

[美] G·小史密斯 著

劳动量测定

机械工业出版社

劳 动 量 测 定

〔美〕 G. 小史密斯 著

郭光炽 华喜录 贾海甫 郭州 李彧 译

高汶栋 校



机 械 工 业 出 版 社

本书系统地介绍了进行劳动量测定（制定工时定额）的方法，还介绍了这些测定方法之间的有机联系以及如何针对实际情况选择使用。对安排作业计划、计算设备负荷、合理安排人力、成本核算、工资和奖金等提供合理的工时定额。本书可供管理人员和工艺人员参考，也可作为大学有关专业的教学参考书。

WORK MEASUREMENT

George L. Smith, Jr.

Grid Publishing, Inc., Columbus, Ohio 1978

* * *

劳 动 量 测 定

〔美〕 G. 小史密斯 著

郭光炽 华喜录 贾海甫 郭州 李斌 译

高汶栋 校

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可登记证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $5 \frac{1}{2}$ · 字数 119 千字

1984 年 10 月北京第一版·1984 年 10 月北京第一次印刷

印数 00,001—13,600 · 定价 0.71 元

*

统一书号：15033·5625

序

本书力求理论与实践紧密结合。这样做是必要的，因为我不能想象没有实际例子怎么能讲授或学习理论；另一方面，实行劳动量测定的专业人员如不掌握正确的理论基础，那么得出的结果会比不测定而全凭经验的误差还要大。

希望读者抱着解决实际问题的态度来学习本书，并且牢固地掌握书中介绍的那些专门测定技术。阅读本书时读者一定要经常思考这样一个问题：“怎样做才能最佳地测定人-机系统的效能？”如果读者一直带着这个问题进行学习，那将对充分理解本书的内容有极大帮助。

为了避免人们误解我的意图，本书只讨论劳动量的测定，而把工艺设计的一些工程理论问题排除在外。虽然在进行劳动量测定之前要搞工艺设计，然而许多管理人员和工程师们常常纠缠在劳动量测定问题上，只有少数人直接从事工艺设计。因此，我认为比起工程理论来说，更有必要广泛普及劳动量测定方面的知识。

我对劳动量测定问题产生兴趣起始于李海大学理查森（W.J. Richardson）教授的启发。劳动量测定是一项说说容易做起来难的工作。理查森教授在劳动量测定方面有着丰富的经验，他慷慨而完整地介绍了这项工作，他的介绍和建议大大丰富了本书的内容。

莱奥斯基（P.N. Lehoczky）博士在世时曾给予我亲切的教诲，扩大了我对劳动量测定研究中的一个重要方面，并

IV

且还提议我为公证人。

多年的学习与探索以及同各种劳动组织的共同研究，加强了对劳动量测定的认识。这里尤其应该指出的几个劳动组织是：肉类加工工作者协会、玻璃瓶制作工人协会、陶器业国际协会和俄亥俄州立大学职业教育和研究机构。

梅那德训练中心 (the Maynard Training Center) 的约瑟夫·帕尼科 (Joseph Panico) 博士对本书第六章的写作给以极大的帮助。此外，俄亥俄州立大学的一些学生在两个学期中为完成本书的底稿作出了努力，特别是保尔·凯姆伯茨 (Paul Kalmbach) 同我一起详细地校对了每一章。

最后，我还要高度评价卡罗尔·麦克唐纳 (Carol McDonald) 的工作，他不仅打印、校对和复制底稿，还设法补充原稿中我已遗漏的内容及消除原稿中前后矛盾的说法。

目 录

序

第一章 测量工作	1
第一节 系统的性质	2
第二节 测量	5
第三节 测量中的误差	11
第四节 几个共性的问题	13
复习题	18
参考文献	19
第二章 工作抽样测定法	20
第一节 工作抽样的步骤	20
第二节 产生误差的原因	34
第三节 计算	36
复习题	41
第三章 多元回归测定法	43
第一节 多元回归分析的步骤	43
第二节 产生误差的原因	54
第三节 计算	57
复习题	62
参考文献	63
第四章 工时分析测定法	64
第一节 工时分析的步骤	64
第二节 期望的操作成绩	77
第三节 产生误差的原因	79
第四节 计算	86
复习题	92

VI

第五章 标准时间数据系统	94
第一节 编制标准时间数据的步骤	95
第二节 产生误差的原因	107
第三节 计算	110
复习题	116
参考文献	117
第六章 预定动作时间系统	118
第一节 研究预定动作时间的步骤	118
第二节 产生误差的原因	132
第三节 计算	135
复习题	138
参考文献	139
第七章 劳动量测定系统	140
复习题	151
附录 A 工作抽样理论	152
附录 B 相关	154
附录 C 回归方程	155
附录 D MTM表	156
英汉名词对照表	166

第一章 测量工作

我们的时代是一个系统的时代。从历史的角度看，可以认为人类进步到今天这个时代的标志是产生和发展了自然界的系统观。“系统”本身并非新的概念，这是因为人们早已认识到，宇宙中发生的一些现象不仅是有关成分（或元素）各自本身活动的结果，更重要的是这些成分（元素）之间相互作用的结果。新的概念是，“系统之间也存在着相互作用”。人类于40年代中期才正式对系统的一般理论产生兴趣，但是由于系统观的迅速发展，现在已有了全球性的影响。

本书涉及到两种系统：工作系统和测量系统。

工作系统是由从事商品生产及维修或辅助工作的人与机器的全部活动所组成的。

测量系统稍微有些抽象。这一系统是由对事物的某些特性进行定性分析、分类和定量分析的人与仪器的全部活动所组成的。

关于这两种系统还可以做更多的论述，但是本书要论述的主要是这两种系统的综合，即应用某些测量系统对工作系统进行定性分析、分类和定量分析，这个综合过程就称之为劳动量测定。

劳动量测定是生产计划与生产管理工作中不可缺少的组成部分。管理部门所作的一切决策差不多都是以劳动量测定所提供的资料为依据的。例如，成本核算要求知道生产一种产品所需要的工时；生产管理要求知道完成一项生产活动所

需要的工时；排队分析要求知道为一个用户服务所需要的时间，仓库管理则要求知道消耗一批材料所需要的时间。因此，如果不知道进行生产所需要的时间，就不可能有生产率的概念。

第一节 系统的性质

已故的保罗·菲茨 (Paul Fitts) [1] 曾对系统做过如下描述：“系统是由具有同一目的、且由同一信息网络连接起来的一些元素所构成的集合体，系统的输出不仅决定于这些元素本身的特性，还决定于这些元素的相互作用”。这一定义特别强调了“元素的相互作用”对确定系统效能的重要性。它反映了系统的“整体性原理”。霍尔 (Hall) 和费根 (Fagan) [2] 在研究“整体性”时指出：由于一个系统的元素之间存在着相互作用，所以系统中任一部分的变化都会导致整个系统的所有其他部分发生变化。但是，若发生的变化未超出所讨论的某个元素的范围，也可以有所谓“独立性”的情况。实际上，100%的整体性和100%的独立性都是不存在的，它们只是理论上为简化问题性质的两个极端。除了人为的简单系统外，没有测量系统“整体性程度”的切实可行的方法。然而，整体性概念在定性的意义上是有价值的，所以包括前面提到的菲茨在内，许多文献的作者都用整体性来定义系统。

在我们的语言中也有着丰富的体现整体性的词汇。例如，“群众”、“股票市场”、“民族”等等词汇所描述的都是整个系统的特性，而不是构成系统的个别元素的特性。工作系统也有整体性问题，这对理解劳动量测定资料的通用性和局限性是很重要的。

系统的另一个重要特性是“系统的渐进性”。它描述了“系统的复杂性随着时间而逐渐增加”这样一种现象。在某些情况下，社会上的系统的复杂性的增长速度比人们管理这些系统的能力的增长速度要快，这会引起严重的后果。认识系统的渐进性对于我们社会的管理者们有着重要意义。

工程师们一直在应用基本科学原理去设计与制造社会的财富，他们也是工艺系统的主要创造者。由于工程师们建立的这些系统越来越复杂，相应地管理与运用这些系统所需要的技能也越来越复杂了。管理与运用这些复杂系统也必然给测定工作带来新的课题。人们用系统分析和系统评价技术补充传统的测定方法。不仅设计人员必须通晓这些技术，而且经理、工长、工会代表，许多场合下还有工人都都要通晓它。

系统分析用以描述系统的结构、元素间相互关系、预计的系统效能，以及在系统运行中可能产生的预计之外的副产品。总之，系统分析所涉及的问题基本上限于系统的内在性质。此外，系统分析还包括识别系统各个层次的特性。因此，进行系统分析时必须明确系统所涉及的范围、范围之外但与系统直接有关的环境，以及作为系统元素的那些子系统。大多数系统都有隶属于自己的子系统，而它们本身又是隶属于其他系统的子系统。在应用系统分析技术时，一般把系统元素分为三类：

1. 对象系统（作为研究对象的系统）的元素；
2. 对象系统所处的直接环境所对应的元素；
3. 一切其他的元素（从哲学角度看，宇宙中的每一种事物都对一切别的事物有影响。但从工程学角度看，这一概念将会导致在工程上无所作为）。

系统评价用以描述系统的效能。因此，必须从系统的外部去观察系统，而且要把系统的实际效能同预计效能进行比较。评价系统时将涉及到系统的有效性——即系统是否实际上达到了预期目标；还将涉及到系统的效率——即系统产生的消极副产品是否会抵消系统原先要实现的效果。当我们在评价系统效能时，要把系统的各种效能都考虑在内。

有一类工作系统叫作人-机系统。人-机系统由于其普遍性而显得特别重要；从效能的测定来讲，它又是极其复杂的一种系统。本书所研究的对象就局限为讨论人-机系统。

麦考米克 (McCormick) [3] 对人-机系统作了如下定义：“人-机系统是一个或多个人与一个或多个物质元件相互作用的联合体，它根据给定的输入产生期望的输出”。在人-机系统中人完成给定任务的能力，由于人与机器或其他无生命实体之间的相互作用以及完成任务所使用的方法而得到促进或受到阻碍，它与人在何处操作无关，并且与人是在工作还是在休息，或者是醒着还是睡着都无关。人-机之间相互作用的质量常常决定了系统的效能。因此主要问题在于，如果我们不去深入地了解机器、机器运行性能、机器对各种信息刺激反应的方式和机器实体的其他细节，我们只能停留在极肤浅地认识由人的因素所能实现的效能水平上。但是，就系统分析的目的而言，想通过对机器子系统的一次研究就把整个人-机系统的效能推断出来，这种情况即使有也是极为罕见的。这就是说进行系统评价必须以整个系统为基础，最低限度也要以人和机两个子系统为基础。

一个工程师在第一次对某个人-机系统的效能作出评价时往往是失败的，失败的原因通常是他想要得到明确的“硬数字”。遗憾的是，描述人-机系统不仅需要自然科学知识，而且

需要社会学与行为科学知识。上面说的那位工程师可能认为行为科学不那么严密和精确而加以嫌弃。许多行为科学上的概念看上去似乎是一套难以捉摸的术语。然而工时分析人员或专业人员若不去推敲那些精心研制的理论和假设的构思方法，而只是关心系统及其构成元素的详细说明和运行特点的“硬数字”，则只能导致失败。如果我们掌握了下面介绍的有关测定工作的基本原理，对可能发生的失败就有着较好的准备。

第二节 测 量

“测量”理所当然地属于系统分析与系统评价职能的一部分。耐格尔（Nagel）〔4〕说：“如果要问，为什么在物理学研究中要包括测量工作？回答将是：如果不采用一定的方法进行测量，就不可能建立作为研究物理学目的的那些理论和公式”。耐格尔这段话指的仅仅是物理学范围，而从我们的观点来看，对所有的科学研究都是如此。这段话还启示了试图测量人的行为时存在的一个认识问题。例如，搞工艺的工时分析人员有意无意地有不相信行为研究中有关测量的基本论点的倾向，并怀疑行为科学的严密性。简而言之，这些工时分析人员只对人们都很熟悉的描述物理学特性的标度比较放心。其实行为科学也是可以标度的，所以也能进行测量。为此，有必要熟悉各种有用的测量标度方法，这也是进行劳动量测定所需要的基本知识。

按纯理论的说法，所谓“测量”就是按照一定的标准对一些事件、物体或系统的特性有规律地加以标度。选定一套测量标准的工作称为“确定标度”。因此，进行测量几乎无例外地要建立一种标度或者选用一种已有的标度。下面举几

个例子。

在最熟悉的标度方式中，最常用的一套符号是数字。阿钦（Archer）〔5〕说过：所谓基本数字（1, 2, 3 ……）无非是“一系列极其便利的、数量无限的识别符号”。所以，认为数字仅代表数量是一种误解。当数字代表数量时用数字表示的标度则有一些特殊的性质，这些性质将在下面逐步给以描述。

最简单的标度是“名义标度”，如图 1-1A 所示。它之所以最简单，是由于建立名义标度所需要的信息量最少。名义标度的例子之一是足球队队员的编号：前锋编为十几号、后卫编为十号以下等。这种名义标度中的数字并无数学含义，只是为了识别（也许只有少数傻瓜才会认为，由于 $7 + 8 + 9 = 11 + 13$ ，错误地认为三个后卫可由二个前锋取代）[⊖]。这种标度规则仅仅要求等同性，即同类客体应按照指定的规则标以同一类的符号。当我们对某项作业进行分析时，第一步通常是把整个作业划分为动作元素。此时，我们实际上是在建立一种名义标度。

如果要用到更多的信息，就需在客体之间建立一种非等同关系，因而产生了较高级的有序标度。在有序标度中，作为标记符号的数字还描述了客体所占数量，这种标度具有如下特征：有序性、有起始点（原点）、有间隔。

先分析有序标度的第一个特征——有序性。对于正规的测量工作来说，所用标度的第一个必要的特征即是有序性。图 1-1B 所示的是一种顺序标度，标度数字的顺序与某特性的一些等级相对应。通常，把这种排列数字的工作称为分级（或排队）。例如，我们按身高顺序排列一群学员，就可得

⊖ 此例原为橄榄球队，为便于读者理解，译者改为足球队——译者注。

到学员身高的有序排列。如果我们把数字 1（第一）赋予上述队列中的身高最小者，数字 2（第二）赋予次小者，依此类推就建立了描述物理学特性“高度”的顺序标度（随着数字的增加，高度增加）。反之，如果数字 1 赋予身高最大者，数字 2 赋予次大者，依此类推则产生随着数字增加高度减少的顺序标度。

一群小鸡之间互相啄咬的顺序是顺序标度的一个有趣的例子。富于攻击性的小鸡会去啄咬不那么富于攻击性的小鸡，所以通过观察小鸡间互相啄咬的情况，可以构造一个关于“攻击性”的顺序标度。该标度的一端序号所代表的小鸡

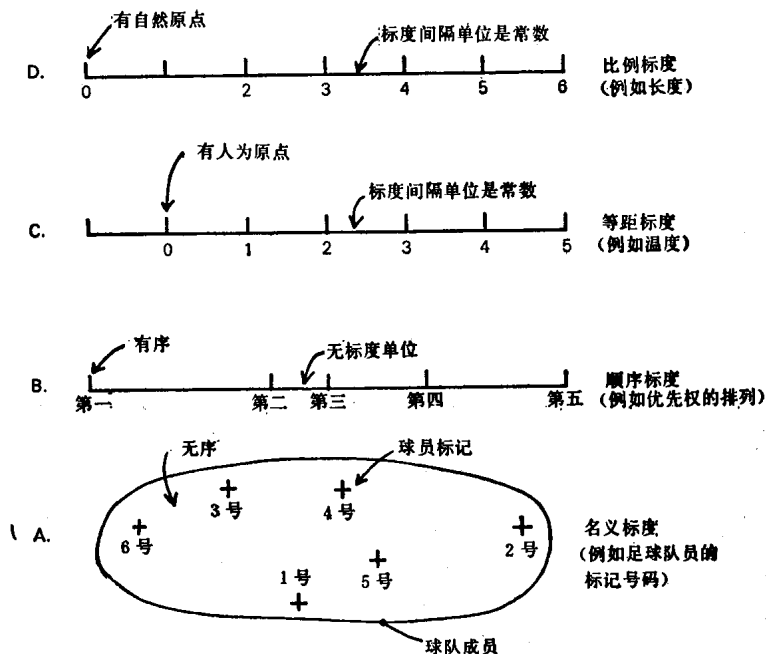


图1-1 四种测量标度示意图

总是攻击所有其他小鸡而从未（或极其难得）被别的小鸡啄咬。标度的另一端序号则代表被所有其他小鸡攻击而难得回咬的那只小鸡。

在我们较熟悉的自然科学领域中，莫氏硬度是顺序标度的一个例子。这种标度是通过一种材料在其他材料上划痕的情况确定的。

劳动量测定的第一步是按作业的难易程度排队，因此是一种顺序标度。根据作业的难易程度，技能高低或者类似属性按小时支付工资，就产生了“计日工作制”的“计时工资”。由劳动量测定所确定的“计时工资”等级是顺序标度。

有序标度的第二个特征是有起始点。标度方式发展到这一阶段唯一必须规定的是数字“0”要赋予表示客体特性的零量或中性点。在上面讲过的几个标度实例中，数字是从身材最矮者向身材最高者递增（学员排队），或者从最少攻击性向最富于攻击性递增（小鸡啄咬），或者从最软向最硬递增（莫氏硬度）。这些顺序标度都具有自然起始点（自然原点）。带有自然原点的顺序标度经常应用在按事物的“从好到坏”或“从喜爱到讨厌”等进行排队的场合。而对事物的一个特性从否定到肯定的转折点就是当然的“自然原点”。许多作者把带有自然原点的顺序标度归类为另一个分支，本书仍统称为“顺序标度”。

有序标度的第三个特征是有间隔。高一级的有序标度是“等距标度”，如图 1-1C 所示。在等距标度中，仍保留了有序性，这一点与顺序标度一致，不同之处在于任意一对数字之间的差值大小是有意义的。相邻数字间的差值表示了所标度特性的一个不变的数量，这一特点被称为标度的等距性。华氏及摄氏的温度标度是等距标度的典型例子。但是必须指

出, 这些标度的零点并不对应着自然的零能量级, 而是人为决定的原点。因此, 等距标度与顺序标度在原点上也是不相同的。

在行为科学中, 原始智力商数的记分只具有顺序标度的特征。因为原始智商记分所反映的差异仅指出了智力上有差异, 没有指出智力差异的数量大小。如果把原始智商记分转换成标准智商记分则意味着标度方式从顺序标度上升为等距标度。标准智商记分的标度间隔反映了智力差异的量值大小, 如果想使智商记分落入标度间隔之内的人数比例大一些, 则标度间隔可规定得大一些, 反之亦然。

具有有序性、自然原点和等距性三个特征的标度称为“比例标度”, 见图 1-1D。时间标度、距离标度、重量标度都是典型的比例标度。劳动量测定中的许多标度是比例标度, 至少也是等距标度, 例如, 完成某项作业的工时就是一种比例标度。为了制定一项奖励制度, 就必须在生产水平与支付给工人或小组的报酬之间建立起某种关系。为此, 首先必须用劳动量测定技术测定生产工时。生产工时经确定后才有可能建立奖励工资制、安排作业计划、进行生产管理、配备有关人员以及作出其他重大的管理决策。

上面讨论了标度的性质, 要作这方面讨论的理由有下面两个。第一个理由是要指出这一事实, 即虽然社会-行为科学有着多变性, 但是还是可以加以标度的, 大多数情况下要用到名义标度和顺序标度, 有时还要用到等距标度。所以社会-行为科学的概念并非是不科学的, 并且可以对它们的基本性质差异进行标度, 进而还必须相应地选择处理这些标度的数学方法。根据史蒂文斯 (Stevens) [6] 所做的研究归纳成表 1-1 与表 1-2。表中列出了各种标度的特点以及适用

表1-1 在测量中用到的标度

标度方式	根据经验确定的基本适用范围	标度特点①			数学群结构	典型例子
		有序性	原点	等距性		
名义标度	确定等 同关系	无	无	无	置换群 $x' = f(x)$, 此处 $f(x)$ 意味着任何满足一一对应置换的函数关系	足球队队员的编号、铅字编号、样板编号、零件编号等
有序标度	顺序标度 确定大于或小于关系	有	有自然原点	无	保序群 $x' = f(x)$ 此处 $f(x)$ 意味着任何单调增函数	矿物质的硬度、门牌号码、皮革、木材、羊毛等的等级、计日工资等级
	等距标度 确定间隔值或差值	有	有人为原点	有	线性群 $x' = ax + b$ ($a > 0$)	温度(华氏或摄氏)、座位号、时间(按日历)、完成定额等级
	比例标度 确定比例等式	有	有自然原点	有	相似群 $x' = cx$ ($c > 0$)	长度、密度、时间、产品数量、绝对温度

① 本栏是译校者归纳文章要点加上的。

表1-2 各类标度测定的统计学方法

标度方式	平均值位置的确定	离 差	相 关 性	显著性检验
名义标度	众 数	信 息	信息传递、 T 列联相关	χ^2 检验
顺序标度	中 位 数	百分位数	等级-顺序相关	符号检验 程序检验
等距标度	算术平均数	标准偏差 平均偏差	积矩相关、 相关系数	t 检 验 F 检 验
比例标度	几何平均数 调和平均数	百分比偏差	上述全部	上述全部