

# 建筑结构

霍凯成 编著

# 加固

Jianzhu  
Jiegou  
Jiagu



武汉理工大学出版社

# 建筑结构加固

霍凯成 编著

武汉理工大学出版社

## 内 容 提 要

本书以大量既有建筑物加固为实例阐明了加固的基本原理和实施办法,详尽介绍了砌体结构及钢筋混凝土结构的加固方法。为尽可能减少工程质量事故,提高建筑工程质量以及延长建筑物的使用年限提供有效途径。

本书内容精练实用,可供科研、设计、教学、施工和质检部门的技术人员使用和参考,亦可供土木建筑类专业师生参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

建筑结构加固/霍凯成编著.——武汉:武汉理工大学出版社,2001.8  
ISBN 7-5629-1686-1

I.建… II.霍… III.土木工程-建筑结构-加固技术 IV.TU176

武汉理工大学出版社出版发行

(武汉市武昌珞狮路122号 邮政编码:430070)

各地新华书店经销

武汉理工大学出版社印刷厂印刷

\*

开本:787×1092 1/16 印张:10.25 字数:256千字

2001年8月第1版 2001年8月第1次印刷

印数:1—500册

定价:18.00元

## 前 言

建筑物与人们的生活密切相关,它的结构整体性、强度、稳定性、使用功能、外观均应达到国家规范的要求和设计的使用功能。但是,由于各种原因,在建筑工程的设计和施工中存在着技术素质、对国家现行规范掌握理解的差异,使得建筑物存在着某些安全隐患。由于改变原设计使用要求、设计或施工差错、地震作用、龙卷风或特强热带风暴、火灾、水灾、冰灾以及爆炸等可能引起建筑物的强度、刚度和耐久性不足。在高速发展的建筑业中,部分工程存在一些问题:如基础下沉、墙体开裂、柱子倾斜、梁板断裂、屋顶墙面渗水、强度较低等,使得建筑物倒塌事故时有发生;同时也存在着结构整体性欠佳、承载力低、抗震性能差的质量问题,这不仅影响建筑物的正常使用,甚至危及人民生命财产,必须引起足够的重视。

为了人民生命财产免遭损失或少受损失,建筑结构加固技术提供了有益的帮助。对已建成的建筑结构进行合理的改造和加固,可取得安全、适用、经济的效果。本书力图通过加固实例,对加固的一般原则、设计计算、施工方法等方面加以阐述。对加固的具体措施和加固方法进行归纳、总结,提供给建筑业的同行作参考借鉴。

全书共分5章:第1章基础加固、第2章砌体结构加固、第3章钢筋混凝土结构加固、第4章楼盖系统加固、第5章钢筋混凝土柱加固。

感谢研究生白宁、蔡洁、史凤香、黄达同学为本书的出版所做的工作。

感谢武汉理工大学设计院同仁们给予的热情支持。

由于编者水平所限,本书会有不少错误和疏漏之处,请读者给予批评指正。

作者

2001年春于武昌马房山

# 目 录

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 1 基础加固                | (1)  |
| 1.1 一般原则              | (1)  |
| 1.2 加固方法介绍            | (1)  |
| 1.2.1 扩大基础底面积         | (1)  |
| 1.2.2 提高基础刚度          | (2)  |
| 1.2.3 增加基础面积和同时提高刚度   | (2)  |
| 1.3 加固实例              | (3)  |
| 1.3.1 扩大基础底面积的加固      | (3)  |
| 1.3.2 增加基础刚度的加固       | (5)  |
| 1.3.3 同时增加基础底面积和刚度的加固 | (5)  |
| 1.3.4 毛石基础压力灌浆充填加固    | (6)  |
| 1.3.5 管道穿过基础的处理       | (6)  |
| 1.4 偏差处理              | (10) |
| 1.4.1 结构偏差处理          | (10) |
| 1.4.2 结构偏差调整实例        | (12) |
| 1.4.3 钢筋偏差处理          | (14) |
| 1.4.4 设备基础地脚螺栓偏差处理    | (16) |
| 1.5 缺陷的处理             | (23) |
| 1.5.1 缺陷发生的原因及其分类     | (23) |
| 1.5.2 缺陷的处理方法         | (23) |
| 1.6 其他部分              | (27) |
| 1.6.1 楼层间增设楼梯处理       | (27) |
| 1.6.2 增设楼梯平台和加固       | (27) |
| 1.6.3 钢筋混凝土平台改造       | (27) |
| 1.6.4 钢筋混凝土漏斗改造       | (28) |
| 1.6.5 煤斗下口补加锚固螺栓      | (30) |
| 1.6.6 围护结构改造处理        | (31) |
| 1.6.7 吊车轨道与吊车梁联结处理    | (32) |
| 2 砌体结构加固              | (35) |
| 2.1 砌体结构加固的一般方法       | (35) |
| 2.1.1 增加断面            | (35) |
| 2.1.2 增设分荷结构          | (37) |
| 2.1.3 裂缝、空隙灌浆充填       | (38) |
| 2.2 砌体裂缝的原因与加固措施      | (39) |
| 2.2.1 砌体裂缝产生的一般规律     | (39) |
| 2.2.2 砖砌体裂缝的加固方法      | (43) |

|        |                          |      |
|--------|--------------------------|------|
| 2.2.3  | 砌体设计和施工中的几个问题 .....      | (45) |
| 2.3    | 砌体墙与其它结构连接处理 .....       | (46) |
| 2.3.1  | 砖墙与钢筋混凝土柱的连接 .....       | (46) |
| 2.3.2  | 墙上增加圈梁与钢筋混凝土柱连接 .....    | (47) |
| 2.4    | 砌体加固实例 .....             | (48) |
| 2.4.1  | 墙体裂缝分析及其加固设计 .....       | (48) |
| 2.4.2  | 建筑在湿陷性黄土地区承重墙的加固 .....   | (54) |
| 2.4.3  | 纵墙强度、稳定性不够的加固 .....      | (55) |
| 2.4.4  | 纵墙及山墙强度、稳定性不够的加固 .....   | (58) |
| 2.4.5  | 墙体高厚比超限的加固 .....         | (58) |
| 2.4.6  | 山墙强度、稳定性不够的加固 .....      | (58) |
| 2.4.7  | 砖墙壁柱强度、稳定性不够的加固 .....    | (60) |
| 2.4.8  | 砖柱强度、稳定性不够的加固 .....      | (61) |
| 2.4.9  | 砖柱裂缝的处理 .....            | (62) |
| 2.4.10 | 半砖栏杆的加固 .....            | (64) |
| 2.4.11 | 半砖矮墙的加固 .....            | (64) |
| 2.4.12 | 多层框架梁与墙体补加锚固 .....       | (65) |
| 2.4.13 | 砖柱及窗间墙的补强 .....          | (65) |
| 2.4.14 | 砖砌平拱过梁开裂的加固 .....        | (66) |
| 2.4.15 | 拱砌体的补强加固 .....           | (67) |
| 2.4.16 | 砖墙增设门框雨蓬的处理 .....        | (67) |
| 2.4.17 | 砖檐口改造 .....              | (67) |
| 2.5    | 大型砌块及其他维护墙壁加固 .....      | (70) |
| 2.5.1  | 加气混凝土大型砌块外墙倾斜加固 .....    | (70) |
| 2.5.2  | 40cm 厚空气隔层窗间墙加固 .....    | (71) |
| 2.5.3  | 52cm 厚空气隔层窗间墙加固 .....    | (72) |
| 2.5.4  | 保温墙裂缝的加固处理 .....         | (74) |
| 3      | 钢筋混凝土结构加固 .....          | (75) |
| 3.1    | 一般加固方法介绍 .....           | (75) |
| 3.2    | 补强加固的目的 .....            | (76) |
| 3.3    | 加固工作程序 .....             | (76) |
| 3.4    | 加固的特点与原则 .....           | (77) |
| 3.5    | 混凝土加固结构受力特征 .....        | (78) |
| 3.6    | 混凝土加固结构中新旧材料共同工作问题 ..... | (78) |
| 3.7    | 混凝土加固结构计算基本假定 .....      | (80) |
| 3.8    | 计算及构造特点 .....            | (81) |
| 3.9    | 加固方法的选择 .....            | (82) |
| 3.10   | 材料 .....                 | (83) |
| 4      | 楼盖系统加固 .....             | (85) |
| 4.1    | 板的加固 .....               | (85) |
| 4.1.1  | 板加固的一般方法 .....           | (85) |

|       |                       |       |
|-------|-----------------------|-------|
| 4.1.2 | 板加固实例 .....           | (87)  |
| 4.2   | 梁的加固 .....            | (99)  |
| 4.2.1 | 梁加固的一般方法 .....        | (99)  |
| 4.2.2 | 梁的加固实例 .....          | (113) |
| 5     | 钢筋混凝土柱加固 .....        | (123) |
| 5.1   | 柱加固的一般方法 .....        | (123) |
| 5.1.1 | 柱四周增加钢筋混凝土套子 .....    | (123) |
| 5.1.2 | 柱单侧或双侧加大断面 .....      | (124) |
| 5.1.3 | 柱一侧或双侧加设预应力撑杆结构 ..... | (124) |
| 5.2   | 柱加固 .....             | (128) |
| 5.2.1 | 柱强度不足或有裂缝的加固 .....    | (128) |
| 5.2.2 | 柱纵向刚度不足的加固 .....      | (134) |
| 5.2.3 | 柱改造 .....             | (137) |
| 6     | 粘钢加固法 .....           | (146) |
| 6.1   | 概述 .....              | (146) |
| 6.2   | 粘钢加固法适用范围和材料要求 .....  | (147) |
| 6.3   | 粘钢加固梁破坏特征与受力分析 .....  | (148) |
| 6.4   | 粘钢加固计算 .....          | (149) |
| 6.5   | 构造要求 .....            | (152) |
| 6.6   | 施工要点与要求 .....         | (152) |
|       | 参考文献 .....            | (155) |

# 1 基础加固

## 1.1 一般原则

钢筋混凝土柱基础的加固,一般分两种情况。一种是扩大基础底盘的面积,使基底土层所承受的压力不超过允许限值;另一种是提高基础本身的刚度,使基础不因荷重而发生破裂。这两种处理原则,在具体工程中有单独利用的,也有同时合并利用的。

柱基的加固,一般是在原基础的外围,绑扎钢筋套箍,采用高于原基础的混凝土强度等级一级的混凝土,做钢筋混凝土围套来达到加固的目的。

基础加固的一般步骤为:先把基础周围的土挖到基底标高,将原有基础的混凝土表面凿毛,表面如有抹灰或缺陷部分都应一并凿除。为了加强新旧混凝土的结合,在旧混凝土的表面上,每隔 200~300mm,凿出直径为 50mm,深度为 200~300mm 的孔,用压缩空气或其他方法吹净灰屑,凿毛的表面亦须用金属刷子刷净,再用水冲洗。然后在所凿的孔中插入直径为 16mm,长度为 600mm 的钢筋,并用 1:2 水泥砂浆充填灌洞。

在浇筑基础围套的混凝土前,在凿毛的混凝土表面上亦应抹 1:2 的水泥砂浆层,厚度一般为 10~15mm,或用 525 号纯水泥浆涂刷两遍。

围套中的钢筋应与原基础底盘钢筋采取适当的连接,一般是在原基础钻孔凿毛的同时,使基底钢筋露出一定的接头长度,用电弧焊接。

除上述方法外,基础加固时的新旧混凝土结合问题,也可以直接地将原基础表面打毛,并挖凿水平沟槽,槽深 50mm,间距 500mm。用水冲洗干净后,配置围套钢筋和浇混凝土。围套中的水平环向钢筋一般采用  $\phi 12$  间距 200mm。竖向钢筋,当基础面积在  $2\text{m} \times 2\text{m}$  及其以下时,采用  $8\phi 12$ ;当基础面积大于  $2\text{m} \times 2\text{m}$  时,采用  $16\phi 12$ 。

## 1.2 加固方法介绍

### 1.2.1 扩大基础底面积

扩大基础底面积,一般分为两种情况:

(1)新加基础底盘面积小于或者等于原基础底盘面积时,一般是把原基础台阶和顶部一段柱面打毛做钢筋混凝土围套。此时在加固设计时视作一个整体,应考虑新旧混凝土共同工作,新加混凝土的厚度在基础上部不得小于 100mm,底部不得小于 200mm。围套中的配筋可参照上述原则设置,连接构造如图 1.1 所示。

(2)新加基础底盘面积大于原基础的底盘面积时,一般是把原基础台阶和基础顶部一段柱子打毛,而在原基础上做新的基础。此时原基础的保留在加固设计时不考虑参加工作。新加的基础底部受力钢筋根据计算决定,钢筋的配置按上述构造原则设置,当受力钢筋遇到柱子不能通过时,应把基础受力钢筋与柱钢筋焊接起来,如图 1.2 所示。

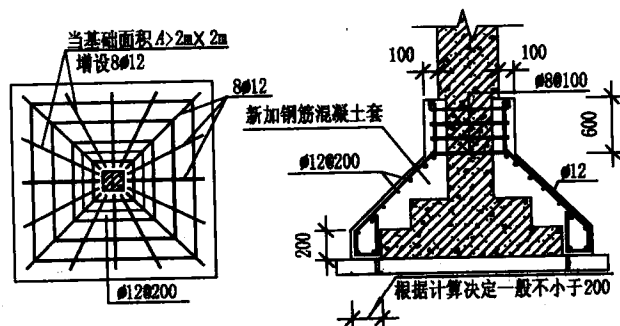


图 1.1

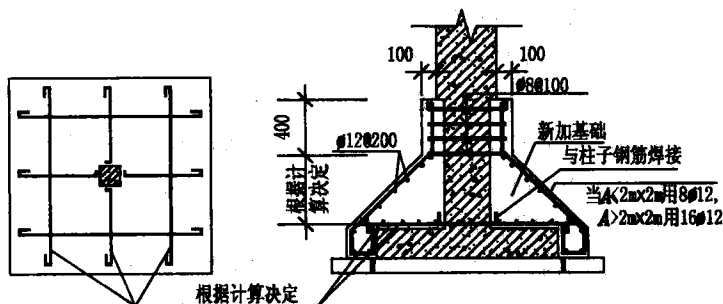


图 1.2

### 1.2.2 提高基础刚度

当基础底面积已满足设计要求,而抗冲切强度和受力钢筋不满足要求时,可采用加强基础刚度的方法。加固时,一般也是把基础台阶和顶部一段柱子打毛,并挖凿水平沟槽,沟深 50mm,间距 500mm,然后做钢筋混凝土锥形套子。锥形套子和柱边的锥高按计算决定,一般情况锥底应有 400mm 的高度。锥套内的水平钢筋采用  $\phi 12$  间距 200mm,竖向钢筋当基础底面积在  $2\text{m} \times 2\text{m}$  及其以下时,采用  $8\phi 12$ ;当基础的底面积大于  $2\text{m} \times 2\text{m}$  时,采用  $16\phi 12$ 。连接构造如图 1.3 所示。

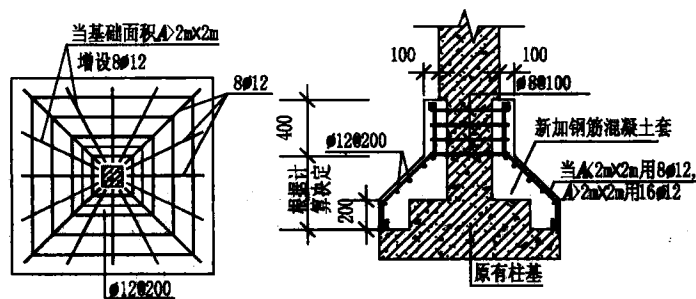


图 1.3

### 1.2.3 增加基础底面积同时提高刚度

这种方法实际上是前两种方法的合并利用,它适用于基础底面积不够和冲切强度不够时

的加固。其计算原则、构造配筋及加固方法等可参照上述有关原则进行。例如某大型轧钢厂的柱基础就是采用此种方法加固的,见图 1.4 所示。

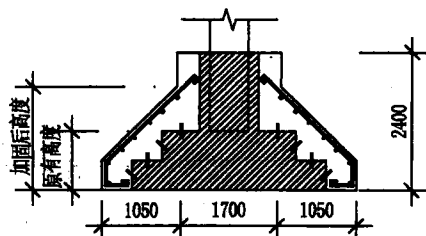


图 1.4

### 1.3 加固实例

#### 1.3.1 扩大基础底面积的加固

**实例 1** 某厂挥发窑车间由于生产需要,上部增加荷载,致使车间框架柱基承压面积不够和柱身强度不够,此时柱身与基础需同时考虑加固,加固的方法是:基础采用加钢筋混凝土锥形围套,柱身是在一侧加大断面。新加的钢筋混凝土部分与原基础、柱身混凝土的结合问题,按上述的方法进行。

加固构造如图 1.5 所示。

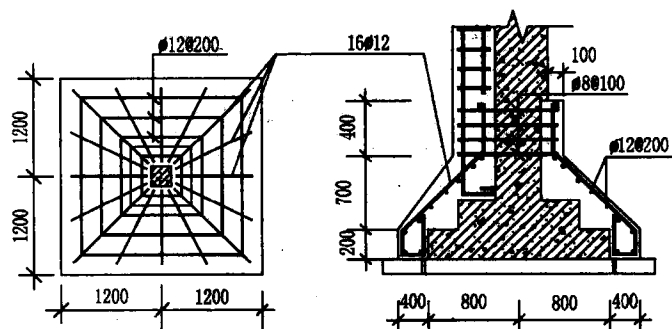


图 1.5

如果上部荷载增加较小,新加柱断面不大以及基础变动不大(由  $2\text{m} \times 2\text{m}$  改为  $2\text{m} \times 2.5\text{m}$ )时,则将新加柱位置下的原基础混凝土台阶打掉,并将基础增大边的底阶混凝土凿去  $150 \sim 200\text{mm}$ ,使其露出钢筋而与新加基础的钢筋焊接,新加基础钢筋的间距一般与原基础相同,焊接时的搭接长度采用  $10d$ 。钢筋焊接完毕后,即可用水冲洗,支设模板、浇筑混凝土。

加固构造如图 1.6 所示。

**实例 2** 某厂由于生产的发展,需要在原锌沸腾焙烧工段的一侧扩建偏跨,在原柱基上增加新的钢筋混凝土柱子和扩大原来基础面积。

新加柱子作用力较大,因而基础面积增大较多(由原来  $2\text{m} \times 2\text{m}$  改  $3\text{m} \times 3\text{m}$ ),但是原厂房基础埋置较深,为了节约土石方和尽量少敲打原基础,则采取在原基础上加做钢筋混凝土套子,以提高原来基础的刚度。

为了保证新旧混凝土的良好结合,施工时须按前面叙述的方法,将原基础混凝土表面打毛和凿挖沟槽,用水冲洗干净后再浇筑混凝土,混凝土强度等级采用 C15。

加固构造如图 1.7 所示。

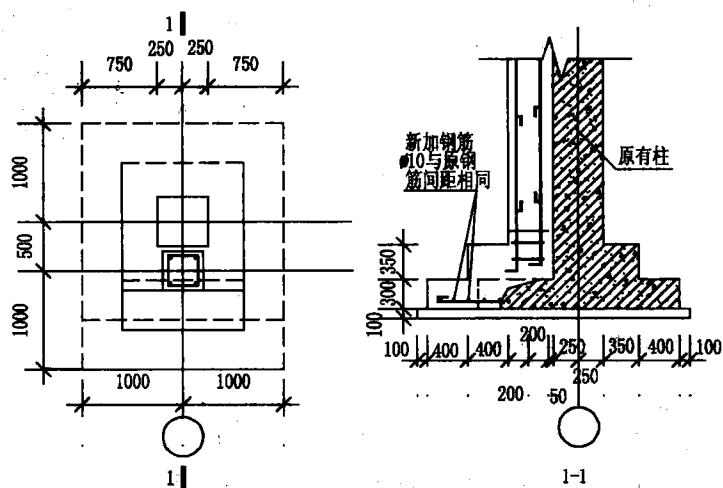


图 1.6

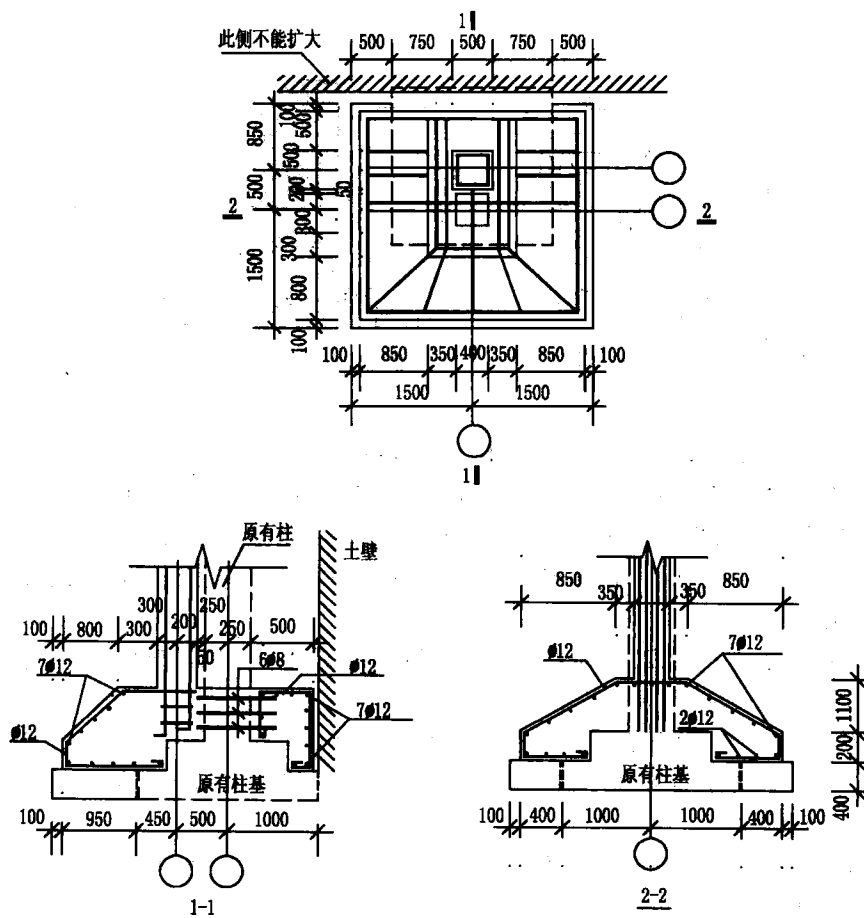


图 1.7

注: ①新扩大基础部分的底部应铺筑素混凝土垫层, 然后上面再加做钢筋混凝土基础;

②基础钢筋的保护层采用 35mm 厚。

### 1.3.2 增加基础刚度的加固

**实例 1** 某车间钢筋混凝土柱基础未按设计图纸施工,造成基础底部钢筋不够,因此,须予以加固,其构造如图 1.8 所示。

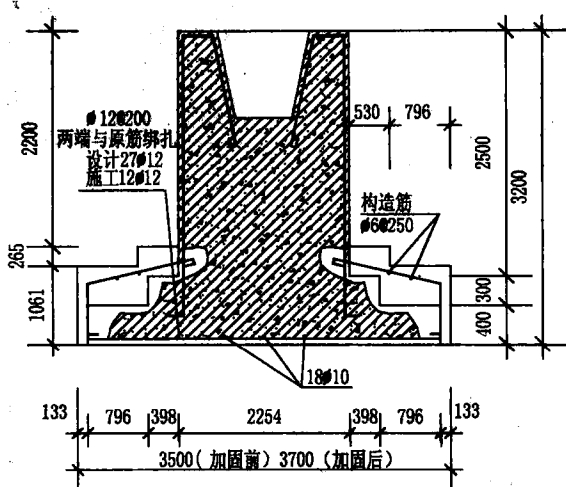


图 1.8

注:①本加固方法是在原来基础上部做一个钢筋混凝土围套,用以提高基础的刚度;

②加固用的新混凝土采用 C15,钢材采用 I(φ)级钢筋;

③浇灌混凝土时,必须严格按施工技术规程操作,保证新、旧混凝土的结合;

④图示的阴影部分为原来基础,弯曲线系原基础的凿毛部分,未涂阴影部分则表示新加的钢筋混凝土。

**实例 2** 某车间柱基础,设计采用 C7.5 素混凝土捣制的刚性基础,施工后发现混凝土强度等级仅达 C5 左右,因此不能满足刚性角的要求,应予以加固,其构造如图 1.9 所示。

**实例 3** 某车间钢筋混凝土柱基础,施工时将杯底垫高,致使基础不符合下列规定:

(1)杯口深度大于柱长边之长度;

(2)杯口深度大于柱内主筋直径的 30 倍,因此须进行加固,其连接构造如图 1.10 所示。

**实例 4** 某车间钢筋混凝土柱下基础,设计为钢筋混凝土长颈基础,施工时修改为砖砌垫层,经验算砖垫层的断面抗裂性不够,故应予以加固,其连接构造如图 1.11 及图 1.12 所示。

### 1.3.3 同时增加基础底面积和刚度的加固

**实例 1** 某车间柱基础底面积和刚度不够,须要进行加固。其连接构造如图 1.13 所示。

**实例 2** 某车间钢筋混凝土柱基础底部配筋不够,但又不能扩大基础面积,为满足结构的要求,必须进行加固,其连接构造如图 1.14 所示。

**实例 3**

(1)某厂净液车间乙、丙轴线的柱基是用块石砌体做垫层,垫层的高度 4~6m。由于设计断面不够,加之施工时砂浆质量不能满足设计要求,砌筑质量也较差,致使砌体强度不足,需要加固。加固的方法,在原砌体的外面包钢筋混凝土套子,用以提高原砌体强度和加大基础底面积。加固构造如图 1.15 所示。

(2)某厂浸出工段干燥窑基础系毛石砌体做成,砌体的高度为 3m,建成投产后,发现干燥

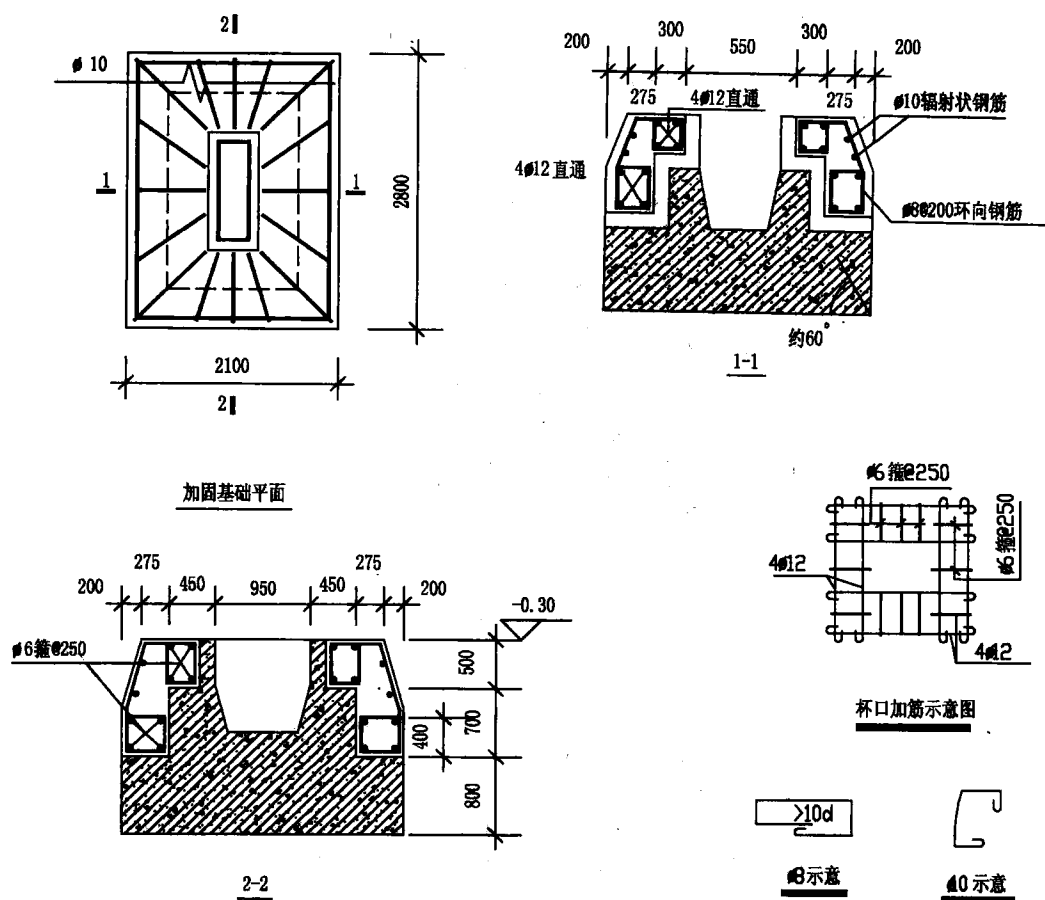


图 1.9

注:①本加固方案是在原基础底面积不变的情况下,用增加基础高度来提高刚性,以满足刚性角的要求。同时在杯口还增加钢筋混凝土围套,防止杯口受压破碎;

②新、旧混凝土的结合应按施工技术规范的要求严格办事。新加的混凝土采用 C15,钢材采用 I(φ)级钢筋,钢筋的保护层 35mm;

③本基础在加固前柱子尚未安装,柱子断面为 400mm×800mm;

④图中未涂阴影部分系新加的钢筋混凝土,其它为原基础。

窑振动,鉴于这种情况,考虑原基础较高,砌筑质量也不太好,故在基础的外面包 100mm 厚的钢筋混凝土套子,水平及垂直钢筋均采用  $\phi 10$  间距 200mm,加固构造如图 1.16 所示。

### 1.3.4 毛石基础压力灌浆充填加固

毛石基础压力灌浆充填加固如图 1.17 所示。

### 1.3.5 管道穿过基础的处理

某厂排水管走向与煤棚下基础相碰,施工时为了保证管道走向不变,决定管道穿过基础,基础下的地基为中等风化性的页岩。

管道穿过基础的构造如图 1.18。

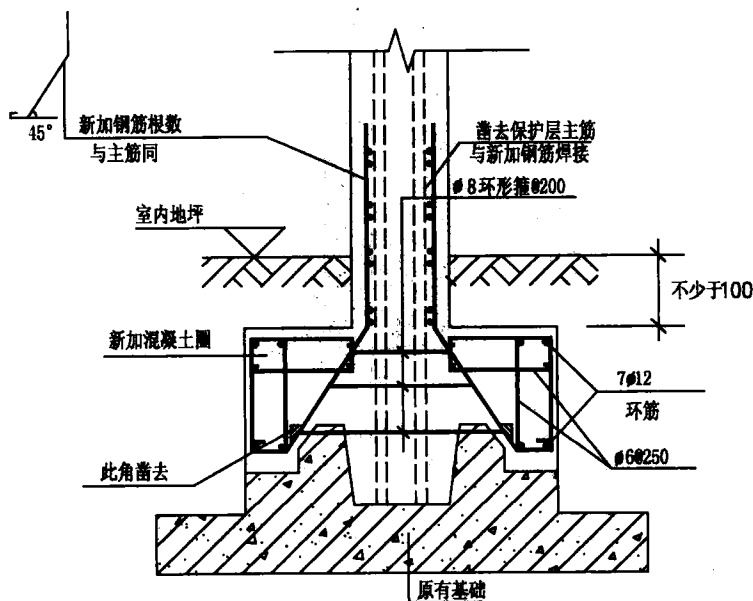


图 1.10 基础加固剖面图

- 注：①本加固方法是在原基础上部增加钢筋混凝土圈，用以增加柱子的锚固深度，钢筋混凝土圈的高度应视实际情况而定，一般情况圈的表面距室内地坪以不小于 100mm 为宜；
- ②柱与钢筋混凝土圈之连接是借助于新加之连接钢筋，一端与柱内主筋焊接，另一端伸入混凝土圈内。连接钢筋的根数及直径与柱内主筋相同，连接钢筋与柱内主筋焊接长度应不小于  $10d$ ；
- ③新加钢筋采用 I(φ) 级钢筋，混凝土为 C15；焊条采用 E43，焊缝高度为 6mm；
- ④新、旧混凝土结合应按施工技术规程操作。

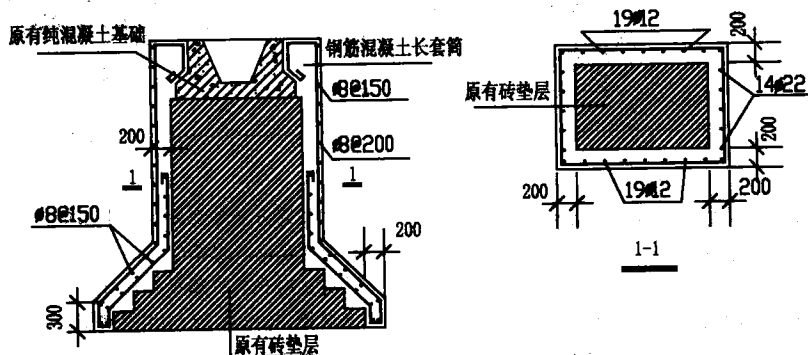


图 1.11 基础加固大样图

- 注：①本加固方案是用加钢筋混凝土套筒的方法，增加基础及砖垫层的断面，混凝土采用 C20，钢筋采用 I(φ) 级钢筋；
- ②钢筋采用搭接焊，如采用普通接头时，则在同一断面的接头不得超过 25%；
- ③加套筒前，砖垫层外面涂刷的沥青应予清除，再绑钢筋骨架用压力水冲洗干净后，即可浇筑混凝土。

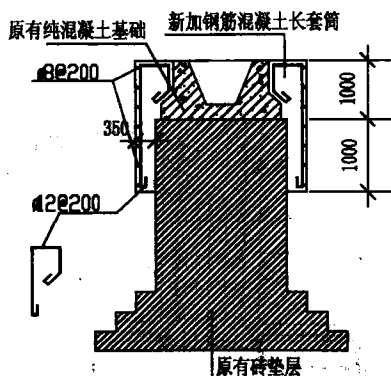


图 1.12 基础加固大样图

- 注：①本加固方案是用增加钢筋混凝土短套筒来加大基础的重力，使基础处于小偏心的受压情况下，避免砖垫层发生拉应力；  
 ②施工时旧基础混凝土及砖垫层，表面应该打毛，以保证新旧混凝土的良好结合，新加混凝土采用 C15；  
 ③图示配筋是按构造设置；  
 ④采用本加固方法前，须对砖垫层底部地基承载力进行验算。

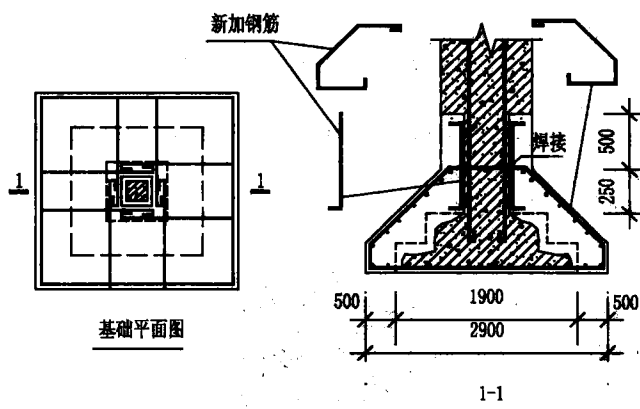


图 1.13

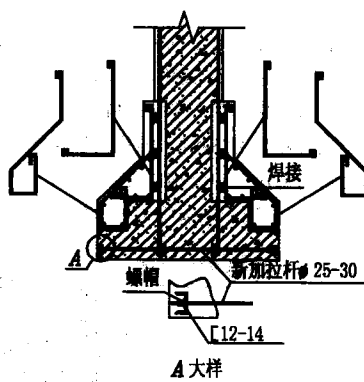


图 1.14

- 注：①本加固方案是按照需要扩大基础的底部面积，并相应的增加基础高度及其配筋；  
 ②施工程序如下：  
 (a) 先将柱子根部钢筋保护层由基础顶面算起凿去 750mm 长一段，并将基础四周混凝土沿台阶打去 20~30mm，使底部台阶下的钢筋必须露出；  
 (b) 铺设补充钢筋，并按图示指定焊接点焊接新、旧钢筋，然后浇灌混凝土。
- 注：①本加固方案是在原基础上用增加基础的高度来补强，以改变基础的刚性；  
 ②施工时先将柱根部钢筋保护层凿去，并在基础的两边开凿槽口，设置 12~14 号槽钢，而在基础的另两边放置拉杆与槽钢形成一个箍，用螺帽拧紧；  
 ③铺设新加的钢筋，并与旧钢筋按指定焊点焊接，然后浇灌混凝土。

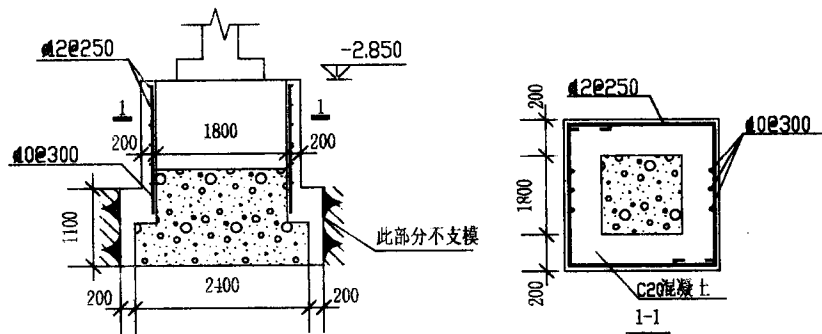


图 1.15

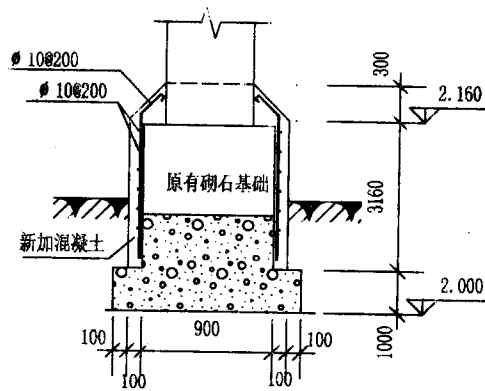


图 1.16

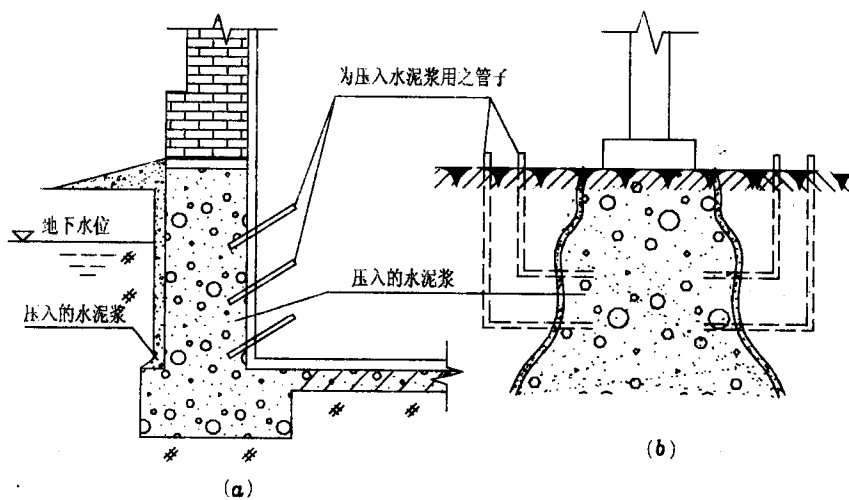


图 1.17

注：①图中(a)为毛石砌体利用压力水泥浆充填以提高砌体强度不渗水性的补强法；  
②图中(b)为孔隙多的毛石基础用压入水泥浆进行补强的方法。

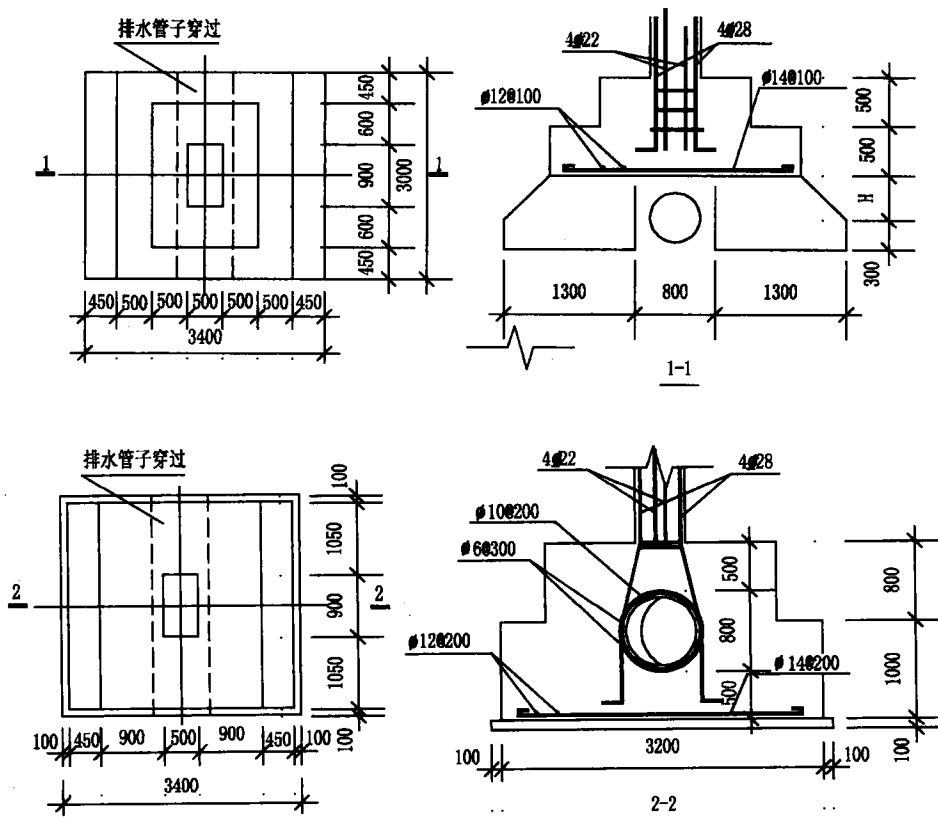


图 1.18

## 1.4 偏差处理

### 1.4.1 结构偏差处理

偏差事故的特点具有连锁性,即下部结构发生偏差后,如不纠正,则其上部结构也将有相应的位移。对这类事故除按受力条件对结构进行自上而下的计算外,还涉及到结构构造的更改、连接节点的处理以及对生产工艺有无妨碍等问题。因此影响面较广,处理的方法也多种多样,但归纳起来,不外乎要考虑三个方面的问题,即衡量偏差事故是否需处理的原则如下:

- (1)对结构承载能力的影响;
- (2)对结构构造、连接节点的影响;
- (3)对生产工艺的影响。

在上述三个总原则的指导下,具体的处理原则和方法可有以下几点:

#### 1.4.1.1 纠偏的处理原则和方法

在处理偏差性质的事故时,必须本着凡有可能纠偏的均应尽量加以纠正的原则进行处理。只有对确属无法纠偏或纠偏极为困难的,才再找别的办法进行处理。

按照不同的具体情况,通常纠偏的办法有如下几种: