

DB 63

青海省地方标准

DB63/T 2399.3—2025

公路工程施工危险源辨识指南 第3部分：桥梁工程

2025 - 03 - 24 发布

2025 - 05 - 01 实施

青海省市场监督管理局 发布

目 次

前 言 III

引 言 IV

1 范围 5

2 规范性引用文件 5

3 术语和定义 5

4 桥梁工程危险源辨识 5

 4.1 桥梁种类 5

 4.1.1 梁式桥作业 5

 4.1.2 T 梁作业 7

 4.1.3 斜拉桥作业 9

 4.1.4 悬索桥作业 11

 4.1.5 钢桥作业 12

 4.1.6 拱桥作业 14

 4.2 下部结构 16

 4.2.1 围堰作业 16

 4.2.2 基坑开挖作业 17

 4.2.3 人工挖孔桩作业 18

 4.2.4 钻孔灌注桩作业 20

 4.2.5 沉入桩作业 21

 4.2.6 沉井作业 22

 4.2.7 地下连续墙作业 23

 4.2.8 承台作业 24

 4.2.9 墩台作业 25

 4.2.10 0 号、1 号块施工作业 27

 4.3 上部结构 28

 4.3.1 盖梁作业 28

 4.3.2 预制梁架设作业 31

 4.3.3 梁体养生作业 32

 4.3.4 支架现浇梁作业 33

 4.3.5 挂篮安拆与悬浇作业 34

 4.3.6 转体作业 36

 4.3.7 桥面及附属工程作业 38

 4.4 其他 39

 4.4.1 旧桥拆除作业 39

 4.4.2 加固作业 40

 4.4.3 钢混组合结构作业 42

 4.4.4 圯工作业 44

4.4.5 施工电梯 45

4.4.6 其他运输设备设施 46

4.4.7 跨线桥（路）的风险源辨识 错误!未定义书签。

前 言

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

DB63/T 2399《公路工程施工危险源辨识指南》拟包括以下六个部分：

- 第1部分：通用作业；
- 第2部分：路基工程；
- 第3部分：桥梁工程；
- 第4部分：路面工程；
- 第5部分：隧道工程；
- 第6部分：交安工程。

本文件是 DB63/T 2399《公路工程施工危险源辨识指南》的第3部分。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由青海省交通运输标准化专业技术委员会提出。

本文件由青海省交通运输厅归口。

本文件起草单位：青海省兴利公路桥梁工程有限公司、青海省交控建设工程集团有限公司、青海省果洛公路工程建设有限公司、青海省湟源公路工程建设有限公司、青海利建交通设施工程有限公司。

本文件主要起草人：刘海法、李永清、黎福祿、郝广延、崔建、陈健、赵以雄、王克建、石维鹏、喇登科、山成海、李生德、乔云云、陈铜、梅玉彬。

本文件由青海省交通运输厅监督实施。

引 言

公路工程危险源辨识是安全管理的重要方面，它充分体现了“预防为主”的方针。为实施有效的危险源辨识与控制，实现对事故的预防和生产作业的全过程控制，并对各种潜在的事故制定应急程序，力争使损失最小化，制定了 DB63/T 2399《公路工程施工危险源识别指南》。

DB63/T 2399《公路工程施工危险源识别指南》拟包括以下六个部分：

- 第 1 部分：通用作业。规定了公路工程施工通用作业风险源辨识的有关内容。
- 第 2 部分：路基工程。规定了路基工程作业风险源辨识的有关内容。
- 第 3 部分：桥梁工程。规定了桥梁工程作业风险源辨识的有关内容。
- 第 4 部分：路面工程。规定了路面工程作业风险源辨识的有关内容。
- 第 5 部分：隧道工程。规定了隧道工程作业风险源辨识的有关内容。
- 第 6 部分：交安工程。规定了交安工程作业风险源辨识的有关内容。

公路工程施工危险源辨识指南 第3部分：桥梁工程

1 范围

本文件界定了公路工程施工风险源辨识的术语和定义，提供了桥梁工程施工风险源辨识的指导。
本文件适用于桥梁工程施工作业风险源辨识。

2 规范性引用文件

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

GB 5725 安全网
GB/T 6067.1 起重机械安全规程 第1部分：总则
GB 50208 地下防水工程质量验收规范
JGJ 33 建筑机械使用安全技术规程
JGJ/T 128 建筑施工门式钢管脚手架安全技术标准
JGJ 130 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范
JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
JTG F90 公路工程施工安全技术规范
SL 303 水利水电工程施工组织设计规范
DB63/T 2399.1 公路工程施工危险源辨识指南 第1部分：通用作业

3 术语和定义

DB63/T 2399.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 桥梁工程风险源辨识

4.1 桥梁种类

4.1.1 梁式桥作业

梁式桥作业风险源辨识见表1。

表1 梁式桥作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家论证	各类伤害
2	梁体运输	运梁车的机械部件出现故障	每次运输前，宜按 JTG F90 规定，对运梁车或船舶进行全面检查，包括机械部件、电气系统、承载结构等	其他伤害

表1 梁式桥作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
2	梁体运输	运梁设备的选型错误	根据梁体的重量、尺寸等参数进行核算，确保设备有足够的安全余量	其他伤害
		梁体与运输设备之间的固定装置质量差、安装不牢固	1. 根据梁体的类型、重量和运输方式，选择合适的固定装置 2. 固定装置安装后，要进行检查和试拉（试夹），确认能够有效固定梁体	其他伤害
		运梁道路的路面平整度差、宽度不足、坡度太大或转弯半径过小	1. 在运梁前，对运输道路进行勘察 2. 宜按 JTG/T 3650 规定，对路面进行平整、修补，确保路面平整度符合要求	其他伤害
3	梁预制安装	混凝土强度不足	装配式梁、板等构件在脱底模、移运、存放和安装时，混凝土的强度宜不低于设计规定的吊装强度；设计未规定时，宜不低于设计强度的 80 %	坍塌
		接头强度不足	1. 分段拼装梁的接头混凝土或砂浆，其强度不宜低于构件的设计强度，不承受内力的构件的接缝砂浆，强度等级宜不低于 M10 2. 需与其他混凝土或砌体结合的预制构件的砌筑面宜按施工缝处理	坍塌 其他伤害
		构件不符合	构件安装前宜检查其外形、预埋件的尺寸和位置，允许偏差不得大于设计规定	其他伤害
4	板预制安装	安装不稳定，就进行下一步工序	1. 构件安装就位完毕并经检查校正符合要求后，方可焊接或浇筑混凝土固定构件 2. 简支梁的安装宜采取措施保证梁体的稳定性，防止倾覆	其他伤害
		安装方法有误	对分层、分段安装的构件，宜在先安装的构件可靠固定且受力较大的接头混凝土达到设计强度的 80 %后，方可继续安装	坍塌
5	预制台座安装	地基承载力与稳定性不足	1. 预制台座的地基应具有足够的承载能力和稳定性 2. 当用于预制后张预应力混凝土梁、板时，宜对台座两端及适当范围内的地基进行特殊加固处理	坍塌
		预制台座强度不足	预制台座宜采用适宜的材料和方式制作，且宜保证其坚固、稳定、不沉陷	坍塌
		预制台座性能不满足工作要求	预制台座的间距宜满足施工作业的要求；台座表面宜光滑、平整，在 2 m 长度上平整度的允许偏差不得超过 2 mm，且保证底座或底模的挠度不大于 2 mm	坍塌 其他伤害
		未设置预拱度	1. 对预应力混凝土梁、板，宜根据设计提供的理论拱度值，结合施工的实际情况，正确预计梁体拱度的变化情况，在预制台座上按梁、板构件跨度设置相应的预拱度 2. 当预计后张预应力混凝土梁的上拱度值较大，将会对桥面铺装的施工产生不利影响时，宜在预制台座上设置反拱	其他伤害
		预制台功能不全	预制台座应具有对梁底的支座预埋钢板或楔形垫块进行角度调整的功能，在预制施工时宜按设计要求的角度进行设置	其他伤害
6	构件存放	存放台稳定性不足	1. 存放台座宜坚固稳定，且宜高出地面 200 mm 以上 2. 存放场地宜有相应的防排水设施，并保证梁、板等构件在存放期间不致因支点沉陷而受到损坏	坍塌
		梁、板存放方式错误	1. 梁、板构件存放时，其支点宜符合设计规定的位置，支点处宜采垫木和其他适宜的材料进行支承，不准许将构件直接支承在坚硬的存放台座上 2. 存放时混凝土养护期未满足的，宜继续养护	坍塌
		构件存放时间过长	1. 构件宜按其安装的先后顺序编号存放 2. 预应力混凝土梁、板的存放时间宜不超过 3 个月，特殊情况下宜不超过 5 个月；存放时间超过 3 个月时，宜对梁、板的上拱度值进行检测，当上拱度值过大将会严重影响后续桥面铺装施工或梁、板混凝土产生严重开裂时，则不准许使用	其他伤害

表1 梁式桥作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
6	构件存放	构件多层叠放时，放置方式错误	1. 当构件多层叠放时，层与层之间宜以垫木隔开，各层垫木的位置宜设在设计规定的支点处，上下层垫木宜在同一条竖直线上 2. 叠放的高度宜按构件强度、台座地基的承载力、垫木强度及叠放的稳定性等经计算确定，大型构件以2层为宜，不宜超过3层；小型构件宜为6~10层	坍塌
		雨季、冻融季存放方法有误	雨季或春季融冻期间，宜采取有效措施防止地基软化下沉而造成构件断裂及损坏	其他伤害

4.1.2 T梁作业

T梁作业风险源辨识见表2。

表2 T梁作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家论证	各类伤害
2	起重吊物	1. 起重吊装设备存在缺陷 2. 吊索、吊具存在缺陷	1. 起重吊装设备须经检测合格后方可运用 2. 起重设备的吊绳、吊具、安全装置等，性能良好，并常常检查，发觉钢丝绳断丝超标、吊具变形严重的宜马上更换 3. 起重吊装作业范围内宜设立警戒标记，不准许起重物下站人，起重人员须持证上岗	起重伤害
3	高处临边作业	1. 作业人员未佩戴安全防护用品 2. 酒后作业 3. 临边无防护	1. 对高处作业的人员进行安全知识普及 2. 宜穿戴好防护用品，穿防滑鞋，不准许酒后作业 3. 临边作业设工作平台并铺满脚踏板，设不少于1.2 m高的防护栏杆，设安全合格的上下爬梯	高处坠落
4	模板施工	施工作业的模板安装不坚固引起的胀模	1. 编制专项施工方案，并经审核批准，宜对模板强度、刚度、稳定性、螺栓、支撑等材料进行受力计算和验算 2. 按审批的方案实施，施工前对施工人员进行充分的施工技术交底和平安技术交底和培训，施工过程中，加强监督和管控 3. 浇筑前对模板支撑系统连接螺栓、拉杆等进行具体检查、验收，合格后方可进入下一道工序 4. 混凝土浇筑时，控制好浇筑速度，同时有人检查监控模板系统，发觉异样，宜及时加固处理	坍塌 起重伤害 物体打击
5	压浆作业	设备故障、操作不当	1. 施工前全面检查和维护压浆设备，确保性能良好，各部件连接牢固，防护装置齐全有效 2. 操作人员须经过专业培训，熟悉操作规程，按规程操作，不准许违规	物体打击 机械伤害
		压力控制不当	1. 压浆前依据设计要求和施工规范准确调整压浆设备压力，并安装可靠压力表实时监测压力变化 2. 压浆过程中，操作人员密切关注压力变化，发现压力异常立即停止压浆，查明原因并处理	物体打击
		接触浆液时未采取有效防护措施	1. 操作人员配制和使用浆液时，佩戴符合标准的防护手套、护目镜、口罩等个人防护用品，防止浆液接触皮肤和眼睛 2. 施工现场配备相应急救药品和器材	其他伤害
		作业平台搭设不规范、临边防护不到位、作业人员未系安全带	1. 搭设稳固可靠的作业平台，平台承载能力满足施工要求，挂设安全网 2. 高空作业区域设置明显警示标志，不准许无关人员进入	高处坠落

表2 T梁作业风险源辨识(续)

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
6	张拉作业	1. 钢绞线拉断、锚具飞出 2. 千斤顶两端无挡板 3. 超负荷作业部件磨损断丝	1. 按照专项施工方案执行 2. 千斤顶两端设置挡板 3. 不准许超负荷作业	机械伤害 物体打击
		张拉设备若未定期校验、维护	1. 张拉前,对张拉设备进行校验和标定,确保设备性能良好 2. 定期对设备进行维护保养,及时更换磨损、损坏的零部件	机械伤害 其他伤害
		操作人员未按照操作规程施工	组织操作人员参加专业培训,熟悉张拉操作规程和安全注意事项	其他伤害
		未设置明显警示标志和防护设施	1. 张拉作业区周围设置明显的警示标志和围栏,不准许无关人员进入 2. 操作人员必须正确佩戴安全帽、防护眼镜等个人防护用品	物体打击 其他伤害
		预应力筋的材质、强度、弹性模量等指标不符合设计要求	1. 采购符合设计要求的预应力筋 2. 运输、存放过程中,采取有效的防护措施	其他伤害
		混凝土强度未达到设计张拉强度就进行张拉作业	确保混凝土强度达到设计要求的张拉强度后,方可进行张拉作业	其他伤害
7	梁体存放	支撑体系不稳定	1. 根据梁体的尺寸和重量,合理设计支撑体系 2. 安放支垫时,要确保其水平 3. 定期检查支垫的状态和梁体的稳定性	坍塌 其他伤害
		存放不当	1. 按照设计要求确定梁体存放的支点位置,在梁体存放前进行详细的技术交底 2. 定期对梁体的变形情况进行监测	其他伤害
		1. 空间规划不合理 2. 吊运操作不当	1. 合理规划梁体存放场地,划分不同规格梁体的存放区域,并设置明显的标识 2. 吊运梁体时,操作人员宜按照操作规程进行操作,确保吊运过程平稳、准确	物体打击 其他伤害
		存放场地的地基承载力不足	1. 梁体存放前,对存放场地的地基进行承载力评估 2. 对地基沉降情况进行监测	坍塌
8	梁体运输	1. 运输中梁体支撑不稳固重心偏移,刹车失灵导致失稳或翻侧 2. 运梁道路的路面平整度差、宽度不足、坡度太大或转弯半径过小	1. 梁体运输前在运梁车两端绑扎稳固 2. 运梁车在每次运动前宜先进行调查,运输中不准许大幅度转弯,运输通道确保平整密实,纵向坡度宜按 JTG/T 3650 规定执行	其他伤害
		运梁车的机械部件出现故障	每次运输前,宜按 JTG F90 规定,对运梁车或船舶进行全面检查,包括机械部件、电气系统、承载结构等	其他伤害
		运梁设备的选型错误	根据梁体的重量、尺寸等参数进行核算,确保设备有足够的安全余量	其他伤害
		梁体与运输设备之间的固定装置质量差、安装不牢固	1. 根据梁体的类型、重量和运输方式,选择合适的固定装置 2. 固定装置安装后,要进行检查和试拉(试夹),确认能够有效固定梁体	其他伤害
9	梁体安装	作业人员不佩戴平安防护用品,喂梁移梁过孔指挥不当,架设未进行支撑加固与梁体连接,架桥机电缆随意布设	1. 要求作业人员佩戴平安防护用品且进行平安技术交底,安装过程中设人进行统一指挥,架桥机每次运行前进行检查 2. 吊具、钢丝绳、电气系统、主要构件等部位的状况,发现安全隐患时立即整改 3. 架设时采纳临时支撑进行加固并与时连接梁体主筋,架桥机电缆统一进行布设,确保电缆线收放时挂扯梁体钢筋	高处坠落 起重伤害 触电
10	消防	办公区、住宿区未做好消防措施,未配备消防器材,未执行动火审批制度	1. 组织防火检查和火灾隐患整改工作,要求配备消防器材 2. 不准将火种带进仓库和施工危急区域,不准许施工现场燃放鞭炮和烟花 3. 不准以其他金属代替保险丝与在施工现场内乱接电源 4. 宿舍区不准许使用明火、电炉、发热丝、碘钨灯等	火灾 中毒和窒息

4.1.3 斜拉桥作业

斜拉桥作业风险源辨识见表3。

表3 斜拉桥作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时并经专家论证	其他伤害
		电梯用电未接地或接地不良	宜由专业机构安装电梯并定期检修与维护保养	触电 高处坠落
2	梁体运输	1. 运输中梁体支撑不稳固重心偏移，刹车失灵导致失稳或翻侧 2. 运梁道路的路面平整度差、宽度不足、坡度太大或转弯半径过小	1. 梁体运输前在运梁车上绑扎稳固 2. 运梁车在每次运动前宜先进行调查，运输中不准许大幅度转弯，运输通道确保平整密实，纵向坡度宜按 JTG/T 3650 规定执行	其他伤害
		运梁车的机械部件出现故障	每次运输前，宜按 JTG F90 规定，对运梁车或船舶进行全面检查，包括机械部件、电气系统、承载结构等	其他伤害
		运梁设备的选型错误	根据梁体的重量、尺寸等参数进行核算，确保设备有足够的安全余量	其他伤害
		梁体与运输设备之间的固定装置质量差、安装不牢固	1. 根据梁体的类型、重量和运输方式，选择合适的固定装置 2. 固定装置安装后，要进行检查和试拉（试夹），确认能够有效固定梁体	其他伤害
3	混凝土索塔	电气设备和线路漏电防护措施不完善	1. 宜定期检查电气设备和线路，及时维修，确保绝缘良好 2. 各种电机机械宜设有接地保护且接地电阻不准许大于 40 Ω	触电
		索塔的避雷系统不完善	1. 索塔升高到 20 m 以上时宜设置防雷设施 2. 定期检查检测劲性骨架、模板、塔吊等构筑物上的防雷接地电阻	触电
		高处作业及交叉作业安全防护措施不完善	1. 悬空作业设置的安全立网高度宜大于 1.5 m 2. 通往索塔的人行通道顶部设防护棚	高处坠落 物体打击
		混凝土泵管不牢固	附墙设置混凝土泵管，加固混凝土泵管	物体打击 机械伤害
		索塔上部、下部、塔腔内部通信不畅	1. 配备对讲机等通信设备 2. 设置远程视频监控系统 3. 确保索塔上部、下部、塔腔内部通信良好	其他伤害
		对于主塔爬升风险识别不全面	宜执行主塔爬升的安全技术要求	各类伤害
		未结合施工的特殊性配备消防器材	按要求在索塔施工平台及塔腔内配备灭火器、防烟火面罩等消防器材	火灾
4	索塔横梁及塔身合龙施工	缆索套筒内施工防护措施不到位	1. 缆索套筒内采用压注水泥浆 2. 索塔超过 50 m 时分段向上压注	物体打击 机械伤害
		作业平台安全防护不完善	1. 按要求焊接支架、栓接作业平台，确保牢固稳定 2. 支撑模板四周的安全护栏，不准许低于 1.2 m	高处坠落
		横梁、塔身合龙段内部空心段拼装、拆除模板，未考虑作业环境的有限性	1. 配备消防器材 2. 采取通风措施	火灾 中毒和窒息 高处坠落
		异步施工，未采取安全措施	1. 横梁与索塔采用异步施工，采取防止物体打击的安全措施 2. 塔桥与桥墩铰接时，塔身建到一定高度宜设风缆	物体打击
		浇筑塔身混凝土时，安全监管不到位	1. 浇筑塔身混凝土时，按规定挂好减速漏斗及保险绳 2. 漏斗上口宜堵严	坍塌 物体打击

表3 斜拉桥作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
5	钢梁施工	钢梁起运作业安全防护措施不完善	1. 钢梁运输宜采取临时固定措施 2. 吊装作业设置缆风绳	坍塌 车辆伤害
		违规操作桥面悬臂吊机	不准许利用桥面悬臂吊机，调整梁段之间的缝宽及梁端高程	起重伤害
		箱梁内作业，安全防护措施不到位	1. 梁段焊缝探伤作业人员宜穿着防辐射背心 2. 保持钢箱梁内通风状况良好 3. 箱内使用安全电压	触电 中毒和窒息 其他伤害
		恶劣天气冒险作业	不准许大风季节进行大跨径斜拉桥施工	坍塌 高处坠落
		顶推作业未执行相关要求	顶推作业宜执行相关要求	坍塌 机械伤害 其他伤害
6	斜拉索施工	放索船不平衡；未配备防护装备	1. 船上设置索盘架，平衡地放索船 2. 斜拉桥、悬索桥施工中宜配备水上救护船只	淹溺
		斜拉索展开时，与操作人员安全距离不足	斜拉索展开时，操作人员与索体距离宜大于1 m	物体打击
		安全通道及作业平台不符合要求	1. 塔端挂索施工平台搭建宜牢固 2. 塔腔内设置人员疏散安全通道	高处坠落 其他伤害
		索塔内作业人员安全意识低	1. 不准许作业人员向索孔外扔物品 2. 塔腔内不准许存放易燃易爆物品	物体打击 爆炸 火灾
		塔腔内无应急通道	塔腔内设置人员疏散安全通道	其他伤害
		千斤顶、油泵等机具及测力设备未校验合格就投入使用	1. 千斤顶、油泵等机具及测力设备校验合格后，方可投入使用 2. 螺栓拧合扭矩试验合格后，方可投入使用	起重伤害 机械伤害 坍塌
		连接丝杆与斜拉索不顺直	加强检查验收	坍塌 其他伤害
7	单体基础施工	1. 地质勘察不准确 2. 地基承载力不足 3. 地基不均匀沉降	1. 基础施工前进行全面、细致的地质勘察 2. 地基承载力不足或存在不均匀沉降时，根据地基土的性质和基础要求，选择合适的地基处理方法 3. 对地基的变形进行监测	坍塌 各类伤害
		1. 开挖深度较大且未采取有效的边坡支护措施 2. 开挖过程中控制不当	1. 根据地质条件和开挖深度，设计合理的边坡坡度，并采取有效的边坡支护措施 2. 用测量仪器控制开挖深度，避免超挖和欠挖	坍塌 各类伤害
		1. 钢筋质量有问题 2. 钢筋加工与安装误差符合要求	1. 在钢筋加工和安装过程中，加强质量检查，确保钢筋的弯钩、弯折、间距、位置等符合设计要求 2. 钢筋加工、运输和安装过程中，采取措施防止钢筋锈蚀	坍塌 各类伤害
		1. 模板变形或移位 2. 模板拆除不当	1. 根据基础尺寸、混凝土浇筑高度和侧压力等因素，对模板进行强度、刚度和稳定性验算，选择合适的模板材料和支撑系统 2. 按照混凝土的强度增长情况和设计要求确定模板拆除时间	坍塌 物体打击
		1. 配合比不当 2. 混凝土养护不足	1. 根据设计要求和原材料性能设计合理的混凝土配合比，并进行试配验证 2. 混凝土浇筑后，应及时进行养护	坍塌 其他伤害
8	群桩基础施工	1. 所在场地地质条件复杂多变，勘察孔间距过大 2. 未充分考虑特殊地质情况	1. 加密地质勘察孔，确保能够详细准确地掌握桩位所在场地的地质情况 2. 对于特殊地质区域，应采用专门的勘察手段（如物探、钻探加密等）进行详细探查	坍塌 其他伤害

表 3 斜拉桥作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
8	群桩基础施工	1. 桩间距设计不当 2. 桩长、桩径和桩型选择不符合地质条件和上部荷载要求	1. 结合上部结构荷载特点，合理设计桩基础 2. 根据地质条件的变化，对桩长、桩径和桩型进行优化调整，确保各桩的承载能力和变形特性能够满足设计要求，并且使群桩基础的整体性能良好	坍塌 其他伤害
		1. 钻孔过程中，钻进速度过快、泥浆性能不符合要求 2. 水下混凝土灌注时，导管密封性差、埋深控制不当	1. 控制钻孔速度，根据不同的地质条件和钻孔设备性能，合理确定钻进速度 2. 水下混凝土灌注时，确保导管密封性良好，在灌注前进行水密性试验	坍塌 淹溺 其他伤害
		群桩施工顺序不合理	根据桩型、地质条件和施工工艺，合理安排群桩施工顺序	坍塌 其他伤害
		1. 施工设备的选型和性能不符合要求 2. 施工现场场地狭窄、不平整或地基承载力不足	1. 按照群桩基础的施工要求和地质条件，选择合适的施工设备 2. 对施工现场进行平整和加固处理，确保场地能够满足施工设备的停放和作业要求	坍塌 机械伤害 各类伤害

4.1.4 悬索桥作业

悬索桥作业风险源辨识见表 4。

表4 悬索桥作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家论证	其他伤害
		电梯用电未接地或接地不良	宜由专业机构安装电梯并定期检修与维护保养	触电 高处坠落
2	猫道安装	作业空间不足、不牢固	1. 猫道的线形与主缆空载时的线形宜平行 2. 猫道的净宽不宜太窄	高处坠落
		承重索调整长度不够	承重索锚固系统两端的调整长度不准许小于 2 m	坍塌
3	先导索安装	先导索跨越区域安全监控与管理不到位	1. 对先导索跨越区域进行密切监控 2. 采用拖轮牵引先导索时，宜进行封航，并设置警示信号 3. 恶劣天气下不准许进行先导索牵引作业	淹溺 物体打击
4	猫道架设与拆除	钢丝绳损坏或连接不牢固	1. 承重索及其他钢丝绳验收合格后，方可投入使用 2. 宜先消除钢丝绳的非弹性变形 3. 确保接长的钢丝绳连接可靠	坍塌 高处坠落
		承重索搭设不连续或不平衡	1. 横桥向两侧同步架设承重索，数量差不可超过 1 根 2. 顺桥向架设承重索，边跨与中跨宜连续	坍塌 高处坠落
		猫道外侧安全防护设施不完善	1. 猫道外侧宜设置扶手绳 2. 设置密目钢丝网	高处坠落
		猫道拆除未采取安全防范措施	1. 猫道拆除前，宜收紧承重索 2. 猫道下放前，宜清除下放垂直方向的障碍物 3. 分段按顺序拆除猫道面层和底梁 4. 影响拆除作业区域的翼缘宜停止施工	坍塌 高处坠落
5	主缆安装	索股安装不牢固；无监控量测	1. 索股牵引过程中观测其运行状况 2. 握索器与索股连接可靠 3. 索股锚头入锚后，索股不准许在鞍槽内移动 4. 索股整形入鞍时，不准许操作人员处于索股下方	坍塌 物体打击 高处坠落

表 4 悬索桥作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
6	索夹与吊索安装	吊运装备制动能力不足，人员所处位置不安全	1. 制动能力调整好再进行吊运作业 2. 吊运物体时，不准许作业人员沿主缆顶面行走	起重伤害 高处坠落
		索夹安装时安全措施不到位	1. 猫道上摆放索夹的位置处宜铺设木板 2. 索夹在主缆上定位后，紧固螺栓	物体打击
		开孔位置四周无防护或安全警示	1. 开孔处宜进行围挡 2. 在开孔位置四周设立警示标志	高处坠落
7	锚垫块	锚垫块内的钢筋若布置不合理	根据设计要求，精确布置锚垫块内的钢筋，确保钢筋间距、保护层厚度等符合要求	坍塌 其他伤害
		预应力锚垫块，预应力施加值不准确	使用专业的预应力设备，按照设计要求的预应力值和施加顺序进行施工	其他伤害 坍塌
8	梁体运输	1. 运输中梁体支撑不稳固重心偏移，刹车失灵导致失稳或翻侧 2. 运梁道路的路面平整度差、宽度不足、坡度太大或转弯半径过小	1. 梁体运输前在运梁车上绑扎稳固 2. 运梁车在每次运动前宜先进行调查，运输中不准许大幅度转弯，运输通道确保平整密实，纵向坡度宜按 JTG/T 3650 规定执行	其他伤害
		运梁车的机械部件出现故障	每次运输前，宜按 JTG F90 规定，对运梁车或船舶进行全面检查，包括机械部件、电气系统、承载结构等	其他伤害
		运梁设备的选型错误	根据梁体的重量、尺寸等参数进行核算，确保设备有足够的安全余量	其他伤害
			1. 根据梁体的类型、重量和运输方式，选择合适的固定装置 2. 固定装置安装后，要进行检查和试拉（试夹），确认能够有效固定梁体	其他伤害

4.1.5 钢桥作业

钢桥作业风险源辨识见表 5。

表5 钢桥作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家论证	其他伤害
2	表面清理与涂装	未对环境及机械设备的安全性进行检查	1. 喷漆作业人员穿戴好防毒防护用品 2. 定期检查电动机械和电缆线、照明线路绝缘状态	中毒和窒息 触电
3	平台作业	施工过程中忽视基础的稳定性与结构的可靠性	1. 在平整的作业台上组装钢梁杆件，基础宜有足够的承载力 2. 安装的横梁及时联结风构斜撑 3. 作业人员不准许将手伸入探孔	坍塌 机械伤害 高处坠落
		构件上浮置物件或构件不牢固	1. 清除构件上的浮置物件后，再进行吊装 2. 构件吊起后，运送的车辆或船舶迅速撤离至安全区域	坍塌 物体打击
		现场安全监管不到位，作业混乱	1. 装拆脚手架、上紧螺栓、铆合等不准许上下同时作业 2. 不准许在梯子、溜绳、脚手架上拼装杆件 3. 不准许抛掷扳手、小工具、冲钉及螺栓等物品	物体打击 机械伤害 高处坠落

表5 钢桥作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
4	平板拖车运输钢桥构件	平板拖车速度过大	1. 对平板拖车速度进行管控，速度宜小于 5 km/h 2. 重车下坡宜缓慢行驶，不准许紧急制动，驶至转弯或险要地段时，宜降低车速，同时注意两侧行人和障碍物	车辆伤害
		牵引车上未悬挂安全标志，且有超高部分	1. 牵引车上宜悬挂安全标志；超高的部件宜有人照看，并宜配备适当工具清除障碍 2. 除驾驶员外，宜指派 1 名助手，协助瞭望；平板拖车上不准许坐人	车辆伤害 其他伤害
		线路选择不佳，行车不便	装卸车宜选择平坦、坚实的路面为装卸地点；装卸车时，机车、平板车宜驻车制动	坍塌 其他伤害
5	水上运输钢桥构件	未提前勘测水域情况	在运输之前，宜根据所经水域的水深、流速、风力等情况，制订运输方案，并按规定审批	淹溺
		拖轮速度过快	驳船装载的钢桥构件宜安放平稳；拖轮牵引驳船行进速度宜缓慢，不准许急转弯	淹溺
6	梁体运输	1. 运输中梁体支撑不稳固重心偏移，刹车失灵导致失稳或翻侧 2. 运梁道路的路面平整度差、宽度不足、坡度太大或转弯半径过小	1. 梁体运输前在运梁车上绑扎稳固 2. 运梁车在每次运动前宜先进行调查，运输中不准许大幅度转弯，运输通道确保平整密实，纵向坡度宜按 JTG/T 3650 规定执行	其他伤害
		运梁车的机械部件出现故障	每次运输前，宜按 JTG F90 规定，对运梁车或船舶进行全面检查，包括机械部件、电气系统、承载结构等	其他伤害
		运梁设备的选型错误	根据梁体的重量、尺寸等参数进行核算，确保设备有足够的安全余量	其他伤害
		梁体与运输设备之间的固定装置质量差、安装不牢固	1. 根据梁体的类型、重量和运输方式，选择合适的固定装置 2. 固定装置安装后，要进行检查和试拉（试夹），确认能够有效固定梁体	其他伤害
7	轨道平车运输钢桥构件	轨道不平整	在运输前进行轨道检查，确保轨道平整度和宽度符合标准，必要时可采取加固措施	坍塌
		构件没有稳定好	宜使用安全锁具和防护装置，确保构件牢固固定	坍塌
		轨道两侧宽度不足，有障碍物	设立安全警戒区，确保运输路径畅通，避免障碍物靠近轨道	其他伤害
8	支架上拼装钢梁	冲钉和粗制螺栓数量少	1. 根据不同的工程，确保冲钉和粗制螺栓的数量足够 2. 对已拼装的结构进行检查，评估其稳定性，必要时进行临时加固，如使用临时支撑	坍塌
9	悬臂拼装法施工	构件起吊前，未进行相关检查	制定并执行吊机使用前的检查流程，确保设备正常运行	机械伤害 起重伤害
		卷扬机电机过热或其他机械设备出现故障时，未暂停吊运作业	1. 定期对吊机进行维护和保养 2. 对吊机操作人员进行专项培训	火灾 起重伤害
10	整体吊装法施工	1. 起重设备故障 2. 吊具索具缺陷 3. 设备选型不当	1. 吊装前，对起重设备、吊具、索具等进行全面检查，确保其完好无损，符合安全要求，并签字确认 2. 按照规定的周期和要求对设备进行维护保养，及时更换磨损、老化的零部件	机械伤害 物体打击
		1. 疲劳作业 2. 违规操作	1. 合理安排作业人员的工作时间，避免疲劳作业 2. 及时纠正和制止违规操作行为	其他伤害
		1. 钢桥重量及重心估计错误 2. 吊点设置不合理	编制科学合理、详细可行的吊装方案，包括吊装工艺、吊装顺序、吊点设置、设备选型、安全措施等内容，必要时经专家论证和审批	其他伤害

表 5 钢桥作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
11	顶推法	1. 顶推设备故障 2. 滑道与滑板问题 3. 临时墩的稳定性	1. 顶推前，对顶推设备、滑道、滑板、临时墩等进行全面检查和验收，确保设备完好、设施可靠 2. 定期对顶推设备进行维护保养，及时更换磨损、损坏的零部件	机械伤害 其他伤害
		1. 导梁的长度、刚度、重量等参数设计不合理 2. 顶推同步性差	1. 合理确定导梁的长度、刚度、重量等参数，并按照设计要求进行制作和安装 2. 顶推时，加强对导梁的变形监测，及时调整顶推参数 3. 采用先进的同步顶推控制系统，确保各项推点的顶推速度和顶升力同步	坍塌 其他伤害
		1. 操作失误 2. 指挥信号不清晰、不准确	1. 对顶推作业人员进行专业培训和交底，使其熟悉顶推设备的性能、操作规程和安全注意事项 2. 加强指挥人员与作业人员之间的沟通和协调	其他伤害
		周边环境复杂	1. 对施工现场周边的环境进行详细调查和评估，制定相应的防护方案 2. 在顶推作业区域设置警戒标志，不准许无关人员和车辆进入	各类伤害

4.1.6 拱桥作业

拱桥作业风险源辨识见表 6。

表6 拱桥作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家论证	其他伤害
2	拱架施工法	拱石加工或砌筑石拱工程时，作业人员安全防护措施不完善	1. 宜按规定正确穿戴安全带、防滑鞋等防护用品 2. 作业人员与施工物料保持的安全距离	物体打击 高处坠落 淹溺
		1. 砌筑拱圈时，未搭设作业平台 2. 材料堆放不规范 3. 监管不到位	1. 砌筑拱圈宜搭设脚手架和作业平台 2. 砌筑拱圈时，派人观察拱架变形状况并检查卸架装置 3. 拱架或脚手架上不准许堆放过量材料、构件 4. 拱石或预制混凝土堆积在拱架或脚手架上时，不准许人员在下方停留或休息	高处坠落 坍塌 物体打击 淹溺
		未按要求设置缆风绳，或设置的缆风绳防护措施不完善	1. 宜及时设置缆风绳予以固定 2. 双曲拱、箱形拱、纵横向悬砌拱桥施工时，宜在架顶对称设置缆风绳，墩台顶设置的扣架底部宜固定牢靠 3. 在河流中设置缆风绳时，采取可靠的防护措施	坍塌 淹溺
		违规拆除拱架	1. 统一指挥拱架拆除作业 2. 不准许使用机械强拽拱架 3. 拆除拱架时，不准许上下同时作业	坍塌 物体打击
3	转体施工法	转体施工时，安全监控不到位	1. 平转前清除拱肋上多余物料 2. 转动前进行检查，确保体位控系灵敏，可控制转动体的速度和位置 3. 转动过程中进行严密的监控	物体打击 机械伤害
		扣索及卸扣不对称、不平衡	1. 同步提升扣索 2. 按要求对称、均匀地放松扣索 3. 就位后对称收紧风缆 4. 对称卸扣	坍塌

表6 拱桥作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
3	转体施工法	安全通道或作业平台不符合要求	1. 拱肋上宜铺设防滑软梯，架设栏杆 2. 不准许用拱圈替代脚手架作业	高处坠落
		跨越公路、铁路时，安全防护措施不完善	宜设置作业警示区和安全警示标志	其他伤害
4	悬索施工法	1. 主缆钢丝的材质不符合设计要求 2. 索股的编束、防护处理不当	1. 按照设计要求采购主缆钢丝，对进场材料进行质量检验，包括材料的力学性能测试、化学成分分析等，确保材料质量符合标准 2. 主缆制作过程中，加强质量监控，按照规范要求进行索股编束和防护处理	坍塌 物体打击
		1. 吊杆的材料质量不佳 2. 吊杆的安装精度不够	1. 对吊杆材料进行检验，包括拉索的拉伸试验、疲劳试验等 2. 吊杆的制作要按照设计图纸进行，对连接部位的构造进行专门设计和质量检验	坍塌 物体打击
		1. 索鞍的结构强度不足或制造精度不够 2. 索夹的紧固力不足或安装位置不准确	1. 控制其结构尺寸和精度，进行强度和刚度验算 2. 索夹的紧固采用专门的紧固工具，按照设计要求的紧固力进行拧紧，并进行抽检	物体打击 其他伤害
		1. 主缆牵引设备如卷扬机、滑轮组等出现故障 2. 吊杆张拉设备的精度不够或故障	1. 制定详细的施工工艺细则，索股牵引速度、张力等参数进行控制 2. 主缆线形调整采用高精度的测量仪器	物体打击 机械伤害 其他伤害
		1. 吊杆安装时，与拱圈和主缆的连接工艺不规范 2. 吊杆张拉顺序、张拉速度不符合设计要求	1. 吊杆安装时，按照设计要求的连接工艺进行操作 2. 吊杆张拉要制定详细的张拉方案，明确张拉顺序、张拉速度和张拉力控制标准	物体打击 其他伤害
5	钢管拱桥	施工人员未佩戴安全带，且未设置安全护栏和防护网	进行班前安全教育，在现场配备安全护栏、防护网等安全设备	高处坠落 物体打击
		起重机和其他机械进行损坏老化	对起重机和其他机械进行定期检查，对操作人员进行专业培训	机械伤害 起重伤害 物体打击
		设备漏电	配备漏电保护器，定期检查电气设备，确保设备接地	触电
		焊接作业未清除妥当处置易燃物	制定消防预案，配备灭火器，焊接作业时清除周围易燃物	火灾 触电
		上跨下穿时不协调	上跨下穿宜按 DB63/T 2399.1 规定执行	其他伤害
6	梁体运输	1. 运输中梁体支撑不稳固重心偏移，刹车失灵导致失稳或翻侧 2. 运梁道路的路面平整度差、宽度不足、坡度太大或转弯半径过小	1. 梁体运输前在运梁车上固定稳固 2. 运梁车在每次运动前宜先进行调查，运输中不准许大幅度转弯，运输通道确保平整密实，纵向坡度宜按 JTG/T 3650 规定执行	其他伤害
		运梁车的机械部件出现故障	每次运输前，宜按 JTG F90 规定，对运梁车或船舶进行全面检查，包括机械部件、电气系统、承载结构等	其他伤害
		运梁设备的选型错误	根据梁体的重量、尺寸等参数进行核算，确保设备有足够的安全余量	其他伤害
		梁体与运输设备之间的固定装置质量差、安装不牢固	1. 根据梁体的类型、重量和运输方式，选择合适的固定装置 2. 固定装置安装后，要进行检查和试拉（试夹），确认能够有效固定梁体	其他伤害

表 6 拱桥作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
7	悬索塔	施工人员未正确使用安全带、安全防护设施不完善或操作不当	塔顶、塔身等高处作业部位设置牢固的安全防护栏杆、安全网等设施，为施工人员配备合格的安全带，并确保其正确佩戴和使用	高处坠落 物体打击
		地基承载力不足、基础混凝土浇筑质量差	加强悬索塔基础的施工质量管理，按照设计要求进行地基处理和基础混凝土浇筑，确保基础的承载力和稳定性	坍塌
		电气设备漏电、电线破损、操作人员违规操作	1. 对电气设备和线路进行定期检查和维护，及时发现和排除漏电、短路等安全隐患 2. 加强对施工人员的安全用电教育，提高其安全用电意识，不准许私拉乱接电线等违规行为	触电 机械危害
		未制定应对强风天气方案	根据当地的气象资料和工程实际情况，制定风灾应急预案	各类伤害

4.2 下部结构

4.2.1 围堰作业

围堰作业风险源辨识见表 7。

表7 围堰作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	方案编制计算有误或方案未经专家审核论证	1. 编制专项施工方案，并经专家论证，宜进行安全技术交底 2. 对围堰材料结构进行检测 3. 作业人员宜正确佩戴救生衣、安全帽、安全带、防滑鞋等安全防护用品	坍塌 各类伤害
2	平台拆除	起重吊装作业的安全措施不到位	1. 选用合理的起重设备，架设位置满足起重量需求 2. 起重吊装司索人员捆扎吊物时宜捆扎牢实 3. 加强对现场作业人员安全教育，不准许起重吊装旋转范围内停留或通过	起重伤害
		焊接切割作业时，违规操作	1. 按规定存放及使用氧气、乙炔，安全距离宜大于 5 m 2. 在乙炔瓶上安装回火阀	火灾 其他伤害
		平台拆除后未设置防护栏杆	平台拆除完成后，宜及时设置防护栏杆	高处坠落
3	钢板桩施工	钢板桩的运输与起吊安全措施不完善	1. 钢板桩运输及接长，宜采取有效保护措施 2. 起重设备，宜安排专（兼）职指挥 3. 吊装钢板桩宜扣好溜绳 4. 吊装过程中，吊物下方不准许人员停留或通行	物体打击 起重伤害
4	围堰施工	无人员上下专用通道	人员上下宜设置安全爬梯	高处坠落
		吊物捆扎不牢固；起重吊装作业无人监管	1. 吊物宜捆扎牢实 2. 加强对现场作业人员安全教育，杜绝在起重吊装旋转臂下站立或行走	物体打击 起重伤害
5	吸泥、封底、堵漏、抽水与内支撑	封底平台及人行通道搭设不合理	封底平台及人行通道宜按设计方案搭设，并设置临边防护	淹溺
		起重设备选型或吊装物选择不满足工作要求	1. 选用合理的起重设备，并选择合理的位置吊装物件 2. 起重前检查钢丝绳	起重伤害
		未对围堰进行应力监控，未检查验收支护结构	1. 宜安排专（兼）职对围堰应力进行监控，出现异常及时撤离 2. 支护结构完成后宜安排专（兼）职进行验收，验收合格后方可使用 3. 宜对围堰进行应力监控，出现异常进行撤离	坍塌

表 7 围堰作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
6	筑岛围堰	施工区域的地质情况若未准确勘察	施工前宜按 JTG/T 3650 规定，进行详细的地质勘察，准确掌握地质情况	坍塌
		未充分考虑水文气象条件对工程施工的影响	密切关注水文气象变化，在围堰设计时，宜按 SL 303 规定，充分考虑水位变化、水流速度等因素，设置合理的围堰高度、边坡坡度和防冲刷措施	其他伤害
		设备故障、机械之间配合不协调	1. 加强对施工机械设备的维护保养和检查，确保设备性能良好 2. 操作人员宜持证上岗，按照操作规程操作，不宜违规作业	机械伤害
		施工人员未穿戴好救生衣等防护用品	为施工人员配备必要的安全防护用品，如救生衣、安全帽、安全带等，并监督其正确佩戴	淹溺 高处坠落
7	土石围堰	防渗措施不当	采取有效的防渗措施，如设置防渗墙、铺设土工膜等，降低渗流风险	坍塌
		地基承载力不足	施工前，进行详细的地质勘察，准确评估地基土的性质和承载力	坍塌
		土石围堰的边坡坡度设计不合理	根据土石料的物理力学性质、围堰高度等因素，进行边坡设计，确定合理的边坡坡度	坍塌 其他伤害
		1. 洪水冲击 2. 水流冲刷	1. 确定合理的洪水标准，设计围堰的高度和顶宽 2. 围堰坡脚设置防护措施	淹溺 坍塌
		1. 填筑材料的含水量控制不当 2. 挖掘机、装载机、推土机等机械设备操作不当	1. 控制土石填筑材料的含水量，在合适的含水量范围内进行填筑 2. 对施工机械操作人员进行专业培训，按照操作规程进行操作	机械伤害 其他伤害
8	钢板桩围堰	钢板桩入土深度不够	根据地质条件和围堰受力情况，精确计算钢板桩的入土深度，并确保施工时达到设计要求	坍塌
		钢板桩锁口处存在缺陷、连接不紧密	在钢板桩使用前，仔细检查锁口的完整性和密封性，对变形或损坏的锁口进行修复或更换	其他伤害
		内支撑的设置不符合设计要求	按照设计要求，精心设计内支撑的布置和结构，选用强度、刚度满足要求的支撑材料，并控制支撑的安装质量，确保支撑体系的稳定可靠	坍塌
9	围堰变形监测	监测不符合相关设计要求	宜按相关设计要求监测	坍塌 各类伤害

4.2.2 基坑开挖作业

基坑开挖作业风险源辨识见表 8。

表8 基坑开挖作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	1. 未根据基坑规模编制专项施工方案或未组织专家论证 2. 未进行准备工作或准备工作不充分	1. 编制专项施工方案，必要时经专家审核论证 2. 施工前宜对周边情况及地下埋设物进行调查 3. 宜安排专（兼）职指挥，设置警戒线，不准许无关人员进入作业区	坍塌 各类伤害
2	开挖与排水	开挖作业遇到洪水等意外情况时，未采取措施或采取措施不及时	1. 采用筑岛、围堰明挖基础时，遇洪水或流冰立即停止作业 2. 基坑深度超过 5 m 或发现地下水、土质发生特殊变化时，宜立即进行支护或变缓边坡处理	淹溺 坍塌

表8 基坑开挖作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
2	开挖与排水	未按施工方案的要求进行开挖作业	1. 按照施工方案进行开挖，坡度不准许陡于设计要求 2. 爆破开挖宜按照爆破设计，钻孔、装药	坍塌 放炮
		基坑的安全防护措施不完善	1. 深基坑宜设置安全通道，设置安全措施 2. 基坑开挖后周边宜设置醒目的安全警示标志 3. 深基坑四周的钢管护栏、挂密式安全网距基坑边缘大于 1 m 4. 靠近道路侧的基坑宜设置夜间警示灯	高处坠落 坍塌
		基坑无防排水措施或措施不完善	1. 宜设置防排水设施，防止影响基坑稳定性 2. 基坑顶部宜设置排水沟	坍塌
		基坑上方的作业或物料堆放距离基坑太近；或与周围建筑物的安全距离不够	1. 机械作业时距坑边大于 1 m 2. 材料及机具堆放距坑边大于 0.8 m 3. 基坑周围 2 m 范围内不准许堆放杂物、开挖物，堆积高度不大于 1.5 m 4. 基坑边沿与临近动载之间护道的宽度大于 1 m 5. 与附近建（构）筑物保持的安全距离，并设置安全防护措施	坍塌 物体打击
		作业人员安全意识不强，处于不安全位置	1. 基坑开挖机械作业半径范围内不准许有人 2. 不准许作业人员在坑壁下休息 3. 不准许两人或多人同时上下同一架爬梯	物体打击 高处坠落 机械伤害
		上一作业工序未完成，即开始下一作业工序	1. 土层中有水时，在开挖前宜进行排降水，疏干积水后，再进行开挖作业 2. 清除坑壁上的松软层及岩渣后，方可喷射混凝土	物体打击 坍塌
3	地基处理	作业人员未根据作业的特殊性采取相应的措施，或违章作业	1. 处理软土地基时，施工人员穿救生衣 2. 插板机行走不准许架上有人员	各类伤害
		泥浆池设置的防护设施不符合要求	1. 泥浆池宜设置 1.2 m 高的防护栏杆 2. 设置“小心坠落”等安全警示标志	淹溺
		桩机停放位置不当	1. 桩机宜停放至平坦的场地上 2. 不准许停在积水处	其他伤害
		夜间施工时，照明亮度不足	夜间施工配置移动照明，确保作业区域照明亮度足够	物体打击 高处坠落

4.2.3 人工挖孔桩作业

人工挖孔桩（宜限制性使用）限制条件作用风险源辨识见表 9。

表9 人工挖孔桩作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	1. 准备工作不完善 2. 未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	1. 编制专项施工方案，必要时经专家审核论证 2. 施工前宜对机械设备、护壁、周围作业环境等进行检查 3. 作业人员宜佩戴安全帽、防滑鞋及安全带等个人防护用品 4. 确保人工挖孔桩作业的开展不属于交通运输部的限制项、禁止项目录	坍塌 高处坠落 物体打击
		未及时掌握汛情	施工期每天关注天气预报，以及上游降雨情况，恶劣天气停止施工	坍塌 淹溺

表9 人工挖孔桩作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
2	开挖	孔口未设置安全防护设施或安全警示标志	1. 孔口宜设置安全防护围栏进行封闭 2. 宜设置警告标志、警示灯 3. 无人施工时锁闭孔口，安设井篦子	高处坠落
		桩孔内设置的攀爬设施不符合要求	1. 挖孔过程中，桩孔内宜设置带护笼的施工直梯（或软爬梯），且梯间距宜不大于 300 mm，梯内侧净宽不小于 300 mm 2. 随挖孔深度增加，直梯（或软爬梯）宜加长至工作面	高处坠落
		未结合孔内环境采用安全照明，未进行安全用电	1. 孔内照明宜采用 36 V 以下的安全电压 2. 宜采用防爆灯泡和防水电缆	触电
		孔下作业人员未按要求检测孔内空气成分及浓度，或未按方案进行孔内通风换气	1. 宜配备气体检测仪器 2. 班前及作业过程中每两小时宜检测一次孔内有毒、有害气体浓度 3. 宜按方案对孔内进行通风换气	中毒和窒息
		同时开挖相邻桩孔	1. 宜按施工方案进行施工 2. 不准许相邻桩孔同时开挖	坍塌
		未结合地质情况及时调整开挖的深度	宜按施工方案规定的分层深度进行开挖，不准许超挖	坍塌
		作业人员未定期检查孔壁稳定性	1. 作业前宜检查孔壁稳定性 2. 作业过程中宜定期检查孔壁稳定性	坍塌
		孔内作业人员连续作业	1. 作业人员宜结合工作强度与自身身体状态及时返回地面休息 2. 孔内连续作业时间不超 2 h	窒息
		孔口作业人员未系安全绳	1. 宜按要求系挂安全绳 2. 不准许单人作业，安排专（兼）职监护	高处坠落
		地面作业人员与孔内作业人员协调通信不到位	1. 地面人员宜提高安全意识，密切关注孔内人员状况 2. 宜佩戴对讲机等通信急救设备	中毒和窒息 物体打击
		爆破前孔内作业人员未撤离	1. 爆破前宜设置安全警戒区 2. 孔内及相邻孔内作业人员及时撤离至安全区域	物体打击 放炮
		爆破后作业人员立即进入孔内作业	1. 爆破后宜用鼓风机等通风设备将孔内有毒、有害气体排出 2. 宜检测孔内气体成分及浓度，合格后方可下孔作业	中毒和窒息
3	护壁	1. 护壁强度不足 2. 护壁连接缺陷	1. 依据桩径、桩深和地质条件等因素，设计合理的护壁厚度和混凝土强度等级 2. 对混凝土配合比进行试验确定，保证其强度和耐久性满足设计要求	坍塌
		振捣不密实	浇筑护壁混凝土时，采用合适的振捣工具，按照规定的振捣方法和时间进行振捣	其他伤害
		混凝土护壁厚度、强度等不符合设计要求或养护时间不够	1. 宜按照设计方案进行施工 2. 浇筑完 24 h 后，拆模	坍塌
4	取渣土	卷扬机制动失效	1. 保持润滑良好 2. 宜配备停电自动制动装置	起重伤害
		出渣土未检查工具的安全性或吊斗未系安全绳	1. 采用卷扬机出土时，宜定期检查钢丝绳，确保无缺口、裂纹，且强度达到提升要求 2. 宜检查吊斗及安全绳的完好性	起重伤害 物体打击
		孔口未设置安全防护设施	孔口宜设置安全防护棚等防护设置	物体打击 高处坠落

表 9 人工挖孔桩作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
5	浇筑混凝土	桩基成孔后孔口未进行覆盖或防护不符合要求	1. 孔口宜设置安全防护围栏进行封闭 2. 宜设置警告标志、警示灯	高处坠落
		浇筑桩芯混凝土时,邻孔作业人员未撤至孔外	1. 加强施工安全技术交底 2. 浇筑混凝土时,邻孔不准许作业	坍塌

4.2.4 钻孔灌注桩作业

钻孔灌注桩作业风险源辨识见表 10。

表10 钻孔灌注桩作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	1. 施工场地无人监管 2. 未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	1. 编制专项施工方案,必要时经专家审核论证 2. 施工作业区域宜设置警戒区 3. 施工现场设专(兼)职指挥车辆 4. 汽车吊、履带吊等设备回转半径之内,不准许人员站立或作业 5. 夜间作业宜设置足够的照明装置	车辆伤害 起重伤害 物体打击
		泥浆池未设置防护和警示标志	1. 泥浆池周围宜设置防护栏 2. 宜设置“当心坠落”等安全警示标志	淹溺
		水上作业平台周围安全防护措施不完善	1. 水上作业平台周围宜设置防护围栏进行封闭,围栏高度 1.2 m,设置两道横杆,下部设置挡脚板,挡脚板高度不低于 18 cm 2. 宜悬挂“当心坠落”“小心淹溺”等明显的安全警示标志	淹溺
		运输护筒的车辆速度过快,或未设置紧固措施	1. 运输护筒过程中宜采用三角楔等装置进行固定 2. 车辆行驶按宜规定的路线和速度行驶,不准许超速	车辆伤害
2	钻机就位调试与钻进	地面不平、塌陷	宜提前平整、压实作业场地,钻机安设平稳、牢固	其他伤害
		钻机钻进前未检查设备性能的完好性	1. 检查各节钻杆以及钻杆与钻头的接头连接丝扣,确保完好 2. 宜定期检查起吊设备钢丝绳磨损情况,及时更换破损钢丝绳 3. 宜设置防止反转松脱的固锁装置 4. 宜设置避雷装置	机械伤害
		钻进时,作业人员未考虑工程施工情况蛮干	1. 根据地质情况及钻机性能合理选择钻进速度 2. 卡钻时,宜及时停止作业并查明原因 3. 钻孔有坍塌危险时,人员和钻机宜及时撤离到安全位置,当钻机无法撤离时,人员宜迅速撤离到安全位置	机械伤害
		人员靠近钻具或触摸钻杆	1. 钻机作业时人员不准许靠近和触摸钻杆及旋转部件 2. 停钻时,钻杆置于孔外安全位置 3. 不准许钻具下方站人	机械伤害 物体打击
3	清孔检查	清孔时未设置安全防护设施	1. 清孔检孔时,宜设置可靠的操作平台 2. 孔口宜设置防护栏杆	高处坠落 淹溺
4	下放钢筋笼	下放钢筋笼时,安全措施不到位	1. 钢筋笼吊装下放时宜设置溜绳牵引 2. 临时承重支撑搭设牢固 3. 吊车宜缓慢启动、制动,避免吊物摆动、旋转	起重伤害 物体打击 淹溺
5	灌注水下混凝土	导管安设不规范	1. 宜按照设计方案安设导管 2. 进行闭水试验,输入的水压不小于孔内水深 1.3 倍的压力	起重伤害 其他伤害
		混凝土浇筑完成后的空钻部分未及时回填	宜及时回填空钻部分	高处坠落 淹溺

表 10 钻孔灌注桩作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
6	成孔临边防护	桩基成孔后，孔口未覆盖防护或防护不符合要求	1. 桩基成孔后，宜立即进行覆盖防护 2. 宜设置“小心坠落”等安全警示标志 3. 夜间悬挂示警红灯	高处坠落
		泥浆池未及时有效回填	施工完毕后，及时清除泥浆池内泥浆及沉渣，可采用附近基坑开挖的土方回填、压实、整平	淹溺 其他伤害

4.2.5 沉入桩作业

沉入桩作业风险源辨识见表 11。

表11 沉入桩作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	桩的制作	桩的连接未设专（兼）职指挥	现场配备专（兼）职指挥	物体打击
2	桩的存放与运输	1. 桩的存放场地无排水设施 2. 桩的堆放不符合要求	1. 存放桩的场地设置完善的防排水设施 2. 在平整的场地存放桩，垫木设置在同一水平线上 3. 桩的堆放不准许超过 3 层	坍塌 物体打击
		桩体运输时未进行稳固	1. 采取加撑和系绑措施 2. 设专（兼）职看管与指挥	物体打击
3	试桩	施工区域未进行安全管制	1. 设置施工警戒区 2. 清除空中和地面障碍物 3. 设置明显、齐全的安全警示标志	起重伤害 物体打击
		试桩前未探明周边及地下情况	1. 采取隔振措施后再试桩 2. 试装前，宜探明地下管线及周边构筑物情况	坍塌 其他伤害
		桩身碰撞桩锤或打桩机	1. 设专（兼）职监护 2. 不准许作业人员在桩、桩锤下方或桩架龙门口停留或作业	起重伤害
4	沉桩	吊装 桩的吊装作业配合不力	1. 桩的下部拴防溜绳 2. 设专（兼）职指挥吊装作业 3. 两台卷扬机或千斤顶施压时同步作业	起重伤害
		锤击 打桩机与附近设施未保持足够的安全距离	1. 设置警戒区域 2. 打桩机顶部上方 2 m 内不准许有架空物 3. 打桩机与高压线保持足够的安全距离	起重伤害 触电
			1. 设专（兼）职指挥移动打桩架 2. 平稳移动桩架，桩锤放到最低位置 3. 拆除管路与电线后，再远距离移位 4. 不准许边移位、边起锤	物体打击 触电
		锤击 维修或停止作业时，未采取安全措施	1. 桩击停止作业时，宜立即切断电源 2. 桩锤放下后再维修桩锤 3. 拆装打桩机时，机架下方不准许人员通过或停留 4. 雷雨时，不准许人员在桩架附近停留	物体打击 触电
		振动沉桩 电振动锤带病作业或违规操作	1. 振打中发现桩回跳、打桩机有异响及其他不正常情况时，立即停振 2. 电振动锤的电流不准许超过规定值	机械伤害 其他伤害

表 11 沉入桩作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素		管控措施	可能造成的事故类型
4	沉桩	水上沉桩	浮式沉桩设备沉桩时，桩架不稳固或浮船晃动	1. 桩架与船体紧固连接 2. 船体定位后，以锚缆封固 3. 水上沉桩作业平台搭设牢固	物体打击 其他伤害
		射水沉桩	射水沉桩时，未按施工要求进行操作	1. 根据不同的地质情况采用相应压力 2. 桩身入土稳定后，再进行射水沉桩	其他伤害
5	拔桩	起重设备强制拔桩		起重设备配置超载限制器后，再进行拔桩作业	起重伤害

4.2.6 沉井作业

沉井作业风险源辨识见表 12。

表12 沉井作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家论证	各类伤害
		与相关单位的协调配合不到位	及时取得涉路、涉水等相关单位的行政许可	其他伤害
2	制作	1. 筑岛施工未充分调查水流情况 2. 未按施工方案进行作业	1. 筑岛施工采取防冲刷措施 2. 刃脚模板在混凝土强度达到 75%后，方可拆模 3. 沉井侧模在混凝土强度达到设计允许拆模强度后，方可拆模	坍塌
		抽取垫木前后安全措施不到位	1. 在专（兼）职指挥下抽取垫木 2. 抽出垫木后，采用砂性土回填，并捣实	物体打击
		接高沉井时，未采取有针对性的处置措施	1. 下部不准许进行取土作业 2. 沉井偏斜时，宜立即停止接高沉井	坍塌
		井壁等受力不平衡	1. 宜控制各井室之间取土面高差 2. 进行水枪冲土操作时，不准许用水枪冲击井壁，栏杆或操作平台等	坍塌
		未搭设专用安全通道或安全通道不满足要求	1. 宜按要求安设直爬梯或梯道预埋件，井室内悬挂钢梯或安全绳 2. 高处临边防护栏加挂安全网，或采取全封闭措施	高处坠落
3	浮运与就位	浮运前对施工现场的调查与管制不到位	充分探明所经水域和就位河床的情况后，方可进行浮运作业；	其他伤害
		沉井过程不平衡，未撤离作业人员	1. 宜均匀地灌水、排气、排水 2. 各灌水舱的水头差不准超过设计规定值 3. 采用井内抽水强制下沉时，井上人员及时撤离沉井 4. 由不排水转换为排水下沉时，井上人员及时撤离沉井	其他伤害
4	下沉与着床	沉井下沉时，对周边建筑物及人员的监管不到位	1. 沉井下沉时，对周围建筑物采取安全防护措施，并进行监控量测 2. 加强管理，不准许人员在沉井刃脚和井内横隔墙附近停留、休息	坍塌 物体打击
		沉井顶面及相关机具未设置安全防护措施，或安全防护措施不完善	1. 沉井顶面宜设置安全防护围栏 2. 沉井顶面上的机具宜设置防护挡板	高处坠落 机械伤害

表 12 沉井作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
4	下沉与着床	抽水机无漏电保护装置或保护装置不合格	抽水机安装合格的漏电保护、接地、接零装置	触电
		沉井下沉时,对开挖人员的管理措施不到位	1. 采用人工挖掘时,宜按照专项施工方案安排人员进入,方案宜对人员数量作出规定 2. 涌水、涌砂量大的地点不准许采用人工开挖的方式,宜对施工方案进行优化	坍塌 透水
		采用抓斗、吊斗作业时,未检查装置的安全性或协调配合不力	1. 采用抓斗进行不排水下沉时,钢丝绳缠绕在一起而需要转动抓斗进行排除时,作业人员宜站在有护栏的地点排除缠绕的钢丝绳 2. 采用吊斗出土时,斗梁和吊钩绑封牢固 3. 加强上下联络,不准许吊斗下方站立作业人员	高处坠落 物体打击
		下沉过程中,沉井上下受力不平衡	1. 不排水下沉中,不准许超挖、超吸 2. 沉井下沉需要配重时,配重物件宜码放整齐、捆绑牢固	其他伤害
		下沉过程中的气压超出控制范围	1. 下沉沉井宜采取爆破时,药量宜控制到位 2. 采用空气幕下沉沉井时,宜采用合格的空压机、储气罐等 3. 下沉过程中宜全面监控下沉,出现倾斜立即停止作业	容器爆炸 坍塌
5	基底检验与沉井封底	基底封底时未落实专项施工方案	1. 沉井基底检查验收合格后,及时封底 2. 普通混凝土封底时,设置引流排水设施 3. 搭设沉井封底作业平台	淹溺 高处坠落
6	井孔填充与顶板浇筑	未按规定进行填充或浇筑	1. 宜按施工方案规定顺序进行填充 2. 宜按设计要求浇筑混凝土顶板	其他伤害

4.2.7 地下连续墙作业

地下连续墙作业风险源辨识见表 13。

表13 地下连续墙作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案,必要时经专家审核论证	各类伤害
		对施工区域及周边情况调查不全面,安全监管与警示措施不到位	1. 充分调查施工区域,在堤防等水利、防洪设施及既有构筑物周边施工之前,宜进行安全风险评估 2. 清除地表和地下一切障碍物 3. 宜设置安全警戒区,悬挂明显的安全标志	其他伤害
2	导墙施工	导墙施工不符合要求	1. 停止挖槽时,机械设备宜提升到导端位置 2. 导墙模板拆除后宜设置支撑横木	坍塌
3	混凝土浇筑	混凝土浇筑前的安全 检查工作不全面	1. 检查模板、支架及钢筋骨架的稳定、变形情况 2. 按照施工方案要求的顺序、速度浇筑混凝土 3. 发现异常时,立即停止作业,并整修加固	坍塌 物体打击 高处坠落
		未按要求安装及固定输送泵	1. 输送泵宜安装稳固,松软地面泵车支腿加垫木 2. 管道布设平顺,安装固定牢靠 3. 接头和卡箍密封、紧固	物体打击

表 13 地下连续墙作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
3	混凝土浇筑	泵送混凝土过程中仪表故障	1. 泵送混凝土前宜符合泵送材料的配合比，并检查泵送、布料系统；首次泵送前进行管道耐压试验 2. 泵送混凝土时，操作人员随时监视各种仪表和指示灯，发现异常，立即停机检查 3. 安排人牵引、移动输送泵出料软管，且布料臂下不准许站人	机械伤害 物体打击
		清理管道时，未设置警戒区	宜设置警戒区	机械伤害
		采用吊车配料斗浇筑混凝土时，未设置人指挥、监护	1. 宜配备专职人员指挥起吊、运送及卸料等 2. 人员、车辆不准许在吊斗下方停留或通行，并确保吊斗底下仓门关闭 3. 不准许攀爬吊斗	起重伤害
		站在溜槽边缘操作	1. 溜槽固定牢靠 2. 不准许站在溜槽边缘操作，在临边部位设置防护栏杆 3. 料斗临边时，不准许人员站立在临边一侧	高处坠落
4	泥浆比重	1. 泥浆比重过小，导致无法平衡槽壁外侧的土压力和水压力 2. 泥浆比重过大，导致增加混凝土浇筑时的阻力	1. 施工前，根据地质勘察报告和地下连续墙的设计要求，精确计算所需的泥浆比重范围 2. 通过试验确定合理的泥浆配合比，确保泥浆具有足够的护壁性能和良好的流动性	坍塌
		泥浆比重不合适会影响泥皮的形成质量	1. 在成槽过程中，使用泥浆比重计等仪器实时监测泥浆比重，根据监测结果及时调整泥浆的配重 2. 宜按 GB 50208 规定地下连续墙等防水工程需满足相应的防水要求，防止渗漏	物体打击

4.2.8 承台作业

承台作业风险源辨识见表 14。

表14 承台作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家审核论证	各类伤害
		作业未进行准备工作或准备工作不充分	1. 施工前宜对围护结构及边坡情况进行检查 2. 加强监督基坑内作业人员的个人防护情况 3. 检查临时防护设施及人行通道	高处坠落 物体打击
2	桩头破除	1. 起重吊装设备的安全性不高 2. 安全监管不到位	1. 宜设置警戒区域 2. 起重设备选型宜满足现场起重量的要求 3. 吊车支腿支垫宜稳固 4. 不准许吊物下站人	起重伤害 物体打击
		桩头破除作业未与吊装设备的吊装能力相对应	1. 桩头宜分段破除 2. 一次吊装桩头不能超出起重设备的最大起重量	起重伤害
3	钢筋绑扎	跳板搭设有翘头板	搭设跳板宜满铺，不准许有翘头板	高处坠落
4	模板施工	施工现场的安全监管及安全防护措施不完善	1. 模板安装宜拉设警戒线，设置围栏 2. 模板临时支撑宜牢固 3. 加强对现场作业人员监督，起重吊装旋转臂下不准许人员通过或停留	物体打击

表 14 承台作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
5	混凝土浇筑	混凝土浇筑前的安全 检查工作不全面	1. 检查模板、支架及钢筋骨架的稳定、变形情况 2. 宜按照施工方案要求的顺序、速度浇筑混凝土 3. 发现异常时，立即停止作业，并整修加固	坍塌 物体打击 高处坠落
		未按要求安装及固定输送泵	1. 输送泵宜安装稳固，松软地面泵车支腿加垫木 2. 管道布置宜平顺，安装固定牢靠 3. 接头和卡箍密封、紧固	物体打击
		泵送混凝土过程中仪表故障	1. 泵送混凝土前宜检查泵送和布料系统，首次泵送前进行管道耐压试验 2. 泵送混凝土时，操作人员宜随时监视各种仪表和指示灯，发现异常，宜立即停机检查 3. 宜安排专（兼）职牵引、移动输送泵出料软管，且布料臂下不准许站人	机械伤害 物体打击
		清理管道时，未设置警戒区	1. 宜设置警戒区 2. 管道出口端前方 10 m 内不准许站人	机械伤害
		采用吊车配料斗浇筑混凝土时，未设置专（兼）职指挥、监护	1. 设专（兼）职指挥起吊、运送及卸料等作业 2. 人员、车辆不准许在吊斗下方停留或通行，并确保吊斗底下仓门关闭 3. 不准许攀爬吊斗	起重伤害
		站在溜槽边缘进行操作	1. 溜槽宜固定牢靠 2. 不准许站在溜槽边缘进行操作，在临边部位宜设置防护栏杆 3. 料斗临边时，不准许人员站立在临边一侧	高处坠落
6	承台凿毛	凿毛作业的安全防护措施不到位	1. 作业人员佩戴护目镜 2. 定期检查电动凿毛工具的电线、插头等部件，发现破损及时更换	物体打击 触电

4.2.9 墩台作业

墩台作业风险源辨识见表 15。

表15 墩台作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家审核论证	各类伤害
		作业未进行准备工作或准备工作不充分	1. 方案编制宜经过专家论证及审核 2. 方案实施宜实行技术交底制度 3. 作业人员宜正确佩戴个人劳动防护用品	坍塌
2	支架搭设	违规搭设脚手架，未检查验收，相关安全措施不完善	1. 宜检查脚手架的强度、刚度和稳定性，并及时进行支架变形监测，达不到要求不准许使用 2. 脚手架安装完成后宜进行检查验收，确保安全使用 3. 操作平台上机具设备宜分开摆放	坍塌
		搭设脚手架的场地无排水措施	搭设脚手架的场地宜设防排水措施	坍塌
3	扣件式钢管支架	钢管、扣件等材料存在质量缺陷	宜按 JGJ 130 规定，对进场的钢管、扣件进行质量检验，不合格的材料按规范要求购置	高处坠落 物体打击
		立杆间距、步距不符合设计要求	架子工宜持证上岗，按施工方案要求进行搭设，保证立杆间距、步距、扫地杆、剪刀撑等符合规定，搭设过程中加强检查和验收	高处坠落 其他伤害

表 15 墩台作业风险源辨识(续)

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
3	扣件式钢管支架	地基承载力不足、未进行平整夯实、排水不畅	对地基进行承载力验算,根据地质情况采取相应的处理措施,如换填、夯实、浇筑混凝土基础等,并设置良好的排水系统,防止地基积水	坍塌 淹溺
		立杆、横杆、碗扣等构配件弯曲、压扁、开裂、脱焊	宜按 JGJ 130 规定,对新购置或周转使用的构配件进行检查,剔除不合格品	高出坠落 其他伤害
		碗扣连接未按规定拧紧、插入深度不足	在搭设过程中,加强对碗扣连接的检查,确保连接牢固,插入深度符合规定,必要时采用辅助加固措施	高处坠落
		未按规定设置作业平台、护栏、安全网等防护设施	及时、规范地设置作业平台、护栏、安全网等防护设施,防护设施的材料和安装质量应符合要求	高处坠落 其他伤害
		插销质量不合格、安装不到位、未完全插入	选用质量合格的插销,并在安装过程中检查插销的安装情况,确保插销完全插入且安装牢固	高处坠落
		高宽比过大	对于高宽比过大的支架,宜根据具体情况采取相应的加强措施,如增加斜撑、缆风绳等,提高支架的抗倾覆能力	高处坠落 坍塌
		立杆顶部自由端长度过长	按照设计要求控制立杆顶部自由端的长度,不得随意加长	高处坠落
4	门式钢管支架	专项施工方案编制不详细、不合理	宜按 JGJ/T 128 规定编制、审核专项施工方案,确保方案的科学性、合理性和可行性	其他伤害
		门架立杆垂直度偏差过大,水平加固杆、剪刀撑等设置不规范	在门架安装过程中,使用测量仪器控制立杆垂直度,按要求设置水平加固杆、剪刀撑等,加强安装过程的质量检查和验收	高处坠落
		支架与墩台结构或其他稳定结构未进行有效连接	按照设计要求,将支架与墩台结构或其他可靠的稳定结构进行牢固拉结,拉结点的设置应符合规定	高处坠落 物体打击
5	钢筋绑扎	作业平台不安全	作业平台宜满铺跳板,并进行紧固,减少探头杆件数量	起重伤害 高处坠落
6	预埋件	预埋件未按要求埋设	依据专项施工方案埋设预埋件,并对预埋件进行质量检查	坍塌
7	模板安装	现场安全监管不到位	1. 模板安装宜设置围栏,并拉设警戒区 2. 现场安全管理人员加强监督,发现工人攀爬模板立即制止	起重伤害 高处坠落
8	混凝土浇筑	混凝土浇筑前的安全 检查工作不全面	1. 宜检查模板、支架及钢筋骨架的稳定、变形情况 2. 宜按照施工方案要求的顺序、速度浇筑混凝土 3. 发现异常时,立即停止作业,并整修加固	坍塌 物体打击 高处坠落
		未按要求安装及固定输送泵	1. 输送泵宜安装稳固,松软地面泵车支腿宜加垫木 2. 管道布设平顺,安装固定牢靠 3. 接头和卡箍密封、紧固	物体打击
		泵送混凝土过程中仪表故障	1. 泵送混凝土前宜检查泵送和布料系统,首次泵送前进行管道耐压试验 2. 泵送混凝土时,操作人员宜随时监视各种仪表和指示灯,发现异常,立即停机检查 3. 宜安排专(兼)职牵引、移动输送泵出料软管,且布料臂下不准许站人	机械伤害 物体打击
		清理管道时,未设置警戒区	1. 宜设置警戒区 2. 管道出口端前方 10 m 内不准许站人	机械伤害
		采用吊车配料斗浇筑混凝土时,未设置专(兼)职指挥、监护	1. 设专(兼)职指挥起吊、运送及卸料等作业 2. 人员、车辆不准许在吊斗下方停留或通行,并确保吊斗底下仓门关闭 3. 不准许攀爬爬吊斗	起重伤害

表 15 墩台作业风险源辨识(续)

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
8	混凝土浇筑	站在溜槽边缘进行操作	1. 溜槽宜固定牢靠 2. 不准许站在溜槽边缘进行操作, 在临边部位宜设置防护栏杆 3. 料斗临边时, 不准许人员站立在临边一侧	高处坠落
9	挂架安装、使用及拆除	安装拆除过程中, 作业人员违规作业	1. 安装拆除过程中, 作业人员宜按照规程作业, 并佩戴个人防护用品 2. 挂架宜设置临边防护	起重伤害 高处坠落
10	内操作平台作业	操作平台不牢固; 钢筋、机具堆放杂乱	1. 内操作平台宜搭设牢固 2. 操作平台上钢筋、机具宜均匀、分散堆放	坍塌
11	挂架爬升	挂架作业安全措施不完善	1. 挂架、模板的提升操作宜由专(兼)职统一指挥 2. 吊装前宜检查钢丝绳、吊具及安全装置 3. 爬升过程中宜架设缆风绳	坍塌 物体打击

4.2.10 0号、1号块施工作业

0号、1号块作业风险源辨识见表16。

表16 0号、1号块作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	1. 未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证 2. 作业人员不清楚施工风险	1. 编制专项施工方案, 必要时经专家审核论证 2. 对作业人员进行安全教育及技术交底	坍塌 各类伤害
		施工现场的安全监管不到位	1. 宜设置警戒区 2. 作业人员宜正确使用个人防护用品 3. 恶劣天气停止作业	高处坠落 物体打击
2	牛腿预埋件安装	吊篮未与钢筋紧固; 牛腿未焊接牢固就进行下一步工序	1. 吊篮宜与钢筋紧固 2. 牛腿吊装下放时宜设置溜绳牵引 3. 牛腿宜与预埋件焊接牢固	高处坠落 坍塌
3	托架及底模安装	未按方案要求进行搭设	1. 主承重梁搭设宜有现场管理人员监督 2. 各构件宜按照方案要求搭设, 并进行验收	起重伤害
		主梁吊装未设溜绳	主梁吊装下放时宜设置溜绳牵引	起重伤害
4	预压	预压过程中荷载分布不均, 监控不到位	1. 按照预压荷载分配图施加重量 2. 监测过程中出现异常声响, 立即终止预压	坍塌
		安全防护措施不完善	1. 主桥桥面翼缘板边上设置 1.2 m 高钢管护栏, 并用安全网将其封闭 2. 不准许临时操作平台上留探头板, 操作平台边缘设置防护栏 3. 悬挂醒目的安全警示标志	高处坠落

表 16 0 号、1 号块作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
5	钢筋绑扎及模板安装	作业现场无专（兼）指挥	1. 底模标高调整时，听从指挥，站在铺设稳定的脚手板上 2. 上下层存在交叉作业时，宜有人统一指挥，进行监督指导	高处坠落 起重伤害
		悬臂浇筑采用桁架挂篮施工时，使用的机具设备不符合安全规定	使用安全的机具设备（如千斤顶、滑车、手拉倒链、钢丝绳等），进行浇筑作业	起重伤害 物体打击
		模板未经验收即开始使用	模板验收合格后方可投入使用	坍塌
6	混凝土浇筑	1. 混凝土浇筑时两端未对称、平衡进行 2. 混凝土上乱堆杂物	1. 混凝土浇筑时宜两端对称、平衡进行 2. 浇筑的节段混凝土面上不准许堆放杂物 3. 搅拌设备宜设在气温不低于 10℃ 的厂房内	坍塌 物体打击
		安全防护措施不完善	1. 浇筑箱梁预留洞口覆盖钢板或设置护栏，设警示标志 2. 浇筑混凝土的两端及时设置防护栏 3. 宜设置醒目的安全警示标志	高处坠落
7	拆除	现场监管不到位	1. 宜按方案中的顺序进行拆除 2. 拆除焊接构件时，宜采用手拉倒链拆除构件 3. 构件上杂物宜清理干净，工具放入工具包内	坍塌 物体打击

4.3 上部结构

4.3.1 盖梁作业

盖梁作业风险源辨识见表 17。

表17 盖梁作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家审核论证	各类伤害
		作业未进行准备工作或准备工作不充分	1. 宜对作业人员进行安全教育及技术交底 2. 作业人员宜正确佩戴个人防护用品	高处坠落 物体打击
2	千斤顶	1. 施工中，千斤顶的承载能力计算失误 2. 施工过程中出现意外的超载情况	1. 根据设计尺寸、混凝土强度等级、模板类型等因素，精确计算盖梁自重 2. 要充分考虑施工过程中的各种荷载，包括模板重量、施工设备（如振捣器、小型起重机等）重量、施工人员重量以及混凝土浇筑时的冲击	坍塌 其他伤害
		千斤顶稳定性差，受到外力作用时倾倒	1. 在安装千斤顶之前，要对基础进行处理 2. 对地面进行夯实和平整，必要时可以浇筑混凝土基础来提高承载能力和保证平整度 3. 对于在支架或其他结构上安装千斤顶，要对安装部位进行检查和加固，确保其能够承受千斤顶和盖梁的重量，并且安装面要保持水平	坍塌 其他伤害
		液压油管、油泵、密封件等部件在长期使用过程中，受到压力、温度变化、磨损等因素的影响，出现老化、破裂、泄漏	1. 对液压油管、油泵、密封件等部件要定期进行检查 2. 检查液压油管是否有裂缝、磨损等情况，如有问题宜及时更换 3. 对于油泵，要检查其工作压力、流量等参数是否正常，内部零件是否有磨损 4. 密封件宜检查其密封性，一旦发现泄漏迹象，要及时更换密封件	机械伤害 其他伤害

表 17 盖梁作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
3	钢护筒	1. 受到吊装设备碰撞、施工机械意外刮擦 2. 运输过程中因固定不牢发生碰撞，导致钢护筒变形	1. 工现场，宜设置明显的警示标志，限制施工机械和人员在钢护筒附近的活动范围，避免不必要的碰撞 2. 对于可能靠近钢护筒的吊装设备和施工机械，要安排专（兼）职指挥 3. 运输过程中固定牢固	机械伤害 起重伤害
		1. 安装初期，定位偏差较大 2. 施工过程中未对钢护筒的位置进行有效的监测和调整，钢护筒移位	1. 安装时，采用高精度的测量仪器（如 GPS 定位仪、全站仪等）进行定位 2. 施工过程中，定期对钢护筒的位置进行复核和调整，保证位置的准确性	机械伤害 坍塌 其他伤害
		1. 在潮湿、含有腐蚀性介质的环境中，钢护筒容易发生腐蚀 2. 没有对钢护筒采取适当的防腐措施，加速了钢护筒的腐蚀	1. 尽量避免将钢护筒设置在腐蚀性较强的环境中，如果无法避免，要对周围环境进行处理：土壤改良等措施 2. 采取有效的防腐措施，如涂刷防腐涂料 3. 定期检查其腐蚀情况	坍塌
4	预埋穿心钢棒	吊笼未与墩身钢筋连接牢固	1. 吊笼与墩身预埋钢筋宜连接牢固，作业前对紧固情况进行检查 2. 作业人员在墩顶行走，宜设母索	高处坠落 物体打击
5	放置承重梁与分配梁	安全防护措施不完善	1. 承重体系及辅助设施的验收 2. 宜对起重设备及其附件进行检查 3. 材料宜放置稳当 4. 工具及时放到工具袋里	物体打击 起重伤害 机械伤害
6	底模铺装	1. 底模搬运方法不当 2. 安全防护措施不到位	1. 人工搬运时宜轻拿轻放 2. 铺装底模时宜设置临边防护	物体打击 高处坠落 机械伤害
7	钢筋安设	1. 恶劣天气下作业 2. 人员在钢筋骨架上行走	1. 恶劣天气下停止作业 2. 不准许在钢筋骨架上行走	高处坠落
8	侧模安装	1. 模板未固定牢靠或模板支撑系统未经安全验算、未验收合格 2. 模板不牢固	1. 模板支撑系统宜进行安全验算且验收合格 2. 模板固定牢靠后方能进行下道工序 3. 宜设置溜绳，并有人指挥	坍塌
9	临边作业	1. 临边无防护或防护不足 2. 作业人员疏忽大意 3. 防护设施损坏未及时修复	1. 设置防护栏杆，防护栏杆必须自上而下用安全立网封闭，防止人员或物体从栏杆间隙坠落 2. 对从事盖梁临边作业的人员进行筛选，定期组织安全培训和教育，提高作业人员的安全意识和自我保护能力，熟悉临边作业的风险和防护要求 3. 对防护设施及时检查，出现损坏及时修复	高处坠落
10	作业平台	1. 作业平台的搭建材料质量不合格 2. 搭建不牢固	1. 搭建宜选用符合国家标准钢管、扣件、脚手板等材料，确保材料的质量和强度满足施工要求 2. 平台搭建完成后，组织相关人员进行验收，检查平台的结构、防护设施、脚手板铺设等是否符合要求，验收合格后方可投入使用	坍塌 高处坠落
		1. 电气设备故障 2. 缺乏接地与漏电保护	1. 定期对作业平台上的电气设备进行检查和维护，发现漏电、短路及时维修，确保设备的正常运行 2. 所有电气设备宜安装可靠的接地装置和漏电保护器，定期进行检查和试验，确保其性能良好	触电 机械事故
11	安全网	1. 强度不足、耐腐蚀性差、阻燃性不足 2. 安装安全网时，固定点数量不足	1. 根据盖梁施工的具体环境和要求，选择符合 GB 5725 规定、具有足够强度、耐腐蚀性和阻燃性的安全网 2. 在作业平台、脚手架等周边设置足够数量和强度的固定点，使用合格的绳索、卡扣等进行牢固固定	高处坠落

表 17 盖梁作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
12	防护棚	1. 防护棚若采用的钢管、扣件、彩钢板等材料存在质量缺陷 2. 防护棚四周未设置足够高度和强度的防护栏杆、安全网	1. 选用符合国家标准和设计要求的材料搭建防护棚，对进场的钢管、扣件、彩钢板等材料进行质量检验，查验产品的质量合格证明、检测报告等，确保材料质量可靠 2. 在防护棚四周设置高度不低于 1.2 m 的防护栏杆，并挂设密目式安全网，防护栏杆的立杆间距不宜大于 2 m，横杆宜设置两道，且与防护棚主体结构可靠连接	坍塌 物体打击
13	混凝土浇筑	混凝土浇筑前的安全检查工作不全面	1. 检查模板、支架及钢筋骨架的稳定、变形情况 2. 按照施工方案要求的顺序、速度浇筑混凝土 3. 发现异常时，立即停止作业，并整修加固	坍塌 物体打击 高处坠落
		未按要求安装及固定输送泵	1. 输送泵宜安装稳固，松软地面泵车支腿加垫木 2. 管道布设平顺，安装固定牢靠 3. 接头和卡箍密封、紧固	物体打击 机械伤害 其他伤害
		浇筑速度过快会使混凝土在模板内上升速度过快，对模板产生的侧压力增大，模板坍塌	1. 合理设计模板及支撑系统 2. 在模板安装过程中，按照设计要求进行操作，保证模板的拼接紧密、平整，支撑牢固可靠	其他伤害 坍塌
		泵送混凝土过程中仪表故障	1. 泵送混凝土前宜检查泵送和布料系统，首次泵送前进行管道耐压试验 2. 泵送混凝土时，操作人员随时监视各种仪表和指示灯，发现异常，立即停机检查 3. 安排人牵引、移动输送泵出料软管，且布料臂下不允许站人	机械伤害 物体打击
		清理管道时，未设置警戒区	宜设置警戒区	机械伤害
		采用吊车配料斗浇筑混凝土时，未设置人指挥、监护	1. 宜配备专职人员指挥起吊、运送及卸料等 2. 人员、车辆不准许在吊斗下方停留或通行，并确保吊斗底下仓门关闭 3. 不准许攀爬吊斗	起重伤害
14	模板与支架拆除	不安全环境或条件下进行拆除作业	1. 拆模前混凝土宜达到允许拆模强度 2. 不准许在大风、暴雨、大雪等恶劣天气下作业	坍塌 物体打击
		模板拆除作业现场混乱，无人监管	1. 模板拆除设专（兼）职人员监护，作业人员宜配备安全防护用具 2. 宜按照施工方案的顺序，进行模板拆除作业 3. 拆模时，宜先拆除安装在模板上的临时用电线 4. 拆除后的材料堆放整齐 5. 交叉作业时设置隔离措施	起重伤害 触电 物体打击 坍塌
15	支座垫石施工	高处作业或使用脚手架不规范	高处作业时采取安全防护措施	高处坠落
		重型机械操作不当	对操作人员进行专业培训	机械伤害
		湿混凝土处理不当	施工人员宜穿戴合适的防护服和手套，避免皮肤接触混凝土	其他伤害
		支座垫石未稳固时	施工前进行安全检查	坍塌
16	养生	1. 作业人员安全意识淡薄，在盖梁上行走或作业时未采取有效的防护措施 2. 养生用水若随意排放，可能会造成施工现场积水	1. 对参与养生作业的人员进行专门的安全教育培训，提高其安全意识 2. 在施工现场设置完善的排水系统，将养生用水引导至指定的排水地点，避免积水对施工环境造成影响	高处坠落 物体打击 其他伤害

4.3.2 预制梁架设作业

预制梁架设作业风险源辨识见表 18。

表18 预制梁架设作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	架桥机的安拆无施工方案或方案未经审批，即进行施工	1. 编制专项施工方案，必要时经专家审核论证 2. 编制架桥机安拆方案并通过审批，架桥机取得合格证	各类伤害
		安全监控措施不完善	1. 施工前安装视频监控系统 2. 吊装作业时，桥上桥下作业范围内设置警戒区域	起重伤害 物体打击
		架设前，未检查架桥机及附属设施的安全性	1. 导梁上的轨道使用不同规格钢轨时，宜处理好接头，轨道不准许有错台 2. 架桥机落位后系好缆风绳 3. 宜按规定的速度移动构件，与卷扬机操作人员配合协同操作 4. 吊运前清扫梁板上杂物	起重伤害
2	盖梁清理及支座安装	安全监管防护措施不完善，未对架桥机荷载进行安全验收	1. 提前清理盖梁顶面 2. 安装大型盆式橡胶支座，盖梁顶设母索 3. 支座稳定后，再进行就位操作 4. 架桥机荷载的安全验收	高处坠落 起重伤害
3	梁板运输	大型预制构件运输无专（兼）职指挥	宜按照专项施工方案，在专（兼）职的指挥下进行运输	车辆伤害
		未按要求运输梁板	1. 采用溜绳、止轮木块等多种方式控制下坡路段的速度 2. 纵坡坡度加大时，采取安全措施后方可运输 3. 按规定的速度、路线运输桥梁构件 4. 预制梁板宜捆绑牢固	车辆伤害
		运输预制构件的平车到达安装位置后，未楔紧车轮	平车到达安装位置后进行检查是否楔紧车轮	车辆伤害
		拖轮牵引驳船行进中急转弯	拖轮牵引驳船宜缓慢转弯	淹溺
		运输预制构件时，运输车辆或预制构件上坐人	不准许运输预制构件的车上或预制构件上坐人，不准许人货同车	其他伤害
4	吊钩的安全检查	吊钩存在制造缺陷：材料强度不足、锻造或热处理工艺不当	宜按 GB/T 6067.1 规定选择吊钩的材料、制造工艺等	其他伤害
		吊钩表面出现磨损，承载能力下降	1. 制定定期检查计划，对吊钩进行全面的无损检测 2. 定期对吊钩进行清洁，去除表面的污垢、杂物和锈迹，并涂抹适量的润滑脂，减少磨损和腐蚀	机械伤害 其他伤害 起重伤害
		吊钩与吊索具之间的连接方式和连接强度不符合要求	1. 据预制梁的形状、尺寸和重量，合理选择吊点位置和吊索具规格，并确保吊索具与吊钩的连接正确无误，夹角符合要求，以保证吊钩受力均匀 2. 预制梁的起吊、运输和就位过程中，要保持操作平稳，避免急起急停、大幅度摆动等动作，减少吊钩所受的冲击载荷	起重伤害 其他伤害
5	梁板起吊	起吊前，未检查钢丝绳防脱钩等的安全性	1. 每日作业前宜检查钢丝绳、吊具，发现隐患及时更换 2. 起吊前，钢丝绳与吊物之间采取隔离缓冲措施 3. 吊钩安装保险装置 4. 使用合格索具，钢丝绳安全倍数符合要求	起重伤害
		无临边防护，无专用爬梯	宜及时设置临边和孔洞的安全防护并设置专用爬梯	高处坠落
		电缆线架设、走线不符合要求，电线漏电	宜由专业电工架设电缆、布置走线并定期检查、维修	触电
		绑扎重心不平衡或绑扎不牢固及存在其它“十不吊”行为	1. 结合构件重心分布情况选择着力点 2. 构件绑扎稳定后，方可吊装 3. 宜执行“十不吊”	起重伤害

表 18 预制梁架设作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
6	梁板就位	梁板就位前，未检查安全措施	1. 梁板横移前，宜检查横移轨道的稳定性 2. 架桥机顶横移轨道的两端宜设置制动枕木 3. 边梁就位前，作业人员及时撤离墩顶	起重伤害
		构件就位时，稳固措施不到位	1. 构件起吊横移就位后，宜及时设置支撑、垫木 2. 梁板安装就位后，宜采取可靠的临时固定措施 3. 构件吊至盖梁顶时，宜缓慢、平稳落地	起重伤害
		1. 千斤顶使用前未做承载试验 2. 千斤顶的升降距离不能满足安全需要	1. 千斤顶使用前进行承载试验，确保起重吨位大于顶升构件的 1.3 倍 2. 千斤顶的升降宜随时加设或抽出保险垫木，或确保构件底面与保险垫木间的距离小于 6 cm 3. 顶升 T 形梁、箱梁等大吨位构件时，在梁两端架设支撑；顶升大吨位构件时，宜先进行试吊，吊起一端后，再缓慢吊起另一端	起重伤害
7	过孔	过孔后未及时检查与固定	过孔后宜及时固定各构件，并检查稳定性	坍塌
		过孔时架桥机支腿支撑不稳、地基承载力不足或轨道铺设不符合要求	1. 宜符合 GB/T 6067.1 规定 2. 宜按照 JGJ 33 规定对机械设备进行定期检查和维修	机械伤害 坍塌 其他伤害
		过孔过程中，架桥机与周围的物体未保持安全距离	宜按 JTG F90 规定对施工现场的安全距离及防护措施做出相应要求	物体打击 其他伤害

4.3.3 梁体养生作业

梁体养生作业风险源辨识见表 19。

表19 梁体养生作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	蒸汽	蒸汽管道、阀门、接头等部位可能因密封不严、老化、腐蚀、压力过高或受到外力损伤而发生蒸汽泄漏	1. 建立定期的蒸汽系统设备巡检制度，安排专业人员对蒸汽管道、阀门、接头、蒸汽发生器等设备进行详细检查，重点检查密封件的完整性、管道的腐蚀情况、设备的运行状态等 2. 及时发现并修复泄漏点，更换老化、损坏的部件，确保设备正常运行，防止蒸汽泄漏	灼烫
		汽排放口在排放蒸汽时，没有防护装置或防护不当	1. 在蒸汽排放口安装合适的防护装置 2. 在蒸汽系统设备周围及可能存在蒸汽泄漏风险的区域设置明显的警示标识	其他伤害
		蒸汽发生器、温控装置、压力控制器等设备发生故障	定期对蒸汽锅炉的安全阀、压力表、水位计等安全附件进行校验和维护，确保其性能良好、动作可靠	灼烫 机械伤害
		蒸汽锅炉的安全阀、压力表等安全附件失效或失灵	安全阀应定期进行起跳试验，校验其开启压力和回座压力是否符合要求；压力表应定期校准，保证压力指示准确	灼烫 锅炉爆炸
		蒸汽管道长期使用后，可能因内部腐蚀等问题导致管道破裂	1. 定期对蒸汽管道进行维护和检测，包括管道的防腐处理、保温层修复、壁厚测量等 2. 及时发现和处理管道的腐蚀、磨损、变形等问题，对存在安全隐患的管道进行修复或更换	触电 机械伤害
		1. 电气设备受潮短路 2. 电气线路老化漏电	1. 将电气设备安装在干燥、通风良好的位置，避免直接暴露在蒸汽环境中 2. 对电气设备的控制柜、电机等采取密封措施，防止蒸汽进入 3. 定期检查电气线路的绝缘情况，特别是在蒸汽环境中容易受损的线路部分，发现绝缘层老化、破损的线路应及时更换，确保电气线路的绝缘性能良好	触电 机械伤害

表 19 梁体养生作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
2	灼烫	热水溅出	1. 选用质量可靠、密封性好的热水储存容器、管道和喷头 2. 在安装前对设备进行严格的质量检查，确保无破损、裂缝等缺陷，定期对设备进行维护保养，检查连接部位的密封性，及时更换磨损或损坏的部件 3. 在热水喷淋区域或蓄水容器周边设置防护围栏和防溅挡板	灼烫
		蒸汽发生器、热水锅炉、加热管道等养生设备未设置有效的隔热防护层或防护层损坏	1. 对蒸汽发生器、热水锅炉、加热管道等高温设备表面进行隔热处理 2. 在高温设备周围设置明显的警示标识	灼烫
		养生区域温度过高	1. 在梁体养生区域设置良好的通风系统 2. 为在养生区域作业的人员配备必要的个人防护用品，同时，合理控制人员在高温养生区域的作业时间，采用轮班作业制度，避免人员长时间暴露在高温环境中	灼烫
3	容器爆炸	腐蚀导致容器强度降低	1. 对进入养生容器的水进行严格的预处理，采用软化水设备去除水中的钙、镁等离子，降低水的硬度，防止水垢形成 2. 在容器内壁涂刷合适的防腐涂层，根据容器的材质、工作温度、介质特性等选择涂层材料	容器爆炸
		设备老化与缺陷	1. 制定详细的容器设备检查计划，定期对蒸汽发生器、热水锅炉等进行全面检查 2. 建立设备老化评估机制，根据容器的使用年限、运行状况、维护记录等因素综合评估设备的老化程度，对于使用年限较长、老化严重且存在较大安全隐患的设备，应及时制定更新计划并予以更换	容器爆炸
		超压	在蒸汽发生器和热水锅炉等容器上安装合格且经过定期校验的安全阀、压力表、压力传感器等压力控制与监测设备	其他伤害
4	取暖（中毒）	燃料燃烧不充分	1. 选择合格、符合安全标准的取暖设备，安装时要按照说明书要求进行，确保烟囱安装牢固、通畅，烟囱出口应伸向室外且高于周围建筑物，防止倒灌风 2. 使用燃料燃烧取暖设备时，必须保证室内通风良好 3. 使用质量合格的燃料，避免使用潮湿、含硫量高或其他杂质较多的燃料	中毒和窒息
		燃气泄漏	1. 定期对燃气取暖设备进行检查和维护，包括燃气管道、阀门、燃烧器等部件 2. 检查管道是否有老化、泄漏迹象，阀门是否关闭严密，燃烧器是否正常工作等 3. 可聘请专业人员每年至少进行一次全面检查和维护，并建立检查维护记录档案	中毒和窒息
		电取暖设备故障	1. 定期对电取暖设备进行检查，查看电源线是否有破损、插头是否松动、发热元件是否正常等 2. 对于电热毯，应检查是否有折叠、破损等情况	触电 其他伤害

4.3.4 支架现浇梁作业

支架现浇梁作业风险源辨识见表 20。

表20 支架现浇梁作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	1. 未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证 2. 未检测地基承载力即进行施工	1. 编制专项施工方案，必要时经专家审核论证 2. 宜检测地基承载力，达到方案要求方可施工	各类伤害
		作业人员不清楚作业过程中的危险因素	1. 宜对作业人员进行安全教育及技术交底 2. 作业人员宜正确佩戴防护用品	物体打击 高处坠落
		未按要求设置车行、人行安全防护通道	对于交叉通行道路，设置交通控制区，同时设置提示、警示、限速等标志	物体打击 车辆伤害
2	支架安装	未进行检查验收	1. 检查验收合格后方可投入使用 2. 现场管理人员督促落实预埋件的埋设，验收合格，方可使用	坍塌
		搭设过程中安全监管不到位，搭设后未进行检查验收	1. 钢管、主梁、分配梁、底板吊装下放时，宜设置溜绳牵引 2. 宜按照施工方案设置剪刀撑及平联，现场管理人员加强监控 3. 搭设完成后，宜进行检查验收	起重伤害 坍塌
3	模板安装	起重设备或附属设施不能满足吊装需要	1. 起重设备选型合理，满足现场的要求，不超负荷使用 2. 吊装前检查钢丝绳，确保无断丝或断股	起重伤害
		模板吊装过程中违章操作	1. 模板吊装下放时宜设置溜绳牵引 2. 吊车操作宜缓慢启动、制动，避免吊物摆动、旋转	起重伤害
		模板安装完成后，未设置临边防护	模板安装完成后，宜设置临边防护	高处坠落
4	预压	1. 荷载分布不均 2. 擅自改变预压方式	1. 大雨大风天气宜停止作业 2. 预压宜按照方案要求实施，逐步均匀地增加配重，加强监测 3. 砂袋宜采取防雨措施，防止被雨淋湿	坍塌
5	钢筋绑扎	安全防护措施不完善	底板临边安全防护设施宜搭设到位	高处坠落
6	内模安装	内模空间障碍物过多；未配置消防器材	1. 宜及时清除内模空间障碍物 2. 模板加工场所宜配置消防器材	火灾 物体打击
7	张拉	现场管理不到位	1. 千斤顶宜经过检验合格后，方可使用 2. 千斤顶顶力作用线方向不准许有人 3. 两端张拉时，加强联络，配合作业	机械伤害
		安全防护措施不完善	1. 张拉时设置安全标识牌并划定警示区域 2. 张拉位置搭设操作平台并设置临边防护 3. 高压油泵作业人员佩戴护目镜	物体打击 高处坠落
8	支架模板拆除	支架模板的拆除无人监管，作业现场混乱	1. 拆除现场设置警戒区 2. 由上而下，按顺序拆除支架 3. 不准许将支杆抛掷到地面，采用机械设备吊装支杆 4. 现场材料分类堆放整齐，并及时进行清理	坍塌 物体打击

4.3.5 挂篮安拆与悬浇作业

4.3.5.1 挂篮安拆作业

挂篮安拆作业风险源辨识见表 21。

表21 挂篮安拆作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	1. 施工准备工作不充分 2. 挂篮加工时未执行驻厂监造	1. 挂篮安拆宜编制安全专项方案 2. 挂篮安拆前宜对作业人员进行安全技术交底 3. 作业人员宜正确使用个人防护用品 4. 挂篮加工时宜执行驻厂监造	坍塌 高处坠落 物体打击 各类伤害
2	挂篮进场验收	操作人员无证上岗；挂篮进场未进行检查和验收	1. 作业人员宜持证上岗 2. 挂篮进场后宜经过检查与验收	坍塌
3	行走、锚固主桁系统安装	主桁架安装时未设置溜绳，吊车操作不当，主桁架空中晃动过大	1. 主桁架吊装下放时宜设置溜绳牵引 2. 吊车操作时宜缓慢启动、制动，避免吊物摆动、旋转	起重伤害
		构件搭设不牢固	1. 后锚固宜与主桁架固定牢实 2. 主桁架宜固定牢实，验收合格后方可使用 3. 0号块上材料、杂物宜堆放整齐	坍塌
4	悬吊系统安装	非专业人员现场组拼悬吊系统	宜由专业人员现场组拼悬吊系统	坍塌
5	底篮安装	底篮提升不符合设计要求	1. 底篮拼装加固牢实后，方可提升底篮 2. 底篮拼装提升宜对称	坍塌 物体打击
6	模板系统安装	吊装模板时，指挥不当或未进行检查	1. 配备专（兼）职指挥 2. 模板安装完毕后，宜检查扣件或螺栓是否紧固	起重伤害
7	安全防护系统安装	施工作业平台安全防护措施不完善	1. 宜按要求在挂篮四周及底篮翼缘板、底板设围栏、工作平台及安全通道处设置安全措施 2. 宜设置专用爬梯，悬挂安全警示标志、标牌，按规定上下	高处坠落
8	检查验收	使用前，未检查或验收挂篮杆件及机具设备的安全状况	1. 使用前，宜全面检查挂篮杆件及机具设备的安全状况 2. 挂篮拼装时，及时稳固构件，将其连为一体 3. 挂篮组拼后宜进行全面检查和静载试验 4. 拼装完成后挂篮宜组织验收，验收合格后，方可投入使用	物体打击 坍塌
9	拆除	现场管理不到位	1. 宜设置警戒区 2. 不准许将各构配件抛掷至地面 3. 宜及时清理脚手架上的材料及杂物	物体打击 坍塌
		拆除顺序不符合施工方案要求	宜按方案规定的顺序拆除	坍塌

4.3.5.2 挂篮悬浇作业

挂篮悬浇作业风险源辨识见表 22。

表22 挂篮悬浇作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	施工准备不充分	1. 宜编制专项施工方案，必要时经专家审核论证 2. 宜对作业人员进行安全教育及技术交底 3. 作业人员宜正确佩戴劳动防护用品 4. 宜执行驻厂监造	坍塌 高处坠落
2	预压	1. 施工区域混乱，无人监管 2. 预压荷载分配不均匀	1. 预压区域设置警戒线 2. 危险点由专（兼）职监控监测，过程中出现异常声响，立即终止预压 3. 宜按照预压荷载分配图施加重量	坍塌

表 22 挂篮悬浇作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
2	预压	安全防护措施不完善	1. 主线桥翼板缘模板边上设置 1.2 m 高钢管护栏，并用安全网将其封闭 2. 不准许临时操作平台上留探头板，操作平台边缘设置防护栏 3. 悬挂醒目的安全警示标志	高处坠落
3	钢筋绑扎及模板安装	1. 多人作业未设专（兼）职统一指挥 2. 作业人员未站在铺设稳定的脚手板上	1. 底模标高调整时，听从专（兼）职指挥，站在铺设稳定的脚手板上 2. 上下层存在交叉作业时，宜有专（兼）职统一指挥，进行监督指导	高处坠落
		1. 模板安装试验的设备不合格 2. 未经验收即投入使用	1. 宜使用安全的机具设备（如千斤顶、滑车、手拉葫芦、钢丝绳等），进行模板安装作业 2. 宜在倒链葫芦的位置加设保险绳 3. 模架经验收合格后，方可投入使用	坍塌
4	混凝土浇筑	1. 混凝土浇筑两端受力不平衡 2. 或未按施工方式实施	1. 两端对称、均衡地浇筑混凝土 2. 新浇筑节段混凝土施加预应力后，再移动挂篮 3. 浇筑的节段混凝土面上不准许堆放杂物	坍塌 物体打击
		安全防护措施不完善	1. 浇筑箱梁预留洞口宜覆盖钢板或设置护栏，设警示标志 2. 宜及时在浇筑的混凝土悬臂两端设置防护栏和警示标志	高处坠落
5	挂篮前移	挂篮前移，现场管理不到位	1. 挂篮行走中，设专（兼）职观察、监护 2. 挂篮行走移位前，宜检查挂篮的安全防护设施和周边环境 3. 5 级以上大风、雷雨等恶劣天气不准许移动挂篮	坍塌
		挂篮超速行走或两端行走距离差距过大	1. 挂篮行走时，速度不准许超过 0.1 m/min 2. 两端挂篮前行时，不同步量宜小于 0.5 m	坍塌

4.3.6 转体作业

转体作业的风险源辨识见表 23。

表23 转体作业的风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家审核论证	其他伤害 各类伤害
		恶劣天气	转体施工前，宜掌握转体作业期间的天气情况，遇恶劣天气不准许进行转体施工	坍塌
		转动速度、线速度、牵引力等数据不明确	正式转体前宜进行试转，明确转动角度速度、拱圈悬臂端线速度速度、牵引力等相关技术参数	机械伤害
		转体后进行未固定	转体完成后宜及时约束固定，并宜浇筑施工球铰处混凝土	坍塌
		不明确设计方案	合龙段施工时，悬臂端的临时压重及卸载宜按照设计方案要求的重量、位置及顺序作业	其他伤害
2	有平衡重平转施工	安全系数与安全措施不明确	转体体系宜平衡可靠，抗倾覆安全系数宜大于 1.5，四周的保险支腿宜稳固	机械伤害
		围栏护栏以及不准许入内标语设置不够	转动低于水平面宜设围堰保护，低于地平面宜在基坑周围砌护墙，围堰和基坑周围宜设护栏，非转体作业人员不准许入内	坍塌
		扣索和后锚索不符合标准	1. 扣索和后锚索宜牢固可靠 2. 扣索张拉宜符合设计要求，宜检测扣索的索力，允许偏差不准许超过±3%	物体打击

表 23 转体作业的风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
2	有平衡重平转施工	内、外锚扣体系安全系数不足,大跨径拱桥张拉方法不确定	1.采用内、外锚扣体系时,扣索宜采用钢绞线和带墩头锚的高强钢丝等高强材料,其安全系数宜大于2 2.大跨径拱桥采用多扣点张拉时,宜确保张拉过程同步	机械伤害
		施工完成后,未进行确定	扣索张拉到位、拱圈卸架后,宜进行24h观测,检验锚固、支撑体系的可靠程度	坍塌
		转动角速度不明确	1.转动时宜控制转动速度,千斤顶宜同步牵引 2.转动角度宜控制在0.01 r/m~0.02 r/m,拱圈悬臂端的线速度宜控制在1.5 m/min~2.0 m/min	机械伤害 坍塌
		钢丝绳牵引索启动时机错误	钢丝绳牵引索宜在千斤顶直接顶推启动后再牵引转动	其他伤害
		止动操作不规范	接近止动距离时宜按方案要求进行止动操作,并宜设专(兼)职负责限位工作	其他伤害
3	无平衡重平转施工	锚固体系、锚碇系统、转动体系不够安全	1.无平衡重平面转体锚固体系的抗剪强度、抗滑稳定性应符合设计要求 2.锚碇系统两方向的平撑及尾索宜形成三角稳定体;转动体系宜灵活自如、安全可靠 3.位控体系宜能控制转动体的转动速度和位置	机械伤害
		尾索上下不对称,张拉不均匀	两组尾索宜上下左右对称、均衡张拉,桥轴向和斜向的尾索宜分次、分组交叉张拉,各尾索的内力宜均衡	坍塌
		扣索张拉前,未进行检查	1.扣索张拉前,宜检查支撑、锚梁、轴套、拱铰、拱体和锚碇等部位(件) 2.扣索宜锚固可靠,拱圈(肋)卸架宜对称拴扣风缆	物体打击 其他伤害
		扣索张拉顺序不正确	1.扣索宜对称于拱体按由下向上的次序分级张拉 2.张拉过程中各索内力相对偏差宜控制在5kN以内	其他伤害
		风缆走速有误	风缆的走速在启动和就位阶段宜控制在0.5 m/min~0.6 m/min,中间阶段宜控制在0.8 m/min~1.0 m/min	坍塌
		扣索拆除不正确	合龙后扣索宜对称、均衡、分级拆除,拆除过程中宜监控拱轴线及扣索内力	物体打击
4	竖转法施工	扣索、钢绞线、锚碇选用不正确	扣索宜选用钢丝绳或钢绞线,钢丝绳的安全系数不准许小于6,钢绞线的安全系数不小于2,锚碇的抗拔、抗滑安全系数不小于2	其他伤害
		索塔的偏载、荷载变化和风力设定不正确	索塔的偏载、荷载变化和风力等不准许超出设计要求	其他伤害
		转动铰无法灵活运作	转动铰宜转动灵活,接触面宜满足局部承压要求;索塔顶端滚轴组鞍座内宜无异物;拱上多余约束宜解除	机械伤害
		天气恶劣进行施工	遇恶劣天气不准许进行转体施工	物体打击 高处坠落
		未进行试转	转动前宜进行试转,竖转速度宜控制在0.005 r/m~0.01 r/m	机械伤害
		扣索没有随转动同步提升	转动过程中扣索宜同步提升,速度宜均匀、可控,并宜不间断观测吊塔顶部位移、检测后锚索与扣索的索力差,并宜控制在允许范围以内	机械伤害 其他伤害
		拱顶缆风索不对称	拱顶两侧宜对称拴扣缆风索,释放索距宜与扣索提升同步	坍塌
5	顶推作业	顶推方式选择不恰当	根据梁体长度、顶推跨度、桥墩所能承受的水平推力等条件,选择合适的顶推方式	坍塌 其他伤害
		采用单点或多点水平千斤顶方式顶推时,实际总顶推力较小	采用单点或多点水平千斤顶方式顶推时,增加实际顶推力,最少为大于等于计算顶推力的两倍	其他伤害
		采用单点或多点水平千斤顶方式顶推时,实际总顶推长度较小	采用单点或多点水平千斤顶方式顶推时,设置顶推滑道的长度大于千斤顶行程加滑块的长度	其他伤害

表 23 转体作业的风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
5	顶推作业	未设置导向装置	在墩台上设置导向装置，限制梁体在顶推过程中产偏移	其他伤害
		未设置保险千斤顶	顶推时宜在两个墩上设置保险千斤顶，在顶推故障时将把梁顶高	机械伤害

4.3.7 桥面及附属工程作业

桥面及附属工程作业风险源辨识见表 24。

表24 桥面及附属工程作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家审核论证	各类伤害
		作业人员不清楚施工危险因素	1. 宜对作业人员进行安全教育及技术交底 2. 作业人员宜正确佩戴个人防护用品	高处坠落 物体打击 各类伤害
2	湿接缝（横梁）	安全监管不到位	1. 操作人员宜持证上岗，非电焊工不准许操作 2. 恶劣天气下不准许作业	其他伤害
		安全防护措施不完善	1. 吊笼宜固定牢固，并设置警戒区 2. 湿接缝施工宜设置临边防护	物体打击 高处坠落
3	防撞墙钢筋安装及模板安装	移动式吊篮安全性能差	移动式吊篮宜经过安全验算，经验收合格后方可使用	高处坠落 物体打击
		立柱模板拼接不稳定	1. 用绳索吊模板时，绳扣宜保证牢固 2. 立柱模板拼装螺丝数量宜充足、连接牢固	坍塌 物体打击
		模板及材料随意堆放	模板及材料堆放处不准许靠近临边、洞口	坍塌 物体打击
4	桥面钢筋绑扎	钢筋绑扎过程中安全防护措施不完善	1. 不准许施工过程中钢筋与带电体接触 2. 吊运钢筋宜加设溜绳	触电 起重伤害
5	混凝土浇筑	混凝土浇筑前的安全 检查工作不全面	1. 检查模板、支架及钢筋骨架的稳定、变形情况 2. 按照施工方案要求的顺序、速度浇筑混凝土 3. 发现异常时，立即停止作业，并整修加固	坍塌 物体打击 高处坠落
		未按要求安装及固定输送泵	1. 输送泵宜安装稳固，松软地面泵车支腿加垫木 2. 管道布设平顺，安装固定牢靠 3. 接头和卡箍密封、紧固	物体打击
		泵送混凝土过程中仪表故障	1. 泵送混凝土前宜检查泵送和布料系统，首次泵送前进行管道耐压试验 2. 泵送混凝土时，操作人员随时监视各种仪表和指示灯，发现异常，立即停机检查 3. 安排人牵引、移动输送泵出料软管，且布料臂下不准许站人	机械伤害 物体打击
		清理管道时，未设置警戒区	宜设置警戒区	机械伤害
		采用吊车配料斗浇筑混凝土时，未设置人指挥、监护	1. 宜配备专职人员指挥起吊、运送及卸料等 2. 人员、车辆不准许在吊斗下方停留或通行，并确保吊斗底下仓门关闭 3. 不准许攀爬吊斗	起重伤害

表 24 桥面及附属工程作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
5	混凝土浇筑	站在溜槽边缘操作	1. 溜槽固定牢靠 2. 不准许站在溜槽边缘操作，在临边部位设置防护栏杆 3. 料斗临边时，不准许人员站立在临边一侧	高处坠落
6	泄水孔	泄水孔的顶面高于水泥混凝土调平层的顶面	泄水孔的高度在水泥混凝土调平层之下，且按照规定合理布置泄水孔的位置	其他伤害
		施工过程中高处作业未按照标准施工	加强施工人员的安全培训，佩戴适当的安全装备，并设定明确的操作规程	坠落
		使用钻孔设备等机械时，操作不当或设备故障	1. 使用专门的钻孔设备，并确保设备处于良好状态 2. 在操作过程中，使用防护装置防止钻孔碎片飞溅，保护人员安全	机械伤害
		施工过程中使用电动工具和设备，未采取适当的防护措施	施工前宜对现场进行仔细检查，确认环境安全，并对设备进行检查，确保施工人员遵守操作规程和安全措施，避免违规操作造成人员受伤	触电

4.4 其他

4.4.1 旧桥拆除作业

旧桥拆除作业风险源辨识见表 25。

表25 旧桥拆除作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家审核论证	各类伤害
2	切割作业	梁体切割定位不准，未按照方案拆除顺序切割	1. 切割前，认真研究既有梁体结构图纸，制定切实可行的切割方案，做好技术交底工作 2. 现场安全、技术人员做好监督检查，按方案拆除顺序进行切割	坍塌 机械伤害
		使用前，未检查确认电动机、电缆线是否正常，保护接地是否良好，防护装置是否安全，锯片是否安装正确	1. 使用前宜经专业电工检查，确保电动机、电缆线正常，保护接地良好 2. 现场安全、技术人员宜对切割机的防护装置、锯片安装等进行检查，确认安全后，方可进行切割作业	触电 机械伤害
		未按机械出厂铭牌规定，进行超厚切割	1. 切割时宜按铭牌规定的标准进行切割，不准许超厚切割 2. 现场安全、技术人员加强检查、管控	机械伤害
		切割时发生冲击、跳动及异常音响时，未停机检查，继续作业	切割时发生冲击、跳动及异常音响时，宜立即停机检查，排除故障后，方可继续作业	机械伤害
		在机械运转中，检查、维修部件	机械发生故障时，宜安排专业人员进行停机检查，不准许在机械运转中检查、维修部件	机械伤害
		构件锯缝中的碎屑未采用专用工具及时清除，用手拣拾或抹拭	清除构件锯缝中的碎屑时，宜停机断电，采用专用工具进行清除	机械伤害
		锯片部分未装防护罩切割锯片旋转方向前后站人	1. 切割前宜做好检查，确保锯片防护装置安装牢固后，方可进行作业 2. 作业时，锯片旋转方向前后不准许站人，并在作业区前后设置移动挡板进行防护	机械伤害 物体打击

表 25 旧桥拆除作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
3	人工清理作业	桥梁边缘未设置临边防护	1. 桥梁边缘宜设置高度不低于 1.2 m 的防护栏杆（上下横杆间距 0.6 m, 立杆间距 2 m, 离平台底部 0.2 m 设扫地杆） 2. 挂设防护网，悬挂“当心坠落”等警示牌	高处坠落
		桥下未设置围挡及警戒标志	桥梁上部进行清理作业时，宜对桥下区域设置围挡，并安排专人进行安全警戒，防止无关人员进入	高处坠落
4	拆除旧梁板	脚手架作业前，未检查杆件及其配件是否存在焊口开裂、严重锈蚀、扭曲变形、配件不齐全等情况，即直接使用	脚手架作业前宜仔细检查，确保配件齐全，杆件及其配件符合 JGJ 130 要求的规格尺寸，无焊口开裂、严重锈蚀、扭曲变形的情况，验收合格后，方可投入使用	坍塌
		作业中未按施工方案和安全技术交底要求执行	1. 作业中宜按施工方案和安全技术交底要求执行，分工明确，听从指挥，协调配合 2. 现场安全、技术人员做好监督检查工作	坍塌
		架子组装、拆除作业未按照程序支搭、组装，拆除脚手架时擅自拆卸任何固定扣件、杆件及连墙件	1. 架子组装、拆除作业宜按施工方案执行 2. 现场安全、技术人员加强监督检查 3. 不准许擅自拆卸任何固定扣件、杆件及连墙件	坍塌
		旧梁板吊装前未充分解除约束	切割完毕后全面检查，需吊装的块体完全解除约束后，方可进行吊装	其他伤害
		爆破拆除无专项施工方案	1. 爆破施工前，宜编制专项爆破拆除方案，并报监理或相关部门批准 2. 按批复的施工方案执行，并安排具有专业资质的队伍拆除	放炮
5	破碎旧梁板	操作破碎机的司机未经培训，未遵守有关安全、交接班等制度	1. 操作破碎机的司机宜经相关部门培训，考试合格后，方可持证上岗 2. 操作者宜遵守有关安全、交接班等制度	机械伤害
		驾驶室前未装碎片防护罩装置	1. 驾驶室前宜装上碎片防护罩装置 2. 现场安全、技术人员做好安全检查，确保安全后，方可进行作业	物体打击
		有人进入作业危险区域时，继续进行破碎锤作业	1. 作业前，宜在作业区域设置警戒区，设专人进行警戒，防止人员进入 2. 有人进入作业危险区域时，宜立即停止破碎作业 3. 人员离开或危险解除后，方可继续进行破碎作业	物体打击
		醉酒或服药有反应的情况下操作破碎锤	1. 加强教育，现场安全、技术人员加强检查监督 2. 不准许作业人员酒后、醉酒或服药有反应的情况下进行破碎作业	物体打击
		在作业期间，现场人员未使用耳塞、口罩等防护用品	1. 作业前，现场安全、技术人员做好检查 2. 所有现场作业宜佩戴好耳塞、口罩等安全防护用品后，方可进行作业	其他伤害

4.4.2 加固作业

加固作业风险源辨识见表 26～表 30。

表26 结构面清理施工作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家审核论证	各类伤害

表 26 结构面清理施工作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
2	原结构面清理	角磨机使用不当	1. 按照安全技术交底和电动工具安全操作规程进行作业 2. 正确佩戴护目镜	机械伤害
		电锤使用不当	按照安全技术交底和电动工具安全操作规程进行作业	机械伤害
		未按施工要求佩戴劳保用品	1. 加强安全教育培训，按时发放劳动防护用品 2. 正确佩戴护目镜、防尘口罩等劳动防护用品	其他伤害

表27 体外预应力加固施工作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	锚固及定位装置安装	施工过程中结构胶着火	1. 对作业人员进行培训 2. 采取防火措施 3. 配备消防灭火器材	火灾 灼烫
		采用的化学材料挥发	作业人员宜按要求佩戴防毒面具等安全防护用具	中毒和窒息 其他伤害
		胶液飞溅到皮肤上	作业人员宜按要求佩戴胶皮手套等安全防护用具	灼烫 其他伤害
		因钢构件切割、焊接而引燃其他物质	1. 加强作业人员安全教育培训 2. 采取防火措施，配备消防灭火器材	火灾 灼烫
		钢构件的运输、安装	1. 编制具有针对性的施工方案 2. 加强安全技术交底	车辆伤害 起重伤害
2	施加体外预应力	体外预应力张拉施工时预应力筋断裂（先张法）	1. 施工时作业人员远离张拉区域 2. 按设计施工，不准许超张拉	其他伤害
		加固受力状态下的结构构件过程中，原构件被削弱	1. 编制专项施工方案，必要时经专家审核论证 2. 采取限载或支架支撑措施	坍塌

表28 增大截面加固施工作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	原结构凿毛	结构凿毛施工时，混凝土块飞溅采用高压水枪凿毛原结构时，操作不规范	1. 作业人员宜按产品说明使用凿毛机械 2. 作业人员按要求正确佩戴安全防护用品	物体打击
2	植筋及增加受力筋	电锤打孔时，发生卡钻	1. 穿戴好安全防护用品，戴好安全带 2. 遇到卡钻时立即停止作业	其他伤害
		化学材料挥发或泄露	作业人员按要求佩戴防毒面具等安全防护用品	中毒和窒息 灼烫
		胶液飞溅到皮肤上	作业人员宜按要求佩戴胶皮手套等安全防护用具	灼烫 其他伤害
3	浇筑外包混凝土	原结构受力状况差，浇筑混凝土易引起原结构垮塌	宜编制专项施工方案，采取限载或支架支撑措施	坍塌
		胶液飞溅到皮肤上	作业人员宜按要求佩戴胶皮手套等安全防护用具	其他伤害

表29 缆索承重桥梁加固施工作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	斜拉索更换	索塔、主梁、锚碇缺陷未修复完成，就开始换索	执行施工及监控方案，在索塔、主梁、锚碇缺陷修复、加固完成并通过验收后，方可准许换索	坍塌 高处坠落 机械伤害
		换索期间有超载车辆通行	1. 换索期间宜对交通实行“三限”管制 2. 必要时宜中断交通	
		卸索过程中，量测不及时	卸索过程中宜全程跟踪量测梁体高程变化，并与理论计算值进行比较，如有异常，宜立即停止卸索，待查明原因并处理后，方可继续操作	
		斜拉索卸索过程发生断索	宜按照施工方案拆除斜拉索，并采取防护措施控制索力，分级同步卸载，分级荷载级差按照设计要求执行	
		索力调整过程发生断索	计算索力并防止张拉过度	
2	吊杆更换	吊杆在运输、安装过程中违章操作	在吊杆运输及安装过程中宜有可靠的保护措施	机械伤害
		工具吊杆失稳	1. 对工具吊杆进行设计验算 2. 张拉，对工具吊杆施力时，宜保证同步张拉，使吊杆受力平衡 3. 连续监测，使新旧吊杆、工具吊杆之间荷载转换平稳	坍塌
		吊杆内力调整过程中，拉裂锚固系统	按照计算拉杆力进行施工作业	坍塌
3	系杆更换	临时系杆断裂	1. 通过设计验算，确定临时系杆受力 2. 新系杆、临时系杆、旧系杆之间的张拉荷载转换宜平稳	坍塌
		拆除系杆过程中发生垮塌	1. 宜按照施工方案拆除 2. 中断交通，须采取防护措施	坍塌
		系杆内力调整过程中，拉裂锚固系统	宜计算索力	坍塌
4	缆索桥主缆维修	检查主缆时，疲劳作业或注意力不集中	1. 不符合高空作业条件的人员，不准许上岗 2. 作业人员宜按规定系好安全带，穿戴好防护用品	高处坠落

表30 钢桥加固施工作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	焊接加固	恒载作用下焊接	宜按作业工艺指导书执行	灼烫
2	栓接加固	一次更换螺栓数量过多	1. 编制安全作业指导书 2. 宜控制更换顺序	坍塌
3	裂纹修复	电焊时削弱构件截面	编制安全作业指导书，并执行	坍塌
4	钢桥涂装措施	钢桥涂装作业时，未采取防火措施	1. 配备灭火器材 2. 不准许将火种带入施工现场	火灾 高处坠落

4.4.3 钢混组合结构作业

钢混组合结构作业风险源辨识见表 31。

表31 钢混组合结构作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	钢构件安装	没有预先验算	安装前宜对各种承重支架、支承系统、吊架和吊具等临时受力结构，以及钢构件本身在安装过程中不同受力工况下的强度、刚度及稳定性进行验算，保证安装施工的安全和结构的安全	坍塌
		没有复测各数据	1. 安装钢-混凝土组合梁中的钢构件之前，宜对桥梁的墩台顶面高程、中线及各孔跨径进行复测 2. 安装钢-混凝土接头中的钢构件之前，宜对混凝土结合面的高程、纵横向轴线和表面平整度等进行复测	坍塌
		吊点和吊具设置不正确	起吊安装钢构件时，吊点和吊具的设置宜满足各点均匀受力的要求，宜避免钢构件在起吊安装过程中发生扭转或侧倾，并采取有效措施保证钢构件的涂装不受到损伤	起重伤害 物体打击
		对易变形构件没有充分计算	1. 钢梁宜对钢构件采用预先组拼、栓合或焊接，扩大拼装单元组成节段后进行安装的方法，对容易变形的钢构件宜进行刚度和稳定性验算，必要时宜采取临时加固措施 2. 组拼前宜清除钢构件上的附着物，摩擦面或焊接面保持干燥、清洁 3. 安装时宜根据外界环境和焊接等变形因素的影响，采取有效措施，保证钢梁的线形、拱度及轴线位置满足设计或施工控制的要求 4. 工地安装时，不准许在现场对钢构件进行未被批准的临时性的焊接和切割作业	起重伤害 物体打击
2	支架上安装钢梁	支承处功能不完全	在支架顶部钢梁的支承处，宜设置具有三维调节功能的装置，该装置宜能对钢梁就位后的高程、纵横向平面位置和倾斜度等进行精确调整	坍塌
		钢梁节段安装顺序错误	1. 钢梁节段宜从孔跨的一端向另一端顺序安装 2. 吊装节段时，待其完全固定后方可松钩卸载	其他伤害
		安装方式错误	安装过程中，每完成一节段的就位后宜测量其纵横向平面位置、高程和预拱度，不满足要求时宜及时进行调整	其他伤害
		冲钉、粗制螺栓数量不足	1. 拼装栓接连接的钢梁时，冲钉和粗制螺栓的总数不准许少于栓孔总数的 1/3，其中冲钉不准许多于 2/3；栓孔较少的部位，冲钉和粗制螺栓的总数宜不少于 6 个或将全部栓孔插入冲钉或粗制螺栓 2. 拼装高强度螺栓连接的钢梁时，冲钉数量宜符合上述规定，其余栓孔宜布置高强度螺栓	坍塌
		冲钉尺寸不匹配	1. 拼装用的冲钉直径（中段圆柱部分）宜较栓孔设计直径小 0.2 mm~0.3 mm，其长度宜大于板束厚度 2. 拼装用精制螺栓的直径宜较栓孔设计直径小 0.4 mm，拼装板束用的粗制螺栓直径宜较栓孔直径小 1.0 mm；冲钉和螺栓可采用 35 号碳素结构钢制造	坍塌
		拼装焊接位置不正确	拼装焊接连接的钢梁时，宜将节段之间拼接错台的偏差控制在 2mm 以内，并控制钢梁的平面位置、高程和拱度	坍塌
		钢梁位置错误	1. 钢梁安装完成并连接固定，在落梁就位前，宜复测支座的平面位置和顶面高程，并将支座顶面清理干净，确认符合设计要求后方可进行钢梁的落梁就位 2. 钢梁在落梁就位前后均宜对其线形、拱度和平面位置尺寸等进行检查，并做施工记录	坍塌

表 31 钢混组合结构作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
3	混凝土衔接缝浇筑	混凝土浇筑后不平整	湿接缝在浇筑混凝土之前，宜对在安装过程中变形的连接钢筋和剪力钉予以校正和调直，对损坏的连接件和剪力钉等宜进行修复，并按设计要求进行连接钢筋的绑扎或焊接	坍塌
		混凝土拐弯处出现孔洞裂隙	在连接湿接缝处的预应力管道时，宜保证连接管道顺直、无弯折，对接头处的管道宜包缠严密，使之不漏浆	其他伤害
		混凝土内部出现孔洞	混凝土浇筑前，宜将湿接缝内的杂物清理干净，并对混凝土结合面进行充实	其他伤害
		拌合混凝土震荡不足	浇筑湿接缝混凝土时，宜对其进行充分振捣，湿接缝混凝土的顶面宜比预制安装桥面板略高出 2 mm~3 mm；浇筑完成后，宜对混凝土的顶面进行拉毛或采取其他增加粗糙度的处理措施	其他伤害
		混凝土养护不完全	对湿接缝混凝土进行保温、保湿养护的时间宜不少于 7 d，对桥面板预应力钢束的张拉宜在混凝土龄期达 7 d 后进行	其他伤害
		混凝土强度不足通车	湿接缝混凝土的强度在未达到设计强度的 85%之前，不准许在桥面上通行车辆、堆放材料或进行影响其受力的其他施工作业	坍塌
4	气体危害	在封闭的钢混结构空间内，空气流通不畅	1. 作业前和作业过程中，要对有限空间进行充分通风 2. 可以使用机械通风设备，如通风机，确保新鲜空气能进入作业空间，排出浊气	中毒和窒息
		空间内存在一氧化碳、硫化氢等有毒有害气体	1. 在作业前以及作业过程中定时检测空间内的氧气含量和有毒有害气体浓度 2. 使用专业的气体检测设备，一旦发现气体浓度超标，立即停止作业，待气体浓度恢复正常后再作业	中毒和窒息 其他伤害
	物理伤害	钢混结构内部有未固定好的物体	作业人员要正确佩戴安全帽，防止物体打击头部	物体打击
		空间有一定的高度差，没有做好防护措施时	1. 现场清理和防护设施安装 2. 作业前清理空间内可能掉落的物体	物体打击 其他伤害
	其他	电气设备漏电、绝缘损坏、者作业人员误触带电部分	1. 在高处作业边缘设置防护栏等防护设施对于 2. 可能接触电气设备的人员，要穿戴绝缘手套和绝缘鞋	触电 机械伤害
		钢混结构本身不稳定、在作业过程中受到破坏	1. 作业前对钢混结构进行安全评估确保结构稳定 2. 作业过程中安排专人监测结构状态，发现异常情况及时预警并撤离	坍塌
		有限空间的进出口比较狭窄、复杂	1. 确保进出口通道畅通无阻，并且设置明显的标识 2. 配备必要的应急救援设备在通道附近，如救援绳索等	其他伤害

4.4.4 圯工作业

圯工作业风险源辨识见表 32。

表32 圯工作业风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家审核论证	各类伤害
2	圯工砌体	圯工砌体各项目设置不符合规定	圯工砌体中沉降缝、伸缩缝、泄水孔及防水层的设置，宜符合设计规定	坍塌

表 32 圬工作业风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
3	石料工程	石料强度、级配不符	石料宜符合设计规定的类别和强度，石质均匀、不易风化、无裂纹；1 月份平均气温低于-10℃的地区，除干旱地区的不受冰冻部位外，所用石料宜通过冻融试验，其抗冻性指标合格后方可使用	坍塌
		片石厚度不合格	1. 片石的厚度宜不小于 150 mm 2. 用作镶面的片石，宜选择表面较平整、尺寸较大者，并宜稍加修整	坍塌其他伤害
		块石形状不合格	1. 块石的形状宜大致方正，上下面大致平整，厚度为 200 mm~300 mm，宽度为厚度的 1.0~1.5 倍，长度为厚度的 1.5~3.0 倍 2. 块石如有锋棱锐角，宜敲除 3. 块石用作镶面时，宜从外露面四周向内稍作修凿，后部可不作修凿，但略小于修凿部分	其他伤害
		粗料石形状不合格	1. 粗料石的外形宜方正，成六面体，厚度为 200 mm~300 mm，宽度为厚度的 1.0~1.5 倍，长度为厚度的 2.5~4.0 倍，表面凹陷深度宜不大于 20 mm 2. 加工镶面粗料石时，丁石长度宜比相邻顺石宽度大 150 mm；修凿面每 100 mm 长宜有凿路 4~5 条，侧面修凿面宜与外露面垂直，正面凹陷深度不超过 15 mm；外露面带细凿边缘时，细凿边缘的宽度为 30 mm~50 mm	其他伤害
4	混凝土预制块	混凝土预制块规格不符	1. 用于圬工砌体工程的混凝土预制块，其规格、形状和尺寸宜统一，表面平整，强度符合设计要求 2. 采用轻质混凝土等特殊材料制作预制块时，所用混凝土的配合比宜经试验验证后确定	坍塌 其他伤害
5	小石子混凝土	粗集料规格不符	粗集料可采用细卵石或碎石，最大粒径宜不大于 20 mm	坍塌
		拌合物和易性差	1. 小石子混凝土的拌合物宜具有良好的和易性 2. 对片石砌体，其坍落度宜为 50 mm~70 mm；对块石砌体，其坍落度宜为 70 mm~100 mm	其他伤害

4.4.5 施工电梯

4.4.5.1 施工电梯

施工电梯风险源辨识见表 33。

表33 施工电梯风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	基础施工	施工电梯基础的地基承载力不足、基础尺寸、混凝土强度不符合设计要求	1. 按照设计要求进行基础施工，确保基础尺寸、承载力、混凝土强度等符合要求 2. 做好基础的排水工作	坍塌 其他伤害
2	附墙安装	附墙装置安装不规范	1. 按照说明书的规定正确安装附墙装置，保证附墙杆件的布置、间距和连接强度符合要求 2. 并定期对附墙装置进行检查和维护	其他伤害
3	机械部件	电梯的机械部件缺乏定期维护保养	1. 建立完善的设备维护保养制度，定期对施工电梯进行全面检查、保养和维修 2. 及时更换磨损、老化的机械部件	机械伤害 高出坠落

表 33 施工电梯风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
4	电气系统	电气设备安装不规范、绝缘不良、受潮漏电	1. 由专业电工进行电气系统安装，确保电气设备接地、接零良好，线路敷设符合要求 2. 定期对电气设备和线路进行检查，测量绝缘电阻，及时发现和处理绝缘破损、漏电等问题	触电 其他伤害
5	运载使用	施工人员、物料超过电梯的额定承载能力	在电梯轿厢内显著位置标明额定载重量和限乘人数，不准许超载运行	高出坠落

4.4.5.2 有（无）对重式施工电梯

有（无）对重式施工电梯风险源辨识见表 34。

表34 有（无）对重式施工电梯风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	施工准备	未编制专项施工方案或方案未经专家审核论证	编制专项施工方案，必要时经专家审核论证	各类伤害
2	无对重式施工电梯	安装和拆卸操作不当	1. 安装和拆卸作业宜由专业人员按照操作规程进行，使用合适的工具和设备，避免对驱动系统等关键部件造成损伤 2. 安装和拆卸前，宜对相关部件进行检查，确保其完好无损	其他伤害 机械伤害
		运行过程中重心分布不当	1. 定期对电梯的运行状况进行检查和调试，确保其各项性能指标符合要求 2. 电梯运行过程中，操作人员宜密切关注电梯的运行状态，如发现异常振动、晃动等情况，宜及时停机检查并排除故障	高处坠落
3	有对重式施工电梯	安装过程中对重装置安装不规范、对重轨道调整不当	1. 安装加节过程中，宜按照说明书的要求进行对重装置的安装和调试，确保对重与轿厢之间的平衡符合要求 2. 安装完成后，宜进行多次试运行，检查对重装置的运行情况，如有异常及时调整	其他伤害
		维护不到位	建立设备维护保养计划，定期对对重装置、传动机构等关键部件进行检查、润滑和调整，确保其处于良好的运行状态，降低能耗，延长设备使用寿命	高处坠落

4.4.6 其他运输设备设施

其他运输设备设施风险源辨识见表 35。

表35 其他运输设备设施风险源辨识

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
1	门式起重机	基础的承载力不足、不均匀沉降	1. 设计和施工宜按照起重机的使用说明书进行，确保基础的承载力、尺寸、配筋等符合要求 2. 做好基础的排水和防雷接地措施	起重伤害 坍塌
2	混凝土搅拌运输车	道路路况差	1. 运输前对道路进行勘察和规划，确保道路平坦、坚实、宽度满足车辆通行要求，坡度符合相关标准 2. 对道路进行维护和修缮，及时填补坑洼、清理障碍物	机械伤害 车辆伤害
3	运梁车	运梁道路的平整度差、弯道半径过小、坡度超标	1. 运梁道路进行专门设计和施工，确保道路的平整度、弯道半径、坡度等符合运梁车的行驶要求 2. 设置交通标志和警示标识，引导运梁车安全行驶	其他伤害

表 35 其他运输设备设施风险源辨识（续）

序号	作业内容	风险因素	管控措施	可能造成的事故类型
3	运梁车	运梁车上的梁体固定不牢固	1. 合适的梁体固定装置，如钢丝绳、夹具等，将梁体牢固地固定在运梁车上 2. 运输过程中定期检查固定装置的紧固情况，如有松动及时加固	其他伤害

4.4.7 跨线桥（路）的风险源辨识

按照 DB63/T 2399.1 执行。