

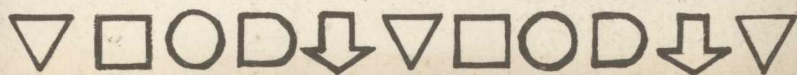
工业工程培训讲义

李春田 编

IE 与 标准化

制定工作标准的科学方法 —— 工业工程

中国
标准
化协
会



江南大学图书馆

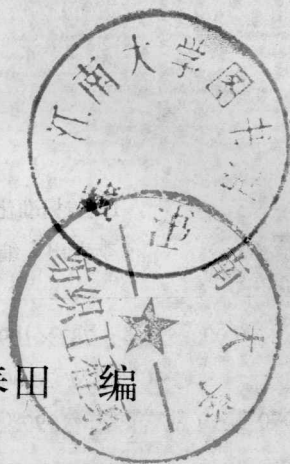


90893641

IE 与标准化

制定工作标准的科学方法——工业工程

李春田 编



IE 与标准化

工业工程——大学课程教材

IE 与标准化

李春田 编

字数: 200,000 开本: 787×1092 1/32 印张: 6.25

印数: 20,000

1990 年 10 月第一版 1990 年 10 月第一次印刷

内部发行

工业工程（简称 IE）是一门广泛适用于各类工程的应用技术学科。IE 产生于 19 世纪末 20 世纪初，迄今已近百年历史。它是随着工业的发展而产生和发展起来的，它对推动现代工业建设，提高科学决策水平，提高工作效率，促进工业的发展都有着重要的作用。在国外工业发达国家里，IE 得到广泛的运用，有的国家成立了 IE 协会，在高等院校里设立了 IE 系或专业，在公司里设立了 IE 部，IE 工程师是最需要最受欢迎的技术人才。目前，在我国有关部门、企事业单位已开始不同程度地开展 IE 工作，并收到了十分显著的效益。

IE 的适用范围很广，其中特别适用于制定工作标准。国际劳工组织认为，“IE 是制定工作标准的最精确的科学方法”。随着我国《标准化法》的深入贯彻执行，各类企业逐步感到工作标准的重要，积极建立以技术标准为主体，包括工作标准、管理标准在内的企业标准体系，以提高企业的科学管理水平。要使工作标准制定得科学合理，学习、运用 IE 这门学科就十分必要了。

国务院国发〔1990〕33 号文件指出，为了加强企业管理，提高企业素质，要“有步骤地推行定置管理、工业工程等先进管理方法”。国家技术监督局局长徐志坚在全国贯彻标准化法工作会议上说，中国标准化协会准备用两三年时间推广普及这项技术，以提高工作标准的科学性和实用性，是一件好事。现在，各地方标协在技术监督部门的大力支持下，正在积极部署，准备广泛推广应用这门学科。为了做好这项工作，我们特约请了多年潜心研究工业工程与标准化的李春田同志编写了这本书，作为中国标协系统推广普及 IE 技术的培训讲义。我们希望通过推广 IE，促进企业标准化工作的深入发展，为提高企业素质，为社会主义经济建设贡献力量。

中国标准化协会秘书处
一九九〇年十月八日

前 言

这本小册子是我的学习心得，或者也可叫做读书笔记。我开始学习工业工程是七、八年以前的事。有一次我在一份资料上偶然见到美国著名质量管理权威朱兰博士对日本学者讲了这样一段话，他说：“美国在世界上值得夸耀的东西就是 IE。美国之所以打胜第一次世界大战，又有打胜第二次世界大战的力量，就是美国有 IE。”朱兰博士的这个论断使我大为吃惊，从这以后我迫不急待地想知道什么是 IE？它为什么有如此神奇的作用？可是到书店和图书馆都找不到详细介绍 IE 的著作。又一次偶然的机会，1984 年北京科技出版社引进了日本规格协会编辑出版的《经营工程学丛书》全套共 20 卷，要我承担其中的第 14 卷《作业研究》的翻译工作。我读完这本书的序言之后，惊喜万分，原来它就是我到处寻找的工业工程（更正确些说是经典工业工程），我通过翻译这本书，对工业工程有了一个基本的了解，当这本书出版时我国科学界的老前辈茅以升同志还为它写了序，茅老在序言中详细介绍了 IE 的创始人研究工人砌砖作业的情形。他说这套科学方法至今美国仍有 80% 以上的公司和工厂在应用着，他 1917 年在美国读书时学过，后来回国修建钱塘江大桥时就应用上了。这就更加激起了我钻研 IE 的热情。

另外，通过学习我逐渐认识到 IE 同标准化有着极其密切的关系，对企业里所开展的工作（作业）标准化来说，IE 为我们提供了一整套科学的方法，IE 是开展工作标准化最

理想的工具，我如获至宝，欣喜不已，于是在 1985 年的《中国标准化》杂志上，连载了 10 篇文章，概略地介绍了工业工程，并提出运用 IE 制定工作标准的建议。到了 1989 年 4 月应辽宁省标准化协会的邀请，在兴城为辽宁省各市地举办了第一次“工作标准与工业工程”培训班，随后辽宁的同志把我的讲稿交辽宁教育出版社出版了一本小册子叫做《工作标准与工业工程》，今年 6 月中国标准化协会在杭州举办“工作标准与工业工程”师资研讨班时，我又将近来的学习心得充实到讲课内容中，在研讨期间，与会同志提了不少宝贵意见并纠正了讲稿中的某些错误。为了满足标准化界普及 IE 的急需，我又将此次讲稿加以修改、补充，编成了这本仍不成熟的“读书笔记”。诚恳地期望得到大家的帮助和指导并热切地盼望着能有更多的同志一起来探讨 IE 在标准化工作中的应用问题，这就是我的愿望。

——编者

1990 年 9 月

目 录

第一章 绪论 (本书的写作目的)	1
一、介绍企业诊断的基本技术	1
二、为制定工作标准提供一种科学方法	3
第二章 工业工程概述	10
一、什么是工业工程	10
二、IE 的产生及发展情况	12
三、IE 在我国的推广与应用	15
四、推广和应用工业工程的作用和意义	17
五、IE 的基本思想——IE 精神	19
六、作业研究的程序和范畴	20
第三章 方法研究——工序分析	24
一、什么是方法研究	24
二、工序分析的预备知识——工业企业产品生产过程构成	30
三、什么是工序分析	33
四、程序图的设计和分析	37
第四章 作业分析	66
一、什么是作业分析	66
二、人-机分析	70
三、多人操作分析 (多动作程序分析)	78
四、作业者工序分析	80

第五章 动作分析	84
一、什么是动作分析	84
二、基本动作要素分析	85
三、基本动作要素分析检查表	93
四、动作经济原则	94
第六章 影像分析	98
一、影像分析的用途和方法	98
二、细微动作影像分析	99
三、慢速摄影(录像)动作分析	102
第七章 作业测定——直接观测法	105
一、什么是作业测定	105
二、秒表法	108
三、工作抽查	116
第八章 作业测定——合成法	128
一、预定动作时间标准法	128
二、模特计时法(MOD法)	130
三、标准资料法	141
第九章 标准时间	153
一、什么是标准时间	153
二、标准时间的意义和用途	153
三、标准时间的构成	154
四、制定标准时间的程序	157
五、标准时间的修正	158
第十章 工作标准化	161
一、工作标准化的产生和发展	161
二、工作标准的性质和内容	165
三、制定工作标准的原则要求	169

四、工作标准的制定方法和程序	170
五、工作标准的表现形式	171
六、工作标准的发展方向	185

第一章 绪 论

(本书的写作目的)

这是一部向标准化工程师介绍工业工程 (IE) 的普及教材, 编写这本教材的目的可概括为以下两个方面:

一、介绍企业诊断的基本技术

标准化工作者为了开展评优、企业认证审查和企业上等级等业务, 要经常到企业去对企业的生产管理状况进行综合评价。

初到一个企业, 犹如一张白纸, 做出评价并不是一件很容易的事, 但客观上又不允许我们在企业长期蹲下来进行考察, 有时必须在较短时间内对企业的状况做出较为切合实际的判断。基于这种需要, 西方产生了“企业经营管理咨询”这样一门技术。后来这门技术传到日本改名“企业诊断”。企业诊断人员凭借过去积累的经验和久经训练养成的敏锐的直观能力, 在较短时间内即可看出企业问题之所在。

诊断工作有它一定的规律和技法。做一名优秀的诊断师, 必须善于积累经验、探索诊断规律、熟练运用诊断技法。前两项靠自己, 基本技法就是本书所要介绍的内容。

就日本的企业诊断来说, 常用的技法不外是两大方面:

1. 经营分析技法。这主要是借用会计学和经营管理学的知识, 从企业的财务方面发现问题。如成本偏高、资金利润率低、资金周转慢等等。

2.IE 技法。它被用来进行业务分析。它的任务是查清经营上出现的问题的原因和寻求改进措施。IE 在许多工业发达国家就是作为对现场作业进行分析和改进的技术（主要用于生产诊断）而发展起来的。

生产现场状况的诊断，主要是围绕着使企业的空间布局经济合理，时间衔接紧凑，提高人、机工作效率，促进物流畅通以及改进现场管理等问题，运用 IE（主要是经典 IE）所提供的方法研究的各项技术，找出影响因素，寻求改进措施。例如：

1.生产空间配置状况诊断。就是分析研究企业各单位之间、各生产线之间、各工序之间在空间安排上是否紧凑，从而判断能否进一步缩短运输路线，提高生产效率。其分析判断的方法就是经典 IE 的流程分析。所用的工具就是流程分析图。

2.生产时间衔接状况诊断。为了改进生产管理，提高生产效率和保证交货期，除了要对现场空间配置状况进行诊断外，还要分析诊断各工序之间在时间衔接上是否紧凑，从而判断能否进一步缩短生产周期。其分析诊断的方法是 IE 的工序分析。工序分析是对产品的整个生产过程，从工序的总体设计方面调查分析其现状，以便发现问题，看是否可以通过变更工序顺序、合并有关工序、取消不必要的工序等措施，设计、编排出合理的工序内容及顺序，从而使生产效率提高，生产周期缩短，产品成本降低的分析方法。它是 IE 最常用也是最重要的分析方法。

3.厂内运输诊断。对厂内运输，不仅要求空间配置合理，使运输距离最短，运进送出方便，而且要求运输效率高，时间衔接紧凑，尽量减少运输次数，降低运输费用，并

保证运输工人有良好的劳动条件和保证操作安全。这方面的诊断所用的方法是 IE 的运输工序分析和运输路线分析等分析技术。

此外，还有设备状况诊断、现场管理水平诊断等也都基本上是借助工业工程的各种分析方法。所以掌握这样一项诊断技术，应该说是企业标准化工程师的基本技能。

二、为制定工作标准提供一种科学方法

工作标准的对象是人所从事的工作或作业。任何一个企业和生产活动，都是利用一定的“机器设备”，通过“人”的劳动（脑力的和体力的）把“原材料”加工成产品的活动。这三要素的有机结合便是推动社会进步的生产力。企业的经济效益、社会财富的增加、扩大再生产的实现、经济的发展、社会的进步都同这三要素（或者还包括信息和能源）的合理组合和利用有直接关系。

（一）人的作业活动的特点

在这生产力诸要素中，劳动者是首要的、能动的要素。通过这一活跃要素把其它要素结合起来以充分发挥作用。劳动者的状态如何，对三要素的结合程度有最直接的影响，在有人参与的生产过程中，劳动者居于特别重要的地位。就企业管理来说，最重要也最难管理的要素是“人”和人所从事的“工作”。人的要素与其它要素的区别，除了人是有思想的生命物体这一点之外，还因为人的生产作业活动有着与机器设备迥然不同的特点，这些特点是：

（1）个体差别。这是指同一工种的工人之间在体力、劳动技能、动作速度、劳动效率、注意力、理解力、耐力等方面互有差别，甚至差别很大。而设备却不然，同类机器设备

之间有可能做到各项工况参数相对一致。人同机器比较起来,人的要素的这个特点是一个缺陷。在现代工业生产过程中,机器体系越庞大、越复杂,参与的劳动者越多,人的个体差别对机器体系的影响越大。

(2) 非固定性。这是指人的作业参数(如行走速度、搬运的重量、动作的幅度等)具有随着时间发生变化的特性。劳动者对某项作业的熟练程度、劳动过程中的疲劳程度、对工作环境的适应程度等均与劳动时间的长短有关。而机器设备却能在一定条件下做到运转速度始终一致、功率均衡输出、节奏均匀不变。劳动者的这种非固定特性,是人与机器体系“不相适应”的内在原因。它对整个生产系统的影响是显而易见的,机器效率不能充分发挥,设备乃至质量事故的发生,大都与这个“不相适应”有关。

(3) 应变性。是指人具有这样一种特性,随着输入信号和控制对象特性的变化而跟着变化,直到与其相适应。在一机系统中,随着机器要素特性的变化,人的要素特性也相应发生变化,最后与机器要素的特性相适应。一般情况下,这种应变能力和适应性是要随着对工作的熟练或通过训练而获得的。这一特点是一般的机器设备所不具备的,这恰是人这一要素的长处,也是人的能动性的一种表现。

(4) 可靠性。人的工作同设备的运行一样,也有个可靠性问题。但人的动作的可靠性(准确性、精确性)是可变的,受健康状况、疲劳程度、有无充分准备、熟练程度、劳动热情的高低、责任感...以及紧急情况下的混乱、错觉和应急处置能力等的影响。这种人的因素的可靠性难以预测、难以控制、随机性很大、差别也很大。

(二) 对人的工作(作业)开展标准化的意义

由于人的作业活动有上述的一些特点，我们只要稍加观察和分析就会发现，许多人做同一种工作（或同样的作业），粗看没什么区别，好像一切都很协调，如若仔细观察就会发现其中的差别。不仅作业时间上可能有成倍的差别而且存在着“不合理、浪费、不均衡”的作业方法或作业动作，只要将这些加以改进和消除，便可立竿见影地提高劳动效率。

此外，我们还可以发现，对同一项作业是否已经习惯，其动作的熟练程度（效率与准确性等）也大不相同，这一点在打字员、细纱工、钢琴家之中表现最为明显。

那么习惯是怎样形成的呢？一般来说，一件事按同一程序重复多次就可能变成习惯。倘若通过分析研究，设计出最科学合理的工作程序和作业方法，将其定为标准，用以约束同一工种的所有工人遵照执行。这样不仅可以加速个人习惯的形成，而且是形成群体习惯的最有效方法。

所以，作业标准化的过程是形成群体习惯和群体行为准则的过程，是人的要素素质的升华过程。它不仅能有效地消除不必要的、不合理的作业程序和作业动作，而且能促使工人克服已经形成的不合理的习惯和操作上的缺点，防止个体差别和非固定性不必要的扩大，增进人的作业的可靠性，从而克服个体差别和非固定性对生产系统产生的负作用。每个作业者的动作形成习惯，进而达到熟练之后，他的动作既能做到迅速、准确，又会感到轻松、协调，一旦达到能同机器体系的运动规律相适应的程度（具有应变能力），人在生产系统中的能动作用便可得到最充分的发挥，由三要素组成的生产系统便可处于最佳运行状态，创造出较高的生产效率和经济效益。开展作业标准化的目的和意义就表现在这里。

(三) IE 为工作标准化奠定了方法论的基础

对物的固有特性及其变化规律的研究，有各种实验手段和实验方法。由于现代技术给我们提供了相当精确可靠的实验条件，所以建筑在实验数据基础上的各类技术标准达到了相当科学的程度，具有很强的实用性和权威性，在人类社会的实践中发挥着重要的作用。

对人所从事的活动，尤其是生产作业活动的特点和规律的研究，同上述的对“物”的研究有很大的不同。这种不同是由于劳动者是活生生的人，他有思想、有感情、有性格，他的行为受情绪的影响、受思想的支配；劳动者群体之中又由于个体差别和非固定性等因素的存在，使得我们对人的劳动的任何一个参数进行精确计量和定量化都十分困难。这就是说在生产力三要素中人的要素的标准化是最困难的工作。

本世纪初，美国工程师泰勒在总结前人经验的基础上开创的时间观测法以及和他同时代的基尔布雷思夫妇创立的动作研究法，为解决作业动作的研究和制定科学的作业标准开辟了一条道路。他们从事的这些研究，其最终目的是为了提高工作效率、降低生产成本，但是他们以此为契机所开发的一系列技术方法，不仅同样适用于制定作业标准，而且这些方法本身就包含作业标准化的内容，从此，作业标准也有了科学的制定方法，这就是 IE 所提供的对人的作业活动和作业时间进行定量观测的技术。

上述的时间观测和动作研究是早期工业工程的两大支柱。以这两项技术为基础形成的一门管理技术，在国外叫“作业研究”。作业研究“是用以对人的工作进行分析、设计和管理的一门工程学。”它的一整套技术都适用于工作（作业）的标准化。

对人所从事的工作（作业）进行标准化，最关键的是做好如下两个环节的工作：

(1) 对工作（作业）的现状和现场的情况如实的加以记录；根据记录进行分析、研究和改进；在此基础上确立最佳作业方法或标准作业法。

(2) 针对已确立的最佳作业方法，设定标准时间，实现作业标准化。

对人的作业活动状况能否进行准确地记录和科学的分析，是决定 IE 活动成败的关键。对此人们进行了长期的探索。基尔布雷斯特夫妇用毕生的精力致力于方法研究（又叫动作研究）。为了能对人的作业动作进行细微的观察和记录，他把人的动作划分为 18 种动作要素（后来简化为 17 种），认为任何作业动作都可由这 18 种要素加以组合，同样，任何一个动作也可依据这 18 种要素加以分解。他还提出并设计了这 18 种动作要素（简称动素）的记录符号。这些符号虽然尚未形成国际标准，但已为各国 IE 工作者所公认。此外，基尔布雷斯特还通过对人的能力的研究，创立了使动作变得迅速、容易而又减少疲劳的作业动作法则，并把它命名为“动作经济原则”。这些原则又经过布尔尼斯（R·M·Barnes）麦纳德（H·B·Maynard）以及德意志作业研究联盟（REFA）等的进一步修改补充，形成了一套完整的规则体系，从而为 IE 形成为一门科学奠定了理论基础。

这套规则体系中，最重要的也是同作业标准化关系最密切的是：把身体活动最适宜的动作做为基本出发点，从人类工效学的立场出发提出的作业时人体功能有效利用的动作原则；作业区的设计以及对工夹模具和机械设备的设计等三大领域的原则。这些原则是从事 IE 活动时对作业和动作进行

分析和改进的原则依据，是提高人的劳动效率、改进作业条件和减轻劳动强度的科学法则。

此外，IE 工作者还创造了各种形式的动作记录分析用表、动作分析改进检查表。这就为我们确切地掌握操作和动作的情形，把作业者的动作按照顺序进行记录和微细地分析，把握动作的构成、动作的差异以及进一步设计更合理的动作序列，提供了完备的方法。

现代 IE 的方法研究技术已有几十项之多，大体上可分三大类：

(1) 工序系列的分析技术（方法）：主要有流程分析、搬运分析、经路分析、作业工序分析等。它以整个工序为对象，分析工序的构成是否合理。

(2) 作业系列的分析技术：它以作业者所担当的作业为分析对象（包括对作业组和人—机系统），探讨最合理的作业程序和作业方法。

(3) 动作系列的分析技术：它以作业者的动作为分析对象，运用上述的基本动作要素和动作经济原则寻求动作的最佳方案。

有了这些分析技术，就可用来研究和确定工作（作业）标准中的作业内容、作业程序、作业方法和关键性作业的动作系列。从而实现作业方法标准化。

下一步的工作就是规定合理的作业时间（在实际工作中这两步工作常常交错进行，互为前提）。而这恰是工业工程中时间研究的任务。

时间研究是泰勒开创的科学管理的核心内容，时间研究的直接目的是确定标准时间或规定合理的时间定额。从泰勒的第一块秒表到现在，对作业所需时间的观测和研究技术也