

富水软土地区地铁车站逆作法设计及施工

刘爱平 金磊 冯立富 顾福霖
中国铁路设计集团有限公司 天津 300308

摘要:当前,我国地铁发展迅速,地铁车站埋深较大,车站工程的施工难度大、周期长,工程施工对周边环境及人民群众出行将产生较大的影响。本文以杭州某地铁车站为依托,采用地下连续墙结合主体结构逆作法进行设计与施工,在不影响道路交通的情形下,完成了车站的实施,取得好良好的社会效益,为在富水软土地区逆作法设计及施工提供了有益的经验。

关键词:地铁工程;地下连续墙;逆作法;富水软土地区;设计及施工;

1 引言

我国地铁发展迅速,从1990年到2022年,覆盖地铁的城市从3座城市增加至44座城市。截至2021年末,中国地铁运营线路长度达7253.73公里。根据“十四五”现代综合交通运输体系发展规划,到2025年,国内地铁运营里程达到10000公里,因此,城市对地铁建设要求仍然强烈、需求旺盛,地铁已经发展成为解决城市拥挤问题的最重要手段。

地铁工程一般都会穿越城市繁华地段,地铁车站的设置结合便利化出行的需要,一般都把车站设置在城市

中心区交叉道路的下方,周边环境复杂,埋置深度一般为18~30米,采用明挖方法施工往往需要进行交通倒改,由于地铁工程施工周期较长,对人民交通出行,特别是交通拥挤的地段将产生十分不利的影。本文以杭州某地铁车站为依托,为解决交通问题,设计采用富水地区地铁车站逆作法进行设计及施工,成功解决了地铁施工与拥挤路段交通之间的突出矛盾,有一定的借鉴经验。

2 工程概况

2.1 工程概况

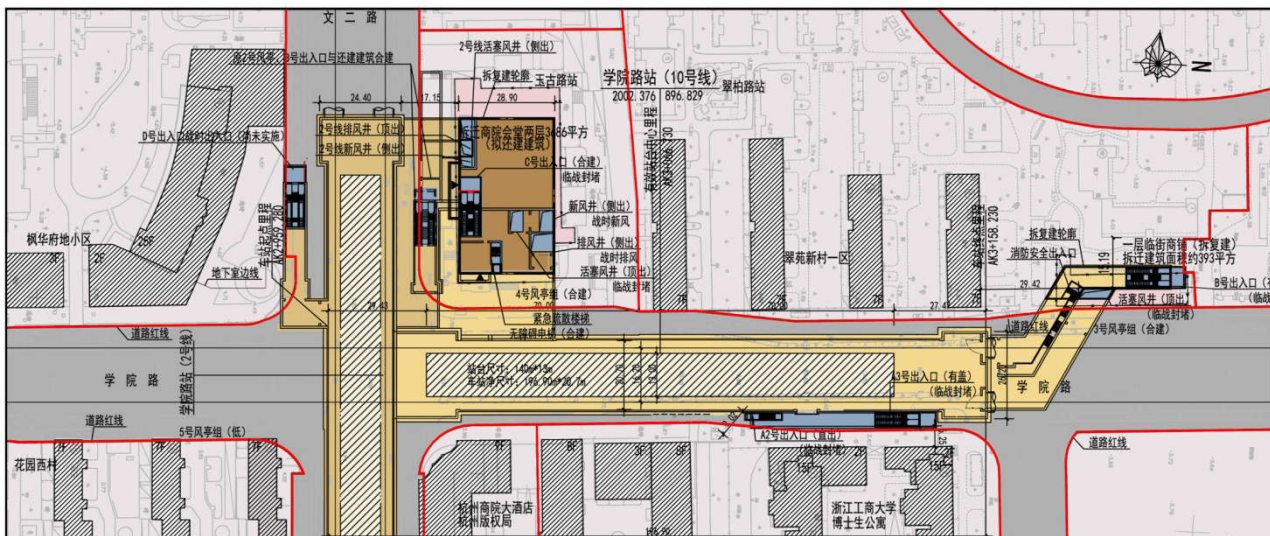


图2.1-1 车站总平面布置图

杭州某地铁车站与既有车站为T型换乘站,新建某地铁车站南北向布置,为地下三层岛式车站,站台宽度为13.5m(如图2.1-1)。既地铁车站沿东西向布置,为地

下两层岛式车站,站台宽度为12.3m。学院路车站总长196.01m,车站宽22.2m,中心里程处深23.99m,小里程端端头井深25.69m,大里程端端头井深25.44m。

2.2 地质概况

基坑开挖范围内土层分布主要为:①1杂填土、①2素填土、②2粉质黏土、④1、④2、⑥1淤泥质粉质黏土、⑥2、⑦1粉质黏土、(11)3含黏性土碎石、(21)a-1全

通讯作者:刘爱平,出生年月:1978年4月,民族:汉,性别:男,籍贯:湖南,单位:中国铁路设计集团有限公司,职称:高级工程师,学历:硕士研究生,邮编:300308,研究方向:地下工程。

风化安山玢岩、(21)a-2强风化安山玢岩、(21)a-3中风化安山玢岩。车站底板主要位于⑥1淤泥质粉质黏土。

3 逆作法设计及施工

3.1 地下连续墙与主体结构相结合

杭州地区地层为软土区域，为控制变形，保护周边环境，通常围护结构采用地下连续墙。为充分利用地下连续墙基坑支护阶段及后期使用的价值，可能采用地连墙与地铁车站外墙相结合的方式（即“二墙合一”）。

“二墙合一”的通常作法有四种^[1]：

单一墙：将地连墙作地铁车站结构外墙，如图3.1-1所示。此种结构形式简单，地铁车站内部不需要另作结构层。此种方式地铁车站结构节点既需要防渗要求，也需要满足连接节点构受力要求。

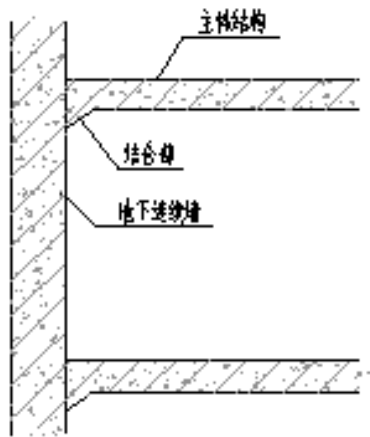


图3.1-1 单一墙构造示意

分离墙：分离墙是在地铁车站水平构件上设置支点，将地铁车站作为地连墙的水平支撑，如图3.1-2所示。这种布置形式的特点是地连墙与地铁车站结合，构造简单，受力明确。

重合墙：重合墙是把地铁车站外墙重合在地连墙的内侧，之间填充防水材料等用于隔绝的材料，只有水平方向的力可以传递，而竖向剪力不进行传递的结构形式，如图3.1-3所示。这种形式的地铁结构外墙与地连墙竖向变形不协同变形，但是水平方向的变形则统筹协调。

复合墙：复合墙是将地连墙与地铁车站外墙作为一个整体。复合墙把地连墙外侧凿毛或者增设抵抗剪力的构件将地连墙与地铁车站连接起来，确保在接缝位置能够传递竖向剪力。如图3.1-4所示。

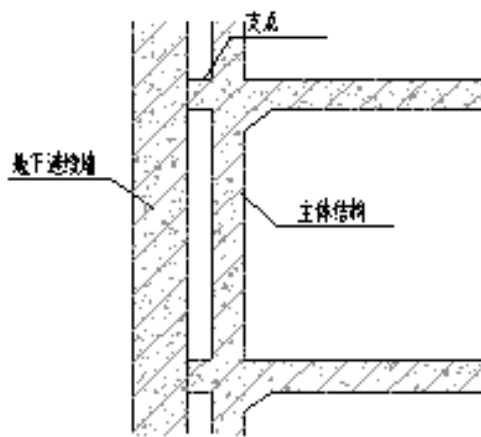


图3.1-2 分离墙构造示意

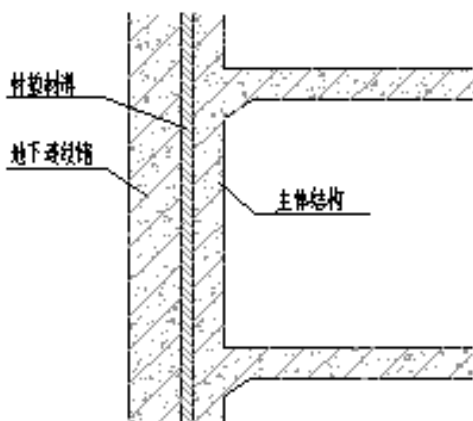


图3.1-3 重合墙构造示意

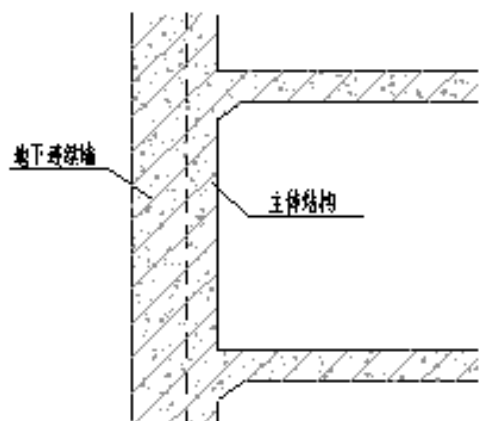


图3.1-4 复合墙构造示意

考虑场地地层的主主要特点及杭州地铁工程的习惯作法，本工程重合墙的形式作为地下连续墙与主体结构相结合方案。

3.2 钢管混凝土柱与梁的连接节点

钢管混凝土是把混凝土浇灌在钢管内，充分利用钢管和混凝土两种材料相互作用，即钢管对其核心混凝土

的约束作用，使混凝土处于三向受力状态之下，能够提高混凝土竖向承载力，改善混凝土的塑性以及其韧性，进一步提高混凝土稳定性。因此钢管混凝土柱适用于对立柱竖向承载力要求较高的逆作法工程。在工程中应用比较多的节点主要由如下几种^[2]：

双梁节点：双梁节点系将一根梁分成两根梁从钢管

柱的侧面穿过，避开了框架梁钢筋穿越钢管柱的情形。框架梁宽度和钢管直径较小的时候适应性较好。双梁节

点的构造图3.2-1、2所示。

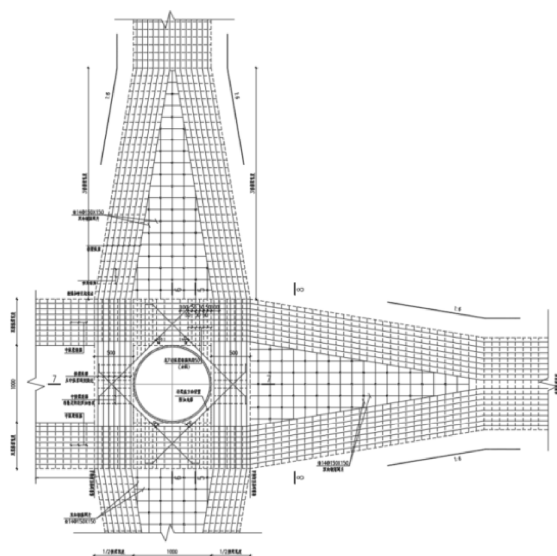


图3.2-1 双梁节点大样



图3.2-1 现场照片

环梁节点：环梁节点是通过在钢管柱与梁连接位置增设刚度较大的钢筋混凝土环梁，利用这个环梁形成的刚性区域承受和传递内力。环梁与钢管柱通过环筋、栓

钉或钢牛腿等方式形成形成梁柱节点，其后框架梁的主筋锚入环梁。本条件下的环梁节点可以适用钢管柱直径较大、框架梁宽度较小的情形。

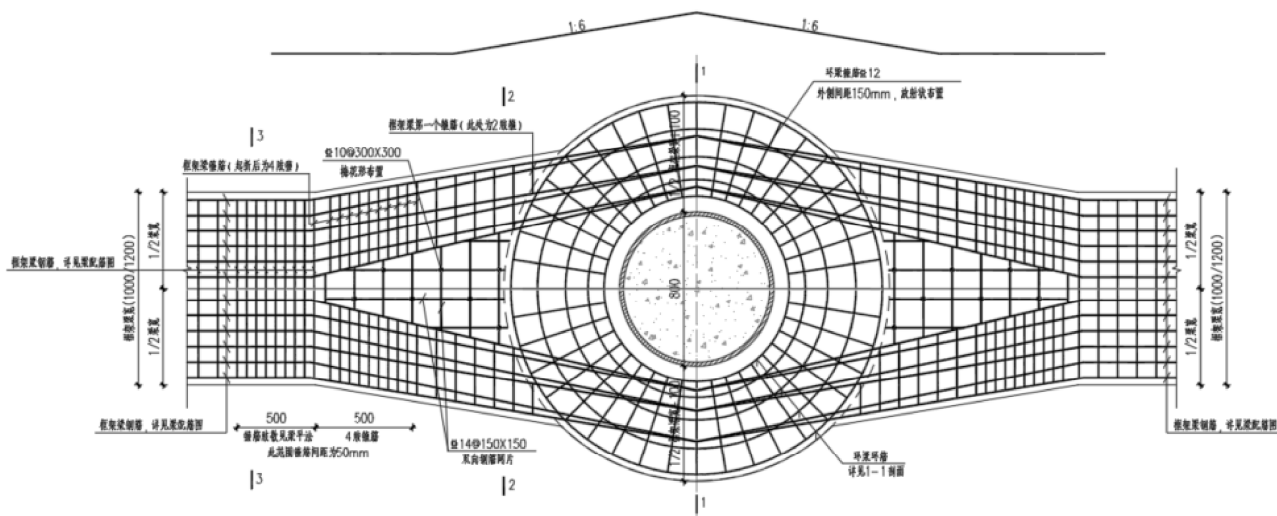


图3.2-3 环梁节点

3.3 钢管混凝土柱

钢管混凝土柱与顶板的连接：钢管混凝土柱与顶梁的连接采用端承式连接节点（图3.3-1），在钢管顶部设置环形托板，并在钢管混凝土柱内设置钢筋笼上端锚入顶板，下端锚入钢管混凝土柱。

环形托板的厚度不宜小于钢管壁厚的1.5倍，且不应小于20mm；环形托板的宽度不宜小于钢管壁厚的6倍，

且不应小于100mm；宜将环形托板内嵌至管内混凝土中，内嵌宽度可取50mm。管壁外加劲肋厚度不宜小于钢管壁厚，加劲肋高度不宜小于环形底板外伸宽度的2倍，加劲肋间距不应大于环形地板厚度的10倍。锚固钢筋笼配筋率不宜小于构造配筋率，且纵向钢筋的截面面积积纸盒不应低于钢管截面积的25%。纵向钢筋锚固长度应满足抗震锚固的相关规定^[3]。

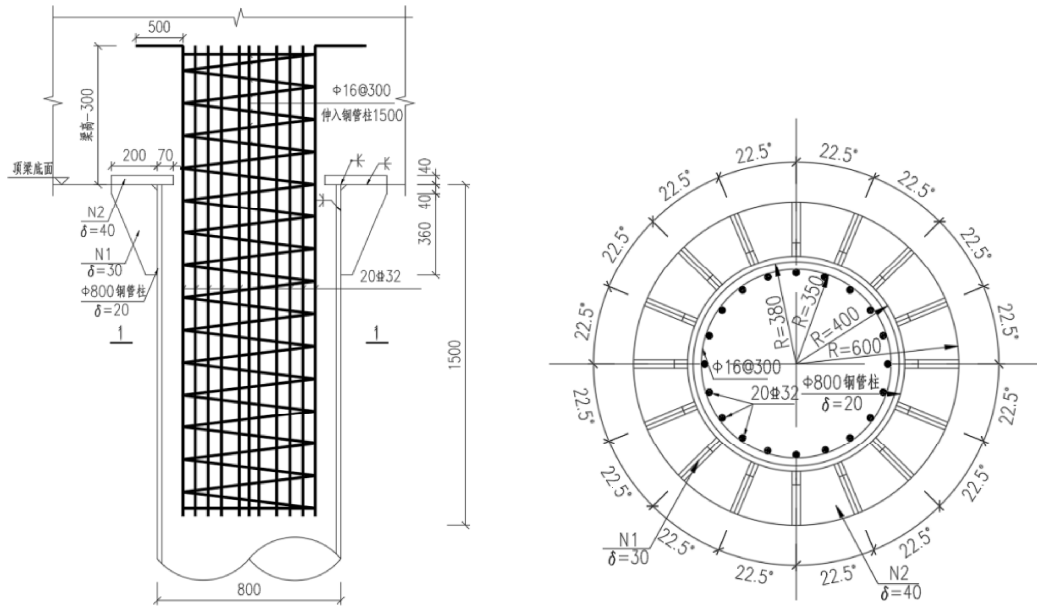


图3.3-1 钢管柱与顶梁连接详图

钢管混凝土柱与桩基础的连接：钢管混凝土柱一般采用埋入式柱脚，埋入式柱脚的埋置深度应符合下式：

$$h_B \geq 2.5 \sqrt{\frac{M}{0.4Df_c}}$$

式中： h_B —圆形钢管混凝土柱埋置深度；

M —埋入式柱脚弯矩设计值；

D —钢管柱外直径。

本站根据上部结构荷载大小，采用直径800mm、1000mm二种钢管柱，其中，直径800mm的钢管柱采用桩径1800mm，桩长30m灌注桩；直径1000mm的钢管柱采用桩径2300mm，桩长30m灌注桩，连接节点见图3.3-2。

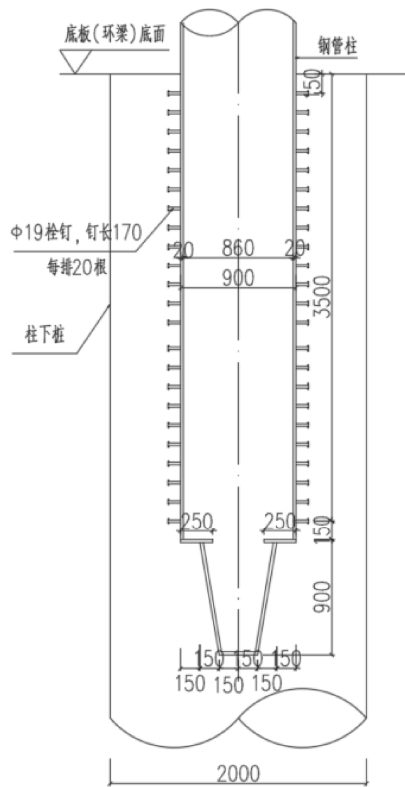


图3.3-2 钢管柱与桩连接大样

4 结论

通过杭州地铁某站地下连续墙与主体结构相结合的设计与施工,成功解决了地铁施工、道路交通及环境保护等一系列重要问题,取得良好的社会效果,其主要结论如下:

1、采用地下连续墙与主体结构结合的逆作法设计及施工能够适用于富水软土地区的地下工程。

2、地下工程采用逆作法设计应当与现场施工相结

合,作好地下室外墙与地下连续墙连接节点、梁柱节点、桩柱节点等的节点是逆作法设计及施工的重点和难点。

3、为国内类似地铁工程建设提供一些有益的经验。

参考文献:

[1]刘国彬、王卫东等.基坑工程手册(第二版)[M].北京,中国建设工业出版社.

[2]地下建筑工程逆作法技术规程(JGJ165-2010)[M].北京,中华人民共和国住房和城乡建设部,2011.