

天工
开物

岩土工程 20 讲

——岩坛漫话

李广信 著

岩土工程的若干哲学思考

趣味土力学

岩坛六弊

议规范

案例趣谈

讨论与答复



人民交通出版社
China Communications Press

TU4/72

2007

工
天
开
物

岩土工程 20 讲

——岩坛漫话

李广信 著

岩土工程的若干哲学思考

趣味土力学

岩坛六弊

议规范

案例趣谈

讨论与答复



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书收录了李广信教授的专题文章 20 讲,或阐述心得,或针砭时弊,或案例分析,或讨论争鸣,文风活泼、风趣幽默,令人莞尔,令人深思;或唤起思索,或豁然感悟;于工作和学习有所裨益。

本书值得所有岩土工程师,甚至所有土木工程师一读。

图书在版编目(CIP)数据

岩土工程 20 讲: 岩坛漫话 / 李广信著. —北京: 人民交通出版社, 2007.5

ISBN 978-7-114-06571-2

I. 岩… II. 李… III. 岩土工程-教学参考资料 IV. TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 073136 号

书 名: 岩土工程 20 讲——岩坛漫话

著 作 者: 李广信

责任编辑: 陈志敏

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 85285656, 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

开 本: 787 × 980 1/16

印 张: 13.5

字 数: 198 千

版 次: 2007 年 5 月 第 1 版

印 次: 2007 年 5 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06571-2

印 数: 0001~3000 册

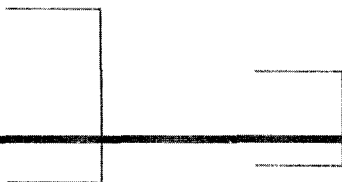
定 价: 30.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



序

Xu



大凡一门学问一旦上升到“××学”之后，立即被赋予极高的权威性，常常被簇拥着进了象牙之塔。土力学和岩土工程却偏偏并不如此。这门学科是研究泥巴和石头的学问，如何利用、处理这些天生的材料，其实也有很深的学问，这恐怕是业外人士绝对难以理解的。如果说，大部分学科，如机械、电机和 IT 之类，是我们人类自己想出问题，自己来解答的话，可以说土力学和岩土工程是回答上帝提出的问题。有些国外的学者总结了这门学科的两点特点，一是在学科框架的形成中，少数鼻祖起到绝对的主导作用。Terzaghi 在 1943 年出版的巨著《理论土力学(Theoretical Soil Mechanics)》时，已经系统地论述了土力学的几个最基本的理论，如固结理论、沉降计算、承载力理论、土压力与挡土墙，以及抗剪强度与边坡稳定性等，在今天看来，如果把土力学看成一座大厦，它的基本框架在写这本书时已经成形了：二是今天我们可能会有趣地注意到，学科的框架，除了土物理性质和渗流问题之外，都是针对专门的工程问题划分的，在不同的问题中，土被描述成不同的“模型”，这就决定了土力学本身就是一门实用的学科，或者如李广信教授自己说的，“土力学是一门‘很土’的力学”，虽然有些学者正在努力用某些统一的数学的或者物理力学的“模型”来解决上面所列举的方方面面的问题，非常完善地把泥巴和石头从力学的角度描述清楚，至少在今天，尚没有看到十分满意的解答。

本人十分尊重的陈仲颐教授，曾经把解决有关岩土工程的问题比作中医的诊病(见本书第一讲)。在望闻问切之后悟出病因，辨证施治，对症下药(顺便对年轻人强调一下，这种“悟性”决不会凭空产生，是必须在《金匱要略》和《伤寒论》之类的理论指导下，通过艰苦的实践才能修炼获得的)。Terzaghi 也说 he 创立的学问并不是一门严格的科学，而是一种“艺术(art)”。这两种说法，并没有本质的差别。这不由得让人想起老子所说的

“道可道非常道”这句名言。按任继愈先生的说法,这句话的意思是:对于万物发展变化的规律,如果能很清楚的表达出来,它就不是永恒的“道”了。土力学和岩土工程中的很多问题,也有一些可意会不可言传的地方,至少在教科书和一般的论文中,常常是顾此失彼,对精微要义,难以表达得十分清楚。

于是,自然会想到,如果有得道高人,能在《理论土力学》、《高等土力学》、《岩土工程学》这些经典之外,用他们的心得,谈谈对“拈花微笑”的心灵感受,一定会对有志学习的莘莘学子大有裨益。当我看到李老师在杂志上发表的几篇有趣的文章后,隐约觉得它们具有类似上面说到的价值,于是“忽悠”李老师继续这种体例和风格的写作,并将它们结集成书。

李老师有这个条件,首先因为他是公认的名师。在社会上浮躁和炒作之风颇为盛行的时候,我要说清华大学的李广信教授是全国土力学与岩土工程教学的名师。对这个说法,固然不敢保证没有人反对,但相信,只要了解其人其事的,同意这个说法的肯定不在少数。这样说,不仅是因为李广信教授所教的课程被评为全国的“精品课”,也不仅仅是因为他在此前出版的《高等土力学》以其系统清晰、说理严谨、内容新颖而引起同行师生的高度反响。称李老师为名师甚至也不完全在于他师从黄文熙院士获得博士学位后,数十年来辛苦耕耘取得的丰硕的研究成果和为国家建设培养出众多人才。说李老师是名师,主要还是因为用我们老祖宗的标准来衡量,“师者,所以传道、授业、解惑也”,李老师够这个标准。

唐宋八大家之一的韩愈老先生,用“传道、授业、解惑”六个字来定义老师的职责,即便在今天看来,也没有过时,其深邃的思想光辉仍在。我以为,如果仅仅把这六个字简单地理解成树立师道榜样,讲清楚理论的来龙去脉,教授实践的一般方法和解答学生可能存在的问题的话,大多数称职的老师应该都能做到。但是,真正做到“本深而末茂,实大而声宏”,首先自己融会贯通,让学生学到学科的本质和精髓,甚至达到“师其意而不师其辞”的境界,却异常困难,教授土力学和岩土工程尤其如此。

这本书体现了李老师深厚的功力,这些功力融会在全书的几个特点之中:

首先,书里面的很多文章,涉及了我们这门学问的许多本质和核心问题,比如对孔隙水压力、有效应力、强度、承载力这些最基本的概念形象化的解说,又比如对渗流及相关问题本质的理解,以及对比较艰深的本构关系等问题由浅入深,由表及里的探讨等等。前面说到的学科鼻祖 Terzaghi 再三强调过“活的土力学”,这本书使其所涉及的基本概念和理论变得生动鲜活。

其次是这本书的针对性。授业解惑必须知道惑之所在。本书涉及的论题,或出于技术规范的编制与执行中的争论,或多见于文献和工程实例中的

错漏,或来自课堂答疑及考试中带有共性的问题,基本上都是有的放矢,切中关键的。

这本书的写法,不是板起面孔的说教,更像是饭后炉前的促膝谈心,加上文笔流畅,形成了亦庄亦谐的风格,具备了极好的可读性。如果用心去看,便可知道,其实应该说本书的特点是寓庄于谐,是一本严肃的书。

当然,一本结集而成的书,难以期望它具备《××学》那样完整的系统性,既然是“漫话”,也便不能用严密的理论性来要求。看书的角度,自然是仁者见仁智者见智了。

作为多年的老朋友,李老师让我写一篇序言,我实在不知道如何完成任务,只能把自己看过其中大部分文章之后的体会,拼凑码放于上,实不敢称为序。

張在明

2007年3月28日



前言

Qianyan

关于“岩坛”，在本书的“岩坛六弊”一文中将有交待，这里主要说“漫话”。即使是漫话，说起来也并非那么随意潇洒，本人无“下笔千言，立马可得”之才，它们都是在教、研、会之余，或偶有所得，或受人之托，窗前灯下，一点点写下来的。有时深夜无眠，任思路翱翔，有所思所得，即爬起记下。

重读这些文字，发现有不少是徐前先生“逼”出来的。他会突然来电，要我在什么会上讲讲规范，讲讲论文写作，有时甚至直接命题曰“岩土与哲学”。多年朋友，不忍拂其盛情，于是就书库查阅，桌前笔耕，辛辛苦苦连夜赶出一些东西。还有一些是源于教学，由于本人负责岩土工程教学和“精品课”建设，需要“教学研究”的文章，可是成文后举目四顾，在浩如烟海的期刊和会议论文集集中，偏偏没有教学论文的栖身之地。倒是有如“教学研究”之类的堂皇园地，可那是刊登正副校长或者教务长诸公于公款考察后炮制的“××国高校教学理念”等大作的，非为我辈土中雕虫的文章而设。大雅难登，只好另辟蹊径，于是就找到《岩土工程界》：既然你的名目这么大，应当有岩土教育一席之地，乞编辑部为教学开条生路，设个窗口。蒙贺长文与苗国航主编、社长恩准，于是开辟了一个“岩土漫话”，让我先漫话漫话，后来又归入“岩土论坛”，于是“奇谈怪论”、“说三道四”，很是漫话了一番。后来索性自己组织了一个“土力学教学研讨会”，一口气发了“趣味土力学”等4篇文章。另有一些是在“注册岩土工程师”考试的命题和阅卷过程中，发现某些命题有懈可击，有的答题千奇百怪，失传可惜，于是以案例的形式写出。也有一些是学术讨论和答辩中的东西，打三鞭，还二铜，唇枪舌剑，别人在看热闹之余，也许会有所启示和裨益。所以其中多数文章此前曾经发表过，这里稍作增删。

目前，我国大学以科研论文作为考核、职称、业绩和津贴的主要依据，本人身为教授、“博导”，也不能免俗，很是制造了不少论文，每年年底，一篇篇

开列下来向组织交差,20 多年下来竟有 250 余篇之多。而以我的恩师黄文熙先生之高才高寿,其论文集才收录 16 篇文章,其中就有关于动三轴、三维沉降计算和清华弹塑性模型等经典。本人数量众多的论文也不乏 SCI、EI 收录者,但为人,尤其为工程界同行所熟知的则稀如秋叶,寥若晨星。而本书收录的这些发表在“普通期刊”上的“游戏文章”,却意外的引起了学界和工程界同行们的兴趣和关注。有人当面说出了文中的观点和语句;香港科技大学的吴宏伟教授和武汉大学王钊教授还用“岩坛六弊”教育研究生;顾宝和和张苏民两位大师讲,你的那些文章我们每篇必读,这真使人感激涕零,受宠若惊。张在明先生积极鼓动我拼凑成书,人民交通出版社的陈志敏编辑热情支持。这表明岩土工程界也需要一些言之有物的科普性的文章,无所顾忌,或针砭时弊,或案例分析,或争鸣讨论,以引起思考和交流,作为正面与反面的教材都是有益的。可能比连篇累牍,脱离实际,言之无物的有限元、可靠度、灰色、模糊、神经等更有价值。

虽是漫话,但也还都是实话,据说曹操常于睡梦中突然跃起拔剑斩杀身边的近侍,可见实话不可以示人。但我辈非政客,实话实说应当是基本的素质。既是漫话,精心雕琢和深思熟虑可能不足,有意偏颇,无意伤人之处在所难免,尚乞指正与见谅。

李广信

2007 年 1 月

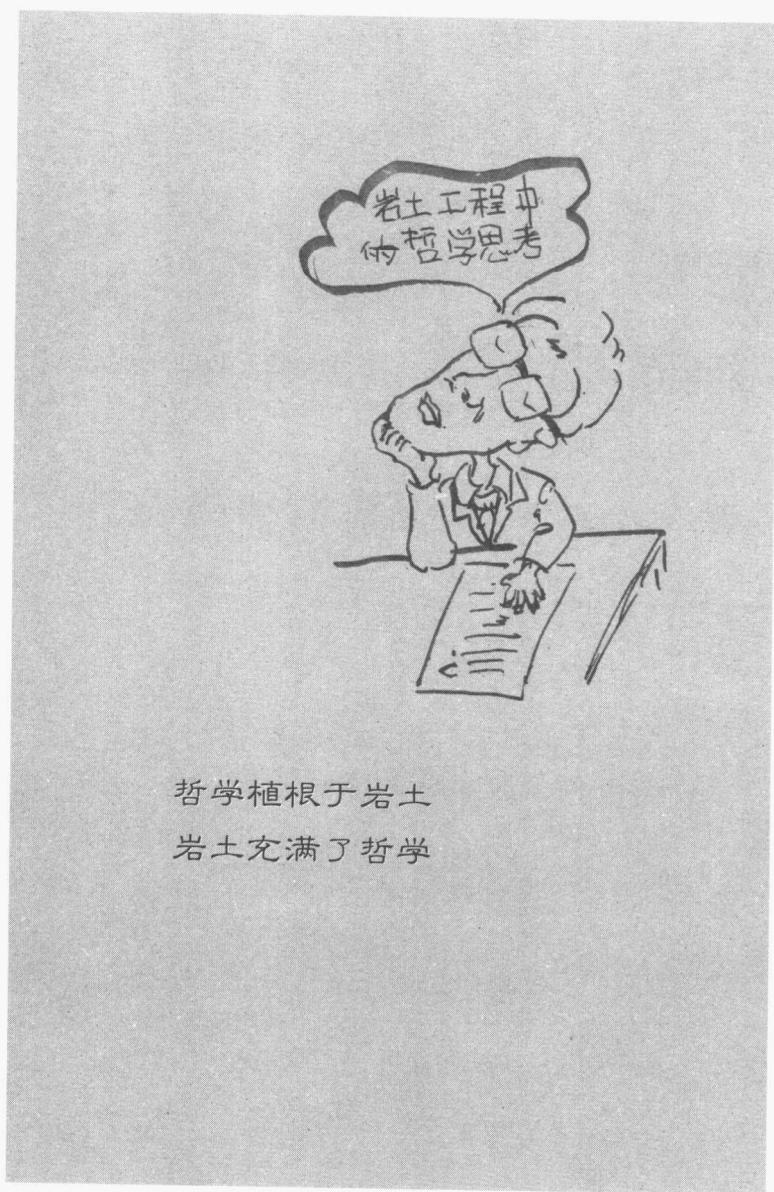


目录

MULU

第 1 讲	岩土工程的若干哲学思考	3
第 2 讲	趣味土力学	41
第 3 讲	岩土工程科技论文的写作	53
第 4 讲	岩坛六弊	66
第 5 讲	说三道四议规范(一)	75
第 6 讲	说三道四议规范(二)	81
第 7 讲	说三道四议规范(三)	88
第 8 讲	案例趣谈	97
第 9 讲	案例十析	105
第 10 讲	岩土工程中的预测	119
第 11 讲	土的渗透破坏及其工程问题	131
第 12 讲	土强度试验的排水条件与强度指标的应用	141
第 13 讲	有效应力原理能够推翻吗	149
第 14 讲	土体、土骨架、土中应力及其他——兼与陈津生先生讨论	158
第 15 讲	基坑支护结构上水土压力的分算与合算	169

第 16 讲	地基处理设计计算的三个原则	178
第 17 讲	关于 Duncan 双曲线模型参数确定的 若干错误做法	186
第 18 讲	对“土的清华弹塑性模型及其发展” 讨论的答复	190
第 19 讲	浮力计算与黏土中的有效应力原理	193
第 20 讲	关于“湖北省公安县虎渡河严家台复堤裂缝及 散漫成果分析”的讨论	198
附录	感知与揭示——访著名土力学专家、清华大学 教授李广信	200



第1讲 岩土工程的若干哲学思考

一、引言

(一) 人类与岩土

岩土是人类最早接触的物质,也是古代人类最早使用的工具与武器,旧、中、新石器时代就是以人类使用岩土材料的水平来划分的。“水来土掩”,表明古代人类在与洪水斗争中,土是他们最方便和有效的武器。大禹治水,“兴人徒以傅土”“载四时,以开九州,通九道,陂九泽,度九山”(史记卷二·夏本纪),也就是在大兴土方工程。

人类与岩土之间的密切关系还表现在几乎所有古文明中都有上帝(神)用泥土造人的传说,包括古希腊、古中国、古印度、古希伯来人、两河文化和印第安人等。“普天之下,莫非王土”,可见土地成为财富与权力的象征,历史上无数波澜壮阔的活剧都围绕着土地而出演。从狩猎到农耕,从农业到航海,人类逐步向具有广袤深厚土层的名川大河中下游集聚繁衍。在土层上耕耘营造,生生不息,建造了宏伟的楼堂殿宇,大坝长堤,千里运河,万里长城,创造了一个个璀璨夺目的古代与现代文明。

与人类有如此密切关系的岩土材料,必将成为人类哲学的载体,人类与万物“生发于土,归藏于土”,土也就成为哲学的物质基础。清华大学的校训源于梁启超先生的讲演所提出的“天行健,君子以自强不息;地势坤,君子以厚德载物”(易传·象传),在古老的《易》经中,曾以“坤”为64卦之首(《归藏》),坤象地,即为土。在更早的《易》经中则以“艮”为首卦(《连山》),艮象山,即为石。而相传女娲补天也是用的五彩石。从石向土的变化,表明古代人类由狩猎向耕耘的发展,可见岩土是人类赖以生存的根本,也成为古代哲学的基础^①。

^① 曲辰. 中国哲学与中国文化. 银川:宁夏人民出版社,2006.

（二）岩土材料的特殊性

岩土是自然地质历史的产物,充满了独特性和变异性。它们每一个体都经历了漫长的风化、搬运、沉积和地壳变动的历史,因而形成其独特的结构和性质。它们极少重复,严格地讲,世界上没有完全相同的岩体与原状土体,正如世界上没有两个完全相同的个人一样。

岩与土都是不连续的介质,它们或者充满了裂隙与节理,或者根本就是碎散的颗粒集合。矿物成分,裂隙分布,颗粒的大小、形状与级配,状态与结构,使岩土形态千差万别。岩土又都是由多相组成的,其裂隙或孔隙中充填着液相(水)和气相,三相间不同的比例关系及其相互作用,使岩土形成了极其复杂与丰富多彩的物理力学性质。岩土的变异性、不连续性和多相性造成岩土中的强度、变形和渗透三大工程问题,引发相应的地质灾害和工程事故。

上述情况使岩土材料表现出极大的不可确知性,使岩土工程充满了风险与挑战。所谓哲学,其实就是关于思想的科学,西方称为“智慧学”,中国古代所谓的“道”,或者“规律学”。古代人在能够果腹以后就要思考,于是就有了哲学。而与人关系密切、性质神秘的岩土必将成为人们思考的对象,所以说哲学植根于岩土,岩土充满了哲学。在岩土工程实践中树立正确的哲学思维方法,对于准确地认识、学习岩土工程,有效地认识、处理岩土工程问题有重要意义。

二、东方哲学与西方哲学

（一）东西方哲学与科学体系

1. 关于世界本源

恩格斯在《自然辩证法》中讲到^①：“亚里士多德已经说过：这些较早的哲学家都设想原初本质是某种物质：空气和水；后来赫拉克利特设想是火，但是没有一个人设想是土，因为它的组成太复杂。”，这是 2000 多年前古希腊哲学家关于世界原本组成的唯物主义思考，看来他们是力图将世界的万物不断分解，以寻求其本源，因而“土”这种极复杂的物质不可能成为“原初本质”。而古代中国哲学家也在寻求世界的本源，在《尚书·洪范》中，关于世界本源的五行为：“一曰金，二曰木，三曰水，四曰火，五曰土；水曰润下，火

^① 恩格斯. 自然辩证法. 北京：人民出版社，1970.

曰炎上,木曰曲直,金曰从革,土爰稼穡。”五行被用于各个领域(人体、日历、建筑等),这一哲学思考侧重于万物的相生相克,相互关联和相互作用。可见尽管东西方古代哲学都具有唯物主义的基础,但二者的思想方法不同。

2. 关于时空的无限性

东西方古代哲学关于时间与空间的无限延伸,物质的无限可分方面有不同的认识。中国古代哲学家指出:“大哉乾元,至哉坤元,万物资生,乃顺成天”(易经)。东方哲学将宇宙统一到一个“道”中,“道生一,一生二,二生三,三生万物”(老子)。亦即一为太极,太极分阴阳,阴阳互感而生万物。有人断定计算机语言的二位制来源于八卦的阴阳(0,1),如果按上述应当是三进位制(+1,-1,0),也许会大大拓宽计算机的计算能力。西方的哲学家总是紧跟其科学的后面或者处于其反面,先是地球中心论,后来太阳中心论,进一步发现银河系、星云,才认识宇宙的无限。恩格斯在自然辩证法中指出:“无限时间内宇宙的永远重复的连续更替,不过是无限空间内无数宇宙同时存在的逻辑的补充”。这是讲时间坐标的无限反映了空间坐标的无限,人如果是长生不死的话,空间世界就必须是无限膨胀的。

关于物质的可分性,西方哲学家与科学家总是企图找到其最小的元素,不断地制造放大倍数更大的显微镜,先是原子(亦即不可再分的粒子),后来是“以太”,他们只是在不停地寻找物质最原本的、不再可分的东西是什么。

而东方古代哲学家早就否定了这种探索,他们说:“道在天地之间也,其大无外,其小无内”(管子·心术),“一尺之捶,日取其半,万世不竭”(庄子·天下),可见中国古代哲学是超脱具体的学科的,不去寻求所谓的“不可再分的”粒子。

3. 东西方科学体系

从上述可见,西方哲学追究万物的组成,其核心是分解;中国哲学强调万物间的相生相克,其核心是整体。中国古代哲学更崇尚模糊的宏观感悟,西方哲学提倡精确的定量认识。

在西方哲学的指导下,西方近代的科学体系就是所谓的“还原论”,常常是孤立片面与线性地认识世界。而东方哲学指导的科学体系是“整体论”,从对立的统一中认知世界。

西方科学的方法是不断分解:机器→零件→分子→原子→电子→光子→量子→……,这种思想方法用于对人体的认识则是解剖刀+显微镜,人→器官→细胞→基因,这种认识实际上是把人当成“人机器”,也就是一种更复杂一些的机器,这种科学体系强调精密与解析。

在东方哲学思想指导下,中医从整体上认识人的机体,讲求阴阳平衡,

是“天地人时”四维协调的整体。人机体→经络(阴阳、五行)→穴位。黄帝内经说:“阴阳四时者,万物之始终也,死生之本也。…逆之则病,从之则治,……是故,圣人不治已病治未病,不治已乱治未乱,此之谓也”(黄帝内经·素问·四气调神大论)。

最近,在哲学和科学领域,一些极左的“反伪斗士”们,宣称中医是伪科学,易经是伪科学,风水是伪科学;“中国传统的东西,百分之九十应当抛弃”。这种对西方近代的还原论体系的迷信,是非常有害的^①。在还原论者看来,只有能够看到、能够精确求解的才是科学。中医的经络无法看到,针灸治病无法解释,阴阳虚实无法定量,所以它们一律是“伪科学”。

应当看到西方的近代科学确实取得了很大成就,还原论在认识世界和科学发展的一定阶段是有效的,但是随着认识的深化,必须建立复杂性的科学体系,进入 21 世纪以来它正在迅速崛起。在人类进化中,科学发展是一个漫长的过程,不同的民族在不同阶段会有自己的贡献。中国的古代文人和学者沉溺于思,轻视技术和科学实践,在浩如烟海的传统文化遗产中,也难免鱼龙混杂,加之政治体制等原因使我国近代科学技术落后于西方,但不能否定我们在人类科学发展中的贡献以及东方哲学理念和科学体系的先进性。

岩土工程与东西方哲学

1. 土力学是伪科学吗?

在我们的工科大学中,学生从中学到大学学习了系统的普通物理和力学知识,也使他们有一种误解,即认为可以完全精确地解析、认知和预测世界,可以通过一台计算机准确无误地解决一切实际问题。因而在他们学习土力学时就陷入了迷惘,这么多的假设、近似和经验公式,使科学的严密性和精确性受到了蹂躏,计算的误差使他们的自信受到打击。以下表的沉降计算经验系数为例,他们惊呼:计算的结果还要修正(误差)到 5 倍,这难道还是科学吗?有的学生在课程调查的反馈意见中声称土力学是“伪科学”,这比何祚麻等人称中医等是伪科学要早很多年。

地基沉降计算经验系数 ψ

$\bar{E}_s$ (MPa)	2.5	4.0	7.0	15.0	20.0
$p > f_k$	1.4	1.3	1.0	0.4	0.2
$p < f_k$	1.1	1.0	0.7	0.4	0.2

L. A. Zadeh 指出:“当系统的复杂性日益增加时,我们做出系统特点的

^① 宋振海. 真李鬼不除,何谈创新? 科学对社会的影响(J), 2006(3): 57—67.

精确而有意义的描述的能力将相应降低”，这对于岩土工程是十分适用的。1980年北美召开的一次土的本构关系研讨会上，对17个模型背靠背地进行“考试”，有的模型使用了几十个参数，预测的结果仍然并不准确，最后会议的主席 Finn 总结说：“没有为任何一个模型戴上王冠”。^①

岩土工程定量准确预测的困难，源于材料的复杂性、影响因素的多样性和对于条件的不可确知性。岩土工程不确定性的根源一是因果关系的破缺，即一因多果或者一果多因；二是互补率的破缺，即亦此亦彼，多因素的相互关联与转化。我们的学生不了解客观事物的复杂性和整体性，基于还原论的认识方法，总是企图精确地解析、解剖、计算和预测，陷入了与客观世界复杂性的深深的矛盾之中。

2. 老河口会议的碰撞

1985年5月，在老河口召开了“土的抗剪强度与本构关系学术讨论会”，那是一次我国“文革”后的岩土工程盛会，也正值土力学分会换届，黄文熙、俞调梅、郑大同、卢肇钧、杨灿文、陈仲颐、袁建新、蒋国澄、谢定义、侯学渊、郑颖人等老一辈岩土工程专家都到会。另一方面，很多我国的首批岩土工程硕士和博士们也参加了会议。结果两代岩土工程工作者在理念上发生一次剧烈的碰撞。当时正值“第三次浪潮”冲击，青年们意气风发，斗志昂扬。我是第一批博士，不老不小，被推举为青年的领袖，晚上召开了“青年岩土论坛”，无知者无畏，大家大放厥词：声称必须彻底改造土力学，土力学中的众多经验系数和经验公式是土力学的耻辱，用信息论、系统论与专家系统彻底改造土力学。这些论点使老一代专家十分不安，他们在议论之后把我找去，我如实详细汇报了青年们的观点。老专家们指出：在岩土工程中，经验是不可替代的，计算不是万能的。记得陈仲颐先生讲到：岩土工程问题就像中医看病，是一个综合判断的过程。

随后我完成了“博士哲学论文”，这篇论文写的很有文采，被清华大学列为博士生哲学论文的典范^②。导师黄文熙先生看过后微笑着说了一句话：“写的很好，但是我不同意”。现在看来恐怕就是针对不确定性理论的一些说法，例如文中说：“由年轻人使用专家系统代替老迈年高的专家的经验来解决岩土工程问题”等。时间已过了20余年，当时的青年们经过岩土工程实践的磨练，肯定会有不同的认识。对于模糊数学、混沌理论、神经网络和

① Proceedings of The Workshop on Limit Equilibrium, Plasticity and Generalized Stress-strain in Geotechnical Engineering, McGill University, 1980.

② 李广信. 土力学发展中的理论与实践关系, 清华博士对现代科学技术的哲学探讨. 北京: 清华大学出版社, 1996.