

# 轨道交通综合监控系统集成技术分析

康盛 汤知 王芳

上海电气自动化设计研究所 200023

**摘要** 通过对国内外城市轨道交通综合系统的调研,结合上海地铁多条线路的综合监控系统的实际工程情况,分析了目前地铁综合监控系统的集成模式。通过比较指出顶端信息集成模式存在的不足,并提出将相关控制层设备纳入综合监控系统的深度系统集成模式的设计新思路。

**关键词:** 综合监控系统 集成和互联 顶端信息集成 深度系统集成

**Abstract:** Through the investigation of local and oversea municipal rail traffic integrated system, we analyse present integrated model of rail traffic integrated monitoring system with actual project problem of ShangHai rail traffic monitoring system. Under the comparison of related model, we point out the disadvantage of top information integrated model and advise a piece of new thinking integrating controlling layer into integrated monitoring system called deep integrated system.

**Keyword:** integrated monitoring system, integrated and interconnection, top information integrated deep integrated system

## 1 概述

近年来,随着科学技术的进步和计算机集成技术的发展,通过统一平台将多个地铁机电系统进行集成的设想成为了可能。在当前国内城市轨道交通大规模建设时期,上海地铁借鉴国外成功的系统集成经验,率先在国内地铁项目引入综合集成的技术,从上海地铁3号线开始新增主控系统(即综合监控系统)。通过该系统提供的统一软硬平台,将中央调度人员和车站值班人员所关心的监控信息汇集在一起,在功能强大的软件开发平台的支持下,最终用户可通过图形化人机界面,方便有效地监控管理整条线路机电系统的运作情况。该系统实现了各底层系统之间信息共享和协调互动,从而推动地铁自动化整体水平迈上一个新的台阶。

随着上海地铁综合集成技术的成功引入,国内其他城市轨道交通同行也积极响应,纷纷打破以往各监控系统分立的建设模式,在各地城市轨道交通的新线建设项目建设中增设综合监控系统。综观全国,综合监控集成技术已遍地开花,构建综

合监控信息共享平台已成为国内地铁自动化技术发展的方向,已成为实现地铁行业管理科学化和信息化的一项重要措施。

## 2 综合监控系统的集成平台

现代化的地铁运营管理要求自动化系统能提供一个可实现信息互通和资源共享的平台。综合监控系统采用通用性好、符合国际标准或行业标准的、高可靠的网络交换机、服务器和工控机等网络和计算机产品来构建统一硬件集成平台,采用模块式、类似积木结构的多层软件开发平台定制应用软件,采用通用开放的硬件接口及软件通信协议,以集成和互联的方式与各接入系统实现信息交换,最终实现对各相关机电设备的集中监控功能和各系统之间的信息互通、信息共享和协调互动功能。

综合监控系统的主要功能包括对机电设备的实时集中监控功能和各系统之间协调联动功能两大部分。一方面,通过综合监控系统,可实现对电力设备、火灾报警信息及其设备、车站环控设备、区间环控设备、环境参数、屏蔽门设备、防淹门设备、电扶梯设备、照明设备、门禁设备、自动售检票设备、广播和闭路电视设备、乘客信息显示系统的播出信息和时钟信息等进行实时集中监视和控制的基本功能;另一方面,通过综合监控系统,还可实现晚间非运营情况下、日间正常运营情况下、紧急突发情况下和重要设备故障情况下各相关系统设备之间协调互动等高级功能。综合监控系统的集成平台示意如图 1 所示。

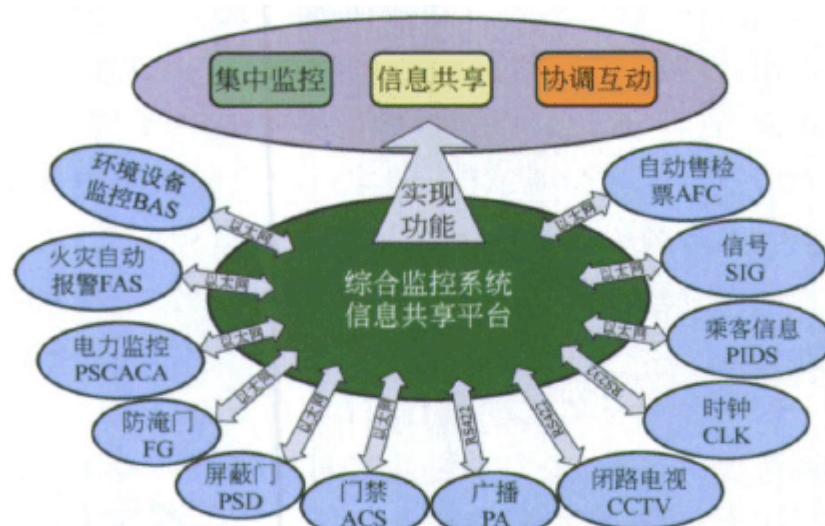


图 1 综合监控系统集成平台示意图

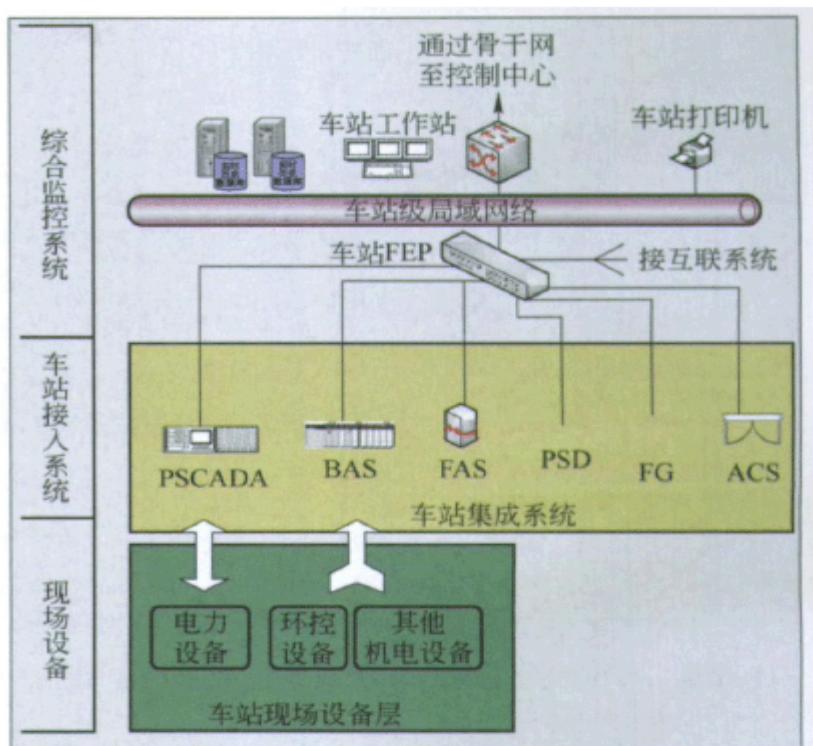
### 3 现有集成模式的分类和比较

#### 3.1 现有集成模式的分类

根据国内外地铁综合监控系统的最新发展状况,按照集成规模和深入程度来分类,目前综合监控系统的集成模式主要包括两种,即顶层信息集成模式和深度系统集成模式。

##### 3.1.1 顶层信息集成模式

国内外地铁早期建设的地铁综合监控系统皆采用顶层信息集成模式。顶层信息集成的综合监控系统,是在中央、车站和车辆段将集成系统和互联系统的重要监控信息统一汇集处理,然后再显示到中央和车站的图形化人机界面上,其实质就是将早期分立监控模式下各子系统的上下位机结构拆分成两个独立部分进行设计、实施和调试。其一大特点就是在各站点将原来分立的各集成子系统拦腰截为两部分,上位机监控部分功能由综合监控系统来完成,下位控制器部分功能由各集成子系统完成,建立在此结构上的综合监控系统,通常会设置专门的网关



接口设备(如前端处理器 FEP)来实现与各接入系统的数据通信和信息隔离,这样的系统划分方式将导致综合监控系统独享上层已搭建的网络资源。顶层信息集成模式下各系统划分示意图如图 2 所示。

图 2 顶层信息集成模式下各系统划分示意图

### 3.1.2 深度系统集成模式

深度系统集成模式是在总结国内外地铁建设经验教训的基础上,对顶层信息集成模式的一种继承和发展。其指导思想就是将原来分层设置的多个监控系统作为一个大规模的综合自动化系统,进行统一设计、招标、实施和调试。深度系统集成模式的综合监控系统的内容也相应扩大,包括了原来顶层集成模式的综合监控系统、电力监控子系统(PSCADA)、环境与设备监控子系统(BAS)、火灾自动报警子系统(FAS)和门禁子系统(ACS)等多个部分。其主要特点为将分立监控系统上下位机结构作为一个整体进行考虑,原来分立系统的功能统一在综合监控系统软硬件平台上完成。深度系统集成模式在接入方式上进行了优化设计,多个控制层设备(如PSCADA控制器、BAS控制器、FAS报警盘和ACS控制器等)皆直接连接到综合监控系统的站级局域网络上,这样的设计在简化网络层次的同时,还满足相关子系统设备异地通信和远程访问等功能需求。深度系统集成模式下各系统划分示意图如图3所示。

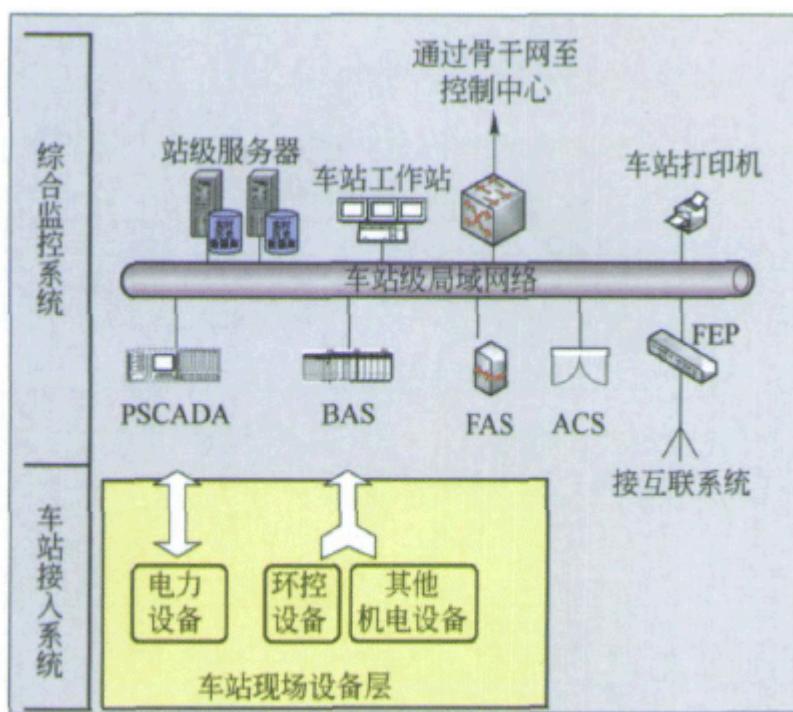


图3 深度系统集成模式下各系统划分示意图

## 3.2 两种集成模式的比较

自 20 世纪 90 年代中期开始, 随着网络技术和计算机技术的发展, 综合监控集成技术在国外早期建设的地铁工程中逐渐得到推广应用。这段时期的综合监控系统的集成模式大多采用顶层信息集成模式, 强调对综合监控系统的自身性能保护, 通过网关接口设备(前端处理器 FEP)将各接入系统所上传的监控信息进行有选择性的筛选, 有效地控制子系统上传点数的总体规模, 从而保证自身系统的稳定性和实时性。客观来看, 这种集成模式受到当时网络传送带宽和计算机软件数据处理能力等多方面因素的限制, 通过有效手段控制整个系统监控点数的办法, 是与当时的计算机网络技术和系统集成技术水平相适应的。上海地铁 3 号线主控系统, 就是采用这种集成模式的系统构架来进行工程实施的。虽然系统功能上基本满足运营调度指挥的需要, 但是在实际工程实施过程中却发现, 由于硬件构架上的限制, 采用顶端信息集成模式的系统存在以下问题。

### 3.2.1 顶层信息集成模式的缺陷

(1) 从网络资源利用率来看, 一方面该模式的综合监控系统独自享用网络资源且余量较大, 另一方面各重要集成子系统站间通信和远程访问等功能所需的网络通道却无法由综合监控系统提供。为了实现这些站间通信功能, 这些子系统只好采用另外再单独组网的方式来解决, 如上海地铁 3 号线 BAS 子系统和 FAS 子系统等。这样既造成既有资源浪费, 又牺牲子系统原有的部分辅助功能, 同时还增加了工程整体投资成本。

(2) 从软件数据采集和处理方面来看, 由于该模式的综合监控系统通过网关设备将两个分开的软件平台连接在一起, 使得原本可以一次完成数据采集、数据处理和数据表示的一体化软件处理方式, 变成先由被集成子系统进行数据采集、数据处理、数据表示后, 再转发到综合监控系统, 综合监控系统接收到数据后再进行数据转换、数据再处理和数据表示等过程。由此看出, 在整个数据处理过程中增加了一个转换和再处理环节, 直接导致系统的实时响应性受到拖累。为克服这种不利影响, 综合监控系统只能采用控制系统监控点数的方法来解决实时响应性的问题, 这样也间接导致被集成子系统的部分原有功能被弱化或舍弃。

(3)从工程实施过程上来看,由于整个机电自动化系统层次过多、多个承包商之间接口繁琐和接口协调量过大,导致各系统的调试工作量巨大、联调次数增加,故障诊断和系统维护也极为不便。

### 3. 2. 2 深度系统集成模式的优势

在上海地铁在3号线的实际工程经验的基础上,从7号线开始提出了深度系统集成的新思路。深度系统集成模式是对顶端信息集成方式的一种继承和发展,可以克服顶端信息集成模式自身存在的缺陷,其指导思想就是采用同一厂商的开放性软件集成平台来构建中间控制层和上层信息监控管理层的信息共享平台。相对于顶端信息集成模式而言,深度系统集成模式具备以下优势:

(1)在控制整体投资成本的同时,强化系统功能和实现网络资源共享。由于该模式的综合监控系统在上下位机的连接方式上采用主要控制层设备直接接入综合监控系统站级局域网的方式,这样控制层设备之间的站间通信功能和远程访问、下载和维护功能,皆可以通过综合监控系统构建的全线网络来实现,这在以往顶端信息集成模式中是无法实现的。采用深度系统集成模式的综合监控系统,既满足运营指挥调度人员的功能需求,又兼顾运营维护管理人员的功能需求,系统实现功能更加强大。同时,由于共享网络资源,集成子系统不需要再单独组网,因此整体工程的投资略有下降,系统性价比也更高。

(2)系统性能更强大。从软件数据采集和处理方面来看,由于该模式的综合监控系统用同一厂商的开放性软件集成平台,使得大多数监控数据可以采用一次数据采集、数据处理和数据表示的处理方式,而不需要进行顶端信息方式常见的数据转换和数据再处理等过程,因此减少了中间环节,系统实时响应性得到了保证,系统监控点数的规模也可相应扩大,从而导致实现功能更加完善和强大。

(3)降低了整体工程的实施难度。由于该模式的综合监控系统采用一体化设计思路,具有系统构架简约、层次简化和软件平台一体化等特点,因此在工程实施过程中,调试工作易于协调和统筹安排,部分调试工作安排在实验室即可进行,从而使整个系统的现场调试工作量减少,现场调试时间相应缩短,现场联调次数也减少,故障诊断和系统维护较为方便。此特点正好与目前大规模和工期较短的国内城市轨道交通的建设特点相适应。

### 3.2.3 结论

综合上述分析,以上两种集成模式的综合监控系统各有特点且结构各异,相比较而言,采用深度集成模式的综合监控系统性能更优、实现功能更强和性价比较高,因此逐渐被国内各地地铁同行所接受和采纳。目前,国内广州、深圳、北京、西安等城市的地铁新线皆根据各自的特点采用类似的建设模式,因此可预见,采用深度系统集成模式的综合监控系统,是目前地铁综合自动化系统发展的趋势和方向。

## 4 结语

本文论述的综合监控系统集成模式的思路来自这几年上海地铁多条新建线路综合监控系统工程的实践,是对国内地铁综合自动化系统创新建设模式发展过程的提炼和总结。随着城市轨道交通事业的蓬勃发展,具有活力的创新实践必将广泛地开展。

### 参考文献:

- [1]张 健.组件技术和信息系统多数据源集成的研究和实现[学位论文].长沙:中南大学,2001
- [2]余向海.城市轨道交通列车自动监控系统模块分析.电子工程师,2000(5)
- [3]GB50157—2003 地铁设计规范[S].北京:中国计划出版社.2003.
- [4]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,2005.
- [5]湛维昭.地铁机电系统综合集成平台的设计[J].都市快轨交通.2006,19(2):81-84.
- [6]顾明星,董德存.城市轨道交通信息通信系统技术.城市轨道交通研究,2003(6)]
- [7]上海申通地铁公司.上海市轨道交通三号线一期工程技术要求[G].上海.2001