

建筑物增层纠偏论文集

(1988~1990)

唐业清 编

北京教授团土建技术中心
一九九一年四月

前 言

近几年，既有建筑物增层纠偏工程日渐增多，从 88 年至今，在各种会议上，已发表许多有重要学术价值或参考意义的论文，为便于工程技术人员的学习和采用，特编写了这本论文集（1988~1990 年），全书共收集了 30 篇论文。在出版论文集时得到叶焱同志的大力协助。

编 者

1991 年 3 月

目 录

A、纠 偏 加 固 篇

1、建筑物纠偏工程概论	1
2、地基应力解除法纠偏处理	43
3、沉井深层冲孔排土法房屋基础纠偏	49
4、武汉市万松园 12 [#] 住宅楼纠偏加固工程实例.	55
5、房屋托换纠偏实例	61
6、大港油田上古林基地四栋宿舍楼纠偏方案及施工指导细则	66
7、侯马车站水塔纠偏加固工程	76
8、大同铁路分局 13 [#] 楼纠偏工程的设计与施工.	80
9、番禺县大石镇某住宅楼地基下沉处理与整体纠偏	93
10、静压桩托换技术在危房基础加固工程中之应用及分析	99
11、中央党校自习楼墙体开裂加固处理	103
12、托换技术在治理浆岔裂缝中的应用	108
13、倾斜的工程——记曹时中	110

B、增 层 篇

14、对 101 栋加层改建房屋的调查分析	113
15、1 [#] 长期荷载作用后加层地基压密效应	136
16、旧房改造地基基础处理调研报告	141
17、旧房加层中地基基础若干问题的研究	150
18、房屋加层设计中提高地基容许承载力 20—40%的分析与研究.	157
19、关于增层改建工程设计中的一点体会	162
20、房屋加层改建设计与施工浅探	164
21、论房屋增层后的潜在能力	172
22、一般房屋加层改建的建筑设计	178
23、旧建房屋加层和地耐力提高的可行性探讨	182
24、能源部办公楼改造的岩土工程勘察	187
25、人工挖孔桩在旧城改造中的应用	193
26、人工钻孔灌注桩在乡镇旧房改造纠偏加固中的应用	197
27、静压桩托换法加固改建旧建筑物	203
28、秋林公司大楼接建设计与施工	207
29、上海铁路局大厦加层	209
30、专题——记陆建衡	221

建筑物纠偏工程概论

唐业清 叶焱 (北方交通大学)

一、纠偏工程的重要性及其合理程序	(2)
二、建筑物产生倾斜原因的分析	(2)
三、纠偏方法的分类	(4)
四、纠偏新技术的二十种方法	(4)
(一)、地基注浆膨胀纠偏法	(4)
(二)、沉井深层冲水排土纠偏法	(6)
(三)、掏土纠偏法	(8)
(四)、解除地基应力纠偏法	(10)
(五)、浸水纠偏法	(12)
(六)、滤水管降水纠偏法	(15)
(七)、沉井降水纠偏法	(17)
(八)、水平加固纠偏法	(19)
(九)、加载纠偏法	(23)
(十)、基础加压纠偏法	(25)
(十一)、基础减压加强刚度法	(27)
(十二)、抬墙梁纠偏法	(28)
(十三)、压入桩纠偏法	(29)
(十四)、锚杆静压桩纠偏法	(30)
(十五)、双灰桩纠偏加固法	(35)
(十六)、顶升纠偏法	(38)
(十七)、锚杆静压杆加压纠仿法	(40)
(十八)、浸水加载纠偏法	(40)
(十九)、预留砂垫层纠偏法	(41)
(二十)、预留顶升孔纠偏法	(41)
五、结束语	(42)

随着经济不断发展,我国已建成的各种大量建筑物中由于种种原因,有些已发生倾斜开裂损坏,鉴于我国的经济条件,对倾斜的建筑物都拆除重建是不现实的,为了延长这些建筑物的使用寿命,对其进行纠偏加固是十分必要的。本文将阐述国内外最新发展的各类纠偏技术。

一、纠偏工程的重要性及其合理程序

纠偏是一种技术难度较大、责任性较强的特殊施工方法。它可能危及生命和财产,所以参加这方面工作的人员要有丰富实践经验,应是具有丰富的勘察、设计和科研方面一体化的专业队伍来承担这一任务,这样才能保证工程顺利进行。

纠偏工程应遵循程序:(如表1)

二、建筑物产生倾斜原因的分析

倾斜主要原因可分类如下:

1、地基浸水引起的不均匀沉降;

其中包括: A、地面积水渗漏地下; B、局部上层滞水引起地基的不均匀下沉;

C、管道漏水引起地基的浸水湿陷。

2、勘探资料不准,或地基土层厚薄不均匀;

3、地震液化造成不均匀坍陷;

4、由于施工质量差,造成局部基础被损而使建筑物倾斜;

5、墙体布置不当造成建筑物荷载偏心而引起的倾斜;

6、土坡滑移而引起地基破坏,造成建筑物倾斜或开裂;

7、地基承载力不足,造成地基剪切破坏;

8、水平外力引起的建筑物倾斜;

9、地基土冻胀(不同土质冻胀系数不同)引起的倾斜。

10、膨胀土的厚薄不均(由于吸水膨胀及失水收缩)而引起的倾斜;

11、相邻建筑物的影响而引起的倾斜;

12、地下工程开挖(地下铁道)引起地面沉降,建筑物发生倾斜;

13、地基中有古墓穴、土洞、人防工程等引起地面坍陷;

14、室内地面大面积不均匀堆载造成建筑物倾斜;

15、室外靠近建筑物墙体大量长期堆载,造成建筑物的倾斜下沉等。

认真的对既有建筑物进行勘测,准确的分析发生倾斜种种原因,是纠偏工程首先要进行同时也是最重要的一环,当明确了倾斜原因,并对房屋纠偏扶正和加固处理的必要性和合理方案进行充分研究,才能有效的进行建筑物的纠偏工作。

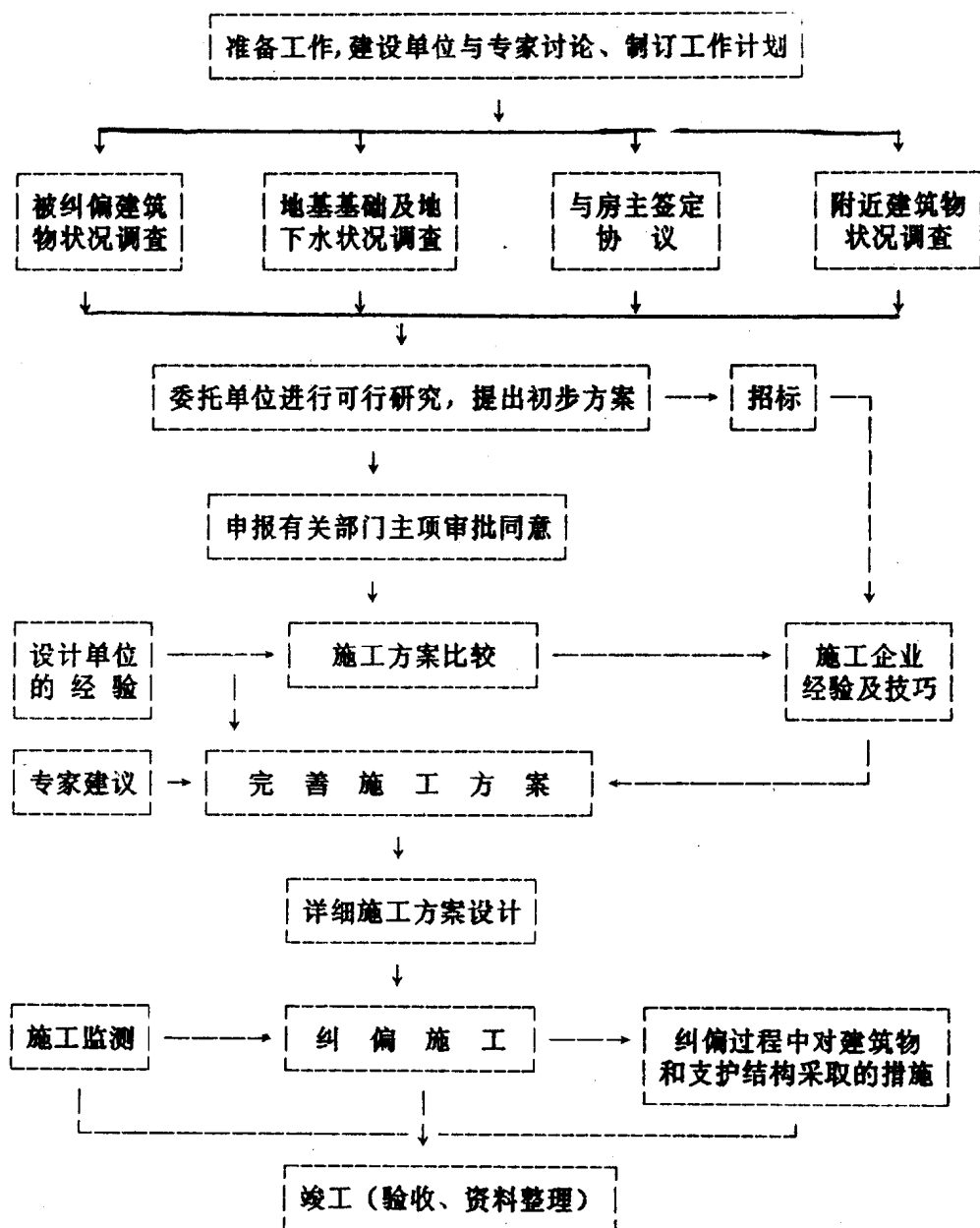


表 1

三、纠偏方法分类

(一)、从地基处理入手,进行建筑物纠偏加固。这类方法包括:

1、地基注浆膨胀纠偏法; 2、浸水纠偏法; 3、降水纠偏法; 包括: A、滤水井降水法、B、沉井降水法; 4、沉井深层冲水排土(砂)法; 5、掏土纠偏法; 6、解除地基应力纠偏法等;

(二)、从基础加固入手对建筑物进行纠偏的方法,包括:

1、加载纠偏法; 2、抬墙梁纠偏法; 3、基础减压加强刚度法; 4、基础加压纠偏法; 5、锚杆静压桩纠偏法; 6、压入桩纠偏法等;

(三)、顶升纠偏法, 包括: A、从基础下加千斤顶顶升纠偏法; B、地面上切断柱体进行顶升纠偏法;

(四)、综合纠偏法; 用一种或几种纠偏方法进行纠偏, 在实际工程中, 根据实际情况可灵活的将各种方法组合, 取各法之长进行纠偏工程;

例如: 采取顶桩排土纠偏法; 浸水加压纠偏法; 静压杆加压纠偏法; 双灰桩浸水纠偏法等等都是行之有效的综合方法。

(五)、预留纠偏法。

对于新建工程, 考虑到在使用过程中可能发生倾斜在新建施工时, 就预留以后的纠偏条件, 如:

1、抽砂法

例如在建筑物基底预先做一砂垫层, 并预留抽砂孔, 当建筑物发生倾斜时, 可在沉降较小一侧进行抽砂纠偏。

2、预留千斤顶顶升孔法

在建筑物基础顶部适当位置预留安装千斤顶的凹槽, 以便今后有可能安装千斤顶来支承建筑物, 从而调整不均匀沉降。

四、纠偏新技术的二十种方法

(一)、地基注浆膨胀纠偏法;

原理: 这是通过注浆法使建筑物加固, 并把倾斜一侧顶升起来的方法。如: 在软土地层中根据设计布置若干注浆孔管, 并有计划地注入规定的化学浆液在地基中迅速发生化学反应而膨胀, 并根据需要再注入水泥浆液等。对土进行加固挤压密实抬高地基, 从而达到纠偏目的。

化学注浆膨胀纠偏技术具有不开挖土方、对周围环境影响不大的特点, 是一种合理而有效的方法。如西德专家最近发明了一种塑胶, 注入地基后, 可迅速发生化学反应而膨胀, 使地表抬起, 这种方法的发展将会给纠偏技术带来新的突破。

实例①: 罗马尼亚雅西国家剧院(1883-1896)为建筑名胜, 但多次发生了引起结构严重破坏的不均匀沉降。经勘察建筑物座落在大面积湿陷性黄土上, 可能是由于地下水位升高, 排水系统不良造成建筑物的不均匀沉降, 且因建筑物地基轮廓形状很复杂, 基础也深度不同。

经研究采用电硅化灌入硅酸钠法灌入从地表面或从剧院地下室地面，用电渗硅化法交替的用阳极和阴极向土中注入硅酸钠，大约 6000 个注射器对深度为 2-4m 的基土（2000m）进行硅化固结，注射速度 1-1.5 升/分，硅酸钠浓度为 1.15。使地基加固，控制了下沉对建筑物进行了纠偏。六年来剧院大楼情况良好。如图 1-1。

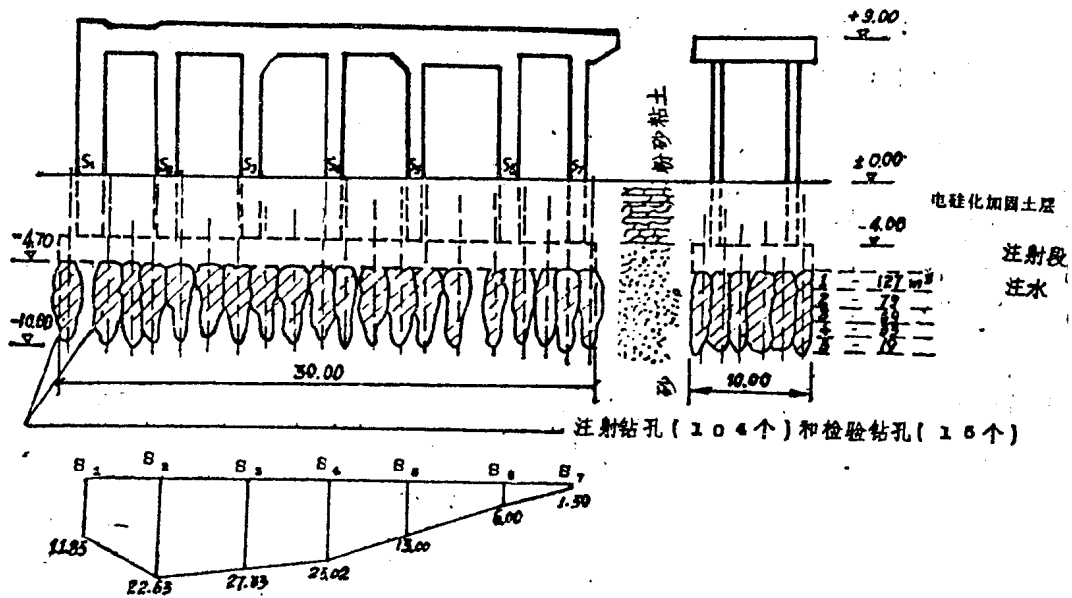


图 1-1 硅化固结后基础沉降情况

实例②：利用高压喷射注浆法纠偏加固

鞍钢果子园尾矿 2 号溢水塔，塔高 40m 外径 3m，1984 年测试鉴定，发现塔基有三分之一部分座落在强风化的基岩口，其余部分则座落在淤泥质亚粘土上，由于结构自重及其它荷载很大而使塔身倾斜，为了使其不再破坏，采用旋喷壁控制水平位移（如图 1-2），塔身已不再倾斜。

这种注浆法，不需在基础周围预先进行任向挖孔，而只需在地表打一些钻孔，此法使用机械较为轻便，可在有限施工场地内施工。

缺点是静压注浆时，有时会引起建筑物的不均匀升降，理论设计和实际需要浆量经常不符，化学浆液对地下水的污染，及使用高压喷射注浆的工程造价偏高等。

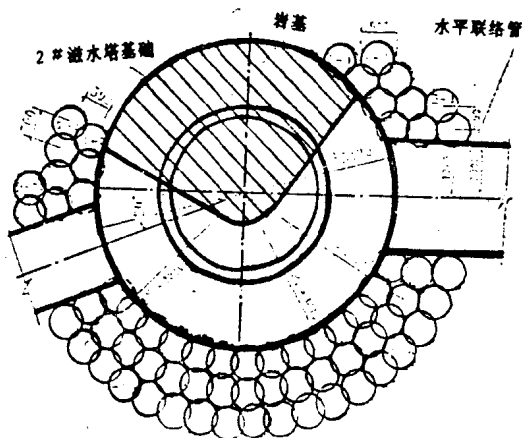


图 1-2 塔基旋喷加固布孔平面图

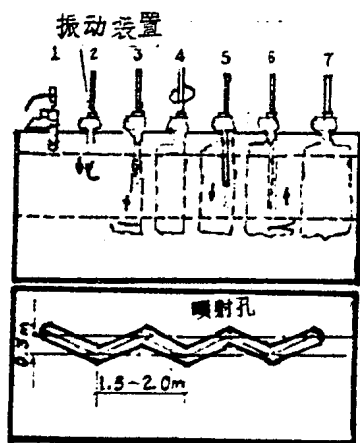


图 1-3 高压定向喷射程序

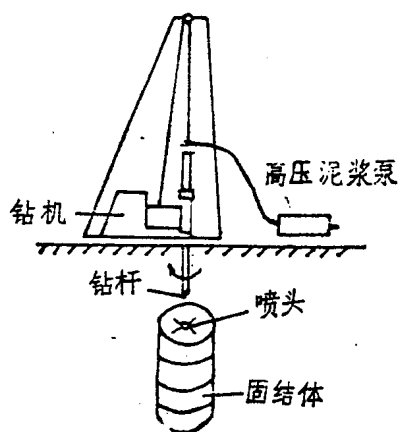


图 1-4 单管旋喷

(二)、沉井深层冲水排土(砂)纠偏法;

原理: 在沉降较小的建筑物一侧设置若干个沉井, 通过沉井壁的预留孔, 在某一个恰当的深度处, 用高压水枪深入房屋基础下进行冲泥, 被冲烂的泥浆随水流通过沉井排出, 实际上泥流排出的过程就是房屋基础纠偏扶正的过程。

实例:

余桃市花园新村第 30 幢住宅, 四层高度为 12.5m, 底面积 212m, 原设计为满堂钢筋混凝土基础, 中间和四边有田字形带形地梁, 中心高度 0.35m 工程竣工后, 测量一次, 发现有很大沉降, 并且后轴线沉降略大于前轴, 到纠偏前再测, 证明建筑物西墙南北高差又有增长, 墙向后倾斜。

倾斜原因是此住宅位于余桃江与最良江之间的冲积平原上, 地表耕植土 1.5m 以下是深 5.7m 的流塑状淤泥层, 含水量 50% 以上, 地耐力为 60kPa 压缩性大, 直至深度在 8m 以下才出现地耐力为 120kPa 的粘土层。且有残存松木桩基自西向东深埋淤泥层内, 造成建筑物严重的不均匀沉降。

施工步骤:

B、在沉降量大的一方离外墙 4m 处设置直径 2m 的沉井 4 只 (如下图), 沉井深度为 4.5m 以下, 除原有西山墙观测点外, 在前沿纵横交错的外墙而上增设个观测点, 后墙也要设观测点, 以防意外。

D、每天必须进行观测，严格控制沉降速率在 5mm/天内（可用冲孔个数和冲孔深度来调节）。

F、在沉井附近设置淤泥淀清池一处，把沉井内淤泥抽入池内淀清后，清水放入地下水道。

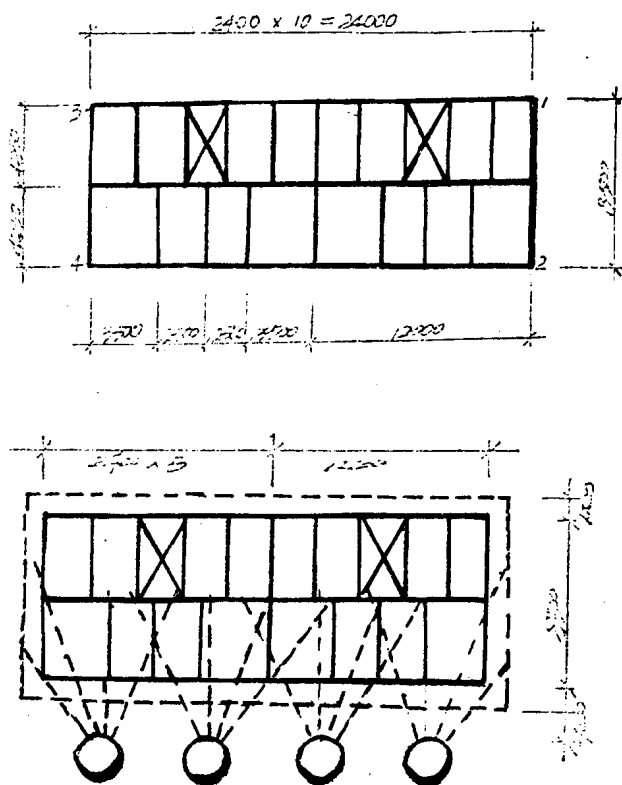


图 2-1 30[#]住宅楼沉井冲水平面示意

效果：经实际冲孔 40 天，建筑物回到了规定的垂直度，倾斜度小于 2%，排水系统完好无损，附近建筑物也未受影响，纠偏成功。

方法的评价

(1) 此法适用于天然地基土上房屋的扶正，也适用于砂垫层基础纠偏，如武汉市万松园小区住宅纠偏就是在砂垫层中冲水排砂进行的。

(2) 施工工具简便，用材量少，品种少。

(3) 施工操作难度小，易于掌握。

(4) 在分析实测情况下，并保证结构未破坏过，可适当加速施工。

(5) 此方法能平稳调节建筑物倾斜及不搬迁住户，节约费用。

(三)、掏土纠偏法；

原理：掏土纠偏法即在建筑物沉降少的一侧基础下掏土，减少基础底面土的承压面积，增大基底应力，使地基土达到塑性变形，导致建筑物缓慢而均匀的沉降。

分类：

此法共分三类：抽砂法、浅层钻孔取土法，穿孔取土法，现分述如下：

(1) 抽砂法，施工步骤。

A、在建筑物沉降量小的部份，按平面交叉布置，每隔一定距离（约 1m），设置取孔一个，取砂孔由斜放的 $\phi 200$ 瓦管做成，如图 3-1。

B、由铁管在孔中分段取砂，每阶段沉降为 2cm。

C、为强迫基础下沉，可在取砂孔中注水，使孔内的砂体下陷。

适用范围：当基础底下有砂垫层，而且建筑物整体刚度好，可用此法。

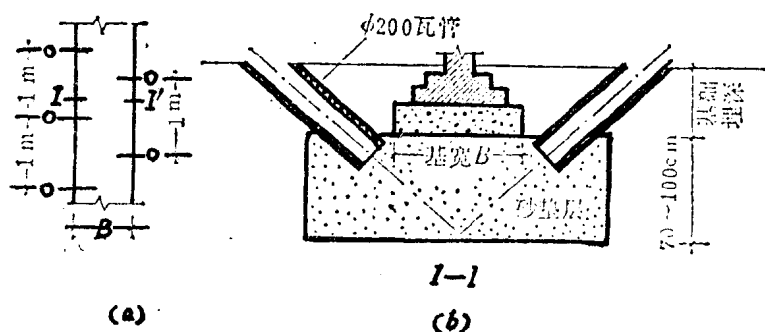


图 3-1 抽砂纠倾法抽砂孔平面布置与剖面图

(a) 平面布置；

(b) 剖面

(2) 浅层钻孔取土纠偏法

原理：利用软土侧向变形挤出的特点进行纠偏。

实例：

上海钢铁厂开坯车间的露天跨东端三个柱基，跨内原堆放钢坯，柱基已有不同程度的倾斜，同时场地也有了较大程度的压密。

地质情况：基础埋深为-2.1m，基底下均有 1m 厚黄褐色粘土，其下都是淤泥质

粘性土，地下水位在-1.2m的深度，基础底面尺寸为4.3×2.8m。

纠偏方法：采用浅层钻孔取土法纠偏。

施工步骤：

A、钻孔前先在桩基上均匀逐级加 50kPa 荷载，以利于钻孔后土从侧向挤出。

B、为确定不同钻孔深度对倾斜调整的效果，三个钻孔深度取为 1.4m、1.0m、0.7m。

C、钻孔布置在基础外侧四周离边缘 30cm 处，钻孔中心距为 10cm 左右。

D、在基底设内径76mm，长约1m的套管，以防钻孔产生的挤塌以及便于钻孔操作。

E、采用手摇麻花钻及手摇螺旋钻由基础两侧向两边邻侧钻孔，并在孔中掏土。

F、用仪器对纠偏下沉情况进行监测。

G、同时在桩基上逐级加载，以加速纠偏过程。

效果：在钻孔穿过黄褐色粘土而达软弱淤泥层时效果较好，且由于加载，纠偏更为显著，钻孔停止后，变形较快达到稳定，内外侧回弹值几乎相等。

适用范围：软粘土或较好的地基土。

(3) 穿孔取土纠偏法

原理：对于含有瓦砾的人工杂填土（房渣土）的地基土，经较长时间压密后，固结程度大有改善，必须适量地削弱原有支承面积，急剧增加其所受的附加应力，促使局部区域产生塑性变形。地基穿孔纠偏就是在基底下穿孔水平掏土和冲水打孔的施工措施，对建筑物进行纠偏。

实例：

杭州市浙江省对外贸易局进出口公司一幢四层住宅，施工后发现差异沉降，如图 3-2。

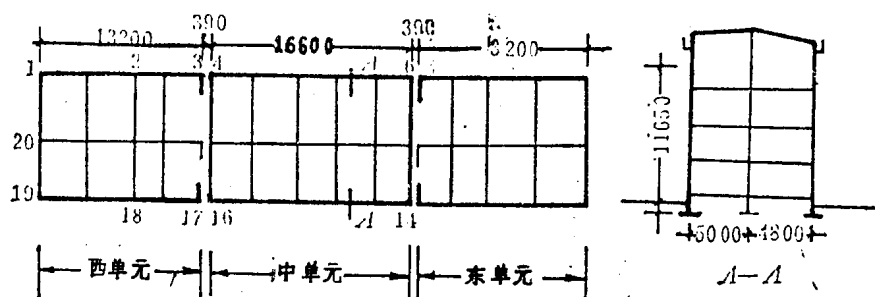


图 3-2 浙江省对外贸易局进出口公司建筑平面、剖面及观测点示意图。

地质情况：基底持力层为人工土，主要是砖瓦砾灰渣垃圾等杂物组成，含砖头碎块 10-20%，湿~很湿，中密或稍密，为泥炭土性质，含大量腐植质，极松软，不均匀。经研究采用穿孔取土纠偏法。

图 3-2 浙江省对外贸易局进出口公司建筑平面、剖面及观测点示意图。

施工步骤:

A、清理场地, 创造穿孔条件, 标出穿孔位置, 安装观测点。

B、备好堵洞的石渣材料堆放位置如图 3-3

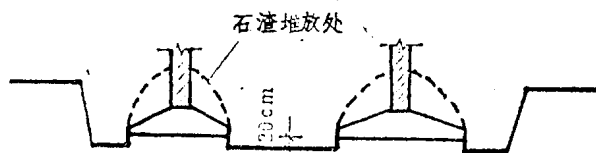


图 3-3 基底挖土剖面示意图

C、安装报警电铃以防有突变

D、备齐穿孔工具

E、穿孔操作为每二人一组合打一孔如图 3-4, 先穿通约 $20 \times 20\text{cm}$ 的洞孔再扩到 $40 \times 25\text{cm}$, 孔距 50cm 。

F、穿孔次序根据建筑物具体情况而定, 先内墙后外墙。

G、为了提高穿孔工效, 可进行冲水扩孔。

H、经严格沉降观测后, 对基本已满足扩孔要求的孔洞均填以石渣。

方法评价:

适用于含瓦砾的人工杂填土地基。

采用此法纠偏, 效果很好, 施工简便, 费用低, 但施工时需注意控制纠偏速率。

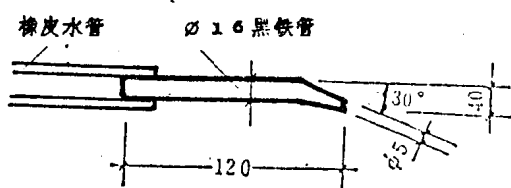


图 3-4 射水头

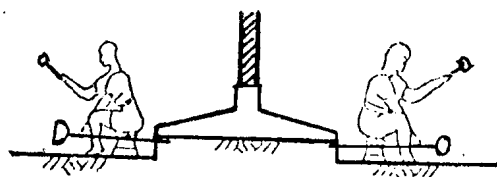


图 3-5 穿孔操作示意图

(四)、解除地基应力纠偏法 (深层竖向掏土纠偏法)

原理: 在倾斜建筑物沉降较小的一侧加设密集的大直径钻孔排, 有计划、有次序、分期分批地在适当钻孔内适当深度处掏出适当的软淤泥, 促使软土向该侧移动, 使地基应力在局部范围内得到解除 (或释放), 从而增大该侧地基沉降量。相反, 与此同时在原沉降较大一侧则严格保证基土不受扰动, 避免纠偏施工中产生附加沉降, 最终达到纠偏预期目的。

此法与其他掏土法的区别在于一般掏土法纠偏可分为两类型“硬纠偏”和“软纠偏”，“硬纠偏”法包括：基底水平掏土，沉井集中掏土，基底掏砂等。这类方法缺点在于变形过于集中，底基受力不均匀，此外劳动条件差，对环境的影响大，要么久久纠不过来，有时又来得太突然。另外一种“软纠偏法”，例如密集小孔水冲法掏土，沉井底部搅成泥浆再抽浆，这些方法的缺点在于“拒纠偏”现象经常发生。

地基应力解除法表面上似乎看来是属于软纠偏掏土法，但本质上有许多特点，其中有四点主要的：a、掏深的，不掏浅的；b、掏软的，不掏硬的；c、能产生应力解除的掏土才单一使用此法，反之必须辅之以多种辅助应力解除措施；d、将掏土任务分散到尽可能大的工作面上完成，而不是集中掏土。

由于这四个特点，决定了此法能严格保护基底下的土不受扰动，而且能保护基底下一定厚度的砂垫层好土，使它们构成调整底面压力的保护层，因而“平稳”是此法的第一大特点。

除了钻孔和孔内计划掏土外，地基应力解除法中还包括多种促使应力解除的措施，使纠偏进行顺利，所以“有效”是其第二大特点。

再者，由于机理明确，易于控制，工程监测指导“情报施工”，所以“准确”是其第三大特点。

优缺点：

优点：(1) 可防止侧地基受扰动而产生附加沉降。

(2) 使原沉降量小的一侧变形分散到很大范围内均匀产生，以避免局部破坏。

(3) 密集钻孔排列布置可根据需要和监测成果灵活布置，以防纠偏过量。

(4) 整个过程温和平缓，后遗症小。

(5) 基底应力分布不产生陡变，使基底面基本保持在一个平面上，使上部结构避免损害。

(6) 对环境的影响不大。

(7) 工期短，效率低，费用低。

缺点：(1) 事先定量计算仍不能十分精确，需依赖“情报施工”进行调整。

(2) “自然纠偏量”不易估准（纠偏后的后期固结量）。

(3) 由于采用“情报施工”法，担心矫枉过正，而监测频繁使成本提高，且需要许多精密仪器。

(4) 适用范围：基底下有浅埋而厚度的较大的淤泥层或报深处有淤泥层，以及呈尖灭状分布的软淤泥层的建筑物地基才适用。

实例：

武汉取水楼住宅四个工点的14栋倾斜楼纠偏。

基础多为整体式筏式基础，平面形状有点式、长条式、错接式等。倾斜率为7%—20%，倾斜方向较复杂，有横向、纵向、斜向且伴随有扭曲、挠曲和翘曲等。

倾斜原因：武汉地区第四系全新世河流冲积相和湖相沉积，通常具有成层性，并且还频繁出现暗埋的沟、塘、浜、谷。因此极软弱淤泥往往呈厚薄不均匀的夹层，透镜体和尖灭体等形式，而且软弱土层内极易出现塑性破坏区，局部土体呈流动状态，

它构成地基土的不均匀的主要因素。

进行地应力解除纠偏后二月，降差速率已衰减为 0.3mm/d ，从未发生过“矫枉过正”现象，一般一栋楼房纠偏施工历时一个半月到二~三个月，纠偏目标为倾斜率不大于 3%，限沉目标为月沉降平均速率 $<0.15\text{mm/d}$ 。

效果：在施工过程中克服了各种影响效果的困难，被纠偏楼的建筑物全部达到预期要求。

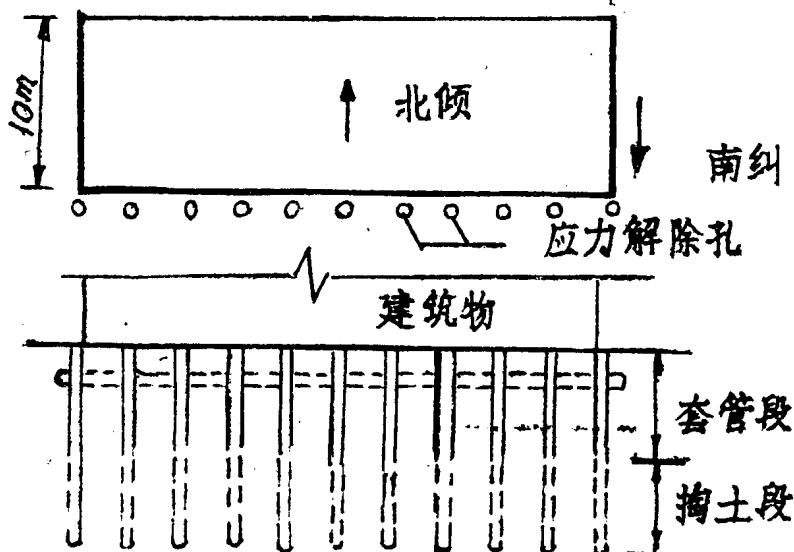


图 4-1 应力解除孔布置示意图

(五)、浸水纠偏法：

原理：建于湿陷性黄土地基上的建筑物，由地面或管道渗水，漏水而造成的局部浸水，使基础产生了不均匀沉降，当倾斜超过容许值时，一般应对建筑物进行浸水纠偏，此法是利用湿陷性黄土遇水湿陷的特性对建筑物进行纠偏。

施工步骤：

A、根据主要受力层范围内土的含水量及饱和度预估所需浸水量。一般应进行浸水试验，了解土的渗透系数，湿水范围，浸水量等。

B、确定注水孔的位置及数量。

C、分阶段通过注水孔，注水槽将水注入地基，注水孔一般可用洛阳铲成孔，孔径 10~30cm，深度达基底以下 0.5~1.0m 视情况用卵石（或不用）填至基础底部再插入注水管，注水孔间距可取 0.5~1.0m，一般沿基础周围布置一排，有时可达 2~3 排。注水槽用于刚度较大的建筑物整体倾斜矫正，可沿基础两侧对称布置。

D、施工中应采取安全措施以防矫枉过正，对于高耸构筑物，可在构筑物顶部三分之二高度处设置 3~6 根缆绳，与地面或 $25^\circ - 30^\circ$ 角，根据矫正速率逐渐将倾斜

一侧缆绳放松，另一侧收紧。

E、纠偏过程中用仪器或用自顶部向下的垂球进行监测，以控制纠偏速率。

F、逐日测定注水量，配合纠偏结果随时调整各孔注水量，以求得基底均衡地恢复水平位置。

实例 1：青海某地 500KN 水塔如图 5-1、5-2。

该水塔地基为Ⅲ级非自重湿陷性黄土，由于给水管诞漏水，地基产生湿陷。事故发生后，基底以下 1.5m 处的含水量东南面为 18%，西北面为 10.8%，使水塔倾斜 26.2cm。

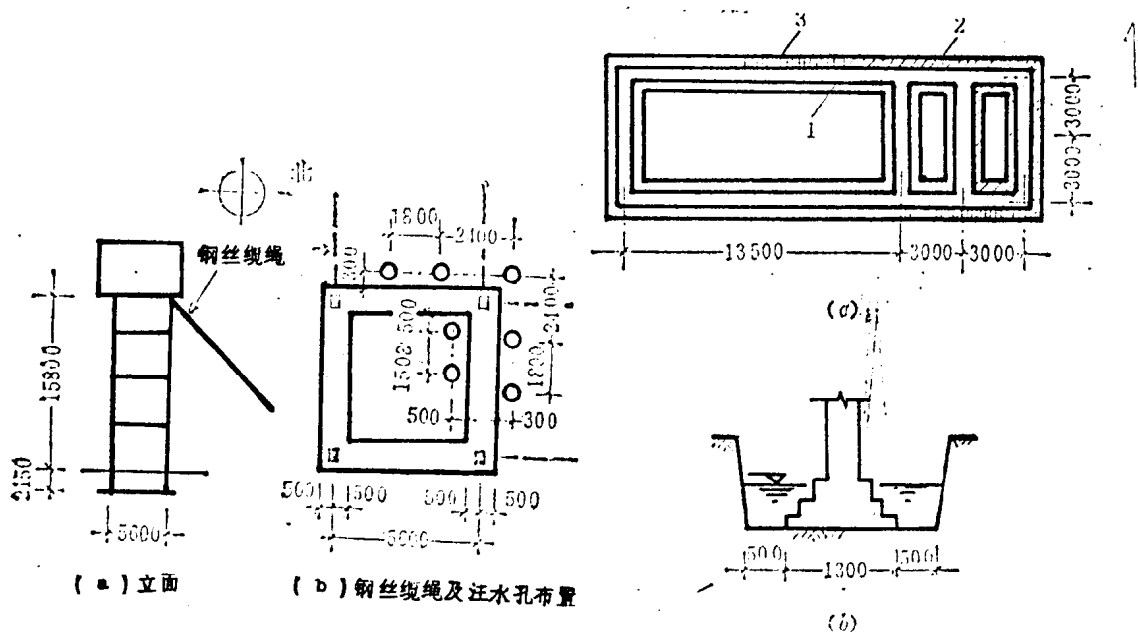


图 5-1 水塔构造及钢丝绳绳和注水孔平面布置图

图 5-2 试验矫正注水塔平面及剖面示意图

(a) 平面 (b) 剖面
1—注水槽；2—未浸水区；3—浸水区

经研究采用浸水法纠偏。

在西北面布置 7 个注水孔，孔径为 10~15cm，孔深为 0.5~1.0m，另设四根钢丝绳作为安全措施。

由于地基含水量小，湿陷性大，通常调节注水孔水量，控制纠偏速率和方向，使水塔经处理后使用正常。

实例 2：

某 13 号楼于 1987 年 11 月竣工，使用后由于下水道渗漏，使两单元发生显著不均匀沉降及墙体开裂，经一年多的观测，西单元山墙北侧最大倾斜约 28cm；东单元山墙向北侧最大倾斜约 9cm。

1、倾斜原因：

建筑物持力层范围内地基主要为湿陷性较强的黄土质轻亚粘土，在建筑物西单元