

地質學與土質學

B·M·別茲露克
M·T·柯斯特里科 合著

人民鐵道出版社



地質學與土質學

B·M·別茲露克
M·T·柯斯特里科
王國城
閻宗泌

合著

譯

校

人 民 鐵 道 出 版 社

一九五五年·北京

本書共分三篇計二十一章，第一篇對地質問題作了理論結合實際的簡明敘述；第二篇對土的起源及其性質，尤其着重應用在工程上的性質，作了明確的分析；第三篇在道路建築上對地質、土質的調查，建築材料的勘查，以及對土的人工補強等方法作了詳細的敘述。

本書可供工程地質技術人員及土工建築人員學習參考。又可作道路工程技術學校專業課本之用。

本書第二篇土質學部分在編輯加工時參照東北交通局設計公司奉力人譯、李勁、朱學文校的公路土壤學譯本作某些修正。

地質學與土質學

ГЕОЛОГИЯ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ

蘇聯 В·М·別茲露克 合著
М·Т·柯斯特里科

蘇聯內務部公路總局道路技術出版社

(一九五一年莫斯科俄文版)

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОРОЖНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ ГУШОСДОРА МВД СССР

Москва-1951

王國城 譯

閻宗泌 校

責任編輯 王育泉 責任校對 金兆蘭 于永珍

人民鐵道出版社出版 (北京市霞公府十七號)

北京市書刊出版營業許可證出字第零壹零號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印 (北京市建國門外七聖廟)

一九五五年七月初版第一次印刷平裝印1—3, 140冊

書號341: 開本: 787 × 1092 $\frac{1}{16}$ 印張12 $\frac{1}{2}$ 插圖1頁 270千字 定價(8)1.80元

譯者前言

在我們偉大祖國的大規模經濟建設中，將不斷地修建起新的工廠、礦山、城鎮、鐵路和公路以及其他各種建築物。工程地質科學是修建工程中的主要環節，而目前我們在工程地質工作中還沒有足夠的經驗，因此在向蘇聯學習尤成為刻不容緩的事。為適應這種要求，譯者才將本書譯出。

本書原係蘇聯內務部批准作為道路技術學校之教科書。全書共分三篇；第一篇對地質問題作了理論聯繫實際的簡明敘述；第二篇對土的起源及其性質，尤其着重土在工程上的性質，作了明確分析；第三篇談到道路建築的地質勘測方法，更具有實際指導意義。

本書雖是專門討論與道路有關的地質、土質與勘測方法等問題，但並不局限於此，而與其他方面的工程地質及勘測也有聯繫，所以對地質工作者是同樣有參考價值的。對愛好或正在學習這方面知識的同志也必然會有所幫助。

馬名明、徐正榮、沈昌魯、趙萬豐等同志對本書之幫助甚大，在此一併表示謝意。

原譯稿雖經上述諸同志分章審閱，但因譯者的中文修養、俄文程度以及技術水平之限制，故對原文有理解不當、譯文辭句不順、名詞欠妥等缺點或錯誤之處，在所難免，希望發現時給予指正和批評，譯者將以感謝的心情虛心接受。

譯者於瀋陽

原 序

蘇聯人民在共產黨、蘇聯政府和斯大林同志親身領導下所實現的共產主義建設的偉大計劃，正在蓬勃不斷地提高着我國經濟與文化水平。

在我國社會主義先進科學與技術的基礎上，正實現着大規模的工業、運輸業及其他各種建設。

工程地質學在這些建設中佔有重要的地位，因為它使我們工程技術人員可能解決直接與實際建設有關的若干複雜問題。

正確運用工程地質知識，特別是有關作為建築物天然地基或建築材料的土的資料，在任何工程的建築中都具有巨大意義。

在修築道路與橋梁時，特別需要考慮岩層層位特性和土的性質。

現代的道路建築，要求施工者正確了解土和岩石的起源、埋藏的條件以及其物理力學的性質。

對道路建築說來，正確運用地殼上部的土壤層以作地基或建築材料，是具有特別重要的意義。

這種情況就要求道路工程師深知土壤生成過程的本性和道路建築中所用土壤層的水熱規律。

由於偉大的共產主義建設工程的開展——古比雪夫和斯大林格勒水力發電站、土庫曼大運河、卡霍夫克水力發電站、南烏克蘭和北克里木運河等的建設，在這些地區以及蘇聯其他區域正進行着的道路建設，也應當提高至新的、更高的科學技術水平。這種要求只有在具有足夠的通曉道路建築技術並具備正確決定道路設計與修築所必須的自然歷史知識的有經驗的高度熟練道路幹部的條件下才能達到。

「地質學與土質學」一書基本上係為適應於道路技術學校的專業

課程而編成，其中並包括一些對道路技術人員在使用天然道路建築材料與土壤時所必需的基本知識。

本書的第一篇「地質學」（第一章至第八章）和第三篇之十八、十九、二十一三章為技術科學碩士М.Т.柯斯特里克(М.Т.Кострик)所寫。

第二篇「土質學」（第九章至第十六章）和第三篇之十七、二十兩章為地質礦物學碩士В.М.別茲路克(В.М.Безрук)所寫。

作者謹向在審閱初稿時給予很多寶貴指示的М.И.伏爾克夫(М.И.Волков)教授和擔任本書校閱的 А.В.捷布爾特·蓋包維奇(А.В.Гербурт-Гейбович)碩士表示感謝。

作 者

目 錄

譯者前言

原 序

第一篇 地 質 學

引言.....	1
§1. 地質學的研究對象.....	1
§2. 俄國學者在地質學發展中的作用.....	2
§3. 地質學對道路建設的意義.....	6
第一章 地球的構造.....	7
§4. 地球的形狀.....	7
§5. 地球的內部構造.....	7
§6. 地殼.....	9
第二章 地殼礦物.....	10
§7. 關於礦物的一般知識.....	10
§8. 礦物的物理性質.....	12
§9. 造岩礦物.....	14
§10. 礦物之鑑別.....	18
第三章 岩石概論.....	19
§11. 岩石之一般分類.....	19
§12. 火成岩.....	20
§13. 風化作用.....	28

§14. 沉積岩.....	33
§15. 變質岩.....	44
§16. 岩石之鑑別.....	47
第四章 地殼內力的地質作用	48
§17. 概說.....	48
§18. 造山運動.....	49
§19. 火山作用.....	54
§20. 地震.....	56
第五章 地殼外力的地質作用	60
§21. 概說.....	60
§22. 水流的地質作用.....	61
§23. 海洋的地質作用.....	63
§24. 冰川的地質作用.....	71
§25. 湖泊及其沉積.....	72
§26. 泥沼及其沉積.....	73
§27. 風的地質作用.....	77
第六章 地下水	82
§28. 地下水的生成.....	82
§29. 地下水的分類.....	85
§30. 土中水的特性.....	86
§31. 層間水的特性.....	90
§32. 泉.....	91
§33. 地下水的化學成分.....	92
第七章 地殼歷史簡說與地質圖	93
§34. 地質年代的概念.....	93
§35. 地球上生物之發展與各代、紀之主要地質演變.....	96
§36. 地質圖.....	103
第八章 地質構造與天然的道路建築材料	104

§37. 概說	104
§38. 蘇聯歐洲部分的地質特性與建築材料	105
§39. 蘇聯亞洲部分的地質特性與建築材料	111

第二篇 土 質 學

第九章 自然歷史產物——土	114
---------------	-----

§40. 概說	114
§41. 土與土壤的概念	117
§42. 土的種類及其生成條件	119

第十章 土的礦物成分與膠體化學性質	125
-------------------	-----

§43. 土與土壤的生成與發展條件	125
§44. 土的膠體化學性質	127
§45. 土中的膠體及其成分與性質	132
§46. 土的吸收能力	134
§47. 土的有機部分的組成	136

第十一章 土壤生成的過程	138
--------------	-----

§48. 土壤生成的幾個主要階段	138
§49. 土壤發生層之形成與組織	142
§50. 土與土壤的外觀特徵	143

第十二章 土壤的種類、成因與其地理分佈	150
---------------------	-----

§51. 土壤起源之分類	150
§52. 土壤的平向地帶性與豎向地帶性	152
§53. 蘇聯土壤地帶的分佈與其特性	153

第十三章 土的顆粒組成	167
-------------	-----

§54. 顆粒組成的概念	167
§55. 土的組成部分之礦物成分與物理性質	168
§56. 土按顆粒組成的分類	170
§57. 測定粘性土與鬆散土顆粒組成之原理	172

§58. 試驗室及野外顆粒分析試驗操作簡明規程	174
§59. 顆粒組成圖示法	188
第十四章 土的物理性質	191
§60. 比重	191
§61. 土的含水量	192
§62. 土的單位容重	194
§63. 土的可塑性	197
§64. 土的粘滯性	202
§65. 土的膨脹性	204
§66. 土的收縮性	205
第十五章 土的水理性質	207
§67. 存在於土中的水及其形態	207
§68. 水在土中的移動	210
§69. 土的吸水量、透水性、升水性與其測定原理	213
§70. 當土用於在道路建築中時，水的好作用與壞作用	223
§71. 路基的水理及其調整	225
第十六章 土的力學性質	228
§72. 關於土在荷重下穩定性的概念	228
§73. 壓力與孔隙度的關係	230
§74. 壓力與含水量的關係	231
§75. 摩擦力與粘結力及土的抗剪強度	233
§76. 土的最大密度與最佳含水量	235
§77. 土的變形模量	239
第三篇 地質學與土質學在道路建築中之應用	
第十七章 與地下水有關的地質現象及其防治方法	240
§78. 滑坡	240
§79. 喀斯特現象（溶解陷穴）	247
§80. 流砂	249

第十八章 永久凍層	251
§81. 一般概念與分佈	251
§82. 永久凍層的溫度規律	251
§83. 土在凍結時的一些特性	253
§84. 永久凍層地帶的地下水	254
§85. 永久凍層地帶與工程施工	257
第十九章 土壤地質調查	259
§86. 土壤地質工作的一般方法	259
§87. 沿綫土壤土質調查	269
§88. 深塹地點的調查	275
§89. 修築橋梁地點的調查	276
§90. 土壤與土的製圖方法	278
§91. 泥沼之勘測	282
第二十章 築路材料之尋覓與探查	284
§92. 概說	284
§93. 採石場與材料產地之尋覓	285
§94. 初步探查	288
§95. 詳細探查	292
第二十一章 土的人工補強主要方法	294
§96. 概說	294
§97. 最佳顆粒組成的土混合物	296
§98. 用有機膠結材料對土的補強	298
§99. 用無機膠結材料對土的補強	302
§100. 用石灰對土的補強	305
§101. 用吸濕鹽類對土的補強	306
§102. 土的熱處理	306
附 錄	

第一篇 地質學

引 言

§1. 地質學的研究對象

地質學是研究地球、地球的構造、成分、形成過程與其發展歷史的綜合科學。地質學所研究的基本對象是固體的地球外殼，即所說的地殼。

對構成地殼的岩層之研究，提供給我們很多證明；說明地殼不是永恒不變的，而是在其發展過程中不斷地在變化。因此地質學的最主要的任務就是認識這些變化發生的規律性。

在國民經濟各個部門的實際工作中都廣泛地應用着地質學的知識。地質學幫助着我們尋找與探測一切可能的礦藏、石油、煤和其他礦產。只有基於地質的知識，才可能使各種工程建築物（堤壩、房屋建築、橋梁、道路、隧道、防禦建築物）以最少的資財、勞力與時間，而達到足夠的穩固。

地質學隨着生產力和人類對一般科學認識的發展而有規律地發展着。地球之起源與其上生物之發展的科學地質觀點，對一切自然現象的唯物辯證的解釋成功起了非常大的作用。隨着地質學的發展，其個別科目也就發展成為獨立的科學。這樣就形成了多種地質科學：礦物學、岩石學、古生物學、水文地質學、工程地質學、土質學等等。

其中的第一種是由礦產之開採與使用而得到發展的礦物學——礦物的科學，也就是地殼的成分中的天然化學元素及其機械混合物的科學。

岩相學或岩石學是研究地殼岩石及其起源、成分、性質與地理分佈的科學。

動力地質學是研究構成與改變地殼內力與外力作用（地面水和地下水的的作用、冰川、風、火山爆發、地震等作用）的科學。

地史學（歷史地質學）是研究以往各地質年代的歷史和地殼岩石在時間上之順序形成。

古生物學是研究以往各地質年代中動物與植物的形狀、生活條件及其發展的科學。

水文地質學是專門研究地殼中的地下水的科學。

在偉大的十月社會主義革命之後，我國國民經濟與文化的不斷上升，引起了新的地質科學——工程地質學、土質學、凍土學等科學的發展。

工程地質學就是研究與工程建築：工業用與民用建築物、道路、橋梁、隧道、運河等的修築有關的地質現象的科學。這種地質現象包括滑坡、沉陷、地上水與地下水水位之變化、凍結以及由於工程建築物之修建而產生的其他現象。

土質學是研究土，也就是研究地殼上部岩層的科學。該項岩層係供作工程建築物的地基，或供作公路與鐵路路基、堤壩、以及其他土工建築物的建築材料等。

土質學研究土的起源、成分、性質及其地理分佈。它研究土的物理化學性質，研究其物理力學性質與其起源與成分之關係，研究人工改變土的性質與提高其堅固性的方法。

凍土學是研究永久凍層與凍結岩石的科學，研究永久凍層的起源、性質以及永久凍層地帶建築物的建築條件等。

§2. 俄國學者在地質學發展中的作用

卓越的俄國學者和蘇聯學者們，由М.В.羅蒙諾索夫(М.В.Ломоносов) (1711—1765) 開始，在地質科學的發展中起了特殊重要的作用。

羅蒙諾索夫的基本地質觀點已在他的著作：「震動生成金屬說」(Словъ о рождении металлов от трясения)(1757)，「冶金工業或鑛山事業概要」(Первые основания металлургии или рудных дел)(1763)及其附錄(論地層)等書中闡明。

羅蒙諾索夫第一個對各種地震以及隨之而生的地殼變動、斷裂和火山爆發的原因作了說明和解釋。

在「論地層」這一著作中，羅蒙諾索夫論述了使地表面變化的地質內力與外力。他把風、雨、冰雪、海浪、洪水列之為外力。而把引起造山運動的地球深層力、作用於深海的力和引起陸地與海洋發生的力，歸之於內力。

論及強大的地力現象時，羅蒙諾索夫寫道：「世界上這種變化已發生不止一次，在各個時代中都已發生多次，而現在也還在發生着，並且未必有會停止的時候。」

「於是，好多人就枉想着——羅蒙諾索夫更寫道——我們所見到的一切，最初都是由造物主創造出來的：似乎不僅只山川和水流，甚至各種礦物也都是與世界同時被創造出來的，因此也就認為不需要研究其原因，這樣他們就使內部性質與當地情況隔離起來。雖然有些聰明人學到說『上帝創造』而易成為哲學家，但這種議論對全部科學之發展是極端有害的，因而對地球的真實認識也是有害的，特別是對鑛山事業的技藝。」

羅蒙諾索夫對地質學的科學原理的正確理解已遠遠超出那些外國學者們。只是過了三十年之後，羅蒙諾索夫所提出的問題才被一蘇格



М. В. 羅蒙諾索夫 (М. В. Ломоносов)

蘭學者格頓(Геттон)在其「地球論」(1788)一書中所談及。在英國被認為是現代地質之創始者。格頓主張了不正確的觀點，在其自己的探索中並未想達到如羅蒙諾索夫所闡明的主要因素，即：地球之開始與那些開天闢地以及洪水滔天的傳說毫無共同之點。

許多俄國學者們的繼續工作，使地質科學在羅蒙諾索夫論述的基礎上得到發展。在最傑出的俄國和蘇聯的地質學家中，特別應提起的是：А.П.卡爾賓斯基(А.П.Карпинский)、В.А.奧勃魯契夫(В.А.Обручев)、А.Д.阿爾汗格爾斯基(А.Д.Архангельский)、И.М.古勃金(И.М.Губкин)、А.А.鮑里夏克(А.А.Борисяк)、А.П.巴甫洛夫(А.П.Павлов)、В.Н.車爾尼雪夫(В.Н.Чернышев)、И.В.穆什凱托夫(И.В.Мушкетов)、В.И.維爾納德斯基(В.И.Вернадский)、А.Е.費爾斯曼(А.Е.Ферсман)。

А.П.卡爾賓斯基院士(1847—1936)是最偉大的俄國地質學家，曾是我國地質學校的領導者、蘇聯科學院第一任院長。在地質科學的歷史中，卡爾賓斯基第一個對地殼發展的一般規律作了推斷。他闡明並確定了促使地殼變動的一般規律，判斷了東部歐洲地殼構造的特點，闡述了烏拉爾與高加索山脈之間的造山運動之規律性，特別深刻與比較全面地研究了烏拉爾的地質構造。

1892年卡爾賓斯基完成並出版了第一幅俄羅斯地質圖。

В.А.奧勃魯契夫(В.А.Обручев)院士是中央亞細亞，特別是西伯利亞地質構造和礦產的優秀研究家。在其著作「西伯利亞地質學」(1935—1938)和「西伯利亞地質



А.П.卡爾賓斯基 (А.П.Карпинский)

考察史」中，特別對上述地區的稀有金屬作了詳細的論述，因此而曾兩次榮獲斯大林獎金。

奧勃魯契夫領導着蘇聯科學院地質地理研究所，是蘇聯地質科學的不倦的組織者。

A.E.費爾斯曼院士（1883—1945）在地球之成分與構造方面作了極大的貢獻。在其著作「地質化學」一書中，他論述了地球化學元素的歷史基礎和它在地殼中分佈與變化的規律，解決了地層礦藏的理論與實際問題。

在十月社會主義革命之後，地質科學在蘇聯得到了蓬勃的發展。由於黨和政府在一時期所進行的種種措施，我國已由一個落後的農業國變成了先進的工業國。隨着國民經濟的迅速發展，一切地質學得到了順利發展的基礎。

在蘇聯設立了一系列的科學研究所和專門試驗室，以從事在世界上佔第一位的火山學、凍土學、海洋學及其他部門地質科學的研究。

在蘇聯，我們祖國的極豐富的礦藏都是服務於人民的。蘇聯的地質學家們保證着社會主義工業發展所需的各種原料，開發着千萬個煤礦、油田、鐵礦、有色金屬礦及建築材料等礦。綜合我國工業在礦產的探查、開採與利用方面的實際成就，蘇聯地質學家們曾作出了新的科學的發現和有價值的理論研究。由於快速發展着的工程建設（發電站、運河、鐵路、公路、工廠等）的需要發現了新的地質科學——工程地質學、土質學、凍土學等。這在許多巨大的社會主義建設工程：什維爾河水力發電站、德涅泊爾河水力發電站、莫斯科地下鐵道、莫斯科運河、莫斯科—明斯克公路，白海—波羅的海運河等建設中都起了很大作用。

改造我國大自然的偉大的斯大林計劃——在伏爾加與德涅泊爾河上，在土爾克明尼亞，和在烏克蘭南部建設最大的水力發電站——這無論是在設計建築物搜集資料方面或是研究建築地區的地下礦藏方面，都要關聯着蘇聯地質科學的新的發展。

§3. 地質學對道路建設的意義

道路建設包括修築路基及路面，建築橋梁，涵管，居住用、辦公用和工業用房屋，高路堤及深路塹，有時還要修築隧道。所有這些建築物都是修築在地殼表面或其地層中。

自然，在修建這些建築物時，工程師不會不注意作為建築物地基的是什麼岩層，其埋藏如何，性質變化如何，穩定性怎樣，修建基礎時能否遇到地下水與在什麼深度上修建等等。

在地殼的構造中有大量各種各樣的岩石。其中有的是堅固而穩定的，而另一些當承受壓力時則將壓出或壓縮，引起建築物的下沉。也有一些岩層，例如粘土，在某一種濕度與密度條件下在建築物地基中是穩定的，而在另一種條件下就非常不穩定。在建築物的穩定上，地基岩層成層條件起着很大作用：其岩層是水平的，垂直的還是傾斜的。如所週知，在實際中有不少情形是一個地層沿另一地層滑動，因而引起建築物的破壞。

欲使道路建築以最少的建築費用而得到最大的堅固性與永久性，必需研究建築地區的地質條件，並在設計與施工時予以考慮。

為此，在道路勘測中，應進行全綫的地質調查，並着重詳細研究深塹、陡坡、跨過河流和泥沼的地點，也就是要詳細研究地質條件可能對建築物有最大影響的地方。

了解當地地質的構造，在解決道路建築材料問題上具有非常重大的意義。為建築僅只一公里的剛性路面的公路（砂礫路面、鋪石路面等）即需要2—3千立方公尺的建築材料——石料、砂、礫石等。因此，勘查道路附近的當地材料，就可能大大地節省人民的資財。

所以，與進行路線地質勘查的同時，也應進行地質調查工作，以尋找路線附近可以用作道路建築材料的岩石。