

苏联高等学校教学用书

工程地质学

И·В·波波夫著

地质出版社

工 程 地 質 学

И. В. 波 波 夫 著

苏联高等教育部审定作为地質勘探学院
“水文地質工程地質”專業教学用書

地 質 出 版 社

1957 · 北 京

И. В. ПОПОВ
ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ
ГОСГЕОЛИЗДАТ
Москва 1951

本書是苏联著名的工程地質專家、地質礦物學博士И. В. 波波夫教授所著的一本經典著作。

書中前部分簡述了工程地質學的發展史，影響地區穩定性的一切地質作用及防治這些工程地質作用的措施。後部分詳述了各種工程建築的工程地質調查方法，作者在這裡吸取了戰後年代由於實現偉大的共產主義建設而進行工程地質調查所積累的許多寶貴經驗及資料。

本書由蘇聯高等教育部批准作為地質勘探學院水文地質工程地質專業教學用書，此外，本書也可作為其他高等學校有關專業的教學參考書，以及作為地質學家、民用與工業建設建築工程師、水利工程建築工程師、公路及鐵路建築工程師等有用的工作指南書。

書中某些部分在本書出版前由原作者作了某些修改。

工 程 地 質 學

著 者	И. В. 波 波 夫
譯 者	方 黎、江 續 高 左 伯 麟、邵 丙 寅
校 者	張 介 濤
校 訂 者	邦 象 銑
出 版 者	地 質 出 版 社
北京宣武門外永光寺西街3號	
北京市書刊出版業營業許可證出字第050號	
發 行 者	新 華 書 店
印 刷 者	沈 陽 市 第 一 印 刷 廠

編輯：左全农
印數(京)1—5,100冊
開本31¹/₂ × 43¹/₂
字數390,000字
定價(10) 2.80元

技術編輯：石 志
1957年7月北京第1版
1957年7月第1次印刷
印張18¹/₂ 插頁6

目 录

原 序.....	1
----------	---

第一篇 总 論

第一章 工程地質学发展史	4
革命前俄國的工程地質研究.....	5
革命後的工程地質研究.....	8
工程地質学的現代概念及其在蘇联的任务.....	14
國外的工程地質學.....	18
参考文献.....	20
第二章 区域工程地質学	20
工程地質条件的分帶要素.....	21
工程地質条件的區域要素.....	30
把領域劃分成工程地質區域、地區和區的原則.....	34
蘇联境內的工程地質區域和地區.....	38
参考文献.....	44
第三章 影响地区一般稳定性的各种地質作用	45
海岸和棚岸的形成过程.....	48
参考文献.....	58
水流的作用.....	58
河流的作用.....	59
河流冲积层.....	59
深向侵蝕和側向侵蝕.....	64
冲溝的形成作用.....	67
参考文献.....	72

山洪泥石流·····	72
参考文献·····	81
雪崩·····	81
参考文献·····	88
斜坡岩石的移動·····	89
崩塌、倒石堆、石河·····	89
滑坡·····	95
某几类滑坡区的特征·····	107
河岸斜坡上的滑坡·····	107
海岸上的滑坡·····	116
山坡窪地上的滑坡·····	126
滑坡的分类·····	129
防治滑坡的措施·····	142
滑坡和滑坡区的調查方法·····	148
潛蝕。粘土和黃土中的喀斯特現象·····	155
参考文献·····	159
喀斯特·····	159
参考文献·····	176
永久凍土·····	176
永久冻土的分佈条件·····	178
永久冻土层的構造·····	179
永久冻土的动态·····	181
永久冻土的厚度·····	184
永久冻土层的溫度·····	184
永久冻土层中的冰·····	185
零点溫度阻隔层·····	186
永久冻土区的地下水·····	187
冰椎·····	191

冰丘。土壤的流动。潛伏沼澤·····	193
封存冰。热喀斯特·····	194
永久冻土的成因·····	195
人类活动对永久冻土的影响·····	197
永久冻土的調查·····	198
参考文献·····	199
地震 ·····	200
地震动力学·····	202
测定地震强度的分級（根据全苏标准4537）·····	209
地震区建筑条件的几种特征·····	211
在地震区域内进行工程地質調查的主要指示·····	215
参考文献·····	216
第四章 最主要的工程地質作用及其防治措施 ·····	218
建筑物地基中岩石的变形·····	219
地基岩石的压密和挤出·····	219
地基的沉陷值·····	221
沉陷值在時間上的变化·····	229
地基岩石自基础下的挤出·····	232
压密和剪切时地基的沉陷·····	237
研究建筑物地基岩石变形的几个結論·····	240
对建筑物沉陷的观测·····	244
建筑基坑中的流砂·····	246
参考文献·····	250
黃土地基的湿陷·····	251
黃土的湿陷性·····	252
地基的湿陷作用·····	255
在黃土中剛置基础时的調查·····	263
参考文献·····	264

与冬季冻结有关的建筑物地基的破坏·····	264
参考文献·····	269
道路的凍脹（翻漿）·····	269
参考文献·····	281
人道边坡的变形（破坏）·····	281
参考文献·····	293
水庫边岸的再造·····	293
参考文献·····	306
因地下作業而引起的工程地質現象·····	306
山体压力·····	306
岩石的錯动·····	312
参考文献·····	317

第二篇 工程地質調查

第五章 工程地質調查的一般問題 ·····	319
工程地質調查與地質条件、建築物的性質及設計 阶段的關係·····	319
工程地質測繪與工程地質圖·····	324
工程地質測繪·····	324
工程地質图的类型·····	326
編制工程地質图的一般原則·····	328
工程地質图和剖面图的岩石分类·····	332
基岩和表层沉积·····	332
建造与地質成因杂岩体·····	335
岩石类型·····	336
岩石的工程地質种类和工程地質亞种·····	337
工程地質岩組·····	339

水文地質条件的描述	340
工程地質图的附件	342
工程地質調查的勘探工作	342
試驗工作與長期觀測	348
工程地質調查中的水文地質工作	348
岩石力学性質的試驗研究	357
在垂直荷重作用下研究岩石的穩定性	357
岩石抗剪強度的測定	361
調查綱要與報告書	366
調查綱要	366
報告書	368
参考文献	370
第六章 各种工程建筑的工程地質調查	371
参考文献	373
工業建築和民用建築的工程地質調查	373
为編制区域总平面图和居民	
分佈略图而进行的調查	374
为編制城市总平面图而进行的調查	374
为編制第一期建筑物的詳細规划設計而进行的	
調查	380
为編制各个建筑物及城市建筑物	
之設計而进行的調查	384
参考文献	389
公路和铁路的工程地質調查	389
預查	390
工程地質詳查	397
沼澤地筑路工程的調查	400
对鐵路路綫不良地帶的評定	405

桥渡的工程地質調查.....	407
参考文献.....	417
水利工程建設的工程地質調查.....	418
在不同的設計阶段中水力发电建設的工程地質 調查.....	423
为設計运河而进行的工程地質調查.....	444
在黃土上建筑水利工程建筑物时的工程地質調查...	446
建筑船閘和船塢时的工程地質調查.....	448
建筑港口时的工程地質調查.....	450
为实现防止旱災的斯大林計劃修筑池塘及小型水 庫的条件的工程地質評定.....	451
参考文献.....	455
附 录 I—IV	457—464
鐵路初步設計用專門工程地質一覽图	

原 序

本教科書是作者遵照苏联高等教育部矿冶高等学校管理总局于1949年4月29日所批准的工程地質学教程大綱而編写的。教学大綱將全部教程分为下列几个部分：（1）普通土質学；（2）工程地質調查所需确定的岩石性質；（3）成因土質学和区域土質学；（4）工程地質学中調查岩石的方法；（5）物理地質現象与工程地質現象；（6）区域工程地質学；（7）各种工程建筑物的建筑地区和地段的綜合工程地質調查法。

供学生用的教程前兩部分的参考書有B. A. 普里克朗斯基所著的土質学（苏联国立地質書籍出版社1949年版“土質学”第一冊）。

土實驗室分析法的实习課，現今采用E. Г. 恰波夫斯基所著的“土質学与土力学實驗室工作实习指导”一書（苏联国立地質書籍出版社1945年版）。

这样，本書即乃是講授教程后三部分用的教科書。本書的編写形式与高等学校管理委员会批准作为教科書的Φ. П. 薩瓦連斯基所著“工程地質学”一書相似，該書已出兩版（1937——1940年），因此本書仍保留“工程地質学”的名称，虽然它和薩瓦連斯基的教科書一样仅包括所批准的工程地質学教学大綱的一部分。

編著新教科書的必要性，是由于薩瓦連斯基的教科書中所用的材料已經过13年之久，很多地方已陈旧了。由于在战争年代和战后年代的建設經驗及与其相关的工程地質調查积累了很多新的东西，所以旧的材料需要根据現代苏联工程地質学的观点来改編。

依靠革命前俄国地質学优秀代表的著作，苏联工程地質学由于社会主义建設日益增長的需求而发展成为一門独立的地質学分支。在近几年来由于实现偉大的共产主义建設工程（古比雪夫、斯大林格勒、卡霍夫水力发电站，土庫曼大运河，伏尔加河沿岸、里海附近南

烏克蘭、克里木和中亞細亞等地的灌溉系統），工程地質學應得到進一步的發展。

薩瓦連斯基一書可貴之處即在於該書中工程地質學課題的探討和解決都是根據能夠確定建築條件和建築物穩定性的自然歷史、地質、水文地質及地貌因素的研究而進行的。

在這方面蘇聯工程地質學的發展遠超過了資本主義國家。蘇聯的工程地質學總結了廣泛的地質學基礎，從而解決了本身的實際問題，並開始研究我們遼闊國土上的工程地質條件的區域和分帶的規律性及其相關的編制區域工程地質圖的方法問題。

工程地質分區奠定了蘇聯整個歐洲部分建設的工程地質條件勘察工作的基礎，特別是伏爾加河沿岸、高加索及莫斯科附近的建設（И·В·波波夫，М·П·謝苗諾夫，Р·С·卡茨，Н·И·尼古拉耶夫，П·Н·帕紐柯夫，Л·И·涅什塔德，Л·Д·別雷等等）。

近10—15年，蘇聯工程地質學發展的另一個先進的特點是把人類的工程活動也當做地質因素來理解。1937年，Г·Н·卡明斯基給在建築物作用下土中所發生的工程地質現象下了一個定義。在戰後年代於所有蘇聯科學、技術與國民經濟各部門內迅速發展着的積極影響與改造自然條件，使其更全面的滿足人類的需要的意圖很明顯地表現在斯大林改造自然的計劃里。由此對工程地質學的任务就有了新的了解，它是全面的研究工程建築物和經濟技術活動與自然地質現象相互作用的科學，亦即研究人類應以何種相應的技術措施對這種情況加以積極作用的科學。因此編制工程地質措施（薩瓦連斯基的術語）以保證工程建築物的穩定性和長期使用，使建築物能按人類的願望方向而改變的地質情況相適應，就構成了蘇聯工程地質學實際任務的基本內容。

作者在編寫本書時對工程地質學的任务即是如此理解的。

為滿足大學生們解決在編寫畢業設計時所產生的疑難問題，作者在本書中大量地介紹了實際資料和計算工程地質作用的方法。

作者希望，他的書不仅能對大學生們有所幫助，而對地質學家，建築工程師等更廣泛的讀者們也成為一本有益的書。

作者將感激地接受無論來自地質學家和建築師，或是來自教師和學生方面的一切的批評意見。

作者對所有審閱本書手稿或初稿個別部分的並提出意見的所有同志：地質礦物學博士H·B·柯洛明斯基，H·И·托爾斯齊欣教授及其所領導的列寧格勒礦業學院教研室全體人員，A·И·查波羅夫斯基教授，特別是提了很多寶貴意見的地質礦物學博士M·П·謝苗諾夫博士和在本書付印前做了很多工作的B·B·杜勃羅夫斯基工程師深致謝忱。

第一篇 总 論

第一章 工程地質学发展史

工程地質学是地質学的一部分，是研究因人类工程活动而产生的地壳表层变动的科学。

在本世紀二十年代中叶，工程地質学才从地質学中分出，成为一个独立的分支。此后，凡是为获得某种工程建筑物建筑地区的地質資料而进行的調查工作，就叫做工程地質調查。

在以前的工程建设中，对地質环境的估計完全要由工程人員自己来負責的。

自十七世紀以来，在所有建筑方面的参考書籍和指南中都以很大的篇幅來說明，应该怎样正确地鑑定岩石，怎样判明地下水的有无和怎样考慮它們对建筑物的影响。

有許多建筑师系統地整理了他們所积累起来的地質資料。十八世紀末十九世紀初的权威地質学家威廉·史密斯（1769—1839）就是建筑道路和运河的工程师。

直到十九世紀中叶，由于铁路建設事业的发展，由于象苏伊士运河和强大的水电站等規模宏大的水力工程建筑的兴建，以及在建筑經驗还没有积累起来的新地区中的工程发展，在工程建筑物的設計工作中才开始有地質人員参加。

关于地質人員解决建筑問題的史料，仅是偶然地以档案資料和文献資料保存下来。只有在十九世紀中叶才出現了几篇个別的論文。但在現代印行的書刊中关于这些史料的汇总一点也沒有。这些問題还有

待于这方面的历史家去研究，俾对工程地質学的起源和发展途徑加以探討。

革命前俄國的工程地質研究

根据H·H·馬斯洛夫的意見，俄国第一本“工程地質指南”要算十八世紀所出版的格里戈利馬霍金所著著的“工厂生产誌”了，这本书对水壩及厂房建筑物作了有价值的論証。

在十九世紀七十年代，在俄国修建铁路时所作的地質調查結果已經登載在杂志上了。在1874年的“矿业杂志”中可以找到И·梅申柯夫的关于洛佐瓦亞——塞瓦斯托波尔铁路沿綫地質調查的論文。于同时期在塞茲蘭——維澤木斯克铁路的巴特拉卡車站进行了滑动斜坡上的铁路路基稳定性的詳細調查工作。

在十九世紀八十年代，俄国地質学家为敷設新铁路和对現有铁路所作的勘查工作中，完成了很重要的一部分工作。此时，历来积累起来的經驗就使得地質学家們有可能在書刊上和技术学会的會議上提出和討論关于敷設铁路所必需的地質調查的性質和形式等問題。这里可以举出Д·Л·伊万諾夫在“矿业杂志”（1889年）上所发表的一篇論文作为例子，在这篇論文里討論了地質知識对铁路工作师的意义这一問題。

为敷設新铁路所作的地質調查，不仅在解决个别实际問題方面給予工程事业很大的帮助，同时从另一个角度上来看，这些新的关于全国各地地質構造和地質演变的資料也丰富了地質科学。在十九世紀九十年代于彼列瓦尔铁路（經過高加索主峯）上所进行的調查工作（参加工作的有А·А·伊諾斯特蘭采夫，H·H·卡拉卡什，Ф·Ю·列文生——初星格及С·П·斯特列什夫斯基）及1941年所进行的調查工作（参加工作有Ф·Ю·列文生——列星格，Д·С·別良金，В·П·林加尔金，А·И·里亞賓宁和Г·斯米尔諾夫），便是这种例

子。此外，А·什图金別尔克，Л·Л·伊万諾夫，И·В·穆什凱托夫，А·吉特馬尔等人对筑路事业也做了許多貢獻，为在建筑工程中进行地質調查，沃依斯拉夫教授还組織过一个專門办事处。



И. В. 穆什凱托夫



Л. Л. 伊万諾夫



А. П. 巴甫洛夫



Ф. И. 契尔內舍夫

当铁路因地質作用的发展而不能运行时，也要作地質調查工作。在这方面，А·П·巴甫洛夫，А·В·巴甫洛夫，А·吉特馬尔，

В·И·麥列尔, Ф·Н·契尔內舍夫等人的工作有着很大的意义。

这时,在其他建筑部門中各种地質問題仍旧是沒有在地質家来參加的情况下得到解决的。建筑工程師們往往逃避这些問題,主要是用很不經濟的加大建筑物的安全系数方法,来解决这一問題。

在鐵路工程中,这种做法的浪费性更为显著,因此每一工程师都势必去步步考慮到当地地質情况。反过来说,如果正确地考虑了这些条件,那么就会收到显著的經濟效果。

И·В·穆什凱托夫說过:“伴有高地和斜坡、路堤和路塹、隧道、桥樑、排水溝、擋土牆、护坡、护牆、取土坑、采石場等等的服从于演变普遍規律的鉄路綫,在形形色色的自然环境中,从一个地区伸延到另一个地区,这样的一条路綫就受着自然力所产生的变化的一切复杂影响,並根据当地的自然地質条件的不同而受到一定程度的破坏”。

在当时参加解决国民經济的重大問題的地質学家中,除了上面說过的几位之外,这里还应当提出Л·Ф·查林采夫和И·Ф·辛采夫,他們在不同的年代里为設計防滑坡的排水坑道曾經研究过敖德薩地方的滑坡和崩塌;此外还有К·И·費奧菲拉克托夫和П·А·屠特科夫斯基,他們研究过德聶伯河沿岸的滑坡和基輔的崩塌。

在修建西伯利亞大鉄路时进行了更有系統的地質研究工作。这次組成的地質勘探队的任务仅是勘探矿床(主要是金矿和煤矿),而对于水文地質学和工程地質学方面的問題,只是偶而地研究一些。1907年至1910年間,敷設黑龙江鉄路时进行的地質調查工作,对工程建筑事业有着重大的意义,这时我們的工程師們还是第一次遇到永久冻土层,而且不得不集中精力从建筑观点来研究这种現象。例如:С·В·康斯坦托夫所研究的关于在永久冻土层中开凿隧道的問題,就属于这一类。在需要通过沙漠地帶的里海沿岸敷設鉄路时,В·А·奧勃魯契夫曾作了地質調查工作。

在1910年至1916年間,修建黑海鉄路时(由图亞普謝起,經過索

奇和苏呼米到新塞納基与外高加索鐵路相接)系統的工程地質調查的必要性問題便显得十分严重了。建設者們在这里的某些地方遇到了規模很大的滑坡。因此就有人发表了一系列的論文,而且在实用地質学活动家代表大会上作了一系列的报告,(例如К·И·博格丹諾維奇的报告),討論在鐵路工程中佈置地質調查工作的問題。在这几年中С·А·雅柯夫列夫又对已筑好的阿尔馬爾維——图亞普謝鐵路沿綫的土壤和岩石作了有系統的研究。

由于俄国著名地質学家参加建筑工程的研究工作,于是便保证了这些建筑工作能够在当时的高度地質学知識水平上来完成。

此外还应该指出,在第一次世界大战(1914至1917年)的最后几年中,在高加索,羅馬尼亞及其他前綫上工作的筑路队和水利工程队中,曾初次开始作了一些軍事地質研究工作。

革命后的工程地質研究

早在国内战争时期,由于当时水力調查和設計工作大規模的发展,而使水文地質調查工作普遍发展。首先,恢复了还在战争以前便开始了的伏尔加河左岸的工作(А·Н·馬查羅維奇,Ф·П·薩瓦連斯基,Б·А·莫查羅夫斯基,А·П·尼范托夫,В·А·茹柯夫,Е·В·米蘭諾夫斯基等人)及外高加索的工作(Ф·П·薩瓦連斯基,К·盧卡什維奇,В·А·普里克朗斯基,М·П·謝苗諾夫,В·Ф·米利涅尔,С·А·雅柯夫列夫等人);同时在北高加索(М·П·謝苗諾夫,И·В·波波夫,Ф·Л·安得魯欣,Е·М·耶米爾揚諾娃,М·М·茹柯夫,К·И·李西岑等人)及在中亞細亞(О·К·郎格,М·М·列舍特金,Г·И·阿尔汉格爾斯基等人)也开始了水文地質的研究工作,这个时期的一个重大的新的特点便是成立了專門化的、經常工作的組織来进行这些工作。

在1925—1930年期間为利用水能(如沃尔霍夫水电站,德聶伯