

## 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, PPS），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

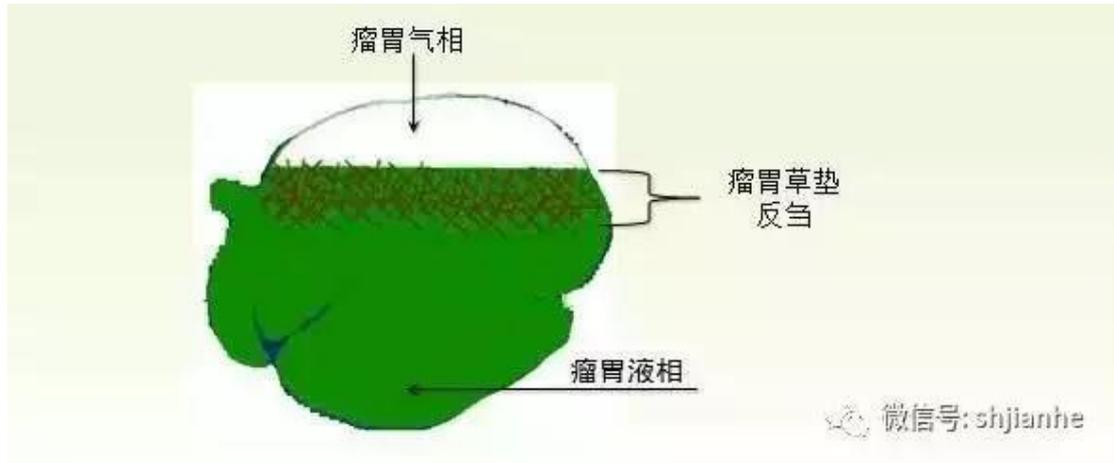
图：中国农业大学饲料颗粒分级筛（农大筛，图片源于网络）

	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：

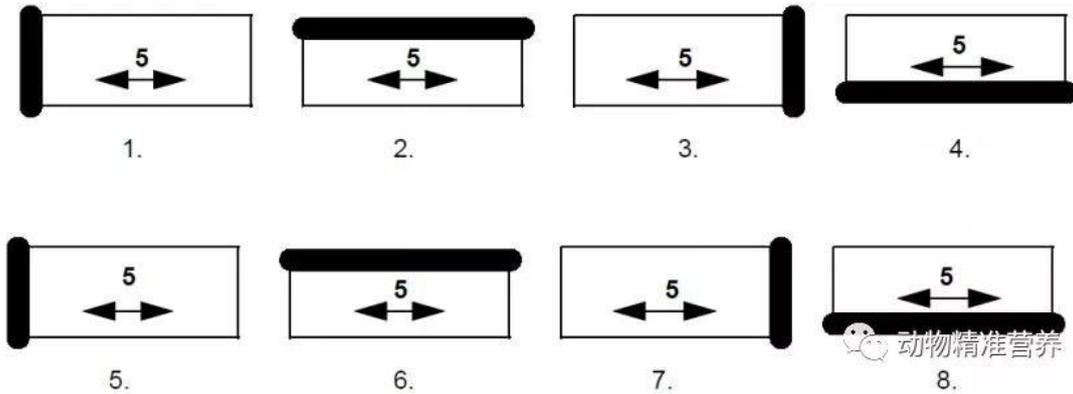
（1）采用 5×8 方式。每个面筛 5 次，然后换下一个面筛 5 次（即转动 90 度），以此类推，共 4 个面，转了两圈，即筛了 40 次。注意：宾州筛每“前后往返一次”才算完成一次筛的动作。

（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%