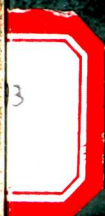


# 建筑物检测分析与加固处理

梁 军 主编



中国建材工业出版社



# 建筑物检测分析与加固处理

主 编 梁 军

副主编 张振拴 张修明  
蒋洪江 刘亚庄

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑物检测分析及加固处理 / 梁军主编. —北京: 中国建材工业出版社, 2001.9

ISBN 7-80159-182-8

I. 建... II. 梁... III. ①建筑物—检测②建筑物—加固 IV. TU746

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 067905 号

### 内 容 提 要

建筑物检测分析与加固处理,是一个古老而又现代的课题。说它古老,是指它自古有之;说它现代,是指它作为一门学科而刚刚兴起。近 20 年来,经过我国广大建设科技工作者的不断探索,使建筑物检测与加固技术不断完善提高,检测技术手段不断更新,取得了丰硕成果。本书汇集了河北省近十几年来 60 个典型检测与加固工程实例,其中既有理论分析,又有技术的创新;既有对由于设计、施工等原因造成新建、扩建工程质量事故的处理,又有对由于震害、火灾、环境污染等灾害造成的建筑物损伤破坏的检测与加固,还有由于改变建筑物功能而对其进行增层、增大的改扩建。本书是我省建设科技工作者检测加固实践经验的汇总,推荐给大家,希望大家对这一新兴学科进行深入研究和探讨,使之不断完善,逐步成熟起来。

### 建筑物检测分析与加固处理

主编 梁 军

\*

中国建材工业出版社出版

(北京海淀区三里河路 11 号 邮编:100831)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

石家庄市乡音印刷厂印刷

\*

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 13 字数 385 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:33.00 元

ISBN 7-80159-182-8/TU·085



# 目 录

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 1. 阳泉市某住宅楼地基处理 .....               | 1   |
| 2. 某电厂机炉电检修间墙体开裂与地基处理 .....        | 7   |
| 3. 河北省委党校某家属院锅炉房裂缝分析 .....         | 10  |
| 4. 河北省某管理干部学院教学楼裂缝原因分析 .....       | 13  |
| 5. 褥垫处理岩土组合地基事故分析 .....            | 16  |
| 6. 某电厂单身公寓墙体裂缝分析与处理 .....          | 21  |
| 7. 石家庄某园林餐厅东楼墙体裂缝分析 .....          | 26  |
| 8. 既有建筑物地基土承载力增长幅度 .....           | 28  |
| 9. 既有建筑物增层改建工程地基沉降变形观测及其特性 .....   | 31  |
| 10. 既有建筑物地基土压密规律分析 .....           | 36  |
| 11. 旧人防防空洞的加固与利用 .....             | 41  |
| 12. 人防工程加固施工技术 .....               | 45  |
| 13. 地基处理和基础选型不当的后果 .....           | 48  |
| 14. 某药厂住宅楼墙体开裂的检测与加固 .....         | 51  |
| 15. 旋喷法加固因湿陷引起建筑物墙体开裂的地基 .....     | 55  |
| 16. 加压再生塔和二氧化碳吸收塔基础加固 .....        | 58  |
| 17. 某办公楼加层地基综合加固设计 .....           | 59  |
| 18. 沧州市某危房地基加固 .....               | 62  |
| 19. 某石膏粉料仓纠偏的技术处理 .....            | 65  |
| 20. 压力注浆及双灰桩综合加固危房地基 .....         | 70  |
| 21. 某船厂机械分厂办公楼穿孔掏土纠偏技术 .....       | 73  |
| 22. 邯郸市峰峰矿务局某矿瓦斯罐纠偏 .....          | 77  |
| 23. 注浆加固危房地基工程实例 .....             | 81  |
| 24. 某办公楼地基勘察与注浆加固 .....            | 85  |
| 25. 定州市房地产公司某商住楼整体倾斜分析 .....       | 89  |
| 26. 邢台市某住宅楼裂缝分析与地基加固 .....         | 91  |
| 27. 采用穿孔掏土法对毛石基础多层住宅楼纠偏研究与实践 ..... | 93  |
| 28. 某保险大厦箱基墙体裂缝检测与处理 .....         | 99  |
| 29. 住宅楼不均匀沉降事故分析及防治措施 .....        | 103 |
| 30. 某市总工会办公楼检测与分析 .....            | 108 |
| 31. 钢筋混凝土排架柱受腐开裂分析与加固处理 .....      | 111 |
| 32. 某多层砖混住宅楼墙体开裂分析 .....           | 113 |
| 33. 某病房楼钢筋混凝土箱基底板渗漏的诊断与处理 .....    | 116 |
| 34. 某水泥厂焙烧车间框架结构倒塌事故分析 .....       | 120 |

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 35. 某啤酒厂糖化车间设备平台梁板裂缝问题的检测与分析 .....         | 123 |
| 36. 某办公楼改造中置换框架梁的设计 .....                  | 126 |
| 37. 采用粘钢与喷射混凝土加固处理混凝土梁 .....               | 129 |
| 38. 某宾馆客房楼钢牛腿加固 .....                      | 132 |
| 39. 任丘市某厂房屋架塌落检测分析 .....                   | 134 |
| 40. 某框架结构主次梁、板开裂事故的分析和处理 .....             | 136 |
| 41. 树脂混凝土材料在加固工程中的应用 .....                 | 139 |
| 42. 砖混结构房屋喷射混凝土板墙抗震加固 .....                | 145 |
| 43. 北国商城擦窗机架网架坠落事故原因剖析 .....               | 148 |
| 44. 砌体结构裂缝的分析及防治措施 .....                   | 151 |
| 45. 砖混房屋顶层墙体温度裂缝分析与控制 .....                | 155 |
| 46. 某住宅楼砌体结构工程温度裂缝的特点原因及防治 .....           | 157 |
| 47. 浅析温度裂缝的成因及控制裂缝的设计措施 .....              | 164 |
| 48. 某多功能厅火灾后结构可靠性分析 .....                  | 167 |
| 49. 对火灾后混凝土结构检测的探讨 .....                   | 170 |
| 50. 过火建筑结构的检测与处理 .....                     | 173 |
| 51. 某住宅楼火灾后圆孔板检测与加固 .....                  | 177 |
| 52. 喷射合成纤维混凝土加固受腐蚀的钢筋混凝土结构 .....           | 180 |
| 53. 某装配楼框架钢筋锈蚀的判断分析 .....                  | 182 |
| 54. 某药厂 202 车间葡萄糖工段框架结构混凝土梁柱开裂的检测与分析 ..... | 185 |
| 55. 某公司工程处办公楼墙体裂缝分析 .....                  | 188 |
| 56. 砌体结构裂缝的控制与防治 .....                     | 191 |
| 57. 某制药车间耐磨楼面质量问题分析 .....                  | 194 |
| 58. 某筒体框架楼梁板裂缝检测及处理 .....                  | 197 |
| 59. 某住宅楼裂缝检测及处理 .....                      | 200 |
| 60. 某砖混住宅楼裂缝检测及分析 .....                    | 202 |

封面/石家庄市市中心建筑群

封面正文摄影/刘亚庄

# 阳泉市某住宅楼地基处理

## 1 前言

阳泉市某公司新建平坦地住宅楼,楼址位于一冲沟地带,岩土工程勘察报告揭示,场地土上层为杂填土及冲填土,厚5~6m,不经处理不能作为工程地基使用。设计决定采用振动沉管 CFG 桩进行处理,桩径400mm,间距1.2m,桩端至砂砾层,筏板下均匀布桩。处理后复合地基承载力标准值 $f_{sp,k}=180\text{kPa}$ 。

在采用振动沉管 CFG 桩处理过程中,发现部分场地土埋藏着成片浆砌毛石基础,量大根深;还有不少散乱大孤石夹杂在土中,因而失去了继续全面实施振动沉管 CFG 桩的前提条件。

为使该工程不致半途而废,工程有关各方一致认为在保证安全可靠前提下,应尽可能充分利用现有毛石基础及基底下的冲填层。为做到有依有据,安全可靠,尽可能降低工程造价,建设单位除委托勘察单位对原旧房毛石基础的深度、基础下土层的承载能力等进行补充勘察外,同时委托河北省建筑科学研究院对该场地旧房毛石基础及基底下的冲填土可否利用做出科学判断,制定出安全可靠、尽可能经济合理的处理方案。

## 2 工程概况

该工程为7层砖混结构,平面呈L形,南北方向平行于公路挡墙,长46.7m,宽10.4m,东西方向长30.2m,宽14.6m,建筑面积4873m<sup>2</sup>。1层为招待所,地面标高-2.8m;2层为小商店,楼面标高±0.00;其它各层为住宅;总高22.95m。基础采用600mm厚钢筋混凝土片筏,下设100mm厚素混凝土垫层,底铺200mm厚碎石柔性褥垫。地基顶面标高-4.9m。该建筑物荷载分布较均匀,层层设钢筋混凝土闭合圈梁,一般每两间纵横墙交接处设钢筋混凝土构造柱,结构的整体性较好。

## 3 工程地质概况及场区构筑物

### 3.1 工程地质概况

该工程场地属高阶地丘陵地貌,后被河流切割。一污水沟(排洪沟)贯穿场地南北,并保留长期使用,更增加了其不均匀性及复杂性。

场地土第①层为杂填土,有砖、片石、炉渣、煤矸石、钢渣等,西部厚3.5~4.0m,东部厚约1.5m;

第②层为冲填土,主要为粉质黏土,含少量灰渣、砾石,饱和,处于软塑、流塑状态,西部厚1.0~2.0m,东部厚约0.0~1.5m;

第③层为强风化砂砾层,夹黏土、粉土、细砂透镜体,底层为砂岩。首次勘察报告给定冲填土承载力标准值100kPa,压缩模量5.5MPa;强风化砂砾层承载力标准值250kPa,压缩模量35MPa。

补充勘察报告给出原旧房毛石基础下冲填土(粉土)承载力标准值  $f_k = 140\text{kPa}$ ,  $E_s = 7.26\text{MPa}$ ; 砂砾层  $f_k = 220\text{kPa}$ ,  $E_s = 16.2\text{MPa}$ ; 已打桩的复合地基桩间土  $f_{s,k} = 150\text{kPa}$ ,  $E_s = 9.16\text{MPa}$ 。

### 3.2 场地构筑物

一排排污沟兼排洪沟横穿①~⑫轴间底板, 并顺卧在⑤~⑫轴间底板的东边缘, 全长 50m, 占地面积  $150\text{m}^2$ 。改道排污沟建在路边挡墙下方, 需将该墙拆除, 筑沟后回填旧排污沟。

### 3.3 地下障碍物

在①~⑪轴间场区内埋藏着原房毛石基础, 其轮廓面积  $370\text{m}^2$ , 占区间筏板  $606\text{m}^2$  的 61%; 原毛石基础净面积  $191\text{m}^2$ , 占区间筏板面积的 32%, 占据原布桩桩位约 200 棵。补充勘察报告揭示毛石基础底面标高在  $-6.5 \sim -5.9\text{m}$  之间, 基础厚在  $1.5 \sim 2.1\text{m}$  之间。见图 1。

在⑬~⑭轴之间尚有约 40m 长排污沟的毛石砌体压在临时道路之下。

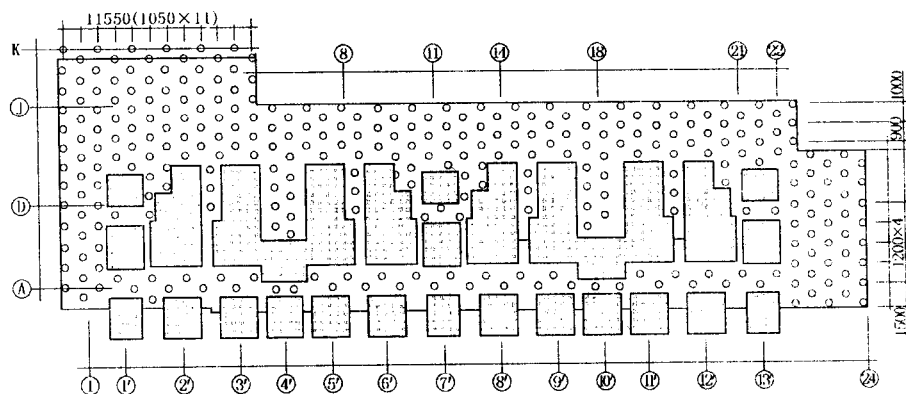


图 1 基础布桩平面图

## 4 关于原旧房毛石基础及其下卧层冲填土可否利用的分析验算

### 4.1 荷载及地基顶面 ( $-4.9\text{m}$ ) 处附加压力

经复核该工程施工图, 该楼荷载顶层为  $19\text{kPa}$ , 标准层为  $16\text{kPa}$ , 2 层为  $11\text{kPa}$ , 底层 ( $-4.00 \sim \pm 0.00$ )  $40\text{kPa}$ , 合计  $134\text{kPa}$  (按建筑物外围面积计算)。加上底板、板上覆土及垫层荷载, 在宽度为  $12.6\text{m}$  的范围内,  $-4.9\text{m}$  处的均布荷载为  $139.5\text{kPa}$ 。

在  $-4.9\text{m}$  标高处, 从均布荷载中扣除挖去土层 ( $-2.0 \sim -4.9\text{m}$ ) 的卸载  $46.4\text{kPa}$ , 则  $-4.9\text{m}$  处的附加压力为  $93.1\text{kPa}$ , 尚不足  $100\text{kPa}$ 。

### 4.2 原房浆砌毛石基础的强度评价

经对现场挖开的毛石基础及勘探钻出的芯样进行鉴定, 毛石为当地硬质青石, 强度高于  $30\text{MPa}$ ; 砂浆为水泥砂浆, 含少量石灰细粒, 现有强度约  $5\text{MPa}$ , 砌体灌浆饱满, 整体性良好。总体评价砌体抗压强度不低于  $5\text{MPa}$ , 可作为结构实体继续使用。

### 4.3 旧房毛石基础下卧层承载力及压缩变形

-8.0~-8.5m 以下主要土层为强风化砂砾层及砂岩层, 抗压强度均高于 220kPa, 压缩模量在 16MPa 以上, 是良好的下卧层, 压缩变形可忽略不计。

-6.7m (标高 674m) 以下, 强风化砂砾层以上为冲填土, 首次勘察给定承载力标准值 100kPa, 压缩模量 5.5MPa。补充勘察了原房毛石基础底下的冲填土  $f_k = 140\text{kPa}$ ,  $E_s = 7.26\text{MPa}$ 。

#### 4.3.1 以首次勘察结果为依据进行计算

##### 4.3.1.1 承载力

按《建筑地基基础设计规范》(GBJ 7-89) 深宽修正公式计算, 当承载力标准值为 100kPa, 室外地坪与冲填土顶层高差为 3.5m 时, 承载力设计值为 159kPa, 大于此处的附加压力 93kPa 与毛石基础自重压力 50kPa 之和 143kPa。

##### 4.3.1.2 压缩变形

④~①轴间旧毛石基础下冲填土最厚为 2m, 最薄为 1m。若按附加压力为 93kPa 计算, 压缩模量为 5.5MPa, 最大压缩量为 34mm; 若按附加压力为 180kPa 计算, 最大压缩量 68mm, 最小压缩量 34mm。最大沉降差 34mm, 最大倾斜率为 2.7‰。

#### 4.3.2 以补充勘察报告为依据进行计算

##### 4.3.2.1 承载力

按《建筑地基基础设计规范》(GBJ 7-89) 深宽修正公式计算, 当承载力标准值为 140kPa 时, 室外地坪与冲填土顶层高差为 3.5m 时, 承载力设计值为 199kPa, 大于此处的压力 143kPa。

##### 4.3.2.2 压缩变形

按附加压力 93kPa, 模量 7.26MPa 计算, 最大压缩变形 20mm。若按附加压力 180kPa 计算, 最大压缩量 40mm, 最小压缩量 20mm, 最大倾斜率 1.6‰。

#### 4.4 基本认识

(1) 原旧房毛石基础无论在强度上, 还是在刚度上都有良好的性能, 可作为结构实体加以利用。

(2) 原旧房毛石基础下的冲填土层承载力设计值为 199kPa, 大于附加压力与毛石基础自重压力之和的 143kPa。即冲填土层的强度满足建筑物实际承载要求。

(3) 冲填土层在实有附加压力下的最大压缩变形 20mm。沉降量、倾斜率都在规范允许值之内, 不会造成建筑物损伤, 更不会危及建筑物安全。

#### 5. 振动沉管 CFG 桩复合地基的承载力与变形

##### 5.1 承载力

CFG 桩复合地基的承载力是由 CFG 桩的承载力与桩周土承载力组合而成, CFG 桩的承载力, 则由桩端承载力、桩周侧摩阻力和桩身强度来控制。本工程经计算单桩承载力不低于 120kN, 可达到 150kN。补充勘察用动力触探  $N_{63.5}$  检验桩间土, 其贯入击数较未处理地区明显提高, 承载力可达 150kPa。CFG 桩复合地基承载力在 220kPa 以上。

##### 5.2 变形

CFG 桩复合地基的变形主要由桩间土压缩变形、下卧层压缩变形及碎石垫层压缩变形构成。下卧层及碎石垫层与原旧房毛石基础地段无明显区别, 总压缩量不超过



10mm。主要沉降量由桩间土决定。按均布附加压力 93kPa、 $E_0=9.18\text{MPa}$  计算, 桩间土沉降量为 10mm。

## 6 几个处理方案

### 6.1 振动沉管 CFG 桩补缺方案

#### 6.1.1 布桩要求

在西部地段即轴间④~①及轴间①~②④未被原旧房毛石基础覆盖的宽度超过 1.2m 的区间, 均按等边三角形或等腰三角形布桩, 桩中心距为 1.2m。④轴以西底板边缘下原旧房毛石基础夹缝之间不予布桩。西部布桩 300 根, 桩端至强风化砂砾层。

#### 6.1.2 薄弱环节的辅助措施

原旧房毛石基础下冲填土层的承载力及变形虽然都能满足要求, 但与经过处理的 CFG 桩复合地基相比尚有一定差距, 这是一个薄弱环节。

旧污水沟经过的地段, 深处土层含水饱和, 土质相对更软, 上部新填土未经夯压, 与旧有杂填土相比更加松散。虽打入了 CFG 桩, 因置换率相同, 本地段的桩间土较其它地段的桩间土将有较大变形, 这是另一薄弱环节。

为加强这两个环节可采取以下措施:

(1) 在④~①, ⑤~②④及①~②④, ①~⑤两个区间内结合外墙和暖气沟在筏板上面设置钢筋混凝土肋梁, 梁宽 500mm, 梁高 600mm。为方便暖气管道的敷设, 在纵横肋梁交接处, 局部梁布设高为 1200mm, 并现浇 200mm 厚钢筋混凝土顶板, 形成一个箱形刚性节点, 见图 2。

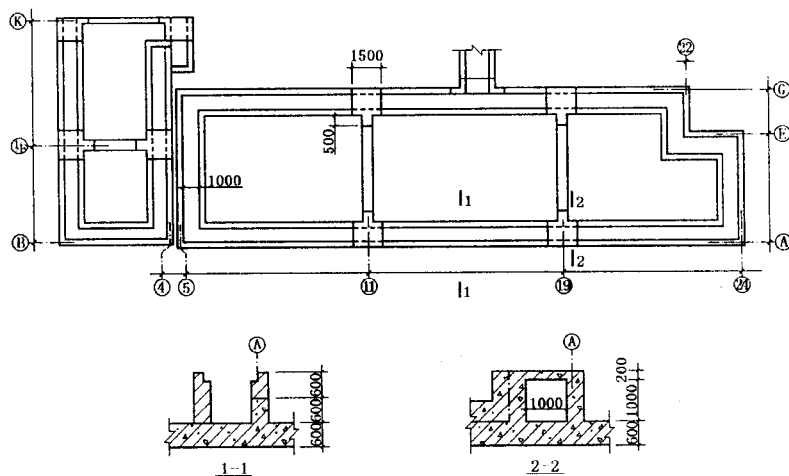


图 2 筏基肋梁示意图

(2) 在旧污水沟经过的地段, 即①~⑤轴间, 桩间土用立式打夯机夯实, 并在 -4.9m 以下桩间土内做两步 (300mm) 3:7 灰土。

#### 6.1.3 须具备的条件

(1) 清除地表下 1.5m 内的暗埋石块及其妨碍成桩的一切障碍物, 为振动沉管施工

创造必备条件,并使原旧房毛石基础全面暴露在外,以防漏桩。

(2) 新排污水沟建成后,将旧排污水沟毛石砌体拆除,同时将旧临时道路挖除。

(3) 在拟建筑物北侧的粮店山墙及①轴间修筑另一条临时道路。

#### 6.1.4 补救措施

在场地西部北区成桩过程中,因遇孤石半途中止了8棵桩,东部及未来的成桩过程中,有少量桩因遇障碍而半途中止,还有一些桩因场地过分狭窄,设备不能到位,不能机械成桩。这些桩位可用人工挖孔成桩,一般挖至-6.5m左右,用低标号毛石混凝土浇筑至-4.9m。

#### 6.1.5 施工顺序

- (1) 拆除路边挡墙,修筑新排污水沟。
- (2) 清除自然地表下1.5m内的杂填土,并运出场外。
- (3) 将旧临时道路土方挖运至①轴北侧,填筑新的临时道路。
- (4) 拆除旧临时道路下的旧污水沟毛石砌体,并回填素土压平。
- (5) 振动沉管CFG桩施工。
- (6) 采取必要的补救措施。

#### 6.1.6 其它

(1) 伸缩缝可保持原位置不变,在①轴可不增添沉降缝。

(2) 原旧房④轴毛石基础延伸至新房筏板以外1.6m,可起分散压力的作用,因而原旧房④轴毛石基础间的空隙可不设桩位,以防扰动振裂新筑污水沟砌体。

### 6.2 内击沉管CFG桩补缺及扩底桩基方案

#### 6.2.1 内击沉管工艺概况及特点

内击沉管灌注桩工艺即由国外引进的FRANK工艺。它是由桩架、桩管、重锤、底盘组成。成桩方法是将桩管对准桩位,在管内倒入适当高度的碎石,下落重锤,锤击碎石,碎石受挤压与桩管产生很大的挤压摩擦力,而形成“碎石管塞”,“管塞”带动钢管下沉;经反复锤击“管塞”,使桩管沉入预定深度;然后,击穿“管塞”,向管内投入混凝土,反复锤击混凝土,可形成扩大的桩端;再分段投入混凝土,分段提升桩管,分段锤击混凝土形成桩体。

该工艺有较大的穿透能力及较强的挤扩能力,比较适用于场地土软硬相差较大的地基。孤石可以击穿,软土可以挤扩。但成桩效率低,设备易损伤,要较频繁地更换钢丝吊绳,甚至桩管都有时被砸断,噪音比较大。

#### 6.2.2 布桩要点

桩分为3类,第一类布置在原旧房毛石基础周边,每隔1.2m设1根,为扩底桩,桩端落在强风化砂砾层之上,毛石基础底面之下扩径至 $\phi 600\text{mm}$ ,其上为 $\phi 400\text{mm}$ ;第二类布置在旧排污水沟经过的区段,一般扩径至 $\phi 500\text{mm}$ ,间距1.2m;第三类布置在其它一般地段,直径 $\phi 350\sim\phi 400$ ,间距1.2m。

6.2.3 因内击沉管桩能扩底扩径,因而具有桩基及较大的挤密效应,筏板可不加肋梁。

### 6.3 CFG桩补缺及高压喷浆成桩桩基方案

#### 6.3.1 高压喷浆工艺概况及特点

(1) 设备: 钻机、高压注浆泵、注浆管、水泥浆搅拌机、储浆槽等。

(2) 流程: 钻机就位, 钻机成孔, 下注浆管, 搅拌水泥浆, 开动注浆泵, 注浆管边旋转边高压喷浆边提升, 到预定高度停机。

(3) 特点: 适用范围广, 对黏土、黄土、填土、碎石土地基都有良好的加固效果。但对含有较多大粒径块石的地基, 因喷射流受阻, 而影响加固效果。

#### 6.3.2 布桩要点

(1) 沿毛石基础外边缘布高压喷浆孔, 桩中心距 2.0m。当毛石基础宽超过 2.5m 时, 在毛石基础中部少量布桩。预计边桩布设 112 棵, 基础中部布桩 16 棵。

(2) 其它位置仍采用振动沉管 CFG 桩处理。

#### 6.3.3 筏板可不设肋梁

### 7 结束语

在保留原旧房毛石基础的条件下, 上述三个方案都能保证建筑物的安全。第一方案, 毛石基础下的冲填土没有触及, 局部承载力设计值为 199kPa, 虽低于 CFG 桩复合地基承载力, 但通过加强筏板的刚度, 得到调整, 仍不失其安全可靠。地基处理方法单一也是一种潜在的优越性, 成桩净工期约 1 个月, 费用约 10 万。第二个方案, 提高了毛石基础下冲填土的强度及排污水沟区段桩间土的密实性, 取消了肋梁。成桩净工期约 3 个月, 成桩费用约 13 万元。第三个方案, 毛石基础下的冲填土得到充分加固, 承载力标准值达 200kPa 以上, 成桩净工期约 3 个月, 西部地区地基处理费约 36 万元。根据以上分析对比, 建议采用第一方案。

### 8 后记

经过论证, 建设单位同意采用第一方案, 按此方案实施后, 该工程当年竣工, 回访中未发现问题, 建筑结构完好正常。

张修明 梁军 张振栓 张英义

# 某电厂机炉电检修间墙体 开裂与地基处理

## 1 工程概况

机炉电检修间为2层砖混结构,平面轴线尺寸为 $51.6 \times 14.6\text{m}^2$ ,高7.6m,建筑面积 $1487\text{m}^2$ ,混凝土条形基础,设计要求地基承载力 $f_k=150\text{kPa}$ 。2层砖混结构,M5混合砂浆,MU10红砖,两道圈梁,混凝土强度等级C18,隔间设置花篮梁,预应力空心楼板,纵横墙承重。素混凝土条形基础,强度等级C18,基底标高 $-1.5\text{m}$ ,外纵墙基底宽 $1.4\text{m}$ ,横墙基底宽 $1.3\text{m}$ 或 $1.5\text{m}$ ,经核算基础底面荷载为 $106\text{kPa}$ 。

建筑物场地属太行山东部低山丘陵地带,原地形起伏变化较大,西高东低呈阶梯状,高差在 $7.0\text{m}$ 左右。西部原有一条道路呈南北走向。填土厚度受原始地形控制,西薄东厚,东部最大厚度为 $9.0\text{m}$ ,西部最薄处为 $2.3\text{m}$ 。

## 2 工程地质条件

根据地质勘察报告揭示,场地为山前冲洪积粉土和粉质黏土。

第①层杂填土,主要成分为素填粉土,有砖块、碎石、水泥块、生活垃圾等,土质软硬不均,呈软塑—可塑状态,土层密实性差异较大, $N=2\sim 6$ 击,层厚 $6.0\sim 8.0\text{m}$ (由东至西);

第②层粉质黏土,黄褐色,呈可塑—硬塑状态,含根系虫孔,土质不均,层厚 $2.0\sim 6.0\text{m}$ 。属中等压缩性, $N=3\sim 8$ 击, $f_k=120\text{kPa}$ ;

第③层粉土,黄褐色,稍湿,含姜石,属中压缩土层, $f_k=130\text{kPa}$ 。场地地势低洼,南侧有一石灰坑并有大量积水。

## 3 干振挤密碎石桩与石灰桩处理

该工程于1991年采用干振碎石桩处理。该场地东部地势低洼,处理过程中多次被水侵袭,成孔过程中有缩径塌孔现象,处理深度为 $3.8\text{m}$ 左右。西部为临时道路,地势较高,地表下至 $2\text{m}$ 深之间土层较坚硬,穿透此土层成孔正常,桩长 $6\text{m}$ 左右。处理后做载荷试验及动力触探,发现西部效果较好,承载力基本值为 $170\text{kPa}$ ;东部则不足 $100\text{kPa}$ ,标贯击数5击左右,承载力不能满足设计要求,见图1、图2。为补强在东部⑤~⑭轴,碎石桩间加双灰桩(生石灰、粉煤灰)225棵,处理后标贯击数上升为8击左右,见图3。

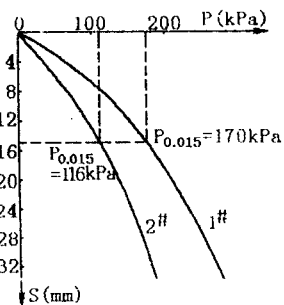


图1 载荷试验  $p-s$  曲线

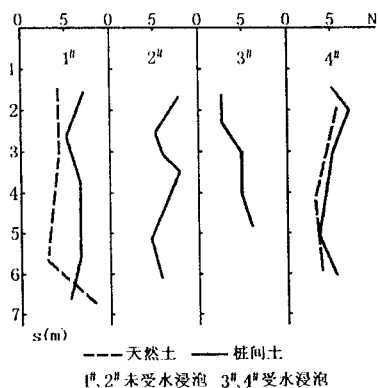


图2 碎石处理前后土的标贯试验

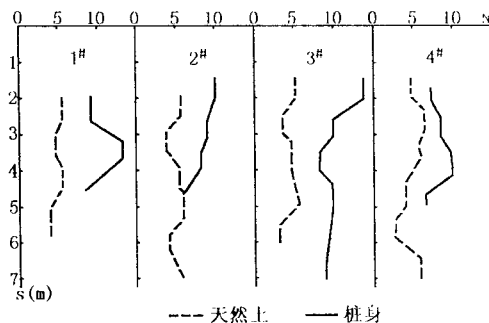


图3 石灰桩处理前后标贯试验

#### 4 房屋开裂概况及原因分析

##### 4.1 房屋开裂概况

机炉电检修间 1991 年冬建成, 1992 年投入使用, 1992 年 10 月份发现墙体有裂缝发生, 多分布在 1 层窗台下及窗间墙, 呈八字形, 裂纹逐渐加宽成为通透性裂缝, 至 1993 年 6 月 19 日最大裂缝宽度达 7.0mm, 一般缝宽 2.0mm, 延伸长度一般为 2.0m 左右。建筑物北墙呈八字形裂缝, 南墙开裂相对较轻, 为单斜裂缝。建筑物内墙亦有少量平斜裂缝, 在南北方向的横墙上没有出现裂缝。裂缝力学属性为张拉裂。

##### 4.2 检测

1993 年 2 月 24 日, 设沉降观测点 20 处, 至 6 月 17 日共做沉降观测 6 次。发现东西两端沉降较小, 中部沉降较大, 南墙沉降较小, 北墙沉降较大。北墙最大沉降量为 9.2mm, 南墙最大沉降量为 4.4mm。

1993 年 6 月 21 日, 在北墙下水道出口附近开挖 3 个探坑, 深 2.0~2.1m, 发现集水井及排污管道均有渗漏现象, 坑中均有积水。6 月 22 日下午量测, 3 个探坑积水深度分别为 0.8m、0.1m、1.0m。

##### 4.3 原因分析

墙体开裂的根本原因是地基发生不均匀沉降。中间沉降量大, 东西端沉降量小, 导致墙体发生弯曲变形, 加之房屋长高比大 ( $L/H=7$ ), 门窗面积与墙面积比例大, 素混凝土条形基础无钢筋混凝土梁, 弯曲拉应力超过了砌体实有抗拉强度。

造成地基局部沉降量大的主要原因是集水井及排污管道长期渗漏, 地基土软化, 形成一个半椭圆形的沉陷区, 影响到北墙并波及至南墙。

#### 5 压力灌浆

##### 5.1 概况

1994 年 9 月 22 日~10 月 7 日现场注浆, 布孔 41 个, 孔深 6.0m。每孔水泥用量 1.5t, 水泥用量共 60t, 减水早强剂 2t, 膨胀剂 8t。

##### 5.2 目的

对原房屋地基进行加固, 填充地基的孔隙、孔洞及不密实地段, 使沉降稳定。

### 5.3 工作原理及工艺概况

用较高压力向注浆孔注入浓度较大的水泥浆, 使土体受挤压形成浆泡, 当浆泡的直径较小时压力集中沿钻孔的径向扩展, 随着浆泡尺寸的逐步增大, 便产生了较大的上抬力, 而使地面升高。当合理使用灌浆压力并造成适宜的上抬力时, 能使下沉的建筑物得到一定程度的回升。

注浆过程既是对周围土体挤密的过程, 同时也是向土体渗透的过程。固化后形成一个中心为水泥石、周边为水泥土的复合桩体。

### 5.4 工艺流程和配比

工艺流程: 定孔位→成孔→插管→注浆→提管→复插管→复注浆→拔管→封口

灌浆终止条件: 最大压力保持 10min, 进浆量小于 1L/min。

注浆材料: 425# 普通硅酸盐水泥:DH6:UEA=100:1:12。

### 5.5 布孔原则

(1) 在建筑物南北外墙两侧, 孔距为 3.6m, 紧靠基础外边布孔。

(2) 在地基变形大、室内墙体开裂严重处布孔, 即在有墙体开裂的部位均设注浆孔。

### 5.6 灌浆

采用单液压力灌浆, 压力为 0.2~0.8MPa, 水灰比为 1:0.5~1:1.0。室内外不同, 室外由于散水下的回填土松散, 当压力达 0.4~0.6MPa 时, 许多孔位出现冒浆, 北侧孔位冒浆多, 南侧孔位冒浆少。室内的孔位不冒浆, 注浆压力较大, 控制在 0.4~0.8MPa 内。

### 5.7 效果

通过灌浆加固, 使原地基的孔隙、孔洞被水泥浆充填固结、硬化, 使软弱地段得到增强固化, 从而使地基强度增加, 变形减少, 使建筑物沉降稳定。

## 6 沉降观测

该车间投入使用一段时间后, 即发生墙体开裂现象, 但未进行沉降观测。观测是从 1993 年 2 月 24 日开始至 1994 年 10 月 27 日结束的。

(1) 注浆前观测自 1993 年 2 月 24 日至 1994 年 9 月 12 日共观测 23 次, 最小沉降量 3.4mm, 最大沉降量 22.2mm, 平均沉降量 11.1mm。

(2) 注浆期间自 1994 年 9 月 20 日至 10 月 3 日共观测 3 次, 最小沉降量 3.0mm, 最大沉降量 21.9mm, 平均沉降量 11.9mm。

(3) 注浆后观测自 1994 年 10 月 17 日~27 日两次观测, 最小沉降量 3.6mm, 最大沉降量 22.7mm, 平均沉降量 17.4mm。

灌浆期间地基附加沉降量较大, 但当水泥土强度上来后, 地基趋于稳定, 整体裂缝不再发展, 于是将墙体裂缝进行了技术处理, 室内进行粉刷, 室外墙面粘贴了瓷砖。该车间加固后, 正常使用 5 年后经沉降观测, 地基基础稳定, 未发生新的裂缝。



# 河北省委党校某家属院锅炉房裂缝分析

## 1 工程概况

河北省党校某家属院锅炉房，建于1984年，单层砖混结构，平面尺寸南北长11.60m，东西宽6.20m，局部宽8.17m，檐高5.12m，局部为2层，檐高6.80m，屋盖为钢筋混凝土有梁屋盖。①轴山墙一端为独立的钢筋混凝土柱承重，另一端为24cm砖墙承重。②轴山墙为37cm砖砌承重墙，纵墙24cm，大梁荷载由37cm附壁砖垛承担；基础为砖砌条形基础，下设30cm厚3:7灰土；纵墙及③轴山墙基础宽度为1.04m，①轴山墙基础宽为0.91m，埋深1.60m，砌体所用砖的强度等级为MU7.5；砂浆的强度等级为M5，据委托方介绍，1988年以后由于建筑物周围渗水，下部墙体出现裂缝，已呈通透性开裂，见图1、图2、图3。

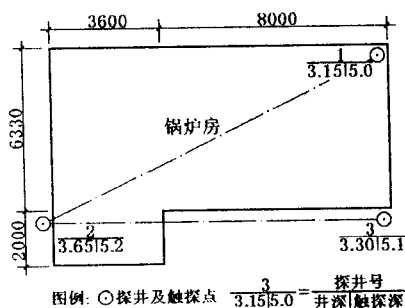


图1 锅炉房探井及触探点平面示意图

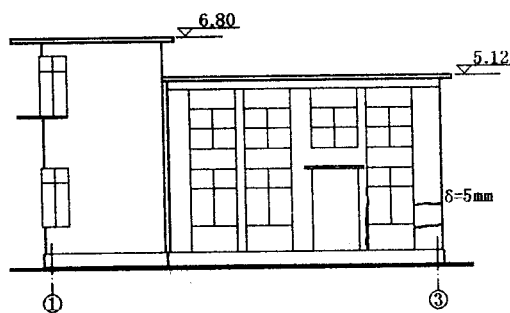


图2 东墙裂缝分布示意图

## 2 地层及轻便触探试验

### 2.1 地层

据甲方介绍，场地原为防护沟，经勘察详情如下：

第①层杂填土，由炉渣、砖块、白灰等杂物组成，不均匀，回填厚度从1.6~2.7m不等。1#、2#探井以炉渣为主，而且很湿；2#探井有严重污水渗出；3#探井东侧为一个石灰坑，土质松散；

第②层粉土，黄褐色，稍密，湿，地层出露深度不等，土质不均匀；

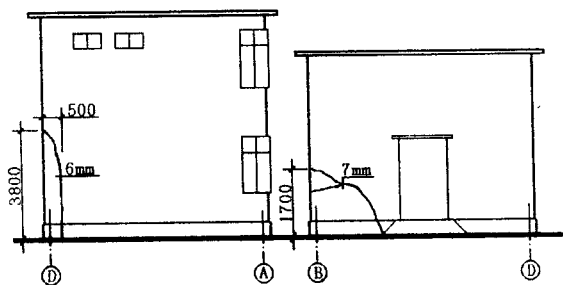


图3 南、北墙裂缝分布示意图

第③层粉质黏土，黄褐色，呈可塑、软塑状态，含姜石、铁锰结核，见白色网状物及根虫孔，2<sup>#</sup>探井饱和，有震动析水现象。

2.2 轻便触探试验

轻便触探试验结果见表 1。

表 1 轻便触探击数一览表

| 击数<br>地 层 | 统计个数 | 平均值 | 最小值 | 最大值 | 标准差  | 变异系数 |
|-----------|------|-----|-----|-----|------|------|
| ①杂填土      | 9    | 17  | 8   | 34  | 10.9 | 0.64 |
| ②粉土       | 4    | 35  | 31  | 46  | 7.1  | 0.20 |
| ③粉质黏土     | 23   | 27  | 14  | 81  | 11.6 | 0.43 |

轻便触探击数离散，变化较大，杂填土层不均匀，无规律；粉土层在 1<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>探井出现薄层，触探击数有一个明显峰值；粉质黏土自 2.7m 往下，普遍变软，触探击数较少，出现一个低谷，在 4.5m 深处击数开始增加，强度增大，工程地质剖面图见图 4。

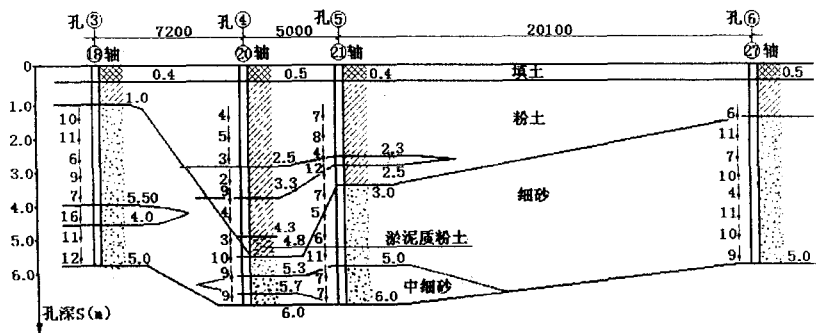


图 4 工程地质剖面图

3 工程分析

(1) 建设该锅炉房时，未进行工程地质勘察，本次检测，在建筑物周围进行了检验性地质勘察。该工程要求 7 度抗震设防，经勘察，该工程地质表面有新近回填土，含有砖块、灰渣等杂物，厚度、密实度差异较大，含水量较高，局部有灰坑，场地具有较大的不均匀性，为软弱地基，属于抗震不利地段。基础没有设置圈梁，不符合《建筑地基基础设计规范》(GBJ 7-89) 第 7.4.4 条及《建筑抗震设计规范》(GBJ 11-89) 第 8.2.11 条有关规定，房屋基础及墙体抵抗地基不均匀沉降能力不足，在地基发生不均匀沉降时基础及墙体出现裂缝。

(2) 该锅炉房以挑檐压梁兼作圈梁，屋顶标高不一致，而未作其它构造处理，未能形成封闭圈梁，不符合《砌体结构设计规范》(GBJ 3-88) 第 6.1.6 条规定。

(3) 圈梁与屋盖板及大梁没有采取锚拉措施，不符合《建筑抗震设计规范》(GBJ 11-89) 第 8.2.12 条规定。屋面大梁与砖柱顶梁垫块没有锚固措施，垫块厚度为 120mm，配置一层钢筋网，不符合《建筑抗震设计规范》(GBJ 11-89) 第 8.2.13 条有关规定。

(4) 设计图纸要求, 基础所用砖的强度等级为 MU7.5, 不符合《砌体设计规范》(GBJ 3-88) 第 8.2.2 有关规定。

(5) ①轴与③轴转角处, 基础为变截面, 承重山墙①轴基底宽度 0.91m, 非承重的①轴纵墙基底宽为 1.04m。前者基底压力必然大于后者, 此为不合理设计。该处由于周围条件所限, 地面排水不畅。因基础承受不均匀沉降能力不足, 在转角处①轴墙体, 由基础到 1 层楼板处 (高 3.8m) 有 1 条竖向通透裂缝, 最大缝宽 6mm, 见图 5, 按《危险房屋鉴定标准》(CJ 13-86) 第 2.3.1 条及第 2.5.1.4 条有关规定, 该处基础及墙体为危险构件。

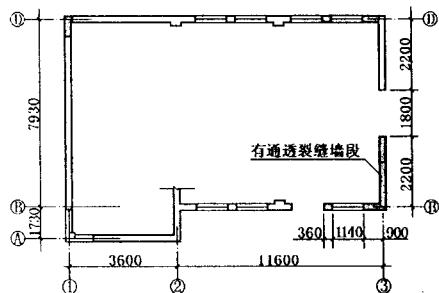


图 5 裂缝平面分布示意图

(6) ①轴北端窗间墙下角, 由于地基不均匀下沉, 从基础到墙体有 1 条相通斜裂缝, 缝宽 4.0mm, 见图 3, 按《危险房屋鉴定标准》(CJ 13-86) 第 2.3.1 条属危险基础构件。

(7) 据现场测量, 发现该锅炉房实际状况与设计图不完全相符。锅炉建成后, 使用单位在没有进行设计验算, 未采取加固措施的前提下, 在基础上自行开洞, 增设临时建筑。

#### 4 检测综合分析

据前面分析, 该建筑物有相当部分不符合现行有关规范要求, 地基基础承受不均匀变形能力不足, 地基为软弱地基, 有近 30% 的墙体和基础失去整体性和承载能力, 定为局部危房。该建筑平面面积不足 100m<sup>2</sup>, 4 个转角有 3 处出现通透裂缝见图 5, 整体刚度大大降低, 使建筑物对突发事件承受能力严重不足。加固维修该建筑物工作量大, 不经济, 且建筑功能已不能满足使用要求。经综合分析, 该锅炉没有必要加固, 建议在适当时机拆除。

王占雷 张振栓 赵庆建