

文章编号: 1005-8451 (2005) 11-0049-03

轨道交通环境与设备监控系统的设计与实现

李士峰¹, 黎江²

(1. 铁道第四勘察设计院 电气化设计研究处, 武汉 430063;

2. 铁道第四勘察设计院 通信信号研究处, 武汉 430063)

摘要: 环境与设备监控系统的监控对象为地铁车站及区间隧道的环控系统及相关机电设备, 对地铁正常、安全运营和服务质量起着重要作用。本文根据轨道交通监控系统的特点, 结合南京地铁设备监控系统(BAS)的实施, 对轨道交通环境及(BAS)的基本设计原则、功能要求、系统构成、网络技术等方面进行了较全面的分析和论述, 具有一定的参考作用。

关键词: 轨道交通; 环境; 机电设备; 监控系统

中图分类号: U231.6

文献标识码: A

地铁具有高速、安全、准时和载客量大的特点, 是现代城市解决交通拥塞最有效的手段。地铁车站及沿线分布着众多各类机电设备, 他们为地铁的安全运营和营造舒适的乘车环境提供了保证, 但由于机电设备种类和数量众多, 分布广, 控制要求复杂, 加之地下环境恶劣, 因此需要用轨道交通环境与设备监控系统(BAS), 采用现代计算机控制和网络技术对地铁车站的隧道通风系统、空调通风系统、空调水系统、车站给排水系统、车站照明系统、电扶梯系统和车站导向标志系统等机电设备进行自动化管理和控制, 且可通过优化控制实现地铁的安全高效运行, 对地铁的服务质量起着重要作用。

1 BAS 设计的基本原则

BAS 在设计上既要借鉴国内外地铁设计和运行的经验, 又将充分考虑其先进性、安全性、实用性、可扩充性和可升级性。

(1) **先进性:** 采用与技术发展潮流相吻合的系统方案和产品, 建立一个可扩展的平台, 保护前期

收稿日期: 2006-09-04

作者简介: 李士峰, 工程师; 黎江, 高级工程师。

机联锁条件下, 二乘二取二系统由于其安全性的结构设计, 比单机具有更高的可靠性和安全性, 也较好地解决了传统双机热备系统可靠性高、安全性低的缺陷, 平均故障间隔时间大于 10^6 h, 平均危险侧输出间隔时间大于 10^{11} h, 完全满足计算机联锁技术条件的有关规定, 是较好的安全设计方案。

工程和后继先进技术的衔接, 使系统具有先进性。

(2) **安全性:** BAS 运行的安全性, 除符合相关安全标准、结合行业特点外, 还体现在信息传输及使用过程中不丢失、并不易窃取或截获。要设置严格的网络等级操作权限和不同对象的查询范围, 防止非善意的访问和恶意的破坏网络。

(3) **实用性:** 以实用性为原则, 采用合理的设计方案, 充分考虑“超前性”和“可扩展性”相结合, 使系统的性能价格比达到最优, 从而节省前期投资。

(4) **可扩展性:** 智能化过程技术在不断发展, 用户需求标准将越来越高。因而 BAS 的设计和施工充分考虑将来其他地铁线扩展的需要, 预留相关接口。

(5) **开放性:** 集成后的系统为一个开放性系统, 提供标准数据接口、网络接口、系统和应用软件接口。

(6) **模块化:** 系统要严格按照模块化结构方式开发, 以满足通用性和可替换性。采用模块化设计、分布实施的战略。

(7) **互连性:** 这种互连性体现在各类机电设备、各类控制设备等子网的配置, 子网之间互连采用标准的通信协议。

(8) **可管理性:** 集成系统是一个网络, 随着网

参考文献:

- [1] 李毅力. 二乘二取二计算机联锁系统[J]. 计算机工程, 2004, 12 (增刊): 482—484.
- [2] 王学敏, 谢里阳, 周金宇. 考虑共因失效的系统可靠性模型[J]. 机械工程学报, 2005 (1): 24—28.
- [3] 张萍, 赵阳. 铁路车站计算机联锁控制系统的可靠性和安全性分析[J]. 中国安全科学学报, 2003 (4): 48—50.

络规模扩大，网络管理十分重要。

(9) 可靠性：提供可靠性和容错性高的系统，使系统能不间断正常运行，采取有效措施，防治系统的故障，以确保系统在发生任何故障和突发事件时仍正常工作。

2 BAS 控制范围

BAS 的控制范围包括车站空调通风及防排烟系统，区间隧道通风及防排烟系统等环控系统以及地铁建筑附属机电设备等。

主要控制范围如图 1 所示。

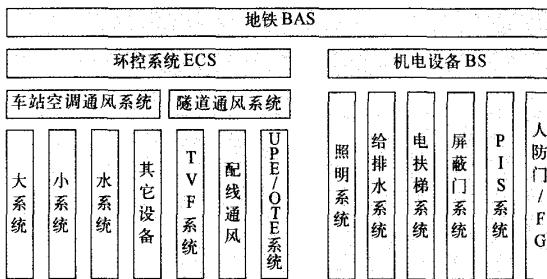


图 1 BAS 控制范围

南京地铁 BAS 由两级（中央级和车站级）管理体系组成，实现三级（控制中心、车站控制室和就地控制面板）控制功能，监控、管理车站和区间隧道的机电设备，按设置功能、系统运行工况、地铁环境标准等要求进行自动化管理，实现程序自动、实时、定时控制开启和关停，监视设备运行状态；采集和处理有关信息，进行运营历史资料管理；检测环境参数和调节环境的舒适度，为地铁乘客创造舒适和安全的乘车环境；正常情况下实现被控对象的节能优化运行，在列车阻塞和火灾等灾害情况下，接受并优先执行防灾报警系统指令，调度相关设备按预定模式运行，创造人员安全撤离必要的环境条件。

BAS 完成对车站设备的检测与控制，对设备故障进行检测和报警，接受控制中心发布的监控指令，执行控制中心指定的运行模式，可修改运行参数，自动调整运行工况。车站系统受控于控制中心，但当公共信息网故障时，车站系统可独立运行。接受 FAS 发送的救灾命令，启动相应火灾运行模式。接受 ATC 发送的列车阻塞信息，由车调人员确认后，启动相应阻塞运行模式。BAS 在满足环境舒适度和功能要求的条件下，实现节能运行。

3 BAS 功能

3.1 中央控制中心 BAS 主要功能

(1) 监视全线各车站各个设备的运行状态并可以控制设备的运行。

(2) 与 ATC 和 GPS 等系统进行通讯。

(3) 存储并处理历史数据。

3.2 车站 BAS 主要功能

车站系统正常运行时受控于中心主控级，在全线系统网络故障时，具备离网独立工作的能力。

3.2.1 监视功能

(1) 监视和记录车站、区间各系统受控设备的运行状态及参数。

(2) 监视和记录车站典型区域测试点的温度、湿度和室外温度、湿度等环境参数。

3.2.2 控制与调节功能

(1) 车站控制系统具有 PID 调节控制、逻辑控制和模式控制功能。

(2) 对本车站及所辖区间隧道内的所有被控设备进行有效控制。

(3) 对所有被控设备实现单独控制、程序控制和各种模式手动/自动控制。

(4) 控制器根据环境参数对空调系统设备进行运行工况的转换，并进行最优化的控制，达到节能运行的目的。

3.2.3 报警处理功能

(1) 将车站被控设备运行状态、报警信号及测试点数据及时送至控制中心，并接受中央级的各种监控指令和运行模式。

(2) 接受车站级 FAS 的指令，控制车站通风空调及相关设备转入灾害模式下运行，并向 FAS 反馈执行信息。

(3) 当监控站出现故障时，可以通过 IBP 控制通风排烟设备按灾害模式运行。

(4) 车站 BAS 监控工作站具有声光报警、报警画面自动弹出、报警确认和处理等功能。

3.3 就地级设备主要功能

就地级控制器通过车站控制网与车站控制机通信，接收控制指令并对现场设备进行就地控制，满足设备的现场调试要求，同时将设备运行状态和参数传送到车站控制机。

就地级控制器（模块箱、远程 I/O 箱）与被控设备、传感器和执行器连接，实现状态信息的采集、

监视和控制信号的输出。

4 BAS 构成

南京地铁 BAS 由设置在控制中心的中央级监控系统、设置在车站控制室的车站级监控系统以及就地级监控设备形成的三级监控管理模式组成。

系统的网络结构分为车站监控系统局域网，地铁主干通信网和控制中心控制中心局域网。车站局域网与控制中心域网均采用冗余的高速以太网，局域网之间通过主干网进行数据和命令的传输。

车站监控系统由车站控制室 BAS 监控设备、监控局域网、分布于现场的模块箱、I/O 箱组成车站级的分散控制结构，为适应车站环境，车站监控系统亦采用两级网络：

(1) 利用通信交换机设备，形成的以太双环网，将车站监控工作站、分散安装于车站两端环控电控室、照明配电室的控制站连接起来，作为车站级的监控主干网。

(2) 利用现场控制网，将环控电控室、照明配电室的控制站与通风机房、区间及出入口的 I/O 站连接起来，形成现场级的控制网络。

(3) 由于多数现场站均设置 CPU 处理器，因此可以真正形成一个集散型控制系统 (DCS)，分解控制任务，降低控制风险，可以有效地将故障隔离在小范围内。

BAS 采用多层网络结构，中央控制中心采用星形网络结构的 100 M 双以太网，采用 TCP/IP 协议。车站为 ControlNet 光纤环网，实时数据通信。车站与中央控制中心之间的通信依托地铁公共传输网。

5 BAS 的通信配置

BAS 监控系统的中央级控制中心计算机设备通过局域网进行连接，中央控制中心局域网可为双以太网，客户 / 服务器方式的网络结构。可采用 TCP/IP 协议标准，传输速率 $\geq 100 \text{ Mbps}$ ，传输距离不小于 500 m。

BAS 监控系统的第 2 层数据通信网为通信主干网，实现调度控制中心局域网与各车站级控制局域网间的通信，通信主干网传输距离不小于 30 km，传输速度为 100 Mbps 以太网，通信主干网由通信专业设计。

BAS 监控系统的第 3 层网是车站 BAS 设备监控网，车站控制室主机通过车站监控网与现场控制机进行通信。车站监控网可采用以太网。

车站监控网可采用工业以太网或现场总线网络制式，如 CONTROLNET，CONTROL LINKER 等。工业以太网和现场总线网的性能比较如表 1 所示。

表 1 工业以太网和现场总线网的性能比较

项目	工业以太网	工业现场总线
网络速度	根据需要 10 M-1000 M 最高 12 m，不同网段速度固定	
数据带宽共享	有	无
开放性	好	一般
硬件互换性	好	不好
设备更新升级	好	一般
故障隔离功能	好	一般
故障检测	有网管，故障定位准确	难以确定故障源，不便维修
本质安全	无	有
冗余	好	好
成本	较高	一般
开发难度	一般	简单

根据表 1，工业现场总线方案更适合信息量较小、比较封闭和专用性强的系统，工业以太网则更为通用、灵活、响应程度更高一些。考虑到系统实现的方便性和成本，南京地铁 BAS 车站监控网采用 ControlNet 现场总线光纤环网。

车站的现场控制机直接对车站内机电设备进行监视、控制，对于相对集中且距离较远的机电设备通过远程 I/O 接口进行监控，现场控制机与远程 I/O 接口的距离不小于 2 km，传输速度可为 5 kbps。

6 结束语

设计应本着“安全、可靠、节能”的原则进行，以先进的计算机技术、网络技术和自动控制技术实现对地铁车站各类机电设备的智能化控制，使系统更安全、更可靠，节省人力物力，降低运营成本。南京地铁 BAS 遵循以上设计理念，应用先进的系统控制及软硬件技术，取得了良好的运营效果。

参考文献：

- [1] 魏晓东. 城市轨道交通自动化系统与技术 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2004, 11.
- [2] 曲立东. 城轨交通环境与设备监控系统的结构比较 [J]. 都市快轨交通, 2006, 19 (3): 90—92.
- [3] 刘文. 广州地铁 4 号线机电设备监控系统的设计 [J]. 都市快轨交通, 2006, 19 (3): 87—89.