千年更替话岩土

史佩栋[1] ,高大钊[2]
(1. 浙江耀江建设集团 ,杭州 310005 ;2. 同济大学 ,上海 200092)

[摘 要]本文谈三个问题 :1) 何谓“岩土工程”? 2) 岩土工程的“由来”;3) 岩土工程的发展历史。希望有助于增进对岩土工程的认识。

[关键词]岩土工程 定义 由来 发展历史

在喜逢世纪之交、千年更替之际 ,回顾一下岩土工程的发展历史 ,或对其现状和前景作一论述 ,都是十分有意义的。

笔者认为 ,对于岩土工程的概念、其在世界和我国的历史、兴起和发展 ,目前存在一些似是而非的说法 ,可能是对“岩土工程是什么?”认识不甚清楚。为此 ,本文拟谈 3 个问题 :1) 何谓“岩土工程”? 2) 岩土工程一词的“由来”;3) 岩土工程的发展历史。以与读者讨论 ,如有谬误 ,敬请指正。

1 何谓“岩土工程”?

简单地说 ,凡与岩石或土有关的工程活动 ,不论处于地面以上或以下 ,均属岩土工程 ;此处所谓“土”,是指地基土 ,或以土作为工程材料。所谓地下岩土工程 ,是指建筑物的基础、铁路公路的隧道等 ;所谓地面以上的岩土工程 ,则有土石坝、路堤等。

国家标准《岩土工程基本术语标准》(GBT 50279 - 98) 中说 ,岩土工程是指“土木工程中涉及岩石或土的利用、处理或改良的科学技术”。这一定义说明了 ,岩土工程在学科归属上是土木工程(学) 的一个分支。这在国际上几无例外 ,正像结构工程、市政工程、道路工程等都是土木工程的分支一样。

2 “岩土工程”的“由来”

“岩土工程”(Geotechnigue) 一词 ,据我国土力学及岩土工程学科奠基人之一俞调梅先生考证[1] ,可能最早出现在法国科学家库伦(C. A. Coulomb) 于 1773 年写成 ,而于 1776 年出版的题为《极大极小原理应用于建筑中的静力学问题》,即著名的土压力古典理论一文的末尾。国际著名的土力学及岩土工程学者 B. B. Broms 曾说[2] ,瑞典历史上为了处理铁路沿线不断出现的塌方问题曾于 1913 年成立了国家铁路委员会岩土工程委员会 ,较早采用了岩土工程一词。该词的瑞典文为 Geoteknik。

由于 Geotechnigue 是法文 ,因此在流传甚广的、由日本国株式会社研究社于昭和 11 年即 1936 年出版的《新英和大辞典》(第一版) 中尚无 Geotechnigue 一词 ;该辞典于 1942 年发行了第 95 次版本 ,亦未见有 Geotechnigue 一词。

西方国家最先将“岩土工程”作为期刊刊名的 ,是创刊于 1948 年的、著名的英国《岩土工程》杂志 ,它仍采用法文 Geotechnigue ,当时封面上写的是《岩土工程(国际土力学杂志)》,这意味着当时把“岩土工程”作为“土力学”或“土力学与基础工程”的同义语。自 1972 年起 ,该刊刊名不再有“土力学”字样[1] 。

自此以后 ,“岩土工程”一词开始被西方各国普遍接受 ,并被广泛应用于有关的科技文献。同时 ,与法文 Geotechnigue 相对应 ,出现了英文 Geotechnics、Geotechnology、Geotechnical Engineering 等词。

我国在 20 世纪 50～60 年代曾将上述英文、法文译为“土工”或“土工学”。铁道部科学研究院铁建所至今设有“土工室”;南京水利科学研究所(后称院) 设有土工室(后称所) ;浙江大学土木系自 50 年代至 80 年代中曾设“土工学教研室”。

1953 年中国土木工程学会要求各省市分会成立土工组。北京分会土工组由茅以升先生任组长。当时几乎每个星期日或节假日都有学术活动 ,持续了 3 年之久 ,并出版了《土工专刊》和《土工汇刊》。卢肇钧、汪闻韶、周镜、陈仲颐等先生都是当时北京土工组的主要成员。那时 ,上海土木工程学会土工组的学术活动也十分活跃 ,俞调梅、孙更生、徐以枋、郑大同等先生是其主要成员。杭州、南京的土工同行也常赶至上海参加活动。

1979 年 12 月 ,我国《岩土工程学报》诞生 ,这极大地促进了“岩土工程”一词为我国工程界、学术界广泛应用。继而各地有关高校相继设置了“岩土工程”专业 ,一些规范以“岩土工程”命名 ,并制定了岩土工程术语标准等 ;《岩土工程师》、《岩土工程技术》、《岩土工程界》等期刊陆续问世。但至今也仍有沿用“土工”一词的期刊 ,如武汉冯国栋先生等创办的《土工基础》。

那么 ,法文 Geotechnigue、英文 Geotechnical Engineering 等何以被译为“岩土工程”? 据俞调梅先生在文献[1] 中分析 ,“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”。

80 年代初 ,在俞调梅教授的主持下 ,同济大学在国内率先开展了岩土工程学科的国际学术交流 ,先后邀请美国、澳大利亚等国的著名学者到同济大学讲学 ,并与美国的方晓阳教授建立了学术合作关系 ,在同济大学建立了我国第一个岩土工程情报资料站 ;编辑出版了《岩土工程参考资料》;筹备召开了两次海洋岩土工程及近海与离岸结构物国际学术会议(1983 年、1985 年) 等。

我国第一部以岩土工程命名的专业书籍 ,是俞调梅先生等根据澳大利亚学者 I. K. Lee 赠送的原著 (I. K. Lee ,W. White &O. G. Ingles ,Geotechnical Engineering ,Pitman Publishing Inc. U. S. A. 1983) 组织译校的一部高校教材。[3] 该书最早向我国读者比较系统地阐述了岩土工程的内涵及其原理与实践纲要。

3 岩土工程发展历史

B. B. Broms 说 :“岩土工程的发展历史是非常令人激动的。”[2]

岩土工程的发展历史不仅可以追溯到人类有历史之前 ,而且应当说地球上一有人类 ,就有岩土工程活动。只不过岩土工程形成为一门专门学科 ,至今尚不足 100 年。有人认为 ,人类发展的历史交织着岩土工程发展的历史 ,此言并不过分。

笔者等研究认为 ,岩土工程的发展 ,至今大致已经历了 3 个历史时期。进入 21 世纪后 ,随着土力学和岩土工程学科自身的发展以及影响岩土工程发展的世界科技诸领域急剧发展

[收稿日期]2000 - 12 - 01 ;[责任编辑]王延忠。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的新趋势,可以预料,不需要经过太长的时间,它将进入其第四历史时期。参见图 1。

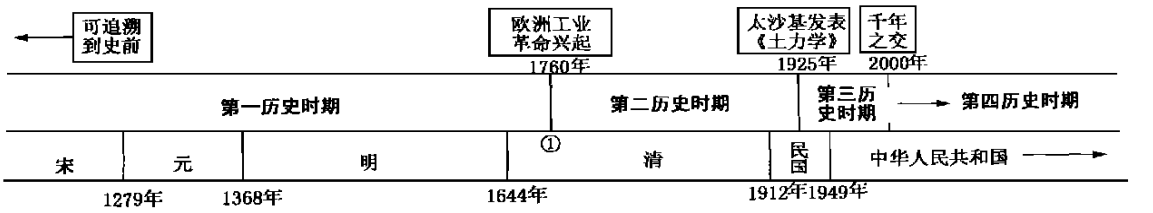


图 1　岩土工程发展的几个历史阶段

①—清乾隆(1736 年～1796 年)年间

3.1　第一历史时期

此时期长达数十万年。也就是说,岩土工程起始于人类依靠穴居或巢居以躲避洪水猛兽和风霜雨雪侵袭的时代,包括其后原始人利用土、木、石等自然资源,以谋求改善生存生活和生产条件的时代。此中人类的种种活动无不包含了(或有赖于)岩土工程。而在其早期,岩土工程活动以解决栖身之处(居住)和防治水患(水利)为首要目的。

众所周知,我国北京周口店著名的"北京猿人"的遗址说明,50 万年前我们的远祖在这里的洞穴中居住。我国夏代大禹治水(距今约 4200 余年),分土地为 9 个等级,从疏堵入手,换来九州平安,是一项非凡的防治水患的岩土工程。

随着时间的推移,人类经过聚居时代、部落时代等等而产生了城市,道路桥梁渐渐为人类生活交往、生产活动及统治者进行治理和对敌进攻等所必需,于是出现了与岩土工程密切相关的又一重要工程领域。据史载,远古尧帝时,称道路为"康衢";西周时按照道路规格的不同,分别称为"路、道、途、畛、径";秦始皇为了传递文书,命人修筑"驰道",并采取"稳以金堆"的路基压实措施;唐代以筑路长达 5 万里者称为"驿道";至元代则有"大道"之称;清代又有"大官路"等。现今的巷、坊、里、弄、胡同之类的名称,皆始自唐代沿用至今,泛指大道之外的小路。[4]凡此种种无不蕴藏了岩土工程的业绩。

最近,在河南新密市古城寨村发现了一座保存相当完好的 4000 多年前的古城址,据推测,很可能是黄帝的故都。据考察,该城址东南部原为低洼地带,筑城时不惜大面积填土夯实以筑墙基,其最大深度达 10 m,而宽度大多在 60 m 至 100 m 之间。工程之浩大,在我国筑城史上实为罕见。[5]

据国外考古研究,约旦国西部边境的耶利哥城建城已有 9000 年历史,可能是世界上现存的最古老的城市。[6]

上海以 1292 年(上海升格为县治时)作为城市诞生的一年,但考古表明,早在 6000 年前已有居民在此生息。[7]

武汉最初建城于盘龙,至今已有 3400 多年历史,这是最近从其古护城壕发掘的一根木桩和一截木碳,经碳 14 年代测定而作出的推断。[8]

始建于公元前 5 世纪,为秦始皇时代连接起来的北京八达岭长城是驰名中外的伟大历史遗迹,而其基础实有赖于对岩土的正确处理。[9]

最近发现,河南南阳现存的大规模古石城是战国时代楚国长城的遗址,应是我国最早的长城。[10]在江南,浙江临海保存着始建于东晋(距今 1600 余年)的古城墙,长达 4671 m,依山就势,沿江修筑,并有 7 道城门,8 座敌台,17 座平台,雄险壮观,其形态、功能等与八达岭长城颇为相似。[11]人称"江南长城"。

开凿始于隋朝(公元 6 世纪),举世闻名的我国大运河跨经长江、淮河和黄河流域,逶迤万里,若不处理好复杂的岩土问题,岂能穿越地质条件迥不相同的辽阔地区而成为亘古奇迹。

我国木桩基础的使用,可以追溯到距今六、七千年的河姆渡文化期。河姆渡遗址发掘时还见到了以木桩支护水井上部基坑的情况,可能是基坑支护结构的起源。[12]

至今保存完好的、建于隋朝的河南郑州超化寺塔,是在淤泥中打入木桩形成塔基。建于五代(公元 10 世纪)的山西太原晋祠圣母殿也支承在木桩上。五代的杭州湾大海塘大规模地采用了木桩加石承台。明清时代的北京御桥、南京石头城等都采用木桩基础。

我国历代兴建的北京故宫等许多宏伟壮丽的宫殿寺院和遍布各地的巍巍高塔,都全靠奠基牢固,方能历经风雨沧桑逾千百年而安然无恙。

浙江东阳城区有卢宅古建筑群,建于 14 世纪中叶,前后九进,主轴线纵深达 320 m,为我国民居之最。其主体建筑称"肃雍堂",至今保存完好。建筑界有"北故宫,南肃雍"之媲美,充分说明了 600 多年前我国在建筑、结构和岩土工程各方面协调一致所达到的综合水平。

建于明代(15 世纪末)的北京五塔寺的金刚宝座塔,是在一个很大的塔基台座上建造了五座塔。这与当今所谓"大底盘"上建造"广场"式建筑群堪称异曲同工,或曰前者为后者开创了先河。[9]

近年,浙江龙游县发现的古石窟群,其规模宏伟,布置有序,施工精湛,已引起了考古学家、岩石力学家、建筑学家、历史学家,乃至旅游部门的密切关注。虽然它的开凿年代与当时的目的、用途均有待考证,但它属于一项超常的岩土工程的历史业绩,当无异议。

以上仅列举了岩土工程第一历史时期的若干著名的和新发掘的工程实例。由于篇幅所限,所述大多为我国的实例。但考古和文献表明,世界各文明古国的远古先民,在史前的建筑活动中都创造了自己的岩土工程业绩。由于生产力水平的制约,这一历史时期自史前一直延续到公元 18 世纪 60 年代欧洲工业革命兴起之时,经历了漫长的岁月。

岩土工程第一历史时期区别于以后各历史时期的主要特征在于:

1)此时期,特别是在其早期或史前时期,缺乏对地质勘探的认识和手段。我国古代后来虽有"堪舆学"与"择地术"为兴建房屋选择场地,但那只是评论场地地面或其周围环境,不可能述及地基的深部。由于对地质条件缺乏了解,历史上因地基基础问题而引发病害或事故的工程并不少见,往往给先民留下许多力不从心的遗憾。

2)此时期对岩土工程或地基基础尚缺乏今日的设计概念,施工主要凭工匠的经验,因而常导致工程边建边改,甚至经几度停工才建成。例如意大利比萨斜塔,奠基动工于 1173 年而竣工于 1372 年,历时整整 200 年,主要由于当时对软弱地基上建造高塔缺乏经验,以致在塔身建到 3 层半时发生了不均匀沉降,因无法处理而被迫停工,一停就是 94 年;后于 1272 年带着倾斜复工,倾斜加剧又被迫停工,一停又是 82 年。[13]

3)尽管人类通过劳动逐渐创造了各种劳动工具,但此时

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

期施工及物料运输,不论其重量、运距及操作难度如何,主要依靠劳动者的体力,因此,人力物力消耗巨大,而效率低下。著名的古埃及的金字塔、中国的长城、大运河等,每一项工程无不动用了数以万计的劳力。

4)岩土工程所用材料,除了直接形成于岩土的洞穴、洞室外,主要直接取自土、木、石、竹、柴排等大自然资源;至仰韶文化期(距今五、六千年)而有石灰;至秦代(距今 2300 年)而开始烧制粘土砖,即今所谓秦砖。长城的建成,即说明了当时制砖业的发达。

不论如何,在此时期先民毕竟给后人留下了众多的千古不朽的杰作,留下了一片绚丽多彩,折射了人类的古文明。对此,我们除了惊叹远古祖先的智慧、勤劳和毅力外,实无法作出任何解释。

应当指出,在此时期,我们的祖先还比较重视工程经验的积累,为后人留下了诸如《考工记》、《营造法式》、《工程做法》、《鲁班经》、《样式雷》等传世之作,其中包含了许多关于地基基础亦即岩土工程的宝贵经验。其中《营造法式》出版于北宋末年(公元 1103 年),是当时皇家"建筑师"李诫主编,堪称我国第一部国家建筑标准,它既包含今日建筑、结构与岩土的内容,也涵盖设计与施工。

此时期可称为岩土工程只有工程实践,缺乏理论指导的时期。

3.2 第二历史时期

此时期持续约 160 年,即自 18 世纪 60 年代起至 20 世纪 20 年代中期或 1925 年太沙基发表划时代的《土力学》名著之前。

18 世纪 60 年代欧洲英、法等国及北美相继发生工业革命,19 世纪中、晚期俄、日等国陆续开始了工业革命,即所谓第二次工业革命。它们极大地推动了世界各国生产力的发展,使工场手工业渐渐向近代大工业机器生产发展。岩土工程施工随之由纯粹的手工操作、体力劳动,发展为半机械化或局部机械化作业。尤其是此时陆上交通进入了铁路时代,以及码头、水库等的兴建,都带来了一系列新的岩土工程技术问题,促使人们开始进行理论探索与技术创新,从而拉开了岩土工程学术研究的序幕。

1773 年,法国科学家库伦(C. A. Coulomb)提出了关于土力学的第一个理论,它后来由摩尔(O. Mohr)发展成为土的 Mohr - Coulomb 强度理论,为土压力、地基承载力和土坡稳定分析奠定了基础。

1776 年,库伦又发表了建立在滑动土楔平衡条件分析基础上的土压力理论。

1846 年,柯林(Collin)用曲线的滑裂面对土坡稳定进行了系统研究,发表了关于斜坡稳定性的理论。

1856 年,法国工程师达西(H. Darcy)通过室内渗透试验研究,建立了有孔介质中水的渗透理论,即著名的达西定律。

1857 年,英国学者朗肯(W. J. M. Rankin)提出了建立在土体的极限平衡条件分析基础上的土压力理论,它与库伦理论被后人并称为古典土压力理论,至今仍具有重要理论意义和一定的实用价值。

1869 年,俄国学者卡尔洛维奇发表了世界上第一本《地基与基础》教程。

1885 年,法国学者布辛内斯克(J. Bossinesq)和 1892 年弗拉曼(Flamant)分别提出了均匀的、各向同性的半无限体表面在竖直集中力和线荷载作用下的位移和应力分布理论,迄今仍为计算地基中应力的主要方法。

1889 年,俄国学者库迪尤莫夫首次应用模型试验研究地基破坏、基础下沉时地基内土粒位移的情况。

进入 20 世纪后,土力学研究继续取得了进展,例如,1920 年普朗德尔(Prandtl)根据塑性平衡的原理,研究了坚硬物体压入较软的、均匀的、各向同性材料的过程,导出了著名的极限承载力公式。

纵观历史发展,B. B. Broms 认为,早期土力学的发展大约在 1913 年左右发生了一个转折点。当时,瑞典、巴拿马、美国、德国等相继发生重大滑坡坍方事故,表明已有的一些分析方法已不能满足处理事故的要求,于是纷纷成立了专门委员会或委托专家进行调查研究。例如,瑞典为处理铁路沿线不断出现的坍方问题,在国家铁路委员会内设立岩土委员会;巴拿马运河为处理可能堵塞运河的一段河道边坡事故,成立了专门委员会;美国土木工程师协会设立了研究滑坡的特别委员会;德国的基尔运河为处理施工中的滑坡事故设立了调查委员会;德国的克莱(K. Krey)开始对挡土墙和堤坝所受的土压力进行广泛的调查研究。此外,瑞典由于 Stigberg 码头的破坏,成立了港口特别委员会。对该码头滑动原因的分析,导致了著名的瑞典圆弧滑动法的产生。瑞典国家铁路委员会岩土委员会于 1920 年成立了一个岩土试验室,它可能是世界上第一个岩土试验室。[2]

瑞典学者 Christopher Polhem 可能是最早研究打桩动力学的学者之一。早在 18 世纪上半叶,他写道:"对一根桩,必须知道三件事,即桩锤的重量、锤击时桩锤提升的高度,以及锤击时桩的下沉量。"他认为,如果知道了这三个参数,就能得到桩的承载力的大小和计算出需要桩的数量,而无需深究其理论关系。他的观点与后来许多国家的学者所研究制定的几十个打桩公式的本质是一致的。[2]

补偿基础的原理早在 19 世纪已为欧美一些国家的学者所发现。1908 年,加拿大不列颠哥伦比亚省维多利亚市的皇后旅馆较早地采用了补偿基础[2],比著名的墨西哥的拉丁美洲大厦(1957)整整早半个世纪。

在岩土工程发展的第二历史时期,除了上述密切结合工程实践进行理论探索和调查研究,促进了土力学和岩土工程的发展之外,钢铁、水泥和混凝土等新材料伴随着工业革命兴起而次第问世,并被广泛应用于土木工程和岩土工程,这对于岩土工程的进一步发展具有深远的影响。历史已证明,如果没有钢铁、水泥、混凝土和钢筋混凝土,便不可能有现代意义的土木工程,也就没有岩土工程的发展。

1885 年,美国芝加哥建成了世界上第一座具有现代意义的高层建筑——10 层的家庭保险公司大楼,它是世界上第一座采用钢结构建成的高层建筑。1902 年,美国辛辛那提 16 层的登格尔斯大楼建成,是世界上第一座高层钢筋混凝土建筑。随之,在美国纽约等大中城市以及世界上许多城市纷纷兴建高层建筑。

随着铁路桥梁和高层建筑的兴起,桩基研究开始受到重视,并被大量应用。19 世纪 80 年代,美国芝加哥全城遭受特大火灾,在其后的大规模重建工程中于 1893 年成功地开发应用了"人工挖孔桩",这种新桩型是对桩基技术的一大历史贡献,100 余年来,一直受到世界各地的青睐。[14]

有趣的是,1899 年俄国工程师斯特拉乌斯首先提出了混凝土灌注桩的建议;稍后在 1901 年,美国工程师莱蒙德(Raymond)也独立进行了沉管灌注桩的设计与施工。此概念很快被流传至世界各地。[15]

岩土工程发展的第二历史时期,相当于我国清乾隆 24 年至民国 14 年间。由于清皇朝闭关锁国,帝国主义入侵,以及辛亥革命后军阀混战等原因,当时我国的经济极度落后,建设缺乏资金,自谈不上岩土工程的发展。

以铁路建设为例,清朝自 19 世纪 80 年代开始修筑铁路,至甲午战争只完成了从天津至山海关一段铁路以及台湾新竹附近一小段铁路;至 1911 年清政府被推翻时,仅完成铁路

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4300 多公里,其中除京张铁路(1905 年～1909 年)为我国杰出的铁路工程师詹天佑(1861 年～1919 年)自己设计并主持施工外,大多为外国人出资和设计施工。

又如 1923 年,我国上海由外商投资才建成了 10 层的字林西报大楼,成为我国第一座现代高层建筑,却比芝加哥的家庭保险公司大楼晚 38 年。

岩土工程在第二历史时期的发展,在各国之间显示了较大的差异,但从总体概括而言,它仍具有以下明显的特征:

1)工业革命带来了钢铁、水泥、混凝土等新材料和各种施工机械,给岩土工程的发展创造了无限的新机遇;

2)出现了现代意义的土木工程、水利工程、铁路公路工程和桥梁工程等,对岩土工程提出了新要求;

3)伴随着前所未有的工程实践而产生的一系列复杂的技术问题,促使人们开始进行理论探索和技术创新,但由于时代的局限性,许多难题未获解决。

此时期可称为岩土工程学科的孕育时期。

3.3　第三历史时期

此时期始于太沙基发表《土力学》名著的 1925 年,至今已历 70 余年。

其实早在土力学的发展发生转折的年代,年轻的太沙基(1883 年～1963 年)也正在对土力学进行思考和探索,因为在 1906 年～1912 年间,太沙基在其所从事的钢筋混凝土结构和水电站工程工作中,看到了许多地基基础的意外失败事故。他发现当时对于土的力学性质的认识远未能解决工程实际问题,于是下决心对土的力学性质进行长期的试验研究。随后他先于 1921 年～1923 年间形成了土力学的有效应力概念和土的固结理论;接着于 1925 年出版了他的经典著作《土力学》,这是土力学和岩土工程发展史的新开端或重要里程碑。尔后,他又在美国《工程新闻实录》期刊上以"土力学原理"为题发表了系列文章介绍他的研究成果。这些工作奠定了太沙基作为土力学和岩土工程学科创始人的崇高地位。

1948 年,太沙基对土力学早期的研究工作作了如下评价:"土力学创始于 1776 年库伦土压力理论的发表,是个很有才能的开端,但在后来的一个世纪里就几乎没有什么进步。研究工作多少局限于改进干的纯净的无粘性的砂作用于挡土墙背的计算方法。针对此课题所发表的一些论文,与课题实际的重要性很不相称。在工程实践中,大多数施工难点和事故都是由于渗流所产生的压力而引起,但这些压力并未受到重视,因此,这些理论对于要面对实际的工程师们来说,用处不大。它们多半只在教室里才会有用处。"[16]

1943 年太沙基的另一重要著作《理论土力学》出版;1948 年太沙基和泼克(R. B. Peck)合著的《工程实用土力学》出版。这两部书对当时土力学的研究与应用进行了适时的总结,并为岩土工程的更好发展奠定了理论基础。太沙基首次将各种岩土工程问题归纳成为系统的计算理论,书中充满了理论结合实际的范例。

自 1925 年以来,特别是二战后的 50 余年以来,与土力学理论不断获得发展和完善的同时,在相关学科科技进步以及世界各地社会经济总体不断增长的有力推动下,岩土工程不论在我国或在世界范围,不论就其类型、规模、数量或质量而言,都取得了前所未有的巨大进展,远非前两个历史时期所能比拟。对此,自非此短文所能尽述,有兴趣的读者可参阅即将出版的文献[17]。

这里仅拟就岩土工程在第三历史时期发展中的若干特征作一简述:

1)此时期,随着经济建设的发展,岩土工程所涉及的领域已由传统的水利工程(堤坝、水库)、建筑工程(基础、基坑)和公路铁路工程(路基、边坡、隧道、桥墩桥基)扩大至地震工程、海洋工程、环境保护、地热开发、地下蓄能、地下空间开发利用等领域,且它们所带来的技术难题与日俱增,有力地促进了岩土工程科技与科研的发展。

2)岩土工程中大量推广应用钢材、水泥、混凝土等新材料,改变了土木工程和岩土工程的基本面貌;土工合成材料的产生和广泛应用,为重大岩土工程难点问题的解决提供了新的技术途径和方法。

3)机械、电子工业的发展为现代大型岩土工程提供了各种必要的、重型的、自动化的施工机械设备,彻底改变了传统的岩土工程大量依靠手工劳动的状况,从而提高了劳动生产率,加快了施工进度,并为大型、深层、深水下的岩土工程施工创造了物质条件。

4)桩的类型不断增加。传统的桩型只有打入式木桩一种。如今已有打入、振入、压入、钻孔、挖孔、搅拌、高压注浆等数大类工艺百余种桩型,可以适应各类复杂的地质条件和环境条件,满足各种工程结构的不同需求。

5)由于岩土工程常需面对各种软弱地基和特殊地基,因此,各类地基处理技术蓬勃兴起,获得了广泛应用,并且在应用中互相交叉渗透,又不断产生了新的加固与改良技术。

6)现代计算机和数值计算技术的发展,离心模型试验机及大型高压三轴仪等现代量测、试验设备的问世,为复杂的岩土工程问题的研究、计算与验证提供了先进手段,并且推动了信息化施工方法的形成,促进了土力学和岩石力学进一步发展。

从以上数端已可窥见岩土工程在其第三历史时期的发展获得了十分辉煌的成果。诚然,也留下了不少问题犹待继续研究解决。特别是,由于岩土条件的特殊复杂性和岩土工程类型的极其多样性,以致对于岩土特性的认识仍远不能满足工程实践的要求;同时,岩土工程的设计施工仍在很大的不确定性条件下进行;工程事故仍难以避免。

此时期可称为岩土工程学科的创建奠基和初具框架的时期。

3.4　第四历史时期

当前,以电子计算机技术、航天技术、信息技术为代表的一系列现代高新技术的兴起,已引发了人类历史上前所未有的一场科技革命,它的规模、深度和影响都将远远超过以往的工业革命和第二次工业革命;它对社会生产力和世界经济的发展必将产生极大的推动作用,并将极大地改变世界的面貌。就我国而言,在新的世纪里将会出现史无前例和世无前例的工程建设高潮,大量的复杂的岩土工程问题都将急需研究攻克,岩土工程的重要性必将更为突出。岩土工程学科必将出现新的突破。因此可以预料,岩土工程学科将在 21 世纪迅速实现由第三历史时期向第四历史时期的转变。

按照土力学的发展进程而言,自 1773 年库伦最早发表土体破坏理论至 1923 年太沙基提出一维固结理论或 1925 年发表《土力学》名著时止,一般被公认为土力学发展的萌芽期,这大体上相当于岩土工程发展的第二历史时期。自 1923 或 1925 年至 1963 年罗斯科(K. H. Roscoe)发表著名的剑桥模型时止,一般被认为是古典土力学时期。罗斯科的贡献被认为是现代土力学的开端。我国著名土力学家沈珠江院士认为,经过了 30 多年的努力,现代土力学已越过重要阶段而渐趋成熟,但可能还需要 30 年才能大体上完成其基本框架。[18]他并认为,现代土力学可归结为一个模型(即本构模型)、3 个理论(即一个变形理论和两个破坏理论)、4 个分支(即理论土力学、计算土力学、实验土力学和应用土力学)。[18]

由此推测,大约到 2023 年左右,岩土工程学科将具有完备的现代土力学理论作指导,加以有相邻和相关学科与产业的配合与渗透,而由第三历史时期迈步进入其第四历史时期。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

注册岩土工程师考试参考书目

基础考试参考书目

一、高等数学

1 同济大学编:高等数学(上册、下册)(第三版). 高等教育出版社,1988
2 同济大学数学教研室编:线性代数(第二版). 高等教育出版社,1991
3 谢树芝编:工程数学 ——矢量分析与场论(第二版). 高等教育出版社
4 陈家鼎,刘婉如,汪仁宦编:概率统计讲义(第二版). 高等教育出版社

二、普通物理

1 程守洙,江之永主编:. 普通物理学(第三版). 高等教育出版社,1988

三、普通化学

1 浙江大学编:普通化学(第三版),高等教育出版社,1988
2 同济大学编:普通化学. 同济大学出版社,1993
3 刘国璞编:大学化学. 清华大学出版社,1994
4 余纯海,齐晶瑶编:工程化学. 东北林大出版社,1996

四、理论力学

1 同济大学理论力学教研室编:理论力学(第一版). 同济大学出版社,1990
2 谭广泉,罗龙开,谢广达,范第峰编:理论力学(第二版). 华南理工大学出版社,1995
3 华东水利学院编:理论力学. 人民教育出版社,1994

五、材料力学

1 孙训方,胡增强编著,金心全修订. 材料力学(第三版). 高等教育出版社,1994
2 刘鸿文主编:材料力学(第三版). 高等教育出版社,1994

六、流体力学

1 西南交通大学水利学教研室:水利学(第三版). 高等教育出版社,1991
2 郝中堂,周均长主编:应用流体力学. 浙江大学出版社,1991

七、建筑材料

1 湖南大学,天津大学,同济大学,南京工学院合编:建筑材料(第三版). 中国建筑工业出版社,1989
2 符芳主编:建筑材料. 东南大学出版社,1998

八、电工学

1 秦曾煌主编:电工学(上、下册)(第四版). 高等教育出版社,1990
2 罗守信主编:电工学(Ⅰ、Ⅱ册)(第三版). 高等教育出版社,1993
3 程守洙,江之永主编:普通物理学下册(第三版 电学部分)高等教育出版社,1979

九、工程经济

1 建设项目经济评价方法和参数(第二版),中国计划出版社
2 全国统一建筑工程预算工程量计算规则(GJDG2 - 101 - 95)

十、工程地质

1 《工程地质手册》编委会:《工程地质手册》(第三版). 中国建筑工业出版社,1992
2 李智毅等编:《工程地质学基础》. 中国地质大学出版社,1990
3 孔立宪主编:《工程地质学》(第一版). 中国建筑工业出版社,1997

十一、土力学与地基基础

1 华南理工大学,东南大学,浙江大学,湖南大学编:地基及基础. 中国建筑工业出版社,1998
2 高大钊主编:土力学与基础工程. 中国建筑工业出版社,1998
3 顾晓鲁,钱鸿晋等编:地基与基础(第二版). 中国建筑工业出版社

十二、弹性力学、结构力学与结构设计

弹性力学

1 徐芝纶编:弹性力学简明教程(第二版). 高等教育出版社,1980

结构力学

1 龙驭球,包世华主编:结构力学(上、下册)第二版. 高等教育出版社,1994

以上很粗略地综述了岩土工程及其学科的发展历程。可以看到,不论在我国或国外,岩土工程都具有数十万年悠久的历史。但岩土工程学科的形成,则是最近七、八十年的事;而岩土工程学科的迅猛发展以及大规模的岩土工程实践,无论在国内或国外,又都是 20 世纪后半叶,亦即第二次世界大战以后五十余年以来的事。展望未来,在新的世纪、新的千年里,岩土工程面临的任务必将更重,发展的道路必将更广阔!

[参考文献]

[1] 俞调梅,等. 关于岩土工程及其专业人才培养的几个问题. 石油建筑设计,1982(2).
[2] Brand E W, Brenner R P. Soft Clay Engineering. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam, 1981, (1).
[3] 俞调梅,叶书麟,曹名葆,等. 岩土工程. 北京:中国建筑工业出版社,1986.
[4] 中国建设报,1999.11.27,第 4 版.
[5] 钟　欣. 黄帝故都疑在新密,见:文汇报. 2000.5.22,第 9 版.
[6] 参考消息,. 1982.3.5,第 3 版.
[7] 伍　江. 上海百年建筑史. 上海:同济大学出版社,1997.
[8] 信息日报. 1999.9.11,第 5 版.
[9] 安怀起,薛文广,等. 中国古建筑. 上海:上海教育出版社,1979.
[10] 钱江晚报,2000.10.24,第 8 版.
[11] 罗哲文. 江南长城. 杭州日报,2000.12.20,第 9 版.
[12] 史佩栋. 实用桩基工程手册. 北京:中国建筑工业出版社,1999.
[13] 史佩栋,张美珍. 拯救比萨斜塔. 岩土工程界,2000,3(11).
[14] 史佩栋,梁晋渝. 纪念大直径灌注桩问世 100 周年(1893～1993),见:中国土木工程学会第七届土力学及基础工程会议论文集. 北京:中国建筑工业出版社,1994.427～431.
[15] 陈梁生,陈仲颐. 土力学与基础工程. 北京:水利出版社,1957.
[16] 冯国栋译. 太沙基为《岩土技术》创刊所写的前言. 土工基础. 1999(6).
[17] 高大钊,等. 岩土工程回顾与前瞻. 北京:人民交通出版社,2001.
[18] 沈珠江. 理论土力学,北京:中国水利水电出版社,2000.1～6.



第一作者简介:

史佩栋(1927 年 -),男。岩土工程学教授,英国注册结构工程师。曾先后就读于上海圣约翰大学和交通大学。现任浙江泛华设计院高级顾问、泛华勘察处顾问总工程师。从事土木工程和岩土工程科研、设计、施工、教学、咨询与管理 50 年,主要致力于桩基及地基处理研究与工程实践。

通讯地址:浙江省杭州市　浙江耀江建设集团　邮政编码:310005

SOME REMARKS ABOUT GEOTECHNIQUE ON THE OCCASION OF MILLENIUM TRANSITION

SHI Pei - dong, GAO Da - zhao

Abstract: The article makes remarks about: a) what does "geotechnigue" or "geotechnical engineering" mean? b) the source of the term "geotechnique" or "geotechnical engineering"; c) the historical development of getechnique, hoping they would be helpful to understanding of the geotechnigue.

Key words: geotechnique, definition, source, historical development.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net