

统计技术于企业质量管理中的相关联解释

安徽铜陵学院 金利娟

一、工商管理中的质量控制与统计技术

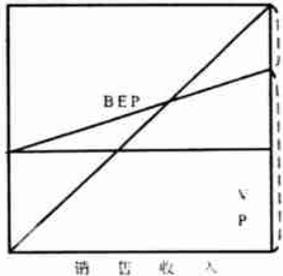
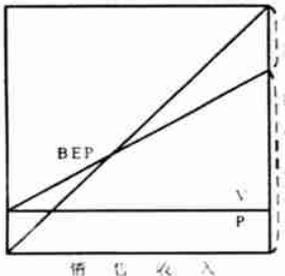
质量是企业收入长期增长的关键,而检控商品质量追踪次品发生率仅在生产流程流转时进行。既使通过检查商品和计量顾客的满意度来控制某家制造商的生产质量或者对顾客的服务质量,也无法消除厂商对力求完美的规划、对生产和服务人员的充分培训以及对设备的预防性维护的需要。质量测量通常需要取样,由于次品可能会给使用者带来昂贵的代价,比如有缺陷的汽车刹车装置,因此所有产品必须得到仔细的检查。但绝大多数的产品和服务并不需要百分之百的取样来保证质量得到恰当的控制。有时测试本身会破坏该产品,比如食品、一次性产品、爆炸品等,百分之百的取样就无法为消费这些产品的顾客们留下任何东西。问题是在于既考虑到劣质品的成本,也考虑质量控制计划成本的情况下,如何能使低质量的商品和服务的总成本降低到最小。

在商品和服务质量处于全球范围的激烈竞争下,这是理论和现实必须考虑的。以下我们以中国模具第一股——安徽省三佳股份有限公司工具生产为例来分析问题。三佳公司在 20 世纪 90 年代末期掌握着产业的控制权,但 90 年代初期它的业务量是流失给同行业其他竞争对手的。其主要原因是:同行竞争者所制造产品的质量已经超过本公司的产品,而且客户们也知道三佳公司有 3% 的链锯和 2% 的机钻在一年的保修期间被退回,且主要竞争对手这两种产品的返修率各占 1%,为解决此问题,工程师们将竞争对手的链锯拆开并进行仔细检查,希望确认公司产品要求返修的主要原因:即中心齿链的装配。竞争对手齿链装配的基本设

轴用百分比表示,左侧则以金额表示的销售收入,右侧为销售成本(变动费用、固定费用)和利润。现举四种类型的损益分界图表示:

1. 低固定费用,低变动费用,属稳定成长型企业。(图 2 所示)固定费用和可变费用低表明经营效益高,属理想经营状态,即便减少部分生产量或销售量也不易出现亏损。

2. 高固定费用,高变动费用,属危险型或倒闭型企业。(图 3 所示)损益界点高,表明产品原材料费用高,售价低廉,属不合算经营状态。销售额降低一点就会赤字。反之,销售额增加一点,却增加不多利润。



3. 低固定费用,高变动费用,属警戒型或慢性赤字型企业。(图 4 所示)损益分界点高,且销售额和总费用线相交成锐角,属经营危险状态。销售增减对利润增减反应不灵敏。在这种情况下,应注意降低可变费用。

4. 高固定费用,低变动费用,属成长型企业。图 4 所示,损益分界点高度随不变费用高度而上升,经营上有不安定因素,但只要生产量一上去,利润就会急速增加。

图 4 低固定费用高变动费用 图 5 高固定费用低变动费用

从上述图示中可看到,当销售成本升高时,损益分界点的位置就上移,反之就下降。损益分界点的位置越高,亏损的危险性就越大。损益分界点的位置越低,企业的经营状况就越好。据国外经验证明,最适宜的位置是 35%,当然,不同行业的不同企业也应有差别。

三

损益分界点是编制利润计划的重要依据,尤其是企业因生产经营需增加设备测算利润更具参考价值,现将其计算方法分别说明如下:

1. 按现有设备实现利润计划的必要销售额。在现有条件下,为在计划期内取得目标利润,需要按照损益分界点的原理,用下面公式,求出实现利润计划所必要的销售收入——必要销售额。必要销售额 = $F + P / 1 - \frac{V}{S}$ (2)

式中的 P 为目标利润。

上面的必要销售额,是利用损益分界点的公式计算的。还有一种较为简便的方法,即利用边际利润率计算所必要的销售额,边际利润率是固定费用和利润对销售额之比,其计算公式:边际利润率 = $\frac{\text{固定费用} + \text{利润}}{\text{销售额}}$

边际利润率是包括利润在内的固定费用率,也是固定费用在销售成本中所占的百分比。这一百分比可简称为固定费用率。

2. 设备增加后的必要销售额。企业增加设备的资金来源,主要是依靠长期信用银行的贷款,损益分界点也是银行审查设备贷款的重要依据。

通过以上的分析比较,可进一步的说明,损益分界点,对于企业成本的控制,利润计划的编制,尤其是企业的经营决策,提供了非常重要的参考依据。

计与公司产品完全相同,这个发现说明问题的主要原因可能在于齿链尺寸(长度、外径、齿高、齿宽等)的偏差过大。为了证实,公司将 10 个竞争对手的齿链样本与 10 个本公司产品的偏差进行比较。资料提供了样本中最大和最小齿链的外径测量数字 1.158 毫米和 1.151 毫米,对于三佳公司来说,极差为 0.007(1.158 - 1.151)毫米,而竞争对手的王牌产品则是 0.006(0.976 - 0.970)毫米,看起来似乎相当接近,但三佳模具公司的齿链从一开始就显得略大些,而且极差没有为此作出调整。更为重要的是,极差是一种有局限的测量,它仅考虑整个分布范围中的两个极值,在本例情况下就忽略了其他 8 个齿链样本中的离差。为使所有 10 个样本都考虑在内。统计上衡量偏差方法还有标准差、方差和偏差系数。标准差常用于质量控制问题;方差为标准差的平方,它更常用于对偏差原因的探究;而偏差系数则按分布的平均值来对偏差进行校准。三佳公司通过对本公司产品和竞争对手产品计算出众数 M_o 、中位数 M_e 、平均数 \bar{X} 和标准差 S 、方差 S^2 、偏差系数 V 等。并从中发现三佳模具公司齿链的直径要比竞争对手的齿链具有重大的偏差性。样本估计得出的标准差要高出 80%,方差超出 3 倍,而样本的偏差系数则超出 53%。因此,竞争对手齿链直径的偏差性与三佳公司有完全相同的概率——即所观察差异可能仅是因为 10 个样本的随机性所导致。

因此若要提高公司产品质量,需要从具有更可靠规格的新零售商那里购买齿链,更新生产线以及重新培训新的生产人员,并建立一个质量控制系统,以便在产品送到消费者手中之前提前找出那些次品,即在整个生产线上建立了各种不同的质量控制检测。其中一项就是对已完工产品的振动测试:生产过程应当生产出以 0.06 毫米摆动,标准差为 0.01 毫米这样运转的数据。由于这项测试要比其他的测试更耗力,而且它仅是若干测试中的一个,要求进行一次生产流程的校准,那就会造成生产延误大约一小时。因此它不会测试每个产品——只需每隔两小时随机抽取 5 个产品样本(按质量控制在对由小样本带来的随机误差的成本与取样成本进行权衡之后而考虑的)。任何振动超过 0.10 毫米的链锯都将被拆开、校准、重新安装和重新测试。若出现任意 5 个超过 0.06 毫米的生产线标准加上两倍标准差的样本就会导致 5% 以下样本被剔除。由于单个产品的标准差为 0.01 毫米,因此就本例 5 个样本而言,超过 0.06 毫米的生产线标准的两倍标准差即给出 $[(0.06) + (0.01)]$ 这样一个可以接受的产品范围,也就是 0.0689 毫米。这个结果可以在质量控制图上展示出来,质量控制图则通过将产品样本的结果定期绘制出来从而对产品的质量进行监控。如果产品生产线从早 8 点运行至晚 6 点,每隔两小时抽取 5 个样本,则三佳模具公司一周的质量控制图如图 1 所示。(略)

在图中,0.0600 毫米的质量标准表示为图表中心的水平线,其上下两条线代表了上下两个方向两倍标准差的偏差。在许多生产过程中,那些超出两倍标准差过界范围的零件将被丢弃,因为零件尺寸大小的一致性通常是最主要的目标。在本例中,注意焦点是其摆动是否超过上限 0.0689 毫米? 一个样本超过该上限的可能性有多大? 由图 1 显示得出:如果每个样本重复抽取 5 个样品,并测量每个样本的平均摆动值,这些平均值基本呈正态分布,分布中超过 0.0689 毫米平均值的约占 2% (如星期五中仅有一个样本点超出 0.0689 毫米这一上限)。因此,我们可以预测,5 个链锯的所有样本中有略超过 2% 的样本会超出 0.0689 的平均摆动值。当生产过程正常运转时,有 2% 的时间它会生产出超出可接受范围数值的样本,但生产过程并非总以标准来运转的,有些错误并不是随机的。针对图 1 中所显示的数据稍加留意就会发现星期五这天生产过程大都超出 0.0600 的标准在运转,这可能是前一天就已开始的预兆,而不会仅是从下午 2 点到 4 点坏运气的意外打击。整个一天有 5 个连续样本都超出标准,这就表明可能另有情况发生。这种模式通常都是由生产线上的工作人员所熟知的因素造成的:比如为完成不断加速的周末生产进度而造成的额外压力,技术人员不在岗、以及已是周末此类心情等等。不管出于何种原因,经过适当的描述性统计数字就能成为找出解决问题的模式,及时采取措施来达到质量管理的目的。

二、解释相关性问题的回归分析

据图 1 所绘制出的数据可揭示三佳公司的随机波动以及一个非随机性的“星期五”效应的预期,但更深入的考察还能说明问题:每天的循环同样也是存在的,中午的产品比一天开始时或结束时生产的产品要好些。当然这仅是观察了一周的数据,只要通过收集几周的数据,就能更加明确地证实每日循环和星期五现象的存在。这些发现能够引导去探寻造成这种模式的原因。因此,可利用图 1 和表 1(略)中提供的数据来测试星期五效应。当估计总摆动值部分是由行为星期五决定的,部分是由现在是否为中午时间(上午 10 点至下午 4 点)决定的,而部分则是由随机因素决定的。则将总摆动值设为变量 Y ,将一周中的星期几设为 X_1 (若为星期五则 $X_1 = 1$,若是其他日则 $X_1 = 0$),将一天中的时间设为 X_2 (若在中午时间则 $X_2 = 1$,若在上午 10 点以内或是在下午 4 点以后则 $X_2 = 0$),得出如下线性方程式: $Y = a + bX_1 + cX_2 +$ (1)

其中 a 、 b 、 c 是准备用数据进行估计的系数,而 Y 代表随机差错,即假定以零为平均值呈正态分布的一个因素。该方程式就是针对摆动与造成摆动的三个假定因素之间关系所建立的模式:即星期五因素(可能会增加摆动值),中午因素(可能会减少摆动值),以及随机因素(影响摆动值的所有其他因素)。需要得到解释或预期的变量 Y 称为因变量,而用作解释或预期因子的变量 X_1 和 X_2 则称为自变量。在本例中,自变量是二元变量(经常称为哑变量),也就是假定只有零或一两种数值的变量。我们使用的是一个线性方程式,因为并无令人信服的理由让人相信其关系是非线性的,而且线性方程式估计要比其他方程式估计好理解。现在,如果把这个方程式想象成是在某个空间中包含 25 个点的一个平面,其点代表一周中所观察到的各个数值。则任何平面都能很好地“适合”你观察到的 x 个数据点;根据统计学中“最小二乘法”原则,我们必须选择具有使每

个观察值到该平面的偏差平方和达到最小系数的那个平面。以三佳公司工具为例来估计这个平面的方程式的 25 个数据点如表 2 所示。(略)

为估计方程式(1)的参数(即关系式的真实系数。以区别于从样本中得出的系数值)。将这些数据点输入能执行回归分析的计算机中得出最小二乘法的线性方程式为:

$$Y = 0.060681 + 0.006067X_1 - 0.00351X_2^2 = 0.461$$

$$(0.003427) \quad (0.001713) \quad (0.001399) \quad (2)$$

将常数 0.060681 加上链锯在星期五生产时的 0.006067 (若在另外某天生产则不要减去 0.006067), 然后再减去链锯在上午 10 点至下午 4 点之间生产时的 0.00351。统计量²为决定系数, 它可以解释为 Y 中的变化有 46.1% 可以由变量 X_1 和 X_2 来解释。括号内低于预计的回归系数的数字是标准估计误差 S_y , 它们需要进行测试以检验这些系数本身是否具有“统计上的显著性”, 也即它们是否与零存在足够大的差别, 从而能证实差别不可能仅仅归之于运气。而确定一个系数是否具有统计上的显著性, 只要将该系数除以其标准误差 S_y 得到统计量 t 即可。其中自由度是观察样本的数目 (n) 减去回归方程式中变量的总数, 在本例实证分析中, 回归方程式中有 25 个观察样本和 3 个变量, 因而就得出自由度为 22。若要确立链锯质量的工作时间效应和工作日效应, 可得到工作日效应的 t 统计量为 3.54 (0.006067/0.001713), 工作时间效应的 t 统计量为 -2.51 (-0.00351/0.001399)。当自由度为 22 时, 分别得出 0.01 和 0.05 的显著水平。这些数字的意义在于: 如果没有工作日效应, 公司仍将在产品摆动值与工作日之间得到同样有力的统计相关性, 而只有 1% 的时间可归于随机因素; 如果没有工作时间效应, 同样也可以用一个产品摆动值与工作时间之间得到相同的统计相关性, 而只有 5% 的时间可归因于随机因素。如果对于该模式是真实的而不是随机的这点尚存怀疑, 并认为继续进行调查的价值要超过成本, 那么公司可以从以后几周中继续收集数据, 且以同样方法分析这些数据, 以便了解是否会有较高的统计显著水平发生。

三、结论与启示

1. 确定有效的质量控制制度。质量控制的基本问题之一是质量控制达到多大数量时才足够? 如前所述, 人们通常建议应当考虑质量控制的成本与质量低劣的成本之后得出合适的数量。实践中, 合适的数量就是额外的质量控制成本超过较高质量所带来的额外收益时的那一点。要把握这一水平, 不仅需要知道质量控制计划的成本 (包括该计划的劳动力成本, 取样时破坏材料的成本, 以及与质量控制改进相关联的停工时间的成本), 而且还需要了解较高质量的收益 (或者是质量低劣的成本) 以及质量控制计划与产品质量之间的关系, 才能有效的确定质量控制制度。

2. 充分考虑非质量控制因素。较高质量的收益应充分体现在以后的收入中。但有些因素肯定也会影响收入, 包括那些可能与质量控制计划相关的因素。因而更难以离析出质量控制计划对收入的作用, 犹如一位新经理可能会同时引入一个质量控制计划和许多其他刺激收入的因素, 但人们易错误地把较高收入归之于质量控制计划, 而不是这位新经理的其他计划。此外, 人们也可能运用一种与质量更直接相关的衡量尺度而非收入来评估一项质量控制计划的获益, 比如顾客投诉率或产品退还率。故较早阶段将那些对质量控制计划成本的变量以及其他可衡量特征的影响因素进行回归分析是必要的。

3. 利用帕累托摆动原理加强管理。由三佳公司模具质量控制方法的范例可以看出该公司是进行齿链直径分布分析, 发现本公司齿链要比竞争对手的具有更大的偏差, 由此拒绝供应商提供新的齿链。随后, 在生产过程结束时增加了一项摆动测试, 即帕累托摆动原理 (见图 2), 找出原因, 因为正是超出规格的齿链造成链锯的摆动, 使产品质量下降, 然后再通过一个摆动过大的链锯样本进行统计数量分析以实施质量技术控制。要求供应商严格控制生产, 加强管理。

4. 实施统计技术分析, 树立全新质量管理理念。显然在当前企业全面生产质量管理中, 为降低成本, 提高质量, 有效实施生产流程全面改进, 树立全新质量管理理念, 充分利用统计分析这一技术学科领域的知识是必不可少的。而统计估计、回归分析、预测决策和运筹学等统计技术已为企业工商管理提供了许多支撑的质量管控模式, 充分利用统计这一量化技术, 时刻把握市场信息, 强化各生产环节的质量品质, 能使企业立于不败之地, 不断攻破成本和质量的矛盾, 提高企业经济效益。

主管单位: 中国科学技术协会

总 编: 董福忠

编辑、出版、发行: 中国技术经济研究会

编辑部地址: 北京学院南路 86 号 530 室

期刊号: ISSN1002-980X
CN11-1444/F

邮政编码: 100081

印 刷: 海城彩印有限公司

电 话: (010) 62174221 62103364

出版日期: 2005 年 1 月 25 日 (总第二 五期) 每册定价: 6.00 元