

和利时 LK 系列大型 PLC 在北京地铁 14 号线中的应用

(和利时集团)

摘要 本文主要介绍了北京地铁 14 号线 BAS 系统的总体设计、系统结构、网络层次、功能实现, 结合控制要求, 分析和利时 LK 系列 PLC 在地铁 BAS 系统中的应用。实践证明, 该系统设计合理, LK 在大型控制系统中运行稳定、可靠。

关键词 北京地铁 14 号线; BAS; LK 系列 PLC; 冗余; 模式控制

1 引言

北京地铁 14 号线全长 47.7 公里, 起于丰台区永定河以西的张郭庄站, 向东经过丰台北路、南二环和南三环之间, 至西大望路一线向北, 迄于朝阳区来广营以北的善各庄站, 呈 L 状。全线经过丰台、东城、朝阳 3 区, 共设车站 37 座, 除张郭庄站及园博园站是高架站外, 其余均为地下车站。全线监控点数大约在 15 万点左右。

为了配合第九届中国(北京)国际园林博览会的举办, 项目于 2013 年 05 月 05 日开通张郭庄站至西局站段(全长 12.4 千米, 共有 7 座车站), 有利地保障了园博会在北京的顺利举办。

2 项目概况

北京地铁十四号线的环境和设备监控系统(以下简称 BAS 系统)对全线所有地下车站、高架车站、车辆段、区间隧道内设置的各种正常运营保障设施(包括通风空调设备、给排水设备、动力照明设备、自动电/扶梯、电保温设备、EPS 等)和事故紧急防救灾设施(防排烟系统、应急照明系统等)进行全面、有效地自动化监控及管理, 确保设备处于安全、可靠、高效、节能的最佳运行状态, 从而提供一个舒适的乘车环境, 特别是在地下车站发生火灾事故的情况下, 使有关救灾设施按照设计工况及时有效地运行, 充分发挥各种设备应有的作用, 保证乘客的安全和设备的正常运行。

37 座车站的 BAS 均采用是和利时 LK 系列大型 PLC 产品。通过冗余以太网通信接口与综合监控系统连接, 将信息集中上传至综合监控系统, 实现 BAS 在综合监控系统中的深度集成。

3 系统结构

BAS 系统是基于分层分布式系统结构:

- 中央级: BAS 的中央级主要是调度控制中心(OCC)的调度工作站, 由综合监控系统实现;
- 车站级: 包括车站级综合监控功能和车站 BAS 监控功能, 正常情况下, 车站级监控功能由综合监控系统完成。车站 BAS 监控功能以车站 BAS 应急操作终端、BAS 维护工作站、32 位 LK 控制器为平台实现;
- 现场级: 通过 LK 系列远程 I/O 模块实现车站各就地信号的采集与控制, 具体包括各类传感器、执行器、或装置等。

3.1 中央级系统

综合监控系统软件由和利时开发, 通过冗余光纤环网与各个车站 BAS 系统通讯, 进行数据采集与控制, 整个监控点数大约在 150000 点左右。

3.2 车站级 BAS 系统

车站级包括地下车站和高架站两类, 每个车站监控点数大约在 4000 点左右, 由 PLC 控制器、现场传感器、维护终端等组成。

3.2.1 地下车站 BAS 系统

由车站维护工作站、应急操作终端、PLC、RI/O、现场总线、IBP(综合后备盘)PLC 等组成。

车站控制室设 IBP, IBP 处设置 PLC 和应急操作终端, IBP 盘处 PLC 选用和利时的 LK210 冗余 CPU, 应急操作终端选用工业级产品触摸屏式一体化工控机, 实现 IBP 盘面监视和控制。

为保证系统安全，不同专业数据有效传输，PLC 网络均分配特定的 IP 段，在进入综合监控系统时需要做地址映射，LK 自身集成的以太网接口支持跨 VLAN 功能，可灵活应用于复杂网络配置中，通过三层交换机与综合监控通信：

- 子系统：A 端与 B 端通过冗余光纤环网通信，同时 LK 支持多机互联，方便实现 A、B 端数据共享，进行有效的联锁控制；
- 现场级：由 BAS 系统负责配置。距离小于 1000m 采用 LK232 PRIFIBUS-DP 总线扩展模块扩展远程 I/O；距离超过 1km，使用 LK233 光纤通信模块，最远可以扩展 4 级，每级 5km，总计 20km。

网络层次如图 4- 1 所示：

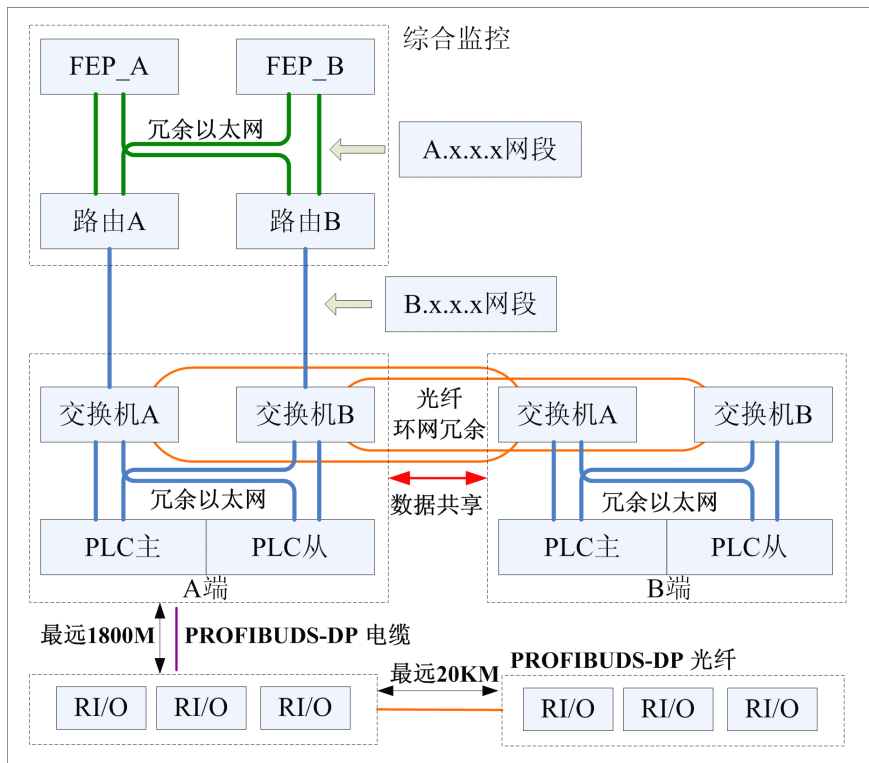


图 4- 1 BAS 网络层次图

5 BAS 系统实现的功能

1. 工艺参数及画面显示

BAS 系统对现场各类传感器数据以及机电设备的运行状态、故障报警信息等进行实时采集、处理，以便及时准确的处理各类突发事故，信息采集量单个车站可达数千点。

2. 冗余功能

LK 冗余系统可实现 CPU 冗余、以太网冗余、总线冗余、电源冗余。每个 CPU 带有冗余以太网口，冗余 PLC 控制器通过以太网与车站综合监控进行连接，实现综合监控系统对车站机电设备的监视与控制。

3. 模式控制

即设备组控制，是根据工艺设计要求而形成，其触发有人工触发（HMI，IBP）和自动触发（FAS 系统、时间表）两种。BAS 系统可以实现对本站所有模式及相关设备的监控与操作功能。正常模式的状态分为：未启动、执行中、执行成功和执行失败。模式执行时间结束后，根据该模式中设备状态是否符合模式要求，判断模式的执行结果为成功或失败。所监视的模式分为早晚换气模式控制、异常模式控制、火灾模式控制、阻塞模式控制等。

4. 调节功能

车站 LK 能够根据所检测的车站环境参数自动判断车站所处空调季工况，根据检测参数采用科学的

算法和实用的控制策略，对空调冷水系统的二通调节阀、公共区风机转速根据时间的信息进行调节。对车站大系统空调设备根据热焓计算，进行运行模式的最优化控制，从而达到节能目的。

5. 参数存储

所有系统设置参数、所有模式控制、预制时间表控制等相关参数由操作站进行设置，经确认后下载到 LK 中，因此车站 PLC 能够脱离综合监控系统独立运行。

6. 与 FAS 的联动控制

BAS 系统与 FAS 系统的联动在所有的控制权限里优先级是最高的。BAS 系统同 FAS 系统的通信是通过 LK239 串口通信模块进行的，当收到 FAS 报警数据后，根据收到的数据（二者事先定义对应的模式），BAS 系统开始执行相应的火灾模式。此后，BAS 系统不再接收任何操作指令，直到 FAS 报警信号复位。

7. 多控制点功能

BAS 系统控制权分为五级控制，就地控制箱、IBP、ISCS、BAS 维护工作站、现场触摸屏。每个控制点的控制级别由高到低排列，每个可控制设备都有这五个控制级。

6 系统特点

基于 LK 系列 PLC 应用于 BAS 系统具有的特点：

1. 高性能

- ✓ LK CPU配置工业级（533MHz）处理器，拥有纳秒级（13ns）的处理速度；
- ✓ 数字量I/O可达57344点，模拟量I/O可达3584点；
- ✓ 远程I/O最远可扩展20KM；
- ✓ 程序容量可达16MB，数据容量可达64MB，掉电保持区可达1MB。

2. 高可靠性

- ✓ LK采用单机架硬件冗余设计，支持电源冗余、CPU冗余、以太网冗余、PROFIBUS-DP总线冗余。两个CPU之间通过高速背板总线进行数据同步，无需专门的同步模块。每个运算周期，主机检测自己发生变化都要向从机进行数据同步，保障主从数据一致。冗余切换过程是无扰切换，切换时间<50ms，切换过程无报警或中断的丢失；
- ✓ LK具有通信故障时输出预置功能，当输出模块与CPU通信出故障时，输出模块会按上一个预算周期的有效值或者预先设置的安全值输出，保障系统安全运行；
- ✓ 提供三防（防潮、防盐雾、防霉）模块，适用于地铁恶劣的环境。

3. 强大的网络通信能力

- ✓ LK本体集成冗余以太网接口，具有可配置不同IP段地址、网关、子网掩码、静态路由功能；
- ✓ 支持跨VLAN功能，LK同网段支持IP地址数量为89个，如果PLC使用数量超过这个数量时，系统可以通过划分不同VLAN，把不同IP地址映射到同一IP段，有效解决IP节点的限制，系统容量无限扩展。

4. 多机互联，实现数据共享

- ✓ 通过自身集成的以太网接口，实现最多32个站数据共享；
- ✓ 可配置共享数据大小，每次最多可共享700个字；
- ✓ 适合分布式控制系统间连锁控制。

5. 易用、易维护性

- ✓ 模块小型化、智能化设计，具有超限报警、超量程报警、断线检测、掉电检测等自诊断功能；
- ✓ 支持带电插拔，可在不停机的状态下更换故障模块；
- ✓ 背板上设计有防混销，避免插错模块。

7 结束语

目前北京地铁 14 号线西局至园博园站已顺利开通，系统运行稳定，有效地保障了北京国际园博会的交通。

参考文献

- [1] 曲立东,《城市轨道交通环境与设备监控系统设计与应用》,电子工业出版社
- [2] 聂占文,宋小莉,曲立东. 经济实用的 PLC 及网络冗余技术在地铁 BAS 中的应用[J]. 自动化博览, 2009, (7)
- [3] 王锦标,《和利时 PLC 技术—综合篇》,机械工业出版社
- [4] 和利时公司, LK 大型可编程控制器硬件手册, 2008
- [5] 和利时公司, LK 大型可编程控制器编程手册, 2008