

285425

高等学校交流讲义

工程地質及水文地質

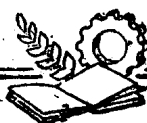
天津大学 清华大学 北京水利水电学院合編

只限学校内部使用



中国工业出版社

高等学校交流讲义



工程地质及水文地质

天津大学 清华大学 合編
北京水利水电学院

中国工业出版社

253215

本书由天津大学水利系负责组织编写，清华大学水利系及北京水利水电学院参加合编。内容是以天津大学与清华大学1960年合编的工程地质讲义为基础，参考了兄弟院校的教材，经过共同讨论，重新编写，审订而成。

本书系根据高等学校水利系有关专业的教学大纲要求编写，全书内容分为七篇：一、岩石；二、与水利工程有关的一般地质作用；三、地史、地貌及地质图；四、地下水；五、水利工程建设中的专门地质问题；六、水利工程建设中的地质勘测；七、水工建筑的工程地质研究等部分。

本书适用于高等院校河川枢纽及水电站建筑专业，水道及港口水工建筑专业及水利工程施工专业；也照顾了农田水利工程专业及治河防洪工程专业的教学要求。并可供水利工作人员参考。

工程地质及水文地质

天津大学 清华大学
北京水利水电学院 合编

*

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $16^{1/2}$ ·插页2·字数391,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印数0001—4,237·定价(10-6)2.05元

统一书号: 15165·783(水电—114)

序 言

在党的社会主义建設总路綫、大跃进和人民公社三面紅旗的光輝照耀下，在教育为无产阶级的政治服务，教育与生产劳动相結合的教育方針指导下，我国的教育事业正在迅速的向前发展，教育质量不断的提高。为了进一步提高教育质量，贯彻党的調整、巩固、充实、提高的方針，根据中央提出編写教科书的指示与原則，我們进行了适用于高等院校水利水电工程各专业的工程地质及水文地质学教材的編审工作。

在教材編写过程中，我們认真学习了党的方針政策，首先明确并力求加强教材内容的政治思想性。在課程内容方面，我們注意贯彻了农业是国民經济基础的指导思想，增加了地下水等部分与农业生产密切有关的章节。介紹了我国水利建設中地质工作取得的光輝成就，闡明了工程地质及水文地质学在水利工程建設中的重要性。对于本課程的研究方法，我們力求正确地贯彻辯証唯物主义观点。

关于編选取材方面，我們注意了加强理論与实际的联系，力图密切結合我国当前生产实际，尽可能地在内容上反映我国生产实践中所取得的經驗与成就。并吸取了苏联及社会主义各兄弟国家的先进經驗，与其他国家的新成就。为此，我們收集了有关資料，充实、增加了有关章节的内容。

其次，考虑到作为一本教材，必須符合教学大綱的要求与广大师生的教学水平，明确本課程在专业中的地位，以及学习的目的与要求。因此，我們按教学大綱对教材的内容体系作了較全面系統的安排，并考虑到尽可能照顾不同专业教学的具体要求。但限于教材的篇幅及学时的限制，要全面地系統地照顾与滿足各个专业的全部教学内容，在总的編排上是有困难的。为此，对于某些章节在教学时如感有不足之处，可根据专业的具体要求，加以增減。

本书的編写工作，自始至終是在党的領導与关怀下进行的，在編写过程中，領導上从原則到具体都作了及时的指示与帮助，同志們在思想上得到了很大的鼓舞与启发，在編审和全体同志的共同努力下，經過对教学大綱、教材体系安排、章节内容等方面集体討論，分工編写，相互提供意見，反复修改，最后审編定稿。

教材編选是以1960年天津大学及清华大学合編的讲义作为基础，并参考了兄弟院校的大綱与教材，收集了有关生产实际資料，經過重新討論集体审編而成。編审工作由天津大学水利系負責組織，清华大学水利系及北京水利水电学院参加合編。

根据教学大綱要求，全书内容共分七篇：一、岩石；二、与水利工程有关的一般地质作用；三、地史、地貌及地质图；四、地下水；五、水利工程建設中的专门地质問題；六、水利工程建設中的地质勘测；七、水工建筑的工程地质研究等部分。本书适用于河川樞紐及水电站建筑专业、水道及港口水工建筑专业及水利工程施工专业；也照顾了农田水利工程专业及治河防洪工程专业的教学要求。

限于我們的思想水平与业务能力，加之時間紧迫，人力有限；初次組織編审，感到困难問題都很多，存在的缺点不少。我們誠懇地希望同志們提出批評意見，指出缺点和錯誤，以便进行修改。

1961年5月10日

706, 97/10/1

目 录

序言	
緒論	6

第一篇 岩 石

第一章 造岩矿物	12
第一节 地球的內部构造及組成物质	12
第二节 矿物及岩石的概念	12
第三节 矿物的物理性质	14
第四节 主要造岩矿物的鉴定与描述	17
第二章 火成岩(岩浆岩)	22
第一节 火成岩的形成及产状	22
第二节 火成岩的結構和构造	23
第三节 火成岩的化学成分与矿物組成	24
第四节 火成岩的分类与鉴定	25
第五节 最主要火成岩描述	26
第三章 沉积岩	28
第一节 概述	28
第二节 松散沉积物(岩)	31
第三节 碎屑岩及粘土岩	35
第四节 化学及生物沉积岩	36
第四章 变质岩	38
第一节 变质作用因素及类型	38
第二节 变质岩的一般特征	39
第三节 变质岩的分类及主要变质岩的特征	40

第二篇 与水利工程有关的一般地质作用

第五章 构造作用	43
第一节 褶皱	44
第二节 断裂变动	47
第三节 大地构造单元的基本概念	61
第六章 风化作用	62
第一节 风化作用的因素及类型	62
第二节 残积层的工程地质特征	64
第三节 风化岩层的調查研究和处理措施	65
第七章 河流的地质作用	68
第一节 暂时性地表水流的地质作用	68
第二节 河流的侵蝕作用	71
第三节 河流的搬运和沉积作用	74

第四节	河流的发育与演变	77
第五节	河谷的工程地质分类	80
第八章	海洋的地质作用	81
第一节	冲蚀作用	82
第二节	海洋的搬运和沉积作用	83
第三节	海岸的升降	85
第九章	湖泊、冰川及风的地质作用	86
第一节	湖泊、沼泽的地质作用	86
第二节	风的地质作用	87
第三节	冰川的地质作用	88

第三篇 地史、地貌及地质图

第十章	地史概要	89
第一节	地史概述	89
第二节	确定地质时代的方法和地质时代的划分	89
第十一章	地貌概要及地貌图	92
第一节	概述	92
第二节	主要受岩性控制的地形特征	92
第三节	地貌图	94
第十二章	地质图	98
第一节	概述	98
第二节	普通地质图、剖面图及柱状图	99
第三节	第四纪地质图	106

第四篇 地下水

第十三章	地下水的基本知识	110
第一节	地下水来源及水在岩石中的存在状态	110
第二节	岩石的水理性质	112
第三节	地下水的物理性质及化学成分	114
第十四章	地下水的基本类型及不同地貌区的水文地质条件	120
第一节	地下水的基本类型及其特征	120
第二节	不同地貌区的地下水及其开发利用	129
第十五章	地下水动态、储量及土壤次生盐渍化	133
第一节	地下水动态和均衡	133
第二节	地下水储量的计算	143
第三节	土壤的次生盐渍化	144

第五篇 水利工程建設中的专门地质问题

第十六章	地震	150
第一节	概述	150
第二节	地震波	150
第三节	地震强度及地震烈度	151

第四节	地震烈度的調查及确定	153
第五节	建筑物的抗震計算及措施	156
第十七章	新构造运动	157
第一节	新构造运动的类型及特征	158
第二节	新构造运动与水利工程建設的关系	159
第三节	新构造运动的調查研究方法	160
第十八章	滑坡、崩塌和岩堆	161
第一节	崩塌和岩堆	162
第二节	滑坡	163
第十九章	喀斯特	167
第一节	喀斯特对水利建設的意义	167
第二节	喀斯特的形成条件及发育规律	168
第三节	我国喀斯特地区水利建設的經驗	171
第二十章	黄土地区水工地质問題	174
第一节	概述	174
第二节	黄土类岩石的工程地质特性	176
第三节	黄土及黄土状岩石的湿陷性及其防治	176
第四节	黄土及黄土状岩石地区水土流失的防治	178
第二十一章	岩石的工程地质研究	178
第一节	影响岩石物理力学性质的基本因素	179
第二节	地质作用对岩石物理力学性质的影响	181
第三节	各类成因岩石的工程地质研究要点	182
第四节	岩石的工程地质分类	183
第六篇 水利工程建設中的地质勘测		
第二十二章	工程地质勘测概述	185
第一节	工程地质勘测的目的、任务及內容	185
第二节	勘测工作与各个設計阶段之間的关系	185
第二十三章	工程地质測繪	187
第一节	工程地质測繪的要求	187
第二节	野外測繪的工作內容与方法	188
第三节	室内整理阶段	193
第四节	航空測繪	196
第二十四章	勘探工作	197
第一节	山地工作	198
第二节	地球物理勘探工作	200
第三节	钻探工作	204
第四节	勘探工作布置的一般原則	207
第二十五章	試驗工作	210
第一节	概述	210
第二节	水文地质試驗	210
第三节	岩石物理力学性质試驗	218

第四节 灌浆試驗	221
第二十六章 天然建築材料的普查勘探及評價	222
第一节 天然建築材料的評價	222
第二节 建築材料的普查勘探与試驗	223

第七篇 水工建築的工程地质研究

第二十七章 壩(閘)的工程地质研究	225
第一节 壩址选择的工程地质条件評價	225
第二节 壩型选择的工程地质評價	228
第三节 壩(閘)基設計时岩石性质指标的选择	233
第四节 壩(閘)施工中的工程地质問題	234
第二十八章 水庫的工程地质研究	236
第一节 水庫滲漏的工程地质評價	236
第二节 水庫淹沒及浸沒的工程地质評價	239
第三节 水庫边坡再造的工程地质評價	240
第四节 水庫淤积的工程地质評價	242
第五节 水庫水质改变的工程地质評價	243
第二十九章 隧洞、水电站厂房及其附屬建築物的工程地质研究	243
第一节 隧洞的工程地质研究	243
第二节 水电站厂房及其附屬建築物的工程地质研究	250
第三十章 港口、渠道及灌区的工程地质及水文地质条件評價	251
第一节 港工建築地区的工程地质条件評價	251
第二节 大型渠道的工程地质評價	256
第三节 灌区的水文地质条件評價	260

緒 論

工程地质及水文地质学在水利工程建設中的作用与任务

一切工程建筑物都要建筑在地球的表层上，不但要充分利用地表现有的形态及地质条件，而且要注意自然界地质作用对建筑物稳定的影响。同时，由于工程的建造还改变了地表原来的自然条件，因而又会引起一些新的地质现象发生。因此我们在进行工程建設中必須研究与建筑物有关的地质现象与地质作用及其相互的影响。如修建水庫时，常常是選擇地形狹窄，地基岩石堅固，两岸坝接头稳定的地区作为坝址。坝上游往往是地形開闊，周圍羣山环抱的囊状水庫区，坝下游及两岸則是便于水力樞紐布置及施工的地段。当确定一个坝址时，首先要进行調查与勘测，从地形地质条件加以全面分析比較，如坝基是否稳固，水是否有可能从基底或从周圍滲漏，水浸沒地区岸边是否会坍塌滑动等。这些与地质条件密切有关的因素，都直接影响工程建筑物的安全与使用。为了充分利用良好的地质条件，避免或防止不利的地质因素，做到既能保証建筑物的安全，又能節約工程費用，貫徹多、快、好、省的原則，滿足設計、施工及使用期間对地质条件的要求，就要研究建筑地区的地质现象与地质作用的发展規律，掌握与工程建筑有关的地质条件，同时要預測工程建成后对周圍环境可能产生的改变与影响。而工程地质及水文地质学就是要專門研究这些与工程建設有关的地质問題的科学。

在进行大規模的水利工程建設中，对地质問題忽視或注意不够，将会产生严重的后果。据統計近五十年来世界上千多个遭受破坏的水工建筑物中，有百分之八十是因为收集地质資料不足或設計施工时未充分考虑工程地质条件或考虑不当所引起的。如美国加里福尼亚洲圣·法兰西斯坝設計者預先对坝址地基岩层性质沒有很好的研究，就将62米高的混凝土坝建筑其上，建坝前对坝基下的砾岩未作压縮和浸泡試驗，蓄水后砾岩即崩解成碎片和粉末，发生透水；結果一次洪水，就将左岸坝肩冲断推至下游一公里多，庫容四千六百万立方米的水庫，几分钟內就漏失一空，下游两岸都被冲毀，伤亡四百多人。又如西班牙的蒙特哈水庫，当建成后水都从岸边与坝底的石灰岩裂隙和溶洞中漏光了。72米的高坝起不了拦水作用，至今仍聳立在干枯的河谷上，成了一个历史性的“紀念碑”。类似失敗的例子还可以举出很多，都可說明忽視地质条件所造成的后果。反之，如果在水利建設中，对地质問題有足够的重視，那就可以及早防止不利地质条件对工程建筑物的損害。改造不利的地质因素，使建筑物能順利施工，并保証建成后安全可靠。例如，在喀斯特地区的溶洞和裂隙很发育，要修建水庫是非常困难的，很多抱有资产階級观点的学者，甚至认为在喀斯特地区要修建水庫是不可能的。在我国云南、貴州、广西等省(区)具有溶洞和裂隙的石灰岩地区分布很广，从1958年大跃进以来，广大的劳动人民发揚了周密調查研究及敢想敢干的精神，終于就在这些“禁区”修建了許多大中小型的水庫及水电站。其中如云南六郎洞，由于对石灰岩的溶洞和裂隙进行了周密細致的調查研究，掌握了喀斯特的发育和分布規律。不但溶洞和裂隙沒有象蒙特哈水庫那样造成漏水的通道，反而成功地利用这些溶洞建成了既省工省料又安全可靠、既可蓄水灌溉又能利用发电的地下水庫。

由此可見，工程地质及水文地质学在水利建設中的作用是多么重要；作为一个水利工程人員必須充分了解工程地质和水文地质知識。我們研究这門科学就是要在水利工程建設中能够充分利用有利地质条件，避免或克服不利地质因素，以至改变这些不利因素对建筑物的損害，保障人民生命财产的安全，为国家节约建設資金。更好地进行水利工程建設。

如上所述，在水利工程建設中，地质工作是重要的关键，因此也就給工程地质及水文地质学提出了以下几方面的任务：

(1) 搜集工程建筑地区的有关工程地质及水文地质資料，以滿足設計施工的要求；

(2) 選擇与评价合理的水庫及水力樞紐的建筑地点；

(3) 根据建筑地区的工程地质及水文地质条件，对水工建筑物的型式結構，樞紐布置及施工方法，提出有关的建議及应注意的問題；

(4) 提出改善建筑物地区的不良地质条件的可能措施和方法，以及預測水庫或水工建筑物建成后，可能产生的影响及应采取的預防措施。

不难看出，工程地质及水文地质学在任何一項水利工程建設中自始至終都起着重要作用。它与水利工程的规划、勘测、設計、施工以至管理使用的各个阶段，都有着不可分割的联系。

工程地质及水文地质学的創立、发展与在我国的光輝成就

工程地质及水文地质学是劳动人民在向大自然作斗争过程中，经过长期生产实践的基础上发展起来的。

十七世紀以来，由于工程建筑的日益发展，从生产实践中开始考虑到地下水对工程建筑的影响，以及与水坝、厂房建筑物有关的地质条件。十九世紀中叶，铁路工程的修建，水电站的建筑及运河的开凿，在調查、設計、施工过程中逐渐积累了一些地质資料。而很多工程当时并没有进行地质調查，有的只是用盲目加大建筑物的安全系数的办法来解决所碰到的地质問題。但是大部分的工程是对地质問題忽視或者注意不够，如上面已經提到在近五十年来的一千多个遭受破坏的水工建筑物中，大部分是由于未充分考虑或忽視工程地质条件而引起的。应当指出，这些事故絕大多数是发生在資本主义国家中。为什么在資本主义国家常发生堤坝崩潰，水庫失效，而造成事故，危及人民安全的灾害呢？根本原因在于資本主义制度下，資本家修建水利工程的目的，只是企图以最少投資获得最大的利潤，并不是为人民羣众謀福利，他們为了金元是不顧惜人民的生命财产的，資本家又怎么会投入大量工程費用去認真进行地质勘探工作呢。在資本主义制度下，工程建設中，忽視或者不考虑地质問題的重要，工程地质就不可能很好的从生产实践中收集資料积累經驗，仅是一些零星片断的材料。因此长期以来，工程地质及水文地质学在資本主义国家也就不可能得到发展。

然而，工程地质学及水文地质学成为一門独立的科学，是十月革命后，在苏联社会主义建設工程实践中創立发展起来的。在社会主义制度下，無論什么建設都是从人民利益出发，保証每一項建設都能为人民造福，这样就对建設工程提出了严格的要求，因此在进行許多大規模工程建設中包括大量的水利水电工程，都需要全面詳細調查与建筑物

有关的地质条件，研究解决各种复杂的地质问题，提供设计、施工所要求的地质资料；因此，在生产实践中积累了丰富的资料与实际经验，才形成了地质学的新的分支——工程地质学及水文地质学。从1929年起，在苏联地质委员会成立了工程地质专业机构，并相应地在列宁格勒矿业学院等校开设了专业课，1923年在莫斯科地质勘探学院中，建立了世界上第一个工程地质教研室，以培养专门人材。由此可见工程地质学及水文地质学只有在社会主义制度下的生产实践基础上才能创立与蓬勃发展起来，同时对这些工程建设起着有力的指导作用。

我国劳动人民早在公元前485年，就开通了邗沟，接連淮河与长江，形成著名的京杭大运河最早的一段；在这项工程中就充分利用了沿綫有利的地形与地质条件。公元前250年，在四川灌县修建了規模宏偉的都江堰，也成功地利用了天然的有利地形地质条件与当地的天然建筑材料，在岷江江心用砂石修建的分水堤，把岷江分为内外两江；在岷江左岸开凿了宝瓶口，内江水从此灌溉农田，并利用两岸岩石来作控制，保证了内江的安全；同时修建了飞沙堰溢洪坝，用来泄洪与灌溉。这些工程有效地减轻了岷江两岸的洪水灾害，灌溉田地300万亩。又如雄偉的万里长城，依山修筑，都充分的利用了險峻的地形和有利的地质条件。但是几千年来，我国劳动人民在修建各种工程的生产实践中所积累的工程地质方面的经验，在封建制度的統治下长期得不到发展与提高。

解放前在半封建半殖民地的旧中国，工程地质学及水文地质学几乎是个空白点，因为在帝国主义和反动派的統治下，几乎就没有什么工程建设。就以水利工程建設为例，虽然我国有着极为丰富的水利资源，但仅仅修建了为数极少的小型水庫，对某些水庫如永定河官厅水庫等坝址，虽作过一些調查，但只不过是紙上談兵，勘察后也沒进行修建，因而也就不可能建立起这门科学。

中华人民共和国成立以来，党和政府为了尽快摆脱旧社会給广大劳动人民遗留下来的水旱灾害，为保证工农业的迅速恢复与发展，首先把根治水害开发水利列为一項重要建設任务。十二年来，在党的领导下，积极学习苏联和社会主义各兄弟国家的先进经验，密切結合我国的实际情况，经过大规模修建各种大、中、小型工程的生产实践，尤其是在大跃进的1958年兴修水利高潮的生产实践中，积累了相当丰富的工程地质及水文地质方面的经验与资料。几年来地质勘测工作为編制长江、黄河、淮河、辽河、珠江、松花江等主要河流的流域规划方面提供了宝贵的地质资料。为了完成馴服黄河的偉大工程，自1950年以来就开始了黄河的全流域踏勘，进行了一系列坝址的工程地质勘察工作，在苏联专家的帮助下，編制了黄河综合利用规划的报告，选定了各地段开发梯級，并确定以工程地质条件最好的坝址为第一期工程。为了根治淮河历年的洪水泛滥，在毛主席的“一定要把淮河修好”的偉大号召下，进行了全流域一系列水利工程的建設。我国解放后第一个修建的官厅水庫是永定河根本治理和流域开发的重点工程。此外还进行了其他河流流域水力枢纽的修建，以及工程地质勘察。同时我們新建了南方的湛江港，扩建了北方的塘沽新港及长江中游的武汉港等，都积累了很多的有关港口工程地质方面的经验。

与此同时，在我国社会主义国民經济建設的其他部門，如鉄道、公路等交通运输工程、工业及民用建筑工程、工矿企业、城市规划、給水排水工程以及国防工程等方面，工程地质及水文地质勘察也是极为重要的。事实上在这些工程的设计和施工之前，也都

事先对地质条件进行了充分的調查和研究工作。无疑地，工程地质学及水文地质学将随着祖国社会主义建設的繼續跃进而蓬勃向前发展。

为适应社会主义建設的需要，在短短的几年內，我国的工程地质及水文地质工作已建立起了自己的科学基地、生产机构与专业队伍。自1952年以来，在中央地质部成立了工程地质及水文地质局，北京、长春、成都地质学院和各地地质专科学校都先后設立了工程地质及水文地质专业。科学院及地质部都成立了同类的研究所。中央以及各省、市的工程单位也都先后相应地成立了工程地质及水文地质勘察处、科、队等生产及科研机构，使我国工程地质及水文地质专业队伍不断壮大，尤其1958年大跃进以来，采取了专业队伍与羣众相結合的两条腿走路的方針，一般的地质勘测工作多为羣众所掌握，这是我国地质工作的一个跃进。

应当說明，在解放初期，虽然由于工程建設經驗缺乏，某些工程人員对地质条件重視不够，在个别工程项目上也曾出过一些問題，走了一些弯路，但經過及时处理后都得到了很好的解决。例如，有一个水电站在施工前由于沒有进行足够的地质勘探工作，在坝基开挖后，发现左岸坝接头处，山坡岩石破碎，是一个大滑坡体，只好停止施工，重新勘探，后虽經采取措施，进行了妥善的处理，但已拖延了工期。当然这种事故的发生与我們取得的偉大成績相比是一个指头与九个指头的問題。当发现问题后，即重新进行了全面周密的調查与勘探，作了及时的处理，并从中吸取了經驗教訓。

党对水利工程建設中的地质問題一直是重視的，早在1956年全国水电工程勘测會議上，党就強調指出勘测設計工作中地质問題的重要性。1959年全国水利水电地质勘察會議上，又进一步总结了1958年大跃进以来，在水利建設高潮中羣众創造的經驗，指出了水利工程地质勘察工作的方向和任务，并大力加强了地质勘察力量，这样就保证了近几年我国大规模水利工程建設的順利进行。

解放以来我国水利建設虽然已取得偉大成績，但水旱灾害还没有完全摆脱，必須大量进行变水害为水利的工程建設，从而根治洪涝，干旱灾害，使农业获得更大的丰收。同时还必須进一步有计划地开发我国丰富的水力资源，实现城市和乡村的电气化，从而满足工农业飞速发展的需要。因而摆在我们面前的工程地质及水文地质工作是光荣而艰巨的。

我国的水利工程规划远景和建設工作是十分宏偉的，如西北干旱地区及大片沙漠地带，水量很少，要根治西北和沙漠干旱就需要修建成为巨大的水利工程，但这将会碰到复杂的工程地质及水文地质問題。我国西南一带广大的石灰岩地区，喀斯特溶洞和裂隙极为发育，为解决水库渗漏及坝基稳定的地质問題，就必须进行詳細的地质勘察，摸清喀斯特的发展規律。西北及华北一带黄土地区的工程地质及水文地质条件，以及地震、近期地壳变动对水电站大坝基础稳定的影响等等，都是值得全面深入研究的问题。还有水土保持，盐碱化地区的改造，沼泽洼陷地段的排涝，农田灌溉区的河网化；河道的防洪治理、港口及水道的修建，以及我国各大小河流的流域规划，大、中、小型水库及电站的建筑，都要求提供满足工程建設中設計、施工的地质資料，这些就給我們水利和地质工作开辟了无限发展的光輝前景。

工程地质及水文地质学的内容与研究方法

綜合以上所述可以看出，工程地质及水文地质学是研究地质作用与工程建筑物的

关系，评价建筑物地区地质条件对工程建筑的影响，研究如何防止或改善建筑地区不良的地质条件，以及预测建筑物修成后所引起地质条件的变化等方面的科学。

根据本門科学的研究内容，我們可以具体归纳为以下几个主要方面，并说明与其他科学的关系：

(1)分析建筑物地基的岩石或土层的稳定程度，就需要研究岩石与土的成因，化学成分、矿物組成、结构构造及其工程性质等方面的内容。与之有关的科学有矿物学、岩石学、土质学、土力学及岩石力学等。

(2)为了防止地壳的变动对工程建筑的危害，就需要知道有关地质作用的形成、变化及其发展规律等。与其有关的科学有普通地质学、构造地质学、地史学、地貌学等。

(3)兴建建筑物后，增加了地基岩石的荷载，并可能引起相应的地质条件改变，因而影响着建筑物的稳定与安全。因此需要研究人为地质活动所引起的工程地质作用，改善这些不良的地质作用所引起的后果。与之密切有关的如地基及基础工程学及水利施工学等。

(4)研究地下水的形成及埋藏条件，运动及变化规律及其与水利建設的关系。因此与之密切有关的有普通水文地质学、专门水文地质学、水力学、地下水动力学等。

(5)研究搜集各种地质资料的勘测方法。与这方面有关的学科如测量学、地质制图学、钻探及掘进学、地球物理勘探学以及更专门性的工程地质及水文地质野外及室内試驗工作等。

(6)研究区域工程地质及水文地质条件，即根据已有资料，綜合分析較大地区的地质条件，找出其一般的规律性，从而編制区域工程地质和水文地质图及附属资料，对各种工程建設，提出预测性的意見，作为各种工程建設规划设计的依据，这是工程地质学中一个新的方向，在进行研究这项工作時，必須应用自然地理学、大地构造学、中国地质学等方面的知識。

如前所述，工程地质及水文地质学是在工程建設生产实践的基础上創立与发展起来的。我們研究这門科学，首先必須具有辯証唯物主义的观点，这样才能正确的認識掌握与工程建設有关的各种地质現象及地质作用，才能充分利用有利的地质条件与改造不良的地质因素。應該指出，不良的地质因素并不可怕，而可怕的是对不利因素不深入了解或不加以注意。只要我們充分認識掌握了它，就可以变不利为有利。如前面讲到的我国劳动人民利用喀斯特溶洞成功地建成了地下水庫，就是一个鮮明的例証。由此可見，要充分發揮本門科学在水利建設中的积极作用，那么必須要求我們唯物辯証地去观察分析和处理有关工程地质及水文地质方面的问题，必須深入細致的进行調查勘探，大量掌握地质实际資料，进行归纳綜合分析，才能作出正确判断，掌握客觀事物的发展规律。因此研究地质問題時，在我們思想上必須充分运用毛主席在“实践論”和“矛盾論”中所指出的認識和分析客觀事物的辯証唯物主义方法。在各项实际工作中，我們必須貫徹实事求是和深入細致的作风，进行全面周密的調查研究，同时要注意吸取羣众的經驗和智慧。

在研究工程地质現象与作用方面，必須从发展的规律去观察分析，一切事物并不是靜止不动的，更不是孤立存在的，而是永远在发展变化且彼此联系相互影响着的。因此

一切地质现象都是与之有关的各种地质作用的过程、表现或结果。如讨论地震问题对水工建筑物的影响，就必须分析地震力的来源、方向以及达到建筑地区的强度大小与破坏性，然后才能提出采取相应的预防措施。当分析地质问题时必须透过表面现象抓住引起这种现象的本质。对于地质作用因素的研究，应该注意内因与外因的相互关系，外因必须通过内因才起作用。当分析具体问题时要注意时间、地点、条件的差别，往往相同的地质作用因具体情况不同，可以产生不同的结果，如在我国华南与华北的喀斯特地区，反映在地貌形态上就有所差异。还有我们在研究一般地质作用普遍规律的同时，必须抓住主要矛盾方面与注意矛盾特殊性的存在，这就要求我们对任何一个地质问题要作具体分析，才能提出切合具体情况符合实际要求的解决办法。

在进行具体调查工程地质及水文地质问题时，首先我们要运用自然历史分析法——地质学的方法，才能正确的了解建筑区的工程地质条件。为了广泛地收集大量资料和深入地观察问题，在野外必须充分运用新技术和先进的勘测方法，进行现场仔细周密的调查研究。为了进一步评价工程建筑地区的地质条件，还必须从工程地质调查勘探实践的基础上，广泛采用实验室工作、野外试验及进行长期观测的方法，取得试验数据和鉴定资料，最后进行理论计算和具体分析，只有这样才能提出全面综合的地质资料，满足设计、施工的要求。

总之，工程地质及水文地质学是在社会主义制度下生产实践的基础上创立和发展起来的。它在工程建设中发挥了应有的作用。我们伟大的社会主义建设，为这门科学开辟了广阔的发展前景。作为水利工作者必须掌握必要的工程地质及水文地质知识，才能多、快、好、省地进行水利工程建设。

第一篇 岩石

第一章 造岩矿物

第一节 地球的內部构造及組成物质

已經知道地球的两极直徑为12,714公里,赤道直徑为12,756公里。但是关于地球內部的情况,目前了解的还很不够。因为人們利用钻探的方法直接了解地下的情况至多能达到

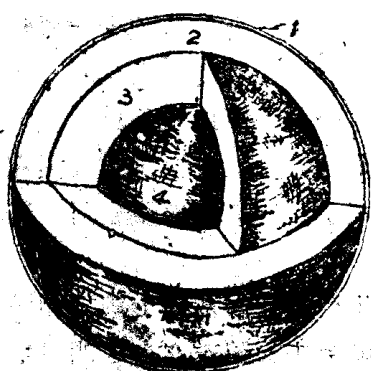


图 1-1 地球內部构造示意图

1—岩石圈; 2—重圈; 3—过渡带; 4—地核。

到五、六公里的深处。对于其他六千三百多公里的深度則只能以簡接的方法进行了解和推断,例如根据地震波的傳播速度和火山噴发现象等。根据这些方法所得的資料推测出,地球內部的构造和物质組成是按一定的規律分布:大致是愈往深处物质的比重、温度和所受的壓力就愈高。一般认为由地表到地心是有几个同心层(或圈)的构造(如图1-1所示)。

各层的名称及主要特征如下:

1. 岩石圈 是地球表层的硬壳,总厚度为120公里,按成分的分布又可分为两层。上部是矽鋁层,下部是矽鎂层。

矽鋁层主要由矽和鋁等較輕的元素組成。它們形成的各种化合物,多呈固体状态存在,即矿物与岩石。厚度为20公里,平均密度2.7,其温度随深度逐渐增加,大約平均每向下33米升高 1°C ,最高温度可达 $1,100^{\circ}\text{C}$,压力为 $1\sim 14,000$ 个大气压。

矽鎂层主要由矽、鎂、鉄等元素組成。厚度約100公里,平均密度 $2.7\sim 3.3$,温度最高达 $1,500^{\circ}\text{C}$,压力为20万个大气压左右。在深度为50公里以內乃是固体状态的岩石,再向下即逐渐变为熔融的状态。

2. 重圈 (橄欖岩层)深度在120公里至1,200公里范围以內。主要由鉄、鎂含量較多的矽酸盐組成。比重較大,平均密度 $4\sim 6$,温度 $1,200^{\circ}\text{C}\sim 1,500^{\circ}\text{C}$,压力为50万个大气压,物质呈熔融的状态。

3. 过渡带 位于1,200至2,900公里的深处。由鎂、鉄、鎂及二氧化矽等物质組成。比重为 $6\sim 9$ 。由于压力的增大($60\sim 150$ 万大气压)所以虽然温度很高(达 $1,500\sim 2,000^{\circ}\text{C}$),但物质却不是处于液体状态而是呈塑性状态。

4. 地核 以鎂、鉄为主。密度达11,温度达 $3,000\sim 4,000^{\circ}\text{C}$,压力超过150万个大气压。由于压力的增大,物质熔点也增高,所以地核可能是处于特殊状态。

第二节 矿物及岩石的概念

如上所述,与人类最密切相关的地壳是由矿物及岩石組成的。因此矿物与岩石也构成各种建筑物的地基,并且是各种工程建筑,尤其是水工建筑最常用的建筑材料。它們

的性质好坏对水工建筑有极大的影响。

矿物是自然历史发展过程中的产物，它们都是在天然的物理化学条件下形成的。可由一种元素组成，如：金刚石(C)、石墨(C)及硫(S)等，但絕大多數的矿物都是由多种元素组成化合物的形式存在。如石英(SiO_2)、石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)及黃铁矿(FeS_2)等。目前已发现的元素虽然已有100多种，但在矿物组成成分中，占主要地位的只有八种，其百分比如下：

氧—46.71%，硅—27.69%，铝—8.07%，铁—5.05%，
钙— 3.65%，镁— 2.08%，钠—2.75%，钾—2.58%，
其他 1.64%。

组成矿物的化学成分是比较均一的。通常具有一定的内部构造，即内部的质点有规律的排列着。因此，大部分矿物都可以用化学式表示出来。各种矿物也具有比较固定的物理性质，例如光泽、颜色、硬度等。这些性质是决定于其化学成分和内部构造的。

絕大多數的矿物都是呈固体状态存在，只有极少数呈液体(如石油、瀝青等)或气体(如硫磺气、煤气等)状态存在。呈固体状态存在的矿物大部分是结晶物质(即晶质)。所谓结晶物质其特征是：组成矿物的质点(原子、分子、离子)，在空间按一定的次序有规律的排列着，即形成空间格子构造，如石盐(NaCl)中的钠离子和氯离子就是呈正方形交替的排列着(见图1-2)。晶质在形成的过程中有自生晶面的性能，它能够在表面生长出若干个规则的多边形平面，这种被规则的多边形平面所包围起来的晶质就是晶体。

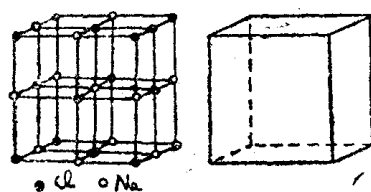


图 1-2 石盐的晶体构造

此外，在少数情况下矿物还可以是非晶质的或是呈胶体状态存在。

非晶质的特征是：组成矿物的质点是无次序的排列，即没有空间格子构造，也没有一定的外形，但具有各向同性的特征。如玻璃、松香等。

呈胶体状态存在的矿物是由分散相和分散媒组成的分散系。分散相的矿物质点的直径约为 $1 \sim 1,100$ 毫微米($1 \text{ 毫微米} = 10^{-7} \text{ 厘米}$)。

在自然界中各种不同的矿物常常共生在一起，并且是按照一定的规律组合。由一种矿物或多种矿物组成的物体叫做岩石。目前已发现的矿物约3,000种，但构成岩石主要成分的仅约30种，这部分组成岩石主要成分的矿物就叫做造岩矿物。

凡是具有经济价值的矿物或岩石通常称做矿石，如赤铁矿、方铅矿等。

所有岩石根据其成因的不同，可大致分为三类：

1. 火成岩 由熔融的岩浆上升侵入地壳深处、靠近地表或在地表附近冷凝而成。
2. 沉积岩 原来存在于地表的岩石，由于外力作用破坏后形成新的物质，经流水、风等因素的搬运、沉积、再经固结而成。
3. 变质岩 原来的沉积岩或火成岩，由于外界物理化学环境(温度、压力等)改变后发生变质作用，生成新的岩石，即称变质岩。

从地球表面至深达16公里的地方(通常称为“地壳”)火成岩(包括变质的火成岩)占岩石总量的95%，沉积岩(包括变质的沉积岩)占5%。而在地球表面则约有75%左右的面积为沉积岩复盖，可见各种岩石的分布是不均匀的。

第三节 矿物的物理性质

如上所述，每一种矿物都有一定的物理性质，正因为如此我们才能将自然界多种多样的矿物区别开来。下面介绍一下具有鉴定意义的各种物理性质。

1. 形态 矿物的晶体都具有一定的规则的外形。因此，晶体的外表形态可以帮助识别矿物。根据晶体在空间生长三个向度的原则，可分为下列三种主要形态：

一向伸长形：即针状、棒状、柱状等，如角闪石和绿帘石的柱状晶体。（见图1-3A）

二向伸长形：即板状、片状、鳞片状等，如石膏的板状晶体及绿泥石等。（见图1-3B）

三向伸长形：即粒状、球状等。有的晶体常成立方体（石盐，黄铁矿）、八面体（磁铁矿）、菱形十二面体或圆角三八面体（石榴子石）（见图1-3C）。

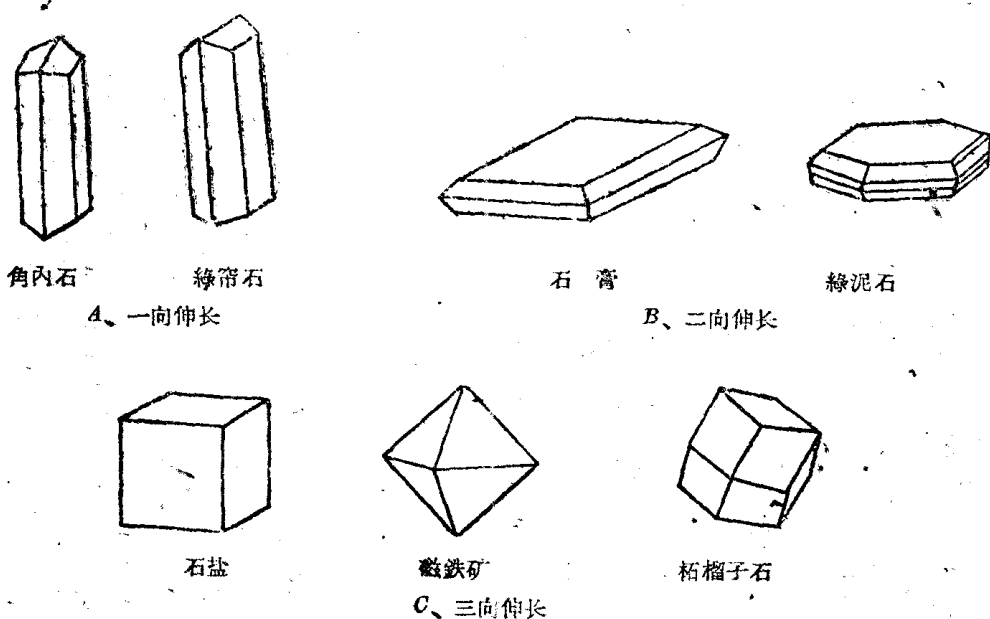


图 1-3 单个晶体的形态

某些矿物天然的晶面常具有一定方向的条纹，称为晶面条纹。它也是矿物的鉴定特征之一，如黄铁矿的结晶面上各有一组条纹，但三组永远是互成正交（见图1-4），又如水晶的柱面上也常见横纹（参看图1-6）。

有时可见到双晶和晶簇。双晶是矿物相同的晶体有规律的连生在一起，如萤石的穿插双晶、石膏的燕尾双晶等（见图1-5）。晶簇是许多相同的晶体丛生在一起，如水晶晶簇（图1-6）。

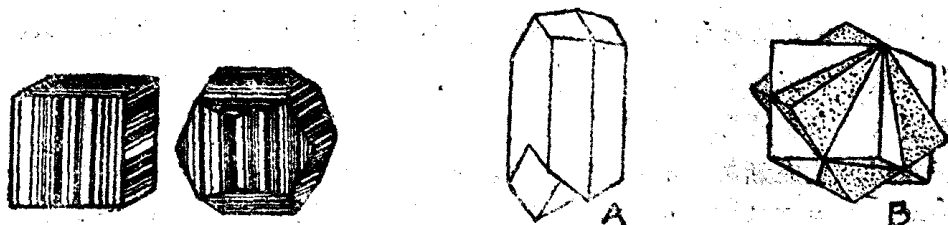


图 1-4 黄铁矿的晶形及晶面条纹

图 1-5 双晶

A、石膏的燕尾双晶；B、萤石的穿插双晶。