

高等学校教材试用本

工程地质学

下册

北京地质学院工程地质教研室编

只限学校内部使用



中国工业出版社

高等学校教材试用本



工程地质学

下册

北京地质学院工程地质教研室編

中国工业出版社

本书为下册，论述专门工程地质学（即工程地质勘察学）。它的内容包括：第一篇工程地质勘察一般研究，第二篇城市建设工程地质勘察，第三篇道路建设工程地质勘察，第四篇水利建设工程地质勘察。第一篇中系统地论述了工程地质测绘、勘探、试验、长期观测、数字指标统计以及编制工程地质图和报告书的方法。在以后几篇中分别论述了城市规划、工业民用建筑物、地下铁道、道路的路基、大桥、隧道；河川水利工程的流域规划、水库、坝和运河、渠道建筑物的工程地质问题以及相应的工程地质勘察方法。本书适用于高等地质院校水文地质及工程地质专业，并对从事各种建筑物勘察、设计、施工人员也有一定参考价值。

工程地质学

下 册

北京地质学院工程地质教研室编

*

地质部地质书刊编辑部编辑（北京西四羊市大街地质部院内）

中国工业出版社出版（北京东单门内大街10号）

北京市书刊出版业营业登记证出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ ·印张 $18\frac{3}{8}$ ·字数437,000

1964年8月北京第一版·1964年8月北京第一次印刷

印数0001—2,130·定价(科五)2.10元

*

统一书号：K15165·3107(地质-281)

目 录

第二部分 专门工程地质学

第一篇 工程地质勘察的一般研究

第十章 工程地质勘察总論 3

- 一、工程地质勘察的一般任务 3
- 二、工程地质条件 4
- 三、工程地质問題 7
- 四、工程地质勘察方法綜述 9
- 五、工程地质勘察阶段的划分 10

第十一章 工程地质測繪 13

- 一、工程地质測繪的重要性及特点 13
- 二、工程地质測繪比例尺的选择 14
- 三、工程地质測繪范围的确定 14
- 四、工程地质測繪精确度的要求 15
- 五、大比例尺工程地质測繪的特殊要求 16

第十二章 工程地质地球物理勘探 22

- 一、概述 22
- 二、地球物理勘探方法在各个工程地质勘察阶段中的应用 22
- 三、电法勘探在工程地质勘察中的应用 24
- 四、地震勘探在工程地质勘察中的应用 36
- 五、重力勘探在工程地质勘察中的应用 38

第十三章 工程地质勘探工作 40

- 一、工程地质工作中勘探的目的 41
- 二、勘探手段的选择 41
- 三、勘探工作的布置 44
- 四、勘探坑孔深度的确定 47
- 五、勘探工程的施工順序 48
- 六、鉆探工作 49
- 七、坑探工作 56

第十四章 工程地质室内試驗 60

- 一、室内試驗在工程地质工作中的意义 60

二、室内試驗的类型 61

三、工程地质模型試驗及模拟試驗 62

第十五章 工程地质野外試驗 70

- 一、野外試驗在工程地质工作中的意义 70
- 二、压水試驗 71
- 三、土石力学性质的野外試驗 82
- 四、灌浆試驗 88

第十六章 工程地质长期观测 90

- 一、长期观测的目的和任务 90
- 二、长期观测的对象 90
- 三、长期观测点的布置原則 91
- 四、观测时间的选择 92
- 五、长期观测成果的表示方法 94
- 六、长期观测成果的整理和利用 96

第十七章 工程地质数字資料的統計 98

- 一、数字資料統計的实际意义 98
- 二、工程地质单元数字指标的特性 98
- 三、偶差的正态律 100
- 四、偶差正态律的实际应用問題 102
- 五、統計参数的求法 107
- 六、統計参数的应用 110
- 七、两类指标間的概率关系 111

第十八章 工程地质图与工程地质

报告书 113

- 一、工程地质图 113
- 二、工程地质报告书 127

第二篇 城市建设工程地质勘察

引 言 128

- 一、城市的起源 128
- 二、城市建設的基本要素 128
- 三、城市建設的设计阶段 129

第十九章 城市规划工程地质勘察 130

- 一、城市规划的自然依据 130
- 二、城市规划的主要工程地质問題 132

三、区域规划阶段工程地质勘察的特点	134
四、总体规划阶段工程地质勘察的特点	134
五、详细规划阶段工程地质勘察的特点	137
第二十章 工业、民用建筑物的工程地质勘察	137
一、主要的工程地质问题	137
二、初步设计阶段工程地质勘察的特点	140
三、技术设计阶段工程地质勘察的特点	141
四、施工设计、施工、使用诸阶段工程地质勘察的特点	142
第二十一章 地下铁道建设的工程地质勘察	142
一、地下铁道建设的特点	142
二、地下铁道建设的主要工程地质问题	144
三、地下铁道工程地质勘察的阶段	149
四、地下铁道工程地质钻探工作	149
第三篇 道路建设工程地质勘察	
引言	151
第二十二章 路基工程地质勘察	152
一、路基地建设特点	152
二、路基边坡稳定性工程地质研究	153
三、道路冻害的工程地质研究	158
四、沼泽地区路基稳定的工程地质研究	161
五、道路工程地质勘察原则及路基勘察特点	164
第二十三章 大桥工程地质勘察	168
一、桥梁建设特点	168
二、与桥梁建设有关的工程地质问题	169
三、大型桥渡工程地质勘察原则	172
第二十四章 隧道工程地质勘察	174
一、隧道建设特点	174
二、与隧道建设有关的工程地质问题	175
三、山岭隧道工程地质勘察原则	181

第四篇 水利建设工程地质勘察

引言	183
一、概述	183
二、河川水利建设工程地质勘察	184
第二十五章 河川流域规划阶段的工程地质勘察	187
一、关于流域规划的基本概念	187
二、河谷结构类型及其与水利建设和工程地质勘察的关系	188
三、流域规划的主要工程地质问题	192
四、流域规划阶段的工程地质勘察	194
第二十六章 水库地区工程地质勘察	196
一、水库地区工程地质问题总述	196
二、水库渗漏问题	197
三、水库边岸地带的浸没问题	204
四、水库边岸再造问题	206
五、水库淤积固体逕流来源问题	219
六、水库地区工程地质勘察	220
第二十七章 坝址地区工程地质勘察	221
一、坝的主要类型及其对工程地质条件的要求	222
二、坝址区主要工程地质问题	226
三、坝址选择的工程地质研究	252
四、坝址地区初步设计阶段的工程地质勘察	254
五、坝址地区技术设计阶段的工程地质勘察	260
六、施工设计与施工阶段的工程地质勘察	262
第二十八章 运河、渠道工程地质勘察	265
一、运河、渠道建设特点及其工程地质研究意义	265
二、与运河、渠道建设有关的工程地质问题	267
三、运河、渠道的工程地质分类	273
四、运河、渠道的选线原则	276
五、运河、渠道工程地质勘察原则	277
附录 关于模型试验和模拟试验的理论	280
参考文献	289

第二部分 专门工程地质学

专门工程地质学也就是我们常说的工程地质勘察学，这个新的学科名称可以更形象地说明它的主要研究目的：为各种建筑进行专门性的工程地质勘察。在绪言中已经指出，它是工程地质学的分支之一。

专门工程地质学研究的对象主要是工程地质勘察的理论和技术方法，研究在实际工作中如何应用它们为各种建筑服务，搜集建筑设计和施工所需的工程地质资料，解决各项工程地质问题，完成工程地质学在国民经济建设中所担负的任务。

由此可见，专门工程地质学研究的内容是：

1. 工程地质勘察理论的研究：工程地质勘察就是理论联系实际的过程。只有善于应用各种理论知识，才能深刻地认识实际。在勘察中，从每一地质现象的观察开始，直到作出工程地质结论，整个复杂的过程都离不开理论的指导。否则，就不可能揭发各种现象的变化规律、阐明建筑场地的工程地质条件和解决所遇到的工程地质问题。同时，工程地质勘察本身也有很多理论问题需要研究，诸如各种技术方法应用的原理和条件、它们之间的相互关系和合理配合，以及正确的勘察方向和步骤等都存在着很多理论问题，需要在实践中不断地总结和发展。目前的情况是有关工程地质勘察的理论研究还很薄弱，亟须予以加强，以便建立起一套完整的理论体系，使工程地质勘察的质量得以进一步提高。

2. 勘察方法和步骤的研究：这是工程地质勘察的武器，如何有效地改进和正确地使用这一武器，是专门工程地质学应该加以研究的重要内容。工程地质勘察中使用的技术方法很多，每一方法有其自身的特点和适用的条件。在工程地质勘察中必须根据工程地质条件和勘察的目的加以选择和应用，确定其使用的范围、布置的方式和原则。为了使这些方法更适合于工程地质的目的，必须不断革新其仪器设备，使之轻便化、机械化、现场化，同时为了解决某些工程地质问题，还须创造新方法。在勘察中，各种方法的相互配合、综合应用，能取得良好的效果，因此这方面的研究也是不能忽视的。

勘察的步骤反映了认识过程的客观规律，决不可希望一次勘察就能完满地揭发建筑地区的工程地质条件，而必须是一个反复的过程。如何划分勘察阶段，以及每一阶段的目的、任务和前一阶段与后一阶段的连接关系，都是必须加以探讨的问题。勘察方法与勘察步骤也有其内在联系，二者必须互相适应，否则勘察工作中将会造成工作量的浪费或者是达不到应有的要求。

3. 不同建筑工程地质勘察的研究：不同建筑物的建筑地点和环境、结构型式和工作条件是不相同的，因而对工程地质条件的要求和存在的工程地质问题也是不同的。工程地质勘察中必须考虑到各种建筑物的特点，采取最有效的技术方法和合理的勘察步骤与工作布置，体现出不同建筑工程地质勘察的特殊性。在专门工程地质学中，我们可以称之为“工程地质勘察各论”，与此相对的，有关工程地质勘察的一般性理论和技术方法的研究，则可以称为“工程地质勘察通论”。目前在水利建筑、道路建筑和城市规划与工业民用建筑中都已针对大中型的主要建筑物制定了勘察规范或工作手册，作为勘察工作的指针；有的还制定了适用于某些建筑物某一勘察阶段的工作细则。当然，建筑物的类型十分

繁多，规范或细则仍只限于其中的一部分，而且各个部门和地区所制定的规范彼此还有一些出入，有待于统一和提高。因此，对不同建筑的工程地质勘察，从理论上和技术方法上进行研究，将是一项复杂而巨大的工作。

4. 工程地质评价的研究：工程地质评价是综合勘察成果并加以分析研究，对建筑场地所作的定性或定量评价，提供设计和施工方面考虑的地质依据。对工程地质勘察来说这是十分重要的。从目前情况看来，这方面还显得薄弱，必须作为一项重要的研究内容。在研究中既需重视理论指导也需注意技术方法。工程地质评价包含对工程地质条件分析与综合，以指出对建筑有利的和不利的条件；同时还包括对工程地质问题的论证，结合建筑物结构型式和规模进行计算。在工程地质评价中应特别注意综合的原则，不能只强调某一方面。关于计算方面，公式本身的正确性及其应用条件，以及应用时对公式的选择，现在还存在不少问题。所有这些都必须加强研究，使专门工程地质学不断完善。

本部分中对上述内容的安排注意到下列几点：

1. 在篇幅容许的范围内尽可能加强通论。我们感觉到通论是从事各种建筑工程地质勘察的理论基础，若能对通论掌握得比较深入，则对各论中的工程地质勘察方法较易理解。在从事实际工作时，也便于灵活运用，根据工程要求和实际情况找出工作的门径。

2. 在总论一章中提出了专门工程地质学中的一些基本概念，我们认为这对于正确理解工程地质勘察是比较重要的。

3. 在各论中只对一些主要的建筑类型的工程地质勘察作了论述。当然建筑类型很多，一一列举既不可能也无必要，如能举一反三，也许可以补救缺欠。

4. 各论中对每一类建筑工程地质勘察的内容安排，以工程地质问题的论述作为重点。在此基础上再说明勘察工作的内容和方法。我们感觉到，在每一勘察阶段中，勘察手段的选择和工作量的安排，一方面决定于该阶段的勘察任务，同时也决定于所遇到的工程地质问题的性质及其复杂程度。各阶段对问题解决的深度是不同的，因而对工程地质条件查明的程度也不同，这就必然影响到手段的选择和工作量的大小。所以只有明确了该阶段的任务和需要对工程地质问题解决的深度之后，才能正确制定勘察计划。

第一篇 工程地质勘察的一般研究

第十章 工程地质勘察总論

本章主要对工程地质勘察中的几个基本概念略加阐述。解放以来，在我国伟大的社会主义建設中进行了大量的工程地质勘察工作，也积累了不少經驗，还有待于总结。我們深深感觉到这些經驗是十分宝贵的，它将更进一步丰富工程地质学的内容，把工程地质科学推向更高的水平。这一任务有待于我国的工程地质工作者共同努力才能作到。在工程地质勘察中有几个基本概念是比较重要的，在各项实际工作中应该经常切磋，加以贯彻，对勘察工作的进行是会有所裨益的。本章中对这些基本概念作一系统阐述，并将在以后各章中随时加以贯穿。

一、工程地质勘察的一般任务

在緒論(上册)中已经提到工程地质学的基本任务和具体任务，这些任务要通过工程地质勘察和理论研究来实现。工程地质勘察是实践过程，把理论和实际结合起来，是完成上述任务的最根本的步骤，所以工程地质学的任务也就是工程地质勘察所要完成的任务。

对任何一种建筑物来说，最重要的就是要保证建筑物兴建以后的安全可靠、正常使用。以现有的技术水平，如不考虑费用的多少，则几乎在所有情况下都能作到这一点，因为不利的工程地质条件可以通过工程地质措施或工程措施加以克服。但是这必然使费用大大增加。我們社会主义建設的原则是多、快、好、省，应当在花最少的费用的前提下作到建筑物的安全稳定。这样就必須使任何一项工程都能充分利用有利的地质条件，而避开不利的条件，除非必要时不輕易使用昂贵的处理措施。工程地质勘察的基本任务就在于此。

为了保证这一基本任务的完成，在各种工程地质勘察中必須担负起下列各项具体任务：

1. 选择地质条件优良的建筑地点。正确选定建筑地点，是工程规划和設計中的一项最根本的工作。地点选得合适，可以作到最大的节约，否則在人力、物力和施工時間上都会增加很多耗費。例如某地有一个工厂，兴建之前未曾注意地点的选择，把厂址恰好安放在洪积扇的溢出带上，地下水位很浅，地基条件很差，以致修建过程中費了很大的力量进行排水和地基处理的工作，工厂建成后生产厂房地基沉陷，使正常生产受到很大威胁，不得不采取昂贵的电动硅化法加固地基，其他方面也出現了一系列事故，增加了很多麻煩，生产有时不得不暂时停頓。如果事先注意，把厂址稍向洪积扇的上部或下部移动一下，工程地质条件就会好得多，就不需进行这些昂贵的处理和免遭这些威胁。选择建筑地点应从各种自然和经济条件綜合考虑，但是工程地质条件是很重要的一方面，尤其是在高級設計

阶段，經濟条件及其他自然条件（如气候、水文等）无大出入时，地点的选择就主要地决定于工程地质条件。所以正确选择建筑地点就成为工程地质勘察的重要任务之一。

2. 闡明建筑地区的工程地质条件。关于工程地质条件的理解及其重要性将在下一节中闡述。研究建筑地区的工程地质条件，并結合具体建筑作出评价（定性的和定量的），指出有利的和不利的条件，是工程地质勘察的具体任务之一。

3. 解决与建筑有关的工程地质問題并作出結論。在工程地质勘察中常以某些主要的工程地质問題作为研究对象，通过勘察取得研究这些問題所需的資料，并在勘察过程中不断研究这些問題，最后作出結論。設計方面也不断提出有关的問題，要求地质人員解决。这都是工程地质勘察的任务。

4. 根据所选定的建筑地点的工程地质条件，提出各种建筑物的相互配置、建筑物的类型和結構以及施工方法的合理建議，提出保証建筑物所应注意的地质要求。工程地质人員应当根据勘察中所了解到的工程地质条件提出适合地质环境的建筑結構类型和相互配置的建議，以供設計人員考虑决定，可以起到很有意义的帮助作用。設計人員应当重視地质人員的意見，地质人員也應該在勘察工作中注意这一問題，作为自己的任务之一去完成。建筑物修建以后在使用期間，必然引起当地地质条件的变化，在勘察工作中應該預測到这种变化，并提出避免向不利方向发展所应注意的事項，以供使用人員制定使用制度时的参考。

5. 拟定改善和防治不良地质条件的措施方案。正确的处理措施必須根据工程地质条件来制定，当地条件地质人員最为深知，所以在勘察工作中除应查明不利条件并在选择地点时設法避免外，还須研究不利条件的实质，考虑在无法或无須避开时所应采取的处理措施，拟定出方案，与施工人員共同研究，具体实施。

二、工程地质条件

工程地质条件可以理解为与工程有关的地质条件之綜合，包括：地形地貌条件，土石类型及其工程地质性质，地质构造，水文地质条件，物理地质現象及天然建筑材料等几个方面。由此可見，在我們提到工程地质条件一詞时，实际上是指这些方面的总体，而不是指任何单一方面。我們不应当把工程地质条件的某一方面理解为工程地质条件。

有些人把工程地质条件理解为自然因素的綜合，这也是不确切的。首先，地质条件不同于自然因素，有些自然因素，如气候、水文、植被等不能被看作为地质条件，因而也不应当包括在工程地质条件之内。人类工程活动（建筑活动）能使当地工程地质条件发生变化：地基土石被压密；改变了状态和性质；地下水位上升或下降；新的动力地质現象（工程地质現象）产生，例如由于斜坡下部挖方而引起斜坡土石体的移动，由于水庫的修建而引起边岸某些地段的坍塌等等。这些变化与原来的工程地质条件融合为一个活的整体，成为后来建筑的工程地质条件。不过，对每一建筑來說，作为它的工程地质条件的，只能是建筑以前的情况，至于它可能引起的变化則在它修建以前尚未发生，只可預測，不能作为现实，因而不应当看作为其自身的工程地质条件。

对工程地质条件的了解是工程地质勘察中最根本最重要的任务，因为其他各項勘察任务的完成都必須以工程地质条件作为基础。对各种工程地质問題的分析，正确地选定建筑地点，进行建筑物的設計和施工都离不开对工程地质条件的了解。此外，在制定进一步的

勘察計劃和選用各種勘察方法、安排工作量時也須以已了解的工程地質條件作為依據，否則必然脫離實際，達不到正確合理的要求。

工程地質條件所包括的每一方面都各有其巨大的實際意義，也各有其具體的內容，這些內容又可以逐一剖析為更加具體、更加細致的內容，層層深入，在解決不同的實際問題和不同的解決程度中加以綜合分析和應用。茲分述之。

1. 土石類型及工程地質性質：對建築物的穩定來說土石性質最關重要，常常具有根本性的或決定性的意義，因而無論在選擇建築地點、分析工程地質問題或作出工程地質評價時都必須首先考慮工程地質條件的這一方面。它所包括的具體內容，從大的方面來說，為土石的成因、物質成分、結構構造、後生變化及物理力學性質等，而這些方面又各包括許多更具體的內容。這些，在岩石學、土質學等課程中都已詳加介紹，此處不再一一列舉。土石性質的任一細微變化都會對建築條件發生很大的影響，例如在某水電站攔河壩的設計中將壩基岩石的摩擦係數由0.6提高到0.7，在數值上僅0.1之差，就節省了混凝土15萬方，折合為510萬元。這就充分說明土石性質的意義了。又例如同為粘土地基，只是粘土的含水量稍有不同，強度就會有相當大的差別。在西北黃土地區，也正是由於岩性的關係，使灌溉渠道的修築遇到許多難以解決的問題。淮河出山店水庫，由於壩基有斑脫岩的存在，使工程難於實現。某些鐵路綫在通過淤泥地基或鹽漬土；地基時使工程大大複雜化。某些壩基由於存在厚僅1—2厘米的夾泥層，不得不進行相當麻煩的處理。還有更多的實例，說明土石性質在建築條件中的重要性。因此，在工程地質勘察中，土石類型和性質的研究是首要的工作，並且自始至終貫穿於勘察的各個階段，應用各種勘察手段，逐步深入，一直了解到它的細微變化。而在不同的階段，在解決實際問題時，涉及到土石性質的細微程度不同，因之對土石性質研究的深度和劃分類型的詳細程度不同，要求的工作方法和使用的工作量也不同。

2. 地形地貌條件：這又包括下列具體內容：地形起伏變化，高程和相對高差；地面割切情況，例如溝谷的發育系統、形態、方向、密度、深度及寬度；山坡形狀、高度、陡度；山脊山頂的形態、寬度，平整程度等；河谷情況，諸如彎曲程度、寬度、谷底及谷坡的坡度、河谷結構；階地：寬度、階面高程及傾斜度、破壞程度（如受沖溝割切等）、以及組成物質；等等。地形地貌條件對建築場地或路綫的選擇、對建築物的布局及各種建築物的型式、規模，以及施工條件等都有直接影響。地形地貌條件也對水文地質條件，物理地質現象的發育情況等起着控制性的作用。合理利用地形地貌條件常能在建築的經濟合理性方面取得顯著的效果，尤其是在規劃階段，不同方案的比較，地形地貌條件往往成為首要因素。例如地形起伏變化及溝谷發育情況等對鐵路和運河渠道等建築的選綫及工程布置常具有決定性意義，河谷的寬度影響到水壩的長短，斜坡的高度和形狀影響到挖方边坡的穩定性，建築場地的平整程度對一般建築物的挖方、填方量以及施工條件都具有明顯的意義。不過，在建築地點選定以後，地形地貌條件的重要性就逐漸降低了。

3. 地質構造條件：包括的具體內容有：所處構造部位，構造體系，岩層產狀，岩層組合關係，斷裂情況，新構造運動型式和強度等等。每一項內容又可以包括更細致的內容。地質構造對地基穩定、边坡穩定、水庫滲漏等重大的工程地質問題起重要的作用。我國山區面積較廣，基岩裸露，地質構造尤具有重大意義。在許多大型工程的勘察工作中，往往最後落在解決地質構造問題的上頭。在規劃階段，區域構造及新構造運動常成為主要

的研究对象，因为这对于论述地区稳定性及选择规划方案都是十分重要的依据。基岩中的构造面——岩层面、不整合面、裂隙面、断层面、劈理面等等，结合力一般较差，强度较低，透水性较好，成为须加注意的弱点。当这种面与边坡坡向一致时，就会使基岩边坡的稳定性降低；当其倾向与坝基可能滑动方向近于一致时，就会降低坝基的抗滑稳定性，并成为坝下渗漏的通道。所以，在建筑物的设计中常需对这些面的产状进行仔细研究，并作出评价。岩层组合关系，是指强度高、低的岩层，或透水性大、小的岩层，或抗风化能力强、弱的岩层之上下排列关系及其相对厚度。同样是两种（或多种）岩层，当其作某种排列时，对地基稳定性和边坡稳定性来说情况较好，而当其作另一种排列时条件则很不利。广泛分布于四川等省的侏罗、白垩纪红色岩层，当砂岩在下，粘土岩在上时，路堑边坡较为稳定，而当粘土岩在下砂岩在上时，就易产生滑坡和崩塌。因为在后者的情况下，粘土岩由于抗风化能力较弱而使坡面凹入，上部岩层即悬而易坠，形成崩塌；同时，顺砂岩裂隙渗入的水流为粘土岩所阻隔，汇聚在粘土岩层面之上，使粘土岩泥化，加上水的滑润作用，形成一抗滑能力极低的面，使上部砂岩体易沿其下滑，形成滑坡。在地质构造中极为重要而又常使设计人员颇为担心的是断裂构造。断层破碎带中的岩石，当其未胶结时，实际上是与松散的碎石堆积物无大差异的，较之两壁完整岩石，在强度上弱得多，透水性也大得多，破坏了基岩岩体的完整性和均一性，成为软弱带和地下水渗流通道，使地基条件大大恶化。如果在一个地区，这种断层破碎带不止一条，而是许多条纵横交错，建筑条件就委实堪忧了。这种实例却并不少，南河上有一个坝址就是如此。当两条断层相交时，在交会点处破碎带的宽度将大大增加，其宽度要超过两条断层宽度之和的若干倍，两断层之交角愈小，这一宽度也将愈大。在丹江口和新安江坝基开挖中都证明了上述情况。裂隙发育情况对坚硬岩石的性质也有很大影响，裂隙密集带在性质上也与断层带相近。对于断裂构造应特别注意其方向、产状、宽度、充填或胶结情况，充填物质等。这些情况不同，其工程地质评价是不相同的。地质构造的研究须借助于各种工作手段，尤其是测绘工作和勘探工作，在对各种构造形态进行定量评价时还须进行试验工作，以取得其力学强度或透水性能的指标。但是彻底弄清构造问题常常是相当困难的，现有方法还不是十分完善的。必须细心观察，仔细分析，特别是那些细小的构造，往往是研究较大构造的有力线索，必须予以充分注意。

4. 水文地质条件：其所包括的具体内容如下：地下水水位高程及其变动幅度，岩石透水性，含水层和隔水层的分布情况，各自的厚度及其成层情况，承压水的存在与否及其水头，地下水的水质等等。这些方面又都是变化多端的，对建筑物有着巨大的影响。地下水位对各种建筑物都很重要，例如水位之高低决定了地基土的湿度，这就影响到地基的容许承压能力。在分析道路翻浆、水库渗漏、库岸浸没、渠道渗漏、基坑涌水等工程地质问题时，地下水位都是必须考虑的因素。当然，在确定渗漏量及涌水量时更重要的是考虑岩石透水性，含水层及隔水层的分布情况等，后者在确定水工建筑防渗帷幕的深度时具有重要意义。承压水的存在能产生坝基浮托力，对水坝的稳定性是不利的，在水头较高时对基坑底的稳定也有影响，基坑开挖深度及防护措施的采取必须考虑此点。在隧洞及其它地下建筑物的修筑中必须考虑涌水的可能性，承压水之存在与否及岩石透水性的大小对此都很重要。地下水的水质不但在工业建筑及铁路沿线的供水问题方面至为重要，是工程地质勘察中所应注意的，更重要的是水质决定了地下水对建筑物的混凝土部分及其他建筑材料的

侵蚀性，勘察中須注意之。除上述直接影响外，水文地质条件还是决定各种物理地质现象发育情况的重要因素，因而对建筑物还有着間接的影响。

5. 物理地质现象：在第一部分中对各种物理地质现象及其实际意义已经有所论述。这里不再重复。总的說来，物理地质现象是决定地区稳定性的因素，例如新构造运动、地震、喀斯特等。它們的活动情况及由其所产生的結果也直接关系到建筑物地基的稳定性。在某些情况下，严重的物理地质现象阻碍了建筑规划的实现，或必須經過复杂的措施才能克服。

6. 天然建筑材料：在提到天然建筑材料时不能脱离下列具体内容：它的种类、质量、数量及开采运输条件。由于地质条件的变化，不同地区的土石分布情况不同；因而能够取作为建筑之用的天然建筑材料也是不同的。某些地区有着丰富的土料和混凝土骨料而缺乏石料，另外一些地区情况可能相反。从經濟着眼，一切建筑应该遵循的原則是“就地取材”。因而当地天然建筑材料的种类往往决定了建筑物所应采取的型式和结构。天然建筑材料的质量影响到建筑物的质量，在某些情况下，为了保证建筑物的质量不得不对天然建筑材料进行淘洗、分选等简单加工，既費人力物力，又拖延時間，很不經濟，有时反不如从远处运输质量合格的材料更为經濟。天然建筑材料在数量上能否滿足要求，对建筑的經濟合理性，更是不言而喻。同样，开采运输条件对建筑的經濟很有关系，此外，它还影响到建筑物的施工方法。总的說来，天然建筑材料是工程地质条件的一个重要方面，它能决定建筑物是否經濟。

上面对工程地质条件的各方面作了单独分析。实际上它們是一个有机联系的統一整体，在解决任何实际問題时都不应孤立地从某一方面着眼，而是要进行綜合分析。也应当看到，在不同的情况下，在解决不同的問題时这些方面的重要性并不是同等的，因而又要把握重点，不可一律对待。如上所述，工程地质条件的各方面包含着层层深入的具体内容，这些具体内容的不同程度的綜合分析，决定了我們对实际問題的認識程度。获取这些資料，則又决定于勘察工作的方法和工作量的大小。于是，在工程地质条件的查明、工程地质問題的解决和工程地质勘察工作的深入程度之間构成了一个互相适应的整体。

三、工程地质問題

建筑的普遍要求是稳定（安全）、經濟与正常使用，当这些要求得到最大的滿足时就不存在什么“問題”。从地质方面来看，建筑的这种要求能否得到滿足，則决定于建筑地区的工程地质条件。在某些情况下，工程地质条件十分有利，能够滿足建筑的这种要求，这就可以說在地质上不存在問題。但是具有这样十全十美的工程地质条件的地区，即定有，也是很少的。在大多数情况下，工程地质条件是不能完全滿足建筑的这种要求的。于是，在地质上就存在“問題”，这种問題，我們可以称之为工程地质問題。据此，我們可以說，所謂工程地质問題，即一地的工程地质条件不能完全滿足在該地进行建筑的要求，以致在建筑物的稳定、經濟或正常使用方面发生的問題或存在的缺陷。

建筑物的种类很多，不同的建筑物有着不同的特殊要求，同为稳定，其性质也各异。能滿足某一种建筑物稳定要求的工程地质条件，却不一定能滿足另一种建筑物稳定的要求。同一建筑物，其規模大小不同，能适应某种規模的建筑物之稳定要求的工程地质条件，却不一定能适应規模更大一些的同种建筑物之稳定要求。例如在强度上能滿足三层楼

房稳定要求的地基，对五层楼房则不一定能够满足。因而，工程地质问题必须与建筑物的类型与规模联系起来考虑。

各种建筑物，由于结构上的特点，各有着不同的工程地质问题。工业民用建筑常遇到的工程地质问题主要是地基稳定问题，这包括地基强度及地基变形两方面，在黄土地区则为黄土地基湿陷问题。道路建筑常遇到的工程地质问题有：边坡稳定问题、路基稳定问题、道路冻胀问题等。运河渠道也常遇到边坡稳定问题，但其工作条件与道路有所不同，所以在边坡稳定问题的性质上与道路也不尽相同。此外，运河渠道还常遇到渗漏问题及由此所引起的邻近地带浸没问题，在黄土地区则常有渠岸因湿陷而坍塌的问题，也可属边坡稳定问题之一。水库常遇到边岸再造问题，渗漏问题，临岸地带浸没问题及淤积物质来源问题等。闸坝常遇到坝(閘)基稳定问题，这又可以分为坝基强度问题、坝基抗滑稳定性问题及坝基渗透稳定性问题。此外，坝基渗漏问题、绕坝渗漏问题、坝接头部分稳定问题等也是闸坝经常遇到的工程地质问题。桥梁常遇到的工程地质问题有桥台岸边稳定问题，墩基稳定问题，流水对墩基的冲刷及墩间淤积问题等。隧道及地下建筑物常遇到的工程地质问题有：山岩压力问题，地温及有害气体问题，涌水问题等。海港工程常遇到的工程地质问题为地基稳定问题，岸坡稳定问题，海岸动力地貌问题及回淤问题等。其他各种建筑物还各有其常遇到的工程地质问题，在此不一一列举了。

对各种建筑物都常遇到的共同性工程地质问题则有：地区稳定性问题，地形地貌合理利用问题，施工及使用条件问题，天然建筑材料的质量和数量问题等等。这些问题对各种建筑物的安全、经济及正常运用都是很重要的。

上述这些工程地质问题，将在后面的各章中结合各类建筑的工程地质勘察加以论述。因为勘察的具体任务之一就是解决有关的工程地质问题，反过来，只有明确了要解决的工程地质问题，工程地质勘察的目的性才能更为明确，在工作方法的选择和工作量的使用上才能作到经济合理。

在这些工程地质问题中，有些是工程地质现象所引起的，或其本身即为工程地质现象，例如道路冻胀、地基沉陷、水库边岸再造、坝基渗透稳定(变形)、山岩压力等等。为此在本书中把它们看作为工程地质问题，分散在各种建筑的工程地质勘察中讲述。

不能把工程地质问题与工程地质条件混淆起来。虽然，有时看起来某一工程地质问题是由工程地质条件的某一个方面不利而引起的。因为工程地质条件是自然的，客观存在的，而工程地质问题则必须与具体建筑相结合，否则我们将无法判断工程地质条件的该方面是否不利。在解决工程地质问题时，最根本的是了解建筑的特点及保证其稳定、经济与正常使用的具体要求，另一方面则是对建筑地区的工程地质条件作综合分析。此时应首先查明工程地质条件，结合建筑要求对工程地质条件的每一方面逐一分析，进行评价，明确其对于建筑的意义，有无不利之处，不利的程度如何。再将各方面作综合分析，了解其相互配合情况下对建筑的意义，并进行评价。

还须指出分析工程地质问题的阶段性。我们对工程地质条件的认识程度是逐步深入的，当我们认识的深入程度不够时，对问题的分析程度自然受到限制。再从建筑本身来看，也并不需要一下子就把问题解决到十分深入的程度，而是随着设计步骤的需要，逐步深入的。例如在规划阶段应着重解决地区稳定性问题，如地震烈度、新构造运动的性质与强度等；并对影响地基稳定性的因素作一般了解，概略估计之。在设计初期阶段，对地

基穩定問題也只需作較粗略的定量評價，而以較全面的定性評價為主，以滿足選擇場地的需要。在設計的后期，才需為設計建築物的型式、規模、施工方法等對地基穩定問題作深入具體的分析，並為彌補工程地質條件之不足，提出加強地基穩定性的合理措施，使問題得到解決，以保證建築物的安全。對其他工程地質問題階段性也與此類似。

四、工程地質勘察方法綜述

為了查明工程地質條件，分析工程地質問題，為建築的設計和施工取得所需的資料，必須採用一套有效的勘察方法。勘察質量的好壞，除其他一系列因素外，在很大程度上決定於勘察方法的完善程度，工程地質人員對於這些方法掌握的熟練和正確程度以及這些方法巧妙的配合情況。

前已指出，工程地質學的研究方法有三，即地質學方法，實驗法及計算方法。這些研究方法在工程地質勘察中則由一系列的勘察方法來體現，這些勘察方法是：

1. 工程地質測繪；
2. 地球物理勘探法；
3. 工程地質勘探；
4. 工程地質室內試驗；
5. 工程地質野外試驗；
6. 工程地質長期觀測；
7. 勘察資料的室內整理。

關於這些方法的原理及使用原則本篇中將分章加以論述，在此不多談，僅就它們的特點及相互配合關係作一總述，並說明使用這些方法的階段性。

在各種工程地質勘察方法中，工程地質測繪是最根本最主要的方法。這一方法的本質是應用地質理論知識對地面的地質現象進行觀察和描述，以了解地質變化規律，並借以推斷地下的地質情況。再根據推斷結果，布置勘探和物探工作，檢驗推斷是否正確及可能的變化。脫離開地表情況，勘探將是盲目的，勘探結果也無法得到合理的解釋。所以工程地質測繪工作是其他各種方法的依據。高質量的測繪工作，能根據對地面地質的正確了解，相當準確地推斷地下地質，真正起到指導勘探和其他工作的作用，大大節省其他工作的工作量。這一方法看來似乎比較簡單，實際上它卻需要較高的理論修養和敏銳的觀察能力。但是，一個地區的地質情況單靠工程地質測繪總是不夠的，它必須為物探和勘探工作所深化，才能取得可靠的資料。此外，還必須有試驗工作配合，以取得定量評價所需的資料。

物探工作常與測繪工作相配合，說明地下地質情況。這種方法的優點是比勘探工作輕便而迅速，能夠及時提出測繪工作難於推斷而又急需解決的問題，例如了解河底復蓋層的厚度、喀斯特分布情況、地下水埋藏深度及大斷層的追蹤等。但是物探結果是否準確，則須用勘探証實，而物探又可为勘探的布置指出方向。

勘探工作一般耗費較多的人力物力，受到許多條件的限制，例如機械的搬運、材料供應等，甚至有時遇到鉆探供水的困難。因此在使用勘探時應具有經濟觀點，盡量用較少的工作量取得較多的成果，這就需要用測繪工作和物探工作來指導勘探。同時還應加強勘探中的觀測描述工作，力求精細準確，以取得完整可靠的資料。地下地質變化情況的了解，

最可靠的方法还是勘探，因此为提高工程地质勘察的质量，須根据实际需要大胆使用勘探工作。

室内試驗（實驗室工作）、野外試驗和长期观测工作是工程地质試驗法的具体体现，为定量评价及进行計算求得土石物理、水理和力学性质指标及地下水埋藏和运动条件，必須运用这些方法。这些方法需用的設備較复杂，技术条件要求較高，其准确性对于建筑物的設計十分重要。在使用这些方法时必须以测绘、勘探工作为基础，并与测绘、勘探成果相結合进行解释。

勘察資料的室内整理工作包括：土石物理力学指标的整理和統計，工程地质图与其他图件的編绘及工程地质报告书的編写。这一工作是将勘察所得資料进行系統整理、分析和总结，并据以提出工程地质评价和結論。即是說，勘察成果之能够变为有用，这是一个很重要的步驟。很明显，这一工作需要較全面而熟練的理論知識和深入分析的能力，同时还須对地区情况有較全面的实际認識。

各种工作方法的选择和应用須根据所設計的建筑物的性质（类型与規模），建筑地区的工程地质条件，方法本身的特点及勘察阶段来考虑。有关这些，将在以后的各章中加以具体說明。

而勘察阶段将不但决定每一方法本身，而更重要的是对各种方法的配合关系（各項工作的比重）及使用的工作量具有决定性的意义。很明显，上述每一方法又包含着許多具体的方法，它們有簡有繁，所得結果的准确性也頗不相同，必須根据需要来选定。而这种需要則主要地决定于我們对客观認識的阶段性。認識总是由概略开始，逐步深入具体，决不可一开始就要求全面深入地認識。所以起初总是选用基本的，易于获得概略認識的方法，随着認識深刻化的要求，才逐渐选用較复杂的、精确性較高的方法，这样才能最大可能地节省勘察的工作量，作到經濟合理。

五、工程地質勘察阶段的划分

工程地质勘察阶段的划分是和設計阶段的划分相一致的。一定的設計阶段需要相应的勘察工作。建筑的設計为什么要有阶段的划分呢？这是因为一項工程不是一蹴而就的，在人的主观意图（設計意图）与各种自然条件（包括地质条件）之間存在着一定的关系，必須認識二者的合适关系，設計才能作到經濟、安全。对这一关系的認識是需要一个过程的。須对二者同时研究并找出其間关系，这是一个反复的过程，逐步深化，因而就有了設計阶段的划分，各阶段的任务也不相同。

設計阶段的划分：“正規”情况下一般划分为下列四个阶段：

1. 草图設計阶段（或规划阶段）：在这一阶段，初步了解能否修建、在那里修建。因此要大致地选出建筑地段，初步論証在該地段修建建筑物的技术可能性和經濟合理性，并提出建筑物的概略輪廓。

2. 初步設計阶段：确定建筑地点，建筑型式及基本規模的初步意見。

3. 技术設計阶段：最后确定建筑物的具体位置、結構、各部分的規模及相互配置，确定施工方法、施工組織及期限，工程造价及所得效益的計算。

4. 施工詳图或施工設計阶段：各种細節和具体問題的設計，主要是与施工有关的問題。

上述阶段并不是固定的，往往可以减少。阶段的数目之多少与建筑类型及建筑规模有关也与建筑物的重要性以及技术上的复杂程度有关。小而简单的工程建筑，其设计阶段可以合并为1—2个，称为一次设计或两次设计。不过其阶段的划分数目虽少，而其考虑和进行的程序基本上还是由粗略到详细，由概要到具体的。在大跃进中，不少工程的设计简化了设计阶段。但是也有的工程，由于其规模巨大，并具有特大的重要性，设计阶段比上述还有增加。例如某些重大的水利枢纽在规划阶段之后分作为初步设计要点阶段和初步设计阶段。

工程地质勘察阶段的划分是随设计阶段而定的。不同设计阶段要求回答的工程地质问题及需要的工程地质资料是不同的。工程地质勘察即按照这种要求进行工作。勘察与设计的关系是：勘察之前由设计领导机构提出“技术任务书”给勘察机构，其中应说明工程意图，和对于勘察的要求，勘察队即据此制定勘察计划，进行勘察，取得结果，编写出报告书，提供设计上参考及编写某一设计阶段的总报告书（其中有地质部分，一般是列为第三章）。然后进入更高一级的设计阶段，提出新的任务书，进行为编制该更高设计阶段报告书的工程地质勘察。这种反复的过程，就使设计意图逐步明确，不断修正使之更符合于客观实际（工程地质条件及其他条件）。一直到开始兴建。但是工程地质勘察工作还没有完，在施工过程中还会发生很多地质问题，施工人员也要求勘察工作的配合，随时解决施工中的工程地质问题。甚至施工完成以后，在工程的正常使用中必须进行工程地质长期观测及其他研究工作。所以往往把施工设计与施工阶段的工程地质勘察合并起来，称之为施工勘察。

如上所述，工程地质勘察可分为下列勘察阶段：

1. 草图设计的工程地质勘察：从地质条件出发回答设计意图在技术上的可能性，经济上的合理性。通过全面了解选出第一期工程的建筑地段，并进行专门了解，进一步提出建筑地点的比较方案。这一阶段在水利建设方面称为技术经济报告阶段的勘察，或称流域规划阶段的勘察；在铁路方面则称草测阶段；在城市建设方面则称为规划（包括区域规划，总体规划和详细规划）阶段的勘察。

2. 初步设计的工程地质勘察：进行方案比较选定建筑地点，并了解选定地点的工程地质条件，供初步设计的参考。铁路方面称为初测。

3. 技术设计的工程地质勘察：最后选定建筑物的具体位置，并提供技术设计所需的各种工程地质资料。铁路方面称为定测。

4. 施工设计及施工的工程地质勘察：提供该设计所需的工程地质资料，研究并解决各种专门性的地质问题。并与施工相配合进行地质工作。

由于不同阶段的具体任务不同，所要解决的问题不同，因此工作的深度也不相同，使用的工作方法及各种工作量也不同。

在草图设计的工程地质勘察中，主要为中、小比例尺的工程地质测绘，进行较大区域性的但较为粗略的了解。勘探工作量不大，只在重点地段进行少量的简单的勘探、物探工作可在重点地段适当应用，所提资料可以满足要求。试验工作及实验室工作量很小，只用以作概略了解。

在初步设计的工程地质勘察中是以大、中比例尺的测绘及勘探工作为主的。试验工作及实验室工作也有一定的工作量，有时为了解决某一专门问题，这方面的工作量也可能不

小。这样可以取得一些設計所需的詳細資料。物探工作也有很大作用，长期观测工作即須开始，尤其为解决某些專門問題的长期观测。

在技术設計的工程地质勘察工作中，工程地质测绘已不再进行，除非地质情况較复杂者須进行很大比例尺的测绘。勘探工作量也較大，但多属补充性的或專門性的。試驗工作及实验室工作成为主要的工作方法，以取得計算所需的各種具体指标。物探精度已不能滿足要求，只偶或用之。长期观测工作繼續并更多地展开。

施工設計阶段工程地质勘察則是以施工所需解决的問題作为勘察的任务。例如施工所需的各種試驗：灌浆試驗、板桩試驗、防止基坑涌水的試驗等，以及天然建筑材料的补充勘探。实验室工作的数量还是比较大的。

至于施工阶段及运用阶段工程地质勘察則以长期观测工作及为解决施工中的具体問題而进行的勘探試驗工作为主。

綜上所述可以看出不同阶段的工作方法及其比重有所不同。其間关系大致上可用图 10—1 說明之。

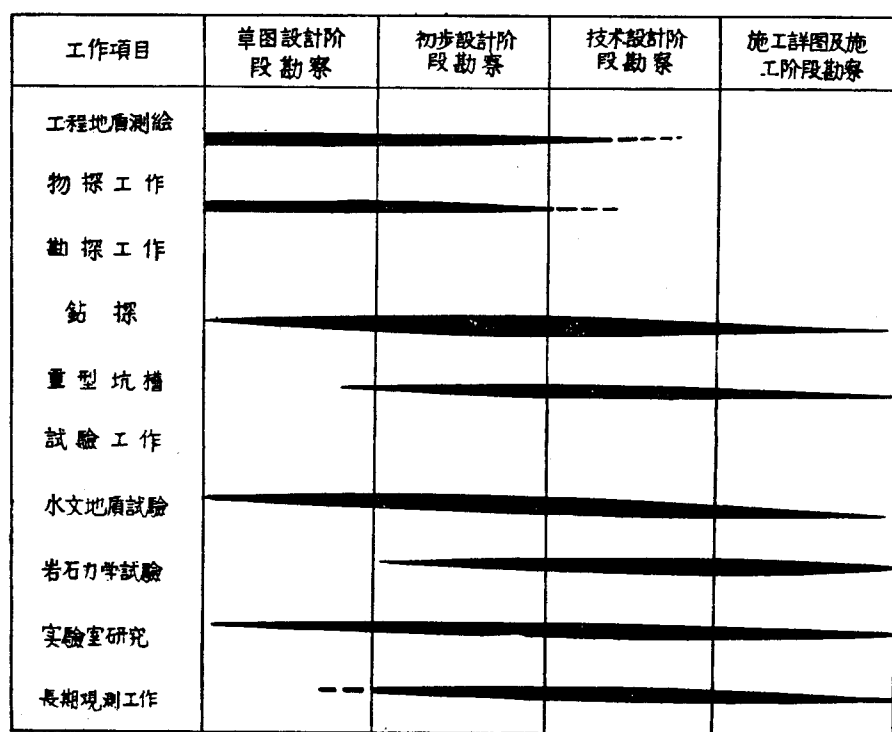


图 10—1 不同勘察阶段使用的勘察方法及其比重示意图

勘察阶段的划分体现了对工程地质条件認識不断深化的过程，其精神实质是，随着建筑地点的具体化，研究的地区范围愈来愈縮小，研究的程度是愈来愈精細，而其深刻程度則是由地表漸及于地下，由定性的评价漸至定量的评价。亦即由大而小，由粗至精，由表及里。这一过程是合乎認識过程的辯証規律性的。因而能使我們的認識逐漸接近于客观实际，为設計和施工提供正确可靠的工程地质資料。