

ZIDONGHUA JISHU SHIJIAN ZHINAN

自动化技术 实践指南

〔日〕 杉田 稔著

中国铁道出版社

73.8073

257

自动化技术实践指南

〔日〕杉田 稔著

吴立龙译 卢肇英校

中国铁道出版社

1983年·北京

自動化はなぜ失敗するか

杉田 稔著

日刊工業新聞社

1976年

*

自动化技术实践指南

〔日〕杉田 稔著

吴立龙译 卢肇英校

中国铁道出版社出版

责任编辑 苏国镇

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{4}$ 印张：9.75 字数：217 千

1983年2月第1版 1983年2月第1次印刷

印数：0001—12,000册 定价：1.00元

内 容 简 介

本书叙述了研制各种自动化系统的经验及应注意的问题等。全书共分三编，第一编是计划部分，说明了全面地进行分析、评价、综合规划及经济核算的基本知识。第二编是电气部分，讲解了元器件的性能、调整、试验、使用注意事项及噪声干扰等问题。第三编是机械部分，重点介绍机械设计、加工工艺及材料技术等方面应注意的技术问题。

本书可供从事自动化工作和技术革新工作的工人、科技人员和企业领导、管理人员以及理工科大学学生参考。

前 言

自动化技术正广泛地应用于机械设备、商品生产过程，以及其他方面。

有关自动化的著作出版了很多。许多人也正在从事自动化机械设备的设计、制造和研究工作。

但是自动化是一种由机械、电气及其他技术构成的综合性技术，比较复杂，特别是失败的事例很多。

有鉴于此，著者根据自己四十多年的工作经验、知识，以及最近学习、研究和体验而得的心得，写成了这本书。它通俗地叙述了各种自动化系统失败的经验教训，以及为了自动化成功而应该注意的事项。

本书分为计划、电气、机械等三编。作者本想在限定的篇幅和时间内能够广泛地收集一些材料，但由于想使这本书的内容更加充实一些，因而在写作期限和篇幅方面都超过了原定计划。

自动化失败的原因是很多的，除本书指出的以外，当然还可能有其他的原因。为了有助于这些问题的解决，各位读者若能以本书作为取得自动化成功的参考，著者则将感到十分荣幸。

著者才疏学浅，诚恳地希望得到读者的指导，从而使本书的内容更加完善。

最后，对大力协助著者工作的日刊工业新闻社的各位同仁致以谢意。

杉田 稔

1976年春

译 者 的 话

采用自动化机械设备，是提高劳动生产率、降低生产成本和改善劳动条件的一个重要手段。无论是研制新设备、改造旧设备，还是组织现代化生产，都需要大批既有理论知识又有实践经验的工人、技术人员和技术管理干部。但有不少人在工作中深深地感到，由于技术分工和专业知识的限制，往往是隔行如隔山。尤其是那些负责全面技术工作的同志和企业领导干部，在综合考虑技术工作和管理工厂企业时，更是迫切需要一本综合性的密切联系实际的自动化入门书，以利于提高自己的业务水平和工作效率。

本书正是具有这种特点的著作，译者读后获益不少。在领导和同志们的大力支持和鼓舞下，利用业余时间翻译出来介绍给读者，希望在加速我国工业技术现代化方面起些作用。

本书内容丰富、系统全面、深入浅出、通俗易懂，并且密切联系实际。书中所讲解的问题，有些是一般技术专著中很少提及而实际上经常遇到的重要的“小”问题，有些是受专业分工的限制，而容易被忽略或考虑不到的问题。正如著者所述，自动化是一项包括机械、电气、电子及许多其他专业的综合性技术，因此只有各个专业的人员密切合作，才能研制出高水平的自动化设备。然而，要实现有效的合作，应尽量熟悉和尊重不同专业的意见，即互相之间应在技术上有共同语言。从这个角度来看，这本著作的实用价值就很容易理解了。诚然，读了本书不一定就能着手进行设计、制造或维修自动化的设备，但读完以后一定有助于我们全面地分析

和理解自动化究竟是怎么回事，怎样去考虑、组织协调和管理自动化技术工作。

本书由吴立龙翻译，卢肇英校对。铁道部标准计量研究所刘昆、焦庆民、刘荣远、李祥涛等同志热心地审读了译稿，特别是北京市自动化工业公司刘桂珠同志仔细审校了全稿，提供很多有益的意见，吕文茹同志协助全部描图工作，在此特表示衷心的感谢。

译 者

1979年10月 北京

目 录

第一编 计 划

1. 关于自动化的计划	1
1.1 自动化计划的基本知识	1
1.1.1 自动化的目的	1
1.1.2 价值分析	4
1.1.3 动作经济管理的基本原则	5
1.1.4 改进操作方法	6
1.1.5 注意吸取失败的教训	10
1.1.6 电气技术人员注意事项	12
1.1.7 机械技术人员注意事项	17
1.1.8 设备陈旧后可能产生的问题	20
2. 制定合理的计划	23
2.1 自动化系统的类型	23
2.1.1 自动化系统的分类	23
2.1.2 选择自动化系统的注意事项	30
2.2 自动化和经济核算	32
2.2.1 自动化的费用	32
2.2.2 自动化设备的经济核算	34
3. 计划的检查和有关资料	35
3.1 计划的检查	35
3.2 为避免失败而举出的参考事例	45
3.3 自动化计划的参考资料	48

第二编 电 气 部 分

4. 自动化机械、设备的诊断和检查	57
4.1 自动化机械、设备的诊断和检查	57
4.1.1 诊断计划	57
4.1.2 进行总体分析和研究	57
4.1.3 制订试验计划	58
4.1.4 准备试验用仪表和其他设备	59
4.1.5 研究和确定试验方法	59
4.1.6 进行试验	60
4.1.7 判断试验结果, 进行诊断	61
4.2 顺序控制系统的诊断和检查	62
4.2.1 顺序控制电路的试验计划	62
4.2.2 顺序控制试验用的测试设备	65
4.2.3 顺序控制系统的试验	67
4.3 电子控制电路的诊断、检查	76
4.3.1 电路试验	76
5. 正确使用一般的电气零部件和元件	81
5.1 一般的电气零部件和元件	81
5.1.1 电气控制设备的选择方法	81
5.1.2 使用普通电气零部件的注意事项	83
5.2 电磁继电器	86
5.2.1 继电器的分类	86
5.2.2 选择电磁继电器的注意事项	88
5.2.3 使用电磁继电器的注意事项	89
5.3 微动开关	93
5.3.1 微动开关的种类	93
5.3.2 选择微动开关的检测要点	95

5.3.3 使用微动开关的注意事项	96
5.4 开关元件	99
5.4.1 开关元件的选择	99
5.4.2 使用开关元件的注意事项	99
5.5 电动机	103
5.5.1 电动机的种类	103
5.5.2 使用电动机的注意事项	104
5.6 电磁铁	110
5.6.1 电磁铁的种类和选择方法	110
5.6.2 使用电磁铁的注意事项	112
5.7 电磁离合器和电磁制动器	115
5.7.1 电磁离合器和电磁制动器的种类	115
5.7.2 使用电磁离合器及制动器的注意事项	117
5.8 电磁阀	119
5.8.1 电磁阀的种类	119
5.8.2 使用电磁阀的注意事项	122
5.9 其他元件	123
5.9.1 时间继电器	123
5.9.2 电磁计数器	124
5.9.3 表头式继电器	125
5.9.4 其他电气用品	126
5.9.5 注意滞后问题	126
6. 电子元件	127
6.1 电子电路中的元件和零部件	127
6.1.1 无源元件	130
6.1.2 有源元件	135
6.1.3 结构零件	139
6.1.4 传感器及其他器件	141

7. 电路的注意事项	143
7.1 一般的顺序控制系统	143
7.1.1 顺序控制系统的注意事项	143
7.1.2 联锁装置	146
7.1.3 电路的信号误传等问题	148
7.1.4 顺序控制电路的注意事项	150
7.1.5 其他注意事项	159
8. 噪声干扰引起的误动作	166
8.1 噪声干扰与误动作	166
8.1.1 对防止噪声干扰的注意事项	166
8.1.2 消除噪声干扰的基本措施	168
8.2 噪声干扰的防止	171
8.2.1 防止噪声干扰的措施	171
8.2.2 关于接口问题	179
8.2.3 其他的注意事项	184

第三编 机 械 部 分

9. 对机械零部件（或要素）的注意事项	187
9.1 机械方面失败的事例	187
9.1.1 机械方面的注意事项	187
9.1.2 自动化失败的若干事例	188
9.2 使用轴承的注意事项	189
9.2.1 滑动轴承	189
9.2.2 滚动轴承	194
9.2.3 静压轴承和其他轴承	198
9.2.4 轴承缺油造成失败的事例	200
9.3 使用齿轮的注意事项	202
9.3.1 关于齿轮的精度	202

9.3.2	齿轮应用的注意事项	204
9.3.3	齿轮设计、制造失败的举例	206
9.4	有关螺纹的注意事项	207
9.4.1	螺纹松扣问题	207
9.5	弹 簧	214
9.5.1	使用弹簧的注意事项	214
9.6	其他注意事项	215
9.6.1	轴	215
9.6.2	凸轮	216
10.	机械设计方面的注意事项	216
10.1	温度问题	217
10.1.1	热胀冷缩	217
10.1.2	温度变化引起失败的事例	219
10.2	刚性问题	221
10.2.1	刚性	221
10.2.2	注意刚性和其他问题	223
10.3	惯性力	225
10.3.1	注意惯性力的作用	225
10.3.2	轻量化设计问题	226
10.3.3	惯性引起失败的举例	227
10.4	零部件的误差	228
10.4.1	没有绝对精确的零部件	228
10.4.2	有关误差的注意事项	229
10.5	定位问题	230
10.5.1	定位尺寸	230
10.5.2	定位的重要性	230
10.5.3	定位的注意事项	231
10.6	关于基准的注意事项	234

10.6.1 基准	234
10.7 加工工艺技术	236
10.7.1 切削加工	236
10.7.2 冲压技术	237
10.7.3 其它问题	239
10.8 成形技术	240
10.8.1 铸件设计	240
10.8.2 冲压加工	240
10.8.3 焊接	242
10.8.4 凸焊	243
10.8.5 粉末冶金	244
10.8.6 冷锻	245
10.8.7 其他成形技术	246
10.9 连接技术	246
10.9.1 连接	246
10.9.2 钎焊及其他连接技术	247
10.10 表面压力	247
10.10.1 表面压力的注意事项	247
10.11 磨损问题	248
10.11.1 磨损	248
10.11.2 耐磨材料	251
10.11.3 提高耐磨性的措施	252
10.12 摩擦问题	253
10.12.1 摩擦的有关问题	253
10.12.2 机械摩擦	255
10.13 物体移动的问题	257
10.13.1 物体的移动	257
10.13.2 其他注意事项	260

10.14	润滑的注意事项	261
10.14.1	润滑	261
10.14.2	滑动轴承的润滑	263
10.15	简易实验	265
10.15.1	防止失败的努力	265
10.16	振动和噪声问题	265
10.16.1	振动和噪声	265
10.16.2	一般的防止振动和噪音的措施	267
10.16.3	防振合金	269
10.17	效率问题	269
10.17.1	注意效率	269
10.18	灰尘和异物	270
10.18.1	注意灰尘和异物	270
10.18.2	防止灰尘和异物的措施	271
10.19	机械式和电气式系统的选择	272
10.19.1	机械式和电气式各有特点	272
10.20	关于腐蚀的注意事项	273
10.20.1	注意腐蚀问题	273
10.21	退刀槽的设计	276
10.21.1	退刀槽的设计	276
10.22	允许误差问题	277
10.22.1	允许误差的概念	277
10.23	关于制图	278
10.23.1	要重视制图工作	278
10.24	关于组装工艺	279
10.24.1	组装方法	279
10.24.2	自动组装机械	281
10.25	与机械有关的其他问题	283

10.25.1 对液压、气动系统的注意事项·····	283
10.25.2 其他问题·····	285
11. 关于材料的注意事项·····	286
11.1 材料的基本知识·····	286
11.1.1 材料的选择方法·····	286
11.1.2 关于热处理·····	288
11.2 材料的破坏·····	289
11.2.1 疲劳破坏·····	289
11.2.2 环境脆化问题·····	292
11.3 关于残余应力的注意事项·····	293
11.3.1 残余应力·····	293
11.4 与材料有关的其他问题·····	294
11.4.1 材料的腐蚀·····	294
11.4.2 其他问题·····	296

第一编 计 划

本书所要讨论的内容，是搜集和归纳著者所考虑到的、一般经常发生的自动化失败的原因，以及进行自动化工作中应该注意的事项。对于那些因采用不符合实际的错误计划、错误的控制电路、错误的图纸，或者使用破损了的零部件以及错误的组装工艺等而遭到的自动化失败，则不在讨论范围之内。

1. 关于自动化的计划

1.1. 自动化计划的基本知识

1.1.1 自动化的目的

对搞自动化计划和设计的人来说，首先必须明了自动化的目的。这就是：

- 1) 节省人力；
- 2) 完成人力不能胜任的工作；
- 3) 降低成本；
- 4) 大批量生产；
- 5) 提高效率；
- 6) 其他（安全等）。

说到第 1 项的节省人力，就应该分析工人的手工作业过程，因而应该知道吉尔布雷斯①分解的 18 种基本动作。

①ギルブレス(F. B. Gilbreth 1868~1924 年)，美国工厂管理工程师，以研究动作管理理论而著名——译者。

1110431

关于这个问题以后将要详述，在这里只说明工人用这些基本动作就可以完成各种各样的作业。例如，对物品进行推动和搬运、确定位置、确定姿势、紧固、计测、检查、判断，或者使用机床和机械设备进行切削、压缩、截断及冲压等作业，以及进行研磨、电镀、焊接、组装、包装等作业。

如果将上述各种作业实行自动化，就可以达到节省人力的目的。在保证安全生产方面，也可以如图1.1所示那样，用传感器把现场的各种信息变成电气信号，然后把这些信号送入控制电路，控制电路就可以自动地实现安全保护措施。



图1.1 保证安全的自动化系统

实现自动化生产，可以节省人力，从而能够制造出廉价的商品。反过来说，为了能生产出廉价的商品，也必须实现自动化。如果说自动化的目的是为了减少人的工作量，那么改进工艺过程或对操作动作进行研究，都有可能大大节省人的工作量。

这里谈谈关于有名的泰罗^①或吉尔布雷斯的^②故事。首先是搬运生铁的故事，他们研究出一个办法，即让工人搬运7分钟生铁以后，就休息10分钟。这样做的结果，工作效率反而提高了大约4倍。

后来，又有著名的铁锹铲物的故事。他们准备了图

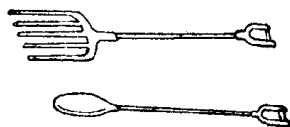


图1.2 铁锹的大小

①テラー(F.W.Taylor,1856~1915年)美国近代企业管理理论创始人，著有《工厂管理》等著作——译者。