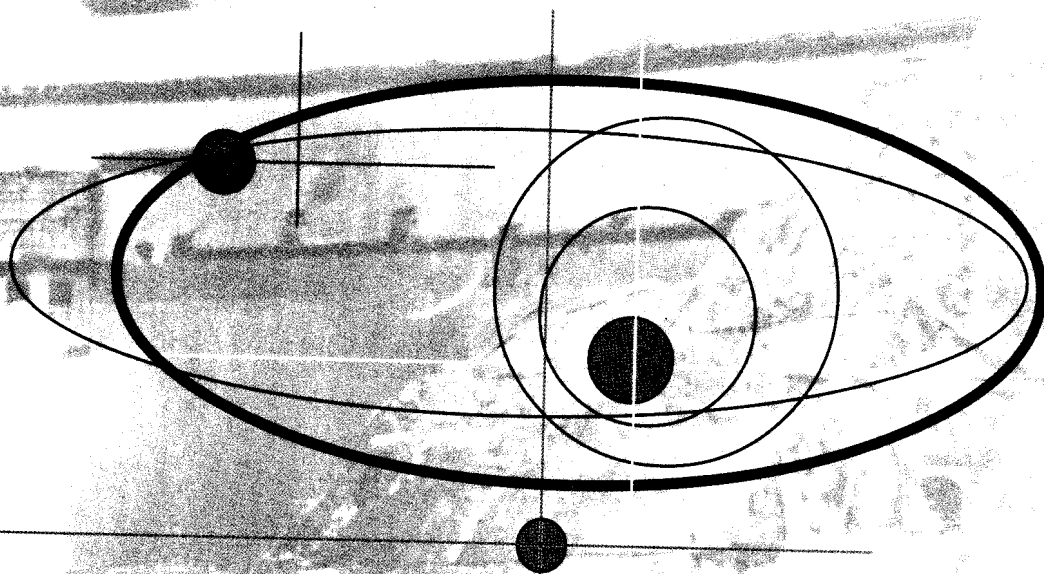


岩土工程 安全监测手册

二滩水电开发有限责任公司



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

岩土工程 安全监测手册

二滩水电开发有限责任公司编



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是由长期从事岩土工程安全监测技术工作的专家、教授编写的。本书全面地总结了当前岩土工程安全监测的实践经验,收集了岩土工程安全监测的最新成果,以可靠性理论为基础,以工程实际应用为主线,并以“监测工程”的形式提出了比较系统的技术原则和方法。同时,还编入了大量可供类比的工程实例。

全书共分为六章,即:概论、监测设计、仪器设备选型与自动化、监测技术方法、资料整理分析与反馈、安全预报技术及工程实例。

本书可供水利、电力、交通、铁道、矿山、工业民用建筑领域中从事岩土工程安全监测设计、施工、监测、研究、管理和教学的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

岩土工程安全监测手册/二滩水电开发有限责任公司编.
北京:中国水利水电出版社,1999
ISBN 7-80124-789-2

I.岩… II.二… III.岩土工程-安全-监测-手册 IV.TV698.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 21103 号

书 名	岩土工程安全监测手册
作 者	二滩水电开发有限责任公司编
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:sale@waterpub.com.cn 电话:(010)63202266(总机)、68331835(发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	凯达电脑服务社
印 刷	国土资源部河北地勘局测绘院印刷厂
规 格	787×1092毫米 16开本 45.25印张 1101千字 11插页
版 次	1999年8月第一版 1999年8月北京第一次印刷
印 数	00001-8050册
定 价	85.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

重视岩土工程安全监测
工作，为提高设计、施工水平，
搞好基本建设服务

汪杰诚

一九九八年二月二日

发展岩土工程安全监测技术
促进我国工程建设技术水平
的不断提高。

张若尧

一九九九年一月六日

岩土工程

无限奥妙

综合监测

至关重要

安全之本

科研之宝

奋力攀登

开拓创新道

題 岩土工程安全监测手册

潘家铮

一九九八年二月

安全监测对预防、保证岩土工程的运行安全、检查监督勘测、设计、施工的质量安全；及检测高勘测设计、施工的水平，有十分重要的意义，必须给予高度重视和认真严格的实施。

要不断提高安全监测^的设计和技术水平，仪器制造水平，监测方法和资料的整理、分析及检测的水平，赶超世界先进水平。

李鹤鼎
一九八四年二月

提高科技水平
搞好安全监测

王文峰

如蒙首肯

《岩土工程安全监测手册》

编 纂 委 员 会

编委会主任 刘俊峰

编委会副主任 傅洪生 李春敏 孙中弼 杨克昌 林 椿
董学晟

编 委 (按姓氏笔划为序)

马洪琪	马连城	毛亚杰	王 槟	王以仁	王永年
王玉洁	王法西	王音辉	方大德	史柏川	冯家和
刘义学	刘琳振	庆祖荫	齐俊修	严振威	陈杨辉
陈德川	李 迪	李延芳	李鸿均	宋长琦	陆承吉
何栋伟	张兴武	周醒钟	赵学文	杨毕康	和再良
金志靖	炳凤山	殷世华	徐日庆	徐志伟	徐德林
夏明耀	黄奋杰	黄新生	常 青	章一新	商 舸
梁祥麟	曹 云	傅冰骏	董遵德	蔡新鉴	熊瑶皆

《岩土工程安全监测手册》

参 编 人 员

名誉主编 孙中弼

主 编 王永年 殷世华

副主编 李 迪 章一新 张兴武 常 青 马连城

撰 稿 人 (按姓氏笔划为序)

王永年 冯兴常 叶绍圣 兰汝策 刘永夔 李 迪

张兴武 杨 柯 杨林德 姜允松 胡振赢 殷世华

高盈孟 章一新 程家梁 魏寿松

序

《岩土工程安全监测手册》一书,由中国水利水电出版社出版问世,这是我国岩土工程界的一件大好事。作为一名“老”岩土工程安全监测工作者,我对此感到由衷的欣慰和喜悦。

岩土工程被称为“隐蔽工程”和“灰色系统”。它与地面工程不同的一个显著特点是:安全监测工作在设计、施工、运行各阶段都发挥了相当大的作用。具体表现在:第一,岩土工程自身安全稳定性往往对整个工程建筑的安全起重要影响。它的失事不仅影响工程的正常施工和运营,还会造成人员财产的损失,在某些情况下甚至会导致社会性灾难。因此,安全监测和预报是确保岩土工程施工、运行安全的必不可少的技术措施。第二,由于岩土工程的透明度低,可预见性差,它的设计方案、施工程序和运行方式一般都要通过安全监测成果的反馈来进行检验,并做出修改和优化。安全监测工作既是完善岩土工程设计方法的关键性环节,又是进行施工、运行技术决策的重要依据。正因为如此,我国在进入 20 世纪 70 年代以来,安全监测工作在水利水电、工民建、铁路交通、煤炭矿山、军工等行业的岩土工程中均得到了迅速发展和广泛应用,并日益受到工程技术人员和各级工程决策机构的重视。

岩土工程安全监测技术是综合性新兴的工程应用技术,涉及到地质、设计、施工、仪器、监测技术和理论分析等比较广泛的知识领域。它目前仍处于发展阶段,还有大量的技术难题有待探讨、研究和解决。另外,岩土工程安全监测技术的推广工作也需要有权威性的“教材”和“手册”来加以规范。此《手册》的出版可谓是适应了岩土工程发展的需求,是广大安全监测工作者多年来的殷切期望,对于促进这一新技术的发展和在岩土工程实践中的进一步应用必将起到积极的推动作用。

我作为一名“老”专业工作者,怀着高兴的心情向读者们推荐这本《手册》。《手册》有以下较为突出的特点:

- 第一,内容较为系统全面;
- 第二,实用性较强;
- 第三,《手册》具有较高的理论水平和学术价值。

二滩水电开发有限责任公司对《手册》的编写和组织工作投入了大量的人力和财力,为《手册》的出版作出了很大的贡献,特此表示赞扬。

《手册》的作者们都是长期从事岩土工程安全监测工作的专家和学者,主持和完成过许多岩土工程安全监测设计、施工、监测、反馈和科研工作,具有丰富的工程实践经验和很高的理论造诣,对岩土工程安全监测技术的发展作出了重大的贡献,在我国岩土工程界具有相当高的知名度。《手册》是他们丰富工程经验和研究成果的结晶,是他们对岩土工程安全监测技术发展的新贡献。

岩土工程安全监测是十分艰苦和繁重的技术岗位。广大岩土工程安全监测工程技术人员勇于吃苦,甘心奉献,淡泊名利,为岩土工程安全监测技术的发展,作出了应有的贡献。他们是我国四化建设宏伟事业的创业者和拓荒牛,国家和人民对他们的奉献和功绩是不会忘记的。在此我谨向战斗在岩土工程安全监测第一线的同志们表示诚挚的慰问,并致以崇高的敬意。

严克强

前 言

岩土工程的地质条件复杂多变,要在工程设计阶段准确无误地预测岩土体的基本状况及其在施工、运行过程中的变化,目前几乎是不可能的。因此,岩土工程的安全不仅取决于合理的设计、施工、运行,而且取决于贯穿在工程设计、施工和运行始终的安全监测。安全监测是岩土工程安全的重要保证条件之一,也是岩土工程设计、施工、运行的重要组成部分,并且又是具有自己独立系统的“监测工程”。在施工、运行过程中,监测岩土工程的实际状况及其稳定性,将为保证工程安全提供科学依据,监测信息将为修改设计指导施工提供可靠的资料。同时,监测成果还将为提高兴建岩土工程的技术水平积累丰富的经验。目前,安全监测已成为工程勘测、设计、施工和运行过程中不可缺少的重要手段,被视为工程设计效果、施工和运行安全的直接指示器。

岩土工程在迅速发展的同时,对安全监测提出了更高的要求。为了统一岩土工程安全监测技术方法和标准,保证安全监测质量,国家和行业制定了一些标准,建立健全了一些安全监测机构,使安全监测工作逐步走向正规。目前,安全监测设计、监测仪器设备选型与自动化、监测仪器安装埋设技术与观测方法、监测资料整理分析与反馈、安全预报技术等迫切需要有一本内容比较全面的技术手册来指导,并使监测工作逐步达到操作方法规范、统一。为此,水利部和原电力部联合发文委托水力发电杂志社和二滩水电开发有限责任公司组织编写本书。

本《手册》具有以下特点:①内容系统全面。全书既有监测设计的基本原则、断面的选择布置、监测仪器的选型、安装埋设技术要求、经费概算等安全监测工程设计内容,又有仪器的检验率定、安装埋设、资料整理分析、安全预报和信息反馈等操作实施方法。全面、系统、扼要地概括论述了岩土工程安全监测工作的各个环节,可以满足安全监测工作不同层次和各方面的需求,大大方便了同行的查询和使用。②实用性较强。内容侧重于工程应用,特别是加入了其他文献资料中易于忽视、而实际工程应用中十分需要的内容,并选编了工程应用实例,可供读者借鉴;有些章节还附有详细图表格式和操作细则,用户可在工程实际中直接选用。本书实用性和可操作性强,是初学者和工程一线人员不可多得的书藉。③具有较高的理论水平和学术价值。本书立论严谨,叙述深入浅出。在监测系统的设计布置、监测资料整理分析、安全预报和反馈、监测模型的建立和选择等方面的内容,都反映了各个技术领域的最新研究成果,具有较高的学术价值。本书还展望了这一新兴技术领域的发展动向。

本书是以可靠性理论为基础,以工程实际应用为主线,用“监测工程”这样一个整体形式,系统地提出了安全监测的技术原则、方法和实施步骤。便于工程类比,还编入了大量各种典型的工程实例,以及有关的资料、数据、公式、图表和资料。

参加本书编写的有从事岩土工程设计、管理、监理、施工、科研和高等院校(二滩水电开发有限责任公司鲁布革水电科技实业公司、水利部东北勘测设计研究院科学研究所、长江科学院、国家电力公司成都勘测设计研究院研究所、国家电力公司昆明勘测设计研究院、中国水利水电第十四工程局研究院、同济大学、重庆建筑大学、云南工业大学、国家电力公司南京电力自动化设备总厂)等单位的16名多年从事该项工作的专家教授和高级工程师。全书由王永年统编,分章统编王永年(第一、四章)、李迪(第二章)、章一新(第三章)、张兴武(第五章)、殷世华(第六章)。

受编委会的委托,本书编写过程由殷世华、常青、马连城主持。由25个单位55名高级工程师、专家、教授组成的编审委员会审查。他们提出了许多宝贵意见,特此表示衷心地感谢!

本书采用国内外较为成熟的经验和近年来最新的技术与先进成果。特此向提供资料的鲁布革、葛洲坝、隔河岩、广蓄、东风、龙羊峡、漫湾、五强溪、李家峡、白山、十三陵、天荒坪、二滩、小浪底、三峡等水电工程,以及未能一一列出的单位、工厂和个人表示衷心地感谢。

限于多种原因,谬误之处在所难免,恳切希望读者指正。

编者

1998年12月

目 录

序

前言

第一章 概论	(1)
第一节 岩土工程安全监测的必要性	(1)
第二节 岩土工程安全监测工作的发展	(2)
第三节 岩土工程安全的条件	(3)
一、岩土工程安全的自然条件(3) 二、岩土工程安全的工程条件(4) 三、岩土工程安全的监测条件(4)	
第四节 岩土工程安全监测的设计	(6)
一、确定工程条件(7) 二、确定监测的目的(7) 三、监测变量选择(8) 四、预测运行性状(10) 五、仪器选择(10) 六、监测系统布置(11) 七、监测系统设计(12) 八、监测系统自动化设计(12)	
第五节 岩土工程安全监测仪器	(13)
一、选择仪器的基本原则(13) 二、仪器的技术性能和质量标准(14) 三、监测仪器的适用范围及使用条件(14)	
第六节 监测工程施工与观测	(18)
一、监测工程的内容(18) 二、监测工程的施工组织设计(19) 三、观测仪器设备安装埋设(20) 四、观测方法(21) 五、观测频率(21)	
第七节 监测工程的质量控制	(22)
一、质量控制的环节(22) 二、质量控制的保证(22) 三、监测工程质量控制的步骤和方法(23)	
第八节 观测数据处理和分析	(23)
一、观测数据的处理与分析(23) 二、岩土工程稳定性的评估(25)	
第二章 岩土工程安全监测设计	(27)
第一节 监测设计的基本原则和标准	(27)
一、设计基本资料的确定(27) 二、监测工程设计假定(27) 三、监测目的与监测项目的确定原则(27) 四、仪器选择与质量标准(28) 五、监测系统布置原则(29) 六、监测系统设计的要求(30) 七、编制观测计划的要求(30) 八、自动化系统的一般设计原则(31) 九、老建筑物、监测系统不完备和存在特殊问题的建筑物的监测工程设计原则(31)	
第二节 大坝与坝基安全监测设计	(32)
一、混凝土坝安全监测设计(32) 二、堆石坝安全监测设计(57) 三、土坝安全监测设计(70)	
第三节 边坡稳定性安全监测设计	(73)

一、监测设计的原则(73) 二、监测设计需要的基本资料(74) 三、监测项目的选定及仪器的选型(74) 四、监测仪器布置(78) 五、监测技术要求(95)

第四节 地下工程安全监测设计 (96)

一、地下工程安全监测设计原则(97) 二、大型地下洞室安全监测设计(98) 三、隧道安全监测设计(111) 四、水工隧洞安全监测设计(116) 五、城市地铁的监测设计(120)

第五节 工业与民用建筑安全监测设计 (123)

一、安全监测的设计原则(124) 二、基坑边坡及对环境安全监测设计(124) 三、基础及上部结构的安全监测设计(127)

第六节 岩土工程安全监测设计的概预算 (138)

一、岩土工程安全监测设计概预算的意义(138) 二、安全监测工程概预算的内容和方法(138)

第三章 岩土工程安全监测常用仪器及自动化 (141)

第一节 概述 (141)

一、安全监测仪器的发展(141) 二、安全监测仪器的基本要求(147)

第二节 常用传感器的类型和工作原理 (147)

一、差动电阻式传感器的基本原理(147) 二、钢弦式传感器的基本原理(149) 三、电感式传感器的基本原理(152) 四、电阻应变片式传感器的基本原理(154) 五、其他原理的传感器(156)

第三节 变形观测仪器 (156)

一、仪器的类型及分类(156) 二、变形监测控制网用仪器(157) 三、激光准直仪(159) 四、GPS全球定位系统(162) 五、位移计(162) 六、收敛计(179) 七、测缝计(180) 八、测斜类仪器(187) 九、沉降仪(200) 十、液体静力水准仪(206) 十一、垂线坐标仪(208) 十二、引张线仪(219) 十三、应变计(221)

第四节 压力测量仪器 (227)

一、仪器类型及分类(227) 二、混凝土应力计(227) 三、土压力计(229) 四、孔隙水压力计(233) 五、钢筋(应力)计(243) 六、岩体应力观测仪器(245) 七、荷载(力)观测仪器(246)

第五节 水位、渗流量及温度测量仪器 (248)

一、水位观测仪器(248) 二、渗流量观测仪器(252) 三、温度测量仪器(256)

第六节 水力学原型观测仪器 (259)

一、水流流态、水面线、流速和流量观测仪器(259) 二、动水压力观测仪器(260) 三、掺气观测仪器(260) 四、空蚀观测仪器(261) 五、通气观测仪器(261) 六、振动观测仪器(261) 七、雾化观测仪器(262) 八、消能和冲刷观测仪器(262)

第七节 岩体地球物理测试仪器 (262)

一、地震反应观测仪器(262) 二、声波仪(266) 三、声波换能器(267)

第八节 测读仪表 (268)

一、差动电阻式传感器测读仪表(268) 二、钢弦式传感器测读仪表(282) 三、电容式

观测仪器的接收仪表(287)	四、电阻应变片式传感器接收仪表(288)	五、光电跟踪式传感器的接收仪表(289)	六、伺服加速度计式传感器的接收仪表(289)	七、电感式传感器的接收仪表(289)	八、多用途读数记录仪(290)
第九节	安全监测自动化	(291)			
一、自动化的要求	(291)	二、自动化监测内容	(292)	三、自动化系统结构模式	(293)
四、工程实例	(295)				
第四章	岩土工程安全监测方法	(313)			
第一节	监测工程施工组织设计	(313)			
一、施工组织设计的依据和基本资料	(313)	二、施工组织设计内容	(313)	三、施工组织设计的步骤	(313)
四、基本资料分析与现场调查	(314)	五、监测工程的施工特点和施工条件	(314)	六、监测工程的施工程序和施工方案	(315)
七、施工组织与作业循环流程	(315)	八、施工进度计划	(315)	九、施工技术规程	(316)
十、施工组织设计的经济条件	(317)	十一、监测工程施工监理要求	(317)		
第二节	监测仪器现场检验与率定	(319)			
一、监测仪器检验率定的目的	(319)	二、监测仪器现场检验内容	(319)	三、差动电阻式仪器率定	(320)
四、钢弦式仪器率定	(326)	五、锚杆测力计率定	(330)		
第三节	常用监测仪器安装埋设技术	(331)			
一、监测仪器安装埋设前的准备	(331)	二、仪器安装埋设	(334)	三、观测电缆走线	(344)
四、仪器安装埋设后的工作	(346)				
第四节	常用监测仪器观测方法	(347)			
一、观测基准值的确定	(348)	二、观测频率的确定	(349)	三、观测读数方法	(349)
四、观测物理量的计算	(350)	五、观测成果图表的绘制	(353)	六、监测报告	(353)
第五节	大坝及坝基监测方法	(354)			
一、混凝土坝及坝基监测方法	(354)	二、土石坝及坝基监测方法	(383)		
第六节	边坡工程监测方法	(402)			
一、监测设计	(402)	二、监测仪器的组装率定检验	(402)	三、监测断面和测点定位放样	(402)
四、监测仪器安装埋设的土建施工	(403)	五、监测仪器安装埋设与观测	(403)	六、巡视检查	(415)
七、观测频率	(416)	八、观测资料整理分析	(418)		
第七节	地下工程监测方法	(418)			
一、监测设计	(418)	二、监测仪器的组装率定检验	(418)	三、观测断面和测点的定位放样	(419)
四、仪器安装埋设的土建工程施工	(419)	五、监测仪器安装埋设与观测	(419)		
第八节	工业与民用建筑安全监测方法	(437)			
一、基坑边坡及对环境安全监测方法	(437)	二、基础及上部结构的安全监测方法	(440)		
第五章	监测资料的整理分析和反馈	(454)			
第一节	概述	(454)			