

盖挖逆作法矩形钢管混凝土柱的施工安装装置技术研究

李忠虎 李勇强

(中交第二航务工程局有限公司, 湖北 武汉 430040)

摘要: 本文依托马来西亚吉隆坡MRT 2号线吉隆坡医院(HKL)站。研究并介绍一种建筑施工装置, 具体是一种用于逆作法下矩形钢管混凝土柱的施工安装装置, 包括地面托架, 导向架和工具柱。如何多快好省地施工盖挖逆作法下的一柱一桩, 其桩顶标高低于地面。

关键词: 盖挖逆作 一柱一桩 矩形钢管混凝土柱 安装装置

DOI: 10.12319/j.issn.2096-1200.2023.01.157

一、研究问题背景

为缓解城市日益拥堵的交通压力, 地铁已经成为我国以及世界许多大城市首选的交通工具。地铁建设一般顺序为首先建设车站并完成盾构始发或接收井, 然后盾构机进站, 接收或进行二次始发。由于城市既有建筑物影响, 场地限制, 盾构施工与车站施工工期矛盾以及未来站点规划, 会出现“盖挖逆作”的建造难题^[1]。在地下结构逆作法施工中, 无论是临时柱或永久柱, 一般会采用一柱一桩形式, 柱截面经常选择矩形, 且尺寸一致, 便于施工。这就要求地下结构施工前先打桩, 再把矩形钢管柱从地面插入桩内, 最后灌注桩和钢管内的混凝土^[2]。矩形钢管混凝土柱作为上部结构的竖向支撑, 设计时, 柱顶标高经常是在地面以下与地下结构的顶板相连接, 遇到轨道交通等地下结构, 柱顶标高甚至会低于地面5到6米。如何多快好省地施工一柱一桩, 地面需要一个钢管混凝土柱的安装装置。

二、依托工程概况

马来西亚吉隆坡MRT 2号线B标车站, 即吉隆坡医院(HKL)站是马来西亚吉隆坡二号线的一个中间站, 车站位于Jalan Pahang路与Jalan Tun Razak路交叉口地块, 沿Jalan Tun Razak, 呈东西走向。车站小里程端接Titiwangsa站, 大里程端接Crossover渡线站, HKL车站主体结构长138米, 呈楔形, 大里程端宽度约44米, 小里程端宽度约22米, 车站共设3个出入口。车站主体为地下三层结构, 深约29米。车站主体结构顶板厚2米, 负一层及负二层板厚1米, 底板厚2.2米。车站主体围护结构采用1200毫米厚地下连续墙。车站主体地连墙深约50米, 出入口地连墙深约40米, 顶板覆土厚度约5米。本站设3个出入口; 本站两端头与盾构区间相连。本车站钻孔灌注桩与钢管内加钢筋混凝土组合柱共计18根, 桩径均为2.5m, 钢管内加钢筋混凝土组合柱最大尺寸为1m*1m, 属于大尺寸钢管内加钢筋混凝土组合柱。如图

1所示, 桩编号为B1到B17, 柱编号为TC1-TC7和S6-S11。柱高24米, 根据地勘报告, 采用扭矩280KN.M旋挖钻机施工泥浆护壁钻孔桩^[3]。

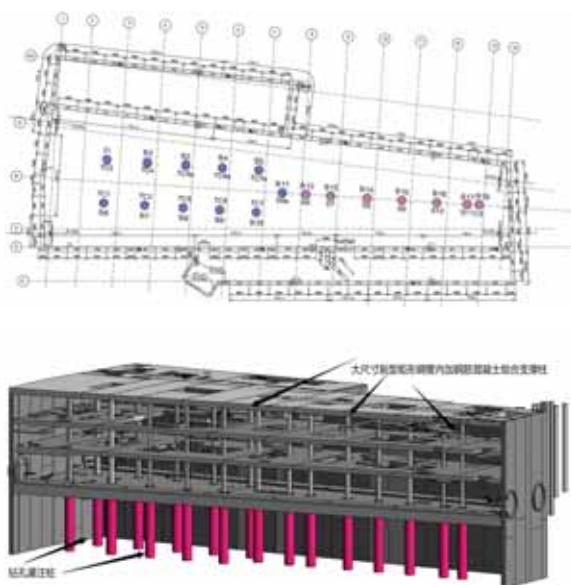


图1 钻孔桩和支撑柱布置示意图

车站内地质情况较复杂, 主要为车站顶板以上少部分冲积土(标贯值小于10)、负一层到负二层残积土(标贯值大于10), 剩余大多为肯尼亚极硬土(标贯值30到50以上), 多为坚固的沙与石头, 内摩擦角大, 地质状况良好, 地下水发育情况一般。

三、安装装置研究

本安装装置可以安置在地面硬化层上也可以安置在混凝土墩上。本安装装置包括一个工具柱, 一个地面托架和一个导向架。

地面托架由两层钢梁和架空工字钢组成。带加劲肋的工字钢作为上层钢梁, 直接承载矩形钢管混凝土柱或者工具柱。两条工字钢作为下层钢梁, 承载上层钢梁。其间距

与矩形钢管混凝土柱截面的长度相适应。下层钢梁间有两块钢板与其进行焊接。钢板间距与矩形钢管混凝土柱的截面的宽度相适应。下层钢梁利用工字钢架空，保证下层钢梁的底标高，超过钻孔桩护筒顶标高至少50mm。下层钢梁有吊耳，方便吊车运输吊装。

工具柱由吊装顶盖、钢板焊接而成的柱体、定位钢板与钢筋做成的长杆螺栓组成。吊装顶盖，用两个吊耳焊接在一块大小与柱截面相同的钢板上，中间设置加劲肋。定位钢板分为：焊接在柱钢板外的中间定位钢板与工具柱顶、底部定位钢板。定位钢板中间开孔，给长杆螺栓穿过，长杆螺栓负责将工具柱与矩形钢管混凝土柱连接起来。

导向架采用框架结构，方钢做竖向构件，角钢为横向构件，侧向拉结由角钢和细钢筋构成，如图2是本安装装置的工具柱图。

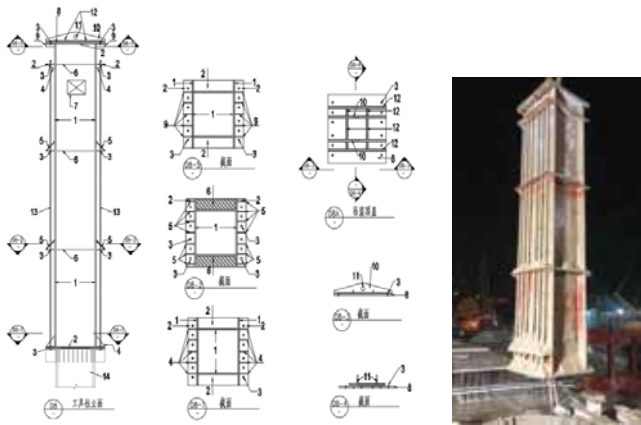


图2 工具柱图

如图2所示，本安装装置的工具柱包括有：1.钢板焊接而成的柱体。2.在柱体（1）两侧，中间部位与顶和底部位焊接定位钢板，定位钢板外包尺寸与矩形钢管柱的附加翼缘（14）相同，板上有螺栓孔（3）。其中：柱体（1）顶部定位钢板用于和吊装顶盖（8）进行螺栓连接，底部定位钢板用于和矩形钢管柱（14）进行螺栓连接；中间部位的定位钢板用于定位并且提供圆孔保证长杆螺栓（13）顺利通过。3.螺栓孔，顶部和底部定位钢板（2）上的螺栓孔有螺纹，分别用于吊装顶盖（8）和矩形钢管柱（14）进行螺栓连接。中间的定位钢板，螺栓孔用于穿过长杆螺栓。4.三角撑，焊接于柱体（1）与定位钢板（2）间的薄钢片，用于固定与支撑顶部和底部定位钢板。5.小直径钢筋，与柱体（1）和定位钢板（2）点焊接接，用于固定和拉结中间部位定位钢板。6.加强钢板，与柱体（1）焊接，用于加强柱体翼缘并兼有定位作用。7.柱体钢板开口，在柱体（1）一侧的钢板

割开一个口，浇筑矩形钢管柱内混凝土时，原柱内泥浆通过这个口排出8.吊装顶盖，一块矩形钢板，可与柱体顶部钢板（2）螺栓连接，用于吊装工具柱与矩形钢管柱。9.矩形钢片支座，焊接分布于柱体顶部钢板（2）下方，工具柱与矩形钢管柱最终吊装完成后，依靠钢片支座坐在地面托架上。10.吊装顶盖竖板，与吊装顶盖（8）焊接，供吊车起吊工具柱。11.吊装顶盖吊装孔，在吊装顶盖竖板（10）上的圆孔，供吊车挂钩穿过。12.吊装顶盖加强肋，“井”字形排布的钢板组合，与吊装顶盖（8）和竖板（10）焊接，保证吊装时顶盖的结构稳定性。13.长杆螺栓，用于矩形钢管柱（14）和工具柱的连接。14.矩形钢管柱，由设计施工图提供大样，柱顶部有附加翼缘，附带螺孔，与工具柱连接。

图3是本安装装置实施例的地面托架，图4是导向架。

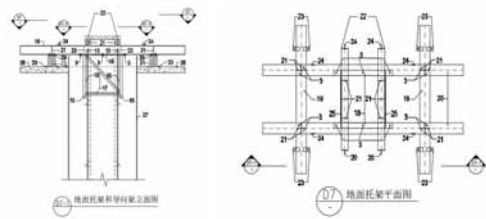


图3 地面托架

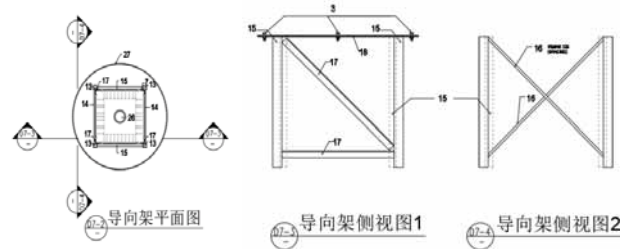


图4 导向架

如图3所示，本安装装置的地面托架包括有：19.底撑：由两条工字钢组成，用来架空下层钢梁，保证下层钢梁与地面之间的净空足够。配合混凝土墩、地面硬化厚度（28）

和附加钢板、钢片(29)等方法可以有效控制地面托架整体水平标高。20.下层钢梁,带螺栓孔的工字钢(如果需要承担很大荷载,则使用双拼工字钢),用来承托上层钢梁。梁底翼缘与底撑使用螺栓连接,保证稳固。两条工字钢间距由矩形钢管柱定位钢板尺寸外扩5mm,减小初始安装误差。21.加劲肋,与工字钢翼缘和腹板焊接连接的薄钢片,分布于底撑,下层钢梁和上层钢梁翼缘等直接受力的部位,增强工字钢局部稳定性。22.上层钢梁,带加劲肋的工字钢,用来承载矩形钢管柱与工具柱。23.底撑固定片,底撑工字钢下部翼缘焊上带有膨胀螺栓的薄钢片,膨胀螺栓打入地面硬化或混凝土块内,使得底撑等得到固定。24.吊耳,用于地面托架和导向架的吊装。25.导向板,与下层钢梁焊接的薄钢板,间距由矩形钢管柱定位钢板尺寸外扩5mm,使得矩形钢管柱下放初始定位就比较准确。

如图4所示,本安装装置的导向架包括以下构件。15.方钢管,用作导向架的竖向构件。16.钢筋,导向架竖向构件(15)的侧向拉结。17.等边角钢:一方面,用作矩形钢管柱的导向构件,与竖向方钢管(15)满焊,与侧向拉结点焊。角钢两支与矩形钢管柱定位钢板间距为4mm,保证矩形钢管柱安装精度达到要求;另一方面,与竖向方钢管点焊,用作导向架的横向构件和侧向拉结。18.薄钢板,与方钢管(15)焊接并有螺栓孔,能使导向架与地面托架进行螺栓连接。

本安装装置在安装完成后,如图3所示:26.钢导管,用于浇筑钻孔桩与钢管混凝土中的混凝土。27.护筒,导向架最终位置处于钻孔桩护筒中央,周围充满钻孔桩内的泥浆。28.地面硬化或混凝土块,底撑通过固定片和膨胀螺栓与其连接。29.薄钢片,可根据需要叠加多层用于微调底撑标高,进而控制整个地面托架标高,使得矩形钢管柱安装精度达到要求。

四、安装装置技术优势

本安装装置具体的施工技术步骤流程如下所示。

第一步,在地面上将导向架与地面托架的上层钢梁进行连接。第二步,调整地面硬化高度再利用叠加薄钢片或钢板盒子,校准地面托架的底撑标高。将底撑装好并用膨胀螺栓与硬化地面或混凝土墩固定牢。第三步,将第一步已安装好的地面托架下层钢梁与底撑用螺栓固定牢。第四步,根据矩形钢管柱的大小,放置上层钢梁。第五步,使吊装顶盖与矩形钢管柱进行螺栓连接,吊装并搁置于上层钢梁上。第六步,吊装工具柱,利用长杆螺栓与矩形钢管柱进行连接。第七步,将工具柱与吊装顶盖连接,整体起

吊矩形钢管柱,将上层钢梁插入工具柱中间定位钢板与顶部定位钢板间,使得工具柱能利用矩形钢片支座“坐”在上层钢梁上。第八步,拆除吊装顶盖,将浇筑混凝土用的导管插入矩形钢管柱中,进行混凝土浇筑。第九步,混凝土浇筑完成后,松开长杆螺栓,将工具柱吊出钻孔。第十步,拆除地面托架与导向架。向钻孔桩内灌注砂浆并拆除钻孔桩护筒,恢复地面。

经现场实践,具体优势如下。

第一,能够利用工具柱安装一种逆作法下的矩形钢管混凝土柱。通过工具柱可以将矩形钢管混凝土柱顶标高控制在地面以下,且不需要工人下到地下拆除工具柱。避免了施作工具柱与钢管柱之间的防水措施,大大提高施工安全性与施工效率。

第二,大量使用螺栓连接各主要构件,易拆卸重复利用,结构简单,运输方便,降低了成本,安装矩形钢管混凝土柱的精度达标。

第三,在吊装时,分次吊装,起重机械负担小。工具柱与矩形钢管混凝土柱整体连接完成,整体下吊时,能够借助泥浆中的浮力,降低起重重量,吊车吨位可以下降。

第四,在浇筑混凝土时,混凝土搅拌车直接靠近料斗,通过导管进行混凝土浇筑,避免使用吊车或者泵等其他设备,节约成本,提高施工效率。

第五,解决桩、柱协同施工时存在的超灌部分的含泥浆的劣质混凝土涌入钢管柱内无法清除,导致最终柱承载力大幅折减的缺陷。

五、结语

马来西亚吉隆坡地铁二号线项目为中国交建承建的第一条东南亚海外地铁。建成后,将进一步完善吉隆坡城市轨道交通体系建设。上述盖挖逆作下矩形钢管混凝土柱安装装置技术的研究与实践,提高了整体施工质量可控制度,缩短了工期,节约了机械台班与人工,减少碳排放,钢材与混凝土的用量也得以减少,使得车站能如期保质保量交付业主使用的同时节约了成本。

参考文献

- [1]王占伟.地铁施工盖挖法技术研究[J].建材与装饰,2018(12):263.
- [2]朱知文.复杂地质条件下的地铁施工技术[J].建材与装饰,2018(39):284-285.
- [3]《建筑桩基技术规范》(JGJ94—2008)[J].建设科技,2012(71):38-39.