

ICS 93.160  
CCS P 59

# DB 61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1802—2023

---

## 水工隧洞突涌水风险评估及防治技术规范

Risk Assessment and Prevention Technical Specification of Water Bursting for  
Hydraulic Tunnel

2023 - 12 - 28 发布

2024 - 01 - 28 实施

---

陕西省市场监督管理局 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 基本要求 .....	1
5 突涌水危险性等级评价与风险评估 .....	2
6 突涌水防治 .....	4
附录 A （规范性） 埋深<100 m 的隧洞突涌水危险性评价方法 .....	7
附录 B （规范性） 埋深≥400 m 的隧洞突涌水危险性评价方法 .....	10
参 考 文 献 .....	15

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由陕西省水利厅提出并归口。

本文件起草单位：陕西省引汉济渭工程建设有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、西安理工大学、中铁隧道股份有限公司。

本文件主要起草人：董鹏、李立民、许增光、刘国平、赵力、魏军政、王琪、沈军明、宋晓峰、吕毓敏、党辉、李玉波、刘茜、闫良。

本文件首次发布。

本文件由陕西省引汉济渭工程建设有限公司负责解释。

联系信息如下：

单位：陕西省引汉济渭工程建设有限公司

电话：029-86326789

地址：陕西省西安市未央区浐灞大道2021号

邮编：710024

# 水工隧洞突涌水风险评估及防治技术规范

## 1 范围

本文件规定了水工隧洞突涌水风险评估及防治的基本要求、危险性等级评价、风险评估、防治等方面的内容。

本文件适用于水工隧洞突涌水风险评估及防治的设计、施工。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**突涌水** water bursting

隧洞工程施工中，地下水突然大量涌出的现象。

### 3.2

**突泥** mud bursting

隧洞工程施工中，在一定水压力作用下，突然大量涌出水、泥、砂、石、渣等混杂物的现象称为突泥。

### 3.3

**最大涌水量** maximum water yield

隧洞工程某段施工时的峰值涌水量。

### 3.4

**正常涌水量 normal water yield**

隧洞工程某段施工基本稳定时的涌水量。

### 3.5

**超前地质预报 geological predication**

在地质分析的基础上，采用物探、钻探等手段，对开挖面前方的地质条件进行探测、分析和评价。

## 4 基本要求

4.1 水工隧洞有下列情形时，应进行突涌水（突泥）风险的研判：

- a) 穿越富水层或其它汇水构造；
- b) 穿越可溶岩层与非可溶岩层接触带；
- c) 位于岩溶地下水水平径流带或深部缓流带；
- d) 位于松散含水层中；
- e) 穿越富水（饱水）的断层带、节理密集带或其它构造破碎带；
- f) 穿越充水（充填）岩溶洞穴、地下暗河、地表水体影响等地段。

4.2 应收集分析现有区域地质、工程地质、水文地质、遥感影像、类似工程勘察设计及突涌水防治措施等资料。

4.3 应在分析地层岩性、地质构造、地下水类型、分布特征及补径排条件，隧洞围岩、构造的透水性、连通性以及隧洞围岩的充水条件和富水程度的基础上，划分水文地质单元，进行富水性分区。

4.4 应根据工程地质、水文地质条件预测隧洞施工发生突涌水、突泥段落和涌水量，评价对隧洞施工的影响，进行风险评估。

4.5 突涌水风险等级划分应根据突涌水危险性等级和突涌水灾害发生后果等级确定。

4.6 突涌水风险评估应根据工程实施和环境变化情况，对风险事件影响程度实施动态调整。

4.7 应提出与风险等级相对应的超前地质预报方法及工程措施。

4.8 施工过程中应开展水文地质观测与巡视，必要时补充勘察。

## 5 突涌水危险性等级评价与风险评估

### 5.1 一般要求

5.1.1 水工隧洞应根据工程地质条件、水文地质条件和开挖方式综合预测突涌水发生的危险性等级。

5.1.2 隧洞突涌水危险性等级评价应以地质勘察为基础，基于水文地质资料以及施工现场记录，分析致灾构造，遴选致灾因子，根据评价结果预测隧洞涌水范围，并结合施工方案提出建议处理措施。

5.1.3 突涌水量预测宜综合运用地下径流模数法、地下径流深度法、大气降水入渗法、地下水动力学法、水文地质比拟法及多指标综合评价法。

5.1.4 风险评估方法可采用专家调查法、风险矩阵法、层次分析法、故障树法、模糊综合评估法、蒙特卡罗法、敏感性分析法等。

5.1.5 基于多指标综合评价法的隧洞突涌水危险性等级应考虑隧洞埋深。按埋深小于 100 m、埋

深大于 400 m (含) 隧洞评价, 介于两者之间的隧洞分别进行评价后取高值。

## 5.2 隧洞(埋深 $<100$ m)突涌水危险性等级评价

### 5.2.1 评价指标应包括:

- a) 地层岩性  $J_1$ ;
- b) 修正的岩层倾角  $J_2$ ;
- c) 可溶岩与非可溶岩接触带  $J_3$ ;
- d) 断层带宽度  $J_4$ ;
- e) 断层性质  $J_5$ ;
- f) 节理裂隙发育程度  $J_6$ ;
- g) 地表水流量  $J_7$ ;

- h) 地表汇水面积  $J_8$ ;
- i) 隧洞埋深  $J_9$ ;
- j) 施工干扰度  $J_{10}$ 。

5.2.2 指标致灾因子等级划分采用定量指标、定性指标。定量指标可采用连续变化的分值表述致灾程度，定性指标可采用专家打分法进行量化分级。

5.2.3 危险性等级宜划分为四级：极高危险（Ⅰ级）、高危险（Ⅱ级）、中等危险（Ⅲ级）、低危险（Ⅳ级）。埋深 $<100$  m 的隧洞突涌水危险性评价方法按照附录 A 执行。

5.2.4 埋深小于 100 m 的隧洞突涌水危险性等级划分及涌水量预测，应按表 1 确定。

表 1 埋深 $<100$  m 的隧洞突涌水危险性等级及其与预测涌水量的对应关系

危险性等级	灾害程度	单点最大涌水量 $Q$ ( $10^4\text{m}^3/\text{d}$ )
极高危险（Ⅰ级）	极强，灾难性后果	$Q \geq 1$
高危险（Ⅱ级）	强，危害严重	$0.3 \leq Q < 1$
中等危险（Ⅲ级）	稍强，影响施工	$0.05 \leq Q < 0.3$
低危险（Ⅳ级）	一般，工程损失较小	$Q < 0.05$

### 5.3 隧洞(埋深 $\geq 400$ m)突涌水危险性等级评价

5.3.1 评价指标应包括：

- a) 地层岩性  $I_1$ ，包括岩体结构  $I_{11}$  和岩石类型  $I_{12}$  两个二级指标；
- b) 岩层产状  $I_2$ ；
- c) 可溶岩与非可溶岩（岩性）接触带  $I_3$ ；
- d) 不良地质  $I_4$ ，包括断层破碎带宽度  $I_{41}$  和断层性质  $I_{42}$  两个二级指标；
- e) 层面（间）节理裂隙与地表河流规模结合度  $I_5$ ；
- f) 地表汇流条件  $I_6$ ；
- g) 隧洞底部水头压力  $I_7$ 。

5.3.2 评价指标的致灾程度应根据各指标具体的致灾特征采用打分法表述。定量指标可采用连续变化的分值表述，定性指标可采用离散化的分值表述。

5.3.3 危险性等级宜划分为四级：高危险（Ⅰ级）、中等危险（Ⅱ级）、低危险（Ⅲ级）、微/无危险（Ⅳ级）。埋深 $\geq 400$  m 的隧洞突涌水危险性评价方法按照附录 B 执行。

5.3.4 埋深 $\geq 400$  m 的隧洞突涌水危险性等级划分及涌水量预测，应按表 2 确定。

表 2 埋深 $\geq 400$  m 的隧洞突涌水危险性等级及其与预测涌水量的对应关系

危险性等级	灾害程度	单点最大涌水量 $Q$ ( $10^4\text{m}^3/\text{d}$ )
高危险 ( I 级)	强, 危害严重	$Q \geq 5$
中等危险 ( II 级)	稍强, 影响施工	$1 \leq Q < 5$
低危险 ( III 级)	一般, 工程损失较小	$0.1 \leq Q < 1$
微危险或基本无危险 ( IV 级)	对施工进度基本无影响	$Q < 0.1$

#### 5.4 突涌水风险评估

5.4.1 突涌水后果可分为：灾难、严重、较大、一般和轻微，突涌水后果等级见表 3。

表 3 突涌水后果等级

后果等级	5	4	3	2	1
后果定性描述	灾难	严重	较大	一般	轻微
突涌水危险性等级	极高危险	高危险	中等危险	低危险	

5.4.2 突涌水发生概率等级见表 4。

表 4 发生概率等级

概率范围	定性判别	概率等级
>0.3	频繁发生	5
0.03~0.3	可能发生	4
0.003~0.03	偶然发生	3
0.0003~0.003	很少发生	2
≤0.0003	极不可能发生	1

注：“~”含义为包括上限值而不包括下限值。

5.4.3 根据后果等级及发生概率，突涌水风险等级宜分为四级：极高、高度、中度及低度，见表 5。

表 5 突涌水风险等级

概率等级	后果等级				
	1	2	3	4	5
5	高度	高度	极高	极高	极高
4	中度	高度	高度	极高	极高
3	中度	中度	高度	高度	极高
2	低度	中度	中度	高度	高度
1	低度	低度	中度	中度	高度

5.4.4 风险接受准则与控制原则见表 6。

表 6 风险接受准则与控制原则

风险等级	极高	高度	中度	低度
接受准则	不可接受	不期望	可接受	可忽略
风险控制原则	应高度重视并规避，否则应采取有效措施处理	应重视并采取有效措施处理，加强风险监测	宜采取有效措施处理，并进行风险监测	可不采取措施，但需关注，防止风险等级上升

## 6 突涌水防治

### 6.1 一般要求

6.1.1 水工隧洞突涌水防治应符合“预防为主、疏堵结合、环保经济”的要求。

6.1.2 隧洞突涌水防治应结合工程地质条件、地下水类型、水量水压大小、补给条件、风险评估等综合确定。

6.1.3 隧洞突涌水防治应根据综合超前地质预报结果，选择适合地质条件的排水、堵水等辅助施工方法。

## 6.2 防治

6.2.1 应按隧洞突涌水风险等级分别制定防治措施，见表 7~表 10。

表 7 施工准备

风险等级	极高风险	高度风险	中度风险	低度风险
地质资料	收集分析隧洞不良地质段如断层、破碎带富水等地质及富水情况。收集分析隧洞周边已完工和在建隧洞工程突涌水情况			
气象资料	收集分析当地近年来的气象、水文情况及极端气象可能造成的危害			
施工预案	采取排水分流降压措施以及超前帷幕注浆止水等综合措施	采用限量排放及超前帷幕注浆止水等措施	采用超前小导管封堵注浆或局部径向浅孔注浆	
设计文件复核	复核设计中关于突水涌泥的处置预案，并制定针对性的施工措施			
实施性施工组织设计	根据设计资料、结合现场情况，制定完善的实施性施工组织设计，包括预警措施及突发灾害应急预案			

表 8 超前地质预报

风险等级	极高风险	高度风险	中度风险	低度风险
地质调查分析	(1) 对重点区段进行补充地面地质调查，宏观预报发生施工地质灾害的类型和发生的可能性 (2) 对开挖过程进行地质素描 (3) 分析地质素描成果，评价地质条件			
超前预报	宜采用电法、电磁法、弹性波法和超前探孔等两种以上方法，对开挖面前方赋水的不良地质体综合判定		宜采用弹性波法、电磁法等方法进行综合超前地质预报	根据需要确定
	宜采取钻孔验证	必要时钻孔验证		

表 9 辅助施工

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/478012107001007005>