

YU

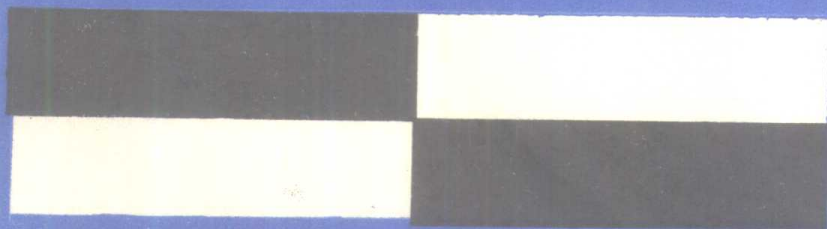
ANG ZIDONGHUA

工厂自动化与 办公室自动化

BANGONGSHI ZIDONGHUA

涌田宏昭 著
人见胜人

赵大生 译



知 识 出 版 社

工厂自动化与办公室自动化

〔日〕 涌田宏昭 著
人见胜人

赵大生 译

知 识 出 版 社

上 海

FAとOA

コーポレート・オートメーションをめざして

昭和 58 年 5 月 20 日 初版 1 刷発行

著 者 涌田宏昭
人見勝人

発行者 大久保健児

発行所 日刊工業新聞社

工厂自动化与办公室自动化

(日) 涌田宏昭 人见胜人 著

赵大生 译

知识出版社出版

(上海古北路 650 号)

新华书店上海发行所发行 上海东方印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 4 插页 2 字数 81,000

1986 年 8 月第 1 版 1986 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1—3,000

书号: 17214·1036 定价: 0.56 元



内 容 提 要

本书扼要回顾了自动化的产生及其意义,详细介绍了自动化的基本概念和各种不同的形式,介绍了工厂自动化(FA)和办公室自动化(OA)的发展及其相互融合,并指出这种结合必然导致全企业的自动化(CA)。本书将信息论、控制论、线性规划等新理论融于一体,论述浅显,通过图表形象地叙述,易于为读者理解。本书可供企业经营管理人员、技术人员和对自动化有兴趣的读者参考。

前 言

本书的主题是“自动化”，这一名词早在第二次世界大战结束后不久，即四十年代后期，就已在美国出现了。约二百年以前，英国爆发了第一次产业革命，开始用机械来代替生产过程中人的体力劳动，这叫机械化。自动化则是机械化产生以来的又一场新的生产革新，它应用了二十世纪新兴的电子学和自动控制技术，使机械不仅能完成人的体力劳动，而且能承担人的脑力劳动。第一次产业革命时期问世的金属机床，在上下料、安装工夹具以及加工操作等方面仍然离不开操作者的熟练技能，而自动化的目的则是连这部分操作也由机械来完成。这一趋势进一步发展，到六十年代末期，机械工业部门开始应用计算机控制机床。最近几年，曾经是梦想中的所谓“无人工厂”也已开始成为现实。

自动化本来是以单一品种的大批量生产为对象的。但是，为了满足人的多样化要求，多品种小批量生产方式将逐渐成为主流。目前已经在开发适用于这种效率较低的生产形态的自动化。就这一意义而言，机械工业部门中传统的机械自动化，现在也可称为“工厂自动化(FA)”，它进一步发展为柔性生产系统——FMS，这是一种由应用了计算机的数控机床(NC机床)、机器人、无人运输车、自动仓库所组成的，能够灵活自在地制造各种产品的生产系统。而今后的目标将是一种理想的“未来型工厂”，它用人少，效率高，可全天24小时运转，



适用于多品种小批量生产方式。甚至可以说，如果一个企业对此认识不足，在今后激烈的竞争中就将难以取胜（至于它对社会是否有益，有待于今后讨论）。

在生产部门这种追求高生产率的刺激下，经营、事务部门以及所谓服务性企业，由于支付工资额的上涨，使削减办公人员、提高劳动生产率成为当务之急。目前，“办公室自动化(OA)”的普及十分迅速，已超过曾于六十年代掀起热潮的管理信息系统——MIS。这正是计算机及其外围设备，以及软件技术的迅速发展和普及，价格不断下降所带来的结果。

FA 是追求生产现场的自动化，OA 则是要实现办公室的自动化。但从企业整体观点来看，这两者彼此不可割离，而应结合为一个系统，有机地发挥作用。虽然现阶段的自动化尚未达到这一步，但可以预料，今后它必定会发展成整个企业的自动化——全企业自动化。

本书以这一理想的自动化为目标，并以“工厂自动化(FA)”和“办公室自动化(OA)”为题，论述自动化的意义与本质(第一章，人见执笔)，分别阐述 FA 与 OA 的现状(第二章，人见执笔；第三章，涌田执笔)，并尝试融合这两者(第四章第一节，人见执笔；第二、三节，涌田执笔)，但本人的专业范围是以机械工业为对象的生产系统工程和生产管理理论，因此在工厂自动化方面，对材料工业、化学工业部门的生产过程自动化缺乏研究。这样，本书也只能限于机械自动化方面的内容，敬请鉴谅。

OA 部分是由经营学、经营信息论、事务管理的权威，东洋大学教授涌田宏昭(办公室自动化学会副会长)执笔。笔者于六十年代初，在以甲南大学山本纯一教授为主任的学术团

体“系统研究会”中与他结为知己，至今已二十余年。余视其为长兄畏友，并多方荷蒙赐教与援助。他攻文科，我搞工科，两人专业范围不同，而这次能以“自动化”为题共著此书，实乃多年友情之见证，亦为个人一大乐事。然本书仅是通往这一学问领域的一块小小的路标，决无值得自满之处，还有待今后钻研以图进一步充实，敬请读者诸贤批评赐教，深感荣幸。

最后，对尽力赐助于本书出版的日刊工业新闻社的北村元先生，辻总一郎先生(大阪分社)，深表谢意。

人见胜人

一九八三年早春

目 录

前言	i
第一章 自动化的产生及其意义	1
一、从工具的诞生到无人工厂	1
二、自动化的意义与种类	5
第二章 工厂自动化 (FA)	9
一、工厂自动化的历史	9
1. 自动化前史	9
2. 连续自动化——固定型自动化	11
3. 程序型自动化	11
4. 柔性自动化——计算机控制自动化	13
5. 低成本自动化 (LCA) ——简易自动化	15
二、计算机工厂自动化的构成	15
1. 用于大批量生产的自动机械	15
2. 多品种小批量生产的自动化	18
三、用于多品种小批量生产自动化的软件	32
四、计算机综合设计—生产—管理系统	53
五、计算机后援工厂自动化的利弊	56
第三章 办公室自动化 (OA)	60
一、办公室自动化的形成	60
二、办公室自动化与组织	67
1. OA 的目的与方向	67
2. OA 的规划及具体化	69



3. 信息系统的总体与局部	72
4. 办公室自动化技术的应用及组织管理的应用	73
5. 系统管理	73
6. 两种处理方式	76
7. 自由度的创造	79
三、位于企业与社会交界点的办公自动化	80
1. OA 与社会	80
2. 重视信息空间	83
3. 信息系统的应用	85
4. 信息技术的发展和通信手段	87
5. 新管理方式的萌芽	92
6. 关于新市场通信的提案	97
第四章 工厂自动化与办公室自动化的融合	102
一、根据柔性自动化原理,工厂自动化与办公室自动化的成立条件	102
1. 生产柔性自动化的成立条件	102
2. 办公室柔性自动化的成立条件	103
二、从经营角度对自动化与信息的讨论	108
三、组织系统和办公室自动化、工厂自动化	111
关于复合·综合系统的设想——代结束语	118

第一章 自动化的产生及其意义

一、从工具的诞生到无人工厂

据说,人类起源于约二百万年以前,而有历史记载的只有五千年^[1]。人类与其他动物最根本的区别在于,人能够制造真正的工具,并利用工具开始了生产。就这一意义来说,人既为理性人,又是工作人^[2],这种观点一直沿用到生产状态已高度自动化了的今天。

据一般常识,最古老的工具起源于生活在二百万年以前的俄斯特拉罗比亚人使用的石器。但也有一种说法,被认为是人类直系祖先的拉玛古猿曾经使用过未经加工的石块或自然物。如果这一看法得到公认,那么工具的由来至少可以推算到一千四百多万年以前,因为当时的古猿已学会两足行走,手也能独立使用工具了^[3]。

工具是用来完成手工作业的,可说是手的延长。人类产生以来,就制造和使用工具,在日本,直到现在还有被叫作“木匠道具”的(译注)。但在工业生产的场合下,一般统称为工具。英语都叫“tool”,而在日语中则加以区别,木工使用的工具——木工工具,既包括日语中的所谓木匠道具,又包括木工机

译注:日语中,手工工具常用汉字“道具”表示,如“大工道具”即木工工具之意,用于机械的工具则用汉字“工具”表示,依照所用汉字的不同,对二者加以区别。

械上所使用的工具。因此,道具是与人相对应,而工具是与机械相呼应的名词。道具本是佛教用语,其原义是:人皈依佛道完成圣洁行为所用之器物(与此相对应,人在凡尘俗界的生活用具则称为“调度”或“具足”^[4])。提高物质生产效率的历史性的第一步,就是工具的诞生,在此姑妄名为“工具化(toolization)”。

有了工具,人类自史前以来就有的采集食物、狩猎、捕鱼的能力增强了;约一万年出现的农牧业的生产效率,也由于工具的利用而提高了;进而作为加工工具,提高了下面将要论述的机械化的生产率。因此,工具化堪称效率化生产的开端。

代替人手功能的是工具,而起了代替包括人的肉体劳动作用的便是机械(machine)。最原始的机械与工具颇难截然区别,基本上都是一种省力、提高效率的东西。“械”为“枷”或刑具的别称。因此,机械的原义即为对能量加以限制之物^[5]。机械的本质之一是“组合^[6]”。按照此义,则斧、刨、矛、箭、钻、车刀等皆为单体,只是一种工具。而旧石器时代后期出现的弓能够贮蓄机械能量,应该说是一种最早的机械,它与锥组合而成弓锥,用于钻木取火^[7]。这样,机械由组合体形成组合运动,在这一过程中,利用能量完成有用的工作。

现代机械是上述功能的延长,其结构及功能尽管千差万别,但基本上可分为三类:一是将其它形式的能转变为机械能的“原动机”;二是传递动力或运动形式的“传动机”;三是完成机械作业的“工作机”。其中担负制造工业产品这一任务的即为机床(machine tool),它作为制造机器的工作母机具有极其重要的作用。关于机床的来源,尚无定论。但据说,早在公元前一千二百年左右,就曾用旋削方式加工木碗,公元前六世

纪就有了车工的职业,到公元前二世纪,在欧洲及亚洲远东各地都用上了车床(一种切削圆轴,开孔的机床)^[8]。铁是工业化所必不可少的材料,但是能够切削铁的车床直到十八世纪才出现,因为这种车床必须有相当的强度与刚度,并要能进行精密加工。在十八世纪后期的二十五年中,这种机床已在金属加工工厂中普及^[9]。趁着英国产业革命的浪潮,又出现了全金属机床。到十九世纪中叶,确立了以精密加工法和互换性原理(同种部件按公差范围制造,任选一组零件就能进行成品组装)为基础的大量生产方式^[10]。机床的发达促进了生产的现代化,亦即促进了手工业向机械工业的过渡,因此可以把它称为生产效率化的第二阶段,即所谓“机械化(mechanization)”。

在生产效率化的第二阶段,机械代替了人的大部分体力劳动,但是,机床的操作与控制,例如上下工件、换刀、设定工艺条件(切削尺寸、走刀速度)、操纵机床、检验成品精度等操作和控制,仍须操作者承担。在下面所要提到的第三阶段,就是试图也用机械来承担人的部分脑力(精神)劳动,从而实现机床操作与控制的机械化。换言之,它的目标是尽量减少工人的操作,实现机床的自动加工。从本世纪二十至三十年代起,人们就开始探索这种高度自动化机床的可能性。随着电子学与自动控制技术的不断发展,它们与机械工业的进一步结合(即机电一体化),使得自动操纵与自动控制成为可能。在追求生产效率的过程中,1924年出现了所谓自动生产线(连续自动加工机床),这在当时是一种用于流水线连续生产的新机械;1952年发明了数控(NC)机床,实现了无需人操作的高效生产。这就是自动化(automatization),可以称为生产效率化的第三阶段。其英语名词后来简化为 automation,

并被看作一场“生产革命”。在此同时，作为学术研究的成果产生了控制论(cybernetics)，这二者互相结合，对社会产生了巨大影响。

自动化本来只是面向单一品种大批量生产的生产方式，并不适合于多品种小批量生产。还有一种所谓“无人化(unmanned factorization)”，则应看作为生产效率化的第四阶段。它主要适用于单一产品的大批量连续生产。诸如啤酒工业、材料工业、化学工业等，由于无人化比较易行，早在本世纪中叶，就开始设法采用无人化生产了。机械工业是进行单件加工的，如今由于采用了各种自动车床、专用机床以及前面提及的自动生产线(连续自动加工机床)等，因而同种零部件要实现无人加工也不是没有可能，但是一经进入产品装配阶段，即使是众所周知的福特传送带装配线，从实际使用(1913年)以来尽管不断地在设法提高产品装配效率，但哪怕是同一品种，装配时也还是有不少地方要靠人的操作，因此，长期以来人们一直认为，多品种小批量生产的无人工厂是想入非非^[11]。然而在今天的机械工厂中，特别是零件的无人加工，从技术上来讲已经是可行的了。其基本构成形式是，前述装有自动换刀装置的数控机床，能进行多种加工的加工中心(machining center)，(特别是计算机控制的)以及自动上下料的机械手或机器人等设备的组合，可以加工多种工件，一般称为“柔性加工组合(单元)”(FMC)。更进一步，用传送带或无人驾驶运输车把几台甚至几十台这样的机床联结在一起，采用计算机集中控制，进行多品种小批量加工，这种生产系统，近年来颇为引人注目，并称为柔性生产系统——FMS(Flexible Manufacturing System)^[12]。而这种新型的自动化则叫作“柔性自动化”。一

言以蔽之,这是一种试图实现多品种小批量生产的自动化。但在现阶段,FMS 主要还是用于加工多种部件。至于与零件加工同等重要的产品装配,如果是单一品种的装配自动化,那么在某种程度上还有可能实现,但对多品种小批量生产而言,目前仍然无能为力,尚有待于今后的发展。有关内容,将在第二章详述。

从工具的诞生开始,随着人类的漫长历史过程,在今天,无人工厂在技术上已成为可能了。以下各节以自动化为中心来讨论它的意义。

二、自动化的意义与种类

如上所述,自动化这一名词产生时主要意味着生产的自动化。最先使用这一名词的是美国经营顾问迪鲍尔德(J. Diebold)和福特汽车公司副总经理哈代(D. S. Harder)(1946年)^[13]。他们各自独立地创造了这一词汇。迪鲍尔德把自动化解释为“自动操作和自动生产产品的过程”,而哈代则把它解释为“在生产过程中,不用人工,将加工物从某一机械自动地输送给其它机械”。到1955年,迪鲍尔德又说,自动化有两层意义,(1)由反馈而形成自动调节;(2)许多机械的合成^[14]。由前所述,自动化(automation)是 automatization 或者 automatic operation (自动操作)的缩写^[15],也可说是希腊语 automotos (自我运转, self-moving) 加上拉丁语后缀“-ion”(即状态之意)^[16]。综上所述,“机械化”只限于代替人的体力劳动,而要对机械运转不断加以控制,仍然需要人的操纵,而自动化的着重点正在于实现这部分操作的自动进行。

亦即是在人的体力劳动与脑力(精神)劳动两方面都实现自动化。

从这一意义来讲,自动化则如前述,基本上堪称生产革命,也可说是一种哲学^[17]。它亦可与维纳所发展的“控制论”(cybernetics)相媲美的。在今天,它已成为现代化工业所必需的生产手段,在提高劳动生产率、生产优质产品、减轻劳动强度、节省人员、通宵无人操作、降低生产成本等方面,已成为必不可少的条件。但从另一角度来看,自动化造成了职工间的疏远感。在机械化所推动的产业革命时期,发生工人失业问题,而在自动化时代亦是如此。在所谓经济高度成长时期,因自动化而多余的劳动力,可以被那些扩大生产规模的部门所吸收。但在经济不景气时期,这一问题就将难以掩盖。(特别在办公室自动化方面,这一倾向更为明显。)

此外,自动化涉及增强劳动强度的问题。自动化并不能生产出只能由熟练技工才能制造的超高质产品,因此,自动化潜伏着某种危险性,即迫使人只能接受那些无法实行自动化的极限劳动状态。除此之外,自动化当然还需要高额投资,因此,经营者为了尽快回收投资,必然尽力提高劳动生产率,结果往往陷入无视职工的个性与社会性的唯生产主义,唯利润主义^[18]。

前面已经谈到自动化意味着自动动作或自动操作。但是,自动化这一名词并非只是指自动动作。例如,自古以来,时钟就是一种自我完成的自动机械,但它一般不称为自动化。又如日本江户时代兴盛一时的各种活动木偶,也不是自动化。自动化是指采用自动生产方法的过程或者一种完全用于工厂的自动生产^[19],总之,它必须与产品生产相联系,即伴随着生

产活动,因此,从这一意义上说,自动化只是对生产手段而言。

自动化的方向按其发展过程来说,可以举出三个:(1)机械工业各项工作的流水线生产;(2)在流水线生产形式的材料工业中进一步实施自动控制;(3)利用计算机提高办公效率^[20]。循此过程,可以把自动化分成三类^[21]。即机械工业中的“机械自动化”(或称底特律自动化);材料工业或化学工业的“生产过程自动化”;以及以事务机械化为目的的“办公室自动化(OA)”。前二者,与工厂中原材料变换为产品,即直接生产过程有关。从生产系统的角度来说是要实现物流^[22]的自动化,因此称之为“工厂自动化(FA)”。而另一方面,办公室自动化侧重于为实现高效率生产所进行的经营管理方面的业务,可以说是以“信息流”的自动化为目的。工厂自动化与办公室自动化两者相结合^[23],则形成“全企业自动化”。但是应该指出,OA所追求的并非象FA那样彻底的无人化,也不意味着无需任何人员的“无人办公室^[24]”。相反,在这一过程中,人所起的作用依然十分重要。

参考文献

- [1] 生产工学体系研究会(编):《要説生产工学》,上卷,1974,工業調査会, p. 1.
- [2] 小林昭:《生产原論》,日本機械学会誌, 85卷, 761号, 1982, p. 458.
- [3] 岩城正夫:《原始技術史入門》, 1976, 新生出版, 第二章。
- [4] 吉田光邦:《機械》, 1974, 法政大学出版社, pp. 196~197.
- [5] 吉田光邦: 同上書, p. 222.
- [6] 《世界大百科事典》, 1981年度版, 第22卷, 平凡社, p. 140.
- [7] 《世界大百科事典》, 1981年度版, 7卷, 平凡社, p. 24.
- [8] L. T. C. Rolt, Tools for the Job, 1965, Batsford, pp. 17~18.
- [9] R. S. Woodbury, History of the Lathe to 1850, 1961, MIT,

- pp. 78~80.
- [10] S. Lilley (1965), 伊藤・小林・鎮目(訳):《人類と機械の歴史》, 増補版, 1968, 岩波書店, p. 189.
 - [11] J. Diebold (1952), 中島・渡辺(訳):《オートメーション》, 1957, 中央経済社, p. 137.
 - [12] 人見勝人:《フレキシブル・オートメーションと生産システム技術》, システムと制御, 24巻, 3号, 1980, pp. 136~146.
 - [13] Diebold, 岡 (11) p. 3.
 - [14] P. T. Veillette, *The Rise of the Concept of Automation, Automation and Society* (H. B. Jacobson and J. S. Roucek. eds.), 1959, Philosophical Library, Chap. 1.
 - [15] 中山秀太郎:《オートメーション》, 1957, 岩波新書, pp. 1~2.
 - [16] *The Automatic Factory*, 1955, Institution of Production Engineers, p. 8.
 - [17] J. Diebold et al, (1956), 涌田(訳):《オートメーションと新しい経営》, 1956, ダイヤモンド社, p. 15.
 - [18] 人見勝人:《オートメーションの変遷とオフィス・オートメーション》, システムと制御, 25巻, 11号, 1981, pp. 661~667.
 - [19] P. Einzig (1956), 中島(訳):《オートメーションの経済学》, 1957, ダイヤモンド社, p. 18.
 - [20] 英国科学技術庁(1956), 和田(訳):《オートメーション》, 1957, 紀伊国屋書店, p. 198.
 - [21] 井上清:《工業生産の管理と理論》, 1978, ミネルヴァ書房, pp. 181~182.
 - [22] 人見勝人:《生産システム工学》, 1975, 共立出版, p. 21.
 - [23] 人見勝人:《生産管理工学》, 1978, コロナ社, p. 3.
 - [24] 涌田宏昭:《オフィス・オートメーション》, 1980, 白桃書房, p. 25.