

统计过程控制技术在饲料生产中的应用

何满田

饲料是肉、蛋、奶生产中最主要的生产成本，而饲料工业中原料占到总生产成本的 80%以上。饲料行业的竞争特性促使行业内的企业有必要采取策略性的方案来降低成本，包括对一个公司内质量保证程序的经济价值进行分析（Yan 等，2002）。统计过程控制技术能够改进产品质量并降低制造成本，这个策略包括质量策划、分析和控制，它能保证质量管理程序，对资金流动、投资回报和商业利润产生正面影响。

统计过程控制技术（Statistical Process Control, SPC）是将统计的原理与技术应用在生产的所有阶段，目标是最经济地制造某种产品。与 SPC 相关的经济意义包括产品一致性的提高、返工和浪费的减少、生产和工厂运行效率的改善、客户满意度提高以促进消费、成品监督和检验费用的减少以及更少次数的产品召回，等等。经济回报应该会超过运行 SPC 程序的成本，因而获得正面的经济回报。

1 SPC 工具

SPC 工具包括频率分布图、控制图、因果关系图、帕雷托（Pareto）分布图和散点图。

频率分布图对于过程或者产品性状给出了一个图形化的总结（或直观描述）（图 1）。

组中值	组距	组限	样本数	频率
41.90	0.4	41.70-42.09	1	3.1
42.30	0.4	42.10-42.49	1111	12.5
42.70	0.4	42.50-42.89	111111111	28.1
43.10	0.4	42.90-43.29	1111111111	31.2
43.50	0.4	43.30-43.69	1111	12.5
43.90	0.4	43.70-44.09	11	6.2
44.30	0.4	44.10-44.49	11	6.2

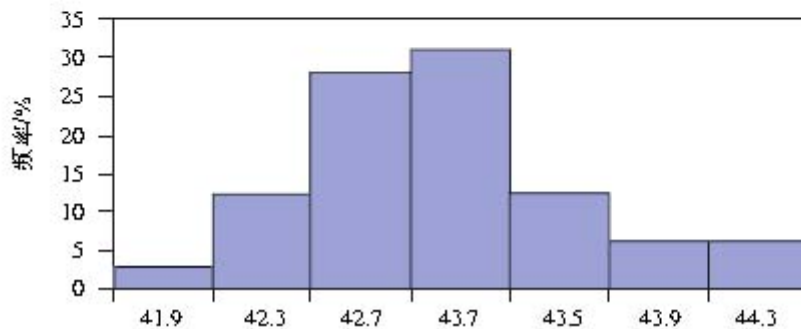


图 1 豆粕中蛋白质含量频率分布图

它有助于回答以下 4 个重要问题：

- (1) 过程或者产品是否存在正态分布？
- (2) 过程的中心点集中在哪里？
- (3) 过程是否符合工程制造或产品指标？
- (4) 经济损失与产品指标不合格有何关系？

描绘一个频率分布图包括以下几个步骤：

- (1) 收集过程当中代表性的样本/测定结果。
- (2) 找出数据库当中的最大值和最小值。
- (3) 计算极差。
- (4) 计算组距（当样本少于 50 个时，除数为 7；当多于 50 个时除数为 10）。
- (5) 给出组限和中点（组中值）。
- (6) 列出每个组限范围内发生的频率。
- (7) 描绘频率分布图。

控制图有助于回答“变异何时发生”（图 2）。控制图在许多行业内流行，原因有：

- (1) 控制图已经证实可以改善生产效率。
- (2) 控制图可以有效地预防缺陷。
- (3) 控制图可以控制不必要的过程调整。
- (4) 控制图能给出反映过程能力的信息。

描绘一个控制图包括以下步骤：

- (1) 收集过程中代表性样品或者测定结果的信息。
- (2) 计算平均数和极差。
- (3) 计算控制界限。
- (4) 在控制图上描点。

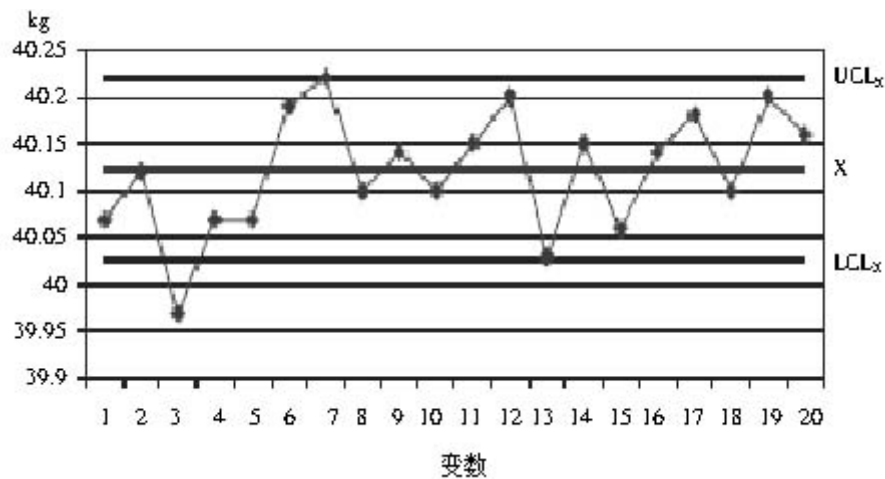


图 2 平均袋重控制曲线

频率分布图和控制图应用的是中心极限定理中的统计原理。这个定理认为变异在群体中自然存在，群体中大量的样品簇拥在中心点附近。平均数每侧各 3 个标准差解释了群体中 99.7% 的变异（图 3）。

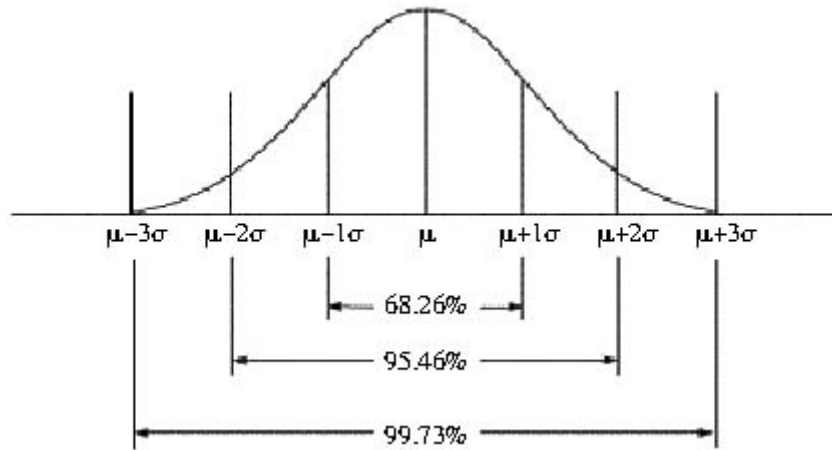


图 3 钟形曲线的平均数(μ)和标准差(σ)

因果关系图（也称作鱼骨刺图）用于鉴别一个过程内变异的由来。为有助于问题的解决，这一工具把变异的原因归入到人、机、料、法、环 5 个方面。下面举例应用因果关系图以寻找饲料产成品中蛋白质含量变异的来源（图 4）。蛋白质含量变异的原因有很多种，其中包括豆粕的蛋白质含量（原料因素）和饲料厂库存管理方法（归入方法因素）。

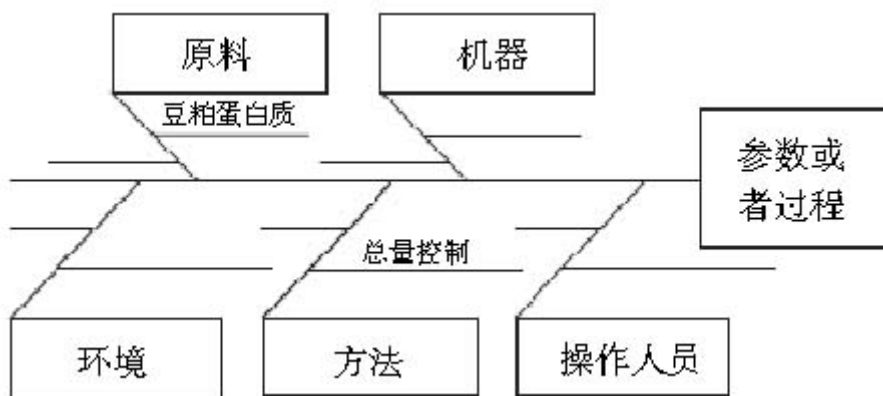


图 4 因果关系图

帕雷托 (PARETO) 图利用频数分布图的格式来帮助找出首要问题。下面的例子当中对客户的抱怨按重要性进行了归类。

首先：把抱怨分类（细粉、夹杂物、低脂肪、虫害和颜色）。

第 2 步：把每个抱怨添加到各个类别当中

第 3 步：计算累积的抱怨数

第 4 步：计算累积的百分数

图 5 指出可通过纠正细粉和夹杂物方面的问题，使得客户抱怨中的 75% 得到解决。

缺陷	抱怨数	累积的抱怨数	累积百分率/%
细粉	10	10	42
夹杂物	8	18	75
低脂肪	4	22	92
虫害	1	23	96
颜色不正常	1	24	100

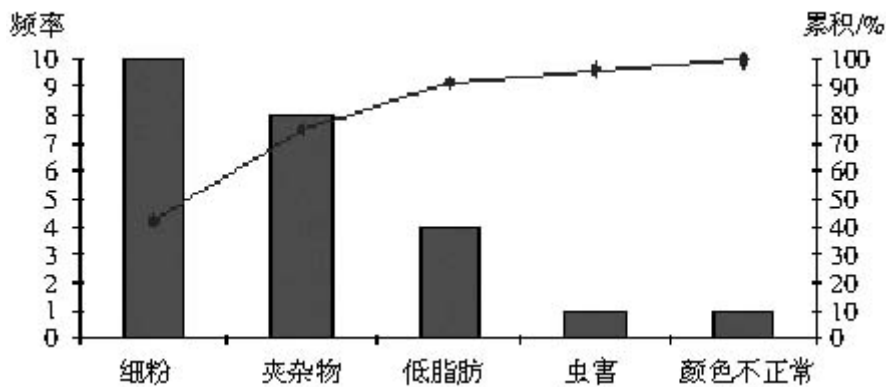


图 5 某公司客户抱怨的帕雷托分析图

散点图使应用者直观地看到反映变化的结果（因变量）和解释性变量（自变量）之间的关系。水活度（解释性变量）和开始发霉的天数（反应变量）之间的关系在图 6 中反映出来。当描绘散点图时，解释性变量放在水平轴（X 轴）。相关系数用 R^2 来表示，它指出有多大比例的发霉天数变异可以由水活度来解释。

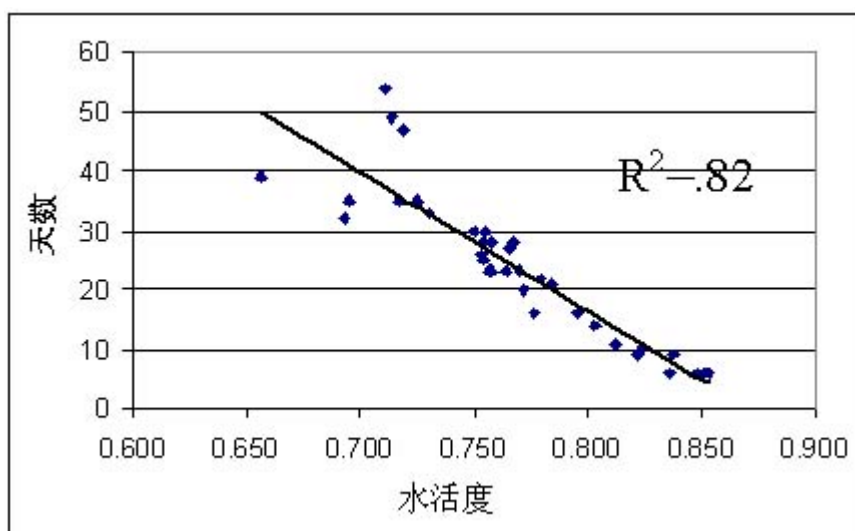


图 6 颗粒水活度和开始发霉时间的关系

2 SPC 和持续改进

持续改进是这样一种理念：即通过持续的评估和员工参与，找到完成工作的更好方法，设立并获得达到更高标准的途径，等等，以期获得逐步的不间断的改进。SPC 帮助生产者客观地测量改进的程度并通过方便易懂的图表方法将信息反馈给员工。SPC 使人们能够对生产过程进行实时评估，而其工具需要员工的参与。

本文给出了 SPC 应用的一些实例，包括描述豆粕蛋白质含量变化的频数分布图；包装袋重量变异的控制图，找出蛋白质含量变异来源的因果关系图，进行客户抱怨分类的帕雷托图和描述水活度与开始发霉天数之间统计关系特征的散点图等。（姜建阳 译 程宗佳 校）

（参考文献略，可向作者函索。电话：(010)65051830；传真：(010)65052201；电子邮箱：jackcheng@asachina.org)