

宾州筛的介绍、使用方法及泌乳牛 TMR 颗粒度（宾州筛分层）推荐标准

随着奶牛养殖水平及现代化进程的发展，牧场各环节的管理水平显著提升，营养、繁殖、奶厅、饲养管理、信息数据等部门的标准操作流程（SOP）也不断完善，为牛群健康和持续高产保驾护航。

本篇内容总结行业知名科研院所和专家的研究与总结，结合国内多家集团化及个体牧场，涵盖典型大、中、小型牧场经验，并与同行多次交流和探讨，简要介绍了宾州筛及其使用方法，泌乳牛 TMR 颗粒度推荐标准，以及使用过程中的注意事项等，旨在交流服务经验，共享高效养牛成果。

宾州筛简介

宾州筛的全称为宾夕法尼亚州饲料颗粒分级筛（Penn State Particle Separator, PSPS），最早于 1996 年出现于美国，用于评价和监控反刍动物全混合日粮（TMR）以及干草（苜蓿干草、羊草、燕麦草等）、秸秆（麦秸、玉米秸等）和青贮（玉米青贮、苜蓿青贮及其它青贮）的颗粒度及制作质量，目标是保障 TMR 营养均衡稳定，物理有效中性洗涤纤维（peNDF）满足需要，保障动物采食量及瘤胃和机体健康，维持牧场经济效益和可持续发展。



图：不同版本的宾州筛（图片源于网络）

在过去的 20 多年里，随着反刍动物（尤其奶牛）养殖技术和研究的发展，宾州筛也不断改进，先后经历多个“版本”，有三层筛、四层筛。在国内，有中国农业大学发明的“农大筛”，呈“水桶状”。同时，宾州筛孔径也发生变化，最明显的就是最近的两个版本，区别在于第三层的孔径：

旧版宾州筛（2002 版四层筛）： 19 mm，8 mm，1.18 mm，底盘

新版宾州筛（2013 版四层筛）：19 mm，8 mm，4 mm，底盘



动物精准营养

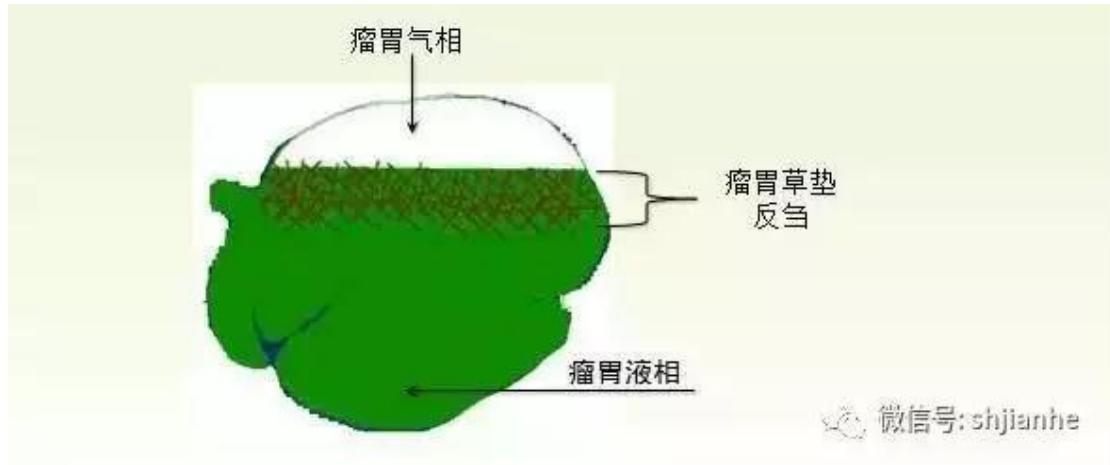
图：中国农业大学饲料颗粒分级筛（农大筛，图片源于网络）

	1996年	2002年	2013年
筛层	三层筛	四层筛	四层筛
第一层筛眼孔径	19mm	19mm	19mm
第二层筛眼孔径	8mm	8mm	8mm
第三层筛眼孔径		1.18mm	4mm
第四层			动物精准营养

图：三版宾州筛各层的孔径（图片源于网络）

19 mm 筛层： 主要是浮在瘤胃上层的粒度较大和长度较长的日粮颗粒（如干草），需要奶牛反复反刍才能磨细、消化，刺激奶牛不断反刍，反刍分泌一些缓冲剂（如碳酸氢盐、磷酸氢盐），缓冲瘤胃的酸性环境，维持正常的 pH。

8 mm 筛层：主要是被切短的粗饲料和部分其它原料，包括切短干草、青贮、甜菜颗粒、大的压片玉米颗粒等，这部分饲料也可刺激反刍，与宾州筛第一层相比，这一层可更快地被瘤胃微生物分解利用。



注：图片源于网络

4 mm 筛层：各饲料原料的小颗粒，通常（但不绝对）纤维含量较高，可以经由最小程度的反刍或微生物活动得到分解，因此这一部分饲料不会长期的滞留于瘤胃粗饲料内容物中，但该部分对瘤胃缓冲系统可以起到不容忽视的影响。4 mm 分级筛的主要用途是评估饲料 peNDF 的含量，但需要注意的是，除粗饲料外的其它饲料原料和副产品也可能在筛分后留在该层，如搅拌后的压片玉米，破碎的玉米粒，部分棉籽等。在实际生产中如果要使用宾州筛来判断日粮 peNDF，有时需要对 4 mm 筛层的饲料颗粒重进行折算（摘自：国家奶牛产业技术网，原作者为 Jud Heinrichs 博士）。

1.18 mm 筛层：设计初衷是筛分出日粮中最小的、可影响消化率的饲料颗粒。先前研究指出，这部分颗粒可粘附在瘤胃的长饲料颗粒上。

但最新研究表明，这种情况并不适用于高产奶牛。如果将瘤胃可溶性饲料成分与瘤胃滞留的饲料颗粒放在一起看，那么 1.18 mm 筛层筛分出的这部分饲料仍然会影响到瘤胃内容物的平均粒度。可溶性饲料成分与细磨饲料颗粒有助于满足奶牛营养需要，但就我们目前的认知来说，饲料纤维成分（NDF）起到的作用更大，细磨饲料颗粒的作用相对较小。总体来说，1.18 mm 筛层还是可以用于评价日粮中极细饲料颗粒的水平，这一部分饲料极易被消化，可以很快被瘤胃吸收或随液状食糜排出瘤胃。建议这部分饲料颗粒占日粮总比重不变，但是这部分饲料在评估 peNDF 方面不够准确（摘自：国家奶牛产业技术网，原作者为 Jud Heinrichs 博士）。



宾州筛的使用方法

推荐取样量：450-550 克（湿重），经实践验证，推荐的最佳取样量为 480-520 克。

宾州筛使用方法：

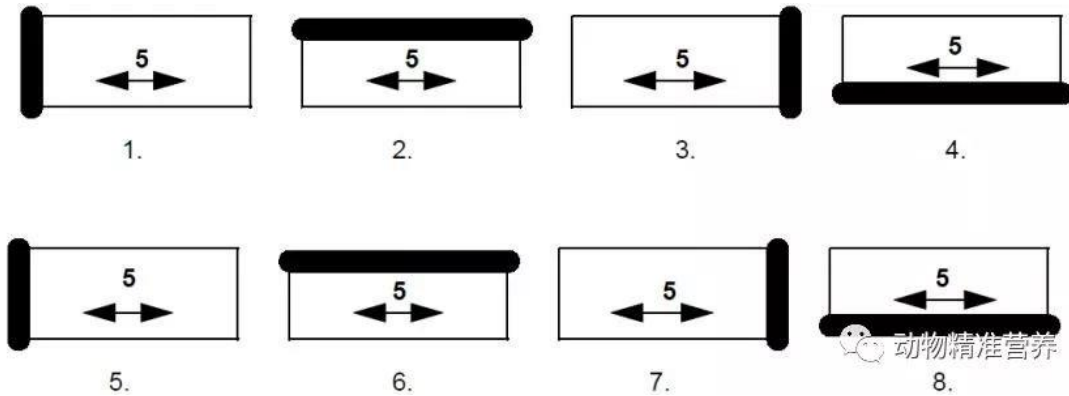
（1）采用 5×8 方式。每个面筛 5 次，然后换下一个面筛 5 次（即转动 90 度），以此类推，共 4 个面，转了两圈，即筛了 40 次。注意：宾州筛每“前后往返一次”才算完成一次筛的动作。

（2）水平摇动，不要有垂直摇动。

（3）前后摆动距离（幅度）为 17 cm，摆动一次建议时间为 1.1 秒。

（4）准确称量每层的重量，计算各层重量的百分比。

(5) 结合奶牛表现、推荐标准、粪便成型度及粪便筛等综合分析评判。



图：宾州筛的使用方法示意图（源于网络）



图：宾州筛四层筛结果展示（源于网络）

泌乳牛 TMR 颗粒度（宾州筛分层）推荐标准

根据本团队持续服务国内牧业集团、规模化牧场以及中小型牧场的经验积累，泌乳牛 TMR 颗粒度（宾州筛分层）的推荐标准如下：

若使用旧版四层筛（第三层孔径为 1.18 mm）

第一层：8-10%

第二层：30-50%

第三层：30-50%

底盘：<20%

若使用新版四层筛（第三层孔径为 4 mm）

第一层：8-10%

第二层：30-50%

第三层：10-20%

底盘：30-40%

应用宾州筛判断 TMR 颗粒度的注意事项：

（1）比例均为湿重。

（2）同一车或同一批次的样品，必须同一个人操作宾州筛。由于操作技术、水平及规范性问题，不同人筛出的结果存在一些差异。

（2）以奶牛的实际表现为优先判定标准，观察奶牛是否挑食（如比较奶牛 TMR 剩料和 TMR 新料）。如果奶牛存在挑食行为，则 TMR 制作不达标。

（3）结合粪便评分、粪便筛分析，以及奶量和奶指标波动情况，调整颗粒度。

（4）保证合理的推料频率，保证每小时至少推料 1 次。

（5）关注奶牛采食量变化。

(6) 注意日粮粗饲料的组成：不同粗饲料原料的韧性、NDF 含量存在差异，及时宾州筛分层相同，计算得到的 peNDF 也不同。宾州筛分层相同，表示物理有效因子 pef 相同，但由于 NDF 不同，peNDF 必然不同。此外，麦秸、燕麦草、苜蓿等原料的成熟度及韧性存在差异时，对咀嚼和反刍的刺激也会不同。

(7) 宾州筛第一层建议值为 8-10%，并不意味着对长度没有要求，例如即使第一层比例合适，而粗料长度超过 10 cm，TMR 必然均匀度不行，奶牛必然挑食！因此，宾州筛第一层的推荐长度 5 cm 作用，且保持长度均匀，不要过长或过短。保证第一层+第二层不低于 40%。

(8) 如果宾州筛第一层不足 8%，则要保证较高的第二层含量，以保证充足的有效纤维和瘤胃草垫层，此时，第二层比例不应低于 40%，且第一层和第二层的百分比之和不得低于 45%。

(9) 保证青贮的切割长度及籽粒破碎程度，一般要求全株玉米青贮（干物质 30-33%）的切割长度为 1.7-2.1 cm，平均值为 1.9 cm。若干物质含量高（如 35%及以上），可适当切短些，如 1.5 cm。反之亦然。是否揉丝，根据 TMR 车实际搅拌效果及时间等决定，一般不用揉丝。

宾州筛的延伸应用

1 TMR 挑食情况评估

先后在食槽同一位点的投料后，采食过后，收集饲料样品，跟之前的进行对比。

2 TMR 搅拌均匀度的评估

投料后立即采样，从采食槽的两端和中间均匀选取 5 个或者 5 个以上的点抽样检测，分析结果之间差异小于 5%，说明均匀度好；反之，需分析原因及时调整。

3 TMR 配制稳定性评估

从每车 TMR 中随机取 10 个样品，使用宾州筛检测所有样品，计算每车饲料宾州筛各层的比例和变异系数；标准：变异系数小于 3%-5%。

	宾州筛孔径 (cm)	干奶牛 TMR	后备牛 TMR
第二层	19mm	25 - 45%	28-50%
第二层	8mm	19-35%	15-35%
第三层	4mm	25-28%	20-25%
底层		4~9	4~7

表 1 泌乳牛玉米青贮、牧草青贮和 TMR 的饲料粒径推荐比例

筛层	孔径	颗粒大小	玉米青贮	牧草青贮	TMR
上层	19 mm	> 19 mm	3-8%	10-20%	2-8%
中层	8 mm	8 mm - 19 mm	45-65%	45-75%	30-50%
下层	4 mm	4 mm - 8 mm	20-30%	30-40%	10-20%
底层	—	< 4 mm	< 10%	< 10%	30-40%

表 2 1.18 mm 宾州筛的相应推荐比例

筛层	孔径	颗粒大小	玉米青贮	牧草青贮	TMR
上层	19 mm	> 19 mm	3-8%	10-20%	2-8%
中层	8 mm	8 mm - 19 mm	45-65%	45-75%	30-50%
下层	1.18 mm	1.65 mm - 8 mm	30-40%	20-30%	30-50%
底层	—	< 1.65 mm	< 5%	< 20%	< 20%