

制粒作业水分控制指南¹

GUIDELINE FOR MOISTURE CONTROL IN PELLETING OPERATION

熊易强 博士，美国大豆协会

目 的

本项目有下列目的：

1. 优化蒸汽湿热处理条件，以提高颗粒饲料质量，降低加工成本，并减少环模/滚轮损耗。在蒸汽湿热处理前混合物料水分较低时，给粉料添加少量水分有利于蒸汽处理中的热传导而提高处理后物料的温度，从而降低电力消耗，提高生产效率，并改进颗粒饲料质量。
2. 现场监控进厂原料水分、搅拌机粉料水分和最终产品水分。这样可以给用户提供更质量稳定的产品，并可在科学基础上确定饲料厂的重量损耗。

基本模型

图 1 表示所推荐的水分控制方案的基本模型。以下所述是这个方案的指南，可用于大多数制粒饲料(高尿素饲料除外)。

——检测进厂原料的水分，看是否符合供应商的产品规格。

——检测每班生产的首批搅拌粉料(搅拌机内的混合粉料)的初始水分(蒸汽处理之前)。

另一个办法，是根据日粮各种原料的水分按其所占比例估测粉料初始水分(蒸汽处理之前)。如该粉料水分低于 13%，在搅拌时给粉料喷添适当数量的水分²。所添加的水分可促进热传导，从而改进蒸汽处理和制粒作业。如果粉料初始水分已达 13% 或更高，则不要添加水分。加水只用于要进一步进行制粒或挤压之类加工作业的粉料。如最终产品只是粉料则不应加水。这种情况下，水分测定只作为对最终产品质量和科学控制重量损耗的一种现场质量管理手段。

¹ 首次发表于 1999 年 7 月

² 给含有较多整粒棉籽的日粮加水是很困难的。这种情况下，大部分水分控制应在颗粒冷却机内进行。

——确定蒸汽处理后的目标温度。多数情况下，混合粉料温度(制粒之前)越高，颗粒饲料质量越好，电力消耗越少，机器磨损也越小。常规制粒条件下，可以达到的最高混合粉料温度受制于混合粉料初始温度和能给混合粉料注入多少蒸汽。根据经验，凝结 1% 优质蒸汽(饱和“干”蒸汽)可使混合粉料升温 15℃。蒸汽处理后的混合粉料水分在到达“阻塞点”之前大约可以增加到 16.5-17.0%。因此，多数情况下混合粉料温度升幅可达 45℃ (靠注入大约 3 个百分点的蒸汽)。譬如说，混合粉料初始温度(蒸汽处理之前)是 30℃，蒸汽处理后物料温度应达到 85℃。如果达不到这目标温度，则应检查蒸汽中是否含水(湿蒸汽)，环模规格是否不当，滚轮环模间隙是否不当，或者环模滚轮是否磨损，等等。

——控制最终产品水分。对大多数制粒产品来说，最大水分最好设定在 12.5%。任何时候最终产品水分都不应超过 13%，否则可能发霉，特别是暖季。当混合粉料初始水分低于 12.5% 时，目标水分应设定在高于初始水分 2 个百分点处，而不是 12.5%。譬如，混合粉料初始水分是 9.5%，则目标水分应是 11.5%，而不是 12.5%。

要检测最终产品水分，在每种日粮每批生产初期更要勤查，根据检测结果调整冷却器停留时间以达到目标水分。如果最终产品水分过低，可缩短颗粒饲料在冷却器中的停留时间；如果最终产品水分过高，则应加长颗粒饲料在冷却器中的停留时间。

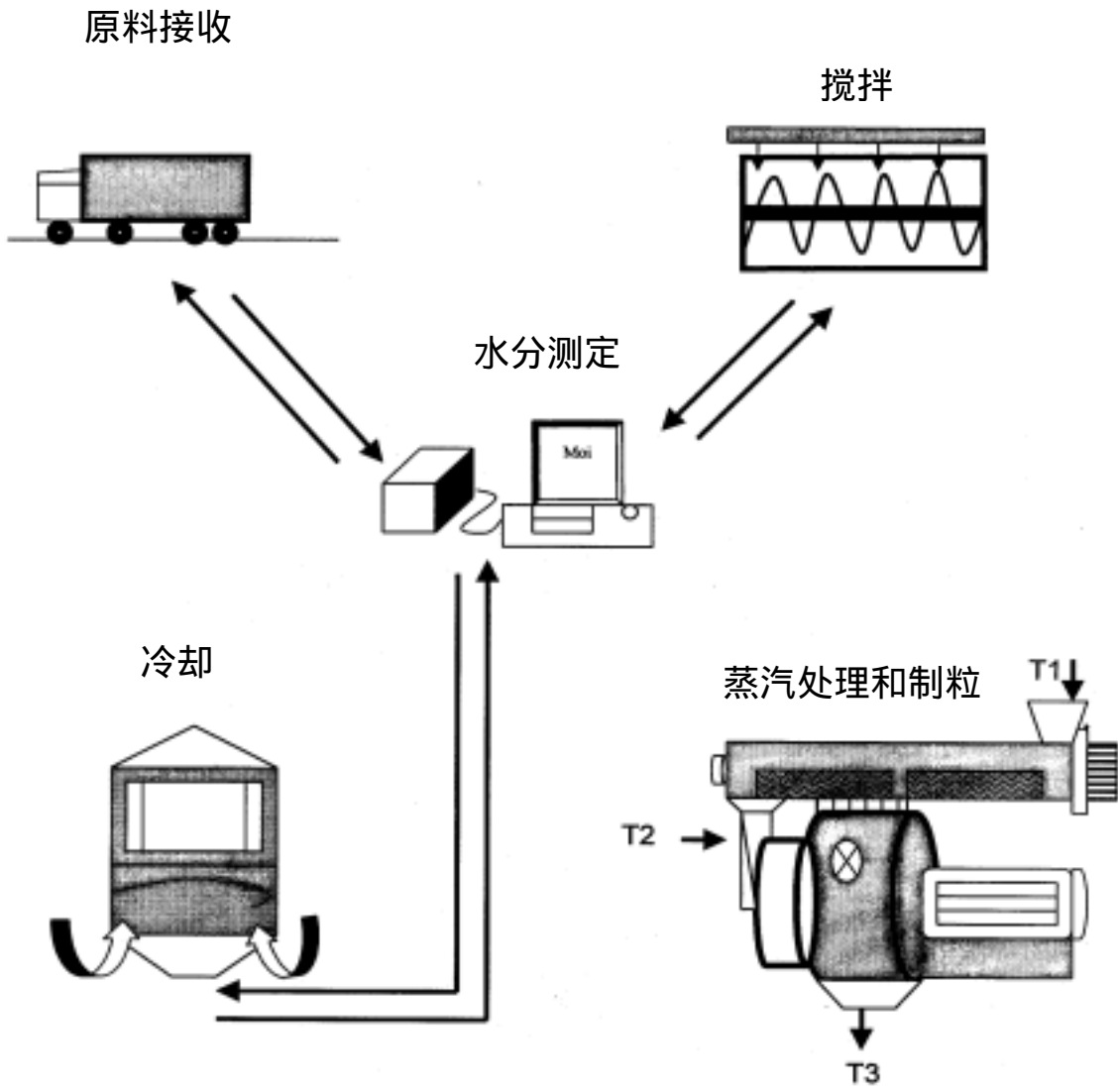
如果已经没有调节的余地而最终产品水分仍然过高的话，为了让最终产品水分降到目标水分，在并未向搅拌器加水的情况下，则只能减少蒸汽用量从而降低混合粉料温度。这是不得已的办法。如果在冷却器前面设置一台小烘干机，这个问题就全解决了。

以上所述基本上是一种人工控制过程。也可以将它改为在生产线的自动控制系统，办法是在每个检测部位特别是在搅拌和冷却器出口安装水分感应器，可以利用反馈控制在搅拌器喷水或调整在冷却器的停留时间。

水分测定仪

本方案的成功关键就在于找到一种快速而准确的水分测定仪。现在市场上基本上有两种仪器符合这个要求，即电容水分测定仪和 NIR(近红外)测定仪。本文作者试验过几种电容水分测定仪，发现 MCPC-RS 水分测定仪最接近标准的烘箱测定水分结果($Y = 0.19 + 0.97X$ ， $r^2 = 0.95$ ， $S = 0.322\%$ ，见图 2)。人工控制时，用这仪器

不需磨碎称重，几秒钟内可测出产品水分。把这种感应器装在生产线上进行自动控制，它可以对经过感应器的产品进行连续测定。



T1=蒸汽处理前的混合粉料温度
T2=蒸汽处理后的混合粉料温度
T3=环模出口处的颗粒料温度
 $(T2-T1)/15$ =从蒸汽处理推测所添加的水分

图 1 制粒的水分控制

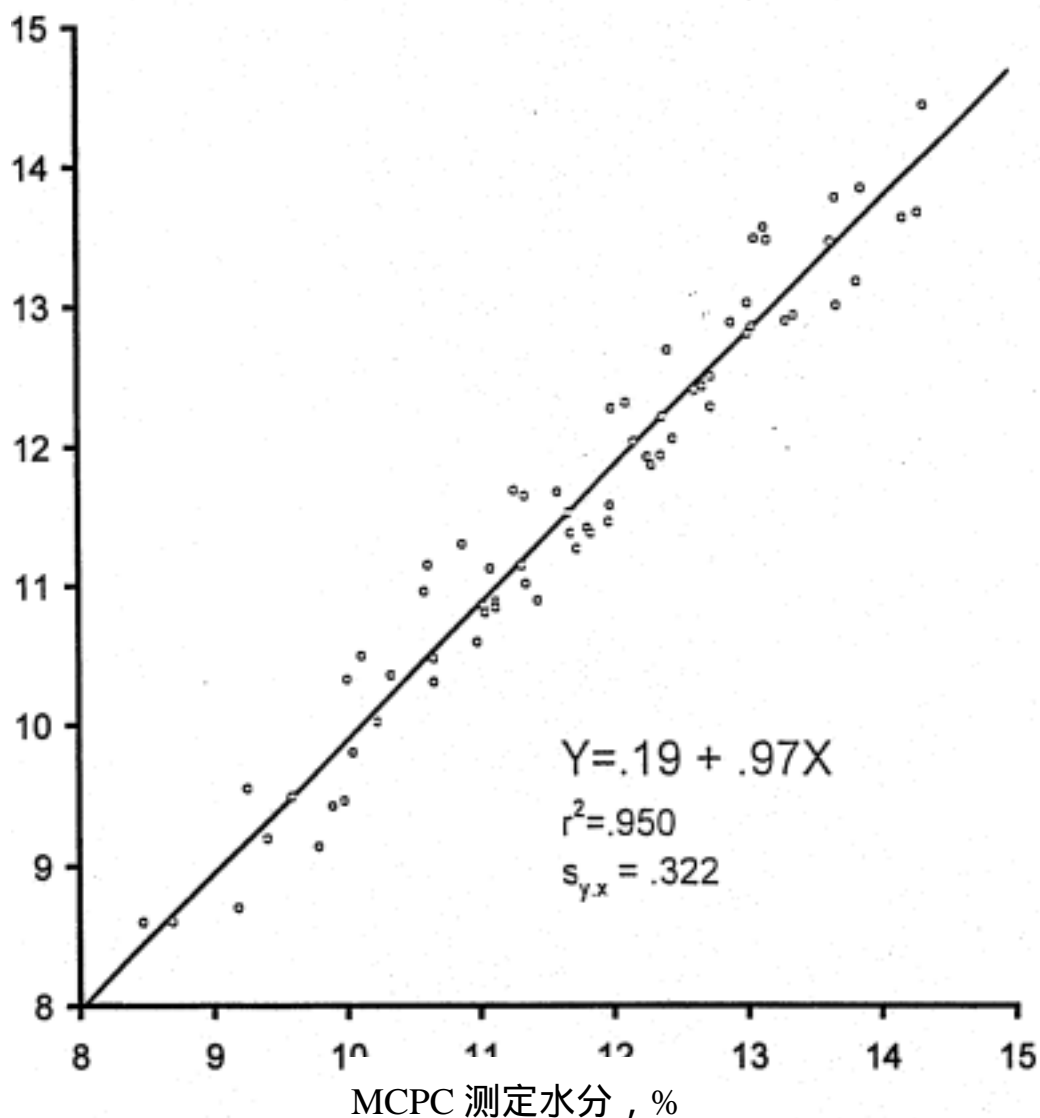


图 2 MCPC 测定水分与标准烘箱测定水分的回归关系

使用 MCPC-RS 时，请认真按规程操作(附录略)，并确认所使用的标准曲线是否正确。MCPC-RS 测定水分是基于电容测定，电容与产品水分高度相关。由于电容读数也受产品温度、饲料化学成分和物理特性的影响，必须对每种饲料或每一类饲料分别建立标准曲线，为了测值准确，每个标准曲线都有一个温度补偿系数。

(刘瑞征 翻译)