

# 装配整体式车站建筑一体化设计

文 / 傅 武 中铁第四勘察设计院集团有限公司

**摘要:** 装配式建筑通过构件工厂化生产和现场机械化施工,能够有效进行质量管控,提高施工质量和效率,同时降低能耗和减少建筑垃圾,是推进“碳中和”和“碳达峰”的有效支撑。随着城市轨道交通的快速发展,装配车站将会得到更广泛的应用和发展,需不断进行技术创新和改进,简化工序和工艺,完善工业化体系,开展一体化设计等方面取得更多的突破,从“装配式结构”的研发到“装配式建筑”的整合,从施工的末端引导前端的技术研发、设计和部品部件采购环节,实现模数化、标准化、集成化建设,以满足不断变化的市场需求。

**关键词:** 装配车站; 一体化设计; 模数化; 标准化; 集成化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.04.104

## 引言

轨道交通装配整体式车站(以下简称“装配车站”)是一种以工厂化制造和模块化构建为特点的轨道交通车站。与传统的现浇施工方式相比,装配车站采用工厂预制和模块化建造的方法,将车站组件在生产线上进行制造和装配,现场进行快速安装和拼接。这种方式可以大幅缩短车站建设时间,降低施工成本,并提高施工质量和整体工程效率。

### 一、装配车站的优势

装配车站的建设具有许多优势。首先,它可以实现快速建设,大大缩短了工期,减少了对地面交通和周边环境的影响,施工安全文明,是一种绿色生产方式。其次,预制装配式技术是一种采用工厂标准化生产的预制构件,通过现场拼装形成整体结构的技术。该技术是建筑工业化的核心技术,在轨道交通工程中采用预制装配式技术,能够提高施工质量和一致性,减少施工误差<sup>[1]</sup>。此外,装配式车站建设还能够降低施工成本,提高资源利用效率。

### 二、建筑一体化设计思路

针对装配车站发展趋势,探索其多专业一体化设计理念,联合建筑、结构、装修、机电系统等相关专业,对车站结构系统、机电设备与管线系统、装饰装修系统进行同深度设计、集成化整合,实现土建、末端点位、系统接口等预留预埋的精准设计,并进一步完成车站建筑构件模数化、布局标准化、装修和设备集成化<sup>[2]</sup>。

即按照装配式特点,保证车站结构构件尺寸、内部隔墙尺寸、孔洞尺寸、机电装修部品部件尺寸等模数的统一协调;通过多专业一体化设计,形成设备管理房间的标准化设计方案,为工厂化、集约化生产加工创造条件;采用装配式隔墙、吊顶和楼地面部品技术,实现车站装修一体化。

### 三、建筑一体化设计分析

目前,无锡S1线南门站为国内首座富水地区装配整体式地下车站,已建成通车。南门站2021年被评为“江苏省装配式示范性工程”,2022年被评为“江苏省省级绿色建筑发展专项资金项目”。鉴于此,下面以南门站为例,对南门站一体化设计进行分析。

#### (一) 总体方案

南门站为地下两层岛式车站,外包总长198.7m,标

准段外包总宽19.7m,有效站台长120m、宽11m。车站装配设计范围为主体标准段150m内的顶板、中板、侧墙、站台板以及轨顶风道。

#### (二) 模数化<sup>[3]</sup>

模数作为设计的手段,让装配车站建设中所有步骤产生最大的生产效率。

##### 1. 基本模数

装配车站的结构构件模块尺寸结合工业化生产、运输以及吊装设备等因素,车站顶板、中板以及侧墙构件尺寸均为3m(车站纵向尺寸),由此设计过程中相关模数均以此为基础进行设计。

##### 2. 柱网模数<sup>[4]</sup>

根据既有现浇地下车站的设计经验,地下两层明挖站纵向柱距一般公共区跨度范围为8m-9.75m,设备区由于荷载较大且设备管理用房对纵向跨度要求稍低,其跨度范围为7m-6.5m。考虑到装配式车站构件的尺度要求,不宜采用较大跨度,以结构构件基本模数为标准,车站装配段柱网按照9m设计,即基本模数的3倍。

车站横向柱距主要受站台宽度、车辆选型以及限界影响。以采用B型车,站台宽度为11m,车站装配段宽度19.7m,考虑到模数协同并减少构件规格,立柱在车站横向居中布置,且公共区与设备区保持统一。

##### 3. 孔洞模数<sup>[2]</sup>

装配车站孔洞可根据尺寸大小可分为两类,一类为楼扶梯孔洞(6m-12m),另一类为风孔、电缆孔(1m-2m)等。其中楼扶梯孔洞纵向长度宜采用水平扩大模数数列 $3nM$ ( $n$ 为自然数),即公共区楼扶梯孔洞长度为12m、设备区楼扶梯孔洞长度为6m。其余较小尺寸孔洞应考虑避让预制构件中的预应力肋梁,其纵向尺寸不超过1m。

##### 4. 内部模数

车站内隔墙为轻质隔墙系统,主要房间的尺寸应采用内隔墙构件模数的水平扩大模数。车站轻质隔墙选用集成化板材,该种材料0.5m宽度的规格较为普遍,则设备用房尺寸按照0.5m倍数进行设计。车站设备区主要分布于站厅、站台公共区两侧,设备及管理用房考虑模数协同,纵向长度以0.5m为基本模数,主要尺寸有1.5m、3m、3.5m、6m等。通过内隔墙与房间尺寸的模数协同,可以减少后期安装过程中对标准件的切割作业。

### (三) 标准化

装配车站按照功能区分, 可以将公共区及设备区视作两个模块, 通过对各自模块内的组成要素进行标准化设计及有效整合, 实现模块的独立性、互换性以及通用性。

#### 1. 车站公共区标准化

公共区主要的构成要素为竖向交通, 流线设计, 对外交通。公共区功能分区与传统车站一致, 在考虑预制构件标准化的基础上, 采用楼梯+扶梯对称布置的方案。对车站公共区楼扶梯、柱跨、付费区、非付费区、闸机、自动售票机等布置统一标准。

##### (1) 空间布局

柱网模数确定后, 结合车站公共区常规布置方案, 为保证相对合理的服务能力, 车站站厅公共区按照“5+4”的布局进行标准化设计, 即中间5跨为付费区, 另两端各2跨为非付费区, 两端非付费区采用通道连接。

##### (2) 楼扶梯布置

付费区内设置两组楼扶梯解决站厅至站台的垂直交通, 为确保楼扶梯孔洞尺寸标准化, 经客流验算分析, 车站公共区采用楼梯+扶梯对称布置的方案, 即有别于其他车站采用“上行扶梯+楼梯”与“上下行扶梯”相向布置的常规方案, 同时取消中部T型楼梯, 避免较多开孔引起结构构件的差异化。

##### (3) 流线设计<sup>[5]</sup>

一般情况下, 进站闸机与客服中心结合设置于中部, 出站闸机设置于付费区两侧, 即采用“中进侧出”的方案。

但南门站公共区布置方案结合装修方案, 公共区流线组织及布局进行相应优化, 采用“侧进中出”的方案, 并相应调整楼扶梯位置, 上行扶梯靠近出站闸机设置。售票机设于公共区两端, 靠近进站闸机并做嵌墙处理。

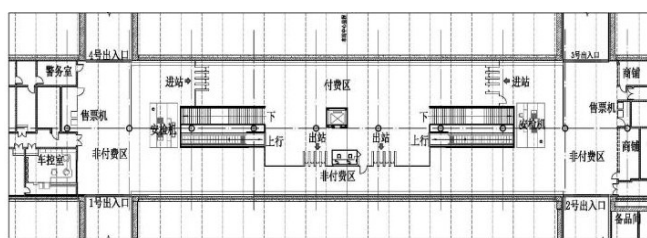


图1 公共区平面布置图

#### 2. 车站设备区标准化<sup>[6]</sup>

设备区主要是设备和管理用房的布置设计。车站用房是车站能够运营的基础, 其规模约占整个车站规模的50%~60%, 设备区标准化有利于车站规模的控制。

对设备管理用房进行梳理分类, 对管理、弱电、强电、车站机电设备等房间进行标准模块设计, 控制房间尺寸, 从而有效控制车站规模, 并按功能分区分类布置, 进而简化管线方便运营管理及维修。

站厅大端设备管理用房设置为有人区, 有紧急消防通道及楼梯直通地面; 设置双走道, 均直通至环控机房, 为方便管线走向; 主走道与次走道间设横通道, 横通道的间距不超过30m, 不需设置机械排烟。



图2 设备区平面图

站厅小端设备管理用房设置区为无人区, 有环控机房、相关电房及隧道风相关用房。环控机房面向站厅布置, 方便风管进入公共区。以1.8m尽端走道与站厅相连接, 为满足消防要求, 走道长度控制在22 m之内。

站台层布置结合站厅层布置, 考虑设备运输及区间接线方便, 供电房间布置在站台层大端, 其外侧设纵向走道。公共卫生间布置在有效站台端头, 并面向轨道向公共区开门, 减少对站台公共区的影响。小端设备用房主要布置必需的轨顶轨底风道、照明配电室等内容。

设备区模块的标准化设计主要通过功能性房间有效整合以及房间尺寸模数化实现。车站各类用房在模数化的基础上实现房间单元标准化。一方面是根据运营等部门提供的要求, 包括使用功能和定员人数, 对房间布置标准化设计, 对房间的大小, 尺寸形态、天地墙各类设施设备、家具的摆放、装饰装修进行标准化设计; 另一方面是在房间模块单元标准化的基础上结合装配车站特点, 根据墙体固定安装方式的要求, 实现设备区整体建筑标准化。

#### (四) 集成化

集成化是装配车站建造的主要措施, 基于标准化设计, 通过将主体结构 and 围护结构组件与内部设备、管线系统进行精准整合, 以实现更高效的制造和组装<sup>[7]</sup>。其主要特点表现在三个方面: 其一, 机电系统与装修部品精准集成; 其二, 主体结构与机电管线分离。重点开展设备与管线系统和内装系统集成化设计, 一是内装设计应与建筑设计、设备与管线设计同步进行, 二是各类管线及设备设施应进行综合设计, 以提高集成度、施工精度和效率。

##### 1. 集成化装修

集成化装修对涉及的广播、灯具、烟感、温感、摄像头、喷淋、吊杆及线槽等末端设施、导向布置、综合管线及支吊架进行走向、位置和颜色的统一规划, 达到对缝、简洁、整齐、美观的目的。

将风管整合至车站两侧墙面, 打破传统车站装修手法, 着重将两侧墙面进行艺术化打造, 回归建筑本源, 重视功能的同时充分利用建筑空间, 抬高空间。

遵循系统性、整体性、功能性、艺术性设计原则, 将装修、导向、设备融为一体, 并提升灯光设计, 充分利用反射灯光, 营造舒适、人性化的地下公共空间。

##### (1) 站厅

天花裸露建筑原结构, 最大化体现结构美感。

墙面混凝土合金板的肌理融合了新媒体声光电的现代科技手段, 可以动态的展现科技未来和时尚的魅力。标准化、预制化、装配化的模块设计方便运营维护, 提升了方案的落地性, 降低整体造价。

地面采用浅灰色地砖, 采用统一模数, 保证整体方案肌理和质感灯光的统一性。



图3 站厅层集成剖面图

## (2) 站台

站台采用全裸装的形式，整合机电、光学环境，梳理设备管线，还原车站的建筑美和工业美。

## (3) 出入口

出入口方案以简洁的造型手法，结合整体造型，融合内涵积淀，与站厅站台风格保持统一，简洁明朗，富有现代特色。

## (4) 灯具及设备末端安装要求

装饰空间前置化设计，充分考虑设备管线，优化建筑空间。末端点位结合柱面的功能带和墙面，整合导向标识，最大限度保证车站空间的简约、纯粹、和工整，以展现装配式建筑的空间结构美感。

综合监控：吊杆直接安装在柱面功能带中。

疏散标识：根据柱子结合疏散标识，在柱子上进行功能整合。

导向：根据柱子结合导向牌体，导向牌体与监控结合。

## 2. 集成化内隔墙<sup>[8]</sup>

地下车站的内部墙体可以分为四类，一是防火分区分隔墙，对其耐火性能有一定要求，其中分户墙是承重的；二是临轨行区侧墙，根据规范要求为保证其抗风性能应采用混凝土墙体；三是对墙面侧向承载力有要求的墙体，如照明配电室因需在墙面安装设备箱体；第四类为房间分隔墙体，无须承重。

综合考虑墙体性能，设备区墙体选用高性能蒸压轻质加气混凝土板（ALC板）。由水泥、石灰和石英砂等原料制成的ALC板具有很多优点，如轻质高强、可耐火、隔热、隔音、无放射性，产品精度高，施工安装便捷等。此外，该材料还能适应大层间变位，具有较好的抗震性能。

该墙体可与装修、管线的一体化实施，并可根据内部模数、机电安装需求进行线管及末端点位预留预埋。

## 3. 集成化房间

针对主要房间，如卫生间、车控室、会议交接班室等，推行装配化装修，积极推进设计、施工和装修一体化。在这一过程中，应积极引导标准化、模块化和干法作业的装配化装修，促进洁具、装修部品和设备管线集成化等技术的应用。对构件和部品关键部位以及工序的质量和进行严格管控，利用信息手段进行全程跟踪和追溯，建立完善的装配式建筑质量和安全监管体系。

下面以车站控制室标准化设计为例进行分析。

车站控制室按功能区分为办公区域、设备柜放置区、IBP控制区、站长区、运营物资区。车控室内各区域统一规划，统一布置，考虑装修标准以及空调系统、加压送风、通风换气的风口数量，将照明灯具、插座、配电箱、弱电接地端子箱、电气火灾监控系统主机、消

防设备电源监控系统主机、消防应急照明和疏散指示系统主机、残疾人报警设备等高度整合，形成功能集成的标准布置。最终，由集成商统一供货施工。



图4 集成化车站控制室效果图

## 结束语

结合装配式车站结构方案特点，经一体化设计，有效提升了装配式建筑的标准化，明确了装配式地下车站的基本模数，对车站结构体系、机电设备系统和车站装修进行了集成。确保了车站结构体系与机电设备系统以及车站装修接口的连接问题，实现了精准预留，提高了工程质量与实施效果。

随着技术的不断发展和经验积累，装配式车站的设计和建造方式也在不断演进。现代装配式车站采用数字化设计和模拟技术，能够更精确地预测和优化施工过程。同时，新材料和新工艺的应用也为装配式车站的发展提供了更多可能性。未来，随着城市轨道交通的不断扩张和更新换代，装配式车站将继续发挥重要作用。人们对于建造速度、质量控制和可持续性的需求将推动装配式车站技术的创新和应用。同时，数字化技术和智能化系统的发展也将为装配式车站带来更多的机遇和挑战。

总之，装配车站是一种高效、快速的车站建设方式，它在全球范围内得到了广泛应用和发展。随着技术的不断进步和市场需求的增加，装配车站将会持续发展，并为城市轨道交通的建设提供更多的解决方案。

## 参考文献

- [1] 张中勇, 王永吉. 预制装配式技术在地铁工程中的应用[J]. 建筑技术, 2017, (8): 812-815.
- [2] 胡正波. 装配叠合整体式地下车站关键技术研究[J]. 都市快轨交通, 2023, 36(5): 73-79.
- [3] 刘昊. 装配整体式明挖地铁车站预制构件设计与制造技术的研究应用[J]. 混凝土世界, 2020(12): 40-41.
- [4] 陈俊天, 尤秋菊, 邱蓉, 于海霞, 刘双庆. 装配式地铁站建筑布局研究与方案设计[J]. 中国安全生产科学技术, 2019, (S01): 95-100.
- [5] 韩静. 地铁地下标准岛式车站公共区布置研究[J]. 铁道工程学报, 2023(4): 110-115.
- [6] 刘淑燕. 佛山地铁三号线车站标准化和模块化设计探讨[J]. 隧道建设, 2017(5): 79-85.
- [7] 任乐民, 林国瑜. 关于装配式建筑装修集成技术的探讨[J]. 广东土木与建筑, 2019, (11): 21-25.
- [8] 柏明虎, 周文军. ALC板在南京地铁工程中的应用[J]. 徐州工程学院学报, 2006, (06): 66-69.