

LONWORKS 技术在地铁电力 SCADA 系统中的应用

Application of LONWORKS Technology in Metro Power SCADA System

南京电子技术研究所三思实业公司南京 210013) 徐晓燕

【摘要】 通过对地铁电力 SCADA 系统的构成和功能的分析,将先进的 LONWORKS 控制网络技术应用于该系统,实现了对电力设备的监督和控制。

关键词: 地铁,电力 SCADA, LONWORKS, 埃施朗公司, LONTALK

【Abstract】 We analysed the structure and function of the Metro Power SCADA System, led in the advanced LONWORKS Control System to monitor and control the state of all kinds of power supply equipment.

Key words: metro, power SCADA, LONWORKS, ECHELON Co., LONTALK

1 引言

地铁供配电系统担负着向地铁各系统提供动力能源的任务。按照功能它可分为高压电源系统、牵引供电系统和动力照明供电系统。高压电源系统负责将城市电网高压电变为地铁牵引供电系统和动力照明系统所需要的电压,由主变电站组成;牵引供电系统负责轨道电动车辆运行的电能,由牵引站和接触网组成;动力照明供电系统提供车站和区间各类照明、扶梯、风机、水泵等动力机械设备电源和通信、信号、自动控制等设备的电源,由降压站组成。一般,我们习惯于按照变电站降压等级分类,即主变电站、牵引站、降压站。目前,国内常规设计为设两个 110/33 kV 主变电站,并根据实际情况设置多个 33 kV /1500VDC 牵引站和 33/0.4kV 降压变电站。供配电系统作为整个地铁的动力源泉,是其它系统正常运转的前提,为此,建立一个可靠、有效、完善的电力 SCADA 系统,监督供配电系统的运行状态,并根据需要进行控制,使供配电系统更好地为其它系统服务,是所有地铁用户的要求。本文介绍采用 LONWORKS 控制网络作为地铁电力 SCADA 系统的解决方案。

2 LONWORKS 控制网络概述

LONWORKS 是由美国埃施朗公司 (ECHELON Co.) 开发的一种完整、全开放、可互操作的目前已十分成熟的分布式控制网络技术的总称。全世界已有 2500 多家公司利用 LONWORKS 技术生产各种各样的 LONWORKS 产品,以满足现代化楼宇、工厂、交通运输系统、城市基础设施(水、电、气等)、家庭环境等自动化系统的分布式控制网络要求。为了保证来自众多厂家的产品是真正开放且满足 LONWORKS 技术要求并能使这些产品在一个 LONWORKS 分布式控制网络系统中实现即插即用,1994 年由全球 12 家著名工业集团发起、150 家公司参加成立了一个称为 LONMARK 的互操作性协会,以确保各种产品在 LONWORKS 控制网络上具有互操作性。1995 年, LONWORKS 控制网络被美国空调与制冷协会确定为楼宇自动化控制网络标准的一部分。1998 年, LONWORKS 控制网络被美国铁路协会确定为铁路自动化控制网络标准,进一步推广了该技术在地铁领域的应用。本文重点介绍 LONWORKS 控制网络技术在地铁电力 SCADA 系统中的应用。

3 系统组成

图 1 为地铁电力监控系统的组成原理图。从系统的组成结构看,地铁电力 SCADA 系统可分为 3 层:设置在控制中心的中央级监控层、设置在车站的车站级监控系统、现场控制节点层,各控制层通过通信网络实现相互间的信息传递。

3.1 中央级监控系统

中央级监控系统由控制中心局域网构成,此系统采用双以太网冗余结构,通过以太网路由器和 SDH 接入设备接入广域网,通过通信系统提供的 SDH 通道实现监控中心和车站间的数据交换,传输带宽可达到 2M。系统由下列设备组成。

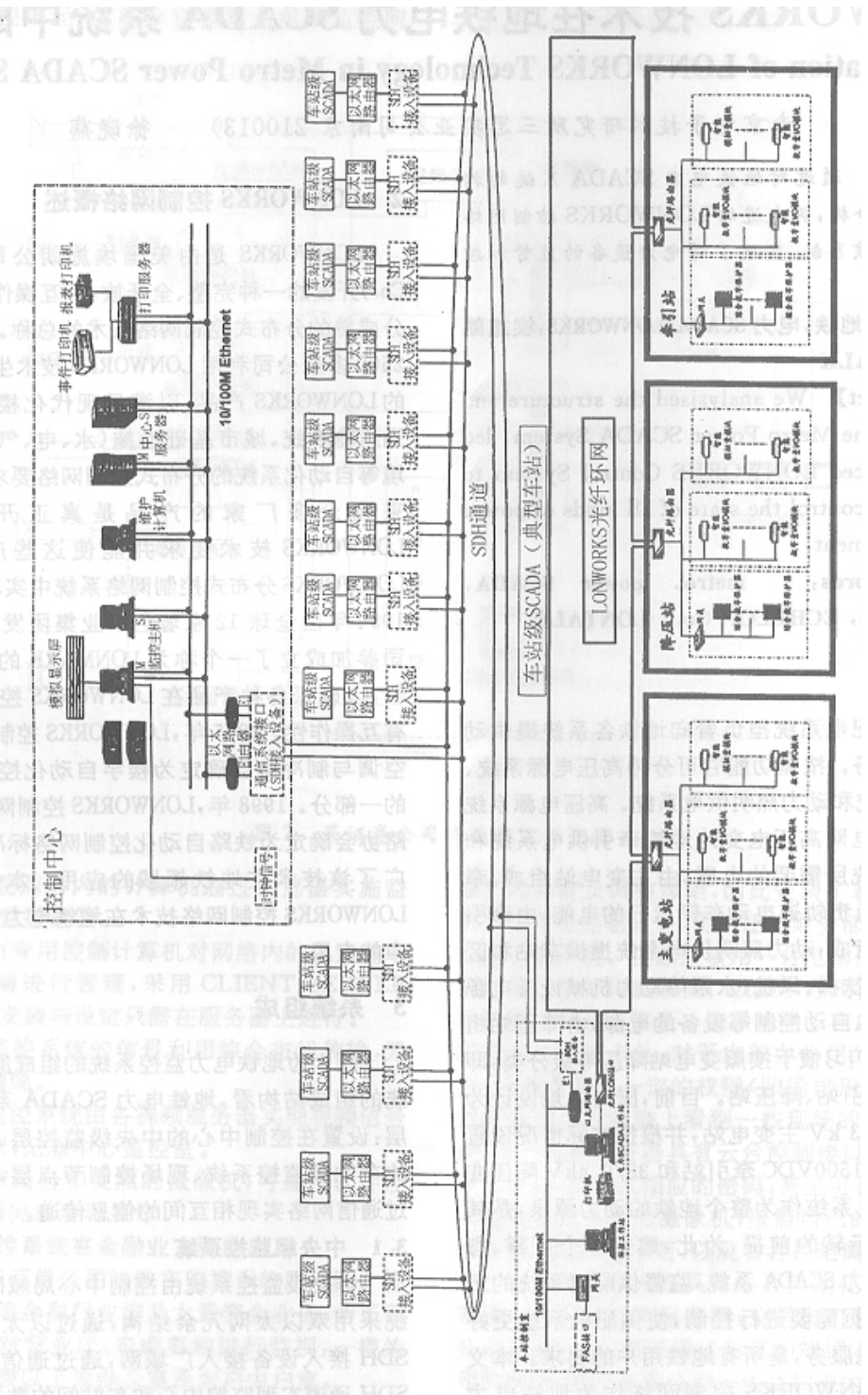


图 1 地铁电力监控系统组成原理图

- 监控工作站:包括两台互为备份的监控主机,监控主要功能是采集车站送来的各主变电站、牵引站和降压站的设备工作状态,并经数据处理显示在 CRT 上,使中心值班人员了解系统的运行情况,实现日常的控制、监视和管理工作;

- 维护计算机:又称工程师工作站,用于系统软件的维护、组态、运行参数的定义、系统数据库的形成和用户操作画面的修改、增加等;

- 网络服务器:包括两套互为备份的网络服务器,用于控制中心监控系统整个网络的管理、数据库数据的存储与处理,并提供共享资源。本系统的网络服务器可与其它系统共用;

- 以太网路由器:用于连接控制中心局域网与站间广域网的接口设备;

- 打印机:用作事件和报表打印,事件打印内容包括操作记录、事故记录、测量数据的实时打印等,报表打印用于数据和图表的输出打印;

- 模拟屏:用于显示整个地铁所有主变电站、牵引站和降压站的设备运行状态、故障情况等信息。

3.2 车站级监控系统

与中心级监控系统相似,车站级监控系统也由局域网构成,所不同的是此系统采用单以太网结构。车站级监控系统的主要设备是一台工作站,负责采集现场层控制器或控制节点的实时数据并将其显示在车站监控工作stations上,值班人员可在车站控制室了解所管辖变电站、牵引站或降压站现场设备的运行情况,操作人员还可通过该工作站把控制指令下达给现场控制器。作为整个 SCADA 系统的中间层,它还负责将采集的数据重新打包发送到控制中心,因此设有以太网路由器和 SDH 接入设备,接入 SDH 广域网,通过通信系统提供的 SDH 通道实现监控中心和车站间的数据交换,传输带宽可达到 2M。

3.3 现场监控层

现场监控层采用了开放式 LONWORKS 控制网络技术,主干网络传输介质为光纤,采用光纤环网拓扑结构,传输速率为 1.25Mb/s。

需要指出的是:为提高系统整体的可靠性和可用性,采用基于光纤进行传输的解决方案。LONWORKS 光纤传输网络与传统的光纤传输系统不同,传统的光纤传输系统只能进行单向传输,其发送和接收分离,LONWORKS 光纤传输网络用单根光纤即可进行双向通信,降低了成本。将 LONWORKS 系统

连接为环网的拓扑结构,主干的任意两个节点间都有两条通路,消除了主干网单点故障对系统可能造成的重大损害。所选用的控制节点均是智能的,有自身的处理器,相应控制程序均下载到各节点,车站监控工作站关机并不影响各节点的监控功能。每个节点控制器中都带有 EEPROM 芯片,断电或故障排除后能自动投入运行。每个节点均采用变压器隔离,以抑制干扰,当某个节点故障时,不会影响其它控制器工作,与故障节点无绑定关系的所有控制均不受影响。

地铁典型车站(假设它负责一个主变电站、一个牵引站和一个降压站的设备监控)现场控制层结构参见图 1。主变电站、牵引站及降压站的控制和监测节点用双绞线构成一个子网。以车站为中心,将该车站附近区域的主变电站、牵引站及降压站通过光纤路由器构成光纤主干网,车站内的监控工作站负责采集现场监控设备的各种数据。车站值班人员通过车站的监控工作站即可了解现场设备的运行状态并能通过计算机下达控制指令,由现场的智能控制器对电力设备进行控制,从而实现变电站内的无人值守。

4 系统功能

分布式电力 SCADA 系统对各主变电站、牵引站及降压站内的所有供电设备进行分布式遥信、遥测和遥控。通过 LONWORKS 控制网络将现场采集的开关状态数据、电量数据及变压器设备的运行状况等数据传送到车站控制室和控制中心并存放在系统数据库中。操作人员通过工作站的模拟运行图可直观地了解到各主变电站、牵引站及降压站电力设备的运行情况,并能显示或打印各种电量的历史趋势数据、设备故障报警及其它各种报警信息,在车站控制室可遥控开/关相应设备。

4.1 监控内容

电力自动控制系统通过光纤路由器与高低压配电设备监控节点联接,监视电力设备运行状态、高压主开关状态、采集各种电力参数,并对各高低压设备开关进行控制。

遥控对象包括:110kV/33kV 高压交流断路器;1500V 直流断路器;0.4kV 低压回路负荷开关;母联开关;1500V 上网电动隔离开关等。

遥信对象包括:高低压开关柜保护信息(过流保

护、速断保护等); 变压器保护信息(变压器温度信号、重瓦斯和轻瓦斯保护等); 断路器、负荷开关的合分闸状态; 现场控制节点的故障信号等。

遥测信号包括: 三相电流、三相电压、频率、有功/无功功率、有功电度、无功电度等。

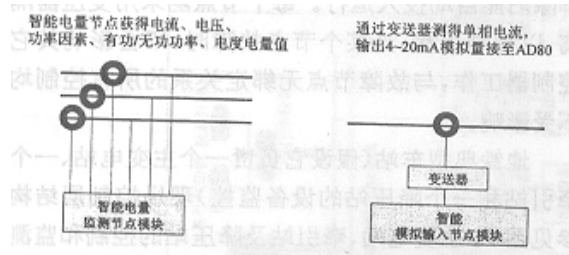


图 2 电量检测图

4.2 功能实现

系统功能的实现必须依赖于选择合适的硬件产品并编制界面友好、满足用户需求的软件。一般, 10kV 以上的高压柜

均配有综合继电保护产品, 综合继电保护产品不仅可实现各种短路保护、速断保护, 对断路器进行合/分闸操作, 而且还能采集柜中的各种实时数据并通过配置的通信接口将数据传送给车站监控系统。

对于各主变压器也配备专用的变压器保护产品, 以实现变压器的过热保护、重瓦斯/轻瓦斯等各种保护, 同时还可获得变压器次级侧的各种实时数据并通过配置的通信接口将数据传送到车站监控系统中。

对于 400V 的低压回路, 采用智能电量节点可采集相应回路的电流、电压、频率、功率因素、电度量、有功/无功功率等全电量信息。若只需了解线路的电流负荷情况, 则可用电流互感器将线路的电流变为 4~20mA 或 0~10V 模拟量信号送入模拟量输入智能节点进行检测。图 2 为电量检测原理图。

各开关状态的检测和控制可通过数字量输入/输出节点实现。温度、油压等模拟量信息可通过模拟量输入节点进行检测。图 3 为变压器温度检测及风机控制原理图。

控制中心和车站控制室监控工作站上的图形监控软件采用最为良好的图形化界面, 中文操作。该图形软件具有动态数据图形化显示管理、工程管理、数据记录管理、动态数据交换、动态趋势曲线管理、安全管理及报表生成管理等功能。

5 系统设计特点

- 可靠性: 中央级与车站级之间采用 SDH 传输通道, SDH 的自愈环特性确保了通道的可靠性。现场层使用光纤环网作为主干网, 消除了主干网的单点故障。

- 扩充性: 系统设计方案充分考虑到了系统的可扩充性, 当用户有新的需求时, 整个系统无需改动, 只要增加相应的控制节点和通信线路即可满足用户要求。

- 系统简单性: 选用的控制网络产品结构简单, 便于工程安装调试及系统维护。

- 易操作性: 用户操作界面简单, 易于掌握, 便于管理。

- 开放性: 符合开放式控制网络标准, 各个不同厂家的产品在系统内可即插即用。充分考虑到了综合自动控制网络系统所涉及的各子系统的集成和信息共享, 保证了整个智能化系统总体上的先进性和合理性, 实现了对各子系统的分散控制和集中管理。

6 结束语

在国外, 已有将 LONWORKS 控制网络技术应用于地铁信号系统和无线通信系统的成功范例, 在国内 LONWORKS 技术也已广泛地应用于楼宇自控、环境控制、电力监控等领域。随着 LONWORKS 控制网络技术在国内的不断推广, 这种技术的先进性和全开放的通信协议正在被更多的人认识和接受。可以说, LONWORKS 开放、分布式、互操作控制网络技术是一种目前应用效果最佳、前景最为看好的分布式控制网络技术。

(收稿日期: 2000—05—10)