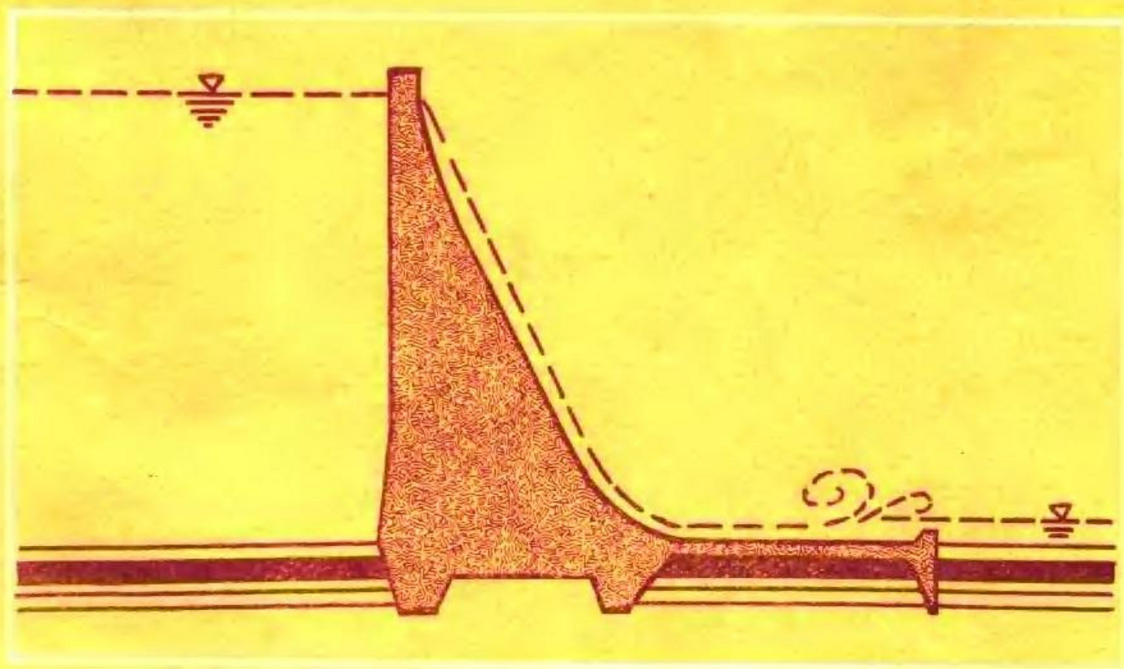


高等学校教材

工程地质学

胡广韬 杨文元 主编



地质出版社

高等学校教材

工 程 地 质 学

胡 广 韬 主 编
杨 文 远

地 质 出 版 社

内 容 简 介

本书分四篇,共十六章,并有附篇。第一、第二篇为土、岩石、岩体的工程地质性质及特征;第三篇为工程地质问题分析,对区域稳定、场地渗透稳定、地基沉降与滑移稳定、斜坡稳定及地下洞室围岩稳定等主要工程地质问题进行了论述;第四篇为工程地质勘察,阐述了工程地质勘察方法、工程建筑地区工程地质勘察及天然建筑材料勘察。附篇为土及岩石主要的工程地质室内试验。

本书系为高等院校水文地质专业的教材,也可供作工程地质、水文地质,以及土木、水利、铁道、矿山、建筑等有关科技人员参考。

本书由李智毅主审,经地质矿产部工程地质教材编审委员会工程地质编审小组于1983年4月召开的全体会议审稿,同意作为高等学校教材出版。

高等学校教材

工程地质学

胡广韬 杨文远 主编

责任编辑:李智毅

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 24 1/4 字数: 566,000

1984年10月北京第一版·1984年10月北京第一次印刷

印数: 1-9,110册 定价: 3.95元

统一书号: 13038·教188

前 言

本书是为高等院校水文地质专业编写的。它论述的主要内容为:岩土工程地质性质、工程地质问题分析和工程地质勘察。编者力图使水文地质专业学生在工程地质学最基本的理论和实践方面获得教益。

为适应社会主义现代化建设的需要,地质矿产部工程地质教材编审委员会组织有关高等院校有经验的工程地质教学、科研人员,从事一系列工程地质教材的编审工作。编者于一九八一年开始承受该委员会的委托,根据部定教学计划、教学大纲的精神和要求,并广泛吸取有关高等院校、科研机构 and 地质勘察单位的经验,编写了这本《工程地质学》,以做为高等院校水文地质专业学生学习工程地质学的正式教材。

本书分四篇,共十六章,并有附篇。第一篇论述了土的工程地质性质;第二篇论述了岩石、岩体的工程地质性质;第三篇工程地质问题分析,论证了区域稳定、场地渗透稳定、地基沉降及滑移稳定、斜坡稳定及洞室围岩稳定等常见主要工程地质问题;第四篇工程地质勘察,阐述了工程地质勘察方法、工程建筑地区工程地质勘察及天然建筑材料勘察;附篇列出了土、岩石的主要工程地质室内试验。本书的绪论由西安地质学院胡广韬编写,第一篇由河北地质学院祁冰编写,第二篇由西安地质学院赵强编写,第三篇由西安地质学院胡广韬编写,第四篇由河北地质学院杨文远编写,附篇由西安地质学院费蕴霞编写。全书由西安地质学院胡广韬、河北地质学院杨文远主编,武汉地质学院李智毅主审。全书图件由西安地质学院绘图室绘制,后由林川整饰。

一九八三年四月由地矿部工程地质教材编审委员会于西安召开审稿会议,对全书进行了全面审查讨论。张倬元、张咸恭、谭周地、罗国煜、赵泽三、王士天、李智毅、李生林、魏克和、苏伯苓、范继舜、李美志、张元欣、李景阳、余培厚、于纯仁等同志对原稿逐章审查,张倬元、张咸恭、李智毅又审阅了全书;在会上提出了宝贵的修改意见和建议。编者集中研究贯彻了会议意见和建议,并据以进行了再三修订。在此,编者对上述参加本书审稿的同志们,表示衷心谢意。

本书为贯彻国际单位制,在书后附录中列出主要有关单位的对比换算表。

编者希望本书除作为教材外,还可作为工程地质、水文地质科技人员及其它有关专业院校师生的参考书。

由于编者水平所限,书中的缺点、错误在所难免,恳望读者批评指正。

编 者

一九八三年十二月

目 录

绪 论

第一篇 土的工程地质性质

第一章 土的物质组成及结构、构造	7
第一节 土的粒度成分	7
一、土的粒组	7
二、土的粒度成分	7
三、土按粒度成分的分类	11
第二节 土的矿物成分	13
一、土中矿物类型及其与土粒组的关系	13
二、土中矿物特性	13
第三节 土中的胶体	15
一、土中胶体颗粒	15
二、土中胶体类型及电性	18
三、土中离子交换及其影响因素	19
第四节 土中水和气体	19
一、土中水	21
二、土中气体	21
第五节 土的结构、构造	23
一、土的结构	23
二、土的构造	24
第二章 土的物理性质	26
第一节 土的重量	27
一、土的比重(G)	26
二、土的容重(γ)	26
第二节 土的含水性	27
一、土的含水量(w)	27
二、土的饱和度(S_r)	27
第三节 土的孔隙性	28
一、土的孔隙度(n)	28
二、土的孔隙比(e)	28
三、土的固体度(m)	29
四、砂土的相对密度(D_r)	29
第四节 土的物理性质指标间关系	30
第三章 土的水理性质	31
第一节 粘性土的稠度	31
一、粘性土的稠度状态和稠度界限	31

二、液性指数(I_L)与天然稠度(B)	32
三、粘性土的塑性	33
四、塑性图及其对细粒土的分类	34
第二节 粘性土的抗水性	34
一、土的膨胀性	34
二、土的收缩性	35
三、土的崩解性	35
第三节 土的透水性和毛细管性	36
一、土的透水性	36
二、土的毛细管性	37
第四章 土的力学性质	39
第一节 土的压缩性	39
一、土的压缩变形特点及实质	39
二、土的压缩曲线	41
三、土的压缩定律	44
四、土的侧膨胀系数及侧压力系数	45
五、土的压缩模量和变形模量	46
六、土的前期固结压力	47
七、不同土的压缩特点	48
第二节 土的抗剪性	49
一、土的剪切试验	49
二、土的剪切曲线与库仑定律	50
三、砂土的抗剪性	52
四、粘性土的抗剪性	54
第三节 土的动力压实性	56
第五章 土的工程地质分类及各种土的工程地质特征	59
第一节 土的工程地质分类	59
一、岩土分类综述	59
二、土质分类	60
第二节 各种土的工程地质特征	67
一、一般土的工程地质特征	67
二、几种特殊土的工程地质特征	69

第二篇 岩石、岩体工程地质性质

第六章 岩石工程地质性质	85
第一节 岩石物理性质	85
一、岩石重量	85
二、岩石空隙性	86
第二节 岩石水理性质	86
一、岩石吸水性	88
二、岩石透水性	89

三、岩石软化性	89
四、岩石抗冻性	90
第三节 岩石力学性质	91
一、岩石变形	91
二、岩石强度	94
第七章 岩体工程地质特征	99
第一节 岩体结构	99
一、岩体结构面	99
二、岩体结构体	105
三、岩体结构类型	106
第二节 岩体结构面及软弱夹层的力学效应	108
一、岩体结构面变形特征	108
二、岩体结构面强度特性	109
三、岩体软弱夹层强度特性	110
第三节 岩体的力学效应	114
一、岩体应力分布的不连续性	114
二、岩体强度的各向异性	115
第四节 岩体变形、破坏的时间效应	116
一、岩体变形、破坏与加荷速度的关系	116
二、岩体蠕变	117
三、岩体破坏方式与渐进破坏	119
第八章 岩体分类及不同岩体的工程地质特性	120
第一节 岩体的工程地质分类	120
一、岩石质量指标 ($R \cdot Q \cdot D$) 分类	120
二、按岩体结构类型的分类	120
三、巴顿岩体分类	121
四、岩体质量指标 ($R \cdot M \cdot Q$) 分类法	121
第二节 不同成因类型岩体的工程地质特性	125
一、岩浆岩工程地质特性	125
二、沉积岩工程地质特性	126
三、变质岩工程地质特性	127
第三节 风化岩体	128
一、风化改变岩体工程地质性质的实质	128
二、岩体风化层	129

第三篇 工程地质问题分析

第九章 区域稳定性分析	132
第一节 地应力	133
一、地应力形成	133
二、地应力状态	135
三、地应力集中	136

第二节 活断层	138
一、概述	138
二、活断层的特性	139
三、活断层判别标志	141
四、活断层区建筑原则	142
第三节 地震	142
一、概述	142
二、地震活动的若干规律性	144
三、地震效应	149
四、场地地质条件对震害的影响	151
五、诱发地震	153
第四节 工程建设中考虑区域稳定性的原则	156
第十章 场地渗透稳定性分析	158
第一节 基本概念及研究意义	158
第二节 渗流的动水压力	160
第三节 渗透破坏的类型及其特征	162
一、流砂	162
二、潜蚀	163
第四节 渗透破坏的形成条件	165
第五节 渗透破坏的预测	167
一、确定临界水力坡度	167
二、选择允许水力坡度	169
三、判定实际水力坡度	170
第六节 渗透破坏的防治	170
一、砂砾类土渗透破坏的防治	171
二、软弱夹层及断层带渗透破坏的防治	171
第十一章 地基沉降与滑移稳定性分析	173
第一节 地基中附加应力	174
第二节 地基沉降及承载力	178
一、地基沉降	178
二、地基承载力	181
第三节 地基滑移	182
一、软基滑移	182
二、硬基滑移	183
三、地基滑移边界及滑移体	184
第四节 坝基底盘滑移稳定性力学分析	184
一、表层滑移稳定性	187
二、深层滑移稳定性	187
第五节 拱坝肩座滑移稳定性	193
第六节 地基处理	195
一、软基处理	195

二、硬基处理	196
第十二章 斜坡稳定性分析	199
第一节 斜坡应力分布特征	199
一、斜坡成坡后的应力场	200
二、影响斜坡应力分布的主要因素	200
第二节 斜坡变形与破坏	202
一、斜坡变形	202
二、斜坡破坏	205
第三节 天然营力因素对斜坡稳定性的影响	210
一、天然营力因素对斜坡作用的性质	211
二、营力因素活跃集中带	211
第四节 斜坡稳定性判定	212
一、自然历史分析法	213
二、力学分析法	214
三、工程地质比拟法	221
第五节 保护斜坡稳定性的措施	223
一、消除或削弱使斜坡稳定性降低的各种营力因素	223
二、直接削减推滑力与提高抗滑力	225
第十三章 地下洞室围岩稳定性分析	227
第一节 洞室围岩应力重分布	227
第二节 洞室围岩变形与破坏	229
一、围岩松动圈	230
二、围岩悬垂与坍塌、突出与滑塌、鼓胀与隆破	230
三、围岩缩径及岩爆	234
四、围岩破坏导致的地面沉降	235
第三节 洞室围岩稳定性因素分析	236
一、岩石特性	236
二、地质构造	237
三、岩体结构	238
四、地下水与岩溶	240
五、构造应力	240
第四节 洞室围岩压力	241
一、根据平衡拱理论估算围岩压力	241
二、根据岩体结构分析(地质分析)确定围岩压力	245
第五节 洞室围岩承载性能	247
一、围岩抗力	247
二、弹性抗力系数的确定方法	248
第六节 洞室围岩的外水压力	250
第七节 保障洞室围岩稳定性措施	251
一、合理施工	251
二、支撑、衬砌与锚喷加固	252

三、灌浆加固·····	253
-------------	-----

第四篇 工程地质勘察

第十四章 工程地质勘察方法 ·····	256
第一节 工程地质测绘 ·····	256
一、工程地质测绘比例尺、范围和精度·····	256
二、工程地质测绘内容·····	258
三、航片与卫片在工程地质测绘中的应用·····	262
第二节 工程地质勘探 ·····	263
一、物探·····	264
二、钻探·····	265
三、坑探·····	266
第三节 工程地质野外试验 ·····	268
一、钻孔压水试验·····	269
二、灌浆试验·····	271
三、载荷试验·····	273
四、触探试验·····	277
第四节 长期观察 ·····	282
第五节 勘察资料的内业整理 ·····	284
一、工程地质图·····	284
二、工程地质报告书·····	289
第十五章 工程建筑地区工程地质勘察 ·····	291
第一节 坝址工程地质勘察 ·····	291
一、坝的主要型式及其对地形、地质的要求·····	291
二、坝址选择·····	295
三、坝址工程地质勘察要点·····	300
第二节 水库地区工程地质勘察 ·····	302
一、库区工程地质问题·····	302
二、水库地区工程地质勘察要点·····	310
第三节 渠道线路工程地质勘察 ·····	311
一、渠道渗漏·····	311
二、渠道线路工程地质勘察要点·····	313
第四节 工业与民用建筑场地工程地质勘察 ·····	314
一、地基强度·····	315
二、地基变形·····	320
三、工业与民用建筑场地工程地质勘察要点·····	321
第十六章 天然建筑材料的勘察 ·····	324
第一节 天然建筑材料的质量要求 ·····	324
一、块石料的质量要求·····	324
二、砾石料及砂料的质量要求·····	325
三、土料的质量要求·····	327

第二节 天然建筑材料的勘探与试验·····	328
一、砂砾料产地勘探与试验·····	328
二、土料产地勘探与试验·····	328
三、石料产地勘探与试验·····	328
第三节 天然建筑材料的储量·····	330
第四节 天然建筑材料的开采、运输条件·····	330

附 篇 工程地质室内实验

实验一 筛析法及比重计法测定土的粒度成分·····	331
实验二 测定土的容重·····	344
实验三 测定土的含水量·····	347
实验四 搓条法测定土的塑限·····	350
实验五 圆锥法测定土的液限·····	352
实验六 土的压缩试验·····	354
实验七 土的直接剪切(应变式剪切仪快剪)试验·····	360
实验八 岩石静力弹性参数试验·····	394
实验九 岩石单轴抗压强度试验·····	369
实验十 岩石剪切(抗剪断)试验·····	371
实验十一 岩石抗拉强度试验·····	374

附 录 主要有关单位对比换算表 参考文献

绪 论

工程建设是在各种地质环境中进行的,工程建筑物与地质环境之间,必然产生一定方式的相互关联和制约。地质环境对工程建筑物的制约,可以由一定的作用影响工程建筑物的安全稳定和正常运用,也可以由于某些地质条件欠佳而提高工程造价。工程建设又可以各种方式影响地质环境,使其产生程度不同、范围不一的变化。它在一定条件下,又会影响原有的和正建的工程建筑物的安全稳定和正常运用。所以,工程建设必须根据具体地质环境和工程建设方式、规模和类型,预见到其二者相互制约的基本形式和规律,才能合理有效地开发利用并妥善保护地质环境。工程地质学便是担负着这种任务的应用地质学。

工程地质学是地质科学的一个分支,是研究与工程规划、设计、施工和运用有关的地质问题的科学。它是在改造大自然的生产实践中发展起来的一门科学,因而在经济建设和国防建设中应用非常广泛,如水利水电建设、工业及民用建筑、铁路交通、矿山开发及国防工程等,都需要进行工程地质工作。

运动是物质的存在方式。无论何时何地,都没有也不可能有不运动的物质。做为工程建筑物的环境、地基和材料的地壳,总是在内外地质作用和人类活动的影响下,不断地发展变化着;这种发展和变化,有时会很剧烈、很迅速。因此,在修建工程建筑物时,不仅要正确认识建筑物修建之前的地质条件和环境,还必须预测建筑物修建之后改变了的地质条件和环境。据此,为避免减少或根本改变这些地质问题的不良影响,或者充分利用其有益方面,使工程建设达到既经济合理又安全可靠的目的。

实践证明,凡是重视工程地质工作,在工程建筑物兴建之前,对建筑地区进行了周密的调查研究,掌握了这些地区地质条件的规律性,则修建的工程建筑物是成功的。例如,有的地区利用当地石灰岩溶洞的分布发育规律,变不利为有益,建成了既经济又安全、既能蓄水灌溉又可发电的地下水库。有的河流上的坝区经受多次地壳运动,地质条件极为复杂,但经过深入慎密的工程地质工作,查明了地质条件,并据以采取必要的工程措施,建成高达100余米、库容几百亿立方米的大型重力坝,巍然屹立于峡谷之中,为我国社会主义建设发挥着巨大的作用。反之,任何忽视工程地质工作,或者孤立地、静止地对待建筑地区的地质问题,都将会给工程建设事业带来不同程度的恶果,轻则延误工期,修改设计,增加投资;严重者,建筑物即使尚能保持稳定,但却不能正常运用或完全不能发挥效益;更甚者,建筑物建成后会突然破坏,对人民的生命财产造成巨大的损失和危害。这些情况在世界建筑史上的实例是非常多的。据不完全统计,一百多年以来,世界上仅水坝这一种建筑物的破坏事件,就发生了500多起,其中相当大的比率,是由于地质原因造成的。重力坝失事的原因中,由地质问题造成的占45%,洪水漫顶的占35%,其他水力及人为因素的占20%。意大利的瓦依昂(Vaiont)拱坝修建过程中,不理睬工程地质人员的多次建议,结果在1963年10月,水库左岸陡峭石灰岩山坡,产生巨大规模的滑动崩塌,使1.5亿立方米的库容全被填满;同时,库水漫坝,顺流冲下,造成3000多人死亡的严重事故。法国南部瓦尔省莱因河上的马尔帕塞

(*Mal Passet*)水坝建于1952—1954年,1958年投入运转,坝高66.5米,总库容5200立方米。坝区因有伟晶岩侵入的片麻岩构成,左岸片麻岩中尚夹有绢云母页岩,倾向下游。裂隙发育,有的张开并填充粘土。1959年12月,连日暴雨,水位猛涨,坝基负荷骤增。致使大坝左端滑动,坝体崩溃,洪流下泄,席卷数十公里。下游十公里处的福瑞捷斯城被冲为废墟,附近铁路、公路、供电和供水线路几乎全部破坏。据不完全统计,有387人死亡,100余人失踪,约200户居民遭到损害。美国兰尼尔湖(*Lanier Lake*)拱坝坝高仅19米,由于把左肩地基中一块直径约42米的孤石,误认为整体花岗岩。蓄水后,坝底渗流不断掏刷其周近的泥沙碎屑,终使孤石松动,坝座遭到破坏。西班牙的蒙特—哈克水库,由于通过石灰岩溶洞地带漏水,致使水库无法蓄满。这些事例充分说明,建筑地区的工程地质研究是规划、设计和施工的基础;没有高质量的工程地质勘察,不可能有合理的规划、设计和施工,也就不能保证建筑物经济合理、安全可靠和正常运用。

威胁影响工程建筑的经济合理、安全可靠及正常运用的地质问题,最直接的便是在工程建筑地区可能出现的那些工程地质问题(作用),即已有的自然地质条件在工程建筑物的影响下所产生的一些新的变化和发展。它是工程在建筑或运用期间发生的地质作用或问题,所以在工程建筑物修建和运用之前,便应给予预测、论证,并提出防治措施。这些工程地质问题是多种多样的,但总括起来不外三个方面。首先是地基在上部结构的荷载作用下所产生的大小不同的沉降变形问题。过量的或不均匀的沉降变形,会使建筑物发生裂缝、倾斜、坍塌,影响正常运用,甚至毁坏。其次是地基、斜坡或洞室围岩的稳定性问题。例如水坝地基的承载能力或抗滑强度过小,便会发生坝基滑移,危及坝体的安全和稳定。边坡开挖太缓,将大大增加开挖工程量,增加投资;过陡,便可能失稳破坏。隧道、地下厂房等工程,在开挖过程中或以后,破坏了地下岩体的原始平衡条件,有时也能增加新的荷载,其围岩便会出现一系列不稳定现象。对此,不给予可靠防治,便难能保障建筑物的正常运用。再其次是渗漏问题,如水库、渠道及坝基的渗漏会造成水量的大量损失,使水库或输水建筑物不能达到预期的目的。这种渗漏,有时还会影响地基、斜坡及围岩的稳定性。此外,还有天然建筑材料的储量和质量以及其他一些问题,也是与工程建筑密切相关的问题。

工程地质问题(作用)不是孤立、偶然发生的,它与建筑地区周近的自然条件和环境有着极为密切的必然联系,其形成、发展和变化,都是工程活动对这里自然地质条件影响的结果。因而,当预测并论证工程建筑地区的工程地质问题时,就必须从调查研究地质条件着手。这些直接或间接地影响工程建筑物的规划、设计、施工和正常运用的地质条件,也即与工程地质问题(作用)有关的地质条件,称为工程地质条件。它主要是地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质特征及物理地质现象(作用)等五个方面。地形一般只指地表高低、山坡缓陡和沟谷宽窄等;地貌还说明地形的形成时代、原因和过程,不同地貌单元能综合反映地区构造、岩性、水文地质特征及物理地质现象的差异。如平原地区,地形变化简单,土层较厚,地下水埋藏较浅;丘陵地区,地形波状起伏,坡积层发育;山岳地区,地形崎岖,山陡谷深,基岩裸露,崩坍频繁。这些都与建筑物位置和线路的选择有密切关系。地层岩性是工程地质工作研究的最基本对象,是工程地质问题形成、发展和变化的物质基础。任何建筑物都修建在由不同地层岩性构成的环境之内、地基之上或围岩之中。这些地层岩性的性质能否适应建筑物的要求,决定了一些工程地质问题的基本特性。地质构造也是工程地质工作研究的基本对象,尤其在基岩地区工程地质问题或多或少地都与地质构造有关。其中岩层

褶皱、断层、节理和破碎带的产状、特征及分布,都是研究的重点。可以说,地质构造对影响建筑物沉降变形、安全稳定及渗漏途径等,大都有重要的控制作用。同时,它又是地貌、水文地质特征及物理地质现象的形成和发展的重要基础之一。水文地质特征系指地下水的形成、埋藏、分布、径流及水化学等条件。地下水是影响岩石强度、降低岩体稳定的重要物质因素。当其含有一定数量的特殊成分,如侵蚀性 CO_2 ,可直接对混凝土发生侵蚀,影响建筑物的安全。建筑地段及其邻近的水文地质特征,对水工建筑物的渗漏和水库回水是否危及邻近地区工农业生产问题,有决定性意义。物理地质现象(也称自然地质现象),如滑坡、崩塌、岩溶、泥石流、风沙移动、河岸冲淤等等,是一定地形地貌、地层岩性、地质构造和水文地质特征下的自然现象和作用。它或影响工程建筑物地基、边坡的稳定性,或直接危及工程建筑物本身的安全,或造成水工建筑物地区的大量渗漏。因此,必须查明这些物理地质现象的发生、发展规律和分布范围,并论证其危害程度。不良物理地质现象的发育,有时会成为工程建筑物的位置或线路选择的关键问题。

实践证明,任何类型工程和工程建设的任何阶段,都必须把建筑地区工程地质条件的调查、研究,并对其进行深入细致的论证和阐明,做为工程地质工作的首要任务,这是工程地质工作的基础。据此,才可能较有成效地完成以下有关工程地质工作的一些实际任务。

1. 从工程地质观点,即从工程建筑物与自然地质体相互制约的角度出发,选择地质条件较好的建筑场地和适宜的建筑型式;

2. 在已选定的建筑场地及其周近,根据建筑物型式、规模和特点,从分析工程地质条件入手,预测并论证有关工程地质问题发生的可能性及其发展规模和趋势;

3. 建议改善、防治或利用建筑场地或环境中有关工程地质条件的措施方针;

4. 提供工程规划、设计、施工所需要的工程地质资料。

工程地质工作是工程建设事业中不可缺少的独立工种。从而,工程地质学早已在本世纪 30 年代做为地质学的分支,成为一个独立的学科。

工程地质学,按其研究对象和任务,又可分为五个组成部分,即工程岩土学、工程地质分析学、工程地质勘察学、区域工程地质学和环境工程地质学。

工程岩土学,研究土和岩石的工程地质性质及其形成和变化规律,并探讨改善这些性质的途径。它是工程地质学基础部分。

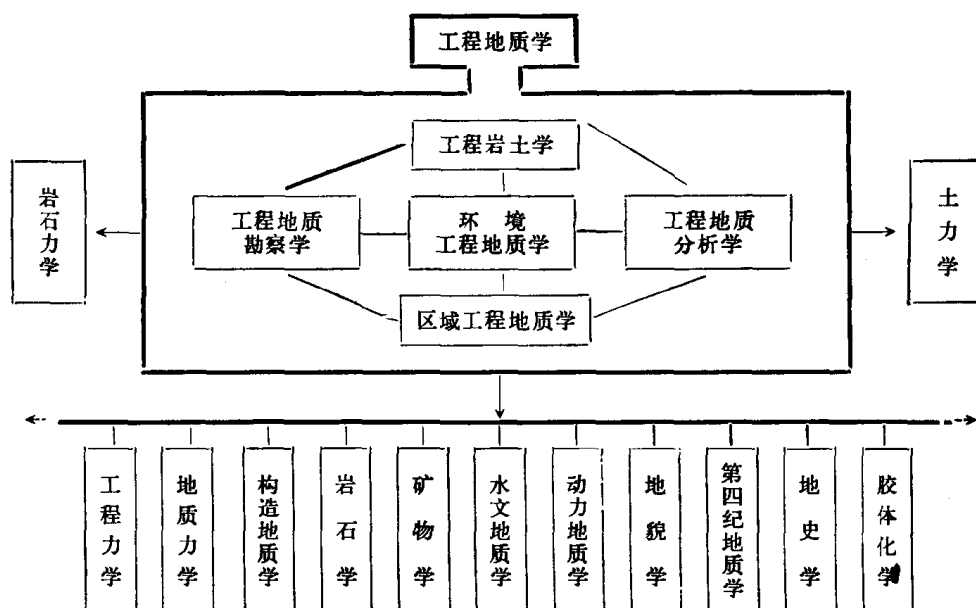
工程地质分析学,研究工程地质条件环境与工程建设相互制约的主要形式——工程地质问题,研究它们产生的地质条件环境、力学机制、发展演化的趋势,以便正确论证和提供合理的防治措施方针。

工程地质勘察学,探讨为了给各种工程建筑提供充分工程地质依据所要勘察的工程地质内容,所应遵循的勘察程序和要求,所需采用的勘察方法和手段。

区域工程地质学,研究各种工程地质条件在空间上分布规律和特点。

环境工程地质学,是工程地质学或环境科学的一个分支;它是研究以经济-工程活动为中心的一定范围内天然作用与经济-工程活动形成的客观地质实体(工程地质环境)及其问题的学科;为开发利用工程地质环境或防治其不利作用,提供科学依据。

任何学科都不会孤立地发展起来,是与其它学科发生一定联系而独立存在着。这种联系所涉及的范围与一门学科的研究对象和内容有关。就研究的对象和内容看,与工程地质学密切相关的主要学科,可用简单关系表说明:



工程地质研究的目的是, 在于保障工程建筑物的安全和正常运用, 因而也就决定了工程地质学的研究方式。它首先是自然历史分析法, 在这种基础上辅以力学分析法、实验法和类比法。

任何地质问题都是在其周围自然因素和自然条件的影响和制约下形成的, 并不断地发展变化着, 它们都是自然历史的产物。同一地质问题, 在不同自然因素和自然条件的影响制约下, 在不同的自然历史阶段或经历不同的自然历史过程, 就有不同的性质或特征。所以, 研究建筑地区某一工程地质条件的形成和发展, 以及它在工程建筑物作用下的发展和变化, 都必须首先研究其周围的其它自然因素和条件, 在一定的历史阶段过程中对它的影响和制约作用和程度, 才可能认识到它的形成原因和今后可能发展变化的趋势和程度。

单纯采用自然历史分析法, 一般只能得到定性的论证, 这对工程建筑物的设计和运用的要求来说是不够的, 还需对一些工程地质问题尽量做出定量论证。因此, 就应在自然历史分析法的基础上, 再采用力学分析法和类比法。力学分析法要求适当简化一些自然条件, 然后根据一定的理论分析进行计算, 以预测某些工程地质问题发生的可能程度和发展的规模大小。类比法是对建设地区某些地质问题, 应用那些已经研究过的类型和条件相同或相近的地质问题所得到的认识和经验来对比研究, 得出定量论证的一种方法。这些定量论证地质问题的方法, 都需要配合采用试验方法。通过室内试验或野外(原地)试验, 可取得力学分析法所需要的岩土的物理、水理及力学性质的指标数据。模仿工程建筑物型式、规模及其对建筑地段地质条件的作用特征, 进行不同比例的模拟或模型试验, 可以直接得出用于工程设计、施工的定量论证。通过长期观察测量地质现象的发展速度的数据, 也是一种用于定量论证地质问题的试验方法。工程地质工作中, 必须综合应用这些研究方法, 才能取得可靠的工程地质结论, 完成工程地质工作的实际任务, 并进一步发展工程地质科学。

工程地质学作为一门学科独立存在于现代水平的自然科学领域中, 与其它一些科学发生发展的规律一样, 是在漫长的人类历史过程里, 由于社会生产的发展和需要的推动下, 发生和发展起来的。

我们伟大的祖国, 是一个历史悠久、文化发达的国家。远在春秋时代, 由于农业及运输

的需要,便修建了许多大型工程。鸿沟,始建于公元前 722 年,自河南省荥阳,引黄入淮。伍堰,始建于公元前 506 年,在江苏高淳县,沟通太湖与长江。举世闻名的大运河,南起杭州,北达北京附近的通县,全长 1782 公里;其仪征至淮安一段,始建于公元前 485 年。世界驰名的古长城和都江堰,都兴建于战国时期,距今已两千多年。以后,历代人民还不断修建了许多规模巨大的桥梁、宫殿、庙宇,以及其它水利工程,其中大部份都是当时世界上的创举。可以断言,这些规模巨大的工程建设,对建筑地区的工程地质情况都会有必要的了解。所以,其中某些建筑物已正常运用数千年,至今巍然屹立。但在长期封建统治之下,生产斗争的知识得不到重视,致使这些人民智慧的结晶和宝贵的科学遗产,没有加以系统总结提高,有的甚至缺乏文字记载,长世沉沦。

建国以来在党的领导下,我国工程建筑事业蓬勃发展。三十年来,横拦江河峡谷,筑起了新安江、新丰江、刘家峡、三门峡等数以百计的巨型大坝;翻过丛山峻岭,跨越戈壁沙漠,修筑了宝成、黔桂、成昆、川黔、滇黔、鹰厦、焦枝、枝柳、兰新等数万公里的铁路;长江天堑,目前已架起六座大桥;至于公路和大型厂房的修建,更是不计其数。在这些工程实践中,我国人民既运用了国内外工程地质经验和理论,又大大丰富了工程地质宝库,提高了工程地质水平。

我国幅员辽阔,包括有不同活动程度和发展趋势的大地构造单元,分布有不同性质的自然地理区域;这里又分布有差异很大的土和岩石,发育着各种类型的自然地质作用。它们都以不同方式和不同程度,影响工程的修建和运用。揭示这些地质问题的属性,掌握其发生和发展规律,都需要根据它们的特点,深入地进行区域性或各别类型的工程地质研究。例如,我国西北、华北和东北地区的黄土,南方各省广泛分布的红土和膨胀性、裂隙性的粘土等,还都未能完全充分地认识其独特的属性。蕴藏着极为丰富水能资源的广大山区广泛分布着坚硬及半坚硬岩石,由这些岩石构成的并包括有不同产状、尺寸、密度的错综复杂的结构面或软弱夹层的岩体,它们在特定自然条件下和在各种不同建筑物的作用下的稳定性,都还缺乏较深入的研究。岩溶问题是水利工程的难题,对它的发育条件和分布规律,至今研究不足,这就往往无法保证这种地区的水利工程收到预期的效益。

应该强调,在科学空前迅速发展、高能空前广泛利用的现代,人类活动不断在广阔范围内和巨大规模上改变着地壳表层的生产、生活环境,并使它已经或将要发生一些根本变化。因而它正推动着工程地质学不断地向前发展。近年来,从国内外工程地质学发展的趋势看,有一些新的特点。

随着人类生产发展的需要,工程地质学不断开拓出新的领域,如研究保护和改善环境质量的“环境工程地质学”,研究近海开采和其它海洋工程的“海洋工程地质学”等。

工程地质学的理论基础和研究方法,有由定性向定量发展的趋势。对工程地质问题,能以数据来定量地分析、论证和表达,以便直接应用于规划、设计、施工中去。利用航片和卫片的解译,研究区域稳定性和指导工程选点,已成为重要手段。还有利用超高倍电子显微镜、 α 射线测角仪等观察微粒矿物的成分和晶体结构,以阐明某些岩石和土的强度本质;研究晶面的优势定向和探索岩石中微裂纹的分布,对岩石强度各向异性的影响和岩石破裂的控制规律,并且研究它们与岩体中宏观不连续面的关系等。

工程地质勘察,当前仍以钻探为主要手段,其基本发展趋势,是操作上全面机械化和自动化、机具的机械化以及其效能上的广泛适应性,尽量作到一机多能;工程地质物探发展比

较突出的是弹性波探测和综合性测井。工程地质测试工作,就其发展的趋势,可概括为:①探测结合,利用某些物探方法探索地下地质结构特点的同时,又取得岩石和土的某些物理力学性质指标;②重视发展原地测试,为测得更有代表性的数据,使原地试件的尺寸逐渐加大,为迅速而节约地取得大量试验数据,较广泛采用静力触探、动力触探和十字板试验;③模拟试验的广泛应用;④室内常规试验,主要使操作、记录、数据处理和图表绘制自动化;⑤某些中间型试验的兴起,如岩石点荷载试验、裂隙面的携带式剪切盒试验、裂隙抗剪性能的巴顿试验等。它们无需专门制备形体规整的试件,仪器轻便,操作简单,室内和现场均可使用,较短时间内便可测得较多的数值。电子计算技术已用于工程地质学领域,如测试数据的数学统计、岩体稳定计算、资料的自动存储检索和处理,也能处理地质作用发生发展的全过程,并已发展为“数学地质”的新兴学科。

我们伟大的社会主义祖国正在进行“四化”建设,为了适应工农业和国防建设的需要,我国工程地质工作不论在理论上或实践上,都急待迅速提高,从而促进工程地质科学的新发展。