

JIAN ZHU AN ZHUANG
GONG CHENG ZHI LIANG
JIAN DU JIAN CE SHOU CE

建筑安装 工程质量 监督检测 手册

JIAN ZHU AN ZHUANG
GONG CHENG ZHI LIANG
JIAN DU JIAN CE SHOU CE

■ 潘延平 主编
■ 邱 震 副主编

中国建筑工业出版社

建筑安装工程质量监督检测手册

潘延平 主 编
邱 震 副主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑安装工程质量监督检测手册/潘延平主编,
邱震副主编.—北京:中国建筑工业出版社,2001
ISBN 7-112-04800-1

I. 建... II. 潘... III. 工程装修-工程质量-质量管理-手册 IV. TU767-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 064379 号

该手册主要内容包括:地基基础工程质量监督、砌体工程质量监督、钢筋混凝土工程质量监督、钢结构工程质量监督、门窗与幕墙工程质量监督、屋面与防水工程质量监督、建筑地面工程质量监督、装饰工程质量监督、管道工程质量监督、电气安装工程质量监督、通风与空调工程质量监督、电梯安装工程质量监督、桩基础和地基加固工程质量检测、结构混凝土质量检测、现场砌筑砂浆质量检测、常用建筑材料质量检测共 16 章。系统地介绍了相关工程的基本概念和内容、施工技术重点、质量监督、检查、评定、检测工作要领及质量问题分析等。

本手册可供建筑施工企业项目经理、施工员、技术员、质量员,监理单位的监理工程师以及大专院校师生和建筑科研单位的技术人员使用参考。

建筑安装工程质量监督检测手册

潘延平 主 编

邱 震 副主编

*

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

北京云浩印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 35¼ 字数: 852 千字

2001 年 11 月第一版 2001 年 11 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 50.00 元

ISBN 7-112-04800-1

TU · 4282 (10278)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

建筑安装工程质量监督检测手册

编委会名单

顾 问：徐 伟

主 编：潘延平

副主编：邱 震

编 委：辛达帆 汪月明 王国庆 陈建平 孙玉明

鲍 逸 胡 宽 薛关金 徐乃一 耿润和

刘文堂 于 刚 朱建华 杨 靖 余洪川

翁益民 唐 民 冯国宝 乐嘉鲁 汤 清

吴 鸿

前 言

近年来,随着我国国民经济持续、快速发展,固定资产投资保持着较高的增长水平,工程建设规模逐年扩大,工业与民用建筑遍布城乡,一批高难度、高质量的工程项目相继建成,其中不少达到或接近了国际先进水平。但是必须清醒地认识到,当前建设工程质量存在的问题还比较严峻,工程质量事故时有发生,给国家财产和人民生命安全造成了严重损失;建筑工程,特别是住宅工程,影响使用功能的质量通病时有发生。建设工程质量不尽如人意的一个主要原因是活跃在施工现场第一线的技术管理、质量控制及检验人员的技术水平、管理能力和检验控制力度比较薄弱。《建筑安装工程质量监督检测手册》是依据国家技术法规、强制性标准、施工验收规范及质量检验评定标准,全面系统地论述了建筑安装工程施工现场质量监督、检查、检测工作要点,以期对全面提高建筑工程质量作出贡献。

《建筑安装工程质量监督检测手册》包括了地基基础工程质量监督、砌体工程质量监督、钢筋混凝土工程质量监督、钢结构工程质量监督、门窗与幕墙工程质量监督、屋面与防水工程质量监督、建筑地面工程质量监督、装饰工程质量监督、管道工程质量监督、电气安装工程质量监督、通风与空调工程质量监督、电梯安装工程质量监督、桩基础和地基加固工程质量检测、结构混凝土质量检测、现场砌筑砂浆质量检测、常用建筑材料质量检测共16章。系统介绍了相关工程的基本概念和内容、施工技术重点、质量监督、检查、评定及检测工作要领及常见质量问题分析等。全篇文章描述简洁,文字通俗易懂,易于学习、掌握和运用。

《建筑安装工程质量监督检测手册》内容涉及面广,涵盖了建筑安装施工的基本技术理论知识和质量监督管理及检测工作技能,为建设工程质量监督工程师和建设参与各方工程技术人员必备的常用基础知识工具书;尤其适用于工程建设施工单位的项目经理、施工员、技术员、质量员、监理单位的监理工程师,建设单位、设计单位现场质量管理人员。同时也可供大专院校、建筑科学研究单位参考。

《建筑安装工程质量监督检测手册》由上海市建筑工程行业质监、施工、监理、检测等方面内有关专家编写而成。在编写过程中得到了中国工程院院士叶可明教授、同济大学博士生导师徐伟教授等大力支持和帮助。为此,谨向本手册编写过程中关心、帮助、指导过我们的领导、专家和同志们致谢。

目 录

第一章 地基与基础工程质量监督	1
第一节 地基处理	1
第二节 桩基工程	10
第三节 土方工程	20
第四节 基坑（槽）支护方法	29
第五节 基础工程	32
第六节 人防地下工程（土建）	43
第二章 砌体工程质量监督	55
第一节 砌筑砂浆	55
第二节 砌砖工程	59
第三节 新型墙体材料	69
第四节 抗震构造	74
第三章 钢筋混凝土工程质量监督	78
第一节 钢筋工程	78
第二节 模板工程	99
第三节 混凝土工程	103
第四节 预制混凝土构件和预拌混凝土	126
第五节 预应力混凝土工程	144
第四章 钢结构工程质量监督	156
第一节 钢结构焊接工程	156
第二节 高强度螺栓连接工程	176
第三节 钢结构制作工程	183
第四节 钢结构安装工程	189
第五节 钢网架工程	196
第六节 压型钢板工程	200
第七节 涂装与防火工程	203
第五章 门窗与幕墙工程质量监督	216
第一节 门窗工程	216
第二节 幕墙工程	231
第六章 屋面与防水工程质量监督	249
第一节 保温与隔热屋面工程	249
第二节 屋面防水工程	257
第三节 地下防水工程	289

第四节	楼层厕浴间、厨房间防水工程·····	299
第七章	建筑地面工程质量监督·····	307
第一节	基层工程·····	307
第二节	整体地面工程·····	312
第三节	板块地面工程·····	317
第四节	木质楼板地面工程·····	320
第五节	地面工程变形缝与镶边的设置·····	322
第八章	装饰工程质量监督·····	326
第一节	抹灰工程·····	326
第二节	涂料工程·····	330
第三节	隔断工程·····	334
第四节	吊顶工程·····	338
第五节	饰面板(砖)工程·····	341
第六节	裱糊及织物工程·····	347
第七节	细木工程·····	349
第八节	花饰工程·····	350
第九章	管道工程质量监督·····	352
第一节	给水、消防管道工程·····	352
第二节	排、污水管道工程·····	360
第三节	卫生器具安装工程·····	364
第四节	采暖管道工程·····	368
第五节	室内燃气管道安装工程·····	370
第六节	水泵安装工程·····	372
第十章	电气工程质量监督·····	375
第一节	配管工程·····	375
第二节	配线工程·····	382
第三节	电气照明装置安装工程·····	389
第四节	配电装置安装工程·····	394
第五节	避雷针(带)及接地装置·····	396
第十一章	通风与空调工程质量监督·····	407
第一节	风管制作工程·····	407
第二节	部件制作工程·····	421
第三节	风管及部件安装·····	423
第四节	空调制冷工程·····	430
第五节	设备安装工程·····	437
第六节	油漆及绝热工程·····	448
第七节	系统试运转及调试·····	454
第八节	漏光法检测与漏风量测试·····	457
第十二章	电梯安装工程质量监督·····	462

第一节	概述·····	462
第二节	电梯机房设备安装·····	468
第三节	井道设备安装·····	477
第四节	轿厢、层门安装·····	485
第五节	电梯底坑设备安装·····	493
第六节	安全保护装置·····	495
第七节	试运转·····	499
第八节	电梯安装工程质量保证资料检查·····	504
第十三章	桩基础和地基加固工程质量检测·····	508
第一节	静载荷试验·····	508
第二节	轻便触探检测·····	512
第三节	高应变动测·····	513
第四节	低应变动测·····	514
第十四章	结构混凝土检测·····	517
第一节	回弹法·····	517
第二节	超声回弹综合法·····	519
第三节	钻芯检测法·····	520
第十五章	现场砌筑砂浆检测·····	522
第一节	推出法·····	522
第二节	筒压法·····	523
第三节	回弹法·····	525
第四节	射钉法·····	526
第十六章	常用建筑材料质量检测·····	528
第一节	普通混凝土·····	528
第二节	建筑砂浆·····	532
第三节	水泥·····	533
第四节	钢筋·····	535
第五节	钢筋焊接及机械连接接头·····	539
第六节	墙体材料·····	544
第七节	普通混凝土用骨料·····	547
第八节	基础回填材料·····	550
参考文献 ·····		553

第一章 地基与基础工程质量监督

第一节 地基处理

一、强夯法

强夯法适用于碎石土、砂土、粘性土、湿陷性黄土及人工填土等地基加固工程，对淤泥与淤泥质土地基，经试验证明施工有效时，方可采用。

(一) 强夯法施工技术要点

1. 设备要求

(1) 起重机：宜选用起重能力 15t 以上的履带式起重机或其他专用起重设备，但必须符合夯锤起吊和提升高度的要求，并均需设安全装置，防止夯击时臂杆后仰。

(2) 自动脱钩装置：应具有足够强度，且施工灵活。

(3) 夯锤：可用钢材制作，或用钢板为外壳，内部焊接骨架后灌筑混凝土制成。夯锤底面为方形或圆形。锤底面积一般取决于表层土质；砂土，一般为 $3\sim 4\text{m}^2$ ；粘性土，不宜小于 5m^2 。夯锤中宜设备若干个上下贯通的气孔。

2. 施工参数

(1) 锤重和落距：锤重不宜小于 8t，落距不宜小于 6m。

(2) 夯击点布置：一般按正方形或梅花形网格排列，一般为 $5\sim 15\text{m}$ 。

(3) 各击点的夯击次数，应符合下列任一条件：

①土的体积竖向压缩最大而侧向移动最小。

②最后两击或最后两击沉降量之差小于试夯确定的数值，一般为 $3\sim 5\text{cm}$ 。

3. 施工要求

(1) 强夯施工前，应先试夯。

(2) 夯击遍数一般为 2~5 遍。对于细颗粒多的土层、透水性弱的土层或有特殊要求的工程，夯击遍数可适当增加。

(3) 两遍之间的间歇时间，取决于孔隙水压力的消散，一般为 1~4 周。地下水位较低和地质条件较好的场地，可采用连续夯击。

(4) 夯击时，落锤应保持平稳，夯位准确，如错位或坑底倾斜过大，宜用砂土将坑底整平，才能进行下一次夯击。

(5) 每夯击一遍完成后，应测量场地平均下沉量，然后用土将夯坑填平，方可进行下一遍夯击。最后一遍的场地平均下沉量，必须符合要求。

(6) 雨天施工，夯击坑内或夯击过的场地有积水时，必须及时排除。

(二) 强夯地基质量监督要点

1. 施工质量监督

(1) 按夯击点数量抽查 5%，强夯地基的允许偏差和检验方法见表 1-1：

表 1-1

项次	项 目	允许偏差 (mm)	检 验 方 法
1	夯击点中心位移	150	用经纬仪
2	顶面标高	±20	用水准仪或拉线和尺量检查
3	表面平整度	30	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查

(2) 强夯施工的验收，应检查施工记录及各项技术参数，并应在夯击过的场地选点作检验。一般可采用标准贯入、静力触探或轻便触探等测定。

(3) 检验点数：每个建筑物的地基不少于 3 处，检测深度和位置按设计要求确定。

2. 质保资料检查

(1) 地质勘察报告。

(2) 施工记录。

(3) 测试和测定记录。

二、换填法

(一) 换填施工技术要点

1. 材料要求

(1) 素土：一般用粘土或粉质粘土，土料中有机物含量不得超过 5%，土料中不得含有冻土或膨胀土，土料中含有碎石时，其粒径不宜大于 50mm。

(2) 砂：宜用颗粒级化良好，质地坚硬的中砂或粗砂，当用细砂、粉砂应掺加粒径 25%~30% 的卵石（或碎石）最大粒径不大于 5mm，但要分开均匀。砂中不得含有杂带，树根等有机物，含泥量应小于 5%。

(3) 砂石：采用自然级化的砂砾石（或卵石、碎石）混合物，最大粒径不大于 50mm，不得含有植物残体，有机物垃圾等杂物。

(4) 灰土：土宜用粘性土及塑性指数大于 4 的粉土，不得含有松软杂质，土料应过筛，颗粒不得大于 15mm，石灰应用 III 级以上新鲜块灰，含氧化钙、氧化镁越高越好，石灰消解后使用，颗粒不得大于 5mm，消石灰中不得夹有未熟化的生石灰块粒及其他杂质，也不得含有过多的水分。灰土采用体积配合比，一般宜为 2:8 或 3:7。

(5) 粉煤灰垫层：粉煤灰是电厂的工业废料，选用的粉煤灰含 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 ，总量越高越好，颗粒宜粗，烧失量宜低，含 SO_3 宜小于 0.4%，以免对地下金属管道等具有一定腐蚀性。粉煤灰中严禁混入植物，生活垃圾及其他有机杂质。

(6) 工业废渣俗称干渣：可选用分级干渣、混合干渣或原状干渣。小面积垫层用 8~40mm 与 40~60mm 的分级干渣或 0~60 的混合干渣；大面积铺填时，用混合或原状干渣，混合干渣最大粒径不大于 200mm 或不大于碾压分层虚铺厚度的 2/3。干渣必须具备质地坚硬、性能稳定、松散重度 (kN/m^3) 不小于 11，泥土与有机杂质含量不大于 5%。

2. 施工及质量检验要求

(1) 对素土、灰土、砂垫层用贯入仪检验垫层质量；对砂垫层也可用钢筋贯入度检验。

(2) 检验的数量按《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—91) 第四节第 3、4、3 条规定执行。分层检验的深度按第 3、4、2 条规定进行。

(3) 当用贯入仪和钢筋检验垫层质量时, 均应通过现场控制压实系数所对应的贯入度为合格标准。压实系数检验可用环刀法或其他方法。

(4) 粉煤灰垫层的压实系数 ≥ 0.9 施工试验确定的压实系数为合格。

(5) 干渣垫层表面应达到坚实、平整、无明显软陷, 每层压陷差 $< 2\text{mm}$ 为合格。

(二) 换填施工质量监督

1. 施工质量监督

(1) 当对湿陷性黄土地基进行换填加固时, 不得选用砂石、土料中不得夹有砖、瓦和石块等可导致渗水的材料。

(2) 当用灰土做换填垫层加固材料时, 应加强对活性氧化钙含量的控制, 如以灰土中活性氧化钙含量 81.74% 的灰土承载力为 100%, 当氧化钙含量降为 74.59% 时, 相对承载力就降到 74%, 当氧化钙含量降为 69.49% 时, 相对承载力就降到 60%, 所以在监督检查时要重点灰土中石灰中氧化钙含量的含量大小。

(3) 当换垫层底部存在古井、古墓、洞穴、旧基础、暗塘等软硬不均的部位时, 应根据《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—91) 第三章第三节第 3、3、4 条予以处理, 当基底有软土时应执行等 3、3、5 条规定。

(4) 垫层施工的最优含水量, 垫层材料的含水量, 在当地无可靠经验值取用时, 应通过击实试验来确定最优含水量。分层铺垫厚度, 每层压实遍数和机械碾压速度应根据先用不同材料, 施工机械通过压实试验确定。

(5) 垫层分段施工或垫层在不同标高层上施工时应遵守《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—91) 第三章第三节 3、3、6 条规定。

2. 质量保证资料检查

(1) 检查地质资料与验槽报告是否吻合, 当不吻合时, 对进一步搞清地质情况的记录和设计采取进一步加固的图纸和说明。

(2) 确定施工四大参数的试验报告和记录:

①最优含水量的试验报告。

②分层厚度, 每层压实遍数, 机械碾压运行速度的记录。

③每层垫层施工时的检验记录和检验点的图示。

三、预压法

预压法分为加载预压法和真空预压法两种, 适用于软土和冲填土地基的施工。

加载预压法

(一) 加载预压法施工技术要点

1. 材料要求

(1) 用以灌入砂井的砂应用干砂。

(2) 用以选孔成井的钢管内径应比砂井需要的直径略大, 以减少施工过程中的对地基土的扰动。

(3) 用以排水固结用的塑料排水板, 应有良好的通水性; 足够的湿润抗拉强度和抗弯曲能力。

(二) 加载预压法施工质量监督要点

1. 施工质量监督

(1) 检查砂袋放入孔内高出孔口的高度不宜小于 200mm，以利排水砂井和砂垫层形成贯直水平排水通道。

(2) 检查砂井的实际灌砂量应不小于砂井计算灌砂量的 95%，砂井计算灌砂的原则是井孔的体积和砂在中密时的干密度计算。

(3) 袋装砂井或塑料排水带施工时，平面井距偏差应不大于井径，垂直度偏差小于 1.5%，拔管时被管子带上砂袋或塑料排水板的长度不宜超过 500mm。塑料排水带需要接长时，应采用滤膜内芯板平搭接的连接方式，搭接长度不宜大于 200mm。

(4) 严格控制加载速率，竖向变形每天不应超过 10mm，边桩水平位移每天不应超过 4mm。

(5) 预压后地基上取样做十字板抗剪强度试验和室内土工试验的报告。

(6) 对于以抗滑稳定控制的重要工程，应在预压区内选择代表性地点预留孔位，在加载不同阶段进行不同深度的十字板抗剪强度试验和土样室内试验报告，地基抗滑性的验算报告。

2. 加载预压法质量保证资料检查

(1) 砂井施工记录，应包括钢管内径，打入深度，砂袋陷入深度，砂袋露出孔口的长度，砂井灌砂量计算量（应附砂在中密时干密度的试验数据），每个砂井实际灌砂数量，灌入干砂含水量的测定值。

(2) 水平方向砂垫层铺设记录，检查每一个砂井埋入砂垫层长度的记录，严禁发生砂井与砂垫层脱节，如有脱节砂井发生应有重新垫实的整改记录。

(3) 每级加载数，每天进行竖向变形，边桩位移，孔隙水压力等观测记录。

(4) 如加固地基周边有充足水源补给的情况，应有切断补给水源措施的施工记录。

真空预压法

(一) 真空预压法施工技术要点

1. 材料设备要求

(1) 抽真空用密封膜应抗老化性能好、抗穿刺能力强的不透水材料。

(2) 真空预压用的抽气设备宜采用射流真空泵，空抽时必须达到 95kPa 以上的真空吸力。

(3) 滤水管的材料应用塑料管和钢管，管的连接采用条性接头，以适应预压过程地基的变形。

(二) 真空预压法施工质量监督要点

1. 施工质量监督

(1) 垂直排水系统要求同加载预压法。

(2) 水平向排水的滤水管布置应形成回路，并把滤水管设在排水砂垫层中，其上覆盖 100~200mm 厚砂。

(3) 滤水管外宜围绕铅丝或泥龙纱或土工织物等滤水材料，保证滤水能力。

(4) 密封膜热合粘接时用两条膜的热合粘结缝平搭接，搭接宽度大于 15mm。

(5) 密封膜宜铺三层，覆盖膜周边要严密封堵，封堵的方法参见《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—91) 第四章第三节第 4、3、7 条。

(6) 为避免密封膜内的真空度在停泵后很快降低，在真空管路中设置止回阀和闸阀。

(7) 为防止密封膜被锐物刺穿,在铺密封膜前,要认真清理平整砂垫层,抹除贝壳和带尖角石子,填平打设袋装砂井或塑料排水板留下的孔洞。

(8) 真空度可一次抽气至最大,当连接五天实测现降速需 $\leq 2\text{mm/d}$ 时,可停止抽气。

2. 真空预压法质量保证资料检查

(1) 如加固地基周边有充足水源补给的情况,应有切断补给水源措施的施工记录。

(2) 应有变形与时间,孔隙水压力与时间关系曲线,作为推算地基的最终因结度形量,不同时间的固结度和相应的变应量的记录。

(3) 预压后地基土取样做十字板抗剪强度试验和室内土工试验的报告。

(4) 密封膜下各不同阶段膜下真空度和砂井不同深度的真空度记录,真空度的数值应满足设计要求。

四、振冲法

振冲法分为振冲置换法和振冲密实法两类。适用于松散砂土的挤密加固地基。

振冲置换法:

(一) 振冲置换施工技术要点

1 材料要求:置换桩体材料可选用含泥量不大于10%的碎石、砾石、粗砂、矿渣及破碎的废混凝土等硬质材料,粒径为5~50mm,最大粒径不宜超过80mm。

2 施工设备要求:振冲器的功率为30kW,用55~75kW更好。

3 振冲法加固地基施工及质量检验要求

(1) 检查试桩记录:检查每米成孔电流,每段密实电流,每段桩填料量,每段留振时间的确认记录。

(2) 检验时间:粘性土,加固四周后进行复合地基处理效果检验,粉性土、砂土、杂填土加固后2~3周进行检验。

(3) 检验数量:每200~400根桩现场抽取一根样桩试验,每个场(同一施工机械、同一地质条件、同一桩径和桩长为一个场地)检验总数不得少于3根。

(4) 检验方法:粘性土为主的振冲桩可用单桩荷载试验检验;砂土和粉土层中的振冲桩除用单桩荷载试验外,还可用标准贯入,静力触探对桩向土进行地基加固前后的对比检验。

(5) 对大型、重要的或场地复杂的振冲置换工程应采用复合地基处理效果检验,用单桩复合地基或多桩复合地基载荷试验。复合地基载荷试验应符合《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—91)附录一的有关规定。检验点应选择在有代表性的或土质差的地段,检验点数量可按处理面积大小取2~4点。

(6) 不加填料的振冲密实法处理的砂土地基可用标准贯入,动力触探方法检验。检验点位于振冲点围成单元的形心处,且选在有代表性或地基土质较差的地段。检验点的数量可按每100~200个振冲点选取1孔。总数不得少于3孔。

(二) 振冲置换法质量监督要点

1. 施工质量监督

(1) 振冲置换施工质量三参数:密实电流、填料量、留振时间应通过现场成桩试验确定。施工过程中要严格按施工三参数执行,并做好详细记录。

(2) 施工质量监督要严格检查每米填料的数量,达到密实电流值,振冲达到密实电流

时,要保证留振数10s后,才能提升振冲器继续施工上段桩体,留振是防止瞬间电流桩体尚不密实假象的措施,见图1-1、图1-2。

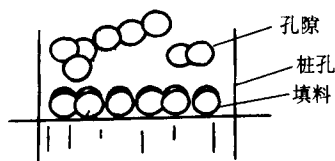


图 1-1 达到瞬间密实电流时桩体密实的假象

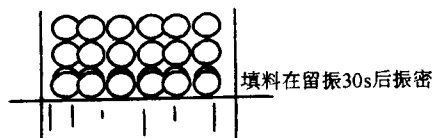


图 1-2 留振 30s 后桩体密实假象消失, 达到真正的桩体密实

(3) 开挖施工时,应将桩顶的松散桩体挖除,或用碾压等方法使桩顶松散填料密实,防止因桩顶松散而发生附加沉降。

2. 振冲置换法加固地基质量保证资料检查

(1) 施工记录:

①振冲加固设计的施工平面图和单桩施工说明,承载力的要求。

②开挖处的振冲桩竣工平面图,桩平面位置的允许偏差按质量标准规定取值。

③桩位施工的流程图。

④逐桩施工记录:内容应包括,桩号、施工日期、孔径、每段桩填料差、每段桩制桩时间、每段桩的密实电流、留振时间;总成孔时间、总制桩时间、整桩总填料量等。

⑤现场单桩试验确定施工参数的记录。

(2) 漏桩和不合格桩的补桩或加固记录及图字。

(3) 每个场地地基承载力检验测试报告。

振冲密实法:材料和设备要求同振冲置换法,振冲密实法又分填料和不填料两种:

(一) 振冲密实施工质量监督要点

1. 施工质量监督

(1) 填料法是把填料放在孔口的,振冲点上要放钢护筒护好孔口,振冲器对维护筒中心,使桩中心不偏斜。

(2) 振冲器下沉速率控制在 $1\sim 2\text{mm}/\text{min}$ 范围内。

(3) 每段填料密实后,振冲器向上提 $0.3\sim 0.5\text{mm}$,不要多提造成多提高度内达不到密实效果。

(4) 不加填料的振冲密实法用于砂层中,每次上提振冲器高度不能大于 $0.3\sim 0.5\text{mm}$ 。

(5) 详细记录各深度的最终电流值、填料量,不加填料的记录各深度留振时间和稳定密实电流值。

(6) 加料或不加料振冲密实加固均应通过现场成桩试验确定施工参数。

2. 质量保证资料检查同振冲置换法。

五、砂石桩法

(一) 砂石桩施工技术要点

1. 材料和施工设备要求

(1) 砂石桩孔内的填料宜用砾砂、粗砂、中砂、圆砾、角砾、卵石、碎石等含泥量不

大于 5%，粒径不大于 50mm。

(2) 沉管法施工时设计成桩直径与套管直径之比不宜大于 1.5，一般采用 300~700mm。

振冲法施工时，采用功率 30kW 振冲器。

2. 施工及质量检验要求

(1) 检验时间：饱和粘性土在砂石桩施工结束后，要待超孔隙水压力基本消散后进行，间隔时间宜为 1~2 周；对其他类土质可在施工后 3~5d 进行。

(2) 检验数量：抽检数量应不少于桩孔总数的 2%，检查结果如有占检测总数 10% 的桩未达到设计要求时，应采取加桩或复打等措施。

(3) 检验方法：一般工程采用标准贯入，静力触探、动力触探检测桩及桩间土的挤密质量；桩间土检测点位置应放在等边三角形或正方形的中心。

重要和大型工程，宜进行载荷试验，复合地基的载荷试验应符合 JGJ 79—91 附录一的规定。

(二) 砂石桩施工质量监督要点

1. 施工质量监督

(1) 砂、石桩孔内填料量可按砂石桩理论计算桩孔体积乘以充盈系数来确定，充盈系数，设计桩的间距在施工前进行成桩挤密试验，试验桩数宜选 7~9 根，试桩后检验加固效果符合设计要求为合格，如达不到设计要求时，应调整桩的间距改变设计重做试验，直到符合设计要求，记录填石量等施工参数作为施工过程控制桩身质量的依据。

(2) 桩孔内实际填砂石量（不包括水重），不应少于设计值（通过挤密试验确认的填石量）的 95%。

(3) 施工结束后，将基础底标高以下的桩间松土夯压密实。

2. 质量保证资料的检查

(1) 检查现场成桩挤密试验记录和检测报告与设计的符合性。

(2) 振动法施工逐桩施工记录应包括桩号、施工起止时间、填砂石量、提升高度和速度、挤压次数和时间、电机的工作电流等，用以保证挤密的均匀和连续性。

(3) 振动法施工用的桩尖，用混凝土桩尖应强度足够桩尖直径与桩管直径匹配，有桩尖石被桩管吞没检查的记录；用活瓣式桩尖时，应有活瓣开启灵活保证顺利出料的记录。

(4) 锤击法施工时应逐桩记录锤击的能量、分段填砂石量等各项施工参数。

(5) 开挖及桩位偏差检验量测记录和图示。

(6) 挤密地基各种检验测试报告与设计要求的符合性。

六、深层搅拌法

深层搅拌法有湿法和干法二种施工方法。

(一) 深层搅拌法施工技术要点

1. 材料及设备要求

(1) 软土的固化剂：一般选用 32.5 强度等级的新鲜普通硅酸盐水泥，水泥的掺入量一般为被加固湿土重的 10%~15%。

(2) 外掺剂：湿结施工用

早强剂：可选用三乙醇胺、氯化钙、碳酸钠或水玻璃等，掺入量宜分别取水泥重量的 0.05%、2%、0.5%、2%。

减水剂：选用木质素磺酸钙，其掺入量宜取水泥重量的 0.2%。

缓凝早强：石膏兼有缓凝和早强作用，其掺入量宜取水泥重量的 2%。

(3) 为使搅入土水泥浆和喷入土中水泥粉体计量准确，湿法施工的深层搅拌机必须安装输入浆液计量装置；干法施工的粉喷桩机必须安装粉体喷出流量计，无计量装置的机械不能投入施工生产用。

2. 施工及质量检验要求

(1) 搅拌桩检验时间：载荷试验应在搅拌桩 28d 龄期后进行；桩身搅拌均匀程度和桩身强度判断的检验在搅拌后 7d 进行。

(2) 检验的数量：单桩或复合地基载荷试验每个场地不得少于三点。

对桩身强度和搅拌均匀性观察判断的桩数量，检验桩的总数量应不小于总桩数的 2%。

(3) 检验方法：桩身质量检验用轻便触探器附带的 钻钻取桩身加固土样；或用静力触探测试桩身强度沿深度的变化。

工程需要时，可挖出推头截取试块或钻芯取样。

单桩或复合地基载荷试验检验桩的承载力。

基槽开挖后，检验桩位、桩数、桩顶质量。

(二) 搅拌桩施工质量监督要点

1. 施工质量监督

(1) 湿、干法施工都必须做工艺试桩，把灰浆泵（喷粉泵）的轮浆（粉）量和搅拌机提升速度等施工参数通过成桩试验使之符合设计要求，以确定搅拌桩的水泥浆配合比，每分钟轮浆（粉）量，每分钟搅拌头提升速度等施工参数。以决定选用一喷二搅或二喷三搅施工工艺，见图 1-3、图 1-4。

(2) 为了保证桩端的质量，当水泥浆液或粉体到达桩端设计标高后，搅拌头停止提升，喷浆或喷粉 30s，使浆液或粉体与已搅拌的松土充分搅拌固结。

(3) 水泥土搅拌桩作为工程桩使用时，施工时设计停灰面一般应高出基础底面标高 300~500mm，（基础埋深大用 300mm，基础埋深小用 500mm），在基础开挖时把它挖除。

(4) 为了保证桩顶质量，当喷浆（粉）口到达桩顶标高时，搅拌头停止提升，搅拌数秒，保证桩头均匀密实。当选用干法施工且地下水位标高在桩顶以下时，粉喷制桩结束后，应在地面浇水，使水泥干粉与土搅拌后水解水化反应充分。

2. 质量保证资料检查

(1) 工艺试桩施工参数的确认记录：

湿法应有浆液配合比，单位时间内灰浆泵输浆量，单位时间内搅拌头提升速度，流量

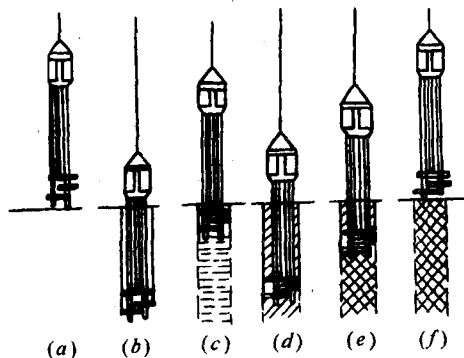


图 1-3 深层搅拌法一喷二搅工艺流程

- (a) 定位下沉；(b) 深入到设计深度；(c) 喷浆搅拌提升；
(d) 原位重复搅拌下沉；(e) 重复搅拌提升；
(f) 搅拌完成形成加固体

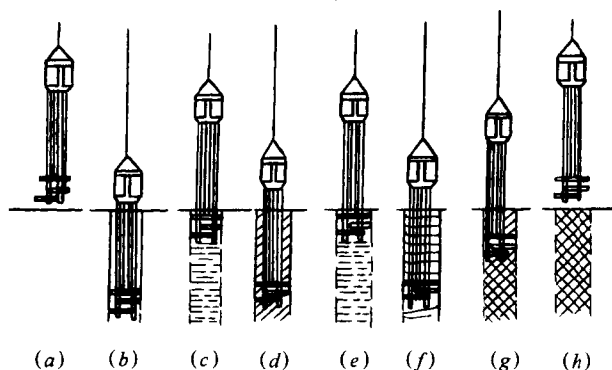


图 1-4 深层搅拌法二喷三搅工艺流程

(a) 定位下沉；(b) 深入到设计深度；(c) 一次喷浆搅拌提升；(d) 原位重复搅拌下沉；
(e) 二次喷浆提升；(f) 原位重复搅拌下沉；(g) 重复搅拌提升；(h) 搅拌完成形式加固体

泵对整桩均匀输浆的记录。

干法应有气压、气量、调节喷灰量、搅拌速度等记录。

通过工艺试桩决定选用的施工工艺。

- (2) 每个桩的施工参数的记录。
- (3) 开挖后桩位和桩径偏差量测记录和桩位竣工图。
- (4) 桩身搅拌均匀性，强度检验报告。
- (5) 单桩和复合地基载荷试验报告。

七、高压喷射注浆法（高压旋喷桩）

（一）高压喷射注浆施工技术要求

1. 材料要求

(1) 旋喷使用的水泥应采用新鲜无结块 32.5 级普通水泥，一般浆液灰水比为 1~1.5，稠度过大，流动缓慢，喷嘴常要堵塞，稠度过小，对强度有影响。

(2) 为防止浆液沉淀和离析，一般可加入水泥用量 3% 的陶土 0.9% 的碱。浆液应在旋喷前以内配制，使用时滤去硬块、砂石等，以免堵塞管路和喷嘴。

2 施工及质量检验要求：

- (1) 检验时间：旋喷注浆结束四周后进行。
- (2) 检验数量：施工注浆孔数的 2%~5%；对不足 20 孔的工程，至少应检验 2 个点。
- (3) 检验方法：可根据不同工程需要采用开挖检查、钻孔取芯、标准贯入、荷载试验或压水试验。

（二）高压喷射注浆施工质量监督要点

1 施工质量监督

- (1) 为防止浆液凝固收缩影响桩顶高程，应在原孔位采用冒浆回灌或二次注浆。
- (2) 注浆管分段提升搭接长度不得小于 100mm。
- (3) 当处理和加固有建筑物时，要加强对原有建筑物沉降观测；高压旋喷注浆过程中要大间距隔孔旋喷和及时用冒浆回灌防止地基与基础之间有脱空现象而产生附加沉降。