

概率统计在劳动定额制定中的应用

王 慧 芳

(经济管理系)

摘 要

劳动定额工作作为企业管理的一项重要基础内容,需要随着经济建设的发展不断加以改进。其中采用劳动定额制定的新方法,提高定额科学水平,就是一个十分重要的方面。基于这一点,在劳动定额制定中应用概率统计原理应引起充分重视,而应用概率统计原理的理论根据是什么?本文作了较详尽的说明。

关键词: 概率; 正态分布; 劳动定额; 概率估工法

在经济建设发展对企业生产经营管理水平不断提出新要求的客观形势下,劳动定额工作获得了较大的发展。但当前却仍然存在着不容忽视的问题,最为突出的是有相当多的企业,主观上想提高定额工作水平,但对制定定额的一些新技术理论和方法缺乏了解和掌握,因而,不能突破依靠传统方法制定定额的守旧局面,从而造成定额质量难以提高,作用难以充分发挥,严重影响企业提高效率。针对这种情况,特将应用概率统计理论提高定额制定工作水平的问题提出来加以研究和探讨,以期进一步推动定额工作的发展。

1 应用概率统计制定劳动定额的必要性与可行性

劳动定额工作是劳动管理的重要内容,是企业进行科学管理的一项重要基础工作。在劳动定额工作中,定额的制定占有十分重要的地位,定额制定方法是否科学合理,直接关系到定额的质量和定额管理工作的成效。当前值得注意的几个问题是,首先,在劳动定额管理理论日渐发展丰富的情况下,探索采用新技术理论方法制定定额时,必须充分关注新技术方法的基本特点,即各种技术方法特定的原理与适用范围。只有根据生产特点选用某种适宜的方法,才能取得实效。例如,“预定动作时间标准(PTS法)”是一种先进的制定定额技术、采用该法制定作业的工时定额,只需对待定作业的组成,按照一定原理与方法进行动作要素的分解,列出顺序进行的动作分析式,然后依照预定时间标准规定的 时间值,通过查表或简单计算就能得到该作业的工时定额。但这种方法的适用范围有一定的局限性,它比较适用于电子、机械等行业中精细手动操作的工序和工种,而在运输、采掘等生产部门中很

本文于1992年2月22日收到

多“粗放型”的劳动作业和工种则不太适用。其次,在我国多数企业仍然沿用传统“老四样”制定定额的情况下,要对传统方法加强科学分析,扬其长处,弃其弊端。如传统的经验估工法,不需要进行复杂的计算,简便易行,工作量小,制定定额的速度快,时间短,能保证及时制定定额的需要,适用于多品种,单件小批量生产以及新产品试制等短期性生产任务。随着改革开放、经济搞活的深化,市场订货产品发展很快,产品更新换代周期明显缩短,这类生产任务在社会生产中的比重越来越大,因此,许多企业至今仍惯用这种方法。但是,采用传统经验估工法却有着明显的弊病,这就是,由于受估工人员水平和经验的局限,主观因素大,容易产生片面性和偶然性,制定的定额技术根据不足,定额水平缺乏科学性。因而有必要在对传统经验估工法进行“扬弃”的基础上,采用概率方法加以改进提高。第三,需要注意的是,劳动定额本身的特性问题。劳动定额具有预先规定性的要求,即劳动定额必须在产品投产之前进行规定,才能发挥其组织生产,搞活分配,提高效率,挖掘潜力的积极作用。然而,在制定劳动定额的工作过程中,所涉及的各种因素却并不都是完全可以预先确定的,这也就需要用概率统计的理论与方法进行科学的估计和预测。

综上所述,经验估工法虽被广泛采用,但其准确可靠性较差。“PTS法”虽准确度较高,但一般适用于精细手动操作的作业。概率方法的明显优点则是不仅适用范围广,准确度较高,而且可以事先预测出定额完成程度。因此,在劳动定额制定方法上进行转轨:将概率统计理论应用于劳动定额制定,采用概率方法解决制定估工定额,统计分析定额以及评估定额水平等关键性的技术问题就显示出了它的客观必要性。

概率统计全称为概率论与数理统计,是专门研究和揭示随机现象统计规律性的一门数学学科。严格地说,概率论属于“纯粹数学”的范畴,它是在随机现象的一般数学模型的基础上研究随机事件、随机变量和概率等的基本规律;而以概率论为理论基础的数理统计则是针对实际处理随机现象的任务提出数学模型,并研究其规律,提出解决问题的方法,属于“应用数学”的分支。由于两者关系密切,因此,常把他们结合起来论述与应用。

为什么在劳动定额制定中能够运用概率统计这一理论与方法呢?关于概率统计在定额制定中应用的可行性,可以通过定额管理中的实际问题加以说明。

实例:在生产过程中进行抽样调查,测得同工种的20名(最好抽50名以上)工人完成某产品的工时消耗数据(分钟)如下:

25 21 23 25 27 29 25 28 30 29
26 24 25 27 26 22 24 25 26 28

列出工时消耗样本数据的频率分布表和频率分布直方图,如表1、图1所示。

表 1

分 组 (分钟)	频 数	频 率	累 计 频 率
20.5~22.5	2	0.10	0.10
22.5~24.5	3	0.15	0.25
24.5~26.5	8	0.40	0.65
26.5~28.5	4	0.20	0.85
28.5~30.5	3	0.15	1.00
合 计	20	1.00	/

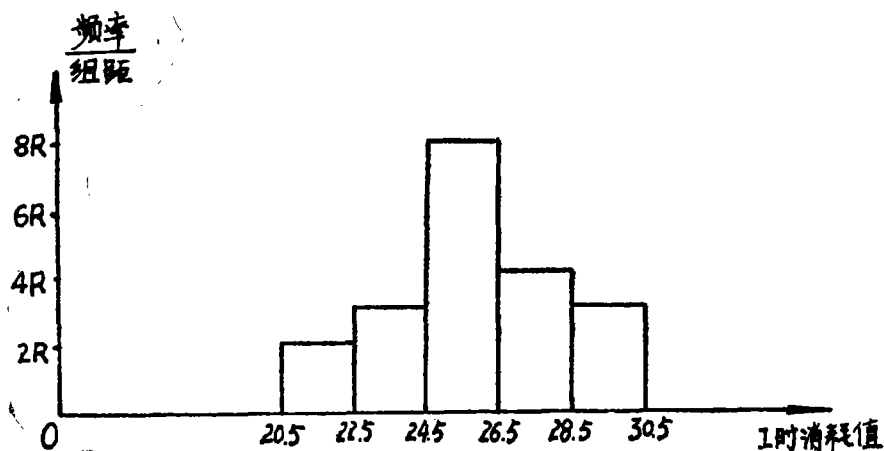


图 1

对于上述实例的情况, 经过长期的观察分析, 可以发现:

第一、工人完成产品工时消耗的情况, 属于非确定性现象, 具有随机性质, 其统计值的所有可能取值, 从理论上说, 是充满一个区间而不能一一列举出来, 因而是一个连续型的随机变量。

第二、工人完成产品工时消耗的情况, 受到许许多多随机因素的影响, 而这些众多的且影响都非常小的随机因素的总和呈现出来的规律性, 致使工时消耗值的频率分布呈现出居中值出现次数多, 两端值出现次数逐渐减少的正态分布特性。

第三、工时消耗值的频率直方图, 随着抽样数据的不断增多, 组距不断缩小, 分组越来越细时, 其对称性将越来越明显, 且每个小矩形“上边”的中点的连接折线就逐渐稳定为一条光滑的频率分布曲线。该曲线可以近似地代表连续型随机变量中的一种概率分布, 曲线下的面积则反映随机变量落在某个区间内的概率。

类似上例的问题, 诸如工人生产产品的产量情况、在工作地的作业状况、机器设备的运转状态等等, 都是一种随机现象, 它们的随机变量的概率分布规律均可通过概率论的基本原理加以掌握, 而数理统计又为处理分析和解决上述随机现象的数量特征提供了一套科学方法。正是由于定额管理中随机现象的广泛存在, 各种不同随机现象所提出的具体问题, 促使概率统计在定额制定方面的应用成为可能。

2 应用概率统计制定劳动定额的基本原理与方法

运用概率统计理论制定劳动定额目前有几种方法, 这些方法(本文统称概率方法)具体做法有所不同, 但它们有着同一的数学原理。概率方法的基本原理与步骤是: 根据生产实践中工人完成产品的实耗工时值或实际产品量的频率分布具有正态分布的规律, 利用“概率”原理采用一定的方法, 首先估算出完成某种产品的工时消耗或产量的概率分布, 然后依据此概

率分布，由预先提出的达超定额面的要求，制定相应的劳动定额。

从上述原理中可以看到，在概率方法中，正态分布是制定定额进行科学估计和预测不可缺少的工具，运用概率统计理论制定定额首先要掌握这一重要概念。正态分布为连续型随机变量最基本的概率分布，也是概率统计中最重要，应用最广泛的一种概率分布。用通俗的语言表达，它是以平均数为中心的对称的频率分布，越接近平均数的变量，出现的频数越多，越远离平均数的变量，出现的频数越少，在坐标图上呈现出中间高，两边低，左右对称的古钟型曲线。若随机变量 x 服从正态分布，则其频率分布的一般形状如图2所示。

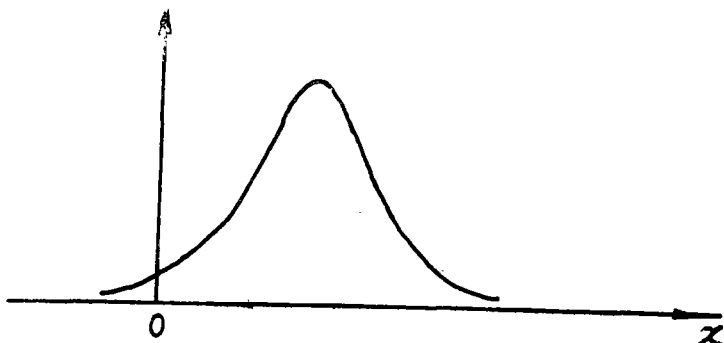


图 2

图2中曲线称正态分布曲线，其数学表达式为：

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

式中， $f(x)$ 称正态密度函数， x 是随机变量的取值，它可以取数轴上的任何点， $\bar{x}$ 和 σ 分别是 x 的平均值和标准差，它们是唯一决定正态分布的两个参数。通常用记号 $N(\bar{x}, \sigma)$ 表示参数为 $\bar{x}$ 、 σ 的正态分布。当 $\bar{x} = 0$ ， $\sigma = 1$ 时，记作 $N(0, 1)$ ，这种正态分布叫做标准正态分布。图形为图3所示。

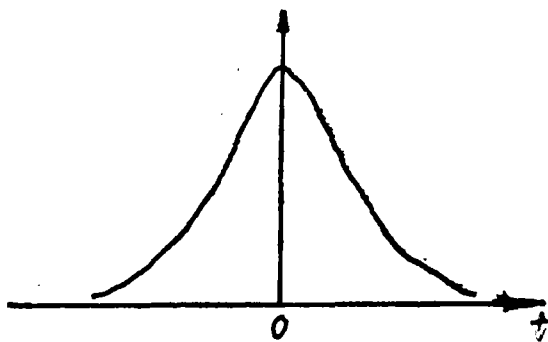


图 3

正态分布曲线有一个重要的特性,那就是它和 x 轴所围成的面积等于1。这表明随机变量 x 取值在正负无限大的区间内的概率之和为1。(从前面列举的频率直方图中也可看出,各组频率之和等于1。)

因此,欲求随机变量 x 在 (a, b) 区间上取值的概率,只须求出密度函数 $f(x)$ 在 (a, b) 区间的积分值,它正好是 (a, b) 上曲边梯形的面积。

考虑到利用密度函数的积分式对各类不同的正态分布求某一区间的概率要进行复杂的计算,且所有正态分布 $N(\bar{x}, \sigma)$ 都能变换成标准正态分布 $N(0, 1)$,又可预先对标准正态分布函数的数值编制成表(简称标准正态分布表),通过这样变换简化以后,就为实际计算概率提供了极大的方便。正态分布标准化的变换公式为:

$$t = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

式中 t 称作服从标准正态分布的随机变量,简称标准变量,其数学含义是当 $\bar{x} = 0, \sigma = 1$ 时的 x 。标准变量的分布函数式为:

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

例如,求随机变量 x 取值在 (a, b) 区间上的概率,只要对标准变量 t 给一区间 (t_1, t_2) ,并令 $t = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$,则 t 取值在 (t_1, t_2) 区间上的概率就是 x 取值在区间 (a, b) 上的概率。即

当 $t_1 = \frac{a - \bar{x}}{\sigma}, t_2 = \frac{b - \bar{x}}{\sigma}$ 时,图4a和图4b中阴影面积(概率)相等,此概率直接查标准正态分布表即可得到。

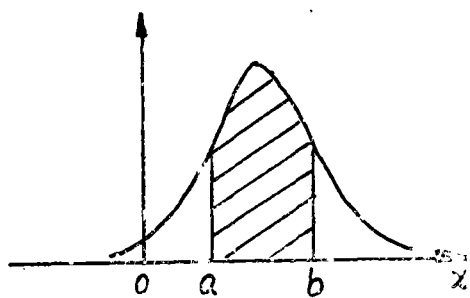


图4a一般正态分布

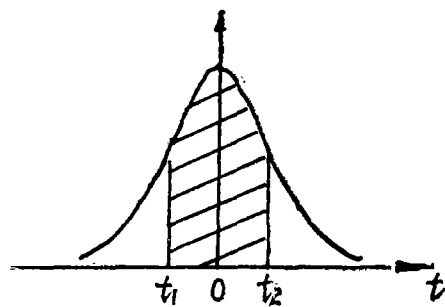


图4b标准正态分布

概率方法的基本思路就是把生产某种产品可能出现的工时消耗 T 看作。是连续型随机变量,它服从按一定方法计算的 $\bar{T}$ 和 σ 所决定的正态分布,即 $T \sim N(\bar{T}, \sigma)$ 。

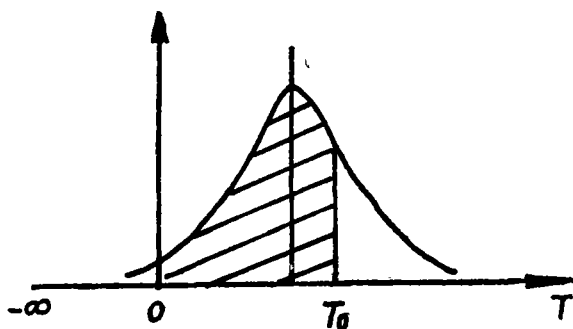


图 5

由于对达超工时定额来说, 工时消耗越少越好, 因此, 对 T 的下界不加限制。如果工时定额为 T_0 , 则单位产品工时消耗小于或等于工时定额 T_0 都属于达超定额。故图 5 中划有斜线的一块面积即表示达超工时定额 T_0 的概率。

概率方法制定定额, 不论是概率估工定额法, 概率统计定额法, 还是其它种种, 制定定额时均根据正态分布的上述特性, 由事先确定的概率 (达超定额的百分数) 估算随机变量的取值 (下达的定额值)。各种方法的区别仅仅在于估算工人完成某产品可能出现的工时消耗的正态分布参数 $\bar{T}$ 和 σ 有着不同的依据和方法。本文仅说明简便易行的概率估工定额法作为对概率统计具体应用的简要介绍。

概率估工定额法, 又称非肯定型时间计算法或三点估计法。此法首先由定额制定小组根据有关的技术文件资料和对生产条件的分析, 参照本企业以往生产中或兄弟企业生产过的具有可比性产品的统计资料, 对所要制定定额的产品 (另件或作业) 的工时消耗作出三种估计, 即估计出完成产品的先进工时 a , 保守工时 b 和比较有把握的工时 m (估计三种可能工时要比传统经验估工法作为一种肯定工时的估计更切实际具有科学性)。其次根据估计的三个工时计算完成该产品的正态分布参数 $\bar{T}$ 和 σ 。

平均数 $\bar{T}$ 的计算:

由于工人生产产品的工时消耗遵循正态分布, 有把握工时 m 出现的可能性大于先进工时 a 和保守工时 b , 可以认为 m 出现的频数两倍于 a , b , 则 a 、 m 的加权平均数为 $T_1 = \frac{a+2m}{3}$,

b 、 m 的加权平均数为 $T_2 = \frac{b+2m}{3}$ 。同时可令 T_1 、 T_2 各以 $\frac{1}{2}$ 的可能性出现来表示工时消耗的正态分布, 则 T_1 、 T_2 的平均值即为生产该产品可能出现的工时消耗的平均值, 故

$$\bar{T} = \frac{1}{2} (T_1 + T_2) = \frac{1}{2} \left(\frac{a+2m}{3} + \frac{b+2m}{3} \right) = \frac{a+4m+b}{6}$$

由此看出, 概率估工定额法是把工时消耗的次数分布视为一个先进工时 a 和保守工时 b 各出现 1 次, 有把握工时 m 出现 4 次的正态分布。

标准差 σ 的计算:

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n}} \\
 &= \sqrt{\frac{(\frac{a+2m}{3} - \frac{a+4m+b}{6})^2 + (\frac{b+2m}{3} - \frac{a+4m+b}{6})^2}{2}} \\
 &= \sqrt{\frac{(\frac{2a+4m-a-4m-b}{6})^2 + (\frac{2b+4m-a-4m-b}{6})^2}{2}} \\
 &= \sqrt{\frac{(\frac{a-b}{6})^2 + (\frac{b-a}{6})^2}{2}} = \sqrt{(\frac{b-a}{6})^2} = \frac{|b-a|}{6}
 \end{aligned}$$

完成该产品可能出现的工时消耗的正态分布确定后,即可利用正态分布标准化公式和标准正态分布函数表,根据事先要求的达超定额面,求取相应的估工定额值。

示例说明:

某小批量产品生产,经定额制定小组分析估测,先进工时为5小时,有把握工时为8小时,保守工时为11小时,若期望有90%工人能达超定额,问下达的工时定额应是多少?

解: (一) 求平均值

$$\bar{T} = \frac{a+4m+b}{6} = \frac{5+4 \times 8+11}{6} = 8 \text{ (小时)}$$

(二) 求标准差

$$\sigma = \frac{|b-a|}{6} = \frac{11-5}{6} = 1 \text{ (小时)}$$

(三) 求90%工人能完成的工时定额 T_0 , 90%工人完成定额即 $\phi(T_0) = 90\%$

$$\because \phi(t_0) = \phi(T_0) = 0.9$$

查标准正态分布表, 得 $t_0 = 1.28$

$$\text{又 } t_0 = \frac{T_0 - \bar{T}}{\sigma}$$

$$\therefore T_0 = \bar{T} + t_0 \sigma = 8 + 1 \times 1.28 = 9.28 \text{ (小时)}$$

即该产品实行单件工时定额为9.28小时, 则有90%工人可望达超定额。

参 考 文 献

[1] 田耀吾. 概率统计基础. 北京: 电子工业出版社, 1984

The Application of Probability Statistics in Drawing Up the Work Quota

Wang Huifang

Abstract

Since work quota is an important basis in business management, with the development of economy, it must be improved accordingly. It is very important to draw up a new work quota scientifically. As one of the effective methods to solve the problem, the point to which the author wishes to call readers attention is to apply the theory of probability statistics in drawing up the new work quota. The paper explains in detail the theoretical basis on which the theory of probability statistics should be applied.

Key words: probability, normal distribution,
work quota, probability of estimated work norm

声 明

杨列亮发表于本刊第一期的文章《计算机数据安全存储系统的实现》，由于他导师已将该论文发表于《北方文通大学学报》。特声明将本刊第一期该文章取消。

杨列亮

1992年4月13日