

北京地铁直梯通信板改造应用

旧设备改造是工程实践中较为常见的问题，结合北京地铁的直梯信号处理板改造案例，介绍了如何在资料缺乏情况下分析旧设备的功能，并据此提出了新的改造方案。本改造项目解决了老旧直梯因为信号处理板故障而无法接入BAS系统中的问题，也给其他行业旧设备改造提供了参考。

周海君 刘玉娟 崔健/北京电子科技职业学院 孔德中/北京北控电信信息技术有限公司



周海君/副教授

电梯作为与大众生活关系最为密切的特种设备，占据了特种设备一半以上的份额，它直接关系到每个人的生命安全，而每次的电梯安全事故也会在社会上造成巨大的负面效应。2011年7月5日，北京地铁四号线发生的自动扶梯逆行事故导致了1死30伤的惨剧，消息传来，震惊全国。关于电梯的安全问题由此也进入了社会和媒体的视野之中。

与其他应用电梯的场所不同，地铁中各式电梯的使用更频繁、负荷更大且可维护时间更短，尤其是早晚高峰时段，拥挤的人潮给电梯的稳定运行提出了更高的挑战。对于北京地铁一号线而言，挑战不仅仅来自日复一日的人流，更来自日益老旧的设备带来的隐患。北京地铁一号线自2006年开始消隐改造工程，目前陆续完成了BAS、FAS等系统的改造，但如何实现新系统顺利接管旧电梯等设备的控制是改造人员面临的一个主要矛盾。

新控制系统中普遍采用总线式的方案实现和各个设备单元的通信，如通过Modbus来监控空调机组，但在旧设备中，一般依靠传统的开关信号传递信息，而且信号类型并非现在的主流，这

是矛盾之一；另一方面，由于当年缺少相应的设备支撑，大部分的电梯控制板都是厂家自己开发，没有统一的标准，没办法通过备件替换来维护，这是矛盾之二；由于标准化的缺失和当时的市场局限，旧电梯控制板很多都没有形成规模化的产品，诸多的技术细节也流失殆尽，这是矛盾之三。正是在这样的背景下，如何找到一个可行的方案将旧电梯重新接入到新控制系统中提到改造工程的日程上来。

本文以北京地铁一号线二期的直梯控制接口改造工程为例，介绍了具体的分析和实施过程，对于其他项目中老旧设备和新控制系统的连接有一定的借鉴作用。

旧信号处理板的功能分析

在现有的直梯控制策略中，直梯的运行控制由本身的主控板负责，当前的运行状态通过一个处理板转换成干接点数字信号提供给中控。新的BAS系统在投入使用之后可以不做任何改动，直接接收来自直梯信号处理板提供的干接点信号，之后在自身的程序中完成联锁，或者在画面中显示直梯的当前运行状态即可，具体的流程如图1所示。

直梯的状态检测板从主控板中获取信号，并提供给数据处理板。该数据处理板是一个接口板，可将状态信号处理后输出几个干接点，以供上层控制系统使用。

在当前全线的直梯中，多数的信号处理板已经损坏，且时间久远，厂家也

关键词/Keywords

直梯·
旧设备改造·
BAS·
非标信号·
通信·

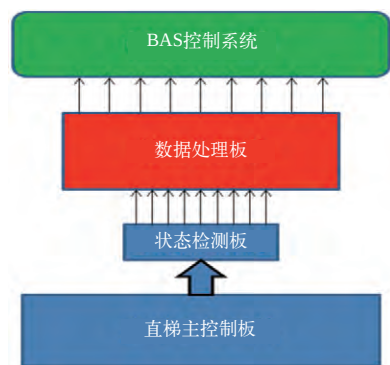


图1 现有直梯控制和状态数据处理方案

无法提供备件，这意味着目前可正常工作的处理板一旦出错，该直梯就与整个BAS隔绝，中控和运营中心都读不到直梯的状态，在出错之后也不能触发BAS系统中的联锁保护。

为此，分析旧数据处理板的功能，并用新的接口设备取代，成了当务之急。

如图2所示，来自直梯控制板的9个状态信号接入到处理板下方的针式插槽中，经过逻辑处理，从左侧的端子上以9个干接点的方式输出。

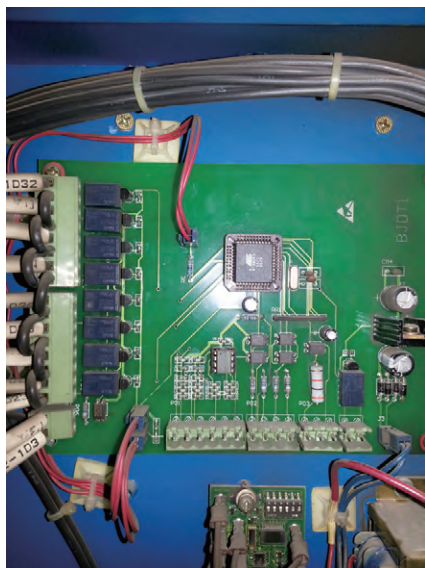


图2 旧的直梯信号处理板

要检测9个原始信号，只需使用示波器直接读取即可。检测结果表明，这9个原始信号有普通的电平信号，也有频率为2 Hz左右的脉冲信号，但不论是哪一种信号，高电平的幅值为-38 V，低电平的幅值在-15 V左右；而没有任何信号的情况下，电压在0 V左右。这和标准的24 V信号截然不同。

而要检测处理板的控制逻辑，则只能使用实验法。数据处理板接收直梯控制板传递过来的状态信号，经过处理之后以干接点的形式输出9个状态信号，而这9个状态信号是已知的，如急停、上行和下行等。实验法的过程就是让直梯处于某个状态中，记录数据处理板接收的信号组合，由此形成的状态信号对应关系如下表所示。

表 信号处理板状态信号对应表

		输入直梯状态信号								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
输出干接点信号	正常停止	亮	亮				灭	闪	闪	闪
	电梯上行			灭			灭	亮	闪	闪
	电梯下行				灭		灭	亮	闪	闪
	安全回路信号		灭		灭		灭			闪
	故障停车		灭				灭		闪	闪
	站台						灭	闪		
	站厅						灭	闪		
	紧急驻停	灭					灭			
	出口（一层）						灭	闪	闪	闪

表中，“亮”为该信号处于-38 V时的反向高电平状态；“灭”为该信号处于-15 V左右时的反向低电平状态；“闪”为该信号处于2 Hz左右的高低电平切换状态。

信号处理板的状态信号“翻译”机制经过一段时间运行过程中的测试比对，证明其关系是明确且正确的。至此，关于旧处理板的工作机制分析完成，但同时，这些分析结果也给改造工程提出了新的挑战。

新数据转换环节的功能设计

根据业主要求，新的直梯状态数据转换设备应该满足易维护、可升级和功能齐全的要求。直梯的状态信号接入到BAS系统中，现有的接口方式是干接点，新的转换设备也应该要提供干接点的状态信号，以避免引起BAS侧的程序修改；由于在整条地铁线中都会使用新的转换设备，所以从维护便捷的角度来看，需要成型的产品，以方便备件储备；此外，无论之前的旧转换板功能分析正确与否，这种“黑盒”式的分析方式可能会存在潜在的风险，为此，新的转换设备应该能够进

行升级以完备其数据转换算法。

一般的开关量信号采集模块只支持接收30 V以下的电压信号,对于-38 V的非标信号没有现成的采集模块可用。为此只能和相关的产品厂家沟通,共同开发新的采集模块。这些采集模块应该具有如下特性:①基于现有成熟的标准产品;②内部信号处理芯片的改动尽可能小,以降低整体成本;③具体的修改方案要共享,以解决将来的备件生产问题;④允许的高电压最低要达到40 V,同时各通道的隔离电压要超过DC 5 000 V;⑤信号采集板要支持Modbus通信,以备后续的设备间通信。

按照这些要求,和产品厂家共同开发了一款能够支持直梯特殊信号的采集模块,这些模块也经过了详细的测试,完全能够满足高速的信号采集能力^[1-2]。

对于旧处理板中的状态“翻译”功能,制定了两种方案,如图3、图4所示。

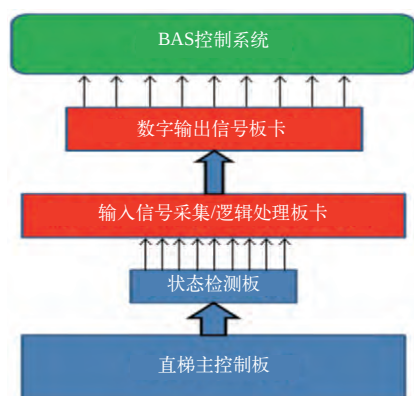


图3 方案一

在方案一中,共同开发的信号采集模块增加了一个可编程序的处理芯片,将表中的对应关系以逻辑程序的方式写入到该芯片中。后期如果有更新需要,则重新刷写芯片,这会给调试和维护带来不便。

在方案二中,输入和输出信号板卡不集成逻辑处理芯片,而是采用一个独立设备来运行逻辑程序,同时也可以将逻辑运算的结果呈现在面板中。

将两个方案进行对比,方案一的优势在于节省设备成本,但缺点也很明显,即逻辑程序的编写和后期更新不方便;而方案二由于采用了专

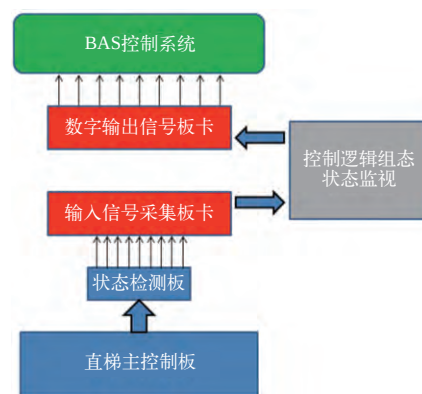


图4 方案二

门带控制功能的设备,所以逻辑关系的组态很便捷,同时也能够将运算的结果直观地表现出来。经过权衡,采用昆仑通泰MCGS嵌入式一体化触摸屏TPC作为主控和监视设备,具体的逻辑关系可以很方便地通过VB语句来实现^[3-4],如图5所示。

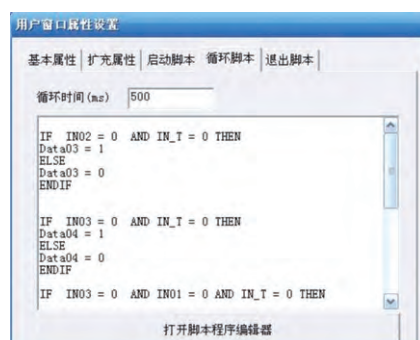


图5 MCGS中通过VB实现的状态转换关系

经过反复的程序测试,完全实现了表中所有状态的对应关系,与此同时也为面板制作了状态监视画面,方便调试和后期使用。

相关设备组合成箱,与直梯的控制板进行联调试^[5]。调试过程进展顺利,一台直梯调试完成后,该信号转换箱即可直接复制,极大地简化了其他直梯改造,现场只需将控制板的状态输出由旧处理板转接到新的转换箱即可。调试过程中的新信号转换箱如图6所示。

结束语

北京地铁中的直梯信号接口改造项目规模虽小,但其处理思路和解决方案对于其他行业的设



图6 调试过程中的新信号转换箱

备改造具有很好的借鉴意义。既要满足当前的现实需要，也要兼顾未来的维护和升级，这是此次直梯信号改造项目的的一个基本出发点。重新仿制一个类似的信号转换板是满足当前需要的一个最为简单的办法，但对于将来的维护不利。新研制的信号处理采集卡既可采集非标信号，又可提供Modbus等通信接口；使用带控制功能的显示屏，既能够让操作员直观地看到处理前后的状态信息，也给更进一步的功能完善提供了可能^[6]。大量使用现有的主流设备，除了质量能够得到保证之外，也可以避免将来的备件采购问题。

该改造项目已经顺利完成，信号转换设备也持续正常工作，但对于旧信号处理板的“黑盒”式的分析方式，始终是一种当时条件下的应急之举。获得完整的原始信号说明文件，并据此来完善触摸屏中的程序才能从根本上消除隐患。

参考文献

- [1] 王静宜，靳鸿．基于PCI总线的微弱信号采集模块设计[J]．电子世界，2013(20)：126-127．
- [2] 罗伟，朱若寒．CAN总线智能信号采集模块的设计与实现[J]．舰船电子工程，2012(10)：102-104．
- [3] 刘俊，柳春图，李颖红，等．新一代工控组态软件MCGS及应用[J]．新技术新工艺，2000(6)：45-48．
- [4] 吴其洲．MCGS组态软件在电梯控制系统中的应用[J]．机械工程与自动化，2006(4)：113-115．
- [5] 于淼，郑楠，闫丰．基于MCGS与DSP的串行通信研究与实现[J]．现代电子技术，2013(4)：36-39．
- [6] 郝继业，崔道明，黄春元．电梯控制系统的信号反馈问题[J]．煤炭技术，2004(10)：19-20．

(收稿日期：2015-05-13) EA

(上接第51页)

- 件，2008，25(1)：83-84．
- [4] 穆钢，侯凯元，杨右虹，等．负荷预报中负荷规律性评价方法的研究[J]．中国电机工程学报，2001，21(10)：96-101．
 - [5] 宁卜．基于模糊聚类分析与最小二乘支持向量机的电力负荷预测[D]．西安：西安理工大学，2009．
 - [6] 唐杰明，刘俊勇，刘友波．基于最优FCM聚类和最小二乘支持向量回归的短期电力负荷预测[J]．现代电力，2009，25(2)：76-81．
 - [7] Zhang Yun, Zhou Quan, Sun Caixin, et al. RBF neural network and ANFIS-based short-term load forecasting approach in real-time price environment[J]．IEEE Transactions on Power Systems, 2008, 23(3)：853-858．
 - [8] 朱继萍，戴军．中长期电力负荷预测相关影响

因素优化选择[J]．计算机仿真，2008，25(5)：226-229．

- [9] Ying Chen, Luh P B, Che Guan, et al. Short-term load forecasting: similar day-based wavelet neural networks[J]．IEEE Transactions on Power Systems, 2010, 25(1)：322-330．
- [10] 刘学琴，吴耀华，崔宝华．小波软阈值去噪和GRNN网络在月度负荷预测中的应用[J]．电力系统保护与控制，2009，37(14)：59-62．
- [11] 王继选，刘小贞，韩中合．基于多约束条件的电力负荷预测模型的研究[J]．华东电力，2013，41(3)：643-645．
- [12] 曾鸣，冯义，刘达．基于证据理论的多模型组合电价预测[J]．中国电机工程学报，2008，28(6)：84-89．

(收稿日期：2015-04-22) EA