

城市轨道交通工程 地质风险分析与对策

住房和城乡建设部工程质量安全监管司 组织审定

北京城建勘测设计研究院有限责任公司 组织编写

住房和城乡建设部城市轨道交通工程质量安全专家委员会

中国建筑工业出版社

城市轨道交通工程 地质风险分析与对策

住房和城乡建设部工程质量安全监管司

组织审定

北京城建勘测设计研究院有限责任公司

组织编写

住房和城乡建设部城市轨道交通工程质量安全专家委员会

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通工程地质风险分析与对策/住房城乡建设部
工程质量安全监管司组织审定. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 11

ISBN 978-7-112-18564-1

I. ①城… II. ①住… III. ①城市铁路—轨道交通—工
程地质—风险分析 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 248984 号

地质条件是城市轨道交通工程建设的基础, 在工程风险控制中应将其作为重要的风险控制因素。本书共分 5 篇共 25 章, 分别从中国城市轨道交通工程与地质条件、常见土层的工程风险、特殊岩土的工程风险、不良地质的工程风险、地下水的工程风险五个方面, 对黏土、粉细砂、卵砾石、软岩、硬岩、人工填土、软土、膨胀土、风化岩、黄土、空洞、土洞、有害气体、孤石、漂石、软硬复合地层、岩溶、地裂缝、地下水等地质条件的定义, 形成的机理, 在我国大陆分布的范围, 岩土工程特性, 在不同地质条件下采用不同工法施工可能存在的工程风险, 以及针对不同风险应采取的控制措施等进行了详尽的阐述, 同时配以大量的工程案例, 图文并茂, 由浅入深, 将理论和实践、知识和经验紧密结合, 既具较深的理论基础又是扎实的实践总结。

本书可供从事城市轨道交通工程建设管理、勘察、设计、施工、监理、风险管理等的技术人员、管理人员、施工操作人员使用。

责任编辑: 刘 江 范业庶 万 李

责任设计: 李志立

责任校对: 陈晶晶 刘 钰

城市轨道交通工程地质风险分析与对策

住房城乡建设部工程质量安全监管司 组织审定

北京城建勘测设计研究院有限责任公司 组织编写

住房城乡建设部城市轨道交通工程质量安全专家委员会

*

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

北京永峥有限责任公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 850 × 1168 毫米 1/16 印张: 19 字数: 532 千字

2015 年 11 月第一版 2015 年 11 月第一次印刷

定价: 48.00 元

ISBN 978-7-112-18564-1
(27799)

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)

本书编审委员会

主 编：金 淮

副 主 编：刘永勤 冯国冠 鲁 屹

编写人员：吕培印 马运康 张海波 冯科明

高文新 马雪梅 曹宝宁 马 健

宋克英 韩泽坤 杨和平 孙河川

廖远国 王增福 阚声雷 尚川川

董培鑫 罗烈日 刘志强 夏成华

张建全 李芳凝 王 浩 马 鑫

米保伟 郝志宏 刘 丹 梁 爽

审 稿：张 弥 贺长俊 莫庭斌 朱瑶宏

韩学詮 张大春 刘艳青 黎忠文

朱敢平

序

近年来，我国城市轨道交通工程建设不断提速。目前，国务院批复了 39 个城市的近期建设规划，总里程 6300 多公里，总投资额接近 3.3 万亿元，大部分工程将于 2020 年前建成。未来几年，城市轨道交通工程建设仍将保持高速发展态势。

城市轨道交通多为地下工程，地质条件和周边环境复杂，工程技术难度高，各地尤其是新开始建设轨道交通工程的城市普遍面临着经验不足，技术管理人才缺乏，一线作业人员技能欠缺等问题，亟需加强人员培训。为指导和规范地方培训工作，2015 年住房城乡建设部工程质量安全监管司组织专家编纂了城市轨道交通工程质量安全风险控制系列培训手册。编审人员广泛征求意见，充实内容，数易其稿，力求完善。

本套培训手册共分四册，即：《城市轨道交通工程安全风险管理体系构建指南》、《城市轨道交通工程地质风险分析与对策》、《城市轨道交通工程常见质量问题控制指南》、《城市轨道交通工程设备安装调试作业指南》。手册注重实操性，图文并茂、案例详实。既介绍法律法规、标准规范，又分析工程实践重点和难点；既阐释专业技术知识，又剖析常见问题和薄弱环节；力求学以致用，解决实际问题。

本系列手册适用于城市轨道交通工程建设主管部门和有关企业组织开展的针对技术管理和一线操作人员的培训工作。旨在让有关人员了解质量安全风险控制的重点难点和变化规律，强化各项措施落实，提高风险控制能力，确保工程质量安全水平。

住房城乡建设部 副部长：

2015 年 10 月

前 言

地质体是城市轨道交通工程的载体，也是工程与周边环境相互作用的媒介，在城市轨道交通工程建设过程中，地质体也是工程施工改造的对象。我国幅员辽阔，各地的大地构造、地形地貌、水文气象等基础地质条件不同、地质现象众多，地质条件具有明显的复杂性和差异性。复杂的地质条件直接影响着工程建设的工期、造价和质量、安全，据不完全统计，在我国城市轨道交通工程建设过程中发生的各类工程风险事件中有 70% 以上与地质条件有关，其中明挖法工程风险事件中 59% 的事故原因与软弱土质相关，矿山法工程风险事件中 50% 的事故原因与地下水相关，盾构法工程风险事件中 33% 发生在软硬不均的地层中。由于地质条件的复杂性和不确定性可能导致工程风险，所以地质条件是城市轨道交通工程建设的基础，是重要的客观条件和风险因素，工程风险控制应将地质条件作为重要的风险控制因素。

工程地质是一项专业性很强的学科，除了必要的理论基础，更多的则是来自于实践的经验。准确地查明复杂的地质条件，分析判断并控制复杂地质条件可能给工程带来的风险，要求工程技术人员和施工人员具备必要的工程地质、岩土工程 and 不同施工工法的知识与经验。近年来，我国城市轨道交通工程建设迅速发展，有经验的专业技术和管理人员紧缺的问题日益突出，特别是岩土工程专业的技术人员更是短缺，工程建设中与地质条件相关的问题不断出现，在各类地质条件引发的工程事故中，基本都是由于设计人员和施工人员对地质条件的认识程度不够，采取的控制措施缺乏针对性或措施操作不当等导致工程事故发生。

为了方便城市轨道交通工程建设者对地质风险的认识，有效控制不良地质条件可能导致的工程风险，加强工程质量安全管理，避免或减少质量安全事故的发生，2014 年初住房城乡建设部工程质量安全监管司组织开展了“典型地质条件下城市轨道交通土建工程风险控制措施及施工人员操作指南”课题的研究工作。住房城乡建设部城市轨道交通工程质量安全专家委员会、北京城建集团有限责任公司、北京城建勘测设计研究院有限责任公司、广州市地下铁道总公司、北京安捷工程咨询有限公司、天津市地下铁道集团有限公司、青岛市市政质量安全监督站、北京城建设计发展集团有限责任公司、北京市轨道交通设计研究院有限公司、中铁十六局集团有限公司等课题承担单位，联合编写了《城市轨道交通工程地质风险分析与对策》。

本书从技术和操作两个层面对黏土、粉细砂、卵砾石、软岩、硬岩、人工填土、软土、膨胀土、风化岩、黄土、空洞、土洞、有害气体、孤石、漂石、软硬复合地层、岩溶、地裂缝、地下水等地质条件的定义、形成的机理、在我国大陆分布的范围、岩土工程特性、在不同地质

条件下采用不同工法施工可能存在的工程风险、针对不同风险应采取的控制措施等进行了详尽的阐述，同时配以大量的工程案例，图文并茂，由浅入深，将理论和实践，知识和经验紧密结合，既具较深的理论基础又有扎实的实践总结。

本书可供从事城市轨道交通工程建设管理、勘察、设计、施工、监理、风险管理等的技术人员、管理人员、施工操作人员在工作中参考。

由于时间仓促，本书中难免存在一些不完善、不准确、不恰当的地方，真诚希望读者提出宝贵意见。

本书编审委员会
2015 年 10 月

目 录

第1篇 中国城市轨道交通工程与地质条件

第1章 工程地质概述	3
1.1 工程地质条件	3
1.2 全国地质概况	4
第2章 地质条件对城市轨道交通工程的影响	7
2.1 影响工程结构安全	7
2.2 影响工程施工安全	8
2.3 影响施工变形控制	9
2.4 地质条件影响工程周边环境	12
2.5 地质条件对工期及造价影响	13
2.6 不良地质对城市轨道交通工程的影响	14
2.7 特殊性岩土对城市轨道交通工程的影响	15
第3章 轨道交通建设城市的地质条件	16
3.1 软土地区	16
3.2 冲洪积地区	18
3.3 黄土地区	21
3.4 膨胀岩土地区	21
3.5 基岩或者地质单元复杂地区	23

第2篇 常见土层的工程风险

第4章 黏土的工程风险	29
4.1 黏土层典型地质条件描述	29
4.2 明挖法施工工程风险分析与对策	31
4.3 矿山法施工工程风险分析	35
4.4 黏土层典型地质条件下盾构法施工工程风险分析	37
4.5 黏土层典型地质条件下环境风险分析	41
第5章 粉细砂的工程风险	43
5.1 粉细砂层典型地质条件描述	43
5.2 粉细砂层典型地质条件下明挖法施工工程风险分析	44
5.3 粉细砂层典型地质条件下矿山法施工工程风险分析	48
5.4 粉细砂层典型地质条件下盾构法施工工程风险分析	49
5.5 粉细砂层典型地质条件对周边环境的风险分析	53
5.6 工程实例	54
第6章 卵砾石的工程风险	56
6.1 卵砾石层典型地质条件描述	56
6.2 明挖法施工工程风险分析	57
6.3 矿山法施工工程风险分析	60

6.4 盾构法施工工程风险分析	64
第7章 软岩的工程风险	69
7.1 软岩典型地质条件	69
7.2 软岩地质条件下明挖法施工工程风险分析	70
7.3 软岩典型地质条件下矿山法施工工程风险分析	73
7.4 软岩典型地质条件下盾构法施工工程风险分析	76
7.5 周边环境风险	79
第8章 硬岩的工程风险	82
8.1 硬岩典型地质条件描述	82
8.2 硬岩典型地质条件下明挖法施工工程风险分析	83
8.3 硬岩典型地质条件下矿山法施工工程风险分析	90
8.4 硬岩典型地质条件下TBM硬岩掘进机施工工程风险分析	96
8.5 环境风险分析	99
8.6 塔柱式暗挖车站施工风险控制	108
第3篇 特殊岩土的工程风险	
第9章 人工填土的工程风险	119
9.1 人工填土典型地质条件描述	119
9.2 人工填土典型地质条件下明挖法施工工程风险分析	121
9.3 人工填土典型地质条件下矿山法施工工程风险分析	126
9.4 人工填土典型地质条件下盾构法施工工程风险分析	128
9.5 案例	129
第10章 软土的工程风险	130
10.1 软土地层典型地质条件描述	130
10.2 明挖法施工风险分析	132
10.3 盾构施工风险分析	136
10.4 联络通道施工风险分析	138
10.5 周边环境的风险分析	139
第11章 膨胀土的工程风险	143
11.1 膨胀岩土典型地质条件描述	143
11.2 膨胀岩土典型地质条件下明挖法施工工程风险分析	149
11.3 膨胀岩土典型地质条件下矿山法施工工程风险分析	154
11.4 膨胀岩土典型地质条件下盾构法施工工程风险分析	155
11.5 膨胀岩土典型地质条件下周边环境施工风险分析	157
第12章 风化岩的工程风险	158
12.1 风化岩典型地质条件描述	158
12.2 明挖法施工风险分析	161
12.3 矿山法施工风险分析	163
12.4 盾构法施工风险分析	163
第13章 黄土的工程风险	165
13.1 黄土地层地质条件描述	165
13.2 湿陷性黄土条件下明挖法施工工程风险分析	172
13.3 湿陷性黄土条件下矿山法施工工程风险分析	175
13.4 湿陷性黄土条件下盾构机栽头风险	181
13.5 黄土地层地铁施工可能产生的环境风险	182

第4篇 不良地质的工程风险

第14章 地层空洞的工程风险	189
14.1 地层空洞土洞典型地质条件描述	189
14.2 土洞、空洞典型地质条件下明挖法施工风险分析	192
14.3 土洞、空洞典型地质条件下矿山法施工工程风险分析	193
14.4 土洞、空洞典型地质条件下盾构法施工工程风险分析	194
14.5 对周边环境的风险分析	195
第15章 有害气体的工程风险	197
15.1 有害气体描述	197
15.2 工程风险分析	200
15.3 有害气体防治	200
第16章 孤石、漂石的工程风险	209
16.1 漂石孤石典型地质条件描述	209
16.2 明挖法施工风险分析	211
16.3 矿山法施工风险分析	212
16.4 盾构法施工风险分析	214
16.5 周边环境风险分析	215
16.6 工程实例：广州地铁六号线二期孤石处理	217
第17章 软硬复合地层的工程风险	223
17.1 软硬复合地层典型地质条件描述	223
17.2 矿山法施工风险分析	224
17.3 盾构法施工风险分析	225
17.4 周边环境风险分析	227
第18章 岩溶的工程风险	230
18.1 岩溶典型地质条件描述	230
18.2 明挖法施工风险分析	233
18.3 矿山法施工风险分析	237
18.4 盾构法施工风险分析	238
第19章 地裂缝的工程风险	240
19.1 地裂缝典型地质条件	240
19.2 地裂缝典型地质条件下明挖法施工工程风险分析及处理措施	242
19.3 地裂缝典型地质条件下矿山法施工工程风险分析及处理措施	244
19.4 地裂缝段施工对周边环境变形风险分析	249

第5篇 地下水的工程风险

第20章 地下水典型地质条件描述	255
20.1 地下水定义及分类	255
20.2 地下水的岩土工程特性	258
第21章 地下水条件下施工工程风险分析	259
21.1 流砂、流土造成地层损失风险	259
21.2 管涌造成地层损失风险	260
21.3 突涌造成地基土扰动风险	260
21.4 岩溶水等局部异常水的突水风险	261
21.5 地下水控制措施	261

第 22 章 降水工程风险分析	268
22.1 粉土、淤泥质土层疏干难	268
22.2 地层界面水疏不干	268
22.3 卵砾石富水地层抽降难	269
第 23 章 止水帷幕工程风险分析	270
23.1 富水细颗粒地层地下连续墙接缝渗漏	270
23.2 富水细颗粒地层旋喷桩、水泥土桩等止水帷幕桩体渗漏	270
23.3 富水砂层冻结法施工过程中涌水、涌砂	272
23.4 高承压水锚杆施工涌水、涌砂风险	273
第 24 章 地下水控制周边环境风险分析	274
24.1 风险分析	274
24.2 风险对策	274
第 25 章 工程案例	277
25.1 管井降水工程案例	277
25.2 辐射井降水工程案例	280
25.3 真空管井降水工程案例	282
25.4 注浆止水工程案例	283
25.5 冻结法工程案例	285
参考文献	290

第 1 篇

中国城市轨道交通工程与地质条件

第1章 工程地质概述

1.1 工程地质条件

工程地质条件可定义为与工程建筑有关的地质要素的综合,包括地形地貌条件、岩土类型及其工程地质性质、地质结构与地应力、水文地质条件以及物理(自然)地质现象等要素。由此可见,工程地质条件是一个综合概念。

工程地质条件是自然地质历史的产物,各地的工程地质条件反映了该地的地质发展过程及后生变化,即内外动力地质作用的性质和强度。工程地质条件的形成受大地构造、地形地势、气候、水文、植被等自然因素的控制。各地的自然因素不同、地质发展过程不同,其工程地质条件也就不同,即地质要素的组合情况不同,要素的性质、主次关系有所差异。工程地质条件各要素之间则是相互联系、相互制约的,这是因为它们受着同一地质发展历史的控制,形成一定的组合模式。例如平原区必然是碎屑物质的堆积场所,土层较厚,基岩出露较少,地质结构比较简单,物理地质现象也不很发育,地下水以孔隙水为主,天然建筑材料中土料丰富,石料缺乏。不同的地质条件对建筑的适宜性相差甚远,存在的工程地质问题也不一致。

由上述可知,认识工程地质条件必须从基础地质入手,了解地区的地质发展历史,各要素的特征及其组合的规律性,这对于解决实际问题是大有助益的。

工程地质条件的优劣在于其各个要素是否对工程有利。首先是岩土类型及其性质的好坏。坚硬完整的岩石如花岗岩、厚层石英砂岩、花岗片麻岩等,强度高,性质良好;页岩、黏土岩、炭质岩及泥质胶结的砂砾岩以及遇水膨胀、易溶解的岩类,软弱易变,性质不良,断层岩和构造破碎岩更软弱,这类岩石都是不利于地基稳定的,成为岩体研究中的重点。松软土中的特殊土如黄土、膨胀土、淤泥等也是不利因素,需要特别注意。岩土性质的优劣对轨道交通工程建设的安全、经济具有重要意义,软弱不良的岩土体工程事故不断、地质灾害多发,常须避开。地形地貌条件对建筑场地的选择,特别是对线性建筑如铁路公路,城市轨道交通等线路方案选择意义最为重大。如能合理利用地形地貌条件,不但能大量节省挖填方量,节约大量投资,而且对线路合理布局、结构形式、规模以及施工条件等也有直接影响。例如施工场地是否足够宽阔、材料运输道路是否方便等都决定于地形地貌条件。

地质结构包含地质构造、岩体结构、土体结构及地应力等,是一项具有控制性意义的要素,对岩体尤为重要。地质构造确定了一个地区的构造格架、地貌特征和岩土分布。断层尤其是活断层,确实给建(构)筑带来过很大危害。在选择建(构)筑物场地时必须注意断层的规模、产状及其活动情况。土体结构主要是指不同土层的组合关系、厚度及其空间变化。岩体结构除岩层构造外,更主要的是各种结构面的类型、特征和分布规律。不同结构类型的岩体其力学性质和变形破坏的力学机制是不同的。结构面越发育,特别是含有软弱结构面的岩体,其性质越差。岩体的地应力对建(构)筑物的施工和稳定性影响不容忽视。

水文地质条件是决定工程地质条件优劣的重要因素。地下水位较高一般对工程建设不利,地基土含水量大,黏性土处于塑态甚至流态,容许承载力降低,道路易发生冻害,隧洞及基坑开挖需进行排水。滑坡、基坑坍塌、边坡渗透变形以及许多地质灾害的发生都与地下水的参与有关,甚至起到主导作用。

物理地质现象是指对建(构)筑物有影响的自然地质作用与现象。地壳表层经常受到内动力地质作用和外动力地质作用的影响,这对建(构)筑物的安全造成很大威胁,所造成的破坏往往是大规模的,甚至是区域性的。例如地震的破坏性很大,滑坡、冲沟、泥石流的发生也给

工程和环境造成无穷的灾难。在这些物理地质现象面前,只考虑工程本身的坚固性是不行的,必须充分注意其周围有哪些物理地质现象,对工程的安全有何影响,如何防治。只要注意研究其发生发展的规律,及时采取措施,可怕的物理地质现象是可以克服的。

1.2 全国地质概况

我国位于亚洲东部,太平洋西岸,大地构造位于欧亚板块的东南缘,与太平洋板块和冈底斯—印度板块相接。各地地质环境差异较大,地史发展不同,区域地质各具特色。总体而言,地层发育齐全,沉积类型多样;地质构造复杂,活动带与稳定区并存;岩浆活动频繁,地史演化漫长;变质作用类型多样,变质程度各异。我国是全球具有重要地质特色的地区之一,也是研究大陆地质构造特别是中生代地壳构造演化的重要地区之一。多种多样的地质构造活动不仅为形成丰富的矿产资源提供了优越的成矿条件,而且构成了多姿多彩的地形地貌。

1.2.1 地理位置

我国领土面积约为960万 km^2 ,约占世界陆地面积的6.4%,占亚洲面积的21.8%,仅次于俄罗斯和加拿大,居世界第三位。位于亚洲的东部和中部,濒临太平洋,是一个海陆兼备的国家。

1.2.2 气候情况

我国气候的一个显著特点是类型多样。按照温度的不同,从南到北分为赤道带、热带、亚热带、暖温带、温带和寒温带六个热量带。按水分条件,自东南向西北,又有湿润、半湿润、半干旱和干旱之别。领土的辽阔、海陆位置和复杂的地形,是造成气候多样性的原因。

我国领土跨越了49个纬度,包容六个热量带,这是气候类型多样的基本因素。

我国位于欧亚大陆和太平洋之间。由于海陆的物理性质不同,导致表面热量状况不同,使冬夏在大陆和海洋上形成不同的温压场,而产生明显的季风。海陆二者面积越大,则季风越明显。我国正处于世界最大的大陆和最大的大洋之间,因而季风的影响最为深刻。广大的东部和南部地区均受夏季季风的影响而具有季风气候的特征。

地势的西高东低,山脉纵横交错,对气候的影响很大。冬季,高耸的青藏高原使西北内陆地区冷空气聚集更快,冷高压势更强,而且在高原的制约下,冷空气南下的途径偏东,导致东部地区冬季风更为猛烈,因而使这些地区冬季的气温比世界上同纬度的地区偏低。夏季的西南季风在高原的阻挡下,不能深入北上,只能绕过高原,在它的东南边缘进入西南、华南、华中和华东地区,加强了这些地区的降雨过程,而西北地区则发展为干旱少雨的荒漠气候。其次,东西向山脉常成为南北冷暖气候流的屏障,其中秦岭山脉的作用尤为突出,其北为暖温带,以南则为亚热带。北东向的山岭阻碍着东南季风的深入,使西北内陆地区更为干旱,东南低山丘陵区降水过程延长,降水量增加。各种地貌类型,都对局部地区的气候产生影响,如高山使气候产生垂直分异,从山脚到山顶重现前述的纬度分带和经度分带的特征,而且往往在向风侧成为降雨中心,背风侧的盆地成为高温中心,这种垂直分带现象在西部地区尤为明显。

1.2.3 地形和地势

我国的地形复杂多样:有低平宽广的平原,有起伏和缓的丘陵,有峰峦高耸的山地,有海拔较高、面积广大的高原,有周围高、中间低的盆地。我国的地形,从总体上看,山地多,平地少。山地约占全国陆地面积 $2/3$ 以上,平地不足 $1/3$ 。海拔在500m以上的地区,约占全国陆地面积的 $3/4$ (其中海拔在3000m以上的占26%),在500m以下的占 $1/4$ 。

我国地势的总轮廓是西高东低，形成一个以青藏高原最高，向东逐级下降的阶梯状斜面，可明显分为三级阶梯，如图 1.2-1 所示。

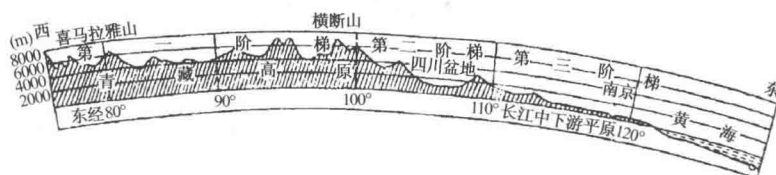


图 1.2-1 我国地势剖面图（沿北纬 32°）

最高一级阶梯为青藏高原，平均海拔 4500m，高原上横卧一系列的巨大山脉，自北而南有阿尔金山脉、昆仑山脉、念青唐古拉山脉和喜马拉雅山脉，东南部则是横断山脉。山岭之间镶嵌着辽阔的高原和无数的大小盆地。

青藏高原东缘至大兴安岭-太行山-雪峰山之间，为第二级阶梯，主要由高山、高原和大盆地组成，青藏高原之东有黄土高原、内蒙古高原、四川盆地和云贵高原；以北则为高大山系环抱的大型盆地，包括昆仑山与天山之间的塔里木盆地、天山与阿尔泰山之间的准噶尔盆地，这一阶梯海拔一般为 1000 ~ 2000m。盆地部分则往往降到 500m 以下，个别盆地还低于海平面。

沿着北东走向的大兴安岭-太行山-巫山-雪峰山以东至滨海之间的宽广平原和丘陵，这属第三级阶梯。在这级阶梯上，自北向南分布有东北平原、华北平原和长江中下游平原。长江以南还有一片广阔的低山丘陵，统称为东南丘陵。前者海拔均在 200m 以下，后者海拔大多在 500m 以下，只有少数山岭可达到或超过千米。这一阶梯的东部是大陆向海洋延伸的大陆架，这里碧波万顷，岛屿星罗密布，水深大都在 200m 以内。

1.2.4 水系情况

我国由于地域宽广，气候和地形差异较大，境内河流主要流向太平洋，其次为印度洋，少量流入北冰洋，其水系多按江河最终流向划分，另外部分河流最终流入内陆咸水湖泊，诸多河流在内陆消失于沙漠，对这类未最终流入海洋的河流也称内陆水系，内陆水系多为内陆湖泊和河流构成。对境内流域范围较小，支流较少的人海河流归入独立水系。我国境内最大的内陆水系为塔里木河，由若干主干道及多级河流构成，所有水流汇入塔里木河湮没于沙漠，青海湖构成最大的湖泊水系；由水系构成的集水区称为流域。雅鲁藏布江及狮泉河属印度洋水系。额尔齐斯河属北冰洋水系。我国境内“七大水系”均为河流构成，为“江河水系”，均属太平洋水系。“七大水系”以其主干流命名，分别为珠江水系、长江水系、黄河水系、淮河水系、海河水系、松花江水系、嫩江水系等。

1.2.5 各类土的区域分布

由于气候和地貌条件的影响，我国各类土的分布表现了明显的地区性特点。

在我国的西北部，高原干旱区广泛分布着风成的戈壁砾石和沙漠松砂，以及与风成有关的厚层黄土；盆地中堆积了潮湿时期的湖积物，并以近代盐碱堆积物和盐渍土为特点；山麓地带洪积物很发育，沿河谷则有冲积物存在；高山地区有多次冰期的冰渍物以及多年冻土和季节冻土分布。

在华北平原与东北平原，堆积着巨厚的沉积层，包括黄土状土，并有各时期的湖沼沉积物，部分为有机软土。山麓地带常有风成黄土。从山顶到山麓，还规律性地分布着残积物、坡积物和洪积物，其中太行山麓和辽东半岛还有残坡积红黏土。东北北部有岛状多年冻土以及广大地

区广泛分布着不同厚度的季节性冻土。

青藏高原以冰川、冰水和湖沼堆积物为主，多年冻土和季节冻土都十分发育。

西南山地以残坡积物为主，广泛发育着更新世时期形成的残积红土，或经坡积、冲洪积改造的次生红土，还有各种冲洪积物。成都平原中黏土分布很广，并有各冰期的冰渍物和冰水沉积物。膨胀土的分布也较广泛。

东南丘陵区广泛分布着以冲积为主的网纹红土和各种残积红土，其次为冲积物和湖积物，其中最具特色的是长江中下游的冲积黄土状土和现代湖积土。此外，膨胀土也零星分布。

在近 20000km 长的海岸线内外，广泛分布着海相和海陆交互沉积物，其中现代淤泥是最具典型意义的软土，同时，还零星分布有盐渍土。

1.2.6 典型特殊性土的区域分布

我国的黄土分布在沙漠的外缘，西起昆仑山，东南到淮阳、秦岭山地，总体呈带状展布。大致可分为三段：青海湖和乌鞘岭以西为西段；大兴安岭和太行山以东为东段；二者之间的黄河中游地区为中段，此地区黄土分布最为集中，其覆盖面积约 300000km²，平均海拔 1000m 或更高些，覆盖厚度 100~200m（如洛川塬为 180m，董志塬达 200m，最厚的在兰州附近，厚达 400m），如此广泛而巨厚的黄土沉积，构成了独特的黄土地貌，是世界最大的黄土高原。黄土是在比较干旱的气候条件下产生的。黄土的颗粒成分以粉粒为主，其次是细砂和黏粒。其矿物成分高度均一，以原生的石英长石和云母占绝对优势（达 90%）。阿拉善以西的广大沙漠，戈壁地区是黄土的重要补给区，强大的风力则是把细粒的黄土物质带到它的堆积地带的动力。另外，西北山岳冰川地区可能也是黄土物质的来源之一。

膨胀土是胀缩性较大的一种黏性土，所含黏土矿物主要来源于基性火成岩、中酸性火山岩、泥岩、黏土岩及页岩的风化产物，多为残积、坡积成因，冲洪积成因者也有，但较少。所以此类土多形成于湿润的暖温带及亚热带。我国膨胀土主要分布于中南各省，如湖北、四川、云贵、广西、陕南、安徽等处。

红土主要分布在南方各省区，其中以云贵、四川东部、两湖和两广北部等地区最为发育。它们通常产出在山间盆地、洼地、低山丘陵地带的顶部、缓坡及坡脚地段。红土是在气候湿热、雨量充沛的条件下，碳酸盐岩、玄武岩、页岩等岩石经强风化作用，由残积、坡积而形成的土层。其厚度受下伏基岩起伏的影响，变化较大，一般在 10m 左右，个别地带可达 20~30m。

我国东部、东南沿海、河流的河口三角洲及新淤滩地广泛分布着淤泥质软土。这种土是在静水或水流滞缓，富有机质缺氧的环境中沉积并经生物化学作用而形成的。其孔隙比大于 1，天然含水量大于液限，一般呈软塑状态，是一种抗剪强度很低、压缩性很强的软弱土。这种土厚度一般较大，接近地表处有时有一硬壳层。在各大湖周边、东北三江平原、川西若尔盖草原、青藏高原等多年冻结区，也零星分布有厚度不大的湖泊沼泽相的淤泥质软土。

1.2.7 水文地质条件的区域性特征

我国水文地质条件有明显的区域性特征。首先是孔隙、裂隙、喀斯特等不同的含水介质的空间分布具有区域规律性，于是就有主要分布于我国东部冲积及沉降平原的孔隙含水层，主要分布于西部山区的裂隙含水层和广泛分布于我国西南滇、黔、桂三省的裸露于地表的喀斯特含水层。其次是东南降水量较大而形成湿润区与西北形成显著差异的水文地质条件，再由于东北大兴安岭北部的高纬度地带和青藏高原的高寒地区年平均气温低于 -2℃ 而形成了多年冻结层，于是在这两个地区就有多年冻结区地下水这一特有的水文地质条件。