

# 水 工 建 筑 物 水泥灌浆施工技术

shuigong jianzhuwu shuini guanjiang shigong jishu

杨月林 朱均超 编著



长 江 出 版 社

TV543

3

2004

# 水 工 建 筑 物 水 泥 灌 浆 施 工 技 术

shuigong jianzhuwu shuini guanjiang shigong jishu

杨月林 朱均超 编著

长 江 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

水工建筑物水泥灌浆施工技术/杨月林 朱均超编著;

—武汉:长江出版社,2004.10

ISBN 7-80708-020-5

I. 水… II. ①杨…②朱… III. 水工建筑物—灌浆—施工技术 IV. TV543

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 095267 号

水工建筑物水泥灌浆施工技术

杨月林 朱均超编著

责任编辑:梁 仁 赵 晁

技术编辑:王秀忠

装帧设计:刘斯佳

责任校对:李海振

出版发行:长江出版社

地 址:武汉市汉口解放大道 1863 号

邮 编:430010

E-mail: cjpub@vip.sina.com

电 话: (027)82927763(总编室)

(027)82926806(市场营销部)

经 销:各地新华书店

印 刷:武汉中远印务有限公司

规 格:880mm×1230mm 1/32 8.75 印张 219 千字

版 次:2004 年 9 月第 1 版 2005 年 7 月第 3 次印刷

ISBN 7-80708-020-5/TV · 3

定 价:26.00 元

(版权所有 翻版必究 印装有误 负责调换)



杨月林

1942年9月出生,河北辛集人,1968年毕业于大连工学院,教授级高工。曾任武警水电第一总队基础处理大队和第一支队技术负责人。多年从事基础处理技术工作。先后参与了回龙山水电站、丰满泄洪隧洞、潘家口水利枢纽(一、二期)、桃林口水库、三峡永久船闸、盘石头水库、水布垭水利枢纽等工程的钻孔灌浆施工和技术指导。是编修部颁行业标准SL 62-94《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》和DL/T 5148-2001《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》的主要起草人之一。



朱均超

1971年9月出生,河南睢县人,工程管理硕士,现任武警水电四支队三大队副大队长。先后参加了天生桥、三峡、洪家渡、龙滩、引子渡、瀑布沟、水布垭、光照、鱼塘等工程的基础处理施工。在锚固处理工程施工技术方面具有领先水平,2002年9月,在曹克明设计大师的指导下,率部圆满完成了贵州引子渡水电站国内首例预留岩锚墙的科研施工任务。深得杨月林老师的教导和培养,对岩溶地质条件下的基础处理有深入研究,2003年10月率部参战目前国内技术要求最高的水布垭大坝帷幕灌浆工程。

# 水工建筑物水泥灌浆施工技术

---

编    著    杨月林    朱均超

参    编    武誉华    金良智    王连喜

胡伯承    张克研





施工中的贵州引子渡水电站预留岩锚墙工程  
(荣获国家科技进步奖)



湖北清江水布垭帷幕灌浆工程高效节能环保集中制浆站



施工中的四川瀑布沟水电站岸坡锚固处理工程



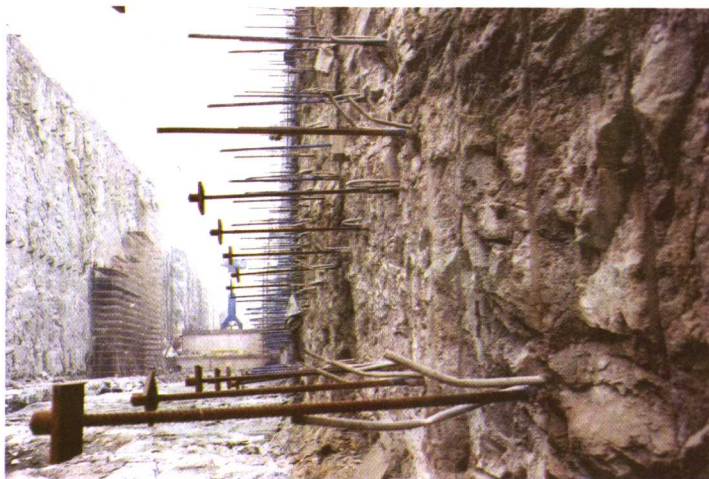
湖北清江水布垭工程趾板帷幕灌浆对比岩芯  
(①灌前②灌后)



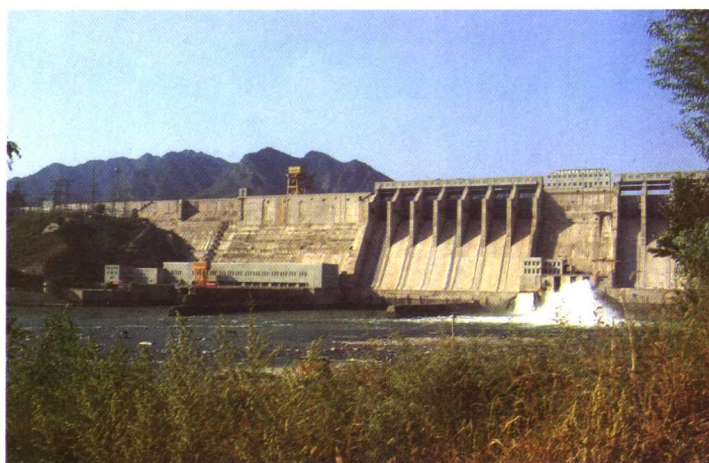
广西龙滩水电站右岸岸坡锚固处理工程



施工中的贵州洪家渡水电站锚索处理及帷幕灌浆工程



施工中的三峡永久船闸预应力锚索和锚杆工程  
(荣获国家科技进步奖)



河北潘家口水利枢纽工程

## 前 言

拦江河、筑大坝，修水库、建电站，为人类造福，是我们水利水电建设的宗旨；修筑大坝，确保安全，是我们的职责。大坝必须坐落在稳固的基础上。“稳固基础”应具备可靠的防渗性、耐压性和均质性，否则，所建的即是病险坝，后患无穷。但在自然界的河床上，很少同时具备这些条件，必须进行人为的基础处理。

基础处理方法常用的有两种，一是开挖，二是灌浆。开挖是将地表的风化层和基岩浅层内夹杂的断层破碎带、裂隙发育和渗透性大的地质构造清除掉，但较深层中的复杂地质缺陷需采用钻孔灌浆的方法来处理。

引水隧洞，地下厂房、仓库，为了洞室的安全，需要采取灌浆的措施，回填空隙，稳定围岩。将分块浇筑的坝段连成整体，以期改善混凝土坝的传递应力条件，也需进行坝体的接缝灌浆。

随着灌浆技术的不断发展，灌浆效果越来越好，水利水电工程中采用灌浆技术处理更复杂的地质条件和建筑物缺陷的项目越来越多、任务越来越重。因此，要求我们从事灌浆施工的干战、职工要好好学习这一门专业性和实践性很强的技术科学，不断总结经验，改进施工工艺，改造施工设备，迎接新的挑战，承担更

艰巨的任务。

本书是根据我国《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》的条文要求,结合编者从事灌浆技术工作多年的经验和体会,以帮助辅导刚步入灌浆施工行业的人员为目的而编写的。

本书共分七章,其中包括了灌浆的基本知识、灌浆材料与浆液、基岩的固结帷幕灌浆、水工隧洞的回填与固结灌浆、混凝土坝坝体接缝灌浆以及岸坡和钢衬的接触灌浆等施工技术。另外,根据编者多年的施工经验和教训,并参考其他一些工程实例,扼要地总结了水工建筑物水泥灌浆施工中经常遇到的特殊情况以及处理方法。

另外,针对当前灌浆工程市场激烈的竞争形势,书中加入了“编制施工组织设计和投标书”的内容。同时对钻孔灌浆常用的机械设备、必要的记录表格以及灌浆资料整理和灌浆工程的验收,都作了较为翔实的介绍。

限于作者的水平,书中的错误或不足之处在所难免,敬请专家和读者批评指正。

编 者

2004年9月

# 目 录

|       |                          |   |
|-------|--------------------------|---|
| 1     | 灌浆技术基本知识 .....           | 1 |
| 1.1   | 灌浆的定义 .....              | 1 |
| 1.2   | 灌浆分类(按灌浆作用) .....        | 1 |
| 1.2.1 | 固结灌浆 .....               | 1 |
| 1.2.2 | 帷幕灌浆 .....               | 1 |
| 1.2.3 | 接触灌浆 .....               | 2 |
| 1.2.4 | 回填灌浆 .....               | 2 |
| 1.2.5 | 接缝灌浆 .....               | 2 |
| 1.3   | 水泥灌浆机理分析 .....           | 2 |
| 1.4   | 灌浆工程的特点及对施工人员的素质要求 ..... | 3 |
| 2     | 灌浆材料及灌注浆液 .....          | 4 |
| 2.1   | 灌浆材料的分类及应有的特性 .....      | 4 |
| 2.1.1 | 固粒浆材应具有的特性 .....         | 4 |
| 2.1.2 | 化学浆材应具有的特性 .....         | 4 |
| 2.2   | 水 泥 .....                | 5 |
| 2.2.1 | 水泥的化学成分 .....            | 5 |
| 2.2.2 | 水泥的品种 .....              | 5 |
| 2.2.3 | 水泥细度 .....               | 6 |

|       |                           |    |
|-------|---------------------------|----|
| 2.2.4 | 水泥标号 .....                | 6  |
| 2.3   | 水泥浆 .....                 | 7  |
| 2.3.1 | 浆液密度(比重) .....            | 7  |
| 2.3.2 | 浆液粘度(流动性) .....           | 7  |
| 2.3.3 | 浆液析水率(稳定性) .....          | 7  |
| 2.3.4 | 水泥浆凝结时间 .....             | 8  |
| 2.3.5 | 改性水泥浆液 .....              | 8  |
| 2.4   | 化学浆材 .....                | 10 |
| 2.4.1 | 水利工程用于基础防渗方面的化学灌浆材料 ..... | 10 |
| 2.4.2 | 水工建筑物混凝土裂缝等缺陷处理 .....     | 10 |
| 2.5   | 水泥浆液配制中的计算 .....          | 11 |
| 2.5.1 | 纯水泥浆 .....                | 11 |
| 2.5.2 | 纯水泥浆浓度变换的计算 .....         | 11 |
| 2.5.3 | 水泥砂浆 .....                | 12 |
| 3     | 基岩灌浆施工技术 .....            | 14 |
| 3.1   | 一般规定 .....                | 14 |
| 3.2   | 钻 孔 .....                 | 15 |
| 3.2.1 | 钻孔设备及钻进工作原理 .....         | 15 |
| 3.2.2 | 钻孔方法 .....                | 16 |
| 3.2.3 | 钻孔技术要求 .....              | 17 |
| 3.2.4 | 钻孔记录 .....                | 20 |
| 3.2.5 | 钻孔取芯 .....                | 23 |
| 3.2.6 | 钻孔常用管材 .....              | 25 |
| 3.2.7 | 钻孔冲洗(洗孔) .....            | 25 |
| 3.3   | 裂隙冲洗 .....                | 26 |
| 3.3.1 | 目的 .....                  | 26 |
| 3.3.2 | 冲洗方法 .....                | 26 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 3.4 压水试验 .....                   | 27 |
| 3.4.1 压水试验的概念和作用 .....           | 27 |
| 3.4.2 压水试验的分类及成果的计算 .....        | 28 |
| 3.4.3 压水试验的设备和压力控制以及压水试验记录 ..... | 32 |
| 3.5 灌浆施工 .....                   | 33 |
| 3.5.1 灌浆设备及工作原理 .....            | 33 |
| 3.5.2 灌浆方法 .....                 | 42 |
| 3.5.3 灌浆压力的选定和控制 .....           | 45 |
| 3.5.4 浆液的配合比和浓度变换 .....          | 48 |
| 3.5.5 灌浆结束条件 .....               | 49 |
| 3.5.6 封孔 .....                   | 51 |
| 3.6 原始记录及资料整理 .....              | 52 |
| 3.6.1 原始记录 .....                 | 52 |
| 3.6.2 资料整理 .....                 | 53 |
| 3.7 灌浆质量检查及工程质量评价 .....          | 57 |
| 3.7.1 施工质量的检查及评定 .....           | 57 |
| 3.7.2 灌浆效果的检查 .....              | 59 |
| 3.7.3 灌浆工程质量的合格标准及评价 .....       | 63 |
| 3.8 排水孔和扬压力观测孔 .....             | 67 |
| 3.8.1 钻设坝基排水孔 .....              | 67 |
| 3.8.2 基础扬压力观测孔 .....             | 70 |
| 3.9 基岩灌浆工程的竣工验收 .....            | 75 |
| 3.9.1 竣工验收时应具备的条件 .....          | 75 |
| 3.9.2 竣工验收应提供的文件和资料 .....        | 75 |
| 3.9.3 竣工验收需要形成的文件 .....          | 75 |
| 3.9.4 竣工资料的移交 .....              | 76 |
| 3.10 工程实例(施工报告摘抄) .....          | 77 |

|       |                         |     |
|-------|-------------------------|-----|
| 4     | 水工隧洞灌浆和钢衬接触灌浆 .....     | 94  |
| 4.1   | 水工隧洞灌浆 .....            | 94  |
| 4.1.1 | 水工隧洞灌浆的作用 .....         | 94  |
| 4.1.2 | 一般规定 .....              | 94  |
| 4.1.3 | 回填灌浆 .....              | 95  |
| 4.1.4 | 固结灌浆 .....              | 113 |
| 4.1.5 | 帷幕灌浆 .....              | 120 |
| 4.1.6 | 原始记录及资料整理 .....         | 121 |
| 4.2   | 钢衬接触灌浆 .....            | 121 |
| 4.2.1 | 钢衬接触灌浆的特点 .....         | 121 |
| 4.2.2 | 钢衬接触灌浆的程序 .....         | 123 |
| 4.2.3 | 施工工艺 .....              | 123 |
| 4.2.4 | 工程质量检查 .....            | 129 |
| 4.3   | 导流洞封堵灌浆 .....           | 131 |
| 4.3.1 | 导流洞封堵灌浆作用 .....         | 131 |
| 4.3.2 | 灌浆系统的埋设 .....           | 131 |
| 4.3.3 | 灌浆要点 .....              | 133 |
| 4.3.4 | 导流洞封堵灌浆的特点及应对措施 .....   | 133 |
| 5     | 混凝土坝坝体接缝灌浆和岸坡接触灌浆 ..... | 135 |
| 5.1   | 混凝土坝坝体接缝灌浆 .....        | 135 |
| 5.1.1 | 坝体接缝灌浆的意义 .....         | 135 |
| 5.1.2 | 一般规定 .....              | 136 |
| 5.1.3 | 接缝灌浆系统的布置 .....         | 140 |
| 5.1.4 | 接缝灌浆系统的加工与安装 .....      | 146 |
| 5.1.5 | 接缝灌浆系统的检查和维护 .....      | 148 |
| 5.1.6 | 灌前准备 .....              | 149 |

|        |                            |     |
|--------|----------------------------|-----|
| 5.1.7  | 灌浆施工 .....                 | 154 |
| 5.1.8  | 工程质量检查 .....               | 156 |
| 5.1.9  | 接缝灌浆工程的验收及资料整理、移交 .....    | 163 |
| 5.1.10 | 工程实例(施工报告摘抄) .....         | 164 |
| 5.2    | 岸坡接触灌浆 .....               | 176 |
| 5.2.1  | 一般规定 .....                 | 176 |
| 5.2.2  | 灌浆方法 .....                 | 176 |
| 5.2.3  | 岸坡的接触灌浆与固结灌浆的施工程序与协调 ..... | 181 |
| 5.2.4  | 岸坡接触灌浆的质量控制和工程质量的检查 .....  | 181 |
| 6      | 灌浆施工的特殊情况处理 .....          | 183 |
| 6.1    | 基岩灌浆 .....                 | 183 |
| 6.1.1  | 钻孔 .....                   | 183 |
| 6.1.2  | 灌浆 .....                   | 187 |
| 6.1.3  | 工程投入运行后“异常现象”的分析与处理 .....  | 191 |
| 6.2    | 水工隧洞灌浆 .....               | 194 |
| 6.2.1  | 回填灌浆 .....                 | 194 |
| 6.2.2  | 围岩固结灌浆 .....               | 195 |
| 6.3    | 钢衬(管)接触灌浆 .....            | 196 |
| 6.3.1  | 防止钢衬“鼓包”变形的措施 .....        | 196 |
| 6.3.2  | 增加注入量,提高灌浆效果的措施 .....      | 196 |
| 6.4    | 坝体接缝灌浆 .....               | 197 |
| 6.4.1  | 灌前特殊情况处理 .....             | 197 |
| 6.4.2  | 灌浆过程中特殊情况的处理 .....         | 202 |
| 6.5    | 岸坡接触灌浆 .....               | 203 |
| 6.5.1  | 灌浆管路个别或全部堵塞 .....          | 203 |
| 6.5.2  | 排气管的单开流量小 .....            | 203 |
| 6.6    | 机械故障 .....                 | 204 |

|       |                           |     |
|-------|---------------------------|-----|
| 6.6.1 | 回转式地质钻机 .....             | 204 |
| 6.6.2 | 泥浆泵(往复柱塞式灌浆机) .....       | 204 |
| 6.6.3 | 砂浆泵(往复隔膜式灌浆机) .....       | 205 |
| 6.6.4 | 钻孔测斜仪的校验 .....            | 206 |
| 7     | 编制施工组织设计文件和投标书 .....      | 207 |
| 7.1   | 编制施工组织设计文件 .....          | 207 |
| 7.1.1 | 准备工作 .....                | 207 |
| 7.1.2 | 编制原则 .....                | 208 |
| 7.1.3 | 编制内容 .....                | 209 |
| 7.1.4 | 常用的经验数据和施工措施 .....        | 215 |
| 7.1.5 | 工程实例(摘录) .....            | 226 |
| 7.2   | 编制灌浆工程投标书 .....           | 237 |
| 7.2.1 | 投标人应具备的资格和对投标书的基本要求 ..... | 237 |
| 7.2.2 | 投标程序 .....                | 237 |
| 7.2.3 | 编制钻孔灌浆投标书应注意的问题 .....     | 239 |
| 附表    | .....                     | 241 |
| 附图    | .....                     | 264 |
| 参考文献  | .....                     | 270 |