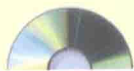
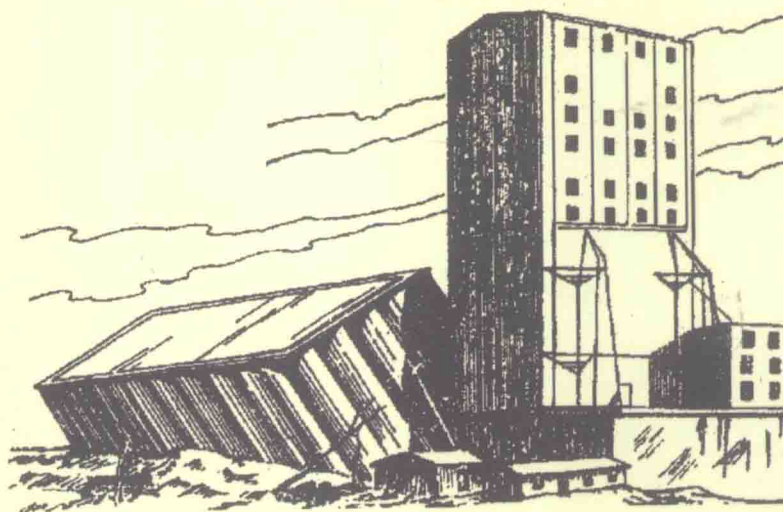


普通高等教育“十二五”土木工程系列规划教材

基础工程

● 陈小川 刘华强 张玲玲 等编著

EDUCATION



免费电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十二五”土木工程系列规划教材

基 础 工 程

陈小川 刘华强 张玲玲 等编著
陶沛红 主审



机械工业出版社

本书按照高等院校土木工程专业基础工程教学大纲的要求,结合土木工程专业教学特点及现代基础工程发展趋势,考虑土木工程中各个层次技术工作的需要,紧紧围绕高级应用型人才培养目标,根据国家最新的技术规范规程编写。本书共6章,包括绪论、岩土工程勘察、天然地基上的浅基础设计、桩基础、软弱土地基处理、特殊土地基。同时为了便于学生自学,加深学生对所学知识的理解,每个章节中均设有大量例题,各章后附有相应的复习思考题和习题。附录为柱下独立基础课程设计和桩基础课程设计。

本书可作为土木工程专业及相关专业的基础工程课程教材,也可作为相关设计、施工及管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

基础工程/陈小川,刘华强,张玲玲等编著. —北京:机械工业出版社, 2013. 12

普通高等教育“十二五”土木工程系列规划教材

ISBN 978-7-111-44511-1

I. ①基… II. ①陈… ②刘… ③张… III. ①基础(工程)—高等学校—教材 IV. ①TU47

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第251209号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:马军平 责任编辑:马军平 邓海平

版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:张静 责任印制:杨曦

北京市四季青双青印刷厂印刷

2014年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·18.75印张·465千字

标准书号:ISBN 978-7-111-44511-1

定价:39.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

» 前言

基础工程是土建类专业的一门主要专业课程,其目的是通过系统的学习,使学生能够掌握基础工程设计的基本概念和基本理论,并在此基础上进行基础设计、计算和工程应用,具有初步的基础工程设计能力和管理能力。

本书按照高等院校土木工程专业基础工程教学大纲的要求,结合土木工程专业教学特点及现代基础工程发展趋势,考虑土木工程中各个层次技术工作的需要,紧紧围绕高级应用型人才培养目标,根据国家最新的技术规范规程编写而成。全书系统介绍了基础工程设计原理和设计方法,将概念设计、计算方法和相关规范有机结合。在介绍基本理论的同时,强调应用,与实际工程需要紧密联系,概念清晰,图文并茂。由于本课程实践性非常强,附录中包括了柱下独立基础和桩基础课程设计,设计任务书做到了一人一题。每份任务书的设计任务有所不同,这样可以减少学生间的相互依赖,促使他们主动思考,自行完成设计任务。设计实例中不但有完整的计算书,还有非常接近实际工程的施工图,可以使学生更好地熟悉基础工程设计的整个过程和相关设计内容,并学会用施工图表达设计思想。

本书共6章,包括绪论、岩土工程勘察、天然地基上的浅基础设计、桩基础、软弱土地基处理、特殊土地基。同时为了便于学生自学,加深学生对所学知识的理解,每个章节中均设有大量例题,各章后附有相应的复习思考题和习题。附录为柱下独立基础和桩基础的课程设计任务书以及实例。

作为土木类专业应用型本科系列教材之一,本书主要有以下突出特点:①以设计人员视角,多处用图片诠释难点、重点和构造要求,制图规范,实用性强;②合理结合注册土木工程师考试大纲,在各章节中引入例题,使理论知识和工程实际密切结合,突出应用性;③本书参照国家最新的规范和标准进行编写,全面阐释了新老规范变更中基础工程设计的不同之处;④本书排版突出基本理论和知识重点,使读者一目了然。

本书由西南科技大学陈小川(副教授、一级注册结构工程师、注册岩土工程师)、西南科技大学刘华强(注册岩土工程师)、西南科技大学张玲玲(注册岩土工程师)等编著。具体分工如下:第1章由张玲玲编写;第2章由刘华强、王宁编写;第3章由陈小川、张玲玲、戴烽滔编写;第4章由张玲玲、陈小川、田文高编写;第5章由刘华强、陈小川、杨东升编写;第6章由陈棠茵、刘华强编写;附录由陈小川、张玲玲编写。昆明理工大学陶沛红(副教授、一级注册结构工程师)审阅了书稿,提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢。

在本书编写过程中,参考了大量的文献资料,均在参考文献中列出。在此,谨向这些文献的作者表示衷心的感谢。由于编者水平有限,疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者

» 目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 地基、基础的概念	1
1.2 本学科发展概况	3
1.3 课程特点及学习要求	4
第2章 岩土工程勘察	6
2.1 概述	6
2.2 野外勘察的准备工作	9
2.3 岩土工程勘察各阶段的内容与要求	10
2.4 岩土工程勘察方法	14
2.5 地基土的野外鉴别与描述	16
2.6 岩土工程原位测试	19
2.7 岩土工程勘察成果报告	24
2.8 验槽	35
本章小结	36
思考题	37
习题	37
第3章 天然地基上的浅基础设计	38
3.1 概述	38
3.2 浅基础类型	42
3.3 基础埋置深度的选择	46
3.4 地基承载力	51
3.5 基础底面尺寸的确定	56
3.6 地基变形验算	63
3.7 无筋扩展基础设计	65
3.8 扩展基础设计	68
3.9 地基、基础与上部结构的相互作用	83
3.10 柱下条形基础设计	90
3.11 筏形基础设计	100
3.12 减轻建筑物不均匀沉降危害的措施	108
本章小结	113
思考题	114

习题	114
第4章 桩基础	116
4.1 概述	116
4.2 桩和桩基的分类	119
4.3 单桩在竖向荷载下的受力性状	126
4.4 竖向抗压桩承载力的确定	132
4.5 竖向抗拔桩承载力的确定	145
4.6 水平荷载作用下桩的承载力与变形	147
4.7 桩基沉降计算	156
4.8 桩基础设计	159
本章小结	183
思考题	183
习题	184
第5章 软弱土地基处理	185
5.1 概述	185
5.2 换填垫层法	188
5.3 强夯法和强夯置换法	192
5.4 排水固结法	196
5.5 复合地基理论	202
5.6 砂石桩法	210
5.7 水泥土搅拌法	215
5.8 水泥粉煤灰碎石桩法	219
本章小结	223
思考题	223
习题	224
第6章 特殊土地基	225
6.1 概述	225
6.2 湿陷性黄土地基	226
6.3 膨胀土地基	233
6.4 山区地基和红黏土地基	241
6.5 冻土地基	246
6.6 盐渍土地基	250
6.7 地震区的地基基础	252
本章小结	262
思考题	263
习题	264
附录	265
附录A 柱下独立基础课程设计	265
A.1 柱下独立基础课程设计任务书	265

A.2 柱下独立基础课程设计实例	268
附录 B 桩基础课程设计	274
B.1 桩基础课程设计任务书	274
B.2 预制桩基础设计实例	278
B.3 灌注桩基础设计实例	286
参考文献	294

第 1 章 | 绪 论

1.1 地基、基础的概念

各类建（构）筑物（如房屋、道路、桥梁、大坝、油罐等）都坐落在地层上，它们一般包括三部分，即上部结构、基础和地基（图 1-1）。房屋建筑、桥梁桥跨及其他构筑物等结构的最下面那部分称为基础。基础由砖石、混凝土或钢筋混凝土等建筑材料建造，其作用是将上部结构荷载扩散，减小应力强度，传递到地基；而承受上部结构荷载的地层称为地基，它在上部结构的荷载作用下会产生附加应力和变形。

当地基由多层土组成时，地基直接与基础底面接触，承受主要荷载的那部分土层称为持力层，持力层以下的其他土层称为下卧层。当持力层和下卧层的土质坚实、性能较好时，上部结构对地基的强度、变形和稳定的要求容易得到满足。

地基可分为天然地基和人工地基两类。天然地基是不加处理就能满足设计要求，可直接在上面进行修建的天然土层，如密实的砂土层、老黏土层等；人工地基是经过人工处理后才满足要求的土层，如经过处理后的软黏土地基或其他不良地基。显然，当能满足基础工程的要求时，采用天然地基是最“快、好、省”的。

由于持力层位置的深浅不同，导致基础的埋深也有深浅之分，即基础又可分为浅基础和深基础两大类。浅基础通常埋置深度小于 5m，只需经过简单的挖槽、排水等施工工序就可以建造起来，如扩展基础、柱下条形基础等。反之，若基础埋置较深，要借助于特殊的施工方法才能建造，则称为深基础，如桩基础、沉井、地下连续墙等。

地基与基础设计必须满足三个基本条件：① 作用于地基上的作用效应（基底压应力）不得超过地基允许承载力或地基承载力特征值，保证建筑物不因地基承载力不足造成整体破坏或影响正常使用，具有足够防止整体破坏的安全储备；② 基础沉降不得超过地基变形允许值，保证建筑物不因地基变形而损坏或影响其正常使用；③ 挡土墙、边坡以及地基基础保证具有足够防止失稳破坏的安全储备。地基、基础和上部结构三部分虽然各自功能不同、

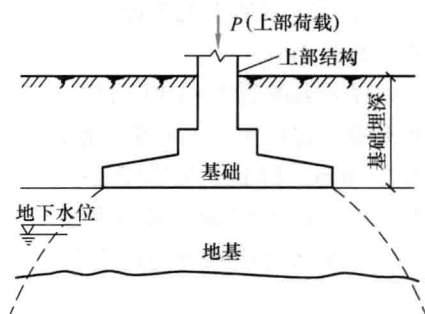


图 1-1 基础与地基示意图

研究方法相异，然而对一个建筑物来说，三部分却是彼此联系、相互制约的整体。基础设计时应根据地质勘察资料，综合考虑地基、基础、上部结构的相互作用与施工条件，进行经济技术比较，选取安全可靠、经济合理、技术先进和施工简便的地基基础方案。

地基与基础是建筑物的根本，统称为基础工程，其勘察、设计和施工质量的好坏将直接影响到建筑物的安危、经济和正常使用。由于基础工程是在地下或水下进行，施工难度大，在一般高层建筑中，其造价约占总造价的 25%，工期占总工期的 25% ~ 30%。当需采用深基础或人工地基时，其造价和工期所占比例更大。此外，基础工程为隐蔽工程，一旦出事，不仅损失巨大，且补救十分困难，因此基础工程在土木工程中具有十分重要的作用。

随着我国基本建设的发展，大型、重型、高层建筑和有特殊要求的建筑物日益增多，在基础工程设计与施工方面积累了不少成功的经验。国外也有不少成功的典范，然而也有不少失败的教训。例如，1913 年建造的加拿大特朗斯康谷仓（图 1-2），由 65 个圆柱形筒仓组成，高 31m，宽 23.5m，其下为筏形基础，由于事前不了解基础下埋藏有厚达 16m 的软黏土层，建成后初次贮存谷物，使基底平均压力（320kPa）超过了地基极限承载力，致使谷仓西侧突然陷入土中 8.8m，东侧则抬高 1.5m，仓身倾斜 $26^{\circ}53'$ 。这是地基发生整体滑动、建筑物丧失了稳定性的典型范例。由于该谷仓整体性很强，筒仓完好无损。事后在筒仓下增设 70 多个支承于基岩上的混凝土墩，使用 388 个 50t 千斤顶，才把筒仓纠正过来，但其标高比原来降低了 4m。

世界著名的意大利比萨斜塔（图 1-3），1173 年动工，高约 55m，因地基压缩层不均、排水缓慢，北侧下沉 1m 多，南侧下沉近 3m。1932 年曾灌注 1000t 水泥，也未奏效，每年仍下沉约 1mm。目前正在处理之中。再如我国 1954 年兴建的上海工业展览馆中央大厅，因地基中约有 14m 厚的淤泥质软黏土，尽管采用了 7.27m 的箱形基础，建成后当年仍下沉了 0.6m，目前大厅平均沉降达 1.6m。

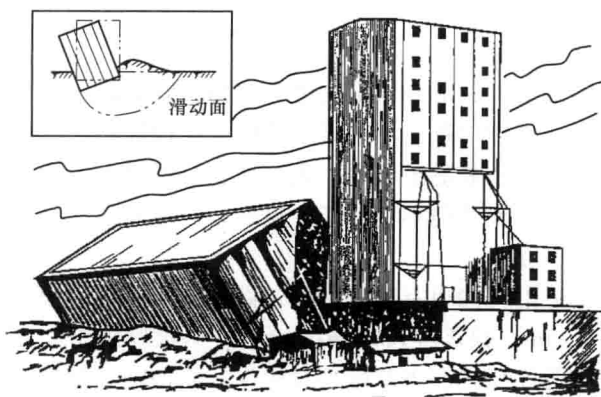


图 1-2 加拿大特朗斯康谷仓的地基破坏情况

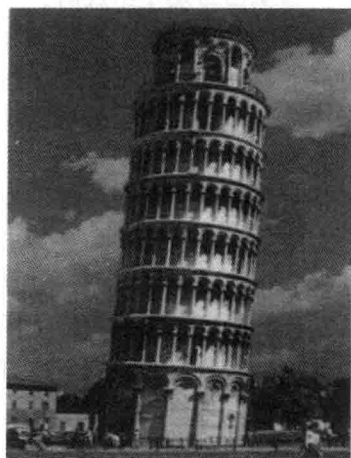


图 1-3 比萨斜塔

大量事故表明，对基础工程必须慎重对待。只有深入了解地基情况，掌握勘察资料，经过精心设计与施工，才能使基础工程做到既经济合理，又能保证质量。

1.2 本学科发展概况

基础工程是人类在长期的生产实践中不断发展起来的一门应用科学,在世界各文明古国数千年的建造活动中,人类很早就懂得了广泛利用土体进行工程建设,有很多关于基础工程的技术成就。我国古代劳动人民在基础工程方面,也早就表现出高超的技艺和创造才能,许多宏伟壮丽的中国古代建筑逾千百年仍安然留存至今的事实就充分说明了这一点。例如,1300多年前隋代工匠李春主持修建的赵州安济石拱桥,不仅建筑结构独特,防洪能力强,而且在地基基础的处理上也非常合理。该桥桥台坐落在两岸较浅的密实粗砂土层上,沉降很小,充分利用了天然地基的承载力。另外在桩基础和地基加固方面,我国古代也已有广泛运用,如秦代所建渭桥、隋代郑州超化寺等都以木桩为基础。

国外在18世纪产业革命以后,城建、水利、道路等建设规模的扩大促使人们对基础工程日益重视,对有关问题开始寻求理论上的解答。在此阶段,作为基础工程学科的理论基础——土力学方面,有相当多的成就。例如,1773年法国的库仑(Coulomb)根据试验创立了著名的砂土抗剪强度公式,提出了计算挡土墙土压力的滑楔理论;1875年英国的朗肯(Rankine)又从另一途径提出了挡土墙土压力的理论,这对后来土体强度理论的发展起了很大的促进作用。此外,法国的布辛奈斯克(Boussinesq, 1885年)求得了在弹性半无限空间表面作用竖向集中力的应力和变形的理论解答;瑞典费兰纽斯(Fellenius, 1922年)为解决铁路塌方问题提出了土坡稳定分析法。基础工程也随着这些理论和工业技术的发展而得到新的发展,如19世纪中叶利用气压沉箱法修建深水基础。20世纪20年代,基础工程领域开始有比较系统、比较完整的专著问世,许多国家和地区兴办了多种土力学和基础工程的杂志期刊,这些都对本学科的发展起到了推动作用。现代科学新成就的渗入,使基础工程技术与理论得到更进一步的发展与充实,成为一门较成熟的独立的现代学科。

近年来,我国在勘察和现场观测的技术、基础及其他土工建筑物设计与施工方法、地基处理、新设备、新材料、新工艺的研究和应用方面,取得了很大的进展。例如,静力和动力触探仪、现场孔隙水压力仪、测斜仪、土体内部和建筑结构内部以及界面上的应力应变传感器等新的试验仪器日益增多,且开始采用近代物理技术测定土的物理性质等。我国对全国各地的特殊土类(如西北、华北的黄土,东北、西北及西藏的冻土,西南的红黏土,华东沿海地区的软土淤泥以及散布在全国不少省份的膨胀土等)都进行了大量的勘察、试验、研究和调查总结工作,积累了大量资料,制定了一些切实可行的条例和规程。我国设计单位对常用的主要基础类型结构设计已有较完备的计算机辅助设计系统,基本上实现了电算化。在桥梁基础工程方面,为充分利用天然地基承载力,改进和发展了多种结构形式的浅基础,以适应不同地基土质、不同荷载性质及上部结构使用要求。为缩短工期,降低造价和适应大型加大跨度桥梁的建设,大力发展了深基础技术。随着在各种土层、不同深度中施工经验和设计技术的积累,桩基础尤其是钻孔灌注桩成为我国最广泛采用的深基础形式。已建成的桥梁钻孔桩最大桩径达4.0m,钻孔深度超过百米;沉井基础在轻型、薄壁、助沉技术、机械化施工及沉井与桩、管柱组合式深水基础等方面开展了许多工作。如我国1999年9月建成通车的江阴长江公路大桥,为一跨过江的大跨径钢箱梁悬索桥,主跨1385m,大桥南北锚采用重力式锚方案,其中北锚碇采用大型沉井,将大桥主缆64万kN的拉力传给地基,整体

规模目前居世界第一。在地基处理方面,深层搅拌、高压旋喷、真空预压、强夯以及各种土工合成材料等在土建、水利、桥隧、港口、海洋等有关工程中得到广泛应用,并取得了较好的经济技术效果。

目前,基础工程的发展,包括在设计计算理论和方法方面的研究探讨,如考虑上部结构、基础与地基共同工作的理论和设计方法,概率极限状态设计理论和方法,优化设计方法,数值分析方法和计算机技术的应用等。对于复杂地质条件下的基础工程,如在高重建筑物、大型桥梁、水工结构、近海工程中,深入研究了地震、风和波浪冲击作用理论,以及发展深基础的设计和施工方法。在地基处理方面,包括进一步完善复合地基理论,深入研究对各类地基处理方法的机理,改进施工及检测技术等。

随着我国经济建设的发展,将遇到更多的基础工程问题,也会不断出现新的热点和难点问题需要解决,而基础工程将在克服这些难点的基础上得到新的发展。

1.3 课程特点及学习要求

1.3.1 基础工程课程特点

(1) 基础工程是重要的专业课程 基础埋置于地下,属于隐蔽工程。基础工程的优劣,直接关系到建筑物的安危,因此,基础工程是十分重要的工程。同样,基础工程课程是土木工程专业的重要专业基础课。学好这门课程,对于将来从事地基基础工程的设计、施工、检测与维护,是十分重要的。

(2) 基础工程课程内容广泛,综合性强 基础工程课程涉及诸多的土木工程专业基础课及专业课,又由于地基土的复杂多变决定基础工程设计的非标准性。因此,要具有综合应用土木工程各个学科理论知识的能力,同时要全面掌握和正确应用基础工程的基本原理、方法、技术来解决基础工程中的复杂多变的实际问题。

(3) 基础工程涉及的规范多 土木工程中各行业之间没有统一的地基基础设计规范,同时各行业又存在一定的差别,有许多不协调之处,因此学习时要注意区分异同点。

1.3.2 学习要求

基础工程涉及工程地质、土力学、结构设计和施工等领域。由于地基土的成分、成因和构造不同,其性质是比较复杂的,加之土的性质随含水量及外力的变化而改变,使得不同建筑场地的地基性质相差很大,这就要求设计者以土力学基本理论为基础,以工程勘察结果为依据,灵活采用合适的基础形式和选用最佳的处理方案去解决基础工程问题。同样,在本课程的学习中,也应善于从基础设计和地基处理的方法中找出有关材料力学、结构力学和土力学的理论根据,加强计算能力的训练,学好这门实践性很强的专业基础课。

学习基础工程课程时,要求应用已学习过的基本知识,结合有关结构知识及施工技术知识合理分析和解决地基基础问题,注重理论联系实际,培养分析和解决地基基础工程问题的能力。学习时要注意:基础工程课程具有不同性及经验性。不同性体现在本学科中因为没有完全相同的地基,几乎找不到完全相同的工程实例。在处理基础工程问题时,必须注意不同情况进行不同的分析。经验性体现在解决地基基础问题时,注意有一定程度的经验性。因

此,本课程有较多的经验公式,而且有关地基及基础方面的规范就是理论及经验的总结。学习时,除了学习全国性地基基础设计规范外,还要了解地区性的规范及规程,并注意世界各国的规范各有不同。讲究学习方法,要仔细分析各种理论及公式的基本假定及使用条件,对于公式的推导只作了解,要把注意力放在理解、应用公式上,并结合当地的基础工程实践经验加以应用,避免千篇一律地不分地区而机械套用理论公式、规范。

本课程的学习要求:注意搞清概念,掌握原理,抓住重点,理论联系实际,学会设计计算,重在工程应用。

第 2 章

岩土工程勘察



【本章提要】

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。本章主要介绍了勘察的目的、任务、勘察等级的划分及勘察工作的前期准备工作,重点讲述了勘察工作各阶段的内容和要求、勘探方法、地基土的鉴别及原位测试工作,并结合实际工程的勘察报告介绍了勘察报告的主要内容。验槽工作作为岩土工程勘察工作的最后一个重要环节,本章也做了简述。



【教学要求】

了解勘察的目的、任务和勘察等级的划分;掌握勘察工作各阶段的要求和工作内容,能够根据勘探等级和勘察阶段合理安排相应的勘探工作内容;了解现场的勘探方法和原位测试方法;掌握地基土的鉴别;掌握勘察报告的内容并学会阅读勘察报告,并能从勘察报告中正确的提取基础设计所需信息;了解地基验槽工作的主要内容和要点。

2.1 概述

2.1.1 岩土工程勘察的目的

岩土工程勘察是建筑工程的先行工作,也是建(构)筑物基础设计和施工前的一项非常重要的工作。其目的在于以各种勘察手段和方法,了解和探明建筑物场地和地基的工程地质条件,为建(构)筑物选址、设计和施工提供所需的基本资料,以充分利用有利的自然地质条件,避开或改造不利的地质条件,保证建(构)筑物安全和正常施工。

在工程实践中,如果不进行现场勘察就直接设计,有可能造成严重的工程事故。常见的事故是贪快求省、勘察不详或分析结论有误,以至延误建设进度,浪费大量资金,甚至遗留后患。从事设计和施工的工程技术人员务必重视建筑场地和地基的勘察工作,正确地向勘察单位提出勘察任务和要求,并能正确地分析和应用岩土工程勘察报告,防止地基事故的发生,确保工程质量。

2.1.2 岩土工程勘察的任务

岩土工程勘察的基本任务是按照建（构）筑物不同勘察阶段的要求，为工程的设计、施工以及岩土体治理加固、开挖支护和降水等工程，提供地质资料和必要的技术参数，对相关的岩土工程问题作出论证和评价，其具体任务可归纳如下：

1) 查明与场地的稳定性和适宜性相关的不良地质现象，如强震区的重大工程场地的断裂类型，尤其是断裂的活动及其地震效应；岩溶及其伴生土洞的发育规律和发育程度，预测其危害性；滑坡的范围、规模、稳定程度，进而预测其发展趋势和危害程度；崩塌的产生条件、范围、规模与危害性；泥石流的产生及其类型、规模、发育程度和活动规律，以及地下采空区、大面积地面沉降、河岸冲刷、沼泽相沉积等。

2) 查明场地的地层类型、成分、厚度和坡度变化等，特别是基础下持力层和软弱下卧层的工程地质性质。

3) 查明场地的水文地质条件，包括河流水位及其变化、地表径流条件、地下水的埋藏类型、蓄存方式、补给来源、排泄途径、水力特征、化学成分及污染程度等。

4) 提供满足设计、施工所需要的土的物理力学性质和力学性质指标等。

5) 在地震设防区划分场地土类型和场地类别，并进行场地与地基的地震效应评价。

6) 推荐承载力和变形计算参数，提出地基基础设计和施工建议，对岩土体加固处理和不良地质作用整治等具体方案作出论证和建议。

7) 预测工程施工和运行过程中对地质环境和周围建筑物的影响，并提出保护措施的建议。

2.1.3 岩土工程勘察的等级

各项工程建设的岩土工程勘察任务大小不同，工作内容、工作量及勘察方法也不一样，包括钻孔的数量、孔深、取原状土试验项目与原位测试种类的多少等。为此，首先要确定岩土工程勘察等级。

按照 GB 50021—2001《岩土工程勘察规范》（2009 版）（以下简称《勘察规范》）的规定，岩土工程勘察的等级由工程安全等级、场地和地基的复杂程度三项因素决定。首先应分别对这三项因素进行分级，在此基础上进行综合分析，以确定岩土工程勘察的等级划分。下面分别介绍三项因素等级划分的依据及具体规定，随后介绍综合划分岩土工程勘察等级的方法。

1. 工程安全等级

工程的安全等级，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，可分为三级，见表 2-1。

表 2-1 工程安全等级

安全等级	破坏后果	工程类型
一级	很严重	重要工程
二级	严重	一般工程
三级	不严重	次要工程

2. 场地复杂程度等级

场地复杂程度是由建筑抗震稳定性、不良地质现象发育情况，地质环境破坏程度和地形地貌条件四个条件衡量的，也划分为三个等级。

(1) 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) 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) 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。

3. 地基复杂程度等级

地基复杂程度等级也分为三级：

(1) 符合下列条件之一者为一级地基

- 1) 岩土种类多，很不均匀，性质变化大，且需要特殊处理。
- 2) 严重湿陷、膨胀、盐滞、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) 符合下列条件之一者为二级地基

- 1) 岩土种类较多，不均匀，性质变化较大。
- 2) 除上述规定之外的特殊性岩土。

(3) 符合下列条件者为三级地基

- 1) 岩土种类单一，性质变化不大，地下水对工程无影响。
- 2) 无特殊性岩土。

4. 岩土工程勘察等级

(1) 甲级 根据工程重要性等级、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。

(2) 乙级 除勘察等级为甲级和丙级以外的勘察项目。

(3) 丙级 工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级均为三级。

注：建筑在岩质地基上的一级工程，当场地复杂程度等级和地基复杂程度等级均为三级时，岩土工程勘察等级可定为乙级。

2.2 野外勘察的准备工作

当收到业主或建设单位委托的岩土工程勘察任务书后，应当立即进行岩土工程勘察的各项准备工作，具体如下所述。

2.2.1 搜集资料

搜集岩土工程勘察相关的资料，主要包括建筑场地的地形图、建筑规划的平面图与建筑层数（包括地下室层数），建筑场地是否三通一平，是否存在旧建筑以及未拆建筑物和堆物堆料。对地下隐蔽工程（包括各类管线、防空洞室、地铁隧道）的位置与走向需要查明。需要搜集的资料详见表 2-2。

表 2-2 岩土工程勘察需要搜集的资料

资料名称	选 址	初 勘	详 勘
地形图	区域	1:1000 ~ 1:5000，带坐标	大比例尺，建筑总平面布置图，带坐标
建筑物	性质、用途、平面尺寸、层数、高度、结构形式、荷载大小、有无地下室及深度		可能采取的基础形式、尺寸、埋深及特殊要求
已有资料	大面积普查、地质、地形地貌、地震、矿产等	邻近钻孔及试验资料，建筑经验	
现场条件	历史变迁，古河道、塘、沟、井、坟、填土等	地下管道、结构物、地下电缆、水管、煤气管、防空洞室、地铁隧道等位置	邻近建筑物

2.2.2 编制岩土工程勘察纲要

勘察工程主持人根据搜集的建筑物的规模、用途、平面尺寸，结合当地条件，把建筑物的总平面图套在地形图上，布设勘探孔位、间距、孔深、技术孔取原状土样部位及原位测试数量等。钻孔布设要求见第 2.3 节。

勘察纲要中还应包括：①拟用钻机型号与数量；②拟用原位测试设备、动力触探、静力触探及旁压仪等；③拟用原状取土器、铁皮衬筒及密封设备；④人员配备；⑤交通运输；⑥进度计划。

由勘察工程主持人（工程师）召集全体人员，讲解勘察纲要，经讨论通过后执行。

根据勘察纲要准备机具，落实人员安排。

2.2.3 现场踏勘定位

在进行或完成上述各项准备工作时，勘察工程主持人应约机长和测量人员到勘察场地现场踏勘，查明现场环境，进行钻孔定位。排查现场有无障碍物，是否影响正常勘察工作。如

因现场障碍物影响无法施工的钻孔,应对原定勘探点孔位进行适当的移位或调整,并作记录。

2.3 岩土工程勘察各阶段的内容与要求

岩土工程勘察阶段的划分是与设计阶段的划分是一致的,一定的设计阶段需要相应的岩土工程勘察工作。在我国建筑工程中,岩土工程勘察阶段可分为可行性研究勘察阶段、初步勘察阶段、详细勘察阶段和施工勘察。可行性研究勘察应符合选择场址方案的要求;初步勘察应符合初步设计的要求;详细勘察应符合施工图设计的要求;场地条件复杂或有特殊要求的工程,宜进行施工勘察。

场地较小且无特殊要求的工程可合并勘察阶段。当建筑物平面布置已经确定,且场地或其附近已有岩土工程资料时,可根据实际情况,直接进行详细勘察。

每个岩土工程勘察阶段都应具有该阶段的具体任务、拟解决的问题、重点工作内容和工作方法以及工作量等,这在各有关岩土工程勘察规范或工作手册中都有明确规定。在这里仅介绍建筑物各个岩土工程勘察阶段的基本要求与内容。

2.3.1 可行性研究勘察阶段(选址勘查)

可行性研究勘察阶段,也是选址阶段,该阶段应对各个场址的稳定性和建筑的适宜性作出正确的评价。为此,在确定建筑场地时,在工程地质条件方面,宜避开下列地区或地段:

- 1) 不良地质现象发育且对场地稳定性有直接危害或潜在威胁的。
- 2) 地基土性质严重不良的。
- 3) 对建(构)筑物抗震有危险的。
- 4) 洪水或地下水对建(构)筑物场地有严重不良影响的。
- 5) 地下有未开采的有价值矿藏或未稳定的地下采空区的。

本阶段的工程勘察工作要求:

- 1) 搜集区域地质、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。
- 2) 在充分搜集和分析已有资料的基础上,通过踏勘了解场地的地层、构造、岩性、不良地质作用和地下水等工程地质条件。
- 3) 当拟建场地工程地质条件复杂,已有资料不能满足要求时,应根据具体情况进行工程地质测绘和必要的勘探工作。
- 4) 当有两个或两个以上拟选场地时,应进行比选分析。

2.3.2 初步勘察阶段

1. 勘察工作内容

初步勘察应对场地内拟建建筑地段的稳定性作出岩土工程评价。本阶段的岩土工程勘察工作有:

- 1) 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。
- 2) 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。