

建筑结构设计 常用资料手册

国振喜◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



建筑结构设计常用资料手册

主 编 国振喜

副主编 孙 谔 国 伟



机 械 工 业 出 版 社

本书是根据现行中华人民共和国国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2006)、《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2009)、《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—2005)、《建筑工程抗震设防分类标准》(GB 50223—2008)及中华人民共和国行业标准《高层建筑岩土工程勘察规程》(JGJ 72—2004 J 366—2004)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002 J 186—2002),并结合工程实践和多方著述等编写的实用工具书。

本书内容包括:工程地质,高层建筑岩土工程勘察规定,地基岩土的工程特性指标,高层民用建筑设计防火,建筑结构荷载,混凝土结构设计材料标准及一般规定,常用求面积、体积计算公式,常用符号和代号,我国环境保护标准规定,气象,建筑工程抗震设防分类标准规定等。

本书技术标准新,内容丰富,简明实用,可供建筑结构设计人员、施工人员及监理人员使用,也可供大专院校土建专业师生及科学研究人员使用与参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构设计常用资料手册/国振喜主编. —北京:机械工业出版社, 2010. 11

ISBN 978-7-111-32149-1

I. ①建… II. ①国… III. ①建筑结构—结构设计—技术手册 IV. ①TU318-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 197941 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:何文军 责任编辑:范秋涛 责任校对:刘志文

封面设计:王伟光 责任印制:乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 21.25 印张 · 3 插页 · 523 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-32149-1

定价:59.80 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

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面防伪标均为盗版

前 言

为满足广大建筑结构设计人员的工作需要，提高建筑结构设计质量与速度，使广大建筑结构设计人员手中有本完整的常用设计资料，应用方便，我们根据现行中华人民共和国国家标准及行业标准，并结合工程实践和多方著述等编写了《建筑结构设计常用资料手册》一书，奉献给广大建筑工程设计工作者。

本书内容包括：工程地质，高层建筑岩土工程勘察规定，地基岩土的工程特性指标，高层民用建筑设计防火，建筑结构荷载，混凝土结构设计材料标准及一般规定，常用求面积、体积计算公式，常用符号和代号，我国环境保护标准规定，气象，建筑工程抗震设防分类标准规定等。

本书由国振喜任主编，孙湛、国伟任副主编。在编写本书的过程中，李玉芝、杨占荣、季喆、高名游、高振山、国刚、陈金霞、司浩然、李树彬、李树凡、国英等参加了部分编写工作，还得到了其他许多同志的关心、支持和帮助，在此一并致谢！

由于编者水平有限，书中错误、不妥之处在所难免，敬请批评指正，以利改进。

目 录

前言

第1章 工程地质	1
1.1 地壳运动、地质作用及地质年代与第四纪沉积地层及地貌	1
1.1.1 地壳运动、地质作用及地质年代	1
1.1.2 第四纪沉积地层与地貌	4
1.2 地下水与工程地质灾害及防治	6
1.2.1 地下水	6
1.2.2 工程地质灾害及防治	14
第2章 高层建筑岩土工程勘察规定	25
2.1 术语和基本规定	25
2.2 勘察方案布设	27
2.3 地下水与室内试验和原位测试	31
2.4 岩土工程评价	35
第3章 地基岩土的工程特性指标	56
3.1 土的三相组成与土的实测物理性质指标	56
3.1.1 土的三相组成	56
3.1.2 土的实测物理性质指标	57
3.2 土的其他物理性质指标与土的物理性质指标换算	58
3.2.1 土的其他物理性质指标	58
3.2.2 土的物理性质指标换算	61
3.2.3 计算例题	64
3.3 黏性土的物理状态特性	68
3.3.1 黏性土的物理状态特性指标	68
3.3.2 黏性土的物理状态计算例题	73
3.4 无黏性土的物理状态特性	75
3.4.1 无黏性土的物理状态特性指标	75
3.4.2 无黏性土的物理状态计算例题	78
第4章 高层民用建筑设计防火	81
4.1 高层民用建筑设计防火规定	81
4.1.1 高层民用建筑设计防火总则	81
4.1.2 术语与建筑分类和耐火等级	82
4.2 总平面布局和平面布置与防火、防烟分区和建筑构造	96
4.2.1 总平面布局和平面布置	96

4.2.2 防火、防烟分区和建筑构造	101
4.3 安全疏散和消防电梯与消防给水和灭火设备	105
4.3.1 安全疏散和消防电梯	105
4.3.2 消防给水和灭火设备	111
4.4 防烟、排烟和通风、空气调节与电气	119
4.4.1 防烟、排烟和通风、空气调节	119
4.4.2 电气	122
第5章 建筑结构荷载	128
5.1 荷载术语与荷载分类和荷载效应组合	128
5.1.1 荷载术语	128
5.1.2 荷载分类和荷载代表值	129
5.1.3 荷载效应组合	130
5.2 永久荷载	132
5.2.1 永久荷载标准值	132
5.2.2 常用材料和构件自重标准值	132
5.3 楼面和屋面活荷载	145
5.3.1 民用建筑楼面均布活荷载	145
5.3.2 工业建筑楼面活荷载	150
5.3.3 屋面活荷载和屋面积灰荷载	153
5.3.4 施工和检修荷载及栏杆水平荷载与动力系数	155
5.4 起重机荷载	156
5.4.1 起重机竖向和水平荷载	156
5.4.2 多台起重机的组合	157
5.4.3 起重机荷载的组合值、频遇值及准永久值系数	157
5.4.4 国内常用一些起重机技术资料	158
5.4.5 计算例题	176
5.5 雪荷载	184
5.5.1 基本雪压	184
5.5.2 雪荷载标准值、组合值系数、频遇值系数及准永久值系数	205
5.5.3 屋面积雪分布系数	205
5.6 风荷载	207
5.6.1 基本风压	207
5.6.2 风荷载标准值	209
5.6.3 横风向风振与结构基本自振周期计算公式	225
第6章 混凝土结构设计材料标准及一般规定	229
6.1 混凝土	229
6.1.1 混凝土的定义及特性	229

6.1.2	混凝土强度等级定义及选用规定	230
6.1.3	混凝土结构的耐久性规定	230
6.1.4	钢筋混凝土受弯构件的挠度限值与结构构件的裂缝控制宽度限值	231
6.1.5	混凝土强度标准值	232
6.1.6	混凝土强度设计值	233
6.1.7	混凝土弹性模量及其他计算指标	233
6.1.8	混凝土强度等级的选用	234
6.1.9	混凝土保护层的最小厚度	235
6.2	混凝土配合比设计	236
6.2.1	混凝土配合比设计原则	236
6.2.2	混凝土配合比设计方法	237
6.2.3	有特殊要求的混凝土配合比设计方法	243
6.2.4	混凝土强度检验评定标准	246
6.3	常用水泥	248
6.3.1	常用水泥的品种及应用	248
6.3.2	常用水泥的强度	250
6.3.3	水泥的验收与保管	250
6.4	钢筋选用及计算指标	251
6.4.1	钢筋混凝土结构的钢筋选用	251
6.4.2	普通钢筋强度标准值与设计值及弹性模量	252
6.5	钢筋的锚固	252
6.5.1	受拉钢筋的锚固长度计算	252
6.5.2	钢筋锚固长度计算用表	254
6.6	钢筋的连接	254
6.6.1	受力钢筋连接接头设置规定	254
6.6.2	受力钢筋接头位置要求及配筋百分率	255
6.6.3	纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度计算用表	257
6.6.4	纵向受压钢筋绑扎搭接接头的搭接长度计算用表	257
6.7	沉降缝	258
6.7.1	沉降缝的作用及设置	258
6.7.2	房屋沉降缝的宽度	258
6.8	伸缩缝	259
6.8.1	素混凝土结构伸缩缝	259
6.8.2	钢筋混凝土结构伸缩缝	259
6.8.3	高层建筑混凝土结构伸缩缝的最大间距	260
6.8.4	适当增大伸缩缝最大间距的措施	260
6.9	混凝土结构抗震规定	261
6.9.1	结构抗震等级的划分	261
6.9.2	高层建筑混凝土结构抗震等级的划分	262

6.9.3 承载力抗震调整系数	265
6.9.4 结构构件材料的选用	265
6.9.5 钢筋的锚固和连接接头规定	265
6.9.6 钢筋的锚固长度计算用表	266
6.9.7 钢筋的绑扎搭接长度计算用表	267
6.10 混凝土结构防震缝设置	268
6.10.1 防震缝的设置及做法	268
6.10.2 防震缝设置的条件和宽度	270
第7章 常用求面积、体积计算公式	271
7.1 平面图形面积	271
7.2 多面体的体积和表面积	273
7.3 物料堆体和计算	275
第8章 常用符号和代号	277
8.1 常用符号	277
8.1.1 法定计量单位符号	277
8.1.2 文字表量符号	279
8.1.3 化学元素符号	283
8.2 常用代号	283
8.2.1 常用构件代号	283
8.2.2 塑料、树脂名称缩写代号	284
8.2.3 常用增塑剂名称缩写代号	285
第9章 我国环境保护标准规定	286
9.1 地表水环境质量标准	286
9.1.1 一般规定	286
9.1.2 水质监测及实施与监督	289
9.2 空气污染	294
9.2.1 标准大气的成分及大气环境质量标准	294
9.2.2 空气污染物三级标准浓度限值与最高容许浓度	294
9.3 噪声	296
9.3.1 城市区域环境噪声标准	296
9.3.2 新建、扩建、改建企业噪声标准	296
9.3.3 工业企业厂区内各类地点噪声标准	297
9.3.4 现有企业噪声标准	297
9.3.5 建筑现场主要施工机械噪声限值	297
9.3.6 中国机动车辆噪声标准	298

第 10 章 气象	299
10.1 风级及降雨等级	299
10.1.1 风级	299
10.1.2 降雨等级	299
10.2 我国主要城市(镇)气象参数与采暖期度日数	300
10.2.1 我国主要城市气象参数	300
10.2.2 我国主要城镇采暖期度日数	305
10.2.3 世界主要城市气象参数	306
10.3 冬期施工起讫日期	308
第 11 章 建筑工程抗震设防分类标准规定	317
11.1 建筑工程抗震设防分类标准术语与基本规定	317
11.2 部分行业的建筑抗震设防类别的划分	319
参考文献	326

第1章 工程地质

1.1 地壳运动、地质作用及地质年代与第四纪沉积地层及地貌

1.1.1 地壳运动、地质作用及地质年代

地壳运动、地质作用及地质年代见表 1-1。

表 1-1 地壳运动、地质作用及地质年代

序号	项 目	内 容
1	地壳运动	地球及地球的各部分是在不断地变化的，地壳是地球的一部分，不论是它的成分、构造或是外表形态，都在不断地运动着、变化着和发展着 按组成地球物质的形态不同可将地球划分为外圈层和内圈层，其外圈层包括大气圈和水圈(生物圈)；而其内圈层包括地壳、地幔和地核 地球大气圈的厚度大约有 2000 ~ 3000km。地球的水是由地球诞生初期弥漫在大气层中的水蒸气慢慢凝结形成的，总水量约 14 亿 km^3。地球上动物、植物和微生物所存在和活动的空间又称为生物圈。地壳是地球内圈层中的最外层，是地球内圈层最外部的一层薄壳，约占地球体积的 0.5%。地壳由坚硬的岩层和岩层风化后所形成的土层组成。组成地壳的物质主要是地球中比较轻的硅镁和硅铝等物质。地壳的上层为硅镁层，密度 $\rho = 2.6 \sim 2.7 \text{g/cm}^3$；下层为硅铝层，密度 $\rho = 2.8 \sim 2.9 \text{g/cm}^3$。地壳的下表面是莫霍(Moho)面，地震波在该处发生突变。地壳最薄处约 1.6km(在海底海沟沟底处)，海底部分厚约 6 ~ 10km，而其最厚处则约 70km。地球形成至今约有 45 ~ 46 亿年的历史，其地壳部分则是后来才形成的。按地壳中所含放射性元素的衰减规律，目前测得的地壳年龄约为 38 亿年。人类的工程活动目前仍限制在地壳的范围之内 按照地质学中的板块构造学说，地壳并非是一个整体，而是由若干块相互独立的巨大构造单元“拼凑”而成。这些巨大的构造单元被一些构造活动带和转换断层分割开来，彼此之间又分别以不同的速度向不同的方向在地幔软流层上缓慢漂移。这样的巨大构造单元也被称为板块。目前认为，对全球构造的基本格局起主导作用的有六大板块，它们分别是：太平洋板块、欧亚板块、美洲板块、非洲板块、大洋洲板块和南极洲板块 在地球形成至今的漫长地质演变历史中，随着地球的转动和内、外圈层物质的运动，地表的形态、地壳的物质以及地层的形态都在不断发生变化。这种变化一直发生，永不停止 地壳运动主要有两个类型：升降运动和水平运动。升降运动使地壳缓慢上升和下降，促成海路的变迁。水平运动使岩层发生挤压、弯曲和断裂，地表形成山脉，故水平运动又称造山运动 地史上，在地壳的不同区域，地壳运动所表现的强弱是不同的。有的地区地壳比较稳定，以缓慢的升降运动为主，岩层的褶皱、断裂轻微，岩浆活动以喷出玄武岩为主，沉积物的厚度小且成分也比较稳定，这种地区为地台区。例如华北平原、四川盆地等就是这种地区。有的地区地壳极不稳定，以造山运动为主，岩层遭受强烈的褶皱、断裂，岩浆活动频繁、猛烈，区域变质现象显著，地震强烈，沉积物很厚且岩相复杂，这种地区称为地槽区。例如天山、阿尔泰山、祁连山、昆仑山、喜马拉雅山、中国台湾等都属于这种地区。地台和地槽之间还有过渡地带，过渡地带的性质近于地槽的，可以称为准地槽，近于地台的，可以称为准地台

(续表 1-1)

序号	项 目	内 容
1	地壳运动	地壳运动一直在不断地进行着,地质上把从晚第三纪至现代所出现的构造运动称为新构造运动。我国新构造运动的特点是:在大陆部分以垂直升降运动为主,上升地区的面积约占我国陆地面积的 80%;运动的幅度是西部大于东部。在对地震、剥蚀作用及边坡岩体运动的研究中,新构造运动是必须考虑的重要因素 地壳运动使沉积岩的原始水平产状遭到破坏,岩层因变形、变位而出现各种空间排列形态,这些形态统称为地质构造。岩石在地壳运动引起的应力——地应力的作用下,经历弹性变形、塑性变形和断裂变形的过程,除弹性变形外,后两种变形在地壳保留下来,形成岩层的弯曲——褶皱构造和断裂——裂隙、劈理及断层构造。此外,由于地壳运动的影响,还可以造成岩层间的不整合。这些对于评价建筑场地的工程地质条件具有重要的意义
2	地质作用	导致地壳物质成分及地表形状、岩层结构、构造发生变化的一切自然作用都称为地质作用。这些作用有些进行得剧烈而又迅速,较易为人们所察觉;但在更多的情况下,则进行得非常缓慢,很难为人们直接察觉。这些作用虽然进行得十分缓慢,但其作用痕迹却随处可见。按地质作用力的来源不同,可将地质作用划分为内力地质作用和外力地质作用 由地球的旋转能和地球中的放射性物质在其衰减过程中释放出的热能所引起的地质作用称为内力地质作用。大多数的地震以及岩浆活动、地壳运动和变质作用等都属内力地质作用现象;由太阳的辐射能和地球的重力位能(包括其他星体的引力作用)所引起的地质作用称为外力地质作用。常见的外力作用现象有气温的变化、雨、雪、风、地面汇流、河流、湖泊、海洋作用、生物作用以及重力作用等 内力作用和外力作用是相互矛盾的两个方面,其中内力作用是矛盾的主要方面。例如:地壳上升会引起海水后退,气候改变,地面坡度加大会导致流水活动加强;内力作用在地表造成高低不平的地形,而外力作用则使地表趋于平坦。由于内力、外力的相互作用,就促使地壳不断地运动、变化和发展
3	地质年代	地球形成到现在大约已有 50 亿年的历史。在这悠长的岁月里,地球经过了一连串的变化,这些变化在整个地球历史中可以分为若干发展阶段。地球发展阶段的时间段落称为地质年代。这种地质年代也称为相对地质年代,另一种是绝对地质年代 地质年代在工程实际中常被用到,在了解建筑场地的地质构造、岩层间的相互关系以及阅读地质资料或地质图时都必须具备地质年代的知识。特别是对褶皱、断层的判断,如果没有这方面的知识就可能发生原则性的错误 相对地质年代将整个地壳发展的漫长地质历史划分为五大代:太古代、元古代、古生代、中生代和新生代。第二个层次的地质年代为纪,纪以下又设有世。与地质时代的代、纪、世相对应的地层单位为界、系统。距离我们最近的是新生代第四纪全新世(Q_h)。新生代的上界距今约 7 千万年,第四纪的上界距今约 300~400 万年,全新世的上界距今约 10 万年 绝对地质年代是用各种仪器和方法,经过测定某一时期的岩石样品中某些物质及其特性指标后,得到的该岩石形成至今的时间长短。常见的测试方法有铀-铅法、钾-氩法、古地磁法和碳 14 法等 在野外常用下列方法确定地层的地质年代: (1) 地层学的方法 沉积岩是层层叠置的,在正常情况下,位于下面的地层年代较老,地层越向上,年代越新。但是,如果发生倒转褶皱或逆掩断层,老地层就会盖在新地层上,这种方法就不适用 (2) 岩石学的方法 在一定的区域内,同时期所形成的岩石特性基本上一致,如果岩层的地质年代已被确定,当在另一地方见到相同的岩层时,就可给以相应的年代名称。但这种方法也有局限性,只适用于一定的地区范围 (3) 古生物学的方法 化石是确定地层地质年代的重要依据,不同的地质年代里有不同的生物化石,年代相同的地层里可以找到相同的生物化石。利用岩层中所含的标准化石,就可以确定岩层的年代

(续表 1-1)

序号	项 目	内 容
3	地质年代	岩浆岩年代的确定是以被侵入的地层的年代为准, 如果侵入岩与围岩的接触处有变质现象, 这说明侵入岩较新, 围岩较老; 若岩浆岩上面有沉积, 接触处有侵蚀面或火山碎屑物, 则岩浆岩较老, 沉积岩较新 喷出岩的年代多根据上、下沉积岩的年代来确定 变质岩的年代可根据被变质的沉积岩的年代或覆盖于变质岩上的沉积岩的年代来确定。也可按岩石变质的深浅来判断, 变质深的年代较老, 变质浅的年代较新 新中国成立以来, 我国地质工作者已整理出许多地区的地层表, 读者要知道建设地区的地层, 可从有关的专著中查得 我国地质年代的划分见表 1-2

表 1-2 我国地质年代的划分

序号	年 代 单 位			年代 符号	各纪年数 /百万年	距今年数 /百万年	主 要 现 象
1	新生代 (哺乳类动物时代)	第四纪	全新世	Q_h	1	0.025	冰川广布, 黄土生成
2			更新世	Q_p		1	
3		晚第三纪	上新世	N_2	62	12	西部造山运动, 东部低平, 湖泊广布
4			中新世	N_1			
5			渐新世	E_3		26	哺乳类分化
6		早第三纪	始新世	E_2		38	蔬果繁盛, 哺乳类急速发展
7			古新世	E_1		58	(我国尚无古新世地层发现)
8	中生代 (爬行动物时代)	白垩纪		K	43	127	造山作用强烈, 火成岩活动矿产生成
9		侏罗纪		J	45	152	恐龙极盛, 中国南山俱成, 大陆煤田生成
10		三叠纪		T	36	182	中国南部最后一次海侵, 恐龙哺乳类发育
11	上古生代 (两栖动物与造煤 植物时代)	二叠纪		P	38	203	世界冰川广布, 新南最大海侵, 造山作用强烈
12		石炭纪		C	52	255	气候温热, 煤田生成, 爬行类昆虫发生, 地形低平, 珊瑚礁发育
13	中古生代 (鱼类时代)	泥盆纪		D	36	313	森林发育, 腕足类鱼类极盛, 两栖类发育
14		志留纪		S	50	350	珊瑚礁发育, 气候局部干燥, 造山运动强烈
15	下古生代 (无脊椎动物时代)	奥陶纪		O	34	430	地热低平, 海水广布, 无脊椎动物极繁, 末期华北升起
16		寒武纪		ϵ	88	510	浅海广布, 生物开始大量发展
17	隐生代	上元时代	震旦纪	S_n			地形不平, 冰川广布, 晚期海侵加广
18		下元时代	前震旦纪	溱沱		1980(最 古矿物约 3350)	沉积深厚造山变质强烈, 火成岩活动矿产生成
19			震旦纪	五台			早期基性喷发, 继以造山作用, 变质强烈, 花岗岩侵入
20		太古代	震旦纪	泰山			
21	地壳局部变动, 大陆开始形成						

1.1.2 第四纪沉积地层与地貌

在地质历史上，第四纪的另一重要含义就是人类纪。

第四纪沉积地层与地貌见表 1-3。

表 1-3 第四纪沉积地层与地貌

序号	项 目	内 容
1	第四纪下界的确定	1948 年第 18 届国际地质会议确定，将意大利的卡拉布里地层作为第四纪的下界，该地层距今约 160 ~ 188 万年。1977 年国际第四纪协会建议，将意大利的费林卡地层作为第四纪的下界，该地层距今约 240 ~ 250 万年。我国地质学界认为，中国的早期元谋地层(距今 200 ~ 250 万年)、甘肃灵台雷家河地层(至今 300 ~ 350 万年)、河北泥河湾地层、上三门地层、陕西渭南游河地层等均可作为这些区域或地区的第四纪下界 所以通常说，第四纪下界距今约 200 ~ 300 万年
2	第四纪地层的划分	(1) 划分第四纪地层的依据 用以划分第四纪地层的主要依据有： 1) 古生物。古生物化石是各地质时期地层划分的主要依据，第四纪也不例外 生物的演变，总是由低级到高级、由简单到复杂。在地质年代的每个阶段中，都发育有适应当时自然环境的特有生物种群。因此，在不同地质年代沉积的地层中，含有不同特征的古生物化石。含有相同化石的岩层，无论相距多远，都是在同一地质年代中形成的。所以，只要确定出岩层中所含标准化石的地质年代，那么这些岩层的地质年代也就确定了 2) 气候。与第三纪晚期相比，第四纪初期气候变冷，在第四纪初期有一段较明显的冰川期 3) 岩性和岩相。第四纪陆相地层(的岩相)是松散堆积物，这是将其与大多数第三纪地层及第三纪以前地层加以区分的最明显标志 4) 古人类的进化。古人类在居住、建造及其他活动中留下的遗迹(文化层)直接影响着第四纪地层下界的确定 5) 地貌。以阶地为例，高阶阶地的形成年代早于同区域的低阶阶地 6) 绝对地质年代 (2) 第四纪的划分情况 我国在 1959 年的全国地层工作会议上确定采用 1932 年的第四纪地层国际划分方案来划分我国的第四纪地层，将第四纪划分为全新世(距今 10 万年)和更新世，又将更新世划分为早更新世、中更新世和晚更新世
3	地形地貌	(1) 地形地貌的概念 地形是指地壳表面的外部特征，如高低起伏、坡度大小、空间分布等 地貌学是研究地球表面的起伏形态、分布及其发生和发展变化规律的科学。如果研究的是地表形态的地质成因及其在漫长的地质历史中不断演化的过程和将来的发展趋势，那么这种从地貌学和地理学观点所考察的地表形态就称为地貌 (2) 几种常见的地貌单元 1) 山地。地球上的大陆表面可以划归为两大基本类型，即山地地形和平原地形。丘陵地形可归入山地，而宽广平展的高原地形可归入平原。山地和平原无论在成因上或形态特征上都不相同 山是地面上被平地围绕的、与其周围平地的交界处有明显坡度转折的孤立高地，由山麓、山坡和山顶组成；山岭是具有陡峭的山坡和明显的分水线的绵延较长的高地，山岭的顶部称为山脊；山脉是向一个方向延伸的山岭系统，它由许多条山岭和夹在山岭之间的沟谷组成；由许多山脉组成的更大规模的高地称为山系(该名词平时较少使用) 综上所述，山地是在构造运动下隆起，又在各种外力地质作用下被风化剥蚀后而形成的崎岖不平、复杂多变的地表形态。按地质成因和构造形式，山可分为断块山、单斜山(组成山体的各岩层单向倾斜)、褶皱山和褶皱断块山等；按照山顶和山脚的相对高差，山又可分为高山(1000m)、中山(500 ~ 1000m)和低山(500m 以下) 丘陵在成因上和形态的总特征上与山地是相同的，但它们又是有差别的。当低山经过长期的进一步剥蚀后外貌成为低矮而平缓的起伏地形或一个个小山包时，就称其为丘陵。就形态而言，一般规

(续表 1-3)

序号	项 目	内 容
3	地形地貌	定丘陵的相对高度不大于 200m, 坡面平缓、坡脚线不明显、没有脉络、起伏频率更大, 也是它不同于山地之处 丘陵地貌基岩埋置深度一般较浅, 丘陵的顶部基岩常裸露在外, 风化严重, 有时表层完全被风化物质所覆盖, 其坡底往往堆积有较厚的风化物质 2) 平原地貌。平原是陆地表面高度变化微小的地区, 是河流在其下游反复改道及在洪水泛滥过程中沉积下来的宽广、平坦的开阔地。根据高度可分为: ① 高原。为第四纪沉积物所覆盖的、相对高度一般在 200m 以上的、由坡地所界限的顶面平坦的高地称为高原 ② 低平原。绝对高度在 0~200m 之间的平展地带称为低平原, 其表面切割非常微弱 ③ 洼地。洼地是位于海平面以下平展的内陆低地。表面切割微弱 根据平原表面的形态又可分为倾斜平原、凹状平原(盆地)和波伏平原 3) 海岸与海底地貌 ① 海岸地貌。由于形成过程中有许多不同的因素共同作用, 海岸的形态极其复杂多变, 其分类方法就有许多种。1948 年, 斯帕尔特将海岸分为原生海岸和次生海岸两大类。其中原生海岸分为陆面侵蚀成因海岸、陆面沉积成因海岸、火山成因海岸和构造成因海岸; 次生海岸被分为海蚀岸和堆积岸 ② 海底地貌。海底地貌包括大陆架(又称大陆棚或陆棚)、大陆坡和洋底。洋底又由海沟、海岭等小的地貌单元构成 ③ 岛屿。岛屿是四面环水的一块陆地, 它们有的位于河流或湖泊中, 更多的位于海洋中。根据岛屿的起源、分布情况和地形特点可将其分为堆积岛、大陆岛和大洋岛。其中大陆岛可细分为冲积岛和构造岛; 大洋岛则可细分为构造岛、火山岛和珊瑚岛 除了上述几种基本地貌以外, 陆相地貌中还有以下小的常见地貌单元: 4) 冲沟。冲沟是在岩体裂隙发育易于崩解的山地斜坡上或土质松软的高原及丘陵地带, 由暴雨等间歇性急流冲刷而成的“V”形沟谷。其形状大小取决于汇水面积、土层厚度、气候条件和主要河流的侵蚀基准面等多种因素, 有时也与一系列的人为因素密不可分 5) 坡积裙和洪积扇。山坡坡面的水流或风力将山坡上方的风化物质夹带到山坡脚下沉积下来, 像给山体镶了一条裙边, 这种地面形态称为坡积裙; 山区暂时性水流迅速汇集于沟谷后形成山洪急流, 当山洪急流冲出山谷后, 随着过水面积的迅速增大, 洪水在山前倾斜平原上分散漫流, 夹带的风化物质大量堆积下来, 形成以山谷冲沟出口为顶点, 向边缘呈扇形缓倾斜延伸的地表形态称为山麓洪积扇, 简称洪积扇 6) 河谷地貌。由河流在长期不断的侵蚀、搬运、沉积交替作用过程中所形成的地表形态通称河谷地貌。河谷地貌主要由河床、河曲、河漫滩、阶地、牛轭湖、河心岛等小的地貌单元构成。其中河床是经常性水流所占据的河道; 河曲又称曲流或蛇曲, 即蜿蜒曲折的一段河道, 其凹岸被冲蚀, 凸岸沉积; 位于河床两侧或一侧, 在河流反复改道及洪水泛滥过程中沉积的, 洪水期被水流淹没, 枯水期又露出水面的平坦开阔地带称为河漫滩; 阶地是在地壳反复升降和河流沉积、冲蚀作用交替进行过程中形成的, 位于河床两侧的台阶状高地; 牛轭湖是在河流改道时被弃置的一段旧河曲; 河心岛是河流中四面环水的小块陆地 7) 黄土地貌。与其他地貌一样, 黄土地貌也是多种地质作用综合的结果, 这其中首先是黄土地区新构造运动, 其次是地表水的侵蚀。在地壳的上升区, 黄土遭受剥蚀切割; 而在下沉区, 发生的则是黄土的堆积。地表水对上升区黄土的侵蚀可分为片状和线状两种, 片状侵蚀造成广大地区的水土流失; 线状侵蚀最终形成了黄土高原地区支离破碎的沟谷地貌。黄土地貌也是黄土岩性、地理环境及气候条件的综合反映。黄土地貌的研究特别是对铁路和公路交通建设具有更大的意义 黄土地区的主要地貌单元有:

(续表 1-3)

序号	项 目	内 容
3	地形地貌	① 黄土塬。顶部宽阔平坦,纵向延伸数十甚至数百公里,边缘部分则被沟谷切割的支离破碎的黄土高地称为黄土塬。例如洛川塬、长武塬等。其边缘的沟谷深者可达 200m 以上,黄土沉积厚度大 ② 黄土梁。黄土梁是黄土地区分布最广的一种地貌类型,顶部窄而狭长,两侧被沟谷切割,沟谷的发育密度较黄土塬为大,沟谷深度则较塬为小。黄土梁多分布在塬的外围地带,黄土沉积厚度较塬为小 ③ 黄土峁。黄土梁进一步遭受侵蚀切割以后,形成了一种馒头形的黄土丘,成群的黄土丘连在一起就称为黄土峁。峁区冲沟密布,地形破碎,但沟谷不深,黄土沉积厚度较梁还小 8) 冲洪积平原。冲洪积平原可分为山前冲洪积平原和冲积洪积平原两种。前者分布在山前的缓坡地带,后者分布在大河流域的下游,如黄河流域。冲积洪积平原分布在洛阳以东的下游地区 9) 黄土地区的土洞和陷穴。流水沿着黄土中的裂隙或动物挖掘的洞穴下渗,对周围黄土进行机械侵蚀和溶蚀,把黄土中的一些胶体物质和土粒带走,使裂隙和土洞尺寸增大,再加上洞周土的崩塌,使土中洞体进一步扩大。当这些洞穴的坡降较大时,土洞中一旦再次发生渗流,洞周更多的土被流水带走,形成断面面积很大的土洞。如果大断面土洞顶部直到地表的土体全部塌陷,就形成了黄土地区的陷穴。有的也将黄土地区的土洞和陷穴称为黄土喀斯特地貌 10) 风蚀地貌和荒漠地貌。位于季节风影响范围内干旱地区山体或荒丘,因为长期遭受风的侵蚀而形成的地表形态称为风蚀地貌 荒漠地区的主要地貌单元有:石质荒漠(发育在干燥的山地中,是风和流水的共同作用结果)、戈壁滩(又称砾漠,也是风和流水的共同作用结果)、沙漠(主要由新月形的沙丘和朝着主要风向伸展的垅岗沙构成,地貌在风的作用下不断发生着变化)、泥质荒漠和盐沼泥漠(现在的罗布泊)等

1.2 地下水与工程地质灾害及防治

1.2.1 地下水

地下水见表 1-4。

表 1-4 地下水

序号	项 目	内 容
1	地下水概念	地下水通常是指地表以下岩土空隙中的重力水,对人类和地球上的其他很多生物而言,它是地壳中极其重要的自然资源之一,亦是岩土三相物质中的一个重要组成部分。地下水在岩土工程中常常起着很重要的作用,例如在铁路工程中,路基的沉陷常和地下水的活动有着直接的联系;公路工程中,地下水位较高时,常会因土的毛细作用而改变路基的干湿类型,引起各种路基病害;采矿工程中,地下水引起的工程事故是最主要的采矿工程灾害之一;地下水的渗流可以引起岩土体的渗透变形,直接影响建筑物及其地基的稳定与安全;地下水位的变化,可使地基土的强度降低,使建筑物产生不均匀沉降;在地基工程中,深基坑的开挖常常会遇到基坑降水问题,并因为基坑降水引起的地下水渗流问题而造成基坑边坡的移动和基坑周围地面的沉陷;当地下水含有较多的酸类物质时,还有可能造成地下结构物的腐蚀和破坏。另一方面,地下水又是关系着人民生产和生活的大事,面对日益严重的环境污染和人们对水资源的大量浪费,一些有识之士惊呼:“人类在地球上见到的最后一滴水将是人类自己的眼泪。”因此我们不仅有必要研究地下水的形成、分布和埋藏条件,有必要研究地下水的运动规律,防止地下水对岩土工程的危害和影响,还有必要为人类社会的今天和明天着想,珍惜和充分利用珍贵的每一滴地下水资源

(续表 1-4)

序号	项 目	内 容
2	地下水的类型及特征	(1) 简述 地下水埋藏、分布在一定的岩土层和地质构造中,并按照补给、径流和排泄的规律不断地运动和变化着。自然界中的岩土体,无论是松散堆积物还是坚硬的基岩,都具有多少不等、形状不一的空隙。不同岩土体中的空隙形状、多少、大小、连通程度以及分布状况等特征都有很大的差别,岩石的这些特征统称为岩石的空隙性。岩石中的空隙是地下水储存的场所和运动的通道,因此岩石的空隙性在很大程度上决定着地下水的埋藏、分布及运动状况 (2) 水在岩土体中的储存形式 天然状态的土一般都含有水,而水常以不同的形式存在于土中,并与土粒相互作用着,它是影响土工程地质性质的重要因素之一。按土中水的存在形式、状态、活动性及其与土的相互作用,分为矿物成分水、结合水、自由水;按物质状态分为液态水、气态水和固态水 (3) 岩土的水理性质 1) 说明。岩土的空隙性为地下水的储存和运动仅提供了空间条件,但水能否自由地进入这些空间以及进入这些空间的地下水能否自由地运动和渗出,则与岩土的水理性质有直接关系。水与岩土作用后所表现出的各种性质称为岩土的水理性质。岩土的水理性质主要包括胀缩性、崩解性、毛细性、溶水性、持水性、给水性、透水性和可塑性等 2) 胀缩性。土遇水后体积增大的性能,称为土的膨胀性;土失水时体积缩小的性能称为土的收缩性 土膨胀是干燥黏性土因浸水而使土粒表面弱结合水膜厚度增大所引起的。在结合水膜厚度增大过程中,水分子受土粒表面的引力,在颗粒间产生楔入作用,将颗粒撑开,粒间距离增大,并最终引起土的体积增大。土体膨胀后,固体颗粒间的分子吸引力减弱,甚至粒间毛细水的凹形弯液面也会受到破坏,凝聚力下降,力学强度降低 土收缩是由土粒表面弱结合水膜厚度变薄,土粒互相靠近引起的。土收缩将会增加粘结力并提高其力学强度。但干燥收缩却又往往使土产生许多干缩裂缝,甚至导致土体破碎,并致使土体的力学强度降低,同时增大土体的透水性。土体收缩性的强弱与其颗粒的粒度大小、矿物成分、水溶液的离子成分、电解质的浓度及其极性、原始含水量等多种因素有关 3) 崩解性。黏性土在浸水的过程中崩散、解体的现象称为土的崩解。黏性土崩解的形式多种多样,有的呈均匀散粒状,有的呈鳞片状,有的呈碎块状或块裂状等。崩解是膨胀的特殊形式及其进一步的发展,它们都是土粒表面水化膜增厚的结果 4) 毛细性。毛细现象是水在空气和水的界面张力作用下沿着途中狭小的毛细管状孔隙上升或以自由水的形式悬挂在毛细管状孔隙内的现象。毛细现象和由此引发的毛细作用统称土的毛细性 我国大部分地区,气温高的夏季多雨、地下潜水位高,土中毛细水高度也随之升高。公路路基中的毛细水作用常常是夏季最高,并对路基、路面的稳定性构成很大威胁。土壤盐渍化的产生、道路翻浆、工程建筑物基础的侵蚀等现象均与土的毛细性有关 5) 容水性。容水性是指岩土能容纳一定水量的性能,用容水度表示。容水度等于岩土中所能容纳水的体积与岩土总体积的百分比值。当岩土中的空隙完全被水充填时,水的体积就等于岩土空隙的体积,所以容水度与土的孔隙度接近 6) 持水性。在重力作用下,岩石依靠分子引力和毛细力在其空隙中能保持一定水量的性质称为持水性。岩石的持水性用持水度表示,即在重力释水条件下,岩土空隙中所能保持的水的体积与岩土总体积的体积分数。根据保持水的形式不同,持水度可细分为毛细持水度和分子持水度。毛细持水度是毛细管孔隙被水充满时,岩石所保持的水量与岩土体积之比。分子持水度是岩石所能保持的最大结合水量与岩土体积之比 结合水是因岩石颗粒表面的吸引力而保持的,因此,岩土颗粒越细小,其总表面积则越大,结合水量便越多 7) 给水性。各种岩土饱水后,在重力作用下能释出一定水量的性质称为岩土的给水性。给水性用给水度来表示,即饱水岩土在重力作用下释出水的体积与岩土总体积的体积分数。给水度等于岩土的

(续表 1-4)

序号	项 目	内 容
2	地下水的类型及特征	容水度减去持水度 8) 透水性。岩土允许重力水通过的性能称为透水性或渗透性。岩土能透水的根本原因在于其本身存在相互连通的空隙,水只能沿着这些空隙通路流经而过。因此,空隙的大小与其连通程度直接决定着岩土透水性的强弱,其次才是空隙的多少。衡量岩土透水性强弱的指标是渗透系数 k (4) 地下水的分类 1) 说明。自然界不存在没有空隙的岩土层,也就几乎不存在不含有水的岩土层。其容水、持水和给水性关键在于其水理性质。空隙小的岩土层,含的几乎全是结合水;空隙较大的岩土层,主要含有重力水,它能给出和透过水。根据岩土层给出和透过重力水的能力,可把岩土层划分为含水层和隔水层 含水层是指渗透性大、给水性强且饱含重力水的岩土层。当岩土层具有地下水储存和运动的空间、有储存地下水的地质条件、并有一定的补给水源时即可形成含水层 隔水层是指渗透性极小、给水性也极小的岩土层 能储存地下水的地质构造称为储水构造,也就是含水层与隔水层相互组合而形成的能储存地下水的地质环境即地下水的埋藏条件。在各种不同的地质环境中,含水层与隔水层的形成控制着地下水的聚集、分布和埋藏 根据埋藏条件不同,可以把地下水分为上层滞水、潜水和承压水三大类;而按含水层空隙性质可将其分为孔隙水、裂隙水和岩溶水 2) 上层滞水。上层滞水是存在于地表岩土层包气带中以各种形式出现的水,又称包气带水,是指在包气带中的局部隔水透镜体之上、具有自由水面的重力水。上层滞水的形成除受岩层组合控制外,还受岩层倾角、分布范围以及地形等因素的影响。上层滞水不仅可以在松散沉积层中形成,在基岩地区亦同样可以形成。上层滞水常在以下地层中形成: ① 在较厚的砂层或砂砾石层中夹有黏土或粉质黏土透镜体 ② 在裂隙发育、透水性好的基岩中有顺层侵入的岩床、岩盘时,由于岩床、岩盘的裂隙,发育程度较差,亦起到相对隔水层的作用,则也可以形成上层滞水 ③ 在岩溶发育的岩层中夹有局部非岩溶化的岩层时,如果局部非岩溶化的岩层具有相当的厚度,则可能在上、下两层岩溶化岩层中各自发育一套溶隙系统,而上层的岩溶水则具有上层滞水的性质 ④ 黄土中夹有钙质夹层,常常形成上层滞水。这种钙质夹层为局部隔水层。在缺水的黄土高原地区,它往往是宝贵的生活水源 ⑤ 在寒冷地区有永冻层时,夏季地表解冻后永冻层就起到了局部隔水层的作用 上层滞水的分布范围一般不广,具有季节性,雨季出现,干旱季节消失。其动态变化与气候及水文因素的变化密切相关。由于上层滞水距地表较近,直接受大气降水或地表水的下渗补给,因此,其补给区与分布区一致,上层滞水以蒸发或逐渐向隔水层边缘流散的形式排泄。由于这种水的分布范围有限、含水层厚度小、水量少、具有季节性且易污染,故只能作为小型或临时性的供水水源。当作为饮用水时,应注意防范水质污染 3) 潜水。埋藏在地表以下第一个连续、稳定分布的隔水层之上的重力水层称为潜水。其自由重力水面称为潜水面。潜水一般具有以下基本特征: ① 无压水。由于潜水面之上无稳定的隔水层存在,因此,潜水具有自由的水面,是无压水。有时在潜水面之上虽会存在着局部不稳定的隔水层,在此不稳定隔水层内的局部范围内呈现局部的微弱承压现象,但这并不能影响整个含水层的潜水特征 ② 补给区与分布区一致。大气降水、凝结水、地表水通过包气带的多孔介质直接渗入补给潜水,因而,在大多数情况下,潜水的分布区与补给区是一致的 ③ 动态变化大。由于潜水含水层通过包气带直接与大气圈、水圈相通,因此,大气圈与水圈中的某些气象、水文要素的变化,也就直接影响着潜水的动态变化。潜水明显具有季节性变化的特点,即潜水的水位、流量和化学成分会随时间变化而有着较显著的变化