

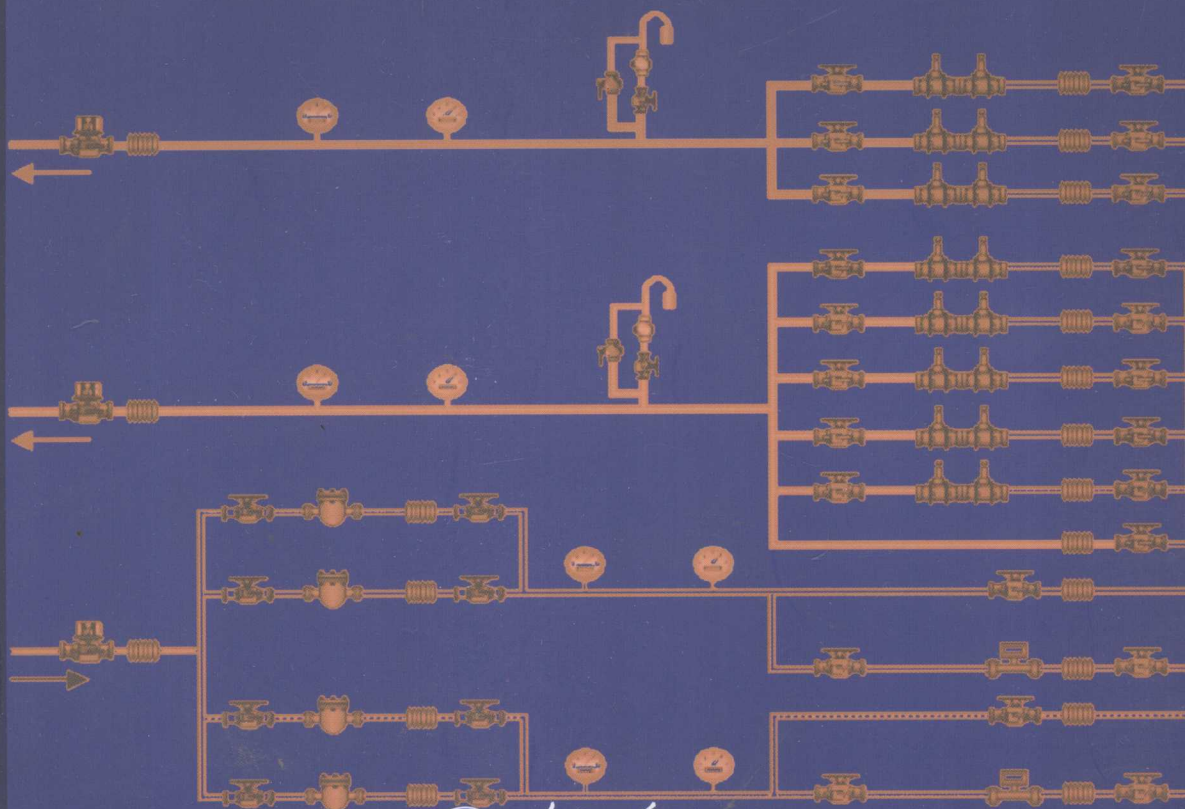


城镇燃气职业教育系列教材
中国城市燃气协会指定培训教材

城镇燃气调度监控系统

Chengzhen Ranqi Diaodu Jiankong Xitong

主 编 刘 燕



重庆大学出版社

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

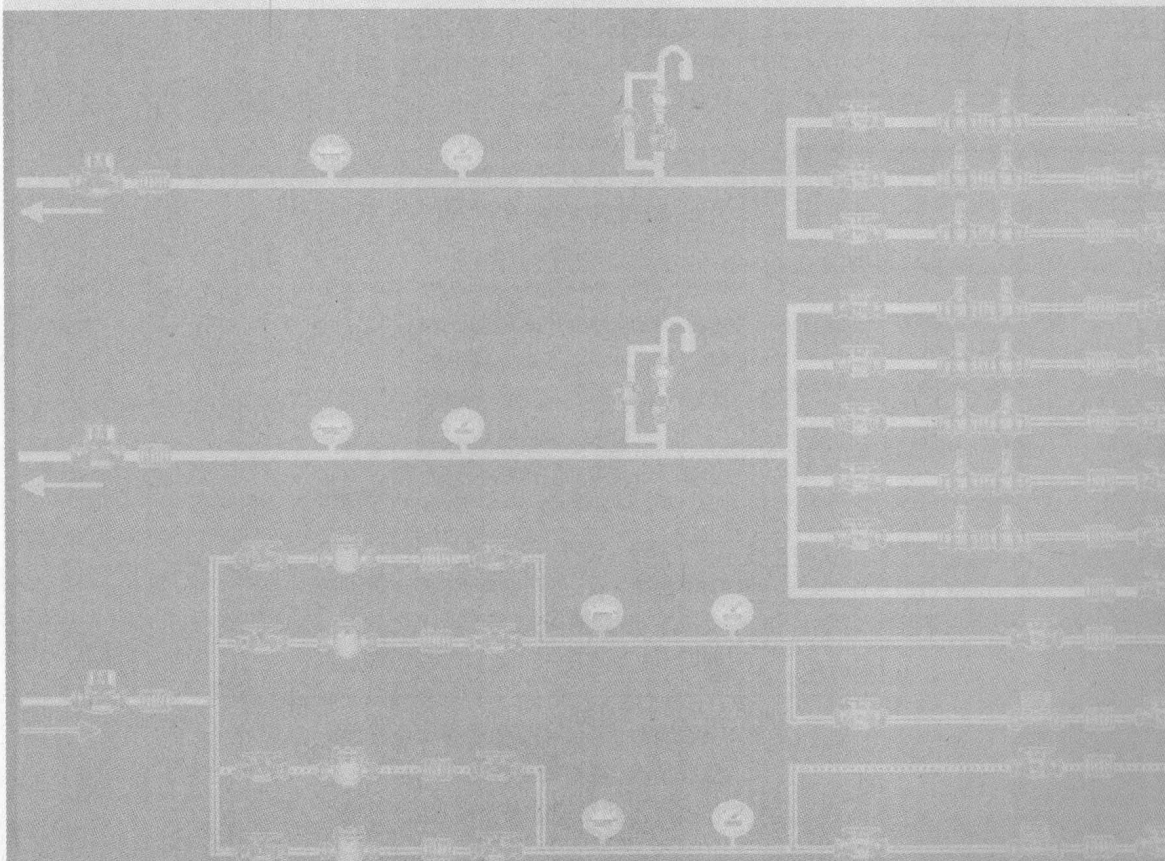


城镇燃气职业教育系列教材
中国城市燃气协会指定培训教材

城镇燃气调度监控系统

Chengzhen Ranqi Diaodu Jiankong Xitong

主 编 刘 燕



重庆大学出版社

内容提要

本书是适用于城市燃气职业技能培训、高等职业教育燃气专业教学的应用型教材,与现代城市燃气调度管理的发展对燃气管理人员和技术人员的要求相适应,并能填补我国燃气专业职业教育和岗位技能培训在教材方面的欠缺。

图书在版编目(CIP)数据

城镇燃气调度监控系统/刘燕主编. —重庆:重庆大学出版社,2013.5

城镇燃气职业教育系列教材

ISBN 978-7-5624-7107-3

I. ①城… II. ①刘… III. ①城市燃气—调度—监控系统—职业教育—教材 IV. ①TU996

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 295178 号

城镇燃气职业教育系列教材 城镇燃气调度监控系统

主 编 刘 燕

策划编辑:张 婷

责任编辑:张 婷 版式设计:张 婷

责任校对:谢 芳 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617183 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:412 千

2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-7107-3 定价:33.00

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

城镇燃调度监控系统编审委员会

- 顾 问 段常贵(哈尔滨工业大学)
迟国敬(中国城市燃气协会)
- 总 主 编 彭世尼(重庆大学)
- 执行总主编 詹淑慧(北京建筑工程学院)
- 副 总 主 编 玉建军(天津城市建设学院)
李雅兰(北京市燃气集团)
- 委 员 迟京生(北京市燃气集团)
王 飏(北京市燃气集团)
马忠华(北京市燃气集团)
胡 滨(北京市燃气集团燃气学院)
郝纳新(北京市燃气集团燃气学院)
刘 宁(北京市燃气集团)
- 秘 书 长 李长惠(重庆大学出版社)
- 秘 书 吕 瀛(北京市燃气集团)
张 婷(重庆大学出版社)

序 言

随着我国城镇燃气行业的蓬勃发展,现代企业的经营组织形式、生产方式和职工的技能水平都面临着新的挑战。

目前我国的燃气工程相关专业高等教育、职业教育招生规模较小;在燃气行业从业人员(包括管理人员、技术人员及技术工人等)中,很多人没有系统学习过燃气专业知识。燃气企业对在职人员的专业知识和岗位技能培训成为提高职工素质和能力、提升企业竞争能力的一种有效途径,全国许多省市行业协会及燃气企业的技术培训机构都在积极开展这项工作。

在目前情况下,组织编写一套具有权威性、实用性和开放性的燃气专业技术及岗位技能培训系列教材,具有十分重要的现实意义。立足于社会发展对职工技能的需求,定位于培养城镇燃气职业技术型人才,贯彻校企结合的理念,我们组建了由中国城市燃气协会、北京燃气集团、重庆大学、哈尔滨工业大学、北京建筑工程学院、天津城市建设学院、郑州燃气股份有限公司、港华集团等单位共同参与的编写队伍。编委会邀请到哈尔滨工业大学的段常贵教授、中国城市燃气协会迟国敬副秘书长担任顾问,北京建筑工程学院詹淑慧教授担任执行总主编,重庆大学彭世尼教授担任总主编。

本套培训教材以提高燃气行业员工技能和素养为目标,突出技能培训和安全教育,本着“理论够用、技术实用”的原则,在内容上体现了燃气行业的法规、标准及规范的要求;既包含基本理论知识,更注重实用技术的讲解,以及燃气施工与运用中新技术、新工艺、新材料、新设备的介绍;同时以丰富的案例为支持。

本套教材分为专业基础课、岗位能力课两大模块。每个模块都是开放的,内容不断补充、更新,力求在实践与发展中循序渐进、不断提高。在教材编写工作中,北京燃气集团提出了构建体系、搭建平台的指导思想,作为北京市总工会职工大学“学分银行”计划试点企业,将本套培训教材的开发与“学分银行”计划相结合,为该职业培训教材提供了更高的实践平台。

教材编写得到了中国城市燃气协会、北京燃气集团的全力支持,使一些成熟的讲义得到进一步的完善和推广。本套培训教材可作为我国燃气集团、燃气公司及相关企业的职工技能培训教材,可作为“学分银行”等学历教育中燃气企业管理专业、燃气工程专业的教学用书。通过本套教材的讲授、学习,可以了解城市燃气企业的生产运营与服务,明确城镇燃气行业不同岗位的技术要求,熟悉燃气行业现行法规、标准及规范,培养实践能力和技术应用能力。

编委会衷心希望这套教材的出版能够为我国燃气行业的企业发展及员工职业素质提高做出贡献。教材中不妥及错误之处敬请同行批评指正!

编委会

2011年3月

前 言

随着计算机、网络技术和自动控制技术的不断发展,远程监控系统在各种不同的领域得到了广泛应用。由于近十年城镇燃气用户的迅速发展和供气量不断提高,为了确保燃气管网安全、稳定、经济运行,使用先进的自控设备和技术手段管理城市燃气的管网,提高燃气管网现代化管理水平和管理效率是十分必要的,城镇燃气调度监控系统越来越得到高度的重视和广泛的应用。

城镇燃气调度监控系统,通过实时采集门站、储备站、调压站的压力、设备的运行状态等参数,监视管网的运行状态,不仅是燃气安全生产的有力工具,也为管网输配优化调度、故障分析、辅助决策提供了科学的手段,它的应用使燃气生产、输配管理更加科学化、现代化。

为适应现代城市燃气调度管理的发展,燃气管理人员和技术人员需要加强对城镇燃气调度监控系统的学习,需要一本能适用于城市燃气职业技能培训、也适用于“学分银行”学历教育中燃气专业和燃气工程学院的教学用书——《城镇燃气调度监控系统》,以填补我国燃气专业职业教育和岗位技能培训在教材方面的欠缺。

(1)全书共分为10章,主要内容介绍如下:

第1章是SCADA系统概述,主要介绍SCADA系统的基本概念、SCADA的发展及在燃气调度中的作用。

第2章是SCADA监控系统,主要介绍系统的基础技术、系统的总体结构与组成及系统的总体功能。

第3章是SCADA监控系统中心站,主要介绍了系统中心站的结构、系统功能、设备组成、

监控软件系统、Web 发布系统。

第4章是 SCADA 监控对象,主要介绍了测量的基本概念、测量仪表的性能、监控对象、现场仪表的种类、现场仪表的安装、调试及运行维护。

第5章是数据采集/控制终端站,主要介绍了现场信号、终端站系统的组成及安装、调试。

第6章是 SCADA 通信系统,主要介绍本地监控网络技术、远程监控网络平台。

第7章是 SCADA 系统与 MIS 系统,主要介绍 MIS 系统的概念、功能及分类。

第8章是 SCADA 系统与仿真预测系统,主要介绍了管网仿真系统、耗气负荷预测系统及应用实例。

第9章是 SCADA 系统与地理信息系统,主要介绍了地理信息系统的概述、地理信息系统与其他系统的集成、专业市政燃气管网地理工程系统。

第10章是 SCADA 系统的功能扩展,主要介绍了燃气调度安全抢险指挥系统、远程计量数据采集系统、视频监控安防系统、气热电联调系统及与异地监控系统的连接。

本书2.2节与6.2节理论性较强,可根据教学情况或读者自己的需求进行教学或参考。

(2)本书的特点及适用对象:

①通过系统学习,可掌握城镇燃气调度监控系统的原理及其应用,以满足燃气专业管理人员和技术人员的从业需求。

②本书内容贴近专业实际,理论联系实际,有利于提高在校学生或在岗人员的学习主观能动性。

③可作为燃气相关专业的高等、中等职业教育专业课教学的理论教材,也可作为企业培训及“学分银行”学历教育的教材。

本书由刘燕主编,赵晓蕾主审,参编有杨利州、梁志刚(第1章)、张国栋、史翔(第2,3,6章)、张永昭、崔瑶、李鑫(第4,5章)、张应辉、王勇、杜学平(第7,8,9章)、宋来弟、姚玉梅(第10章)。

由于编者水平有限,书中难免有不足和疏漏之处,敬请各位读者批评指正。

编 者

2012年12月1日

目 录

第1章 概 述

1.1 SCADA 系统的基本概念	2
1.2 SCADA 系统的发展	3
1.3 SCADA 系统在燃气调度中的作用	4

第2章 SCADA 监控系统

2.1 概 述	7
2.2 系统基础技术 *	7
2.3 系统总体结构与组成	26
2.4 系统总体功能	29

第3章 SCADA 系统中心站

3.1 概 述	36
3.2 系统结构	36
3.3 系统功能	39
3.4 产品设备组成	52
3.5 监控软件系统	61
3.6 Web 发布系统	70

第4章 SCADA 系统监控对象

4.1 测量及测量仪表	78
4.2 监控对象	81
4.3 现场仪表种类	83

注: * 为选学内容, 参见前言。

4.4 现场仪器仪表安装、测试、校准及标定·····	108
4.5 SCADA 系统综合调试·····	109
4.6 现场仪表的运行及维护·····	110
第5章 数据采集/控制终端站	
5.1 概 述·····	114
5.2 终端站系统组成·····	115
5.3 终端站与现场信号的连接·····	131
5.4 终端站安装、调试·····	138
第6章 SCADA 通信系统	
6.1 本地监控网络技术*·····	142
6.2 远程监控网络平台·····	154
6.3 监控网络应用实例·····	173
第7章 SCADA 系统与管理信息系统	
7.1 管理信息系统·····	177
7.2 燃气企业管理信息系统·····	182
第8章 SCADA 系统与仿真预测系统	
8.1 管网仿真系统·····	189
8.2 耗气负荷预测系统·····	195
8.3 应用实例·····	199
第9章 SCADA 系统与地理信息系统	
9.1 地理信息系统概述·····	207
9.2 地理信息系统与其他系统的集成·····	210
9.3 专业市政燃气管网地理工程系统·····	212
9.4 应用实例(某大型燃气集团专业市政燃气管网地理工程系统) ·····	215
第10章 SCADA 系统的应用扩展	
10.1 燃气调度安全抢险指挥系统·····	227
10.2 远程计量数据采集系统·····	233
10.3 视频监控、安防系统·····	235
10.4 气热电联调系统·····	237
10.5 与异地监控系统的连接·····	239
参考答案 ·····	241
参考文献 ·····	252

第 1 章 概 述

■ 核心知识

- SCADA 系统
- SCADA 的发展
- SCADA 在燃气调度中的作用

■ 学习目标

- 掌握 SCADA 系统的基本概念
- 了解 SCADA 的发展
- 熟悉 SCADA 在燃气调度中的应用

1.1 SCADA 系统的基本概念

SCADA 是英文 Supervisory Control and Data Acquisition 的简称,即数据采集与监控系统。SCADA 系统基本原理,是以电子计算机为中心系统,对远程厂站、调压站运行设备进行测量和控制。以燃气为例,调度中心的 SCADA 系统通过通信网络,对天然气管网进行实时监测,确保管网压力、流量等参数在正常范围内运行,遇有不正常情况或超出所设定量程,系统进行自动报警,SCADA 系统发出控制指令,调控现场设备。除燃气应用外,SCADA 系统已广泛应用于其他领域如电力系统、供水系统、污水处理以及环境监测等各个不同领域,但基本概念和功能相同,都是实现对现场的运行设备进行实时远程监视、数据采集、测量、信号报警等各项功能,中心系统能作数据存储、处理和分析,为管理和决策提供信息。

SCADA 系统一般在结构上可分为四大部分,各负有不同功能,如图 1.1 所示。从下至上包括:

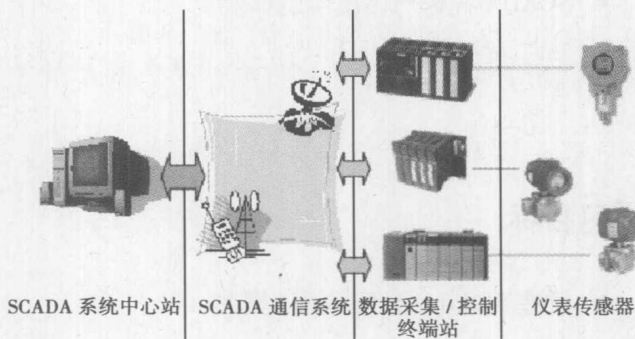


图 1.1 SCADA 系统四大组成部分示意图

①仪表传感器(Sensor and Transmitter):安装于远程站的测量设备,作用为转化物理变量至模拟或开关量,有些可提供智能通信接口,以信号线连接下一级终端机。

②数据采集/控制终端站(RTU/PLC):安装于远程站的设备,收集所有现场仪表传感器的信号,经处理以某种通信协议形式传送至 SCADA 系统中心站。

③SCADA 通信系统:一般由电信运营商提供租借服务,也包括自建通信系统,是连接远程厂站与 SCADA 系统中心站的通信媒介,连接方式可以采用有线如光纤,或无线如电台、GPRS/CDMA。

④SCADA 系统中心站:由硬件服务器及 SCADA 软件组成,主要接收、储存各厂站仪表的数据,经适当处理后,以图形界面、报表形式显示现场仪表状态,再作适当处理和分析,更可以对现场相关设备进行遥调或遥控功能。

1.2

SCADA 系统的发展

SCADA 系统于 1960 年面世,早期系统采用大型主机(Mainframe)技术,对现场仪表数据进行遥测和遥信(Telemetry),到 20 世纪 70 年代,系统可靠性和功能逐渐成熟。SCADA 系统具有遥调及遥控功能,当时 SCADA 技术还没有标准设计,各开发商自行开发一套封闭式系统,兼容性较差,不同通信协议及数据结构造成系统需要特定专用设备,包括操作软件与服务器硬件。如早期的 Digital RSX-11 或 VMS 操作系统必须运行于 DEC PDP11 或 VAX 微计算机,SCADA 软件必须与指定品牌远程终端机(RTU)采用封闭式通信协议通信,历史数据更不能共享,需由特定软件读取数据自设报表。20 世纪 70 年代早期监测系统,主机多采用大型服务器,实时操作系统以 VMS 和 Unix 为主流,直至 20 世纪 90 年代中期,SCADA 系统逐渐发展到微软视窗 Window 平台,以及从 Unix 演变的开放式 Linux 操作系统平台,系统逐渐从封闭式过渡至开放式。

随着信息科技突飞猛进及宽频网络技术的出现,为 SCADA 的软硬件功能和通信网络都带来了新的发展天地,几十年的科技变化和市场需求演变,改变了 SCADA 技术,它已不限于技术层面的监测和控制功能,已延伸至管理层面的计划和决策功能。可从以下三方面看今后 SCADA 的发展趋势。

1) 伴随网络与信息科技发展

20 世纪 90 年代至今,信息科技高速发展,IT 技术不断更新,通信网络技术多元化,SCADA 系统也由早期单一服务器发展到网络结构,由 10Base-2 同轴电缆以太网发展到 100 Base-T 百兆网(100 Mbps)至千兆网(1 Gbps);操作软件由专用软件 VMS,Unix 发展至 Window 微软及 Linux 平台;RTU/PLC 通信也明显改变,由有线电话、无线电台到无线 GPRS/CDMA、光纤网络、串行数据专线(DDN)、虚拟专用网络(VPN)等。20 世纪 70 年代至 80 年代 SCADA 软件采用的开发技术编程语言以 Fortran、C、C++ 为主导,人机界面以当时最普及的 X-Window 视窗技术为主导。随着互联网面世,多任务(Multiple Tasks)及跨平台的 Java 程序语言逐渐普及,这种具有强大开发能力、系统高度开放性的程序语言,对 SCADA 技术有极大地促进,引入网络语言 Java 编程的 SCADA,可通过网络动态加载,支持浏览器/服务器(B/S)的结构,使用任何一种浏览器远程访问 SCADA 系统,这是目前市场上的一个主流趋势,推动 SCADA 由以往客户端/服务器(C/S)的结构到 C/S 和 B/S 相结合的结构。

随着新技术新网络的发展,SCADA 系统从过去单一监控功能改变为多元化功能,集多媒体信息平台,以宽频网络作为桥梁,包括 SCADA 系统、地理信息系统(GIS)、管理信息系统(MIS)和仿真系统、耗气负荷预测系统等,借助光纤或虚拟专用网络(VPN),SCADA 系统已

不仅连接厂站终端机,更可兼容和联接各厂站远程视频系统(Remote Surveillance System)、门禁系统(Access Control System)及网络电话(IP Phone),实现远程站统一管理。

2) 数据采集形式多元化

早期 SCADA 系统,由单一仪表直接连接监测系统开始,到以 RTU/PLC 为中转站,采集各仪表的数据集中处理,再以有线或无线方式远传至 SCADA 系统。随着宽带网络的普及,传统 4-20mA 模拟与开关量信号,可以采用数字形式通信协议传输,利用多种通信技术如红外线、蓝牙、无线网络传送至 RTU/PLC,再以有线或无线等方式传送至 SCADA 系统。除此以外,不同通信方式已广泛用于自动化测量仪表技术,网络化的新型仪表(总线式仪器、智能仪表)相继出现,利用网络技术直接传送实时数据(工业用户流量、压力监测),不需要经 RTU 采集数据及远传。新一代 SCADA 系统允许各种网络仪表混合使用,兼容不同设备、采用不同通信技术,这种多元化形式的数据采集方法既提高效率,又节约成本。

3) 可持续发展

可持续发展要求 SCADA 系统具有不断更新和扩展能力,能够配合环境改变,并随着公司业务增长和管网扩展而不断发展。要具备持续发展条件,高度开放性及其兼容性为第一原则。数十年来,SCADA 软件设计已朝这个方向发展,操作系统采用流行的微软视窗 Window 操作系统或能跨平台开放性高的 UNIX/LINUX 操作系统,能支持不同品牌硬件服务器,减少对专用硬件的依赖; SCADA 通信协议符合国际工业标准,采用在自动化行业普及而又被成熟应用的通信协议如 Modbus, DNP3 等,有利于系统扩充及维护; SCADA 历史数据库具有开放性,采用公开标准如 ODBC,第三方应用软件能共享数据; SCADA 软件容量空间不受限制,不论是遥测点数目、客户端数目、数据库容量都可应要求而增加,满足扩充及持续发展要求。除此以外,SCADA 系统技术发展必须充分考虑与信息技术的结合,与公司内部 IT 网络发展同步,避免因采用落后的信息技术而造成系统的不兼容或投资的浪费。

1.3

SCADA 系统在燃气调度中的作用

随着国家大型天然气工程项目的相继启动,天然气供应已延伸至各重要城镇、乡村。在使用天然气带来的高经济效益的同时,天然气安全管理也受到广泛关注,因此监测管网运行的可靠和安全是十分必要的。无论长输管线还是城市管网,为了确保管网运行的安全可靠,都必须建设一个以 SCADA 系统为核心的调度中心。因此,SCADA 系统肩负着监控管网安全运行的使命,其作用可归纳为以下两个方面:

1) 确保燃气管网安全可靠运行

天然气供应能带给燃气供应者和使用者不同利益,前者可赚取利润,后者可为家居生活带来便利,但两者都有一个共同的要求也是最基本的要求:燃气供应不能中断、要可靠、要安全。如何满足这个要求,即燃气供应者如何能监测到几百公里以外长输管线的安全、如何能俯瞰蜘蛛网一般的城市管网是否安全运行、如何能确保向使用者提供安全充足的燃气? SCADA 系统是燃气供应者实现管网安全可靠运行的工具。

SCADA 系统通过科学规划,在管网重要的位置上安装监测设备,对管网压力、流量、温度、阀门状态等工况进行实时监测,确保所有管网工况在预设范围下正常运行,如遇有超出预设范围或紧急情况,SCADA 系统可实时预警、报警,根据不同的报警采取适当的措施,调派工程人员到现场处理事故,更可以利用 SCADA 系统遥控功能,遥调或遥控相关设施,以阻止危险情况恶化、蔓延,确保管网正常运行、可靠供气。

2) 燃气供求管理、危机处理、管网规划分析和扩展

SCADA 系统的另一个重要功能,是对所采集的数据进行系统的存储分析,根据监测数据进行管网负荷预测,实现燃气供求平衡管理和调度。如利用管网仿真模型,可发现燃气泄漏事故,在上游供气中断情况下可计算剩余气量及维持供应的时间,以及受影响用户的数量及程度,启动相应的应急预案。除此之外,还可为管网工程建设提供参考依据,包括管网新建、改造等工程。所以,SCADA 系统功能不限于数据采集与监测控制,结合用户和市场需求做出相应的设计和开发,在燃气应用和管理上可以无限延伸与扩展。



学习鉴定

问答题

(1) 什么是 SCADA 系统?

(2) SCADA 系统在结构上分为几部分? 每部分的功能是什么?

(3) 简述 SCADA 系统在燃气调度中的应用。

第 2 章 SCADA 监控系统

核心知识

- SCADA 系统总体结构
- SCADA 系统整体组成
- SCADA 系统主要功能
- SCADA 系统基础技术

学习目标

- 掌握 SCADA 系统主要功能
- 熟悉 SCADA 系统结构与组成
- 了解 SCADA 系统基础技术

2.1 概述

SCADA 系统,即数据采集与监视控制系统,是以计算机为基础的生产监控与调度管理系统,可以对现场的运行设备进行监视和控制,以实现数据采集、设备控制、监测计量、参数调节以及各类信号报警等各项功能。该系统建立在计算机系统、通信系统、控制器、现场仪表设备基础上,主要结构由调度监控中心、监控通信网络、监控终端站(数据采集/控制终端站(RTU/ PLC)和仪表传感器)三级组成,以实现调度中心远程监控、监控站本地站控、现场设备就地控制等功能。其中调度监控中心是 SCADA 系统的核心;站控系统在保证天然气管道系统安全操作的基础;现场设备就地控制是对工艺单体或单台设备进行手/自动就地独立的操作。

城市燃气管网 SCADA 系统主要由调度控制中心系统、监控通信网络系统、监控终端站构成。管网在调度控制中心的统一调度下协调优化运行,并采用全线调度中心控制级、站场控制级和就地控制级的三级控制方式。由调度监控中心集中监视和控制全段管网的运行状况。站控系统作为 SCADA 系统的远程监控终端,是保证 SCADA 系统正常运行的基础。站控系统主要由现场仪表、RTU/PLC 控制器、操作工作站及控制网络构成,实时监视和控制该站的工艺过程,通过远程监控网络向调度控制中心实时传送该站的运行参数,并接受调度监控中心下发的控制指令。

通过 SCADA 系统实现对燃气输气管网的全线远程监控,可实现对控制工艺的改进,不仅可以提高企业管理水平,而且将使得企业在确保安全生产基础上获得更大的经济效益。

2.2 系统基础技术*

SCADA 系统是一项集成了包括计算机控制技术、软件工程技术、监控网络技术、PLC/RTU 技术、工业仪表技术等多种技术在内的系统工程,通过对多种技术的集成实现其数据采集与监视控制功能。SCADA 系统运行的本质过程可以概括为:将现场运行实况通过传感器进行感受并转换为标准的电信号,再通过数模转换技术将电信号转换为数字信息,最终通过数据通信技术将

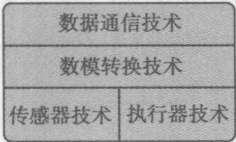


图 2.1 SCADA 系统基础技术组成