

### 公路桥涵和隧道工程施工 安全风险评估与控制

地方标准信息服务平台

2015 - 08 - 13 发布

2015 - 11 - 13 实施



## 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
4 一般规定 .....	3
5 风险源辨识 .....	3
5.1 风险源辨识依据 .....	3
5.2 风险源辨识 .....	4
5.3 风险源清单 .....	5
5.4 其他风险源辨识 .....	36
5.5 重大风险源清单 .....	36
6 风险评估 .....	36
6.1 风险评估的范围 .....	36
6.2 总体风险评估 .....	37
6.3 专项风险评估 .....	41
7 风险控制 .....	55
7.1 一般要求 .....	55
7.2 风险控制措施 .....	55
8 风险动态监测与预警 .....	57
8.1 一般要求 .....	57
8.2 监测与预警 .....	57
8.3 监测信息反馈 .....	58
8.4 施工安全预警系统 .....	58
8.5 培训和应急演练 .....	58
附录A（规范性附录） 风险评估报告编制及格式 .....	59
附录B（规范性附录） 现场通用及特殊工程安全风险控制措施 .....	62
附录C（资料性附录） 风险源持续辨识用表 .....	82

地方标准信息服务平台

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由河南省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：河南省公路工程局集团有限公司、河南省第二公路工程有限公司、河南省交通运输厅安全监督处、石家庄铁道大学。

本标准主要起草人：李青、王春、王景春、干英辉、魏道平、周合宽、耿丙彦。

本标准参加起草人：靳志宇、高渐斌、孙小林、岳跃军、李合年、孟全、鲁立、郭敬东、杜冬峡、靳俊中、封文炬、徐杰、李方军、郭玉杰、杨军、张宏伟。

地方标准信息服务平台



# 公路桥涵和隧道工程施工安全风险评估与控制

## 1 范围

本标准规定了公路桥涵和隧道施工安全风险评估与控制的术语和定义、一般规定、风险源辨识、风险评估、风险控制、风险动态监测与预警。

本标准适用于河南省新建公路桥涵工程和以钻爆法为主要开挖手段的新建隧道工程，改建、扩建以及拆除、加固公路桥涵和隧道工程也可参照执行。

## 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，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 6067 起重机械安全规程
- GB/T 6441-1986 企业职工伤亡事故分类
- GB 6722-2014 爆破安全规程
- GB 8958 缺氧危险作业安全规程
- GB/T 13861-2009 生产过程风险和有害因素分类与代码
- JGJ 46-2005 施工现场临时用电安全技术规范
- JGJ 65-2013 液压滑动模板施工安全技术规程
- JGJ 80-1991 建筑施工高处作业安全技术规程
- JGJ 88-2010 龙门架及井架物料提升机安全技术规范
- JGJ 120-2012 建筑基坑支护技术规程
- JTG F80-2004 公路工程质量检验评定标准
- TSG R0006-2014 气瓶安全技术监察规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 事故

公路工程建设中，可造成人员伤亡、环境影响、经济损失、工期延误和社会影响等损失的不利事件和灾害的统称。

### 3.2

#### 风险

某一事故发生的可能性和严重程度的组合。

### 3.3

### 孕险环境

潜在发生事故的各种工程场地区域、周边环境、施工工艺及管理方案等。

## 3.4

### 风险源

可能导致事故发生的直接因素，也可称为致险因子。

## 3.5

### 风险源辨识

通过对工程施工过程进行系统分解，调查各施工工序潜在的事故类型的过程。

## 3.6

### 风险分析

采用系统安全工程的方法对风险源可能导致的事故进行分析，找出可能受伤害人员、致害物、事故原因等，确定主要的物的不安全状态和人的不安全行为。

## 3.7

### 一般风险源

风险源相对简单，影响因素间关联性较低，运用一般知识与经验即可防范的风险源。

## 3.8

### 重大风险源

风险源相对比较复杂，存在较大的不可预见性，引发的事故严重性较大，应从结构设计、环境因素、施工方法、安全管理等角度进行控制和防范的风险源。

## 3.9

### 安全隐患

施工单位违反安全生产法律、法规、标准、规程、规章、管理制度的规定，或者其他因素在生产经营活动中存在的可能导致人身伤害、工作环境破坏或这些情况组合的风险和有害因素，包括物和环境的不安全状态、人的不安全行为和管理上的缺陷。

## 3.10

### 通用作业

在各单位工程施工中涉及到的常规、重复的作业活动。

## 3.11

### 特殊作业

在各单位工程施工中涉及到的非常规，具有特殊施工工艺、工序或材料的作业活动，本标准特指桥涵工程、隧道工程中的一些个性作业活动。

## 3.12

### 风险评估

对风险进行分析和评价，对风险危害性及其处置措施进行决策。

### 3.13

#### 风险控制

通过采取各种措施和方法，消灭或减少风险事件发生的各种可能性或减少风险事件发生时造成的损失。风险控制措施包括风险消除、风险降低、风险转移和风险自留四种方式。

### 3.14

#### 风险监测

在桥涵、隧道施工过程中，对现场安全风险信息进行收集、汇总、分析和反馈的技术活动。

### 3.15

#### 风险预警

在桥涵、隧道施工过程中，通过技术手段，针对可能引发安全事故的风险所采取的预先报警和事前控制的技术措施。

## 4 一般规定

4.1 公路桥涵和隧道工程施工应按照设计文件的规定，充分考虑安全生产的要求，建立健全质量、环境、职业健康安全管理体系，实现安全生产管理工作标准化、常态化。

4.2 施工安全风险评估应在设计阶段安全风险评估的基础上，确定施工方案并编制完成实施性施工组织设计后进行。

4.3 安全风险评估工作应由项目施工单位具体负责。当被评估项目比较复杂，含多个合同段时，总体风险评估应由建设单位牵头组织，专项风险评估工作仍由合同施工单位具体实施。当施工单位不具备完成本项工作能力时，可委托行业内安全评估机构共同承担风险评估工作。

4.4 风险评估应成立风险评估小组，风险评估小组应不少于5人，成员应由经验丰富的桥隧、地质、安全、设备等专业人员组成，评估小组负责人应具有5年以上工程管理经验，并有参与类似工程施工管理的经历。

4.5 当出现工程设计变更时，施工单位应对设计变更部分进行安全评估；当设计变更对整体工程有较大影响时，应对工程重新进行总体风险评估。

4.6 当桥梁或隧道工程总体风险评估等级达到Ⅲ级高度风险级以上时，将其中高风险的施工活动或施工区段作为评估对象，根据作业风险特点以及类似工程事故情况，进行风险源普查，对其中重大风险源进行量化估测，制定相应的风险控制措施和应急预案。

4.7 工程施工复杂性及差异性较大，具体评估时可对评估指标、分级标准、评估方法等进行适当的调整。

## 5 风险源辨识

### 5.1 风险源辨识依据

#### 5.1.1 规范性依据

5.1.1.1 按 GB/T 6441-1986 的要求，将事故分成以下 20 大类：

- a) 物体打击;
- b) 车辆伤害;
- c) 机械伤害;
- d) 起重伤害;
- e) 触电;
- f) 淹溺;
- g) 灼烫;
- h) 火灾;
- i) 高处坠落;
- j) 坍塌;
- k) 冒顶片帮;
- l) 透水;
- m) 放炮;
- n) 火药爆炸;
- o) 瓦斯爆炸;
- p) 锅炉爆炸;
- q) 容器爆炸;
- r) 其他爆炸;
- s) 中毒和窒息;
- t) 其他伤害。

5.1.1.2 按 GB/T 13861-2009, 将生产过程风险和有害因素分为以下 4 大类:

- a) 人的因素, 包括人的心理生理因素和行为性因素;
- b) 物的因素, 包括物理性、化学性以及生物性风险、有害因素;
- c) 环境因素;
- d) 管理因素。

### 5.1.2 技术性依据

技术性依据包括人的不安全行为, 物的不安全状态, 管理上的缺陷; 公路桥涵和隧道施工过程中关键工序、工艺、特殊岗位等作业的要求。

### 5.1.3 经验类依据

采用类比的方式, 统计分析类似工程的风险源类型、存在部位等情况, 并借鉴到工程风险评估过程中, 做到风险源辨识中分清主次、有的放矢。

## 5.2 风险源辨识

5.2.1 风险源辨识是风险评估的基础, 包括三个步骤: 工程资料的收集整理、施工作业程序分解、施工作业可能发生的安全事故辨识。

5.2.2 评估小组应先进行现场踏勘, 收集风险评估相关的基础资料, 主要包括以下内容:

- a) 类似工程事故资料;
- b) 本工程相关设计及施工文件资料;
- c) 工程区域内水文、地质、气候等资料;
- d) 工程可行性研究报告、工程地质勘察报告、初步设计文件、施工图设计文件及工程施工组织设计文件等资料;

- e) 工程区域内的建（构）筑物（含管线、民防设施、铁路、公路等）资料；
- f) 上阶段风险评估的成果；
- g) 其他与风险源辨识对象相关的资料。

5.2.3 施工作业程序分解包括分部分项工程及工序（单位）作业划分。参照 JTG F80-2004，以及施工组织设计文件所确定的施工工艺，将公路桥涵和隧道工程按照单位工程—分部工程—分项工程—工序（单位）作业的层次进行分解，明确单位作业主要工序、施工方法、作业程序、机械设备和建筑材料等特点。

5.2.4 施工作业程序分解后，通过相关人员调查、评估小组讨论、专家咨询等方式，分析评估单元中可能发生的典型事故类型，并形成风险源普查清单，见表 1。

表1 公路桥涵、隧道工程施工安全风险源普查清单

序号	风险源	判断依据
1	风险源 1	...
2	风险源 2	...
...	...	...
<i>n</i>	风险源 <i>n</i>	...

### 5.3 风险源清单

#### 5.3.1 基础管理分项风险源辨识

##### 5.3.1.1 基础管理分项风险源辨识的范围

包括安全生产条件、施工组织设计及专项施工方案、安全生产管理制度、安全生产责任制、教育与培训、专项安全活动、安全生产专项经费、风险源管理、施工作业手续、特种设备管理、安全生产记录等方面存在的风险。

##### 5.3.1.2 安全生产条件

安全生产条件风险源清单见表2。

表2 安全生产条件风险源清单

风险级别	序号	风险内容	代码
III	1	施工单位未提供有效的安全生产许可证	JG-A1
	2	未按规定设置安全生产管理机构或配备专职安全生产管理人员；施工现场未按每 5000 万元施工合同额的比例配备一名专职安全员	JG-A2
	3	现场安全管理 “三类人员” 无从业资格证	JC-A3
II	4	专职安全生产管理机构及专职安全生产管理人员未以正式文件形式下发或建立	JG-A4
	5	安全生产管理机构未明确职责权限	JG-A5
I	6	现场施工作业人员未建立安全台帐、未办理有效的意外伤害保险	JG-A6
	7	项目经理部未明确安全生产例会制度；未召开月度安全生产专题会议，未分析解决工程项目中存在的安全生产问题	JG-A7

注：代码是为了编程使用。表3到表67等同。

## 5.3.1.3 施工组织设计及专项施工方案

施工组织设计及专项施工方案风险源清单见表3。

表3 施工组织设计及专项施工方案风险源清单

风险级别	序号	风险内容	代码
III	1	风险性较大工程未编制安全生产专项施工方案、未报批、未评审、未进行安全技术交底	JG-B1
II	2	未按批准的专项方案落实到位	JG-B2
	3	施工组织设计中无安全技术措施	JG-B3
	4	专项施工方案未经监理单位审核，未报建设单位备案	JG-B4
	5	未建立本合同段风险性较大工程台账及分布图	JG-B5
	6	未按规定制定临时用电安全专项方案等	JG-B6
I	7	意外伤害保险未覆盖全员或不连续	JG-B7
	8	专项施工方案安全措施操作性不强、内容不齐全	JG-B8

## 5.3.1.4 安全生产管理制度

安全生产管理制度风险源清单见表4。

表4 安全生产管理制度风险源清单

风险级别	序号	风险内容	代码
II	1	未制定制度、制定的制度无针对性；未落实制度、落实制度不完善	JG-C1
I	2	安全生产专项方案、应急预案、安全生产检查或其它缺项	JG-C2

## 5.3.1.5 安全生产责任制

安全生产责任制风险源清单见表5。

表5 安全生产责任制风险源清单

风险级别	序号	风险内容	代码
II	1	项目管理层、各部门及作业层未逐级签订安全生产责任书；未与施工作业队伍签订安全生产责任书	JG-D1
I	2	安全生产责任书中职责和责任人不明确、签订不规范或不具有针对性，没有实质性动态考核	JG-D2

## 5.3.1.6 安全教育培训

安全教育培训风险源清单见表6。

表6 安全教育培训风险源清单

风险级别	序号	风险内容	代码
II	1	各类各级岗位人员没有针对性的培训内容，或有培训但未留下记录	JG-E1
	2	三级安全技术交底未进行	JG-E2
I	3	各类各级岗位人员有针对性培训，但未留下记录	JG-E3
	4	已进行三级安全技术交底，但未留下参加交底人员的记录	JG-E4

## 5.3.1.7 专项安全活动

专项安全活动风险源清单见表7。

表7 专项安全活动风险源清单

风险级别	序号	风险内容	代码
II	1	监管部门以文件下发的专项安全生产活动没有开展	JG-F1
I	2	专项安全活动流于形式，存在以转发文件代替落实文件精神的现象	JG-F2
	3	专项安全生产活动没有部署、没有检查、没有总结	JG-F3

## 5.3.1.8 安全生产专项经费

安全生产专项经费风险源清单见表8。

表8 安全生产专项经费风险源清单

风险级别	序号	风险内容	代码
II	1	安全生产经费投入不足	JG-G1
	2	安全生产经费被挪用	JG-G2
I	3	未建立安全生产经费管理制度和使用计划	JG-G3
	4	无安全生产经费管理台账或台账不清	JG-G4
	5	未按季度或月度生产计划落实安全生产经费	JG-G5

## 5.3.1.9 风险源管理

风险源管理风险源清单见表9。

表9 风险源管理风险源清单

风险级别	序号	风险内容	代码
III	1	未按规定对公路桥涵或隧道工程进行总体安全或专项安全风险评估	JG-H1
	2	未建立重大风险源档案；未绘制风险源分布图	JG-H2
II	3	未按分项工程进行风险源的辨识并编制重大风险源清单	JG-H3
	4	未编制重大风险源控制措施	JG-H4
I	5	公路桥涵或隧道工程安全风险内容不全面，无评估报告	JG-H5
	6	编制的重大风险源清单无针对性或有缺陷	JG-H6
	7	重大风险源未在现场公示、登记或控制	JG-H7
	8	重大风险源控制措施不具有针对性	JG-H8
	9	未按分项工程编制一般风险源清单或未编制一般风险源控制措施	JG-H9
	10	安全生产应急预案或应急演练未结合工程现场实际有针对性开展	JG-H10

## 5.3.1.10 施工作业手续

施工作业手续风险源清单见表10。

表10 施工作业手续风险源清单

风险级别	序号	风险内容	代码
II	1	根据工程实际，未按规定办理跨线施工、交通管制及水上、水下作业的相关安全许可证手续	JG-I1

## 5.3.1.11 特种设备

特种设备风险源清单见表11。

表11 特种设备风险源清单

风险级别	序号	风险内容	代码
III	1	特种设备未取得质量技术监督部门检验合格证书	JG-J1
	2	未对特种设备操作人员登记建档和建立动态管理资料	JG-J2
	3	存在无证人员或者持有过期资格证人员上岗操作现象	JG-J3
	4	未落实特种设备年审工作	JG-J4
II	5	未对特种设备登记建档，未建立设备运转、维修、保养、检查台账	JG-J5

## 5.3.1.12 安全生产记录

安全生产记录风险源清单见表12。

表12 安全生产记录风险源清单

风险级别	序号	风险内容	代码
II	1	安全生产资料没有分类整理	JG-K1
	2	安全生产资料不完整、不闭合、无效	JG-K2
	3	安全生产资料未设专人负责收集和整理	JG-K3

### 5.3.2 现场通用工程施工作业活动风险源辨识

#### 5.3.2.1 范围

包括临时设施建设、测量作业、高处作业等现场通用施工，以及各类施工现场都可能存在的风险源。

#### 5.3.2.2 临时设施建设

临时设施建设风险源清单见表13。

表13 临时设施建设风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	施工便道未设置必要的会车安全岛平台	车辆伤害	TY-A1
	施工便桥未设置安全防护栏杆、安全警示标志	高处坠落	TY-A2
	施工便桥未设置限高、限重、限速标志	坍塌/高处坠落	TY-A3
	施工便桥结构设计不符合实际通行车辆要求	坍塌/高处坠落	TY-A4
	吊装设备证书不齐全、操作人员无操作证	其他伤害	TY-A5
	未与高压线附近区域保持净空安全距离	触电	TY-A7
II	施工驻地现场设施选址设置在风险区域或地质、地形不良地段	坍塌	TY-A6
	离集中爆破区500m以内	其他伤害	TY-A8
	易燃易爆仓库未按要求设置消防器材、未设置安全防护设施、警示标志牌、或未按要求设置安全距离	爆炸	TY-A9
	生产、生活驻地房屋未封闭隔离、无消防器材、未按规定保持应有的安全净距	火灾	TY-A10
	钢结构防雨棚、拌合站、预制场、钢筋加工场等厂区内较高的构筑物等未固定牢固或未设置避雷防风措施	触电/其他伤害	TY-A11
	临时设施及发电机房、变压器、配电柜等未采取必要的安全防护措施及警示标志牌	触电	TY-A12
	设备冲洗设施、排水沟及沉淀池、施工污水未处理达标即排入市政污水管网或河流	其他伤害	TY-A13
	钢筋场内电线未按要求布设	触电	TY-A14
	压力容器瓶未采取隔离措施或存放不合理，没有防护帽	容器爆炸	TY-A15
	施工便道在急弯、陡坡处未加宽硬化处理	车辆伤害	TY-A16
	施工便道路口或风险路段、视线不良地段未设明示标志或警告标志	车辆伤害	TY-A17
	施工便桥桥面栏杆未设置醒目的警示反光标志	高处坠落	TY-A18
I	对易产生粉尘的道路、料场或加工区未采取防尘措施	其他伤害	TY-A19

注：TY代表通用工程。

## 5.3.2.3 驻地生活办公场所

驻地生活办公场所风险源清单见表14。

表14 驻地生活办公场所风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	食堂燃气、燃油装置泄露，安全距离不足、通风不良	爆炸/火灾	TY-B1
	食堂发生食物中毒	食物中毒	TY-B2
II	化学废液未进行中和处理随意排放	其他伤害	TY-B3
I	食堂地面未做硬化或防滑处理	其他伤害	TY-B4
	食堂操作间或储藏室未配备纱门、纱窗、纱罩	食物中毒	TY-B5
	食堂排水系统未设置好，污水淤积	其他伤害	TY-B6
	浴室、卫生间未做防滑处理或未定期消毒处理	其他伤害	TY-B7
	办公场所、生活区、卫生区未相应分区设置	其他伤害	TY-B8
	办公耗材未分类处理或随意丢弃	其他伤害	TY-B9
	试验室场所未设置完善的排水设施和必要的应急水源	其他伤害	TY-B10
	化学室、沥青及沥青混合料室通风不畅	其他伤害	TY-B11
	试验废水未经沉淀后排放	其他伤害	TY-B12
	试验固体废弃物未集中存放，定期清理	其他伤害	TY-B13
	未设置消防设施和未设置消防通道	火灾	TY-B14
	必要时未设置防雷设施	触电	TY-B15

## 5.3.2.4 人员设备进退场及道路运输

人员设备进退场及道路运输风险源清单见表15。

表15 人员设备进退场及道路运输风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	疲劳、酒后驾驶、违规操作	车辆伤害	TY-C1
	恶劣天气作业、复杂地形作业	其他伤害	TY-C2

## 5.3.2.5 施工测量

施工测量风险源清单见表16。

表16 施工测量风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	测量人员在陡坡或风险地段测量防护不到位	高处坠落	TY-D1
	测量人员在丛林、野外进行施工测量无防护措施	其他伤害	TY-D2

## 5.3.2.6 钢筋加工及安装作业

钢筋加工及安装作业风险源清单见表17。

表17 钢筋加工及安装作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	吊运钢筋时，钢筋不分类，混合吊装，散落伤人	物体打击	TY-E1
II	钢筋笼吊装前未搭建脚手架及作业平台并设置安全网	高处坠落	TY-E2
	钢筋弯曲机、钢筋切断机、电焊机操作和使用不当	机械伤害	TY-E3
	钢筋焊接时，私自焊接且无人监护	机械伤害	TY-E4
	钢筋绑扎高处作业不系安全带，未设置安全防护	高处坠落	TY-E5
	闪光对焊机作业现场10m 范围内存放氧气瓶和乙炔瓶	火灾	TY-E6
	焊渣阴燃引起明火	火灾	TY-E7
I	钢筋冷拉作业区及对焊作业区无安全防护措施	机械伤害	TY-E8
	钢筋加工机械安装后未验收	机械伤害	TY-E9

## 5.3.2.7 高处作业

高处作业风险源清单见表18。

表18 高处作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	有不宜登高的作业人员从事高处作业或酒后登高作业	高处坠落	TY-F1
	交叉作业时上层人员工具、零件跌落砸伤下层施工人员	物体打击	TY-F2
	吊运零散物件未使用吊笼或人员乘坐运送物件的吊篮	高处坠落	TY-F3
II	立体交叉作业时，在同一垂直方向操作，未采取隔离防护措施	物体打击	TY-F4
	抛、扔物品等违反安全操作规程	物体打击	TY-F5
I	未按规定设置安全标志及可靠的安全防护设施	高处坠落	TY-F6
	作业人员工作区内嬉戏打闹	高处坠落	TY-F7
	不按要求佩戴个人防护用品	高处坠落	TY-F8

## 5.3.2.8 搅拌作业

搅拌作业风险源清单见表19。

表19 搅拌作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	雨天作业，搅拌机操作台不安全、漏电	触电	TY-G1
	搅拌机的料斗无保险挂钩或挂钩不适用	机械伤害	TY-G2
II	未做保护接零、无漏电保护器或未设置避雷装置	触电	TY-G3
	离合器、制动器不灵，钢丝绳磨损断丝达不到要求，升降器不灵活，轨道滑轮不完好，未经空载试运转即开始作业	机械伤害	TY-G4
	搅拌站未按设计要求安装在具有足够承载力、坚固、稳定的基座上，操作点未设平稳的作业平台及防护栏杆，上下未设置扶梯	坍塌	TY-G5
	操作手柄无保护	机械伤害	TY-G6
	搅拌站内机械设备的传动部分，未设防护装置	机械伤害	TY-G7
I	未经有关部门验收合格擅自使用	机械伤害	TY-G8
	维修时违章作业	机械伤害	TY-G9

## 5.3.2.9 混凝土浇筑振捣作业

混凝土浇筑振捣作业风险源清单见表20。

表20 混凝土浇筑振捣作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	混凝土浇筑前或期间未检查模板、支架、钢筋或预埋件的稳固情况	坍塌	TY-H1
	使用泵送混凝土时导管附近和出口站人或泵送混凝土导管排架不稳定	坍塌	TY-H2
	恶劣天气进行露天高处作业或恶劣天气结束后未检查支护结构继续施工	坍塌	TY-H3
	未装漏电保护器	触电	TY-H4
	振捣操作人员未穿戴绝缘鞋和绝缘手套	触电	TY-H5

## 5.3.2.10 特殊季节与夜间作业

特殊季节与夜间作业风险源清单见表21。

表21 特殊季节与夜间作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	高温条件下在密闭的作业场所施工，未采取通风措施	其他伤害	TY-I1
I	严寒天气施工无防护措施	其他伤害	TY-I2
	高温环境下作业，未采取防暑降温措施	其他伤害	TY-I3
	夜间照明灯光暗淡或无防护措施	其他伤害	TY-I4

## 5.3.2.11 施工用电

施工用电风险源清单见表22。

表22 施工用电风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	未编制施工用电方案	触电	TY-J1
	系统停电作业时未作接零或接地保护，送电时联络失误造成触电事故	触电	TY-J2
	保护零线未装设开关或熔断器，零线有拧缠式接头	触电	TY-J3
	保护零线未单独敷设，并作他用	触电	TY-J4
	漏电保护装置非国标产品	触电	TY-J5
	接触带电导体或接触与带电体连通的金属物体	触电	TY-J6
	在高压架空输电线下或上方作业无保护措施	触电	TY-J7
II	不符合三级配电两级保护的要求，室外使用的开关、插座未外装防水箱、未加锁，未在操作处加设绝缘垫层	触电	TY-J8
	脚手架外侧边缘与外电架空线路的边线未达到安全距离并未采取防护措施	触电	TY-J9
	人员在架空电力线路下方进行机械沉桩作业或在其附近作业时，沉桩机边缘（含吊物）与电力架空线路的最小距离不符合安全要求	触电	TY-J10
	保护零线与工作零线混接致使漏电保护器不能正常工作	触电	TY-J11
	在使用同一供电系统时，一部分设备作保护接零，另一部分设备作保护接地，或电器保险丝使用其他金属线代替	触电	TY-J12
	保护零线未按规定在配电线路中重复接地	触电	TY-J13
	电力变压器工作接地电阻大于 $4\Omega$	触电	TY-J14
	电箱安装位置不当，周围杂物多，没有明显的安全标志	触电	TY-J15
	重复接地装置的接地电阻值大于 $10\Omega$	触电	TY-J16
	开关箱无漏电保护器或漏电保护器失灵	触电	TY-J17
	闸具、熔断器参数与设备容量不匹配，安装不符合要求	触电	TY-J18
	电箱未设总分路隔离开关，引出配电箱的回路未使用单独的分路开关控制	触电	TY-J19
	电缆过路无保护措施	触电	TY-J20
	潮湿条件下未使用36v以下安全电压	触电	TY-J21
	照明专用回路无漏电保护	触电	TY-J22
	手持照明灯未使用36v及以下电源供电	触电	TY-J23
	电工不按规定程序送电	触电	TY-S24

表 22 施工用电风险源清单（续）

风险级别	风险内容	事故类型	代码
I	未接到三级配电、两级保护	触电	TY-J25
	接地与接零系统不符合规定，未采用 TN-S 接零保护系统	触电	TY-J26
	固定式设备未使用专用开关箱，未执行“一机、一闸、一漏、一箱”的规定	触电	TY-J27
	用铝导体、螺纹钢做接地体或垂直接地体	触电	TY-J28
	配电箱的箱门内无系统图和开关电器未标明用途，未设专人负责	触电	TY-J29
	电箱内的电器和导线有带电明露部分，相线使用端子板连接	触电	TY-J30
	电箱无门、无锁、无防雨措施	触电	TY-J31
	电箱内有杂物	触电	TY-J32
	使用绿/黄双色线作负荷线	触电	TY-J33
	架空线路不符合要求	触电/火灾	TY-J34
	电缆架设或埋地不符合要求	触电	TY-J35
	配电线路的电线老化，电缆绝缘破坏或不绝缘	触电/火灾	TY-J36
	36v 电压照明线路混乱和接头未使用绝缘胶布包扎	触电	TY-J37
	灯具金属外壳未作接零保护	触电	TY-J38
	室内灯具安装高度低于 2.4m，未使用安全电压供电	触电	TY-J39

## 5.3.2.12 物料提升机作业

物料提升机作业风险源清单见表 23。

表 23 物料提升机作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	钢丝绳磨损已超过报废标准	机械伤害	TY-K1
	卷筒上无防止钢丝绳滑脱的保险装置	机械伤害	TY-K2
II	吊篮无超高限位装置	机械伤害	TY-K3
	未设置缆风绳	机械伤害	TY-K4
	缆风绳未使用钢丝绳，缆风绳的组数、角度、地锚不符合要求	机械伤害	TY-K5
	吊篮无安全门，违章乘坐吊篮上下	高处坠落	TY-K6
	在相邻建筑物防雷保护范围以外无避雷装置	触电	TY-K7
I	吊篮无停靠位置	高处坠落	TY-K8
	钢丝绳拖地	机械伤害	TY-K9
	卸料平台的防护不符合要求	物体打击	TY-K10
	架体垂直度偏差超过规定	坍塌	TY-K11
	无联络信号或信号不明确	机械伤害	TY-K12

## 5.3.2.13 大型设备安装与吊装作业

大型设备安装与吊装作业风险源清单见表24。

表24 大型设备安装与吊装作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	钢丝绳磨损、断丝超标或使用其他不合格吊、索具	物体打击	TY-L1
	吊装重量不明的被吊物体，超载作业	起重伤害	TY-L2
	结构吊装未设置防滑落措施	物体打击	TY-L3
	限位保险装置失灵	起重伤害	TY-L4
	起重机夹轨钳未投入使用	起重伤害	TY-L5
	吊车支腿未完全到位，支腿支放地段不坚实、不平整或支垫不牢固	起重伤害	TY-L6
II	未按方案设置起重设施，改变方案未经审批	起重事故	TY-L7
	起重设施未经专业机械检测合格即用于吊重，起吊前未进行试吊	起重事故	TY-L8
	履带吊、汽车吊的吊杆侧向受力	起重伤害	TY-L9
	吊装时超负荷起重	起重伤害	TY-L10
	起重绳扣安全系数不足，钢绳破损或插接长度不够	物体打击	TY-L11
	吊点捆绑不符合要求，固定不牢，多绳扣捆绑受力不均	物体打击	TY-L12
	卷扬机失效发生溜车	起重事故	TY-L13
	作业中停电或遇到其他特殊情况仍将重物悬吊空中	物体打击	TY-L14
	轮式或履带式起重机作业地面不平整，支脚支垫不牢靠，作业中悬吊重物行走	起重伤害	TY-L15
	作业时距输电线路距离不满足规范要求	触电	TY-L16
	龙门架吊起重物水平移动时重物高度距可能遇到的障碍物间距小于0.5m	起重伤害	TY-L17
	龙门架行走时两侧行走机械未同时同速启动和运行	起重伤害	TY-L18
	多台吊车作业，无防碰撞措施或防碰撞措施不可靠	起重伤害	TY-L19
	吊点位置设置不合理	起重伤害	TY-L19
	吊装完毕后制动器未刹车、操纵杆未空档	起重事故	TY-L20
	雨天时制动带打滑仍然作业，遇有六级（含六级以上）大风仍然进行吊装作业	起重伤害	TY-L21
	塔吊和龙门架未设置避雷装置	触电	TY-L22
	起重机无力矩限制器	起重伤害	TY-L23
起重机扒杆组装不符合设计要求，扒杆角度过大	起重伤害	TY-L24	
I	人员上下无专用爬梯、斜道	高处坠落	TY-L25
	起重吊装作业人员无可靠立足点	高处坠落	TY-L26
	物件堆放超高、超载	物体打击	TY-L27
	枕木铺设不符合规定	起重伤害	TY-L28
	吊钩无保险装置	起重伤害	TY-L29
	起重指挥人员不了解起重机械性能、指挥信号不明确	起重伤害	TY-L30

## 5.3.2.14 小型机具使用

小型机具使用风险源清单见表25。

表25 小型机具使用风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	手持电动工具无保护接零	触电	TY-M1
	使用手持电动工具，不按规定穿戴绝缘物品	触电	TY-M2
	当发现设备漏保、失修或超载带病运转时未按规定停止使用	机械伤害	TY-M3
	设备发生故障时，未切断电源就立即检修	机械伤害	TY-M4
	使用手动角磨机时被飞出的碎屑击伤眼睛	物体打击	TY-M5
	使用砂轮切割机切割金属时用力过猛导致砂轮片破碎飞出伤人	机械伤害	TY-M6
	机械设备无漏电断路保护装置	触电	TY-M8
I	中小型机械无防护装置或防护装置有缺陷	机械伤害	TY-M10
	使用手持电动工具随意接长电源线或更换插头	触电	TY-M11
	未采取消音、吸音措施	其他伤害	TY-M12
	设备无人操纵时未切断电源	触电	TY-M13
	操作岗位无安全操作规程牌、无安全标志	机械伤害	TY-M14
	潜水泵保护装置不灵敏、使用不合理	机械伤害	TY-M15
	使用台钻钻孔，电动套丝机时戴手套操作	机械伤害	TY-M16

## 5.3.2.15 机动车辆

机动车辆风险源清单见表26。

表26 机动车辆风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	机动车辆存在缺陷或未及时维修保养	机械伤害	TY-N1
	驾驶员违章操作，如超速、闯红灯、不系安全带、打电话、酒后驾驶和疲劳驾驶等	机械伤害	TY-N2
	驾驶人员未定期进行安全培训教育	车辆伤害	TY-N3
	驾驶员操作失误	机械伤害	TY-N4

## 5.3.2.16 焊接作业

焊接作业风险源清单见表27。

表27 焊接作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	焊机无防触电保护罩	触电	TY-01
	一次线长度超过规定或不穿保护管	触电	TY-02
	压力容器焊接时未按操作规程作业	容器爆炸	TY-03
	电焊机周围堆放易燃易爆品或焊接作业和油漆、防水交叉作业	火灾	TY-04
	焊把线与回路零线没有双线到位，借用金属管道、脚手架、轨道等做回路	触电	TY-05
	二次线绝缘不良，浸水或与脚手架、结构钢筋等搭接	触电	TY-06
II	未单独设开关和漏电保护装置	触电	TY-07
	氧气瓶、乙炔瓶和焊点间的距离不符合规定	容器爆炸	TY-08
	电焊机的焊钳和焊把线有破损或绝缘不好	触电	TY-09
	防护措施不当，造成焊渣飞溅、烟尘积聚、弧光辐射伤人或焊渣阴燃引起明火	灼烫	TY-010
	电焊机放置的地方没有防雨、防潮、防砸措施	触电	TY-011

## 5.3.2.17 危险化学品使用、储存

危险化学品使用、储存风险源清单见表28。

表28 危险化学品使用、储存风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	距火源太近	爆炸	TY-P1
	使用时通风不畅导致人员窒息	中毒和窒息	TY-P2
I	存储或使用不当	中毒/爆炸	TY-P3
	预防措施不当	中毒/爆炸	TY-P4
	无安全警示标志或不符合要求	其他伤害	TY-P5
	废液处理不及时	其他伤害	TY-P6

## 5.3.2.18 木制品加工作业

木制品加工作业风险源清单见表29。

表29 木制品加工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	木工操作间和油工配料间吸烟或明火作业	火灾	TY-Q1
II	木工机械传动部分无防护罩	机械伤害	TY-Q2
	无人操作时未切断电源	触电	TY-Q3

## 5.3.2.19 施工临建安装、拆除

施工临建安装、拆除风险源清单见表30。

表30 施工临建安装、拆除风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	大风、大雨等恶劣气候环境下作业	其他伤害	TY-R1
	高空作业未做临边防护	高处坠落	TY-R2
II	随意抛掷拆除物	物体打击	TY-R3
	装拆作业人员没有使用跳板、没有系好安全带	高处坠落	TY-R4
	材料堆放凌乱	其他伤害	TY-R5

## 5.3.2.20 易燃易爆物品使用

易燃易爆物品使用风险源清单见表31。

表31 易燃易爆物品使用风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	氧气、乙炔气管混用	容器爆炸	TY-S1
	乙炔瓶使用时未安装回火防止阀	容器爆炸	TY-S2
	气瓶无标准色标，发生混淆	容器爆炸	TY-S3
	气瓶间距小于5m，距明火小于10m 无隔离措施	容器爆炸	TY-S4
	气瓶压力表损坏或失准	容器爆炸	TY-S5
	气瓶存放无防震圈和防护帽	容器爆炸	TY-S6
	乙炔瓶平放	容器爆炸	TY-S7
	气瓶太阳暴晒	容器爆炸	TY-S8
	使用明火无人监管	爆炸	TY-S9
	消防器材设置不符合规定	火灾	TY-S10
	场地内外无消防通道或通道不畅	火灾	TY-S11
	消防重点部位未配备消防器材	火灾	TY-S12
	消防设施标志不明	火灾	TY-S13

## 5.3.2.21 支架搭拆作业

支架搭拆作业风险源清单见表32。

表32 支架搭拆作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	支架地基承载力达不到设计要求	坍塌	TY-T1
	支架所用的材料不符合规范要求	坍塌	TY-T2
	支架搭设不符合规范、设计及施工方案要求	坍塌	TY-T3
II	支架预压之前未对其在预压荷载作用下的稳定性及承载能力进行验算和检验	坍塌	TY-T4
	支架预压施工前，未进行详细的安全技术交底，未落实所有安全技术措施和人身防护用品	其他伤害	TY-T5
	支架搭设时无专人指挥，与支保桩联结不牢固或支立时与便桥等相联	坍塌	TY-T6
I	在特殊环境中支架工程未采取相应的安全措施	物体打击	TY-T7
	大风、雨天搭设支架	坍塌	TY-T8

## 5.3.2.22 脚手架搭拆作业

脚手架搭拆作业风险源清单见表33。

表33 脚手架搭拆作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	杆件间距不符合设计规定	坍塌	TY-U1
	物体堆放超高超载	坍塌	TY-U2
	搭设不规范、钢筋脚手架未使用扣件连接	坍塌	TY-U3
	脚手架搭设完毕后（一个工作单元）未进行验收	坍塌	TY-U4
	脚手架验收后试压荷载未按规定分级设置	坍塌	TY-U5
	剪刀撑、水平撑、扫地杆设置未按设计方案要求布设	坍塌	TY-U6
	进行高处搭拆作业时未按要求穿戴个人防护用具	高处坠落	TY-U7
	配合支架搭拆作业所使用吊车操作手没有资格证书	坍塌	TY-U8
	脚手架基础承载力达不到设计要求	坍塌	TY-U9
II	钢管脚手架与外部电源线距离小于规定值，无防触电措施	触电/高处坠落	TY-U10
	拆除脚手架上下双层作业时随意抛掷	物体打击	TY-U11
	悬挂吊篮的钢丝绳、卡子、保险绳不符合规程要求	物体打击	TY-U12
	有坡度的脚手架未设置防滑条、冬雨季登高作业未穿防滑鞋	高空坠落	TY-U13
	敷设的安全设施未经常检查，脚手板未完全固定、有探头板、飞跳板	高空坠落	TY-U14

表 33 脚手架搭拆作业风险源清单（续）

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	缆风绳地锚周围未设置转栏	高空坠落	TY-U15
	操作面未满铺脚手板，下层未兜设水平安全网	高空坠落	TY-U16
	架体未按规定与建筑物拉结或拉结不符合要求，立杆底端无立杆支座	倒塌/高处坠落	TY-U17
	未对脚手架进行安全验算	坍塌	TY-U18
	上下交叉搭拆操作时，未采取安全防护措施	物体打击	TY-U19
	使用不合格的架料	坍塌	TY-U20
	脚手架搭设前未进行技术交底、材料验收	坍塌	TY-U21
	脚手架周围未设置防护栏及安全网	高处坠落	TY-U22
I	没有施工方案或方案设计没有针对性	坍塌	TY-U23
	作业人员患有心脏病、高血压、贫血、眩晕等疾病	高处坠落	TY-U25
	架子工没有配备工具袋	物体打击	TY-U26

## 5.3.2.23 与铁路、公路交叉工程

与铁路、公路交叉工程风险源清单见表34。

表34 与铁路、公路交叉工程风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	采用多层作业或桥下通车，行人等立体施工时未布设安全网、未设置防护设施、未设岗哨进行监控管理	高处坠落 物体打击	TY-V1
	跨越铁路、公路时在列车或汽车通过的情况下进行吊梁安装作业	高处坠落 物体打击	TY-V2
II	施工前未与铁路或其它有关部门协商有关事宜或签订安全协议	其他伤害	TY-V3
	与铁路交叉处没有专人管理，未设置信号装置和落杆	其他伤害	TY-V4

## 5.3.2.24 爆破工程

爆破工程风险源清单见表35。

表35 爆破工程风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	爆破作业时，雷管炸药混装混放	火药爆炸	TY-W1
	爆破器材运送不符合相关安全规定	火药爆炸	TY-W2
	爆破时，所有人员未撤离至安全距离	物体打击	TY-W3
	炸药库未经有关部门验收	火药爆炸	TY-W4
	人工挖孔桩孔内爆破时，未采用浅眼爆破法，炸药用量超标	火药爆炸	TY-W5

表35 爆破工程风险源清单（续）

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	人工挖孔桩爆破作业时井口未设置有效飞石伤人防护措施	物体打击	TY-W6
	穿着化纤衣服进行爆破作业	火药爆炸	TY-W7
	爆破作业后工作面松动石、土块等未及时清理	其他伤害	TY-W8
	爆破作业后，未等检查人员对“盲炮”、“哑炮”进行检查便进入工作面继续作业	火药爆炸	TY-W9
	爆破通风排烟时间小于15分钟即开始作业	中毒和窒息	TY-W10
I	现场爆破物品随意堆放	火药爆炸	TY-W11
	爆破施工时，装药工作违反安全技术规程	火药爆炸	TY-W12
	爆破施工时，炮眼口正对电线、路口和构造物	其他伤害	TY-W13
	爆破器材不是专人领取，炸药与雷管由同一人同时搬运	火药爆炸	TY-W14
	爆破作业未设置安全警戒线或爆破时未安排专人进行警戒	其他伤害	TY-W15
	炸药储存量超过当班用量	火药爆炸	TY-W16
	在同一区域内装药工作与钻孔工作同时进行	火药爆炸	TY-W17

### 5.3.3 现场特殊工程施工风险源辨识

#### 5.3.3.1 分类

现场特殊工程施工分为桥梁工程施工和隧道工程施工两大类。其中桥梁工程施工包括桥梁基础工程施工、桥梁下部工程施工、桥梁上部工程施工、桥面系及其附属工程施工四个方面；隧道工程包括洞口工程施工、洞身工程施工、辅助工程施工和其他工程施工四个方面。

#### 5.3.3.2 桥梁基础工程施工

##### 5.3.3.2.1 基坑施工作业

基坑施工作业风险源清单见表36。

表36 基坑施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	基坑支护结构（方案）设计不合理，施工质量未达设计要求	坍塌	JC-A1
	雨季施工，基坑排水不及时	坍塌	JC-A2
	施工机械正常运转、修理或起吊物体作业过程中高处落物或运动中的部件脱落飞出	起重伤害	JC-A3
	桩锤、水龙头和电动机坠落	物体打击	JC-A4

表36 基坑施工作业风险源清单（续）

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	无加固支撑时，在基坑的边沿土壤的自然坡脚范围内堆放土方、石方或其它器材	物体打击	JC-A5
	基坑上下人员的斜道扶梯未设防滑条或防护栏杆高度不够，踏板松动等	高处坠落	JC-A6
	基坑作业不符合要求或缺乏垂直作业上下隔离防护措施	物体打击 高处坠落	JC-A7
	支护方案缺乏或不符合要求	坍塌	JC-A8
	施工中照明、抽水的设备漏电	触电	JC-A9
	防护栏杆、扶手等设施缺失或不符合要求	高处坠落	JC-A10
	未按规定对称分层开挖、边坡过陡、支护不及时、支护强度不够	坍塌	JC-A11
	未定期对支撑、边坡进行监控、测量	坍塌	JC-A12
I	基坑缺少防护或临边防护不稳定	高处坠落	JC-A13
	作业人员基坑内休息	其他伤害	JC-A14
	基坑周边落物	物体打击	JC-A15
	在高度 $\geq 2\text{m}$ 的塔架上或平台上作业	高处坠落	JC-A16
	在基坑开挖深度 $\geq 2\text{m}$ 周边或支撑梁上行走	高处坠落	JC-A17
	作业人员未系安全带	高处坠落	JC-A18

## 5.3.3.2.2 人工挖孔灌注桩施工作业

人工挖孔灌注桩施工作业风险源清单见表37。

表37 人工挖孔灌注桩施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	孔内残留废气未及时排除	中毒和窒息	JC-C1
	超过10m时未采用机械通风	中毒和窒息	JC-C2
	挖孔过程中未经常检查孔内气体情况	中毒和窒息	JC-C3
II	挖孔前未对地质、水文条件进行分析或孔壁支护方案未经计算，报批不满足安全要求	坍塌	JC-C4
	吊装设备安放不牢	高处坠落	JC-C5
	未设置排水沟、集水坑等导致保持排水通畅，不能及时将桩孔周围的积水排走	淹溺	JC-C6
	孔内石方爆破装药不适当	坍塌	JC-C7
I	挖孔孔口未设置隔离或防护设施，附近未设置警告警示标志	高处坠落	JC-C8
	孔内人员未戴安全帽	物体打击	JC-C9

## 5.3.3.2.3 钻孔灌注桩施工作业

钻孔灌注桩施工作业风险源清单见表38。

表38 钻孔灌注桩施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	钻孔过程中排水不及时	淹溺	JC-D1
	水上钻孔作业平台，高程达不到施工期最高水位70cm以上	淹溺	JC-D2
	浮吊起重机失效	起重伤害	JC-D3
	桩基工程无施工方案或施工方案未经审批的	坍塌	JC-D4
II	未及时做好地质情况探测	其他伤害	JC-D5
	带电机具或电缆浸入水中	触电	JC-D6
	护栏安装不牢靠、围堰安装不严密	其他伤害	JC-D7
	水中作业，相关安全防护设备配备不到位	淹溺	JC-D8
	水上钻孔平台施工未设置防护栏及安全网	淹溺	JC-D9
	夏天汛期防洪预案落实不到位	淹溺	JC-D10
	施工中人员进入孔内作业	其他伤害	JC-D11
	停钻时，未将钻具提到孔外，未保持孔内护壁措施有效，孔口未采取防护措施	其他伤害	JC-D12
	钻机钢丝绳有断丝、腐蚀、生锈等情况	物体打击	JC-D13
	将钻机和钢护筒相连接	坍塌	JC-D14
I	钻机松动，运行不稳定	机械伤害	JC-D15
	泥浆池无防护，无安全警示标志	其他伤害	JC-D16
	直接使用钢丝绳起吊钢筋笼和导管	物体打击	JC-D17

## 5.3.3.2.4 沉入桩施工作业

沉入桩施工作业风险源清单见表39。

表39 沉入桩施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	振动沉桩机、机座、桩帽连接不牢靠	物体打击	JC-E1
	沉桩过程中发现贯入度发生突变等情况时未采取措施确认安全即继续沉桩	其他伤害	JC-E2
II	施工期未划定作业区及未设安全标志	其他伤害	JC-E3
	施工现场不平整、沉桩机安装不稳固	机械伤害	JC-E4
I	钢筋混凝土或预应力混凝土桩未达到设计强度即进行沉桩作业	其他伤害	JC-E5

## 5.3.3.2.5 扩大基础施工作业

扩大基础施工作业风险源清单见表40。

表40 扩大基础施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	施工人员站在溜槽上施工	高处坠落	JC-F1
	使用振捣器前未经过专职电工检查即投入使用	触电	JC-F2
I	罐车运输混凝土，施工现场道路不平整	其他伤害	JC-F3
	浇筑混凝土所使用的溜槽未固定牢靠	物体打击	JC-F4

## 5.3.3.2.6 砌体工程施工作业

砌体工程施工作业风险源清单见表41。

表41 砌体工程施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	在超过胸部以上的墙面施工时，未及时搭设脚手架	高处坠落	JC-G1
	墙体超过一定高度时未及时进行支撑	坍塌	JC-G2
	砌体强度没有达到要求时，在其上部加荷重	坍塌	JC-G3
	大风天气未做好支撑等防护措施	坍塌	JC-G4
II	在没有足够安全保护措施的情况下，在墙顶上站立划线、刮缝，清扫墙、柱面和检查大角垂直等工作	高处坠落	JC-G5
	砌筑完毕后，没有及时清理脚手板上的多余砌料或者直接下抛	物体打击	JC-G6
I	安全防护不符合要求	高处坠落	JC-G7
	无防雨措施或防雨措施不当	坍塌	JC-G8

## 5.3.3.3 桥梁下部工程施工

## 5.3.3.3.1 桥梁墩台施工作业

桥梁墩台施工作业风险源清单见表42。

表42 桥梁墩台施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	人工抬运大块石料时捆绑松懈	物体打击	QX-A1
	吊斗碰撞模板及脚手架	坍塌	QX-A2
	高墩施工人员专用通道设置不符合强制性要求	坍塌	QX-A3

表 42 桥梁墩台施工作业风险源清单（续）

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	砌筑墩台施工时脚手架和作业平台上砌料堆放过多	坍塌	QX-A4
	高墩施工外用电梯缺少安全措施	高处坠落	QX-A5
	吊运施工时无专人指挥	物体打击	QX-A6
	墩高超过10m的操作平台未设置安全网	高处坠落	QX-A7
	墩高超过8m时钢筋笼和模板未安设固定装置	坍塌	QX-A8
	施工现场未设置避雷装置	触电	QX-A9
	同一架爬梯两人同时上下	其他伤害	QX-A10
	砼浇筑时使用大罐漏斗直接灌入，振捣时碰及支撑杆及钢筋	物体打击	QX-A11
	墩上养护人员作业时无安全防护措施	高处坠落	QX-A12

## 5.3.3.3.2 模板搭拆施工作业

模板搭拆施工作业风险源清单见表43。

表43 模板搭拆施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	现浇混凝土模板支撑系统无设计计算书，支撑系统不符合规范要求	坍塌	QX-B1
	模板上施工荷载超过规定或堆料不均匀	高处坠落	QX-B2
	模板拆除前无砼强度报告或强度未达到规定提前拆模	坍塌	QX-B3
	未按规范要求设置纵横向支撑导致坍塌	坍塌	QX-B4
II	垂直运输设备或吊运钢管、扣件、模板、木支撑时因堆放不合理而掉落	物体打击	QX-B5
	搬运支立较大模板时无专人指挥，所用绳索不够牢固	物体打击	QX-B6
	立柱长度不一致，或者采用短柱加长，连接处不牢固	坍塌	QX-B7
	模板吊装前未检查液压系统工作是否正常	物体打击	QX-B8
	作业面孔洞及临边无防护措施	高处坠落	QX-B9
	垂直作业上下无隔离防护措施	物体打击	QX-B10
	支撑模板的立柱材质及间距不符合要求	坍塌	QX-B11
	吊装大型模板时联络信号不明确	物体打击	QX-B12
	拆模时周围未设警示标志	物体打击	QX-B15
混凝土浇筑运输道路不平稳、不牢固	车辆伤害	QX-B16	

## 5.3.3.3.3 滑模施工作业

滑模施工作业风险源清单见表44。

表44 滑模施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	物料吊运吊斗碰撞模板和作业平台及平台上的固定设施	坍塌	QX-C1
	使用结构钢筋作为提升杆	坍塌	QX-C2
	滑模空心墩施工内外无防坠落措施	物体打击	QX-C3
II	乘坐物料提升设备上下作业	高处坠落	QX-C4
	平台上堆放物料超限集中或人员超限	物体打击	QX-C5
	混凝土分层、分段对称浇筑不符合要求	坍塌	QX-C6
	物料逐层的提升速度过快	物体打击	QX-C7
I	混凝土吊运、入模和其他物料吊运, 未设专人指挥	物体打击	QX-C8
	拆除现场未设定警戒线, 或警戒线到建筑物安全距离小于10m	物体打击	QX-C9
	滑模拆除无专人指挥	坍塌	QX-C10

## 5.3.3.4 桥梁上部工程施工

## 5.3.3.4.1 桥梁上部构造施工作业

桥梁上部构造施工作业风险源清单见表45。

表45 桥梁上部构造施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	预制构件吊装时绑扎不牢固	起重伤害	QS-A1
	桁架设备钢梁上安设的各种电动机械和电缆线、照明线路等漏电搭铁	触电	QS-A2
II	预制构件的安装及砼浇筑不按安全规程进行操作	坍塌	QS-A3
	预应力张拉施工不按安全规程进行操作	坍塌	QS-A4
	在已拼装或者悬浇的箱梁上进行张拉作业时未设置可靠的安全保险设施	坍塌	QS-A5
	装拆杆件时未设梯子等安全辅助设施, 使用时进行双层作业	物体打击	QS-A6
I	钢梁表面涂漆作业无安全保护措施	高处坠落	QS-A7

## 5.3.3.4.2 预应力施工作业

预应力施工作业风险源清单见表46。

表46 预应力施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	先张法张拉台座、横梁未进行强度、刚度及抗倾覆安全验算	坍塌	QS-B1
	张拉操作中出现断丝、滑丝等异常仍进行操作	其他伤害	QS-B2
II	预应力施工操作人员未佩戴防护用具	机械伤害	QS-B3
	张拉施工钢绞线的两端未设置挡板	其他伤害	QS-B4
	预应力所用机具及仪表没有专人使用、管理、维修、校验	机械伤害	QS-B5
	支座承载力、稳定性不符合要求	其他伤害	QS-B6
	已制备好的构件存放时未采取加固措施	物体打击	QS-B7
	承重大构件存放层数超过规定层数	其他伤害	QS-B8

## 5.3.3.4.3 悬臂现浇法施工作业

悬臂现浇法施工作业风险源清单见表47。

表47 悬臂现浇法施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	模板安装连接不牢	物体打击	QS-C1
	挂篮未按规定进行拼装加载预压	坍塌	QS-C2
	两对称节段混凝土浇筑不均衡, 超过规定容许值	坍塌	QS-C3
II	墩身预埋件及斜拉钢带位置和坚固程度不符合要求	坍塌	QS-C4
	底模滑移前, 未检出挂篮位置、后端压重、后锚及吊杆安装情况	坍塌	QS-C5
	挂篮大于设计速度行走	坍塌	QS-C6
	高空作业及成型架段平台临边防护不全	高处坠落	QS-C7
	高空作业人员未佩戴安全绳索	高处坠落	QS-C8
	模板吊装碰撞支架或托架	坍塌	QS-C9
	挂篮行走、锚固系统安全系数不足或违规操作	坍塌	QS-C10

## 5.3.3.4.4 悬臂拼装法施工作业

悬臂拼装法施工作业风险源清单见表48。

表48 悬臂拼装法施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	吊机移位后未检查其定位和锚固就开始新的起吊作业	起重伤害	QS-D1
	桥墩两侧悬拼施工进度不一致	坍塌	QS-D2
	悬拼法架设连续墙、悬臂梁时, 墩顶现浇段与桥墩之间未设临时锚固或临时支承	坍塌	QS-D3
	全部块件安装完毕前拆除临时锚固或支承	坍塌	QS-D4
	悬臂梁结构未经过验算就移运挂孔预制梁	坍塌/物体打击	QS-D5

## 5.3.3.4.5 移动模架施工作业

移动模架施工作业风险源清单见表49。

表49 移动模架施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	600t 千斤顶自锁没有锁好	坍塌	QS-E1
	主吊架精轧螺纹钢不垂直, 底锚梁上的螺母未上满丝	其他伤害	QS-E2
	主吊架不水平	坍塌	QS-E3
	主千斤顶未锁紧	坍塌	QS-E4
	主梁未调平	坍塌	QS-E5
	后吊架前移牵引钢丝绳及后锚固点钢绳断掉	物体打击	QS-E6
II	后吊架精轧螺纹钢螺母未上满丝	其他伤害	QS-E7
	后吊架连接螺栓缺失、松动	其他伤害	QS-E8
	中吊架精轧螺纹钢连接器与上下螺纹钢连接不标准、不到位	其他伤害	QS-E9
	牛腿主千斤顶抱箍、拉杆、吊耳损坏	其他伤害	QS-E10
	吊架精轧螺纹钢损坏, 抱箍未安装好, 上下锚固点没有锚固好	其他伤害	QS-E11
	两侧主梁行走不同步	其他伤害	QS-E12
	前横梁未连接到位, 螺母松动	其他伤害	QS-E13
	主梁连接、主梁和横梁连接高强螺栓松动	其他伤害	QS-E14
I	横联未连接到位, 螺母松动	其他伤害	QS-E15
	模架上杂物未清理干净	物体打击	QS-E16
	指挥人员指挥不当	其他伤害	QS-E17
	模板丝杆、螺栓连接不到位	坍塌	QS-E18

## 5.3.3.4.6 架桥机安装作业

架桥机安装作业风险源清单见表50。

表50 架桥机安装作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	定型架梁设备正式吊装前未经试吊, 非定型架梁设备未进行施工设计, 其强度、刚度、稳定性不满足桥梁吊装过程中的荷载要求	起重伤害	QS-F1
	架桥机就位后, 未被缆风绳封闭于墩顶两侧	坍塌	QS-F2
	架桥机横移时, 墩顶作业人员未暂时避开	高处坠落	QS-F3
II	架桥机大轴重作用的桥头路基地段线路, 未按要求加固压道	机械伤害	QS-F4
	桥台位置、曲线超高段等不利位置架梁未制订详细的安全技术措施	坍塌	QS-F5
	架桥机构件调至墩顶过程中速度过快	物体打击	QS-F6
	架桥机的整体移动、运行机构的操作失误	机械伤害	QS-F7
I	架梁过程中, 未严格执行相关安全操作规程	其他伤害	QS-F8

## 5.3.3.4.7 顶推法施工作业

顶推法施工作业风险源清单见表51。

表51 顶推法施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	临时墩质量不符合要求	坍塌	QS-G1
	高处作业未按要求穿戴个人防护用具	高处坠落	QS-G2
	临时墩水上作业人员未配备救生措施	淹溺	QS-G3
	未按要求进行垂直交叉作业	物体打击	QS-G4
	梁体起吊过程违规操作	起重伤害	QS-G5
I	安全网损坏或质量不符合要求	高处坠落	QS-G6
	上部施工边缘超高堆积物料	物体打击	QS-G7
	预制梁端吊离运输工具后，运输工具未撤出即开始起吊作业	起重伤害	QS-G8

## 5.3.3.4.8 劲性骨架法施工作业

劲性骨架法施工作业风险源清单见表52。

表52 劲性骨架法施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	骨架上悬挂模板不牢固	物体打击	QS-H1
II	骨架的放样、下料、加工以及分段拼装成型中设计存在缺陷	坍塌	QS-H2
I	进行骨架的安装，成拱时吊装机出现问题	起重伤害	QS-H3
	人工作业时安全防护装置佩戴不全	高处坠落	QS-H4

## 5.3.3.4.9 猫道施工作业

猫道施工作业风险源清单见表53。

表53 猫道施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	猫道承重索塔托架设计不完善，猫道索在托架	高处坠落	QS-I1
	猫道先导索架设过程不封航，不设置通航标志	机械伤害	QS-I2
II	猫道架设前未对锚碇、裸塔位置、变形进行观测	其他伤害	QS-I3
	猫道抗风稳定性不足	坍塌	QS-I4
I	猫道面网网孔过大	物体打击	QS-I5

## 5.3.3.5 桥面系及其附属工程施工

## 5.3.3.5.1 桥面铺装施工作业

桥面铺装施工作业风险源清单见表54。

表54 桥面铺装施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	桥梁设备超载、偏载	高处坠落	QM-B1
	雨天进行作业时，没有采取可靠的防滑措施	高处坠落	QM-B2
II	作业人员向下抛投物料	物体打击	QM-B3
	吊斗浇注混凝土，吊斗提降，违章指挥	起重伤害	QM-B4
I	道路不按标准设置警示标志	物体打击	QM-B5
	物料在桥梁边缘过高堆积	物体打击	QM-B6
	梁外侧行走不戴安全绳	高处坠落	QM-B7

## 5.3.3.5.2 附属工程施工作业

附属工程施工作业风险源清单见表55。

表55 附属工程施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	桥面边缘外侧未悬挂防护网，或防护网强度不满足要求	高处坠落	QM-C1
	梁板上预埋钢筋与伸缩缝锚固件焊接不牢固	其他伤害	QM-C2
I	伸缩缝的外观、几何参数、刚度等不符合设计要求	其他伤害	QM-C3
	伸缩缝间距不符合设计要求	其他伤害	QM-C4
	存放在工地的伸缩缝违反规定而交叉堆放	其他伤害	QM-C5
	护栏模板安装不牢固，拼缝不严密	其他伤害	QM-C6
	伸缩缝顶面与路面标高不一致	其他伤害	QM-C7
	未安设防雷接地钢筋	触电	QM-C8

## 5.3.3.6 洞口工程施工

## 5.3.3.6.1 洞口施工

洞口施工风险源清单见表56。

表56 洞口施工风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	高处作业台（支）架失稳、安全防护失效	高处坠落	SD-A1
	土石方开挖违反作业顺序要求	坍塌	SD-A2
	洞口工程未首先完成即开始后续施工	坍塌	SD-A3
	洞身开挖前没有对洞口的边仰坡进行加固防护	坍塌	SD-A4
II	爆破方式方法不当、防护措施不足、违规处理火工产品	坍塌	SD-A5
	施工机具失稳及安全性能缺失、下降	机械伤害	SD-A6
	洞口坡顶天沟、洞门截水沟、路堑排水沟完成不及时、未构成排水体系	坍塌/淹溺	SD-A7
	地表下沉、地基承载力不足、工作面坍塌、偏压、滑坡等情况未及时处理或加强防护	坍塌	SD-A8
I	洞口、施工现场及井口、井底明显部位未设安全警示标志	其他伤害	SD-A9

### 5.3.3.7 洞身工程施工

#### 5.3.3.7.1 开挖作业

开挖作业风险源清单见表57。

表57 开挖作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	发现围岩松动、裂缝、瓦斯时未经妥善处理仍进行作业	坍塌	SD-B1
	发现涌水、突泥时未及时处理就开始隧道开挖作业	坍塌/透水	SD-B2
	长大隧道不良地质地段，开挖面未按规定设置必要的安全逃生通道	其他伤害	SD-B3
	（煤）矿采空区段落未处理就开始隧道开挖作业	坍塌	SD-B4
	IV级及IV级以上围岩，采用全断面法开挖	坍塌	SD-B5
	开挖面作业人员超过 20 人	坍塌	SD-B6
II	洞内出现过量位移速度、异常裂缝后继续作业	坍塌	SD-B7
	岩爆发生后未处理仍继续作业	爆炸	SD-B8
	隧道开挖循环进尺超出规定要求	坍塌	SD-B9
I	在已装药区域补打钻孔	火药爆炸	SD-B10
	长大隧道洞内未配备消防器材及消防物资	火灾	SD-B11
	在残眼中继续钻眼	坍塌	SD-B12
	隧道内作业人员安全防护用品配备不当	物体打击	SD-B13
	台车及工作平台搭设扶手、栏杆、人行梯的设置不符合安全技术要求	高处坠落	SD-B14

## 5.3.3.7.2 洞内运输

洞内运输风险源清单见表58。

表58 洞内运输风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	竖井、斜井内运输用钢丝绳未按规定进行定期检查	物体打击	SD-C1
II	洞内运输车辆存在超载、超速、人料混装、洞内超车等现象	车辆伤害	SD-C2
	无车辆限速标志，光线不足	车辆伤害	SD-C3

## 5.3.3.7.3 支护

支护风险源清单见表59。

表59 支护风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	支护体系变形、开裂等险情存在时，未采取补救措施	坍塌	SD-D1
	仰拱施工距离掌子面超过 30m	坍塌	SD-D2
	横洞、辅助导坑的开挖支护没有与正洞采取相同的安全防护措施	坍塌	SD-D3
	未对涌水、突泥段落采取针对性支护措施	坍塌	SD-D4
II	钢拱架地脚悬空	坍塌	SD-D5
	钢拱架间距、拱脚锚杆设置不符合设计要求	坍塌	SD-D6
	隧道支护成环不及时	坍塌	SD-D7
	初期支护与开挖面距离不符合施工安全技术规程要求	坍塌	SD-D8
I	隧道内高于 2m 高处作业未采取安全防护措施	高处坠落	SD-D9
	喷锚作业等粉尘浓度大时，施工人员未采取有效的防护措施	其他伤害	SD-D10

## 5.3.3.7.4 二次衬砌

二次衬砌风险源清单见表60。

表60 二次衬砌风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	二次衬砌与掌子面之间的距离（安全步距）不合理	坍塌	SD-E1
	电线路短路、防水板施工引发的火灾及有毒、有害气体	火灾/中毒和窒息	SD-E2
	高处作业台（支）架失稳、安全防护失效	高处坠落	SD-E3

表 60 二次衬砌风险源清单（续）

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	作业平台不稳，无临时防护	高空坠落	SD-E4
	材料运输车辆带“病”作业，洞内照明不足	车辆伤害	SD-E5
I	铺设防水层工具及零件未放入工具袋内，有人站于作业点下方	物体打击	SD-E6
	在潮湿场所不使用安全电压。配电线路老化，破皮未包，电缆不绝缘或绝缘破坏。配电箱无漏电保护器、漏电保护器装置参数不匹配，漏电保护器失灵。	触电	SD-E7
	在堆放防水材料周边吸烟，乱扔烟头	火灾	SD-E8
	使用破旧设备，转动部位无防护罩，作业人员操作不当	机械伤害	SD-E9
	临时用电不符合要求，照明光照度不足	其他伤害	SD-E10

### 5.3.3.8 辅助工程施工

#### 5.3.3.8.1 竖井、斜井

竖井、斜井风险源清单见表61。

表61 竖井、斜井风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	竖井、斜井井底与井口无信号联系或信号联系无效	其他伤害	SD-F1
	竖井、斜井内运输用钢丝绳未按规定进行定时检查、更换	物体打击	SD-F2
	斜井施工作业人员乘坐出渣车辆进出斜井	高处坠落	SD-F3
I	竖井、斜井提升设备无限速、限位装置	起重伤害	SD-F4
	竖斜井井口未安装防洪、防雨设施	淹溺	SD-F5
	竖井斜井提升设备未安装深度指示器	物体打击	SD-F6

#### 5.3.3.8.2 施工排水

施工排水风险源清单见表62。

表62 施工排水风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	膨胀岩、土质地层、围岩松软地段，施工用水浸泡地基	坍塌	SD-G1
	当工作面大量涌水时，未立即停工撤离至安全地点	淹溺	SD-G2
	隧道开挖穿过涌水地层前，未采用超前钻孔探水	透水	SD-G3

表 62 施工排水风险源清单（续）

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	富水软弱围岩、岩溶隧道突水、突泥	透水	SD-G4
	排水设备不足或损坏，排水能力不够	淹溺	SD-G5
	洞口地表水渗漏及冲刷边仰坡	坍塌	SD-G6
	有水地段电缆线破损漏电	触电	SD-G7
I	施工排出的水质不符合标准，其他伤害环境	其他伤害	SD-G8
	在有地下水排出的隧道施工时，未按规定挖凿排水沟	淹溺	SD-G9

## 5.3.3.8.3 隧道通风作业

隧道通风作业风险源清单见表63。

表63 隧道通风作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	瓦斯隧道，未配备同等性能的备用通风机	中毒和窒息	SD-H1
	瓦斯隧道内未使用防静电、阻燃风管	瓦斯爆炸	SD-H2
	高瓦斯隧道内未采用压入式通风方式	中毒和窒息	SD-H3
	高瓦斯隧道内风筒到工作面距离大于15m，导致工作面封面不足	中毒和窒息	SD-H4
	高瓦斯隧道所采用的风机未采用三专（专用变压器、专用开关、专用线路）供电	中毒和窒息	SD-H5
	高瓦斯隧道内供风电未采用风电闭锁，不能保证停风后电源切断	瓦斯爆炸	SD-H6
II	未成立专门的隧道通风组，通风检测制度不完善	中毒和窒息	SD-H7
	未配备可靠和备用电源	中毒和窒息	SD-H8
	风机未装保险装置，当发生故障时不能自动停机	机械伤害	SD-H9
	因故障等原因停风时人员未撤出而继续施工	中毒和窒息	SD-H10
I	风机、风管等通风设施日常维护和管理不到位	其他伤害	SD-H11

## 5.3.3.8.4 隧道照明及防火

隧道照明及防火风险源清单见表64。

表64 隧道照明及防火风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	潮湿及漏水隧道中未使用防水灯口	触电	SD-I1
II	隧道内施工过程中照明灯光亮度不充足、不均匀或经常闪烁	其他伤害	SD-I2
	隧道内各部的照明电压不符合规定要求	触电	SD-I3
	隧道施工中明火作业或者取暖	火灾	SD-I4
	隧道内的照明设备未设专人检修管理	触电	SD-I5
I	洞口20m 范围内的杂草未清除干净	火灾	SD-I6
	隧道内存放汽油、煤油、变压器油或其他易燃物品	火灾	SD-I7
	隧道内火灾报警装置损坏	其他伤害	SD-I8

### 5.3.3.9 其他工程施工

#### 5.3.3.9.1 瓦斯隧道

瓦斯隧道风险源清单见表65。

表65 瓦斯隧道风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	瓦斯隧道内未设置瓦斯自动检测设备，未按规定进行定时检测	瓦斯爆炸	SD-J1
	瓦斯浓度超过规定标准仍继续作业	瓦斯爆炸	SD-J2
II	瓦斯隧道未采用防爆爆破器材施工	瓦斯爆炸	SD-J3
	瓦斯隧道内无瓦斯自动检测报警断电装置等设备	瓦斯爆炸	SD-J4
	未安排专职安全员对进洞人员严格进行检查，以防明火及其他可自燃的物品带入洞内	瓦斯爆炸	SD-J5
	瓦斯隧道内，存在导致高温与发生火花的作业现象	瓦斯爆炸	SD-J6
I	瓦斯隧道内照明器材、通讯器材等不属于防爆型	瓦斯爆炸	SD-J7

#### 5.3.3.9.2 不良地质和特殊岩土地质隧道施工作业

不良地质和特殊岩土地质隧道施工作业风险源清单见表66。

表66 不良地质和特殊岩土地质隧道施工作业风险源清单

风险级别	风险内容	事故类型	代码
III	专项施工技术方案不合理、开挖方法选择不当	坍塌	SD-K1
	超前地质预测、预报工作不到位，分析判断不准确	其他伤害	SD-K2
	量测数据失真，信息反馈不及时	其他伤害	SD-K3
	支护体系变形、开裂等险情存在时，未及时采取补救措施	坍塌	SD-K4
	未增加应急逃生通道	其他伤害	SD-K5

表 66 不良地质和特殊岩土地质隧道施工作业风险源清单（续）

风险级别	风险内容	事故类型	代码
II	初期支护施做不及时，支护强度不足	坍塌	SD-K6
	施工安全性评价等级不准	其他伤害	SD-K7
	富水和岩溶隧道安装量测仪器或钻孔作业时，出现突水、突泥等异常情况	淹溺	SD-K8

#### 5.4 其他风险源辨识

本标准未列入的，施工单位可根据建设项目本身特有的施工工艺、施工管理等特点，参照本标准进行风险源辨识。

#### 5.5 重大风险源清单

公路桥涵和隧道工程重大风险源清单见表67。

表67 公路桥涵和隧道工程重大风险源清单

重大风险源			
钢筋加工及安装作业	高处作业	施工用电	物料提升机作业
大型设备安装与吊装作业	易燃易爆物品使用	支架搭拆作业	脚手架搭拆作业
爆破工程	基坑施工作业	人工挖孔灌注桩施工作业	钻孔灌注桩施工作业
沉入桩施工作业	扩大基础施工作业	砌体工程	桥梁墩台施工作业
模板搭拆施工作业	滑模施工作业	桥梁上部构造施工作业	预应力施工作业
悬臂现浇法施工作业	悬臂拼装法施工作业	移动模架施工作业	架桥机安装作业
顶推法施工作业	劲性骨架施工作业	猫道施工作业	洞口施工
开挖作业	支护	二次衬砌	竖井、斜井
隧道照明及防排水	隧道通风作业	瓦斯隧道	不良地质和特殊岩土地质隧道施工作业

## 6 风险评估

### 6.1 风险评估的范围

### 6.1.1 一般要求

- 6.1.1.1 风险评估应在项目实施性施工组织设计批复之后，项目开工之前进行。
- 6.1.1.2 风险评估范围，应根据工程建设条件、技术复杂程度和施工管理模式确定。
- 6.1.1.3 特殊桥型的拆除或加固工程及隧道改扩建工程的风险评估可参照实施。

### 6.1.2 土方开挖

土方开挖应进行风险评估的范围包括：

- a) 中型（体积 10 万~100 万  $m^3$ ）及以上滑坡体处理；
- b) 土质挖方边坡高度 $>20$  m 或岩质挖方边坡高度 $>30$  m，且处于不良地质、特殊岩土地段；
- c) 挖孔桩地质条件或存在有害有毒气体分布，或深度 $\geq 15$  m。

### 6.1.3 基础支护

基础支护应进行风险评估的范围包括：

- a) 深度 $\geq 5$  m 的基坑或基槽；
- b) 深度 5 m 以下，但地质条件复杂或毗邻建（构）筑物。

### 6.1.4 桥梁工程

桥梁工程应进行风险评估的范围包括：

- a) 跨径大于或等于 100m 的各类桥梁；
- b) 墩高或净空大于 50m 的桥梁工程；
- c) 采用新材料、新结构、新工艺、新技术的特大桥、大桥工程；
- d) 特殊桥型或特殊结构桥梁的拆除或加固工程；
- e) 施工环境复杂、施工工艺复杂的其他桥梁工程；
- f) 达到类似要求的其它桥梁。

### 6.1.5 隧道工程

隧道工程应进行风险评估的范围包括：

- a) 穿越高地应力区、岩溶发育区、区域地质构造、煤系地层、采空区等工程地质或水文地质条件复杂的隧道，黄土地区、水下隧道工程；
- b) 浅埋、偏压、大跨度、变化断面等结构受力复杂的隧道工程；
- c) 长度 3000m 及以上的隧道工程，V、VI 级围岩连续长度超过 50m 或合计长度占隧道全长的 30% 及以上的隧道工程；
- d) 连拱隧道和小净距隧道工程；
- e) 采用新技术、新材料、新设备、新工艺的隧道工程；
- f) 施工环境复杂、施工工艺复杂的其他隧道工程。

## 6.2 总体风险评估

### 6.2.1 一般要求

- 6.2.1.1 公路桥涵和隧道工程施工安全总体风险评估，是指开工前根据桥涵和隧道工程的地质环境条件、建设规模、结构特点等孕险环境与致险因子，评估桥涵或隧道工程整体风险，估测其安全风险等级。
- 6.2.1.2 本标准采用风险指标体系法进行总体风险评估。

6.2.1.3 经总体风险评估，对于Ⅲ级（高度风险）及以上等级的桥涵和隧道工程，应组织开展专项风险评估。其他风险等级的桥涵和隧道工程，视情况确定是否开展专项风险评估。

6.2.1.4 应编制风险评估报告。风险评估报告编制及格式参见附录 B。

6.2.2 桥梁工程

6.2.2.1 桥梁工程施工安全总体风险评估主要依据桥梁建设规模、地质条件、气候环境条件、地形地貌、桥位特征及施工工艺成熟度等评估指标。评估指标的分类、赋值标准见表 68。

表68 桥梁工程总体风险评估指标体系

评估指标	分类	分值	说明	
建设规模 (A <sub>1</sub> )	单孔跨径 L <sub>k</sub> (总长 L)超过或达到国内外同类桥型最大单孔跨径 L <sub>k</sub> (总长 L)	6~8	应结合各单位工程建设经验及水平,综合判定,其中拱桥应按高限取值	
	L <sub>k</sub> >150m或 L>1000m	4~5		
	100m≤L≤1000m或 40m≤L <sub>k</sub> ≤150m	1~3		
地质条件 (A <sub>2</sub> )	不良地质灾害多发区域(包括岩溶、滑坡、泥石流、采空区、强震区、水库坍岸区等)	4~6	特殊性岩土主要包括:冻土、膨胀性岩土、软土等	
	存在不良地质灾害,但不频发或存在特殊性土,影响施工安全及进度	2~3		
	地质条件较好,基本不影响施工安全因素	0~1		
气候环境条件 (A <sub>3</sub> )	极端气候事件多发区域(洪水、强风、强暴雨雪等)	4~6	应结合施工工艺特征综合判定	
	气候环境条件一般,可能影响施工安全,但不显著	2~3		
	气候条件良好,基本不影响施工安全	0~1		
地形地貌条件 (A <sub>4</sub> )	山岭区	峡谷、山间盆地、山口等险要区域	4~6	应结合勘察资料,综合判定
		一般区域	2~3	
	平原区		0~1	
桥位特征 (A <sub>5</sub> )	跨越河流	通航等级:4~6级	2~3	跨线桥应综合考虑交叉线路的交通量状况
		通航等级:7级及等外	0~1	
	陆地	跨线桥(公路、铁路等)及其他特殊桥	3~6	
施工工艺成熟度(A <sub>6</sub> )	新技术、新工艺、新设备国内首次应用		2~3	应考虑施工企业工程经验
	施工工艺较成熟,国内有相关应用		0~1	

注1:建设规模。主要考虑的桥梁跨径,一般来说跨径越大,重量越重,技术及施工难度也越高,因此风险越高。此外还可以考虑桥梁墩高、纵横坡等因素。建桥经验丰富时,可取低值,反之,应取高值。此外针对不同结构形式的桥梁,应按照先张法、后张法、连续桁架及刚构、拱桥的顺序逐步提高风险分值。

注2:地质条件。主要考虑地勘资料,地基承载力可作为评定主要因素,在评定分值时可参考。

注3:气候环境条件。主要考虑降水、强风等因素对基础施工、上部构造施工造成的影响,因此要考虑工程建设周期中积雪、暴雨、洪水对机械作业、临时结构、人员作业的影响,综合确定此分值。

注4:地形地貌。主要考虑桥址处于平原区还是山岭区,现场的地形险峻,支架等临时设施无法设置在同一水平面,往往无法使用汽车起重机,大型设备的组装、拆除也比较困难。另外地形越复杂,在地基处理等过程中造成山体滑坡事故的比率也越大,其风险也就越高。

表68 桥梁工程总体风险评估指标体系（续）

评估指标	分类	分值	说明
			<p>注5：桥位特征。主要考虑桥位地点是不是位于交通通道上方，造成桥梁施工导致的行车、通航安全事故等。上跨交通通道时，工程施工和过往交通会相互影响，特别是在不良气候条件、人员操作不慎等情况下，更易发生安全事故。赋值要考虑跨越交通通道的数量，如果桥梁不跨越任何交通通道，则此项计0分。</p> <p>注6：施工工艺成熟度。主要是施工单位采用的施工工艺是否成熟，特别注意施工单位项目主要技术管理人员是否具有相关工程经验。</p>

6.2.2.2 桥梁工程施工安全总体风险大小  $R$  按公式（1）计算。

$$R=A_1+A_2+A_3+A_4+A_5+A_6\cdots\cdots\cdots (1)$$

式中：

$R$ ——桥梁工程施工安全总体风险值；

$A_1$ ——桥梁建设规模所赋分值；

$A_2$ ——工程所处地质条件所赋分值；

$A_3$ ——工程所处气候环境条件所赋分值；

$A_4$ ——工程所处地形地貌所赋分值；

$A_5$ ——桥位特征所赋分值；

$A_6$ ——施工工艺成熟度所赋分值。

注：评估指标体系中各指标所赋分值应结合工程实际，综合考虑各种因素的影响程度而定，数值应取整数。

6.2.2.3 计算得到总体风险值  $R$  后，按表 69 确定桥梁工程施工安全总体风险等级。

表69 桥梁工程施工安全总体风险分级

风险等级	风险值 $R$
IV（极高风险）	14 分及以上
III（高度风险）	9~13 分
II（中度风险）	5~8 分
I（低度风险）	0~4 分

### 6.2.3 隧道工程

6.2.3.1 隧道工程施工安全总体风险评估主要依据隧道地质条件、建设规模、气候与地形条件等评估指标，评估指标隧道工程总体风险评估指标包括：地质、开挖断面、隧道全长、洞口形式、洞口特征。隧道工程总体风险评估指标的分类、赋值标准见表 70。

表70 隧道工程总体风险评估指标体系

评估指标	分类		分值	说明
地质 $G = (a+b+c)$	围岩情况 $a$	1. V级、VI级围岩长度占全隧长度 70%以上	3~4	根据设计文件和施工实际情况确定
		2. V级、VI级围岩长度占全隧长度 40%以上、70%以下	2	
		3. V级、VI级围岩长度占全隧长度 20%以上、40%以下	1	
		4. V级、VI级围岩长度占全隧长度 20%以下	0	
	瓦斯含量 $b$	1. 隧道洞身穿越瓦斯地层	2~3	
		2. 隧道洞身附近可能存在瓦斯地层	1	
		3. 隧道施工区域不会出现瓦斯	0	
	富水情况 $c$	1. 隧道全程存在可能发生涌水突泥的地质	2~3	
		2. 有部分可能发生涌水突泥的地质	1	
		3. 无涌水突泥可能的地质	0	
开挖断面 $A$	1. 特大断面（单洞四车道隧道）	4	—	
	2. 大断面（单洞三车道隧道）	3	—	
	3. 中断面（单洞双车道隧道）	2	—	
	4. 小断面（单洞单车道隧道）	1	—	
隧道全长 $L$	1. 特长（3000m 以上）	4	—	
	2. 长（大于 1000m、小于 3000m）	3	—	
	3. 中（大于 500m、小于 1000m）	2	—	
	4. 短（小于 500m）	1	—	
洞口形式 $S$	1. 竖井	3	—	
	2. 斜井	2	—	
	3. 水平洞	1	—	
洞口特征 $C$	1. 隧道进口施工困难	2	从施工便道难易、地形特点等考虑	
	2. 隧道进口施工较容易	1		
<p>注1：指标的取值针对单洞。</p> <p>注2：表中“以上”表示含本数，“以下”表示不含本数，下同。</p> <p>注3：地质。地质主要考虑围岩级别、瓦斯含量、富水情况，这些因素是隧道发生坍塌、涌水突泥、瓦斯爆炸等重大事故的主要客观条件。一般来说，整条隧道中V级、IV级围岩所占比例大小是决定隧道围岩稳定性的一个主要因素，因此本标准将比例大分别定在 20%、40%、70%、70%以上四个档进行评分。瓦斯含量主要考虑隧道与瓦斯地层的位置关系，分为穿越、附近、不存在三个层次，这里还未考虑隧道里瓦斯的浓度，主要考虑出现瓦斯的可能性。富水情况主要考虑涌水突泥事故存在的地形条件和地质条件。对于隧道上方地表有盆状地形，处于多雪、多雨地带，地表有河谷或河流穿过，且断层较多的火山岩、花岗岩地带较易形成地表水倒灌，另外对岩溶地质，砂岩、泥岩相交岩层，带水砂岩层等区域也是涌水突泥事故多发的地质条件。</p> <p>注4：开挖断面。主要考虑开挖断面的面积大小。本标准按照公路隧道单洞内车道数的多少划分四个层级。因为隧道挖掘断面越大，遇到不良地质的风险越高，对于隧道坍塌的监测和支护、瓦斯的溢放量以及事故事态扩大、应急处置越不利，因此开挖断面越大，风险也越大。</p>				

表 70 隧道工程总体风险评估指标体系（续）

<p>注5：隧道全长。主要考虑隧道单洞的长度。本标准按照公路隧道相关规范的规定划分四个等级。因为隧道事故的风险性主要受地质条件影响，如果隧道掘进长度变长，遇到断层、破碎带以及涌水的可能性也增加，因此隧道长度越长，风险也越大。</p> <p>注6：洞口形式。主要是隧道进出洞的形式，某些长隧道为了扩大掘进面，开挖了竖井和斜井。竖井和斜井中施工机械、人员、废渣进出困难，工作面狭小，不仅作业难度大，而且应急避难难度也增加。有竖井、斜井时，需要使用升降机等才能逃离，或使用紧急逃生通道，所需的体力和时间较多因而增大了风险性。相反，水平洞口能比较容易地逃离到洞外安全场所。</p> <p>注7：洞口特征。当前桥隧相连工程较多，很多隧道进洞口在悬崖峭壁或高边坡上，施工场地布设十分困难，场地的限制增加了安全风险，特别是交叉作业风险较大，同时限制了应急抢险的难度。这个因素主要从施工便道开辟的难易程度、隧道洞口所在的地形特点考虑赋值。</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.2.3.2 隧道工程施工安全总体风险大小  $R$  按公式（2）计算。

$$R = G(A + L + S + C) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$R$ ——隧道工程施工安全总体风险值；

$G$ ——隧道、竖井、斜井路线周围的地质所赋分值；

$A$ ——标准的开挖断面所赋分值；

$L$ ——隧道入口到出口的长度所赋分值（计算隧道长度时将隧道竖井、斜井长度计算在内）；

$S$ ——成为通道的隧道出入口的形式所赋分值；

$C$ ——隧道洞口地形条件所赋分值。

注：评估指标体系中各指标所赋分值应结合工程实际，综合考虑各种因素的影响程度而定，数值取整数。评估指标也可以根据工程实际进行相应的增加或删减，同时风险分级标准也须进行相应调整。

6.2.3.3 计算得到总体风险值  $R$  后，按照表 71 确定隧道工程施工安全总体风险等级。

表71 隧道工程施工安全总体风险分级

风险等级	风险值 $R$
IV（极高风险）	22 分及以上
III（高度风险）	14~21 分
II（中度风险）	7~13 分
I（低度风险）	0~6 分

## 6.3 专项风险评估

### 6.3.1 一般要求

6.3.1.1 专项风险评估是将总体风险评估为III级（高度风险）及以上桥涵和隧道工程中的施工作业活动（或施工区段）作为评估对象，根据其作业风险特点以及类似工程事故情况，进行风险源普查，并针对其中的重大风险源进行量化估测，提出相应的风险控制措施。

6.3.1.2 专项风险评估前，首先应按照施工组织设计所确定的施工方法，分解施工作业程序，结合工序作业特点、环境条件、施工组织等致险因子，辨识施工作业活动中典型事故类型，从而建立风险源普查清单，并通过风险分析和估测确定重大风险源。

6.3.1.3 专项风险评估的基本程序包括：风险源普查、辨识、分析，确定重大风险源，并针对重大风险源进行估测、控制。

6.3.1.4 专项风险评估单元可以是分部工程、分项工程、工序（单位）作业。

### 6.3.2 风险分析

6.3.2.1 评估小组应从人、机、料、法、环等方面对可能导致事故的致险因子进行分析，重点分析：

- a) 致险因子，包括：
  - 1) 人员活动、作业能力及其他因素；
  - 2) 作业场所内设施、设备及物料等；
  - 3) 作业场所外对施工人员安全的影响。
- b) 可能受到事故伤害的人员类型，包括：
  - 1) 作业人员本身；
  - 2) 同一作业场所的其他作业人员；
  - 3) 周围其他人员。
- c) 事故发生的原因，包括：
  - 1) 机械设备故障；
  - 2) 人为失误；
  - 3) 自然灾害等。
- d) 人员伤害程度，包括：
  - 1) 死亡；
  - 2) 重伤；
  - 3) 轻伤。

6.3.2.2 致险因子分析应采用系统安全工程的方法，通过评估小组讨论会的形式实施，可采用危害及操作性评估、故障模式与影响分析、故障树分析法、事件树分析法等方法进行分析。

6.3.2.3 分析致险因子时应找出可能导致事故发生的物的不安全状态和人的不安全行为。

6.3.2.4 风险分析的结果应填入风险源风险分析表。风险源风险分析表样式见表 72。

表72 风险源风险分析表

单位作业内容	潜在的事故类型	致险因子	受伤害人员类型	伤害程度	不安全状态	不安全行为	备注
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...

### 6.3.3 风险估测

6.3.3.1 风险估测方法应结合工程施工内容、安全管理方案、可能发生的事故特点等因素确定。事故可能性评估可选用专家调查法、故障树分析法、事件树分析法等，事故严重程度评估可选用专家调查法等。

6.3.3.2 一般风险源的风险估测，不宜过分强调精确量化，评估小组可自行设计简单风险等级判定标准或参考检查表法、LEC法，以相对风险等级来确定。

6.3.3.3 风险估测结果应填入风险估测汇总表。风险估测汇总表样式见表73。

表73 风险估测汇总表

编号	风险源		风险估测			
编号	作业内容	潜在的事故类型	严重程度		可能性	风险大小
编号	作业内容	潜在的事故类型	人员伤亡	直接经济损失	可能性	风险大小
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...

#### 6.3.4 重大风险源风险估测

##### 6.3.4.1 一般要求

6.3.4.1.1 重大风险源风险估测，采用定性与定量相结合的方法确定风险等级，本标准采用风险矩阵法和指标体系法。

事故严重程度的估测方法采用专家调查法；事故可能性的估测方法采用指标体系法。

6.3.4.1.2 事故严重程度，主要从人员伤亡、直接经济损失两个方面进行估算，等级标准见表74、表75。当两种后果同时产生时，应采用就高原则确定事故严重程度等级。

表74 人员伤亡等级

等级	I	II	III	IV
定性描述	一般	较大	重大	特大
人员伤亡	人员死亡（含失踪）人数<3或重伤人数<10	3≤人员死亡（含失踪）人数<10或10≤重伤人数<50	10≤人员伤亡（含失踪）人数<30或50≤重伤人数<100	人员死亡（含失踪）人数≥30或重伤人数≥100

表75 直接经济损失等级

等级	I	II	III	IV
定性描述	一般	较大	重大	特大
直接经济损失（万元）	$Z < 10$	$10 \leq Z < 50$	$50 \leq Z < 500$	$Z \geq 500$

6.3.4.1.3 人员伤亡是指在施工活动过程中人员所发生的伤亡。依据人员伤亡的类别和严重程度进行分级。直接经济损失是指事故发生后造成工程项目发生的各种费用的总和，包括直接费用和事故处理所需（不含恢复重建）的各种费用。

6.3.4.1.4 物的不安全状态引起的事故可能性评估指标选取时，目前主要考虑某些典型事故类型。人的因素及施工管理引发的事故可能性的评估指标体系，见表 76。评估指标分值  $M$  按式（3）计算。

$$M = A + B + C + D + E + F + G + H \dots \dots \dots (3)$$

式中：

$M$ ——人的因素及施工管理引发的事故可能性的评估指标分值；

$A$ ——总包企业资质分值；

$B$ ——专业及劳务分包企业资质分值；

$C$ ——历史事故情况分值；

$D$ ——作业人员经验分值；

$E$ ——安全管理人员配备分值；

$F$ ——安全投入分值；

$G$ ——机械设备配置及管理；

$H$ ——专项施工方案分值。

根据计算出的  $M$  值，对照分值依据表 77 找出折减系数  $\gamma$ ，再计算事故可能性。

表76 安全管理评估指标体系

评估指标	分类	分值	说明
总包企业资质 A	三级	3	—
	二级	2	
	一级	1	
	特级	0	
专业及劳务分包企业资质 B	无资质	1	针对当前作业的主要分包企业
	有资质	0	
历史事故情况 C	发生过重大事故	3	指项目部主要管理人员从事过的工程项目上曾经发生的事故情况
	发生过较大事故	2	
	发生过一般事故	1	
	未发生过事故	0	

表 76 安全管理评估指标体系（续）

评估指标	分类	分值	说明
作业人员经验 D	无经验	2	从特种作业人员、一线施工人员的工程经验考虑
	经验不足	1	
	经验丰富	0	
安全管理人员配备 E	不足	2	从“三类人”的持证、在岗情况考虑
	基本符合规定	1	
	符合规定	0	
安全投入 F	不足	2	—
	基本符合规定	1	
	符合规定	0	
机械设备配备及管理 G	不符合合同要求	2	—
	基本符合合同要求	1	
	符合合同要求	0	
专项施工方案 H	可操作性较差	2	—
	可操作性一般	1	
	可操作性强	0	

表 77 安全管理评估指标分值与折减系数对照表

计算分值 $M$	折减系数 $\gamma$	计算分值 $M$	折减系数 $\gamma$
$M > 12$	1.2	$3 \leq M \leq 5$	0.9
$9 \leq M \leq 12$	1.1	$0 \leq M \leq 2$	0.8
$6 \leq M \leq 8$	1	—	—

6.3.4.1.5 专项风险等级分为四级：低级（I级）、中级（II级）、高级（III级）、极高（IV级），见表 78。

表 78 专项风险等级

可能性等级		严重程度等级			
		一般	较大	重大	特大
		1	2	3	4
很可能	4	高度III	高度III	极高IV	极高IV
可能	3	中度II	高度III	高度III	极高IV
偶然	2	中度II	中度II	高度III	高度III
不太可能	1	低度I	中度II	中度II	高度III

## 6.3.4.2 桥梁工程事故可能性评估

## 6.3.4.2.1 总则

本标准列出了人工挖孔桩施工、基坑施工、水上群桩施工、墩（柱）塔施工、支架法浇筑作业、悬臂拼装法作业、架桥机安装作业评估指标体系，其他事故类型可参考本标准的原则和思路自行确定评估指标。

## 6.3.4.2.2 人工挖孔桩施工事故可能性评估指标体系

人工挖孔桩评估指标主要基于坍塌事故等，见表79。

表79 人工挖孔桩作业事故可能性评估指标

序号	评估指标	分类	分值	说明
1	桩长	$L \geq 15\text{m}$	4~6	应结合工程经验进行判定
		$10\text{m} \leq L < 15\text{m}$	2~3	
		$L < 10\text{m}$	0~1	
2	地形条件	山岭区	2~3	应结合作业场地条件综合考虑，进行判定
		平原区	0~1	
3	土石条件	四类~六类土（常采用爆破法）	3	土石条件不均时，应以最不利条件作为判定基准
		一类土（松土、砂类土等）	3	
		二类土（粘性土，密实砂性土等）	0	
4	地质条件	施工区域内地质条件不良，如存在岩溶、滑坡等	2~3	应结合工程经验，针对特定的不良地质条件进行判定
		施工区域内地质条件好	0~1	
5	地下水	地下水丰富，浅层分布，施工可能需穿越	2~3	应结合施工区域地下水分布特征综合判断
		地下水深层分布，施工基本不可能穿越	0~1	
6	有毒有害气体	存在有毒有害气体分布	1~3	有毒有害气体气体主要包括硫化氢、瓦斯等，应结合施工区域整体综合判定
		无有毒有害气体分布	0	
7	地下构筑物	存在军事和民用光缆等可能引发巨大财产损失、工期延误等地下构筑物	1~3	不能明确时，应根据可能性判定
		无地下构筑物分布	0	
<p>注：这些评估指标对应的分值基本上都在一个区间里，具体取值根据工程数量、难度、工程经验等。各指标对应的最高分值也有所不同，这主要是每个指标对风险的“贡献”大小不同，为便于计算，本标准将“贡献”对应的权重直接固化到分值中。</p>				

## 6.3.4.2.3 水上群桩作业施工事故可能性评估指标体系

水上群桩施工事故可能性评估指标主要基于船撞作业平台、起重事故、临时结构坍塌事故，见表80。

表80 水上群桩施工事故可能性评估指标体系

序号	评估指标	分类	分值	说明
1	水域通航条件	航道等级1、2、3级	4~6	无
		航道等级为4、5、6级	2~3	
		航道等级七级及等外	0~1	
2	水文条件	水文条件不良,冲刷大,水位变化大	3~6	应综合考虑水深、流速、冲刷水平等不利水文条件,其中冲刷水平应结合地质条件、河道压缩等考虑
		水文条件较好,冲刷小,对施工安全基本无影响	0~2	
3	气候环境条件	峡谷等极端气候事件多发区域(强风、暴雨雪等)	4~6	应重点考虑风对施工安全的影响
		气候环境条件一般,对施工安全有影响,但不显著	2~3	
		气候环境条件较好,对施工安全基本无影响	0~1	
4	河床地址	工程地质条件不良、影响工期	0~1	地质条件主要考虑不良地质条件对施工进度影响程度
5	施工期	汛期、高温、严寒等季节	2~3	应结合工程施工组织设计文件,综合评估
		施工期适宜,基本上不影响施工安全	0~1	
6	临时结构	采用以往经验设计方案	2~3	应综合考虑临时结构设计及制作状况
		采用专业设计验证方案,并由具有相关资质的企业制作	0~1	

## 6.3.4.2.4 基坑施工事故可能性评估指标体系

基坑事故可能性评估指标体系主要基于基坑坍塌,见表81。

表81 基坑施工事故可能性评估指标体系

序号	评估指标	分类	分值	说明
1	基坑深度 $H$	$H \geq 5\text{m}$	4~6	按基坑实际深度,比照基准分综合判定
		$3\text{m} \leq H < 5\text{m}$	2~3	
		$H < 3\text{m}$	0~1	
2	岩土条件	一类土	0~1	松土(砂类土、松散土)
		二类土	0	普通土(粘性土、密实砂性土等)
		四类~六类土	1~3	需用爆破法开挖
3	地下水	地下水浅层分布,需降水处置,施工中可能带水作业	2~3	临河、湖、塘等水系且可能发生渗流的情况时,可参照判定
		地下水深层分布,对施工安全基本无影响	0~1	
4	基坑支护	采用经验设计支护方案	1~3	无
		采用专业设计支护方案	0~1	
5	作业季节	雨季、冻土消融等不利季节	1~3	主要考虑季节因素对土体力学特性影响程度
		较适宜施工作业季节	0~1	

6	开挖方式	筑岛围堰开挖	1~3	筑岛围堰开挖应考虑洪水、潮汐及冲刷水平因素
		放坡台阶法开挖	0~1	

#### 6.3.4.2.5 支架现浇法施工事故可能性评估指标体系

支架现浇式施工事故可能性评估指标主要基于支架坍塌及跨线桥事故，见表82。。

表82 支架现浇法施工事故可能性评估指标体系

序号	评估指标	分类	分值	说明
1	支架规模	$H \geq 8m$ ，搭设跨度18m及以上，施工总荷载20kPa及以上	4~6	按支架实际高度，比照基准分综合判定
		$5m \leq H < 8m$ ，搭设跨度10m及以上；集中荷载15kPa及以上；高度大于支撑水平投影宽度且相对独立无联系构件的混凝土模板支撑工程	2~4	
		$H < 5m$ ，跨度10m以下，施工总荷载不超过10kPa	0~2	
2	地质及基础 岩土条件	不良地质灾害多发区域（包括岩溶、滑坡、泥石流、采空区、强震区、水库塌岸区）	3~6	主要考虑地质灾害及不良岩土条件对支架结构安全性的影响
		基础岩土为特殊性岩土（冻土、膨胀性岩土、软土等）	3~6	
		地质条件较好，基本不存在影响施工安全的因素	0~1	
3	气候环境条件	极端气候事件多发区域（强风、强暴雨雪等）	3~6	主要考虑风荷载、雪荷载对支架结构安全及水对支架基础承载力的影响
		气候环境条件一般，可能影响施工安全，但不显著	1~3	
		气候条件良好，基本不影响施工安全	0~1	
4	支架设计	采用经验设计方案	1~3	无
		采用专业设计方案	0~1	
5	交通状况	跨域公路、铁路等开放交通及危险化学品管线	3~6	应结合交通水平综合判定
		无开放交通，仅存在与施工相关交通	0~1	
		封闭环境，无交通	0	

#### 6.3.4.2.6 墩柱（塔）施工事故可能性评估指标体系

墩柱（塔）施工事故可能性评估指标主要基于支架坍塌事故，临时结构坍塌事故及高处坠落事故，见表83。

表83 墩柱（塔）施工事故可能性评估指标体系

序号	指标体系	分类	分值	说明
1	墩柱（塔） 高度	$H \geq 30m$	3~6	应结合当地施工经验及施工水平，按墩柱（塔）实际高度，
		$10m \leq H < 30m$	1~3	
		$H < 10m$	0~1	

		采用专业设计支护方案	0~1	比照基准分综合判定
--	--	------------	-----	-----------

表83 墩柱（塔）施工事故可能性评估指标体系（续）

序号	指标体系	分类	分值	说明
1	墩柱（塔） 高度	$H \geq 30\text{m}$	3~6	应结合当地施工经验及施工水平，按墩柱（塔）实际高度，比照基准分综合判定
		$10\text{m} \leq H < 30\text{m}$	1~3	
		$H < 10\text{m}$	0~1	
2	气候环境条件	极端气候事件多发区域（强风、强暴雨雪等）	3~6	应主要考虑强风、大雾等对施工作业安全的影响
		气候环境条件一般，可能影响施工安全，但不显著	1~3	
		气候条件良好，基本不影响施工安全	0~1	
3	施工方法	支架模板法	0~3	应综合考虑作业人员的施工经验
		机械滑模法（爬升模板法、提升模板法等）	0~1	
4	临时结构设计	采用经验设计支护方案	1~3	无
		采用专业设计支护方案	0~1	

## 6.3.4.2.7 悬臂浇筑施工事故可能性评估指标体系

悬臂浇筑施工事故可能性评估指标主要基于挂篮坍塌事故，见表84。

表84 悬臂浇筑施工事故可能性评估指标体系

序号	评估指标	分类	分值	说明
1	挂篮形式	菱形挂篮	1~3	无
		三角挂篮	1~3	
		牵索挂篮	0~1	
2	行走方式	两次走行到位	1~3	无
		一次走行到位	0~1	
3	节段尺寸	节段长度5m以上（不含）或节段宽度15m以上（不含）	1~3	无
		节段长度5m以下（含）或节段宽度15m以下（含）	0~1	
4	气候环境条件	极端气候事件多发区域（强风、强暴雨雪等）	3~6	主要考虑风荷载对挂篮稳定性的影响
		气候环境条件一般，可能影响施工安全，但不显著	1~3	
		气候条件良好，基本上不影响施工安全	0~1	
5	设计与制作	采用经验设计方案	1~3	无
		采用专业设计方案	0~1	
6	交通状况	跨域公路、铁路等开放交通及危险化学品管线	3~6	应结合交通水平综合判定

		封闭环境，基本无交通	0~1	
--	--	------------	-----	--

#### 6.3.4.2.8 悬臂拼装施工事故可能性评估指标体系

悬臂拼装施工事故可能性评估指标主要基于起重吊装事故，见表85。

表85 悬臂拼装施工事故可能性评估指标体系

序号	评估指标	分类	分值	说明
1	吊具及锚具 设计、制作	采用经验设计方案	3~6	无
		采用专业设计验证方案或相关合格且可靠产品	0~1	
2	吊装方式	采用卷扬机吊装	1~3	无
		采用浮运吊装	0~1	
3	气候环境	极端气候事件多发区域（强风、强暴雨等）	3~6	主要考虑风对吊装作业的影响
		气候环境条件一般，可能影响施工安全，但不显著	1~3	
		气候条件良好，基本不影响施工安全	0~1	
4	施工位置	水上或山区	1~3	主要考虑梁运输机定位困难引起的施工风险
		陆地	0~1	

#### 6.3.4.2.9 架桥机安装法施工事故可能性评估指标体系

架桥机安装法施工事故可能性评估指标主要基于架桥机倒塌事故，见表86。

表86 架桥机安装法施工事故可能性评估指标体系

序号	评估指标	分类	分值	说明	
1	行走方式	横向	墩顶移梁	1~3	无
			整体吊装横移动	0~1	
		纵向	拖拉式	1~3	
			步履式	0~1	
2	导梁形式	单导梁	1~3	无	
		双导梁	0~1		
		钢索斜拉式（悬臂式）	1~3		
3	喂梁方式	侧向喂梁型	1~3	应考虑侧向法中吊装作业的风险	
		尾部喂梁型	0~1		
4	桥梁线形	弯桥（曲线超高），纵坡大影响施工安全	1~3	弯桥应结合曲线半径大小对施工作业影响程度，综合判定	
		直桥	0~1		
5	气候环境	存在强风、多余等不良气候条件，影响施工安全	1~3	主要考虑雨水对地基承载力影响及峡谷、沿海等地风荷载对架桥机行走的影响	
		气候环境条件好，基本不影响施工安全	0~1		
6	设计与制作	采用经验设计方案	3~6	无	
		采用专业设计验证方案或相关合格且可靠产品	0~1		

#### 6.3.4.2.10 典型重大风险源事故可能性等级划分

典型重大风险源事故可能性计算分值 $P$ 值按式(4)计算。

$$P = R \times \gamma \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$P$ ——典型重大风险源事故可能性计算分值；

$R$ ——表79~表86中各重大风险源评估指标分值累加，按四舍五入计算取整；

$\gamma$ ——折减系数。

根据计算所得的 $P$ 值，按照表87确定等级。

表87 典型重大风险源事故可能性等级划分

计算分值 $P$	等级	等级描述
$P \geq 14$	4	IV(很可能)
$6 \leq P < 14$	3	III(可能)
$3 \leq P < 6$	2	II(偶然)
$P < 3$	1	I(不太可能)

注：评估指标的选择应选取对风险有重大影响且指标间影响较小的指标，如果某个因素对两个以上的指标都有影响，应选取影响较大那个指标进行计算，不应重复计算。

#### 6.3.4.2.11 风险矩阵法

根据事故发生的可能性和严重程度等级，采用风险矩阵法确定桥梁具体施工作业活动的风险等级见表78。

#### 6.3.4.3 隧道工程

##### 6.3.4.3.1 总则

物的不安全状态引起的事故可能性，应根据事故类型选择适当的评估指标来确定其等级，本标准列出了坍塌、涌水突泥、瓦斯爆炸事故的评估指标，其他事故类型可参考本标准的原则和思路自行确定评估指标。

##### 6.3.4.3.2 隧道坍塌事故的可能性等级

隧道坍塌事故的可能性可从施工区段的围岩级别、断层破碎带、渗水状态、地质符合性、施工方法、施工步距等指标进行估算，具体评估指标见表88。评估时可根据工程实际情况对评估指标分类和分值进行改进。

隧道施工区段坍塌事故可能性分值 $P$ 按式(5)计算。

$$P = \gamma \cdot (C + A + B + D + E + F) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$P$ ——典型重大风险源事故可能性计算分值；

- $\gamma$ ——折减系数；
- $C$ ——历史事故情况分值；
- $A$ ——总包企业资质分值；
- $B$ ——专业及劳务分包企业资质分值；
- $D$ ——作业人员经验分值；
- $E$ ——安全管理人员配备分值；
- $F$ ——安全投入分值。

计算结果要四舍五入为整数。分值大小确定后，对照表89确定坍塌事故可能性等级。

表88 隧道施工区段坍塌事故可能性评估指标

评估指标	分类	分值	说明	
围岩级别 $A$	V、VI级	4~5	应根据围岩节理发育情况和岩性适当调整分值	
	IV级	3		
	III级	2		
	I、II级	0~1		
断层破碎情况 $B$	存在宽度 50m 以上的大规模断层破碎带	3~4	—	
	存在宽度 20m 以上、50m 以下的中等规模断层破碎带	2		
	存在宽度 20m 以下小规模断层破碎带	1		
	不存在断层破碎带	0		
渗水状态 $C$	岩溶管道式涌水	1.5	渗水状态应考虑天气影响因素	
	线状一股状	1.2		
	线状	1.0		
	干一滴渗	0.9		
地质符合性 $D$	工程地质条件与设计文件相比较差	2~3	由监理工程师确认	
	工程地质条件与设计文件基本一致	1		
	施工控制与设计	0		
施工方法 $E$	施工方法不适合水文地质条件的要求	2~3	参照有关技术标准确定是否适合	
	施工方法基本适合水文地质条件的要求	1		
	施工方法完全适合水文地质条件的要求	0		
施工步距 $F=a+b$	$a$	V、VI级围岩衬砌到掌子面距离在 200m 以上或全断面开挖衬砌到掌子面距离在 250m 以上	4~5	二衬距离掌子面的距离是影响隧道稳定性的一个重要因素。本指标主要考虑施工时台阶法施工、全断面法施工二衬是否及时跟上。
		V、VI级围岩衬砌到掌子面距离在 120m 以上、200m 以下或全断面开挖衬砌到掌子面距离在 160m 以上、250m 以下	3	
		V、VI级围岩衬砌到掌子面距离在 70m 以上、120m 以下或全断面开挖衬砌到掌子面距离在 120m 以上、160m 以下	2	
		V、VI级围岩衬砌到掌子面距离在 70m 以下或全断面开挖衬砌到掌子面距离在 120m 以下	0~1	

b	一次性仰拱开挖长度在 8m 以上	2~3	
	一次性仰拱开挖长度在 8m 以下	0~1	

表89 隧道施工区段坍塌事故可能性等级

计算分值 $P$	等级	事故可能性描述
$P \geq 15$	4	很可能
$8 \leq P < 15$	3	可能
$3 \leq P < 8$	2	偶然
$0 \leq P < 3$	1	不可能

## 6.3.4.3.3 瓦斯爆炸事故的可能性等级

瓦斯爆炸事故的可能性从施工区段的瓦斯含量、洞内通风情况、机械设备防爆情况、瓦斯监测体系等指标进行估算，评估指标见表90。

表90 隧道施工区段瓦斯爆炸事故可能性评估指标

评估指标	分类	分值	说明
瓦斯含量 $A$	存在瓦斯突出风险	4	根据设计文件、现场监测结果进行判断
	瓦斯涌出量 $\geq 0.5 \text{ m}^3/\text{min}$	2~3	
	瓦斯涌出量 $< 0.5 \text{ m}^3/\text{min}$	1	
	无瓦斯	0	
洞内通风 $B$	洞内掌子面最小风速未达标	2~3	由现场监测结果进行判定
	洞内掌子面最小风速达标	1	
机械设备防爆情况 $C$	未采用防爆设备	3	对出渣机械、机电设备等综合判定
	采用防爆设备	1~2	
瓦斯监测体系 $D$	洞内瓦斯监测体系不完备	2~3	由评估小组按照有关技术标准判定
	洞内瓦斯监测体系完备	1	

隧道施工区段瓦斯爆炸事故可能性分值  $P$  按公式 (6) 计算。

$$P = \gamma A (B + C + D) \dots \dots \dots (6)$$

式中：

$P$ ——典型重大风险源事故可能性计算分值；

$\gamma$ ——折减系数；

$A$ ——总包企业资质分值；

$B$ ——专业及劳务分包企业资质分值；

$C$ ——历史事故情况分值；

$D$ ——作业人员经验分值。

分值大小确定后，按照表91确定瓦斯爆炸事故可能性等级。

表91 隧道施工区段瓦斯爆炸事故可能性等级

计算分值 $P$	等级	事故可能性描述
$P \geq 12$	4	很可能
$7 \leq P < 12$	3	可能
$3 \leq P < 7$	2	偶然
$0 \leq P < 3$	1	不可能

6.3.4.3.4 隧道涌水突泥事故的可能性等级

隧道涌水突泥事故的可能性应从施工区段的岩溶发育程度、断层破碎带、外水压力水头等指标进行估测，具体评估指标见表92。

表92 隧道施工区段涌水突泥事故可能性评估指标

评估指标	分类	分值	说明
岩溶发育程度 $A$	岩溶极发育，有宽大岩溶洞穴、地下暗河、塌陷坑等	4~5	根据设计文件和超前预报结果判定
	岩溶发育，有宽大岩溶发育带和大岩溶洞穴	3	
	岩溶较发育，有岩溶裂隙带和较大岩溶洞	2	
	岩溶不发育，有岩溶裂隙、小溶洞发育	0~1	
断层破碎带 $B$	施工区段及附近存在断层破碎带或较大裂隙	2~3	根据设计文件和超前预报结果判定
	施工区段不存在断层破碎带或较大裂隙	0~1	
周围水体情况 $C$	隧道上方存在湖泊、河流、水库等水体	3	根据现场调查情况判定
	隧道附近存在补给性水体	2	
	隧道周围不存在补给性水体	0~1	

隧道施工区段涌水突泥事故可能性分值  $P$  按式 (7) 计算。

$$P = \gamma B (A + C) \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$P$ ——典型重大风险源事故可能性计算分值；

$\gamma$ ——折减系数；

$B$ ——专业及劳务分包企业资质分值；

$A$ ——总包企业资质分值；

$C$ ——历史事故情况分值。

分值大小确定后，对照表93确定涌水突泥事故可能性等级。如果施工区段存在盆状地形，同时施工期间有大雨、暴雪等强降水天气时，则事故可能性等级为4级。

表93 隧道施工区段涌水突泥事故可能性等级

计算分值 $p$	等级	事故可能性描述
$P \geq 12$	4	很可能
$6 \leq P < 12$	3	可能

$3 \leq P < 6$	2	偶然
$0 \leq P < 3$	1	不可能

#### 6.3.4.3.5 风险源风险等级划分

根据事故发生的可能性和严重程度等级,采用风险矩阵法确定隧道施工区段发生某种重大风险源风险等级见表78。

#### 6.3.4.3.6 重大风险源风险等级表

完成重大风险源估测后,应根据隧道工程进度表,绘制施工安全风险分布图,将重大风险源的风险等级用不同颜色在隧道纵断面上的分布情况标识出来,并附到评估报告中。同时将不同施工区段的重大风险源列表说明,见表94所示。

表94 XX 隧道重大风险源风险等级表

序号	施工区段 (里程桩号)	坍塌			涌水突泥			瓦斯爆炸			洞口失稳			岩爆			大变形		
		可能性等级	严重程度等级	风险等级															
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

## 7 风险控制

### 7.1 一般要求

根据安全风险评估结果,针对项目建设过程中发现的风险有害因素,制定具体的应对措施以预防、降低或消除安全隐患,达到预防事故、控制和减少事故损失、保证整个生产建设过程的安全,落实安全生产管理的常态化。

安全风险管控应在保障安全、保护环境和控制成本的前提下,采取合理的控制对策把安全风险控制在可接受的水平。

### 7.2 风险控制措施

#### 7.2.1 总则

风险控制措施包括:管理措施、培训教育措施、技术措施、防护措施。

#### 7.2.2 管理措施

7.2.2.1 贯彻执行国家安全生产、劳动保护方面的方针、政策和法规。牢固树立“以人为本、安全发展”的理念，坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针。

7.2.2.2 建立健全安全生产组织及保证体系，项目经理为安全生产第一责任人。

7.2.2.3 建立健全各项安全生产管理制度，包括：

- a) 安全生产责任制度；
- b) 安全生产例会制度；
- c) 安全生产档案管理制度；
- d) 安全生产费用提取和使用管理制度；
- e) 设施设备货物安全管理制度；
- f) 安全生产培训和教育学习制度；
- g) 安全生产监督检查制度；
- h) 安全生产事故统计报告和调查处理制度；
- i) 安全生产交底制度；
- j) 安全生产事故隐患排查治理制度；
- k) 安全生产交接班制度；
- l) 安全生产应急预案管理和演练制度；
- m) 风险作业管理和职业卫生制度；
- n) 特种作业人员管理制度；
- o) 特殊岗位安全管理制度”
- p) 安全生产考核和奖惩制度；
- q) 其他保障安全生产的管理制度。

7.2.2.4 严格执行交接班制度，坚持工前讲安全、工中检查安全、工后评安全。

7.2.2.5 每一工序开工前，做出详细的施工方案和实施措施，及时做好施工技术及安全交底工作。

7.2.2.6 规范安全检查制度，坚持定期或不定期检查，规定检查时间和检查人员，保证制度落实，发现危险源，建立台账，限期整改。

7.2.2.7 对违章指挥、违章操作、违反劳动纪律、忽视安全的行为给予重罚，对造成安全事故者应视情节严肃处理。

7.2.2.8 建立事故隐患排查治理制度，完善风险源监控机制，强化动态监管，及时消除事故隐患，遏制重大事故发生。

7.2.2.9 建立健全由项目经理、专职安全人员、技术人员构成的三级隐患排查治理责任制，建立风险源分级监控体系。

7.2.2.10 对风险源实行持续跟踪、动态监管，促进隐患排查治理与日常监管工作相结合，推进隐患排查治理工作的常态化。

### 7.2.3 培训教育措施

7.2.3.1 培训教育应制定并实施月度、季度及年度的继续教育培训计划，明确培训内容和培训时间。组织开展安全生产的法律、法规和安全生产知识的宣传、教育。

7.2.3.2 全员参与，施工项目主要负责人员和管理人员应具备相应的安全知识和管理能力，并取得行业主管部门培训合格证；专（兼）职安全管理人员应具备专业安全生产管理知识和经验，熟悉各岗位的安全生产业务操作规程。

7.2.3.3 从业人员应接受进场再培训，提高从业人员的素质和能力，再培训时间不得少于有关规定学时。

7.2.3.4 未经安全生产培训合格的从业人员不得上岗作业。转岗人员应及时进行岗前培训。

7.2.3.5 新技术、新设备投入使用前，应对管理操作人员进行专项培训。

7.2.3.6 应建立健全安全生产教育培训档案，详细准确记录培训情况；对培训效果进行评审，持续提高培训效果。

7.2.3.7 施工单位根据施工组织和工程实际情况，编制详细的安全操作规程、细则，并制定切实可行的安全技术措施，抓好“三级安全教育”。

#### 7.2.4 技术措施

7.2.4.1 施行施工组织设计编制、审核、批准制度，在施工组织设计中应明确安全技术措施；发生设计变更，应重新编制安全技术措施并执行施工组织设计审批制度。

7.2.4.2 对技术复杂、风险性较大的分部、分项工程应编制专项安全施工方案，按程序进行审核、批准。

7.2.4.3 安全技术措施应进行交底，交底应有书面记录，履行签字手续。

7.2.4.4 安全技术措施应优先使用先进的、安全性能可靠的“新技术、新工艺、新设备、新材料”。

#### 7.2.5 防护措施

施工单位应根据第5章相关风险源的划分，确定防护措施。

### 8 风险动态监测与预警

#### 8.1 一般要求

8.1.1 建立“对风险源进行持续辨识、评估与预警”机制，对风险进行监测与预警，对评估结果进行整改和落实，实行动态管理。风险源的持续性辨识应填写风险源持续辨识用表，格式见附录C。

动态管理可采取以下几种手段：

- a) 建设单位（业主）的检查落实；
- b) 监理单位的定期检查监督；
- c) 施工单位定期或不定期的安全自查或检查；
- d) 其它有效手段。

8.1.2 公路桥涵和隧道工程施工风险监测与预警应根据风险等级分级进行，并满足下列要求：

- a) 风险监测与预警的对象为重大风险源；
- b) 当重大风险源的风险等级为Ⅳ级时，应采用监测预警技术进行全过程监测控制；
- c) 当重大风险源的风险等级为Ⅱ级或Ⅲ级时，应采用监测预警技术进行局部或分段过程监测控制。

#### 8.2 监测与预警

8.2.1 公路桥涵和隧道工程施工风险监测方案应根据工程设计要求、地质条件、周边环境、施工方案等因素编制，并应满足下列要求：

- a) 为公路桥涵和隧道工程施工过程控制及时提供监测信息；
- b) 能检查安全技术措施的正确性和有效性，监测与控制安全技术措施的实施；
- c) 为保护周围环境提供依据；
- d) 为改进安全技术措施提供依据。

8.2.2 监测方案应包括工程概况、监测依据和项目、监测人员配备、监测方法、主要仪器设备及精度、测点布置与保护、监测频率及监测报警值、数据处理和信息反馈、异常情况下的处理措施。

8.2.3 公路桥涵和隧道工程施工风险监测采用仪器监测与巡视检查相结合的方法。

8.2.4 公路桥涵和隧道工程施工风险监测所使用的各类仪器设备应满足观测精度和量程的要求，并应符合国家现行有关标准的规定。

8.2.5 公路桥涵和隧道工程施工风险监测现场测点布设应符合下列要求：

- a) 能反映监测对象的实际状态及其变化趋势，并应满足监测控制要求；
- b) 避开障碍物，便于观测，且标识稳固、明显、结构合理；
- c) 在监测对象内力和变形变化大的代表性部位及周边重点监护部位，监测点的数量和观测频度应适当加密；
- d) 对监测点应采取保护措施。

8.2.6 公路桥涵和隧道工程施工风险监测预警应根据事前设置的限值确定；监测报警值宜以监测项目的累积变化量和变化速率值进行控制。

8.2.7 公路桥涵和隧道工程施工中涉及安全生产的材料应进行适应性和状态变化监测；对现场抽检有疑问的材料和设备，应由法定专业检测机构进行检测。

### 8.3 监测信息反馈

监测人员应参加现场工程例会，分析数据变化的趋势，及时准确地对监测信息进行反馈，反馈内容应包括检测数据的计算及变化规律分析、公路工程安全性评价，并提出相应对策。

### 8.4 施工安全预警系统

建立健全施工安全预警系统。施工安全预警系统应科学合理，以工程技术、安全监督、质量监督等部门为支撑，以监控量测为基础，全体人员共同参与，达到提高预警准确度、降低工程灾害事故发生率、减少人员伤亡、避免财产损失的目的。

### 8.5 培训和应急演练

8.5.1 制定培训和应急演练方案，定期进行培训与演练。方案应根据演练情况和有关人员的变化进行修正更新。在施工淡季按计划每年组织全体人员进行一次有效的培训，对新加入的人员应及时培训，使其具备完成预警反应任务所需的知识和技能。

8.5.2 培训的内容包括：灭火器的使用以及灭火步骤的训练；各种器械、设备、器材的熟练操作；对风险源进行辨识和个人的防护措施；事故报警；紧急情况下人员的安全疏散；各种抢救的基本技能；预警救援的团队协作意识。

8.5.3 救援队伍的训练可采取自训与互训结合、岗位训练与脱产训练结合、分散训练与集中训练结合的方法。在训练前应制定训练计划，明确训练时间，保证训练效果。施工作业人员变动较大时增加演练次数。

附 录 A  
(规范性附录)  
风险评估报告编制及格式

### A.1 风险评估报告内容

风险评估报告应包括以下内容：

- a) 编制依据；
- b) 工程概况；
- c) 评估内容；
- d) 评估结论及对策建议等。评估结论应当明确风险等级、可能发生事故的关键部位、区域或节点、事故可能性等级、规避或者降低风险的建议措施等内容。

### A.2 风险评估报告的格式

#### A.2.1 封面

封面格式见图A.1。

#### A.2.2 扉页一

A.2.2.1 扉页一应注明：施工安全风险评估报告编制单位名称（加盖公章）。

A.2.2.2 评估小组负责人，应亲笔签名。

A.2.2.3 扉页格式见图A.2。

#### A.2.3 扉页二

扉页二的内容包括：

- a) 评估小组人员名单和职称，并应亲笔签名；
- b) 概述；
- c) 目录；
- d) 正文；
- e) 附件。

评估项目名称（二号宋体）

# 施工安全风险评估报告（一号黑体加粗）

评估报告完成日期（三号宋体加粗）

图A.1 评估报告封面格式

评估项目名称（三号宋体）

## 施工安全风险评估报告（二号黑体加粗）

编制单位：（四号宋体加粗）

评估小组负责人：（四号宋体加粗）

日期：（四号宋体加粗）

图A.2 评估报告扉页格式

**附录 B**  
(规范性附录)

**现场通用及特殊工程安全风险控制措施**

**B.1 现场通用工程安全风险控制措施**

见表B.1。

**表B.1 通用工程安全风险控制措施**

施工测量	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 密林丛草间进行施工测量时，应遵守护林防火规定，严禁烟火。</li> <li>2 野外施工测量时应预防有害动、植物伤人，做好必要的防护措施。</li> <li>3 测量人员在高压线附近工作时，应保持足够的安全距离，遇雷雨时不得在高压线、大树下停留。</li> <li>4 在陡坡及风险地段测量时应系安全带，脚穿便鞋，并有上下及防止人体坠落的安全措施。</li> <li>5 在公路、街道、交通繁忙的道路上测量时，应有专人警戒，防止交通事故发生。</li> <li>6 测量钉桩要注意周围行人的安全，不得对面使锤，钢钎和其它工具不得随意抛掷。</li> <li>7 隧道进行施工测量时，当洞内有瓦斯或易燃易爆气体，应采取防爆措施。</li> </ol>
钢筋加工及绑扎作业	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 钢筋机械（切断机、除锈机、调直机、弯曲机、冷拉机、冷拔丝机等）进场后，检查各部件是否齐全，防护装置是否完备，试机操作，合格后方可投入使用。</li> <li>2 冷拉场地在两端地锚外设置警戒区，装设防护栏杆及警告标志、操作人员在作业时离开钢筋至少 2 m 以外；对焊作业区，焊接设备上的电机、电器、空压机及应有完整的防护外壳，一、二次接线应有保护罩，现场使用的电焊机应有防雨措施。</li> <li>3 在设备负荷线的首端处设置漏电保护装置，漏电保护器应按产品说明书安装、使用。</li> <li>4 对机械设备的转动部分设防护罩，搭设防砸、防雨、防潮、防晒的机棚。</li> </ol>
高处作业	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 悬空高处作业应设有可靠的安全防护措施及安全标志。</li> <li>2 从事高处作业人员要定期或随时体检，发现有不宜登高的病症，不得从事高处作业，酒后严禁登高作业。</li> <li>3 高处作业与地面联系应有专人负责或配有通讯设备；高处作业人员所需的材料要事先准备齐全，工具应放在工具袋内，严禁高空抛、扔工具物品。</li> <li>4 进行立体交叉作业时，应尽量避免在同一垂直方向操作，无法避免时应采取可靠的隔离防护措施。</li> <li>5 运送人员和物件的各种升降电梯、吊笼应有可靠的安全装置，严禁乘坐运送物件的吊栏人员。</li> </ol>
搅拌作业	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 安装后应检查滚筒、仪表、指示器、离合器、制动器、钢丝绳、料斗保险挂钩、防护罩等应齐全，并试运转，合格后方可使用。</li> <li>2 在设备负荷线的首端处设置漏电保护装置。</li> <li>3 传动机构、工作装置、制动器等，均应牢固可靠，钢丝绳应完整无损，不得有磨损，断丝、断股等缺陷，绳卡应卡紧，对操作人员进行培训教育。</li> <li>4 手柄操作力小于 200N，并有保险装置。</li> <li>5 搅拌机作业场地要有良好的排水条件，机械近旁应有水源，机棚内应有良好的通风，采光及防雨、防冻条件，并不得积水；固定式机械要有可靠的基础，不得以轮胎代替支撑；搅拌台搭设防砸、防雨专用棚。</li> <li>6 料斗应有挂钩，作业后，应将料斗降落到料斗坑，升起时应用链条扣牢。</li> <li>7 传动部分应有防护罩。</li> <li>8 搅拌机维修、保养、清理时应切断电源，并请专业人员维修，设专业监护。</li> </ol>
振捣作业	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 对电器线路进行检查，更换破损老化线路，使用完好线路。</li> <li>2 在设备负荷线的首端处设置漏电保护装置。</li> <li>3 操作人员应佩带相关防护用品。</li> </ol>

表B.1 通用工程安全风险控制措施（续）

特殊季节与夜间作业	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 雨季及洪水期施工应根据当地气象预报做好防洪排涝工作。</li> <li>2 在冬、雨季施工时，施工现场应及时排除积雪、积水，人行道上下坡应挖步梯或铺砂，并加强对支、脚手架和土方工程的检查。</li> <li>3 雨季施工时处于洪水可能淹没地带的机械设备、材料等应做好防范措施。施工人员要提前做好安全撤离准备。</li> <li>4 高温季节施工应按劳动保护规定做好防暑降温措施，适当调整作息时间，避开高温时间，准备防暑药品等。</li> <li>5 夜间施工时，现场应有符合操作要求的照明设备，施工住地要设置路灯。</li> </ol>
施工用电	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 建筑物（含脚手架）与外电架空线路之间的距离应保持安全操作距离，安全距离应不小于 JGJ 46 的规定。达不到最小安全距离时，应采取防护措施，增设安全围挡或保护网，并悬挂醒目的标志牌。</li> <li>2 作防雷接地的电器设备，应同时作重复接地，同一台电器设备的重复接地与防雷接地可使用同一个接地体，接地电阻应符合重复接地电阻值的要求，重复接地线应与保护零线相连接。在施工现场专用的中性点直接接地的电力线路中应采用 TN-S 接零保护系统，电气设备的金属外壳应与专用保护零线连接，应符合 JGJ 46 的规定。</li> <li>3 电气设备应采用专用芯线做保护接零，此芯线不应通过工作电流，手持式用电设备的保护接零线，应采用绝缘良好的多股铜线橡皮电缆。</li> <li>4 开关箱中应设置漏电保护器，施工现场用电设备除作保护接零外，应在设备负荷线的首端处设置漏电保护装置。</li> <li>5 单相回路的照明开关箱（板）内应设漏电保护器，灯具应单独装熔断器保护，灯头应做防水弯。</li> <li>6 每台用电设备应有各自专用的开关箱，应实行“一机一闸”。严禁用同一个开关直接控制两台及以上用电。</li> <li>7 设备（含插座）开关箱中应设漏电保护器；</li> <li>8 配电箱、开关箱中导线的进线和出线口应设在箱体的下底面，严禁设在箱体的上顶面，侧面，后面或箱门处。进、出线应加护套，导线不与箱体直接接触。</li> <li>9 所有配电箱应加门加锁，有防雨防尘措施，应由专人负责检查和维修。</li> <li>10 在潮湿和易触电的场所的照明电源电压不得大于 24v，在特别潮湿的场所、导电良好的地面、金属容器内工作的照明电源电压不得大于 12v。潮湿作业应使用 36v 以下安全电压。</li> <li>11 照明器具和器材的质量均应符合有关标准、规范的规定，不应使用绝缘老化或破损的电线。</li> <li>12 严禁用其他金属代替熔丝。</li> <li>13 划定专门的材料堆放场所，各种材料应分类堆放，且堆放不得超高。</li> </ol>
物料提升作业	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 吊篮不能只用断绳保护装置。应使用安全停靠装置。该装置应能可靠地承担吊篮自重、额定载荷及运料人员和装卸物料的工作载荷。</li> <li>2 超高限位装置即上限器，此安全装置是预防因司机失误操作或机械、电气故障而引起的吊篮运行超高不停与天梁碰撞的事故。该装置应安装在吊篮允许提升的最高工作位置，当吊篮上升达到限定高度时，超高限位器即行动，切断电源。吊篮的越程，即从吊篮的最高位置与天梁最低处的距离，应不小于 3m。</li> <li>3 架高 20m 以下时设一组，20m~30m 设两组。</li> <li>4 缆风绳应使用圆股钢丝绳，直径不应小于 9.3mm。在安装、拆除以及使用提升机的过程中设置的临时缆风绳，其材料也应使用钢丝绳，严禁使用铝丝、钢筋、麻绳等代替。缆风绳与地面的夹角为 45~60 度，不应大于 60 度。其下端应与地锚连接，不应栓在树木、电杆或构件等物品上。</li> <li>5 提升机连墙杆的设置应符合设计要求，其间隔不宜大于 9m，且在建筑物顶层应设置一组。</li> <li>6 对钢丝绳磨损已超过报废标准的应及时更换。</li> <li>7 钢丝绳过路绳段不应外露，应采用挖沟盖板等保护措施，防止行人绊脚和车辆碾压。严禁在钢丝绳穿行地区的区域内堆放物料。</li> <li>8 钢丝绳运行时应架起，钢丝绳与地面应保持一定间距，使钢丝绳不拖地面和被水浸泡，避免钢丝绳外绳股磨损锈蚀。</li> <li>9 卸料平台两侧应设置防护栏杆，防护栏杆应由上下两道横杆及栏杆柱组成，上栏杆离地面的距离应为 1m~1.2m，下栏杆离地距离为 0.5m~0.6m。栏杆柱的固定，当在混凝土楼面、屋面、墙面固定时，可用预埋件与钢管或钢筋焊牢。平台脚手板应铺满，两头应用镀锌铁丝绑扎或园钉钉牢。</li> <li>10 地面进料口防护棚应设在提升机架体地面进料口上方，其宽度应大于提升机的最外部尺寸；长度：低架提升机应大于 3m，高架提升机应大于 5m，其材料强度能承受 10kpa 的均布载荷。</li> <li>11 吊篮的上料口处应设置安全门，升降运行时安全门封闭吊篮的上料口，防止物体从吊篮内滚落。高架提升机应选用有防护顶板的吊笼，其顶板材料可采用 50mm 厚木板，严禁人员攀登，穿越提升架体和乘吊篮上下，提升钢丝绳不应接长使用。当吊篮处于最低工作位置时，卷筒上的钢丝绳应不小于 3 圈，吊篮提升不应使用单根。提升机安装后有主管部门组织按 JGJ 88 和设计规定进行检查验收，确认合格后发给使用证，方可交付使用。</li> <li>12 制作的提升机，架体安装的垂直偏差，最大不应超过架体高度的 1.5%，多次使用过的提升机，在重新安装时，其偏差不应超过 3%，并不得超过 200 mm。</li> <li>13 卷筒两端的凸缘至最外层钢丝绳的距离，不应小于钢丝绳直径的 2 倍，卷筒边缘应设置防止钢丝绳脱出的防护装置。</li> <li>14 司机在升降吊篮时，与指挥人员、操作者应有联络信号。</li> <li>15 当提升机高度超出相邻建筑物的避雷装置的保护范围时，应按规定设置避雷装置。</li> </ol>

表B.1 通用工程安全风险控制措施（续）

大型设备 安装与 吊装 作业	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 应根据工作情况和作业条件编制作业方案。方案应经上级审批。</li> <li>2 起重机应装设超高和力矩限制器。其超高和力矩限制器的工作应灵敏</li> <li>3 吊钩应有制造单位的合格证等技术证明文件，方可投入使用。起重机械不得使用铸造的吊钩，吊钩应设有防止重物意外脱钩的保险装置。</li> <li>4 起重扒杆应有设计计算书和设计图纸，并应经上级技术部门审批，扒杆应按设计图纸组装，使用前应进行检查和试吊。</li> <li>5 起重钢丝绳磨损、断丝超标，按 GB 6067 要求检查。</li> <li>6 按 GB 6067 中的其他用途钢丝绳安全系数的规定，钢丝绳用做缆风绳时的安全系数为 3.5 倍。</li> <li>7 起重机械与构件或设备及其安装时的吊点应符合设计规定。</li> <li>8 司机、起重作业指挥等应经专业培训，考试合格由地、市级政府主管部门签发《特种作业人员操作证》持证上岗，严禁无证操作指挥。</li> <li>9 起重机械包括桥式起重机、缆索起重机、汽车起重机、塔式起重机、桅杆起重机、升降机等多种机械，各种起重机械的司机均应经专业培训，熟悉本机性能的操作方法。起重作业路面应加固处理，地面承载能力要满足说明书要求。</li> <li>10 下列情况下不得作业： <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 超载或物体重量不清；</li> <li>b. 结构或零部件有影响安全工作的缺陷或损伤；</li> <li>c. 捆绑吊挂不牢或可能滑动，重物棱角处与钢丝绳之间未加衬垫等；</li> <li>d. 被吊装物体有人或浮置物；</li> <li>e. 工作场地昏暗，无法看清场地、被吊物情况和指挥信号等。</li> </ol> </li> <li>11 结构吊装应设置有自紧倾向的专用铺具，无自紧倾向的应有防止滑落的装置和措施。专用铺具及吊挂、捆绑用的钢丝绳或链条，应每六个月检查一次。</li> <li>12 高处作业人员应系好安全带，其保险钩应挂在操作人员上方的可靠物件上，高挂低用，使用 8 m 长绳应加缓冲器。自锁吊钩例外。</li> <li>13 人员上下应设爬梯、斜道。</li> <li>14 操作平台四周应按 JGJ 80 规定的临边作业要求设置防护栏杆，并应布置登高扶梯。</li> <li>15 悬空安装大模板、吊装第一块预制构件、吊装单独的大中型预制构件时，应站在操作平台上操作。</li> <li>16 楼板堆放高度不得超过 1.6m 其他物件临时堆放处离楼层边缘不应小于 1m，堆放高度不得超过 1m，楼梯边口、通道口、脚手架边缘等处不得堆放任何物件。</li> </ol>
小型 机具 使用	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 手持式电动工具漏电保护开关整定动作电流不大于 15mA，特殊情况下还应做保护接零。</li> <li>2 潮湿状况下使用应戴绝缘手套及穿绝缘鞋。</li> <li>3 手持电动工具的软电缆不应任意接长或拆换。</li> <li>4 由专业人员进行接线，禁止个人私拉乱接。</li> <li>5 加强人员教育，提高安全意识。</li> </ol>
焊接 作业	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 电焊机安装后，有关人员参加验收，试机合格后方可使用。</li> <li>2 在设备负荷线的首端处设置漏电保护装置。</li> <li>3 电焊机应配置二次空载降压保护器或触电保护器。</li> <li>4 一次电源线不应超过 3m，如需要较长的电源线时，应用架空瓷瓶布置或穿管保护。</li> <li>5 焊机应使用自动开关。</li> <li>6 焊把线接头不得超过三处，焊把线绝缘老化时应及时更换。</li> <li>7 现场使用的电焊机应设有防雨、防潮、防晒的机棚，并备有消防用品。</li> <li>8 焊接作业区严禁存放酒精、汽油、炸药、香蕉水等易燃易爆物品。</li> <li>9 焊工应持证上岗。</li> <li>10 焊工及辅助作业人员应做好个人防护工作，焊工作业时应按规定穿着工作服戴好防护面罩和手套。</li> </ol>
风险 化学 品 使用 、 储 存	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 应设有明显的防火警示标志，对职工进行防火教育，指定防火负责人，配备环保型灭火器材，确保保管及使用安全。</li> <li>2 油漆、稀料、涂料、隔离剂等易燃易爆物品要设专库专管，并建立存放、保管、领用、回收制度，作到帐物相符。</li> <li>3 严禁在有火源的地方使用易燃易爆物品。</li> <li>4 保证通风良好。在通风条件差的环境下施工应采取强制通风措施。</li> <li>5 仓库内不得违规使用碘钨灯、电炉等电器。</li> </ol>

表B.1 通用工程安全风险控制措施（续）

施工 临建 安装 与 拆除	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 作业人员应按要求正确穿戴个人防护用品，无关人员不得进入拆除现场。</li> <li>2 动用气割设备应由专业人员负责，并做好相应保护及消防工作。</li> <li>3 加强施工指挥管理，不准随意抛掷拆除物，应做到安全有序。</li> </ol>
易燃 易爆 物品 使用	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 焊接设备的各种气瓶的使用运输均应遵守 TSG R0006-2014，各种气瓶均应有不同的标准色标。</li> <li>2 乙炔气瓶和氧气瓶间的距离不应小于 10 m，否则应采取隔离措施。各种气瓶间距不大于 5 m，距明火不小于 10m。</li> <li>3 乙炔瓶使用或存放时只能立放，不能平放，以防丙酮流出，引起燃烧爆炸。</li> <li>4 存放乙炔气的地点应通风良好，室内不得有明火，气瓶不得放置在露天暴晒。</li> <li>5 气瓶在存放及使用过程中，均应配备防震圈或防护帽。</li> </ol>
支架 搭 拆 作 业	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 支架所用的桩木、万能杆件等应详细检查。</li> <li>2 地基承载能力应符合设计标准，否则应采取加固措施，使其达到设计要求。</li> <li>3 根据施工季节及环境，支架工程应采取防冲刷或防冻胀等安全措施。</li> <li>4 支立排架要按设计要求施工，应有足够的承载能力和稳定性，支立时应设专人统一指挥，并用溜绳控制排架起吊时的摆动，支立时不得与便桥或脚手架相联，防止支架失稳。</li> </ol>
脚 手 架 搭 拆 作 业	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 特殊脚手架和高度大于 20m 以上的外脚手架应有设计方案，并经过审批后监督落实。</li> <li>2 脚手架搭设时操作面应满铺脚手板，不得有空隙和探头板、飞跳板，操作面外侧应设护栏和脚手板。</li> <li>3 钢质脚手板应采用 2mm~3mm 厚的一级钢材、木脚手板应用不少于 5cm 的木方或松木板。</li> <li>4 脚手架的地基应平整牢固，有排水措施，架体一经搭设其地基不准随意开挖。</li> <li>5 高大脚手架应做好防雷接地。</li> <li>6 给操作人员配备好防护用品并检查佩戴情况。</li> <li>7 脚手架外侧应设置防护栏杆和挡脚板等防护设施。</li> <li>8 钢管立杆间距不应大于 2 m，大横杆间距不应大于 1.2 m，小横杆间距不应大于 1.5m；脚手架两端转角处每隔 6~7 根立杆应设置剪刀撑和支杆，剪刀撑和支杆与地面的角度不大于 60 度，支杆底座进入地下不小于 30cm。</li> <li>9 脚手架搭设前，由工地施工员或安全员向持证的架子工进行交底，脚手架分底层、中层、顶层，验收合格后才能使用。</li> <li>10 堆放物料不应超高超载，必要时设立限高限载警示牌。</li> </ol>
与 铁 路 、 公 路 交 叉 工 程	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 跨越铁路施工： <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 应对施工区段搭设防护棚架，采用全封闭周围围护措施，以减少悬浇施工对铁路运营的影响。</li> <li>b) 防护支架的设计应考虑高速列车行驶中产生的空气动力的影响，减小高速列车行驶中产生的空气动力对防护支架的影响。</li> <li>c) 在结构安全的前提下，加大防护支架的跨度，加大立柱间距；同时，防护支架顶板设计应密闭安全，防止施工物体坠落，并考虑物体冲击作用。</li> <li>d) 支架跨越铁路时，施工前模板和支架的高度、跨度，以及施工过程中拆除跨铁路的模板和支架，都应满足各项规章制度。</li> <li>e) 列车通过时，严禁在铁路限界内作业。</li> <li>f) 搭设专用高压绝缘隔板或采取专门的防电设施，为铁路安全行车提供屏障。</li> <li>g) 对高压接触网线上方限界实施全面电气安全防护。</li> </ol> </li> <li>2 跨越公路施工： <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 跨越公路的上跨结构物，应设置主动安全和被动安全设施，包括车辆限高标志、墩柱及侧墙立面标记、限高防护架等，防止车辆冲撞桥墩和梁板。</li> <li>b) 上跨结构的基础防护、防落设施、支撑基础等应设置护栏或设置在路侧净区外，对于高等级公路应设置防落网。</li> <li>c) 道路交通配合完成后，其相关的施工才能进行。</li> <li>d) 交通配合方案以道路变窄、双向通行为主的交通配合措施为主，交通配合施工布置及要求参照有关规定执行。</li> </ol> </li> </ol>

表B.1 通用工程安全风险控制措施（续）

爆破工程	<p>1 爆破施工应符合现行 GB 6722 的有关要求。</p> <p>2 施工前，应由具有相应爆破设计资质的企业进行爆破设计，编制爆破设计书或爆破说明书，并制定专项施工方案，要求相应的安全技术措施，经市、区政府主管部门批准，方可实施。</p> <p>3 爆破施工应由具有相应爆破施工资质的企业承担，由经过爆破专业培训、具有爆破作业上岗资格的人员操作。</p> <p>4 爆破前应对爆破区周围的环境状况进行调查，了解并掌握危及安全的不利环境因素，采取相应的安全防护措施。</p> <p>5 露天爆破装药前，应与气象部门联系，及时掌握气象资料，遇雷电、暴雨雪来临；大雾天气，风力大于六级等恶劣天气时，应停止爆破作业。</p>
------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## B.2 桥梁工程安全风险控制措施

见表B.2。

表B.2 桥梁工程安全风险控制措施

基坑施工	<p>1 基坑尺寸应能满足基础安全施工和排水要求，基坑顶面应有良好的运输通道。</p> <p>2 当挖土深度超过 5m 或发现有地下水和土质发生特殊变化时，应根据现场实际情况确定边坡坡度或采取支护措施；基坑支护应根据土质情况、施工荷载、施工周期和现场情况进行施工专项设计，并符合 JGJ 120 的要求。</p> <p>3 开挖中发现风险物、不明物等严禁敲击和擅自处理。</p> <p>4 基坑临近各类管线、建(构)筑物时，开挖前应按施工组织设计的要求实施拆移、加固或保护措施，经检查符合要求后，方可开挖。</p> <p>5 土层中有水时，应在开挖前进行排降水，先疏干再开挖，不得带水挖土。</p> <p>6 开挖中，出现基坑顶部地面裂缝、坑壁坍塌或涌水、涌沙时，应立即停止施工，人员撤离风险区，待采取措施确认安全后，方可恢复施工。</p> <p>7 基坑开挖与支撑、支护交叉进行时，严禁开挖作业碰撞、破坏基坑的支护结构。</p> <p>8 施工现场附近有电力架空线时，应设专人监护。</p> <p>9 基坑外堆土时，堆土应距基坑边缘 1m 以外，堆土高度不得超过 1.5m。</p> <p>10 人工清基应在挖掘机停止运转，且挖掘机指挥人员同意后，严禁在机械回转范围内作业。</p> <p>11 基坑内应设安全梯或土坡道等攀登设施。</p> <p>12 基坑排降水时应：</p> <p>12.1 基坑范围内有地下水，需降水施工时，应根据水文地质和现场环境状况进行施工设计。</p> <p>12.2 在水深超过 1.2m 的水域作业，应选派熟悉水性的人员，并应采取防止溺水的措施。</p>
桥梁工程	<p>13 导流施工时应：</p> <p>13.1 宜在枯水季节进行。</p> <p>13.2 施工前应对现场情况进行调查，掌握现场的工程地质、水文地质情况和河湖的水深、流速、最高洪水位、上下游闸堤情况与施工范围内的地上、地下设施现状，编制导流施工设计，制定相应的安全技术措施。</p> <p>13.3 施工前应向海事管理部门申办施工手续，并经批准。</p>
人工挖孔桩施工	<p>1 人工挖孔桩施工前，应根据桩的直径、桩深、土质、现场环境等状况进行混凝土护壁结构的设计，编制施工方案和相应的安全技术措施，并经企业负责人和技术负责人签字批准。</p> <p>2 人工挖孔桩施工前应对现场环境进行调查，掌握以下情况：</p> <p>2.1 地下管线位置、埋深和现状；</p> <p>2.2 地下构筑物（人防、化粪池、渗水池、古坟墓等）的位置、埋深和现状；</p> <p>2.3 施工现场周围建(构)筑物、交通、地表排水、振动源等情况；</p> <p>2.4 高压电气影响范围。</p> <p>3 人工挖孔桩施工前，工程项目经理部的主管施工技术人员应向承担施工的专业分包负责人进行安全技术交底并形成文件。交底内容应包括施工程序、安全技术要求、现况地下管线和设施情况、周围环境和现场防护要求等。</p> <p>4 人工挖孔作业前，专业分包负责人应向全体作业人员进行详细的安全技术交底，并形成文件。</p> <p>5 施工前应检查施工物质准备情况，确认符合要求，并应符合下列要求：</p> <p>5.1 施工材料充足，能保证正常的、不间断的施工。</p> <p>5.2 施工所需的工具设备(辘轳、绳索、挂钩、料斗、模板、软梯、空压机和通风管、低压变压器、手把灯等)应完好、有效。</p> <p>5.3 系入孔内的料斗应由柔性材料制作。</p>

表 B.2 桥梁工程安全风险控制措施（续）

<p style="text-align: center;">人工挖孔桩施工</p>	<p>6 当土层中有水时，应采取疏干后方可施工。</p> <p>7 人工挖孔桩应采用混凝土护壁；首节护壁应高于地面 20cm；相邻护壁节间应用锚筋相连。护壁强度达 5MPa 后方可开挖下层土方。施工中应按施工设计要求的层深，挖一层土方施做一层护壁，严禁超要求开挖、后补做护壁的冒险作业。</p> <p>8 人工挖孔作业过程中应满足下列要求：</p> <p>8.1 每孔应两人配合施工，轮换作业。孔下人员连续作业不得超过 2h，孔口作业人员应监护孔内人员的安全。</p> <p>8.2 孔下操作人员应戴安全帽。</p> <p>8.3 桩孔周围 2m 范围内应设护栏和安全标志，非作业人员禁止入内。3m 内不得行驶或停放机动车。</p> <p>8.4 严禁孔口上作业人员离开岗位，每次装卸土、料时间不得超过 1min。</p> <p>8.5 土方应随挖随运，暂不运的土应堆在孔口 1m 以外，高度不得超过 1m。孔口 1m 范围内不得堆放任何材料。</p> <p>8.6 料斗装土、料不得过满。</p> <p>8.7 孔口上作业人员应按孔内人员指令操作辘轳。向孔内传送工具等应用料斗系放，严禁投扔。</p> <p>8.8 应自上而下逐层开挖，每层挖土深度不得大于 100cm，松软土质不得大于 50cm，严禁超挖。</p> <p>8.9 作业人员上下井孔应走软梯。</p> <p>8.10 暂停作业时，孔口应设围挡和安全标志或用盖板盖牢，阴暗时和夜间应设警示灯。</p> <p>9 施工中孔口需用垫板时，垫板两端搭放长度不得小于 1m，垫板宽度不得小于 30cm，板厚不得小于 5cm。孔径大于 1m 时，孔口作业人员应系安全带并扣牢保险钩，安全带应有牢固的固定点。</p> <p>10 料斗和吊索具应具有轻、柔、软性能，并有防坠装置。</p> <p>11 孔内照明应使用 36V(含)以下安全电压。</p> <p>12 人工挖孔作业中，应检测孔内空气质量，确认符合国家现行标准的要求，并应满足下列要求：</p> <p>12.1 孔内空气中氧气浓度应符合现行 GB 8958 的有关要求；有毒有害气体浓度应符合 GB 8958 的要求。</p> <p>12.2 现场应配备气体检测仪器。</p> <p>12.3 开孔后，每班作业前应打开孔盖通风，经检测氧气、有毒有害气体浓度在要求范围内并记录，方可下孔作业；检测合格后未立即进入孔内作业时，应在进入作业前重新进行检测，确认合格并记录。</p> <p>12.4 孔深超过 5m 后，作业中应强制通风。</p> <p>13 施工现场应配有急救用品(氧气等)。遇塌孔、地下水涌出、有害气体等异常情况，应立即停止作业，将孔内处人员立即撤离风险区。严禁擅自处理、冒险作业。</p> <p>14 两桩净距小于 5m 时，不得同时施工，且一孔浇筑混凝土的强度达 5MPa 后，另一孔方可开挖。</p> <p>15 夜间不得进行人工挖孔施工。</p> <p>16 人工挖孔过程中，应设安全管理人员对施工现场进行检查监控，掌握各桩孔的安全状况，消除隐患，保持安全施工。</p> <p>17 挖孔施工中遇岩石爆破时，孔口应覆盖防护，爆破施工应符合有关安全作业要求。</p> <p>18 人工挖孔施工过程中，现场应设作业区，其边界应设围挡和安全标志、警示灯，非施工人员禁止入内。</p>
<p style="text-align: center;">钻孔灌注桩施工作业</p>	<p>1 采用机械钻孔，钻机就位后，对钻机及配套设备，应进行全面检查，如卷扬机、钢丝绳、滑车、钻头、泥浆泵、水泵及电气设备等，是否完好正常，润滑部位加油后检查合格后方可开钻。</p> <p>2 采用液压电动正反循环钻机前，应随检查液压油、润滑油情况，注满油料后，旋塞要拧紧、关严。钻机皮带转动部位，应设有防护罩，所用动力线宜使用橡胶防水电缆。</p> <p>3 每次拆换钻杆或钻头时，要迅速快捷，并保证联接牢靠。严防工具、铁器及螺帽等掉入孔内，必要时孔口应加护盖。</p> <p>4 采用冲击钻孔时，选用的钻锥、卷扬机和钢丝绳等应配套，钻架联接牢靠，钢丝绳性能应适应要求，其安全系数不小于 12。冲击过程中，要经常检查钢丝绳的损伤情况，当断丝已超过 5%时应立即更换。</p> <p>5 使用正反循环及潜水钻机钻孔时，对电缆线要严格检查电缆引出线与电源电缆的接头，应按要求绑扎牢固。</p> <p>6 钻孔中发生故障需排除时，严禁作业人员下孔内处理故障，在特殊情况下，应下到孔内时，应在有护筒或其它防护设施的钻孔中，由潜水人员或具有水下打捞经验的人下到钻孔中处理事故。</p> <p>7 采用冲抓或冲击钻孔，应防止碰撞护筒、孔壁和钩挂护筒底缘，提升时，应缓慢平稳。</p> <p>8 钻孔过程中，应有专人、按规定指标，保持孔内水位高度及泥浆的稠度，严防坍孔。</p> <p>9 起吊钢筋笼时，要根据它的长度和起吊高度设扁担梁。焊接时注意电缆线不得接触水面以防漏电。直吊时，有专人指挥。注意起吊范围内的高低压电线及其它空中障碍物。</p> <p>10 灌注水下混凝土，应搭设作业平台、溜槽、导管及提升设备，经全面检查确认安全后方可施工。</p> <p>11 灌注混凝土，如使用减速漏斗，漏斗应悬挂牢固，并应附有保险绳索。</p> <p>12 钻机钻完孔移走时要注意塔架的拆解和位移，特别是用吊车移位时要特别注意吊点的位置，选择确保吊装安全。</p> <p>13 泥浆池要给予封闭，并且有标牌指示，避免百姓特别是小孩到池中去，以免产生风险。</p>

表B.2 桥梁工程安全风险控制措施（续）

桥梁工程	<p>沉入桩施工</p> <p>1 桩的吊运、堆放</p> <p>1.1 混凝土桩支点应与吊点在一条竖直线上，堆放时应上下对准；堆放层数不宜超过 4 层；钢管堆放支点应布置合理，防止变形；钢管桩应采取防滚动的措施，堆放高度不得超过三层。</p> <p>1.2 施工前应根据桩的长度、质量选择适宜的起重机和运输车辆；桩的堆放场地应平整、坚实，不积水。</p> <p>1.3 起重机吊桩应缓起，宜设拉绳保持稳定，桩长超过运输车厢时，车辆转弯应速度缓、半径大，并应观察周围环境，确认安全；现场吊装使用起重机应符合下列要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>作业场地应平整、坚实，地面承载力不能满足起重机作业要求时，应对地基进行加固处理，并经验收确认合格。</li> <li>现场配合吊桩的全体作业人员应站位于安全地方，待吊钩和桩体离就位点距离 50cm 时方可靠近作业，严禁位于起重机臂下。</li> <li>构件吊装就位，应待构件稳固后，作业人员方可离开现场。</li> <li>作业前施工技术人员应了解现场环境、电力和通讯等架空线路、附近建(构)筑物和被吊桩等情况，选择适宜的起重机，并确定对吊装影响范围的架空线、建(构)筑物采取的挪移或保护措施。</li> <li>大雨、大雪、大雾、沙尘暴和风力六级(含)以上等恶劣天气，不得进行露天吊装。</li> <li>吊装中遇地基沉陷、机体倾斜、吊具损坏或吊装困难等，应立即停止作业，待处理并确认安全后方可继续作业。</li> <li>现场及其附近有电力架空线路时应设专人监护，确认起重机与电力架空线路的最小距离应符合要求。</li> <li>吊桩作业前应划定作业区，设护栏和安全标志，严禁非作业人员入内；吊桩作业应设信号工指挥，指挥人员应检查吊索具、环境等状况，确认安全；吊装时，吊臂、吊钩运行范围，严禁人员入内；吊桩中严禁超载；吊桩时应先试吊，确认正常后方可正式起吊。</li> </ol> <p>1.4 桩的吊点位置应符合设计或施工设计规定；预制混凝土桩起吊时的强度应符合设计规定，设计无规定时，混凝土应达到设计强度的 75%以上。</p> <p>2 桩的制作：用重叠法浇筑混凝土桩时，桩与邻桩、底模之间应铺贴隔离层，防止粘接；应在下层桩和邻桩的混凝土强度达到设计强度的 30%后，方可浇筑；平卧重叠层数不宜超过 4 层。</p> <p>3 沉桩</p> <p>3.1 严禁在架空线路下方进行机械沉桩作业；在电力架空线路附近作业时，沉桩机边缘(含吊物)与电力架空线路的最小距离应符合安全要求。</p> <p>3.2 在桥梁改、扩建工程中，桩基施工不宜采用振动沉桩方法进行，靠近现况桥梁部位的桩基不得采用射水方法辅助沉桩。</p> <p>3.3 振动沉桩应考虑振动对周边环境的影响，并采取相应的防护措施；振动沉桩机、机座、桩帽应连接牢固，沉桩机和桩的中心应保持在同一轴线上；开始沉桩应以自重下沉，待桩身稳定后方可振动下沉；用起重机悬吊振动桩锤沉桩时，其吊钩上应有防松脱的保护装置，并应控制吊钩下降速度与沉桩速度一致，保持桩身稳定。</p> <p>3.4 在施工组织设计中，应根据桩的设计承载力、桩深、工程地质、桩的破坏临界值和现场环境等状况选择适宜的沉桩方法和机具，并规定相应的安全技术措施。</p> <p>3.5 在地下管线、建(构)筑物附近沉桩时，应预先对管线、建(构)筑物结构状况进行调查和分析，确认安全；需要采取加固或保护措施时，应在加固、保护措施完成，经检查、验收合格，并形成文件后方可沉桩。</p> <p>3.6 沉桩作业应由具有经验的技术工人指挥，作业前指挥人员应检查各岗位人员的准备工作情况和周围环境，确认安全后，方可向操作人员发出指令，作业时严禁人员在桩机作业范围和起吊的桩和桩锤下穿行。</p> <p>3.7 射水沉桩尚应根据土质选择高压水泵的压力和射水量，并应防止急剧下沉造成桩机倾斜；高压水泵的压力表、安全阀，输水管路应完好；压力表和安全阀应经检测部门检验、标定后方可使用；开始沉桩应以自重下沉，待桩身稳定后方可射水下沉；在地势低洼处沉桩时，应有排水设施，保持排水正常；施工中严禁射水管口对人、设备和设施。</p> <p>3.8 在城区、居民区、乡镇、村庄、机关、学校、企业、事业单位等人员密集区不得采用锤击、振动沉桩施工。</p> <p>3.9 施工场地应平整坚实，坡度不大于 3%，沉桩机应安装稳固，并设缆绳，保持机身稳定。</p> <p>3.10 钢筋混凝土或预应力混凝土桩达到设计强度后，方可沉桩。</p> <p>3.11 工程开工前，应由建设单位召开工程范围内的有关地上建(构)筑物和电力、信息、燃气、热力、给水、排水等管线与人防、地下铁道等设施管理单位的调查配合会，由产权管理单位指认其所属设施及其准确位置，并设置明显标志；必要时应由产权管理单位人员指导坑探，确定其准确位置。确认沉桩不危及地下设施安全。</p> <p>3.12 沉桩过程中发现贯入度发生突变；桩身突然倾斜；桩头或桩身破坏；地面隆起；桩身上浮等情况时应暂停施工，经采取措施确认安全后，方可继续沉桩。</p> <p>3.13 施工前应划定作业区，并设安全标志，非作业人员禁止入内。</p>
------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

表B.2 桥梁工程安全风险控制措施（续）

砌体工程施工作业	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 施工人员进场后及时组织进行安全技术交底，砌体工程施工作业班组确定安全员或兼职安全员，落实安全检查制度。</li> <li>2 施工操作架应牢固可靠，架板应铺放牢固，严禁有探头板，严禁施工人员酒后施工。应确保施工照明。悬空作业处应有可靠的立足处，并应视具体情况，配置安全网，栏杆或其他安全设施。砌筑运输作业所用的索具、砖笼、灰盆、卸料平台均须经验证后方可使用，并经常检查，发现问题及时修理。</li> <li>3 进入现场，应戴好安全帽，扣好帽带，并正确使用个人劳动防护用品。在操作之前应检查操作环境是否符合安全要求，经检查符合要求后方可施工。墙身高度超过楼面 1.2m 以上时，应搭设操作平台。</li> <li>4 脚手架上堆料量不得超过规定荷载，堆砖高度不得超过 3 皮侧砖，同一块脚手板上的操作人员不应超过二人。</li> <li>5 在楼层堆放砖块时，不得超过设计荷载。</li> <li>6 不准站在墙顶上做划线、刮缝及清扫墙面或检查大面垂直等工作。</li> <li>7 不准用不稳固的工具或物体在脚手板面垫高操作，更不准在未经过加固情况下，在一层脚手架上随意再叠加一层。砌体不得作为其他施工临时设施的支撑点。</li> <li>8 砍砖应面向内操作，注意碎砖跳出伤人。</li> <li>9 吊运时吊件回转范围内不得有人停留。</li> <li>10 砖运输车辆两车前后距离平道不小于 2m，坡道上不小于 10m，装砖时要先取高处后取低处，防止倒塌伤人。</li> <li>11 加强安全防护检查，特别是“四口”、临边和预留洞口的防护措施不到位之前，不得进行砌体工程的施工。</li> </ol>
桥梁墩台工程	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 施工前应搭好脚手架及作业平台，并在平台外侧设栏杆，墩高 10m 以上架设安全网；操作平台的水平度、倾斜度应经常检查，施工中发现支撑杆有弯曲变形应及时加固。</li> <li>2 人工、手推车推运石块件时脚手跳板应铺满，其宽度、坡度及强度等应满足安全要求，施工平台及脚手架上应规定人群荷载和堆放材料的限量标准，材料要均匀摆放，不得多人聚焦一处。</li> <li>3 吊运砌筑材料时，应听从指挥信号，砌筑材料吊运到砌筑面时，作业人员应避让，待停稳后方可上前砌筑。</li> <li>4 人工抬运大块石料时应捆绑牢靠，仔细检查，动作协调一致，缓慢平放。</li> <li>5 砼浇筑时不得用大罐漏斗直接灌入，不冲击模板，不得震动支撑杆、钢筋及模板，提升模板时不得进行震捣。</li> <li>6 墩上养生人员应系好安全带，输水管路及其它设备应拴绑牢固。</li> <li>7 拆除滑模设备时应做好安全防护措施，拆除现场应划定警戒区。</li> </ol>
模板搭拆施工作业	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 大型模板工程要编制施工方案，方案应包括模板的材质、制作，安装及拆除等施工程序、方法及安全措施。施工方案应经上一级技术负责人审批。</li> <li>2. 现浇混凝土大型模板工程施工前，要进行模板支撑系统设计，要有设计计算书，绘制细部构造大样图，对材料的规格尺寸、接头方法、间距及剪刀撑设置等均应详细注明。</li> <li>3. 支撑模板立柱宜采用钢材，材料的材质应符合有关规定。材质不宜低于三等材。</li> <li>4. 搬运较大模板时应有专人指挥，所用绳索须有足够的强度，绑扎牢固，起吊后下面不得站人或通行。模板下放距地面 1m 时作业人员方可靠近。支立模板时底部固定后再进行支立防止滑动倾覆。</li> <li>5. 竖向模板和支架的支承部分，当安装在基土上时应加设垫板，且基土应坚实并有排水措施。对湿陷性黄土，应有防水措施；对冻胀性土，应有防冻措施，现浇多层构造物，应采用相同材料加固接长，不得采用垫砖头增高的方法。</li> <li>6. 模板及其支架在安装过程中，应设置防倾覆的临时固定支撑、剪刀撑，水平杆的设置应符合设计要求。</li> <li>7. 浇灌楼层梁、柱混凝土，一般应设浇灌运输道。走道垫板应铺设平稳，垫板两端牢固不松动。</li> <li>8. 作业面孔洞及临边应设置牢固的盖板、防护栏杆、安全网或其他防坠落的防护设施，符合 JGJ 80-1991 第 3 章临边与洞口作业的安全防护的规定。</li> <li>9. 拆模时应制订安全措施，按顺序分段拆除。各工种进行上下立体交叉作业时，不得在同一垂直方向上操作。下层作业的位置，应处于上层高度确定的可能坠落范围半径外。不符合以上条件时，应设置安全防护隔离层。</li> <li>10. 2m 以上高处支模或拆模搭设脚手架、满铺架板、使操作人员有可靠立足点，并按高处作业悬空和临边作业的要求采取防护措施。模板及其支撑系统拆除时，在拆除区域应设置警戒线，且派专人监护。</li> </ol>

表B.2 桥梁工程安全风险控制措施（续）

滑模施工作业	<p>1 滑模操作平台的制作,应按设计图纸加工;如有变动,应经公司同意。</p> <p>2 制作滑模操作平台材料应有合格证,其品种规格等应符合设计要求。材料的代用,应经主管设计人员同意。</p> <p>3 滑模操作平台各部件的焊接质量应经检验合格,符合设计要求。</p> <p>4 操作平台及吊脚手架上的铺板应严密平整、防滑、固定可靠,并不得随意挪动。操作平台上的孔洞应设盖板封密。</p> <p>5 操作平台(包括内外吊脚手)边缘应设钢制防护栏杆,其高度不小于120cm,横挡间距不大于35cm,底部设高度大于18cm的挡板。在防护栏杆外应满挂铁丝网或安全网封闭,并应与防护栏杆绑扎牢固。内外吊脚手架操作面一侧的栏杆与操作面的距离不大于10cm。</p> <p>6 操作平台的内外吊脚手应兜底满挂安全网,并应符合下列要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>不得使用破烂变质的安全网,安全网与吊脚手骨架应用铁丝或尼龙绳与网纲等强连接,连接点间距不应大于50cm。</li> <li>对老厂改造工程或在离周围建筑物较近及行人较多地段施工时,操作平台的外侧吊脚手应加强防护措施。</li> <li>安全网片之间应满足等强连接,连接点间距与网结间距相同。</li> </ol> <p>7 当滑模操作平台上设有随升井架时,在人、料道口应设防护栏杆;在其他侧面应用铁丝网封闭。防护栏杆和封闭用的铁丝网高度不应低于1.2m。</p>
桥梁上部构造	<p>1 装配式构件的安装采用单导梁墩顶龙门架、双导梁桁车、架桥机、跨墩龙门吊、吊车等设备进行作业时,应制定安装方案,并建立统一指挥系统。施工难度、风险性较大的作业项目应组织培训。</p> <p>2 钢筋砼或预应力砼就地浇筑时(悬臂浇筑法、悬臂拼装法、缆索吊装法、滑移模架法等),应对机具及防护设施等进行检查,对施工工艺及技术复杂的工程制定安全技术措施及安全操作细则,并进行技术交底。</p> <p>3 预应力张拉施工时应严格遵守施工安全规程,张拉作业区无关人员不得进入,张拉前严格检查使用设备是否符合施工及安全的要求。</p> <p>4 在已拼装或悬浇的箱梁上进行张拉作业,共作业平台、位伸机支架要搭设牢固,平台四周应加设护栏,施工的吊篮应安挂牢固,必要时备置安全保险设施。</p> <p>5 钢梁杆件上的各种电动机械和电缆线、照明线路等应保持绝缘良好,有专人值班进行管理。</p> <p>6 装拆杆件应上下交替进行,避免双层作业,架梁用的工具应用工具袋装好,严禁抛掷。</p> <p>7 钢梁表面涂漆作业应有防毒保护措施。</p>
预应力施工作业	<p>1 先张法预应力钢筋砼作业:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>预应力张拉钢筋(丝)时,应设置警告标志和警告区。</li> <li>张拉台座两端应设置防护隔栅。</li> <li>张拉预应力钢丝时,千斤顶对面严禁站人,以防物体弹出伤人。</li> <li>张拉后应静置8h方可骨架绑扎,严禁重物撞击预应力钢筋(丝),浇筑砼时,震捣器不得触及预应力钢筋(丝)。</li> <li>千斤顶、压力表的调试及操作控制要严格执行操作规程。</li> </ol> <p>2 后张法预应力钢筋砼作业:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>预应力张拉钢筋(丝)时,应设置警告标志和警告区。</li> <li>张拉台座两端应设置防护隔栅。</li> <li>张拉预应力钢丝时,千斤顶对面严禁站人,以防物体弹出伤人。</li> <li>张拉后应静置8h方可骨架绑扎,严禁重物撞击预应力钢筋(丝),浇筑砼时,震捣器不得触及预应力钢筋(丝)。</li> </ol> <p>千斤顶、压力表的调试及操作控制要严格执行操作规程。</p>

表B.2 桥梁工程安全风险控制措施（续）

	悬臂现浇法施工	<p>1 挂篮应进行施工设计，其强度、刚度、稳定性应满足施工各阶段最大荷载组合的要求。</p> <p>2 悬臂浇注应满足下列安全要求：</p> <p>a) 施工前应对墩顶段浇注托架、梁墩锚固、挂篮、梁段模板、挠度控制和合拢等进行施工设计。</p> <p>b) 墩身预埋件等应在施工过程中进行工序检查，确认位置准确和材质、规格符合施工设计要求。</p> <p>c) 浇注墩顶段(0#段)混凝土前，应对托架、模板进行检验和预压，消除杆件连接缝隙、地基沉降和其他非弹性变形。</p> <p>d) 挂篮的抗倾覆、锚固和限位结构的安全系数均不得小于2。</p> <p>e) 挂篮组拼后应检查锚固系统和各杆件的连接状况，经验收并进行承重试验确认合格，并形成文件后，方可投入使用。</p> <p>f) 挂篮行走滑道应平顺、无偏移；挂篮行走应缓慢，速度宜控制在0.1m/min以内，并应由专人指挥。</p> <p>g) 桥墩两侧梁段悬臂施工进度应对称、平衡，其不平衡偏差应符合设计要求。</p> <p>3 桥梁混凝土浇筑过程中，应随时检查钢筋、波纹管 and 预埋件，发现位移或松动应及时修复，且应设专人监测模板和支架、挂篮的稳定状况，发现异常应立即停止浇注，并及时采取安全技术措施，经检查确认合格后，方可恢复施工。</p> <p>4 大雨、大雪、大雾、沙尘暴和六级(含)风以上等恶劣天气应停止架梁作业。</p>
桥梁工程	悬臂拼装法施工	<p>1 悬拼施工应对墩顶段浇注托架、墩顶段临时锚固、悬拼吊装系统、挠度控制和合拢进行施工设计。</p> <p>2 悬拼吊装前应对悬拼吊装系统进行检查、试运转，并按至少130%设计荷载进行试吊，确认符合要求并形成文件后，方可正式起吊；吊机每次移位后应检查其定位和锚固，确认符合要求后，方可起吊。</p> <p>3 桥墩两侧悬拼施工进度应一致，保持对称、平衡，不平衡偏差应符合设计要求。</p> <p>4 大雨、大雪、大雾、沙尘暴和六级(含)风以上等恶劣天气应停止作业。</p> <p>5 悬拼法架设连续梁、悬臂梁时，墩顶现浇段与桥墩之间应设临时锚固或临时支承，使其能承受悬拼施工节段产生的不平衡力矩，待全部块件安装完毕后方可拆除临时锚固或支承。</p> <p>6 T型刚构或悬臂梁的挂孔架设中，移运挂孔预制梁需经过悬臂端时，应对悬臂梁结构进行验算，确认符合设计要求，并形成文件。</p> <p>7 跨越通行的公路、铁路及航道架梁时应与相关主管部门取得联系，商定方案和安全防护措施，并经批准。</p> <p>8 梁段拼装完毕后，应按设计要求程序拆除拼装施工临时设施。</p>
	移动模架施工作业	<p>1 选择有实力的厂家负责模架制造，派驻厂监理全过程监督模架制造质量。模架出场前进行试拼装，通过验收合格后方可出厂。</p> <p>2 安装过程中，对主梁及底模桁架焊缝检查；主梁之间、主梁与底模桁架之间、底模桁架之间联结螺栓检查，螺栓连接的检查需用扭矩扳手；主梁与底模的变形检查；其他部件的连接检查。</p> <p>3 安装结束后，对中线，高程、预拱度以及两主梁之间螺栓连接进行检查。</p> <p>4 首孔制梁模架应预压，精确设置上拱度，经过3~5孔梁的生产，及时调整参数。通过预压消除非弹性变形，同时对焊缝和螺栓联结处逐一进行检查，确保模架安全、稳定可靠地使用。</p> <p>5 模架安装就位后，须对外形尺寸全面检查后方可进行下步施工。</p> <p>6 组织专业的施工队伍，负责模架的运行和维修。</p>
	架桥机安装作业	<p>1 应根据现场条件，通航要求和河床情况，梁板外形尺寸、质量，桥梁宽度，桥墩高度，构件存放位置，施工季节和工期要求等因素选择适宜的架梁机械，制定合理的架设方案和相应的安全技术措施。</p> <p>2 使用定型架梁设备应符合生产企业使用说明书的要求，正式吊装前应经试吊，确认合格并形成文件。非定型架梁设施应进行施工设计，其强度、刚度、稳定性应满足桥梁吊装过程中荷载的要求；组拼完成后应进行验收并形成文件；在正式吊装前应经试吊，确认合格，并形成文件。</p> <p>3 架梁前应向全体作业人员(含机械操作工)进行安全技术交底，并形成文件。</p> <p>在架梁过程中，施工现场应根据环境状况设作业区，并设护栏和安全标志，必要时应设专人值守，严禁非施工人员入内。</p> <p>4 架梁过程中，应严格执行相关安全操作规程。</p> <p>5 大雨、大雪、大雾、沙尘暴和六级(含)风以上等恶劣天气应停止架梁作业。</p> <p>桥台位置、曲线超高段等不利位置架梁，应制定详细的安全技术措施，防止架桥机坍塌事故发生。</p> <p>6 在桥梁改、扩建工程中，架梁作业需占用现况桥面时，宜断绝交通。需不断绝交通时，桥面、道路通行部分的宽度应满足交通要求；作业区与通道之间应设围挡、安全标志、警示灯；施工期间应设专人疏导交通。施工前应与管理单位研究并制定疏导交通方案，经批准后实施。</p> <p>7 跨越通行的公路、铁路及航道架梁时应与相关主管部门取得联系，商定架设方案和安全防护措施，并经批准。</p>

表B.2 桥梁工程安全风险控制措施（续）

桥梁工程	墩柱/塔施工	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 滑模施工应符合 JGJ 65 的要求。</li> <li>2 参加滑模作业的人员应进行安全技术培训，考核合格方可上岗。</li> <li>3 滑模施工中应经常与当地气象站取得联系，遇有雷雨、六级(含)以上大风时，应停止施工，并将作业平台上的设备、工具、材料等固定牢固，人员撤离，切断通向平台的电源。</li> <li>4 采用滑模施工的墩台周围应划定防护区，警戒线至墩台的距离不得小于结构物高度的 1/10，且不得小于 10m。不能满足要求时，应采取有效的安全防护措施。</li> <li>5 滑模施工应根据墩台结构、滑模工艺、使用机具和环境状况对滑模进行施工设计，制定专项施工方案，采取相应的安全技术措施。</li> <li>6 液压滑动模板应由具有资质的企业加工，具有合格证书和全部技术文件，进场前应经验收确认合格，并形成文件。</li> <li>7 滑升作业前，应检查模板和平台系统，确认符合设计要求；检查电气接线；检查液压系统，确认各部油管连接牢固、无渗漏，并经试运行确认合格，形成文件。</li> <li>8 滑模系统应由专业作业组操作，经常维护，发现问题及时处理。</li> <li>9 浇注和振捣混凝土时不得冲击、振动模板及其支撑；滑升模板时不得进行振捣作业。</li> <li>10 滑升过程中，应随时检查，保持作业平台和模板的水平上升，发现问题应及时采取措施。</li> <li>11 夜间施工应有足够的照明。便携式照明应采用 36V(含)以下的安全电压。固定照明灯具距平台不得低于 2.5m。</li> <li>12 拆除滑模装置应按专项方案要求进行。</li> </ol>
	猫道施工作业	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 猫道使用前，应对猫道承重索，连接构件，后锚，抗风绳，立柱角钢的连接，扶手绳的卡板等部位进行全面检查，安装不合格的卡板，连接件应更换，检查验收合格后才能投入使用。在使用过程中，还需要对重要的部位进行定期检查。</li> <li>2 对重要的承重索等每天工作前须仔细检查并需做好检查记录，确认安全后，才能投入工作。</li> <li>3 猫道两端均设置检查人员，未经许可，任何人不得随意通过猫道。</li> <li>4 所有施工人员应按照施工规程进行操作，正确佩戴安全绳，安全帽，施工作业人员还须配备工具袋。</li> </ol>

## B.3 隧道工程安全风险控制措施

见表B.3。

表B.3 隧道工程安全风险控制措施

隧道工程	洞口施工	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 洞口开挖前，应先清理洞口上方及侧方可能滑塌的表土、灌木及山坡危石等，疏通排水沟渠，排除积水。洞口边、仰坡上方的天沟应及时施作，对土质天沟隧挖遂作，不使水冲刷坡面。</li> <li>2 仰坡开挖应自上而下分层开挖分层支护，严禁掏底开挖或上下重叠开挖，洞门端墙处土石开挖应结合地层稳定情况、施工季节和隧道施工方法进行。</li> <li>3 洞口开挖的土石方应避免因弃渣堵塞造成排水不畅、过大土压力引起山体滑坡、坍塌和对桥梁墩台的偏压，以及对其他建筑物的危害和交通运输安全的影响；</li> <li>4 处于陡峭、高边坡的洞口应增设安全棚、安全栅栏或安全网，风险地段应采取加固措施。</li> <li>5 当采用大管棚、抗滑桩、注浆、地表锚杆等措施进行洞口地层加固时，应符合下列规定： <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 管棚施工时应遵循钢管吊装和使用时的起吊安全规程，并严格按钻机操作规程程序进行作业；</li> <li>b) 抗滑桩使用打桩机施工时应采取措施加固和稳定重型机械；采用人工挖孔作业时，应设置人员上下升降设施、通风设备并采取防护措施，防止坠物伤人。</li> <li>c) 注浆作业时，应加强对注浆软管和接头的完好性和可靠性检查，施工人员应有完好的防护用品，堵管处理应采取先减压再处理的措施。</li> <li>d) 地表锚杆作业时应采取措施防止卡钻，注浆人员要佩戴好防护用品。</li> <li>e) 施工脚手架和作业平台应搭设牢固，设扶手栏杆，并有安全检算。</li> </ol> </li> </ol>
------	------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

表B.3 隧道工程安全风险控制措施（续）

隧道工程	<p>1 隧道开挖前应编制开挖专项施工方案，方案应包括开挖方法、工艺流程、安全技术措施等内容。隧道开挖应根据地质情况、断面大小、施工设备、工期等条件的变化，选择开挖方法。</p> <p>2 开挖应采用光面爆破和预裂爆破技术，控制循环进尺，减少对围岩的扰动，并不应对初期支护、衬砌结构和施工设备造成损伤。</p> <p>3 开挖完成后，找顶要彻底，开挖作业平台防护措施到位；爆破作业防护按有关规定要求执行。</p> <p>4 两座平行的隧道开挖时，其两个同向开挖工作面应保持合理的纵向距离，间距小的隧道，应采取措施防止后行洞开挖对先行洞产生不良影响。</p> <p>5 隧道双线开挖接近贯通面时，两端施工应加强联系与统一指挥，当隧道开挖工作面距离接近 15m 时，应采取一端停止作业并撤走人员和机具的措施，在安全距离处设置禁止入内的警示标志。</p> <p>6 隧道开挖使用的作业台架应进行强度、刚度、稳定性检算，经验收合格后方可使用，台架四周应设置安全栏杆。</p> <p>7 隧道找顶应在通风后进行，并有专人进行指挥，照明应有充足的光照度，找顶后应进行安全确认，合格后其他作业人员方可进入开挖工作面作业。</p> <p>8 隧道在开挖下一循环作业前，应对照设计检查初期支护施作情况，确保施工作业环境安全。</p> <p>9 采用全断面开挖隧道时，应控制一次同时起爆的炸药量，减少爆破对岩石的影响。</p> <p>10 在地质条件较差地段采用全断面开挖隧道时，应对围岩进行超前支护或预加固，并控制循环进尺。当地质条件发生变化时，应根据情况及时变换适宜开挖方法。开挖爆破后，先用机械找顶，然后用人工找顶。</p> <p>11 采用台阶法开挖隧道时，应根据岩石条件，合理确定台阶长度。</p> <p>12 当围岩地质较差、开挖工作面不稳定时，应采用段进尺或三台阶错开开挖或预留核心土措施，必要时采用喷射混凝土或玻璃纤维锚杆对开挖工作面加固。台阶上部开挖循环进尺应根据围岩地质条件和初期支护钢架间距合理确定，并不的大于 1.5m。</p> <p>13 当围岩地质较差、变形较大时，上半断面开挖后立即施作锁脚锚管（杆）、扩大脚、临时仰拱等措施，控制围岩及初期支护变形量。台阶下部断面一次开挖长度应与上部断面相同，不得超过 1.5m。开挖后应及时喷射混凝土进行封闭。当有钢架时，应及时安装钢架并喷射混凝土，严禁拱脚长时间悬空。</p> <p>14 仰拱应控制一次开挖长度（不超过 5m），开挖后应立即施工初期支护，封闭成环。</p> <p>15 采用分部法开挖隧道时，应选择机械开挖、人工配合，特殊情况采用弱爆破开挖时，应严格控制用药量；应根据地质条件、隧道断面等情况合理进行分部，开挖进尺应控制在 1.0m。分部开挖的各部开挖后应及时进行初期支护并尽早封闭成环。</p> <p>16 采用分部法开挖，各部钢架基脚处应施作锁脚锚杆（管）或采样扩大拱脚等措施，减少拱脚下沉量。</p> <p>17 采用中隔壁法、交叉中隔壁法开挖隧道时，同层左、右两侧沿纵向应错开一定的距离，错开距离应控制在 10m~15m，范围内，同侧上、下开挖工作面相距 3m~5m。</p> <p>18 采用双侧壁导坑开挖隧道时应符合下列要求：侧壁导坑形状椭圆形，导坑宽度不应大于 0.3 倍隧道宽度；侧壁导坑/中槽部位开挖应采用短台阶，台阶长度 3m~5m，必要时预留核心土。侧壁导坑应超前中槽部位 10m~15m。</p> <p>19 采用分部法开挖的支护应根据监控量测结果逐段拆除，每段拆穿长度不得大于 15m。</p> <p>20 钻孔前，应由专人对开挖作业面状况和作业人员安全防护进行检查，及时消除各类安全隐患；钻孔作业过程中，应采用湿式作业，严禁在残孔中继续钻孔；钻孔作业中应注意工作面有无异常漏水、气体喷出、岩石变化等情况。</p> <p>21 装药作业前应对钻孔情况逐一检查，并检查开挖工作面的安全状况；装药时用木质炮棍装药，严禁火种，无关人员和机具撤到安全地点，作业人员禁止穿戴化纤衣物；使用电雷管时装药前电灯及电线应撤离开挖工作面；装药时应用投光灯、矿灯照明，开挖工作面不得有杂乱电线；严禁钻孔与装药同时进行；装药作业完成后，应及时清理现场，清点火工品数量，剩余的炸药和雷管应由领取炸药、雷管的人员退回库房；爆破前应明确指挥人员、警戒人员、起爆人员，并统一指挥；所有人员、设备撤离到安全地方并设置警戒标志。</p> <p>22 爆破后应经充分通风排烟，15min 后安全检查人员方可进入工作面，主要检查有无盲炮、有无残余炸药及雷管、顶板及两帮有无松动的岩石、支护有无变形开裂灯，当发现盲炮、残余炸药及雷管时，应由原爆破人员按规定处理。</p>
------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

表B.3 隧道工程安全风险控制措施（续）

隧道工程	瓦斯隧道	<p>1 瓦斯隧道施工前，应编制实施性施工组织设计和应急救援预案，其主要内容包括施工通风设计、预防瓦斯突出的措施和揭煤方法等。</p> <p>2 瓦斯隧道应建立专门机构进行通风、防突、防爆及瓦斯检测工作，设置消防设施。</p> <p>3 瓦斯隧道开工前，应对施工作业人员及管理人员进行安全技术培训。爆破工、电工、瓦斯检测人员等应持证上岗。</p> <p>4 瓦斯隧道的施工应建立救护队伍。救护装备和救护车辆不得用于救护以外的工作。</p> <p>5 瓦斯隧道施工作业应符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 当爆破作业面附近 20m 以内风流中瓦斯浓度达到 1%时，应停止钻孔作业；当瓦斯浓度达到 1.5% 时，应停止一切作业，撤出工作人员，切断电源，采取措施进行处理；</li> <li>b) 电动机附近 20m 以内风流中瓦斯浓度达到 1.5%时，应停止运转，撤出人员，切断电源进行处理；</li> <li>c) 当瓦斯积聚大于 0.5 m<sup>3</sup>，浓度大于 2%时，附近 20m内应停止工作，撤出人员，切断电源进行处理；</li> <li>d) 因瓦斯浓度超过规定的允许值而切断电源的电热设备，应在瓦斯浓度降到 1%以下时，方可启动电器；使用瓦斯自动检测报警断电装置的开挖工作面，应人工复电；</li> <li>e) 低瓦斯工区任意处瓦斯浓度超过 0.5%时，应加强通风监测；</li> <li>f) 开挖后应及时进行喷锚支护，封闭围岩、堵塞岩隙，防止瓦斯继续逸出。</li> </ol> <p>6 瓦斯工区钻爆作业应符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 应采用光面爆破技术避免瓦斯积聚；应采用湿式钻孔；</li> <li>b) 应执行“一炮三检制”和“三人连锁爆破制”。</li> </ol> <p>7 瓦斯工区爆破作业应使用煤矿许用炸药，并符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 低瓦斯工区岩层掘进，应使用安全等级不低于一级的煤矿许用炸药；</li> <li>b) 低瓦斯工区揭煤和煤层、半煤层掘进，应使用安全等级不低于二级的煤矿许用炸药；</li> <li>c) 高瓦斯工区爆破，应使用安全等级不低于三级的煤矿许用炸药；</li> <li>d) 有煤与瓦斯突出风险的地段爆破，应使用安全等级不低于三级的煤矿许用含水炸药；</li> <li>e) 禁止使用黑火药和冻结、半冻结的硝化甘油类炸药，同一工作面不应使用两种不同品种的炸药。</li> </ol> <p>8 瓦斯隧道爆破应使用煤矿许用瞬发电雷管或煤矿许用毫秒延期电雷管，并应使用防爆型发爆器起爆，严禁使用火雷管；使用煤矿许用毫秒延期电雷管时，最后一段的延期时间不得超过 130ms。</p> <p>瓦斯工区爆破应使用炮泥填塞炮孔，填塞材料应用黏土或不燃性材料。</p> <p>9 装药前应进行检查，有下列情况之一时不应装药爆破：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 炮孔内发现异状、温度骤高骤低、有显著瓦斯逸出、煤岩松动等；</li> <li>b) 在距爆破地点 20m 内堆放的机具设备、石渣、材料等堵塞坑道断面 1/3 以上；</li> <li>c) 工作面风量不足。</li> </ol> <p>10 爆破前，爆破母线应扭结成短路，并包覆绝缘层。起爆前，由经过专门爆破培训的爆破工由爆破工作面起爆站依次进行连接。</p> <p>11 防治煤与瓦斯突出应符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 接近突出煤层前，应对设计标示的各突出煤层位置进行超前探测，标定各突出煤层准确位置，掌握其赋存情况及瓦斯状况。</li> <li>b) 施工时，至少选用下列 5 种方法中的 2 种对突出风险性进行预测，并相互验证： <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 瓦斯压力法；</li> <li>2) 综合指标法；</li> <li>3) 钻屑指标法；</li> <li>4) 钻孔瓦斯涌出初速度法；</li> <li>5) “R”指标法。</li> </ol> </li> <li>c) 应根据地质情况、煤与瓦斯赋存情况、隧道施工方法等选用钻孔排放、抽放、水力冲孔、金属骨架等措施。防突措施实施后，应进行效果检验。</li> </ol>
------	------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

表B.3 隧道工程安全风险控制措施（续）

隧道工程	瓦斯隧道	<p>12 煤层段掘进与支护衬砌应符合下列规定：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 应控制循环进尺，在全煤层中掘进应采用电煤钻钻孔，应少钻孔、少装药；</li> <li>b) 在半煤半岩地层中掘进应在岩石炮眼中装药，煤层需爆破时，应采用松动爆破；</li> <li>c) 在软弱破碎岩层或煤层中掘进，应采用超前支护或预压浆，防止坍塌或瓦斯突出；</li> <li>d) 爆破后应及时进行喷锚支护和施作二次衬砌，封闭围岩，减少瓦斯积聚；</li> <li>e) 煤系地层设防段的二次衬砌应预留注浆孔，二次衬砌完成后应及时注浆，充填空隙、减少瓦斯积聚。</li> </ul> <p>13 瓦斯隧道施工通风应符合下列规定：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 瓦斯隧道的施工组织设计中，应编制全隧道和各工区的施工通风设计，并考虑各工区贯通后的风流调整和防爆要求。隧道施工的任何作业面不应存在通风盲区；</li> <li>b) 瓦斯隧道通风设施应保持完好。调节、迁移、拆除通风设施的工作，应由通风管理人员担任；</li> <li>c) 瓦斯隧道各开挖工作面应独立通风，严禁任何2个工作面之间串联通风；</li> <li>d) 洞内供风量应通过计算确定，且每人供风量不得小于<math>4\text{m}^3/\text{min}</math>；</li> <li>e) 瓦斯隧道的主风机应有2条独立的供电线路，并装设机电闭锁装置；</li> <li>f) 应配置一套同等性能的备用通风机，并经常保持良好的使用状态；</li> <li>g) 应采用抗静电、阻燃的通风管；</li> <li>h) 临时停工地段不得停风，停风时应切断电源并设置栅栏与警告牌，人员不得进入；</li> <li>i) 隧道贯通后，应继续加强通风，防止瓦斯局部积聚。</li> </ul> <p>14 瓦斯隧道施工应建立瓦斯检测制度。</p> <p>15 瓦斯隧道照明与电气信号设备应符合下列规定：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 低瓦斯隧道不应大于220V，高瓦斯隧道和瓦斯突出隧道不应大于110V；</li> <li>b) 输电线路不得使用裸线和绝缘不良的导线；</li> <li>c) 高瓦斯隧道和煤与瓦斯突出隧道，照明电器应使用防爆型，开关应设在进风道或洞口；</li> <li>d) 矿灯充电房应离洞口50m以外；</li> <li>e) 瓦斯隧道内的电气信号，除信号集中闭塞外，应能同时发声和发光；</li> <li>f) 竖井和斜井主要井口绞车的信号装置应直接接在供电线路上，不应分接其他负荷；</li> <li>g) 隧道内的电话线路严禁利用大地作回路。</li> </ul> <p>16 瓦斯隧道防火应符合下列规定：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 洞口20m范围内严禁火源；</li> <li>b) 洞内严禁产生高温和发生火花的作业，洞内不得进行电焊、气焊、喷灯焊等作业，确需用焊时应有相应的安全措施；</li> <li>c) 洞内严禁使用可燃性材料搭设临时操作间和休息室，暖风道、压入式通风的风洞应用不燃性材料砌筑，并应至少装设2道防火门；</li> <li>d) 在有自燃倾向的煤层中施工时，应事先制订专项的安全措施，预防煤层自燃；</li> <li>e) 瓦斯工区应在洞外设置消防水池和消防用砂，水池中应经常保持不少于<math>200\text{m}^3</math>储水量，并保持一定的水压；</li> <li>f) 瓦斯工区内应设置消防管路系统，并每隔100m设置一个阀门，作业区内设置灭火器及消防设施，并保持良好状态；</li> <li>g) 洞内发生火灾时，应根据火灾的性质、灾区通风和瓦斯状况，立即采用一切可能的方法直接灭火；</li> </ul>
------	------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

表B.3 隧道工程安全风险控制措施（续）

瓦斯隧道	<p>h) 当洞内火灾不能直接扑灭时，应封闭火区，直到经过取样分析，确认火灾已经熄灭后方可启封；启封火区应逐段恢复通风；当测出风流中含一氧化碳或有其他复燃征兆时，应立即停止向火区送风，并重新封闭火区；</p> <p>i) 启封火区和火区初期恢复通风的工作应由专业的救护队负责进行，火区内风流所经过的巷道内的人员应全部撤出；</p> <p>j) 启封火区完毕后 3d 内，每班由救护队检查通风工作，并测定水温、气温和空气成分，确认火灾完全熄灭，通风等情况良好，方可恢复施工。</p> <p>17 瓦斯隧道救护工作应符合下列规定：</p> <p>a) 瓦斯隧道应有急救和抢救设备，并指定专保管，经常保持其良好状态，急救和抢救设备不得挪用；</p> <p>b) 高瓦斯和瓦斯突出工区应配备救护队，在事故发生时非救护队成员不得进洞抢救；</p> <p>c) 救护队应在统一指挥下开展抢救工作，严禁个人单独行动；</p> <p>d) 事故处理救护基地，应设在安全区附近新鲜风流中的安全地带。</p> <p>18 瓦斯工区进洞人员应遵守下列安全规定：</p> <p>a) 进入瓦斯隧道的人员应在洞口登记，并接受安全检查；</p> <p>b) 严禁穿着易产生静电的服装进入瓦斯工区；</p> <p>进入瓦斯突出工区的作业人员应携带个人自救器。</p>
隧道工程 竖井、斜井	<p>1 井口附近应在施工前做好修整，并在周围修好排水沟、截水沟，防止地面水侵入井中，发生坍塌。</p> <p>2 当井筒未衬砌部分发现有落石、支撑发响或大量涌水时，应沿安全梯或者提升设备撤出井外，并报告有关人员进行处理。</p> <p>在井口及井底明显部位应设置醒目的安全标志。</p> <p>3 竖井提升</p> <p>3.1 接罐地点应设置牢固的活动栅门，有专人负责启闭；接罐人员应佩戴安全带，上下井人员要服从接罐人员的指挥，铜像敬口的轨道应设阻车器。</p> <p>3.2 罐顶应设置可以打开的铁盖或铁门；官邸应满铺钢板，并不得有孔如果罐底下面有阻车器的连杆装置时，应设牢固的检查门。</p> <p>3.3 载人的罐笼净空高度不得小于 1.8m，罐笼内每人应有 0.18m<sup>2</sup>的有效面积。罐笼的一次通纳人数和最大载重量应明确规定，并在井口公布。</p> <p>3.4 罐笼、钢丝绳、卷扬机各部及其连接处，应设专人检查，如发现钢丝绳有损，罐道和罐耳间磨损度超过规定等，应立即更换。</p> <p>3.5 升降人员或物料的单绳提升罐笼应设置可靠的防坠器，建井期间使用无防坠器的临时罐笼升降人员时应有安全措施。</p> <p>3.6 进行人员物料提升时，只有井口接罐员发出信号后，卷扬机才能启动，除常用信号装置外，还应有备用信号装置。当一套提升装置供给几个洞室使用时，各洞室都应设有信号装置和闭锁，所发出的信号应有所区别。</p> <p>4 斜井运输：</p> <p>4.1 斜井的牵引运输速度不得超过 3.5m/s；接近洞口与井底时不得超过 2m/s；升井加速度不得超过 0.5m/s<sup>2</sup>。</p> <p>4.2 斜井口应设置挡车器，并设专人管理；挡车器应处于关闭状态，放车时方可打开；车辆在井内行驶或停留期间，井内严禁人员通行和作业。</p> <p>4.3 斜井井底停车场应设避车洞，斜井底附近的固定机械电器设备应设置在专用洞室内。</p> <p>4.4 车辆连挂提升时，应有可靠的连接装置和断绳保险期。挂钩应加保险栓，车与车之间增加连接保险钢丝绳，提升钢丝绳要有地滚承托。</p>

表B.3 隧道工程安全风险控制措施（续）

隧道工程	<p>二次衬砌</p> <p>1 一般规定</p> <p>1.1 衬砌作业应考虑下列风险源：临时用电不符合规定，作业面光照度不足衬砌时机选择不当，与开挖工作面距离过长，高处作业平台失稳、安全防护失效；施工机具安全性能缺失或下降；电线路短路，防水板施工引发的火灾及有毒、有害气体。</p> <p>1.2 衬砌作业面用电应符合临时用电的要求，其照明应满足安全作业的要求。</p> <p>1.3 一般地段隧道施作衬砌应在初期支护和围岩变形稳定后进行；在浅埋、偏压、围岩松散破碎等特殊地段和洞口段应尽早完成。</p> <p>1.4 在软弱、破碎、高地应力、大变形的围岩地段，仰拱应随开挖面及时施作，尽快形成封闭环，并超前于墙拱衬砌，同时应合理确定与开挖和衬砌作业面的距离。</p> <p>1.5 衬砌作业台架下预留通行作业人员、施工车辆以及安设风、水、电线路或管道的净空，应满足洞内车辆和人员安全通过的要求。</p> <p>1.6 衬砌作业台架应有足够的强度、刚度、稳定性，衬砌台车、作业台架组装调试完成应经验收合格方可投入使用。</p> <p>1.7 衬砌作业台架、仰拱施工栈桥的移动，应有专人指挥，慢速移位，作业区严禁非作业人员和机械车辆通行、停留，非作业人员、设备、材料、工具等应撤离到安全地点。</p> <p>1.8 衬砌作业台架、作业平台四周应设置安全栏杆、密闭式安全网、人员上下工作梯，衬砌台车及防水板施工作业台架还应配置灭火器，经验收合格后方可投入使用。</p> <p>1.9 衬砌作业台架、作业平台上的各类用电设备应有绝缘保护装置，电线路还应符合洞内临时用电规定要求；</p> <p>1.10 运输机械应按规定线路及行驶速度要求，过往台架、栈桥时应加强瞭望，倒车作业应有专人指挥，驻停时应有制动措施及安全警示标志。</p> <p>1.11 每项工作完毕后应及时清理现场、消除安全隐患，保持作业场所清爽、通行无碍。</p> <p>2 衬砌台车</p> <p>2.1 衬砌台车应有出厂合格证和产品说明书。</p> <p>2.2 衬砌台车的组装、拆卸应在洞外宽敞、平坦、坚实的场地上进行；当条件限制，应在洞内组装、拆卸时，应选择围岩条件较好和洞身较宽阔的地段进行。</p> <p>2.3 埋设衬砌台车各类吊点、吊具应牢固可靠；组装、拆卸的吊装作用应符合起重作业要求。</p> <p>2.4 衬砌台车组装完成后，应由专业人员检查台车个连接部件情况，确保各连接部件牢固可靠，支撑系统、驱动系统应经调试合格后方可投入使用。</p> <p>2.5 就位后应按规定设置防溜车装置，按设计高程、中线调整台车支撑系统，液压系统应有锁定装置。</p> <p>2.6 使用台车进行混凝土作业时安排专人检查台车支撑系统安全性能。</p> <p>3 防水板</p> <p>3.1 防水板的临时存放地点应设置消防器材及防火安全警示标志，并由专人负责看管和发放。</p> <p>3.2 防水板的铺设地段应配备足够数量的消防器材。</p> <p>3.3 施工时严禁烟火，钢筋焊接时，应设临时阻燃挡板防止机械损伤和电火花灼伤防水板。</p> <p>3.4 防水板作业面的照明灯具严禁烘烤防水板，其防水板间距离不得小于 50cm。</p> <p>3.5 防水板作业时应指定专人进行观察安全状态。</p> <p>4 钢筋</p> <p>4.1 从事钢架加工和焊接的作业人员应经过考试合格，持证上岗。</p> <p>4.2 隧道内运输钢筋应根据作业台架下净空、洞内设施情况进行装载并捆扎牢固，固定可靠，防止发生碰撞和掉落。</p> <p>4.3 衬砌钢筋安装过程中，应采取临时支撑系统等防倾倒措施，临时支持应牢固可靠并有醒目的安全警示标志，作业人员与过往机械不得踩踏、碰撞。</p> <p>5 混凝土浇筑</p> <p>5.1 泵送混凝土管道安设及连接应符合规定，施工过程中应经常检查其连接的可靠性、安全性及管道的稳定性。</p> <p>5.2 泵送混凝土管道堵塞时，应及时停止泵送，并逐节检查确定堵塞部位。堵管处应按操作规程进行，不得违章作业。</p> <p>5.3 衬砌混凝土浇筑时，应控制浇筑速度，浇筑压力不得过大，并保证两侧对称浇筑。</p> <p>5.4 衬砌台车端头挡板与防水板、台车间接触面应紧密，挡板支撑应牢固浇筑过程中应安排专人检查挡板与支撑的安全状态和止水条安装位置。</p> <p>5.5 混凝土浇筑过程中应由专人检查台车受力状况，当台车出现变形等异常情况时，作业人员应及时撤离作业平台，消除事故隐患后方可恢复作业。</p> <p>5.6 仰拱应分段一次整体浇筑，并根据围岩情况严格限制一次施工长度，作业区应有专人监护，并设置警示标志。</p> <p>5.7 仰拱施工应配备有足够的强度、刚度和稳定性的栈桥等架空设施。仰拱施工栈桥基础应稳固，应进行防侧滑处理。栈桥两侧应设限速警示标志。</p>
------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



表B.3 隧道工程安全风险控制措施（续）

隧道工程	<p>不良地质和特殊岩土地质隧道施工作业</p>	<p>1 一般规定</p> <p>1.1 不良地质和特殊岩土地质隧道施工作业应考虑下列主要风险源、危害因素：专项项施工技术方案不合理、开挖方法选择不当；超前地质预测、预报工作不到位，分析判断不准确，初期支护施做不及时，支护强度不足；量测数据失真，信息反馈不及时；瓦斯隧道施工机械设备、检测仪器未按规定配备，瓦斯浓度检测工作不到位，通风效果差。</p> <p>1.2 隧道施工前应根据设计提供的工程地质及水文地质资料，结合现场实际情况进行分析研究，制定专项施工技术方案。</p> <p>1.3 隧道施工前应针对不同风险源制订完善的应急预案，并定期组织演练，施工中应有足够的抢险、急救物资储备。</p> <p>1.4 隧道施工时，应根据具体情况制定地质预测、预报方案并组织实施，并根据地质预测、预报的结果及时调整隧道施工方案。</p> <p>1.5 隧道施工时，应加强监控量测。当发现围岩和支护体系变形速率异常时，应立即采取有效措施，情况严重时应将全部人员撤离风险区域。</p> <p>1.6 每道工序作业前，应由当班安全员用班前安全讲话的形式，将作业风险和安全措施告知所有作业人员，并按安全措施执行。</p> <p>2 岩溶</p> <p>2.1 隧道通过岩溶地区时，应根据设计图结合施工现场情况，采用综合超前地质预报，探明溶洞的分布范围、类型、规模、发育程度和填充物、地下水的情况（有无长期补给来源、雨季水量有无增长等）以及岩层的稳定程度等。</p> <p>2.2 岩溶隧道的施工应按“以疏为主、堵排结合、因地制宜、综合治理”的原则，制定安全可靠的施工方案，采取相应的预防措施，防止发生突发性涌水、涌沙和泥石流灾害。</p> <p>2.3 隧道溶洞与地表水存在水力联系时，溶洞处理和施工应选择在旱季进行。</p> <p>2.4 岩溶地区隧道开挖应符合下列要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 施工前应了解隧道区域范围内地表水、出水地点的情况，有条件时采取地表注浆等措施对地表进行必要的处理；开挖前，应根据溶洞的大小、填充情况与隧道的相对位置等具体情况，采取相应的安全技术措施；当在溶洞充填体中掘进时，应提前注浆加固；</li> <li>b) 钻孔作业前，应超前钻孔探测，进一步查明开挖工作面前方一定范围内情况；</li> <li>c) 爆破开挖，应严格控制开挖进尺，采取多打孔、打浅孔、小药量爆破，确保隧道开挖稳步推进；</li> <li>d) 当隧道只有一侧遇到溶洞时，应先开挖该侧，待支护完成后再开挖另一侧；</li> <li>e) 施工中应检查溶洞顶板，及时处理危石。当溶洞较大较高时，应进行安全施工防护。</li> </ol> <p>2.5 溶洞处理应根据设计文件要求，结合现场实际情况，采取下列引排水、填堵、跨越、绕行等措施：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 当溶洞有水流时，在查明水源流向及其与隧道位置关系后，应采用钻孔排水降压方式处理；排水降压应留有足够厚度的隔水岩盘，确保安全；</li> <li>b) 对已停止发育、跨径较小、无水的溶洞，应根据其与隧道相交的位置及充填情况，采用混凝土、浆砌片石等材料封堵；拱顶以上的空溶洞应采用喷锚支护加固，或加设护拱并对空腔回填处理；</li> <li>c) 当溶洞较大较深时，可根据实际情况采用跨越方式处理；</li> <li>d) 当溶洞较大较深时，短期处理难度很大时，可采用迂回导坑绕过溶洞区，继续进行隧道施工，在不影响正常施工的情况下再处理溶洞。</li> </ol> <p>2.6 岩溶地区隧道的初期支护和二次衬砌应根据溶洞情况予以加强。二次衬砌施工前，应重点检查拱部、底板、侧边墙一定范围内是否存在有害空洞，并采取措施处理。</p> <p>3 富水软弱破碎围岩</p> <p>3.1 隧道施工前，应根据地质条件、埋深及地下水情况，选用地表注浆、超前帷幕注浆、降低地下水位等技术措施进行处理，评估达到要求后方可开挖。</p> <p>3.2 隧道施工中，一旦发现浑水、携带泥沙、顶钻、高压喷水、水量突然增大等异常情况，应立即停止施工，分析原因，采取措施进行处理。</p> <p>3.3 隧道施工时应按设计及时施作初期支护，加强初期支护的强度，尽早闭合成环。</p> <p>3.4 建立有效的监控体系，及时埋设监控量测点，并取得基准值，按要求开展监控量测；及时根据量测结果，评价支护的可靠性和围岩的稳定性，调整支护参数，确保施工安全。</p> <p>3.5 衬砌背后的排水盲管（沟）应顺畅地连接到隧道排水沟，防止地下水在衬砌背后积聚对其形成压力。</p>
------	--------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

表B.3 隧道工程安全风险控制措施（续）

不良地质和特殊岩土 隧道工程 隧道施工作业	<p>4 风积沙和含水砂层</p> <p>4.1 隧道通过含水砂层时，应将防水工作放在首位，可采用注浆、冻结等方法止水、固结。</p> <p>4.2 风积沙和含水砂层隧道的开挖应符合下列规定：</p> <p>a) 风积沙隧道开挖应遵循“先加固、后开挖”的原则；含水砂层隧道开挖应遵循“先治水、后开挖”的原则；</p> <p>b) 风积沙和含水砂层隧道根据其断面大小，应采用交叉中隔壁法、中隔壁法或台阶法开挖，并应控制一次循环进尺长度；</p> <p>c) 开挖后应及时监测拱部支护的实际下沉量，当预留变形量过大或不足时，应及时调整。</p> <p>4.3 风积沙和含水砂层隧道的支护应符合下列规定：</p> <p>a) 可采用注浆方法固结砂层，以插板作超前支护；</p> <p>b) 支护应及时，边挖边喷射混凝土封闭，遇缝必堵，严防砂粒从支护缝隙中漏出。</p> <p>4.4 含水砂层开挖地段，应采用排水管或其他设施将水引至已二次衬砌地段排出洞外。排水时，应采取过滤措施，防止砂粒被排走引起坍塌。</p> <p>4.5 风积沙和含水砂层隧道的二次衬砌应及早施作。</p> <p>5 黄土</p> <p>5.1 黄土隧道洞口及地表水处理应符合下列规定：</p> <p>a) 进洞前应按设计做好洞顶、洞门及洞口的防排水系统，排水沟应进行铺砌，防止地表水下渗；</p> <p>b) 洞门施工应在雨季前完成；</p> <p>c) 对地表冲沟、陷穴、裂缝等应采取回填夯实、填土反压、改变地表水径流等措施，将水排至隧道范围以外；洞口浅埋段地表冲沟、陷穴、裂缝等，除应采用上述方法处理外，还应用砂浆抹面，避免水下渗影响结构安全；</p> <p>d) 根据情况采用井点降水等措施将地下水位降至隧道仰拱底部以下 1.5m，确保施工顺利进行。</p> <p>5.2 黄土隧道开挖应符合下列规定：</p> <p>a) 黄土隧道应采用机械和人工配合的开挖方式，不应采用钻爆开挖方式；</p> <p>b) 根据隧道断面、地质情况应采用台阶法或分部法开挖；</p> <p>c) 在半岩半土层的隧道爆破时应对拱脚进行加固，同时控制炸药用量，减少爆破对围岩和拱部初期支护的扰动，防止塌方和掉拱；</p> <p>d) 墙脚、拱脚等隅角处应预留 30cm 用人工开挖，严禁超挖；</p> <p>e) 根据不同围岩级别，开挖循环进尺控制在 0.5m~1.5m；</p> <p>f) 湿陷性黄土隧道基底可采用树根桩、灰土挤密桩、注浆、换填等处理措施；</p> <p>g) 施工中当发现突水、异常变形等不安全因素时，应暂停开挖，加强临时支护，调整施工方案。</p> <p>5.3 黄土隧道初期支护、二次衬砌施工应符合下列规定：</p> <p>a) 施工中要特别注意观察垂直节理，必要时应采取的措施，防止塌方事故发生；</p> <p>b) 开挖后应立即对隧道周壁及开挖工作面进行喷射混凝土封闭，并及时施作锚杆、钢筋网及钢架；</p> <p>c) 应在拱脚设置测点，监测拱脚下沉的状态，并在钢架基脚或分部开挖基脚等处设置注浆锁脚锚杆（管），以及设置垫板或采用大拱脚，控制钢架沉降和塌方事故的发生；</p> <p>d) 锚杆施工应采用煤矿螺旋钻成孔；锚杆应采用药包式或早强砂浆式，各种锚杆应设置垫板；</p> <p>e) 临时支护应根据监控量测情况拆除，一次拆除长度不得大于 15m。</p> <p>5.4 黄土隧道施工防排水应符合下列规定：</p> <p>a) 地层含水量大时，上、下台阶开挖工作面附近应开挖横向水沟，并采用管、槽将水引至隧道中部纵向排水沟排出洞外，避免浸泡拱脚；</p> <p>b) 应控制施工用水，初期支护喷混凝土和二次衬砌混凝土均采用喷雾器喷雾养护取代洒水养护，避免混凝土泌水浸泡黄土隧道基底。</p>
-----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

表B.3 隧道工程安全风险控制措施（续）

隧道 通风 风 作 业	<p>1 隧道施工时的通风，应设专人管理。保证每人每分钟得到 <math>1.5\text{ m}^3\sim 3\text{ m}^3</math> 的新鲜空气。</p> <p>2 隧道内的空气成分每月至少取样分析一次，风速、含尘量每月至少检测一次。</p> <p>3 无论通风机运转与否，严禁人员在风管的进出口附近停留；通风机停止运转时，任何人不得靠近通风软管行走和在软管旁停留；不得将任何物品堆放在通风管或管口上。</p>
隧道 照 明 及 防 火	<p>1 隧道内的照明灯光应保证亮度充足、均匀、不闪烁，应根据开挖断面的大小，工作面的位置选用不同高度的照明；潮湿及渗、漏水隧道中的电灯应使用防水灯口。</p> <p>2 隧道内各部照明电器为：开挖、支撑及衬砌作业地段为 <math>12\text{ v}\sim 36\text{ v}</math>；成洞地段为 <math>110\text{ v}\sim 220\text{ v}</math>；手提作业灯为 <math>12\text{ v}\sim 36\text{ v}</math>。</p> <p>3 隧道内用电线路，应使用防潮绝缘导线，并按规定高度用瓷瓶悬挂牢固，不得将电线挂在铁钉及其他铁件上，不许捆扎在一起。</p> <p>4 隧道内的用电线路和照明设备应由专人负责检修管理，在检修电器和照明设备时应切断电源。</p> <p>5 隧道施工各洞内机电硐室、料库、皮带运输机等处均应设置有效而数量足够的消防器材，并设明显标志，定期检查、补充和更换，不得挪作他用。</p> <p>6 洞内及各硐室不得存放汽油、煤油、变压器及易燃物品，清洗风动工具时应在专用洞室内，并设置向外开的防火门。</p> <p>7 洞口 <math>20\text{ m}</math> 范围内的杂草应清除，火源应距洞口至少 <math>30\text{ m}</math> 以外，库房 <math>20\text{ m}</math> 范围内严禁烟火，洞内严禁明火作业及取暖。</p>

地方标准信息服务平台

附 录 C  
(资料性附录)  
风险源持续辨识用表

风险评估执行情况检查、整改通知单格式见表C.1。

表C.1 风险评估执行情况检查、整改通知单

合同段名称：

<p>致： _____ 承包商 _____</p> <p style="text-align: center;">在对你单位《风险评估报告》执行情况检查中，发现仍存在以下问题：</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>现责令你单位于     年     月     日之前按相关安全规定整改到位并报我单位验收。</p> <p>监理工程师：</p> <p style="text-align: right;">日期：     年     月     日</p>
<p>承包商签收人：</p> <p style="text-align: right;">日期：     年     月     日</p>
<p>承包人整改落实情况：</p> <p style="text-align: right;">整改负责人：</p> <p style="text-align: right;">日期：     年     月     日</p>
<p>监理工程师验收情况：</p> <p style="text-align: right;">验收人：</p> <p style="text-align: right;">日期：     年     月     日</p>

风险源持续辨识记录表格式见表C.2。

表C.2 风险源持续辨识记录表

合同段名称： \_\_\_\_\_ 日期： \_\_\_\_\_ 年 月 日

分项工程	级别	原风险源	新风险源	备注
	III			1、风险源是否变化及变化的原因等。2、是否发现了新风险源。
	II			
	I			
	III			
	II			
	I			
	III			
	II			
	I			
	III			
	II			
	I			
监理工程师检查结果：		承包商动态辨识简述：		
检查人： _____ 日期： _____ 年 月 日		负责人： _____ 日期： _____ 年 月 日		

注：本表由承包商填写，监理工程师检查。