

建筑工程质量病害 分析及处理

王寿华 黄荣源 穆金虎 编著

中国建筑工业出版社

建筑工程质量病害 分析及处理

王寿华 黄荣源 穆金虎 编著

中国建筑工业出版社

本书主要叙述建筑工程中的质量病害问题。全书按地基与基础、砖石结构、钢筋混凝土结构、木结构、构筑物等五章，介绍了与结构强度和稳定性有关的质量病害。分析了各种质量病害发生的原因，提出了预防措施，并较详细地介绍了各种处理方法，包括处理用的机具、材料、施工工艺以及必要的计算公式等。同时，还给出工程实例，以供参考。

本书可供施工技术人员和工人使用，也可供大专院校土建专业师生参考。

* * *

责任编辑 林婉华

建筑工程质量病害分析及处理

王寿华 黄荣源 穆金虎 编著

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市平谷县大华山印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：12 $\frac{1}{4}$ 字数：275 千字

1986年12月第一版 1986年12月第一次印刷

印数：1—42,200册 定价：2.15元

统一书号：15040·5085

前 言

在建筑工程中，由于勘察、设计、施工、使用等方面存在某些缺点和错误，以及自然灾害的原因，使工程出现了降低结构强度、刚度和稳定性、损害建筑物外形美观及影响使用功能等方面的问题，我们把它统称为工程质量症害。

使用“工程质量症害”一词，是为了区别于通常所说的“工程质量通病”和“工程质量事故”。一般地说，“工程质量通病”是指那些经常出现的，主要是由于施工中的不良习惯引起的，带有普遍性，且往往不容易引起重视的质量问题；“工程质量事故”指的是在施工过程中，工程质量不符合设计图纸或技术标准的要求，必须立即进行返工处理的问题；而“工程质量症害”则是泛指发生在工程上，且影响使用功能的一切质量问题，它不但包括了工程质量通病和工程质量事故，而且还包括了未被发现的工程质量隐患；由于设计的不合理或错误，而影响使用和安全的问题；以及由于自然灾害或使用不当等原因对工程造成的损害等。

建国以来，由于贯彻“百年大计，质量第一”的方针，我国建筑工程的质量总的来说是逐年有所提高。但是，必须看到，当前建筑工程的质量仍然存在很多问题，其中有的性质是十分严重的，如基础下沉、柱子倾斜、屋顶塌落、墙身开裂、强度不够、屋面漏雨等质量事故时有发生；同时，也不同程度地存在着结构整体性不好、承荷能力差、抗震能力不好等质量隐患。这些问题，不仅影响建筑工程的使用，严

目 录

第一章 地基与基础	1
第一节 湿陷性黄土地基被水浸湿下沉	1
第二节 膨胀土地基干、湿变形	30
第三节 软土地基过大沉降或不均匀下沉	40
第四节 杂填土层地基下沉	61
第五节 基础局部塌陷	67
第六节 基础偏小、强度过低或刚度不足	73
第七节 钢筋混凝土柱基差异沉降	85
第八节 设备基础沉降	89
第二章 砖石结构	93
第一节 砖砌体裂缝	93
第二节 砖砌体承载能力不够	135
第三节 砖砌体酥松脱皮	169
第四节 毛石砌体的强度及整体性不够	174
第三章 钢筋混凝土结构	181
第一节 钢筋混凝土构件的一般裂缝	181
第二节 钢筋混凝土板的裂缝	199
第三节 梁的裂缝	216
第四节 钢筋混凝土柱的强度不够	262
第五节 柱子裂缝、纵向刚度及牛腿强度不够	275
第六节 钢筋混凝土组合屋架失稳	285

第四章 木结构	295
第一节 屋架木杆件承载能力不够	295
第二节 屋架上、下弦接头处及其木夹板裂缝	309
第三节 屋架端节点受剪面强度不够	320
第四节 受弯木构件挠度偏大	331
第五节 木构件有斜纹、木节、腐朽或虫蛀	338
第五章 构筑物	348
第一节 水塔或烟囱倾斜	348
第二节 水塔筒身开裂	371
第三节 砖烟囱开裂	376
附录 本书采用的法定计量单位与习用非法定计量单位 的换算关系表	382
参考文献	384

第一章 地基与基础

第一节 湿陷性黄土地基被水浸湿下沉

一、病害情况及原因分析

黄土状土和黄土在我国特别发育，地层全、厚度大，从东向西分布在黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山东、河北、河南、山西、陕西、甘肃、宁夏、青海和新疆等地，总面积约达 $63.5 \text{万}(\text{km})^2$ 。这种土在天然含水量时往往具有较高的强度和较小的压缩性，但遇水浸湿后，水分子楔入土颗粒之间，破坏联结薄膜，并逐渐溶解盐类，同时水膜变厚，土的抗剪强度迅速降低，在土自重压力或土自重压力和附加压力的作用下，结构逐渐破坏，颗粒向大孔中滑动，骨架挤紧，从而发生湿陷现象。

按《湿陷性黄土地区建筑规范》的规定，湿陷性黄土受水浸湿后，在土自重压力下发生的湿陷，称为自重湿陷性黄土；受水浸湿后在土自重压力下不发生湿陷的，称为非自重湿陷性黄土。湿陷性黄土地基的湿陷程度，是根据土层被水浸湿后可能发生的湿陷量的总和来衡量，并按照湿陷量的大小分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级，湿陷量越大，湿陷等级越高，地基浸水后建筑物和地面的变形越严重，对建筑物的危害也越大。

建造在湿陷性黄土地基上的建筑物，如果事先未对地基进行有效的处理，在施工中或建成后使用过程中因地基被水

浸湿而导致建筑物的沉陷。其常见的症害情况和原因分析如下：

(1) 上、下水道距建筑物过近，当管道发生跑水或渗漏时，水浸湿地基而沉陷。如某锻造厂的三号单身宿舍及其附近的浴室，由于上水管道漏水，长期未进行处理，造成地基的湿陷事故，在窗间墙及墙角等部位出现了严重的裂缝，如图1-1 a、b。

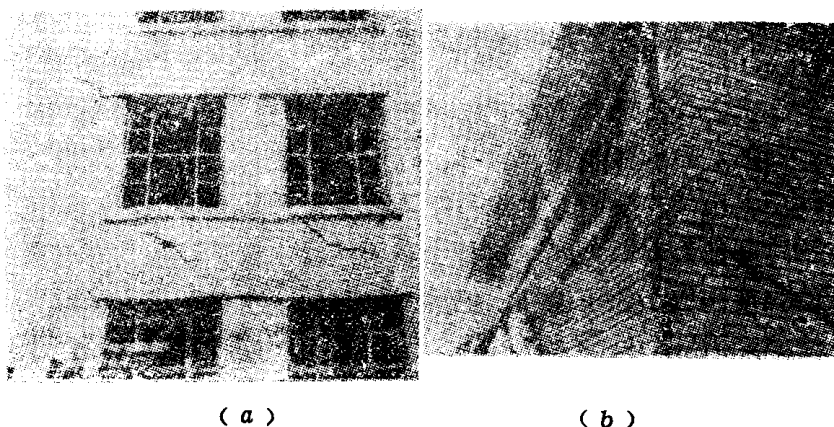


图 1-1 某锻造厂宿舍及浴室墙面裂缝

(2) 地沟过浅，封闭不好，雨水由地面流入暖气沟内，或是沟内管道跑水，使水由暖气沟进口处流入室内沟槽，再顺缝隙渗入地基，造成建筑物下沉。如太原某修造厂的综合车间，建于Ⅱ级自重湿陷性黄土地基上，由于室外排水不好，雨水流入暖气沟，并顺沟灌入地基，引起该建筑局部下沉，一面墙身严重下沉、倾斜。如图1-2。

(3) 屋面排水系统处理不当，雨水流入基础。如山西某厂一座新建的车间，采用了内排水的做法，土建施工完毕，未及时做好排水系统，突降暴雨，雨水由天沟经室内排

水管流入地下，造成柱基下沉，最严重者下沉54cm。



图 1-2 某厂车间一面墙身严重下沉、倾斜

(4) 散水过窄或散水下沉。如果室外排水不畅，地面水就容易由墙根或散水边浸入基础，导致建筑物下沉。如山西某厂食堂，由于基础四周用冻土块回填，又未分层夯实，就浇灌了散水混凝土，以后随着气温的升高，回填冻土消融，填土下沉，混凝土散水就出现塌陷、开裂，雨水顺裂缝浸入地基，造成房屋沉陷。

(5) 由于附近新建水库、排洪沟等原因，造成地下水位上升，使建筑物地基发生湿陷。如陕西某锻造厂成品库，地面排水条件良好，建筑物内外均无上、下水源。但由于地下水位上升，使地基的含水量大大提高，引起了建筑物的严重湿陷。如图1-3 a、b、c。

(6) 洪水浸淹。多见于山区建筑，由于山洪暴发，浸淹建筑物引起湿陷。如青海省地质局湟源水文地质站，没有规划防洪设施，山洪浸淹了10栋建筑物，造成严重湿陷。



(a)



(b)



(c)

图 1-3 某锻造厂成品库湿陷裂缝

二、预防和处理方法

(一) 症害预防

对于建造在湿陷性黄土地基上的建筑物，为防止建成后出现基础下沉、墙身开裂等质量症害，影响安全和使用，应由设计、施工、使用等方面采取预防措施。

1. 设计方面的措施

(1) 根据建筑物类别、等级、重要程度、沉降限制、土的湿陷类型和等级等规定，采用强夯法、灰土挤密桩、重锤表夯法、预浸水法、土或灰土垫层等方法，部分或全部消除建筑物地基的湿陷性；

(2) 对于部分消除湿陷性的建筑物，在设计上必须有防水措施。如做好总体的平面和竖向设计，保证整个场地排水通畅，并做好防洪设施；保证水池类构筑物或管道与建筑物的间距，符合防护距离的规定；确保管网和水池类构筑物的工程质量，防止漏水；对于屋面和房屋内地面，应有排除雨水和防水的措施；

(3) 对部分消除湿陷性的地基，在建筑结构上必须采取相应的结构措施，使建筑物能尽量减少因地基局部浸水所引起的差异沉降，并能适应这种差异沉降，而不致遭到严重破坏，继续保持其整体稳定性和正常使用。常见的措施有：选择适应不均匀沉降的结构类型，如铰接排架、钢筋混凝土框架结构、筏形基础等；加强建筑物的整体刚度，如控制多层砖石承重房屋的长高比、增设横墙、设置沉降缝、设置钢筋混凝土圈梁等；局部加强构件和砌体强度，如在窗台下墙身内设置砖配筋带、纵横墙交接处用钢筋拉接，120cm以上的门窗洞口采用钢筋混凝土过梁等；预留适当的沉降净空，

如管道穿墙时，管顶与墙洞上皮留20~40cm的空隙等。

2. 施工方面的措施

(1) 坚持正确、正常的施工程序：即先安排场地平整和做好防洪、排水设施，再安排主要建筑的施工。在单体建筑物施工中，应先做地下工程，后做地上工程；对体形复杂的建筑，应先建深、重、高的部分，后建浅、轻、低的部分；管道施工中应先做好排水管道，并先完成下游的管道；

(2) 临时性的防洪、排水沟，贮水构筑物，尤其是淋灰池等与永久性建筑物的距离：在非自重湿陷性黄土场地不宜小于12m；在自重湿陷性黄土场地不宜小于20m；搅拌站至建筑物的距离不宜小于10m，并应做好排水设施，必要时应采取防止渗漏的措施；

(3) 地基处理、基槽（坑）开挖以及地下管道，应尽量避免在雨季施工，必要时应采取措旆，防止地面水流入基槽（坑）；

(4) 对于暂时不进行地基处理或基础施工的基槽（坑），宜在基底标高以上保留20~50cm厚的土层，留待施工时挖除；

(5) 基础施工完后，应立即进行清理，并用素土分层回填夯实，夯实后土的干容重不得小于 1.5t/m^3 ^①，确保夯填质量。有条件时，首先做好散水和室内地坪，然后再进行上部工程施工；

(6) 屋面施工前要先做好附近的排水系统，屋面施工后，应立即做好天沟、水落管等，以便将雨水引到排水系统中。

① 容重即单位体积的重量，这里所指的重量，其含义为质量。所以物体的容重也就是物体的密度，即单位体积的重量。单位用 kg/m^3 、 t/m^3 或 kg/cm^3 （以下同）。

3. 维护管理方面的措施

(1) 给水、排水和热力管网系统，应经常保持畅通，遇有漏水或故障，应立即断绝水（汽）源，故障排除后方可使用。对检漏设施必须定期检查，一般每半月检查一次，发现问题，及时修复；

(2) 对于防护范围以内的防水地面、散水、排水沟等，应经常检查，发现问题应及时修好。建筑场地应经常保持原设计的排水坡度，发现积水地段应及时填平。在建筑物周围 6 m 以内，应保持排水畅通，不得堆放阻碍排水的物品和垃圾；

(3) 当发现建筑物突然下沉，墙、柱或地面裂缝时，应立即检查附近水管、水池等有无漏水情况，如有漏水，应迅速断绝水源，测定地基土的含水量，采用贴石膏的办法观察裂缝发展和变化情况，做好沉降观测记录，进行综合分析，研究处理措施。

(二) 处理原则

处理湿陷性黄土地基建筑物沉降，应遵守以下原则：

(1) 首先必须弄清楚湿陷的原因，是上下水道跑水渗漏，还是暖气沟内灌水；是地面水由散水等处浸入基础，还是地下水位上升；只有找到引起湿陷的原因，才能有针对性的进行处理。

(2) 当建筑物发现过大沉降后，如系管道漏水引起的湿陷，就要及时断绝水源，使地基不继续浸水；如系地面水由暖气沟或散水等处浸入地基，则必须先将这些部位处理好，防止水继续浸入基础。

(3) 要对建筑物的沉降和裂缝进行观测，以了解湿陷变形的发展情况，经过一段时间的观察，如果建筑物沉降变

形已接近稳定或基本稳定，且情况又不严重，只要做好地面排水，防止地面水下渗，并对建筑物受损部位进行一些必要的修补加固即可。

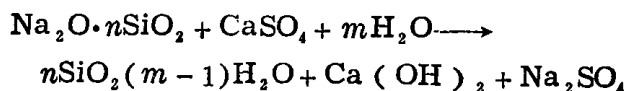
(4) 如地基需要加固处理，则应根据土的情况、建筑物要求、施工条件等因素，选用不同的办法来进行加固处理。

(三) 处理方法

1. 硅化加固法

硅化加固法是一种化学加固的方法，其法系将硅酸钠溶液通过有孔的注射管压入土中，它与土中原有的大量水溶性盐类相互作用后产生硅胶，把土胶结，使土产生不透水性和水稳定性，并提高了土的强度。硅化法加固地基，分单液法和双液法。

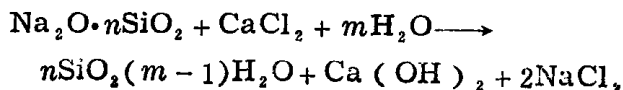
单液法：适用于土的渗透系数为 $0.1 \sim 2 \text{ m/d}$ ，且碳酸钙含量超过10%的湿陷性黄土。其法是利用压力将配制成一定浓度的水玻璃压入黄土的孔隙中，硅化溶液与黄土中的钙盐起反应，生成硅胶，其化学反应式为：



式中 $\text{SiO}_2(m-1)\text{H}_2\text{O}$ 为硅胶。

采用单液法加固地基，黄土强度高，其承载能力可达 $0.6 \sim 0.8 \text{ MPa}$ ，而且施工简单。

双液法：适用于渗透系数较大，或碳酸钙的含量小于10%时的湿陷性黄土。其法是将水玻璃溶液用压力通过注液管注入周围土中后，再用压力注入氯化钙溶液，以加速硅酸钠水解而生成硅胶。其化学反应式为：



双液法硅化后的土体强度增长很快，并可节省水玻璃溶液，但施工比较麻烦。

下面，将硅化法加固的具体做法、机具设备、工艺要求等详述如下：

（1）加固做法

根据不同的加固要求和具体情况，可以将硅化加固法分为七种做法。即：

①紧靠基底外侧打垂直灌注孔，依靠压力浆液的扩散作用，硅化基础下周边土体，如图1-4。

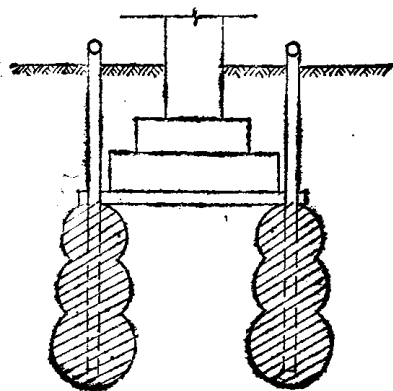


图 1-4 垂直灌注孔

②先在基础外一定距离用硅化法做一围幕，然后再按①法加固。这种加固做法，可防止压力浆液向外扩散，而促使其向内扩散，保证基础下周边硅化土体的形成，如图1-5。

③用不同的角度在基础底下打斜孔，加固基础底下土体，如图1-6。

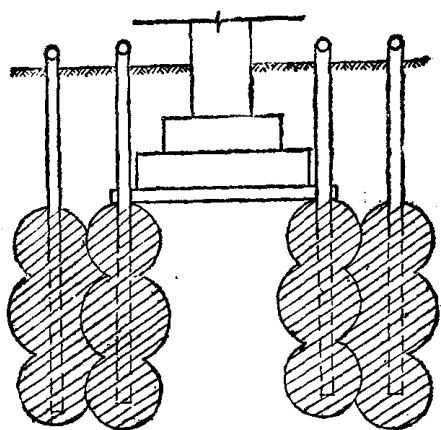


图 1-5 先做硅化围幕

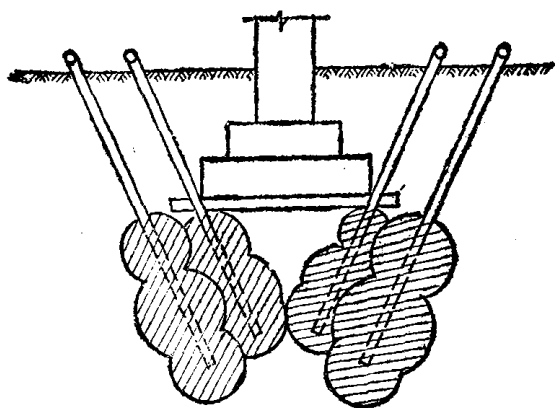


图 1-6 斜孔硅化

④在基础的一侧或两侧挖土坑，土坑深度随加固深度而定，然后分层打水平孔眼，灌注浆液，加固基础下土体，如图1-7。

⑤在基础上用风钻垂直钻孔眼，然后通过钻孔眼打垂直管灌注浆液，直接加固基础下的土体，如图1-8。

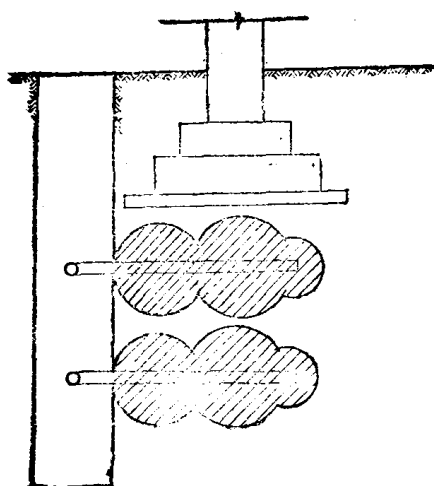


圖 1-7 水平孔硅化

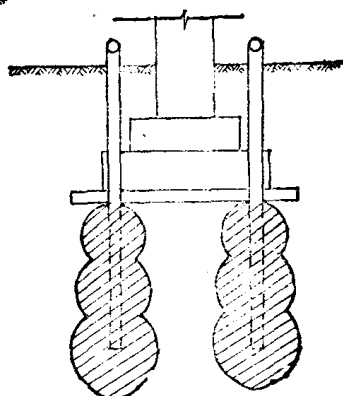


圖 1-8 穿过基础硅化

⑥紧靠基底外侧周围钻孔灌浆液做一围幕，然后用⑤法加固，以确保基础下硅化土体不扩散到基础以外去，保证加固效果，如图1-9。

⑦沿基础四周先打一排直孔，灌注浆液形成围幕，再打斜孔至基础底部，这样可以防止浆液向外扩散，使基础底下部分的土壤得到较理想的加固。如图1-10。

现将七种加固做法的适用范围和优缺点比较如表1-1。

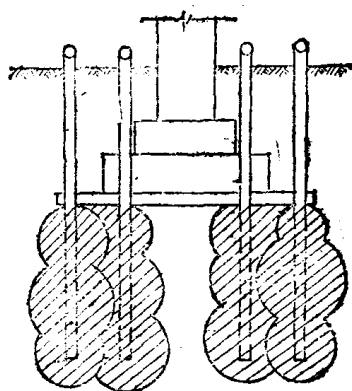


圖 1-9 围幕和穿过基础硅化

(2) 有关技术参数和计算