

水利行业工人技术考核培训教材

地质与土力学 基础知识

主编 叶火炎

黄河水利出版社

地质与土力学基础知识

主 编 叶火炎

黄河水利出版社

图书在版编目(CIP)数据

地质与土力学基础知识 / 叶火炎主编. — 郑州: 黄河水利出版社, 1996. 3(2006. 4 重印)

水利行业工人技术考核培训教材

ISBN 7-80621-064-4

I. 地… II. 叶… III. ①地质学—职工培训—教材
②土力学—职工培训—教材 IV. P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 12189 号

责任编辑: 吕洪予

封面设计: 朱 鹏

责任校对: 赵宏伟

责任印制: 常红昕

出版发行: 黄河水利出版社

地址: 河南省郑州市金水路 11 号 邮编: 450003

发行部电话: (0371) 66026940 传真: 66022620

E-mail: yrcp@public.zz.ha.cn

印 刷: 黄河水利委员会印刷厂

开 本: 850 mm × 1 168 mm 1/32

印 张: 9

版 次: 1996 年 3 月 第 1 版

印 数: 11201—13200

印 次: 2006 年 4 月 郑州第 3 次印刷

字 数: 227 千字

定 价: 16.60 元

水利行业工人考核培训教材

编 审 委 员 会

主 任	杜彦甫		
副主任	张渝生	宁志泉	彭建明
编 委	倪文进	谈炳忠	徐泽林
	郭国顺	吴中贻	陈东文
	季诗政	盛学品	

地质与土力学基础知识

主 编 叶火炎

副主编 刘启明

咨 询 马成奎

审 定 (以姓氏笔画为序)

宁志泉 吴中贻 张渝生

陈东文 季诗政 倪文进

徐泽林 盛学品 彭建明

前 言

为了建立和完善水利行业工人考核培训体系,弥补新中国成立以来全国水利行业没有完整的、系统的工人培训教材的空白,我们组织水利行业一百多位专家学者编写了这套“水利行业工人考核培训教材”。本教材是依据劳动部、水利部联合颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准(水利)》规定的 32 个行业工种要求编写的,编写的内容与技术考核规范和试题库相结合,并在每一章后设有思考题,能够满足水利行业技术工人考核前培训和职业技能鉴定的需要。

教材分为通用教材和专业教材两大类。通用教材共 8 本,分别为:《水利工程施工基础知识》、《工程力学与建筑结构基础知识》、《地质与土力学基础知识》、《水工建筑物基础知识》、《水力学与水文测验基础知识》、《水利工程制图基础知识》、《机械基础知识》、《电工基础知识》,其内容主要侧重于为 30 本专业教材配套使用的基础理论知识;专业教材共 30 本,分别为:《开挖钻工》、《水工爆破工》、《锻钎工》、《坝工模板工》、《坝工钢筋工》、《坝工混凝土工》、《钻探灌浆工》、《喷护工》、《防渗墙工》、《砌筑工》、《坝工土料实验工》、《坝工混凝土实验工》、《水工泥沙实验工》、《水工结构实验工》、《混凝土维修工》、《土石维修工》、《闸门运行工》、《水工防腐工》、《水工监测工》、《河道修防工与防治工》、《渠道维护工》、《灌区供水工》、《灌溉试验工》、《泵站机电设备维修工与泵站运行工》、《灌排工程工》、《水文勘测工》、《水文勘测船工》、《水土保持防治工》、《水土保持测试工》、《水土保持勘测工》,其内容包括各工种的初、中、高级工的专业知识和技能知识。两类教材均突出了水利行业专业工种的特点,具有专业性、权威性、科学性、整体性、实用性

和相对稳定性。它包括了本行业技术工人考核晋升技术等级时试题的范围和内容,是水利行业特有各职业技能鉴定的必备教材。

本次教材编写时参照的技术规范或规定、标准等是以 1995 年 7 月底尚在使用的标准,涉及的个别计量单位虽属非法定计量单位,但考虑到这些计量单位与有关规定、标准的一致性和实际使用的现状,本次出版时暂行保留,在以后修订时再予改正。

编写全国水利行业统一的工人培训教材,对于我们来说尚属首次,曾得到了各级领导、有关专家及广大水利职工的关怀和支持。经过大家一年来的辛勤耕耘和不断探索,现已面世出版了,但由于它是一项新的工作、新的尝试,不足之处在所难免,希望大家在使用中提出宝贵意见,使其日臻完善。

水利行业工人考核培训教材
编审委员会

1995 年 7 月

目 录

绪论.....	(1)
---------	-----

第一篇 地 质

第一章 岩石及其工程地质性质.....	(5)
第一节 地壳及地质作用.....	(5)
第二节 造岩矿物.....	(7)
第三节 岩石	(13)
第四节 岩石的工程地质性质	(26)
第二章 地质构造	(31)
第一节 地质时代的概念	(32)
第二节 褶皱构造	(36)
第三节 断裂构造	(40)
第四节 地质图	(42)
第五节 地震	(46)
第三章 物理地质作用	(51)
第一节 风化作用	(51)
第二节 流水的地质作用	(55)
第三节 砂砾石	(63)
第四章 地下水	(65)
第一节 地下水的基本概念	(65)
第二节 地下水的基本类型及其特征	(68)
第三节 喀斯特(岩溶)	(79)
第四节 泉	(82)
第五节 地下水运动	(83)

第五章	水利水电工程的一般地质问题	(89)
第一节	斜坡岩体失稳破坏的类型特征及其防治措施	(89)
第二节	坝闸的工程地质问题	(94)
第三节	水库的工程地质问题	(100)
第四节	渠道及隧洞的工程地质问题	(101)
第六章	水利水电工程地质勘察	(110)
第一节	工程地质测绘	(110)
第二节	工程地质勘探	(111)
第三节	水文地质工程地质试验	(117)
第四节	天然建筑材料勘探	(121)

第二篇 土力学

第七章	土的物理性质与工程分类	(123)
第一节	土的三相组成	(123)
第二节	土的物理性质指标	(127)
第三节	填土的压实性	(134)
第四节	土的工程分类	(136)
第八章	土的渗透性	(143)
第一节	达西定律及其适用范围	(143)
第二节	渗透系数及其确定方法	(146)
第三节	渗透力与土的渗透变形	(149)
第九章	地基中的应力	(154)
第一节	自重应力	(154)
第二节	基底压力的简化计算	(156)
第三节	地基中的附加应力	(160)
第十章	土的压缩性与基础沉降计算	(176)
第一节	土的压缩性	(176)

第二节	基础最终沉降量计算·····	(182)
第三节	基础沉降与时间的关系·····	(188)
第十一章	土的抗剪强度与土压力·····	(196)
第一节	库仑定律·····	(196)
第二节	土的极限平衡条件·····	(199)
第三节	抗剪强度的测定方法·····	(203)
第四节	土压力的一般概念·····	(211)
第五节	土压力计算·····	(214)
第十二章	地基承载力与地基处理·····	(234)
第一节	地基的破坏模式与地基的变形阶段·····	(234)
第二节	浅基础地基承载力的理论公式·····	(236)
第三节	按规范查表法确定地基承载力·····	(247)
第四节	按原位测试成果确定地基承载力·····	(256)
第五节	地基处理·····	(259)

绪 论

一、地质与土力学在水利水电工程建设中的作用

水利是农业的命脉。电力是工业的血液。新中国成立以来,国家十分重视水利水电工程建设。到目前为止,我国已建成 8.33 万座水库,2.76 万座水闸,22.6 万 km 堤防。这些工程充分发挥了其除害兴利的作用。目前我国正在建设世界上最大的三峡水利枢纽工程。它是一个跨世纪的庞大系统工程,主要有两大任务:一是防洪,它可以防御长江百年一遇的特大洪水,保护千百万人民的生命财产安全;二是发电,到 2009 年工程全部竣工时,总装机容量达 1 820 万 kW,几乎和新中国成立 45 年来水电装机总容量相等。三峡水利枢纽工程的大坝将建在宜昌县三斗坪,该处有三个坝址可供选择,由于二、三坝址的基岩风化较深,最后选定在第一坝址处。大坝高 175m,其中约 70m 处于水下,要开挖掉约 6m 厚的砾石层才见到河床下的基岩,再清理基岩中的风化部分,把巨大的坝体浇筑在坚硬的有 9 亿年历史的黄陵花岗岩岩体上。可见水工建筑物的稳固与否首先取决于工程地质条件的好坏。当然,一个水工建筑物的地质条件完全满足要求也是不容易的。例如,葛洲坝工程的地质条件并不理想,岩石的强度不高,而且还有软弱夹层,经过加固后照样在上面建坝。因此,当工程地质条件不理想时,可以通过加固处理来改善其不利因素。新中国成立以来,我国建造了几万座坝,其中有不少是土坝,虽然土坝对地质条件的要求不像混凝土重力坝及拱坝那样高,但把土作为建筑物地基,作为工程地质环境及建筑材料,这是到处都可以见到的。除坝以外,水闸、溢洪道、渠道、渡槽、隧洞、堤防、高层建筑、桥梁、公路、铁路及港口等各种建筑以及各种用途的地下及水下建筑物,都无不与岩基、土基

的定性、定量指标有着极其重要的关系。

在水利水电工程建设中,要进行大量的开挖、钻探、爆破、衬砌等工作,因此,对于工程的安全问题,除岩石、土的性质有重要影响外,地形地貌、地质构造、物理地质作用、水文地质条件等,都有很大的关系。一旦忽视了上述情况,就有可能产生坝毁人亡的严重后果。例如,1963年10月9日晚,由于滑坡,意大利的瓦依昂水库左岸2.4亿 m^3 的石灰岩滑入库容为1.65亿 m^3 的水库中,库水顿时漫过了265.5m高的双曲拱坝,造成2400多人死亡。近年来我国有相当多的水库因存在地质问题而达不到设计要求。为此,我们必须加强工程地质勘察,以适应水利水电事业的发展。

二、本课程的主要内容及学习要求

地质与土力学是实践性很强的学科,包括很多试验、测试和计算,要求理论与实践紧密结合。本课程共分两篇,第一篇六章,第二篇六章,共计十二章。

(一)岩石及其工程地质性质

岩石的工程地质性质直接影响建筑物的稳定性及工程造价。这一章主要是学习用肉眼识别最常见造岩矿物的方法及认识三大类最主要的岩石。

(二)地质构造

了解地质构造中的褶皱、节理、断层、地震等与水工建筑物的关系及其对水工建筑物的渗漏和稳定的影响。有条件的情况下要在野外认识上述地质构造。

(三)物理地质作用

了解物理风化作用、化学风化作用和生物风化作用的过程和类型,以及地面流水的地质作用。

(四)地下水

为了防止地下水对水工建筑物的不良影响,以及利用地下水

灌溉农田,需要了解地下水的基本类型、特征及其运动规律。

(五)水利水电工程的一般地质问题

主要了解与斜坡稳定有关的一些地质问题,如蠕变、剥落、崩塌、滑坡等对水工建筑物的危害与防治;坝、水闸、渠道、渡槽、隧洞等工程的稳定性与水文地质工程地质条件的关系;中小型水库的一般工程地质问题及其防治措施。

(六)水利水电工程地质勘察

了解勘察工作的手段和方法,如槽井探、钻探、钻孔的编录,水文地质试验,建筑材料勘察等。

(七)土的物理性质与工程分类

主要了解土力学的概念、基本内容和学习方法,土的三相组成,土的结构和构造上的差异对土工程性质的影响。了解填土的压实性。掌握土的物理性质指标。能根据规范对土进行分类。

(八)土的渗透性

了解达西定律的物理意义及渗透系数的确定方法。对渗透力和临界水力坡降的物理概念有所了解。认识管涌和流土现象对堤坝的危害。

(九)地基中的应力

对土的自重应力、附加应力能运用公式进行计算,对土中的应力和基底压力的分布规律有所了解,理解附加应力的积聚和扩散现象。

(十)土的压缩性与基础沉降计算

要求了解压密定律及压缩系数、压缩指数的定义。对分层总和法计算地基沉降量有所了解。掌握孔隙水压力 and 有效应力的概念及地基沉降与时间的关系。

(十一)土的抗剪强度与土压力

了解库仑定律、极限平衡条件、快剪法测定土的强度指标。了解其他剪切试验及土的液化。初步了解朗肯、库仑土压力理论。

(十二)地基承载力与地基处理

一般了解确定地基承载力的各种方法及地基变形与破坏模式。了解地基处理的各種方法。

三、本学科的发展概况

地质与土力学是既古老又年轻的学科。两千多年前,我国劳动人民就建造了西安的灞河桥、河北的赵州桥、四川的都江堰及广西的灵渠等工程。由于长期的封建统治,这些经验与成果未能得到很好的推广和提高。新中国成立前的一百多年间,我国处于半封建半殖民地状态,几乎没有什么工程建设,工程地质与土力学差不多是个空白点,更谈不上会有什么成就与发展。新中国成立以来,特别是改革开放以来,水利水电、工业与民用建筑、交通、能源等部门都开展了大规模的工程建设。因此,工程地质及土力学学科从理论到实践都得到了较快的发展。今后,为了适应国民经济高速增长的需要,在加强本学科基础理论研究的同时,要广泛采用先进的勘探技术和测试手段,如大孔径钻进、声纳探测法、电视测井、钻孔电视摄像等。

第一篇 地 质

第一章 岩石及其工程地质性质

地球的最外层就叫地壳(岩石圈),上面依附着水圈、生物圈和大气圈。地壳的下面是地幔(中间层),最内层就是地核(图 1-1)。



图 1-1 地球圈层构造示意图

人类生活在地壳上,我们所从事的一切活动如工程建设就与地壳紧密相连。在地质作用中,由化学元素组成矿物,矿物组成了岩石,岩石组成了地壳。

第一节 地壳及地质作用

一、地壳

根据大量岩石样品的化学分析,地壳中最主要的化学元素有 O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg、H 等九种。这九种元素占地壳总重量的 98% 以上,其余近百种元素的含量还不到 2% (表 1-1)。地壳中主要化学元素的重量百分比称为克拉克值。地壳的平均厚度为 33km,高山地区厚度较大,如我国的青藏高原,其地壳的厚度达

70km 左右;大洋地区地壳就较薄,印度洋和大西洋为 10~15km,太平洋地壳的厚度最小,只有 5km。地壳的平均厚度与地球的平均半径 6371km 相比,地壳在地球的表面仅仅是薄薄的一层,它的体积仅为地球的 1%。

表 1-1 地壳中主要元素的含量

元 素	氧(O)	硅(Si)	铝(Al)	铁(Fe)	钙(Ca)	钠(Na)	钾(K)	镁(Mg)	氢(H)	其他
按重量计(%)	49.13	26.00	7.45	4.20	3.25	2.40	2.35	2.35	1.00	1.87

二、地质作用

能使地壳的成分、构造和地表形态发生变化的各种作用,都叫地质作用。

地球自 46 亿年前形成以来,时刻都在发生着变化,如地震、火山爆发、岩浆活动、变质作用、地壳运动等,他们以迅猛的形式表现出来。而另一种表现形式是长期缓慢而不易被人们觉察出来的,如风化剥蚀、搬运沉积和固结成岩等作用,经历了漫长的地质时代。地质作用使一些地区褶皱成高山,而另一些地区则下陷成为海洋。高山又不断地遭受风化剥蚀夷为平地,沧海又被搬运沉积下来的泥沙变成桑田。这些地质作用,按其能源的不同又分为不同的类别。如来自地球本身自转所产生的动能和地壳内放射性元素的蜕变所产生的热能而引起的地壳运动,叫做内力地质作用;而来自太阳的辐射能所引起的风化剥蚀作用、搬运沉积作用等,就叫外力地质作用。内力地质作用使地表高低起伏,而外力地质作用则削高填低,总之,在内外力地质作用下,地壳不断地演化、发展,造成现在地壳内各种不同岩石的产状和各种地貌形式。为了搞好水利水电建设,我们必须了解地壳内的各种岩石和矿物。

第二节 造岩矿物

具有一定的化学成分和物理性质的自然化合物或自然元素就叫矿物。如金刚石(C)、硫磺(S)、金(Au)等。绝大多数矿物由两种或两种以上的化学元素所组成,并以化合物的形式存在。如石英(SiO_2)、正长石(KAlSi_3O_8)、云母($\text{K}(\text{Fe}, \text{Mg})_3(\text{OH})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$) ,这三种矿物组合在一起成为花岗岩。这些组成岩石的矿物就叫造岩矿物。目前已发现的矿物有三千种之多,但最常见的造岩矿物只有 10 多种。由于不同的矿物其化学成分不同、内部构造不同,故矿物的物理性质和化学性质也就有很大的差异,这就是识别矿物的主要依据。

一、矿物的物理性质

(一)矿物的形态

矿物常有如下形态:

- (1)柱状、针状、纤维状。如石英、角闪石、石棉和石膏。
- (2)片状、板状、鳞片状。如云母、长石、绿泥石。
- (3)六面体、八面体、十二面体等粒状晶体。如黄铁矿、磁铁矿、石榴子石、橄榄石。

矿物生成时,由于受各种因素的干扰,很少能形成完整的单个晶体,而大部分成为致密块状,或以各种形态的集合体出现。如石英呈致密块状,赤铁矿呈鲕状,方解石呈晶簇,红柱石呈放射状,高岭土呈土状等。

(二)矿物的颜色

矿物最引人注目的就是颜色,如黑色的磁铁矿、铜黄色的黄铜矿、朱红色的汞矿、蓝绿色的孔雀石、金黄色的金矿、变色的云母片