

广州地铁屏蔽门系统与现场总线技术

赵成光 铁道部电气化勘测设计研究院 (800250)

Abstract

The platform screen door system is completely new for most of the Chinese people. In this paper, the designer has described the composition of the screen door system and put the stress on the explanation of its structure and functions. Moreover, Brief introduction on the application of field bus technology in the screen door system. And also some consideration has been made on FCS, DCS and their relations with the control system of the metro screen doors.

Keywords: Metro, screen door system, screen door control system, field bus, FCS, DCS, area

摘 要

站台屏蔽门系统对于我国大多数人来说还是很陌生的,本文从设计者角度阐述了屏蔽门系统的组成,在此基础上着重论述了屏蔽门控制系统的构成和功能。并对现场总线技术在其系统中的应用做了简明扼要的介绍。另外,对 FCS、DCS 及其与地铁屏蔽门控制系统的关系也做了一定程度的思考。

关键词:地铁,屏蔽门系统,屏蔽门控制系统,现场总线,FCS,DCS,域

1 前言

站台屏蔽门系统对于我国大多数人来说还是很陌生的,它是八十年代才出现的一种先进装置,目前世界上也只有新加坡、欧洲个别国家的地铁站和香港机场新干线设置了站台屏蔽门。广州地铁二号线首期工程在全线的 16 个地下车站设置屏蔽门系统,屏蔽门系统主要由门体、门机、电源及控制等四个部分组成。建成后,将成为我国第一条设置站台屏蔽门系统的地铁。

从目前各国设置的站台屏蔽门来看,主要分为两种形式。第一种形式只是一道上不封顶的玻璃隔墙和活动门,沿着车站站台边缘和两端头设置,把站台乘客候车区与列车进站停靠的区域分隔开。巴黎地铁 14 号线及日本的某些地铁站就安装有这种类型的屏蔽门。这种类型屏蔽门系统的功能如下:

(1)提高了安全性。由于站台与隧道空间有屏蔽门完全隔离开来,只有当列车停靠站台,并且列车门与屏蔽门完全相对时,才与列车门同时打开,以便乘客上下车,从而完全避免了乘客跌落站台轨道的危险;

(2)由于屏蔽门的隔离作用,避免了由于列车进出站时以及刹车时给站台带来的噪音值(约降 10dB(A))、活塞风和粉尘,使站台能保持一定的舒适度及

清洁度。

第二种方式的屏蔽门是一道自上而下的玻璃隔墙和活动门,其安装位置同上。目前,广州地铁采用的就是这种形式的屏蔽门。安装这种形式的屏蔽门的目的是,除了其具有以上两种功能外,还因为其所具有的节能性。装设站台屏蔽门,可避免大量空调冷气进入隧道,另外尽量减少列车刹车所散出的热量进入候车区,并减少站台出入口由于列车活塞作用吸入的大量新风所形成的负荷,这样首先是减少了冷量消耗,达到节能的目的,其次是减少空调设备容量,相应的减少了空调机房土建面积与投资。

2 屏蔽门系统的组成

屏蔽门系统由机械和电气两部分构成,机械部分包括门体结构和门机系统,电气部分包括电源和控制系统。门体结构由支撑结构、门槛、顶箱、滑动门、固定门、应急门和端门组成。门机系统包括电机和传动装置。

屏蔽门控制系统应由以下几个主要部分构成:中央接口盘(PSC)、就地控制盘(PSL)、远方报警盘(PSA)、门控单元(DCU)等设备。

系统应采取 RAS 设计技术,软硬件的设计应充分考虑可靠性、可维护性和可扩展性。同时要遵循模块化和冗余设计的原则。此外,屏蔽门系统设备还应采

用经验成熟、性能先进、结构简单、维修方便、质量稳定、运行可靠、外形美观的产品。

屏蔽门控制系统是屏蔽门系统中比较重要的组成部分。所以,现场总线技术在其控制系统中的应用,是比较关键的地方。在下面的内容中,将对屏蔽门控制系统以及现场总线技术的应用做重点阐述。

3 屏蔽门控制系统的结构与功能

3.1 屏蔽门控制系统的结构

对于地铁的侧式和岛式站台来说,屏蔽门控制系统应由两个控制子系统组成,而一岛两侧式站台的屏蔽门控制系统则应由四个控制子系统组成。

①)屏蔽门控制子系统

站台每侧屏蔽门需配置一个完整的控制子系统,其中包括DCU组、PSA、PSL、屏蔽门单元控制器(PEDC),以及与其他系统的接口。系统内部采用现场总线和硬线连接两种方式。

②)中央接口盘(PSC)的组成

每个车站的屏蔽门设备室内均应设置一个PSC。PSC应由屏蔽门单元控制器(PEDC)和外围接口构成。对于岛式站台和侧式站台,PSC需包括两个PEDC,分别控制两侧站台的屏蔽门;对于一岛两侧式站台,PSC需包括四个PEDC,分别控制四侧站台的屏蔽门。

PEDC应采用不低于16位的微处理器;存放数据可调参数和软件的静态随机存储器(SRAM)、闪速存储器(FLASH MEMORY)和电可擦除程序存储器(EEPROM)应具有浮点运算能力、运行监视和自诊断功能;与DCU连接的两个现场总线接口;与PC连接的RS232串行通信接口和与PSL连接的硬线连接端子。

③)门控单元(DCU)的组成

DCU是滑动门电机的监控装置,每个滑动门均应配置一个DCU,并安装在门体上部的顶箱内。

DCU应采用不低于16位的微处理器、存放数据可调参数和软件的静态随机存储器(SRAM)、闪速存储器(FLASH MEMORY)和电可擦除程序存储器(EEPROM)。且应具有浮点运算能力、运行监视和自诊断功能。

DCU需配置自动/手动转换开关,手动开门/关门按钮,门状态指示灯,以及与PSC、PSA和其它DCU连接的双重冗余的现场总线接口等。此外,DCU还需配置控制门动作或提供门状态的硬线接口(用于连接PSL)以及与PC机连接的RS232串行通

信接口。

④)就地控制盘(PSL)的组成

每侧站台均需设置一个PSL,与列车正常停车时驾驶室的门相对应。PSL需具有与DCU、PSC连接的硬线接口。

⑤)远方报警盘(PSA)的组成

岛式站台的两侧屏蔽门共用一个PSB(监控亭),内设两个PSA,监视两侧站台屏蔽门的运行;侧式站台在每侧站台各设置一个PSB(监控亭),内设一个PSA,监视本侧站台屏蔽门的运行。一岛两侧式站台PSA也按上述原则设置。

PSA内部应采用不低于16位的微处理器,主频不低于16MHz,并配有存放数据、可调参数和软件的SRAM、FLASH MEMORY和EEPROM,且应具有浮点运算能力、运行监视和自诊断功能。

PSA应能通过两路互为备用的现场总线与PSC连接,还需有一个编程/调试接口(可采用RS232串行通信接口),此外还需有音响报警器,且应具备消音功能。

PSA盘面应配有若干操作按键,可进行基本翻页及故障查询操作,满足用户的查询功能,具体功能描述在设计联络中确定。

⑥)网络系统的组成

屏蔽门控制系统应采用现场总线技术,按照控制系统向分散化、网络化、智能化发展的要求,把挂接在总线上、作为网络节点的设备,连接为网络集成式的全分布控制系统。以实现屏蔽门的基本控制、参数修改、报警、显示、监视等综合自动化功能。

1) 在一个屏蔽门控制子系统中,PEDC、PSA和DCU组应通过双重冗余的现场总线构成开放的通信网络系统。两路现场总线应互为热备用,它们可同时传送网络数据。如果工作中的一路现场总线发生故障,另一路备用的现场总线应自动进入工作状态。整个切换过程应无扰动,不应影响屏蔽门系统的正常运行。

2) 网络拓扑结构应为总线型。

3) 网络物理层物理接口标准可采用RS485/422国际标准,并应满足地铁环境的电磁兼容要求。

4) 网络数据链路层可采用CRC校验措施。

5) 网络节点数不应少于63个。

6) 网络通信系统的数据信号速率不应低于76.8Kbps。

7) PSL应通过硬线与DCU组和PEDC相连。

8) PEDC 应通过硬线与信号系统相连。

9) PSC 应通过一个现场总线接口与 EMCS 连接。其接口标准应满足 EMCS 的通信接口要求。

7) 屏蔽门控制系统岛式站台构成, 如图 1 所示。

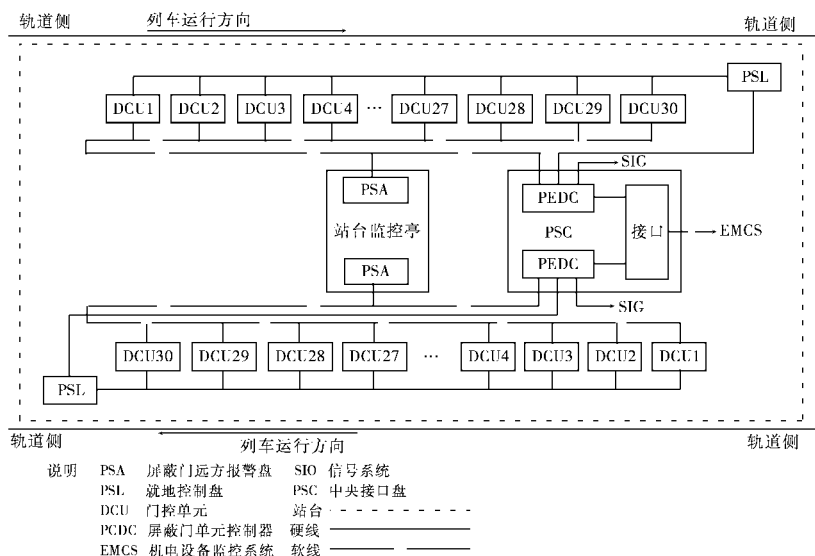


图 1 屏蔽门控制系统岛式站台构成

8) 屏蔽门控制系统侧式站台构成, 如图 2 所示。

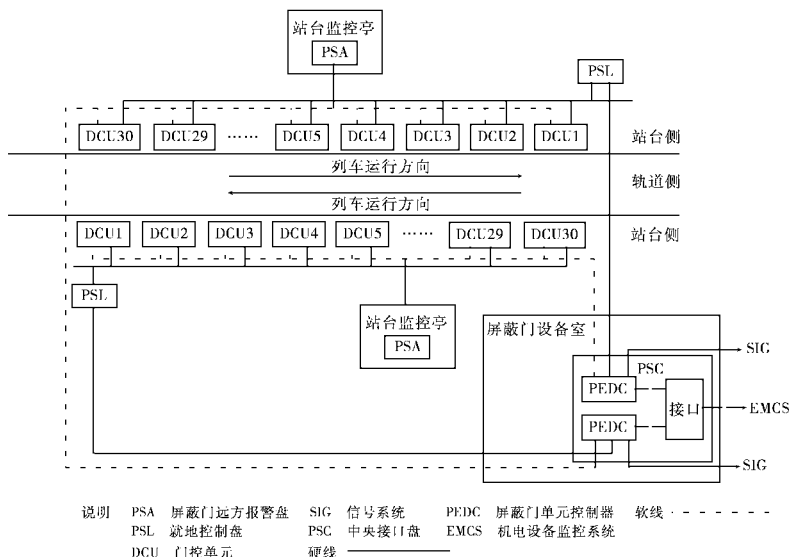


图 2 屏蔽门控制系统侧式站台构成

3.2 屏蔽门控制系统的功能

1) 控制功能

屏蔽门控制系统需具有系统级控制、站台级控制和手动操作三级控制方式。三种控制方式中以手动

操作优先级最高, 系统级最低。

1) 系统级控制

系统级控制是在正常运行模式下由列车驾驶员对屏蔽门进行的控制方式。在系统级控制方式下, 列车到站并停在允许的误差范围内时, 列车驾驶员应在驾驶室内进行开门和关门操作, 控制命令经信号系统 (SIG) 应发送至 PSC, 由 PSC 对 DCU 进行控制, 实现屏蔽门的系统级控制操作。

2) 站台级控制

站台级控制是由列车驾驶员在站台 PSL 上对屏蔽门进行的控制方式。当系统级控制不能正常实现时, 如 SIG 故障、PSC 对 DCU 控制失败等故障状态下, 列车驾驶员应在 PSL 上进行开门、关门操作, 实现屏蔽门的站台级控制操作。

3) 手动操作

手动操作是由站台人员或乘客对屏蔽门进行的操作。当控制系统电源故障或个别屏蔽门操作机构发生故障时, 站台工作人员在站台侧用钥匙或乘客在轨道侧用开门把手打开屏蔽门。

2) 监测功能

1) 关门检测到障碍物

当屏蔽门在关闭过程中夹住人或物时, 如果夹紧力大于设定值, 滑动门应立即停止关闭, 同时泄掉夹紧力, 解脱被夹的人或物。过一定时间后, 门应重新关闭。若经一段时间后 (由 DCU 设定) 门仍不能关闭锁定, 则屏蔽门应停止关闭, 并发送报警信号及故障信息。

2) 控制系统应能监视屏蔽门 (包括电动门和手动门) 的开、关、自动、手动等状态并可输出相应的灯光信号, 并及时监测网络通信系统以及供电电源等设备的运行情况。

3) 控制系统应能对故障信号进行采集和报警, 并可以在系统内设置必要的逻辑闭锁及解除闭锁的功能。这些故障信号包括 DCU 和门机故障、电源故障、网络通信系统故障等。

8) 屏蔽门控制系统与 EMCS (设备监控系统) 通信功能

屏蔽门控制系统应能够通过现场总线接口与EMCS相联系,以便传送屏蔽门系统的操作、状态、报警及故障信号至车站控制室。

4) 中央接口盘(PSC)的功能

PSC是整个控制系统的核心单元,控制整个系统的工作过程,应实现系统内部信息的收发、采集、汇总和分析,并应实现与系统内部PSL、PSA和DCU各单元之间、与系统外部EMCS和SIG之间的信息交换。

5) 门控单元(DCU)的功能

能够执行系统级和站台级控制命令,能够采集并发送门状态信息及各种故障信息,并可以通过DCU内设置的编程/调试接口(可采用RS232串行通信接口)可下载可调参数和软件,并可进行重新编程和参数的重新设置。

6) 就地控制盘(PSL)的功能

当信号系统对屏蔽门的控制发生故障时,由该设备(PSL)对DCU进行控制。

7) 远方报警盘(PSA)的功能

PSA的液晶显示器窗口用于显示系统当前运行状态,对各种故障信号进行监视报警,并能显示系统历史运行记录(监控室监测人员应能利用操作键查询历史运行记录)。通过PSA内设置的编程/调试接口(可采用RS232串行通信接口)可下载可调参数、软件以及历史运行记录等,并可对PSA重新编程。PSA可以打印指定时间内的运行记录,并可在此基础上进行运行状况和故障信息的汇总及统计。

4 现场总线技术的应用

现场总线是应用在生产现场、在微机化测量控制设备之间实现双向串行多节点数字通信的系统,也被称为开放式、数字化、多点通信的底层控制网络。

现场总线存在多种标准,影响较大的有Profibus、CAN、FF、LonWorks、HART、WorldFIP等,这些总线具有各自的特点,在一些特定领域显示了自己的优势。

Profibus与CAN总线技术可以说是近年来应用最为广泛的现场总线技术,其在交通、地铁等领域中的应用也日趋成熟。下面分析和比较这两种现场总线技术,为屏蔽门控制系统究竟采用何种现场总线技术做一些理论上的探讨。

4.1 PROFIBUS 简介

Profibus是一种国际化的、开放的、不依赖于设

备生产厂商的现场总线标准。它由三个兼容部分组成,即PROFIBUS-DP、PROFIBUS-PA、PROFIBUS-FMS、PROFIBUS-DP/PA/FMS均使用了国际标准ISO7498开放系统互连网络OSI参考模型中的物理层、数据链路层和用户接口层,FMS还使用了第七层,而DP/PA未使用第七层。

Profibus总线是基于令牌协议加主从总线的介质存取方式,主站以主从方式与从站通信,各主站之间由令牌协议决定总线控制权。其网络结构如图3所示。

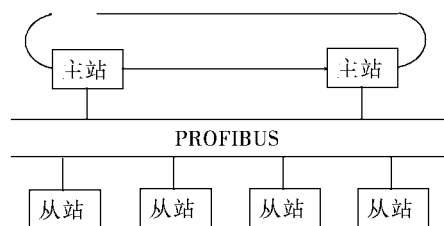


图3 PROFIBUS网络结构

Profibus总线主要用于高速和对时间较苛求的数据传输,也可用于大范围的复杂通信场合。具体讲,PROFIBUS-FMS主要用于车间级(单元)的通信,它的通信是面向对象的。PROFIBUS-PA主要用于流程工业自动化领域。而PROFIBUS-DP却很适合于现场级的高速数据传输,解决自动控制系统通过高速串行总线与分散的现场设备之间的通信任务。因而相对于PROFIBUS-PA与PROFIBUS-FMS来说,更适合于地铁、交通等领域。PROFIBUS-DP除了安装简单外,还有较高的传输速率(可达12Mbit/s)。多种拓扑结构以及可选的光纤双环冗余。另外,PROFIBUS-DP是一个主站/从站(Master/Slave)总线系统。这一点使它在地铁屏蔽门控制系统中的应用处于劣势。

4.2 CAN 简介

CAN(Controller Area Network)即控制器局域网。由于其高性能、高可靠性、及独特的设计,CAN越来越受到人们的重视。CAN属于总线式串行通信网络,由于其采用了许多新技术及独特的设计,与一般的通信总线相比,CAN总线的通信具有更突出的可靠性、实时性和灵活性。

CAN总线系统的一般组成模式如图4所示。

CAN总线特点可概括如下:

* CAN为多主方式,即网络上任一节点均可在

任意时刻主动地向网络上其他节点发送信息,而不分主从,通信方式灵活,且无需站地址等节点信息。这一点使 CAN 在一定程度上更适于地铁屏蔽门控制系统。

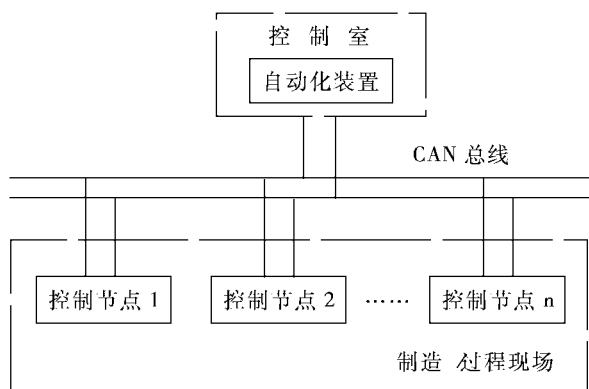


图4 CAN总线的一般组成模式

* CAN的直接通信距离最远可达10Km(速率5kbps以下),通信速率最高可达1Mbps(此时通信距离最长为40m)。在这一点上,CAN不如PROFIBUS-DP的传输速率快,这也是在地铁屏蔽门控制系统中,PROFIBUS-DP的优势所在,但根据屏蔽门控制系统的技术要求,以及本身的特点(在地铁站台层其系统的距离较近),CAN总线所达到的通信速率已足够满足其性能要求。

* CAN总线还采用了短帧结构,传输时间短,受干扰概率低,具有极好的检错效果。

* CAN总线相对于其他总线来说,每帧信息都有CRC校验及其他检错措施,保证了数据出错率极低。

总之,CAN总线与PROFIBUS-DP总线在地铁屏蔽门控制系统中的应用中各有优势。尽管在通信速率上,CAN总线相对PROFIBUS-DP不占优势,但从前面所论述的屏蔽门系统的结构与功能来看,从CAN总线所具备的总体及综合优势而言,CAN总线应是更为合适的一种选择。

5 关于FCS与DCS的思考

FCS(现场总线系统)较之传统的DCS(由专用总线网与大型控制柜组成)相比,的确有一定的优越性。这在前面已进行了论述。但近年来,DCS在可靠性、开放性、标准性方面也进步不小。

由于FCS发展的时间还很短,在许多方面仍存在不足,而传统的DCS往往又可以解决这些不足。比

如,关于控制系统的可靠性。FCS提出控制功能块分散到仪表上、总线上,特别是一些复杂的连锁控制计算,要放到一块智能仪表上实现,实在有些勉为其难。还有,在DCS中网络、控制器一般都要用冗余结构、支持无扰切换和带电插拔,但是在FCS中就难以解决。

鉴于此,笔者在广州地铁屏蔽门控制系统的设计中,仍以DCS为主,但在DCS中部分采用了现场总线技术。我认为,虽然现场总线系统在当前已经形成一定的趋势,但在其稳定性和可靠性等方面都存在瓶颈的情况下,对于地铁这样一个非常重要且很有影响的项目中盲目追新是欠妥的,应该在立足稳定、安全、可靠的基础上适当地采用新技术,不失为一种负责的态度。

和利时公司在其MACS系统中,曾提出过有关“域”这样一个新概念与新技术。笔者在广州地铁屏蔽门控制系统设计过程中,借鉴并参考了这一概念。

在许多实际的大型控制系统中,被控对象按流程特点常常要分为多个相对独立的部分,例如:在核电站控制系统中,核岛部分的要求与常规岛的控制要求和安全要求不同,在这种过程中,我们一方面希望集中操作与管理,同时又希望系统的几个部分相对独立便于实施和确保实时性与安全性。为此,和利时公司在其MACS系统中采用“域”的概念,把整个大型控制系统用高速实时冗余网络分成若干相对独立的分系统,一个分系统构成一个域,各域共享管理和操作数据,而每个域内又是一个功能完整的DCS系统,以便更好地满足用户使用。对于大多数的中小型控制,只需一个域即可满足所有的控制和操作管理功能。

在广州地铁屏蔽门控制系统的设计过程中,笔者基于“域”这样一个概念,针对屏蔽门控制系统提出了屏蔽门控制子系统的概念。一个控制子系统在某种意义上就对应着MACS系统中所谓的“域”。当然,这个屏蔽门控制子系统与“域”有些不同。在我设计的系统中,针对于地铁每个侧式和岛式站台来说,屏蔽门控制系统是由两个控制子系统组成,而一岛两侧式站台的屏蔽门控制系统则是由四个控制子系统组成。

在MACS系统中,每个“域”或许都是不同的,而在设计的系统中每一个子系统的结构都是相同的,这在一定程度上提高了系统在整条地铁线路上的通用性。

至于每个屏蔽门控制子系统,则包括DCU组、

(下转第23页)

表 1

(上接第 12 页)

PSA、PSL、屏蔽门单元控制器(PEDC),以及与其他系统的接口。其中 PEDC、PSA 和 DCU 组应通过双重冗余的现场总线构成开放的通信网络系统。两路现场总线应互为热备用,它们可同时传送网络数据。如果工作中的一路现场总线发生故障,另一路备用的现场总线应自动进入工作状态。整个切换过程应无扰动,不应影响屏蔽门系统的正常运行。

在每个子系统内通过现场总线和硬线连接两种方式将各设备连接为一个功能完整的 DCS 系统,从而较好地实现了地铁屏蔽门系统的功能。

6 结束语

21 世纪将是中国城市轨道交通的新纪元,经济改革将会伴随更大的都市化,促使城市公共交通的

发展,甚至成为一个更迫切的任务。有业内人士称中国是世界城市轨道交通最大的市场。人们对接纳更多地铁和轻轨交通的必要性的认识似乎应使我国至少 20 多个大城市进入城市轨道交通的市场。另外,从当前飞速发展的科学技术来看,在控制系统领域也将会迎来一个更快更新的发展。如何将当前的最新成果较好地应用于实践中,尤其是地铁和轻轨交通系统中,就成为我们目前重要的研究课题之一。

参考文献

1. 阳宪惠主编,现场总线技术及其应用,清华大学出版社,1999.9
2. 郭宽明编著,现场总线 PROFIBUS 技术应用论文集(内部资料),CAN 总线原理和应用系统设计,北航出版社