

城市轨道交通 自动化系统与技术

魏晓东 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

城市轨道交通自动化系统与技术

魏晓东 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书分为概论、技术基础篇、系统集成篇和应用篇。概论部分叙述了城市轨道交通发展和城市轨道交通自动化系统的背景资料；技术基础篇详细介绍了作为城市轨道交通自动化系统基础的工业自动化技术、计算机通信与网络基础知识以及大型 SCADA 系统的软件平台；系统集成篇阐述了系统集成的基本概念，系统集成的国际标准，系统集成接口开发的方法以及城市轨道交通领域所涉及的自动化子系统的内涵；应用篇则介绍了已实施成功和正在实施的三个城市轨道交通自动化系统的案例。

本书作者总结了多年来从事轨道交通自动化系统设计与实施的经验，同时也聘请了行业专家参与本书的写作和评审。因此，本书的内容翔实、技术实用、具有较强的应用指导价值。

本书可作为轨道交通领域技术管理干部和从事城市轨道交通自动化工程的科研人员、设计师和工程师的技术参考用书，也可作为高等院校工业自动化专业的高年级学生的参考读物。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通自动化系统与技术 / 魏晓东主编. —北京: 电子工业出版社, 2004. 11
ISBN 7-121-00460-7

I. 城… II. 魏… III. 城市铁路—铁路自动化系统 IV. U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 105709 号

责任编辑: 王春宁 雷洪勤

印 刷: 北京东光印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 27.25 字数: 698 千字

印 次: 2004 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 45.00 元



凡购买电子工业出版社的图书，如有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系。
联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

序

当我拿到这本沉甸甸的《城市轨道交通自动化系统与技术》书稿时，我难以抑制心中的自豪与激动，这是和利时公司的工程师们为丰富和发展我国的自动化产业所奉献的又一部力作。

我国的实际国情决定了必须大力发展城市轨道交通事业。应用先进的信息技术特别是先进的自动化技术来提升城市轨道交通自动化水平，不仅可以从根本上提高整个城市轨道交通的自动化水平，更可以提升其运营管理水平、安全水平，并可以大大提高乘客的方便性，体现人本主义。通过综合自动化系统的自主开发和实施，又将工程造价实现了实质性的降低，并保证了售后服务的便捷与经济，这本身就是和利时公司提出的“通过为用户提供专业化的解决方案，先进可靠与低价的系统平台和放心满意的服务为用户创造价值”经营理念的具体体现。

管理大师 Peter. Drucker 说过，企业的一切活动中，只有营销与创新创造效益，其他活动都是成本。我理解大师的意思是企业必须努力发现机遇，创造市场。提升自己的核心技术并应用到新的领域就是最有效的创新。DCS（分散型控制系统）是一门非常成熟的技术，已经经历了四代的发展。但是，我们一般理解 DCS 的应用领域就是传统的流程工业，所以把 DCS 的概念和技术与轨道交通系统的需求相结合，开发出适合城市轨道交通自动化需求的系统平台本身就是创新。该创新不仅提升了城市轨道交通自动化的水平，同时也是对 DCS 最有效的丰富和发展。传统的 DCS 应用规模一般在几千个到上万个物理点，系统网络一般应用可靠的局域网络；而城市轨道交通自动化系统有几万个到数十万个物理点，系统网络不仅有站内的局域网，而且还有站间的城域网或广域网。传统的 DCS 一般主要应用于回路控制和企业工厂级的管理，而城市轨道交通自动化系统则涉及到电力、信号、环控、防灾报警、乘客导引等多个领域的监控。

第四代 DCS 的显著特点是信息化和集成化。而城市轨道交通自动化系统把这两个特点体现到了极致。城市轨道交通自动化系统首先是一个功能非常庞大的信息系统，同时又是一个多功能、多专业子系统的集成系统，它为城市轨道交通工程提供了一个信息共享平台。该系统的成功将我国的系统集成水平推向一个新的高度。我国目前尽管有许多系统集成公司，但是相当多的系统集成工作还停留在硬件集成的水平。而和利时公司推出的城市轨道交通自动化系统，则是经过系统分析用户的需求，并根据不同的需求设计开放系统框架，然后投入几十人年开发核心软件，并集成当今国际新技术产品，无缝地接口地铁各子系统而构成的。因此，本书描述的城市轨道交通自动化系统方案可以很方便地推广到其他领域。

由于自动化技术本身涉及非常深奥的数学基础，但同时又是一门应用性非常强的实践技术，所以多年来以学院派为主的理论界和以实践派为主的应用界一直脱节。而本书的另一个特点是，从事该业务的主要工程师所做具体工程实践的系统总结具有鲜明的实践性。同时，作者们系统地参考了与行业相关的国际标准与前沿理论，使本书成为一本很好的理论与实践

相结合的著作。此外，作者们把多年辛苦工作的具体技术和方案无保留地呈现给读者，体现了他们的胸怀。

城市轨道交通自动化系统本身还处于不断发展阶段，该书所述的技术和方案也只是现阶段的总结，还不够成熟和完善。相信随着他们工作的不断深入，应用业绩的不断拓展，理论学习的不断提高，将来还会有更成熟和更系统的著作呈献给读者。

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive characters.

前 言

世界城市轨道交通（地铁和轻轨）发展的历史表明：城市地铁和轻轨是解决大城市交通紧张、市民出行困难、汽车污染环境等严重问题的有效交通方式。目前我国一些大城市经济迅速发展之后，也出现了交通拥挤、环境污染严重、市民乘车难、出行难的问题，亟待发展城市轨道交通。随着我国国民经济的大发展，必将迎来轨道交通的一个稳定发展期。城市轨道交通自动化系统是其中的重要组成部分，对于提高运营水平起着至关重要的作用。我们将这本书奉献给广大从事城市轨道交通事业的工程技术工作者，支持他们在轨道交通自动化中的发展和创造。

城市轨道交通应用环境特殊，运营业务面广，对自动化系统的要求极为苛刻。不仅每一个子专业自动化系统形态各异，而且全线的系统按地理分散于方圆数十千米。因此，当要求城市轨道交通自动化系统支持全线的运营管理时，它既不同于一般制造业的离散控制系统，也不同于流程工业中的 DCS 系统，而是涵盖了几乎所有工业自动化系统形态的大型计算机集成系统。

时代的车轮驶入了 21 世纪，城市轨道交通建设也达到了新水平。目前，建设一条城市轨道新线路时，同时要求为这条线路建设一个信息共享平台已成为一种国际潮流，也成为国内轨道交通自动化系统发展的方向。因此，应用开放系统，满足最终用户应用要求，以无缝的接口应用子系统构建信息共享平台，已经成为提升城市轨道交通技术水平，促进城市轨道交通运营现代化的最有效手段。

本书共分三篇：技术基础篇、系统集成篇和应用篇，详细地论述了轨道交通自动化系统和技术的基础理论与应用实践，总结了本书作者们在近年国内几个重大的城市轨道交通项目设计和实施中的经验。写作时力求内容翔实、数据准确、方案实证、理论和实践相结合；力求引证最新的资料为工程技术工作者参考；力求解读最新的系统集成国际标准为构建城市轨道交通的信息共享平台服务。本书重点阐述了城市轨道交通自动化集成系统的软件体系，总结了构建城市轨道交通信息共享平台时的系统集成的经验，说明了系统集成中接口开发的规范化过程，无疑将有助于城市轨道交通自动化方面的工程技术工作者的工作。同时，在编写书稿过程中也听取了一些国内长期从事轨道交通事业、具有丰富实践经验的专家的宝贵意见，使书稿更适应专业工作者的需求。

本书所述的大型 SCADA 系统及工业自动化系统的系统集成等技术内容也可供输电、输油、输气自动化系统，城市公用事业自动化系统（自来水及水处理、热力、燃气、城市公交系统）的工程师们借鉴和参考。

城市轨道交通自动化的范围很广，信号专业、通信专业，车辆专业等的自动化都有各自的一整套技术内涵和细节，本书不作专述。本书集中论述了城市轨道交通机、电及设备诸专业自动化系统的理论和实践，阐明城市轨道交通综合自动化系统（信息共享平台）的技术内涵。

本书由魏晓东先生主编并执笔概论部分、第 7 章、第 17 章和第 4 章部分内容；朱毅明先生执笔第 5 章和第 15 章部分内容；谢红兵先生执笔第 6 章；赵云飞先生执笔第 8 章；孙巍

先生执笔第 9 章和第 15 章的部分内容；曲立东先生执笔第 10 章和第 4 章部分内容；杨经伟先生和梁红云女士执笔第 11 章；张延生先生执笔第 13 章；王镇宇先生执笔第 14 章；周东红先生执笔第 16 章；丁军先生执笔第 18 章；北京地铁公司的李鸿春先生特为本书撰写了第 12 章。

王常力博士为本书作序；秦永胜博士为本书策划；行业专家，北京地铁公司吴铀铀先生、广州地铁公司徐明杰先生、毛宇丰先生审核了本书，北京地铁公司张兆贤先生、深圳地铁公司张健保先生对本书部分章节初稿提供了宝贵建议，特此一并致谢。

目 录

概论	(1)
第 1 章 城市轨道交通及其发展	(2)
1.1 城市轨道交通	(2)
1.2 城市轨道交通发展史	(11)
1.3 我国城市轨道交通的发展概况	(14)
1.3.1 北京城市轨道交通	(15)
1.3.2 上海城市轨道交通	(16)
1.3.3 广州城市轨道交通	(17)
1.3.4 其他城市轨道交通	(18)
第 2 章 城市轨道交通自动化技术的发展及前景	(21)
2.1 城市轨道交通自动化系统发展历程	(21)
2.1.1 地铁和轻轨的运营管理与自动化系统	(21)
2.1.2 地铁自动化技术的发展历程	(22)
2.2 城市轨道交通自动化系统发展现状	(25)
2.2.1 国外城市轨道交通自动化的发展	(25)
2.2.2 国内城市轨道交通自动化的发展	(26)
2.2.3 城市轨道交通自动化发展的重要趋势	(27)
第 3 章 城市轨道交通自动化系统概论	(28)
3.1 城市轨道交通自动化系统的应用特点	(28)
3.2 城市轨道交通自动化系统的类型	(32)
3.2.1 实时监控系统和事务数据管理系统	(32)
3.2.2 一般工业自动化系统和特殊专业自动化系统	(33)
3.2.3 安全系统、可靠系统和一般系统	(34)
3.2.4 集成系统	(35)
3.3 城市轨道交通自动化系统的基本构架	(37)
技术基础篇	(39)
第 4 章 工业自动化系统	(40)
4.1 工业自动化系统概论	(40)
4.1.1 工业自动化系统类型	(40)
4.1.2 工业自动化系统的品质指标	(41)
4.2 分散型控制系统 (DCS)	(42)
4.2.1 过程控制系统: 自动化仪表系统与 DCS 系统	(42)
4.2.2 DCS 结构及分散控制功能的实现	(45)
4.2.3 DCS 性能指标	(48)
4.2.4 第四代 DCS 的体系结构	(50)
4.3 PLC 与 PLC 系统	(54)

4.3.1	概述	(54)
4.3.2	可编程控制器特点	(56)
4.3.3	可编程控制器的性能指标	(58)
4.3.4	PLC 系统结构及其技术	(60)
4.3.5	可编程控制器的工作原理	(62)
4.3.6	当前流行的可编程控制器	(62)
4.4	SCADA 系统	(64)
4.4.1	概述	(64)
4.4.2	传统 SCADA 系统的基本结构	(65)
4.4.3	现代 SCADA 的结构	(69)
4.4.4	大型 SCADA 系统	(70)
4.5	工业自动化系统的可靠性分析	(73)
4.5.1	工业自动化系统可靠性指标及分析方法	(73)
4.5.2	提高工业自动化系统可靠性的措施	(76)
4.5.3	DCS 容错技术的应用	(77)
第 5 章	计算机通信网络与现场总线技术	(80)
5.1	数字通信	(80)
5.1.1	数字通信的编码方式	(80)
5.1.2	数字通信工作方式	(83)
5.1.3	网络拓扑	(84)
5.1.4	差错控制	(85)
5.1.5	通信传输介质	(85)
5.1.6	常用数字通信链路	(87)
5.1.7	数字通信协议	(89)
5.2	数据通信网络基础	(91)
5.2.1	计算机网络层次模型	(92)
5.2.2	交换与路由	(95)
5.2.3	TCP/IP	(96)
5.2.4	通信骨干网	(97)
5.2.5	无线通信网络	(101)
5.2.6	局域网	(102)
5.2.7	工业控制网络	(102)
5.2.8	网络安全	(110)
5.3	现场总线技术	(113)
5.3.1	概述	(113)
5.3.2	现场总线的特点和优点	(113)
5.3.3	现场总线国际标准	(115)
5.3.4	现场总线技术介绍	(115)
5.3.5	现场总线的选择和使用	(127)
5.4	以太网	(129)

5.4.1	以太网和 IEEE802.3 的工作原理	(130)
5.4.2	快速以太网 (Fast Ethernet)	(131)
5.4.3	交换以太网 (Switch Ethernet)	(132)
5.4.4	千兆位以太网	(133)
5.4.5	以太网控制和管理	(136)
5.5	工业以太网	(137)
5.5.1	概述	(137)
5.5.2	工业以太网的性能要求	(138)
5.5.3	工业以太网性能实现	(139)
5.5.4	基于工业以太网的通信协议	(140)
第 6 章	大型 SCADA 系统软件平台	(144)
6.1	概述	(144)
6.1.1	系统软件构成和形态	(144)
6.1.2	应用特点	(145)
6.1.3	关键特性	(146)
6.1.4	功能性	(147)
6.2	系统软件平台的一般体系结构	(147)
6.2.1	系统构成	(148)
6.2.2	操作系统	(150)
6.2.3	软件体系结构	(151)
6.2.4	中间件——SCADA 系统软件的软总线	(158)
6.2.5	面向多专业集成的安全性设计	(160)
6.2.6	事件驱动和优先级控制	(161)
6.2.7	数据的层次化组织和展现	(162)
6.3	系统软件平台中的数据库系统	(163)
6.3.1	SCADA 实时数据库的基本特征	(163)
6.3.2	面向对象的实时数据库	(165)
6.3.3	运行时数据库管理	(174)
6.4	人机界面	(177)
6.4.1	人机工程学原理的使用	(177)
6.4.2	实现人机界面的技术标准	(178)
6.4.3	一致的操作界面	(179)
6.4.4	人机界面生成	(182)
6.4.5	人机界面在线运行	(185)
6.5	报警管理和事件处理	(185)
6.5.1	报警系统	(186)
6.5.2	日志系统	(191)
6.5.3	事件服务器	(191)
6.6	小结	(192)

系统集成篇	(193)
第 7 章 系统集成技术基础	(194)
7.1 系统集成商与系统集成	(194)
7.1.1 概述	(194)
7.1.2 系统集成商	(194)
7.1.3 系统集成	(196)
7.2 系统集成的基本问题	(196)
7.2.1 开放系统	(197)
7.2.2 应用需求	(198)
7.2.3 接口	(199)
7.3 开放系统应用集成框架	(200)
7.3.1 概述	(200)
7.3.2 工业自动化系统和系统集成	(200)
7.3.3 应用集成框架(AIF)	(201)
7.3.4 集成模型	(201)
7.3.5 接口开发的标准——应用互操作专用规范 AIP	(203)
7.3.6 使用 AIF 开发 AIP	(204)
7.3.7 AIP 开发的重点	(205)
7.4 系统集成相关技术介绍	(206)
7.4.1 UML 建模语言	(206)
7.4.2 XML 技术	(211)
第 8 章 系统集成接口技术	(216)
8.1 概述	(216)
8.2 集成系统接口框架	(216)
8.2.1 接口框架的一般形式	(217)
8.2.2 接口框架的特点	(218)
8.2.3 接口框架实现	(218)
8.2.4 冗余技术	(219)
8.3 接口通信技术	(221)
8.3.1 通信软件和通信协议	(221)
8.3.2 OPC 标准	(222)
8.3.3 校验技术	(226)
8.3.4 测试技术	(229)
8.4 接口描述规范	(230)
8.4.1 规范化的目标	(230)
8.4.2 规范化文档形式的接口描述	(231)
8.4.3 采用 AIP 对设备进行描述	(232)
第 9 章 电力监控系统	(239)
9.1 概述	(239)
9.2 电力监控系统的基本组成	(241)

9.2.1	间隔层	(241)
9.2.2	变电站现场通信网络	(241)
9.2.3	变电站管理层	(241)
9.2.4	通信通道	(241)
9.2.5	调度中心局域网系统	(242)
9.3	电力监控系统的设备配置	(242)
9.3.1	控制中心	(242)
9.3.2	变电站自动化系统	(243)
9.3.3	通信通道	(245)
9.4	电力监控系统的功能	(247)
9.4.1	控制中心功能	(247)
9.4.2	变电站自动化系统功能	(249)
9.5	系统接口	(251)
9.5.1	与通信系统的接口	(251)
9.5.2	变电站自动化系统内部的接口	(251)
9.5.3	接口规范性的分析	(252)
第 10 章	环境与设备监控系统	(253)
10.1	概述	(253)
10.1.1	环控系统设备	(253)
10.1.2	设备分布特点	(256)
10.2	系统设计与构成	(256)
10.2.1	系统结构与构成	(256)
10.2.2	系统设备	(258)
10.2.3	系统网络	(260)
10.2.4	系统接口	(260)
10.2.5	系统供电与接地	(260)
10.3	系统功能	(261)
10.3.1	中央级功能	(261)
10.3.2	车站级功能	(265)
10.3.3	就地级功能	(272)
10.4	接口处理	(273)
10.4.1	与 FAS 接口	(273)
10.4.2	与低压接口	(273)
10.4.3	与综合监控系统接口	(273)
第 11 章	火灾报警系统	(274)
11.1	概述	(274)
11.1.1	触发器件	(274)
11.1.2	火灾报警控制装置	(275)
11.1.3	火灾警报装置	(275)
11.1.4	消防控制设备	(275)

11.2	地铁 FAS 的组成	(275)
11.2.1	中央监控管理级	(276)
11.2.2	车站监控管理级和现场控制级	(276)
11.2.3	FAS 专网	(277)
11.3	地铁 FAS 系统功能	(277)
11.3.1	FAS 中央功能	(277)
11.3.2	FAS 车站级功能	(278)
11.4	FAS 的接口	(279)
11.4.1	与气体灭火系统的接口	(279)
11.4.2	与主时钟的接口	(279)
11.4.3	与 EMCS 系统的接口	(280)
第 12 章	信号系统	(281)
12.1	概述	(281)
12.2	列车自动监控系统 (ATS)	(281)
12.2.1	系统组成	(281)
12.2.2	系统功能	(281)
12.3	列车自动防护系统	(283)
12.3.1	固定闭塞系统	(283)
12.3.2	移动闭塞	(287)
12.4	列车自动运行系统	(290)
12.4.1	系统组成	(290)
12.4.2	系统功能	(292)
12.5	计算机连锁系统	(292)
12.5.1	概述	(292)
12.5.2	系统构成	(293)
第 13 章	通信系统	(295)
13.1	轨道交通通信系统	(295)
13.1.1	轨道交通通信系统概述	(295)
13.1.2	通信系统在轨道交通中的发展和应用	(295)
13.2	轨道交通传输子系统	(295)
13.2.1	传输子系统的功能	(295)
13.2.2	传输子系统方案介绍	(295)
13.2.3	传输子系统系统构成	(297)
13.3	轨道交通公务电话子系统	(298)
13.3.1	公务电话子系统的功能	(298)
13.3.2	公务电话子系统结构	(298)
13.3.3	公务电话子系统设备组成	(298)
13.4	轨道交通专用电话子系统	(298)
13.4.1	专用电话子系统的功能	(298)
13.4.2	专用电话子系统结构	(298)

13.4.3	专用电话子系统设备组成	(299)
13.5	轨道交通广播子系统	(299)
13.5.1	广播系统的功能	(299)
13.5.2	广播系统结构	(299)
13.5.3	广播子系统设备组成	(299)
13.6	轨道交通闭路监视子系统	(300)
13.6.1	CCTV 子系统的功能	(300)
13.6.2	CCTV 子系统结构	(300)
13.6.3	CCTV 子系统设备组成	(301)
13.7	轨道交通无线子系统	(301)
13.7.1	无线子系统的功能	(301)
13.7.2	无线子系统结构	(302)
13.7.3	无线子系统设备组成	(302)
13.8	轨道交通时钟子系统	(302)
13.8.1	时钟子系统的功能	(302)
13.8.2	时钟子系统结构	(302)
13.8.3	时钟子系统设备组成	(303)
13.9	轨道交通电源子系统	(303)
第 14 章	自动售检票系统	(304)
14.1	概述	(304)
14.2	AFC 系统结构	(304)
14.2.1	中央计算机系统	(305)
14.2.2	车站计算机系统	(305)
14.2.3	就地设备	(305)
14.3	AFC 功能	(307)
14.3.1	中央功能	(307)
14.3.2	车站级功能	(308)
14.4	软件系统	(310)
14.4.1	通信网络及协议	(310)
14.4.2	操作系统和数据库系统	(312)
14.4.3	中央计算机软件子系统	(312)
14.4.4	车站计算机软件子系统	(312)
14.5	系统接口	(312)
14.5.1	与城市一卡通的接口	(312)
14.5.2	票卡与读写机接口	(312)
14.5.3	通信硬件接口	(313)
14.5.4	软件接口	(313)
14.5.5	与地铁综合监控系统接口	(314)
第 15 章	城市轨道交通的乘客信息系统	(315)
15.1	概述	(315)

15.2	PIS 系统的构成	(315)
15.2.1	中心子系统	(315)
15.2.2	车站子系统	(317)
15.2.3	网络子系统	(319)
15.2.4	广告制作子系统	(319)
15.2.5	车载子系统	(319)
15.3	PIS 系统的功能	(319)
15.3.1	地铁 PIS 系统总体功能	(319)
15.3.2	系统支持的信息类型	(322)
15.3.3	信息显示的优先级	(322)
15.3.4	媒体信息的显示方式	(322)
应用篇		(325)
第 16 章	城市轨道交通综合监控系统（北京城市铁路）	(326)
16.1	概述	(326)
16.1.1	工程概况	(326)
16.1.2	系统总体构成	(326)
16.2	系统的硬件平台构成	(327)
16.2.1	中央监控系统	(327)
16.2.2	车站监控系统	(330)
16.2.3	现场设备层	(332)
16.2.4	自动化系统接入骨干网	(334)
16.3	系统软件	(335)
16.3.1	软件体系结构	(335)
16.3.2	系统域的划分	(336)
16.3.3	操作系统	(338)
16.3.4	软件体系结构	(338)
16.4	系统功能	(340)
16.4.1	电力监控系统功能	(340)
16.4.2	机电设备监控系统功能	(347)
16.4.3	FAS 监视功能	(350)
16.4.4	系统平台功能	(350)
16.4.5	大屏幕系统功能	(353)
16.4.6	网络管理功能	(354)
16.4.7	视频系统功能	(354)
16.4.8	防病毒功能	(355)
第 17 章	地铁综合监控系统（深圳地铁）	(356)
17.1	深圳地铁综合监控系统概述	(356)
17.1.1	深圳地铁一期工程概况	(356)
17.1.2	深圳地铁 EMCS、FAS 和 SCADA 系统应用需求	(356)
17.1.3	深圳地铁综合监控系统要求	(357)

17.2	深圳地铁综合监控系统构成	(357)
17.2.1	中央级监控系统	(359)
17.2.2	车站级监控系统	(360)
17.2.3	被集成的车站设备自动化子系统	(360)
17.3	深圳地铁综合监控系统软件体系	(365)
17.3.1	按应用需求对 MACS-SCADA 软件平台的开发	(365)
17.3.2	系统构成形态	(365)
17.3.3	深圳地铁 MACS-SCADA 软件结构	(366)
17.3.4	深圳地铁项目的软件实施	(368)
17.4	系统功能	(370)
17.4.1	中央监控功能	(370)
17.4.2	车站监控功能	(384)
17.4.3	集成系统综合监控功能	(394)
第 18 章	广州地铁 3 号线主控系统	(396)
18.1	主控系统概论	(396)
18.1.1	主控系统的发展	(396)
18.1.2	地铁主控系统的基本设计原则	(396)
18.1.3	地铁主控系统的结构	(399)
18.2	广州地铁 3 号线主控系统工程	(401)
18.2.1	广州地铁 3 号线工程概况	(401)
18.2.2	主控系统概况	(401)
18.2.3	主控系统总体构架及系统构成	(402)
18.2.4	广州地铁 3 号线主控系统软件	(407)
18.2.5	广州地铁 3 号线主控系统与子系统的接口	(410)
18.2.6	接口开发工程	(412)
18.2.7	主控系统 IBP 设计	(413)
18.3	IBP 盘详细设计	(414)
18.3.1	概述	(414)
18.3.2	盘面设计	(414)
18.3.3	操作台面与柜体设计	(416)
结束语		(418)
参考文献		(419)

概 论