

最新统一编写小水电培训教材暨岗位必备指南

水电站运行规程与 设备管理

《最新统一编写小水电培训教材暨岗位必备指南》编写组 编

刘洪林 肖海平 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中国水利水电出版社

水电站运行规程与 设备检修

王 强 主编

中国水利水电出版社
CHINA WATER & ELECTRICITY PRESS

最新统一编写小水电培训教材暨岗位必备指南

水电站运行规程与 设备管理

《最新统一编写小水电培训教材暨岗位必备指南》编写组 编

刘洪林 肖海平 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是《最新统一编写小水电培训教材暨岗位必备指南》中的《水电站运行规程与设备管理》分册,主要针对小型机组,参考水利和电力系统工人职业技能鉴定的内容,从培训和学习角度出发,精心编写而成。

本书总共 17 章,内容包括:水工建筑物的运行与维修,水电站机组设备的运行与维护,水轮发电机运行规程,机组辅助设备运行规程,电力变压器运行规程,配电装置运行规程,电力线路的运行与维护,继电保护与自动装置的运行与维护,站用电的运行与维护,直流电源的运行与维护,防雷保护和接地装置的运行与维护,水电站电气试验,水电站设备安全技术,水电站运行管理,水电站电气设备选型,水电站设备技术改造,水电站主要设备定货等。本书密切结合我国当前小水电发展技术水平的实际,力求图文并茂、语言精炼、通俗易懂,突出实用性,为水电站现场运行规程的编制和设备管理制度的制订提供了很好的参考依据。

本书可作为小型水电站在职职工和新上岗职工的岗位技术培训、等级考试教材及日常工作的必备工具书,并且可作为中专及高职高专水电类相关专业的参考教材,也可供初中以上文化水平的技术工人学习、阅读,还可供有关技术人员查阅、参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

水电站运行规程与设备管理/刘洪林,肖海平主编;

《最新统一编写小水电培训教材暨岗位必备指南》编写

组编. —北京:中国水利水电出版社, 2006

最新统一编写小水电培训教材暨岗位必备指南

ISBN 7-5084-2641-X

I. 水... II. ①刘... ②肖... ③最... III. ①水力
发电站—电力系统运行—规程—技术培训—教材②水力
发电站—设备管理—技术培训—教材 IV. TV742

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 001970 号

书 名	最新统一编写小水电培训教材暨岗位必备指南 水电站运行规程与设备管理
作 者	《最新统一编写小水电培训教材暨岗位必备指南》编写组 编 刘洪林 肖海平 主编
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 17.25 印张 409 千字
版 次	2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷
印 数	0001—5100 册
定 价	28.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

党中央、国务院十分重视农村水电及电气化事业。上世纪八十年代初，在邓小平同志亲自倡导下，国务院决定在农村水电资源丰富的地区，开发农村水电，推动具有中国特色的农村电气化建设。“七五”至“九五”期间全国共建成了653个农村水电初级电气化县，有力地促进了农村经济发展和社会进步。2001年国务院批准在农村初级电气化县建设的基础上，建设更高标准的水电农村电气化县。“十五”期间，全国共建成410个水电农村电气化县，累计完成投资1151亿元，新增农村水电装机1060万千瓦，占同期全国农村水电新增装机的2/3。在电气化建设的带动下，农村水电快速发展，截至2005年底，全国农村水电装机容量达到4309万千瓦，占全国水电装机的37%，年发电量1357亿千瓦时，占全国水电发电量的34%。四川、云南、湖南、广西等省区，农村水电发电装机和年发电量均占所在省区电力总量的1/4以上。全国共建成了近800个县级电网和40多个区域性电网，近1/2的地域、1/3的县、1/4的人口主要靠农村水电供电。农村水电累计解决了3亿多无电人口的用电问题。

通过电气化建设，开发农村水电资源，形成了广大山区农村的发电和供电生产力，带动了其他资源的开发以及农村产品加工业、山区特色产业的发展，把山区的资源优势变成了经济优势；引导了农村劳动力的转移，增加了农民收入，促进了农村产业结构优化调整；带动了乡村公路、防洪灌溉设施、人畜用水设施以及广播、电视设施的建设，改善了农村基础设施、公共设施和生产生活条件，提高了农民的生活质量，促进了农村经济与人口、资源、环境协调发展。因此，水电农村电气化建设在水能资源丰富的广大山区、贫困地区的社会主义新农村建设中具有不可替代的作用。

在全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化建设新的历史时期，党中央、国务院将农村水电列为覆盖千家万户、促进农民增收效果更显著的农

村中小型基础设施和公共设施，并要求放在更加重要的位置，增加投资规模，充实建设内容，扩大建设范围。根据全国“十一五”水利发展规划和农村水电“十一五”及2020年发展规划，“十一五”期间将继续建设400个水电农村电气化县，扩大小水电代燃料生态工程建设的规模和范围，实施农村水电扶贫解困工程等，到2010年全国农村水电装机将达到5900万千瓦左右，再经过10年的努力，全国农村水电装机容量将达到1亿千瓦左右。

发展农村水电人才是关键。要保证农村水电事业的快速、健康发展，离不开成千上万的各类专业技术人才和管理人才。随着科学技术的迅猛发展，农村水电技术进步进一步加快，单机容量、变压器容量的不断增大，新技术、新产品的大量采用，特别是计算机自动化技术和网络技术的广泛应用，都给广大水电职工提出了新的更高的要求。为适应新时期加速培养水电专业人才，满足农村水电各专业、各层次职工的岗位培训需要，中国水利水电出版社组织全国小水电领域的专家学者，编写、出版了这套《最新统一编写小水电培训教材暨岗位必备指南》（一套五本）。我希望全国农村水电行业以科学发展观为指导，认真贯彻落实中央关于建设社会主义新农村的战略部署，下大力气抓好职工的岗位培训工作，不断提高职工队伍的整体素质，保障农村水电及电气化事业的健康发展，为建设社会主义新农村做出新贡献。

水利部副部长



2006年7月

《最新统一编写小水电培训教材暨岗位必备指南》 编写组成员名单

水轮发电机组及辅助设备运行与维修

主编 单文培 刘孟桦 洪余和

参编 单欣安 王 兵 艾水平 罗雪斌 王善书 孙玉民

水电站电气设备运行与维修

主编 陈化钢

参编 汪永华 储成流 彭 伟

水电站运行规程与设备管理

主编 刘洪林 肖海平

参编 秦 云 章香保 蔡华平 黎晓莉

水电站计算机监控技术

主编 谢云敏

参编 胡孝贵 孙振辉 吴永辉

低压水轮发电机组运行与维修

主编 桂家章

参编 尹学勇 文红民 洪余和

前 言

改革开放以来,我国的小水电事业得到了迅速发展,为我国广大农村,特别是边远山区提供了清洁、廉价的能源,有力地促进了这些地区的经济发展和两个文明建设,极大地改变了当地的经济和社会生活的落后状况。尤其是20世纪90年代末期以来,我国小水电投资的体制发生了根本变化,实现了多元化,进一步促进了小水电事业的蓬勃发展,可以说是新中国成立50多年来第二个建设高峰时期,对促进我国水力资源的开发和充分利用,缓解电力能源的紧张局面,改善农村生态环境和流域水土条件,发展当地经济等,都起到了积极的推动作用。

原全国政协副主席钱正英同志曾指出:“发展小水电的关键是培训人才”。如何把已建和在建的水电站管理好、用好,使其充分发挥作用,提高利用率和保证安全经济运行,是我国小水电事业的一项艰巨而长期的任务。由于小水电事业的迅速发展和水电技术水平的不断提高,对职工技能的要求也越来越高,因此急需对大批在职职工和新上岗职工进行技术培训。

为适应我国小水电发展新形势的需要,大力加强对小水电运行维护和管理人员的培训,中国水利水电出版社组织编写了这套《最新统一编写小水电培训教材暨岗位必备指南》。本套教材内容简明扼要、图文并茂、实用性强,并采用了我国当前执行的最新规程、规范、标准与名词、术语,力争反映我国21世纪初小水电行业的新技术和新水平。

这本《水电站运行规程与设备管理》分册,是针对目前小型水电站运行管理和设备管理中的薄弱环节,结合当前水电站的实际情况和成功经验,参考水利和电力系统工人职业技能鉴定的内容,从培训和学习角度出发精心编写而成的。

本书在编写过程中,力求图文并茂、语言精炼、深入浅出、通俗易懂、理论联系实际,突出实用性,为水电站现场运行规程的编制和设备管理制度

的制订提供了很好的参考依据。

水电站运行规程是水电站的运行操作指南，它包括：一般要求，运行方式，维护步骤及方法，常见故障，不正常工作状态，事故处理等。本书对水电站大部分设备的运行规程都有阐述，从规程编制样式到规程内容说明都写得很详细，内容比较全面。

水电站设备管理包括：设备采购、保管制度，设备安全规定，运行中的设备管理制度，备用设备管理制度，设备缺陷管理制度，设备检修、试验、验收标准，设备技术改造规定等。本书力求全面反映设备管理的各种制度，强调这些制度在水电站中的实用性。

本书对小型水电站的水工观测、操作技术、运行程序、规章制度、维护管理、设备改造、设备安全、设备采购运输保管等方面均作了较系统的叙述。同时，对机组设备、电气设备的常见故障和处理也进行了较详细的归纳。

本书可作为小型水电站在职职工和新上岗职工的岗位技术培训、等级考试教材及日常工作的必备工具书，并且可作为中专及高职高专水电类相关专业的参考教材，也可供初中以上文化水平的技术工人学习、阅读，还可供有关技术人员查阅、参考。

全书共17章，第一章由秦云编写，第二章由章香保编写，第十三章由蔡华平编写，第十四章由肖海平编写，第十六章、第十七章由黎晓莉编写，其余各章由刘洪林编写。刘洪林、肖海平担任主编并统稿。

本书在编写过程中，查阅了大量的文献、资料，参考和引用了有关书籍的部分内容，并且得到了各级水电管理部门和一些科研、设计、设备及运行单位的指导和大力支持，在此一并表示衷心地感谢！

由于作者水平有限，书中难免存在疏漏或不妥之处，敬请广大读者批评指正。

作 者

2006年5月

目 录

序

前 言

第一章 水工建筑物的运行与维修	1
第一节 挡水建筑物的运行与维修	1
第二节 输水建筑物的运行与维修	10
第三节 调压室和调压阀的运行与维修	22
第四节 水电站厂房的维护	25
复习思考题	27
第二章 水电站机组设备的运行与维护	28
第一节 水轮机的型式与特性	28
第二节 水轮机的运行	32
第三节 调速器运行的要求	42
第四节 水轮发电机组的运行	46
复习思考题	58
第三章 水轮发电机运行规程	60
第一节 发电机的构造与工作原理及许可工作范围	60
第二节 水轮发电机的运行方式与常见故障及维护	65
复习思考题	78
第四章 机组辅助设备运行规程	79
第一节 油压装置的运行维护	79
第二节 压缩空气系统的运行维护	81
第三节 技术供水系统与集水井排水系统的运行维护	86
复习思考题	90
第五章 电力变压器运行规程	91
第一节 变压器的工作原理及技术性能	91
第二节 电力变压器的正常运行	95
第三节 变压器的异常运行和事故处理	99
复习思考题	101
第六章 配电装置运行规程	102

第一节 配电装置概述	102
第二节 配电装置的正常运行与维护	104
复习思考题	110
第七章 电力线路的运行与维护	111
第一节 线路的试运行	111
第二节 线路的正常运行	111
第三节 线路的维护与检修	117
复习思考题	120
第八章 继电保护及自动装置的运行与维护	121
第一节 继电保护及自动装置的概念及工作原理	121
第二节 继电保护与自动装置的运行及检查	123
复习思考题	125
第九章 站用电的运行与维护	126
第一节 站用电的负荷	126
第二节 站用电源的引接方式	130
第三节 站用电系统的正常运行操作及维护	131
复习思考题	134
第十章 直流电源的运行与维护	135
第一节 蓄电池的分类与工作特性	135
第二节 蓄电池的运行方式	138
复习思考题	140
第十一章 防雷保护和接地装置的运行与维护	141
第一节 防雷保护	141
第二节 接地装置	147
第三节 化学降阻剂	150
复习思考题	151
第十二章 水电站电气试验	153
第一节 绝缘电阻测量	153
第二节 泄漏电流试验	155
第三节 介质损失角正切值试验	157
第四节 交流耐压试验	160
第五节 直流耐压试验	162
第六节 绝缘油试验	164
第七节 电气设备试验项目及标准	164
复习思考题	195
第十三章 水电站设备安全技术	196
第一节 水电站设备安全的一般要求	196
第二节 额定值与设备及线路安全的关系	198

第三节	电气防火及防爆	200
第四节	倒闸操作及操作票制度	209
第五节	停电作业的安全技术措施	211
第六节	低压带电作业的安全规定	215
第七节	值班与巡线工作的安全要求	216
第八节	在二次回路上工作的安全规定	217
第九节	线路施工及其他作业的安全措施	220
第十节	触电及触电急救	222
复习思考题		227
第十四章	水电站运行管理	229
第一节	我国电力生产的现状及小水电站的地位与作用	229
第二节	水电站的运行管理制度	230
复习思考题		237
第十五章	水电站电气设备选型	238
第一节	主变台数、容量和型式的选择	238
第二节	电气设备的选择	239
复习思考题		243
第十六章	水电站设备技术改造	244
第一节	设备技术改造的要求	244
第二节	设备技术改造的程序	245
复习思考题		252
第十七章	水电站主要设备订货	253
第一节	主要机电设备的招投标管理	253
第二节	技术协议书	259
第三节	设备的运输与保管	261
复习思考题		263

第一章 水工建筑物的运行与维修

小型水电站的水工建筑物，主要由挡水建筑物、输水建筑物、泄水建筑物以及调压系统等部分组成。搞好运行与维修，对于充分利用水力资源，发挥工程效益，延长建筑物的使用年限，确保机电设备长期正常运行，都有很重要的意义。

水工建筑物受各种力的作用，以及受各种自然因素的影响，其运行状态随时都在变化。有的是正常的变化，对建筑物的安全影响不大；也有一些水工建筑物，由于受某些内因和外因的影响，会出现异常现象，甚至引起失事。为了及时掌握水工建筑物变化的情况和性质，保证工程安全，需要对其进行观测工作。

水工建筑物的维修，是为了使建筑物在运行期间，都能达到良好的运行状态。“千里之堤，溃于蚁穴”，小的问题如不及时解决往往会造成重大事故。通过维修，提供适当的更新条件，采用适当更新措施，使各项工程设施延长使用年限，发挥最大的效益。

第一节 挡水建筑物的运行与维修

拦截水流、抬高水位的水工建筑物，称为水电站的挡水建筑物。它有堰、坝和闸等。坝又可分为土坝、土石坝、堆石坝、浆砌石坝、混凝土坝等各种坝型。现将土坝和浆砌石坝叙述如下。

一、土坝的观测和维修

(一) 观测工作

1. 裂缝观测

土坝有各种裂缝，从位置上分：有表面裂缝、内部裂缝；从走向上分：有横向裂缝、水平裂缝、龟纹裂缝；从成因上分：有沉陷裂缝、滑坡裂缝、干缩裂缝、振动裂缝、冰冻裂缝等。当发生裂缝后，应立即观察位置，记录情况。对于平行于坝轴线的裂缝，观察其有无滑坡的迹象；对于垂直于坝轴线的裂缝，应注意是否形成贯穿上、下游的漏水通道。同时应妥加保护，防止雨水流入和动物践踏。裂缝宽度可直接用钢尺测量，深度可用钻孔取样的方法观测，认真记录裂缝的位置、走向、长度、宽度和深度。最后应绘制出裂缝分布图，以供分析和采取措施之用。

2. 渗透观测

土坝的渗漏按部位分：有坝体、坝基、接触和绕坝 4 种；按渗漏现象分：有散浸、集中两种。坝体浸润线的变化，坝基渗水压力，绕坝渗流以及渗流量的变化等都是观测的项目。为了解土坝浸润线的位置变化，掌握土坝在运用期间的渗透情况，应在坝体中埋设测压管，进行浸润线观测，如图 1-1 所示。

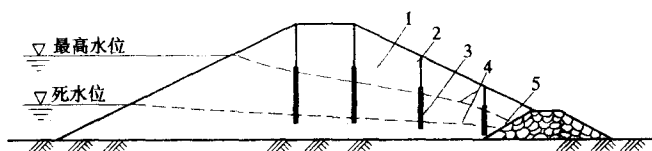


图 1-1 土坝测压管布置示意图

1—土坝；2—测压管；3—进水管段；4—浸润线；5—反滤坝趾

在坝体中布置测压管时，应选定数个有代表性的断面，每个断面内的测压管不应少于 3 根，并应布置在横断面的中部和下游部分，应使观测结果能够说明铺盖、斜墙、排水设备的工作情况，并能绘出浸润线。

绕坝渗流是由于土坝与岸坡连接不好或岸坡过陡产生裂缝，或岸坡中有强透水间层，这样就可能发生集中渗流，造成渗流变形，影响坝体安全。绕坝渗流观测是为了了解坝头与岸坡接触处的渗流变化情况，判明这些部位的防渗与排水效果。绕坝渗流的观测也是在坝、岸连接轮廓线等处，埋设测压管，观测成果要以能绘出绕流的水位线为原则。

水库蓄水后，不仅坝体发生渗流现象，坝基同样产生渗流。土坝坝基渗水压力的观测，为的是了解坝基渗透层和相对不透水层中渗流沿程的压力分布情况，借以分析坝的防渗和排水设备的作用，估算坝基中实际的水力坡降，推测潜水是否可能形成管涌、流土、接触冲刷等破坏作用。坝基渗水压力的观测，也是在坝基埋设测压管进行观测，其位置根据地基土层、排水的设施、形式以及可能发生渗透变形的部位而定。

在渗流处于稳定状态时，其渗流量将与水头的大小保持稳定的相应变化，渗流量在同样水头情况下的显著增加和减少，都意味着渗流稳定的破坏。显著增加，有可能在坝体或坝基发生管涌或集中渗流通道；显著减少，可能是排水体堵塞的反映。一般正常情况，由于坝前的淤积，渗流量将会逐年缓降。渗流量观测为的是判断渗流是否稳定，防渗、排水是否正常。

渗流量的观测，在坝体排水设备的下游，用量水堰或量水容器测量渗透流量。注意渗透流量是否有异常变化，渗水是否浑浊或有无其他色泽，结合有关观测成果，分析判断其对土坝的影响。

渗透流量的变化，可采用三角形量水堰测量，其方法如下。

用 3~5mm 厚的钢板或 3cm 厚的木板制成三角形量水堰，如图 1-2 所示。

量水堰堰口是一个倒置的等腰三角形，其顶角 θ 一般为 90° ，缺口要做成锐缘，倾斜面为 45° 。利用木板制作时，要注意堰口应镶铁皮，保持锐缘整齐，才能量水准确。在安装使用时要注意：

- (1) 堰板直立，两侧水平。
- (2) 堰口距岸边距离 T 和堰槛高度 P 要大于最大过水深度。
- (3) 堰底、两侧无漏水。
- (4) 水尺零点与堰口齐平，刻度精确到 1mm。
- (5) 最小过堰水深不小于 5cm，25cm 以内较准确。

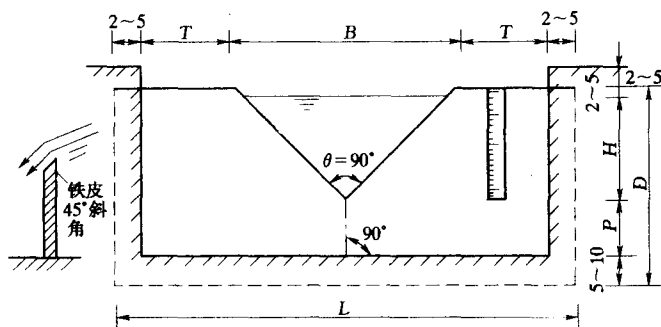


图 1-2 三角形量水堰图 (单位: cm)

3. 变形观测

土坝坝体和坝基在荷载作用下,将会发生变形。土体变形主要由于孔隙水和空气被排出使孔隙变小而引起的,这个过程称土体固结。土体固结使土面下沉称为沉陷。又因坝体填土厚度不同,坝基土面也不是个水平面,在水压影响下,土体固结时,坝面土粒不是垂直下沉,而有水平方向的移动,称水平位移。

土坝发生固结、沉陷和水平位移都是客观现象。如发生异常情况,可能引起土坝产生裂缝、滑坡等破坏现象。为了保证土坝的安全和稳定,要进行变形观测。

沉陷观测，通常是在地面和各种有代表性的断面，在不同高度位置上设立固定标点，用较精密的水准仪来观测这些标点的沉陷量。对于纵断面的沉陷量，固定标点一般布置在坝顶上，间距约为 25~30m；对于坝坡变形的观测，固定标点布置在下游坡上，每隔 10~20m 设一个。固定标点应坚固可靠。当测出填土高处的标点下沉少，而填土低处的标点下沉多时，这说明土坝的沉陷不正常。当上部标点下沉，下部标点反而上升时，这可能是基础断层产生不均匀沉陷或发生滑坡，应及时查明原因，进行处理。

土坝的固结观测是在坝体选择有代表性的地方，埋设固结管或深式标点组，测出各测点的高程变化，从而算出固结量。

土坝的水平位移，通常在坝面设置若干测点，一般用视准线法观测，测出各测点的水平位移量。

坝体现象的观察，应注意有无害虫、害兽的活动痕迹。如发现上述痕迹后，应进一步追查有无鼠穴、獾洞、白蚁窝等隐患。同时，注意观察坝体有无滑坡、塌陷、坍坑、表面冲蚀及坡脚凸起等现象。对于护坡块石，应注意有无翻起、松动、塌陷、垫层流失、架空或风化变质等损坏现象。对于坝顶路面及防浪墙，应注意是否完好，有无塌陷、裂缝等情况，及时做好记录，以供维修时分析研究。

(二) 土坝的维修

1. 裂缝的原因分析和处理

(1) 原因分析。裂缝种类很多,开裂原因也不完全相同。当属于表面裂缝时,不论是纵向裂缝、横向裂缝,造成开裂的原因大都是坝地质不同,物理力学性质差异很大,筑坝后压缩变形不一。尤其坝体跨越山脊,坝体固结沉降时容易引起裂缝;坝内刚性体(坝

头挡土墙、坝内埋设管道、刚性心墙等),其压缩性远小于地基土料;施工碾压不实,坝体干容重太低或压实度不同;分段分期施工,进度不平衡,填筑层高差过大,结合面坡度太陡;水库水位骤降,迎水坡产生较大孔隙水压力,容易产生纵向裂缝,甚至滑坡等。至于属于内部的水平裂缝,如图1-3(a)所示,为薄心墙,边坡陡,断面窄,心墙的后期可压性比两侧坝壳大,心墙下部沉陷,上部挤在上下游坝壳之间,其重量由于剪力和拱的作用,传递到坝壳以致上部不能下沉,将心墙拉开形成水平裂缝。有的土坝在峡谷高压缩性地基上修建,如图1-3(b)所示,坝基和坝体沉陷过程与上述情况相似,上部坝体的重量传递到两岸山坡,由于拱的作用,上部坝体不能同时沉陷,坝体受拉形成水平裂缝。凡是遇到下述现象:如土坝碾压较差,又无其他因素影响,而其沉陷量比设计值还小的;沉陷、位移量较大的坝段;相邻坝段沉陷量悬殊时;库水位升到某一高程时,无外界影响,渗漏量突然增加且成规律;钻探时孔口无回水,或钻杆突然掉落时等,应注意其可能产生内部裂缝。

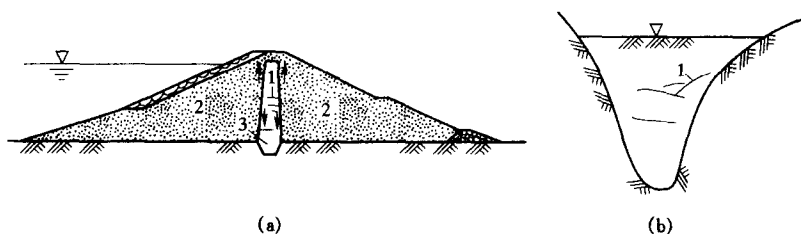


图 1-3 土坝内部裂缝示意图

1—裂缝; 2—砂壳; 3—粘土心墙

土坝发现裂缝,除进行观测外,还要经过细致的分析研究,找出造成开裂的原因,对症下药,问题就解决得好些。判别裂缝,要掌握它的特性。如滑动裂缝初期发展较慢,而后期突然加快;沉陷裂缝则发展过程缓慢,并到一定程度而停止。

1) 纵向沉陷裂缝。对于粘土心墙坝,往往仅重视心墙的填筑,而忽视了两侧砂壳和砂壤土过渡部分的填筑质量,如心墙坝填筑过高,两侧砂壳过低,且一般不重视砂壳压实,甚至有的根本没有压实措施,而造成运用初期砂壳的沉陷远远大于心墙的沉陷,致使坝体因受剪而产生纵向裂缝。有些土坝由于分期加高和压实欠佳,造成贴坡接触不良,也会引起坝体在贴坡处出现纵向裂缝。

2) 纵向滑坡裂缝。山区或丘陵地区,在压缩性较小的地基上建造土石混合坝,由于坝坡陡,筑坝压实不够,蓄水后发生骤降库水位,导致产生纵向滑坡裂缝;在软粘土地基上筑坝,由于坝基压缩性高,先期沉陷快,强度低等,加上事先准备工作和分析研究不够,施工时又没有控制好上土速度和填土质量,导致产生坝体纵向滑坡,出现纵向裂缝。

3) 横向沉陷裂缝。一般出现在土坝与两岸土坡结合不良、压实不密的坝段,或由于岸坡过陡,致使坝身填土高差悬殊,坝身压缩变形不同,造成裂缝。

横向裂缝的危害性较大,当裂缝深到水位以下时,可能产生集中渗漏,导致险情。因此,需要对横向裂缝严加注意。

4) 干缩裂缝。这种裂缝主要是填土由湿变干的体积收缩,施工时由于坝面暴晒,没

有层面保护,或分期施工时交接面没有处理好而引起的。筑坝土料越粘,含水量越高,则越易出现裂缝。这种裂缝一般产生于面层,呈无规则的龟裂。

(2) 裂缝的处理。一般采用开挖回填和灌注黄泥浆两种方法,或者两种方法结合使用。对于因边坡不稳定或软粘土地基强度低而引起的裂缝,可采用放缓边坡及增加坝坡盖重的方法处理。

开挖回填是处理裂缝比较彻底的方法,适用于深度不大的浅层裂缝及防渗部位的裂缝。具体的方法是:沿着裂缝方向开挖梯形沟槽,如图 1-4 所示。为了开挖时便于检查裂缝走向,开挖前可将裂缝灌入少量石灰水。开挖的底部宽度约为 50cm,开挖深度要比原裂缝深 50cm 左右,然后用原筑坝土料按原来密度分层回填夯实。必要时,可增挖垂直于裂缝的沟槽,以使结合良好。

当裂缝很深,开挖困难或危及坝坡稳定时,可采用灌注粘土浆。灌注浸润线以下的裂缝,可采用粘土水泥浆,以便加速凝固,提高强度。水泥的渗入量一般为干料的 10%~30%。具体做法是:首先选择较宽的裂缝,在较深的部位预埋 0.5~1 英寸钢管(或打通的粗竹管),平均缝距 2~3m 埋一根管子灌注,其余缝段用土夯实封闭,以防漏浆。

如果没有灌浆机,可采用重力灌浆的方法,即利用浆液的自重作为灌注的压力。浆桶的位置应比灌浆的地点高 10m 以上,使粘土泥浆灌入裂缝。

当使用灌浆机时,为了保证施工安全和灌浆质量,应因地制宜合理地控制灌注压力,不能过大或过小,压力较大,加大泥浆扩散半径,减少灌浆孔数,且在较大压力下,浆液析水较快,能够获得较大的泥浆密度,但压力过大,对坝体稳定将会造成不利影响。采用最大压力应小于灌浆部位以上的土体重量。灌浆压力的大小,一般通过试验确定。

灌浆的浆液由粘土、水泥加水混合而成,其浓度应由稀逐渐变稠。有的工程采用干料的配比(按重量)为 1:0.25~1:0.3(粘土:水泥),干料和水的比例是 1:4~1:2。有些工程水泥用量更小,应视具体情况而定。

由于滑坡而造成的裂缝,既不可用灌浆法处理,也不可任意开挖基础附近的坝体,以免破坏自然极限平衡条件而加剧滑动土体的滑坡。

处理因坝身碾压不实,浸润线过高而造成背水坡滑动的滑坡裂缝时,在有条件放空水库的情况下,应以上游防渗为主,辅以下游压坡、导渗和放缓坝坡的方法处理;当不能放空水库时,则应首先进行坝体排渗,以降低坝体浸润线的高度,如在滑坡下部做反滤暗沟,在坝脚加设反滤层;其次,在滑坡体脚采用筑土料撑台或压重固脚措施,以阻止向下滑动。然后根据滑坡体的大小进行压坡、贴坡等彻底处理。

2. 渗漏的原因分析和处理

土坝的坝基、坝体都有一定的渗水性。如渗水从原有导渗排水设施排出,其逸出坡降不大于允许值,不会引起土体破坏,称正常渗漏。凡是渗透能引起土体破坏和影响蓄水兴

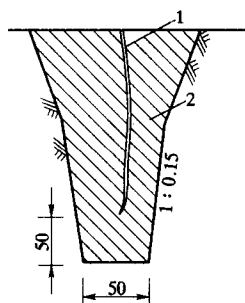


图 1-4 开挖回填处理裂缝 (单位: cm)
1—裂缝; 2—沟槽