

· 书评 ·

# 岩土工程的科学性和艺术性

## ——《岩土工程典型案例述评》自序

顾宝和

(建设综合勘察研究设计院有限公司, 北京 100007)

本书是一本面向广大岩土工程师的普及性读物, 收集了32个典型案例, 包括地基基础、基坑工程、造地、造景、高填方、地震工程、地质灾害治理、复杂地质条件等。既有举世闻名的大工程, 也有“袖珍”小工程; 有成功的案例, 也有失败的案例。每篇格式均采用先叙后议, 前面是案例介绍, 后面是编者评议。收集案例时, 特别注意案例的典型性, 以期读者通过本书吸收到岩土工程实践中最重要、最本质、最关键的经验教训, 失败的为什么失败, 成功的为什么成功。有些案例较新, 有些案例时间已经久远。技术要不断创新, 古老技术只能作为历史, 而典型案例的价值是永恒的, 永远值得人们借鉴、研究和思考。通过编纂这本典型案例, 使编者深深体会到把握概念和多谋善断的重要性, 深深被岩土工程的科学性和艺术性所吸引。近代岩土工程创始人太沙基(K. Terzaghi)有句名言, “Geotechnology is an art rather than a science”。中文意思是“岩土工程与其说是一门科学, 不如说是一门艺术”。编者体会, 太沙基的话并非否定岩土工程的科学性, 而是认为岩土工程作为一门科学, 还不严格、不完善、不够成熟, 却富有艺术的品格, 具有丰富多彩的艺术魅力。

### 1 岩土工程的科学性

科学是客观的知识体系, 追求的是客观真理和客观规律; 岩土工程是一门工程技术, 运用技术手段建造工程或工程的一部分。科学和技术是既密切相关又互相区别的两个概念, 岩土工程注重实践, 不是纯科学, 但其中蕴含着深刻的科学原理, 其科学性是众所周知的。譬如边坡稳定分析基于静力平衡原理; 地基变形和承载力基于岩土体的力学原理; 地下水的运动基于水力学和地下水动力学原理; 不良地质作用和地质灾害的演化基于动力地质学原理; 地震和断层的活动性基于地震地质学原理; 岩质边坡失稳模式基于工程地质学的结构面控制论;

桩的挤土效应、饱和土沉降与时间关系, 基于土力学中的孔隙水压力和有效应力原理等等。工程技术需要不断创新, 但基本原理是不能随意挑战, 不能轻易颠覆的。

工程师有别于工匠和科学家。古代没有工程师, 只有工匠和科学家。工匠只知实践, 不知实践背后隐含的原理; 科学家追求未知, 追求客观规律, 但不关心如何应用。工程师则既注重实践, 又深明其中的原理, 是理论与实践高度结合的职业群体。但岩土工程师遇到具体问题有时又可能违背科学原理, 犯概念性、常识性的错误。可见岩土工程的基本概念需通过工程实践, 不断加深认识。现在有一种过分依赖规范的不良倾向, 不是越做概念越清楚, 越有自觉性, 而是越做越不自觉, 连基本原理、基本经验都忘记了, 使规范的应用趋于“异化”, 这是一种很危险的倾向。

科学崇尚定量, 崇尚用数学模型描述; 科学追求严密, 追求精确计算, 否则只能是不严密、不完善、不成熟的科学。岩土工程就是如此, 试与结构工程比较, 结构工程师面临的是他自己设计的结构构件和结构体系, 构件的尺寸、性能和相互之间的联接都是可控的, 主要任务是截面计算, 计算模式和计算参数比较可靠; 而岩土工程师面临的是自然形成的土和岩石以及其中的水, 尺寸和性能是客观存在, 只能通过勘察查明, 而又很难完全查明, 计算模式与实际差别较大, 性能参数的可靠性是有限的。因此, 结构计算一般可信, 而岩土计算则未必, 更需要宏观把握和综合分析。虽然结构计算中也有经验公式, 结构体系设计也有综合分析和概念设计, 但相比岩土工程, 可直接计算占的比重大得多。岩土工程不能单纯依赖计算, 可能就是太沙

收稿日期: 2015-01-05; 修订日期: 2015-04-05

作者简介: 顾宝和(1934-), 男(汉族), 上海人, 研究员, 全国勘察大师。

基名言的出发点。

科学原理总是先建立概念,在概念的基础上建立数学模型计算,概念是科学原理的内核。岩土工程的重大失误,基本上都是由于概念不清所致,很少由于计算错误。岩土工程师认识问题要深刻,深明其中的科学原理和工程意义,不应把复杂问题简单化;但处理问题要简洁,尽量将复杂问题化为简单方式处理,绝对不要将简单问题复杂化。

## 2 岩土工程的艺术性

艺术是指一种美的物体、环境或行为,是能与他人共享的一种创意。除了绘画、音乐、文学、戏剧、影视、景观等以外,还有领导艺术、指挥艺术、外交艺术、公关艺术等等,体现在它的巧妙,体现在它的可欣赏性和诱人的魅力。与科学的不同在于:科学强调客观规律,而艺术强调主观创意和共享;科学讲究普适性和理性,可大量重复,而艺术讲究个性和悟性,各具神韵,异彩纷呈;科学创新有时“昙花一现”,不久就被超越,而艺术创意则是永恒,常温常新。技术或多或少含有艺术元素,而岩土工程面对的是千变万化的地质条件和多种多样的岩土特性,需因时制宜,因地制宜,视工程要求不同而酌情处置,处理办法又常常因人而异,各具特点和个性,不同的人可以开出不同的处方,因而富含更多的艺术元素。有些处置得非常巧妙,有创意性,有可欣赏性,给人以美感,呈现出独特的艺术魅力;有的则平庸无奇,接到工程项目后,不首先想一想,这个项目有什么特殊性,如何针对特殊性进行有效的勘察设计,而是仅仅满足于遵守规范,满足于千篇一律的“批量化生产”,其成果当然无艺术性可言。个别项目甚至违反基本科学原理,违背基本工程经验,成为笨、蠢、丑的作品,造成巨大浪费或工程事故,产生恶劣的社会影响。

现在,来看看岩土工程的艺术美:边坡开挖,为了防止坡壁倒塌,简单的做法就是支撑,顶住侧土压力。这当然可以,但占了较大的空间;锚杆巧妙地用背拉方式解决了这个问题,不仅极大地少占了空间,还节省了材料和费用,多富有艺术性!高填方、高路堤等要放坡,占用大量土地;加筋土巧妙地解决了土体缺乏抗拉强度的问题,多富有艺术性!开挖隧道和地下工程,传统思路将围岩视为消极的荷载,用厚壁混凝土支承围岩压力;新奥法充分利用围岩自身的承载能力,用喷锚加固围岩,与薄壁柔性结构结合形成支承环,保证隧道和地下工

程的稳定,并通过观测不断调整开挖和支护。这种“化敌为友”,化消极因素为积极因素的创意,多巧妙!多富有艺术性!墨西哥城郊区有个Texcoco湖,已基本干涸,拟改造为一个公园,需大面积加深成湖,按传统方法,需开挖大量土方运出;主持工程的岩土工程师利用墨西哥软土降水地面沉降的原理,采用井群抽取软土下砂层中的地下水降低水位,将地面降低了4m。不用一台挖土机,不用一台运输车,不运出一方土,现场文明,安安静静的,达到了建造人工湖的目的。多巧妙!多富有艺术性!本书列举的若干优秀的成功案例,读后也深深被这些作品巧妙的艺术魅力所感动。

岩土工程有艺术性,当然不能说是艺术品。因为岩土工程不像文学、绘画、影视、建筑那样向公众展示,与公众共享,也不像战争、外交那样被公众关注,岩土工程的优劣只能为同行们知晓,也可以说“阳春白雪,曲高和寡”吧。科学有是和是非,艺术有优和劣,技术既有是非,又有优劣。岩土工程面对更多的多样性,需要构思,需要技巧,因而比其他技术具有更多艺术元素。精美的艺术品常用“巧夺天工”来赞美,巧就是美。打仗出奇制胜,以少胜多,是美的指挥艺术;建设工程四两拨千斤也是一种艺术。岩土工程艺术之美,表现在文件的图文之美、方法的巧妙之美、实体的恒久之美、环境的和谐之美,而最核心的是构思的智慧之美。

## 3 掌握概念和综合判断

概念是客观规律的科学概括,不是局部的经验,不是未经检验的理论假设。概念是本质,概念是理性,概念有深刻的内涵,放之四海而皆准。我们学习专业知识,最重要的是掌握概念。但有时自认为对某一概念已经清楚,遇到具体问题却又糊涂起来,需要在不断的实践中逐步加深认识。掌握基本概念是岩土工程师必备的素质,是贯彻岩土工程科学性的集中表现。

岩土工程的实践性非常强,没有丰富的工程经验,包括成功的经验和失败的经验,不可能有强的综合能力。理论素养和实践经验是相辅相成的,工程经验一定要上升到理论层面上去总结,表面的、片面的、非理性的经验,是只见现象,不见本质,还停留在初级的感性认识阶段。凭直观的局部经验处理问题,很容易犯原则性的错误。而在理论指导下总结的经验,是全面的、系统的,达到了高级的理性认识阶段,能透过现象,见到本质,举一反三。只有植根于理性的经验才有生命力。

岩土工程远不如结构工程严密、完善和成熟，这是由于岩土工程充满着条件的不确知性、参数的不确定性和信息的不完善性。地质条件不可能完全查清，岩土参数存在很大的随机性，测试条件与工程实际存在很大的差别，还有岩土与结构之间，岩土与环境之间复杂的相互作用。虽然力学计算有了长足进步，有许多使用方便的软件，但计算结果与工程实际总存在差别，有时甚至有很大差别。影响因素又多又复杂，只能通过分析、归纳、综合，作出判断。地基承载力需要综合确定，地基基础和基坑设计需要综合决策，边坡稳定需要定性分析与定量分析结合，事故调查需要综合多种因素，突出主要矛盾。岩土工程实践中的一切疑难问题，几乎都要工程师根据具体情况，在综合分析、综合评价的基础上，作出综合判断，提出处理意见。因此，综合分析和综合判断是解决岩土工程问题不可或缺的手段。综合判断不能很精细、很严密，因人而异，缺乏唯一性，与工程师的理论素养、实践经验、观察角度、数据拥有的程度等有关，因而也是衡量岩土工程师水平的主要标志。优秀的岩土工程师多谋善断，有很强的分析能力、概括能力、入木三分的洞察力，为锻炼这方面的能力要下一辈子功夫。

爱专业是成功的必备条件，“知之者不如好之者，好之者不如乐之者。”一项优秀的岩土工程，其内在，必定蕴含着深刻的科学性；其外在，必有独特的创意性，必是科学性与艺术性的完美结合。

岩土工程师们，一个项目就是一部作品，珍惜吧！

#### 附 《岩土工程典型案例述评》内容概要

本书有 32 个典型案例，既有成功的，也有失败的。有天然地基、桩基、基坑支护、基坑降水、围海造陆、堆山造景、造湖、高填方、铁路、机场跑道、溢洪道、核电厂、放射性废物处置、地质灾害治理等各种工程；涉及一般第四纪土、淤泥、泥炭质土、残积土、盐渍土、多年冻土、第三纪软岩、风化岩等各类岩土；涉及断层、液化、渗透破坏、岩溶塌陷、砂巷、高陡边坡与破碎岩体等复杂的地质条件；还有地震反应分析、面波探测、管波探测、地震波 CT 等技术方法，反映了岩土工程丰富多彩的个性。

本书以案例为导引，用通俗的语言将工程问题提升到理论层面上评议。分析了土的孔隙水压力与有效应力原理、软土挤土效应、残积土结构强度、盐胀性原理、地下水动态与均衡、潜水渗出面、水动力弥散、岩石力学基本准则、断层活动性、地基基础与上部结构协同作用、变刚度调平设计等问题，强调岩土工程师必须深知现象背后深藏的科学原理，认识问题要深刻，处理问题要简洁、巧妙，不应在概念不清的情况下盲目相信计算，盲目套用规范。

本书面向广大岩土工程师，并可作为研究和教学的参考。