

地下工程

地质环境保护技术应用指南

Guide of Geological Environment
Protection in Underground Engineering

廖云平 彭海游 刘 东 秦代伦
马 磊 陈 思 文光菊 董 平

著



科学出版社

重庆市国土资源和房屋管理局 2011 年度市级地质灾害防治专项资金项目(120301)资助

地下工程地质环境保护 技术应用指南

廖云平 彭海游 刘 东 秦代伦 著
马 磊 陈 思 文光菊 董 平

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以重庆市岩溶地质条件下地下工程地质环境保护为主要研究内容,在整理编者研究成果和国内外相关研究成果的基础上,结合重庆市地方标准《地下工程地质环境保护技术规范》(DBJ50/T-189—2014),编写重庆地区地下工程地质环境保护勘察、设计、施工、监测等技术应用指南。内容涉及地下工程地质环境保护勘察、设计、施工,综合超前地质预报、地表加固技术,爆破施工过程中洞室周边岩土体损伤范围控制,地下工程围岩变形控制,地质环境监测技术与问题防治措施等方面,并列出了典型地下工程地质环境问题防治技术应用实例。本书将为科学地指导地下工程建设过程中地质环境保护指供参考和借鉴。

本书可供从事地下工程勘察、设计、施工、管理的科研人员和工程技术人员参考,也可供相关专业的高年级本科生和研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

地下工程地质环境保护技术应用指南 / 廖云平等著. — 北京: 科学出版社, 2019.1

ISBN 978-7-03-059707-6

I. ①地… II. ①廖… III. ①地下工程-工程地质环境-环境保护-指南
IV. ①TU94-62②P141-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 262956 号

责任编辑: 韩卫军 / 责任校对: 王 翔
责任印制: 罗 科 / 封面设计: 墨创文化

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

四川煤田地质制图印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019年1月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2019年1月第一次印刷 印张: 13 1/4

字数: 310千字

定价: 106.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

重庆作为典型的山地城市,由于其具有特殊的地质条件、历史原因和产业特征,成为我国地下空间开发利用较早的城市之一。目前,重庆市经济迅速发展、城市功能开发加强,地下工程建设日益增多,由此产生的一系列地质环境问题逐步凸显,尤其是穿越山岭的隧道工程对沿线地质环境造成较大影响。为了有序、合理、高效地开发利用城市地下空间资源,亟须制定、出台地质环境保护的技术规范和指南。在此,本书结合重庆市地方标准《地下工程地质环境保护技术规范》(DBJ50/T-189—2014),设计重庆地区地下工程地质环境保护的工程设计、施工以及监测等技术应用指南,以期能科学地指导地下工程建设过程中地质环境保护工作积极、有效的开展。广义的地下工程包括地面以下的工程,如基坑、钻孔,考虑到其影响深度有限、影响范围小且已颁布相关规范、指南,本书所指的地下工程为岩溶区采用暗挖法施工的地下工程(不包括地下矿山)。

本书编著目的是在地下工程地质环境保护中贯彻执行国家和重庆市的技术经济政策,做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量,指导相关单位对重庆市地方标准《地下工程地质环境保护技术规范》(DBJ50/T-189—2014)的理解和执行。

- (1) 本书适用于重庆市地下建设工程项目的地质环境保护设计、施工及监测。
- (2) 地下工程的设计和施工必须符合地质环境保护的要求,并采取相应措施。
- (3) 地下工程地质环境保护应积极采用新技术、新方法与新设备。
- (4) 本书仅包括地下工程设计、施工及监测过程中与地质环境保护相关的内容,勘察、设计与施工中通用部分的技术方法与要求,均应遵照国家现行有关技术标准执行。

本书共分 12 章,内容包括基本原则与要求、地下工程地质环境保护勘察、地下工程地质环境保护设计与施工、综合超前地质预报技术、地面防渗技术、洞内防水技术、地表加固技术、爆破施工过程中硐室周边岩土体损伤范围控制、地下工程围岩变形控制、地质环境监测技术、地质环境问题防治措施、典型地下工程地质环境问题防治技术应用实例。

本书主要以重庆市国土资源和房屋管理局 2011 年度市级地质灾害防治专项资金项目“重庆市地下工程地质环境保护技术综合研究及规范编制”成果为基础,参照国内外有关规范、文献和研究成果编写而成。对岩溶地区地下工程勘察、设计、施工、监测过程中的地质环境保护技术进行了较为系统的总结。本书是对现行相关规范、手册的补充,主要应用于重庆市岩溶地区相关地下工程的设计、施工、监测和地质环境问题防治。

目 录

第1章 基本原则与要求	1
1.1 地下工程地质环境保护基本原则	1
1.2 地下工程地质环境问题类型	2
1.3 地下工程地质环境问题防治原则与要求	3
1.3.1 地质环境问题防治原则	3
1.3.2 地质环境问题防治要求	3
第2章 地下工程地质环境保护勘察	5
2.1 勘察工作基本内容	5
2.1.1 资料搜集	5
2.1.2 勘察范围	5
2.1.3 勘察手段	5
2.1.4 勘察对象	5
2.1.5 勘察内容	6
2.1.6 动态监测	6
2.2 调查与地质测绘	7
2.2.1 调查与地质测绘范围	7
2.2.2 观测路线	7
2.2.3 调查与地质测绘方法	7
2.2.4 调查与地质测绘基本内容	8
2.2.5 观测点调绘	8
2.2.6 遥感图像地质解译	9
2.2.7 遥感解译程序	10
2.2.8 遥感图像要求	10
2.2.9 动态解译	10
2.2.10 调查与测绘工作精度	10
2.2.11 调查与地质测绘成果	11
2.3 勘探	11
2.3.1 勘探内容	11
2.3.2 物探	12
2.3.3 钻探	13
2.4 测试	14
2.4.1 地下水水位流向的测定	15

2.4.2	连通试验	15
2.4.3	抽水试验	16
2.4.4	压水试验	18
2.4.5	注水试验	20
2.4.6	地下水水质分析	20
2.5	地质环境影响评价	21
2.5.1	水环境问题评价	21
2.5.2	岩土体变形破坏问题评价	22
2.5.3	次生灾害评价	22
2.5.4	地质环境影响评价体系	22
第3章	地下工程地质环境保护设计与施工	23
3.1	地下工程地质环境保护设计	23
3.1.1	地下工程地质环境保护设计原则	23
3.1.2	水环境保护设计	23
3.1.3	岩土体变形破坏防治设计	26
3.2	地下工程地质环境保护工程施工	27
3.2.1	地下工程地质环境保护工程施工原则与要求	27
3.2.2	地下工程开挖方法	28
第4章	综合超前地质预报技术	34
4.1	地质调查法	37
4.1.1	概述	37
4.1.2	材料与设备	37
4.1.3	工作内容与技术要求	37
4.2	超前钻探	38
4.2.1	概述	38
4.2.2	材料与设备	39
4.2.3	技术要求与注意事项	40
4.3	超前物探	41
4.3.1	超前弹性波物探	41
4.3.2	地质雷达	51
4.3.3	红外探水	53
4.3.4	地面物探	55
第5章	地面防渗技术	59
5.1	地面铺砌	59
5.2	截水帷幕	68
5.3	混凝土防渗墙	72
第6章	洞内防水技术	79
6.1	注浆堵水技术	79

6.2 抗水压衬砌	90
第7章 地表加固技术	94
7.1 地表砂浆锚杆加固	94
7.2 地表加固注浆	95
第8章 爆破施工过程中硐室周边岩土体损伤范围控制	98
8.1 爆破荷载作用下岩土体损伤范围计算方法	98
8.1.1 柱状装药爆破的岩石损伤半径计算	98
8.1.2 基于萨氏公式的岩土体爆破损伤半径计算	98
8.1.3 基于质点峰值振动速度的岩土体爆破损伤半径计算	99
8.1.4 基于爆炸应力的岩土体爆破损伤半径计算	99
8.1.5 基于爆炸应力和屈服条件的岩土体爆破损伤半径计算	99
8.2 定向断裂损伤控制爆破技术	99
8.3 基于完全反射作用的爆破控制技术	100
8.3.1 适用条件	100
8.3.2 施工工艺	100
8.4 爆破损伤范围控制	100
8.5 基于改变隧道掌子面形状的围岩变形及损伤控制技术	101
8.5.1 适用条件	101
8.5.2 钻爆施工工艺	101
第9章 地下工程围岩变形控制	103
9.1 整体稳定性分析	103
9.2 围岩变形控制技术	103
9.2.1 喷锚衬砌	103
9.2.2 整体式衬砌	107
9.2.3 复合式衬砌	108
9.2.4 隔断法	109
9.2.5 人工循踪补偿注浆加固法	110
9.2.6 坑内地基加固法	111
9.2.7 管棚支护法	111
9.2.8 人工冻结技术	111
9.2.9 新型水泥土搅拌桩墙法	112
第10章 地质环境监测技术	113
10.1 地下工程地下水环境动态监测技术	115
10.2 岩溶塌陷监测技术	116
10.3 爆破振动监测	119
10.4 围岩变形及应力监测	119
10.5 地下工程地质环境监测新技术	121
10.5.1 针入式土体分层沉降测量装置	121

10.5.2 一种塌陷监测新方法	126
第 11 章 地质环境防治措施	130
11.1 地下水环境防治	130
11.2 地面塌陷、地裂缝防治	130
11.3 其他次生灾害防治	131
第 12 章 典型地下工程地质环境防治技术应用实例	132
12.1 宜万铁路马鹿箐隧道岩溶水规模集成探测	132
12.1.1 工程概况	132
12.1.2 隧道岩溶水规模探测集成技术	132
12.1.3 隧道溶腔边界的预测	139
12.1.4 隧道溶腔边界现场揭示验证	145
12.1.5 结论	148
12.2 钻孔电磁波层析成像技术应用	149
12.2.1 某电厂扩建厂址基础岩溶探测	149
12.2.2 钻孔电磁波法勘查武汉市陆家街地面塌陷	151
12.2.3 结论	152
12.3 渝怀铁路歌乐山隧道注浆堵水技术	153
12.3.1 工程概况	153
12.3.2 隧道突水与地表塌陷	153
12.3.3 注浆堵水	154
12.3.4 结论	157
12.4 重庆双碑隧道右洞全断面径向注浆堵水实例	157
12.4.1 工程概况	157
12.4.2 隧道工程地质条件	158
12.4.3 隧道预测涌水量及涌水情况	158
12.4.4 涌水原因分析	159
12.4.5 堵水处置方案	160
12.4.6 注浆中问题的解决	164
12.4.7 结论	166
12.5 山东莱新高速公路岩溶地基塌陷区托底固结灌浆处理实例	166
12.5.1 工程概况	166
12.5.2 施工方案	167
12.5.3 托底注浆	168
12.5.4 各工序工艺参数	169
12.5.5 效果检验	169
12.6 岩溶区地面塌陷、建筑物开裂处置实例	170
12.6.1 工程概况	170
12.6.2 场地岩土工程地质条件	170

12.6.3 墙体开裂原因分析 172

12.6.4 地基条件分析 172

12.6.5 地基沉降变形分析 173

12.6.6 地基处理 174

附录 A 保护对象重要性分区表 177

附录 B 地面物探方法选择一览表 178

附录 C 主要测井方法一览表 181

附录 D 物探方法的综合应用 182

附录 E 常用止水材料及方法 184

附录 F 生活饮用水水源水质标准 186

附录 G 水文地质参数计算方法 188

附录 H 水资源漏失量估算方法 193

附录 I 隧道工程地质环境影响评价体系 196

第 1 章 基本原则与要求

1.1 地下工程地质环境保护基本原则

地下工程地质环境保护的对象包括地下工程影响范围内的建(构)筑物和地质环境体。在实际工作中,还应根据保护对象的重要性,参照重庆市地方标准《地下工程地质环境保护技术规范》(DBJ50/T-189—2014)进行保护范围分区,保护范围应在保护对象范围基础上进行外延,但由于保护对象种类众多,且类型差异大,无法给出明确量化的指标,应针对具体工程综合分析确定;当不同重要性分区发生重叠时,应坚持就高原则。

地下工程地质环境保护的主要任务是坚持“以人为本,预防为主”,防治地下工程建设引起的地表岩土体变形破坏、地下水环境破坏及由此引发的其他地质环境问题。对地质环境的恢复治理应以消除已经产生的地质环境问题和不再产生新的危及人民生命财产安全与社会经济发展的地质环境问题为目标。

地下工程地质环境保护是通过对地下工程地质环境及问题的调查、勘察和监测,设计和实施有针对性的预防、治理措施,有效解决地质环境问题,使地下工程地质环境达到与周围环境相协调,与城镇和村镇建设、生态建设、土地利用、旅游发展规划相吻合。

地下工程选址、选线在相当大的程度上决定了地质环境保护的成效和难易程度,故在选址、选线过程中,应充分考虑工程对地质环境的影响,尽量避免可能引发严重地质环境问题的地段,如:工程地质和水文地质状况极为复杂的地段以及岩溶富水地区、暗河、采空区等不良地质段。难以避开时,应在总体服从线路规划的同时进行线路微调,尽量减轻地质环境问题造成的损害,并应有切实可靠的防治工程措施。

下列地表水、地下水富集区以及岩溶发育区在地下工程开工前应进行专门的地下工程地质环境保护工程勘察:

- (1)总体积为 $1 \times 10^5 \text{m}^3$ 以上或总面积为 $1 \times 10^5 \text{m}^2$ 以上的地表水体。
- (2)重要的河流、湖泊、水库及集中式饮用水水源地准保护区及其以外的补给径流区。
- (3)与地下水环境相关的其他保护区及其以外的分布区、分散式居民饮用水水源等其他未列入重要分级的水资源区。
- (4)重要湿地。

地下工程设计、施工过程中,应根据地质环境保护类型、保护对象的重要性(表 1.1)及地下工程自身特性,按照防治目标,综合采用地质环境保护措施。

重要设施主要包括:军事设施、人防指挥中心、放射性设施、机场、核电站、火力发电厂、水电厂、变电站或送电工程、原油成品油库、天然气库、输油管道、输气管道、影剧院、体育场馆、医院(疗养院)、学校、监狱等;其他保护对象可参照重庆市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》(DB50/T 139—2016)进行重要性分区。

表 1.1 保护对象重要性分区表

保护对象类型	一般区	较重要区	重要区
居民集中居住区	小于 100 人	100~500 人	大于 500 人
水库(总库容)	总库容小于 $1\times10^5\text{m}^3$	总库容为 $1\times10^5\sim1\times10^6\text{m}^3$	总库容大于 $1\times10^6\text{m}^3$
集中式饮用水水源地 (包括已建成的在用、备用、应急水源地, 在建和规划的水源地)	无	准保护区(补给径流区)	一级保护区、二级保护区
文化遗产、自然保护区 (含地质公园、风景名胜 区等)	无	市级和区县级	国家级及以上
旅游景区	无	较重要	重要
交通设施	三级以下公路	城市主要干道、二级公路	桥梁(立交桥)、地铁、轻轨、高速公路, 一级公路、铁路
给水工程	日供水量小于 $5\times10^4\text{m}^3$	日供水量为 $5\times10^4\sim20\times10^4\text{m}^3$	日供水量大于或等于 $20\times10^4\text{m}^3$
排水工程	日处理能力小于 $4\times10^4\text{m}^3$	日处理能力为 $4\times10^4\sim10\times10^4\text{m}^3$	日处理能力大于或等于 $10\times10^4\text{m}^3$
生活垃圾卫生填埋工程	日处理能力小于 3000kN	日处理能力为 3000~8000kN	日处理能力大于或等于 8000kN
其他保护对象	旱地、园地、 林地、草地	特殊地下水资源(如矿泉水、温泉等)保护区以外的分布区以及分散式居民饮用水水源等其他未列入重要分级的水资源区; 一般农田	重要设施; 国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区(如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区); 重要湿地、水土流失重点防治区、沙化土地封禁保护区; 基本农田

从地下工程地质环境保护勘察至竣工一定时期内的全部施工过程均应开展地质环境监测, 对地表水体、地下水出露点以及地表塌陷变形等进行监控测量。

1.2 地下工程地质环境问题类型

近年来, 大量地下工程的修建引发了一系列地质环境问题, 如地下水疏干、地表水资源漏失、地面塌陷等。通过对重庆市典型隧道的地质环境调查, 地下工程引发的地质环境问题可按表 1.2 进行分类。

表 1.2 地下工程地质环境问题分类表

水环境问题	岩土体问题
地表水水量减少	地面塌陷
地表水水位下降	地面沉降
地下水水量减少	地裂缝
地下水水位下降	滑坡、危岩崩塌

1.3 地下工程地质环境防治原则与要求

1.3.1 地质环境防治原则

对于地下工程地质环境问题,应本着“以人为本、安全第一、预防为主、防治结合、主动介入、效益优先”的原则进行处置。积极采取科学合理的地质环境保护措施,防治危及人民生命财产安全的地面塌陷、地裂缝等地质灾害,减轻和避免对地下含水层的破坏、地表水疏干以及其他次生地质环境问题。

(1)“以人为本、安全第一”,对环境地质问题进行处置应以保障人民生命财产安全、保护和改善人民生存环境为根本。对于不危及人民生命安全、危害不大、治理难度大的地质环境问题,采用适当的监测措施;对于危及农村居民点安全、治理难度大的地质灾害,应优先考虑搬迁,做到统筹兼顾、全面规划、突出重点、抓住要害,不能千篇一律、主次不分。

(2)“以防为主,防治结合”是指导地下工程地质环境问题处置工作最基本的原则。限于当前技术水平,我们对已有地质环境问题的认识和将要发生地质灾害的识别有一个过程,同时也具有一定的局限性,这就要求我们要有强烈的防范意识。

(3)“主动介入、效益优先”,对于地质环境问题的防治应当保持积极主动的态度,加强前期勘察工作,尽可能充分认识具体地质环境问题的危害性,在确保安全的前提下,从经济合理、社会效益、群众需求的综合角度,选择技术可行的处理方法。

1.3.2 地质环境防治要求

(1)地面塌陷的防治要求。当地下工程建设活动抽排地下水可能导致地面塌陷,影响居民和重要建筑的安全时,应按要求进行水文地质详查,在查明水文地质条件的基础上采取防渗帷幕等工程措施控制塌陷带上的地下水位下降,控制地面塌陷的发展,减少危害。地面塌陷治理恢复后,应修复原有的河流、水渠、地表水等水体功能,解决当地居民用水的基本要求,不能影响群众的居住安全和铁路、公路等交通安全。

(2)地面沉陷的防治要求。未达到沉陷稳定状态的,宜采取监测、预警及临时工程措施,消除安全隐患;达到沉陷稳定状态的,可采取土地平整,或保留水面改造成鱼塘、景观水面及蓄水池等治理措施。已稳定的地面沉陷区,用废石、废渣、废土和削方岩土等进行充填,土地平整时,应进行适当的碾压或分层碾压,当废石、废渣、废土含有有害成分可能污染地下水和土壤时,应按国家环境保护标准有关要求设衬垫隔离层,确保地下水和土壤不受污染。

(3)地裂缝的防治要求。规模和危害程度较小的,可采取土石填充并夯实、防渗处理等措施治理;规模和危害程度较大的,可采取土石填充并夯实、固结灌浆等工程措施治理。

(4)水环境问题的防治要求。水环境问题的治理包括地下水水位下降、水量减少和地表水水位下降、水量减少。对于穿越地表水、地下水富集区以及岩溶发育区的地下工程,

可能造成水环境破坏的，应进行水文地质调查；水文地质条件复杂，可能导致含水层严重破坏或可能对居民点、重要工程设施等造成严重危害的，应进行水文地质勘探。

水环境治理恢复工程完成后，主要含水层枯季平均地下水位埋深应满足当地供水的基本要求。含水层破坏暂不宜治理恢复或治理恢复达不到目的的，工程建设方应采取有效的供水工程措施，保障当地群众的用水需求。

(5) 对于存在安全隐患目前又不宜治理的地质灾害，要落实搬迁避让和预警预防措施。

第2章 地下工程地质环境保护勘察

2.1 勘察工作基本内容

2.1.1 资料搜集

资料搜集是地下工程地质环境保护工程勘察的基础，主要涉及下述内容。

- (1) 区域地质：区域地质图、地貌图、构造地质图、地质剖面图、柱状图及其文字说明。
- (2) 气象资料：勘察区内主要气象要素，如气温、气压、湿度、风速、风向、蒸发量、降水量等要素随季节变化的规律等资料。
- (3) 水文资料：水系分布图、水位、流速、流域面积、径流系数及动态变化规律、洪水淹没范围等资料。
- (4) 水文地质资料：地下水的主要类型、埋藏深度、补给来源、排泄条件、变化规律和岩土的水透水性及水质分析资料。
- (5) 地质环境和建筑物变形监测资料。
- (6) 勘察区内土地利用现状及规划资料。
- (7) 当地地下工程建设经验资料。

2.1.2 勘察范围

地下工程地质环境保护工程勘察主要针对地下工程建设可能影响的地质环境(包括地下工程建设直接影响以及间接影响的地质环境)，故地下工程地质环境保护工程勘察范围应大于地下工程地质环境保护范围。

2.1.3 勘察手段

地下工程地质环境保护工程勘察与工程地质勘察一样，都具有继承性，因此勘察工作开始前需要搜集、分析已有资料，进行现场踏勘。而地质环境保护工程勘察区域相对于工程建设场地来说一般要大很多，为有效保护地质环境，有必要采取多种手段，如调查、地质测绘、勘探、测试和动态监测等，这些手段不仅使勘察工作更有针对性，可起到事半功倍的效果，还可提高勘察质量和工作效率。

2.1.4 勘察对象

近年来，重庆市地下工程建设在地表水、地下水富集区以及岩溶发育区引发了地表水漏失、地下水水位下降、地面塌陷及地面裂缝等诸多地质环境问题。虽然现行的公路、铁

路工程地质勘察等规范对隧道地下工程地质环境保护均做了一些粗略规定,但仍不能满足地质环境保护的要求,故应对地表水、地下水富集区以及岩溶发育区的地下工程开展专项地质环境保护工程勘察。相关手册、规范已对岩溶发育区做了详细界定,地表水、地下水富集区极易产生地质环境问题,本书将地表水、地下水富集区划分为四类。

(1) 总体积为 $1 \times 10^5 \text{ m}^3$ 以上或总面积为 $1 \times 10^5 \text{ m}^2$ 以上的地表水体。

(2) 重要的河流、湖泊及集中式饮用水水源地准保护区及其以外的补给径流区,包括已建成的在用、备用、应急水源地,在建和规划水源地;与地下水环境相关的其他保护区,主要包括热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。

(3) 与地下水环境相关的其他保护区及其以外的分布区、分散式居民饮用水水源等其他水资源。

(4) 重要湿地。

2.1.5 勘察内容

地质环境保护工程勘察为专项勘察,内容上除常规勘察内容外,更需要查明保护对象类型与重要性,并进行分区(重要性分区可参考附录 A);查明勘察区内已有的地质环境问题,拟设保护工程部位的工程地质条件以及对地下工程地质环境影响进行评价。

上述内容为地质环境保护工程勘察的基本内容。根据现场调查及工程经验,各种地质环境问题产生的根源大都是水环境破坏,水环境是地下工程地质环境保护的首要对象。因此,在进行地质环境保护工程勘察时,专项水文地质勘察工作需要运用水文地质测绘、调查、水文地质观察和测试等手段,具体工作可从以下方面展开。

(1) 划分水文地质单元。

(2) 查明地下水类型,分布范围,补给、径流、排泄的关系,地下水埋藏深度以及地表水、地下水动态变化规律,分析地下水与地表水的水力联系。

(3) 在不同水文地质单元,采取地表水、地下水水样进行水质分析;根据工程特征、地质环境条件及需要解决的实际问题,确定水文地质参数。

(4) 岩溶区,需要查明岩溶类型与地下水分布的关系,垂直渗流带、水平径流带、深部缓流带的分布位置及其特征。

(5) 评价地下工程对地表水、地下水的影响,并有针对性地提出水环境保护措施建议。

2.1.6 动态监测

以往的工程勘察通常只观测钻水位,或测量地表水、地下水水位,动态监测主要在施工阶段。地下工程地质环境保护工程勘察进行动态监测的目的是获取地质环境保护工程勘察区内水环境的初始地质环境背景,为后续地质环境保护效果评价提供基础。监测内容主要针对与地质环境问题有关的地表水、地下水的水位和水量,地下工程内的涌水量,地面塌陷、地面沉降等,具体实施可参考重庆市地方标准《地下工程地质环境保护技术规范》(DBJ50/T-189—2014)。

2.2 调查与地质测绘

2.2.1 调查与地质测绘范围

地下工程地质环境保护调查与地质测绘的范围应该以解决实际问题为前提，一般应包括建设场地及其附近地段，具体可考虑下列要求：

- (1) 地下工程建设引起的工程地质现象可能影响的范围。
- (2) 影响工程建设的不良地质作用的发育阶段及其分布范围。
- (3) 对查明测区地层岩性、地质构造、地貌单位等问题有重要意义的邻近地段。
- (4) 地质条件特别复杂时，可适当扩大范围。

2.2.2 观测路线

调查与测绘的观测路线应根据勘察区的地形地貌、地质构造等情况而定，具体可参考下列方式：

- (1) 垂直地层走向和主要构造线走向。
- (2) 沿地貌变化显著的方向及垂直和平行河谷的方向。
- (3) 沿地下水露头多的地带穿越。
- (4) 当含水层埋藏条件复杂时，可沿含水层(带)走向。

2.2.3 调查与地质测绘方法

调查与地质测绘方法根据实际情况选择，常用方法如表 2.1 所示。

表 2.1 调查与测绘的基本方法

基本方法		说明
实地测绘法	路线法	沿着一定的路线，穿越测绘场地，把走过的路线正确地填绘在地形图上，并沿途详细观察地质情况，把各种地质界线、地貌界线、构造线、岩层产状和各种不良地质作用等标绘在地形图上。路线形式有“S”形或直线形，常用于中、小比例尺测绘
	追索法	这是一种辅助方法，是沿地层走向或某一构造线方向布点追索，以便查明局部的复杂构造
	布点法	该方法是地质测绘的基本方法，即根据不同的比例尺预先在地形图上布置一定数量的观察点和观察路线。观察路线长度必须满足要求，路线力求避免重复，使一定的观察路线达到最广泛的观察地质现象的目的
像片成图法		利用地面摄影或航空(卫星)摄影像片，先在室内进行解译，划分地层岩性、地质构造、地貌、水系和不良地质作用等，并在像片上选择若干点和路线，然后去实地进行校对修正，绘成底图，然后再转绘成图。利用遥感影像资料解译进行工程地质测绘时，现场检验地质观测点数宜为地质测绘点数的 30%~50%

2.2.4 调查与地质测绘基本内容

1. 地形地貌

(1) 调查地貌的成因类型和形态特征, 划分地貌单元, 分析各地貌单元的发生、发展及其相互关系, 并划分各地貌单位的分界线。

(2) 调查微地貌特征及其与地层岩性、地质构造和不良地质作用的联系。

(3) 调查地形的形态及其变化情况。

(4) 调查植被的性质及与各种地形要素的关系。

2. 地层岩性

重庆地区以沉积岩为主, 本书以沉积岩为例进行说明。地质环境保护的调查与测绘工作需要了解岩相的变化情况、沉积环境、接触关系, 观察层理类型, 岩石成分、结构、厚度以及产状。对整个测区应绘制地层岩性剖面图, 以了解地层岩性的变化规律和相互关系。

3. 地质构造

(1) 调查各构造形迹的分布、形态、规模和结构面的力学性质、序次、级别、组合方式以及所属的构造体系。要特别注意对软弱结构面(或软弱夹层)产状和性质的研究。

(2) 研究褶皱的性质、类型和两翼的产状、上下盘相对位移量及断裂带宽度、充填物和胶结程度。对勘察区, 应着重研究断裂破碎及影响带的宽度和构造岩的水文地质、工程地质特性以及断裂的产状、规模和性质在不同地段的变化情况。

(3) 研究新构造运动的性质、强度、趋向、频率, 分析升降变化规律及各段的相对运动, 特别是新构造运动与地震的关系。

(4) 调查节理、裂隙的产状、性质、宽度、成因和充填胶结程度。

4. 保护对象

调查保护对象类型、特征及重要性, 其中保护对象重要性可参考附录 A 进行划分。

5. 区域内情况调查

调查区内已有地质环境问题、人口、产业及土地的利用情况, 以及人类工程活动情况, 包括地下水开采、地下矿山及隧道工程等。

2.2.5 观测点调绘

由于地质环境保护工程勘察的重点为查明区内的水文地质条件, 故调查与地质测绘除获取勘察区的基本情况, 还应在与地质环境问题密切相关的区域设置观测点进行调绘。观测点的位置与调绘内容如表 2.2 所示。