

# 数理统计在产品质量管理中的应用

易志伟

(珠海出入境检验检疫局, 广东 珠海 51900)

**摘要:** 数理统计是数学的一个分支, 属于应用数学的范畴, 主要是根据对实验数据或客观现象的研究, 来推断事物发展的客观规律。本文主要通过运用数理统计中的假设检验方法在产品质量管理中的一个应用实例来予以说明, 对产品数据处理、生产现场的管理趋势、产品质量的变化规律等一系列质量管理活动提供了科学的研究方法, 是改善企业质量管理状况、提升产品质量管理的实用工具。

**关键字:** 数理统计; 工业生产; 质量管理; 应用

**Keywords:** Mathematical statistics; Industrial production; Quality management; Application

## 1. 概述

随着现代工业的不断发展, 生活水平的不断提高, 人们对产品质量的要求也越来越高, 对产品质量安全的关注也越来越明显。从理想状态来说, 要想对一个产品的质量状况都了解得非常清楚, 初看起来, 最直接有效的办法就是把所有的产品从头到尾全部检查一遍, 但是实际上, 这样的做法往往是不现实的。比如, 我们要研究加热锅里面的电热管的使用寿命, 由于寿命测试是破坏性的, 一旦我们得到实验的结果, 也就意味着相应的产品已经失去了使用的功效。又比如, 对于啤酒瓶这类产品, 我们需要检查它的外观是否合格时, 简单的目测就可以了, 也不会对产品造成破坏, 然而, 由于啤酒瓶的数量成千上万, 如果逐一检查就需要耗费大量的人类和物力, 大大提高生产成本。

这样一来, 纯物理的质量管理方式已经不能满足实际需要, 需要我们利用数理统计的相关知识来辅助计算。数理统计是一门自然学科, 是具有广泛应用的一个数学分支, 它以概率论为理论基础, 工具实验或观察得到的数据, 来研究随机现象, 对研究对象的客观规律做出合理的估计和判断。数理统计的基本思想是用样本估计总体, 它主要研究两个问题: 一是如何从总体中抽取样本最合理; 二是如何通过对抽取的样本进行计算和分析, 从而对总体的相应情况做出推断。为了使大家对数理统计知识在产品质量中的应用有更加直观的了解, 接下来我们将通过一个实例来予以辅助说明。

## 2. 应用实例

某食品工厂车间用一台包装机包装调料包, 包得的瓶装调料包重量是一个随机变量, 它服从正态分布。当机器正常时, 其均值为 0.5 公斤, 标准差为 0.01 公斤。该工厂实施 24 小时三班工作制, 每班次上班时, 为检验包装机是否正常, 都需要随机地抽取它所包的调料包称重测量。某日, 早班员工随机抽取调料包 9 瓶, 称得的重量如表 1 所示。

表 1

随机抽样情况表									
编号 (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
样重 X(公斤)	0.497	0.506	0.505	0.512	0.498	0.511	0.510	0.510	0.514

那么, 如何根据所得的称重结果, 来判断包装机是否正常, 就需要使用数理统计中的相关知识。

数量分析过程：以  $\mu$ ,  $\sigma$  分别表示这一班次所有瓶装调料包的总体  $X$  的均值和标准差。

由于长期生产实践表明标准差比较稳定，我们可以设  $\sigma=0.015$ ，于是， $X \sim N(\mu, 0.015^2)$ ，这里  $\mu$  未知，包装机是否正常的本质就转变为根据样本值来判断  $\mu=0.5$  还是  $\mu \neq 0.5$ ，为此，我们可以提出假设：

$$H_0: \mu = 0.5, \quad \text{和} \quad H_1: \mu \neq 0.5$$

这是两个对立的假设，然后我们给出一个合理的法则，根据这一法则，利用已知样本作出判断是接受假设  $H_0$ （即拒绝假设  $H_1$ ），还是接受假设  $H_1$ （即拒绝假设  $H_0$ ）。如果作出的判断是接受  $H_0$ ，则认为  $\mu = 0.5$ ，即认为及其工作是正常的，否则，认为是不正常的。

由于要检验的假设涉及总体均值  $\mu$ ，所以，首先想到是否可以借助样本均值  $\bar{X}$  这一统计量来进行判断，我们知道  $\bar{X}$  是  $\mu$  的无偏估计， $\bar{X}$  的观察值的大小，在一定程度上，反映了  $\mu$  的大小。因此，如果  $H_0$  为真，则观察值  $\bar{X}$  与  $\mu_0$  的偏差  $|\bar{X} - \mu_0|$  一般不应太大，若  $|\bar{X} - \mu_0|$  过分大，我们就有理由怀疑  $H_0$  的正确性而拒绝  $H_0$ ，并考虑到当  $H_0$  为真时

$$\frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}} \sim N(0, 1). \quad \text{而衡量 } |\bar{X} - \mu_0| \text{ 的大小可归纳为衡量 } \left| \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}} \right| \text{ 的大小. 基于以上的想法,}$$

我们可以适当选定一正数  $k$ ，使当观察值  $\bar{X}$  满足  $\left| \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}} \right| \geq k$  时就拒绝  $H_0$ ，反之，若观察值  $\bar{X}$

满足  $\left| \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}} \right| < k$ ，就接受  $H_0$ 。

然而，由于作出判断的依据是一个样本，当实际上  $H_0$  为真时，仍有可能作出拒绝  $H_0$  的判断（这种可能性虽然小但是无法消除），这是一种错误，犯这种错误的概率记为

$$P\{\text{拒绝 } H_0 \mid H_0 \text{ 为真}\} \text{ 或 } P_{\text{拒}}\{\text{拒绝 } H_0\}, \text{ 或 } P_{\text{拒} \times H_0}\{\text{拒绝 } H_0\}$$

记号  $P_{\text{拒}}\{\cdot\}$  表示  $\mu$  取  $\mu_0$  时事件  $\{\cdot\}$  的概率， $P_{\text{拒} \times H_0}\{\cdot\}$  表示  $\mu$  取  $H_0$  规定的值时事件  $\{\cdot\}$

的概率。我们无法排除犯这类错误的可能性，因此自然希望将犯这类错误的概率控制在最低的限度之内，即给出一个较小的数  $\alpha$  ( $0 < \alpha < 1$ )，使犯这类错误的概率不超过  $\alpha$ ，即使得

$$P\{\text{拒绝 } H_0 \mid H_0 \text{ 为真}\} < \alpha$$

引入上式后们就能确定  $k$  了，事实上，因只允许犯这类错误的概率最大为  $\alpha$ ，令

$$\left| \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}} \right| \geq k \Leftrightarrow \alpha$$

由于当  $H_0$  为真时， $\frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}} \sim N(0, 1)$ ，由标准正态分布点的定义得

$$k = Z_{\alpha/2}$$

因而,若观察值满足  $\left| \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \right| \geq k \approx Z_{\alpha/2}$ , 则拒绝  $H_0$ ,

同理,若观察值满足  $\left| \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \right| \leq -k \approx -Z_{\alpha/2}$ , 则拒绝  $H_0$ .

在本例中,我们取  $\alpha=0.05$ , 则有  $k \approx Z_{0.05/2} \approx Z_{0.025} \approx 1.96$ , 又已知  $n=9$ ,  $\sigma=0.01$ , 由样本计算得  $\bar{X}=0.507$ , 即有

$$\left| \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \right| = 2.1 > 1.96$$

于是拒绝  $H_0$ , 从而判断当班包装机是不正常的, 需要启动预防和纠正措施.

### 3. 总结分析

现代社会对产品质量的要求已经促使企业质量管理的观念有了根本的变化, 单纯检验式的质量管理模式已经不符合时代发展的要求. 如何从所生产的大量产品中找到质量变化的规律, 以及如何从这些规律中找到问题发展的趋势, 并根据这些信息作出相应的决策, 预防产品质量问题的发生, 就需要掌握一定的分析处理数据的能力, 数理统计知识正是这一能力的具体体现. 国家质量工程师从业资格考试中也有相当大的内容涉及数理统计知识, 掌握一定水平的数量统计知识已经成为现代企业质量管理人员的一项基本能力.

限于篇幅, 本文只对数理统计方法在产品质量管理中的应用做了初步的讨论, 并只涉及了数理统计中假设检验的部分内容, 数理统计方法还包含着大量的其他理论和方法, 并且随着计算机技术的广泛使用, 数理统计知识将在更加复杂, 更加广阔的领域发挥重要作用. 希望本文能起到抛砖引玉的作用, 使得数理统计理论和方法在工厂产品质量管理方面得到越来越多的应用, 对企业质量管理起到促进作用.

#### 作者信息:

姓名: 易志伟. 性别: 男. 单位: 珠海出入境检验检疫局. 职称: 工程师 (认证认可系列) 出口食品生产企业卫生注册评审员. 单位地址: 珠海市九州大道东 1144 号中国检验检疫大楼 105 室 (邮编 519015). 联系电话: 15916290572