

苏联高等学校教学用书

工程地质学

Н. Н. 馬斯洛夫著

地质出版社

工 程 地 質 学

(土工学原理)

H. H. 馬斯洛夫 著

徐 志 英 譯

苏联建筑工程人民委员会教育总局審定作为高等建筑工程学校教学用书

地 質 出 版 社

1956 · 北京

Н. Н. Маслов
ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ
ОСНОВЫ ГЕОТЕХНИКИ

Государственное издательство строительной литературы
Ленинград 1941 Москва

本書系由苏联著名的工程地質和土力学方面的傑出專家、科学技术博士Н. Н. 馬斯洛夫教授所著。這本書是作者二十多年来进行科学研究及实践工作的成果。

書中涉及的範圍很广，包括土力学，彈性理論，普通地質，水文地質，工程地質，地史，水化学等等。而作者在書中以系統和簡要的方式闡述了最主要的問題，使工程地質学与土力学紧密联系，使工程地質学和土力学的理論与工程实践相密切配合。

本書不仅可作为地質、建筑工程、水利工程等高等專科學校的教材，而且对有关工程地質、地質方面的工作人員和研究人員來說是一本極有价值的参考書。

工 程 地 質 学

著 者	Н. Н. 馬 斯 洛 夫
譯 者	徐 志 英
出版者	地 質 出 版 社 北京宣武門外永光寺西街3号 北京市書刊出版業營業許可証出字第010号
發行者	新 華 書 店
印刷者	地 質 印 刷 厂 北京广安門内教子胡同甲32号

編輯：左全農 技術編輯：石志 校對：洪梅玲
印數(京) 1—12500册 1956年12月北京第1版
開本 31''×43'' $\frac{1}{32}$ 1956年12月第1次印刷
字數 410,000字 印張 18 $\frac{1}{2}$ 插頁 2
定價(10) 2.80元

目 录

譯者的話	5
原序	6
第一篇 引論	10
第 一 章 工程地質学及其在建筑事業中的意义	10
第 二 章 对于建筑物地基的要求	19
第二篇 土的稳定性破坏的条件	37
第 三 章 土的承載量	37
第 四 章 建筑物的下沉問題	81
*第 五 章 与地下水流对土及建筑物作用有关的問題。滲透作用	113
第 六 章 滑坡現象	153
第 七 章 在地震区域中建造建筑物的諸問題	179
第三篇 基本的地質工程指标。决定岩石某些性質的各因素。确定方法	193
第 八 章 最主要的地質工程指标；它們的相互关系	193
第 九 章 抗剪强度。确定的方法。仪器	198
第 十 章 土的压縮性。压縮曲綫。确定的方法。仪器	220
第 十 一 章 其他主要地質工程指标	233
*第 十 二 章 地下水流主要特征的确定。土的透水性	247
第四篇 决定岩石具有某些地質工程性質的自然因素	265
第 十 三 章 关于岩相的学說，成因，成岩作用及变質作用；从地質工 程的观点来看它們的作用	265
第 十 四 章 岩石的埋藏条件	282

第十五章	地質構造。變位形狀	285
第十六章	地史學及古地理學——地區的地質構造及構成該地區的 岩石的地質工程性質的預測方法	309
第十七章	岩石的地質工程分類	339
第五篇	最重要地質建造的地質工程鑑定	349
第十八章	火成岩	349
第十九章	變質岩(片岩)	361
第二十章	碎屑火山沉積層。凝灰岩。角礫岩及塊集岩	366
第二十一章	殘積層	369
第二十二章	風成沉積層。風成砂土。黃土	372
第二十三章	坡積層	382
*第二十四章	河谷及沖積沉積層	389
第二十五章	湖成沉積層及沼澤沉積層	407
第二十六章	海成碎屑沉積層	414
第二十七章	海成生物沉積層	423
第二十八章	瀉湖海成沉積層	433
第二十九章	冰川沉積層及冰川複合體	442
第三十章	在永凍層上建造建築物的問題	451
第六篇	結論	463
*第三十一章	地質工程勘察的佈置。解決地質工程問題的基本方法	463
參考文獻		470
主要名詞俄華對照表		489

註：有 * 號者主要適用於水利工程。

譯者的話

本書有系統地和扼要地講述了工程地質主要問題的各部分理論。原著作者是蘇聯著名的工程地質和土力學方面的傑出專家、科學技術博士 H.H. 馬斯洛夫教授。這本書乃是作者二十多年來在這方面的實踐與理論研究的總結。

本書的特点是：使工程地質學與土力學緊密聯繫，而不是把它們分割開來，使一般地質工程師與地質工程師易于解決實際問題。這一點是與資本主義國家所發行的“工程地質學”的內容所迥然不同的。正如 H.H. 馬斯洛夫教授在 1949 年他的著作“實用土力學”中所述的一樣。他在著作中寫道：“……外國的這些書籍（指工程地質學方面的書籍），決不能作為工程地質方面的指南，我們只能在這些書籍中找到一些有關地質學方面的粗淺知識而已……。”而這一本工程地質學的每一章節的論述，都是從地質工程的觀點出發的。

本書的另一特点是，土力學和工程地質的理論與工程實踐相密切結合。書中所列舉的例子，都是作者親身的實踐。

同時還應當着重指出，作為工程地質學教科書的本書，幾乎在所有各章節中都包含了作者自己的許多研究成果和自己的意見。這是它優於某些帶有純粹編輯性的教科書及參考書的突出優點。

本書不僅適合於高等學校之用，而且本書對於在工程界（特別是水利工程界）各個崗位上工作的地質工程師和設計工程師以及科學研究機構的工作人員，不失為一本良好的參考書。

譯者學識淺陋，俄文水平亦很差，對於這一本先進的科學技術的巨著，是不能很好地表達原著作的意見的，尚希望各專家和讀者多多提出批評和指教，俾可今後改正，譯者幸甚。

徐志英 謹識

1956 年 4 月 南京

原 序

在編著本書時，作者的目的是擬按照現代建築實踐實際要求的高度水平，來給予年輕的、才開始工作的建築工程師一本能引導他進入工程地質學（土工學 [геотехника]）問題範圍內的書。作者在施工中以及在高等技術學校中與年輕的專家們相遇時，曾不止一次地發現他們在工程地質學領域內的知識是不夠的，並且發現了產生這種現象的原因是由於上述課程過分通俗和簡單的關係。

工程地質學對於建築者來說，毫無疑義地是最重要的課程之一，並要求有一定的、很多方面的訓練才能加以掌握；但由於在這方面存在着膚淺的觀點，此教程在高等建築工程學校中被學生看作為一種極簡單的、敘述性的、以及次要的課目，並且將這課程看作是基本上僅重複敘述他們在中等學校中已熟知的初級地質學原理。

由於工程地質學教程過於簡單，必然會引起其科學見解的水平降低。這一情況也使學習者在地質學領域內以及在研究岩石性質及埋藏條件領域內的知識降低。結果就產生一種情況，即年輕的專家們在讀完高等學校後，恰好不能在校中獲得他在以後工作中非常需要的知識。此情況已不止一次地在研究建築物基礎問題的大會上指出過了。

同時在最近，由於對土工學問題增高了興趣，已出現了許多著作，特別是在所謂“土力學”的領域內出現了許多著作，但這些著作常常與生產脫離，還沒有由實踐所証實，在很大的程度上它們使問題變得複雜起來，並且就其精確性而論，也是超出實際要求範圍以外的。

在本書中，作者力求不使它過於通俗化和單純化，同時也不去研究那些從建築實踐的觀點來看而無直接意義的、以及在實際上並不應用的一切問題。

當在所設計的建築物下面的地段上作工程地質勘察時，基本的任

务是从建筑的观点对该地段进行评价、判定同该场地地基特性有关的一切困难、以及确定那些用数量来表征土的并在设计建筑物本身时所必需的一系列的指标。显然的，关于在某种地质条件下建造基础时的结构措施和施工方法的问题，这时是不在工程地质学所研究问题的范围以内，而完全是属于“地基与基础”课程领域内的。

建筑场地的地质工程条件虽取决于土的性质、其埋藏条件和潜水的动态，但首先与岩石的形成条件有关，亦与它们在某种地质营力影响下的以后变态有关。因此，最好是从建筑观点依次对最重要的地质建造进行研究和评价来认识地质工程条件。

在这样来解释地基时，即可免去机械的和形式主义的分析，而这一点在将问题用任何其他的方法来解释时，是几乎不可避免的。

同时不可忘记，在絕大多数的情况下，在建筑物荷重下参与工作的并非只有某一种土，而是整个土的綜合体，这种土的綜合体在其岩石成分方面常为極不均質的，它們仅仅是由于形成时有共同条件而联系在一起。

对于建筑者，不仅应该知道单独采取的砂土、粘土、石灰岩等的性质，而且也應該知道这种或那种地质建造（例如，冲积层、冰碛层等），的共同綜合体中建筑物地基各层的形状及埋藏条件。

在本书中所应用的研究建筑物地基上的綜合方法，無疑义地乃是最科学的、最现代的方法。特别重要的和必需的是，使建筑者能够正确地了解和估計区域地质条件，以及能够合理地根据现场的地质勘测資料作出一切必要的結論。換句話說，使建筑工程师能够学会用地質学的方法去想問題。

作者注意到这些要求。在本书中力图以一总的联系叙述所有的地质資料，同时順便討論关于引起岩石具有某种性质和特殊产状的这些規律。

作者希望在这样的叙述中，保证最好地和最有意識地掌握資料。这些問題在本书第四——第六篇（第13—31章）中加以闡明。

第一——第二篇的目的在于根据建筑实践来说明工程地质学应该研究的问题范围，以及列举场地评价所必需的定性和定量的地质特征及指标（第1—7章）。

在地质勘测的实践中，常常無目的地搜集大量资料；而这些资料以后仅在極小的程度上利用。显然，这样就会完全盲目地浪费大量资金，同时在编制设计书时，时常会发现在这些资料中缺乏设计中所绝对必需的许多资料。照例的，这种情况的原因就是地质工程勘查者远非在所有的情况中都能清楚了解到建筑物在某种条件下的总的稳定性是取决于什么因素，以及在设计时怎样去利用他们所搜集的勘查资料。基于此点，作者在本书的前面几篇中简单地叙述了某些最重要的土工学的理论原理，这些原理对于有意识地以及有目的地进行野外的及实验室的地质工程研究工作是完全必需的。

在本教程的第三篇（第8—12章）中，作者研究了关于预先决定某种土的地质工程性质的因素的问题，以及研究了关于决定最主要的地质工程指标的原则的问题，同时注意到须借实验室的研究才能详细地熟悉这些方法。

作者在叙述土工实验室实践的资料时，力求避免简单地、纯粹形式地以及因此常常無結果地叙述实验室的处理情况和方法。

为了提高对实验室工作的兴趣以及提高对所进行实验的自觉态度起见，作者在所有的情况下尽可能指出和分析影响岩石地质工程性质的许多因素，这些因素决定着某些实验指标的结果。

作者选择这种方法来叙述本课题的目的是为了使已经有某些原则水平并有一定训练的读者，能够去对某一地质建造进行地质工程的评价；同时作者认为在这样的处理办法之下能够从第一课起即提高对于此课题的兴趣。

由于作者采用了稍异于普通的解释方法以及稍异于一般材料的叙述次序，同时又受本书较小篇幅的条件限制，因此作者清楚了解到著作中是必然有许多缺点的；因此作者将以最大的兴趣及感谢的心情来接

受讀者們的一切指示和意見。

書中所引用的大多數例子系取用于作者親自的實踐。

為了能保證敘述有最大的連貫性，而同樣要保證所有各專業的建築者必須熟悉一般的土工學原理，作者不得不舍棄課文的任何專門化。可是本書綱要的編排方式在於使讀者能毫無困難地選擇他所需要的材料。在目錄中記有星號（*）的各章主要系供水利工程師之用，因此從水利工程建築的觀點來看是具有最大意義的。

本書末附有文獻目錄，它是根據作為教學參考書的本書，在高等建築工程學校中學習工程地質學教程時的專門目的而編排的。

最後作者認為有義務對自己多年的領導和導師 Г.О. 格拉弗齊奧院士表示深切的感謝，他在廣泛地發展地質工程問題上以及大胆地在水利工程建築實踐中應用土工學理論的領域內，作了許多工作。

作者借此機會在此指出自己的工作同志 С.Б. 弗拉斯基、Н.М. 尼基弗羅夫、Ф.И. 魯金及 Д.А. 弗蘭采夫在研究實用土工學理論領域內的很大的及富有成果的活動。作者對於他們在編著本書時之寶貴指示和幫助表示衷心感謝；特別是 Д.А. 弗蘭采夫，他審閱了作者的全部稿件，並且編制了大部分的插圖。

以季爾尼雪夫院士命名的中央地質博物館懇切地將很多地質建造的照片供給作者編入本書。作者通過該館領導者 К.А. 查依采夫館長對該館表示感謝。

同時作者認為有必要對自己多年的同事實驗室助理 М.Н. 阿芙古斯托夫斯卡婭表示感謝，因她在整理稿件付印這一艱難而細致的工作中幫助作者很大。

作 者

第一篇 引 論

第一章 工程地質学及其在建筑事業中的意义

建筑实践証明，由于建筑者們对地基上的稳定性問題的估計不足，引起了建筑物很多事故。

任何有組織的建筑工程的基本任务是在尽可能最短的时期內以最經濟的方法去建筑某一建筑物，同时还要絕對遵守强度的一切要求。

虽然上述的原則似乎是完全毫無置疑的，但是建筑实践証明，無論在建筑物建筑期內或在使用期間，有些建筑物的强度及稳定性是显得不够的。

在某些情況下，这些誤差引起了較安全的性質。在另一些情况中这些誤差就成为較严重的、具有崩毀性的，有时甚至促使建筑物完全破坏。

各种建筑物所發生的無数次事故的分析指出：在極大多數的情况下，建筑物强度破坏的原因是由于地基中土的稳定性不够所致。

在水工建筑物方面，此項論据几乎也沒有例外。絕大多數石壩的傾复即由于地基稳定性不够所引起的，这些壩中包括着一些巨型而高大的建筑物，例如在1928年，高62公尺的聖佛蘭西斯壩（加利福尼亞）（圖1）、在1911年的奧斯汀壩（美国，宾夕法尼亞）、在1802年的班脫斯壩（西班牙）等等。

上述論据在極大的程度上对于普通的工程建筑物來說亦是正确的。至少，最近十年来在我們苏联所建筑的建筑物中發生的各种类型的事事故大多数是可用地基土稳定性的不足来解釋的。在我国的一个港口中，有一座谷倉的情况是大家知道的，谷倉的下沉（осадка）^①比建筑者所預估的下沉大出許多倍。另外，一座大桥因右边桥墩下沉了194公分而發生的部分破坏的例子也是可值得注意的。建筑在黃土类

土上的包勃里柯夫联合厂，庫茲涅茨工程及查波罗什鋼鐵厂等建築物，曾經使建築師們經受過許多困難，這種土的特点是經過水浸濕后

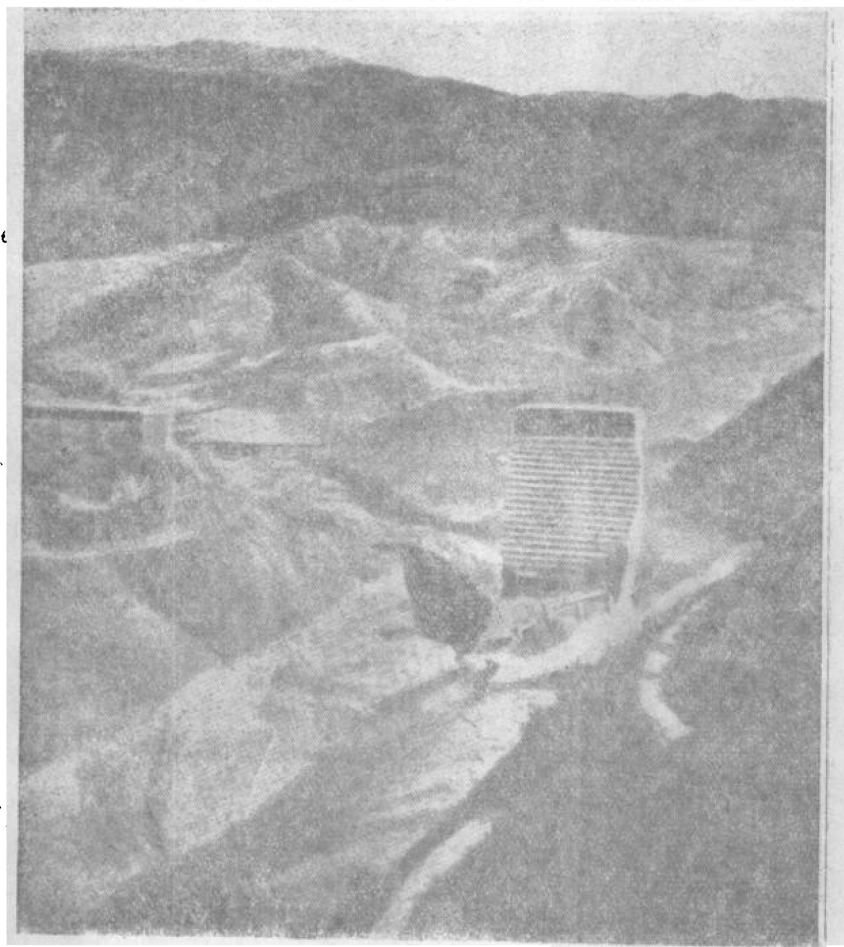


圖 1. 聖佛蘭西斯壩（加利福尼亞）因對於地基土性質研究不夠充分而在 1928 年傾复后的總貌

① осадка 与 просадка 是地基的兩種不同變形，前者是不引起土狀態根本變化的變形，后者是引起土狀態根本變化的變形，如大孔土因浸水加密，砂因震動加密，地基土擠出等等。前者(осадка)一般譯“下沉”，后者(просадка)譯為“沉陷”（見建築工程出版社出版“建築法規”第二卷第二篇）——本社編者註。

有沉陷現象(просадочные явления)發生。

在外国實踐中也有許多這樣的事故。比薩城中的所謂“斜塔”(圖2)可作為建築物由於深層粘土的壓實而引起下沉及傾斜的典型例子。此塔在建成後766年(在1174年開始建築)中的下沉平均達2.40公尺(一邊沉達3.20公尺，另一邊達1.60公尺)；建築物頂點與垂直偏離了480公分，由此也足可說明其傾斜的情況；就在現今此建築物的傾斜和下沉還仍以每年2公厘的平均速度繼續下去。

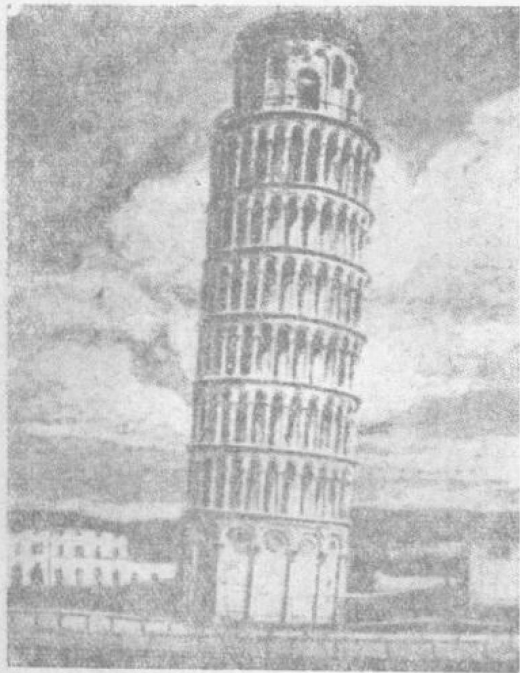


圖 2. 比薩(意大利)的塔因極不均勻下沉而引起的傾斜

特朗斯康谷倉(加拿大溫尼佩格，圖3)的情況亦是極可注意的。在谷倉移交使用後不久，此巨大的建築物即發生事故，表現在下沉數值方面乃是絕無僅有的，竟高達880公分之多，並且建築物幾乎傾斜了 27° 。最有趣的就鋼筋混凝土建築物的本身這時幾乎完全未遭受到損壞，這就很明顯地證明結構本身的強度和建築物地基的土的強度之間之不協調程度。

這類事故的真正原因在極大多數的情況下是由於建築者們對地基的地質構造特性和土在荷重下的工作條件估計不足所致，他們常常表現在以簡單的方法去對待這些問題。

除了由於上列原因之外，下列這些情況也是難於估計到的，例如，愛西里(美國馬薩諸塞州)鋼筋混凝土壩的事故，此壩是因建築物

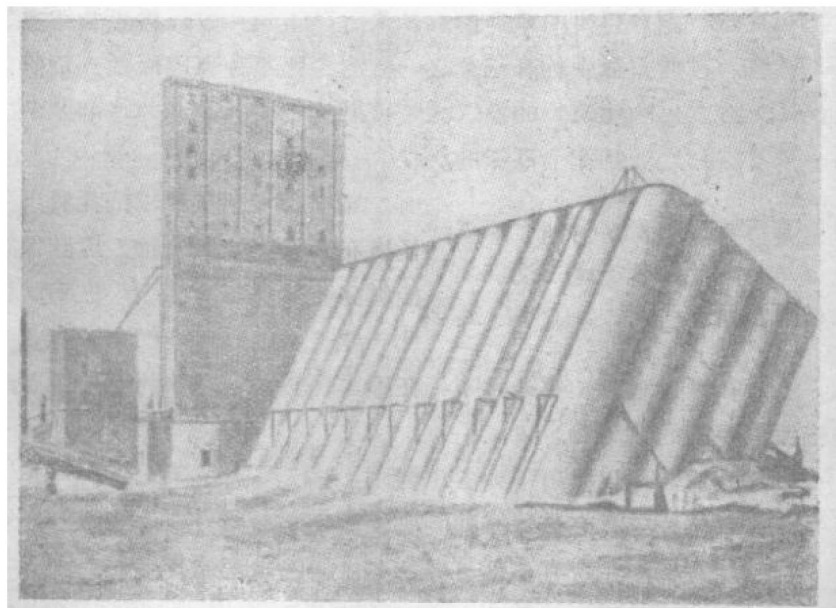


圖 3. 特朗斯康谷倉 (加拿大) 由于建筑物的尺寸很大, 对于深埋軟土層的估計不足而引起的事故

地基中粘質土的冲蝕而在 1909 年 (建成后二年) 就破坏了; 可是在 9 公尺的深处理藏了坚硬岩石, 关于这一点, 建筑者们一点概念也没有。

1912 年在华盛顿州發生了安傑洛斯港 (額尔华麦烏尔) 混凝土壩傾复的事故。壩是造在帶有死樹干和岩石碎片的砂、礫石的冲积層上的。傾复后在不大的深度处就發現坚硬的岩石, 而甚至板樁也沒有打到此不深的岩石。斯东尼-列佛尔 (弗吉尼亞州) 壩也發生了类似的情况。

在苏联的建筑实践中下列例子是極可注意的, 建筑者们將巨大的崩离体 (崩塌的岩石碎屑) 当作是壩基中的岩石, 此外, 一个駁岸的损坏也是由于建筑者对建筑物地基中厚度不大 (50 公分) 的岩層估計不足而發生的。

最后, 我們来列出美国政府委员会在加利福尼亚州对所造水壩的

稳定程度进行調查得出的最典型的結果。該委员会曾經檢查和視察了 827 座壩。在此总数中約有三分之一被認為因某种原因而受到危險的崩倒；三分之一的建筑物的稳定性是可疑的，委员会認為全部 827 座壩中只有三分之一是完全可靠的。

建筑者应当能夠在任何的、甚至最困难的土質条件下建造沒有毛病的建筑物。

国民經濟利益要求：耗費很多亿盧布所造成的建筑物，應該保證能够完善的使用而沒有毛病。因此，建筑者應該能够在所有各方面，

甚至在最困难的土質条件下，在国民經濟利益要求的任何地点建造出沒有毛病的建筑物。

根据此观点可以提出下列各項要求：

- (1) 建筑物应具有毫無疑問的强度及稳定性；
- (2) 建筑物应在所有条件下保持各機構的正常使用条件；
- (3) 建筑物应保持建筑形态及設計标高。

無条件的强度和稳定性的要求首先是由保障人民生命和健康的目的而出發的。可以举出一个例子。班脫斯壩（西班牙）傾复时死亡了 680 人，格里諾壩（意大利）在 1923 年的損毀死亡了 500 人。上述的加利福尼亞州的聖佛蘭西斯壩在 1928 年破坏时，死亡人数达 400 人；最后，当約翰斯湯（宾夕法尼亞州）的土壩在 1889 年損毀时，死亡了 10,000 人。

在类似的故事中，物質損失当然只具有較小的意义；可是如果考慮到所建成的建筑物的造价常常是極為巨大的，則此問題亦不可能不加以注意。再者，对由于地基稳定性破坏而受到损坏的建筑物进行修理、加固和恢复，在大多数情况下是極端困难、复杂和价昂的。

第二項要求——保證機構有正常使用条件——亦是完全可以理解的。事实上，从整个建筑物的总的强度和稳定性观点来看，建筑物的下沉、傾斜和歪斜可能是比較沒有危險的。但是就是这些現象同时也可能破坏機構的正常使用条件。例如，当建筑物發生傾斜及歪斜时，

谷倉的升降機或水電站的水輪機的工作可能停止；當不均勻下沉時，可能在起重機的操作中遇到困難等等。毫無疑問，所有這些現象都是不能許可的。

第三項要求——保持建築形態及設計標高的必要性——似乎有較小的意義。可是當在弱土上建造建築物時，建築者亦不應不注意這些問題。建築物在任何情況之下都不應該由於自己的外形而使觀察者感到不順眼。基於此點，建築物發生裂縫，不管其性質如何，一般都是不允許的；使建築物外形毀容的任何種類的顯著歪斜和傾斜也是不允許的。比薩“斜塔”的外形就是以駭人聽聞的形式來說明這情況的。關於這一方面，墨西哥城內高等礦業學校房屋也可作為一個典型的例子。從圖4中可看出，在該情況下，房屋中部的較大的下沉使窗戶綫

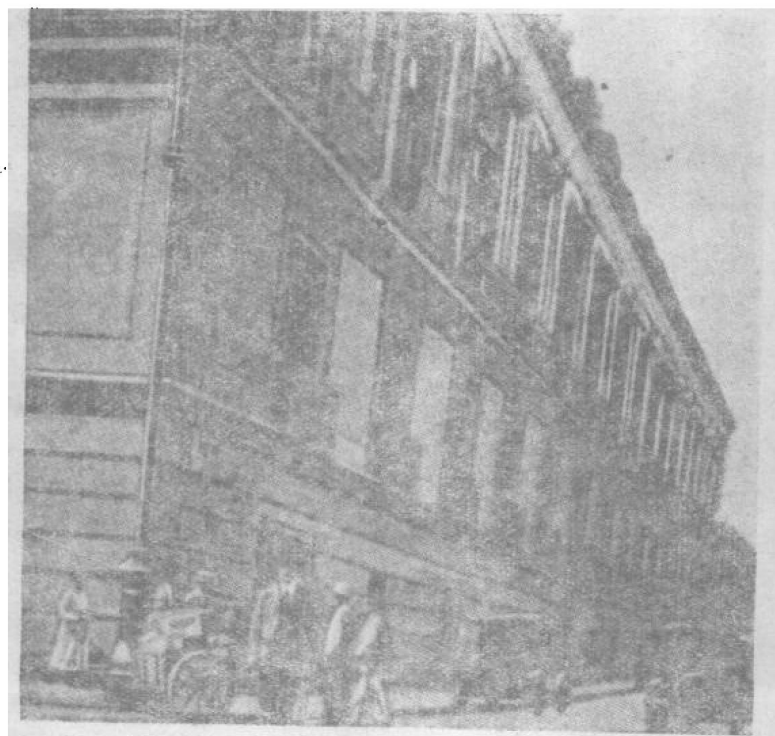


圖 4. 墨西哥城內高等礦業學校建築物極大的及不均勻的下沉

下垂，因此破坏了外形。

至于保持計算标高的要求則在某种 程度 上 也是与这些条件有关的。事实上，建筑物下沉数十公分以及数公尺不可能不影响到建筑物的外形，例如，这时的大門比地面低，窗戶不在共同高度等等。

在工程建筑物方面，关于保持設計标高的問題具有另一种的、而且更为重要的意义。事实上，我們知道，水庫中的水位是由壩的高度来决定的，船舶在桥梁下通过的可能性是与自由淨空的大小有关的，等等。

建筑者必須能預見到地基中因建筑物荷重或因与地基自然狀況破坏有关的其他原因而可能發生的一切变化；因为只有在这情況下，建筑者才能和这些现象作斗争，并消除其有害的后果。

必須指出，在許多情況下对地基承载量作出正确的評價是很复杂的問題。

工程地質学的使命是帮助查明土在此領域內作建筑者的有效助手，
 工程地質学及土工学的使命是
 的稳定条件。
 工程地質学以对于建筑工程有兴趣
 的观点研究地質过程，土工学則解釋有关土的性質及有关其稳定条件的問題。

建筑实践肯定証明，在土的領域內以我們現代的知識水平，关于土的稳定性問題是不可能仅根据一些抽象的、有时純粹是形式的計算而絕對可靠地加以解答。

例如，不能仅依据一些公式去确定土的許可荷重，不能仅根据彈性理論的一些公式去正确地預估建筑物的沉陷，不可能仅根据一些靜力計算去有效地与滑坡作斗争等等。

同时必須注意，以数量表征土的性質的大多数地質指标（压缩性、抗剪强度、透水性、容重等），亦不可仅根据實驗室的一些抽象的試驗而完全可靠地决定出来。

此外，当解决土的稳定性問題时，尚要求最密切地符合于真正的