

# 自动化解决方案指南

工业控制技术的应用实践

施耐德电气公司 编著

# 2007



|               |
|---------------|
| Clipsal       |
| Merlin Gerin  |
| Square D      |
| TAC           |
| Telemecanique |

**Schneider**  
**Electric**  
*Building a New Electric World*

  
**机械工业出版社**  
CHINA MACHINE PRESS

施耐德电气技术系列丛书

# 自动化解决方案指南

工业控制技术的应用实践

## Automation solution guide

Practical aspects of industrial  
control technology

施耐德电气公司 编著



机 械 工 业 出 版 社

本书从自动化解决方案的视角,系统地介绍了构成自动化系统的主要核心部分的理论知识,全面地介绍了各类自动化产品的应用和实例,并提供了在自动化系统设计中的解决方案和设计原则。

本书理论知识部分条理清晰易懂,应用实例丰富详实,解决方案完整。

本书可供自动化系统的设计人员,从事自动化产品开发和生产的工程师以及大专院校相关专业的师生阅读和参考。

Original edition © Schneider Electric 2007 All right reserved.

本书中文简体字版由机械工业出版社独家出版,未经出版者书面允许,本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。版权所有,翻印必究。

著作权合同登记号:图字01-2007-3755号

## 图书在版编目(CIP)数据

自动化解决方案指南:工业控制技术的应用实践/施耐德电气公司编著,一北京:机械工业出版社,2007.7  
ISBN 978-7-111-22044-2

I. 自… II. 施… III. 自动化系统 IV. TP27

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第115659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:林春泉

北京建宏印刷有限公司印刷

2007年8月第1版第1次印刷

210mm×297mm·20.5印张·682千字

0001-8000册

标准书号:ISBN 978-7-111-22044-2

定价:68.00元

凡购买本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

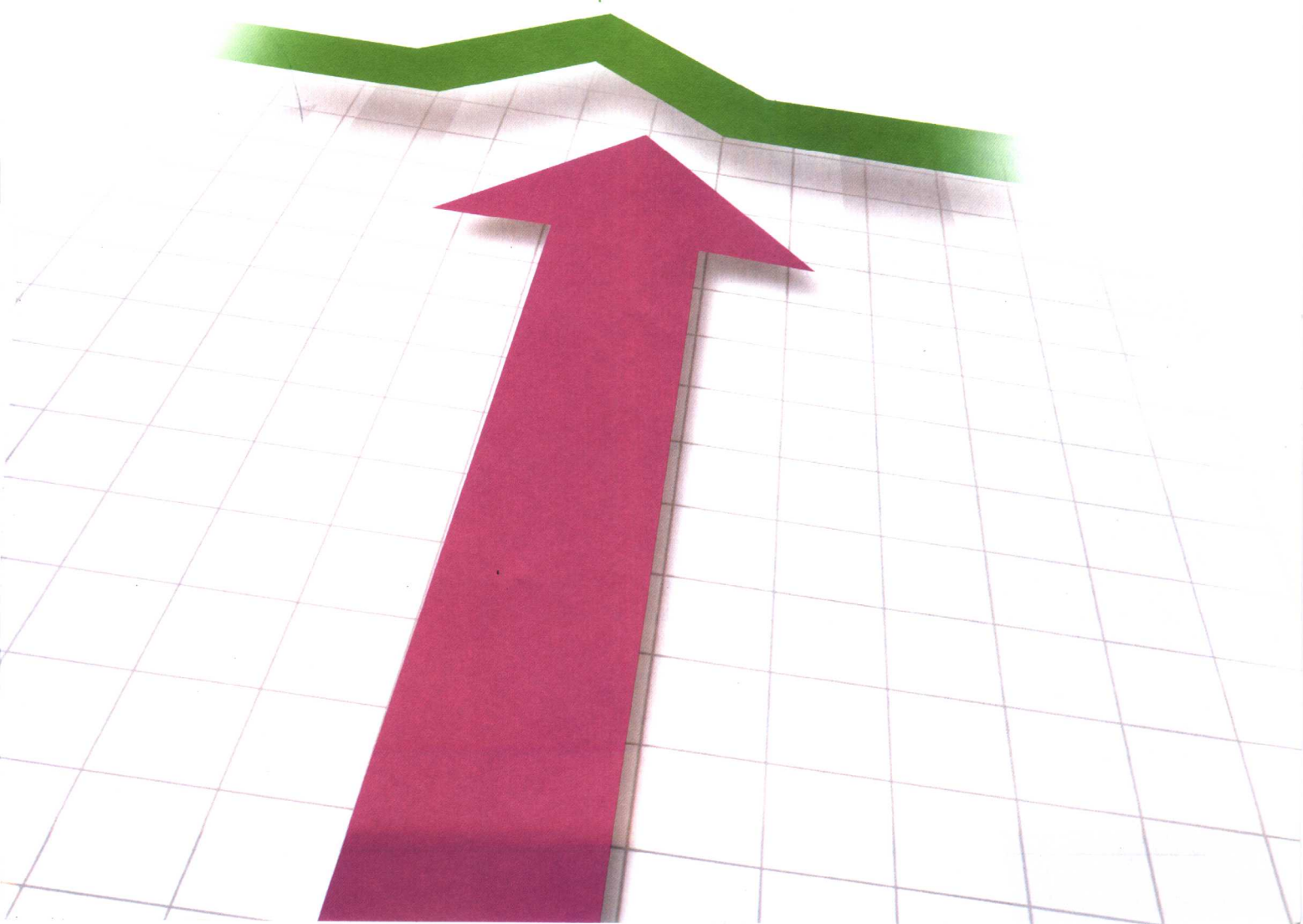
编辑热线电话:(010) 88379768

Http://www.machineinfo.gov.cn/book/

封面无防伪标均为盗版

# 前言

在过去的20年中，工业自动化领域发生了翻天覆地的变化，这些变化主要得益于自动化市场的发展趋势和相关技术的演变



## 市场和客户

为了满足不断增长的需求，克服成本的压力，并保持竞争的优势，生产商一直致力于削减生产周期，并加快产品更新的步伐。他们把重心放在两个方面，即连续降低成本，更新核心产品。

因而，很多生产商把目光主要放在下游市场以及外包的非核心运营领域。此外，他们对生产过程调整能力和灵活性的需求也越来越高。在过去的20年中，我们推动了业内外包设计的浪潮，为工程设计和承包商、系统集成商以及原始设备制造商（OEM）的项目管理和实施提供了帮助。这些自动化供应商通过外包获取价值，同时把工作重点放在有限的一些专业应用领域。他们逐渐树立了可靠的形象，并承担起更多的责任和风险。

在这个大规模重组的过程中，原始设备制造商（OEM）扩展自己的业务范围，成为在该领域的专业核心技术的拥有者。随着他们在工程设计领域扮演越来越重要的作用和机器复杂度的日益增加，原始设备制造商逐渐提升了自己的核心竞争力。

原始设备制造商大大缩短了新产品的上市周期，以满足生产商不断变化的需求。这种加快产品上市步伐的压力已经转移到原始设备制造商的供货商身上，比如成套厂就需要提供越来越多的打包方案。

包括工程设计和承包商以及系统集成商在内的其他参与方也呈现出了同样的发展趋势。系统集成商所创造的主要价值体现在系统技术规格方面（根据具体的情况，按照预期特性和性能来选择解决方案）。他们在选择品牌的过程中采取中立的态度。除了外包设计活动的制造商以外，工程设计和承包公司在确定工业控制和自动化产品技术规格方面也有较大的自由度。

对于致力于核心商务的生产商来说，他们的供应商要面临双重压力：一方面要降低总体拥有成本，另一方面要确保提供的产品质量。因此，制造商通常让供应商自己确定相关方案。决策主体发生了变化，处于中间环节的运营方常常指定打包方案，而不是具体的产品。

因为工程设计和承包商、系统集成商、原始设备制造商和成套厂在提供相关方案的过程中必须承担越来越多的责任，因而他们要求自己的产品供应商不仅应该掌握与产品相关的专业知识，而且还应该了解更多专业应用知识。

## 技术

技术发展对自动化和控制市场产生了很大影响，通过以下方面来尽量满足最重要的客户需求：

- 缩短上市时间
- 减少总体拥有成本
- 优化设备的更新
- 提升灵活性（快速更新制造过程）

获取和制造执行系统以及维护相关的信息，以便降低生产成本，减少停运时间。

为了实现上述目标，需要在通用设备的基础上采用合适的方法，更快地完成开发（功能方法）。

在20世纪90年代末期所采用的传统集中式层次化方法（在离散过程中的计算机集成制造以及连续过程中的工厂级系统）已经成为过去。该方法现在已经被更为分散的体系结构所取代，后者通过分散的自动化功能（处理、动力控制、安全）满足本地过程功能，并实现更高的契合度和自治度。

以太网和TCP/IP推动了“自上向下”的发展趋势和“网络”理念，从大型复杂的PLC逐渐渗透到分离的PLC，并影响到智能设备。在结合了以太网和网络技术以后，可以通过透明方式把控制系统直接连到MES和ERP层。

与此同时，设备（执行器、传感器、I/O块、速度驱动器等）经历了“自上向下”的发展，逐渐集成了通信功能和本地处理功能，彼此间越来越多地共享信息，并为用户提供新的选择余地。相关设备逐渐向智能设备理念过渡。

另外，网络标准最终被人们普遍接受，从而使事实采用的标准逐渐归并为很少的几种。如今，借助宽带功能，可以把很多组件直接连到网络上。这种发展要归功于以下因素的共同作用：网络技术的不断发展，网络标准的日趋合理，价格的迅速下降，在机电设备中越来越多地采用电子部件。

在过去的10年中，自动化工具和编程语言发展很快，从基于硬件的软件开发发展到标准化编程软件。PLC编程语言普遍向功能方法体系过渡，这种发展趋势可以带来以下好处：减少代码开始时间，增加预编程功能的复用性，可以在多个功能用户之间共享对象。

此外，用户还可以借助协作工具访问用各种编程方法生成的信息，并共享公用的数据库，从而大大提高信息管理（参数、变量等）质量。

## 结论

作为自动化市场的领导者之一，施耐德电气公司必须面对这些挑战，为客户在过去所作的投资提供保障，提供长期服务，并保障产品的兼容性。

为了满足客户不断增长的方案需求，并充分利用技术发展的成果，施耐德电气公司以最佳产品及其自动化架构为基础，提供“自动化解决方案方法”。这种自动化解决方案的方法旨在为用户提供经过全面测试和验证的自动化架构，尤其是为原始设备制造商和系统集成商，他们可以通过调整来确定其合适的解决方案。本书从实用的角度阐述了这种“自动化解决方案方法”。

编者

2007.7



自1987年在天津建立第一家合资企业以来，施耐德电气公司，作为全球电气和工业控制领域的领导者，一直参与并见证着中国经济高速发展的重要历程。在过去20年里，自动化技术在工业发展过程中扮演着越来越重要的角色，生产过程本身对自动化的要求越来越苛刻。

施耐德电气公司旗下的全球品牌包括：梅兰日兰、美商实快、TE电器和莫迪康等。作为在全球电力和自动化管理领域的领导者，施耐德电气公司面向能

源与基础设施、工业、建筑和住宅四大核心市场，并为其提供完整的产品、软件、系统和服务。

施耐德电气公司结合全球专业技术和本地合作伙伴的服务，在190多个国家开展业务。并在世界各地为客户提供产品和服务，同时也十分注重遵循各个国家的标准和习惯。我们每年投入5%的收入用于研发，全球6500名研发人员专注于为客户创造更多的价值。“智能电力”和“智能自动化”已经成为现实，我们将继续在此基础上优化各种革新性的应用。

我们的使命是无论何时何地都为人类奉献最完美的新电气世界。在快速发展的新电气世界里，我们在客户的完整项目生命周期过程中，为其带来更为安全、更为可靠、更高性能和更为舒适的服务。“智能电力”和“智能自动化”已经成为现实，我们将继续在产品和服务中集成智能和通信技术，为电力和自动化管理创造新的机会。我们的目标是成为所在行业的翘楚企业，依靠与客户和集成商紧密的合作伙伴关系、完整的系列产品，以及面向客户应用的专业技术，为客户提供完整的解决方案和服务。施耐德电气公司是您的能源专家，为您提供显著和持续的效益。

随着中国在全球经济中参与程度的不断增强，生产企业面临日益激烈的全球市场竞争。为赢得竞争优势，企业需要连续降低成本，并不断更新核心产品。而先进自动化产品和技术的应用成为企业提升竞争力的重要措施。着眼于客户的需求，施耐德电气公司致力于为客户提供协同自动化系统，以提高客户的投资回报率，减少产品上市时间，保持客户系统的一致性。

与此同时，施耐德电气公司也非常注重与客户、合作伙伴和广大的自动化技术工作者的知识分享。

此次，施耐德电气公司在中国出版《自动化解决方案指南》一书，旨在向自动化工程师分享我们在自动化解决方案设计和产品选型方面的知识和经验。本书全面、系统地阐述了自动化系统各核心部分的理论、应用实例，并且介绍了包括安全自动化和生态设计等先进知识，为自动化工程师在设计自动化方案和产品选型时，提供了有价值的参考。另外，本书也面向在校的相关专业师生，从整体系统层面阐述了自动化理论和应用实例，注重理论与实践的紧密结合。

我们希望本书能够成为对自动化工程师、在校师生等业界同仁有价值的参考书。

Since the creation of the first JV in Tianjin in 1987, Schneider Electric, as a global leader in Power & Control has witnessed a great success and has been a key contributor to the fast development of China economy. In the past 20 years, Industrial Automation took an important place to support the development of a top of Industry. The requirements are more and more demanding year after year.

As the world leader in automation and electricity management, Schneider Electric develops a full range of products, software,

systems and services for four core markets: Energy & Infrastructure, Industry, Buildings, and Residential. Our lineup, comprising global brands (Merlin Gerin, Square D, Modicon and Telemecanique),

The expertise of a global leader, the service of a local partner: Schneider Electric operates in 190 countries. Our products and services are available worldwide, adapted to each country's standards and practices. We devote 5% of sales to R&D. Our 6,500 R&D team members around the world are fully focused on always adding more value for users. "Smart electricity" and "smart automation" is our reality, and we are constantly innovating to optimize its applications.

Our ambition is to give the best of the New Electric World to everyone, everywhere, at any time. In the fast expanding New Electric World, we bring our customers more safety, more reliability, more performance, more comfort, throughout the service life of their installations. "Smart electricity" and "smart automation" is already our reality. We will continue to add intelligence and communication in our products and systems, creating new opportunities for automation and electricity management.

Our ambition is to become the essential reference in our industry and the leading provider of fully integrated solutions and services, based on our unique combination of close partnerships with our customers and integrators, the most comprehensive range of products and an in-depth expertise in our customers' applications. Schneider Electric is your energy specialist for significant and sustainable savings.

With continuous participation in global economy, Chinese customers are facing more and more intense competitions from global market. In order to win competitive advantage, customers need to continuously reduce cost and constantly innovate, while advanced automation products and technologies have become an important approach for upgrading competitiveness and reaching innovation challenges. To deliver on the requests of our customers, Schneider Electric provides the Collaborative Control System to improve returns of investment, reduce time to market, and to maintain consistency of customers' systems.

Simultaneously, Schneider Electric pays more attention to sharing its knowledge with customers. The publication of Schneider Electric "The Guide for Automation Solutions" in China just aims at sharing our knowledge and experiences with automation engineers in respect of automation solution design and product selection. This book comprehensively introduces all core automation theories, application cases, as well as emerging knowledge, like safety automation and ecological design. It is a valuable reference book for engineers to design automation solution and select products. In addition this book is also suitable for teachers and students in universities, it introduces automation theories and application cases from the view of solution, builds up the link between theories and practices.

班宁伟

市场部总监

施耐德电气（中国）投资有限公司

# 前言

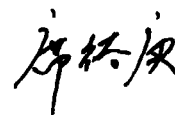
随着我国经济的高速发展，自动化技术正在各个领域得到广泛的应用，冶金、能源、环境、建材、汽车、交通等各行业内的自动控制系统都在快速地发展。自动化技术对于促进我国工业技术水平的提高正在发挥越来越重要的作用。

在计算机和网络技术飞速发展的推动下，工业自动化技术本身也发生了巨大的变化。更为分散、灵活的体系结构、基于以太网和TCP/IP的网络技术、智能化的现场控制和执行设备、与企业管理紧密联系的应用系统，使得自动化技术的功能更为强大，为企业从单机、回路自动化向追求整体、集成自动化提供了技术保证，同时也对自动化技术的应用带来了更大的挑战。

作为全球领先的电气和工业控制厂商，施耐德电气公司提供了PLC、人机界面、SCADA软件、变频器、运动控制器、传感器等一系列工业控制系统和产品，并且针对各种行业领域提供相应的自动化解决方案。这本《自动化解决方案指南》，就是施耐德电气公司在整理其多年来所积累的自动化解决方案的知识和经验的基础上编写的，将为从事自动化开发和生产的工程师提供有价值的指导和参考。

该书深入浅出地阐述了自动化的理论体系，介绍了自动化解决方案相关的知识，全面介绍了各类自动化产品的应用和实例，并提出了在自动化系统设计中的解决方案和设计原则。与传统的自动化技术参考书或者侧重自动化理论、或者侧重介绍某个自动化产品不同，该书立足于自动化系统的整体层面，注重理论结合实例，为自动化工程师在设计时提供了实用的知识体系。同时，该书也非常适合在校的自动化专业学生。通过把理论知识与自动化实践联系起来，使学生了解到自动化技术如何应用于实践，有助于增强他们今后实践工作的能力。

这本立足整体系统，侧重联系实践的《自动化解决方案指南》一书值得向广大自动化工程师和未来的自动化工程师推荐。



上海交通大学教授

## 编者的话

---

本书是施耐德电气公司全球自动化事业部推出的一本面向自动化工程师和在校师生的技术参考书。它以自动化解决方案为视角，系统地讲述了自动化架构、电源、电机负载与调速、运动控制、传感器、人机界面、控制器、工业网络、安装制造、生态设计等理论知识和设计原则，同时还给出大量的应用实例。

本书在法国出版以来，得到了读者的广泛认可和欢迎。此次，施耐德电气中国公司决定在中国出版这本书，希望能够与中国自动化界的同仁分享在自动化解决方案上的实践和经验。

本书在翻译出版中得到施耐德电气(中国)投资有限公司市场部同事的大力支持和帮助。在此，向以下各位同事以及其他幕后的同事表示感谢。他们是俞亚波、袁小芳、郁陈华、顾建国、李幼涵、张钰堂、许建中、陈小淙、黄冬雨、荆震、刘刚、范嘉渊、李凯、王磊、徐亚敏、储云峰等。

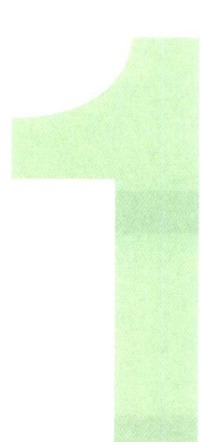
由于时间仓促，本书在翻译过程中存在很多不足，还望大家海涵。



|    |             |     |
|----|-------------|-----|
| 1  | 自动化解决方案指南   | 12  |
| 2  | 电源          | 32  |
| 3  | 电机和负载       | 40  |
| 4  | 交流电机起动和保护系统 | 64  |
| 5  | 电机起动器单元     | 96  |
| 6  | 运动控制        | 134 |
| 7  | 数据采集：检测     | 152 |
| 8  | 人员和机器安全     | 182 |
| 9  | 人机界面        | 206 |
| 10 | 工业网络        | 220 |
| 11 | 数据处理和软件     | 254 |
| 12 | 设备制造        | 278 |
| 13 | 环保设计        | 300 |
| M  | 备忘录         | 312 |

|          |                    |            |
|----------|--------------------|------------|
| <b>1</b> | <b>自动化解决方案指南</b>   | <b>12</b>  |
| 1.1      | 介绍                 | 14         |
| 1.2      | 自动化设备              | 14         |
| 1.3      | 自动化架构              | 16         |
| 1.4      | 架构定义               | 18         |
| 1.5      | 选择自动化设备            | 21         |
| <b>2</b> | <b>电源</b>          | <b>32</b>  |
| 2.1      | 介绍                 | 34         |
| 2.2      | 机械设备的电源            | 34         |
| 2.3      | 标准和惯例              | 34         |
| 2.4      | 电源功能               | 36         |
| 2.5      | 控制回路的电源            | 37         |
| <b>3</b> | <b>电机和负载</b>       | <b>40</b>  |
| 3.1      | 三相异步电动机            | 42         |
| 3.2      | 单相电机               | 46         |
| 3.3      | 同步电机               | 47         |
| 3.4      | 直流电机 (通常称为DC电机)    | 49         |
| 3.5      | 异步电机运行             | 51         |
| 3.6      | 电机的比较              | 54         |
| 3.7      | 负载类型               | 55         |
| 3.8      | 阀门和电动起重器           | 60         |
| <b>4</b> | <b>交流电机起动和保护系统</b> | <b>64</b>  |
| 4.1      | 异步电机起动系统           | 66         |
| 4.2      | 三相异步电机的电气制动        | 73         |
| 4.3      | 多功能电机起动器设备         | 78         |
| 4.4      | 电机保护               | 80         |
| 4.5      | 电机损耗和发热            | 81         |
| 4.6      | 故障的原因及影响           | 81         |
| 4.7      | 保护功能               | 87         |
| <b>5</b> | <b>电机起动器单元</b>     | <b>96</b>  |
| 5.1      | 前言                 | 98         |
| 5.2      | 电机起动器单元的基本功能       | 98         |
| 5.3      | 附加功能: 通信           | 101        |
| 5.4      | 电机起动器单元和协调功能       | 102        |
| 5.5      | 调速装置               | 105        |
| 5.6      | 起动器和电子调速装置的结构和部件   | 110        |
| 5.7      | 控制器: 直流调速装置        | 114        |
| 5.8      | 用于异步电机的交流传动        | 116        |
| 5.9      | 用于异步电机的调压装置        | 123        |
| 5.10     | 同步电机—调速装置          | 125        |
| 5.11     | 步进电机控制器            | 126        |
| 5.12     | 调速装置的附加功能          | 127        |
| 5.13     | 调速装置和能量估算          | 129        |
| 5.14     | 调速装置和节能以及维护        | 131        |
| 5.15     | 电机起动器选型表           | 132        |
| <b>6</b> | <b>运动控制</b>        | <b>134</b> |
| 6.1      | 运动控制的定义            | 136        |
| 6.2      | 运动控制系统的组成          | 136        |
| 6.3      | 运动控制系统的结构          | 142        |
| 6.4      | 运动控制要解决的核心问题       | 145        |
| 6.5      | 伺服电机的选型计算          | 147        |
| 6.6      | 典型应用               | 150        |
| <b>7</b> | <b>数据采集: 检测</b>    | <b>152</b> |
| 7.1      | 介绍                 | 154        |
| 7.2      | 机电式限位开关            | 155        |
| 7.3      | 电感式接近传感器           | 156        |
| 7.4      | 电容式接近传感器           | 158        |
| 7.5      | 光电传感器              | 160        |
| 7.6      | 超声波传感器             | 162        |
| 7.7      | RFID—射频识别—检测       | 164        |
| 7.8      | 视觉                 | 167        |
| 7.9      | 旋转编码器              | 171        |
| 7.10     | 压力开关和真空开关          | 176        |
| 7.11     | 结论                 | 179        |
| 7.12     | 技术选型指南             | 180        |

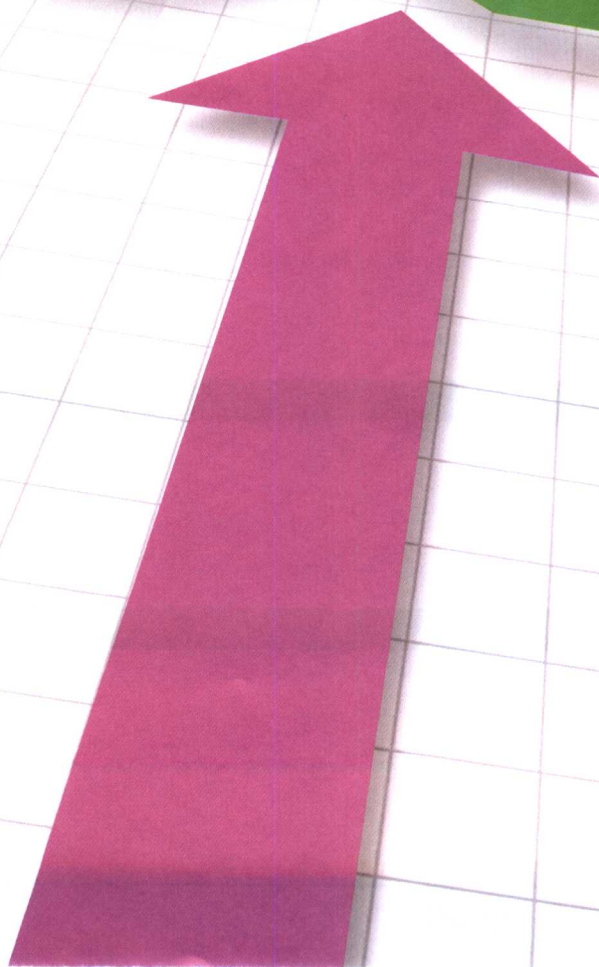
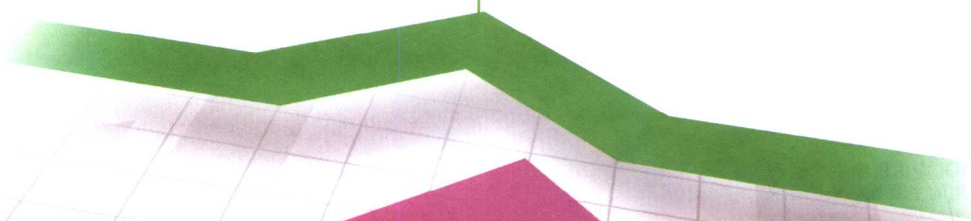
|           |                      |            |
|-----------|----------------------|------------|
| <b>8</b>  | <b>人员和机器安全</b>       | <b>182</b> |
| 8.1       | 介绍                   | 184        |
| 8.2       | 工业事故                 | 185        |
| 8.3       | 欧洲法规                 | 187        |
| 8.4       | 安全操作的概念              | 194        |
| 8.5       | 认证和获取EC标志            | 195        |
| 8.6       | 安全原则                 | 197        |
| 8.7       | 安全功能                 | 198        |
| 8.8       | 网络安全                 | 200        |
| 8.9       | 应用实例                 | 201        |
| 8.10      | 安全相关的功能和产品           | 203        |
| 8.11      | 结论                   | 204        |
| <b>9</b>  | <b>人机界面</b>          | <b>206</b> |
| 9.1       | 人机界面设置               | 208        |
| 9.2       | 人机界面                 | 210        |
| 9.3       | 离散控制和指示器单元           | 210        |
| 9.4       | 施耐德电气公司提供的离散控制和指示器单元 | 213        |
| 9.5       | 高级人机界面               | 213        |
| 9.6       | 通信模式                 | 217        |
| 9.7       | 开发软件                 | 218        |
| 9.8       | 结论                   | 219        |
| <b>10</b> | <b>工业网络</b>          | <b>220</b> |
| 10.1      | 介绍                   | 222        |
| 10.2      | 历史                   | 222        |
| 10.3      | 市场要求和解决方案            | 223        |
| 10.4      | 网络技术                 | 225        |
| 10.5      | 施耐德电气公司推荐的网络         | 227        |
| 10.6      | Ethernet TCP/IP      | 228        |
| 10.7      | Web服务和“透明就绪”         | 231        |
| 10.8      | CANopen总线            | 238        |
| 10.9      | Ethernet和CANopen协作   | 246        |
| 10.10     | AS-Interface(AS-I)总线 | 246        |
| 10.11     | 结论                   | 253        |
| <b>11</b> | <b>数据处理和软件</b>       | <b>254</b> |
| 11.1      | 定义                   | 256        |
| 11.2      | 介绍                   | 256        |
| 11.3      | 编程、组态和语言             | 257        |
| 11.4      | 应用类别                 | 258        |
| 11.5      | UAG: 应用程序生成器         | 272        |
| 11.6      | 使用的主要缩略语的定义          | 276        |
| <b>12</b> | <b>设备制造</b>          | <b>278</b> |
| 12.1      | 技术规范                 | 280        |
| 12.2      | 选择供应商                | 281        |
| 12.3      | 拟定图样和程序              | 282        |
| 12.4      | 编程方法                 | 284        |
| 12.5      | 选择技术                 | 285        |
| 12.6      | 设备设计                 | 286        |
| 12.7      | 制造设备                 | 287        |
| 12.8      | 安装                   | 290        |
| 12.9      | 设备装配工具               | 291        |
| 12.10     | 平台测试                 | 292        |
| 12.11     | 设备调试                 | 295        |
| 12.12     | 设备维护                 | 297        |
| <b>13</b> | <b>环保设计</b>          | <b>300</b> |
| 13.1      | 前言                   | 302        |
| 13.2      | 相关概念和主要指令            | 303        |
| 13.3      | 标准                   | 304        |
| 13.4      | 环保设计                 | 305        |
| 13.5      | 生命周期                 | 305        |
| 13.6      | 环保设计的主要规则            | 306        |
| 13.7      | 结论                   | 309        |
| 13.8      | 应用                   | 309        |
| <b>M</b>  | <b>备忘录</b>           | <b>312</b> |
| M.1       | 物理量和测量单位             | 314        |
| M.2       | 异步笼型电机的平均满载电流        | 315        |
| M.3       | 电气公式                 | 316        |
| M.4       | 计算起动电阻               | 318        |
| M.5       | 机械公式                 | 319        |
| M.6       | 基本公式                 | 320        |
| M.7       | 中线连接                 | 321        |
| M.8       | 拖动                   | 322        |
| M.9       | 标准单位转换表              | 324        |
| M.10      | 转动惯量的计算              | 326        |



# 第一章

## 自动化解决方案指南

根据需要选择合适的架构和技术，  
继而生产出满意的产品



# 1. 自动化解决方案指南      概述

|     |         |    |
|-----|---------|----|
| 1.1 | 介绍      | 14 |
| 1.2 | 自动化设备   | 14 |
| 1.3 | 自动化架构   | 16 |
| 1.4 | 架构定义    | 18 |
| 1.5 | 选择自动化设备 | 21 |

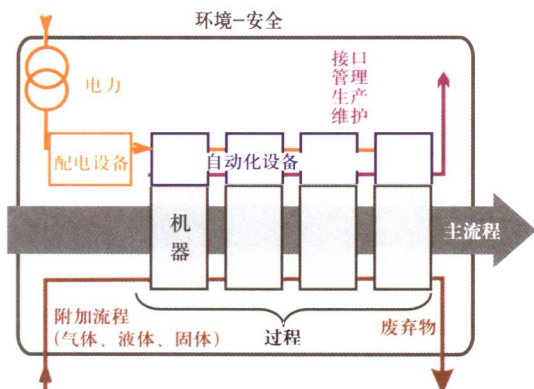
# 1. 自动化解决方案指南

## 1.1 介绍

### 1.2 自动化设备

## 1.1 介绍

不断发展的工业自动化技术使业界的生产力不断提升，成本不断下降。应用日益广泛的电子设备和强大而灵活的软件也催生了更高效的模块化设计方法和新的维护工具。与此同时，客户的需求也在不断增长，他们面临着竞争、生产力和质量的压力，因而需要采用基于过程的高效方法。



↑图1 创造客户价值的过程

### ■ 创造客户价值的过程

创造客户价值的过程是根据主要流程（⇒图1），也就是由核心商业活动确定的，比如产品制造、人员流动或者负载传输。

这个过程需要使用机器和自动化设备。这些设备可以局限于一个地点（比如工厂），也可以分布在多个区域（比如水处理和配给厂）。

为了确保顺利完成工作，在此过程中需要采用额外的操作流程，比如电、气、水、燃气和包装。

必须以合适的方式收集、运输、处理和丢弃在此过程中产生的废弃物。

## 1.2 自动化设备

自动化设备有五个基本功能，这些功能通过电力和控制系统连接起来（⇒图2）。

### ■ 五个基本功能

#### □ 电源

确保为电力设备和控制部件供电。

必须根据电气安装和机械标准采取合适的措施，防止电源中断，并提供理想的保护。通常使用断路器或者熔断器式开关来保障电源功能。

#### □ 电源控制

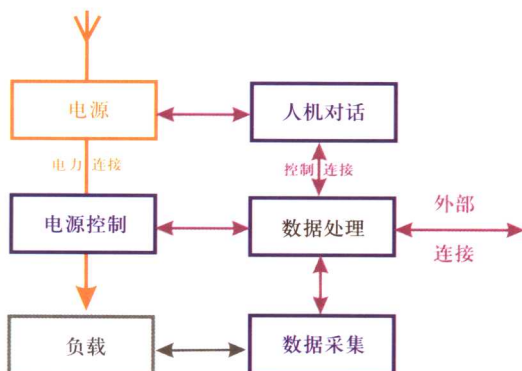
控制设备的负载由自动化设备来驱动，一般使用一个接触器作为直接起动器，或者使用一个电子控制器来控制电机或加热器的电源等级。

#### □ 对话

这个功能通常称为人机接口，它把操作者和机器连接起来。它的作用是发布指令并监控过程状态。操作者使用按钮、键盘和触摸屏来进行控制，并借助指示灯、发光指示器组以及屏幕查看相关信息。

#### □ 数据处理

安装在自动化设备中的软件负责处理指令，并监控过程状态，这些软件可以称为设备的大脑。它们控制预执行器，并根据需要向特定的对象发送信息。自动化工程师可以从多种方案中进行选择，其中既包括最简单的系统（通过一组按钮直接控制接触器），也包括控制，还包括由自动化设备和计算机构成的协调连接系统。如今，随着低成本的简单自动化设备的涌现，继电器电路图基本上已经被人们弃之不用。



↑图2 五个基本功能

### □ 数据采集

为了向控制器或者PLC可编程序控制器发送反馈信息，必须进行数据采集。随着相关技术的不断进步，现在已经可以检测或测量大多数物理数据。

### ■ 设备必须满足外部限制条件

- 确保人员和生产工具的安全
- 满足环境要求，比如温度、冲击保护、灰尘或侵蚀性环境保护等

### ■ 电力连接

这些连接包括部件、电缆、母线、连接器，另外还涉及到导管和屏蔽层等机械保护装置。电流范围从几安培到几千安培。必须针对具体情况进行调整，以满足电动、机械应力以及热应力等方面的需求。

### ■ 控制连接

这些连接用来驱动和控制自动化设备。原来使用分离接线的传统连线布线系统现在正逐渐被使用连接器和通信总线的“即用式”连接所取代。

### ■ 自动化设备的周期

自动化设备的周期包括设计、使用和维护。这个周期的长短取决于用户和用户需求、客户要求以及外部限制条件（法规、标准等），整个周期包含如下环节：

- 客户定义的机器或工艺
- 选择自动化设备
- 提供部件
- 试运行、检测
- 运行
- 维护
- 拆卸、回收、销毁

### ■ 设备成本

在选择和决策过程中，需要考虑每个环节的成本问题，并且与客户需求建立紧密的联系。虽然本手册只涉及到技术问题，但是在编写的过程中始终考虑到经济效益问题。

### ■ 用户需求和市场压力的变化

在过去的几年中，自动化设备市场面临着巨大的经济和技术压力。从客户的角度来说，目前以下需求最为迫切：

- 缩短上市时间
- 通过灵活的设计扩展产品，在新产品上市的过程中无需全面更新原有产品
- 通过定制方案扩展产品
- 降低成本

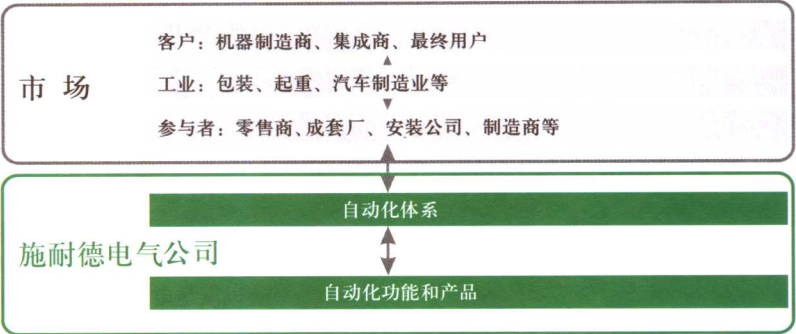
这样一来就提出了新的要求：

- 减少开发时间
- 降低复杂度
- 增加灵活性，尤其是在厂商必须更新系列产品的情况下
- 收集生产管理和维护信息（关于成本降低和停运时间等信息）

# 1. 自动化解决方案指南

- 1.2 自动化设备
- 1.3 自动化架构

为了满足这些要求，在提供实用可靠的产品过程中，必须采用“即用式”架构，让中间环节的操作方（比如系统集成商和原始设备制造商）针对任何最终用户明确并创建理想的架构解决方案。（⇒ 图3）显示了市场参与者和施耐德电气公司产品方案之间的关系。



↑图 3 自动化市场的参与者

这些架构为中间环节的市场参与者创造了附加价值，这些市场参与者包括零售商或者批发商、成套厂、设备安装公司或制造商。如果能够帮助他们以更可靠、更准确、更快捷的方式满足各个行业（比如食品、基础设施或建筑）最终客户的需求，那么无疑是一种全球化的方法。

## 1.3 自动化架构

20世纪90年代晚期，在制造过程CIM（计算机集成制造）和连续过程（PWS：工厂级系统）中所使用的传统的基于优先级的方法开始被分布式方法所取代。在相关过程中大量部署自动化功能（此处的相关术语请参见软件部分的定义）。

在复杂的自动化系统中，陆续开发了各种基于Ethernet和TCP/IP（传输控制协议、互联网协议）的Web过程。它们逐渐分化并被整合到其它功能中，从而催生了智能设备。

借助这种架构，可以在控制系统和IT管理工具、MES（制造执行系统）、ERP（企业资源计划）之间建立起透明的连接。

与此同时，相关部件（执行器、速度控制器、传感器、输入/输出设备等）通过集成编程和通信功能逐渐发展为智能设备。

### ■ 智能设备

其中包括纳米自动化设备、自动化单元（比如Power Logic、Sepam、Dialpact等）和带有调节功能的部件（比如速度控制器）。这些产品的智能化程度足够高，可以实现本地过程功能，并彼此互动。借助透明通信，可以重新设置任务并进行诊断——这些功能非常符合Web过程的需要（单独寻址、格式化信息以便随时使用、信息源的管理等）。

智能化设备系列产品可以通过系统的即插即用方式与电源控制器、控制总线和传感器组合起来。这样一来，在出现故障的时候，可以快速方便地更换设备。