

图1-2 立柱桩钢筋笼配筋大样图

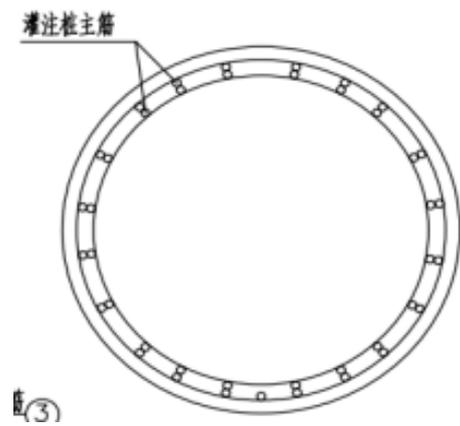


图1-3 立柱桩钢筋笼88根钢筋并筋大样图

## 二、钢管柱施工

### (一) 钢管柱加工简介

桃园站钢管柱均采用材质为Q345B的焊接钢管，壁厚 $t=20\text{mm}$ 。钢管柱的底端封闭并加工成锥形，底部4m范围焊接锚固刺。采用桩径400mm，30根直径32mm主筋贯入钢管柱1.5m范围内，外露1.2m主筋与后期顶板梁相接，内设直径12mm螺旋箍间距150mm布置，下图是有关钢管柱加工的一些示意图。

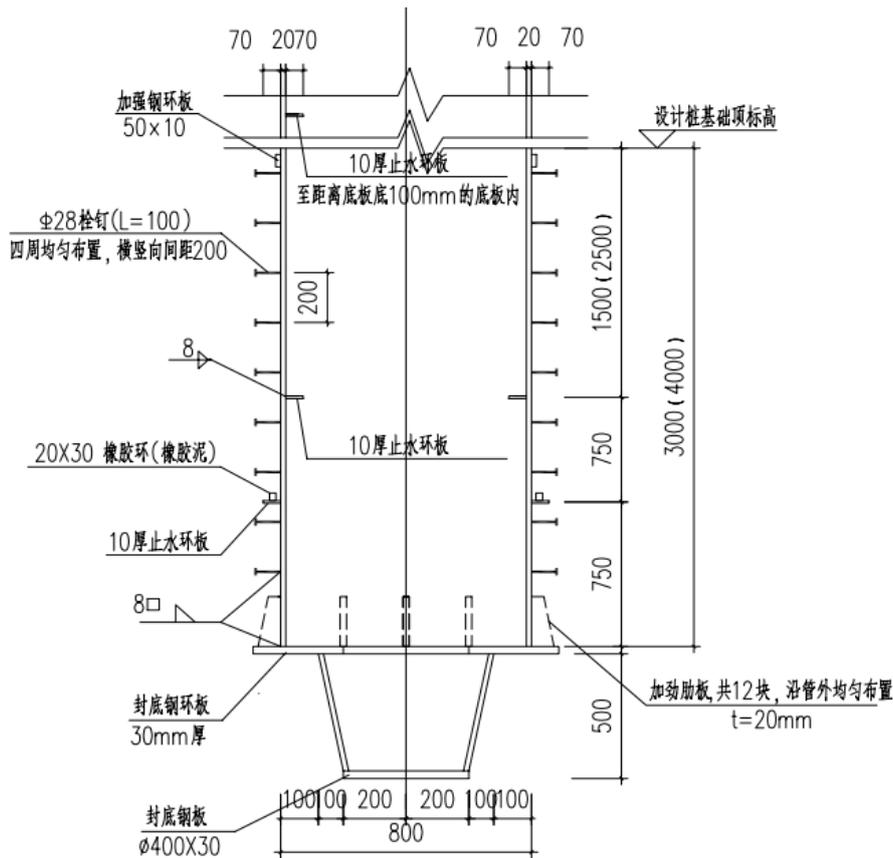


图1-4 钢管柱底加工剖面示意图

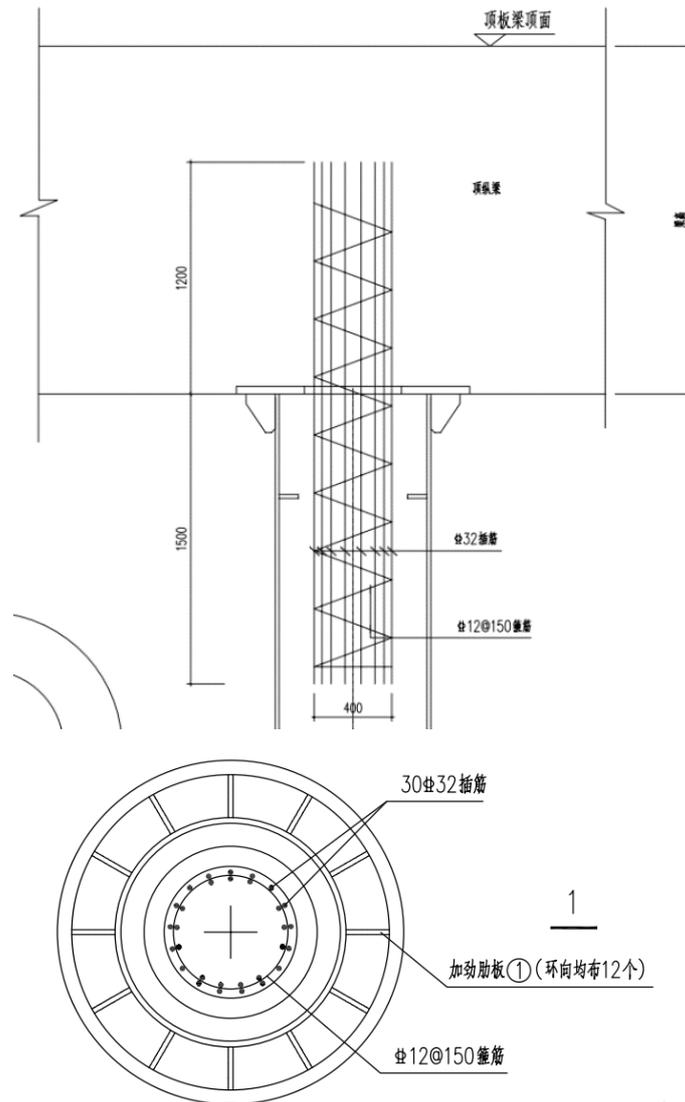


图1-5 钢管柱与顶板连接示意大样图

## (二) 施工流程

辅助工作井开挖→吊装辅助井钢筋笼护壁→履带吊吊钢管柱入辅助井、固定→履带吊起吊钢筋笼至钢管柱内、固定→钢管柱内浇筑C50补偿收缩混凝土→工具节连接→定位器定位安装、调平、固定→吊放导管、浇筑桩基混凝土→钢管柱吊装入自制井架→工具节安装连接并吊放钢管柱至设计位置→调整垂直度固定→桩孔粗砂回填→工具节及自制井架拆除。

### (1) 辅助工作井开挖

选择附近场地进行辅助工作井开挖，前期辅助钢管柱施工，后续兼做降水井。施做流程同钻孔灌注桩施工流程，采用钢筋笼外加钢网片进行护壁，护壁钢筋笼桩径应略小于辅助井开挖直径，方便吊放<sup>[1]</sup>。护壁钢筋笼主筋采用10根直径22mm的三级螺纹钢，螺旋箍筋采用直径10mm钢筋，间距200mm布置，加强箍采用直径20mm钢筋，间距2000mm布置，并在钢筋笼外层铺设5×5铁丝网，1×1镀锌铅丝网及尼龙网，各层网布置长度根据钢筋笼长度而定。

### (2) 钢管柱内钢筋笼连接

钢管柱内钢筋笼为直径32mm长2.7m三级螺纹钢，钢筋笼贯入钢管柱内1.5m，外露1.2m与顶板梁连接。施工前，现场加工钢管柱内钢筋笼，钢管柱起吊至辅助井内，采用槽钢通过焊接的法兰固定在孔口处<sup>[2]</sup>。起吊钢筋笼并进行定位，采用槽钢将钢筋笼固定在钢管柱顶部。管内浇筑混凝土，待混凝土初凝后拆除钢筋笼槽钢。

### (3) 钢管柱内混凝土浇筑

因钢管柱自重不够,无法吊放钢管柱至设计位置,吊装前需先进行钢管柱内混凝土浇筑,满足自重要求。钢管柱长取25m计算,泥浆密度取 $1.2\text{t}/\text{m}^3$ ,桩基混凝土密度取 $2.38\text{t}/\text{m}^3$ :

$$F_{\text{浮}}=G_{\text{排}}=1.2*0.8*0.8/4*3.14*21+2.38*0.8*0.8/4*3.14*4=17.44\text{t}$$

$$G_{\text{柱}}=0.157*0.8*3.14*25=9.86\text{t}$$

$$G_{\text{柱}_{\text{混凝土}}}=G_{\text{柱}}+G_{\text{混凝土}}=9.86+0.8*0.8/4*3.14*25*2.45=40.6\text{t}$$

$$G_{\text{柱}}<F_{\text{浮}}=G_{\text{排}}<G_{\text{柱}_{\text{混凝土}}}$$

施工前需先行浇筑混凝土,以满足自重达到下沉要求。

混凝土浇筑采用导管法灌注混凝土, $\phi 250\text{mm}$ 导管对称浇筑。导管以丝扣连接并以环状橡胶垫密封,使用前进行水密试验,试压压力 $0.6\sim 1.0\text{Mpa}$ 。

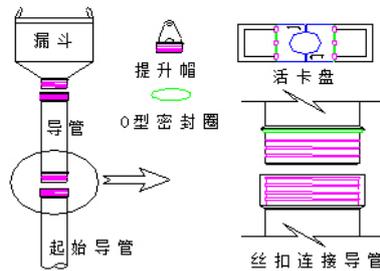


图1-6 导管系统示意图

### (4) 成孔及灌注桩混凝土浇筑

采用旋挖钻进行钢管立柱桩成孔施工,成孔过程中,将钢管柱吊装入工作井,并采用导管法浇筑钢管柱柱内混凝土<sup>[3]</sup>。待成孔完成验孔合格后吊放抗拔桩钢筋笼就位,清孔过程中,吊入定位架。清空完成利用天泵配合导管法浇筑抗拔桩超缓凝混凝土,并严格控制混凝土浇筑高程,要求低于设计混凝土面 $50\sim 100\text{cm}$ 。

### (5) 自制井架及定位器安装

钢管柱定位采用自制井架及定位器。自制井架上高 $6.5\text{m}$ ,长 $5\text{m}$ 、宽 $3.5\text{m}$ ,架体结构采用 $25$ 工字钢焊接而成,主要分底部平台及顶部平台两部分,底部平台下方设置 $4$ 个液压千斤顶, $8$ 个调节丝杠,用于调整架体水平,上部平台主要用于人员操作。在桩基施工前,对施工现场进行场地整平,用全站仪在测出桩位十字中心线,根据桩位十字中心线引出定位架安装的 $4$ 个角点,安装自制井架并进行校核,定位无误后进行固定。自制井架大样图如下图所示。

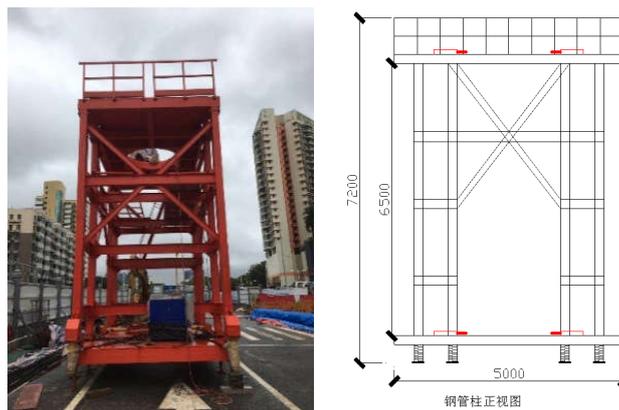
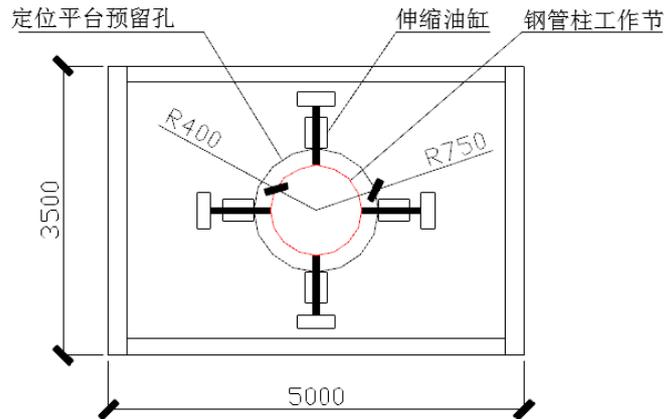


图1-7 自制井架图

自制井架上设置上下两层定位器,定位器由油缸及导管组成,安装在自制井架上上下平台上,每层平台上设置 $4$ 个水平千斤顶,千斤顶端部与钢管柱为滑动式连接,用于调整钢管柱水平位置及垂直度<sup>[4]</sup>。所有千斤顶均由操控平台统一控制。

定位器大样图如下图所示:



钢管柱俯视图

图1-8 定位器平面图

钢管柱成孔完成后，及时将定位架安装至孔口位置并利用4个地脚液压千斤和8个调节螺杆调平并固定。在抗拔桩混凝土浇筑完成后，立即从工作井内将已浇筑完混凝土的钢管柱吊装至孔内，并在架体底部平台采用搁置型钢临时固定。

(6) 钢管柱吊装

钢管柱顶部埋深最大为5.2m，定位架高度约7.5m，故现场制作长度为13.5m工具节，用于钢管柱的吊装及定位。工具节与钢管柱采用承插式连接，外部用6根精轧螺纹钢进行连接。钢管柱吊入简单固定后，立即将工具节吊入，并与钢管柱通过承插法用6根精轧螺纹钢进行连接；精轧螺纹钢上下口布置精轧螺纹钢专用大螺栓固定。连接完毕后将钢管柱及工具节整体下放就位。

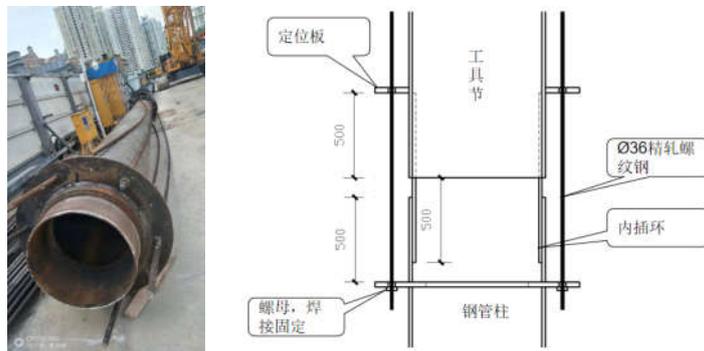


图1-9 工具节及连接大样图

(7) 钢管柱定位过程及原理

自制井架定位器安装前，测量定位钢管柱中心十字线、引线出定位架安装位置，安装定位架，定位架通过底脚螺栓进行水平度调整、固定；通过钢管柱中心十字线进行引线安装定位器，安装后对中心及水平度进行复合，无误后固定。

利用钢管柱自重及油缸千斤对钢管柱进行垂直度调整。钢管柱下放过程中，利用上部平台及下部平台的定位器进行桩体的定位及调垂，测量实时跟踪，达到要求后利用钢管柱自重下放，待钢管柱吊装入孔内至孔口部位时，临时进行固定。

(8) 工具节及定位架拆除

在钢管柱安装完成，抗拔桩混凝土强度达到设计强度80%后，孔内回填石粉渣对钢管柱上部进行固定，然后拆除工具节外部精轧螺纹钢，抽出工具节，定位架可一并拆除，进入下一循环。

### 三、施工质量管控

(1) 钢管柱焊缝必须用超声波进行无损探伤100%检测,超声波检测无法对缺陷进行探伤时应采用100%射线探伤,每根钢管不少于15张,抽样拍片的部位由监理工程师指定,按II级标准进行评片,满足《钢结构工程施工质量验收规范》要求。

(2) 所有钢管构件必须在焊缝检查后方能按设计要求进行防锈处理<sup>[6]</sup>。涂防锈漆应在工厂完成,涂防火涂料在砼浇筑后制作。

(3) 钢管构件中各杆件的间隙,特别是缀件与管段连接处的间隙应按钣金展开图进行放样。焊接时,根据间隙大小选用合适的焊条直径。管段与缀件焊接时,焊接次序应考虑焊接变形的影响。

(4) 钢管组装允许偏差:纵向弯曲允许值 $f \leq 10\text{mm}$ ,椭圆度 $f/d \leq 3/1000$ ,管端不平度 $f \leq 3\text{mm}$ 。

(6) 钢管柱组装后,在吊装时应注意减少吊装荷载作用下的变形,吊点的位置应根据钢管柱本身的承载能力和稳定性经验算后确定。

(7) 钢管柱吊装后,应立即进行校正,并采取临时固定措施以保证构件的稳定性。钢管柱允许吊装误差应符合下表所示标准。

序号	检查项目	容许偏差(mm)
1	立柱中心与基础中心线	$\pm 5\text{mm}$
2	立柱顶面标高和设计标高	$\pm 10\text{mm}$ , 中间层 $\pm 20\text{mm}$
3	立柱顶面平整度	5mm
4	立柱垂直度	长度1/1000,最大不大于15mm
5	各柱之间距离	间距的1/1000
6	个立柱上下两平面相应的对角线差	长度的1/1000,最大不大于15mm

(8) 钢管柱采用 $\phi 1500$ 的钻孔灌注桩成孔,在钢管吊装定位,底板地面以下基础混凝土灌注之后,应在钻孔灌注桩和钢管柱之间回填粗砂,并加水使之密实。

(9) 每次浇灌混凝土前应先浇灌一层厚度为10-20cm的,与混凝土等级相同的水泥砂浆,以免自由下落的混凝土粗骨料产生弹跳现象。

(10) 当混凝土浇灌到钢管顶端时,可以使混凝土稍微溢出后在将留有排气孔的封顶板紧压在管端,随即进行点焊,待混凝土强度达到设计值的50%后,再将封顶板按设计要求进行补焊。也可将混凝土浇灌到稍低于钢管的位置,待混凝土强度达到设计值的50%后再用相同等级的微膨胀水泥砂浆补填至管口,并按上述方法将封顶板次封焊到位。

### 四、结束语

基建工程作为我国的一类重要工程,关系着我国广大的人民的生活质量。探究其施工技术对推动我国基建水平具有相当重要的意义。

### 参考文献

- [1]装配式建筑钢管混凝土束结构施工技术[J]. 高远,常欣悦. 天津建设科技. 2021(03)
- [2]新型钢管混凝土技术与运用实践研究[J]. 王冬娜. 居舍. 2018(10)
- [3]钢管混凝土叠合柱施工工艺及质量控制[J]. 夏建云,赵德鹏. 广东土木与建筑. 2020(06)
- [4]超深大直径钢管立柱桩施工控制技术[J]. 石海良. 湖南交通科技. 2019(03)
- [5]基坑支撑梁体系中钢管立柱桩施工技术探讨[J]. 张高威. 住宅与房地产. 2019(15)
- [6]复合立柱桩支承下深基坑围护结构变形性状[J]. 路林海,王国富,徐前卫,孙红,王永吉,王丹. 铁道工程学报. 2019(01)