

# 基于BIM技术的轨道交通地下车站空间营造设计

杨 清

上海市隧道工程轨道交通设计研究院 上海 200032

**摘要：**上海轨道交通建设历经三十年，机电及装饰安装的设计及施工理念也在发生重要转变，从功能设计为主到营造多元空间，服务人民、乘客至上，展示区域文化特色。BIM技术在轨道交通的应用方向和重点也从分专业单点化应用向集成化、一体化深化设计、深度协同转变。本文以上海轨道交通2号线西延伸工程蟠祥路站为例，从机电及装修设计出发，阐述应用BIM技术在车站公共区、设备区走廊、设备用房、设备夹层中，在视觉空间、美学空间、检修空间、操作空间、功能空间方面的营造，并在此基础上思考如何开展高效协同。

**关键词：**BIM技术；轨道交通工程；地下车站；精细化设计

引言：2023年上海地铁迎来了开通运营三十周年，全网运营里程超过800公里。上海地铁在建设中积累了大量机电与装饰安装的设计和施工经验，从规模化建设转向精细化设计、施工和管理，车站装修风格向工业艺术风转变。上海地铁应用BIM技术已有十余年，BIM技术应用深度逐步加深，BIM价值也被深度挖掘。以BIM技术为抓手，通过多专业高效协同设计、精细化管理、规范化施工，实现“设计精细化、施工标准化、工艺艺术化”的建设要求，最终达到呈现地铁车站独特的工业美感，给予乘客更加舒适愉悦的出行体验，大大方便后期的运营维护的目的。

## 1 项目概况

### 1.1 工程建设概况

上海轨道交通2号线蟠祥路站位于青浦区西虹桥片区，车站主体位于徐民东路下，西起蟠和路东至蟠祥路，车站西侧设4股存车线兼折返线，为12.5m单柱地下二层岛式车站，车站规模约为598.07m\*20.2m；车站共设有4个出入口，并为预留4个出入口。在项目建设全过程应用BIM技术，设计阶段应用BIM辅助机电专业精细化设计，打造装修机电一体化，旨在公共区优化空间，营造更好的视觉、美学空间，在设备区优化管线排布，实现更优的检修及操作空间。

### 1.2 工程建设重难点

1) 轨道交通车站是城市文化展示的窗口和名片，蟠祥路站是新一轮轨交建设中的先行站，项目要求汲取上一轮机电安装优秀经验，打造样板车站，要求优化车站机电管线设计施工，结合装修风格，打造更好的空间视觉效果。

2) 全站除部分管理用房外，均采用无吊顶方案，传统管线综合设计中各专业管线、终端设备、导向自成份

系，以满足设备功能要求为主要目标，常存在管线穿插不规则，支吊架及吊杆密集，造成无吊顶车站顶部强弱电桥架、喷淋管道布置错综复杂，顶部拥挤，空间感受不佳。

3) 蟠祥路站因工期要求，且受周边开发及管线搬迁等因素影响，机电安装施工工期非常紧凑，项目要求在施工前梳理好所有管线路由及各施工标段界面及接口，BIM作为重要抓手，在设计阶段要确保各类方案可落地实施。

## 2 基于BIM技术的地下车站空间营造

### 2.1 视觉空间

视觉空间的打造主要面向乘客，车站的公共区是地面环境空间的延伸、继续和发展，是乘客日常乘用地铁的核心体验区域。打造更好的视觉空间主要从三方面入手：净空优化、线条流畅、布置对称。

#### 1) 净空优化

本站站厅公共区结构净空4.8m，主要管线有风管、桥架、消防管及冷冻水管等。最初机电专业提资，风管两送一回、强电桥架两层、弱电三层，通过BIM模型快速开展断面协调，想要净空最高，桥架可采用平铺布置，但无法确保检修空间；大风管从机房引出的路由曲折交织，导致环控机房布管困难；弱电三层500\*100mm桥架导致局部净高过底；喷淋主管在单侧布置，DN80的支管需下翻穿越站厅中间结构主梁，破坏视觉效果。基于以上问题，组织各专业设计以BIM模型为载体讨论方案优化，最终风管从环控机房修改路由，在公共区修改为两送两回；弱电桥架尺寸优化到两层600\*150mm；喷淋主管优化从消防泵房到公共区的路由，两根主管两侧对称布置，并调整公共区喷头布置。通过BIM模型排布多种断面，最终确定风管居中布置底部拉平，距顶预留220mm空间，用于横向喷淋和桥架支管穿越且方便运营堵漏；

桥架采用叠放,水管均设置于两侧结构加腋下方,最终标准段装修净高控制在3.75m。

净高优化要统筹考虑整个区域空间,并非是在局部做到越高越好,本站站厅公共区在风管、桥架及结构梁之间尽可能多的留白,乘客视线可直达结构板底,视觉净空达到最大的4.8m,且没有横向穿越的管线干扰,视觉空间更好。

本站2、3、4号口进站的乘客进站需经过站厅公共区第一跨,此处的视觉空间效果直接影响乘客对本站的第一印象。一般桥架、水管、风管都在公共区第一跨分支交织穿越,导致管线杂乱、净空压低,若能将横穿管线调整至设备区,可直接解决此问题。本站条件受限,横穿风管无法移至设备区,对强弱电桥架和水管路由开展优化,实现穿越管线少、交织少、排布整齐,净空达3.4m。

站台层公共区断面也是净空优化的重点,因本站为单柱车站,在自动扶梯位置中板孔周围设置结构梁,影响管线布置;站台门检修方式为上翻盖检修,管线排布时须考虑此处空间。为了优化净空,对整个站台公共区的管线进行了梳理和优化,风管截面进行了压缩、弱电桥架由三层优化到两层,喷淋布置方式优化。最终断面为大风管紧贴后排热风道侧墙布置,三层桥架贴扶梯基坑侧墙布置,喷淋主管布置在当中,装修净高控制在3.1m;站台两侧对称布置。

### 2) 线条流畅

线条流畅首先体现在灯具设计,本站公共区采用1.2m灯间隔0.3m形成长灯带布置,灯条做到站台门端门位置,保持视觉流畅,喷淋下喷头、广播、应急照明灯具等布置在灯具的间隙,均按一定模数排布;其次体现在风管和桥架,在公共区要做到横平竖直、整齐划一,尽可能的避免上下翻,左右绕,本站情况受限未能做到站厅到站台层的风管立管在设备区,但做到了管线底平。最后是终端和导向,应结合综合支吊架尽量实现标高统一,横向纵向整齐划一。

### 3) 布置对称

本站为单柱车站,结构柱偏心布置,从横断面看,以结构梁划分左右两侧腔体宽度不同,无法实现整个站厅管线布置的完全对称,但实现了在腔体内部的对称。在平面上以垂直电梯为中心,左右两侧对称;风口、喷淋碰头、支吊架、灯具均以一定的规律对称且模数化布置,过程中使用BIM模型辅助设计快速得到最合理的方案。

## 2.2 美学空间

随着时代的变化,地铁车站的审美原则和诉求也随

之更新,车站的美学打造以往是靠装饰装修造型打造,当下的要求已经转变为全站机电装修一体化下的工业艺术风格打造。

公共区管线及各类终端布置体现线条美,让设备及管线成为装饰的延伸。公共区风管保持宽度一致高度变径的原则;风口的间距布置要兼顾到喷头、支吊架、地面砖、墙面搪瓷钢板等的模数,经过BIM模型的排布和协调,最终确定风口以6m、喷头以3m、支吊架以2m、地面铺砖以0.6m、搪瓷钢板以1m为模数设计;复合风管的长度按照0.75、1.25m进行模数化定制,每整根1.25m风管在两侧支架的中间风管上,支架处用长度0.75m的风管布置,避免了安装风管时插条法兰与支架的碰撞、破坏美感问题。装修中排砖要尽量做到墙顶地对缝,通过微调建筑门的位置做到开门与地砖对缝。综合支吊架的设置位置应考虑与装饰面的关系,避免出现碰撞,确保装饰面的完整性;站台三角房的建筑墙退后200mm设置,实现装饰面与自动扶梯外侧不锈钢面在同一面;公共区的摄像机、导向等,除了有单独吊装要求的,其他宜结合综合支吊架布置,不单独伸吊杆,公共区所有综合支吊架横担背孔向下,吊杆与横担齐平,使得公共区的支吊架布置横竖整齐划一,实现线条美和对称美,打造工业艺术的空间美。

设备区是管线最复杂的区域,以往为了美观会在设备区走廊设置吊顶,本站设备集中端内设2m宽设备区走廊,采用无吊顶设计,走廊的美学设计主要包括净高的打造、挂墙设备暗装、排转对缝;通过BIM开展多专业协调,最终实现装修净空2.75m,灯具结合支吊架,按模数横向布置,简洁大气;走廊所有墙面箱柜均采用暗装布置,距建筑完成面1.3m,门口的放气指示灯、警铃距门200mm高度居中安装;装修方面,墙面和地面排转对缝,墙面的补风口等避开腰线设置,确保腰线通畅。

在机房内,所有上墙箱柜和墙面控制开关使用BIM模型统筹整合排布。如照明配电间内上墙箱柜尺寸要求控制在三种以内;箱子按照从大到小的顺序排列,底平,距离建筑完成面1m布置,箱子间净距为50mm,确保箱柜开门;统筹规划接线线槽,统一布置在箱子下方,线槽厚度做到与箱柜厚度一致、颜色一致,达到美观统一;各专业墙面控制开关按照门框从近到远依次为照明开关、开门按钮(读卡器)、紧急破玻按钮、空调开关,水平间距为80mm,底边距离地坪装饰完成面1.3m;房间灯具直接固定于灯带线槽下方,综合支吊架吊装,按照房间内机柜位置对称均匀布置;机房内的落地风管布置在隐蔽位置,避免在建筑门正对面,提升视觉美感。

### 2.3 检修空间

车站的运营期长达上百年,检修空间的打造直接影响车站运营后的检修效率。新一轮线路建设对检修空间提出了新要求,在管线密集区域检修空间须预留400mm以上。

管线的检修空间主要集中公共区、设备走廊及环控机房等管线密集的房间。本站公共区的检修空间的打造除车站公共区外,还包括3号口附近的大走廊,因释放设备区走廊及站厅端头第一跨空间,强弱电桥架、消防水管由此大走道接到公共区,管线复杂。通过BIM管线综合排布,在原有强弱电提资下,满足检修空间就要牺牲净高,最终通过弱电桥架整体路由的梳理和优化,将原本三层500\*100mm优化到600\*150mm、700\*150mm,桥架两层布置在大风管下方,中间预留检修空间,大风管两侧预留检修空间,水管布置在两侧,既满足了3.2m层高也预留了检修空间。

设备区走廊管线贴两侧墙布置,中间预留检修空间,气灭管道就近进房间,弱电桥架布置在弱电机房一侧,避免横穿支管,小系统风管移至房间内布置,避免横向穿越走廊,最终走廊全断面满足400mm以上检修空间。

环控机房的检修空间是重大难题,本站借助BIM模型整体梳理大风管的路径,优化空调设备布置;调整补风、排烟机房位置;同步优化其他专业管线路由,尽量做到横平竖直;上下叠放时,管线对齐,预留风机安装空间。

### 2.4 操作空间

在本轮建设加强了车站防排水的设计,本站也增加了离壁沟地漏数量,公共区和重要设备房间在离壁沟上设置有砌筑墙或装饰板,在地漏位置需设置检修门,在公共区检修门的位置需与装饰板排版相协调。通常施工时地漏由土建施工方按照结构图预埋套管,检修门由装饰安装单位按照装修图施工,最终导致地漏位置与检修门不对应,导致运营检修难以操作。通过BIM在管综装修一体化的梳理后,对地漏、检修门位置进行综合协调,避免上述问题发生。另外在环控机房还需注意组合式空调箱的操作空间,空调箱上有检修门,在运营期间需定期打开检修,门外侧应预开门和人员操作空间。

### 2.5 使用空间

车站内各个空间均有其使用功能,比如公共区是客流主要集中的地方,要求人员快速集散;车控室等管理用房,要求满足工作人员使用需求且尽可能舒适;设备机房空间要满足设备布置及接线要求,在本站BIM管综梳理过程中发现民用通信机房的位置在车站顶板落底区域,不满足机柜接线的空间要求,协调建筑调整房间位置;本站是信号集中站,两个电缆引入室均有电缆盘留要求,在电缆建模中发现,一个电缆引入孔位置调整可使盘留电缆路径更顺畅,协调结构对该孔进行了移位;本站降压变电所和牵引变电所均为下进线,通过BIM梳理发现,部分检修人孔下方有结构上翻梁或加腋,协调供电对其位置进行了移动;另外对站台板下环网电缆、供电电缆和支架进行建模,发现受到站台板下结构柱、检修人孔位置等影响,部分人孔下去后周围被五层电缆支架包围,巡检路由不能贯通,因此对电缆路由和局部支架形式进行优化,使各个区域互通;还优化了环网电缆设计路由,绕开站台卫生间位置区域。

### 结束语

轨道交通地下车站装修机电一体化设计,营造更好的视觉、美学、检修、功能空间是一项系统性的工程,它涉及到多个专业领域和复杂的协同工作。只有通过以BIM为工具和抓手,开展多专业统筹协调,在设计过程中提前介入、不断跟踪验证才能到实现目标。

本项目在设计阶段主要以Revit Server作为协同的工具,开展多专业、多参与方的基于BIM模型的协同;想要达到模型的所见即所得效果,须在施工阶段采用高效协同手段,开展深化设计,同时通过模型深化图纸出图等方式指导施工,最后通过精细化管理协调好各专业接口和各施工标段工作界面。

### 参考文献

- [1]黄继成,王保,韩贵红.BIM技术在轨道交通车站管线综合设计中的应用[J].隧道建与轨道交通,2023(4):55-58.
- [2]胡青,朱丹,赵云.基于BIM技术的轨道交通车站机电安装及装修施工精细化管控研究[J].现代城市轨道交通,2021(7):14-15.