

智能电器

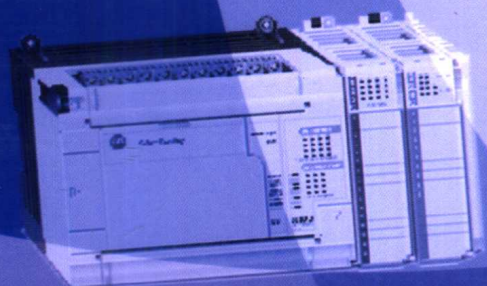
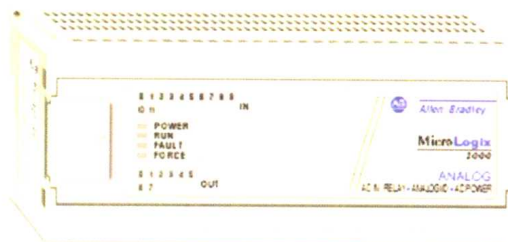


MicroLogix 控制器

钱晓龙 李鸿儒 编著

阅读完本书您将:

- 解决工作的难点,掌握当前自动化发展的热点
- 深入了解罗克韦尔自动化公司智能电器的强大功能
- 得心应手运用 MicroLogix 的编程指令
- 了解 MicroLogix 系列控制器的应用
- 熟悉罗克韦尔自动化网络的特性
- 利用罗克韦尔自动化公司的产品解决控制系统中的问题



机械工业出版社
China Machine Press

智能电器与 MicroLogix 控制器

钱晓龙 李鸿儒 编著



机械工业出版社

本书介绍了控制电器和可编程控制器的基础知识及原理,并以罗克韦尔自动化公司的智能继电器和 MicroLogix 系列可编程控制器为背景,系统介绍了智能继电器的结构、工作原理及使用方法,重点介绍了 MicroLogix 系列可编程控制器的硬件特性、指令系统、编程方法和网络系统,同时介绍了 SLC 500 在过程控制中的应用和 PLC-5 的模拟量处理方法。

本书总结了作者多年来讲授相关专业课程的体会和实际自动化系统设计的经验,本着深入浅出、少而精的原则,在结构上打破了常规有关书籍的方式,每章以学习目标、背景、正文、小结、习题和思考题的格式编写,便于教学与自学。

本书可以作为自动化及其相关专业的教材,同时也可供从事自动化专业的工程技术人员参考,尤其适合于各高校开展可编程控制器的教学实验和罗克韦尔自动化公司的高级培训。

图书在版编目(CIP)数据

智能电器与 MicroLogix 控制器/钱晓龙 李鸿儒编著. -北京:机械工业出版社, 2003.3

ISBN 7-111-11716-6

I. 智… II. ①钱… ②李… III. ①控制电器 ②可编程序控制器 IV. ①TM571 ②TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 011984 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:魏红梅 版式设计:张丽花

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm1/16·20.5 印张·507 千字

0001-5000 册

定价:32.00 元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话:(010) 68993821、88379646

封面防伪标均为盗版

YOU SUCCEED...WE SUCCEED



罗克韦尔自动化公司驻中国首席代表白恩时先生(左)和本书作者钱晓龙(右)

*THIS BOOK IS THE KEY TO OPENING
UP KNOWLEDGE OF ROCKWELL AUTOMATION'S
FAMILY OF CONTROL LOGIX PRODUCTS. THE
MULTI-FUNCTIONAL CONTROL ARCHITECTURE
REPRESENTS THE LEADING EDGE OF
21ST CENTURY AUTOMATION TECHNOLOGY.*

Michael J. Byrnes
VICE PRESIDENT, CHINA
OPERATIONS

您成功...我们也成功

前 言

现代工业革命的不断进步,促进了自动化技术的发展。近几十年来,随着电力电子器件、微处理器和大规模集成电路的飞速发展,自动化技术日新月异,突飞猛进。从传统的继电器、接触器到各式可编程控制器,遍及工业企业的各个角落,极大加速了工业企业的自动化生产。顺应自动化技术的飞跃,一大批自动化企业蓬勃发展,罗克韦尔自动化公司(Rockwell Automation)就是其中的代表。

罗克韦尔自动化公司从 20 世纪 80 年代中期开始服务中国市场,并与中国十所著名大学建立罗克韦尔自动化实验室,立足于向高校自动化专业的学生和从事自动化专业的工程技术人员推广当前最先进的自动化技术。在此背景下,这十所大学都在以罗克韦尔自动化公司的产品为对象,编辑有关自动化技术的系列丛书,浙江大学罗克韦尔自动化技术中心于 2000 年率先出版了《可编程序控制器系统》一书,系统介绍了罗克韦尔自动化公司的 PLC-5 系列可编程序控制器的知识。东北大学罗克韦尔自动化实验室在大量工程实践的基础上,重点介绍了 MicroLogix 系列产品和智能继电器,总结多年来讲授这方面专业课程的体会和自动化系统设计的经验,结合部分高校、厂矿及设计研究院的专家学者的意见编写了本书。

在编写本书时,针对自动化专业技术发展的特点和工业企业自动化系统研究、设计及运行的需要,在介绍自动化技术应用的基本理论与知识的同时,注重了自动化技术新产品的介绍,加强了理论知识与实际工程的联系。为了进一步提高学习者的实际操作能力,我们还编写了与本书配套的应用实例教材。

本书由东北大学钱晓龙、李鸿儒主编,东北大学罗克韦尔自动化实验室主任刘建昌教授主审。参加编写的人员还有东北大学的葛延津、常玉清和秦皇岛分校的顾德英、高原。

本书中的所有实例或在实际工程有了应用或已进行了反复实验。美国罗克韦尔自动化公司的李大光先生、万莉小姐和郭晓波先生在本书编写过程中,提出了大量的宝贵意见,在此表示最诚挚的谢意。这里还要特别感谢美国罗克韦尔自动化公司副总裁及中国首席代表白恩时先生(Michael T.Byrnes)一直以来对我们的支持和鼓励。

感谢东北大学罗克韦尔自动化实验室的赵强、闫晓、薛桂芹、洪悦、石莹和刘春蕊同学对本书编辑及相关实验所做出的辛勤工作。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者于东北大学

2003 年 1 月 28 日

目 录

第 1 章 风雨历程	1
1.1 Allen-Bradley 公司的创立	3
1.1.1 艾伦与布拉德利的合作	3
1.1.2 布拉德利兄弟的奋斗	4
1.2 Allen-Bradley 公司的发展	5
1.2.1 电器技术的开发带来的突破	5
1.2.2 美国式发展	6
1.2.3 可编程控制器的出现	7
1.3 Allen-Bradley 公司的企业文化	8
1.3.1 布拉德利兄弟的生活	8
1.3.2 建立布拉德利基金会	9
1.3.3 大学合作项目	10
第 2 章 常用控制电器	12
2.1 常用控制电器的定义及分类	14
2.2 电磁式控制电器的基本原理与结构	15
2.3 接触器	24
2.4 继电器	27
2.5 按钮和开关	31
2.6 控制开关和熔断器	32
2.7 小结	34
习题	35
思考题	35
第 3 章 常用电气控制线路	36
3.1 电气控制线路的绘制方法	38
3.2 电气控制线路的设计方法	45
3.3 三相鼠笼式异步电动机直接起动控制	46
3.4 三相鼠笼式异步电动机减压起动控制	49
3.5 三相鼠笼式异步电动机的正反转控制	52
3.6 三相鼠笼式异步电动机的制动控制	53
3.7 三相鼠笼式异步电动机的变频器控制	56
3.8 其他典型控制环节	56
3.9 小结	58

习题	59
思考题	60
第 4 章 智能继电器	61
4.1 智能继电器的组成结构	63
4.1.1 智能继电器简介	63
4.1.2 智能继电器的结构	64
4.2 智能继电器的工作原理	67
4.3 SMP-3 智能固态过载继电器	70
4.4 E3 Plus 智能固态过载继电器	76
4.4.1 RMS 电流测量	76
4.4.2 网络通信	77
4.4.3 状态监控	78
4.5 小结	79
习题	80
思考题	81
第 5 章 Pico 控制器	82
5.1 Pico 控制器的组成结构	85
5.1.1 硬件结构	85
5.1.2 按钮操作	86
5.1.3 系统设置	87
5.2 Pico 继电器	91
5.2.1 继电器组成	91
5.2.2 线圈类型	92
5.2.3 继电器类型	93
5.3 Pico 应用实例	98
5.4 小结	100
习题	100
思考题	101
第 6 章 可编程控制器原理	102
6.1 可编程控制器的组成	104
6.1.1 可编程控制器的基本结构	104
6.1.2 中央处理单元	106
6.2 输入/输出单元	108
6.2.1 开关量输入/输出单元	109
6.2.2 特殊功能 I/O 单元	112
6.3 PLC 的工作原理	121

6.3.1	基本工作原理	121
6.3.2	PLC 的循环扫描原理	122
6.3.3	建立 I/O 映像区	123
6.3.4	输入/输出操作	124
6.3.5	中断输入处理	124
6.3.6	PLC 的主要性能指标	126
6.4	小结	128
	习题	129
	思考题	129
第 7 章	MicroLogix 可编程控制器	130
7.1	MicroLogix 系列简介	132
7.2	MicroLogix 1000 系列控制器	133
7.2.1	MicroLogix 1000 的硬件特性	133
7.2.2	MicroLogix 1000 输入/输出的使用	135
7.3	MicroLogix 1500 系列控制器	137
7.3.1	MicroLogix 1500 的硬件	138
7.3.2	MicroLogix 1500 输入/输出的使用	138
7.3.3	MicroLogix 1500 主要技术参数	144
7.4	MicroLogix 1200 简介	144
7.4.1	MicroLogix 1200 硬件特性	144
7.4.2	MicroLogix 1200 控制器的 I/O 模块	145
7.5	MicroLogix 系列在网络中的应用	146
7.6	小结	148
	习题	149
	思考题	149
第 8 章	MicroLogix 系列的编程	150
8.1	可编程控制器编程语言	152
8.1.1	梯形图	152
8.1.2	结构文本	153
8.1.3	顺序功能图 (SFC)	154
8.2	编程器工作方式	156
8.3	可编程控制器的内存组织	157
8.3.1	程序文件	157
8.3.2	数据文件	157
8.4	MicroLogix 1500 的指令系统	163
8.4.1	位指令	164

8.4.2	计时器和计数器指令	166
8.4.3	比较指令	170
8.4.4	算术与转换指令	174
8.4.5	传送和逻辑指令	180
8.4.6	移位和顺序进出指令	182
8.4.7	程序流程指令	190
8.4.8	中断指令	195
8.5	小结	197
	习题	197
	思考题	198
第 9 章	MicroLogix 1500 的功能文件	199
9.1	高速计数器	201
9.2	脉冲串输出 (PTO)	209
9.3	脉宽调制 (PWM)	213
9.4	可选定时中断 (STI)	214
9.5	事件输入中断 (EII)	217
9.6	实时时钟和存储器模块信息	219
9.6.1	实时时钟 (RTC)	219
9.6.2	存储器模块	220
9.7	微调电位器和数据存储仪 (DAT) 的使用	221
9.7.1	微调电位器的使用	221
9.7.2	DAT 的使用	222
9.8	其他功能文件	225
9.9	小结	226
	习题	227
	思考题	227
第 10 章	SLC 500 在过程控制中的应用	228
10.1	自动控制系统中的 PID 控制	230
10.1.1	锅炉锅筒液位的自动控制系统	230
10.1.2	PID 控制的基本原理	231
10.1.3	PID 参数对控制质量的影响	232
10.1.4	控制器参数的工程整定	235
10.2	SLC 500 系统简介	237
10.2.1	SLC 500 系列控制器	238
10.2.2	SLC 500 系列的硬件特点	238
10.2.3	过程控制指令 PID	239

10.3 基于 SLC 500 的温控系统 PID 控制器实现.....	245
10.3.1 控制系统简介	245
10.3.2 程序设计	248
10.4 专家自整定 PID 参数软件 RSTune.....	252
10.4.1 建立回路	252
10.4.2 收集数据	254
10.4.3 调节参数	257
10.4.4 分析回路	258
10.4.5 RSTune 实验	262
10.5 小结	264
习题	264
思考题	264
第 11 章 PLC-5 系列处理器	265
11.1 增强型 PLC-5 系统简介	267
11.1.1 PLC-5 系列的硬件特性	267
11.1.2 输入/输出寻址	269
11.1.3 内存组织	270
11.2 PLC-5 特有指令	272
11.2.1 比较和计算指令	272
11.2.2 文件指令	275
11.2.3 块传送指令	283
11.3 模拟量输入/输出模块的编程	288
11.3.1 模拟量输入模块 (1771-IFE) 及其编程	288
11.3.2 模拟量输出模块 (1771-OFE) 及其编程	294
11.4 小结	297
习题	297
思考题	298
第 12 章 MicroLogix 系列的网络系统	299
12.1 NetLinx 网络体系结构	301
12.2 MicroLogix 系列在以太网上的应用	302
12.2.1 工业以太网	302
12.2.2 Ethernet/IP 地址的分配	303
12.3 MicroLogix 系列在 DH-485 网络上的应用	303
12.3.1 DH-485 工业网络	303
12.3.2 通信指令 (MSG)	305
12.4 MicroLogix 系列在设备网上的应用	307

12.4.1 DeviceNet 设备网	307
12.4.2 MicroLogix 系列的通信方式	310
12.5 小结	313
习题	314
思考题	314
参考文献	315

第 I 章

风雨历程

学习目标

- 了解 Allen-Bradley 公司的创业史
- 体会布拉德利兄弟创业的艰难
- 了解电器技术发展的背景
- 了解可编程控制器的产生环境
- 体会罗克韦尔自动化的企业文化

背 景

1999 年 9 月 16 日, 东北大学罗克韦尔自动化实验室落成剪彩, 它宣布了罗克韦尔自动化公司的大学项目计划在中国又发展了一个合作伙伴。在开幕式上, 东北大学校长与美国罗克韦尔自动化公司副总裁兼驻中国首席代表白恩时先生都做了热情洋溢的讲话。从此, 东北大学的校园里又增添了一个培养未来自动化工程师的摇篮。

根据东北大学与罗克韦尔自动化公司签订的协议, 实验室主要是为本科生、研究生提供良好的实验环境, 从事自动化领域的科学研究, 同时宣传罗克韦尔自动化公司的先进设备。实验室占地面积 400 平方米, 其设备由罗克韦尔自动化公司捐赠, 包括工控机、可编程逻辑控制器、变频器、智能马达控制器、变速器等处于世界自动化领域领先水平的系列产品。罗克韦尔自动化公司为什么要与大学合作建立实验室呢?

作为世界知名的工业自动化公司, 他们充分认识到当今自动化技术日新月异的发展, 需要的是对人才的培养与技术的交流。自 1998 年起, 罗克韦尔自动化公司向中国的 10 所著名理工科大学捐建了配备世界一流的工业自动化实验室, 包括重庆大学、广东工业大学、哈尔滨工业大学、华中科技大学、东北大学、上海交通大学、东南大学、清华大学、西安交通大学和浙江大学。此外, 还帮助香港理工大学建设了类似的实验室。这 11 所大学实验室的重要特征之一就是它们都是世界一流的实验室。这些实验室配备有罗克韦尔自动化最新的设备和技术。许多世界领先的制造企业都在使用这些产品和技术, 所以实验室在技术和设备上提供了一个真实、先进的工业自动化生产环境。为使实验室始终处于技术的最前沿, 每年定期更新实验设备以确保实验室能够跟上自动化技术的飞速发展。为了鼓励和奖励优秀者, 罗克韦尔自动化还为在工业自动化及相关学科取得突出成绩的学生和教师提供年度奖学金和奖教金。

领先的技术、一流的设备, 加之师生们超前的思维、辛勤的工作和现代化的管理, 罗克韦尔实验室不再是普通意义上的为学生提供实验环境的地方, 而是多学科、多领域的研究基地, 是东北大学对外展示自己的窗口。在成立后的几年中, 实验室培养了一批批优秀的人才, 通过在实验室的学习掌握的知识, 他们在各自的工作岗位上施展着自己的才华, 对此他们十分感谢大学项目给他们带来的机遇。

随着中国加入世界贸易组织并不断融入全球性的国际经济潮流, 中国与其他国家的知识共享和文化交流变得日益重要。因此我们在学习的同时, 也要了解一些对方的历史背景和企业文化, 适时地融入到自己的工作中来。

1.1 Allen-Bradley 公司的创立

2003 年恰是 Allen-Bradley 公司创立 100 周年。因此,在学习 PLC 强大的控制功能之前,本书第 1 章从公司的创建、发展以及文化底蕴三个角度分别详细讲述了 Allen-Bradley 公司不平凡的创业历程,使您不仅对公司的产品有一个清晰的了解,而且对其发展背景也有深刻的体会,产生耳目一新的感觉。

1.1.1 艾伦与布拉德利的合作

Allen-Bradley (A-B) 公司成立于 1903 年,其创始人是一对亲兄弟——兰德·布拉德利和哈里·布拉德利。兰德·布拉德利出生于 1878 年 8 月 19 日,美国威斯康星州的密尔沃基市。父亲是一家大型造纸公司的董事长;母亲出生于高级律师家庭,是一位很有才识的女性。兰德出生后不久,全家搬到了堪萨斯州。1885 年 1 月 5 日,哈里·布拉德利在那里出生。1891 年,全家又搬回了密尔沃基市。

1890 年,不知什么原因,布拉德利家族遭受了空前的厄运,经济损失惨重。对于一个密尔沃基市的贵族家庭,地位的衰落是令人烦恼的。然而,挽留了布拉德利家族的名字,使布拉德利家族重新走向好运的原因就是年轻的兰德在早年时期对于电的热爱。

1897 年,由于家境日趋贫寒,兰德高中时就中途辍学,在密尔沃基市开了第一个 X 射线实验室,从事与 X 射线相关的商业活动。经常光顾实验室的有一位 40 多岁的物理学家斯坦顿·艾伦,他的频繁来访使其成为了兰德·布拉德利尊敬的长者、经济支持者和终身的的朋友。每次面对主要决定时,兰德总是相信艾伦的判断。然而,面临的第一个主要决定却是关闭密尔沃基的 X 射线实验室,因为经过两年的努力,实验室的商业情况明显不如兰德当初想象的那样好。

1900 年,兰德在密尔沃基电子公司找到了一份工作,作为一个安装工和检修工,他度过了两年的时间穿梭于美国的东部。旅行中,兰德·布拉德利继续读书,做试验,思考未来。他梦想在电子设备领域有自己的一份空间,而密尔沃基电子公司无意中给他提供了这个空间。该公司生产的起重机发动机需要精确的控制,但是现有的控制器都不够精确,因此兰德决心制造一个新型控制器,使其在市场上最具有竞争力。1901 年 8 月 15 日,兰德辞职,从此电机控制器成了兰德·布拉德利生活中的主题。

兰德的第一步是要找到创业资本,他的家庭已经不可能提供帮助。年轻的发明者求助于斯坦顿·艾伦,得到了 \$1000 美元的资助。1901 年 8 月 18 日,兰德在地下室中完成了第一个控制器模型。如同 1893 年兰德制造的器件一样,这个模型也使用了碳的变阻性。1903 年 3 月 31 日,该模型申请到专利,但是兰德需要控制器在实际的操作条件下可以运行起重机发动机。于是他每星期工作 7 天,每天工作 10 小时,就这样在 1901 年 10 月 8 日完成了第一个可运行的控制器。当天,兰德跑到密尔沃基电子公司将控制器安装到一台起重机发动机上,工作情况令人十分满意。受这一成果鼓舞,艾伦和兰德离开地下室,搬进属于他

们自己的一家商店。兰德不停地修改制图，一年内制造出 4 个控制器、2 个发动机启动器。尽管控制器性能优越，但并没有卖出一个，并且由于长期拖欠房租，他们被起诉上法庭。

两个合作者并没有放弃，他们找到了另一位友善的合作者，可以为他们提供场所和技能帮助。1903 年 7 月，他们搬到斐佛尔和史密斯机器商店的一个角落。在这里，兰德在 4 个月中制造了 4 个发动机启动器，其中 2 个被买走，这是合作者们的第一次销售。但是，2 年的时间只卖出 2 个产品令兰德很失望。现在，他们需要资本帮助。密尔沃基市没有人对此感兴趣，因此兰德只能去南部寻找其他合作者。1903 年 11 月 12 日，兰德经别人介绍与美国电子熔断器（AEF）公司的董事长弗兰克·琼斯见面。琼斯表示支持他们，并建议成立公司。1903 年 12 月 12 日，压缩变阻器（Compression Rheostat）公司形成。领导人是兰德·布拉德利、斯坦顿·艾伦以及艾伦的妻子玛利亚，控制器命名为“Allen-Bradley”设备。这一天成为了日后享誉世界自动化舞台的 Allen-Bradley 公司的誕生日。

1.1.2 布拉德利兄弟的奋斗

1904 年 1 月 6 日，美国电子熔断器公司和压缩变阻器公司签订正式合作关系：兰德公司的人员设计新型产品，琼斯每月支付他们 \$100，艾伦和布拉德利欣然接受。生产由密尔沃基市的斐佛尔和史密斯机械师进行，并履行与美国电子熔断器公司的合同。商店很繁忙，未来也很有希望。现在，兰德需要一名技能广泛的人才，可以同时作为电工、制图者、机械工，这样特殊的人选很难找到，但是兰德心中已经确定了目标，这个人就是他的亲弟弟哈里·布拉德利。

像兰德一样，哈里也是高中辍学，他对电子也有一种与生俱来的热爱之情。1904 年 2 月 28 日，星期日，哈里报到上班，具有好奇的思维能力和机械能力的他很快就可以提供关键性的帮助了。在两位布拉德利兄弟的共同努力下，生产进度加快了。令人欣慰的是公司的第一次大型销售：\$1000 订单要 13 个起重机控制器。接着是更多的销售量，芝加哥一位生产巨头要把 Allen-Bradley 控制器加入他的整个发动机生产线，好消息使兰德觉得“确定可以走向成功的大路”。但是，他的乐观是毫无根据的。原因是控制器中存在一个明显的致命缺陷，它们作为指示器性能很好，但是，在实际条件下长时间使用时，本身阻抗所产生的热能会使碳变成粉末，而失去效用。1904 年，由于控制器的致命弱点，公司崩溃。

兰德和哈里·布拉德利不得不再次摸索解决方案，经过 3 年的大量研究，1907 年，哈里突破了阻碍他们兄弟的技术障碍，他发现了石墨是解决问题的关键所在。石墨可以耐机械压力，当它在高温下呈现粉末状时，能产生很大范围内的电阻值，他们再次有了希望，但这整整耗费了他们 6 年的痛苦努力。1910 年 1 月 3 日，压缩变阻器公司被重新命名为 Allen-Bradley 公司，斯坦顿·艾伦继续担任董事长。

这些年留在兰德记忆中的只有奋斗，他经历了拒绝、经济困窘和技术灾难。自从 1901 年兰德辞职的那天起，他花费了 10 年的时间才到达了其他工业家的起步点。终于在 1912 年，他和哈里可以享受到坚持所带来的胜利果实了。

1.2 Allen-Bradley 公司的发展

伴随着工业革命的进步,各种先进的技术进入到制造业中来。透过 Allen-Bradley 公司走过的艰难历程,使我们更清楚地了解到电器技术和可编程控制器技术的发展历史。

1.2.1 电器技术的开发带来的突破

1916年10月16日,斯坦顿·艾伦逝世。兰德担当董事长,哈里升为副董事。公司内的所有职位安排就绪后,兰德和哈里·布拉德利为成功做了进一步准备。兄弟们扩大生产线,在专攻石墨可变电阻器的同时,又为技术找到了新的应用领域。1912年,Allen-Bradley 开始销售启动器、自动开关、速度调整器、电池充电器以及可靠的起重机控制器。

兰德·布拉德利在一段时间内仍是主要设计者,1911年和1917年间他赢得了12个新专利,总专利数达到15个,其中6个专利是和哈里共享用的。产品的增值和雇佣有才能工人的增长并不能保证公司最终的成功,真正使公司在市场上有一席之地,使它从黯淡走向辉煌的是第一次世界大战。一战中,所有的机器都用电力驱动,因此对机器控制器的需求迅猛增长。大的电子公司的产品都被抢购一空,军事家不得不转向一些新兴公司,如 Allen-Bradley 公司。战争的影响是迅速的、意义深远的。1916年,需求的浪潮使公司的年销售额达到了\$230,000,几乎是前几年总和的三倍,这期间被认为是电器技术发展的开始。

Allen-Bradley 一夜间轰动而起,1917年销售额达到\$400,000,达到6年前的10倍。劳动力在1911年只是12人左右,到1917年上升为150人,两年后到达218。1917年,公司买下了斐佛尔和史密斯商店,以前公司只占据商店的一个角落,而如今充满了整个三层楼。1918年,Allen-Bradley 在旧的斐佛尔和史密斯商店的右角侧又建了一幢三层楼,现在的公司看起来好像由两个翅膀组成。

比起成功,布拉德利兄弟更习惯于奋斗。15年不停的努力之后,他们发现战争年代的突然繁荣是令人昏乱的。然而,他们很快便回到了更熟悉的环境。1919年,战争突然撤销,经济紧缩,Allen-Bradley 的销售额降了几乎25%。布拉德利兄弟感到恐慌,削减劳动力,停止生产发展,可是公司很快就为此做法感到后悔。因此,当面临1920年更大的经济萧条时,尽管此时的销售额比以前减少了一半多,但公司并没有削减劳动力;相反,布拉德利兄弟使雇用人数稳定下来,继续发展生产,这一举措几乎立即得到了回报。

新的产品使 Allen-Bradley 在市场中一直处于领先地位,随后,Allen-Bradley 又发现了一个更大的产品市场。公司开发了一个小的内部仪表板式可变电阻器,用于控制电流从汽车发电机到电池的流动。公司中有一名顾客是一位业余录音机爱好者,他发现小型可变电阻器是家用式录音机装置的理想组成部分,顾客把这一发现告诉了公司中的一名销售员,从此,公司绊倒在了金矿上。正如1950年的电视机一样,录音机在1920年曾掀起过一股狂潮。Allen-Bradley 新的可变电阻器由于使录音机工作良好,被称为“完美的细丝控制”,到1922年4月,每周订货量几乎为15000个,Allen-Bradley 很快捕获了录音机配件市场的主要部

分。公司的总销售额在 1924 年突破 100 万美元, 1926 年突破 200 万美元, 1929 年接近 300 万美元。Allen-Bradley 成为了金钱制造商, 它的净收入占 1925 年到 1929 年间销售额的 12%。

1.2.2 美国式发展

当第一次世界大战开始时, 公司还是摇摇欲坠, 但到了大战末, 企业已有了自己的公司, 建立了繁荣的商业。尽管 1918 年的休战使公司不得不进行调整, 但 Allen-Bradley 已经发展到的高度是兰德和哈里·布拉德利几年前根本无法想象到的。

Allen-Bradley 当时有 3 个主要领导人: 兰德·布拉德利, 哈里·布拉德利和弗雷德·劳克。兰德是董事长和大多数股份所有者, 但是他大多数时间是在粉末房中, 尝试关于电阻器的试验。哈里, 虽然他的头衔是副董事和司库, 他却成为公司主要的执政人员。1920 年到 1930 年间, 劳克的职位发生了一个默默的、非正式的转变, 至少拥有和哈里一样的权力。将权力移交给劳克对公司的运行状况并没有产生多大影响, 布拉德利兄弟在商业贸易方面早已经非常器重他, 并且劳克始终把 Allen-Bradley 当作自己的家。劳克相当于第 3 个布拉德利, 他十分注重公司的文化和条例。这 3 个主要领导人的基本信仰和见解交织在一起, 他们共同呼吸着 Allen-Bradley, 三头统治兰德-哈里-劳克携手推动公司的发展。

由于兰德长期节俭的生活, 并且数十年暴露于危险的工作环境中, 辐射, 石棉, 硫磺, 溶剂, 这些物质可能与酒精一样对人产生严重危害。1942 年 2 月 8 日, 兰德因肝硬化不幸逝世, 终年 63 岁。

1960 年春天, 哈里的身体状况出现滑坡。他开始变的脾气暴躁, 易发怒, 经常与雇员争吵, 与亲密的朋友发生口角, 所有的行为同以前大不一样。7 月, 他住进疗养院接受长期治疗。住院期间, 哈里·布拉德利时而清醒, 时而神志错乱, 偶尔可以参加会议和典礼, 并且在妻子佩格·布拉德利的陪同下, 每年冬天去佛罗里达旅游, 但他始终没有康复。1965 年 7 月 23 日, Allen-Bradley 的第二位创始人逝世, 终年 80 岁。弗雷德·劳克按照兰德和哈里确立的传统继续领导 Allen-Bradley, 销售额和雇用人员稳定增长, 公司的物质膨胀没有受到任何干扰。

1967 年 6 月, 弗雷德·劳克退休, 阿尔路·保罗接替他的位置。保罗于 1933 年加入公司, 成为兰德·布拉德利的助手, 然后进入销售领域, 当上了纽约市的地区经理。1962 年, 弗雷德·劳克提拔他进入董事会, 在那里保罗处理公司各项事务的才能得到了进一步的赏识, 5 年后, 赢得最后提升。阿尔路·保罗就职后, 为使 Allen-Bradley 跟上市场和时代的步伐做了几件具有重要意义的举措。1968 年 11 月, 他宣布公司分成三大块——工业控制、电子零件和特殊产品。保罗任命了 8 个新的副董事, 同时将托尼·雷德提升为工业控制部门的经理。雷德的卓越才华得到了广泛的认可, 1969 年, 他被提升为 Allen-Bradley 的执政副董事。保罗同时试图扩大公司的视野, 在技术和地理位置两方面共同前进。1969 年, Allen-Bradley 在落后主要竞争者 10~20 年的情况下, 在英格兰南部建立了一个生产基地, 这是公司在欧洲开创的第一家工厂。1970 年 2 月, 阿尔路·保罗接受了提前退休, 任职期没到 3 年。之后, 董事会一致选举托尼·雷德担任董事。雷德对公司的现代管理提出了新的强调内容, 预算控制、战略计划和经营训练是他管理的主要特色, 与此同时, 雷德