# 云南饲料

YUNNANFEED

（内部资料 免费交流）

双 月

2025 年第 2 期

（总第一百四十期）

4 月 20 日印刷

编　　印：云南省饲料工业协会
主　　编：张　曦
副 主 编：张存焕
编　　委：毛华明　邓君明　钱朝海
王钦晖　李琦华　潘洪彬
陶琳丽　马　丹　甘文斌
张　帅　陶　冶
责任编辑：黄艳芳　张燕鸣
地　　址：云南省昆明市五华区红旗路德润中心 B 座 26 楼 2609 室
邮　　编：650201
电　　话：0871—65616557
传　　真：0871—65616557
E — mail：ynslbj@126.com
印　　刷：昆明精妙印务有限公司
（如有质量问题，请与印刷厂联系。0871—63101193）
准印证号：（53）Y2025107
印数：1500 册
发送对象：协会会员单位及行业相关单位


# 目　录

## 政策法规



## 译文综述



## 经验交流



## 信息快递

# 奶牛低蛋白低豆粕多元化饲粮配制技术要点

来源：全国畜牧总站

为进一步推进低蛋白日粮技术广泛应用，构建适合我国国情的新型日粮配方结构，提升饲料资源利用效率，推动养殖业节粮降耗、降本增效，结合《奶牛饲养标准》（NY/T 34–2004）等现有标准和部分企业应用实例，现总结形成奶牛低蛋白低豆粕多元化饲粮配制技术要点。

奶牛作为重要的奶源动物，其独特的反刍消化系统使其能够有效利用杂粕、秸秆等多种非粮饲料资源。本要点通过精准的营养需求计算和合理的饲粮配比，结合氨基酸平衡技术、杂粮和杂粕的多元化应用及非蛋白氮的合理使用等方式减少奶牛饲粮中豆粕使用比例。该要点的执行有助于多样化饲料资源营养价值的充分发挥，在确保奶牛生产性能的同时，有效实现节本增效。

## 一、技术要点

### （一）低蛋白饲粮配制要点

#### 1. 奶牛场的分群管理

奶牛在不同生产阶段的营养需求差异显著。根据奶牛的生理阶段，营养需求的侧重点会有所不同。在各个生产阶段，确保奶牛的营养均衡和全面，可以提高其生产性能和养殖效益。因此，饲料配方应根据不同年龄和生理阶段进行调整，以满足奶牛的营养需求。

（1）牛群的划分

依照生产阶段可将奶牛分为后备牛和成母牛。后备牛又可细分为犊牛、育成牛和青年牛，成母牛可细分为干奶牛、围产期奶牛和泌乳奶牛。具体划分方式见表1。

表 1 奶牛生产阶段划分

| 阶段划分 | 说明 |
|---|---|
| 犊牛 | 指出生至 6 月龄的牛，7 日龄内称为初生期或新生期，出生至 2 月龄为哺乳期，3 月龄 –6 月龄为犊牛断奶期。 |
| 育成牛 | 指从 7 月龄到 14 月龄初次配种前的母牛。 |
| 青年牛 | 指初次配种妊娠后至第一次产犊的母牛。 |
| 干奶牛 | 奶牛一般在产犊前 60d 停止挤奶，停奶后的母牛称为干奶牛。干奶的这段时期称为干奶期。 |
| 围产期奶牛 | 指母牛分娩前后各 21d。围产期可分围产前期和围产后期。围产前期指产前 21d 至分娩的时间段；围产后期指分娩至产后 21d 的时间段，围产后期的奶牛也称为新产牛。 |
| 泌乳奶牛 | 奶牛在经历产犊之后进入泌乳期，通常会持续 280~320d，国际标准定为 305d。泌乳期又可细分为泌乳前期、泌乳中期和泌乳后期。泌乳前期是指产后 22~100d 的阶段，也称泌乳盛期；泌乳中期指分娩后 101~200d 的时间段；泌乳后期指分娩后 210d 至干奶前的时间段。 |

（2）奶牛营养需要量的确定

参考查阅《奶牛饲养标准》（NY/T 34–2004），结合奶牛不同生理阶段特点，确定饲粮适宜的代谢能、净能水平，然后根据奶牛推荐的有效能供给量（如产奶净能）确定其他营养成分的相应比例。成母牛维持的营养需要可参考表2，每产1kg奶的营养需要参考表3，母牛妊娠最后四个月的营养需要参考表4。

表 2 成母牛维持的营养需要

| 体重 /kg | 日粮干物质 /kg | 奶牛能量单位 /NND | 产奶净能 /Mcal | 可消化粗蛋白质 /g | 小肠可消化粗蛋白质 /g | 钙 /g | 磷 /g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 350 | 5.02 | 9.17 | 6.88 | 243 | 202 | 21 | 16 |
| 400 | 5.55 | 10.13 | 7.60 | 268 | 224 | 24 | 18 |
| 450 | 6.06 | 11.07 | 8.30 | 293 | 244 | 27 | 20 |
| 500 | 6.56 | 11.97 | 8.98 | 317 | 264 | 30 | 22 |
| 550 | 7.04 | 12.88 | 9.65 | 341 | 284 | 33 | 25 |
| 600 | 7.52 | 13.73 | 10.30 | 364 | 303 | 36 | 27 |
| 650 | 7.98 | 14.59 | 10.94 | 386 | 322 | 39 | 30 |
| 700 | 8.44 | 15.43 | 11.57 | 408 | 340 | 42 | 32 |
| 750 | 8.89 | 16.24 | 12.18 | 430 | 358 | 45 | 34 |

注：1. 第一个泌乳期的维持需要按上表基础增加 20%，第二个泌乳期增加 10%；
2. 泌乳期间，每增重 1 kg 体重需增加 8 NND 和 325 g 可消化粗蛋白质；每减重 1 kg 需扣除 6.56 NND 和 250 g 可消化粗蛋白质。

表 3 每产 1kg 奶的营养需要

| 乳脂率 /% | 日粮干物质 /kg | 奶牛能量单位 /NND | 产奶净能 /Mcal | 可消化粗蛋白质 /g | 小肠可消化粗蛋白质 /g | 钙 /g | 磷 /g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.5 | 0.31~0.35 | 0.80 | 0.60 | 49 | 42 | 3.6 | 2.4 |
| 3.0 | 0.34~0.38 | 0.87 | 0.65 | 51 | 44 | 3.9 | 2.6 |
| 3.5 | 0.37~0.41 | 0.93 | 0.70 | 53 | 46 | 4.2 | 2.8 |
| 4.0 | 0.40~0.45 | 1.00 | 0.75 | 55 | 47 | 4.5 | 3.0 |
| 4.5 | 0.43~0.49 | 1.06 | 0.80 | 57 | 49 | 4.8 | 3.2 |
| 5.0 | 0.46~0.52 | 1.13 | 0.84 | 59 | 51 | 5.1 | 3.4 |
| 5.5 | 0.49~0.55 | 1.19 | 0.89 | 61 | 53 | 5.4 | 3.6 |

表 4 母牛妊娠最后 4 个月的营养需要

| 体重 /kg | 怀孕月份 | 日粮干物质 /kg | 奶牛能量单位 /NND | 产奶净能 /Mcal | 可消化粗蛋白质 /g | 小肠可消化粗蛋白质 /g | 钙 /g | 磷 /g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 400 | 6 | 6.30 | 11.47 | 8.60 | 318 | 267 | 30 | 20 |
| | 7 | 6.81 | 12.40 | 9.30 | 352 | 297 | 34 | 22 |
| | 8 | 7.76 | 14.13 | 10.60 | 400 | 339 | 40 | 24 |
| | 9 | 9.22 | 16.80 | 12.60 | 462 | 392 | 48 | 27 |
| 450 | 6 | 6.81 | 12.40 | 9.30 | 343 | 287 | 33 | 22 |
| | 7 | 7.32 | 13.33 | 10.00 | 377 | 317 | 37 | 24 |
| | 8 | 8.27 | 15.07 | 11.30 | 425 | 359 | 43 | 26 |
| | 9 | 9.73 | 17.73 | 13.30 | 487 | 412 | 51 | 29 |
| 500 | 6 | 7.31 | 13.32 | 9.99 | 367 | 307 | 36 | 25 |
| | 7 | 7.82 | 14.25 | 10.69 | 401 | 337 | 40 | 27 |
| | 8 | 8.78 | 15.99 | 11.99 | 449 | 379 | 46 | 29 |
| | 9 | 10.24 | 18.65 | 13.99 | 511 | 432 | 54 | 32 |
| 550 | 6 | 7.90 | 14.20 | 10.65 | 391 | 327 | 39 | 27 |

表 4 母牛妊娠最后 4 个月的营养需要

| 体重 /kg | 怀孕月份 | 日粮干物质 /kg | 奶牛能量单位 /NND | 产奶净能 /Mcal | 可消化粗蛋白质 /g | 小肠可消化粗蛋白质 /g | 钙 /g | 磷 /g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 550 | 7 | 8.31 | 15.13 | 11.35 | 425 | 357 | 43 | 29 |
| | 8 | 9.26 | 16.87 | 12.65 | 473 | 399 | 49 | 31 |
| | 9 | 10.72 | 19.53 | 14.65 | 535 | 452 | 57 | 34 |
| 600 | 6 | 8.27 | 15.07 | 11.30 | 414 | 346 | 42 | 29 |
| | 7 | 8.78 | 16.00 | 12.00 | 448 | 376 | 46 | 31 |
| | 8 | 9.73 | 17.73 | 13.30 | 496 | 418 | 52 | 33 |
| | 9 | 11.20 | 20.40 | 15.30 | 558 | 471 | 60 | 36 |
| 650 | 6 | 8.74 | 15.92 | 11.94 | 436 | 365 | 45 | 31 |
| | 7 | 9.25 | 16.85 | 12.64 | 470 | 395 | 49 | 33 |
| | 8 | 10.21 | 18.59 | 13.94 | 518 | 437 | 55 | 35 |
| | 9 | 11.67 | 21.25 | 15.94 | 580 | 490 | 63 | 38 |
| 700 | 6 | 9.22 | 16.76 | 12.57 | 458 | 383 | 48 | 34 |
| | 7 | 9.71 | 17.69 | 13.27 | 492 | 413 | 52 | 36 |
| | 8 | 10.67 | 19.43 | 14.57 | 540 | 455 | 58 | 38 |
| | 9 | 12.13 | 22.09 | 16.57 | 602 | 508 | 66 | 41 |
| 750 | 6 | 9.65 | 17.57 | 13.13 | 480 | 401 | 51 | 36 |
| | 7 | 10.16 | 18.51 | 13.88 | 514 | 431 | 55 | 38 |
| | 8 | 11.11 | 20.24 | 15.18 | 562 | 473 | 61 | 40 |
| | 9 | 12.58 | 22.91 | 17.18 | 624 | 526 | 69 | 43 |

2. 配制基于氨基酸平衡的饲粮

奶牛低蛋白氨基酸平衡饲粮调控技术旨在通过优化饲粮中的氨基酸配比，在确保奶牛生产性能和乳蛋白产量不受影响的前提下，实现粗蛋白质水平的降低。饲粮粗蛋白质水平降低1~2个百分点，粗蛋白质水平低于16%时，也能维持35kg的日产奶量。通过添加过瘤胃氨基酸，确保饲粮中必需氨基酸充分平衡，提高乳氮利用率，降低饲粮氮损失，减少氮排放对环境的影响，同时降低饲料成本。该技术建立在饲料原料营养价值的精准评定和氨基酸平衡理论的应用基础上，以氨基酸的限制性顺序和适宜比例为依据，优化不同生产阶段奶牛的营养供给，提升生产效益并有利于环境保护。

3. 考虑能氮平衡和其他营养素平衡

在配制奶牛低蛋白氨基酸平衡饲粮时，确保能氮平衡的关键步骤包括准确评估奶牛的氮需求，根据其生产阶段和体重确定每日的氮供给。同时，选择过瘤胃氨基酸产品以减少豆粕等蛋白质饲料原料的使用，并优化氨基酸比例，确保各氨基酸在适宜比例范围内，从而提高氮的利用率。此外，还需考虑脂肪酸平衡（亚油酸或不饱和脂肪酸的补充）、维生素平衡（例如小麦中生物素利用率极低）、微量元素平衡、电解质平衡等因素的影响，并兼顾营养素来源、能量饲料原料组合、蛋白质饲料原料组合等。

（二）多元化蛋白原料的选择与应用

可通过多种技术实现奶牛低蛋白低豆粕多元化饲料的配制。这些技术包括①氨基酸平衡技术，通过优化饲料中必需氨基酸的配比来满足奶牛的营养需求；②低蛋白高能配合饲料技术，降低蛋白质水平同时确保能量供给；③饲用豆粕替代技术，选用其他高生物价值的蛋白源替代豆粕；④饲料添加剂应用技术，通过添加酶制剂和益生菌提高饲料的消化率和利用效

率；⑤饲料精细加工技术，采用颗粒化、粉碎等工艺提升饲料的营养释放。以上技术的综合应用能够有效优化奶牛饲粮配制，降低饲养成本，同时提升饲料利用效率和奶牛的生产性能。

1.多元化蛋白质饲料原料

豆粕粗蛋白质含量高（43%~48%），且品质较好，氨基酸组成在饼粕类原料中最佳，其赖氨酸、色氨酸和苏氨酸含量高，但蛋氨酸含量不足。奶牛饲粮中替代豆粕的原料主要有菜籽饼粕、棉籽饼粕、花生饼粕等杂粕，及玉米蛋白粉、DDGS等玉米加工副产物等（见表5）。豆粕之外的饼粕原料粗蛋白质含量一般低于豆粕，氨基酸组成不如豆粕，可以部分替代豆粕，或者几种组合并补足缺乏的氨基酸以实现完全替代。替代豆粕时，一般按等蛋白进行计算。

表 5 奶牛常见蛋白质饲料原料的营养成分含量（干物质基础，%）

| 种类 | 粗蛋白质 /% | 粗脂肪 /% | 中性洗涤纤维 / % | 酸性洗涤纤维 /% | 粗灰分 /% | 钙 /g | 磷 / % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 菜籽粕 | 38.6 | 1.4 | 20.7 | 16.8 | 7.3 | 0.65 | 1.02 |
| 菜籽饼 | 35.7 | 7.4 | 33.3 | 26.0 | 7.2 | 0.59 | 0.96 |
| 棉籽粕 | 43.5~47.0 | 0.5 | 22.5~28.4 | 15.3~19.4 | 6.0 | 0.25~0.28 | 1.04~1.10 |
| 棉籽饼 | 36.3 | 7.4 | 32.1 | 22.9 | 5.7 | 0.21 | 0.83 |
| 花生粕 | 47.8 | 1.4 | 15.5 | 11.7 | 5.4 | 0.27 | 0.56 |
| 花生饼 | 44.7 | 7.2 | 14.0 | 8.7 | 5.1 | 0.25 | 0.53 |
| 葵花籽仁粕 | 33.6~36.5 | 1.0 | 14.9~32.8 | 13.6~23.5 | 5.3~5.6 | 0.26~0.27 | 1.03~1.13 |
| 葵花籽仁饼 | 29.0 | 2.9 | 41.4 | 29.6 | 4.7 | 0.24 | 0.87 |
| 玉米胚芽饼 | 16.7 | 9.6 | 28.5 | 7.4 | 6.6 | 0.04 | 0.50 |
| 玉米胚芽粕 | 20.8 | 2.0 | 38.2 | 10.7 | 5.9 | 0.06 | 0.50 |
| 亚麻粕 | 34.8 | 1.8 | 21.6 | 14.4 | 6.6 | 0.42 | 0.95 |
| 亚麻饼 | 32.2 | 7.8 | 29.7 | 27.1 | 6.2 | 0.39 | 0.88 |
| 芝麻饼 | 39.2 | 10.3 | 18.0 | 13.2 | 10.4 | 2.24 | 1.19 |
| DDGS | 27.5 | 10.1 | 38.3 | 12.5 | 2.6 | 0.06 | 0.71 |

注：数据源自《中国饲料成分及营养价值表》（第 31 版）

菜籽饼粕。菜籽饼粕的粗蛋白质含量低于豆粕，蛋氨酸含量高，赖氨酸和精氨酸含量低，消化率较差。可以通过和棉籽粕进行合理搭配以改善氨基酸组成。菜籽粕淀粉含量低、菜籽壳难消化导致有效能值较低，部分替代豆粕时需要适量添加油脂。普通菜粕中含有硫葡萄糖苷、芥酸等毒素，在奶牛饲粮中应控制在5%左右，双低菜粕根据品质不同，可替代豆粕比例在50%~70%（也有研究表明可替代100%）。

棉籽饼粕。由于棉籽脱壳程度及制油方法不同，营养价值差异很大。完全脱壳的棉仁制成的棉仁饼粗蛋白质可达40%～44%，而由不脱壳棉籽直接榨油生产出的棉籽饼的粗纤维含量达16%～20%，粗蛋白质仅为20%～30%。普通棉籽粕蛋白含量低于豆粕，含有游离棉酚和环丙烯脂肪酸等抗营养因子。脱酚棉籽蛋白的粗蛋白质含量与豆粕相当或略高，精氨酸含量在所有饼粕类原料中最高，但赖氨酸含量远低于豆粕，蛋氨酸也不足。棉籽饼粕可与菜籽饼粕或其他饼粕类原料组合使用以改善氨基酸组成。普通棉籽饼粕在奶牛饲粮中一般不超过10%，而脱酚棉籽饼粕根据品质不同，其豆粕替代比例可达60%~90%。

花生饼粕。饲用价值因含壳量而有差异，脱壳后榨油的花生饼粕营养价值较高。花生饼粕的能量和粗蛋白质含量与豆粕相当，粗蛋白质可达44%~48%，但氨基酸组成较差，精氨酸含量很高，缺乏蛋氨酸、赖

氨酸和色氨酸，其中赖氨酸含量只有豆粕的50%，氨基酸消化率低。花生饼粕的矿物质中钙少磷多，且磷多属植酸磷。此外，花生饼粕易受黄曲霉毒素污染，使用时需要特别注意。花生饼粕在奶牛饲粮中的用量一般不超过10%。

葵花籽仁粕。葵花籽仁粕中蛋氨酸含量高，赖氨酸和苏氨酸含量低，氨基酸消化率大多较豆粕低，葵花籽仁粕和豆粕同时使用可改善饲料氨基酸平衡。未脱壳的葵花粕粗纤维含量高，在奶牛饲粮中的用量一般不超过5%，脱壳处理后的葵花粕可适当加大用量。

玉米加工副产物。玉米加工副产物中的喷浆玉米皮、玉米蛋白粉、玉米胚芽粕可部分替代豆粕，其营养成分因加工工艺不同差异较大。喷浆玉米皮的蛋白含量可达20%以上，使用时需注意避免真菌毒素污染。玉米蛋白粉的纤维含量低，粗蛋白质可达60%以上，蛋白质组成中一半以上为醇溶蛋白，利用率较低，且氨基酸组成不平衡，蛋氨酸和谷氨酸含量高，赖氨酸、组氨酸和色氨酸缺乏，替代部分豆粕时需补充必需氨基酸，一般奶牛精料中可使用5%左右。玉米胚芽粕是玉米胚芽榨油后的副产物，粗蛋白质在20%左右，但纤维含量高，缺乏赖氨酸、色氨酸和组氨酸，替代豆粕时要注意补充相应氨基酸。玉米胚芽粕价格较低，在奶牛饲粮中的用量一般可使用15%左右。

干酒精糟及可溶物（DDGS）。DDGS是酒精糟经分离脱水后干燥的部分（DDG），及酒精糟滤液经浓缩干燥后所得部分（DDS），DDG与DDS的混合物则为DDGS。DDGS蛋白含量为20%~30%，一般在26%左右，其蛋氨酸、胱氨酸含量高，赖氨酸和色氨酸含量不足，粗纤维含量为4%~12%，叶黄素含量高。玉米DDGS脂肪含量在10%以上，且亚油酸比例高，可补充因使用麦类导致的亚油酸不足。DDGS在奶牛饲粮中的用量在15%以下为宜。

亚麻饼粕。亚麻饼粕的粗蛋白质及氨基酸含量与菜籽饼粕相似，蛋氨酸与胱氨酸含量少，粗纤维含量约8%。亚麻饼粕因含氢氰酸，用量不宜过高，奶牛饲粮中可添加不超过5%。

2. 配套加工措施

（1）原料预处理。采用菌酶协同发酵或体外酶解方式处理杂粕等低值原料，能够降解抗营养因子，保留有益菌活性，产生部分有机酸和酶类，实现养分预消化，提高使用比例。

（2）替代原料的加工。替代原料粉碎粒度、混合均匀度、物料硬度等需要关注，否则会影响采食量和生产性能。合理使用粉碎、膨化、制粒、发酵等处理方式，可提高替代原料的营养价值。

（3）饲粮加工生产。采用专用粉碎机如变频粉碎机，尽量使颗粒均匀、含粉率低。可采用蒸汽处理消毒饲料。

（4）TMR 制作与饲喂。全混合日粮（TMR）原料添加顺序应遵循先长后短、先粗后细、先干后湿、先轻后重，通常依次为干草、青贮饲料、精料、湿料和水，并严格按照配方的重量添加。搅拌一般在原料加入后开始，最后一种饲料加入后继续搅拌3~8min，总用时控制在20~40min，避免过度搅拌。混合效果应确保精饲料与粗饲料混合均匀、不分层、色泽一致，TMR中有效纤维长度（>1.18cm）应占20%以上，水分含量控制在45~50%，偏湿或偏干的TMR都会影响采食量，可通过微波炉或烘箱测定水分。日粮应满足泌乳奶牛的能量（1.61~1.72Mcal/kg NEL）、粗蛋白（16%~18%）及纤维（NDF占28%~32%，其中粗饲料NDF≥75%）需求，同时确保矿物质和维生素充足。定期检查TMR的颗粒分布、采食量、反刍行为和粪便状态，结合泌乳阶段和产奶量动态调整配方，保障奶牛健康和生产性能最大化。

（5）青贮饲料制备技术。在青贮饲料制作前，需清理、消毒并检查青贮设施，及时修复损坏部分，同时确保机械设备运行良好。青贮窖排水系统应完善，建在高地并确保窖底平整或有排水系统。青贮原料的干物质控制在32~38%，留茬高度为20~30cm，收割后立即装填并压实，保证厌氧环境。制作时，窖壁铺膜，窖底铺10~15cm 厚的切短秸秆吸收液汁，装填时层层推平、压实，每层压实厚度控制在15cm，青贮堆坡斜面与高度比例为1:3，保证每小时入窖青贮鲜重数

量吨数约为压实设备总重量的2.5倍。青贮饲料制备应3d内装压实完毕并密封，装填高度高出窖口约30cm，发酵后下降高度不超窖深10%。封窖过程需防雨，窖顶呈屋脊型便于排水，最顶层用黑白膜覆盖并用重物压实，整个过程应在7d内完成。青贮还可通过裹包青贮或袋装青贮等方式进行。

（三）非蛋白氮饲用技术

非蛋白氮（NPN）指饲料中除蛋白质（肽）以外的含氮物质总称。《饲料添加剂品种目录》中可应用于反刍动物生产的NPN包括：尿素、碳酸氢铵、硫酸铵、液氨、磷酸二氢铵、磷酸氢二铵、异丁叉二脲、磷酸脲、氯化铵和氨水。其中，尿素目前使用较多。

奶牛NPN 饲用技术主要是通过添加尿素等NPN 物质，提升瘤胃微生物的蛋白质合成效率，从而提高奶牛的营养利用率。尿素是常用的NPN来源，能在瘤胃中转化为氨，供微生物合成蛋白，奶牛饲粮添加量通常为0~0.6%，并需与易发酵的碳水化合物搭配，以避免氨的浪费或中毒。NPN适合高能量、粗饲料较少的饲粮，不能完全替代天然蛋白质，需与其他蛋白质饲料合理搭配。使用时应逐步适应，分次添加，定期监测瘤胃pH和氨水平，确保营养平衡并避免中毒。

缓释尿素技术作为优化尿素利用的一种方法，通过延缓尿素释放氨的速度，使氨源在瘤胃中更加稳定地供给微生物，减少氨的快速积累，避免浪费或中毒风险。缓释尿素与易发酵碳水化合物搭配使用时，能够更好地满足微生物的氨需求，从而提高氮源利用率。该技术同样需要逐步适应，定期监测瘤胃氨水平，确保营养供给稳定并促进奶牛健康。

## 二、应用实例

（一）氨基酸平衡技术的应用

示例 1：试验选取40头7月龄中国荷斯坦后备母牛，平均日龄为211.5 ± 1.5d，初始体重219.6 ± 5.8kg；随机区组试验设计，按照体重、日龄相近原则分为5个处理组，每组8头。试验处理为：高蛋白质饲粮正对照组，饲粮CP 含量14.6%（HP）；低蛋白质饲粮负对照组，饲粮CP 含量11.6%（LP）；低蛋白质饲粮+过瘤胃蛋氨酸RPMet（LP+M）；低蛋白质饲粮+过瘤胃亮氨酸RPLeu 和过瘤胃异亮氨酸RPIle（LP+IL）；低蛋白饲粮+RPMet、RPIle 和RPLeu（LP+MIL）。各试验处理饲粮能量含量相近。试验共进行70d，其中预饲期10d，正试期60d。饲料配方和营养成分详见表6。结果显示（表7），降低饲粮蛋白质水平后可显著降低后备牛平均日增重（ADG）（HP vs.LP），而低蛋白饲粮中添加过瘤胃蛋氨酸+亮氨酸+异亮氨酸可以显著恢复ADG（LP vs.LP+MIL）并且降低后备牛63%的豆粕使用量。

表 6 饲粮组成及营养水平（干物质基础，%）

| 项目 | 组别 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | HP | LP | LP+M | LP+IL | LP+MIL |
| 原料组成 | | | | | |
| 稻草 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 |
| 小麦秸秆 | 18.9 | 18.9 | 18.9 | 18.9 | 18.9 |
| 苜蓿干草 | 9.3 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 |
| 玉米青贮 | 26.9 | 26.9 | 26.9 | 26.9 | 26.9 |
| 粉碎黄玉米 | 9.5 | 17.4 | 17.4 | 17.4 | 17.4 |
| DDGS | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 4.1 |
| 麸皮 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 |
| 豆粕 | 12.2 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 |
| 棉粕 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 |

表 6 饲粮组成及营养水平（干物质基础，%）

| 项目 | 组别 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | HP | LP | LP+M | LP+IL | LP+MIL |
| 原料组成 | | | | | |
| 添加剂预混合饲料 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| RPMet, ‰ of DM | – | – | 0.817 | – | 0.817 |
| RPIle, ‰ of DM | – | – | – | 3.211 | 3.211 |
| RPLeu, ‰ of DM | – | – | – | 1.886 | 1.886 |
| 营养成分 | | | | | |
| 干物质 DM | 37.55 | 37.55 | 37.55 | 37.55 | 37.55 |
| 代谢能 ME | 2.26 | 2.23 | 2.23 | 2.23 | 2.23 |
| 粗蛋白质 CP | 14.6 | 11.6 | 11.6 | 11.6 | 11.6 |
| 代谢蛋白 MP | 10.86 | 8.42 | 8.42 | 8.42 | 8.42 |
| 粗脂肪 EE | 3.37 | 3.07 | 3.07 | 3.07 | 3.07 |
| 中性洗涤纤维 NDF | 54 | 52.4 | 52.4 | 52.4 | 52.4 |
| 酸性洗涤纤维 ADF | 29.9 | 29.4 | 29.4 | 29.4 | 29.4 |
| 粗灰分 Ash | 5.89 | 5.57 | 5.57 | 5.57 | 5.57 |
| 钙 Ca | 0.85 | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 磷 P | 0.41 | 0.43 | 0.43 | 0.43 | 0.43 |

表 7 饲粮添加过瘤胃氨基酸的后备牛生长性能

| 项目 | 试验天数 | 处理组 | | | | | SEM | P 值 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | HP | LP | LP+M | LP+IL | LP+MIL | | |
| 体重，kg | 1 d | 221.1 | 223.2 | 225.4 | 213.8 | 218.9 | 2.965 | 0.811 |
| | 30 d | 270.2 | 251.8 | 254.3 | 247.4 | 253.1 | 3.598 | 0.414 |
| | 60 d | 289.9 | 278.0 | 282.4 | 269.6 | 285.8 | 3.240 | 0.364 |
| 平均日增重 ADG，kg/d | 1–30 d | 1.35 | 1.07 | 1.01 | 1.21 | 1.13 | 0.044 | 0.093 |
| | 31–60 d | 1.02 | 0.76 | 1 | 0.79 | 1.09 | 0.063 | 0.314 |
| | 1–60 d | $1.14^{a}$ | $0.88^{b}$ | $0.95^{ab}$ | $0.96^{ab}$ | $1.12^{a}$ | 0.033 | 0.033 |

示例2：选取60头荷斯坦奶牛（体重=629 ± 46kg，泌乳天数119 ± 26d，产奶量35.6 ± 6.4kg），随机分入4个试验处理中，每组15头，随机接受四种不同试验饲粮处理：正对照组（16%CP）、负对照组（12% CP）、试验组12%CP+RPAA（过瘤胃蛋氨酸、过瘤胃亮氨酸、过瘤胃异亮氨酸和过瘤胃苏氨酸）、试验组14%CP+RPAA，饲粮为等能处理。预饲期2周，正试期7周。干物质基础下的饲粮配方和营养成分如表8所示。试验结果（表9）表明，12%CP+RPAA 的处理可以显著改善饲粮CP由16%降至12%对生产性能的不利影响。14% CP+RPAA与16% CP处理组相比，产奶量和乳品质均无显著差异，表明在14%蛋白水平上补饲过瘤胃蛋氨酸，过瘤胃亮氨酸、过瘤胃异亮氨酸和过瘤胃苏氨酸的效果最佳并降低后备牛9.92%豆粕使用量。

表 8 饲粮组成及营养水平（干物质基础，%）

| 项目 | 组别 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 16% | 12% | 12%+RPAA | 14%+RPAA |
| 原料组成 | | | | |
| 玉米青贮 | 29.0 | 26.9 | 26.9 | 25.8 |
| 进口苜蓿 | 19.6 | 6.0 | 6.0 | 6.4 |
| 燕麦草 | 1.8 | 7.4 | 7.4 | 2.6 |
| 棉籽 | 5.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 |
| 压片玉米 | 20.4 | 21.1 | 21.1 | 21.8 |
| 玉米粉 | 1.7 | 5.3 | 5.3 | 5.3 |
| 麸皮 | 4.2 | 7.6 | 7.6 | 7.2 |
| 豆粕 | 13.1 | 6.1 | 6.1 | 11.8 |
| 大豆皮 | 0.0 | 7.3 | 7.3 | 7.6 |
| 棕榈脂肪粉 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| 添加剂预混合饲料 | 4.1 | 4.3 | 4.3 | 4.3 |
| 过瘤胃蛋氨酸，g/d | – | – | 49.37 | 22.04 |
| 过瘤胃亮氨酸，g/d | – | – | 147.93 | 66.04 |
| 过瘤胃异亮氨酸，g/d | – | – | 85.29 | 38.08 |
| 过瘤胃苏氨酸，g/d | – | – | 147.17 | 65.7 |
| 营养成分 | | | | |
| 泌乳净能 $NE_L$，Mcal/kg | 1.66 | 1.65 | 1.66 | 1.66 |
| 粗蛋白质 CP | 15.98 | 12.4 | 12.4 | 14.7 |
| 粗脂肪 EE | 6.70 | 5.55 | 5.24 | 6.57 |
| 中性洗涤纤维 NDF | 31.62 | 34.48 | 34.48 | 32.35 |
| 酸性洗涤纤维 ADF | 19.57 | 21.04 | 21.04 | 19.6 |
| 非纤维性碳水化合物 NFC | 40.05 | 42.43 | 42.74 | 41.21 |
| 粗灰分 Ash | 5.65 | 5.14 | 5.14 | 5.17 |
| 钙 Ca | 0.97 | 0.90 | 0.90 | 0.96 |
| 磷 P | 0.39 | 0.37 | 0.37 | 0.39 |
| 可消化蛋氨酸，g/d | – | – | 31.58 | 14.1 |
| 可消化亮氨酸，g/d | – | – | 99.57 | 44.45 |
| 可消化异亮氨酸，g/d | – | – | 51.63 | 23.05 |
| 可消化苏氨酸，g/d | – | – | 43.23 | 19.3 |

表 9 低蛋白饲粮添加过瘤胃氨基酸的泌乳奶牛生产性能

| 项目 | 组别 | | | | SEM | $P_1$ | $P_2$ | $P_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16% | 12% | 12%+RPAA | 14%+RPAA | | | | |
| 干物质采食量 kg/d | 24.77 | 23.81 | 24.23 | 24.66 | 0.25 | 0.47 | 0.45 | 1.00 |

表 9 低蛋白饲粮添加过瘤胃氨基酸的泌乳奶牛生产性能

| 项目 | 组别 | | | | SEM | $P_1$ | $P_2$ | $P_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16% | 12% | 12%+RPAA | 14%+RPAA | | | | |
| 产奶量，kg/d | 34.88 | 31.39 | 34.72 | 34.95 | 0.57 | 0.03 | 0.04 | 0.97 |
| 乳蛋白率，% | 3.80 | 3.54 | 3.60 | 3.81 | 0.04 | ＜0.01 | 0.58 | 0.91 |
| 乳脂率，% | 4.42 | 4.41 | 4.26 | 4.67 | 0.094 | 1.00 | 0.74 | 0.76 |
| 乳糖，% | 5.05 | 5.06 | 5.04 | 4.99 | 0.018 | 1.00 | 0.64 | 0.73 |
| 饲喂效率 | 1.40 | 1.32 | 1.44 | 1.42 | 0.023 | 0.17 | 0.04 | 0.82 |

注：P1=16% vs 12%，P2=12% vs 12%+RPAA，P3=16% vs 14%+RPAA

（二）杂饼/粕型饲粮技术的应用

示例：选择不同胎次的375头高产奶牛，随机分为2组，对照组175头，试验组200头。对照组饲喂常规TMR，试验组采用7.5%加拿大双低菜籽粕和3%DDGS替代TMR精补料中7.5%豆粕和3%麦麸（表10），每天早、中、晚饲喂。试验结果（表11）表明，采用双低菜籽粕和DDGS替代饲粮中豆粕和麦麸并未显著影响奶牛生产性能并降低了50%豆粕使用量。

表 10 饲粮组成及营养水平（干物质基础，%）

| 原料 | 对照组 TMR/kg | 试验组 TMR/kg | 精料补充料 | 对照组 /% | 试验组 /% |
|---|---|---|---|---|---|
| 豆粕 | 0.680 | 0.680 | 玉米 | 55.0 | 55.0 |
| 美加力 | 0.364 | 0.364 | 小麦麸 | 6.0 | 3.0 |
| 棉籽 | 1.350 | 1.350 | 棉粕 | 7.0 | 7.0 |
| 玉米蛋白粉 | 1.090 | 1.090 | 豆粕 | 15.0 | 7.5 |
| 酵母颗粒 | 1.165 | 1.165 | 棉籽浓缩蛋白 | 3.0 | 3.0 |
| 鲜胡萝卜 | 1.456 | 1.456 | 全脂膨化大豆 | 3.0 | 3.0 |
| 玉米青贮 | 16.000 | 16.000 | DDGS | 3.5 | 6.5 |
| 羊草 | 4.370 | 4.370 | 氯化钠 | 1.0 | 1.0 |
| 鲜啤酒糟 | 5.820 | 5.820 | 添加剂预混合饲料 | 1.0 | 1.0 |
| TMR 精补料 | 12.000 | 12.000 | $NaHCO_3$ | 0.5 | 0.5 |
| 合计 | 44.295 | 44.295 | $NaHPO_4$ | 1.5 | 1.5 |
| | | | 石粉 | 0.5 | 0.5 |
| | | | 花生粕 | 3.0 | 3.0 |
| | | | 菜粕 | 0.0 | 7.5 |
| | | | 合计 | 100 | 100 |
| 营养成分 | | | | | |
| 粗蛋白质 CP | 18.10 | 18.00 | CP | 22.50 | 22.40 |
| 粗脂肪 EE | 5.30 | 5.30 | EE | 4.00 | 3.90 |
| 中性洗涤纤维 NDF | 34.30 | 34.70 | NDF | 14.50 | 15.50 |
| 酸性洗涤纤维 ADF | 19.90 | 20.40 | ADF | 6.10 | 7.40 |
| 钙 Ca | 0.70 | 0.72 | Ca | 0.76 | 0.80 |
| 磷 P | 0.52 | 0.54 | P | 0.75 | 0.78 |

注：美加力是一种过瘤胃脂肪。

表 11 双低菜粕对奶牛生产性能的影响

| 项目 | 对照组 | 试验组 |
|---|---|---|
| 产奶量，kg/d | 27.90 ± 3.35 | 28.27 ± 0.57 |
| 乳脂率，% | 4.58 ± 0.32 | 4.63 ± 0.32 |
| 乳蛋白率，% | 3.22 ± 0.08 | 3.19 ± 0.09 |
| 乳糖率，% | 4.80 ± 0.02 | 4.81 ± 0.08 |

（三）非蛋白氮技术的应用

示例：选取胎次相近的健康泌乳中期荷斯坦奶牛62头，随机分为2组，每组31头。预饲期为15d，预饲期内，添加0.5%瘤胃缓释氮（缓释尿素，氮≥41%，粗蛋白相对含量≥256.25%）替代3%豆粕；第16d添加1%瘤胃缓释氮替代6%豆粕；第38d添加1%瘤胃缓释氮替代6%菜粕。基础饲粮组成如表12所示。结果显示，与对照组相比，试验组添加瘤胃缓释氮可使平均产奶量提高1.20kg，平均饲养成本降低0.33元/天，经济效益增加。

表 12 基础饲粮组成

| 项目 | 对照组 | 试验组 |
|---|---|---|
| 原料组成（kg） | | |
| 精料 | 11.00 | 10.00 |
| 青贮 | 8.00 | 8.00 |
| 苜蓿 | 4.50 | 4.50 |
| 羊草 | 1.00 | 1.00 |
| 豆皮 | 2.00 | 2.00 |
| 酒渣 | 8.00 | 8.00 |
| 糖蜜 | 2.00 | 2.00 |
| 生产性能（kg/d） | | |
| 平均产奶量 | 22.45 | 23.65 |
| 饲料成本（元 / 头） | | |
| 替代豆粕 | 52.43 | 52.03 |
| 替代菜粕 | 54.14 | 54.85 |

## 三、注意事项

（一）配方相对稳定。配方调整时要考虑原料价格，尽量使用量大、易得的低廉原料，短期内不宜大幅度调整配方格局，以实现既节约成本，又保持或提高生产性能的目标。

（二）精准计算配方。使用新原料时，最好采用可利用养分计算配方。原料可利用养分数据，有条件的可用测定值（湿化学或近红外数据），或者参考可靠的数据库。此外，应根据奶牛的品种、生理阶段、生产目标选择合适的可消化氨基酸平衡模式。满足营养素需要，注意各营养成分间的平衡。

（三）合理使用低蛋白饲粮配方。采用低蛋白饲粮配方，合理使用过瘤胃氨基酸和酶制剂。低蛋白饲粮使用较多的能量饲料，应保持净能值相同。

（四）注意电解质平衡，合理使用钠源。豆粕含有的钾离子较多，选择其他原料时要关注钠、钾、氯的含量，保持电解质平衡。钠源的选择除小苏打外，还可以使用硫酸钠。

（五）替代物使用要设限量。玉米豆粕为优质的饲料原料，其他原料虽然可发挥组合效应，但多含有抗营养因子或真菌毒素，需要设置使用上限。生物发酵处理的低值能量或蛋白质原料可适当加大使用比例。国内外的经验表明，组合使用多种原料配制奶牛饲粮，是营养供给平衡、避免玉米豆粕替代原料缺陷的有效方法，也是避免玉米豆粕价格大幅波动的有效办法。

（六）换料设置过渡期，及时观察并适时调整。饲喂新料后仔细观察动物的反应和生产性能变化。杂粕和加工副产物由于气味、颜色或有毒有害物质的存在，适口性较差，生产中可根据具体原料加以调整。注意观察适口性和饲喂效果，并确定是否需要采取相应措施。

# 腾冲市疫控中心多措并举进一步筑牢我市高黎贡山生物生态安全屏障

尹康玲[1]　董朝芳[1]　王友文[2]
（1.腾冲市动物疫病预防控制中心；2.腾冲市畜牧工作站　679100）

高黎贡山是云南省面积最大的自然保护区，横跨多个纬度带，是中国生物多样性最丰富的地区之一，拥有众多的珍稀动、植物。被誉为“世界物种基因库”和“世界自然博物馆”。腾冲境内的高黎贡山全长135公里，跨越了腾冲市的多个乡镇，包括曲石镇、界头镇、五合、芒棒镇等。

为深入贯彻落实习总书记对高黎贡山生物生态安全风险防范和保护的重要批示精神及省、市相关会议部署要求，腾冲市动物疫病预防控制中心结合我市实际情况，通过多措并举开展动物疫病防疫、防控工作筑牢高黎贡山生物生态安全屏障。

**1、进一步加强高黎贡山沿线乡镇重点动物疫病流行病学调查工作**

动物疫病流行病学工作由原来每年每乡进行两次调查不变，高黎贡山沿线乡镇改为每季度调查一次，每次重点抽查两个高黎贡山沿线村，每村20户养殖户，并抽查该乡镇规模养猪场、羊场、牛场、禽场1—2个。

调查疫病种类为：口蹄疫、猪瘟、高致病性猪蓝耳病、禽流感、鸡新城疫、小反刍兽疫、猪水泡病、羊痘（绵羊痘）猪伪狂犬、牛结核病、蓝舌病、炭疽、布鲁氏杆菌病、狂犬病、马传贫、马鼻疽、疯牛病、羊痒病、甲型H1N1等19种动物疫病。调查内容为：发病时间、发病地点、发病动物种类、发病数、死亡数、免疫情况、存栏数等。

每月组织专业人员进行入户调查，通过研究调查结果、综合分析，将流行病学调查材料及汇总表格上报我市国安办及省动物疫病预防控制中心疫病监测室。

通过动物疫病流行病学调查全面掌握高黎贡山动物疫病的流行动态，通过及时评价、预测、预警及风险评估，提出科学有效的动物疫病防控措施，为疫病的及时有效控制、扑灭和前瞻性预防提供技术支撑。

**2、认真搞好我市春、秋两季动物防疫工作，多措并举提高我市春、秋两防动物免疫密度、免疫质量**

2.1每个乡镇春、秋两季均要求召开动物防疫启动会。明确动物强制免疫项目：国家强制免疫病种：高致病性禽流感、猪牛羊口蹄疫、小反刍兽疫；保山市地方强制免疫病种：猪瘟、猪繁殖与呼吸综合征、羊痘、犬类狂犬病；非强制免疫病种：新城疫、猪肺疫、仔猪副伤寒、牛出败、牛结节性皮肤病等常规疫病

2.2对高致病性禽流感、口蹄疫、小反刍兽疫、猪瘟、高致病性猪蓝耳病、牛结节性皮肤病、鸡新城疫等病实施强制免疫，继续推行“整村推进”生猪免疫“321技术”、“羊小反刍兽疫+口蹄疫技术”、“牛结节性皮肤病+口蹄疫技术”。

2.3安排19个专业技术人员分3组对我市19个乡镇（街道）的防疫工作进行指导、督促。

由挂钩指导人员对村防检员开展免疫技术培训,熟习动物免疫操作规程。

2.4进一步强调防检联动，以检促免及坚持免疫补针日制度的重要性和必要性。

2.5要求专业人员在防疫期间每周至少深入乡镇村、社跟踪指导动物免疫工作一次，每组至少两周深入乡镇村、社督查防疫一次。

在挂钩人员的指导和督促下，各项防控措施、生物安全措施得到落实，每个村的防疫员严格按动物免

疫操作规程操作，保证了免疫质量。各乡镇加强防检联动的宣传和实施，增强了农户、规模养殖场的防疫主体责任意识，从而提高了动物免疫密度。挂钩人员跟踪指导动物免疫工作时能及时地发现问题，提出整改意见，增强防疫员的责任感和使命感，让我市春、秋两防畜禽的免疫密度和免疫质量得到不断的提高。从而在全市范围内建立了强有力的免疫屏障，阻断了高黎贡山野生动物与家畜禽之间动物疫病互相传染的路径。

**3、积极探索家禽免疫新模式以提高禽类的免疫密度**

通过调研我市在界头片区高黎贡山域内的33个自然村，探索推广以村民为主体的家禽免疫模式。即：由村民小组长和村防疫员共同组织村内的所有养禽户到村民小组长家免费领取高致病性禽流感、鸡新城疫两种疫苗和免疫所需的注射器，由防疫员统一集中培训后自行带回家按要求规范开展家禽免疫。

界头兽医站通过广泛的组织、宣传、发动，使老百姓充分认识到搞好畜禽免疫的重要性。只有提高了养殖畜禽的免疫密度，才能有效隔断野生动物与家养动物间的传播链，筑牢我市高黎贡山生物安全屏障。

此项工作通过4天夜晚紧锣密鼓的开展，试验区内的家禽免疫全部结束，共免疫家禽1.3万羽，群体免疫密度达到了94%，免疫工作取得了很好的效果，群众对这种免疫方式非常欢迎，试点工作达到了预期的目的。计划今后在高黎贡山周边乡镇的沿边村寨全面推广，建立起免疫屏障，为保障高黎贡山生物生态安全作出贡献。

**4、加强高黎贡山沿线家畜动物疫病监测力度**

每年对高黎贡山沿线饲养的畜禽，猪、鸡、牛、羊开展非洲猪瘟、口蹄疫、禽流感、新城疫、猪瘟、猪蓝耳病等主要畜禽疫病的病原学采样、监测及免疫抗体监测。加强风险评估、充分发挥监测预警预报功能。为高黎贡山沿线畜禽疫病的诊断、防控提供可靠的科学依据，及时有效地控制动物疫病。确保不发生区域性重大动物疫病，确保不发生食品安全事故。

在采取上述措施的同时，加强高黎贡山生物生态安全保护知识的宣传力度，坚决守护好高黎贡山生物生态安全。

# 生猪免疫效果的影响因素

董朝芳　李春艳　尹康玲

（云南省保山市腾冲市动物疫病预防控制中心　679100）

**摘要：**危害养猪业最严重的是传染病，要预防和控制传染病有计划地进行免疫接种是重要的措施之一。造成免疫失败的原因是多方面的，免疫程序不合理，母源抗体的干扰，疫苗毒力或血清型不一致，疫苗本身的质量问题，接种方法不当，猪群的健康状况及免疫抑制因素的存在，药物的影响，多种疫苗同时接种的相互干扰以及饲养管理不当，消毒不严等等都是影响免疫效果的主要因素。

**关键词：**猪；免疫效果；影响因素

危害养猪业最严重的是传染病，要预防和控制传染病有计划地进行免疫接种是重要的措施之一。免疫接种是激发动物机体产生特异性抵抗力，使易感的动物转化为不易感动物的一种手段。在猪瘟、仔猪副伤寒、猪肺疫、繁殖与呼吸道综合征、细小病毒病、口蹄疫等猪病的防控中免疫接种起着关键的作用。本人结合基层防疫工作实践经验将景响猪免疫效果的因素总结如下：

**1、生猪免疫程序对免疫效果影响**

1.1科学地制定生猪免疫程序

大多数猪场的免疫程序大多是参照科技书刊编制的，这些免疫程序具有一定的普遍性，但每一个地

区，不同的猪场疫病流行的规律和程度是不一样的，因此免疫程序应从本场的实际出发。制定和使用切合本场需要的免疫程序。在制定程序前必须对历年来当地猪各种传染病发生和流行情况进行调查了解，弄清楚过去曾发生过哪些传染病，在什么季节流行，危害程度如何及猪场疫病流行病史，发病特点，疫病多发日龄，流行季节，猪场与其它猪场的生物安全距离等来拟订每年的预防接种计划。如我县猪肺疫多发生于冷热交替，气候剧变、闷热，潮湿、多雨的季节，在春、秋季进行免疫效果较好；猪蓝耳病多发生在5—7月，在疫病高发季节前一两个月3—4月进行猪蓝耳病的加强免疫，能提高免疫质量，减少该病的发生；仔猪副伤寒仅发生于6月龄以下的猪，主要是断乳前后的仔猪，故在35日龄进行免疫效果较好；还应根据各种疫菌苗的免疫特性来合理地制定接种的次数和间隔时间，如猪瘟疫苗，仔猪出生后21天左右首免，则在63—70日龄左右进行二免，猪口蹄疫疫苗在42日龄首免后于25天后进行二次免疫，就能保证免疫接种质量。

如果在某一地区过去从未发生过某种传染病，也没有从别处传进来的可能时，则就没有必要进行该病的预防接种，如我县的猪丹毒。还应注意了解当地有无疫病流行，如发现疫情，则应首先安排对该病的紧急免疫。

1.2疫苗的选择

很多免疫程序只列出了应免疫疫病的疫苗名称，而没有写出具体的疫苗类型，疫苗有多种分类方法，就同一种病按致弱程度有弱毒、灭活之分；按血清型有单价和多价之分，还有按制作的方法分类的。每类疫苗免疫以后产生的免疫保护所需的时间，免疫保护期，对猪体的毒副作用是不同的，一般来说，弱毒苗较灭活苗免疫后产生免疫保护需要的时间短而免疫保护期较长，但安全性没有灭活苗好。许多病原微生物有多个血清型，有的疫病一个血清型只对相应的血清型毒株的攻击产生保护，不同的血清型之间不会产生交叉免疫，如口蹄疫病毒有七个主型，如O型口蹄疫疫苗不能用来预防亚洲Ⅰ型及其它型。很多传染性病原体经常有几种不同的抗原变异株，尤其灭活苗比弱毒苗更容易因为菌毒株的抗原差异导致免疫效果不好。猪链球菌又分为脑炎型、败血型、关节炎型及淋巴结型，败血型链球菌苗不能很好的预防其它型链球菌病的发生。副猪嗜血杆菌多价灭活苗含有15个血清型中的2、4、5、7、10、13等血清型，免疫后对该病有很好的免疫效果。细小病毒弱毒苗，适用于未怀孕的初产母猪，灭活油乳苗适用于各种猪；伪狂犬病多选用单基因缺失苗；猪瘟脾淋苗较猪瘟兔化弱毒疫苗产生的免疫效果好等。疫苗的选择要有针对性。正确选择疫苗也是提高免疫质量的关键。

1.3免疫干扰

几种疫苗同时分点注射或几种疫苗接种间隔时间过短，有的会互相发生干扰，影响各自抗体的产生。如注射猪瘟苗后至少1周以上才能进行猪肺疫疫苗的免疫，现实中几乎所有的病毒性疫苗都含有一定的抗细菌成分，因此如果与细菌活苗同时使用，将降低细菌疫苗的免疫效果。有的疫苗同时分点注射会产生协同作用，如有实验证明猪瘟脾淋苗与猪O型口蹄疫灭活疫苗同时分点注射，彼此有加强的作用，猪瘟脾淋苗与高致病性蓝耳疫苗同时分点注射会推迟猪瘟苗抗体保护产生的时间，一般28天产生坚强保护的，会推迟到35天；因此在没有弄清是否有干扰或协同作用的情况下两种疫苗的免疫时间最好间隔7天以上，一般几种疫苗不能同时免疫，会造成免疫麻痹。即使要免疫，注射时切记不能混合，不能在同一点位进行免疫，一定要分点注射。

1.4母源抗体干扰

仔猪出生后一段时间能抵抗某些疫病的侵害，主要是因为有母源抗体的保护 ，但来源于初乳的母源抗体也是导致疫苗免疫失败的一个主要原因。母源抗体水平过高，这时免疫可导致抗原在诱发免疫应答前中和或清除母源抗体，从而干扰仔猪产生免疫力，或者是不能产生坚强的免疫能力。故仔猪免疫时间过早造成接种疫苗与母源抗体部分抵消；免疫时间过迟机体内原有的抗体水平过低或消失，不能使机体维持应有的抗体水平，极易使外界病原入侵难以达到预期的免疫效果。故疫苗的首免时间很重要。如我县喘气病的

首免时间为10日龄，猪瘟的首免时间为21日龄左右；高致病性蓝耳病28日龄首免，口蹄疫42日龄首免等，有条件的猪场最好能做好多发传染病母源抗体的监测，当抗体水平下降，没有保护作用时及时进行免疫。

**2、猪群状况对免疫效果的影响**

2.1营养不均衡导致免疫抑制引起免疫失败

营养是动物机体正常生长发育的基础，日粮的营养水平要搭配合理，营养的缺乏则导致免疫功能低下。在临床和试验方面，蛋白质缺乏将会降低机体抵抗感染的能力和淋巴器官的发育，降低细胞免疫功能，降低体液免疫能力，降低巨噬细胞的数量与活性。营养不均衡则易造成免疫器官的发育不健全和产生免疫功能的抑制。一些饲料场和养猪场不按猪饲养标准配制饲料，致使配制的饲料营养不全、饲料霉菌毒素超标、盐分过量、多种维生素、微量元素缺乏或比例不当，均对机体免疫力有影响。缺乏维生素A、C、E和铜、锌、镁、锰、铁、硒这些元素会显著影响机体对抗原的免疫应答，免疫反应会明显受到抑制。特别是维生素E是一种天然的抗氧化剂，是生物膜的组成部份之一，能保护生物膜,防止生物膜中的脂肪酸氧化，使细胞免受损伤。蛋白质和微量元素过高也会影响猪体的正常代谢，导致免疫机能下降。故日粮的配制一定要按猪饲养标准科学配制高质量的饲料。

2.2猪群的健康状况及免疫抑制病的影响

我们在免疫前，必须要充分了解猪群的健康状况，猪群只有在健康状态下进行免疫才能确保疫苗的免疫效果。猪体处于疫病潜伏期，疾病初发期，康复期，及严重的体内外寄生虫感染期，严重的皮肤破损、外伤等都不能进行免疫接种。否则会引起疾病的发生，使免疫失败。一些传染病是引起猪免疫抑制的主要原因，如猪Ⅱ型圆环病毒（PCV-2）、猪伪狂犬病（prv）、猪繁殖障碍与呼吸综合征（PRRS）、细小病毒病、肺炎支原体病、猪流感及一些寄生虫病如形虫病等。这些传染病的发生，会损害巨噬细胞的吞噬功能和淋巴细胞的分化能力，可使猪对其他病原的易感性增强，抗病力下降，免疫力受抑制。控制这些病的发生，淘汰带毒种猪、净化猪群也是提高免疫质量的一个关键。

2.3应激因素的影响

动物免疫功能在一定程度上受神经和内分泌的调节，当生存条件不良或改变如饲养密度过大、圈舍潮湿、通风不良，尤其是在断奶、转群、运输、噪音、饥饿、击打及饲料突然改变、调群、抓捕、劁骟、惊吓、高热、寒冷等一系列应激情况下，动物机体肾上腺皮质激素分泌增多，影响淋巴细胞的活性。当免疫系统功能处于低水平状态下进行过急过早免疫接种，机体不能产生良好的免疫力，甚至适得其反，诱发疾病。

**3、疫苗及免疫操作对免疫效果的影响**

3.1疫苗的有效性

即疫苗质量是生猪免疫过程中最主要的因素。直接影响免疫效果。疫苗必须是农业部认可厂家生产的疫苗，疫苗使用时必须检查是否处在有效期限内，检查疫苗瓶是否有破损，性状是否改变，苗内是否出现异物。疫苗的运输，贮藏是否遵循疫苗的贮存条件要求。疫苗必须按使用说明书进行贮存，如口蹄疫等灭活苗，须在2—8℃保存，猪瘟脾淋苗等冻干苗必须在-15℃下保存。冷藏保存误为冷冻保存或者冻干苗稀释后没有在规定的时间用完都会影响效价；阳光的直射往往会使疫苗的效价降低等等。同时根据地方流行性特点来选用疫苗，可大幅提高免疫效果。不同的稀释液也因疫苗载体不同而影响免疫效果。稀释液必须是疫苗特定的，如仔猪副伤寒、猪肺疫疫苗用20%铝胶生理盐水稀释，猪瘟脾淋苗用专门的配套稀释液，猪瘟兔化弱毒疫苗用生理盐水稀释等。

3.2免疫操作的影响

注射疫苗前必须对参加操作的人员予以培训。严格遵守操作规程，曾接触过病畜的人员，在进行必要的消毒后，方可参加疫苗注射；因免疫的产生机理不同，免疫的途径也不同，常用的途径有肌肉注射、胸腔注射、口服，滴鼻，穴位注射等，如喘气病弱毒疫苗只有注射到胸腔才有效，而其蜂胶灭活疫苗则肌肉注射有效。注射部位不准确，需要皮下注射接种而

采用肌肉注射；需要肌肉注射、穴位注射而选择皮下注射，都会影影响免疫效果。如口蹄疫疫苗、猪瘟疫苗都要求肌肉注射，有的操作者因针头过短或倾斜注射使接种疫苗注射于皮下，非但不能使疫苗很好的吸收，相反会对皮下组织产生刺激，引起感染，使免疫失败。一定要根据猪体况大小选择相应针头的型号。猪一般选用12号粗细的针头，长短则看猪大小来定，针头过短，注射为脂肪层，不利于疫苗的吸收，针头孔径过大，则有可能出现回流，导致剂量不足，而影响免疫效价。一定量的疫苗进入机体后产生相应的抗体，如因某种原因使进入猪体的抗原量不够，则不能产生足够的抗体而影响免疫效果。如注射疫苗时没对猪体进行很好的保定，注射时出现飞针、药液逆流使实际接种量不足，会造成免疫失败。注射用具和注苗部位应严格消毒。且每注射一头牲畜应更换一次针头，没有条件的在确保都是健康的情况下至少要一圈用一个针头，进针要达到适当的深度；注射过程中反复使用不经消毒处理已污染的注射针头造成外界细菌或病毒司机感染诱导发病，会使免疫失败；接种前充分摇匀疫苗（大约30秒）接种过程中都要不时摇动疫苗；瓶口开封后要当日用完。油乳灭活苗在使用前一般都要使其恢复至室温（25℃左右）以减少应激。

**4、其他相关因素对免疫效果的影响**

4.1环境卫生

消毒卫生制度不健全，平时不注意猪舍及周围环境的消毒工作，栏舍及外界环境没有严格的消毒措施，在这种情况下，病原微生物会大量的存在，猪场的养殖条件不符合有关规定，在饲养环境周围存在野毒等都会影响免疫效果，导致免疫失败。

4.2药物影响

动物在接种疫苗期间使用了某些药物，如抗菌素、糖皮质激素等能抑制抗体和致敏淋巴细胞的形成，有许多药物能够干扰免疫应答，肾上腺皮质激素能明显地损伤T淋巴细胞，对巨噬细胞也有抑制作用。抗菌素中的卡那霉素、痢特灵等对B淋巴细胞分化增殖有一定的抑制作用，能影响活病毒疫苗的免疫效应。研究证明：链霉素、新霉素、卡那霉素、四环素、糖皮质激素、磺胺类等药物会对动物体内抗体的形成有抑制作用，从而影响免疫效果。使用抗病毒药物会对疫苗造成直接破坏因此在防疫前后要注意不能使用抗病毒药物。

4.3遗传因素

动物机体对病原体产生免疫应答有个体差异，有着良好的遗传性状，健康的个体有很强免疫应答能力的。反之则影响免疫效果，有先天性免疫缺陷的个体如先天器官胸腺、脾脏发育不全或染色体异常的都会引起疫苗免疫失败。

4.4其它

在进行免疫接种前可以使用一些疫苗增效剂如猪用转移因子、干扰素、白细胞介质免疫核糖核酸、高免球蛋白、胸腺肽等，这样可提高免疫的效价。免疫接种后会给机体带来一定的应激，免疫后几天内要加强饲养管理，在饲料或饮水中给于高效的电解多维；猪群接种疫苗后使用白细胞介素-12可以刺激NK细胞的活化和促进幼稚Th细胞分化为Th1细胞，从而加强细胞免疫。接种好疫苗的同时还要定期驱虫，猪场采用“全进全出”制等能提高免疫效果。

**5、小结**

猪接种疫苗后免疫抗体的产生和消失是一个极其复杂的过程，并非接种某种疫病的疫苗后就获得了相应的免疫，造成免疫失败的原因是多方面的， 免疫程序不合理，母源抗体的干扰，疫苗毒力或血清型不一致，疫苗本身的质量问题，接种方法不当，免疫抑制因素的存在，多种疫苗同时接种的相互干扰以及饲养管理不当，消毒不严等等都是影响免疫效果的主要因素。在生产过程中再严密的免疫计划也难保万无一失。故应根据免疫制定相应的抗体监测计划，根据抗体检测结果对免疫计划进一步补充完善，经监测某一疫病的抗体水平下降，没有保护作用时，及时进行免疫接种，才能确保猪场的安全。

**参考文献：**

1、《兽医传染病学》陈溥言主编；

2、《动物疫病监测与控制》.云南科技出版.22-25 李金福 金卫华。

# 腾冲马遗传资源现状与保护开发探讨

李世龙[1]　杨　茂[2]　李向兴[2]　邵　冬[2]
（1、云南省腾冲市明光镇畜牧兽医站　679103；2、云南省腾冲市畜牧工作站　679100）

腾冲马是《国家畜禽遗传资源品种名录（2021年版）》录入的地方特色马种，是云南省宝贵的地方优良畜禽品种资源。近年来，随着机械化水平的提高，马的役用价值逐渐降低，原本驮载能力持久、耐粗饲、环境适应性强的优良品种“腾冲马”，正在走向消亡的边缘，遗传资源保护异常严峻。根据2021年第三次全国畜禽遗传资源普查数据，作为腾冲马原产地的云南省腾冲市仅存268匹。围绕二十大提出的“深入实施种业振兴行动，强化农业科技和装备支撑”，“实施生物多样性保护重大工程”等重要论述，“如何开展好腾冲马的保种开发工作？”是行业人员值得探讨的重要课题。根据腾冲马原产地基本情况，就其资源现状、保护状况、选育及利用、经验及成效、存在问题、展望及建议进行初步探讨，以期为腾冲马保护提供参考。

**关键词：**腾冲马，遗传资源，地方品种，保护开发。

## 1、品种形成及资源现状

云南和缅甸、印度历史以来有经济贸易往来，随着经贸活动的逐渐频繁，马是贸易活动必不可少的运载和驾乘工具，当时商人以马帮驮载货物与缅甸、印度、中亚商人进行交易，腾冲是这条商贸通道的枢纽，驮马直接从腾冲进入缅甸、印度。对马匹的大量需求促进了马的养殖、选育和交易活动，经过几个世纪的培育、选育，在特定的游牧场饲养和群体繁殖方式下，逐渐形成了适应于长途跋涉、具有明显地域特征的腾冲马这一马种。

腾冲马于1987年列入《云南省家畜家禽品种志》目录，定为省级家畜地方优良品种，是云南各类马属动物中体格较大、性能优良的品种。腾冲马是《国家畜禽遗传资源品种名录（2021年版）》录入的地方特色马种，主要分布在腾冲市北部海拔2000米以上高寒冷凉山区，以驮载能力持久著称，具有驮乘兼备的优良性能，且耐粗饲，有良好的环境适应性。进入本世纪以来，随着现代农业机械的普及，腾冲马驮乘役用性能逐渐被现代农业机械取代，腾冲马养殖户不断减少，马匹总量逐年下降，种质性状出现退化，抢救性保护工作迫在眉睫。

根据2021年第三次全国畜禽遗传资源普查第一阶段数据，作为腾冲马原产地的云南省腾冲市仅存268匹。2022年末调查，全市共存栏腾冲马257匹，其中公马14匹、母马113匹，主要分布于明光（102匹）、滇滩（114匹）两乡镇，其他零星分布于腾越、固东等乡镇；较2021年末统计数268匹略有减少，主要缘于测定屠宰、老弱淘汰、售卖等。腾冲马均为散养，饲养方式以放牧为主、辅以补饲，最大群体为明光镇自治村杨自强户，饲养41匹。随着保种措施的落实，2023至2024年呈现小幅增长。详见表1。

表 1：2021 年至 2024 年腾冲马存栏情况统计表

| 年份 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|---|---|---|---|
| 明光镇 | 89 | 102 | 108 | 116 |
| 滇滩镇 | 144 | 114 | 135 | 159 |
| 其他乡镇 | 35 | 41 | 52 | 63 |
| 合计 | 268 | 257 | 295 | 338 |

## 2、保护工作开展情况

2.1划定保种区，积极扩群增量：2022年11月，腾冲马被列为云南省4个濒危品种资源之一进行抢救性保

护。结合第三次畜禽遗传资源普查段入户调查情况，深入到各养殖户调查核实，准确掌握群体分布、构成情况；按照“区域定系、优化种源、选育复壮、扩繁增量”的原则，开展保种工作。保种区建设情况详见表2。

表 2：2023 年腾冲马保种区建设情况

| 核心保种区 | 保护点 | 总匹数 | 种公马 | 种母马 | 后备马 |
|---|---|---|---|---|---|
| 明光镇 | 自治点 | 41 | 2 | 17 | 2 |
| | 松园点 | 37 | 1 | 14 | 2 |
| | 顺龙点 | 24 | 2 | 13 | 2 |
| 滇滩镇 | 棋盘石一 | 12 | 1 | 7 | 2 |
| | 棋盘石二 | 18 | 2 | 10 | 2 |
| 合计 | 5 个 | 132 | 8 | 61 | 10 |

2024年末，全市实存栏腾冲马338匹，其中公马46匹，能繁母马176匹；根据增减变化情况划定核心保种区2个（明光镇、滇滩镇）、建立保护点8个（在2023年基础上，增设滇滩镇水城、猴桥镇轮马、固东镇河头3个）。保种基础群核实登记216匹，其中公马29匹（含后备公马）、能繁母马110匹。

2023年，农业农村部投入腾冲马抢救性保护工作专项经费17万元专项用于腾冲马保护研究，按照种公马2000元/匹、能繁母马1400元/匹、新生马驹及其他马匹800元/匹的标准给予保种基础群补助，共补助养殖户7户，补助马匹106匹（其中种公马7匹、能繁母马40匹、新生马驹48匹、其他马匹11匹）；建立核心保种群开展提纯复壮及饲料补助等。

2024年，投入抢救性保护专项经费17万元，重点对新生马驹进行补助，建立核心保种群开展提纯复壮及饲料补助等。

按照《腾冲马抢救性保护补助资金使用方案》给予养殖户补助，与农户签订《腾冲马抢救性保护补助承诺书》，严格资金管理，确保每一分资金都用到腾冲马保护工作上，充分调动养殖户饲养积极性，提高养殖户饲养管理水平，努力做到养好马、多养马，实现年新增腾冲马50匹以上目标。

2.2开展性能测定：持续、系统的开展腾冲马生长发育性能测定工作，详实记录各项测定数据，测定数不少于核心保种群群体总数的50%（其中，新生马驹测定不少于总数的80%），为后续开展系统性研究打好基础。结合全国畜禽遗传资源普查工作，云南骑乐马文化传播有限公司在腾冲市畜牧工作站及相关乡镇兽医站支持配合下对腾冲马开展了体尺体重、生长性能、屠宰测定及繁殖性能调查。

2.2.1生长发育性能：2022年8月2～3日，于腾冲市明光乡镇杨自强养殖场、滇滩乡镇联族社区棋盘石村养殖场进行生长发育性能调查；调查公马33匹、成年母马60匹，分别调查出生重、断奶重、12月龄重，结果见表3。

表 3 腾冲马生长发育性能

| 性别 | 匹数 | 出生重（kg） | 断奶重（kg） | 12 月龄重（kg） |
|---|---|---|---|---|
| 公 | 33 | 26 ± 9.02 | 50 ± 11.02 | 98 ± 16.02 |
| 母 | 60 | 25 ± 7.02 | 46 ± 20.02 | 94 ± 17.02 |

注：放牧 + 补饲，2022 年 8 月 2~3 日由云南农业职业技术学院、腾冲市畜牧工作站、保山市畜牧工作站、云南骑乐马文化产业发展有限公司等人员在保山市腾冲市明光镇杨自强养殖场和滇滩镇联族社区棋盘石村养殖场进行调查。

2.2.2体尺体重测定：2022年8月2～3日，于腾冲市明光镇杨自强养殖场，滇滩镇联族社区棋盘石村养殖场进行体重和体尺测定；测定放牧加补饲条件下群体4个、成年公马8匹、成年母马60匹，分别测定体高、体长、胸围、管围、体重5个指标，结果见表4。

表 4 腾冲马体尺体重登记表

| 性别 | 数量 | 月龄 | 体高 (cm) | 体长 (cm) | 胸围 (cm) | 管围 (cm) | 体重 (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 公 | 8 | 59.42 ± 27.38 | 113.74 ± 5.13 | 116.35 ± 4.33 | 133.13 ± 8.02 | 14.37 ± 0.82 | 225.03 ± 31.95 |
| 母 | 60 | 62.65 ± 27.52 | 113.48 ± 4.352 | 115.82 ± 3.832 | 132.93 ± 6.95 | 14.38 ± 0.67 | 233.52 ± 27.85 |

2.2.3产肉性能：2022年12月29日，在云南农业职业技术学院三实牧院进行屠宰测定，屠宰放牧加补饲条件下成年公马5匹、成年母马5匹，分别测定宰前活重、胴体重、屠宰率、骨重，骨肉比等，结果见表5。

表 5 腾冲马屠宰性能

| 性别 | 屠宰月龄 | 宰前活重 (kg) | 胴体重 (kg) | 净肉重 (kg) | 骨重 (kg) | 骨肉比 | 屠宰率 (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 公 | 42.00 ± 16.97 | 240.70 ± 12.68 | 143.80 ± 21.86 | 74.40 ± 28.21 | 42.50 ± 8.95 | 1.78 ± 0.60 | 59.88 ± 9.88 |
| 母 | 43.50 ± 18.91 | 240.88 ± 13.35 | 136.50 ± 12.60 | 62.38 ± 7.25 | 41.25 ± 9.60 | 1.58 ± 0.35 | 56.70 ± 4.74 |

注：2022 年 12 月 29 日， 放牧 + 补饲条件下，在云南农业职业技术学院三实牧院进行屠宰，国家和省级马驴骡技术专家、云南省畜牧总站、云南省畜牧兽医科学院、云南农业大学、云南农业职业技术学院、保山市畜牧工作站、腾冲市畜牧工作站、云南骑乐马文化产业发展有限公司等人员参与项测定。

2.2.4繁殖性能：腾冲马遗传性稳定，在自然交配情况下，母马受胎率约70 ~ 80%；母马产驹三年两胎或二年一胎，初配年龄2 ~ 3岁，初产年龄3 ~ 4岁；发情季节一般在2 ~ 9月，发情持续时间5 ~ 8d，发情时吊线明显，妊娠期318 ~ 345d，母马2月开始产驹，终身产驹10匹左右。公马三岁以上配种，公母比例1：15 ~ 30。

2.3明确负责人员：明确腾冲市农业农村局分管畜牧兽医的副局长为腾冲马抢救性保护工作实施主要负责人，负责协调、组织各项工作措施的落实；设立办公室于腾冲市畜牧工作站，畜牧工作站站长为办公室主任；两个重点保护区乡镇畜牧兽医站站长为本区域内腾冲马抢救性保护工作开展的具体负责人，协助办公室（市畜牧工作站）开展相关工作；市畜牧工作站、乡镇畜牧兽医站技术人员及村防检员根据工作需要统筹调派参与工作开展。

在主要保种乡镇完善保种措施：一是成立腾冲马保种领导小组。组长由乡镇长担任，副组长由分管副乡镇长担任，成员由畜牧兽医站、财政所、宣传办、及相关社区等单位主要领导担任。领导小组下设办公室在畜牧兽医站，由分管副乡镇长兼任办公室主任，负责统筹开展保种相关工作，指定镇畜牧兽医站技术人员，全力配合各级专家开展具体保种工作。二是选定保种实施区域。根据腾冲马种群现状，将群体较大的村社区划定为保种区域或核心保种区。三是严格执行技术方案。腾冲马保种坚持纯种繁育、选种选配、杜绝近亲繁殖、原产地保护的原则，保持腾冲马性能特征性状不丢失、不下降。

2.4建立原始代马匹档案：2022至2023年，先后有国家及省市县各级专家亲临现场指导16次，主要对散放在民间的腾冲马进行“建档立卡”，完成拍照留档、图片及视频采集、体尺体重测定、样品采集、身份编号、系谱登记造册等工作，为抢救性保护腾冲马提供了基础依据。

在核心保护群马匹初步建立了个体档案，作为腾冲马保护、保种的原始代种马，为核心保护群117匹马全部配戴耳标或埋置个体芯片，明晰核心保护群马匹个体特征信息，实现动态实时管理。主要记录马匹照片、性别、年龄、编号、特征等信息，是腾冲马保种的核心群。相关档案由腾冲市畜牧工作站制作保管，并反馈于各养殖户，实行动态管理。

2.5加大保种宣传培训：结合腾冲马保护工作，在核心区广泛加强品种资源保护、生物多样性保护的宣传，把种业振兴和种质安全意义提升到国家层面，一个物种就是一个“芯片”，保护物种就是保护自然，保护生态。

对相关乡镇畜牧兽医站工作人员、养殖户进行系统培训3期86人次，加强了腾冲马的饲养管理指导，强化疫病防控，在兽医防疫、饲养管理方面进行全面的讲解，提高养殖水平，为保护工作提供平台及技术支持，给养殖户打气提信心，充分认识保种意义。

**3、选育及效益情况**

3.1选育：优化种群结构，完善系谱建设。积极淘汰老、弱、病、劣马匹，重视种马培育，加强群体选育复壮工作，不断优化种群结构。在上级专家指导下，完成6个家系系谱建设工作，科学识别个体差异、避免近亲繁殖，实现科学繁育。自2022年以来，马匹总量持续增长，保种基础群得到巩固，群体规模逐步扩大。目前，腾冲马均为小地域内群众自繁自养、小群体闭锁繁育，未开展计划性选育、系统性研究利用

工作，亦未向外引种、供种。

3.2养殖经济效益：腾冲马均以活体销售往外地州，如德宏、临沧等地，售价2岁龄均价3000元/匹、成年均价5500元/匹、较好个体7500元/匹。

**4、经验和成效**

4.1摸清家底、明确方向，为扎实推进腾冲马保种工作奠定坚实基础。

4.2深入现场，掌握实情，结合实际分析研究，形成针对性的工作思路，因地制宜制定保种方案，提出了“区域定系、优化种群、选育复壮、扩繁增量”的总体思路。

4.3各级专家用心用情感化群众。国家、省、市各级专家不管路途遥远，甚至翻山越岭、不辞辛劳反复多次到明光镇自治村、滇滩镇联族村等腾冲马养殖重点户（场）实地调查、观测马匹情况，进一步提振养殖户信心。

4.4协调各方力量，做到同频共振。不懂就问、不明就查，掌握保种工作各项要求、标准，把握好关键环节。在国家、省、市各级主管部门的指导下，专家组及基层科技工作者的共同努力下，通过涉及养殖户（场）的积极支持与配合，为保护好腾冲马这块“芯片”共同贡献力量。

**5、主要存在问题**

5.1由于腾冲马常年在高山林间草地放牧养殖，无固定圈舍，导致多数马匹野性十足，无驯化调教，难于近距离接触，严重影响数据观察、测定、档案建立、采样及疾病诊治等工作。

5.2经费有限，主要用于扩繁补助，无法从事深度研究及开发工作。

5.3用途萎缩，销售不景气，养殖效益低下，群众养殖积极性不高。

5.4牧场减少，可放牧面积小，载畜能力有限，群体规模较小，多分布于边境边远山区，交通极其不便，严重制约科技措施的推广落实。

5.5养殖水平低下、设施设备不足，孕妈频繁流产，繁殖率低下；加之败马草的肆虐生长致哮喘病时常发生，严重影响扩群增量。

**6、前景展望和建议**

6.1展望及开发利用方向：由于腾冲马生长在海拔2000米以上、土地比较贫瘠的高寒山区，在因地制宜开展保种选育，增加腾冲马种群数量，提高种质质量的同时，要努力探索腾冲马保护与乡村旅游、体育竞技等方面的开发利用；腾冲马个体中等、性情温和、挽力强、耐力强，是骑行马的重要驯化方向；腾冲马适应性强、耐粗饲、疾病少，是便于养殖的地方优良品种；马肉产品开发是促进产业化发展的潜在动力，引进有实力的公司对腾冲马进行规模化饲养、系统化保种开发是促进腾冲马保种、保护的有效措施。

在新的发展时期，形成“以保促产、以保增收”的良好态势，通过开展保种，增加养殖户收入，从而更好地保护生物多样性，保障种质安全，助推乡村振兴。在国家、省、市主管部门的支持下，与科研院所搭建合作平台，对腾冲马的优良个体进行冻精采集保存及使用研究，加快腾冲马的保种、扩繁，提纯复壮速度，在各级的重视支持下一定会有光明前景。

6.2建议：一是建设保种核心群场，完善驯化调教方案，探索腾冲马保护与乡村旅游、体育竞技等方面的开发利用。二要持续性投入保种资金，深挖开发利用渠道，想方设法提高养殖效益，进一步提振养殖户保种信心。三是在核心区划定专用牧场，开展人工草场建设，提高产草量，提升载畜能力。四要完善技术路线，建立放牧与补饲相结合的养殖方案，提高养殖技术水平。

**参考文献：**

[1]郭元元,张健丰.腾冲马遗传资源保护及开发利用措施[J].云南畜牧兽医,2024,(06):20-22.

[2]字相禹,杨清华.让“腾冲马”绝处逢生[N].保山日报,2023-12-16(001).

[3]董翠莲,秦莉,郭成裕等.我国地方马品种——腾冲马的种质特性研究[J].上海畜牧兽医通讯,2011,(03):29-30.

[4]尹春晓.民国时期腾冲马帮驮运业[J].保山学院学报,2015,34(06):39-42.

# 植物单宁对青贮饲料品质及瘤胃发酵影响的研究进展

夏光浩　孙文涛　吴长荣　张鸣珠　杨　丰　陈　超　郝　俊

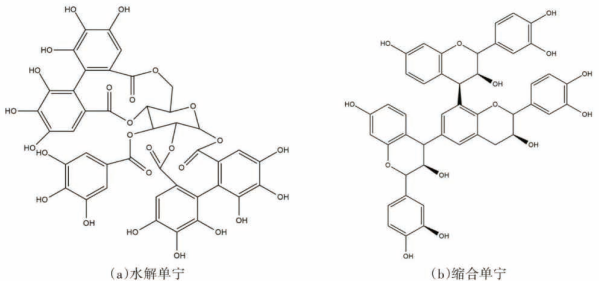
来源：饲料工业

**导读：**植物单宁是一种具较强生物学活性的多酚类次生代谢产物，由于其出色的蛋白质结合能力，被广泛用作青贮添加剂以降低青贮过程中蛋白质的降解。除此之外，植物单宁还能发挥调控青贮饲料发酵品质、微生物群落、瘤胃消化、瘤胃甲烷合成等多种功能作用。文章就植物单宁理化性质、单宁对青贮饲料品质及瘤胃发酵的影响进行综述，旨在为植物单宁在畜牧业中的科学高效利用提供参考。全文已在《饲料工业》2023年第17期刊出。

植物单宁（plant tannins），是一种相对分子质量为500～3000 的多酚类次生代谢产物，在植物根、茎、叶及果实中普遍存在，大多数具有生物学活性，对植物自身及植食性动物的生存有着重要作用[1]。早期研究把单宁视为植物饲料中的主要抗营养因子之一，因为单宁具有的广谱抑菌性，以及可与消化酶和激素等结合的特性，高浓度植物单宁会降低反刍动物对饲料的吸收率[2]。然而，目前研究发现植物单宁除了上述负面影响外，还具有抑制青贮饲料蛋白质降解、提高过瘤胃蛋白含量、抗菌、抗病毒、抗寄生虫、抗氧化、抗炎等多功能积极作用[3-4]。因此，文章通过综述植物单宁的理化性质及其对青贮饲料品质和瘤胃发酵的影响，以期为植物单宁作为一种环境友好型青贮添加剂在改善青贮饲料品质及提高反刍动物健康方面提供理论支撑。

## 1、植物单宁的理化性质

植物单宁又被称为植物多酚，依据其化学组成可分为水解单宁（hydrolyzable tannins，图1a[5]）和缩合单宁（condensed tannins，图1b[5]）两类[6]。水解单宁是由鞣花酸、没食子酸、咀嚼酸等羧酸与葡萄糖通过酯化产生的化合物，化学活性较强，易在酸、碱、酶的作用下发生水解[7-8]。水解单宁在瘤胃发酵过程中可被反刍硒单胞菌（Selenomonas ruminantium）和链球菌属（Streptococcus）等瘤胃微生物产生的酯酶、单宁酰基水解酶裂解为没食子酸和鞣花酸[9]。没食子酸在瘤胃中脱羧产生邻苯三酚，并转化为间苯二酚和间苯三酚[10]。缩合单宁是由黄酮类物质通过碳-碳双键缩合而成的聚合物，化学活性较弱，难以水解[11]。尽管Simpson等[12]早期研究发现，缩合单宁可被瘤胃微生物群落降解，但是目前关于缩合单宁自身在瘤胃发酵过程中的降解途径及产物的信息较少，游离缩合单宁受瘤胃微生物的降解机制仍尚待研究[13]。




注：来源于Raja等[5]。

图1 水解单宁（a）与缩合单宁（b）的结构

缩合单宁具有较强的抗营养作用，且在成熟的豆科牧草、乔木及灌木中含量较高。饲喂含大量缩合单宁的饲料对反刍动物是有害的[14]。一方面，单宁苦涩

且具收敛性，大量单宁与反刍动物唾液蛋白发生反应会产生具有苦涩味的难溶物，降低饲料适口性，进而减少采食量。有研究表明，当缩合单宁含量超过饲草干物质质量的6%就会导致反刍动物的采食量严重下降[15]。另一方面，基于单宁-蛋白质交联反应的性质，单宁会与酶结合沉淀，从而抑制动物肠胃消化酶的活性[16]。然而，最近的研究发现，单宁并非总对酶活性起到抑制作用。当单宁浓度较低时，单宁使酶结构变得更加卷曲，提高了酶的催化活性；当单宁浓度较高时，则会抑制酶的催化活性[17]。

## 2、植物单宁对饲料青贮品质的影响

### 2.1 植物单宁对青贮饲料蛋白质降解的影响

青贮是利用植物表面微生物厌氧发酵的过程，能够提高饲料适口性并使之长期保存[18]。然而，青贮过程中往往伴随着大量蛋白质水解，这是由植物本身及微生物的蛋白水解酶所造成的[19]。青贮完成后，饲料真蛋白含量相较于新鲜植物会损失80%，大量的真蛋白转化为非蛋白氮，造成饲料营养价值严重降低[20]。蛋白质含量是衡量青贮饲料营养价值的重要指标，青贮过程中蛋白质降解大致分为两个阶段，即植物蛋白酶催化肽键水解产生游离氨基酸和肽，随后被微生物进一步脱氨形成氨或胺类化合物[21-22]。其中，青贮发酵前期蛋白质降解最为严重，主要是植物蛋白酶（如羧肽酶、氨基肽酶、酸性蛋白酶）造成的[23]。

大量研究表明，植物单宁能有效减少青贮过程中氨态氮、肽氮、游离氨基酸等非蛋白氮的产生，对青贮饲料真蛋白具有良好的保护效果[24-27]。这是因为植物单宁通过抑制植物及微生物蛋白酶活性，从而减少对蛋白质的水解[28]。例如，Guo等[29]研究发现，添加单宁导致了青贮苜蓿羧基肽酶及氨基肽酶活性的降低。此外，已有研究证明，即使在pH3.5～7.0的青贮酸性环境下，单宁仍可与植物蛋白发生交联反应保护蛋白质[30]。例如，Fitri等[31]发现，青贮饲料的中性洗涤不溶蛋白含量和酸性洗涤不溶蛋白含量随着单宁含量的增加而增加。中性洗涤不溶蛋白含量和酸性洗涤不溶蛋白含量的增加表明单宁与蛋白质在青贮过程形成了具稳定氢键的复合物，从而抵抗植物和微生物蛋白酶的降解。

由于水解单宁与缩合单宁化学结构上的不同，导致了其对青贮过程中蛋白质降解的影响也有所区别。水解单宁具酚羟基，有较强的结合细胞膜蛋白及蛋白酶的亲和力，其生物活性及沉淀蛋白质能力较强，更有利于促进过瘤胃蛋白含量的提高[32]。Jayanegara等[33]证明添加水解单宁对青贮过程中蛋白质降解的抑制效果强于缩合单宁。此外，研究表明，植物单宁添加量与青贮饲料蛋白质含量呈负相关[34-35]。结合蛋白质的特点，合理利用植物单宁，探索其对青贮过程中蛋白降解的作用效果，是长期以来饲料加工领域的研究重点[36]。

### 2.2 植物单宁对青贮饲料发酵品质的影响

除抑制蛋白质降解外，植物单宁对青贮饲料pH、有机酸含量、有氧稳定性及霉菌毒素含量等方面可起到调控作用，在畜牧业高质量发展背景下有着巨大的应用潜力[37-38]。植物单宁对青贮饲料发酵品质的影响是复杂的，添加不合适的单宁可能会导致青贮饲料乳酸及乙酸减少，降低青贮饲料的缓冲能力，从而抑制青贮饲料正常发酵[39]。缩合单宁与水解单宁对青贮饲料发酵品质的影响是不同的。尽管缩合单宁与水解单宁都能抑制蛋白质降解，但缩合单宁提高了青贮饲料乳酸的含量，降低了pH；而水解单宁则导致了乳酸含量降低，并造成pH 升高[5]。然而，也有研究表明，水解单宁与缩合单宁混合添加比单独添加一种单宁能更好地抑制青贮苜蓿干物质损失，降低pH以及减少氨态氮的产生[40]。氨态氮含量降低进一步表明水解单宁与缩合单宁混合添加对青贮过程中微生物降解短肽及氨基酸的抑制作用。单宁最适添加量对不同青贮原料的影响也是不一致的。相较于添加1%干物质质量的单宁酸，2%的单宁酸更能提高桑叶及柱花草青贮饲料的抗氧化性，增加乳酸与乙酸含量，对青贮饲料品质的改善效果更强[4]。而木薯植株青贮饲料的发酵品质却随着添加缩合单宁浓度的增加而降低，添加缩合单宁延长了发酵时间，迫使木薯植株直到发酵56d后才进入稳定储存期[26]。可见，植物单宁的来源、化学组成结构及添加量对不同植物原料都可能导致青贮发酵品质

差异。

2.3 植物单宁对青贮饲料微生物群落的影响

发酵过程中青贮饲料微生物群落的组成结构影响发酵品质，是决定青贮饲料品质优劣的关键[41]。乳酸菌是青贮发酵过程中最重要的有益菌，在厌氧环境下以碳水化合物为发酵底物，产生有机酸降低环境pH，从而抑制如梭菌、大肠杆菌、芽孢杆菌等耐酸性较差的有害微生物[42]。近年来，植物单宁对青贮饲料细菌群落、真菌群落的影响已逐渐成为研究热点。研究报道，单宁对青贮饲料厌氧发酵期及有氧暴露期细菌群落多样均有抑制作用，进而导致乳酸及总挥发性脂肪酸浓度降低，但同时抑制了蛋白质水解以及霉菌毒素的产生，提高了青贮饲料有氧稳定性[43]。在细菌群落中，单宁可抑制大肠杆菌、梭菌、片球菌等细菌的生长；在真菌群落中，单宁可降低酵母菌、曲霉菌、青霉属、镰刀菌属等真菌的丰度[44-45]。单宁避免了这些有害微生物在发酵前期大量消耗营养物质，促进干物质的保存。尤其是大肠杆菌及梭菌发酵会产生丁酸，造成青贮饲料蛋白质大量水解[46]。此外，添加单宁减少了由某些特定真菌代谢产生的黄曲霉毒素、镰刀菌毒素对饲料的污染，保证了饲料安全及促进了反刍动物健康生长。

近期研究发现，添加乳酸菌与单宁的复合添加剂不仅能有效改善青贮饲料的品质，还能缓解单独添加高浓度单宁导致的负面作用[47]。Gao等[48]筛选了4株具较强耐单宁及产酸能力的植物乳杆菌，分别与单宁混合添加到柱花草与全株大豆两种植株中进行青贮，结果表明，单宁+植物乳杆菌可降低青贮饲料pH、丁酸含量、氨态氮含量并能抑制有害微生物增殖。Chen等[49]添加植物乳杆菌与单宁到紫花苜蓿中进行青贮，有利于植物乳杆菌主导发酵进程，降低非蛋白氮含量，提高果胶酶活性，并促进生黄瘤胃球菌（Rumincoccus flavefaciens）、栖瘤胃普雷沃氏菌（Prevotella ruminicola）等瘤胃微生物的生长，从而减少单宁对饲料消化的抑制作用。以上研究表明，植物单宁可通过调控青贮过程中微生物群落结构影响饲料发酵品质，但其中的代谢机制尚待探索。目前，植物乳酸菌与单宁混合添加效果较为良好，进一步筛选耐单宁乳酸菌并与单宁混合添加是未来应当深入讨论的重点。

## 3、植物单宁对青贮饲料瘤胃发酵的影响

3.1 植物单宁对青贮饲料瘤胃消化率的影响

青贮饲料在反刍动物体内的消化吸收主要分为两大部分：先经过瘤胃微生物厌氧发酵分解，后进入消化道被各种酶水解。青贮饲料在瘤胃的发酵产物（挥发性脂肪酸）可满足反刍动物超过70%的能量需求，瘤胃发酵还能合成品质上乘的微生物蛋白，可为反刍动物提供40%以上的蛋白质需求量[50]。因此，探讨添加植物单宁对青贮饲料瘤胃消化的影响具有重要意义。总产气量、挥发性脂肪酸浓度及干物质消化率等指标可表明青贮饲料的营养物质在瘤胃被微生物消化利用的状况[51]。Teixeira等[52]对比了三种杂交高粱青贮饲喂绵羊效果，发现不含单宁的青贮高粱有着更高的中性洗涤纤维及酸性洗涤纤维消化率。Fitri等[31]研究发现，随着柿子皮（富含植物单宁）添加量的增加，全混合日粮青贮饲料体外瘤胃发酵的总产气量线性降低。然而，也有研究表明，添加低水平量（0.6%）的单宁酸可明显增加紫花苜蓿瘤胃体外发酵的总产气量[53]。相似地，添加低水平缩合单宁（0.6%）提高了青贮野火球饲料瘤胃体外干物质降解率与瘤胃丙酸含量，减少了瘤胃丁酸含量[54]。由此可见，植物单宁对青贮饲料瘤胃消化的影响可能与单宁添加量有关，添加较低水平的植物单宁可促进青贮饲料瘤胃消化利用。

3.2 植物单宁对过瘤胃蛋白的影响

过瘤胃蛋白在德国蛋白质评估系统中指十二指肠可利用粗蛋白，是衡量饲料蛋白质饲喂价值的决定性因素。过瘤胃蛋白由瘤胃微生物合成蛋白（MCP）和瘤胃未降解粗蛋白（RUCP）组成，其中MCP由于含量高且品质上乘而更加重要[55]。Kondo等[56]研究发现，单宁可降低红茶及绿茶渣青贮饲料的瘤胃蛋白降解率。Grosse等[57]报道，红豆草（富含缩合单宁）单独青贮或与红三叶混合青贮可降低瘤胃蛋白降解率并增加MCP含量。这可能是通过抑制瘤胃蛋白降解菌[如嗜淀粉瘤胃杆菌（Ruminobacter amylophilus）、牛型链球菌（Streptococcus bovis）及溶纤维丁酸弧菌（Butyrivibrio fibrisolvens）等]的生长，保护瘤胃蛋白[58]。瘤胃蛋白降解率降低及MCP含量的增加，表明植物单宁可改善青贮饲料瘤胃蛋白的代谢供应，提高氮有效利用率[59]。此外，单宁-蛋白质复合物在瘤胃环境下（pH为5.0～7.0）结合能力较强，保护了部分蛋白免受瘤胃微生物的降解。当复合物流经pH＜2.5 的皱胃及pH＞8.0 的小肠时，单宁-蛋白质结合能力迅速降低，蛋白质被释放，并在瘤胃蛋白酶和小肠胰蛋白酶的作用下被吸收利用，有利于提高RUCP量[60]。Chen等[34]添加单宁到紫花苜蓿中青贮，发现单宁在显著增加MCP含量的同时还减少了饲料瘤胃发酵产生的溶解态氮（氮态氮，NH3-N）。相似地，由黑荆提取的植物单宁提高了青贮玉米的氨基酸供应，并减少了瘤胃NH3-N含量[61]。NH3-N作为瘤胃蛋白降解产物与合成MCP的前体物质，其含量的减少与RUCP、MCP含量的增加均有关，是影响瘤胃氮代谢效率不可忽视的重要因素。高浓度NH3-N可能会破坏瘤胃能氮平衡，不能有效转化为MCP，最后大部分以尿素氮的形式排泄到外界，对环境造成污染[62]。

3.3 植物单宁对瘤胃甲烷合成的影响

反刍动物的瘤胃在进行厌氧发酵青贮饲料时，会产生大量挥发性脂肪酸、二氧化碳及溶解态氢，其中二氧化碳与溶解态氢会被瘤胃产甲烷菌利用合成甲烷[63]。甲烷是一种造成全球变暖的温室气体，占瘤胃总产气量的30%～40%，减少反刍动物瘤胃甲烷产量，不仅能缓解气候变暖趋势，还能减少青贮饲料能量损失并提高饲料利用率[28]。大量研究表明，添加植物单宁有利于减少反刍动物瘤胃中甲烷的产生，且瘤胃甲烷含量会随着单宁含量的增加而降低[33，35，49]。这可能是通过促进瘤胃丙酸发酵消耗溶解态氢，从而造成甲烷合成底物不足，减少甲烷合成[64]。此外，甲烷含量与纤维消化率是负相关的，单宁通过与青贮饲料纤维结合或与微生物纤维消化酶结合，降低了纤维的可消化性，也会减少溶解态氢的释放和甲烷的形成[65]。事实上，植物单宁抑制瘤胃甲烷产生的关键在于调控瘤胃微生物群落的组成结构。瘤胃微生物主要包括细菌、原生动物和真菌，反刍动物与瘤胃微生物在长期进化过程中建立了牢靠的共生关系。瘤胃是瘤胃微生物适宜的增殖场所，瘤胃微生物则是瘤胃发酵功能的重要执行者。植物单宁对瘤胃原生动物有抑制作用，这是因为单宁所具有的酚类结构破坏了原虫细胞膜，络合原虫细胞代谢所必需的阳离子，并剥夺其生长所需底物[66]。单宁可通过抑制与产甲烷菌共生的瘤胃原虫间接减少产甲烷菌[67]。Witzig 等[68]添加栗子树单宁（chestnut tannins）到青贮饲草中，直接抑制了产[甲烷菌甲烷短杆菌（Methanosphaera）与斯氏甲烷球形菌（M. stadtmanae）]的生长，降低了瘤胃甲烷的产量。综上所述，植物单宁可通过减少甲烷合成底物及调控瘤胃微生物群落，从而抑制甲烷的排放。

## 4、结论

植物单宁对青贮饲料发酵及瘤胃发酵阶段都具有调控作用。其与蛋白质结合的特性，可减少青贮过程中蛋白质的损失，降低瘤胃蛋白降解率，促进瘤胃MCP的合成，提高氮有效利用率。此外，植物单宁还可减少甲烷合成底物及调控瘤胃微生物群落减少甲烷合成，有利于畜牧业可持续发展。不同来源、化学组成结构及添加量的植物单宁对青贮饲料发酵品质的影响机制仍需加强研究。利用乳酸菌与单宁混合添加可能是改善青贮品质的良好选择，未来应进一步筛选耐单宁乳酸菌，并将其与植物单宁混合添加，以实现植物单宁在畜牧业高质量发展中的科学应用。

参考文献及更多内容详见：

饲料工业，2023，44（17）：63-69

# 加工——蒸汽

来源：饲问饲答　答非所问

以下解答由河南工业大学崔耀明博士、饲料加工与质量安全评价中心、大农牧人才交流群共同提供。

Q：颗粒饲料成型加工中蒸汽压力、蒸汽流量、饲料温度、水分含量之间存在什么关系？

A：这几个参数之间存在着相互关联、相互影响的关系，具体如下：

**1、蒸汽压力与蒸汽流量**

一般来说，在其他条件相对稳定的情况下，蒸汽流量和蒸汽压力呈正相关关系。蒸汽压力越高，推动蒸汽流动的力量就越大。在相同的管道和设备条件下，蒸汽流速就越大，蒸汽流量也就越大。例如，当蒸汽锅炉输出的压力提高时，进入饲料加工设备的蒸汽流量通常会相应增加。因此，蒸汽的压力应控制在一个合适的范围，太大或者太小都会影响蒸汽与饲料的接触时间及最终的调质效果。也有生产企业会加装流量计，以更好地调控蒸汽流量和流速，但此时仍然要注意蒸汽压力不稳定、管道阻力带来的流速衰减以及流量计本身精度等问题。

**2、蒸汽流量与饲料温度**

蒸汽是为饲料提供热量的主要来源，在一定范围内，当蒸汽压力确定后，蒸汽流量越大，单位时间内传递给饲料的热量就越多，饲料温度上升得就越快、越高。比如在饲料制粒过程中，如果需要将饲料温度从常温提升到 80℃进行熟化和制粒，较大的蒸汽流量能够更快地实现这一温度目标。

**3、蒸汽流量与水分含量**

当高温蒸汽接触饲料后降低温度，水蒸气液化成水，即增加蒸汽流量，会使饲料中的水分含量增加。在饲料加工中，适量的水分有助于饲料的调质和成型，一般通过控制蒸汽流量来将饲料水分含量调整到合适范围，如 16%～18%左右，以保证制粒效果。但如果蒸汽流量过大，可能会导致饲料水分含量过高，使饲料过于潮湿，影响颗粒的成型质量，出现颗粒松散、易破碎、甚至“打滑”等问题。

**4、饲料温度与水分含量**

一般地，通过添加0.2～0.4MPa的饱和蒸汽来提高饲料的温度和水分含量。水分含量越高，饲料温度也越高。也就是通常所说的调质温度越高。但现实中，调质温度的检测不太准确。显示的温度是高于饲料的实际温度的。使用保质器时，可以提高调质温度和调质时间，更有利于饲料熟化和制粒。但现实中，大部分保质器没有正常发挥作用。

饲料颗粒成型加工过程中，需要综合考虑这些参数之间的关系，根据不同的原料加工特性、饲料配方和加工质量要求，合理控制蒸汽压力、蒸汽流量，以调节饲料温度和水分含量，从而生产出质量稳定、性能良好的饲料颗粒。

现实中，饲料原料加工特性的评价又是一个复杂的问题。

以下解答由河南工业大学崔耀明博士、饲料加工与质量安全评价中心、大农牧人才交流群共同提供。

Q：如何区分干饱和蒸汽和湿饱和蒸汽？

A：在饲料颗粒成型加工过程中，蒸汽流量、蒸汽压力、饲料温度、水分含量存在错综复杂的关系，实际生产中为了简化操作一般选择使用饱和蒸汽。可以查阅饱和蒸汽温度、压强、水分含量对照表（见下表）从而进一步简化实际生产中操作。

| 温度℃ | 绝对压强kPa | 含水量g/m³ | 温度℃ | 绝对压强kPa | 含水量g/m³ |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 1.228 | 9.395 | 110 | 143.24 | 809.656 |
| 20 | 2.339 | 17.281 | 120 | 198.48 | 1093.349 |
| 30 | 4.246 | 30.333 | 130 | 270.02 | 1450.527 |
| 40 | 7.381 | 51.054 | 140 | 361.19 | 1893.305 |
| 50 | 12.344 | 82.735 | 150 | 475.72 | 2434.702 |
| 60 | 19.932 | 129.581 | 160 | 617.66 | 3088.136 |
| 70 | 31.176 | 196.771 | 170 | 791.47 | 3867.814 |
| 80 | 47.373 | 290.530 | 180 | 1001.9 | 4788.075 |
| 90 | 70.117 | 418.169 | 190 | 1254.2 | 5864.360 |
| 100 | 101.32 | 588.059 | 200 | 1553.6 | 7110.709 |



饱和蒸汽有湿饱和蒸汽和干饱和蒸汽之分。湿饱和蒸汽含有一定量液态水，干饱和蒸汽则不含液态水。

干饱和蒸汽：是指在一定压力下，水完全汽化成蒸汽，且蒸汽处于饱和状态，不含任何液态水的蒸汽。此时蒸汽的温度与同压力下的饱和温度相等，是蒸汽从液态水完全转变为气态的临界状态。

湿饱和蒸汽：是指在一定压力下，处于饱和状态的蒸汽中还含有一定量的悬浮液态水滴的蒸汽。它是饱和水和饱和蒸汽的混合物，其温度也与同压力下的饱和温度相同，但含有未完全汽化的水分。

两者的区别：

1.外观及成分

干饱和蒸汽是纯净的气态，肉眼看不到杂质，完全由水蒸气分子组成；湿饱和蒸汽因含有液态水滴，看起来可能略显浑浊，是气态蒸汽和液态水的混合体。

2.热力学性质

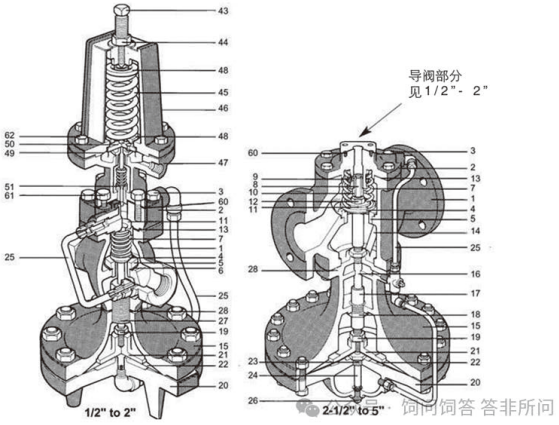
焓值：在相同压力和温度下，干饱和蒸汽的焓值高于湿饱和蒸汽，因为干饱和蒸汽包含了更多使水从液态完全转变为气态所需的汽化热。

熵值：干饱和蒸汽的熵值也比湿饱和蒸汽大，这意味着干饱和蒸汽在能量转换和利用方面具有不同的特性，熵值越大，系统的无序程度越高，能量品质更均匀。

比容：干饱和蒸汽的比容大于湿饱和蒸汽，即相同质量的干饱和蒸汽所占的体积比湿饱和蒸汽大，这是由于干饱和蒸汽中不含液态水，分子间距离更大。

3.生产方式

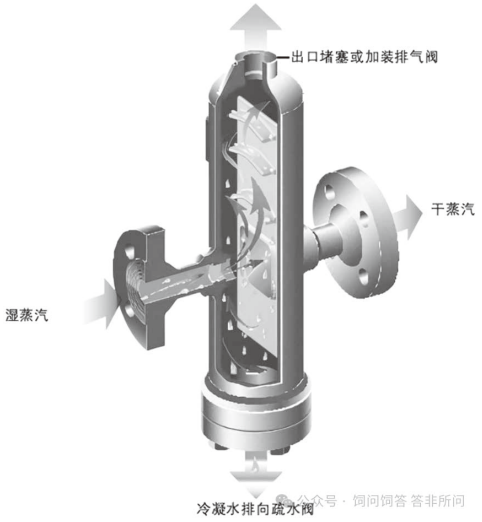
干饱和蒸汽：在锅炉等设备中，将水加热至饱和温度使其汽化产生饱和蒸汽，然后继续对饱和蒸汽加热，使其温度升高超过饱和温度，成为过热蒸汽。再通过合适的减压等手段，使过热蒸汽的温度和压力回到饱和状态，此时得到的就是干饱和蒸汽。




（图片来自网络）

湿饱和蒸汽：一般只需在一定压力下，将水加热至对应的饱和温度，使水部分汽化，就可得到湿饱和蒸汽。在工业生产中，常见的方式是在锅炉中，控制加热功率和水的液位等参数，让水在特定压力下处于沸腾状态，产生的蒸汽即为湿饱和蒸汽。如在一些小型的蒸汽加湿设备中，就是通过这种方式产生湿饱和蒸汽用于空气加湿等用途。

汽水分离：对于产生的湿饱和蒸汽，通过汽水分离器等设备，利用离心力、重力等原理，将蒸汽中的液态水滴分离出来，从而得到干饱和蒸汽。




（图片来自网络）

以下解答由河南工业大学崔耀明博士、广西饲料工业协会、饲料加工与质量安全评价中心、大农牧人才交流群共同提供。

Q：饲料蒸汽调质中应该使用哪种饱和蒸汽？

A：饲料加工颗粒成型过程中调质通常使用的是饱和蒸汽，多数情况下更倾向于干饱和蒸汽，但在实际中可能会因工艺和设备等因素存在一定程度的湿饱和蒸汽。


干饱和蒸汽优势

高效传递热量：干饱和蒸汽具有较高的焓值，能快速将热量传递给饲料，使饲料中的淀粉糊化、蛋白质变性，有利于提高颗粒的成型质量和稳定性，增加颗粒的硬度和耐久性，减少含粉率和粉化率。

均匀调质：干饱和蒸汽不含液态水，能够均匀地渗透到饲料中，使饲料在调质过程中受热均匀，水分分布也更均匀，从而保证饲料产品质量的一致性。

ICS 65.060
B 93
备案号：44273—2014

JB

中 华 人 民 共 和 国 机 械 行 业 标 准

JB/T 11691—2013

单轴桨叶式饲料调质器

Single-shaft paddle feed conditioner



ICS 65.060
B 93
备案号：44272—2014

JB

中 华 人 民 共 和 国 机 械 行 业 标 准

JB/T 11690—2013

双轴桨叶式饲料调质器

Double-shaft paddle feed conditioner



减少设备腐蚀：相比湿饱和蒸汽，干饱和蒸汽不会因液态水的存在而对调质器、保持器造成额外的腐蚀，有利于延长设备的使用寿命，降低维修成本。

ICS 65.060
CCS B 93

JB

中 华 人 民 共 和 国 机 械 行 业 标 准

JB/T 14435—2022

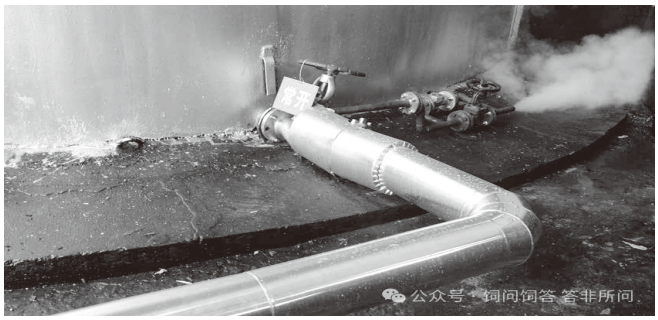
饲料熟化保持器

Feed ripening retentioner



湿饱和蒸汽产生原因

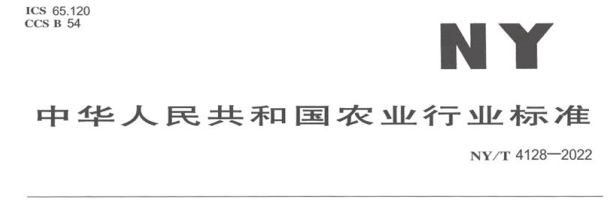
工艺与设备限制：一些小型饲料加工厂的蒸汽供应系统可能不够完善，无法精确控制蒸汽的干度，导致进入调质器、保质器的蒸汽可能含有一定量的水分，呈现湿饱和蒸汽状态。此外，在蒸汽输送过程中，如果管道保温效果不佳，蒸汽会散热冷凝，也会使干饱和蒸汽变成湿饱和蒸汽。



特定饲料需求：对于一些含水量较高、对温度不太敏感的饲料原料，适量的湿饱和蒸汽可能在调质过程中有助于增加饲料的水分，改善饲料的制粒、膨化成型性能，而不会对饲料质量产生明显的负面影响。

湿饱和蒸汽潜在风险

影响颗粒质量：湿饱和蒸汽中的液态水可能会使饲料局部水分过高，导致颗粒表面出现粘连、结块现象，影响颗粒的外观和粒度均匀性。


ICS 65.120
CCS B 54

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T 4128—2022

渔用膨化颗粒饲料通用技术规范

General specification for extruded aquatic feed



降低生产效率：过多的水分可能会使饲料在制粒时堵机、打滑、堵模孔等，降低制粒效率，增加设备的能耗和磨损。

以下解答由河南工业大学崔耀明博士、广西饲料工业协会、饲料加工与质量安全评价中心、大农牧人才交流群共同提供。

Q：饲料成型加工工艺中的调质阶段，为何要把饱和蒸汽中的水分去掉使用干饱和蒸汽？

A：主要有以下原因：

1.保证水分均匀稳定添加

避免局部过湿：若饱和蒸汽中含有过多水分，在与饲料物料接触时，容易造成水分分布不均匀，导致局部物料过湿，影响后续制粒的成型效果，可能出现颗粒粘连、表面不光滑、软颗粒等问题。干饱和蒸汽能在与物料接触时，以相对稳定的状态释放水分，使物料吸收水分更加均匀，有利于提高颗粒的质量和稳定性。

精确控制水分含量：饲料生产对最终产品的水分含量有严格要求，一般调质后饲料含水量需控制在14%～18%。干饱和蒸汽能更精准地实现这一目标，通过控制蒸汽的流量，可准确地为物料添加适量水分，有利于保持产品质量的一致性。

| 温度℃ | 绝对压强kPa | 含水量g/m³ | 温度℃ | 绝对压强kPa | 含水量g/m³ |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 1.228 | 9.395 | 110 | 143.24 | 809.656 |
| 20 | 2.339 | 17.281 | 120 | 198.48 | 1093.349 |
| 30 | 4.246 | 30.333 | 130 | 270.02 | 1450.527 |
| 40 | 7.381 | 51.054 | 140 | 361.19 | 1893.305 |
| 50 | 12.344 | 82.735 | 150 | 475.72 | 2434.702 |
| 60 | 19.932 | 129.581 | 160 | 617.66 | 3088.136 |
| 70 | 31.176 | 196.771 | 170 | 791.47 | 3867.814 |
| 80 | 47.373 | 290.530 | 180 | 1001.9 | 4788.075 |
| 90 | 70.117 | 418.169 | 190 | 1254.2 | 5864.360 |
| 100 | 101.32 | 588.059 | 200 | 1553.6 | 7110.709 |



2.提高热传递效率

减少热损耗：饱和蒸汽中的水分在热传递过程中需要先吸收热量达到汽化温度，再进行汽化热传递，这会额外消耗热量，降低热传递效率。干饱和蒸汽则能直接将热量传递给物料，减少了因水分汽化带来的热损耗，能更快速、有效地提高物料温度，使物料中的淀粉等成分更好地糊化。一般而言，使用干饱和蒸汽能使物料温度有效升高至80℃～90℃。

稳定温度控制：水分的存在会使蒸汽的温度控制变得复杂，难以实现精确的温度调节。干饱和蒸汽的温度与压力有明确的对应关系，便于通过流量控制来精准调节温度，确保调质过程在适宜的温度范围内进行，有利于提高饲料的品质和生产效率。

3.保护设备与提高生产效率

防止设备腐蚀和磨损：含有水分的饱和蒸汽可能会对输送管道和调质设备等产生腐蚀作用，缩短设备的使用寿命。同时，水分可能会导致物料在设备内结块、粘附，增加设备的清理难度和维护成本。使用干饱和蒸汽可以减少这些问题的发生，保护设备，提高设备的运行效率和稳定性。

避免制粒堵塞：如果蒸汽中水分过多，物料吸收过多水分后会变得过于潮湿，在制粒过程中容易堵塞模孔，影响制粒的连续性和生产效率。干饱和蒸汽能保证物料处于合适的水分状态，使物料顺利通过模孔，减少制粒过程中的故障发生率。

以下解答由河南工业大学崔耀明博士、广西饲料工业协会、饲料加工与质量安全评价中心、大农牧人

才交流群共同提供。

Q：饲料生产企业蒸汽使用关键点有哪些？

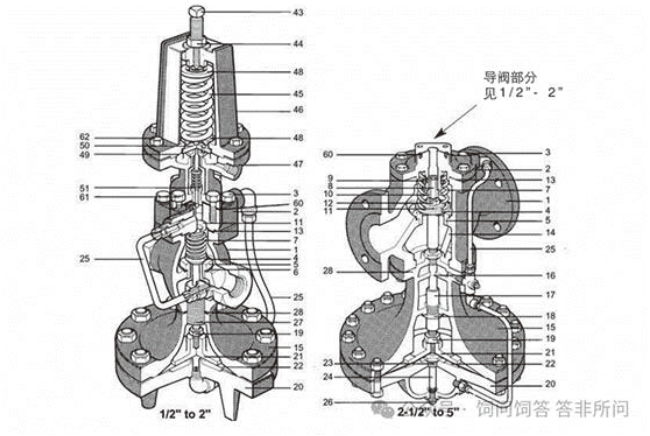
A：结合生产实践，蒸汽控制的关键点主要包括以下方面：

1.选择合适的蒸汽类型：优先选用干饱和蒸汽。饱和蒸汽在释放热量时会均匀地凝结成水，为物料提供适量的水分和热量，使物料中的淀粉更好地糊化，蛋白质变性，利于后续制粒。

| 温度℃ | 绝对压强kPa | 含水量g/m³ | 温度℃ | 绝对压强kPa | 含水量g/m³ |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 1.228 | 9.395 | 110 | 143.24 | 809.656 |
| 20 | 2.339 | 17.281 | 120 | 198.48 | 1093.349 |
| 30 | 4.246 | 30.333 | 130 | 270.02 | 1450.527 |
| 40 | 7.381 | 51.054 | 140 | 361.19 | 1893.305 |
| 50 | 12.344 | 82.735 | 150 | 475.72 | 2434.702 |
| 60 | 19.932 | 129.581 | 160 | 617.66 | 3088.136 |
| 70 | 31.176 | 196.771 | 170 | 791.47 | 3867.814 |
| 80 | 47.373 | 290.530 | 180 | 1001.9 | 4788.075 |
| 90 | 70.117 | 418.169 | 190 | 1254.2 | 5864.360 |
| 100 | 101.32 | 588.059 | 200 | 1553.6 | 7110.709 |



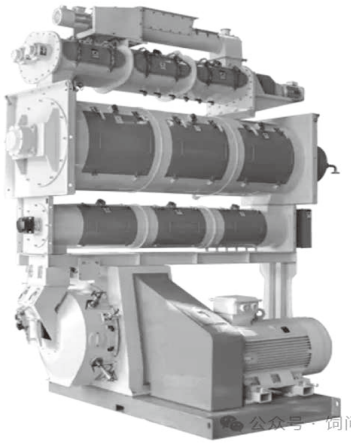
2.控制蒸汽压力：通常锅炉产生的蒸汽压力较高，在输送过程中保持相对较高压力，一般在0.6～1.0MPa 左右，可减少热量和水分损失。但进入制粒机前，需通过减压阀将压力降至 0.2～0.3 MPa。




（图片来自网络）

3.精确调节蒸汽量：根据饲料原料的种类、水分含量以及生产配方要求，精准控制蒸汽注入量。一般来说，每吨饲料调质需要使用60～63kg 的干饱和蒸汽，使调质后饲料温度达到75℃～90℃，含水量在14%～18%。

4.确保蒸汽与物料均匀混合：合理设计调质器内部结构，如采用桨叶式调质器，通过调整桨叶角度、转速等，使蒸汽与物料充分接触、均匀混合。对于一些大容量的调质器，可设置多个蒸汽喷射口，保证蒸汽在物料中均匀分布。





5.控制调质时间：根据饲料的种类和生产工艺要求，控制好物料在调质器内的停留时间，一般理想的调质时间是30～45秒以上，使物料有足够时间吸收蒸汽中的热量和水分。

6.蒸汽质量监控：定期检查蒸汽的干度、压力、温度等参数，确保蒸汽符合生产要求。安装蒸汽质量监测设备，如湿度传感器等，实时监测蒸汽质量，发现问题及时调整。

7.设备维护与保养：定期清理蒸汽管道内的杂质、水垢等，防止堵塞管道或影响蒸汽流量和质量。对减压阀、疏水阀、水分离器等蒸汽系统部件进行检查和维护，确保其正常工作。


ICS 23.060.99
J 16

GB

中华人民共和国国家标准

GB/T 22654—2008

蒸汽疏水阀　技术条件

Automatic steam traps—Technical specification



8.原料特性匹配：根据原料的初始水分含量、粒度、蛋白质和淀粉含量等特性，灵活调整蒸汽的使用参数。如对于水分含量较低的原料，可适当增加蒸汽

量或降低蒸汽压力，以增加水分吸收。

2025 年 1 月 第 40 卷第 1 期 中国粮油学报 Journal of the Chinese Cereals and Oils Association Vol. 40, No. 1 Jan. 2025

不同调质温度对超期库存稻谷粉理化性质影响研究

石 悦[1,2]，钱广宇[1]，杨 洁[1,3]，李军国[1,3]，李方方[2]，李 俊[1]，姚 婷[4]，雷雨衡[2]
（中国农业科学院饲料研究所[1]，北京 100081）
（沈阳农业大学[2]，沈阳 110000）
（农业农村部动物产品质量安全饲料源性因子风险评估实验室[3]，北京 100081）
（北京市兽药饲料监测中心[4]，北京 110122）

**摘 要**：研究调质温度对超期库存稻谷粉的理化性质的影响，为超期库存稻谷在饲料加工中的应用提供数据支撑。本实验选择超期库存稻谷为研究对象，利用锤片粉碎机进行粉碎（筛片孔径 2.0 mm），调质温度设置为 70、75、80、85、90 ℃，调质时间 135 s，测定分析不同调质温度对超期库存稻谷粉理化特性的影响。结果表明，随着调质温度的升高，超期库存稻谷粉的休止角和滑动角显著升高（$P<0.05$）；吸水性与溶胀度显著降低（$P<0.05$）；水溶性显著升高（$P<0.05$）；蛋白质分散指数显著降低（$P<0.05$）；糊化温度呈先下降后上升趋势，峰值黏度、保持黏度、最终黏度与回生值显著降低（$P<0.05$）；糊化时间差异不显著（$P>0.05$）。调质温度对超期库存稻谷粉的理化性质影响较大，高温调质下的超期库存稻谷粉有更好的加工性能。

**关键词**：超期库存稻谷；粉体；调质温度；理化性质
DOI：10.20048/j.cnki.issn.1003－0174.000946
**中图分类号**：S816 **文献标识码**：A **文章编号**：1003－0174(2025)01－0162－06
**网络首发时间**：2024－08－13 07:03:57
**网络首发地址**：https://link.cnki.net/urlid/11.2864.TS.20240812.1452.002



9.环境因素考虑：注意生产环境的温度和湿度变化，环境湿度较高时，可适当减少蒸汽量或提高蒸汽压力，以保证调质效果。

10.安全操作：制定严格的蒸汽操作安全规程，操作人员需穿戴好防护用品，防止蒸汽烫伤。在蒸汽管道和设备周围设置明显的安全警示标识，蒸汽管道需有隔热保护层，既可减少热量损失又能保护人员防止烫伤。另外，需要定期进行安全检查和培训。

以下解答由河南工业大学崔耀明博士、广西饲料工业协会、饲料加工与质量安全评价中心、大农牧人才交流群共同提供。

Q：饲料成型加工工艺中的调质阶段，锅炉产生蒸汽后至调质器输送线路过程中用到多种阀门，这些阀门起到什么作用？

A：在饲料成型加工工艺的调质阶段，蒸汽管线设计过程中用到多种阀门。部分阀门的工作原理及作用如下。

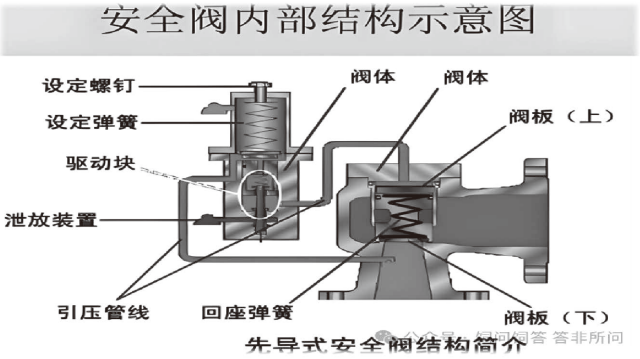
1.安全阀

锅炉安全阀是利用力的平衡来实现对锅炉压力的控制与保护。

压力监测与比较：安全阀能对锅炉内的蒸汽压力进行实时监测。当锅炉内蒸汽压力超过预先设定的压力值时，安全阀准备开启。

力的平衡与打破：正常运行时，安全阀保持关闭状态，此时作用在阀芯上受力平衡。当锅炉内压力超过设定值时，打破平衡，安全阀开启，释放蒸汽。

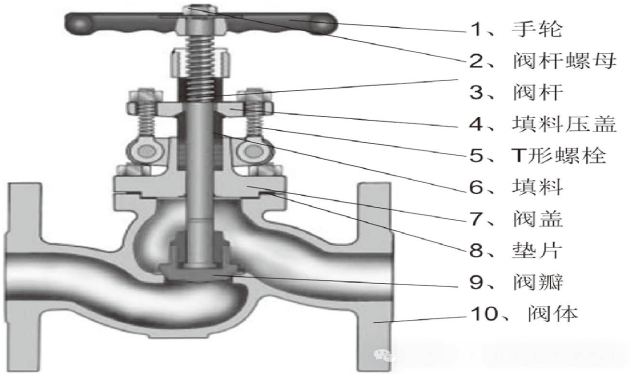
压力释放与恢复：安全阀开启后，锅炉内的蒸汽排出，锅炉内的压力降低。当蒸汽压力小于外力时，阀芯重新回到阀座上，安全阀关闭，锅炉恢复正常，再次建立力的平衡。




（图片来自网络）

2.截止阀

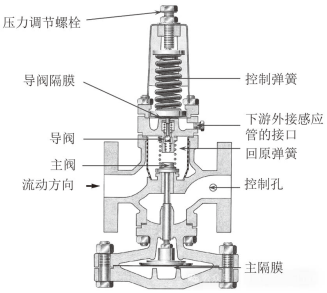
截止阀是用于截断介质流动的，截止阀的阀杆轴线与阀座密封面垂直，通过带动阀芯的上下升降进行开断。截止阀一旦处于开启状态，它的阀座和阀瓣密封面之间就不再有接触，并具有非常可靠的切断动作，因而它的密封面机械磨损较小。




（图片来自网络）

3.减压阀

减压阀兼具减压和稳压的作用。减压阀是靠膜片、弹簧、活塞等敏感元件改变阀瓣与阀座间的间隙，把进口压力减至需要的出口压力，并依靠介质本身的能量，使出口压力自动保持恒定。




（图片来自网络）

# 忽视这个工艺环节，饲料霉变风险直线上升

来源：饲料机械与加工

我们都知道，饲料霉变的原因是受很多方面因素影响的，饲料生产制造工艺上造成霉变的困素只是众多因素之一，在实际生产库存中我们会发现偶有饲料在很短的保存期内（10–20天）甚至更短的时间就有发生局部霉变结块现象，在其它条件都符合要求的前题下（如水分、防霉剂、环境、温度、湿度、保管等），这种霉变现象的来源之一就是生产工艺的制定不完善所引起的。

**1、分析工艺流程挖掘霉变因素**

目前多数饲料生产工厂的制作颗粒饲料时的工艺流程是：在冷却器开始下料后，通过斗式提升机将已冷却的饲料提升到一定高度，然后卸入成品分级筛进行筛分，分级筛通过两级筛网将饲料分成 3 种不同的料层，最上层筛上物定为不合格，中间层为合格成品，最下层筛下物定为不合格，合格的成品流进成品仓，待包装，而不合格的上、下两层物料将汇总后流回制粒机上待制粒饲料。通过长期的观察了解，我们发现在这一环节容易造成霉变的主要问题就出在最上层筛筛出的物料上。

我们都知道，通过制粒机的粉料是经过严格的粉碎混合、筛选处理过的，粒径都很小，再经过环模制粒后，通过环模孔流出的物料从理论上讲最大尺寸都不会大于正常产品的外形尺寸。换句话说，就是正常情况下分级筛上允许颗粒饲料全通过，就不会有筛上物产生（偶有个别未被切断的超长颗粒除外），而在实际生产中，最上层筛网上又确实有一些筛上物产生。通过收集这些筛上物来观察分析就不难发现除了个别超长的颗粒饲料外，主要是由以下两种物料组成：①从制粒机下至分级筛中各流通环节设备脱落下来的零件（如垫圈、螺帽等）；②是制粒机至分级筛中各流通环节脱落下来的高水分结团料和机壳上形成的水锅巴及闭风器、冷却器、提升机等各饲料流程设备内一些死角内积存的变质结块料脱落物。这些物料团因长期处于高温水分的环境下，淀粉糊化率要比正常生产的颗粒饲料高得多，这给霉菌的繁殖创造了有利利条件，当这些物块流回制粒机重新再次被制粒后，它们全部将进入成品中，而这些高水分的颗粒一旦进入成品包装袋作为商品后，将会产生两种不利因素，一是颗粒颜色与正常成品有明显的差异，而且多数已变质，容易对饲喂动物产生不良反应，造成企业形象受损，用户投入增加；二是由于这些颗粒含水量一般都比正常合格颗粒高得多，加之有些已经有变质现象，所以很容易在短期内诱发袋内霉变发生，由于微生物的代谢作用，一旦霉变水分将有所增加，加速饲料的霉变，恶性循环下，造成包内饲料在短期内局部发热结块霉变。

**2、抑制霉变的有效解决方案**

因此，对于分级筛上筛网上的筛分物，因其中可能包含了金属元件及变质结块脱落物，回流后将堵塞环模，造成饲料品质恶化，所以这两种物料都不应该再回流到制粒机去，而是应该做为废渣处理。

同时，我们可以采取以下解决方法，在分筛最上层筛网上的回流溜管上增设一个三通，将回流物料分两种情况分别处理：

①如果生产颗粒饲料，则通过三通的一个出口将筛上物直接接入一个存料箱内，（因物料很少，每天清理一次即可）；

②如果生产破碎饲料，则将三通切换，使筛上物料通过三通的另一个出口流出，进入破碎机上部缓冲仓内再破碎。

实践发现，此方法对因工艺引起的霉变能起抑制作用，收到较好的效果。

仅供参考！

# 制粒机常见故障处理及预防

来源：饲料机械与加工

制粒机是各饲料生产企业的关键设备，其能否正常运行，直接影响企业的经济效益。因此，制粒机常见故障的预防与及时处理十分重要，本文重点探讨制粒机本身的设备问题。概括起来，制粒机的常见故障有漏油与振动两个方面。

**1、制粒机漏油故障**

对齿轮传动的制粒机来说，漏油是最常见的故障问题。漏油问题是齿轮传动式制粒机必须面对的弊端。应该如何更好地解决这些问题呢？首先，需要做好平时的清理工作，避免使周围的粉尘、杂物污染或损伤到油封。其次，需要建立设备档案，在对设备保养时，定期更换密封件，以免影响正常的生产工作。

漏油问题可以概括为以下“三最”。

1.1“第一最”——齿轴油封漏油

齿轴油封漏油最常见，也最易发生。齿轴油封长期处于高转速，一台新的齿轮制粒机，最先需要维修的可能就是更换齿轴油封。对于设备维护人员来说，换油封非常简单，但是在处理此处油封问题时，需要重点注意电机轴与小齿轴同轴度的调整。

1.2“第二最”——空轴前油封漏油

空轴前油封漏油最难处理。空轴前油封位于传动轮后方，当其老化或损坏时，会有齿轮油沿着齿轮箱前壁流淌下来。更换此油封，需要时间长，而且工作量大，需要依次拆除环模、压辊、主轴、传动轮。当出现空轴油封时，如果安装不平整、不到位，容易再次出现漏油现象。富有经验的维修人员能将损坏的油封拆下，并重新装回新油封；对于一般维修人员，需要打开齿轮箱侧盖板，松开大齿轮螺丝，将大齿轮移到电机一侧，进而松开油封座的6颗螺丝，将油封座拆下。更换好油封后，再依次将所有部位装回。

1.3“第三最”——齿轮油进入制粒腔内(环模内)

齿轮油进入制粒腔内(环模内)最难判断。按照以往的惯性思维，漏油处就近查找油封，往往都认为主轴油封损坏，但更换新的主轴油封后，漏油现象依旧存在。其实，主轴油封密封的是润滑主轴轴承的油脂，而非齿轮油。齿轮油，其实是经过空轴后油封，或者法兰铜套内的O型圈，进入空轴腔内，然后经主轴油封座上排废油脂的小孔进入环模内。因此，当遇到此问题时，真正需要更换的是空轴后油封，以及法兰铜套O型圈。

**2、制粒机振动故障**

振动，其实是设备出现异常所显示的一种现象。导致振动的原因，通常来自两个部位：制粒室内部与传动系统。

2.1传动系统所导致的振动

传动系统所导致的振动往往都是渐进式的，日复一日，逐渐加剧。此时，首先要分清振动来自轴承还是齿轮。振动往往都会伴随杂音，此时可以通过声音来判断。当齿轮出现问题时，杂音通常都是周期性出现；当轴承出现问题时，杂音则是间歇的、无规律可循的。为了避免传动部件出现问题，必须做好轴承的润滑，比如定期更换齿轮油、定时加油脂等。同时，选用合适的齿轮油与油脂也至关重要。

2.2制粒室内部导致的振动

制粒室内部导致的振动需要从两个方面进行分析。第一，振动现象与传动系统一样，是一段时间以来逐渐加剧。此时，需要检查制粒室内的易损件，比如传动键、耐磨环、抱箍等。同时，还需要检查环模模孔是否压延以及压辊磨损情况，再及时做好易损件的更换或者环模的修复。第二，振动现象是短时间内突发。此时，首先要检查环模压辊。通常环模过铁、压辊轴承损坏或者压辊间隙调整不当易导致此种状况。同时，也可能与制粒机无关，与配方调整、调质效果不达标或者下料不稳定等相关。

# 黄庆生：实施养殖业节粮行动，挖掘饲料粮减量潜力

来源：博亚和讯

近年来，我国持续推进低蛋白日粮、玉米豆粕减量替代，以及养殖业节粮行动，取得了显著的成效，在这个过程中，政策扶持、科技创新、典型企业引领起到了重要的作用。目前我国饲料行业发展有哪些特点，饲料原料保障过程中有哪些创新机遇，备受业内外关注。

2025年3月27日，由中国畜牧兽医学会举办的“中国氨基酸与饲料原料应用研讨会”在北京召开，农业农村部畜牧兽医局饲料饲草处黄庆生处长在研讨会上做题为《我国饲料行业发展现状与趋势分析》的报告，深入解读养殖业节粮行动的目标、任务及保障措施。

**1、饲料粮减量潜力空间大**

2024年我国饲料工业饲料总产量31503.1万吨，同比下降2.1%，反刍动物饲料产量大幅下滑，猪、水产饲料下降明显，蛋禽饲料小幅下降，肉禽饲料增加，宠物饲料增速较高。饲料添加剂总产量1611.4万吨，同比增长7.0%，氨基酸类产品大幅增长，同比增幅为21.7%，维生素类、矿物元素类、酶制剂、微生物制剂等产品均不同程度下滑。饲料原料采购均价同比下降16.5%，尤其是蛋白原料采购价格同比下降20%左右，饲料产品出厂价格下降幅度8.3%，低于原料采购降幅，盈利水平有所提升。

2024年养殖业饲料消耗量约4.7亿吨，同比下降3.1%，其中，玉米、鱼粉用量增长，豆粕用量小幅增加，小麦、稻谷明显减少，大麦、高粱大幅增加。进口来源的原料饲料消耗量下降幅度大，同比降幅5.7%，其中，玉米、木薯大幅减少，小麦、稻谷降幅明显，鱼粉明显增加，大麦、高粱大幅增加，豆粕小幅增加。

根据饲料原料中氨基酸含量情况测算，2024年饲料中蛋白水平小幅提高0.16个百分点，蛋白总量减少177万吨。氨基酸含量提高0.06个百分点，总量下降61万吨，其中，亮氨酸、缬氨酸、精氨酸、苯丙氨酸减量较多。

2024年养殖动物产品供给总量同比增长0.2%，人均表观消费量增加1公斤（194公斤/人/年）。增量主要由国内生产提供，进口产品供给下降3.4%。到2030年，预计养殖动物产品需求还将增加1000万吨，猪肉供给量可能保持平稳，禽肉、牛羊肉、水产和牛奶还有一定增长空间。按照当前料肉比和配方中饲料粮消耗水平，不采取措施的情况下，预计2030年将新增饲料需求2089万吨，饲料粮需求增加1272万吨（占当前粮食产量的1.8%）。

如采取“提效”“开源”“优化结构”措施，养殖动物产品产量同样增加1000万吨的基础上，2030年饲料需求有望在2024年的基础上减少870万吨，通过其它非粮资源的替代和技术措施，饲料粮有5470万吨的减量潜力（占当前粮食产量的7.9%）。

**2、凝聚共识，实施养殖业节粮行动**

2024年底农业农村部印发的《关于实施养殖业节粮行动的意见》，总体行动目标，一是聚焦提升养殖业的饲料转化率、资源利用率和总体产出效率；二是统筹推进提效节粮、开源节粮、优化结构节粮；三是强化科技支撑、标准引领、典型带动和服务指导；四是加快构建产出高效、产品安全、资源节约、绿色低

碳的养殖生产体系。

在畜禽水产品总产量稳步增长基础上，标准化规模养殖方式的每公斤动物产品平均饲料消耗量比2023年7%以上。提升微生物蛋白饲料、餐桌剩余食物饲料化产品、农副资源饲料化产品、昆虫蛋白饲料、动物源蛋白饲料等非粮饲料产品产能；增加优质饲草产品产量。建成一批适度规模、种养结合、生态循环、智慧管理的家庭农场或标准化养殖场。全国养殖业消耗的饲料中粮食用量占比明显下降。具体而言，有五项重点任务。

2.1大力推广养殖提效节粮技术。主要有四个方面，一是加快推广精准饲料配方技术体系，构建动物动态营养需要模型，推广应用低蛋白多元化饲料标准及生产技术规范。二是开展动物精准饲养管理技术产品集成应用，推广应用绿色高效饲料添加剂应用技术，抗应激营养调控技术，饲料与营养精准适配技术集成与推广，小品种氨基酸和酶制剂等产品创制。三是加快推行数智化饲喂决策和饲料配方软件系统，建立智能决策模型，推进饲料加工设备核心部件自主创制。四是推进智能化标准化养殖设施装备集成配套，推广应用精细化阶段饲养管理工艺，智能化精准饲喂成套设施设备，畜禽立体养殖和水产工厂化循环水养殖。

2.2充分挖掘利用非粮饲料资源。包括一是开展地源性特色饲料资源调查评估，开展全国性饲料资源调查摸底，建立基础参数数据库。二是积极发展非粮饲料资源提效加工利用，支持发酵饲料推广应用，有序开展发酵饲料产品生产许可，研发集成地源性饲料资源发酵酶解技术，推动微生物菌体蛋白饲料化开发利用。三是加快推广高效资源转化型饲料原料，支持一碳气体合成菌体蛋白扩大产能，扩大新蛋白资源饲料化利用试点，推广非蛋白氮饲料化利用，探索昆虫蛋白、藻类蛋白饲料化途径。四是增补开发潜力较大的新饲料原料，修订发布《饲料原料目录》，制定发酵饲料管理规定，适时增补新饲用资源。

2.3加快发展优质饲草生产。一是提升饲草良种供给能力，支持饲草新种源创制和优质高产抗逆新品种培育，支持草品种区域试验点和制种基地建设。二是加快发展人工种草，支持合理利用耕地种草、粮饲轮作，实施草原畜牧业转型升级项目，支持天然草原发展人工种草。三是积极拓展饲草发展空间，支持利用中重度盐碱地发展饲草种植，推广种草改盐为主的盐碱地治理利用模式。四是推动饲草全产业链发展，分区域集成推广饲草高效生产技术体系，积极发展便于商品化流通的饲草产品，推广“牧繁农育”“暖季适度放牧、冷季舍饲半舍饲”等生产模式。

2.4引导优化养殖品种结构。一是持续调整优化生猪产能，把住能繁母猪存栏量“总开关”，完善生猪产能监测和预警体系。二是大力发展节粮型高效肉禽生产，推广适度营养水平、最优转化效率的精准饲料配方技术，积极引导禽肉消费。三是促进牛羊产业稳定发展，落实肉牛奶牛产业纾困政策措施，规范复原乳使用和标签标识，开展奶业养殖加工一体化发展试点。四是加快发展设施渔业，推进传统养殖池塘标准化、智能化改造，推广池塘工程化循环水、工厂化循环水、室内鱼菜共生等设施养殖模式。

2.5持续开展技术集成创新与推广。一是加快饲料饲草领域创新平台建设，支持养殖业节粮减排科技创新联盟建设，推动设立饲料饲草领域国家技术创新中心。二是强化节粮养殖关键核心技术装备研发，支持养殖全环节核心技术和设施装备攻关研发，加快智能生产性能测定、全基因组选择、分子设计育种等新技术研发应用。三是大力培育推广节粮型优良新品种，支持培育饲料转化率高、节粮性能突出、综合性状优良的畜禽水产新品种（配套系），加快培育推广高蛋白玉米等饲用作物品种，加快良繁体系建设。四是加强动物疾病防治技术集成推广，扩大疫病净化场范围，集成推广牛羊传染病、寄生虫病防控技术，加快多联多价疫苗研发应用，实施养殖规范用药专项整治提升行动。

针对上述行动目标和重点任务，农业农村部成立养殖业节粮行动领导小组，下设专家指导组、政策协调组、推广培训组、新产品评价组等4个工作组；各省级农业农村部门建立落实工作机制。各省级饲料管

理部门建立低蛋白饲料配方必需的小品种氨基酸、酶制剂等产品生产许可审批快速通道；做好新资源饲料化利用试点跟踪监管；出台人工种草支持政策落实举措。各有关产业技术体系、科研教学机构、行业协会学会组织举办多种形式的论坛、培训、交流等活动，有序开展新产品、新技术、好案例等评选推介。

**3、加快完善审批制度，激发市场活力**

3.1完善制度性保障措施。一是持续优化饲料兽药审批制度。修订饲料和饲料添加剂新产品评价技术指南；优化生物技术创制产品的安全性评价程序；优化动物疫苗用菌（毒）种变更备案审查程序。二是建立重点新产品审批绿色通道。落实好饲料和饲料添加剂新产品咨询服务机制；对小品种氨基酸和酶制剂等重点产品主动跟进服务；建立重点产品生产许可审批快速通道。三是完善饲料新产品评价监测制度。制定饲料和饲料添加剂试验评价机构管理规定；建立饲料和饲料添加剂新产品跟踪监测制度；明确监测期满后新产品的管理要求和质量标准规定。

以发酵生产氨基酸的新饲料添加剂产品证书申报为例，企业需要申请转基因安全证书；之后通过菌株安全性评价和产品试验评价，对氨基酸产品试验评价来说，其中毒理学安全性、靶动物耐受性、代谢和残留、靶动物有效性等试验评价均可免除，用文献资料综述证明即可。经农业农村部畜牧兽医局初审、质量复核检测、终审，核发饲料添加剂新产品证书，例如：异亮氨酸（产自***菌种号）。

3.2加强典型引领和服务指导。一是总结推介养殖业节粮典型案例。包括资源与规模适配的高效智慧养殖案例；现代饲草产业高效发展案例；优质高效非粮饲料资源发掘利用案例等。二是深入开展先进适用技术培训指导。包括养殖业节粮新技术、新产品、新装备应用示范；成立养殖业提质节本增效技术服务团；鼓励龙头企业和社会化服务组织面向中小养殖场户服务等。

# 2024年全国白羽肉鸡屠宰量排名揭晓

来源：小明农牧　国际畜牧网

据统计，2024年我国白羽肉鸡屠宰量为85.5亿只。数据表明，白羽肉鸡屠宰量虽仍处于增长态势，但增速已显著放缓。

2024年我国白羽肉鸡祖代年度更新150.07万套，较2023年增加17.25%，接近2013年154.16万套的历史最高位水平。随着2024年祖代鸡引种量回升，父母代种鸡存栏处于高位，全国父母代苗销量7481万套，同比增加12.7%。

**1、2024年全国白羽肉鸡屠宰量分省排名**

说明：本统计山东省以地级市为统计单位，其他以省为统计单位，统计的屠宰场数量共计230家左右，涵盖了今年新增屠宰场及新增屠宰产能，基本上囊括了日屠宰量在3万只以上全部企业。各省屠宰量情况如下：

| 序号 | 省份 | 2023 屠宰量（万只） | 2024 屠宰量（万只） |
|---|---|---|---|
| | 全国合计 | 825000 | 855000 |
| 1 | 山东 | 354000 | 367000 |
| 2 | 辽宁 | 164000 | 164000 |
| 3 | 福建 | 67000 | 62000 |
| 4 | 河北 | 45000 | 56100 |
| 5 | 江苏 | 38000 | 33900 |
| 6 | 河南 | 42000 | 33300 |
| 7 | 吉林 | 34000 | 32900 |
| 8 | 山西 | 29000 | 27400 |
| 9 | 全国其他省份 | 52000 | 56700 |

从各省份屠宰量排名情况来看，2024 年屠宰量排

名前5的省份依次为山东、辽宁、福建、河北和江苏。

山东省以 36.7亿只的宰杀量位居首位，占全国总量的 42%，近乎占据全国白羽肉鸡市场的半壁江山，其在白羽肉鸡屠宰行业的龙头地位毋庸置疑。作为传统的养殖和屠宰大省，山东具备完善的产业链条以及成熟的养殖、屠宰技术，众多大型屠宰企业扎根于此，规模化和集约化程度较高。

**2、2024年企业屠宰量按全产业链（自养）排名**

| 排名 | 企业名称 | 2024 屠宰量（万只） |
|---|---|---|
| 1 | 福建圣农发展有限公司 | 72000 |
| 2 | 正大集团 | 23000 |
| 3 | 双汇集团 | 22000 |
| 4 | 青岛九联集团股份有限公司 | 21000 |
| 5 | 山东凤祥股份有限公司 | 18000 |
| 6 | 山西大象 | 12000 |

**3、2024年白羽肉鸡企业屠宰量按集团排名**

| 排名 | 企业名称 | 2024 屠宰量（只） |
|---|---|---|
| 1 | 禾丰集团、圣农集团 | 屠宰量 5 亿只以上的 2 家企业 |
| 2 | 正大、新盛集团、太合、六和、益客食品、耘垦 | 屠宰量 2.5~5 亿只的 6 家企业 |
| 3 | 超和食品、山东仙坛、山西大象、双汇集团 | 屠宰量 2~2.5 亿只的 3 家企业 |
| 4 | 昊明食品集团、博大食品、北票宏发（禾丰合作，重复统计）、凤祥股份、青岛九联、中天 | 屠宰量 1.2~2 亿只的 7 家企业 |
| 5 | 雨丰、中红三融、成三（两个工厂，禾丰合作一个厂，部分重复统计） | 屠宰量 1~1.2 亿只的 3 家企业 |

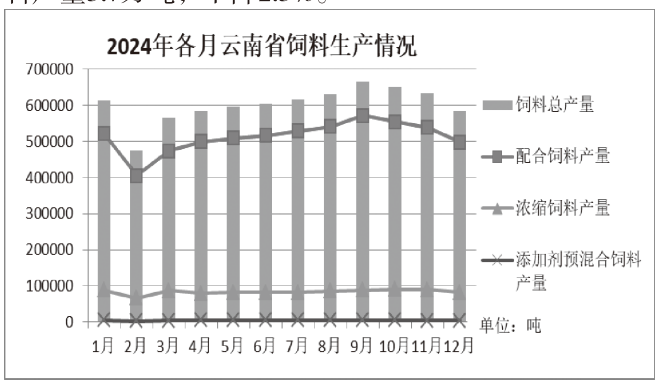
上述企业顺序，即为屠宰量的排名

# 2024年云南省饲料生产形势

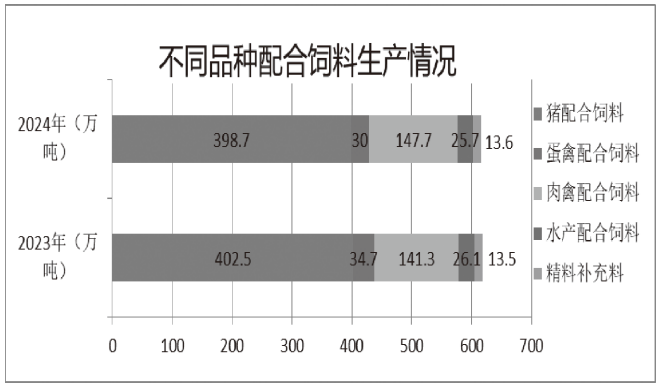
云南省饲料工业协会

**一、饲料生产情况**

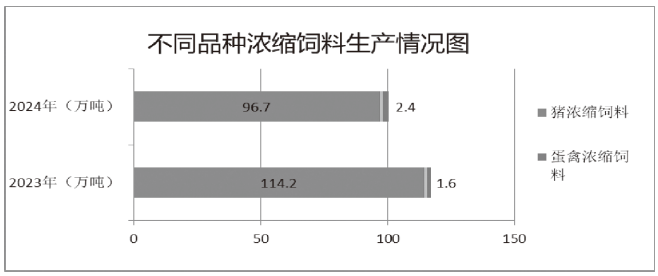
2024年我省工业饲料总产量722.2万吨，同比下降2.6%。其中，配合饲料产量615.9万吨，下降0.4%；浓缩饲料产量100.6万吨，下降14.1%；添加剂预混合饲料产量5.7万吨，下降2.5%。



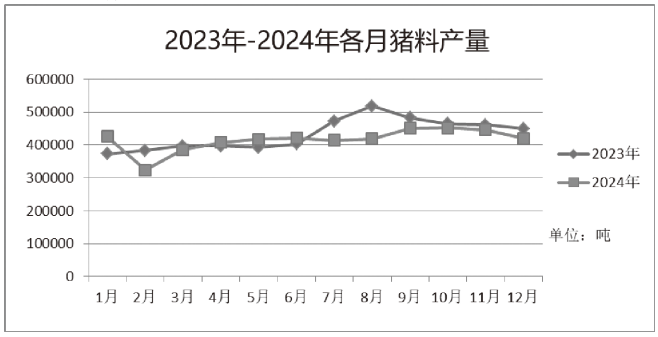

与去年相比，除肉禽配合饲料产量增长4.6%和精料补充料产量增长0.2%外，猪配合饲料、蛋禽配合饲料、水产配合、产量均有不同幅度的下降，分别下降0.9%、13.5%、1.5%。

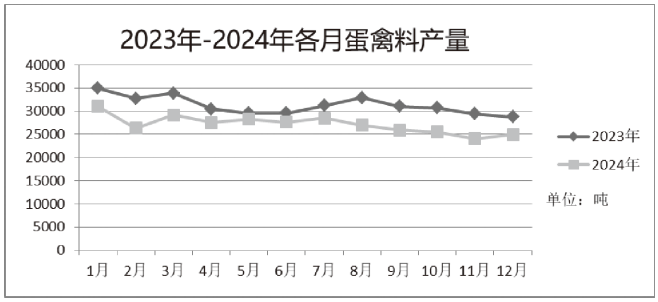


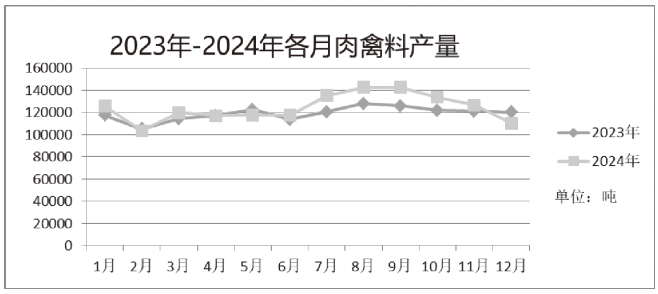

2024年除猪浓缩饲料产量大幅下降，同比下降15.3%，蛋禽浓缩饲料、肉禽浓缩、反刍浓缩饲料产量分别为0.26、1.2、2.4万吨。

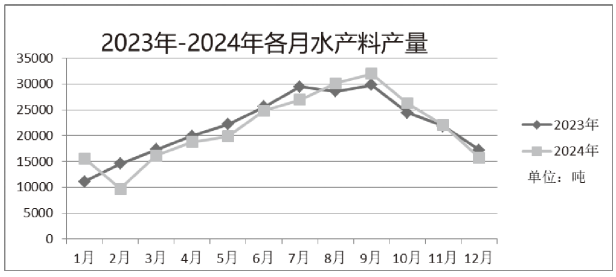



1、分品种上看，2024年我省猪饲料、蛋禽饲料、水产饲料产量分别为498.4、32.6、25.8万吨，同比下降4.1% 、13.1%、1.5%；肉禽饲料产量149.3万吨，增长4.6% ；反刍饲料产量16.1万吨，增长5.5% 主要因为奶牛饲料大幅增长。



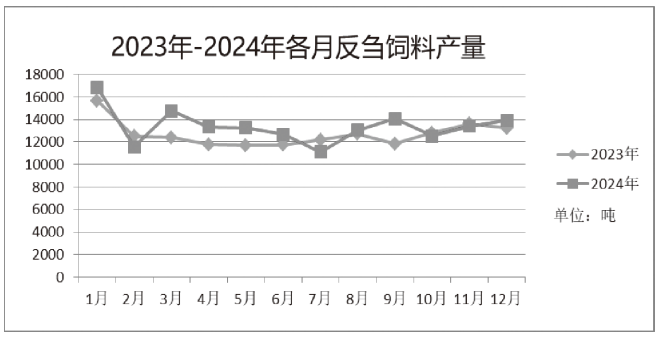
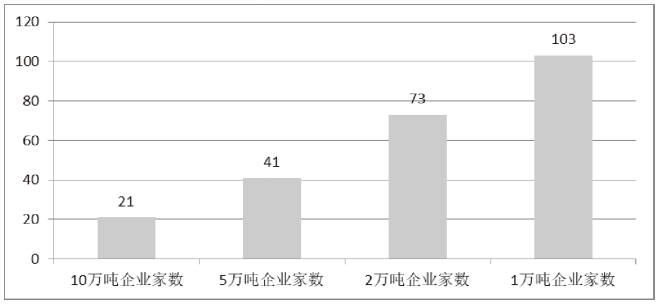




表 1　部分细分品种饲料产量情况表

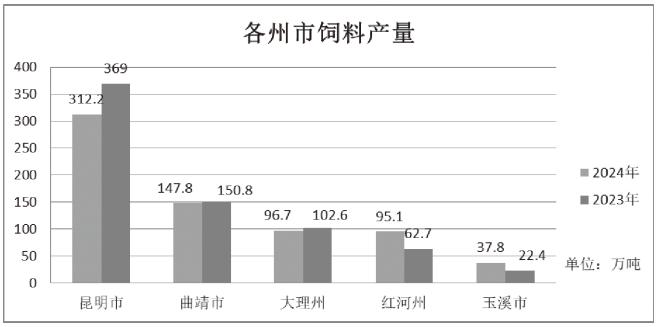
| 项目 | 仔猪饲料 | 母猪饲料 | 生长育肥猪饲料 | 蛋鸡饲料 | 蛋鸭饲料 | 肉鸡饲料 | 肉鸭饲料 | 奶牛饲料 | 肉牛饲料 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2024 年产量（万吨） | 132.1 | 43.8 | 297.5 | 23.9 | 7.9 | 133.7 | 15.1 | 6.8 | 7.5 |
| 同比（%） | −11.0 | −3.8 | 1.5 | −16.1 | −4.2 | 4.9 | −0.2 | 34.5 | −17.3 |

2、从生产规模上看2024年产量10万吨以上企业有21家（其中年产量20万吨以上企业有5家），比去年少2家，总量占全省饲料总量的55.6%；年产量5万吨以上企业有41家，比去年少2家，总量占全省饲料总量的75.6%；年产量2万吨以上企业有73家，比去年少8家，总量占全省饲料总量的89.6%；年产量1万吨以上企业有103家，比去年少2家，总量占全省饲料总量的95.7%。




3、分地区看，2024年昆明市饲料企业饲料总产量占全省饲料总产量的43.2%，2023年总产量占全省饲料总产量的49.8%； 曲靖市饲料企业饲料总产量占全省饲料总产量的20.5%，去年总产量占全省饲料总产量的20.4%； 大理州饲料企业饲料总产量占全省饲料总产量的13.4%，去年总产量占全省饲料总产量的13.8%； 红河州饲料企业饲料总产量占全省饲料总产量的13.1%，去年总产量占全省饲料总产量的8.5%；玉溪市饲料企业饲料总产量占全省饲料总产量的5.2%，

去年总产量占全省饲料总产量的3.0%。




## 二、饲料添加剂生产情况

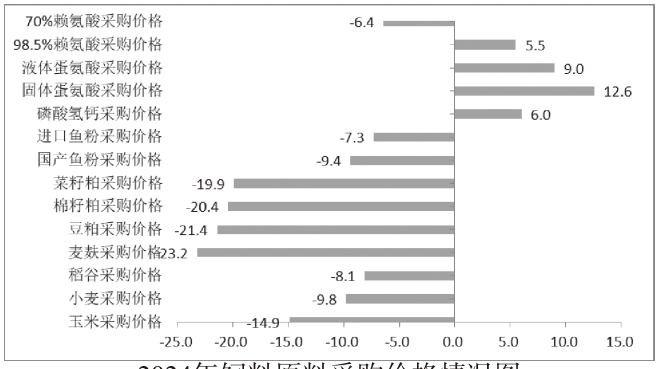
2024年全省饲料添加剂总产量243.7万吨，同比下降1.5%，饲料添加剂总产值83.6亿元，同比增长4.4%。

表 2 2024 年全省饲料添加剂生产情况表

| 项目 | 饲料添加剂总产量 | 维生素及类维生素 | 酶制剂 | 微生物 | 着色剂 | 矿物元素及其络（螯）合物 | 其中：磷酸氢钙 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 产量（吨） | 2437499 | 1788 | 2315 | 1045 | 4868 | 2427369 | 2382116 |
| 同比（%） | –1.5 | 51.4 | 5.6 | –20.1 | 51.3 | –1.6 | –1.1 |

## 三、饲料原料价格采购情况

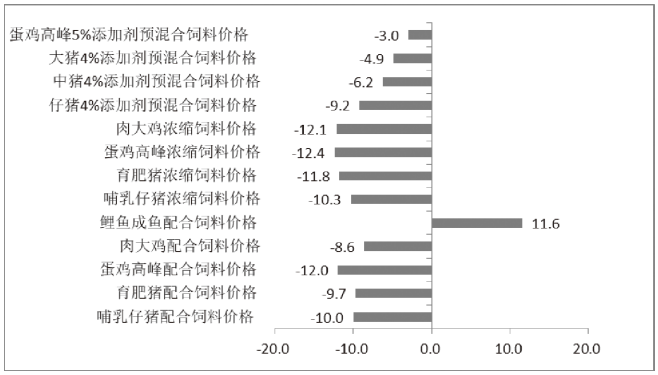
2024年我省主要饲料大宗原料采购价格均有不同幅度下降，主要饲料添加剂除70%赖氨酸采购价格下降外，磷酸氢钙、固（液）体蛋氨酸、98.5%赖氨酸采购价格均上涨。




2024年饲料原料采购价格情况图

## 四、饲料产品价格情况

2024年随着主要饲料原料采购价格的大幅下降，除鲤鱼成鱼配合饲料价格上涨外，其余饲料产品价格均下降。




2024年饲料产品价格情况图

# 2025年1—2月份全国饲料生产形势

来源：农业农村部畜牧兽医局　中国饲料工业协会

2025年1—2月，全国工业饲料产量4920万吨，同比增长9.6%。其中，配合饲料、浓缩饲料、添加剂预混合饲料分别同比增长9.8%、9.2%、5.6%。饲料产品出厂价格同比明显下降，与上年12月份相比，配合饲料出厂价格小幅下降，浓缩饲料出厂价格有所提高。饲料企业生产的配合饲料中玉米用量占比为47.2%，比上年12月份增长1.2个百分点；配合饲料和浓缩饲料中豆粕用量占比为13.3%，与上年12月份基本持平。

表 1 2025 年 1–2 月全国工业饲料生产情况

| 项目 | 产量 | 配合饲料 | 浓缩饲料 | 添加剂预混合饲料 |
|---|---|---|---|---|
| 2025 年 1 月（万吨） | 2502 | 2322 | 105 | 61 |
| 2025 年 2 月（万吨） | 2417 | 2251 | 108 | 46 |
| 2025 年 1–2 月平均（万吨） | 2460 | 2287 | 107 | 54 |
| 比上年 12 月（%） | –11.5 | –11.4 | –7.1 | –23.7 |
| 2025 年 1–2 月合计（万吨） | 4920 | 4573 | 214 | 107 |
| 累计同比变化（%） | 9.6 | 9.8 | 9.2 | 5.6 |

表 2 2025 年 1–2 月饲料企业配合饲料平均价格

| 项目 | 配合饲料 | | | | 配合饲料产品加权平均价 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 育肥猪 | 蛋鸡高峰 | 肉大鸡 | 鲤鱼成鱼 | |
| 2025 年 1 月（元 / 公斤） | 3.22 | 3.00 | 3.39 | 5.07 | 3.26 |
| 2025 年 2 月（元 / 公斤） | 3.26 | 3.04 | 3.44 | 5.17 | 3.30 |
| 2025 年 1–2 月平均（元 / 公斤） | 3.24 | 3.02 | 3.42 | 5.12 | 3.28 |
| 比上年 12 月（%） | –0.2 | 0.3 | –0.5 | –0.1 | –0.2 |
| 比上年 1–2 月平均（%） | –8.1 | –7.7 | –7.5 | –6.6 | –7.8 |

表 3 2025 年 1–2 月饲料企业浓缩饲料和添加剂预混合饲料平均价格

| 项目 | 浓缩饲料 | | | 添加剂预混合饲料 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 育肥猪 | 蛋鸡高峰 | 肉大鸡 | 4% 大猪 | 5% 蛋鸡高峰 | 5% 肉大鸡 |
| 2025 年 1 月（元 / 公斤） | 4.93 | 3.50 | 4.08 | 4.72 | 4.52 | 5.22 |
| 2025 年 2 月（元 / 公斤） | 5.02 | 3.54 | 4.12 | 4.70 | 4.57 | 5.46 |
| 2025 年 1–2 月平均（元 / 公斤） | 4.98 | 3.52 | 4.10 | 4.71 | 4.55 | 5.34 |
| 比上年 12 月（%） | 0.7 | 1.2 | 0.5 | –1.1 | 0.7 | 1.7 |
| 比上年 1–2 月平均（%） | –6.6 | –6.3 | –8.0 | –3.0 | –2.7 | –2.7 |

注：本数据为截至3月10日样本企业测算值，全国饲料产量以年度公布为准。

# 2025年1—2月份云南省饲料生产形势

云南省饲料工业协会

2025年1—2月，我省工业饲料产量113.7万吨，同比增长4.26%。其中，配合饲料、浓缩饲料、添加剂预混合饲料同比分别增长3.03%、10.71%、20.06%；饲料添加剂总产量38.1万吨，同比下降18.12%，其中，除磷酸氢钙产量同比下降17.78%外，维生素及类维生素、酶制剂、微生物产量同比均增长，分别增长35.20%、39.13%、54.53%。

表 1　2025 年 1—2 月云南省工业饲料生产情况

| 项目 | 产量 | 配合饲料 | 浓缩饲料 | 添加剂预混合饲料 |
|---|---|---|---|---|
| 2025 年 1 月（吨） | 563898 | 487540 | 70713 | 5645 |
| 2025 年 2 月（吨） | 572668 | 467344 | 100562 | 4762 |
| 2025 年 1–2 月合计（吨） | 1136566 | 954884 | 171275 | 10407 |
| 累计同比变化（%） | 4.26% | 3.03% | 10.71% | 20.06% |

表 2 2025 年 1—2 月云南省工业饲料细分品种情况

| 项目 | 猪料 | 蛋禽料 | 肉禽料 | 水产料 | 反刍料 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2025 年 1 月（吨） | 376592 | 25980 | 133979 | 12772 | 14516 |
| 2025 年 2 月（吨） | 400084 | 22104 | 120887 | 15727 | 13797 |
| 2025 年 1–2 月合计（吨） | 776676 | 48084 | 254866 | 28499 | 28313 |
| 累计同比变化（%） | 3.66% | –16.15% | 11.17% | 12.52% | –0.33% |

表 3　2025 年 1—2 月云南省饲料添加剂生产情况

| | 饲料添加剂总产量 | 维生素及类维生素 | 酶制剂 | 微生物 | 矿物元素及其络（螯）合物 | 其中：磷酸氢钙产量 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2025 年 1 月（吨） | 177889 | 166 | 210 | 138 | 176621 | 174511 |
| 2025 年 2 月（吨） | 203329 | 165 | 226 | 128 | 202458 | 198929 |
| 2025 年 1–2 月合计（吨） | 381218 | 331 | 436 | 266 | 379079 | 373440 |
| 累计同比变化（%） | –18.12% | 35.20% | 39.13% | 54.53% | –18.32 | –17.78% |

注：本数据为截至4月2日中国饲料工业统计信息系统企业上报数据汇总。