

建筑施工实例应用手册

2

徐家和 主编

中国建筑工业出版社

建筑施工实例应用手册

2

徐家和 主编

中国建筑工业出版社

(京) 新登字 035 号

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑施工实例应用手册 2/徐家和主编.-北京: 中国
建筑工业出版社, 1998
ISBN 7-112-03328-4

I. 建… II. 徐… III. 建筑工程-工程施工-技术手册
IV. TU74-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 14517 号

本书为《建筑施工实例应用手册》第 2 分册, 在该册中共收录了 270 余个工程实例, 按类分成 11 章, 主要有: “基础工程”、“模板及脚手架工程”、“混凝土工程”、“预应力混凝土施工技术”、“工程构筑物施工技术”、“建筑物纠偏、加固和改造技术”、“质量事故处理”等等。这些工程实例集中体现了在建筑施工中的新技术、新工艺、新材料和新成就, 是我国建筑施工技术水平的缩影。

本书特色突出, 有很强的典型性和实用价值, 可帮助工程技术人员开阔眼界、增长知识、丰富经验, 提高分析问题和解决问题的能力, 是工程技术人员在日常工作中不可缺少的技术资料 and 工具书。

* * *

责任编辑 周世明
责任设计 庞 玮
责任校对 骆毓华

建筑施工实例应用手册

2

徐家和 主编

*

中国建筑工业出版社 出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店 经销
北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 50¼ 字数: 1283 千字
1998 年 1 月第一版 1998 年 1 月第一次印刷
印数: 1—5000 册 定价: 69.00 元

ISBN 7-112-03328-4
TU·2570 (8473)

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)

本册编委会成员

主 编 徐家和

编 委 任 军 赵 瑛 曾 威 焦 莲 彭雪飞

编写人员 (以姓氏汉语拼音为序):

敖立志	巴恒静	蔡志文	曹福杰	曹全民	曹行达	陈 贵
陈 建	陈汉东	陈景安	陈景辉	陈均颐	陈明辉	陈明浦
陈启光	陈树根	陈元焯	陈诒岗	程道广	程鉴基	程云田
丛培华	崔志杰	戴善勇	戴勇正	邓建良	狄 焰	丁延钰
丁志文	董保民	杜荣军	杜忠祥	段雄辉	范传钧	范 基
冯奇生	傅沛兴	高立人	高扬荟	戈鸿昌	葛水高	顾 楠
顾锡明	顾荣华	顾顺泰	桂志成	郭存鑫	郭同斌	郭正兴
韩光远	韩乾龙	韩瑞森	韩学广	韩云乔	胡 健	胡建林
胡启华	胡庆芳	胡泰祥	胡裕新	胡炽昌	黄祥福	黄兴文
黄泽德	黄忠桂	侯延强	冀建民	贾念清	焦德贵	焦锁坤
江正荣	江楚维	姜晨光	姜纯义	蒋天涛	蒋应龙	蓝师禹
蓝永辰	黎伯均	李保国	李晨光	李栋森	李建文	李开明
李进峰	李聘钧	李秋林	李树彦	李水欣	李万鸿	李一农
李玉珊	李蕴章	李政文	李治邦	林吉成	林学友	雷宏刚
梁 建	梁新向	刘纯善	刘光星	刘恒祥	刘小东	刘文致

刘燕妮	路德才	路来军	鹿 山	陆洲导	吕志涛	罗维高
罗志文	毛凤林	毛林繁	马成庆	马 杰	马景雨	马永乐
孟繁荣	孟晓红	缪昌文	倪天瑞	庞永升	彭言均	齐 明
钱冠龙	钱国林	钱学明	钱艺柏	钱志双	任家骥	阮蔚文
单玉久	沈克唯	石 茂	石伟国	史广德	史同富	史永忠
宋福其	宋红智	苏余晴	孙长水	孙基凤	孙钜中	孙秀琴
陶茂华	汤明勛	汤祖堃	唐小荃	唐 祥	唐业清	田大平
万 军	王爱勋	王承宾	王春印	王 迪	王凤魁	王凤蓉
王 赫	王家义	王建都	王珂臣	王立群	王明仁	王先进
王树德	王寿华	王天柱	王 炎	王岩峻	王玉清	王有成
王幼行	王兆麟	王 志	王宗昌	王祖哲	魏大平	伍崇明
吴佩文	吴仁友	吴 煦	吴之昕	鲜于方庚	肖功宝	肖绍荣
夏秀云	谢富根	谢惠庆	谢小妍	徐凤昆	许国忠	徐 珂
徐戊己	徐少平	徐湘生	徐祥兴	徐云明	许培柱	许胜利
薛惠敏	薛家骅	薛占亮	姚源道	姚忠国	杨秉德	杨发泽
杨 晓	杨立新	杨 堃	杨祥征	杨亚中	叶琳昌	叶启熹
叶水弟	尹思明	于凤文	俞稚明	翟英敏	詹汉生	张伯泉
张 超	张大林	张根源	张国勋	张金木	张九玲	张广青
张继新	张继文	张立俊	张 明	张其义	张廷荣	张毅平
张以毅	张云台	张兆风	张志强	张宗毅	章嘉木	赵恩泰
赵继胜	赵立智	赵伟农	赵蕴图	周福俊	周广泉	周润珍
周少光	朱法仁	朱华俊	朱为新	庄景峰	钟映东	左 江

出版说明

“八五”期间，我国建设事业空前发展，各地先后兴建了一些对国计民生有重大影响的重点工程和一大批高层、超高层建筑。以工程为依托，以重大工程项目的施工难题为目标，通过科研攻关与工程实践，大大推进了我国建筑施工技术的发展。据悉，我国某些工程施工技术与施工管理水平已接近发达国家水平，其中有些技术甚至已达到或领先于国际水平。为了总结我国“八五”期间建筑工程施工中的新技术、新工艺、新材料，把各地建筑施工的好经验记载下来，并为广大施工技术人员提供一套资料丰富、详细实用的专用工具书，我们组织北京、上海、广东、安徽等省、市建筑施工的专家、工程技术人员编写出版《建筑施工实例应用手册》系列。

《建筑施工实例应用手册》分为1、2、3、4、5等分册，每一分册着重总结某省、市建工集团公司“八五”期间建筑施工中的典型工程经验。编入手册的工程都是施工技术先进，影响面大，或经上级部门鉴定、获奖的大型建筑工程。每项工程实例重点总结该工程最具特色的工艺或技术先进的分部或分项工程，反映该工程设计、施工方面的特点，以及为完成其施工难点所采用的施工方案、施工技术、施工设备和材料，内容对读者具有可读性、实用性和启发性。

本手册在组织编写和审稿过程中，得到各省、市建工集团总公司等单位的大力支持和帮助，我们表示衷心的感谢。

目 录

1 基础工程	
1-1 喷粉桩施工工艺及应用技术	1
1-2 河床地工程中旋喷射注桩的施工技术	4
1-3 振动打桩机打设塑料排水板桩加固软土地基	7
1-4 振动沉管挤密碎石桩加固地基技术	10
1-5 用短密振冲碎砖桩加固池塘杂填土地基	13
1-6 水泥搅拌桩复合地基的施工技术	16
1-7 用深层水泥搅拌桩加固软弱地基的应用	18
1-8 置换强夯复合地基施工技术	19
1-9 锚钉墙支护技术在深基坑工程中的应用	22
1-10 基坑边坡喷锚网支护技术在复杂环境中的应用	26
1-11 采用内支撑的深基坑支护施工技术	29
1-12 深基坑混凝土支撑破碎技术	33
1-13 二次高压灌浆异形锚杆施工技术	34
1-14 打入管式锚杆护壁技术在深基坑支护中的应用	38
1-15 软土地区深基坑开挖组合支护工程实践	41
1-16 桩锚护坡体系在高水位软土质中的应用	43
1-17 基坑护壁帷幕漏水化学灌浆抢险技术	45
1-18 深基坑支护结构失效原因分析	49
1-19 刚架护坡桩在深基坑支护中的应用	53
1-20 深圳地王大厦深基坑半逆作法护坡土钉支护	55
1-21 海口市交行大厦深基坑支护施工	57
1-22 南京国贸中心大楼深基坑支护作法及处理措施	61
1-23 地下工程中的钻机铣槽工艺	64
1-24 大型地下连续墙施工设备研制及施工新工艺	67
1-25 引孔锤击预制桩施工技术	73
1-26 高强度预应力混凝土管桩的施工	76
1-27 先钻孔后沉桩工艺在厚砂层沉桩施工中的应用	78
1-28 多分支承载力盘灌注桩施工工艺与应用	80
1-29 53m 深桩泥浆护壁水下浇注混凝土施工	84
1-30 钢筋混凝土扩底管桩的应用技术	87
1-31 钻孔灌注桩的质量控制	88
1-32 灌注桩超声测缺与施工质量控制	89
1-33 防止软土地基桩位位移的技术措施	94
1-34 混凝土灌注桩桩脚泥土夹层的处理与预防	97
1-35 大截面灌注桩与地下连续墙逆作法施工	99
2 模板及脚手架工程	
2-1 高级公共建筑清水混凝土工程模板设计	107
2-2 工具式网架吊模的设计与应用	109
2-3 高架悬空支模法	112
2-4 硬架支模在现浇框架结构施工中的应用	112

2-5 现浇框架模板预组装及梁钢筋整体入模的施工方法 114

2-6 钢筋、模板组合施工方案 116

2-7 超高层筒中筒结构内、外筒整体液压滑动模板施工方法 118

2-8 高层建筑外墙自行爬模施工技术 121

2-9 电梯井筒结构爬模施工技术 123

2-10 弧形可变桁架在曲面建筑模板工程施工中的应用 125

2-11 变形缝两侧墙体中构造柱模板的施工 128

2-12 塑料模壳在工业厂房快速施工中的应用 131

2-13 早拆支撑用于模壳工程的施工方法 133

2-14 组合钢模板在混凝土圆柱体造型上的开发应用 134

2-15 爬升式脚手架的工程应用技术 136

2-16 超高层建筑整体爬升外脚手架的设计与施工 140

2-17 整体提升脚手架工艺的应用技术 144

2-18 倒升搭设悬挑外脚手架 146

2-19 利用钢管三角桁架施工较大悬挑结构 147

2-20 环式滑动脚手架的设计与应用 150

2-21 悬挑钢管脚手架在筒库顶板施工中的应用 151

2-22 移动式操作平台在网架施工中的应用 153

2-23 高空悬吊式网架装饰脚手架应用技术 155

3 混凝土工程

3-1 地下工程超长结构抗裂防渗混凝土施工 158

3-2 超厚大体积混凝土防裂措施 162

3-3 连续浇筑钢筋混凝土超长结构裂缝控制新技术 166

3-4 炎夏季节大体积混凝土温度裂缝的控制 169

3-5 大体积混凝土薄层浇筑技术 171

3-6 高层建筑转换层大体积混凝土大梁施工 173

3-7 大面积、大体积基础底板不设后浇带的混凝土施工技术 177

3-8 泵送高强大体积混凝土施工的温度监测 178

3-9 大体积混凝土简易测温法 181

3-10 免振捣自密实混凝土技术及工程实践 183

3-11 C80 高性能混凝土研制及应用 188

3-12 大型框架剪力墙结构清水混凝土施工技术 190

3-13 81m 高空现浇混凝土箱形屋盖施工技术 194

3-14 采用长柱吊装和无振捣成型的钢管混凝土框架施工工艺 198

3-15 大型悬挑现浇钢筋混凝土异形柱施工技术 200

3-16 超长超宽框架结构梁板混凝土一次整体浇筑施工技术 203

3-17 游泳池抗渗混凝土结构施工 206

3-18 大跨度薄壁拱板屋面施工 211

3-19 垂直面真空脱水技术在现浇混凝土梁、柱施工中的应用 213

3-20 石屑代砂在工程中的应用 216

3-21 预冷混凝土在干热地区核电站工程中的应用 218

3-22 炎热气候下的混凝土施工技术 222

3-23 钢筋绑扎中施工方法的选择 226

3-24 采用流动组合钢筋加工设备的新型钢筋加工技术 227

3-25 钢筋冷挤压连接接头施工质量控制 229

3-26 水平钢筋窄间隙焊接技术在北京西站工程中的应用 231

4 预应力混凝土施工技术

4-1 高层公寓无粘结预应力结构施工 234

4-2 高层无粘结后张预应力混凝土连续板全剪力墙结构工程实践 237

4-3 无粘结预应力混凝土密肋楼板扁梁施工 240

4-4 中央电视台塔身竖向预应力混凝土结构施工 242

4-5 预应力转换层结构工程设计

与施工	247
4-6 78m 跨度预应力混凝土刚架结构设计 与施工	250
4-7 六跨预应力混凝土框架设计与 施工	252
4-8 预应力多跨连续梁先穿钢丝束 施工	255
4-9 大面积大柱网双向无粘结预应力混 凝土框架体系的设计与施工	258
4-10 体育馆悬挑预应力大梁的设计与 施工	263
4-11 库房站台斜拉雨篷预应力施工	266
4-12 大面积椭圆形整体预应力板柱 施工	268
4-13 高架螺旋车道无粘结预应力施工 技术	271
4-14 竖向预应力技术在矩形混凝土曝 气池中的应用	274
4-15 水平向预应力技术应用于地上矩 形混凝土水池	276
4-16 污水处理厂蛋形消化池双向曲线 预应力施工	279
4-17 核电厂安全壳预应力施工	281
4-18 预应力技术在改造工程中的应用	286

5 工程构筑物施工技术

5-1 240m 高烟囱双钢内筒顶升倒装施工 工艺	290
5-2 100mm 烟囱无竖井架附壁式倒模 施工技术	293
5-3 钢筋混凝土烟囱自升井架提模 施工	295
5-4 105m 双筒式烟囱快速施工技术	298
5-5 无脚手架钢筋混凝土烟囱筒壁 施工	300
5-6 特小口径烟囱的滑模施工技术	302
5-7 倒锥壳水塔水柜地面预制方法	305
5-8 倒锥壳水塔筒身悬壁拉模工艺	306
5-9 倒锥壳水塔水柜高空现浇施工与 保温作法	308
5-10 利用预应力张拉原理提升倒锥形水 塔水箱的方法和措施	310
5-11 采用大吨位千斤顶提升倒锥壳水塔	

水箱	312
5-12 筒仓滑模施工中支承杆加固	316
5-13 以模板长为基数进行旋转双曲面冷 却塔施工	318
5-14 钢筋混凝土双曲线冷却塔通风筒施 工新方案	322
5-15 现浇钢筋混凝土冷却塔简易施 工法	325
5-16 悬挑三角架模具在冷却塔筒体施工 中的应用	327
5-17 浅埋暗挖技术在过街通道施工中的 应用	329
5-18 方孔混凝土沟道移动式大模板 工艺	332
5-19 地下水位以下软土中超长距离混凝 土管顶管施工技术	335
5-20 现浇混凝土漏斗无内模拍坡成型施 工方法	338
5-21 双筒齐滑通过特厚楼板的滑模 工艺	340
5-22 大型拖模在大堤混凝土防水墙上的 应用	342
5-23 超高空大型栈桥利用坐标导向整体 吊装综合技术	344
5-24 钢筋混凝土箱涵顶进施工	346

6 空间结构、钢结构及吊装技术

6-1 体育馆单悬索屋盖施工	349
6-2 环形薄壳屋盖旋转移模法施工	353
6-3 半球壳观众厅施工技术	357
6-4 选煤厂主厂房屋盖网架施工	359
6-5 双机位机库超大型网架整体提升 技术	363
6-6 预应力钢桁网组合结构屋盖的设计 与施工	365
6-7 大跨度多次预应力钢穹网壳设计与 张拉监控	368
6-8 叠合节点贝壳形单层穹顶网壳高空 拼装法施工	371
6-9 单层扁网壳结构的选型及施工	374
6-10 体育馆钢网架整体爬升施工	377
6-11 港口客运大楼曲面网架施工技术	379
6-12 立面旋转吊装网架	381

6-13 电视塔巨型球形网壳制作技术 383

6-14 大跨度穹顶钢结构的制作与安装 ... 384

6-15 仿古结构钢亭施工工艺 389

6-16 钢管式屋架制作及其结构性能
检验 390

6-17 大型工业管架制作与吊装工艺 392

6-18 1800t 钢结构液压千斤顶同步整体
提升施工技术 395

6-19 体育场框架及罩棚挑梁悬拼法
施工 399

6-20 48m 跨预应力混凝土屋架翻身与
吊装施工 406

6-21 装配式连续大跨度钢筋混凝土门架
结构吊装施工 409

6-22 30m 混凝土屋架土法吊装施工 411

6-23 折线形混凝土屋架组合滑移就位
施工 413

6-24 三铰拱型屋面板地面拼装整体吊装
施工 414

6-25 大型钢斜架吊装施工 416

6-26 30.5m 跨圆拱轻钢屋架整体施
工法 420

6-27 用人字扒杆吊装大跨度组合钢桁架
的施工方法 422

6-28 60m 跨度组合钢梁分段整体吊装
施工 424

6-29 采用平移法安装 27m 钢屋架 426

6-30 微波塔倒装工艺 427

6-31 玻璃钢半球形屋顶分块拼装施
工法 428

7 冬期施工、寒地建筑及建筑节能

7-1 北京地区混凝土冬期施工的主要
作法——综合蓄热法 430

7-2 基础大体积混凝土冬期施工 434

7-3 掺 UEA 膨胀剂和减水剂混凝土在
冬期施工中的应用 437

7-4 快速加热商品混凝土的方法 439

7-5 高炉钢管混凝土框架柱冬期负温
施工 441

7-6 118.56m 预应力拉杆冬期泵送混凝土
施工技术 443

7-7 超长框架结构梁板混凝土冬期一次

整体浇筑施工 445

7-8 砖混结构成套冬施技术 447

7-9 冬期大面积彩色水磨石地面冷作
施工 450

7-10 砖混结构住宅低温抹灰施工 452

7-11 外墙饰面砖冬期镶贴施工方法 454

7-12 自制冷胶料与聚氯乙烯胶泥整体
屋面防水层冬雨期施工 457

7-13 使用稻壳进行基土冬期保温的
措施 459

7-14 钢筋混凝土冻害事故分析与处理 ... 461

7-15 几种外墙内保温构造的施工方法 ... 463

7-16 钢丝网架水泥夹芯板外墙保温施工
工艺 467

7-17 饰面聚苯板外墙内保温施工 469

7-18 高效节能屋面板——桁架板 470

7-19 聚乙烯泡沫塑料保温隔热倒置式
屋面作法 474

7-20 保证现浇水泥蛭石保温层质量的
措施 475

7-21 严寒地区冻胀土地基碎毛石垫层的
应用 477

7-22 寒冷地区高压注浆桩水泥浆掺减水
早强剂的试验与应用 479

7-23 寒冷地区架空式卷材排汽屋面的
设计与施工 481

7-24 寒冷地区单层厂房女儿墙严重裂缝
处理方法 484

8 建筑防水与装饰技术

8-1 防止刚性防水屋面裂缝的方法 487

8-2 刚性屋面渗漏的防治措施 490

8-3 钢纤维混凝土刚性防水屋面的设计与
施工 492

8-4 钢纤维细石混凝土刚性屋面工程
实践 494

8-5 屋面防水基层及特殊部位的处理
方法 496

8-6 加气混凝土防水隔热叠合屋面的
应用 498

8-7 大平台屋面防水施工 502

8-8 压型钢板屋面防水改进对策 505

8-9 塑料油膏蓄水屋面的设计与施工 509

8-10	卷材屋面翻修中设置缓冲带的施工做法	510	9-5	加固改造工程中的压入桩托换技术	583
8-11	地下工程堵漏综合技术	512	9-6	混凝土地下蓄水池上浮破坏扶正加固技术	586
8-12	地下室防渗堵漏施工实例	516	9-7	预应力技术在回转窑墩基加固工程中的应用	588
8-13	地下工程变形缝的止水与防水	519	9-8	用喷射混凝土加固钢筋混凝土框架柱	592
8-14	地铁车站顶板裂缝渗漏水处理	521	9-9	钢筋混凝土框架加固处理	595
8-15	大面积磨光花岗石板干挂法施工	525	9-10	断裂及倾斜柱的调整加固	598
8-16	大理石饰面板镶贴工艺	528	9-11	薄腹梁抗剪力不足的补强加固技术	601
8-17	联贴式釉面砖施工	530	9-12	支架托板换梁工艺	602
8-18	复杂造型墙地面的瓷砖镶贴施工	531	9-13	用喷射混凝土修复火灾烧伤的钢筋混凝土建筑物	605
8-19	天然饰面板铺贴工艺的改进作法	534	9-14	喷射混凝土加固修复住宅墙体技术	607
8-20	仿石砖外饰面施工	537	9-15	化学灌浆在混凝土补强加固中的应用	609
8-21	无人造大理石的原料、工艺及性能	538	9-16	化学灌浆技术在宝钢热轧厂工程混凝土裂缝处理中的应用	612
8-22	干挂石板外饰面的防水作法	540	9-17	采用聚合物修补加固混凝土技术	615
8-23	劈离砖的防污染镶贴工艺	543	9-18	开裂混凝土梁和节点的快速修复试验研究	619
8-24	花岗石板背面封闭、板缝处理及镶贴工艺	545	9-19	热电厂除尘器支架梁柱裂缝加固处理	622
8-25	商业建筑外墙饰面与铝合金窗安装施工技术	546	9-20	多层厂房结构综合加固技术	625
8-26	玻璃钢衬模装饰混凝土的开发应用	547	9-21	无粘结预应力钢绞线加固技术的应用	629
8-27	尖锥体屋盖玻璃饰面板装修施工	549	9-22	排洪涵管加固工程施工	632
8-28	超洁净房间铝合金门窗安装“抹灰后塞口”施工工艺	552	9-23	采用体外预应力技术加固原煤贮仓	637
8-29	不锈钢柱套的制作与安装工艺	554	9-24	建筑物纠倾技术	640
8-30	剧院观众厅侧墙装修施工	558	9-25	软土地区房屋倾斜纠偏加固方法	647
8-31	仿木结构的涂饰技术	562	9-26	用掏沙纠倾法处理基础不均匀下沉倾斜房屋	650
8-32	保证大面积石膏板吊顶质量的方法	564	9-27	采用旋喷法处理不均匀沉降住宅楼	651
8-33	内墙罩面灰采用水泥石灰膏取代纸筋灰的方法	566	9-28	铆锻厂房柱子下沉倾斜的纠偏方法	654
8-34	采用铺贴大孔麻布片预防装饰工程裂缝的方法	567	9-29	柱基倾斜位移的支顶矫正	656
9	建筑物纠偏、加固和改造技术		9-30	保持建筑外形改变旧建筑使用功能的综合技术	659
9-1	湿陷性黄土地区建筑物下沉加固技术	569			
9-2	多层砖混结构的托承加固	575			
9-3	用预应力粗钢筋加固膨胀土地基中砖混结构房屋的方法	579			
9-4	地梁下用钢筋混凝土压入桩进行基础托换	580			

9-31	商业建筑增建地下室的设计与 施工	662
9-32	大型玻璃生产厂房改造工程施工 技术	664
9-33	砖混结构房屋整体平移的几项关键 技术	668
9-34	旧城改造中的房屋整体平移、旋转 工程实例	670

10 质量事故处理

10-1	施工顺序错误造成的工程事故及 对策	674
10-2	考虑桩、承台和土相互作用处理 桩基事故	677
10-3	高层建筑基础承台板重大质量事故 处理	678
10-4	水下灌注混凝土桩断桩的预防及 处理	681
10-5	采用斜面分层法浇筑混凝土的事故 及对策	684
10-6	屋面梁混凝土强度不足事故分析与 处理	686
10-7	倒锥壳水塔支承水柜环梁漏筋事故 处理	690
10-8	高层建筑幕墙节点焊接脆断事故 分析及处理	693

11 典型工程综合施工技术

11-1	深圳地王商业大厦钢筋混凝土结构 工程施工技术	695
11-2	北京西站北站房及综合楼结构 施工	702
11-3	北京西站地铁车站的设计与施工 ...	710
11-4	北京西站南站房施工技术	714
11-5	中化大厦设计及施工技术	718
11-6	陕西历史博物馆工程施工技术	728
11-7	中国煤炭大厦施工技术	735
11-8	中华航天博物馆工程施工技术	740
11-9	北京中旅大厦工程施工技术	744
11-10	无锡市体育中心施工技术	749
11-11	上海海仑宾馆主体结构施工 技术	754
11-12	北京国际艺苑饭店工程小流水段 施工法的应用实践	759
11-13	北京皇家饭店结构工程小流水段 施工	763
11-14	旧城改造中极狭窄施工现场的施工 组织	769
11-15	大跨度现浇劲性混凝土框架施工 方法	777
11-16	北京西站站台施工技术	782
11-17	上海永华大楼大型圆锥形塔顶施工 技术	785
11-18	科威特港口大楼工程结构施工	787

原
书
缺
页

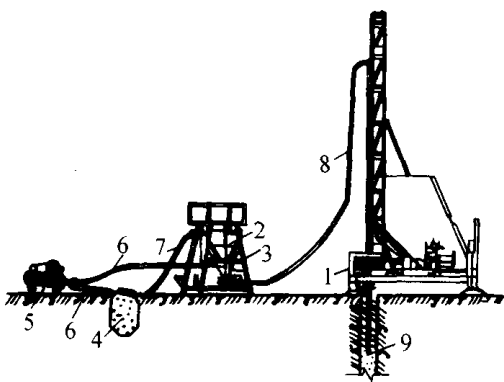


图 1-1-1 喷粉桩机具设备及施工工艺

1—喷粉桩机；2—贮灰罐；3—灰罐架；
4—水泥罐；5—空气压缩机；6—进气管；
7—进灰管；8—喷粉管；9—喷粉桩体

机由液压步履式底架、井架和导向加减压机构、钻机传动系统、钻具、液压系统、喷粉系统、电气系统等部分组成，其构造组成系统见图 1-1-1，技术要求见表 1-1-1。

1-1-3 施工工艺

喷粉桩机具设备及施工工艺见图 1-1-1。

1. 施工程序为：放线定桩位→钻机就位→钻桩孔至设计深度→边搅拌、喷粉，边提升钻杆→至桩顶以上 50cm 停止搅拌、喷粉→提杆至地面→移至下一桩位继续施工。

2. 施工前，应整平场地，桩位放线，组装架立喷粉桩机，检查主机各部的连接、液压系统、电气系统、喷粉系统各部安装调试情况及灰

罐、管路的密封连接情况是否正常，做好必要的调整紧固工作；灰罐装满料后，进料口应加盖密封，排除异常情况后方可开始施工。

喷粉桩施工主要机具设备规格与技术要求

表 1-1-1

名称	数量	规格技术性能	用途
喷粉桩机	1	PH—5A 型，加固深度 $\leq 15\text{m}$ ，成桩直径 $\leq 600\text{mm}$ ，钻机转速 $27.0\sim 80.6\text{r/min}$ ，提升速度 $0.57\sim 1.70\text{m/min}$ ，液压步履，纵向 1.2m 、横向 0.5m ，接地比压 $\leq 0.027\text{N/mm}^2$ ，电机功率 37kW ，重量 8t	钻孔、喷气、喷粉、搅拌
贮灰罐	1	容量 1.3m^3 ，设计压力 0.6N/mm^2 ，带灰罐架、旋转供料器、电子计量系统	贮存粉料和加压输送
空气压缩机	1	XK0.6~0.10 型，工作压力 1.0N/mm^2 ，排量 $1.6\text{m}^3/\text{min}$ ，电机功率 13kW	输送、喷粉供气

3. 成桩时，先用喷粉桩机在桩位钻孔，随钻随喷气，防止堵塞喷粉孔，至设计要求深度后（钻速为 $0.57\sim 0.97\text{m/min}$ ，一般 10m 桩约 $15\sim 25\text{min}$ ），将钻杆以 0.97m/min 速度边搅拌边提升，同时通过喷粉系统将水泥通过钻杆端喷嘴定时定量向搅动的土体喷粉，使土体和水泥进行充分搅拌混合，形成水泥、水、土混合体。

4. 桩体喷粉要求一气呵成，不得中断，每根桩宜装一次灰，搅喷完一根桩；喷粉深度在钻杆上标线控制，喷粉压力控制在 $0.5\sim 0.8\text{N/mm}^2$ 。

5. 单位桩长喷粉量是控制成桩质量的关键，喷粉量随土质情况、桩体强度要求而定，一般为 $45\sim 70\text{kg/m}$ ，该工程为 50kg/m ，相当桩体的 12% ，每个工程喷粉量控制应一次大体调定。为避免桩机移动和管路过长，喷粉桩施工时宜采用先中轴后边轴、先里排后外排的次序，桩机移动最长距离为 50m 。

6. 当钻头提升至比设计桩顶面高 50cm 时，应停止向桩孔内喷粉。遇有不正常情况时，为避免桩头部位因气压骤减出现松散层，在每根桩上部 1m 范围内再钻进 1m 提杆复喷一次，桩体即告完成。

7. 喷粉桩应自然养护 14d 以上始可挖基坑土方，桩基上部 500mm 高土层应尽可能用人工开挖，避免挖土机、推土机在其上行驶或停在桩上挖土，以免将桩头压碎或因水平推力作用造成断桩。切割上部桩头时应用人工在周边凿槽，再用锤击破碎。

1-1-4 质量检验

- 1. 将桩体挖出，测量桩直径，桩身应连续均匀、密实，用实物敲击有坚实感，不得出现喷粉不匀或漏喷现象；桩位偏差在 50mm 以内，垂直度偏差不大于桩长的 1.5%。
- 2. 随机对开挖的桩体切取试样进行 28d 立方体无侧限强度抗压强度试验；亦可用轻便触探检验桩身 7d 时锤击数，用对比法判断桩身强度是否满足设计强度要求。
- 3. 7d 后用静载（取桩数 1%，但不少于 2 根）或动测（取桩数的 10%）测定复合地基的承载力，桩质量应满足设计承载力要求。

1-1-5 质量问题及防治

喷粉桩常遇质量问题及防治措施见表 1-1-2。

喷粉桩施工常遇问题及防治处理方法 表 1-1-2

发生问题	产生原因	防治措施方法
卡钻	通过含水率低的粘土层，或板结的硬土层，或局部遇到障碍物	应停止钻进或慢速钻进；严重时应停钻，并提升钻具，改进钻头；如在提升钻杆时卡钻，则应暂时停止喷粉，待正常后再复喷
喷粉不畅或堵塞	气路连接部分密封不严；气源不足；水泥吸湿结块；喷嘴粘结粉泥后变小；粉料中混有杂物、大颗粒；部分地层透气性不良	应使气路连接严密，供气保持充足，气压稳定；防止水泥受潮，并过筛 遇喷粉不畅应迅速操纵喷粉蝶阀，由开到关，由关到开，反复多次来克服；严禁以物体敲击灰罐罐体
桩体疏松	土层含水率太低，或遇松散杂填土，造成粉体流失，使桩体含水泥量不够；土壤含水率低，复打也易产生疏松	土层含水率低可钻孔时适当注水，或改用注浆法成桩；发现桩体疏松可钻进复喷一次加强
夹层断桩	水泥潮湿，或有异物堵管；管道漏气或供气不足；喷粉孔磨损，被粘土堵塞；提钻速度过快，先提钻后喷粉；灰喷完后未察觉，喷粉中断，仍在搅拌成桩	雨季、夏季应用防潮包装水泥；水泥喷粉时严格过筛、计量和气压检查；注意控制喷粉与提钻速度，宜先喷粉 1~2min 后再提钻搅拌；堵孔应将钻头提出清理，将上部断桩打去，在原位复喷或邻位补桩
空心桩	土壤含水率太低，中心部位气压减小，造成桩体四周强度高，中部为土芯，形成空心桩；土干气压大，水泥从两侧喷出，也易产生中间无水泥的空心现象	遇含水率低于 20% 的干土，应改用喷水泥浆搅拌法施工工艺，或钻孔搅拌适当注水，加大桩体含水率
桩体强度不均	钻杆提升速度不均；喷粉管路轻微堵塞，造成气压不稳，灰流量时高时低，喷灰不均；遇局部松软土漏灰；遇粘土搅不开；以减压阀调定的灰罐与喷射管间存在压差，也常会影响到定量喷粉	控制提升搅拌速度，经常观察电子秤进行了解和控制；防止管路堵塞；遇松散软土、粘土低速钻进搅拌，改变无级变速器、输出转速来进行调整，使喷粉均匀

1-1-6 桩基试验

每栋楼喷粉桩基完工后 7d，随机取桩总数 1% 进行动测，检验桩的承载力，取桩总数的 10% 进行桩质量检验。对检测后发现问题或有怀疑者，取加倍数量的桩进行复检。
承载力采用低应变动力试验、附加质量法检验。并作 3 组静载作对比试验，静载与动

测承载力最大误差为 5.6%，最小误差为-1%，二者比较接近。经检验，承载力在 171~212kPa 间，均满足设计承载力要求。同时应用应力波反射法对桩体质量进行检验，所测桩中绝大部分测试信号正常，有较明显的桩底反射，波速范围在 1500m/s 左右，表明桩身较为密实均匀，质量良好，个别桩测试信号异常，是因破桩头时桩受激烈水平力造成断桩所致，截面以下测试信号恢复正常后采取复喷补桩处理。

1-1-7 技术经济效果

该工程原拟采用灌注桩，后经研究改为用喷粉桩加固而成复合地基，充分挖掘地基潜力，地基承载力由 12kPa 提高到 19~24kPa，地基强度增长近 1 倍。该工程有 12 栋楼建成投入使用，未发现地基不均匀沉降和砖墙裂缝，加固效果良好。

采用喷粉桩每平米造价为 25~26 元，比采用混凝土灌注桩地基处理费用降低 72%，工期仅为原来的 1/3；与一般水泥施喷法加固地基比较，设备简单，施工快速安全，费用低 40%~50%，实践表明，采用喷粉桩加固软弱地基，技术、经济可行，使用可靠。这种桩在河南地区发展很快，已成为软弱地基处理广泛采用的手段之一，具有较广阔的应用前景。

1-2 河床地工程中旋喷射注桩的施工技术

川西某重型机械厂综合配套重金工车间为单层钢筋混凝土排架结构建筑，跨度 24m，长 66m，基础形式为柱下钢筋混凝土独立杯形基础，采用旋喷射注桩加固地基，设计要求单桩容许承载力为 700kN。建筑场地距河流护堤约 100m，地貌单元属成都平原岷江水系 I 级阶地。

1-2-1 地质条件

1-2-1-1 人工填土

杂色、暗黄色，干~湿松散~稍密，厚 0.2~1.4m，属第四系全新统人工填筑土。

1-2-1-2 冲积层

1. 砂土：呈透镜状或成层分布于圆砾或卵石层之间，埋深约 2~6m 范围内，粗、中、细砂均有分布，卵石、砾石含量少于 15%。

2. 圆砾：有大量砾砂、粗砂或中砂夹卵、砾石、卵、砾石含量约 15%~40%，粒径 2~5cm，中等风化，稍湿~饱和，稍密，厚度大于 3m。

3. 卵石：呈透镜状分布于圆砾层中，卵、砾石含量大，含量约 40%~60%，粒径 2~8cm，稍湿~饱和，一般呈稍密状，厚度为 0.5~2m。

土层为第四系全新统冲积层。

1-2-1-3 土力学指标

原位测试 (N120) 成果见表 1-2-1，土力学建议指标见表 1-2-2，建议持力层落于圆砾、卵石层。

原位测试 (N120) 成果 表 1-2-1

土名	最大值 (击/dm)	最小值 (击/dm)	平均值 (击/dm)	计算值 (击/dm)	[R] (kPa)	[R _f] (kPa)	E _s (kPa)
粗砂	1.84	1.40	1.65	1.52	175.0	1934	7500
圆砾	3.25	2.34	2.30	2.63	231.5	2434	10890
卵石	5.75	4.40	4.78	4.45	345.0	3390	16350

土力学建议指标 表 1-2-2

土 名		[R] (kPa)	[R _f] (kPa)	E ₀ (kPa)
砂	细 砂	60		
	中 砂	100		
	粗 砂	170	1900	7500
圆 砾		230	2400	10000
卵 石		330	3200	16000

1-2-2 旋喷射注桩的设计

1-2-2-1 桩径确定

根据土质情况及施工条件，采用单管法旋喷射注桩，桩径确定为 0.5m。

1-2-2-2 单桩在垂直荷载作用下容许承载力计算

1. 按桩身强度计算： $P = (1/K) [R] A$

式中 P 为单桩容许承载力 (kN)； $[R]$ 为加固体极限抗压强度 (kPa)； A 为桩的断面面积 (m²)； K 为安全系数。

2. 按土对桩的支承力的计算： $P = (P_{K1} + P_{K2} + P_f) / K$

式中 $P_{K1} + P_{K2}$ 为桩端极限承载力，其中 P_{K1} 是桩端极限承载力的一部分，即由于在桩周一定范围内的圆环形土体作用在桩端标高处的超载力的那部分 (kN)； P_{K2} 是由于桩侧摩擦力而引起的桩端标高处的附加压力所得到的那一部分 (kN)； P_f 为桩的摩阻力 (kN)。

3. 考虑桩与承台共同作用的承载力： $P = (1/K) [P_p \cdot A_p + P_s (A - A_p)]$ 式中 A 为一根旋喷桩所分担的面积 (m²)； A_p 为单根旋喷桩的断面面积 (m²)； P_p 为单桩的极限承载力 (kPa)； P_s 为与 P_p 相同沉降量时天然地基的承载力 (kPa)。

1-2-2-3 桩设计施工图

单个基础桩位分布见图 1-2-1，桩与承台连接构造见图 1-2-2，单根旋喷射注桩见图 1-2-3。

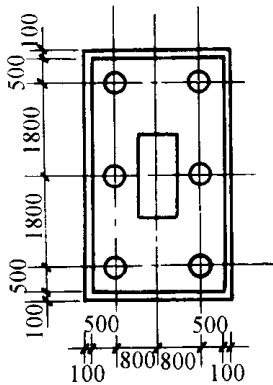


图 1-2-1 单个基础桩位分布

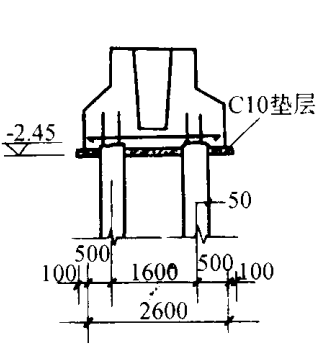


图 1-2-2 桩与承台连接构造

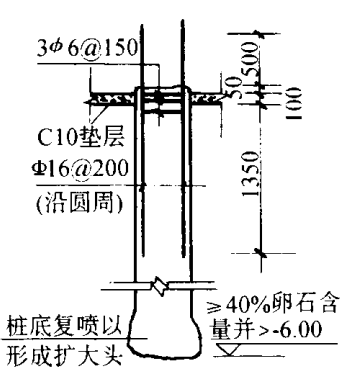


图 1-2-3 单根旋喷射注桩

1-2-3 旋喷射注泥浆工艺

旋喷射注桩是利用高压水泥浆体切割原状土后，水泥浆体静止固结被切割的土层而形成柱状，以达到加固地基的目的。其射注泥浆的施工方法有 3 种，即单管法、双重管法和