

——岩土工程 的回顾与前瞻

A Review and Prospect of Geotechnical Engineering

高大钊 主编

孙 钧 主审

Edited by Gao Dazhao

Reviewed by Sun Jun

人民交通出版社

The People's Communications Press

岩土工程的回顾与前瞻

A Review and Prospect of Geotechnical Engineering

高大钊 主编

Edited by Gao Dazhao

孙 钧 主审

Reviewed by Sun Jun

人民交通出版社

The People's Communications Press

内 容 提 要

本书是一部科学技术史研究方面的文献性著作,对岩土工程学科在 20 世纪的形成与发展历史进行了比较系统、全面的分析研究,详尽地介绍了岩土工程的技术成就以及在国民经济中的作用,展示了岩土工程学科发展的历程并探讨了在 21 世纪的可能发展趋势。参与撰写的近 30 位作者都是我国岩土工程各个领域中的学术带头人和技术骨干,根据他们亲身实践的经验,在近千份文献资料的基础上以自己的见地撰述成书,具有一定的史料价值。

全书共分十三章,80 余万字,内容包括岩土工程概述、岩土工程学科的发展历史、岩土工程勘察、岩石地基、岩石边坡、岩石洞室、地基基础设计理论、地基处理、基础工程施工、特殊土地区的岩土工程、各类工程建设中的岩土工程、岩土工程标准化、21 世纪发展态势。

本书是从事岩土工程勘察、设计、施工、教学和研究工作的人员必备的文献工具书,也可作为土木工程、岩土工程专业的本科和研究生的教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

岩土工程的回顾与前瞻 / 高大钊主编. —北京: 人民交通出版社, 2001. 3

ISBN 7-114-03913-1

I. 岩... II. 高... III. 岩土工程—研究 IV. TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 06640 号

Yantu Gongcheng de Huigu yu Qianzhan

岩土工程的回顾与前瞻

高大钊 主编

Edited by Gao Dazhao

孙 钧 主审

Reviewed by Sun Jun

责任印制:杨柏力 正文设计:王静红 责任校对:刘高彤

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京凯通印刷厂印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张:32.75 字数:811 千

2001 年 6 月 第 1 版

2001 年 6 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001-4000 册 定价:56.00 元

ISBN 7-114-03913-1

U·02853

《岩土工程的回顾与前瞻》撰写分工

- 第一章 高大钊 史佩栋
第二章 史佩栋 高大钊
第三章 高大钊
第四章 周维垣 戚筱俊
第五章 傅冰骏 徐书林
第六章 朱维申
第七章 高大钊 赵春风
第八章 叶观宝 包承纲 叶柏荣
第九章 史佩栋
第十章 第一节 顾安全
第二节 刘特洪
第三节 牛富俊 马巍 何平
第四节 陈广庭 姚正毅
第十一章 第一节 胡中雄
第二节 周维垣
第三节 周锡九 秦淞君
第四节 魏汝龙
第五节 蒋树屏 郑治
第六节 陆士良
第七节 郑颖人
第十二章 高大钊
第十三章 龚晓南
名词索引 高大钊 史佩栋
人名索引 高大钊

《岩土工程的回顾与前瞻》编辑委员会

孙钧 史佩栋 高大钊 赵春风 曲乐

List of Authors

- Chapter 1** Gao Dazhao Shi Peidong
Chapter 2 Shi Peidong Gao Dazhao
Chapter 3 Gao Dazhao
Chapter 4 Zhou Weiyuan Qi Xiaojun
Chapter 5 Fu Bingjun Xu Shulin
Chapter 6 Zhu Weishen
Chapter 7 Gao Dazhao Zhao Chunfeng
Chapter 8 Ye Guanbao Bao Chenggang Ye Borong
Chapter 9 Shi Peidong
Chapter 10 § 10.1 Gu Anquan
§ 10.2 Liu Tehong
§ 10.3 Niu Fujun Ma Wei He Ping
§ 10.4 Chen Guangting Yao Zhengyi
Chapter 11 § 11.1 Hu Zhongxiong
§ 11.2 Zhou Weiyuan
§ 11.3 Zhou Xijiu Qin Songjun
§ 11.4 Wei Rulong
§ 11.5 Jiang Shuping Zheng Zhi
§ 11.6 Lu Shiliang
§ 11.7 Zheng Yingren
Chapter 12 Gao Dazhao
Chapter 13 Gong Xiaonan

Subject Index Gao Dazhao Shi Peidong
Name Index Gao Dazhao

Editorial Committee

Sun Jun Shi Peidong Gao Dazhao Zhao Chunfeng Qu Le

前 言

岩土工程学是土木工程的重要分支,是一门涵盖工程地质学、土力学、岩石力学、基础工程和地下工程的综合性学科,是在 20 世纪发展并不断成熟起来的。太沙基的第一部经典著作《土力学》在 1925 年出版,被认为是近代土力学的开端;第二次世界大战以后,国际上出现了一个相对稳定的和平环境,许多国家都致力于振兴经济,大规模的工程建设实践推动了土力学的进步,岩石力学也相应地在这个时期形成与发展。因而,以土力学和岩石力学为基础理论的基础工程和地下工程的设计理论与施工技术也受到了巨大的推动。1948 年英国《岩土工程》杂志创刊及以后 1974 年美国土木工程师协会的《土力学与基础工程》杂志更名为《岩土工程》杂志,被视为岩土工程学科逐步得到工程界和学术界公认的标志。在新中国成立以来的 50 年中,我国岩土工程建设事业从小到大,得到了迅速的发展,在现代化建设中发挥了重要作用,取得了许多重大的技术成果。特别在 1979 年创刊了《岩土工程学报》和 1982 年相继创刊《岩石力学与工程学报》以来的 20 年中,我国岩土力学与工程界的学术水平和技术成就更为举世所瞩目,在国际交流中获得了同行的普遍赞誉。

在 21 世纪来临之际,回顾本世纪岩土工程学科的成熟与发展历程,展示并总结我国岩土工程在其各个主要领域的学术进展和技术成就,进而探讨 21 世纪岩土工程发展的主要方向,无论对于学术研究或工程建设,以及青年岩土工程人才的培养,都具有十分重要的意义。为此,我们组织了本书的撰写。本书的侧重点在于总结当前国内外重大技术成果,同时瞻望今后一个时期将可预期的新进展,以工程技术为主线,兼及理论与方法。本书选材的原则是学术上具有较高价值、工程建设上具有重大经济意义的技术成就,以及对学科建设和发展起推动作用的研究成果。众所周知,岩土工程是一门既富理论内涵而又实践性非常强的综合性、边缘性学科,融合诸家之长为我所用,并在工程实践中求得发展,其成果对工程建设具有极其重大的、现实的技术经济价值。因此,本书特别重视体现岩土工程技术进步的资料收集与分析,从理论与实际的结合上阐明岩土力学与工程的基本原理以及其对社会进步的重要作用。本书采用论述体进行撰述,坚持实事求是的文风,对学术上有争议的问题,努力做到充分反映各家之说,并务求严谨、务实、客观、公正。

为了充分反映在本学科领域各个方面的成就,我们邀约了国内岩土力学与工程界许多著名专家参加撰写,使本书能在较高层次上努力反映各方面的特色。有许多专家虽然无暇参与,但都慷慨提供了许多宝贵的资料和建议,使本书内容更为翔实、精彩,在此一并表示深切的谢意。

本书共分十三章,约 80 余万字。主要由三方面的内容所组成:一是关于岩土工程的历史与未来的发展势态;二是关于岩土工程各主要方面的基本设计理论与施工技术;三是在各个工程建设领域和各种特殊岩土地质环境中,岩土工程的成就与发展。力求从多个侧面比较全面而系统地反映岩土工程的现在和未来。但限于我们的阅历与水平,内容上定会有不少疏漏,观点上也可能有谬误不当之处,恳请广大读者批评指正。

Foreword

Geotechnical Engineering is an important branch of civil engineering, and in the meantime a comprehensive discipline of study covering Engineering Geology, Soil Mechanics, Rock Mechanics, Foundation Engineering, and Underground Engineering as well. During the 20th century it is well developed and matured. Karl Tezaghi's first classical book entitled Soil Mechanics and published in 1925, is regarded as the dawning of modern soil mechanics. There has been a relatively stable peace environment in the world since the end of the World War II. Many countries devote themselves to vitalize their national economy, large-scale construction works give a vigorous push to the development of Soil Mechanics, while Rock Mechanics emerges and develops also in this period. As a consequence, design theories and construction Techniques of foundation and underground engineering on the basis of soil mechanics and rock mechanics are greatly propelled. The Journal Geotechnique started its publication in England from 1948, and the Journal of Soil Mechanics and Foundation Engineering Division of American Society of Civil Engineers changed its name to Journal of Geotechnical Engineering Division in 1974. These two events signify that our professional and academic circles gradually accept Geotechnical Engineering as a branch of science of discipline of study. For more than fifty years since the founding of the People's Republic of China, geotechnical undertakings in China have been rapidly developing from small to large scale. Geotechnical engineering plays a significant role in our modernization construction and wins brilliant achievements in scientific research. Especially for the recent 20 years, Chinese Journal of Geotechnical Engineering started its publication from 1979, and Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering began to issue from 1982. Our academic level and technical achievement in geotechnical engineering have attracted the gaze of the world and always receive favorable comments and evaluation from international academic exchanges.

As the 21st century is coming, it is of great importance to review the course of maturing and development of geotechnical engineering, to summarize our academic advances and technical accomplishments during the 20th century, as well as to inquire about the main trends in the 21st century, not only in consideration of academic research and construction, but also for the cultivation of young professionals. So, we organized the writing of this book. And the book lays emphasis upon summarizing the major technical accomplishments at home and abroad today and looking forward to advances in the near future. The book takes engineering techniques as its key links, meanwhile paying attention to their theories and methods. The principle of selecting materials for this book is to adopt innovative views of higher academic values and technical achievements of greater economic benefit to engineering construction, in addition to research fruits that can effectively promote the building and development of this discipline. It is well known that geotechnical engineering is a discipline of study rich in theoretical involvement and strong in practicality. It is a comprehensive and frontier science that makes use of strong points of others and develops through practice. Its achievements have significant and realistic technical-economical value to engineering construction. Therefore this book plays special attention to collect and analyses those materials that embody the

progress of geotechnical engineering and the basic principles of geotechnical engineering and their influence on the progress of society are expounded through integrating theories with practice. In writing or statement, we persist in taking the rule of seeking truth from facts such that different views are fully expressed for issues in dispute. We do apply the principle to be exact, practical objective and fair.

With an aim to reflect fully the achievements in all of this discipline, we invited a number of famous experts from geotechnical mechanics and engineering circles to participate in this book so as to make it represent in all features at a higher level. Although some of them had no time to spare, they generously us with so many valuable materials and suggestions, making this book more concrete, accurate and nice. We are much obliged to all of them.

This book contains 13 chapters, approximately 800 000 Chinese characters. Simply speaking, it consist of three parts. The first part with the hystorical developments and trend in the future of geotechnical engineering. The second part with the essential design theories and construction techniques of geotechnical engineering. While the third part mainly with the achievements and developments in different fields of works under special geotechnical and geological environment. The anthors strive to reflect our state-of-art and future prospect of geotechnical engineering systematically and completely, whereas due to our limited experience and knowledge, there are bound to be oversights in contents and/or mistakes in views. Any comments from the readers will be much appreciated.

目 录

第一章 岩土工程概论	1
第一节 岩土工程的定义.....	1
第二节 岩土工程学科的形成.....	2
第三节 岩土工程的发展历史.....	3
第四节 岩土工程的分支学科.....	9
第五节 岩土工程在经济建设与社会发展中的作用	10
第六节 岩土工程专业人才的培养	12
第七节 世纪之交的回顾与前瞻	14
参考文献	16
第二章 岩土工程在我国的发展	18
第一节 概述	18
第二节 我国岩土工程学科发展大事	19
第三节 我国岩土工程科学技术重大成就	37
第四节 我国岩土工程面临的任务	47
参考文献	48
附录 岩土工程专业博士生论文目录	51
第三章 岩土工程勘察技术	62
第一节 岩土工程勘察技术的发展	62
第二节 原位测试技术	63
第三节 土工试验技术	66
第四节 城市工程水文地质勘察的探索	70
第五节 工程地质信息系统与专家系统	71
第六节 强震区勘察技术	73
第七节 地球物理勘探技术	76
第八节 取土技术的进展	78
参考文献	79
第四章 岩石高边坡的稳定与治理	82
第一节 岩石高边坡工程在经济建设中的意义及发展成就	82
第二节 滑坡工程地质勘察的进展	87
第三节 岩石高边坡治理技术的进展	89
第四节 滑坡监测和预报	95
参考文献	99
第五章 岩石地基的利用和加固	103
第一节 国外发展概况.....	104

第二节 国内的发展和现状·····	105
第三节 岩锚技术·····	106
第四节 注浆技术·····	111
第五节 工程实例·····	116
第六节 展望未来·····	125
参考文献·····	126
第六章 复杂条件地下洞室工程稳定分析及应用·····	130
第一节 围岩稳定控制理论与模拟方法的进展·····	130
第二节 地下工程的优化分析及施工原则·····	134
第三节 地下工程围岩变形反分析方法的研究进展·····	137
第四节 大型洞群的工程应用·····	140
参考文献·····	148
第七章 地基基础设计理论与方法·····	150
第一节 天然地基浅基础的设计计算·····	150
第二节 桩基工程设计理论与方法·····	160
第三节 深基坑工程设计·····	176
参考文献·····	189
第八章 地基处理技术·····	197
第一节 概述·····	197
第二节 浅层处理·····	206
第三节 强夯·····	211
第四节 排水固结·····	218
第五节 碎(砂)石桩·····	227
第六节 高压喷射注浆·····	235
第七节 水泥土搅拌法·····	239
第八节 土工合成材料·····	244
参考文献·····	250
第九章 基础工程施工技术进展·····	255
第一节 概述·····	255
第二节 基础工程施工技术的历史演进·····	256
第三节 20 世纪基础工程施工技术发展的特点·····	260
第四节 桩基础施工·····	262
第五节 深基坑工程施工·····	270
第六节 基础结构大体积混凝土施工·····	277
第七节 基础工程施工的环境保护问题·····	278
第八节 建(构)筑物纠偏、托底及增层加载时的地基基础加固技术·····	283
第九节 基础工程施工技术发展新动向·····	289
参考文献·····	292
第十章 特殊性土岩土工程问题的研究与工程应用·····	296
第一节 我国黄土的研究及其工程应用·····	296

第二节	膨胀土地地区工程建设中岩土工程的进展	312
第三节	我国冻土地地区工程建设中的岩土工程	320
第四节	干旱沙漠地区风沙土的工程特性及应用	332
	参考文献	347
第十一章	各类工程建设中的岩土工程	354
第一节	城市建设中环境岩土工程的发展	354
第二节	水利、水电建设中的岩土工程	369
第三节	铁路建设中的岩土工程	380
第四节	港口建设中的岩土工程	393
第五节	公路建设中的岩土工程	399
第六节	矿山开采中岩土工程的发展	410
第七节	机场建设中的岩土工程	417
	参考文献	431
第十二章	岩土工程标准化	437
第一节	标准化的经济体制背景与国内外的标准化工作	437
第二节	我国岩土工程标准化的简要回顾	439
第三节	岩土工程标准化的几个重要技术问题	443
第四节	21 世纪我国岩土工程标准化面临的主要问题	448
	参考文献	449
第十三章	21 世纪岩土工程发展态势	452
	参考文献	464
	名词索引	465
	人名索引	492
	编后记	504

CONTENTS

Chapter 1. A General Account of Geotechnical Engineering	1
§ 1.1 Definition of Geotechnical Engineering	1
§ 1.2 Founding of the Discipline of Geotechnical Engineering	2
§ 1.3 Historical Developments of Geotechnical Engineering	3
§ 1.4 Branches of Geotechnical Engineering	9
§ 1.5 Contributions of Geotechnical Engineering to the Construction and Development of the Society	10
§ 1.6 Training of Professionals for Geotechnical Engineering	12
§ 1.7 Review and Prospect at the Time of Centenary Intersection	14
References	16
Chapter 2. Development of Geotechnical Engineering	18
§ 2.1 General	18
§ 2.2 Great Events of Geotechnical Engineering	19
§ 2.3 Major Achievements of Geotechnical Engineering	37
§ 2.4 Tasks in Front of Our Geotechnical Engineers	47
References	48
Appendix. Theses for the Doctor Degree of geotechnical engineering	51
Chapter 3. Investigation Techniques of Geotechnical Engineering	62
§ 3.1 Development of Geotechnical Investigation Techniques	62
§ 3.2 In-situ Tests Techniques	63
§ 3.3 Soil Tests Techniques	66
§ 3.4 Exploration of Hydrological Investigation in Urban Works	70
§ 3.5 Information System and Expert System of Engineering Geology	71
§ 3.6 Investigation Techniques in String-Seismic Zone	73
§ 3.7 Geophysical Exploration Techniques	76
§ 3.8 Development of Soil Sampling Techniques	78
References	79
Chapter 4. Stability and Treatment of High Rock Slope	82
§ 4.1 Significance and Achievements of high Rock Slope Engineering in Economic Constructions	82
§ 4.2 Developments of Geological Investigation in Landslide	87
§ 4.3 Developments of Treatment Techniques for High Rock Slope	89
§ 4.4 Slope Monitoring and Forecasting	95
References	99

Chapter 5. Utilization and Improvement of Rock Foundations	103
§ 5.1 Developments Abroad	104
§ 5.2 Developments and State of Arst in China	105
§ 5.3 Rock Anchoring Techniques	106
§ 5.4 Grouting Techniques	111
§ 5.5 Case Histories	116
§ 5.6 Prospect	125
References	126
Chapter 6. Stability Analysis and Application of Subsurface Openings under Complex Conditions	130
§ 6.1 Development of Controlling Theory and Simulation Method for Stability of Confining Rock	130
§ 6.2 Optimization Analysis and Construction Principles of Underground Engineering	134
§ 6.3 Developments of Research in Deformation Back-Analysis Method for Confining Rock	137
§ 6.4 Engineering Application of the Problem of Group of Subsurface Opening	140
References	148
Chapter 7. Theory and Method for Design of Foundations	150
§ 7.1 Design Techniques for Shallow Natural Foundations	150
§ 7.2 Theory and Method for Design of Piled Foundations	160
§ 7.3 Design of Deep Excavations	176
References	189
Chapter 8. Soil Improvement Techniques	197
§ 8.1 General	197
§ 8.2 Improvement of Shallow Depth	206
§ 8.3 Dynamic Consolidation	211
§ 8.4 Drainage Consolidation	218
§ 8.5 Stone Column	227
§ 8.6 High Pressure Jet Grouting	235
§ 8.7 Cement-Soil Mixing Method	239
§ 8.8 Geosynthetics	244
References	250
Chapter 9. Developments of Construction Techniques of Foundation Engineering	255
§ 9.1 General	255
§ 9.2 Evolution of Construction Techniques of Foundation Engineering	256
§ 9.3 Characteristics of Development of Construction Techniques of Foundation Engineering in the 20th century	260
§ 9.4 Piling Techniques	262
§ 9.5 Deep Excavation Engineering	270
§ 9.6 Concretin of Mass Foundation Structures	277

§ 9.7	Environmental Protection Problems in Foundation Construction Works	278
§ 9.8	Foundation Strengthening Techniques in Rectifying, Underpinning and Storey/Load- Adding of Building	283
§ 9.9	Developmental Trends of Foundation Construction Techniques	289
References		292
Chapter 10.	Researches on Geotechnical Problems of Special Soils and Their Engineering Applications	296
§ 10.1	Researches on Chinese Loess and Their Engineering Applications	296
§ 10.2	Geotechnical Developments in Swelling Soils Areas	312
§ 10.3	Geotechnical Developments in Frozen Soils Areas in China	320
§ 10.4	Engineering Properties of Aeolian Soil in Arid Desert Areas and Their Applications	332
References		347
Chapter 11.	Geotechnical Engineering in Different Fields of Construction Works	354
§ 11.1	Developments of Geotechnical Engineering in Urban Construction	354
§ 11.2	Geotechnical Engineering in Hydraulic and Hydro-Power Engineering	369
§ 11.3	Geotechnical Engineering in Railway Construction	380
§ 11.4	Geotechnical Engineering in Harbor Construction	393
§ 11.5	Geotechnical Engineering in Highway construction	399
§ 11.6	Developments of Geotechnical Engineering in Mining Engineering	410
§ 11.7	Geotechnical Engineering in Airport Construction	417
References		431
Chapter 12.	Standardization in Geotechnical Engineering	437
§ 12.1	Economic System Background of Standardization and Its Developments at Home and Abroad	437
§ 12.2	Review of Standardization of Geotechnical Engineering in China	439
§ 12.3	Some Important Technical Problems in Standardization of Geotechnical Engineering ...	443
§ 12.4	Major Problems in front of Standardization of Geotechnical Engineering in the 21st Century in China	448
References		449
Chapter 13.	Developmental Trend of Geotechnical Engineering in the 21st Century	452
References		464
Subject Index		465
Name Index		492
Afterword		504

第一章 岩土工程概论

第一节 岩土工程的定义

岩土工程一词译自 Geotechnique 或 Geotechnical Engineering, 早期曾译为“土工学”, 在 50 ~ 60 年代曾出过“土工汇刊”, 后译为“岩土工程”, 这比“土工”的涵义更为广泛和确切。1979 年 12 月, 岩土工程学报创刊, 黄文熙教授在题为“为积极开展岩土工程学的研究而努力”的创刊词中提出: “出版岩土工程学报的目的, 就是为了充分发扬学术民主, 开展学术交流, 促进岩土工程这门科学技术的发展, 从而使我国尽快改变目前的落后面貌, 赶上国际先进水平”^[1]。20 多年来, 岩土工程的学科术语已为我国工程技术界所普遍接受, 成为技术交流的通用术语, 并已有一些以岩土工程命名的标准规范颁布, 如《岩土工程勘察规范》(GB 50021—94) 等, 岩土工程学科已被确认为土木工程学科的一个重要分支学科。中华人民共和国国家标准《岩土工程基本术语标准》(GB/T 50279—98) 的颁布使岩土工程一词成为法定的术语。但上述的英文术语在我国还有几种不同的译法, 如岩土技术、地质技术、地质工学和地质工程等。对于地质工程, 还有另一种意思, 其对应的英文名词为 Geoengineering 或 Geological Engineering, 其研究范围可能比 Geotechnical Engineering 更广泛一些, 是以工程地质环境为主要研究内容, 或者说是研究“防灾”更合适一些。台湾地区则将 Geotechnical Engineering 译为“大地工程”或“地工技术”, 在香港则称为“土力工程”, 这些都是由于长期缺乏技术交流所致, 许多术语都有不同的译法, 以后将会随着与大陆接触交流的加强而相互了解。

在《岩土工程基本术语标准》中将岩土工程定义为“土木工程中涉及岩石、土的利用、处理或改良的科学技术”, 这是高度概括的一种提法^[2]。

I. K. Lee 在所著的《Geotechnical Engineering》序言中提出: “岩土工程是目前通用的名词, 包含着那些可直接应用于求解土与岩石工程问题的一系列学科”^[3]。这一定义侧重于学科的综合性, 但未指明其包括哪些学科。

王钟琦在“探讨工程地质勘察技术体制改革的必由之路”一文中提出“岩土工程就是根据工程地质、土力学及岩体力学理论、观点与方法, 为了整治、利用和改造岩土体, 使其为实现某项工程目的服务而进行的系统工作”^[4]。在王钟琦所著的《岩土工程测试技术》一书的序言中说明“岩土工程是利用土力学、岩体力学及工程地质学的理论与方法, 为研究各类土建工程中涉及岩土体的利用、整治或改造问题而进行的系统性工作”^[5]。这两个定义的内涵是一致的, 都侧重并强调了“系统性”, 这是与当时积极进行的工程地质勘察体制改革的目标相呼应的。

1982 年, 俞调梅等在“关于岩土工程及其专业人才培养的几个问题”^[6]一文中讨论了岩土工程的内涵, 认为岩土工程是把土力学与岩石力学应用于广义的土木工程, 并与工程地质密切结合的学科。所谓广义的土木工程, 包括水利、矿冶、港工、公路、铁道、桥梁、航空港、工业厂房、房屋建筑与市政工程等, 这些工程是岩土工程的服务对象, 而岩土工程同时也是这些工程的组成部分。因此, 岩土工程是土木工程的一个部分, 是在广义的土木工程中, 解决与土和岩

石有关的工程问题的学科。这个定义的重点在于阐述岩土工程与各种主体工程的关系,说明岩土工程的高度综合性。

中国土木建筑百科词典对岩土工程的释义为:“以工程地质学、岩体力学、土力学与基础工程学科为基础理论,研究和解决工程建设中与岩土有关的技术问题的一门新兴的应用科学”^[7]。

此外,美国地质协会的《地质词典》^[8]及《韦伯斯特大词典》^[9]上,把岩土工程学说成是:“运用科学方法和工程原理,使地球更适应于人类居住条件,以及为了勘探资源与利用资源的一门学科。”其研究范围更为广泛,比较接近于地质工程学科的范畴。

综合上述各家对“岩土工程”的定义,可以概括为三个层次:

1. 岩土工程是以土力学与基础工程、岩石力学与工程为基础,并和工程地质学密切结合的综合性学科。

由于岩土工程涉及土和岩石两种性质不同的材料,解决土和岩石的工程问题不仅需要应用数学和力学,而且还需要运用地质学的知识,因此岩土工程并不是一门单一的学科,任何单一学科都不足以覆盖岩土工程丰富的内涵。

2. 岩土工程以岩石和土的利用、整治或改造作为研究内容。

有许多学科都以土或岩石作为其研究对象,例如,地质学、土壤学等,其研究内容各不相同;岩土工程研究土和岩石并不是从地学或农业的角度,而是从工学的角度,以工程为目的研究岩石和土的工程性质。当岩土的工程性质或岩土环境不能满足工程要求时,就需要采取工程措施对岩土进行整治和改造,不仅涉及对岩土性质的认识,而且需要研究如何采用有效的、经济的方法实现工程目的。

3. 岩土工程服务于各类主体工程的勘察、设计与施工的全过程,是这些主体工程的组成部分。

岩土工程不是一门独立于土木工程学科之外的学科,而是寓于各主体工程之中的学科。例如,它服务于建筑工程,就是建筑工程的一部分;服务于桥梁工程,就是桥梁工程的组成部分。岩土工程是它所服务的学科的组成部分,没有不从属于主体工程的岩土工程。但岩土工程又有其特有的、不同于上部结构的自身规律和研究方法,将它们共同规律从各种主体工程中归纳出来进行研究有助于更好地解决各类工程中的岩土工程问题,这是岩土工程学之所以能发展成为一门学科的客观基础。

第二节 岩土工程学科的形成

在讨论以 Geotechnique 为名称的学科形成时,俞调梅教授在文献^[6]中对岩土工程一词的来历进行了历史的回顾:“Geotechnique 这个词很早就已存在的,这一名词最早可能是在库伦于 1773 年写成并在 1776 年出版的著名土压力论文《极大极小原理应用于建筑中的静力学问题》的末尾^[10]”;“岩土工程这一名词较广泛地出现在西方国家的技术文献资料中,可认为是在 1948 年英国的《岩土工程》杂志创刊^[8]时开始,那时借用了法文‘geotechnique’这个词作为杂志的名称,但在创刊号的封面上写明了《岩土工程(国际土力学杂志)》;隔了 24 年以后,就只写《岩土工程》,不再加注土力学了。所以,‘岩土工程’那时是作为‘土力学’或‘土力学与基础工程’的同义语出现的。在太沙基为《岩土工程》杂志(创刊号)写的序言^[11]中,强调了要重视工程地质学”;“在 1948 年以前,在西方国家中就存在以岩土工程命名的机构,如瑞典的国有铁路

岩土工程委员会(成立于1913年)和丹麦的岩土工程研究所(成立于1943年)。1948年以后,英国于1950年成立了“英国岩土工程协会(British Geotechnical Society)”。“在这以后,岩土工程的涵义逐渐扩大了,例如,在岩土工程杂志中可以看到岩石力学的文章,也可以看到月球土力学的文章了。但岩土工程这个名词,至今仍然可以认为是广义的土力学(或土力学与基础工程)的同义语。例如,美国土木工程师协会的《土力学与基础工程杂志》在1974年改名为《岩土工程杂志》,但在内容上并没有多少改变”。对于我国岩土工程这一术语之所以被接受,俞调梅教授认为,“这可能是由于在50年代初期,学习了苏联的文献资料,把通常说的土(砂土、粘土)称之为疏松岩石或疏松土,因此曾经用岩土力学这一名词来代替土力学,而岩土工程这一名词就可能由此产生的”。象俞调梅教授这样对岩土工程术语的由来与发展进行如此全面的叙述,还是不多见的。从18年前的上述历史回顾中可以看出,岩土工程是以土力学与基础工程为基本内容逐步发展起来的,同时讲到了要重视工程地质学,也说到岩石力学的出现与发展。俞调梅教授对从1773年至1982年漫长的200多年岩土工程学科形成的这一回顾言简意赅,阐述了组成岩土工程的三个基本学科的历史关系。

早期,曾将岩石力学作为土力学的一个分支,也有作为地质力学的一个分支学科,随着工程技术的发展,岩石力学逐渐形成一门独立的学科,如果以1963年国际岩石力学学会成立作为岩石力学发展的里程碑,则至今也只有几十年的历史,晚于土力学,但其发展非常迅速。我国的岩石力学主要起步于20世纪50年代末至70年代初的三峡岩基专题研究。俞调梅教授在1962年就开始讲授岩石力学,为我国最早讲授岩石力学的教授之一。在1985年中国岩石力学与工程学会成立以后,我国岩石力学进入成熟发展的阶段,岩石力学与工程取得了很大的进展,在岩土工程中的作用与地位进一步加强。

我国的工程地质勘察体制是按照前苏联的模式建立的,是与计划经济体制相适应的模式,与工业发达国家的岩土工程体制有着很大的不同。从80年代初开始,对工程勘察体制进行了重大的改革,使之逐步与国际的习惯做法接轨。土力学、岩石力学与工程地质这三门构成岩土工程的基本学科,在岩土工程的发展中的作用与地位日益凸现,形成了我国岩土工程学科群体。

第三节 岩土工程的发展历史

岩土工程学科是在岩土工程实践与技术的发展历史长河中形成的,国际著名土力学家 B. B. Broms 曾经说过“岩土工程的历史是非常令人激动的。”^[12]

岩土工程或岩土技术是随着人类的出现与发展,不断获得进展的工程技术。岩土工程技术活动的产生可以追溯到史前时期,是人类赖以生存和发展的必要条件,经过了漫长的知识积累和升华的历史过程,而形成现代意义上的岩土工程学科尚不足100年。

关于土力学的发展历史,曾有不少的学者论及,但对于岩土工程技术发展历史的全面阐述,很少在文献中看到。本书尝试从历史的角度,对岩土工程的历史作一初步的归纳。

俞调梅教授在汇报参加1979年墨西哥国际土协执行委员会以及土力学讨论会情况时,介绍了 N. Janbu 回顾土的强度理论和破坏机理研究的历史过程,认为在1925年以前,主要是考虑以 Mohr - Coulomb 原理为依据的古典的最大剪应力理论;从1925年到1960年是 Terzaghi 土力学阶段,注意到了有效应力、超静水压力,以及不扰动土样与三轴试验等;1960年以后的土力学注意到了应变的重要性,应力与应变的历史,应变发展过程对强度的影响等^[13]。1960年,美国土木工程师协会召开抗剪强度会议, Terzaghi 因身体原因没有出席,在致会议代表的信中,