

中华人民共和国水利行业标准

SL/T 313—2021

替代 SL 313—2004

水利水电工程施工地质规程

Geological code for construction period of
water and hydropower projects

2021 - 07 - 01 发布

2021 - 10 - 01 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布《水利水电工程勘探规程 第1部分：物探》等4项水利行业标准的公告

2021年第5号

中华人民共和国水利部批准《水利水电工程勘探规程 第1部分：物探》（SL/T 291.1—2021）等4项为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	水利水电工程勘探规程 第1部分：物探	SL/T 291.1—2021	SL 326—2005	2021.7.1	2021.10.1
2	水利水电工程施工地质规程	SL/T 313—2021	SL 313—2004	2021.7.1	2021.10.1
3	河湖生态环境需水计算规范	SL/T 712—2021	SL/Z 712—2014	2021.7.1	2021.10.1
4	水工建筑物环氧树脂灌浆材料技术规范	SL/T 807—2021		2021.7.1	2021.10.1

水利部

前 言

根据水利技术标准制修订计划安排，按照 SL 1—2014《水利技术标准编写规定》的要求，对 SL 313—2004《水利水电工程施工地质勘察规程》进行修订，并将名称更改为《水利水电工程施工地质规程》。

本标准共 10 章和 8 个附录，主要技术内容有：

- 施工地质工作的主要内容、基本程序；
- 地面建筑物；
- 地下开挖工程；
- 边坡工程；
- 防参与排水工程；
- 水库库区；
- 天然建筑材料；
- 资料整编与成果编制。

本次修订的主要内容有：

- 对章节结构进行了调整，第 4～7 章增加了“一般规定”，新增了各开挖面施工地质工作目的、主要工作内容，并将原规程中专项勘察建议调至一般规定中；
- 增加了地质预报、可视化地质编录等术语；
- 增加了边坡工程地质观测的重点部位；
- 增加了附录 C“可视化地质编录技术规定”；
- 修订了施工地质编录的定义，删除了地质测绘的规定；
- 修订了防参与排水工程先导孔、检查孔岩芯编录的规定；
- 删除了地面建筑物、地下开挖工程、工程边坡、软弱层带等术语；
- 删除了基本规定中摄影、拍照技术要求；
- 删除了地下开挖工程复核围岩压力和弹性抗力系数的

内容。

本标准所替代标准的历次版本为：

——SDJ 18—78

——SL 313—2004

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部水利水电规划设计总院

本标准解释单位：水利部水利水电规划设计总院

本标准主编单位：长江三峡勘测研究院有限公司（武汉）

本标准参编单位：长江勘测规划设计研究有限责任公司

江河水利水电咨询中心

新疆水利水电勘测设计研究院

中水北方勘测设计研究有限责任公司

中水东北勘测设计研究有限责任公司

长江岩土工程总公司（武汉）

中水珠江规划勘测设计有限公司

河南省水利勘测有限公司

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：司富安 李会中 王吉亮 肖云华

柳景华 罗 飞 滕 杰 刘冲平

郝文忠 陈长生 王兆云 李红星

王 颂 郑以宝 刘培培 张小平

孙 刚 刘彦杰 吴 彤 杨让全

本标准审查会议技术负责人：刘明寿

本标准体例格式审查人：章思洁

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给水利部国际合作与科技司（通信地址：北京市西城区白广路二条2号；邮政编码：100053；电话：010-63204533；电子邮箱：bzh@mwr.gov.cn），以供今后修订时参考。

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	地面建筑物	5
4.1	一般规定	5
4.2	地质巡视与观测	5
4.3	取样与试验	7
4.4	地质编录	7
4.5	地质预报与建议	9
4.6	地基评价与验收	10
5	地下开挖工程	12
5.1	一般规定	12
5.2	地质巡视与观测	12
5.3	取样与试验	14
5.4	地质编录	15
5.5	地质预报与建议	17
5.6	围岩评价与验收	18
6	边坡工程	20
6.1	一般规定	20
6.2	地质巡视与观测	20
6.3	取样与试验	22
6.4	地质编录	22
6.5	地质预报与建议	24
6.6	边坡评价与验收	25
7	防渗与排水工程	27
7.1	一般规定	27

7.2	地质巡视与观测	27
7.3	取样与试验	28
7.4	地质编录	29
7.5	地质预报与建议	29
7.6	评价与验收	30
8	水库库区	32
9	天然建筑材料	34
10	资料整编与成果编制	35
10.1	资料整编	35
10.2	成果编制	35
10.3	资料与成果归档	36
附录 A	施工地质巡视卡	37
附录 B	施工地质日志	39
附录 C	可视化地质编录技术规定	40
附录 D	施工地质编录综合描述卡	41
附录 E	地质展示图样图	44
附录 F	工程竣工工程地质报告编写要求	47
附录 G	工程竣工工程地质报告附图及比例尺	49
附录 H	竣工工程地质图样图	50
	标准用词说明	51
	标准历次版本编写者信息	52
	条文说明	53

1 总 则

1.0.1 为规范水利水电工程施工地质工作程序，明确施工地质工作内容、方法与技术要求，保证施工地质工作质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于大、中型水利水电工程施工地质工作，小型水利水电工程可参照执行。

1.0.3 施工地质工作应自工程开工起至竣工验收止，贯穿工程施工全过程。

1.0.4 本标准主要引用下列标准：

GB 50487 水利水电工程地质勘察规范

SL 55 中小型水利水电工程地质勘察规范

SL 73.3 水利水电工程制图标准 勘测图

SL 223 水利水电建设工程验收规程

SL 251 水利水电工程天然建筑材料勘察规程

SL 567 水利水电工程地质勘察资料整编规程

SL 670 水利水电建设工程验收技术鉴定导则

1.0.5 水利水电工程施工地质工作除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 地质巡视 geological inspection

施工过程中，对施工揭露及其影响区出现的地质现象进行日常性观察、调查、测量、记录等工作。

2.0.2 地质观测 geological observation

施工过程中，对特定地质现象及其变化进行追踪观察或简易量测的工作。

2.0.3 施工地质编录 geological mapping of excavation

开挖面形成后，用不小于 1 : 500 的大比例尺测图、文字描述、摄影、录像等形式将开挖面上的地质现象逐块（段）记录下来的工作。

2.0.4 地质预报 geological prediction

在前期工程地质勘察的基础上，通过分析、研究施工过程中揭露的地质现象和已有的工程检测、监测、探测资料，对可能遇到的工程地质、水文地质条件及可能引起的地质问题所进行的预先分析与判断。

2.0.5 隧洞超前地质预报 geological forward - prospecting in tunnel

在分析已有地质资料的基础上，采用地质调查、物探、超前钻探、超前导洞等手段和地质综合分析方法，对隧洞（井）开挖面前方的不良地质体的性状、位置、产状、规模及可能的危害等进行探测、分析与判断。

2.0.6 可视化地质编录 visual geological recording

以工程地质学和摄影测量学为理论基础，以近景数字摄影技术获取数字影像，结合现场地质描述，采用数字图像处理和 GIS 空间数据管理等手段，实现地质体或工程开挖面地质信息提取、处理、成图的工作。

3 基本规定

3.0.1 水利水电工程施工地质工作应收集施工揭露的地质情况，检验和复核前期地质勘察成果，预测、预报可能出现的地质问题，进行工程地质评价，提出工程处理措施和优化设计建议。

3.0.2 施工地质工作应包括下列主要内容：

- 1 进行地质巡视与观测。
- 2 进行取样与试验。
- 3 编录施工揭露的地质现象，检验、复核、修正前期地质勘察成果。
- 4 进行地质预报，及时提出对工程地质问题的处理建议。
- 5 进行地基、围岩、边坡、防参与排水、水库库区、料场等工程的地质评价，并参与验收。
- 6 提出工程运行期间与地质相关的监测工作建议。
- 7 编制施工地质报告、竣工工程地质报告。

3.0.3 施工地质工作宜遵循下列基本程序：

- 1 编制施工地质工作大纲。
- 2 开展现场施工地质工作。
- 3 编发施工地质简报，进行地质预报，提出地质建议。
- 4 参加与地质有关的工程处理、安全监测等方案研究。
- 5 参加与地质有关的验收。
- 6 资料整编与成果编制。

3.0.4 施工地质工作大纲应包括下列内容：

- 1 工程概况、前期地质勘察结论。
- 2 任务来源、目的及要求。
- 3 工作依据、内容、方法和技术要求。
- 4 计划工作量、进度安排、资源配置。
- 5 质量环境职业健康安全措施。

6 提交成果等。

3.0.5 施工地质人员应熟悉工程的地质情况和设计方案，工作中应及时与设计、监理、施工等相关单位协调沟通。

3.0.6 施工单位应根据地质要求及时清理和冲洗建基面、洞室围岩、工程边坡及特定部位的开挖面，标示桩号和高程，并为施工地质作业提供必备的工作条件。

3.0.7 施工地质人员进行地质巡视与观测时，应及时填写施工地质巡视卡和施工地质日志，填写内容应符合附录 A、附录 B 的规定。

3.0.8 地质编录宜采用可视化地质编录法、方格网法、丈量法或视距法。可视化地质编录应符合附录 C 的规定。

3.0.9 地质预报与建议应采用书面形式及时向有关单位提出，情况紧急时可先做口头预报。书面材料应系统编号、统一格式。

3.0.10 施工过程中，新揭露的地质条件发生重大变化、可能遇到重大地质问题时，应及时提出专项勘察研究或隧洞超前地质预报的建议。专项勘察应符合 GB 50487 和 SL 55 的规定。

3.0.11 施工地质单位应按 SL 223 的规定参加与地质有关的工程验收。

3.0.12 施工地质工作期间，应及时整编施工地质资料，编写施工地质成果报告；施工地质工作结束后，应及时进行施工地质资料分类整编、归档。资料整编应符合 SL 567 的规定。

4 地面建筑物

4.1 一般规定

4.1.1 地面建筑物的施工地质工作应跟踪开挖揭露的地质情况，评价建基岩（土）体质量及地基稳定性，提出工程处理措施地质建议。

4.1.2 地面建筑物的施工地质工作内容除应符合 3.0.2 条的规定外，还应重点跟踪对建筑地基变形、抗滑、渗透稳定不利的地质条件及其变化。

4.1.3 施工期遇到下列情况需进一步查明时，应提出专项勘察研究的建议：

1 局部地段存在地基变形、抗滑稳定、渗透变形问题，且其边界条件、岩（土）体参数发生较大变化。

2 存在与建筑物关系密切的岩溶洞穴等隐蔽地质现象。

3 可利用岩（土）体顶面的埋藏深度及形态发生较大变化。

4 地基处理方案发生变化。

5 新出现重大环境地质问题。

4.2 地质巡视与观测

4.2.1 岩质地基地质巡视内容应包括基本地质条件，并应侧重下列内容：

1 施工开挖进度，施工程序、方法、工艺及其对建基岩体的影响，特别是因开挖引起的卸荷回弹、结构面张开及建基面岩体损伤现象。

2 软弱层带、膨胀岩、含易溶盐岩层、特殊矿体及岩脉的产状、性状、厚度及其变化、延伸情况、界面起伏特征和破碎、泥化情况。

3 断层出露位置、产状、性质、宽度或厚度、断距、延伸

情况，构造岩类型、胶结情况、透水性，断层交汇切割情况及其与建筑物的关系。

4 对建筑物地基岩体稳定有影响的缓倾角结构面发育情况及其与其他结构面的交汇切割情况。

5 深、厚风化地段岩体的风化程度、深度、特性，风化夹层的分布与性状。

6 岩溶洞穴和溶蚀裂隙的位置、高程、规模、形态、充填情况等。

7 基坑涌水量及水位，地下水出露位置、高程、形式、水头、流量、物理性状、携出物和沉淀情况、补排关系等。

8 渠道地基的渗漏条件。

9 地基岩体现场测试、检测情况。

10 地基处理措施的实施情况，土石坝（闸）防渗体与坝肩岩体的接触与处理情况。

11 基坑开挖对周边环境的影响情况。

4.2.2 土质地基地质巡视内容应包括基本地质条件，并应侧重下列内容：

1 施工开挖进度，施工程序、方法、工艺及其对建基土体的影响。

2 不良土体的分布、性状等。

3 土体结构及结构面发育情况。

4 地下水活动、渗透变形等情况，基坑涌水量及降排水措施。

5 渠道地基的渗透性和渗漏边界条件。

6 对地基有影响的地裂缝、洞穴等的分布位置及规模。

7 地基土体现场测试、检测情况。

8 地基处理措施的实施情况。

9 基坑开挖对周边环境的影响情况。

4.2.3 地质观测宜包括下列内容：

1 地基岩（土）体胀缩、回弹、隆起、沉降、蠕滑、挤出、

开裂等变形失稳现象。

2 易风化岩体的风化速度和易崩解岩（土）体的崩解速度，软弱层带和含易溶盐地层的渗水恶化情况。

3 土质地基中的管涌、流土等渗透变形现象。

4 地下水水位、流量、物理性状等。

5 施工期围堰及大坝临时挡水期、水库蓄水初期坝基及坝肩地下水变化及渗漏情况。

6 其他异常情况。

4.3 取样与试验

4.3.1 开挖期间可采集下列标本：

1 建基面典型地段代表性岩土标本。

2 对工程有影响的岩土标本。

3 水泥结石、显示灌浆后结构面状态的岩样等其他标本。

4.3.2 对岩质地基建筑物稳定有严重影响的软弱层带、构造岩、岩脉、蚀变带等，应根据具体情况进行复核性试验。

4.3.3 土质地基持力层性状变化较大时，应取样试验或原位测试复核地基土特性。

4.3.4 施工开挖后新发现可能存在腐蚀性的土或水时，应取样试验。

4.4 地质编录

4.4.1 建基面应进行地质编录。地质条件简单的渠道及其他对地基要求较低的线状工程，地质编录可适当简化。

4.4.2 岩质地基地质编录应包括下列内容：

1 开挖形态、高程、桩号或坐标。

2 地层代号、岩性、岩性界线、岩层产状、单层厚度，特别是软弱夹层产状、厚度、延伸情况、结构特征、破碎泥化情况及界面起伏特征。

3 断层、破碎带、层间剪切带、节理裂隙或裂隙密集带，

特别是缓倾角结构面的位置、产状、宽度、延伸情况、性状及其与其他结构面的交汇切割情况，褶曲的形态、轴面位置及主要特征。

4 岩体风化、卸荷特征及其分带。

5 岩溶洞穴和溶蚀裂隙位置、规模、形态、连通性、充填情况等。

6 岩体结构类型、工程地质分类。

7 地下水出露点位置、高程、形式、水头、流量、物理性状等。

8 爆破影响松动带、炮窝等施工缺陷的位置及范围。

9 地基处理开挖的坑、槽、井、洞位置、深度、宽度和长度，锚固和固结灌浆范围，残留的勘探孔、洞位置、规模及封堵回填情况。

10 裂隙统计点、取样点、现场试验点、物探检测孔和摄影、录像点的位置。

4.4.3 土质地基地质编录应包括下列内容：

1 开挖形态、高程、桩号或坐标。

2 土的成因类型及时代、分类名称、土体特征、分层厚度、层间接触情况，特别是不良土体的分布情况。

3 土体结构及结构面发育情况。

4 土体含水、渗水情况，地下水出露点位置、流量、物理性状等，管涌、流土的范围。

5 生物洞穴、人工洞穴、古文化层的位置及范围，植物根系大小、发育深度及密度。

6 土体胀缩、冻胀、沉降、蠕滑、挤出、开裂等变形的位
置、范围及成因。

7 地基置换或其他处理措施的实施位置、范围及深度。

8 原位测试点及重要取样点、勘探点的位置。

4.4.4 地质编录应填写施工地质编录综合描述卡，填写内容宜符合附录 D 中 D.0.1 条的规定。

4.4.5 建基面地质编录应编制地基分块展示图，地质条件复杂地段宜实测或编制建筑物典型工程地质剖面图。

4.4.6 地质编录比例尺应符合表 4.4.6 的规定。

表 4.4.6 地面建筑物地基地质编录比例尺

工程类型	混凝土（砌石） 坝（闸）、厂房、 通航建筑物、 溢洪道	土石坝（堤）			渠系 建筑物	渠道
		非均质坝		均质坝		
		心墙、斜墙、 截水墙、趾板	坝壳			
比例尺	1 : 200 ~ 1 : 50	1 : 200 ~ 1 : 50	1 : 500 ~ 1 : 100	1 : 200 ~ 1 : 50	1 : 500 ~ 1 : 100	

4.4.7 地质编录时，宜对下列内容进行摄影或录像：

- 1 对工程有影响的地质体和地质现象。
- 2 重要地质缺陷的处理情况。
- 3 建筑物区地貌形态、开挖形态、编录块的全貌。

4.5 地质预报与建议

4.5.1 根据施工地质工作获取的资料，预判地基实际情况与原设计依据的前期地质勘察成果有较大出入，或可能出现新的地质条件影响施工、建筑物安全时，应及时进行地质预报。

4.5.2 施工地质预报应包括下列主要内容：

- 1 与原设计依据的前期地质勘察成果有较大出入的工程地质条件和问题。
- 2 基坑可能出现的管涌、流土或涌突水问题，以及基坑边坡可能出现的变形失稳问题。

4.5.3 地基处理措施的地质建议应包括下列内容：

- 1 开挖处理的位置、范围和深度。
- 2 固结灌浆的位置、范围和深度。
- 3 锚固处理的位置、范围、方向和深度。
- 4 土基置换和加固处理的位置、范围和深度。

5 地下水的引、排、封、堵等措施。

4.6 地基评价与验收

4.6.1 施工过程中应综合利用地质勘察资料、检测和监测资料、施工地质资料，不断补充和完善地基的工程地质评价。

4.6.2 建筑物总体或分块（段）地基的工程地质评价宜包括下列内容：

1 地基岩（土）体的工程地质类别、物理力学参数、渗透性与渗透稳定性。

2 地基岩（土）体的承载与变形特性。

3 地基可能的整体和局部滑移型式及其相应的边界条件，滑移面（体）力学参数，抗力体范围及完整性。

4 地质缺陷的工程处理情况。

5 需后续处理的地质问题和运行期开展的监测项目。

4.6.3 建基面验收时应检查下列内容：

1 建基面的形态、高程，超欠挖情况，光面凿毛程度，岩体爆破损伤、松动及其清除情况，建基面冲洗情况和渗水、积水情况。

2 易风化、软化、膨胀、崩解岩（土）体的保护情况。

3 建基岩（土）体性状。

4 地质缺陷的处理情况。

5 地下水的引、排、封、堵及勘探洞、井、孔封堵回填情况。

6 周边地段施工对验收块（段）岩（土）体的影响情况。

4.6.4 建基面验收前应准备下列地质资料：

1 建基面工程地质图、地质剖面图等。

2 施工地质说明。

4.6.5 施工地质说明应包括下列内容：

1 验收块（段）编号、桩号、高程及建基面形态。

2 岩（土）体特性、地质构造及水文地质特征。

- 3 岩体风化、卸荷及岩体质量类型。
- 4 岩基中地质缺陷的处理情况。
- 5 土基中不良土体的处理情况。
- 6 建基面清理整修、地下水引、排、封、堵及勘探洞、井、孔封堵回填情况。
- 7 建基面及浅部岩（土）体工程地质评价与结论。

5 地下开挖工程

5.1 一般规定

5.1.1 地下开挖工程的施工地质工作应跟踪开挖揭露的地质情况，复核围岩类别，评价围岩稳定性，提出工程处理措施地质建议。

5.1.2 地下开挖工程的施工地质工作内容除应符合 3.0.2 条的规定外，还应重点跟踪下列内容：

1 围岩类别变化及变形失稳、涌水突泥等。

2 深埋长隧洞岩爆、软岩大变形、高外水压力、高地温等，以及涌水、排水对环境的影响。

3 有毒有害气体、放射性元素。

5.1.3 遇到下列情况时，应提出隧洞超前地质预报的建议：

1 深埋长隧洞。

2 施工过程中可能遇到影响施工安全、围岩稳定等重大地质问题的其他地下开挖工程。

5.1.4 施工期遇到下列情况需进一步查明时，应提出专项勘察研究的建议：

1 对大型洞室稳定有影响的、规模较大的不利块体。

2 对防渗、排水有重大影响的岩溶管道系统、强透水带等。

3 严重变形失稳、涌水突泥、有毒有害气体等。

4 施工引发的严重环境地质问题。

5.2 地质巡视与观测

5.2.1 岩质洞室地质巡视内容应包括基本地质条件，并应侧重下列内容：

1 施工开挖进度，开挖面形态，施工程序、方法、工艺及其对围岩的影响，爆破半孔率等。

2 软岩、膨胀岩、蚀变岩等的分布、性状、干湿变化、自稳情况等。

3 层面、断层、软弱层带、长大裂隙等结构面的位置、产状、性状、延伸情况及其与洞室的交切关系，结构面的组合情况，初步分析判断洞室可能失稳的部位。

4 岩体透水性，地下水出露位置、形式、流量、流速、水头、物理性状及其变化，地下水与降雨、融雪或地表径流的关系，地表、地下水的异常变化。

5 岩溶洞穴的位置、高程、规模、形态、充填及地下水活动情况，以及可能塌陷的部位等。

6 进出口洞段风化、卸荷与岩溶发育情况。

7 围岩类别及分界线桩号。

8 围岩变形、失稳的位置、形态、规模、机制及其危害。

9 高地应力引起的片帮、岩爆、内鼓、弯折等变形失稳现象。

10 收集地温、洞温和湿度等资料。

11 收集有毒有害气体、放射性元素监测资料。

12 收集拱顶下沉、边墙位移、围岩内部位移、锚杆锚索应力、围岩弹性波测试等资料。

13 围岩支护等处理措施的实施情况。

5.2.2 土质洞室地质巡视内容应包括基本地质条件，并应侧重下列内容：

1 施工开挖进度，开挖面形态，施工程序、方法、工艺及其对围岩的影响。

2 不良土体的分布情况及变化。

3 地下水的出露位置、流量和物理性状，管涌、流土等情况。

4 进出口洞段的稳定状况。

5 围岩的变形失稳情况。

6 对围岩稳定有影响的洞穴分布位置、规模。

- 7 收集围岩监测资料。
 - 8 地表隆陷、构筑物变形、地表水与地下水异常变化，土体变形、孔隙水压力监测情况。
 - 9 围岩支护等处理措施的实施情况。
- 5.2.3** 岩石隧洞掘进机法或盾构法施工时，除应满足 5.2.1 条的有关规定外，还应及时收集与分析施工掘进参数、刀具磨损及更换情况、岩渣性状、严重卡机等情况。
- 5.2.4** 地质观测应侧重下列部位和洞段：
- 1 存在不利结构面（组合）的洞顶和拱座部位。
 - 2 软弱层带分布洞段，风化、蚀变强烈洞段，岩体和土体分界部位。
 - 3 较大断层、破碎带、裂隙密集带分布洞段。
 - 4 薄层、破碎且产状不利于稳定的地层分布洞段。
 - 5 与边墙近平行或呈小夹角的中、陡倾角软弱结构面分布洞段。
 - 6 高地应力洞段。
 - 7 岩溶发育和地下水活动强烈洞段。
 - 8 进出口及上覆岩（土）体较薄的洞段。
 - 9 洞室群间的岩墙、岩柱、岩壁梁，交叉洞段等。
- 5.2.5** 地质观测宜包括下列内容：
- 1 地下水集中出露点的流量、物理性状，地表水位、地下水位或水压力，土体含水率及变化。
 - 2 软弱层带和含易溶盐地层的渗水恶化情况。
 - 3 围岩松动变形、开裂。

5.3 取样与试验

- 5.3.1** 开挖期间可采集下列岩土标本：
- 1 各洞段代表性岩土标本。
 - 2 断层构造岩、软弱层带、特殊性岩土等岩土标本。
- 5.3.2** 在洞室开挖过程中，宜根据具体情况进行回弹仪或点荷

载等简易测试。

5.3.3 在洞室开挖过程中，可根据需要对岩（土）体的物理力学性质、环境水及土壤腐蚀性等进行复核性试验，提出地应力、有毒有害气体、围岩松动范围等测试要求。

5.4 地质编录

5.4.1 地下开挖工程最终开挖面应进行地质编录。采用岩石隧洞掘进机法或盾构法施工时，可利用敞开式特点或护盾式窗口、停机检查、事故处理等条件，并根据掘进参数、岩渣特征等进行地质编录。

5.4.2 岩质洞室地质编录应包括下列内容：

1 基准线、桩号、洞、井轮廓线。

2 地层代号、岩石名称、岩性特征、岩性界线、岩层产状、单层厚度、层面起伏和破碎泥化情况，特别是软弱夹层、含有毒有害气体的地层、易风化崩解地层、膨胀岩的产状、厚度、延伸情况。

3 断层、破碎带、层间剪切带、节理裂隙或裂隙密集带的产状、宽度、延伸情况、性状、交汇切割情况，特别注意边墙中与之近平行或呈小夹角的长大中、陡倾角结构面和洞顶部位缓倾角结构面。

4 风化、卸荷特征。

5 岩溶洞穴位置、规模、形态、连通性、充填及地下水活动情况。

6 地下水出露位置、形式、流量、物理性状等。

7 不利块体的位置、形态和规模。

8 围岩开裂、片帮、岩爆、内鼓、弯折、坍塌等变形失稳的位置和范围。

9 围岩岩体结构和围岩类别。

10 重点处理的部位及处理方式。

11 残留的勘探孔、洞的位置和尺度，裂隙统计点、取样

点、现场试验点和重要摄影点、录像点、物探检测点、监测点的位置。

5.4.3 土质洞室地质编录应包括下列内容：

- 1 基准线、桩号、洞、井轮廓线。
- 2 土的成因类型及时代、分类名称、土体特征、分层厚度、相变特征、层间接触情况。
- 3 土体结构及结构面发育情况。
- 4 土体含水、渗水情况，地下水出露位置、流量、物理性状，管涌、流土的范围。
- 5 土体变形失稳的位置、范围及成因。
- 6 原位测试点及重要取样点、勘探点的位置。
- 7 施工处理情况。

5.4.4 地下开挖工程地质编录应填写施工地质编录综合描述卡，填写内容应符合附录 D 中 D.0.2 条的规定。

5.4.5 地下开挖工程地质编录应实测并编制洞室围岩展示图和重点处理地段展示图。

5.4.6 地下厂房洞室应编制边墙、顶拱、底板展示图，隧洞、竖井及斜井宜编制展示图，地质条件复杂地段宜编制典型地质剖面图和平切面图。地质展示图应符合附录 E 中 E.0.1 条的规定。

5.4.7 地质编录比例尺应符合表 5.4.7 的规定。

表 5.4.7 地下开挖工程地质编录比例尺

图 名	地下厂房洞室	隧 洞	竖井、斜井
洞室围岩展示图	1 : 200 ~ 1 : 50	1 : 500 ~ 1 : 50	1 : 200 ~ 1 : 50
重点处理地段展示图	1 : 100 ~ 1 : 20	1 : 100 ~ 1 : 20	1 : 100 ~ 1 : 20

5.4.8 地质编录时，宜对下列内容进行摄影或录像：

- 1 主要断层破碎带、软弱层带、岩体蚀变带等。
- 2 岩溶洞穴。
- 3 围岩松动、掉块、塌方位置。
- 4 围岩鼓胀、弯折、片帮、岩爆现象。

- 5 地下水涌水点。
- 6 现场取样、测试、观测断面（点）及测试装置位置。

5.5 地质预报与建议

5.5.1 遇到下列情况时，应及时进行地质预报，并对其产生的原因、性质和可能危害作出分析判断：

1 围岩不断掉块，洞室内灰尘突然增多，喷层表面开裂，支撑变形或连续发出声响。

2 围岩沿结构面或顺裂缝错位、裂缝加宽、位移速率加大。

3 出现片帮、岩爆或严重鼓胀变形。

4 出现涌水、涌水量增大、涌水突然变浑浊、涌沙。

5 干燥岩质洞段突然出现地下水流，渗水点位置突然变化，破碎带水流活动加剧，土质洞段含水量明显增大或土的性状明显软化。

6 洞温突然发生变化，洞内突然出现冷空气对流。

7 钻孔时，钻进速度突然加快且钻孔回水消失，经常发生卡钻。

8 岩石隧洞掘进机或盾构机发生卡机或掘进参数、掘进载荷、掘进速度发生急剧的异常变化。

9 突然出现刺激性气味。

5.5.2 施工地质预报应包括下列内容：

1 未开挖洞段的基本地质条件、围岩类别和可能出现的工程地质问题。

2 可能出现围岩变形失稳、涌水突泥等的位置、规模及发展趋势，含有毒有害气体、放射性元素地层的位置。

3 可能存在对隧洞支护结构具有腐蚀性的地下水。

5.5.3 围岩处理措施地质建议应包括下列内容：

1 清挖处理的位置、范围和深度。

2 置换、回填处理的位置、范围和深度。

3 固结灌浆的范围和深度。

- 4 支护的类型、范围和时机。
- 5 防渗帷幕、排水孔、洞的位置、深度和方向。
- 6 地下水流的引、排、截、堵等措施。

5.6 围岩评价与验收

5.6.1 施工过程中应综合利用地质勘察资料、检测和监测资料、施工地质资料，不断补充和完善地下开挖工程围岩工程地质评价。

5.6.2 地下开挖工程分段工程地质评价宜包括下列内容：

- 1 工程地质分段，各段围岩工程地质条件和工程地质分类。
- 2 不利块体、不良地质洞段工程处理情况。
- 3 岩（土）体物理力学参数、岩（土）体渗透性。
- 4 复核外水压力折减系数。
- 5 需后续处理的地质问题和运行期开展的监测项目。

5.6.3 围岩工程地质分类和外水压力折减系数取值应按 GB 50487 的相关规定执行。

5.6.4 验收时应检查下列内容：

- 1 洞室形态，超欠挖情况，松动岩块处理情况。
- 2 围岩工程地质类别。
- 3 不利块体、不良地质洞段的处理情况。
- 4 隧洞围岩变形失稳及衬砌变形、开裂、脱落、渗水等情况。
- 5 地下水的引、排、截、堵情况，勘探洞、井、孔封堵回填情况。
- 6 进出口段、洞室穿过地形低洼地段岩（土）体稳定状况及处理情况。

5.6.5 验收前应准备下列地质资料：

- 1 验收段展示图、地质剖面图等。
- 2 验收段施工地质说明。

5.6.6 验收段施工地质说明应包括下列内容：

- 1 验收段编号、桩号、高程。
- 2 围岩岩性、地质构造、风化、松弛、岩溶、水文地质等。
- 3 岩体结构、围岩类别。
- 4 主要工程地质问题及工程处理情况。
- 5 工程地质评价与结论。

6 边坡工程

6.1 一般规定

6.1.1 边坡工程的施工地质工作应跟踪开挖揭露的地质情况，评价边坡稳定性，提出工程处理措施的地质建议。

6.1.2 边坡工程地质编录应坚持自上而下、边开挖边编录的原则，协调好与施工的衔接，分析施工程序、方法、工艺对边坡岩体的影响。

6.1.3 边坡工程的施工地质工作内容除应符合 3.0.2 条的规定外，还应重点跟踪控制边坡稳定的结构面及软弱层带发育特征、性状及其组合情况。

6.1.4 施工期新发现大型不利块体或施工引发大规模边坡变形、严重环境地质问题需进一步查明时，应提出专项勘察研究的建议。

6.2 地质巡视与观测

6.2.1 岩质边坡地质巡视内容应包括基本地质条件，并应侧重下列内容：

1 施工开挖进度、程序、方法、工艺及其对边坡稳定的影响，爆破半孔率。

2 结构面的组合特征及其与边坡坡面的关系，特别是顺坡长大结构面的展布，初步分析判断边坡可能失稳的部位及规模。

3 边坡的岩体结构类型、风化分带、卸荷特征，软弱层带、膨胀岩等特殊岩体的分布。

4 岩溶发育情况及其对边坡稳定的影响。

5 地下水出露位置、形式、流量、物理性状、补排条件及其动态变化，降雨、冻融对地下水位和边坡稳定的影响。

6 边坡岩体变形失稳情况。

- 7 收集边坡变形监测资料。
 - 8 边坡处理措施的实施情况。
- 6.2.2 土质边坡地质巡视内容应包括基本地质条件，并应侧重下列内容：**
- 1 施工开挖进度、程序、方法、工艺及其对边坡稳定的影响。
 - 2 不良土体的分布情况及变化趋势。
 - 3 结构面发育情况及其与边坡坡面的关系。
 - 4 地下水的出露位置、形式、流量、物理性状，管涌、流土等情况，降雨、冻融对地下水位和边坡稳定的影响。
 - 5 地表水入渗、冲刷对边坡稳定的影响。
 - 6 边坡土体含水率的变化、渗透性和渗水情况，渗水对土体膨胀、冻胀、湿陷的影响。
 - 7 边坡变形失稳情况。
 - 8 收集边坡变形监测资料。
 - 9 边坡处理措施的实施情况。
- 6.2.3 地质观测应侧重下列部位：**
- 1 与边坡呈小夹角、倾坡外且切脚临空的长大结构面及软弱层带坡段。
 - 2 存在不利块体的部位。
 - 3 卸荷、风化、溶蚀、蚀变强烈或岩体软弱、破碎部位，岩土体分界部位。
 - 4 边坡开口线、转折段、洞坡交叉部位。
- 6.2.4 地质观测宜包括下列内容：**
- 1 易风化岩体的风化速度，易崩解岩（土）体的崩解状态及速度，软弱层带和含易溶盐地层的渗水恶化情况。
 - 2 控制边坡稳定的结构面、裂缝的扩展和错动情况。
 - 3 崩塌、坍塌、鼓包、蠕滑、浮石滚落、管涌、流土等现象。
 - 4 地表水的水位、流量等变化情况。

- 5 坡面出水点流量、物理性状。
 - 6 长期观测孔的水位变化情况。
 - 7 其他异常情况。
- 6.2.5 遇到下列情况应增加观测频度：
- 1 边坡变形加剧。
 - 2 非正常开挖、爆破之后。
 - 3 雨季、洪水期、融雪解冻季节。
 - 4 渠道充水、放水。
 - 5 施工期围堰或大坝拦洪挡水。
 - 6 水库初期蓄水，特别是库水位快速上升、下降期间。
- 6.2.6 应根据地质巡视和地质观测情况及时提出调整安全监测项目的建议。

6.3 取样与试验

- 6.3.1 开挖期间可采集下列岩土标本：
- 1 代表性的岩土标本。
 - 2 控制边坡稳定的断层构造岩、软弱层带、蚀变带及滑带土等岩土标本。
- 6.3.2 施工期应根据需要对控制边坡稳定的结构面和软土层进行复核性室内试验，当现场开挖揭露情况与前期勘察相比变化较大时应出现场试验要求。

6.4 地质编录

- 6.4.1 工程边坡的最终开挖坡面应进行地质编录。地质条件相对简单的土石坝坝肩边坡、渠道边坡等可适当简化。
- 6.4.2 岩质边坡地质编录应包括下列内容：
- 1 边坡坡向、坡度、高度，马道高程及宽度，编录部位的坐标或桩号、高程。
 - 2 地层代号、岩石名称、岩性特征、岩性界线、单层厚度、岩层产状及其与边坡的关系，软弱层带的产状、厚度、延伸情

况、结构特征、破碎与泥化情况及界面起伏特征。

3 结构面的出露位置、产状、性状、长度、厚度、间距、延伸情况、透水性及充填胶结特征，结构面的交切组合形式及其与坡面的关系，特别是顺坡向软弱结构面的分布与延伸情况。

4 岩体风化与卸荷特征，边坡岩体结构与质量。

5 岩溶洞穴与溶蚀裂隙的出露位置、高程、规模、形态及充填情况。

6 地下水的出露位置、形式、流量、物理性状等。

7 不利块体的位置、形态和规模，松弛、开裂、倾倒等变形失稳的位置、边界、体积及控制因素。

8 边坡稳定程度分区。

9 处理措施的实施情况。

10 节理裂隙统计点、勘探孔、洞、取样点、试验点、监测点的位置。

6.4.3 土质边坡地质编录应包括下列内容：

1 边坡坡向、坡度、高度，马道高程及宽度，编录部位的坐标或桩号、高程。

2 土的成因类型及时代，分类名称、土体特性、层理、分层厚度及分布，特别是不良土体的分布情况。

3 结构面发育分布特征及其与坡面的关系。

4 洞穴、古文化层的位置及范围。

5 边坡出水点的出露位置、形式、流量、物理性状，管涌、流土的位置、特征。

6 边坡变形失稳的类型、位置、边界和体积，裂缝出露的位置、形态、规模、发展情况。

7 处理措施实施情况。

8 取样点、试验点、监测点的位置。

6.4.4 边坡地质编录应填写施工地质编录综合描述卡，填写内容宜符合附录 D 中 D.0.3 条的规定。

6.4.5 边坡地质编录应编制坡面展示图，地质条件复杂地段宜

实测或编制典型地质剖面图。地质展示图宜符合附录 E 中 E.0.2 条的规定。

6.4.6 地质编录比例尺应符合表 6.4.6 的规定。

表 6.4.6 边坡工程地质编录比例尺

名 称	比例尺
坡面展示图	1 : 500~1 : 200
边坡重点处理地段展示图	1 : 200~1 : 50

6.4.7 地质编录时，宜对下列内容进行摄影或录像：

- 1 工程边坡全貌。
- 2 主要结构面、软弱层带。
- 3 典型风化、卸荷现象。
- 4 岩溶洞穴、溶蚀裂隙、生物洞穴、裂缝等。
- 5 边坡渗水、涌水、管涌、流土等现象。
- 6 边坡岩（土）体松弛、变形、失稳现象，不利块体等。
- 7 边坡重点处理措施的实施情况。

6.5 地质预报与建议

6.5.1 遇下列情况时，应及时进行地质预报，并对其产生原因、性质和可能的危害作出分析判断：

- 1 边坡上不断出现小塌方、掉块、小错动、弯折、倾倒、反翘等现象，且有加剧趋势。
- 2 边坡上出现新的裂缝，下部隆起、胀裂。
- 3 坡面开裂、爆破孔错位、原有裂隙扩展和错动。
- 4 坡面水沿裂隙很快漏失，沿软弱结构面的湿度增加。
- 5 地下水水位、出露点的流量突变，出现新的出露点，水质由清变浑。
- 6 边坡变形监测数据出现异常。
- 7 土质边坡出现管涌、流土等现象。

6.5.2 施工地质预报应包括下列内容：

- 1 边坡中可能失稳岩（土）体的位置、边界、体积。
 - 2 边坡可能的变形和失稳的形式、成因、发展趋势及危害程度。
 - 3 对边坡稳定性差的部位，提出处理措施的建议。
- 6.5.3 边坡处理措施的地质建议应包括下列内容：**
- 1 开挖、减载处理的位置、范围和坡比。
 - 2 挡墙、抗滑桩的位置、范围和进入稳定层深度。
 - 3 锚固处理的位置和范围，锚固方向和深度。
 - 4 坡面防护范围和类型。
 - 5 置换或回填处理的位置、范围、深度。
 - 6 排水孔、洞的位置、方向和深度。

6.6 边坡评价与验收

- 6.6.1 施工过程中应综合利用地质勘察资料、检测和监测资料、施工地质资料，不断补充和完善边坡工程地质评价。**
- 6.6.2 边坡工程地质评价宜包括下列内容：**
- 1 边坡高度、几何形态。
 - 2 工程地质条件及岩（土）体物理力学参数。
 - 3 整体稳定性与局部稳定性分析。
 - 4 失稳岩（土）体的位置、范围、规模及破坏机制。
 - 5 不利块体、不良地质问题工程处理情况。
 - 6 需后续处理的地质问题和运行期开展的监测项目。
- 6.6.3 边坡验收时应检查下列内容：**
- 1 边坡形态、超欠挖情况。
 - 2 岩土类型、结构、性状等。
 - 3 边坡工程处理措施实施情况。
- 6.6.4 边坡验收前应准备下列资料：**
- 1 验收段（块）展示图、地质剖面图等。
 - 2 施工地质说明。
- 6.6.5 施工地质说明应包括下列内容：**

- 1 验收段（块）编号、起止桩号、高程。
- 2 边坡基本地质条件，岩土结构、特性及参数。
- 3 工程地质问题及工程处理情况，勘探洞、井、孔封堵回填与利用情况。
- 4 工程地质评价与结论。

7 防渗与排水工程

7.1 一般规定

7.1.1 防渗与排水工程的施工地质工作应跟踪施工揭露的水文地质条件及变化情况，评价设计方案是否满足要求，提出优化工程设计的地质建议。

7.1.2 防渗与排水工程的施工地质工作内容除应符合 3.0.2 条的规定外，还应重点跟踪岩溶洞穴、强透水带等的分布情况，地下水水位及岩（土）体透水性的异常情况，防渗依托层及接头的可靠性等。

7.1.3 施工期遇到下列情况需进一步查明时，应提出专项勘察研究的建议：

- 1 防渗依托层、接头不可靠或变化大。
- 2 灌浆时漏浆量异常大。
- 3 灌浆孔、排水孔内异常涌水。
- 4 特殊灌浆处理的软弱层带、断层破碎带、岩溶洞穴等的分布范围或位置变化大。
- 5 防渗铺盖清基后地质条件、防渗墙或防渗帷幕相对隔水层深度变化大。
- 6 蓄水初期帷幕后观测孔水位或排水孔涌水异常。

7.2 地质巡视与观测

7.2.1 防渗与排水工程的地质巡视应包括下列内容：

- 1 防渗与排水工程的施工情况。
- 2 先导孔、检查孔、防渗墙槽孔揭露的地质情况。
- 3 防渗铺盖清基情况，地基的岩性及其变化，防渗铺盖部位边坡稳定性。
- 4 灌浆洞、排水洞、减压井等的地质巡视内容应符合 5.2

节的规定。

7.2.2 防渗与排水工程地质巡视过程中宜收集下列资料：

1 先导孔、检查孔编录资料，主要包括下列内容：

- 1) 基岩地层代号、岩性、构造、风化程度、岩溶发育等情况，土层成因类型、岩性、密实程度、塑性状态等，水泥结石情况。
- 2) 钻孔岩芯获得率、RQD 和岩芯状态。
- 3) 岩（土）体的透水性、孔内地下水位等水文地质资料。
- 4) 钻进方法、回水颜色及回水量异常变化及卡钻、掉钻、塌孔和涌沙位置。
- 5) 试验、检测等资料。

2 施工过程中异常现象，主要包括下列内容：

- 1) 灌浆孔施工过程中的塌孔、掉钻、卡钻、涌水、冲洗液严重漏失等。
- 2) 防渗墙造孔过程中的塌孔、异常漏浆等。
- 3) 帷幕灌浆过程中的涌水、漏浆、串浆、地基岩（土）体抬动、隆起、张裂等。
- 4) 防渗铺盖的沉陷、位移、开裂等。
- 5) 排水孔、洞异常涌水、涌沙、串浆或突然堵塞等。
- 6) 两岸地下水位异常变化。

3 蓄水初期帷幕后观测孔水位与排水孔涌水观测资料。

7.2.3 遇地下水位异常、灌浆钻孔涌水时，宜进行地下水位、涌水量、涌水压力观测。

7.3 取样与试验

7.3.1 施工期可采集下列岩土标本：

- 1 防渗墙槽孔终孔孔底岩样。
- 2 灌浆检查孔有结石充填的岩芯样品。
- 3 化学灌浆前后软弱层带对比样品。
- 4 岩溶洞穴、溶缝等灌浆充填物样品。

- 7.3.2** 施工期可根据需要进行下列试验：
- 1 灌浆孔、排水孔水样的水质分析。
 - 2 排水孔析出物的化学分析。
 - 3 防渗铺盖地基松散层的颗粒分析、渗透性试验。

7.4 地质编录

- 7.4.1** 防渗铺盖的地质编录应符合 4.4 节的规定；灌浆洞、排水洞、减压井、检查井等地质编录应符合 5.4 节的规定。
- 7.4.2** 防渗墙槽孔地质编录应包括下列内容：
- 1 地层岩性、颜色、成分、风化情况等。
 - 2 槽孔口高程、深度和嵌入目标地层的深度。
- 7.4.3** 防渗铺盖地质编录应填写施工地质编录综合描述卡，填写内容宜符合附录 D 中 D.0.1 条的规定。
- 7.4.4** 防渗铺盖地质编录比例尺应为 1：200～1：50。

7.5 地质预报与建议

- 7.5.1** 根据施工地质工作获取的资料，预计防参与排水工程部位的地质条件与原设计依据的前期地质勘察成果有出入，或可能出现新的地质条件影响防参与排水工程施工时，应及时进行地质预报。
- 7.5.2** 施工地质预报应包括下列内容：
- 1 与原设计依据的前期地质勘察成果有较大出入的工程地质条件和问题。
 - 2 可能产生失水、涌水、涌泥（沙）等异常情况。
 - 3 其他影响施工的不利地质因素。
- 7.5.3** 遇下列情况时，应及时提出调整防参与排水工程设计的地质建议：
- 1 防渗工程相对隔水层埋深发生变化。
 - 2 施工过程中发现了新的强透水岩（土）体。
 - 3 排水孔地下水水头、流量异常。

- 4 防渗铺盖清基后，发现地质条件与预计情况有较大出入。

7.6 评价与验收

7.6.1 施工过程中应综合利用地质勘察资料、检测和监测资料、施工地质资料，不断补充和完善防参与排水工程地质评价。

7.6.2 防参与排水工程的工程地质评价宜包括下列内容：

- 1 防渗墙、帷幕灌浆的范围、深度。
- 2 检查孔、检查井中裂隙、孔隙结石充填率及检查孔岩（土）体透水性。
- 3 防渗线上的岩溶洞穴、强溶蚀带的清理和回填封堵实施情况。
- 4 软弱层带、含易溶盐地层、粉细砂层等特殊地段的长期渗透稳定性。
- 5 排水孔的有效性，排水量、水质及其变化。
- 6 防渗铺盖的地基处理及其与坝体、两岸岸坡的结合情况。
- 7 对防渗或排水工程有不利影响的勘探洞、井、孔的封堵回填情况。
- 8 蓄水初期防渗墙、帷幕后观测孔水位与排水孔流量、水质及其变化。
- 9 需后续处理的地质问题和运行期开展的监测项目。

7.6.3 防参与排水工程验收前应了解或检查下列内容：

- 1 防参与排水工程施工中揭露的地质条件与前期地质勘察成果的符合性。
- 2 防参与排水工程处理范围和效果。
- 3 有关的施工记录、检测等成果资料。

7.6.4 防参与排水工程验收前应准备下列资料和技术成果：

- 1 防渗铺盖地基地质展示图或工程地质图、防渗帷幕渗透剖面图。
- 2 灌浆洞、排水洞、减压井、检查井地质展示图。
- 3 防参与排水工程施工地质说明。

7.6.5 防渗与排水工程施工地质说明应包括下列内容：

- 1 验收段编号、起止桩号、高程。
- 2 地层岩性、地质构造、水文地质条件等。
- 3 防渗与排水工程实施情况。
- 4 工程地质评价与结论。

8 水库库区

8.0.1 施工期水库库区地质工作应全面收集、分析前期地质勘察资料，结合地质巡视情况、施工揭露地质条件及检测、监测资料等，复核前期地质勘察成果和主要结论。

8.0.2 施工期水库库区地质工作应包括下列内容：

- 1 复核水库库区前期地质勘察成果和主要结论。
- 2 水库蓄水过程中，应进行地质巡视，提出监测工作建议。
- 3 库区防护、库岸治理、水库防渗等工程施工地质工作。
- 4 参加水库蓄水安全鉴定和蓄水阶段验收。

8.0.3 施工期及蓄水期遇到下列情况需进一步查明时，应提出专项勘察研究的建议：

- 1 存在与工程施工、运行安全相关的库岸稳定问题。
- 2 岩溶发育地段、狭窄或低矮分水岭和河弯段等存在水库渗漏问题。
- 3 蓄水期新发现的地质问题。

8.0.4 施工期复核水库库区前期地质勘察成果的地质工作应包括下列内容：

- 1 收集和分析库区前期地质勘察资料。
- 2 收集和分析地下水动态观测和库岸稳定等监测资料。
- 3 复核前期水库渗漏、库岸稳定、浸没及水库诱发地震等工程地质问题的主要结论。

4 复核围堰挡水和水库初期蓄水对库岸稳定、浸没等的影响。

8.0.5 围堰挡水、下闸蓄水和大坝拦洪度汛期间应加强地质巡视。对于水库诱发的地质问题，应分析产生的原因和影响，对可能影响水库正常运行、危及居民生命财产安全的地质问题提出处理建议。

8.0.6 根据复核情况，应提出建立或完善水库库区可能渗漏地段、浸没地段、岸坡失稳地段及水库诱发地震和活动性断裂监测方案的建议。

8.0.7 库区防护、库岸治理、水库防渗工程的施工地质工作宜符合第4~7章的有关规定。

8.0.8 水库蓄水安全鉴定前，应综合利用地质勘察资料、检测和监测资料、施工地质资料，对下列问题做出评价或说明：

1 库盆的封闭条件，可能渗漏地段的处理措施及其实施情况。

2 库区坍岸及近坝区滑坡体、危岩体、堆积体等稳定性、处理措施及其实施情况。

3 影响水库运行的泥石流的防治措施及其实施情况。

4 可能产生浸没地段的防护措施及其实施情况。

5 蓄水前地震本底值，蓄水后水库诱发地震可能发生的部位、震级上限及其对工程和环境的影响。

6 滑坡、危岩体、堆积体等的监测系统，可能渗漏地段地下水长期观测网，地震监测台网等的实施情况。

9 天然建筑材料

9.0.1 天然建筑材料的施工地质工作应跟踪料场质量变化情况，及时复核料源储量。

9.0.2 天然建筑材料的施工地质工作内容除应符合 3.0.2 条的规定外，还应重点跟踪剥离层、无用夹层、有害层的分布情况及开挖边坡的稳定条件。

9.0.3 天然或人为因素造成料场储量或质量发生明显改变且不能满足工程需要时，应提出专项勘察研究的建议。

9.0.4 天然建筑材料地质巡视应包括下列内容：

1 剥离层、无用层变化情况，特别是灰岩料场的溶蚀深度和充泥情况，干旱地区土料场的盐渍化程度和深度。

2 建筑材料的质量，可用料的已采量和剩余量。

3 开采方法、方式是否影响材料质量、储量。

4 料场开挖边坡的稳定状况。

9.0.5 施工地质人员应参与或配合相关单位开展填筑料碾压试验、石料爆破开采试验、人工骨料生产性轧制试验等，并收集土（石）料开采、填筑过程中和人工骨料生产过程中的试验与检测资料。

9.0.6 遇到下列情况时，应提出地质预报或建议：

1 开采方法不合理且影响材料质量、储量。

2 料场地质条件局部变化影响材料质量、储量。

3 料场开挖边坡出现变形破坏迹象，并可能失稳。

9.0.7 施工过程中应综合利用地质勘察资料及施工地质资料，不断补充和完善料场质量和储量评价，评价应符合 SL 251 的规定。

10 资料整编与成果编制

10.1 资料整编

10.1.1 施工地质资料应及时进行分类整编。

10.1.2 施工地质资料应包括下列内容：

- 1 施工地质日志、施工地质巡视卡。
- 2 原始图件、综合描述卡、记录卡、地质编录成果、测量成果。
- 3 施工地质简报。
- 4 验收块（段）施工地质说明、附图和验收文件。
- 5 施工期的地质观测、试验资料。
- 6 工程监理、安全监测、施工开挖与处理中与地质有关的资料。
- 7 照片、视频等影像资料。
- 8 标本及其他实物资料。
- 9 其他相关资料：
 - 1) 合同、任务书。
 - 2) 施工地质工作大纲、施工地质工作技术要求。
 - 3) 批示文件、会议纪要、专家咨询意见、鉴定报告。
 - 4) 设计文件与图纸。
 - 5) 与建设、监理、施工单位的往来文件及图纸。
 - 6) 报告及图纸的纸质文件和电子文件。

10.2 成果编制

10.2.1 施工地质成果宜包括下列内容：

- 1 分部或单位工程施工地质说明及附图。
- 2 阶段验收工程地质报告及附图。
- 3 工程（蓄水）安全鉴定工程地质自检报告及附图。

4 工程竣工工程地质报告或施工地质报告及附图。

10.2.2 工程（蓄水）安全鉴定工程地质自检报告编写宜符合 SL 670 的规定。

10.2.3 工程竣工工程地质报告编写宜符合附录 F 的规定。各阶段验收工程地质报告编写可参照附录 F 的规定。

10.2.4 工程竣工工程地质报告附图宜符合附录 G 的规定。各阶段验收工程地质报告附图可参照附录 G 的规定。报告附图编制应符合下列规定：

1 工程地质剖面图、平切面图及水库库区、河间地块相关图件应综合前期地质勘察、专项勘察研究和施工地质成果编制。

2 竣工工程地质图应用验收段（块）编录图拼接编制，其中边坡部分的平面图可用展示图转换。竣工工程地质图可参考附录 H 编制。

3 图式、图例应符合 SL 73.3 的规定。

10.3 资料与成果归档

10.3.1 施工地质资料和成果应由负责施工地质工作的单位归档和保管。

10.3.2 施工地质资料与成果均应按档案管理的归档程序、质量要求归档。

附录 A 施工地质巡视卡

A.0.1 地面建筑物和边坡工程施工地质巡视卡内容宜符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 ××工程施工地质巡视卡（地面建筑物和边坡工程）

日期：

天气：

建筑物名称		工程部位		坐标或桩号	
				高程	
施工方法、进度、现状及开挖面形态、爆破半孔率					
综合地质描述及素描（照片）					
工程地质问题初步分析评价					
需要立即开展的工作					
巡视人	签字：		年 月 日		
负责人意见	签字：		年 月 日		

A.0.2 地下开挖工程施工地质巡视卡内容宜符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 ××工程施工地质巡视卡（地下开挖工程）

日期：

天气：

建筑物名称	工程部位	坐标或桩号	
		高程	
施工方法、进度、现状及开挖形态、爆破半孔率			
岩性特征			
构造特征			
水文地质			
围岩类别及围岩变形失稳情况			
工程处理措施实施情况			
其他			
需要立即开展的工作			
素描图（照片）			
巡视人	签字：		年 月 日
负责人意见	签字：		年 月 日

附录 B 施工地质日志

表 B ××工程施工地质日志

日期：

天气：

建筑物名称		工程部位	
施工地质事项			
技术往来活动、 技术问题讨论 意见及结论			
处理措施 及实施情况			
工程重大事项			
其他事项			
填写人	签字： _____ 年 月 日		

附录 C 可视化地质编录技术规定

C.0.1 可视化地质编录宜在地基、围岩、边坡等工程施工地质工作中应用。

C.0.2 可视化地质编录工作应遵循下列程序：

- 1 现场地质描述。
- 2 像控点布置与测量。
- 3 利用近景摄影测量等方法获取编录区数字影像。
- 4 利用数字图像处理、GIS 空间数据管理等技术对数字影像拼接、校正，形成数字正射影像 DOM 和数字高程模型 DEM 等含空间信息的数字影像。
- 5 对数字影像解译，获取地质信息。
- 6 编制地质展示图和综合描述卡等。

C.0.3 拍摄区内应布置足够数量的像控点，且不应少于 3 个。

C.0.4 数字影像宜在光线适宜的条件下拍摄，天然光源不足时，宜配备人工光源，并应符合下列规定：

- 1 数字影像应清晰、色调均匀一致、反差适中。
- 2 数字影像拍摄时相邻影像之间重叠度应符合影像处理、建模要求，三维建模航向重叠度不应小于 60%、旁向重叠度不应小于 30%，二维建模重叠度不应小于 30%。

C.0.5 数字影像处理后应无明显像素错位、重影、模糊等现象，像素、分辨率应符合建筑物地质编录精度要求。

C.0.6 现场地质描述和地质信息解译内容应符合 4.4.2 条、4.4.3 条、5.4.2 条、5.4.3 条、6.4.2 条和 6.4.3 条的规定。

C.0.7 地质编录成果应符合下列规定：

- 1 地质编录成果应包括地质展示图、综合描述卡和影像图。
- 2 地质编录比例尺应符合建筑物地质编录的精度要求，并应符合 4.4.6 条、5.4.7 条和 6.4.6 条的规定。

附录 D 施工地质编录综合描述卡

D.0.1 地面建筑物施工地质编录综合描述卡内容宜符合表 D.0.1 的规定。

表 D.0.1 ××工程施工地质编录综合描述卡（地面建筑物）

建筑物名称		坐标或桩号	
编录段（块）编号		高程	
建基面形态			
岩性特征			
构造特征			
风化（卸荷）特征			
水文地质特征			
岩体结构 与工程地质分类			
建基面 缺陷及处理情况			
工程地质评价			
摄影、录像说明			
示 意 图			

编录负责人： 参加人： 记录： 年 月 日

D.0.2 地下开挖工程施工地质编录综合描述卡内容宜符合表 D.0.2 的规定。

表 D.0.2 ××工程施工地质编录综合描述卡（地下开挖工程）

建筑物名称		坐标或桩号	
编录段（块）编号		高程	
洞壁形态			
岩性特征			
构造特征			
风化特征			
水文地质特征			
岩体结构及围岩类别			
工程地质问题及缺陷			
处理措施及实施情况			
工程地质评价			
摄影、录像说明			
示 意 图			

编录负责人： 参加人： 记录： 年 月 日

D.0.3 边坡工程施工地质编录综合描述卡内容宜符合表 D.0.3 的规定。

表 D.0.3 ××工程施工地质编录综合描述卡（边坡工程）

建筑物名称		坐标或桩号	
编录段（块）编号		高程	
坡面形态			
岩性特征			
构造特征			
风化（卸荷）特征			
水文地质特征			
边坡类型			
岩体结构与岩体质量			
工程地质问题及缺陷			
处理措施及实施情况			
工程地质分区及评价			
摄影、录像说明			
示 意 图			

编录负责人： 参加人： 记录： 年 月 日

附录 F 工程竣工工程地质 报告编写要求

F.0.1 工程竣工工程地质报告正文应包括前言、区域构造稳定性与地震、水库库区工程地质、坝址区基本地质条件、建筑物工程地质条件及评价、天然建筑材料、结论和建议等。

F.0.2 前言应包括工程概况、工程地质勘察概况和施工地质工作概况，并应符合下列规定：

1 工程概况应简述工程位置、枢纽建筑物的总体布置、型式和工程技术指标，主要施工阶段起止时间，施工详图设计阶段重大设计变更等。

2 工程地质勘察概况应简述前期工程地质勘察和施工期专项勘察研究的过程、项目和工作量，主要工程地质结论。

3 施工地质工作概况应简述施工地质工作起止时间、完成的工作项目和主要工作量，以及施工中遇到的主要工程地质问题和解决途径。

F.0.3 区域构造稳定性与地震应包括区域地质概况、区域构造稳定性、地震基本烈度及地震动参数，并应符合下列规定：

1 区域地质概况应简述区域地形地貌、地层岩性、地质构造、物理地质现象和水文地质条件。

2 区域构造稳定性应简述区域构造格架、断层活动性、地震活动情况，区域构造稳定性评价与结论。

3 地震基本烈度及地震动参数应包括确定地震基本烈度及地震动参数的依据，工程区地震安全性评价主要内容和结论、工程采用的抗震设计标准与参数。

F.0.4 水库库区工程地质应包括水库库区地质概况、水库渗漏、库岸稳定性、水库浸没、库区防护工程、水库诱发地震等，并应符合下列规定：

1 水库库区地质概况应简述水库库区基本工程地质条件和工程地质分段。

2 水库渗漏应包括施工期水库封闭条件复核情况和结论、处理措施建议、水库防渗工程施工处理情况和评价、运行期的监测建议。

3 库岸稳定性应包括库岸基本状况和库岸稳定性分段，施工期库岸稳定性复核情况和结论，库岸重点坍岸、崩塌、滑坡、泥石流的工程地质评价和处理情况，蓄水过程中的监测实施情况和初步评价，运行期的监测建议。

4 水库浸没应包括水库浸没前期勘察结论和施工期复核情况，浸没治理措施实施情况、运行期监测建议。

5 库区防护工程应包括前期勘察结论、施工揭露的地质条件、防护措施实施情况、运行期监测建议。

6 水库诱发地震应简述水库诱发地震的条件和研究结论、地震监测台网的布置和实施情况。

F.0.5 坝址区基本地质条件应包括地形地貌、地层岩性、地质构造、岩体风化与卸荷、岩溶与水文地质、物理地质现象、坝基岩体工程地质分类、岩（土）体物理力学性质及地质参数等。

F.0.6 建筑物工程地质条件及评价应包括下列内容：

1 基本地质条件及前期主要工程地质结论。

2 竣工工程地质条件。

3 主要工程地质问题及施工处理。

4 工程地质评价，内容应符合 4.6.2 条、5.6.2 条、6.6.2 条、7.6.2 条的规定。

F.0.7 天然建筑材料应包括天然建筑材料勘察概况、天然建筑材料用量与质量评价，并应符合下列规定：

1 天然建筑材料勘察概况应简述天然建筑材料勘察过程和工作量，着重评述前期选定料场和施工期新辟料场的储量与质量。

2 天然建筑材料用量与质量评价应包括料场施工开采方式及边坡防护措施评价、材料的实际用量与质量评价。

F.0.8 结论及建议应包括区域构造稳定性评价结论、水库库区主要工程地质问题评价和结论、建筑物主要工程地质问题处理和评价、天然建筑材料评价结论、遗留问题及运行期监测项目和建议。

附录 G 工程竣工工程地质报告 附图及比例尺

表 G 工程竣工工程地质报告附图及比例尺

图 名	比 例
水库库区综合工程地质图（含地层柱状图）	1 : 100000~1 : 5000
重点滑坡、危岩体、堆积体工程地质图	1 : 5000~1 : 500
重点滑坡、危岩体、堆积体工程地质纵、横剖面图	1 : 5000~1 : 500
河间地块工程地质图	1 : 10000~1 : 2000
河间地块工程地质纵、横剖面图	1 : 10000~1 : 2000
枢纽区工程地质图	1 : 2000~1 : 500
枢纽区工程地质剖面图	1 : 2000~1 : 500
大坝建基面竣工工程地质图	1 : 2000~1 : 200
大坝轴线竣工工程地质剖面图	1 : 2000~1 : 200
坝块竣工工程地质纵、横剖面图*	1 : 2000~1 : 200
防渗帷幕竣工工程地质渗透剖面图	1 : 2000~1 : 500
其他建筑物竣工工程地质图	1 : 500~1 : 100
其他建筑物竣工工程地质纵、横剖面图*	1 : 2000~1 : 200
边坡工程地质图	1 : 2000~1 : 200
坡面展示图*	1 : 500~1 : 200
洞室展示图*	1 : 500~1 : 50
洞室轴线工程地质剖面图	1 : 1000~1 : 200
洞室工程地质平切面图*	1 : 2000~1 : 200
地基、围岩、边坡处理图*	1 : 2000~1 : 200
坝基软弱夹层（或层间剪切带）顶板等高线图	1 : 2000~1 : 200

注：“*”表示可选用代表性图件。

附录 II 竣工工程地质图样图

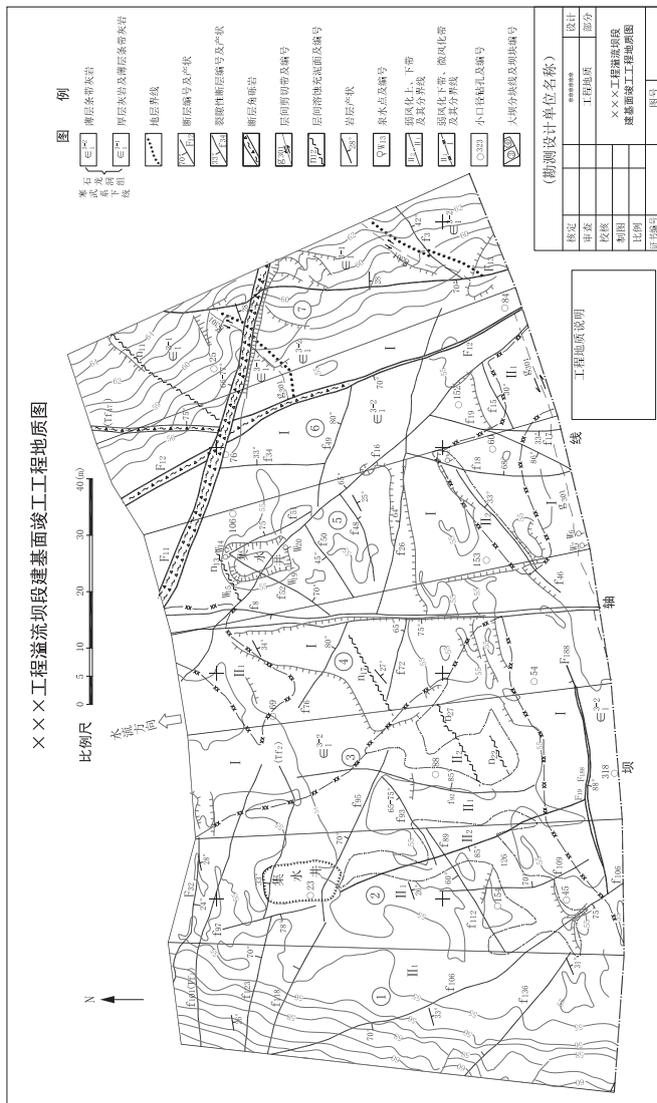


图 II 地面建筑物竣工工程地质图样图

标准用词说明

标准用词	严格程度
必须	很严格，非这样做不可
严禁	
应	严格，在正常情况下均应这样做
不应、不得	
宜	允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做
不宜	
可	有选择，在一定条件下可以这样做

标准历次版本编写者信息

SL 313—2004

本标准主编单位：长江水利委员会长江勘测规划设计研究院

本标准参编单位：新疆水利水电勘测设计研究院

本标准主要起草人：薛果夫 满作武 石安池 陈又华

王正波 饶旦 杨火平 彭敦复

赵克全 李正光 王晓卫 童克昌

中华人民共和国水利行业标准

水利水电工程施工地质规程

SL/T 313—2021

条文说明

目 次

1 总则	55
2 术语	59
3 基本规定	60
4 地面建筑物	65
5 地下开挖工程	72
6 边坡工程	81
7 防渗与排水工程	85
8 水库库区	88
9 天然建筑材料	89
10 资料整编与成果编制	90
附录 A 施工地质巡视卡	91
附录 B 施工地质日志	92
附录 C 可视化地质编录技术规定	93
附录 D 施工地质编录综合描述卡	96
附录 F 工程竣工工程地质报告编写要求	97
附录 G 工程竣工工程地质报告附图及比例尺	98

1 总 则

1.0.1 水利部 2004 年发布的 SL 313—2004《水利水电工程施工地质勘察规程》至今已 17 年之久。基于当前水利水电行业形势要求与技术发展需要，原规程亟待修订：一是随着三峡、乌东德、南水北调、新疆引调水工程等大型水利水电工程的建设实践，施工地质工作积累了许多经验，为修订原规程奠定了良好的基础；二是随着近年来水利水电行业的蓬勃发展，地质勘测技术和施工工艺都有了长足的进步，原规程中的一些规定或技术内容已不能适应水利水电工程建设的需要；三是近年来国家及水利水电行业相关标准规范不断完善，相关行业标准陆续修订，使得原规程与其他相关标准不协调。为此，通过总结近年来水利水电工程施工地质工作成功经验，吸收施工地质工作中较成熟的新技术、新方法，适应当前施工新技术和新工艺，进一步规范施工地质工作程序，补充完善施工地质工作内容、方法与技术要求，使之与相关水利水电行业标准体系相配套，与相关法律法规、政策方针相协调，以更好地规范、指导水利水电工程施工地质工作，特对 SL 313—2004 进行修订。根据规程修订工作大纲审查意见，标准名称更改为《水利水电工程施工地质规程》。

1.0.2 原规程规定：“本标准适用于大、中型水利水电工程施工地质工作。小型水利水电工程和病险水库除险加固工程施工地质工作可参照执行。”考虑到病险水库除险加固工程施工地质工作与新建、扩建、改建工程同等重要，故本次修订将大、中型病险水库除险加固工程纳入到本规程适用范围之内。因此，本条中的水利水电工程包括新建、扩建、改建工程及除险加固工程等。

水利水电工程等级和工程规模根据水利行业标准 SL 252—2017《水利水电工程等级划分及洪水标准》确定，具体见表 1。

表 1 水利水电工程分等标准

工程 等别	工程规模	水库 总库容 /10 ⁸ m ³	防洪			治涝 面积 /10 ⁴ 亩	灌溉 面积 /10 ⁴ 亩	供水		发电 装机容量 / MW
			保护人口 /10 ⁴ 人	保护农田 面积 /10 ⁴ 亩	保护区 当量经济 规模 /10 ⁴ 人			供水对象 重要性	年引水量 /10 ⁸ m ³	
I	大 (1) 型	≥ 10	≥ 150	≥ 500	≥ 300	≥ 200	≥ 150	特别重要	≥ 10	≥ 1200
II	大 (2) 型	< 10, ≥ 1.0	< 150, ≥ 50	< 500, ≥ 100	< 300, ≥ 100	< 200, ≥ 60	< 150, ≥ 50	重要	< 10, ≥ 3	< 1200, ≥ 300
III	中型	< 1.0, ≥ 0.10	< 50, ≥ 20	< 100, ≥ 30	< 100, ≥ 40	< 60, ≥ 15	< 50, ≥ 5	比较重要	< 3, ≥ 1	< 300, ≥ 50
IV	小 (1) 型	< 0.10, ≥ 0.01	< 20, ≥ 5	< 30, ≥ 5	< 40, ≥ 10	< 15, ≥ 3	< 5, ≥ 0.5	一般	< 1, ≥ 0.3	< 50, ≥ 10
V	小 (2) 型	< 0.01, ≥ 0.001	< 5	< 5	< 10	< 3	< 0.5		< 0.3	< 0.3

根据表 1 确定水利水电工程等级和工程规模时，SL 252—2017《水利水电工程等级划分及洪水标准》明确规定：“水库总库容指水库最高水位以下的静库容；治涝面积指设计治涝面积；灌溉面积指设计灌溉面积；年引水量指供水工程渠首设计年均引（取）水量。保护区当量经济规模指标仅限于城市保护区；防洪、供水中的多项指标满足 1 项即可。按供水对象的重要性确定工程等级时，该工程应为供水对象的主要水源。”

根据 SL 252—2017《水利水电工程等级划分及洪水标准》3.0.2 条文说明，拦河水闸与灌溉、排水泵站作为独立项目立项建设时，其工程等级按照表 2 确定。

表 2 拦河水闸与灌溉、排水泵站工程分等标准

工程等别	工程规模	拦河水闸	灌溉、排水泵站	
		过闸流量/(m ³ /s)	装机流量/(m ³ /s)	装机功率/MW
I	大(1)型	≥5000	≥200	≥30
II	大(2)型	5000~1000	200~50	30~10
III	中型	1000~100	50~10	10~1
IV	小(1)型	100~20	10~2	1~0.1
V	小(2)型	<20	<2	<0.1

1.0.3 施工地质工作是水利水电工程建设的重要组成部分，对消除地质隐患、优化设计、选择合理的施工方法、保证工期、控制投资和保障工程正常运行具有重要意义。另外，做好施工地质工作也有益于总结经验、提高认识、改进前期地质勘察工作。

由于地质体的隐蔽性和复杂性，前期地质勘察不可能完全查明建筑物的工程地质条件和问题，需要在施工过程中不断根据开挖揭露的地质情况，全面检验前期地质勘察成果，充分查明建筑物地段的地质情况和进行地质预报。设计部门可根据施工地质成果及时调整、优化工程设计，施工部门可及时采取合理的施工方法和措施。施工地质人员参加地基、围岩和边坡等工程的验收，

能及时检查有关地质问题的处理是否达到了设计要求，以避免遗漏地质隐患。因此，本条规定“施工地质工作应自工程开工起至竣工验收止，贯穿工程施工全过程”。

2 术 语

施工地质编录比例尺主要根据建筑物重要性、地质条件复杂程度确定。考虑到规模较小、地质条件较简单的线路工程，如堤防、渠道、管道等，实际工作中按 1 : 500 的比例尺进行地质编录即可满足工程需要，因此将施工地质编录的比例尺下限调整到 1 : 500。

由于地面建筑物、地下开挖工程、工程边坡和软弱层带等均为常用名词，因此本次修订删除了这些术语。

3 基本规定

3.0.1 新增条款，规定了水利水电工程施工地质工作任务、目的。

3.0.2 规定了水利水电工程施工地质工作内容，本条内容是在原规程 3.0.1 条各类工程的施工地质工作内容和 3.0.2 条施工地质工作基本程序的基础上整合而成。

1 地质巡视的内容包括施工方法、进度、现状、开挖形态等情况，以及揭露的地质条件及其变化情况，记录形式包括文字描述、图表、素描、摄影、录像等。地质巡视时，要求根据施工过程中揭露的地质条件特别是地质条件变化情况，判断下一步可能遇到的问题及影响，及时通知相关单位，保障施工安全，并提出需要开展施工地质工作项目及部位的建议。

4 地质预报是施工地质工作的核心环节。由于地质体的隐蔽性和复杂性，某些不利工程地质现象只能在施工开挖过程中逐步查明与预报，如长江三峡工程船闸岩质直立高边坡上 1000 多处不利块体，都在施工过程中通过地质巡视、取样试验、编录与分析计算作出了地质预报，确保了施工安全、边坡稳定和正常工期。

3.0.3 规定了施工地质工作的基本程序（见图 1）。本条所规定的施工地质基本程序可在施工某部位循环、反复进行，在不同的部位可以平行或交叉进行。

1 编制施工地质工作大纲一般在了解工程概况、方案布置、类型、建筑物等级，施工单元和前期地质勘察成果，分析施工地质工作应侧重的地质问题的基础上进行。

2 开展现场施工地质工作主要包括地质巡视、地质观测、取样试验和地质编录，其中：地质巡视与观测是施工地质一项承上启下的日常工作，地质巡视与观测人员应在现场调查的基础

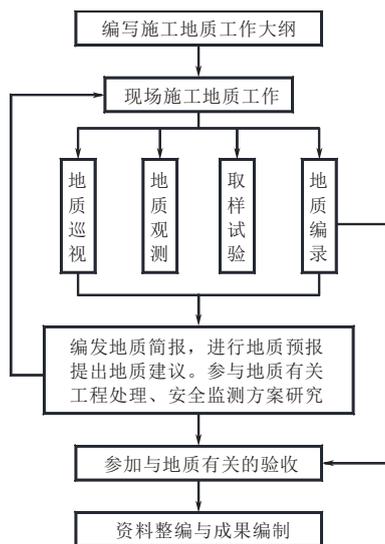


图 1 施工地质基本程序流程图

上，提出需及时开展的施工地质工作项目及部位的建议；取样与试验根据开挖中揭露的情况视需要进行；地质编录一般在最终开挖面上进行，也可根据地质预报等的需要，在开挖过程中某些开挖面上进行。

3.0.4 新增条款，对施工地质工作大纲的主要内容进行了规定，这些内容是根据各单位的实践经验概括出来的。

3.0.5 施工地质单位一般为前期地质勘察单位或通过招投标确定，承担单位应具备的资质要求不属于技术规程规定的内容，故删除了原规程中对施工地质工作单位资质规定要求。

施工地质人员要求熟悉地质情况，其主要技术骨干一般为参加过前期地质勘察、熟悉前期地质勘察工作和地质情况的技术人员。同时还要求施工地质人员对设计情况，诸如地基承载力、边坡支护方案等设计技术方案有一定的理解，便于在施工地质工作过程中及时发现问题，解决问题。

施工地质人员在工作中要及时与设计、监理、施工、检测、

监测、业主等工程相关单位协调沟通，包括安全交底、技术交底、参与与地质有关的工程处理、安全监测等方案研究等，并就重要问题一起讨论、共同判断、协商处理。这些都是保证施工安全、提高工程施工质量、保障工程进度的重要措施。

3.0.6 工程施工过程中，堆渣和尘土往往会掩盖地质现象，影响地质巡视与观测、地质编录及地质预报的时效性与准确性。因此，本条规定施工单位应根据地质要求及时清理和冲洗开挖面。

3.0.7 “施工地质巡视卡”和“施工地质日志”是施工地质工作过程控制的重要记录，以备日后查询。施工地质巡视卡一般记载巡视中发现的可能影响工程施工期或运行期安全与稳定的地质内容，施工地质人员需根据地质巡视情况及时提出地质观测、取样与试验、地质编录及地质预报工作的建议；对重要地质现象的地质描述卡片、素描图、影像资料，作为施工地质巡视卡的附件存档。施工地质日志一般要求及时记载施工地质日常工作事项，技术问题讨论意见及结论、工程处理措施及实施情况，以及工程重大事项。

3.0.8 近年来，随着近景数字摄影、GIS空间数据管理等新技术在工程勘察中广泛应用，可视化地质编录技术逐渐成熟，并成功地应用于一些水利水电工程施工地质工作中。使用可视化地质编录技术，可有效提高地质编录的工作效率和成果质量，为此本条增加了可视化地质编录技术方法。

3.0.10 新增条款。根据 GB 50487—2008《水利水电工程地质勘察规范》和 SL 55—2005《中小型水利水电工程地质勘察规范》的规定，施工详图设计阶段工程地质勘察工作包括专门性工程地质勘察和施工地质两部分内容，本规程主要对施工地质工作内容、方法和技术要求等做出规定。因此，本次修订规程名称中删除了“勘察”二字，也删除了专项勘察的技术内容。当实际工程建设过程中需要进行专项勘察工作时，要求通过施工地质工作提出开展专项勘察研究建议。

受现场条件、勘察技术方法、勘察工程量的限制，前期地质

勘察工作不可能查明深埋长隧洞可能遇到的涌水、突泥、软岩变形、岩爆、有毒有害气体等影响洞室施工安全或围岩稳定的地质问题，许多重大地质问题需要随着隧洞施工开挖，采用地质调查、物探、超前钻探、超前导洞等手段和地质综合分析方法进一步论证。隧洞超前地质预报工作流程包括收集资料和现场调查、地质复杂程度分级、超前地质预报设计、预报实施细则编制、现场实施、资料处理与解译、超前地质预报和预报成果验证等，而且现场实施、资料处理与解译、超前地质预报和预报成果验证需要循环进行，并应遵循动态设计原则，根据预报实施工作中掌握的地质情况，及时调整隧洞区段地质复杂程度分级、预报方法和技术要求。因此，隧洞超前地质预报是保障隧洞质量和施工安全的一项专门性工作，开展施工地质工作时，需根据情况和需要及时提出隧洞超前地质预报的建议。

中国工程建设标准化协会标准 T/CECS 616—2019《隧道施工超前地质预报技术规程》规定，勘察设计单位在完成隧洞勘察设计工作后，应依据地质条件复杂情况提出隧洞超前地质预报建议；DL/T 5783—2019《水电水利地下工程地质超前预报技术规程》规定，具备“灰岩等岩溶发育地区”“埋深大于 600m”“长度大于 1000m”“穿越江、河、湖等水域”条件之一的地下工程，应进行隧洞超前地质预报；中国铁路总公司企业标准 Q/CR 9217—2015《铁路隧道超前地质预报技术规程》规定，“铁路隧道勘测设计阶段应根据隧道环境及特点进行超前地质预报方案设计，并将费用纳入工程概算”，“铁路隧道施工阶段应实施超前地质预报并纳入工序进行管理，施工前施工单位应根据预报对象的特点和超前地质预报设计方案，编制超前地质预报实施细则并纳入施工组织设计”。可见，深埋长隧洞超前地质预报是一项专门性工作，需要纳入施工工序管理，费用纳入工程概算。

近年来，云南省滇中引水工程、陕西省引汉济渭工程、新疆调水工程等的隧洞超前地质预报工作均由业主单独招标确定承担单位实施，费用从工程预备费列支。

3.0.11 本条根据有关规程规范的规定编制。根据 GB 50487—2008 中 8.3.1 条规定，施工地质单位应参加地基、围岩、边坡等与地质相关的工程验收。地基、围岩、边坡验收是指最终开挖面的验收工作。根据 SL 223—2008《水利水电建设工程验收规程》规定，工程验收包括分部工程验收、单位工程验收、合同工程完工验收、阶段验收、专项验收和竣工验收。工程验收时要求施工地质人员对工程地质条件及工程处理效果进行评价，地质评价结论应简洁明了、准确可靠，并提出是否存在需要后续处理的部位及措施。

3.0.12 新增条款。本条对资料整编、成果编制、归档等工作做出了规定。

4 地面建筑物

4.1 一般规定

4.1.1 新增条款。本条规定了地面建筑物施工地质工作目的。地面建筑物指在地表兴建的各类水利水电工程建筑物，如挡水坝、溢洪道、电站厂房、通航建筑物、堤防、水闸、泵站、渠道及渠系工程等。

4.1.2 新增条款。本条对地面建筑物施工地质工作内容做了具体规定，并明确了工作重点。地基变形、抗滑稳定及渗透稳定是水工建筑物地基稳定重点关注和必须回答的问题，施工地质工作时也需重点跟踪。

岩质地基中的易溶盐层、软弱岩层、软弱夹层、蚀变带、断层及破碎带、裂隙密集带、风化卸荷岩体、岩溶洞穴等，土质地基中的软土层、粉细砂、湿陷性黄土、架空层、漂孤石等，这些都是对地基变形、抗滑稳定及渗透稳定不利的地质条件，是勘察时应重点查明的内容，也需施工地质工作过程中重点跟踪。

4.1.3 本条是在原规程 4.2.5 条开展专项勘察建议的基础上进行的调整，对需开展专项勘察研究的情况作出了规定。

4.2 地质巡视与观测

4.2.1 岩质地基的“基本地质条件”包括建基面形态、地层岩性、构造、岩体风化、卸荷、岩溶、水文地质等。

2 软弱层带指软弱夹层、风化夹层、溶滤层带、断层破碎带、层间剪切带等工程地质性状较差的层（带）状地质体的总称。

4 增加了缓倾角结构面与其他结构面的交汇切割情况（切割体），这是因为缓倾角结构面与其他结构面形成的“无根”块

体等对地基稳定有着重要影响。

6 岩溶洞穴充填情况包括岩溶洞穴充填特征、充填物及其性状。充填特征包括无充填、半充填、全充填等；充填物可分为黏土型、淤泥型、粉细砂型、碎石土型等；无黏性土性状主要指颗粒组成、密实程度等，黏性土性状主要指塑性状态、包含物等。

7 断层、节理裂隙及软弱夹层是地下水在岩层中流动的主要通道，岩质地基地质巡视过程需要特别关注地下水沿这些结构面或层带的活动情况。地下水的出露形式包括潮湿、渗水、滴水、线状流水、涌水等，水的物理性状包括水温、颜色、透明度或浑浊度、气味等。

11 新增内容，基坑开挖对周边环境的影响主要包括边坡稳定情况（如掉块、塌滑、裂缝、卸荷）、地表变形情况、地表水和地下水变化情况（包括地下水雍高或降低、浸没、水质的变化）等。

4.2.2 土质地基的“基本地质条件”包括地层岩性、成因类型、土层结构与构造、水文地质等。

2 不良土体主要包括软土、粉土、粉细砂、膨胀土、湿陷性土、分散性土、盐渍土、冻土、填土，以及具有架空现象的卵石、漂石和块石等。

3 土体结构面包括层面、裂隙、断层等，黄土、膨胀土等特殊土失水干裂容易形成裂隙，也包括残积土中微裂隙。

8 地基处理措施的实施情况，包括地基表层清理情况和碾压、振冲、强夯等处理后的干密度，松软地基采取预压加固时地基的沉降、侧向位移、地下水位及孔隙水压力等内容。

4.3 取样与试验

4.3.1 本条所列各项标本，多为保存备查之用，特别是具有重要工程地质意义的软弱层带、断层构造岩、易溶岩、灌浆后的岩（土）样。

4.3.2 复核性试验是指前期地质勘察受场地条件限制，无法开展相关试验或者试验组数不足时，需要结合开挖揭露情况进行的试验。试验方法和工作量需根据地质问题的复杂性、前期已经完成的勘察工作、场地条件等因素确定。

考虑到岩质地基检测一般要委托第三方进行，本次修订删除了原规程中“岩质地基浅部岩体质量检测宜采用弹性波测试等简易快速方法”的规定。

4.3.3 当土层复杂多变或前期勘探深度不足、精度不够致使建基土层的承载力无法准确确定时，需要在施工过程中进行取样试验或原位测试予以复核。常用的原位测试包括载荷试验、“十”字板剪切试验、静力触探试验、动力触探试验等。载荷试验适用于确定浅部地基土层承载力和变形参数；“十”字板剪切试验适用于核定饱和软黏性土天然地基及其人工地基的不排水抗剪强度和灵敏度；静力触探试验适用于核定软土、一般黏性土、粉土和砂土等天然地基及采取换填垫层、预压、压实、挤密、夯实处理的人工地基的地基承载力、变形参数和评价的地基处理效果；轻型动力触探试验适用于核定黏性土、粉土、粉砂和细砂等天然地基及其人工地基的承载力、地基土性状和评价地基处理效果；重型动力触探试验适用于核定黏性土、粉土、砂土、中密以下的颗粒相对较小的碎石土天然地基及其人工地基的承载力、地基土性状和评价地基处理效果；超重型动力触探试验适用于核定密实、颗粒相对较大碎石土地基土性状和地基承载力。实际工作中，根据土体特性和需要选择试验项目和原位测试方法。

4.3.4 新增内容。水、土对建筑材料的腐蚀危害是非常大的，且水土环境复杂多变，施工开挖后新发现可能存在腐蚀性的土或水时，需及时取样进行试验复核；环境水对混凝土结构、钢结构腐蚀性试验可按 GB 50487 的规定执行，土对混凝土结构腐蚀性的测试项目主要包括 pH 值、易溶盐等，土对钢结构的腐蚀性测试项目包括 pH 值、氧化还原电位、极化电流密度、电阻率、质量损失等。

4.4 地质编录

4.4.1 原规程规定：“建基面应进行地质编录或地质测绘。混凝土建筑物、土石坝防渗体和溢洪道建基面应进行地质编录；土石坝坝壳、渠道（人工河道）及其他对地基要求较低的非主体建筑物的建基面，且地质条件相对简单时，可进行地质测绘。”为了区别前期工程地质勘察阶段开展的地质测绘，本次修订时，对所有建基面均要求进行地质编录，不再要求地质测绘。

由于渠道、管道等线状工程对地质条件要求低，当地质条件简单时，本条规定地质编录工作可根据实际情况进行简化。在实际工作中，一是可以根据具体工程特点和地质条件，选择较小的比例尺进行地质编录；二是在提交最终成果时，可以只提交典型部位或段落的展示图或剖面图，不必提交全部编录图。

4.4.2 本条规定了岩质地基施工地质编录内容。

3 结构面的性状主要包括张开度、形态和充填胶结情况等。结构面形态可以用起伏形态和粗糙度来反应，起伏形态又可分为平直、波状、锯齿状、台阶状、不规则状等；粗糙度可用起伏度和起伏差来表征，定性描述一般分为光滑、稍粗和粗糙等。充填胶结情况可分为胶结结构面、无充填结构面和充填软弱结构面，一般情况下，胶结结构面力学性质有所增强，胶结结构面随胶结物的成分不同其力学性质不同，如铁质胶结一般高于泥质胶结和易溶盐类胶结；软弱结构面根据充填物的性状可分为岩块岩屑型、岩屑夹泥型、泥夹岩屑型和泥型等。

6 岩体工程地质分类是坝基工程地质条件评价的基础，也是地质编录的要点。因此，本次修订增加了“工程地质分类”，坝基工程地质分类方法执行 GB 50487—2008 附录 V “坝基岩体工程地质分类”。

4.4.3 本条规定了土质地基施工地质编录内容，软土、粉土、粉细砂及其他特殊性土等性状不良土体对地基的渗漏、渗透稳定及变形影响较大，其分布情况及性状是土质地基编录需要关注的

重要内容。

2 “土体特征”指土的颜色、颗粒组成、干湿状态、密实程度等。

4.4.4 本标准附录 D 中“表 D.0.1 ××工程施工地质编录综合描述卡（地面建筑物）”是配合编录测图的重要地质资料，也是编写验收段（块）验收意见的基本依据。

4.4.5 原规程规定“建基面地质编录与测绘应完成地基分块工程地质图或展示图、素描图，宜完成建筑物典型工程地质纵、横剖面图”，本次修订删除了地质测绘的规定，且实际工作中工程地质纵、横剖面图可以在工程地质图上切制完成。因此，本次修订修改为“地质条件复杂地段宜实测或编制建筑物典型工程地质剖面图”，并删除了原规程 4.4.6 条的内容和 4.4.7 条中相关剖面比例尺的要求。

4.4.7 本条列举了需要摄影或录像的重要地质现象和地段，这些影像资料是地质编录的重要附件，在地基封闭后不可能再现，通过摄影、录像的形式保存下来，十分重要。为了方便以后使用，配合摄影、录像进行必要的编辑和标注，标注内容包括编号、位置、镜头方向、拍摄日期及地质内容等，对具有重要意义的照片可附与之相对应的素描图。

4.5 地质预报与建议

4.5.1、4.5.2 由于地质体的隐蔽性和复杂性，前期地质勘察工作受多种条件所限，不可能将所有地质情况全部查明，而随着施工开挖可能会揭露出一些新的地质现象，对施工安全及工程长期运行有不利影响，因此应根据施工期揭露的地质情况，及时准确地进行地质预报，尤其对深基坑、降排水等重大危险源项目进行地质预报具有重大意义。

4.6 地基评价与验收

4.6.1 这里的地质勘察资料包括前期各设计阶段的地质勘察资

料和施工期专项地质勘察资料。地基的工程地质评价，是贯穿于施工过程始终的动态过程，通常要求在分析前期地质勘察资料的基础上，充分利用施工开挖过程中采用施工地质编录、取样、试验、地质观测、地质巡视以及专项勘察等手段取得的地质资料，并结合施工期检测、监测资料，不断深化对工程地质条件的认识，其目标是优化设计和工程处理措施，为工程的阶段验收和竣工验收提供依据。

4.6.2 建筑物总体地基工程地质评价一般是指土建工程结束后对地基的工程地质评价。地质缺陷一般指不满足或不符合工程要求的地质条件，岩基中主要包括风化带、卸荷带、软弱岩层或夹层、断层破碎带、层间剪切带、节理裂隙密集带、蚀变带及岩溶洞穴等，土基中主要包括软土、粉土、粉细砂、膨胀土、湿陷性土、分散性土、盐渍土、冻土、填土、具有架空现象的碎石土和洞穴等。

4.6.3 本条规定了建基面验收时需要检查的内容。

1 “光面凿毛程度”中的“光面”是指建基面上对建筑物稳定有影响的光滑面。本次修订新增了建基面“渗水、积水情况”。

由于地基变形、渗透等项目观测仪器的埋设情况一般无法直接检查，而仅可查阅相关资料，故本次修订删除了原规程第6款关于地基变形、渗透等项目观测仪器埋设情况的规定。

4.6.4 参加验收的地质人员要事先知道将要验收的工程部位，掌握该部位的设计要求和地基岩（土）体质量状况，需要准备相关的地质图件和地质说明。根据目前水利水电工程验收工作的惯例，地基检测、监测工作一般委托第三方完成，地基验收时检测、监测承担单位通常会提供相关资料。因此，本次修订删除了原规程中应准备“验收块地基岩（土）体质量检测资料”的规定。

4.6.5 施工地质说明的编制要综合利用施工地质工作取得的各项地质资料，并根据要求进行分类整理、检查和分析，确保所依据的原始资料准确无误，说明的内容要翔实准确、重点突出，并

辅以必要的插图、照片及表格等，图文并茂，有明确的工程针对性，所作结论依据充分、建议合理。

4 地质缺陷处理情况包括施工完成情况及质量情况，有地基岩（土）体检测资料时，可以补充其处理质量及效果的评价内容。

7 建基面及浅部岩（土）体的工程地质评价主要依据本标准附录 D 中“表 D.0.1 ××工程施工地质编录综合描述卡（地面建筑物）”的内容编写而成，不涉及深层抗滑稳定等重大工程地质问题的评价。

5 地下开挖工程

5.1 一般规定

5.1.1 新增条款。本条规定了地下开挖工程施工地质工作目的。地下开挖工程指在岩土中开挖的地下空间，如隧洞、竖井、斜井和大型洞室等。

5.1.2 新增条款。本条对地下开挖工程施工地质工作内容作了具体规定。地下开挖工程掘进时如果发生涌水、突泥、塌方、岩爆将影响施工安全和施工进度，软岩大变形、高外水压力、高地温、有毒有害气体、放射性元素及涌水对环境的影响不仅影响施工，而且对工程长期运行会造成不利影响，施工地质工作中须予以重视。

5.1.3 深埋长隧洞的工程地质条件在前期地质勘察中往往不易查明，根据地下开挖工程特点，该条款内容着重于预报的超前性，为合理施工方案的制定及其实施争取时间，以确保工期和施工安全，因此针对深埋长隧洞或可能遇到影响施工安全、围岩稳定等重大地质问题的地下开挖工程，要求及时提出进行超前地质预报建议。隧洞超前地质预报不同于常规施工地质预报，是需要投入大量勘探、物探等工作量的专项工作，根据其他行业规定和水利系统部分深埋长隧洞工程的经验，一般由业主单独委托或招标进行。

5.1.4 本条是在原规程 5.2.6 条开展专项勘察建议的基础上进行的调整，规定了影响洞室施工安全、围岩稳定及周边环境问题的重要边界条件或重大地质问题需要查明时，要求提出开展专项勘察研究工作的建议。

5.2 地质巡视与观测

5.2.1 本条规定了岩质洞室地质巡视的内容，其重点内容是涉

及围岩稳定、施工安全、工程质量的地质条件、地质现象和地质问题。

9 重点要收集或观察记录片帮、岩爆的规模、延续时间、岩块大小、形状及岩爆发生时间与施工掘进的关系等。

5.2.2 本条规定了土质洞室地质巡视的内容，其重点内容是涉及围岩稳定、施工安全、工程质量的地质条件、地质现象和地质问题。

5 变形失稳情况主要包括其位置、规模、形态，并分析其成因和危害，同时还需要重点关注洞壁及拱顶新生裂缝及其发展情况。

5.2.3 岩石隧洞掘进机或盾构法施工掘进参数一般包括贯入度、压力、刀盘扭矩及掘进速度及平稳性等。在护盾式岩石隧洞掘进机或盾构法施工过程中，边掘进边管片支护，施工地质人员无法对围岩地质特征进行全面观测，不能按常规对开挖面进行编录。因此，在护盾式岩石隧洞掘进机或盾构法开挖隧洞施工时，可通过分析掘进参数，记录隧洞通过段地表隆陷、构筑物变形、地表水与地下水异常变化等情况，观察和分析渣料的成分和性状，以及通过护盾窗口和刀盘间隙观察围岩，综合判断洞室围岩类别、工程地质与水文地质条件。

5.2.5 本条规定了地质观测的内容。

1 规定了地表水、地下水观测内容，重点是对隧洞充排水期间的山体地下水位和洞室围岩出水点、流量、物理性状进行观测。

5.3 取样与试验

5.3.1 经喷锚、衬砌后，围岩大多将被封闭，因此规定开挖期间可视需要采集代表性岩土样作为标本保存，以备查询。

5.3.2 本条新增了回弹仪和点荷载等简易测试，可以为复核岩石强度或进行围岩工程地质分类提供定量依据。

5.3.3 当施工开挖揭露新的地质情况，并可能影响围岩稳定性

和施工安全时，可视需要进行相关复核性试验。地应力测试一般在埋深较大或存在地应力异常洞段进行；由于深埋长隧洞往往穿越不同地层，有毒有害气体问题较突出，需要进行相关检测。通常，地应力测试、有毒有害气体检测及围岩松动范围需要专门的仪器或单位进行，因此增加了对这些检测的要求。

5.4 地质编录

5.4.4 施工地质编录主要适用于传统钻爆法。当采用敞开式岩石隧洞掘进机施工时，可以在刀盘后直接观察隧洞围岩岩性、岩体风化程度、断裂构造、结构面性状与发育程度、地下水等工程地质现象，主要问题是结构面产状不易量测。

对于护盾式岩石隧洞掘进机施工，因隧洞围岩被刀头和护盾掩盖，施工地质人员已无法像钻爆法施工开挖那样，全面、直观、详细地观察和记录围岩的岩性变化与岩体风化程度、结构面性状与发育程度、地下水出露情况与出水量等工程地质现象和信息，因此传统的施工地质编录工作方法以及相关的规范要求已不适用于护盾式隧洞掘进机施工方法。

根据对已施工的陕西引红济石、山西引黄入晋及新疆八十一大坂隧洞等工程的调研情况，护盾式岩石隧洞掘进机法施工时进行施工地质编录的主要经验如下：

(1) 围岩类别划分及衬砌类型的选择。首先，施工地质人员必须充分研究和了解前期工程地质勘察成果，全面系统的认识工程区段的隧洞工程地质条件以及隧洞围岩类别的初步划分结果，初步判断掌子面可能出现的工程地质问题。其次，通过收集分析隧洞掘进机掘进参数，观察分析开挖石渣和护盾窗口内局部围岩情况等信息，评估岩石隧洞掘进机工作条件（a—掘进条件好；b—掘进条件一般或较差；c—掘进条件差），现场综合判定围岩类别，并与前期地质勘察成果进行比较，最终确定隧洞衬砌类型。

如陕西引红济石工程白垩系砂岩段（Ⅳ类围岩）掘进参数：

刀盘转速 5~8r/min、刀盘扭矩 600~1000kN·m 数、总推进力 4000~7500kN、掘进速度 48~96mm/min、采用 B 型管片衬砌；泥岩段（V 类围岩）掘进参数：刀盘转速 3~8r/min、刀盘扭矩 600~1000kN·m 数、总推进力 8000~15000kN、掘进速度 48~96mm/min，推力稍大，其他参数正常，采用 B 型管片衬砌。

山西引黄入晋工程碳酸盐岩洞段掘进参数与围岩类别划分及衬砌管片的选择情况见表 3。

(2) 通过护盾式岩石隧洞掘进机的护盾窗口或利用衬砌管片安装的间隙，可以直接观察和了解部分隧洞围岩的地层岩性、风化、结构、构造等工程地质特征。

(3) 利用护盾式岩石隧洞掘进机停机检查、维护保养或事故处理间隙，直接对掌子面进行编录，也可对岩石进行回弹值测试等简易试验。

(4) 及时对出渣情况进行描述，包括地层岩性、岩石点荷载强度指数 I_s （分段选择出渣碎石典型样本组进行点荷载测试）、岩石耐磨性（岩石耐磨性低、中等或强，掘进机适应性好、一般或差）、岩体完整性（完整、较完整、完整性差、较破碎、破碎）等。

渣样地质描述重点是岩渣形状、渣块粒径大小和渣块表面特征等。岩体在新鲜完整的情况下，掘进机破碎的石渣大小比较均匀，岩块表面无浸染现象和裂隙充填物等；反之，若岩体结构面较为发育，呈镶嵌结构或碎裂结构时，掘进机在施工掘进中沿岩体裂面掉落，石渣大小混杂，而且结构面上多有浸染，张开结构面内常有泥或岩脉充填。据此，可以了解隧洞围岩结构面的发育部位、宽度、密度及其填充情况和粗糙度等。

(5) 地下水状态描述包括出水状态（干燥；渗水或滴水；线状流水；涌水）、出水量 $[L/(min \cdot 10m)]$ 、水温（℃）、隧洞排水量变化情况等。确定隧洞水文地质条件主要有 3 种途径：
①通过设备的窗口、衬砌管片安装间隙、掘进机停机检查、维修

表 3 引黄入晋工程岩石隧洞掘进机施工段隧洞围岩类别划分情况

围岩 分级	出渣性状	掘进参数						围岩特征	规范 围岩 分类	管片 类型
		主推 推力	油缸 压力	贯入度	推进速 度/额 定速度	刀盘扭 矩/额 定扭矩	刀盘 转速			
一级	渣块大小均匀，表面多为新鲜断面，岩块坚硬，微风化或新鲜。结构面不甚发育且多闭合，没有或极少结构面侵蚀和后期溶蚀现象	7000~ 13000	220~ 260	5~7 (II) 5~10 (III)	80	50	高速	结构面发育间距大于或等于 30cm，且多闭合。部分洞段有阴湿或渗水。岩体呈块状或块层状结构，稳定条件好	A 型	
二级	渣块大小不甚均匀，断面部分为结构面，岩块强度中等，弱风化，局部强风化。结构面较发育且多张开，充填泥土或方解石脉，结构面侵蚀和后期溶蚀现象较为普遍	6000~ 11000	220~ 240	5~7	60~70	<80	中高速	结构面间距 10~30cm，后期溶蚀迹象明显。局部洞段有地下水渗出。岩体结构类型为镶嵌结构及碎裂结构。岩体松动，稳定条件差	B 型 IV	
三级	渣块大小不均匀，断面多为结构面，岩块强度中等偏下，强风化为主，局部弱风化。各级结构面发育且多张开，充填泥土或方解石脉，结构面侵蚀和后期溶蚀现象较为普遍	9000~ 13000	≤300	<3	20~45	80	中低速	结构面间距小于 10cm，后期充填泥土或方解石脉，沿节理溶蚀强烈，局部有小溶洞发育。部分洞段有地下水渗出。岩体呈碎裂结构或散体结构，稳定性极差，易出现块体塌方	C 型 V	

注：在开挖中发生塌方、掉块或围岩变形时，可能会出现刀头被卡及抱盾等现象，掘进速度将大受影响，掘进参数可能出现异常。

保养、事故处理等间隙进行观测；②通过查看岩块的干湿程度，无水洞室岩块是潮湿或干燥的，有水隧洞岩块则很湿润；③可以根据施工排水泵量、量水围堰来观测洞内总的涌水量变化情况。

(6) 对于地应力状态，一方面通过隧洞埋深估算，另一方面根据围岩稳定状态如塑性变形、岩爆弹射或片帮等情况进行评估，进而分析地应力状态及其对掘进进度的影响等。

(7) 其他资料收集，主要包括地温、有毒有害气体等监测资料，以及隧洞管片类型、支护措施、隧洞超前预报资料等。

综合上所述，对护盾式岩石隧洞掘进机施工的隧洞，可参考表 4 所列内容进行施工地质编录。

表 4 护盾式岩石隧洞掘进机法施工时围岩地质编录内容

工程名称		编录内容
洞段桩号		×××+××××~×××+×××
岩石隧洞掘进机掘进参数及速度	掘进机参数	主推力缸压力、电机功率、刀盘推力等
	掘进速度/(m/d)	
	工作条件评估	a—掘进条件好；b—掘进条件一般或较差；c—掘进条件差
出渣情况描述	地层岩性	岩渣或窗口、掌子面观测
	岩石点荷载强度指数 I_s	分段选择出渣碎石典型样本组进行点荷载测试
	岩石耐磨性评估	岩石耐磨性低、中等或强，掘进机适应性好、一般或差
	岩体完整性推测	完整；较完整；完整性差；较破碎；破碎
地下水状态	出水状态	干燥；渗水或滴水；线状流水；涌水
	出水量 (L/min 水或滴水)	
	水温/°C	
	排水量变化情况	

表 4 (续)

工程名称		编 录 内 容
地应力状态	隧洞埋深/m	
	地应力状态描述	围岩稳定状态；围岩塑性变形、岩爆弹射或片帮；对掘进影响等
地温	围岩温度/气温/℃	
围岩类别		
支护措施		管片类型及支护措施等
隧洞超前预报情况		
分析评价与地质建议		

5.4.2 本条规定了岩质洞室地质编录的主要内容。

10 重点处理的部位主要包括不利块体、变形失稳、涌水突泥等洞段。

5.4.3 本条规定了土质洞室地质编录的主要内容，重点是对围岩稳定、施工安全不利的地质条件、地质现象、地质问题的编录。

5.4.4 本标准附录 D 中“表 D.0.2 ××工程施工地质编录综合描述卡（地下开挖工程）”是配合编录测图的重要地质资料，也是编写验收意见的基本依据。

5.4.6 围岩展示图中，长大结构面宜实测，短小结构面可素描勾绘。纵、横剖面图，大跨度的地下厂房、地下洞室群的地质平切面图，一般情况是在工程地质平面图上切制，剖面图和平切图的间距可视具体情况确定。

5.4.7 本条规定了地下洞室地质编录的精度，其精度主要依据地下洞室的规模、使用功能、洞室重要程度、地质复杂程度等进行选择。

5.4.8 本条列举了需要摄影或录像的重要地质现象和洞段，这些影像资料是地质编录的重要附件，在围岩支护后一般不能再次获得，因此需要做好比例、实物等标记，编写编号、位置、方

向、日期及地质内容等说明，具有重要意义的照片可附与之相对应的素描图。

5.5 地质预报与建议

5.5.4 本条列举了 9 款需要立即进行地质预报的异常地质现象，这些现象都是围岩失稳或涌水突泥的先兆。

1 增加了“喷层表面开裂”。

8 新增条款，增加了“岩石隧洞掘进机或盾构机发生卡机或掘进参数、掘进载荷、掘进速度发生急剧的异常变化”。

9 新增条款，增加了“突然出现刺激性气味”。

5.5.5 本条规定了施工地质预报的主要内容。

3 新增条款，增加了腐蚀性地下水的预报内容，主要考虑到地下水环境复杂多变，而腐蚀危害又非常大，一旦发现异常，需及时进行试验预报。

5.6 围岩评价与验收

5.6.2 本条规定了地下开挖工程分段工程地质评价的内容。

2 不良地质洞段主要包括软弱层带、岩溶洞穴、软土、粉土、粉细砂等不良地质与塌方、塌陷、变形、岩爆、涌突水、管涌、流土、有毒有害气体、放射性元素等洞段。

4 删除了复核围岩压力和弹性抗力系数的内容。围岩压力和弹性抗力系数确定方法多为半经验半理论公式，一般在前期地质勘察中根据围岩岩体工程地质条件、现场力学试验成果以及设计专业共同综合研究确定，施工阶段一般不再进行该项工作，如果确实需要复核，其确定方法和考虑因素可参考《水利水电工程地质手册》等。

5.6.3 GB 50487—2008 附录 N “围岩工程地质分类”以岩石强度、岩体完整性、结构面状态为基本因素，同时考虑了地下水、结构面产状、强度应力比等因素，在水利水电工程中得到了广泛应用，效果较好，且这些因素在施工地质工作中均可以得到，因

此隧洞工程围岩分类一般按其规定执行；护盾式岩石隧洞掘进机法或盾构法施工时，无法直接观察围岩特征，可以通过了解掘进参数、岩渣特征，以及在具备打开护盾窗口的情况下通过窗口观察小范围的围岩等方式，间接对围岩进行分类。GB 50487—2008 附录 W “外水压力折减系数”主要考虑岩土体透水性、地下水活动特征以及地下水对围岩稳定的影响等因素，这些因素在施工地质工作中均可以得到，因此外水压力折减系数也按其规定执行。

5.6.4 本条列举了围岩验收时需要检查的内容。

2 将“围岩特性、完整程度”更改为“围岩工程地质类别”。

4 新增条款，增加了“隧洞围岩变形失稳及衬砌变形、开裂、脱落、渗水等情况”。

5.6.5 本条规定了验收前需要准备的地质资料。根据水电工程建设实际情况，围岩检测和监测工作一般由业主委托第三方进行，其相应资料由具体承担实施单位准备。因此，删除了原规程中验收前应准备的“围岩检测和监测资料”的内容。

6 边坡工程

6.1 一般规定

6.1.1 新增条款。本条规定了边坡工程施工地质工作的目的。水利水电工程边坡不仅包括由于兴建水利水电工程而改变了自然形态的边坡或人工开挖边坡，同时还包括承受工程荷载的自然边坡，以及对水工建筑物、居民区、工业及交通设施等安全有影响而需要治理的边坡。

6.1.2 新增条款。鉴于边坡工程的特殊性，因不规范施工引发的安全事故较多，在此强调施工地质编录应坚持自上而下、边开挖边编录的工作原则；考虑到施工地质工作往往与工程施工交叉进行，故施工地质编录时需要协调好与工程施工的衔接；同时考虑到如果施工程序、方法、工艺选择不当，将对边坡工程质量影响较大，因此在施工地质工作时需分析施工程序、方法、工艺对边坡稳定的影响及改进建议。

6.1.3 新增条款。本条对边坡工程施工地质工作内容做出了具体规定。结构面、软弱层带的发育特征、性状及其组合往往是影响边坡稳定的重要因素，尤其是与边坡呈小夹角的长大结构面、软弱层带及其不利组合是控制边坡稳定的因素，因此施工过程中必须予以充分重视，并重点跟踪。

6.1.4 本条对需开展专项勘察研究的情况进行了规定，是在原规程 6.2.4 条提出专项勘察建议的基础上进行的调整。

6.2 地质巡视与观测

6.2.1 本条规定了岩质边坡地质巡视的工作内容和重点。地质巡视需仔细观察与收集开挖过程中的地质条件和地质现象，同时还需要收集边坡施工信息、监测成果、处理措施实施情况等。

2 根据 GB 50487—2008 附录 N，当结构面的延伸长度大

于10m时，其结构面状态评分应减2~3分；根据SL 299—2004《水利水电工程测绘规程》附录I，延伸长度大于10m的裂隙称为大裂隙；通常水利水电工程每级边坡高度10~15m，延伸长度大于10m的结构面基本可贯通该级边坡。因此，长大结构面一般指结构面延伸长度大于10m、贯通局部坡段岩体，对边坡稳定有较大的影响的结构面。

6 岩体变形失稳情况包括垮塌、掉块、滑动、错动、弯折、倾倒、隆起、裂缝等的位置、范围、规模。另外，爆破半孔错位情况往往是应力释放造成，对边坡稳定分析具有一定的指示意义，施工地质巡视工作过程也需要加以关注。

6.2.3 新增条款。本条规定了地质观测重点部位，主要包括地质结构不利坡段、岩体软弱或破碎部位、坡形不利部位。

6.2.4 本条规定了边坡工程地质观测的内容。

3 对于建设在高山峡谷中的水利水电工程，自然边坡高陡，坡面多随机分布有危石、浮石，在降雨及人类活动作用与扰动下，可能发生滚落，从而危及工程施工与运行安全，因此增加了“浮石滚落”的观测内容。

6.2.6 施工初期边坡安全监测项目，往往是以设计边坡结构特点和前期地质勘察成果为依据制定，尚不具备实施条件。随着工程施工的进行，边坡地质条件和地质问题逐步揭露，施工地质人员需针对实际情况及时提出调整监测项目的建议。如三峡工程船闸，在施工过程中针对揭露出的体积大于 1000m^3 不利块体增设了变形监测项目，以监测其稳定性。

6.3 取样与试验

6.3.1 所列各项标本，多为保存备查之用，特别是控制边坡稳定的含易溶盐岩土、膨胀性岩土、软土、湿陷性土、蚀变岩、软弱层带、断层构造岩等。

6.3.2 新发现控制边坡稳定的结构面包括施工揭露新类型结构面和受施工等影响性状恶化的软弱结构面。

6.4 地质编录

6.4.1 对于作为混凝土建筑物地基一部分的边坡，对建筑物安全或运行有重大影响的边坡，通常要求进行详细的地质编录，对于地质条件简单的土石坝坝肩边坡、渠道边坡，地质编录工作可根据实际情况进行简化，最终成果可只提交典型展示图或剖面图。

6.4.2 本条规定了岩质边坡地质编录内容。对工程边坡开口线以上的高陡自然边坡，前期地质勘察工作中存在“走不近、看不清、查不明”的难题，施工期应充分利用施工便道或排架等开展边坡地质调查工作，侧重于影响施工期和运行期安全的边坡稳定问题，如大型堆积体、潜在不稳定块体（危岩体）、变形体、危石浮石等。

9 边坡工程处理措施主要包括开挖、减载、喷锚、支挡、灌浆、截水、排水、植被保护等。

6.4.4 本标准附录 D 中“表 D.0.3 ××工程施工地质编录综合描述卡（边坡工程）”是配合编录测图的重要地质资料，也是编写验收段（块）验收意见的基本依据。

6.4.5 边坡地质编录一般要求编制坡面展示图，长大结构面要求现场实测。地质纵、横剖面图根据实际情况可进行实测或在工程地质平面图上切图编。

6.5 地质预报与建议

6.5.1 随着水利水电工程建设的发展，除隧洞开挖形成的洞脸边坡和进出口明槽边坡外，还有坝肩边坡、厂房边坡、船闸边坡、渠道边坡等，这些边坡一般规模较大，其稳定性对施工和工程安全运行影响较大，如隔河岩工程导流洞出口边坡高达 110 余 m，下部为软弱的页岩，上部为厚层的坚硬石灰岩，属上硬下软的地质结构，稳定问题十分突出；天生桥二级厂房边坡总高度达 370m，位于砂页岩互层区，施工中触发了大规模岩体滑动；三

峡工程船闸在山体中深挖而成，边坡总长度达 6.4km，直立坡高度达 70m，具有高、陡、长的特点，施工期发现影响边坡局部稳定的大小块体千余个；乌东德水电站坝址区两岸为高达上千米的高位自然边坡，施工期共发现数百个潜在不稳定块体，因此需做好边坡工程的地质预报工作。

地质预报主要针对可能带来安全隐患和严重危害的不利地质因素开展，本条列举的 7 项地质现象，都是边坡可能失稳的前兆，需要立即开展地质预报工作。

7 防渗与排水工程

7.1 一般规定

7.1.1 新增条款。本条规定了防渗与排水工程施工地质工作目的。将原规程“岩（土）体防渗与排水工程”改为“防渗与排水工程”。防渗工程主要包括防渗墙、防渗帷幕、防渗铺盖等，排水工程主要包括坝基排水孔（洞）、洞室围岩排水孔（洞）、边坡排水孔（洞）、减压井等。

7.1.2 新增条款。本条对防渗与排水工程施工地质工作内容和工作重点做了具体规定。岩（土）体的透水性具有各向异性，决定了防渗与排水工程施工复杂多样性，岩溶洞穴分布及充填情况对施工安全、工期和防渗和排水工程质量效果影响很大，地下水位变化可直接反映防渗与排水工程质量效果，岩（土）体透水性是防渗与排水工程设计的重要依据，防渗依托、接头处理是否可靠关系到整个大坝的防渗效果，因此施工地质工作过程中须予以重视。

7.1.3 对需要开展专项勘察研究的情况进行了规定，本条是在原规程 7.2.3 条基础上进行的调整。

7.2 地质巡视与观测

7.2.1 本条规定了防渗与排水工程地质巡视工作内容。

1 防渗与排水工程施工情况包括施工进度、程序、方法、工艺，灌浆孔和排水孔的布置型式、孔距、排距及深度，灌浆孔的灌注材料、压力及耗浆情况。

2 先导孔、检查孔、防渗墙槽孔可以看作是对前期资料的核对或补充。施工地质工作需要充分利用先导孔掌握现场揭露的地质情况，主要包括孔深、地层岩性、风化程度、换层深度、塌孔部位以及渗透性等。

7.2.2 本条规定了防参与排水工程地质巡视过程中宜收集的资料。

1 水利水电工程施工中，通常防渗工程先导孔、检查孔由施工单位或承包商承担完成，为此本次修订将原规程 7.4.2 条、7.4.4 条、7.4.5 条、7.4.6 条关于先导孔、检查孔地质编录工作内容改为资料收集。根据水利行业标准 SL 62—2014《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》的规定，防渗工程的施工记录和竣工资料包括地质编录内容（如钻孔记录，压水试验和简易压水记录，检查孔压水试验成果表，检查孔钻孔柱状图，照片、录像和岩芯实物，施工前后或施工过程中其他的检验、试验和测试资料等）。

7.2.3 本条增加了地下水位异常情况需要进行地下水位观测的内容。

7.3 取样与试验

7.3.1 防参与排水工程多为隐蔽工程，需要根据具体施工情况及现场条件，及时进行取样试验，为工程质量效果评价提供依据，同时留档备查。

4 新增条款，增加了岩溶地区应对岩溶洞穴、溶缝灌浆充填物的取样要求。

7.4 地质编录

7.4.2 根据 SL 174—2014《水工建筑物混凝土防渗墙施工技术规范》的规定，防渗墙如需嵌入基岩，当槽孔深接近基岩面时，需要留取岩样，并根据岩样性质确定基岩面。因此岩样是确定嵌入基岩的主要依据，需按顺序、深度、位置编号，填好标签、装箱。结合水利水电工程建设实际情况，防渗墙槽孔岩样需施工地质人员现场鉴定确认。因此，本条规定防渗墙槽孔岩样编录重点为嵌入层的地层岩性、颜色、成分、风化情况等。

7.5 地质预报与建议

7.5.1 防渗与排水工程地质预报应结合其施工内容进行。先导孔施工时其重点工作是复核防渗与排水工程沿线地质条件有无变化，提出调整防渗与排水设计的建议。防渗工程施工过程中，其重点工作主要针对施工过程中发生的异常问题和地质现象进行地质预报，并提出相应的地质建议。防渗工程质量检查孔施工时其重点工作是对防渗工程质量效果的评价，对存在工程缺陷部位的地质条件进行分析预报，提出处理建议。

7.5.3 本条规定了调整防渗排水工程设计建议的情况。

1 相对隔水层埋深发生变化主要包括两方面内容：一方面是设计底线以下的岩（土）体透水性不满足防渗标准要求；另一方面是底线以上的岩（土）体透水性已满足防渗标准要求。

2 强透水岩土体主要包括岩体卸荷松动区、规模较大的断层破碎带和强烈溶蚀洞穴密集发育区等，当施工过程中发现强透水岩（土）体范围扩大或性质恶化时，也需要提出调整防渗与排水工程设计的建议。

7.6 评价与验收

7.6.2 本条规定了防渗与排水工程的工程地质评价内容。

2 增加了土体孔隙结石充填率和土体透水性。

7.6.3 新增条款。本条规定了防渗与排水工程验收前需要了解或检查的内容。

7.6.4 本条规定了防渗与排水工程验收前需要准备的资料和技术成果。

1 增加了防渗帷幕渗透剖面图。

2 增加了灌浆洞、排水洞、减压井地质编录展示图。

防渗与排水工程先导孔、Ⅰ序孔、检查孔地质编录工作由承担实施单位完成，因此，本次修订删除了原规程中 7.5.3 条第 2 款、第 3 款的相关规定。

8 水库库区

8.0.1 新增条款。本条规定了水库库区施工地质工作目的。水库库区是水利枢纽工程的重要组成部分，在施工期通常需要继续对水库渗漏、库岸稳定、浸没、淹没、水库诱发地震等主要工程地质问题和结论进行复核研究，同时还需对库区防护、库岸治理、水库防渗等工程开展施工地质工作。

8.0.2 本条对施工期水库库区地质工作内容做了具体规定。蓄水过程中，往往是水库库区地质灾害发生的密集期，因此要求在水库蓄水过程中进行地质巡视。大、中型水库工程其库区地质巡视工作内容多、工作量大，且问题复杂，是一项专门性工作，根据三峡水利枢纽工程、丹江口水库等工程惯例，该项工作一般由受业主单独委托进行。

8.0.3 本条对需开展专项勘察研究的情况进行了规定，其内容是在原规程 8.0.3 条专项勘察建议的基础上进行了调整。

3 水库蓄水改变了原有水文地质条件，地质问题在水库蓄水期和正常运行初期频频发生，因此本次修订将原第 3 款改为蓄水期新发现的地质问题。

8.0.5 新增条款。本条围堰挡水、大坝拦洪度汛、下闸蓄水是水库库区地质灾害发生的高发期，需引起重视，加强地质巡视，提出地质灾害处理建议。

9 天然建筑材料

9.0.1 新增条款。本条规定了天然建筑材料施工地质工作目的。

9.0.2 新增条款。本条对天然建筑材料施工地质工作内容和重点做了具体规定。

9.0.3 本条对新辟料场勘察的情况进行了规定，是在原规程 9.0.3 条提出专项勘察建议的基础上进行的调整。

9.0.4 地质巡视是料场施工地质工作的重要内容之一，地质巡视的目的是及时发现料场开挖过程中的地质问题，并进行地质预报与建议，以便采取相应的处理措施，避免发生工程安全与质量事故。

9.0.5 新增条款。填筑料碾压试验、块石料爆破开采试验、人工骨料生产性轧制试验等专门性试验是复核检验料源质量和优化施工工艺的重要手段，其目的是保证工程质量，现场地质人员对料源分布情况较熟悉，可配合施工单位进行取样试验，并收集相关试验与检测资料，有助完善料场质量、储量评价。

9.0.6 本条规定了需要进行地质预报的情况，料场开采的合理性、地质条件变化可能影响料场储量质量，料场开采边坡变形失稳可能危及施工安全，进而可能延误主体工程施工工期。因此，这些都是需要进行地质预报的内容。

9.0.7 新增条款。本条对料场质量、储量评价进行了规定。料场的用途不同，质量评价指标和要求也不同，施工期需要根据工程实际用料情况，综合利用各种勘察资料及施工地质成果，按 SL 251—2015《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》的规定对其进行评价。

10 资料整编与成果编制

10.1 资料整编

10.1.1 施工地质巡视卡、施工地质日志、施工地质编录综合描述卡和施工地质编录图要求当日整理，其余资料可分阶段或分工程部位整理。

10.1.2 本次修订将录像带改为视频。照片、视频等电子影像资料需分类、分组整理，分类、分组文件名要求清晰明确。重要的照片、视频资料需要附文字说明。

10.2 成果编制

10.2.1 增加了分部或单位工程施工地质说明及附图。分部或单位工程验收时需要提供相关地质资料。土建工程结束后，施工地质工作已经基本完成，这时就需及时编写工程竣工工程地质报告。工程实践中，工程竣工验收一般在工程运行数年后进行，因而在土建工程结束后，尚不需提交竣工工程地质报告，此时可先编写工程施工地质报告。

专题工程地质报告及附图、工程地质技术总结报告均不是常规施工地质工作成果，因此本次修订予以删除。

10.3 资料与成果归档

10.3.1 本条规定了施工地质资料与成果归档的责任单位，业主委托第三方完成的施工地质资料与成果一般由相应承担实施单位负责归档。

10.3.2 新增条款。本条规定了施工地质资料与成果归档的相关要求，归档时要保证施工地质档案的完整、准确、系统。

附录 A 施工地质巡视卡

附录 A 中的施工地质巡视卡是地质巡视工作的基本记录，地质巡视时需及时填写。施工地质巡视记录内容宜符合本附录的规定，推荐附录中的卡片是为规范施工地质工作，在实际工作中各单位可根据工程需要或项目要求对记录格式或样式进行调整。

表 A.0.1、表 A.0.2 中“施工方法、进度、现状及开挖形态、爆破半孔率”栏的填写需特别注意影响建筑物工程地质条件与施工安全的施工活动。

表 A.0.1 中“工程地质问题初步分析评价”栏需特别注意填写急需查明、预报与处理的影响建筑物稳定与施工安全的工程地质条件。

工程地质条件是工程条件、地质条件和周边环境条件等三因素的综合。工程条件包括设计方案、开挖方法、开挖坡比、保护（支护）是否及时等，地质条件则重点关注变层、变线（顶底板等地质界线）、变结构等，包括爆破引起岩体松弛、软岩未及时封闭产生干裂等；环境条件包括干地施工变为积水施工、坡顶加载（路、堆渣）、周边新增建筑物、管线等。三因素中任一因素变化，都可能导致工程地质问题的发生，施工地质首先通过地质巡视及时发现上述三因素的变化，并分析、预测这些变化对工程的影响。

工程地质问题由工程条件、地质条件和周边环境条件等三因素中的不利因素控制。施工地质首先通过地质巡视及时发现上述三因素的是否产生不利变化，并分析、预测工程地质问题的可能变化。

表 A.0.1、表 A.0.2 中“需要立即开展的工作”栏一般填写需立即开展的观测、取样、试验、编录及预报等工作项目及部位。

相关地质负责人需及时了解施工地质巡视人员提出的开展工作的建议，在“负责人意见”栏签署意见，并作出工作安排。

附录 B 施工地质日志

附录 B 中的施工地质日志主要记录施工地质日常活动和工程重大事项，每天均要填写。

表 B 中“施工地质事项”栏一般填写地质巡视、观测、编录等施工地质工作的部位，开挖面岩体联检、初验、最终验收的活动及其参加人、时间、地点。

“技术往来活动”记载与业主、设计、施工等相关单位口头或书面技术交往活动的时间、地点、人员、内容。

“技术问题讨论”是指地质、业主、设计、施工、监理单位参加的与地质有关技术问题的双边或多边现场讨论，栏中填写讨论会的时间、地点、参加人、议题和结论意见，特别应记载地质部门的保留意见。

“处理措施及实施情况”栏中填写按设计处理措施的实施情况和施工过程中临时处理措施实施情况。

“工程重大事项”栏中填写截流、首次开挖、首次浇筑、工程决策等重大工程事项，以及基坑涌水、洞顶坍塌、局部大方量岩体失稳等重大事件。

地质日志当天若有紧急或重要事项，地质员应及时向负责人汇报沟通。

附录 C 可视化地质编录技术规定

本附录为新增附录。

随着计算机技术的发展，数字化在施工地质工作中得到了广泛应用，目前已全面普及；近年来由于摄影测量技术、高清数码相机和无人机的发展，可视化在施工地质工作中取得了较大的发展和进步，现逐步形成了一种有别于传统编录方法的新技术——可视化地质编录，该技术不仅解决了因现场开挖面“尺度高、看不清、摸不着”等带来的编录难题，也解决了开挖面覆盖后难以再现的问题。

该技术通过摄影测量技术建立带空间坐标的真实三维影像模型，清晰再现现场开挖面，施工地质人员可以借助辅助软件身临其境的在影像模型上直接量测产状或长度、宽度等几何信息与解译地质体或结构面等的性状信息，从而实现了开挖面地质信息数字化，突显了开挖面可视化再现，为后续地质信息查漏、分析及断续开挖面的全景展现、演示提供了前提条件。

可视化地质编录技术主要适用于地基、围岩、边坡等场地开阔、通视条件好的工程施工地质工作中，可以有效提高施工地质工作效率和编录成果质量。与传统地质编录技术相比，其具有两个显著特征：①它能采取非接触式手段有效地获取地质信息；②可建立带坐标的三维影像模型，可全面、清晰地展示施工开挖全貌。

根据长江三峡工程与金沙江乌东德、金沙、银江等水电站可视化地质编录工作经验，该技术通过如下主要步骤实现：

(1) 现场地质描述。

现场地质描述工作通常与编录区影像拍摄工作同步进行，也可以在地质巡视与观测过程进行；现场地质描述内容主要包括岩性特征、风化或卸荷情况、构造性状、水文地质特征及岩体结构

等，是后期地质解译和展示图编制的重要地质依据。

(2) 像控点布置与测量。

像控点主要起坐标控制与校正的作用，是为了在进行编录区影像三维场景重建时，将任意坐标系、任意比例尺的三维场景纳入目标坐标系中，使编录区在三维模型中 1:1 再现，同时像控点的位置和数量也影响着三维场景重建精度，因而拍摄区像控点的布置对模型精度至关重要。

地质编录区一般范围都较小，像控点宜均匀布置在拍摄区各边界，总体呈三角形或四边形分布，因此规定像控点数量不应少于 3 个。像控点可采用拍摄前人为标记或拍摄后选择合适目标影像的方法。像控点在像片上成像应清晰、易于判读刺点量测，因此常布置在明显地物拐角点、独立地物等易于判读量测处，弧形地物及阴影等部位不宜布置。

像控点测量可采用 GNSS 静态、动态 (RTK、RTK info、CORS)、全站仪极坐标法等方法进行，像控点测量精度要求满足三维模型精度要求。

(3) 编录区拍摄。

进行数字影像拍摄时一般要求制定拍摄计划，规划好拍摄线路，根据建模精度要求选择合适的拍摄距离或高度。数字影像拍摄的相机应采用定焦镜头且对焦无限远处，成像探测器面阵应不小于 2000 万像素，最高快门速度应不低于 1/1000s，为避免有遮挡面、遗漏开挖面，尽可能 360°无死角拍摄。数字影像拍摄时，尽量选择有利的气象、光照条件，尽量避免光照高度角过低、阴影过大。

拍摄时最重要就是必须保证任意相邻两张照片有一定重叠度，其重叠度需满足规范要求。根据国家标准 GB/T 6962—2005《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影规范》中规定，航向重叠度一般为 60%~65%、旁向重叠度一般为 30%~35%，即可拼接形成三维影像；相邻两张影像重叠度满足 30%~35%，即可拼接形成二维影像。由于编录区面积一般均较

小，为保证后期拼接校正效果，且利于现场操作控制，每张照片上下和左右均按三分之一重叠控制，即航向和旁向重叠度均为 66.7%。

数字影像拍摄完成后还需进行检查，主要检查项目包括：地质要素是否完整清晰，影像模糊度是否满足要求、阴影是否过大、是否存在明显重影和错位、重叠度是否满足要求、是否存在摄影空洞区域或漏拍区域，对检查中发现的不满足要求的影像及时进行补拍。

（4）影像处理与三维模型构建。

影像处理与三维重建一般采用成熟的摄影测量软件系统或专业地理信息系统进行，处理过程中应对空中三角测量加密精度进行复核，对模型精度进行验证。

（5）地质解译。

地质解译最好由熟悉本工程地质条件且有经验的地质人员进行，结构面的位置、长度、间距和产状等几何数据均可在三维影像模型上直接量测或简单计算获取；地层岩性、地质构造、风化卸荷等地质信息解译结合现场观察描述进行。

（6）编制展示图。

以正射影像为底图，按本规程要求的编录内容及精度要求，用规定的符号、线条、色彩、文字等将地质解译的内容编制成展示图，并进行校审。

附录 D 施工地质编录综合描述卡

表 D.0.1 中“建基面缺陷及处理情况”主要包括建基面岩体中的局部加剧风化、断层、裂隙密集带等不良地质现象，以及由于施工造成的建基岩体损伤。“工程地质评价”还需要提出建基面岩体经综合处理后是否满足要求的明确意见。

表 D.0.2 中“工程地质问题及缺陷”主要包括岩爆、突水、突泥等突发事件，洞、井围岩工程地质类别的变化，大型洞室中可能形成的各种类型不利块体等。

表 D.0.2 中“工程地质评价”不仅包括针对建筑物的评价内容，还包括施工地质复核检验变化内容，如工程条件与施工图对比的变化、地质条件与前期地质勘察成果图对比的变化、工程地质问题或评价与前期地质勘察成果对比的变化等。

表 D.0.3 中“岩体结构与岩体质量”中岩体结构一般按 GB 50487—2008 附录 U “岩体结构分类”的规定执行，岩体质量级别划分宜按 GB/T 50218 《工程岩体分级标准》的相关规定执行。

附录 F 工程竣工工程地质 报告编写要求

按 SL 1—2014《水利技术标准编写规定》的要求对原规程的内容进行了调整。

F.0.6 建筑物工程地质条件及评价，其建筑物指实际工程所包含的各单项主体建筑物，如大坝、闸、电站、厂房、地下洞室、隧洞、渠道、渠系建筑物、通航建筑物、溢洪道等，一般按单项建筑物类型独立成章。地质条件较简单的中型工程，也可将建筑物工程地质条件及评价并入 F.0.5 条坝址区基本地质条件中。

4 工程地质评价内容需要根据与单项建筑物相关的地基、边坡、围岩、防渗与排水等工程的实际情况，综合 4.6.2 条、5.6.2 条、6.6.2 条和 7.6.2 条的相关内容进行评述。

附录 G 工程竣工工程地质报告 附图及比例尺

本次修订新增了枢纽区工程地质图和剖面图，并对相关展示图的比例尺进行了调整。实际工程中工程竣工工程地质报告附图、阶段验收工程地质报告附图可根据具体需要进行选择。