

铁路勘测设计基础丛书

铁路工程地质基础知识

铁道部第一设计院编



人民铁道出版社

铁路工程地质基础知识

铁道部第一设计院编

人民铁道出版社

1976年·北京

内 容 简 介

全书共分十四章，重点叙述铁路建设中遇到的主要工程地质问题，如斜坡岩体移动、水库坍岸、沙漠、泥石流以及黄土、盐渍土、冻土、软土、裂隙粘土等特殊土的工程地质性质；对于常用的土石工程分类及性质和铁路工程地质勘测方法，也做了简要的阐述。此外，有关普通地质、构造地质、水文地质等地质基础知识，本书都作了一般介绍。本书内容力求通俗易懂、深入浅出、概念清晰、简明实用。

本书供铁路工程建设人员和铁路工程地质人员学习和参考之用。

铁路工程地质基础知识

铁道部第一设计院编

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印张：10.375 字数：234千

1976年2月 第1版

1976年2月 第1版 第1次印刷

印数：0001—18,000册 定价（科三）：0.83元

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

自然科学是人们争取自由的一种武装。人们为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会进行社会革命。人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

有工作经验的人，要向理论方面学习，要认真读书，然后才可以使经验带上条理性、综合性，上升为理论，然后才可以不把局部经验误认为即是普遍真理，才可不犯经验主义的错误。

345 1/4

前 言

在毛主席的革命路线指引下，全国铁路职工狠批了刘少奇、林彪一类鼓吹的“上智下愚”，“爬行主义”等修正主义黑货，铁路工程地质工作得到了很大发展。日夜战斗在高山峻岭、戈壁草原的铁路工程地质勘测队伍，已成为建设社会主义祖国的一支尖兵。

地质工作是认识自然、利用自然和改造自然的重要手段，也是修建铁路的基础工作。随着我国铁路基本建设事业的迅速发展，广大铁路工程地质工作者在不断与自然作斗争中，积累了实践经验，丰富了认识，对作好今后工作打下了良好基础。随着工作的发展，遇到的工程地质问题越来越多，需要解决问题的要求越来越高。为了适应铁路建设形势发展的需要，我们汇集了有关单位的资料，编写成《铁路工程地质基础知识》，以供铁路工程建设者了解和掌握工程地质基本知识和铁路工程地质人员工作中参考。

由于编者水平不高，实践经验不多，对某些问题的认识尚有局限性，书中一定会有不少缺点和错误，恳切希望读者批评指正。

目 录

第一章	绪 论	1
§ 1.	铁路工程地质学的研究内容	1
§ 2.	铁路工程地质学的研究方法	2
§ 3.	铁路工程地质学的任务	3
第二章	地球概况与地质作用	5
§ 1.	地球概况	5
§ 2.	地质作用	8
第三章	结晶体及主要造岩矿物	11
§ 1.	结晶体	11
§ 2.	矿物及其主要物理性质	17
§ 3.	几种常见矿物的特征	22
第四章	岩 石	27
§ 1.	概论	27
§ 2.	岩浆岩	35
§ 3.	沉积岩	45
§ 4.	变质岩	52
第五章	地质构造	64
§ 1.	地质构造的含义	64
§ 2.	褶皱变动	65
§ 3.	断裂变动	71
§ 4.	地层的接触关系	88
§ 5.	岩体工程地质力学概念	90
§ 6.	地质构造对铁路工程的影响	99

第六章	地 震	104
§ 1.	地震的概念及现象	104
§ 2.	地震的原因及类型	106
§ 3.	地震的强度	110
§ 4.	地震区的铁路建筑	113
第七章	风化作用	114
§ 1.	风化作用的含义	114
§ 2.	风化作用的基本类型与特征	114
§ 3.	影响岩石风化作用的因素	117
§ 4.	岩石风化的工程地质研究	119
第八章	水文地质	123
§ 1.	地下水的形成条件	123
§ 2.	地下水存在的状态	125
§ 3.	地下水的类型及其主要特征	126
§ 4.	地下水的物理性质与化学成分	137
§ 5.	地下水的化学成分对铁路工程的影响	141
第九章	地 史	143
§ 1.	地史学的内容及任务	143
§ 2.	地质时代的概念	143
§ 3.	地层的划分和对比	146
§ 4.	国际性地层与地质时代表	148
§ 5.	沉积相的含义	151
第十章	地貌及第四纪地质	154
§ 1.	地貌	154
§ 2.	第四纪地质	168
第十一章	土和岩石的工程性质	175
§ 1.	土的工程性质	175
§ 2.	岩石的工程性质	194

§ 3. 地基允许承载力及隧道围岩分类	201
第十二章 几种特殊土的工程地质性质	213
§ 1. 黄土	213
§ 2. 冻土	227
§ 3. 盐渍土	246
§ 4. 裂隙粘土	253
§ 5. 软土	258
第十三章 几个主要特殊地质问题	265
§ 1. 斜坡岩体移动	265
§ 2. 泥石流	280
§ 3. 岩溶	286
§ 4. 沙漠	295
§ 5. 水库坍岸	306
第十四章 铁路工程地质勘测	317
§ 1. 工程地质测绘	317
§ 2. 资料整理	322

第一章 绪 论

伟大领袖毛主席教导我们说：“马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。”

铁路工程地质工作是认识自然、改造自然和利用自然的过程，是修建铁路的重要基础工作。但是，地质现象错综复杂，千变万化，只有用辩证唯物论的观点深入实际调查研究，分析和揭露地层内部矛盾，认识和掌握自然规律，才能能动地利用与改造自然，多快好省地修建铁路。

工程地质学是地质学的一个分支。地质学是研究地球的构造、物质成分、形成过程及其发展历史的综合科学。工程地质学是研究修建各种建筑物的地质条件，研究各种建筑物建成后对地质条件的影响和变化，选择与建筑物相适应的地质条件，并提出保证建筑物的稳定性和正常使用的措施的科学。铁路工程地质学是工程地质学的一个分支，它除具有工程地质学的共性外，还具有其特性。

§ 1. 铁路工程地质学的研究内容

(亦称工程地质条件)

1. 土石类型及其工程地质性质，如土石成因，物质成分，结构构造，后生变化及物理力学性质等，这些对建筑物的稳定性，工程造价、施工、运营、安全等有直接影响。因此，都应以此为依据进行线路方案的选择、工程地质问题的

分析和工程地质的评价。

2. 地形地貌, 包括地形起伏变化, 高程和相对高差, 地面割切情况(沟谷的发育系统、形态、方向、密度、深度及宽度), 山坡形状、高度、陡度等。地形地貌对线路方案和建筑物的布局 and 选择, 对各种建筑物的类型、规模以及施工条件等都有直接影响。此外, 地形地貌对水文地质条件, 各种特殊地质现象的发育等起着重要作用。

3. 地质构造, 包括褶皱、断层、节理、劈理、地层的接触关系、地层岩性、软弱夹层等。地质构造对地基、山体及边坡的稳定性起控制作用。

4. 水文地质条件, 包括地下水的埋藏深度、补给、排泄、水质、水量等。水文地质条件对地基承载力大小、基坑涌水量、工程建筑物稳定性、地震烈度以及对混凝土的侵蚀性、各种特殊地质现象等都有重要的影响。

5. 特殊地质现象和特殊土, 包括滑坡、错落、崩塌、岩堆、泥石流、岩溶、水库坍岸、沙漠、黄土、多年冻土、盐渍土、软土、裂隙粘土等。特殊地质现象和特殊土是决定建筑物稳定性的重要因素。在很多情况下, 严重的特殊地质现象控制着工程设施和线路方案的选择。

· § 2. 铁路工程地质学的研究方法

1. 地质学方法: 铁路工程地质学是研究与铁路工程建筑物有关的地质问题。各种地质现象都是自然历史的产物, 彼此之间都有密切的联系, 所以要正确地判定工程建筑物地区的地质条件, 并预测工程施工中和建成以后, 这些地质条件的变化, 必须运用地质学的方法即自然历史分析法。通过运用地质学方法, 对各种地质现象进行调查研究的分析, 得出对其区域性的定性评价。

2. 试验方法：地质学方法只能得出各种地质现象的区域性的定性评价，这对工程地质的任务来讲还不能满足要求，在某些复杂地区及重点工程，还要求作出定量评价，因此，必需广泛地采用试验方法，包括下列三项。

(1) 通过试验室工作和野外试验工作取得土石的各种物理、化学、水理及力学性质等指标。

(2) 通过勘探和详细测量，取得土石软弱夹层、断层破碎带及岩石节理裂隙、风化深度等的水平方向和垂直方向的分布变化数据。

(3) 通过长期观测取得各种特殊地质现象发展速度、演变特点和发育程度的数据。

此外，在铁路工程地质工作中，还应重视对既有铁路工程建筑物的观测和调查研究，了解其使用情况和稳定性，借以对相似地区进行工程地质评价时的参考。

3. 计算方法：在进行定量评价时，应根据试验工作中所得的各种数据，并利用各种理论公式进行计算，以研究建筑物的稳定性和可能发生的各种变化的预测。

总之，铁路工程地质工作，必须以严肃认真的科学态度，综合应用地质学方法、试验方法和计算方法，客观地反映各种地质现象，正确、全面地评价工程地质条件，为选择线路和各种建筑物方案以及工程设计提供可靠的依据。

§ 3. 铁路工程地质学的任务

1. 对各线路方案作出工程地质评价，为经济合理的选择线路位置提供依据。

2. 了解铁路沿线工程地质和水文地质条件，特别对重大、复杂的特殊地质问题要了解其性质、规模及其危害程度，切实做到绕道有根据，整治有办法。

3. 解决与铁路工程设计、施工、运营有关的工程地质问题。

4. 提供铁路工程建筑物地基的工程地质和水文地质资料，以及与工程设计有关的各种土、石物理力学性质数据。

第二章 地球概况与地质作用

§ 1. 地球概况

地球是太阳系中的一个行星，大致形状为椭球（扁圆体）体，赤道为长轴，两极为短轴，其扁平差约为43公里。地球的自然表面，高低起伏，随地不同，其最基本的区分，为两大组成部分：大陆与大洋。

现将有关地球的数据简列如下：

大 小

地球的赤道直径·····	12757公里
地球的两极直径·····	12714公里
地球的平均直径·····	12742公里
赤道周围·····	40077公里
两极周围·····	40000公里

面 积

海洋面积 (70.78%)·····	361百万平方公里
大陆面积 (29.22%)·····	149百万平方公里
地球总面积·····	510百万平方公里

起 伏

最高点（珠穆朗玛峰）·····	8848米(高出海平面)
大陆平均高度·····	825米(高出海平面)
最深度（菲律宾深洼）·····	11033米(低于海平面)

海洋平均深度……………3800米（低于海平面）

地球并不是均质体，其分层结构如表2—1。

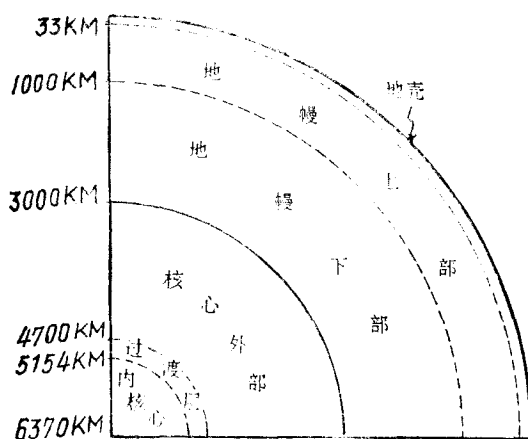


图2—1 地球内部构造图

地质工作者所能直接观测的范围，到现在为止，只限于地球的表层，这个表层，只占地球表面极薄的一层。但是，构成这一薄层的物质和它结构的形式，却反映了地球在它长期发展过程中内部和外部各种变化的总和。

所谓地壳，就是说地球原来是一团高温度的物质，逐渐冷却，在地球表面上结成了壳子，这就叫做地壳。从表面到地球的深部，温度越来越高，地温每增加一度，往下进入的深度名叫地温增加率，但温度增加的情况各地不同，在亚洲大致40米上下增加 1°C ，平均大致33米增加 1°C 。但这个地温增加率，并不是往下一直不变的。现今，世界上各处火山喷出的岩流，温度大都在 $1000^{\circ}\text{C} \sim 1200^{\circ}\text{C}$ 之间。根据地热

表 2-1-1

地 球 内 部 分 层 结 构

分	层	深 度 (半径) (公里)	纵 波 (P) 速 度 (秒.公里)	密 度 (立方厘米.克)	压 (大气压)	万
地	地 壳	海平面(6,371)	5.5	2.7 2.8 2.9		
	莫霍不连续面	33(6,338)	7.9~8.1	3.32		9,000
	上 部 地 幔	50 { 低速度 250 }	7.3 8.1			
	地 幔	413(5,958) 720 (最深地震中心)	8.97	3.64		140,000 270,000 382,000
幔	下 部 地 幔	—984—(5,387)	11.42	4.64		
	深部不连续面	2,898=3,473	13.64	5.65		1,363,000
核	外核心	速度降低	8.10	9.71		
	过 渡 层	4,703-(1,667)	10.31	11.76		3,180,000
心	内 核 心	5,154(1,216)		大约14		大约 3,300,000
		6,371 (中心)	11.23	大约16		大约 3,600,000

的情况，可判断地壳的厚度大约在35公里左右。

现将地壳的分层结构分述如下：

1. 为沉积岩层和变质岩层，厚度0~15公里。

2. 为花岗岩层或硅铝层，为含 SiO_2 与 Al_2O_3 较多的，相当于花岗岩类组成，其厚度在大陆上为10~40公里，以高山区如喜马拉雅、高加索、阿尔卑斯等山最厚，大洋底部，很少或没有花岗岩层，说明花岗岩层不成一个连续的圈。

3. 玄武岩层或硅镁层，绝大部分是由以镁、铁、硅等元素为主的矿物组成（ FeO 、 MgO 、 CaO 含量多， SiO_2 、 Al_2O_3 含量少），厚度约20~30公里，在大洋底厚度小些。其厚度虽不均匀，但它成为连续的圈包围整个地球。

我们铁路工程地质工作，一般只研究地壳表层几百米深的范围，在平面上的范围，是围绕线路通过地段作带状进行。更大深度和更大范围的研究是其他部门的范畴。

§ 2. 地质作用

在地球的悠久历史里，组成地壳的物质永远处在不断的重新组合和转移空间的过程中，因而地表形态和内部构造也不断的改造演变，引起这种改变的作用，统称地质作用。

地质作用按其能源不同，可分为外力地质作用（或简称外力作用）和内力地质作用（或内力作用）。外力地质作用的能源主要是太阳辐射热，内力地质作用的能源主要是地球内热（放射能等）；而重力能在外力作用 and 内力作用中都占有重要地位。

一、地质作用分类

（一）外力作用

1. 风化作用：由于大气、生物、水分等影响，使地表坚硬岩石变为疏松岩屑和土壤，易溶解物质渗入地下，固体

碎屑则残留原地。

2. 剥蚀作用：通过风、流水、冰川等动力作用，使大块坚硬岩石发生破碎，并使破碎岩石和风化残积物离开原地。又视动力性质不同，分为风的剥蚀，冰川剥蚀，流水剥蚀等，后者又分为潜蚀（地下水）、雨蚀、河蚀（或侵蚀）、湖蚀、海蚀等。

3. 搬运作用：是风化剥蚀下来的岩屑转移空间的过程。搬运动力为风、流水、冰川；亦有直接在重力作用下搬运的，如岩块碎屑顺坡下落。

4. 沉积作用：是被搬运的碎屑在过负载的条件下，或因离子作用而沉积下来，叫机械沉积。由溶液里沉淀出来的，叫化学沉积。由生物作用而沉积的，叫生物沉积。又可根据沉积环境分为：风沉积、洞穴沉积、冰川沉积、河流沉积、湖泊沉积和海洋沉积等。

5. 硬结成岩作用：使松散沉积物通过压紧、胶结等作用固结为坚硬的沉积岩。

（二）内力作用

1. 地壳运动：地壳的升降运动和水平运动，是地壳构造改变的重要作用。

2. 岩浆活动：地下岩浆的上升运动，表现为侵入作用和喷发作用，后者即火山喷发。

3. 地震：地壳的震动，主要是地球内应力调整过程的反映。

4. 变质作用：岩石因受地下的高温、高压或岩浆上升等影响，引起岩石的成分与构造的改变。

二、外力作用与内力作用的相互关系

上述外力作用中，彼此是密切联系的，风化作用为剥蚀作用创造了条件。而风化、剥蚀又为沉积作用提供了沉积材