

经营工程学丛书(11-12)

人类工 标 准 化 效 学

古川光 田中宏 藤田重

林高男 小本和幸 中村升太郎

森秀太郎 吉村浩

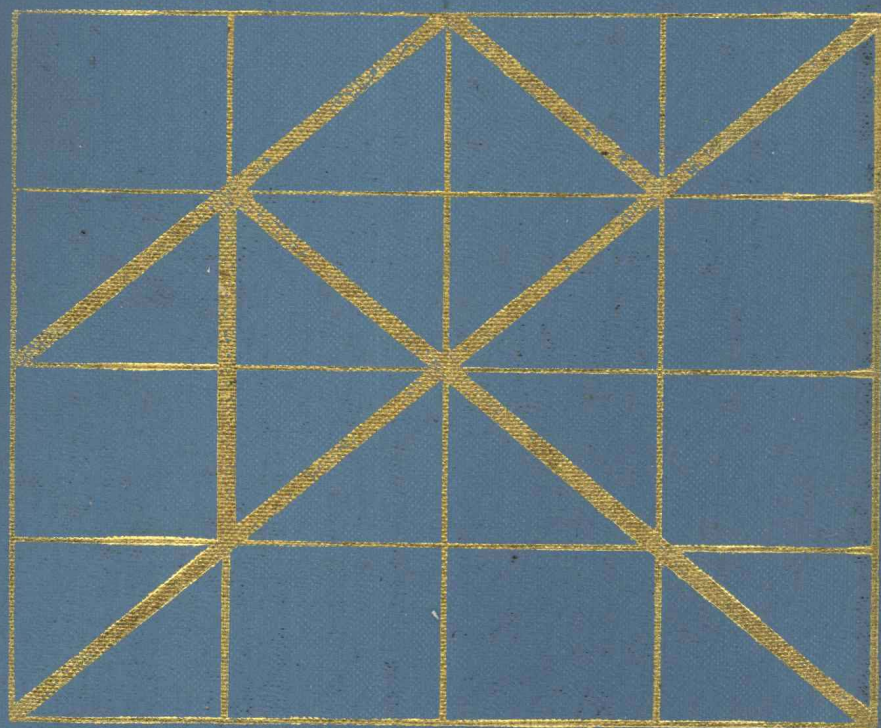
矢头敏介 行侍武生

藤 幸吉 卫 周学敏

译 尾学敏 敬华士

校 幸吉田

校 藤高幸



甘肃省质量能源标准化信息中心

经营工程学丛书 11~12

人 类 工 效 学

〔日〕 林喜男 等著

标 准 化

〔日〕 古川光 等著

甘肃省质量能源标准化信息中心 出版
甘肃省标准计量情报研究所

1988·8 兰州

经营工程学丛书

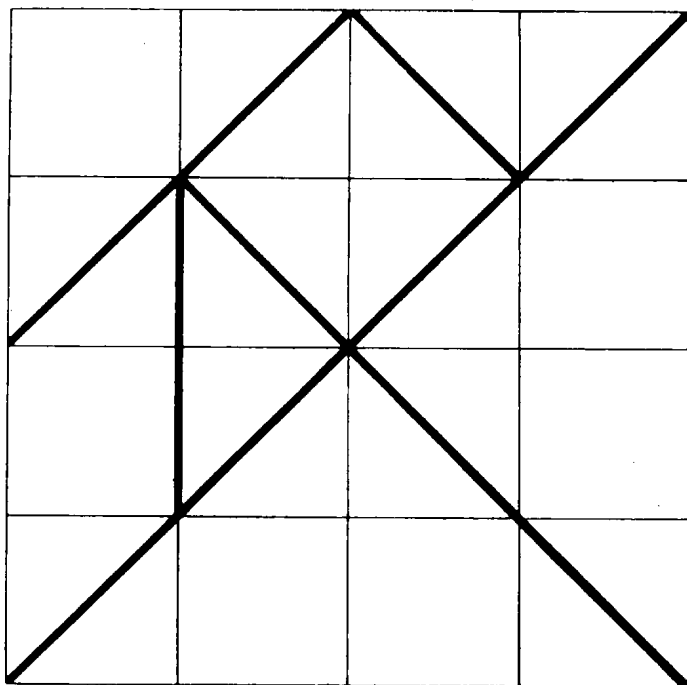
11

人 类 工 效 学

〔日〕 林喜男 等著

译：周学敏 张华士

校：张百丰



经营工程学丛书 11

人类工效学

责任编辑 刘善雨

出版 甘肃省质量能源标准化信息中心

甘肃省标准计量情报研究所

印刷 天水新华印刷厂

书号: 甘出字总编009号 (86)

开本: 850×1168毫米 (32开本) 印张: 12.5 字数: 307千字 印数: 1300册

1988年8月第1版第1次印刷

序 言

甘肃省促进技术进步编辑部的同志们在省经委和标准局的热情支持下，翻译出版了这套《经营工程学丛书》。无论是经济管理界的同志，还是标准化界的同志们对此都会感到由衷的高兴。

这套丛书是由日本规格协会组织了日本科技界、工程界、经济管理界、企业界、商务界、教育界等许多领域的近百名知名学者、教授、研究人员和企业家，在全面总结日本企业管理经验的同时，还广泛吸收了其他国家的先进管理技术、现代管理理论和管理方法的基础上精心编著的。1981年由日本规格协会出版后被译成多种文本，在许多国家出版。我国这次出版是根据1985年的最新版本翻译的。

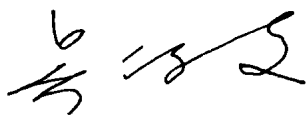
该书原版共20卷，囊括了管理工程学的各个领域，可以说它是一部企业管理的百科全书，同时它又是一套体系完整的教科书。

我做为一名标准化工作者尤为高兴的是这套丛书不仅把标准化做为管理科学的一个重要分支，专设了一个《标准化》卷，而且还把标准化的理论、成就和方法渗透到这套丛书的许多卷里。特别是在《生产管理》、《作业研究》、《人类工效》、《质量管理》、《劳务管理》、《研究开发》等卷都可看到，这些领域的管理方法、管理成果大都要通过标准的形式加以概括和肯定，并且还要以标准的形式加以推广和实施。从泰勒制订标准时间的作业管理，到当今运用计算机的大系统管理，不论管理的理论、方法、对象发生了怎样的变化，标准化总是必不可少的，而且愈往前发展，它们的关系愈加密切。这套丛书生动地告诉我们：积极推行标准化，并把它同各项管理紧密地结合起来，这是日本企业管理经验中很

值得我们借鉴的成功经验。

由此，我们便不难理解为什么在日本的企业里开展的是“全面标准化”并且同“全面质量管理”一样是全员性的管理活动。同时，也不难理解为什么日本规格协会肯于下力气编著这套工程浩大的管理丛书了。

为了加快我国的社会主义建设，我们有必要引进国外的先进技术。既要引进“硬技术”更应引进“软技术”。引进软技术不仅可以改变我们管理落后的局面，而且也是促进硬技术的消化、吸收并发挥作用的前提条件。这套丛书的翻译出版可以说就是为我国广大经济管理干部、高等学校师生、技术经济科学工作者和标准化工作者引进的一项软技术。我向广大读者推荐这套丛书，并希望读者本着取其精华、去其糟粕、洋为中用的态度，吸收、消化、创新，走出一条适合我国国情的企业管理道路。

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized Chinese characters, likely '李时中' (Li Shizhong).

一九八八年八月

前 言

二十世纪后半叶，科学技术取得了惊人的进步。其中，火箭技术和电子技术的发展尤为显著。但是，在这些固有技术的背后，取得很大发展的还有系统技术。就连在开发宇宙中取得成功的人造卫星，也在很多方面得益于此系统技术。

所谓系统技术，就是把各要素组合在一起的技术，使构成系统的各要素，发挥最佳的综合效应。现在，系统工程学，可靠性工程学就属于这一范畴。

在本书中，把人类工效学也当作系统工程学中的一门学问进行研究。这是因为，从事工作的人，或多或少均为系统中的要素。

如飞机事故，不少情况是由于机械仪器排列不当和仪表不易识别，造成飞行员操作失误而导致飞机坠落。因此必须研究机械与人的关系，并在此基础上设计机器。换句话说，即使每一个机器零件都是好的，如果设计上不适合人使用或不便于人操作，那么也是会导致事故的。所谓安全，是通过排除由构成系统各要素以及各要素间配置不当而引起事故的潜在性而达到的。因此，安全的设计，就必须是充分考虑到要素间相互联系的设计。

下面就系统技术的研究方法再稍加说明。为了增大交通量和便于来往汽车通行，按固有技术进行考虑，加宽路面就行了。

从系统技术方面考虑，如果能很好地控制信号，即可增加交通量和使来往车辆顺利通行。道理很简单，如果能用信号控制成红灯时行走，绿灯时通过交叉路口的话，车辆就可以不停地持续行驶。交通阻塞是因为信号使车辆停驶，如果不停车，平均车速也会提高，其结果，不仅交通量增大，车辆也便于通行。

以上是对车辆和信号关系进行巧妙调整而取得成功的实例，这就是系统技术。换言之，它是以巧妙地利用信息，使系统处于

最佳状态的技术。

最近这种技术获得了飞速发展。本书的基本点是,介绍应用系统技术,进行灾害性事故分析,设计符合人类工效学原则的工作环境的方法。

正如美国三里岛核事故中所看到的那样,即使是现代的机械系统,只要与人发生关系,就不能像所设想的那样确保安全。如果系统中没有考虑到人的因素,那么类似核事故的事故还会不断发生。

现在举一个由于人不易操作而导致安全装置不起作用的例子。

1980年10月,日本国铁总武线东中野发生了撞车事故。按理说,现在有一种 *ATS* 自动停车装置,撞车事故是不该发生的。但是,由于行车密度过大,在确认信号之后关闭了 *ATS* 动作开关。如果这种作法成为日常作业,*ATS* 就会变成正常运行的累赘而被关掉动作开关。这一事故的发生不是人的过错,正确的结论应该是,由于系统有严重问题而导致事故发生。

象第四章例举出的事故那样,有一种反应装置搞成双重安全装置,即使其中一个失效,另一个仍在工作,以确保人出现过失时的安全。但是,这样的装置也会由于人误操作阀门而发生灾害事故。其原因是操作性差,抑制了一个安全装置。由此可以认识到,便于人操作的系统,不仅关系到工作问题,而且对于系统的安全也有很大影响。

本书与以往的人类工效学有所不同,重点是针对企业内从事工作的人。因此,有关心理学、生理学方面的详细基础知识,请查阅其它文献和专著。本书主要篇幅用来叙述实际工作场所的作业环境及设备行业的设计安装和安全等问题,并以此划分章节。

第一章为序论,由林喜男执笔,论述了根据人类工效学的目的和现代社会的要求所必须研究的问题和编写这本书的指导思想。

第二章为人类工效学基础知识,叙述了与人有关的最基本的

特性，在工作场所怎样利用这些特性和工作场所存在的问题。

2.1节为人-机系统，由行待武生执笔。通俗地说明了人-机系统中人与机器的关系，以及改善这种关系的方法。

2.2、2.3、2.4节由小木和孝执笔。在2.2节中论述了用生态学观点领会从业人员功能特性的必要性及其研究方法。例如：打电话这一行为，对于人体来说，有许多反馈回路在工作，形成多重循环。乍一看行为很简单，实际上在人体内部伴随着复杂的活动。因此，笔者主张，必须以上述现象为着眼点对事物进行设计。

此外，从便于工作出发，可依靠分析造成工作不适的生理、心理因素，创造更好的工作环境，制定具体对策。本节调查了造成工作不适的原因，并进行了具体的研究。

第2.3节，介绍了人体统计数据，这些数据对于考虑从业人员的工作环境和动作是必须利用的。

第2.4节着重说明对人类工效学技术理论进行实际应用研究的必要性。

第三章是生产活动中的人类工效学。3.1节中的操作与显示(3.1.1)、控制台设计(3.1.2)由林喜男执笔；检验作业(3.1.3)由矢头攸介执笔；保全作业(3.1.4)由行待武生执笔。

操作、显示及控制台的设计，列举了以往人类工效学设计上的推荐值，并利用这些推荐值，介绍设计操作台和面板或控制台时的一般原则。

3.1.3项中的检验工作是最近特别引人注目的工作。由于还没有可以代替人的机器，所以目前只剩下检验作业尚未实现机械化，并且存在很多问题。本节用统计的方法，把与解决此问题有关的检验员特性定量化，用以评价检验员是否合格。

在3.1.4项的保全作业中，说明了分析保全作业时使用可靠性工程学的专业术语及其由来，叙述了对人的错误的分析方法。

3.2节是疲劳的测定与评价，由小木和孝执笔。

3. 3节是人-机系统的分析方法, 由林喜男执笔。论述了现代复杂系统的分析方法。

第四章安全保证中人员因素, 是本书的重点。由有丰富现场经验的中村昇太郎和他的同事新林荣一执笔, 主要介绍实例, 理论性方面的问题由行待武生执笔。即, 4. 1节事故统计中的人为原因由中村和新林执笔, 以机械设备的灾害性事故为中心, 分析其原因。

4. 2节是人的失误, 由行待、中村和新林执笔。列举大量事例, 说明失误的主要原因。

4. 3节是系统安全措施与人员因素, 由行待武生执笔。行待以原子能发电站的事故为例, 使用现代分析方法, 分析其原因及计算事故发生的概率, 介绍减少事故发生概率的系统设计方法。尤其是将预测人的失误作为重点, 给出一个量化的研究方法。

4. 4节由中村执笔。作为具体安全措施, 论述了生产设备的安全措施和劳动保护用品等问题。

第五章是信息传输的人员因素, 由矢头执笔。本章指出, 现代信息处理方面的人类工效学问题已是一个相当突出的问题。虽然方法尚未确立, 但本章还是论述了与信息处理、信息传输有关的人类工效学问题及其改进方法。比如, 操作员使用电子计算机时, 把计算机功能充分地提供给操作员的系统例。因为该领域尚处于研究发展阶段, 所以希望能够理解上述内容只是介绍一种方法。

以上是各章节的执笔者和大致内容。

本书是为工科大学在校学生写的人类工效学教科书, 各章均附有练习题, 用以帮助读者加深理解。

此外由于本书引用了大量实例, 强调了实践性, 所以对在现场工作的人员也将大有用处。

本书在写作过程中, 得到出版事务局的多方帮助, 仅在此表示感谢。

林喜男

1980年12月

凡 例

1. 本书按重点系统分类。并根据需要,进一步分成(1)、(2)、(3)……, (*a*)、(*b*)、(*c*)……等小项目。

2. 文中($\Rightarrow$ 3.2节)所示的数字,分别表示参阅处。

3. 数学公式的编号用(1.1)、(1.2)两个数字表示。数字分别表示各章数学公式的顺序。

4. 表及图的编号用表1.1、图1.1表示。数字分别表示各章内图和表的顺序。

5. 各章的习题附在各章后面。

6. 关于本书的文献:

6.1 文献列在各章之末,表示引用文献及其出处的注,用方括号(例:[1]、[2])标在有关文字的上方。

6.2 文献的排列按以下顺序。

杂志:

作者姓名(发行年份): 标题, 杂志名(西文用斜体字), 卷数(号数), 页数。

单行本:

作者姓名(发行年份): 书名(西文用斜体字)、发行单位、页数。

目 录

序言	(i)
前言	(i)
凡例	(i)
第一章 序论	(1)
第二章 人类工效学基础知识	(8)
2.1 人-机系统	(8)
2.1.1 人-机系统的问题	(8)
2.1.2 功能分配问题	(15)
2.1.3 反馈	(22)
2.2 从业人员的生理、心理特性	(27)
2.2.1 从业人员的功能特性	(27)
2.2.2 工作不适的心理、生理条件	(37)
2.2.3 从业人员的易疲劳性	(43)
2.3 人体测量	(62)
2.3.1 人体测量值的使用方法	(62)
2.3.2 人体测量值在应用中的问题	(70)
2.4 职业生活	(73)
2.4.1 人类工效学的最佳化	(73)
2.4.2 职业的负担	(79)
习题	(86)
文献	(87)
第三章 生产活动中的人员因素	(89)
3.1 作业的人员因素	(89)
3.1.1 操作与显示	(90)

3.1.2	操纵面板的设计.....	(107)
3.1.3	检查工作.....	(124)
3.1.4	保全工作.....	(137)
3.2	疲劳的测定与评价.....	(152)
3.2.1	急性、亚急性疲劳.....	(155)
3.2.2	疲劳度变化的模式.....	(160)
3.2.3	疲劳感及疲劳自觉症状的观测.....	(162)
3.2.4	周期性疲劳.....	(166)
3.3	人-机系统的分析方法.....	(169)
3.3.1	连线分析.....	(169)
3.3.2	系统设计中使用的作业图表 (OSD) 法.....	(173)
	习题.....	(188)
	文献.....	(190)

第四章 确保安全的人员因素..... (192)

4.1	从事故统计看人员因素.....	(192)
4.1.1	危险度.....	(192)
4.1.2	化学工业事故统计及事故统计中人员因素所占比例.....	(197)
4.1.3	人失误的发生概率.....	(200)
4.2	人的失误.....	(205)
4.2.1	人失误的类型.....	(205)
4.2.2	人失误的事例研究.....	(210)
4.2.3	失误的主要原因.....	(236)
4.3	系统安全性的评价方法.....	(246)
4.3.1	事件树分析 (event tree analysis).....	(247)
4.3.2	THERP.....	(257)
4.3.3	故障关系分析 (fault tree analysis).....	(264)
4.4	具体安全措施.....	(277)
4.4.1	生产设备的安全措施.....	(278)
4.4.2	劳保用品.....	(281)
4.4.3	先进企业的安全措施.....	(287)
	习题.....	(293)
	习题答案.....	(296)
	文献.....	(303)

第五章 信息传输的人员因素	(307)
5.1 人-电子计算机接口.....	(307)
5.1.1 人-电子计算机系统.....	(307)
5.1.2 对话设计.....	(318)
5.1.3 数据输入.....	(329)
5.1.4 软件与人员因素.....	(335)
5.2 文件编制的人员因素.....	(343)
5.2.1 技术手册.....	(344)
5.2.2 图表及标志.....	(350)
5.2.3 软件的文件编制.....	(360)
5.3 语言传递的人人员因素.....	(362)
5.3.1 对话声音.....	(363)
5.3.2 语言传递系统的评价.....	(367)
5.3.3 语言传递系统的改进.....	(372)
习题.....	(375)
文献.....	(378)
术语解释	(380)

第一章 序 论

在路易士·曼福德所著《机械之神话》一书中，有这样一段话：“人，作为自律性人格，有其主观能动性一面，但在另一方面，即为被动地、被没有目的性附加上条件的动物。其固有功能，就象技术被理解成现代人的作用装入机械，或为非人格化的集团组织严格限制和统制”。这是描写机械文明的文章。当用在传送带流水线上作业的人，并以此为例来说明它的意义时，那就是人的作业速度由传送带的速度确定，人完全丧失了按照自己意志进行工作的意念，完全成为机械的附属品。学习人类工效学的目的，就是不让现代机械系统再造成这种局面。

汽车工业一直是现代日本的支柱。在严酷的国际竞争中，经济制约和与此相应的生产体制，使其合理化达到了当今的极限。即便在这样的汽车工业中，仍然存在着上述问题。对此，把问题稍微集中在这一点上作一研究。

正如第二章2.2.1节“从业人员的功能特性”所述，今天的技术是人类长期以来积累的各种方法、技巧、知识的继承和发展。这些技术一直应用于生产，但从长远的观点看，今后重要的是使用这些技术，使之在构成拟人工作方面发挥作用。目前所从事工作的实际情况，学习现代问题的启示，也是现代人类工效学方法的一种特殊性。

今后的人类工效学，不能只顾眼前利益而仓促地研究问题。例如，搞自动化的目的不是为了省力，而是应当立足解决那些从人的本性看，因不适于人操作而去实现自动化的问题。

因此，下面研究人类本性对目前在汽车装配线上工作的人来

说，究竟满足到了什么程度？

装配线的速度一般是5~6米/秒。但是，当出现跟不上或发生其它故障时，有的也备有可随时停车的装置。对于人来说，由于作业时间有误差，动作慢而不得不停止。其原因也可能是对时间的需要量估计不足。找出发生问题之所在，设法适应作业速度，不把人当作机器的附属品，使之更符合人的本性。在有的车间，采取了自主管理方式，让作业者之间自发地转换工作岗位。

上述工作形式在考虑到作业者心理状态的时候，能否满足人类工效学原则尚令人怀疑。

为了在不断变化的社会环境中生存下去，需要有机械化系统与在该系统中工作的人的共存。为此，重要的是作业者必须对所作出的各项判断及随之而产生的行动负责。

在国际劳工组织（ILO）最近收集整理的《新形态作业汇编》报告中，大量列举了有关各国进行职务充实化实验的情况。其中具有共性的问题是，在现场先后施行了机械化、自动化的车间，职务内容已成为作业者不感兴趣的东西，反而引起了所谓“劳动冷淡”。

针对上述情况，作为对策，瑞典波尔波汽车制造公司卡尔曼工厂进行了改革。其内容是：分解装配生产线，把装备工序分为近25个单元，使一个人在比过去更长的作业周期熟悉多种工序的工作，并做到能够人工控制传送带的速度，使其符合工作需要。

这种方法变更了作业者的组织，打破了单调的传统作业方法，是采取了更符合人类工效学改进方法的结果。这样的作业方式，可以说是传送带流水作业方式的一个新转折点。

通过以上例子可以看出，今后的人类工效学不仅要改善人-机系统当前面临的问题，从长远来看，还要创造出宜人的工作环境。最重要的是，要努力不再使《机械之神话》一书中的预言成为

现实。

过去的人类工效学，过于侧重改进人-机关系问题。本书的特色是对这一问题进行了修正，以便创造更好的作业环境和工作场所。为此，

①从哪里着手解决问题呢？

这不是对过去人类工效学的否定，因所能利用的，任何方面都需要利用的仍然是人类工效学。

②怎样更好地把人的生理、心理特性与工程技术结合在一起？

确立一种这样的修正方法，即不偏重于上述两个方面中的任何一个方面，使生产目标和发挥作业者主观能动性二者并存，这就是本书叙述的重点。

以上是本书的总体构思。

本书的第二章论述了人员因素的基础知识，由四节构成。

2.1节论述了今后将要普遍使用的人-机系统。这里所谓的机械，不一定是指通常所说的“机械”，可以把它看成是人所制造的东西，即，用机械这个词象征性地表示硬设备。有时也把与硬件有关联的软件包括在内一起讨论。进而研究人-机系统中许多共性的问题，使人类工效学的目的性更加具体化，用具体事例明确人-机系统的形象。

第2.2节是作业者的生理、心理特性，主要对人的功能特性，“工作不适”的心理、生理条件，作业者的易疲劳性进行了说明。在此，人类工效学中的“人”，是在工作场所的“人”，重点讨论他在具体生产活动中的工作状态。这一点也是和以往人类工效学教科书不同之处。

人在操纵机器的时候，观察并思考机器的状态，进行判断、修正。观察机器的状态，似乎是由一系列简单的动作构成，但事实上要复杂得多，而且需要站在此立场上考虑人类工效学的改进方案。这种想法在第四章“确保安全的因素”中将得到进一