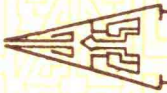


蘇聯中等專業學校教學用書

工程地質學

第一篇

柯 洛 明 斯 基 著



地質出版社



工 程 地 質 學

地質出版社

1955 • 北 京

本書原名“Инженерная геология [1]”，係蘇聯著名科學家柯洛明斯基（Н.В. Коломенский）著，蘇聯國立地質書籍出版社（Госгеолиздат）1951年於莫斯科出版。

書的內容主要是包括全部工程地質學的前兩部分：土質學和研究土壤物理技術性質的實驗室及野外的方法的說明。作者儘可能簡明地闡述了理論基礎。全書共分五部分：第一部分是土質學原理；第二部分是土壤物理技術性質的改良方法；第三部分是從工程地質學的觀點來研究岩石基本成因類型的最主要特點；第四部分是土壤研究的實驗室方法，本部分詳細地描述了各種最常用的實驗室儀器，其結構、操作方法及土壤各種性質的測定過程；第五部分是土壤物理技術性質的野外研究。本書不僅適合於中等技術學校作為教科書用，同時亦適合於工程師及技術員於實際工作中應用。本書由李元壽、唐明、朱蘊培、尹秀珍、張占元、呂志章、耿繼厚等同志翻譯，卞復宗同志校訂，全書由地質部編譯出版室吳光輪、左全農二同志覆校。

工 程 地 質 學

書號0145—1 第一篇 土質學 240千字

著 者 柯 洛 明 斯 基
譯 者 李 元 壽 等
出 版 者 地 質 出 版 社

北京安定門外六鋪炕

北京市書刊出版業營業許可證出字第零伍零號

發 行 者 新 華 書 店
印 刷 者 中國人民救濟總會北京市分會印刷廠

北京廣安門內教子胡同甲32號

印數(京)1—6,000冊

一九五五年五月北京第一版

定價(8)1.55元

一九五五年五月第一次印刷

開本31"×43"^{1/32}

印張10⁴/₈ 插頁 2

目 錄

原 序

緒 論

§ 1. 現代工程地質學的任務與分支·····	10
§ 2. 土質學·····	12
§ 3. 土質學中不正確的和機械論的傾向·····	14

第一部分 土質學原理

第一章 概 論

§ 1. 土壤物理技術性質形成概述·····	17
§ 2. 土壤的主要組成部分·····	19
§ 3. 土壤的礦物成分·····	20
§ 4. 黏土顆粒的電學性質·····	37
§ 5. 集合體的形成·····	42
§ 6. 吸收性質·····	44
§ 7. 土壤的結構黏結·····	48
§ 8. 土壤的結構·····	49
§ 9. 土壤的構造·····	52
§ 10. 土壤中的水及其性質·····	54
§ 11. 土壤的氣體組成部分·····	59
§ 12. 土壤的工程地質分類·····	61

第二章 土壤的物理機械性質及其指標

§ 1. 指標種類·····	64
§ 2. 土壤的粒度成分·····	72
§ 3. 土壤的比重·····	78

§ 4. 潮濕土壤的體重	78
§ 5. 乾燥土壤的體重	79
§ 6. 浸水土壤的體重	80
§ 7. 土壤的空隙度及孔隙度	80
§ 8. 黃土和黃土類土壤的孔隙度	85
§ 9. 用於工程地質目的的標準濕度	86
§ 10. 黏土質土壤的稠度和可塑性	90
§ 11. 土壤的膨脹和收縮	94
§ 12. 土壤的浸濕	96
§ 13. 土壤的透水性及毛細性質	97
§ 14. 土壤的壓縮性	101
§ 15. 土壤在動力荷重作用下的壓密性	106
§ 16. 土壤的抗切強度	112

第三章 火成岩、變質岩及堅硬沉積岩的主要性質

§ 1. 概 論	119
§ 2. 顆粒間具有堅固黏結的土壤的物理技術性質	120

第四章 結構不被破壞的整體土樣的選取及保藏

§ 1. 從探井、露天採礦場、剝槽、礦井及天然露頭處 選取整體土樣的方法	124
§ 2. 從鑽孔中選取整體土樣	128
§ 3. 土樣的保藏	130

第二部分 改善土壤物理技術性質的方法

§ 1. 總 則	134
§ 2. 改良土壤物理技術性質的方法	134

第三部分 從工程地質觀點出發研究岩石基本成因 類型的最主要特點

§ 1. 火成岩	140
----------	-----

§ 2. 變質岩·····	141
§ 3. 海相沉積岩·····	142
§ 4. 沖積沉積岩·····	144
§ 5. 冰川沉積岩·····	147
§ 6. 黃土與黃土類形成物·····	148
§ 7. 殘積層·····	150

第四部分 實驗室研究土壤的方法

第一章 土壤機械成分的測定

§ 1. 機械分析的簡易方法·····	152
§ 2. 準確的機械分析方法·····	157

第二章 土壤物理性質的測定

§ 1. 比重的測定·····	173
§ 2. 體重的測定·····	177
§ 3. 黏結土壤體重的測定·····	178
§ 4. 非黏結土壤體重的測定·····	180
§ 5. 孔隙度的測定·····	181

第三章 含水土壤性質的測定

§ 1. 濕度和含濕量的測定·····	184
§ 2. 土壤的塑性和稠度的測定·····	187
§ 3. 土壤膨脹的測定·····	198
§ 4. 土壤濕化的測定·····	202
§ 5. 土壤中毛細上升的測定·····	204
§ 6. 滲透係數的測定·····	206

第四章 土壤的抗壓強度和抗剪強度

§ 1. 土壤壓縮性的試驗·····	225
§ 2. 根據土壤壓縮性試驗資料繪製土壤沉陷與時間之關係曲線·····	234

§ 3. 在動力荷重作用下土壤壓密性的測定.....	235
§ 4. 黏結土壤的摩擦係數、剪切角和黏聚力的測定.....	240
§ 5. 非黏結土壤（砂）的摩擦係數的測定.....	249

第五章 土壤不穩定組成部分的測定

§ 1. 總 則.....	252
§ 2. 利用石灰計測定土壤的碳酸鹽度.....	253

第六章 實驗室資料的圖解表示方法

第五部分 土壤物理技術性質的野外研究

§ 1. 概 論.....	258
§ 2. 土壤抗壓強度的野外測定.....	258
§ 3. 土壤抗剪強度的野外測定.....	266

原 序

我國共產主義建設的規模與範圍的不斷增長，要求在工程地質方面具備有大批的高級和中級的技術熟練的專家。然而，很明顯，培養這門專業的技術人員是遠不及培養工程師的速度。單是下列事實就證明了上面這一點：即到目前為止，我們還沒有出版過一本供地質勘探技術學校用的工程地質學教科書，因此就用大學所採用的教科書去培養他們。這就影響到對專業技術人員的培養，使他們在野外的或試驗室的工作的方法方面不能獲得足夠的知識，何況這些工作又是指望着他們去執行。因此，這些工作就不得不由技術熟練的工程師和有經驗的實踐者去完成。

作者考慮到這些情況，因此在本教程中大大地添加了實踐的一面，並且力求首先授予技術學校的學生在生產方面所需要的那些知識。然而，為了避免學生單純機械地領會實踐知識，作者亦闡明了一些工程地質的理論基礎。這就必須教導學生們自覺地和創造性地去掌握教科書中的材料。

作者儘可能簡短地闡明理論基礎，但是也儘量地接近於大學的教學大綱，以便在實際工作中使技術員與領導他們的工程師之間能有充分的相互配合。

地質勘探技術學校的工程地質學教程是由三部分組成的：（1）土質學，（2）研究土壤物理技術性質之實驗室的及野外的方法的說明，（3）工程地質學本科。

這本教科書是完全符合於該教程的前兩部分。作者認為有必要首先來準備教程中的前兩部分：第一，因為它們所需要的參考資料較少，第二，土壤的物理技術性質的實驗室和野外研究是技術員所執行的各項基本工作之一。

作者深信在初次爲地質勘探技術學校所寫的教程中一定存在有嚴重缺點，同時，認爲祇有儘量廣泛地經過集體討論後，這些缺點才可能消除。因此，作者對於所有改善本書的批評性的意見與指導均以衷心感謝的心情來接受。批評與意見請寄到下列地址：

Москва, Моховая, 11, Московский геолого-разведочный институт, Н.В. Коломенскому.

作 者

緒 論

工程地質學乃是研究地球的科學——地質學中的一部分。

由於實際的需要，工程地質學在很早以前就產生了，然而成爲地質學中的一個獨立部分却僅於本世紀二十年代裡。

俄國在上世紀末，由於修築鐵路曾進行了許多詳細的地質勘查工作（實際上就是工程地質勘查工作），並且討論了進行這些勘查的許多方法。特別是俄國的科學家們像伊諾斯特蘭采夫（А.А.Иностранцев）、卡拉卡什（Н.И.Каракаш）、列文生-列星格（Ф.Ю.Левинсон-Лессинг）、伊凡諾夫（Д.Л.Иванов）、穆什克托夫（И.В.Мушкетов）、巴甫洛夫（А.В.Павлов）、奧布魯契夫（В.А.Обручев）、別梁金（Д.С.Белякин）等人都進行過這類的勘查工作。

革命前的俄國，在其他許多建築部門中，差不多都沒有地質工作人員，因此建築師們由於不了解地質條件而不得不採用較大的安全係數。地質人員僅被吸收去參加解決一些極其個別的而且很少的問題，例如怎樣去防止滑動及崩塌這些現象。其中在黑海沿岸曾研究過滑動和崩塌現象的有幸佐夫（И.Ф.Синцов）、伊諾斯特蘭采夫、穆什克托夫；在德聶泊河研究過的有裴奧菲拉克托夫（К.И.Феофилакт）、圖特科夫斯基（П.А.Тутковский）等人。

在偉大的十月社會主義革命以後，由於恢復和發展國民經濟，因而開始了蓬勃的建設工作，各種建築物的地質勘測工作也獲得了廣泛的發展。實際上也祇有在蘇維埃時期，特別是在斯大林五年計劃年代裡，根據爲大規模建設所進行的勘測工作的經驗，才創立和發展了工程地質學。

革命後，爲了進行水利建設，立刻在伏爾加河東岸開始了勘測工作（馬札羅維奇〔А.Н.Мазарович〕、薩瓦連斯基〔Ф.П.Саваренский〕等），後來，在南高加索進行了勘測工作（其中有薩瓦連斯基、盧卡謝維奇〔К.И.Лукашевич〕、普里克朗斯基〔В.А.Приклонский〕、麥利涅爾〔В.Ф.Мильнер〕），隨後，又在北高加索進行了勘測工作

(其中有謝苗諾夫〔М.П.Семенов〕、波波夫〔И.В.Попов〕、茹可夫〔М.М.Жуков〕、安德魯欣〔Ф.Л.Андрухин〕)。隨着建設的進一步開展，因而開始進行了更大規模的工程地質的勘測工作，以解決國民經濟中更複雜和更重大的問題。特別是在解決白海—波羅的海運河的工程，以列寧命名的德聶泊水電站的建設工程，大伏爾加河問題，中亞細亞的水利建設工程，高加索各河上水電站的設計，莫斯科運河工程，莫斯科地下鐵道的設計與建設工程，莫斯科許多高樓大廈的建築工程以及黑海沿岸防止滑動措施的實現等等問題中，工程地質勘查工作獲得了更加廣泛的發展。

為了使地質工作能為這樣大規模的建設事業服務，故成立了許多經常工作的機關，同時，也吸收了大批的地質工作者。如果說革命以前的地質委員會只有極少數幾個為建設需要而服務的地質工作者的話，那麼在蘇維埃時代單在與建設事業有關的地質勘測工作方面就有了一支地質工作者的大軍。目前，新的大規模共產主義建設工程不僅是在數量上需要大大地擴充這支地質專業工作者的大軍，而且在野外勘測和實驗室研究的組織與質量方面，在他們的面前也提出了極其重要而光榮的任務。同時，他們對於進一步發展和豐富我們祖國的工程地質學，也創造了空前未有過的廣泛的可能性和遠景。

在工程地質方面的許多獨立問題中，曾有大批的蘇聯學者參加了研究，其中薩瓦連斯基院士（1881—1946）應被認為是我們祖國工程地質學的創始人，他最早確定了這門科學的內容和任務，同時也是為發展我國工程地質學致力最多與最有成效的人。

§1. 現代工程地質學的任務與分支

薩瓦連斯基對工程地質學下了如下的定義：“工程地質學是地質學中的一部分，是用來解釋地質學中有關工程事業問題的”。因此，薩瓦連斯基曾這樣確立了工程地質學的任務：“工程地質學的任務乃是研究地質作用和岩石的物理技術性質，這種作用和性質決定着建築物建築的條件及決定着為保證天然土體穩定性所採取的工程地質措施的方向”。然而，工程地質學的任務不僅僅是研究由於天然因素而引起

的現象，而且也要研究地殼內部由於人類許多工程活動所引起的現象與作用。這些現象蘇聯學者卡明斯基（Г.Н.Каменский）建議稱為工程地質現象。因此，所謂工程地質現象係指人類和自然因素對天然地質情況的綜合作用所引起的那些現象而言。譬如在建築堤壩和修建水庫時，往往就有地下水水位的升高，地下水流速的增大，管流現象，岩層的壓密，河岸改造以及劇烈的滑動作用等等現象伴隨着發生。在這種情況下，所發生的工程地質作用和現象的性質與強度，是與人類對天然環境所進行的人工作用的性質與強度緊緊相關聯着的。例如建築物的類型與大小，與修建築物的速度以及設計方法等等。自然，這些現象可改變這些建築物興建和使用的條件，也可改變岩石的物理技術性質。

工程地質學是以一系列的地質學科為基礎的：礦物學、岩石學、地史學、動力地質學、地貌學、構造地質學及水文地質學。同時工程地質的勘測方法也是以許多門科學所獲得的成就為基礎的：數學、物理學、力學、化學、地球化學、物理化學、氣象學、氣候學和水文學。

目前工程地質學也分成下列各科：土質學、工程地質學和區域工程地質學。

土質學乃是研究岩石物理技術性質，以及這些性質的形成以及它們在天然和人工因素影響下在風化殼內的變化情況等自然現象的學說。

工程地球力學是研究具有工程意義的自然地質現象以及工程地質



薩瓦連斯基院士（1881—1946）

現象的學說，並研究這些現象的區域性和數字指標，以及針對具體施工問題，研究防範對建築工程不利的工程地質現象的措施。

區域工程地質學是工程地質學中的一部分，它是從工程地質方面來研究和評價一個區域的。

工程地質學的分支和任務及其與其他科學的關係可用下列簡表說明（見第13頁）。

工程地質學基本的實際任務如下：

（一）根據初步資料來選擇地質條件最優良的地段（一個或幾個），以供興修建築物之用。如上所述，對於興修建築物有利的環境不僅取決於地質條件而且也決定於建築物本身的結構、大小、經濟上的以及其他方面的條件。因此，選擇地段的工作就必須由地質師協同建築工程師一起來進行。

（二）根據具體建築物的特點研究初步選擇出的地段的地質條件。

（三）確定該地段對於具體建築物的有利和有害的地質特點。

（四）對自然地質作用與工程地質現象的過程加以定量評價，以便確定所設計的建築物的穩定性。

（五）對所研究的各個地段進行比較性的評價，並推薦出其中最優良的地段。

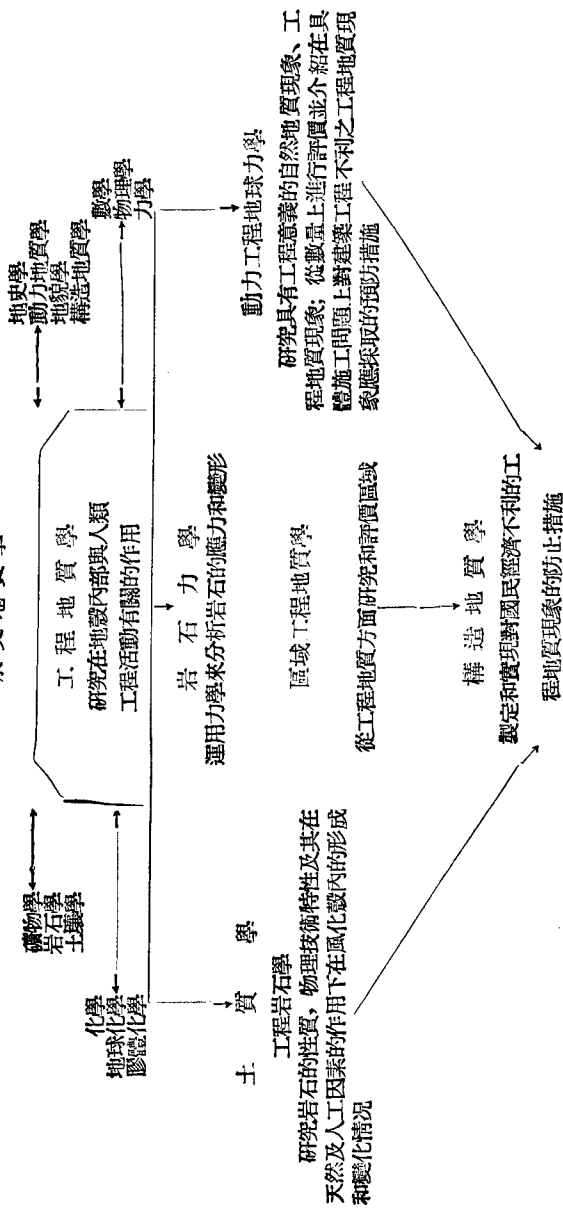
（六）介紹防範對建築物穩定性有害的地質現象所採取的措施的類型。

§2. 土質學

土質學的內容和任務

正如上節所指出那樣，土質學是研究岩石的物理技術性質，這些性質的形成以及在天然和人工因素影響下，於風化殼內它們的變化等自然現象的學說。所謂岩石（或土壤）的物理技術性質，我們係指在設計和興建建築物時要研究和利用的那些特性（壓縮性，抗剪強度，透水性等等）而言。

氣象學
氣候學
水文學
水文地質學



附註：該表係根據普里克朗斯基所製的表稍加修改後而成

在土質學和建築的實踐中“土壤”(或譯“土”грунт)這兩個字是很常用的。這個名詞在建築人員和地質師之中用得最普遍。

在工程地質學中“土壤”乃是指那些被看作由固體、液體和氣體部分所組成的複雜系統的岩石或泥土而言，也是指那些在天然產狀下被研究的岩石或泥土，其研究乃從評價其物理技術性質的觀點出發並考慮到其隨時間的不斷改變。

土質學的目的是研究：(1)土壤物理技術特性的性質，(2)改變這些性質的決定性的因素和(3)根據實際要求來改善土壤的方法和措施。

應用於具體建築物上的土質學要解決下列各實際問題：

(1)在被研究的地段上區分出具有同樣的或相近似的物理技術性質的土壤類型。

(2)在所研究的地段範圍內確定垂直和水平方向分佈的土壤類型。

(3)應用於具體建築物上的標準土壤的物理技術性質的數字指標。

(4)確定土壤物理技術特性的變化性質以及在所設計的建築物影響下這種變化之數字指標。

(5)提出改善土壤物理技術性質的措施和方法。

由於鬆散的沉積岩和泥土對工程建築來說具有特別不利的性質，並且他們在地殼表面上又是分佈最廣，而建築物往往就建立在這些鬆散表面上，所以土質學要特別注意到這種形成物。

§ 3. 土質學中不正確的和機械論的傾向

蘇聯的土質學是作為一個自然歷史的地質科學而發展的，它與各資本主義國家中以機械論的概念來對待土壤所發生的物理化學現象是不同的。例如：美國的土質學家捷爾察吉(К. Терцаги)所提出並已發展成為理論的假說，即所謂毛細現象的“理論”。按照這個理論土壤之間的區別僅在於決定所謂毛細管壓力的(即水與空氣交界處的表面張力)那些顆粒的大小和形狀。又用毛細壓力來說明土壤的黏結

性，用片狀顆粒的柔性來說明土壤的壓縮性。對於土壤現象的類似的機械論概念也為德國賓迪林（Л. Бенделем），美國卡查格蘭迭（А. Казагранде）和其他等人所發展。

當然，這些機械論的、脫離自然現象的觀點，使資本主義國家的土質學落後，並與現實存在形成不可消除的矛盾。例如：按捷爾察吉的毛細作用“理論”，在黏土質土壤裡，毛細水可以升高幾百公尺。然而無論在自然界，或在試驗室的環境下，任何人和在任何時間都不能看到在土壤內毛細水升高到這樣巨大的高度。蘇聯土質學的創始人之一菲拉托夫（М. М. Филатов）第一個指出捷爾查吉的“理論”是與現實不相符合的。與現實不符的這些國外的觀點，並不僅僅表現在計算土壤內毛細水上升值上。根據假科學和機械論的理論的土壤和建築物變形的計算不能得到證實；自然現象成為深奧莫測“不可認識”了，因此，與這些現象進行實際鬥爭就特別困難。土壤的許多現象和性質，例如：膨脹在這些理論中是根本得不到任何解釋的。

有關土壤的這種抽象公式化的機械論觀念忽視了在形成土壤物理技術性質時礦物成分的作用，忽視了土壤內部所產生之化學和膠體化學作用的影響以及其成因的特點。實質上土壤被認為是機械的物體而其性質是固定不變的。這一點從術語上，試驗與觀察的方法和編錄上也都反映了出來。例如美國土質學家戈根托格列爾（Гогентоглер）和其他等人提出關於土壤“常數”的概念，即土壤性質“不可改變”的指標。他們為了取消所謂毛細壓力的影響曾建議在水中進行土壤的壓縮和剪切試驗，實驗室裡大多數用事先粉碎了的已經失去天然結構的土壤來進行試驗。在國外的文獻中通常不指出土壤的年代、所在地、礦物成分而只指出試驗順序號碼，或者頂多再指出一些名稱如“紅黏土”“藍黏土”等等。

在一定的程度上，蘇聯的許多土質學家對土壤現象也曾有過這些抽象的機械論的觀念。從整個看來所有蘇聯的土質學家很久以前就與這些有害的機械論的土壤觀念進行鬥爭了。早在 1935 年蘇聯最有名的土質學家菲拉托夫批判了捷爾查吉的毛細“理論”和以這“理論”為根據的許多變態理論。菲拉托夫、薩瓦連斯基、澤米亞特欽斯基

(А.П.Земятченский)、波波夫、莫羅佐夫、普里克朗斯基、菲多索夫和許多其他蘇聯的科學家為消除在蘇聯土質學上對土壤的不正確的、機械的認識並為製定出真正科學的實際理論和原則而進行了很多工作。

按照所指出的方向在蘇聯所有的土質學家面前還擺着巨大的工作。在我們的土質學界的實際情形中還有這樣的事即：送往實驗室去研究的土壤只是用號碼加以標誌出，對土壤的礦物成分認為沒有什麼意義，進行土壤試驗的實驗工作者根本不了解在什麼條件下把土壤用在什麼建築物上。在祖國的土質學中清除以上所指出的及與我們背道而馳的關於土壤的機械觀念錯誤與缺點，是全蘇土質學工作者與地質工程師最重要的任務。