



HONGDIAN JIANSHE GONGCHENG

# 重点建设工程

## 施工技术与管理创新 8

北京工程管理科学学会 编

SHIGONG JISHU YU GUANLI CHUANGXIN 8

中国建筑工业出版社

# 重点建设工程施工技术与管理创新 8

北京工程管理科学学会 编

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

重点建设工程施工技术与管理创新 8/北京工程管理科学学会编. —北京:中国建筑工业出版社, 2015.9

ISBN 978-7-112-17708-0

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 (2015) 第 013198 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 8 本。本册仍秉承务实创新的思想, 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 9 篇, 建筑结构工程论文 7 篇, 建筑装饰工程论文 2 篇, 市政与地铁工程论文 7 篇, 以及工程管理论文 5 篇。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 张 磊

责任设计: 李志立

责任校对: 姜小莲 刘 钰

## 重点建设工程施工技术与管理创新 8

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: 14 $\frac{1}{4}$  字数: 347 千字

2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月第一次印刷

定价: 40.00 元

ISBN 978-7-112-17708-0

(26914)

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，2014 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 58 篇，经专家评选出优秀创新论文 30 篇，编成《重点建设工程施工技术与管理创新 8》。其中包括地基与基础工程论文 9 篇，建筑结构工程论文 7 篇、建筑装饰工程论文 2 篇、市政与地铁工程论文 7 篇，以及工程管理论文 5 篇。全书总计 30 余万字。

《重点建设工程施工技术与管理创新 8》展示了学会会员单位 2014 年度建设工程施工技术与管理创新、创效的成果，希望对进一步推进新科研成果的传播、利用和提高施工企业管理创新、创效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

2014 年 12 月 20 日

# 目 录

## 地基与基础工程

|                                             |                     |    |
|---------------------------------------------|---------------------|----|
| 室内静压钢管桩在某改造工程中的应用 .....                     | 辛海京 辛忠一             | 1  |
| 干硬性混凝土柱锤冲扩桩在停车场地基处理中的应用 .....               | 韦晓峰 张志永 孙玉文 常 薇 杨永诚 | 8  |
| 既有地下结构外墙配合暗柱及预应力锚杆基坑支护在王府井大饭店改造工程中的应用 ..... | 陈 磊 郭跃龙 曾庆瑜 沈 毅     | 16 |
| 灰土挤密桩+修孔技术在山西太原南站西广场的应用 .....               | 洪 健 刘庆宇 冷国清         | 22 |
| 化学聚合物泥浆在旋挖钻机中的应用研究 .....                    | 赵永生 常 江 隋国梁 李军涛 曹 泱 | 28 |
| 多种破桩方法的综合应用技术 .....                         | 邓 委 陈省军 卢 程         | 34 |
| 浅谈预应力锚索在砂卵石地层施工中的应用 .....                   | 张 斌 陈 辉             | 41 |
| 高压旋喷桩加固中密卵石地基施工技术 .....                     | 王 洋 鲁丽萍 郭应军         | 46 |
| 高压旋喷桩止水帷幕在工程中的应用 .....                      | 宋立艳 党淑凤 胡美瑜         | 55 |

## 建筑结构工程

|                                       |                     |     |
|---------------------------------------|---------------------|-----|
| 运用扣件式钢管托撑支设梁板模架的分析计算 .....            | 田大平 邓玉萍             | 65  |
| 滑升模板施工技术在信标塔工程中的应用 .....              | 谢夫海 郭顺祥 汪学量 刘 兮 刘 健 | 75  |
| 口套模板与大钢模板整体固定技术在高层保障性住房项目中的运用分析 ..... | 孙 逊 张进坤 韦晓峰         | 83  |
| 异形混凝土构件增大截面加固施工技术 .....               | 吕贵仓 王静梅 李海生 赵晓敏     | 88  |
| 危旧房改造工程采用无破损加固施工技术 .....              | 彭 雷                 | 96  |
| CL 体系民房施工技术在高原地区的应用研究 .....           | 王浩鸣 刘海泉 姜 南 宗文明 田 磊 | 108 |
| 天津国际贸易中心工程阻尼器施工技术 .....               | 熊小堂 李海泳 卞慧丽         | 120 |

## 建筑装饰工程

TFT-LCD 项目“夹芯复合板、波纹板”幕墙施工技术

..... 任 伟 戴立红 段 雄 齐文超 位帅鹏 128

装饰工程施工质量管理与控制..... 仲柏宇 宋立艳 党淑凤 刘宇斌 139

## 市政与地铁工程

可拆芯压力分散型锚索在盾构始发中的应用

..... 赵永生 常 江 隋国梁 李军涛 宁 彤 144

浅埋暗挖隧道穿越地下燃气管线施工技术..... 郑传飞 162

地铁暗挖隧道下穿大跨度独立基础建筑物

施工技术方法的研究..... 栾文伟 黄雪梅 166

市政工程排水系统建设问题探讨..... 张 强 176

盾构机穿越小曲线半径隧道施工技术

..... 陈 杰 汤德芸 孟宪忠 杜 影 滕炳森 181

辊轮滑床板技术在北京地铁既有线的应用..... 王万宝 李显实 赵 旺 杨 博 189

浅析地铁既有交叉渡线改造施工..... 王万宝 李显实 赵 旺 杨 博 193

## 工程管理

建筑总包企业人工成本管理形势及对策研究..... 赵山江 199

在施“高层建筑利用工程永久消防设施”为企业节本增效

..... 赵广志 赵立民 王井峰 宋立艳 203

浅谈建筑施工企业的造价管理..... 刘红梅 208

地铁施工企业项目管理模式探讨..... 赵富壮 212

常营三期剩余地块公共租赁住房项目机电 BIM 综合应用研究 ..... 王 维 罗贤标 217

# 室内静压钢管桩在某改造工程中的应用

辛海京<sup>1</sup> 辛忠一<sup>2</sup>

(1. 北京建工集团总承包部; 2. 中国建筑工程总公司建筑加固改造与病害处理研究中心)

**【摘要】** 随着城市的高速发展,城市土地可谓寸土寸金,在绿色施工的大趋势下,对于城区内老旧既有建筑功能改造是大势所趋,但在改造过程中,建筑物地基承载力不足的问题尤为突出,如何有效地解决建筑物原有地基承载力不足的问题也成了加固改造工程的难点。静力压钢管桩通常是在室外广阔的场地下施工,然而室内静压桩技术是在既有建筑物功能改造及地基基础加固施工中必须要面对的难题。本地基加固工程中,在室内狭小空间高度仅为 3150mm 条件下进行静力压 10m 长钢管桩,而且巧妙地施加 24 多 t 重量,即配重,有效地将钢管桩分节压入地基,同时采用 S 形打桩顺序,防止产生挤土效应,并且严格控制桩身垂直度,最终圆满完成了施工,符合设计要求,经济效益显著,具有广泛的社会推广价值。

**【关键词】** 加固改造;绿色施工;室内锚杆静压桩技术;出现裂缝;桩中心距;挤土效应;桩身垂直度

## 1 工程概况

本工程为天津配餐公司办公楼加固改造工程,要求对层高为 3300mm 的办公楼功能间重新布置,需拆除原有墙体,增加新的墙体,将大厅扩成三个开间,上下两层。由于将大厅扩成三个开间,每个房间墙体下部需要增加墙体基础。本工程是对办公楼楼板先进行支顶,然后拆除原有承重墙,新增加分隔墙,代替原有承重墙,新砌筑墙体下增加基础,即静压钢管桩与混凝土承台组成新的承重体系,要求支撑卸载后新砌筑墙体不能下沉,与原有结构协同工作,即避免后期使用过程中,新砌筑墙体与原有结构结合部位出现裂缝。

## 2 本工程重点和难点分析

本工程有四大难点:(1)一般情况下,静压钢管桩都是在室外进行施工,场地宽广,但本工程是在高度仅仅为 3150mm 条件下室内静力压 10m 长的钢管桩,室内净高较低,大型设备无法进入室内施工。可按现场实际情况制作压桩架,钢管桩按 2m 进行分段分节压,压到底部后再进行桩头打坡口焊接接桩。由于静压钢管桩时,竖向压桩力设计值为





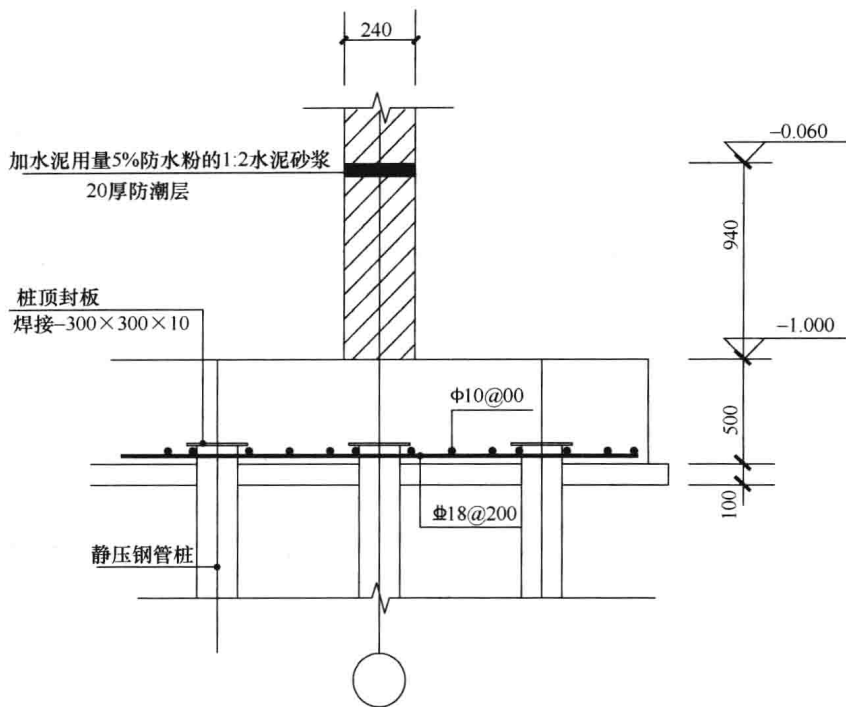


图2 新砌筑承重墙下基础承台和钢管桩节点图

### 3.3 垫层施工

基坑开挖完成后,要及时打垫层。垫层采用 C20 混凝土,现场机械搅拌,人工运至室内进行浇筑。垫层浇筑时按静压桩位置预留压桩孔,压桩孔为下大上小的正方体棱台状,下端为 400mm×400mm,上端为 300mm×300mm。

### 3.4 静压钢管桩施工

垫层混凝土达到设计强度的 80% 后可进行静压钢管桩。静压钢管桩为  $\phi 200 \times 10$  无缝热镀锌开口钢管,钢管桩单桩竖向承载力特征值为 80kN,压桩力为 240kN,持续时间为 5min,桩长定为 10m。先把千斤顶和反力架安装就位,然后开动油泵,千斤顶活塞伸出,当活塞顶部与反力架上横梁接触时,用千斤顶施加压力,对钢管桩产生向下压力,钢管桩对千斤顶施加向上反力,将支架钢横梁顶起,钢横梁带动两侧竖向支架,由于竖向支架底部用螺栓与钢梁连接,钢梁与原有混凝土基础采用 1m 长后植 M25 螺栓连接,原结构自重通过后植螺栓、反力架立柱传递至上反梁,给千斤顶顶部提供一定压力,继续顶出活塞,千斤顶顶部压力逐渐增大,压力通过千斤顶自身传至钢管桩顶,这样就等于将两侧竖向支架通过后植螺栓将建筑物整个基础向上提起,由于建筑物自重很大,根本无法提起,即 M25 螺栓产生向上的拉力  $T$  无法将建筑物基础向上提起,通过力的传递,千斤顶横梁两侧分别产生向下的压力  $N/2$ ,在千斤顶处即为向下的压桩力  $N$ ,当压桩力  $N$  大于钢管与地基土向上的摩擦力  $f$  时,钢管桩便缓慢压入地基土中。随着钢管桩压入深度增加,钢管外壁与地基土接触面积逐渐增加,摩擦力逐渐增大,直至达到设计压桩力,结果造成

钢管桩不断被压下去，其受力分析图如图 3 所示。通过这个支架，将钢管桩压入地下，巧妙地实现了向下施加 240kN，约 24t 重的荷载，将钢管桩化整为零，分段压入并焊接，解决了空间高度不足的难题，最终将 10m 长钢管桩全部压入地下，待桩头封闭后，所有钢管桩成为整体，形成群桩，为上部结构提供约 400t 承载力，保证新砌筑墙体与原有结构协同工作，从结构上增强了建筑物的整体性，提高了建筑物的抗震能力。同时，对于新砌筑的墙体，在相应墙体顶部与楼板接触部位，通过化学植筋的方法，将 1 $\phi$ 12 钢筋植入楼板内 10d（d 为钢筋直径），钢筋间距为 1000mm，植入钢筋下部弯折成“L”形状，形成吊筋，将砌筑墙体顶部有效地与楼板拉结，避免了建筑物后期使用过程中，新老结构结合部位产生裂缝现象，施工现场如图 4 所示。

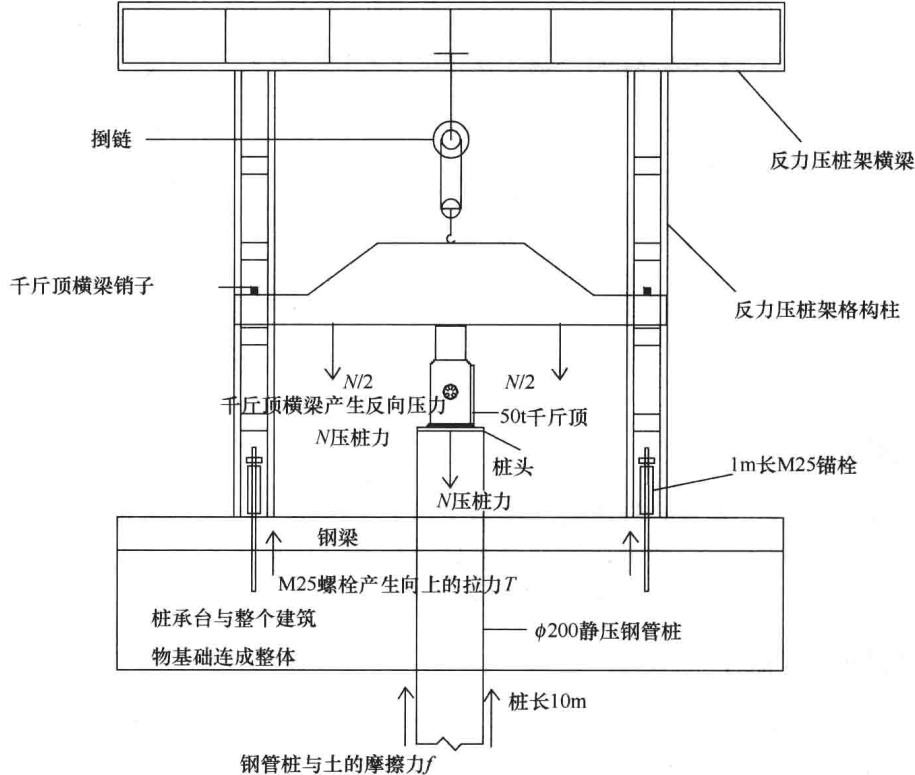


图 3 千斤顶支架静力压桩受力分析图

压桩时严格控制压桩速率。前期压桩力不要过大，缓慢加载，避免前期压桩力过大，造成失稳。压桩过程应持续，中途不得停顿，若中途必需停顿，桩尖应该停留在软弱地层，且停顿时间不得超过 24h。压桩达到设计压桩力时继续持荷 5min。压桩过程中做好压桩记录。

压桩过程中，用千分表对基础进行实时监测，若基础变形超过  $L/1000$ ，则停止压桩，分析原因，采取措施后再进行压桩。由于桩间净距为 600mm，易产生挤土效应，为此施工时采用开口钢管桩，压桩时按 S 形路线压桩，有效地将压桩过程中产生的水平荷载向另外一个方向传递。



图4 千斤顶支架反力传力装置

### 3.5 接桩

焊接接桩前对准上、下节桩的垂直轴线，清除焊面铁锈后进行满焊。焊接时先对称点焊，使两侧受力均匀，减少变形；施焊结束后，应检查焊接质量，对漏焊或焊缝高度不够的，应及时进行补焊。由于地基土为淤泥，同时受施工条件狭小限制，压桩过程中，桩很容易倾斜，桩自身垂直度较难控制，对于这个难点，施工中采取了应对措施，即采用两台经纬仪，利用垂线法从夹角为  $90^\circ$  的两个方向对桩的垂直度进行监测。压桩的垂直度控制极其重要，除了压桩初始校核垂直度外，压桩全程应连续控制；同时保持千斤顶与桩段轴线在同一垂直线上，千斤顶的施加压力中心与截面形心重合，千斤顶安放偏差不大于 20mm。桩段在压入时连续控制桩位的偏差，每压入一节深度就与参照物进行校对，及时记录压入深度及压桩力。这样就有效地解决了桩身垂直度的问题。待焊接处冷却后涂刷一遍沥青油进行防腐处理。最后一节钢管静压前到基础上表面约 300mm 时，将封管钢板焊接到钢管上，然后继续压至设计标高。

### 3.6 压桩结束、封桩头

桩顶端达到设计标高后，经验收合格后，对压桩孔用 C35 混凝土进行封桩处理。

### 3.7 基础承台支模、浇筑混凝土施工

混凝土均采用 C35 泵送商品混凝土。混凝土待钢筋绑扎完毕，模板支设完毕并加固牢固，预埋、预留准确后方可浇筑。混凝土振捣时，振动棒交错有序，快插慢拔，不漏

振，也不过振，振动时间控制在 20~30s。振捣时间以表面混凝土不再显著下沉，不再出现气泡，表面泛起灰浆为准。在有间歇时间差的混凝土界面处，为使上、下层混凝土结合成整体，振动器应插入下层混凝土 50mm 处。振动棒插点要均匀排列，采用“行列式”或“交错式”的次序（不能混用），每次移动位置的距离控制在 500mm 左右。同时预留压桩孔模板要封盖，避免施工过程中混凝土或杂物掉入压桩孔内。

4 新技术应用

该加固工程推广应用的建筑业新技术有 3 项，总结 1 项省市级工法（表 1）。

| 新 技 术 应 用 |                 |                                                                   | 表 1 |
|-----------|-----------------|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 序号        | 分部工程名称          | 具 体 做 法                                                           |     |
| 1         | 静力压桩施工技术        | 室内静力压钢管桩施工技术，将建筑物自重作为反力，对地基基础有效地施加压力，将 10m 长钢管桩分段压入地下             |     |
| 2         | 裂缝控制技术          | 新砌筑墙体与原有楼板顶部下吊筋拉结，整体协同沉降，避免产生裂缝                                   |     |
| 3         | 普通地基压钢管桩防挤土施工技术 | 在淤泥质土地基下压钢管桩防挤土效应，钢管桩净距非常小，采用 S 形打桩路线，防止将钢管桩挤偏                    |     |
| 4         | 施工过程检测和控制技术     | 在淤泥质土等软弱地基下，保证钢管桩身垂直度可采用两台经纬仪，利用垂线法从夹角为 90°的两个方向对桩的垂直度进行监测，确保桩身垂直 |     |

对于沉降和水平位移检测，在土方开挖期间和开挖后 4d 内，每天观测 1 次，开挖到承台垫层底标高后，连续 4d，每天观测；建筑物倾斜观测，可在开挖前观测和开挖到承台垫层底标高后每 2d 观测 1 次。若遇到险情或特殊情况，应加大观测频率。

5 结语

本工程针对天津配餐公司办公楼改造过程，利用室内静压桩技术成功地解决了新增承重墙地基承载力不足的问题。工程工期共 15d，共压入 36 根桩，施工过程中，根据现场实际情况设计制作整体可拆解反力压桩架，提高了压桩架的适用性及施工效率。工程已于 2013 年 5 月竣工。经 1 年多后期沉降观测，钢管桩与混凝土承台均处于安全、整体的工作状态，新增承重墙体与原有结构处无任何裂缝迹象，业主反映良好。

这个工程当时压桩费是 11 万~12 万元，要是纯粹从正向施加配重角度考虑的话，而不采用反力压桩架施加反力，即不利用原有整个建筑物自重施加反力，那样所有压桩反力全利用人工倒运砂袋作为配重，光人工费一项就不止 18 万元，而采用反力架巧妙施加反力，制作反力压桩架人工费和材料费及挪动反力压桩架仅用了 1 万元，实际费用只有原来的 1/18，而且工期节省了 12d。

室内静压桩技术的成功应用，说明了设计的正确性和施工的合理性，在当前推行绿色施工和节能的趋势下，在保证质量和安全等基本要求前提下，通过科学管理和技术进步，最大限度地节约资源，实现“四节一环保”（节能、节地、节水、节材和环境保护）。本工程从降低扬尘、减少噪声、做好施工垃圾处理等环节入手，收到了良好效果。另外，室内

锚杆静压桩技术未采用人工倒运砂袋的方法，本身就节约了材料，尽量保留和利用原有建筑物结构，少拆或不拆除原有基础和构件，都是建立绿色施工和推行低碳建筑及节能技术的具体体现，同时也为既有建筑物功能改造时地基基础加固问题提供了较好的参考价值和指导作用，具有社会意义，还为类似工程施工积累了经验，很值得进一步推广和广泛应用。

## 参考文献

- [1] GB 50550—2010 建筑结构加固工程施工质量验收规范. 北京：中国建筑工业出版社，2011.
- [2] GB 50367—2013 混凝土结构加固设计规范. 北京：中国建筑工业出版社，2014.
- [3] GB 50007—2011 建筑地基基础设计规范. 北京：中国计划出版社，2012.
- [4] JGJ 46—2005 施工现场临时用电安全技术规范. 北京：中国建筑工业出版社，2005.
- [5] JGJ 123—2012 既有建筑地基基础加固技术规范. 北京：中国建筑工业出版社，2013.

# 干硬性混凝土柱锤冲扩桩在停车场地基处理中的应用

韦晓峰 张志永 孙玉文 常 薇 杨永诚

(北京城乡建设集团工程承包总部)

**【摘 要】** 北京地铁 14 号线张仪村停车场共 12 个建筑单体，总建筑面积 57484m<sup>2</sup>。工程地质情况根据勘察报告显示，场区地下为杂填土和生活垃圾，不满足设计承载力要求，需要进行地基处理，设计方对比目前常用的几种地基处理形式及经专家论证，最终采用干硬性混凝土柱锤冲扩桩复合地基，设计总地基处理面积近 7 万 m<sup>2</sup>，设计施工桩数约 45000 根，总长 30 万余平方米。

干硬性混凝土柱锤冲扩桩桩身为干硬性混凝土经细长锤夯扩加固挤密形成的挤密实体，由于其施工工艺的特殊性，可达到挤密周围土体从而提高地基承载力的地基加固效果。由于该地基处理方式为首例，虽然施工范围大、数量多，但经合理部署组织施工，不但按时完成施工计划、经检测地基承载力满足设计要求，而且为该工艺在以后地铁工程中的推广应用提供了成功的施工案例。

**【关键词】** 干硬性混凝土；冲扩桩；地基

## 1 工程概况

北京地铁 14 号线张仪村停车场工程位于北京市丰台区大瓦窑，为 14 号线工程西段停车场，占地约 22hm<sup>2</sup>（图 1、图 2）。结构形式为以组合库为主的排架结构和以综合楼为主的框架结构。场区地质条件复杂，是近期形成的建筑垃圾和生活垃圾填埋场，地基处理形式为干硬性混凝土柱锤冲扩桩复合地基。

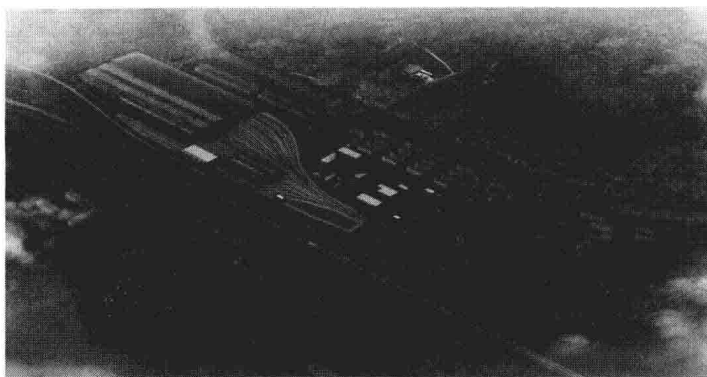


图 1 张仪村停车场鸟瞰图

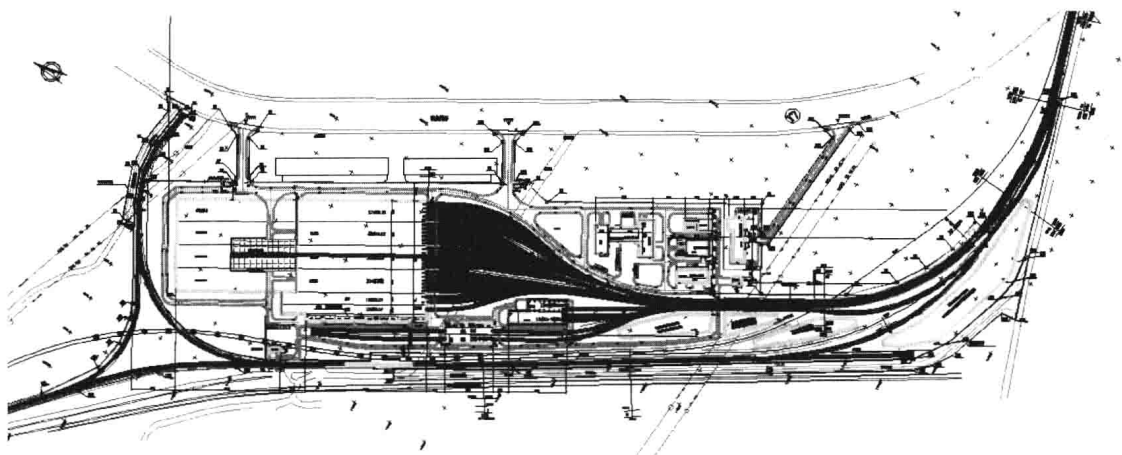


图 2 张仪村停车场总平面图

## 2 干硬性混凝土冲扩桩作用机理及施工难点

### 2.1 作用机理

干硬性混凝土冲扩桩具有挤密地基的作用。桩身为干硬性混凝土经细长锤夯扩加固挤密形成的挤密实体，干硬性混凝土通过吸收周围土里的水分逐渐硬化成坚硬的混凝土柱。

该桩与其他桩型的最大区别在于它不是通过桩身形状、桩径、桩端面积的改变来提高承载能力，而是利用重锤对填充料进行夯实挤密，挤密区土体受到很大夯击能量后缓慢释放，对侧向周围影响土体施加侧向挤压力进行有效加固挤密，土体得到密实，变形模量提高很大，所以较大幅度地提高地基承载力。

### 2.2 施工难点

地基处理施工范围大、工期紧，故合理安排施工是确保工程如期完工的重点。

本工程地下地质情况复杂，遇大块障碍物、石块等会发生打桩机卡桶现象、护桶难以打入，影响成孔速度，对施工造成影响。

本工程受拆迁影响，地基处理工作必须被安排在 2011 年 11 月～2012 年 3 月，排布整个冬季，冬期施工对人工、机械降效严重。

## 3 设计方案

该建设场地地质条件复杂，表层 1.7m 范围内全部为杂填土层。场地地基土不均匀，属于不均匀地基。场地自上而下共分以下几层：

### 3.1 人工堆积层

岩性特性如下：杂填土①<sub>1</sub>层：杂色，稍密，稍湿～湿，含砖块、灰渣、碎石；细砂



填土①<sub>2</sub>层：黄褐色，松散～稍密，湿，含砖、灰渣，少量圆砾填土；圆砾填土、卵石填土①<sub>3</sub>层：杂色，稍密，湿，含砖、灰渣。该层厚度变化较大，一般厚度 1.6～5.0m，部分区域为掩埋的采砂坑，人工堆积层厚度达 7.1～11.5m，土质不均，厚度变化大，工程性质差。

### 3.2 新近沉积层

岩性特征如下：圆砾、卵石②层：杂色，中密～稍密，湿，剪切波速  $v_s$  值 = 359m/s, 重型动力触探击数  $N_{63.5} = 33 \sim 75$ , 属低压缩性土，钻探揭露卵石部分： $D_{大} = 8\text{cm}$ ,  $D_{长} = 10\text{cm}$ ,  $D_{一般} = 3 \sim 5\text{cm}$ , 亚圆形，级配一般，含中砂、粗砂约 30%。该大层层顶标高约 53.87～57.29m。该大层局部受上部人工填土层影响，地层缺失。

### 3.3 第四纪沉积层

主要岩性特征如下：卵石⑤层：杂色，密实～中密，湿，剪切波速  $v_s$  值 = 383～449m/s, 重型动力触探击数  $N_{63.5} = 43 \sim 100$ , 属低压缩性土，钻探揭露： $D_{大} = 10\text{cm}$ ,  $D_{长} = 12\text{cm}$ ,  $D_{一般} = 3 \sim 5\text{cm}$ , 亚圆形，级配较好，含中砂约 30%。该大层层顶标高 47.80～53.49m。

根据地质勘查情况，结合停车场各建筑单体结构形式、基础埋深、轨道区域荷载形式，并主要考虑项目工期要求，设计方、甲方经过多方案对比计算及聘请专家论证，最终一致认可采用干硬性柱锤冲扩桩复合地基进行处理。

设计方案为除咽喉区、轨道区及三大库以外的单位工程设计桩长 5～10m，咽喉区、轨道区及三大库设计桩长：I 区 5～6m、II 区 6～9m、III 区 7～11m、IV 区 9～11m、V 区 10～12m，实际施工长度以满足最后三击贯入度为准；桩间距 I 区 1.2m×1.2m、II 区 1.3m×1.3m、III 区 1.4m×1.4m，直径 500mm，面积置换率 I 区 13.6%、II 区 11.6%、III 区 10%。以第①杂填层为基底持力层，以第⑤卵石为桩端持力层，设计总地基处理面积近 7 万  $\text{m}^2$ ，总量约 45000 根，总长度 30 余  $\text{m}^2$ 。(图 3)。

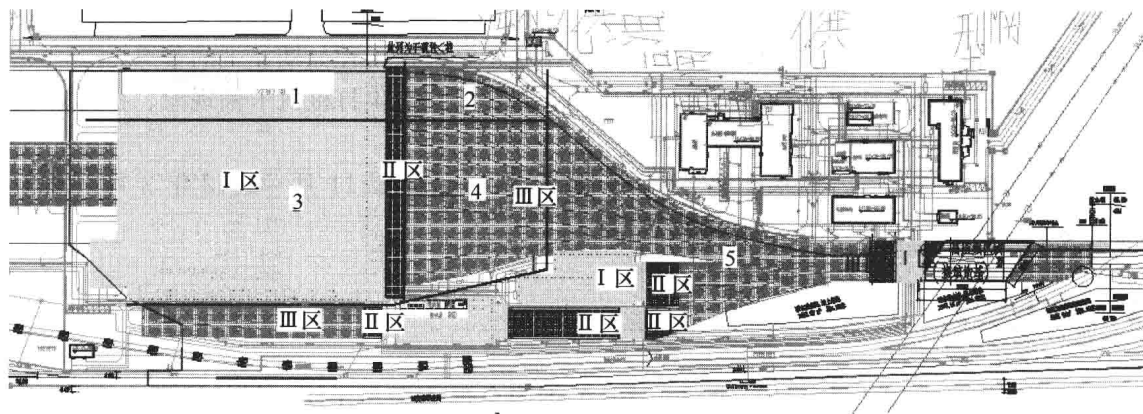


图 3 咽喉区、轨道区及三大库地基处理设计图

设计桩身为干硬性混凝土，每立方米 (2.153t) 原材料配料：水 45kg、水泥 (425) 120g、砂子 (中砂) 827kg、石子 (5～25mm) 1040kg、粉煤灰 (I 级) 120kg。