**南水北调中线一期工程安全风险评估**

**陶岔管理处风险防控手册**

**水利部水利水电规划设计总院**

**长江勘测规划设计研究有限责任公司**

**中国水利水电科学研究院**

**2018年8月**

目 录

[前言 1](#_Toc524596809)

[1 工程概况 3](#_Toc524596810)

[2 风险等级 5](#_Toc524596811)

[2.1 风险等级标准 5](#_Toc524596812)

[2.2 风险量值分布图 6](#_Toc524596813)

[3输水总干渠风险防控措施 9](#_Toc524596814)

[3.1 输水渠道 9](#_Toc524596815)

[3.2 建筑物 12](#_Toc524596816)

[3.3 工程运行调度 18](#_Toc524596817)

[4 综合评价及工作建议 27](#_Toc524596818)

# 前言

（一）本手册所述风险等级基于2018年8月完成的风险评估成果，提出的防控措施也是以本次评估成果为基础的，供运行管理单位参考。风险因子、风险事件的可能性和影响严重性在工程全寿命期内会随时间延续和条件变化而有所变化，需另行开展针对性的风险评估，风险防控措施也应及时调整修正。本手册提出的各项措施不能替代管理单位的各项管理制度、条例及规程等。

（二）基本定义

风险因子：指可能导致风险事件发生的源事件或初始事件，是发生风险事件的驱动力。

风险事件：指能够触发项目偏离目标结果的事件，即：如果风险事件发生，将对项目目标带来不确定的影响，影响工程的安全性、适用性、耐久性。

风险量值：指风险事件发生的可能性指数与风险事件后果的严重性指数的乘积，用以表示风险的高低。风险可能性和后果严重性指数均为1～5区间内的数值，风险量值为1～25之间的数值。

风险等级：根据风险的可接受程度和需采取的防控措施类型不同将风险量值区间划分为Ⅰ～Ⅳ级4个等级。

（三）风险量值分布图标识了管理处所辖范围的风险沿输水干线分布情况，包括工程风险量值分布图、调度运行风险量值分布图、综合风险量值分布图。风险量值分布图中风险量值、风险等级、风险描述、风险对策之间的关系见第“2.1”节。

（1）工程风险量值分布图中包括管理处所辖范围的渠道、引水闸、挡水坝段、跨渠桥梁等建筑物的风险。

（2）调度运行风险量值分布图包括调度运行系统风险、冬季调度风险、水质调度风险。

（3）综合风险量值分布图指对工程风险、调度运行风险进行集成后的综合风险。

（四）风险防控措施分为预防措施及控制措施。风险预防措施针对风险因子提出；风险控制措施针对风险事件及其后果提出。

（五）一段渠道或一个建筑物可能存在若干个风险事件，每个风险事件又可能由若干个风险因子引起。当风险事件尚未发生时，可根据“风险事件及风险因子一览表”对可能导致风险事件发生的风险因子进行排查监控，再根据“预防措施一览表”视情况采取相应预防措施；当风险事件已经发生时，可根据“控制措施一览表”采取相应的措施。

（六）风险防控手册中管理处起止桩号由南水北调工程设计管理中心提供，可能与个别管理处实际管辖范围略有出入。

# 1 工程概况

陶岔渠首枢纽工程位于河南省淅川县九重乡陶岔村、丹唐分水岭汤山禹山垭南侧，是丹江口水库的副坝，初期工程于1974年建成，承担引丹灌溉任务。陶岔渠首枢纽工程主要任务是供水、灌溉，并兼顾发电。

陶岔渠首枢纽工程坝顶高程176.6m，最大坝高51.3m，坝轴线长265m，共分15个坝段。非溢流挡水坝为重力式结构。其中1～5#坝段为左岸非溢流坝，1～3#坝段宽均为16m，4～5#坝段宽均为17m；6#坝段为安装场坝段，坝段宽度为29m；7～8#坝段为厂房坝段，7#坝段宽16m，8#坝段宽19m；9～10#坝段为引水闸室段，各段宽均为15.5m；11～15#坝段为右岸非溢流坝，除11#坝段宽为16m外，其余均为18m。

陶岔渠首枢纽工程等别为I等工程。主要建筑物引水闸、河床式电站挡水建筑物部分、两岸连接坝段等挡水建筑物以及上游150m引渠（总长4.4km）、下游总干渠桩号0＋300.00以前干渠为1级建筑物，上、下游导墙为1级建筑物，河床式电站副厂房、开关站等次要建筑物为3级建筑物。

引水闸共三孔，孔口尺寸均为7m×6.5m（宽×高）。设计流量350m3/s、加大流量420m3/s。

陶岔渠首枢纽工程特性见表1-1。

表1-1 陶岔渠首枢纽工程特性

| 序号 | 名称 | 工程特性 | 挖深(m) |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 上游引渠 | 膨胀土深挖方，长度150m。 | 12～47 |
| 2 | 引水闸 | 三孔闸，单孔宽7m，引水闸坝段长度31m。设计流量350m3/s、加大流量420m3/s。 | / |
| 3 | 挡水坝段 | 重力坝，最大坝高51.3m，上游面直立，下游面坡比1∶0.7。 | / |
| 4 | 下游总干渠 | 膨胀土深挖方，长度200m。 | 12～47 |

# 2 风险等级

2.1 风险等级标准

风险等级标准见表2-1。

表2-1 风险等级标准

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **风险等级** | I | II | III | IV |
| **风险量值** | [1,4] | （4,9] | （9,15] | （15，25] |
| **风险描述** | 低风险 | 一般风险 | 较大风险 | 重大风险 |
| 可接受风险 | 可容忍风险 | 不可接受风险 | 极高风险 |
| **风险对策** | 关注 | 监控 | 采取措施 | 采取紧急措施 |

Ⅰ级风险为低风险，属于可接受风险，对策措施主要为关注、维持正常的监测频次和日常巡视。

Ⅱ级风险为一般风险，属于可容忍风险，对策措施主要为监控、加强监测和日常巡视，必要时需采取措施进行风险控制。当风险处理资金有限时，应根据风险因子重要性排序，确保主要风险因子得以处理。

Ⅲ级风险为较大风险，属于不可接受风险，对策措施主要为及时采取措施，针对各主要风险因子分别采取预防、消除、规避、减免风险事故发生的措施，使风险等级降至可容忍或可接受的水平。

Ⅳ级风险为重大风险，属于极高风险，对策措施为采取紧急措施，减免风险，同时准备好应急预案，一旦发生险情，及时开展修复、补救等抢险措施。

2.2 风险量值分布图

2.2.1 工程风险量值分布图

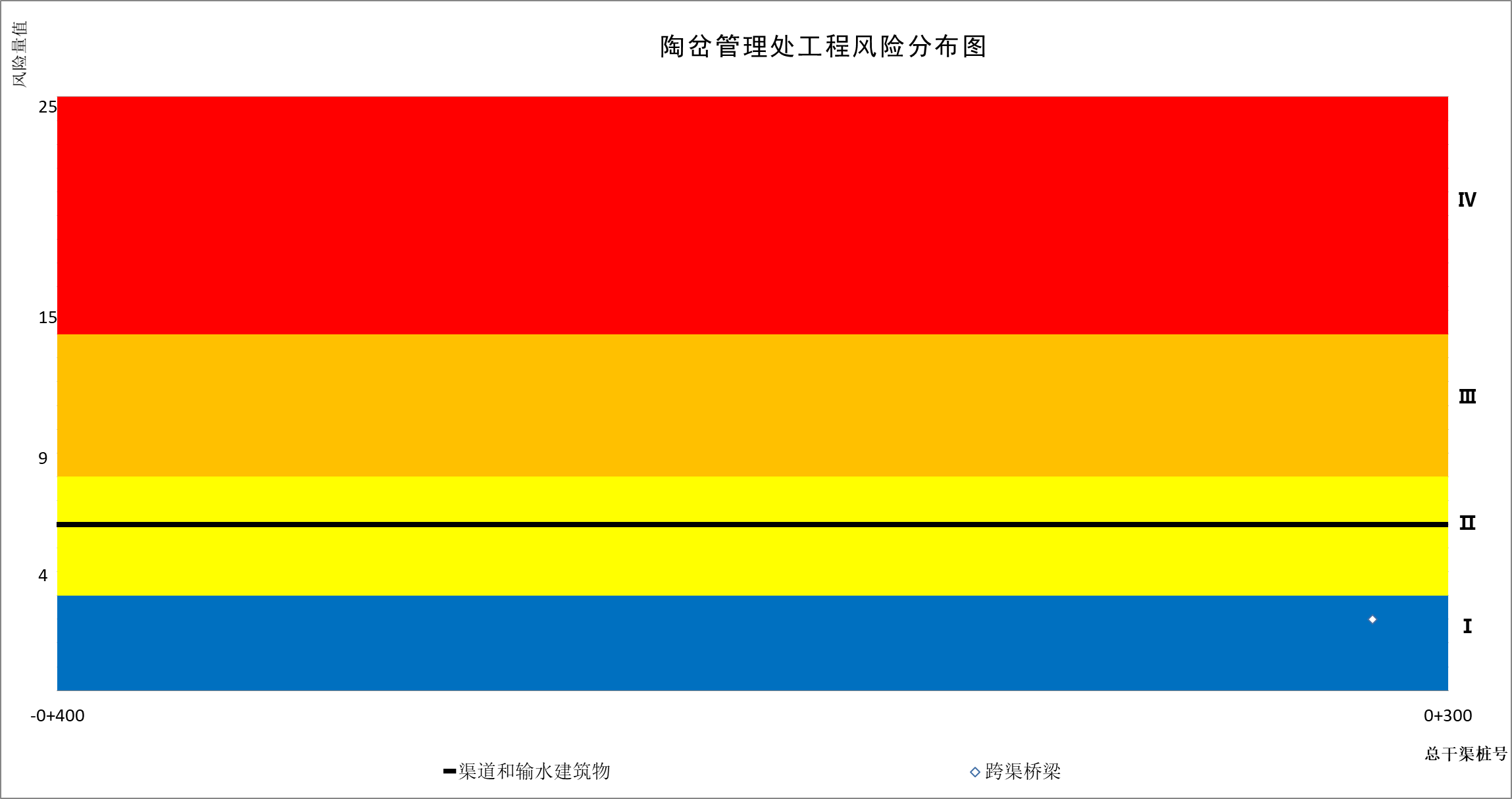


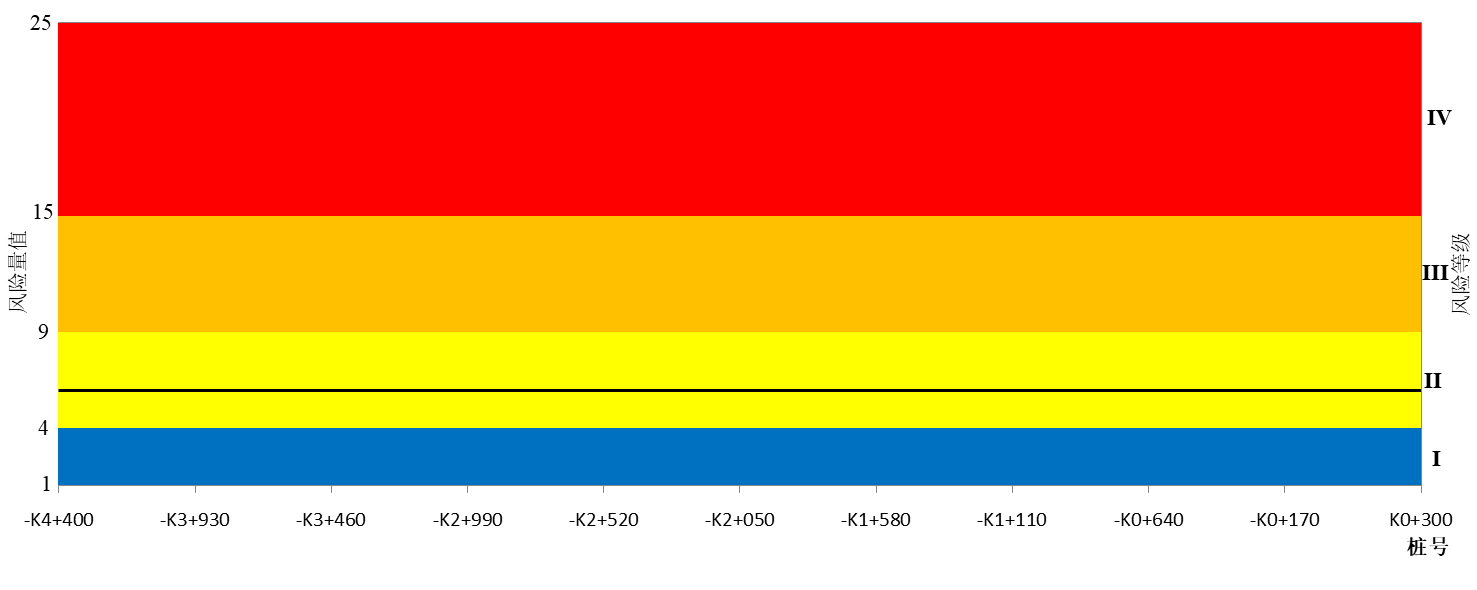
图2-1 工程风险量值分布图

2.2.2 调度运行风险量值分布图



图2-2 调度运行风险量值分布图

2.2.3 综合风险量值分布图

图2-3 综合风险量值分布图

# 3输水总干渠风险防控措施

3.1 输水渠道

3.1.1输水渠道风险事件及因子

表3.1-1 输水渠道风险事件及风险因子一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 建筑物名称 | 风险量值 | 主要风险事件 | 主要风险因子（按重要性排序） | 风险预防措施编号 |
|
| 1 | 上游引渠 | 4.0 | 渠坡变形、失稳 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 地下水位变幅 | 1-2 |
| 排水失效 | 1-3 |
| 渠坡冲刷破坏 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 渠外地形变化 | 1-5 |
| 2 | 下游总干渠 | 7.0 | 渠坡变形、失稳 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 地下水位变幅 | 1-2 |
| 排水失效 | 1-3 |
| 调度运行 | 1-4 |
| 渠坡冲刷破坏 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 渠外地形变化 | 1-5 |

3.1.2输水渠道风险预防措施

表3.1-2 输水渠道风险预防措施一览表

| 风险因子归类 | 序号 | 风险因子 | 预防措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 自然因素 | 1-1 | 暴雨洪水 | （1）密切关注汛期天气预报；  （2）汛期与丹江口水库建立联动工作机制，密切关注水库情况；  （3）加强雨季和汛期的风险排查，重点对挖方渠道检查防洪堤及堤外积水情况。 |
| 1-2 | 地下水位变幅 | （1）加强地下水位监测，分析地下水位变化规律；  （2）对边坡出现的渗水点，分析产生原因和对边坡变形的影响；  （3）对局部个别衬砌板隆起现象，分析附近地下水位监测和渗压计监测资料是否超标；  （4）对于地下水位超标的渠段，及时采取有效的降、排水措施，补打排水孔、排水井，疏通排水管路。必要时增加抽排措施。 |
| 工程因素 | 1-3 | 排水失效 | （1）针对边坡局部渗水和个别衬砌板隆起开裂情况，检查边坡排水孔堵塞情况；  （2）分析地下水位监测资料，分析衬砌板下渗压数值是否超标；  （3）对于排水设施存在问题的渠段，预防措施包括：疏通排水孔、补打排水孔和排水井等；  （4）找出排水设施失效原因，针对衬砌板隆起、开裂情况，采取压重和补打排水孔措施；  （5）对边坡存在的渗水部位，结合渠道边坡的土层结构，是否存在多层地下水位问题，或者是换填土层下部排水设施失效问题，在边坡补打排水孔，及时排除边坡地下水，降低地下水位。 |
| 管理因素 | 1-4 | 调度运行 | （1）加强调度运行硬软件设施建设和人员培训，避免操作失误；  （2）密切关注渠道水位，防止水位骤降；  （3）研究电站与引水闸联合调度问题，编制应急预案，保障总干渠安全平稳运行。 |
| 人为因素 | 1-5 | 渠外地形变化 | （1）发现有渠外堆土、弃渣等违规行为，应及时上报；  （2）与地方政府联系，清除违规堆土，制止违规施工； |

3.1.3 输水渠道风险控制措施

表3.1-3 输水渠道风险控制措施一览表

| 风险事件分类 | | | 处理措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 类型 | |
| 1 | 渠坡  失稳 | 过水断面内坡 | （1）变形体顶沿滑裂面进行封闭防渗处理；  （2）在一级马道路缘石外侧以静压方式植入钢管桩。 |
| 一级马道以上边坡 | （1）变形体位于坡顶：变形体上部开挖减载；变形体顶沿滑裂面进行封闭防渗处理，变形体表面和坡顶采用防水膜覆盖；  （2）变形体位于坡中部：变形体顶沿滑裂面进行封闭防渗处理；整个变形体采用塑料防水膜覆盖；在变形体中下部布置土钉、土锚或伞型锚，亦可配合树根桩加固；  （3）变形体位于一级马道附近：变形体顶沿滑裂面进行封闭防渗处理；整个变形体采用塑料防水膜覆盖；在变形体中下部以静压方式植入钢管桩。 |
| 3 | 洪水入渠冲刷渠坡 | 防洪堤漫顶 | （1）采用编织土袋加高原防洪堤顶高程；  （2）在防洪堤外侧砌筑编织土袋到加高高程，坡脚处宽度根据洪水预报需要加高幅度确定，一般为需要加高高度的1.5～2倍；  （3）疏通排洪通道，降低局部区域洪水位。 |
| 防洪堤溃决 | （1）先采用编织土袋或铅丝石笼先封堵缺口；  （2）然后在其外侧采用粘土或编织土袋堵漏。 |
| 4 | 衬砌抗浮失稳 | | （1）抬高渠道运行水位平压；  （2）在渠堤周边或一级马道以上坡面设置排水减压井降低局部区域地下水位，降水井内置排水反滤装置，井深根据地层条件确定；  （3）疏通原设计布置的所有排水孔道，使其正常工作。 |
| 5 | 衬砌板隆起、开裂、位移 | | （1）必要时采用小型围堰进行水下浇筑模袋混凝土和不分散混凝土局部修复；  （2）待总干渠停水检修期间统筹考虑，按照原设计结构及标准恢复或加固。 |

3.2 建筑物

3.2.1建筑物风险事件及风险因子

（1）枢纽建筑物风险事件及风险因子

表3.2-1 枢纽建筑物风险事件及风险一览表

| 建筑物名称 | 风险量值 | 风险事件 | 风险因子（按重要性排序） | 对应风险预防措施序号 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 引水闸 | 7.0 | 引水闸抗滑失稳、消力池抗浮失稳 | 地震 | / |
| 防渗帷幕失效 | 2-3 |
| 排水孔堵塞 | 2-4 |
| 过流能力减小 | 闸门、机电设备故障 | 2-5 |
| 调度运行 | 2-6 |
| 贝类繁殖 | 2-8 |
| 厂房、挡水坝段 | 7.0 | 抗滑失稳 | 地震 | / |
| 防渗帷幕失效 | 2-3 |
| 排水孔堵塞 | 2-4 |

（2）跨渠桥梁风险事件及风险因子

表3.2-2 跨渠桥梁风险事件及风险一览表

| 序号 | 建筑物类型 | 建筑物名称 | 桩号 | 风险量值 | 风险事件 | 风险因子（按重要性排序） | 对应预防措施编号 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 公路桥 | 下游交通公路桥 | K0+262 | 3.0 | 构件破坏 | 车辆超载 | 3-11 |
| 交通事故 | 3-9 |
| 混凝土裂缝 | 3-4 |
| 衬砌板破坏 | 车辆超载 | 3-11 |
| 基础沉降 | 3-6 |
| 水质污染 | 危化品运输 | 3-10 |
| 交通事故 | 3-9 |
| 检修维护 | 3-6 |
| 车辆坠渠 | 交通事故 | 3-9 |

3.2.2建筑物风险预防措施

（1）枢纽建筑物风险因子预防措施

表3.2-3 枢纽建筑物风险预防措施一览表

| 风险因子归类 | 序号 | 风险因子 | 预防措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 自然因素 | 2-1 | 暴雨洪水 | （1）密切关注汛期天气预报；  （2）汛期与丹江口水库建立联动工作机制，密切关注水库情况；  （3）汛前加强风险排查。 |
| 2-2 | 极端气象 | 密切关注天气预报，尤其在冬、夏季节。 |
| 工程因素 | 2-3 | 防渗帷幕失效 | 加强引水闸基底渗压计监测，必要时对防渗帷幕采取补灌措施。 |
| 2-4 | 排水孔堵塞 | 定期对排水孔出水情况进行检查，监测集水井的抽排情况，必要时补打排水孔。 |
| 2-5 | 闸门、机电设备故障 | 定期进行设备维护检修。 |
| 管理因素 | 2-6 | 调度运行 | 加强调度运行硬软件设施建设和人员培训，避免操作失误。 |
| 2-7 | 抢险道路、设施 | （1）汛前对抢险道路进行风险排查，检查抢险设备调用、抢险物资的备料情况；  （2）编制防汛应急预案。 |
| 2-8 | 贝类繁殖 | 在输水流量较小时采取单孔检修方式，定期对建筑物过流面上附着的贝类进行清理。 |

（2）跨渠桥梁风险因子预防措施

表3.2-4 跨渠桥梁风险预防措施一览表

| 风险因子归类 | 序号 | 风险因子 | 预防措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 自然因素 | 3-1 | 地震 | 对桥梁所采用的隔震结构、设施进行定期检查及维护，及时进行震后检查。 |
| 3-2 | 暴雨洪水 | 加强预报，汛前对桥头排水进行排查，可考虑在桥头设置挡水坎、排水篦子，避免桥头洪水冲刷渠坡。 |
| 3-3 | 恶劣气象 | 加强预报，桥头设置车辆缓行警示标志；对道路结冰段采取除冰措施。 |
| 工程因素 | 3-4 | 混凝土裂缝 | 桥梁运管单位对桥梁结构定期进行检测维护，对存在问题的部位及时进行加固修复。 |
| 3-5 | 超标准荷载 | 对超载现象严重、交通流量大的桥梁实行限高、限宽、限重等交通管制措施；定期对桥梁结构定期进行检测维护。 |
| 3-6 | 基础沉降 | （1）采用小型围堰，在渠道输水条件下，在桥墩周围形成局部静水环境；  （2）对桥墩裂缝进行水下灌浆处理；  （3）在桩基周围对地基进行灌浆处理，加大桩土间摩阻力。 |
| 管理因素 | 3-7 | 检修养护 | 桥梁运管单位定期对桥梁结构进行检测维护，尤其需要加强桥头伸缩缝、PVC排水管构件的巡检，对破损的伸缩缝、排水管构件及时进行更换，避免水质污染。 |
| 3-8 | 应急预案 | 完善交通事故类及危化品泄露等应急预案的编制。 |
| 人为因素 | 3-9 | 交通事故 | 对于一般交通事故引发的汽车撞击，应加强防撞设施维护，对于损坏部位及时更换维修；对于重大交通事故导致车辆坠渠、引发火灾等应制定相应的应急预案，确保及时处置；对于危化品的运输，应从运输通过制度上予以制度化控制，严格执行国家危险品运输管理条例，增加相应限制要求，并制定好危化品泄露处置的应急预案；在车流量大、超载严重、危化品运输频繁的跨渠桥梁上安设具备夜视功能的监控摄像头，确保在交通事故发生后能及时进行处置。 |
| 3-10 | 危化品运输 |
| 3-11 | 车辆超载 | 可考虑在引道接线区段建立具有测控、录像、警告提示和执法联动系统，或制定其他特殊管理办法进行管制；同时需注意超载现象严重的桥梁进行定期检测和维护。 |

3.2.3建筑物风险控制措施

（1）枢纽建筑物风险事件控制措施

表3.2-5 枢纽建筑物风险控制措施一览表

| 风险事件分类 | | | 控制措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 类型 | |
| 1 | 引水闸、挡水坝段等抗滑失稳 | | （1）在坝体上游处钻灌浆孔，进行防渗帷幕灌浆；  （2）在防渗帷幕后设置排水减压孔降低基底扬压力。 |
| 2 | 消力池抗浮失稳 | | （1）在消力池底板上加设排水减压孔降低基底扬压力；  （2）增设消力池底板锚筋。 |
| 3 | 结构破坏 | 输水通道、排架 | 需要中断相关输水通道输水，减载或设置支撑除险，然后研究加固方案。 |
| 其他 | 先减载或设置支撑除险，然后研究加固方案。 |
| 4 | 过流能力减小 | | 配合调度运行，增大其他闸门开度。 |

（2）跨渠桥梁风险事件控制措施

表3.2-6 跨渠桥梁风险控制措施一览表

| 编号 | 风险事件分类 | 控制措施 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 桩基沉降变形导致跨渠桥梁整体失稳 | （1）先减载或设置支撑除险；  （2）采用小型围堰，在渠道输水条件下，在桥墩周围形成局部静水环境；  （3）在桩基周围对地基进行灌浆处理，加大桩土间摩阻力。 |
| 2 | 构件破坏 | 先减载或设置支撑除险，然后研究加固方案。 |
| 3 | 车辆超载、基础沉降导致衬砌板破坏 | （1）严禁跨渠桥梁超载；  （2）采用小型围堰，在渠道输水条件下，在桥墩周围形成局部静水环境；  （3）在桩基周围对地基进行灌浆处理，加大桩土间摩阻力；  （4）采用水下浇筑模袋混凝土和不分散混凝土局部修复衬砌板及防排水系统，或待总干渠停水检修期间统筹考虑，按照原设计结构及标准恢复或加固。 |
| 4 | 车辆坠渠 | 应急措施包括坠落车辆打捞、坠落物资打捞、水质污染处理、渠道衬砌及防排水系统水下修复、桥梁修复等多方面内容，需要进行专门研究。 |

3.3 工程运行调度

3.3.1 调度运行系统

表3.3-1 调度运行系统风险事件及风险因子一览表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 建筑物名称 | 桩号 | 风险量值 | 风险事件 | 特征 | 风险因子类别（按可能性排序） | 风险因子细化 | 对应风险预防措施编号 |
| 陶岔渠首枢纽引水闸 | K0+000 | 8.1 | 无法动作 | 正常指令下达后无任何动作 | 通信系统故障 | 信号拥挤、外部干扰等造成的数据丢包（无物理中断） | 7-1 |
| 通信线路中断 |
| 程控交换设备故障 |
| 供配电故障 | 启闭机供配电故障 | 7-2 |
| 闸控系统供配电故障 |
| 通信系统供配电故障 |
| 计算机网络故障 | 计算机网络相关设备（路由器、交换机、服务器等）故障 | 7-3 |
| 金结故障 | 液压元件失效 | 7-4 |
| 液压主构件异常 |
| 机电故障 | 压力、液位异常等造成的启闭机电气及控制模块失效 | 7-5 |
| 电气元件、传感器故障 |
| 闸控系统故障 | 闸控系统异常（死机、卡滞） | 7-6 |
| 非远程状态 |
| 卡阻 | 闸门执行指令过程中出现卡阻 | 金结故障 | 左右开度超差 | 7-4 |
| 闸门故障 |
| 异动 | 闸门未接收指令自动下滑或开启 | 金结故障 | 液压主构件破坏 | 7-4 |
| 闸控系统故障 | 闸控系统异常（死机、卡滞等） | 7-6 |
| 误动 | 闸门接收错误指令大幅度调整，持续时间短 | 数据采集失真 | 数据采集失败 | 7-7 |
| 数据采集错误 |
| 运行管理软件故障 | 调度运行模型误差 | 7-8 |
| 调度运行程序逻辑缺陷 |

表3.3-2 调度运行系统风险预防措施一览表

| 编号 | 风险因子类别 | 预防措施 |
| --- | --- | --- |
| 7-1 | 通信系统 | （1）在沿线设置通信光缆或通讯线路标识，提醒附近开挖或施工注意；  （2）根据通信系统运行与维修养护管理办法，定期开展通信线缆、管道巡视检查、检修维护；  （3）及时更换老旧设备；  （4）加强巡视人员管理培训，定期开展考核与监督检查。 |
| 7-2 | 供配电 | （1）根据供配电系统运行维护检修规程，定期开展巡视检查、维护检修；  （2）定期对运维人员进行安全教育和安全规程考核； |
| 7-3 | 计算机网络 | （1）定期对中控室和现地站交换机、路由器设备、服务器等设备进行巡检；  （2）保持环境清洁、避免鼠害；  （3）加强避雷设备的管理和检查，雷雨天气前期对避雷设备进行预防检查；  （4）及时更换老旧设备。 |
| 7-4 | 金结 | （1）严格遵循金属结构运行规程、工作手册；  （2）根据金属结构运行与维修养护管理办法定期开展日常、专项维护、应急维修组织实施；  （3）执行金属结构报废规定，及时更换老旧设备，加强备品备件管理；  （4）加强现地人员管理培训，定期开展考核与监督检查；  （5）检修闸门使用后按规定及时放入门库；  （6）完善闸门自动纠偏程序和功能。 |
| 7-5 | 机电 | （1）严格遵循机电设备运行规程执行机电设备操作；  （2）根据机电运行与维修养护管理办法定期开展日常、专项维护、应急维修组织实施；  （3）执行机电设备报废规定，及时更换老旧设备，加强备品备件管理；  （4）加强现地人员管理培训，定期开展考核与监督检查。 |
| 7-6 | 闸控系统 | （1）定时巡视检查闸控系统运行状态；  （2）发现状态长时间未更新检查通信网络，及时重启系统；  （3）及时更新、改造、升级闸控系统；  （4）避免同时对不同闸孔进行调节操作。 |
| 7-7 | 数据采集 | （1）定期对水位计、流量计、开度仪进行巡视检查、维护和率定；  （2）定期对水位、流量、开度数据进行人工复核，发现数据严重偏差及时上报，通知相关厂家进行技术维修；  （3）加强数据采集设备的管理和升级，完善断电数据保存功能；  （4）定期更换干燥剂，保持设备内部干燥。 |
| 7-8 | 运行管理软件 | （1）定期对调度运行模型参数进行率定和修正，发现指令决策内容严重偏差及时上报；  （2）定期开展常规工况和应急调度模拟，发现指令决策内容严重偏差及时上报；  （3）增加大幅度闸门调整指令决策值班长复核制度；  （4）避免同时对不同闸孔进行调节操作。 |

表3.3-3 调度运行系统风险控制措施一览表

| 建筑物类型 | 风险事件 | 控制措施 |
| --- | --- | --- |
| 节制闸 | 无法动作 | （1）按照有关调度运行管理办法、业务手册及应急预案相关程序和要求逐级上报，配合上级单位和部门做好控制措施；  （2）排查无法动作原因，根据闸门无法动作事件监测信息和预测结果，对可能发生并达到预警程度的影响及恢复时间按规定上报；  （3）若现地可排除故障，故障修复后按照先现地自动，再现地手动的先后顺序进行现地操作；  （4）若现地不可排除故障，及时通知运维队伍进行处置，按调度应急预案申请调整其他孔闸门开度，保持过流基本不变，并逐级上报情况；  （5）故障恢复后逐级上报。 |
| 卡阻 | （1）按照有关调度运行管理办法、业务手册及应急预案相关程序和要求逐级上报，开展先期处置，配合上级单位和部门做好控制措施；  （2）排查闸门卡阻原因，根据闸门卡阻事件监测信息和预测结果，对可能发生并达到预警程度的影响及恢复时间按规定上报；  （3）对左右开度超差，及时通知闸站值守人员纠偏，按照先现地自动，再现地手动的先后顺序进行现地操作；  （4）出现闸门金结故障，按调度应急预案申请调整其他孔闸门开度，保持过流基本不变，并逐级上报情况；  （5）通过调整其他孔闸门仍对正常过流造成影响的，及时上报，并积极配合总调中心做好应急调度处置工作；  （6）故障恢复后逐级上报。 |
| 异动 | （1）按照有关调度运行管理办法及业务手册相关程序和要求逐级上报、开展先期处置，配合上级单位和部门做好控制措施；  （2）排查闸门异动原因，根据闸门异动事件监测信息和预测结果，对可能发生并达到预警程度的影响及恢复时间按规定上报；  （3）对异动但未卡死闸门，按调度工作要求及流程将闸门恢复至原开度，并确保日平均过闸流量为目标流量；  （4）出现闸门卡死无法恢复，按调度应急预案申请调整其他孔闸门开度，保持过流基本不变，并逐级上报情况；  （5）通过调整其他孔闸门仍对正常过流造成影响的，及时上报，并积极配合总调中心做好应急调度处置工作；  （6）故障恢复后逐级上报。 |
| 误动 | （1）按照有关调度运行管理办法及业务手册相关程序和要求逐级上报，密切监测水位、流量动态，配合上级单位和部门做好控制措施；  （2）排查误动原因，根据闸门误动事件监测信息和预测结果，对可能发生并达到预警程度的水位、流量变动按规定上报；  （3）对认定误动操作，闸前、后水位及流量变幅未达到上报要求，按调度工作要求及流程将闸门恢复至原开度，，确保日平均过闸流量为目标流量，并逐级上报情况；  （4）对认定误动操作，闸前、后水位或流量变幅达到上报要求，积极准备，按总调中心调令执行。 |

3.3.2 冬季调度

表3.3-4 冬季调度风险事件及风险因子一览表

| 序号 | 起始桩号 | 截止桩号 | 风险量值 | 风险事件 | 风险因子（按可能性排序） | 对应风险预防措施编号 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | K0+000 | K0+300 | 2.0 | 异常冰情 | 气象条件 | 8-1 |
| 水温 | 8-2 |
| 调度方案 | 8-3 |
| 输水设施破坏 | 气象条件 | 8-1 |
| 冻融 | 8-4 |
| 冰荷载 | 8-5 |
| 建筑物特征 | 8-6 |
| 渠道布置 | 8-7 |
| 设备适应性 | 气象条件 | 8-1 |
| 冻融 | 8-4 |
| 冰荷载 | 8-5 |

表3.3-5 冬季调度风险预防措施一览表

| 编号 | 风险因子 | 预防措施 |
| --- | --- | --- |
| 8-1 | 气象条件 | （1）一般冬季以关注气象预报为主，尤其是中、长期气温预报； （2）极端情况渠道出现流冰时，管理处中控室应开展气温观测。 |
| 8-2 | 水温 | （1）一般冬季调度室应记录水温过程； （2）极端气候出现冰情时，管理处中控室应将水温观测纳入调度参数观测中，及时上报总控中心。 |
| 8-3 | 冬季调度方案 | （1）一般冬季不结冰，按正常方式运行； （2）极端情况结冰时，管理处加强监测，实时掌握冰情，上报总调中心；中线局应组织专家会商，评估冰情严重程度；应急情况下，中线局应调整调度方式。 |
| 8-4 | 冻融 | （1）一般冬季无冰，不做观测；  （2）极端情况结冰时，指定冰情观测人员，对节制闸冻融巡视，针对冰情严重情况，调度科和工程科应配合在建筑物前应布设拦冰和扰冰设施。 |
| 8-5 | 冰负荷 | （1）一般冬季无冰，不做观测； （2）极端情况结冰时，指定冰情观测人员，加强节制闸附近巡查；开展冰盖、流冰观测，视冰情严重程度，调度科和工程科应配合在建筑物进口应布设扰冰设施。 |
| 8-6 | 建筑物特征 | （1）一般冬季无冰，不做观测； （2）极端情况结冰时，冰情观测人员应结合冻融、冰盖观测开展建筑物冰情的巡查。 |
| 8-7 | 渠道布置 | （1）一般冬季无冰，不做渠道冰情观测； （2）极端情况结冰时，指定冰情观测人员，对渠道的冰情、冻胀巡视，渠道巡视可结合工程安全巡视开展，尤其是渠池下游流冰、冰盖厚度观测； （3）应急情况下，调度科和工程科采取拦冰索、扰冰等防护措施。 |

表3.3-6 冬季调度风险控制措施一览表

| 序号 | 建筑物类型 | 风险事件 | 控制措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 输水渠道 | 异常冰情 | 1）异常冰情危害，一般冬季不结冰，极端气候时，渠道结冰可能影响渠道输水能力。  2）极端情况出现异常冰情时：  （1）冰情不严重时，指定冰情观测人员，以观测为主；  （2）冰情严重时，调度科上报中线局，由中线局组织专家会商，评估冰情严重性；  （3）紧急情况下，根据中线局调整后的调度方案，调整输水流量；  （4）根据冰情发展动态，由总调统一恢复正常供水。 |
| 输水设施破坏 | 1）输水设施破坏危害，一般冬季不结冰，无结冰对输水设施破坏，极端气候条件，结冰可能引起渠道边坡冻胀、水情测量系统布设设施破坏等危害。 2）极端气候条件下，  （1）指定冰情观测人员增加对渠道进行巡视，也可结合工程巡视；  （2）必要时，工程科在节制闸前布置拦冰索和扰冰设施；  （3）测量设备失效时，中控室和现场值班人员采用人工观测，保持水位稳定；  （4）冰期结束后，组织设备供应单位对设备进行全面检查，对受损设备及时修复更换。 |
| 2 | 节制闸 | 设备适应性 | 1）设备适应性危害：一般冬季不结冰，不影响设备适应性。极端气候结冰时，节制闸控制的灵活性和水情测量系统精度降低。 2）极端气候结冰时，  （1）由现场闸站值班人员对设备运行按时观测；  （2）工程科在闸前应急布置拦冰索、扰冰设施和加热等措施防止闸门操作失灵；  （3）测量设备失效时，闸站值班人员采用人工观测，保持水位稳定；  （4）冰期结束后，组织设备供应单位对设备进行全面检查，对受损设备及时修复更换。 |

3.3.3 水质调度

表3.3-7 水质风险事件及风险因子一览表

| 序号 | 起始桩号 | 截止桩号 | 风险量值 | 风险事件 | 风险因子（按可能性排序） | 对应风险预防措施编号 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | K0+000 | K0+300 | 2.5 | 交通事故导致的水污染 | 危化品运输 | 9-1 |
| 违反交通规则 | 9-2 |
| 道路 | 9-1 |
| 气象 |
| 车况 |
| 大气污染 | 大气沉降 | 9-4 |
| 藻类 | 温度 | 9-5 |
| 营养盐 |
| 水流 |
| pH |
| 微量元素 |
| 光照 |
| 生物因素 |
| 漏油污染 | 管路质量差 | 9-3 |
| 管路安装不符要求 |
| 密封件老化 |
| 密封件安装不当 |
| 密封件预压量异常 |
| 管路、仪器检修维护 |
| 引渠船只漏油 |

表3.3-8 水质风险预防措施一览表

| 编号 | 风险因子 | 预防措施 |
| --- | --- | --- |
| 9-1 | 危化品运输、道路、车况、气象 | 组织人员加强对下游交通公路桥进行巡查，并在桥梁处设置视频监控和警示牌。 |
| 9-2 | 违反交通规则 | 与当地有关部门合作，在易发交通事故桥梁处加强法规宣传。 |
| 9-3 | 含油管路、含油仪器 | （1）对陶岔渠首枢纽引水闸以及陶岔渠首枢纽电站内含油管路、含油仪器进行巡查，发现质量问题及时更换；  （2）工作人员对含油管路、含油仪器进行检修维护时，提高警惕，并采取相应的措施，防止检修维护过程中发生漏油事故，污染水质；  （3）协调有关部门对引渠过往船只加强督察，并加强宣传，增强过往船只的环保意识及责任心。 |
| 9-4 | 大气沉降 | （1）对渠道周边大气污染源进行排查；  （2）与政府进行合作，对污染源进行治理。 |
| 9-5 | 藻类生长因子 | （1）加强对渠道水体进行巡查，尤其是水流比较平缓渠段，发现异常及时上报上级单位及部门；  （2）完善相关监测设备，重点关注与藻类生长相关的生长因子，与相关部门协调处理，对藻类生长因子进行控制。 |

表3.3-9 水质风险控制措施一览表

| 序号 | 风险事件 | 控制措施 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 交通事故导致的水污染 | （1）事故发生后，立即核实水质污染状况、发展趋势及实际危害程度，并按照《水污染事件应急预案》相关程序和要求进行上报；  （2）组织抢险人员赶往现场，按《水污染事件应急预案》相关要求通过打捞、拦截等技术开展先期处置工作，控制污染物入渠；  （3）积极配合上级单位和部门、及有关应急救援队伍进行应急处置，控制事态发展。 |
| 2 | 大气污染 | （1）组织人员对水面进行定期巡查，发现异常及时上报总调中心，加大流量解决大气污染沉降对水体造成的污染；  （2）与地方政府相关部门合作协调解决污染源。 |
| 3 | 藻类 | （1）对水体进行观察取样，发现异常后及时上报上级单位和部门；  （2）发生藻类事件后，通过增大流速，避开藻类适宜的生长条件；  （3）发生藻类事件后，建议通过机械打捞、过滤等物理方法除藻。 |
| 4 | 建筑物漏油污染 | （1）组织巡查人员对干渠、引渠以及电站尾水水体的油花情况进行巡查，发现异常及时上报上级单位和部门；  （2）节制闸、电站现场值班人员，立即寻找漏油点并进行堵漏；  （3）按照《水污染事件应急预案》相关要求通过拦油栅、吸油毡等技术开展先期处置工作，控制渠道内油污；  （4）积极配合上级单位和部门、及有关应急救援队伍进行应急处置，控制事态发展。 |

# 4 综合评价及工作建议

本次评估，陶岔管理处风险综合等级为II级，属于可容忍风险。

需要重点关注的风险点及工作建议如下：

（一）渠首下游交通桥桥面高程低于两侧引道路面，汇流面积较大，汛期暴雨时，周边雨水汇集桥头、直接入渠，水质污染风险较大。建议采取措施，避免交通桥两侧引道雨水入渠。

（二）建议加强电站设施设备漏油保护，避免油污进入总干渠影响水质。

（三）左岸紧靠管理范围围栏，正在新建公路，开挖边坡顶部紧靠围栏，建议分析对引渠和总干渠安全稳定的影响。

（四）陶岔渠首枢纽是总干渠渠首，闸后流量数据采集失真率高，中断供水影响范围最广。建议加强闸后流量数据采集设备管理。

（五）应注意按照《南水北调工程供用水管理条例》要求，加强对工程保护范围内生产活动监控，加强工程周界安防。