

# 城市轨道交通车站设备联动调试问题分析

张 健

(上海申通轨道交通研究咨询有限公司, 201103, 上海//工程师)

**摘 要** 对合肥、上海、温州 3 条轨道交通线路综合联调过程中出现的车站设备问题,按照归属单位进行分类、统计及分析。从问题库中筛选出 3 个涉及消防的问题,并在技术上进行剖析研究。结合现场情况提出联调问题管理的 3 个侧重点。

**关键词** 城市轨道交通;车站设备;综合联调;消防设备

**中图分类号** U231.4;F530.7

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2020.07.040

## Analysis of Equipment Linkage Commission for Urban Rail Transit Station

ZHANG Jian

**Abstract** According to the station equipment troubles existing in the integrated linkage commission of three rail transit lines in Hefei, Shanghai and Wenzhou respectively, the problems are classified, counted and analyzed according to the units to which they belong. Then, three problems related to fire protection are selected from the database, detailed analysis and research are carried out in technology. Finally, three key points about the management of integrated linkage commission are put forward according to the site conditions.

**Key words** urban rail transit; station equipment; integrated linkage commission; fire protection

**Author's address** Shanghai Shentong Rail Transit Research and Consultancy Company, 201103, Shanghai, China

城市轨道交通综合联调主要涉及信号、通信、车辆、供电、车站设备等 5 个专业。车站设备涉及的接口设备如垂扶梯、环控设备、给排水设备、动力照明等面较广,接口点位多。在火灾等灾害工况下,车站机电设备对烟气的排除、人员的及时疏散起着至关重要的作用。在交办运[2019]17 号《城市轨道交通初期运营前安全评估技术规范 第一部分:地铁和轻轨》中,多项条文涉及车站设备系统。

本文以多个地铁项目在联调联试中发现的车站设备调试问题为样本,通过归类整理,筛选有代表性、影响较大、较难整改的涉及消防的问题进行

分析,并结合现场情况提出联调问题管理的 3 个侧重点。

## 1 城市轨道交通车站设备联动调试问题分类

### 1.1 车站设备联动调试问题类别

以合肥轨道交通 X 号线、上海轨道交通 X 号线、温州市域铁路 X 线调试问题为样本,对调试问题按照归属单位进行划分。车站设备专业综合联调中的问题可以分为甲供设备、安装单位、弱电总包、设计院 4 个责任方。

甲供设备类问题责任单位为甲供设备供应商,类似隧道风机、电梯、自动扶梯等这类设备,会出现“TVF(隧道风机)软起动故障”、“BAS(环境与设备监控系统)与电梯通信故障”等问题。安装单位的问题主要体现在乙供安装进度滞后、设备故障、与第三方的交叉界面上,例如,“组合风阀未安装完成”“排烟风机交流接触器热继与实际风机功率不匹配”“装修标段设备的供电线未敷设到位”等问题。弱电总包的问题主要体现在 BAS、FAS(火灾报警系统)、ISCS(综合监控系统)自身设备安装、程序问题以及与接口设备的点位问题。如“火灾联动时相应防烟分区 ISCS 平台未显示”“OCC(运营控制中心)综合监控平台无法实现时刻表控制功能”等问题。设计单位问题主要体现在:第一,专业设计问题,如“正压风机接非消防电源箱内,不符合规范”;第二,专业接口问题,如“电动调节阀暖通图纸上有,动照图纸没有”;第三,设计单位与其他单位接口问题,如“智能照明执行夜间停运模式后,站厅、站台公共区无值班照明。”

### 1.2 不同线路车站设备联动调试问题对比分析

对上述 3 条线路车站设备的联动调试问题按照责任单位进行数据归类,并将数据进行标准化处理,如图 1 所示。

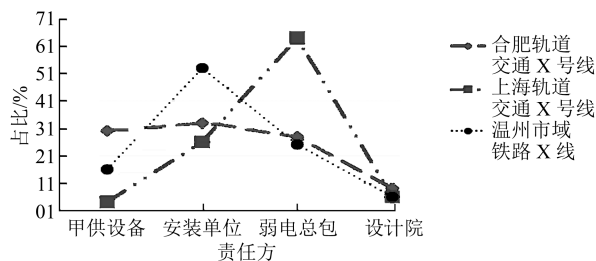


图1 3条线路车站设备联调问题归属单位比例对比图

由图1可以看出,3条线路的相同之处是安装单位、弱电总包的问题比例最高,甲供设备、设计院的问题比例依次降低。其中,合肥的甲供设备问题比例最高,主要是因为合肥轨道交通X号线将防火阀、电动调节阀纳入了甲供清单中。每个地下站约有180个防火阀、35个电动调节阀,这一块阀门故障是合肥甲供设备问题比其他线路高的主要原因。温州市域铁路X线安装单位的问题占比最高,主要原因为施工进度的部分滞后导致设备未安装完成,以及乙供设备的故障,例如“排烟风机交流接触器热继与实际风机功率不匹配,偏小”等问题。上海轨道交通X号线在弱电总包的问题上相比两条线弱电总包问题要高得多,主要原因是弱电总包调试投入资源不够,导致SIOS(车站控制室集成操作系统)、FAS、BAS系统在综合联调前未进行自查,出现类似“设备区烟感未输程序,无法测试”“风机设备,点位未添加”等问题。3条线路的设计院问题所占比例较接近,为6%~9%。经统计,设计问题中有51%是不同专业接口产生的问题,如暖通专业与动照专业,暖通专业与FAS专业;而37%的专业设计问题大部分都是粗心大意造成;最后12%的设计与其他单位接口问题,一般是因为设计功能的实现未考虑使用细节和安全隐患。如“TVF风道内吊装孔设计未考虑对封盖钢板进行固定设计,导致站台火灾工况下,钢板被掀翻掉入站台污水泵房内,有重大安全隐患”。

## 2 车站设备联动调试典型问题分析

对于综合联调中普通设备故障、接线错误、图纸编号重复等问题,本文不再赘述。本文基于现场情况,筛选了3项涉及消防、具有代表性的问题进行解析。

### 2.1 排烟防火阀熔断连锁关闭排烟风机

现场测试中发现,排烟防火阀熔断连锁关闭排烟风机这项功能,某些安装单位,甚至某些设计人

员都不清楚这项功能如何实现。

在《建筑防排烟系统技术标准》<sup>[2]</sup>第4.4.6条及《地铁设计防火标准》<sup>[3]</sup>第8.2.9条均有“排烟风机应与风机入口处的排烟防火阀连锁,当该阀关闭时,排烟风机应能停止运转”的规范要求。这项功能对于防止火灾在不同防烟分区的蔓延具有重要作用。

本案例根据设备接线图纸对此条文在现场如何实现进行解析。

图2为排烟防火阀接线端子图。图3为排烟风机控制原理图。图2中,防火阀有2路接线端子,一路为②、③常开点,接入FAS模块;另一路为④、⑤常闭点,接入图3的11、13点。当风管中烟气温度超过280℃时,防火阀中的温度熔断器熔断,阀门关闭,②、③点由常开点变闭点,通过FAS模块将报警信息传至车控室FAS主机;同时,④、⑤点由常闭点变开点,可从图3中看到主回路11、13点断开,排烟风机失电停止运行,此时可达到“排烟防火阀关闭连锁排烟风机停止运转”的规范要求。

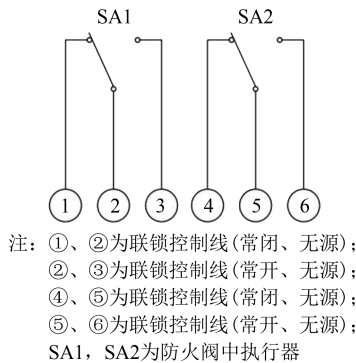
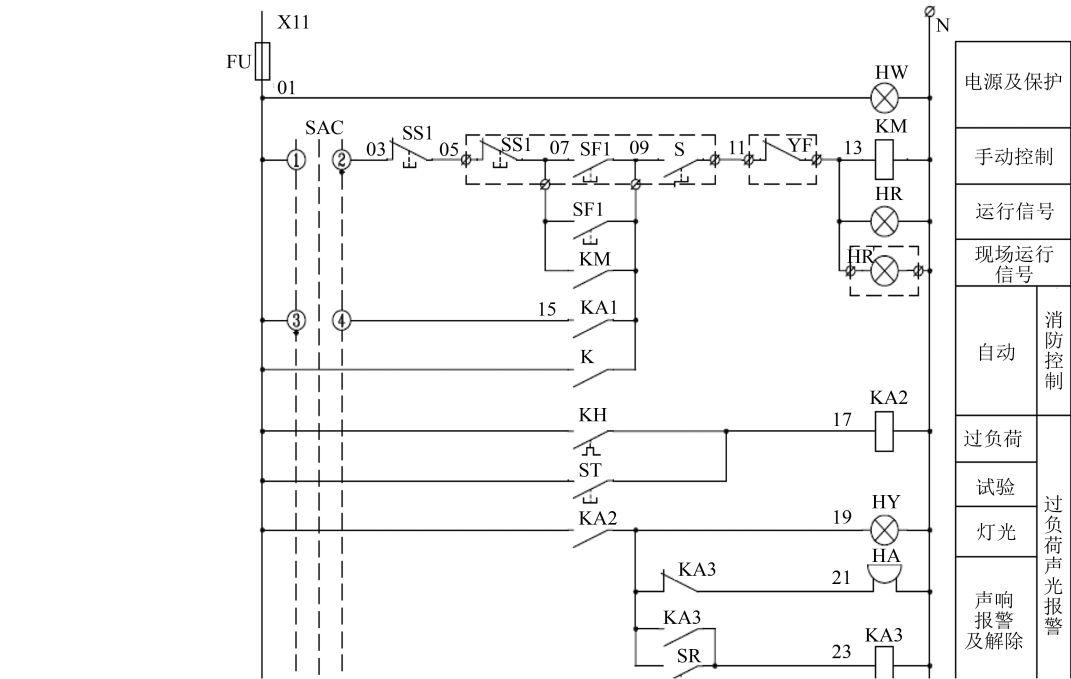


图2 排烟防火阀接线端子图

### 2.2 防排烟风机控制电缆感应电压烧毁FAS板卡

合肥轨道交通X号线FAS与排烟风机接口测试中发现,风机至FAS的控制电缆存在60~85V的感应电压,导致FAS火灾报警主机板卡被烧毁,测试无法进行。风机转换开关点位见表1。风机控制反馈点位见图4。风机电源端子排进出线见图5。

由图4和表1可知,排烟风机的就地/远方状态通过转换开关的旋转实现,其中⑦、⑧点在远方位时接通,将FAS系统反馈远方状态。而在图5中可以看出,将FAS系统的反馈线与转换开关1-2-3-4-5-6点位220V的强电线在同一线槽敷设,导致信号线在强电引起变化的磁场中获得感应电压,引起设备损坏。



注：FU 为熔断器；SAC 为选择开关；SS1、SF1、ST 为按钮开关；KA1—KA3 为中间继电器；KH 为热继电器；YF 为排烟防火阀；KM 为交流接触器；HW、HR、HA、HY 为相应灯光提示；S 为应急开关；K 为消防紧急开关；SR 为复位按钮

图 3 排烟风机控制原理图

表 1 排烟风机手操箱转换开关点位

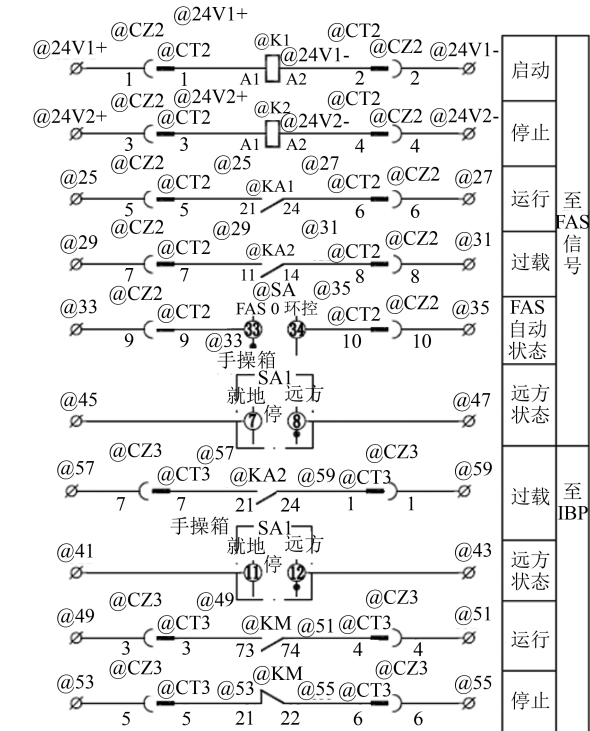
触点	定位特征		
	-45°(就位位)	0°(停止位)	45°(远方位)
1-2	通		
3-4			通
5-6	通		
7-8			通
9-10	通		
11-12			通

注：风机转换开关型号为 LW38D-164D-072313

《低压配电设计规范》<sup>[4]</sup>第 7.1.3 条规定：“电力回路与有防干扰要求的控制回路不应穿于同一导管内。”所以从规范角度而言，排烟风机控制回路与信号线设计在同一线槽内造成了事故。

因所有强弱电缆均已敷设到位，重新布置线路工作量巨大，可能影响工程节点。据此，经多方讨论，决定采用在控制回路增加继电器进行隔离，取继电器上的触点作为 FAS 反馈信号的方案。经试验，改造后的回路感应电压变小，未再发生击毁 FAS 板卡的事故。

据此，设计院应仔细审核设备厂家的控制原理图，重视强弱电回路不能使用同一线管，设备箱内强弱电线路要分别结束并分开排列；避免非同一等级的电压端子交叉混用，弱电与强电端子间必须



注：IBP 为综合后备操作盘；K1 为中间继电器；CZ 为插座；CT 为插头；SA 为选择开关

图 4 排烟风机控制反馈点位图

要有一定的间隔距离。

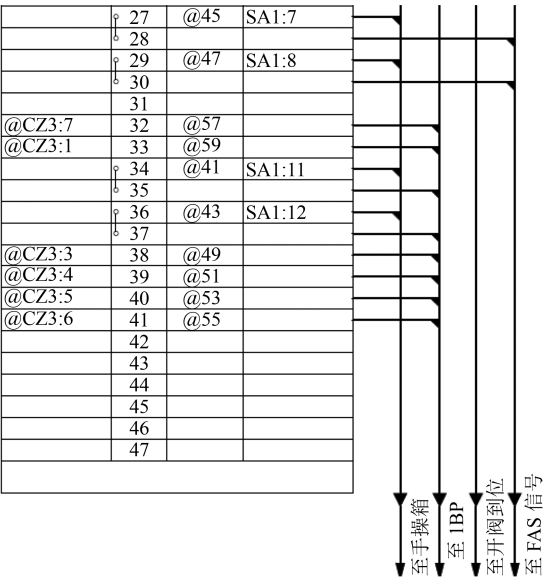


图 5 排烟风机 XT 电源端子排进出线图

2.3 消防泵房电接压力表压力值的设置

地铁车站消火栓系统一般采用消防水泵从市政给水管网直接抽水或设置消防水池的供水加压方式。通常情况下消火栓系统采取高位水箱或设

置稳压泵来满足消防水系统的静压和可靠性要求。当设置稳压泵系统时,根据 GB 50974—2014《消防给水及消火栓系统技术规范》<sup>[5]</sup>(以下简称《水规》) 11.0.4 条规定:“消防水泵及稳压泵应由出水干管上的压力开关(以下简称“电接压力表”)直接自动启动水泵。”

现场某测试时发现,车站风水电安装人员一般不负责消防出水干管上电接压力表的设置,某些车站给排水图纸里亦未注明消防水泵、稳压泵电接压力表的启泵、停泵压力值,这样导致水泵厂家在现场只能根据经验进行电接压力表启泵、停泵压力值的设置,造成稳压泵启泵频繁。本文以某高架站电接压力表的设置进行计算分析,探讨符合规范要求的电接压力表的数值设置。

该高架站为 3 层车站,分别为地面层、设备夹层、站台层。地面层设置消防泵房,采用临时高压消防给水系统,不设高位消防水箱。消防系统含 2 台消防水泵(1 用 1 备)、2 台稳压泵(1 用 1 备)及气压罐 1 套,设置消防水池对消防水泵、稳压泵供水。消防系统原理见图 6。

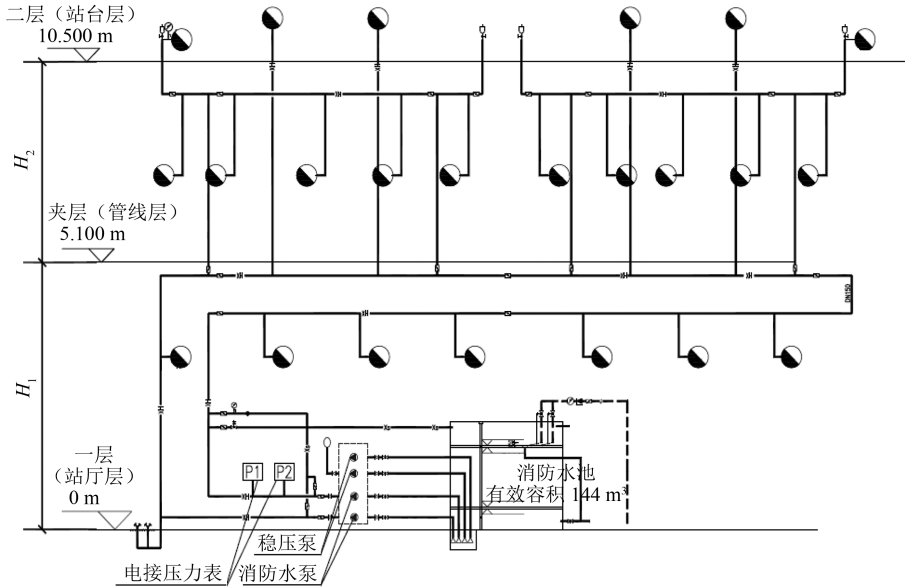


图 6 某高架站消防系统原理图

根据《水规》5.3.3 中第 2 款规定:“稳压泵的设计压力应保持系统自动启泵压力设置点处的压力在准工作状态时大于系统设置自动启泵压力值,且增加值宜为 0.07~0.10 MPa。”第 3 款规定:“稳压泵的设计压力应保持系统最不利点处灭火设施在准工作状态时的静水压力应大于 0.15 MPa。”稳压泵的启泵压力  $P_1$  应满足式(1)、式(2)要求(忽略电接

压力表安装高度、最不利点安装高度):

$$P_1 \geq \rho g(H_1 + H_2) + 0.10 \tag{1}$$

$$P_1 \geq \rho g(H_1 + H_2) + 0.15 \tag{2}$$

式中:

- $\rho$ ——水的密度,取 1 000 kg/m<sup>3</sup>;
- $g$ ——重力加速度,取 10 m/s<sup>2</sup>;
- $H_1$ ——地面层至夹层的高度,m;

$H_2$ ——夹层至站台层的高度, m。

通过式(1)、式(2)及图6计算,可将 $P_1$ 设置为0.3 MPa。根据《15S909 消防给水及消火栓系统技术规范图示》<sup>[6]</sup>(以下简称《图集》)规定,停泵压力 $P_2 = P_1/0.8 = 0.38$  MPa。此时, $P_1, P_2$ 可满足《水规》中5.3.3第1款“稳压泵的设计压力管网充满水的要求”,而“自动启动”的要求可由电接压力表至稳压泵的控制回路实现。

根据《图集》中消防水泵启泵压力 $P_3 = P_1 - 0.07$  MPa = 0.23 MPa。此时停泵压力应大于消防水零流量(静水压力与水泵扬程之和),即消防水泵停泵压力 $P_4 \geq \rho g(H_1 + H_2 + h_0 + h_1) = 1.135$  MPa( $h_0$ 为消防水泵扬程,为50 m; $h_1$ 为稳压泵扬程,为53 m)。根据《水规》第11.0.2款“消防水泵不应设置自动停泵的控制功能”的要求,消防水泵停泵压力可按照大于1.135 MPa进行设置。

上述是按照高架站有消防水箱的情况下进行消防水泵、稳压泵的启停泵压力计算。若是地下站且无消防水箱,采用的是由市政给水管网直接抽水加压的供水方式,还需考虑市政管网的供水压力。

### 3 车站设备联动调试问题的管理方法

将前述车站设备调试问题按照归属单位,即甲供设备、安装单位、弱电总包、设计院进行划分,提出以下几点管理侧重点。

#### 3.1 加强图纸质量管理和重视设计联络会

对于专业设计问题和专业接口问题,需由总体院、工点院按照质量管理体系控制内审程序,重视校审、会签流程。对于设计单位与其他单位接口的问题,设计院需重视设计联络会,派驻有经验的设计人员参加,尽可能避免无法落地的接口内容出现,并考虑运营单位使用情况和现场情况。

#### 3.2 做好设备进场质量把控及单机单系统测试

甲供设备和安装单位在接口测试中出现的很多设备缺陷都可以在设备进场时进行筛选,避免部分设备更换周期较长,影响后续测试,例如电梯、风机控制柜等。此时监理单位需关注设备进场时间,做好设备进场验收手续。施工单位在设备安装完成后应在监理单位的见证下进行单机单系统的测试,留存测试记录。例如,水泵、风机、风阀均可按照设备位置与图纸的一致性、电气功能的完整性、设备标志的统一性等进行测试。

综合联调中各方案的顺利进行依赖着各个合格的接口测试,而接口测试顺利进行的基础则是单

机单系统的正常运行。所以,做好设备质量把控和单机单系统测试可以解决大部分甲供设备、施工单位的调试问题。

#### 3.3 弱电总包与风水电安装单位施工计划的匹配

弱电总包内BAS系统的模块箱安装、FAS系统的防火阀接线、ISCS系统的交换机安装、门禁系统的电插锁均须在风水电安装单位的相应前序工程做完才能进行,所以弱电总包与风水电各标段安装单位联系格外紧密。现场测试时经常出现水泵、风机、AFC(自动售检票)、广播等设备安装完好,但弱电控制系统接线未接、程序未编的情况。作为业主,可以将风水电安装单位与弱电总包单位的施工计划进行对比、调整,合理安排交叉施工,可以有效推进工程进度并减少联调时出现的交叉界面问题。

### 4 结语

车站设备专业是城市轨道交通综合联调中难啃的骨头,接口系统繁,设备点位多,工作量大。总结各条线车站设备专业的调试问题,特别是消防设备相关问题,有助于业主在设计阶段、安装阶段预见性地采取措施。在管理上可加强计划调度,捏合弱电总包和风水电、装饰装修单位,避免影响线路试运营开通时间节点;在技术上可避免影响范围广、较难整改的问题出现。从应急防灾方面而言,车站设备专业大部分综合联调方案是对车站设备在火灾等紧急情况下动作的模拟和考核,因此做好问题的分析对于车站的建设和运营具有重要意义。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国交通运输部.城市轨道交通初期运营前安全评估技术规范 第1部分:地铁和轻轨:交运办:[2019]17号[S].北京:中华人民共和国交通运输部,2019.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.建筑防烟排烟系统技术标准:GB 51251—2017[S].北京:中国计划出版社,2018.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部,国家市场监督管理总局.地铁设计防火标准:GB 51298—2018[S].北京:中国计划出版社,2018.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.低压配电设计规范:GB 50054—2011[S].北京:中国计划出版社,2011.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.消防给水及消火栓系统技术规范:GB 50974—2014[S].北京:中国计划出版社,2014.
- [6] 中国建筑标准设计研究院.消防给水及消火栓系统技术规范图示[M].北京:中国计划出版社,2015.

(收稿日期:2019-12-17)