



HONGDIAN JIANSHE GONGCHENG

重点建设工程

施工技术与管理创新 7

北京工程管理科学学会 编

SHIGONG JISHU YU GUANLI CHUANGXIN 7

中国建筑工业出版社

住房和城乡建设部
Housing and Urban-Rural Construction Ministry

重点建设工程

施工技术与管理创新？

住房和城乡建设部 编

THE JOURNAL OF CONSTRUCTION

中国建筑工业出版社

重点建设工程施工技术与管理创新 7

北京工程管理科学学会 编

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

重点建设工程施工技术与管理创新 7/北京工程管理科学学会编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2014. 1

ISBN 978-7-112-16285-7

I. ①重… II. ①北… III. ①建筑工程-工程施工-施工技术-文集②建筑工程-施工管理-文集 IV. ①TU7-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 312845 号

本书为北京工程管理科学学会推出的《重点建设工程施工技术与管理创新》系列的第 7 本。本册仍秉承实务创新的思想, 向广大工程技术人员提供年度内最新工程项目施工技术与管理经验的总结。本书包括地基与基础工程论文 10 篇, 地铁与市政工程论文 4 篇, 工程管理论文 5 篇, 结构工程论文 9 篇, 绿色节能论文 4 篇, 专业工程论文 4 篇, 共 36 篇论文。本书可作为工程施工技术及管理人員的工作参考书, 也可作为高等院校土木工程、工程管理等相关专业师生的学习参考用书。

责任编辑: 刘 江 赵晓菲 郭雪芳

责任校对: 王雪竹 陈晶晶

重点建设工程施工技术与管理创新 7

北京工程管理科学学会 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 $\frac{3}{4}$ 字数: 456 千字

2014 年 1 月第一版 2014 年 1 月第一次印刷

定价: 48.00 元

ISBN 978-7-112-16285-7
(25007)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

编委会成员

顾问：刘志国 戴彬彬 丛培经

主任：丁传波

副主任：吴月华 王立平 吴培庆 吴小杰 李志强 郭延红

周景勤 蔡晨 翟培勇 原波 杨秉钧

主编：丁传波

副主编：陈翌军 戴春香

委员：（按姓氏笔画排列）

王丽筠 王星 孔繁和 朱文键 李胜军 宋涛

陈红 罗贤标 赵世强 赵京兰

序

为进一步推进施工企业员工自主创新，总结建筑施工技术和管理创新的成果，促进施工企业科技与管理进步，2013 年，北京工程管理科学学会开展了青年优秀论文竞赛活动。各会员单位共上报学术论文 52 篇，经专家评选出优秀创新论文 36 篇，编成《重点建设工程施工技术与管理创新 7》。其中包括地基与基础工程技术论文 10 篇、地铁与市政工程技术论文 4 篇、工程管理论文 5 篇、结构工程技术论文 9 篇、绿色节能技术论文 4 篇、专业工程技术论文 4 篇，全书总计 40 余万字。

《重点建设工程施工技术与管理创新 7》展示了学会会员单位 2013 年度建设工程施工技术与管理自主创新的成果，希望对进一步推进新科研成果的传播和提高施工企业管理创新能力有一定的促进作用。

北京工程管理科学学会

理事长：丁传波

2013 年 11 月 8 日

目 录

地基与基础工程

旋喷锚桩在软土地区超大深基坑中的应用.....	周予启	刘卫未	刘 芳	1		
隔振施工灌浆密实率控制方法浅谈	金忠有	周原正	姚付猛	11		
深基坑开挖的非线性有限元分析	崔红波	马海燕		15		
昌运宫办公楼(市政大厦)卵石层旋挖钻机成桩技术	李相凯	王得如	王大庆	19		
土压平衡盾构在富含水砂层中加压开仓技术	施 笋	杨富强	王 坡	26		
高水位环境外悬挑下沉庭院综合施工工艺的探讨	王良波	林国潮	陈 量	刘庆宇	34	
超大深基坑地基与基础施工技术	刘 伟	梅晓丽	黄 蕾	陈 杰	39	
大面积浅基坑边坡土压控制变形施工技术	章亮亮	吴学军	郑华锋	胡志军	蒙海源	48
谈桩筏整体托换加固工程施工要点	韩振宇	郭保立	金凤城			56
桩梁式托换施工技术	韩振宇	刘庆宇				62

地铁与市政工程

地铁深基坑施工常见安全事故及防范措施	张立平	王云斌	马海燕	71		
膨胀加强带取代后浇带在地铁车站工程中的应用			谢校亭	76		
广渠路(跨五环路)桥梁桩基础施工中的质量控制			张立平	82		
多点后方距离交会法在盾构隧道工程中的应用	钱 新	吴 坤	黄雪梅	栾文伟	孙冬冬	87

工程管理

北京地铁丰台站 BIM 技术解决机电碰撞问题研究·····	张 军	马海燕	谢校亭	93		
建筑工程施工资料管理方法探讨 ·····	郝学峰	杨 希		99		
TFT-LCD 项目综合动力站三维建模软件的运用 ·····	朱寒玉	任 伟	肖伟锋	徐海涛	雷全勇	105
浅谈建设项目施工成本管理·····			叶春雨			113
关于建设“四心”监理企业文化的思考·····	肖楷华	陈 辉				118

结构工程

某生产实验楼塔吊“空中解体”拆除技术的应用

..... 王继生 张志永 宋立艳 张 颖 122

探讨钢筋混凝土现浇楼板裂缝的原因及预防措施

..... 胡美瑜 141

住宅产业化工业化安装施工技术研究

..... 徐 扬 149

混凝土结构无损拆除技术在北京饭店二期——商业部分改造工程中的应用

..... 焦 冉 刘 坤 石 颖 164

超高层建筑钢结构桁架避难层深化设计及施工

..... 谢中原 181

大跨度钢结构连廊整体拼装、同步提升技术在实际施工中的应用

..... 黄俊富 李公璞 李松伟 黄孜宏 刘彦明 189

钢筋小桁架自承式楼板施工技术

..... 刘 佳 熊 壮 胡志军 周 沫 200

长阳半岛装配整体式剪力墙结构工业化住宅施工组织总结

..... 李 浩 孔祥忠 李永敢 王召新 212

关于我国脚手架标准体系的建议

..... 陈 辉 陈 红 222

绿色节能

浅谈 HX 防火保温板外墙保温系统施工消防对策

..... 陈 辉 王华北 235

浅谈老旧小区节能改造复合硬泡聚氨酯板外墙外保温工程施工质量的技术措施

..... 许振华 241

从推动绿色建筑发展角度——论述普通办公楼装修及节能改造工程实践

..... 李相凯 252

北京市既有老旧小区节能改造外墙施工做法

..... 许世宁 268

专业工程

浅谈民用建筑采暖系统的一些问题

..... 乔少武 273

北大国际医院超大型暖通中心设备群安装技术

..... 侯文端 郝继笑 葛 贝 277

浅谈线路中的电压降对施工设备正常使用的影响

..... 王海江 张 明 王 琅 286

浅谈水环热泵 VRV 空调的运行调试

..... 王培硕 赵志滨 冯熙鹏 李公璞 林 峰 290

旋喷锚桩在软土地区超大深基坑中的应用

周予启 刘卫未 刘 芳

(中建一局集团建设发展有限公司)

【摘 要】 天津嘉里中心基坑面积 73011m^2 ，开挖深度 17m 。周边环境复杂（津滨轻轨地铁距离基坑 30m ）。为满足项目开发进度需要，采用旋喷锚桩施工技术替代原设计中心岛法边撑。利用旋喷和搅拌工艺在软土地区中形成大直径锚固桩体，达到增加锚固体抗拔力的效果，并可以有效地改良土体，提高土体自身抗剪强度。通过数值模拟手段，制定了施工工艺参数，完善了施工流程。施工监测结果表明，旋喷锚桩技术的应用保证了地铁隧道的变形安全，成功解决了锚固技术在软土地区难以适用的难题，为软土地区超大深基坑工程的支护设计和施工提供了参考资料。

【关键词】 旋喷锚桩；软土；超大深基坑；数值模拟

1 工程概况

天津嘉里中心 I 期工程位于天津市河东区六纬路、六经路、海河东路、八经路围成的地块内，由 3 栋公寓、1 栋酒店和整体地下车库组成。基坑面积 73011m^2 ，基坑各侧边长均超过 200m ，开挖深度大面约 17m ，局部深坑达 23m ，属于超大深基坑工程，场区平面布置如图 1 所示。基坑东北侧与津滨轻轨地铁的距离不足 30m ，南侧靠近重要交通枢纽保

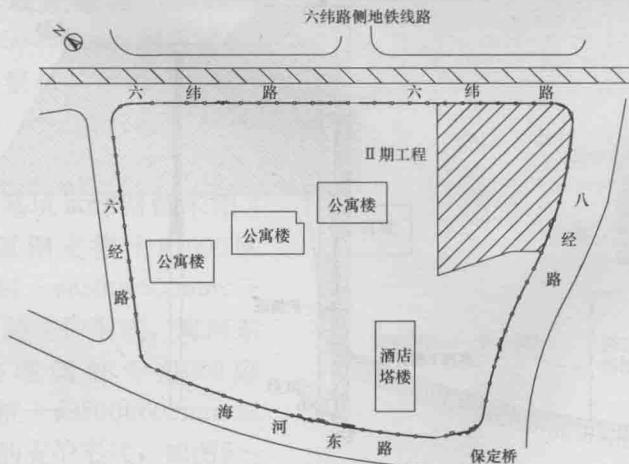


图 1 场区平面布置图

定桥，周边环境复杂，对基坑施工产生的变形量提出了较高的要求。场区内地下水位埋深较浅，约在自然地面以下 2m，土质为典型天津地区软土，以粉质黏土、淤泥质土、粉砂为主（具有高含水量、高灵敏性、高压缩性、低密度、低渗透性等特性）。

2 基坑支护方案

2.1 支护方案

基坑原设计方案采用中心岛法，即首先施工基坑周围围护桩及止水帷幕，在基坑周边留设反压土台护坡，基坑中部放坡开挖到底，顺做施工基坑中部主体结构，待基坑中部主体结构施工至±0.00 时，在基坑周边围护结构和中部主体结构间架设长度约 22m 的短撑，将反压土挖除，然后顺做施工基坑周围圈主体结构，完成换撑后，将支撑拆除。基坑支护平面及剖面如图 2~图 4 所示。

2010 年 3 月，三个公寓楼以东靠近六纬路侧的中心岛结构已施工至首层，而公寓楼以西土方仍未开挖完成。由于业主开发进度调整，公寓楼以西的结构难以在短时间内完成，而此时六纬路侧地铁隧道盾构施工已基本完成，即将进入铺轨阶段。应业主要求，六纬路侧反压土台区域的地下室结构应当尽早完成以减小基坑二次施工对邻近地铁轨道的影响；另外结构设计要求中心岛地下室结构整体完工形成对撑之后才可以进行反压区的土方开挖。为了解决上述矛盾，在基坑部分区域采用原中心

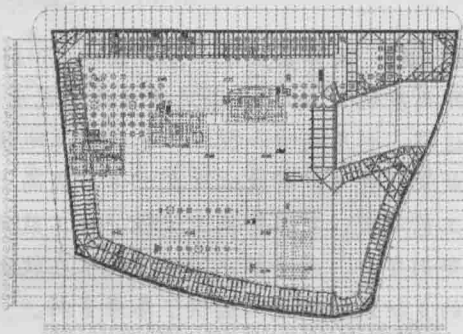


图 2 中心岛支护方案支撑平面布置图

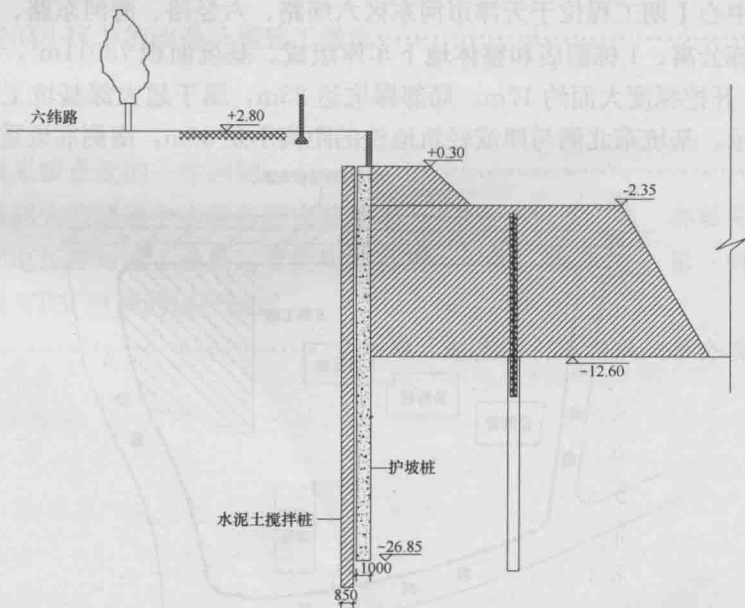


图 3 中心岛支护方案剖面图（1）

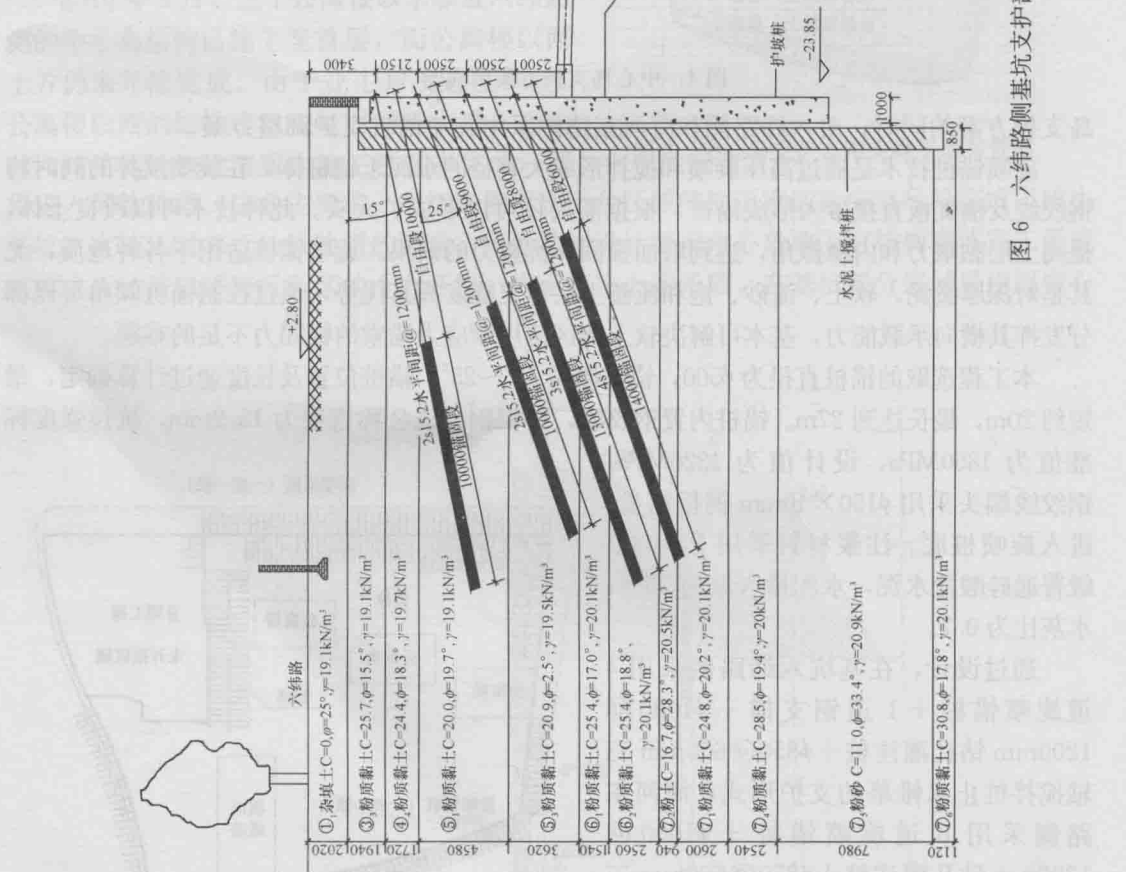
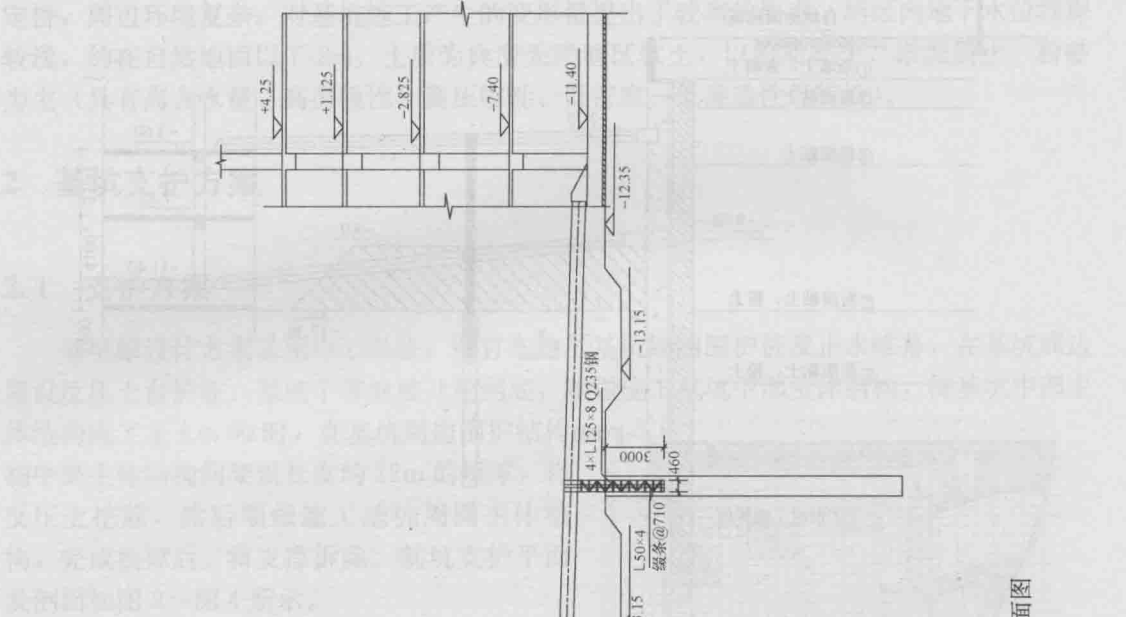


图 6 六纬路侧基坑支护剖面图

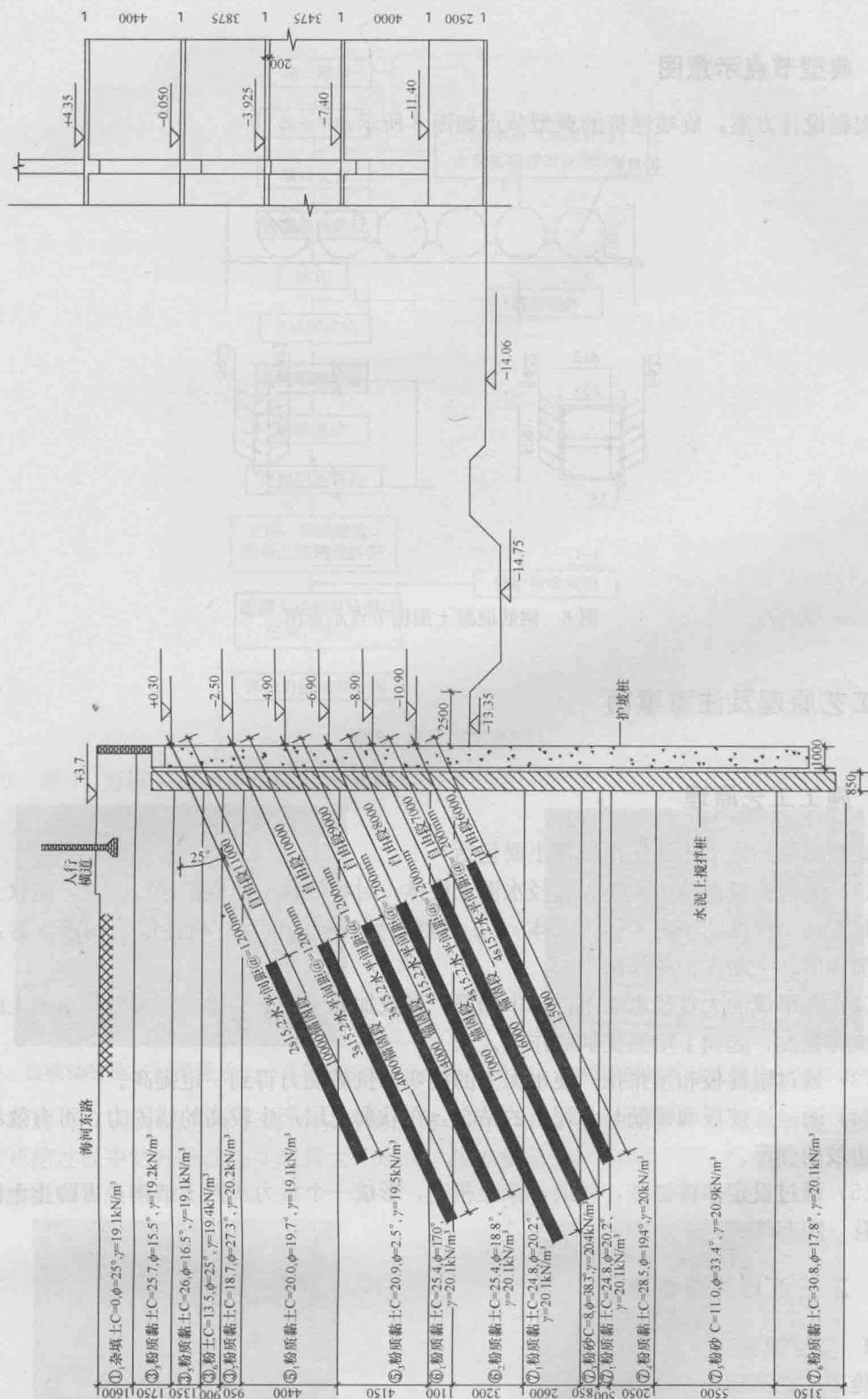


图 7 海河东路侧基坑支护剖面图

2.2 典型节点示意图

根据设计方案，旋喷锚桩的典型节点如图 8 所示。

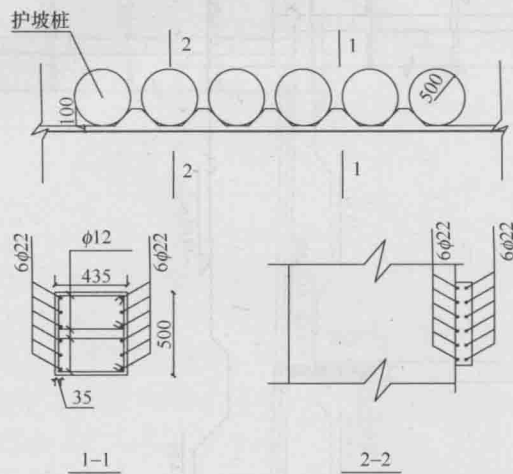


图 8 钢筋混凝土围檩节点示意图

3 工艺原理及注意事项

3.1 施工工艺原理

旋喷锚桩加固土体的作用原理主要包括：

(1) 通过旋喷搅拌形成的大直径水泥土桩体，对松散软土的性能进行改善，使软土改变成具有较高强度的水泥土体，土体 c 、 φ 值都得到相应的提高，抗渗能力明显改善，具有超前加固、主动支护的作用。

(2) 在形成的大直径水泥土桩体中加筋，形成加筋水泥土桩体，大大提高水泥土的抗弯、抗剪强度，起到了增强支护的作用。

(3) 通过锚锭板和预张拉，使水泥土的抗弯和抗剪能力得到一定提高。

(4) 通过锚锭板和锚筋与水泥土的粘合，在软弱土层产生较高的锚固力，可有效约束土体边坡的变形。

(5) 通过设定多排锚桩，并通过腰梁相连，形成一个重力式挡土结构，可防止土体边坡滑移、隆起等。

3.2 工艺流程及注意事项

3.2.1 工艺流程

施工工艺流程如图 9 所示。

2010 年 3 月进行了六纬路侧旋喷锚桩施工及反压土开挖，7 月土方开挖到底。在土方开挖过程中，围护结构未发生过大变形；基坑开挖对地铁轨道的影响很小（小于 4mm）。

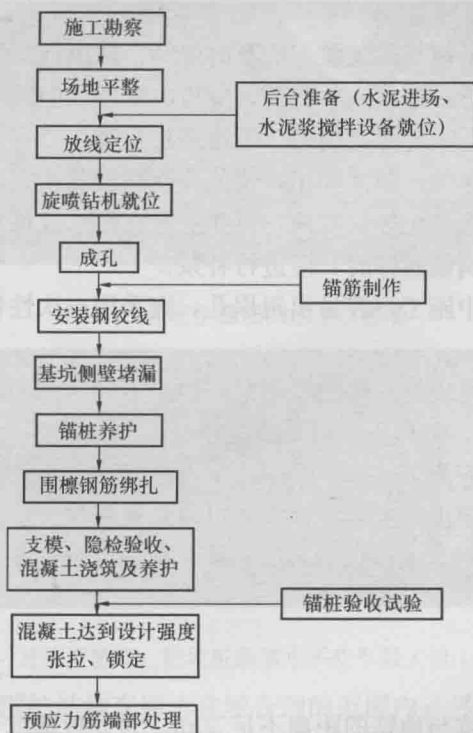


图 9 施工工艺流程

图 10、图 11 为施工过程中拍摄的实景照片。



图 10 旋喷锚桩施工过程照片——首道锚桩施工



图 11 旋喷锚桩施工过程照片——开挖至槽底

2010 年 7 月开始进行了海河东路侧土方开挖，于 2010 年 12 月初基坑开挖至槽底，土方开挖过程中钻孔灌注桩变形最大 50mm，基本满足设计要求。图 12、图 13 为施工过程中拍摄的实景照片。



图 12 旋喷锚桩施工过程照片——首道锚桩施工



图 13 旋喷锚桩施工完成照片——开挖至槽底

3.2.2 施工注意事项

- (1) 注浆过程中如果出现断浆现象,应及时停钻,解决施工问题后,重新进行注浆。
- (2) 钢绞线安放应注意:在放入钻孔前,应检查钢绞线的质量,确保钢绞线组装满足设计要求;在钢绞线安放后不得随意敲击,不得悬挂重物。
- (3) 注浆浆液应搅拌均匀,随搅随用,浆液应在初凝前用完,并严防石块、杂物混入浆液。注浆作业开始和中途停止较长时间,再作业时宜用水或稀水泥浆润滑注浆泵及注浆管口。浆体硬化后不能充满锚固体时,应进行补浆。
- (4) 搅拌工艺在砂层中施工,容易出现塌孔,宜采用一次性钻头或旋喷搅拌等工艺来解决塌孔的问题。
- (5) 布置灰浆制备系统应使灰浆的水平泵送距离不大于 50m,确保注浆压力。泵口压力应保持在 0.4~0.6MPa,防止压力过高或过小。
- (6) 旋喷搅拌的压力应为 15~25MPa。
- (7) 旋喷锚桩注浆后至少需要养护 7 天才可以进行张拉。
- (8) 在施工过程中,相关工程技术人员必须到现场进行有序的指挥。

4 数值模拟

由前述,六纬路侧基坑与地铁的距离不足 30m。为分析基坑开挖不同工况对邻近地铁的影响,采用 FLAC 软件对旋喷锚桩施工过程进行了数值模拟。建模原则如下:

- (1) 采用二维数值模型,考虑基坑开挖的施工过程影响,便于分析由于施工过程引起地表移动的时空效应问题。
- (2) 考虑旋喷锚桩的施工过程对周边环境的影响(对反压土台形成过程中的变形量进行了清零处理)。
- (3) 考虑基坑开挖对已有地铁盾构隧道的影响。
- (4) 土层厚度、土层力学参数等按照岩土工程勘察报告参数选取,土层厚度变化的,按照该土层在该位置附近的平均值选取。
- (5) 本次数值计算中,岩土物理力学性质参数没有考虑地层厚度及强度参数的空间离散与变异性。

基于上述原则,得到如图 14~图 16 所示的结果。

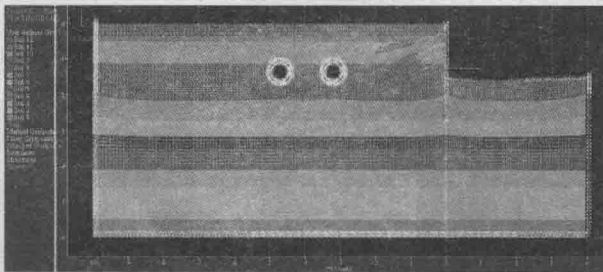


图 14 基坑开挖至槽底的数值模型

通过对旋喷锚桩支护过程的数值模拟分析可见,基坑周边土体的应力分布较为均匀,

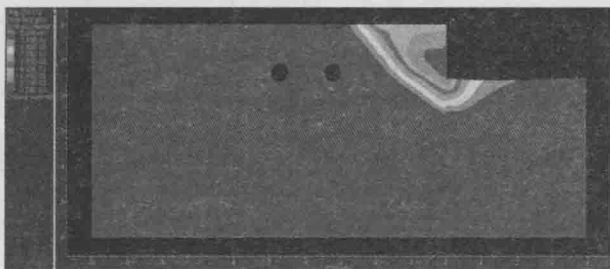


图 15 开挖至槽底的水平位移场

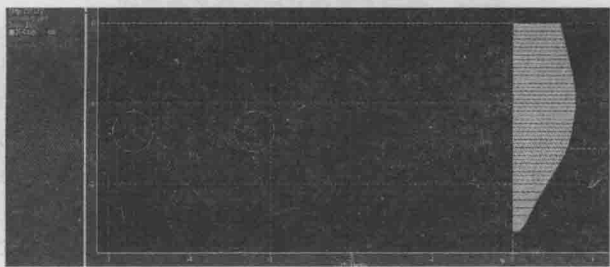


图 16 开挖至槽底，护坡桩新增水平变形最大值 1.96cm

未出现过大的突变，基坑围护结构变形也在较合理的范围内；另外，地铁隧道最大变形控制在 1.3mm。说明 4 道旋喷锚桩+1 道支撑的方案在理论上对基坑和邻近的地铁都可以起到较好的保护作用。

5 现场监测

在基坑开挖过程中，对基坑的变形进行了持续而有针对性的监测，得到了大量的监测数据，其中水平位移和沉降的典型监测曲线如图 17、图 18 所示。

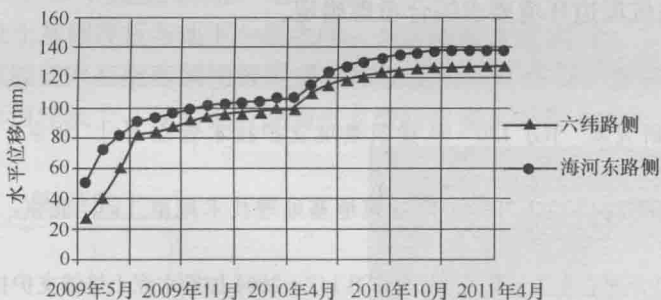


图 17 基坑水平位移典型监测曲线

六纬路侧基坑反压土的开挖时间为 2010 年 3 月，6 月挖至基坑底部。监测得到的基坑最大水平位移约 125mm。其中较大的变形量主要发生在反压土护坡形成及持续过程中，即 2010 年 3 月以前，约 100mm；而反压土开挖阶段，旋喷锚桩施工过程中发生的变形量相对较小，约 22mm（与数值模拟结果比较吻合）。反压土区域地下结构施工阶段，基坑变形增长值和增长速率都大大降低，变形曲线趋于收敛，且基坑变形规律与理论曲线较吻合，说明基坑达到稳定状态。