

2017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

(土木建筑工程)

全国造价工程师执业资格考试培训教材编审委员会



中国计划出版社

2017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

(土木建筑工程)

◎ 全国造价工程师执业资格考试培训教材编审委员会

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. 土木建筑工程 / 全国造价工程师执业资格考试培训教材编审委员会编. -- 7版. -- 北京: 中国计划出版社, 2017.5 (2017.7 重印)

2017年版全国造价工程师执业资格考试培训教材

ISBN 978-7-5182-0607-0

I. ①建… II. ①全… III. ①土木工程—建筑造价管理—资格考试—自学参考资料 IV. ①TU723.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第065060号

全国造价工程师执业资格考试培训教材(2017年版)

建设工程技术与计量(土木建筑工程)

全国造价工程师执业资格考试培训教材编审委员会

中国计划出版社出版发行

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433(发行部)

北京汇瑞嘉合文化发展有限公司印刷

787mm×1092mm 1/16 27.5印张 680千字

2017年5月第7版 2017年7月第2次印刷

印数 80001—95000册

ISBN 978-7-5182-0607-0

定价: 80.00元

版权所有 侵权必究

本书环衬使用中国计划出版社专用防伪纸, 封面贴有中国计划出版社

专用防伪标, 否则为盗版书。请读者注意鉴别、监督!

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

全国造价工程师执业资格考试培训教材编审委员会

审 定 委 员 会

顾 问：陈 重 杨思忠 张允宽

组 长：刘 灿

副组长：徐惠琴 卫 明 杨丽坤 胡传海

成 员：（以姓氏笔画为序）

王美林 李清立 杨志生 吴佐民 张仕廉 张有恒 张丽萍
陈建国 陈光云 周守渠 赵毅明 赵曙平 施 笠 倪 健
陶学明 黄如宝 谢洪学 谭 华

编 写 委 员 会

组 长：徐惠琴

副组长：吴佐民

成 员：（以姓氏笔画为序）

马 楠 王洪强 王艳艳 王雪青 牛永宁 竹隰生 刘伊生
刘 维 齐宝库 安 慧 许远明 孙凌志 李志国 李成栋
李丽红 吴新华 张成中 陈志华 陈起俊 周述发 周 霞
赵 军 赵志曼 赵 亮 赵振宇 郝治福 荀志远 柯 洪
袁大祥 贾宏俊 栾高阳 高显义 郭婧娟 郭 琦 黄如宝
梁宝臣 舒 宇 路君平 解本政 潘爱先

《建设工程技术与计量》

(土木建筑工程)

编 审 人 员 名 单

主 编：贾宏俊 山东科技大学

副 主 编：袁大祥 三峡大学

主 审：张丽萍 河南省建设厅标准定额站

陶学明 西华大学

施 笠 中国建设工程造价管理协会

编写人员：贾宏俊 山东科技大学 合编第二、三、五章

袁大祥 三峡大学 合编第一、四章

郭 琦 三峡大学 合编第一章

王洪强 上海大学 合编第二章

张成中 西安建筑科技大学 合编第三章

吴新华 山东科技大学 合编第三、五章

李志国 山东科技大学 合编第四章

安 慧 三峡大学 合编第四章

孙凌志 山东科技大学 合编第四章

郝治福 中国建设工程造价管理协会 合编第四章

前 言

造价工程师执业资格考试制度实施至今,《全国造价工程师执业资格考试培训教材》经历了不断改进和完善的过程。为适应我国工程造价管理改革发展的需要,在总结近年考试培训教材使用经验的基础上,我们组织有关专家对2013年版考试培训教材进行了修订,经专家论证和确认,形成了2017年版全国造价工程师执业资格考试培训教材,供广大应考人员和考务工作者在2017年及以后一个时期使用。

2017年版考试培训教材在保持整体框架不变的基础上,依据2013年版《全国造价工程师执业资格考试大纲》的要求,对教材内容做了部分调整,增补了最新出台的涉及工程造价管理的法律、法规和相关规定。

调整后的《全国造价工程师执业资格考试培训教材》(2017年版)仍分为四个科目:《建设工程造价管理》、《建设工程计价》、《建设工程技术与计量》(土木建筑工程、安装工程各一册)、《建设工程造价案例分析》。

本次修订得到了各册主编、副主编、参编及主审专家的大力支持与配合,在此对现在和以往参加编写和支持编写工作的专家及有关单位一并表示由衷的感谢!

《全国造价工程师执业资格考试培训教材》(2017年版)在使用中如存在不足之处,还望读者提出宝贵的意见和建议。

此外,为了方便考生查阅最新的有关工程造价法律、法规及规章制度,本次教材修订的同时,还编写了2017年版《建设工程造价管理相关文件汇编》,作为考试培训辅助用书供考生参考。

全国造价工程师执业资格考试培训教材编审委员会

2017年5月

目 录

第一章 工程地质	(1)
第一节 岩体的特征	(1)
一、岩体的结构	(1)
二、岩体的力学特性	(9)
三、岩体的工程地质性质	(9)
第二节 地下水的类型与特征	(17)
一、地下水的类型	(17)
二、地下水的特征	(18)
第三节 常见工程地质问题及其处理方法	(19)
一、特殊地基	(19)
二、地下水	(20)
三、边坡稳定	(22)
第四节 工程地质对工程建设的影响	(27)
一、工程地质对工程选址的影响	(27)
二、工程地质对建筑结构的影响	(28)
三、工程地质对工程造价的影响	(29)
第二章 工程构造	(30)
第一节 工业与民用建筑工程的分类、组成及构造	(30)
一、工业与民用建筑工程的分类及应用	(30)
二、民用建筑构造	(36)
三、工业建筑构造	(76)
第二节 道路、桥梁、涵洞工程的分类、组成及构造	(81)
一、道路工程	(81)
二、桥梁工程	(91)
三、涵洞工程	(103)
第三节 地下工程的分类、组成及构造	(107)
一、地下工程的分类	(107)
二、主要地下工程组成及构造	(108)
第三章 工程材料	(118)
第一节 建筑结构材料	(118)
一、建筑钢材	(118)
二、无机胶凝材料	(123)

三、混凝土	(132)
四、砌筑材料	(152)
第二节 建筑装饰材料	(157)
一、饰面材料	(157)
二、建筑玻璃	(161)
三、建筑装饰涂料	(165)
四、建筑塑料	(167)
五、装饰装修用钢材	(169)
六、木材	(169)
第三节 建筑功能材料	(172)
一、防水材料	(172)
二、保温隔热材料	(176)
三、吸声隔声材料	(179)
四、防火材料	(180)
第四章 工程施工技术	(182)
第一节 建筑工程施工技术	(182)
一、土石方工程施工技术	(182)
二、地基与基础工程施工技术	(193)
三、建筑工程主体结构施工技术	(210)
四、建筑工程防水和保温工程施工技术	(250)
五、建筑装饰装修工程施工技术	(258)
第二节 道路、桥梁与涵洞工程施工技术	(267)
一、道路工程施工技术	(267)
二、桥梁工程施工技术	(281)
三、涵洞工程施工技术	(288)
第三节 地下工程施工技术	(292)
一、建筑工程深基坑施工技术	(292)
二、地下连续墙施工技术	(299)
三、隧道工程施工技术	(307)
四、地下工程特殊施工技术	(322)
第五章 工程计量	(330)
第一节 工程计量的基本原理与方法	(330)
一、工程计量的有关概念	(330)
二、工程量计算的依据	(331)
三、工程量计算规范和消耗量定额	(331)
四、平法标准图集	(336)
五、工程量计算的方法	(341)

第二节 建筑面积计算	(345)
一、建筑面积的概念	(345)
二、建筑面积的作用	(345)
三、建筑面积计算规则与方法	(346)
第三节 工程量计算规则与方法	(368)
一、土石方工程 (编码: 0101)	(368)
二、地基处理与边坡支护工程 (编号: 0102)	(374)
三、桩基础工程 (编号: 0103)	(378)
四、砌筑工程 (编号: 0104)	(381)
五、混凝土及钢筋混凝土工程 (编号: 0105)	(385)
六、金属结构工程 (编码: 0106)	(402)
七、木结构 (编码: 0107)	(405)
八、门窗工程 (编码: 0108)	(407)
九、屋面及防水工程 (编码: 0109)	(409)
十、保温、隔热、防腐工程 (编码: 0110)	(412)
十一、楼地面装饰工程 (编码: 0111)	(414)
十二、墙、柱面装饰与隔断、幕墙工程 (编码: 0112)	(415)
十三、天棚工程 (编码: 0113)	(417)
十四、油漆、涂料、裱糊工程 (编号: 0114)	(420)
十五、其他装饰工程 (编号: 0115)	(422)
十六、措施项目 (编码: 0117)	(423)
参考文献	(428)

第一章 工程地质

第一节 岩体的特征

岩体是岩石受节理、断层、层面及片理面等结构面切割而具有一定结构的、受地下水影响的多裂隙综合体。岩体和岩石的概念不同,岩石是矿物的集合体,其特征可以用岩块来表征。岩体可能由一种或多种岩石组合,且在形成现实岩体的过程中,经受了构造变动、风化作用、卸荷作用等各种内外力地质作用的破坏和改造。

建设工程通常将工程影响范围内的岩石综合体称为工程岩体。工程岩体有地基岩体、边坡岩体和地下工程围岩三类。地下工程围岩是指地下的隧道、竖井、地铁、厂房、储库、车库、车站、商场等地下工程边壁周围的岩体,简称围岩。在工程施工和使用过程中,承受工程建筑传来的荷载作用下工程岩体的稳定性,直接关系到施工期间和使用期间工程的安全,关系着工程建设成功与失败。

一、岩体的结构

(一) 岩体的构成

岩体是由岩石受结构面切割的岩块或土构成的,岩体的性质取决于岩石或土和结构面的性质。

1. 岩石

(1) 岩石的主要矿物。矿物是存在于地壳中的具有一定化学成分和物理性质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,都会对岩石产生影响。例如,岩石中的石英含量越多,钻孔的难度就越大,钻头、钻机等消耗量就越多。

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,如颜色、光泽、硬度等。物理性质是鉴别矿物的主要依据,例如,依据颜色鉴定矿物的成分和结构,依据光泽鉴定风化程度,依据硬度鉴定矿物类别,如表 1.1.1。

表 1.1.1 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,小刀约为 5~5.5 度,玻璃约为 5.5~6 度,钢刀约为 6~7 度。

(2) 岩石的成因类型及其特征。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。

1) 岩浆岩。岩浆岩（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。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周围岩体的接触部位，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，岩性很不均匀，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、泥质结构、晶粒结构、生物结构（有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、变晶结构、碎裂结构。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）。

根据上述三大类岩石的特征描述，现将它们之间的主要区别归纳如表 1.1.2。

表 1.1.2 岩浆岩、沉积岩和变质岩的地质特征表

岩类 地质特征	岩浆岩	沉积岩	变质岩
主要矿物成分	全部为从岩浆岩中析出的原生矿物，成分复杂，但较稳定。浅色的矿物有石英、长石、白云母等；深色的矿物有黑云母、角闪石、辉石、橄榄石等	次生矿物占主要地位，成分单一，一般多不固定。常见的有石英、长石、白云母、方解石、白云石、高岭石等	除具有变质前原来岩石的矿物，如石英、长石、云母、角闪石、辉石、方解石、白云石、高岭石等外，尚有经变质作用产生的矿物，如石榴子石、滑石、绿泥石、蛇纹石等

续表 1.1.2

地质特征 \ 岩类	岩浆岩	沉积岩	变质岩
结构	以结晶粒状、斑状结构为特征	以碎屑、泥质及生物碎屑结构为特征。部分为成分单一的结晶结构，但肉眼不易分辨	以变晶结构等为特征
构造	具块状、流纹状、气孔状、杏仁状构造	具层理构造	多具片理构造
成因	直接由高温熔融的岩浆形成	主要由先成岩石的风化产物，经压密、胶结、重结晶等成岩作用而形成	由先成的岩浆岩、沉积岩和变质岩，经变质作用而形成

2. 土

土是岩石在风化作用下形成的大小悬殊的颗粒，在各种自然环境中形成的堆积物。

(1) 土的组成。土是由颗粒（固相）、水溶液（液相）和气（气相）所组成的三相体系，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。根据组成土的固体颗粒矿物成分的性质及其对土的工程性质影响不同，组成土的固体颗粒矿物可分为原生矿物、不溶于水的次生矿物、可溶盐类及易分解的矿物、有机质四种。

(2) 土的结构和构造。土的结构是指土颗粒本身的特点和颗粒间相互关联的综合特征，一般可分为两大基本类型：

1) 单粒结构。也称散粒结构，是碎石（卵石）、砾石类土和砂土等无黏性土的基本结构形式，其对土的工程性质影响主要在于其松密程度。

2) 集合体结构。也称团聚结构或絮凝结构，这类结构为黏性土所特有。黏性土组成颗粒细小，表面能大，颗粒带电，沉积过程中粒间引力大于重力，并形成结合水膜连接，使之在水中不能以单个颗粒沉积下来，而是凝聚成较复杂的集合体进行沉积。

土的构造，是指整个土层（土体）构成上的不均匀性特征的总合，反映土体力学性质和其他工程性质的各向异性或土体各部位的不均匀性，是决定勘探、取样或原位测试布置方案和数量的重要因素之一。整个土体构成上的不均匀性包括：层理、夹层、透镜体、结核、组成颗粒大小悬殊及裂隙特征与发育程度等。这种构成上的不均匀性是由于土的矿物成分及结构变化所造成的。一般土体的构造在水平方向或竖直方向变化往往较大，受成因控制。土的构造特征和结构特征一样，也是在它生成过程中各有关因素作用下形成的。对于每种成因类型的土体，都具有其各自特有的构造。

(3) 土的分类。

1) 根据有机含量分类。根据土中有机质含量，分为无机土、有机质土、泥炭质土和泥炭。

2) 根据颗粒级配和塑性指数分类。根据颗粒级配和塑性指数分为碎石土、砂土、粉土和黏性土。碎石土是粒径大于 2mm 的颗粒含量超过全重 50% 的土，根据颗粒级配和颗粒形状分为漂石、块石、卵石、碎石、圆砾和角砾；砂土是粒径大于 2mm 的颗粒含量不

超过全重 50%，且粒径大于 0.075mm 的颗粒含量超过全重 50% 的土；黏性土是塑性指数大于 10 的土。分为粉质黏土和黏土；粉土是粒径大于 0.075 的颗粒不超过全重 50%，且塑性指数小于或等于 10 的土。

3) 根据地质成因分类。土可分为残积土、坡积土、洪积土、冲击土、淤积土、冰积土和风积土等。

4) 根据颗粒大小及含量分类。土可分为巨粒土、粗粒土、细粒土等。如图 1.1.1 所示。

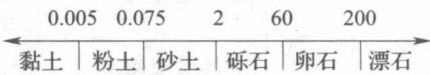


图 1.1.1 土的分类与土粒粒径

3. 结构面

结构面是切割岩体的各种地质界面的统称，是一些具有一定方向，延展较广较薄的二维地质界面，如层面、沉积间断面、节理、裂隙、裂缝、断层等，也包括厚度较薄的软弱夹层。结构面的特征是影响结构面强度及其他性能的重要因素，一般从方位、间距、延续性、粗糙度、结构面侧壁强度、张开度、充填物、渗流、节理组数、块体大小等方面来描述结构面的特征。层面、节理、裂隙、裂缝、断层等结构面的空间位置定义为结构面的产状。结构面的产状由走向、倾向和倾角三个要素表示，如图 1.1.2 所示。并且，层面的产状还代表所在岩层的产状，即表示所在岩层的空间位置。

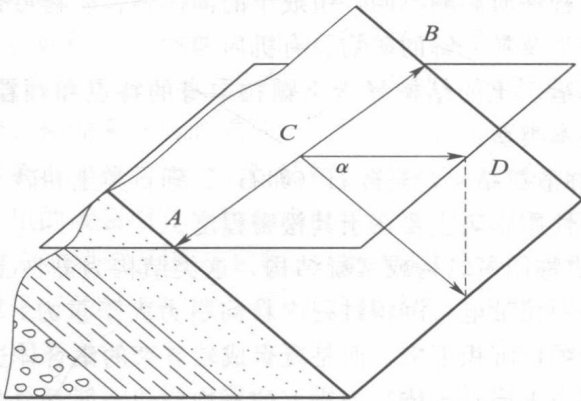


图 1.1.2 结构面产状要素

AB—走向；CD—倾向；α—倾角

(1) 结构面走向，即结构面在空间延伸的方向，用结构面与水平面交线即走向线的方位角或方向角表示。走向线两端延伸方向均是走向，虽相差 180°，但是表示的是同一走向。

(2) 结构面的倾向，即结构面在空间的倾斜方向，用垂直走向顺倾斜面向下引出的一条射线对水平面投影的指向。

(3) 结构面的倾角，即结构面在空间倾斜角度的大小，用结构面与水平面所夹的锐角表示。

另外，近似平面的坡面和壁面的空间位置，也可这样用其走向、倾向、倾角表示。节理组数的多少决定了岩石的块体大小及岩体的结构类型，表 1.1.3 是根据节理组数划分的结构面发育程度来予以分级的。

表 1.1.3 结构面发育程度等级分类表

等级	特 征
不发育	1~2 组规则节理，一般延伸长度 $<3\text{m}$ ，多闭合、无充填
较发育	2~3 组规则节理，延伸长度 $<10\text{m}$ ，多闭合、无充填或有方解石等细脉，少量有岩粉或碎屑充填
发育	一般规则节理多于 3 组，或有较多不规则裂隙，延伸长度不均匀，多数超过 10m ，风化者多张开、夹泥
很发育	规则节理多于 3 组，并有很多不规则裂隙，杂乱无章，裂隙多张开、夹泥，并有延伸较长的大裂隙

4. 地质构造

(1) 水平构造和单斜构造。水平构造是虽经构造变动的沉积岩层仍基本保留形成时的原始水平产状的构造。先沉积的老岩层在下，后沉积的新岩层在上。单斜构造是原来水平的岩层，在受到地壳运动的影响后，产状发生变动形成岩层向同一个方向倾斜的构造，这种产状往往是褶皱的一翼、断层的一盘，或者是局部地层不均匀上升或下降形成的。

(2) 褶皱构造。褶皱构造是组成地壳的岩层，受构造力的强烈作用，使岩层形成一系列波状弯曲而未丧失其连续性的构造，它是岩层产生的塑性变形。绝大多数褶皱是在水平挤压力作用下形成的，但也有少数是在垂直力或力偶作用下形成的。褶皱构造在层状岩层常见，在块状岩体中则很难见到。

褶曲是褶皱构造中的一个弯曲，两个或两个以上褶曲的组合构成褶皱构造，每一个褶曲都有核部、翼、轴面、轴及枢纽等几个褶曲要素。褶曲的基本形态是背斜和向斜，如图 1.1.3。背斜褶曲是岩层向上拱起的弯曲，以褶曲轴为中心向两翼倾斜。当地面受到剥蚀而出露有不同地质年代的岩层时，较老的岩层出现在褶曲的轴部，从轴部向两翼，依次出现的是渐新的岩层。向斜褶曲，是岩层向下凹的弯曲，其岩层的倾向与背斜相反，两翼的岩层都向褶曲的轴部倾斜。当地面遭受剥蚀，在褶曲轴部出露的是较新的岩层，向两翼依次出露的是较老的岩层。

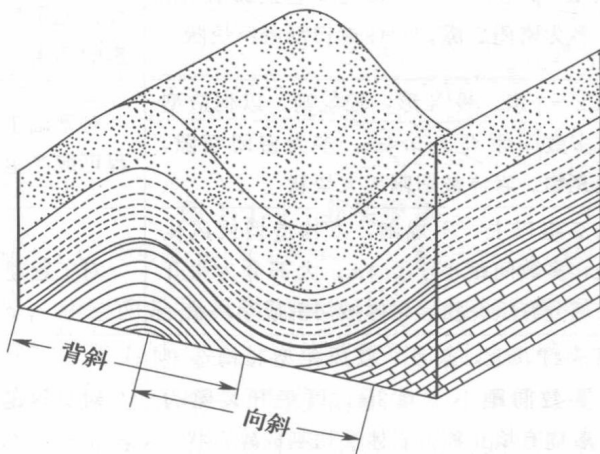


图 1.1.3 背斜与向斜

在褶皱比较强烈的地区，一般都是线形的背斜与向斜相间排列，以大体一致的走向平行延伸，有规律的组成不同形式的褶皱构造。工程所遇到的具体构造，往往是一个一个的褶曲或是大型褶曲构造的一部分。不论是背斜褶曲还是向斜褶曲，在褶曲的翼部遇到的，基本上是单斜构造，一般对建筑物地基没有不良的影响，但对路基和隧道有倾斜岩层的产状与路线或隧道轴线走向的关系问题，对于以下两种情况，则需要根据具体情况做具体分析。

1) 对于深路堑和高边坡来说，仅就岩层产状与路线走向的关系而言，路线垂直岩层走向，或路线与岩层走向平行但岩层倾向与边坡倾向相反时，对路基边坡的稳定性是有利的。不利的情况是路线走向与岩层的走向平行，边坡与岩层的倾向一致。如在云母片岩、绿泥石片岩、滑石片岩、千枚岩等松散岩石分布地区，坡面易发生风化剥蚀，产生严重碎落坍塌，对路基边坡及路基排水系统会造成经常性的危害。最不利的情况是路线与岩层走向平行，岩层倾向与路基边坡一致，而边坡的倾角大于（陡于）岩层的倾角。如在石灰岩、砂岩与黏土质页岩互层，且有地下水作用时，在路堑开挖过深、边坡过陡或者由于软弱构造面暴露，易引起斜坡岩层发生大规模的顺层滑动，破坏路基稳定。

2) 对于隧道工程来说，褶曲构造的轴部是岩层倾向发生显著变化的地方，是岩层应力最集中的地方，容易遇到工程地质问题，主要是由于岩层破碎而产生的岩体稳定问题和向斜轴部地下水的问题。因而，隧道一般从褶曲的翼部通过是比较有利的。

(3) 断裂构造。断裂构造是构成地壳的岩体，受力作用发生变形，当变形达到一定程度后，使岩体的连续性和完整性遭到破坏，产生各种大小不一的断裂，它是地壳上层常见的地质构造，其分布很广，特别在一些断裂构造发育的地带，常成群分布，形成断裂带。根据岩体断裂后两侧岩块相对位移的情况，将其分为裂隙和断层两类。

1) 裂隙。裂隙也称为节理，是存在于岩体中的裂缝，是岩体受力断裂后两侧岩块没有显著位移的小型断裂构造。在数值上一般用裂隙率表示，即岩石中裂隙的面积与岩石总面积的百分比，裂隙率越大，表示岩石中的裂隙越发育。反之，则表示裂隙不发育。在表 1.1.4 中介绍了公路工程对裂隙发育程度划分的等级及对工程的影响。

表 1.1.4 裂隙发育程度分级表

发育程度等级	基本特征	附注
裂隙不发育	裂隙 1~2 组，规则，构造型，间距在 1m 以上，多为密闭裂隙。岩体被切割成巨块状	对基础工程无影响，在不含水且无其他不良因素时，对岩体稳定性影响不大
裂隙较发育	裂隙 2~3 组，呈 X 形，较规则，以构造型为主，多数间距大于 0.4m，多为密闭裂隙，少有填充物。岩体被切割成大块状	对基础工程影响不大，对其他工程可能产生相当影响
裂隙发育	裂隙 3 组以上，不规则，以构造型或风化型为主，多数间距小于 0.4m，大部分为张开裂隙，部分有填充物。岩体被切割成小块状	对工程建筑物可能产生很大影响
裂隙很发育	裂隙 3 组以上，杂乱，以风化型和构造型为主，多数间距小于 0.2m，以张开裂隙为主，一般均有填充物。岩体被切割成碎石状	对工程建筑物产生严重影响

注：裂隙宽度：密闭裂隙小于 1mm；微张裂隙为 1~3mm；张开裂隙为 3~5mm；宽张裂隙大于 5mm。

根据裂隙的成因，一般分为构造裂隙和非构造裂隙两类。

构造裂隙是岩体受地应力作用随岩体变形而产生的裂隙。由于构造裂隙在成因上及相关构造（如褶皱、断层等）和应力作用的方向及性质有密切联系，所以它在空间分布上具有一定的规律性。按裂隙的力学性质，可将构造裂隙分为张性裂隙和扭（剪）性裂隙。张性裂隙主要发育在背斜和向斜的轴部，裂隙张开较宽，断裂面粗糙，一般很少有擦痕，裂隙间距较大且分布不匀，沿走向和倾向都延伸不远；扭（剪）性裂隙，一般多是平直闭合的裂隙，分布较密、走向稳定，延伸较深、较远，裂隙面光滑，常有擦痕，一般出现在褶皱的翼部和断层附近。扭性裂隙常沿剪切面成群平行分布，形成扭裂带，将岩体切割成板状。有时两组裂隙在不同的方向上同时出现，交叉成“X”形，将岩体切割成菱形块体。

非构造裂隙是由成岩作用、外动力、重力等非构造因素形成的裂隙。如岩石在形成过程中产生的原生裂隙、风化裂隙以及沿沟壁岸坡发育的卸荷裂隙等。其中具有普遍意义的是风化裂隙，其主要发育在岩体靠近地面的部分，一般很少达到地面下 10~15m 的深度。裂隙分布零乱，没有规律性，使岩石多成碎块，沿裂隙面岩石的结构和矿物成分也有明显变化。岩体中的裂隙，在工程上除有利于开挖外，对岩体的强度和稳定性均有不利的影响。其破坏了岩体的整体性，促进了岩体的风化速度，增强了岩体的透水性，进而使岩体的强度和稳定性降低。当裂隙主要发育方向与路线走向平行，倾向与边坡一致时，不论岩体的产状如何，路堑边坡都容易发生崩塌等不稳定现象。在路基施工中，如果岩体存在裂隙，还会影响爆破作业的效果。因而，当裂隙有可能成为影响工程设计的重要因素时，应当对裂隙进行深入的调查研究，详细论证裂隙对建筑的影响，采取相应措施，以保证建筑物的稳定和正常使用。

2) 断层。断层是岩体受力作用断裂后，两侧岩块沿断裂面发生显著相对位移的断裂构造。断层一般由四个部分组成，如图 1.1.4。

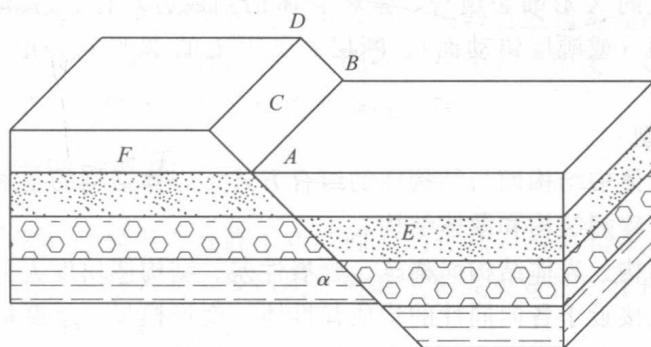


图 1.1.4 断层要素

AB—断层线；C—断层面； α —断层倾角；E—上盘；F—下盘；DB—总断距

①断层面和破碎带。断层面是指两侧岩块发生相对位移的断裂面，可以是直立的，也可以是倾斜的，一般情况下均为倾斜状态，其产状可以通过断层面的走向、倾向和倾角来表示。规模大的断层，一般不是沿着一个简单的面发生，而往往是沿着一个错动带发生，称之为断层破碎带。其宽度从数厘米到数十米不等。断层的规模越大，破碎带也就越宽，越复杂。

②断层线。是断层面与地面的交线,表示断层的延伸方向,其形状决定于断层面的形状和地面的起伏情况。

③断盘。是断层面两侧相对位移的岩体。当断层面倾斜时,位于断层面上部的称为上盘;位于断层面下部的称为下盘。若断层面直立则无上下盘之分。

④断距。是断层两盘相对错开的距离。岩层原来相连的两点,沿断层面错开的距离称为总断距,其水平分量称为水平断距,铅直分量称为铅直断距。

根据断层两盘相对位移的情况,可分为正断层、逆断层、平推断层。

正断层是上盘沿断层面相对下降,下盘相对上升的断层。它一般是受水平张应力或垂直作用力使上盘相对向下滑动而形成的,所以在构造变动中多垂直于张应力的方向上发生,但也有沿已有的剪节理发生。

逆断层是上盘沿断层面相对上升,下盘相对下降的断层。它一般是由于岩体受到水平方向强烈挤压力的作用,使上盘沿断面向上错动而成。断层线的方向常和岩层走向或褶皱轴的方向近于一致,和压应力作用的方向垂直。断层面从陡倾角至缓倾角都有。

平推断层是由于岩体受水平扭应力作用,使两盘沿断层面发生相对水平位移的断层。由于多系受剪(扭)应力形成,因此大多数与褶皱轴斜交,与“X”节理平行或沿该节理形成,其倾角一般是近于直立的。这种断层的破碎带一般较窄,沿断层面常有近水平的擦痕。

(二) 岩体结构特征

1. 结构体特征

结构面在空间按不同组合,可将岩体切割成不同形状和大小的结构体。岩体中结构体的形状和大小是多种多样的,根据其外形特征可大致归纳为柱状、板状、楔形、菱形和锥形等六种基本形态。当岩体强烈变形破碎时,也可形成片状、碎块状、鳞片状等结构体。结构体的形状与岩层产状之间有一定的关系,如平缓产状的层状岩体中,一般由层面(或顺层裂隙)与平面上的X形断裂组合,常将岩体切割成方块体、三角形柱体等。在陡立的岩层地区,由层面(或顺层错动面)、断层与剖面上的X形断裂组合,往往形成块体、锥形体和各种柱体。

2. 岩体结构类型

岩体结构是指岩体中结构面与结构体的组合方式。岩体结构的基本类型可分为整体块状结构、层状结构、碎裂结构和散体结构。

(1)整体块状结构。岩体结构面稀疏、延展性差、结构体块度大且常为硬质岩石,整体强度高、变形特征接近于各向同性的均质弹性体,变形模量、承载能力与抗滑能力均较高,抗风化能力一般也较强。因而,这类岩体具有良好的工程地质性质,往往是较理想的各类工程建设地基、边坡岩体及地下工程围岩。

(2)层状结构。岩体中结构面以层面与不密集的节理为主,结构面多闭合~微张状、一般风化微弱、结合力一般不强,结构体块度较大且保持着母岩岩块性质,故这类岩体总体变形模量和承载能力均较高。作为工程建设地基时,其变形模量和承载能力一般均能满足要求。但当结构面结合力不强,有时又有层间错动面或软弱夹层存在,则其强度和变形特性均具各向异性特点,一般沿层面方向的抗剪强度明显的比垂直层面方向的更低,特别是当有软弱结构面存在时,更为明显。这类岩体作为边坡岩体时,一般来说,当结构面倾