

岩土工程

典型案例述评

编著 顾宝和
主审 高大钊 李广信



中国建筑工业出版社

责任编辑：石振华 王 梅

封面设计：



建工出版社微信



经销单位：各地新华书店、建筑书店

网络销售：本社网址 <http://www.cabp.com.cn>

中国建筑出版在线 <http://www.cabplink.com>

中国建筑书店 <http://www.china-building.com.cn>

本社淘宝天猫商城 <http://zgjzgyCBS.tmall.com>

博库书城 <http://www.bookuu.com>

图书销售分类：建筑结构与岩土工程（S20）

ISBN 978-7-112-17760-8



9 787112 177608 >

(27020) 定价：99.00 元

岩土工程

典型案例述评

编著

顾宝和

主审

高大钊

李广信

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

岩土工程典型案例述评 / 顾宝和编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015.5

ISBN 978-7-112-17760-8

I. ①岩… II. ①顾… III. ①岩土工程—案例
IV. ①TU4

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第029599号

本书有32个典型案例,既有成功,也有失败。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。

责任编辑:石振华 王 梅

书籍设计:京点制版

责任校对:张 颖 刘梦然

岩土工程典型案例述评

编著 顾宝和

主审 高大钊 李广信

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京京点图文设计有限公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 30 字数: 553千字

2015年7月第一版 2015年7月第一次印刷

定价: 99.00 元

ISBN 978-7-112-17760-8

(27020)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序

Preface

顾宝和大师为所著《岩土工程典型案例述评》一书嘱我写序，使我有机会先睹为快，作为第一个读者阅读了这本书，把我带进了一个五彩缤纷的世界，获益匪浅。怎样读这本书？如何理解这本书？谈一点我的感受，供读者参考。

全书32个工程案例的内容极其丰富，除了墨西哥Texcoco抽水造湖与现场试验的案例让我了解世界上著名的厚层软土墨西哥城的经验之外，这本书涵盖了我国各类工程、各个地区的典型岩土工程问题。从中央彩色电视中心到田湾核电厂，从延安的新区建设到深圳前海的围海造陆，展示了我国各类有代表性的岩土工程重要项目，各具特色；从大理泥炭土到青藏高原多年冻土，从敦煌机场盐胀病害治理到杭州地铁湘湖路站基坑事故处理，尽历各种特殊的地质条件和特殊的岩土工程问题的经验与教训，五彩缤纷。在这些案例中，有的是顾大师在长年的工程实践活动中所积累的宝贵资料，也有取自当代有代表性的大型工程的实录。其中，有大量成功的工程，也有警示性的工程事故案例。内容极具代表性和典型性，集我国现代岩土工程案例之大成。诚如下表初步统计所显示的，本书各类案例所占的比例也从一个抽样的样本反映了我国岩土工程实践中所遇到各种工程问题的大体情况。

案例类别的初步统计

案例的大体分类	建筑物地基基础设计	特殊岩土의勘察与处理	工程事故与病害处理	特殊的岩土工程问题	地下水的工程问题
案例数量	9	8	7	5	3

这本著作的特点是不仅有内容极其丰富的各类工程项目的详细报道，更有顾大师画龙点睛的分析与点评，剖析入木三分，“述评”乃是本书的精华之所在。在每个案例的开始，都有一段“核心提示”，告诉读者这个案例的核心价值是什么，阅读时注意些什么问题，为读者阅读案例提供了指导。在介绍了案例的基本资料以后的“评议与讨论”中，对每个工程案例，都有深刻的分析和解剖。这里有对案例工程所取得的成功经验的提升与归纳；有对事故案例的教训所作的深刻总结；也有从具体的工程项目谈到某一类工程的主要问题与规律性的认识；更有顾大师对某些案例有感而发的评说与感慨，对当下一些不良现象的抨击和如何改革的真知灼见。所有这一切，都反映了顾大师具有非常宽广的视野和专业面，也反映了一位从业已经半个多世纪，阅尽人间沧桑的勘察大师发自内心的肺腑之言和深刻的经验之谈。

在这本书的附录中，写入了对32条出现在各个案例中的重要术语所作的释义。这个写法也是顾大师别具匠心的创造，既是为了帮助读者阅读理解书中有关的案例，而且也是对岩土工程中一些比较生疏的术语、甚至是有争议的概念，作了精辟的解释与说明，有的还引经据典，进行了仔细的考证。这些词目也是本书重要的组成部分，丰富了岩土工程名词术语的宝库。

在这本书中，顾大师不仅作了许多深入的技术分析，而且还在很多地方提出了富有人生哲理的论述，特别在“自序”和“跋”两篇文章中。在自序中，论述了岩土工程的科学性和艺术性的双重特征问题，这是从一个很高的高度来看岩土工程，才能感悟出这个富有启迪性的道理，这也是顾大师对岩土工程这个专业认识的精髓之所在。在“跋”中，文体比较轻松，但讨论的问题仍然是很严肃的“概念与计算的关系”和“如何正确对待规范的问题”，严肃地提出了要防止“迷信计算”和“迷信规范”。这些提法都切中了当前我国岩土工程界问题的要害，也是我国老一辈的岩土工程专家留给后代的金玉良言。

这本书为我国岩土工程师的工程教育提供了很好的教材。工程案例是学校工程专业教育必不可少的内容，相信这些案例一定可以丰富我国岩土工程专业教育的内涵，有的可以成为学校教材的实例，有的可以作为学生课外阅读的资料，可以开阔学生的视野，让青年学子养成重视工程实践，从工程实践中学习的好习惯。

工程案例也是工程师继续教育的重要内容，人们可以从中学习到丰富的工程

经验，也可以吸取宝贵的教训，学习工程案例，可以增长人们的阅历，丰富工程知识，有利于工程师的成长。建议有关主管部门把这本书作为我国注册岩土工程师继续教育的教材，这必将有利于我国注册岩土工程师技术水平的提高。

君子之交淡如水，在这物欲横流的当下，更加显得君子之交的珍贵。顾宝和大师是我几十年的挚友。我们之间的见面机会虽然并不多，但对岩土工程体制的改革、岩土工程规范的现状和发展以至对许多学术问题，我们的观点都是相近或相通的。近年来，我们通过写文章、通邮件，进行一些交流与切磋；在他的支持与关心下，十年前开始了网络答疑的活动，尝试这种在工程师中普及岩土工程知识的活动，并前后为我所写的网络答疑的三本书写了序，推动了网络答疑活动的发展与深入。

业内人士都知道，顾大师是带病出差、带病工作的，这次他是带病完成了这本著作，更加显得这本书的珍贵。希望读者不辜负老一代岩土工程专家的希望，从这本书中吸取营养，在岩土工程实践中推进岩土工程体制的改革。

高大钊 于同济园

2014年7月5日

《岩土工程典型案例述评》自序

岩土工程 的科学性和艺术性

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关联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的动力学原理；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、性能和相互之间的连接都是可控的，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，很少只是计算错误。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，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教训，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定性和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，没有唯一性，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！

目录

Contents

序 自序 岩土工程的科学性和艺术性

案例

1 / 中央彩色电视中心扩底桩基础	001
2 / 国家体育场（鸟巢）的地基基础工程	010
3 / 北京望京新城两项目基础工程的变刚度调平设计	024
4 / 大理某住宅区软土地基的过量沉降	036
5 / 南京紫峰大厦岩石地基挖孔桩基础	045
6 / 济南万科住宅群基础与残积土特性	066
7 / 昆明某工程基础事故的概念设计问题	078
8 / 武汉某高层住宅的桩基失稳事故	085
9 / 南海海滨某工程的桩基方案选择	092
10 / 内蒙古准格尔选煤厂整平场地引发地下水位上升	097
11 / 台北国际金融中心大楼岩土工程	105
12 / 北京丰联广场大厦地基与基础的共同作用分析	125

13 / 上海金茂大厦基坑工程 133

14 / 国家大剧院基坑工程的概念设计 148

15 / 北京郊区某工程的基坑渗透破坏 156

16 / 杭州地铁湘湖路站基坑事故 161

17 / 北京安贞雅园地下车库基坑事故 173

18 / 基坑降水设计与计算中的问题 178

19 / 广东遥田低中水平放射性废物处置场勘察及核素运移预测 187

20 / 深圳前海合作区围海造陆及软基处理工程 211

21 / 攀钢弄弄沟溢洪道地质灾害治理 230

22 / 某市堆山工程与地基承载力 241

23 / 墨西哥Texcoco抽水造湖与现场试验 249

24 / 北京八宝山断裂对北京正负电子对撞机工程影响的评价 254

25 / 岸边地震液化判别和地震液化的基本经验 269

26 / 田湾核电厂特殊地质体及其地震反应分析 278

27 / 唐山市体育中心岩溶塌陷治理 299

28 / 延安新区建设的岩土工程问题 312

29 / 长昆客专怀化南站岩溶的综合探测技术 330

30 / 兰州中川机场暗埋不良地质体探测 344

31 / 敦煌机场盐胀病害的研究和治理 353

32 / 青藏铁路与多年冻土 369

附录 典型案例涉及术语释义

1 / 扩底桩 388

2 / 载体桩 392

3 / 桩 - 土 - 基础共同作用分析程序 395

4 / 变刚度调平设计 400

5 / 桩基后注浆 403

6 / 泥炭和泥炭质土 405

7 / 格里菲斯强度准则 405

8 / 霍克- 布朗强度准则 407

9 / 土的结构强度 410

10 / 概念设计 411

11 / 挤土效应 413

12 / 群桩效应 414

13 / 地基、基础与上部结构共同作用分析 417

14 / 渗透破坏 419

15 / 不固结不排水剪与固结不排水剪 422

16 / 潜水渗出面 426

17 / 放射性废物 428

18 / 水动力弥散系数 430

19 / 爆破挤淤 434

20 / 地下水动态与均衡 435

21 / 护坦 437

22 / 消力池 438

23 / 能动断层与全新活动断裂 439

24 / 地震液化 440

25 / 场地地震反应分析 443

26 / 地震反应谱 445

27 / 岩溶土洞塌陷 447

28 / 反滤层 448

29 / 软式透水管 449

30 / 桩板结构路基 451

31 / 管波法探测 453

32 / 盐胀性 455

跋

人名索引

岩土工程典型案例述评1

中央彩色电视中心 扩底桩基础^①

核心提示

本案例勘察与设计密切配合，贯彻了勘察、设计、施工、检验、监测的全过程。并共同确定了地基基础的概念设计，率先在国家重点工程上采用扩底桩基础，为这种基础形式的全国推广起到了示范作用。

① 本案例根据顾宝和等《中央彩色电视中心扩底墩工程实录》（第一届岩土工程实录会议论文集）编写。

案例概述

1. 工程概况

20世纪80年代建成的中央彩色电视中心位于北京市复兴门外，为国家重点项目，20世纪80年代首都十大工程之一。该项目由建设部综合勘察院负责勘察，并提出基础设计方案，进行现场试验，组织施工，负责质量检验和变形监测；广播电视部设计院负责设计。主体结构1984年基本完成，1987年投入运营，土建工程的运营情况良好。

工程分为播出区和制作区两部分。播出区建筑面积约4万m²，以播出大楼为中心，东西北三面与裙房相连，主楼为筒中筒结构，地上26层，地下3层，箱形基础，底面标高为-12.5m，天然地基。裙房为框架结构，地上3层，地下3层，局部4层，扩底桩基础，基底平均标高为-12.5m。主楼与裙房间设抗震缝，不设沉降缝。制作区建筑面积约4.4万m²，以演播室为中心，分为8段。主体为框架结构，地上3~4层，地下1层，扩底桩基础，基础底面标高为-12.0m左右。平面布置见图1-1。

2. 地基条件

设计标高±0.00m相当于绝对标高54.5m。地层自上而下为：

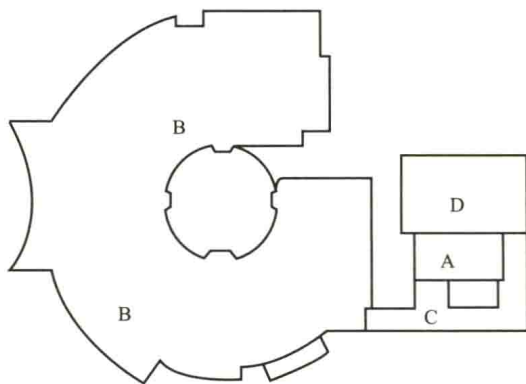


图1-1 中央彩色电视中心平面示意
(A为播出区主楼，C、D为裙房，B为制作区)

- (1) 填土：一般厚度约2.0m；
- (2) 粉土：一般厚度约2.0m；
- (3) 粉质黏土：厚度约1m左右；
- (4) 粉细砂：中密-密实，湿，厚度约1m左右；
- (5) 中粗砂：中密-密实，湿-饱和，厚度约3~4m；
- (6) 卵石：中密-密实，湿-饱和，厚度约4~6m；
- (7) 第三系砂岩、砾岩：半胶结，顶部局部有泥岩。

第四系土层厚度变化较大，砂土的标准贯入锤击数为18~30，少数超过30。
代表性的工程地质剖面见图1-2。

地下水为潜水，稳定水位绝对标高为40.4m，大部位于卵石层中，局部在砂层中。

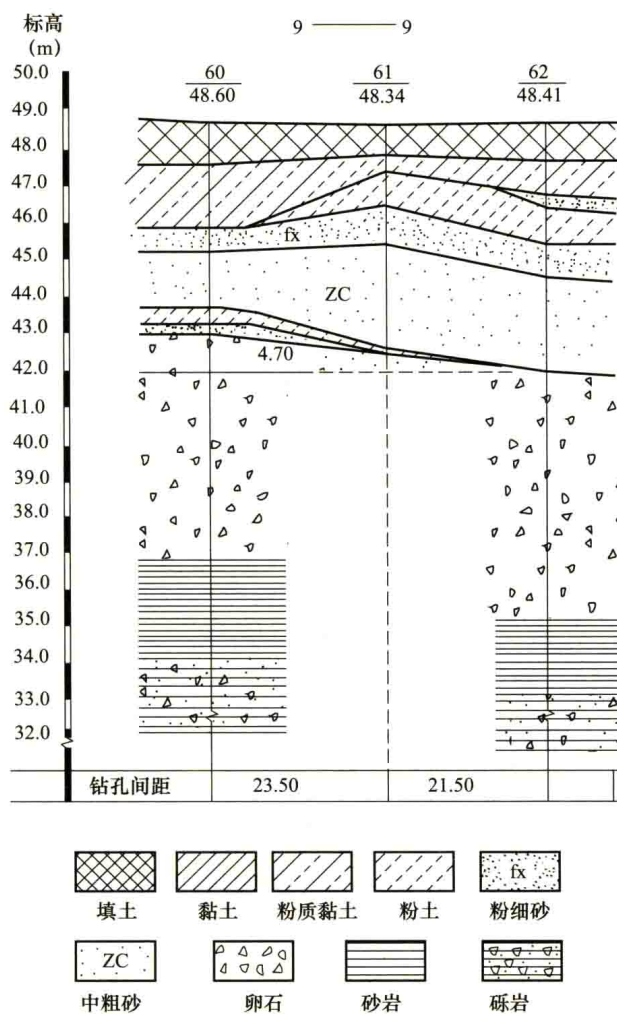


图1-2 代表性工程地质剖面图