

ICS XXX  
CCS XXX  
备案号 XXX

DB21

辽 宁 省 地 方 标 准

DB21/T XXX-2023

# 输供水工程运行管理危险源辨识与风险 评价导则

Guidelines for hazard identification and risk assessment in the operation and  
management of water transmission and supply engineering

(征求意见稿)

2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

辽宁省市场监督管理局

发布

## 目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
3.1 输供水工程 water transmission and supply engineering.....	1
3.2 输供水工程运行管理危险源 hazard sources for operation and management of water supply engineering.....	1
3.3 输供水工程运行管理重大危险源 hazard sources for operation and management of water supply engineering.....	2
3.4 危险源辨识 hazard identification.....	2
3.5 风险评价 risk evaluation.....	2
3.6 管道区段 pipeline section.....	2
3.7 管道失效事故危害严重程度 severity of pipeline failure accident hazards.....	2
3.8 管道失效事故可能性 possibility of pipeline failure accidents.....	2
4 危险源类别和级别.....	2
4.1 危险源类别.....	2
4.2 构（建）筑物类危险源.....	2
4.3 金属结构类危险源.....	2
4.4 设备设施类危险源.....	3
4.5 作业活动类危险源.....	3
4.6 管理类危险源.....	3
4.7 环境类危险源.....	3
4.8 危险源级别.....	3
5 危险源辨识.....	3
5.1 辨识步骤.....	3
5.2 辨识方法.....	3
5.3 重大危险源辨识.....	3
5.4 一般危险源辨识.....	3
6 危险源评价单元划分.....	4
6.1 危险源评价单元划分原则.....	4
6.2 建（构）筑物类危险源评价单元划分.....	4
6.3 金属结构类和设备设施类危险源评价单元划分.....	4
6.4 作业活动类危险源评价单元划分.....	4
6.5 管理类危险源评价单元划分.....	4
6.6 环境类危险源评价单元划分.....	4

7 风险评价.....	4
7.1 风险等级划分.....	4
7.2 输供水管道风险评价.....	4
7.3 工程类危险源风险评价.....	5
7.4 其他类危险源风险评价.....	5
7.5 作业活动类危险源风险评价.....	5
附录 A （资料性） 风险点排查清单.....	6
附录 B （资料性） 安全检查表法（SCL）.....	7
附录 C （资料性） 工作危害分析法（JHA）.....	9
附录 D （规范性） 输供水管道失效事故危害严重程度定量评价模型.....	10
附录 E （规范性） 输供水管道失效事故可能性评价模型.....	15
附录 F （规范性） 输供水管道风险矩阵法（LS）.....	22
附录 G （规范性） 工程类危险源风险矩阵法（LS）.....	23
附录 H （规范性） 通用风险矩阵法（LS）.....	25
附录 I （资料性） 作业条件危险性分析评价法（LEC）.....	27
附录 J （资料性） 输供水工程危险源辨识及风险评价等级参考清单.....	29

## 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。

本标准由辽宁省安全生产标准化技术委员会归口。

本标准主持起草单位为辽宁西北供水有限责任公司，辽宁省水利水电勘测设计研究院有限责任公司、大连理工大学、辽宁省水资源管理集团有限责任公司参加起草。

本文件主要起草人：

# 输供水工程运行管理危险源辨识与风险评价导则

## 1 范围

本文件规定了输供水工程运行管理危险源辨识与风险评价工作要求，包括危险源类别和级别、危险源辨识、评价单元划分、风险评价等内容。

本文件适用于辽宁省行政区域内输供水工程的危险源辨识和风险评价工作。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 6441 企业职工伤亡事故分类标准

GB18218 危险化学品重大危险源辨识

GB/T 27921 风险管理 风险评估技术

GB/T 13861 生产过程危险和有害因素分类与代码

GB/T 6441 企业职工伤亡事故分类标准

GB/T 27512-2011 埋地钢质管道风险评估方法

GB45001 职业健康安全管理体系要求及指南

GB50013 室外给水设计标准

SL252 水利水电工程等级划分及洪水标准

AQ/T 3046-2013 化工企业定量风险评价导则

AQ8001 安全评价通则

## 3 术语和定义

### 3.1 输供水工程 water transmission and supply engineering

使用管道、隧洞、渠道等工程措施将原水输送至水库、河流、湖泊及用水户的工程。

### 3.2 输供水工程运行管理危险源 hazard sources for operation and management of water supply engineering

输供水工程运行管理危险源（以下简称危险源）是指输供水工程运行管理过程中存在的可能造成人员伤亡、健康损害、财产损失、环境破坏或其他损失的来源。

注：危险源包括不安全状态、不安全行为和安全管理的缺陷。

[来源：GB/T45001-2020 3.10，有修改]

### 3.3 输供水工程运行管理重大危险源 hazard sources for operation and management of water supply engineering

输供水工程运行管理重大危险源（以下简称重大危险源）是指在输供水工程运行管理过程中存在的可能导致人员死亡、严重伤害、严重财产损失、环境严重破坏或其他严重损失的来源。

[来源：GB/T45001-2020 3.10，有修改]

### 3.4 危险源辨识 hazard identification

识别危险源的存在并确定其可能造成人员伤亡、健康损害、财产损失、环境破坏或其他损失的危险因素、有害因素。

[来源：GB/T 42314—2013 4.7.1，有修改]

### 3.5 风险评价 risk evaluation

对危险源导致的安全风险进行评估并确定其风险等级的过程。

[来源：GB/T 23694—2023]

### 3.6 管道区段 pipeline section

为了对管道进行风险评价而将管道划分成单元，是管道风险评价的最小单位。

[来源：GB/T27512-2011 3.1.6]

### 3.7 管道失效事故危害严重程度 severity of pipeline failure accident hazards

管道发生爆管、断裂、严重损坏后引起的人员伤亡、财产损失、社会影响及其他影响的严重程度，用分数表示。

[来源：GB/T27512-2011 3.1.12]

### 3.8 管道失效事故可能性 possibility of pipeline failure accidents

管道发生爆管、断裂、严重损坏的可能性，用分数表示。

[来源：GB/T27512-2011 3.1.7]

## 4 危险源类别和级别

### 4.1 危险源类别

危险源分六个类别，分别为构（建）筑物类、金属结构类、设备设施类、作业活动类、管理类和环境类。

### 4.2 构（建）筑物类危险源

构（建）筑物类危险源包括取水建筑物、输供水管道、输供水隧洞、渠道、机（厂）房其他附属构（建）筑物。

### 4.3 金属结构类危险源

金属结构类危险源包括闸门、启闭机、拦污栅等。

#### 4.4 设备设施类危险源

设备设施类危险源包括管理设施、水力机械、阀门、伸缩节、电气设备、特种设备等。

#### 4.5 作业活动类危险源

作业活动类危险源包括机械作业、起重、搬运作业、高空作业、车辆行驶、有限空间作业等。

#### 4.6 管理类危险源

管理类危险源包括运行管理体系和运行管理行为。

#### 4.7 环境类危险源

环境类危险源包括自然环境和工作环境。

#### 4.8 危险源级别

危险源分两个级别，分别为重大危险源和一般危险源。

### 5 危险源辨识

#### 5.1 辨识步骤

首先，对可能存在危险源的风险点进行排查，并按照危险源种类分别填写输供水线路清单、构（建）筑物清单、金属结构和设备设施清单、作业活动清单、管理活动清单、环境类清单（见附录 A），然后根据清单内容对各类危险源采用不同方法进行危险源辨识。

#### 5.2 辨识方法

a) 辨识时应根据 GB/T 13861 的规定，充分考虑人、物、环境和管理四种不安全因素，以及危害因素的根源和性质；

b) 对于输供水工程的构（建）筑物类、金属结构类、设备设施类、管理类、环境类危险源宜采用安全检查表法（简称 SCL）进行辨识，辨识方法应符合附录 B 要求；

c) 对于输供水工程运行管理的作业活动类危险源宜采用工作危害分析法（简称 JHA）进行辨识，辨识方法应符合附录 C 的要求。

#### 5.3 重大危险源辨识

a) 危险化学品重大危险源按照 GB18218 开展辨识评估；

b) 其他重大危险源宜选用直接判定法进行辨识，当工程出现符合附录 J 中表 J.1《输供水工程重大危险源参考清单》中任何一条要素的，可直接辨识为重大危险源。

#### 5.4 一般危险源辨识

不能辨识为重大危险源的危险源均为一般危险源。

## 6 危险源评价单元划分

### 6.1 危险源评价单元划分原则

评价单元划分应遵循“大小适中、便于分类、功能独立、易于管理、范围清晰”的原则。评价单元的划分应充分考虑输供水工程运行管理特点，将六类危险源分别划分评价单元。

### 6.2 建（构）筑物类危险源评价单元划分

a) 原则上应以建（构）筑物单体划分评价单元，对于结构简单的建（构）筑物宜划分为一个评价单元，对于功能区域众多、结构复杂建筑物可按功能、结构形式分别划分评价单元；

b) 对隧洞的评价单元划分宜按照不同地质条件划分评价单元；

c) 对管道的评价单元划分宜根据不同工况和环境划分，宜考虑供水线路、管道规格、运行压力、交叉穿越、运行环境及防护措施等因素；

d) 对渠道的评价单元划分宜按照结构形式划分评价单元。

### 6.3 金属结构类和设备设施类危险源评价单元划分

可将金属结构、设备设施单体单独划分评价单元；系统、结构复杂的金属结构、设备设施可按结构、功能划分成多个评价单元；同类型、同型号的金属结构、设备设施宜按使用功能、环境合并为一个评价单元。

### 6.4 作业活动类危险源评价单元划分

每一项独立完成作业目标的操作及作业、具有独立功能的作业行为可划分一个评价单元。

### 6.5 管理类危险源评价单元划分

宜将独立管理体系或行为单独划分为一个评价单元，也可将重点体系或行为拆分成多个评价单元。

### 6.6 环境类危险源评价单元划分

宜按照自然环境和工作环境分别划分评价单元。

## 7 风险评价

### 7.1 风险等级划分

危险源风险等级按照危险程度由高到低的原则划分为重大风险、较大风险、一般风险、低风险，分别用“红、橙、黄、蓝”四种颜色表示。

### 7.2 输供水管道风险评价

a) 对输供水管道的风险评价从7个维度分析输供水管道失效事故可能造成的人员伤亡、经济损失、社会影响等后果，使用定量评价模型将输供水管道按照危害严重程度从高到低分别划分为A、B、C、D、E共5类管道并进行赋值评分，具体分析步骤和要求应符合附录D的要求；

b) 通过分析输供水管道基础和外部环境变化、工程管护、调度运行管理、管道健康状态等4方面因素，使用定量评价模型判定管道定发生失效事故的可能性大小并进行赋值评分，分值越高发生管道失



效事故的可能性越大，具体分析步骤和要求应符合附录 E 的要求。

c) 最后综合考虑管道失效事故危害严重程度评分和管道失效事故可能性评分，再使用风险矩阵法确定管道风险等级，评价步骤和要求应符合附录 F 的要求。

### 7.3 工程相关危险源风险评价

a) 危害严重程度与工程规模直接相关或间接相关的构（建）筑物类、金属结构类、设备设施类、管理类、环境类危险源宜使用工程相关危险源风险矩阵法，适用范围可参考附录 J 表 J.2 中“推荐评价方法”确定；

b) 工程类危险源风险矩阵法中危险源事故危害严重程度按照年均供水量赋值，事故发生可能性按照运行管理人员主观赋值、安全生产管理水平、评价单元隐患情况 3 方面进行综合赋值，最后使用风险矩阵判定风险等级，具体分析步骤和要求应符合附录 G 的要求。

### 7.4 其他危险源风险评价

a) 危害严重程度与工程规模相关性不大的构（建）筑物类、金属结构类、设备设施类、管理类、环境类危险源宜使用通用风险矩阵法，适用范围可参考附录 J 表 J.2 中“推荐评价方法”确定；

b) 通用风险矩阵法中危险源事故危害严重程度按照运行管理人员主观判断可能造成的人员伤亡和直接经济损失大小进行赋值，事故发生可能性按照运行管理人员主观赋值、安全生产管理水平、评价单元隐患情况 3 方面进行综合赋值，最后使用风险矩阵判定风险等级，具体分析步骤和要求应符合附录 H 的要求。

### 7.5 作业活动类危险源风险评价

对全部作业活动类危险源宜采用作业条件危险性分析法（LEC）进行风险评价并确定其风险等级，评价步骤和要求应符合附录 I 的要求。

## 附录 A

(资料性)

## 风险点排查清单

## A.1 输供水线路清单

编号	线路名称	类型	规格	长度 (km)	桩号	设计压力 (MPa)	使用环境	安装时间

## A.2 构(建)筑物清单

序号	建(构)筑物 名称	占地面积	层数	结构形式	所在位置	主要功能区及 设备设施

## A.3 金属结构和设备设施清单

序号	名称	类型	型号	所在部位	是否特种设备	数量	备注

## A.4 作业活动清单

序号	作业活动名称	作业活动内容	岗位/地点	活动频率	备注

## A.5 管理活动清单

序号	管理活动名称	类型	标准化要求	实际管理水平	备注

## A.6 环境清单

序号	存在的危险环境因素	类型	所在位置	备注

## 附录 B

(资料性)

### 安全检查表法 (SCL)

#### B.1 方法概述

依据相关的标准、规范,对工程、系统中已知的危险类别、设计缺陷以及与一般工艺设备、操作、管理有关的潜在危险有害因素进行判别检查。适用于对构(建)筑物类、金属结构类、设备设施类、管理类、环境类危险源存在的风险进行分析。

#### B.2 分析步骤

排查风险点→编制安全检查表→识别危险源→分析危险有害因素。

#### B.3 安全检查表编制依据

- a) 有关法规、标准、规范及规定等;
- b) 国内外事故案例和单位以往事故情况;
- c) 系统分析确定的危险部位及防范措施;
- d) 分析人员的经验和可靠的参考资料;
- e) 有关研究成果,同行业或类似行业检查表等。

#### B.4 编制安全检查表

- a) 确定编制人员,包括熟悉系统的行业安全专家、专业人员、管理人员和实际的操作人员等各方面人员;
- b) 熟悉系统,包括系统的作业现场内外、气象水文地质,建筑设计、功能、结构,设备、工艺、管理状况、运行环境等;
- c) 收集资料,收集有关安全法律、法规、规程、标准、制度及本系统过去发生的事故事件资料,作为编制安全检查表的依据;
- d) 编制表格,确定检查项目、检查标准、不符合标准的情况及后果等要素。

#### B.5 安全检查表分析评价

- a) 列出风险点排查清单(见表 A.1、表 A.2、表 A.3、表 A.5、A.6);
- b) 对照安全检查表逐个分析危险有害因素;
- c) 填写安全检查表分析记录(见表 B.1)。

#### B.6 危险有害因素分析要求

综合考虑外部环境、设备设施和工艺等危害,识别内容包括:

- a) 场地、地形、地貌、地质、周围环境、周边安全距离方面的危害;
- b) 作业现场平面布局、功能分区、设备设施布置、内部安全距离等方面的危害;

- c) 具体的建筑物、构筑物、管线敷设等；
- d) 水文、气象条件。

表 B.1 安全检查表分析记录

序号	检查项目	危险源名称	标准	不符合标准情况	事故诱因	可能造成的后果

**附 录 C**  
(资料性)  
**工作危害分析法 (JHA)**

**C.1 方法概述**

通过对工作过程的逐步分析,找出具有危险的工作步骤,进行控制和预防,是辨识危害因素及其风险的方法之一。适合于对作业活动中存在的风险进行分析。

**C.2 工作危害分析 (JHA) 评价步骤**

a) 采取按区域划分、按作业任务划分的方法将每项活动分解为若干个相连的工作步骤、或几种方法的有机结合。划分出的作业活动在功能或性质上应相对独立,填写《作业活动清单》(见表A.1)。

b) 根据GB/T 13861的规定,辨识每一步骤的危险源及潜在事件。

c) 根据GB 6441的规定,分析造成的后果。

d) 将分析结果,填入《工作危害分析表》(见表C.1)。

**表 C.1 工作危害分析表**

序号	部位、区域	作业步骤	危险源或潜在事件(人、物、作业环境、管理)	可能发生的事故类型及后果

## 附录 D

(规范性)

## 输供水管道失效事故危害严重程度定量评价模型

## D.1 方法概述

a) 本方法主要通过定量和定性方法将输供水管道失效发生事故(以下简称“事故”)后可能对人员死亡、直接经济损失及严重社会影响等危害严重程度进行分级,将输供水管道按照事故危害严重程度从高到低分别划分为A类管道、B类管道、C类管道、D类管道、E类管道,并将五类管道进行危害严重程度赋分。

b) 本方法中定量判定公式适用于管径为DN600~DN5800的PCCP管道、钢管、球墨铸铁管道、玻璃钢管。

## D.2 判定步骤

排查管道信息→划分评价单元→调查管道运行工况等数据信息→代入评价模型计算→现场调查→再次代入评价模型计算→确定管道危险严重程度等级→填写汇总表。

## D.3 判定方法

事故造成的危害从7个维度分析:

- a) 爆管水流喷射冲击力可能造成人员死亡或建筑物倒塌;
- b) 事故造成的直接经济损失,包括淹没范围内淹地赔偿费、附着物赔偿费、一次性伤亡补偿费、工程抢修及临时占地费、泄漏原水成本费等;
- c) 事故导致非计划停水造成的社会影响、供水产值影响和赔付供水户的经济损失;
- d) 事故泄漏水流演进可能造成村庄、城镇水淹受灾导致的严重社会影响和经济损失;
- e) 管道穿越公路一旦发生事故可能造成的严重社会影响和经济损失;
- f) 管道穿越铁路处一旦发生事故可能造成的严重社会影响和经济损失;
- g) 管道穿越河流处一旦发生事故可能造成严重工程维修经济损失。

输供水管道失效事故危害严重程度等级判定标准按照表D.1执行,当存在7项判定结果跨越多个管道类别等级时,应按照危险严重程度最高的进行判定,完成等级判定后按照表D.1对管道危害严重程度(S值)进行评分。

表D.1 输供水管道失效事故危害严重程度参照表

管道等级划分		A类管道	B类管道	C类管道	D类管道	E类管道	判定方式
危害严重程度 (S值)		15	10	7	5	3	
判定标准	人员死亡	爆管水流冲击力破坏半径(d)范围内存在村庄、城镇或10人以上暴露的区域	爆管水流冲击力破坏半径(d)范围内存在零星民用房屋或3~9人暴露的区域	爆管水流冲击力破坏半径(d)范围内存在1个民用房屋或1~2人暴露的区域	/	/	定量判定, d值按照D.4计算
	直接经济损失 (E)	$E \geq 5000$ 万元	5000万元 $> E \geq 1000$ 万元	1000万元 $> E \geq 100$ 万元	100万元 $> E \geq 10$ 万元	10万元 $> E$	定量判定, E值按照D.5计算
	非计划停水导致的严重社会影响, 按照年均供水量(W)判定	$W \geq 3$ 亿 $m^3$ , 且无可用的备用线路或所供城市无备用水源。	3亿 $m^3 > W \geq 1$ 亿 $m^3$ , 且无可用的备用线路或所供城市无备用水源。	1亿 $m^3 > W \geq 0.3$ 亿 $m^3$ , 且无可用的备用线路或所供城市无备用水源。	0.3亿 $m^3 > W \geq 0.1$ 亿 $m^3$ , 且无可用的备用线路或所供城市无备用水源。	0.1亿 $m^3 > W$ , 且无可用的备用线路或所供城市无备用水源。	定性判定
	经济损失及严重社会影响	考虑出水量、地形、排水条件等因素可能造成水淹城市	考虑出水量、地形、排水条件等因素可能造成水淹乡镇	考虑出水量、地形、排水条件等因素可能造成水淹村庄	/	/	定性判定
	经济损失及严重社会影响	管道穿越正在运营的高铁	管道穿越正在运营的普通铁路	/	/	/	定性判定
	经济损失及严重社会影响	管道穿越国家级公路	管道穿越省级公路	管道穿越县级公路	/	/	定性判定
	经济损失	管道穿越河流位置, 且穿越处的流域控制集水面积大于等于10000 $km^2$	管道穿越河流位置, 且穿越处的流域控制集水面积大于等于2000 $km^2$ , 小于10000 $km^2$	管道穿越河流位置, 且穿越处的流域控制集水面积大于等于200 $km^2$ , 小于2000 $km^2$	管道穿越河流位置, 且穿越处的流域控制集水面积小于200 $km^2$	/	定性判定
注: 流域控制集水面积可参考设计单位、水文部门等给定的数据确定。							

#### D.4 爆管水流冲击力破坏半径（d）估算

当运行管理单位不具备爆管水流冲击力计算能力时，可使用下式对破坏半径进行估算：

$$d = \frac{\frac{1.1043Q^2}{D^4} - 34.5}{5} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

$d$ ——爆管瞬间水流冲击力可能造成临近房屋破坏的影响范围半径，单位为米（m）；

$Q$ ——爆管初期恒定水流出水流量，单位为立方米每秒（ $m^3/s$ ），可按GB50013以工程实际布置由恒定流计算得出；

$D$ ——输供水管道直径，单位为米（m）。

注：依据AQ/T3046-2013表H.3“超压可能造成房屋几乎完全破坏的阈值为34.5kPa”。

#### D.5 事故直接经济损失（E）计算

a) 事故可能造成的直接经济损失（E）可按下式计算：

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 \dots\dots\dots (D.2)$$

$E$ ——爆管可能造成的直接经济损失，单位为万元。

$E_1$ ——爆管可能造成的淹地赔偿费用，单位为万元。

$E_2$ ——爆管可能造成的原水泄露损失费用，单位为万元。

$E_3$ ——工程抢修及临时占地费用，单位为万元。

$E_4$ ——爆管可能造成临近人员伤亡的补偿费用，单位为万元。

$E_5$ ——爆管可能造成其他特殊建筑物、附着物的赔偿费用，单位为万元。

b) 淹地赔偿费用（ $E_1$ ）计算

事故发生位置处于平原时，需要考虑淹地赔偿损失，平原地面坡度按照3%考虑，可按下式计算：

$$E_1 = \pi^{\frac{1}{3}} [3i (Qt + W_0)]^{\frac{2}{3}} \cdot \lambda \cdot U_1 \dots\dots\dots (D.3)$$

式中：

$W_0$ ——管道内可自流排出的存水量，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$t$ ——为事故发生时刻至采取措施切断事故段的时间，单位秒（s）；

$Q$ ——稳定出水流量，单位为立方米每秒（ $m^3/s$ ），可按GB50013以工程实际布置由恒定流计算得出；

$U_1$ ——淹地补偿单价，单位为元每平方米（元/ $m^2$ ）；

$i$ ——平原地区坡比，宜取0.3%~1%；



$\lambda$ ——排水条件系数。综合考虑现场地形排水条件好宜取0.25，排水条件一般宜取0.5，排水条件差宜取0.75，没有排水条件宜取1；

c) 原水泄露损失费用 ( $E_2$ ) 计算

事故可能造成的原水泄露损失费用可按下式计算：

$$E_2 = (Qt + W_0) U_2 \dots\dots\dots (D.4)$$

式中：

$W_0$ ——管道内可自流排出的存水量，单位为立方米 ( $m^3$ )；

$t$ ——为事故发生时刻至采取措施切断事故段的时间，单位秒 (s)；

$Q$ ——稳定出水流量，单位为立方米每秒 ( $m^3/s$ )，可按GB50013以工程实际布置由恒定流计算得出；

$U_2$ ——原水采购单价，单位为万元每万立方米 (元/ $m^3$ )。

d) 工程抢修及临时占地费用 ( $E_3$ ) 计算

工程抢修及临时占地费用包括管道采购运输费用、安装拆除费用、进场路及占地费用、降排水费用、土方开挖回填费用、进退场费用等，可参照表D.2赋值。事故对管道其他部位可能造成影响的应考虑其他管道的排查和维修费用。

表 D.2 非穿越段工程抢修及临时占地费用参考表

管道类型	管径	费用 (万元)	管道类型	管径	费用 (万元)
钢管	DN6000	189	PCCP	DN3800	123
钢管	DN5000	160	PCCP	DN3600	119
钢管	DN4000	134	PCCP	DN3400	113
钢管	DN3000	111	PCCP	DN3200	109
钢管	DN2000	90	PCCP	DN2800	101
钢管	DN1000	70	PCCP	DN2400	93
球墨铸铁管	DN1600	82	PCCP	DN2000	85
球墨铸铁管	DN1400	77	PCCP	DN1600	78
球墨铸铁管	DN1200	72	玻璃钢管	DN2000	86
球墨铸铁管	DN1000	68	玻璃钢管	DN1800	82
球墨铸铁管	DN800	63	玻璃钢管	DN1400	74
球墨铸铁管	DN600	60	/	/	/

e) 人员伤亡的补偿费用 ( $E_4$ ) 计算

$E_4$  按照实际暴露人员数量确定。

注：死亡赔偿标准依据死亡人员年龄、家庭成员等因素综合评定，一般约为100万元/人。

f) 其他特殊建筑物、附着物的赔偿费用 ( $E_5$ ) 计算

事故可能造成其他特殊建筑物、附着物的赔偿费用由运行管理单位自行估算。

## 附录 E

(规范性)

## 输供水管道失效事故可能性评价模型

## E.1 方法概述

对输供水管道失效事故可能性判定主要通过调查管道运行工况及现场影响因素并使用定量评估模型得出管道发生失效事故的评分，评分越高，发生管道失效事故的可能性越大。本方法使用从事故结果到原因分析的反推法，分别分析各类事故结果的产生原因，再选取影响性最大的结果类型评分确定最终的可能性评分。本方法适用于 PCCP 管道、球墨铸铁管道、钢管及玻璃钢管。

## E.2 判定因素

对管道失效事故可能性判定主要从四方面分析：

- a) 分析管道基础和外部环境变化对管道的直接影响；
- b) 通过分析管道运行管护能力，判定管道遭到第三方严重破坏的可能性大小；
- c) 通过分析管道调度运行能力，判定管道发生调度事故的可能性大小；
- d) 通过分析管道实际运行工况和外界条件，综合判定管道健康状态。

## E.3 判定步骤

排查管道信息→划分评价单元→现场调查→根据现场调查情况代入判定公式计算→得出管道失效事故可能性评分。

## E.4 输供水管道失效事故的可能性（L 值）取值标准

a) 管道失效的可能性（L 值）可按下式计算：

$$L = \text{Max}[L_a \lambda_a + L_d(1 - \lambda_a), L_b \lambda_b + L_d(1 - \lambda_b), L_c \lambda_c + L_d(1 - \lambda_c), L_d \lambda_d \lambda_e] \dots \dots \dots \quad (\text{E.1})$$

式中：

$L_a$ ——输供水管道由于基础和外部环境变化，造成管道失效事故的可能性值；

$\lambda_a$ ——输供水管道由于基础和外部环境变化，造成管道失效事故可能性的修正系数，宜取0.9；

$L_b$ ——输供水管道由于运行管护能力不足，导致第三方严重破坏造成管道失效事故的可能性值；

$\lambda_b$ ——输供水管道由于运行管护不善，导致第三方破坏造成管道失效事故可能性的修正系数，宜取0.9；

$L_c$ ——由于调度运行管理不善，造成管道失效事故的可能性值；

$\lambda_c$ ——由于调度运行管理不善，造成管道失效事故可能性的修正系数，宜取0.7；

$L_d$ ——通过调查管道实际运行健康状态，分析管道失效事故的可能性值；

$\lambda_d$ ——通过调查管道实际运行健康状态，分析管道失效事故可能性的修正系数，宜取0.7。

$\lambda_e$ ——采取工程技术措施后输供水管道健康状态修正系数，其中当采取的措施效果极好  $\lambda_e$  宜取 0.1；效果良好， $\lambda_e$  宜取 0.3；效果一般， $\lambda_e$  宜取 0.5。

b) 当  $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ 、 $\lambda_e$  修正系数需要修改时，可组织有关专家对修正系数进行重新赋分。

**E.5 基础和外部环境变化导致管道失效事故的可能性（ $L_a$  值）取值标准**

常规段输供水管道失效的可能性（ $L_a$ 值）按下式计算：

$$L_a = L_{a1} + L_{a2} \dots\dots\dots (E.2)$$

临近穿越河流段输供水管道失效的可能性（ $L_a$ 值）按下式计算：

$$L_a = L_{a3} \dots\dots\dots (E.3)$$

式中：

$L_{a1}$ ——管道渗漏造成输供水管道失效的影响因素值；

$L_{a2}$ ——地形冲刷造成输供水管道失效的影响因素值；

$L_{a3}$ ——河流改道造成输供水管道失效的影响因素值；

$L_{a1}$ 、 $L_{a2}$ 、 $L_{a3}$  取值方法可参照表E.1。

**表E.1  $L_a$ 值取值参考表**

影响因素	影响因素分值	系数取值标准	因素系数	单项得分
$L_{a1}$ :管道渗漏	10	无渗水、冒水现象，系数取 $\lambda = 0$ 。	$\lambda_{a1} = 0$	$L_{a1} = 10 \times \lambda_{a1}$
		已发现地面有渗水、冒水现象系数取 $\lambda = 1$ 。	$\lambda_{a1} = 1$	
$L_{a2}$ :地形冲刷	90	冲刷未形成冲沟类的地貌变化，系数取 0。	$\lambda_{a2} = 0$	$L_{a2} = 90 \times \lambda_{a2}$
		冲刷形成冲沟类的地貌变化，系数取 0.3。	$\lambda_{a2} = 0.3$	
		冲刷形成管道部分外露，系数取 0.6。	$\lambda_{a2} = 0.6$	
		冲刷形成管道完全外漏、悬空，系数取 1。	$\lambda_{a2} = 1$	
$L_{a3}$ :河道变化	100	穿越部位河道位置未改道，河床未冲刷，系数取 0。	$\lambda_{a3} = 0$	$L_{a3} = 100 \times \lambda_{a3}$
		穿越部位河道摆动临近防护范围边界，系数取 0.3。	$\lambda_{a3} = 0.3$	
		穿越部位河床轻度掏刷，系数取 0.3。	$\lambda_{a3} = 0.3$	
		穿越部位防护已轻度破坏，系数取 0.3。	$\lambda_{a3} = 0.3$	
		穿越部位河道已摆动到防护范围外并开始冲刷非防护区域，系数取 0.6。	$\lambda_{a3} = 0.6$	
		穿越部位河床严重掏刷，系数取 0.6。	$\lambda_{a3} = 0.6$	
		穿越部位防护已严重破坏，系数取 0.6。	$\lambda_{a3} = 0.6$	
		穿越部位河道已摆动到防护范围外，并露出管道，系数取 1。	$\lambda_{a3} = 1$	
穿越部位河床严重掏刷，并已露出管道，系数取 1。	$\lambda_{a3} = 1$			

**E.6 运行管护不善，导致第三方破坏造成管道失效事故的可能性（ $L_b$  值）取值标准**

运行管护不善，导致第三方破坏造成管道失效的可能性（ $L_b$ 值）可按下式计算：

$$L_b = L_{b1} + L_{b2} + L_{b3} + L_{b4} \dots\dots\dots (E.4)$$

式中：

$L_{b1}$ ——线路巡查不到位造成第三方破坏的影响因素值；

$L_{b2}$ ——警示标志设置不到位造成第三方破坏的影响因素值；

$L_{b3}$ ——管道保护宣传工作不到位造成第三方破坏的影响因素值；

$L_{b4}$ ——已出现过的直接影响管道安全的外界活动映射再次出现第三方破坏概率的影响因素值；

$L_{b1}$ 、 $L_{b2}$ 、 $L_{b3}$ 、 $L_{b4}$ 取值方法可参照表E.2。

表E.2  $L_b$ 值取值参考表

影响因素	影响因素分值	系数取值标准	因素系数	单项得分
$L_{b1}$ : 线路巡查不到位	20	人工巡查频次满足要求并采取无人机、视频监控、振动光纤等科技手段进行不间断巡查, 系数取 0。	$\lambda_{b1}=0$	$L_{b1}=20 \times \lambda_{b1}$
		仅采用人工巡查, 巡查频次每天大于等于 1 次, 系数取 0.3。	$\lambda_{b1}=0.3$	
		仅采用人工巡查, 巡查频次每周大于等于 1 次, 系数取 0.6。	$\lambda_{b1}=0.6$	
		不能满足每周 1 次巡查或基本不巡查, 系数取 1。	$\lambda_{b1}=1$	
$L_{b2}$ : 警示标志设置不到位	20	管线两侧已设置界桩、标识牌、警示标志, 设置要求符合法律法规和标准规范要求系数取 0。	$\lambda_{b2}=0$	$L_{b2}=20 \times \lambda_{b2}$
		管线两侧已设置各类界桩、标识牌、警示标志等标志物, 但存在个别标志物密度不满足法律法规和标准规范要求, 系数取 0.3。	$\lambda_{b2}=0.3$	
		管线两侧已设置各类界桩、标识牌、警示标志等标志物, 但密度均不满足法律法规和标准规范要求系数取 0.6。	$\lambda_{b2}=0.6$	
		管线两侧未设置或部分设置界桩、标识牌、警示标志等标志物, 系数取 1。	$\lambda_{b2}=1$	
$L_{b3}$ : 管道保护宣传工作不到位	20	管道保护宣传工作每季度开展一次及以上, 系数取 0。	$\lambda_{b3}=0$	$L_{b3}=20 \times \lambda_{b3}$
		管道保护宣传工作每半年开展一次, 系数取 0.3。	$\lambda_{b3}=0.3$	
		管道保护宣传工作每年开展一次, 系数取 0.6。	$\lambda_{b3}=0.6$	
		管道保护宣传工作每年开展不足一次, 系数取 1。	$\lambda_{b3}=1$	
$L_{b4}$ : 已出现过的直接影响管道安全的外界活动	40	从上次评价到本次评价期间内, 管道 50m 内无严重影响工程安全行为, 系数取 0。	$\lambda_{b4}=0$	$L_{b4}=40 \times \lambda_{b4}$
		从上次评价到本次评价期间内, 穿越河道处存在上游 1km 或下游 2km 采砂行为。	$\lambda_{b4}=0.3$	
		从上次评价到本次评价期间内, 管道 5m 以外, 50m 内有严重影响工程安全行为, 系数取 0.6。	$\lambda_{b4}=0.6$	
		从上次评价到本次评价期间内, 管道 5m 内有严重影响工程安全行为, 系数取 1。	$\lambda_{b4}=1$	

#### E.7 调度运行管理不善, 造成管道失效事故可能性 ( $L_c$ 值) 取值标准

调度运行管理不善, 造成管道失效事故可能性 ( $L_c$  值) 可按下式计算:

$$L_c = L_{c1} + L_{c2} + L_{c3} \dots\dots\dots (E.5)$$

式中：

$L_{c1}$ ——影响供水安全的重要设备设施管理不到位造成水锤事件的影响因素值；

$L_{c2}$ ——调度管理体系不健全造成水锤事件的影响因素值；

$L_{c3}$ ——已出现水锤事件概率映射再次出现水锤事件概率的影响因素值；

$L_{c1}$ 、 $L_{c2}$ 、 $L_{c3}$  取值方法可参照表E.3。

注：影响供水安全的重要设备是指主要功能失效后可能造成输供水流量变化、水锤、暂停供水及其他严重损失的设施，如供水主水泵、水轮机、重要阀门、闸门等。

表E.3  $L_c$ 值取值参考表

影响因素	影响因素分值	系数取值标准	因素系数	单项得分
$L_{c1}$ :重要设备管理不到位	30	从上次评价到本次评价期间内，主水泵出现过非计划断电情况，系数取 0.2。	$\lambda_{c11}=0.2$	$L_{c1}=30 \times (\lambda_{c11} + \lambda_{c12} + \lambda_{c13} + \lambda_{c14} + \lambda_{c15})$
		未制定设备管理制度体系，系数取 0.2；已制定但不健全，系数取 0.1。	$\lambda_{c12}=0.2/0.1$	
		设备设施未按照法律法规定期进行检验、检测、鉴定，系数取 0.2。	$\lambda_{c13}=0.2$	
		重要供水设备运行环境较差，系数取 0.2。	$\lambda_{c14}=0.2$	
		重要供水设备检修维护不到位，处于带病带病运行状态，系数取 0.2。	$\lambda_{c15}=0.2$	
$L_{c2}$ :调度管理体系不健全	30	未制定调度制度和操作规程，系数取 0.25；已制定但不健全，系数取 0.1。	$\lambda_{c21}=0.25/0.1$	$L_{c2}=30 \times (\lambda_{c21} + \lambda_{c22} + \lambda_{c23} + \lambda_{c24})$
		未制定应急调度预案和方案，系数取 0.25；已制定但不健全，系数取 0.1。	$\lambda_{c22}=0.25/0.1$	
		未定期开展应急调度演练，系数取 0.25；已开展但效果未达到预期目标，系数取 0.1。	$\lambda_{c23}=0.25/0.1$	
		调度值班管理不规范，人员责任落实不到位，系数取 0.25。	$\lambda_{c24}=0.25$	
$L_{c3}$ :已出现水锤事件	40	3年内未发生过超过设计压力的水锤，系数取 0。	$\lambda_{c3}=0$	$L_{c3}=40 \times \lambda_{c3}$
		3年内发生过超过设计压力的水锤，系数取 0.3。	$\lambda_{c3}=0.3$	
		1年内发生过超过设计压力的水锤，系数取 0.6。	$\lambda_{c3}=0.6$	
		从上次评价到本次评价期间内，发生过超过设计压力的水锤，系数取 1。	$\lambda_{c3}=1$	

E.8 管道实际健康状态，分析管道失效事故可能性 ( $L_d$  值) 取值标准

a) PCCP管道 $L_d$ 值计算按下式计算：

$$L_d = L_{d1} + L_{d2} + L_{d3} + L_{d4} + L_{d5} \dots\dots\dots (E.6)$$

式中：

$L_{d1}$ ——外压超限事件对管道健康状态的影响因素值；

$L_{d2}$ ——内压超限对管道健康状态的影响因素值；

$L_{d3}$ ——根深植物对管道健康状态的影响因素值；

$L_{d4}$ ——管道腐蚀对管道健康状态的影响因素值；

$L_{d5}$ ——管道使用年限对管道健康状态的影响因素值；

$L_{d1}$ 、 $L_{d2}$ 、 $L_{d3}$ 、 $L_{d4}$ 、 $L_{d5}$  取值方法可参照表E.4。

表E.4 PCCP管道 $L_d$ 值取值参考表

影响因素	影响因素分值	系数取值标准	因素系数	单项得分	
$L_{d1}$ :外压超限	25	曾经有超限车辆碾压管道上方, 系数取 1。	$\lambda_{d11}=1$	$L_{d1}=25 \times \text{Max} (\lambda_{d11}, \lambda_{d12}, \lambda_{d13})$	
		管道上方有砖房、墓地、大宗物料, 系数取 0.6。	$\lambda_{d12}=0.6$		
		原地貌发生变化, 覆土超过原地貌 0.3m 以上, 系数取 0.6。	$\lambda_{d13}=0.6$		
$L_{d2}$ :内压超限	25	管段未发生过超设计压力的水锤现象, 系数取 0。	$\lambda_{d2}=0$	$L_{d2}=25 \times \lambda_{d2}$	
		管段发生过超设计压力+0.3MPa 以下的水锤现象, 但未发生爆管, 系数取 0.6。	$\lambda_{d2}=0.6$		
		管段发生过超设计压力+0.3MPa 以上的水锤现象, 但未发生爆管, 系数取 1。	$\lambda_{d2}=1$		
$L_{d3}$ :根深植物 5	5	管道上方 2m 范围内无根深植物, 系数取 0。	$\lambda_{d3}=0$	$L_{d3}=5 \times \lambda_{d3}$	
		管道上方 2m 范围内有根深植物, 系数取 1。	$\lambda_{d3}=1$		
$L_{d4}$ :管道腐蚀	$L_{d41}$ :有阴极保护措施段	25	被保护的预应力钢丝及其他金属构件, 阴极极化大于等于 100mV 且极化电位 (相对 CSE) 大于等于 -1000mV, 系数取 0。	$\lambda_{d4}=0$	$L_{d4}=25 \times \lambda_{d4}$
			被保护的预应力钢丝及其他金属构件, 未达到阴极极化 100mV 或极化电位 (相对 CSE) 比 -1000mV 更负, 系数取 1。	$\lambda_{d4}=1$	
	$L_{d42}$ :无阴极保护措施段	土壤腐蚀性综合评价为微腐蚀, 系数取 0	$\lambda_{d4}=0$		
		土壤腐蚀性综合评价为弱腐蚀, 系数取 0.3	$\lambda_{d4}=0.3$		
		土壤腐蚀性综合评价为中腐蚀, 系数取 0.6	$\lambda_{d4}=0.6$		
		土壤腐蚀性综合评价为强腐蚀, 系数取 1	$\lambda_{d4}=1$		
$L_{d5}$ :管道使用年限	20	管道已投入使用 10 年以内, 系数取 0	$\lambda_{d5}=0$	$L_{d5}=20 \times \lambda_{d5}$	
		管道已投入使用 11~20 年, 系数取 0.3	$\lambda_{d5}=0.3$		
		管道已投入使用 21~30 年, 系数取 0.6	$\lambda_{d5}=0.6$		
		管道已投入使用 30 年以上, 系数取 1	$\lambda_{d5}=1$		

b) 钢管 $L_d$ 值计算按下式计算:

$$L_e = L_{d1} + L_{d2} + L_{d3} + L_{d4} + L_{d5} \dots \dots \dots (E.7)$$

式中:

$L_{d1}$ ——外压超限事件对管道健康状态的影响因素值；

$L_{d2}$ ——内压超限对管道健康状态的影响因素值；

$L_{d3}$ ——根深植物对管道健康状态的影响因素值；

$L_{d4}$ ——管道腐蚀对管道健康状态的影响因素值；

$L_{d5}$ ——管道使用年限对管道健康状态的影响因素值；

$L_{d1}$ 、 $L_{d2}$ 、 $L_{d3}$ 、 $L_{d4}$ 、 $L_{d5}$ 取值方法可参照表E.5。

表E.5 钢管 $L_d$ 值取值参考表

影响因素	影响因素分值	系数取值标准	因素系数	单项得分	
$L_{d1}$ :外压超限	25	曾经有超限车辆碾压管道上方,系数取1。	$\lambda_{d1}=1$	$L_{d1}=25 \times \text{Max}(\lambda_{d11}, \lambda_{d12}, \lambda_{d13})$	
		管道上方有砖房、墓地、大宗物料,系数取0.6。	$\lambda_{d1}=0.6$		
		原地貌发生变化,覆土超过原地貌0.3m以上,系数取0.6。	$\lambda_{d1}=0.6$		
$L_{d2}$ :内压超限	25	管段未发生过超设计压力的水锤现象,系数取0。	$\lambda_{d2}=0$	$L_{d2}=25 \times \lambda_{d2}$	
		管段发生过超设计压力+0.3MPa以下的水锤现象,但未发生爆管,系数取0.6。	$\lambda_{d2}=0.6$		
		管段发生过超设计压力+0.3MPa以上的水锤现象,但未发生爆管,系数取1。	$\lambda_{d2}=1$		
$L_{d3}$ :根深植物5	5	管道上方2m范围内无根深植物,系数取0。	$\lambda_{d3}=0$	$L_{d3}=5 \times \lambda_{d3}$	
		管道上方2m范围内有根深植物,系数取1。	$\lambda_{d3}=1$		
$L_{d4}$ :管道腐蚀	$L_{d41}$ :有阴极保护措施段	25	极化电位大于限制临界电位,且小于金属腐蚀速率小于0.01mm/a时的最小保护电位,系数取0。	$\lambda_{d4}=0$	$L_{d4}=25 \times \lambda_{d4}$
			极化电位小于限制临界电位,或大于金属腐蚀速率小于0.01mm/a时的最小保护电位,系数取1。	$\lambda_{d4}=1$	
	$L_{d42}$ :无阴极保护措施段	土壤腐蚀性综合评价为微腐蚀,系数取0	$\lambda_{d4}=0$		
		土壤腐蚀性综合评价为弱腐蚀,系数取0.3	$\lambda_{d4}=0.3$		
		土壤腐蚀性综合评价为中腐蚀,系数取0.6	$\lambda_{d4}=0.6$		
		土壤腐蚀性综合评价为强腐蚀,系数取1	$\lambda_{d4}=1$		
$L_{d5}$ :管道使用年限	20	管道已投入使用10年以内,系数取0	$\lambda_{d5}=0$	$L_{d5}=20 \times \lambda_{d5}$	
		管道已投入使用11~20年,系数取0.3	$\lambda_{d5}=0.3$		
		管道已投入使用21~30年,系数取0.6	$\lambda_{d5}=0.6$		
		管道已投入使用30年以上,系数取1	$\lambda_{d5}=1$		

c) 球墨铸铁管、玻璃钢管 $L_d$ 值计算按下式计算:

$$L_d = L_{d1} + L_{d2} + L_{d3} \dots \dots \dots (E.8)$$

式中:

$L_{d1}$ ——外压超限造成输供水管道应力变化的影响因素值;

$L_{d2}$ ——内压超限造成输供水管道应力变化的影响因素值;

$L_{d3}$ ——管道使用年限与输供水管道应力变化的影响因素值;



$L_{d1}$ 、 $L_{d2}$ 、 $L_{d3}$ 取值方法可参照表d.8。

表E.5 球墨铸铁管、玻璃钢管Ld值取值参考表

影响因素	影响因素分值	系数取值标准	因素系数	单项得分
$L_{d1}$ :外压超限	40	曾经有超限车辆碾压管道上方,系数取1。	$\lambda_{d11}=1$	$L_{d1}=40 \times \text{Max}(\lambda_{d11}, \lambda_{d12}, \lambda_{d13})$
		管道上方有砖房、墓地、大宗物料,系数取0.6。	$\lambda_{d12}=0.6$	
		原地貌发生变化,覆土超过原地貌0.3m以上,系数取0.6。	$\lambda_{d13}=0.6$	
$L_{d2}$ :内压超限	40	管段未发生过超设计压力的水锤现象,系数取0。	$\lambda_{d2}=0$	$L_{d2}=40 \times \lambda_{d2}$
		管段发生过超设计压力+0.3MPa以下的水锤现象,但未发生爆管,系数取0.6。	$\lambda_{d2}=0.6$	
		管段发生过超设计压力+0.3MPa以上的水锤现象,但未发生爆管,系数取1。	$\lambda_{d2}=1$	
$L_{d3}$ :管道使用年限	20	管道已投入使用10年以内,系数取0	$\lambda_{d3}=0$	$L_{d3}=20 \times \lambda_{d3}$
		管道已投入使用11~20年,系数取0.3	$\lambda_{d3}=0.3$	
		管道已投入使用21~30年,系数取0.6	$\lambda_{d3}=0.6$	
		管道已投入使用30年以上,系数取1	$\lambda_{d3}=1$	

d) 如运行管理单位已具备断丝检测和监测、管道变形检测和监测等管道健康状态评估能力,可按照相关研究成果直接对管道健康状态进行评分。

## 附录 F

(规范性)

## 输供水管道风险矩阵法 (LS)

## F.1 判定步骤

排查管道信息→划分评价单元→按照附录D计算S值→按照附录E计算L值→代入判定公式计算→得出管道风险等级→填写清单。

## F.2 风险等级判定

输供水管道风险等级判定按下式计算：

$$R = L \times S \dots\dots\dots (F.1)$$

式中：

R——输供水管道风险值；

L——输供水管道失效事故的可能性值；

S——输供水管道失效事故危害严重程度值；

得出 R 值后参照表 F.1 划定风险等级，并填写表 F.2。

表 F.1 输供水管道风险等级划分参照表

R 值区间	风险程度	风险等级	颜色标示
$R > 320$	极其危险	重大风险	红
$160 < R \leq 320$	高度危险	较大风险	橙
$70 < R \leq 160$	中度危险	一般风险	黄
$R \leq 70$	轻度危险	低风险	蓝

## F.3 填写评价表

完成输供水管道风险评价后，填写表F.2。

表 F.2 输供水管道风险等级评价表

单元编号	所在线路及桩号	管道规格	S 值	L 值	R 值	风险等级

## 附录 G

(规范性)

## 工程相关危险源风险矩阵法 (LS)

## G.1 适用范围

本方法用于对危险程度与工程规模直接相关或间接相关的构(建)筑物类、金属结构类、设备设施类、管理类、环境类危险源的风险等级评价,使用范围可参照附录J表J.2中“推荐评价方法”确定。

## G.2 风险等级判定

输供水管道风险等级判定按下式计算:

$$R = L \times S \dots\dots\dots (G.1)$$

式中:

R——工程类危险源风险值;

L——工程类危险源发生事故的可能性值;

S——工程类危险源事故危害严重程度值;

得出 R 值后参照表 G.1 划定风险等级,并填写表 G.2。

表 G.1 工程类危险源风险等级划分参照表

R 值区间	风险程度	风险等级	颜色标示
$R > 320$	极其危险	重大风险	红
$160 < R \leq 320$	高度危险	较大风险	橙
$70 < R \leq 160$	中度危险	一般风险	黄
$R \leq 70$	轻度危险	低风险	蓝

表G.2 危险源风险等级评价表

序号	危险源名称	事故诱因	可能导致的后果	S 值	L 值	R 值	风险等级

## G.3 工程类危险源危害严重程度 (S 值) 取值标准

工程类危险源危害严重程度 (S 值) 可参照表 G.2 取值:

表 G.2 工程类危险源 S 值取值标准表

年引水量 ( $10^8\text{m}^3$ )	$\geq 3$	$< 3, \geq 1$	$< 1, \geq 0.3$	$< 0.3, \geq 0.1$	$< 0.1$
S 值	15	10	7	5	3

注:年引水量为该危险源所在位置的输供水工程实际年均引水量。

## G.4 工程类危险源事故发生可能性（L 值）取值标准

工程类危险源发生可能性（L 值）可按下列式计算：

$$L = 0.3 \times L_{11} + 0.5 \times L_{12} + 0.2 \times L_{13} + L_2 + L_3 \dots\dots\dots (G.2)$$

式中：

$L_{11}$ ——分管负责人层级根据现场实际对事故发生可能性主观赋值；

$L_{12}$ ——部门负责人层级根据现场实际对事故发生可能性主观赋值；

$L_{13}$ ——运行管理人员层级根据现场实际对事故发生可能性主观赋值；

$L_2$ ——企业安全管理水平值；

$L_3$ ——风险评估单元是否存在隐患；

$L_{11}$ 、 $L_{12}$ 、 $L_{13}$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 取值方法参照表G.3。

表 G.3 输供水工程沿线 L 值取值标准表

取值标号	指标	释义	分级	可能性等级值
$L_{11}$ $L_{12}$ $L_{13}$	管理人员 评分	以各层级管理 人员根据实际 情况主观判定 为依据	常常会发生	40
			较多情况下发生	24
			某些情况下发生	12
			极少情况下才发生	4
			一般情况下不会发生	2
$L_2$	企业安全 管理水平	以安全生产标 准化得分及自 评情况为评判 依据	未开展安全生产安全标准化工作	30
			标准化自评达到三级标准	18
			已通过安全标准化三级评审或自评达到二级标准	9
			已通过安全标准化二级评审或自评达到一级标准	3
			已通过安全标准化一级评审	1
$L_3$	风险评估 单元是否 存在隐患	以风险评估单 元存在隐患量 为依据	存在特别重大安全隐患，需立即停产	30
			存在重大安全隐患，需立即采取措施整改	18
			存在较大安全隐患，可制定临时措施，限期整改	9
			存在一般安全隐患，限期整改	3
			无安全隐患	1

## 附录 H

(规范性)

## 通用风险矩阵法 (LS)

## H.1 适用范围

本方法用于对危险程度与工程规模相关性不大的构(建)筑物类、金属结构类、设备设施类、管理类、环境类危险源的风险等级评价,使用范围可参照附录J表J.2中“推荐评价方法”确定。

## H.2 风险等级判定

风险等级判定按下式计算:

$$R = L \times S \dots\dots\dots (H.1)$$

式中:

R——与工程规模无直接相关或间接关系的危险源风险值;

L——与工程规模无直接相关或间接关系的危险源发生事故的可能性值;

S——与工程规模无直接相关或间接关系的危险源事故危害严重程度值;

得出 R 值后参照表 H.1 划定风险等级,并填写表 H.2。

表 H.1 危险源风险等级划分参照表

R 值区间	风险程度	风险等级	颜色标示
$R > 320$	极其危险	重大风险	红
$160 < R \leq 320$	高度危险	较大风险	橙
$70 < R \leq 160$	中度危险	一般风险	黄
$R \leq 70$	轻度危险	低风险	蓝

表H.2 危险源风险等级评价表

序号	危险源名称	事故诱因	可能导致的后果	S 值	L 值	R 值	风险等级

## H.3 危险源危害严重程度 (S 值) 取值标准

危险源危害严重程度S值取值从人员伤亡和直接经济损失 2 个维度分析,应按照危险严重程度最高的进行评分。

表H.3 危险源危害严重程度（S值）取值参考表

S 值	发生事故产生的后果	
	人员伤亡	直接经济损失 E（万元）
15	10 人以上死亡，或 50 人以上重伤	$E > 5000$
10	3~9 人死亡，或 10~49 人重伤	$5000 > E \geq 1000$
7	1~2 人死亡，或 3~9 人重伤	$1000 > E \geq 100$
5	1~2 人重伤	$100 > E \geq 10$
3	轻伤	$10 > E \geq 1$
1	轻微伤或无伤害	$1 > E$

## H.4 事故发生可能性（L 值）取值标准

工程类危险源发生可能性（L 值）可按下列式计算：

$$L = 0.3 \times L_{11} + 0.5 \times L_{12} + 0.2 \times L_{13} + L_2 + L_3 \dots\dots\dots (H.2)$$

式中：

$L_{11}$ ——分管负责人层级根据现场实际对事故发生可能性主观赋值；

$L_{12}$ ——部门负责人层级根据现场实际对事故发生可能性主观赋值；

$L_{13}$ ——运行管理人员层级根据现场实际对事故发生可能性主观赋值；

$L_2$ ——企业安全管理水平值；

$L_3$ ——风险评估单元是否存在隐患；

$L_{11}$ 、 $L_{12}$ 、 $L_{13}$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 取值方法参照表H.3。

表 H.4 输供水工程沿线 L 值取值参考表

取值标号	指标	释义	分级	可能性等级值
$L_{11}$ $L_{12}$ $L_{13}$	管理人员 评分	以各层级管理 人员根据实际 情况主观判定 为依据	常常会发生	40
			较多情况下发生	24
			某些情况下发生	12
			极少情况下才发生	4
			一般情况下不会发生	2
$L_2$	企业安全 管理水平	以安全生产标 准化得分及自 评情况为评判 依据	未开展安全生产安全标准化工作	30
			标准化自评达到三级标准	18
			已通过安全标准化三级评审或自评达到二级标准	9
			已通过安全标准化二级评审或自评达到一级标准	3
$L_3$	风险评估 单元是否 存在隐患	以风险评估单 元存在隐患量 为依据	存在特别重大安全隐患，需立即停产	30
			存在重大安全隐患，需立即采取措施整改	18
			存在较大安全隐患，可制定临时措施，限期整改	9
			存在一般安全隐患，限期整改	3
			无安全隐患	1

## 附录 I

(资料性)

## 作业条件危险性分析评价法 (LEC)

## I.1 分析评价法概述

作业条件危险性分析评价法 (简称LEC)，是一种常用的作业活动类危险源风险评价方法，其中L代表事故发生的可能性，E代表人员暴露于危险环境中的频繁程度，C代表一旦发生事故可能造成的后果。对L、E、C值进行半定量赋值后，通过三者的乘积判定风险评分和等级。

## I.2 风险等级判定

对作业活动类危险源风险等级判定可用下式计算：

$$D=L \times E \times C \dots\dots\dots (I.1)$$

式中：

*D*——危险源带来的风险值，值越大，说明该作业活动危险性大、风险大；

*L*——发生事故的可能性大小；

*E*——人员暴露在这种危险环境中的频繁程度；

*C*——一旦发生事故会造成的损失后果；

计算得出风险等级评分后通过表I.1判定风险等级。

表 I.1 风险等级划分表

R 值区间	风险程度	风险等级	颜色标示
$R > 320$	极其危险	重大风险	红
$160 < R \leq 320$	高度危险	较大风险	橙
$70 < R \leq 160$	中度危险	一般风险	黄
$R \leq 70$	轻度危险	低风险	蓝

## I.3 L、E、C 参数赋值标准

L、E、C值可按照表I.2、I.3、I.4赋值。

表 I.2 事故发生可能性 (L) 分值表

分数值	事故发生的可能性
10	完全可以预料。
6	相当可能；或危害的发生不能被发现（没有检测系统）；或在现场没有采取防范、监测、保护、控制措施，或危害的发生不能被发现（没有监测系统），或在正常情况下经常发生此类事故或事件或偏差。

分数值	事故发生的可能性
3	可能但不经常；或危害的发生不容易被发现，现场没有检测系统，也未发生过任何监测，或在现场有控制措施，但未有效执行或控制措施不当，或危害常发生或在预期情况下发生。
1	可能性小，完全意外；或没有保护措施（如没有保护装置、没有个人防护用品等），或未严格按操作程序执行，或危害的发生容易被发现（现场有监测系统），或曾经作过监测，或过去曾经发生类似事故或事件，或在异常情况下类似事故或事件。
0.5	很不可能，可以设想；或危害一旦发生能及时被发现，并定期进行监测。
0.2	极不可能，或现场有充分有效的防范、控制、监控、保护措施，并能有效执行，或员工安全卫生意识相当高，严格执行操作规程。
0.1	实际不可能。

表 I.3 暴露于危险环境的频繁程度（E）分值表

分数值	暴露于危险环境中的频繁程度
10	连续暴露
6	每天工作时间内暴露
3	每周一次或偶然暴露
2	每月一次暴露
1	每年几次暴露
0.5	非常罕见地暴露

表 I.4 发生事故产生的后果（C）分值表

分数值	发生事故产生的后果	
	人员伤亡	直接经济损失（万元）
100	10人以上死亡，或50人以上重伤	$E > 5000$
40	3~9人死亡，或10~49人重伤	$5000 > E \geq 1000$
15	1~2人死亡，或3~9人重伤	$1000 > E \geq 100$
7	1~2人重伤	$100 > E \geq 10$
3	轻伤	$10 > E \geq 1$
1	轻微伤或无伤害	$1 > E$



## 附录 J

(资料性)

## 输供水工程危险源辨识及风险评价等级参考清单

表 J.1 输供水工程重大危险源参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果
1		输供水管道	PCCP 管道、钢管、球墨铸铁管、玻璃钢管	附录 F 中的各类影响因素均为事故诱因	爆管造成的严重人员伤亡，水淹农田、村庄、城镇，非计划性停水等重大社会影响和经济损失
2	构(建)筑物类	机(厂)房、辅助用房、办公用房	C、D 级危房	超期、超限使用、自然灾害、严重裂缝、不均匀沉降、变形、破坏性装饰装修等	建筑物垮塌、人员严重伤亡
3		水工建筑物	安全鉴定结果为不合格的水工建筑物	超期使用、自然灾害、严重裂缝、不均匀沉降、变形、渗透破坏	建筑物垮塌、人员严重伤亡
4	金属结构类	阀门	阀门、调流阀	误操作、设备故障、维护保养不到位等	阀门异常开启或关闭造成水锤爆管事故
5	设备设施类	特种设备	压力容器	超压超温、操作失误	人员伤亡，厂房、设备设施严重破坏
6			起重机	违章作业，钢丝绳、吊钩达到报废标准，超限使用、安全防护装置失效、维护保养不到位	重要供水设备设施损坏
7			电梯	超限使用、安全防护装置失效、维护保养不到位	人员严重伤亡
8		电气设备	变配电设备	自然灾害、设备功能失效、设备温度异常升高、违规操作、维护保养不到位、短路、虚接等造成火灾的隐患	水泵、水轮机、调流阀异常关闭造成水锤爆管事故，火灾事故
9		管理设施	调度控制设施	调度系统故障，发出错误调度指令	阀门误操作造成爆管事故
10	作业活动类	作业活动	有限空间作业	违反“先通风、再检测、后进入”作业原则，作业中未持续通风和定时气体检测，未配备应急救援设施	群体中毒窒息
11			涉氯作业	作业人员违反相关操作规程、未佩戴个人防护用品、防护装置失效	人员伤亡，群体中毒

表 J.1 输供水工程重大危险源参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果
12	管理类	物料管理	达到危险化学品重大危险源判定标准的危险化学品	氯、汽油、柴油等列入危险化学品目录储量已经达到重大危险源标准未按重大危险源管控、管理不当	造成中毒、窒息、火灾、爆炸事故
13		管理体系	调度管理体系,设备运维管理体系	调度运行和设备运维不到位,出现重大调度失误,重要输供水设备设施故障损坏	供水中断、造成失效事故
14		管理行为	评估鉴定与检验检测	特种设备、闸门、泵站等未按规定开展评估鉴定或检验检测,且设备设施已经存在隐患	造成工程事故
15			穿越工程管理	穿越工程、方案未经安全鉴定、评估,未办理穿越手续,施工期间未进行安全监测,采用影响管道安全的危险工艺	造成工程严重破坏事故
16			严重影响工程安全的外界行为管理	对工程管理范围、保护范围内或临近区域的爆破、钻探、采矿(石、砂)、打井、挖塘、建筑、堆放大宗物料,超重车辆碾压管道等严重影响管道安全的行为管理不到位	工程设备设施严重损坏,管道严重破坏,人员伤亡
17		环境类	自然环境	自然灾害	山洪、泥石流、地震、强风、山体滑坡、超标准洪水、河道大幅度摆动等

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
1	构(建)筑物类	输供水隧洞	输供水隧洞表面	水流冲刷	结构破坏、裂缝、剥蚀、空蚀	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险
2			输供水隧洞渗流	防渗设施不完善	位移、沉降、塌方	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险
3			输供水隧洞围岩	不良地质	变形、位移、塌方	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险
4		输供管道	PCCP管道、钢管、球墨铸铁管、玻璃钢管	附录F中的各类影响因素	爆管造成的人员伤亡、水淹农田、非计划停水等较大影响	输供水管道风险矩阵法(附录F)	一般风险~重大风险
5		闸室段	底板、闸墩、胸墙结构表面	水流冲刷、漂浮物撞击	结构破坏、裂缝,剥蚀	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险
6			底板、闸墩渗流	防渗设施不完善或失效	渗透破坏	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险
7		井室	检修阀井、空气阀井、流量计井、排水阀井	不良地质条件、裂缝、防水失效、穿墙套管封堵不良,通风不良	沉降、渗透破坏、影响井室内设备设施使用寿命和正常运行,中毒窒息	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险
8		稳压建筑物	分水池、连接井、连接竖井、调压井、稳压塔	水流冲刷、不良地质条件、裂缝	沉降、渗透破坏	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险
9		尾水建筑物	尾水洞	水流冲刷	结构破坏、气蚀	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险
10			尾水渠	水流冲刷、淤积物	凹陷、滑坡、堵塞	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
11	构(建)筑物类	溢流建筑物	尾水渠翼墙	沉降、渗透破坏	滑移、裂缝、变形、倾覆、倒塌	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险
12			溢流通道	水流冲刷、淤积物	下沉、开裂、堵塞	低风险~重大风险	低风险~较大风险
13			溢流池	水流冲刷、淤积物	凹陷、滑坡、堵塞、冻胀、淹溺	低风险~重大风险	低风险~较大风险
14			溢流塔	保温材料损坏、沉降变形、渗透破坏	滑移、裂缝、变形、倾覆、倒塌、冻胀、淹溺	低风险~重大风险	低风险~较大风险
15		输供水渠(河道)	天然河道	渗透量超过允许量、基础破坏、野生动物破坏、超标准洪水、异常天气	溃决、坍塌、滑坡、凹陷、冻胀、淹溺	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险
16			人工渠道	水流冲刷、排水沟淤积物、内部排水体失效、渗流量超过允许量、异常天气、不良地基	溃决、坍塌、滑坡、凹陷、冻胀、淹溺	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险
17		涉河交叉建筑物	渡槽	水流冲刷、超标准洪水、冬季冻胀、水位漫溢、设计缺陷、建筑或止水材料老化或质量缺陷	倒塌、结构裂缝、止水破损及渗漏、混凝土剥蚀和钢筋锈蚀	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险
18			倒虹吸	超标准洪水,混凝土温度变形、干缩、骨料反应、钢筋锈蚀,地基不均匀沉降	管基不均匀沉降及管节错位、管身裂缝、管节衔接处裂缝、渗漏、表层混凝土剥蚀及钢筋锈蚀	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险
19			涵洞(暗渠)	地基不均匀沉降、洞身开裂、渗漏水	渗漏水、坍塌、滑坡、翻水、鼓水、凹陷	工程类危险源风险矩阵法(附录G)	一般风险~重大风险

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
20	构(建)筑物类	取水构筑物	固定式取水建筑物	防砂、防污、防草、防漂浮物、防冻、抗浮、防撞设施未设置或设置不完善、原水水质异常、不良地质条件、水文异常	结构破坏、淤积、非计划停水	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
22		机(厂)房、辅助用房、办公用房	安全鉴定等级为 B 级	个别构件处于危险状态，且未及时维修加固导致危险等级进一步提升	升级为 C 级或 D 级	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
23			破坏性装饰装修	房屋装修未经论证拆除或变更梁、柱、楼板、承重墙、外墙等建筑主体或者承重结构，超过原设计标准增加房屋使用荷载	造成建筑物局部结构破坏	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
24			外墙装饰不牢	装饰材料剥落	物体打击、保温、防水功能缺失	通用风险矩阵法（附录 H）	低风险~较大风险
25			装修材料、家具等可燃物	装修材料、可燃家具等遇火源(电气短路、电弧、明火)、高温(电暖炉等)、烟头可能导致火灾	火灾	通用风险矩阵法（附录 H）	低风险~较大风险
26			安全设施被拆除或破坏	防火、防雷、防腐蚀等设备或措施拆除或损坏	火灾、触电、设备损坏	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
27			利用柱子、桁架、梁板及支撑杆件作临时结构、屋面、平台超起重点，悬挂重物和利用吊车撞击重物、在各种屋面、楼板和操作平台上超载堆放重物或增盖房屋等	裂缝、变形	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险	
28			基础不均匀沉降	建构筑物基础周围任意挖坑积水和堆放重物，引起地基不均匀沉降	房屋裂缝、倾斜	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
29			使用功能变更	工艺技术改造时，未考虑工艺设备和建构筑物匹配使用	结构破坏、影响正常运行	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
30	金属结构类	闸门	闸门闸下水流	流态异常	闸门振动	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~较大风险
31			闸门门体	暴露、磨损、锈蚀、变形	挡水功能降低、影响闸门启闭	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~较大风险
32			闸门支承行走机构部件	暴露、磨损、锈蚀	影响闸门启闭	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~一般风险
33			闸门吊耳板、吊座	暴露、锈蚀	影响闸门启闭	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~一般风险
34			闸门锁定梁、销	暴露、锈蚀	影响闸门固定	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~一般风险
35			闸门开度限位装置	功能失效	闸门启闭无上下限保护	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
36			闸门融冰装置	功能失效	影响闸门启闭	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
37			闸门止水暴露	暴露、磨损、侵蚀性介质	止水老化及破损，渗漏	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
38			启闭机械	启闭机钢丝绳、滑轮组	磨损、锈蚀、压块松动	影响启闭、闸门掉落	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）
40		液压式启闭机油泵		未及时维修保养	影响启闭	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~较大风险
41		液压式启闭机油管系统		功能失效、泄露	影响启闭、高压喷射液压油伤人	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
42		液压油油量、油质		油量不足、油质不纯	影响启闭	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~较大风险

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
43	金属结构类	启闭机械	启闭机制动器、减速器	磨损、锈蚀	影响启闭	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
44			启闭机限位器	线路老化、损坏、信号丢失	影响设备运行、建筑结构破坏	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
45			启闭机轨道	磨损、锈蚀	影响启闭	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
48			吊钩	锈蚀、裂痕	影响启闭、闸门脱落	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
49		拦污与清污设备	拦污栅、旋转滤网	锈蚀、堵塞、撞击损坏	堵塞、严重锈蚀、扭曲变形	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~较大风险
50			清污机	磨损、锈蚀	影响设备运行	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~较大风险
51	设备设施类	液控阀门	液压系统	电机、油泵、电磁阀、压力表等部件检查维护不到位，蓄能器存在开裂等结构性损伤，运行环境差，液压油油品不合格	影响阀门开关，触电，蓄能器损坏，油液喷射，设备振动	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
52			重锤及机械传动系统	运行环境差，传动部件老化磨损	影响阀门开关，阀门关不严导致内漏，机械伤害	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
53			液压油管	检查维护不到位，油管锈蚀、老化开裂，油管不定不牢固	影响阀门开关，渗油、漏油，影响油缸保压效果，油液喷射，振动、断裂	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
54			液压油缸	运行环境差，油缸存在结构性损伤	影响阀门开关，渗油、漏油，影响油缸保压效果	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~较大风险
55			电气及控制系统	PLC、远程控制模块故障，漏电保护、接地装置失效	影响阀门开关，触电	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
56	设备设施类	液控阀门	阀门结构主体	检查维护不到位，主体结构固定不稳	阀门锈蚀，阀门振动	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~较大风险
57			密封胶条	胶条老化	内漏	通用风险矩阵法（附录 H）	低风险~较大风险
58		电动阀门	机械传动系统	运行环境差，传动部件老化磨损	影响阀门开关，阀门关不严、内漏	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
59			电动执行机构	运行环境差，元件、线路老化	影响阀门开关，缺少开关信号	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
60			电气及控制系统	PLC、远程控制模块故障，漏电保护、接地装置失效	影响阀门开关，触电	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
61		电动阀门	阀门结构主体	检查维护不到位，主体结构固定不稳	阀门锈蚀，阀门振动	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
62			密封胶条	胶条老化	内漏	通用风险矩阵法（附录 H）	低风险~较大风险
63		调流阀	电动执行机构	运行环境差，元件、线路老化	影响调流阀开关，开度信息不准确	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
65			机械传动系统	运行环境差，传动部件老化磨损	结垢锈蚀，影响阀门开关，阀门关不严、内漏	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
66			电气及控制系统	PLC、远程控制模块故障，漏电保护、接地装置失效	影响阀门开关，触电，开度信息不准确	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
67			阀门结构主体	检查维护不到位，杂物堵塞，主体结构固定不稳	阀门锈蚀，影响过流能力，阀门振动	通用风险矩阵法（附录 H）	低风险~较大风



表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
68	设备设施类	手动阀门	机械传动系统	运行环境差，传动部件老化磨损	力矩增大、影响正常开关 阀门	工程类危险源风险矩阵 法（附录 G）	一般风险~重大风险
69			阀门结构主体	检查维护不到位，主体结构固定不稳	阀门锈蚀，阀门振动	工程类危险源风险矩阵 法（附录 G）	一般风险~重大风险
70			密封胶条	胶条老化	内漏	工程类危险源风险矩阵 法（附录 G）	低风险~较大风险
73		伸缩节	伸缩密封装置	密封填料老化，调整位置不当	外漏，受力不均匀	通用风险矩阵法（附录 H）	低风险~较大风险
74			螺栓螺杆	防腐层脱落、锈蚀	影响设备调整、伸缩	工程类危险源风险矩阵 法（附录 G）	低风险~较大风险
75			伸缩节结构主体	检查维护不到位，主体结构固定不稳	锈蚀，振动	工程类危险源风险矩阵 法（附录 G）	一般风险~重大风险
76		管理设备设施	调度控制设施	设施损坏、断网、停电、火灾	影响各类阀门、闸门正常 开关，影响工程信息数据 传输	工程类危险源风险矩阵 法（附录 G）	一般风险~重大风险
77			安全监测设施	雷击、暴风雨等恶劣天气，检查维护不到 位	影响安全监测资料整编 分析，不能及时掌握工程 数据信息，不能及时发现 工程隐患	工程类危险源风险矩阵 法（附录 G）	一般风险~重大风险
78			水文监测系统	检查维护不到位，外界破坏	不能及时接收预警信息	工程类危险源风险矩阵 法（附录 G）	一般风险~重大风险
79	水质监测系统		检查维护不到位	水质污染不能被及时发 现	工程类危险源风险矩阵 法（附录 G）	一般风险~重大风险	

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
80	设备设施类	管理设备设施	视频监控系统	检查维护不到位，外界破坏	不能及时发现工程隐患或险情	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
81			网络设施	网络线杆造成极端天气破坏或人为破坏	影响工程信息传输和输供水控制设备远程控制	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
82			消防设施	未定期检测、检查维护不到位	不能正常发挥灭火功能，造成火灾扩散	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
83			消防报警系统	检查、维护不到位	发生火灾后不能正常报警，人员疏散不及时	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
84			气体灭火系统	气瓶检查维护不到位，自动报警系统失效	窒息事故，爆炸事故	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
85			防雷保护系统	未定期检测、维护不到位	电气系统损坏，影响工程运行安全	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~较大风险
86			阴极保护设施	外界破坏，检查维护不到位	管道使用寿命缩短	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
87			输供水管道（隧洞）辅助设备设施	进排气阀	设备维护不到位或异常关闭导致进排气不畅，螺栓锈蚀失去应力	管道真空、水锤、空蚀破坏、振动，漏水	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）
88		真空破坏阀		设备维护不到位或异常关闭导致进气不畅，螺栓锈蚀失去应力	管道真空、水锤，漏水	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~较大风险
89		止回阀		冲刷、锈蚀	影响止水功能	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~较大风险
90		水锤消除罐		检查维护不到位，内胆老化、破裂	预防水锤能力下降、漏水	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
91		超压泄压阀		检查维护不到位	不能正常泄压	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
92		消能器		内部结构堵塞、消能器固定不牢固	过水能力下降、消能器振动、脱落	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~较大风险

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
93	设备设施类	主水泵	电气及控制系统	PLC、远程控制模块故障，漏电保护、接地装置失效	影响水泵正常运转，触电	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
94			电机	检修维护不到位	影响水泵正常运转	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
95			水泵主体结构	底座固定不稳固，检修维护不到位	设备震动，锈蚀	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
96			联轴器	无防护罩	机械伤害	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
97		发电机组及附属设备	发电机	发电机部件制造缺陷或安装缺陷，冷却系统故障，传感器故障，绝缘受潮、老化、损坏	设备损坏、机组解列停机、触电、火灾	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
98			水轮机	检修安装不正确，冷却系统故障，油质劣化，机械、水力、电磁原因引起的故障，违规操作等	水锤、机组设备损坏、触电、甩负荷、火灾、人员伤害	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
99			调速器	部件产品质量问题、机构松脱变位、参数设置改变等	失压失控、溜负荷等	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
100			转桨式水轮机桨叶密封	密封安装质量不符合要求、密封损坏	污染下游水质	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~较大风险
101		发电机组辅助设备	顶盖排水系统	排水系统工作不正常	顶盖淹水、停机	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~较大风险
102			保护系统	检查维护不到位，违规操作	保护误动作，机组停机，设备损坏	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~较大风险
103			油系统	油品质不达标、油压异常、过滤器堵塞、油管堵塞、安全阀故障等	机组异常温升、机组停机	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~较大风险

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
104	设备设施类	发电机组辅助设备	技术供水系统	水泵故障、管路堵塞、阀门故障、控制电源及回路故障、冷却装置故障、过滤器故障等	机组停机	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~较大风险
105			气系统	储气罐压力异常、安全阀故障	机组无法正常停机	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	低风险~较大风险
106		特种设备	电梯	检查养护不到位、未定期检验检测	影响正常运行、人员坠落事故	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~较大风险
107			压力容器	检查养护不到位、未定期检验检测，安全阀、爆破片失效	影响正常运行、爆炸事故	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
108			专用机动车辆	检查养护不到位、未定期检验检测	影响正常运行、起重事故、物体打击事故	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~较大风险
109			起重机械	检查养护不到位、未定期检验检测	起重事故	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
110		电气设备	变压器	油品质不符合要求、裸露带电导体与周边的安全净距不满足要求、保护及冷却装置故障、套管或支撑绝缘子损坏	设备损坏、爆炸、触电	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
111			同期装置	设备故障	非同期并列、报警或解列	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
112			气体绝缘全封闭组合电器（GIS）	在线监测系统故障、气密性损坏	爆炸、中毒和窒息	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
113			高、低压开关配电设备	设备故障	影响设备运行	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
114			高压电容器	渗漏油、外壳膨胀	爆炸、人身伤害	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
115	设备设施类	电气设备	母线、电缆及输电线路	接地故障，绝缘老化，线路断路、短路，雷击等	短路故障、机组过负荷、严重过速、飞逸	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
116			互感器	互感器性能参数不满足要求、回路故障、本体故障、电流互感器二次侧开路、电压互感器二次短接	意外停机、爆炸	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
117			直流系统	蓄电池、整流装置、开关、小母线等故障或损坏	影响设备运行	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
118			励磁系统	励磁系统故障	不能同期或解列	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
119			备用电源（柴油发电机）	线路故障、蓄电池故障、空气进入系统等	不能及时供电、影响电站运行	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
120			电动机变频、旁路装置	变频、旁路装置故障	电机无法正常运行	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
121			仪表、测量控制及保护装置	设备故障，保护定值不合理，保护动作不灵敏	影响设备运行	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
122			接地装置	接地装置锈蚀、连接不良、有损伤、折断	触电	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
123			蓄电池组	运行环境不良，检查维护不到位	产生氢气，火灾、爆燃，设备损坏	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
124	设备设施类	涉药设备	加药装置	人体接触带电体、人体接触旋转部件、药剂泄漏、飞溅接触人体	触电、机械伤害、中毒与窒息、灼烫、人员伤亡	通用风险矩阵法（附录H）	一般风险~重大风险
125			储药装置	洞口盖板缺失或破损、人员坠入水池内、易燃易爆气体引起的火灾或爆炸、药液泄漏、飞溅接触人体	淹溺、高处坠落、火灾、其他爆炸、中毒与窒息、灼烫、人员伤亡	通用风险矩阵法（附录H）	一般风险~重大风险
126			药剂运输设备(罐车)	液氯、液氨泄漏可能导致人员中毒与窒息事故；次氯酸钠泄漏可能导致人员化学灼伤事故；车辆行驶过程中由于碰撞、碾压、刮擦、翻车、坠车等引起人员伤害事故	中毒与窒息、灼烫、车辆伤害、经济损失	通用风险矩阵法（附录H）	一般风险~重大风险
127		工程附属设备设施	通风机	检查维护不到位	设备损坏、中毒窒息	通用风险矩阵法（附录H）	低风险~较大风险
128			排水泵	排水泵、排污泵淤堵失效，控制系统故障	设备损坏，厂房积水	通用风险矩阵法（附录H）	低风险~较大风险
129		生活附属设备设施	生活用水净水设备	未按期水质监测、用电设备漏电、装置防虫、防小动物、防尘措施不足	水质不达标、触电、设备失效	通用风险矩阵法（附录H）	低风险~较大风险
130			电锅炉	检查维护不到位、用电设备漏电、	影响使用功能，触电	通用风险矩阵法（附录H）	低风险~较大风险
131			生活污水处理设备	设备检查维护不到位、用电设备漏电	排放污水不达标、触电、设备失效	通用风险矩阵法（附录H）	低风险~较大风险

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
132	作业活动类	通用作业活动	机械作业	违章指挥、违章操作、违反劳动纪律、未正确使用防护用品、无证上岗或未培训上岗	机械伤害	LEC（附录 I）	低风险~较大风险
133			起重、搬运作业		起重伤害、物体 打击	LEC（附录 I）	低风险~较大风险
134			高空作业		高处坠落、物体 打击	LEC（附录 I）	低风险~较大风险
135			电焊作业		灼烫、触电、火灾	LEC（附录 I）	低风险~较大风险
136			带电作业		触电	LEC（附录 I）	低风险~较大风险
137			有限空间作业		淹溺、中毒与窒息、坍塌	LEC（附录 I）	低风险~较大风险
138			车辆行驶		车辆伤害	LEC（附录 I）	低风险~较大风险
139			船舶行驶		淹溺	LEC（附录 I）	低风险~较大风险
140			涉药作业		容器爆炸、其他爆 炸、中毒与窒息、灼烫	LEC（附录 I）	一般风险~重大风险
141			涉(临)水作业		淹溺、其他伤害	LEC（附录 I）	低风险~较大风险
142	管理类	管理体系	安全生产相关规章制度和安全操作规程	规章制度不健全、安全操作规程不健全	易造成生产安全事故	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
143			供水调度管理体系	规章制度不健全、调度指令审核、签发程序不规范	易造成工程安全事故，非计划停水	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
144			设备设施检查维护管理体系	规章制度不健全、设备设施养护机制不完善	易造成工程安全事故，设备设施使用功能下降、使用寿命缩短	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
145			网络管理体系	运行维护管理不不到位，防护等级不满足使用要求	工程信息泄露、影响工程数据传输和调度运行	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
146			工程巡查管理体系	体系不健全，巡查频次、要求不满足工程实际	工程遭破坏	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
147	管理类	管理体系	物资管理体系	体系不健全，物资管理混乱	影响工程维护效率，影响工程正常运行	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
148			防汛管理体系	体系不健全，度汛方案和超标准洪水应急预案不完善	影响工程安全度汛	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
149			穿越工程管理体系	穿越审批流程不完善，安全评估不到位，穿越施工监管不到位	影响工程安全运行	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
150			应急救援管理体系	应急预案不健全，应急处置方式不合理	事故影响扩大	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
151			工程抢险管理体系	相关制度不健全，工程抢修方案不健全	工程事故影响扩大，损失扩大	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
152			水质安全管理体系	相关制度不健全，水质检测频次不达标	水质污染	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
153		管理行为	工作票、操作票办理和审批	未执行或执行不到位	人员伤亡	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险~重大风险
154			作业活动审批	未执行或执行不到位	影响设备设施和供水运行安全	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
155			调度令、调度指令编制、审批	未编制或内容不完善	影响供水安全	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
156			安全监测资料整编分析	未分析或分析不到位	不能及时消除工艺、设备设施隐患	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险
157			工程保护范围内影响工程安全行为管理	对在工程管理范围、保护范围影响工程安全、水质安全的行为管理不到位，其中输供水管道参照附录 F	影响工程运行安全，影响水质安全	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险~重大风险



表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
158	管理类	管理行为	人员基本支出和工程维修养护经费审批	经费未落实或落实不到位	影响工程运行管理，工程安全事故	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险～重大风险
159			维修养护计划制订	未制定或不完善	影响设备设施运行管理，工程安全事故	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险～重大风险
160			安全标志设置	设置不完善	不能达到警示目的，增加事故发生概率	通用风险矩阵法（附录 H）	低风险～较大风险
161		物料管理	柴油、汽油、防腐漆等危险化学品管理	储存量过大，封闭措施不到位，储存区域不符合安全要求	中毒窒息，火灾、爆炸、健康危害	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险～重大风险
162			工程备品备件管理	备品备件采购不满足使用要求	影响设备设施维护效率，影响工程正常运行	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险～重大风险
163			防汛物资应急物资管理	物资采购不足，维护不到位	影响工程安全度汛	工程类危险源风险矩阵法（附录 G）	一般风险～重大风险
164			涉水管材、净水药剂管理	领用管控不严	危险物品外流、非法使用	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险～重大风险
165			实验(化验)室危险试剂、废水、废物、废气管理	危险试剂管理不到位、“三废”未纳入管理范围，随意倾倒	环境污染、灼烫、中毒与窒息、其他爆炸	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险～重大风险
166		水质管理	原水水质	水源地环境保护不到位、取水口附近水域被污染	引水水质不达标	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险～重大风险
167			供水水质	柴油、液压油泄露，生物控制措施不到位	供水水质不达标	通用风险矩阵法（附录 H）	一般风险～重大风险

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
168	环境类	自然环境	管理和保护范围内山体 (土体)存在潜在滑坡、落石区域	大风、暴雨、洪水等	坍塌、物体打击	通用风险矩阵法 (附录 H)	一般风险~重大风险
169			雷电、暴雨雪、大风、冰雹、极端温度等恶劣气候	防护措施不到位、极端天气前后的安全检查不到位	建筑物结构损坏、管道结冰冻裂、监测装置损坏	工程类危险源风险矩阵法 (附录 G)	一般风险~重大风险
170			水生生物	吸附在闸门、门槽上	影响闸门启闭	工程类危险源风险矩阵法 (附录 G)	一般风险~重大风险
171			船只	与工程设施发生碰撞	影响工程运行安全	工程类危险源风险矩阵法 (附录 G)	一般风险~重大风险
172			有毒有害气体	溢出、集聚	中毒窒息	通用风险矩阵法 (附录 H)	一般风险~重大风险
173			水面漂浮物、垃圾	在门槽附近堆积	影响水质安全、影响设施过水能力	工程类危险源风险矩阵法 (附录 G)	一般风险~重大风险
174			危险的动、植物	蜇伤、咬伤、扎伤等	影响人身安全	通用风险矩阵法 (附录 H)	一般风险~重大风险
175			工作环境	斜坡、步梯、通道、作业场地	结冰或湿滑	高处坠落、扭伤、摔伤	通用风险矩阵法 (附录 H)
176		临边、临水部位		防护措施不到位	高处坠落、淹溺	通用风险矩阵法 (附录 H)	一般风险~重大风险
177		疏散逃生通道		通道堵塞	发生火灾时人员无法及时撤离	通用风险矩阵法 (附录 H)	低风险~较大风险
178		消防通道		消防通道不满足要求	发生火灾时不能即时扑灭	通用风险矩阵法 (附录 H)	低风险~较大风险

表 J.2 输供水工程一般危险源辨识及风险评价等级参考清单

序号	类别	危险源	危险源评价单元	事故诱因	可能导致的后果	推荐评价方法	风险等级区间
179	环境类	工作环境	油浸式变压器贮油池卵石层	贮油池内鹅卵石间缝隙被杂物堵塞或鹅卵石尺寸或厚度不满足要求，喷出的绝缘油不能快速下渗	火灾发生后可能持续燃烧	通用风险矩阵法（附录H）	低风险～较大风险
180			水泵、调流阀、水轮机运行区域	设备机器运行噪声超标	其他伤害(听力损伤)、夜间扰民、职业健康风险	通用风险矩阵法（附录H）	低风险～较大风险
181			沟槽	沟槽施工作业，可能发生坍塌事故和人员坠落事故	坍塌、高处坠落	通用风险矩阵法（附录H）	低风险～较大风险