

地铁明挖车站高大模板施工技术实践探析

姚程

中交第三公路工程局有限公司, 北京 100123

[摘要]随着社会经济的快速发展, 城市化进程的不断加深, 地铁施工行业得到了快速的发展。但是地铁施工发展的过程中, 由于施工难度的增加, 一系列的新型施工技术在实际的施工中得到了广泛的使用, 为建筑工程发展提供了强有力的保障。在地铁行业快速发展下, 高大模板施工技术的使用次数愈加的频繁, 对其施工的安全及质量要求也越来越高, 因此, 提升高大模板施工技术的水平显得十分重要。本文以举例说明乌鲁木齐轨道交通 4 号线一期安全隐患消除工程五标北广场站主体结构模板及支撑体系。

[关键词]北广场站; 高大模板; 施工技术

DOI: 10.33142/aem.v4i1.5348

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Discussion on Construction Technology of High Formwork in Subway Open Cut Station

YAO Cheng

CCCC Third Highway Engineering Co., Ltd., Beijing, 100123, China

Abstract: With the rapid development of social economy and the deepening of urbanization, the subway construction industry has developed rapidly. However, in the process of subway construction development, due to the increase of construction difficulty, a series of new construction technologies have been widely used in the actual construction, which provides a strong guarantee for the development of construction engineering. With the rapid development of the subway industry, the high formwork construction technology is used more and more frequently, and the requirements for its construction safety and quality are higher and higher. Therefore, it is very important to improve the level of high formwork construction technology. This paper illustrates the main structure formwork and support system of north square station of bid 5 of Urumqi rail transit line 4 phase I safety hazard elimination project.

Keywords: north square station; high formwork; construction technology

1 工程简介

北广场站为乌鲁木齐市轨道交通 4 号线一期工程(白鸟路~七道湾)的中间站, 位于规划经三路与纬四路交叉路口处, 与乌鲁木齐火车站下沉广场对接。

北广场站采用岛式站台, 车站中心里程为 YDK12+863.827, 起点里程为 YDK12+786.177, 车站终点里程为 YDK12+955.826。车站总长 169.65m, 宽 22.3m, 总面积 17987.91m²。本站为地下三层岛式明挖车站, 车站结构采用两柱三跨三层矩形钢筋混凝土框架结构。

本车站主体结构采用复合材料模板+碗扣式脚手支架支撑体系, 且搭设高程为 8m、施工荷载 >15kN/m², 属于超过一定规模的危险性较大分部分项工程。

2 施工特点

北广场站采用明挖法施工, 其基坑深度为 17.77m~22m, 基坑深度大于 10m, 基坑安全等级为一级。为保证基坑稳定、工序有效衔接以及进度保证, 该车站采用由南至北基坑开挖和主体结构流水施工的方式进行, 其中涉及土方开挖、钢支撑架设、锚喷支护、模板及支架支撑搭设等多种工序交叉作业施工, 存在较大的安全风险。

同时, 本车站虽属于地下三层明挖车站, 该车站主体

结构站厅层属于地上结构, 且结构外露高度为 2.9~4.4m。结合我项目实际情况, 其站厅层侧墙支撑采用防水拉杆+外部斜撑体系。

3 施工计划

3.1 施工进度计划

北广场站模板及支架支撑体系施工根据车站基坑开挖作业面自南向北逐步进行, 项目总体施工工期 437d。

3.2 机械设备计划

为保证车站主体结构模板及支架支撑体系的施工需求, 我项目北广场站主体结构模板及支架支撑主要机械设备计划如下表:

表 1 主要机械设备计划表

序号	机械设备名称	规格型号	数量	备注
1	吊车	25T	2 台	
2	切割锯	-	2 台	
3	水泵	20 型	5 台	
4	发电机	400KW	1 台	
5	变压器	630KVA	1 台	
6	混凝土汽车泵	-	2 台	
7	电焊机	ZX7-400E	5 台	

序号	机械设备名称	规格型号	数量	备注
8	钢筋弯曲机	GF20/25	2 台	
9	钢筋切断机	WPD-200	1 台	
10	数控钢筋弯曲机	FHG-12	1 台	
11	钢筋套丝机	HGS-40D	3 台	

4 模板及支撑体系施工

北广场站主体结构施工以模板+钢管支架组成支撑体系进行设计及验算, 通过该体系开展各项施工。

4.1 模板及支撑体系设计形式

(1) 模板

本车站根据各部位的特点, 侧墙、立柱采用主要复合材料模板, 板、梁、部分立柱等采用木胶板, 其他模板规格及参数如下表:

表 2 模板规格及参数表

序号	材料名称	尺寸 (mm)	面板厚度 (mm)	抗弯强度设计值 (N/mm ²)	弹性模量 (N/mm ²)	备注
1	复合材料模板	1800×600	5.6	145	6100	长纤维增强塑性复合材料组合塑料模板
2	木胶板	2440×1220	15	15	6000	

(2) 木材 (方木)

车站主体结构模板支撑过程中, 采用方木作为纵、横、竖向木楞, 方木截面尺寸为 100×100mm、40×80mm, 弹性模量 9000N/mm², 抗弯强度设计值 13N/mm²。

(3) 支架钢管

车站支撑体系以碗扣式满堂脚手架为主, 扣件式钢管对撑为辅, 作为板、墙支撑体系, 同时为提高支架的稳定性, 其支撑体系采用扣件式脚手支架作为辅助, 以斜撑、模板加楞、立杆加密为主。脚手架构件规格及参数如下表:

表 3 钢管脚手架规格及参数表

外径	壁厚	截面积 A	惯性矩 I	截面模量 W	回转半径 i	每 m 自重
48.3mm	3.5mm	493mm ²	1.243×10 ⁴ mm ⁴	5150mm ³	1.59cm	30N
强度设计值 [σ]				205N/mm ²		
水平杆件容许挠度值 [f]				L/150		
钢管的弹性模量 E				206000N/mm ²		
主要受压构件 (立柱) 的容许长细比 [λ]				150		

本车站主体结构采用墙和板同步施工工艺, 模板及支撑体系以复合材料板 (木胶板)+碗扣式满堂钢管支架为主。

4.2 模板支撑体系施工策划和施工工艺流程及步骤

4.2.1 施工策划

车站主体结构根据基坑开挖情况及时组织展开主体结

构工程施工。同时结合设计要求, 确定主体结构分段施工。

(1) 环向施工缝分段设置

依据类似项目施工经验及设计要求, 分段长度按 20.05~27.4m 考虑; 分段设置在结构受力较小处, 即纵向梁跨 1/3~1/4 范围内; 分段非必要应避免断开横梁、暗梁、暗柱等次要框架结构; 同时应避免开水池、电梯井、出入口门洞等较大的预留孔洞, 保证车站内部设施的完整性; 考虑到施工的方便性及材料的周转。

根据设计图纸, 本车站主体结构内不设诱导缝, 在主体结构出入口通道等附属结构相连处调整不设置变形缝, 均采用封堵墙封堵。按照以上原则, 车站共分 6 道环向施工缝, 分 7 段进行流水施工。

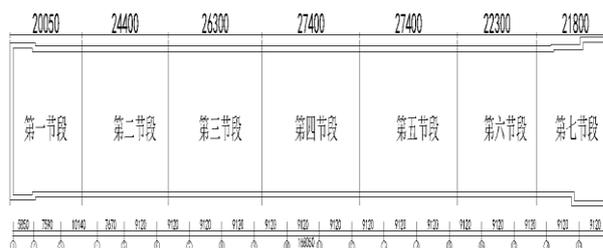


图 1 北广场站主体结构施工分段平面示意图

(2) 纵向施工缝设置

a、站台层侧墙 1 道 (底板腋角以上 500mm)、设备层侧墙 1 道 (楼板顶面以上 300mm)、站厅层侧墙 1 道 (楼板顶面以上 300mm)。

b、施工缝留置应考虑侧墙钢筋接头率及主筋接头间距符合设计及规范要求, 同一侧墙段内主筋接头率应小于 50%, 主筋接头间距应不小于 35d 且不小于 500mm。

c、考虑钢支撑位置及施工流程。

根据本车站主体结构施工流程, 采用板墙同时浇筑, 既设置 3 道水平纵向施工缝, 分别为: 站台层侧墙 1 道、设备层侧墙 1 道、站厅层侧墙 1 道。

4.2.2 施工工艺流程及步骤

施工工艺流程:

本车站主体结构纵向施工根据基坑开挖及支护由南至北分 7 段依次进行, 每一阶段根据施工工序分层进行施工。

综合接地→垫层、防水层→底板、底梁→站台层侧墙、立柱、设备层底板及梁→设备层侧墙、立柱、站厅层底板及梁→站厅层侧墙、立柱、顶板及梁→内部结构→顶板回填。

4.3 支撑体系施工

车站主体结构支撑体系采用 Φ48×3.5mm 钢管碗扣式满堂脚手支架; 同时, 为满足其侧墙、立柱、纵梁模板施工需求, 搭配扣件式钢管脚手支架进行施工。

4.3.1 支架布设

本车站主体结构施工碗扣式满堂脚手支架布设如下:

(1) 板、梁部位支撑体系

表 4 支架体系设置参数

序号	位置	立杆横向间距 (cm)	立杆纵向间距 (cm)	水平杆步距 (cm)	备注
1	中板	90	60	120	
2	中板纵梁	30	60	120	
3	顶板	90	60	120	
4	顶板梁	30	60	120	

(2) 侧墙支撑体系:

①内侧墙支撑体系

考虑侧墙受力验收及对撑作用,在其碗扣式满堂支架水平横杆碗扣处增设扣件式水平横杆作为侧墙模板对撑,其杆件纵向间距×水平步距(60×60cm)。

同时,考虑侧墙、立柱模板与碗扣式满堂支架形成连接,且满足水平可调节托撑安装,则在碗扣式横杆处加设扣件式水平横杆作为模板支撑。

②外侧墙支撑体系

由于车站顶层外露于地面,外侧墙站外支撑体系难以稳定,故采用侧墙内外侧对拉+支架斜撑的方式进行加固。斜撑横向间距×纵向间距×水平步距(90×60×60cm)。

(3) 支架配置方案

表 5 支架配置数量表

	根数	长度 m	备注
Φ48×3.5mm, 0.9m 横杆	88368	79531	
Φ48×3.5mm, 0.6m 横杆	88368	53021	
Φ48×3.5mm, 0.3m 横杆	31514	9454	
Φ48×3.5mm, 3m 立杆	18506	55518	
Φ48×3.5mm, 2.4m 立杆	6059	14542	
Φ48×3.5mm, 1.8m 立杆	10897	19615	
Φ48×3.5mm, 1.2m 立杆	10610	12732	

4.3.2 注意事项

(1)施工前需确保架底砟板面强度达到 2.5Mpa 以上,方可开始搭设脚手架。每搭完一步脚手架后,现场技术管理人员和班组长应检查校正步距、纵距、横距及立杆的垂直度,合格后方可进行下一步脚手架搭设。

表 6 脚手架允许偏差与检查方法

序号	项目	允许偏差 (mm)	检查方法
1	步距	±20	尺量
2	纵距	±50	尺量
3	横距	±20	尺量
4	立杆垂直度	±7(2m)高度内	尺量

(2)满堂支撑体系搭设前由测量人员按方案要求放出控制轴线,施工班组依据测量人员提供的控制轴线,用

明显标志做出各纵横向立杆轴线位置,用作控制满堂支撑体系实际搭设时立杆定位依据。

(3)满堂支撑体系搭设前,立杆布设尺寸及位置应由工程部依据构件受力情况进行设计、验算,并由现场技术管理人员交底并根据需要实施岗前教育。班组据技术交底搭设完成后,由班组负责人通知现场负责人、工程部、质量部、安环部、试验室及测量队共同对脚手架进行验收。

(4)立杆、扣件及其配件进场后,应组织相关人员对杆件及其配件进行验收,检查杆件与配件是否配套、齐全情况,是否存在锈蚀、裂纹、二次加工、变形等情况,符合规范要求后方可投入使用。

(5)碗扣脚手架搭设时应符合以下要求及规定:

a、立杆搭设前,应按搭设高度进行立杆配置,首层立杆应采用不同长度的立杆,避免同一截面内接头数量大于 50%;

b、支撑体系搭设按先立杆、后横杆的顺序按每步进行搭设,形成初步支撑单元,同时横杆安装前应预留足够的侧墙模板支撑杆件。底层水平框架的纵向直线度应≤L/200,横杆间水平度应≤L/400;

c、脚手架的纵横向水平杆应按步距沿连续设置。由于本工程采用板墙共用支撑体系,在立杆的底部碗扣处应设置扫地杆,扫地杆设置按照扣件式满堂支架体系设置,采用直角扣件固定在距钢管底端不大于 200mm 的立杆上,且扫地杆应与碗扣支架立杆连接牢固;在立杆顶部碗扣处同样设置一道纵向水平杆、横向水平杆作为扫天杆,扫天杆距悬臂端不应超过 650mm;可调拖撑插入立杆长度≥150mm,伸出立杆长度≤300mm。

d、脚手架全高的垂直度应小于 L/500;最大允许偏差应小于 100mm;

e、满堂式支架搭设完毕后,搭设主楞及次楞,主楞采用双拼钢管,次楞采用 100×100mm 方木,最后铺设板底模,底模铺设完成后,需由测量人员协助检查、调整,使大面平整与设计标高相符;

(6)扣件式钢管对撑搭设时应符合以下规定:

a、横向水平杆与立杆必须用直角扣件连接,每处交接处均须连接;

b、水平杆端部均设置可调顶托,顶托丝杆长度不大于 300mm,且丝杆插入钢管长度不小于 150mm;水平横杆伸出立杆以外不少于 100cm。

c、支架安装、加固时,其扣件螺栓拧紧扭力不小于 40N·m,且不大于 65N·m。

(7)由于支架底部为结构底板和中板混凝土,支架地基承载力满足施工要求。

(8)支架架体四周及内部纵、横向由底至顶设置连续竖向剪刀撑,并在架体顶部设置连续水平剪刀撑(支架

高度 $\geq 8\text{m}$ 时,在底部设置连续水平剪刀撑)。剪刀撑杆件的有效搭接长度必须大于 1m ,且用不少于三个旋转扣件扣牢。剪刀斜撑杆应用旋转扣件固定在与之相交的立杆上,斜杆与地面的倾角宜在 $45^\circ\sim 60^\circ$ 之间。本工程方案沿支架长度方向设置8道连续剪刀撑,每5跨1道;高度方向设置3道连续剪刀撑,分别在支架底部、中间及顶部设置;宽度方向每5跨设置1道。

表6 剪刀撑跨越立杆的最多根数一览表

剪刀撑斜杆与地面的倾角 α	45°	50°	60°
剪刀撑跨越立杆的最多根数 n	7	6	5

4.3.3 搭设顺序

(1) 脚手架搭设应按立杆、水平杆、斜杆的顺序配合施工进度逐层搭设。

(2) 模板支架应按先立杆、后水平杆、在斜杆的顺序搭设形成基本架体单元,并应以基本架体单元逐排、逐层扩展搭设成整体支撑体系,每层搭设高度不宜大于 3m ;

(3) 斜撑杆、剪刀撑等加固应随架体同步搭设,不得滞后安装。

5 结束语

地铁明挖车站高大模板施工作业环境较为复杂,交叉作业频繁,应采用轻便化、易安装的模板,减少机械与人工交叉频率,保障作业人员安全。同时应加强作业现场安全管理,提高作业人员安全意识,杜绝伤害事故的发生,确保社会和谐稳定,创造良好的建筑安全生产环境。

[参考文献]

- [1] 阮尚忠. 建筑工程中高大模板支撑体系的应用研究[J]. 建材与装饰, 2018(38): 44-45.
 - [2] 刁志. 高大模板施工技术在工程实践中的应用探析[J]. 建材与装饰, 2018(35): 35.
 - [3] 崔迪. 浅谈弧形超高大跨度结构高架支模施工[J]. 民营科技, 2018(8): 122.
 - [4] 林乔阳. 高大模板支撑体系安全施工要点分析[J]. 四川水泥, 2018(7): 267.
 - [5] 王平. 高大模板支撑体系施工质量控制及安全管理研究[J]. 四川建材, 2018, 44(7): 96-111.
- 作者简介: 姚程(1995.7-), 工作单位中交第三公路工程有限公司。