



高等职业教育
建筑工程技术专业教学资源库



高等职业教育专业教学资源库建设项目规划教材



地基与 基础工程施工

赵育红 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



高等职业教育
建筑工程技术专业教学资源库



高等职业教育专业教学资源库建设项目规划教材

地基与基础工程施工

Dìjī yu Jīchū Gongchéng Shìgōng

赵育红 主 编
王 玮 黄 敏 副主编
孟小鸣 主 审



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS · BEIJING

内容提要

本书是高等职业教育专业教学资源库建设项目规划教材。

本书共分为六个学习情境,内容包括:工程地质勘察、地基处理、基坑工程施工、独立基础与条形基础施工、筏形基础施工、桩基础施工等。各学习情境下设学习单元,每单元均有能力目标和知识目标,思考与练习,便于查阅和掌握内容的重点。本书最后附有名词检索,便于快速查阅书中出现的专业术语。

本书采用了最新标准和规范,注重理论联系实际,特别注重了与工程实践的結合和技能的培养,体现了加强实际应用、服务专业教学的宗旨。本书与“高等职业教育建筑工程技术专业教学资源库”紧密联系,本书的教学课件、习题、图片,视频及相关工程案例均可在 www.cchve.com.cn 中“地基与基础工程施工”课程中搜索到。

本书可作为应用性、技能型人才培养的建筑工程技术、建筑工程管理等相关专业教材,也可作为土建类及相关专业的培训教材,并可供建筑工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地基与基础工程施工/赵育红主编. -- 北京:高等教育出版社, 2013. 1

ISBN 978 - 7 - 04 - 036544 - 3

I. ①地… II. ①赵… III. ①地基 - 工程施工 - 高等职业教育 - 教材②基础(工程) - 工程施工 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①TU47②TU753

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 305116 号

策划编辑 张玉海
插图绘制 尹莉

责任编辑 刘东良
责任校对 杨雪莲

封面设计 于涛
责任印制 田甜

版式设计 于婕

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印刷 北京铭成印刷有限公司
开本 787 mm × 1092 mm 1/16
印张 17
字数 410 千字
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
版次 2013 年 1 月第 1 版
印次 2013 年 1 月第 1 次印刷
定价 29.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 36544 - 00

高等职业教育建筑工程技术专业教学资源库建设项目 规划教材编写委员会

主任委员：胡兴福

委 员：（按汉语拼音排序）

蔡红新	陈年和	陈文元	杜绍堂	冯光灿	郭卫琳
胡兴福	卢光斌	陆生发	孟小鸣	任雪丹	沙 玲
沈养中	王长连	王付全	危道军	温艳芳	杨庆丰
张 迪	张小平	赵育红			

联合建设学校：

四川建筑职业技术学院
黑龙江建筑职业技术学院
成都航空职业技术学院
杨凌职业技术学院
浙江建设职业技术学院
湖北城市建设职业技术学院
黄冈职业技术学院
四川电力职业技术学院
四川交通职业技术学院

江苏建筑职业技术学院
内蒙古建筑职业技术学院
黄河水利职业技术学院
昆明冶金高等专科学校
山西建筑职业技术学院
宁波职业技术学院
重庆工程职业技术学院
山西工程职业技术学院

行业企业：

高等教育出版社
中铁二局集团建筑有限公司
南通建筑工程总承包有限公司
四川省建筑业协会

中国建筑第八工程局
四川华西集团有限公司
龙信建设集团有限公司



建筑业是我国国民经济重要产业之一,建筑业的可持续发展可以同时带动多个相关行业的发展,其产业带动能力、就业容纳能力巨大,对劳动力特别是对农村剩余劳动力转移具有十分重要的作用。我国城市化进程的进一步加快,西部大开发战略的实施,社会主义新农村建设的启动,都为建筑业的发展提供了广阔的空间,建筑业成为人才需求量极大的行业。据统计,到2010年底,全国建筑从业人员4 043.37万人。今后10年,建筑业从业人员将保持在4 000万左右,其中技术与管理人员为30%,即1 200万人左右,平均每年需要补充技术与管理人员60万左右,其中约1/4将由建筑工程技术及相近专业培养。据统计,2010年全国建筑工程技术专业办学点数量达540个,在校生数量225 816人,招生数量82 509人。由此可见,建筑工程技术专业人才的培养面临繁重任务。

建筑工程技术专业教学资源库是为贯彻国家“十二五”规划,根据《教育部 财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)和《教育部关于确定高等职业教育专业教学资源库2010年度立项建设项目的通知》(教高函[2010]9号)精神,围绕支撑建筑业发展的人才需求,由四川建筑职业技术学院主持,16所高职院校、6家企业、1个行业协会共同参与建设的国家高等职业教育教学资源共享网络平台。资源库依托于校校合作、校企结合,在准确定位建筑工程技术专业人才培养目标、准确把握企业在职培训和继续教育需求及建筑技术发展水平的基础上,通过系统设计、先进技术支撑、开放式管理、网络运行、持续更新的方式,构建起兼顾职前教育与职后教育、专业教育与技能培养、教育指导与技术更新的终身学习体系。能够满足现代高职教育、企业培训、在职人员继续教育、行业新技术推广应用的需要,服务对象为教师、学生、企业员工及社会学习者。通过网络信息技术,为全国高职院校、企业和社会学习者提供资源检索、信息查询、资料下载、教学指导、在线学习、学习咨询、就业支持、人员培训等服务,解决高职院校专业共性需求,实现优质教学资源共享,推动专业教学改革,提高人才培养质量,提升建筑业从业人员素质和适应现代教学组织形态的变换。

建筑工程技术专业教学资源库建成后,将在全国高职院校中推广使用,带动全国千余所高职院校专业教学模式和教学方法改革,整体提升我国高等职业教育专业人才培养质量和社会服务能力,所以课程体系开发、资源建设及教学实践成为资源库建设项目的核心工作任务。

建筑工程技术专业教学资源库建设项目选择有教学价值的典型行动领域,以施

工过程为导向进行教学转换,按照典型工作任务设置课程,系统架构起以砌体结构、混凝土结构、钢结构三种典型结构形式的施工过程为主线,符合施工员、质量员、安全员、资料员等岗位群工作过程的课程体系,共有16门课程,即:土木施工类专业导论、建筑力学、建筑结构、工程项目承揽与合同管理、建筑工程图绘制与识读、建筑工程施工准备、建筑工程施工测量、地基与基础工程施工、砌体结构工程施工、混凝土结构工程施工、钢结构工程施工、建筑设备安装、屋面与防水工程施工、建筑装饰装修工程施工、建筑工程计量计价、建筑工程竣工验收与移交。该课程体系能够实现教学项目与施工项目的一致性,学生在校学习与实际工作的一致性。

教材是体现教学内容和教学方法的知识载体,进行教学的具体工具,也是深化教育教学改革、全面推进素质教育、培养创新人才的重要保证。建筑工程技术专业教学资源库建设项目规划教材是资源库建设的重要成果之一,为保证教材的高品质,教材编委会确定了以下编写原则:

1. 国家精品。本系列教材为国家高等职业教育专业教学资源库建设项目规划教材,采用最新课程体系,与资源库内容对接,形成教材、资源库互为补充。
2. 系统严谨。打破传统学科教学体系,采用工作过程系统化课程设计,全套书为一个系统的整体,各门课程学习领域之间知识点的衔接与配合考虑周全。
3. 经典普适。考虑到平台为全国高职院校相关专业教学服务,课程体系有普适性、经典性,课程实施简单易行。
4. 先进推新。采用最新国家规范、标准,体现新技术、新材料、新工艺、新设备。
5. 工学结合。体现校企合作,企业人员参与教材编写,深度参与教学环节,使人才培养目标更加准确有效。
6. 博采众长。广泛吸收国内外教学改革的经验及优秀教材之精华。

经过编写团队全体成员的共同努力,目前本系列教材基本实现了编写原则,同时还具有以下特点:

1. 强化顶层设计。相关课程的学习情境采用相同的典型工程案例作为知识载体,由资源库统一提供3套实际工程的施工图,即砌体结构工程施工图、混凝土结构工程施工图、钢结构工程施工图,凸显了该系列教材的整体性。

2. 创新教材形式。纸质版教材将与资源库内容有关联处用特殊设计表达出来,便于学习者有针对性地上网检索(表示文本资源,表示图片资源,表示动画资源,表示视频资源)。同时,设计不同形式的标识,对涉及标准强制性条文、毒副作用建筑材料、施工过程对环境保护有要求等内容予以突出显示。电子版教材采用全彩设计,相关知识点与资源库的内容实现网内链接,学习者能够针对该知识点方便地浏览相关图片、视频、动画和文档,增加学习的趣味性和学习效果。

3. 书后设有名词检索,便于学习者快速查找相应内容。

4. 具有相对独立性。为了满足目前尚不具备上网条件的读者需要,该系列教材的纸质版教材本身形成了完整的内容体系,脱离资源库也可以正常使用。

本系列教材凝聚了资源库所有参与建设的广大教师 and 许多企业专家的心血,体现了现代高

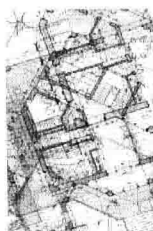
职教育的内涵，是建筑工程技术专业教学资源库建设的重要成果，必将对推进我国建筑类高等职业教育的发展与改革产生深远影响。

教材建设是一个不断吐故纳新的过程，衷心希望学习者及时反馈教材使用信息，提出宝贵意见，为本套教材的长期建设、持续改进提供支持。

衷心祝愿我国的高职教育事业欣欣向荣，蒸蒸日上。

高等职业教育建筑工程技术专业教学资源库建设项目组

2012 年 4 月



前言

万丈高楼平地起,“地基与基础工程施工”是建筑工程技术专业课程体系不可或缺的重要一环,也是施工员工作过程的重要环节。“地基与基础工程施工”课程是一门理实融通的专业必修课程,对学生形成“施工员”职业能力与职业素养起着重要的支撑作用。该课程实践性强、知识面宽、综合性强、发展快,必须结合实际情况,综合运用有关学科的基本理论和知识,采用新技术和现代科学成果,解决生产实践问题,并与后续专业课程一起构成建筑工程技术专业的主干课程。

本教材为“地基与基础工程施工”课程的配套教材,在编写中力求按高等职业教育的特点,注重“工学结合”,从工程实践中选取典型案例来引导教学,有利于教师按“项目教学法”和“案例教学法”组织教学。在内容上着重基本理论和基本方法的学习和应用,同时强调了保证施工质量、安全生产的措施。本教材结合现行规范,与“高等职业教育建筑工程技术专业教学资源库”紧密联系;本教材的教学课件、习题、图片视频及相关工程案例均可在 www.cchve.com.cn 网站中“地基与基础工程施工”课程中搜索到。

本教材可作为土建类专业高职高专“地基与基础工程施工”课程教材,也可作为地基处理公司操作人员、土建工程技术人员参考用书。

本教材由赵育红主编,王伟和黄敏为副主编,孟小鸣主审。学习情境一由朱星彬(宁波职业技术学院)编写,学习情境二由赵育红(四川建筑职业技术学院)编写,学习情境三由黄敏(四川建筑职业技术学院)编写,学习情境四、五由冉瑞乾(四川电力职业技术学院)编写,学习情境六由王伟(江苏建筑职业技术学院)编写。

在本书编写过程中,得到了高等教育出版社和编写者所在单位的大力支持,在此一并致谢。

限于编者的水平,本书尚有不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2012年12月



目录

学习情境一 工程地质勘察 1

学习单元 1.1 岩土工程勘察

报告 1

1.1.1 基础知识学习 1

一、岩土工程勘察分级 1

二、岩土工程勘察要求与目的 3

三、岩土工程勘察任务 4

四、岩土工程勘察方法 4

1.1.2 教学内容实施 6

一、岩土工程勘察报告主要 编写内容 6

二、阅读岩土工程勘察报告 6

1.1.3 教学实训 13

实训项目：编写岩土工程勘察 报告 13

学习单元 1.2 土工试验 14

1.2.1 基础知识学习 15

一、土的组成 15

二、土的基本物理性质指标 16

三、土的力学性质指标 18

四、土的分类 21

五、土的工程性质 23

1.2.2 教学内容实施 25

一、室内土工试验 25

二、土的现场鉴别 27

1.2.3 教学实训 29

实训项目 1：密度试验 29

实训项目 2：含水量试验 29

实训项目 3：直接剪切试验 29

思考与练习 30

学习情境二 地基处理 31

学习单元 2.1 换填垫层法 32

2.1.1 基础知识学习 32

一、材料控制要点 32

二、机具选择 33

2.1.2 教学内容实施 33

一、施工准备 33

二、施工工艺 33

三、质量检验 35

四、成品保护措施 35

五、质量标准 35

六、质量记录 35

2.1.3 教学实训 36

实训项目：阅读换填垫层法地基 处理施工方案 36

学习单元 2.2 强夯法和强夯置

换法 36

2.2.1 基础知识学习 36

一、强夯技术参数的确定 36

二、机具选择 37

2.2.2 教学内容实施 38

一、施工准备 38

二、施工工艺 38

三、质量控制要点 39

四、成品保护措施 39

五、安全、环保措施 39

六、质量标准 40

七、质量记录 40

八、质量检验 40

2.2.3 教学实训 40

实训项目：阅读强夯法在山区块石填	
方工程中的应用方案	40
学习单元 2.3 振冲法	41
2.3.1 基础知识学习	41
一、材料控制要点	41
二、机具选择	41
2.3.2 教学内容实施	42
一、施工准备	42
二、施工工艺	42
三、质量控制要点	43
四、成品保护措施	43
五、质量标准	43
六、质量记录	44
七、质量检验	44
2.3.3 教学实训	44
实训项目 1：阅读某工程振冲桩	
地基处理方案	44
实训项目 2：阅读某工程振冲卵	
石桩施工方案	44
学习单元 2.4 砂石桩法	44
2.4.1 基础知识学习	45
2.4.2 教学内容实施	45
一、施工准备	45
二、施工工艺	45
三、质量控制要点	46
四、成品保护措施	46
五、安全、环保措施	46
六、质量标准	47
七、质量记录	47
八、质量检验	47
2.4.3 教学实训	47
实训项目：阅读灌区扩容工程地基	
处理方案	47
学习单元 2.5 水泥粉煤灰碎石桩法	48
2.5.1 基础知识学习	48
一、材料控制要点	48
二、机具选择	48
三、施工前应具备的资料	48
2.5.2 教学内容实施	48
一、施工准备	48
二、施工工艺	49
三、质量控制点	50
四、成品保护措施	50
五、质量标准	51
六、质量记录	51
七、质量检验	51
2.5.3 教学实训	52
实训项目 1：阅读碎石桩地基	
施工方案	52
实训项目 2：阅读 CFG 桩地基	
施工方案	52
学习单元 2.6 高压喷射注浆法	52
2.6.1 基础知识学习	52
一、材料控制要点	52
二、机具选择	53
2.6.2 教学内容实施	53
一、施工准备	53
二、施工工艺	53
三、质量控制要点	54
四、成品保护措施	55
五、安全、环保措施	55
六、质量标准	55
七、质量记录	55
八、质量检验	56
思考与练习	56
学习情境三 基坑工程施工	57
学习单元 3.1 场地平整	57
3.1.1 基础知识学习	57
一、土方工程的基本概念	57
二、土方工程的施工特点	57
3.1.2 教学内容实施	58
一、基坑、基槽土方量的计算	58
二、场地平整土方量的计算	58
3.1.3 教学实训	62
实训项目：场地平整土方量计算	62
学习单元 3.2 土方开挖与回填压实	65

3.2.1 基础知识学习	65	三、深基坑支护	115
一、土的物理性质	65	3.5.2 教学内容实施	129
二、土的分类与现场鉴别方法	66	案例：某工程基坑支护方案	129
3.2.2 教学内容实施	67	3.5.3 教学实训	139
一、土方调配	67	实训项目：编制某工程基坑	
二、施工准备及辅助工作	67	支护方案	139
三、土方开挖	68	思考与练习	140
四、深基坑开挖	69	学习情境四 条形基础与独立	
五、土方回填	72	基础施工	141
3.2.3 教学实训	75	学习单元 4.1 条形基础施工	141
实训项目：阅读某工程的土方		4.1.1 基础知识学习	141
施工方案	75	一、条形基础构造	141
学习单元 3.3 土方机械化施工	87	二、条形基础施工	144
3.3.1 基础知识学习	87	4.1.2 教学内容实施	148
一、推土机	87	一、基础施工方案的作用及其与	
二、铲运机	88	施工组织设计的关系	148
三、单斗挖土机	89	二、基础施工方案的编制	150
四、装载机	92	学习单元 4.2 独立基础施工	151
3.3.2 教学内容实施	92	4.2.1 基础知识学习	151
一、土方施工机械的选择	92	一、钢筋混凝土独立基础构造	151
二、土方机械化施工的配套计算	93	二、钢筋混凝土独立基础施工要点	154
3.3.3 教学实训	93	三、钢筋混凝土独立基础质量验评	154
实训项目：带领学生现场认识施		四、钢筋混凝土独立基础施	
工机械	93	工安全技术	159
学习单元 3.4 地下水的控制	93	4.2.2 教学内容实施	162
3.4.1 基础知识学习	94	一、施工准备	162
一、集水井降水法	94	二、工艺流程	163
二、井点降水法	94	三、操作要点	163
三、降水对周围的影响及防治措施	102	四、质量验收	165
3.4.2 教学内容实施	103	4.2.3 教学实训	165
案例：某工程地下水降水		实训项目：阅读某工程基础	
施工方案	103	施工方案	165
3.4.3 教学实训	111	思考与练习	165
实训项目：轻型井点降水设计	111	学习情境五 筏形基础施工	166
学习单元 3.5 基坑支护	113	学习单元 5.1 基础知识学习	166
3.5.1 基础知识学习	113	5.1.1 筏形基础构造	166
一、土方边坡保护	113	一、材料要求	167
二、土壁支撑	115	二、筏形基础平面布置	167

三、板厚	167	6.1.1 基础知识学习	185
四、柱(墙)与基础梁的连接	167	一、桩基础分类	185
五、墙体	167	二、桩基承台构造	186
六、施工缝	168	三、预制桩制作、吊装、运输及 堆放	189
七、后浇带	170	6.1.2 教学内容实施	191
八、裙房	171	一、打入式钢筋混凝土预制桩	191
九、墙外回填土	172	二、静压式钢筋混凝土预制桩	202
5.1.2 筏形基础施工	172	6.1.3 教学实训	206
一、施工工艺流程	172	案例: 阅读某工程预制钢筋混凝土 方桩施工方案	206
二、施工要点	172	学习单元 6.2 钢筋混凝土灌注 桩施工	215
5.1.3 筏形基础质量验评和 安全技术	173	6.2.1 基础知识学习	215
一、筏形基础质量验评	173	一、灌注桩分类	216
二、筏形基础安全技术	173	二、灌注桩施工的一般规定	217
5.1.4 大体积混凝土施工	174	三、灌注桩施工准备	218
一、大体积混凝土的界定	174	6.2.2 教学内容实施	218
二、大体积混凝土裂缝形成原因	175	一、泥浆护壁成孔灌注桩施工	218
三、大体积混凝土裂缝种类及危害	175	二、螺旋钻孔灌注桩施工	225
四、大体积混凝土裂缝防治措施	176	三、套管成孔灌注桩施工	228
学习单元 5.2 教学内容实施	177	四、人工挖孔灌注桩施工	232
案例: 阅读某基础筏板及基础梁 分项工程施工方案	177	6.2.3 教学实训	236
学习单元 5.3 教学实训	183	实训项目: 阅读钻孔灌注桩工程 施工方案	236
实训项目: 编写某工程大体积 混凝土施工方案	183	思考与练习	253
思考与练习	184	名词检索	255
学习情境六 桩基础施工	185	参考文献	257
学习单元 6.1 钢筋混凝土预 制桩施工	185		



学习情境一 工程地质勘察

通过对“工程地质勘察”文件的学习训练,要求学生能够阅读、使用岩土工程勘察报告^[1],能通过室内土工试验测定土的最基本的物理指标,并根据测试结果,进一步阐述土的物理力学性质。通过学习,掌握房屋建筑工程的勘察内容及其勘察方法、土的工程分类,陈述土的工程性质、工程地质勘察的有关规定以及岩土工程勘察报告的内容。

学习单元 1.1 岩土工程勘察报告

通过本单元的学习与训练,要求达到以下学习目标:

能力目标 会阅读岩土工程勘察报告,并根据其内容及图件,提出地基^[2]与基础^[3]方案设计的初步建议,推荐地基持力层;能对软弱地基或不良地基提出是否进行地基处理^[4](或加固)的建议。

知识目标 能够熟练陈述房屋建筑工程的勘察内容及其勘察方法等。

1.1.1 基础知识学习

建筑工程岩土工程勘察^[5]应贯彻执行国家有关的技术经济政策,做到技术先进,经济合理,确保工程质量,提高投资效益。《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001,2009年版)规定:各项建设工程在设计和施工之前,必须按基本建设程序进行岩土工程勘察。岩土工程勘察应按工程建设各勘察阶段的要求,正确反映工程地质条件,查明不良地质作用^[6]和地质灾害^[7],精心勘察,精心分析,提出资料完整、评价正确的勘察报告。

一、岩土工程勘察分级

1. 工程重要性等级

根据工程的规模和特征,以及由于岩土工程问题造成工程破坏或影响正常使用的后果,可分为三个工程重要性等级:

- ① 一级工程:重要工程,后果很严重。
- ② 二级工程:一般工程,后果严重。
- ③ 三级工程:次要工程,后果不严重。

2. 工程场地等级

根据场地的复杂程度,可按下列规定分为三个场地等级:

(1) 一级场地(复杂场地)

符合下列条件之一者为一级场地(复杂场地):

- ① 对建筑抗震危险的地段;
- ② 不良地质作用强烈发育;
- ③ 地质环境已经或可能受到强烈破坏;
- ④ 地形地貌复杂;
- ⑤ 有影响工程的多层地下水,岩溶裂隙水或其他水文地质条件复杂需专门研究的场地。

(2) 二级场地(中等复杂场地)

符合下列条件之一者为二级场地(中等复杂场地):

- ① 对建筑抗震不利的地段;
- ② 不良地质作用一般发育;
- ③ 地质环境已经或可能受到一般破坏;
- ④ 地形地貌较复杂;
- ⑤ 基础位于地下水位以下的场地。

(3) 三级场地(简单场地)

符合下列条件者为三级场地(简单场地):

- ① 抗震设防烈度等于或小于6度,或对建筑抗震有利的地段;
- ② 不良地质作用不发育;
- ③ 地质环境基本未受破坏;
- ④ 地形地貌简单;
- ⑤ 地下水对工程无影响。

注:1. 从一级开始,向二级,三级推定,以最先满足的为准;

2. 对建筑抗震有利、不利和危险地段的划分,应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)的规定确定。

3. 地基等级

根据地基的复杂程度,可按下列规定分为三个地基等级:

(1) 一级地基(复杂地基)

符合下列条件之一者为一级地基(复杂地基):

- ① 岩土种类多,很不均匀,性质变化大,需特殊处理;
- ② 严重湿陷、膨胀、盐渍、污染的特殊性岩土,以及其他情况复杂需作专门处理的岩土。

(2) 二级地基(中等复杂地基)

符合下列条件之一者为二级地基(中等复杂地基):

- ① 岩土种类较多,不均匀,性质变化较大;
- ② 除一级地基中规定以外的特殊性岩土。

(3) 三级地基(简单地基)

符合下列条件者为三级地基(简单地基):

- ① 岩土种类单一, 均匀, 性质变化不大;
- ② 无特殊性岩土。

注: 从一级开始, 向二级, 三级推定, 以最先满足的为准。

4. 岩土工程勘察等级

根据工程重要性等级、场地复杂程度等级和地基复杂程度等级, 可按下列条件划分岩土工程勘察等级。

甲级: 工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级中, 有一项或多项为一级;

乙级: 除勘察等级为甲级和丙级以外的勘察项目;

丙级: 工程重要性、工程场地和地基等级均为三级。

注: 建筑在岩质地基上的一级工程, 当工程场地等级和地基等级均为三级时, 岩土工程勘察等级可定为乙级。

二、岩土工程勘察要求与目的

1. 勘察基本要求

对于房屋建筑和构筑物(以下简称建筑物)的岩土工程勘察, 应在搜集建筑物上部荷载、功能特点、结构类型、基础形式、埋置深度和变形限制等方面资料的基础上进行。其主要工作内容应包括以下方面:

- ① 查明场地和地基的稳定性、地层结构、持力层和下卧层的工程特性、土的应力历史和地下水条件以及不良地质作用等;
- ② 提供满足设计施工所需的岩土参数, 确定地基承载力, 预测地基变形性状;
- ③ 提出地基基础、基坑支护、工程降水和地基处理设计与施工方案的建议;
- ④ 提出对建筑物有影响的不良地质作用的防治方案的建议;
- ⑤ 对于抗震设防烈度等于或大于 6 度的场地, 进行场地与地基的地震效应评价。

2. 分阶段勘察及其要求

建筑物的岩土工程勘察宜按工程建设各阶段的要求分阶段进行。岩土工程勘察分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察三个阶段, 不同阶段岩土工程勘察要求与目的侧重点是不同的。

① 可行性研究勘察应符合选择场址方案的要求。通过收集区域地质、地形地貌、地震、矿产、当地的工程地质、岩土工程和建筑经验等资料, 了解场地的地层、构造、岩性、不良地质作用和地下水等工程地质条件, 对拟建场地的稳定性和适宜性作出评价。

② 初步勘察应符合初步设计的要求。通过搜集拟建工程的有关文件、工程地质和岩土工程资料以及工程场地范围的地形图, 初步查明地质构造、地层结构、岩土工程特性、地下水埋藏条件, 查明场地不良地质作用的成因、分布、规模、发展趋势, 并对场地内拟建建筑地段的稳定性作出评价。高层建筑进行初步勘察时, 还应对可能采取的地基基础类型、基坑开挖与支

护、工程降水方案进行初步分析评价。

③ 详细勘察应符合施工图设计的要求。详细勘察应按单体建筑物或建筑群提出详细的岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数，对建筑地基作出岩土工程评价，并对地基类型、基础形式、地基处理、基坑支护、工程降水和不良地质作用的防治等提出建议。——《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001,2009 年版)

勘察目的主要是查明工程场地岩土技术条件，获取建筑场地的工程地质、水文地质条件的原始资料和工程地质论证。并结合工程建设规划、设计、施工条件进行技术论证与分析评价，以便充分利用有利的自然和地质条件，避开或改造不利的地质因素，以保证建筑物的安全和正常使用。

三、岩土工程勘察任务

① 查明拟建建筑物场地的工程地质条件。主要包括查明场地和地基的稳定性、地层结构、持力层和下卧层的工程特性、土的应力历史，查明场地的地下水类型、赋存状态、水质、埋深及分布规律等地下水条件，确定场地内是否有崩塌、滑坡、岩溶、岸边冲刷、泥石流、地震液化等不良地质作用和现象，测定岩土的物理力学性质指标并提供满足设计施工所需的岩土参数，确定地基承载力，预测地基变形性状。

② 对场地进行岩土工程地质分析评价。首先对场地地基土的工程特性进行分析与评价，然后对场地的稳定性及适宜性进行评价，在分析研究可能发生的工程地质问题的基础上，提出拟建建筑物的结构形式、基础类型，提出地基基础、基坑支护、工程降水、地基处理设计与施工方案的建议，提出对建筑物有影响的不良地质作用的防治方案建议，提出解决工程施工的岩土工程问题的处理方法或防治措施，如天然地基承载力不足，砂土液化等设计方案及施工措施。

③ 查明场地的地下水类型、水质、埋深及分布变化。

④ 编制相应的岩土工程地质勘察报告书。

四、岩土工程勘察方法

岩土工程勘察方法很多，常用钻探、井探、原位测试^[8](触探试验、标准贯入试验)等方法进行勘察。

1. 钻探

钻探方法可根据岩土类别和勘察要求按表 1.1.1 选用。

表 1.1.1 钻探方法的适用范围

钻探方法		钻 进 地 层					勘察要求	
		黏性土	粉土	砂土	碎石土	岩石	直观鉴别、采取 不扰动试样	直观鉴别、采取 扰动试样
回转	螺旋钻探	++	+	+	-	-	++	++
	无岩芯钻探	++	++	++	+	++	-	-
	岩芯钻探	++	++	++	+	++	++	++

续表

钻探方法		钻进地层					勘察要求	
		黏性土	粉土	砂土	碎石土	岩石	直观鉴别、采取 不扰动试样	直观鉴别、采取 扰动试样
冲击	冲击钻探	-	+	++	++	-	-	-
	锤击钻探	++	++	++	+	-	++	++
振动钻探		++	++	++	+	-	+	++
冲洗钻探		+	++	++	-	-	-	-

注：++表示适用；+表示部分适用；-表示不适用。

钻探口径和钻具规格应符合现行国家标准的规定。成孔口径应满足取样、测试和钻进工艺的要求。钻探操作的具体方法应按现行标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T 87—2012)执行。

2. 原位测试

在岩土工程勘察中，原位测试是十分重要的测试手段，在探测地层分布，测定岩土特性，确定地基承载力等方面，有突出的优点，应与钻探取样和室内试验配合使用。原位测试方法较多，主要有平板载荷试验、静力触探试验(CPT)^[9]、动力触探试验、标准贯入试验^[10]以及十字板剪切试验等方法。下面对静力触探试验作简要介绍。

静力触探试验适用于软土、一般黏性土、粉土、砂土和含少量碎石的土。静力触探可根据工程需要采用单桥探头、双桥探头或带孔隙水压力量测的单、双桥探头，可测定比贯入阻力(p_s)、锥尖阻力(q_c)、侧壁摩阻力(f_s)和贯入时的孔隙水压力(u)。

静力触探试验的技术要求应符合下列规定：

- ① 探头圆锥锥底截面积应采用 10 cm²(国际通用标准)或 15 cm²(国内勘察单位广泛采用)。
- ② 探头应垂直压入土中，贯入速率应均匀，贯入速率(1.2 ± 0.3) m/min 是国际通用标准。
- ③ 探头传感器除室内率定误差(重复性误差、非线性误差、温度漂移、归零误差等)不应超过 ±1% FS 外，绝缘电阻不小于 500 MΩ，现场试验归零误差应小于 3%，这是试验数据质量好坏的重要标志。
- ④ 贯入读数间隔一般采用 0.1 m，不超过 0.2 m，深度记录误差不应大于触探深度的 ±1%；当贯入深度超过 30 m 或穿过厚层软土后再贯入硬土层时，应有测斜数据，当偏斜明显时，应校正土层分层界线。
- ⑤ 为保证触探孔与垂直线间的偏斜度小，所使用探杆的偏斜度应符合标准：最初 5 根探杆每米偏斜度小于 0.5 mm，其余小于 1 mm；当使用的贯入深度超过 50 m 或使用 15 ~ 20 次后，应检查探杆的偏斜度；如贯入厚层软土，再穿过硬层、碎石土、残积土，每用过一次应作探杆偏斜度检查。

触探孔一般至少距探孔 25 倍孔径或 2 m。静力触探宜在钻孔前进行，以免钻孔对贯入阻