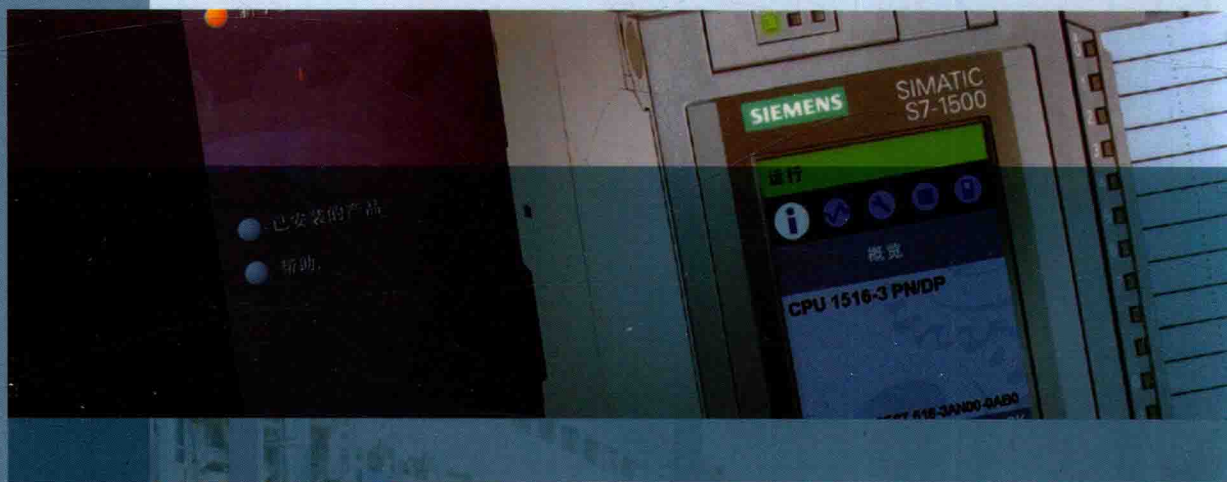


西门子工业自动化技术丛书

SIMATIC S7-1500 与TIA博途软件使用指南

西门子(中国)有限公司 组编
崔坚 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



西门子工业自动化技术丛书

SIMATIC S7-1500 与 TIA 博途软件使用指南

主编 崔 坚



机械工业出版社

SIMATIC S7-1500 自动化系统是在 SIMATIC S7-300/400 系统的基础上进一步开发的,通过集成大量的新功能和特性, SIMATIC S7-1500 自动化系统具有卓越的性能和出色的可用性。借助于西门子新一代框架结构的 TIA 博途软件,可在同一开发环境下组态开发可编程序控制器、人机界面和驱动系统等。统一的数据库使各个系统之间轻松、快速地进行互连互通,真正达到了控制系统的全集成自动化。

本书深入浅出地介绍了在 TIA 博途 V13 SP1 环境下如何组态和使用 SIMATIC S7-1500 的 PROFINET/PROFIBUS 通信、编程、Web 服务器、PID 控制、轨迹追踪等功能,不但适合新手的快速入门,而且可供具有 STEP7 V5.X 和 SIMATIC S7-300/400 使用经验的工程师借鉴和参考,也可以用作大专院校相关专业师生的培训资料。

随书附带光盘中有 TIA 博途 V13 SP1 演示版安装软件,可用于学习与实践。除此之外,在光盘中还附带了 SIMATIC S7-1500 功能和亮点使用的视频文件,便于读者更加快速地掌握 SIMATIC S7-1500 系列可编程序控制器,视频使用早期的 TIA 博途 V12 版本制作,与 V13 版本有微小的差别,但是不影响使用。

图书在版编目(CIP)数据

SIMATIC S7-1500 与 TIA 博途软件使用指南/崔坚主编.

—北京:机械工业出版社,2016.3 (2016.6 重印)

(西门子工业自动化技术丛书)

ISBN 978-7-111-53244-6

I. ①S… II. ①崔… III. ①可编程序控制器—指南

IV. ①TM571.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 053484 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:林春泉 责任编辑:林春泉

版式设计:霍永明 责任校对:任秀丽 陈秀丽

责任印制:常天培

北京京丰印刷厂印刷

2016 年 6 月第 1 版·第 2 次印刷

184mm×260mm·25.75 印张·640 千字

3 001—5 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-53244-6

ISBN 978-7-89405-997-0 (光盘)

定价:99.00 元 (含 1DVD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294 机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

编 委 名 单

编委成员：赵 欣 周晓峰 杨 升 邓俊民

刘力康 张鹏飞 周 洋

序

现在，工业市场正在面临着“第四次工业革命”，如何抓住这个机遇确保制造业的未来，是每个制造企业都必须面对的挑战。“第四次工业革命”即“工业4.0”和“中国制造2025”等概念的提出，在工业发展趋势的探索之路上，点燃了一盏明灯。“工业4.0”以数字化制造为核心理念，将虚拟研发与高效现实制造相融合，优化生产，缩短产品上市时间，提高生产柔性和灵活性，进而全面提升企业的全球竞争力。

为了应对这些挑战，顺应电气化、自动化、数字化生产的潮流，西门子公司早在数年前便提出了“全集成自动化——Totally Integrated Automation”的概念。全集成自动化是一种全新的优化系统架构，基于丰富全面的产品系列，提供一致性的数据管理。其开放的系统架构，贯穿于整个生产过程，为所有自动化组件提供了高效的互操作性，为每项自动化任务提供了完整的解决方案。

西门子全集成自动化，化繁为简，将全部自动化组态任务完美地集成在一个单一的开发环境——“TIA 博途”（Totally Integrated Automation Portal）之中。这是工程软件开发领域的一个里程碑，是工业领域第一个全面集成自动化组件的工程组态软件。TIA 博途以一致的数据管理、统一的工业通信、集成的工业信息安全和故障安全为基础，帮助用户缩短开发周期、减少停机时间、提高生产过程的灵活性、提升项目信息的安全性等各个方面，为用户时刻创造着非凡的价值。

新一代的 SIMATIC 系列控制器是 TIA 全集成自动化架构的核心单元。作为 SIMATIC 控制器家族的旗舰产品，从简单的单机应用（SIMATIC S7-1200 控制器），到中高端的复杂应用（SIMATIC S7-1500 控制器），分布式的控制任务（ET 200SP 控制器），以及基于 PC 的 SIMATIC S7-1500 软控制器，西门子形成了完善、领先的产品系列，能够为您的自动化任务提供量身定制的解决方案。凭借着超高的性价比，新一代的 SIMATIC 系列控制器在工程研发、生产操作与日常维护等各个阶段，在提高工程效率、提升操作体验、增强维护便捷性等各个方面树立了新的标杆。

为了帮助大家更深入地了解 SIMATIC S7-1500 控制器的功能特性，快速领略 TIA 博途的强大与高效，我们特别邀请了西门子客户服务部的专家工程师和产品经理编写了这本书。他们对产品的功能特点进行了深入剖析，融入自己的工程经验，使内容简单易学，为大家开辟了一条学习的捷径。在此，我对他们的辛勤付出表示由衷的谢意。

希望在本书的帮助下，大家能够更好地使用 TIA 博途，掌握西门子新一代控制器的全新特性。用博途，有前途！

西门子（中国）有限公司、数字化工厂集团、工厂自动化产品管理部

部门经理 莫瑞茨
2016.3

Preface

Today, the industry market is facing the fourth industrial revolution. It is a big challenge but also great opportunity for every manufacturer to step in to the next level of manufacturing. The “Industry 4.0” concept and “Made in China 2025” strategy is the lighthouse for the future industry development trend. Based on the Digital Manufacturing, “Industry 4.0” combines the virtual planning, development and efficient manufacturing together, to optimize production cost, reduce time-to-market, increase flexibility and finally to enhance the global comprehensive competitiveness of manufacturer.

Electrification, automation and digitalization are the key requirements and SIEMENS addresses that concept with the innovative ‘Totally Integrated Automation (TIA)’ platform. Based on the complete product portfolio, TIA offers consistent data management, global standards and uniform interfaces for hardware and software. TIA also ensures high-efficiency interoperability for all automation components, and an integrated solution for each automation task.

In order to efficiently realize the TIA concept, SIEMENS has developed the engineering software platform – Totally Integrated Automation Portal. TIA Portal is a milestone in the history of industry automation software, because it’s the first industry automation software which can integrate all automation tasks into one single platform. Based on the integrated engineering, the uniform industrial data management, the consistent industrial communication, and the integrated industrial security and safety, TIA Portal brings user great added value to reduce engineering and commissioning time, increase system scalability and ensure faster time-to market.

Siemens has a great variety of controllers to fulfill all needs of automation requirements and tasks. The new generation of SIMATIC controllers, comprising Basic (SIMATIC S7-1200 Controller), Advanced (SIMATIC S7-1500 Controller), Distributed (ET 200SP Controller), and SIMATIC S7-1500 Software controller, expands the family of SIMATIC controllers and impresses with its scalability and integration. Users benefit from uniform processes and high efficiency during engineering, operation and maintenance.

In order to support your further and know the new features of SIMATIC S7-1500, as well experience how powerful and efficient it is to work with TIA Portal, we invited Siemens product and technical experts to edit this SIMATIC S7-1500 and TIA Portal textbook. They did in-depth analysis on product features and combined their own engineering experience to give you the easiest entrance and fast implementation success for the SIMATIC S7-1500. I would like to show my appreciation to their great efforts.

With the support of this book, I wish you enjoy an intuitive experience with the TIA Portal and the innovative new SIMATIC controller generation.

Siemens Ltd, China Digital Factory Division Factory Automation Business

Unit

Head of Product & Portfolio Management

Moritz Mauer

前 言

西门子工业自动化集团于2010年11月23日发布的全集成自动化软件TIA博途(TIA Portal),是业内首个采用统一工程组态和软件项目环境的自动化软件,适用于所有自动化任务,用户能够快速、直观地开发和调试自动化系统。

勇于创新、不断探索是西门子工业自动化集团一直追求的目标,创新的TIA博途采用新型、统一的软件框架,可在同一开发环境中组态西门子可编程序控制器、人机界面和驱动装置,各种数据的共享可大大降低连接和组态成本。

新一代的SIMATIC系列控制器S7-1500作为TIA全集成自动化架构的核心单元,与S7-300/400系列控制器相比,从现场的接线、编程设计、实现通信的灵活方式以及系统的诊断和柔性控制方面都有显著的提高和创新。

TIA博途与SIMATIC S7-1500的完美结合,无论是设计、安装、调试,还是维护和升级自动化系统,都能做到节省工程设计的时间、成本和人力。

在本书即将出版时,特别要感谢西门子(中国)有限公司数字化工厂集团工厂自动化产品管理部部门经理莫瑞茨(Moritz Mauer)先生为本书撰写序言。同时,本书还得到了西门子数字化工厂集团工业客户服务部客户服务中心相关领导及众多同事的大力支持和指导。本书由崔坚主编,参加编写的还有朱昱、赵欣、刘力康、邓俊民、杨升、周晓峰、周洋、张鹏飞等,他们对本书的编写和审核付出了辛勤劳动,在此一并表示深深的谢意。

无论您是西门子的工业产品用户、自动化领域的工程技术人员,还是工业自动化的设计人员以及各大院校相关专业的师生,《SIMATIC S7-1500与TIA博途软件使用指南》一书都能成为您的良师益友,为您提供相关技术支持,为您的成功助一臂之力。

由于本书编写时间仓促,书中错误和不足之处在所难免。诚恳希望专家、学者、工程技术人员以及所有的读者批评指正,我们将衷心感谢您的赐教,谢谢!

刘力康

工厂自动化部 TIA PLC 团队主管

2016年3月2日

缩 略 语

英文全称	中文注释
ASI Actuator-Sensor Interface	执行器-传感器接口。用于执行器-传感器分散于机器或工厂内的场合。符合标准 EN 50295
CM Communication Module	通信模块, 功能上与 CP 有些区别
CP Communication Processor	通信处理器
CPU Central Processor Unit	中央处理单元
DB Data Block	数据块
DCP Detect Configuration Protocol	侦测配置协议
DIN	德国标准化学会
Display	CPU 上的显示屏
EIB European Installation Bus	楼宇自动化标准 (EN 50090, ANSI EIA 776)。在楼宇自动化系统中应用总线技术, 只用一根通用的电缆就能控制、监视和报告所有的运行功能和状态
FB Function Block	函数块
FBD Function Block Diagram	功能块图编程语言
FC Function	函数
FDL Fieldbus Data Link	现场总线数据链路——PROFIBUS 协议第 2 层, 也是 ISO 参考模型的第 2 层。现场总线数据链路由现场总线链路控制 (FCL) 和存取介质 (MAC) 组成
Graph	图形化编程语言
GSD General Station Description	PROFIBUS/PROFINET 站点的描述文件
HMI Human Machine Interface	人机界面
HSC High Speed Counter	高速计数器
HTML Hyper Text Markup Language	超文本标记语言
HTTP Hyper Text Transport Protocol	超文本传输协议
HTTPS Hypertext Transfer Protocol Secure	安全的超文本传输协议
IE FC TP Industry Ethernet Fast Connection Twisted Pair	工业以太网快速连接双绞线
IPV4 Internet Protocol version 4	IP (协议) V4 版
IPV6 Internet Protocol version 6	IP (协议) V6 版
IRT Isochronous Real-Time	等时实时通信
ISO Transport	使用 ISO 标准的通信协议
ISO-on-TCP	使用 ISO-on-TCP 标准的通信协议, 具有网络路由

	功能
ITP Industry Twisted Pair	工业双绞线
Java	Sun 公司推出的一种应用程序开发语言
LAD Ladder Logic	梯形图编程语言
LLDP Link Layer Discovery Protocol	链路层发现协议
MAC Media Access Control	介质访问控制, 或称为物理地址、硬件地址, 用来定义网络设备的位置
MES Manufacture Execute System	制造执行系统
MMC	微存储卡, 用于 S7-300 PLC 的装载存储器
MPI Multi-Point Interface	S7-300/400 的编程接口
MRES Memory reset	存储器复位
MRP Media Redundancy Protocol	用于 PROFINET IO 网络的介质冗余
NTP Network Time Protocol	网络时间协议
OB Organization Block	组织块
OLM Optical Link Module	光链路模块
OPC OLE for Process Control	用于过程控制的 OLE, OPC 规范定义了一个工业标准接口
OS Operation system	操作系统
OUC Open User Communication	开放式用户通信, 包含 ISO、ISO-on-TCP、TCP、UDP 等通信服务
PCF Polymer Cladded Fiber	塑料包层光纤
PG/OP Programming Device/Operator Panel	编程器/操作面板
PID Proportional-Integral-Derivative	比例积分微分
PII Process Image Input	过程映像区输入
PIP Process Image Partition	过程映像区分区
PIQ Process Image Output	过程映像区输出
PM Power Module	电源模块用于负载供电
POF Polymer Optical Fiber	塑料光纤
PROFIBUS PROcess FIeld BUS	过程现场总线。符合现场总线国际标准和欧洲过程现场总线系统标准 (IEC 61158/EN50170 V.2), 可提供功能强大的过程和现场通信, 适合于自动化工厂中单元级和现场级符合 PROFIBUS 标准的自动化系统和现场设备的数据通信网络。PROFIBUS 可以使用通信协议 FMS、DP、PA 进行通信
PROFINET	由 PROFIBUS 国际组织 (PROFIBUS International PI) 推出, 是新一代基于工业以太网技术的自动化总线标准
PS Power Supply	系统电源
PtP Point to Point	点对点通信

PWM Pulse Width Modulation	脉冲宽度调制
RSE Report System Error	报告系统错误
SCL Structured Control Language	结构化控制语言, 基于 PASCAL 高级编程语言, 符合 IEC 61131-3 标准, 用于复杂的算法和数据处理任务
SM Signal Module	信号模块, 用于 CPU 连接外部信号
SMC SIMATIC Memory Card	SIMATIC 存储卡, 用于 S7-1200/1500 系列 PLC
SSC SOFTNET Security Client	用于 PC (机) 与 SCALANCE S/M 及带安全功能的 CP 卡建立安全的通信软件
SSI Synchronous Serial Interface	同步串行接口, 这里指绝对值编码器信号方式
STL Statement List	语句表编程语言
TCP/IP TCP/IP-Transmission Control Protocol/Internet Protocol	用于网络的一组标准通信协议
TIA Totally Integrated Automation	全集成自动化
TM Technology Module	工艺模板
TO Technology Object	工艺对象
UDP User Datagram Protocol	用户数据报协议
UTC Universal Time Coordinated	世界调整时间
VPN Virtual Private Network	虚拟专用网络
WDS Wireless Distribution System	无线分布系统

目 录

序	
前言	
缩略语	
第1章 TIA 博途软件概述	1
1.1 TIA 博途软件简介	1
1.2 TIA 博途软件构成	1
1.2.1 TIA 博途 STEP7	2
1.2.2 TIA 博途 STEP7 工程组态系统的选件	2
1.2.3 TIA 博途 WinCC	2
1.2.4 TIA 博途 WinCC 工程组态系统和运行系统的选件	3
1.3 TIA 博途软件的安装	3
1.3.1 硬件要求	3
1.3.2 支持的操作系统	4
1.3.3 安装步骤	4
1.4 TIA 博途软件的卸载	8
1.5 授权管理功能	10
1.5.1 授权的种类	10
1.5.2 授权管理器	11
1.6 TIA 博途软件的特性	11
第2章 TIA 博途软件平台支持的新一代 PLC 产品介绍	14
2.1 完整的 PLC 产品线全面满足用户需求	14
2.2 全新分布式和 PC-Based 自动化解决方案	15
2.3 集成功能安全和信息安全	16
2.4 高效的开发环境	16
第3章 SIMATIC S7-1500 PLC 控制系统的硬件组成	17
3.1 负载电源 PM 与系统电源 PS	17
3.1.1 负载电源 PM (Power Module)	17
3.1.2 系统电源 PS (Power Supply)	17
3.1.3 系统电源选择示例	17
3.1.4 查看功率分配详细信息	19
3.2 SIMATIC S7-1500 CPU	20
3.2.1 SIMATIC S7-1500 CPU 简介	20
3.2.2 SIMATIC S7-1500 CPU 操作模式	21
3.2.3 SIMATIC S7-1500 CPU 的存储器	21
3.2.4 SIMATIC S7-1500 CPU 过程映像区的功能	25
3.3 SIMATIC S7-1500 显示屏 (Display)	27
3.4 信号模块	29
3.4.1 模块特性分类	30
3.4.2 模块宽度的划分	30
3.4.3 数字量输入模块	30
3.4.4 数字量输出模块	31
3.4.5 数字量输入/输出模块	33
3.4.6 模拟量输入模块	34
3.4.7 模拟量输出模块	46
3.4.8 模拟量输入/输出模块	49
3.5 通信模块	51
3.5.1 点对点通信模块	51
3.5.2 PROFIBUS 通信模块	51
3.5.3 PROFINET/ETHERNET 通信模块	52
3.6 工艺模块	52
3.6.1 高速计数器模块	52
3.6.2 基于时间的 I/O 模块	53
第4章 SIMATIC S7-1500 硬件配置	54
4.1 配置一个 SIMATIC S7-1500 站点	54
4.1.1 添加一个 SIMATIC S7-1500 新设备	54
4.1.2 配置 SIMATIC S7-1500 的中央机架	55
4.1.3 使用检测功能配置 SIMATIC S7-1500 中央机架	58
4.2 CPU 参数配置	59

4.2.1 常规	59	6.1.3 立即读与立即写	123
4.2.2 PROFINET 接口 [X1]	59	6.2 基本指令	123
4.2.3 DP 接口 [X3]	68	6.2.1 位逻辑运算指令	123
4.2.4 启动	69	6.2.2 定时器指令	125
4.2.5 周期	71	6.2.3 计数器指令	126
4.2.6 系统和时钟存储器	72	6.2.4 比较器指令	127
4.2.7 系统诊断	73	6.2.5 数学函数指令	128
4.2.8 Web 服务器	73	6.2.6 移动操作指令	130
4.2.9 显示	76	6.2.7 转换指令	132
4.2.10 用户界面语言	78	6.2.8 程序控制操作指令	133
4.2.11 时间	78	6.2.9 字逻辑运算指令	135
4.2.12 保护	79	6.2.10 移位和循环移位指令	136
4.2.13 系统电源	79	6.2.11 原有指令	137
4.2.14 组态控制	80	6.2.12 STL 其他指令	138
4.2.15 连接资源	80	6.3 扩展指令	138
4.2.16 地址总览	82	6.3.1 日期与时间指令	138
4.3 SIMATIC S7-1500 I/O 参数	82	6.3.2 字符串与字符指令	139
4.3.1 数字量输入模块参数配置	83	6.3.3 过程映像指令	139
4.3.2 数字量输出模块参数配置	87	6.3.4 分布式 I/O 指令	140
4.3.3 模拟量输入模块参数配置	88	6.3.5 PROFIenergy 指令	140
4.3.4 模拟量输出模块参数配置	90	6.3.6 模块参数化分配指令	141
4.4 配置分布式 I/O	91	6.3.7 中断指令	141
4.4.1 配置 PROFIBUS 从站	91	6.3.8 报警指令	142
4.4.2 配置 PROFINET 设备	94	6.3.9 诊断指令	142
第 5 章 数据类型与地址区	97	6.3.10 配方和数据记录指令	143
5.1 SIMATIC S7-1500 PLC 的数据类型	97	6.3.11 数据块控制指令	143
5.1.1 基本数据类型	97	6.3.12 寻址指令	143
5.1.2 复合数据类型	103	6.4 工艺指令	144
5.1.3 PLC 数据类型	106	6.5 通信指令	145
5.1.4 参数类型	107	第 7 章 程序块	147
5.1.5 系统数据类型	108	7.1 用户程序中的程序块	147
5.1.6 硬件数据类型	110	7.1.1 组织块与程序结构	148
5.2 SIMATIC S7-1500 PLC 的地址区	111	7.1.2 用户程序的分层调用	149
5.2.1 CPU 地址区的划分及寻址		7.2 组织块 (OB)	149
方法	111	7.2.1 组织块类型与优先级	151
5.2.2 全局变量与局部变量	117	7.2.2 CPU 的过载特性	156
5.2.3 全局常量与局部常量	118	7.2.3 组织块的本地数据区堆栈	
第 6 章 SIMATIC S7-1500 PLC 的		(L 堆栈)	156
编程指令	119	7.2.4 组织块的接口区	158
6.1 指令的处理	120	7.3 函数 (FC)	158
6.1.1 LAD 指令处理	120	7.3.1 函数的接口区	158
6.1.2 STL 指令处理	121	7.3.2 无形参数函数 (子程序功能)	159
		7.3.3 带有形参的函数	160

7.3.4 函数嵌套调用时允许参数传递的数据类型	162	9.3.4 PROFIBUS 网络拓扑结构	189
7.4 函数块 (FB)	164	9.3.5 安装 GSD 文件	191
7.4.1 函数块的接口区	164	9.3.6 使用 PROFIBUS-DP 进行 CPU 站 点间通信	192
7.4.2 函数块与背景数据块	165	9.4 工业以太网与 PROFINET	194
7.4.3 函数块嵌套调用时允许参数传递 的数据类型	168	9.4.1 工业以太网通信介质	195
7.5 数据块 (DB)	169	9.4.2 工业以太网拓扑结构	195
7.5.1 全局数据块 (Global DB)	170	9.4.3 SIMATIC S7-1500 系统以太网 接口	195
7.5.2 背景数据块	171	9.4.4 SIMATIC S7-1500 PLC 以太网 支持的通信服务	196
7.5.3 系统数据类型作为全局数据块的 模板	172	9.4.5 SIMATIC S7-1500 OUC 通信 示例	200
7.5.4 通过 PLC 数据类型创建 DB	173	9.4.6 SIMATIC S7-1500 S7 通信 示例	209
7.5.5 数组 DB	174	9.4.7 SIMATIC S7-1500 路由通信 功能	222
第 8 章 SIMATIC S7-1500 组态控制		9.4.8 配置 PROFINET IO 设备	224
功能	177	9.4.9 无需存储介质更换 IO 设备	227
8.1 组态控制的原理	177	9.4.10 允许覆盖 PROFINET 设备名称 模式	229
8.2 软件、硬件要求以及使用范围	177	9.4.11 按网段自动分配 IP 地址和设备 名称	229
8.3 SIMATIC S7-1500 硬件配置的数据记录 格式	178	9.4.12 网络拓扑功能与配置	232
8.4 SIMATIC S7-1500 中央机架模块组态控 制示例	179	9.4.13 MRP 介质冗余	233
8.5 PROFINET IO 系统的组态控制	181	9.4.14 I-Device 智能设备的配置	234
8.5.1 软硬件要求以及实现原理	181	9.4.15 MODBUS TCP	238
8.5.2 IO 系统的组态控制的数据 格式	181	9.5 SIMATIC S7-1500 PLC 与 HMI 通信	244
8.5.3 IO 系统的组态控制示例	182	9.5.1 SIMATIC S7-1500 PLC 与 HMI 在相同项目中通信	244
第 9 章 SIMATIC S7-1500 PLC 的 通信功能	186	9.5.2 SIMATIC S7-1500 PLC 与 HMI 在不同项目中通信	246
9.1 网络概述	186	9.5.3 使用 OPC 连接 SIMATIC S7-1500 PLC	247
9.2 网络及通信服务的转变	187	9.6 串行通信	250
9.2.1 从 PROFIBUS 到 PROFINET 的 转变	187	9.6.1 SIMATIC S7-1500/ET200MP 串行 通信模块的类型	250
9.2.2 MPI 接口被 PROFINET 接口 替代	188	9.6.2 串行通信接口类型及连接 方式	251
9.2.3 基于 PROFIBUS 通信服务的 变化	188	9.6.3 自由口协议参数设置	254
9.3 PROFIBUS 网络	188	9.6.4 串行通信模块的通信函数	258
9.3.1 PROFIBUS 接口的种类	188	9.6.5 自由口协议通信示例	258
9.3.2 PROFIBUS 的访问机制	189		
9.3.3 PROFIBUS 网络的通信速率与 通信距离	189		

9.6.6 MODBUS RTU 通信协议	260
第 10 章 SIMATIC S7-1500 PLC 的 PID 功能	267
10.1 控制原理	267
10.1.1 受控系统	267
10.1.2 受控系统的特征值	268
10.1.3 执行器	269
10.1.4 不同类型控制器的响应	269
10.2 SIMATIC S7-1500 PLC 支持的 PID 指令	270
10.2.1 PID_Compact 指令	270
10.2.2 PID_3Step 指令	271
10.2.3 PID_Temp 指令	271
10.2.4 控制器的串级控制	271
10.3 PID_Compact 指令的调用与 PID 调试示例	271
10.3.1 组态 PID_Compact V2 工艺对象	272
10.3.2 调用指令 PID_Compact V2	276
10.3.3 调试 PID	279
第 11 章 SIMATIC S7-1500 PLC 的工艺及特殊功能模块	282
11.1 工艺模块	282
11.2 工艺对象	282
11.3 计数模块和位置检测模块的分类和性能	283
11.4 TM Count 模块和 TM PosInput 模块通过工艺对象 (TO) 实现计数和测量	284
11.5 使用 TM PosInput 模块检测来自 SSI 绝对值编码器的信号	291
11.6 带计数功能的 DI 模块	296
11.7 Time-based IO 模板	298
11.7.1 功能描述	298
11.7.2 Time-based IO 时间控制功能举例	299
第 12 章 SIMATIC S7-1500 PLC 的诊断功能	309
12.1 SIMATIC S7-1500 PLC 诊断功能介绍	309
12.2 通过 LED 状态指示灯实现诊断	310
12.3 通过 PG/PC 实现诊断	311
12.4 在 HMI 上通过调用诊断控件实现诊断	312
12.5 通过 SIMATIC S7-1500 的 Web 服务器功能实现诊断	313
12.6 通过 SIMATIC S7-1500 CPU 自带的显示屏实现诊断	319
12.7 通过编写程序实现诊断	319
12.8 通过模块自带诊断功能进行诊断	324
12.9 通过模块的值状态功能实现诊断	325
12.10 通过用户自定义报警诊断程序实现诊断	327
第 13 章 访问保护	330
13.1 SIMATIC S7-1500 的访问保护方式	330
13.2 通过设置 CPU 的 4 层访问级别实现访问控制	330
13.3 通过设置 CPU Web 服务器访问密码实现访问控制	332
13.4 通过 CPU 自带的显示屏实现访问保护	332
13.5 通过设置 PLC 的程序块专有技术保护功能实现访问保护	333
13.6 绑定程序块到 CPU 序列号或 SMC 卡序列号	334
13.7 通过带安全功能的 CP1543-1 以太网模块	335
13.7.1 通过 CP 1543-1 的防火墙功能实现访问保护	336
13.7.2 通过 CP 1543-1 的 VPN 功能实现访问保护	337
第 14 章 程序调试	339
14.1 程序信息	339
14.1.1 调用结构	339
14.1.2 从属性结构	339
14.1.3 分配列表	340
14.1.4 程序资源	340
14.2 交叉引用	341
14.3 程序的下载、上传、复位操作	343
14.3.1 设置 SIMATIC S7-1500 CPU 的 IP 地址	343
14.3.2 下载程序到 CPU	344
14.3.3 下载程序到 SIMATIC 存储卡 SMC	345

14.3.4	SIMATIC S7-1500 的一致性下载特性	346	14.10.1	配置 Trace	367
14.3.5	SIMATIC S7-1500 程序的上传	346	14.10.2	Trace 的操作	369
14.3.6	SIMATIC S7-1500 CPU 存储器复位	348	14.11	SIMATIC S7-1500 联合调试功能	370
14.3.7	删除 SIMATIC S7-1500 CPU 中的程序块	348	第 15 章	TIA 博途软件的库功能	372
14.3.8	改变 SIMATIC S7-1500 数据块内容对过程值的影响	348	15.1	库基本知识	372
14.3.9	SIMATIC S7-1500 数据块的快照功能	350	15.1.1	项目库类型的使用	372
14.4	SIMATIC S7-1500 的路由编程功能	351	15.1.2	项目库主模板的使用	375
14.5	比较功能	352	15.1.3	全局库的使用	376
14.5.1	离线/在线比较	352	第 16 章	打印和归档程序	379
14.5.2	离线/离线比较	354	16.1	打印简介	379
14.6	使用程序编辑器调试程序	354	16.1.1	打印设置	379
14.6.1	调试 LAD/FBD 程序	354	16.1.2	框架和封面	381
14.6.2	调试 STL 程序	355	16.1.3	文档信息	382
14.6.3	调用环境功能	356	16.1.4	打印预览	384
14.7	使用监控表进行调试	357	16.2	程序归档简介	384
14.7.1	创建监控表并添加变量	357	16.2.1	程序归档的方式	384
14.7.2	变量的监控和修改	358	16.2.2	项目恢复	386
14.7.3	强制变量	359	第 17 章	移植 S7-300/400 项目到 SIMATIC S7-1500	387
14.8	硬件诊断	360	17.1	S7-300/400 项目移植到 SIMATIC S7-1500 简介	387
14.8.1	硬件的诊断图标	360	17.2	移植 S7-300/400 项目的限制	387
14.8.2	模块的在线与诊断功能	361	17.2.1	硬件限制	387
14.8.3	更新硬件固件版本	362	17.2.2	功能限制	387
14.9	使用仿真器 SIMATIC S7-PLCSIM 测试用户程序	364	17.2.3	集成项目的注意事项	388
14.9.1	启动 SIMATIC S7-1500 仿真器	365	17.3	项目移植的前期准备工作	388
14.9.2	创建 SIM 表格	365	17.4	在 STEP 7 V5.5 中对原项目进行检查	389
14.9.3	创建序列	366	17.4.1	移植 STEP 7 V5.5 的 S7-300/400 项目到 TIA 博途软件	391
14.9.4	仿真通信功能	367	17.4.2	移植 TIA 博途软件中的 S7-300/400 项目到 SIMATIC S7-1500	392
14.10	使用 Trace 跟踪变量	367	附录	寻求帮助	395
			参考文献	398	

第 1 章 TIA 博途软件概述

为了应对日益严峻的国际竞争压力，机器制造商在其产品的整个生命周期中，优化工厂设备的性能具有前所未有的重要性。优化可以降低产品总体成本、缩短产品上市时间，并进一步提高产品质量。质量、时间和成本之间的平衡是工业领域决定性的成功因素，这一点，表现得比以往任何时候都要突出。

全集成自动化基于西门子丰富的产品系列和优化的自动化系统，遵循工业自动化领域的国际标准，着眼于满足先进自动化理念的所有需求，并结合系统完整性和对第三方系统的开放性为各行业应用领域提供整体的自动化解决方案。

TIA 博途（Totally Integrated Automation Portal）软件将全部自动化组态设计工具完美地整合在一个开发环境之中。这是软件开发领域的一个里程碑，是工业领域第一个带有“组态设计环境”的自动化软件。

1.1 TIA 博途软件简介

TIA 博途软件为全集成自动化的实现提供了统一的工程平台。如图 1-1 所示，用户不仅可以将组态和程序编辑应用于通用控制器，也可以应用于具有 Safety 功能的安全控制器。除此之外，还可以将组态应用于可视化的 WinCC 等人机界面操作系统和 SCADA 系统。通过在 TIA 博途软件中集成应用于驱动装置的 Startdrive 软件，可以对 SINAMICS 系列驱动产品配置和调试。结合面向运动控制的 SCOUT 软件，还可以实现对 SIMOTION 运动控制器的组态和程序编辑。



图 1-1 TIA 博途软件平台

1.2 TIA 博途软件构成

TIA 博途软件包含 TIA 博途 STEP7、TIA 博途 WinCC、TIA 博途 Startdrive 和 TIA 博途 SCOUT。用户可以购买独立的产品，例如单独购买 TIA 博途 STEP7 V13，也可以购买多种产

品的组合,如购买 TIA 博途 WinCC Advanced V13 和 STEP 7 Basic V13。任一产品中都已包含 TIA 博途平台系统,以便于与其他产品的集成。TIA 博途 STEP7 和 TIA 博途 WinCC 等所具有的功能和覆盖的产品范围如图 1-2 所示。

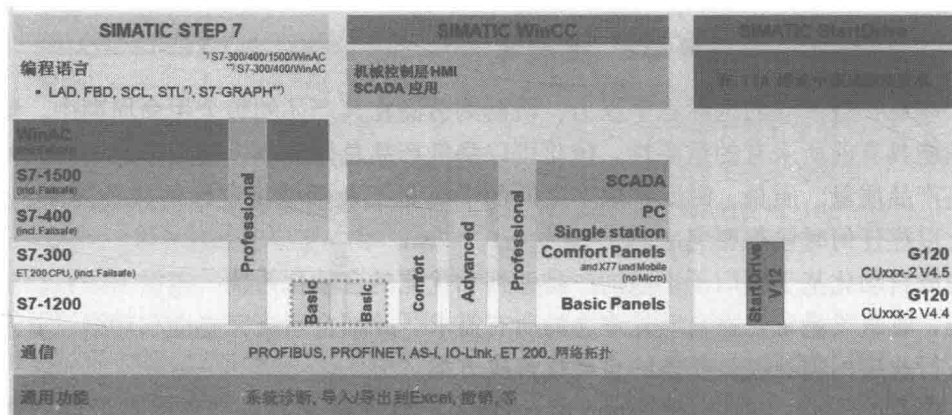


图 1-2 TIA 博途的产品版本一览

1.2.1 TIA 博途 STEP7

TIA 博途 STEP7 是用于组态 SIMATIC S7-1200、SIMATIC S7-1500、SIMATIC S7-300/400 和 WinAC 控制器系列的工程组态软件。

TIA 博途 STEP7 包含两个版本:

- 1) TIA 博途 STEP7 基本版,用于组态 SIMATIC S7-1200 控制器。
- 2) TIA 博途 STEP7 专业版,用于组态 SIMATIC S7-1200、SIMATIC S7-1500、SIMATIC S7-300/400 和 WinAC。

1.2.2 TIA 博途 STEP7 工程组态系统的选件

对于那些对安全性有较高要求的应用,可以通过 TIA 博途 STEP7 Safety Basic/Advanced。选件组态 F-CPU 以及故障安全 I/O,并以 F-LAD 和 F-FBD 编写安全程序。

1.2.3 TIA 博途 WinCC

TIA 博途 WinCC 是用于 SIMATIC 面板、WinCC Runtime 高级版或 SCADA 系统 WinCC Runtime 专业版的可视化组态软件,在 TIA 博途 WinCC 中还可组态 SIMATIC 工业 PC 以及标准 PC 等 PC 站系统。

TIA 博途 WinCC 包含 4 个版本:

- TIA 博途 WinCC 基本版,用于组态精简系列面板。在 TIA 博途 STEP7 中已包含此版本。
- TIA 博途 WinCC 精智版,用于组态所有面板(包括精简面板、精智面板和移动面板)。
- TIA 博途 WinCC 高级版,用于组态所有面板以及运行 TIA 博途 WinCC Runtime 高级版的 PC。
- TIA 博途 WinCC 专业版,用于组态所有面板以及运行 TIA 博途 WinCC Runtime 高级版或 SCADA 系统 TIA 博途 WinCC Runtime 专业版的 PC。TIA 博途 WinCC Runtime 专业版是一种用于构建组态范围从单站系统到多站系统(包括标准客户端 Web 客户端)的 SCADA 系统。