

铁路工程水文地质勘察规程

TB 10049—2004

J 339—2004

1 总 则

1.0.1 为统一铁路工程水文地质勘察工作的技术要求，保障勘察质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改建铁路设计、施工及运营阶段的供水、工程和环境评价的水文地质勘察工作。

1.0.3 铁路工程水文地质勘察应按勘察阶段的要求开展工作，分别提供各类工程所需的水文地质资料。

1.0.4 铁路工程水文地质工作应运用综合勘探和综合分析的方法，积极采用新理论、新技术、新方法。

1.0.5 铁路工程水文地质勘察，除应符合本规程外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 水文地质勘察 hydrogeological investigation

为查明一个地区的水文地质条件进行的野外和室内水文地质工作。包括水文地质测绘、勘探、试验、地下水动态监测等工作。

2.1.2 供水水文地质勘察 hydrogeological investigation of water-supply

为铁路给水站、点的生产、生活等供水目的进行的水文地质勘察。

2.1.3 工程水文地质勘察 hydrogeological investigation of engineering

为查明铁路工程（隧道、路基、桥梁、房屋建筑等）防治地下水的危害而进行水文地质条件的勘察。

2.1.4 水文地质条件 hydrogeological condition

地下水埋藏、分布、补给、径流和排泄条件以及水质、水量和地下水形成的地质条件。

2.1.5 水文地质调绘 hydrogeological mapping

对地面地质、地貌、地下水露头及与地下水有关的各种地质现象所进行的实地调查、观测和填图工作。

2.1.6 科里奥利效应 Coriolis effect

地球自转时产生的偏转力使地表径流对岸坡所造成的不对称侵蚀淤积的现象。偏转力，即科里奥利力。

2.1.7 水文地质试验 hydrogeological test

为评价水文地质条件和取得含水层参数而进行的各种测量和试验工作。

2.1.8 稳定流抽水试验 steady flow pumping test

在抽水过程中，流量和水位同时相对稳定，并有一定延续时间的试验。

2.1.9 非稳定流抽水试验 unsteady flow pumping test

在抽水钻孔中仅保持抽水量稳定，或保持水位稳定，观测含水层中地下水位和抽水量变化的抽水试验。

2.1.10 初见水位 initial water level

当钻孔揭露含水层时，初次发现的地下水面高程。

2.1.11 静止水位（天然水位） static water level (natural water level)

抽水试验前井孔中的稳定水位。

2.1.12 给水度 specific yield

饱和岩石在重力等作用下释出水的体积与岩石体积之比。

2.1.13 释水系数 storage coefficient

水头（水位）下降（或上升）一个单位时，从底面积为一个单位高度等于含水层厚度的柱体中所释放（或贮存）的水量。

2.1.14 引用补给半径 recharge radius

按照裘布依公式假设条件而计算的补给半径，是表示钻孔补给条件的参数。

2.1.15 综合水文地质图 synthetic hydrogeological map

根据水文地质勘察资料而编制的能反映工作区水文地质条件，地下水类型和主要含水层特征，地下水的水质、水量特征，地下水运动特征，代表性水点等方面内容的水文地质图件。

2.1.16 地下水资源 groundwater resources

具有利用价值的地下水。

2.1.17 地下水补给量 groundwater recharge

在天然或开采条件下，单位时间内进入到含水层中的水量。

2.1.18 地下水水量评价 evaluation of groundwater quantity

对地下水水源地或某一地区、某个含水层的补给量、储存量、允许开采量以及对所用计算方法的适宜性、水文地质参数的可靠性、资源计算结果精度、开采资源保证程度所做出的全面评价。

2.1.19 综合水文地质图 synthetic hydrogeological map

根据水文地质勘察资料而编制的能反映工作区水文地质条件，地下水类型和主要含水层特征，地下水的水质、水量特征，地下水运动特征，代表性水点等方面内容的水文地质图件。

2.1.20 含水体 water bearing zone

对地下水赋存场所（含水层、含水带等）的统称。

2.1.21 突水 water bursting

地下工程在施工过程中，地下水突然大量涌出的现象，也称灾害性涌水。

2.1.22 集中涌水 centralizing water yield

地下工程长 10m 区段内大于 20L/min 的涌水。

2.1.23 最大涌水量 maximum water yield

隧道或其他工程某段在含水体内掘进时的峰值涌水量。

2.1.24 正常涌水量 normal water yield

隧道或其他工程的涌水达到大致稳定时的涌水量。

2.1.25 环境水文地质 environmental hydrogeology

研究自然环境中地下水与环境及人类活动的相互关系及其作用，并据此对地下水与环境提出保护、控制和改造措施。

2.1.26 天然环境水文地质 natural environment hydrogeological condition

地质、构造、第四纪地质、地貌、水文地质、地球化学、植被、气象等对人类

开发利用地下水活动有影响的自然条件。

2.1.27 地下水环境背景值 groundwater environmental back-ground value
在现状条件下，地下水中某组分的平均含量。

2.2 符 号

2.2.1 水文地质

A ——隧道通过含水体地段的集水面积

B ——隧道通过含水体地段涌水时对两侧的影响宽度

E ——某流域的年蒸发蒸散量

F ——隧道通过含水体地段的涌水面积

H ——自然情况下潜水含水层的厚度、隧道洞底以上潜水含水体的厚度

h ——潜水含水层在抽水试验时的厚度

$\bar{h}$ ——潜水含水层在自然情况下和抽水试验时的厚度的平均值

K ——含水层或含水体的渗透系数

M ——承压含水层的厚度、地下径流模数

P ——压水试验总压力

Q ——钻孔出水量

Q_0 ——隧道最大涌水量

Q_s ——隧道正常涌水量

q_0 ——隧道单位长度最大涌水量

q_s ——隧道单位长度正常涌水量

q ——钻孔单位出水量

R ——降落漏斗半径、隧道涌水一侧的影响宽度

R_y ——引用补给半径

S ——承压水释水系数

s ——水位降深

t ——时间

W ——年降水量

2.2.2 水质分析

$c(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ ——钙镁离子浓度

$c(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})t$ ——碳酸盐钙镁离子浓度

$c(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})_s$ ——非碳酸盐钙镁离子浓度

$c(\text{Na}^+ + \text{K}^+)_n$ ——钠钾碱度

$c(\text{B})$ ——碱度

3 新建和改建铁路水文地质勘察

3.1 一般规定

3.1.1 新建铁路水文地质勘察应按踏勘、初测、定测、补充定测阶段开展水文地质工作。当地形地质条件特别复杂、线路方案比选范围较大，在初测前开展加深地质工作时，应同步进行水文地质工作。施工、运营阶段应根据揭示的水文地质条件和变化情况开展工作。

3.1.2 水文地质勘察深度应与设计阶段相适应。补充定测阶段水文地质勘察的技术要求与定测阶段相同。

3.1.3 水文地质工作，应采用水文地质调绘、物探、钻探、试验、动态观测等多种手段相结合的综合勘察方法。

3.2 踏勘阶段

3.2.1 踏勘阶段水文地质工作应利用既有资料，了解线路各方案以及重大工程的水文地质条件，对环境水文地质作出评价，为编制预可行性研究报告提供水文地质资料。

3.2.2 踏勘阶段供水水文地质工作，应包括下列内容：

- 1 搜集、分析沿线水文地质资料，初步进行水文地质分区；
- 2 根据给水站、区段站布置，利用既有水文地质资料初步提出供水水源方案。

3.2.3 踏勘阶段工程水文地质工作，应包括下列内容：

- 1 搜集、分析沿线水文地质资料，初步评价线路各方案水文地质条件；
- 2 了解重点工程与控制性工程的分布，利用既有的区域地质和水文地质资料，初步分析其水文地质条件及其对工程设置的影响；
- 3 对水文地质条件复杂地区的控制性工程，必要时现场踏勘，进行水文地质条件评价并提出下阶段工作内容及要求。

3.2.4 踏勘阶段资料编制应符合下列要求：

- 1 供水水文地质说明，内容包括：
 - 1) 概括阐述线路通过区域水文地质条件；

- 2) 富水性分区情况;
 - 3) 主要给水站的水源方案。
- 2 工程水文地质说明, 内容包括:

概括阐述线路各方案及控制线路走向的重大不良地质、特殊岩土地段和地质复杂的重大工程的水文地质条件。

3.3 加深地质工作

3.3.1 加深地质工作应根据审查批复意见, 在线路可能通过的最大区域内, 初步查明控制和影响线路方案地段的水文地质条件, 提出初测方案的比选范围和评价意见。

3.3.2 加深地质工作中的水文地质勘察, 应采用遥感图像水文地质解译、大面积水文地质调绘和多种物探, 必要的验证性钻探、试验相结合的综合勘探方法。

3.3.3 加深地质工作中的水文地质勘察, 应初步查明下列内容:

- 1 测区水文地质分区及其富水程度;
- 2 测区内水文地质条件对线路方案的影响程度;
- 3 控制性工程及有可能受地下水危害的重点工程的水文地质条件。

3.3.4 加深地质工作的资料编制, 应包括下列内容:

1 控制性工程水文地质报告, 内容包括:

- 1) 勘察概况;
- 2) 自然地理概况;
- 3) 区域地质条件概况;

4) 区域水文地质条件: 地下水的类型、补给、径流条件, 含水岩组的分类, 富水性的分区、水质等;

5) 水文地质测试方法的选用: 钻探、试验和测试方法及成果、水文地质参数计算等;

- 6) 涌水量的预测;
- 7) 环境水文地质评价;
- 8) 水文地质评价及结论意见。

2 遥感水文地质解译报告。

3 勘探、试验成果资料。

4 测区水文地质平面图, 比例为 1:20000~1:50000。

5 控制性工程水文地质平面图、纵断面图，比例与工程地质图相同。

3.4 初测阶段

3.4.1 初测阶段水文地质勘察应根据预可行性研究报告审查批复意见安排工作，为编制可行性研究报告提供水文地质资料。

3.4.2 初测阶段供水水文地质工作，应包括下列内容：

1 结合给水站的布置，进行水文地质调绘，必要时应进行综合勘探工作，初步查明给水站所在地一定范围内的水文地质条件，进行水源方案比较，提出经济技术合理、水质较好和稳定可靠的供水水源方案；

2 应了解生活供水站、点的分布，初步查明所在地供水水文地质条件，提出供水水源方案意见和定测阶段工作量；

3 结合给水站的地质及环境条件进行水量、水质及环境水文地质评价。

3.4.3 初测阶段工程水文地质工作，应包括下列内容：

1 结合沿线工程设置进行水文地质调绘及必要的水文地质勘探试验工作，初步评价沿线水文地质条件；

2 初步查明控制性工程及地质条件复杂地段的水文地质条件，评价其对工程设置的影响；

3 初步查明重点工程的水文地质条件，评价其对周边环境的影响程度和范围；

4 根据需要建立临时性气象、水文、地下水动态观测站（点）并开始工作。

3.4.4 初测阶段的资料编制，应包括下列内容：

1 给水站供水水文地质勘察报告，内容包括：

1) 前言；

2) 自然地理概况：气象、水文、地形地貌；

3) 地质概况：地层、岩性、构造；

4) 水文地质条件；

5) 水文地质勘探和试验：物探、钻探与试验；

6) 水文地质计算；

7) 环境水文地质评价；

8) 水源方案建议。

2 生活供水站（点）水文地质说明。

3 重大工程水文地质勘察报告，内容应符合本规程“加深地质工作”的有关

要求。

- 4 给水站综合水文地质平面图，比例为 1 : 10000~1 : 50000。
- 5 水源钻探抽水试验综合成果图。
- 6 重点工程水文地质平面图，比例与工程地质图相同。
- 7 重点工程水文地质纵断面图，比例与工程地质纵断面图相同，或与工程地质纵断面图合并编制。

3.5 定测阶段

3.5.1 定测阶段的水文地质勘察工作，应根据可行性研究报告批复意见，在利用初测资料的基础上，详细查明采用的线路方案的水文地质条件，为供水站、点和各类工程的初步设计提供水文地质资料。

3.5.2 定测阶段供水水文地质工作，应包括下列内容：

- 1 结合给水站、生活供水站（点）的规模，查明天然环境水文地质条件，确定水源方案。
- 2 根据水源方案和水文地质条件补充勘探、测试工作。
- 3 根据天然环境水文地质条件现状和水源方案，分析和评价环境水文地质条件。
- 4 采用的供水水源方案，应提供下列水文地质资料：
 - 1) 开采的含水层的静止水位、厚度、水质、颗粒分析资料；
 - 2) 开采的含水层的水文地质参数（渗透系数、引用补给半径等）；
 - 3) 水位、水质可能发生变化的资料；
 - 4) 对允许开采量进行论证的资料；
 - 5) 环境水文地质条件。

3.5.3 定测阶段工程水文地质工作，应包括下列内容：

- 1 对地下工程和基础工程应进行水文地质调查、勘探和试验工作，提供水文地质资料，对工程涌水地段提供水文地质参数和预测涌水量；
- 2 进一步评价工程设置对周边环境水文地质条件的影响程度和范围，并提出防治措施；
- 3 对受地下水影响明显的工程，应确定对施工、运营有长期观测价值的水文地质钻孔的位置和数量。

3.5.4 定测阶段的资料编制，应包括下列内容：

- 1 全线水文地质勘察报告；
- 2 给水站供水水文地质勘察报告；
- 3 生活供水站（点）水文地质说明；
- 4 重大工程水文地质勘察报告；
- 5 全线综合水文地质图（必要时附），比例为 1：100000 或 1：200000；
- 6 给水站、生活供水站（点）图件宜按表 3.5.4—1 编制，重点工程图件宜按表 3.5.4—2 编制。

表 3.5.4—1 供水水文地质图件编制项目

顺号	图 件 名 称	工程类别		给水站	生活供水站、点
		比	例		
1	综合水文地质平面图	1：10000～1：50000		○	△
2	水文地质纵断面图（水源地区）	横	1：50～1：2000	○	△
		纵	1：50～1：2000		
3	水文地质横断面图（水源地区）	横	1：1000～1：20000	○	△
		纵	1：50～1：2000		
4	地下水等水位线图	1：100～1：2000		△	△
5	地下水等水位线图	1：100～1：2000		△	△
6	含水层等高线图	1：100～1：2000		△	△
7	含水层等厚线图	1：100～1：2000		△	△
8	地下水水化学图	1：100～1：2000		△	△
9	环境水文地质图	1：100～1：2000		△	△
10	水源钻探抽水试验综合成果图			○	○

注：○为必须编制；△为必要时编制。生活供水站、点可编制综合水文地质平面图或平面示意图。

表 3.5.4—2 工程水文地质图件编制项目

顺号	图件名称	工程类别		山岭隧道	地下洞室	地道	路基	桥渡	立交桥	房屋建筑
		比	例							
1	水文地质平面图	1：2000～1：50000		○						
		1：500～1：5000			△	△	△	△	△	△

顺号	图件名称	工程类别 比 例		山岭隧道	地下洞室	地道	路基	桥渡	立交桥	房屋建筑
		横	1:2000~1:50000		○					
2	水文地质纵断面图	竖	1:200~1:1000							
		横	1:500~1:5000			○	△	○	○	○
		竖	1:50~1:500							
		横	1:500~1:50000	△	△	△	△	△	△	○
3	水文地质横断面图	竖	1:50~1:500							
		横	1:500~1:50000	△	△	△	△	△	△	○
4	地下水等水位线图	1:100~1:2000			△		△	△	△	△
5	地下水等水头线图	1:100~1:2000			△	△	△	△	△	△
6	竖井、斜井水文地质柱状图			△						
7	水文地质试验综合成果图			△	△	△	△	△	△	△

注:○为必须编制;△为必要时编制;第1、2、3、6项可与工程地质图合并;第7项当进行抽水试验时应做此成果图。

3.6 施工阶段

3.6.1 施工阶段水文地质工作应根据现场的水文地质情况,及时提出改进施工方法的意见和处理措施,保障工程顺利进行,并应根据施工情况编录工程竣工资料。

3.6.2 施工阶段供水水文地质工作,应包括下列内容:

1 施工前应进行现场踏勘,了解水源地的施工条件。施工中应核查水源地含水层位置、水质及其变化、地下水开采情况等,为编制水源井竣工水文地质说明和图表准备资料。

2 施工前或施工中,当发现水源地自然条件发生变化,水量、水质不能满足设计要求时,应进行补充水文地质勘察,为变更水源方案设计提供资料。

3.6.3 施工阶段工程水文地质工作,应包括下列内容:

1 对设计文件中涉及各类工程的水文地质问题进行现场踏勘核对和研究,必要时补充水文地质勘察工作;

2 对水文地质条件复杂的工程以及隧道、路堑工程的涌水或可能溃底地段应

进行监测，并编录其涌水位置、水量、水温、水质特征和地质条件，提出施工中应注意事项及应急措施；

3 核查地下水对围岩、边坡和基底稳定性的影响；

4 核查地下水有无侵蚀性；

5 对隧道集中涌水地段、涌水量较大及基底涌砂、溃底地段，应根据水文地质条件的变化，进行预测或采用超前预报；

6 施工阶段应对与工程相关的地表水、地下水动态长期观测的孔、井、泉等继续进行观测，及时分析观测资料，指导施工。

3.6.4 施工阶段资料编制应包括下列内容：

1 供水水源工程竣工报告；

2 重点工程竣工说明，内容包括：

1) 涌水地段的位置、地质条件、水量、水温、水质、含泥砂量和特征等；

2) 隧道施工前后的地下水位，边墙、拱圈的涌水、渗漏水位置及其危害情况、整治措施；

3) 路堑边坡施工前后的地下水位、涌水位置及其危害情况、整治措施；

4) 降低地下水位后，对周边环境的影响程度、范围和整治措施；

5) 运营阶段应注意事项。

3 图件

1) 供水水源竣工图；

2) 重点工程附图，应按《铁路工程地质勘察规范》（TB 10012）的有关规定编制。

3.7 运营阶段

3.7.1 运营阶段水文地质工作的主要任务是掌握供水水源运转情况、受地下水影响工程的病害发生和发展情况，分析原因，提出防治措施。

3.7.2 运营阶段供水水文地质工作，应包括下列内容：

1 当水源运转期间出现下列问题时，应进行水文地质勘察并查明其原因：

1) 取水工程出水量衰减或枯竭；

2) 水源水质变劣或受污染；

3) 水源地受到严重干扰需要变更位置者。

2 经常了解开发含水层的环境水文地质条件变化情况。

3.7.3 运营阶段工程水文地质工作，应符合下列要求：

- 1 了解受地下水影响的工程病害的水文地质条件，定期监测地下水病害工点的发生、发展情况；
- 2 对地下水病害工点，应分析病害原因，进行水文地质勘察，提出整治措施意见；
- 3 对长期保留的地下水动态观测站（点），应进行系统观测，定期分析，研究水位、水量、水质等变化规律，及时用于工程整治。

3.7.4 运营阶段资料编制应包括下列内容：

- 1 建立供水水源履历卡片，定期观测、记录水位、水量、水质、水温、气体成分等及其变化情况；
- 2 对受到地下水危害的工程，应建立工点履历卡片，及时分析水文地质变化，注明病害程度和整治效果等；
- 3 绘制地下水动态观测点的水文地质数据图表。

3.8 改建铁路

3.8.1 改建铁路的水文地质勘察应充分利用既有铁路的水文地质资料，借鉴既有工程的成功经验和教训，为供水水源和工程设计提供水文地质资料。

3.8.2 改建铁路的供水水文地质勘察，应包括下列内容：

- 1 对既有水源运转情况进行调查，并充分利用既有资料；
- 2 当水质、水量、取水构筑物位置和老化程度等因素不能满足要求时，应进行水源方案比选，进行必要的勘探与试验工作，提出改建既有水源或增建新水源的方案意见；
- 3 当改建既有水源或增建新水源时，应符合本规程新建铁路有关要求。

3.8.3 改建铁路的工程水文地质勘察，应包括下列内容：

- 1 在研究、利用既有水文地质资料基础上，应查明沿线受地下水危害的工程类别、位置、程度，分析病害原因，分析工程设置与周边环境水文地质条件的相互影响，提出改建工程的措施；
- 2 对受地下水危害的工程，应在调查场地水文地质条件的基础上进行勘探和试验工作，查明地下水的补给来源、分布范围和含水层（体）的埋藏深度、水文地质参数，为工程整治设计提供资料。

3.8.4 增建第二线与既有线并肩时，应充分利用既有线水文地质资料，分析沿线

受地下水危害的工程和地段；进行必要的水文地质勘探和试验工作，结合一线工程病害提出综合整治措施意见。

3.8.5 改建铁路各阶段的资料编制，应符合新建铁路要求。

4 水文地质调绘

4.1 一般规定

4.1.1 水文地质调绘应结合水源地和工程设置场地的自然环境，分析水文地质条件，合理有效的布置勘探测试工作，为水源地和工程提供准确的水文地质资料。

4.1.2 水文地质勘察应搜集勘察区既有地质和水文地质资料，并进行现场地质和水文地质调绘。

4.1.3 水文地质单元类型，可按表 4.1.3 划分。

表 4.1.3 水文地质单元类型

类 型		分 布 地 区
孔 隙 水	山间河谷型	狭长山间河谷地区
	傍河型	具有常水头河流的傍河冲积平原地区
	冲洪积扇型	山前冲积、洪积倾斜平原及山间盆地冲积、洪积扇地区
	冲积、湖积平原型	冲积、湖积平原至滨海平原之间的宽阔平原及盆地地区
	滨海平原型	滨海平原地区
	河口三角洲型	河流入海口及内陆湖口三角洲地区
裂 隙 岩 溶 水	裸露岩溶型	可溶岩大片出露或局部出露地区
	覆盖岩溶型	可溶岩地层大部分被土层覆盖地区
	埋藏岩溶型	覆盖层为非可溶岩，地表水与地下水联通不密切地区
裂 隙 水	红层孔隙裂隙型	主要指以红色为主的薄层泥岩，泥质胶结的砂岩、砾岩分布区
	碎屑岩裂隙型	主要指以钙质、铁质胶结的砂岩、页岩为主的地层分布区
	玄武岩裂隙孔洞型	主要指新生代玄武岩分布区
	块状岩石孔隙裂隙型	主要指岩浆岩、片麻岩、混合岩分布区及其风化带、接触带和断裂带

4.1.4 水文地质条件复杂程度，可按表 4.1.4 划分。

表 4.1.4 水文地质条件复杂程度

类型	复杂程度	水文地质特征
孔隙水	简单	浅埋的单、双层含水层,厚度比较稳定,补给条件明确,水质较好
	中等	双层或多层含水层,岩性、厚度不很稳定,补给条件和水质比较复杂
	复杂	埋藏较深的多层含水层,岩性和厚度变化较大,补给条件不易搞清,水质复杂或咸水、淡水相间,施工后易与咸水层或海水发生水力联系
岩溶水	简单	地质构造简单,可溶岩裸露或半裸露,岩溶发育比较均匀,补给边界简单
	中等	地质构造比较复杂,可溶岩埋藏较浅(一般小于 20m),岩溶发育不均匀,补给边界较复杂
	复杂	地质构造复杂,可溶岩埋藏较深,岩溶发育极不均匀,补给边界复杂
裂隙水	简单	含水层比较稳定,补给条件及水质较好,埋藏条件比较简单,一般为层间水(潜水或承压水)或强烈风化带潜水
	中等	含水层不稳定,地质构造、补给条件及水质比较复杂,一般为深埋的断续分布的多层层间承压水或断裂带脉状水
	复杂	地质构造复杂,含水层分布极不均匀,一般为构造裂隙水或断裂带脉状水

4.2 遥感图像水文地质解译

4.2.1 铁路的水文地质勘察应充分利用遥感图像解译成果,宏观地查明水文地质条件,提供所需资料。

4.2.2 水文地质遥感工作的程序应包括:准备工作、初步解译、外业验证调查与复核解译、最终解译与资料整理。

4.2.3 在水文地质条件复杂的地区,宜采用多片种、多层次的遥感图像水文地质解译,必要时应进行计算机图像处理。

4.2.4 遥感图像水文地质解译,宜包括下列内容:

- 1 判明地质构造基本轮廓和新构造运动形迹及其富水的可能性;
- 2 划分地貌单元,判定其形态及其与地下水分布的关系;
- 3 判明水系分布范围、形态分类及发育特征,圈定古河道及相对富水地段;
- 4 判明大型泉水点、泉群、地下水溢出带的位置和范围,地下水富水地段,地貌、岩性、构造与地下水的关系,分析地下水补给、径流、排泄条件;

- 5 判明可溶岩的分布、岩溶发育程度及岩溶形态；
- 6 进行水文地质概略分区；
- 7 解译特长、长隧道主要地层和岩性分界线、断层与隧道的关系、断层破碎带宽度。

4.2.5 遥感图像水文地质解译应提供解译报告和成果，图件比例应按照相应水文地质图件编制。

4.3 地貌、地质调查

4.3.1 地貌调查应包括下列内容：

- 1 分析地形地貌和植被与地下水埋藏、补给、径流和排泄的关系；
- 2 分析科里奥利效应和新构造运动对地形、地貌和松散含水层建造的影响；
- 3 划分各地貌单元的界线。

4.3.2 地层调查应包括下列内容：

- 1 调查地层的成因、时代、层序及接触关系；
- 2 测定岩层的产状、厚度及分布范围；
- 3 调查地层的岩性、透水性、富水性及其变化规律；
- 4 调查可供开采的含水地层的分布及赋水情况。

4.3.3 地质构造调查应包括下列内容：

- 1 调查褶皱轴的延伸和倾伏方向，查明两翼的产状、节理发育特征及其富水段的位置；
- 2 调查节理裂隙、断层的力学性质、类型、产状、节理裂隙发育程度或断层带破碎程度、断层破碎带宽度、充填物性质、胶结情况、透水性和富水性；
- 3 调查新构造运动的特征及其对地貌和水文地质条件的影响。

4.4 地表水和地下水露头调查

4.4.1 地表水调查，应包括下列内容：

- 1 地表水（河流、湖泊、水库、堰塘等）的洪水位、枯水位、流量（容量）、水质、水温、浑浊、冰冻、渗漏等；
- 2 当前利用情况和未来规划情况；
- 3 地表水与地下水的水力联系，地表水特别是水库水对隧道等工程渗漏的可能性。

4.4.2 地下水天然露头调查，应包括下列内容：

1 地质成因、水力特性、补给条件、流量、水质、水温、气体及沉淀物性质，以及与工程有关的水力联系；

2 水量、水质的动态变化，当前利用情况和未来规划；

3 对与工程有关的露头，应进行长期观测；

4 对岩溶地区、基岩地区和松散层地区的地下水露头群，应查明与工程有关的水力联系，必要时应进行连通试验；

5 调查地下水露头与地质构造、地表水和铁路工程的关系。

4.4.3 地下水人工露头调查，应包括下列内容：

1 地下水人工露头的类型、结构、地层剖面、出水量、静止水位、动水位、水质、水温等及其动态变化；

2 取水、排水等构筑物的修建年代、用途和运转情况；

3 对与工程有关的取水、排水等构筑物，必要时进行水量查定；

4 取水、排水等构筑物对工程设置危害的可能性；

5 取水、排水等构筑物运转期间对周边环境的影响。

4.5 水质调查分析

4.5.1 根据勘察目的和沿线水文地质单元，应对代表性的地表水、地下水及其露头采取水样，进行水质分析。

4.5.2 铁路供水水质调查，应根据供水站、点的分布和沿线水文地质、地貌单元类型，取代表性水质分析水样。了解区域水质情况宜进行水质简分析，对比较方案宜进行水质一般分析，对拟采用方案宜进行水质全分析。

1 水质简分析，应包括 pH 值、氯根、硫酸根、碱度、钙镁离子浓度、溶解性固体 (DS)；

2 水质一般分析，应包括色度 (Co)、浊度 (Tu)、嗅、味、悬浮物固体 (SS)、pH 值、钾、钠、钙、镁、氯根、硫酸根、重碳酸根、碳酸根、溶解性固体 (蒸发残渣)、钙镁离子浓度、碳酸盐钙镁离子浓度、非碳酸盐钙镁离子浓度、钾钠碱度、碱度；

3 水质全分析，应符合国家现行《生活饮用水水源水质标准》(CJ3020) 的有关规定，见附录 A。

4.5.3 生产和工程用水的水质调查，应包括下列内容：

1 铁路混凝土与砌体工程用水的水质分析，应包括 pH 值、不溶物、可溶物、

氯化物、硫酸盐、硫化物；

2 其他生产用水，应按工业企业具体要求确定分析项目。

4.5.4 在有地方病和水质污染地区，应与当地卫生部门配合，根据疫情和污染的类型确定分析项目。

4.6 各类地区的调绘

4.6.1 山间河谷和冲洪积平原地区，应调绘下列内容：

- 1 古河床的分布和多种成因沉积物的叠置情况；
- 2 阶地的表面形态、地质结构和含水层三维方向的变化情况。

4.6.2 冲洪积扇地区，应调绘下列内容：

- 1 冲洪积扇的分布范围、扇轴的位置、走向和变迁情况；
- 2 冲洪积扇的地下水补给、径流及溢出带分布情况；
- 3 冲洪积扇不同部位的地下水位深度，由潜水过渡到承压水区以及自流水区的界线，溢出带泉群流量。

4.6.3 滨海平原、河口三角洲和沿海岛屿地区，应调绘下列内容：

- 1 海水入浸范围、咸水与淡水的分界面及其变化规律；
- 2 淡水层（或透镜体）分布范围、厚度、水位及动态变化；
- 3 咸水区中淡水泉的成因、补给来源、出露条件、水质和水量；
- 4 潮汐对地下水动态的影响。

4.6.4 黄土地区，应调绘下列内容：

- 1 黄土地区河谷分布情况，汇水面积，谷内冲积层厚度，含水层厚度、岩性，河流流量、水质和季节性变化；
- 2 黄土地区下部粉细砂和砂姜石层含水的可能性；
- 3 黄土地区下部基岩类别、岩性、裂隙发育程度、透水性、富水性和可开采性。

4.6.5 风沙地区，应调绘下列内容：

- 1 裸露的古河道、被沙丘掩埋的古河道以及潜蚀洼地含地下水的可能性；
- 2 微地貌（沙丘、草滩、湖岸、天然堤等）的分布及其与地下淡水的分布关系；
- 3 喜水植物分布区与地下淡水的分布关系；
- 4 被风沙掩盖的下部基岩含水的可能性。

4.6.6 干旱基岩丘陵山区，应调绘下列内容：

- 1 盐沼、草地的分布规律，面积和厚度；
- 2 洪流沟分布的长度、沿途经过的断层带、不同岩性接触带及可溶岩地段等；
- 3 洪流沟每年发生的洪水次数、每次的延续时间及其流量；
- 4 丘陵地区、低矮山区等汇水面积较小河流（含干沟）的冲积层；
- 5 上述地段含地下水的可能性。

4.6.7 多年冻土地区，应调绘下列内容：

- 1 片状多年冻土和岛状多年冻土分布范围及特征；
- 2 冰椎、冻胀丘分布规律及其与地下水的关系；
- 3 沼泽湿地的成因、分布规律及其与地下水的关系；
- 4 融区的类型、成因、分布范围及其稳定变化情况，融区与地表水、地质构造的关系，含水层特性，水质、水量及其变化情况；
- 5 多年冻土地区的地下水类型、分布规律及其特征，含水层特性，水质水量及其变化情况，可按表 4.6.7 划分。

表 4.6.7 多年冻土地区地下水类型

水 文 地质区	地下水类型		分布与埋藏特征
多年冻土区地下水	冻结层上水	松散岩类冻结层上水	分布于松散岩类季节融化层,埋藏在多年冻土层之上
		基岩类冻结层上水	分布于基岩风化带中,埋藏于季节融化层中,受冻土上限控制
	冻结层下水	松散岩类冻结层下水	分布于松散岩类含水层中,埋藏在多年冻土层下
		基岩类冻结层下水	分布在基岩裂隙中,埋藏在多年冻土层下,受冻土下限控制
	融区地下水	河湖融区地下水	分布在河湖边周围,埋藏受河湖大小及地层影响
		断裂带融区地下水	分布在断裂带两侧,埋藏受断裂深度及水温影响

4.6.8 碎屑岩地区，应调绘下列内容：

- 1 风化带深度及蓄水构造；
- 2 向斜或单斜的蓄水构造、褶皱轴部的蓄水构造；
- 3 断层破碎带的蓄水构造；
- 4 岩脉或侵入体接触带处的蓄水构造；
- 5 裂隙集中发育带的蓄水构造。

4.6.9 可溶岩地区，应调绘下列内容：

- 1 同碎屑岩地区主要调查内容；
- 2 岩溶的类型及其特征；
- 3 微地貌（岩溶漏斗、竖井和洼地等）和岩溶泉与地下水分布的关系；
- 4 构造、岩性、地下水径流和地表水文网等因素与岩溶发育的关系；
- 5 被隔水层圈闭的阻水型蓄水构造。

4.6.10 岩浆岩和变质岩地区，应调绘下列内容：

- 1 风化带的发育深度、分布范围和含水性；
- 2 构造破碎带的宽度、深度及含水性或隔水性；
- 3 不同岩性接触带处裂隙发育情况和含水可能性；
- 4 玄武岩的柱状节理和孔洞发育情况及其含水可能性。

5 水文地质物探

5.1 一般规定

5.1.1 水文地质物探应在水文地质调绘的基础上，开展综合物探工作，为合理布置勘探孔提供依据。

5.1.2 物探的工作内容、方法应根据地质体的物性差异、工程所在地的水文地质条件和勘察目的，合理选择。

5.1.3 水文地质物探的成果资料，应结合工程场地的地质、水文地质条件和勘探资料进行综合解释，并对水文地质情况做出评价。

5.1.4 水文地质物探应具备下列基本条件：

- 1 被探测体与围岩有较明显的物性差异；
- 2 被探测体的体积相对于其埋藏深度具有一定的规模；
- 3 被探测体所引起的异常值，应有足够的显示；
- 4 较宽阔平坦的场地。

- 5.1.5 物探测线的布置宜垂直于被探测物的走向。
- 5.1.6 物探测线的密度，应保证在每个探测目的物异常范围内不少于 3 个点。

5.2 工作内容及应交资料

5.2.1 采用地面物探方法可解决下列水文地质问题：

- 1 隐伏的古河床和被掩埋的古冲积洪积扇；
- 2 基岩风化带厚度和断层破碎带、裂隙带、不同岩性接触带的位置、埋藏深度、宽度和充填情况；
- 3 地下水的埋藏深度、地下水的流向；
- 4 地下水的矿化度、咸水、淡水在垂直方向的分界深度和在平面上的分布范围；
- 5 裸露型岩溶区的岩溶洞穴带埋藏深度、覆盖型岩溶区的覆盖层厚度等；
- 6 多年冻土的上限和下限的埋藏深度；
- 7 含水层的埋藏深度和厚度；
- 8 环境水文地质评价。

5.2.2 采用物探测井方法可探查下列内容：

- 1 地下水的稳定水位、流向和含水层的渗透系数、渗透速度；
- 2 含水层渗透性的最佳位置；
- 3 孔径、孔温和孔斜等；
- 4 划分钻孔地质物性断面。

5.2.3 物探成果资料，应包括下列内容：

- 1 物探工作报告；
- 2 物探平面布置图；
- 3 物探工作成果图；
- 4 测井曲线图。

6 水文地质钻探

6.1 一般规定

- 6.1.1 水文地质勘探试验孔，应在水文地质调绘和物探工作的基础上进行布置。
- 6.1.2 布置的勘探试验孔，应查明地质和水文地质条件，取得水文地质参数和评价地下水水质、水量方面所需资料。

6.1.3 水文地质勘探试验孔的深度，应符合设计要求。

6.1.4 深度大于或等于 100m 的勘探试验孔，其钻孔结构、钻进及试验方法，应进行专门设计。

6.2 勘探试验孔

6.2.1 水文地质勘探试验孔，当需要查明各含水层（带）的水位、水质、水温、透水性或隔离水质较劣的含水层时，应分别进行止水工作，并分层进行水文地质试验。

6.2.2 水文地质勘探试验孔应保持垂直，在 100m 深度内其孔斜度不宜大于 1.5° ，深度大于 100m 时随孔深递增计算。

6.2.3 水文地质勘探试验孔，在钻进中使用的冲洗介质，应符合下列规定：

- 1 供水水源在基岩层中钻进时，宜采用清水钻进方法；
- 2 在松散层中钻进时，可采用水压或泥浆护壁钻进方法，但在下过滤器前，应将孔内的稠泥浆逐步换为稀泥浆；
- 3 当采用泥浆钻进方法时，泥浆的质量，应符合国家现行规范的有关规定；
- 4 在钻进有意义的含水层时，严禁采用黏土块直接代替泥浆。

6.2.4 水文地质勘探试验孔，在钻探过程中采取的土样、岩样，应符合下列规定：

- 1 土样应能代表原有地层的颗粒组成。
- 2 用于鉴别地层的土样，非含水层宜每 3~5m 取 1 个；含水层宜每 2~3m 取 1 个，变层时，应加取 1 个。
- 3 颗粒分析用的土样，宜每 4~6m 取 1 个；当含水层厚度小于 4m 时，应取 1 个。
- 4 每个样品的质量，应符合下列规定：
 - 1) 砂不小于 1kg；
 - 2) 圆砾（角砾）土不小于 3kg；
 - 3) 卵石（碎石）土不小于 5kg。
- 5 基岩岩芯的采取率，应符合下列规定：
 - 1) 完整地层不小于 70%；
 - 2) 构造破碎带、风化带、岩溶带不小于 30%。
- 6 当有测井和井下电视配合工作时，鉴别地层的土样、岩样的数量，可适当减少。

6.2.5 土样和岩样（岩芯）的描述内容，应符合表 6.2.5 的规定。

表 6.2.5 土样和岩样（岩芯）的描述内容

类 别	描 述 内 容
碎石类土	名称、岩性成分、磨圆度、分选性、粒度、胶结情况和充填物（砂、黏性土的含量）
砂类土	名称、颜色、矿物成分、粒度、分选性、胶结情况和包含物（黏性土、动植物残骸、卵砾石等的含量）
粉 土	颜色、湿度、有机物含量、包含物
黏性土	名称、颜色、湿度、有机物含量、可塑性和包含物
岩 石	名称、颜色、矿物成分、结构、构造、胶结物、化石、岩脉、包裹物

6.3 试验孔过滤器

6.3.1 水文地质勘探试验孔的过滤器，应符合下列规定：

- 1 在松散层中，宜采用包网、缠丝或填砾过滤器，并符合下列要求：
 - 1) 过滤管的平均孔隙率不得小于 15%；
 - 2) 非填砾的包网过滤器的网眼尺寸和非填砾的缠丝过滤器的缠丝间隙尺寸，应根据含水层的颗粒分析资料确定；
 - 3) 当采用填砾过滤器时，滤料应选择磨圆度较好的天然砂砾充填，填砾的粒径和厚度应符合国家现行规范的有关规定。
- 2 在基岩中，当裂隙稳定或溶洞中充填物较少时，可不设置过滤器。

6.3.2 供水水文地质勘探试验孔过滤器的过滤管，应符合下列规定：

- 1 在松散层内，当用水量大于或等于 5000m³/d 时，过滤管直径不宜小于 200mm；当用水量小于 5000m³/d 时，过滤管直径不宜小于 127mm；
- 2 在基岩内，其直径不宜小于 127mm。

6.3.3 供水水文地质勘探试验孔过滤器的长度，应符合下列规定：

- 1 当含水层的厚度小于 30m 时，可与含水层厚度一致；
 - 2 当含水层的厚度大于 30m 时，可采用 20~30m；
 - 3 当松散含水层的渗透性较差或为基岩时，其长度可适当增加。
- 6.3.4 供水水文地质勘探试验孔应选用有效方法及时进行洗孔，并符合下列规定：
- 1 对采用泥浆护壁的钻孔，应采用化学分散剂等联合方法；
 - 2 给水站勘探试验孔洗孔标准应满足洗孔后通过两次简易抽水试验对比验证，

同降深的单孔出水量增大不超过 5%，或洗孔结束前的含砂量不大于 1/20000（体积比）的要求。

7 水文地质试验

7.1 一般规定

7.1.1 水文地质试验，应根据水文地质条件和工程目的及场地条件，选用抽水、压水、注水和提水试验等方法。

7.1.2 工程水文地质试验应根据水量、水位，选择合适的试验方法，有条件时应以抽水试验为主。

7.1.3 在进行水文地质试验时，应采取代表性水样进行水质分析。采取的水样，除应满足质量和数量要求外，尚应符合下列规定：

- 1 提水试验和抽水试验，应在试验临近结束前采取水样；
- 2 压水试验和注水试验，应在洗清钻孔后、试验开始前采取水样。

7.1.4 抽水试验的观测孔布置，应根据试验目的和计算公式的要求确定，并符合下列规定：

- 1 以抽水孔为原点，布置 1~2 条观测线。
- 2 当布置 1 条观测线时，宜垂直地下水流向；布置 2 条观测线时，另一条宜平行地下水流向。
- 3 每条观测线上的观测孔，一般为 3 个。
- 4 距抽水孔最近的第一个观测孔，应避开三维流的影响，其距离不宜小于含水层的厚度；最远的观测孔距第一个观测孔的距离不宜太远，并应保证在试验过程中各观测孔内有一定的水位降深值。
- 5 各观测孔的过滤器长度宜相等，并安置在同一含水层和同一深度上。

7.1.5 抽水试验前和抽水试验过程中，应同步测量抽水孔和观测孔、点的静止水位和动水位。

当采用小口径测水管测量动水位时，测水管底端应安装侧压头。

7.1.6 抽水试验过程中，每次水位下降结束后，应测量钻孔内的沉淀深度。

7.1.7 抽水试验时，必须采取措施防止抽出的水排泄在抽水影响范围内，回渗到含水层中。

7.1.8 抽水试验过程中，动水位的观测应符合下列规定：

- 1 采用同一方法和同一类工具；
- 2 抽水孔的动水位读到厘米，观测孔的动水位读到毫米。

7.1.9 抽水试验过程中，出水量的测量，应符合下列规定：

- 1 当采用堰箱或孔板流量计时，水位测量应读到毫米；
- 2 当采用容积法时，量桶充满水的时间不宜少于 15s，读数准确到 0.1s；
- 3 当采用水表时，读数准确到 0.001m^3 。

7.1.10 抽水试验每次停泵后的水位恢复，宜按第 1、2、3、4、6、8、10、15、20、25、30、40、50、60、80、100、120min 进行观测，以后可每隔 30min 观测一次。

7.2 稳定流抽水试验

7.2.1 稳定流抽水试验的水位降深次数，应根据工程目的确定，一般进行 3 次，并符合下列规定：

- 1 水位降深的最大值，当潜水时宜接近含水层厚度（完整孔）或过滤器长度（非完整孔）的 $1/2$ 深度处；承压含水层最大降深值不宜低于含水层顶板；
- 2 其余两次水位降深值，宜分别为最大降深值的 $1/3$ 和 $2/3$ ；
- 3 各次试验的水泵进水口位置应相同；
- 4 当勘探孔的出水量较小或试验时出水量已达到极限时，水位降深次数可适当减少，但不得少于 2 次。

7.2.2 抽水试验的稳定，应符合下列规定：

- 1 在抽水稳定延续时间内，出水量和动水位与时间关系曲线只在一定的范围内波动，且没有持续上升或下降的趋势；
- 2 当水位降深小于 10m，用压风机抽水时，抽水孔动水位波动值不得超过 10~20cm；用离心泵、深井泵等抽水时，动水位波动值不得超过 5cm；
- 3 一般情况下不应超过平均水位降深值的 1%，出水量波动值不应超过平均出水量的 3%。

7.2.3 抽水试验的稳定延续时间，宜符合下列规定：

- 1 卵石、圆砾、砾砂和粗砂含水层为 8h；
- 2 中砂、细砂和粉砂含水层为 16h；
- 3 基岩含水层为 24h；
- 4 根据含水层类型、已有抽水试验资料、补给条件、水质情况和试验目的等，

稳定延续时间可适当调整。

7.2.4 抽水试验时，动水位和出水量的同步观测时间，宜在抽水开始后的第 5、10、15、20、25、30min 各测一次，以后每隔 30min 或 60min 测一次。

水温 and 气温，宜每隔 2~4h 同步观测一次。

7.3 非稳定流抽水试验

7.3.1 抽水孔的出水量应保持常量，其变化幅度不大于 3%。

7.3.2 抽水试验的延续时间，应按水位降深 (s) 与时间 (t) 的关系曲线确定，并符合下列要求：

1 当 s (或 Δh^2) - $\lg t$ 关系曲线有拐点时，则延续时间宜至拐点后的线段趋于水平为止。

2 当 s (或 Δh^2) - $\lg t$ 关系曲线无拐点时，则延续时间宜根据试验目的确定。

3 在承压含水层中抽水时，采用 $s - \lg t$ 关系曲线；在潜水含水层中抽水时，采用 $\Delta h^2 - \lg t$ 关系曲线。

4 当有观测孔时，应采用最远观测孔的 s (或 Δh^2) - $\lg t$ 关系曲线。

7.3.3 抽水试验时，对动水位和出水量的观测，应同步进行。其观测时间宜按开始后的第 1、2、3、4、6、8、10、15、20、25、30、40、50、60、80、100、120min 进行观测，以后可每隔 30min 观测一次。

7.4 压水试验

7.4.1 压水试验宜采用自上而下的分段压水方法。当钻孔钻进中发现冲洗介质突然消失或消耗量急剧增大时，应停钻进行压水试验。

7.4.2 试验段应符合下列规定：

1 试验段长度一般宜采用 5m，透水性较强的岩层和特殊孔段，宜根据具体情况确定，但不得超过 16m。

2 同一试验段不宜跨越透水性相差悬殊的几种岩层。

3 相邻试验段之间应相互衔接，少量重叠，不得漏段。当栓塞止水无效时，应将栓塞向上移动，但不宜超过上一试验段栓塞的位置。

4 在同一工程中，试验段长度宜保持一致。

7.4.3 压力阶段与压力值的确定，应符合下列规定：

1 压水试验宜采用三个压力阶段。

2 压水试验的总压力值应与设计水头大体相当。当设计水头低于 30m 时，宜

采用 30m 垂直水柱的压力；当试验段漏水量过大而达不到预定压力时，可按实际能达到的最大压力值进行试验。各孔段试验压力值宜一致。

3 压水试验的总压力值即作用于试验段的实际平均压力，宜采用测压仪测定。无测压仪时，可按下列式计算：

$$P = P_b + P_z - P_s \quad (7.4.3)$$

式中 P ——试验段的实际平均压力 (MPa)；

P_b ——压力表压力 (MPa)；

P_z ——压力表中心至压力计算零线的水柱垂直压力 (MPa)；

P_s ——压力损失 (MPa)。

4 压力计算零线的确定，应符合下列规定：

1) 地下水位在试验段以下时，以通过试验段 1/2 处的水平线作为压力计算零线；

2) 地下水位在试验段以内时，以通过地下水位以上试验段 1/2 处的水平线作为压力计算零线；

3) 地下水位在试验段以上，且属于试验段所在的含水层时，以地下水位线作为压力计算零线。

5 倾斜钻孔的水柱压力应进行换算。

6 同一工程中试验总压力值宜一致。

7.4.4 压水试验应符合下列规定：

1 压水试验前，应进行不少于 20min 的试验性压水，其压力应为压水试验时的压力值。

2 压水试验中试验压力应保持稳定。

3 压水试验中，每 10min 应观测一次压入流量；每一压力阶段在流量达到稳定后延续 1.5~2.0h 即可结束；试验结束后绘制 $Q-s$ 关系曲线，并及时检查压水试验的偏差。

4 压水试验过程中，压入的水应采用水质较好的清水。

5 压水试验过程中，应在流量观测的同时测定管外水位的变化，当发现异常时，及时检查分析原因，并立即采取措施。

6 压水试验过程中，应对周边可能受到影响的坑、孔、井、泉以及沿裂隙渗出地表的水等情况进行观测。

7.4.5 压水试验的单位吸水量，可按下式计算：

$$\omega = \frac{Q}{L \cdot P} \quad (7.4.5)$$

式中 ω ——单位吸水量 [L/ (min · m²)];

Q ——钻孔压水的稳定流量 (L/min);

P ——试验段压水时所加的总压力 (MPa) (MPa 换算为水柱高度 m);

L ——试验段长度 (m)。

7.5 注水试验

7.5.1 注水试验宜采用钻孔常水头注水法。当采用钻孔降水头注水试验时，应按现行《注水试验规程》(YS 5214) 的有关规定执行。

7.5.2 常水头注水试验的方法与步骤，应符合下列规定：

1 注水前应测定孔内的静止水位。

2 用流量箱连续向孔内注入清水，使管内水位升高到设计的高度后，应控制注水量，使水头、水量保持稳定。

3 注水开始后，第 1、2、3、4、5、10、15、20、25、30min 同时观测一次水位、水量，以后每隔 30min 观测一次，至稳定后再延续 2~4h 即可结束。

4 注水试验结束后应立即观测钻孔中的水位下降，其时间间隔与注水试验相同，直至水位下降到静止水位为止；当水位下降缓慢到距静止水位 5~10cm 时，可停止观测。

5 注水试验应进行 3 次水位升高，每次水位升高宜采用 2、4、6m 或更大，间距不宜小于 1m。

6 注水量允许偏差为 $(Q_{\max} - Q_{\min}) / Q_{cp} < 10\%$ ；水头允许波动幅度为 $\pm 1\text{cm}$ 。

7.6 提水试验

7.6.1 铁路工程钻孔提水试验可采用定水位降深法（定动水位法）或定流量法。

7.6.2 提水试验前，应根据含水层位置、钻孔孔壁稳定情况，下适当的过滤管，及时彻底地洗孔，并排出孔底的沉淀物。

7.6.3 钻孔提水试验，应符合下列规定：

1 单位时间内，提水次数应均匀，提出的水量大致相等，并达到水位、水量相对稳定；

2 水位和水量每隔 30min 测定一次，并计算出水量，出水量波动范围在 $\pm$

10%, 水位波动范围在 10~20cm 时, 即为稳定;

3 提水试验的延续时间, 应在水位、水量相对稳定后再提水 4h 即可结束。

7.6.4 提水试验结束后应进行水位恢复观测, 观测的时间应符合本规程第 7.1.10 条的规定。

8 水文地质参数计算

8.1 一般规定

8.1.1 水文地质参数的计算, 应在分析工程地区水文地质条件的基础上, 合理地选用公式。

8.1.2 潜水孔的参数计算, 当采用观测孔资料时, 其使用范围应限制在抽水孔水位下降漏斗坡度小于 1/4 处。

8.2 渗透系数

8.2.1 当采用单孔稳定流抽水试验, 利用抽水孔水位下降资料计算渗透系数时, 可采用下列公式:

1 当 $Q-s$ (或 Δh^2) 关系曲线呈直线时

1) 承压水完整孔

$$K = \frac{Q}{2\pi s M} \lg \frac{R_y}{r} \quad (8.2.1-1)$$

2) 承压水非完整孔

当 $M > 150r$, $L/M > 0.1$ 时

$$K = \frac{Q}{2\pi s M} \left[\ln \frac{R_y}{r} + \frac{M-L}{L} \ln \frac{1.12M}{\pi r} \right] \quad (8.2.1-2)$$

当过滤器位于含水层的顶部或底部时

$$K = \frac{Q}{2\pi s M} \left[\ln \frac{R_y}{r} + \frac{M-L}{L} \ln \left(1 + 0.2 \frac{M}{r} \right) \right] \quad (8.2.1-3)$$

3) 潜水完整孔

$$K = \frac{Q}{\pi (H^2 - h^2)} \ln \frac{R_y}{r} \quad (8.2.1-4)$$

4) 潜水非完整孔

当 $\bar{h} > 150r$, $L/\bar{h} > 0.1$ 时

$$K = \frac{Q}{\pi (H^2 - h^2)} \left(\ln \frac{R_y}{r} + \frac{\bar{h}-L}{L} \ln \frac{1.12\bar{h}}{\pi r} \right) \quad (8.2.1-5)$$

当过滤器位于含水层的顶部或底部时

$$K = \frac{Q}{\pi (H^2 - h^2)} \left[\ln \frac{R_y}{r} + \frac{\bar{h} - L}{L} \ln \left(1 + 0.2 \frac{\bar{h}}{r} \right) \right] \quad (8.2.1-6)$$

式中 K ——渗透系数 (m/d);

Q ——出水量 (m^3/d);

s ——水位下降值 (m);

M ——承压水含水层厚度 (m);

H ——自然状况下潜水含水层厚度 (m);

$\bar{h}$ ——潜水含水层和抽水试验时的厚度的平均值 (m);

h ——潜水含水层在抽水试验时的厚度 (m);

L ——过滤器长度 (m);

r ——过滤器半径 (m);

R_y ——引用补给半径 (或称裘布依半径、含水层半径) (m)。

2 当 $Q-s$ (或 Δh^2) 关系曲线呈曲线时, 可采用插值法得出 $Q-s$ 代数多项式, 即

$$s = \alpha_1 Q + \alpha_2 Q^2 + \cdots + \alpha_n Q^n \quad (8.2.1-7)$$

式中 $\alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_n$ ——待定系数。

注: α_1 宜按均差表求得后, 可相应地将式 (8.2.1-1)、式 (8.2.1-2)、式 (8.2.1-3) 中的 Q/s 和式 (8.2.1-4)、式 (8.2.1-5)、式 (8.2.1-6) 中的 $Q/(H^2 - h^2)$ 以 $1/\alpha_1$ 代换, 分别进行计算。

3 当 s/Q (或 $\Delta h^2/Q$) — Q 关系曲线呈直线时, 可采用作图截距法求出 α_1 后, 按本条第 2 款进行计算。

8.2.2 当采用单孔稳定流抽水试验, 利用观测孔中的水位下降资料计算渗透系数时, 观测孔中的 s (或 Δh^2) 值在 s (或 Δh^2) — $\lg r$ 关系曲线上能连成直线, 可采用下列公式计算:

1 承压水完整孔

$$K = \frac{Q}{2\pi M (s_1 - s_2)} \ln \frac{r_2}{r_1} \quad (8.2.2-1)$$

2 潜水完整孔

$$K = \frac{Q}{\pi (\Delta h_1^2 - \Delta h_2^2)} \ln \frac{r_2}{r_1} \quad (8.2.2-2)$$

式中 s_1, s_2 ——在 $s-\lg r$ 关系曲线上的直线段上任意两点的纵坐标值 (m);

$\Delta h_1^2, \Delta h_2^2$ ——在 $\Delta h^2-\lg r$ 关系曲线上的直线段上任意两点的纵坐标值 (m^2);

r_1, r_2 ——在 $s(\Delta h^2)-\lg r$ 关系曲线上纵坐标为 s_1, s_2 (或 $\Delta h_1^2, \Delta h_2^2$) 的两点至抽水孔的距离 (m)。

8.2.3 当采用单孔非稳定流抽水试验, 在没有越流补给的条件下, 利用抽水孔或观测孔中的水位下降资料计算渗透系数时, 可采用下列公式:

1 配线法

1) 承压水完整孔

$$K = \frac{0.08Q}{Ms} W(u) \quad (8.2.3-1)$$

$$u = \frac{S}{4KM} \cdot \frac{r^2}{t} \quad (8.2.3-2)$$

2) 潜水完整孔

$$K = \frac{0.159Q}{\Delta h^2} W(u) \quad (8.2.3-3)$$

$$u = \frac{\mu}{4KH} \cdot \frac{r^2}{t} \quad (8.2.3-4)$$

或

$$K = \frac{0.08Q}{hs} W(u) \quad (8.2.3-5)$$

$$u = \frac{\mu}{4Kh} \cdot \frac{r^2}{t} \quad (8.2.3-6)$$

式中 $W(u)$ ——井函数;

S ——承压含水层的释水系数;

μ ——潜水含水层的给水度。

2 直线法

当 $\frac{r^2 S}{4KMt}$ (或 $\frac{r^2 \mu}{4Kht}$) < 0.01 时, 可采用本规程式 (8.2.2—1)、式 (8.2.2—2)

或下列公式计算:

1) 承压水完整孔

$$K = \frac{Q}{4\pi M (s_2 - s_1)} \ln \frac{t_2}{t_1} \quad (8.2.3-7)$$

2) 潜水完整孔

$$K = \frac{Q}{2\pi (\Delta h_2^2 - \Delta h_1^2)} \ln \frac{t_2}{t_1} \quad (8.2.3-8)$$

式中 s_1, s_2 ——观测孔或抽水孔在 $s-\lg t$ 关系曲线上的直线段上任意两点的纵坐标值 (m);

$\Delta h_1^2, \Delta h_2^2$ ——观测孔或抽水孔在 $\Delta h^2-\lg t$ 关系曲线上的直线段上任意两点的纵坐标值 (m^2);

t_1, t_2 ——在 s (或 Δh^2) $-\lg t$ 关系曲线上纵坐标为 s_1, s_2 (或 $\Delta h_1^2, \Delta h_2^2$) 两点的相应时间 (min)。

8.2.4 当采用单孔非稳定流抽水试验, 在有越流补给 (不考虑弱透水层水的释放) 的条件下, 利用 $s-\lg t$ 关系曲线上拐点处的斜率计算渗透系数时, 可采用下列公式:

$$K = \frac{2.3Q}{4\pi \cdot M \cdot m_i \cdot e^{r/B}} \quad (8.2.4)$$

式中 r ——观测孔至抽水孔的距离 (m);

B ——越流参数;

m_i —— $s-\lg t$ 关系曲线上拐点处的斜率。

注: 1 拐点处的斜率, 应根据抽水孔或观测孔中的稳定最大下降值的 $1/2$ 确定曲线拐点处的水位下降值和拐点位置, 再通过拐点作切线, 计算拐点处的斜率;

2 越流参数, 应根据 $e^{r/B} \cdot K_0^{r/B} = 2.3 (s_i/m_i)$, 从函数表中查出相应的 r/B , 然后确定越流参数 B 。

8.2.5 稳定流抽水试验或非稳定流抽水试验, 当利用停抽后 (抽水孔或观测孔) 的水位恢复资料计算渗透系数时, 可采用下列公式:

1 抽水试验停抽前, 当动水位已稳定, 可采用本规程式 (8.2.4) 计算, 式中的 m_i 值应采用恢复水位的 $s-\lg (1+t_K/t_T)$ 曲线上拐点的斜率。

2 抽水试验停抽前, 当动水位没有稳定, 仍呈直线下降时, 可采用下列公式:

1) 承压水完整孔

$$K = \frac{Q}{4\pi M s} \ln \left(1 + \frac{t_K}{t_T} \right) \quad (8.2.5-1)$$

2) 潜水完整孔

$$K = \frac{Q}{2\pi (H^2 - h^2)} \ln \left(1 + \frac{t_K}{t_T} \right) \quad (8.2.5-2)$$

式中 t_K ——抽水开始到停止的时间 (min);

t_K ——抽水停止后算起的恢复时间 (min);

s ——水位恢复时的剩余下降值 (m);

h ——水位恢复时的潜水含水层的厚度 (m)。

注: 1 用观测孔资料时, 应符合 $\frac{r^2 S}{4KMt_K}$ (或 $\frac{r^2 \mu}{4Kh t_K}$) < 0.01 的要求;

2 如恢复水位曲线直线段的延长线不通过原点时, 应分析其原因, 必要时应进行修正。

8.2.6 当在第四系松散层中采用单孔稳定流抽水试验, 利用抽水孔水位下降资料计算渗透系数时, 可采用下列经验公式:

1 潜水含水层完整孔

$$K = \frac{1.3q}{H} \quad (8.2.6-1)$$

2 承压水含水层完整孔

$$K = \frac{1.3q}{M} \quad (8.2.6-2)$$

3 单位降深出水量 q

$$q = aQ + bQ^2 \quad (8.2.6-3)$$

式中 K ——渗透系数 (m/d);

q ——当水位下降值 $s=1\text{m}$ 时的出水量 [$\text{m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})$];

M ——承压水含水层厚度 (m);

H ——自然状况下潜水含水层厚度 (m)。

注: 当允许有少许误差时, 亦可适用于非完整孔。

8.2.7 当利用压水或注水试验资料计算渗透系数时, 宜根据不同条件采用相应公式。

8.3 给水度和释水系数

8.3.1 潜水含水层的给水度和承压含水层的释水系数, 可利用单孔非稳定流抽水试验观测孔的水位降深资料确定, 也可采用单孔稳定流抽水试验或室内试验方法确定。

8.3.2 当采用稳定流抽水试验方法时，可按下式确定：

1 潜水含水层完整孔

$$\mu = \frac{Qt}{\pi \frac{y+h}{2} (x^2 - r^2)} \quad (8.3.2-1)$$

式中 μ ——潜水含水层给水度；

Q ——抽水稳定出水量 (m^3/d)；

t ——指示剂（荧光红、 NaCl 、 NH_4Cl 等）从观测孔投入到抽水孔出现经过的时间 (d)；

x ——抽水孔到观测孔距离 (m)；

r ——抽水孔半径 (m)；

y ——观测孔在抽水水位稳定时自含水层底板计起的厚度 (m)；

h ——抽水孔在抽水水位稳定时自含水层底板计起的厚度 (m)。

2 承压含水层完整孔

$$S = \frac{Qt}{\pi M (x^2 - r^2)} \quad (8.3.2-2)$$

式中 S ——承压含水层释水系数；

M ——承压含水层厚度 (m)；

其他符号意义同上。

注：1 当含水层均匀时设一个观测孔；

2 当松散含水层和岩质岩层不均匀时，沿地下水流向上游方向设一个观测孔，垂直地下水方向再设一个观测孔。

8.4 引用补给半径

8.4.1 当利用稳定流抽水试验观测孔中的水位下降资料计算引用补给半径时，可采用下列公式：

1 承压水完整孔

$$\lg R_y = \frac{s_1 \lg r_2 - s_2 \lg r_1}{s_1 - s_2} \quad (8.4.1-1)$$

2 潜水完整孔

$$\lg R_y = \frac{\Delta h_1^2 \lg r_2 - \Delta h_2^2 \lg r_1}{\Delta h_1^2 - \Delta h_2^2} \quad (8.4.1-2)$$

式中 R_y ——引用补给半径 (m)；

其他符号意义同上。

8.4.2 单孔稳定流抽水试验的引用补给半径也可按本规程第 8.2 节计算。

8.5 降水入渗系数

8.5.1 在平原地区，当利用降水过程前后的地下水水位观测资料计算潜水含水层的一次降水入渗系数时，可采用下列公式近似计算：

$$\alpha=\frac{\mu\left(h_{\max }-h \pm \Delta h \cdot t\right)}{X}$$

(8.5.1)

式中 α ——一次降水入渗系数；

μ ——含水层给水度；

$h_{\max}$ ——降水后观测孔中的最大水柱高度（m）；

h ——降水前观测孔中的水柱高度（m）；

Δh ——临近降水前，地下水水位的天然平均降（升）速（m/d）；

t ——从九变到 $h_{\max}$ 的时间（d）；

X —— t 日内降水总量（m）。

8.5.2 在平原、丘陵和山岭地区，当缺少试验资料时，可按表 8.5.2 近似确定含水层（体）的降水入渗系数。

表 8.5.2 降水入渗系数口经验数据

地层名称	α	地层名称	α
粉质黏土	0.01~0.02	较完整岩石	0.10~0.15
粉土	0.02~0.05	较破碎岩石	0.15~0.18
粉砂	0.05~0.08	破碎岩石	0.18~0.20
细砂	0.08~0.12	极破碎岩石	0.20~0.25
中砂	0.12~0.18	岩溶微弱发育	0.01~0.10
粗砂	0.18~0.24	岩溶弱发育	0.10~0.15
圆砾(夹砂)	0.24~0.30	岩溶中等发育	0.15~0.20
卵石(夹砂)	0.30~0.35	岩溶强烈发育	0.20~0.50
完整岩石	0.01~0.10		

9 供水水文地质勘察

9.1 一般规定

9.1.1 供水水文地质勘察工作，应充分搜集分析既有资料，进行现场踏勘，按阶段提出勘察任务书。每个勘察阶段工作结束后，应编写供水水文地质勘察报告。

9.1.2 供水水文地质勘察工作的内容和工作量，应根据水文地质条件的复杂程度、设计用水量的大小、勘察阶段及勘察区已进行工作的程度和拟开采的地下水资源环境评价等因素综合确定。

9.1.3 供水水文地质勘察，应按给水站、生活供水站（点）分别进行。提供取水构筑物出水量计算的水文地质参数，并进行水量和水质评价。

9.1.4 较大的给水站应根据场地水文地质条件运用综合勘探方法进行综合分析和评价。

9.2 调 绘

9.2.1 水文地质调绘，应符合下列规定：

1 水文地质调绘应在普遍调查的基础上，按水文地质单元进行，选择取水地段并进行详细调查和测绘。

2 水文地质调绘应填绘与勘察阶段相适应比例的水文地质图，图件比例应以相应的地形图或地质图为基础。当搜集不到相同比例尺的地质图时，应进行综合性的地质、水文地质测绘。绘制勘查区的有关水文地质图件，作为评价区域水文地质条件和选择供水水源方案的依据。

3 水文地质调绘应垂直岩层（岩体）和构造线走向；或顺河谷、沟谷、地貌形态变化显著和地下水露头较多的方向，或沿含水层和构造线走向布置。

9.2.2 水文地质测绘的观测点应符合下列规定：

1 观测点的数量，应根据填图的比例确定，以能反映勘察区的水文地质特征为准。

2 观测点宜选择在下列位置：

- 1) 地层界线、断层线、褶皱轴线、标志层、典型露头和岩性、岩相变化点；
- 2) 地貌分界线和特征地质点；
- 3) 井、泉、钻孔、矿井、地面塌陷、岩溶水点和地表水体等。

3 填写井、泉调查表和地质、水文地质观测点表。

9.2.3 各类型水源地，除查明一般水文地质条件外，尚应根据各自的特点，有针对性地查明相应的专门水文地质问题。

9.2.4 山间河谷地区傍河取水，当含水层渗透性较弱、补给条件较差时，可按设

计人工含水层进行调绘。

9.2.5 可溶岩地区水文地质调绘，应包括下列内容：

1 裸露型岩溶区

1) 碳酸盐岩与非碳酸盐岩的界线和分布范围，在空间位置的组合关系对岩溶发育的影响，大致确定地下分水岭的位置；

2) 不同性质的断裂对岩溶发育的控制作用，褶皱各部位的岩溶发育特征；

3) 岩溶管道、洞穴、溶孔的发育规律和充填情况，岩溶发育程度及其垂直分带；

4) 地下暗河、竖井、溶洞、深潭、季节性溢洪湖、落水洞、洼地、干谷、地下暗河出口及地表水消失和再现等现象；

5) 岩溶泉的形成条件和主要控制因素，确定其范围、流量；

6) 大型溶洞和地下暗河的分布及其大致轨迹；选择典型地段分别在不同季节进行连通试验，查明暗河连通情况和地下水的流向、流速、流量以及岩溶水在各通道之间、岩溶水与地表水之间的相互转化条件和补给关系。

2 覆盖型岩溶区和埋藏型岩溶区

1) 各种微地貌形态（串珠状岩溶洼地、封闭洼地、条形洼地、塌陷点等）的分布规律；

2) 覆盖层厚度及其岩性；下伏岩溶强烈发育带的分布、覆盖含水层与下伏岩溶含水层之间的水力联系；

3) 岩溶发育的主要层位、深度及其特征；地质构造与岩溶发育的关系；主要岩溶洞穴通道的空间分布位置、充填情况、岩溶水的富集规律与边界条件。

9.3 勘探试验

9.3.1 在松散层地区，供水水源孔的布置宜按照表 9.3.1 确定。

表 9.3.1 各类松散层地区勘探试验孔的位置

类 型	勘探试验孔的布置
山间盆地和冲积阶地	在傍河或在河床下取渗透水时,应结合拟建取水构筑物类型,布置在岸边稳定地段
冲洪积平原	垂直地下水流向布置
冲洪积扇	在地下水位埋藏深度合适地段垂直地下水流向布置
滨海平原	垂直海岸线布置,查明咸淡水分界线后再在上游(咸水不能入浸地段)垂直地下水流向地段布置
黄土地区	垂直或平行河谷布置,沿黄土塬中砂砾石层(或砂姜石层)延伸方向布置
沙漠地区	垂直、平行河流(含掩埋古河道)、潜蚀洼地布置,或垂直沙丘覆盖的冲积、湖积含水层中的地下水流向布置
多年冻土区	布置在冰椎、冻胀丘发育地段及河流、湖泊附近的融区地段。开采层下水和融区地下水时结合物探资料布置

9.3.2 在基岩地区,水文地质勘探试验孔的布置宜按照表 9.3.2 确定。

表 9.3.2 基岩地区勘探试验孔的布置

类 型	勘探试验孔的布置
碎屑岩地区	(1)厚层砂岩、砾岩分布区的断裂破碎带(张性断裂破碎带、压性断裂主动盘一侧破碎带),砂页岩地区,在邻近断层破碎带且为地下水运动的上游方向; (2)褶皱轴迹方向剧变的外侧; (3)岩层倾角由陡变缓的偏缓地段; (4)背斜、向斜轴部等构造变动显著的地段; (5)产状近于水平的岩层的裂隙密集带和共轭裂隙的密集部位; (6)碎屑岩与岩脉或侵入体的接触带附近; (7)地下水的集中排泄带
可溶岩地区	(1)按碎屑岩地区布置; (2)布置在可溶岩与其他岩层(包括非可溶岩和弱可溶岩)的接触带处; (3)布置在裂隙岩溶发育带和岩溶微地貌(如溶蚀洼地、串珠状漏斗等)发育处
岩浆岩和变质岩地区	布置在风化带(厚度、广度较大地段)、断裂破碎带、岩脉发育带的地下水上游方向和不同岩性接触带处

9.3.3 水文地质勘探试验孔，应符合下列规定：

1 勘探试验孔的深度，应钻穿有供水意义的主要含水层（组）或含水构造带（岩溶发育带、断裂破碎带和裂隙发育带）。

2 对大厚度含水层，应按不同深度进行分段勘探，每组宜布置 2~3 孔，每孔过滤器长度宜为 20~30m；各孔过滤器的垂直距离宜保持 5~10m。

9.3.4 在覆盖型、裸露型的岩溶区，勘探试验孔位置和抽水试验，应符合下列规定：

1 勘探试验孔位置，必须与被保护区（路基和其他重要建筑物等）保持一定的安全距离。安全距离应以枯水季节最大水位降深的降落漏斗半径为准再加适当的安全值。

2 勘探试验孔位，在覆盖型岩溶地区，应布置在有较厚的黏性土覆盖地段。

3 当岩溶水的稳定水位埋藏在覆盖层内时，抽水的水位降深不应超过覆盖层的底面。

9.3.5 水文地质试验孔试验结束后应及时进行回填。

9.4 地下水动态观测

9.4.1 当采用地下水水源方案，出现下列情况下之一时，应进行动态观测：

1 采用泉水作为水源，在枯水季节和丰水季节的水质和水量；

2 地下水水位变化较大，影响水文地质参数计算质量和水源设计；

3 补给区范围小的潜水薄含水层，其枯水季节的厚度和水位埋藏深度无确切资料，影响方案选择；

4 地下水水化学成分复杂，缺乏季节性变化资料，影响方案选择；

5 缺乏河水、地下水枯水季节和丰水季节水位资料。

9.4.2 动态观测的项目和观测的时间间隔，应根据水文地质计算和水源设计需要确定；动态观测的延续时间不宜少于一个水文年。

9.4.3 同一地区设置的观测点，应用同一类工具同步进行观测。

9.5 水量评价

9.5.1 对开采含水层的水量评价，应根据水文地质单元、开采地段水文地质条件、含水层的边界条件和地下水补给、径流、排泄条件及拟定的取水构筑物类型和布置方案，地下水的开采现状和今后的开采规划等综合进行评价。

9.5.2 含水层的富水程度，可按表 9.5.2 进行评价。

表 9.5.2 含水层富水程度分区名称

名区名称 项 目	极弱富水区	弱富水区	中等富水区	强富水区
钻孔单位出水量 q [$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m})$]	<1	$1 \leq q < 5$	$5 \leq q < 10$	≥ 10

注: q 为 $s=1\text{m}$ 时的单位出水量, 过滤管半径 $r=100\text{mm}$ 。

9.5.3 地下水水量评价, 应计算地下水的补给量、允许开采量, 必要时计算容积储存量。

9.5.4 地下水补给量, 应计算由地下水径流、降水渗入、地表水渗入、越流补给和其他途径进入含水层的水量。

9.5.5 允许开采量的确定, 应符合下列规定:

- 1 取水方案在技术上可行, 经济上合理;
- 2 在开采期出水量不减少, 动水位不超过设计要求;
- 3 水质和水温变化在允许范围内;
- 4 不恶化环境水文地质条件, 不影响已建水源地的正常开采。

9.5.6 不同条件下的允许开采量的评价应符合下列要求:

1 用水量 $5000 \sim 10000 \text{m}^3/\text{d}$ 的水源, 当能够确定勘察区地下水在开采条件下的各项均衡要素时, 宜采用水均衡法计算和确定允许开采量。

2 用水量大于或等于 $10000 \text{m}^3/\text{d}$ 的水源, 当具备条件时宜采用数值法计算允许开采量。

3 在地下水的补给以地下水径流为主, 含水层的厚度不大, 储存量很少且下游又允许疏干的情况下, 可采用地下水断面径流量法确定允许开采量。

4 当含水层埋藏较浅, 开采期地表水能充分补给时, 可根据取水构筑物的型式和布局, 采用岸边渗入公式确定允许开采量。

5 当需水量不大, 且地下水有充足补给时, 可只计算取水构筑物的总出水量作为允许开采量。

6 当地下水属周期性补给, 且有足够的储存量, 采用枯水期疏干储存量的方法计算允许开采量时, 应符合下列两个要求:

1) 能够取得的部分储存量, 应满足枯水期的连续开采, 且抽水井中动水位的下降不超过设计要求;

2) 在补给期间可能得到的补给量, 应保证被疏干的部分储存量能够得到补偿。

7 当利用泉作为水源时, 应根据泉的动态观测资料, 结合地区的水文、气象资料评价, 以枯水期泉的流量作为允许开采量。

8 当利用暗河作为水源时, 可根据枯水期暗河出口处的实测流量评价允许开采量。个别地段的允许开采量可采用地下径流模数法概略评价, 也可选择合适的断面, 通过天然落水洞、竖井或抽水孔进行抽水, 计算过水断面上的总径流量进行评价。

9 当布置井群开采地下水时, 允许开采量可根据群孔的总出水能力和开采条件下的相应补给量确定。

10 当大厚度含水层分段取水时, 每一孔组的允许开采量, 可选用有关公式或按实际群孔抽水试验资料确定。

11 当水文地质条件复杂, 补给条件难以查明时, 可采用枯水期单孔或群孔抽水试验的实测资料确定允许开采量。

9.6 水质评价

9.6.1 对开采含水层的水质评价, 应根据地下水的感官性状和一般化学指标、毒理性指标、细菌学指标和放射性指标, 并结合区域水文地质条件进行综合分析 (详见附录 A)。

9.6.2 对与开采含水层有水力联系的其他含水层或地表水的水质, 应进行分析, 并综合评价其对开采含水层的影响。

9.6.3 在水质变化复杂的地区, 应分区、分层进行评价。

9.6.4 在评价开采含水层的水质时, 应预测开采后水质可能发生的变化, 并提出防护措施意见。

9.6.5 在有地方病的地区, 应根据当地环境保护和卫生部门等有关单位的特殊要求进行水质评价。

9.7 文件编制

9.7.1 外业勘察资料, 应分别按沿线和工点及时核对、分析和整理, 发现缺欠及时补充。在确认原始资料准确和完善的基础上编制勘察报告和图件。

9.7.2 勘察报告应包括下列内容:

1 干旱、半干旱等缺水地区, 宜编制《全线供水水文地质勘察报告》, 可按本规程第 3.4.2 条第 1 款规定的内容编制;

- 2 给水站应编制《××给水站供水水文地质勘察报告》；
- 3 生活供水站（点）应编制《××站（点）供水水文地质勘察说明》；
- 4 报告和说明中，宜附必要的照片、素描图和断面示意图等。

9.7.3 图件编制应包括下列内容：

- 1 《全线综合水文地质图》（必要时附），比例为 1：50000～1：200000；
- 2 给水站、生活供水站（点）的图件，可按本规程表 3.5.4—1 规定的项目编制。

10 工程水文地质勘察

10.1 一般规定

10.1.1 工程水文地质勘察应查明各类工程的水文地质条件，为各阶段工程设计提供水文地质资料。

10.1.2 地下工程的山岭隧道、地下洞室和地道以及基础工程的路基、桥梁和房屋建筑等应进行工程水文地质勘察。

10.1.3 工程水文地质勘察，应符合下列规定：

- 1 山岭隧道的长度在 3km 及以上，或小于 3km 但工程场地的水文地质条件复杂时应进行专门水文地质勘察；当长度小于 3km，且工程场地的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；
- 2 地下洞室、地道和基础工程的水文地质勘察，宜与工程地质勘察合并进行；
- 3 进行水量和水质评价；
- 4 进行环境水文地质条件评价，并提出工程措施意见。

10.1.4 重大工程应根据场地水文地质条件和工程设置开展综合勘探的方法，进行综合分析和评价。

10.2 调 绘

10.2.1 一般工程水文地质调绘应符合本规程第 4 章的有关规定。

10.2.2 山岭隧道工程的水文地质调绘，应包括下列内容：

- 1 查明隧道通过地段的地层岩性，特别是不同岩性的接触带、断层带和富水带的位置及其分布范围；各类岩层的风化程度及风化带厚度。
- 2 查明隧道通过地段的地下水类型、分布范围及其补给、径流、排泄的循环特征；地下水水位埋藏深度以及建筑物位于含水体中的长度。

3 当隧道通过可溶岩地区时，应查明岩溶的类型、蓄水构造和垂直渗流带、水平径流带、深部缓流带的分布位置及其特征。当隧道位于水平径流带时，应预测施工中突水的可能性、突水模式及对施工和运营的危害程度。

4 评价地下水对围岩等级、施工掘进和支护工程等的影响。

5 预测隧道通过地段施工中可能发生集中涌水段、点的位置以及对工程的危害程度。

6 分段预测施工阶段可能发生的最大涌水量和正常涌水量。进行水文地质评价并提出工程措施建议。

7 特长、长隧道宜采用 T、D、 ^{18}O 等环境同位素方法，研究地下水的特征。

10.2.3 地下洞室和地道工程的水文地质调绘，应包括下列内容：

1 查明工程场地地层层序、含水层特征，地下水位埋藏深度和变化幅度以及附近地表水体向建筑物渗透的可能性。

2 当地下洞室和地道的基础底面设计高程低于地下水最高水位（水头）时，应查明含水层的埋藏深度、厚度、水力特性、水质，提供渗透系数等水文地质参数，预测地下水对工程可能造成的危害。

10.2.4 路基工程的水文地质调绘，应包括下列内容：

1 地下水发育的路堑地段：

1) 地下水位及其变化幅度，地下水流向和补给来源；

2) 含水层的岩性、厚度、富水程度；

3) 下伏承压含水层的水头压力对基底稳定性的影响。

2 地下水发育的路堤地段：

1) 地下水位及其变化幅度，毛细水上升高度；

2) 地层岩性特征，特别是含水层的岩性、厚度、渗透系数及降低地下水位的条件；

3) 泉水、湿地位置和高度，路堤压泉后对基底稳定性的影响。

3 受水库及其回水影响的路基地段，地下水壅升情况、路基基底受地下水危害的可能性及其程度。

10.2.5 桥梁工程的水文地质调绘，应包括下列内容：

1 工程场地的水文地质条件，受河流洪、枯水季节影响的地下水位及其变化幅度；

- 2 地层岩性特征，特别是含水层的岩性、厚度、水力特征；
- 3 河流或沟谷岸坡因地下水引起滑坡、坍塌的可能性及其对墩台稳定性的影响，必要时提出拦截、排除地下水的工程措施意见；

4 桥梁墩、台采用沉井或围堰方法施工时，提供计算涌水量的水文地质参数。

10.2.6 房屋、建筑等工程的水文地质调绘，应包括下列内容：

- 1 工程场地的地层岩性，地下水类型、水质、地下水位埋深及其变化幅度；
- 2 当基础位于含水层中时，应查明含水层的岩性、厚度和水力特性，预测对基础的影响并提出相应的工程措施意见；
- 3 当基础底部有承压含水层时，应预测基坑溃底的可能性以及工程措施意见；
- 4 当基坑采用降低地下水位方法施工时，应提供计算基坑涌水量的水文地质参数，并预测基坑降水后对周边建筑物地基和基础的影响程度。

10.3 勘探试验

10.3.1 隧道工程的水文地质勘探试验孔，应符合下列规定：

1 山岭隧道的水文地质试验孔，应根据工程场地水文地质条件复杂程度，重点布置在下列地段：

- 1) 断层破碎带、构造复合部位、褶皱轴部、不整合接触带和不同岩性接触带；
- 2) 古矿井、古坑道、古河床地段，地表水系汇集地段，山间河谷盆地和洼地地段；
- 3) 岩溶暗河发育地段在物探异常点布孔。

2 水文地质试验孔的位置和数量，应根据工程规模确定。不同水文地质单元不少于 1 孔。

3 钻孔深度宜达到隧道洞底设计高程以下 3~5m。

10.3.2 路基工程的水文地质勘探试验孔，应符合下列规定：

1 地下水对路基工程有影响的工点，应根据工程类别、规模确定，并应满足工程设计需要；

2 地下水发育的路堑地段宜布置不少于 1 个勘探试验孔；

3 当设计高程下部有承压含水层时，应至少布置 1 个勘探试验孔。

10.3.3 桥梁工程的水文地质勘探试验孔，应充分利用工程地质勘探孔，有选择地进行水文地质试验。

10.3.4 房屋、建筑等场地基础工程的水文地质勘探试验孔，应符合下列规定：

1 地下水对房屋、建筑基础有影响的地段，应结合工程类别、规模选择代表性地段布置水文地质试验孔，其数量应满足工程设计需要；

2 勘探试验孔应垂直和平行地下水流向布置，钻孔间距根据勘察阶段要求和场地情况确定。

10.4 气象、水文和地下水动态观测

10.4.1 铁路工程的水文地质勘察应根据需要建立临时性观测站（点）。

10.4.2 临时性观测站（点）的设立及观测内容，应符合下列要求：

1 气象观测：

1) 气象观测站（点），宜选择在工程场地附近开阔、平坦的地段；

2) 观测内容应根据工程设计的需要和选择的涌水量预测方法确定，宜包括降水量、蒸发量、气温、湿度等项目。

2 水文观测：

1) 水文观测站（点），宜选择在与工程有关河流的河道顺直、水流平缓、水流集中的地段；

2) 观测内容应根据工程设计的需要和选择的涌水量预测方法确定；宜包括河流洪水期流量和水位、枯水期流量和水位等项目。

3 地下水动态观测：

1) 地下水动态观测站（点），宜选择在工程场地附近与工程有联系的具有代表性的地段，并应充分利用既有钻孔、水井和泉眼等；

2) 观测的内容应包括水位、水温、水质和流量等项目。

10.4.3 观测的时间和相隔时间，应根据采用的涌水量预测方法确定；但观测的延续时间不应少于一个水文年。

10.4.4 观测资料应及时按项目与时间关系整理成图表，并进行综合分析。

10.4.5 当临时性观测站（点）在施工、运营期间仍需保留时，应继续观测，并转为长期观测站（点）。确定的长期观测站（点），应随主体工程移交。

10.4.6 同一地区设置的观测点，应采用同一类设备同步进行观测。

10.5 水量评价

10.5.1 地下洞室、地道和基础工程，宜根据水文地质条件和勘探孔水文地质试验资料评价可能产生的涌水情况及应采取的措施意见。

10.5.2 隧道工程的水量评价，应符合下列规定：

- 1 初测阶段可采用降水入渗法、地下径流模数法、地下径流深度法、比拟法和评分法等概略预测，当有勘探、试验资料时，宜采用地下水动力学法进行预测。
- 2 定测阶段应根据勘探和水文地质试验资料，采用地下水动力学法进行预测，并与其他方法进行综合分析后确定。
- 3 隧道施工中最大涌水量和运营中的正常涌水量的预测，宜按附录 B 的方法进行，并应采用多种方法综合分析后确定。
- 4 根据不同岩性、构造、裂隙和节理的密集程度、富水程度等特征，应分段预测最大涌水量和正常涌水量。
- 5 山岭隧道围岩的富水程度，可按表 10.5.2 进行分区。

表 10.5.2 围岩富水程度分区分区名称

分区名称 项 目	贫水区(段)	弱富水区(段)	中等富水区(段)	强富水区(段)
地下径流模数 M [$\text{m}^3/(\text{d} \cdot \text{km}^2)$]	$M < 100$	$100 \leq M < 1000$	$1000 \leq M < 5000$	$M \geq 5000$
洞身单位长度可能 最大涌水量 q_0 [$\text{m}^3/$ ($\text{d} \cdot \text{m}$)]	$q_0 < 0.1$	$0.1 \leq q_0 < 1$	$1 \leq q_0 < 5$	$q_0 \geq 5$

注:1 可选择具有代表性的一个项目进行分区;

2 本表适用于裂隙水、孔隙水和岩溶水的地下工程。

10.5.3 隧道涌水影响宽度的确定，应符合下列规定：

- 1 当新建隧道同某既有隧道（坑道）的地质、水文地质条件相似，水文地质参数相近时，可用水文地质比拟法参照既有隧道（坑道）的涌水影响宽度取值。
- 2 当隧道通过地段的含水水体与隔水体容易区分时，可采用地质调查法预测隧道涌水影响宽度 B 值，并符合下列要求：
 - 1) 当隔水体与隧道中心线的距离小于可能影响宽度时，该侧的影响宽度以隔水体为界。当隔水体与隧道中心线的距离大于可能影响宽度时，应采用其他方法确定。
 - 2) 当隧道通过汇水盆地（洼地、富水构造等）时，该汇水盆地可用来作为该段隧道的集水面积，可取其平均宽度作为隧道涌水影响宽度。

10.6 水质评价

10.6.1 隧道工程的水质评价，应包括下列内容：

- 1 隧道通过地段的地下水水质和水化学类型；
- 2 地下水水质复杂地区应分区或分段确定水质和水化学类型；
- 3 预测因施工引起水质变化的可能性；
- 4 地下水对建筑材料的腐蚀性评价。

10.6.2 地下洞室、地道和基础工程等的水质评价，应包括下列内容：

- 1 工程场地的地下水水质和水化学类型；
- 2 地下水对建筑材料的腐蚀性评价。

10.7 文件编制

10.7.1 隧道工程的水文地质勘察文件编制应包括下列内容：

- 1 水文地质勘察报告，可按本规程第3章的有关规定编制；
- 2 图件可按本规程表3.5.4—2编制。

10.7.2 地下洞室、地道和基础工程等的水文地质勘察文件编制应包括下列内容：

- 1 水文地质勘察报告，内容包括：
 - 1) 工程概况；
 - 2) 地质、水文地质条件；
 - 3) 勘探试验方法及其成果；
 - 4) 水文地质计算：水文地质参数、涌水量的计算方法、公式和成果；
 - 5) 水文地质条件评价；
 - 6) 环境水文地质条件评价以及相应的工程措施意见；
 - 7) 对设计、施工和运营的建议。
- 2 图件可按本规程表3.5.4—2编制。

11 环境水文地质

11.1 一般规定

11.1.1 环境水文地质工作的任务应是查明天然环境水文地质条件，分析供水水源和各类工程设置、施工造成的环境水文地质条件的变化。对工程场地进行地下水环境评价和预测研究，提出环境水文地质问题预防对策或措施方案。

11.1.2 环境水文地质工作的主要目的应是合理开发利用和保护地下水资源、保持良好的生态环境，防止由于铁路工程施工而产生环境水文地质变化问题。

11.1.3 环境水文地质评价应在水文地质勘察的基础上进行。应充分搜集和利用既有资料，当基础资料不能满足要求时，应补充必要的水文地质调绘、勘探试验和观测工作。

11.1.4 铁路工程环境水文地质评价应包括下列内容：

- 1 天然环境水文地质条件；
- 2 主要环境水文地质条件问题；
- 3 工程施工、运营对周围环境和生态的影响。

11.2 工作内容

11.2.1 工程地区环境水文地质调查，应包括下列内容：

1 地下水水质调查

1) 地下水环境背景值（或污染起始值）的确定；

2) 天然的不良水质中主要物质成分及含量的分布；过高或过低矿化物成分含量和范围、形成原因；对环境和生态及人体健康的影响；

3) 地下水天然污染物及其分布特征；污染程度、范围、原因、类型及其对环境和生态的影响；

4) 地下水的人为污染源类型和分布、污染途径及方式、主要污染物及其浓度以及对环境和生态的影响。

2 地下水资源衰减调查

- 1) 地下水开采量衰减程度、原因及趋势；
- 2) 地下水位降落漏斗形成的原因、规模、形状及发展趋势；
- 3) 漏斗中心的水位、水位下降幅度和下降速度；
- 4) 被疏干含水层的岩性和厚度、位置、疏干原因和发展趋势。

3 地面沉降与地面塌陷调查

- 1) 沉降和塌陷的基本特征、位置、范围及面积；
- 2) 沉降区和塌陷区的环境水文地质条件；
- 3) 沉降和塌陷的原因和发展趋势。

4 地下工程等引起的其他环境水文地质问题。

11.2.2 给水站供水水源的环境水文地质评价，应包括下列内容：

1 干旱、半干旱等水文地质条件较差地区，预测长期开采后地下水量衰减的可能性；

- 2 含水层较薄的地区，预测含水层被疏干的可能性；
- 3 当傍河取水上游存在集中的人为污染源时，预测水质变劣或遭受污染的可能性；
- 4 预测长期开采地下水引起地下水位下降和形成降落漏斗的可能性，对周边环境和生态的影响程度；
- 5 裸露型或覆盖型岩溶地区开采地下水时，预测对周边环境和生态的影响，评价重要建筑物安全距离的可靠性。

11.2.3 隧道工程的环境水文地质评价，应包括下列内容：

- 1 预测隧道施工中涌水引起周边井、泉、地表水体等水量衰减或被疏干的可能性；
- 2 预测隧道施工对周边地表水、地下水污染或二次污染的可能性；
- 3 裸露型或覆盖型岩溶地区，预测施工中隧道涌水引起周边地面变形破坏的可能性；
- 4 预测施工或运营中隧道涌水对周边环境和生态的影响程度；
- 5 评价隧道排出的地下水作为水资源加以利用的可能性。

11.2.4 对深路堑地下水地段，应评价道床的稳定性和对周边环境和生态的影响；当有下伏高水头承压含水层时，应评价溃底湮没的可能性。

11.2.5 房屋建筑等基础工程，当采用井点降水施工时，应对周边影响范围内的建筑物和构筑物等基础的稳定性进行评价。

附录 A 生活饮用水水源水质标准

表 A 生活饮用水水源水质标准 (CJ3020—93)

项 目	极 限 值	
	一 级	二 级
色	色度不得超过 15 度， 并不得呈现其他异色	不应有明显的其他异色
浑浊度(度)	≤ 3	
嗅和味	不得有异臭、异味	不应有明显的异臭、异味

项 目	极 限 值	
	一 级	二 级
pH	6. 5～8. 5	6. 5～8. 5
总硬度(mg/L)(以碳酸钙计)	≤350	≤450
溶解铁(mg/L)	≤0. 3	≤0. 5
锰(mg/L)	≤0. 1	≤0. 1
铜(mg/L)	≤1. 0	≤1. 0
锌(mg/L)	≤1. 0	≤1. 0
挥发酚(mg/L)(以苯酚计)	≤0. 002	≤0. 004
阴离子合成洗涤剂(mg/L)	≤0. 3	≤0. 3
硫酸盐(mg/L)	<250	<250
氯化物(mg/L)	<250	<250
溶解性总固体(mg/L)	<1000	<1000
氟化物(mg/L)	≤1. 0	≤1. 0
氰化物(mg/L)	≤0. 05	≤0. 0
砷(mg/L)	≤0. 05	≤0. 05
汞(mg/L)	≤0. 001	≤0. 001
硒(mg/L)	≤0. 01	≤0. 01
镉(mg/L)	≤0. 01	≤0. 01
铬(六价)(mg/L)	≤0. 05	≤0. 05
铅(mg/L)	≤0. 05	≤0. 07
银(mg/L)	≤0. 05	≤0. 05
镭(mg/L)	≤0. 0002	≤0. 0002
氨氮(以氮计)(mg/L)	≤0. 5	≤1. 0
硝酸盐(以氮计)(mg/L)	≤10	≤20
耗氧量(KMnO ₄ 法)(mg/L)	≤3	≤6
苯并(a)芘(μg/L)	≤0. 01	≤0. 01
滴滴涕(μg/L)	≤1	≤1
六六六(μg/L)	≤5	≤5
百菌清(mg/L)	≤0. 01	≤0. 01

项 目	极 限 值	
	一 级	二 级
总大肠菌群(个/L)	≤1000	≤1000
总 α 放射性(Bq/L)	≤0.1	≤0.1
总 β 放射性(Bq/L)	≤1	≤1

附录 B 预测隧道涌水量的方法

B.1 简易水均衡法

B.1.1 当越岭隧道通过一个或多个地表水流域时，预测隧道正常涌水量可采用下列方法：

1 地下径流深度法

$$Q_s=2.74h \cdot A$$
 (B.1.1—1)

$$h=W-H-E-SS$$

$$A=L \cdot B$$

式中 Q_s ——隧道通过含水体地段的正常涌水量 (m³/d)；

2.74——换算系数；

h ——年地下径流深度 (mm)；

A ——隧道通过含水体地段的集水面积 (km²)；

W ——年降水量 (mm)；

H ——年地表径流深度 (mm)；

E ——某流域年蒸发蒸散量 (mm)；

SS ——年地表滞水深度 (mm)；

L ——隧道通过含水体地段的长度 (km)；

B ——隧道涌水地段 L 长度内对两侧的影响宽度 (km)。

2 地下径流模数法

$$Q_s=M \cdot A$$
 (B.1.1—2)

$$M=Q'/F$$

式中 M ——地下径流模数 [m³/ (d) · km²]

Q' ——地下水补给的河流的流量或下降泉流量 (m^3/d)，采用枯水期流量计算；

F ——与 Q' 的地表水或下降泉流量相当的地表流域面积 (km^2)；

其他符号意义同式 (B. 1. 1—1)。

B. 1. 2 当隧道通过潜水含水水体且埋藏深度较浅时，可采用降水入渗法预测隧道正常涌水量。

$$Q_s = 2.74\alpha \cdot W \cdot A \quad (\text{B. 1. 2})$$

式中 α ——降水入渗系数；

其他符号意义同式 (B. 1. 1—1)。

B. 2 地下水动力学法

B. 2. 1 当隧道通过潜水含水水体时，可用下列公式预测隧道最大涌水量。

1 古德曼经验式

$$Q_0 = L \frac{2\pi \cdot K \cdot H}{\ln \frac{4H}{d}} \quad (\text{B. 2. 1—1})$$

式中 Q_0 ——隧道通过含水水体地段的最大涌水量 (m^3/d)；

K ——含水水体渗透系数 (m/d)；

H ——静止水位至洞身横断面等价圆中心的距离 (m)；

d ——洞身横断面等价圆直径 (m)；

L ——隧道通过含水水体的长度 (m)。

2 佐藤邦明非稳定流式

$$q_0 = \frac{2\pi \cdot m \cdot K \cdot h_2}{\ln \left[\tan \frac{\pi (2h_2 - r_0)}{4h_c} \cot \frac{\pi \cdot r_0}{4h_c} \right]} \quad (\text{B. 2. 1—2})$$

式中 q_0 ——隧道通过含水水体地段的单位长度最大涌水量 [$(\text{m}^3 / (\text{s} \cdot \text{m}))$]；

m ——换算系数，一般取 0.86；

K ——含水水体渗透系数 (m/s)；

h_2 ——静止水位至洞身横断面等价圆中心的距离 (m)；

r_0 ——洞身横断面等价圆半径 (m)；

h_c ——含水水体厚度 (m)。

B. 2. 2 当隧道通过潜水含水水体时，可采用下列公式预测隧道正常涌水量。

1 裘布依理论式

$$Q_s = L \cdot K \frac{H^2 - h^2}{R_y - r} \quad (\text{B. 2. 2—1})$$

式中 Q_s ——隧道正常涌水量 (m^3/d);

K ——含水体的渗透系数 (m/d);

H ——洞底以上潜水含水层厚度 (m);

h ——洞内排水沟假设水深 (一般考虑水跃值) (m);

R_y ——隧道涌水地段的引用补给半径 (m);

L ——隧道通过含水体的长度 (m)。

2 佐藤邦明经验式

$$q_s = q_0 - 0.584\bar{\epsilon} \cdot K \cdot r_0 \quad (\text{B. 2. 2—2})$$

式中 q_s ——隧道单位长度正常涌水量 [$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$];

$\bar{\epsilon}$ ——试验系数, 一般取 12.8;

r_0 ——洞身横断面的等价圆半径 (m);

其他符号意义同式 (B. 2. 1—2)。

B. 3 其他方法

B. 3. 1 当新建隧道附近有水文地质条件相似的既有隧道或坑道以及岩溶区时, 可采用水文地质比拟法预测隧道涌水量:

$$Q = Q' \frac{F \cdot s}{F' \cdot s'} \quad (\text{B. 3. 1})$$

$$F = B \cdot L$$

$$F' = B' \cdot L'$$

式中 Q, Q' ——新建、既有隧道 (坑道) 通过含水层地段的正常涌水量或最大涌水量 (m^3/d);

F, F' ——新建、既有隧道 (坑道) 通过含水层地段的涌水面积 (m^2);

s, s' ——新建、既有隧道 (坑道) 通过含水层中自静止水位计起的水位降深 (m);

B, B' ——新建、既有隧道 (坑道) 洞身横断面的周长 (m);

L, L' ——新建、既有隧道 (坑道) 通过含水层地段的长度 (m)。

B. 3. 2 当隧道通过潜水含水层且有给水度或裂隙率资料时, 可采用同位素氡 (T)

法预测隧道正常涌水量。

$$Q_s=\frac{L\cdot A\cdot \mu}{365t}$$

(B. 3. 2)

$$t=40.727lg\frac{N_0}{N_t}$$

式中 L —— N_0 与 N_t 两样品间的距离 (m)；
 μ ——含水体给水度 (基岩可用裂隙率代替)；
365——年平均天数 (d)；
 t —— N_0 与 N_t 两样品间的时间差 (a)；
 N_0 ——样品中氡含量起始值 (TR)；
 N_t ——与 N_0 比较的样品中氡含量 (TR)；
其他符号意义同式 (B. 1. 1—1)。

B. 3. 3 在踏勘和初测阶段，可采用评分法概略预测隧道最大涌水量。

1 隧道涌水灾害严重等级判别，可按附录表 B. 3. 3—1 确定。

表 B. 3. 3—1 隧道涌水灾害严重等级判别

判别条件	评 分 标 准				
地表环境 特 征	沟谷汇水、岩溶形态发育、集水建筑物以上给 0.7 分				旱地、荒地 0 分
岩石性质	硬岩(硬岩+软岩)0.21 分				软岩 0 分
地质构造	裂隙不发育紧闭 0	裂隙发育张开 1.34	断层破碎带 1.7	岩溶裂隙发育 1.71	岩溶断层带 1.90
防水措施	无 0		灌浆防水—0.3		已衬砌—0.45
气候条件	少雨区 (年降水量 $W\leq 800\text{mm}$) 0		多雨区 ($800<W\leq 1600\text{mm}$) 1.15		丰雨区 ($W>1600\text{mm}$) 1.30
最大埋深	$3.8H\times 10^{-4}$ (H 为最大埋深,m)				
隧道长度	$0.05L$ (L 为隧道长度,km)				
判 别	D 级	C 级	B 级	A 级	
	<2.48	2.48~3.30	3.30~3.91	>3.91	

注：A 级，隧道涌漏水甚大或突然涌水或泥砂大量涌出；

- B 级.隧道涌漏水较大或泥砂涌出；
- C 级.隧道涌漏水较少,对围岩稳定性有一定影响；
- D 级.隧道涌漏水甚微或无,一般不会对施工运营及环境造成不利影响。
- 2 隧道最大涌水量概略预测，可按附录表 B.3.3—2 评分，累计相加确定。

表 B.3.3—2 隧道最大涌水量概略预测（单位：m³/d）

基本量	地表环境特征				隧道类型			岩石性质					
	沟谷汇水或纵向汇水长度大于 1km				旱地	越岭	沿河	灰岩	硬岩	软硬互层	软岩		
2900	188				0	0	820	4095	2730	0	—1724		
地质构造特征								气候特征					
裂隙不发育	裂隙发育	断层带	岩溶裂隙发育	岩溶断层	溶洞暗河	多雨区 (800<W ≤1600mm)		丰雨区 (W>1600mm)					
—1180	500	3140	3060	4480	28338	0		3860					
防 水 措 施				隧 道 最 大 埋 深									
无防护	灌浆后开挖,已衬砌			100m 以下		100~400m		400~700m		>700m			
0	—3940			5		23		45		578			
隧 道 长 度 (km)													
1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0
0	780	1 108	1 607	2000	2800	4280	5760	7250	8732	11214	12690	14180	16110

本规程用词说明

- 执行本规程条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。
- (1) 表示很严格，非这样做不可的用词：
- 正面词采用“必须”；
- 反面词采用“严禁”。
- (2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：
- 正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

(3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。