

目 录

第一章 育肥牛的生长发育规律	1
第一节 体重的增长规律	1
一、牛在胎儿期的生长发育	1
二、初生重与增重的关系	1
三、生长速度	1
四、增重速度与能量利用的关系	2
五、补偿生长	2
第二节 体组织的生长规律	3
一、骨骼	3
二、肌肉	3
三、脂肪	4
四、各体组织占胴体重的比例	4
五、组织生长与屠宰率	4
六、不同类型牛体组织生长变化	5
七、公牛与阉牛的脂肪沉积	5
八、体重损失和恢复时体组织的变化	7
第三节 体组织化学成分的变化规律	8
一、肌肉组织的化学成分	8
二、脂肪组织的化学成分	9
第四节 体型的发育规律	10

一、牛体各部位的生长强度	10
二、营养水平对体型发育的影响	10
第五节 瘤胃的发育规律	11
一、瘤胃的一般发育规律	11
二、饲料的种类与瘤胃的发育	11
三、精料和干草对瘤胃发育的作用	12
第二章 牛的消化生理	14
第一节 牛的消化器官及功能	14
一、口腔	14
二、食道	16
三、胃	16
四、肠	19
五、肛门	20
六、附属消化器官	21
第二节 牛的消化特点	23
一、犊牛哺乳的消化特点	23
二、牛食草料的特殊消化生理现象	23
第三章 育肥牛的营养	25
第一节 育肥牛的营养	25
一、碳水化合物	25
二、脂肪	27
三、蛋白质	28
四、维生素	33
五、矿物质	36
六、水	44

第二节 育肥牛的营养	44
一、能量	44
二、蛋白质	52
三、矿物质	55
四、维生素	56
五、水	57
第四章 育肥牛的饲养管理	58
第一节 奶公牛育肥的饲养管理	58
一、哺乳期犊牛的饲养管理	58
二、断奶犊牛的饲养管理	77
三、育肥期奶公牛的饲养管理	81
第二节 改良牛育肥的饲养管理	95
一、改良犊牛的饲养管理	96
二、改良牛生长期（8个月）的饲养管理	98
三、改良牛育肥期（6个月）的饲养管理	98
第三节 地方良种牛育肥的饲养管理	101
一、良种牛的形成及现状	102
二、育肥前的饲养管理	105
三、育肥期（10个月）的饲养管理	105
四、秦川牛高中档牛肉生产技术规范（摘要）	108
第四节 肥牛基地建设及配套技术	112
一、发展肥牛生产的技术路线	113
二、肥牛生产的配套技术	114
三、肥牛基地应具备的基本条件	116
四、望楚生产模式	117

第五章 育肥牛的常用饲料	119
第一节 青干草与秸秆饲料	119
一、干草的比较价值	119
二、干草质量的重要性	120
三、优质干草的特征	121
四、制作优质干草	121
五、干草的贮藏	123
六、干草的自燃	124
七、干草的饲喂	125
八、优质牧草	125
九、秸秆饲料	128
第二节 青饲料	129
一、优良青绿饲料的特征	129
二、适量使用青饲料	129
第三节 青贮饲料	130
一、青贮饲料的优缺点	130
二、青贮饲料的发酵过程	131
三、青贮建筑	132
四、确定青贮料的含水量	133
五、装填和密封	134
六、青贮饲料的种类	135
第四节 能量饲料	140
一、玉米	141
二、大麦	152
三、高粱	153
四、米糠	154

五、麦麸·····	154
第五节 蛋白质饲料·····	155
一、豆饼·····	155
二、鱼粉·····	158
三、尿素·····	159
第六节 矿物质补充饲料·····	164
一、钙源饲料·····	164
二、钙、磷补充饲料·····	165
三、食盐·····	166
四、常用矿物盐的元素组成和含量·····	166
五、微量元素添加剂的制作要点·····	169
第七节 维生素补充饲料·····	171
一、维生素 A 和 β -胡萝卜素添加剂·····	173
二、维生素 D ₃ 添加剂·····	176
三、维生素 E 添加剂·····	177
四、维生素 K ₃ 添加剂·····	178
五、维生素 B ₁ 添加剂·····	179
六、维生素 B ₂ 添加剂·····	179
七、泛酸添加剂·····	180
八、胆碱添加剂·····	180
九、烟酸添加剂·····	181
十、维生素 B ₆ 添加剂·····	181
十一、叶酸添加剂·····	181
十二、生物素添加剂·····	182
十三、维生素 B ₁₂ 添加剂·····	182
十四、维生素 C 添加剂·····	182
第八节 抑菌促生长添加剂·····	183

一、上霉素钙盐·····	183
二、莫能霉素（瘤胃素）·····	183
三、泰乐菌素·····	186
四、杆菌肽锌·····	187
五、硫酸粘杆菌素·····	187

第六章 牛舍建造与环境控制····· 190

第一节 牛舍内的空气环境····· 190

一、牛舍内的适宜温度·····	190
二、牛舍内的适宜湿度·····	193
三、牛舍内的适宜气流·····	194
四、牛舍内的适宜光照·····	194
五、牛舍空气中的灰尘和微生物·····	195
六、牛舍中的有害气体·····	197
七、牛舍内的噪声·····	199

第二节 牛舍环境的控制····· 200

一、牛舍的基本结构和作用·····	200
二、牛舍的防寒与防热·····	204
三、牛舍的通风换气·····	208
四、牛舍的采光·····	215
五、牛舍的排水·····	217
六、牛舍的垫草·····	220
七、牛的饲养密度·····	221

第三节 牛场的设置····· 222

一、牛场场址的选择·····	222
二、牛场内规划布局·····	225
三、牛场的公共卫生设施·····	227

第四节 牛舍设计图	230
一、工程图的基本知识.....	230
二、工程图的阅读方法.....	238
第七章 育肥牛常见病的预防和治疗	241
第一节 内科病	241
一、犊牛脐带炎.....	241
二、犊牛肺炎.....	243
三、犊牛腹泻与下痢.....	243
四、前胃弛缓.....	246
五、肝脓肿.....	247
第二节 传染病	248
一、犊牛大肠杆菌病.....	248
二、犊牛沙门氏菌病.....	249
三、口蹄疫.....	250
四、牛结核病.....	251
五、副结核病.....	252
第三节 寄生虫病	253
一、绦虫病.....	253
二、犊牛新蛔虫病.....	254
三、犊牛隐孢子虫病.....	254
四、牛肝片吸虫.....	255
五、牛球虫病.....	256
第四节 中毒病	257
一、犊牛水中毒.....	257
二、黄曲霉毒素中毒.....	257
第五节 驱虫及防疫注射	258

第六节 几种病的宰后直观检验·····	259
第八章 育肥牛的屠宰及产品处理 ·····	262
第一节 屠宰·····	262
一、选择屠宰牛·····	262
二、屠宰前的饲养管理·····	263
三、宰前检验·····	263
四、屠宰流程及技术要求·····	264
五、屠宰后检验·····	267
第二节 牛肉·····	268
一、评定牛肉品质常用项目·····	268
二、牛肉的成熟·····	270
三、胴体的分割·····	273
四、速冻、冷藏与解冻·····	276
第三节 牛皮·····	277
一、牛皮结构和成分·····	277
二、影响牛皮质量的因素·····	279
三、牛皮的保藏·····	279
四、皮胶·····	281
第四节 牛骨·····	282
一、骨糊·····	283
二、骨油·····	283
三、骨粉·····	284
四、骨胶·····	284
第五节 牛血·····	285
一、食用血的加工·····	286
二、饲料血粉的加工·····	287

第六节 牛脏器制剂	287
一、保藏.....	288
二、制剂.....	289
第七节 牛粪尿	294
一、牛粪尿的排泄量.....	295
二、牛粪尿对培肥地力的作用.....	295
第八节 屠宰场的设置	295

第一章 育肥牛的生长发育规律

第一节 体重的增长规律

表示牛生长情况最常用的项目是体重，一般有初生重、断奶重、1岁体重、1.5岁体重、平均日增重等。称重于早晨饲喂前空腹进行，连续二日称重，取其平均值。

一、牛在胎儿期的生长发育

牛在胎儿阶段各部分的生长，以重要的生命器官如头部、内脏、四肢发育较早，而脂肪、肌肉发育较迟。由于初生犊牛的肌肉、脂肪和体躯等生产目的所必需的部分发育较差，所以屠宰初生犊牛作肉用是很不经济的。

二、初生重与增重的关系

犊牛初生重与增重速度呈正相关。初生重受遗传、孕牛的饲养管理、妊娠期长短的影响。

三、生长速度

犊牛出生后，在满足营养需要的条件下，体重在性成熟前呈加速增长，到生长发育成熟时则增重速度显著变慢。即在12个月龄以前的生长速度很快，以后则逐渐减慢。应掌握牛的生长发育特点，在生长发育较快的阶段给以充分饲

养，以发挥其增重效果。一般在达到体成熟时的 $1/3 \sim 1/2$ 体重屠宰较为经济。

四、增重速度与能量利用的关系

增重速度越快，能量生产利用效率越高。在整个饲养过程中，维持的能量利用效率较高，但维持的能量消耗并未有直接产品，维持占能量消耗的比重越小，则能量利用效率越高，增重速度越快，达到出栏体重所需的时间就越短。如要体重都达到 340 千克，日增重 0.45 千克比日增重 1.35 千克的牛，维持需要多 2 倍，总能需要多 90%，见表 1—1。

表 1—1 三种增重速度、育肥牛的能量利用效率

日增重 (千克)	饲养日数	平均体重 (千克)	净能需要 (兆焦)	
			维 持	增 重
0.45	700	340	18024	5923
0.90	350	340	9012	6186
1.35	234	340	6023	6542

五、补偿生长

在生产中常见到生长发育某一阶段饲料不足而使生长速度下降，当一旦恢复高营养水平饲养，则其生长速度比未受限制的生长要快。经过一个时期饲养后，仍能恢复正常体重，这种特性叫做补偿生长。

犊牛的早期（如从初生到 3 月龄）生长速度严重受阻时，则下阶段（4—9 月龄）的生长便很难补偿。限制饲养的时间越长则越难补偿。所以，低能量育犊必须有优质的犊牛代乳粉（料）予以补充。

补偿生长期间，同时也增加了采食量和饲料的转化效

率。

补偿生长虽能在饲养期结束时达到所要求的体重，但最后的组织成分受到一定的影响，补偿牛的骨百分率高而脂肪百分率稍低，见表 1—2。

表 1—2 补偿生长对育肥牛胴体成分的影响

营养水平	高	中	低
牛 数	12	12	12
胴体组成（第 10 肋横切）肌肉 %	54.2	53.6	55.3
可分割的脂肪 %	27.5	28.0	24.3
骨 %	15.3	15.3	16.6
肌肉:骨	3.55	3.49	3.33

第二节 体组织的生长规律

牛体组织的生长直接影响到增重和肉的质量。体组织主要是肌肉、脂肪和骨组织。

一、骨 骼

初生犊牛的骨骼已能正常负担整个体重，四肢骨的相对长度比成年牛高，以保证出生后能跟随母牛哺乳。出生后骨骼生长一直比较稳定。

二、肌 肉

肌肉生长主要由于肌肉纤维体积的增大，使肌纤维束相应增大。随着年龄增长，肉质的纹理变粗，因此，青年牛的肉质比老年牛嫩。肌肉的生长与功能有密切关系。如股骨伸张肌为分布于膝盖骨的主要肌肉，其功能主要是保证犊牛的

哺乳活动和运动，在出生前的生长速度相对较快，而以后的生长速度变慢。腹外斜肌为腹壁外的肌肉，初生犊牛靠母乳生活，消化道的体积较小，不需要很强的腹壁，故占总肌肉的比例较小。但随着消化道的生长发育，该肌肉的生长增快。加喂粗饲料的犊牛，比单独喂奶犊牛腹外肌生长更快。

三、脂 肪

脂肪的沉积，从初生到 1 岁期间较慢，仅稍快于骨骼，以后加快。肥育初期网油和板油增加较快，以后皮下脂肪很快增加，最后才加速肌纤维间的脂肪体积。

四、各体组织占胴体重的比例

肌肉在胴体中的比例，先是增加而后下降，脂肪的百分率持续增加，骨的比例持续下降。饲养水平高，牛的生产性能好，则肌肉和脂肪占的比重较大。

五、组织生长与屠宰率

肌肉和脂肪组织的生长性能决定屠宰率。正常饲养条件下，在一定的体重范围内，体重大，肌肉和脂肪得到充分的生长，屠宰率就高。从表 1—3 可见，100~400 千克活重期间为屠宰率明显增加阶段，400~600 千克活重期间，则屠宰率增加不明显。

肥瘦能直接影响屠宰率。当体重相同时，肥度较好的牛屠宰率高。一般用皮下脂肪厚度表明肥瘦，见表 1—3。

表 1—3 体重、脂肪厚度与屠宰率的关系

脂肪厚度 (毫米)	活重 (千克/头)	牛数 (头)	屠宰率 (%)
2.11	91~135	3	51.4
2.22	136~180	8	52.4
3.22	181~226	27	52.4
3.37	227~271	26	55.7
3.79	272~317	64	56.3
4.25	318~362	97	56.4
5.47	363~407	52	57.8
6.80	408~453	18	59.1
9.57	454~498	26	58.8
10.23	499~543	23	60.3
8.74	544~589	10	59.9

六、不同类型牛体组织生长变化

早熟品种在体重较轻时便能达到成熟年龄的体组织比例，肥育年龄较早。如早熟品种海福特与晚熟品种黑白花牛相比较，它们在生长的最初阶段体组织比例相似；当体重达到 120 千克时，则海福特牛的脂肪所占的比例比黑白花牛开始增加早，而黑白花牛肌肉比例比海福特大，但两个品种牛的骨比例一直相似，见图 1—1。

七、公牛与阉牛的脂肪沉积

据对同卵双胎牛的研究，公牛育肥到 493 千克、阉牛育肥到 455 千克屠宰，无论内脏脂肪和皮下脂肪、肌间脂肪，阉牛均比公牛多，其中以皮下脂肪最为明显，阉牛比公牛增加 71%，见表 1—4、表 1—5、表 1—6。

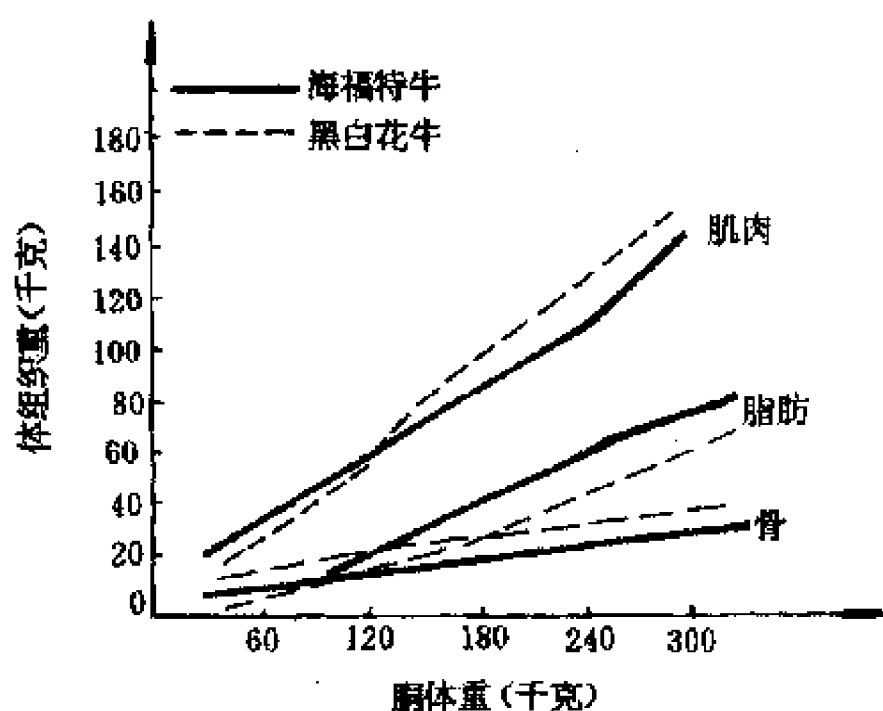


图 1—1 海福特和弗里生黑白花牛肌肉、脂肪和骨组织的生长与胴体重的关系

表 1—4 公牛和阉牛胴体前后躯肌肉和脂肪的分布

比例	前 躯		后 躯	
	公 牛	阉 牛	公 牛	阉 牛
肌肉占胴体%	36.4	30.8	33.4	33.2
脂肪占胴体%	5.8	8.9	4.8	7.5
骨骼占胴体%	9.8	9.8	7.9	7.9

表 1—5 由于去势而引起脂肪分布的变化

脂肪沉积部位	因去势脂肪量提高 (%)	脂肪沉积部位	因去势脂肪量提高 (%)
非胴体部分	36	肠系膜	14
网膜脂肪	40	胴体部分	39
肾	40	皮下	71
骨盆和生殖器	44	肌肉内	26
胸腔	24		

表 1—6 公牛和阉牛脂肪沉积情况的比较

类别		网膜脂肪	肠系膜脂肪	肾脏脂肪	骨盆、生殖器官脂肪	胸腔脂肪	总计	皮下脂肪	肌肉内脂肪	腹腔、胸膜外脂肪	总计
重量 (千克)	公牛	6.84	3.17	5.82	6.70	2.65	25.19	2.90	8.70	1.35	12.95
	阉牛	9.55	3.62	0.17	9.65	3.29	34.29	6.67	10.93	1.77	19.37
为活重的%	公牛	1.38	0.65	1.18	1.35	0.53	5.09	0.79	1.76	0.27	2.82
	阉牛	2.09	0.79	1.78	2.11	0.72	7.50	1.47	2.40	0.39	4.26

八、体重损失和恢复时体组织的变化

在体重损失和恢复过程中，体组织按一定规律发生变化。对生命越是重要的器官，其生长过程越占有优先位置，当营养水平低于维持时，这些器官受到的生长阻碍最小；当营养水平降到临界以下，才会影响这些器官的功能。

体重损失时，对肌肉和脂肪的影响较大。据对 23 头半同胞育肥牛的研究：持续生长时，肌肉增加 16.8 千克，脂肪增加 9.8 千克，两组织的增加量之比为 1.71:1。体重损失的饥饿处理，肌肉损失 11.3 千克，脂肪损失 9.6 千克，两组织的损失量之比为 1.18:1。体重恢复的饲养阶段，肌肉增加 18.2 千克，脂肪增加 6.5 千克，两组织的恢复量之比为 2.8:1。可见生长期育肥牛无论在持续生长、体重损失和体重恢复过程中，肌肉的增减量均大于脂肪。当体重损失时，肌肉和脂肪的损失同时发生。过去一般认为，首先是脂肪减少而后是肌肉减少，这是一种误解。

体重损失过程中，对生命较重要的肌肉损失较小，而不重要的肌肉损失较多。如桡骨伸张肌对饥饿状态的牛行走觅

食很重要，所以，重量损失较少；由于饥饿牛消化道容量减少，从而减少了腹外斜肌的负担，故该肌肉的重量损失较大。

第三节 体组织化学成分的变化规律

牛体组织的化学成分主要是水、脂肪、蛋白质和矿物质。随着生长发育，按无脂固体成分计算，水分含量不断减少而蛋白质和矿物质含量则增加，400 日龄以后的变化较小，一直到水分、蛋白质和灰分间的比例很稳定为止。

一、肌肉组织的化学成分

肌肉组织的化学成分包括水、蛋白质、脂肪和灰分。

1. 公牛和阉牛肌肉成分不同。同卵双胞胎公牛与阉牛肌肉的化学分析，见表 1—7。

表 1—7 公牛和阉牛肌肉成分平均百分数

类别	水分	蛋白质	脂肪	灰分
公牛	74.09	20.64	3.25	0.96
阉牛	72.90	20.33	5.64	0.94

2. 肌肉组织中的脂肪成分与总的可分割脂肪量之间呈高度相关。据研究，肌肉组织中的脂肪成分变化，当牛具有 12.3% 可分割脂肪时，肌肉组织中的脂肪为 2.66%，即 1:0.22；具有 35.1% 可分割脂肪时，便增加到 7.26%，即 1:0.21。看来可分割脂肪与肌肉组织中的脂肪比例较稳定。因

此，可通过测定可分割脂肪量来估测肌肉组织中的脂肪量。

3. 各部位肌肉的脂肪量亦不相同。据测定，颈部肌肉的脂肪含量为 6%~13%，背部和臀部肌肉的脂肪含量为 3%~6%。

二、脂肪组织的化学成分

脂肪组织的化学成分包括脂肪、蛋白质和水。

1. 公牛和阉牛脂肪成分不同。据测定，公牛脂肪组织中的水分和蛋白质含量比阉牛高，但脂肪含量比阉牛低，见表 1—8。

表 1—8 公牛和阉牛不同部位脂肪组织的化学成分 (%)

部位	公 牛			阉 牛		
	水分	蛋白质	脂肪	水分	蛋白质	脂肪
皮下	24.24	9.19	66.65	17.23	6.10	76.69
肌肉内	24.93	7.20	68.16	22.71	6.57	70.94
肾	7.08	1.46	91.66	5.48	1.11	93.39
肠系膜	17.24	3.38	79.43	14.71	2.75	82.68

2. 脂肪组织中的化学成分受饲养水平影响较大。在低营养水平下，脂肪组织中含水分较多，而脂肪含量较低，见表 1—9。

表 1—9 营养水平对脂肪组织成分的影响

营养水平	水分 (%)	蛋白质 (%)	脂肪 (%)
充分饲养	20.0	7.8	72.2
维持饲养	26.6	9.6	63.8
维持以下	46.4	15.8	37.8

第四节 体型的发育规律

体型的变化取决于骨骼发育情况。而骨骼发育在犊牛出生前即已开始。犊牛初生重仅为成年时体重的 6.5%，但腿长却达到成年牛的 63%，尻高达 57%，髻甲高达 56%，胸宽达 37%，坐骨宽达 31%。因此，初生犊牛有腿高，后躯较前躯高和坐骨宽发育较迟的特点。

一、牛体各部位的生长强度

牛初生至 2.5 岁，如以髻甲高的增长为 100%，则尻高增长为 99%，坐骨结节增长为 200%。这说明体高是属于早期生长部位，而体长与体深次之，宽度特别是后躯宽度是较晚生长的部位。

二、营养水平对体型发育的影响

营养水平高，幼牛生长速度加快，体躯各部位发育也快，反之，生长发育延缓。

1. 低营养水平对体型发育的影响。在限制饲养的情况下，代表骨骼发育的性状，如体高、体长、管围等，所受的影响小，因为它是较优先发育的组织。那些代表整体容积及重量的性状，如体重、胸围、腹围等，所受的影响较大。增长的速度显然会减慢，体型也会受到不同程度的影响。

2. 低营养水平对不同性别幼龄牛的影响。公牛较母牛初生重大（平均 3 千克/头），发育速度较快，如给予限制饲养，则公牛较母牛受的影响更大。其原因在于公牛的血红蛋白浓度较母牛高，因而代谢率也高，阉牛所受影响介于公、

母牛之间。

第五节 瘤胃的发育规律

要使牛的生产性能得到充分的发挥，必须使其瘤胃尽早且充分发育。

一、瘤胃的一般发育规律

犊牛初生时瘤胃的容积很小，加上蜂巢胃仅占总胃容积的 33%，10~12 周龄时占 67%，4 月龄时占 80%，1~1.5 岁时占 85%，完成反刍胃的发育。

犊牛在 1~2 周龄时，几乎不反刍，3~4 周龄时才开始反刍。这时对精料和干草只能摄取少量，同时消化这些固体饲料则以皱胃及肠道为主，因为牛的瘤胃、蜂巢胃和重瓣胃都没有分泌消化液的腺体，只有皱胃能分泌消化液，所以前三个胃的功能没有建立以前，主要靠真胃进行消化。

二、饲料的种类与瘤胃的发育

犊牛除喂适量的全乳外，加喂精料和干草，可促使瘤胃迅速发育。

1. 犊牛在 12 周龄时，喂全乳加固体饲料，前两胃的容积约为单独喂全乳的 2 倍，瘤胃乳头少而大，同时胃组织的重量约大 2 倍以上。最明显的变化是瘤胃乳头的高度，仅喂全乳的在哺乳期间一直在退化，而加喂固体饲料的则急剧发育，并且瘤胃乳头的颜色也变为成牛具有的暗褐色。

2. 在仅喂全乳的情况下，8 周龄以后，瘤、蜂胃的容积相对小了。仅喂全乳至 12 周龄以后仍不断奶，则瘤胃发

育即完全停滞。相反，如果在生后 4~8 周内，用适当的方法予以断奶，那么瘤、蜂胃的容积即可达到胃总容积的 80%，从而达到与成牛胃容积比例相近似的程度。这就是早期断奶在生理上的主要依据。

三、精料和干草对瘤胃发育的作用

犊牛生后 4~12 周，除喂全乳外，曾用饲喂不同比例的混合精料和干草进行试验。一组精料与干草的比例为 8:2，另一组为 2:8，其结果在 15~40 周间对瘤胃的发育都发生了良好的效果，多喂精料组的犊牛，其瘤胃乳头成长较为良好，而多喂干草组则以胃容积和组织发育较为优越，见表 1—10。

表 1—10 精料及干草对犊牛瘤胃发育的影响

饲料	周龄	头数	瘤、蜂胃容积 (升)	瘤、蜂胃组织重 (克)	瘤胃乳头最大高 (毫米)
精饲料 80%	15	2	20	210	6.8
	40	2	52	225	
干草 80%	15	2	23	181	3.4
	40	2	55	400	
精料转全乳	35	2	14	170	<1.0
干草转全乳	35	2			<1.0

注：瘤、蜂胃组织脱脂干燥后重量；瘤胃盲囊底部乳头高度。

如果精料的比例增加为 100% 而完全不喂干草，则使瘤胃的发育推迟，并且瘤胃的乳头发育特别不良，同时也降低了日增重。由此可见，饲喂干草是必需的。此外，如在饲喂全乳之外，喂给锯末之类的非消化物，则前胃容积增大的程度可与 80% 干草相似，瘤胃肌层的厚度也有所增加，但是

粘膜上皮欠发达，瘤胃乳头也未成长。

将精料组及干草组持续养至 15 周，自 16 周龄后，全部更换成仅喂全乳，则使已发育良好的瘤胃容积又相对缩小，瘤胃乳头的高度又退化到 1 毫米以下。

综上所述，固体饲料对刺激瘤胃发育所产生的效果，并非单独是物理的作用，其中还包括精料和干草两方面共同发生的营养作用。因在瘤胃的发酵产物中，最主要的低级脂肪酸是乙酸、丙酸和丁酸，这些脂肪酸的产生则是刺激瘤胃发育的因素之一。

第二章 牛的消化生理

第一节 牛的消化器官及功能

一、口 腔

口腔由前部的唇和两侧的颊部构成，底部是舌，上部是硬腭。主要有腮腺、颌下腺和舌下腺等唾液腺通向口腔。分泌大量唾液，成年牛为 150 升/日，小公牛为 24~37 升/日。唾液对消化起的作用：(1) 润滑剂。唾液有助于咀嚼，形成食团和吞咽。(2) 缓冲能力。唾液含有大量碳酸氢盐作为食入物的一种缓冲物质。(3) 唾液中氮的含量为 0.1%~0.2%，其中 60%~80% 是尿素氮，还含有少量的糖蛋白质和磷、镁、氯，这些物质能够被瘤胃细菌和原生虫所利用。(4) 防止起沫。唾液可起表面活性剂的作用，有助于防止由瘤胃气体积聚而引起严重腹胀。(5) 唾液可溶解饲料的许多化学物质而能使味蕾产生味觉。(6) 唾液对口腔粘膜起保护作用。

口腔完成三个物理过程：采食、咀嚼和开始吞咽。采食是将食物摄入口腔的动作，牛靠舌、唇和牙齿进行采食。咀嚼包括将食物撕裂、磨碎、混之以使食物湿润的唾液，还参之以少量酶的消化作用，经咀嚼后的食物形成即将下行消化道的食团。吞咽过程包括随意和不随意的反射作用。咀嚼完

成后，由舌将食团运送到口腔后部，当食团通过咽部时，由于喉的反射性关闭而使呼吸暂时停止，最后吞下食道而进入胃。

（一）唇

牛的唇部肌肉发达，并有一定软骨成分，所以触摸有角质感。唇的主要作用是帮助采食饲料。牛采食并不是咬断饲草，而是用唇、齿、舌配合动作咬住饲草，并用力将其扯断，然后送入口腔。

（二）舌

牛的舌像唇一样是肌肉性组织，长而灵活，可以拉长伸出口外，表面粗糙，具有许多感觉粗硬的突起，以致当舌头受到磨损时，也不会损伤像味蕾那样很娇嫩的下层组织，适于将下颌切齿和上颌齿龈扯断的饲草卷入口腔。在整个咀嚼过程中，舌的作用有三：①舌的运动将食物送到口腔的不同部位以供咀嚼并使之与唾液混合最后形成食团。②舌面的味蕾为选择食物的摄食提供一种神经调节，如食物带苦味或不适口，味蕾的神经冲动使牛停止采食，相反，适口的味道刺激牛的食欲。③舌开始吞咽过程。舌将充分调制的食团送到口腔后部刺激咽部神经感受器而开始将其咽下。

（三）牙齿

牛的牙齿很特殊，上颌无切齿，只有由前排牙齿紧贴着坚硬的牙床。下颌有 8 个切齿，主要作用是协助唇和舌扯断饲草，特别是采食青草的时候，配合唇和舌以扯断动作进食。牙齿主要起咀嚼的机械性作用，由于缺少犬齿，所以在口腔前部的切齿和后部的 12 个臼齿（上下颌各 6 枚）之间形成一个空隙。臼齿以转动式的搓磨动作来磨碎食物。下颌可以来往活动，只要粗纤维物质进入上下颌之间即可被磨

碎。这种动作发生在采食和反刍过程中。采食时，先把饲料粗略地撕扯到可以吞咽的程度，当反刍时再把吞咽下去的食团反刍上来，慢慢地进行更细致的咀嚼。虽然牛的反刍效率很高，但不能呕吐。如果一些坚硬物体无意中随草误食吞入胃内时，则难以反刍上来。

牛龄可以通过切齿进行估计。犊牛出生时乳齿即已长全，因乳齿 3 年内逐渐由永久齿所代替。从第 21 个月龄第一对永久齿取代乳齿开始，每 6 个月永久齿取代 1 对乳齿，以此可以推算牛龄。

二、食 道

食道是连接口腔和瘤胃的一个肌肉发达的管道。当饲料通过食道时，食道的肌肉组织和神经支配产生运送食团的蠕动波，蠕动是推动食团通过食道引起的一种单向性运动的平滑肌协调性收缩和松弛。食团的吞咽或反刍可以在不到 2 秒钟的时间内顺利通过食道。

食道沟始于贲门，延伸到重瓣胃口，它是食道的延续，收缩时成一中空管子，使食团穿过瘤网胃，而直接进入瓣胃。哺乳期的犊牛食道沟可以通过吸吮乳汁而出现闭合，称食道沟反射，使乳直接进入真胃，以防止牛乳进入瘤网胃而引起细菌发酵和消化道疾病。

三、胃

牛胃由瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃四部分组成。前三个胃无腺体组织，不分泌胃液，主要起贮存食物、水和发酵分解纤维素的作用，统称为前胃。皱胃内有腺体分布，可分泌胃液，亦称真胃。初生犊牛前胃尚未完全发育，而真胃却

发育良好，其体积和前胃相当，到成年时真胃不足前胃的 1/10。

(一) 瘤胃

瘤胃在犊牛开始采食固体饲料，尤其是纤维质以后才开始发育。到成年，牛的瘤胃容积很大，约占胃总容积的 80%，虽不具备分泌消化液的能力，但胃壁强大的纵形肌肉环能有力地收缩和松弛，进行节律性的蠕动，以搅拌和揉磨胃中食物。胃内壁上有发达的乳状突起，增加了胃壁与食糜的接触面积，更有利于食物的揉磨与搅拌。

另外，瘤胃内存在着大量的微生物。瘤胃微生物主要有原虫和细菌两大类约 60 多种。瘤胃内容物每毫升含 10^6 个原虫和 10^{10} 个细菌，其中部分存在于瘤胃液中，部分附着在饲料颗粒表面，还有部分附着于瘤胃内壁上皮。当瘤胃微生物得到充分繁殖时，微生物原浆约占瘤胃液的 10%，原虫和细菌各占一半。

瘤胃微生物的生长繁殖状况，取决于瘤胃内环境。在影响瘤胃内环境的诸多因素中，最主要的是 pH 值。瘤胃 pH 值变动在 5.0~7.5 的范围内，但 pH 值低于 6.5 时，纤维素分解菌生长速率降低，pH 值低于 6.0 时，其活动完全停止。而淀粉分解菌在 pH 值 7~5.5 时能同样发酵，在 pH 值低于 5.5 时，还有少数几类淀粉分解菌生存。pH 值的变化受日粮类型和摄食后时间的制约，也受饲料加工程度和饲养方式的影响。不论高精料日粮还是低精料日粮，在日喂 2 次精料时，最低 pH 值在食后 2~3 小时出现，以后逐渐回升。饲料经过细加工，由于采食时唾液分泌减少，微生物活性增强，挥发性脂肪酸（VFA）产量增加，pH 值也降低。pH 值的波动曲线标志着有机酸和唾液的变化。瘤胃内环境的相

对稳定，为微生物的活动、物质代谢和能量转化提供了条件，瘤胃食物通过微生物的发酵、唾液和瘤胃液的渗入以及食糜的排空等，使瘤胃内理化性质达到动态平衡。

微生物的生存活动对瘤胃内饲料的消化起着极其重要的主导作用。瘤胃微生物能产生纤维素分解酶，将纤维素加以消化。进入瘤胃的可消化有机物质的 70% 以上和粗纤维的 50% 以上，由瘤胃微生物分解，转变为简单的化学物质，再合成能被吸收利用的牛体营养物质。

瘤胃微生物不断地发酵着进入瘤胃中的饲料营养物质，每天有 12% ~ 16% 的基质被发酵，产生大量的 VFA 和 CO、CO₂、CH₄、H₂S、NH₃ 等气体，这些气体只有通过不断的暖气动作排出体外，才能防止臌气。

(二) 网胃

网胃占胃总量的 5%，是吸入水的贮存库。瘤胃的蠕动是以网胃的复收缩开始的，随着是瘤胃的单收缩。能帮助食团逆呃和排出胃内的发酵气体（暖气）。当误食混入饲料的金属异物时，易在网胃底沉积和刺入心包。

(三) 瓣胃

瓣胃占胃总量的 7%，它含有大量有助于磨碎摄入饲料的组织叶片，其功能是榨干食糜中的水分和吸收少量营养物质。

(四) 皱胃

皱胃占总胃量的 7% ~ 8%，能分泌大量 pH 值很低（高酸度）的消化液，有效地杀死活着进入皱胃内的各种瘤胃微生物。酸性胃液中的蛋白酶把大分子蛋白质（主要是来自瘤胃未经发酵的饲料蛋白质和来自瘤网胃的菌体蛋白）分解为小分子的化学成分——肽，随食糜经幽门进入小肠被吸收。

四、肠

(一) 十二指肠

十二指肠是“U”形弯曲肠管，胰腺位于弯曲的中部。由于残留胃液的关系，从皱胃进入十二指肠的食糜其酸度很高，其高酸性被来自胆囊的碱性胆汁所中和。十二指肠虽然很短，却是消化道的重要组成部分，如果食糜不经过十二指肠内改变化学性质，则小肠内的消化和吸收就不能发生。就微生物活动而言，十二指肠代表了一个“中性地带”，它把前部瘤胃中十分活跃的微生物群体与后部结肠和盲肠内的微生物群体分开。

(二) 小肠

小肠相当长，达 20 米以上。肠内膜上有大量绒毛，每个绒毛含有一个称为乳糜管的淋巴管和一连串细血管；绒毛表面有大量的微绒毛，极大限度地扩大了与肠道组织食糜的接触面积。绒毛表层的上皮细胞或称吸收细胞，数日更新一次，这些被损坏的代谢细胞形成了部分蛋白质和能量的内源性损失。

小肠是饲料蛋白质的主要吸收部位。来自死亡的瘤胃微生物的蛋白质（菌体蛋白）和来自饲料未降解的蛋白质，在小肠内均以氨基酸的形式通过肠壁，进入表面的毛细血管而被吸收。小肠内也进行着某些碳水化合物的消化过程，其最终产物是葡萄糖，并通过肠道进入血液。

食糜在小肠内受胆汁和胰液进一步作用，而变为一种乳状流体称为乳糜。小肠内容物水分很多，小肠蠕动把食糜由前部推向后部并继续搅拌和混合。消化物通过小肠的过程，实际上由“进二步与退一步”两种运动组成，这种蠕动虽然

总效应是推动食糜前进，但也有大量回流运动产生。小肠的终端为回盲瓣，回盲瓣是控制摄入食物由小肠流向盲肠和大肠的括约肌组织，这种结构防止摄入物回流到小肠。

（三）盲肠

盲肠是在小肠进入结肠处向外伸出的一小段盲管。其主要功能是作为一个二次发酵室继续进行着如同在瘤胃中的粗纤维消化。由于它是一个盲管，所以盲肠内的食糜必须进行往返运动，盲肠肌肉复杂的旋转运动使其能够进行虽不十分完全却比较有规律的充满与排空活动。

盲肠内的微生物也分解进入盲肠内的蛋白质，最后产生氨。这些氨被吸收进入毛细血管，但盲肠内氮的吸收量小于瘤网胃。

（四）结肠

结肠又称大肠。虽比小肠短得多，但其直径大，因此，容量亦大。结肠由多层肌肉组成，构成结肠基本管道是一层环形肌，促进肠的蠕动。还有形成大肠纵带的三条纵行肌，在整个结肠形成一连串憩室或囊袋，摄入的食物纳入这些袋状结构并促使水分排出。结肠的主要功能是吸收来自前部消化道食糜中的多余水分，而形成粪便。

结肠内存在着多种微生物并进行着二次发酵活动。结肠内一些残留的纤维性物质被进一步发酵和一些挥发性脂肪酸的进一步吸收，均进入血液。

五、肛门

肛门是消化道的最末端。食物由口腔经食道进入，在胃、肠消化吸收，其代谢产物由肛门排出体外。

六、附属消化器官

(一) 唾液腺

唾液腺有 5 对，分别为腮腺、下臼齿腺、腮腺、颊腺和咽腺，另外还有 3 个不成对的腺体，分别为颌下腺、舌下腺和唇腺。

唾液腺有两种主要作用：首先是提供水分以保证饲料能够被咀嚼为糊状而吞咽；其次，唾液内含有大量的唾液盐类，主要是碳酸氢钠、磷盐以及少量钾盐和氯化钠。这些盐类作为一种缓冲剂，以防食糜在瘤网胃内由于碳水化合物的分解产生挥发性脂肪酸而变得过酸。

高效缓冲性唾液的分泌是连续不断的过程，但采食或反刍时其分泌速率高于休息时。唾液的这种持续分泌过程是有益的，因为瘤网胃中挥发性脂肪酸的产生也是持续不断的，这两个过程恰好相辅相成。

(二) 肝脏

肝脏是消化生理中至关重要的器官。如果没有肝脏的作用，许多代谢过程就会紊乱，就不能从血液中获得来自消化道的养分。

肝脏有许多功能。首先它把能量以肝糖元的形式贮存起来。这种肝糖元是由丙酸、血糖和某些氨基酸在肝中形成的碳水化合物；其次肝脏从血流中吸收氨合成尿素，如果这一作用失调，血氨就会升高，甚至会导致因氨中毒而死亡。第三，肝脏内进行着许多种复杂化学物质的转化活动，它们在一定的器官内被有效地利用。最后，肝脏还产生贮存在胆囊内的胆汁，经胆管流入十二指肠，胆汁通过乳化作用促进脂肪的消化。

(三) 胰腺

胰腺的功能是分泌大量含有消化酶的胰液，通过胰腺管排入十二指肠，继续进行蛋白质和碳水化合物的消化，并且也进行脂肪的消化。

在胰腺上一个称作郎格罕氏岛（胰岛）的特殊部位能分泌胰岛素，胰岛素被分泌进入血液对体内碳水化合物的中间代谢起着决定性作用，其中之一就是促进血糖转化为肝糖元，它贮存在肝脏和肌肉组织内作为能量贮备。另外，胰岛素和其他有关激素还起着调节脂肪贮存和泌乳输出之间的营养比例的作用。

(四) 胆囊

胆囊的功能是贮存由肝脏分泌的胆汁并通过胆管排入十二指肠。虽然胆汁是肝脏代谢活动的副产品，但它却具有重要的消化功能。它可以乳化脂肪，同时，由于胆汁属碱性物质，又可以中和进入中部消化道的食糜。胆汁大部分在中、后部消化道被吸收，其余随粪便排出，属内源性损失的一部分。

(五) 肾脏

肾脏的功能是排泄代谢废物，以尿的形式排入膀胱。由肾脏排出的代谢废物有三种类型：氮代谢废弃物尿酸和其他含氮物质；能量代谢废弃物如酮体等，以及一些不需要的矿物质如多余的钠离子，则以钠盐的形式排出体外。如果日粮中蛋白质含量过高，肾脏将会把多余的蛋白质加以分解，使含氮部分排泄掉，而碳水化合物作为能源被利用。

整个消化系统作为一个整体而发挥作用。饲料被分解，又在菌体内重组起来，然后第二次被分解，通过肠壁吸收进入血液，由肝脏转化和运输到各个不同器官，这是一个连续

的过程。虽然采食、排粪、排尿有固定时间，但其代谢活动却依次进行，永不休止。如果其中一部分发生紊乱，将会影响整个消化系统。因此，只有整个消化系统都运转正常，牛才能维持健康强大的生产能力。

第二节 牛的消化特点

一、犊牛哺乳的消化特点

哺乳期的犊牛，瘤网胃发育较差，结构不完善，微生物区系尚未建立，消化主要靠皱胃和小肠。犊牛哺乳时，食道沟可以通过吸吮乳汁而出现闭合，亦称食道沟反射，使乳直接进入皱胃。以防牛乳进入瘤胃而引起细菌发酵和对蛋白质的降解，并引发消化疾病。在一般情况下，哺乳期结束食道沟反射逐渐消失。如果继续用喂奶时的奶壶或奶桶，喂液体高质量天然饲料蛋白质，如大豆分离蛋白等，可引起食道沟反射进入皱胃，逃过瘤胃细菌对蛋白质的降解作用，提高蛋白质的利用率。

二、牛食草料的特殊消化生理现象

1. 分泌大量唾液。为适应消化粗饲料的需要，牛分泌大量富含缓冲盐类的腮腺唾液。其数量小公牛为 24~37 升/日，大育肥牛 50~100 升/日。唾液中氮的含量为 0.1%~0.2%，其中的 60%~80% 是尿素氮。此外还有少量的糖蛋白质、N—乙酰氨基半乳糖和己糖胺。唾液 pH 值为 8.1。唾液中的这些特殊成分对于维持瘤胃内环境（中和过量酸）、浸泡粗饲料以及保持氮素循环起着很重要的作用。唾液的分

泌量和唾液中的各种成分的含量受牛的采食行为、饲料的物理性质及水分含量、饲料的适口性以及钠和钾的含量等因素的影响。

2. 反刍。这是对富含粗纤维素的植物性饲料消化过程中的补充现象。通过反刍，可以说这类粗饲料被二次咀嚼和混合唾液，以增大瘤胃细菌的附着面积。反刍是一复杂的生理性反射过程，由逆呕、重咀嚼、混合唾液和吞咽 4 个过程构成。肉牛的反刍时间每天约为 8 小时，反刍时每一个食团从瘤胃经食管到口腔需要的时间不到 1 秒钟，每个食团的咀嚼时间约 1 分钟。反刍周期 14~17 次，食后反刍来临时间 1~2 小时。所以牛采食粗饲料的时间最多不应该超过反刍 9 小时的数量，否则容易引起消化性和营养性疾病。

3. 瘤胃发酵及暖气。牛的瘤胃中寄居着大量的细菌和原虫。这些微生物不断地发酵着进入瘤胃中的饲料营养物质，产生挥发性脂肪酸及各种气体，如 CO_2 、 CH_4 、 H_2S 、 NH_3 、 CO 等。这些气体不断的以暖气方式排出体外。牛在饲喂后 0.5~2 小时期间是产气高峰期。每小时 10 次。每次暖气时的排气量为 0.5~1.7 升，每分钟暖气量为 3~17 升。当牛采食大量带有露水的豆科牧草和富含淀粉的根茎类饲料（如甘薯）时，瘤胃发酵作用急剧上升，所产生的气体来不及暖出时，就会出现“臌气”。此时若不及时机械放气和灌药止酵，牛就会窒息死亡。

第三章 育肥牛的营养

育肥牛的营养是指育肥牛在摄取饲料后经过体内消化吸收与合成分解代谢过程中用于自身生存和生长发育所必需的各类物质。这些物质主要包括碳水化合物、脂类、蛋白质、维生素、矿物质和水。由于育肥牛生长发育阶段和饲养管理方式的不同，对各类营养物质的需要量和满足这些营养需要的饲料构成差别很大。

第一节 育肥牛的营养

一、碳水化合物

饲料中碳水化合物包括可溶性糖、淀粉、纤维素、半纤维素和木质素。除木质素不能被育肥牛利用外，其他均为育肥牛的重要能量来源。碳水化合物大量和广泛的存在于谷物的子实（如玉米、小麦、大麦）、谷类副产品（麦麸、米糠等）、牧草、谷物秸秆、青贮和块根茎类饲料当中。

（一）碳水化合物的消化、吸收和利用

育肥牛的瘤胃是消化碳水化合物，特别是消化粗纤维的主要器官。犊牛在出生后第六周就能形成正常的瘤胃微生物（细菌）区系和原生动物（原生虫）区系。瘤胃中的碳水化合物的降解由微生物酶将复杂的碳水化合物消化生成各种单

糖。立刻被胃内微生物吸收并进行代谢。瘤胃微生物进行碳水化合物代谢的最终产物为乙酸、丙酸和丁酸等低级挥发性脂肪酸（VFA）。此外，还有二氧化碳和甲烷等主要以暖气方式排出体外。饲料中碳水化合物经瘤胃消化生成的VFA80%经瘤胃壁吸收，其余的在瓣胃和真胃吸收。VFA吸收后，经门静脉被运送到肝脏，乙酸和丁酸在通过瘤胃壁转变为 β -羟基丁酸（BHBA）一起离开肝脏，通过血液运往全身的器官和组织作为能源和脂肪酸被动物器官和组织利用。丙酸在肝脏转化为葡萄糖作为动物体的重要能量来源，部分也被转化为糖元贮备或转化为脂肪酸、还原辅酶和L-3-磷酸甘油而用于甘油三脂的合成。一些过瘤胃的碳水化合物在经过肠道消化吸收后被利用。

（二）碳水化合物的功能

碳水化合物是形成动物体组织的必需成分，普遍存在于动物的各种组织中。如：核糖、脱氧核糖和核糖核酸的组成成分，粘多糖参与构成结缔组织的基质，糖脂是神经细胞的组成成分。许多糖类与蛋白质结合成糖蛋白。低级羧酸与氨基化合为氨基酸用于合成动物的蛋白质。

碳水化合物是家畜体内热能的主要来源。为了生存及生命活动，如肌肉运动、心脏跳动、肺呼吸、胃肠的蠕动、血液循环和保持体温均需要热能的供应，而这些热能的来源主要靠饲料中的碳水化合物在体内进行生理氧化供给。

碳水化合物可作为营养的贮备物质。碳水化合物在完成供给机体所需的热能外，多余部分能以肝糖元和肌糖元在体内贮藏备用或转变为体脂肪，提高增重和改善肉质品质。

碳水化合物还是合成乳糖和乳脂的重要原料。

二、脂 肪

脂肪是广泛存在于动植物体内的一类有机物。根据结构的不同分为真脂肪和类脂肪两大类。脂肪与碳水化合物一样由碳、氢、氧组成，但它们是甘油和脂肪酸的混合物。与碳水化合物相比，每单位重量的脂肪完全氧化时释放出的能量是碳水化合物的 2.5 倍。脂肪酸根据其饱和程度分为饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸两大类，饱和程度高的脂肪熔点高，质地坚硬，不饱和脂肪比饱和的脂肪熔点低，质地软。多数不饱和脂肪酸在瘤胃内经微生物的加氢还原作用变为饱和脂肪酸后被吸收，所以反刍动物的体脂硬度较高。反刍家畜的体脂沉积的数量和质量可部分地通过改变饲养和营养加以调节，即通过饲料的合理调配而获得质硬而有光泽的体脂。市场青睐的高质量的育肥牛体脂脂肪沉积的要求一般为皮下脂肪适度，腹脂要少，而肌纤维之间和肌细胞内的脂肪沉积要多，人们俗称的大理石状脂肪，它在一定程度上决定了肉品的食用质量和适口性。家畜体脂的质量通常以其硬度和色泽来鉴定，质地较硬的脂肪比脂肪较软的受欢迎，纯白或色淡的脂肪较黄色的脂肪受欢迎。

育肥牛要避免饲料中含有较多的不饱和脂肪酸，尤其是那些通过使用有保护剂进行保护的不饱和油脂。脂肪的色泽取决于饲料中的色素或色素的先体物的数量如胡萝卜素含量高的黄玉米和青草等。以青嫩牧草为主进行育肥的牛其体脂一般都是黄色；也与牛的品种有关，因为同一方法饲喂的水牛沉积的体脂却是纯白色。

（一）脂肪的消化与代谢

饲料脂肪进入瘤胃后，瘤胃微生物能将脂肪水解为脂肪

酸和甘油。脂肪酸被微生物氢化饱和，甘油则被进一步发酵降解生成丙酸。瘤胃微生物能合成各种结构的脂肪酸。

尽管瘤胃微生物对脂肪有一定的消化作用，但主要消化作用是在小肠。在胆汁和胰液的作用下，脂肪在小肠后段被完全降解和吸收。

（二）脂肪的功能

脂肪是动物热能来源的重要原料，也是贮备能源的最佳形式。

脂肪是构成动物体组织的重要原料，动物体各种器官和组织细胞如神经、肌肉、骨骼、皮肤和血液中均含有脂肪，各种组织的细胞膜也是由蛋白质和脂肪按一定比例组成的。脑和外周神经组织都含有鞘磷脂。固醇是体内合成固醇类激素的重要原料。中性脂肪是构成机体的贮备脂肪，当机体需要时可以参加脂肪代谢供给机体所需的能量，同时还具有隔热保温和保护体内的脏器作用。

脂肪是脂溶性维生素的溶剂，饲料中的脂溶性维生素如维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K 均需溶于脂肪后被动物消化、吸收和利用。

三、蛋白质

蛋白质是非常复杂的高分子有机化合物，除含有和碳水化合物、脂肪一样的碳、氢、氧外，所有的蛋白质都含有氮，有些还含有硫、磷、铁、铜等元素。在任何活细胞中都存在蛋白质，它是一切生命活动的物质基础。每个物种都由自己的特殊蛋白质组成，同一细胞和组织中又含有许多不同的蛋白质。

饲料中除含有纯蛋白质外，还含有非蛋白含氮化合物

(NPN)，也称为氮化物，如游离氨基酸、肽、硝酸盐、胺盐、生物碱、氨和尿素等。粗蛋白是以上含氮物质的总称。典型蛋白质中碳、氮、氧、氢和硫五种元素的含量分别为53%、16%、22%、7%和2%，由于蛋白质的含氮量为16%，经凯氏定氮法测定饲料的含氮量乘以蛋白质的转换系数6.25即为粗蛋白质含量。

蛋白质在酶、酸或碱的作用下水解成氨基酸，常见的构成蛋白质成分的氨基酸只有20余种。反刍动物由于瘤胃微生物的合成作用为其提供了动物本身不能合成的十余种必需氨基酸，因此，反刍动物不同于单胃动物对氨基酸的供给与平衡的要求那样严格。但高产反刍家畜如高产奶牛对特定的氨基酸也提出平衡供给的问题。

(一) 蛋白质的消化吸收

饲料的蛋白质进入瘤胃后，约有70%经瘤胃微生物降解，仅有30%左右的蛋白质未降解而通过瘤胃。饲料蛋白质在瘤胃微生物（细菌和纤毛原虫）、蛋白质水解酶（蛋白酶和肽酶）的作用下分解为肽和氨基酸，其中部分肽和氨基酸被微生物利用合成菌体蛋白，部分氨基酸在细菌脱氨基酶的作用下经脱氨基变为氨、二氧化碳和挥发性脂肪酸。饲料中的非蛋白氮亦在细菌尿素酶的作用下分解为氨和二氧化碳。瘤胃中降解的蛋白质称为瘤胃降解蛋白（RDP）。氨被用于合成微生物蛋白（MCP）或称菌体蛋白。

瘤胃微生物对饲料中的蛋白质的降解率有一定的差别，下面是部分饲料的蛋白质降解率的测定结果：

酪蛋白	90	玉米蛋白	28~40
花生饼	63~78	苜蓿干草	40~60
棉仁饼	60~80	玉米青贮	40

葵籽饼	75	禾草青贮	85
豆 饼	39~60	小麦青贮	73~89
玉 米	40	小麦干草	50
大 麦	72~90	禾草干草	59~70
高水分玉米	20	干红豆草	37
秘鲁鱼粉	30	红三叶草(青刈)	66~73

饲料蛋白质在瘤胃内的降解率受其溶解度和在瘤胃内的滞留时间影响。溶解度大滞留时间长的蛋白质降解率高。

通过瘤胃后未经降解的蛋白质称为过瘤胃蛋白质(UDP)，与瘤胃微生物合成的菌体蛋白进入真胃和小肠进一步消化分解多肽、单肽和氨基酸并经肠壁吸收入血。进入小肠的蛋白质（主要是微生物蛋白）数量是较为恒定的，而过瘤胃蛋白是少部分并依日粮的性质而变化。

瘤胃液中的氨是微生物降解和合成蛋白质过程中关键的中间产物。如果日粮中蛋白质不足或日粮蛋白质难以降解时，则瘤胃氨浓度会很低（50 毫克/升）而导致瘤胃微生物生长减慢，碳水化合物在瘤胃内的分解也随着降低。如果瘤胃内蛋白质降解速度比合成进行得快，则氨就会在瘤胃内积聚并将超过最适浓度。在这种情况下，氨将被吸收经血液输送到肝脏转变为尿素（图 3—1）。虽然所生成的这些尿素的一部分可经唾液返回瘤胃，也可直接通过瘤胃壁，但这些尿素的大部分却从尿中排出而浪费掉。再因过量的氨（在饲料中添加多量的 NPN 如尿素）会导致家畜中毒死亡。瘤胃液中氨浓度的变化范围很宽，可从 85 毫升/升到 300 毫升/升以上。

如果饲料供给蛋白质很少，瘤胃液中氨的浓度会很低，则经血液以尿素形式返回瘤胃的氮的数量就可能超过以氨的

形式从瘤胃吸收的氮量。这就意味转移到肠道内的蛋白质数量可能比饲料中的蛋白质数量多。这样就减少氮源在尿中的损失。因此，瘤胃微生物对蛋白质供给具有一种“调节”作用，同时，瘤胃微生物还使劣质粗饲料中蛋白质的数量增加、品质改善，但也会降解精饲料中优质蛋白质，使其品质下降，利用率降低。在饲料配合中，可利用以上原理给反刍家畜饲料中加入尿素类非蛋白氮物质来补充氮源，此类专用非蛋白氮饲料已大量推广应用。另外，对优质蛋白质饲料进行保护性处理的研究工作开展得也很多，如用甲醛水溶液处理，使优质蛋白质在瘤胃内获得保护，不被瘤胃微生物降解成为过瘤胃蛋白，以提高优质蛋白质的利用率。

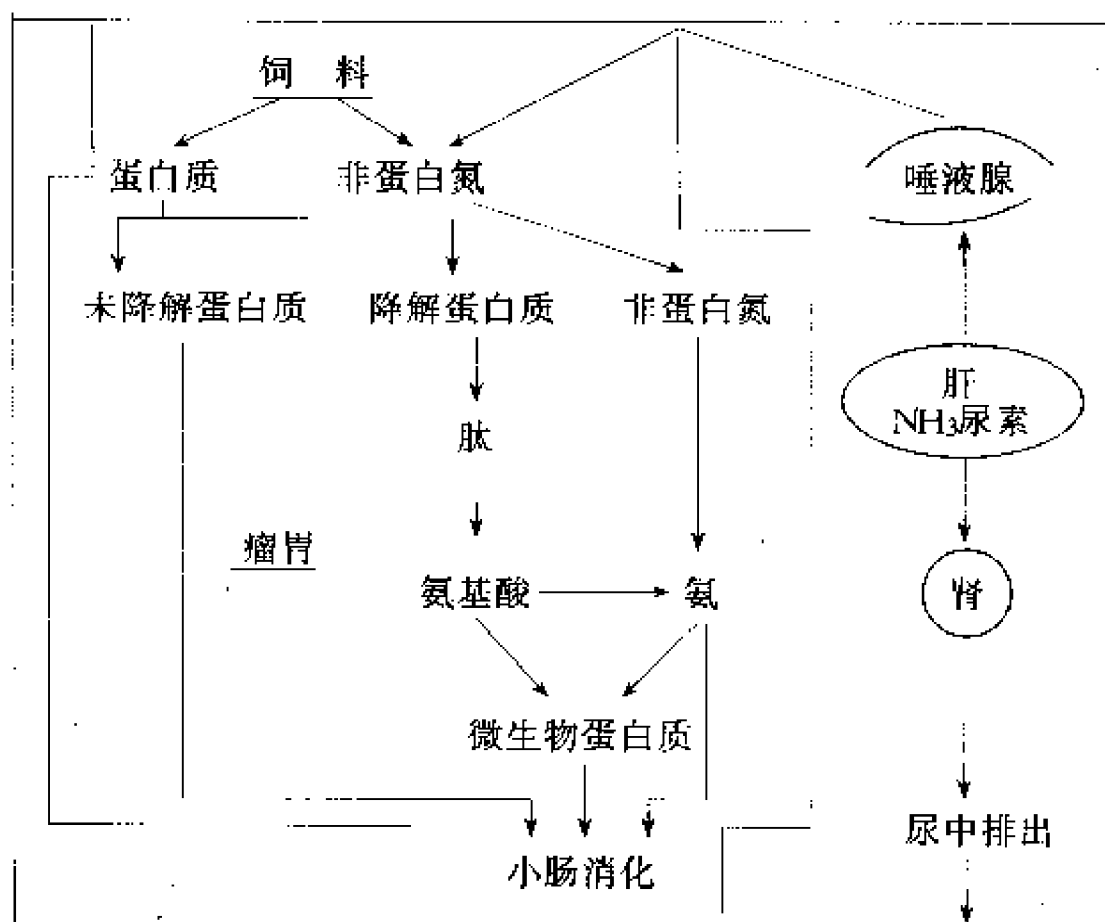


图 3—1 饲料中含氮化合物在瘤胃内的消化代谢

(二) 非蛋白氮化合物的利用

瘤胃微生物合成代谢过程中的氮源除日粮中的蛋白质外，还包括像氨基酸、酰胺和胺类等简单有机化合物及硝酸盐等无机化合物形式存在的氮，这类氮统称为非蛋白氮，约占反刍动物饲料氮的 30%。这些非蛋白氮化合物大多数易在瘤胃内降解，实践中，可通过向饲料中添加这类化合物，利用瘤胃微生物的合成能力把非蛋白氮化合物转变成蛋白质以代替植物或动物蛋白质饲料。其中最常用的物质是尿素及尿素的衍生物，如缩二脲、亚异丁基二脲等。

以尿素为例，其含氮量为 42% ~ 46%，蛋白质当量为 262.5% ~ 287.5%。蛋白质当量计算方法为 N% 乘 6.25。同含蛋白质 43% 的大豆饼相比，1 千克尿素约相当于 6 千克大豆饼。通过育肥牛这种反刍动物能够利用非蛋白氮化合物合成菌体蛋白的生物学特性，是扩大饲料氮源和节约动植物蛋白质饲料的重要途径。

进入瘤胃的尿素迅速地被细菌尿素酶水解成氨，瘤胃氨浓度也迅速提高，为了将这些水解出来的氨高效地用于微生物蛋白质的合成，必须满足两个条件。第一、瘤胃最初的氨浓度一定要低于最适氨浓度；第二，必须为瘤胃微生物提供其蛋白质合成所需的易于利用的能源。加入尿素的饲料应该是瘤胃降解蛋白质含量低而易发酵的碳水化合物含量高的饲料。重要的是避免家畜食入过量尿素，因为瘤胃壁快速吸收氨的结果能加重肝重新把氨转变为尿素的压力，因而使血液中氨浓度达到中毒水平。当血液中氨浓度达 8.4 ~ 13 毫克/千克就会引起中毒，20 毫克/千克时运动失调，50 毫克/千克时即会导致死亡。提高尿素类非蛋白氮的利用率，避免氨中毒的措施归纳如下：

1. 延缓尿素类饲料在瘤胃内的分解速度，让瘤胃内微生物有充分的时间利用已分解的氨。一般常采用的方法包括（1）选择分解较慢的非蛋白氮化合物作饲料，如缩二脲、三缩脲、亚异丁基二脲等。（2）用保护剂处理尿素，如制作凝胶淀粉尿素。（3）利用金属离子或尿素衍生物抑制脲酶活性。

2. 增强微生物的合成作用。提高微生物蛋白质的合成作用可补充适量的淀粉类饲料，特别是糊化淀粉，以满足瘤胃微生物对碳源和能量的需要，同时注意补饲矿物质如钴、硫等元素。

3. 正确应用尿素类饲料。尿素用量一般以不超过总氮量的 $1/3$ 为宜。3 月龄以下的育肥牛禁用，尿素由少到多逐渐增加，使瘤胃微生物区系逐渐适应尿素的应用。禁止饮水时饲用。

（三）蛋白质的功能

蛋白质是体组织的结构物质、更新物质、机体的调节物质和能源物质。动物机体内除水分外，蛋白质是含量最高的物质，通常约占动物机体固形物的 50% 左右。动物的一切生命活动都必须有蛋白质参加，蛋白质在动物机体内的特有生物学功能不能为其他任何物质取代或转化。动物在蛋白质供给不足时会出现生长缓慢、体重减轻、繁殖功能紊乱、抗病力下降、组织器官结构和功能异常。发展肉牛业的基本目的是为人类提供优质的动物性蛋白质（肉）。

四、维生素

维生素是维持动物健康生长发育所必需的一类低分子有机化合物。与其他营养物质相比，动物对其的需要量极微，通常以毫克计。

维生素虽不是动物的结构物质，也不提供给动物能源，却在动物机体物质代谢过程中起重要作用。目前至少已有15种维生素被认为是必需的食物因素。动物会因缺乏某一种或多种维生素而发生代谢障碍，出现维生素缺乏症，严重的维生素缺乏会造成动物的死亡。育肥牛生产中一般只会出现中等程度的维生素缺乏症，虽不表现任何病症，但影响生长发育速度，降低饲料利用率和产品的质量。

根据维生素的溶解性，维生素分为水溶和脂溶性两大类，每一类包括许多种维生素。表3—1列出的是两大类维生素中一些重要的维生素。

表 3—1 动物营养中重要的维生素

维生素	化学名称
脂溶性维生素	
A	视黄醇
D ₂	麦角钙化醇
D ₃	胆钙化醇
E	生育酚
K	叶绿醌
水溶性维生素	
B 族	
B ₁	硫胺素
B ₂	核黄素
B ₅	烟酰胺
B ₆	吡哆醇
B ₁₂	氰钴胺素
C	抗坏血酸

瘤胃没有较好发育以前即犊牛饲养期必须补充所有重要的维生素，一直到它们的瘤胃发育好后并能够进食相当多的固体饲料时。放牧饲养的肉牛维生素的需要量很容易得到满足。随着家畜集约管理方式和生产水平的提高，特别是精料型日粮中对维生素的需要更显得尤为突出，在肉牛饲养中，特别重要而容易缺乏的维生素为全部脂溶性维生素，即维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K 和 B 族维生素中 B₁、B₂、B₁₂ 等。

（一）维生素 A

维生素 A 是育肥牛日粮中最易缺乏的维生素，特别是高精料的肉牛日粮和贮藏时间过长的饲料易造成维生素 A 的缺乏。维生素 A 缺乏会造成家畜的采食量降低、生长速度减慢、皮肤粗糙、夜盲，严重时出现失明、动作不协调、繁殖机能障碍等。植物饲料中虽含有丰富的胡萝卜素（维生素的前体），但是很容易被氧化破坏，同时， β -胡萝卜素在肠和肝中转化成维生素 A 的转化率不高。

（二）维生素 D

维生素 D 在动物体内能调节钙和磷的吸收和代谢。犊牛缺乏易患佝偻病，症状表现为膝关节和跗关节肿胀和弓背。成年牛缺乏则患软骨症，表现骨质疏松、易折等。精料型日粮和青贮日粮为主的育肥牛易缺乏维生素 D。

（三）维生素 E

维生素 E 在动物代谢中至少有两方面的作用。其一，它是一种非特异性的生物抗氧化剂，具有抗氧化作用。其二，它是与硒协同保护动物免遭氧化作用破坏的活体磷脂，即作为防止过氧化物生成和破坏活体细胞器膜磷脂的第一道防线。维生素 E 缺乏导致家畜肌肉营养不良，俗称白肌病，

是犊牛的多发病，成年牛也有发生。

(四) 维生素 K

维生素 K 为肝脏内合成凝血酶原所必需。在血液凝固过程中，凝血酶原是凝血酶不具活性的前体物，凝血酶能将血浆中的蛋白质纤维蛋白原转变成不溶的血纤维蛋白而使血液凝固。然而，在正常情况下，凝血酶原必须与钙离子结合才能具有活性。如果维生素 K 不足，则凝血酶原分子就会缺乏一种能使它与钙结合的特异性氨基酸，即 γ -羧基谷氨酸。

在正常情况下，瘤胃微生物能合成足够的维生素 K，但牛有一种“草木樨出血病”，即当牛采食腐败的草木樨后，因草木樨中含有一种被称为双香豆素的化合物，会导致血液中的凝血酶原的含量降低而引发牛的出血性疾病。这种病可通过服用维生素 K 予以防治。双香豆素是维生素 K 的拮抗物。

(五) 维生素 B 族

除瘤胃发育之前的犊牛需要补充所有的 B 族维生素外，成年牛因瘤胃微生物能够合成其所需的所有 B 族维生素，因此，无需补充。维生素 B₁₂ 能由于钴缺乏而不足，只要有适量的钴元素的供给，则瘤胃微生物就能够合成足够的维生素 B₁₂ 而不必担心其缺乏。

五、矿物质

任何物质均由元素组成，而几乎所有天然元素都可以在动物组织中发现。在上百种元素中，约有 20 多种元素对于家畜的生长发育是非常重要的，其中矿物质元素占近半数。根据矿物质元素在动物体内的含量，将其分为常量元素和微量元素两大类，正常情况下，动物体中微量矿物质元素在

50 毫克/千克以下的为微量元素，在 50 毫克/千克以上的为常量元素，见表 3—2。

表 3—2 反刍家畜体内重要元素和微量元素的浓度

主要元素	常量矿物质元素		微量矿物质元素		非矿物质微量元素	
	元素	(%)	元素	(毫克/千克)	元素	(毫克/千克)
氧	钙	1.5	铁	20~80	氯	1500
碳	磷	1.0	锌	10~50	碘	0.3~0.6
氢	钾	0.2	硒	1.7	氟	0.01 以下
氮	钠	0.16	铜	1~5		
	硫	0.15	钼	1~4		
	镁	0.04	锰	0.2~0.5		
			钴	0.02~0.1		

矿物质在机体生命活动中起着重要作用，如果只满足机体所需要的蛋白质和其他有机物的需要，而缺乏必需的矿物质，动物则不能正常生长发育，并最终会死亡。

(一) 常量元素

1. 钙 (Ca)：钙是动物体内含量最丰富的矿物质元素。畜体中的总钙量约 99% 构成骨骼和牙齿，其余分布在活细胞和组织液中。钙除作为骨骼和牙齿的重要构成成分外，对维持动物神经和肌肉的正常兴奋性具有重要意义，因为钙是保证神经冲动的传导和肌肉收缩性酶类的活化剂。钙也参与血液的凝固过程，凝血酶原激活物催化凝血酶原转变为凝血酶，必须在有钙离子的参与下完成。通常哺乳动物每升血浆中含有 80~120 毫克钙。

幼龄家畜缺钙易患佝偻病，症状为骨骼畸形，关节粗

大，四肢僵硬和跛行。成年家畜缺钙时发生骨软化症或骨质疏松症，由于饲料中缺钙，导致骨骼中钙释放调出而使骨骼硬度下降，骨组织呈海绵状，易发生变形和骨折。

2. 磷 (P)：磷在家畜体内与钙有密切关系，成年健康哺乳动物骨骼中约含 30% 的骨灰，其中含钙 36.5%，含磷 17%，钙、磷比约为 2:1。骨骼的 80% 由磷酸钙组成，体内总磷的 80% 存在骨骼内。此外，磷还以磷蛋白、核酸和磷脂的形式存在。磷与家畜体内碳水化合物和能量的代谢有重要关系。在能量代谢中，二磷酸腺苷 (ADP) 和三磷酸腺苷 (ATP) 是能量代谢中十分重要的化合物。磷在细胞膜的化学结构中也是一个必需的元素，例如在中枢神经系统中，它是以磷脂的形态存在的。

磷缺乏也会造成幼畜佝偻病和成年家畜软骨症。严重缺磷的肉牛会发生异食癖，如啃食木头、破布、胶鞋和土壤等。由于磷的缺乏还会导致家畜食欲下降，饲料自由采食量减少。

磷的吸收和利用，一部分依赖于维生素 D 的存在，必须补充维生素 D，幼龄反刍家畜对磷的吸收比成年家畜要高得多。例如未断奶的犊牛，磷酸钙中磷的有效率可为 100%，而成年牛则降为 55% 左右。

放牧的情况下易发生磷缺乏。以甘蓝、甜菜渣、秸秆、劣质干草或青贮料为主的肉牛冬季饲料，一般都是磷含量低，而钙含量高。在钙质土壤，如白垩壤中生长的作物，常常是含钙高，相应地含磷低，在这种情况下，需额外补饲磷。

正常情况下，磷过量不一定有毒，但过多将扰乱相关矿物质的平衡，特别是钙、镁、锰和钾。因此，当饲料中磷的

含量已经很高时，继续让家畜采食高磷饲料是不利的。

以大麦和植物性蛋白为基础的谷物型肉牛日粮含磷较高而含钙则较低。

3. 镁 (Mg): 家畜体内镁总量的 70% 存在于骨骼中，但比磷或钙的量都少得多，而镁与这两种矿物质密切结合在一起。其余的镁则分布于软组织和体液中。镁在许多酶系统和蛋白质的分解与合成中是很重要的活化剂，尤其是对磷酸转移酶、脱羧酶和酰基转移酶的激活特别重要。对于肌肉和神经系统的正常活动也是非常重要的。

缺镁症在哺乳的犊牛中较常见。饲粮中缺镁引起血清中含镁量降低，骨骼中镁耗尽，动物发生痉挛直至死亡。

春季由舍饲转移到牧场放牧的母牛中的急性低镁血症（也被称为青草抽搐症）并不仅是简单的饲粮中缺镁，其主要原因是镁的吸收不良，或镁排出消化系统的量增多，或由两种情况结合在一起造成。首先低镁血症与镁的供给量有关系，因为每天供给 30 克的镁可有效降低发病率。青草抽搐症是由于神经系统的共济失调所引起的。家畜最初表现出兴奋的症状，继之视力模糊，行走蹒跚，到处乱撞，如不及时治疗，可导致死亡。青草抽搐症在春季发生最多，秋季较少，春季生长的牧草含有较高的氮和钾，这两种矿物质元素能降低镁的数量及其有效性，致使血液中镁的含量减少而引起抽搐症，当 $K:Ca + Mg$ 的比例大于 1:5 时，就会发生抽搐症。

钙水平高低影响镁的吸收率，因为镁和钙的吸收机制是相同的。由于矿物质的相互作用关系，许多学者建议，如果干牧草中镁的含量为 0.2% 以上，即可满足反刍家畜的需要量，如果在 0.1% 以下，就会导致青草抽搐症；假如钙磷和

钾的含量都高，那么即使牧草中镁的含量为 0.2%，体内镁的水平仍然可能处于临界状态。在青嫩牧草的生长阶段也可能有其他因素降低了镁的有效性。

肉牛年龄不同镁的利用率也不同，如犊牛能吸收日粮中镁的 70% 以上，而母牛只能吸收 20% 或更少些。

4. 钾 (K)：钾在家畜饲料中很少缺乏。钾与钠、氯及碳酸氢盐离子对调节家畜体液渗透压和维持酸碱平衡方面具有重要作用，也是神经和肌肉系统中起重要生理作用的一种必需元素。钾在肌肉组织中的浓度比钠大 4 倍。

钾的采食量过多，可以干扰其他矿物质的利用，特别是镁的利用性，并且还可以使瘤、网胃对饲料的消化利用率降低。

5. 硫 (S)：硫是反刍动物所必需的，由于硫不能在体内储存，必须由日粮供给。瘤胃细菌可以利用日粮中的硫合成含硫氨基酸和维生素，所以硫元素是某些氨基酸如蛋氨酸、胱氨酸等的必需成分，在饲料里补充硫，部分作为蛋白质的成分，部分可以形成其他矿物质的盐类——硫酸盐。瘤胃微生物利用蛋氨酸和硫酸钠合成维生素 B₂ 和维生素 B₁₂，常规饲料中硫很少缺乏，而当喂给肉牛的饲料含有非蛋白氮如尿素时，需要补充硫。瘤、网胃中的微生物需要硫把非蛋白氮转变成菌体蛋白。肉牛长期缺硫会造成增重下降，食欲减退，掉毛，流泪，体质虚弱而死亡。

硫的重要性还与硒、钼、铜和锌之间的相互关系有关。一些研究表明，反刍动物饲料中加入硫酸盐导致幼畜白肌病增多。硫还影响钼的吸收、贮存和排泄，钼酸根与硫酸根在消化道的吸收途径相同，瘤胃中钼的浓度提高，硫化物也应随之提高。硫和钼也干扰铜的吸收，因为瘤胃微生物将硫酸盐分解并生成硫化铜，硫化铜与钼酸盐反应生成硫钼酸铜络

合物，这种络合物为不溶性物质，不能被动物利用。

6. 钠 (Na): 钠元素在动物饲料中也很少缺乏，只有在饲料中不补充食盐的某些地区发现有钠的缺乏，因为这些地区的土壤中钠的含量很低，从其中收获的青草、干草和青贮料，钠的含量也很低。再者，应用含钾多的肥料会减少草地对钠的吸收。

与钾一样，钠可以帮助控制家畜体内的水分平衡。钠是血浆的重要组成成分，而且广泛地分布在机体软组织周围。当缺钠时，食欲降低，甚至可以完全丧失，造成异食癖，如家畜喝尿液，甚至吃泥土的现象。

(二) 微量元素

1. 铁 (Fe): 畜体内 90% 以上的铁与蛋白质结合，其主要形式是血红蛋白。铁还是细胞色素和几种酶的组成成分。铁这种微量元素在多数植物饲料中的含量都高于动物正常需要量，同时动物对铁的需要量很少。缺铁时就会产生贫血症，因为乳中的铁很少，如果犊牛只喂给鲜奶不喂给干草、青草或蔬菜，它们就会发生严重的临床贫血症。还有一点值得重视的是，通过给泌乳母畜饲喂富含铁的饲料，不能进一步增加乳中铁的含量。

铁过多可以造成钠和钾的需要量增加，并且会降低磷和镁的可利用性及其吸收。

2. 锌 (Zn): 锌在动物体内分布广泛，主要在骨骼内蓄积，皮肤和被毛中有很高的浓度，对于皮肤组织的正常发育，特别对于公畜的繁殖力都很重要。缺锌时会引起皮肤病变，造成皮肤表层变厚和类角化病。锌能有效治愈皮肤创疾，也是动物体内多种酶的成分或活化剂。

犊牛缺锌的主要症状是关节僵硬、蹄部肿胀、口鼻发炎

和皮肤的角化不全。对缺锌引起的病症通过补锌能够在较短时间里有明显疗效。

锌与其他矿物质元素也存在拮抗作用。钙多时能引起锌的缺乏，锌多时会减低铜和铁的利用性。

3. 硒 (Se): 硒分布于动物全身各组织中，以肝、肾和肌肉组织含量最高。硒是谷胱甘肽过氧化酶的重要成分，与维生素 E 一样具有保护细胞膜的完整和抗氧化作用，能除去体组织脂类代谢所产生的过氧化物。动物硒的缺乏常具有一定的区域性，一些地区由于土壤中缺乏硒或土壤的硒不易于植物的利用而导致当地的家畜饲料中含硒量较低。缺硒症多发生在幼龄家畜如犊牛的白肌病。缺硒还能导致母牛的胎衣不下。硒过量会导致家畜中毒，中毒表现为动物消瘦、脱毛、瞎眼、麻痹和死亡。硒的需要量和中毒量的安全跨度很窄，一般育肥牛每千克饲粮硒的适宜水平为 0.1 毫克，当每千克饲粮中含有 5 毫克硒就会引起育肥牛中毒。

4. 铜 (Cu): 铜主要分布于动物的肝、脑、肾、心、眼的色素部分及被毛中，其次还存在于胰、脾、肌肉、骨骼和皮肤中。

铜是细胞色素氧化酶、酪氨酸酶、过氧化物歧化酶和铁氧化酶等多种酶的组成成分，在动物能量代谢中发挥重要作用。铜对骨骼的形成、血红蛋白的产生、皮肤的色素沉着及毛发的生长都十分重要。铜虽在动物体内分布很广，但主要在肝脏内贮存，反刍家畜可比其他家畜的肝脏积累更大量的铜，在肝脏干物质中每千克为 50~1000 毫克。

铜缺乏导致的主要病症包括动物贫血、生长不良、骨骼异常、腹泄、被毛褪色、胃肠机能障碍、神经性运动失调等。牛因铜缺乏被毛受到影响，变得干燥、粗糙和脱落，有

时表现出明显的颜色变化，皮毛可由黑色变成暗褐色。严重者眼周围的颜色褪掉形成一个环状，使牛好像戴上了眼镜，还会发生痢疾，出现贫血症状，而且食欲减退。铜缺乏也可导致母牛发生产犊困难和胎衣不下。

饲料中虽有充足的铜，由于钼的过多也可以造成铜的利用率降低而引起缺铜，因为钼的存在会妨碍铜的吸收。

铜的水平情况在配合料中依所用的粗料有很大差别，其含量可低于每千克饲料 10 毫克铜，但每千克饲料含 25 毫克铜是比较普遍的情况。

5. 钼 (Mo)：钼是氧化酶的组成成分，由小肠吸收和从尿排出。钼具有提高瘤胃微生物分解纤维素的能力，可间接促进动物生长。通常日粮中很少缺钼，许多饲料中每千克干物质的含钼量 15~30 毫克，未见肉牛缺钼，而钼中毒较常见，表现腹泻、食欲丧失。补铜剂可治疗钼中毒。

6. 锰 (Mn)：动物体内锰的含量极少，主要分布于骨骼、肝、肾、胰腺、卵巢和脑下垂体中。锰对骨骼的形成和肌肉的发育很重要。锰在动物体内的重要功能是作为一些酶，如磷酸转移酶和脱羧酶的激活剂。

7. 钴 (Co)：钴在牛肠胃中被微生物利用生成维生素 B₁₂。钴元素缺乏时，维生素 B₁₂ 在瘤胃中合成不能满足其需要时会引起食欲下降，对饲料的消化率降低。急性钴缺乏会引起维生素 B₁₂ 缺乏症，家畜缺乏钴时皮肤苍白，呈现贫血，并表现出饥饿和憔悴的外形，严重会导致死亡。

钴在家畜体内含量过高时可以降低所有微量元素的利用率。

8. 氯 (Cl)：氯主要以氯化钠（食盐）的形式供给，通常在饲料中数量充分。集中饲养而不供给食盐会导致肉牛的

食欲降低，采食量减少而影响其生长和健康。氯化物都集中在红细胞、皮肤和内脏中。

9. 碘 (I)：碘是甲状腺的重要组成成分。动物体内碘含量很少，成年动物每千克体重含碘在 600 微克以下，饲料中没有碘会引起甲状腺肿大或粗脖子。饲料中缺碘时，常引起怀孕牛流产和胎儿的重吸收或发生犊牛下生后衰弱和死亡。在这种情况下，就需要在饲料中补充含碘的化合物如碘化钾。

10. 其他重要的微量元素：其他较重要的微量元素还有铬、氟、锡、硅和砷等。由于存在饲料中的这些微量元素正常情况下能够满足家畜的营养需要，所以一般不再另外供给。

六、水

水是动物生理活动中不可缺少的营养物质。犊牛体内水分含量约为 70%，成年牛体内的含水量也在 50% 以上。血液中的含水量达 80%，肌肉的含水量为 72%～78%，骨骼内水达 45%。动物体内的一切生理活动和物质代谢均离不开水，包括营养物质消化吸收和运输、血液循环、维持细胞内外渗透压平衡、能量和蛋白质代谢，内分泌机能的实现和体温的调节等。动物脱水 5% 就会导致食欲减退、生产力降低；脱水 10% 就会发生严重代谢紊乱；脱水 20% 则导致死亡。

第二节 育肥牛的营养

一、能量

饲料中蛋白质、脂肪和碳水化合物均能作为肉牛的能量

来源，通过这些物质在体内消化代谢过程中的合成与分解为其提供动物生存活动、生长发育所必需的能量需要，如维持心律、呼吸、胃肠蠕动、体温稳定、肌肉运动、神经传导、血液循环等。碳水化合物通常是反刍家畜最重要的能源。

1. 能值的表示单位：饲料能值的表示单位，目前在国际上通常已由用热量单位“卡”表示变为用能量单位“焦耳”表示。1卡的概念是将1克水由14.5℃升高到15.5℃所需要的热量。因为以“卡”作单位表示饲料能值得出的数值过大，因而在饲养实际中多以“千卡”（也称“大卡”）或“兆卡”来表示饲料的能值。1焦耳为1牛顿米，动物饲养中常用“千焦耳”和“兆焦耳”。卡、千卡、兆卡和焦耳的换算关系和表示符号如下：

$$1000 \text{ 卡 (Cal)} = 1 \text{ 千卡 (kcal)}$$

$$1000 \text{ 千卡 (kcal)} = 1 \text{ 兆卡 (Mcal)}$$

$$1 \text{ 卡 (Cal)} = 4.184 \text{ 焦耳 (Joule)}$$

$$1 \text{ 千卡 (kcal)} = 4.184 \text{ 千焦耳 (kJ)}$$

$$1 \text{ 兆卡 (Mcal)} = 4.184 \text{ 兆焦耳 (MJ)}$$

$$1 \text{ 焦耳 (千焦耳、兆焦耳)} = 0.239 \text{ 卡 (千卡、兆卡)}$$

2. 饲料能量在肉牛体内的转化和利用

(1) 饲料总能 (GE)：饲料在体外完全燃烧后释放出的全部热量称为总能 (GE)。饲料总能含量依据饲料中碳水化合物、脂肪、蛋白质比例的不同有一定差异，一般碳水化合物平均每克的总能含量为17.15千焦耳，每克脂肪的总能含量为39.45千焦耳，每克蛋白质的总能含量为23.64千焦耳。饲料中含脂肪比例大的，总能含量较高。饲料被家畜采食后并不能像体外那样燃烧释放能量并由家畜全部利用，而是有部分不能利用而被家畜排出体外。不同饲料总能含量差

异虽不大，平均约 18.4 千焦耳，但由于其组成成分的差别，饲料总能在动物体内的利用率却有很大差别。饲料总能值不能较确切地说明饲料的营养价值。

(2) 消化能 (DE)：食入的饲料总能减去排出粪中含的能量即为消化能。消化能被视为家畜的有效能，饲料中的消化能越高其饲料营养价值也越高。

(3) 代谢能 (ME)：饲料中被消化吸收的营养物质在体内代谢后，一部分随尿液排泄形成尿能；一部分发酵形成气体（主要为甲烷气），特别是反刍动物多以嗝气形式排出，称为甲烷能。在消化能中扣去尿能和甲烷能后即为代谢能：

代谢能 (ME) = 消化能 (DE) - 尿能 (UE) - 甲烷能 (CH_4)

瘤胃发酵产生大量甲烷气体。经测定反刍家畜维持需要营养水平的甲烷能损失量约为采食饲料总能的 8%。尿能约为饲料总能的 3% ~ 5%。消化能转化为代谢能的效率平均约为 82%，所以由饲料的消化能含量估计饲料代谢能的公式为： $\text{ME} = \text{DE} \times 0.82$ 。

(4) 净能 (NE)：净能是指饲料中用于维持生命活动和形成畜产品的那部分能量，主要是饲料代谢能中扣去动物体内营养物质消化代谢产热、瘤胃发酵产热和体表散热等的能量损失。用公式表示为：

净能 (NE) = 代谢能 (ME) - 体增热 (HI)

产生体增热的主要来源是营养物质代谢过程中（如葡萄糖氧化）形成 ATP，所获取自由能的效率约为 69%，其余 31% 以热的形式释放。又如在蛋白质合成中，一个氨基酸与另一个氨基酸联接需耗 4 个高能磷酸键，若由葡萄糖氧化获得 ATP 供给上述能量，则合成每千克蛋白质要释放 25MJ

的热能。动物体内不停地进行蛋白质的合成与分解的新陈代谢过程，所以，动物的产热与散热过程也不断地在进行之中。还有一部分体增热产生于动物的消化过程，即咀嚼食物、肠道运动推进食糜等都增加动物的体增热，反刍动物瘤胃发酵产热约占饲料总能的 5%~10%，运用研究能量代谢技术已测定出反刍动物 30%~40% 的体增热是由于胃肠道蠕动产生的。

由于饲料中的净能在体内用于维持生命活动（基础代谢、自由运动、保持体温）与形成畜体成分（泌乳、脂肪和蛋白质的沉积）的效率不同，被区分为维持净能（NE_m）和生产净能（NE_p），生产净能又分为产奶净能（ME_I）和增重净能（ME_g），如图 3—2 所示。

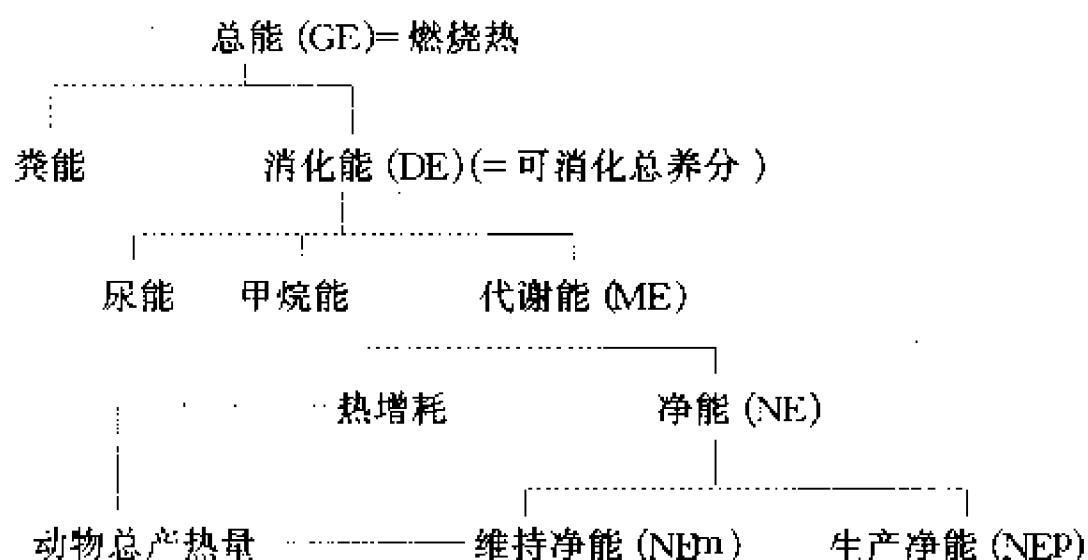


图 3—2 饲料能量在动物体内的转化

我国采用消化能转化维持净能效率（K_m）和增重净能效率（K_f）计算公式：

$$K_m = 0.4579 + 0.1875 (DE/GE)$$

$$K_f = 0.00589 + 0.523 (DE/GE)$$

将饲料净能区分为维持净能 (NE_m) 和增重净能 (NE_g) 在生产中应用较麻烦, 而饲料净能又是同时用于维持和增重需要的, 所以, 我国采用代谢能或消化能转化为维持净能和增重净能的综合效率 (K_{mf}), 即:

$$K_{mf} = \frac{K_m \times K_f \times APL}{K_f + (APL - 1) K_m}$$

$$APL (\text{饲养水平}) = \frac{NE_m + NE_g}{NE_m}$$

在增重净能 (NE_g) 等于 0 时, 其维持饲养水平 (NE_m/NE_m) = 1。如果对饲料综合净能价值评定采用不同档次的 APL, 将造成一种饲料有几个不同的综合净能值, 故对饲料的综合净能值评定统一按 APL=1.5 计算。

例如: 某豆饼 GE=18.99 兆焦/千克, DE=15.48 兆焦/千克

$$\text{消化能的浓度} = \frac{DE (15.48)}{GE (18.99)} = 0.815$$

$$\text{维持净能效率 (K}_m\text{)} = 0.4579 + 0.1875 \times 0.815 = 0.61$$

$$\text{增重净能效率 (K}_f\text{)} = 0.00589 + 0.523 \times 0.815 = 0.432$$

$$K_{mf} = \frac{K_m (0.61) \times K_f (0.432) \times 1.5}{K_f (0.432) + (1.5 - 1) \times K_m (0.61)} = 0.536$$

$$\text{每千克豆饼的综合净能 (NE}_{mf}\text{)} = DE (15.48) \times K_{mf} (0.536) = 8.3 \text{ 兆焦}$$

肉牛能量单位 (RND), 是以 1 千克中等玉米的综合净能 8.08 兆焦为 1 个能量单位与其他饲料综合净能值的比较。计算公式为:

$$RND = \frac{\text{综合净能 (兆焦) / 千克}}{8.08 \text{ (兆焦)}}$$

例如: 1 千克豆饼的综合净能为 8.3 兆焦, 则其 RND=

$8.3/8.08=1.03$ ，说明 1 千克豆饼相当于 1.03 千克玉米的肉牛能量价值。

3. 肉牛的能量需要

牛需要多少能量，不同种类、年龄、性别、体重、生产目的和生产水平有所不同。肉牛能量需要包括维持需要和生产需要两部分。

(1) 维持的能量需要：维持的能量需要是维持生命活动所需要的能量。用于维持的能量不形成产品，所以维持净能占有效能的比值越小则用于生产的净能就越多，动物增重速度也越快，育肥时间随之也缩短。

动物维持能量需要并不与体重成比例，而与体表面积成比例，可按体重的 0.75 次方计算（见表 3—3）。

表 3—3 牛体重与代谢体重的换算 （单位：千克）

体重	代谢体重 ($W^{0.75}$)	体重	代谢体重 ($W^{0.75}$)
250	62.87	500	105.74
300	72.17	550	113.57
350	80.92	600	121.23
400	89.24	650	128.70
450	97.70		

肉牛维持所需要净能 (NEm) 的计算公式为：

$$NEm = (\text{兆焦}) / \text{日} = 0.322W^{0.75}$$

牛的维持能量需要，以牛在无应激的环境下活动最少的能量需要为标准。性别、品种和生理年龄的不同，其维持能量需要也不同，这些因素的影响程度可达 3%～14%。我国饲养标准推荐，当气温低于 12℃ 时，每降低 1℃，维持能量需要增加 1%。

(2) 增重的能量需要：增重净能的需要量，是由增重时

所沉积的能量多少来确定的。肉牛体重的增加，包括肌肉、骨骼、体组织、体脂肪的沉积等，所需要能量的一般规律是：青年母牛增重的能量需要大于公牛。年龄大的牛增重能量需要大于小龄牛。日粮中的能量只有大于维持能量需要才能用于增重。

能量的利用还受年龄的影响。肉牛体蛋白、矿物质、水的比例，随肉牛育肥时间的延长而下降，脂肪的比例增加，增重能量需要随着增加。

我国肉牛饲养标准对生长的育肥牛增重净能（NE_g）的计算公式为：

$$\text{NE}_g (\text{千焦}) / \text{日} = \frac{(2092 + 25.1W) \times \text{日增重}}{1 - (0.3 \times \text{日增重})}$$

对生长母牛，在上式计算基础上增加 10%。

在生产中为了应用方便，目前我国对肉牛能量体系采用综合净能或肉牛能量单位（RND）表示。肉牛综合净能需要量是维持净能需要量与增重净能需要量之和乘以校正系数（F）。即：

$$\text{NE}_m (\text{千焦}) = \left\{ 322W^{0.75} + [2092 + 25.1W] \times \frac{\text{日增重}}{1 - 0.3 \times \text{日增重}} \right\} \times F$$

上述两式中，W=体重（千克），日增重单位为千克。

由于不同日增重肉牛的 PAL 不同，为了与饲料综合净能值（PAL=1.5）相吻合，必须对综合净能的需要进行校正。不同体重和日增重的肉牛综合净能需要的校正系数（F）见表 3—4。

例如：体重 300 千克的肉牛维持净能需要（0.322×

表 3—4 不同体重和日增重肉牛综合净能需要的校正系数(F)

体重(千克)	日 增 重 (千克)											
	0	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
150~200	0.850	0.960	0.965	0.970	0.975	0.978	0.988	1.000	1.020	1.040	1.060	1.080
225	0.864	0.974	0.979	0.984	0.989	0.992	1.002	1.014	1.034	1.054	1.074	1.094
250	0.877	0.987	0.992	0.997	1.002	1.005	1.015	1.027	1.047	1.067	1.087	1.107
275	0.891	1.001	1.006	1.011	1.016	1.019	1.029	1.041	1.061	1.081	1.101	1.121
300	0.904	1.104	1.109	1.024	1.029	1.032	1.042	1.054	1.074	1.094	1.114	1.134
325	0.910	1.020	1.025	1.030	1.035	1.038	1.048	1.060	1.080	1.100	1.120	1.140
350	0.915	1.025	1.030	1.035	1.040	1.043	1.053	1.065	1.085	1.105	1.125	1.145
375	0.921	1.031	1.036	1.041	1.046	1.049	1.059	1.071	1.091	1.111	1.131	1.151
400	0.927	1.037	1.042	1.047	1.052	1.055	1.065	1.077	1.097	1.117	1.137	1.157
425	0.930	1.040	1.045	1.050	1.055	1.058	1.068	1.080	1.100	1.120	1.140	1.160
450	0.932	1.042	1.047	1.052	1.057	1.060	1.070	1.082	1.102	1.122	1.142	1.162
475	0.935	1.045	1.050	1.055	1.060	1.063	1.073	1.085	1.105	1.125	1.145	1.165
500	0.937	1.047	1.052	1.057	1.062	1.065	1.075	1.087	1.107	1.127	1.147	1.167

$300^{0.75}$), 为 23.2 兆焦, 日增重 1000 克的增重净能需要 $\left[(2029 + 25.1 \times 300) \times \frac{1.0}{1 - 0.3 \times 1.0} \right]$, 为 13.75 兆焦, 其综合净能为 $(23.2 + 13.75) \times 1.074$ (校正系数) = 39.7 兆焦。

(3) 日粮浓度与肉牛干物质进食量: 肉牛每日进食饲料量是以干物质计算的, 相当于肉牛活重的 1.4% ~ 2.7%。

育肥牛生长每千克日粮干物质代谢能浓度在 8.37 ~ 10.64 兆焦的干物质进食量 (DMI), 参考以下计算公式:

$$\text{DMI (千克)} = 0.062W^{0.75} + (1.5296 + 0.00371W) \times \Delta W$$

公式中 W = 体重 (千克), $W^{0.75}$ = 代谢体重 (千克), ΔW = 日增重 (千克)。

肉牛干物质采食量, 受体重、增重水平、饲料能量浓度、日粮类型、饲料加工、饲养方式和气候等条件因素影响而有较大变化。日粮中精饲料占的比例越大, 则单位体重进食干物质就越少; 日粮中粗饲料超过 90% 或低于 20%, 将影响饲料干物质采食量, 因而降低日增重和饲料利用率。

二、蛋白质

多年来, 粗蛋白 (CP) 和可消化粗蛋白 (DCP) 体系一直被沿用来计算肉牛的蛋白质需要量。

(一) 维持蛋白质需要量

肉牛维持蛋白质需要是指用于保证正常生命活动所需要的蛋白质。我国采用的计算公式为:

$$\text{维持粗蛋白质需要量} = 5.5W^{0.75} \text{ (克/日)}$$

$$\text{维持小肠可消化粗蛋白质需要量} = 4.2W^{0.75} \text{ (克/日)}$$

式中 $W^{0.75}$ 为代谢体重 (千克)

(二) 增重的蛋白质需要量

肉牛增重的蛋白质需要量可按每单位增重或每日增重的蛋白质沉积量即需要量。我国采用的计算公式:

$$\text{育肥牛生长粗蛋白质需要量 (克)} = \frac{\Delta W (168.07 - 0.16869W + 0.0001633W^2) \times (1.12 - 0.1233\Delta W)}{0.34}$$

式中 ΔW = 日增重 (千克), W = 体重 (千克), 0.34 为生长牛增重的粗蛋白质平均利用率。

小肠可消化蛋白质需要量, 分犍牛和生长牛, 计算公式分别为:

$$\text{犍牛增重小肠消化蛋白质需要量 (克)} = \frac{\Delta W (170.22 - 0.1731W + 0.000178W^2) \times (1.12 - 0.1258\Delta W)}{0.46}$$

$$\text{生长牛增重小肠可消化蛋白质需要量 (克)} = \frac{\Delta W (16807 - 0.16869W + 0.0001633W^2) \times (1.12 - 0.1233\Delta W)}{0.46}$$

式中 ΔW = 日增重 (千克), W = 体重 (千克), 0.46 为生长牛增重的粗蛋白质平均利用率。

肉牛对粗蛋白质或小肠可消化粗蛋白质的需要量是维持需要量与增重需要量之和。

(三) 新蛋白质体系

随着反刍动物蛋白质营养研究的深入, 发现过去传统的粗蛋白和可消化粗蛋白体系不能较为确切的表示反刍动物蛋白质营养的实际需要情况。经过近些年的研究, 动物营养学家提出的反刍动物新蛋白质体系已被逐步认识, 并提出如瘤胃蛋白质降解率、过瘤胃保护蛋白或过瘤胃保护氨基酸、微生物蛋白质和小肠可消化蛋白质等许多新概念。

概言之，新蛋白质体系是建立在一定的生产水平前提下，在确定反刍动物瘤胃降解蛋白质（RDP）与瘤胃非降解蛋白质（NDP）的适宜比例的基础上，满足反刍家畜对其蛋白质的营养需要，特别是对于那些高产反刍家畜，新蛋白质体系能够更好的保证这类家畜发挥其生产性能对蛋白质的需求。

反刍动物获取饲料中的蛋白质，必须通过小肠吸收后才能进入体组织，用于最终目的维持和生长的蛋白质需求，而小肠中的蛋白质主要来源于瘤胃内微生物和非降解蛋白质和氨基酸。瘤胃内提供给小肠微生物蛋白的数量与采饲饲料中代谢能含量和降解蛋白质即充足的氮源有重要关系。单纯依靠瘤胃微生物蛋白质提供给小肠的菌体蛋白质在满足不了反刍家畜的快速生长需要时，则需要提供非降解蛋白质进行补充，以满足对蛋白质的需求平衡。

饲料蛋白质降解提供蛋白质的前体（氨基酸和氨），瘤胃微生物的合成代谢需要这些物质。为了最大限度生产菌体蛋白质，必须喂给足够的降解蛋白质，这样就提出了瘤胃 RDP 的需要量。对于低生产水平的反刍家畜，由瘤胃提供的菌体蛋白就能满足动物组织的蛋白质需要，但高产家畜只有瘤胃提供的微生物蛋白是不够的，因此又提出 UDP 的需要量。

新蛋白质体系的优点是用 RDP 和 NDP 来表示需要量，因此日粮中不仅提供精确的数量，还提供正确的蛋白质类型，这样就可以保证家畜最有效地利用日粮中的蛋白质，减少蛋白质的浪费。另外，新蛋白质体系能使反刍家畜利用 NPN 的能力得到更好的发挥。

在通过日粮中提供 RDP 而最大限度的获得瘤胃产生出的

菌体蛋白满足家畜的蛋白质需要的情况下,则能提高饲料的利用率和降低成本。但当家畜对于蛋白质的总需要量必须由非降解蛋白质供给时,则比较复杂,因为 RDP 的最适量是不固定的,随着家畜生产水平、干物质进食量、饲粮物理性状等许多因素的影响而变化。所以,应用新蛋白质体系推算反刍家畜蛋白质需要量较为复杂,目前肉牛生产实践中应用得不多。

三、矿物质

肉牛的钙、磷需要按日粮干物质计算:

生长牛和育肥牛分别为:钙 0.18%~0.6%,磷 0.18%~0.34%。

肉牛的钠和氯由食盐供给:食盐的添加量一般为日粮干物质的 0.5%~1%,混合精料的 2%~3%。

肉牛的镁和钾在粗饲料中含量充足,日粮中一般不需补充。

肉牛对硫的需要量为每千克日粮干物质中含有 1.8~2.0 克,在高水平的非蛋白氮日粮中,氮、硫比为 7~10:1。育肥公犊牛日粮最佳含硫量为 0.13%。当日粮硫含量超过 0.4%时,会引起中毒,严重的甚至死亡。

肉牛需要补充的微量元素主要有铁、铜、锌、锰、钴、钼、硒和碘。肉牛矿物质元素需要量见表 3—5。

表 3—5 矿物质需要量及最大耐受量 (干物质基础)

矿物质	需 要 量		最大耐受量
	推荐量	范围 *	
钙 (%)	—— * *		2.0
钴 (毫克/千克)	0.1	0.07~0.11	5.0
铜 (毫克/千克)	8.0	4.0~10.0	115.0
碘 (毫克/千克)	0.5	0.2~2.00	50.0

续表

矿物质	需要量		最大耐受量
	推荐量	范围*	
铁 (毫克/千克)	50.0	50.0~100.0	1000.0
镁 (%)	0.10	0.05~0.25	0.4
锰 (毫克/千克)	40.0	20.0~50.0	1000.0
磷 (%)	——**		1.0
硒 (毫克/千克)	0.20	0.05~0.30	2.0
钠 (%)	0.08	0.06~0.10	10.0
硫 (%)	0.10	0.08~0.15	0.4
锌 (毫克/千克)	30.0	20.0~40.0	500.0
钼 (毫克/千克)	——	——	6.0
钾 (%)	0.65	0.50~0.70	3.0

注：* 矿物质需要量常因饲料类型、动物体重、性别、生产水平等因素的不同而有差异，故列范围。

四、维生素

因肉牛瘤胃微生物能合成各类 B 族维生素和维生素 K，除犊牛饲养期外，一般无需在饲料中供给。一般较多缺乏的主要是脂溶性维生素 A、维生素 D、维生素 E。

育肥牛生长需要维生素 A 的量每千克饲料干物质为 2200 国际单位 (IU)，相当于 5.5 毫克 β -胡萝卜素；维生素 D 为每千克饲料干物质 275 国际单位 (IU)，每一个国际单位维生素 D 相当于 0.025 微克胆钙固醇 (D_3)。维生素 E 为每千克饲料干物质 15~16IU。

五、水

肉牛水的需要量受环境温度、生产性能、肉牛体重、饲料类型和采食量等因素的影响。当水内含盐量超过 1% 时，就会引起牛的中毒。在有条件的情况下，应每日给予清洁卫生的饮用水供牛自由饮用。气温对肉牛的饮水量影响很大，夏天饮水量增加，冬季饮水量减少。不同温度和体重肉牛的需水量见表 3—6。

表 3—6 肉牛每日水的需要量 单位：千克

体重 (千克)	环 境 温 度 (℃)					
	4.4	10.0	14.4	21.1	26.6	32.2
生长牛						
182	15.1	16.3	18.9	22.0	25.4	36.0
237	20.1	22.0	25.0	29.5	33.7	48.1
364	23.8	25.7	29.9	34.8	40.1	56.8
育肥牛						
273	22.7	24.6	28.0	32.9	37.9	54.1
364	27.6	29.9	34.4	40.5	46.6	65.9
454	32.9	35.6	40.9	47.7	54.9	78.0

第四章 育肥牛的饲养管理

第一节 奶公牛育肥的饲养管理

奶公犊牛育肥肉用是其主要利用途径。按所提供肉的不同，分小白牛肉、小肥牛肉和肥牛肉三种，饲养方法各异，但犊牛在哺乳期饲养管理大体相同。

一、哺乳期犊牛的饲养管理

犊牛由子宫娩出后，随着脐带被扯断，营养供给的途径便发生了重要变化。出生前，犊牛的葡萄糖、氨基酸等是通过胎盘直接提供的。出生后，这些营养物质必须从乳中获得，并由小肠吸收。这些成功的变化，与初乳中大分子免疫球蛋白和初生犊牛小肠细胞对大分子化合物的通透性密切相关。因此，从初乳获得的大量球蛋白，能够帮助正在发育的免疫系统抵御病原体，并从初乳获得丰富的营养中提供热能，以保持体温。

（一）初乳期犊牛的饲养管理

新生犊牛的觅食能力不如仔猪，防寒能力不如羔羊，奔跑能力不如马驹。奶公犊牛多采用人工哺乳，更需要良好的环境、科学的饲养和周到的管理。

1. 新生犊牛的生活环境：犊牛出生最先遇到的是温度变化，即从母体恒温（38.5℃）进入 10～20℃ 的变温环境。

为了减少犊牛的应激反应，给新生犊牛准备一个相对稳定的犊牛舍是非常必要的。

新生犊牛舍应具备的条件是：

(1) 新生犊牛应养在犊牛栏或单圈里，用前彻底消毒。因为犊牛生后几分钟，一种致死性大肠埃希氏菌就会感染犊牛，并在犊牛从初乳获得免疫之前就可能出现败血症。

(2) 新生犊牛舍的温度以 $25 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度以 70%~75% 为宜，并具备防止温湿度骤然改变的措施。

(3) 舍内应光照充足，采光系数 1:10，冬季阳光能直射在牛床上。

(4) 能自然通风换气，舍内空气流速为 0.1 米/秒，并无贼风。

(5) 备有充足而干燥的垫草。实践证明，厚垫（50 厘米以上）稻壳效果较好。稻壳堆积应疏松，渗透性好，不积尿，上面保持干燥。在粪便外面粘一层稻壳，即使不及时清粪，隔一层稻壳也不污染牛体，并能产生热量，对改善冬季犊牛舍阴、冷、湿、脏很起作用，优于其他垫草。此外，脐带炎发生少、痊愈快。

总之，安静、清洁、温暖、干燥的环境，是养好新生犊牛的首要条件。

2. 新生犊牛的饲喂：犊牛出生后，营养、呼吸、循环和体温调节等发生了很大变化，从母牛子宫内的生活环境，逐渐适应子宫外的生活条件，有机体承受了外界环境中的各种刺激，并作出了相适应的反应。逐步形成条件反射，从而与外界环境不断的保持统一。逐渐增强对疾病的抵抗力，这种抵抗力主要来自初乳。因此，给初生犊牛尽早喂初乳是头等重要的事。犊牛出生后表现出正常的呼吸反射时，就可喂

初乳。第一次喂 2 千克左右，不能喂过多，以防消化紊乱。以后每天可按体重的 $1/8$ 分三次喂给初乳，并观察消化情况。

(1) 新生犊牛的饲喂方法。新生犊牛瘤胃很小且无消化功能，而真胃却发育良好，真胃等于或大于瘤胃。犊牛吃奶时，牛奶通过食管沟直接进入真胃。饲喂犊牛最常用的喂奶用具是奶壶和奶桶，而要犊牛从桶里喝奶必须进行训练。方法是将手指头浸入奶中，诱导犊牛去吸吮手指，逐渐学会从桶中吸奶。经过训练始终不能从桶中吸奶的犊牛是弱犊。因为喂给的奶进入瘤胃，由于细菌的作用，消化利用率降低。吸奶的条件反射一旦建立，就长时间不会消失。犊牛见到奶桶等信号，就产生条件反射，食管沟闭合，奶或代乳液体物被吸进真胃。摇尾、顶撞等外观信号是食道沟闭合的极好标志。吃完奶一定要用洁净的毛巾将犊牛嘴巴擦干净，以免互相舔吮。

(2) 初乳是新生犊牛不可缺少的营养品。新生犊牛由于胃肠空虚，真胃及肠壁粘膜不很发达，而初乳粘度大，能代替肠壁粘膜，有良好的保护作用，并可防止细菌侵入血液中，提高对疾病的抵抗力。初乳中含有溶菌酶和免疫球蛋白，能杀灭多种病菌。如 γ -球蛋白可抑制某些病菌活动， γ -抗原凝集素能抵抗特殊品系的大肠杆菌。初乳酸度高达 50°T ，可使胃液变成酸性，不利于有害菌的繁殖，并可促进真胃分泌大量消化酶，使胃肠机能尽早形成。初乳中含有较多镁盐，能排除胎便。初乳还含有丰富而易消化的营养物质。初乳的营养成分及其变化见表 4—1。

表 4—1 初乳的营养成分及其变化

日数	酸度 (T)	干物质 (%)	脂肪 (%)	总蛋白 质 (%)	酪蛋白 (%)	白+球 (%)	乳糖 (%)	灰分 (%)	胡萝卜素 (毫克/千克)
1	49.5	25.3	5.4	15.1	3.68	12.40	3.31	1.20	6464
2	40.5	22.0	5.0	11.9	3.65	8.14	3.77	0.93	2836
3	29.8	14.6	4.7	5.3	2.92	3.02	3.77	0.82	1992
4	28.7	13.8	4.6	4.7	2.88	1.80	3.64	0.85	—
5	26.7	13.3	4.4	3.6	2.74	0.97	3.88	0.81	6
6	25.5	13.0	4.1	3.4	2.72	0.62	4.49	0.77	—
7	21.8	12.5	3.7	3.3	2.22	0.62	4.74	0.75	—

初乳期 7 天，主要是前 3 天，最重要的是第 1 天。理由是：

①初乳虽营养丰富，但成分变化很快。第 1 天初乳比常乳酸度高 30°T ，即高 1.5 倍，干物质多 1 倍以上，蛋白质多 4~5 倍（其中白蛋白和球蛋白多 10 倍以上），脂肪多 1 倍，维生素 A、维生素 D 多 10 倍左右，各种矿物质盐类丰富。第 4 天以后初乳比常乳酸度高 10°T ，即高 0.5 倍，干物质多 1~2 个百分点，蛋白质、脂肪多 1 个百分点，胡萝卜素和抗体更明显随时间延长而急剧减少。第 7 天初乳同常乳。

②犊牛只有在出生后前几小时，小肠壁细胞才允许初乳中大分子免疫球蛋白通过，此后，这种作用急剧减弱，35 小时后就不能吸收了。因此，犊牛出生后 1 小时之内喂第 1 次初乳 1.5~2 千克，24 小时之内可多次饲喂，在消化正常的情况下，尽量早吃多吃初乳。挤完初乳即喂，温度下降可用温水预热至 38°C 喂饲。加温不宜过高，高温会使初乳凝固，并影响初乳功能的发挥。

如果新生犊牛得不到生母的初乳，最好喂同日或次日产犊的其他健康母牛的初乳，喂人工初乳的犊牛可以养活，但病多且生长慢，对奶公犊牛快速育肥，可视为无饲养价值的

犊牛。人工初乳配方为：鲜牛乳 0.75 千克，鲜鸡蛋 2~3 个，鲜鱼肝油 15 克，食盐 10 克，混均匀加温至 38℃ 饲喂。

③建立和巩固食道沟闭合条件反射。乳通过食管沟越过瘤胃进入真胃，经真胃凝乳酶的作用和酸的分泌导致奶结块，并延缓乳蛋白和乳脂肪进入小肠，在真胃内被逐渐消化吸收。犊牛虽日喂 3 次，但却如同连续饲喂。犊牛食管沟反射性闭合是本能和条件反射的结果，因此，初乳期必须建立起固定的条件反射信号。为使反射巩固下去，必须尽早确立饲养类型。奶公犊牛人工哺乳，最好在 24 小时之内与母牛分开。其行为类型一旦确立，便难以改变。应用定期加强的方法，能使大多数犊牛食管沟闭合反射终生得以适当的维持。维持食管沟反射，对哺乳的犊牛是非常重要的，只有这样，乳蛋白才能被特殊保护，以防止瘤胃的降解。

生产小白牛肉的犊牛饲料，主要是乳和代乳液体物，通过食管沟进入真胃消化吸收。对于断奶犊牛，可通过食管沟闭合反射补充液体蛋白质，如豆浆、大豆分离蛋白等，以避免瘤胃降解，提高蛋白质的利用率。

④补喂酸乳或乳酸菌素粉 产后前 3 天，初乳酸度以每天 8~10°T 的速度下降，第 4 天，初乳酸度比常乳仅高 10°T，对有害菌的抑制能力减弱。此时补喂发酵初乳或乳酸菌素粉，以维持犊牛胃肠酸度，可增强抵抗有害菌的能力，减少消化疾病的发生。

乳酸菌素粉，是乳酸菌发酵液（脱脂奶浓度调到 20%，接乳酸菌后在 37~40℃ 下经 20 小时发酵，乳酸含量达 2% 以上，相当于 230~240°T）经离心喷雾干燥或真空低温干燥成乳酸菌素粉。乳酸菌素粉的有效成分是乳酸菌在乳中发酵产生的乳酸菌素和乳酸。乳酸菌素有杀菌作用，而乳酸可

造成胃肠中的酸性环境，有利于常在菌的繁殖，增强胃肠抵抗疾病的机能。

喂常乳或代乳液体物时，加入 0.1% 乳酸菌素粉，效果也很好。

3. 新生犊牛的护理：对新生犊牛的护理，包括清除口鼻腔粘液、断脐带、去软蹄、擦干体表粘膜、称初生重、编号和打耳标等。

(1) 清除口鼻腔粘液：犊牛出生后，首先清除口鼻腔粘液，以免妨碍呼吸。当犊牛已吸入粘液造成呼吸困难时，可握住犊牛的后肢将犊牛倒吊并拍打其胸部，使之吐出粘液。也有清除口鼻腔粘液后不呼吸的假死现象，拍打胸部也有良好效果。

(2) 断脐带：犊牛产出后，往往自然拉断脐带。在未拉断的情况下，需在距脐部 10 厘米左右用手扯断，挤出脐带内粘液并用 5% 浓碘酊充分消毒。脐带约在 1 周左右干燥而脱落。然而实际情况并不都如此。因新生犊牛卧息时间长，卧处不清洁以及公犊牛脐带距尿道口近，易被污染。有的是由于胎儿时期尿细管在脐带断裂的同时，并未与脐动脉退缩至腹腔内而附着在脐部，因而经常有尿液漏出，使脐带长时间不能干燥并有炎症。至数周虽然可康复，但影响生长。

(3) 去软蹄：软蹄在母牛腹腔起缓冲作用，为了使犊牛尽快站稳，用手扣去软蹄。

(4) 擦干体表粘膜：母牛正常产犊时，会立即舔食粘膜而无需擦拭，这样有助于刺激犊牛呼吸，加强血液循环。并且由于母牛唾液酶的作用，也容易将粘液清除干净。为了减弱母牛恋仔之情，也可不用母牛舔粘液的方法，而用干草或干布擦净犊牛体躯。但在气温较低时，注意避免犊牛受凉。

- (5) 称重：在喂第一次初乳之前称初生重。
- (6) 编号：按规定方案编号，并打耳标或刺墨记等。
- (7) 建卡：登记犊牛号、性别、出生日期、初生重、父母号等项。

(二) 常乳期犊牛的饲养管理

常乳期是犊牛实现从单胃消化转为复胃消化，从单一液体饲料转为兼食固体饲料，从单纯依靠乳汁营养转为依靠草料营养的十分重要的过渡时期，也是饲养费用最高的时期。这个时期消耗 100~300 千克商品奶。多年来奶公犊牛出生后即被淘汰，多因为此。并且病多，除脐带炎易发生在初乳期外，胃肠炎、肺炎都易发生在此期。

1. 犊牛常乳期的适宜环境

(1) 犊牛常乳期牛舍的基本条件：

①犊牛常乳期 3~5 头小圈饲养，每头犊牛 3~4 平方米，其优点是 a. 在圈内可做适当运动，以补户外运动不足。b. 虽单桶饲喂，仍有抢食作用，以刺激食欲。

②舍内温度为 10~20℃，相对湿度为 70%~80%。保持干燥清洁。

③舍内光照充足，采光系数 1:10~12，冬季阳光能直射在牛床上。

④备有充足而干燥的垫草，一次性的厚垫草以稻壳为最好。

⑤具有充足而清洁的饮水。舍内设饮水槽，供给充足饮水，每天清洗一次，以保证饮水清洁。并可在饮水槽附近设盐砖，供自由舔食。

⑥舍内通风换气良好。空气流速冬季 0.1 米/秒，夏季 0.2 米/秒，无贼风。

(2) 搞好犊牛舍内空气卫生，防止肺炎发生。犊牛生后3—8周龄时容易发生肺炎，对犊牛健康造成严重威胁，死亡率也高。据 Thomas 等 (1982) 鉴别，犊牛肺炎是由5种病毒、4种支原体和9种细菌合并引起的。所以为了控制肺炎发生，必须进行混合疫苗接种，但是这样不可能完全解决问题。原因是：其一，引起肺炎的病原微生物很多；其二，一部分微生物虽然栖息于呼吸道，但不会致病。同时这些微生物还可以刺激动物形成免疫系统。病原微生物经过几周潜伏以后，就会引起犊牛感染肺炎。肺炎是空气中的有害作用，超过了动物本身依靠呼吸道粘膜上皮的机械保护作用和机体所产生抗体的生物免疫作用的限度而产生的，是机体内平衡作用丧失的结果。舍内的环境因素（空气中病原菌及有害气体的浓度）可以影响这种平衡。由此可见，搞好犊牛及其舍内空气卫生，对预防犊牛肺炎是非常重要的。

2. 犊牛常乳期的饲喂：饲喂常乳期犊牛，常犯的错误是饲喂过多，或没有给犊牛充足的时间来适应饲料的变化。

(1) “三定”。是饲喂哺乳期犊牛的基本原则。为保证犊牛消化良好，食欲旺盛，喂奶时必须掌握“三定”原则，即定时、定量、定温。定时饲喂可使犊牛消化器官活动有一定的规律性，对提高食欲、增进采食量有很大好处。定量是按犊牛生长发育的需要给奶，防止因过量而造成消化不良，过少而有空腹感，不能安静休息，并影响发育。定温是指奶温在38℃左右，温度过高或过低都会引起消化疾病。奶在犊牛胃中接近37℃时才能凝固并被消化吸收，若奶温低于37℃，不能立即凝固，易引起消化不良。奶温过高会损伤犊牛胃肠粘膜，也会造成犊牛消化障碍。

(2) 饲喂常乳严禁煮沸。全乳过度加热（温度超过

77℃，时间 15 秒钟以上）就会降低进入真胃以后出现凝块的特性，而使乳变为羽毛状沉淀，同时反射性地减少盐酸及胃蛋白酶的分泌量，胃的消化过程遭到破坏。未被消化的酪蛋白进入十二指肠，由于肠蛋白酶分泌量也被减少，其消化率也受影响，结果引起消化机能紊乱和腹泻。因此，饲喂犊牛的奶一定要选择健康母牛的奶，有乳房炎母牛的牛奶不能喂犊牛。牛奶要新鲜卫生，最好挤完即喂。如果需要灭菌，可经 62~65℃ 30 分钟或 72~75℃ 15 秒钟灭菌，灭菌后降温至 38℃ 饲喂。喂奶速度应慢，以便增加胃蛋白酶与奶混合的机会，保证犊牛的良好消化过程。

(3) 用剩余初乳代替常乳哺喂奶公犊牛。母牛产后前 6 天的初乳期，能产初乳 120~150 千克，新生犊牛同期可食 30 千克左右，剩余约 100 千克。

① 剩余初乳可冷藏（0~4℃）保存。降温后第 1、2 天的初乳放在一起，第 3、4 天的初乳放在一起，第 5、6 天的初乳放在一起，或降温后将剩余初乳全部放在一起混合。从第 7 天开始喂冷藏初乳。将第 1、2 天的初乳以 1:1 掺水稀释，第 3、4 天的初乳以 3:1 稀释，第 5、6 天的初乳以 5:1 稀释，或将混合初乳以 4:1 掺水稀释。喂时水温升到 38~40℃，按常乳量饲喂。

② 剩余的初乳发酵成酸初乳。制作酸初乳比较简单，如同蒸馒头发面一样。将多余的初乳贮存于清洁的桶内，同日产的初乳贮存在一个桶中，在 22~45℃ 的温度下，利用空气中的乳酸菌发酵。不同日产的初乳。应分桶贮存，发酵后再放到一起，因为发酵速度不同混在一起酸化不好。酸化过程中会起凝块和泡沫，每天要搅拌一次。酸初乳要贮存于 10℃ 以下的阴凉处，一般可使用 3~4 周。喂酸初乳可从第

4天初乳酸度下降开始训练，使犊牛逐渐习惯酸乳味道，第7天全喂酸初乳，喂时以3~4:1的比例掺温水稀释，按常乳量饲喂。即第7~20天每天喂6千克，日喂3次，第21~30天，每日喂4千克，日喂2次，效果很好，见表4—2。

表 4—2 冷藏初乳、酸初乳和常乳饲喂犊牛试验

	日龄	冷藏初乳组	酸初乳组	常乳组
犊牛头数(头)		13	6	15
平均日增重(克)	0~6	543	532	516
	7~20	474	483	402
	21~30	438	479	443
	0~30	476	491	438
接料耗量(千克/头·日)	7~30	0.24	0.37	0.32
平均下痢数(日/头)	7~30	1.1	0.4	2.3

试验结果表明，喂冷藏初乳组、酸初乳组分别比常乳组增重高1.1千克/头和1.6千克/头，即提高8.7%和12.2%，每头平均下痢天数减少1倍和6倍。这是因为初乳含有免疫球蛋白和溶菌酶，可杀灭胃肠道中的多种细菌，高酸度不利于有害菌的繁殖，初乳含有丰富的营养。

③剩余初乳加酸保存。即在初乳中加入0.3%的甲酸或0.7%的乙酸(醋酸)，也可加入1%的丙酸，将pH值调至4.6为宜，这样初乳可在常温下保存3周。饲喂前加入0.5%的碳酸氢钠中和成标准酸度pH6.4，以改善适口性。

目前，除部分养牛户将第4天以后的初乳混入常乳卖商品乳外，绝大部分养牛户对剩余的初乳没有加工利用。如果将剩余的初乳冷藏或酸化保存喂犊公牛，可减少商品奶耗用量，进而降低哺乳期饲养成本。

(4) 用代乳粉喂犊牛。代乳粉喂犊牛国外早已研制使用，由于各国情况不一样，合成代乳粉的原料和工艺也各不相同。国外大多数犊牛代乳粉是以脱脂奶粉为基础原料进行

调配的，而我国脱脂奶粉少，且价格高，只能以植物性原料为主，配以乳糖及其他养料。为此笔者曾立专题研究过，完成了犊牛代乳粉的选料、组方、工艺流程、生产出成品，并进行了犊牛饲喂试验。

1) 犊牛代乳粉的选料要求：犊牛代乳粉是由精选的易消化的蛋白质、脂肪、糖料以及微量养料综合制成的。

①蛋白质：犊牛需要一种易消化而又含营养成分高的蛋白质。经大量广泛的实验确认，乳蛋白或大豆分离蛋白的可消化性以及适量氨基酸能满足犊牛需要。含量 20%~25%。

②脂肪：犊牛需要脂肪作为能量来源。动物脂肪和乳化精炼油易被犊牛消化吸收。含量 10%~20%。

③糖类：含有很容易被消化能力很低的犊牛胃吸收的三种基本碳水化合物是乳糖、麦芽糖以及葡萄糖。含量 50%~60%。

④添加剂：含有犊牛健康生长发育所需要的维生素、抗菌素和矿物质。含量 3%~5%。

2) 犊牛代乳粉的组成及营养成分。犊牛代乳粉的营养指标主要是蛋白质及脂肪的含量。最低应含 20% 乳蛋白，如掺有大豆蛋白，则蛋白质含量应提高到 22%~24%。除这两种蛋白质外，其他动物和植物蛋白都不宜采用，因犊牛对其他蛋白消化都差。代乳粉最少含 10% 脂肪，有的甚至高达 20%，要求使犊牛日增重 0.5 千克的代乳粉则应含 5 千卡/克消化能，相当于含 20% 脂肪。动物性脂肪优于植物性脂肪。大豆磷脂往往用作代乳粉油脂的乳化剂。脂肪高不仅提供生长所需的高能量，而且可减轻腹泻，不含脂肪的代乳粉会使犊牛频繁下痢。代乳粉的粗纤维含量低于 0.5%，犊牛能有效利用的碳水化合物只有乳糖和葡萄糖，见表 4—3。

表 4—3 犊牛代乳粉的组成及营养成分

单位：克

		重量	蛋白质	脂肪	碳水化合物	盐类
大豆分离蛋白		230	207	10	8	5
精炼豆油		160		156		4
麦精粉 (Ⅱ、Ⅲ型)		420	56	12	344 ^①	8
乳糖粉		120	6	10	100	4
葡萄糖		34			34	
添加剂	常量元素	35.2				35.2
	微量元素	0.39				0.39
	维生素	0.736				0.74
	抗生素	0.03				0.03
合 计		1000	269	188	496	57.4
占 %		100%	26.9	18.8	48.6	5.7

注：①1.25 千克犊牛代乳粉相当于 10 千克鲜牛奶。每千克代乳粉原料价 11.23 元 (1998 年原料零售价格)，每千克代乳原料 1.4 元，加上其他费用与鲜奶价相当。如果用特殊加工的大豆粉，即先将大豆粉用 0.05% 的 NaOH 溶液处理，在 37℃ 下焖 7 小时，再用盐酸 (HCl) 中和至中性，代替大豆分离蛋白，就会使代乳粉价格大幅度下降。

②据 Ternouth 等人研究发现，犊牛生后 1~3 周期间胃内淀粉酶增加 6 倍，犊牛代乳粉中的淀粉占干物质的比例从 19.6% 逐渐增加到 35.7%，仅在最高的淀粉水平时才有淀粉达到大肠。由此表明犊牛对淀粉消化能力是非常大的。为此，建议配方中可适当多用些麦精粉 (DE 值 38~73)。

犊牛代乳粉添加剂，包括常量元素、微量元素、维生素和抗生素。见表 4—4、表 4—5、表 4—6。

表 4—4 犊牛代乳粉常量元素 单位：克/千克

元素	钙 (Ca)	磷 (P)	钠 (Na)	氯 (Cl)	钾 (K)	镁 (Mg)	硫 (S)*
标准量	5	3.5	0.8	1.2	2	0.6	0.5
化合物	CaHPO ₄ ·2H ₂ O		NaCl		K ₂ SO ₄	MgSO ₄ ·7H ₂ O	
元素含量 (%)	21	16	40	60	45	10	
添加量	23		2		4.4	6	
含硫量					0.79	0.78	1.57

注：* 硫是标量的 3 倍，但不足最高限量的一半，过量的硫可由尿排出。

表 4—5 犍牛代乳粉微量元素 单位:毫克/千克

元素	铜(Cu)	铁(Fe)	钴(Co)	硒(Se)	碘(I)	锌(Zn)	锰(Mn)
标准量	5	50	0.1	0.1	0.1	18	20
化合物	CuSO ₄ ·5H ₂ O	FeSO ₄ ·7H ₂ O	CoCl ₂ ·6H ₂ O	Na ₂ SeO ₃	KI	ZnSO ₄ ·H ₂ O	MnSO ₄ ·H ₂ O
元素含量(%)	25	19.68	24.3	44.7	75.7	35	31.8
添加量	20	254	0.45	0.22	0.13	52	62.7
含硫(S)量	2.8	29.2				9	12.5

表 4—6 犊牛代乳粉维生素 (每千克干物质含量)

维生素	A	D	E	K ₃	B ₁	B ₂	B ₆	B ₁₂	泛酸	菸酸	叶酸	胆碱	生物素	C
单位	国际单位	国际单位	毫克	毫克	毫克	毫克	毫克	毫克	毫克	毫克	毫克	毫克	毫克	毫克
用量	40000	4000	60	3	5	8	4	0.04	15	30	0.5	300	0.15	200

注：①V_A 酯酸酯 0.344 微克/国际单位，V_A 棕榈酸酯 0.550 微克/国际单位，V_A 肉酸酯 0.358 微克/国际单位。

V_A 添加剂的活性成分含量每克为 50 万国际单位，也有每克 20 万和 65 万国际单位。

②V_D 结晶维生素 0.025 微克/国际单位。

V_D 添加剂中活性成分含量每克 50 万国际单位和 20 万国际单位。

③V_E 1 个国际单位 = 1 毫克 dl—d—，生育酚酯酸酯 = 1 美国药典单位。即国际单位 = 毫克。

④V_k 是 V_{k3} 的衍生物，V_{k3} 添加剂的活性成分为甲萘醌。

亚硫酸氢钠甲萘醌含有效成分为 50% (MSB)。

亚硫酸二甲嘧啶甲萘醌含有效成分为 50% (MPB)。

亚硫酸氢钠甲萘醌复合物含有效成分 25% (MSAC)。

⑤泛酸 (V_{B3}) 添加剂为泛酸钙。

d—泛酸钙的活性为 100%，1 毫克 d—泛酸钙活性相当于 0.92 毫克泛酸。

dl—泛酸钙活性为 50%，1 毫克 dl—泛酸钙活性相当于 0.46 毫克泛酸。

⑥V_{B12} 商品添加剂含有 1% 氰钴素，也有 V_{B12}—600，V_{B12}—300，V_{B12}—60。其分别表示每磅 (454 克) 含有 V_{B12} 600、300、60 毫克。

⑦胆碱衍生物——氯化胆碱。1 毫克氯化胆碱相当于 0.87 毫克胆碱，或 1.15 毫克氯化胆碱相当于 1 毫克胆碱。

犊牛代乳粉添加剂使用土霉素钙盐，添加量为每千克干物质 10 毫克。

3) 犊牛代乳粉的感观状态：

①外表：犊牛代乳粉为白色、粉状、无杂物。

②味道：对犊牛具有一种可口的味道。

③一致性：经完全均匀搅拌，以保证每一部分都含有适

表 4—7 代乳粉饲喂奶公犊牛效果

单位: 千克

日龄	试验组					对照组				
	饲料	日喂量	喂次	日增重(克)	接料	饲料	日喂量	喂次	日增重(克)	接料
0~6	初乳	5	3	382		初乳	5	3	380	
7~10	常乳+代乳	3+3	3	409		常乳	6	3	521	
11~20	代乳	6	3	573	0.3	常乳	6	3	630	0.3
21~30	代乳	4	2	587	0.7	常乳	4	2	658	0.6
31~40	代乳	2	1	598	1.3	常乳	2	1	694	1.2
合 计	常乳 42 代乳 116	154		21.15	23		154		23.68	20
平均日增重(克)				513.7					604.4	
头数			6					6		
出生重			40.7					41.2		
断奶重			61.2					65.4		
增重			21.2					23.7		
饲料费(元)			266.90					307.20		
千克增重(元)			12.60					12.97		

注: ①代乳粉 1:8 稀释成代乳。即 1.25 千克代乳粉相当于 10 千克鲜奶。

②鲜奶: 1.8 元/千克; 代乳: 1.4 元/千克。

③接料由颗粒料和玉米以 1:1 混合成, 单价 1.5 元/千克(1998 年)。

当比例的养分。

④可湿性：在水中只需简单搅拌，就很快沉浸并溶化。

⑤漂浮性：在整个加料过程中，应能够浮在水中，并全部溶化，在容器上下不会有任何沉淀物或漂浮物。

⑥杂菌数：符合微生物学规定，完全达到人类消费标准。

4) 犊牛代乳粉饲喂奶公犊牛的效果。见表 4—7。

试验表明，以植物性养料为主配制成的代乳粉饲喂犊牛是可行的。但如果代乳粉不采用工厂化大批量生产，其成本和喂鲜牛奶相当，故在小规模生产中，宜用全乳喂养。

(5) 早喂犊料和优质干草 犊牛生后 2~3 周开始训练采食犊料，最好是直径 3~4 毫米、长 6~8 毫米的颗粒料和优质禾本科、豆科干草。这些饲料此期间虽不起主要营养作用，但能刺激胃的生长发育，见表 4—8。

表 4—8 草料对犊牛胃发育的影响

饲料	周龄	头数	胃容积(毫升/千克体重)		胃重(%体重)		乳头状态(毫米·根/平方米)			
			瘤皱胃	瓣皱胃	瘤皱胃	瓣皱胃	最大高	平均高	密度	色调
全奶	4	2	42.3	30.2	0.58	0.72	1.6	0.53	601	白
	8	2	73.3	21.6	0.58	0.63	1.2	0.48	665	白
奶料草	4	2	86.5	53.7	1.04	0.94	2.5	0.79	529	暗褐
	8	2	101.5	42.7	1.85	1.09	6.2	1.54	245	暗褐

由表 4—8 可见，喂全奶犊牛 8 周龄的胃容积，胃重及乳头状态的发育，远不及喂奶、料、草犊牛 4 周龄发育好。特别是胃重和胃乳头高度，8 周龄时喂奶、料、草犊牛是喂全奶犊牛的 3 倍。犊牛大约在出生后 20 天即开始出现反刍，并伴有腮腺唾液的分泌。许多瘤胃微生物特别是原虫要通过唾液从其他反刍动物中获得，而其他瘤胃微生物则通过被污染的饲草料进入体内。到 7 周龄时，犊牛已形成比较完整的瘤胃微生物区系，具有初步消化粗饲料的能力。如果早期喂给

表 4—9 饲料组成及营养成分

饲料	数量 (千克)	干物质 (%)	粗蛋白 (克)	粗脂肪 (克)	粗纤维 (克)	无氮浸出 物(克)	粗灰分 (克)	钙 (克)	磷 (克)	消化能 (兆焦/千克)	综合净能 (兆焦/千克)	肉牛能量 单位(RND /千克)
豆饼	0.4	90	154.7	19.3	20.7	110.0	21.3	1.1	1.8	5.15	2.67	0.33
大麦粉	0.2	94	98.2	10.0	19.2	1.2	48.2	3.1	0.4	2.36	1.90	0.24
米糠	0.2	90.1	24.2	30.1	18.4	86.6	20.2	0.28	2.08	2.78	1.44	0.18
高粱	0.2	89.3	17.4	6.6	4.4	145.8	4.4	0.2	0.8	2.62	1.38	0.16
添加剂								4.0	1.0			
合计	1.0	90.8	294.5	66.0	62.7	343.6	94.1	8.68	6.08	12.91	7.39	0.91

草料，可以加速瘤胃发育。瘤胃微生物区系的繁殖，瘤胃的发酵产物——挥发性脂肪酸（VFA），对瘤蜂胃容积和瘤胃粘膜乳头的发育有刺激生长作用。

犊料配方多样，以就地取材为宜。其营养成分含蛋白质24%以上，含脂肪7%~10%，见表4—9。还应含有矿物质，见表4—10、表4—11；含维生素，见表4—12；含抗生素，见表4—13。

表 4—10 犊料常量元素 单位：克/千克

元 素	钙 (Ca)	磷 (P)	钠(Na)	氯(Cl)	钾(K)	镁(Mg)	硫(S)
标准量	4.0	1.0	1.0	1.5	3.0	0.6	1.0
化合物	CaCO ₃	Ca ₃ (PO ₄) ₂	NaCl		K ₂ SO ₄	MgSO ₄ ·7H ₂ O	
元素含量(%)	40	20	40	60	45	10	
添加量	5	5	2.5		6.6	6.0	
含硫					1.19	0.78	1.98

* 注：据鱼粉含盐量，减少 NaCl 的添加量。

表 4—11 犊料微量元素 单位：毫克/千克

元素	铜(Cu)	铁(Fe)	钴(Co)	硒(Se)	碘(I)	锌(Zn)	锰(Mn)
标准量	5.0	5.0	0.1	0.1	0.1	18	10
化合物	CuSO ₄ ·5H ₂ O	FeSO ₄ ·7H ₂ O	CoCl ₂ ·6H ₂ O	Na ₂ ·SeO ₃	KI	ZnSO ₄ ·H ₂ O	MnSO ₄ ·H ₂ O
元素含量(%)	25	19.68	24.3	44.7	75.7	35	31.8
添加量	20	254	0.45	0.22	0.13	52	31.4
含硫	2.8	29.2				9.0	6.3

表 4—12 犊料微生物素（每千克干物质含量）

维生素	A 国际 单位	D 国际 单位	E 毫克	K ₃ 毫克	B ₁ 毫克	B ₂ 毫克	B ₆ 毫克	B ₁₂ 毫克	泛酸 毫克	烟酸 毫克	叶酸 毫克	胆碱 毫克	生物素 毫克	C 毫克
添加量	40000	4000	50	3	5	8	4	0.04	15	30	0.5	300	0.15	200

表 4—13 犊料抗生素

毫克/千克

抗生素	硫酸粘杆菌素	杆菌肽锌	磷酸泰乐菌素
添加量	5	25	50
作用	1:5 协同作用, 扩大广谱, 增强抗菌力		防肺炎

犊牛 2 周龄开始训练吃料和干草, 任其自由采食, 少喂勤添不间断。据研究, 体重 50 千克的犊牛在日增重 0.5 千克的情况下, 只喂乳脂率为 3.7% 的全乳, 当全乳喂量达到满足对蛋白质的需要时, 可消化能仅满足其需要量的 $\frac{2}{3}$ 。因此, 全乳对于犊牛的生长需要来说, 蛋白质与能量是不平衡的。此外, 全乳中的铁质和维生素 D 的含量较少, 不能满足生长犊牛的需要, 故从营养角度来看, 也必须适当用植物性饲料来补充。在喂低奶量条件下, 犊牛采食犊料的数量增加很快, 至 5~6 周龄时, 如果犊牛采食犊料 1 千克/头·日和玉米粒 0.5 千克/头·日, 就可以断奶。

3. 犊牛常乳期的管理, 主要有四项:

(1) 擦嘴: 每次喂完奶, 要使用干净的毛巾将犊牛口、鼻周围残留的乳汁擦干。然后用颈架挟住 10 分钟, 防止互相乱舔而养成“舔癖”。舔癖的危害很大, 常使被舔的犊牛造成脐带炎或睾丸炎, 以致影响生长发育。同时, 有这种舔癖的犊牛, 容易舔吃牛毛, 久之在瘤胃中形成许多扁圆形的毛球, 往往堵塞食道、贲门或幽门而致犊牛死亡。

(2) 运动: 犊牛从 10~15 日龄开始, 每日进行一次运动, 开始 10~20 分钟, 以后逐渐增加到 2~4 小时。在舍饲条件下犊牛在运动场进行逍遥运动。但在下雨或冬季寒冷时, 不要让犊牛躺卧在潮湿或冰冷的地面上, 在夏季必须有遮阳条件。运动场要设草架和水槽, 供给充足的清洁饮水, 任其自由饮用; 设盐槽或盐砖, 供自由舔食。

(3) 去角：对于将来作育肥饲养的犊牛，去角更有利于管理，减少顶撞造成外伤。去角的时间是在生后 2 周龄左右。方法是将生角基部毛剪去后，在外圈有毛处，用凡士林涂一圈，以防药液流出，伤及头部或眼部。然后用棒状苛性钠或苛性钾稍蘸水湿涂擦角基部，至表皮有微量血渗出为止，或用电烙铁烧烙，待成白色时再涂以青霉素软膏。2 周后结夹脱落即可。

(4) 刷拭：犊牛期，刷拭起着按摩皮肤的作用，能促进皮肤呼吸及血液循环，加强代谢作用，有利于犊牛生长发育。同时，通过刷拭，保持牛体清洁，防止外寄生虫孳生，使犊牛养成驯良的性格，所以，每天要刷拭 1~2 次。刷拭时使用毛刷，逆毛去顺毛归，从前到后，从上到下，从左到右，刷遍全身。禁用铁篦子直接挠，以免刮伤皮肤。若粪结痂粘住皮毛，要用水润湿，软化后刮除。

二、断奶犊牛的饲养管理

断奶是犊牛依靠母牛供给营养的结束，也是从液体和固体饲料获得营养转为单纯从固体饲料取得营养的开始。也就是说，从断奶起，犊牛所获得的营养，是以瘤胃微生物发酵、降解、合成被吸收利用为主要途径。但是，刚断奶的犊牛，特别是早期断奶的犊牛，瘤胃功能虽有所发育，但还很不完善。为使犊牛在此阶段生长发育不受影响，在饲养管理上应注意以下各项：

1. 犊牛断奶后的 1~2 周内，不要轻易改变犊牛在哺乳期的生活习性，以及精粗饲料的组成。因为断奶对犊牛消化生理已是很大的改变，应有一段适应时间，在未适应之前其他方面的变化越小越好，以免产生应激反应，影响生长发

育。

2. 利用食道沟闭合反射，补喂大豆分离蛋白（50 克/头·日），或用经碱、酸处理过的特制豆粉，稀释成奶状，在喂奶时间用喂奶器具喂给，逃过瘤胃微生物对蛋白的降解，以补充蛋白质的不足。

3. 在增喂精料的同时，一定供应充足清洁的饮水。

4. 称断奶体重。有两种办法：

(1) 实际称量：在停止喂奶的翌日早晨饲喂前空腹进行。

(2) 测胸围估体重。称重本是件容易的事，但缺少地衡，这项工作就无法进行。若找出容易测得的重复率高的胸围与体重关系的规律，用卷尺测胸围，估算体重就容易做到了。笔者通过荷斯坦、爱尔夏、更赛、娟姗四个不同体型的纯种奶牛从出生到 21 个月龄各月的胸围（ x ）和体重（ y ）各 22 对均数参数，用一元回归选优的方法，从 17 个公式中进行选择，找出了犊牛、育成牛胸围和体重的关系符合二次多项式曲线（抛物线） $y = A + Bx + Cx^2$ ，经验证可作为出生至 21 个月龄小牛胸围和体重关系曲线试用。并求出荷斯坦牛的回归系数： $A = 56.9864$ ，回归系数 $B = -2.0059$ ，回归系数 $C = 0.02336$ 。将 x 代入公式，就可得出 y 值。

也可建立本群牛的抛物线方程式。中国荷斯坦牛近 20 年来广泛使用冻精配种，虽各地间种公牛冻精交流频繁，但由于基础母牛群的差别，现阶段群间体型差异仍较大，还不能像纯种牛那样，一个品种牛用一组系数，而只能用本群牛出生至 21 个月龄测得的胸围和体重的若干对（3 对以上）均数参数，求出本群牛的回归系数 A 、 B 、 C ，建立本群牛的抛物线方程式。

此项工作可借助计算机来完成。该程序运行开始后，提示“请输入变量组数（>3）”，此时可输入成对数据组数，然后回车，之后输出 A、B、C 的计算结果。输入测得的胸围 x ，即可得出体重 y 值。

在求得 A、B、C 之后，也可用编程计算器计算体重，如用 SHARP EL—5100S，可先在 AER 状态下，将已建好的抛物线方程式存入计算器，然后在 COMP 状态下，进行计算。如美荷斯坦牛，已求得 $A = 56.9864$ ， $B = -2.0059$ ， $C = 0.02326$ ，则在 AER 状态下存入： $f(D) = 56.9864 - 2.0059D + 0.023361D^2$ ，然后在 COMP 状态下，按 COMP 键，此时屏幕提示“D=?”，可输入胸围 x_1 数，之后再按 COMP 键，则屏幕上可显示出计算的体重 y_1 。再按 COMP 键输入 x_2 ，再按 COMP 键得出 y_2 ，如此下去，将胸围从 70 厘米至 185 厘米，每差 1 厘米输入一次，便可计算出对应的体重千克数。制成体重尺或体重表，见表 4—14。

表 4—14 荷斯坦牛体重估算表 单位：厘米、千克

胸围	体重	胸围	体重	胸围	体重	胸围	体重
71	32.4	86	57.3	101	92.7	116	138.7
72	33.7	87	59.3	102	95.5	117	142.1
73	35.1	88	61.4	103	98.3	118	145.6
74	36.5	89	63.5	104	101.1	119	149.1
75	38.0	90	65.7	105	104.0	120	152.7
76	39.5	91	67.9	106	106.9	121	156.4
77	41.1	92	70.2	107	109.9	122	160.0
78	42.7	93	72.5	108	112.9	123	163.7
79	44.3	94	74.9	109	115.9	124	167.5
80	46.1	95	77.3	110	119.0	125	171.3

续表

胸围	体重	胸围	体重	胸围	体重	胸围	体重
81	47.8	96	79.7	111	122.2	126	175.2
82	49.6	97	82.3	112	125.4	127	179.1
83	51.5	98	84.8	113	128.7	128	183.0
84	53.4	99	87.4	114	132.0	129	187.0
85	55.3	100	90.0	115	135.3	130	191.1
131	195.2	146	262.2	161	339.7	176	427.7
132	199.3	147	267.0	162	345.2	177	433.9
133	203.5	148	271.9	163	350.8	178	440.2
134	207.7	149	276.8	164	356.4	179	446.5
135	212.0	150	281.8	165	362.1	180	452.9
136	216.3	151	286.8	166	367.8	181	459.4
137	220.7	152	291.9	167	373.6	182	465.8
138	225.1	153	297.0	168	379.4	183	472.3
139	229.6	154	302.2	169	385.3	184	478.9
140	234.1	155	307.4	170	391.2	185	485.5
141	238.7	156	312.7	171	397.2	186	492.2
142	243.3	157	318.0	172	403.2	187	498.9
143	247.9	158	323.3	173	409.2	188	505.7
144	252.6	159	328.7	174	415.3	189	512.5
145	257.4	160	334.2	175	421.5	190	519.3

估重和实际称重之间的差异，主要来自求回归系数时所使用均数参数的代表性。参数来自大群牛比来自小群牛的代表性强，估算出的体重差异也小。其次是个体差异，发育正常的个体差异小。三是测量时的差异，主要是牛站立的姿势

和操作者水平的影响，但大群牛差异小。笔者在奶公犊牛育肥项目中，用荷斯坦犊牛、育成牛的抛物线方程式，对从胸围 80 厘米至 169 厘米的 85 对参数估算体重与实称体重之差为 -1.5% ，误差很小，不影响准确性。因此，建议奶公犊牛育肥项目的犊牛可试用荷斯坦牛抛物线方程式，估算体重。当然也可以求出奶公犊牛育肥的回归系数，估算出的体重就更加准确了。

随着中国荷斯坦牛育种的进展，牛的体型必然趋向一致，到时可求出中国荷斯坦牛的回归系数，实现一把尺子全国使用。

三、育肥期奶公牛的饲养管理

奶公犊牛育肥肉用是绝大多数奶公犊牛的出路。特别是在奶业发达的国家，牛肉生产的总量中，很大一部分是来源于乳用牛群。如荷兰几乎是全部，德国约占 50% ，英国约占 40% 。用乳牛群来生产肉牛，饲料利用效率和经济效益都较高。乳用母牛除生产犊牛外，还生产大量的商品奶，母牛的饲料消耗主要计算在商品奶成本中，犊牛相当于白得，所生公犊牛可几乎全部育肥肉用。而肉用牛群生产牛肉，基础母牛只是用来生产犊牛和哺乳，因此，每生产 1 头肉牛应包括母牛的饲料消耗和管理费用，这样成本就较高。

利用奶公犊牛生产牛肉有三个途径，一是生产小白牛肉，二是生产小肥牛肉，三是生产肥牛肉。

(一) 生产小白牛肉犊牛的饲养管理

小白牛肉是指犊牛生后 100 日龄，体重达到 100 千克以上，完全用全乳、脱脂乳或代乳培养的犊牛所产的肉。

1. 生产小白牛肉犊牛的饲养

(1) 饲料：小白牛肉的生产从出生到 100 日龄左右出栏屠宰，全靠全乳、脱脂乳或代乳饲喂，不喂其他任何饲料。饮用水含铁量小于 0.5 毫克/升，因含铁量高，血色发红（氧化铁），影响肉色。

(2) 饲喂：日喂 2~3 次，日喂量随着日龄增长逐渐增加，平均每增重 1 千克，耗全乳 10 千克。脱脂乳仅是全乳能量的 60%，其数量还要相应增加，代乳粉在与全乳粉营养相当的情况下，需 1.3~1.5 千克增重 1 千克。给予充足饮水。

(3) 生长：犊牛用全乳饲喂 100 日龄屠宰体重 120~140 千克，平均日增重 0.8~1.0 千克。

(4) 肉质：肉质细嫩、肉色浅淡，鲜肉约含水 77%，蛋白质 21%，脂肪 1%，灰分 1%。味道鲜美，并带有乳香味，适于各种烹调方法。价格是高档牛肉平均价的 2 倍，是普通牛肉价的 10 倍。

2. 生产小白牛肉犊牛的管理

(1) 在 1 周龄（即吃完初乳）或 3 周龄（训练吃草料之前）集中饲养。直至出栏都用真胃消化吸收，而瘤胃萎缩。

(2) 小群饲养，每 10 头一圈，每头牛占地 2.5~3 平方米，只在圈内自由活动。最好采用部分漏缝水泥地面和木板或再生胶牛床，如果牛床垫草，因犊牛有吃垫草的习惯，应给带上箍嘴。

(3) 舍内光照充足，通风良好，空气清新，温暖（15~20℃）干燥（相对湿度为 70%~75%）。舍内要及时打扫干净，定期消毒。

(4) 喂奶用具要保持卫生，每次用后要及时清洗，用前用蒸汽或煮沸消毒。

（二）小肥牛的饲养管理

小肥牛肉是指犊牛出生后 6~8 个月内，在特殊的饲养条件下育肥至 250~350 千克时屠宰的牛肉。在我国目前条件下，以选择黑白花奶公犊牛为主，主要利用奶公犊牛前期生长快、育肥成本低的优势和便于组织生产的特点。

1. 小肥牛的饲养

1) 犊牛的选择：

(1) 初生重：40 千克以上。

(2) 行为：出生即能站立，半小时之内能行走，吃奶快，不拉稀，食欲旺盛。

(3) 体况：头方、嘴大、管围粗、身腰长、后躯方、无缺损，被毛有光泽、皮肤有弹性，发育良好的健壮犊牛。

(4) 7 周龄体重 70 千克以上的健康犊牛集中饲养快速育肥。

2) 小肥牛的饲养方案及说明：

(1) 饲养方案，见表 4—15。

表 4—15 小肥牛饲养方案 单位：千克、克、兆焦

阶段	日增重	日龄	牛奶		饲料		日粮营养水平					期末 体重
			日量	喂次	料	玉米	RND	综合净能	粗蛋白	Ca	P	
一	0.6	出生 1~6	5	3			2.2	18	350	9	7	40
		7~20	6	3	训		1.4	11	200	7	5	
		21~30	4	2	0.5	训	1.5	12	300	8	6	
		31~40	2	1	1.0	0.5	1.8	15	350	11	8	
		41~50	*	1	1.0	1.0	2.1	17	400	14	10	
二	1.0	51~100			1.5 (A)	1.5	2.9	23.2	597	25	14	120
三	1.5	101~150			2 (B)	3	4.6	37.5	942	54	24	195
四	1.8	151~210			2.5 (C)	5	7.1	57.3	1100	50	28	300
合计	1.25	1~210	174		350	540	883	7128	156	7404	4312	

* 注：补喂 50~100 克大豆分离蛋白或特制豆粉。稀释成奶状，以喂奶的方式和时间喂给犊牛。

(2) 说明：该方案分四个阶段。

第一阶段：出生～50 日龄。

①哺乳期（出生～30 日龄），其中初乳期（出生～6 日龄），常乳期（7～30 日龄）。此期间的特点是以液体奶为主要饲料，通过食管沟进入真胃，以真胃消化为主要特征。

②断奶期（31～50 日龄）液体饲料减少，逐渐适应固体饲料，以功能不完善的瘤胃发酵为主要消化方式，并利用食管沟闭合反射，以液体形态补充蛋白不足。

③此阶段喂奶 174 千克，奶：增重 = 10:1，即增长体重 17 千克。喂精料 40 千克，其中麸料 25 千克，玉米粒 15 千克，料：增重 = 3:1，即增长体重 13 千克。合计增长体重 30 千克，阶段末达到体重 70 千克。

④此阶段每增重 1 千克，消耗综合净能 23.4 兆焦，肉牛能量单位 2.9RND，粗蛋白质 513 克，钙 16 克，磷 12 克。钙：磷 = 1.4:1。

第二阶段：51～100 日龄。

①此阶段的特点是以消化率较高的固体精料为主，完全依靠功能基本完善的瘤胃发酵起消化作用。

②该阶段喂料 150 千克，其中育肥颗粒料（A）75 千克，玉米粒 25 千克，混匀后放入饲槽自由采食，少喂勤添不间断。料：增重 = 3:1，增长体重 50 千克。本阶段末体重达 120 千克。

③此阶段每增重 1 千克，消耗综合净能 23 兆焦，肉牛能量单位 2.9RND，粗蛋白质 600 克，钙 25 克，磷 15 克，钙：磷 = 1.7:1。

第三阶段：101～150 日龄。

①此阶段的特点是利用尿素氮代替部分饲料蛋白质。

②喂精料 250 千克，其中育肥颗粒料 (B) 100 千克，玉米粒 150 千克，按 1:1.5 混匀饲喂，自由采食，不限量。料:增重=3.3:1，增长体重 75 千克，本阶段末体重达 195 千克。

③此阶段每增重 1 千克，消耗综合净能 25 兆焦，肉牛能量单位 3.1RND，粗蛋白质 628 克，钙 36 克，磷 16 克，钙:磷=2.3:1。

第四阶段：151~210 日龄。

①此阶段的特点是在育肥颗粒料 (C) 里增加大麦比例，在日粮中玉米与大麦之比为 2.5:1，使牛肉脂肪色白，质地硬挺。

②本阶段喂料 450 千克，其中颗粒料 (C) 150 千克，玉米粒 300 千克，按 1:2 混匀后饲喂，自由采食。料:增重=4.2:1，增长体重 105 千克，阶段末体重达 300 千克。

③此阶段每增重 1 千克，消耗综合净能 32 兆焦，肉牛能量单位 3.9RND，粗蛋白质 611 克，钙 28 克，磷 16 克，钙:磷=1.8:1。

全方案：出生~210 日龄。

①饲喂精料 890 千克，其中犊料 25 千克，育肥颗粒料 [(A)、(B)、(C)] 325 千克，玉米粒 540 千克。增重 260 千克，其中牛奶增重 17 千克，精料增重 243 千克。料:增重=3.7:1。

②此阶段每增重 1 千克消耗综合净能 27.6 兆焦，肉牛能量单位 3.4RND，粗蛋白质 609 克，钙 29 克，磷 15 克，钙:磷=2:1。

③此方案是全精料型育肥饲养，虽喂些秸秆等粗饲料，只是起刺激胃肠蠕动等消化功能，营养价值很少，故可忽略不计。

④按 1999 年物价，即每千克大豆分离蛋白 20 元，牛奶 1.8 元，颗粒料 1.5 元，玉米粒 0.8 元计算，该方案饲料费 1290 元，每千克增重饲料费 4.96 元。

(3) 育肥颗粒料的组成及营养成分：育肥颗粒料以直径 4~6 毫米，长 8~10 毫米为宜。因各育肥阶段对饲料的要求不同，分颗粒料 (A)、(B)、(C) 三种。

育肥颗粒料的组成及营养成分，见表 4—16；各育肥颗粒料的矿物质添加量，见表 4—17；各育肥颗粒料的抗生素和维生素添加量，见表 4—18。

表 4—16 犊牛各育肥阶段颗粒料的组成及营养

种 类		每千克颗粒料含量		
		(A)	(B)	(C)
饲料组成 (千克)	豆 饼	0.5	0.3	0.1
	鱼 粉	0.1		
	麦 麸	0.1	0.2	0.05
	米 糠	0.1	0.2	
	大 麦	0.15	0.15	0.7
	尿 素		0.05	0.05
	添加剂	0.05	0.1	0.1
营养成分	干物质 (%)	90.1	90.3	89.0
	粗蛋白 (克)	312.2	341.8	268.1
	粗脂肪 (克)	55.2	73.1	23.3
	粗纤维 (克)	65.9	70.2	47.9
	无氮浸出物 (克)	389.3	436.3	603.5
	灰分 (克)	75.2	53.4	34.1
	钙 (克)	15.8	25.9	18.4
	磷 (克)	7.1	8.6	6.2
营养水平	消化能 (兆焦/千克)	13.5	12.7	12.7
	综合净能 (兆焦/千克)	7.4	6.6	6.8
	肉牛能量单位 (RND)	0.92	0.83	0.84

表 4—17 犊牛各育肥阶段的矿物质添加量

种类	元素		化合物		元素含量 (%)	(1)		(2)		(3)	
	名称	符号	名称	分子式		标准	添加	标准	添加	标准	添加
常量元素 (克/千克)	钙	Ca	碳酸钙	CaCO_3	40	12	30	24	60	17	40
	磷	P	磷酸钙	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	20	2	10	2	10	3	15
	钠	Na	氯化钠	NaCl	40	1	2.5	1	2.5	1	2.5
	氯	Cl	氯化钠	NaCl	60	1.5		1.5		1.5	
	钾	K	硫酸钾	K_2SO_4	45	4	9	6	13	8	18
	镁	Mg	硫酸镁	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	10	0.7	7	0.8	8	1	10
	硫	S				1		3		3	
微量元素 (毫克/千克)	铜	Cu	硫酸铜	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	25	6	24	6	24	6	24
	铁	Fe	硫酸亚铁	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	19.7	50	254	60	305	60	305
	钴	Co	氯化钴	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	24.3	0.1	0.45	0.1	0.45	0.1	0.45
	硒	Se	亚硒酸钠	Na_2SeO_3	44.7	0.1	0.22	0.1	0.22	0.1	0.22
	碘	I	碘化钾	KI	75.7	0.1	0.13	0.1	0.13	0.1	0.13
	锌	Zn	硫酸锌	$\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	35	20	57	20	57	20	57
	锰	Mn	硫酸锰	$\text{Mn} \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	31.8	10	31.4	10	31.4	10	31.4

注：①以玉米为主的日粮，需补钾 4 克/千克。

②非蛋白氮合成菌体蛋白的 N:S=10:1，用尿素时需补硫。但在补其他元素时的化合物含硫够用，不需另补。

表 4—18 犊牛各育肥阶段抗生素和维生素添加量

种类	名称	(1)	(2)	(3)
抗生素 (克/1)	硫酸粘杆菌素	5		
	杆菌肽锌	25		
	莫能霉素	30	30	20
	泰乐菌素		50	30
维生素	维生素 A(国际单位/千克)	20000		
	维生素 D(国际单位/千克)	2000		
	维生素 E(毫克/千克)	100		

2. 小肥牛的管理

(1) 小肥牛的饲养环境：在我国北方，冬季养在全封闭牛舍，夏季养在半开放或开放牛舍。牛舍温度 $5\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $70\%\sim 85\%$ 。通风良好，空气清新。牛舍地面以厚垫草，出栏时一次清除为最佳，也可采用漏缝地板或水泥地面，每天更换垫草，清除粪便。

舍内分圈，每圈 $8\sim 10$ 头，每头占地 $3\sim 4$ 平方米，不另设运动场，设饲槽、水槽、盐槽和干草架，精、粗饲料常备，任其自由采食。饮用水定时流动，以保持清洁。

(2) 实行“五大自由”：吃精料；吃粗料；饮清水；舔食盐；活动。

(3) 阶段称重：体重是饲养优劣的标志，是调整饲料的依据。在阶段末最后一天和下阶段初第一天的早晨空腹称重，取两次称重的平均数。也可量胸围估体重。

(4) 埋增重剂：第二阶段开始（51 日龄）耳埋玉米赤霉醇 36 毫克，第三阶段中期（125 日龄）耳埋玉米赤霉醇 36 毫克。其作用机理是促进脑下垂体产生生长激素，从而增加蛋白质的合成，促进胰腺产生胰岛素，从而提高消化率。据测定，两次耳埋玉米赤霉醇，可提高增重 $10\%\sim 20\%$ ，饲料转化率提高 $10\%\sim 15\%$ 。试验时，第二次耳埋 72 毫克比 36 毫克效果好，因不能测出残留量，不敢提出推广。

3. 育肥达到的指标 经 210 天育肥，体重达 300 千克。

(1) 屠宰前外貌评定：牛身体近圆筒形，全身肌肉丰满，骨不显露，外形匀称；胸深厚，背、腰、臀部肌肉充盈；大腿肌肉附着良好，外突并向下延伸；腓窝平浅，腹部

不膨大，皮肤紧贴，被毛有光泽。营养状况良好，健康无病态。

(2) 胴体评估：胴体体表均匀覆盖一层白色脂肪，覆盖率80%以上，第12~13肋骨处脂肪厚6~8毫米，脂肪硬挺。胴体外形无缺损。胴体重180千克以上，屠宰率60%，净肉率50%。

(3) 肉质评定。

①肌肉嫩度：用肌肉剪切仪测定的剪切值均小于3.62千克。肉色鲜浅红，有光泽，纹理细，肌纤维柔软、肉质嫩，易咀嚼，肉多汁，有浓郁的肉香味。

②大理石花纹：第12~13肋骨之间通脊芯断面的脂肪交杂密布，多在2~3级。

③高档肉块重：每条牛柳1.5千克以上，每条西冷4.5千克左右，眼肉5千克。

④食用价值高，适于做高级菜肴，咀嚼无残渣、不塞牙，经品尝评定均在八九级。

(三) 育肥期奶公牛的饲养管理

奶公牛育肥，指1岁黑白花奶公牛经5~6个月的育肥饲养，体重达500千克出栏。

1. 奶公牛育肥的饲养。奶公牛育肥分生长期和育肥期。各期又分三个饲养阶段。

1) 生长期的饲养：生长期从51日龄开始至1岁末，约315天。体重从70千克至期末达300千克。日增重0.7千克。

(1) 饲养方案及日粮组成，见表4—19。

表 4—19 奶公牛生长期饲养方案及日粮营养水平

饲养阶段 (体重·千克)		71~150	150~225	225~300
精 饲 料 (千克)	玉米	1.0	0.5	0.5
	豆饼	0.5	0.4	0.4
	麦麸	0.3	0.3	0.3
	米糠	0.2	0.3	0.3
	合计	2.0	1.5	1.5
粗 饲 料 (千克)	0.5% 尿素			
	玉米青贮	8	12.0	16.0
添加 剂 (克)	食盐	15	20	25
	添加剂	30	35	40
	合计	45	55	65
干物 质 (千克)	精饲料	1.7	1.3	1.3
	粗饲料	2.0	3.0	4.0
	合计	3.7	4.3	5.3
综合 净能 (兆焦)	精饲料	14.6	11.0	11.0
	粗饲料	8.0	13.0	18.0
	合计	22.6	24.0	29.0
蛋白 质 (克)	精饲料	390	292	292
	粗饲料	180	293	405
	合计	570	585	697
矿物质 (克)	钙	21	25	30
	磷	12	14	17
日增重 (千克)		0.6	0.7	0.8

注：玉米青贮不加 0.5% 尿素，在日粮中分别加豆饼 250 克、360 克、500 克。

(2) 饲养方案说明：

① 体重 70 ~ 150 千克阶段，日喂混合精料 2 千克，0.5% 尿素玉米整株青贮和干草任意采食。

②体重 150 千克日喂混合精料 1.5 千克，喂 0.5% 尿素玉米整株青贮 10 千克，体重每增加 10 千克，日粮增加 0.5% 尿素玉米整株青贮 1 千克，直至生长期末，体重达 300 千克止。

③若喂不加尿素的玉米整株青贮，在日粮中增加豆饼 0.25~0.5 千克。

④若无玉米整株青贮，也可用与青贮营养价值相当的粗饲料代替。

⑤按干物质计精饲料与粗饲料之比（简称精粗比），体重 70~150 千克饲养阶段为 0.9:1。体重 150~300 千克阶段为 0.4:1，整个生长期为 0.5:1。

⑥生长期耗精料干物质 465 千克，增重 230 千克，精料与增重比为 2:1。

⑦生长期耗饲料干物质 1358 千克，干物质与增重比为 5.9:1。

⑧蛋白质占日粮干物质的百分比，体重 70~150 千克阶段为 15%，体重 150~225 千克阶段为 13%，体重 225~300 千克阶段为 12%。整个生长期为 13.5%。

生长期饲养的重点是体重 70~150 千克阶段，也就是 0.5 岁以前。一是胃容量小，利用粗饲料的能力低。二是这一阶段发育受阻不易补偿。其营养来源按干物质计应是精、粗饲料各半。

体重 150~300 千克阶段，即 0.5~1 岁期间，饲养灵活性很大。此期间生长旺盛，食欲强，采食和消化粗饲料的能力也增强，应是粗饲料为主饲养，舍饲、放牧皆可。日增重可高可低（低限为日增重 0.4 千克），方案日增重 0.7 千克，是按正常生长指标制定的，若低至 0.4 千克，1 岁体重达

220 千克。在育肥期，由于补偿生长作用，在 3~4 个月内也可达到同期育肥指标。所以这阶段饲养要求不严格，以粗饲料为主，适当补饲精料。如果粗饲料以青贮为主，应注意补充维生素 D。

2) 育肥期的饲养：育肥期从 13 个月龄开始至 16~18 个月龄，约 120~180 天。体重从 300 千克达期末 500 千克。平均日增重 1.2~1.4 千克。

饲养方案及日粮组成，见表 4—20。

表 4—20 育肥期饲养方案及日粮营养水平

饲养阶段		1	2	3
精饲料 (千克)	玉米	2	3	4
	大麦		1	3
	豆饼	1	1	1
	麦麸	1	1	
	米糠			
	合 计	4	6	8
粗饲料 (千克)	玉米青贮	10	8	6
	干 草	2	2	1
	合计(干物质)	4.5	4	2.5
添加剂 (克)	食 盐	25	28	30
	添加剂	40	45	50
	合 计	65	73	80
干物质 (千克)	精饲料	3.6	5.4	7.0
	粗饲料	4.3	4.0	2.5
	合 计	7.9	9.4	9.5
综合净能 (兆焦)	精饲料	29.2	44.8	65.3
	粗饲料	16.9	15.1	9.4
	合 计	46.1	59.9	74.7

续表

饲养阶段		1	2	3
蛋白质 (克)	精饲料	746	875	954
	粗饲料	296	307	164
	合 计	1042	1182	1118
矿物质 (克)	钙	38	40	42
	磷	20	25	26
指标	育肥日数	60	60	60
	日增重(千克)	1.0	1.3	1.3
	期末体重	360	430	500
	(千克)			

育肥期分三个阶段，每个阶段 60 天。

①从生长期到育肥期过渡 20 天，精料量从每日 1.5 千克增至 4 千克。在过渡期每周增加 1 千克精料。粗饲料干物质从 7.2 千克降至 4.3 千克。饲料精粗比由 0.4:1 变为 0.8:1。

②从第 1 阶段过渡到第 2 阶段 10 天，精料量从 4 千克增至 6 千克，每 5 日增加 1 千克。粗饲料干物质降至 4 千克，精粗饲料比从 0.8:1 变为 1.4:1。

③第 2 阶段过渡到第 3 阶段 10 天，精料量从 6 千克增至 8 千克，每 5 日增加 1 千克精料。粗饲料干物质降至 2.5 千克，精粗比从 1.4:1 变为 2.8:1。粗饲料占日粮干物质的 26%，低于 20% 增重减慢。

④育肥期按干物质计耗精饲料 972 千克，粗饲料 660 千克，精粗比为 1.6:1。增加体重 200 千克，精料增重比为 4.9:1。

⑤蛋白质占日粮干物质的百分比，第 1 阶段为 13.4%，

第2阶段为12.9%，第3阶段为12.1%，整个育肥期为12.7%。

⑥整个饲养期（犊牛、生长、育肥）耗精料干物质1473千克，增重443千克，精料增重比为3.3:1。按净肉率55%，出净肉275千克，料肉比为5.4:1。

奶公牛育肥主要是利用其出生重大，前期生长快的特点，在体重达成年牛体重的一半前育肥结束。育肥期仍在快速生长阶段，边高速增长边快速育肥，虽所需日粮营养多，但育肥时间短、维持需要少，总体效益高。

2. 奶公牛育肥的管理

(1) 生长期的管理，生长期舍饲散养或放牧。散养一圈养25~30头，每人管3~5圈，精饲料于每日晚饲时一次喂给。粗饲料分二次饲喂或自由采食。放牧饲养，晚饲只喂精料。随时供足饮水，水槽旁设盐槽供自由舔食。

(2) 育肥期的管理：

①散养或拴养。散养每圈10~15头，每人管6~8圈。开放式或半开放式牛舍，不设运动场，封闭式牛舍设小运动场（每头牛2~2.5平方米），牛舍与运动场相连，自由出入，夏季不另设凉棚，饲槽和饮水槽均在舍内。拴养每头牛1桩或2桩，绳长以拴后不影响起卧为度，限制运动。这种办法缺点是耗劳力多，优点是便于刷拭、单槽饲喂等管理。精料分2~3次饲喂，每次不超过3千克，粗饲料青贮和粉碎干草拌匀后饲喂。上槽时间每次不少于2~2.5小时。

②耳埋增重剂——玉米赤霉醇。每次36毫克。在育肥期开始和屠宰前3个月各埋一次，可提高增重10%以上。

③在育肥期开始注射“一针灵”去势。

④保持牛舍和牛体卫生，是养好育肥牛的重要条件，切

不可忽视。

第二节 改良牛育肥的饲养管理

改良牛指肉用或肉乳兼用品种公牛与本地繁殖母牛杂交所产的后代。包括：

(1) 引进国外纯种肉用公牛或肉乳兼用品种公牛与本地黄牛杂交。如东北诸省和内蒙古引入西门塔尔、利木赞、夏洛来和短角公牛与当地蒙古母牛杂交所产后代。

(2) 引进国外纯种肉用品种公牛与地方良种母牛杂交。如河南省引入夏洛来品种公牛与南阳母牛杂交，山西省引入利木赞与晋南母牛杂交，陕西省引入短角、丹麦红牛品种公牛与秦川母牛杂交等所产后代。

(3) 引入其他地方良种公牛与本地黄牛母牛杂交，如北方地区（主要是东北三省）和南方地区（主要指长江以南湖南等省）引入晋南、南阳等地方良种公牛与本地黄牛杂交所产的后代。其后代表现出明显的杂交优势，出生重增加，体格加大，生长较快，生活力强，在较好的饲养条件下，肉用性能明显提高。国外肉牛业发达的国家主要也是利用杂交牛来生产牛肉。

我国养牛地域广阔，条件不一，品种繁多，个体差异也大，所以在杂交改良时应注意几个问题：

(1) 为中小型母牛和大型母牛的初产牛选择公牛时，公牛品种的平均成年牛活重不宜太大，两品种的成年母牛活重平均差异，公牛品种不宜超过母牛品种 30%～40%，以防发生难产。海福特牛虽属小型肉用品种，但其头型短宽，也不宜与小型母牛和初产牛相配，否则难产者多。

(2) 防止改良品种同一头公牛的冻精在一个地区使用时间过长 (3~4 年), 发生盲目近交。

(3) 由政府部门批准执行的我国黄牛保种区 (场), 严禁引入外品种进行杂交。

(4) 在改良种性的同时要改善饲养管理条件, 否则杂交优势难以发挥。特别是幼年牛的营养水平要改善。那种用饲养地方黄牛的办法来养改良牛, 将造成杂种小牛“初生像它爸, 长大像它妈”的现象, 这并不能表明杂交组合不好, 主要是营养水平低。

(5) 改良代数与饲养条件相一致。改良代数越多, 要求的饲养条件越高。在我国当前的情况下, 广大农牧区仍以生产杂交一代进行育肥较合适。因繁殖母牛要求饲养条件低, 对当地的自然条件适应能力强, 广大农牧民也有养好黄牛的丰富经验。

一、改良牦牛的饲养管理

(一) 新生牦牛的护理

1. 接产: 改良牦牛初生重 22~24 千克, 比本地黄牛初生重 14~16 千克, 重出 8 千克, 提高 50%, 尤其是本×夏和本×西的杂交后代, 提高 60% 以上, 难产稍多, 所以接产是必要的。其原则是以自产为主, 在自然分娩有困难时, 再行助产。

2. 对出生牦牛的处理: 牦牛出生后首先擦去鼻、口腔粘液, 对假死牦牛轻拍胸部以刺激呼吸。让母牛舔干或擦干牦牛身上的粘膜, 也有刺激呼吸和血液循环作用。脐带自然扯断最好, 否则距腹部 8~10 厘米剪断, 挤出脐带内部血液, 然后用 5% 浓碘酊消毒, 以防细菌侵入。去掉软蹄, 有

利于站立和行走。接着称初生重。

3. 早喂初乳：当犊牛正常呼吸并能站立起来时，就有吃初乳的愿望和动作，应帮助吃上初乳。在犊牛吮乳有困难时，可人工挤初乳喂给犊牛吃，越早越好，尽量多吃。

4. 为犊牛准备一个温暖、干燥、卫生的牛舍和铺有厚垫草的牛床，是接产的重要准备工作。保持安静有利于犊牛休息。

5. 在犊牛第一次吃初乳时，补喂金霉素粉剂 0.5 克和可溶性维生素 A 100—200 万国际单位及肌注维生素 E。第 10 日龄肌注亚硒酸钠，预防白肌病。

（二）哺乳期犊牛的饲养

犊牛自己哺乳，省工、省事，也减少很多麻烦。犊牛能及时吃到不受污染的新鲜恒温母乳，每昼夜哺乳 7~9 次，每次 12~15 分钟，消化病很少，身体壮，生长快。

1. 养好产犊母牛：做到产后立即饮温水并加少量麦麸和食盐；日粮中增加精料 1~2 千克；产后 2 个月内免去或减轻劳役；饮足清水；补充矿物质，以促进产奶量的提高。母牛的产奶能力决定哺乳期犊牛的生长速度。

2. 及时补喂犊料：犊牛生后 3 周开始训练吃草料，以刺激瘤胃发育，提高瘤胃功能，补充吃母乳不足的营养。犊料见表 4—9。训练吃料期间，每次喂新料，最好是颗粒料，一般情况下经一周饲喂便可学会自己吃料。2 月龄每天 0.5 千克，第 3 个月龄日喂 1 千克，以后每增加 2 个月龄，日增加精料 0.5 千克，至 6 月龄断奶时日喂犊料 2 千克。平均日喂量 1.5 千克，保证犊牛正常生长发育。

3. 早期断奶：指第 2 个月龄结束，在第 3 个月龄期间，母牛产奶量下降时给犊牛断奶。这样有利于犊牛能吃进更多

草料，直线育肥，也有利于母牛恢复体质，积累营养，生产下胎犊牛。

二、改良牛生长期（8个月）的饲养管理

生长期也称吊架子期，指犊牛断奶后至育肥前的饲养阶段。此期应注意以下几点：

①不追求高速增长，平均日增重 0.6~0.7 千克。

②以粗饲料为主，适当补以精料，满足生长牛对能量、蛋白质和矿物质的需要，保证骨骼的正常发育。

③期末体重达 280~300 千克。每日每头生长牛给混合精料 1 千克（豆饼、麦麸或米糠各 0.5 千克），羊草 2 千克，玉米秸 4 千克或自由采食，食盐 25 克，添加剂 40 克，尿素 50 克。其营养水平：干物质 6.25 千克，综合净能 28 兆焦，粗蛋白质 773 克，钙 40 克，磷 20 克，硫 2 克。蛋白质占日粮的 10%，尿素蛋白占日粮蛋白质总量的 28%。按饲料干物质计，精粗比为 1:4，钙磷比为 2:1，氮硫比为 14:1。

三、改良牛育肥期（6个月）的饲养管理

（一）改良牛育肥期的饲养

育肥期（180 天）平均日增重 1.2 千克，育肥结束体重达 500 千克。育肥期饲养方案及日粮组成，见表 4—21。

表 4—21 改良牛育肥期饲养方案及日粮组成

饲养阶段		1	2	3
育肥日数		60	90	30
精饲料 (千克)	玉米	2.0	3.0	2.5
	大麦	—	1.0	2.0
	豆饼	0.5	0.5	0.5
	麦麸	0.5	0.5	—
	米糠	0.5	—	—
合计		3.5	5.0	5.0

续表

饲养阶段		1	2	3
育肥日数		60	90	30
粗 料 (千克)	玉米秸	3.0	2.0	2.0
	羊草	2.0	3.0	3.0
	合计	5.0	5.0	5.0
添加剂 (克)	食盐	30	35	40
	添加剂	40	45	50
	尿素	50	50	50
干物质 (千克)	精料	3.0	4.4	4.5
	粗料	4.4	4.4	4.4
	合计	7.4	8.8	8.9
综合 净能 (兆焦)	精料	25.8	43.0	43.2
	粗料	16.3	17.4	17.4
	合计	42.1	60.4	60.6
蛋白质 (克)	精料	470	657	678
	粗料	269	277	277
	尿素	132	132	132
	合计	871	1062	1087
矿物 质 (克)	钙	38	40	42
	磷	20	21	22
指标 (千克)	日增重	1.0	1.3	1.3
	期末体重	340	460	500

①育肥期分三个饲养阶段。第1阶段60天，第2阶段

90 天，第 3 阶段 30 天。

②第 1 阶段育肥牛体重从平均 280 千克起至 340 千克，饲料组成从精粗比 1:4 过渡到 1:1.4。精饲料从 1.5 千克增至 3.5 千克。过渡期 15 天，每 5 天增加 1 千克精料，平均日增重 1 千克。

③第 2 阶段育肥牛体重从 340 千克增至 460 千克，是育肥牛的主要阶段。精料量增至 5 千克，精粗比为 1:1，阶段过渡期为 10 天，每 5 天增加 1 千克精料。平均日增重 1.3 千克。

④第 3 阶段育肥牛体重从 460 千克增至 500 千克。此阶段的饲养重点是增加脂肪数量和改善脂肪品质。所以在日粮中增加大麦比例，大麦占精料量的 40%，占日粮干物质的 20%。日粮中精粗比为 1:1。按综合净能计，精粗比为 2.5:1，即精料净能占日粮总净能 71%。

⑤育肥期耗精料 810 千克，粗饲料 900 千克，精粗比为 0.9:1。增加体重 220 千克，精料增重比为 4:1。耗综合净能 9780 兆焦，净能增重比为 44:1。

⑥育肥期蛋白质占日粮的百分比：第 1 阶段为 10.2%，第 2 阶段为 10.6%，第 3 阶段为 10.6%，全育肥期为 10.5%。

⑦全饲养期（20 个月）耗精料 1050 千克，增重 465 千克，精料增重比为 2.3:1。按净肉率 50%，出肉 233 千克，料肉比为 4.6:1。耗综合净能 16500 兆焦，净能（兆焦）增重比为 35:1。

总之，改良牛育肥一是利用杂交优势。二是利用补偿生长作用，可提高生长速度和饲料利用率 10% 左右。

（二）改良牛育肥期的管理

主要是新购进架子牛在过渡期的管理。

1. 改良牛多养在农、牧民户，经选购运输集中。运输前肌注维生素 A 25~100 万国际单位，可以减少掉重。

2. 经长途运输的架子牛 5 天之内不喂精料，只喂优质干草、人工盐、食盐和饮水。第 6 天开始喂精料 1 千克，以后每 5 天增加 1 千克，15~20 天达到育肥精料量。

3. 在 20 天的过渡期间，还有三项工作要做：a. 驱除体内外寄生虫；b. 注射“一针灵”去势；c. 耳埋增重剂——玉米赤霉醇 36 毫克，屠宰前 90 天再埋一次，数量同前。

4. 保持舒适安静的环境。圈舍温暖干燥，厚垫草，尽快恢复长途运输的疲劳，进入正常饲养阶段。

5. 确定饲养方式——散养或拴养。

散养：每圈 10~15 头，每头圈舍 4~6 平方米，饲槽长每头不少于 0.5 米，饲槽 24 小时有饲料，自由采食。精、粗、青贮饲料准备充分。设单独饮水槽，水槽旁设盐槽或盐砖供舔食。这种方式喂牛，省劳力，牛采食有竞争性，增重好而均衡。

拴养：适合小规模家庭饲养，优点是便于控制牛的采食量和生长速度，以及便于刷拭，及时发现病牛等，缺点是费劳力。

6. 按饲养日程，进入正常饲养管理，基本原则是吃饱、喝足、睡好、快长。

第三节 地方良种牛育肥的饲养管理

我国当地黄牛数量多，分布广，适应性强，列入《中国

牛品种志》的有 28 个品种，另外还有 15 个以上的地方类型。《中国牛品种志》是按地理分布区域，将我国黄牛划分为中原黄牛、北方黄牛和南方黄牛三个类型，每个类型又包括若干个品种。中原黄牛数量多，肉质细嫩，产肉潜力大，不经改良也可育肥，并可生产出优质牛肉。

一、良种牛的形成及现状

（一）秦川牛

秦川牛原产于陕西省渭河流域关中平原地区。该地区号称“八百里秦川”，当地牛也因此而得名。总头数约 80 万头。

关中地区地势平坦，气候温和，雨量丰富，土壤肥沃，土质粘重。农作物以粮棉为主，产量高，饲料来源丰富。当地群众饲养牛精心，自古有种植苜蓿喂牛的习惯，全年都喂精料，使牛的骨骼、内脏、肌肉得到充分发育。为适应农耕生产的需要，对公牛选择非常严格，长期的选种选配，得以形成体格高大、外形一致、毛色紫红的秦川牛。又加上秦川牛选育部门积极推广繁育新技术，制订和实施品种标准，使秦川牛由役用向肉役型转变，提高了肉的质量。

秦川牛被毛紫红色和红色居多（约占 90%），体格高大，前躯发达，中躯较长，尻部稍斜，四肢坚实，角小而钝。公牛体高 141 ± 6 厘米，体重 595 ± 116 千克，也有超过 900 千克的。母牛体高 125 ± 6 厘米，体重 380 ± 72 千克。

秦川牛肉用性能良好。据北京市农林科学院蒋洪茂等研究报道，秦川阉牛 10~12 个月龄，继续育肥至 27~28 个月龄，全育肥期平均日增重为 749 克，活重 590 ± 55 千克，屠宰率 63%，净肉率 52.9%，眼肌面积 79.8 平方厘米，肉质

细嫩，柔软多汁，大理石状纹理明显，表现良好的肉用性能。

(二) 南阳牛

南阳牛原产于河南省南阳地区白河和唐河流域。当地气候温和，地势平坦，土地肥沃，耕作层厚，农产品丰富，饲料资源充足，养牛历史悠久。千百年来，当地群众为了农耕和拖运的需要，选择大体格留种牛，并精心饲养管理和选种选配。经过长期选育而形成了体格高大、结构坚实，骨骼粗壮、肌肉发达的役、肉兼用南阳牛。数量约 100 万头。

南阳牛被毛黄色者占 80%，其次是红色和草白色。眼圈、四肢内侧和腹下毛色较浅。鼻镜宽，多为淡红色，多带有黑点。口方大，角形多样，蹄壳以黄腊色、琥珀色带血筋者较多。成年公牛体高 145 厘米，体重 650 ± 170 千克，母牛体高 126 厘米，体重 410 ± 85 千克。

据南阳牛研究所研究，3~5 岁壮龄阉牛，以精料为主的高营养水平育肥 270 天，活重 510 千克，屠宰率 64.5%，净肉率 56.8%，眼肌面积 95.3 平方厘米，胴体中脂肪含量高达 54.6%，肉质细嫩，大理石纹明显，味道鲜美。表明了南阳牛的可育肥性。

(三) 鲁西牛

鲁西牛主要分布于山东省西南部的菏泽、济宁两地区，并以此得名，总数约 45 万头。产区地势平坦，为黄河冲积平原，土层较厚，土壤肥沃，土质粘重，农作物以粮棉为主，饲料来源丰富。饲草以玉米秸、麦秸为主，精料以棉籽饼、玉米为主。鲁西黄牛体躯高大稍短，骨骼细致，肌肉发达，背腰平直、体躯长方，具有偏肉用体型。公牛肩峰高而厚，前躯发达，母牛后躯发育较好。

被毛从浅黄色到棕红色都有，多数牛有完全或不完整的三粉特征，即眼圈、嘴圈、腹下四肢内侧色浅。鼻镜与皮肤多为浅肉红色。毛细软，皮薄而有弹性。成年公牛体高 146 ± 7 厘米，体重 644 ± 108 千克，母牛体高 124 ± 6 厘米，体重 365 ± 62 千克。

鲁西牛肉用性能良好。据菏泽地区测定，在 18 月龄（公 4 头、母 3 头）屠宰的牛只平均屠宰率 57.2%，净肉率 49%，眼肌面积 89.1 平方厘米。肌纤维细，脂肪分布均匀，大理石纹明显，肉味鲜美，很受用户欢迎。

鲁西牛耐苦、耐粗饲，适应性强，尤其抗高温能力和抗结核、焦虫病的能力较强，是其一大特点。

（四）晋南牛

晋南牛原产山西省西南部汾河下游的晋南盆地而得名，总数约 80 万头。晋南盆地素有山西粮仓之称，饲草、饲料资源丰富，养牛历史悠久，黄牛历来作为役畜，当地群众积累了丰富的选种和饲养经验，经长期群众性的本品种选育，形成了晋南牛。育种部门对公牛进行综合评定，有计划选择与留用种牛，并加强对幼牛的饲养管理和培育，对提高晋南牛质量起到了良好作用。

晋南牛被毛枣红色，体躯高大结实，前躯发达，中躯宽度较好，四肢坚实有力。成年公牛平均体高 138 厘米，体重 607 千克，母牛体高 117 厘米，体重 540 千克。

据当地测定，成年牛育肥平均屠宰率为 52.3%，净肉率 43.4%。据蒋洪茂等（1992）研究报告，10~12 个月龄阉牛，经 395 天育肥，平均日增重为 782 克，为晋南牛、秦川牛、南阳牛和鲁西牛四品种之冠，表现出良好的增重性能。经屠宰测定，27~28 月龄，晋南阉牛活重 582 ± 73 千

克，屠宰率 63.4%，净肉率 54%，胴体产肉率 85.3%，眼肌面积 79 平方厘米。这些指标在中原四大黄牛中，均属于高指标值。

中原黄牛还有产于山东省北部滨州地区的渤海黑牛和产于河南中部郟县等地的郟县红牛，也有良好的育肥性能。

二、育肥前的饲养管理

育肥前的饲养管理，指犊牛至育肥开始之前的这一阶段。地方良种牛在此期间的特点是适应性强，耐粗饲，生长慢，与当地农民饲养水平相适应。犊牛跟随母牛吃奶至 6 个月龄以后，在母牛身边长大，与母牛同吃同住同行。条件好长的快点，条件差长的慢些。为实现 1.5 岁体重达 250 千克以上，平均日增重应达 0.5 千克。正常饲养应该是粗饲料干草和玉米秸等任意采食。精饲料 0.5~1 千克/头·日，其中玉米面、豆饼或棉籽饼各半。体重 150 千克以后可用 1.5 千克苜蓿干草代替 0.5 千克豆饼或棉籽饼。尿素 50 克，添加剂 25 克，食盐 20 克。其营养水平：日粮干物质 3.5 千克，综合净能 20 兆焦，粗蛋白质 550 克（包括非蛋白氮折成蛋白质当量 143 克），钙 20 克，磷 12 克，硫 1.5 克。

三、育肥期（10 个月）的饲养管理

（一）育肥期的饲养

育肥期（300 天）分三个饲养阶段。第 1 阶段 60 天，第二阶段 210 天，第三阶段 30 天。平均日增重 0.8 千克，育肥结束体重 500 千克。育肥期的饲养方案及日粮组成，见表 4—22。

表 4—22 地方良种牛育肥期饲养方案及日粮组成

饲养阶段		1	2	3
育肥日数		60	210	30
精饲料 (千克)	玉米	1.0	1.5	2.0
	大麦	—	0.5	1.5
	豆饼	0.5	0.5	0.5
	麦麸	0.5	0.5	—
	米糠	0.5	—	—
	合计	2.5	3.0	4.0
粗料 (千克)	玉米秸	3.0	2.0	2.0
	羊草	1.0	2.0	2.0
	合计	4.0	4.0	4.0
添加物 (克)	食盐	30	35	40
	添加剂	40	45	50
	尿素	50	50	50
干物质 (千克)	精料	2.2	2.6	3.5
	粗料	3.6	3.6	3.6
	合计	5.8	6.2	7.1
综合 净能 (兆焦)	精料	21.8	25.8	32.8
	粗料	14.6	14.6	14.6
	合计	36.4	40.4	47.4
蛋白质 (克)	精料	447	504	562
	粗料	252	256	256
	尿素	143	143	143
	合计	742	903	962
矿物 质(克) 指标 (千克)	钙	26	30	33
	磷	15	20	22
	日增重	0.7	0.8	0.9
	期末体重	300	470	500

第1阶段60天，其中过渡期20天，日粮中精料从1千克增至2.5千克。按干物质计，精粗比由1:4过渡到1:1.6。该期体重从250千克增至300千克。

第2阶段210天，是育肥的主要阶段，育肥牛体重从300千克增至470千克，精料量增至3千克，精粗比为1:1.3。精粗综合净能比为2.5:1.4。即精饲料综合净能占日粮总净能的62%。

第3阶段30天，是改善肉脂肪阶段，大麦占日粮比例20%，占精料量37.5%，日粮中精粗比为1:1。精粗综合净能比为2.3:1，精饲料净能占日粮总净能的70%。

育肥期耗精料900千克，粗饲料1200千克，精粗比为3:4，增加体重250千克，精料增重比为3.6:1。耗综合净能12090兆焦，净能增重比为48:1。

育肥期蛋白质占日粮的百分比：第1阶段为11.4%，第2阶段为12.9%，第3阶段为12.0%。全期为12.5%。

全饲养期（28个月）耗精料1170千克，增重485千克，精料增重比为2.4:1。按净肉率50%，出肉243千克，料肉比为4.8:1。耗综合净能19390兆焦，净能增重比为39:1。

各类育肥牛饲养方案和日粮组成，只是养肥牛的典型范例。养肥牛的饲料广泛，可以根据当地的具体情况而定，选择饲料应参考下列原则：

①精饲料来源应以当地资源最多的饲料品种为主。

②最大限度地利用当地产量多、易收集、优质价廉的粗饲料。

③考虑饲料的适口性、消化率和采食量等因素。

④日粮组成不能影响牛肉品质。

⑤注意饲料的水分含量和贮藏方法。

⑥肥牛的营养需要和增重指标的实现。

⑦大量利用农副产品，如麦麸、米糠等。

⑧充分利用加工副产品，如糟、渣类饲料。糟渣类饲料不能作为育肥牛惟一的饲料来源，可以和青贮饲料、干粗饲料掺配饲喂。白酒糟最好是将麦秸或玉米秸粉碎后作辅料，而稻壳作辅料的白酒糟利用率低。白酒糟占日粮干物质50%以下，效果好。长期喂白酒糟，日粮应补维生素A，每头每日10万国际单位。

(二) 良种牛育肥期的管理

参照“秦川牛高中档牛肉生产技术规范”中的育肥牛的管理部分。

四、秦川牛高中档牛肉生产技术规范（摘要）

本文适用于秦川牛，以及含不同比例秦川牛遗传组成的杂种牛，供以生产替代进口的高档牛肉，提高内销市场的牛肉质量。

1. 育肥牛只的选择

1.1 进行育肥的牛只，需生长发育正常，健康无病。

1.2 育肥牛只的性别与年龄：一般阉牛或母牛，可以从24月龄或稍大年龄开始，而公牛则以13月龄左右开始育肥，最迟不宜至18月龄或以上月龄开始，青年公牛育肥效果更好。公牛24月龄以上，阉牛或母牛30月龄以上的牛只不宜育肥生产高中档牛肉。

2. 育肥期

2.1 育肥期长短依牛只年龄、性别、屠宰时年龄和营养水平而定，并应顾及经济效益。

2.1.1 一般阉牛或母牛，当开始育肥年龄较大时，则育肥期宜短，如24月龄时开始育肥，经过3个月左右育肥饲养即可出栏屠宰，而当18月龄或更小龄时开始育肥，则可经过8个月或稍长一些时间的育肥期。

2.1.2 公牛开始育肥年龄在12个月龄左右时，可以经过6~8月龄育肥期，而当公牛15~18月龄时开始育肥，则宜经4~6月龄的育肥期后出栏屠宰。

2.1.3 育肥期最后2个月，需提高日粮营养水平，以改善肉的成分。整个育肥期中，日粮营养水平高时育肥期宜短些；反之，日粮营养水平稍低时，则育肥期宜长些。

2.1.4 建议适宜屠宰年龄如下：公牛18~22.5月龄，母牛或阉牛22~24月龄。

3. 育肥牛只的营养与饲料

3.1 育肥牛只的营养需要

3.1.1 育肥牛的维生素需要见表4—23。

表4—23 育肥牛的维生素需要 国际单位/千克日粮干物质

种 类	生长肥育阉牛或青年母牛	生长公牛
维生素 A	2200	3000
维生素 D	275	275
维生素 E	15~60	15~60

注：400国际单位维生素A=1毫克β胡萝卜素。

3.1.2 育肥牛的水分需要，见表4—24。

表 4—24 育肥牛的水分需要

气温 (℃)		4.4	10.0	14.4	21.1	26.6	32.2
活重 (千克)	182	15.1	16.3	18.9	22.0	25.4	36.0
	273	22.7	24.6	28.0	32.9	37.9	54.1
	364	27.6	29.9	34.4	40.5	46.6	65.9
	454	32.9	35.6	40.9	47.7	54.9	78.0

注：包括公牛、母牛、阉牛。

4. 牛只的饲养与管理

4.1 育肥牛的饲养

4.1.1 饲养方式分为舍饲和放牧育肥两种。

4.1.1.1 舍饲育肥又分为持续育肥法和架子牛育肥法：

持续育肥法是育肥牛从断奶（6~7 月龄）以后，一直用育肥日粮催肥，直到一定年龄（15~18 月龄）育肥牛达到一定活重（如 400 千克）和肥度出栏并屠宰的育肥方法。这种方法的优点是出栏年龄小，群体效益高，牛肉质量好；缺点是育肥成本大，高营养饲养时期长，精料消耗多。

架子牛育肥法，也称后期集中育肥法。犊牛断奶后，在较低营养水平下，养至 12~18 月龄后，给以较高营养水平的日粮，集中催肥 3~6 个月，活重达 400~500 千克、肥度良好时出栏屠宰。这种方法广泛适用于农区舍饲或牧区所养架子牛育肥。特点是消耗精料不多，成本较低，又可增加周转次数。

4.1.1.2 放牧育肥可与上述持续育肥法结合进行，即犊牛断奶后（北方地区为季节性产犊，断奶多在秋末冬初）给以少量精料或干草补饲，第二年春、夏牧草旺季进行放牧，有条件者在此期间可日喂 1~2 千克配合饲料，促其肥育、改善肉质，待很快抓膘，增重至 350~400 千克以上出

栏。

4.1.2 肥育牛的饲养日粮配合技术要求。

4.1.2.1 肥育牛日粮组分主要是精料和粗饲料。依饲料的种类和营养成分含量，按干物质计，精粗比例为1:2~3。

4.1.2.2 精料中需含有蛋白质饲料和能量饲料各2~3种，粗饲料种类至少含有2种。

4.1.2.3 供给肥育牛的饲料总量，按干物质计为活体重的2%左右，而架子牛（断奶后未经肥育饲养的青年牛）则可以达到活体重的2.4%~3%。

4.1.2.4 严格按照肥育牛的营养需要标准配合日粮，精粗饲料中养分不足时，需加适当的补充料或饲料添加剂（要注意该添加剂的使用说明书）。当补充非蛋白氮尿素以提高日粮粗蛋白质水平时，其用量不超过精料量的3%。喂法要干喂，不得溶于水中饮喂或喂尿素饲料后立即大量饮水。

4.1.3 肥育牛的饲喂方法

4.1.3.1 舍饲育肥牛和出栏屠宰前2~3个月，集中强度催肥的牛只，要喂给按严格营养标准搭配的日粮，以满足牛只增重需要。

4.1.3.2 坚持草、料、槽、水的卫生要求。

4.1.3.3 饲喂日程可以一日2次或3次，但相邻两次饲喂之间间隔不应少于6小时。将日喂草料总量平均分开分次供给。饲喂定时定量。

4.1.3.4 每天至少让牛饮水2次，饮足为止。

4.1.3.5 草料饲喂次序以及草料是否混匀饲喂，按草的口味、质量而定。饲草味香、质高者可以先料后草，否则，可以混合料草或先草后料供给，总精料量每天不超过活

重的 1%。

4.1.3.6 放牧育肥（13 月龄左右越过第一个冬春的青年牛）在陕南草坡或陕北草地上放牧育肥时，应有良好的草原，日可牧食两饱，否则应予以补饲干草和混合精料，以满足长肉积脂的需要。按牧草数量与质量情况，精料补饲量日每头约 1~2.5 千克。

4.1.3.7 用喂役牛的草、料或精料品种单一，饲草仅有小麦秸饲喂，不仅生长慢，日增重低，而且也不可能生产高质量的牛肉。

4.2 育肥牛的管理

4.2.1 实行“六净”：

料净：不含砂石、金属及塑料等异物，不发霉腐败，不受有毒农药污染。

草净：无泥土块，无铁钉、短截铁丝、电线等，不受有毒农药污染。

圈净：勤垫圈、除粪，保持圈舍空气清洁。

槽净：每天清扫，防止草料残渣在槽内发酵或霉变。

水净：饮水要卫生，不饮有毒有害水。

牛体净：每天刷拭，经常保持牛体清洁卫生，特别在夏秋要防治体外寄生虫。

4.2.2 冬季催肥牛只时，要做好圈舍内防风防寒工作，夏季催肥牛只，还要防暑降温。为降低管理成本，宜调整对育肥牛只仅处于夏末和秋季或冬初时间进行育肥工作。

第四节 肥牛基地建设及配套技术

发展肥牛生产一靠市场，二靠科技，三靠政策，四靠投

人，五靠经营。

一、发展肥牛生产的技术路线

在肥牛生产中，没有一套较完整切实可行的技术路线，没有相应的配套技术措施，无法形成科学的生产模式，任何单项技术也难以发挥整体效益，这一点早已被国内外的生产实践所证实。

我国发展肥牛生产的技术路线，应该是“一改二提一利用”，即改良黄牛品种、改善饲养条件、改变传统育肥方式，提高出栏率、提高经济效益，利用改良牛和奶公牛发展肥牛生产。

肥牛生产是一项系统工程，涉及的部门很多，从饲草饲料生产到加工调制，从母牛饲养到繁殖改良，从幼年培育到架子牛育肥，从屠宰加工到产品销售等均为系列化、专业化的生产程序。

肥牛基地建设需要逐步建立起完善的生产服务体系，包括：繁殖体系；饲料生产加工体系；科学饲养管理体系；育肥技术体系；检疫体系；屠宰加工体系；产品销售体系。搞好产前、产中、产后的服务，只有这样才能使肥牛业走向健康稳步发展的道路。

我国肉牛生产重点在农区，全国 70% 的黄牛和 90% 的奶牛养在农区，绝大部分牛肉由农区生产提供。奶牛、肉牛主要是农、牧户个体养殖，发展的重点是养牛专业户、场、村屯。肥牛肉的销售市场主要在国内，不同档次的肥牛火锅遍布城乡、方兴未艾。高档肉块供应涉外饭店，替代进口牛肉，也是重要的销售渠道，销量越来越大。综合看来，肥牛肉市场看好。

二、肥牛生产的配套技术

1. 提高牛源质量

(1) 我国黄牛改良，仍然以引入大型肉用和肉乳兼用品种公牛夏洛来、利木赞、短角、西门塔尔等与本地黄牛杂交，所产一代为主。有条件的地方可开展二元杂交和三元杂交，由级进杂交转向轮回杂交。

(2) 肥牛基地应拟定杂交改良方案，做到改良有序、杂而不乱，大面积提高群体质量。我国已有三种杂交组合模式，可广为采用。

①兼用型西门塔尔和短角牛与北方类型黄牛品种二元或三元杂交。杂种牛含西门塔尔血统多时适合美国、加拿大西方方式生产高档牛肉；含短角牛血统多时，适合日本东方方式生产高档牛肉。

②夏洛来和利木赞公牛与中原黄牛二元或三元杂交，为欧式高档牛肉货源，适宜做牛排。

③皮埃若特和契安民娜公牛与中国黄牛二元或三元杂交，是牛排肉的货源。

2. 大力推广冷冻精液和人工授精技术

①各省应集中饲养良种肉用品种牛，搞好纯繁，提高冻精质量和牛源。

②地、县、乡形成完善的黄牛繁育体系，推广利用细管冻精配种。

3. 积极推广农作物秸秆加工调制技术：农区养牛饲草主要来源于农作物秸秆。必须改变传统的饲喂方法，通过科学加工调制，提高利用效率。重点要推广玉米秸青、黄、微贮，玉米秸揉碎，麦秸、稻草氨化和盐化、热喷膨化等技

术。

4. 开辟饲料资源，生产、饲喂配合饲料：肉牛育肥，不能单靠秸秆类粗饲料，要有一定数量的精饲料。农区要调整作物结构，种植人工饲草和粮料兼用的优质高产作物。研制配合饲料，用适当的高能量谷物饲料，充分利用糠麸、饼渣类副产品，利用尿素等非蛋白饲料，以补充蛋白质饲料的不足，研制肥牛添加剂和尿素矿物盐舔剂等。

5. 科学饲养管理，提高饲养水平：杂种牛和奶公牛生长发育快，日增重高，需要高营养水平的日粮。对幼牛、育肥牛分开饲养，根据各自的特点和营养需要配制日粮，精粗料合理搭配。

6. 推广有效的育肥制度

(1) 犊牛育肥制度：

①全乳犊牛育肥生产白牛肉，多用奶公犊牛。

②犊牛早期断奶直线育肥，生产小肥牛肉。以奶公犊牛为主。

③犊牛直线育肥生产肥牛肉。以改良犊牛和奶公犊牛为主。

④犊牛易地育肥生产肥牛肉，以改良犊牛为主。

(2) 架子牛育肥：先经一般饲养吊架子，最后强度育肥，生产肥牛肉。

(3) 强度快速育肥：3岁以上的架子牛，屠宰前经3~4个月育肥，不能生产高档牛肉，只能改善牛肉品质。

7. 严格检疫制度：肥牛分散饲养、集中育肥是典型的肥牛基地类型。尤其是生产出口活牛和肥牛肉，不能为传染病的疫区。不宜远距离调入架子牛育肥，必须就地组织牛源。严格防、检疫措施，加强疫病防治工作。

8. 加强经营管理 肥牛基地生产经营一体化和复杂化,要求生产经营组织者、科技人员和养殖户都要学习经营管理知识,学会从市场需求、竞争对手、市场价格三个方面分析运筹牛群的动态平衡,加速周转,建立产品直销网络,利用市场经济规律搞好产销,提高总体经济效益。

三、肥牛基地应具备的基本条件

1. 有一定存栏量,适度规模经营。一般存栏量 5~10 万头,改良牛 30%~50%,就有足够批量育肥牛源。

虽然有了一定存栏量,但光靠千家万户自繁、自养、自育,商品生产将受到一定限制,难以推广配套技术和规范化饲养,更不能形成专业化、系列化生产。要有适度规模经营,重点办好专业场、专业户,分散饲养繁殖母牛、犍牛和架子牛,集中育肥肉牛。繁殖户饲养量宜小,育肥户饲养量宜大,规模大小不宜统一规定。

2. 牛群结构合理,繁殖成活率高。合理牛群结构是组织生产、加速周转,提高出栏率的基本条件。基础母牛比例应在 50% 以上。规模经营提高经济效益必须多出栏,快周转,关键是增加繁殖母牛数量,提高成活率。母牛受胎率应为 80% 以上,犍牛成活率达 90%,繁殖成活率在 70% 以上比较理想。

3. 改良牛已成规模、周转快、出栏率高。在生产体系上,用我国黄牛做母本,有不少好处,应有一定存栏量。但要有一定比例改良牛用于育肥出栏才能生产优质牛肉,改良杂种牛不低于存栏牛的 30%。肉牛业发达国家出栏率都在 31%~47%,出栏月龄 18~20 个月,不超过 30 个月龄。按科学计算,把出栏牛年龄缩短为 24 个月龄,繁殖母牛比例

就能达到 45%，出栏率可达 25% 以上，若出栏年龄为 18 个月龄，繁殖母牛比例提高到 60%，出栏率可达 40%，可见缩短出栏年龄，便可加速周转，提高出栏率，明显提高牛的商品率。

4. 产肉量大、商品率高。养牛业成为养殖业中的主导产业，农民收入明显提高。为市场提供大量肉和皮张，商品率 80% 以上。其产值和农民收入超过养猪、禽等其他行业。即可成为肥牛生产基地。

四、望楚生产模式

望楚模式是北京市农林科学院蒋洪茂等人在北京市房山区望楚村肉牛育肥场经几年研究、推广和生产，总结出的适合我国国情的生产高档牛肉的生产经营模式，其特点如下：

1. 一体化的科技服务体系：望楚模式的技术依托单位是北京市农林科学院农业综合发展研究所肉牛研究室。该室把科研、生产、推广紧密结合在一起，以组装（推广、生产）国内技术为主，以探讨（研究）新技术为辅，从架子牛的选择引进、饲养，到屠宰加工、产品销售，实行一体化服务。

2. 一条龙生产体系：包括肉牛饲养配套技术、屠宰配套技术、产品销售检测体系等。这些环节实行一条龙生产，不经过肉牛场育肥的牛不屠宰，产品不经过检测不出售，确保商业信誉。

3. 产品销售一体化 产品直接和用户见面，不经过中间环节，这样既减少流通环节，又能加深产、销双方的商业感情。

4. “一长制”的经营体系：肉牛饲养场、屠宰加工厂、产品销售等均由一个场长管理，实行综合核算，各个环节联产承包，但不独立核算，以减少环节间的扯皮和矛盾。

5. 望楚模式高档牛肉生产流程，见图 4—1。

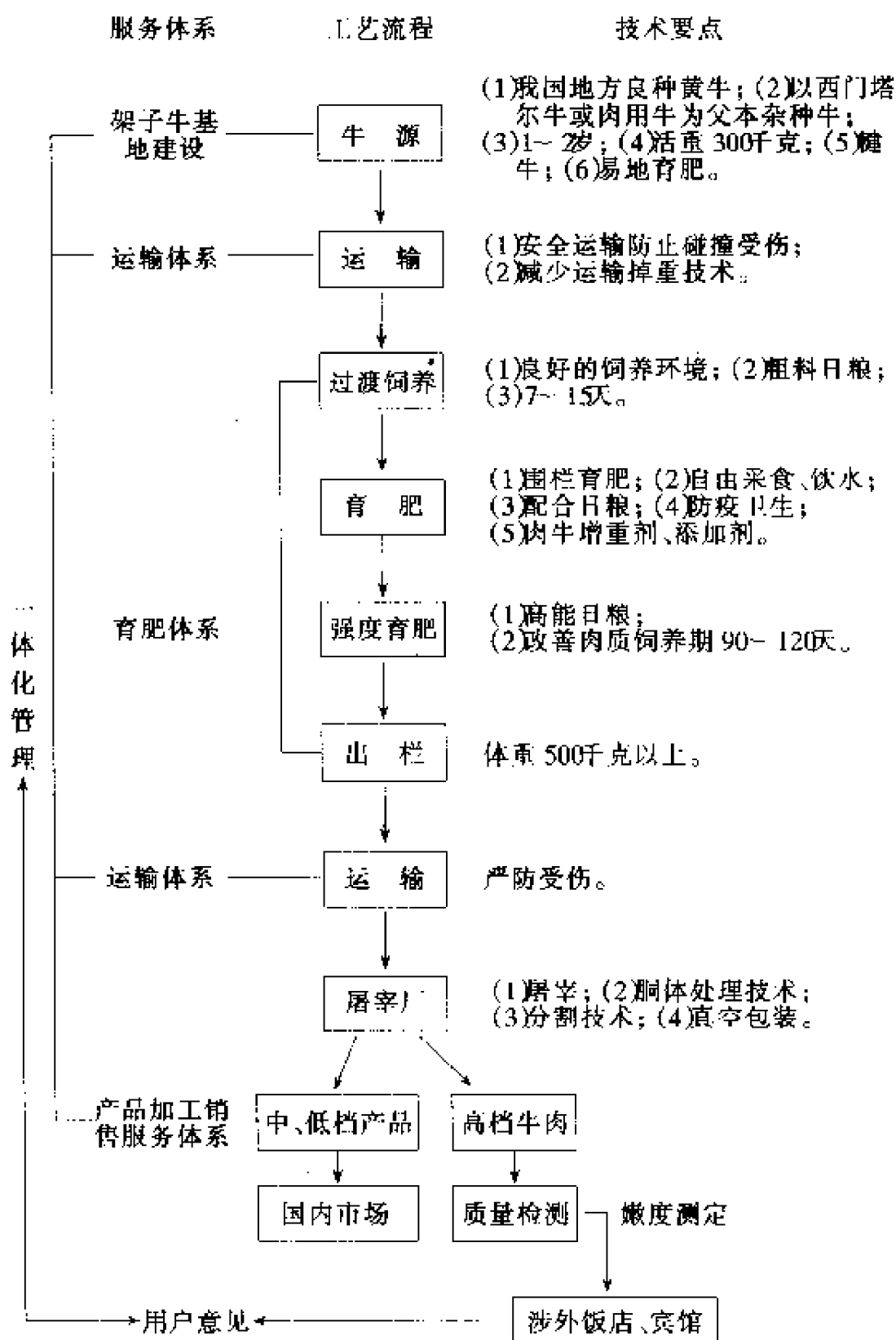


图4—1 望楚模式高档牛肉生产流程图

第五章 育肥牛的常用饲料

凡是能作饲料用的动、植物及矿物质、维生素等，都可作育肥牛的饲料。现按国际通用饲料分类法，介绍育肥牛的常用饲料。

第一节 青干草与秸秆饲料

凡是饲料干物质中粗纤维含量在 18% 以上及每一单位重量含净能值很低的饲料均属此类。

干草系由豆科作物、禾本科作物和其他谷类作物经干燥而成。干草是奶、肉牛的重要饲料，除了提供养分外，对保持牛的消化道固有机能是必不可少的，可对瘤胃微生物活动保持适宜的环境条件。采取种植或利用天然草原的多种禾本科和豆科植物制成干草，如果需要或条件不适制作干草时可制成青贮。

一、干草的比较价值

在奶、肉牛日粮中，干草是一种重要的能量来源，豆科干草也是一种蛋白质来源。见表 5—1、表 5—2。

表 5—1 由干草和其他饲料供给的能量百分比

种 类	干草	其他收获饲草	牧草	全部饲草	精料	合计	注
肥育肉牛	16.3	8.7	5.2	30.2	69.8	100	
其他肉牛	15.5	4.1	71.7	91.3	8.7	100	

表 5—2 干草的比较价值 (按纯干物质计算)

项 目	一 等 玉米粒	整 株 玉米青贮	鲜 嫩 青 草	优质干草	
				紫花苜蓿	伏羊草
TDN (%)	94	69	58	64	53
TDN 价格 (元)	0.93	0.69	0.58	0.64	0.53
CP (%)	8.4	3.2	10.0	15.2	3.2
CP 价格 (元)	0.17	0.07	0.2	0.30	0.06
TDN+CP (元)	1.10	0.76	0.78	0.94	0.59
与玉米比值 (%)	100	69	71	85	53

注：(1) 计算方法参考“美国科学养奶牛”第 176 页；

(2) 饲料营养成分，来源于黑龙江省饲料营养价值表；

(3) 1998 年市场价：一等玉米 1.1 元/千克。

优质紫花苜蓿干草相当于 85% 玉米价值，相当于 123% 整株玉米青贮价值，相当于 120% 鲜嫩青草价值。优质伏羊草（干草）相当于 53% 玉米价值，相当于 77% 整株玉米青贮价值，相当于 75% 鲜嫩青草价值。这表明优质干草在提供可消化营养物质总量和蛋白质上足以与其他二种主要饲料（青草和青贮）相当。

二、干草质量的重要性

干草是饲料，将其饲喂家畜而确定的饲养价值是最后的结果。饲草价值取决于饲草单位重量的能量值和牛的采食量。这二者以早期季节收获的饲草为高，随饲草趋向成熟而逐渐降低。例如适期收割的饲草干物质消化率为 69%，每延迟收割一天消化率下降 0.5%，延迟收割三周干物质消化率为 59%，延迟收割 6 周的干物质消化率仅为 50%。比消化率下降更为重要的是延迟收割导致牛采食量的显著下降，

若适期收割的饲草每 100 千克体重每天所摄取的饲草干物质为 100%，延迟三周为 75%，延迟 6 周仅为 50%。

三、优质干草的特征

优质干草易于家畜采食和消化，并能使家畜有效的利用其中的养分。干草的某些可见的特征可用于估计其质量和营养价值。易于辨认的优质干草特征：

(1) 在成熟早期收割而制成的干草，可以确信其具有蛋白质、矿物质和维生素的最大含量和最高消化率。

(2) 干草多叶，这是高蛋白质含量的保证。

(3) 色泽鲜绿，这表明晒制得当，胡萝卜素含量高和适口性好。

(4) 不含杂草、残梗等物。

(5) 不发霉不含尘土。

(6) 茎梗细嫩柔软，即不粗糙、不僵硬、不木质化。

(7) 具有芳香气味。

肉眼鉴定干草质量很有用处，但有时不太可靠。必要时对干草进行化学分析，其项目有：水分或干物质、粗蛋白质、脂肪、粗纤维、无氮浸出物、灰分（钙、磷、微量元素、胡萝卜素及维生素）。化学测定评价提供科学依据，除了实际饲养试验外，化学分析是评价干草质量最可靠的方法。掌握了化学测定的资料就可更有效的饲养家畜并实现较高的利润。

四、制作优质干草

制作干草的实质内容是：在提供单位面积最大养分产量的最适成熟期收获牧草（并对下次收获不致造成损害），再

进行适当的晒制，使其水分含量由原来的 60%～85% 降至 20% 或更低，制成便于长期保存的干草。

(一) 干草的适时收获

无论禾本科干草作物或混合干草作物，其质量与收获时的成熟程度密切相关。正在生长的未成熟植物蛋白质含量高而纤维和木质素含量低，当其成熟时因纤维含量增加而饲养价值降低。将所有因素都考虑进去，在植物成长晚期之后每延迟收获一天可使营养价值损失高达 1%，见表 5—3。

表 5—3 干草收割适期

干草种类	收割适期
苜 蓿	1/10 开花之前，或顶端开始长出新芽
红 三 叶	早期开花至 1/2 开花期
白 三 叶	盛花期
草 木 樨	开花开始
大 豆 草	1/2 豆荚充分成熟
禾 本 科 草	抽穗至开花期
小 谷 草	籽粒在乳熟期至腊熟期
禾本科—豆科混合干草	以豆科收割适期为准

(二) 干草的晒制

适当的干草晒制方法可保证干草安全贮藏，防止过度发热和长霉，并最大限度地保存干草的多叶性、青绿色泽、芳香气味、营养价值以及适口性。

1. 干草含水量及其估测：新收割的饲草含 75%～80% 水分。干草安全贮藏的最大含水量为：散放干草 25%，打捆干草 20%～22%，铡碎干草 18%～20%，干草块 16%～17%。凡是高于上述含水量者不能用作贮藏，否则发热霉

烂，造成营养损失，并随时可能引起自燃。

估测含水量的方法：(1) 拧扭法：手持一束干草进行拧扭，如草呈轻微发脆，其扭弯部位不见水分，则可安全贮藏。(2) 刮擦法：用手指甲在草茎外面刮擦，如能将其表皮剥下，表示晒制尚不充分，不能贮藏；如剥不下表皮，则通常表示可将干草堆垛。

2. 晒干：无论采用何种方法和收割机械，都要注意以下几点：(1) 刈割的方向应保持一致，以便下道工序即搂集和拾合干草。(2) 干草预制。使用干草压扁机或者在收割机上装置滚筒，在收获的同时将苜蓿草的茎秆压裂以加速其中水分蒸发，这种预制程序可使茎秆的干燥时间与叶柄基本保持一致而减少落叶损失。(3) 草行晒干的时间根据单位面积的产草量、气温、阳光、风和大气湿度而定，尽可能使干草在草行呈凋萎状态，但要避免落叶和过分褪色，干草凋萎的程度大约含水量为 40% 左右，此时叶片已干并未变脆，而茎秆尚未完全干燥。(4) 搂集。待干草在草场充分凋萎，尚具有一定韧性和叶片未落时，则将其堆行风干。如果可能出现明显的叶片脱落现象，只好趁清早露水未干时进行搂集，这样因露水使干草具有韧性而避免大量叶片散落。如果成行干草堆在晾干期间被雨淋湿，待其上部晾干后再翻转过来风干。(5) 堆干草。在二种情况下使用：①在炎热和干旱地区如果干草需要留在草场较长时间而避免落叶损失。②当暴风雨迫在眉睫为保护干草采取的紧急措施。

五、干草的贮藏

干草的贮藏方法各地区不同。在秋季和初冬降雨甚少的比较干旱地区，散放或打捆干草可以获得十分满意的贮藏效

果。使用添加剂和防腐剂效果也很好。

(一) 使用添加剂

在堆垛的每吨新干草中添加 10 千克食盐，具有防止过度发热和发酵作用，还可提高不良质量干草的色泽、香味和适口性。

(二) 使用防腐剂

根据干草含水量的多少而定，一般为 1% ~ 1.5%。酸性防腐剂仅在干草必须于高含水量打捆的情况下施用。当含水量为 20% ~ 25% 的豆科干草，加丙酸 0.5%，含水量达 25% ~ 30% 的干草，加丙酸 1%。在干草进入打捆室时将防腐剂喷洒其上，就可以收到较好效果。而含水量低于 25% 的禾本科干草和含水量低于 20% 的豆科干草，不加任何防腐剂可以很好保存。

六、干草的自燃

潮湿的干草发酵并产生热，有时会引起自燃和火灾。常发生于贮后 4~6 周之内。

(一) 发热的迹象

凡手感发烫，闻到强烈燃烧气味以及见到烟雾均为危险征兆。

(二) 发热干草的处理

用一根金属棒探查干草可以确定发热点。用导管温度计测定发热点的温度。如果温度超过 60℃，要白天定时检查，达 70℃ 时应每小时检查一次，达 80℃ 时，该发热点为易着火的火穴，必须从草垛中搬开。当火灾迫在眉睫并且必须搬开时，重要的是近处要有充分的水，包括消防队的援助，然后将干草谨慎地搬走，除非必要，不将干草淋湿。最好是通

过导管将热量排除，也可使用干冰和二氧化碳（液体）。

七、干草的饲喂

（一）干草的饲喂方法

干草可以采用自由饲喂法和限量饲喂法。

1. 自由饲喂法：在饲槽或草架内盛满干草任牛不受限制地采食。

2. 限饲法：是将粗精料二者的供给量以人工的方法饲喂，或者使用完全配合日粮进行人工饲喂。配合日粮优点：提高饲喂效率并减少牛在饲槽里挑食；在干草适口性较差的地方，配合日粮可以提高采食量；在需要限制精料采食时，将干草予以混合。

（二）干草的饲喂程序

禾本科干草可以任牛尽量采食不受限制，但豆科干草应使牛习惯，适应后逐渐增加饲喂量，否则会引起牛膨胀或拉稀。

（三）注意危险物

打草捆的铁丝断节和其他金属物、碎片、针、钉等，如果随采食干草误咽，它们可能穿刺牛的胃壁而损伤心脏，甚至可能致牛死亡。因此，在拆开草捆时要将整节铁丝拉掉而不应只将其剪断，并要将拆捆的铁丝折叠好集中，不能随地乱扔，混入饲草造成隐患。

八、优质牧草

（一）紫花苜蓿

紫花苜蓿为优良豆科牧草，在我国已有两千多年的栽培历史，播种地域广泛。苜蓿的适应性广、产量高、质量好，

还能改良土壤、提高肥力、防止水分流失，就其适应性和经济价值来说，远较其他牧草为优。所以，有“牧草之王”美称。

紫花苜蓿喜欢温暖、半干旱气候，蒸腾系数大，需水量较多。根系发达，能吸收土壤深层水分，抗旱能力较强。喜欢钙质及腐殖质较多的土壤，适于中性或微碱性土壤，在含氯盐 0.3% 的盐土上能良好生长。抗寒能力强，能忍受冬季 -30°C 以下的严寒，有雪覆盖的情况下， -40°C 也能安全越冬。不耐水淹，水淹 24 小时以上，造成死亡。地下水位过高不宜种植。

春、夏、秋播各有特点。春播多在墒情好、风沙危害不大的地区采用。夏播常在春季土壤旱、晚霜较迟的地区进行。秋播大致同冬麦相似，优点是墒情好，生长早，杂草少。寒冷地区常常冬播，在土壤开始封冻时播种，第二年春季出苗早，便于春季抢墒，可以提高苜蓿的抗寒性和抗逆性。

春播苜蓿，当年可收草 1~2 茬，夏播当年不收草，第二年以后可收 2~5 茬。苜蓿产量的高低和生长快慢，与土壤水分和气温有关，土壤水分充足时，产量显著增加，土壤水分较少时，产量增长较慢。第二年以后的苜蓿，不同地区收割次数不等。水肥较好的情况下，可亩产 5 吨以上，收干草 1 吨。

苜蓿茎叶中含有丰富的蛋白质、矿物质，以及多种维生素。干草中粗蛋白质为 17%~20%。苜蓿叶片多，为鲜重的 50% 左右，叶中粗蛋白质比茎高 1~1.5 倍，占全株含量的 70%~80%，叶中粗纤维比茎少一半以上，收割时应减少叶的损失。再生草叶量较多，茎柔软，含粗纤维少，无氮

浸出物高，故营养价值高。见表 5—4。

表 5—4 苜蓿茎叶营养成分 (%)

部 位	成 分	水分	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	灰分	采样日期	生育期
头	叶	11.5	26.6	3.3	14.8	34.4	9.4	8月4日	开花
茬	茎	2.3	10.2	1.4	47.7	32.7	5.7	8月4日	开花
草	全株	6.6	17.9	2.3	32.2	33.6	7.4	8月4日	开花
再	叶	10.9	23.0	4.2	14.9	40.0	7.0	9月30日	开花
生	茎	2.1	12.2	1.7	39.8	39.2	5.0	9月30日	开花
草	全株	6.7	17.8	3.0	26.9	39.6	6.0	9月30日	开花

苜蓿是优质的蛋白质、维生素饲料，适口性好，各种家畜都喜欢吃。苜蓿通常用于放牧、青饲、调制干草、干草粉、颗粒料以及青贮料，而以调制干草为主。调制干草时要选好天气，青草割下后先于田间干燥，含水量降至 20% 时，打捆垛起。优质干草色绿、味香，长期贮存不变质。苜蓿含蛋白质高，含糖较低，青贮时应采取措施，晾晒或加糠麸使含水量降至 60%—65% 或加湿重 0.4% 的焦亚硫酸钠或掺 20% 左右的玉米秸秆或禾本科牧草混合青贮，制成优质青贮饲料，是育肥牛的好饲料。

(二) 羊草 (碱草)

羊草为禾本科羊草属植物。羊草具有非常发达的地下横走根茎，其上有棕褐色纤维状的叶鞘，根茎上有节，长出不定根，形成强大的须根系。抗寒和抗旱能力较强，适合于在寒冷干燥地区生长，-40℃ 可以安全越冬。喜湿润沙质栗钙土和黑钙土，还较耐盐碱化土壤。要求排水良好，土壤疏松，不耐水淹，长期积水后常常大量死亡。

羊草在播种当年生长非常缓慢，植株纤细，常有死苗现象。返青后的新株健壮，生长也较快。到第四年可亩产干草200千克以上。

羊草品质好，适口性强，牛、羊都喜爱吃。适于制作干草，也是放牧场上的优良牧草。其营养成分见表5—5。

表5—5 羊草营养成分(%)

样 品 \ 成 分	水分	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	灰分
全 株	10.10	6.76	1.22	35.46	40.45	6.01
全 株	9.94	13.35	2.58	37.57	31.45	5.11

羊草留茬高度对产草量和草场保护有较大影响，适宜的留茬高度为5~8厘米。收割的羊草晒干一天后，可用大耙搂成疏松的小堆，使之慢慢阴干，然后再集成大堆，待含水量降至16%左右时即可收贮。这样调制的干草，气味芳香，耐贮藏，适口性好。也是育肥牛的好饲料。

九、秸秆饲料

秸秆饲料是指各种作物收获籽实后的茎秆及叶片。如稻草、谷草、麦秸、玉米秸及各类豆秸等。秸秆饲料的特点是体积大，适口性差，干物质中粗纤维含量高，可达30%~45%，其中木质素含量为7%~12%，木质素不仅不能被牛利用，还影响其他物质的消化。每千克干物质约含6300~8300千焦耳代谢能；蛋白质含量低、质量差，但豆科秸秆较高，一般在9%~10%，而禾本科秸秆仅4%~6%；矿物质含量较高，一般在6%~8%，虽稻草高达16%，但大部分是硅酸盐，无营养价值，有营养价值的钙、磷等含量却很少。

秸秆饲料虽然营养价值不高，但资源丰富，价格便宜，是农区养牛的主要粗饲料。为了提高秸秆的饲用价值和喂饲效果，采用秸秆氨化、碱化、盐化等多种方法，取得一定效果。对奶公犍牛育肥，单独以秸秆作日粮不能满足营养需要，必须用精料或其他饲料来补充其不足。

第二节 青 饲 料

这类饲料水分多，青绿幼嫩，可供放牧，也可于刈割后直接饲喂家畜，一切草地牧草和青绿饲料均属于此类。

一、优良青绿饲料的特征

1. 具有高度营养性，富含蛋白质、维生素和矿物质，而纤维含量低。
2. 适口且幼嫩青绿多汁。
3. 放牧或青割舍饲均比喂青贮或干草便宜。
4. 由于含水量高，即使吃饱可能还满足不了营养需要。
5. 消耗在草地放牧活动的能量，增加了维持需要，可高达40%。青刈牧草舍饲增加运输量，比干草多2/3。
6. 青饲料不能长期存放，几乎每天都得收获。这在阴雨天气里带来不少麻烦。
7. 可使牧草的水分、色泽、养分以及浪费的损失减少至最低限度。青饲料牧草损失2%，贮藏饲草舍饲为11%，放牧为30%~40%。

二、适量使用青饲料

在肉牛育肥中，除育肥期严格控制使用青饲料量外，其

余各阶段均可适量的饲用青饲料（放牧或舍饲）。

第三节 青贮饲料

一切饲料用青贮方法保藏的，均称为青贮饲料。青贮饲料是发过酵的牧草植物。

一、青贮饲料的优缺点

（一）青贮饲料的优点

1. 青贮饲料原料广泛，凡是对家畜适口而营养丰富的作物同样可以制成适口而营养丰富的青贮。除玉米和高粱作物外，还有禾本科牧草、豆科牧草和其他饲料作物。像小谷类作物、粮食加工副产品、块根作物和各种蔬菜残渣等也可用来制作青贮。

2. 青贮比制作干草能保存更多的植物养分。制作牧草青贮可保存 85% 的饲料价值，而制作干草在最有利的条件下可保存 80%，在不良条件下，仅保存 50%~60%。

3. 青贮所需要的单位重量干物质贮藏空间比干草小 3 倍，并能避免火灾。而且能在恶劣的气候条件下制造出优质饲料。

4. 青贮是对整株玉米和高粱进行加工、贮藏的最经济形式，饲喂玉米青贮比饲喂玉米粒和秸秆的饲养价值高 30%~50%。

5. 青贮是非常适口的多汁饲料，而且具有轻泻性，整个植株的各部分都能被牛采食，减少浪费。在保持蛋白质、碳水化合物和胡萝卜素的营养成分方面优于其他任何保存方法。并且可贮藏多年不变质。

6. 饲喂青贮可以实现饲喂操作的完全机械化，从而节省劳力和时间。

(二) 青贮饲料的缺点

1. 为获得最佳效果，需要青贮塔（窖）或贮藏建筑以及其他特殊设备，与田间晒制和贮藏干草比较起来需要较高成本。

2. 青贮维生素 D 的含量比晒制干草低得多。

3. 青贮由于含水量高，因而它需要装卸的重量比同样干草大 2~3 倍。

4. 青贮与干草相比，是一种昂贵的饲草保存方法；青贮饲料与放牧相比，减少了还原于土壤有机物质的数量。

二、青贮饲料的发酵过程

制作青贮的过程，指的是将能引起发酵的含有充足水分的饲草或饲料贮藏于青贮塔（窖）内，在没有空气的情况下所发生的一些变化。整个发酵过程需 2~3 周。

(一) 需氧活动

牧草中活的植物细胞继续呼吸，消耗陷进青贮料中的氧气，产生二氧化碳和水并释放热量。与此同时，需氧的酵母菌和霉菌生长旺盛大量繁殖，这个时期甚短。如果所选用的原料得当并遵照制作优质青贮的正确步骤，则温度很快升至 35℃。

(二) 厌氧活动

当可利用的氧气消耗完时，厌氧菌以惊人的速度繁殖，同时霉菌和酵母菌死亡。但仍然以产生酒精和其他最后产物的酶系统小规模地继续活动。这种联合的厌氧活动引起下列变化：

1. 碳水化合物和糖分解为乳酸、乙酸、乙醇和其他酸类。
2. 小量的蛋白质分解为氨、各种氨基酸、胺和酰胺。
3. 达到能使细菌本身死亡的酸度。最适 pH3.5~4.5。至此，制作青贮过程结束。

三、青贮建筑

(一) 青贮建筑具备的条件

几乎任何种的容器都可用来贮藏青贮饲料。良好的青贮建筑具备的必要条件是：

1. 其大小应与每天饲喂牛的头数及种类、饲喂青贮期的长短以及可利用制作青贮的饲草数量相一致。
2. 建筑物的四壁边墙要陡直而光滑，以防形成气穴。包括不使青贮塔门周围的空气进入塔内。
3. 应有足够的深度从而有利于更好填实和更小的总体暴露的表面积。
4. 为剩余的液汁采用排水沟，或者采用砂砾底作好充分防备。
5. 青贮（塔）应建在贮运方便，地势较高的地点，在任何天气情况下都能自由出入。

(二) 常用青贮建筑种类

决定青贮建筑种类以及选用的建筑材料，主要取决于费用和适应农、牧场的特殊需要。

1. 青贮塔：是一种在地面上修造的圆筒体。圆筒形状可以充分承受压力并适于充分的填料。青贮塔是永久性的建筑物，因此它的建造必须坚固，可供长期使用。其最初成本是所有类型中最昂贵的。其优点是持久耐用，青贮损失少，

约 6% 左右。在严酷的天气里饲喂方便，并能充分适应装卸自动化。

2. 青贮窖：是一种建造迅速、费用低的横向或水平的壕沟状建筑。在气候不十分恶劣以及排水良好的地区非常普遍。贮窖的四壁可以或不砌衬，但壁面必须光滑。窖底可以或不必铺垫。窖的上部要宽于下部，窖底应向一边倾斜以排走过多的青贮液汁。青贮窖的优点是开始造价低，并易于建造。缺点是密封的面积大，损失率高达 10% ~ 20%，在恶劣的天气里饲喂不方便。

3. 自饲青贮堆：是一种横向的青贮保存装置，形状如长形壕沟，与青贮窖不同的是它设置在地面上。通常以混凝土作底，两侧可用混凝土、木板或是其他材料作壁。宽度 5 ~ 6 米，长度根据贮料量灵活设计。一端连接运动场和可移动的围栏、饲槽或电动传送带，使牛自食青贮。这种青贮堆是一种非常有效的节约劳力措施。但损失率最高，可达 20% 以上。

四、确定青贮料的含水量

（一）抓握法

抓一把经过切短的牧草，用力握紧一分钟左右，然后将手慢慢放开，观察手心的牧草球团情况：

1. 液汁自由流动或在手指间可以见到液汁，此时的含水量约为 75% ~ 80%，太湿。如不经处理不能制成优质青贮，否则将会损失大量液汁和养分。

2. 草团维持圆球形状，手湿润，此时的含水量约为 68% ~ 75%，尚需必要的田间摊晒和萎蔫，否则制成的青贮气味强烈。

3. 草团在手心缓慢散开，手上不出现水分，此时的含水量约为 60%~67%，不需任何处理，这是制作豆科作物青贮的最适状态。

4. 草团随着手放开而立即松散，此时的含水量约为 60% 以下，只有十分幼嫩的牧草作物才能保险地制作青贮，其他作物将会在塔（窖）内生霉。

（二）烘箱干燥法

任何种类的牧草样品按以下程序在大约 1 小时内得出含水量结果：(a) 称一空盘重量；(b) 盘中铺开一薄层的牧草样品；(c) 再称盘和牧草的总重；(d) $c - a =$ 牧草样品重量；(e) 将盘和牧草样品放进预热的烘箱内（135℃），如烘箱无通风口，可将箱门稍微启开；(f) 样品快干时，将盘取出称重，然后以 5~10 分钟间隔重复称重，直至重量稳定时止。记录盘和样品的最后重量；(g) $f - a =$ 干燥样品重量；(h) $d - f =$ 牧草样品的水分重量；(i) $h \div d \times 100 =$ 牧草样品含水量（%）。

五、装填和密封

（一）块速装料

青贮塔（窖）的装料一旦开始，就应尽快装满，尽量避免在装满和密封之前受到损失。一般来说，应在 2~3 天之内将一座青贮塔装满。大型千吨贮窖的装填也不应超过 1 周装满。

（二）彻底填实

为了避免塔（窖）内出现气穴和霉烂现象，必须使任何种类的铡碎青贮料在塔（窖）内分布均匀和彻底填实。并由 1 人或数人在上面踩踏。对萎蔫的牧草、茎秆中空的牧草以

及超过最适青贮收获期的已经成熟和干燥的青贮料，任何时候都必须彻底踩紧，尤其是靠近塔壁四周，青贮窖的填实要使用拖拉机压实。

(三) 严密封口

严密的封口和顶部加盖对于防止青贮过多损坏是十分必要的。特别是牧草青贮，因表面容易干燥，靠近窖壁因青贮缩水而出现空隙，因此在封口前务必将上部铺平并在靠近四壁处用力踩踏。同时，要用大于塔（窖）直径的结实塑料布等，予以严密覆盖后在上面压以重物。

六、青贮饲料的种类

多种多样的饲料作物都可用来制作青贮。

(一) 整株玉米青贮

单位面积整株玉米青贮所得到的总消化养分比其他任何作物都多。同时易于制作，在良好的青贮塔（窖）内几乎可以无限期保存。

1. 适期收获：玉米在生理上成熟时是获得最高产量和营养质量的最适收获期。其标志是靠近籽粒尖端的数层细胞变黑而形成“黑层”。黑层测定可以从玉米穗中间剥下几粒玉米，将其纵长劈开或将其尖端切开，如出现黑层即表示谷粒生理上成熟。黑层期的玉米粒通常出现凹痕，表面有釉光，在植株下部有4~6片叶子变成黄褐色。此时作物的含水量约为60%~67%，即可开机收获。在1~2周内进行收获可使干物质和营养成分损失极少。

2. 切碎的适当长度：切碎长度直接影响青贮料的填实程度，从而影响其保存质量。玉米青贮切碎的合适长度为3~4厘米占15%，其余85%应3厘米以下。

3. 控制含水量：含水量是决定青贮质量的最重要因素之一。试验研究和实践经验证明制作玉米青贮的最佳含水量为 60%~65%。控制含水量的最好办法是成熟期收获。含水量偏高时，切得长些或长的比例大些。含水量高的缺点：①使过多的液汁渗漏而损失养分。②酸度高且易产生丁酸和其他不合乎需要的酸类，降低青贮饲料的适口性。③玉米青贮在乳熟期收获，除含水量高达 75% 以外，粗纤维含量偏低。以玉米青贮为惟一的粗饲料日粮时，将会引起牛拉稀。对含水量高的青贮料可混以 5%~20% 的粉碎干草和秸秆或干甜菜渣等。

含水量偏低时，①含水量 50%~60%，可用高的普通青贮塔制作优质青贮饲料。②用青贮窖贮藏可尽量切得短些或短的比例大些。③与含水量高的作物混贮。

4. 添加尿素的玉米青贮：玉米作物的蛋白质相对较低，粗蛋白质含量在湿饲时仅为 1.6%，按干物质计算为 6.4%。添加非蛋白氮（NPN）最常用的是尿素。在青贮塔（窖）装料时对 1 吨玉米青贮添加 5 千克尿素（即 0.5%）可使湿饲时的粗蛋白质含量提高到 3.0%，或按干物质计算提高到 12.0%。这种整株玉米青贮—尿素的混合青贮，对大多数饲喂纯青贮日粮的幼牛，可以满足其对蛋白质的需要。

优点：①提高了粗蛋白质含量并能被瘤胃细菌有效的利用。能减少为平衡日粮需要所补充的蛋白质饲料的用量。②不至于引起任何家畜的拒食问题。而尿素—谷物的混合饲料可以发生这个问题。③它可使玉米青贮更加稳定，即青贮自窖内取出后较少的继续发酵或发热。

缺点：①出现渗漏和氨气损失，即使在理想条件下，尿素也可能损失 10%，平均为 20%。塔（窖）内有氨气积聚，

应特别谨慎小心。②由于所有青贮中均含有相同数量的尿素，因而影响饲喂调节的灵活性。若青贮太干，它可降低采食。③注意硫的补充，为了避免可能的硫缺乏，应达到不大于 15:1 的氮硫比。可在 100 千克食盐中混入 8 千克硫酸钠。（每天每头牛食 50 克为依据计算的）。

（二）整株高粱青贮

高粱作物在其籽粒变硬时，即可收获制作青贮。“丽欧”高粱、蔗高粱等甜茎型高粱青贮，每亩可获青绿多汁茎叶 4000~6000 千克，籽粒 200~300 千克，甜茎型青贮高粱虽然茎皮纤维稍硬些，但糖分含量要比玉米高 10% 左右，乳酸发酵良好，青贮品质甚佳。特别在不宜种植其他作物的涝洼地种植，也将获得高产。

（三）玉米秸青贮

收获籽实的玉米，每亩可获玉米秸 500~700 千克，最高可达 1000 千克。青贮的收获适期在籽粒腊熟中、末期，即当剥开苞叶籽粒已呈硬腊质状，此时茎和上部叶仍为绿色，全株含水 40%~50%，而“站秆绿”品种含水可达 60% 以上，茎髓含糖 7%~9%，粗蛋白质含量在 2%~3%。利用籽实收获后的玉米秸青贮时，要先把果穗掰下来，当即将秸秆边割、边运、边贮，以防水分散失和糖分转化。含水 50%~60% 的青玉米秸青贮，可制成酸、甜、香俱全的优质青贮料。含水量较少（低于 40%）的玉米秸，可与新鲜的多汁原料混贮或加水调湿青贮。要切短、压实、密封，虽然青贮品质欠佳，但也比干玉米秸好得多。

（四）鲜稻草尿素青贮

割下水稻立即脱粒，将含水量 30% 以上、含糖 3%~4% 的新鲜稻草，切成 2~3 厘米长的碎段，加水拌湿，使其

含水量达 60%~70%，再均匀加入湿稻草重的 0.5% 尿素，入贮、踩紧、封严，经 30~40 天即完成乳酸发酵过程，这种青贮料能达到增进饲料品质，提高利用效率的目的。

(五) 小叶樟和莎草青贮

小叶樟是高营养的细茎草类，富含蛋白质和碳水化合物，青刈青贮最易成功，且品质优良。表 5—6。

表 5—6 小叶樟青贮饲料的营养成分和品质

处 理	性 质	干物质 (%)	饲 料 中 (%)					品质评定
			粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	灰分	
鲜草单位	原料草	92.2	7.7	2.6	33.8	41.9	6.2	—
	青贮料	92.8	7.3	2.7	27.0	50.8	5.0	优良
鲜草+20% 麦麸混贮	原料草	92.3	11.7	1.7	24.2	48.2	5.5	—
	青贮料	91.0	12.4	4.4	21.7	46.5	6.0	优良
鲜草+10% 干草混贮	原料草	90.9	7.2	1.4	29.9	47.0	5.4	—
	青贮料	91.9	6.7	2.6	29.3	48.1	5.2	优良
鲜草+野 豌豆混贮	原料草	91.9	14.6	1.1	28.2	42.8	5.2	—
	青贮料	92.2	12.8	2.1	29.3	43.0	5.2	优良

莎草也叫三棱草，其中有塔头苔、乌拉苔等约十余种。莎草萌发早，生长快，很容易老化，因此除早期放牧利用外，另一利用途径是调制青贮料。将莎草与小叶樟混合青贮发酵，质地细软，酸甜醇香，分不出哪是小叶樟哪是莎草，从而提高了劣质莎草的利用率。小叶樟和莎草一般在抽穗至开花期刈割青贮。小叶樟开花成熟后，不久就从茎的中部和上部发出更多分枝，可使叶的比率由 50% 提高到 60% 以上，因此小叶樟在全生育期都能青贮。

生长小叶樟和莎草的草地，地势低洼，夏季积水。这些

饲草难以调制成干草，所以大量饲草不能充分利用。青刈青贮，则是充分利用这一资源最有效的办法。

(六) 紫花苜蓿青贮

紫花苜蓿不仅产量高，品质好，因根长且能固氮，改土肥田作用显著，因而种植面积日渐增加。用紫花苜蓿晒制成优质干草，因植株茎和叶柄粗细相差悬殊，茎晒干时，叶柄已干脆易折断，所以掉叶率高，营养损失严重，而在天气恶劣情况下，不能制成干草，且易霉烂。若制成青贮其营养成分与鲜草相似，显著高于干草。见表5—7。

表 5—7 紫花苜蓿不同调制方法营养成分比较

处 理	干物质 (%)	干 物 质 中 (%)					品质评定
		粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	灰分	
鲜草	30.6	18.2	2.4	26.9	47.0	5.5	—
青贮料	32.4	17.8	2.8	28.4	45.0	6.0	优良、营养损失少
干草	31.2	14.4	3.1	32.1	43.3	7.1	—

紫花苜蓿青刈青贮时，刈割期为始花期。鲜草的含水量在85%以上时，要晾晒半天到一天，到含水量降至60%~65%时再贮。若天气不好而不能晾晒预干时，则应添加5%~10%的米糠、麦麸或草粉等干物调节水分，以促进乳酸发酵。按每吨苜蓿加入4千克(0.4%)焦亚硫酸钠对改进苜蓿青贮气味，减少胡萝卜素损失也有明显作用。

(七) 草木樨青贮

草木樨含有牲畜所厌食的香豆素，适口性不好，刚喂时牛很少吃或根本不吃，晒制干草适口性也不佳。草木樨经青贮发酵后，香豆素被分解一部分，从而提高了适口性。营养成分与鲜时状态相似，显著高于干草。

草木樨青贮要在现蕾至开花期刈割，刈割过早草质含水

量大，青贮品质劣，而开花以后刈割则茎多叶少，质地粗老，品质也不佳。草木樨含氮多，单贮时乳酸发酵不良，适口性不好，所以与青玉米秸、水稗草、苏丹草等混贮，按重量 1:1 粉碎或切短混拌均匀，踏实、密封，经 30~40 天即可启用。

(八) 甜菜丝青贮

甜菜丝为制糖工业的大宗副产品，也叫甜菜渣子。甜菜丝营养较好，每 10 千克甜菜丝相当于 1 个饲料单位，约等于 1 千克高粱或 1 千克燕麦的饲料价值。甜菜丝贮后其营养成分并未减少，见表 5—8。且已变得酸香适口，可长期贮存不变质。

表 5—8 甜菜丝营养成分比较

类别	干物质	干 物 质 中 (%)					总能 (兆焦/千克)	可消化蛋白质 (克/千克)
	(%)	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	灰分		
新鲜	7.0	8.6	—	20.0	67.2	4.2	17.61	48
压榨	15.0	8.8	—	20.0	66.5	4.7	18.02	52
青贮	11.6	8.6	1.7	20.0	62.0	7.7	17.94	60

甜菜丝生产集中、产量大，可采用土窖或水泥窖青贮。装填时只要踏实，封严，都会获得具有浓厚水果香味的优质青贮。

新鲜甜菜丝含水量 80% 以上，最好在地面上堆积数日，渗出部分水后再贮，不但增加贮量并有更好的品质。也可用机械压榨，将含水量减到 60%~70% 的适宜青贮状态，装贮后使之顺利完成乳酸发酵过程。经 30 天左右即可启封饲用。

第四节 能量饲料

凡饲料干物质中蛋白质 ($N \times 6.25$) 含量低于 20% 和粗

纤维含量低于 18% 的饲料均属于此类。

一、玉 米

玉米是奶公犊牛快速育肥的主要能量饲料，占饲料量的 60% 以上。

（一）玉米的营养特点

据采样测定，玉米干物质 87%，粗蛋白质 8.6%，粗脂肪 3.5%，粗纤维 2%，无氮浸出物 72.9%，其消化率高达 90%，灰分 1.4%，钙 0.08%，磷 0.21%，消化能 14.47 兆焦/千克，综合净能 8.06 兆焦/千克，肉牛能量单位 1.0RND/千克。

玉米的亚油酸含量达 2%，亚油酸为十八碳二烯脂肪酸（缩写 $C_{18:2}$ ）它不能在动物体内合成，只能靠饲料提供，是必需脂肪酸。玉米在日粮中配比达 50% 以上，则仅玉米即可满足动物对亚油酸的需要量。黄玉米含有丰富的叶黄素和胡萝卜素，对我国北方地区漫长冬季在饲养上有特殊意义。

玉米的蛋白质含量偏低，且品质欠佳，氨基酸组成不平衡，赖氨酸、蛋氨酸和色氨酸含量不足。配制日粮时与大豆饼、粕和鱼粉搭配，较易达到氨基酸之间的平衡。

（二）玉米的贮藏特点

1. 玉米含水量高。玉米籽粒在收获时虽已达到成熟期，但果穗外叶仍包着，在植株上得不到充分的日晒干燥，籽粒水分高达 25%~35%。

2. 成熟度不均。同一果穗的玉米籽粒其顶部与基部的授粉时间不同，致使成熟不均，脱粒时易破碎，破碎的玉米极易感染微生物产生霉变。

3. 胚大、呼吸旺盛。玉米胚占全粒的 $1/4 \sim 1/3$ ，胚部富含蛋白质、无机盐和可溶性糖，所以吸湿性强、呼吸旺盛。据测定正常玉米的呼吸强度比麦类大 $8 \sim 11$ 倍，其呼吸放出的热量也多。

4. 胚部含脂肪多。玉米胚部含有全粒中 80% 以上的脂肪，脂肪酸值高，易于酸败。

5. 胚部带菌量大。玉米的带菌量比麦类高 5 倍。由于胚部营养丰富，脱粒时种皮又易在胚部破坏，感染微生物机会增多，极易霉变。

在我国北方地区玉米收获不久，气温已开始下降，利用天然低温冷冻贮藏的高水分玉米，局部发热霉变现象相当普遍，即使是安全越冬的玉米，也必须在次年春季温度回升前及时烘干或人工晾晒，降到安全水分再贮存。晾晒损失浪费大，烘干耗能高，投资多，在烘干过程中，由于受热不均，经常出现湿粒和焦粒现象，蛋白质变性，饲用价值降低。

国外一些发达国家如美国、加拿大等，在 60 年代末期世界石油价格居高不下的情况下，开始研究和使用高水分玉米密闭贮藏的方法，目前已成为贮藏饲料玉米的一项常用技术。笔者与同事们于 1988 年至 1990 年用 3 年时间完成了对高水分玉米的贮藏原理、工艺和保质剂、贮后玉米品质和营养成分以及用于各种家畜的饲喂效果，进行了全面系统的试验研究，并将其成果进行推广应用。玉米作为牛、羊、猪的饲料，不经过晾晒或烘干而直接进行贮藏，是一项简单易行、经济有效的方法。据试验研究和生产实践证明，只要具备贮藏场所和密封材料，就可贮藏质量较好的高水分玉米饲料。

（三）湿玉米密闭贮藏的优点

1. 保护玉米的营养成分：高水分玉米密闭贮藏，避免了高温（120~130℃）烘干造成的氨基酸利用率下降，过瘤胃蛋白的降低（湿玉米 80% 而干玉米仅 40%）和维生素的破坏，以及晒干所带来的氧化损失，最大限度地保持玉米作为饲料的营养成分。

2. 提高玉米的饲用价值：密闭贮藏的高水分玉米质地柔软，家畜易消化，据试验牛、羊、猪等家畜对贮后玉米的进食量（按干物质计）消化率与日增重均高于干存玉米。

3. 减少粮食损失。玉米收后，烘干或晾晒干燥至入库保存粮食损失在 5% 以上，而高水分玉米密闭贮藏损失在 2% 以下。

4. 节省饲料玉米的保存费用：高水分玉米密闭贮藏无需对玉米进行烘干或晾晒，因而节省了昂贵的烘干设备投资和燃料消耗（烘干从水分 35% 降至 15%，每吨玉米需 60 千克标煤），而且也节省了晾晒所需大量人工和场地。国家粮库保存 1 吨玉米费用 120 元（1997 年），而高水分玉米密闭贮藏仅需 30 元。

所以在规模饲养家畜（牛、羊、猪）需大量玉米饲料的情况下，采用密闭贮藏方法保存玉米饲料是最佳选择。1999 年被国家科学技术部列为全国重点推广项目，予以推广应用。

（四）密闭贮藏的原理

呼吸作用是造成高水分玉米贮藏不稳定的重要根源。高水分玉米在密闭贮藏过程中，由于玉米自身的呼吸（粉碎后的玉米呼吸强度增加 2.6~4 倍）和所带微生物的呼吸作用，将氧很快耗尽，造成厌氧环境，在无氧条件下，细胞进行氧

化作用的氧是细胞内含氧物质分子中得来，呼吸基质分子只发生不完全氧化分解，产生不彻底的产物，释放的能量也比较少，仅是有氧呼吸的 3%~4%。玉米粒内的糖、有机酸、脂肪、蛋白质等都是呼吸基质，但最主要最直接的呼吸基质是糖类中的葡萄糖。在无氧条件下主要产生乳酸，其次产生乙醇、丁酸和二氧化碳，当 pH4~4.4 时，微生物包括乳酸菌本身停止活动，使高水分玉米在酸性环境下，得以长期保存下来。

(五) 湿玉米贮藏的发酵过程

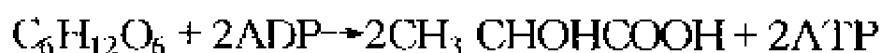
玉米贮藏发酵大体经过两个阶段。

1. 呼吸期：新收获的高水分玉米呼吸旺盛，吸收氧气氧化分解呼吸基质(主要是糖类中的葡萄糖)，最后产生二氧化碳和水并释放出能量。由于自身和所带微生物的呼吸，很快达到缺氧状态，此时，好氧性细菌活动减弱，而厌氧性细菌主要是乳酸菌(乳酸球菌和乳酸杆菌)迅速增殖，适宜的温度(乳酸链球菌 25~35℃，乳酸杆菌 15~35℃)给乳酸发酵以有利条件。但如果残氧量过多，不仅引起大量糖的分解，导致过热(40~60℃)，妨碍乳酸菌繁殖而影响乳酸形成。所以，排除原料间隙的空气，对减少氧化损失很重要。

2. 发酵期：玉米中的微生物发酵有以下类型：

(1) 乳酸发酵：

①同型乳酸发酵：



乳酸

②异型乳酸发酵：



乳酸

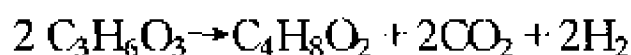
乙醇

乳酸菌在贮前原料玉米上为数甚少，密闭贮藏后，形成厌氧环境，乳酸菌才迅速繁殖，乳酸发酵能否顺利进行，主要取决于原料中可溶性糖的含量。当玉米水分 25%~35% 时，可溶性糖达 2%~3%。

(2) 丁酸发酵：丁酸菌是一种耐酸的厌氧菌，它能使葡萄糖及乳酸发酵变为丁酸，同时产生氢气和二氧化碳，还能分解氨基酸生成胺及氨等，出现异味、降低品质。反应如下：



葡萄糖 丁酸



乳酸 丁酸

丁酸菌增殖的条件与乳酸菌相仿，但要求较高温度（35~40℃），所以，控制窖内温度对抑制丁酸发酵十分有效。

(3) 醋酸（乙酸）的形成：玉米发酵中醋酸的来源途径为：

① 乳酸发酵（主要来源）：



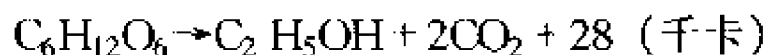
乳酸

丙酸

乙酸

+ CO₂ + H₂O

② 酵母发酵：将葡萄糖转化为乙醇，乙醇又被氧化为醋酸。



乙醇



乙醇

乙酸

参与这些物质转化的微生物中，除乳酸菌还有醋酸菌、大肠杆菌等，但这类微生物在无氧、低 pH 值的环境中即停止活动。

（六）玉米密闭贮藏的工艺流程

高水分玉米贮藏按下列工艺进行。

玉米籽粒（或果穗）→收获→运输→粉碎→加保质剂→入贮→压实→密封→贮存→饲喂。

1. 收获及运输：玉米籽粒的收获期为完熟期，以水分 25%~35% 为宜。收获过早，玉米的成熟度不够，产量及营养价值偏低。同时收获早的玉米水分高，脱粒时破碎严重；收获过晚，玉米水分偏低，需补加水分。玉米果穗的收获期一般应提前一周，以果穗水分在 30%~45% 为宜。玉米籽粒用机械收获时，要运输和收获能力相配套，运到贮存地点的玉米籽粒（或果穗）力求及时粉碎入贮。

2. 粉碎：玉米籽粒的粉碎机械是锤片式粉碎机或爪式粉碎机，也可使用压扁机；玉米果穗的粉碎机械是锤片式粉碎机。贮藏前，应根据贮量和粉碎机的工作效率确定使用粉碎机的数量，当粉碎机械不足时，也可采用分段入贮、压实、密封的方法，避免因粉碎时间延长对贮存品质的影响。

玉米粉碎细度：作为猪饲料的适宜粉碎细度是 3~4 毫米，作为牛饲料粉碎粒度尽可能大。如以玉米为主，与颗粒料混合喂育肥牛，仅粉碎 1/3 就可以了。贮后的整粒玉米，牛的消化率在 70%~80%。

玉米粉碎是改善贮藏效果的一个重要因素。

（1）粉碎后便于原料玉米的排气和压实。减少了设施内的残氧量，残氧量高时，有氧呼吸持续时间长，增加了营养

物质的消耗和热量的积累。

(2) 粉碎玉米呼吸强度比整粒玉米高 2.6~4 倍, 粉碎玉米密闭贮藏 8 小时后, 即可产生完全控制需氧微生物发展和厌氧发酵条件。

(3) 粉碎玉米贮后取饲时, 可切成直立平整断面, 防止二次发酵。

(4) 粉碎玉米便于掺匀保质剂。

3. 加保质剂: 先将保质剂加入 1 千克粉碎的玉米混匀, 再混入 10 千克粉碎的玉米里, 均匀地撒入贮窖内。

4. 入贮: 以在贮藏设施附近粉碎且直接入贮为好。如果粉碎物料的水分偏低 (22% 以下) 可采用喷淋装置加水, 控制添加水分均匀并在要求水分范围内。物料应装满设施至凸起, 不形成凹陷, 以防止覆盖膜损坏后向内部渗水。

5. 压实: 装入设施的原料要迅速压实。以便及时排除原料空隙间存留的空气, 缩短有氧呼吸的时间, 造成有利于乳酸菌繁殖的条件。注意边角的压实, 小规模贮存可用人力踩踏, 大规模贮存需利用履带式拖拉机压实, 并注意拖拉机不要带进泥土等污染物, 待拖拉机压实后, 仍需人踩踏拖拉机压不到的边角。经压实后的粉碎玉米籽粒的密度为 0.823 吨/立方米。

6. 密封: 最好用双面涂膜编织材料, 也可用塑料薄膜 (5 μ m)。塑料薄膜的使用多为一次性, 在贮存和取用时容易破损。尤其是贮存期间的破损、透气、渗水可造成局部的霉变及向四周扩散。而涂膜编织材料, 具有强度大, 抗拉力强, 由于是双面涂膜, 密封效果优于塑料薄膜, 不易损坏, 使用寿命长。薄膜密封后, 表层盖 10~20 厘米厚泥土即成。

7. 贮存：贮存玉米温度上升一般在第三天达最高点，其最高温度在 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间，温度达最高点后呈下降趋势，直至稳定。如果密封得好，贮藏 3~5 年不变。

8. 取饲：经 1 个月以上的贮存即可取饲。贮存良好的玉米，颜色保持入贮前的色泽，气味酸香，无霉变结块现象，即可饲喂。

(1) 二次发酵：二次发酵是指经过乳酸发酵的玉米，在设施启开后，由于接触空气，温度上升、霉菌繁殖，而引起的品质变败现象。引起二次发酵的微生物主要是酵母菌和霉菌，它们以厌氧条件下形成的乳酸和残留的糖分作为养料及滋生条件，大量繁殖，引起饲料品质败坏。饲料玉米二次发酵温度上升范围大致为 $30\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。温度变化常出现二个高峰。第一个高峰在第 2~3 天出现，是由酵母菌发酵引起的。第二个高峰出现在第 6~7 天，是霉菌增殖的结果，见图 5—1。

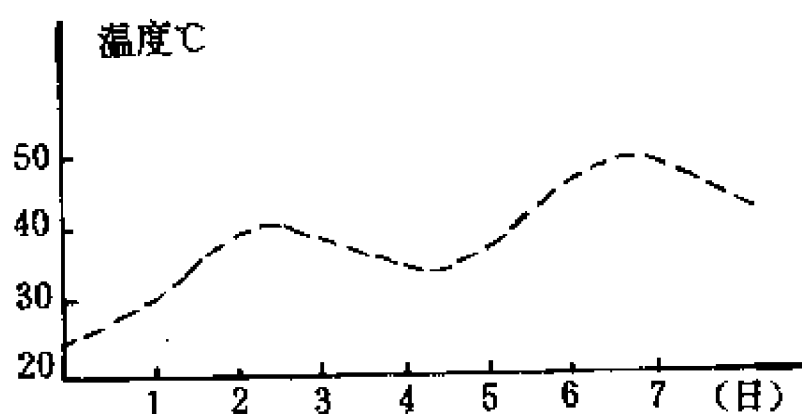


图 5—1 启窖后天数与温度的关系

pH 值在第 3 天上升至第 6 天达到中性，见图 5—2。pH 值上升的原因主要由于挥发性盐基态氮的积累所致，经过中性至微硷性。

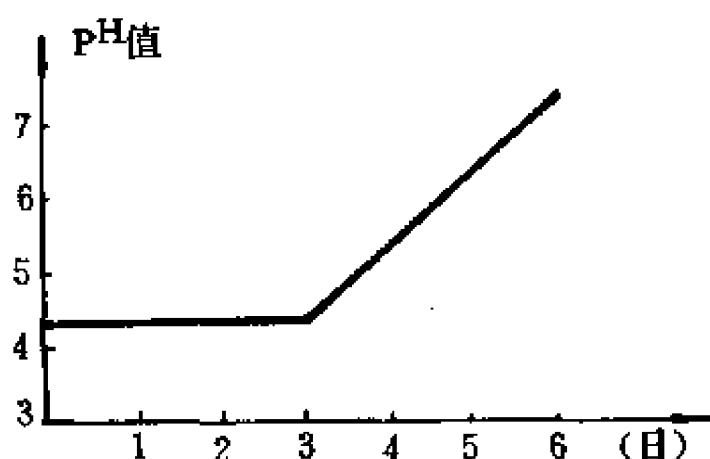


图 5—2 启窖后天数与 pH 值的关系

二次发酵的过程就是饲料玉米营养物质损失的过程，好天气条件下发热的玉米，各种成分发生质量的变化：①乳酸含量降低，pH 值上升；②可溶性碳水化合物减少；③游离氨基酸含量显著降低；④变败饲料的总消化养分（TDN）、可消化粗蛋白（DCP）含量明显降低。

（2）防止措施：一是隔绝空气控制厌氧条件；二是喷洒防腐剂抑制二次发酵的进行。为杜绝二次发酵，在开窖取饲中应注意以下几点：①取料沿设施的长度方向自上而下垂直进行，留下的断面应平整、无塌陷、无散落堆积，使物料与空气接触面积最小。②每天的喂饲量应当天取出。③取出经发酵的玉米膨松，并混有空气，不宜久存。④窖顶密封材料应按取料层的进展逐渐卷起，每次取料后对断面进行简单的覆盖。⑤如果长时间不再取饲，应向饲料断面喷洒防腐剂后进行覆盖。只要注意以上各点，二次发酵就不会发生。

（七）贮藏设施

贮藏设施分为贮窖（砖砌水泥抹面贮窖、石砌水泥勾缝贮窖、预制件贮窖等）、贮仓（金属仓、砖砌水泥抹面仓等）、贮袋（涂膜编织袋、塑料袋等）多种，从贮藏费用和

贮藏效果看，现阶段以选择窖贮为宜，贮窖以砖砌水泥抹面，沟形窖为佳。

1. 设施要求的条件：

(1) 墙壁不透气，空气的进入会降低贮料品质或导致贮料霉变。

(2) 墙壁平滑垂直，有利于贮料下滑与压实。沟形设施上口宽度可以稍大于底部宽度，使墙壁稍具斜度以保持设施的坚固性。

(3) 墙壁不透水，设施底部高出地下水位 0.5 米以上。

(4) 金属密封仓内涂玻璃钢层，耐酸、防腐并防止透气。

2. 设施容量：

(1) 根据养牛头数（即每天用量）来决定贮窖的宽深和贮仓半径，通常砖砌水泥抹面沟形设施的宽度以 3~5 米，深度 1.5~2 米为宜。

(2) 根据饲喂时间长短（即总量）来决定贮窖长度和贮仓高度，贮仓高度最好在 3~5 倍半径内选择。

(八) 贮后玉米的营养成分

贮后玉米的营养成分稍高于干存玉米，特别是对奶、肉牛饲养乳酸和醋酸能得到有效的利用。见表 5—9。

表 5—9 密闭贮藏玉米与干存玉米营养成分

项 目	密闭贮藏玉米		干存玉米籽粒
	籽 粒	果 穗	
水分 (%)	26.2	40	13
蛋白质 (%)	10.48	8.46	9.84
脂肪 (%)	4.87	4.08	4.71

续表

项 目	密闭贮藏玉米		干存玉米籽粒
	籽 粒	果 穗	
粗纤维 (%)	1.45	3.86	1.90
灰分 (%)	1.71	2.55	1.27
无氮浸出物 (%)	81.49	81.05	82.28
胡萝卜素 (毫克/克)	0.93	0.68	0.81
总能值 (兆焦/千克)	15.916	15.696	18.76
淀粉总消化率 (%)	96	—	88
pH 值	4.4	3.6	
乳酸 (克/千克)	18.9	27.5	
乙酸 (克/千克)	6.3	7.6	
丁酸 (克/千克)	未检出	未检出	

(九) 密闭贮藏玉米饲喂奶、肉牛效果

经试验证明贮后玉米饲喂奶、肉牛效果良好。见表 5—10、表 5—11。

表 5—10 湿贮玉米与干存玉米饲喂奶牛效果

组别	饲料种类	含水量 (%)	每头每日喂 给量 (千克)			产奶量 (千克/ 头·日)	奶料比 (纯干料)	湿比干玉米	
			饲料粮	纯干物	粗饲料			绝对值	%
1	干玉米	12.3	5.8	5.10	10.9	16.9	3.31		
	湿贮玉米	25.3	6.2	4.63	10.9	17.7	3.82	+0.51	+15
2	干玉米	15.0	4.5	3.82	—	16.4	4.29		
	粉碎湿贮玉米	30.0	4.8	3.36	—	15.3	4.55	+0.26	+6

湿贮喂奶牛提高饲料价值 6%—15%。

表 5—11 湿贮玉米与干存玉米喂肉牛试验对比 单位：千克

组别	牛数	平均始重	平均终重	平均日增重	玉米/增重	屠宰率 (%)
湿贮玉米组	3	221	357	1.25	3.04	59.6
干玉米组	3	217	344	1.17	3.11	59.2
差值 (±)		4	+13	+0.08	-0.07	+0.4

湿贮玉米喂肉牛提高饲料价值 7%。

二、大 麦

据采样测定大麦干物质 88.8%，粗蛋白质 10.8%，粗脂肪 2.0%，粗纤维 4.7%，无氮浸出物 68.1%，灰分 3.2%，钙 0.12%，磷 0.29%，消化能 13.31 兆焦/千克，综合净能 7.19 兆焦/千克，肉牛能量单位 0.89RND/千克。

1. 大麦的脂肪含量极低，仅 2%，而淀粉含量很高，由淀粉直接变成饱和脂肪酸。

2. 牛瘤胃在代谢过程中，能把不饱和脂肪酸加氢变成饱和脂肪酸，形成的脂肪颜色洁白且硬度好，屠宰后胴体脂肪硬、挺。大麦富含饱和脂肪酸，且叶黄素、胡萝卜素含量都低，因此，在屠宰前 2 个月喂大麦饲料对改善牛肉品质有其他饲料不能代替的功能。

大麦在喂肉牛之前，有必要进行简单的加工，否则，可在粪便中见到很多整粒大麦。具体数量取决于肉牛的年龄（即网瓣胃孔的大小）以及大麦与饲草的比例。干碾或粗粉均能很好地提高大麦的消化率。但在谷物籽实含量很高的饲料中应用这些大麦时，可引起消化紊乱、瘤胃炎和肝脓肿。水蒸碾压已被广泛用作提高大麦消化率的一种方法，而且还能使大麦保持其减少消化疾病的物理特性。

三、高粱

据采样测定，高粱干物质 89.3%，粗蛋白质 8.7%，粗脂肪 3.3%，粗纤维 2.2%，无氮浸出物 72.9%，粗灰分 2.2%，钙 0.09%，磷 0.36%，消化能 13.09 兆焦/千克，综合净能 6.98 兆焦/千克，肉牛能量单位 0.86RND/千克。

1. 含单宁较多。因品种不同，差异也很大。黄皮种高粱含单宁约 4 克/千克，而深色外皮的高粱一般约含 4.5 克/千克，有的甚至高达 100 克/千克以上。

单宁是多酚类复合物的总称。在所有谷物中均有存在，含量不一。只在深色外皮的高粱籽实中，其含量才达到对动物产生影响的程度。①单宁影响干物质的消化率。高单宁含量的高粱籽实比低单宁含量的高粱籽实代谢能低 10% 以上，粗蛋白的消化率也显著降低，氮的沉留率也减少。②单宁是多酚类复合物，有杀菌功能。颗粒料（1）用 10% 的高粱主要是预防腹泻的发生。③单宁保护蛋白质，能使蛋白质和其他分子间形成交叉键。单宁与蛋白质发生两种类型的反应，一是在真胃酸性条件下可逆的水解反应；二是不可逆的缩合反应。因此，对瘤胃降解蛋白质的抗性较强，高粱蛋白质仅有 40% 在瘤胃降解。

2. 含角质胚乳的比例高。谷物籽实中的淀粉主要在胚乳中，胚乳中的淀粉粒之间填满了蛋白质，每千克干籽实含有 700—800 克淀粉粒。角质胚乳中的淀粉几乎全是支链淀粉，其淀粉粒小但粘贴紧密，淀粉粒周围填满了蛋白质，角质胚乳中的蛋白质和脂类的含量比粉质胚乳高 1 倍以上。粉质胚乳中的淀粉粒粘贴疏松，周围的蛋白质很少。在高粱籽实中角质胚乳比例高于粉质胚乳，影响其消化率。牛对粗高

梁粉干物质的消化率仅为 61.6%~76%。提高高粱籽实消化率的最好加工方法是水蒸压片，片厚 1 毫米。蒸汽处理的时间为 20~45 分钟，使高粱籽实的水分含量达到 18%。据饲喂试验，与干粉碎相比，水蒸压片可使肉牛的平均增重速度与饲料效率分别提高 6% 与 11%。高粱在水分高（25%）时，不经晾晒直接粉碎后厌氧贮藏饲喂效果也很好。

四、米 糠

据样品测定米糠干物质 90.2%，粗蛋白质 12.1%，粗脂肪 15.5%，粗纤维 9.2%，无氮浸出物 43.3%，粗灰分 10.1%，钙 0.14%，磷 1.04%，消化能 13.93 兆焦/千克，综合净能 7.22 兆焦/千克，肉牛能量单位 0.89RND/千克。

1. 蛋氨酸含量高，可达 0.25%。是玉米的 1 倍，与大豆饼配伍较好。

2. 粗脂肪含量高。是玉米的 4 倍，是小麦的 5 倍。但米糠的脂肪和脂肪酸，极易被氧化、腐败，也易发热和霉变、酸败。苦化的大米糠，可使动物中毒，发生严重腹泻，甚至死亡。因而，为了安全使用米糠，必须首先解决防腐防霉的问题。解决方法：①及时使用鲜大米糠。②从大米糠中抽油制作脱脂米糠。③控制米糠的含水量和使用抗氧化剂和防腐剂。

五、麦 麸

据采样测定，干物质含量 88.6%，粗蛋白质 14.4%，粗脂肪 3.7%，粗纤维 9.2%，无氮浸出物 56.2%，灰分 5.1%，钙 0.18%，磷 0.78%，其中 70% 为植酸磷，消化能 11.37 兆焦/千克，综合净能 5.86 兆焦/千克，肉牛能量

单位 0.73RND/千克。

1. 麦麸结构疏松，且麦皮碎屑有粗糙面，适合作添加剂的载体、稀释剂和吸附剂，容易混匀。

2. 含有适量的粗纤维和硫酸盐类，有轻泻作用，有助于胃肠道的蠕动，保持消化道健康。

3. 含磷丰富，反刍动物对植酸磷能有效的利用。

4. 维生素 B 族含量丰富，尤其含硫胺素、烟酸、胆碱和吡哆醇较多，维生素 E 含量也不少，缺少维生素 A、维生素 D。

5. 育肥牛后期不能多喂，主要是含磷、镁量多，易导致尿道结石症。限制在日粮的 10% 左右。

第五节 蛋白质饲料

凡饲料干物质中蛋白质 ($N \times 6.25$) 含量多于 20% 属于此类。

一、豆 饼

据采样测定，干物质 90.6%，粗蛋白质 43%，粗脂肪 5.4%，粗纤维 5.7%，无氮浸出物 30.6%，粗灰分 5.9%，钙 0.32%，磷 0.5%，消化能 14.31 兆焦/千克，综合净能 7.41 兆焦/千克，肉牛能量单位 0.92RND/千克。

豆饼必需氨基酸的组成比例也相当好，尤其是赖氨酸含量达 2.5%，适于快速育肥牛的需要。赖氨酸与精氨酸之间的比例也较为恰当，约为 100:130。异亮氨酸含量高达 2.39%，并与亮氨酸之间的比值也是最好的。色氨酸含量 1.85% 和苏氨酸含量 1.81% 也特别高，因而与玉米配伍可

弥补玉米的不足。需要注意的是蛋氨酸不足时，要补 DL—蛋氨酸。

大豆饼的原料是生大豆，含有几种毒素，主要是抗胰蛋白酶因子、其次是血红细胞凝集素、皂角苷等，并有脲酶。在脱油过程中，如果加热适当，以上毒素和酶就要受到不同程度的破坏，如果加热不足，就要影响营养作用。见表 5—12。

表 5—12 不同加热条件下大豆饼的营养价值与化学性质

大豆饼	蛋白质相对效率 (%)	抗胰蛋白酶活性 (阻害) %	尿素酶活性 (pH 增值)	可溶性蛋白质 (%)
正确加热	100	33	0.20	14.2
过度加热	91	15	0.05	5.1
加热不足	78	57	1.70	41.6
未加热	40	57	1.90	76.2

未加热和加热不足的大豆饼，都使蛋白质的相对效率降低。主要原因是由于胰蛋白酶抑制因子未受到破坏或受到破坏的程度很小，因而阻害的百分比值增大。但加热本身，尤其是加热过度，也造成某些氨基酸的利用率降低。主要是赖氨酸的 ϵ —氨基与转化糖、脂肪醛等相结合而妨碍消化、吸收及体内利用。此外，精氨酸、色氨酸和组氨酸也受到类似的影响。这些影响所致的品质优劣是互相交错的。综合判断得失，以加热温度在 110℃ 左右为宜。

判断加热程度的方法：

1. 颜色判定法：正常加热的豆饼颜色应为黄褐色，加热不足或未加热的颜色较浅或灰白色，加热过度呈暗褐色。

2. 脲酶测定法：抗胰蛋白酶因子活性的测定，可采用人工消化（离体消化）的方法。由于抗胰蛋白酶因子活性与

脲酶活性，同步受到加热程度的影响，未加热或加热程度不足，两者的活性都高；正确加热，两者的活性都低；过度加热，两者的活性都急剧降低。因而，在一般情况下，不使用手续复杂离体消化的方法，而使用操作简单的测定脲酶活性的方法。如果脲酶活性降低，就表示大豆饼、粕经过了加热处理，从而抗胰蛋白酶因子活性也被降低或破坏，蛋白质的消化性提高。

(1) 定性测定法：先将粉碎了的大豆饼、粕，取大约 50 克，放入带有密封盖的瓶内，随即放入大约 5 克尿素，用玻璃棒将两者混匀，然后加入大约 25 毫升水，再次搅匀，随后将瓶塞拧紧。在室温 20℃ 条件下静置 20 分钟后，随即拧开瓶盖，在瓶口若嗅到浓重氨味，即在脲酶作用下，尿素分解出氨。则证明大豆饼、粕在加工过程中未经过热处理，有胰蛋白酶因子存在。

(2) 脲酶活化度测定法 (pH 增值法)

仪器：

① 30 ± 0.5℃ 的可调恒温水浴锅。

② pH 计。可测 20 毫升溶液，准确度在 0.02pH 范围内者。

③ 20 毫米 × 150 毫米具塞试管或者是 50 毫升具塞离心管。

试剂：

① 0.05M 磷酸缓冲液。取 KH_2PO_4 (J. I. S. K9007 特级) 3.403 克，溶于 100 毫升去离子水中，再取 K_2HPO_4 (J. I. S. K9017 特级) 4.355 克，溶于 100 毫升去离子水中，这两种溶液的混合液共配制 1000 毫升，调节 pH 至 7.0。该缓冲液有效期 90 天。

②尿素缓冲液。取尿素（L. I. S. K 特级）15 克，溶于 500 毫升磷酸缓冲液。为防止霉菌发酵，加入 5 毫升甲苯为防腐剂。该缓冲液 pH 调至 7.0。

操作方法：

①将试样粉碎至 0.35 毫米（42 筛目）以下。

②分别准确称取 0.4 克（ ± 0.001 克）试样于两支试管中，一支试管内加入 20 毫升尿素缓冲液，另一支试管内加入 20 毫升磷酸缓冲液（空白），盖紧塞子，摇匀后放入 30℃ 恒温水浴中。

③每 5 分钟摇匀一次。

④反应 30 分钟之后，在 5 分钟内测定 pH 值。

计算：

脲酶活化度 = 试样 pH 测定值 - 空白 pH 值。不得超过 0.3 单位，最小值为 0.02。

以上三种方法都比较简单，根据需要选用。未经加热的大豆饼、粕，不得直接饲喂动物。

二、鱼 粉

据采样测定，干物质 92%，粗蛋白质 52.2%，粗脂肪 5.3%，粗纤维 10.2%，无氮浸出物 0.7%，灰分 25.6%，钙 1.55%，磷 0.18%，消化能 12.58 兆焦/千克，综合净能 10.07 兆焦/千克，肉牛能量单位 1.25RND/千克。

1. 能量高。鱼粉没有纤维素和木质素等难消化的物质，在我国当前的加工条件下，饲料鱼粉的消化能均在 12 兆焦/千克以上。

2. 蛋白质含量高，品质好。鱼粉的蛋白质含量可达 50%~70%，氨基酸的组成具有赖氨酸和蛋氨酸含量高、精

氨酸含量少的特点，与大多数饲料的氨基酸组成相反，故在使用鱼粉配制饲料时，在蛋白质满足需要时，氨基酸也容易平衡。并在瘤胃内很少被细菌分解，是过瘤胃蛋白质。

3. 鱼粉钙、磷含量较好。鱼粉所含磷都可利用。

4. 鱼粉含维生素 B₁₂ 十分丰富，是指生物效价高的氰钴素，每千克达 100~200 微克。

5. 鱼粉含硒量高。可达 2 毫克/千克以上。在日粮中鱼粉比例高时，可不补硒酸钠。

商品鱼粉常发生的问题较多，主要表现在：

(1) 掺杂。掺杂种类繁多，有尿素、麦麸、米糠、饼粕、血粉、羽毛渣、食盐、砂砾和土等。购买时必须检测。

(2) 食盐含量高。我国的鱼粉生产还在初级阶段，缺乏鲜鱼脱水和保存设备，常用盐渍办法保存，致使食盐含量过高，有的高达 30%，这类鱼粉已不能用作饲料。进口鱼粉食盐含量常在 1%~2% 左右。

(3) 易发霉变质，产生毒素。鱼粉是高营养物质，是微生物繁殖的良好场所。故在温度和湿度过高时，极易发霉腐败，甚至自燃。鱼粉在仓库内保存应有温、湿度检测设备。颜色深暗的红鱼粉，常表示加热温度过高（120℃ 以上）和加热时间过长（2~4 小时），很可能是组胺酸与赖氨酸的 ϵ -氨基之间发生反应而形成，最好不用。

三、尿 素

尿素的分子式 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ，分子量 60.06，含 N42%~46%，蛋白质当量 $0.46 \times 6.25 = 2.875$ 。白色结晶，有苦味，易溶于水，吸湿性强。在含水量高于 0.5% 时，要变成结块或潮解，并释放出刺鼻氨味，故尿素应装在不透气的袋

内，放在干燥和空气流通的库房内保存。

尿素是肉牛的一种优良的蛋白质饲料代用品。肉牛之所以能利用尿素是因为瘤胃细菌可将尿素和碳水化合物合成细菌蛋白，然后在真胃和小肠被机体消化吸收。其过程如下：

尿素 $\xrightarrow{\text{细菌脲酶}}$ 氨 (NH_3) + 二氧化碳 (CO_2)

碳水化合物 $\xrightarrow{\text{细菌酶}}$ 挥发性脂肪酸 + 酮酸 (碳链)

氨 + 酮酸 (碳链) $\xrightarrow{\text{细菌酶}}$ 氨基酸

氨基酸 $\xrightarrow{\text{细菌酶}}$ 细菌蛋白

细菌蛋白 $\xrightarrow{\text{真胃和小肠消化酶}}$ 游离氨基酸

游离氨基酸 $\xrightarrow{\text{小肠吸收}}$ 体蛋白。

尿素在瘤胃中受到微生物区系分泌的脲酶的降解作用，分解成氨和二氧化碳，由于这个分解过程很快（约 9 分钟）瘤胃内氨 (NH_3) 的浓度很快增高，来不及形成氨基酸，要有多余的氨 (NH_3) 通过瘤胃壁进入血液，血氨浓度的提高，会使牛发生中毒，故要控制尿素的分解速度达到与瘤胃微生物形成氨基酸同步。主要的方法：

1. 制成“包被”尿素：把尿素包被起来，减少尿素与脲酶的接触机会，使包被物在瘤胃内逐渐分解后，再逐渐得裸露出尿素来。

(1) 用羟甲基纤维素钠：尿素 = 35:65 或 15:85，另加上两份水拌匀，在制颗粒机内通过孔径为 2.5 毫米的压模，制成长条颗粒饲料，再切成 6 毫米长短，在 20℃ 温度下冷却并干燥，即为饲用的尿素颗粒。这种尿素颗粒浸泡在 39℃ 的温水中（相当于瘤胃的温度），经过 2.5 小时只有 50% 被溶解。

(2) 用淀粉物料 85% 和尿素 15% 混匀，在一定的温度、湿度和压力下，加工成胶化淀粉尿素制品，也有缓释作用。

2. 增加微生物的合成作用：

(1) 提供容易利用的能量饲料。如糖蜜、糊精、淀粉等。以满足微生物形成菌体蛋白时对能量和碳架的需要。微生物区系酶解碳水化合物而来的有机酸（酮酸）与瘤胃中的氨相化合，生成与酮酸相应的氨基酸（包括必需氨基酸和非必需氨基酸），此类氨基酸即为构成微生物蛋白（通常称菌体蛋白）的原料。

(2) 提供适量蛋白质饲料。有人试验证明如果用氨基酸混合物代替纯化日粮中 25% 的尿素氮，微生物的产量会增加 1 倍，细菌的平均分裂时间减少 1 倍。又据研究，当日粮中粗蛋白含量（以干物质计算）增加至 13% 时，瘤胃中氨量将迅速增加，100 毫升胃液的氨量超过 5 毫克，就超过了微生物的利用能力。高产奶牛日粮的粗蛋白质含量超过 12.5%，或者每 100 毫升瘤胃液氨浓度超过 4 毫克时，饲料非蛋白氮化合物不能提高产奶量。所以饲粮中蛋白质含量高时，不需补尿素。含量低时，也影响微生物蛋白的数量。只有饲粮中蛋白质含量适中，瘤胃微生物利用尿素氮效果最好。

(3) 提供平衡的矿物质和微量元素。像所有生命的有机体一样，为了正常的细胞功能和代谢，瘤胃微生物需要矿物质和微量元素，如果缺乏这些元素微生物的生长速度和合成将受到影响。特别是硫元素，硫是微生物最大生长的必需养分。微生物含硫可多达 8 克/千克。因含硫氨基酸占微生物氨基酸的比例恒定，所以瘤胃微生物对硫的需要与对氮的需要成比例，氮：硫 = 14:1。其次是磷。磷是 DNA 和 RNA 的

组分，有助于核酸组成螺旋体，还是细胞内所有能量传递体如 ATP 和 GTP 所必需的。微生物干物质含磷 2% ~ 6%，即氮：磷 = 8:1。磷的需要量比硫高 1 倍。在正常情况下，微生物生长所需要的磷由饲料供给。在饲喂尿素饲料的情况下，提供平衡的矿物质和微量元素（钴合成维生素 B₁₂ 和锌等）对利用尿素氮合成微生物蛋白质是必要的。

3. 饲喂尿素的注意事项

(1) 掺和均匀，严禁喂后立即饮水。

(2) 限制饲喂水平，尿素氮不超过日粮总氮量的 1/3。一般尿素量占日粮干物质的 1%，包被尿素可提高到 2% ~ 5%。

(3) 为提高适口性，饲喂尿素时可加 0.5% 的食盐。

(4) 防止脲酶对尿素的快速分解作用，禁止喂生豆饼、粕。为提供瘤胃微生物对蛋白的需要，以喂苜蓿草为最好。

(5) 饲喂 100 日龄以上的犊牛。预饲适应期 5 ~ 7 天，由少到多，逐渐达到饲喂量。

4. 计算饲用尿素量的方法

(1) 尿素发酵潜力 (UEP)。用以表示尿素能利用的量。它表示进食的每千克干物质中，可以加进去的尿素克数，即被利用的克数。公式如下；

$$UEP = (1.044TDN - B) / 2.8$$

其中：1.044：系数。

TDN：饲料的可消化养分总量。

B：进食 1 千克饲料中的降解蛋白质克数。

2.8：尿素的蛋白质当量。

例：玉米含 90% TDN，每千克玉米含蛋白质 86 克，其

中降解率为 65%；即每千克玉米的降解蛋白质量为 $86 \times 0.65 = 55.9$ 克。代入上式：
$$\text{UFP} = \frac{1.044 \times 90 - 55.9}{2.8} = 13.6$$
 克

即每进食 1000 克玉米干物质，可加入 13.6 克尿素。

上式表示，饲料所含的可消化养分总量（TDN）越多，或者降解蛋白质的量越少，则尿素能被瘤胃微生物利用的可能的量越大。见表 5—13。

表 5—13 常用饲料降解蛋白质和尿素发酵潜力值（UFP）

饲 料	蛋白质 (克/千克)	降解率 (%)	降解蛋白质 (克/千克)	TDN (%)	UFP (克/千克)
黄玉米	100	62	62.0	91	11.8
高粱	124	52	64.5	80	6.8
大麦	130	70	91.0	83	-1.5
大豆粕	515	75	386.2	81	-107.7
麦麸	180	70	126.0	70	-18.8
亚麻籽饼	386	75	289.5	76	-75.1
苜蓿干草	173	95	164.4	58	37.1
干甜菜渣	99	75	74.2	74	1.1
青贮玉米	81	68	55.1	70	6.4
脱水鱼粉	767	75	575.2	76	177.1

(2) 尿素可能用量（PAU）：冯仰廉教授提出：

①肉牛：PAU=

$$\frac{(\text{饲料 DOM} \times 135) - (\text{饲料降解蛋白质} \times 0.9)}{2.24}$$

其中：DOM：可消化有机物。

0.9：饲料降解蛋白质转化为微生物蛋白质的效率。

135：每千克 DOM 产生 135 克微生物蛋白质。

2.24：尿素的蛋白质当量 $[2.8 \times \text{饲料利用效率} (80\%) \text{ 的积}]$ 。

②奶牛：PAU=

$$\frac{(\text{饲料 NND} \times 38) - (\text{饲料降解蛋白质} \times 0.9)}{2.24}$$

式中：NND：奶牛能量单位。

38：每个 NND 产生 38 克微生物蛋白质。

第六节 矿物质补充饲料

一、钙源饲料

(一) 贝壳粉

贝壳粉是牡蛎壳、蚌蜊壳、蛤蜊壳、螺丝壳等，经粉碎后制成的产品。为灰白色或灰色粉末，其化学成分主要是碳酸钙。一般含钙应在 30% 以上。鲜贝壳含有机质，须经加高温后再粉碎，以免传播疾病。堆积多年的贝壳，有机质已消失，只要除去混杂的砂石，粉碎即可。

(二) 石 粉

1. 石灰石粉：为石灰石（天然碳酸钙 CaCO_3 ）经煅烧生成氧化钙（生石灰），和水调制成石灰乳，再与二氧化碳结合而制成的产品。一般含钙量在 38% 以上。是补充钙最便宜、最可靠的矿物质原料。

2. 白云石粉：即天然白云石经粉碎（粒度达 32~36 目）做钙饲料用。化学成分为碳酸钙（ CaCO_3 ）和碳酸镁

(MgCO_3) 的复合盐。含镁 10%，含钙 24%。

3. 石膏：为天然石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 粉碎产品。呈灰色或灰白色的结晶性粉末，含钙量 20% ~ 30%，变动范围较大。还有一种是磷酸制造工业的副产品，含有大量的氟，应予注意。

品质优良的贝壳粉和石粉，必须含有约 38% 的钙，而且镁的含量不超过 0.5%。

微量元素预混料常常使用石粉或贝壳粉作为稀释剂或载体，使用量占配比很大，配料时应把它的含钙量计算在内。

二、钙、磷补充饲料

(一) 骨粉类

由各种家畜骨骼加工而成。化学式为 $3\text{CO}_3(\text{PO}_4)_2\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

1. 蒸制骨粉：家畜骨骼在 2 个气压下以蒸汽加热，除去大部分蛋白质及脂肪后，再放入干燥炉中，以 100 ~ 140℃ 的温度烘干 10 小时，最后粉碎即为成品。一般含钙 24%，含磷 10%。

2. 脱胶骨粉：家畜骨骼经 4 个气压处理，骨髓和脂肪几乎都已除去，粉碎后呈白色粉末。含磷可达 12%。

(二) 磷酸钙类

1. 磷酸一钙：纯品为白色结晶粉末。市售品是以湿式法磷酸液或干式法磷酸液作用于磷酸二钙或磷酸三钙所制成。常含有少量未反应的碳酸钙及游离磷酸，致吸湿性高且呈酸性。其成分以一分子水合物 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ 居多。

2. 磷酸氢钙：是以干式法磷酸液或精制湿式法磷酸液中，加入石灰乳或磷酸钙而制成。白色或灰白色，粉末状或粒状，化学式为 CaHPO_4 ，有无水物及二分子水合物两种，后者钙、磷利用率较佳。市售磷酸氢钙中还含有无水磷酸二钙、少量磷酸一钙及未反应的磷酸钙。含磷 18% 以上，含钙 21% 以上。饲料用应经脱氟处理，氟含量不得超过 0.2%，也叫脱氟磷酸氢钙。

3. 磷酸钙：纯品白色、无臭、粉末状。作饲料用者常由磷酸废液制造，为灰色或褐色，有臭味。有 $[\text{CO}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ 和 $[\text{CO}_2(\text{PO}_4)_2]$ 二种，后者较多。经过脱氟者叫脱氟磷酸钙。含钙 29% 以上，磷 15% ~ 18% 以上，氟 0.12% 以下。

(三) 磷矿石粉末

磷矿石粉碎后的产品，常常含有超过允许量的氟，并有其他杂质，如铅、砷、汞等。必须合乎允许量标准，方可做为饲料使用。

三、食 盐

食盐的成分是氯化钠 (NaCl)，含氯 60%，含钠 40%。植物性饲料中含钠和氯都很少，故以食盐形式补充。草食动物需要钠和氯相对较多，对食盐的耐受量也大，很少发生食盐中毒。育肥牛补盐除在饲料中按标准给量外，还可设盐槽或盐砖，盐砖是以食盐作载体，加入微量元素预混料，制成不同成分、不同形状 of 盐砖，供自由舔食。

四、常用矿物盐的元素组成和含量

常用矿物盐的元素组成和含量见表 5—14。

表 5—14 常用矿物盐的元素组成和含量

名 称	化 学 式	元素含量 (%)	
钙、磷			
碳酸钙	CaCO_3	Ca: 40.1	
石灰石粉	CaCO_3	Ca: 35.9	P: 0.02
贝壳粉		Ca: 38	
骨粉		Ca: 30	P: 15
磷酸氢钙	CaHPO_4	Ca: 29.5	P: 22.8
磷酸氢钙 (2 水)	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Ca: 23.3	P: 18
磷酸钙	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	Ca: 38.7	P: 20
过磷酸钙	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Ca: 15.9	P: 24.6
乳酸钙	$\text{CaC}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$	Ca: 18	
葡萄糖酸钙	$\text{Ca}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Ca: 8.5	
磷酸钠	$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Na: 21.1	P: 8.2
焦磷酸钠	$\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Na: 10.3	P: 14.1
磷酸氢二钠	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Na: 8.7	P: 12.8
亚磷酸氢二钠	$\text{Na}_2\text{HPO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Na: 21.3	P: 14.3
氯化物			
氯化钠	NaCl	Na: 39.7	Cl: 60.3
氯化钾	KCl	K: 52.4	Cl: 47.6
铁			
硫酸亚铁 (7 水)	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Fe: 20.1	S: 12
硫酸亚铁 (1 水)	$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Fe: 32.9	S: 19
碳酸亚铁 (1 水)	$\text{FeCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Fe: 41.7	
碳酸亚铁	FeCO_3	Fe: 48.2	
氯化亚铁	$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Fe: 28.1	Cl: 36
氯化铁 (6 水)	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Fe: 20.7	
氯化铁	FeCl_3	Fe: 34.4	
乳酸亚铁	$\text{FeC}_6\text{H}_{10}\text{O}_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Fe: 18	
富马酸亚铁	$\text{FeC}_4\text{H}_2\text{O}_4$	Fe: 31	
铜			
硫酸铜	CuSO_4	Cu: 39.8	S: 20
硫酸铜	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Cu: 25.5	S: 13
氯化铜	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Cu: 37	Cl: 21

续表

名 称	化 学 式	元素含量 (%)	
氯化铜 (白色)	CuCl_2	Cu: 48	Cl: 53
碳酸铜	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Cu: 53.2	
碳酸铜 (孔雀石)	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	Cu: 57.5	
氢氧化铜	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	Cu: 65.2	
镁			
硫酸镁	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Mg: 20.2	S: 26.6
氧化镁	MgO	Mg: 60.3	
锰			
硫酸锰	MnSO_4	Mn: 36.4	S: 21
硫酸锰	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Mn: 32.5	S: 19
硫酸锰	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Mn: 24.6	S: 14
硫酸锰	$\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Mn: 22.8	S: 13
碳酸锰	MnCO_3	Mn: 47.8	
氯化锰	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Mn: 27.8	
氧化锰	MnO	Mn: 77.4	
二氧化锰	MnO_2	Mn: 63.2	
锌			
硫酸锌	ZnSO_4	Zn: 40.5	S: 20
硫酸锌 (1 水)	$\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Zn: 36.4	S: 18
硫酸锌 (7 水)	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Zn: 22.7	S: 11
碳酸锌	ZnCO_3	Zn: 52.1	
氯化锌	ZnCl_2	Zn: 48	
氧化锌	ZnO	Zn: 80.3	
钴			
氯化钴	$\text{CoCl}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Co: 60.6	
碳酸钴	CoCO_3	Co: 49.6	
硫酸钴	CoSO_4	Co: 38	
碘			
碘化钾	KI	I: 76.5	
碘酸钾	KIO_3	I: 59.3	
硒			
亚硒酸钠	$\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Se: 30	
亚硒酸钠	Na_2SeO_3	Se: 45.6	
硒酸钠	Na_2SeO_4	Se: 41.8	

五、微量元素添加剂的制作要点

微量元素添加剂的原料，不是化学元素铁、铜等，而是含有微量元素的化合物，如硫酸亚铁、硫酸铜等等。有三个问题值得注意。①常用的微量元素化合物及其活性成分（元素）含量。②它们的可利用性，即生物学效价。③微量元素化合物的规格要求，主要查清重金属离子含量，这不仅是为了动物的健康，而且更重要的是为了社会的安全。

在使用这些微量元素添加剂时，要遵照下列制作要点：

(1) 干燥：当微量元素盐的含水量（不包括结晶水）超过2%，就必须在干燥机（或干燥箱）内脱水。原料是大块的，先用破碎机打碎，然后再进行脱水，脱掉游离水和脱掉结晶水所用的温度和时间不同，如有干燥机设备，可以按程序进行。干燥以后方可入原料库。仓库内最好有吸湿设备，防止仓库内相对湿度过高。仓库内应有微量元素盐的各自分别存放的原料箱（或原料袋），但必须是密封的，一定要隔绝空气。还应设有专门盛放抗结块剂等的原料箱。手工操作时要避免与皮肤、口腔、眼睛等接触。

(2) 细磨：为得到很细的微粒，须使用特殊的磨才能进行细磨。磷酸钙、磷酸钾、亚硒酸钠使用球磨机细磨，才能达到所要求的粒度。氯化钴、硫酸铜、硫酸亚铁、硫酸锰和硫酸锌等要使用微化磨细磨。微化磨具有高速度的旋转能力和特有形状的叶轮，可使气流激起很强的冲击力，把微量元素盐磨到只有几微米。可把硬脂酸加进去一起细磨。

(3) 使用抗结块剂和稳定剂：有二氧化硅、硅酸钙、滑石粉、膨润土和硬脂酸钠、硬脂酸镁等，它们可以提高微量元素盐的流散性，并可防止结块。它们必须在加工过程中包

被在微量元素盐表面，才能奏效。其功能：①减少甚至消失吸湿性，防止在大气中吸收水分结块。②增加滑润性。大多数微量元素盐的颗粒表面粗糙，具有高度摩擦力。而硬脂酸盐可使其表面光滑，或者在颗粒间形成微型滑轴。③消失静电荷。抗结块剂包被了微量元素盐表面，可使其静电荷自然消失或减少。④减少微量元素盐与其他成分接触发生的化学作用。抗结块剂具有高度粘着性质，它能牢固地包被在微量元素盐的颗粒表面，隔绝了与其他成分接触，避免其他活性成分的损失。同时，也保留了本身的活性。它们被动物采食后，可在消化道中把微量元素盐释放出来，发挥添加剂的作用。⑤具有稀释剂的作用。由于使用抗结块剂等，可使微量元素添加剂的体积增大，活性浓度降低，故抗结块剂也有稀释剂的作用。

经以上处理的微量元素，应是细的、稳定的、没有吸湿性的、具有流动性的粉末，粒度平均在 50~100 微米，其中氯化钴、碘酸钙和亚硒酸钠等在配合饲料中用量很少，制作这些盐类的添加剂，更应降低活性浓度，先稀释成 100 毫克/千克的预混形式再加入到饲料中。

从事微量元素添加剂的操作人员，必须避免与这些化合物以及这些化合物的粉尘直接接触，要有合格的防护设备。

用过的粉碎机、细磨机、预混合机等，不经过彻底清除，不得再度使用。所有容器应贴上标签，不得混用。

天平和其他衡器必须用前检查，称量必须准确。称量值应经过复查。负责称量的人员应在有关表格上签名。

硫酸铜与预混料中的油脂会发生自燃反应，易引起火灾，必须小心。

第七节 维生素补充饲料

维生素是动物维持正常生理机能所不可少的低分子有机化合物，在天然饲料中存在。动物对维生素的需要量虽不大，但在动物生长、维持健康和繁殖中起着重要作用，因而是必不可少的。在粗放饲料条件下，肉牛能采食到大量新鲜饲料，一般不出现维生素缺乏。在集约化饲养条件下，育肥牛采食经过加工贮藏过的饲料，就会出现维生素缺乏问题。在这种情况下，育肥牛的生产性能高，对维生素的需要一般要比正常需要量大1倍左右，因此必须向饲料中添加各种各样维生素。育肥牛瘤胃微生物能产生多种维生素B复合体，所以育肥犊牛开始反刍后只需补充维生素A、维生素D、维生素E和维生素K就够了。

维生素分为脂溶性维生素和水溶性维生素。脂溶性维生素可溶解于油脂以及溶解油脂的溶剂，常用的有4种：即维生素A（视黄醇）；维生素D（骨化醇）；维生素E（生育酚）；维生素K（抗出血维生素），还有胡萝卜素是维生素A元，也有独特的生理作用，也是脂溶性的。水溶性维生素，它们在水内的溶解度各不相同，差异很大。常用的有10种：即维生素B₁（硫胺素）；维生素B₂（核黄素）；维生素B₃（泛酸）；维生素B₄（胆碱）；维生素B₅（烟酸）；维生素B₆（吡哆醇）；维生素B₁₂（氰钴胺）；维生素B_C（叶酸）；维生素H（生物素）；维生素C（抗坏血酸）。前9种维生素，它们的生理作用和化学组成彼此间有很多相似之处，合称为维生素B族。

维生素是指纯的化合物而言，它们与饲料用的维生素添

加剂不同，维生素是维生素饲料添加剂的活性成分，添加剂内除了活性成分以外，还有载体、稀释剂、吸附剂等，有时还有其他化合物。其目的是为了保护维生素的活性和便于在配合饲料内添加。

维生素的生物学作用和缺乏症，见表 5—15。

表 5—15 维生素的生物学作用和缺乏症

种 类	功 能	缺乏症	备 注
维生素 A β-胡萝卜素	促进生长，增进视力，保护上皮组织	生长停滞，生产力下降，干眼病，夜盲，眼瞎，胚胎早期死亡	反刍动物和单胃动物皆可罹患
维生素 D ₃	促进钙、磷吸收，调整钙磷代谢和骨骼形成	佝偻病，骨质疏松，生长缓慢	反刍动物和单胃动物皆可罹患
维生素 E	生物抗氧化剂，协助保持生殖能力	生殖机能障碍，心肌骨骼肌变性	反刍动物和单胃动物皆可罹患，与硒和含硫氨基酸有关
维生素 K	促进凝血，可参与氧化呼吸	血凝时间延长，出血不止	瘤胃发育好了的反刍动物不患
维生素 B ₁	参与碳水化合物和脂肪代谢	食欲不振或废食，多发性神经炎致死	瘤胃发育的动物不患
维生素 B ₂	能量代谢	食欲减退，腹泻	瘤胃发育好的反刍动物不患
维生素 B ₆	参与蛋白质代谢	皮毛焦燥，皮炎，神经系统病变，肝脏和心脏受损，蛋白质沉积减少	瘤胃发育好的反刍动物不患

续表

种 类	功 能	缺乏症	备 注
维生素 B ₁₂	参与蛋白质、碳水化合物及脂肪代谢，形成红血球	饲料蛋白利用率下降、生长受阻、恶性贫血，胚胎期死	瘤胃发育好的反刍动物不患
叶酸	参与蛋白质代谢和红血球生成	生长受阻、贫血、皮毛粗刚	瘤胃发育好的反刍动物不患，幼畜和种畜特别需要
泛酸	参与蛋白质、脂肪与碳水化合物代谢	皮肤和粘膜发生病变、发炎、肠道和呼吸道疾病，生殖机能紊乱	瘤胃发育好了的反刍动物不患，幼畜和种用动物特别需要
胆碱	参与脂肪代谢，传递神经脉冲	脂肪肝、肝脂肪变性	瘤胃发育好的反刍动物不患，幼小和种用动物特别需要
烟酸	以辅酶 I 和辅酶 II 的形式，参加很多反应	肘关节肿大，皮肤炎，体重减轻、腹泻、舌与口腔炎症	瘤胃发育好的反刍动物不患
生物素	作为抗皮炎的要素	皮炎，蹄裂，生殖紊乱	瘤胃发育好的反刍动物不患
维生素 C	抗坏血酸	易患污染病，粘膜自发性出血	在特定情况下需补充

一、维生素 A 和 β -胡萝卜素添加剂

(一) 维生素 A 添加剂

维生素 A 的纯化合物是视黄醇，它极易被破坏。制作维生素 A 添加剂首先把它酯化。“酯化”有利于维生素 A 添加剂的稳定性。酯化维生素 A 的有机酸，常用的有醋酸、

丙酸和棕榈酸。

维生素 A 的活性，以“国际单位”表示，因酯化时所用有机酸的分子量大小不同，故一个国际单位的相应重量也不一样。见表 5—16。

表 5—16 维生素 A 及其酯化后的国际单位

化 合 物	一个国际单位的重量（微克）
结晶维生素 A（视黄醇）	0.300
维生素 A 醋酸酯	0.344
维生素 A 丙酸酯	0.358
维生素 A 棕榈酸酯	0.550

维生素 A 添加剂活性成分含量，常见的为 50 万国际单位/克，多由维生素 A 醋酸酯原料制成。也有每克 65 国际单位和每克 20 万国际单位的。在应用维生素 A 添加剂时，必须知道每克有多少国际单位。国际单位的多少标志着活性成分的含量。

以醋酸酯为原料的每克 50 万国际单位的维生素 A 添加剂，活性成分含量为

$0.344 \text{ 微克/国际单位} \times 50 \text{ 万国际单位} = 0.172 \text{ (克)}$ 。
可见，在这种维生素 A 添加剂中，活性成分占 17.2%，非活性成分则占 82.8%，活性成分很少。

在制作添加剂预混料配方或全价配合饲料配方时，维生素 A 是以国际单位计算的，必须根据所用维生素 A 添加剂的活性成分含量进行折算，方可得出应该使用的维生素 A 添加剂的重量。

例：应用每克 50 万国际单位的维生素 A 制剂，配制含 8000 国际单位的全价配合饲料 1 千克，需多少维生素 A 制剂？

计算方法如下：

500000 国际单位:1000 毫克=8000 国际单位:x

x=16 毫克

即应使用 16 毫克维生素 A 添加剂。

又如：为满足每千克全价配合饲料内含有维生素 A8000 国际单位，维生素预混剂的添加量为万分之一，使用每克 50 万国际单位的维生素 A 添加剂，配制 50 克袋装的这种维生素预混剂，应该使用多少维生素 A 添加剂？

由上例已知每千克全价配合饲料内应使用这种维生素 A 添加剂 16 毫克。

50 克袋装维生素 A 预混剂，按万分之一添加量，即可向 500000 克全价饲料内添加。故可列式：1000 克:16 毫克=500000 克:x

x=8（克）

配制这种 50 克袋装维生素 A 预混剂--袋，需用每克 50 万国际单位的维生素 A 添加剂 8 克。

维生素 A 即使酯化后，也比较容易被破坏。维生素 A 醋酸酯的熔点为 57.3~58.4℃，维生素 A 棕榈酸酯的熔点为 27.8~29.9℃。紫外线和氧都可促使维生素 A 醋酸酯和维生素 A 棕榈酸酯分解。湿度和温度较高时，稀有金属盐可使分解速度加快。含有 7 个水的硫酸亚铁（ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ）可使维生素 A 醋酸酯的活性损失严重。与氯化胆碱接触时，活性将受到严重损失。在 pH4 以下酸性环境和在强碱环境中，维生素 A 很快分解。

维生素 A 经制成微型胶囊或颗粒后，活性的稳定性有了很大提高，但是，它仍然是最易受到破坏的添加剂之一。在正常贮存条件下，在维生素预混剂中，每月损失 0.5%~

1%，在有矿物质的预混料中，每月损失 2%~5%。在全价配合饲料粉料或颗粒饲料中，如果温度为 23.9~37.8℃，每月损失约 5%~10%。

维生素 A 添加剂的贮存条件，要求容器密封、避光、防湿，温度在 20℃ 以下且温差变化小，这种条件下贮存 1 年，仍可使用，损失很少。据试验报道，如在炎热条件下（35℃）贮存 2 个月，可损失 10%，贮存 1 年损失 40%，贮存 2 年损失 75%。所以，在贮存和使用时，应特别注意。

（二）β-胡萝卜素添加剂

β-胡萝卜素添加剂是红褐色的粉状。干燥而又稳定了的 β-胡萝卜素添加剂的活性成分含量多为 10%，即在每千克添加剂中含有 100000 毫克 β-胡萝卜素。β-胡萝卜素是维生素 A 原，它被动物吸收的比率远远低于维生素 A，转化为维生素 A 的部位是动物肠壁的粘膜。

胡萝卜素类包括几种活性物质，各自的活性不同，以 β-胡萝卜素为 100%，γ-胡萝卜素为 50%，γ-胡萝卜素为 28%，隐黄素为 58%。

胡萝卜素转化为维生素 A 的效率，因动物种类不同而有差异。在反刍动物体内，1 毫克 β-胡萝卜素转化为 450 国际单位维生素 A，2.2 微克 β-胡萝卜素 = 1 国际单位维生素 A。β-胡萝卜素的计量是以毫克/千克饲料计算。

β-胡萝卜素具有独立的、与维生素 A 无关的生理效应，它可提高公牛和母牛的繁殖能力。

二、维生素 D₃ 添加剂

维生素 D₃ 添加剂，用胆骨化醇醋酸酯为原料制成，它的活性以 0.025 微克为 1 个国际单位，而醋酸分子量可忽略

不计。

维生素 D₃ 添加剂的活性成分含量，多为 50 万国际单位/克和 20 万国际单位/克。在添加剂中，因为维生素 D₃ 的用量非常少，所以绝大部分为非活性成分。如：在 1 克含有 50 万国际单位的添加剂中，维生素 D₃ 醋酸酯仅为 12.5 毫克，有效成分为 1.25%，而 98.7% 以上为非活性成分。

纯胆骨化醇 (D₃) 对光敏感，可被矿物质和氧化作用所破坏。但维生素 D₃ 酯化后，又经明胶、糖和淀粉包被，稳定性好，在常温 (20~25℃) 条件下，在含有其他维生素添加剂的预混剂中，贮存 1 年，甚至 2 年，也没什么损失。但如果温度为 35℃，在预混剂中贮存 2 年，活性将损失 35%。若添加剂制作工艺较差，贮存期不能过长。

三、维生素 E 添加剂

维生素 E 添加剂多由 d₁-α-生育酚醋酸酯制成。

1 毫克 d₁-d-生育酚醋酸酯 = 1 国际单位维生素 E。

1 毫克 d₁-α-生育酚 = 1.1 国际单位维生素 E。

1 毫克 d-α-生育酚 = 1.49 国际单位维生素 E。

1 毫克 d-α-生育酚醋酸酯 = 1.36 国际单位维生素 E。

包被型维生素 E 添加剂比吸附型的好，因外表有基质包被，稳定性好，而且所用基质 (奶制品、明胶糖) 能在水中弥散，可作为人工乳的组分。

天然饲料中的 d-生育酚，在高温、高湿和有空气条件下会逐渐分解，贮存时间越长，损失越大。但是，添加剂所用的合成的 α-生育酚醋酸酯，却比较稳定。在维生素预混剂中，贮存 2 年，5℃ 条件下，损失 2%，20~25℃ 条件下，损失 7%，35℃ 条件下，损失 30%。可见，低温是贮存的重

要条件。在有微量元素添加剂的预混料中，在 45℃ 条件下，稳定期为 3 个月，在全价配合饲料中，稳定期为 6 个月。在制作颗粒饲料时，也相当稳定。

四、维生素 K₃ 添加剂

在天然饲料中的是维生素 K₁，为脂溶性。在反刍动物的瘤胃微生物区系合成的是维生素 K₂，在饲料添加剂中使用的是合成的维生素 K₃，而维生素 K₃ 却是水溶性的。因而，既有脂溶性的维生素 K，也有水溶性的维生素 K。就饲料添加剂而言，应列为水溶性维生素。

维生素 K₃ 活性成分是甲萘醌。

亚硫酸氢钠甲萘醌（MSB）系用明胶微囊包被而成，含活性成分 50%。亚硫酸氢钠甲萘醌复合物（MSBC）为晶粉状维生素 K₃ 添加剂，可溶于水，含甲萘醌 25%。加热到 50℃ 时，活性也无损失。

亚硫酸嘧啶甲萘醌（MPB），它的活性比 MSBC 还稳定，但有毒性，应按限量使用。

1 毫克维生素 K₃（甲萘醌）= 2 毫克 MSB = 4 毫克 MSBC = 4.3 毫克 MPB。

甲萘醌（维生素 K₃）是黄色粉末，刺激皮肤和呼吸道，操作时要有保护措施。甲萘醌对矿物质和水分很敏感，在室温条件下，贮存 2 个月，活性损失 35%。

亚硫酸氢钠甲萘醌比较稳定，它在添加剂预混料中，在 24℃ 条件下，每月损失 6% ~ 20%，微量元素对它影响不大，但温度高能加速它的分解。

天然饲料中的维生素 K₁，易受光、碱、卤素、还原剂等所破坏。

五、维生素 B₁ 添加剂

维生素 B₁ 添加剂常用的有二种，一是盐酸硫胺素，简称盐酸硫胺，一种是单硝酸硫胺素，简称硝酸硫胺。

盐酸硫胺素为白色结晶粉末，有吸湿性，极易溶于水，水溶性可达 2.5 克/毫升。在干式下稳定，在酸性溶液中最稳定，在碱性溶液中很快破坏。在加工过程中伴有水分和热的产生。铁和锰可加速盐酸硫胺素的分解，氧化剂和还原剂也使其分解。

单硝酸硫胺素的水溶性较差，0.02 克/毫升，其稳定性好。

将盐酸硫胺素和单硝酸硫胺素分别与氯化胆碱混在一起，贮存 16 周，前者活性损失 38%，后者活性损失 9%，如温度上升到 40℃ 以上，盐酸硫胺素的损失还要大。

盐酸维生素 B₁ 和单硝酸维生素 B₁ 所含的活性成分，依商品的标示而定。按每千克饲料内含若干毫克计量。

反刍动物的瘤胃微生物可产生足够的维生素 B₁，但是饲喂消化能高的日粮时，成年反刍动物会有散发性维生素 B₁ 缺乏症。谷物及其副产物中有大量维生素 B₁，但是霉菌污染会使之破坏。

六、维生素 B₂ 添加剂

核黄素为橘黄色结晶粉状，具有特殊味道和气味，微溶于水（0.1 毫克/毫升），干式时稳定，但易被还原剂，如亚硫酸盐、硫酸亚铁、维生素 C 等破坏，也易被碱破坏。

维生素 B₂ 在维生素预混剂中稳定性很好。在 20℃ 和 35℃ 条件下，贮存 2 年没有损失。但贮存中要避免温度升

高。

维生素 B₂ 添加剂常用的浓度，是含核黄素 96%，也有 55% 或 50% 的剂型。前者有静电作用，有附着性。如预处理成 55% 者，流散性好。

七、泛酸添加剂

泛酸是不稳定的粘性油质，在配合饲料中很难使用。作为添加剂的是泛酸钙。泛酸钙有二种：一是 d—泛酸钙，一是 d_l—泛酸钙（其活性仅是 d—泛酸钙的 50%）。1 毫克 d—泛酸钙活性相当于 0.92 毫克泛酸。两者相差不大，故在实际应用中，不必考虑二者之间差数。在添加剂中，活性成分多为 98% 剂型，也有经稀释只含 66% 或 50% 的剂型。在动物营养上计量是每千克全价配合饲料中含有若干毫克 d—泛酸。

泛酸钙单独贮存时，稳定性尚好，但吸水性较强，而水分又是促使它分解的因素。泛酸钙在维生素预混剂中，温度升高时，破坏严重。经 2 年贮存期，在 5℃、20~25℃ 和 35℃ 条件下，分别损失 2%、7% 和 70%。当有酸性添加剂与接触时，很易脱氨失活，受到破坏。贮存 1 个月，就要损失 25%。泛酸钙也被氯化胆碱所破坏。注意：泛酸钙和烟酸配伍禁忌。

八、胆碱添加剂

饲料添加剂是胆碱的衍生物——氯化胆碱。液体氯化胆碱的添加，须有专门设备。固体粉粒状氯化胆碱使用较为方便，含氯化胆碱 50%，实含胆碱 43.5%。氯化胆碱是添加量最大的添加剂之一，在全价配合饲料添加 0.03%~0.1%，因此，在实际应用时，不计算氯化胆碱和胆碱之间

的差数。在动物营养上计量是每千克全价饲料中添加若干毫克（毫克/千克饲料）。

贮存和使用氯化胆碱时，必须注意 2 个特点：①吸湿性强。②它本身虽很稳定，但对其他添加剂活性成分的破坏性很大。它对维生素 A、维生素 D₃、维生素 K₃、泛酸钙等都有破坏作用，而且它的添加量大，故在预混料或维生素预混剂中，都不加入氯化胆碱，而在使用时再加。

九、烟酸添加剂

烟酸添加剂有二种：一种是烟酸，一种是烟酰胺。烟酸被动物吸收的形式是烟酰胺，烟酰胺的营养效用与烟酸相同，两者的活性计量相同。在动物营养上计量都是毫克/千克饲料。烟酸添加剂的活性成分含量 98%~99.5%。

烟酸本身稳定性好，接触皮肤会使皮肤受伤，发生红疹。

烟酰胺有亲水性，在常温条件下，容易起拱、结块、容易与维生素 C 形成黄色复合物，使两者的活性都降低。

十、维生素 B₆ 添加剂

维生素 B₆ 添加剂是盐酸吡哆醇，为白色或近乎白色的结晶粉。其活性成分为 82.3%。

盐酸吡哆醇的稳定性一般，在 2 年贮存期内，25℃ 以下，损失 10%，在 35℃ 条件下，损失 25%。以毫克/千克饲料计量。

十一、叶酸添加剂

叶酸为黄色或橘黄色结晶粉。在干粉状况下稳定，在液

状下对光敏感。叶酸有粘性，应先行预处理，可以稀释成浓度较低的添加剂，并克服它的粘性，有的添加剂活性成分含量仅 3% 或 4%。

在动物营养上以毫克/千克饲料计。

十二、生物素添加剂

生物素添加剂为 2% 的 d—生物素，标有 H—2，为白色到浅褐色的细粉。由 d—生物素用稀释剂稀释，或向吸附剂上喷洒制成。也有 1% 的 d—生物素，标有 H—1 或 H₁。

在动物营养上以毫克/千克饲料计。

十三、维生素 B₁₂ 添加剂

维生素 B₁₂ 为红褐色细粉。作为饲料添加剂，有 1%、2% 和 0.1% 等剂型，制成 0.1% 含量制品，便于配料。

维生素 B₁₂ 容易受到盐酸硫胺素和抗坏血酸的损害。在 25℃ 以下贮存 2 年，损失 5% 左右，在 35℃ 下贮存，损失 60%。

维生素 B₁₂ 在全价配合饲料中添加量极少，以微克/千克饲料计量。

十四、维生素 C 添加剂

维生素 C，又名抗坏血酸，L—型有效。它是白色细的结晶粉。维生素 C 添加剂经稀释，活性成分仅 5%。

抗坏血酸极易氧化，在光和高温条件下易破坏，故需在密封、避光和 20℃ 以下条件下贮存。抗坏血酸的酸性很强，对其他维生素造成威胁，故避免直接接触。抗坏血酸钙、抗坏血酸钠和包被了的抗坏血酸避免了以上缺点。

第八节 抑菌促生长添加剂

抑菌促生长剂作为饲料添加剂的主要作用是抑制与宿主争夺营养成分的微生物，或者促进消化道的吸收能力，提高饲料利用率，或者影响体内代谢过程的速度，或者抑制病源微生物的繁殖，增进畜体健康，从而提高生产性能。

这类添加剂品种很多，选用安全性高，不与人、兽医临床共用的抗生素，并以我国能生产的为主，农业部批准进口的为辅，用时严格遵守停药期的规定。

一、土霉素钙盐

土霉素是广谱抗菌素，对大多数革兰氏阳性菌比较有效，而对革兰氏阴性菌作用小些。对快速增长菌有作用。但杀灭微生物比制止增殖要高得多的浓度。最敏感的细菌有 β -溶血性链球菌、非溶血性链球菌、梭菌、布氏杆菌、嗜血杆菌和克氏杆菌。其次是棒状杆菌、大肠杆菌、巴氏杆菌、沙门氏杆菌和炭疽杆菌。

土霉素作用机理是通过阻断氨基酰-tRNA与核糖体结合，从而干扰蛋白质合成，抑制细菌细胞的代谢。

农业部于1984年批准饲用土霉素钙盐生产。数量大、质量好、价格低，暂时还没有其他国产品种可以代替。

作为犊牛代乳粉抗菌素的添加剂，添加量为10毫克/千克干物质。

二、莫能霉素（瘤胃素）

莫能霉素在牛瘤胃中可抑制某些微生物，增加瘤胃中丙

酸产量，可提高对粗纤维的消化能力，有促生长，提高饲料转化效率的作用。因此，也称瘤胃素。

莫能霉素本身较稳定，可保贮 2 年。制成预混剂再混入饲料中，其效价仍保持 3 个月。商品莫能霉素预混剂每千克含莫能霉素 60 克。因牛对莫能霉素添加量很少，所以在饲喂前将预混剂再混入预混料中，每千克预混料混入纯莫能霉素 300 毫克。即取商品莫能霉素预混剂 500 克（含纯莫能霉素 30 克）和玉米面 100 千克，在预混机内运转 5 分钟，转速为 50 转/分，这样便制成每千克预混料含有莫能霉素 300 毫克。按每头饲喂量掺入育肥肉牛日粮中，充分拌匀后投喂。

莫能霉素的作用机理：（1）莫能霉素有减少瘤胃蛋白质降解，增加过瘤胃蛋白质数量的功能。由于莫能霉素在瘤胃的存在，它能降低瘤胃液中游离氨基酸的降解速度，同时能抑制瘤胃中转氨酶作用和蛋白质降解作用，使瘤胃中氨产量减少。（2）增加日粮中蛋白质到达真胃的数量，减少细菌氮到真胃的数量。（3）抑制瘤胃内乙酸产量，从而提高丙酸比例。牛所需能量约有 70% 由采食饲料中的碳水化合物在牛体内的最终产物挥发性脂肪酸提供。当单糖降解为丙酸时，可向畜体提供较高的有效能。单糖降解为乙酸时，可产生甲烷，以暖气的方式排出体外，造成浪费，莫能霉素能调节瘤胃内碳水化合物向丙酸方向降解，因而增加了丙酸产量，提高了饲料利用率。

莫能霉素的饲喂量：（1）放牧期：1～5 天，100 毫克/头·日；6 天以后，200 毫克/头·日。（2）舍饲育肥期：①以精料为主日粮时，150～200 毫克/头·日，或 30 毫克/千克饲料。②以粗饲料为主日粮时，200 毫克/头·日。舍饲育肥

期内，最高使用量不超过 360 毫克/头·日。用于密集圈养肉牛提高饲料转化效率时，还可以与泰乐菌素配伍使用。每天每头牛摄入量不得低于 50 毫克及高于 360 毫克莫能霉素，且不高于 90 毫克泰乐菌素。

莫能霉素在奶公犍牛快速育肥中使用效果。见表 5—17。

表 5—17 奶公犍牛使用莫能霉素效果

试 验	莫能霉素组	对照组	对 比
始重 (千克)	70.8	71.2	
终重 (千克)	302	287	
日增重 (克)	1450	1350	+100, +7%
干物质进食量 (克)	6190	6250	-60 -1%
饲料报酬	4.280	4.63	-350, -8%

每头牛莫能霉素进食量：51~150 日龄，30 毫克/千克饲料，151~210 日龄，20 毫克/千克饲料，51~210 日龄平均 26.3 毫克/千克饲料。或 90~180 毫克/头·日，平均 163 毫克/头·日。

莫能霉素喂肉牛效果，粗料型日粮比精料型日粮效果好。见表 5—18。

表 5—18 不同日粮添加莫能霉素的效果

日粮类型	项 目	莫能霉素组	对照组	对比 (%)
精料型	日增重 (克)	1450	1350	+7
	干物质采食量 (千克)	6.19	6.25	-1
	饲料报酬	4.28	4.63	+8
粗料型	日增重 (克)	949	836	+14
	干物质采食量 (千克)	6.9	7.1	-3
	饲料报酬	7.3	8.5	+14

莫能霉素与玉米赤霉醇同时使用效果最好。见表 5—

19。

表 5—19 莫能霉素和玉米赤霉醇使用效果

项 目	莫能霉素组	赤霉醇组	“莫+赤”组	对照组
日增重（克）	1450	1470	1510	1350
干物质进食量（克）	6190	6230	6200	6250
饲粮报酬	4.28	4.30	4.11	4.63

三、泰乐菌素

泰乐菌素可形成盐酸、硫酸、磷酸和酒石酸盐，并且这些盐的结晶都易溶于水也较稳定。实际应用时常用磷酸泰乐菌素作饲料添加剂，酒石酸泰乐菌素作饮水剂用。

泰乐菌素体外试验表明，有明显抗菌活力的是大部分革兰氏阳性菌（葡萄球菌、链球菌、双球菌和白喉杆菌），某些革兰氏阴性菌（脑膜炎双球菌）及分枝杆菌。对支原体有特殊效果。小牛支原体引起的肺炎，可将酒石酸泰乐菌素（20 毫克/升）饮水 2 天后，再在饲料中添加磷酸泰乐菌素（50 毫克/千克）喂 3 周，疗效显著。

泰乐菌素在肠道内不易被吸收，毒性小。肉牛每头每日量 90~60 毫克。泰乐菌素适于作饲料添加剂，磷酸泰乐菌素混入饲料后也很稳定。在粉状或颗粒料中，在 25℃ 下保存 3 个月。在 37℃ 下保存 3 个月，效价下降 20%，保存 1 个月只下降 10% 左右。添加剂量大时可控制传染病，低量添加也可促进生长，改善饲料效率。

我国目前暂不能生产，但农业部已批准进口美国礼来公司的酒石酸和磷酸泰乐菌素，其商品名为泰乐。

泰乐菌素应用较广，它有与其他添加剂相互协同的性质。在饲料中可与莫能霉素等同时使用。

四、杆菌肽锌

杆菌肽可与多数金属离子生成络合物，这些金属络合物在干燥状态较稳定。

杆菌肽锌是应用最广的抗生素类饲料添加剂。生产中是在发酵达到杆菌肽效价最高时，直接于培养液中加入硫酸锌或氯化锌，以生成杆菌肽锌络合物，再经干燥、粉碎和筛分制取的。我国发酵的产品质量较好，A组分的含量可在90%以上。

杆菌肽锌对革兰氏阳性菌十分有效。对部分革兰氏阴性菌、螺旋体、放线菌也有效，其抗菌谱与青霉素相似。杆菌肽锌毒性小，几乎不产生耐药性，与其他药物也不易产生交叉性耐药。但是大量使用后，对肾脏功能有损害。它的使用对象广，猪、鸡、牛、羊均可。

杆菌肽锌和预混剂在室温下保存3年，效价不会改变。在饲料中的杆菌肽锌室温保存8周后，含量仍可保存87%~92%。

我国规定的用量为：牛在3个月龄以内为每吨饲料10~100克（按干燥品计每毫克含有40单位的杆菌肽锌以上，折合42万~420万效价单位）；3~6日龄每吨饲料4~10克。均无停药期的要求。

1990年农业部已批准使用河北邯郸东风制药厂生产的饲料级杆菌肽锌。

五、硫酸粘杆菌素

硫酸粘杆菌素又名硫酸抗敌素，为白色粉末，有吸湿性，易溶于水。饲料添加时常用粗制品。硫酸粘杆菌素的预

混剂在室温下保存 2 年，其效价仍可保持在 94.5% 以上。混入饲料后，在室温下保存 8 周，效价下降约 20%—30%。

硫酸粘杆菌素对革兰氏阴性菌有强大的抑制作用。它可治疗志贺氏痢疾杆菌、大肠杆菌、绿脓杆菌、沙门氏杆菌和普通变形杆菌引起的感染。在动物体内不产生耐药菌株，与其他抗生素不产生交叉耐药。但和本类抗生素之间还会有交叉耐药的。

抗菌作用机理是它们吸附在细菌的细胞壁上，可与细胞膜中脂蛋白的游离磷酸盐相结合，使细胞内的成分，特别是嘌呤和嘧啶从细胞原浆中脱逸，以致细胞逐渐死亡。

粘杆菌素为肾毒药物，由于有肾中毒的可能性，对肾功能不良的病畜必须减量使用。

在饲料添加时，硫酸粘杆菌素可促进畜禽的生长和提高饲料利用率。还可预防在集约化饲养中常见的由大肠杆菌和沙门氏杆菌引起的疾病。由于硫酸粘杆菌素是高效、安全且残留少的抗生素，我国农业部已批准进口，产品有二种规格。

①旭化成工艺制成的硫酸盐。每毫克中含粘杆菌素不得少于 30 微克（效价）。预混剂以脱脂米糠、玉米淀粉或酵母粉等作载体，含粘杆菌素不得少于标示量的 85%—125%。淡黄褐色或褐色小粉片，有特异气味，无发霉结块现象。可全部通过 20 目筛。干燥失重不大于 12%。重金属含量不得超过 20 毫克/千克。砷不得超过 2 毫克/千克。

②明治工艺制成的硫酸盐。每毫克含粘杆菌素不得少于 500 微克（效价）。预混剂以小麦粉、脱脂米糠、玉米淀粉、乳糖等为载体，含粘杆菌素不得少于标示量的 85%—125%。类白色粉末，有特异气味，无霉变。全部通过 20 目

筛。干燥失重不大于 14%。

不论哪种工艺生产的硫酸粘杆菌素，在使用时都折成纯粘杆菌素计量。对哺乳期的犊牛每吨饲料添加 5~40 克（效价）。停药期为屠宰前 7 天。

“万能肥素”，日本旭化成工业株式会社生产。我国于 1987 年批准进口。农业部规定的质量标准：5% 杆菌肽锌和 1% 粘杆菌素与辅料制成的预混剂，含杆菌肽锌和粘杆菌素分别为标示量的 90%~120%。黄褐色粉末，有特异气味。干燥失重小于 10%，炽灼残渣应小于 20%，重金属小于 20 毫克/千克，砷小于 2 毫克/千克。粒度全部通过 20 目筛。

硫酸粘杆菌素在抗菌活性上的高度选择性是其优点，抗革兰氏阴性菌的活性比阳性菌高 10~1000 倍。但有易产生肾中毒的缺点。而杆菌肽锌抗革兰氏阳性菌有特效，二者以固定的比例配伍使用，可使获得协同作用，不仅抗菌素谱加宽了，且提高了抗菌活性，还降低了粘杆菌素在饲料中的浓度，毒性也就低了，弥补其缺点。增重和饲料效率都有提高，比单一品种更优越。

添加量同硫酸粘杆菌素。

第六章 牛舍建造与环境控制

牛舍作为牛的生存空间和从事生产的场所，必须根据牛的生物学特点和饲养管理要求，进行科学的建筑设计。设计和建造牛舍，必须以提供适宜的空气环境，从而提高牛的健康和生产力为基本原则。

第一节 牛舍内的空气环境

牛舍内的空气环境与自然界差异很大。这是因为牛舍里有牛在不停的活动着（采食、饮水、走动、排粪、睡眠等），有饲养员进行着各种生产过程，经常产生热量、水汽、灰尘、有害气体和噪声。同时，由于屋顶、墙壁的隔绝，舍内外空气不能充分交换，所以舍内空气的温度、湿度常比大气高，灰尘和有害气体甚至高出很多，而风速和光照则低于舍外。

一、牛舍内的适宜温度

育肥牛的生产力只有在适宜的外界温度条件下，才能得到充分发挥，过高或过低，都会使生产力下降，成本升高，甚至健康受到影响。适宜的温度范围 $5\sim 21^{\circ}\text{C}$ ，最适温度范围 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。牛舍内的实际温度在上述范围内有所起伏比始终稳定好。适当的变化对机体是个良好的刺激，可以使各

系统机能活跃，有利于生产力的提高。

（一）封闭舍内的空气温度

封闭舍上有屋顶遮盖，四周有墙壁保护，通风换气仅依赖于门、窗和通风口，所以舍内空气温度与舍外差异很大。封闭舍空气中的热量，一部分由舍外空气带来，大部分则产自舍内，主要是牛体放散的体热。据测定，100头体重500千克的牛，每小时放散可感热75400千卡，此外，人的活动，各种生产过程的进行，也产生一定的热，这些热量使牛舍内温度大幅度上升。牛舍内的实际温度还决定于外围护结构的保温能力。据计算，牛舍中的热量有36%~44%是通过天棚和屋顶散失的。因此，正确选择与设计天棚与屋面的形式、建筑材料和结构，对于封闭舍的保温具有重要意义。通过墙壁也向外散失热量，散失热量的多少，决定于建筑材料、结构、厚度和门窗情况。地面散失热量占牛舍总失热量的12%~15%，应当对地面的材料和结构给予足够重视。有人试验，在混凝土地面上铺一层25厘米厚的刨花，可减少由地面散失热量的33%，铺25厘米厚的蒿秆，可减少59%，用木板代替混凝土地面，其效果相当于提高地面温度12℃。

牛舍高度也影响舍内温度。牛舍高则每头牛占有的空间大，牛体散失的热量较多，有利于夏季防暑而不利于冬季防寒。饲养密度也影响舍内温度，密度大则单位面积上产生的热量多，舍内温度就高，密度小则较低。

同一舍内，空气温度并不均匀。一般是天棚和屋顶附近较高，地面附近较低。靠近门窗和墙壁的地带温度也较低，中央则较高。总之，封闭牛舍的空气温度特点是冬季比较暖，夏季比较热，因而比较适于寒冷地区。

(二) 棚舍的空气温度

棚舍四周无墙壁，其屋顶可以防日晒，四周敞开可使空气流通，是防暑的一种有效形式。试验结果表明，敞棚下的风速与露天基本相同，气温略低于露天。

在月平均气温为 $18\sim 24^{\circ}\text{C}$ 为夏季，将一岁育肥牛分别养在露天、封闭舍和敞棚舍里，结果证实，敞棚的效果比露天和封闭舍好。见表 6—1。

表 6—1 棚舍饲养肉牛效果

牛舍种类	露 天	棚 舍	封闭舍
牛头数	38	38	95
平均日增重 (千克)	1.27	1.37	1.08
每千克增重所需干物质 (千克)	6.42	6.07	6.58

在干热的气候条件下，养于敞棚下的肉牛与养于露天者相比，采食量增大，平均日增重多 0.5 千克，每单位增重所消耗的饲料少 25%。差异都非常显著。可见棚舍所具有的防止日晒、减少热幅射和空气流速大等特点，在防暑上具有良好作用。所以它广泛应用于炎热地区。

在平均温度为 -8°C 的严冬，在露天饲养的肉牛平均日增重 1.03 千克，在棚舍饲养者为 1.17 千克，提高 14%，每千克增重所消耗的饲料干物质分别为 7.80 千克和 6.66 千克，下降 17%。说明在冬季棚舍防寒能力虽然很低，我国大多数地区不能靠它来过冬，但毕竟比露天要好一些，至少能避雨雪，在某些地区养肉牛有一定效果。

(三) 开放舍和半开放舍的空气温度

开放舍三面有墙而另一面无墙。半开放舍三面有墙而另一面为半截墙。防寒能力比棚舍强，但舍内空气流动性仍然很大，温度随舍外气温的升降而变化。当外界气温为 -1°C

时，封闭式牛舍可达 13°C ，开放式和半开放式牛舍仅维持 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。所以这两种形式的牛舍适宜于冬季不太冷夏季不太热的地区。在生产上为了提高实用效果，可在牛舍后墙上多开一些窗子，夏季加强空气对流，提高防暑能力。冬季除将后墙上窗子关闭外，可在南墙开露部分挂上塑料布窗帘，天热卷起来，天冷时放下，效果也较好。

二、牛舍内的适宜湿度

牛舍空气的水汽，主要有以下几个来源：

- (1) 由人气带入。带入数量，决定于大气湿度的高低。
- (2) 牛体排出。牛通过呼吸道和皮肤不断向外散发水汽，散发量随体重增大和气温升高而增多。

(3) 墙壁、地面等物体表面蒸发。蒸发量决定于物体表面的潮湿程度。封闭牛舍空气中的水汽，约有 $70\%\sim 75\%$ 来自动物体， $10\%\sim 25\%$ 来自地面、墙壁等物体表面， $10\%\sim 15\%$ 来自人气。所以封闭式牛舍空气湿度比人气高出很多。棚舍、开放舍和半开放舍因为空气流通量大，舍内空气湿度与舍外没有显著差异。

封闭式牛舍空气的相对湿度以 $60\%\sim 70\%$ 为宜，最高不超过 75% 。在生产实践中，冬季防止舍内潮湿是一个比较困难而又非常重要的问题。防潮必须从多方面采取综合措施：①妥善选择场址，把牛舍修建在高燥地方。牛舍的墙基和地面应设防潮层。②加强牛舍保温，使舍内空气温度始终保持在露点温度以上，防止水汽凝结。③尽量减少舍内用水量。④对牛排的粪尿和污水应及时清除出去，避免在舍内积存。⑤保证通风系统性能良好，及时将舍内过多的水汽排出去。⑥厚铺垫草。可以有效地防止舍内潮湿。

三、牛舍内的适宜气流

空气的流动是由空气的温度不一致而引起的。热空气比重小而上升，留下的空间由周围的冷空气来填充，这就产生了气流。封闭舍中的气流，除因温度不一致而引起外，还可来自以下几个方面：①门窗的启闭。②通风管的作用。③外界气流的侵入。④人和牛的走动等。

在炎热条件下，气流有利于对流散热和蒸发散热，因而对牛有良好作用。在严寒条件下，舍内仍应保持适当的气流。这种气流不仅可使空气的温度、湿度、化学组成均匀一致，而且有利于将污浊气体排出舍外。牛体周围的气流速度以0.1~0.2米/秒为宜，最高不超过0.25米/秒。

牛舍中，切忌产生贼风。所谓贼风，就是一股温度较低而且速度较大的气流。它的害处是使畜体局部受冷，这时因为整个畜体处在另一种比较温暖，比较稳定的环境中，对这一局部冷刺激不能产生相应的反应，进行必要的调节，因而往往引起关节炎、神经炎、感冒以至肺炎、瘫痪等。防止贼风的方法，是堵塞门、窗上的一切缝隙，将入气管设在墙壁的上方。民谚中有“不怕狂风一片，只怕贼风一线”的说法。说明贼风对畜体危害较大。

四、牛舍内的适宜光照

牛舍内保持一定强度的光照，除了有目的、有计划地调节牛体的生理机能外，对于人的工作和牛的采食、起卧、走动等也提供了方便。

牛舍都行自然采光，让自然光线通过牛舍的开露部分和门窗进入舍内。不同类型的牛舍，采光能力相差很大，舍内

的光照强度因之各不相同。封闭式牛舍由于受屋顶、墙壁、门、窗和舍内间壁、饲槽等各种设施的阻拦，损失很多，所以舍内光照强度远比舍外低。

光照的持续时间影响肉牛的生长和育肥，在6~18月龄期间分别给予6、9和12小时的光照，并以处于自然光照下的同龄小牛作对照，结果每日光照6和9小时者增重最快，肌肉组织中脂肪也较多。

进入舍内的太阳光线，分直射光和散射光两种，夏季为了避免舍内温度升高，应防止直射光线进入舍内；冬季为了提高舍内温度、并使地面保持干燥，应使阳光直射在牛床上。这些通过合理的设计和建造牛舍是可以达到的。

五、牛舍内空气中的灰尘和微生物

（一）牛舍内空气中的灰尘

牛舍内的灰尘除由大气带进一部分外，主要由饲养管理工作引起，如打扫地面、分发干草和粉干料，刷拭牛体，翻动垫草等，都会使牛舍的灰尘大量增加。牛舍空气中的灰尘量一般在 $10^3 \sim 10^6$ 粒/立方米之间。灰尘对牛体健康有直接影响，灰尘降落在牛体表上，可使皮脂腺的分泌物以及皮屑、微生物等混合在一起，粘结在皮肤上，使皮肤发痒以至发炎，同时使皮脂腺和汗腺的管道堵塞，皮脂腺受阻的结果，使皮肤缺乏脂肪，皮质变得干燥脆弱，易遭损伤和破裂。汗腺分泌受阻，使皮肤的散热功能下降，体温调节受到破坏。此外，皮肤感受器的功能也受到影响。大量灰尘降落在眼结膜上，会引起灰尘性结膜炎。空气中的灰尘可被牛吸入呼吸道。进入气管和支气管的灰尘，可使气管和支气管受到刺激和感染，进入细支气管末端和肺泡的灰尘，有许多会

在那里停留下来，引起肺炎等疾病。

减少牛舍空气中灰尘含量，应当采取以下措施：①在牛场周围种植防护林带，场内也应大量植树。场内的一切空地都种植矮作物或牧草。②粉碎精料的场所、堆放和粉碎干草的场所，都应当远离牛舍。③分发干草时动作要轻，喂粉碎料时，要注意饲喂时间和给料方法，最好改粉料为颗粒料，翻动或更换垫草，应趁牛不在舍内进行。④禁止在牛舍内刷拭牛体和打扫地面。⑤保证通风系统性能良好，采用机械通风的牛舍，应尽可能在进气管上安装除尘装置。

（二）牛舍内空气中的微生物

空气本身对微生物的生存是不利的，因它比较干燥，缺乏营养物质，而且太阳光中的紫外线有杀菌能力。但是，空气中夹杂着大量灰尘，可使微生物附着并生存。所以，空气中微生物的数量，同灰尘的多少有着直接关系。一切能使空气中灰尘增多的因素，都有可能使微生物随之增多。

牛舍空气中，除了灰尘之外，还有大量飞沫，这是牛咳嗽、喷嚏时喷出来的小液滴。据测定，一个喷嚏可以形成四万个小液滴，喷射距离可达5米以上。这些液滴迅速蒸发，留下较小的滴核，飞沫核由唾液中的粘液素、蛋白质、盐类和微生物组成。微生物在滴核内受蛋白质和粘液素的保护，不易遭受干燥和其他因素的影响，能长期悬浮在空气中生存。这些小滴核能够进入支气管的深处和肺泡，对人和牛危害很大。一切呼吸道传染病如肺结核、牛传染性胸膜炎、流行性感等，主要通过飞沫传播。在封闭式牛舍里，飞沫可以散布到各个角落，使每头牛都有机会受到感染。

病原微生物附着在灰尘上对牛造成的传染，叫做灰尘传染，附着在飞沫上造成的传染，叫做飞沫传染。在大自然

中，灰尘传染多于飞沫传染。而牛舍中以飞沫传染为主。

为了防止传染病的入侵和传播，应注意以下几个方面：

(1) 选好场址，减少传染病入侵机会。

(2) 牛场周围设置防疫沟，防止狗、猫等动物进入场内。

(3) 牛场建成后，经全面彻底消毒。牛进入牛舍前应全面彻底检疫。

(4) 严禁场外人员、车辆和场内非直接有关人员进入牛舍区域。饲养人员、技术人员进入时，必须在专设的消毒室内彻底消毒，换上工作服、鞋、帽。场内有关车辆入内时，需在专设的消毒池内彻底消毒。

(5) 保证牛舍通风系统性能良好，使舍内空气经常保持清新。试验证明，换气不良的牛舍中，空气微生物的含量远比换气良好者高。见表 6—2。

表 6—2 牛舍空气中的微生物

牛舍换气情况	3 分钟落入 9 厘米培养皿中的细菌数		
	普通细菌	葡萄球菌	大肠杆菌
良好	73	62	无
不良	251	100	30 分钟后检出

六、牛舍中的有害气体

牛舍内的空气，由于受牛的呼吸、生产过程及有机物的分解等因素的影响，氮、氧和二氧化碳所占的比例与大气有了变化，更重要的是增添了氨和硫化氢，还有少量甲烷和其他气体。这些气体由粪、尿、饲料或其他有机物分解产生。它们对人和牛的正常生理过程有妨害。所以统称为有害气体。

在封闭式牛舍，如果设计不当或使用管理不善，舍内有害气体有可能达到很高的浓度，使人和牛受到毒害。

(一) 牛舍中的氨

氨(NH_3)本身无色，有刺激性臭味。在标准状态下每升的重量为 0.771 克。在牛舍里是各种含氮有机物（粪、尿、垫草、饲料等）的分解产物。其含量之高低，决定于地面的结构、垫草的种类和使用方法、粪尿处理方法、牛舍通风情况等。氨的比重虽然较小，但因产自地面，主要分布在牛所能接触到的范围之内，所以危害很大。

低浓度的氨对粘膜有刺激作用，引起结膜和上呼吸道粘膜充血、水肿、分泌物增多，甚至发生喉头水肿、坏死性支气管炎、肺出血等，也可通过肺泡上皮而进入血液，同血红蛋白结合起来，破坏血液的运氧功能。高浓度的氨对直接接触部位可引起碱性化学灼伤，组织呈溶解性坏死，并可引起呼吸道深部及肺泡的损伤，发生化学性支气管炎、肺炎、肺水肿，以及中枢神经系统麻痹，中毒性肝炎和心肌损伤。

我国北方冬季较冷，有些牛场和个体饲养户为了保暖，常在夜间将门窗密闭，通风换气几乎完全停止，到了翌晨，人进去后眼睛疼得睁不开，咳嗽不已，牛眼泪鼻涕和口涎显著增多。甚至发生结膜炎和肺炎，严重者可使眼睛失明。

牛舍中氨的最高限量为 30 毫克/立方米。

(二) 牛舍中的硫化氢

硫化氢是一种无色、易挥发、带有恶臭的气体，易溶于水，在标准状态下一升重量为 1.526 克。

牛舍空气中的硫化氢，由含硫有机物分解而来。当牛采食富含蛋白质的饲料而且消化机能紊乱时，可由肠道排出大量硫化氢。硫化氢产自地面，而且比重大，所以愈接近地面

则浓度愈高。

硫化氢遇到动物粘膜上的水分可很快溶解，并与钠离子结合生成硫化钠，对粘膜产生刺激，引起眼炎，出现流泪、角膜混浊、畏光，同时发生鼻炎、气管炎、咽部灼伤、咳嗽，甚至肺水肿。

低浓度的硫化氢，可使牛出现植物神经功能紊乱，偶尔发生多发性神经炎。游离在血液中的硫化氢，能与氧化型细胞色素氧化酶中的三价铁结合，影响细胞氧化过程，造成组织缺氧，所以在较低浓度硫化氢长期影响下，牛体质变弱，抗病力下降，同时容易发生肠胃炎、心脏衰弱等。高浓度的硫化氢，会使呼吸中枢和血管运动中枢麻痹而死亡。

牛舍空气中的硫化氢最高含量不得超过 10 毫克/立方米。

七、牛舍内的噪声

噪声是污染空气环境的重要因素之一。随着公交的发展、畜牧机械化程度的提高，噪声的来源愈来愈多，强度也愈来愈高，给牛带来了不良影响。

牛舍的噪声有三个来源：①是外界传入。②舍内机械产生。③牛自身发出。噪声会使牛受惊，狂奔、顶撞和跌伤。有人发现噪声由 55～75 分贝增至 85～100 分贝，牛的站立时间增加 3%，反刍时间减少 5%，采食时间减少 1%，饮水时间也稍有减少。

为了减少噪声，建场时应选好场址，尽量避免外界的干扰，场内的规划应当合理，使汽车、拖拉机等不能靠近牛舍，牛场设置机械时，应尽量选用声响较小的；牛舍周围大量植树，可使外来的噪声降低 10 分贝以上；人在牛舍内的

一切活动要轻，避免造成较大声响。

第二节 牛舍环境的控制

牛舍环境除受大气环境的影响外，还受牛的密度、饲料、饮水、排粪尿等活动的影响。伴随着排泄物（特别是腐败分解后），还有大量水汽、有害气体、灰尘和微生物等产生，这就增加了牛舍环境控制的复杂性。但是，只要能根据牛的生物学特点，进行科学设计合理施工，是完全有可能建立良好的牛舍环境。既适合牛的生理要求，又可进行高效生产的环境。

一、牛舍的基本结构和作用

牛舍由各部结构组成，包括基础、墙、屋顶及顶棚、地面和门、窗等。

（一）基础

基础是牛舍的地下部分，是为牛舍上部结构服务的。保证牛舍坚固、耐久和安全。因此，要求具备足够的强度和稳定性，防止牛舍因沉降（下沉）过大和产生不均匀沉降而引起裂缝和倾斜。

基础埋置的深度应根据牛舍的总荷载、地基的承载力、土层的冻胀程度及地下水情况而定。北方地区在膨胀土层修建牛舍时，应将基础埋置在最大冻结深度以下。基础受潮是引起墙壁潮湿及舍内湿度大的原因之一，应注意基础防潮、防水。加强基础的保温对改善牛舍环境具有重要意义。

（二）墙

墙是牛舍的主要结构。砖墙的重量占牛舍建筑物总重量

的 40%~65%，造价占总造价的 30%~40%。墙也是牛舍与外部空间隔开的主要外围护结构，对舍内温湿状况的保持起着重要作用，据测定，冬季通过墙散失的热量占整个牛舍总失热量的 35%~40%。

墙必须具备：坚固耐久、抗震、耐水、防火、抗冻；结构简单、便于清扫、消毒；同时应有良好的保温与隔热性能。保证最高的隔热设计，在经济上是最有利的措施。

（三）屋顶和天棚

屋顶和天棚是牛舍的上部外围护结构。

1. 屋顶：用以防止降水和风沙侵袭及隔绝太阳的强烈辐射，无论对冬季保暖和夏季隔热都有重要意义。屋顶形式繁多，在牛舍建筑中常用的主要有以下几种：

（1）双坡式屋顶：是最基本的牛舍屋顶形式。适用于较大跨度的牛舍，有利于保温，易于修建，比较经济。见图 6—1（1）。

（2）单坡式屋顶：屋顶只有一个坡向，一般跨度较小，结构比较简单。由于净高较低，不便于在舍内操作，只适用于单列舍。有利于自然采光，适用于较小规模的牛群。见图 6—1（2）。

（3）联合式屋顶：适用于跨度较小的牛舍，与单坡式牛舍相比，采光略差，但保温能力较强。见图 6—1（3）。

（4）平拱屋顶：是一种省木料、省钢材的屋顶，适于跨度较小的牛舍，有单双曲拱之分，后者比较坚固。屋顶造价较低，但屋顶保温较差，不便于安装天窗和其他设施，对施工技术要求也较高。见图 6—1（4）。

（5）钟楼式和半钟楼式屋顶：这是在双坡式屋顶上增设双侧或单侧天窗的屋顶形式，以加强通风和采光。适用于跨

度较大的牛舍采用。见图 6—1 (5)、图 6—1 (6)。

(6) 双折式和哥德式屋顶：这类屋顶下有较大空间，通常挂顶棚以形成阁楼，用以贮存干草和垫草。故保温能力强，适用于多雪寒冷地区，且常为拴养牛舍采用。但结构比较复杂，造价较高。见图 6—1 (7)、图 6—1 (8)。

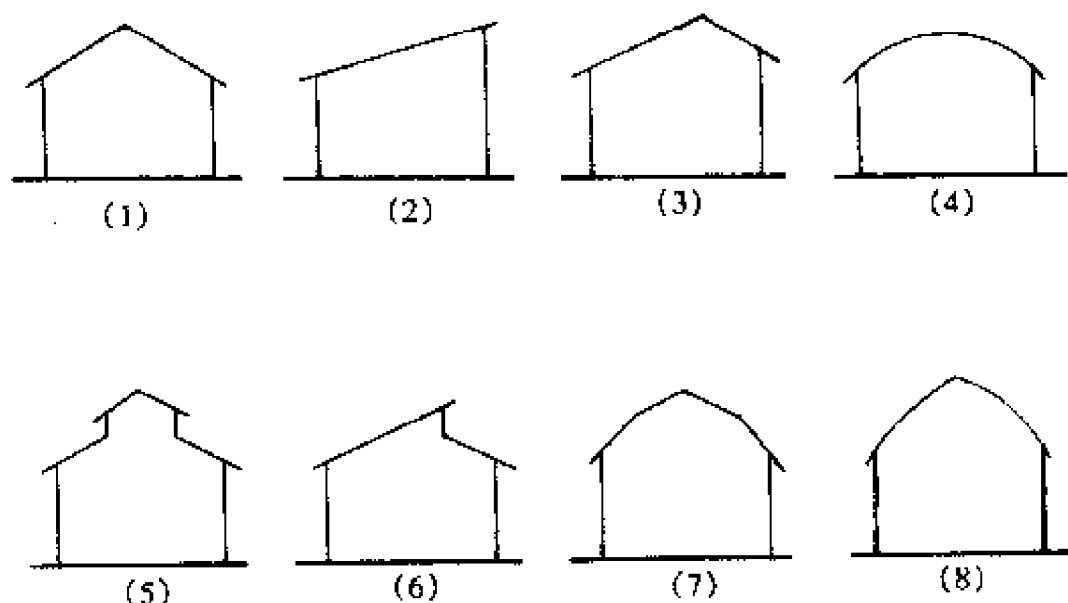


图 6—1 牛舍常见的屋顶形式

2. 天棚，又名顶棚，是将牛舍与屋顶下空间隔开的结构。其功能主要是加强牛舍冬季的保温和夏季防热，同时也利于通风换气。8~10 米跨度的牛舍，其天棚的面积比墙的总面积大 1 倍。通常天棚散失热量可达 36%。天棚上铺设足够厚度的保温层（或隔热层），是天棚能否起到保温隔热作用的关键，而结构严密是重要保证。屋顶和天棚必须具备：防水、保温、隔热、不透气、坚固、耐久、耐火、光滑、结构轻便、简单、造价便宜的特点。

(四) 地面

地面是牛舍建筑的主要结构。牛直接在牛舍地面上生活（包括躺卧、睡眠、排泄等），所以牛舍地面既是牛床，又是

生产场地。牛舍地面质量好坏，地面是否保持正常以及能否对地面进行应有的管理，不仅可以影响牛舍内小气候与卫生状况，还会影响牛体清洁与健康，甚至影响生产力的发挥。牛舍地面应具备下列基本特点：

(1) 坚实、致密、平坦、有弹性、不硬、不滑。

(2) 有足够的抗机械能力与抗各种消毒液和消毒方式的能力。

(3) 温暖，不透水，易于清扫与消毒。

(4) 及时排走粪尿及洗涤用水，不致滞留及渗入土层。

地面的特性取决于所用材料。事实上，导热性小、不透水、有弹性、易于消毒、坚固、能抗机械压力及消毒药液腐蚀，而又便宜等特点很难同时具备。修建符合要求的牛舍地面是很难的，必须采取补救措施，即在牛床部位铺设木板或厚垫草，以改善地面状况。对几种常用地面的评定。见表6—3。

表 6—3 常用牛舍地面的评定

地面种类	坚实性	不透水性	不导热性	柔软程度	不光滑度	可消毒性	总分
夯实地面	1	1	3	5	4	1	15
夯实粘土地面	1	2	3	5	4	1	16
粘土碎石地面	2	3	2	4	4	1	16
石 地	4	4	1	2	3	3	17
砖 地	4	4	3	3	4	3	21
混凝土地面	5	5	1	2	2	5	20
木板地面	3	4	5	4	3	3	22

(五) 门、窗

1. 门：牛舍门的功能：①保证牛进出。②保证生产过

程（主要是运饲料与清粪）的顺利进行。③意外情况下将牛迅速撤出。

牛舍门一般宽1.5~2米。高2.0~2.4米。人行便门宽0.8米，高1.8米。可根据作业性质而定其位置和小大。

在寒冷地区为了加强保温，门应设在背向阳的一侧，并设门斗以防寒风侵入，并缓和舍内热能外流。门斗深度应不小于2米，宽度比门大出1.0~1.2米。

牛舍门应向外开，门上不应有尖锐突出物，不应有门槛，不设台阶。为了防止雨雪水滴入舍内，牛舍地面高出舍外20~25厘米。

2. 窗：牛舍窗户的功能在于保证牛舍的自然光照和自然通风。由于窗多设在墙和屋顶上，故也是墙和屋顶失热的重要部分。

考虑到采光、通风与保暖的矛盾，故在窗的设置上，在寒冷地区必须统筹兼顾。原则是在保证采光系数要求和夏季通风的前提下尽量少设窗户。

二、牛舍的防寒与防热

牛舍环境的控制主要取决于舍温的控制。牛舍防寒防热的目的在于克服大自然寒暑的影响，以使舍内环境温度始终保持符合育肥牛所要求的适宜温度范围。防寒温度界限4℃，防热温度界限25℃。

（一）牛舍防寒

通过隔热以达到防寒目的是最根本的措施。加强牛舍的隔热设计与施工，提高牛舍保温能力，较之消耗大量饲料能量以维持体温或通过采暖以维持舍温更为经济、更加有效。只要合理设计施工，基本可以保证适宜的温度环境。

1. 屋顶、天棚的保温隔热：屋顶失热多，一是面积大于墙壁，二是热空气上升，故热能易通过屋顶散失。为了使牛产生的热量保存在舍内以提高舍温，加强屋顶保温具有重要意义。

天棚的结构必须严密、不透气。使屋顶与天棚之间形成一个不流动的空气缓冲层，对保温极为重要。天棚铺足够的保温层（炉灰、锯末等）是加大屋顶热阻值的一项重要措施。

2. 墙壁的保温隔热：墙壁失热仅次于屋顶，必须加强墙壁的保温设计，通常选用当地导热系数小的材料，确定最合理的隔热结构和精心施工，就可能提高牛舍墙壁的保温能力。如选用空心砖代替普通红砖，墙的热阻值可提高 41%，而用加气混凝土块，则可提高 6 倍。采用空心墙体或在空心中充填隔热材料，也会大大提高热阻值。如果施工不合理，会降低墙体的热阻值。由于墙体透气、变潮都可导致对流和传导失热的增加。

冬季因受偏西北风的影响，通过端墙门易产生对流，导致舍温下降，气流过大。故东北习惯采用端墙不设门，南墙多开门，对牛舍保温也有良好影响。

3. 地面的保温隔热：由于牛直接在地面上活动，牛舍地面的热工状况直接影响牛体，因而具有特殊意义。保持干燥状态的木板是理想的温暖地面，但实际上木板铺在地上往往吸水而变成良好的热导体，故很冷，而且很贵。国外采用橡皮或塑料制的厩垫，效果很好。英国采用隔热地面，值得借鉴。其结构特点是：上层是导热系数小的空心砖，其下是蓄热性大的混凝土，再下是导热系数小的夯实土。见图 6—2。

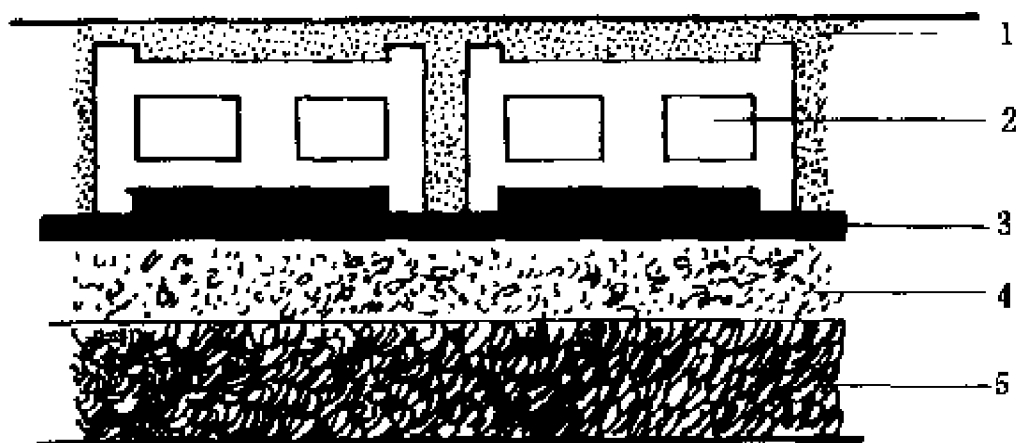


图 6—2 空心粘土砖隔热地面

1. 水泥沙浆 2. 空心粘土砖 3. 混凝土
4. 油毡或沥青防潮层 5. 夯实素土

牛体接触地面后，首先接触的是只有一薄层水泥的空心砖，不感到凉，导热也慢，因而牛体失热少。而热由空心砖传到混凝土层，因其蓄热性强，而被蓄积起来，当要放散时，上面是导热系数小的空心砖，下面是导热系数也比较小的夯实土，因而受到阻碍。所以地面温度比较稳定。加防潮层，防止空心砖受潮，以利保温。这种隔热地面，取材方便，施工也不复杂，但效果很好。

4. 加强防寒管理：

(1) 适当加大舍内牛的密度，等于增加热源。

(2) 防止舍内潮湿，由于水的导热系数为空气的 25 倍，因而潮湿的空气、墙壁、地面、天棚等的导热系数比干燥的状况下大若干倍。由于舍内湿度高，不得不通过加大换气量排除，而加大换气量又必然伴随大量热能的散失。

(3) 利用垫草以改善牛体周围的小气候。铺垫草不仅可改进冷硬地面的使用价值，也是一种防潮措施。当牛躺卧在有垫草的牛床时，热能被蓄积起来，不致传导散失，在牛站

起来后大部热能放散至舍内空气中，有利舍温的调节。

(4) 加强牛舍的维修保养：做好越冬御寒准备工作，包括封门、窗、设置防风障、粉刷、抹墙等，对防寒保温有不可低估的意义。

(二) 牛舍的防热

从生理上看，牛比较耐寒而怕热。牛舍内过热原因有三个，即大气温度高，强烈的太阳辐射，牛在舍内产生的热。解决牛舍防热降温措施包括：

(1) 加强牛舍外围护结构的隔热设计。在于防止或削弱高温与太阳辐射对舍内环境的影响。①屋顶隔热。选用隔热材料和确定合理结构，但是一种材料往往不可能保证最有效的隔热，所以从结构上综合几种材料的特点而形成较大的热阻来求得良好隔热，是常用的有效办法。充分利用空气的隔热性，由于空气具有较小的导热系数，不仅用做保温材料，而且由于具有可吸收、容纳热量和受热后因密度发生变化而流动的特性，也常用于防热材料。空气屋面隔热，是将屋顶修成双层，中间空气可以流通。其隔热原理是：空气不断从进风口进入，穿过整个间层，而从排风口排出。在空气流动过程中，把屋顶空间由外面传入的热能带走，从而温度下降了，减少了辐射和对流传热量，再加上空气间层本身可减少辐射传热，从而提高了屋顶的隔热能力。②墙壁的隔热。在夏热冬冷地区，必须兼顾冬季保温和夏季防热。最好用新型材料结构组装式牛舍，冬季全部构件组装成保温封闭式牛舍，而到夏季则卸去一部分构件改成半开放式牛舍。

(2) 搞好牛舍通风。通风是牛舍防热措施的重要组成部分。为有效的通风降温，充分利用穿堂风是一种简便的有效措施，而牛舍的跨度与穿堂风强弱有关。跨度小的牛舍，通

风路线短而直，气流顺畅，而跨度超过 10 米时，则不能形成足够的通风。靠自然通风效果不好时，应采用机械通风。

(3) 实行遮阳。遮阳指阻挡阳光直接射进舍内的措施。目的在于通过遮挡窗户以阻挡太阳辐射，防止舍内过热。加宽牛舍挑檐，挂竹帘、搭凉棚，以及植树等，都是简便易行，经济实用的遮阳措施。

(4) 牛舍降温。当大气温度接近牛体温时，为缓和高温对牛健康和生产力的影响，必须采取降温措施：①喷雾冷却。原理在于当空气与呈雾状的细小水滴接触时，水滴吸收空气的可感热，发生水的蒸发，产生蒸发冷却。当水和空气接触时，由于热交换而发生接触冷却，使气温降低，喷雾冷却是一种比较经济的降温措施。采用喷雾冷却时，水温越低，冷却效果越好；空气越干燥，冷却效果也越好。野外放牧的大群肉牛，在炎热天气可用此法降温防暑。②洒水。往地面与屋顶洒水，以及让冷水缓缓流经放在舍内的某种物体等，均是切实可行的降温措施。

三、牛舍的通风换气

牛舍的通风换气是牛舍环境控制的一个重要手段。其目的有二个：①在气温高的情况下，通过加大气流使牛体感到舒适，以缓和高温对牛的不良影响。②在牛舍密闭的情况下，引进舍外的新鲜空气，排除舍内的污浊空气，以改善牛舍空气环境。

冬季牛舍通风换气的原则是：

(1) 排除过多的水汽，使舍内空气的相对湿度保持适宜状态。

(2) 维持适中的气温，不致发生剧烈变化。

(3) 气流稳定，不会形成贼风，同时要求整个舍内气流均匀、无死角。

(4) 清除空气中的微生物、灰尘以及舍内产生的氨、硫化氢、二氧化碳等有害气体和臭味。

(5) 防止水汽在墙、天棚等表面凝结。

(一) 牛舍通风换气量的确定

只有当通风换气适宜时，才有可能保持适宜的温湿环境和良好的空气卫生状况。因此，确定合理的通风换气量是组织牛舍通风换气的最基本的依据。通风换气系统的主要任务在于排除牛舍内产生的过多的水汽和热能，其次是驱走舍内产生的有害气体与臭味。所以通风换气量的确定，主要根据舍内产生的二氧化碳、水汽和热能计算而得。这些计算公式简单，但测定所需数据比较烦琐，也需一定的仪器设备。计算结果也不一致，所以，多参考通风换气参数确定通风换气量。见表 6—4。

表 6—4 牛舍通风换气量参数 (立方米/分·头)

种 类	体重 (千克)	冬 季	夏 季
乳用母牛	454	2.8	5.7
肉用母牛	454	2.8	5.7
育肥牛 (舍内，漏缝地板)	454	2.1~2.3	14.2

在生产中把夏季通风量做牛舍最大通风量，冬季通风量做牛舍最小通风量。故牛舍采用自然通风系统时，在北方寒冷地区应以最低通风量，即冬季通风量为依据确定通风管道面积；而采用机械通风时，必须根据最大通风量，即夏季通风量确定总的风机风量。

牛舍通风换气系统的设计，包括牛舍通风换气量的确

定，必须做为牛舍建筑设计的一个重要组成部分全面加以考虑，认真地进行计算设计，不能生搬硬套。

（二）牛舍的自然通风

牛舍的自然通风是指借自然界的风压或热压，产生空气流动，通过牛舍的外围护结构的空隙所形成的空气交换。

风压指大气流动（即刮风）时，作用于牛舍建筑表面的压力。风压换气是当风吹向牛舍建筑时，迎风面形成正压，背风面形成负压，气流由正压区开口流入，由负压区开口排出，所形成的风压作用的自然通风。在牛舍两侧墙壁上设开口（包括门窗），在有风的情况下就会产生对流通风。

热压换气是由于舍内不同部位的空气因温热不匀而发生的密度（比重）差异时，即当舍外温度较低的空气进入舍内，遇到由牛体放散的热能受热变轻而上升，于是在舍内近屋顶、天棚处形成较高的压力区，这时屋顶如有孔，空气就会逸出舍外，如此周而复始，形成自然通风。热压通风受牛舍建筑结构透气性和舍内余热的影响。牛舍结构不严，其存在的缝隙如同大大小小的开口，会破坏自然通风规律。牛舍保温不良，舍内余热不多，通风换气就越不充分。密封良好牛舍外围护结构，是寒冷地区封闭式牛舍进行有效通风换气的保证。

牛舍内通风换气情况如下：

（1）空气通过墙壁不断渗透的程度，即自然通风的效率，既决定建筑结构与材料的空气渗透性和施工质量，也决定于风力大小。

（2）在温暖地区，通过门窗进行自然通风，完全可以保证应有的换气；而在寒冷地区的保温封闭式牛舍中，由于结构严密且有一定厚度，加上越冬封闭门窗，故仅靠门窗不能

保证应有的换气，需用管道通风。

(3) 舍内外温差越大，即舍外气温越低，换气时越易导致舍温迅速下降。故在寒冷地区，冬季舍内外温差越大，越难保证有效的换气。舍内外温差越小，热压通风效率越弱。

(4) 在寒冷地区，舍内余热越多，能从舍外导入的新鲜空气的量也越多，换言之，牛舍保温性能越好，越有利于通风。

(三) 通风管面积的确定

在确定牛舍通风换气量之后，可求得通风换气面积，即风管面积。其公式为： $A = \frac{L}{V}$

式中 A 为通风管总面积 (米²)；L 为已确定的通风换气量，即需由舍内排出的污浊空气量 (立方米/秒)；V 为空气在排气管中的流速 (米/秒)。见表 6—5。

求得通风管总面积后，根据所确定的每个排气管的断面积，可求得该舍需要安装的排气管数。

表 6—5 排气管中气流速度

温差 (℃)	排气管高 (米)				
	4	5	6	7	8
6	0.54	0.73	0.80	0.87	0.92
8	0.76	0.84	0.93	1.00	1.07
10	0.85	0.95	1.05	1.12	1.20
12	0.93	1.05	1.15	1.24	1.32
14	1.01	1.13	1.24	1.34	1.43
16	1.09	1.22	1.33	1.44	1.54
18	1.16	1.29	1.42	1.53	1.64
20	1.20	1.37	1.50	1.62	1.73

续表

温差 (℃)	排气管高 (米)				
	4	5	6	7	8
22	1.29	1.44	1.58	1.71	1.82
24	1.35	1.51	1.66	1.79	1.91
26	1.41	1.58	1.73	1.87	2.00
28	1.47	1.65	1.80	1.95	2.08
30	1.52	1.71	1.87	2.02	2.16
32	1.59	1.77	1.94	2.10	2.24
34	1.64	1.84	2.01	2.17	2.32
36	1.69	1.90	2.08	2.24	2.40
38	1.75	1.96	2.14	2.32	2.47
40	1.80	2.02	2.21	2.39	2.55

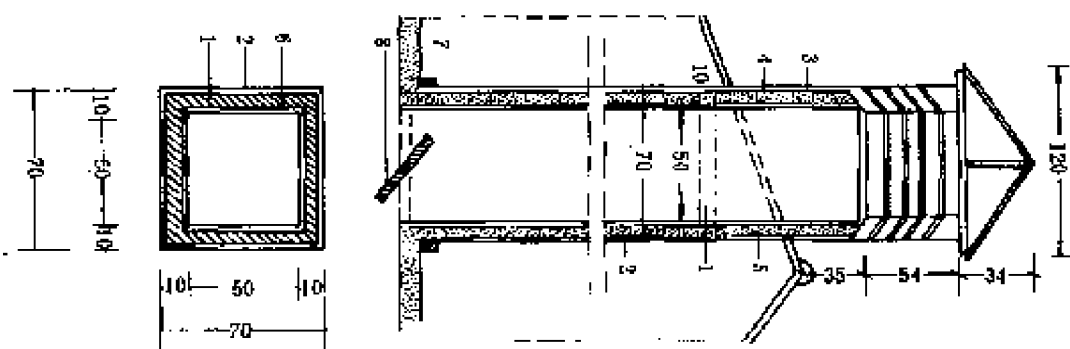
理论上,排气管面积应与进气管面积相等。但事实上,通过门窗缝或建筑物结构不严密之处以及启闭门窗时,会有一部分空气进入舍内,故进气管的断面积应小于排气管的面积。一般按排气管总面积的 70% 计算。每个排气管的断面积一般为 $50 \times 50 \sim 70 \times 70$ (平方厘米),进气管的断面积多采用 $20 \times 20 \sim 25 \times 25$ (平方厘米)。

(四) 通风管构造及安装原则

牛舍自然通风装置有多种形式,我国广泛采用流入排出式通风系统。这种通风系统由均匀分别设在纵墙上的进气管和屋顶上的排气管组成。

1. 进气管:多用木板制成,断面呈方形或矩形。通常均匀地嵌在纵墙上,距天棚 40~50 厘米处、两窗之间的上方。墙外的受气口向下弯或加“<”形挡板,以防冷空气或

降水直接侵入。墙内侧的授气口上应装调节板，用以将气流挡向上方，避免冷空气直接吹到牛体，并可以调节进气口大小，以控制进气量，必要时可以全关闭。进气管彼此之间的距离 3~4 米。



1. 套管 2. 抹泥 3. 填充物 4. 木板
5. 保温层 6. 管道 7. 方木 8. 调节板

(五) 现行自然通风系统存在的缺陷

1. 现行自然通风系统全以利用牛产生的可感热为基础,

未考虑潜热，即结合热的利用。

2. 在寒冷季节，大部分垂直排气管通风系统对热能的利用不经济。因排出的主要是上部空气，而保温良好的牛舍每立方米上部空气比同体积地面空气多含 0.9~1.5 千卡热。

3. 由舍外进入的新鲜空气先到牛舍上方，再到牛体附近，尽管有所温热，但也有所污染。

4. 无法防止水汽在墙壁上凝结。

(六) 牛舍的机械通风

自然通风受许多因素，特别是气候与天气条件的制约，不可能保证牛舍经常的、充分的换气。因此，为了建立良好的牛舍环境，实行机械通风，也叫强制通风。机械通风有三种形式，即负压通风、正压通风和联合通风。

1. 负压通风，也叫排气式通风或排风。这种系统用风机抽出舍内污浊空气。由于舍内空气被抽出，舍内变成空气稀薄的空间，压力相对小于舍外，新鲜空气通过进气口或进气管流入舍内而形成舍内外空气更换。因其比较简单，投资少，管理费用也较低，故用的较多。

2. 正压通风，也叫进气式通风或送风。指通过风机将舍外新鲜空气强制送入舍内，使舍内压力增高，舍内污浊空气经风口或风管自然排走的换气方式。其优点可对进入的空气进行加热、冷却及过滤等预处理，从而有效地保证牛舍内的适宜温湿状况和清洁的空气环境。但是这种通风方式比较复杂，造价高，管理费用也大。肉牛生产较少采用。

3. 联合式通风，是一种同时采用机械送风和机械排风的方式，在大型封闭式牛舍中，靠单一种通风达不到换气效果时采用。

凡是机械通风系统都可通过附加的自动调节装置进行有

效的控制，使风机启闭或转速增减，调节风量、风速和气流的均匀分布，以保证舍内适宜环境的建立。

为了保证机械通风的正常运行，要求做到：

(1) 调节通风量的控温装置或其他电子调节装置，要安置在能代表舍内正常状况的地方，防止受日光、热源、冷风的影响。同时要防被牛碰坏，又要方便检视与调节。

(2) 为节省能源，有效利用风机以保证均衡通风，风机应分组安装，各组能单独控制，以便于维修保养，也便于局部调节风量。

(3) 风机外侧应加防尘网与里侧加安全罩，以防灰尘与鸟兽入侵及伤人。

(4) 风管内表面应经常保持光滑、严密不透风，以免降低通风效率。

(5) 风机应定期清洁除尘、加润滑油，在寒冷地区冬季应经常注意防止结冰。

四、牛舍的采光

光照是牛舍小气候的重要因素之一，具有重要的生理意义。牛舍主要靠自然光照。自然光照就是让太阳的直射光或散射光通过牛舍的窗户进入舍内。影响自然光照的因素很多，主要有以下几点：

1. 牛舍方位。牛舍方位直接影响着牛舍自然采光及防寒防暑。我国处在北纬 $20^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 之间，太阳高度角冬季小、夏季大，故牛舍采取南向，冬季有利于阳光照入舍内，提高舍温。

2. 窗户面积。窗户面积的大小，用采光系数表示。采光系数就是窗户的有效采光面积同舍内地面面积之比。以窗

户的有效采光面积为 1，育肥牛舍为 1:16，犊牛舍为 1:10~14。

3. 入射角。入射角是牛舍地面中央的一点到窗户上缘（或屋檐）所引的直线与地面水平线之间的夹角，见图 6—4 (1)。为了保证牛舍内得到适宜的光照，入射角一般应不小于 25° 。

我国大多数地区夏季都不应有直射的阳光进入舍内，冬季则希望能照射到牛床上。通过合理设计窗户上缘和屋檐的高度可以达到。当窗户上缘外侧（或屋檐）与窗台内侧所引的直线同地面水平线之间的夹角小于当地夏至的太阳高度角时，就可防止夏季直射阳光进入舍内。当牛床后缘与窗子上缘（或屋檐）所引的直线同地面水平线之间的夹角等于当地冬至的太阳高度角时，就可以使太阳光在冬至前后直射在牛床上。

太阳的高度角可以用下式求得：

$$h = 90^{\circ} - \phi + \delta$$

式中 h 为太阳高度角， ϕ 为当地纬度， δ 为赤纬。赤纬在夏至时为 $23^{\circ}27'$ ，冬至时为 $-23^{\circ}27'$ ，春分和秋分时为 0。见图 6—4 (2)。

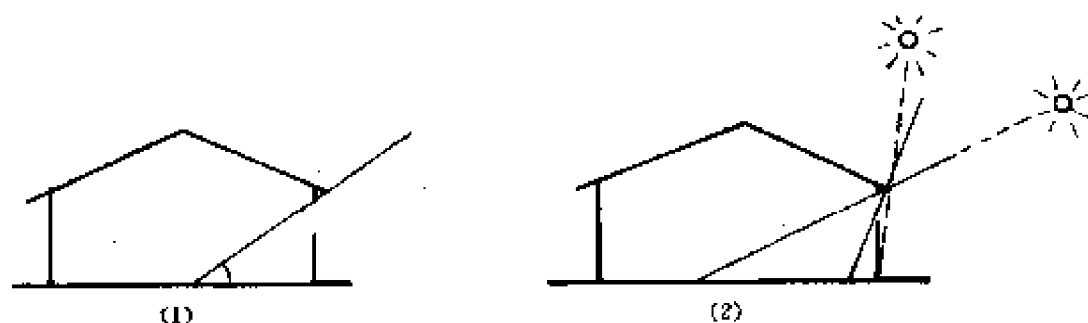


图 6—4 (1) 入射角示意图；
(2) 根据太阳高度角设计窗户上缘的高度

4. 透光角。又叫开角。即牛舍地面中央一点向窗户上缘（或屋檐）和下缘引出两条直线所形成的夹角。如果窗外有树或其他建筑物，引向窗户下缘的直线应改为引向大树或建筑物的最高点。为了保证牛舍内的适宜光照强度，透光角不应小于 5° 。为了增大透光角，可适当降低窗台高度，但窗台过低会使阳光直射在牛头部，一般为 1.2 米以上。见图 6—5。



图 6—5 透光角示意图

5. 玻璃。玻璃对牛舍的采光影响很大，玻璃可以阻止大部分的紫外线，脏污的玻璃可以阻止 15% ~ 50% 可见光，结冰的玻璃可以阻止 80% 可见光。

6. 舍内反光面。舍内物体的反光情况，对进入舍内的光线也有很大影响。反射率低时，光线大部分被吸收，舍内就比较暗；反射率高时，舍内就比较明亮。据测定，白色表面的反射率为 85%，黄色表面为 40%，灰色为 35%，深色为 20%，砖墙为 40%。可见，舍内的表面（主要是墙壁和天棚）应当平坦，粉刷成白色，并经常保持清洁，以利于提高舍内的光照强度。

五、牛舍的排水

牛每天排出的粪尿量很大，约占牛体重的 7% ~ 9%。牛舍的排水设施可分为传统式和漏缝地板式二种。

（一）传统式排水设施

传统式的排水设施适合于拴养。是依靠手工清理操作并借粪水自然流动力而将粪尿及污水排出的设施。由排尿沟、降口、地下排出管及粪水池组成。为便于尿水顺利流走，牛舍地面应向排尿沟有 1% 的倾斜度。

1. 排尿沟：一般设在牛床后端，紧靠除粪道。牛舍宜用底平呈方形排尿沟，其尺寸见图 6—6。

排尿沟向降口处要有 1%~1.5% 坡度。

2. 降口：是排尿沟与地下排出管的衔接部分。为了防止粪草落入堵塞，上面应有铁箅子，铁箅子应与尿沟同高。在降口下部，地下排出管口以下，应建成一个深入地下的延伸部，称之为沉淀井，用以使粪水中固形物沉淀，防止管道堵塞。

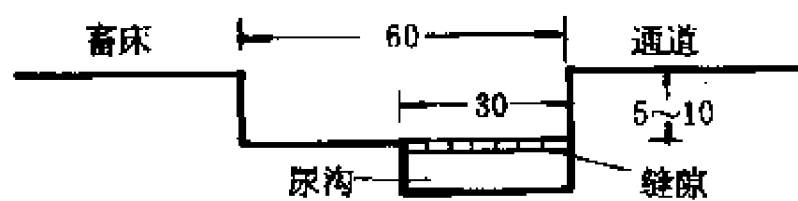
3. 地下排出管。与排尿管呈垂直方向，用于将由降口流下来的尿及污水导入牛舍外的粪水池中。因此需向粪水池有 3%~5% 的坡度。

4. 粪水池。应设在舍外地势较低的地方，且应在运动场相反的一侧。距牛舍外墙 5 米以远，需用不透水的材料做成。粪水池一定要离开饮水井 100 米以外。

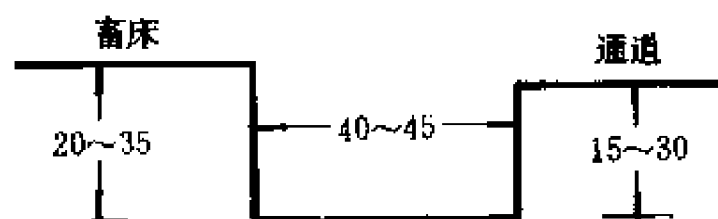
（二）漏缝地板式的排水设施

1. 漏缝地板适合散养，是在地板上留出很多缝隙，粪尿落到地板上，液体物从缝隙流入地板下的粪沟，固形物粪便被牛踏入沟内，少量残粪用人工略加冲洗清理。漏缝地板可用各种材料制成。以混凝土制的经久耐用，便于清洗消毒，比较合适。

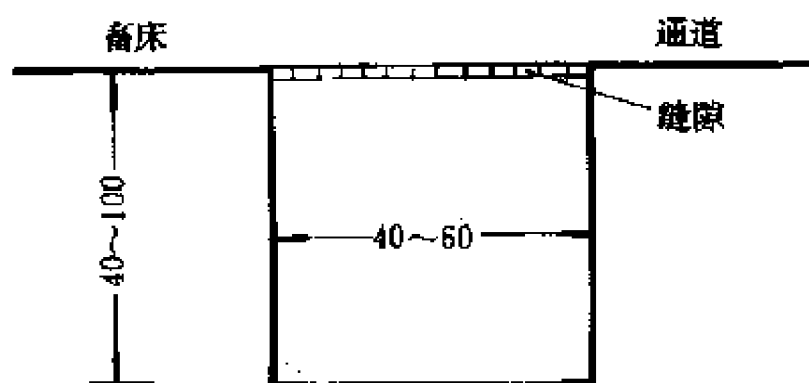
2. 粪沟。位于漏缝地板下方，用以贮存由漏缝地板落下的粪尿，定期清除。粪沟的大小决定于漏缝地板的长度和宽度，如果是全漏缝地板，粪沟就大些，如为局部漏缝地



(1)



(2)



(3)

图 6—6 方形排尿沟 (单位厘米)

板，则设局部粪沟。从粪沟清粪大致采用二种形式：一是机械刮板清粪和水冲。机械刮板清粪是用钢丝绳牵引刮粪板，将粪沟内粪便刮走，每天定期开动。水力清粪（即水冲）是用高压水冲走粪沟中的粪便。此法不需特殊设备，简单易行。但用水多，处理困难，成本高。

采用漏缝地板对建筑结构、建筑材料和施工的要求均较高。尤其当采用水冲除粪时，由于粪便加水稀释，不仅导致对其处理和利用的困难，而且需要大量的、比较复杂的贮积和排送设施，故其附属设备的投资较大，管理也较麻烦，造成环境污染的危险性也较大。

六、牛舍的垫草

垫草又叫褥草。是牛舍内空气环境控制的一项重要辅助性措施。

（一）垫草的作用

1. 保暖：冬季在导热性高的地面上铺以垫草，可显著减少牛体的传导散热。据测定，当外界气温为 -38°C 而舍内气温为 8°C 时，垫草内的温度为 21°C 。犊牛卧上非常暖和。

2. 吸潮：垫草的吸水能力一般为 $200\% \sim 400\%$ ，只要勤换，既可免尿液流失，又保持地面干燥。还可吸收空气中的水汽，有利于降低空气中的湿度。

（3）保持牛体清洁：铺用垫草可使牛免受粪尿污染，有利牛体卫生。

（二）常用垫草种类

作为垫草应具备导热性低、吸水力强、柔软、无毒、对皮肤无刺激等特性。同时还要考虑有无肥料价值、来源是否

充足和成本高低等。

1. 稻草、麦秸：稻草吸水力为 324%，麦秸为 230%，二者都很柔软，且价廉易得。

2. 野草、树叶：这二者的吸水力大体在 200%～300% 之间，柔软适用。

3. 刨花、锯末：吸水性很强，约为 420%，且导热性低、柔软。缺点肥料价值低。

4. 稻壳：吸水性和导热性均低，因松散，透水能力强，可做厚垫草用。

(三) 垫草的使用方法

垫草有二种用法，即常换法和厚垫法。

1. 常换法：是及时将湿污垫草拣出去，换上新鲜干垫草。这种方法舍内比较干净，但用草量大，而且费工。

2. 厚垫草法：是每天增铺新干垫草而不将湿污部分拣出去，这样愈垫愈厚，直到春末天暖后才一次清除出去。厚垫草的优点是垫草内有微生物长期进行着生物发热过程，所以温度较高，可达 30℃ 以上。当垫草厚度达 27 厘米以上时，每平方米面积每小时可释放 23 千卡热量，十分有利于防寒越冬。厚垫稻壳（50 厘米以上），牛尿垂直渗透到下部，牛粪被稻壳所包围，即或牛卧其上，也不污染牛体和被毛，且有松软温暖感。

七、牛的饲养密度

饲养密度指的是牛舍内单位面积能饲养的牛头数，用平方米来表示。饲养密度直接影响着牛舍内的空气卫生状况，包括温度、湿度、有害气体、灰尘和微生物等。

采用散放饲养的育肥牛，每头牛所需面积（包括舍内和

舍外场地)，见表 6—6。

表 6—6 每头肉牛所需面积

牛 别	每头牛面积 (米 ²)
繁殖母牛	4.65
犍 牛	1.86
断奶小牛	2.79
一岁小牛	3.72
育肥牛 (平均体重 340 千克)	4.18
育肥牛 (平均体重 430 千克)	4.65
分娩母牛 (牛栏面积)	9~11

第三节 牛场的设置

牛场的良好环境条件应该是：①保证场区具有较好的小气候条件，有利于畜舍内空气环境的控制。②便于严格执行各项卫生防疫制度和措施。③便于合理组织生产，提高设备利用率和工作人员的劳动生产率。因此，牛场的设置，要从场址选择、场内规划布局、场区卫生防疫设施等方面进行考虑，尽量做到完善合理。

一、牛场场址的选择

选择牛场场址时，应根据牛场的经营方式、生产规模和特点、饲养管理方式以及集约化程度并结合今后的发展潜力基本情况，对地势、地形、土质、水源，以及居民点的配置、交通、电力、物资供应等条件进行全面的考虑。

(一) 地势、地形

牛场建在地势高燥，至少高出当地历史洪水线以上，其地下水位应在 2 米以下。这样可以避免雨季洪水的威胁和减少因土壤毛细管水位上升而造成的地面潮湿。

地势要向阳避风，以保持场区小气候温热状况能够相对稳定，减少冬春风雪的侵袭。但要避开形成局部空气涡流现象的地形条件。地面要平坦而稍有坡度，以便排水，防止积水和泥泞。地面坡度以 1%~3% 较为理想。

地形要开阔整齐。场地总面积应为建筑物的 8~10 倍。并充分利用地形地物，如利用原有林带树木、山岭、河川、沟谷等作为场界的天然屏障。应特别注意远离污染源，也要尽可能把场址设在较开阔地形的中央，以有利于对环境的保护和减少对周围的污染。

(二) 土质

牛场场地的土壤情况对牛影响颇大。土壤透气透水性、吸湿性、毛细管特性、抗压性以及土壤中的化学成分等都可直接、间接影响场区的空气、水质和植被的化学成分及生长状态，也可影响土壤的净化作用。

适合建立牛场的土壤，应该是透气渗水性强、毛细管作用弱、吸湿性和导热性小、质地均匀、抗压性强的土壤。即以选择在沙壤土类区较为理想。

(三) 水源

建立一个牛场，必须有一个可靠的水源。水源应符合下列要求：

(1) 水量充足：能满足牛场内的人、牛饮水和生产、生活用水。并考虑防火和未来发展的需要。

(2) 水质良好：不经处理即能符合饮用标准的水最为理

想。

(3) 便于防护：以保证水源水质经常处于良好状态，不受周围条件污染。

(4) 取用方便，设备投资少，处理技术简便易行。

水源可分地下水和地面水。

(1) 地下水：是降水和地面水经过地层的渗滤贮积而成。因在渗透过程中大部分杂质被滤除，又因属于封闭性水源，受污染机会较少，故较洁净。水质水量都比较稳定，因此，是最好的水源。

(2) 地面水：包括江、河、湖、塘及水库等。这些水主要由降水或地下泉水汇集而成，其水质水量受自然条件的影响机会较多，易受污染，特别是易受到生活用水和工业废水的污染。但地面水源广、水量足，又因它本身有较好的自净能力，所以，仍是较广泛使用的水源。供饮用的地面水一般应进行人工净化和消毒处理。

(四) 社会联系

社会联系是指牛场与周围社会的关系。如与居民区的关系，交通运输和电力供应等。

牛场的位置应选在居民点的下风处，地势低于居民点，与居民点之间距离应保持 300 米以上，更要离开居民点污水排出口。也不应选在化工厂、屠宰场、制革厂等容易造成环境污染企业的下风处或附近。

牛场要求交通方便，但为了防疫卫生，牛场与主要公路的距离至少要在 200 米以上。要修建专用道与主要公路相联。牛场应靠近输电线路，尽量缩短新线敷设距离，减少供电投资。

二、牛场内规划布局

在所选定的场地上进行分区规划与确定各区建筑物的合理布局，是建立良好牛场环境和组织高级生产的基础。

（一）牛场的分区规划

牛场通常分三个功能区：即管理区，包括与经营管理有关的建筑物及职工生活福利建筑物与设施等；生产区，包括牛舍，饲料贮存与加工调制等建筑物；病牛区，包括隔离舍、兽医室以及粪尿处理场地。各区间距 300 米以上。

考虑地势和主风向进行合理分区，以下列模式图表示之。见图 6—7。

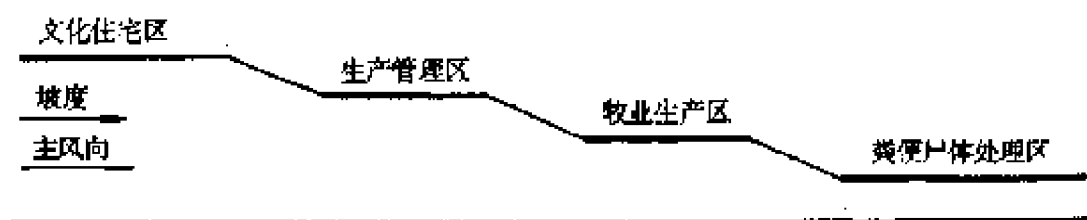


图 6—7 畜牧场各区依地势、风向配置示意图

（二）牛场建筑物的合理布局

1. 根据生产环节确定建筑物之间的最佳生产联系，牛场生产过程大致包括以下几个环节：①犊牛的培育。②育肥牛饲养管理。③饲料的运进、贮存、加工、调制与分发。④牛舍清扫、粪尿的清除及运走、堆贮。⑤疫病的防治，包括隔离观察。

2. 遵守兽医卫生和防火安全的规定。为确保兽医卫生和防火安全，在建筑物之间应保持一定的距离，一般为 30 米。草垛与建筑物距 60 米，并在下风向处。

3. 为减轻劳动强度、提高劳动生产率创造条件。在遵

守兽医卫生和防火要求的基础上，不影响牛舍采光和通风的前提下，尽量做到建筑物最紧凑地配置，以保证最短的运输、供电和供水线路，并为实现生产过程机械化，减少基建投资、管理费用和生产成本创造条件。

牛场生产过程机械化，包括以下环节：

(1) 饲料、饲养系统：包括饲料加工、调制、分发三个部分。这三部分应按流水作业线布置，把它放在中心位置。

(2) 供水系统：包括提水、贮水、送水、自动饮水等。

(3) 除粪、排水系统：包括由舍内清除粪尿、由粪沟中清除粪尿、排出或运走。

(4) 舍内小气候控制：舍内温湿度调节、机械通风等。

(5) 场内外运输：尤其是粗精饲料的运输。

要求有关建筑物适当集中配置，使有关生产环节保持最紧凑的联系。

4. 合理利用地势地形、主风与光照。合理利用地形地势、主风与光照，可建立良好的牛场环境，有利于生产。

(三) 运动场与场内道路设置

1. 运动场设置：舍外运动场应选择在背风向阳的地方，一般是利用牛舍间距，也可在牛舍两侧分别设置。如果地形限制，也可设在场内比较开阔的地方。运动场应有坡度，以便排水和保持干燥。四周设置围栏或墙，其高度，犍牛 0.8~1.0 米，育肥牛 1.2 米。运动场面积，犍牛 4 平方米，育肥牛 5 平方米。

2. 场内道路设置：主干道路因与场外运输线路连接，其宽度为 5~6 米，支干道为 2.5~3 米。路面坚实、排水良好。道路两侧应有排水沟，并植树。

三、牛场的公共卫生设施

为避免牛场一切可能的污染和干扰，保证防疫安全，应建立必要的环境卫生设施。

（一）场界的防护设施

牛场界要划分明确，四周应建较高的围墙或坚固的防疫沟，以防止外界人员及其他动物入场区。

牛场大门及各牛舍的入口处，应设相应的消毒设施。如车辆消毒池，人的脚踏消毒槽或喷雾消毒室，更衣换鞋间等。紫外线杀菌灯，必须安装定时（3～5分钟）通过指示器。

（二）牛场的供水设施

1. 牛场的用水量：①人的生活用水按每人每日 20～40 升计算。②牛的用水按每头每日平均用水：犍牛 30～50 升，育肥牛 50～60 升计算。

2. 给水方式和水源保护：①分散式给水是指各用水点分散地由各水源（井、湖、河、塘等）直接取水。在水源周围 20～30 米范围之内不得设置渗水厕所、渗水坑、粪坑、垃圾堆和废渣堆等污染源。地面水一般比较浑浊，细菌含量较多，必须采用混凝沉淀及砂滤净化法和消毒法来改善水质。在河或湖边挖渗水井，使水经过地层自然过滤，从而改善水质。地下水较为清洁，只需消毒处理即可。有时水源水质较特殊，则应采用特殊处理。如除铁、除氟、除臭和软化等。②集中式给水，通常称“自来水”，把统一由水源取来的水，集中进行净化与消毒处理，然后通过配水管网将清洁水送到牛场各用水点。集中给水的水源应设水源卫生保护地带，防止水源受到污染。

(三) 牛场的排水设施

场内排水系统，多设置在各种道路的两旁及运动场周边。一般采用大口径暗管埋在冻土层以下，以免受冻阻塞。如果超过 200 米，应增设沉井，以尽量减少污物积存及被人、牛损坏。

(四) 贮粪场（池）的设置及肥田粪尿的处理

1. 贮粪场应设在生产区的下风向处，与住宅保持 200 米、与牛舍保持 100 米的卫生间距。并应便于运往农田。

2. 肥田粪尿的处理：①把牛粪尿直接施入农田作为肥料，称为“土地还原法”。牛粪尿不仅供给作物营养，还含有许多微量元素等，能增加土壤中有机质含量，促进土壤微生物繁殖，改良土壤结构，提高肥力。②利用好气性微生物分解牛粪便与垫草等固体有机废弃物，称为“腐熟堆肥法”，此法具有能杀菌与杀寄生虫卵，并能使土壤直接得到一种腐殖质类肥料等优点。堆肥中微生物生长需要碳氮比为 26~30:1，牛粪为 22:1，再加上垫草的混入，其碳氮比大致相当。充足的氧是不可缺少的条件，将玉米秸捆插入腐熟过程中的粪堆，简单易行，以保持好气发酵的环境。约经 4~5 天即可使堆肥内温度升高至 60~70℃，两周即可达到均匀分解，充分腐熟的目的。其施用量可比新鲜粪尿多 4~5 倍。

(五) 牛场的绿化

牛场的绿化，不仅可以改变自然面貌，还可以减少污染，在一定程度上能起到改善和保护环境的作用。

1. 改善场区小气候，在高温时期，树叶的蒸发，吸收空气中的温热，从而使气温有所降低，同时也增加了空气中的湿度。由于树叶阻挡阳光，造成树木附近与周围空气的温差，会产生轻微的对流作用；同时也显著降低树荫下的辐射

强度。一般在夏季绿化的树荫下，气温较树荫外低 3~5℃。

2. 净化空气。有害气体经绿化地区后，至少有 25% 被阻留净化，每公顷阔叶林，在生长季节，每天可以吸收约 1000 千克的二氧化碳，生产约 750 千克氧。许多植物且能吸收氮，占所需总氮量的 10%~20%。

3. 减少尘埃。当含尘量很大的气流通过林带时，由于风速降低，可使大粒尘埃下降，其余的粉尘及飘尘可为树木枝叶滞留或为粘液物质及树脂所吸附，使大气中含尘量大为减少，空气因而较为洁净。草地的减尘作用也很显著，除其可吸附空气中的灰尘外，尚可固定地面的尘土，不使飞扬。

4. 减弱噪声。树木与植被等对噪声具有吸收和反射的作用，可以减弱噪声的强度。

5. 减少空气及水中细菌含量。某些树木的花、叶能分泌一种芳香物质，可杀死细菌、真菌等。含有大肠杆菌的污水，若从宽 30~40 米的松林流过，细菌数量可减少为原有的 1/18。

6. 防疫防火。牛场外围的防护林带和各区之间的隔离林带，都可以防止人畜任意往来，减少疫病传播机会。由于树木枝叶都含有大量水分，并有很好的防风隔离作用，可以防止火灾蔓延。

牛场绿化的措施：

1. 场界林带的设置。在场界周边种植乔木和灌木混合林带。如属于乔木的大叶杨、旱柳、垂柳、笔杨、榆树及常绿针叶树等。属于灌木的河柳、紫穗槐、刺榆等。宽度 10 米以上，起到防风阻沙作用。

2. 场区隔离林带的设置。主要用以分隔场内各区及防火。如在生产区、住宅及生产管理区的四周都应有这种隔离

林带。宽度 3~5 米。

3. 场内外道路两旁的绿化。常用树冠整齐的乔木或亚乔木。1~2 行。

4. 运动场的遮荫林。在运动场的南西侧应设 1~2 行遮荫林。可选枝叶开阔，生长势强，冬季落叶后枝条稀少的树种。

牛场合理的绿化，可将牛场建成“养牛公园”。

第四节 牛舍设计图

为拟建、改建或对已建成牛舍作出正确的建筑学和卫生学的评定，有必要学习和掌握牧场和牛舍设计图的基本知识。

一、工程图的基本知识

工程图包括总平面图和牛舍的平面图、立面图、剖面图。此外，还有结构图和透视图。结构图是说明建筑物各部分详细结构的，透视图是从不同角度绘出全场、单体牛舍或牛舍内部的立体形象图，因养牛者不具体施工操作，故从略。

(一) 总平面图

它表明一个工程的总体布局，主要表示原有和新建牛舍的位置、标高、道路布置、构筑物、地形、地貌等。作为新建牛舍定位、施工放线、土方施工以及施工总平面布置的依据。如牧场所有建筑物的布局图，即叫总平面图。图 6—8。

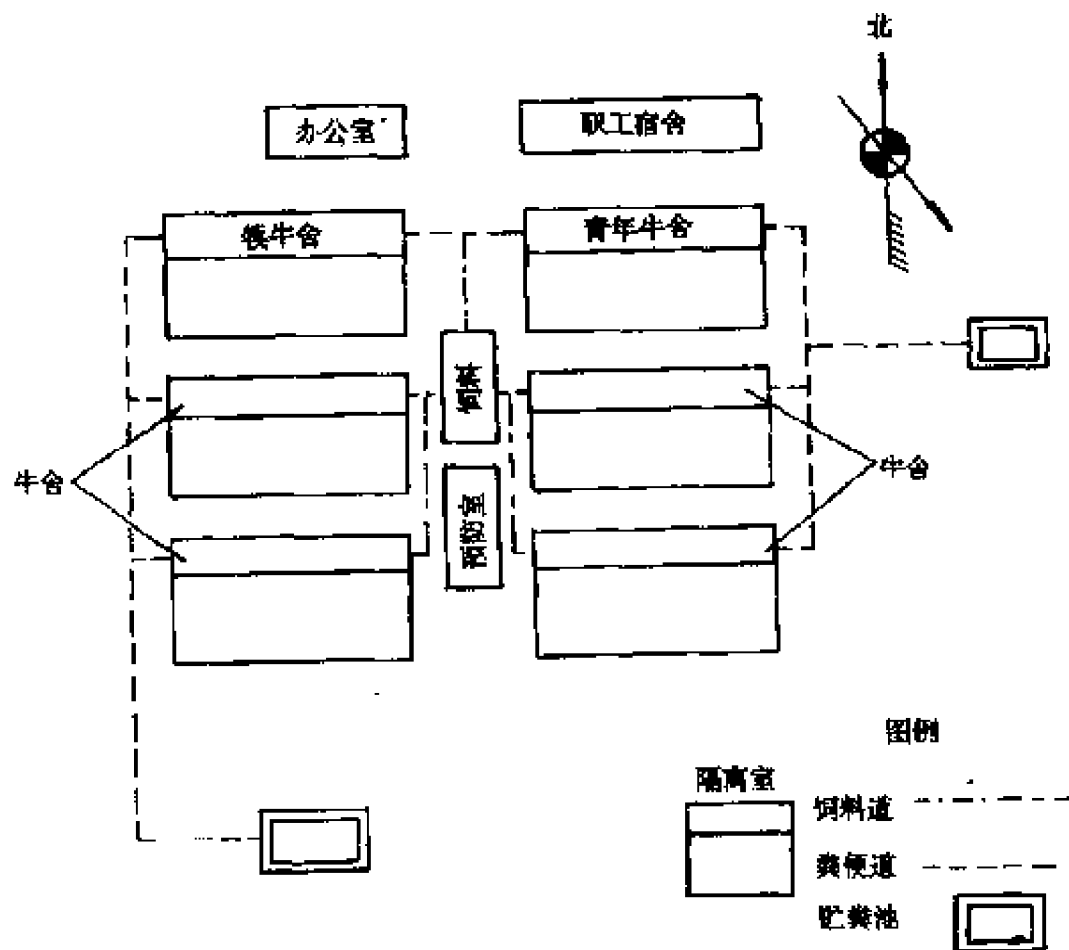


图 6—8 某牧场总平面图

总平面图的基本内容包括下列各项：

1. 表明新建筑区的总体布局。如批准地号范围，各建筑物及构筑物的位置、道路、管网的布置等。
2. 确定建筑物的平面位置。
3. 表明建筑物首层地面的绝对标高，室外地坪、道路
的绝对标高，说明土方填挖情况、地面坡度及排水方向。
4. 用指北针表示房屋的朝向。用风向玫瑰图表示常年
风向频率和风速。
5. 根据工程的需要，有时还有水、暖、电等管线总平
面图，各种管线综合布置图，竖向设计图，道路纵横剖面图

以及绿化布置等。

（二）平面图

牛舍建筑的平面图，就是一栋牛舍的水平剖视图。见图 6—9。

平面图主要表示牛舍占地的大小，内部的分隔，房间的大小，走道、门、窗等局部位置和大小，墙的厚度等。一般施工放线、砌砖、安装门窗等都要用平面图。它的基本内容包括：

1. 表明建筑物形状，内部的布置及朝向。
2. 表明建筑物的尺寸和建筑物地面标高。
3. 表明建筑的结构形式及主要建筑材料。
4. 表明门窗及其过梁的编号；门的开启方向。
5. 表明剖面图、详图和标准配件的位置及其编号。
6. 综合反映工艺、水、暖、电对土建的要求。
7. 表明舍内装修做法，包括舍内地面、墙面、天棚等处的材料及做法。
8. 文字说明。

（三）立面图

牛舍建筑的立面图，就是一栋牛舍的正面投影图与侧面投影图。它主要表明建筑物的外部形状、牛舍的长、宽、高尺寸，房顶的形式，门窗洞口的位置，外墙饰面、材料及做法等。图 6—10。

（四）剖面图

牛舍建筑的剖面图系假想用一平面沿建筑物垂直方向切开，切开后的正立面投影图就叫做剖面图，见图 6—11。

剖面图主要表明建筑物内部在高度方面的情况，如房顶的坡度，房间和门窗各部分的高度。同时也可以表示出建筑

图 6-11 A—A 剖面图

物所采用的形式。剖面图的剖面位置一般选择建筑内部做法有代表性和空间变化比较复杂的位置。

在牛舍的平面图或剖面图中被切到的部分的轮廓线一般用粗实线（—）表示，而未被切到但可见的部分，其轮廓线用细实线（—）表示。为了表明建筑物平面图或剖面图作切面位置，一般在其另一张图纸上画有切面位置线如图 6—9 所示 A—A 线即表明图 6—11 的剖面图是由这里作切面而绘制的。

（五）工程图的尺寸

工程图是根据所设计的建筑物的实际大小按一定比例缩绘的。一般牛场总平面图多用 1:500, 1:1000, 1:2000 的比例尺。牛舍的平面图、剖面图和立面图多用 1:100, 1:200 的比例尺。但不论采用哪一种比例尺，建筑图上的尺寸都注以实际尺寸数字。

工程图上尺寸的大小是用尺寸线标志的，尺寸线的两端以箭头或圆点或短划来表示尺寸的起点和终点。在尺寸线的中央或上方注明实际尺寸的数字。建筑物各部高度尺寸的表示，一般以室内地坪高度为零，用三角形的尖端标出各部分的实际高度。

圆形的物体，其直径尺寸的表示是在数字前加“ ϕ ”字，其半径尺寸是在数字前加“ r ”表示。

（六）工程符号（图例）

在工程图上使用各种符号，可以减少注释的文字，使图纸更易阅读，因此看工程图也必须熟悉这些符号。图例有二种，即建筑材料图例（图 6—12）和建筑配件图例（图 6—13）。

序号	名 称	图 例	说 明
1	自然土壤		包括各种自然土壤、粘土等
2	素土夯实		
3	砂、灰土及粉刷材料		
4	砂砾石及碎砖三合土		
5	石 材		包括岩层及贴面、铺地等石材
6	方整石、条石		本图例表示砌体
7	毛 石		
8	普通砖、硬质砖		在比例小于或等于 1:50 的平、剖面图中不画斜线,可在底图背面涂红表示
9	非承重的空心砖		在比例较小的图画中可不画图例,但须注明材料
10	混 凝 土		
11	钢筋混凝土		1. 在比例小于或等于 1:100 的图画中不画图例,可在底图上涂黑表示 2. 剖面图中如画出钢筋时,可不画图例
12	加气钢筋混凝土		
13	加气混凝土		
14	毛石混凝土		
15	矿渣、炉渣及焦渣		
16	多孔材料或耐火砖		包括泡沫混凝土、软木等材料
17	玻 璃		必要时可注明玻璃名称,如磨砂玻璃、夹丝玻璃等
18	松散保温材料		包括木屑、木屑石灰、稻壳等
19	防水材料或防潮层		应注明材料
20	橡皮或塑料		底图背面涂红

图 6—12 牛舍建筑材料图例

序号	名 称	图 例	说 明
1	土 墙		包括土筑墙、土坯墙、三合土墙等
2	板 条 墙		包括钢丝网墙、苇箔墙等
3	木 栏 杆		指全部用木材制作的栏杆
4	金属栏杆		指全部用金属制作的栏杆
5	通 风 道		
6	空 门 洞		
7	单 扇 门		
8	双 扇 门		
9	对开折门		
10	单扇推拉门		门的名称代号用 M 表示
11	双扇推拉门		
12	墙内单扇推拉门		
13	墙内双扇推拉门		
14	单层固定窗		<p>1. 立面图中的斜线,系表示窗扇开关方式。单虚线表示单层内开(双虚线表示双层内开),单实线表示单层外开(双实线表示双层外开)</p> <p>2. 平、剖面图中的虚线,仅系说明开关方式,在设计图中可不表示</p> <p>3. 窗的名称代号用 C 表示</p>
15	单层中悬窗		
16	单层外开平开窗		
17	百 页 窗		

图 6—13 牛舍建筑配件图例

二、工程图的阅读方法

牛场的一整套工程设计图是比较复杂的，有时可能有几十张，其中包括总平面图，各种建筑物的平面、立面、剖面和结构详图等。必须根据由大到小，由粗到细的原则有次序有步骤地去阅读。

成套的工程设计图，一般第一页为标题页，其中详列整套图纸的图名、编号。根据标题页可以了解到这套图纸的全部内容，也便于根据其图名和编号顺利地找到所需要的某一张图纸。

在看每一张图纸时，要注意其中的标题栏和说明。标题栏中详列这张图纸的工程总称、项目、名称、编号、设计单位及设计人员，校核、审核、设计日期等。标题栏不但是根据标题页查找图纸的依据，同时还告诉我们许多问题，如看图时对图纸中有疑问之处，即可根据标题找设计单位查询等。每张图纸的说明，清楚地标注了许多在图纸中不便表示的事项，是必须阅读的。

看图的步骤是：首先根据总平面图了解全场的布局情况，然后根据牛舍的平面图、立面图、剖面图，了解每栋牛舍的构造，在最后还要详细了解结构详图。每一建筑物的各张工程图纸都是有密切关系的，看图时必须相互对照进行阅读。

（一）总平面图

总平面图上一般都标有图例，说明南北线、风向玫瑰图、等高线和比例尺等。熟悉图例和说明，即可从图例中看到牛场全部建筑物的种类、数量和大致的位置、安排。根据南北线可以看出各建筑物的设置方向。风向玫瑰图是用来表

示该地区的主风风向的，一般与南北线绘于一起。等高线可以表示出场地地面的高低起伏状况，根据比例尺，可以用直尺和两脚规来了解全场的面积和建筑物之间的距离、位置。图 6—8 是某牛场的总平面图。根据上述内容，由图可以看出该场地势是由东北向西南倾斜的，当地气候的主风向是西北风。设计者考虑了这些条件，由北向南依次安排了牧场的生活区、生产区和防疫隔离区。

在了解全场布局之后，就可以着手了解每个建筑物的设计情况。

（二）平面图

平面图应根据由墙至墙内的顺序进行阅读。如图 6—9 所示该牛场平面图，首先可以看到这是一栋 65 米长，跨度为 10 米的一砖墙（墙厚 0.24 米）牛舍，和立面图对照阅读。由平面图也可以看出是有柱无南墙的开放式牛舍。从牛舍的外墙上可以看出门窗的数量、位置及形式。如该牛舍两端的大门为设有坡道的内开双扇手开门。而北墙上的两个大门则为不设坡道的外开双扇门。再看牛舍的内部，在牛舍的两端南北面各设有一个房间作为饲料调制室和值班室；此外，牛舍内设置了两列饲槽。由饲槽、牛床、通道及靠墙、柱设置的粪尿沟的位置安排可以看出这是一栋双列对头式牛舍。最后，在此平面图上可找到 A—A 剖面线，说明 A—A 剖面图是由此处作切面而绘出的，以便和此平面图对照。

（三）立面图

如图 6—10 所示，这是一栋双坡开放式牛舍。由背立面图可以看出门窗的数目和位置。立面上的建筑材料是陶瓦屋面，清水砖墙；图中的尺寸符号标明了牛舍各部的标高，正立面图和背立面图中央的点划线说明了牛舍的两端是对称

的。

(四) 剖面图

剖面图应该根据由下向上的顺序进行阅读。如图 6—11 所示，首先，图中清楚地表明墙、柱基础的深度、宽度，结构及材料，所以不必另绘基础结构详图；其次，图中表示了地面的结构、材料，并表明由中央向两侧有一定的倾斜度，在靠近墙柱之处是方形的粪尿沟，紧靠中央两支柱是饲槽，表明了饲槽的尺寸、样式；由北墙上可以看出窗的样式为单层中悬窗，窗上部表示了檐口的结构。图中对屋架的结构、材料规格也都详细表明，所以不必另绘结构图；最后，对屋面的结构是用一条竖线通过屋面各层，在竖线上画出与屋面结构层数相应的横线，按照各层的顺序，自上而下写明了屋面的结构、材料、规格。此外，在剖面图上也有尺寸线，标明与平面图、立面图中对应部分的尺寸。

在采用比例尺较小或构造复杂的房舍，在建筑图上不易将所有的结构全部表示出来，则需另绘结构详图。在此情况下，一般在建筑图的说明中注明哪部分的结构详图在哪张图纸上，或在建筑图纸上该结构的部分注以符号，以便寻找。假如有一张 4 号剖面图的檐口部分标有 $\frac{8}{10}$ 的符号，即说明此房舍檐口的结构详图是第八号，而 8 号详图在 10 号图纸上；相反的，在 10 号图纸上一定有 $\frac{8}{4}$ 的符号，即说明该图纸是 8 号详图，是 4 号图纸的檐口结构。

通过阅读工程图可以对该牛场或某牛舍的环境卫生状况进行初步评定。

第七章 育肥牛常见病的预防和治疗

第一节 内科病

一、犊牛脐带炎

犊牛出生脐带拉断，其断端具备细菌生长繁殖的良好条件，极易造成感染。脐带炎发生的主要原因是畜舍卫生差，接生时消毒不严格，垫草不更换、不消毒，犊牛密度过大，舍内潮湿污染，犊牛相互吸吮脐带等。感染的细菌主要是大肠杆菌、变形杆菌、葡萄球菌、化脓棒状杆菌、破伤风杆菌等，多呈混合性感染。

（一）症状

脐带周围湿润、肿胀、有压痛，有时溃烂化脓，排出恶臭脓汁。犊牛有时表现全身症状、无食欲，体温升高多发生在一周龄内犊牛。如果引起脐静脉发生炎症还可继发肝脏静脉炎，在犊牛腹部可见一条明显的索状物，严重的可引起肝脓肿，一般发生于1~3月龄犊牛。

（二）治疗

排脓，洗净脐部，清除坏死组织，用5%碘酊消毒，撒布消炎粉予以包扎。炎症时期可在周围用青霉素等消炎药物做周围注射。有全身症状时对症消炎治疗。

（三）预防

犊牛出生后脐带不要扯得过短，接产时必须搞好卫生消毒、防污染。产房、犊舍要保持清洁干燥，勤换垫草，搞好卫生消毒。

二、犊牛肺炎

犊牛肺炎多发于2~5月龄，此期间犊牛的免疫机能正处于低谷向上发展阶段，小犊牛呼吸道在形态和机能还未完全发育成熟，粘膜幼嫩，支气管腺体分泌粘液少，纤毛运动差，周围淋巴结发育还不够成熟，神经反射能力也不强，所以清除异物的能力和防御能力都较弱，容易因外界条件变化引起肺炎。

气温突变，牛舍寒冷；饲养密度过大、通风不良、拥挤潮湿、温湿度过高；饲养管理不当，犊牛营养不良，体质虚弱，抵抗力下降；寒冷季节和暑期长途运输缺乏保护，引起应激反应体质下降等，以上种种原因都易引起呼吸道感染。奶牛场的奶公犊的饲养管理常被忽视，往往因管理不善、营养不良、体质降低、生活条件恶劣等而致发病率很高。

主要感染细菌为巴氏杆菌、化脓棒状杆菌、链球菌、葡萄球菌、坏死杆菌等。

（一）症状

精神不振，体温升高到40~40.5℃，结膜潮红，呼吸加快，表现为浅表快速呼吸和腹式呼吸，咳嗽气喘，鼻流脓涕；听诊肺部呼吸音粗糙、有啰音、摩擦音；叩诊有浊音区、有痛感；若为慢性肺炎多呈间断性咳嗽，并有上述症状，但有食欲，中度发热。

（二）治疗

采取抗菌治疗和对症治疗。

青霉素和链霉素混合肌注，每日两次。卡那霉素注射 15 毫克/千克体重。每日两次。磺胺二甲基嘧啶 150 毫克注射或口服，每日两次。对重症犊牛要配合强心、补充体液和祛痰等对症疗法。

（三）预防

犊牛肺炎属条件性疾病，必须搞好环境卫生，加强饲养管理，密度适当，通风良好，大小牛分舍管理，冬季要保温。供给充足的营养饲料。初生犊牛要吃好初乳。犊牛运输要防寒防暑。

三、犊牛腹泻与下痢

犊牛腹泻是常见病，病因多而复杂。肠道中细菌和病毒的繁衍，以及犊牛免疫机能低和环境因素的影响等；直接原因多为犊牛出生后饲养管理不当，环境条件差，寒冷影响，湿度过大，哺乳不卫生，舔食污物感染大肠杆菌、沙门氏杆菌等引起肠炎，出现腹泻下痢。严重腹泻常引起脱水、酸中毒，甚至出现高血钾、低血钠、低血糖，很快死亡。有的犊牛因长时间、多次发生腹泻病，影响了各器官的成长和消化系统的健康，若不及时治疗将会影响犊牛成长，造成经济损失。

（一）症状

犊牛腹泻有多种，往往难以区别。综合临床特点为急性大量水泻、腹痛、进行性脱水、酸中毒，甚至出现高血钾症、低血糖症，引起死亡。

大肠杆菌感染引起肠炎腹泻也称犊白痢，易发生在 10 日龄内犊牛。主要原因是饲养管理条件差，湿冷拥挤，通风不良，不卫生，气候突变等引发。出生前胚胎期和出生后营

养不良，忽视初乳的重要性，喂养不当等条件也可引起发病。临床上有少数的不见腹泻的急性中毒性病例，而以普通的以腹泻为特征的病例较多见。腹泻特征是排泄黄恶臭稀便，继而排含有气泡和血丝的灰色水样便，肛门失禁，伴有腹痛症状，后期脱水。不及时治疗常引起生长发育迟缓，影响育肥效果。

沙门氏菌感染引起的肠炎腹泻又称犊牛副伤寒，呈散发和地方性流行。潮湿条件下易引起感染。饲养条件差、气候恶劣、初乳不足、断乳过早等原因引起犊牛抵抗力下降，可诱发感染发病。年轻、初产牛的犊牛易发病。其特征表现败血型（2日龄内）和胃肠炎，慢性病例还表现肺炎和关节炎。一般胃肠炎表现41℃以上的高温，灰黄水样便混有血丝，后期水样红便，有腹痛症状。

魏氏梭菌B型和C型（产气荚膜梭状芽孢杆菌）感染引起犊牛肠毒血症，多发生在10日龄内营养良好的新生犊牛，1月龄犊牛也有发生，2月龄犊牛较少发生。表现严重的出血性肠炎肠毒血症，排出暗红色恶臭粥样便，伴有腹痛，迅速死亡。

犊牛病毒性（轮状病毒）肠炎多发生于14日龄以内新生犊牛。特征是突然大量频繁腹泻，黄色水样便，带有粘液，没有脓液，有时有血丝血水，严重的引起死亡。冠状病毒引起腹泻多发生于7日龄内犊牛，特点是腹泻量大，呈黑绿色、浅棕色带粘液的粘稠状便。

消化不良性腹泻主要是由于管理不当，吃奶过多或吃了难以消化的饲料等引起犊牛腹泻。断乳期间食物突然改变，消化酶不能及时适应。3周龄前的犊牛淀粉酶、麦芽糖酶、蔗糖酶活性较低，胃蛋白酶和胃酸分泌较少，此期间用非牛

乳碳水化合物和蛋白（大豆和鱼粉等）作代乳品，常引起犊牛慢性腹泻和生长发育缓慢，甚至继发细菌性腹泻。腹泻特点是新生犊牛过食奶的粪便量大、恶臭、有粘液。喂劣质饲料引起的腹泻为慢性，粘便或水泻，腹部膨大、消瘦。

球虫病引起的腹泻多发生于 3 周龄以上的 1 岁龄犊牛，常常因圈舍潮湿、拥挤，饲料、饮水和地面卫生条件差而引起。腹泻特点是稀便中带有血丝，里急后重，严重时排出带血粘液或液状血便，臀部被血便染红。

7~15 日龄犊牛可感染隐孢子虫引起腹泻便血，新生犊牛传染性鼻气管炎也可引起腹泻。

（二）治疗

腹泻的治疗原则是补充体液（水、电解质），纠正酸中毒，去除病因。还有止泻等对症治疗。

脱水严重时按犊牛体重的 5%~10% 确定输液量，4 小时输完，以后为 24 小时维持量。也可酌情用口服营养电解质溶液饮用或灌服。常用的营养电解质溶液(ORS)补液盐效果较好，成份：氯化钠 3.5 克，碳酸氢钠 2.5 克，氯化钾 1.5 克，葡萄糖 20 克，加饮用水 1 升。口服液补充量为 50~100 毫升/千克体重，重度脱水补 100~120 毫升/千克体重，要求温度 30~35℃，6 小时用完，以后为 24 小时维持量。

严重酸中毒时用 5% 碳酸氢钠溶液静脉注射，40 千克体重的犊牛 200~300 毫升，3~5 分钟注射完后再补充体液，除纠正酸中毒外还要纠正低血钠。

在必要时可在投过抗菌药后用保护性止泻药和吸附药，如次硝酸铋、鞣酸蛋白、白陶土、矽碳银等。

应用抗菌药物，大肠杆菌病肠炎用氯霉素 0.01~0.03 克/千克体重肌肉注射，每日 2 次；或 0.05~0.1 克/千克体

重口服，每日2次。还可用新霉素、庆大霉素、链霉素、磺胺类药物等。

沙门氏菌肠炎腹泻常用药有痢特灵、磺胺二甲基嘧啶、氯霉素、庆大霉素、新霉素、链霉素等口服注射。一次只用一种抗菌药，3~5天。

对魏氏梭状芽孢杆菌感染发病的用抗菌素和磺胺类药物可防止病原菌继发繁殖，但对已产生的毒素无效，其他按腹泻的治疗原则和抗休克疗法。

对犊牛病毒性腹泻无特异性抗病原药物，停乳停食1~2天是必要的，遵照腹泻的治疗原则，补充体液、维持酸碱平衡，可口服营养电解质液或注射葡萄糖盐水。应用抗菌药防并发感染。

犊牛隐孢子虫无特效药，推荐使用多粘霉素和呋喃西林。球虫病治疗见犊牛球虫病。

（三）预防

加强饲养管理，气候突变、大风寒流等要采取措施。长途运输要有保护措施。圈舍要通风干燥，防止潮湿。不要饲养密度过大，经常更换垫草。新生牛犊要尽早吃到初乳，吃足初乳。注意妊娠母牛营养有利胎儿正常发育，增强免疫力。建立良好的卫生条件和防疫制度，防止微生物感染。不要突然改变饲料，不喂难以消化的饲料，不喂变质饲料和被污染的饲料。犊牛代乳粉应优质、卫生、易消化。犊牛饲喂全奶也要定时、定量、定温。犊牛舍和用具要经常消毒，饮食用具要每天刷拭干净，定期消毒处理。

四、前胃弛缓

前胃弛缓也称单纯性消化不良，中医称脾虚胃弱。主要

原因是饲养管理不当所致。突然改变饲料，饲喂过多精料，长期饲喂难以消化的粗硬饲料，饲潮湿霉变草料等都可发生消化不良前胃弛缓。饲喂过热和冰冻饲料、饥饱不均，舍饲不运动也易发生前胃弛缓。尤其小牛犊过早饲喂过多粗饲料、青贮料、劣质干草以及高蛋白日粮都可发生前胃弛缓。

（一）症状

前胃弛缓犊牛食欲减少或废绝，反刍减少或停止，瘤胃蠕动减弱，一般无全身反应，体温正常。粪便减少，先干后稀，瘤胃有时扩张，有压痛。若继续发展将引起瘤胃积食，发展严重则继发瘤胃酸中毒。

（二）防治

治疗主要目的是促进和恢复瘤胃运动，排空消化道中停留的食物。停食 1~2 天后减少喂料量，病情严重的可投服盐类泻剂。可用高渗（5%）氯化钠或氯化钙，每千克体重用 0.04~0.06 克静脉注射，为促进瘤胃兴奋可用酒石酸锶钾 6~10 克溶于 200 毫升水中灌服。还可注射胆碱类药物，如新斯的明等。前胃弛缓主要在预防，改善饲料条件，合理饲喂，合理选择草料搭配，加强管理措施。

五、肝脓肿

肝脓肿多发在育肥期的肉用牛、羊。主要原因是粗饲料不足，每日饲喂粉碎过细的谷物精料，或长期精粗料比例过高，高达 70%~90%，这样可引起育肥牛瘤胃长期低 pH 值，发生瘤胃粘膜上皮棘皮病、过度角化症、角化不全症，易引起异物破坏粘膜上皮，导致坏死杆菌侵入，坏死杆菌由瘤胃炎症区随血液进入肝脏形成脓肿，称牛过饲精料综合征瘤胃炎—肝脓肿。牛身体某些部位的损伤感染坏死杆菌也可

经血液进入肝脏形成肝脓肿。

(一) 症状

除个别牛表现有全身症状，一般患肝脓肿牛无全身症状，只有屠宰后发现。严重肝脓肿可引起病牛虚弱、消瘦、贫血、衰竭等。

(二) 防治

治疗用抗菌药，使用抗菌素或磺胺类药物。

以预防为主，防止饲料中混入尖锐异物。逐渐改变饲料比例，精料比例不超过 70%，在精料中添加 7.5% 的碳酸氢钠减缓瘤胃 pH 值的降低，减少瘤胃炎的发生。防止坏死杆菌继发感染。

第二节 传 染 病

一、犊牛大肠杆菌病

犊牛大肠杆菌病也称犊白痢，主要发生在 10 日龄以内的犊牛，特别是 1~3 日龄新生犊牛最易发生。感染源为污染的垫料、污染的畜舍、场地、用具。在管理卫生条件差的情况下可由消化道、呼吸道感染。饲养管理条件差，母牛营养不良，幼犊体弱，不及时吃初乳、喂养不当、饲养密度过大，通风不良，厩舍阴暗潮湿，气候突变缺少保护措施等都可诱发大肠杆菌病。

(一) 症状

急性大肠杆菌病为败血型和肠毒血型，不见腹泻症状，有高热和神经症状，几小时或 1~2 天死亡。临床多见的以腹泻为主要症状的肠炎型大肠杆菌病，病初排黄色粥样便、

再排水样灰白色便，便中混有血块和气泡，肛门失禁，有腹痛症状，后期脱水、衰竭，1~3天死亡。可并发肺炎等病症。对大肠杆菌病延误治疗或处理不当愈后生长受影响。

（二）治疗

治疗原则是补充体液和抗菌治疗。对严重腹泻脱水要对症治疗，如强心、补液，补充电解质、纠正酸中毒。（见犊牛腹泻）。

补充体液每24小时100~150毫升/千克体重。

抗菌治疗采用氯霉素0.01~0.03克/千克体重或口服0.05~0.1克/千克体重，每日2次。新霉素肌肉注射0.02克/千克体重或口服0.01~0.03克/千克体重，每日2~3次。还可使用庆大霉素和碘胺类药物。

（三）预防

加强母牛妊娠期营养管理，犊牛出生及时哺喂初乳，不得晚于生后1~1.5小时。人工哺乳奶温要接近体温，不低于35℃。要注意哺乳卫生和饲养场地及管理人員的卫生消毒。发现病犊及时隔离治疗管理，做好防疫消毒工作。

二、犊牛沙门氏菌病

犊牛沙门氏菌病也称犊牛副伤寒，由沙门氏杆菌引起，多发于10~40日龄犊牛。一年四季均可发生。病畜和带菌牛的排泄物、乳汁、产仔排出物污染环境、饲料等，通过消化道感染。也可由污染的骨粉、鱼粉及鼠鸟粪便污染传播。饲养管理条件恶劣、气候突变、长途运输、体弱、过早断乳、初乳不足等均可诱发。

（一）症状

败血型常发生于2日龄犊牛，表现拒食、迟钝、高热、

神经症状，迅速死亡。

急性肠炎型发生于1周龄以上犊牛，表现高热、腹泻、黄灰色液状便，便中有血丝，严重者排便像西红柿汤样，有腹痛症状。严重脱水后体温降低，精神萎靡。

慢性病例病程可达1~2个月，可引起呼吸道感染发生，肺炎或四肢关节肿大、消瘦、跛行。

（二）治疗

治疗原则为强心、补液、抗菌治疗、对症治疗（见犊牛腹泻）。可选用下列抗菌药物：痢特灵0.03克/千克体重口服；磺胺二甲基嘧啶0.1~0.15克/千克体重口服或注射；氯霉素0.01~0.03克/千克体重注射；庆大霉素0.0015克/千克体重注射；还可选用新霉素、链霉素等药物。

（三）预防

加强饲养管理，及时哺喂初乳，哺乳定时定量，天气突变要采取保护措施，搞好厩舍卫生，及时更换垫草。对病畜要隔离治疗，做好防疫消毒。对场区环境搞好卫生防疫管理，厩舍及用具定期消毒。

三、口蹄疫

口蹄疫是偶蹄动物高度接触性传染病。其特点是急性、高热，在口腔粘膜、蹄趾间、蹄部皮肤发生水疱和溃烂，口腔流涎，感染传播极快，人类也可被感染。一年四季均可发生，2~3天即可波及全群。病毒主要存在于水疱、流涎、溃疡物中，乳、粪、尿、口水、涕泪等都可排毒，甚至病畜病后2~3个月还带毒，还可通过畜产品传播，如果不及时采取有效防疫措施可造成地区性大面积流行，可蔓延式或跳跃式传播。

（一）症状

病牛初期体温升高达40~41℃，精神萎顿、口流泡沫状涎水，上下唇、齿龈、蹄部、乳房等处出现水疱或边缘整齐的溃烂斑，有的溃疡干燥结成硬痂，以后逐渐愈合，若管理不当可引起感染造成蹄匣脱落、局部感染化脓坏死。一般病程1~2个月，大多数牛取良性经过。

哺乳犊牛患口蹄疫看不出明显的水疱症状，主要表现为出血性胃肠炎症状，有时不表现明显症状而突然死亡，剖检时则可以见到心肌炎症状，虎斑心、心肌柔软、煮肉样。

（二）防治

1. 预防注射。在可能发生口蹄疫的地区，春秋两季注射口蹄疫疫苗。

2. 发现病情立即报告疫情，及时采取扑灭措施，封锁疫区。

3. 口蹄疫牛只要不继发感染一般取良性经过，可用消毒药和收敛药，促进患部早日愈合，防止继发感染。一般用食醋、1%~2%明矾水、0.1%高锰酸钾溶液冲洗后涂碘甘油或龙胆紫。

4. 加强护理，给以柔软易消化的流质饲料等。对衰竭病牛还要采取补液强心等对症治疗。

四、牛结核病

结核病是人畜共患慢性传染病。特点是在多种组织器官中形成肉芽肿和干酪样钙化结节病变。病原菌是结核杆菌，传染源是结核病畜通过各种途径向外排放的结核菌，感染途径是呼吸道、消化道。

（一）症状

牛结核主要通过呼吸道感染，小牛结核主要通过消化道

感染。病程长短不一，多呈慢性经过，逐渐消瘦，被毛粗乱无光，食欲不振，贫血，微热，可发生气喘或常发生无力咳嗽，常见到体表淋巴结肿大，起立、运动吸入冷空气或灰尘易发咳嗽、干咳等。严重的也有消瘦软弱、痛苦、衰竭而亡的。

（二）防治

1. 每年 2 次检疫，净化牛群。对健康群引进外地牛必须检疫或隔离 3 个月。
2. 对隔离的病牛及时治疗，对严重排菌牛及时淘汰处理。
3. 加强消毒防疫工作，每年 2~4 次预防消毒工作。常用消毒药有 5% 来苏儿或辽克林，10% 漂白粉，20% 石灰乳等。
4. 药物治疗可肌注链霉素、异烟肼、利福平等。

五、副结核病

牛副结核病又称副结核肠炎，主要发生于牛，乳牛易感，尤其犍牛易感。潜伏期长达 6~12 个月，长到 2~5 岁症状明显。病原为副结核分枝杆菌。传染源为副结核病牛和感染牛通过粪便、奶汁等污染的饲料、水源等。通过消化道感染，也可通过子宫传染给胎儿。特点是顽固性腹泻、逐渐消瘦、肠粘膜增厚并形成皱襞。

（一）症状

初期食欲正常，精神良好，早期有间断性腹泻。在不良条件影响下症状可加重，表现顽固性下痢，排便粘稠或水样稀便，恶臭、混有气泡和粪块，后期持续下痢、食欲减少、消瘦、衰竭死亡。

（二）防治

对副结核病药物治疗常不见效果。一般采取对症疗法，针对严重腹泻补充体液，一般用生理盐水、葡萄糖盐水静脉注射。

对引进牛要先隔离饲养，严格检疫。对有明显症状的牛要及早捕杀。对可疑病牛要隔离检查，确诊为副结核病应立即处理。

第三节 寄生虫病

一、绦虫病

绦虫病是绦虫寄生于牛羊小肠所引起，尤其对羔羊和犊牛危害严重。常以地方性流行，严重影响幼畜生长发育。

（一）症状

绦虫虫体生长快，虫长1~5米，经常盘结阻塞肠道，大量夺取营养，并产生毒素引起肠炎，使犊牛消瘦、贫血、下痢、发育受阻，抗病力下降，在粪便中可见到排出的白色、米粒状小节片。

（二）防治

防止牛羊共圈，加强饲养管理，草地、畜舍清洁，及时打扫粪便，做好粪便发酵处理。每年春季对牛群进行预防性驱虫。

治疗用药：10%硫酸铜 120~150 毫升一次口服，后服 500~800 毫升蓖麻油。服用氯硝柳胺（驱绦灵）每千克体重 50 毫克。

二、犊牛新蛔虫病

小牛新蛔虫寄生于4~5月龄内犊牛小肠内，胎内感染，以下痢消瘦为主要特征。感染特点是母牛吃下虫卵后，幼虫自小肠粘膜进入母牛体内，经血液循环由胎盘进入胎内，再经血液循环进入胎儿消化道，小牛出生2~6周龄虫体成熟开始产卵。

（一）症状

犊牛受害最严重的时期是出生后2周，幼虫破坏肠粘膜，引起肠炎血便，消化系统机能紊乱，食欲不振，有腹泻等肠炎症状，腹部膨胀，有腹痛症状。消瘦体弱，严重的可引起肠阻塞或肠穿孔而致死亡。

（二）防治

加强畜舍卫生和粪便管理措施，对小牛早日驱虫。对新组群的小牛全群驱虫。驱虫药可选择下列药物。

敌百虫40~50毫克/千克体重，一次口服。

枸橼酸哌嗪或磷酸哌嗪0.2~0.25克/千克体重，一次口服。

三、犊牛隐孢子虫病

隐孢子虫是人畜共患病，隐孢子虫是类球虫原虫，引起犊牛腹泻。

（一）症状

患病牛多在1~8月龄，2~3月龄犊牛感染率最高，主要症状表现为精神沉郁，食欲缺乏，消瘦，下痢或有软便，粪便淡黄色带有大量纤维素和血液，体温有时升高，起立困难，死亡率16%~40%，耐过牛生长发育受阻。

隐孢子虫病无特异性临床症状,引起腹泻的原因很多,所以通过临床症状表现诊断困难,必须通过检验虫卵和虫体来确诊。

(二) 防治

用 5% 氨水及 10% 福尔马林对该虫卵囊有杀灭作用,可用于牛舍消毒,预防感染。对病牛无特效药物,推荐用多粘霉素及呋喃西林治疗。

四、牛肝片吸虫

牛肝片吸虫寄生在牛、羊胆管中,能引起急性或慢性肝炎和胆管炎,并发生全身性中毒现象和不同程度的营养障碍,育肥牛发育受阻,成年牛生产能力下降。尤其对幼牛危害严重,可引起大批死亡。肝片吸虫由消化道感染,穿过肠壁进入肝实质,引起肝组织损伤,进入胆管引起胆管炎、肝炎,甚至引起胆管阻塞发生黄疸,感染源为病畜和带虫者。

(一) 症状

犊牛症状明显,感染严重能引起死亡。一般表现食欲减退,反刍不正常,消瘦,营养不良,出现周期性瘤胃膨胀、胀气和前胃弛缓,拉稀,行动迟缓,后期出现营养不良性贫血,胸腹下水肿,不及时治疗将衰竭死亡。

(二) 防治

1. 每年春秋进行预防性驱虫可以收到良好效果。
2. 做好粪便管理,收集发酵,防止虫卵下水和进入湿地。
3. 防止到可能有虫体的地区、湿地放牧,对有椎实螺地区药物灭螺。
4. 在沼泽地、河边湿地打的青草一定要晒透,制作青贮要 2 个月后再喂牛。

5. 治疗时可采用硫双二氯酚，牛每千克体重用 40~60 毫克，一次投服。用硝氯酚（拜耳 9015），牛每千克体重 4~7 毫克一次投服效果良好。

五、牛球虫病

球虫属原生虫，寄生于肠上皮细胞。引起以下痢血便为主要特征的肠炎，犊牛易感，发病严重。

（一）症状

牛球虫病多发于春夏秋三季，畜舍、牧地、活动场地低湿，畜舍不卫生，草料被污染等都可发生感染。主要危害 4 月龄至 2 周岁的小牛，以下痢腹泻为主要症状，体温略有升高，稀便带血，严重时精神沉郁，食欲废绝。腹泻严重时排出带血粘液，排出血凝块，排粪呈喷射状，体温升高到 40~41℃，粪中带有纤维素性假膜。慢性患牛腹泻较轻，病程长达数月，发育受阻。

（二）防治

在小犊牛组群时往往年龄、体质、营养状况参差不齐，必须充分考虑管理的区别。在选择犊牛时应详细调查当地疫情，以免带进购进球虫病牛和带虫牛，如已有带虫牛进群应立即隔离治疗。

对牛群加强管理，控制饲养密度，搞好厩舍卫生，勤换垫草，通风干燥，防阴暗潮湿，防止饮水、草料被污染，组群要按年龄和个体大小分群饲养，发现病牛马上隔离治疗。

药物治疗用磺胺二甲基嘧啶口服，每千克体重 0.14 克，也可用于预防，每日 1~2 次，连用 3 天。氨丙林每日每千克体重 20~50 毫克，用药 5~6 天。还可痢特灵、莫能霉素等药物。

第四节 中毒病

一、犍牛水中毒

犍牛在口渴等情况下一次大量饮水，引起阵发性血红蛋白尿，称水中毒或犍牛血红蛋白尿。主要原因是天气炎热或长时间驱赶不及时饮水，犍牛口渴一次性大量饮水而发病。秋冬季节饮水次数太少，一次性大量饮温水，特别是断奶后犍牛照顾不周，管理粗心，长时间不饮水，很容易造成一次大量饮水而发病。一次饮水超过体重的 1/6 即可发病。

(一) 症状

犍牛暴饮后瘤胃迅速膨大，经 1 小时后即可见到排出红色尿液，轻症精神不佳，排稀便。重症精神紧张，呼吸困难，口吐白沫，排出红色尿液，甚至可发生共济失调、昏迷等神经症状。有时见有腹痛症状。

(二) 防治

加强饲养管理，增加饮水次数，杜绝一次性大量饮水。在炎热天要多次少量饮水。冬季要增加饮温水次数。在犍牛集中运输过程中要保证供水。新组群的育肥犍牛要个体均匀，要保证体弱、个小的牛犍喝上水，对发病牛试用镇静药物。

二、黄曲霉毒素中毒

黄曲霉毒素中毒主要损害肝脏，引起肝细胞变性、坏死、异常增生，腹水，肝脾肿大，消化机能障碍等。病源是黄曲霉菌寄生饲料中产生的黄曲霉毒素。花生、玉米、麦

类、豆类、油粕等贮存保管不当常被污染导致产生黄曲霉毒素。

(一) 症状

牛黄曲霉毒素中毒多呈慢性经过，表现厌食、消瘦、精神萎顿，生长迟缓。犊牛中毒常发生角膜混浊。中毒牛还发生前胃弛缓，腹胀，间歇性腹泻，出现腹水等症状。严重中毒引起神经症状、昏厥死亡。犊牛对黄曲霉毒素敏感，中毒死亡率高。

(二) 防治

尚无特异性有效药物。发现病情立即停喂霉败饲料，给易消化的青绿饲料，重症投服盐类泻剂。采取解毒保肝疗法。注射葡萄糖和维生素C制剂。应用葡萄糖钙和40%乌洛托品注射液，并用强心药物苯甲酸钠咖啡因等对症治疗。

加强饲料管理，控制温湿度防止霉变。禁止饲喂霉败饲料。

第五节 驱虫及防疫注射

犊牛集中育肥春秋要集中驱虫。

犊牛集中饲养应选择在非疫区和防疫方便的地方。如果临近疫区或发生疫情应根据疫情注射疫苗。如：

牛瘟免化弱毒苗，2毫升冻干苗，按规定头份稀释应用，免疫期1年。

口蹄疫弱毒乳免化苗，2岁2毫升，1岁1毫升，免疫期4~6个月。

牛结核菌素纯蛋白质衍生物，1岁以下皮下注射0.2~0.3毫升，免疫期1年。

无毒炭疽芽孢苗，1岁以下皮下注射 0.5 毫升，免疫期 1 年。

Ⅱ号炭疽芽孢苗，1岁以上皮下注射 1 毫升，免疫期 1 年。

气肿疽明矾菌苗，1年2次，皮下注射 5 毫升，免疫期 6 个月。

出血性败血病氢氧化铝菌苗，100 千克以下牛注射 4 毫升，免疫期 9 个月。

牛肺疫免疫化弱毒苗，6~12 月龄皮下注射 1 毫升，免疫期 1 年。

第六节 几种病的宰后直观检验

1. 炭疽：牛宰后发现的炭疽常不典型，一般为局部脓肿，局限性咽炭疽、肠炭疽、肺炭疽，表现为局部出血性胶样浸润，淋巴结肿大、有充血、坏死点，淋巴周围充血水肿。见有脾肿大、脾髓软化。

2. 结核：肺部有粟粒性结核，呈黄色、半透明、坚硬的小结节，在支气管连结处有空洞，胸膜腔上有珍珠样小结节或葡萄丛状淡红结节，小肠和盲肠中有囊形溃疡、底部有小结节。一些淋巴结可发生干酪样坏死，胃、肝、脾等器官可发现结核病灶。在乳房和乳腺内有硬固的结节。

3. 口蹄疫：口、舌部、蹄部有水疱、溃疡、烂斑，瘤胃中有褐色溃疡斑、出血性炎症，心包液混浊，心肌柔软，严重心肌炎，有淡黄色条斑，称虎斑心。

4. 痘：呼吸系统有卡他性炎症，肺部分肝变，鼻腔，气管、支气管等部位可见痘疱、溃疡。可见淋巴结，肝肾等

炎症变化。体表乳房等无毛处可见明显痘疹。要与口蹄疫相区别。

5. 幼牛副伤寒：肠粘膜和第四胃粘膜潮红出血，肠系膜淋巴结肿胀，脾脏增生肿大，根据宰前检查也可定性。

6. 巴氏杆菌病：喉部肿胀，颌下、颈部、前胸、腹及四肢肿胀热痛，纤维素胸膜肺炎、淋巴结出血性肿胀呈黑紫色，粘膜、浆膜及各实质器官有出血点。牛巴氏杆菌病要与炭疽、肺疫、恶性水肿相区别。

7. 牛瘟：血色黑红，血凝不良，消化道充血肿胀、点状出血、溃疡、水肿、胶样浸润等。

8. 放线菌：主要见于下颌骨、舌、唇部病变。骨质松软膨大、脓肿穿孔，牙齿松脱。舌底部有结节溃疡蕈状增生物，有时唇部、皮肤有感染病变，有蕈状物和生成漏管等。

9. 牛恶性卡他：粘膜发生急性、卡他性纤维素性炎症，有神经症状和角膜混浊。头部皮下组织、肌肉出血水肿，浆膜出血，胸腹积有出血性液体，全身淋巴结充血水肿，肝、心、肾变性浊肿，肺膨胀不全、充血水肿，真胃和肠粘膜呈出血性坏死性肠炎。

10. 牛肺疫：呼吸系统特征性病变，早期为支气管肺炎，纤维素性胸膜肺炎，纵隔淋巴结肿大2~3倍，切面坏死出血。后期肺组织有化脓、坏死、空洞，肺与胸膜粘连，胸腔积液等。

11. 副结核：胴体消瘦，肠系膜淋巴结肿大、髓样变，白色干酪样坏死。肝、膀胱见有小型肉芽肿，回肠空肠盲肠肠道肥厚5~20倍，肠腔狭窄。肠系膜淋巴管增粗。

12. 坏死杆菌病：蹄部发生腐蹄病，胃、乳房、肝、肺、子宫等器官坏死性炎症。

13. 恶性水肿：局部弥漫性水肿、大小不一的出血点，胶样浸润，病变肌肉变成暗褐色，肌纤维脆弱，含有腐败气泡，发出酸臭味，实质器官浊肿。

14. 气肿疽：天然孔道出血，红色液体流出，切开病变部位可见肌膜和肌纤维间充满红黄色泡沫状液体，有气泡有酸臭味，切开有丝丝气泡音，病变肌肉呈暗红黑褐色，体腔内积有棕色混浊液体，浆膜上覆有纤维素样沉积物，肝肾充血肿大，有蚕豆大坏死灶。

15. 牛囊虫病：检查牛肉，有豆粒大乳白色囊泡，囊壁附有头节，取下囊泡放在40%胆汁生理盐水中1~2小时可伸缩运动。

16. 旋毛虫：检查膈肌脚，如果见有细小隐约的白色小点，可取样做显微镜压片，发现橄榄状钙化小点就滴加1滴1:30稀醋酸，几分钟后就可以见到其中的旋毛虫。

17. 棘球蚴病：剖检时可见在肝肺上有鸡蛋到拳头大的透明液体泡囊，囊内有棘球蚴。

18. 肝片吸虫：消瘦、贫血、黄疸，剖检可发现肝硬变，胆管破坏，肺部有含有黄褐色物的结节，肠系膜生有绿色结节。

19. 住肉孢子虫：剖检可见肾变灰色，胃肠粘膜充血，肌纤维间有纤细小白点为孢子囊，压片镜检可见囊中有无数孢子。在食管壁上可检出孢子虫。

20. 肺丝虫：剖检可见支气管肺炎，后叶支气管壁变厚，有白色线虫、溢血、小结节。

21. 细颈囊尾蚴：剖检时可见到腹膜、大网膜、肠系膜、肝、肺上有充满透明液体的囊泡。

第八章 育肥牛的屠宰及产品处理

第一节 屠 宰

一、选择屠宰牛

为了保证肉及肉制品的质量，在育肥牛屠宰前必须进行严格选择。准备屠宰的牛应符合下列条件：

1. 健康状况：待屠宰的牛必须有良好的健康状况。屠宰病牛不仅违背卫生防疫制度，同时鲜肉和加工产品都影响保存性，容易引起腐败。因此，凡是待宰的牛都不得有病症、外伤，更不允许有传染病。

2. 体重：达到育肥要求的体重，如小育肥牛 300～350 千克；大育肥牛 500～550 千克。

3. 膘度：应以膘度适中，屠宰率高为原则，也要考虑牛肉加工的需要。膘度确定主要根据背部脂肪、臀部脂肪以及下腓部内侧脂肪的厚度来判定。

4. 增重速度：日增重明显的降低，采食量下降，经调整后仍无回升者。

5. 年龄：小育肥牛 1 岁之内；大育肥牛 1.5 岁，最大不超过 2 岁为最佳屠宰年龄。

二、屠宰前的饲养管理

(一) 宰前休息

由于运输受到惊恐和环境改变等外界因素的刺激，易使牛过度紧张而引起疲劳，破坏或抑制了正常的生理机能，致使血液循环加速，体温上升，肌肉组织内毛细血管充满血液，造成屠宰时放血不全，影响肉的色泽和保存期。因此，牛运到屠宰场后，必须使其休息 0.5~1 天，以恢复疲劳，提高产品质量。

(二) 宰前饲养

待宰牛运到屠宰场后，按个体大小、强弱分群饲养，以能恢复由于途中蒙受的损失为原则。

(三) 宰前断食

肉牛屠宰前断食 24 小时，停水 8 小时。其目的为：

1. 临宰前给予充足饲料时，消化和代谢机能旺盛，肌肉组织的毛细管中充满血液，屠宰造成放血不全，肉易腐败。

2. 宰前不断食，消化器官充满食物，容易污染肉质。

但在断食时应供给足量的饮水，以保证正常生理机能，促进粪便排出、放血完全。

三、宰前检验

宰前检查确定健康状况可以避免恶性传染病畜（如破伤风、狂犬病、炭疽等）混入宰杀，污染健康胴体，减少病畜病源的传播，避免生产人员感染。

(一) 外观与体温检查

宰前外观检查包括精神外貌，口、鼻、眼、皮肤毛色、

四肢、躯干、下颌、呼吸状态、脉搏、体温等，对疑似病牛要进一步用其他检查手段确诊。

（二）宰前检查结果的处理

经检查健康状况良好，达到屠宰标准，准予屠宰。

对外伤，一般疾病，非恶性传染病而有死亡危险的可送急宰车间急宰。

对确诊为恶性染病牛，并对肉品卫生和人畜防疫有严重危害的（如炭疽、气肿疽、牛瘟、狂犬病、恶性水肿等）一律不准屠宰，送指定地点捕杀并立即销毁。

四、屠宰流程及技术要求

正规的屠宰场，机械化、自动化程度很高，流水作业，用传送带和吊轨移动屠畜和胴体。这样不但减轻了劳动强度，提高工作效率，而且可以减少污染机会，保证肉的新鲜和质量。见表 8—1。

（一）击晕

击晕是使牛失去知觉，避免由于屠宰时受到恐怖和痛苦的刺激，引起内脏血管收缩、血液剧烈地流集于肌肉内，致使放血不全，而降低肉的品质。此外，击晕还可以减轻工人的体力劳动，保持环境的安静和人身安全。

电击晕触在左右颞部（太阳穴）所采用电压较低，70～110 伏特，7～10 秒钟足以使电流通过全身，麻痹中枢神经而晕倒。为了保证安全，操作者必须穿胶鞋和戴胶手套。被击晕后应在 2 分钟内放血。

（二）放血

横卧放血不易放尽，故多采用倒挂放血。将被击晕牛的后肢悬挂在吊车上，于颈下喉部切断血管、气管和食管（伊

表 8—1 肉牛屠宰流程及技术要点

肉牛屠宰流程	技术要点
肉牛进待宰间	
↓	
称重	个体称重，电脑贮存、打印
↓	
屠宰笼（击昏）	牢固、结实，有翻斗设施
↓	
倒吊	牛头方向符合伊斯兰教要求
↓	
放血	按伊斯兰要求，请阿訇进行
↓	
剥皮	同时去头、蹄
↓	
开腔	除内脏、保留肾脏、腹脂
↓	
胴体劈半	1~1.5 分钟劈完
↓	
胴体冲刷	水温 30~40℃
↓	
胴体称重	电脑贮存、打印
↓	
胴体预冷	室温 16~18℃
↓	
胴体排酸	室温 0~4℃，湿度 70%以上 定时臭氧消毒。
↓	
胴体分割	室温 18~24℃，臭氧消毒，真空包装
↓	
装箱速冻	-28℃，36 小时
↓	
冷藏贮存	-16~ -18℃

伊斯兰教民族宰法)。此法血液容易被胃内容物污染，因此，在割断三管后立即将食管执住。放血时间需 6~8 分钟，血液

收集量为牛血液总量的 60% 左右。

(三) 剥皮

通常有倒悬剥皮和横卧剥皮二种。倒悬剥皮时，将倒挂在吊车上放完血的牛先沿腹部正中切开，然后依腹壁、四肢、颈、头、背的顺序将皮剥离。横卧剥皮时，也是先沿腹正中线切开，然后切开四肢内侧，先将四肢及胸腹部皮挑开，再顺次将腹壁、颈、背等部分的皮剥离。无论采用哪一种剥皮方法，必须首先注意下列各点：

1. 不允许划破皮质及胴体表面，更不允许皮上带有肌肉和脂肪的碎块。
2. 不要使皮毛上所带的污物污染胴体。
3. 当切断肛门部时应特别注意，切勿使内容物沾污胴体。

(四) 割头、蹄

割头一般是从颈部耳根切线下刀，斜向前下方沿下颌骨切开，然后从枕骨髁与第一颈椎之间割断腱膜用力扭折再割断联系，头即脱离体躯。

割蹄时，后蹄从跗关节处，前蹄从腕关节处下刀，割断关节囊，折断联系。

(五) 开腔

经剥皮后的胴体，在悬挂下进行开膛。

1. 剖腹取内脏：用利刀沿正中线切开腹肌，从耻骨前破开腹腔，直至胸骨，割离肛门、直肠，一并割下膀胱。大小肠和脾胃，送内脏处理间，将瘤胃内容物立即倒出，时间长易发酵产热，引起瘤胃内膜脱落。

2. 刺破膈肌取下心、肝、肺和气管。

(六) 劈半

1. 冲背：在劈半之前，需从尾椎沿脊椎到颈部垂直切开皮下脂肪和肌肉，便于劈半。

2. 劈半：劈半可分为手工和电锯二种，手工劈半时，劈刀由尾椎左侧下刀，直向下劈，劈过腰椎时，要特别注意保持棘突剖面的完整。用电锯劈半，可以减轻劳动强度，提高工作效率，但碎渣较多，劈半后应将骨屑冲洗干净。

五、屠宰后检验

牛宰后检验可分为头部检验、内脏检验和胴体检验，三部分统一编号，对号检验。按顺序应先检脾脏再检验头、内脏和胴体，最后要进行复检。

（一）检验头部

观察所暴露的表面，观察并触检唇、齿龈粘膜、下颌骨等，观察有无溃疡、化脓，剖检耳旁、颌下、咽喉淋巴结，剖检内外咀嚼肌（各一刀），观察触摸舌根部。主要观察放线菌病、囊虫病和舌面有无病变。

（二）内脏检验

1. 胸腔脏器检验

观察触摸肺表面，检查有无结核病灶，有无传染性胸膜肺炎等病变，触摸两侧肺叶有无结节、肿块。剖检两肺内部有无结核、肿瘤和化脓病灶。剖检支气管和纵隔淋巴结有无病变。

切开心包观察有无心包炎和心脏表面异常，剖检心脏观察有无异常、心肌炎、变性以及囊虫寄生。

2. 腹腔脏器检验：观察脾脏大小、色泽和外形，必要时切开脾脏。若发现脾脏肿大、脾髓软化，即疑为炭疽，必须立即停止车间生产，封锁现场，采样送检，据化验结果立

即按规定处理。现场生产三部分分别检验，脾脏检验列为首检。观察触摸肝脏，检查其弹性，形态、大小、色泽有无异常，剖检肝门淋巴结和胆管看有无寄生虫和硬变，剖检肝实质检查有无结核、结节、坏死灶、化脓，肿瘤等病变，剖检食道有无住肉孢子虫。

观察瘤胃和网胃有无异常，腹腔浆膜有无异常，必要时剖检肠系膜淋巴结和胃粘膜及肠道状况。观察肾脏的变化。

（三）胴体检验

观察胴体内部和表面色泽，有无肿胀、坏死、胶状浸润，结节等变化，剖检肩前、髂内和腹股沟淋巴结，注意检查白血病。剖检前后腿肌肉查有无住肉孢子虫和囊虫。

第二节 牛 肉

一、评定牛肉品质常用项目

目前我国尚未正式颁布肉牛胴体分级和牛肉分级标准。肥牛肉应具备二条：①脂肪含量占胴体重的 30% 以上，②优质肉块应达到高档牛肉 1、2 级标准。

（一）脂肪

牛肉香味的主要来源。但由于牛脂肪含硬脂酸高（14.5%），含亚油酸低（4.1%），其熔点 40～50℃ 高于人的体温，食用性差。评定脂肪的常用指标有四个：

1. 胴体脂肪覆盖率：指胴体体表被脂肪覆盖的程度。测定方法：胴体总面积（即胴体长×胴体宽×0.72），减去可见肌肉总面积，再除以胴体总面积。经育肥的小肥牛和肥牛胴体脂肪覆盖率均在 80% 以上。

2. 背脂厚度：指第 5～6 胸椎间离中线 3 厘米处的皮下

脂肪厚度。肥牛应达到 8~12 毫米。

3. “大理石状”程度：指通过第 12~13 胸肋之间通脊芯断面的脂肪交杂程度。我国分 6 级，1 级最好，6 级最差。小肥牛肉和肥牛肉多在 1~2 级。

4. 脂肪色泽和硬度：脂肪颜色洁白，硬挺为最佳。

(二) 嫩度

嫩度是肉的重要指标之一。主要由肌肉的组织结构和成分，以及蛋白质的生物化学变化等所决定。

牛肉的嫩度是用肌肉剪切仪测定。方法是在 12~13 胸肋处取背最长肌约 500 克，置于水浴锅中加热，待肉块中心温度达 70℃ 时，保持恒温 20 分钟后取出，降至室温，用直径 1.27 厘米的取样器沿肌肉丝纹的走向取 10 个肉柱，然后将所取肉柱剪切，用剪切值（千克）表示其嫩度。小白牛肉背最长肌的剪切值均小于 2.26 千克，小肥牛肉均小于 3.62 千克，肥牛肉 75% 小于 3.65 千克，25% 大于 3.65 千克而小于 4.78 千克。就嫩度而言，均属于高档牛肉。

(三) 眼肌面积

指第 12~13 胸肋间的背最长肌的横断面积。其测量方法是用硫酸纸将眼肌面积描出（测 2 次，求其均数）。用求积仪或方格透明卡（每格 1 厘米），计算出眼肌面积。在评定牛肉品质、胴体等级时，眼肌面积的大小直接影响评定等。

(四) 肉色

肉色是由肉中存在的色素、肌红蛋白及血红蛋白的含量及其构成比例所决定。小白牛肉色淡呈粉红色，熟后色白似鸡肉。小肥牛肉色浅呈浅红色，肥牛肉呈鲜红色，光泽良好。

(五) 风味

牛肉的风味受其所含肉汁的多少和流出的难易程度所影响，称为肉的汁液性或多汁性。肌肉约 70% 是水。但和肌蛋白紧密结合的结合水仅占 4% ~ 5%，剩下的由亲合水和游离水构成。这部分水呈比较容易的游离状态，所以将烹调的肉放入口中咀嚼时，这些水分和肉中可溶性蛋白、美味成分一起流出，使人感到鲜美的风味。评定的方法是将肉样切成 2 立方厘米小块，不加任何调料，在沸水中煮 70 分钟（肉水比为 3:1），然后由鉴定人员品尝，评其鲜嫩度、多汁性、味道和汤味。按其程度评 1 ~ 9 分，肥牛肉均在 8 分以上。

(六) 高档肉块

高档肉块指牛柳、西冷、眼肉等约占牛肉产量的 10%，但因卖价高，可达一头牛总产值的 50%。所以应特别予以重视。

二、牛肉的成熟

肉牛经屠宰后，胴体肌肉内部发生一系列变化，结果使肉质变得具有柔软、多汁，并产生特殊的滋味和肉香，这一过程称为肉的成熟。

(一) 牛肉成熟的意义

刚屠宰的牛肉（热鲜肉）是硬的、发干，滋味也不好，不易咀嚼，也不易消化，反应为弱碱性或中性。但将其放冷完成“成熟过程”后，这些性质就完全改变。

从营养以及经济和兽医卫生观点看，肉成熟具有重要意义，也是提高牛肉品质的重要措施之一。经过成熟的肉，可以把它制成较为容易消化的肉食品。在肉的成熟过程中，由

下酸的作用，使胶原蛋白潮润而变柔软，但在加热时容易成胶。因此，成熟后的肉较易消化。如果不经过成熟过程，就需要耗费大量的能量来消化肉。除此，肉中的某些成分会成为人体不可消化的物品而从体内排出，结果不但损失了食后所应取得的养分，同时也造成肉的不合理消耗。

在肉成熟过程中形成的乳酸，对某些微生物有杀灭能力，故患某些传染病牛（如口蹄疫和传染性胸膜炎）的肉经成熟过程后即可作为食品而不需要经过任何特别的卫生加工，因此肉的成熟可视为肉消毒方法之一。

（二）牛肉成熟方法

一般采取胴体成熟处理，将胴体（劈半后）吊挂在0~4℃室温条件下7~9天，在成熟过程中胴体重量损失2%~3%，为了减少在成熟过程中的水分损失，可提高成熟处理间湿度的办法，但必须增加消毒设施，如臭氧发生器等，防止由于湿度大而引起微生物的繁殖，污染胴体。

肉的成熟过程所需时间，与温度有关，在0℃和相对湿度80%~85%的条件下，10天左右达到成熟的最佳状态。温度升高则成熟过程加快。在12℃时需5天，在18℃时需2天，在29℃时只经几小时成熟过程就完毕。但温度过高时，由于微生物的活动，容易腐败。故在工业生产条件下，通常把胴体放在2~4℃的冷藏库中，保持2~3天使其适当成熟，如果用作生产肉制品的原料时，应尽量利用鲜肉（或屠宰后冷却至2~3℃的肉）。因成熟后的肉，当生产灌肠及香肠时，结着力很差，影响产品的组织状态，所以不必进行成熟。

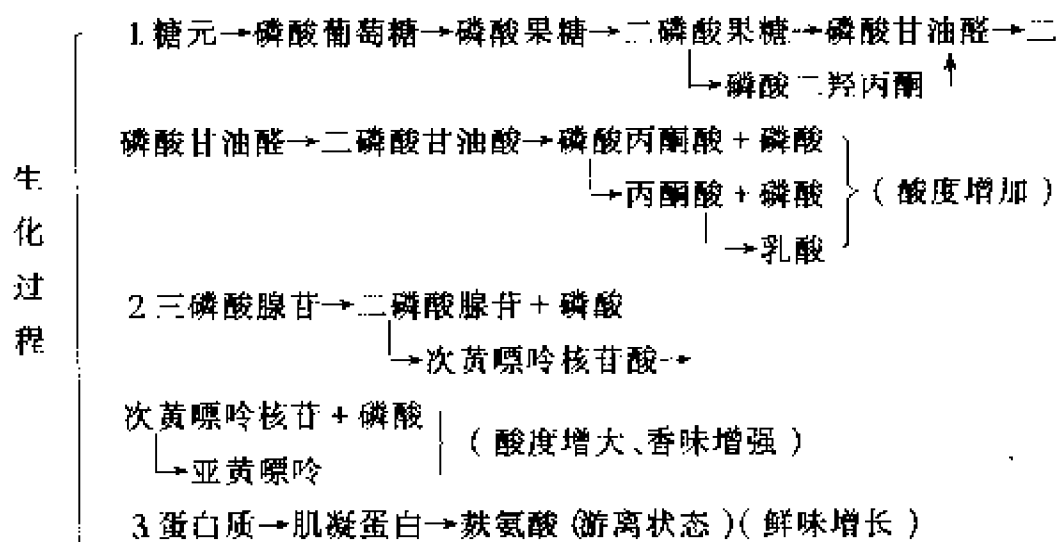
（三）牛肉成熟过程

可分为两个阶段，即尸僵过程和自溶过程。

1. 尸僵过程：屠宰后的胴体变硬，这一过程叫做尸僵。产生尸僵过程是很复杂的，其原因尚未完全清楚，一般认为：屠宰后肉的糖元开始分解形成乳酸，肌磷酸等也分解成磷酸，使肉变成酸性。当肉的 pH 值达到 6.0~6.2 时，由于肌浆蛋白质保水性增加，肉内蛋白质膨胀，肌肉长度缩短、增厚、变硬，关节失去活动性，进入尸僵过程。磷酸酶开始作用，将 ATP（三磷酸腺苷）分解成 ADP（二磷酸腺苷），由于 ATP 逐渐减少引起肌肉收缩出现尸僵现象。

2. 自溶过程：当肉的酸度达到极限，pH 值 5.5~5.4 时，即为僵直的终点，而后因自溶酶的作用，使部分蛋白质水解生成水溶性蛋白质。肌原纤维和构成它的收缩蛋白质发生变化：肌动蛋白和肌球蛋白之间结合力降低，使肉变软，这个过程称为自溶过程。从糖元分解至解僵，这整个过程也就是肉的成熟过程。

（四）肉在成熟过程中的生化反应



肉在成熟过程中，淀粉酶将肉中糖（动物淀粉和葡萄糖）变为乳酸，同时含磷的有机化合物的分解，产生了无机

磷酸化合物，由于乳酸和磷酸的蓄积，肉便有了酸性反应。乳酸疏松固着在各肌纤维束上的结缔组织，所以肉就成为柔软、细嫩、容易咀嚼和消化的。此外， Ca^{2+} 在酸性媒质内由蛋白质脱出，并引起部分肌凝蛋白的凝结和析出，此时肌浆的液体部分即分离出来，因此肉就成为多汁的。且有亚黄嘌呤和麸氨酸（游离状态）等物质增加和积聚，这些物质使肉具有特别的芳香味和鲜美味。

（五）肉成熟的特征

肉在成熟后的特征：

1. 胴体表面形成一层“皮膜”，发出羊皮纸的沙沙声音。皮膜能防止微生物侵入肉内进行繁殖。
2. 具有多汁性。切开肉时有肉汁渗出，这是蛋白质凝结成大的聚集体。在这些聚体中间容易通过水分，促使肉汁分离。
3. 肉有特殊香味。
4. 肉的组织状态有弹性。
5. 肉呈酸性反应。
6. 肉煮熟后，柔软多汁，肉汤透明，具有肉和肉汤的特殊美味和香味。
7. 胴体在排酸过程中，损失率为 2%～3%。

三、胴体的分割

牛胴体的分割，我国尚无统一标准，各国也不相同，同是一块肉，也有几个名称。日本牛胴体分割和名称，与解剖学联系密切，见图 8—1。胴体的分割、整形方法如表 8—2 和表 8—3。

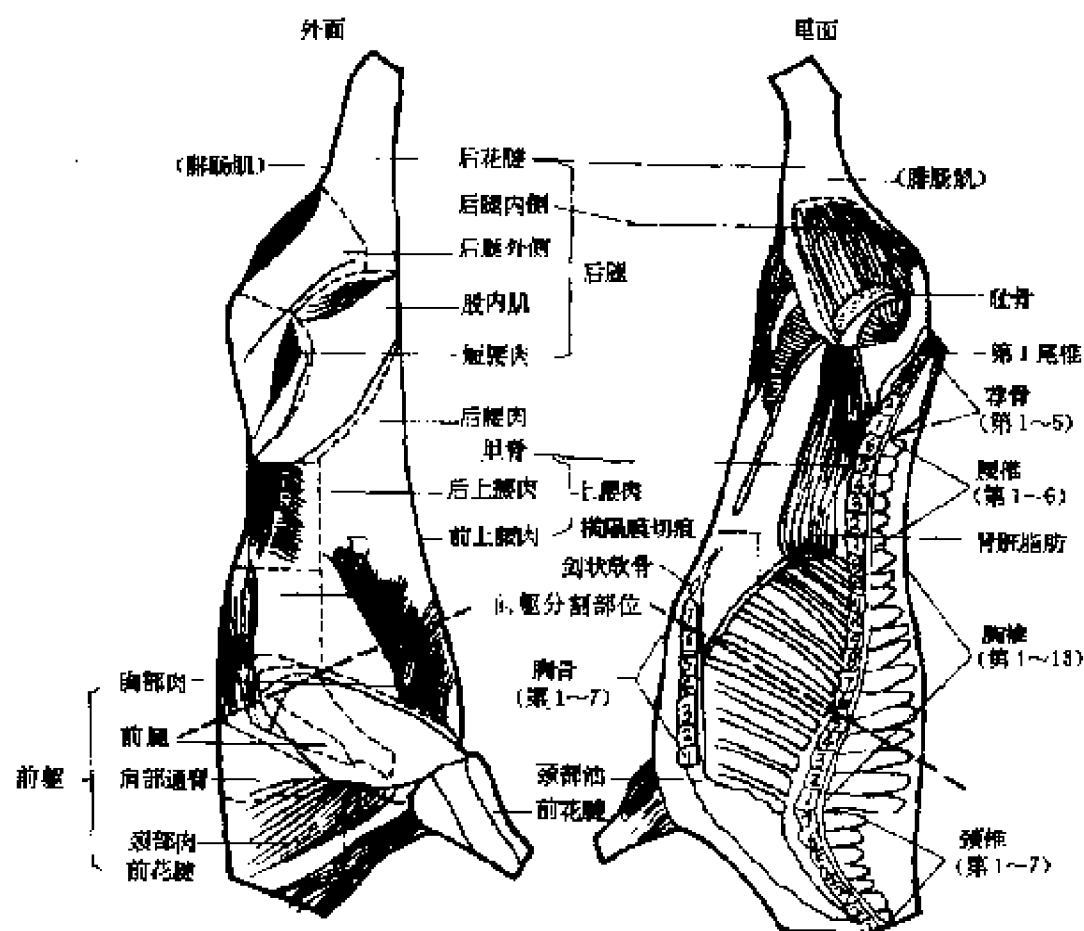


图 8—1 牛分割肉名称

表 8—2 牛胴体分割方法

分类	要 领
前躯	在第 6 到第 7 肋骨之间，沿第 6 肋骨切断
腹部肉	沿后肢外侧的股膜张肌（后三角）前缘，切至肠骨前端，然后与背线约成平行状切断，分离腹部肉
上腰肉及后腿	去除肾脏脂肪之后，在耻骨的前下方，从后端起到最后腰椎之间，取下里脊，然后在荐骨和最后腰椎的结合部，与椎骨成直角切掉，分离成上腰肉和后腿

表 8—3 牛分割肉整形方法

分类	要 领
前腿 前花腱	在前肢的连接处，从胸部取下前肢，连同肩胛骨（包括肩胛软骨）上的肌肉一同从胸部上切下。去掉肩胛骨（包括肩胛软骨、臂骨、前臂骨、腕骨），适当去掉脂肪，然后进行整形。切下前花腱
肩部肉 胸部肉 颈部肉	从前躯取下前腿，分割剩下的部分时，从距第 5 肋骨根部约相当于 1/3 处，与背线约平行状切断，然后切下胸部肉。接着在第 6~7 颈椎之间分割，分割成颈部肉和肩部肉。最后去掉肩部肉、胸部肉及颈部肉内的胸椎、肋骨（包括肋软骨）、胸骨及颈椎。适当地去掉各部位脂肪及进行整形。但是也可以将颈部肉带在肩部肉上
腹部肉	去掉胸骨（包括剑状软骨）及肋骨（包括软肋骨）。适当去掉脂肪，然后整形。但也可以分割成前腹部肉和后腹部肉
里脊 前上腰肉 后上腰肉	从上腰肉上取下里脊。适当去掉脂肪，进行整形。前上腰肉和后上腰肉的整形方法是，去掉肋骨、胸椎和腰椎（包括前上腰肉残存的肩胛软骨），适当地去除脂肪，整形，然后在相当于第 10~11 胸椎之间的部位，与背线约成直角切断，分割成前上腰肉和后上腰肉
后腿内 侧肉	从后腿上切下内侧肉，适当地去掉脂肪，然后进行整形
股内肌 短腰肉 后腿外侧 肉后花腱	去掉髌骨、股骨、膝盖骨、胫骨、跗骨、荐骨和第 1 椎骨后，沿股二头肌和股四头肌的肌膜，分离股内肌。在大转子和半腱肌的前端，用连线方法切断，分离下短腰肉。接着，沿着股二头肌和腓肠肌的肌膜分离后腿外侧肉和后花腱，但是腓肠肌及浅趾屈肌也可以带在后腿外侧肉上

注：整形是指去除各分割肉内外面附着的血液、淋巴腺及其他原因而受到污染的肉和脂肪，切除附着在分割肉上的筋。分割肉表面的脂肪，除了特别厚的部分，没有必要切除。

四、速冻、冷藏与解冻

肉的腐败变质主要是微生物的生长和繁殖所造成。微生物活动有三个条件，即适宜的温度、水分和营养，缺一不可。考虑再加工的工艺需要，牛肉的保存主要采取低温。

(一) 速冻和冷藏

将分割后的牛肉进行深度冷冻，使肉中的大部分汁液冻结成冰，这种肉称为冷冻肉。冻结时肉汁形成结晶，主要是由肉汁中纯水分所组成。其中可渗性物质，则集中到剩余的液相中。随水分的冻结，冰点下降，当温度降至 $-5\sim-10^{\circ}\text{C}$ （冰结晶的最大生成区）时，组织中的水分大约有 $80\%\sim90\%$ 已冻结成冰。温度继续降低，当达到肉汁的冰晶点（ $-62\sim-65^{\circ}\text{C}$ ）则全部水分冻结成冰。见表8—4。

表8—4 肉的冻结温度和肉汁中水分的冻结率

冻结温度 ($^{\circ}\text{C}$)	-1.5	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-60
冻结率 (%)	30	75	84	87	89	90	91	100

冰晶的大小，主要决定于形成速度，即取决于从液态变为固态时所散出热量的速度。在快速冻结的情况下，所形成的结晶颗粒小，数量多，在肉组织中分布也很均匀；缓慢冻结，则在组织中形成数量不多而且较大的冻结晶体，破坏了肉组织。

肉的结冻温度和结冻速度，对肉的质量有直接关系。速冻的肉当融化后呈可逆反应，肉的汁液可以渗入组织中，几乎可以完全恢复原有的滋味及营养价值。慢冻的肉，融化后汁液不能充分渗入到组织内部，一部分汁液从肉中流出，降低了肉的质量。另外，肉的贮藏温度与保存时间密切相关。见表8—5。

表 8—5 各种温度下牛肉的贮藏时间

温度 (℃)	-13	-18	-23	-30
保存时间 (月)	4	6	12	18

因此，冷冻肉应先在 -28°C 以下速冻后再贮藏在 -18°C 的冷库中保存。

(二) 冷冻肉的解冻

冷冻牛肉解冻方法很多，有空气解冻，流水解冻，高频电流解冻等。较常用的是温包解冻法。该法是将冻结的牛肉用毛毯包裹后置于常温中，使其在 2~3 日内缓缓地解冻。可使肉的表面和中心部都均匀地解冻，蛋白质和肉的汁液损失少，并可避免微生物生长，还能提高肉制品的风味。也无需解冻室，肉量多少都能用。

第三节 牛 皮

牛屠宰后剥下的鲜皮在未加工前称生牛皮。生牛皮经脱毛鞣制的产品称皮革。牛皮革是军用与民用革制品的上等原料，牛皮革制品质量最优。

一、牛皮结构和成分

牛皮可分表皮、真皮和皮下层。

(一) 表皮层

位于皮的最上层，起保护作用，约占皮厚的 1%。表皮层的上层为角质化的扁平细胞所组成的角质层，其细胞主要成分为角朊，具有疏水性，故表皮层不易透水。下层由柱状有核细胞组成的生发层。毛由此细胞分裂所形成，且由毛鞘所包裹，深入真皮层内，借真皮中的血管、淋巴管等供给营

养。

表皮和毛的主要成分是角质蛋白，属于不溶于水的硬质蛋白，对碱不稳定，在制革工业中，用石灰等碱性溶剂脱毛时，可将毛及表皮层脱掉。

(二) 真皮层

在表皮层下部，由致密结缔组织所组成，是皮的最坚韧部分，占皮厚的 90% 以上，是制革的主要部分。上部为约占真皮厚 $1/5$ 的乳头层，其表面形成很多乳头状突起，组织特别坚硬细致，革表面好坏与此层有密切关系。在制革上这层叫做“粒面”，可以根据粒面的构造鉴别革的种类。下部是约占真皮厚 $4/5$ 的网状层，由无数交错结缔组织纤维束所组成，是皮最坚韧部分。

真皮层的主要成分是胶原蛋白，约占真皮的 95%，不溶于水及盐水溶液，也不溶于稀酸、稀碱及酒精，但加热到 70°C 时变成明胶而溶解。胶原蛋白是革的主要成分，生皮鞣制成皮革的过程，也可以看做是胶原蛋白的变性过程，因胶原蛋白经稀酸或其他鞣制处理后，能保持柔韧、坚固等革的特性，所以无论在贮藏期间或制革过程中，应尽量避免其损失。除此真皮层中还有弹性蛋白是构成黄色弹性纤维的主要成分，不溶于水，也不溶于稀酸及碱溶液，但胰酶能溶解它，在制革工业中利用这一特性，除去此蛋白，以增加革的柔软性和伸张性。白蛋白和球蛋白存在于皮组织的血液及浆液中，加热时凝固、溶于弱酸、弱碱和盐类的溶液，白蛋白还溶于水，因此在洗皮时随水溶出。

(三) 皮下层

是真皮的下部与肌肉连接的一层，富于脂肪，系由疏松结缔组织所构成，往往带有肌肉，在鞣制的准备工序中被消

除，是制革上的无用部分，但可做制胶的原料。

二、影响牛皮质量的因素

在同一品种中有年龄、性别、气候、饲养管理、剥制技术和保藏条件等对牛皮质量都有影响。公牛皮厚而粗硬，母牛皮薄，皆不如阉牛皮质量好。犍牛和育肥牛皮质地细致柔软，质量最优。用丰富的蛋白质饲料喂牛，能获得细致的皮张。以牛奶饲喂的犍牛皮质坚固而富弹性。生长于凉爽干燥地区的牛，常具有细致的牛皮，而生长在炎热干燥地方的牛，受强烈紫外线照射，皮肤变厚，生长于寒冷山地的牛皮肤也往往较厚，对牛体护理不周，会造成疮疤，降低牛皮质量。剥制、贮藏方法不当，对牛皮质量也有不良影响。

三、牛皮的保藏

大部分鲜皮不能直接送往制革厂进行加工，需要保存一段时间。为了避免发生腐烂，同时便于贮藏和运输，必须进行初步加工。

（一）保藏前的初步处理

1. 清理：清理的目的是将皮上残肉、粪便、泥土、脂肪及无用部分除去，以防腐败。

2. 防腐：防腐的基本原则是去水，低温和利用防腐剂抑制微生物和酶的作用。

（1）干燥法：一般采用自然晾干，把鲜皮肉面向外用数根竹竿撑好，放在通风的荫棚下晾晒（避免在强烈的阳光下曝晒）除去皮中大量水分，至水分含量 15% 以下时可抑制细菌繁殖，达到防腐的目的。经干燥后的生皮，面积减少 15%，厚度减少 30%～40%。

(2) 盐腌法：①干盐腌法：用皮重 25%~30% 的干盐面均匀地撒布在肉面上，以造成高渗环境，使皮内失去水分，抑制细菌生长，从而达到防腐目的。为了提高保藏效果，可在干盐面内加入盐重 1%~1.5% 的对氯二苯和 2%~3% 的萘，腌后 6~8 天皮的内外盐浓度达到平衡。这种方法是防止生皮腐败最普通而可靠的方法，不会影响生皮固有的质量。②盐水腌法：将生皮浸入 25% 食盐水溶液池内，水温保持 15℃ 左右，经 24 小时后取出，沥水 2 小时，再撒皮重 25% 的干盐面，为了防止盐斑，可在盐面中加入盐重 4% 的碳酸钠。③盐干法：是盐腌和干燥相结合的方法。即先盐腌，再干燥到含水 20% 左右。这种方法优点是防腐力强，能避免生皮干燥时发生硬化、断裂等缺陷。并使贮藏时间延长。

(二) 生皮贮藏

1. 仓库条件：仓库内要通风换气良好，库温不应超过 25℃，相对湿度 65%~70%，使生皮含水量保持在 12%~20% 之间。要有防潮隔热条件，一般应有水泥地面，场地宽敞，便于检查和倒垛。但要避免阳光直射，防止皮张变质。

2. 堆垛要求：牛皮堆垛有几种形式。

(1) 铺叠式：将牛皮完全铺开使上面一张毛面对好下面一张肉面，层层堆叠。这种方式最好。

(2) 夹形式：将每张生皮毛面向外，沿着背线折叠，然后毛面对毛面层层堆叠。

(3) 小包式：将生皮毛面向外折成小包状，再将 8~10 个小包叠成一堆。

为了减少皮堆与空气接触，通常在堆好堆后，上面再覆

盖一张生皮，并在上面撒一层食盐。库内堆皮应堆放在木垫板上，堆间应有 40 厘米的距离，行间距离不少于 2 米。

3. 药物处理：生皮如需长期保藏时，为了避免虫害，进库时进行防虫处理。如用滴滴畏 1 份溶于 999 份煤油中，用喷雾器喷洒在皮上即可，每张皮约需 10 毫克左右。煤油为易燃品在使用时要注意防火。

4. 仓库管理：仓库必须固定专人负责管理，经常检查库内温度和湿度。并注意虫害。

（三）生皮运输

生皮的运输，也是保证优质生皮的重要工作之一。运输不合理会造成皮张发霉、腐败、折断等弊病，甚至变成废品，造成巨大损失。

1. 用火车运输，车箱必须保持清洁干燥，通风良好，并保持一定的温度和湿度。

2. 用汽车运输，应当备有雨布，防止日晒雨淋。

3. 装卸车时，尽量使皮铺平，以防折断，特别是干皮与冻皮更应注意。

4. 由于干皮容易吸水，发霉以致腐败，所以应尽量缩短运输时间，而且尽量不在阴雨天运输。

四、皮 胶

皮胶系利用生皮初步加工时的下脚料及失去加工价值的废皮进行生产。皮胶主要用于木器生产的粘合剂，亦可用于粘合砂纸、砂轮、纸盒，也可用于造纸及革编制品的上光等。其加工工艺流程如下：

1. 浸软：先捡去原料中的草芥，除去残渣灰尘，然后投入清水中浸泡，使生皮变软，洗出血迹污粪。

2. 浸灰：置 10% 石灰水澄清液中浸泡，使毛、表皮角质层与真皮脱离。一般夏季 3 天，冬季 7 天左右，当用手摸之毛成片脱落，说明脱毛成熟，即可进行刮毛。

3. 刮毛：将成熟的脱毛皮置半圆木或木板上，用刮刀刮去皮上的粗毛及绒毛，同时除去脂肪组织及皮下结缔组织。

4. 脱脂：将刮毛皮浸于 10% 的石灰澄清液中，夏季 3~4 天，冬季 6~7 天即可达到脱脂目的。

5. 漂洗：将脱脂皮置清水中反复冲洗，除去皮中碱性，使 pH 值固定在 6.5~7。

6. 熬煮：将漂洗后的脱脂皮，置铁锅中加水煮沸，使胶质蛋白溶化。当溶液变稠，不易再溶解时，滤出胶液再加水熬煮，如此反复数次，至皮全部溶化为止。

7. 浓缩：将几次熬出的胶液混合，在铁锅内加热浓缩，边加热边搅拌，促使水分蒸发，当浓缩至冷却后能成皮胨状即可出锅。

8. 冷却干燥：将浓缩液倒入搪瓷盘内冷却，使其形成胨胶，然后切片，经晾晒干燥即为成品。

第四节 牛 骨

牛骨是由骨组织、骨髓和骨膜所组成。其中含有水分、脂肪、蛋白质和灰分。约占胴体重的 15%~20%，是肉牛产品加工的一项重要原料。骨糊可制作富钙食品；骨油可熬炼食用油或制肥皂、甘油、脂肪酸和润滑油；骨粉是畜禽优质钙磷饲料；骨胶可食用，还可用来制胶卷、感光用纸及微生物培养基等众多用途，应该加以开发利用。

一、骨 糊

加工骨糊应选用新鲜骨髓多的排骨和椎骨，经清洗冷冻后，将冷冻骨投入切骨机加工成2~3厘米的碎块。再用双层切碎机将碎骨切成0.5~1.0厘米碎块，投入搅拌机内再加碎骨重60%~80%的冷水进行搅拌，然后投入微粒粉碎机，至糊粉稍有粗糙感，再进行超微粒粉碎，经制形、速冻、包装，即为成品。

利用肉骨生产骨糊是开发利用肉骨的重要途径。骨糊与肉的成分接近。另外，肉骨中含有多种营养素，如磷脂质，磷蛋白质，骨胶原、软骨素，蛋氨酸及各种氨基酸和维生素A、维生素B₁、维生素B₂等，是一个营养宝库，由于含各种氨基酸，其味道也很鲜美。骨糊与其他食品原料配制可加工成各种食品，不但营养全面，味道鲜美，而且适于儿童与青少年生长发育期的营养需要。

二、骨 油

骨油的提取有水煮法、蒸汽法和抽提法。

(一) 水煮法

其工艺流程如下：

1. 浸泡：将新鲜的牛骨用清水洗净，加水浸泡出血液，浸出血水后才能保证骨油的颜色和气味正常。

2. 粉碎：将洗净浸泡后的鲜骨，用粉碎机轧成2厘米大小的骨块，骨块越小，出油率越高。

3. 水煮：将粉碎后的骨块倒入水中加热，温度保持在70~80℃左右。加热3~4小时后，大部分油已分离，将浮在表面的油撇出，移入其他容器中，静置冷却，并除去水

分，即为骨油。此法仅能提取骨中含油量的 50%~60%。

(二) 蒸汽法

将洗净粉碎后的骨，放入密封罐中，通入蒸汽加热，使温度达到 105~110℃。加热 30~40 分钟，大部油脂和胶已溶入蒸汽冷凝水中。此时从密封罐内再通入蒸汽，使残存的油脂和胶溶出，如此反复数次(约 10 小时)绝大部的油和胶都可溶出。再将全部油和胶液汇集一起，加热静置后，使油分离，或趁热用乳油分离机进行分离，效果更好，胶液也不受损失。

(三) 抽取法

将干燥后的碎骨置于密封罐中，加入溶剂(轻质气油)后加热，使油脂溶解在溶剂中，然后使溶剂挥发再回到碎骨中，如此循环抽提可使油脂分离。

三、骨 粉

(一) 粗制骨粉

将用水煮法提取骨油后的碎骨晾干，再放入干燥室或干燥炉中，以 100~140℃ 的温度烘干 10~12 小时，最后用粉碎机将干燥后的骨头磨成粉状即为成品。只能作饲料用。

骨粉的成分随原料的质量有所不同，一般含蛋白质 23%，磷酸钙 48%，脂肪 3%，粗纤维 2% 以下。

(二) 蒸骨粉

将蒸气法提取骨油后的残骨作为原料，经干燥粉碎后即成为蒸制骨粉。这种骨粉比粗制骨粉蛋白质含量少，色泽洁白，且易消化，也无特殊的气味。适于做钙片用。

四、骨 胶

骨胶的生产工艺如下：

1. 脱脂：将鲜骨除去骨面附着杂质，用清水洗涤干净，用粉碎机粉成3厘米左右碎块，装入密封罐内加入二氯乙烷或石油醚中浸泡3天进行脱脂。

2. 除去矿物质：将脱脂骨称重后倒入缸内，加入适量稀盐酸（酸浓度夏季为4.5%~5.3%，冬季为6%~7%），浸泡20天，除去骨中矿物质及其他杂质。

3. 软化：将去杂后的脱脂骨浸泡于10%的石灰乳澄清液中，在15~18℃下浸泡45天，中间每隔5~6天更换石灰液1次，直到取出一块用刀能切开时为止。取出用清水洗净附着的石灰液。

4. 熬煮：将原料倒入瓷缸内，按每千克原料加入10千克水，再加入少量盐酸，将pH值调整为4.0~5.0，然后盖好缸盖加热熬煮，反复3次。第一次55~60℃加热6小时，第二次60~70℃加热6小时，第三次70~80℃加热4小时，每次煮后均需立即过滤，再以同样方法熬煮，注意调整好酸碱度，滤液收集待用。

5. 将3次滤液合并，加入0.5%活性炭拌匀，静置1小时，在80℃温度下进行脱色，重复过滤两次，然后将滤液倒入蒸锅内加热浓缩至能成胶胨状为止。

6. 将浓缩胶胨置搪瓷盘内，凝固后切成条块，摊在铁丝网上，在20℃室温中进行自然干燥（约3~5天），待全部变硬干脆即成。

第五节 牛 血

牛血量约为体重的8%左右，一头牛能采集血5千克以上。血液含血清和血球，其中血清占60%，血球（红、白

血球及血小板等固形物)占40%。血液中水分占80%，干物质占20%，其中蛋白质含量达18%。血清中约含水90%，干物质10%，其中蛋白质约占90%，其他成分约占10%。血清蛋白质主要是白蛋白和球蛋白，可做高效乳化剂用，加热能形成凝胶体，吸附水分和脂肪。在加工罐制品时若加入适量的血清可改变制品结构，改进造型，提高营养价值。

牛血是很有食用价值的副产品。尤其是清真饭馆，多以牛血熬汤出售，价低、实惠。国外用牛血作为肉制品的原料，如灌制品中的大红肠、小红肠、法兰克福肠和布丁等都加有一定数量的牛血。国内也以传统方式加工成血肠、血清肠、血豆腐等。

食用血液的采集必须做到清洁卫生、屠畜无病，采集时防止细菌污染。目前国外采用真空放血刀和集血器，真空刀通过管道与集血器相连，能保证符合卫生规定。国内有些半机械化屠宰厂，放血时不用器皿盛接，任其流淌而去，浪费大量动物蛋白资源。

一、食用血的加工

采集符合卫生的血液后，要防止血液凝固，保持稳定液态。为此，需对血液进行脱纤维，可用棍棒或旋浆叶搅拌，使血纤维缠在木棍或浆叶上，然后除去。也可以加入抗凝剂，如0.3%的柠檬酸钠或3%的精盐。脱纤维后的血液，可用分离机将血清和血球分开，血清可直接加入肉制品中使用，血球可制成黑色食用血粉，加入肉制品中。脱纤维后的血液，也可通过过滤、消毒、喷雾加工成食用血粉。喷雾法能保持血粉成分，蛋白质性质无变化，粉粒细小，可溶性

高，质量较好。

二、饲料血粉的加工

(一) 发酵血粉

即每 1000 千克血液中加入 1000 千克谷物类饲料吸附，在充分搅拌后，接种上 2 千克藤田橄榄菌种，装入发酵罐内，夏季按自然温度保持 20~25℃，入罐后 3~5 小时发酵，温度上升可达 35~38℃，经 48 小时发酵即可成熟，取出在 140~180℃热风下进行灭菌干燥，即得成品。

发酵血粉的营养价值较高，含干物质 87.8%，可消化粗蛋白质 32.1%，可消化养分总量为 74%，可消化能量为 3.621 兆焦/千克，其消化率：粗蛋白为 83%±2.2%，粗脂肪为 81.6%±0.6%，无氮浸出物为 82.7%±1.7%。

(二) 蒸煮法制血粉

将凝固的血切块，在 80℃的水温下水煮，当血凝块无血色时，用机械压榨或用离心机脱去水分，在 40~50℃下烘干，经粉碎杀菌即得血粉。成品率为 20%。此法生产的血粉可溶性差，在脱水过程中又失去部分蛋白质，多用作饲料。

血粉蛋白质在瘤胃内不降解，即为过瘤胃蛋白，利用率高。血粉也可做为降解蛋白质的保护剂。

第六节 牛脏器制剂

牛脏器制剂是将牛脏器、腺体、体液和分泌物等加工制成生物药品和工业用制品的总称。脏器生化药品具有针对性强、副作用小、容易为人体吸收等特点。目前已成为三大类

药品（即化学药品、中草药、生化药品）中重要的一类，在医药方面起了重要的作用。

一、保 藏

脏器制品原料的主要成分为蛋白质、脂肪、水分和无机盐，此外还含有各种酶类。因此，空气中的微生物、氧气都容易使原料各种成分分解，以致腐败变质。为了保证有效成分不受破坏，必须在有效的时间内取出，并采取有效的保藏方法。

1. 冷冻升华干燥法：即在 $-40\sim-30^{\circ}\text{C}$ ，使脏器组织中结成冰的水分，在 $0.001\sim0.005$ 毫米真空状态下直接升华，使组织逐渐干燥。这种方法可使脏器中的有效成分不致被破坏。

2. 冰冻法：将脏器组织送入速冻库中，在 -28°C 下进行速冻，然后在冷库中 -18°C 下贮藏。在这样的温度下可贮藏较长时间而不会导致原料变质。

3. 有机溶剂脱水法：一般采用丙酮浸泡脱水，连续几次经丙酮处理后，可使原料中水分降低到10%以下，且对原料有效成分无影响，也可保存较长时间。

4. 化学防腐法：常用盐或硫酸铵腌后阴干保存即可。此法对原料的一部分有效成分有所破坏。但由于简单易行，故对于价值低廉的工业原料，如胰腺等可采用此法。

5. 真空灭菌干燥法：将附着于脏器上的脂肪、结缔组织彻底除去，经绞碎后，在不超过 70°C 的温度下用真空干燥器进行干燥，最后磨成粉末保存。

6. 烘干法：利用蒸气或火加热，在严格控制温度（ 70°C ）下进行干燥。但有效成分损失较大。

二、制 剂

随着生物化学、分子生物学和各种科学的迅速发展，牛的脏器制剂种类逐渐增多。列表 8—6。

表 8—6 牛脏器制剂

原料	药品名称	主要用途	生产单位
脑	热藏大脑组织液	支气管哮喘、神经衰弱、过敏性鼻炎	西安、南京生化药厂
	胆固醇	作乳化剂、人工牛黄、维生素 D 合成激素原料	武汉、南京生化药厂
	脑磷脂	化学试剂、局部止血药	上海食品公司制药厂
	卵磷脂（蛋黄素）	脂肪肝、动脉粥样硬化症等	上海食品公司制药厂
	参脑散	脑衰弱症状群	
	复方磷脂素	肝炎	
	759 针剂	镇静、安神、大脑代谢促进剂	天津食品三厂
	维生素 D ₃	促进生长发育	湖南研制
丘脑	3,5—环磷腺甙酸 (CAMP)	调节各种激素分泌作用	上海生化药厂
脑下垂体	促皮质素 (ACTH)	活动性风湿病、类风湿性关节炎	南京、沈阳生化药厂
	垂体促滤泡素 (FSH)	卵巢性机能失调不孕症	武汉生化药厂
	垂体促黄体素 (LH)	卵巢性机能失调不孕症	武汉生化药厂
	催产素注射液	产前子宫无力、阵缩迟缓、产后出血等	天津食品二厂、南京生化药厂
	加压素注射液	尿崩	上海生化药厂
	鞣酸加压素注射液	尿崩	上海生化药厂
脊髓	脊髓注射液	升白细胞	山东兖州生化药厂
眼	眼生素注射液	病毒性角膜炎、过敏性结膜炎、色素膜炎、中心视网膜炎等	山东兖州生化药厂
	眼球液	青光眼等眼病	沈阳生物药厂
	眼宁注射液	黄斑区病变、早期原发性视网膜色素变性等	杭州生化药厂

续表

原料	药品名称	主要用途	生产单位
眼	牛全眼提取物 (ETC)	近视性脉络膜、视网膜 炎、眼疲劳、玻璃体混 浊等	山东兖州生物药 厂
副甲 状腺	副甲状腺激素 (甲 状旁腺素)	血钙调理药, 提高血液 中钠、钙及磷的利用补 充等	
心 脏	细胞色素丙	组织缺氧引起的一系列 疾患, 如脑缺氧、一氧 化碳中毒等	沈阳、青岛生化 药厂
	注射用能量合剂	营养药, 供给机体能量、 促进细胞代谢, 辅助治 肝炎、肾炎、肝硬化、 心力衰竭	上海生化药厂
	心血通	由脑血管引起的瘫痪、 脑动脉硬化症、神经衰 弱等	北京西城区制药 厂
	脉心通	同“心血通”	北京西城区制药 厂
肝	肝宁	慢性肝炎及迁延性肝炎 等	当涂、上海食品 公司生化制药厂
	肝注射液 (肝精)	抗贫血药, 用于恶性贫 血肝炎	青岛、泰州生化 药厂
	肝 B_{12} 注射液	恶性贫血	西安生化药厂
	复方肝组织液	贫血	青岛生化药厂
	热藏肝组织液	营养不良贫血	南京生化药厂
	15% 三合组织液	软化瘢痕营养不良	南京生化药厂