

ICS 93.080

DB 14

P10

山 西 省 地 方 标 准

DB 14/ 756—2013

公路隧道水文地质勘察指南

2013 - 11 - 01 发布

2013 - 12 - 01 实施

山西省质量技术监督局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	2
5 水文地质勘察	2
6 水文地质勘察报告	8
附录 A（资料性附录） 常用水文地质参数计算	10
附录 B（资料性附录） 预测隧道涌水量的方法	15

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规则编写。
本标准由山西省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：山西省交通规划勘察设计院。

本标准主要起草人：王亚伟、聂承凯、帖智武、马健中、田志忠、张明欣、崔兰。

公路隧道水文地质勘察指南

1 范围

本标准规定了公路隧道水文地质勘察的范围、术语和定义、一般规定以及勘察的方法、内容、原则和勘察报告的编写。

本标准适用于山西省境内新建、改建公路隧道设计、施工及运营中的水文地质勘察。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

JTG C20 公路工程地质勘察规范

JTG D70 公路隧道设计规范

JTG/T D70 公路隧道设计细则

TB 10049 铁路工程水文地质勘察规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

水文地质条件

一个地区地下水埋藏、分布、运动以及水质和水量等特征及其影响因素的总称。

3.2

稳定流抽水试验

在抽水过程中，要求一定延续时间内流量和水位同时相对稳定（即不超过一定的允许波动范围）的抽水试验。

3.3

非稳定流抽水试验

在抽水钻孔中仅保持抽水量稳定，并使水位不断改变或仅保持水位稳定使水量不断改变的抽水试验。

3.4

初见水位

当钻孔揭露含水层时 初次发现的地下水面高程或埋深。

3.5

静止水位（天然水位）

抽水试验前井孔中的稳定水位。

3.6

地下水位埋深

地表至地下静止水位以上的岩土层厚度。

3.7

最大涌水量

隧道工程某段在含水体中掘进时的最大涌水量。

3.8

正常涌水量

隧道工程的涌水达到稳定时的涌水量。

4 一般规定

4.1 水文地质条件复杂时，工程地质勘察难以全部揭示其水文地质条件的公路隧道应进行水文地质勘察。隧址区水文地质条件简单时，水文地质勘察可与工程地质勘察合并进行。

4.2 水文地质勘察宜在工程地质勘察成果的基础上进行。水文地质勘察工作量的布置应与工程地质勘探工作相结合，以便勘探成果的综合利用。

4.3 水文地质勘察应充分收集区域水文地质资料以及区域内已建公路、铁路隧道的水文地质资料。

4.4 水文地质勘察应积极运用新理论、新技术、新方法，不断提高勘察成果质量。

4.5 水文地质勘察应按公路设计阶段的要求开展工作，分别提供不同阶段隧道设计所需的水文地质资料。

4.6 水文地质勘察工作除应符合本标准外，尚应符合国家及公路行业现行的有关标准、规范的规定。

5 水文地质勘察

5.1 勘察阶段与内容

5.1.1 初步设计阶段的水文地质勘察工作

包括下列内容：

- a) 收集、分析研究隧址区已有的水文地质资料，进行水文地质测绘及必要的水文地质勘探和试验，初步查明隧址区的水文地质条件；
- b) 初步查明隧道围岩及上覆岩层的富水程度；
- c) 初步判定隧址区水文地质条件对隧道施工的影响程度；

d) 初步评价隧道施工对周边区域地表水、地下水的水文地质条件以及生态环境的影响程度。

5.1.2 施工图阶段的水文地质勘察工作包括以下内容：

- a) 在初步设计阶段水文地质勘察成果的基础上，进一步进行补充勘探、试验工作；
- b) 提供隧道分段水文地质参数，预测隧道涌水量，评价地下水对隧道施工的影响程度；
- c) 进一步评价隧道施工对周边环境及其水文地质条件的影响程度和范围，并提出合理的防治措施建议；
- d) 评价隧道工程施工排水的可利用性，并提出相应的建议。

5.2 水文地质调绘

5.2.1 地表水水文地质调绘

应查明下列内容：

- a) 地表水（湖泊、水库、河流等）的分布范围、补给、径流、排泄条件以及丰、枯水期水位、流量和水质；
- b) 地表水与地下水水力联系以及地表水与隧道工程的平面、空间关系，特别是地表水对隧道工程渗漏可能性；
- c) 天然降水通过黄土陷穴、落水井对隧道围岩的影响。

5.2.2 地下水露头调查

包括下列内容：

- a) 井、泉的出露位置、层位、高程、水位、流量及水质情况；
- b) 井、泉与隧道工程的平面空间关系及水力联系。

5.2.3 各种岩类地下水水文地质调绘

应查明下列内容：

- a) 松散岩类孔隙水
 - 1) 查明松散岩体（土、砂、卵砾石）的分布范围及结构特征；
 - 2) 含水层的岩性组成、厚度、地下水类型、水质、富水性、含水层之间及其与地表水的水力联系；
 - 3) 含水岩组地下水的补给、径流、排泄条件；
 - 4) 地下水对下伏地层的补给情况。
- b) 碎屑岩类裂隙水
 - 1) 覆盖层的岩性、厚度、成因、含水层的分布、水质特征及其与下伏含水层之间的接触关系和水力联系；
 - 2) 含水层的埋藏深度、岩性、厚度及、地下水位、水量、水质特征及含水层之间的水力联系；

- 3) 地下水的分布、补给范围、埋深、含水层的富水性及其与地质构造和岩石裂隙发育程度的关系；
 - 4) 查明含水层与隧道设计高程的空间关系、地下水对公路隧道施工的影响程度；
- c) 碳酸盐类岩溶水
- 1) 碳酸盐岩层组的分布范围、岩溶含水层水平和垂直分布特征及与构造和地貌的关系；

- 2) 地表岩溶的形态、大小、位置、高程、发育程度、分布规律以及岩溶水、岩溶泉的分布规律、水位、流量;
 - 3) 地下岩溶管道、裂隙、洞穴的类型、结构、空间特征、分布规律及赋水情况;
 - 4) 分析判断天然降水、地表水与地下岩溶水的相互补给关系;
 - 5) 岩溶及岩溶水的发育程度、分布规律以及其与隧道工程的平面、空间关系和对隧道工程的影响程度。
- d) 变质岩和岩浆岩类型裂隙水
- 1) 围岩接触蚀变带的类型、宽度、破碎情况和裂隙发育程度及其富水性;
 - 2) 各种岩脉的岩性、产状、规模、穿插关系、岩脉本身及围岩接触带的破碎程度和富水性;
 - 3) 风化带的性状、厚度和分布规律, 尤其是全、强风化带的厚度和分布规律;
 - 4) 岩石的变质程度、结构、构造特征, 尤其应注意硅质灰岩、大理岩、白云岩及变质砂岩、石英岩、脆性页岩裂隙发育程度与富水性;
 - 5) 大理岩中溶蚀裂隙的发育程度及其对富水性的影响, 岩脉对大理岩夹层中地下水的补给与蓄集的有利和不利影响;
 - 6) 片麻岩类地区, 注意研究风化带性状、厚度、分布、汇水面积及富水性, 有利地貌部位的汇水条件, 不同地貌部位的泉水动态等。
- e) 断裂带突水
- 1) 查明断层位置、类型、规模、产状及在平面和剖面的形态特征;
 - 2) 查明断层与隧道工程的平面空间关系;
 - 3) 构造破碎带的物质组成、特征(角砾的粒度、排列情况、胶结类型和程度、溶蚀现象及风化特征)及破碎带的影响宽度;
 - 4) 断层构造的赋水性、透水性和导水性, 分析断层构造突水对隧道施工的影响程度。

5.3 水文地质物探

5.3.1 水文地质物探应在水文地质调绘的基础上进行, 以确定地下水分布的异常区, 为合理布置勘探孔提供依据。

5.3.2 进行物探方法选择时, 在条件允许的情况下, 应尽量兼顾工程地质勘察的资料需求, 以便一举多得, 节省费用。

5.3.3 隧址区水文地质条件较复杂时, 物探工作一般宜采用两种以上方法进行, 以便相互对比、验证, 同时应密切结合工程地质勘察成果资料进行二次或多次解译。

5.3.4 有钻孔的工作区应采用综合测井、孔内电视及跨孔物探等方法进行井(孔)物探工作。

5.3.5 在选用物探方法时, 首先应考虑被探测的地质体是否具有可利用的地球物理前提条件, 这些条件包括:

- a) 被探测的地质体与围岩间的物性参数应有一定的差异;
- b) 被探测的地质体与其埋深比较, 应有一定的规模;
- c) 由被探测的地质体所引起的异常值, 在被干扰背景上应有足够的显示。

5.3.6 物探测线的布设原则：

- a) 物探测线宜沿隧道走向布置，局部水文地质条件复杂时，可补充垂直隧道走向的测线；
- b) 物探测线的密度不宜少于 2 条，探测深度应在隧道底板以下 10-15m。

5.3.7 地面物探方法的探测内容：

- a) 基岩风化带的厚度和断层破碎带、裂隙带、不同岩性的接触带位置、埋藏深度、宽度、充填程度和含（透）水性；
- b) 地下水的埋藏深度、地下水的流向、含水层的埋藏深度和厚度。

5.3.8 物探测井的探测内容：

- a) 地下水的稳定水位；
- b) 含水层的位置；
- c) 划分钻孔地质物性剖面。

5.4 水文地质钻探

5.4.1 水文地质钻探的目的与任务：

- a) 水文地质钻探应对收集、调绘资料及物探成果资料进行验证；
- b) 查明隧道洞身及其围岩的地层岩性、结构构造以及含水层、隔水层的层数、厚度、埋深、结构等；
- c) 查明地下水的含水层类型、富水性和分布空间；
- d) 查明地下水的埋藏、补给、径流、排泄条件及各含水层间的水力联系；
- e) 采取水样进行水质分析试验，确定地下水的水化学类型，评价其对钢筋、混凝土的腐蚀性；
- f) 进行水文地质抽水试验，查明隧址区地层的渗透性和富水性，测定有关的水文地质参数；
- g) 进行简易水文地质观测与岩芯编录；
- h) 进行孔内电视、电测井等物理勘探。

5.4.2 水文地质钻孔的布置应遵循下列原则和要求：

- a) 水文地质钻孔应在水文地质调绘和物探的基础上进行布置；
- b) 水文地质钻孔应布置在构造及岩溶发育和物探确定的异常部位；
- c) 水文地质钻孔的布置宜与工程地质钻孔相结合，一孔多用；
- d) 孔深深度应至隧道洞底设计标高以下不小于 5m，并应穿过主要含水地段的含水层（组）；
- e) 开孔、终孔直径应满足下管、填砾和取样、水文地质测试的需要，一般不小于 200mm；
- f) 孔斜（度）在每百米深度内 $\leq 1^\circ$ 。

5.4.3 钻孔简易水文地质观测与岩芯编录要求：

- a) 钻孔简易水文地质观测的内容如下：
 - 1) 地下水水位、水温、冲洗液消耗量粘度、涌水和漏水现象；
 - 2) 岩芯采取率、钻进速度和钻进情况（如掉钻、卡钻、埋钻、孔壁坍塌等）及变层、换径的位置。
- b) 岩芯编录的主要内容：

- 1) 松散岩层的名称、颜色、湿度、成分（颗粒成分及百分比含量）、磨圆度、分选性、结核、结构层的相互关系及层理特征；
 - 2) 基岩的名称、颜色、结构、矿物成分、岩芯的破碎情况、岩芯采取率、节理、裂隙的发育程度、充填情况好充填物、断层擦痕、断层泥及其充填物、风化程度、层与层之间的相互关系及层理性质。
- c) 钻进过程中判断含水岩层的依据：
- 1) 岩芯破碎，节理发育，岩石矿物颗粒或裂隙面有水蚀、氧化锈斑、溶蚀孔洞的钻孔段落；

- 2) 钻进中涌水或严重漏水或水位的突然升降的钻孔段落；
- 3) 钻进中坍塌、掉块现象严重或钻具突然陷落、冲洗液大量漏失的钻孔段落；
- 4) 岩芯采取率低、进尺相对加快的段落。

5.5 水文地质试验

5.5.1 抽水试验

- a) 抽水试验主要目的如下：
 - 1) 确定抽水井（孔）的特性曲线和实际涌水量，评价含水层的富水性，推断和计算井（孔）最大涌水量与单位涌水量；
 - 2) 确定含水层水文地质参数，评价、预测隧道涌水量，为隧道排水方案设计提供可靠依据；
 - 3) 确定影响半径和降落漏斗的形态；
 - 4) 了解地下水与地表水、岩溶水不同含水层（组）之间的水力联系。
- b) 抽水试验应遵循以下原则：
 - 1) 进行野外抽水试验，在有条件时宜布设观测孔，应尽可能地利用抽水孔附近的工程地质勘察钻孔及人工或天然水点作为观测点；
 - 2) 在地表水及隧道上覆各含水层水力联系较强，对隧道（涌）出水影响较大时应进行分段抽水。反之，可进行混合抽水试验；
 - 3) 抽水试验的方法可按表 1 选用：

表 1 抽水试验方法和适用范围

试 验 方 法	适 用 范 围
钻孔或探井简易抽水、提水	粗略估算弱透水层的渗透系数
不带观测孔抽水	初步确定含水层的渗透参数
带观测孔抽水	详细确定含水层的各种参数

- 4) 抽水试验宜三次降深，水量小时，动水位宜降至隧道底板设计标高以下，水量大时，最大降深应接近隧道底板的设计标高；
- 5) 按照相关规范规定进行地下水动水位、水量观测和恢复水位观测；
- 6) 在进行抽水试验时，应采取代表性水样进行水质分析，采取水样的数量和质量，应满足相关规范的要求。

5.5.2 水质分析

- a) 水质分析的主要目的如下：
 - 1) 确定地下水的化学类型；

- 2) 评价地下水对混凝土及混凝土结构中钢筋的腐蚀性；
 - 3) 评价隧道排水对周围自然环境的污染程度。
- b) 测试的项目和腐蚀性评价应符合表 2、表 3、表 4 的规定。当表 3、表 4 评价的腐蚀等级不同时，应按下列原则综合评定：
- 1) 腐蚀等级中，只出现弱腐蚀，无中等腐蚀或强腐蚀时，综合评价为弱腐蚀；
 - 2) 腐蚀等级中，无强腐蚀，最高为中等腐蚀时应综合评价为中等腐蚀；
腐蚀等级中，有一个或一个以上为强腐蚀时，应综合评价为强腐蚀。

表2 水腐蚀性测试项目

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
试验项目	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	侵蚀性 CO ₂	游离 CO ₂	NH ₄ ⁺	OH ⁻	总矿化度
适用范围	判定水腐蚀性									判定受严重污染水的腐蚀性		

表3 地层渗透性水对混凝土结构的腐蚀性评价

腐蚀等级	pH 值		侵蚀性 CO ₂ (mg/L)		HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	
	A	B	A	B	A	B
弱	5.0~6.5	4.0~5.0	15~30	30~60	1.0~0.5	—
中	4.0~5.0	3.5~4.0	30~60	60~100	<0.5	—
强	<4.0	<3.5	>60	—	—	—

注1：表中A指强透水层的地下水；B指弱透水层中的地下水；HCO₃⁻含量是指水的矿化度低于0.1g/L的软水时，该类水质HCO₃⁻腐蚀性。

表4 对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价

腐蚀等级	水中的 Cl ⁻ 含量 (mg/L)		备注
	长期浸水	干湿交替	
弱	>5000	100~500	当水中同时存在氯化物和硫酸盐时，表中的 Cl ⁻ 含量是指氯化物中的 Cl ⁻ 和硫酸盐折算后的 Cl ⁻ 之和，即 Cl ⁻ 含量=Cl ⁻ +SO ₄ ²⁻ ×0.25。
中	—	500~5000	
强	—	>5000	

5.6 水文地质参数计算

5.6.1 水文地质参数的计算，应在认真分析研究隧址区水文地质条件和水文地质抽水试验资料的基础上，合理选用公式。

5.6.2 公路隧道为线型工程，水文地质抽水试验一般为单孔，本标准重点介绍几种无观测孔情况下的水文地质参数的计算公式，见附录 A。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/946045222112010154>