

实用铁路工程地质学

上 册

郑象銑 鮑鶴齡 董 奋 編著

人 民 鉄 道 出 版 社

实用铁路工程地质学

上册

郑象銑 鲍鹤龄 董 奋 編著



人民铁道出版社

一九六一年·北京

本书系根据十多年来我国铁路建设实践中积累的经验，结合苏联先进工程地质理论编写而成。全书共分两册出版。上册包括绪论和土的物理力学性质及其应用二篇。书中对与铁路建筑有关的土的物理力学性质，结合我国现行规范作了较详尽的阐述。

本书可供铁路、公路及其他有关部门工程地质人员和基建、养护人员自学和参考，也可作为高等学校、中等专业学校师生的教学参考书。

实用铁路工程地质学

(上册)

郑象銓 鲍鹤龄 董 奋 编著

人民铁道出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第010号

新华书店科技发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

书号1756 开本787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张9 $\frac{1}{2}$ 插页1 字数234千

1961年2月第1版

1961年2月第1版第1次印刷

印数0,001—4,300册 定价(10)1.35元

序

工程地质是一门新兴的科学。解放以前，在我国修建铁路时，很少考虑工程地质条件。由于在勘测设计中缺少这一重要基础资料，致使铁路修筑不能建立在科学的可靠基础上，一遇到工程地质条件较复杂的地区，如宝天铁路，在筑成以后，经常发生崩塌、滑坡及其他路基病害，中断行车，影响正常运营。

解放以后，根据我们的实践和学习了苏联先进经验，认识到工程地质工作是铁路建设的先行步骤，没有正确的工程地质资料，就无法进行正确的设计；没有正确的设计，就不可能保证多快好省地全面完成铁路的基本建设任务。

几年来，在党的正确领导下，在苏联专家的热忱帮助下，通过全路工程地质人员的辛勤劳动，铁路工程地质工作有了很大的发展；同时由于我国疆域辽阔，工程地质条件错综复杂，各种物理地质现象具备。十年来，在不同的工程地质条件中修建了不少铁路，已经积累了丰富的经验，相应地丰富了工程地质学的内容。

编著者吸取了近年来全国铁路工程地质人员在生产实践中积累的经验，参考苏联先进工程地质理论和国内有关文献资料编写本书。书中内容以密切联系实际为原则，同时为了实用起见，比较偏重于论述工作方法和工程处理措施。全书共分四篇，上下两册。上册包括：第一篇——绪论。叙述了我国铁路工程地质的发展和这门科学在社会主义建设中的作用，以及我国工程地质区域的划分与其特征。第二篇——土的物理力学性质及其应用。从土质学观点说明土的物理力学性能，实验室的分析方法，以及在基础、路基、隧道等铁路建筑工程设计方面结合我国现行有关规范进行了较系统的理论上的阐述。下册包括：第三篇——影响铁路建筑工程的各种特殊地质作用。着重论述影响建筑工程稳定性的各种特殊地质现象和地质作用，以及在这些特殊地质条件地区进行选线的原则和防止建筑工程发生变形的工程地质措施。第四篇——工程地质勘测。较详细地介绍了铁路工程地质勘测中的工作方法和作业过程。总之，本书的编写是达到以实用为目的，既便于铁路工作人员的自学参考，又要求能应用到实际工作中去。因此，对某些冗长而繁杂的公式及理论的推导，认为不适合于铁路实用工程地质学内容的，均予省略。

由于编著者水平的限制，如有错误和遗漏之处，敬希读者给予批评与指正。

編 著 者

目 录

序

第一篇 緒 論

第一章 我国铁路工程地质的发展

§ 1. 工程地质学的内容·····	1
§ 2. 旧中国的工程地质工作概况·····	1
§ 3. 中华人民共和国成立以后铁路工程地质工作的发展·····	2
§ 4. 工程地质勘测在新线选线中及保证建筑物稳定的作用·····	3
§ 5. 营业线路上处理崩坍、滑坡等路基病害中的地质工作·····	3

第二章 我国工程地质分区

§ 1. 工程地质区域划分原则·····	4
§ 2. 各工程地质区域的基本特征·····	7
§ 3. 工程地质地区的岩组·····	16

第二篇 土的物理力学性质及其应用

第一章 总 論

§ 1. 土的定义和研究土的科学·····	18
§ 2. 土的物理力学性质形成概述·····	19
§ 3. 土的工程地质分类·····	19
§ 4. 岩质及半岩质岩石的风化作用及工程地质特征·····	19
§ 5. 粘土矿物的形成·····	22
§ 6. 粘土矿物对土物理力学性质形成的影响·····	25
§ 7. 土的成分和组成·····	26
§ 8. 土的结构·····	31
§ 9. 土的构造·····	33
§ 10. 土的颜色·····	34

第二章 土的一般物理性质

§ 1. 由试验而决定的三个基本物理性质指标·····	35
§ 2. 根据计算而得之土的物理性质指标·····	36
§ 3. 粘性土的稠度·····	38
§ 4. 砂类土的密度·····	41
§ 5. 土的毛细管现象·····	43

§ 6. 冻结和融解时土性质的变化	44
§ 7. 疏松土的工程分类	45
§ 8. 土物理性质指标的应用	49

第三章 土的力学性质

§ 1. 土的基本力学性质	51
§ 2. 土的渗透性	51
§ 3. 土内部的压力	52
§ 4. 动水压力	53
§ 5. 土的压缩性	54
§ 6. 土层的沉陷量	56
§ 7. 渗透固结	56
§ 8. 土的侧压力系数和侧膨胀系数	58
§ 9. 土的变形模量	60
§ 10. 土的抗剪强度的基本概念	62
§ 11. 无粘性土的抗剪强度	65
§ 12. 砂的稀化(流砂)	67
§ 13. 土的极限平衡概念	70
§ 14. 轴压试验	74
§ 15. 粘土类土的剪切方法	76

第四章 粘土矿物与水对土的物理力学性质之影响

§ 1. 粘土的电学性质	79
§ 2. 土的吸收作用及离子交换	82
§ 3. 土的凝结和胶溶作用	84
§ 4. 土的液化及触变性	85
§ 5. 土的塑性	86
§ 6. 土的膨胀与崩解	86
§ 7. 土的收缩	88

第五章 地基的容许承压力及挡土墙的土压力

§ 1. 地基的容许承压力	88
§ 2. 土的自重应力	89
§ 3. 长方形基础下土中的应力	90
§ 4. 压缩影响深度的决定	92
§ 5. 地基变形与荷载的关系	93
§ 6. 地基中极限平衡区范围的决定	94
§ 7. 根据极限荷载求土的容许承压力	96
§ 8. 依据极限平衡求容许承压力的算例	97
§ 9. 我国“铁路桥涵设计规范”(1959年)中规定的桥涵基础土	

然地基的容許承压力·····	97
§ 10. 依照“铁路桥涵设计规范”(1959年)求容許承压力之算例·····	99
§ 11. 下沉量的計算·····	101
§ 12. 建筑物与地基土的共同作用·····	104
§ 13. 擋土牆的側压力·····	107
§ 14. 隧道的土压力·····	110

第六章 铁路路基边坡的稳定

§ 1. 人工边坡的变形·····	113
§ 2. 斜坡之稳定·····	114
§ 3. 铁路路基稳定性之計算·····	115
§ 4. 路基基底稳定性之計算·····	117
§ 5. 铁路路基稳定性的变化·····	121
§ 6. 风化岩质路堑边坡·····	121
§ 7. 一般路基的边坡·····	122
§ 8. 土的压实性·····	123
§ 9. 軟土及含有机物土的物理力学性质及对路基之影响·····	126
§ 10. 軟土地区铁路路基·····	128
§ 11. 岩石的軟弱带和軟弱面及其对边坡稳定性的預測·····	129

第七章 人工地基和土质改良

§ 1. 换土垫层法·····	135
§ 2. 砂井法及砂桩法·····	136
§ 3. 預压加固法及分层填筑法·····	138
§ 4. 灌注法·····	138
§ 5. 电渗化学加固法·····	139
§ 6. 焙燒法·····	140

第八章 黄土的工程地质性质

§ 1. 黄土之定义、分类及与地貌之关系·····	141
§ 2. 黄土的物理力学性质·····	145
§ 3. 黄土的湿陷性·····	145
§ 4. 黄土路堑边坡·····	148
§ 5. 黄土地基之加固·····	150

第一篇 緒 論

第一章 我国铁路工程地質的发展

§1. 工程地质学的内容

工程地质学是从人类生活与生产实践中发展起来的科学。它是地质学的一部份，是研究与工程建筑物的設計、施工和正常使用有关的地质问题的科学。

地质学是研究地球的科学，是研究地球的形成、结构和发展法则，并利用这些法则为人类社会服务的科学。各种矿产与地下水的存在都有着一定的规律，掌握并利用这些规律，把地质学的知识应用在寻找和开发矿产方面的是矿床学和矿山地质学；研究地下水的分布、埋藏、化学成分、运动、变化和起源，以便开发和利用地下水的是水文地质学。所有的工程建筑物，包括工业与民用厂房、道路、桥梁隧道、堤坝、港口及运河等，都要建筑在地壳表层，或者要利用地壳表面的形态，或者改变一些地壳表面的形态。因为建筑物的种类和规模的不同，对于作为这些建筑物的地基的岩石或土也有不同的要求；并且还要利用一定数量的合乎要求的天然建筑材料。为了要了解在什么样的自然条件下修建什么样的工程建筑物更为合适；什么样的岩石能承载得起什么样的工程建筑物；什么样的岩石和地质构造能够形成什么样的稳定边坡；当地的地质构造、水文地质条件与物理地质作用对于工程建筑物有什么影响，在什么地方可以取得所需要的天然建筑材料等等，就要研究地球表层的地质条件，掌握与工程建筑有关的工程地质条件与作用，并且要研究工程区域的地质现象及其发展规律，并根据这些规律预测工程建筑物在建成后由于改变了自然条件而可能产生的影响。应用地质学的知识解决工程建筑问题，从而研究工程地质现象与作用的科学，就是工程地质学。

§2. 旧中国的工程地质工作概况

很久以前，我们的祖先就开始了关于工程地质的研究。在公元前250年我国劳动人民就曾在四川省灌县修建了都江堰分水灌溉工程，充分利用了当地的地质条件和天然建筑材料，开凿了“宝瓶口”，修建了分水鱼嘴、飞沙堰、人字堤等工程。公元485年，开始修建沟通北京至杭州全长1700公里的大运河，成功地利用了沿线的地形与地质条件。我国有很多古代修建的桥梁、宫殿、庙宇及宝塔等大型建筑物，都选有良好的地基或进行过合适的处理。但是由于几千年来长期的封建统治，劳动人民在修建各项工程中所积累的工程地质方面的丰富经验得不到发展和提高。

解放以前的五十年里，由于国民党反动政府的腐败，以及帝国主义的经济掠夺，少数有限的地质人员很少接触实际，只能做一些为学术研究而研究的纯理论问题，因此地质科学的发展极为缓慢。至于实用的工程地质学就更加得不到重视。从1924年起至1949年全国解放止的25年中，地质工作者虽偶而进行过铁路沿线地质矿产的调查，但从未进行过正式的工程地质勘测，一方面由于我国过去铁路线大半分布于东北、华北及东南沿海等

工程地质条件比较简单的平原地区，易于施工；另一方面由于在反动政府统治下帝国主义者包办了铁路的修建，他们根本没有考虑如何以科学方法进行工程地质勘测，作出既经济又安全的设计。事实证明，在全国范围内有许多铁路线，常因各种有关地质病害的影响，以致经年耗费大量投资，进行维修，甚至影响铁路的正常运营，威胁行车安全。例如，国民党反动派统治时期修建的宝天铁路，该线通过地形甚为陡峻的渭河峡谷，工程地质条件复杂，而兴建时完全没有考虑到不良地质环境，以致沿线经常发生崩塌、落石、岩堆、滑坡及泥石流洪流等各种危害路基稳定的物理地质现象，阻碍正常通车，因而曾被称为西北铁路线中的盲肠。

§3. 中华人民共和国成立以后铁路工程地质工作的发展

建国以来，在党的正确领导和人民政府的重视下，铁路工程地质工作从无到有、由小而大、在边学边做的基础上，很快就得到发展和壮大。通过苏联专家在技术上的无私援助，为我们介绍了系统的工程地质理论，拟定了全套的勘测方法，并且亲到现场指导各个勘测阶段中的工作内容与工作方法，不但使现场的工程地质人员迅速地掌握了先进的工程地质技术，而且也使我国勘测设计人员对于铁路新线工程地质工作的重要性有了明确的认识。

十年来，在修建丰沙、蓝烟、黎湛、宝成、鹰厦、川黔、湘黔、兰新、包兰等铁路时，在不同的自然地理条件下，许多影响建筑物稳定的工程地质现象不可能完全绕避，必须与之进行斗争，这就不但要了解它们存在的情况、发生的原因和发展规律，还要提出处理的措施，特别是宝成和内昆等铁路沿线工程地质条件非常复杂，如宝成线北越秦岭，南穿剑门山，并跨越嘉陵江、白水江及涪江共19次，大小桥梁共160余座，隧道304座，总长度达84.4公里；川黔线自四川盆地而上云贵高原，为石灰岩喀斯特地区，沿线岩堆及崩塌等现象分布广泛，隧道较之宝成铁路更长，工程地质条件亦更复杂。铁路工程地质工作者，在党的领导下，为修建这些线路，提供了设计所需的资料，几年来的实践，丰富了我国工程地质学的内容。

沟通我国南北横跨长江的武汉长江大桥，全桥总长1670米，正桥长1156米，是世界上有名的铁路、公路两用大桥，1952年开始初步设计的工程地质勘测，1954年进行技术设计阶段的工程地质勘测，在水深流急、工作条件十分困难的情况下完成了桥墩的勘探工作，为大桥的提前建成创造了有利条件；并为今后在黄河、长江等大河上修建大桥、进行深水以下的工程地质勘测打下了基础。

利用航空目测或航空摄影象片进行工程地质调绘，不仅能够加速调绘进度，减轻勘测人员劳动强度，而且是提高工程地质调绘质量的有效办法。在铁路勘测的草测及初测阶段，采用这种方法，效果尤为显著。它能直接和迅速查明铁路沿线地区的地貌类型和特征、岩石产状、地质构造以及在工程地质方面判明岩堆、滑坡、崩塌、泥石流、冲积扇、喀斯特、沼泽、盐渍土、沙丘和水川等现象的分布和特征。不仅如此，航摄的最大优点是在航摄影象片上能明显地反映出地形图上难以清晰表示的各种物理地质现象。目前此项技术已愈来愈广泛地应用在铁路航空勘测工作中，并已取得了一些经验，预计今后必将有更大推广。

为了多快好省地进行工程地质勘探，近年来勘探工具及操作技术有了很大改进，应用电法勘探进行工程地质及水文地质勘探也有了很大的发展并取得了良好效果。此外，利用放

放射性同位素测定土的一些特性和地下水动态的工作亦已开始，今后当有更大的发展。

§4. 工程地质勘测在新线选线中及保证建筑物稳定的作用

铁路工程地质勘测资料为各种技术勘测及各种设计资料的组成部分之一，是选择线路方案与设计各种建筑物的主要依据。铁路选线为各个勘测阶段中的首要工作，通过各勘测阶段，由面的比较逐渐的发展到线的比较，也就是经过草测或初测对若干比较方案的选择，进行施工设计阶段时一个主要方案的局部调整。各种不同的工程地质条件，特别是各种不良物理地质现象对于选择线路可能引起严重影响。因此在选线过程中，工程地质勘测对于线路方案的取舍常起决定作用。几年来我国工程地质人员随同线路勘测人员在不同工程地质区域进行选线时，采用了工程地质横断面定线法，对于许多不良物理地质现象及特殊工程地质条件地区（如泥石流，沼泽，崩塌，滑坡，喀斯特，沙漠，盐渍土，冻土及水库地区等），如何进行选线以及确定具体处理措施等，获得了系统的经验，丰富了铁路选线科学的内容。

在各个勘测阶段，工程地质勘测除了配合选线外，其主要任务是查明该路沿线的路基稳定情况及大型建筑物的工程地质条件，提供设计依据资料。旧中国在路基设计技术上是十分落后的，一般只根据经验或简单的土石分类，便决定路基的边坡坡度和高度，并不进行正式设计；这样的处理，自然是不科学的；不但造成浪费，而且不能保证路基的稳定。解放以后，通过学习苏联先进经验，对路基设计必须要有充分的工程地质资料作为依据，这一点有了明确的认识，例如，根据土的抗剪强度，以计算土质边坡的坡度和高度；在岩石地段，根据岩石的物理性质、地质构造以及风化程度等来设计路堑边坡与各种防护工程建筑物；高路堤设计同样要了解基底的工程地质条件及填料的性质。这样做不仅保证了路基的稳定，而且也能正确的估计全部土石方的数量，并掌握土石方的岩石等级。

在桥梁设计方面，工程地质资料，显然起着重要作用。桥渡的基础建筑，一般都占桥梁建筑投资的大部份，而基础类型的选择则主要取决于工程地质条件。例如，基岩深度或复盖层的物理力学性质直接影响墩台位置与基础埋藏深度；卵石土的粒径级配与相对密度，或粘质土的天然孔隙比与相对稠度均为决定土承载力的主要因素。因此只有在进行详细的工程地质勘测工作以后，才能获得有关基础地质的各项资料。几年来在各铁路新线，复线及旧线改建中进行了大量的工程地质勘测，在实践中技术水平大大提高，满足了设计的需要，特别是通过武汉及南京等长江大桥的工程地质勘测，在选择桥渡方案及查明基底工程地质条件等方面，都取得了丰富的经验，为今后修建更长的大桥工程创造了条件。

隧道设计几乎完全为地质因素所控制，举凡洞内衬砌的厚度，山体压力的计算，防水层的敷设，洞身长度的决定，洞门边坡设计与洞门位置的选择，均主要由地质条件决定。在长隧道的勘测中，近年来采用先在隧道穿过地区进行较大面积的工程地质测绘，提出隧道通过范围地质图及地质剖面图，然后布置必要的电探及鑽探以验证测绘资料，决定洞门及洞身位置，并进一步提出相应的地质构造、山体压力、岩石强度系数以及地下水渗透资料等，作为设计依据，收到良好效果，既加快了进度又保证了质量。

§5. 营业线路上处理崩塌、滑坡等路基病害中的地质工作

崩塌、滑坡是山区铁路经常遭遇到的灾害，严重的影响铁路正常和安全的运输。解放前，对崩塌、滑坡等现象的认识不足，在处理崩塌、滑坡中，除修建了少数支撑建筑物以

遏止山体变形的发展外,一般是采用大量清刷坡面的方法,在某些情况下,这种方法不仅未能收到整治的效果,相反地促使病害的发展。解放后,随着大量的修建山区铁路,在学习苏联先进技术和经验的基础上,结合区域的地质特性,采用工程地质勘测的方法,对崩塌、滑坡的现象和处理方法做了观测和研究,取得了一定的成就。例如,在处理宝成和宝天铁路沿线崩塌、滑坡工作中,根据崩塌、滑坡的现象及形成的因素和原因等进行了系统的工程地质勘测,掌握了崩塌、滑坡的发生发展规律,从而对症下药,提出处理措施,效果显著。

此外,在工程地质条件复杂的山区,崩塌、滑坡等路基病害是由于多种因素所引起的,往往在一个工点上同时出现几种不同的病害,为了根治这些病害并预防更大的病害发生,首先对整个山区进行全面的调查,找出病害原因,然后采取一系列措施,进行综合整治,几年来在宝天线处理路基病害实践中,总结了一套“综合治山”的经验,现已在全国范围内普遍推广。

第二章 我国工程地质分区

§1. 工程地质区域划分原则

早在1898年,苏联B·B·多库恰耶夫于多年研究土壤和物理地质现象过程中创立了自然现象的纬度分带规律学说,对工程地质条件的分布具有重大意义。但由于我国特殊的自然地理环境,又具备了经度分带现象,使我国工程地质区域分布条件复杂化,形成特异的工程地质分带性的要素。

编制工程地质图的创始人之一,苏联И·В·波波夫教授,他指出:进行工程地质区划时必须考虑由于区域地质历史所造成的分区性要素,了解工程地质分布的分区性与分带性的规律,这样才能区划出工程地质区界,并对建筑物的自然条件给予综合性的评价。

基于以上论述,工程地质区域是根据地质构造单元的差异来划分的最概略的区界,亦即第一级区。它是以近似的工程地质条件,从大地构造与地质历史发展上的差异来划分的。这样,可以把我国划分为如下六个大工程地质区域:

- (1) 华北陆台工程地质区域;
- (2) 华夏陆台工程地质区域;
- (3) 扬子陆台工程地质区域;
- (4) 东北海西褶皱带工程地质区域;
- (5) 西北海西褶皱带工程地质区域;
- (6) 阿尔卑斯褶皱带工程地质区域。

关于大构造单元的术语,目前国内尚有不少议论,我们认为采用上述区域对工程地质要求来说,较为简易可行。

为便于了解我国区域地质构造特性,可参攷中国地质构造图(图1)。

第二级区是根据各地地貌及气候条件的共同性为基础来说明的,称为工程地质地区,它是各该地区地貌、气候及新构造运动(图2)等因素对工程地质条件的综合反映。

根据以上原则,又可把我国划分为下列工程地质地区(图3)。

- (1) 冀热山地; (2) 山东丘陵; (3) 华北平原; (4) 秦淮山地; (5) 黄土高原; (6) 东满丘陵^①; (7) 辽河平原; (8) 鄂尔多斯高原; (9) 长江中下游平原; (10) 江南丘陵; (11) 南岭中等山地; (12) 东南沿海丘陵; (13) 海南岛; (14) 雪

① 沿用旧名,即辽吉东部。

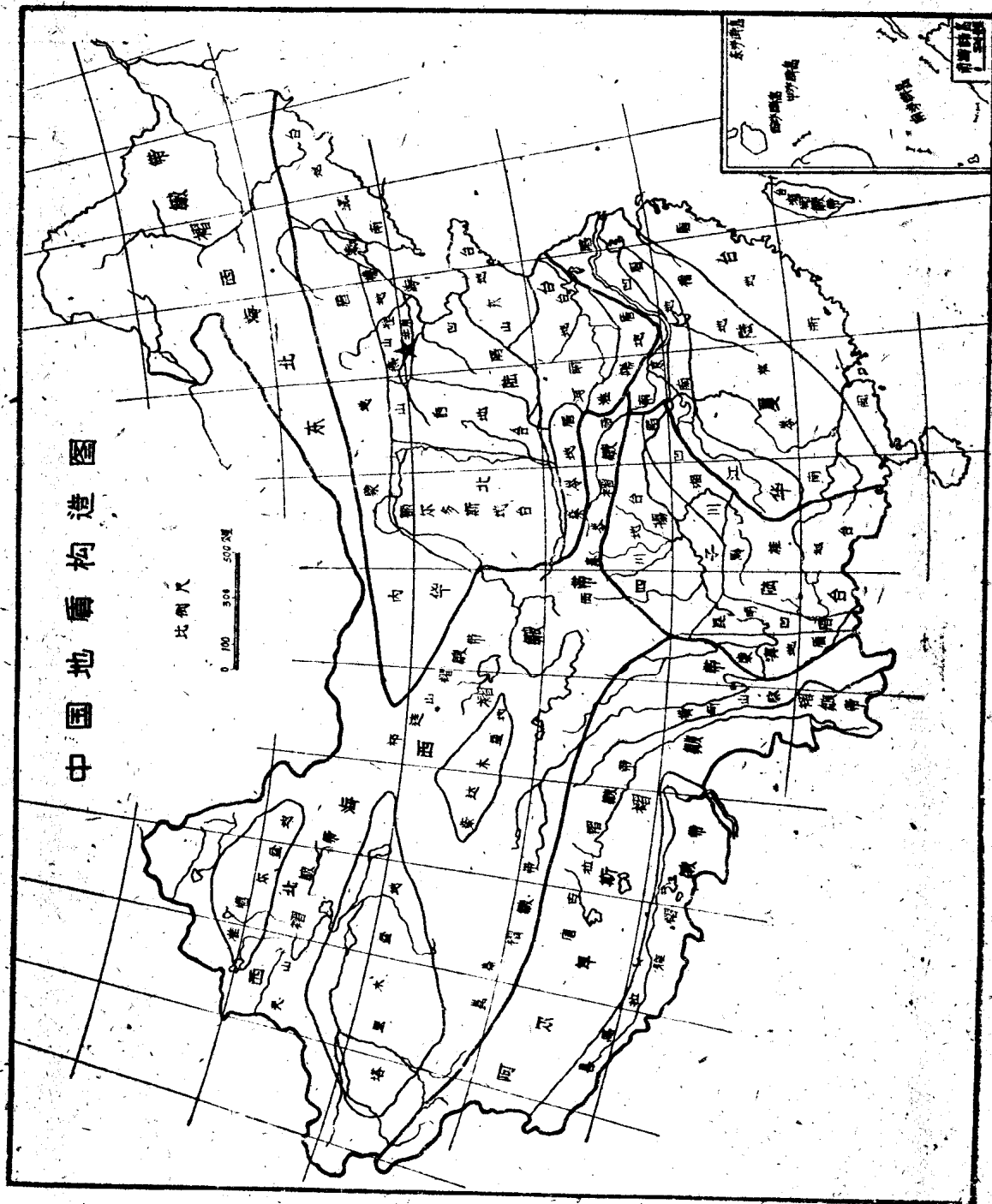
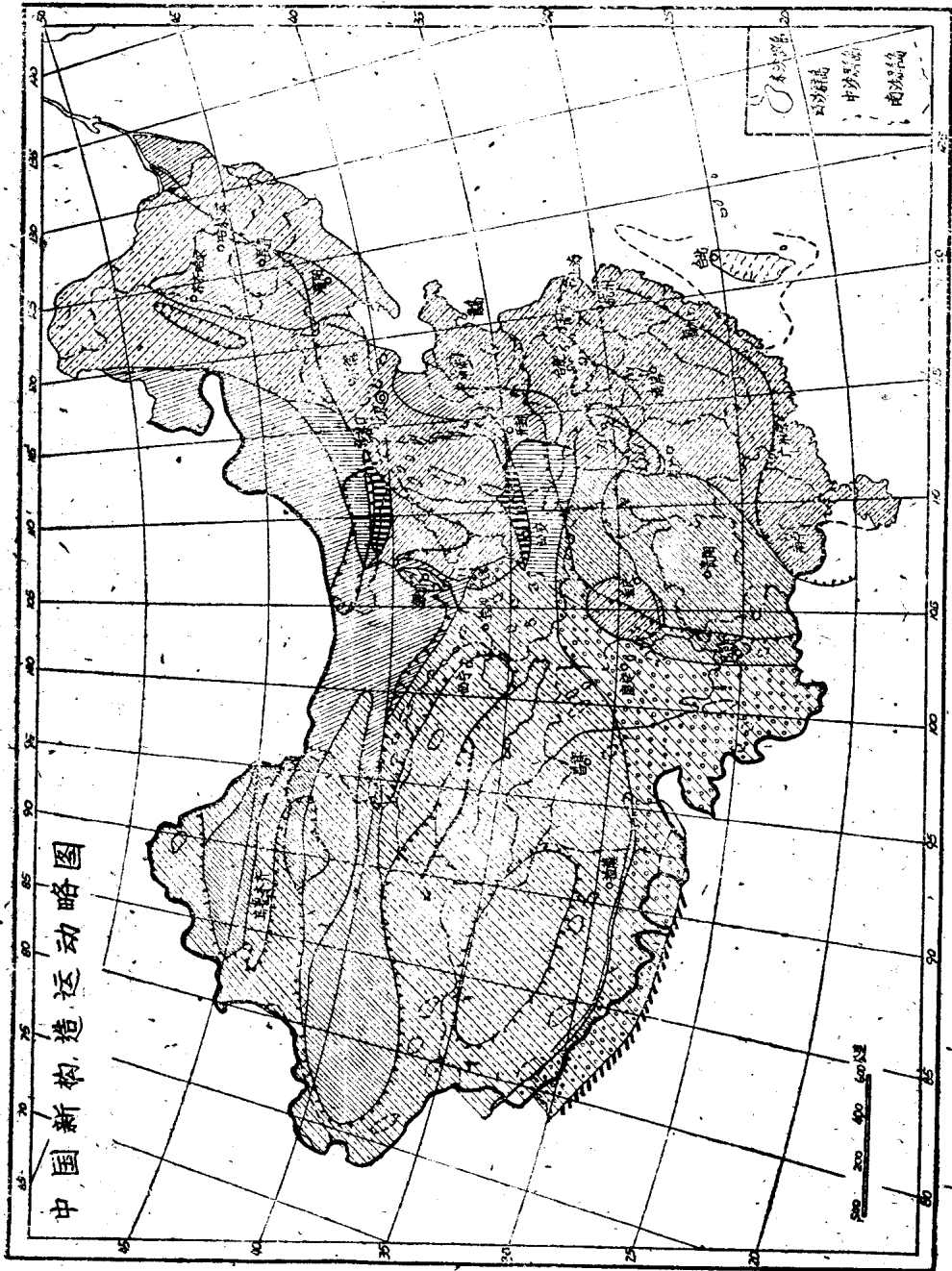


图 1



中国新构造运动略图

- 新第三纪更新世现在强烈上升区
- 新第三纪更新世现在强烈下降区
- 新第三纪更新世现在上升区
- 新第三纪更新世现在下降区
- 更新世以来上升而现代缓慢上升区
- 更新世以来下降而现代缓慢上升区
- 更新世以后缓慢上升区
- 更新世以后缓慢下降区
- 第四纪初期强烈褶皱区
- 新第三纪至更新世新褶皱
- 八级以上地震区
- 七级地震区

注：地震分布主要根据：周光

峰山地；(15) 四川盆地；(16) 川湘山地；(17) 云贵高原；(18) 内蒙高原；(19) 兴安岭山地；(20) 松江平原；(21) 长白山地；(22) 阿尔泰山山地；(23) 准噶尔盆地；(24) 天山山地；(25) 塔里木盆地；(26) 崑崙山地；(27) 祁連山地；(28) 秦巴山地；(29) 河西走廊；(30) 柴达木盆地；(31) 青南高原；(32) 藏南山地；(33) 藏北高原；(34) 康滇縱谷；(35) 台灣島。

第三級区是根据不良物理地质现象的特征，以及岩石杂岩体的不同或水文地质条件不同而划分的，一般称为工程地质区。

例如，黄土高原工程地质地区中可划分为：(1) 黄土第一带工程地质区；(2) 黄土第二带工程地质区；(3) 黄土第三带工程地质区。

秦巴山地工程地质地区也可划分为：(1) 結晶岩风化工程地质区；(2) 片岩坍滑工程地质区；(3) 岩堆发育工程地质区。

还可以根据工程建筑上的要求划分为更細的第四級区，即工程地质地段，亚区或更小段，以满足工程建筑设计上的要求。

例如，秦巴山地中結晶岩风化工程地质区又可分为：(1) 簡易工程地质地段；(2) 复杂工程地质地段；(3) 困难工程地质地段。

工程地质图的編制依其性质、种类和比例尺的大小而有各异，区域工程地质图的編制将按其性质而进行不同区别。

§2. 各工程地质区域的基本特征

1. 华北陆台工程地质区域

华北陆台是中国陆台上稳定的陆台，其中仅以燕山准地槽最活动，震旦紀时有强烈沉降；白堊紀亦有沉积，有火山活动及褶皱运动。

岩石杂岩体以元古代岩层为主；古生代缺志留泥盆紀等岩层，以假整合接触；中生代岩层及燕山火成岩出露亦多。本区西部呈大面积上升，东部相对沉降，在广大区域内黄土沉积普遍。

黄土地区的工程地质特性以冲蝕、湿陷、水庫坍岸为主（图4），火成岩中袋状风化及捕虏岩每易产生坑道坍塌，在褶皱山地亦因构造断裂形成崩墜及坍滑等现象。

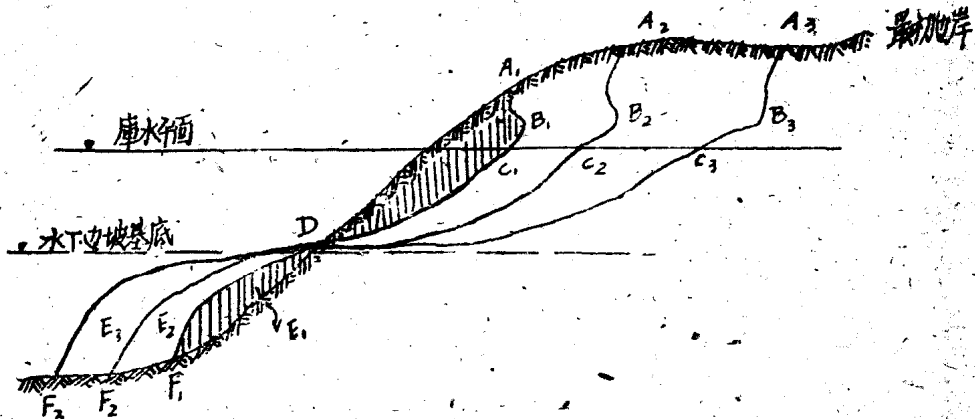


图4 庫岸发展阶段断面示意图

根据地貌、气候及新构造运动等特征，可分以下几区：

(1) 冀热山地工程地质地区

本区为中等山地，介华北与内蒙之间，从北而南地面作阶梯形下降，有许多平行的山岭与盆地。山坡复盖薄层黄土。岩石杂岩体以片麻岩、火成岩及侏罗白垩纪岩层出露较多。山岳两侧多断层。

工程地质条件：因本区系燕山准地槽，受构造断裂影响甚巨，河流切割厉害，常引起边坡崩坍和坑道顶部崩陷；且喀斯特亦有分布，常产生陷落和基底漏水。此外，因黄土冲沟的发育对工程建筑导致复杂化。

(2) 山东丘陵工程地质地区

本区为海拔500米丘陵，河谷宽广，岭脊低缓，岸线曲折，有一系列地堑地垒构造，多古老变质岩分布。第四纪残积冲积层广泛复盖。海岸属上升类型。

工程地质条件：因本区系山东地台区，尚属稳定。海岸不断上升，岸线曲折，工程建筑应考虑防浪及基础淤泥沉积的现象，岩层风化与构造断裂易产生崩坍；沿海多有盐碱分布，地震活动性强。惟在喀斯特泉水区供水水源条件良好。

(3) 华北平原工程地质地区

本区为沉降平原，高出当地河床20~40米，有三级阶地存在，孤丘散漫，奥陶纪及第三纪岩层出露较多，第四纪黄土类土及湖沼淤泥广泛分布，河床有时高出河岸。

工程地质条件：本区属渤海凹陷之一部，因黄土质土沉积甚广，易产生沉陷冲蚀，季节冻胀；沿海盐碱土易引起翻浆；湖沼淤泥性质松软，对工程不利。河湖泛滥，易导致建筑物淤塞及边坡冲蚀等。

(4) 秦淮山地工程地质地区

本区为一狭长高峻山地，高约500~2000米左右，其余呈丘陵形态，北坡陡，南坡和缓。山地多由太古界岩层构造，山间盆地沉积第三纪及第四纪岩石杂岩体。

工程地质条件：本区为秦岭地盾及淮阳地盾区，甚为稳定，但受弧形构造断裂影响，易产生山崩岩堆之分布，火成岩中多袋状风化及捕虏岩，裂隙水之蓄积，引起工程建筑崩陷。

(5) 黄土高原工程地质地区

本区为高1000~1500米之高原，褶皱宽广，断层显著，塬、梁、峁的地形分别发育，多古生代、中生代杂岩，有广泛黄土复盖，近代地震亦较活跃。

工程地质条件：黄土喀斯特十分发育，冲沟交错，冲移陷穴、坍方累见不鲜，对工程建筑十分不利。因潜水活动易引起崩坍、翻浆及湿陷的不良物理地质现象。水土流失及水库边坡坍塌发展甚巨。

(6) 东满山地工程地质地区

本区为一片丘陵，有东西向大背斜、大向斜、构造断裂成地堑地区，以太古界、古生界杂岩完整发育，并有火成岩之侵入，第四纪多残积坡积土。

工程地质条件：因大小断裂存在，危石、坍塌现象较多，个别地区有零星岛状冻土分布，季节冻胀亦须注意；岸线曲折，良港甚多，滨海淤泥的物理力学性质甚差，工程建筑应选择良好基础。

(7) 辽河平原工程地质地区

本区为分割轻微的平原，属长期沉降地区，低凹地常因地下水不深而形成沼泽，分布有冲积坡积黄土状土，个别地区有淤泥存在。

工程地质条件：一般黄土状土性质尚佳，惟凹地沼泽发育，对工程建筑不利，季节冻胀及翻浆现象较多。盐碱土有零星的分布，建筑材料缺乏。滨海工程建筑应注意海浪冲蚀。

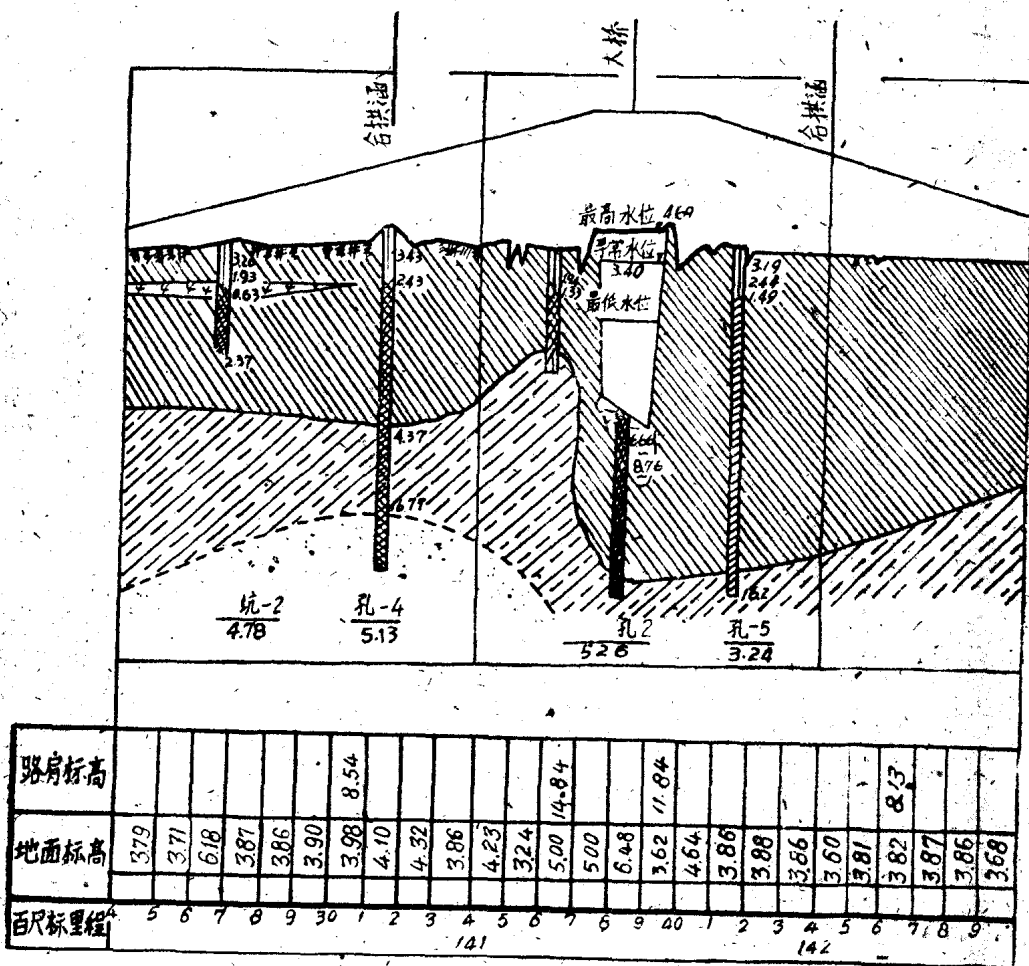
(8) 鄂尔多斯高原工程地质地区

本区为海拔1000米左右的高原，有草原及沙漠分布，河套为山麓堆积的山前倾斜平原。南部为内陆盆地，岩层多古生界、中生界杂岩第四纪地层多风砂及广泛分布的冲积层。

工程地质条件：因草原分布多，易产生零星沼泽盐碱地，引起基础沉陷。砂丘多高15~20米，向东南移动，常掩盖工程建筑物。潜水缺乏，风蚀现象显著。

2. 华夏陆台工程地质区域

本区为较活动区，以南岭准地槽为最活动。长期古生代沉降，有中生代褶皱与火成岩活动。由于不同构造单元，岩层发育也不一致。地质区多古老变质岩，火成岩广泛分布各地，岩石风化壳与虫状粘土所占面积最广，有第四纪冰川沉积。东部西部为上升区，而北部则为沉降区。



图例

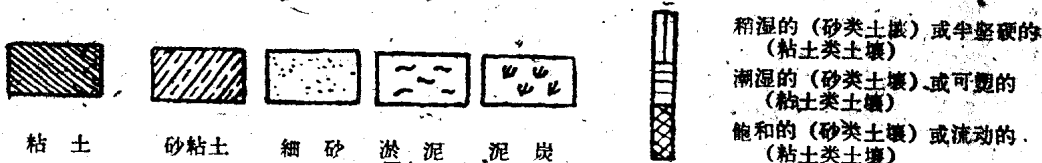


图5 松软地基剖面示意图

