

城市高架桥预制柱施工技术要点

文 / 向武鸿 张家界市审计局 湖南张家界 427000

【摘要】为解决城市高架施工中的预制立柱施工问题，本文结合某城市高架实际情况，对其预制立柱施工技术进行深入分析，提出立柱钢筋笼施工、模板施工、混凝土施工等主要施工环节的施工方法及要点，最后经实践验证了该城市高架预制立柱施工技术的合理性与对技术要点把控的精准性，以期为相关人员提供参考。

【关键词】关键词：城市高架；预制立柱；钢筋笼施工；模板施工；混凝土施工

【DOI】 10.12334/j.issn.1002-8536.2022.07.024

引言：

如今，越来越多的城市高架工程施工为减少占地和减轻给交通造成的影响，都开始大量使用预制立柱，即将立柱的生产从施工现场转移到工厂，然后将工厂中生产完成的立柱运输到现场进行施工。作为一项新颖的施工方法，为保证立柱施工质量与安全，有必要结合工程实际情况，深入分析其预制立柱施工技术，并明确各项技术要点。

1、工程概况

该标段高架所用立柱形式为预制立柱，立柱连接方式为灌浆套筒，考虑到预制工艺对预制构件加工精度有十分严格的要求，钢筋笼与套装实际安装精度必须达到 $\pm 2\text{mm}$ ，故立柱必须在工厂中进行预制生产，生产完成后运输到现场进行

安装。预制立柱形式为直立柱，其断面主要为矩形与圆弧形倒角，采用 C40 混凝土通过立式浇筑而成。预制立柱的主筋为 HRB400 的 $\phi 40$ 钢筋，箍筋为 HRB400 的 $\phi 12$ 钢筋，拉筋为 HRB400 的 $\phi 16$ 钢筋，拼装方法为全灌浆套筒，套筒设置在柱的底部，顶端伸出与盖梁相连使用的插筋。立柱安装到位后，做好垂直度与位置适当调节，然后铺设一层厚度为 2cm 的砂浆作为垫层，最后为柱底部的套筒实施压浆。该标段预制立柱统计情况如表 1 所示。

2、施工技术要点

2.1 钢筋笼施工

立柱钢筋加工结束后采用胎架进行钢筋笼绑扎，绑扎需严格按照以下步骤进行，不可跳步，并且要随时做好测

立柱型号	截面形式	截面尺寸 (m)	数量 (根)	高度 (m)	重量 (吨)
T9	矩形加圆弧倒角	2.6*1.6@R150	57	8.062 ~ 10.172	84 ~ 111
T9a	矩形加圆弧倒角	2.6*1.8@R150	4	8.29 ~ 8.42	95.8 ~ 97.9
TY6	矩形加圆弧倒角	1.6*1.6@R150	11	8.007 ~ 9.846	50.8 ~ 62.5
TY8	矩形加圆弧倒角	2.0*1.6@R150	10	8.007 ~ 9.612	63.6 ~ 76.3
TY9	矩形加圆弧倒角	2.0*2.0@R150	15	8.007 ~ 10.115	79.5 ~ 100.6
TZ10	矩形加圆弧倒角	2.6*1.8@R150	4	8.168 ~ 8.425	97 ~ 101
TY10s	矩形加圆弧倒角	1.6*1.3@R150	2	9.369	48.2
TY12	矩形加圆弧倒角	2.6*1.6@R150	2	8.417 ~ 8.691	87.1 ~ 89.9
TY18s	矩形加圆弧倒角	2.2*1.6@R150	4	10	87.5

表 1 标段预制立柱统计

量工作, 保证每个步骤的加工精度都能达到要求: 步骤一为将胎架组装好后, 对固定端的定位板进行安装; 步骤二为对灌浆套筒进行安装, 要求一次性安装完成, 同时设置好箍筋与拉钩; 步骤三为对上排主筋进行安装; 步骤四为对箍筋进行安装, 共两道; 步骤五为对底排主筋和侧面设置拉钩的主筋进行安装; 步骤六为对竖向拉钩进行安装, 采用手工的方式将其中一头从 90° 弯曲至 135° ; 步骤七为对横向拉钩进行安装, 采用手工的方式将其中一头从 90° 弯曲至 135° ; 步骤八为对侧面剩下的主筋进行安装; 步骤九为对箍筋、拉钩和主筋进行焊接, 焊接方法为气体保护焊; 步骤十为对其它各辅助装置进行安装, 如套筒止浆塞、柱顶钢绞线吊点、保护层垫块、调节千斤顶预埋螺栓套、柱顶盖梁挡板预埋螺栓套安装、防雷接地板、局部加强措施等。将整个钢筋笼绑扎完成后, 借助专门的吊架与吊索具进行吊装。钢筋笼的最大重量不超过 8.5t, 现场采用两台 20t 行车抬吊, 吊架与吊索具挂上缘外侧钢筋进行起吊, 一同吊起两段定位板^[1]。

2.2 模板施工

立柱模板施工需严格按照以下步骤进行, 不可跳步, 并且要随时做好测量工作, 保证每个步骤的模板精度都能达到要求: 步骤一为对轨道、台车与翻转架进行安装; 步骤二为底部模板进行安装; 步骤三为对侧面模板进行安装, 在安装侧面模板的过程中, 如果先安装其中一侧, 则会由于受力无法达到平衡而产生倾覆, 所以模板安装施工中应使用可调钢管为立柱模板提供可靠支撑, 钢管的设置间距一般为 1-2m, 通过支撑钢管的设置能有效避免倾覆现象的发生; 步骤四为对立柱的钢筋笼进行吊装; 步骤五为对顶部模板进行安装; 步骤六为将模板平移到翻转架; 步骤七为对翻转吊架进行安装; 步骤八为对吊索具进行安装, 然后开始模板翻转; 步骤九为将翻转销子拆除, 使模板和翻转架之间脱离; 步骤十为将模板吊装到混凝土浇筑台座, 并进行可靠固定, 此外要在固定模板的同时借助缆风绳和手拉葫芦对模板垂直度进行适当的调整; 步骤十一为设置操作平台; 步骤十二为将模板的翻转吊架拆除, 开始浇筑混凝土; 步骤十三为将操作平台及模板拆除, 开始混凝土养护, 在养护结束后将立柱从浇筑台座上吊离^[2]。

2.3 混凝土施工

该高架所用预制立柱有 C40 混凝土通过立式浇筑而成, 浇筑用混凝土均由供应商负责提供。对于浇筑用混凝土, 其技术指标应达到以下要求: 水泥以普硅水泥为主, 强度等级需达到 42.5 以上, 其品质应保持稳定; 混凝土的矿物掺合料, 如粉煤灰和磨细矿渣粉, 必须满足相关规范提出的要求; 混凝土中粗骨料的粒径不能超过 20mm, 采用反击破式加工方法, 针片状颗粒含量不能超过 6%, 含泥量不能超过 1%, 且泥块的含量不能超过 0.5%; 混凝土的细骨料以 II 区中砂为宜, 其含泥量不能超过 3%, 泥块的含量不能超过 1%, 细度模数应达到 2.5 以上; 混凝土的外加剂以高性能聚羧酸减水剂为主, 其减水率应能达到 25% 以上; 完成级配设计后予以严格验证, 确定能否达到设计及规范的要求; 混凝土拌和站需根

据规范保证砂石材料称重计量误差不超过 2%, 而其它原材料称重计量误差不超过 1%, 生产时应连续搅拌 180s 以上的时间^[3]。

在预制工厂中对立柱进行浇筑, 混凝土运输采用搅拌车进行, 到场后采用管道长度为 46m 的泵车实施浇筑, 作业人员的上、下主要通过登高车实现。为保证混凝土顺利下料, 还需设置橡胶导管, 以此将混凝土下料时的下落高度控制在 1.0-1.5m 以内, 防止由于下落高度过大导致混凝土离析, 立柱浇筑施工如图 1 所示。将立柱浇筑完成并拆除模板后, 应使用喷淋装置实施养护, 养护应持续 7d 的时间^[4]。

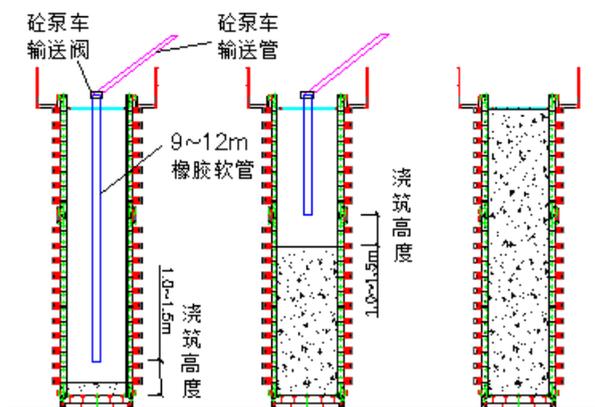


图 1 立柱混凝土浇筑

登高车作为浇筑施工的重要设施, 在使用时应严格注意以下几点: (1) 严格按照登高车相关操作规程实施安全作业, 杜绝所有可能对作业安全造成不利影响的操作; (2) 登高车应停放于安全地点, 与电焊等特殊作业的场地尽可能远离。采用登高车进行作业的过程中, 应放置车辆开到危险地点; (3) 启动设备之前对其油路进行检查, 确认是否处于良好状态, 并查看每个连接处是否达到牢固, 尤其是作业平台与吊臂相连的部位。启动主机时不能实施其它操作, 将设备启动以后, 应确定装置所处操作状态是否完全正常; (4) 检查所有工作装置的运转是否正常, 确定操作手柄及开关状态, 当设备停止工作时, 应立即将急停开关关闭, 避免垫平亏电, 给后续使用造成影响; (5) 现场操作人员必须按照要求系好安全带, 严格杜绝超载作业, 超出平台宽度的所有物品均不可装载, 更不能使用作业平台对物体进行推拉; (6) 作业期间不可对作业平台实际水平度进行调整, 也不能将梯子或者是垫板放在作业位置附近, 如果作业途中发现紧急状况, 应立即停机, 当操作空间较小时, 应使用慢档, 以免车速较快导致碰撞, 另外在长时间行走过程中, 需将回转锁锁定; (7) 当遇到恶劣天气条件时, 不可作业, 并将悬臂收拢; (8) 高空作业车不可兼做起重机施工; (9) 严格按照现场指挥进行操作, 不可违章作业, 在没有得到允许的情况下不可贸然操作; (10) 正确使用各类设备, 同时始终保持安全整洁, 经常检查安全防护装置; (11) 升降臂下方不可站人, 以免发生危险^[5]。

2.4 存储与运输

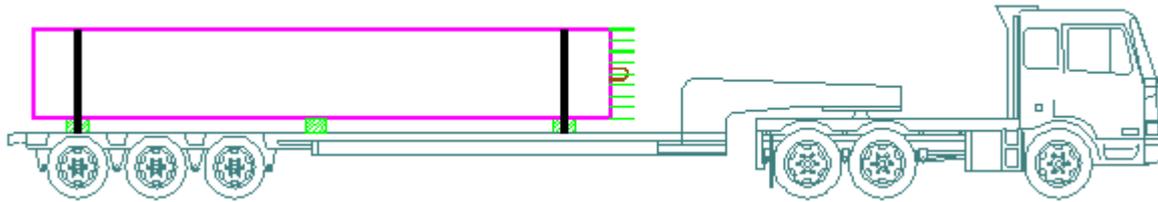


图2 预制立柱装车

预制完成的立柱需存放在指定存储场地，考虑到存储场地面积有限且存储时间相对较短，故应采用竖立的方式存储，运输时将其翻转即可。翻转立柱前，先用两根长度为3m的双头钢丝绳进行起吊，将立柱吊起后，于沙坑内实施翻转，在水平起吊过程中，需在立柱的底部设置两个尼龙吊带，其长度应达到10m^[6]。

以该项目立柱构件的特点及现场运输情况为依据，立柱运输由六轴重型平板半挂车进行，其主要技术数据包括：（1）外形尺寸为20260（23860）mm×3000mm×3086mm；（2）轴距为3050mm+1300mm+10440mm；（3）轮距为2050/1864mm；（4）自重为19400kg；（5）列车总重为45900（79400）kg；（6）平板承载能力为28000（60000）kg；（7）最高车速为90km/h；（8）最大爬坡度为15%；（9）内侧最小转弯半径为11000/14600mm；（10）转弯通道宽度为9500/11000；（11）货台面积为12000（15600）×3000×1075（凹890）；（12）轮胎规格为11.00R20/8.25R15；（13）发动机型号为WD615.38；（14）最大功率为280kW/2200rpm；（15）最大扭矩为1700N·m/1400-1600rpm^[7]。

运输线路总长在10.0-12.5km范围内，通过沿途勘察，在运输路线中存在一座路桥，其设计载荷可以达到30t级以上，可满足本次构件运输要求。在正式开始运输前，应先征得当地相关部门与交管部门的许可。

预制构件的装车和运输应按照以下程序进行：（1）以预制立柱外形特征为依据，在托车上找出相应的位置；在装车过程中，托车中心位置必须处于同一条直线，并在中间使用钢丝绳可靠相连，此外要在转盘和钢梁之间采用枕木作为衬垫；（2）将预制立柱装车完毕后，在两侧的前后方向分别使用尼龙吊带实施绑扎，在和预制立柱相接触的位置使用麻布包填衬以后利用手拉葫芦将吊带收紧，自此基础上还要设置好警示绳和示宽灯；（3）预制立柱运输前与运输后都要向当地有关部门办理各项相关手续，运输应严格按照要求的时间与路线实施。在运输过程中还要配套一台专门的指挥车，车辆转弯过程中应使用自动转向装置辅助转向；（4）运输车行驶过程中，在转弯时车速一般不能超过5km/h，以保证运输安全，防止发生意外；（5）将预制立柱运输到指定卸货地点后，严格按照吊装施工要求进行卸车^[8]。预制立柱装车如图2所示。

在预制立柱装运过程中应注意以下要点：根据施工现场

的具体情况确定适宜的进场方向及吊装顺序，同时明确出厂时的具体装车方向；运输车进场道路应保持平整和坚实，提前做好平整与硬化处理；如果预制立柱的运输可能对当地交通造成很大影响，则需将运输尽量安排在夜间进行，并在现场加强交通协管。

结语：

综上所述，预制立柱施工是该工程控制性工程之一，其施工质量决定整个高架工程的质量，而且安全隐患诸多。实践表明，该工程预制立柱施工技术合理可行，对各项要点的把控精准到位，值得类似工程参考借鉴。

参考文献：

- [1] 张微敬, 郭媛媛, 刘时伟. 钢筋套筒挤压连接的预制RC柱抗震性能试验研究[J]. 工程力学, 2016, 33(12): 119-127.
- [2] 赵勇, 李锐, 王晓锋, 韩超. 大直径高强钢筋套筒灌浆连接预制柱抗震性能试验研究[J]. 土木工程学报, 2017, 50(5): 27-35+71.
- [3] 吴焕娟, 黄清杰, 蒋勤俭, 孙源泽. 大型预制柱吊装技术研究[J]. 混凝土与水泥制品, 2018, 12: 75-80.
- [4] 黄大明, 黄栩, 朱祖华, 朴松浩. 地铁地下车站清水混凝土预制柱结构设计方法及施工工艺研究[J]. 建筑结构, 2018, 48(2): 687-690.
- [5] 余琼, 匡轩, 方永青. 钢筋套筒灌浆搭接连接的预制框架柱抗震试验[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2019, 47(1): 18-28+37.
- [6] 张微敬, 王桂洁, 张晨骋, 刘时伟. 钢筋机械连接的装配式框架抗震性能试验研究与有限元分析[J]. 土木工程学报, 2019, 52(5): 47-58.
- [7] 李锐, 郑毅敏, 赵勇. 配置500MPa钢筋套筒灌浆连接预制混凝土柱抗震性能试验研究[J]. 建筑结构学报, 2016, 37(5): 255-263.
- [8] 伍云天, 明亮, 肖岩, 薛梅. 装配式钢梁-预制柱组合框架抗震性能试验研究[J]. 建筑结构, 2013, 43(9): 66-71.

作者简介：

向武鸿（1979.07-），男，土家族，本科，中级，湖南张家界人，主要工作方向：道路桥梁。