

工程建设理论与实践丛书



YANTU GONGCHENG SHIGONG  
JISHU YU SHIJIAN

# 岩土工程施工

## 技术与实践

余正良 王 东 龚丕仁 主编



华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

# 岩土工程施工技术与实践

余正良 王东 龚全仁 主编

华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

岩土工程施工技术与实践/余正良,王东,龚丕仁主编. —武汉:华中科技大学出版社,  
2021.9

ISBN 978-7-5680-7470-4

I. ①岩… II. ①余… ②王… ③龚… III. ①岩土工程-工程施工 IV. ①TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 178469 号

岩土工程施工技术与实践

Yantu Gongcheng Shigong Jishu yu Shijian

余正良 王 东 龚丕仁 主编

责任编辑:叶向荣

封面设计:王 娜

责任校对:刘 竣

责任监印:朱 玟

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:22.25

字 数:396千字

版 次:2021年9月第1版第1次印刷

定 价:98.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究

# 编 委 会

**主 编** 余正良(四川华行地质设计院有限公司)  
王 东(中国三峡新能源(集团)股份有限公司)  
龚丕仁(四川省地质工程勘察院集团有限公司)

**副主编** 向明智(四川省地质工程勘察院集团有限公司)  
孙 刚(四川华行地质设计院有限公司)  
张高威(深圳市中广基础工程有限公司)

**编 委** 郑一帆(潮州市潮安区地方公路站)  
刘道清(中铁上海工程局集团有限公司城市轨道交通工程分公司)  
刘 根(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)  
李永明(中建八局第二建设有限公司)  
胡 伟(康定市交通运输局)

# 前 言

随着城市化速度的加快,高铁项目投资力度的加大,海底隧道的完成,跨海大桥的不断增多,岩土工程技术得到了迅猛发展。岩土工程技术成了人类社会发展的不可或缺的条件。岩土工程涉及诸多实践及理论分析,现代化科学技术为岩土工程创新创造了良好的条件,但岩土工程技术与环境之间一直存在一些矛盾,令岩土工程技术在发展中备受阻碍。并且,自然环境乃至资源欠缺也会对岩土工程技术的创新造成影响,因而应当寻找可持续发展的岩土工程技术创新之路,找到岩土工程技术与自然环境的平衡点。

在岩土工程实践中,可利用多种施工技术改造岩土结构。地质发生变化,相应的岩体也会形成复杂的结构,尤其是在不同的地域中,岩土特点也会产生较大的差异。岩土工程师在复杂的自然环境和地质条件下,须进一步思考如何保证岩土土体的稳定性,发挥岩土工程技术的应用价值。在具体分析过程中,要加强对岩土工程施工技术的研究,理论联系实际,采用更加有效的施工技术方法,从而不断提高施工效率。

本书从多方面对岩土工程施工技术与实践进行了阐述,希望结合进一步的研究,以便不断提高岩土工程项目建设水平。全书共 11 章,内容涉及勘测技术、地基处理技术、桩基础施工技术、水井施工技术、岩土锚固技术、地下连续墙施工技术、地下管道非开挖技术、边坡防护技术以及 BIM 技术在岩土工程施工中的应用等。

# 目 录

<b>第 1 章 岩土工程综述</b> .....	(1)
1.1 岩土工程设计综述 .....	(1)
1.2 岩土工程施工综述 .....	(6)
1.3 岩土工程检测综述 .....	(7)
1.4 岩土工程管理综述 .....	(10)
<b>第 2 章 岩石、岩体与土体的性质</b> .....	(13)
2.1 岩石的工程性质 .....	(13)
2.2 岩体的工程性质 .....	(15)
2.3 土体的工程性质 .....	(17)
<b>第 3 章 岩土工程勘察技术与实践</b> .....	(20)
3.1 岩土工程勘察基础知识 .....	(20)
3.2 岩土工程野外勘测技术 .....	(26)
3.3 岩土工程室内测验技术 .....	(59)
3.4 特殊工程的岩土工程勘察 .....	(88)
<b>第 4 章 岩土工程地基处理技术与实践</b> .....	(114)
4.1 地基处理的基础内容 .....	(114)
4.2 挤密桩施工技术 .....	(117)
4.3 灌浆施工技术 .....	(137)
4.4 深层搅拌技术 .....	(155)
<b>第 5 章 桩基础施工技术与实践</b> .....	(162)
5.1 桩基础施工的基本内容 .....	(162)
5.2 打孔灌注桩施工法 .....	(165)
5.3 其他灌注桩施工技术 .....	(185)
5.4 钢筋混凝土预制桩及钢管桩施工 .....	(192)
<b>第 6 章 水井设施施工方式</b> .....	(199)
6.1 水井设施施工的基础内容 .....	(199)
6.2 水井设施钻进技术 .....	(202)



6.3	供水井设施成井技术	(225)
6.4	地热井设施钻进技术	(249)
<b>第7章</b>	<b>岩土锚固技术与实践</b>	(254)
7.1	岩土锚固技术基础原理与内容	(254)
7.2	锚杆设备的施工技术	(259)
7.3	锚杆设备防腐蚀技术	(267)
7.4	常用锚具类型及锚杆张拉与锁定技术	(269)
<b>第8章</b>	<b>地下连续墙设施施工技术与实践</b>	(274)
8.1	地下连续墙施工的基础内容	(274)
8.2	地下连续墙设施设计	(276)
8.3	地下连续墙设施具体施工方式	(278)
<b>第9章</b>	<b>岩土工程非开挖施工技术与实践</b>	(296)
9.1	地下管线非开挖铺设技术	(296)
9.2	地下管道线路非开挖恢复技术	(322)
<b>第10章</b>	<b>岩土工程防护技术与实践</b>	(330)
10.1	岩石边坡防护技术	(330)
10.2	土质边坡植被防护技术	(332)
10.3	喷射混凝土防护技术	(333)
10.4	冲刷防护技术	(336)
<b>第11章</b>	<b>BIM技术在岩土工程施工中的应用</b>	(338)
11.1	BIM信息技术的基本概念及特点	(338)
11.2	BIM技术在岩土工程勘察设计中的应用	(340)
11.3	BIM技术在岩土工程施工监测中的应用	(342)
11.4	BIM技术在岩土工程应用中的问题及未来发展	(343)
	<b>参考文献</b>	(345)
	<b>后记</b>	(347)

# 第 1 章 岩土工程综述

一切工程建设都必须最终以不同方式安固于岩体或土体之上或之内,并与之共同工作。“空中楼阁”在现实中是不存在的。这种事实,无可辩驳地说明了工程建设与岩土工程之间极为密切的依存关系。随着各类建筑物日益向更高、更大、更重、更深方向发展,岩土工程问题不再仅由有限的建筑工程经验就能应付,也不再仅由某一个或少数几个学科的基本知识就能解决。解决岩土工程问题应该遵循它自己所固有的一系列特殊规律,发展它自己所必需的特殊方法,研究它自己所面临的一系列课题。

## 1.1 岩土工程设计综述

### 1.1.1 概述

岩土工程设计就是在考虑建设对象对自然条件的依赖性、岩土性质的变异性以及经验与试验的特殊重要性的基础上,从适用、安全、耐久和经济的原则出发,全面考虑结构功能、场地特点、建筑类型及施工条件(环境、技术、材料、设备、工期、资金)等因素,经过多种方案的比较与择优,采用先进、合理的理论方法,遵守现行建筑法规和规范的要求,对建筑涉及的各种岩土工程问题做出满足使用目标的定性、定量分析,在具体与可能的土、水、岩体综合条件和可能的最不利荷载组合下,提出岩土工程系统(地基、基础与上部结构)能够满足设计基准期内建筑物使用目标 and 环境要求,具有足够但不过分的强度变形稳定性与渗透稳定性的地基、基础、结构,并满足其在施工、监测等方面要求的最优组合方案,以及实施这种方案在质量、步骤和方法上的各种具体要求。岩土工程设计一般包括方案设计 with 具体设计(地基设计、基础设计、施工设计、环境设计、观测设计以及结构的原则设计)。这两种设计相互联系,相互依赖,但方案设计往往起主导作用。上述关于岩土工程设计的综合表述,包括了岩土工程设计的依据、原则、条件、方法、目的、内容 and 要求。

### 1.1.2 岩土工程设计的特点

岩土工程设计的特点在于它必须面对对自然条件的依赖性,岩土工程性质的变异性(不确定性),以及建筑经验、试验测试与建筑法规和规范的特殊重要性。因此,岩土工程设计不存在一个固定的模式,它必须坚持“具体问题,具体分析,具体解决”的原则,一切从实际出发,将当地的各种条件、数据、经验与建设对象的特点和要求紧密结合起来,以寻求解决问题的途径和方法。

### 1.1.3 岩土工程设计的原则

岩土工程设计的原则是必须保证工程的适用性、安全性、耐久性和经济性,并根据这个原则进行多种方案的比较分析与择优选取。适用性就是要满足工程预定的使用目标;安全性就是要使工程在施工期和使用期内一切可能的最不利条件与荷载组合下都不至出现影响正常工作的现象和破坏;耐久性就是保证工程各部分及其相互之间具有在预定使用年限内都满足使用目标的条件;经济性就是在确保上述要求条件下尽可能地减少投资,缩短工期。这几个方面是互相关联的一个整体。最佳的设计必须经过多种可能方案的比较,而在方案比较中,引入先进的理论、方法和技术,往往是获得最优方案的重要途径。现行的规范是有效而神圣的尺度,但不应该把它视为四海皆准而不容触动的教条,很多地方还需要在充分试验与分析的基础上进行补充与修正。

### 1.1.4 岩土工程设计的内容

岩土工程设计必须把地基、基础、上部结构,甚至施工视为一个整体,以保证工程在整体上的变形、强度和渗透稳定性为核心,组合出可能的不同设计方案,作为分析计算的基础。岩土工程设计中的方案设计与具体设计是互相联系的,方案设计往往比具体设计更加重要,但方案的择优又依赖于具体设计及其概算的比较。一个重要项目完整的岩土工程设计方案常包括地基设计方案、基坑支护设计方案、基础设计方案、上部结构设计方案、施工设计方案、环境设计方案以及观测设计方案,并对它们提出在质量以及实施步骤、方法上的具体要求。

地基设计要面对承受基础所传来荷载的全部地层。直接与基础接触的地层称为持力层,其下则均称为下卧层。地基设计应首先考虑天然地基,在不能满足要求或不经济时再考虑人工地基。每种地基都可以从多种方法中选出可能的比



较方案。

基坑支护设计是风险性较大的设计,不仅需要满足功能使用和基础埋深的要求,而且需要保护周边各种已有的建筑物、地下管线和道路。因此,需要根据场地地层状态特点,基坑形状和深度要求,周边环境的保护要求,确定基坑支护挡土结构方案(放坡护面、重力式挡土墙、喷锚土钉支护、桩墙支护等)和平衡水土压力的支撑或锚拉方案、止水降水方案和检(监)测方案等。进行基坑支护设计时应应对施工的工艺和土方开挖的工况提出具体的要求。

基础是指传递上部结构各种荷载的地下埋置部分。在基础设计中应首先考虑浅基础。浅基础和深基础都有不同的类型,常需结合具体条件,从基础的类型、形状、布置、尺寸、埋深、材料、结构等方面来寻求合适的比较方案。上部结构是指结构的地上部分。它的平面布置、立面布置、材料、结构形式、整体刚度、荷载分布的变化都会影响地基与基础的工作,也应作为寻求合理方案的比较因素。施工中基坑的开挖、降水、支护方法,以及施工顺序、施工期限和施工技术等诸多方面的变化均会对地基、基础和上部结构产生不同的影响,这些因素在形成最优的组合方案中也可能起到重要作用。

任何一个岩土工程设计方案能够成立的必要条件是它在强度、变形和渗透等方面具有足够的稳定性。强度稳定要求与建筑有关的土体不发生整体滑动、侧向挤出或局部坍塌,如地基土体所承受的荷载应不超过地基的容许承载力;变形稳定性要求与建筑有关的土体不发生过量的变形(总体沉降、水平位移或沉降差),如地基土体实际的变形量应不超过地基的容许变形值;渗透稳定性要求与建筑有关的土体不发生流土或管涌,以及由水在土中的渗透而引起的破坏或过量的变形,如地基土体实际的渗透水力坡降应不超过地基土的容许水力坡降。

### 1.1.5 岩土工程设计的方法

岩土工程设计中,必须把正确选用岩土计算指标参数、设计方法(尤其是指标参数与设计方法的配套)以及设计安全度放在重要位置上。

①岩土的特性指标参数应注意土体的非均匀性、各向异性;注意试验测定的方法、条件与土体在工程原位时工作的相似性;也应注意参数可能随土体实际工作时间与环境的变化而有所改变。尽量模拟土的实际工作条件是确定岩土特性指标的关键。考虑到岩土特性参数变化的随机性(不确定性),在确定岩土特性参数时,应保证足够的试验工作量,采取数理统计的方法确定计算中选用的指标。

②一般认为,概率法设计要优于定值法设计,极限状态法设计要优于容许应

方法设计,因此,概率法(可靠度法)与极限状态法相结合的设计方法越来越受到岩土工程设计人员的关注。对每个工程都进行可靠度计算是不现实的,因而常用建立在概率或经验基础上的分项系数法设计,即对一系列有关工程重要性、岩土特性参数、荷载作用、抵抗力等各个分项都引入规定的分项系数来对比作用效应与抵抗力效应之间的关系。我国当前的有关规范已开始采用这种方法。定值的容许应力法,只比较荷载作用与岩土抗力,要求强度满足一定的安全储备,变形满足正常使用要求。在比较中,岩土指标采用某一个定值(平均值、大值平均值或小值平均值),如荷载、抗力,尤其是设计安全度取值都建立在经验基础上。而以概率法为基础的极限状态法,一方面要按失效概率来度量设计的可靠性(即将岩土指标和安全储备都建立在概率分析的基础上),另一方面将极限状态分为承载力的极限状态(破坏极限状态、第一极限状态)和正常使用的极限状态(功能极限状态、第二极限状态)。承载力的极限状态,既包括地基整体滑动,边坡失稳,挡土结构倾覆,隧洞顶板垮落或边墙倾覆,以及流砂管涌、侵蚀、塌陷和液化等(称为 A 类);又包括土的湿陷、融陷、震陷及其他大量变形引起的结构性破坏,岩土过量的水平位移引起的桩的倾斜,管道破裂和邻近工程结构破坏,地下水的浮托力、静水压力和动水压力引起的结构性破坏等(称为 B 类)。正常使用的极限状态,包括外观变形、局部破坏和裂缝,振动和其他如地下水渗漏等超过了正常使用或耐久性能的某种限度等。岩土工程可靠度分析的精度主要取决于岩土参数统计的精度。岩土特性是一个空间范围内岩土的 average 特性。可靠度验算的是整个体系的可靠度。虽然这种方法的实施在目前还面临较大的困难,但它代表了设计方法发展的方向。

### 1.1.6 岩土工程设计的新途径

在岩土工程设计中,直接或间接地应用工程实体的试验或监测成果,完善和修改岩土工程设计是一个值得重视和发展的新途径。由于岩土工程的影响因素复杂,数学公式或数学模型的建立往往需经过一定的简化假定,而且地质条件难以完全摸清,岩土参数不易准确测定,测试条件与工程原型之间的差别往往很大,即使是模型试验,也会由于模型材料与尺寸效应等问题很难完全作为定量的手段。因此,以实体试验和原型观测为依据,或者建立经验公式,或者用经验系数修正理论公式(如由桩的静载试验建立桩的端承力、侧阻力的经验公式;用土的静载试验建立地基承载力的经验公式;用沉降观测数据修正试验建立地基承载力的经验公式;用沉降观测数据修正沉降计算公式等),或者直接作为岩土工



程设计的依据(如足尺静载试验,桩墩的现场试验,现场堆载试验,现场试开挖试验,现场疏干排水试验,现场地基处理试验,锚杆抗拔试验等),或者进行动态设计,即信息化设计(如根据堤坝下软土地基土的位移和孔压观测数据调整加荷速率;根据开挖过程中土的应力和位移调整施工程序;根据沉降观测数据确定高层与裙房间后浇带的浇筑时间;根据深开挖或地下开挖过程中岩土和结构的应力、变形、地下水情况,采取补强或其他应急措施),或者通过反分析方法反求岩土的参数以便检查设计的合理性,查明工程事故的技术原因并进行科学研究,这些都是常用的岩土工程技术和手段。

应该强调,反分析必须以工程原型为基础,以原型观测为手段,将观测数据与数学模型相联系,通过计算分析所得的参数与设计所用参数的对比,查验设计的合理性。因此,它要求勘察资料详细,有初始状态和应力历史的数据,有系统、全面、可靠的观测数据,且计算模型边界条件及排水条件合理。在进行理论解析、量纲分析和统计分析时注意反分析工程与设计工程之间在尺寸上的差异。而且,在确有把握时方可用外延方法,一般只能在内插范围内选取参数。反分析毕竟有一定的假设条件,因此,一般不应作为涉及责任问题的查证手段。目前,在实际应用中,可以进行非破坏性的反分析,也可以进行破坏性的反分析。

### 1.1.7 岩土工程设计的技术文件

岩土工程设计必须制作清晰完整的设计文件。以文字表述的文件多用于方案设计,着重进行可行性论证,辅以方案所必要的图表(包括平面图、剖面图、工程项目一览表、材料统计表、概算表等);以图形表述的文件,多用于施工设计阶段,辅以简要的文字说明。设计文件包括综合设计文件和分类设计文件。另外,在说明书中应包括任务来源、设计依据、设计的基础资料和基本数据、技术方案与计算、施工注意事项、检验与监测及概算等,一般还需附以存档备查的计算书。分类设计文件应针对不同项目(如天然地基、预制桩、灌注桩、降水疏干工程、开挖支护工程、边坡工程、地基处理等)分别制作。针对具体情况,必要时可做出与设计相关的专门性的技术文件(如各种试验报告、检验报告、监测报告、调查报告、分析评价报告等)。

综上所述,岩土工程设计正在经历着四个转变,即由容许应力设计向极限状态设计的转变,由确定性设计向概率法设计的转变,由静态设计向动态设计的转变和由单体作用设计到共同工作设计的转变。它们必将使古老的岩土工程设计走上一个更加适应岩土工程特点的崭新阶段。

## 1.2 岩土工程施工综述

### 1.2.1 概述

岩土工程施工就是在充分熟悉设计意图的基础上,组织力量(人力、物力、财力)将设计方案的要求正确、合理、经济、安全、高质量、高效率地予以实现。并在实施过程中,注意进一步完善设计方案、设计方法、设计参数,及时处理出现的各种新情况和新问题。它与工程特性和具体条件的变化密切相关,因而蕴藏着很大的可创造性。这些关于岩土工程施工的综合表述包括了岩土工程施工的基础、前提、要求和任务。

### 1.2.2 岩土工程施工的特点

岩土工程施工的特点如下:一是条件差,经常处于地下或水下;二是工期长,一般从基坑开挖到基础修建、基坑周围回填,往往需要相对较长的时间;三是费用高,几乎要花去工程总投资的30%~40%;四是风险大,常会遇到很多意想不到的问题,需要及时处理,以保证工程和人身的安全;五是变化多,一遇到异常情况就得改变设计,但又不能延误施工;六是更改难,一旦完成不好,就很难修改补救,甚至花费了大量的财力和人力,也很难得到一个令人满意的结果。从这些特点出发,岩土工程的施工一方面要透彻了解设计意图,另一方面要随时根据暴露出的地质条件和发生的各种现象,对原设计进行检验分析,必要时提出问题,或做出修改,切不可有半点马虎或放任。

### 1.2.3 岩土工程施工的核心

岩土工程施工的核心是质量、效率、安全与环境。质量来自可靠的设备、合理的方法、先进的技术、及时的检验、正确的应变。为此,要认真贯彻有关质量工作的方针政策、技术标准、施工验收规范、质检标准和技术操作规程,推行科学的质量管理方法,严格进行原材料、半成品和构配件的质量检查及验收。效率来自周密的计划、合理的组织和熟练的技术。要责任分明,及时抓住和处理要害问题,不使岩土和施工的条件有任何恶化。安全包括兴建工程的安全、相邻工程的安全以及设备和人身的安全。为此,必须严格按设计施工;执行安全生产法规;



做好施工前的安全技术交底;明确机电设备及施工用电的安全措施,防止吊装设备、打桩设备等倒塌的措施和季节性安全措施(防雨、防洪、防冻);注意施工现场周围的通行道路与居民保护的措施;加强安全施工生产责任制。环境包括工作环境和工程环境,应注意确保文明施工、场地整洁和工程邻近处居民的正常生活与已建结构物的正常工作。与此同时,岩土工程施工要把及时发现和处理一切新情况和新问题放在非常重要的地位。岩土复杂性表现为往往会在施工中出现许多难以预料的情况和问题,而且它的处理必须做到细心分析、当机立断、迅速准确、防微杜渐。否则,事态扩大会造成难以弥补的损失。因此,对处理各种新问题的经验教训进行总结具有重要的理论和实用价值。根据发现的新情况,评判、修改或补充原有设计,蕴藏着很大的创造性。

#### 1.2.4 岩土工程施工的对象

岩土工程施工的主要对象是作为地基、边坡、洞室主体的岩体、土体和其中的水体。岩体和土体的开挖、支护、压实、加固与处理,以及水体的降排、防渗、防止流土、管涌和防止污染环境等,成了岩土工程施工中的重要课题。它们所涉及的施工技术有基本工种的施工技术,如土方工程、混凝土工程、钢筋工程、钻探工程、打桩工程、爆破工程、注浆工程等;也有专门的施工技术,如灌浆、预压、强夯、深层搅拌、高压喷射、灌注桩、振冲、防渗墙、沉井、预锚、土工合成材料应用等。必须注意讲求各种技术的实际应用能力和水平,并认真总结在复杂施工条件下施工的实践经验,不断发展施工技术,提高施工水平。此外,岩土工程施工同样需要有详细的记录文件,它是质量检验、事故分析、经验总结、工程验收和科学研究的重要资料。

### 1.3 岩土工程检测综述

#### 1.3.1 概述

岩土工程检测是指岩土工程的检验与监测。它的内容一般包括“两个检验”及“三个监测”。“两个检验”就是对勘察成果与评价建议的检验,对各类施工质量控制的检验。“三个监测”就是对施工作用及各类荷载与岩土反应性状(包括应力、应变、位移、孔压、地下水等)的监测;对建设与运营中结构物沉降及性状的

监测;对环境条件(包括振动、噪声、污染)、工程地质与水文地质条件以及邻近建筑变化的监测。通过这些检验与监测来获取工程的第一手资料或数据,并在对这些资料或数据进行各种分析计算与总结的基础上,为设计的合理性与施工的高质量和安全性、工程运营的可靠性与稳定性、岩土工程理论与技术的检验和发展提供科学的依据。这些对岩土工程检测的综合表述,包括了岩土工程检测的内容、目的和重要作用。

### 1.3.2 岩土工程检测的特点

岩土工程的检测不仅需要“查体”,而且需要“治病”。它是岩土工程建设中一个非常重要的、体现发言权的环节和内容。通过检测,可以反求出其他方法难以得到的工程参数;可以完善、修改设计或施工方案;可以保证工程施工的质量和安全性,提高工程的效率和效益。例如,用沉降、水平位移及孔压的观测数据控制分级加荷的时间;用黏聚力、内摩擦角及加荷后地基强度的增长率控制加荷的大小;用孔压-时间关系曲线及沉降-时间关系曲线分析修正固结性参数等。既确保施工对象的安全,又检验设计的参数。

### 1.3.3 岩土工程检测的目的

岩土工程检测的目的在于通过检验来考察设计施工的基本条件与具体要求是否达到;通过监测来考察设计施工的综合效果和实际效益是否达到。如果在二者之间发生矛盾,就需要通过仔细的研究,寻求其中的原因,或者总结经验发展理论(正效果时),或者查病治病,采取措施(负效果时)。因此,检验的要求是已知的,工作是主动的;而监测的效果是未知的,工作是被动的。只有对一系列关于岩体、土体、水体或结构与设施内的变形、应力、位移和孔压以及地下水等方面的变化进行检测及分析,才能做出符合实际的结论。一般既需要有相应的试验设备,又需要有不同的观测设备。通常的监测包括变形监测、位移监测、应力监测、孔压监测、地下水监测及环境监测等。

### 1.3.4 岩土工程检测的要求

岩土工程检测的要求对不同的工程对象应该有所不同,必须针对不同的工程进行。对天然地基工程,常需检验基槽的土质,监测回弹与建筑物沉降,地下水控制措施的效果与影响,以及基坑支护系统的工作状态。例如,对预制桩工



程,常需检验桩的平面布置、质量,施工机械及置桩能量,置桩过程,施工顺序,施工进度,持力层的性质,最终贯入度,桩的垂直度,间歇天数等;监测打桩过程中土体的变形与孔压,桩身受力变形性状,单桩承载力,振动,噪声,桩土相互效应。对于灌注桩工程,常需检验桩的平面布置(数量、间距、孔径),成孔质量(垂直度、孔底渣土厚度、持力层终孔验收),施工顺序,工序衔接,施工进度,钻孔泥浆特性,钢筋笼规格质量、安设,混凝土特性、浇筑量、浇筑质量等;监测施工过程,桩身受力变形,单桩承载力,环境影响,运营期间桩土的相互作用效应(负摩擦、抗浮等)及群桩效应。对于地基加固工程,常需检验方案的适用性,加固材料的质量,施工机械特性,输出能量,影响范围深度,施工技术参数,施工速度、顺序、遍数,压密厚度,成孔、成桩的质量,工序搭接,加固效果,停工、气候和环境条件变化对施工效果的影响等;监测岩土性状的变化,加固前后性状的比较,环境影响,加固效果随时间的变化。对于基坑开挖的支护工程,常需检验基槽;监测支护结构、槽底和被支护土体的变形,锚杆的受力情况,地下水位及孔压,相邻建筑物的沉降等。所有的技术要求都应依据工程设计的条件与质量控制的标准。

### 1.3.5 岩土工程检测的关键

岩土工程检测的关键是必须强调检测的目的性、计划性、及时性、准确性、系统性和经济性。各项检测工作必须在充分了解工程总体情况,即勘察成果、设计意图、施工组织计划的前提下,有针对性地按计划进行。检测的重点和各工作点在空间和时间上的布局、方法和选择以及资料分阶段分析的安排等,都应以工程负责人能够及时掌握工程的总体进程状态为基本原则,以便及早发现异常,确认采取补救措施的必要性。应及时整理分析检测的资料,以便及早揭露仪器的失效或观测方法的失败,有利于及早发现和预报险情。准确性除了要求仪器稳定可靠外,还应保证与要求相适应的工作精度。系统性要求观测方案内容互相配套,防止盲目设点。岩土工程监测的目的性、及时性、计划性、准确性与系统性都是有关经济性的重要问题。

应该特别指出,岩土工程的检测不是孤立的,它应该与岩土工程勘察、设计、施工一起构成一个完整的系统。由于岩土工程检测是在实际工程上进行的系统观测,对于岩土工程有关理论的检验和发展具有非常重要的科学意义,而且可以通过反分析方法求出其他方法难以得到的某些工程参数。同样,对岩土工程检测的全部成果必须完整地做出记录,妥善保存,以备施工时的分析和以后的应用。

## 1.4 岩土工程管理综述

### 1.4.1 概述

岩土工程管理就是适应岩土工程的特点,动态地寻求主观与客观或技术与条件的最佳融合。因此,它需要统一考虑地基、基础和结构的共同工作;统一考虑勘察、设计、施工和检测的互相配合和强烈依赖性;统一考虑利用、整治与改造的整体优化;统一考虑安全、适用、耐久、经济与环境的基本要求;统一考虑岩体、土体和水体特性的时空变化等特点。它需要在指挥服务机构与技术决策系统间建立灵活、有序、有效、互相协调的运行机制和激励机制,达到调动一切积极因素,协调各方面的关系,推动工程在施工期间的全面优化和运用期间高效耐久的总目标。

### 1.4.2 岩土工程管理的特点

岩土工程管理必须使行政管理与技术管理相配合,建立灵活、有序、及时、有效、协调的指挥服务机构与技术决策机构的运行机制与激励机制,推动工程的全面优化。岩土工程管理必须保证施工期间材料的优质与及时供应,调动各方面的积极因素,使人员与技术同具体条件及其变化相融合。

应该特别指出,岩土工程管理的行政管理与技术管理都必须把风险管理放在重要地位,“凡事预则立,不预则废”。

### 1.4.3 岩土工程管理的核心

岩土工程管理的核心主要在于建筑施工期,但也要注意施工后的应用期。在施工期管理上,在保证工程安全、质量和进度的前提下,必须坚持对于工程可能出现问题的预见性,以及处理问题时在全面质量原则下的灵活性;在应用期管理上,既要保证工程的高效耐久,又要考虑原设计条件的变化,以其不致发生恶化为原则,对发现的新问题要及时研究,并予以妥善解决。

### 1.4.4 岩土工程管理的原则

岩土工程管理的总原则是目标系统的最优化。为了实现安全可靠目标、使