

您现在的位置: 首页 >> 四川建筑杂志 - 精选文章

上海地铁9号线二期工程地下车站结构设计

(所属杂志: 此文章来自原稿) 发布时间: 2008-03-06 已阅读: 3190

朱祖华

(中铁二院工程集团有限责任公司, 四川成都610031)

摘要: 本文简要介绍了上海地铁9号线二期工程地下车站结构设计的一般要求、结构选型、围护结构和主体结构设计计算、结构防水等内容, 可为同类工程设计提供参考。

关键词: 地下车站 结构型式 围护结构 主体结构

中图分类号: U231+.1

文献标识码: B

1 工程概况

上海地铁9号线二期工程线路由一期工程终点宜山路站后至东靖路站, 线路全长为26.334 km, 均为地下线。二期工程分初、近两期实施。

初期工程为宜山路站后至民生路站(含), 共设徐家汇、东安路、大木桥路、打浦桥、马当路、西藏南路、中华路、浦东南路、世纪大道、民生路等10座车站。除马当路站为地下侧式站台车站外, 其余均为地下岛式站台车站。

2 工程地质和水文地质条件

上海地区基本被巨厚的第四系松散堆积物所覆盖, 基岩仅呈零星小范围分布, 场地地基土在75m深度范围内均为第四系松散沉积, 主要由第四系河口~滨海、浅海相、湖沼相以及溺谷相饱和粘性土、粉土以及砂类土组成, 沉积环境较复杂, 一般具有成层分布的特点。

二期初期工程沿线地基土可划分为9个工程地质层及分属不同层次的19个亚层, ①层为杂填土, ②₀、②₁、②₃、③₁、③₂、④、⑤₁₋₁夹、⑤₁₋₂、⑤₂、⑤



四川建筑杂志

四川建筑杂志

精选文章

杂志简介

广告刊例

编委会名单

投稿须知



站内搜索

请输入关键字

搜索

3、⑤₄层土为Q₄沉积，⑥₁、⑥₂、⑦₁₋₁、⑦_{1夹}、⑦₁₋₂、⑦₂、⑧₁、⑧₂、⑨层为Q₃沉积。物质成分为粘土和砂交互的碎屑沉积，由上而下具明显的韵律性变化。

与工程密切相关的地下水主要为③₂、④层潜水含水层、⑤_{1-1夹}、⑤₂层微承压含水层和⑦层第一承压含水层。承压水头埋深一般在3~11m，均低于潜水水位，并呈周期性变化。中华路站由于含水层顶板埋藏较浅，有产生坑底突涌的可能性，其余车站产生坑底突涌的可能性不大。

在地下车站基坑开挖深度范围内涉及的土层分别为：①₁、①₂、②₁、③₁、④、⑤₁₋₁、⑤_{1-1夹}、⑤₁₋₂、⑤₃、⑥（⑥₁）、⑦₁₋₂、⑦₂层。应引起重视的是③₁、④淤泥质软土层对基坑边坡稳定性的影响，均为饱和、流塑状。车站基坑深度较深，坑壁主要为第③₁、④层淤泥质粘性土，基坑工程施工过程中，在水、土压力、施工震动和坑边堆土等上部荷载作用下易产生蠕变变形甚至剪切破坏；坑底土主要为④层、⑤₁₋₁层和⑤₁₋₂层，土性较差，由于开挖深度较深，坑底土可能产生较大的卸荷回弹，从而导致基坑周围地面沉降及坑底隆起等现象，使基坑和支护结构变形。因此，在本工程地下车站深基坑开挖施工时，可采用地下连续墙进行基坑围护，并应设置多道支撑。施工前及施工过程中应进行降水，将地下水位降至坑底下一定深度，以保证施工的顺利进行和支护结构的稳定性。

3 结构设计

3.1 一般要求

车站结构设计应满足城市规划、建筑、线路及施工、运营、抗震、防火、防水、人防、杂散电流防护的要求，确保其具有足够的耐久性。地铁主体结构工程的设计使用年限为100年，安全等级为一级。

车站结构设计应根据各车站的功能、工程地质、水文地质、使用条件、荷载特性、施工工艺、施工筹划等条件，结合周边环境条件和道路交通状况及使用要求等因素，选择合适的结构型式和施工方法。

车站结构的净空尺寸除应满足建筑设计、建筑限界、施工工艺及其它使用要求外，还应考虑施工误差、测量误差、结构变形及后期沉降的影响。

采用以概率理论为基础的极限状态设计法，应分别按施工阶段和正常使用阶段，进行承载力、稳定、变形、抗浮、抗裂及裂缝宽度等方面的计算和验算。

车站结构抗震设防烈度为7度，抗震等级为三级。

人防按平战转换进行设计，车站结构按六级人防荷载进行承载力验算。

车站结构，特别是在换乘节点或车站上部建有地面建筑的车站结构设计中，应使结构具有足够的纵向刚度，满足地铁长期运营条件下对结构纵向抗裂及抗差异沉降的要求，保证运行安全。混凝土干缩、季节性温差和差异沉降对车站纵向受力的影响，可采取设置诱导缝等构造措施、缩短施工缝间距以及适当的地基处理等措施解决。

换乘结构中直接承受列车荷载的楼板等构件，其计算及构造应满足现行《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》的相关要求。

车站结构设计中必须包括对环境保护的设计，施工过程中尽可能减少对车站周围环境（重要的建筑物、城市交通干道及地下管线）的负面影响；要根据车站所处的具体工程位置及周围环境的条件和要求，分段确定车站基坑变形控制保护等级，并根据各项保护等级的具体指标进行强度、稳定和变形的验算，提出与其相应的地基加固、施工参数、施工监测等具体要求，以确保邻近建（构）筑物和地下管线的正常使用。

3.2 结构型式及施工方法

初期工程10座地下车站主体结构型式，多为二层三跨或三层三跨箱形钢筋混凝土框架结构。徐家汇站利用既有物业地下室进行改造，打浦桥站与物业地下室结合，为地下四层三跨箱形钢筋混凝土框架结构。根据沿线工程地质和水文地质条件，结合上海地铁以往建设的实践经验，初期工程10座地下车站主体围护结构均采用地下连续墙，出入口通道及风道、风亭围护结构采用SMW工法桩或钻孔灌注桩加隔水帷幕。支撑体系采用钢管和钢筋混凝土支撑相结合的体系。

地下车站的施工方法与结构型式密切相关，应综合地质、地面交通组织、周边环境、工期和造价等因素，选择安全、可靠的施工方法。一般车站采用明挖顺作法进行基坑施工，对于车站位于交通繁忙的干道（如东安路站、大木桥路站），施工对交通影响较大时，优先采用盖挖顺作法施工，减少对交通的影响。经综合比较，本工程10座车站采用明挖顺作和盖挖顺作两种施工方法。

初期工程车站的特点一是深基坑工程多：10座车站中7座为换乘站，其基坑深度均超过20m。二是与周边物业结合多：徐家汇、打浦桥、马当路等车站与物

业结合开发，实施难度大。设计在围护结构、支撑体系、施工方案、降水、施工监测等方面都采取了更为严格的措施。

各车站结构型式及施工方法见表1。

表1 车站结构型式及施工方法汇总表

站名	基坑变形保护等级	结构型式	围护墙插入比	侧墙厚度(m)	底板厚度(m)	下一层中板厚度(m)	下二层中板厚度(m)	顶板厚度(m)	施工方法
徐家汇	二级	地下二层双柱三跨	— —	0.60	1.2	0.24	— —	0.2	物业改造
东安路	一级	地下二层双柱三跨	0.90	0.8+0.4	0.9	0.4	— —	0.8	盖挖顺筑
大木桥路	一级	地下二层双柱三跨	0.91	1.0	0.9	0.4	— —	0.8	明挖顺筑+盖挖顺筑
打浦桥	二级	地下四层双柱三跨	0.84	1.0	1.5	0.4	0.4	0.3	明挖顺筑
马当路	二级	地下二层单柱双跨	0.84	0.8+0.4	1.0	0.4	— —	0.9	明挖顺筑
西藏南路	一级	地下三层双柱三跨	0.82	1.0+0.4	1.4	0.4	0.5	0.8	明挖顺筑
中华路	二级	地下三层双柱三跨	0.81	1.0+0.45	1.2	0.4	0.45	0.8	明挖顺筑
浦东南路	二级 部分一级	地下二层单柱双跨	0.88	0.8+0.4	0.9	0.4	— —	0.8	明挖顺筑
世纪大道	一级	地下二层三柱四跨	0.85	0.8	1.0	0.4	— —	0.9	明挖顺筑

3.3 设计与计算

3.3.1 设计荷载

结构设计荷载包括永久、可变、偶然荷载。作用于围护结构外侧墙上的水平土压力按主动或静止土压力计算，施工阶段属粘性土地层时采用水土合算，砂性土地层采用水土分算，使用阶段均按水土分算。

3.3.2 围护结构设计计算

除徐家汇车站由港汇广场地下室改造外，其余车站主体结构均采用地下连续墙板式围护结构体系。附属结构的围护结构则采用地下连续墙、钻孔灌注桩加水泥土搅拌桩隔水帷幕、SMW工法桩等型式。

支撑结构除采用 $\phi 609$ 钢管作为内支撑外，还结合不同情况采用钢筋混凝土支撑。

基坑变形保护等级根据车站深基坑周边环境条件按规范要求确定，二期工程初期10座车站基坑变形保护等级见上表1。

围护结构的入土深度根据基坑变形保护等级要求，以及根据坑底土层的物理力学指标进行墙体的抗滑移、抗倾覆和整体稳定性以及墙前基底土体的抗隆

起、抗管涌和抗承压水的稳定性验算，同时结合工程实践经验，根据现场周围环境、施工方法等因素综合考虑后确定。

围护墙结构的内力和变形，采用模拟实际开挖支撑过程的竖向弹性地基梁计算。支撑点及坑内开挖面以下土体对墙体支承作用以水平弹簧支座模拟。

按“先变形、后支撑”的原则，计算时考虑支撑点的位移及支撑刚度等对结构的内力与变形的影响，最终的位移和内力值为各工况计算结果之包络值。

3.3.3 主体结构设计计算

3.3.3.1 车站标准段结构计算

(1) 车站标准段结构计算沿车站纵向取单位长度按底板支承在弹性地基上的平面框架进行内力和变形分析。

(2) 结构内力、变形按回筑阶段以及使用阶段不同工况计算内力和变形进行综合叠加。

(3) 遇到车站结构上部直接有建（构）筑物、底板设于土性差异显著的地层上、顶板覆土厚度沿纵向有较大变化、结构型式有较大变化处、空间受力作用明显处应进行空间分析。

(4) 车站结构设计应按最不利荷载组合进行抗浮计算。当不计侧壁摩阻力时，其抗浮安全系数不得小于1.05。考虑侧壁摩阻力时，其抗浮安全系数不得小于1.10。

(5) 结构构件按最不利荷载（效应）组合进行承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算。混凝土表面最大裂缝宽度限值为0.3mm。

(6) 地下墙与板采用钢筋接驳器连接时，其结点按刚结考虑，但考虑到钢筋接驳器预埋位置的误差，跨中弯距增加10%。

(7) 围护墙与内衬墙结合面能传递剪应力时，按整体叠合结构共同承受外荷考虑，则按叠合墙结构计算，墙体计算厚度取两者厚度之和。通道及围护结构与内衬墙之间不能传递剪应力时，按复合墙结构计算。

3.3.3.2 端头井结构计算

(1) 端头井结构布置应满足盾构施工要求。由于端头井端墙上开有盾构进出孔，侧墙上开风孔，施工时端头井作为盾构工作井，使用时又作为设备用房，结构受力复杂，端墙、侧墙均采用双层叠合墙。

(2) 端头井为空间结构，可简化为单片墙独立计算。

(3) 基坑开挖到底内衬及框架回筑过程中墙体内力可按车站标准段的综合

包络叠加法计算。

(4) 端墙以盾构圆孔未打开外侧作用有水土压力的工况，按一次加载进行计算分析，计算模型中应考虑地下墙水平向刚度的折减。

3.3.4 结构构造

受力钢筋的混凝土保护层厚度、地下连续墙和主体结构分布筋设置要求、变形缝、诱导缝与施工缝的设置以及抗震构造要求等按照上海市工程建设规范《城市轨道交通设计规范》的规定执行。

3.3.5 工程材料

地下车站结构工程主要材料应采用钢筋混凝土，且混凝土强度等级不应低于下列要求：

车站内部结构为C30；作为永久结构的地下墙和灌注桩为C30；混凝土应采用自防水混凝土，抗渗等级不应小于S8，开挖深度超过20m，抗渗等级不应小于S10。

普通钢筋混凝土结构的钢筋应采用HPB235、HRB335级和HRB400级钢筋。钢结构构件一般采用Q235钢。

3.3.6 监控与监测

车站基坑施工中，必须按照设计的要求加强监控和监测，及时掌握基坑围护墙和坑底的变形情况、周围地面建（构）筑物和管线的沉降及地层变形等资料，反馈设计与施工，并以此调整施工参数或采取相关措施，以达到保证结构安全和环境保护要求、指导施工、积累资料、优化设计的目的。

3.3.7 结构防水

结构防水设计应根据气候条件、工程地质、水文地质状况、结构特点、施工方法和使用要求等因素进行，确保结构的安全、耐久性和使用要求。

本工程地下车站结构防水以结构自防水为根本，以接缝防水为重点，并辅以附加防水层加强防水，确保结构防水满足要求。

车站结构防水混凝土抗渗等级不低于S8。

车站主体结构仅在顶板设附加防水层，采用高聚物改性沥青自粘性卷材或聚氨酯涂料。

车站应设诱导缝及施工缝，诱导缝间距以 $\leq 24\text{m}$ 为宜，板、墙诱导缝应对齐。诱导缝设多道防水线，其防水材料满足0.6MPa水压下诱导缝最大张开15mm下的防水抗渗要求。主体结构与通道、风道接缝处一般采用双变形缝设计，变

形缝设置多道防水线。