

全国造价工程师执业资格考试培训教材

2009年版

建设工程技术与计量 (土建工程部分)

全国造价工程师执业资格考试培训教材编审组



中国计划出版社

► **2009年版**

► **全国造价工程师执业资格考试培训教材**

建设工程技术与计量

(土建工程部分)

全国造价工程师执业资格考试培训教材编审组

中国计划出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建设工程技术与计量: 2009 年版. 土建工程部分/全国造价工程师执业资格考试培训教材编审组编. —5 版.

北京: 中国计划出版社, 2009. 4

全国造价工程师执业资格考试培训教材

ISBN 978-7-80242-303-9

I. 建… II. 全… III. 土木工程—建筑造价管理—工程技术人员—资格考核—自学参考资料 IV. TU723.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 032889 号

全国造价工程师执业资格考试培训教材 (2009 年版)

建设工程技术与计量

(土建工程部分)

全国造价工程师执业资格考试培训教材编审组

☆

中国计划出版社出版

(地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码: 100038 电话: 63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/16 20.25 印张 501 千字

2009 年 4 月第 5 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—40000 册

☆

ISBN 978-7-80242-303-9

定价: 45.00 元

《建设工程技术与计量》

(土建工程部分)

编审人员名单

主 编：贾宏俊 山东科技大学
 袁大祥 三峡大学

主 审：李慧民 刘 智 张丽萍

编写人员：	袁大祥	三峡大学	合编第一章
	刘纳兵	三峡大学	合编第一章
	金 峰	三峡大学	合编第一章
	韩美莲	山东科技大学	合编第一、三章
	胡长明	西安建筑科技大学	合编第二章
	赵 平	西安建筑科技大学	合编第二章
	蒋红妍	西安建筑科技大学	合编第二章
	石朝霞	山东科技大学	合编第二章
	吴新华	山东科技大学	合编第三、五章
	孙凌志	山东科技大学	合编第三、四章
	王海苓	山东科技大学	合编第三章
	李清立	北京交通大学	合编第四章
	刘玉明	北京交通大学	合编第四章
	贾宏俊	山东科技大学	合编第五、六章
	王洪强	上海大学	合编第五章
	徐学东	山东农业大学	合编第六章
	孙琳琳	山东科技大学	合编第六章

前 言

全国造价工程师执业资格考试制度从实施至今,经历了不断完善的过程。为了适应我国工程建设事业和工程造价管理改革发展的要求,总结近年来考试大纲和培训教材使用中的经验,我们组织有关专家经过论证,对原国家建设部、人事部2003年制定的考试大纲和2006年版考试培训教材进行了局部修改,形成了2009年版的全国造价工程师执业资格考试大纲和培训教材,供2009年及以后一个时期使用。

2009年版考试大纲和培训教材基本保持了原有的内容。此次修订主要体现在以下几个方面:一是根据造价工程师执业资格考试加强技能的要求,减少了个别科目中基本概念和基本知识的内容,因此培训教材的篇幅有一定压缩;二是按照2008年新修订的《建设工程工程量清单计价规范》等有关工程造价方面新的制度规定,对建设项目经济评价、工程量清单计价和工程结算等有关内容进行了增改;三是部分内容在个别考试科目之间做了调整,优化了知识结构。如建设工程技术与计量科目中的流水施工组织和网络计划技术调整到工程造价管理基础理论及相关法规科目之中。

修订后的《全国造价工程师执业资格考试大纲》(2009年版)和《全国造价工程师执业资格考试培训教材》(2009年版)仍分为四个科目:《工程造价管理基础理论与相关法规》、《工程造价计价与控制》、《建设工程技术与计量》(土建工程和安装工程各一册)、《工程造价案例分析》。此次修订中各科主编、参编人员付出了辛苦的劳动,有关编写人员也有所调整,在此对现在和过去参加编写以及提供宝贵资料和意见的单位与个人一并表示衷心的感谢。

《全国造价工程师执业资格考试大纲》(2009年版)和《全国造价工程师执业资格考试培训教材》(2009年版)在使用中如有不足之处,希望读者提出宝贵的意见和建议。

全国造价工程师执业资格考试培训教材编审组

二〇〇九年三月

目 录

第一章 工程地质	(1)
第一节 工程地质对建设工程的影响	(1)
一、工程地质对建设工程选址的影响	(1)
二、工程地质对建筑结构的影响	(2)
三、工程地质对工程造价的影响	(2)
四、常见工程地质问题与防治	(2)
第二节 地质岩性	(3)
一、岩石矿物特性	(3)
二、岩石物理力学性质	(4)
三、岩石成因类型及其特征	(6)
四、土的工程性质	(7)
第三节 地质构造	(9)
一、水平构造和单斜构造	(9)
二、褶皱构造	(10)
三、断裂构造	(11)
四、地震的震级和烈度	(13)
第四节 岩体特征	(14)
一、岩体结构分析	(14)
二、岩体力学特征	(15)
三、地下水特征	(16)
四、地下洞室围岩稳定性	(16)
五、边坡岩体稳定性	(17)
第二章 工程构造	(19)
第一节 工业与民用建筑工程	(19)
一、工业与民用建筑工程分类及组成	(19)
二、地基与基础	(23)
三、墙与框架结构	(27)
四、楼板与地面	(35)
五、阳台与雨篷	(38)
六、楼梯	(40)
七、门与窗	(42)
八、屋顶	(44)
九、装饰	(49)

第二节 道路工程	(53)
一、道路分类及组成	(53)
二、路基	(54)
三、路面	(56)
四、道路主要公用设施	(59)
第三节 桥梁与涵洞工程	(61)
一、桥梁组成与分类	(61)
二、桥梁上部结构	(62)
三、桥梁下部结构	(70)
四、涵洞	(73)
第四节 地下工程	(76)
一、地下工程分类	(76)
二、地下交通工程	(77)
三、地下市政管线工程	(80)
四、地下工业工程	(81)
五、地下公共建筑工程	(83)
六、地下人防工程	(84)
七、地下贮库工程	(85)
第三章 工程材料	(87)
第一节 基本材料	(87)
一、钢筋	(87)
二、木材	(91)
三、水泥	(92)
四、砂石	(96)
五、石灰与石膏	(102)
第二节 结构材料	(105)
一、混凝土材料	(105)
二、砌筑材料	(113)
三、型钢	(118)
第三节 装饰材料	(119)
一、饰面材料	(119)
二、建筑玻璃	(122)
三、建筑装饰涂料	(123)
第四节 防水材料	(125)
一、防水卷材	(125)
二、刚性防水材料	(127)
三、防水涂料	(128)
四、建筑密封材料	(129)

第四章 工程施工技术	(131)
第一节 土石方工程施工	(131)
一、土石方工程分类与施工特点	(131)
二、土石方工程的准备与辅助工作	(132)
三、土石方工程机械化施工	(138)
四、土石方填筑与压实	(141)
第二节 地基与基础工程施工	(142)
一、地基加固处理	(142)
二、桩基础施工	(144)
三、地下连续墙施工技术	(150)
四、喷锚支护施工	(153)
五、土钉支护施工	(154)
第三节 砌筑工程施工	(155)
一、砌砖与砌块施工	(155)
二、砌石施工	(161)
第四节 钢筋混凝土工程施工	(161)
一、钢筋工程	(161)
二、模板工程	(166)
三、混凝土工程	(170)
第五节 预应力混凝土工程施工	(179)
一、预应力钢筋种类	(179)
二、对混凝土的要求	(180)
三、预应力施加方法	(180)
四、先张法	(180)
五、后张法	(183)
六、无粘结预应力混凝土	(186)
第六节 结构吊装工程施工	(187)
一、起重机具	(187)
二、混凝土结构吊装	(188)
三、大跨度屋盖结构吊装	(193)
四、升板法施工	(194)
第七节 装饰工程施工	(195)
一、一般抹灰	(195)
二、水泥砂浆地面层	(198)
三、其他材料地面装饰	(200)
四、木隔断	(204)
五、瓷砖、面砖面层	(205)
六、其他墙面装饰	(207)
七、油漆	(209)

八、建筑涂料装饰施工	(213)
九、玻璃幕墙	(214)
第八节 道路工程施工	(216)
一、路基施工	(216)
二、路面施工	(221)
三、筑路机械	(227)
第九节 桥梁与涵洞工程施工	(229)
一、桥梁下部结构施工	(229)
二、桥梁上部结构施工	(231)
三、管涵施工	(236)
第十节 防水工程施工	(237)
一、屋面防水工程施工	(237)
二、地下防水工程施工	(240)
三、楼层、卫浴间、厨房间防水	(243)
第十一节 地下工程施工	(243)
一、概述	(243)
二、盾构施工技术	(245)
三、岩石地下工程施工	(246)
四、地下工程的几种特殊开挖施工技术	(249)
第五章 工程项目管理规划	(255)
第一节 概述	(255)
一、工程项目管理规划概念	(255)
二、工程项目管理规划分类	(255)
三、工程项目管理规划目的与作用	(256)
四、工程项目管理规划编制要求	(256)
第二节 工程项目管理规划大纲	(256)
一、工程项目管理规划大纲性质及作用	(256)
二、工程项目管理规划大纲编制程序及要求	(257)
三、工程项目管理规划大纲编制依据	(257)
四、工程项目管理规划大纲编制内容	(258)
第三节 工程项目管理实施规划	(260)
一、工程项目管理实施规划性质和作用	(260)
二、工程项目管理实施规划编制程序及要求	(260)
三、工程项目管理实施规划编制依据	(261)
四、工程项目管理实施规划编制内容	(262)
五、项目管理实施规划管理	(266)
第四节 施工组织设计	(266)
一、施工组织设计概述	(266)

二、施工组织总设计·····	(268)
三、单位工程施工组织设计·····	(275)
四、施工组织设计技术经济分析·····	(283)
第六章 工程计量 ·····	(287)
第一节 概述·····	(287)
一、工程量计算依据·····	(287)
二、工程量计算的方法·····	(288)
三、用统筹法计算工程量·····	(289)
第二节 建筑面积计算·····	(291)
一、建筑面积计算·····	(291)
二、计算建筑面积的作用·····	(292)
三、建筑面积计算规则·····	(292)
第三节 建筑工程工程量计算·····	(295)
一、土石方工程·····	(296)
二、桩与地基处理·····	(297)
三、砌筑工程·····	(297)
四、混凝土及钢筋混凝土工程·····	(300)
五、厂库房大门、特种门、木结构工程·····	(305)
六、金属结构工程·····	(305)
七、屋面及防水工程·····	(306)
八、防腐、隔热、保温工程·····	(307)
第四节 装饰装修工程工程量计算·····	(308)
参考文献 ·····	(312)

第一章 工程地质

第一节 工程地质对建设工程的影响

工程地质是建设工程地基及其一定影响区域的地层性质。建设工程根据其规模、功能、质量、建筑布置、结构构成、使用年限、运营方式和安全保证等,要求地基及其一定区域的地层有一定的强度、刚度、稳定性和抗渗性。有的工程地质能满足这些要求;有的土体松散、软弱、湿陷、湿胀以及受杂质和水的影响,致使岩体的岩石软弱、软化、风化、泥化、破碎和岩层褶皱、断裂、不整合以及受地下水的渗透和侵蚀等,不能满足工程要求。许多建设工程不得不根据工程地质条件调整建筑设计,或者根据建筑设计要求处理工程地质缺陷,这些都会增加工程造价,有的甚至必须改变工程选址。因此,必须正确认识工程地质问题,研究对工程地质问题的处理,在实现功能和安全要求的前提下,选择技术经济合理的建设方案。

一、工程地质对建设工程选址的影响

建设工程选址,除了受社会经济条件和地形、气象、水文等自然地理条件的影响外,也受工程地质条件的影响。工程地质对建设工程选址的影响,主要是各种地质缺陷对工程安全和工程技术经济的影响。工程选址的正确与否决定工程建设的技术经济效果乃至工程建设的成败,是工程建设在工程技术方面较为关键的工作。如长江三峡工程之所以选择三斗坪坝址,其中一个重要原因是漫长的石灰岩河流基岩在此嵌有一段难得的花岗岩地段。

一般中小型建设工程的选址,工程地质的影响主要是在工程建设一定影响范围内,地质构造和地层岩性形成的土体松软、湿陷、湿胀、岩体破碎、岩石风化和潜在的斜坡滑动、陡坡崩塌、泥石流等地质问题对工程建设的影响和威胁。

大型建设工程的选址,工程地质的影响还要考虑区域地质构造和地质岩性形成的整体滑坡,地下水的性质、状态和活动对地基的危害。

特殊重要的工业、能源、国防、科技和教育等方面新建项目的工程选址,要高度重视地区的地震烈度,尽量避免在高烈度地区建设。

地下工程的选址,工程地质的影响要考虑区域稳定性的问题。对区域性深大断裂交汇、近期活动断层和现代构造运动较为强烈的地段,要给予足够的注意。也要注意避免工程走向与岩层走向交角太小甚至近乎平行的地质构造。

道路选线,因线性展布跨越地域多,受技术经济和地形地貌各方面的限制,对地质缺陷难以回避,工程地质的影响更为复杂。道路选线尽量避开断层裂谷边坡,尤其是不稳定边坡;避开岩层倾向与坡面倾向一致的顺向坡,尤其是岩层倾角小于坡面倾角的顺向坡;避免路线与主要裂隙发育方向平行,尤其是裂隙倾向与边坡倾向一致的;避免经过大型滑

坡体、不稳定岩堆和泥石流地段及其下方。

二、工程地质对建筑结构的影响

工程地质对建筑结构的影响,主要是地质缺陷和地下水造成的地基稳定性、承载力、抗渗性、沉降等问题,对建筑结构选型、建筑材料选用、结构尺寸和钢筋配置等多方面的影响。这些影响在各个工程项目的差别较大,具体分为以下几方面:

(1) 对建筑结构选型和建筑材料选择的影响。例如,按功能要求可以选用砖混或框架结构的,因工程地质原因造成的地基承载力、承载变形及其不均匀性的问题,而要采用框架结构、筒体结构;可以选用钢筋混凝土结构的,而要采用钢结构;可以选用砌体的,而要采用混凝土或钢筋混凝土。

(2) 对基础选型和结构尺寸的影响。有的由于地基土层松散软弱或岩层破碎等工程地质原因,不能采用条形基础,而要采用片筏基础甚至箱形基础。对较深松散地层有的要采用桩基础加固。有的要根据地质缺陷的不同程度,加大基础的结构尺寸。

(3) 对结构尺寸和钢筋配置的影响。为了应对地质缺陷造成的受力和变形问题,有时要加大承载和传力结构的尺寸,提高钢筋混凝土的配筋率。

(4) 地震烈度对建筑结构和构造的影响。工程所在区域的地震烈度越高,构造柱和圈梁等抗震结构的布置密度、断面尺寸和配筋率要相应增大。

三、工程地质对工程造价的影响

工程建筑物种类多,不同的工程建筑物对场地地基的适应程度不同,工程地质问题也就格外复杂。能否正确认识工程地质条件和处理工程地质问题,关系到工程能否顺利建设、安全运营甚至关系到投资成败。对于工程地质问题认识不足、处理不当,不但会带来工程事故,大幅度增加工程造价,而且会遗留无尽的工程病害,从而导致维修整治费用的增加。

工程地质勘察作为一项基础性工作,对工程造价的影响可归结为三个方面:一是选择工程地质条件有利的路线,对工程造价起着决定作用;二是勘察资料的准确性直接影响工程造价;三是由于对特殊不良工程地质问题认识不足导致的工程造价增加。通常,存在着直到施工过程才发现特殊不良地质的现象。这样,不但处治特殊不良地质的工程费用因施工技术条件相对困难而增加,而且造成的既成工程损失,诸如路基沉陷、边坡倒塌、桥梁破坏、隧道变形等等,也很棘手。此外,特殊不良地质的处治是典型的岩土工程,包含着地质和土木工程的复合技术。

四、常见工程地质问题与防治

影响建设工程的工程地质问题及其防治处理方法很多,这里仅就常见的作一些简要说明。

(1) 松散、软弱土层。对不满足承载力要求的松散土层,如砂和砂砾石地层等,可挖除,也可采用固结灌浆、预制桩或灌注桩、地下连续墙或沉井等加固;对不满足抗渗要求的,可灌水泥浆或水泥黏土浆,或地下连续墙防渗;对于影响边坡稳定的,可喷射混凝土或用土钉支护。

对不满足承载力的软弱土层,如淤泥及淤泥质土,浅层的挖除,深层的可以采用振冲等方法用砂、砂砾、碎石或块石等置换。

(2) 风化、破碎岩层。风化一般在地基表层,可以挖除。破碎岩层有的较浅,可以挖除。有的埋藏较深,如断层破碎带,可以用水泥浆灌浆加固或防渗;风化、破碎处于边坡影响稳定的,可根据情况采用喷混凝土或挂网喷混凝土罩面,必要时配合注浆和锚杆加固。

(3) 裂隙发育岩层。对于影响地基承载能力和抗渗要求的,可以用水泥浆注浆加固或防渗。对于影响边坡稳定的,采用锚杆加固。

(4) 断层、泥化软弱夹层。对充填胶结差,影响承载力或抗渗要求的断层,浅埋的尽可能清除回填,深埋的注水泥浆处理;浅埋的泥化夹层可能影响承载力,尽可能清除回填,深埋的一般不影响承载力。断层、泥化软弱夹层可能是基础或边坡的滑动控制面,对于不便清除回填的,根据埋深和厚度,可采用锚杆、预应力锚索、抗滑桩等进行抗滑处理。

(5) 岩溶与土洞。当建筑工程不可能避开时,可挖除洞内软弱充填物后回填石料或混凝土。不方便挖填的,可采用长梁式、桁架式基础或大平板等方案跨越洞顶,也可对岩溶进行裂隙钻孔注浆,对土洞进行顶板打孔充砂、砂砾,或做桩基处理。

(6) 地下水发育地层。当地下水发育影响到边坡或围岩稳定时,要及时采用洞、井、沟等措施导水、排水,降低地下水位。

(7) 滑坡体。斜坡内可能沿滑动面下滑的岩体称为滑坡体。滑坡发生往往与水有很大关系,渗水降低滑坡体尤其是滑动控制面的摩擦系数和黏聚力,要注重在滑坡体上方修筑截水设施,在滑坡体下方筑好排水设施。防止滑坡,经过论证可以在滑坡体的上部刷方减重,未经论证不要轻易扰动滑坡体。在滑坡体坡脚采用挡土墙、抗滑桩等支挡措施。采用固结灌浆等措施改善滑动面和滑坡体的抗滑性能。

(8) 对结构面不利交汇切割和岩体软弱破碎的地下工程围岩,地下工程开挖后,要及时采用支撑、支护和衬砌。支撑多采用柱体、钢管排架、钢筋或型钢拱架,拱架的间距根据围岩破碎的程度决定。支护多采用土钉、锚杆、锚索和喷射混凝土等联合支护方式。衬砌多用混凝土和钢筋混凝土,也可采用钢板衬砌。

第二节 地质岩性

一、岩石矿物特性

矿物是存在于地壳中的具有一定物理性质和化学成分的自然元素和化合物。其中构成岩石的矿物,称为造岩矿物。组成地壳的岩石,都是在一定的地质条件下,由一种或几种矿物自然组合而成的矿物集合体。矿物的成分、性质及其在各种因素影响下的变化,都会对岩石的强度和稳定性发生影响。

目前,已发现的矿物有 3000 多种,但造岩矿物仅 30 余种。由于成分和结构的不同,每种矿物都有自己特有的物理性质,物理性质是鉴别矿物的主要依据。

(1) 颜色。颜色是矿物最明显、最直观的物理性质。根据成色原因,可分为白色、他

色和假色。白色是矿物本身固有的成分、结构所决定的颜色,具有鉴定意义;他色是由于混入物引起的颜色;假色则是由于某种物理光学过程所致。

(2) 光泽。光泽是矿物表面的反光能力,用类比方法常分为四个等级:金属光泽、半金属光泽、金刚光泽及玻璃光泽。另外,由于矿物表面不平、内部裂纹等,可形成某种独特的光泽,如丝绢光泽、油脂光泽、蜡状光泽、珍珠光泽、土状光泽等。矿物遭受风化后,光泽强度就会有不同程度的降低,如玻璃光泽变为油脂光泽等。

(3) 硬度。硬度是矿物抵抗外力刻划、压入或研磨等机械作用的能力。鉴定矿物常用一些矿物互相刻划来测定其相对硬度,一般分为 10 个标准等级,如表 1.2.1 矿物硬度表所列。

表 1.2.1 矿物硬度表

硬度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
矿物	滑石	石膏	方解石	萤石	磷灰石	长石	石英	黄玉	刚玉	金刚石

在实际工作中常用可刻划物品来大致测定矿物的相对硬度,如指甲约为 2~2.5 度,玻璃约为 5.5~6 度,钢刀约为 6~7 度。

二、岩石物理力学性质

(一) 岩石的主要物理性质

1. 重量

岩石的重量是岩石最基本的物理性质之一,一般用比重和重度两个指标表示。

岩石的比重是岩石固体(不包括孔隙)部分单位体积的重量,在数值上等于岩石固体颗粒的重量与同体积的水在 4℃ 时重量的比。常见的岩石的比重一般介于 2.4~3.3 之间。岩石的比重决定于组成岩石的矿物的比重及其在岩石中的相对含量。

岩石的重度也称容重,是岩石单位体积的重量,在数值上等于岩石试件的总重量(包括孔隙中的水重)与其总体积(包括孔隙体积)之比。岩石重度的大小决定于岩石中矿物的比重、岩石的孔隙性及其含水情况。岩石孔隙中完全没有水存在时的重度,称为干重度;孔隙全部被水充满时的重度,称为饱和重度。

一般来讲,组成岩石的矿物比重大,或岩石的孔隙性小,则岩石的重度就大。在相同条件下的同一种岩石,重度大就说明岩石的结构致密、孔隙性小,岩石的强度和稳定性也较高。

2. 孔隙性

岩石的孔隙性用孔隙度表示,反映岩石中各种孔隙的发育程度。在数值上等于岩石中各种孔隙的总体积与岩石总体积的比,以百分数计。孔隙性对岩石的强度和稳定性产生重要的影响。岩石孔隙度的大小,主要取决于岩石的结构和构造,同时也受外力因素的影响。未受风化或构造作用的侵入岩和某些变质岩,其孔隙度一般是很小的,而砾岩、砂岩等一些沉积岩类的岩石,则经常具有较大的孔隙度。

3. 吸水性

岩石的吸水性一般用吸水率表示,反映岩石在一定条件下(在通常大气压下)的吸水

能力。在数值上等于岩石的吸水重量与同体积干燥岩石重量的比,也可以百分数计。岩石的吸水率与岩石孔隙度的大小、孔隙张开程度等因素有关。岩石的吸水率大,则水对岩石颗粒间结合物的浸润、软化作用就强,岩石强度和稳定性受水作用的影响也就越大。

4. 软化性

岩石的软化性是指岩石受水作用后,强度和稳定性发生变化的性质,主要取决于岩石的矿物成分、结构和构造特征。黏土矿物含量高、孔隙度大、吸水率高的岩石,与水作用容易软化而丧失其强度和稳定性。

用软化系数作为岩石软化性的指标,在数值上等于岩石饱和状态下的极限抗压强度与风干状态下极限抗压强度的比。其值越小,表示岩石的强度和稳定性受水作用的影响越大。未受风化作用的岩浆岩和某些变质岩,软化系数大都接近于1,是弱软化的岩石,其抗水、抗风化和抗冻性强。软化系数小于0.75的岩石,是软化性较强的岩石,工程性质比较差。

5. 抗冻性

岩石孔隙中的水结冰时体积膨胀,会产生巨大的压力。岩石抵抗这种压力作用的能力,称为岩石的抗冻性。在高寒冰冻地区,抗冻性是评价岩石工程性质的一个重要指标。

岩石的抗冻性,有不同的表示方法,一般用岩石在抗冻试验前后抗压强度的降低率表示。抗压强度降低率小于25%的岩石,认为是抗冻的;大于25%的岩石,认为是非抗冻的。

(二) 岩石主要力学性质

1. 岩石的变形

岩石受力作用会产生变形,在弹性变形范围内用弹性模量和泊松比两个指标表示。弹性模量是应力与应变之比,以“帕斯卡”为单位,用符号Pa表示。相同受力条件下,岩石的弹性模量越大,变形越小。即弹性模量越大,岩石抵抗变形的能力越强。泊松比是横向应变与纵向应变的比。泊松比越大,表示岩石受力作用后的横向变形越大。

岩石并不是理想的弹性体,岩石变形特性的物理量也不是一个常数。通常所提供的弹性模量和泊松比,只是在一定条件下的平均值。

2. 岩石的强度

岩石的强度是岩石抵抗外力破坏的能力,也以“帕斯卡”为单位,用符号Pa表示。岩石受力作用破坏,表现为压碎、拉断和剪切等,故有抗压强度、抗拉强度和抗剪强度等。

(1) 抗压强度。抗压强度是岩石在单向压力作用下抵抗压碎破坏的能力,是岩石最基本最常用的力学指标。在数值上等于岩石受压达到破坏时的极限应力。抗压强度主要与岩石的结构、构造、风化程度和含水情况等有关,也受岩石的矿物成分和生成条件的影响。所以,岩石的抗压强度相差很大,胶结不良的砾岩和软弱页岩小于20MPa,坚硬岩浆岩大于250MPa。

(2) 抗拉强度。抗拉强度是岩石抵抗拉伸破坏的能力,在数值上等于岩石单向拉伸破坏时的最大张应力。岩石的抗拉强度远小于抗压强度,故当岩层受到挤压形成褶皱时,常在弯曲变形较大的部位受拉破坏,产生张性裂隙。

(3) 抗剪强度。抗剪强度是指岩石抵抗剪切破坏的能力,在数值上等于岩石受剪破坏

时的极限剪应力。在一定压应力下岩石剪断时,剪破面上的最大剪应力,称为抗剪断强度,其值一般都比较髙。抗剪强度是沿岩石裂隙或软弱面等发生剪切滑动时的指标,其强度远远低于抗剪断强度。

三项强度中,岩石的抗压强度最高,抗剪强度居中,抗拉强度最小。抗剪强度约为抗压强度的10%~40%,抗拉强度仅是抗压强度的2%~16%。岩石越坚硬,其值相差越大,软弱岩石的差别较小。岩石的抗压强度和抗剪强度,是评价岩石(岩体)稳定性的主要指标,是对岩石(岩体)的稳定性进行定量分析的依据之一。

三、岩石成因类型及其特征

地球固体的表层是由岩石组成的硬壳—地壳,组成地壳的岩石按成因可分为岩浆岩(火成岩)、沉积岩(水成岩)和变质岩三大类。它们在地壳中的分布并不均匀。从各类岩石在地壳表面的分布面积看,沉积岩约占陆地面积的75%,变质岩和岩浆岩占25%;按质量百分比计算,沉积岩仅占地壳质量的5%,变质岩占6%,而岩浆岩占89%。不同成因的岩石形成条件、物质成分、结构和构造各不相同,故它们的物理力学性质也不一样,这些都关系到工程建设的规划、设计和施工。

1. 岩浆岩

岩浆岩又称火成岩,是岩浆通过地壳运动,沿地壳薄弱地带上升冷却凝结后形成的岩石。岩石中矿物的结晶程度、颗粒大小与形状,以及它们的相互组合关系不同,形成岩浆岩的不同结构。岩石中的矿物在空间的排列、配置和充填方式不同,形成岩浆岩的不同构造。结构和构造特征直接影响岩石的强度等工程性质。根据形成条件,岩浆岩分为喷出岩和侵入岩。侵入岩是侵入到周围岩层(简称围岩)中形成的岩浆岩。根据形成深度,侵入岩又分为深成岩(形成深度大于5km)和浅成岩(形成深度小于5km)。深成岩常形成岩基等大型侵入体,岩性一般较单一,以中、粗粒结构为主,致密坚硬,孔隙率小,透水性弱,抗水性强,故其常被选为理想的建筑基础,如花岗岩、正长岩、闪长岩、辉长岩;浅成岩多以岩床、岩墙、岩脉等状态产出,有时相互穿插。颗粒细小,岩石强度高,不易风化,但这些小型侵入体与围岩的接触部位,岩性不均一,节理裂隙发育,岩石破碎,风化蚀变严重,透水性增大,如花岗斑岩、闪长玢岩、辉绿岩、脉岩。喷出岩是指喷出地表形成的岩浆岩,一般呈原生孔隙和节理发育,产状不规则,厚度变化大,岩性很不均一,比侵入岩强度低,透水性强,抗风能力差,如流纹岩、粗面岩、安山岩、玄武岩、火山碎屑岩。

2. 沉积岩

沉积岩是在地壳表层常温常压条件下,由风化产物、有机物质和某些火山作用产生的物质,经风化、搬运、沉积和成岩等一系列地质作用而形成的层状岩石。沉积岩主要有碎屑结构(碎屑物质被胶结物粘结起来而形成的结构)、泥质结构(由粒径小于0.005mm的黏土颗粒组成的结构)、晶粒结构(由岩石颗粒在水溶液中结晶或呈胶体形态凝结沉淀而成的结构)、生物结构(由生物遗体组成的结构)。沉积岩的构造,是沉积岩各个组成部分的空间分布和排列方式。常见的构造有层理构造、层面构造、结核(与周围沉积岩不同的、规模不大的团块体)、生物成因构造(如生物礁体、叠层构造、虫迹、虫孔等)。根据沉积岩的组成成分、结构、构造和形成条件,可分为碎屑岩(如砾岩、砂

岩、粉砂岩)、黏土岩(如泥岩、页岩)、化学岩及生物化学岩类(如石灰岩、白云岩、泥灰岩)等。

3. 变质岩

变质岩是地壳中原有的岩浆岩或沉积岩,由于地壳运动和岩浆活动等造成物理化学环境的改变,使原来岩石的成分、结构和构造发生一系列变化所形成的新的岩石。变质岩的结构主要有变余结构(重结晶或变质结晶作用不完全使原岩结构特征保留)、变晶结构(岩石发生重结晶或变质结晶所形成的结构)、碎裂结构(岩石受定向压力作用发生破裂,形成碎块甚至粉末状后又被胶结在一起的结构)。变质岩的构造主要有板状构造(平行、较密集而平坦的破裂面分裂岩石成板状体)、千枚状构造(岩石呈薄板状)、片状构造(含大量呈平行定向排列的片状矿物)、片麻状构造(粒状变晶矿物间夹鳞片状、柱状变晶矿物并呈大致平行的断续带状分布)、块状构造(矿物均匀分布、结构均一、无定向排列,如大理岩、石英岩)等。

四、土的工程性质

土是连续、坚固的岩石在风化作用下形成的大小悬殊的颗粒,在原地残留或经过不同的搬运方式,在各种自然环境中形成的堆积物。土是由颗粒(固相)、水溶液(液相)和气(气相)所组成的三相体系。组成土的固体颗粒矿物有原生矿物、不溶于水的次生矿物、可溶盐类、易分解的矿物以及有机质。各种土的颗粒大小和矿物成分差别很大,土的三相间的数量比例也不尽相同,而且土粒与其孔隙水溶液及环境水之间又有复杂的物理化学作用。

1. 土的孔隙比和含水量

土的孔隙比是土中孔隙体积与土粒体积之比,反映天然土层的密实程度,一般孔隙比小于0.6的是密实的低压缩性土,大于1.0的土是疏松的高压缩性土。天然土层的含水量变化范围很大,一般干的粗砂土,其值接近于0,而饱和砂土可达35%;坚硬的黏性土含水量为20%~30%,而饱和状态的软黏性土(如淤泥)可达60%以上。一般而言,土的含水量增大时,其强度就降低。土的饱和度是土中被水充满的孔隙体积与孔隙总体积之比,饱和度 S_r 越大,表明土孔隙中充水愈多。 $S_r < 50\%$ 是稍湿状态, S_r 在50%~80%之间是很湿状态, $S_r > 80\%$ 是饱水状态。

碎石土和砂土为无黏性土,紧密状态是判定其工程性质的重要指标。颗粒小于粉砂的是黏性土,黏性土的工程性质受含水量的影响特别大。当含水量很小时,黏性土比较坚硬,处于固体状态,具有较大的力学强度。随着土中含水量的增大,土逐渐变软,并在外力作用下可任意改变形状,即土处于可塑状态。若再继续增大土的含水量,土变得愈来愈软弱,甚至不能保持一定的形状,呈现流塑或流动状态。黏性土这种因含水量变化而表现出的各种不同物理状态,称为土的稠度。黏性土能在一定的含水量范围内呈现出可塑性,这是黏性土区别于砂土和碎石土的一大特性,据此特点,黏性土也可称为塑性土。土的可塑性是指土在外力作用下可以形成任意形状而不裂缝,且当外力解除后仍可保持既得形状的性能。随着含水量的变化,黏性土由一种稠度状态转变为另一种状态,对应于转变点的含水量称为界限含水量,也称为稠度界限,是黏性土的重要特性指标,对黏性土的工程性质评价及分类等有重要意义。黏性土的界限含水量,有缩限、塑限和液限。半固态黏性土