**南水北调中线一期工程安全风险评估**

**惠南庄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](#_Toc524638994)

[1 工程概况 3](#_Toc524638995)

[2 风险等级 5](#_Toc524638996)

[2.1 风险等级标准 5](#_Toc524638997)

[2.2 风险量值分布图 6](#_Toc524638998)

[3 输水总干渠 10](#_Toc524638999)

[3.1 建筑物风险事件及因子 10](#_Toc524639000)

[3.2 建筑物风险预防措施 14](#_Toc524639001)

[3.3 建筑物风险控制措施 20](#_Toc524639002)

[3.4 运行调度 29](#_Toc524639003)

[4 综合评价及工作建议 43](#_Toc524639004)

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总干线分布情况，包括工程风险量值分布图、洪水风险量值分布图、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泵站、暗涵等建筑物的风险。

（2）洪水风险量值分布图指总干渠及跨渠建筑物自身防洪风险，主要分析河渠交叉建筑物在总干渠防洪标准下可能造成的洪水风险。

（3）调度运行风险量值分布图包括调度运行系统风险、冰期调度风险、水质调度风险。

（4）综合风险量值分布图指对工程风险、洪水风险、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

惠南庄管理处包括北拒马河暗渠工程和惠南庄泵站两大部分，起止桩号K1197+601.0～K1199+859.84，全长2.259km。设计流量为50m3/s，加大流量为60m3/s。

北拒马河暗渠是总干渠穿越北拒马河中支和北支的交叉建筑物，是南水北调中线总干渠进入北京的第一个单项工程，桩号范围K1197+601.0～K1199+382.05，上游接总干渠河北段明渠，下游为惠南庄泵站，总长1781m，由渠首枢纽、退水系统、暗渠三个部分组成。渠首枢纽主要包括明渠连接段、进口节制闸、防洪围堤等部分。渠首明渠连接段长38.3m，节制闸尺寸为2×5.6m×4.5m（孔数×宽×高）。防洪围堤长709.1m。退水闸尺寸为1×6.6m×3.0m（孔数×宽×高），退水系统长2022.728m。北拒马河暗渠为2孔5.6m ×5m（宽×高）钢筋混凝土箱涵，全长1686.05m。

惠南庄泵站是南水北调中线工程总干渠唯一的一座大型加压泵站，位于北京市房山区大石窝镇惠南庄村东，桩号范围K1199+382.05～K1199+859.84，工程长度477.8m。泵站前池上游接北拒马河暗渠，泵站出水钢管后为至大宁调压池的输水干线。泵站是实现北京段管涵加压输水的关键性控制工程，在输水流量小于20m3/s不经水泵加压，重力自流输水；输水流量大于20m3/s时，启动水泵加压供水。泵站内布置前池进口闸、前池、进水池、进水管、主厂房、副厂房、小流量输水管、出水管、测流站等建筑物。主厂房内安装8台水泵机组，六工二备，单机流量10m3/s，单机容量7300kW，总扬程58.2m，总流量60m3/s，总装机容量58.4MW，各机组变频调速运行。泵站采用双回路供电，设110/10kV专用变电站。

主要工程建筑物为1级，防洪标准为100年一遇洪水设计，300年一遇洪水校核。主要建筑物地震设防烈度为7度。

惠南庄管理处总干渠工程特性及风险量值见表1-1。

表1-1 惠南庄管理处总干渠工程特性表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 建筑物名称 | 长度（m） | 工程特性 |
| 1 | 北拒马河明渠连接段 | 38.3 | 梯形明渠，渠底宽12.7m |
| 2 | 北拒马河节制闸1197+639.3 ～1197+639.3 | 40.7 | 控制闸，2孔×5.6m×4.4m，长14m |
| 3 | 北拒马河暗渠渠首退水闸1197+639.3 | 22.2 | 控制闸，1孔×6.6m×3m，长19.8m |
| 4 | 北拒马河排冰闸 | 22.2 | 控制闸，1孔×6.6m×3m，长19.8m |
| 5 | 防洪围堤 | 709.1 | 堤防 |
| 6 | 北拒马河暗渠1197+680.0～1199+382.05 | 1702.05 | 穿河暗渠，双孔箱涵，每孔5.6m×5m |
| 7 | 泵站进口闸1199+382.05～1199+417.05 | 35 | 控制闸，4孔×4m×5m，长12.5m |
| 8 | 前池、进水池段1199+417.05～1199+611.05 | 194 | 前池工程，4孔×4m×5m，长12.5m |
| 9 | 惠南庄泵站主副厂房1199+611.05～1199+677.4 | 66.35 | 泵站工程，总装机容量56MW，8台 |
| 10 | 惠南庄出水管1199+677.4～1199+809.84 | 132.44 | 钢管工程，混凝土包钢管，2条，管径4m |
| 11 | 惠南庄出水管1199+809.84～1199+859.84 | 50 | 2条PCCP管道，管径4m |
| 12 | 惠南庄小流量输水管1199+587.15～1199+741.84 | 212.5 | 2条钢管，管径3m |

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，对策措施为监控，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，属于可容忍风险，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，对策措施为采取措施，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 洪水风险量值分布图

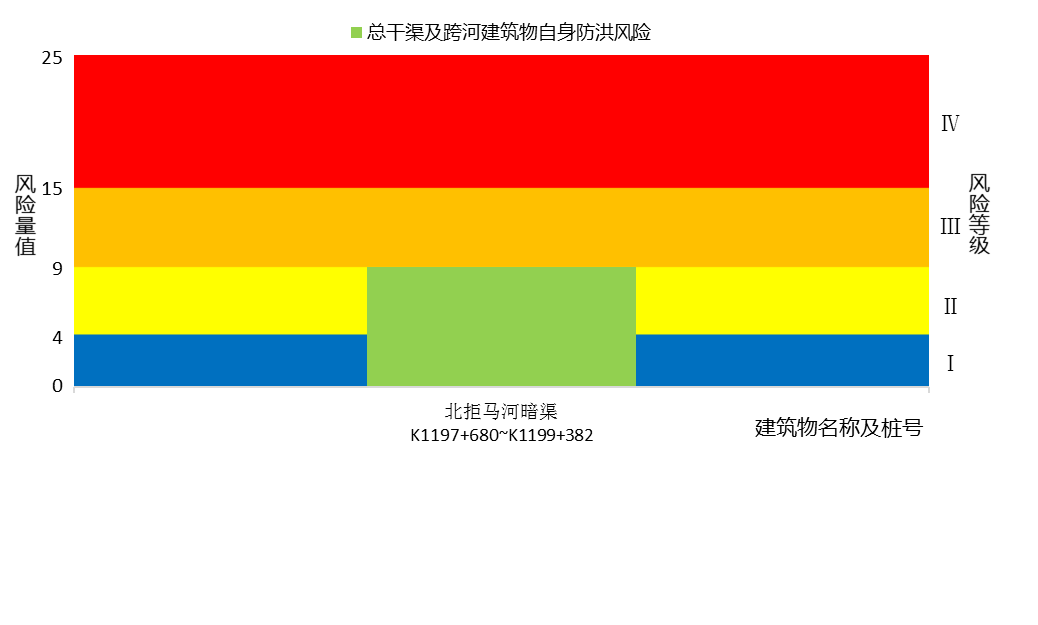


图2-2 洪水风险量值分布图

2.2.3 调度运行风险量值分布图



图2-3 调度运行风险量值分布图

2.2.4 综合风险量值分布图

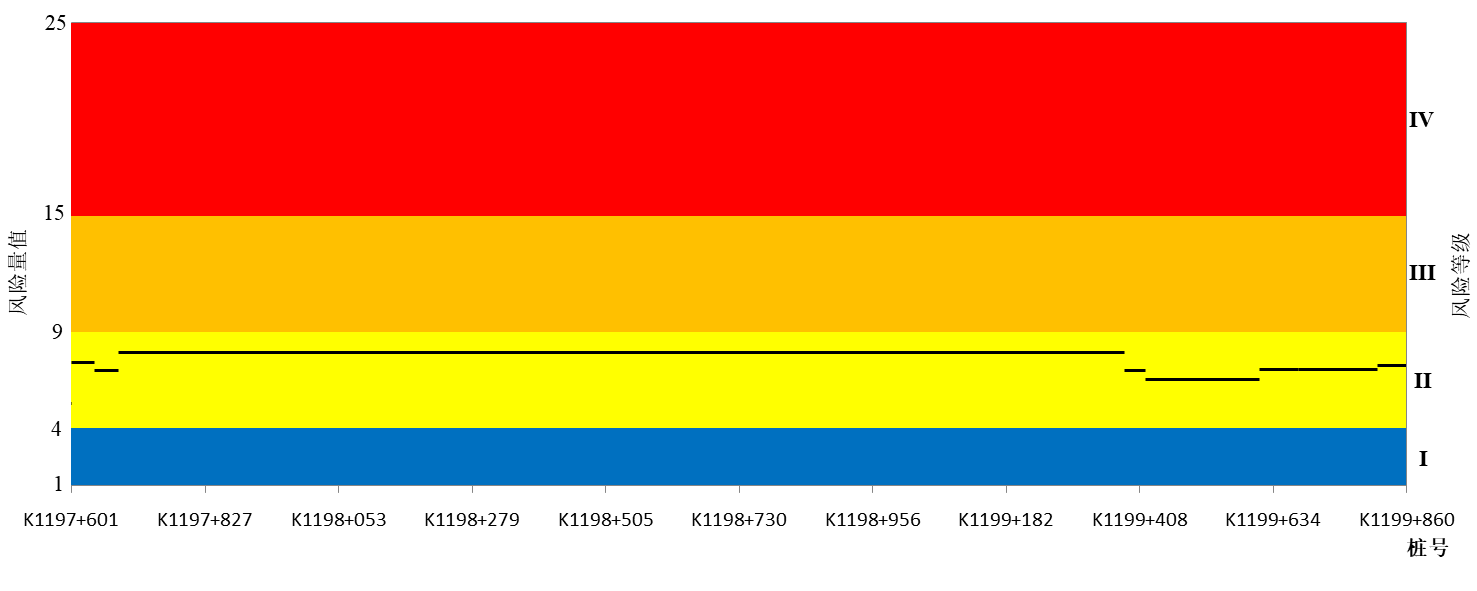


图2-4 综合风险量值分布图

3 输水总干渠

3.1 建筑物风险事件及因子

表3.1-1 建筑物风险事件及风险因子一览表

| 序号 | 建筑物名称 | 桩号 | 风险量值 | 主要风险事件 | 主要风险因子  （按重要性排序） | 对应风险防范措施编号 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 明渠工程 | K1197+601.0~K1197+639.3 | 8.0 | 渠堤漫顶 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 违章活动 | 1-4 |
| 渠坡失稳 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 地质灾害 | 1-3 |
| 运行调度和养护 | 1-6 |
| 渠道衬砌变形失稳 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 地质灾害 | 1-3 |
| 低温冻胀 | 1-2 |
| 工程自身 | 1-5 |
| 运行调度和养护 | 1-6 |
| 渗透破坏 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 低温冻胀 | 1-2 |
| 工程自身 | 1-5 |
| 运行调度和养护 | 1-6 |
| 过流能力减小 | 运行调度和养护 | 1-6 |
| 低温冻胀 | 1-2 |
| 2  3  4  5 | 北拒马河节制闸  北拒马河暗渠渠首退水闸  北拒马河排冰闸  泵站进口闸 | K1197+639.3~K1197+680.0  K1197+636.0~K1197+634.55  K1199+382.05~K1199+417.05 | 7.5 | 闸室、挡墙变形失稳 | 暴雨洪水 | 2-1 |
| 违章超载 | 2-4 |
| 运行调度和养护 | 2-6 |
| 启闭机房变形失稳 | 违章超载 | 2-4 |
| 雪灾 | 2-3 |
| 运行调度和养护 | 2-6 |
| 过流能力减小 | 低温冻胀 | 2-2 |
| 运行调度和养护 | 2-6 |
| 工程自身 | 2-5 |
| 控制闸渗漏水 | 运行调度和养护 | 2-6 |
| 材料老化 | 工程自身 | 2-5 |
| 运行调度和养护 | 2-6 |
| 低温冻胀 | 2-2 |
| 6 | 防洪堤防 |  | 7.8 | （1）漫溢破坏  （2）堤坡塌滑失稳  （3）护坡裂缝破坏  （4）行洪能力减小 | 暴雨洪水 | 3-1 |
| 河道违章采砂活动 | 3-3 |
| 运行调度和养护 | 3-5 |
| 渗透破坏 | 暴雨洪水 | 3-1 |
| 河道违章采砂活动 | 3-3 |
| 低温冻胀 | 3-2 |
| 运行调度和养护 | 3-5 |
| 7 | 北拒马河暗渠 | K1197+680.0~K1199+382.05 | 8.9 | 顶部衬砌冲刷破坏 | 暴雨洪水 | 3-1 |
| 违章采砂活动 | 3-3 |
| 运行调度和养护 | 3-5 |
| 箱涵破裂失效 | 违章采砂活动 | 3-3 |
| 工程自身 | 3-4 |
| 运行调度和养护 | 3-5 |
| 箱涵整体错位变形失稳 | 违章采砂活动 | 3-3 |
| 暴雨洪水 | 3-1 |
| 运行调度和养护 | 3-5 |
| 过流能力下降 | 运行调度和养护 | 3-5 |
| 涵身渗漏 | 运行调度和养护 | 3-5 |
| 违章采砂活动 | 3-3 |
| 8 | 前池、进水池 | K1199+417.05~K1199+611.05 | 8.5 | 整体变形失稳 | 保护范围内违章活动 | 4-3 |
| 地质灾害 | 4-2 |
| 运行调度和养护 | 4-5 |
| 结构承载力破坏 | 管顶违章超载 | 4-3 |
| 运行调度和养护 | 4-5 |
| 过流能力减小 | 运行调度和养护 | 4-5 |
| 裂缝漏水 | 运行调度和养护 | 4-5 |
| 9 | 惠南庄泵站主副厂房 | K1199+611.05~K1199+677.4 | 8.4 | 厂房被淹 | 暴雨洪水 | 5-1 |
| 运行调度和养护 | 5-7 |
| 建筑物整体失稳 | 运行调度和养护 | 5-7 |
| 暴雨洪水 |  |
| 地质灾害 |  |
| 工程自身 | 1-8 |
| 结构承载力破坏 | 工程自身 | 5-6 |
| 运行调度和养护 | 5-7 |
| 雪灾 | 5-3 |
| 风灾 | 5-4 |
| 地质灾害 | 5-5 |
| 压力管道破裂失效 | 工程自身 | 5-6 |
| 低温冻胀 | 5-2 |
| 运行调度和养护 | 5-7 |
| 过流能力减小 | 运行调度和养护 | 5-7 |
| 低温冻胀 | 5-2 |
| 厂房渗水和排水不畅 | 运行调度和养护 | 5-7 |
| 10 | 惠南庄出水钢管 | K1199+677.4~K1199+809.84 | 7.6 | 管身破裂失效 | 运行调度和养护 | 6-4 |
| 镇墩变形失稳 | 运行调度和养护 | 6-4 |
| 阀井变形失稳 | 暴雨洪水 | 6-1 |
| 运行调度和养护 | 6-4 |
| 过流能力减小 | 运行调度和养护 | 6-4 |
| 阀门内钢管低温冻胀 | 6-2 |
| 管身漏水 | 运行调度和养护 | 6-4 |
| 阀井被淹 | 暴雨洪水 | 6-1 |
| 运行调度和养护 | 6-4 |
| 12 | 惠南庄出水PCCP管 | K1199+809.84~K1199+859.84 | 7.9 | 管身破裂失效 | 工程自身 | 6-3 |
| 运行调度和养护 | 6-4 |
| 管身漏水 | 运行调度和养护 | 6-4 |

3.2 建筑物风险预防措施

表3.2-1 明渠风险预防措施一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 风险因素类型 | 序号 | 风险因子 | 风险预防措施 |
| 自然因素 | 1-1 | 暴雨洪水 | （1）密切关注汛期天气预报；  （2）加强雨季和汛期的风险排查，重点检查堤外积水和渠道外坡雨淋沟情况。  （3）渠堤外8口降水井的水，及时强排。 |
| 1-2 | 低温冻胀 | （1）加强天气预报。在低温冰凌之前，加强拦冰、导索，并及时破除已经形成的冰盖。  （2）启动运行排冰闸，及时排除破除的冰块，防止冰块进入暗渠，堵塞过水断面。  （3）冬季加强监测地下水位和渠道衬砌板冻胀错位现象。 |
| 1-3 | 地质灾害 | 加强监测渠道外地下水位变化、渠道衬砌板抗浮稳定和渠坡稳定情况。 |
| 人为活动 | 1-4 | 保护范围内违章活动 | 严禁保护范围内堵塞渠堤外排水沟淤堵活动，确保排水通畅。 |
| 工程自身因素 | 1-5 | 工程自身因素 | （1）冬季检查渠道板冻胀错位现象，必要时，拆除冬季变位、夏季无法复原的衬砌板，衬砌板底部增设保温板，重新浇筑混凝土衬砌护面板。  （2）定期巡视检查渠堤外护坡变形情况，重点关注渠堤外护坡沉陷变形明显的渠段的堤后渗透稳定，必要时，更换土工膜。  （3）渠道坡降缓，容易淤积，需要定期清理渠道淤积物。  （4）总干渠渠道内绿藻严重，建议增设拦藻措施、打捞设备的备用设备。 |
| 运行管理 | 1-6 | 运行调度和养护 | （1）密切关注渠道水位，防止水位骤降及渠水漫溢。  （2）加强巡视监测，一旦出现异常现象，应分析异常变化原因。汛期和冬季提高检查频次。  （3）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。  （4）定期检查闸顶栏杆牢固情况，必要时更换腐锈的栏杆，定期刷栏杆防腐措施。  （5）编制突发事故的应急预案，定期进行应急预案排练。  （6）定期对管理人员业务培训学习，加大对当地群众的南水北调保护管理条例的宣传。 |

表3.2-2 控制闸风险预防措施

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 风险因素类型 | 序号 | 风险因子 | 风险预防措施 |
| 自然因素 | 2-1 | 暴雨洪水 | 加强巡视检查，确保水闸周边平台排水畅通，防止洪水入闸和挡墙墙顶漫溢。 |
| 2-2 | 低温冻胀 | 加强天气预报。在低温冰凌之前，加强浮筒拦冰，及时破除已经形成的冰盖。及时清除水面线以上的闸墩和闸门上的积雪和雨水，防止结冰，导致无法开启闸门。 |
| 2-3 | 雪灾 | 当屋顶积雪厚度达到≥7cm（设计雪荷载0.5kN/m2），及时清除启闭机房房顶上的雪荷载。 |
| 人为因素 | 2-4 | 违章超载 | （1）严禁启闭机房、交通桥上超载运行；当吊装检修时，遵守闸门检修使用指南，必要时应委托原设计单位进行复核检核施工荷载。  （2）严禁在挡墙墙后出现堆土等超占压活动。 |
| 工程自身因素 | 2-5 | 设计和施工因素 | （1）在闸门前设置除冰设施，防止冻胀引起闸门无法启闭。  （2）对于混凝土碳化引起钢筋的锈蚀，需要在裸露钢筋表面喷涂保护层。 |
| 管理因素 | 2-6 | 运行调度和养护 | （1）严格按照水闸调度规则进行运行管理，对称开启水闸，并控制水闸启闭速度，防止冲毁闸后底板。  （2）检查退水闸出口及下游出水渠排水通畅，确保出水归槽，防止淹没房屋和农田。  （3）加强自动化监测和巡视检查，及时分析异常监测数据现象的原因。汛期和冬季提高监测和检查频次，及时更换失效的监测仪器。  （4）定期检查闸顶栏杆牢固情况，必要时更换腐锈的栏杆。定期刷栏杆防腐措施。  （5）编制闸门冻胀等突发事故的应急预案，定期进行应急预案排练。 |

表3.2-3 防洪堤和穿河暗渠风险防范措施一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 风险因素类型 | 序号 | 风险因子 | 风险预防措施 |
| 自然因素 | 3-1 | 暴雨洪水 | （1）密切关注汛期天气预报；  （2）加强雨季和汛期的风险排查，重点检查堤外坡脚、护坡、裹头、暗渠顶部保护层等部位是否出现异常情况，必要时进行抛石护脚。  （3）洪水期间，加强检查堤防背水侧边坡渗透稳定情况。  （4）每当河流经历一次洪水，需要加强对此段暗渠顶面河床的监测。 |
| 3-2 | 低温冻胀 | 冬季加强监测堤防护坡稳定，确保土工膜置于冻土深度范围内。 |
| 人为活动 | 3-3 | 河道违章采砂 | （1）平整输水线路保护范围内采砂坑。  （2）当输水线路沿线保护范围内出现采砂活动，与当地河道管理部门沟通协调，排除影响行洪建筑物、制止违章活动。  （3）联合当地河道部门，进行河道治理。  （4）建议实测地形，委托原设计单位，复核行洪水面线，验算防洪堤顶高程和暗渠顶抗冲刷深度是否满足设计规范。 |
| 工程自身因素 | 3-4 | 设计和施工因素 | 加强对暗渠的混凝土应力和渠外地下水位监测，防止暗渠混凝土骨料碱活性引起龟状裂缝漏水引起二次事故。 |
| 运行管理 | 3-5 | 运行调度和维护 | （1）做好建筑物日常检查维护工作，排除可能的风险因素；  （2）加强巡视监测，一旦出现异常现象，应分析异常变化原因。汛期和冬季提高检查频次。  （3）汛前对抢险道路、抢险设备、抢险物资进行风险排查。  （4）完善应急预案编制，提高应急预案的可操作性。其中包括：巡视巡查制度和具体要求、抢险道路建设、已有抢险队伍和物资的充分利用、研发专用抢险技术和装备等；  （5）定期对运行管理人员业务培训学习，加大对当地群众的南水北调保护管理条例的宣传。 |

表3.2-4 前池风险防范措施一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 风险因素类型 | 序号 | 风险因子 | 风险预防措施 |
| 自然因素 | 4-1 | 暴雨洪水 | 汛期检查，确保前池周边排水畅通，防止洪水入池。 |
| 4-2 | 地质灾害 | 加强地下水位监测，必要时在池外设置减压井。 |
| 人为活动 | 4-3 | 违章超载 | （1）禁止池顶堆载、种树等违章超载。  （2）当有较大的活荷载，应委托原设计单位进行复核。 |
| 工程自身 | 4-4 | 设计和施工因素 | （1）加强监测池结构变形、应力以及池外地下水位变化。  （2）建议研究在惠南庄泵站前池前面适当位置增设调蓄水池的可能性，以减少泵站前池淤积，保障泵站安全运行。 |
| 运行管理 | 4-5 | 运行调度和维护 | （1）严格执行运行管理规章制度，不得有堆土、开挖和超设计标准的车辆通过，并做好场内排水畅通。  （2）加强自动化监测前池的顶板、底板和侧墙的应力、应变和位移、变形、地下水位等监测，当出现异常情况，分析原因，必要时采取纠偏、堵漏等应急措施。  （3）定期清理池内淤积物。  （4）严格遵守停水、排空检修规章制度。 |

表3.2-5 泵站风险预防措施一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 风险因素类型 | 序号 | 风险因子 | 风险预防措施 |
| 自然因素 | 5-1 | 暴雨洪水 | 汛前检查，确保泵站周边和泵房屋顶排水畅通。 |
| 5-2 | 低温冻胀 | （1）加强天气预报。及时清理屋顶冰雪和雨水，防止挑檐形成冰锥等。  （2）定期抽水集水槽，防止集水槽水结冰。 |
| 5-3 | 雪灾 | 主厂房大跨度轻型屋面屋顶积雪厚度达到≥7cm（设计雪荷载0.5kN/m2）时，应立即清扫屋面积雪。 |
| 5-4 | 风灾 | 应定期检查厂房外部石材、金属、玻璃幕墙、屋面钢格栅是否牢靠。 |
| 5-5 | 地质灾害 | 加强监测地下水位和泵房变形稳定情况。 |
| 工程自身 | 5-6 | 设计和施工因素 | 加强对泵站厂房监测，及时分析异常数据和原因，必要时委托原设计单位进行复核和分析。 |
| 运行管理 | 5-7 | 运行调度和维护 | （1）严格执行泵站运行管理规章制度，提高调度管理和操作水平，防止误操作。  （2）加强自动化监测和巡视检查，及时分析异常现象的原因。  （3）加强与上游三岔河分水口、大宁管理所等沟通，确保信息畅通。  （4）及时排除集水井积水，定期维护泵房内设备和构件。  （5）编制变形失稳、构件破坏突发事故的应急预案，定期应急预案排练。 |

表3.2-6 管道风险预防措施一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 风险因素类型 | 序号 | 风险因子 | 风险预防措施 |
| 自然因素 | 6-1 | 暴雨洪水 | 密切关注汛期天气预报；加强汛前风险排查，重点关注周围排水是否畅通。 |
| 6-2 | 低温冻胀 | 冬季期间，加强对阀井内压力钢管的保温，防止出现冻胀爆管现象。对于冬季无需分水的钢管，应放空钢管。 |
| 工程自身 | 6-3 | 设计、管节制造、施工安装因素 | （1）对在通水验收中提出的管节制造和施工缺陷段，采取有效监测手段长期实时监测PCCP管断丝及压力变化情况，对断丝严重埋管段，需要委托设计单位复核，必要时更换PCCP管。  （2）定期更换惠南庄泵站出口10km范围内的PCCP管安全阀，防止极端工况PCCP管出现负压引起爆管。  （3）对在通水验收中提出的阴极保护和防腐涂层薄弱部位，加强监测。 |
| 运行管理 | 6-4 | 运行调度和养护 | （1）严格按照操作规程，启闭泵站和阀门时间，防止增加水锤。  （2）加强巡视监测和自动化监测，及时分析异常现象原因，必要时采取堵漏、排水、纠偏等应急措施。  （3）定期养护阀门井内阀门，防止阀门锈蚀。  （4）通过物探手段，定期测量管线的阴极保护系统。  （5）编制钢管漏水和爆管等突发事故的应急预案，定期应急预案排练。 |

3.3 建筑物风险控制措施

表3.3-1 明渠风险控制措施一览表

| 风险事件 | | | 风险控制措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 类型 | |
| 1 | 一级边坡以上渠堤漫顶 | 堤顶漫溢 | （1）堤外洪水入渠，在渠顶顶外侧用砂袋等布置临时子堰挡水，子堰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。  （2）及时疏通堤外排水通道，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溃口口门；  （2）然后在其外侧采用粘土或编织土袋堵漏。 |
| 2 | 渠坡  失稳 | 渠堤外坡 | （1）在渠堤外坡脚采用当地材料填筑压脚戗台，压脚戗台高度约为变形体最高处至剪出口最低处竖向高度的1/3，压脚戗台沿变形体滑动方向的顶宽度约为变形体破裂面顶底缘水平投影距离，顺渠堤轴线方向长度覆盖变形体，两侧外延距离各3m；  （2）变形体外露区域采用防水膜覆盖。 |
| 过水断面内坡 | （1）在变形体及其周边铺防水土工膜，上铺砂袋，压脚稳定。  （2）水下浇筑膜袋混凝土。  （3）不停水时设置围堰或者停水时，修正边坡，铺设保温板和衬砌护面板。 |
| 渠堤内一级马道以上边坡 | （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。  （4）边坡整体失稳，清除松动滑坡；渠堤外边坡培厚加固，并做好土工膜防渗和护坡；渠堤内削坡并做好护面，加宽一级马道。 |
| 3 | 渠堤内一级边坡渗流破坏 | 集中渗漏 | （1）在渠堤内一级马道以上集中渗漏出口用砂袋堵压，防止水土流失。  （2）迅速查明渗漏通道；  （3）靠近渗漏通道入口处（靠近迎水侧、建筑物结构缝、贯穿性裂缝）采用粘土、土工膜封闭渗源。 |
| 散渗 | （1）及时疏通渠堤外洪水，堤内边坡采用土工膜封闭；  （2）采用粘土、土工膜+砂袋临时铺设渠堤外坡，延长渗径。  （3）检查渠堤外坡土工膜封闭情况，有必要时，重新焊接土工膜搭接或者更换土工膜。  （4）堤外坡堤顶进行灌浆、高压旋喷或者防渗墙等方法防渗加固。 |
| 4 | 衬砌变形失稳 | 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孔降低局部区域地下水位，降水孔直径800～600mm，内置排水反滤装置，孔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。 |
| 冻胀破坏 | （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增设保温板再铺筑衬砌板，进行加固。 |
| 5 | 过流能力减小 | | （1）当有冰凌时，用机械或者开水破除冰盖、冰坝。  （2）当渠内有泥沙淤积，定期清理泥沙。  （3）当渠内岸坡塌方，导致过流断面减小，尽快加固岸坡，恢复到原设计断面。  （4）加固堤后，清除抢险物料或者施工废弃料。 |

表3.3-2 控制闸风险控制措施一览表

| 序号 | 风险事件 | 具体类型 | 风险控制措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 闸室变形失稳 | 整体变形失稳 | （1）当水闸基础和地基发生不均匀沉降，可采用地基处理、基础托换进行基础加固，也可以调整荷载分布进行纠偏。  （2）当水闸向下游整体滑移变形，可在闸墩下游布设抗滑桩，也可在底板下游进行固结灌浆或者锚杆。  （3）当水闸向垂直水流向出现变形位移，水闸两侧水压力、土压力大小不均，可把闸后墙回填料换为易于透水的砂性土，两侧回填高度对称相等。 |
| 构建承载力失效 | 当启闭闸室梁、板、柱出现横向裂缝、纵向裂缝或者斜向裂缝，梁板设计强度不足，可采用粘钢加固、外包钢加固。 |
| 2 | 启闭机房变形失稳 | | （1）降低活荷载；  （2）建议委托原设计单位复核启闭排架的承载能力，如有必要，加固原启闭排架。 |
| 3 | 挡墙变形失稳 | 整体滑移，墙后土体有裂缝 | （1）用砂袋或块石铺设在墙趾，进行压重抗滑。  （2）降低墙后土平台高度，做好墙后暗排水。 |
| 挡墙墙面局部有裂缝破坏 | （1）墙顶植入锚筋，加固墙体。  （2）降低墙后土平台高度，做好墙后暗排水。  （3）降低墙后土平台高度，墙后用混凝土加固。 |
| 4 | 过流能力减小 | | （1）当有冰凌时，温水破除闸门和闸墩上的冰凌，用机械或者开水破除闸门前的冰盖或者冰塞。  （2）当溢流堰前有泥沙淤积，定期清理泥沙。  （3）当溢流面有空蚀破坏，增大糙率，需要采用环氧砂浆对溢流面进行抹平。 |
| 5 | 控制闸渗漏水 | | （1）检查结构缝止水，如止水破损，对结构缝缝面采用柔性材料进行加固，或者采用防水涂料加固。  （2）溢流面或者闸墩有空蚀破坏，建议用环氧砂浆抹平空蚀凹槽，并涂抹防水涂料。  （3）当闸室两岸出现绕渗破坏，可在闸肩增设防渗刺墙或垂直防渗设施，如构筑防渗墙、高压喷射灌浆建造防渗帷幕、垂直铺塑等。 |
| 6 | 材料老化 | 裂缝修补 | 根据裂缝宽度、长度和深度情况，决定表面修补、凿缝填充修补、锚固、灌浆等修补方法。 |
| 混凝土碳化或者低温冻融引起钢筋锈蚀的修补 | （1）钢筋锈蚀发展前期，在保护层表面喷一层涂料；  （2）锈蚀发展中期及后期，清除保护层混凝土，补强钢筋。 |
| 混凝土碱骨料反应的破坏 | 当发生碱骨料反应的破坏，应凿除混凝土，重新浇筑。 |

表3.3-3 堤防风险控制措施一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 风险事件 | | | 风险控制措施 |
| 序号 | 类型 | |
| 1 | 防洪堤漫顶 | 防洪堤漫顶 | （1）堤内洪水漫溢，在堤顶内侧用砂袋等布置临时子堰应急挡水，子堰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。  （2）及时疏通堤外排水通道，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迎水侧溃口口门；  （2）在其迎水侧边坡采用粘土或编织土袋堵漏，或，需在堤防内插入钢板桩防渗，钢板桩两侧回填填筑料。 |
| 2 | 边坡  失稳 | 迎水侧坡脚淘刷冲坑 | 抛石护脚，防止冲坑扩大，引起堤坡失稳；抛填的量，应视冲刷破坏的严重程度，以能有效防止滑坡或崩岸为宜。 |
| 迎水侧边坡 | （1）在变形体部位先填筑粘土料或者土袋进行防渗加固，然后再抛石抗冲加固边坡。  （2）可在变形体及其周边铺防水土工膜，上铺砂袋。 |
| 背水侧边坡 | （1）变形体顶沿滑裂面进行封闭防渗处理；  （2）沿变形体下缘设置排水反滤体；  （3）在渠堤外坡脚采用当地材料填筑压脚戗台，压脚戗台高度约为变形体最高处至剪出口最低处竖向高度的1/3，压脚戗台沿变形体滑动方向的顶宽度约为变形体破裂面顶底缘水平投影距离，顺渠堤轴线方向长度覆盖变形体，两侧外延距离各3m；  （4）变形体外露区域采用防水膜覆盖。 |
| 3 | 渗流  破坏 | 集中渗漏 | （1）在渠堤内一级马道以上集中渗漏出口用砂袋堵压，防止水土流失。  （2）迅速查明渗漏通道；  （3）靠近迎水侧渗漏通道入口处（靠近迎水侧、建筑物结构缝、贯穿性裂缝）采用粘土、土工膜封闭渗源。 |
| 散渗 | （1）及时疏通堤后排水通道；  （2）采用粘土、土工膜+砂袋临时铺设堤防坡脚和边坡，形成水平铺盖或者谢铺盖。  （3）检查迎水侧土工膜封闭情况，有必要时，重新焊接土工膜搭接或者更换土工膜。  （4）堤顶进行灌浆、高压旋喷或者防渗墙等方法防渗加固。 |
| 4 | 堤顶、堤背坡裂缝破坏 | 纵向裂缝 | 尽快采用渗入性灌水泥粘土浆对渠堤裂缝进行充填，并采用砂浆封闭裂缝表面，防止雨水入渗裂缝，引起裂缝发展。 |
| 横向裂缝 | 采用粘土或者土工膜补贴裂缝，降低渗漏量，防止产生溃决，然后通过灌浆等方式进行补充堵渗。 |
| 5 | 行洪能力减小 | | 整治河道，清除行洪障碍物，如迎水侧边坡塌方，先对坡脚进行抛石防护，再按照原设计要求，进行护面整治。 |

表3.3-4 穿河暗渠风险控制措施一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 风险事件 | | 风险控制措施 |
| 1 | 箱涵顶部冲刷破坏 | | （1）对于输水渠道附近的冲坑，采取抛石、格宾石笼、钢筋石笼、混凝土四面体等抢护措施，防止洪水直接冲击暗渠，及时清除河道内堆砌物，避免流态恶化，在合适的部位抢修丁坝以改变流态，阻止洪水对建筑物或裹头岸坡的冲刷。  （2）当输水渠道保护范围河道出现采砂活动、违建、人工缩窄行洪断面等违章活动，应与河道主管部门及时沟通、协调，加强河道管理，清除河道内违建、违章活动，适时开展河道整治。  （3）对于穿越河道地形变化较大的河段，建议复测地形，复核水位流量关系、穿河建筑物防冲深度和防冲措施。 |
| 2 | 构件破坏 | 局部破损 | （1）采用砂袋临时堵漏。  （2）可采用内衬加固、外包加固、钢丝网水泥喷浆和喷射混凝土修复等。在内衬加固中，可采用内衬钢板、钢丝网水泥，或者在箱涵内套钢筋混凝土预制管，额外增设一条箱涵。外包加固式在箱涵裂缝可以采用钢丝网水泥喷浆或喷射混凝土补强加固。 |
| 整体破坏 | 当箱涵涵身出现塌陷，拆除原箱涵，重新浇筑箱涵。 |
| 3 | 整体变形失稳 | | 由于洪水淘刷，引起箱涵整体变形时，但还未引起结构缝止水破坏，即渗漏量不大，降低箱涵左侧河床高程，在箱涵右侧采用坡降纠偏、顶升纠偏、综合法等进行纠偏箱涵；采用灌浆等措施加固地基，或者增设沉降缝。 |
| 4 | 过流能力减小 | | （1）清淤或清除表面藻类；  （2）采用环氧砂浆对溢流面进行抹平。 |
| 5 | 箱涵渗漏 | | （1）检查结构缝止水，如止水破损，对结构缝缝面采用柔性材料进行加固，或者采用防水涂料加固。  （2）当箱涵涵身混凝土振捣不密实，出现集中渗水通道，凿除保护层，重新浇筑混凝土。  （3）当箱涵涵身出现表面裂缝，采用防水涂料进行防渗加固。  （4）当箱涵涵身出现贯穿性裂缝引起渗水，建议委托设计单位重新复核箱涵工况，采取加固措施。 |

表3.3-5 前池风险控制措施一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 风险事件 | 风险控制措施 |
| 1 | 整体变形失稳 | 对不均匀沉降的前池采取纠偏措施，如在上翘的底部压重，在下倾的箱涵顶板减轻荷载，并在下倾底板灌浆或者振冲加密等提高地基承载力。 |
| 2 | 承载力破坏 | 当底板、墙和顶板出现横向裂缝、纵向裂缝或者斜向裂缝，采用钢支撑临时加固，并采用粘钢加固或外包钢加固。 |
| 3 | 过流能力减小 | （1）当有冰凌时，用机械或者加温措施破除冰盖、冰坝。  （2）当渠内有泥沙淤积，定期清理泥沙。 |
| 4 | 裂缝漏水 | （1）结合监测数据和巡视结果，查明原因。  （2）当渗水量不大，无需停水，潜水员配齐设备，通过前池检修洞进入，在前池内部进行贴缝补充防渗或者水下浇筑混凝土、结构缝充填处理。  （3）当渗漏量大，需要降低输水流量和前池水位，尽量使漏水部位能干燥环境进行修补。 |

表3.3-6 泵站风险控制措施一览表

| 序号 | 风险事件 | 具体类型 | 风险控制措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 厂房被淹 | | （1）清理泵站周边排水沟的障碍物，确保排水通畅。  （2）抽排厂房内积水。  （3）委托原设计单位复核泵站设计洪水位。 |
| 2 | 建筑物整体失稳 | | （1）当泵站基础和地基发生不均匀沉降，可采用合适的地基处理措施进行基础加固，也可以调整荷载分布进行纠偏。  （2）当泵站向前池方向整体滑移变形，可在靠近前池方向墙后布设抗滑桩阻挡，也可在厂房底板下部进行固结灌浆。  （3）当泵站向垂直水流向出现变形位移，泵站两侧水压力、土压力大小不均，可降低上翘侧墙后回填土高程或者调整回填料换为易于透水的砂性土。  （4）当泵站铅垂向上变形，抗浮失稳，厂房内四角码放沙袋，增加盖重。 |
| 3 | 构建承载力破坏 | 地下墙裂缝破坏 | （1）用螺栓固定钢构件，横跨裂缝，临时加固墙体。  （2）在墙体四周均匀对称设置排水井，降低墙后地下水位；  （3）当墙体出现斜向裂缝，在裂缝区域，每隔一定间距浇筑混凝土附壁柱，或整体加厚有裂缝区域的钢筋混凝土墙。  （4）当跨中墙体出现正向裂缝，在跨中附近浇筑混凝土附壁柱，或加厚一定长度剪力墙。 |
| 4 | 地下底板裂缝破坏 | （1）用砂袋压重底板裂缝；  （2）在墙体四周均匀对称设置排水井，并进行强排，降低墙后地下水位；  （3）底板上面浇筑一层钢筋混凝土，委托设计单位复核加固底板厚度和配筋。 |
| 5 | 梁、柱、楼板裂缝破坏 | （1）降低活荷载。  （2）采用钢结构临时加固支撑。  （3）委托设计单位加固方案。 |
| 6 | 压力管道变形失效 | | 当冬季阀井内压力管道冻胀破裂漏水，需要关闭两端阀门，排空管内水，在压力钢管裂缝处焊接钢板，然后逐步开启阀门，慢慢充水试压。 |
| 7 | 过流能力减小 | | （1）清理进水池拦污栅污物，增大过栅流量；  （2）检查加压泵出力效果；  （3）清理前池和进出、口管道淤积泥沙。 |
| 8 | 厂房渗楼和排水不畅 | 底板裂缝 | 纤维布粘贴法、灌浆嵌缝法、面层加厚法、氰凝堵漏剂灌浆。 |
| 管道裂缝 | 对有险情的管道 ，目前多采用打木模 、打铁箍或用混凝土包裹的方法进行处理 。对钢管轻微裂缝的管道，一般采用焊接 。如裂缝较大可加套管焊接（将套管分割为两半套焊接较为方便）。对裂缝严重的必须更换新管，更换新管时应严格检查管径、管壁，并经水压试验合格后方可使用 。施工时要求安装正确 ，密封性好，不允许有存气、进气和渗漏现象。 |
| 管壁裂缝及露筋处理 | （1）承口露筋处理：承口损坏较轻的可先将其杂物清理干净，先涂素水泥浆，然后用 M10的砂浆涂抹，厚度为筋外10～20mm ，最后压实、抹光，并应适时洒水进行养护，冬季应注意防冻。损坏较重的也应将其清理干净后涂上水泥浆，再用 C25 的混凝土浇筑加固处理 。  （2）管壁露筋处理：主要是防止钢筋裸露锈蚀而影响管道的抗压能力 ，因此处理时首先应将杂物清理干净，然后用M10的砂浆抹平或用煤焦油挠注保护层 。如用砂浆时，需注意养护 。 |
| 建筑物渗漏处理 | （1）混凝土渗漏处理方法：渗漏处理的基本原则是 “上截下排”，“ 以截为主 ，以排 为辅”。在制定处理措施时 ，应根据渗漏的部位 、危害性 ，以及修补条件等实际情况而定。  （2）止水缝 、伸缩缝渗漏处理  在伸缩缝内补灌沥青，缝口用橡皮压带护盖。对重要的水平止水部位，处理时可先淘出原缝中的老化沥青或淤泥，补灌沥青后，再在混凝土面层凿槽，补埋水平止水。  （3）管道接口漏水处理：处理方法分以下两步进行 ：  ① 对渗水较轻的接口处理 ：从人工井口进入管道内部 ，将接口缝隙内的杂物清除干净，用 3:7（重量比） 的水泥石棉绒将缝填满捣实 ，外面压光 。  ② 对渗漏水较严重的接口处理 ：除内部同上用水泥石棉绒处理外 ，外部接口也应清理干净，缝隙用水泥石棉绒填满捣实，然后在接口两侧各 700mm 长内用水泥浆涂刷，再用C25钢筋混凝土现浇镇墩处理，并加强养护即可 。 |

表3.3-7 管道风险控制措施一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 风险事件 | | 风险控制措施 |
| 1 | 管身破裂失效（爆管） | 钢管爆管 | （1）抗外压失稳  （2）降低管顶覆土厚度。  （3）降低管身外地下水位。开挖管身外覆土，回填砂砾石，形成盲沟，排水通畅。  （4）置换发生变形部分的钢管。  2）抗内压失稳  （1）置换变形钢管；  （2）补充加劲环，加密加劲环间距。  （3）外包混凝土加厚；  （4）当冬季阀井内压力冻胀破裂漏水，需要关闭两端阀门，排空管内水，在压力钢管裂缝处焊接钢板，然后逐步开启阀门，慢慢充水试压。  3）气蚀破坏：置换变形钢管，优化调度运行操作。 |
| PCCP 爆管 | （1）输水工程发生 PCCP 爆管时，根据爆管点所处的纵断位置，实施爆管附近的停水调度。在爆管点周围临时设置挡水围堰，及时把水排到水塘或者河道内，防止大面积淹没农田或者附近房屋。  （2）清除积水后，开挖埋管基坑，更换PCCP管。 |
| 2 | 镇墩变形失稳 | | 对镇墩和支墩沉陷和倾斜明显或者异常，需要采取灌浆、压重等纠偏加固措施。 |
| 3 | 阀井变形失稳 | | （1）汛期阀井抗浮失稳，在阀井周围挖排水沟，降低井周地下水位。  （2）在阀井内加设钢横梁支撑。  （3）降低阀井周围地形高程，减小阀井的水平土压力，阀井周围地形高程相等。 |
| 4 | 过流能力减小 | | （1）通过机组满发，利用水力流速清除管道内淤积泥沙。  （2）清除阀门周围的锈蚀，加强阀门的防腐保护。调整阀门开度。 |
| 5 | 管身漏水 | 钢管漏水 | （1）当压力钢管外包钢筋混凝土出现渗水现象时，应挖开基坑，在渗水点附近进行化学灌浆。当渗水量较大，可在钢管外采用补设加劲环、套筒修补、焊接修补、外部混凝土加固钢筋网等加固方法，再外浇筑混凝土。  （2）如阀门漏水，需要更换阀门的密封铜圈。  （3）当阀井墙壁或者底板出现裂缝漏水，应凿开裂缝，铺上钢筋网，重新浇筑混凝土。当墙壁或者底板四周附近出现贯穿性斜裂缝，需要在井孔四周补充钢筋混凝土贴脚，增强孔口四周抗剪强度。 |
| PCCP管道漏水 | （1）查明管顶表面是否有钻孔等违章活动。  （2）当钻孔导致PCCP管局部破损漏水，经现场鉴定可修复时，破损管道可进行不停水加固，另一条管道宜小流量自流运行。  （3）在漏水点，同时进行排水和开挖探坑，如由于承插口漏水，就近关闭检修阀，在管端进行管箍加固封闭。  （4）漏水点较大，加固修复难度大时，应更换PCCP管道。 |
| 6 | 阀井被淹 | | 当阀井内被暴雨淹没，应用水泵抽出阀井内水至井外。当地质条件差，阀井出现不均匀下沉现象，应在下沉部位附近的井底板进行固结灌浆，提高井底板地基承载力。 |

3.4 运行调度

3.4.1 调度运行系统

表3.4-1 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 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 北拒马节制闸 | K1197+669 | 4.7 | 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 |
| 惠南庄泵站 | K1199+382 | 4.9 | 无法开机 | 中控室指令下达后无任何动作 | 供配电故障 | 电机、水泵供配电故障 | 7-2 |
| 控制系统供配电故障 |
| 通信系统供配电故障 |
| 控制系统故障 | 控制系统死机、顿卡等故障 | 7-6 |
| 机电故障 | 电气柜故障 | 7-5 |
| 水泵故障 |
| 电机故障 |
| 计算机网络故障 | 计算机网络相关设备故障 | 7-2 |
| 通信系统故障 | 通信线路中断 | 7-1 |
| 突然停机 | 泵站运转过程中突然停机 | 供配电故障 | 电机、水泵供配电故障 | 7-2 |
| 控制系统供配电故障 |
| 通信系统供配电故障 |
| 机电故障 | 电气柜故障 | 7-5 |
| 水泵故障 |
| 电机故障 |
| 异动 | 泵站机组未接收指令自动调节或开机 | 控制系统故障 | 控制系统故障 | 7-6 |
| 误动 | 泵站机组接收错误指令调整，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 |
| 北拒马退水闸 | K1197+636 | 3.3 | 无法关闭  无法开启 | 开启状态在解除紧急状态后无法关闭  关闭状态在紧急情况无法开启 | 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 |
| 机电故障 | 启闭机电气及控制模块失效 | 7-5 |
| 电气元件、传感器故障 |
| 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 |
| 闸控系统故障 | 闸控系统异常（死机、卡滞） | 7-6 |
| 非远程状态 |
| 金结故障 | 固卷元件失效 | 7-4 |
| 固卷主构件故障 |
| 闸门故障 |
| 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3.4-2 调度运行系统风险因子预防措施一览表

| 编号 | 风险因子类别 | 预防措施 |
| --- | --- | --- |
| 7-1 | 通信系统 | （1）在闸站通信线路附近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；  （3）加强供电系统稳定性建设 |
| 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指定位置；  （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。 |
| 7-7 | 数据采集 | （1）对重要节制闸、控制节点增加标准水尺及远程监控设备，便于人工水位观测并与水位自动观测设备进行互校；  （2）定期对水位计、流量计、开度仪进行巡视检查、维护和率定；  （3）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；  （4）加强数据采集设备的管理和升级，完善断电数据保存功能；  （5）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。 |

表3.4-3 调度运行系统风险事件控制措施一览表

| 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，加强水位、流量监测，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，并逐级上报情况；  （5）故障恢复后回归至远程控制状态，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，加强水位、流量监测，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，及时通知运维队伍进行处置，并逐级上报情况，积极配合总调中心做好调节辖区内退水闸、泵站机组的应急调度处置工作；  （5）故障恢复后回归至远程控制状态，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，加强水位、流量监测，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，并逐级上报情况；  （4）出现闸门卡死无法恢复，及时通知运维队伍进行处置，并逐级上报情况，积极配合总调中心做好调节辖区内退水闸、泵站机组的应急调度处置工作；  （5）故障恢复后回归至远程控制状态，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，加强水位、流量监测，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，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。 |
| 惠南庄泵站 | 无法开机 | （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上报，开展先期处置；  （2）排查泵站无法开机原因，根据泵站无法开机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）对于非供配电故障的单台机组故障，通过开启备用机组的方式确保泵站流量为目标流量；  （4）对于供配电故障带来的回路供电故障，对内部原因造成的供电故障，参照已有设备应急处理方案执行；对于外网停电及时联系供电局，了解停电原因及恢复信息；  （5）故障恢复后逐级上报。 |
| 突然停机 | （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上报，开展先期处置；  （2）排查泵站突然停机原因，根据泵站突然停机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）对于非供配电故障的单台机组故障，通过开启备用机组的方式确保泵站流量为目标流量；  （4）对于供配电故障带来的回路供电故障，对同回路机组进行关机操作，对内部原因造成的供电故障，参照已有设备应急处理方案执行；对于外网停电及时联系供电局，了解停电原因及恢复信息；  （5）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）排查泵站异动原因，根据泵站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）对异动但可调节机组，按调度工作要求及流程将泵站恢复至原流量，并逐级上报情况；  （4）出现机组异动无法调节，按调度应急预案紧急停机，并及时开启备用机组，保持过流基本不变，并逐级上报情况；  （5）通过调整其他机组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、开展先期处置，配合上级单位和部门做好控制措施；  （2）排查泵站误动原因，根据泵站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）对认定误动操作，泵站前池水位及泵站流量变幅未达到上报要求，按调度工作要求及流程将泵站恢复至原流量，并逐级上报情况；  （4）对认定误动操作，泵站前池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。 |
| 退水闸 | 无法关闭 | （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）排查闸门无法关闭原因，加强水位、流量监测，根据闸门无法关闭事件监测信息和预测结果，对可能发生水量外泄、水位下降及恢复时间按规定上报，并及时与地方政府部门联系沟通；  （3）根据渠段水位、流量变化情况，与总调中心、地方政府部门启动应急调度预案，并做好调节辖区内节制闸及泵站的准备工作，保持渠段水位平稳；  （4）故障消除后，逐级上报。 |
| 无法开启 | （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）排查闸门无法开启原因，加强水位、流量监测，根据闸门无法开启事件监测信息和预测结果，对可能发生水量滞留、水位壅高及恢复时间按规定上报，并及时与地方政府部门联系沟通；  （3）根据渠段水位、流量变化情况，与总调中心、地方政府部门启动应急调度预案，并做好调节辖区内节制闸及泵站的准备工作，保持渠段水位平稳；  （4）故障消除后，逐级上报。 |

3.4.2 冰期调度

表3.4-4 冰期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 | K1197+601 | K1199+860 | 7.2 | 冰塞 | 气象条件 | 8-1 |
| 建筑物特点 | 8-2 |
| 水温 | 8-3 |
| 冰盖特性 | 8-4 |
| 冬季调度方案 | 8-5 |
| 渠道运行方式 | 8-6 |
| 人工误操作 | 8-7 |
| 冰坝 | 气象条件 | 8-1 |
| 建筑物特点 | 8-2 |
| 水温 | 8-3 |
| 冰盖特性 | 8-4 |
| 冬季调度方案 | 8-5 |
| 渠道运行方式 | 8-6 |
| 人工误操作 | 8-7 |
| 异常冰情 | 气象条件 | 8-1 |
| 水温 | 8-3 |
| 渠道调度方案 | 8-5 |
| 输水设施破坏 | 气象条件 | 8-1 |
| 冻胀 | 8-8 |
| 冰盖静冰荷载 | 8-9 |
| 流冰荷载 | 8-10 |
| 人工误操作 | 8-7 |
| 设备适应性 | 气象条件 | 8-1 |
| 冻胀 | 8-8 |
| 冰盖负荷 | 8-9 |
| 流冰荷载 | 8-10 |
| 人工误操作（检查遗漏） | 8-7 |

表3.4-5 冰期调度风险因子预防措施一览表

| 编号 | 风险因子 | 预防措施 |
| --- | --- | --- |
| 8-1 | 气象条件 | 完善气象条件对冰期调度的影响预报：冰期开始时间、开河时间等，指导调度、运行管理人员有效开展冰期调度、现场冰情观测、防冰设施启动等。 |
| 8-2 | 建筑物特征 | 1）控制建筑物  （1）北拒马河暗渠进口、泵站前池建筑物重点巡视，主要建筑物制定专门负责人；  （2）主要开展流冰、冰盖厚度、冰塞堆积等巡视观测。  2）渠道布置  （1）完善渠道冬季检查制度，入冬前和结冰期应定期对渠道边坡进行专项检查；  （2）冰情应巡查渠道冰情、冻胀，重点关注建筑物进口、渠池下游、弯道、束窄断面、高填方渠段等，主要巡查流冰、冰盖厚度和冰塞堆积情况；  （3）重点渠段能布设拦冰索、扰冰等防护措施。 |
| 8-3 | 水温 | （1）完善水情监测断面水温观测资料，将冬季水温观测纳入自动化观测参数中；  （2）水温资料共享，总控中心、管理处运行人员实时掌握水温发展动态；  （3）完善水温对冰情生消演变预报技术。 |
| 8-4 | 冰盖特征 | （1）开展结冰期、封冻期、开河期冰盖长度、厚度原型观测；  （2）重点部位为控制建筑物、闸控系统附近和高填方渠段。 |
| 8-5 | 冬季调度方案 | （1）制定安全可靠的调度方案，明确冬季冰期输水的时间、范围和输水计划；  （2）调度方案中输水流量应保证渠道流速不大于流冰下潜的临界流速；  （3）根据不同的气象条件制定不同的冬季调度方案。 |
| 8-6 | 调度运行方式 | （1）冬季运行应保持渠道水位-流量稳定，采取合理的冬季运行方式；  （2）结冰期宜抬高渠道水位，促使冰盖尽快形成；  （3）封冻期应保持应保证冰盖稳定，不破裂；  （4）融冰期促使冰盖就地融化，减小流冰量，避免因调度失误引起水位抬高，冰盖鼓起破裂。 |
| 8-7 | 人工误操作（检查遗漏） | （1）增加现场闸站、中控室操作人员冬季运行安全意识，改善现场冬季闸站工作环境；  （2）制定严格的操作制度，严格按流程操作；  （3）自动化操作后，现场闸站人员应及时校核，尽早发现问题。 |
| 8-8 | 冻胀 | （1）开展渠道、建筑物、仪器设备附近低温和冰盖冻胀原型观测；  （2）重点为闸控系统、仪器设备、跨河设施等断面；  （3）建筑物前冰盖厚度大于历史数据后，加强观测，及时采取机械、人工方法破冰或融冰；  （4）在仪器设备周围应布设加热或破冰措施，防止岸冰对设备布设结构的冻胀破坏。 |
| 8-9 | 冰盖负荷 | （1）开展冰厚观测，实时掌握冰盖厚度发展动态；  （2）建筑物附近冰盖厚度大于历史数据后，加强观测，及时采取机械、人工方法破冰或融冰。 |
| 8-10 | 流冰荷载 | （1）开展流冰观测，记录流冰位置、流冰厚度、密度等参数；  （2）重点部位为控制建筑物渠段。 |

表3.4-6 冰期调度风险事件控制措施一览表

| 序号 | 建筑物类型 | 风险事件 | 控制措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 输水渠道 | 冰塞 | 该单元冰塞可能发生在北拒马河暗渠进口渠段和泵站进口前池拦污栅前。根据冰塞类型，采取不同的应对措施；拦污栅前小型冰塞应以观测为主，重点应对大量冰屑体在拦污栅前堆积的现象：  （1）逐级上报，各部门相互协调，配合上级单位，统一应对冰塞风险；  （2）组织专家会商，制定冰塞紧急应对措施；  （3）开展冰塞专项观测，确定冰塞位置、长度、堆积厚度、上游壅水高程等，实时掌握冰塞发展动态，给专家会商提供基础数据；  （4）保持调度稳定性，防止上、下游渠道水位～流量变化较大；  （5）紧急布置捞冰、运冰设备，合理安排冰屑堆积位置；  （6）对北拒马河暗渠进口和泵站前池进口两道拦污栅前的冰塞体，应及时疏通、打捞，保持输水畅通；  （7）冰塞出现堵塞、漫堤等严重后果后，应紧急启动应急抢险措施。 |
| 冰坝 | 该单元冰塞可能发生在北拒马河暗渠进口拦污栅前。根据冰坝类型，采取不同的应对措施；拦污栅前小型冰坝应以观测为主，重点应对大量流冰在拦污栅前堆积的现象：  （1）逐级上报，各部门相互协调，配合上级单位，统一应对冰坝风险；  （2）组织专家会商，制定冰坝紧急应对措施；  （3）开展冰坝专项观测，确定冰坝位置、长度、堆积厚度、上游壅水高程等，实时掌握冰坝发展动态，给专家会商提供基础数据；  （4）保持调度稳定性，防止上、下游渠道水位～流量变化较大；  （5）紧急布置捞冰、运冰设备，合理安排冰屑堆积位置；  （6）对北拒马河暗渠进口前的冰坝体，应及时疏通、打捞，保持输水畅通；  （7）冰坝出现影响供水、堵塞拦污栅、漫堤等严重后果后，应紧急启动应急抢险措施。 |
| 异常冰情 | 该渠段冰情可能出现冰期时间，冰盖厚度异常等问题：  （1）完善冰期输水预报系统，提高异常冰情的预报分析能力；  （2）冰情时间、冰盖厚度异常时应增加冰情观测频次，加强冰情原型观测，实时掌握冰情发展动态；  （3）异常严重时，应及时逐级上报；  （4）组织专家会商，评估冰情的严重程度，提出对应措施；  （5）严重影响渠道输水能力时，应统一调整调度方案，通知受水区，调整输水流量；  （6）根据冰情发展动态，统一恢复正常供水。 |
| 输水设施破坏 | 1）该单元输水建筑物多为地下埋深布置，冬季受低温、冻胀影响较小。冬季加强建筑物进出口附近的巡视，出现问题，逐级上报，组织专家会商破坏原型，事后及时修复。  2）该渠段为挖方或地下埋深渠段，冬季低温、结冰冻胀对边坡衬砌危害较小：（1）制定冬季冰期渠道巡查制度；（2）边坡衬砌板破坏后，逐级上报，分析冻胀破坏原因；（3）加强巡视；（4）事后及时修复和更换。  3）拦冰索断裂：（1）事前对拦冰索断丝隐患进行排查；（2）结冰期和融冰期定期检查；（3）对于有问题的拦冰索，及时更换；（4）加强观测，预防拦冰索断裂诱发流冰堆积体、冰盖整体下移等严重次生危害。  4）水情监测设施：（1）增加水情监测设施的防冰措施；（2）水情监测设备失效后，逐级上报至调度部门；（3）改用人工观测方法，维持水尺断面水位平稳运行；（4）及时联系厂家，排查设备事故原因，在有条件的情况下及时更换。 |
| 2 | 节制闸 | 设备适应性 | （1）加强冬季金结设备巡视，完善节制闸冬季检查制度，确保金结设备扰冰措施正常工作；  （2）及时处理节制闸前拦污栅上的冰屑堆积；  （2）设备故障时，应及时上报，积极联系厂家现场查勘维修，做好应急融冰、捞冰的准备，通知受水部门；  （3）冰期结束后，工程科应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。 |
| 输水设施破坏 | （1）避免节制闸前拦污栅堆积大量流冰，闸前冰盖厚度大约25cm以上时应采用人工方法，减少冰盖对闸门的荷载；  （2）增加水情监测设施的防冰措施；  （3）水情监测设备失效后，逐级上报调度部门；  （4）改用人工观测方法，维持水尺断面水位平稳运行；  （5）及时联系厂家，排查设备事故原因，在有条件的情况下及时更换。 |
| 3 | 退水闸 | 设备适应性 | （1）加强冬季金结设备巡视，完善退水闸冬季检查制度，确保金结设备扰冰措施正常工作；  （2）设备故障时，应及时上报，积极联系厂家现场查勘维修，做好应急融冰、捞冰的准备，通知受水部门；  （3）冰期结束后，工程科应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。 |
| 输水设施破坏 | （1）退水闸前冰盖厚度大约25cm以上时应采用人工方法，减少冰盖对闸门的荷载；  （2）及时联系厂家，排查设备事故原因，在有条件的情况下及时更换；  （3）做好应急融冰、捞冰的准备，确保退水闸能启闭。 |
| 4 | 暗渠、泵站 | 冰塞 | 该单元冰塞可能发生在北拒马河暗渠进口渠段和泵站进口前池拦污栅前。根据冰塞类型，采取不同的应对措施；拦污栅前小型冰塞应以观测为主，重点应对大量冰屑体在拦污栅前堆积的现象：  （1）逐级上报，各部门相互协调，配合上级单位，统一应对冰塞风险；  （2）组织专家会商，制定冰塞紧急应对措施；  （3）开展冰塞专项观测，确定冰塞位置、长度、堆积厚度、上游壅水高程等，实时掌握冰塞发展动态，给专家会商提供基础数据；  （4）保持调度稳定性，防止上、下游渠道水位～流量变化较大；  （5）紧急布置捞冰、运冰设备，合理安排冰屑堆积位置；  （6）对北拒马河暗渠进口和泵站前池进口两道拦污栅前的冰塞体，应及时疏通、打捞，保持输水畅通；  （7）冰塞出现堵塞、漫堤等严重后果后，应紧急启动应急抢险措施。 |
| 冰坝 | 该单元冰塞可能发生在北拒马河暗渠进口拦污栅前。根据冰坝类型，采取不同的应对措施；拦污栅前小型冰坝应以观测为主，重点应对大量流冰在拦污栅前堆积的现象：  （1）逐级上报，各部门相互协调，配合上级单位，统一应对冰坝风险；  （2）组织专家会商，制定冰坝紧急应对措施；  （3）开展冰坝专项观测，确定冰坝位置、长度、堆积厚度、上游壅水高程等，实时掌握冰坝发展动态，给专家会商提供基础数据；  （4）保持调度稳定性，防止上、下游渠道水位～流量变化较大；  （5）紧急布置捞冰、运冰设备，合理安排冰屑堆积位置；  （6）对北拒马河暗渠进口前的冰坝体，应及时疏通、打捞，保持输水畅通；  （7）冰坝出现影响供水、堵塞拦污栅、漫堤等严重后果后，应紧急启动应急抢险措施。 |
| 设备适应性 | （1）加强冬季金结设备巡视，完善节制闸、泵站冬季检查制度，确保金结设备扰冰措施正常工作；  （2）设备故障时，应及时上报，积极联系厂家现场查勘维修，做好应急融冰、捞冰的准备。通知受水部门；  （3）冰期结束后，工程科应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。 |
| 输水设施破坏 | （1）加强暗渠、泵站附属建筑物巡视；  （2）泵站前池出现冰屑堆积后，采用及时打捞处理；  （3）建筑物出现严重问题时，应及时上报，组织专家会商，制定抢修方案。 |

3.4.3 水质调度

表3.4-7 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 | K1197+601 | K1199+860 | 6.6 | 藻类 | 温度 | 9-2 |
| 营养盐 |
| 水流 |
| pH |
| 微量元素 |
| 生物因素 |
| 光照 |
| 建筑物漏油污染 | 管路质量差 | 9-1 |
| 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 |

表3.4-8 水质风险因子预防措施一览表

| 编号 | 风险因子 | 预防措施 |
| --- | --- | --- |
| 9-1 | 含油管路、含油仪器 | （1）对北拒马河暗渠进口节制闸以及惠南庄泵站内含油管路、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。 |
| 9-2 | 藻类生长因子 | 加强对北拒马河暗渠进口节制闸上游来水及泵站前池进行巡查，发现异常及时上报上级单位及部门； |

表3.4-9 水质风险事件控制措施一览表

| 序号 | 风险事件 | 控制措施 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 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，通过机械打捞、过滤等物理方法除藻；  （3）在北拒马河进口节制闸处死亡藻类易聚集沉淀的地方，通过抽排淤泥降低藻类腐败引起水质恶化。  （4）加强对机械打捞设备的检查维护，发现问题及时解决；  （5）在春秋藻类高发时期，根据实际情况增加人员对水面藻类进行人工打捞，防止机械打捞设备超负荷工作。 |
| 2 | 建筑物漏油污染 | （1）组织巡查人员对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、泵站现场值班人员，立即对节制闸内含油管路及含油仪器进行检查，发现漏油点及时堵漏；  （3）加强与上游管理处的沟通联系，在上游来水发生漏油污染时，与上游管理处协调处理，并按照《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，防止上游油污进入管道；  （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，惠南庄泵站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）北拒马河暗渠工程风险较高，其原因为河势不稳定，可能造成暗渠冲刷。建议加强监测，必要时对南支、中支、北支进行统筹治理。

（二）北拒马河暗渠上游渠道易出现冰塞；惠南庄泵站前池拦污栅极易被上游输送的藻类及冬季冰塞体堵塞，导致泵站前池水位下降，威胁泵站机组安全运行；供电中断或电压波动导致泵站停机。建议严格执行冰期输水方案，必要时布置捞冰、运冰设备，合理安排冰屑堆积位置；藻类高发期通过机械打捞、人工打捞、过滤等物理方法除藻；日常注意调度运行系统维护检查。

（三）运行过程中泵站前池出现淤积问题，每年清淤3000多m3，建议必要时在泵站前面适当位置增设调节池拦截泥沙和藻类，确保泵站运行安全。