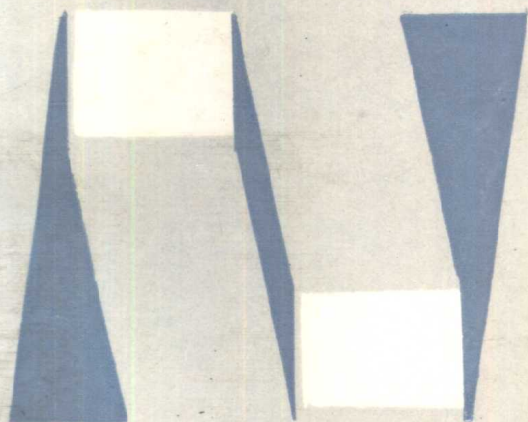


建筑工程病害 处治及实例

周泽宽 编



人民交通出版社

Jianzhu Gongcheng Binghai
Chuzhi Ji Shili

建筑工程病害处治及实例

周泽宽 编

人民交通出版社

(京)新登字091号

建筑工程病害处治及实例

周泽宽 编

插图设计：裘琳 正文设计：周圆

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：8.75 字数：188 千

1993年5月 第1版

1993年5月 第1版 第1次印刷

印数：0001—6100 册 定价：8.50元

ISBN7-114-01541-0

TU·00026

前 言

混凝土的应用已有一百多年的历史了，差不多所有的混凝土构造物在施工和使用中，由于种种原因（尤其是地震等），常会产生程度不同的裂纹、裂缝和破损。有的裂纹（或裂缝）是无害的，有的是有害的，对于有害裂缝和破损必须及时进行处理，以确保建筑物安全使用。

因此，一个土建工程师，不仅要具有建筑物的设计、施工等方面的知识，而且也应懂得建筑物裂缝、漏孔及破损的修复，懂得建筑物防渗堵漏的知识，确保建筑物的安全使用寿命。

为了使读者进一步了解混凝土病害工程的修补方法和施工工艺特点以及地基加固的施工方法，促进这项技术的推广应用，笔者编写了“建筑工程病害处治及实例”一书。本书所搜集的各种实例，都是经过工程实践中实际运用而得到验证的。

本书在介绍实例的同时，对于理论方面的知识也进行了一般性的介绍。在实例中注意阐述各工程独特的施工特点、施工过程中出现的各种特殊问题以及解决办法，并从修补工程实践的效果来比较各种浆液的配方和施工工艺。同时从工程构造物经使用浆液修补后较长时间的承载使用情况，探讨浆液的适用范围，引伸出一些初步结论，以供读者参考。

本书在编写过程中，曾经新疆维吾尔自治区公路局何一心局长、公路局杨炽总工程师三次审阅，提出了许多宝贵意见。

见。此外，退休工程师于春山提供了一些实例，在此深表谢意！

该书的出版得到了新疆交通厅民族文字编辑部、昌吉州科协、昌吉州公路学会等单位及其领导的大力支持与赞助，在此，谨向他们致以深切的谢意！

由于笔者水平有限，书中不妥之处及疏漏在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1992年6月

内 容 提 要

本书主要介绍化学灌浆法的基本原理、施工工艺，化学灌浆材料的主要特性；同时介绍了化学灌浆法用于工程病害处治的具体实例。另外，还介绍了水泥砂浆、膨胀混凝土、张口模板加压混凝土、喷射混凝土等在工程病害处治中的应用；介绍了地基（软弱地基）的加固方法。对地震震害工程及其处理与修复也进行了阐述。本书所选的百余个工程应用实例都得到实际工程的验证。

本书可供建筑、公路桥梁、水利工程等部门技术人员阅读参考。

本书封面由新疆石油学院制图教研室青年讲师
邓向明设计。

目 录

前 言

第一章 化学灌浆法处理工程病害概述	1
第一节 施工现场调查及有关试验.....	2
第二节 灌浆工艺设计.....	5
第三节 灌浆施工.....	13
第二章 丙凝类	22
第一节 概述.....	22
第二节 丙凝浆液的组成及其特性.....	23
第三节 工程应用实例.....	26
第四节 丙凝的适用范围.....	35
第三章 甲凝类	36
第一节 概述.....	36
第二节 甲凝浆液的组成及其特性.....	37
第三节 工程应用实例.....	39
第四节 甲凝的适用范围.....	49
第四章 氰凝类	51
第一节 概述.....	51
第二节 氰凝浆液的组成和主要特性.....	52
第三节 工程应用实例.....	55
第四节 氰凝的适用范围.....	59
第五章 环氧树脂类	61
第一节 概述.....	61

第二节	环氧树脂浆液的特性、结构及组成	62
第三节	工程应用实例	65
第四节	环氧树脂的适用范围	79
第六章	水玻璃、脲醛树脂、铬木质素在工程中的应 用	81
第一节	水玻璃	81
第二节	脲醛树脂	84
第三节	铬木质素	86
第四节	工程应用实例	87
第五节	小结	105
第七章	化学灌浆法的劳动保护及环境保护	106
第一节	化灌材料的毒性	107
第二节	安全生产	109
第三节	劳动保护	110
第四节	环境保护	111
第五节	化学灌浆材料及其用具的有关资料	112
第八章	水泥砂浆、混凝土、膨胀混凝土的应用	118
第一节	水泥砂浆的应用	118
第二节	现浇混凝土的应用	119
第三节	膨胀混凝土的应用	122
第四节	工程应用实例	124
第五节	小结	132
第九章	张口模板加压混凝土在处理病害工程中的应 用	134
第一节	概述	134
第二节	张口模板加压混凝土的基本原理及其特 点	135

第三节	施工工艺	136
第四节	工程应用实例	137
第五节	小结	141
第十章	喷射混凝土、硫磺胶泥、五矾防水剂的应用	143
第一节	喷射混凝土	143
第二节	硫磺胶泥	146
第三节	五矾防水剂	147
第四节	工程应用实例	150
第五节	小结	164
第十一章	地基(软弱地基)的加固方法	166
第一节	地基处理方法的分类及适用范围	167
第二节	地基处理方法的选择及施工管理	169
第三节	软弱地基的特性	172
第四节	软弱地基的几种加固方法	175
第五节	工程应用实例	194
第六节	小结	211
第十二章	地震震害工程及处理	214
第一节	概述	214
第二节	地震对工程建筑物的影响及破坏	216
第三节	地震及震区地质地貌概况	221
第四节	震害情况	223
第五节	震害工程实例	234
第六节	震害工程的处理和修复	245
第七节	小结	258
第十三章	国外病害工程处理综述	260
第一节	概述	260

第二节 国外工程实例简讯.....	261
参考文献.....	269

第一章 化学灌浆法处理 工程病害概述

混凝土工程中漏孔、裂缝的修补以及堵水和地基加固所用的材料，主要有无机材料（如水泥）和化学灌浆（以下简称化灌）材料（如环氧、丙凝、甲凝等）。

无机材料，尤其是水泥用于修补工程，几十年前就开始了，如用现浇混凝土修补新筑混凝土漏孔等。水泥浆具有一定可灌性，固结体强度高，料源广，价格低。直至今日，在混凝土工程的病害处理中，水泥仍被广泛使用。可是，因为水泥属于颗粒状材料，对张开型的大于1.0mm的裂缝，灌浆效果好；对于0.5~1.0mm的裂缝，则要用特制细水泥粉配的浆液进行灌浆；而对于小于0.5mm的细缝，水泥浆液就不易灌入，这使得其使用受到了限制。

化灌法处治混凝土结构工程病害始于欧洲，在德、法、英等国广泛应用，以后美、苏、日也进行了研究与应用。1959年，美国首先在罗克利奇水电站大坝使用丙凝与水泥作防渗帷幕灌浆获得成功，引起各国重视，并对随后的化灌材料的研究、使用起到了推动作用。

由于化学灌浆材料比水泥具有更好的可灌性，胶凝时间又能在数秒至数小时内调节，如有的能灌入建筑物0.15mm以下的细缝或地基内粒径0.1mm以下的粉砂中，因而经胶凝后，可起到加固补强和防渗堵漏的良好效果。

目前，化学灌浆作为一门新的科学技术，在国内外已得到较为广泛的应用。

我国的化灌技术，50年代主要研究应用电硅化法，60年代开始对有机高分子化灌材料进行了研究，并结合工程实验试用。十几年来，通过不断的总结和实践，化灌材料的性能得到了进一步的改善，新的化灌材料及与之配套的新设备也不断出现，改善了灌浆工艺，使我国化灌技术提高到一个新的水平。

第一节 施工现场调查及有关试验

在进行化学灌浆前，应先通过现场调查，了解裂缝的成因、环境条件、地质情况等，充分掌握现场第一手资料和数据，以利于施工。

一、现场调查

(一)裂缝产生的原因

混凝土构件或坝块裂缝的发生和发展，不仅与它们的设计型式、荷载条件、环境因素等有关，而且与混凝土的质量、浇筑工艺、养护等施工情况也有密切关系。因此，在裂缝处理前，首先应对这些裂缝进行现场调查研究，查明裂纹成因，这样才可采取有效的处理措施予以处治。

1. 混凝土表面裂缝

一般发生在混凝土浇筑后6~15d之内，这主要是因养护期内气温骤变，温度应力作用所致。这种裂缝若不及时处理，在荷载（特别是动荷载）的作用下，裂缝就会发展，甚至成为贯穿性裂缝，危及混凝土结构体的安全。

2. 混凝土使用裂缝

工程竣工后，混凝土结构体或坝体在使用过程中，在各

种荷载作用下产生的裂缝，一般可能是受载条件不利而引起的。这种裂缝必须待其发展到稳定状态后，才能进行处理，否则难以获得满意的处理效果。

(二)裂缝宽度和深度的调查

为了更好地掌握裂缝的实际情况，在处理前，必须对裂缝进行全面检查，以决定处理方案。

1. 裂缝的宽度

一般用精确钢尺量测，必要时也可用读数显微镜进行量测。

2. 裂缝的深度

一般用细钢丝和放大镜（10倍以上）进行探测。

混凝土构件或水坝上某些重要部位的裂缝，必要时，应进行钻孔取样和采用压水方法，以确定其深度和走向。有条件时可用钻孔摄影、钻孔电视或超声波等方法进行检查。

(三)地质调查

在地基加固或岩石堵水现场，对于土（砂）体要了解砂、砾石、土颗粒粒径、组成和分布情况；了解其密度、湿度、孔隙率、地下水的水质及其活动情况。对于岩石，要了解基岩的地质构造、种类，了解岩石的力学性能，岩石裂隙的宽度、倾角及分布范围，裂隙中充填物的种类和密实程度，裂隙表面覆盖物以及存在的水分状况等。

现场调查一般有以下几种方法：

1) 对于土（砂）体，为了在取样时保持土（砂）体原有状态，必须用取土器进行取样或采用触探法进行调查。

对于混凝土或岩体，常采用钻探法，钻取岩芯，查明岩

石种类，裂隙的大小、位置及其它资料，有条件时可用地层镜进行钻孔检查。

2)现场透水试验，查明在自然状态下地基的水渗透系数，这种方法很实用，可靠性较高，使用较多。

试验的方法：对于土体，将井水的水位降低，然后观测它的恢复状况。改变井水的水位，观测周围地下水水位的变化，或在井中注入一定压力水，观测耗水量。对于岩体裂隙或混凝土裂缝可用直接注入压力水的方法，观测其漏水量、吸水量等。

二、有关试验

(一)室内试验

室内试验对确定浆液配方和灌浆工艺是必不可少的。室内试验一方面对现场调查时所取得的土(砂)和岩芯试样进行各种测试，如测定其孔隙率、粒径、含水量等。另一方面，模拟现场条件对浆液的各种性能进行测试，如测定浆液对土(砂)体的渗透半径、渗透速度、浆液在有流动水的土(砂)中的固结状态；静水状态下浆液固结砂(土)的性质，如固结体的力学性能等；浆液对岩芯或混凝土试块的粘结性能以及在特殊情况下的耐腐蚀、抗冻融等性能试验。

在室内试验的基础上，进一步进行室内模拟灌浆试验以初步判断灌浆效果。

(二)现场试验

通过室内试验初步确定的浆液配方和灌浆工艺，在现场应用时，由于地基的土质、岩石的裂隙、混凝土裂缝的发育情况及地下水的状况很复杂，特别是对于深层灌浆，灌浆

对象不易观察，因此，有时要在现场进行小规模灌浆试验后，才能最终确定合理的工艺设计和施工步骤。

通过现场灌浆试验，一方面了解浆液配方是否合适；另一方面确定灌浆压力、浆液用量等数据，这对于重要的大型灌浆工程尤为重要。

第二节 灌浆工艺设计

一、灌浆孔的设计

(一) 岩石裂隙和混凝土裂缝钻孔设计

对于岩石裂隙和混凝土裂缝的钻孔灌浆，可采用骑缝钻孔或钻斜孔两种形式。

骑缝钻孔适用于缝隙不深的表面缝隙灌浆加固处理。

当缝隙较深时，由于缝隙的走向一般不规则，不易做到全部骑缝钻孔，因此必须在缝隙两侧打倾斜孔，使其在所要求的深度与缝隙相交。必要时还应布置多排钻孔，使钻孔在不同层深与缝隙面相交，以进行分层灌浆，这样可使浆液更好地填满缝隙，达到较好的灌浆效果。

孔径：一般选用 $\phi 56\text{mm}$ 、 $\phi 46\text{mm}$ 或更小的金刚石钻头钻孔。这种钻头不仅钻进快，而且孔壁光滑，灌浆效果好。

孔距和排距：设计布置时，应视缝隙宽度，浆液粘度、密度、凝结时间及允许灌浆压力而定。如果缝隙宽大于 $0.5\sim 1.0\text{mm}$ ，且灌浆允许压力较大，孔距可定为 $1.5\sim 2.0\text{m}$ 。如浆液粘度较小，孔距可适当增加。相反，缝隙宽度小于 0.5mm 时，则应缩小孔距，但孔距不能太小，太小将增加钻

孔工作量。

排距：视缝隙密度、深度和走向进行布置，一般等于或小于孔距，可在 $0.5\sim 2.0\text{m}$ 范围内选择。

灌浆孔深度：视需加固的岩石或混凝土厚度而定。对有软弱夹层的岩石层段，孔深应穿过夹层。

基岩固结灌浆的布孔，一般选用等边三角形、矩形、梅花形、六角形等型式。布孔也可根据工程的实际情况，参照基岩或混凝土使用水泥固结灌浆的要求确定。

(二)砂砾石层钻孔设计

对于土(砂)体或砂砾石层灌浆，钻孔时必须考虑灌浆孔的距离、排列形式、钻孔深度以及固结体应是连续的紧密搭接，灌浆固结体中应无“窗口”。

孔距：灌浆孔的距离，主要决定于在一定压力下浆液在土层内的扩散半径。浆液的扩散半径可通过室内模拟试验确定，一般孔距在 $1.0\sim 2.0$ 倍扩散半径之间。浆液呈圆球状扩散，则两圆必须相交才能形成一定厚度的固结体。

排距：可等于或小于孔距。

灌浆段长：对于不同的土层，由于孔隙率、含水量等均不相同，因而灌浆段长各异。

对于砂砾石层，由于孔隙率较大，浆液渗透性较强，灌浆段长的控制应比岩层的短些，一般为 $0.5\sim 2.0\text{m}$ 左右，对细砂层可适当增加段长。总之，应通过室内模拟试验和现场灌浆试验来确定。

对于砂砾石层的化学帷幕灌浆，常常是用于补充水泥灌浆的不足，因此其钻孔排数、布孔方式以及深度可参照水泥帷幕灌浆统筹考虑。

二、浆液的选择和浆液量的估算

(一) 浆液选择

根据裂缝调查情况、工程要求、材料供应和经济指标等因素来选用灌浆材料。如该裂缝的处理，主要是为了防渗，可选用丙烯酰胺（丙凝）、木质素类、聚氨酯类（氰凝）等材料。如该裂缝在处理后的需承受一定载荷作用，则必须选择补强灌浆材料，如环氧树脂，甲基丙烯酸酯类（甲凝）材料。有的缝（如坝体伸缩缝等）需要用具有一定弹性的材料来处理，则可灌注丙烯酰胺（丙凝）或弹性聚氨酯类等。若被灌体在防渗堵漏后经常处于干燥状态（如屋面等），则不能用丙烯酰胺（丙凝）材料，因它会失水收缩。

对较大的裂缝，灌浆材料的粘度应稍高些，必要时可加入一些填料，以节省浆液。

工程灌浆中所用的浆液是由主剂（原材料）、溶剂（水

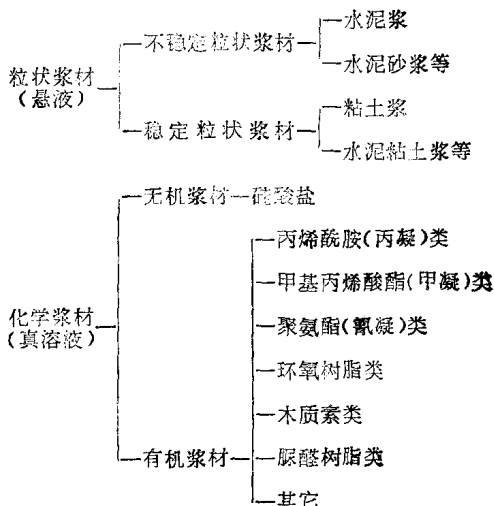


图1-1 灌浆材料的分类