

西门子 TDC

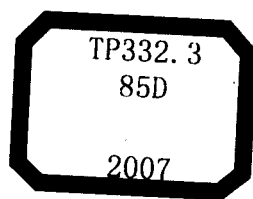
编程及应用指南

● 鲍伯祥 陆章杰 王世宁 编著



北京航空航天大学出版社





西门子 TDC 编程及应用指南

鲍伯祥 陆章杰 王世宁 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

SIMATIC TDC 作为西门子控制器家族最高端的产品(SIMADYN D 的新一代产品)在国内外有着广泛的应用。本书是第一本全面而系统地阐述 TDC 应用的中文书籍,分为系统简介、硬件系统、基本编程、通讯编程、高级编程、系统诊断及应用介绍等章节,根据使用的顺序和阶段对原理和编程方法分别加以详细讲解,并在附录中对常见问题和一些重要概念作了详细阐述。

本书附光盘一张,内容包括示例程序和程序操作的屏幕记录文件(Demo Program and AVI)、参考英文手册(Manual)、功能块在线帮助文档(Help_file)及 TDC 系统介绍胶片(Catalog&slide)。

本书可以作为高等院校相关专业师生、专业设计人员、工程技术人员及工业设备调试维护人员的参考书籍和自学工具书。

图书在版编目(CIP)数据

西门子 TDC 编程及应用指南/鲍伯祥,陆章杰,王世宁编著. —北京:北京航空航天大学出版社, 2007.1
ISBN 978-7-81077-917-3

I. 西… II. ①鲍… ②陆… ③王… III. 可编程
序控制器—指南 IV. TP332.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 135458 号

西门子 TDC 编程及应用指南

鲍伯祥 陆章杰 王世宁 编著

责任编辑:王 实

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:28.5 字数:730 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81077-917-3 定价:48.00 元(含光盘)

前言

长风破浪会有时,直挂云帆济沧海。

伴随经济的高速发展,国内的工控市场保持了多年的高速增长。当前,工控市场正在经历广泛而深刻的变化,从连续多年的高速发展转变为缓慢增长。而市场增长的重心越来越多地转移到大型控制器。传统 PLC 市场的增长趋于平稳,而作为高端产品的工艺控制系统则呈现高速发展的趋势。

西门子公司作为全球著名的电气工程公司已拥有 150 年的辉煌历史,始终走在全球技术变革的前列。其最新推出的 SIMATIC TDC 工艺控制系统代表了西门子工业控制系统的最高水平,同时也代表了世界控制系统的先进水平。

作为西门子 TIA(全集成自动化平台)的一部分,TDC 是西门子最高端的控制系统。作为上一代工艺控制系统 SIMADYN D 的新一代系统,TDC 系统继承了 SIMADYN D 的核心技术,同时在硬件设备和系统性能方面取得了巨大飞跃。TDC 单一框架通过强大的背板总线即可支持多达 20 个高速 CPU 并行工作,光纤连接的星形网络可以允许 44 个机架并行工作,支持多达 836 个 CPU。

同时,作为历史上最成功的工艺控制系统,SIMADYN D 将继续在市场上销售,特别是在大型传动控制领域将继续辉煌。

作为一种功能强大的通用控制器,TDC 的应用面向所有工业领域。从钢铁行业龙头企业的上海宝山钢铁公司的轧钢生产线控制到电力行业举世瞩目的三峡大坝的发电机控制,从交通行业高科技象征的磁悬浮列车到矿山行业核心设备的矿井提升机,从输配电行业的制高点高压直流输电 HVDC 到航天工业的火箭测试平台,都有 TDC 和 SIMADYN D 的身影。

随着 TDC 系统在国内越来越广泛的应用,越来越多的工程技术人员在学习和使用这个系统,因而对 TDC 知识的需求也在不断增加。但目前尚未有一本全面而详细的 TDC 中文编程和应用手册。为了填补这一空白,为广大设计和工程技术人员提供一本有针对性的专业参考手册,满足他们的使用和学习要求,我们组织编写了这本《TDC 编程及应用指南》。它涵盖了西门子资深工程师多年的工程和使用经验,具有较强的实用性和针对性。

全书共分 7 章。第 1 章介绍 TDC 系统的概况。第 2 章和第 3 章介绍 TDC 系统的硬件平台和基本编程方法。第 4 章详细介绍 TDC 系统功能强大的通讯编

程,包括 MPI、PROFIBUS、Ethernet 通讯以及传动系统(如 MASTERDRIVES)、人机界面(如 WinCC)的各种通讯方式。第 5 章介绍面向复杂应用的高级编程功能,包括顺序控制、IEA 导入导出助理工具、功能块开发平台和 symTrace 数据记录与分析工具。第 6 章结合实际应用对常见故障的诊断处理进行了系统介绍。第 7 章介绍 TDC 系统的应用。另外,在附录中对常见问题和一些重要概念,如数据传输的连续性、CPU 同步等作了详细阐述。

本书附光盘一张,内容包括示例程序和程序操作的屏幕记录文件(Demo Program and AVI)、参考英文手册(Manual)、功能块在线帮助文档(Help_file)及 TDC 系统介绍胶片(Catalog&slide)。

作者根据学习和使用的要求,力求全面,循序渐进,结合实际,详细描述了 TDC 系统的各个方面。伴随着国内广大工程技术人员对高端控制系统 TDC 越来越多的使用,我们真诚希望本书能为大家的工作和学习提供帮助和参考。对于书中的不足和错误,恳请各位专家和同仁提出宝贵意见。

在本书的编写过程中得到了许多领导、同仁和用户的支持和帮助,在此致以真诚的谢意。

西门子(中国)有限公司
自动化与驱动集团自动化系统部
TDC/SIMADYN D 产品经理

鲍伯祥

2006 年 9 月

目 录

第 1 章 TDC 系统概述	1
1.1 概 述	1
1.2 降低成本,提高生产率	2
1.3 面向大型工厂的自动化解决方案	2
1.4 模块化系统	3
1.5 图形化组态编程	5
1.6 TDC 网站	7
第 2 章 TDC 硬件简介	8
2.1 机架 UR5213	8
2.1.1 UR5213(6DD1682-0CH2)	8
2.1.2 UR5213(6DD1682-0CH0)	13
2.1.3 插槽盖板	17
2.2 CPU 模板 CPU550/CPU551	17
2.2.1 操作及显示单元	17
2.2.2 状态及故障显示	18
2.2.3 安装注意事项	20
2.2.4 模板连接	20
2.2.5 模板附件	21
2.2.6 技术数据	22
2.2.7 程序存储卡	24
2.3 信号模板 SM500	24
2.3.1 操作及显示单元	24
2.3.2 模板连接附件	25
2.3.3 增量型编码器设置	27
2.3.4 模板接口(X1,X2,X3)定义	28
2.3.5 接口模板	31
2.3.6 技术数据	32
2.4 通用通讯模板	36
2.4.1 CP50M0(PROFIBUS DP/MPI)	36
2.4.2 CP51M1(Ethernet)	40
2.4.3 CP5100(Ethernet)	42
2.5 GDM 通讯模板	45



2.5.1	CP52M0 GDM 缓存模板	46
2.5.2	CP52IO GDM 接口模板	51
2.5.3	CP52A0 GDM 接入模板	53
第3章	基础编程	56
3.1	编程软件及编程环境	57
3.2	建立新的项目	58
3.3	硬件组态	62
3.3.1	机架的配置	63
3.3.2	组态 CPU 模板	65
3.3.3	组态输入/输出模板 SM500	74
3.3.4	组态通讯模板 CP50M0/CP51M1	75
3.3.5	编译保存	80
3.4	CFC 编程环境介绍	81
3.4.1	编程页面分配	82
3.4.2	CFC 编程环境	82
3.4.3	CFC 编程自定义	83
3.4.4	功能块库定义	86
3.5	编写用户 CFC 程序	88
3.5.1	创建 CFC Chart	88
3.5.2	通讯初始化	89
3.5.3	脉冲的生成	92
3.5.4	正弦波的生成	96
3.5.5	编译程序	98
3.5.6	下载程序	99
3.6	CFC 编程技巧	100
3.6.1	Runtime Group	100
3.6.2	Chart in Chart	105
3.6.3	Compile Chart as Block Type	109
第4章	通讯编程	115
4.1	通讯基础介绍	115
4.1.1	数据耦合类型概述	115
4.1.2	通讯功能简介	117
4.1.3	通讯功能块输入/输出引脚的定义	118
4.1.4	通讯耦合过程	123
4.2	CPU 在线诊断	126
4.2.1	CPU 集成诊断接口在线诊断	127
4.2.2	MPI 在线诊断	129
4.2.3	IE 在线诊断	132



4.2.4 多 CPU 在线诊断	134
4.3 单机架通讯耦合	139
4.3.1 本地 CPU 耦合	139
4.3.2 通讯缓存区耦合	148
4.3.3 TCP/IP 耦合	155
4.4 基于指针的通讯 CTV_P/CRV_P	161
4.5 PROFIBUS DP 通讯	165
4.5.1 TDC 作为 DP 主站	167
4.5.2 TDC 作为 DP 从站	176
4.5.3 TDC 同时作为 DP 主站及从站	181
4.5.4 Shared Input 方式	190
4.5.5 TDC 与 MASTERDRIVES	198
4.6 工业以太网通讯	222
4.6.1 S7-400 侧硬件组态	222
4.6.2 TDC 侧硬件组态	223
4.6.3 NetPro 网络组态	224
4.6.4 S7-400 侧编程	228
4.6.5 TDC 侧编程	230
4.7 HMI 通讯	231
4.7.1 TDC 与 OP	231
4.7.2 TDC 与 WinCC (MPI)	257
4.7.3 TDC 与 WinCC (TCP/IP)	270
4.7.4 TDC 与 WinCC (PMC)	275
4.8 GDM 通讯	305
4.8.1 GDM 模板	305
4.8.2 GDM 通讯编程	307
4.9 TDC 与 PC 以太网通讯	313
4.9.1 Windows Sockets 规范	313
4.9.2 选择通讯协议	314
4.9.3 Server 与 Client	315
4.9.4 VB 侧 Socket 编程	315
4.9.5 TDC 侧编程	320
4.9.6 运行实例	323
第 5 章 TDC 高级编程	325
5.1 SFC 顺序功能控制	325
5.1.1 运行环境	326
5.1.2 演示程序说明	326
5.1.3 系统分析	327
5.1.4 SFC 拓扑结构	328



5.1.5 编程	331
5.1.6 TDC 中的 SFC 功能块	338
5.1.7 运行状态	342
5.1.8 在线检测	343
5.2 IEA 导入/导出助理	344
5.2.1 创建新的多用户项目	344
5.2.2 建立一个新的库文件	345
5.2.3 建立模型文件	347
5.3 D7 Function Block Generator 简介	357
5.3.1 标准 FRM 功能块	357
5.3.2 在 CFC 中创建自定义功能块	358
5.3.3 FB generator 创建自定义功能块	358
5.4 symTrace	373
5.4.1 symTrace 功能块库	374
5.4.2 软件操作界面	376
5.4.3 symTrace 数据读取 DUST1 方式	377
5.4.4 symTrace 数据读取 TCP/IP 方式	380
第 6 章 系统诊断	382
6.1 TDC 机架状态及故障显示	382
6.2 TDC 模板状态及故障显示	383
6.3 CPU 模板诊断	388
6.4 PROFIBUS DP 诊断	391
6.5 CPU 负荷率功能块 PSL	394
6.6 CTV/CRV 通讯诊断	395
第 7 章 TDC 系统应用介绍	401
7.1 热连轧	403
7.2 冷连轧	406
7.3 处理线	408
7.4 SVC 无功功率补偿控制	408
附录 A 常见问题解答	411
附录 B 数据传输的连续性	435
附录 C CPU 同步	440
附录 D Fatal System Error "H"	445

第 1 章 TDC 系统概述

1.1 概 述

如果您需要为工厂开发高性能的自动化解决方案,寻找一种模块化的自动化系统,以实现在金属冶炼/加工或输配电等领域的大型系统的闭环控制和运算、开环控制和监视以及信号传送、记录、通讯等,同时希望努力降低企业成本,提高生产效率和竞争能力,那么西门子公司 SIMATIC TDC[®],正是一种适用的多处理器自动化系统,尤其是面向钢铁、电力、能源、交通和过程工程等领域中的大型工厂。

SIMATIC TDC 擅长解决处理复杂的控制、通讯和驱动任务,在单一平台上拥有最大数量的处理器、框架和最短的循环周期。SIMATIC TDC 是一种集成在 SIMATIC 平台上的工艺和驱动控制系统,其组态和编程使用标准的 SIMATIC 工具,是西门子全集成自动化平台的一部分。SIMATIC TDC 可以由一个或多个机架组成,其中可灵活地插入所需的各种模板。通过多处理器并行运行方式可以实现性能的近乎无限扩展。使用 SIMATIC TDC,可以使工厂控制变得更加高效、简捷和经济。

SIMATIC TDC 采用自由组态、模块化的设计思想,使得系统的结构便于扩展。系统可以快速实现闭环和开环控制、算术运算以及系统监视和信号通讯等功能。SIMATIC TDC 拥有一套完整的模块化硬件和软件设计模式,能够保证硬件满足各种系统的设计要求。SIMATIC TDC 尤其适用于相互关联的高精度控制系统。

SIMATIC TDC 系统采用 STEP/CFC 组态语言,计算机用户界面十分友好,易于操作和掌握,适合于从简单到复杂的控制系统的要求。简单任务可以组态在一个功能包中,较复杂的任务则可由几个功能包共同完成。对于复杂的功能,可由几个处理器组合在一个 SIMATIC TDC 控制单元中来完成;更高级的系统则由几个 SIMATIC TDC 控制单元组合在一起,通过通讯连接交换数据来达到设计要求。

SIMATIC TDC 采用的是实时操作系统(固定时隙为 $25\ \mu\text{s}$),采样速度很快(最短为 $100\ \mu\text{s}$),强大的循环处理,高达 5 种采样时间($T_1\sim T_5$);能够处理周期任务(T_0)和中断(I1~I8 八级中断)任务。基于基本采样时间 T_0 ,可以定义 5 种采样时间的周期任务($T_1\sim T_5$)以处理不同实时性要求的任务,其中 $T_1\sim T_5$ 与 T_0 的关系是

$$T_i = T_0 \times 2^i$$

式中: $1 \leq i \leq 5, 0 \leq j \leq 15$ 。

SIMATIC TDC 的任务处理机制如图 1-1 所示,这样的任务处理机制能够满足实时控制系统的要求。

SIMATIC TDC 是一种可靠的面向未来的系统,不仅可以显著提高生产质量,而且可以极大地提高生产效率。一方面,SIMATIC TDC 的优异性能通过连续不断的研发不断升级;另一方面,承诺提供长期可用性的保证,包括系统升级和备件。

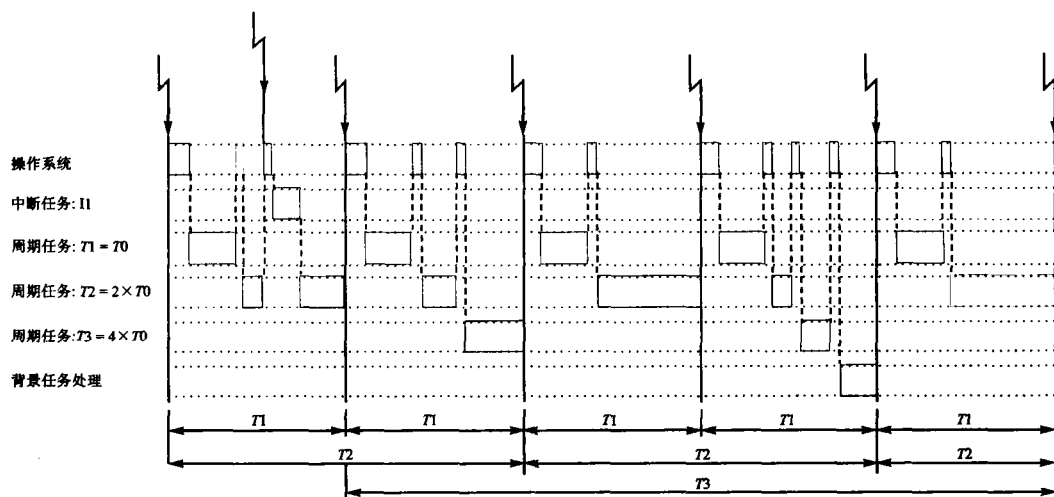


图 1-1 SIMATIC TDC 的任务处理机制

SIMATIC TDC 具有以下特点：

- 模块化的系统结构；
- 超强的运算能力；
- 采样时间可达 100 s, 适用动态控制任务；
- 64 位技术处理器；
- 同步多处理器运行, 每个机架最多可有 20 个 CPU；
- 同步耦合 44 个机架；
- 图形化组态编程；
- 全球通用标准。

1.2 降低成本, 提高生产率

借助于 SIMATIC TDC 的高性能, 可以实现极短的循环周期 (100 μ s), 因此具有很高的输出性能, 可以显著提高生产效率, 进而提高竞争能力。

使用 SIMATIC TDC, 可以在单一平台上实现开环和闭环控制功能, 因此部件数量大大减少, 显著降低了系统购置成本以及备件库存成本。通过使用 SIMATIC TDC, 在提升功能的同时, 高压直流输电系统 (HVDC) 的空间要求可降低 50%。通过使用经广泛应用测试的标准 SIMATIC 编程、通讯和诊断技术, 还可大大降低工程、调试及维护费用。例如：

- 硬件组态的 STEP 7®；
- 图形化组态的 CFC (工艺图) 和 SFC (流程控制图)。

另外, 由于可以继续使用已有西门子程序结构甚至是用户自有的软件模块, 用户的专业经验可继续应用。

1.3 面向大型工厂的自动化解决方案

作为一种通用控制器, SIMATIC TDC 的应用是没有边界的, 其应用覆盖了广大的工业控



制领域。作为西门子功能最强大的控制器,TDC 系统在钢铁、航空航天、电力(包括输配电和无功功率补偿)、交通、印刷、起重机械制造、有色金属制造(包括金属处理和锡箔制造)、造纸、化纤制造、玻璃制造及电缆制造等行业都取得了杰出业绩。

SIMATIC TDC 适用于:

- 驱动系统的闭环控制(转矩、转速、位置、角度/角度偏差),尤其是多个驱动系统协同运行;
- 调节多个不同的物理变量(例如张力、压力);
- 计算工艺/过程变量(例如速度)。

1.4 模块化系统

SIMATIC TDC 是模块化的多处理器系统,由一个或多个机架组成。在机架上可以安装 CPU、I/O 模板和通讯模板。

1. 通用机架 UR5213

电磁屏蔽 19 时机架 UR5213(见图 1-2)支持硬件扩展,具有较高的性能裕量,适于墙壁和柜内安装,配装有一个具有冷却和内部监控功能的集成电源,共有 21 个槽位用于模板扩展。模板通过 64 位 VME 背板总线进行通讯。对于较高的性能要求,在一个机架内可支持 20 个 CPU 处理器同步运行,允许 44 个机架相互连接。

2. 中央处理单元 CPU551

中央处理单元 CPU551(见图 1-3)适用于有较高运算要求的开环和闭环控制任务,设计采用 64 位 RISC 技术,集成 32 MB 的用户存储器和独立的插入式存储器卡。CPU 严格按照可调的循环周期循环工作,最小循环周期为 0.1 ms,典型值为 0.3 ms,运算时间非常短。例如,一个浮点型 PI 功能块的执行时间大约为 1~3 μ s,典型浮点运算时间为 0.9 μ s(乘法)。另外,CPU 还集成有 4 个具有中断能力的开关量输入和一个诊断接口;硬件集成化程度高,百分之百的工业级芯片,适用于各种温度环境和工业现场环境。

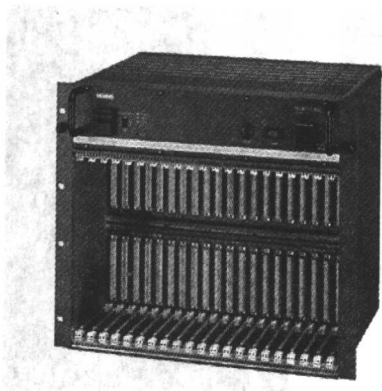


图 1-2 机架 UR5213

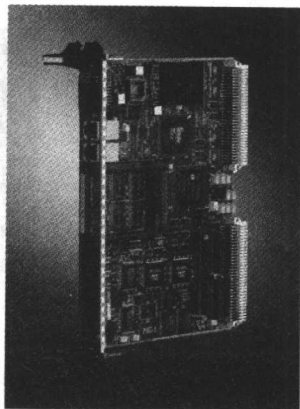


图 1-3 中央处理单元 CPU551



3. 信号模板 SM500

信号模板 SM500(见图 1-4)提供丰富的信号连接选项,用于连接各种 I/O 信号。除了 16 路开关量输入/输出以外,它还提供 8 路模拟量输入/输出以及 4 路积分型模拟量输入连接通道;另外,还可连接 4 个增量编码器和 4 个绝对值编码器。

4. 通讯模板 CP50M0,CP51M1,CP5100

通讯模板 CP50M0(见图 1-5),CP51M1(见图 1-6)和 CP5100(见图 1-7)提供了高性能的通讯,用于调试、过程控制和人机界面。支持功能强大的协议:MPI、PROFIBUS DP 过程现场总线、TCP/IP 和/或 UDP 以太网。

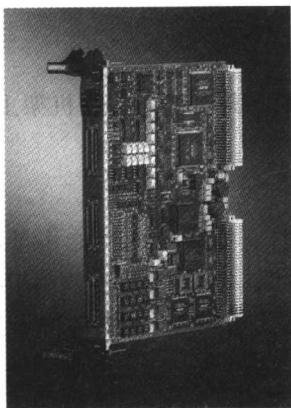


图 1-4 信号模板 SM500

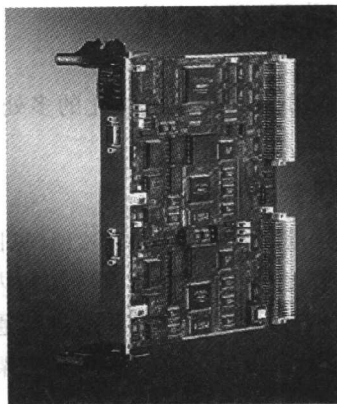


图 1-5 CP50M0

5. 全局数据存储 GDM 通讯模板 CP52M0,CP52IO,CP52A0

全局数据存储 GDM(Global Data Memory)是 SIMATIC TDC 控制器之间使用的一种高速通讯网络。通过全局数据存储(GDM)光纤网络,在安装有 CP52x0(见图 1-8)的机架之间可以实现高速通讯,通讯周期小于 1 ms。系统的运算能力几乎可以无限扩展。通过 GDM 网络还可实现同步(采样时间、时钟时间)和报警功能。

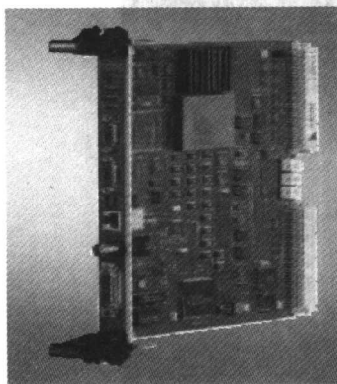


图 1-6 CP5100

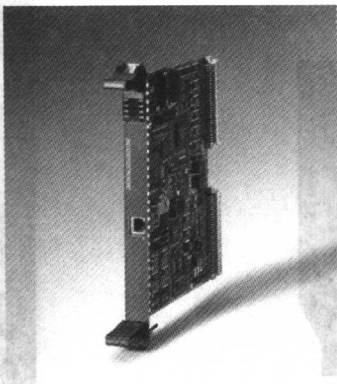


图 1-7 CP51M1

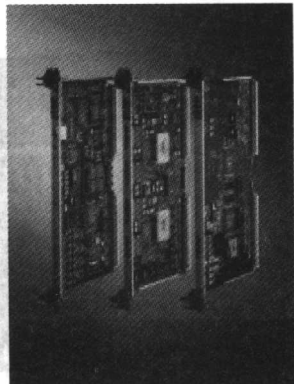


图 1-8 GDM 通讯模板

- 采用星形拓扑结构;
- 通讯速率可达 630 Mbps;
- 中央机架由 GDM 存储模板和若干块接口模板组成;
- 其他站点通过专用的接入模板经光纤与中央机架建立通讯联系;
- 机架距中央机架最远距离为 200 m;
- 一个 GDM 网络最多支持 44 个机架,实现多达 836 个 CPU 间的数据通讯。

References



100

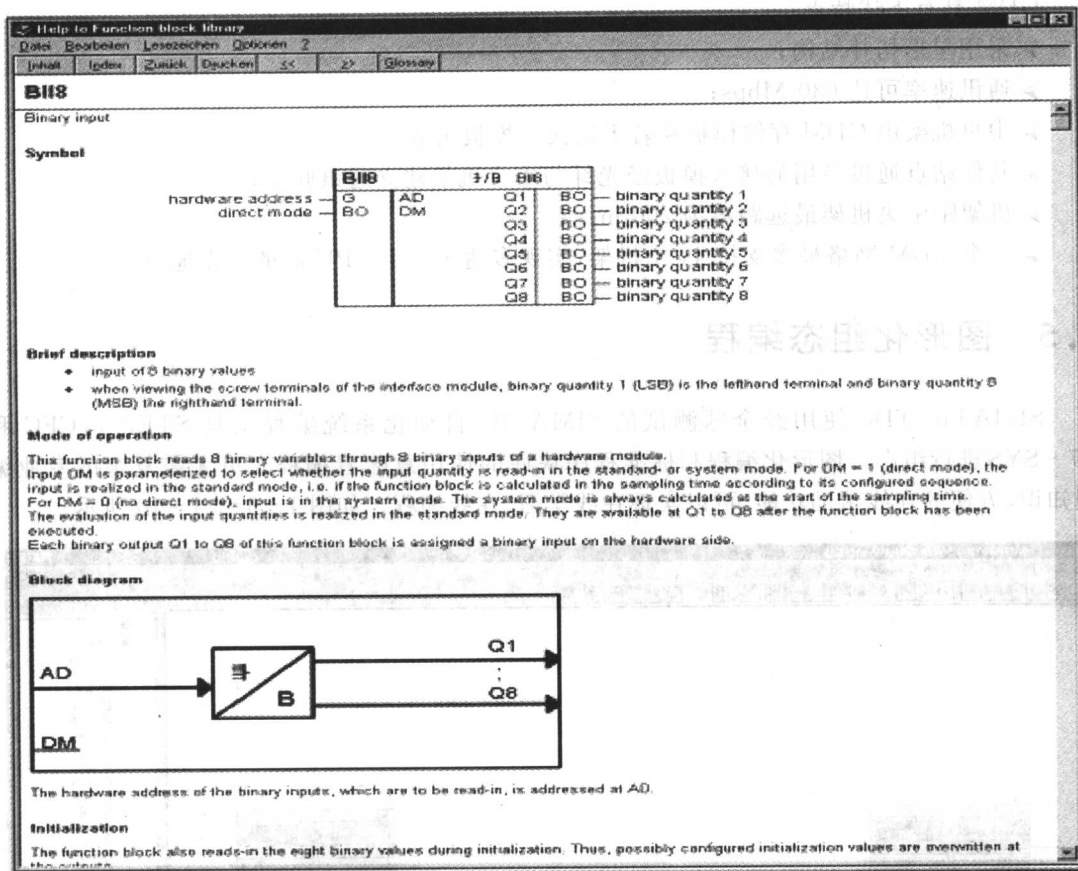


图 1-10 在线帮助

应用的标准功能块,例如 PI 控制器、斜坡函数发生器、定位功能块、电子凸轮盘、齿轮和凸轮轴功能块。这些功能块(FB)可在程序中多次自由调用,图形化连接,每个功能块都可赋值 5 种循环周期中的一种。功能块还可放置在特定的运行时间组中,在指定运行条件下同时运行或停止;另外,还可使用用户通过标准 ANSI-C 语言创建的用户专用功能块,以保护用户的专有技术。

CFC 提供了功能强大的在线功能,可在线优化、插入、修改和删除功能块,显著缩短调试时间,避免费时的编译和下载过程;同时,可以对用户程序进行简便的图形化归档。

对于特殊任务还提供有其他工具软件:

- 顺序功能图(SFC) 可图形化生成顺序控制程序。
- 功能块生成器 利用标准 C 语言,功能块生成器支持编程人员创建在 CFC 下执行的功能块,并可组成专用功能块库。由于算法被隐藏起来,可进行安全的程序移植和专用技术的保护。
- IEA 导入/导出助理工具 实现了大型项目的重复设计。

1.6 TDC 网站

网址: www.siemens.com/tdc。

通过网页(见图 1-11)用户可以获得最新的产品信息和资料。

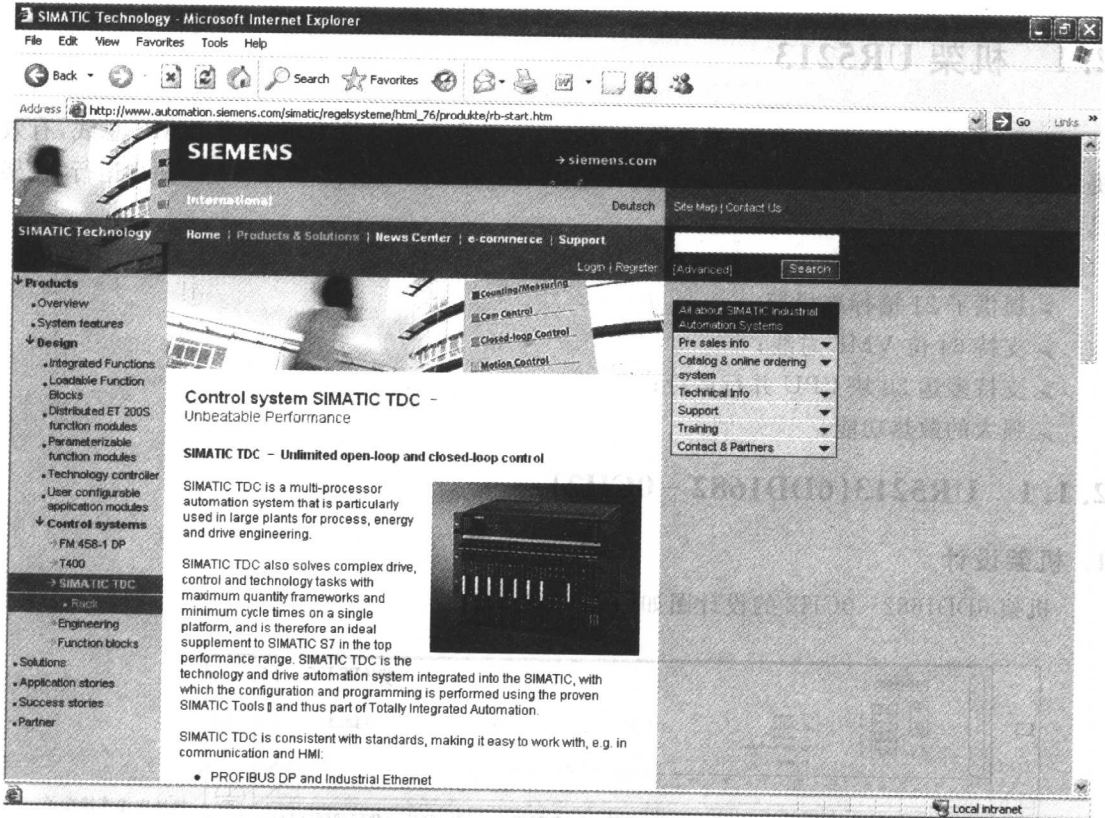


图 1-11 西门子网站

第 2 章 TDC 硬件简介

2.1 机架 UR5213

TDC 系统提供了标准的 21 槽机架(UR5213);系统背板总线采用 64 位 VME 总线,有效提高了系统的高速响应能力及可靠性;每个机架最多可以同时支持 20 块 CPU 并行运行;机架已集成了系统电源及 3 组散热风扇。

技术特点

- 提供了 21 槽标准机架;
- 支持 64 位 VME 总线;
- 支持多达 20 块 CPU 并行运行;
- 强大的散热功能。

2.1.1 UR5213(6DD1682-0CH2)

1. 机架设计

机架 6DD1682-0CH2 的设计图如图 2-1 所示。

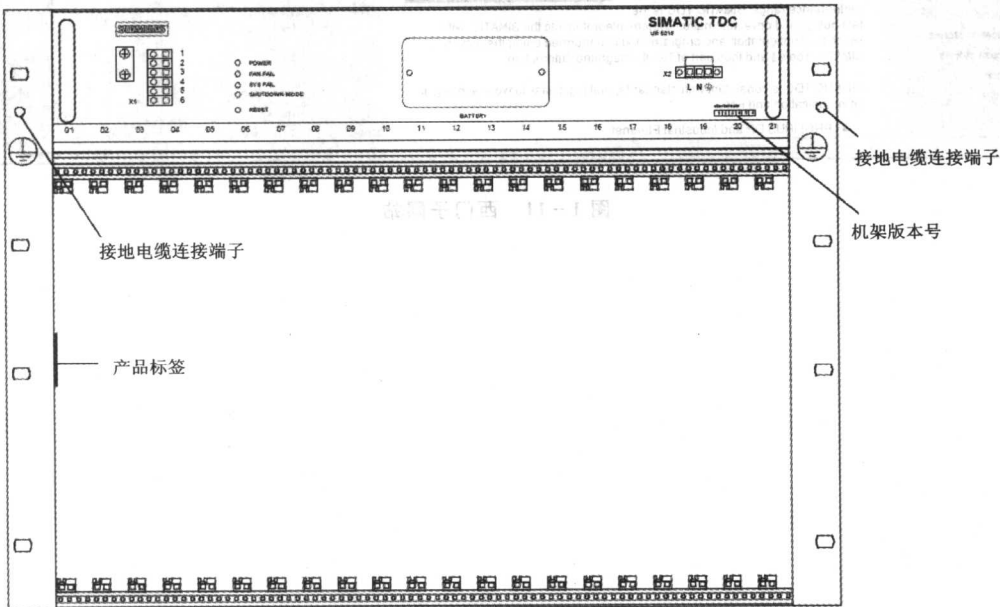


图 2-1 UR5213(6DD1682-0CH2)机架