**南水北调中线一期工程安全风险评估**

**西黑山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](#_Toc524744167)

[1 工程概况 3](#_Toc524744168)

[2 风险等级 6](#_Toc524744169)

[2.1 风险等级标准 6](#_Toc524744170)

[2.2 风险量值分布图 7](#_Toc524744171)

[3 输水总干渠风险防控措施 11](#_Toc524744172)

[3.1 输水渠道 11](#_Toc524744173)

[3.2 建筑物 17](#_Toc524744174)

[3.3 调度运行 30](#_Toc524744175)

[4 对当地防洪影响预防措施 46](#_Toc524744176)

[4.1 对当地防洪影响风险事件及风险因子 46](#_Toc524744177)

[4.2 对当地防洪影响风险防范措施 48](#_Toc524744178)

[5 综合评价及工作建议 50](#_Toc524744179)

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渠段的风险沿渠线分布情况，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渠道、输水建筑物、分水口、排水建筑物、其他穿越建筑物、跨渠桥梁等建筑物的风险。

（2）洪水风险量值分布图中包括总干渠及跨渠建筑物自身防洪风险以及对当地防洪影响风险。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；对当地防洪影响风险主要分析排水建筑物在当地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

西黑山管理处所辖工程位于河北省保定市满城区和徐水区境内，分为总干渠和天津干线两部分。总干渠桩号K1113+912～K1127+372，全长13.46km，自岗头隧洞出口开始，至釜山隧洞进口结束。沿线共布设27座建筑物，分别为左（右）岸排水建筑物10座、渠渠交叉建筑物（龙门东干渠二支倒虹吸）1座、分水口（刘庄分水口）1座、节制闸（西黑山节制闸）1座、桥梁13座及交通涵洞1座。总干渠桩号1113+912～1121+745设计流量为125m3/s，加大流量150m3/s，设计水深4.5m，起始加大水深4.992m，终点加大水深5.005m；经过天津干线分水后，总干渠桩号K1121+745～K1127+372设计流量为100m3/s，加大流量120m3/s，设计水深4.5m，起始加大水深4.992m，终点加大水深5.005m。

在总干渠桩号1121+745右侧，布置了分水渠天津干线。天津干线工程桩号范围XW0＋000~XW0＋355，长度355m，包括进口引渠118m、进口扭坡30m、闸室段22.5m、消力池21.5m、渐变段30m、矩形槽133m，建筑物包括分水闸（西黑山进口闸）1座、排冰闸（西黑山排冰闸）1座、左岸排水建筑物（西黑山沟排水涵洞）1座、管理用房1座、蓄冰池1座及自动水质监测站1座。天津干线为Ⅰ等工程，其设计流量为50m3/s，加大流量为60m3/s。

总干渠全填方渠道2段，共3.3km，具体为桩号K1119+868～K1121+075（西黑山公路桥上下游）和K1124+717～K1126+817（小西庄公路桥上下游），最大填高17m；全挖方渠道2段，共3.0km，具体为桩号K1113+912～K1114+240（白堡桥上游）和1116+210～1118+869（刘庄分水口上下游），最大挖深43m。

西黑山管理处地震动峰值加速度为0.05g，相应地震基本烈度为Ⅵ度，地震动反应谱特征周期为0.4s。各类建筑物均采用基本烈度作为抗震设防烈度，并采用上述相应场区的地震动参数进行抗震设计。

主要工程建筑物为1级，防洪标准为100年一遇洪水设计，小型河流200年一遇洪水校核，大型河流300年一遇洪水校核。主要建筑物地震设防烈度为7度~8度。

西黑山管理处总干渠和天津干线工程特性见表1-1。

表1-1 西黑山管理处总干渠和天津干线工程特性表

| 序号 | 建筑物名称 | 起点桩号 | 终点桩号 | 长度 | 工程特性 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 明渠K1113+912-K1114+240 | | | 328 | 深挖方明渠，底宽22.5m |
| 2 | 明渠K1114+240-K1116+210 | | | 1970 | 半挖半填明渠，底宽22.5m~17m |
| 3 | 明渠K1116+210-K1118+869 | | | 2659 | 深挖方明渠，底宽17m~25m，最大挖深43m |
| 4 | 明渠K1118+869-K1119+868 | | | 999 | 深挖方明渠，底宽17m~25m |
| 5 | 明渠K1119+868-K1121+075 | | | 1207 | 高填方明渠，底宽17m~25m |
| 6 | 明渠K1121+075-K1121+878 | | | 803 | 深挖方明渠，底宽19.5m~14.5 |
| 7 | 西黑山节制闸K1121+878-K1121+970 | | | 92 | 控制闸，3孔5.0m×5.1m |
| 8 | 明渠K1121+970-K1124+717 | | | 2747 | 深挖方明渠，底宽14.5 |
| 9 | 明渠K1124+717-K1126+817 | | | 2100 | 高填方明渠，底宽14.5m~16.5，最大填方高度17m |
| 10 | 明渠K1126+817-K1127+372 | | | 555 | 深挖方明渠，底宽16.5m~17m |
| 11 | 引渠XW0+000-XW0+083 | | | 83 | 半挖半填明渠，底宽9.5m |
| 12 | 西黑山进口闸XW0+083-XW0+222 | | | 139 | 控制闸，3孔2.5m宽 |
| 13 | 明槽XW0+222-XW0+355 | | | 133 | 明槽，1孔6.0m宽 |

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

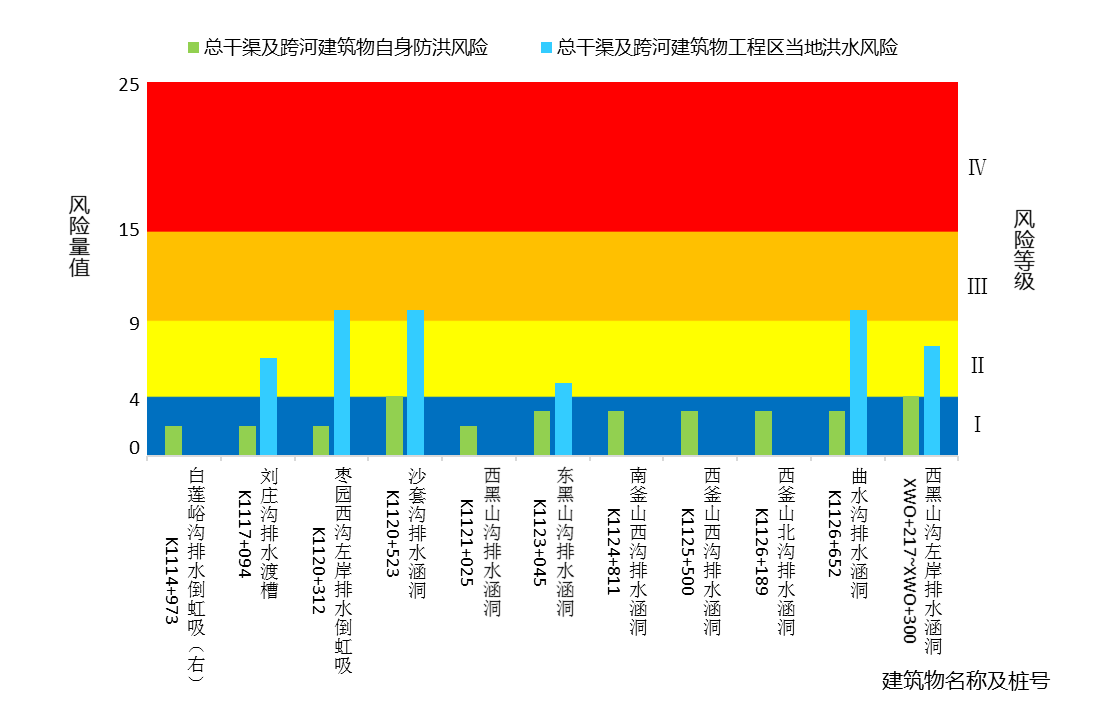


图2-2 洪水风险量值分布图

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

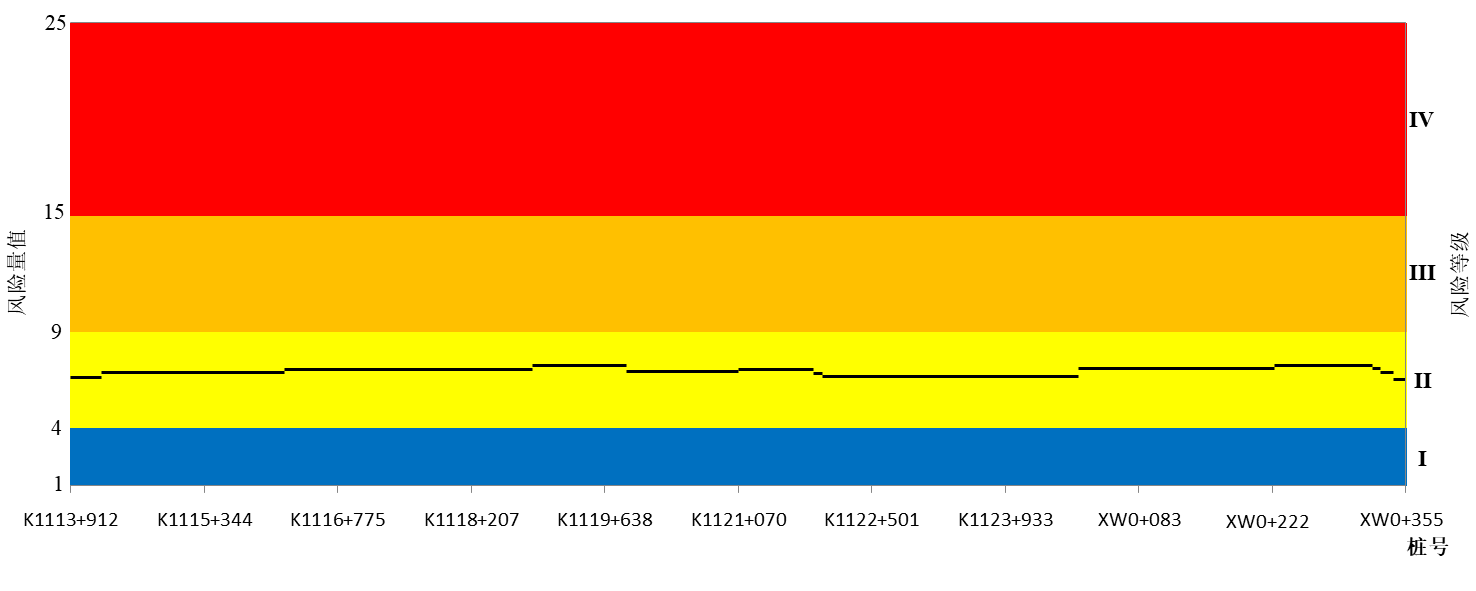


图2-4 综合风险量值分布图

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 | 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  2  3  4  5  6 | 深挖方明渠  深挖方明渠  深挖方明渠  深挖方明渠  深挖方明渠  深挖方明渠 | 1113+912~1114+240  1116+210~1118+869  1118+869~1119+868  1121+075~1121+878  1121+970~1124+717  1126+817~1127+872 | 8.5  8.5  8.5  8.5  8.5  8.5 | 洪水入渠 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 违章活动 | 1-4 |
| 地质灾害 | 1-3 |
| 运行调度和养护 | 1-6 |
| 渠坡失稳 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 地质灾害 | 1-3 |
| 工程自身 | 1-5 |
| 运行调度和养护 | 1-6 |
| 渠道衬砌变形失稳 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 低温冻融 | 1-2 |
| 工程自身 | 1-5 |
| 运行调度和养护 | 1-6 |
| 过流能力不足 | 运行调度和养护 | 1-6 |
| 低温冻融 | 1-2 |
| 7  8  9  10 | 半挖半填明渠  高填方明渠  高填方明渠  半挖半填明渠 | 1114+240~1116+210  1119+868~1121+075  1124+717~1126+817  XW0+000~XW0+083 | 8.0  8.1  8.1  8.0 | 渠顶漫顶 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 运行调度和养护 | 1-6 |
| 渠坡失稳 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 地质灾害 | 1-3 |
| 工程自身 | 1-5 |
| 运行调度和养护 | 1-6 |
| 渠道衬砌变形失稳 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 低温冻融 | 1-2 |
| 工程自身 | 1-5 |
| 运行调度和养护 | 1-6 |
| 渠身裂缝 | 工程自身 | 1-5 |
| 暴雨洪水 | 1-1 |
| 运行调度和养护 | 1-6 |
| 渗透破坏 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 地质灾害 | 1-3 |
| 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 |
| 低温冻融 | 1-2 |

3.1.2 输水渠道预防措施

表3.1-2 明渠工程风险因子预防措施一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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，重点对挖方渠道检查防洪堤及堤外积水情况，对填方渠道检查外坡雨淋沟情况；  （3）根据暴雨预警信息，及时进行抢险人员、物料的布防。 |
| 1-2 | 低温冻融 | （1）加强天气预报。加强导冰、拦冰，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 | （1）发现有相关违规行为，应及时上报；  （2）与地方政府联系，拆除违规设施，制止违规施工；  （3）对已存在的取土坑进行填平处理或在总干渠坡脚加强防护措施。 |
| 工程自身因素 | 1-5 |  | （1）对于渠道沉降变形，分析监测数据，判断渠道沉降变形是否收敛；必要时采取工程措施，若为土质地基可植入树根桩加固，若为砂砾石或砾质土地基则采用灌浆方式。  （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，建议增设拦截、打捞设备。 |
| 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。 |

3.1.3输水渠道风险事件工程控制措施

表3.1-3 深挖方明渠工程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 | 洪水入渠 | 挖方渠道 | 需要及时清理挖方边坡和渠顶道路上的排水沟，确保排水通畅。 |
| 2 | 渠坡失稳 | 水上边坡或者渠堤后边坡 | 当渠坡为开挖边坡，存在局部变形失稳，清除危岩或塌方土，对坚固岩石或土边坡进行喷锚支护或者框格草皮支护。对于边坡整体变形失稳，需要布设挡土墙、预应力锚索或者抗滑桩等深层支护加固方式。清除危岩常用方法有机械拆除法、控制爆破法和膨胀破碎法。 |
| 渠内水下边坡 | 当渠内水下堤坡变形失稳，在有水环境下浇筑混凝土，为了减少环境水的浸渍、扰动和稀释的影响，要求用于水下浇筑的混凝土拌合物和用于胶结水下预填骨料的水泥砂浆，应具有和易性好、流动性大、保水性好、不离析、便于施工操作，以得到均匀密实的水下混凝土。 |
| 3 | 渠道衬砌变形失稳 | 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；  （3）疏通原设计布置的所有排水孔道，使其正常工作。  （4）水上裂缝，采用灌浆法或者粘贴加固；水下裂缝，水下表面缺陷修补常用嵌堵法或者贴补法；水下施工缝及裂缝补强常用镶嵌法或者灌浆法。 |
| 衬砌破坏 | （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。 |
| 4 | 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）及时清理泥沙淤积或藻类。  （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。 |

表3.1-4 高填方、半挖半填明渠工程风险控制措施一览表

| 风险事件 | | | 风险控制措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 类型 | |
| 1 | 渠堤漫顶 | 渠水漫溢 | （1）加大分水口开度，或者启动退水闸，降低上游闸门开度或者关闭闸门数量，增大下游闸门开度或者增加开启闸门数量，水位变幅控制在2m/天。  （2）在渠顶顶内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。  （3）及时疏通堤外排水通道，降低漫溢对渠堤后农田和房屋的影响。 |
| 渠堤溃决 | （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 | 渠堤背水坡 | （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，防止进一步塌方。 |
| 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。 |
| 迎水面一级马道以上边坡 | （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** | 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。 |
| 4 | 渠身裂缝 | 渠堤堤顶或者堤背坡产生纵向裂缝 | 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。 |
| 渠堤堤顶或者堤背坡产生横向裂缝 | 先对渠道进行补贴裂缝，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 | 渠堤内一级边坡渗流破坏 | 集中渗漏 | （1）在堤背集中渗漏出口设置压浸平台，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）当渠内护面板裂缝漏水，需要采用防水涂料或者铺设一层土工膜对护面进行防渗加固。  （2）采用粘土、土工膜+砂袋临时铺设渠堤迎水侧坡，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。 |
| 6 | 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。 |

3.2 建筑物

3.2.1建筑物风险事件及风险因子

表3.2-1 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  2  3  4 | 刘庄分水口  西黑山节制闸  西黑山排冰闸  西黑山进口闸 | 1117+669  1121+878~~1121+970  XW0+086  XW0+083~XW0+222 | 7.5  7.5  7.5  7.5 | 闸室变形失稳 | 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 |
| 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 |
| 过流能力减小 | 低温冻融 | 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 |
| 低温冻融 | 2-2 |
| 5 | 陡坡明槽 | XW0+222~XW0+355 | 7.0 | 明槽变形失稳 | 暴雨洪水 | 3-1 |
| 地质灾害 | 3-3 |
| 工程自身 | 3-5 |
| 违章活动 | 3-4 |
| 运行调度和养护 | 3-6 |
| 过水面空蚀破坏 | 工程自身 | 3-5 |
| 运行调度和养护 | 3-6 |
| 过流能力减小 | 运行调度和养护 | 3-6 |
| 低温冻融 | 3-2 |
| 明槽渗漏水 | 工程自身 | 3-5 |
| 运行调度和养护 | 3-6 |
| 低温冻融 | 3-2 |
| 6 | 西釜山西公路涵洞 | 1126+604 | 4.3 | 排水箱涵变形失稳 | 工程自身 | 4-3 |
| 7 | 白莲峪沟排水倒虹吸 | 1114+973 | 7.8 | 运行调度和养护 | 4-4 |
| 8 | 枣园沟排水倒虹吸 | 1119+391 | 7.8 | 上部渠基变形破坏 | 工程自身 | 4-3 |
| 9 | 沙套沟排水涵洞 | 1120+312 | 7.8 | 运行调度和养护 | 4-4 |
| 10 | 西黑山沟排水涵洞(总干渠) | 1121+025 | 7.8 | 进出口挡墙变形失稳 | 暴雨洪水 | 4-1 |
| 11 | 东黑山沟排水涵洞 | 1123+045 | 7.8 | 工程自身 | 4-3 |
| 12 | 南釜山西沟排水涵洞 | 1124+811 | 7.8 | 运行调度和养护 | 4-4 |
| 13 | 西釜山西沟排水涵洞 | 1125+500 | 7.8 | 排水过流能力减小 | 进出口违章活动 | 4-2 |
| 14 | 西釜山北沟排水涵洞 | 1126+189 | 7.8 | 暴雨洪水 | 4-1 |
| 15 | 曲水沟排水涵洞 | 1126+652 | 7.8 | 运行调度和养护 | 4-4 |
| 16 | 西黑山沟排水涵洞（天津干线） | XW0+271 | 7.8 | 上部输水明渠渗漏水 | 工程自身 | 4-3 |
| 运行调度和养护 | 4-4 |
| 17 | 白堡生产桥 | 1115+240 | 1.3 | 桥梁、渡槽、管桥整体变形失稳 | 工程自身 | 5-8 |
| 18 | 白堡东公路桥 | 1115+414 | 4.9 | 暴雨洪水 | 5-1 |
| 19 | 白莲峪公路桥 | 1116+379 | 4.9 | 违章超载 | 5-6 |
| 20 | 刘庄南生产桥 | 1117+260 | 1.3 | 地质灾害 | 5-3 |
| 21 | 刘庄公路桥 | 1117+835 | 2.1 | 低温冻融 | 5-2 |
| 22 | 枣园生产桥 | 1119+169 | 1.3 | 运行调度和养护 | 5-9 |
| 23 | 荣乌高速桥 | 1119+391 | 6.4 | 构件承载力破坏 | 工程自身 | 5-7 |
| 24 | 西黑山公路桥 | 1120+621 | 4.9 | 违章超载 | 5-6 |
| 25 | 西黑山西生产桥 | 1121+468 | 4.9 | 运行调度和养护 | 5-8 |
| 26 | 小黑山生产桥 | 1122+893 | 1.3 | 桥墩不均匀沉降变形 | 工程自身 | 5-7 |
| 27 | 南釜山南生产桥 | 1123+448 | 1.3 | 违章超载 | 5-6 |
| 28 | 南釜山北生产桥 | 1124+267 | 1.3 | 运行调度和养护 | 5-8 |
| 29 | 小西庄公路桥 | 1124+946 | 4.9 | 水质污染 | 交通事故 | 5-4 |
| 30 | 西釜山西生产桥 | 1125+637 | 1.3 | 危险品运输 | 5-5 |
| 31 | 刘庄沟排水渡槽 | 1117+094 | 7.5 | 进出口违章活动 | 5-6 |
| 32 | 龙门东干渠二支倒虹吸 | 1117+333 | 7.2 | 运行调度和养护 | 5-9 |

3.2.2 建筑物风险预防措施

表3.2-2控制闸风险预防措施一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 风险因子类型 | 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 | 低温冻融 | 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，防止冻融引起闸门无法启闭。  （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）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。  （3）编制闸门冻融等突发事故的应急预案，定期进行应急预案排练。 |

表3.2-3陡坡明槽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 | 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，及时清理明槽顶部卸载平台的排水沟，防止水沟被树叶和杂物堵塞，导致卸载岸坡坡面洪水入明槽，引起水质恶化。 |
| 3-2 | 低温冻融 | 冬季运行期应加强冰情监测，发现问题及时处理。 |
| 3-3 | 地质灾害 | 加强湿陷性黄土段基础沉降观测。 |
| 人为活动 | 3-4 | 单侧违章活动 | 输水保护范围内，严禁出现取土坑，防止明槽承受不平衡的侧土压力，容易引起整体变形失稳。 |
| 工程自身因素 | 3-5 | 设计、施工 | 加强对深矩形明槽的变形、应力监测 |
| 运行管理 | 3-6 | 运行调度和养护 | （1）定期停水检查明槽是否出现空蚀破坏，以便及时防止恶化。  （2）加强对侧壁挡墙应力和变形监测。 |

表3.2-4 排水涵洞、交通洞风险预防措施一览表

| 风险因子分类 | 序号 | 风险因子 | 具体因子 | 风险预防措施 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 自然因素 | 4-1 | 暴雨洪水 | 暴雨洪水 | （1）密切关注汛期天气预报；  （2）汛前对槽身和管身淤积进行清理；  （3）加强汛前风险排查，对上下游流道进行疏通。 |
| 设计洪水增大 | （1）建议重新复核设计洪水；  （2）加强与水利实时雨水工情信息的共享，开展沿线暴雨洪水的预报预警工作；  （3）疏通下游排水通道，提高下游河道过流能力；  （4）必要时在渡槽进口采取工程措施进行分流处理，将水流通过截流沟导入附近过流能力富裕较大的排水建筑物；  （5）加强汛期水位监测，当洪量较大、水位上涨过快时，可采取临时抽排措施进行紧急处理。 |
| 下游地势高或无排水通道，排水不畅 | 疏通下游排水通道，提高下游河道过流能力。 |
|
|
| 人为活动 | 4-2 | 进出口违章活动 | 排水建筑物进口堵塞（生活垃圾、柴草漂浮物、滑坡泥石流等） | （1）清理进口附近工程弃渣、堆土、生活垃圾、柴草、树木等风险源；  （2）在建筑物进口布设拦漂设施；  （3）在洪水期间应加强渠道沿线天然河流水流状态的巡查，随时打捞聚集在排水建筑物进口处的漂浮物；  （4）在上游河道进行分流，利用附近其他排水建筑物来分担部分流量；  （5）汛期采用临时抽排措施。 |
| 进出口违章建筑 | （1）拆除保护范围内进出口淤堵通道的违章建筑、堤堰等影响泄洪的建筑物，确保涵洞排水畅通。  （2）与当地政府联合，加大对当地宣传南水北调保护条例。 |
| 下游存在阻水建筑物，减小过流能力 | （1）出口下游行洪疏通，拆除阻水路涵或扩大过流断面，恢复河道行洪能力。  （2）加强工程巡查，与当地河道管理部门加强沟通联系，确保工程行洪通畅。 |
| 工程自身 | 4-3 | 混凝土裂缝、止水破损 | 混凝土裂缝、止水破损 | 在冬季无水情况下，或水量不大时进口临时封堵，采用左岸截流沟将水流疏导至其他排水建筑物，然后对混凝土裂缝采取灌注环氧树脂、喷涂聚脲处理，更换或修复渗漏的止水带或对结构缝进行灌浆处理。 |
| 下穿排水建筑物地基沉降变形 | 下穿排水建筑物地基沉降变形 | （1）分析监测数据，判断地基沉降变形是否收敛；  （2）必要时采取工程措施，例如灌浆、打围护桩等。 |
| 运行管理 | 4-4 | 运行调度和养护 | 管身泥沙淤积 | （1）在排水建筑物进口布设拦沙桩、拦沙坎、沉沙池等。  （2）汛前对管身淤积进行清理，对于人员和设备无法进入的涵管，可以利用洪水期间，将浮球放入需要清理的涵管内，随水流穿过涵管在出口浮出水面，浮球通过尼龙绳与钢丝绳连接，利用绞车来回拉动钢丝绳，挠动淤积物，使其通过流水带出涵管。 |
| 抢险道路、设施 | （1）对交通不便利的建筑物局部增设抢险道路。  （2）总干渠门禁系统自动化。  （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）编制防汛应急预案。 |
| 养护监管 | （1）汛前加强巡视检查左排涵洞进出口畅通和地形情况。  （2）定期委托设计单位和科研单位对涵洞周围地形变化明显的渠段，分析汇水范围变化情况和复核排水涵洞的排水能力。  （3）定期对渡槽、输水管桥清理淤积物，防止淤堵。  （4）联合交叉渠道运管单位定期对渡槽、管桥结构进行检测维护，尤其需要加强槽身、管桥伸缩缝、对破损的伸缩缝、排水管构件及时进行更换，避免污水入渠。 |

表3.2-5 跨渠交通桥、左排渡槽、渠渠交叉风险预防措施一览表

| 风险因子分类 | 序号 | 风险因子 | 风险预防措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 自然因素 | 5-1 | 暴雨洪水 | （1）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。 |
| 5-2 | 低温冻融 | 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。 |
| 5-3 | 地质灾害 | （1）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。  （2）加强对桥基沉降变形监测。 |
| 人为活动 | 5-4 | 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。 |
| 5-5 | 危化品运输 |
| 5-6 | 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。 |
| 5-7 | 进出口违章建筑 | （1）拆除保护范围内进出口淤堵通道的违章建筑、堤堰等影响泄洪的建筑物，确保涵洞排水畅通。  （2）与当地政府联合，加大对当地宣传南水北调保护条例。 |
| 工程自身 | 5-8 | 设计、施工 | 加强巡视监测和自动化监测，一旦发现异常现象，及时分析原因，必要时委托设计单位复核交通桥承载能力和验算裂缝宽度。 |
| 运行管理 | 5-9 | 运行调度和养护 | （1）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；进行全桥标高测量，检查与大桥建成投入使用时的线形是否有较大变化等）和特殊检测（建议每10年进行一次全面鉴定评估）。对存在问题的部位及时进行加固修复。  （2）完善交通事故类及危化品泄露等应急预案的编制。 |

3.2.3建筑物风险控制措施

表3.2-6 控制闸工程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。 |
| 局部构建承载力失效 | 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，墙后用混凝土培厚，恢复墙后平台高度。 |
| 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3.2-7 陡坡明槽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 | 明槽变形失稳 | 整体变形失稳 | （1）采用坡降纠偏、顶升纠偏、综合法纠偏。纠偏常用方法有钻孔掏土纠偏、辐射井射水排土纠偏、注水纠偏、锚桩加压纠偏、压桩掏土纠偏等纠偏方法。  （2）当明槽出现不均匀沉陷变形时，需要采取一侧挖坑或者一侧覆土等纠偏措施。 |
| 2 | 局部变形失稳 | 当明槽被局部冲毁，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。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。 |
| 3 | 过水面空蚀破坏 | | 钢筋裸露，需要凿除松动混凝土保护层，打入插筋，然后表层再填筑环氧砂浆并抹平。 |
| 4 | 过流能力减小 | | 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 | 明槽渗漏水 | | （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）当明槽有空蚀破坏，建议用环氧砂浆抹平空蚀凹槽，并涂抹防水涂料。 |

表3.2-8 交通洞、左排涵洞风险控制措施一览表

| 编号 | 风险事件分类 | | 风险控制措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 排水箱涵变形失稳 | 地基沉降 | （1）配合调度运行，降低上部渠道的运行水位，必要时中断输水；  （2）采取灌浆、打围护桩等工程措施对排水箱涵地基进行纠偏或者加固处理。 |
| 承载力破坏 | 先降低上部渠道的运行水位，必要时中断输水，然后研究加固方案 |
| 2 | 穿渠建筑物渗漏导致上部渠基破坏 | | （1）对下穿建筑物结构缝进行临时灌浆处理；  （2）采用灌浆、植入树根桩等方式对渠基进行加固。 |
| 3 | 进出口挡墙变形失稳 | 整体变形失稳 | （1）疏通或增设渠内水面线以上的排水设施，以减小墙后水压力。  （2）增加墙趾宽度；  （3）墙趾抛石，增加抗滑力；  （4）在墙趾旁边增设阻滑桩。 |
| 4 | 局部变形失稳 | 由于挡墙厚度或者配筋不足，出现抗剪斜裂缝或者正向裂缝时，加固方案可为如下：  （1）疏通或增设渠内水面线以上的排水设施，以减小墙后水压力  （2）降低墙后回填土高度；在墙后增加输水渠道以上高程砂砾石排水垫层。  （3）降低墙后回填土高度，在墙后外贴混凝土，增加墙厚。  （4）从墙顶增设向下锚筋，穿透挡墙裂缝，并延伸锚固长度40d（d为锚筋直径）。 |
| 5 | 排水过流能力减小 | | （1）疏通排洪通道，降低局部区域洪水位；  （2）疏通堵塞涵管进出口。拆除进口或者出口通水后期增加的拦坎。  （3）在排洪倒虹吸进口上游一定距离（一般不小于100m）的天然河道较宽位置下游，用铅丝石笼设置临时拦沙坎，铅丝石笼采用钢丝绳固定在河道岸边，防止沿水流进入倒虹吸；条件允许时可考虑在倒虹吸出口采取适当措施减缓入涵水流流速予以配合；  （4）在洪水期间应加强渠道沿线天然河流水流状态的巡查，特别注意防止大型漂浮物进入左岸排水倒虹吸涵管，随时打捞聚集在进口处的漂浮物。 |

表3.2-9 跨渠交通桥、左排渡槽、渠渠交叉工程风险控制措施一览表

| 编号 | 风险事件分类 | 具体类型 | 风险控制措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 桩基沉降变形导致跨渠建筑物整体失稳 | | （1）关闭交通桥运行或者输水管桥，进行减载，设置支撑除险；  （2）采用小型围堰，在渠道输水条件下，在槽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 | 跨渠建筑物构件破坏 | | 先减载或设置支撑除险，然后研究加固方案 |
| 3 | 排水渡槽淤堵或下游排水不畅导致洪水入渠 | | （1）在排水渡槽进口上游一定距离（一般不小于100m）的天然河道，设置临时或永久拦沙坎，防止含泥量极高的水流进入排水渡槽，造成渡槽淤塞；  （2）在洪水期间应加强渠道沿线天然河流水流状态的巡查，随时打捞聚集在渡槽进口处的漂浮物；  （3）疏通排洪通道，降低局部区域洪水位；  （4）加高排水渡槽上下游的防洪堤，排水渡槽下部渠坡采用混凝土硬化处理，加强坡面防护；  （5）加强汛期水位监测，当洪量较大、水位上涨过快时，可采取临时抽排措施进行紧急处理。 |
| 4 | 进出口挡墙变形失稳 | 整体变形失稳 | （1）疏通或增设渠内水面线以上的排水设施，以减小墙后水压力。  （2）增加墙趾宽度；  （3）墙趾抛石；  （4）在墙趾旁边增设阻滑桩。 |
| 局部变形失稳 | 由于挡墙厚度或者配筋不足，出现抗剪斜裂缝或者正向裂缝时，加固方案可为如下：  （1）疏通或增设渠内水面线以上的排水设施，以减小墙后水压力  （2）降低墙后回填土高度；在墙后增加输水渠道以上高程砂砾石排水垫层。  （3）降低墙后回填土高度，在墙后外贴混凝土，增加墙厚。  （4）从墙顶增设向下锚筋，穿透挡墙裂缝，并延伸锚固长度40d（d为锚筋直径）。 |
| 5 | 槽墩、管桥不均匀沉降变形、衬砌板破坏 | | （1）关闭交通桥运行或者输水管桥，进行减载，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；  （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。 |
| 6 | 总干渠输水能力减小 | 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。 |
| 桩基沉降引起渗漏 | 详见槽墩、管桥不均匀沉降变形、衬砌板破坏的处理措施。 |
| 7 | 渡槽排水、管桥输水能力减小 | | （1）疏通渡槽、管桥进出口，清除进出口淤、堵物，确保排水通畅；  （2）清除渡槽、管桥内淤积物； |
| 8 | 渡槽、管桥渗漏 | 结构缝止水失效 | 凿除结构缝，更换止水带，并对结构缝采用沥青砂浆回填密实。 |
| 混凝土结构裂缝漏水 | 详见材料老化处理措施。 |
| 9 | 水质污染 | | 参见水质风险事件处理措施一览表 |
| 10 | 材料老化 | 裂缝修补 | （1）表面修补：表面修补包括表面涂抹、表面粘贴等。  （2）凿缝填充修补：凿缝填充修补一般适用于修补水平面上较宽的稳定或准稳定裂缝，也可以用于修补因钢筋锈蚀引起的顺筋裂缝。  （3）锚固：锚固修补分缝合锚固和预应力锚固。它们多用于混凝土及钢筋混凝土的补强加固，以恢复混凝土承载力为目的的修补。  （4）灌浆：混凝土裂缝可用于灌浆进行修补，混凝土裂缝灌浆的目的，一是补强加固，二是防渗堵漏。裂缝灌浆有水泥灌浆和化学灌浆两种。 |
| 低温冻融破坏的混凝土修复 | 水工蓄水建筑物上游做好防渗层，修补渗漏水的裂缝、孔洞，切断水源并保证排水系统畅通，使负温区混凝土内的水减少到最低限度，争取做到只冻不胀。对无法设置上游防渗层或设置有困难者，可在靠近上游的混凝土内钻孔灌浆设置止水帷幕，在其后加强排水，排走透过帷幕渗进混凝土结构内部的水。对多数结构物的混凝土冻融破坏，均可采用凿旧补新的方法进行修补加固处理。 |
| 混凝土碳化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。 |

3.3 调度运行

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 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 西黑山节制闸 | K1121+840 | 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 |
| 调度运行程序逻辑缺陷 |
| 徐水刘庄分水口  西黑山分水闸 | K1117+631  K1121+840 | 2.8  4.6 | 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（仅西黑山分水闸） |  |
| 闸门故障 | 7-4 |
| 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；  （3），加强重要分水口备用电源配置。 |
| 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）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；  （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，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，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，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调节上、下游节制闸及辖区内分水口的应急调度处置工作；  （6）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，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调节上、下游节制闸及辖区内分水口的应急调度处置工作；  （6）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。 |
| 分水口 | 无法动作 | （1）按照分水调度管理办法相关程序和要求上报，开展先期处置，配合上级单位和地方配套工程管理单位做好控制措施；  （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，对辖区内用水户可能的供水影响按规定上报，并及时与配套工程管理单位联系沟通；  （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，对西黑山分水闸，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；对徐水刘庄分水口，根据渠段水位、流量变化情况及供水任务要求，与总调中心、地方配套工程管理单位启动水量调度专项应急预案；  （5）故障恢复后回归至远程控制状态，逐级上报；  （6）因分水闸运行控制故障导致长期供水不足，可在恢复正常后适当加大分水，补偿前期不足。 |
| 卡阻 | （1）按照分水调度管理办法相关程序和要求上报，开展先期处置，配合上级单位和地方配套工程管理单位做好控制措施；  （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，对辖区内用水户可能的供水影响按规定上报，并及时与配套工程管理单位联系沟通；  （3）根据渠段水位、流量变化情况及供水任务要求，与总调中心、地方配套工程管理单位启动水量调度专项应急预案；  （4）故障恢复后回归至远程控制状态，逐级上报；  （5）因分水闸运行控制故障导致长期供水不足，可在恢复正常后适当加大分水，补偿前期不足。 |
| 异动 | （1）按照分水调度管理办法相关程序和要求上报，开展先期处置，配合上级单位和地方配套工程管理单位做好控制措施；  （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，对辖区内用水户可能的供水影响按规定上报，并及时与配套工程管理单位联系沟通；  （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，根据渠段水位、流量变化情况及供水任务要求，与总调中心、地方配套工程管理单位启动水量调度专项应急预案；  （5）故障恢复后回归至远程控制状态，逐级上报。 |
| 误动 | （1）按照分水调度管理办法相关程序和要求上报，密切监测水位、流量动态，配合上级单位和地方配套工程管理单位做好控制措施；  （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，对辖区内用水户可能的供水影响按规定上报，并及时与配套工程管理单位联系沟通；  （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。 |

3.3.2 冰期调度

表3.3-4 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  2 | K1113+912  K1121+840 | K1121+840  K1127+872 | 7.2  7.3 | 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 |
| 冻融 | 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 |
| 冻融 | 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3.3-5 冰期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 | 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）西黑山节制闸、西黑山分水闸、釜山隧洞进口重点巡视，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）制定严格的操作制度，严格按流程操作；  （2）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；  （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 | 冻融 | （1）开展渠道、建筑物、仪器设备附近低温和冰盖冻融原型观测；  （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融破坏。 |
| 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3.3-6 冰期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 | 冰塞 | 冰塞可能发生在保定管理处末端～西黑山管理处末端。根据冰塞大小类型，采取不同的应对措施；对小型冰塞应以观测为主，重点应对体积较大的冰塞。  （1）结冰期应开展渠道冰塞巡视，出现冰塞，逐级上报，调度、工程部门相互协调，配合上级单位，统一应对冰塞风险；组织专家会商，制定冰塞风险应对措施；  （2）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；  （3）调度方面，渠道水位、流量变化量值不大时，应保持调度平稳；变化比较大时，应联合调度上、下游闸门，防止渠道水位～流量值较快变化；  （4）人员组织，根据冰塞可能造成事故等级，配合上级部门及地方防汛人员组成应急抢险小组，制定应急处置方案；  （5）抢险设备，突出重点防护位置，西黑山节制闸、釜山隧洞进口为重点防护位置，准备应急设备，准备捞冰、运冰设备，保持输水畅通，布置冰屑堆积场地；  （6）出现冰塞堵塞、漫堤等事故时，应启动冬季应急抢险预案，及时开启退水闸。 |
| 冰坝 | 冰坝可能发生在保定管理处末端～西黑山管理处末端。根据冰坝大小类型，采取不同的应对措施；对小型冰坝应以观测为主，重点应对体积较大的冰坝体。  （1）开河期应开展渠道冰坝巡视，出现冰坝，逐级上报，调度、工程部门相互协调，配合上级单位，统一应对冰坝风险；组织专家会商，制定冰坝风险应对措施；  （2）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；  （3）调度方面，渠道水位、流量变化量值不大时，应保持调度平稳；变化比较大时，应联合调度上、下游闸门，防止渠道水位～流量值较快变化；  （4）人员组织，根据冰坝可能造成事故等级，配合上级部门及地方防汛人员组成应急抢险小组，制定应急处置方案；  （5）抢险设备，突出重点防护位置，西黑山节制闸、釜山隧洞进口为重点防护位置，准备应急设备，准备捞冰、运冰设备，保持输水畅通，布置冰屑堆积场地；  （6）出现冰坝堵塞、漫堤等事故时，应启动冬季应急抢险预案，及时开启退水闸。 |
| 异常冰情 | （1）冰情时间、冰盖厚度异常严重时，应逐级上报，组织专家会商，评估冰情的严重程度，制定应对预案；  （2）现场管理处应增加气象、水温观测，加密冰情观测频次，实时掌握冰情发展动态；  （3）冰情异常影响调水安全时，通知受水区，调整输水流量；  （4）根据冰情发展动态，由专家会商决定，统一恢复正常供水。 |
| 输水设施破坏 | 1）渠道边坡衬砌破坏：（1）根据边坡衬砌破坏程度，逐级上报；（2）对于严重的冻胀事故，组织专家，分析冻胀破坏原因及可能出现后果；（3）加强巡视，防止可能诱发的跑水事故发生；（4）在条件允许时，及时修复和更换；（5）对重点边坡冻胀渠段研究低温条件下防护措施。  2）拦冰索断裂：（1）逐级上报，加强观测，掌握拦冰索断裂对渠道冰盖稳定性影响；（2）及时更换拦冰索；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；（3）出现大块冰块破裂下移时，下游及时增设拦冰索，准备应急抢险设备，防止流冰堵塞建筑物进口。  3）水情监测设施：（1）水情监测设备失效后，逐级上报至调度部门；（2）改用人工观测方法，维持水尺断面水位平稳运行；（3）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）逐级上报，根据事故严重程度，不同部门组织应对；  （2）处理闸前冰屑堆积，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；  （3）积极联系厂家现场查看维修，及时排查事故缘由，条件允许时，及时维修；  （4）做好应急融冰、捞冰的准备；  （5）冰期结束后，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 | 节制闸包括西黑山节制闸。  （1）低温、冰盖冻胀对闸室附属结构破坏，逐级上报；  （2）加强监测，防止事故扩大；  （3）事后，尽快修复。 |
| 3 | 分水口 | 设备适应性 | （1）逐级上报，根据事故严重程度，不同部门组织应对；  （2）处理闸前冰屑堆积，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；  （3）积极联系厂家现场查看维修，及时排查事故缘由，条件允许时，及时维修；  （4）做好应急融冰、捞冰的准备，确保分水口正常工作；  （5）影响供水时，通知受水单位，配合调度部门，减小供水流量；  （6）冰期结束后，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 | 分水闸包括徐水刘庄、西黑山分水闸  （1）低温、冰盖冻胀对闸室附属结构破坏，逐级上报；  （2）加强监测，防止事故扩大；  （3）事后，尽快修复。 |
| 4 | 排冰闸 | 设备适应性 | （1）逐级上报，根据事故严重程度，不同部门组织应对；  （2）处理闸前冰屑堆积，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；  （3）积极联系厂家现场查看维修，及时排查事故缘由，条件允许时，及时维修；  （4）做好应急融冰、捞冰的准备，确保排冰闸正常工作；  （5）应急排冰时，应配合调度部门，及时开启排冰闸；  （6）冰期结束后，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）低温、冰盖冻胀对闸室附属结构破坏，逐级上报；  （2）加强监测，防止事故扩大；  （3）事后，尽快修复。 |

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  2 | K1113+912  K1121+840 | K1121+840  K1127+872 | 3.3  6.4 | 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 |
| 地表水污染 | 汛期外水入渠 | 9-3 |
| 生活污水 | 9-4 |
| 畜禽养殖 |
| 垃圾 |
| 工矿企业 |
| 穿跨越和邻接工程 | 9-8 |
| 运维养护施工 | 9-9 |
| 地下水污染 | 地下水污染 | 9-7 |
| 内排 | 9-5 |
| 防水失效 | 9-6 |
| 大气污染 | 大气沉降 | 9-11 |
| 藻类污染 | 温度 | 9-12 |
| 营养盐 |
| 水流 |
| pH |
| 微量元素 |
| 光照 |
| 生物因素 |
| 建筑物漏油污染 | 管路质量差 | 9-10 |
| 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3.3-8 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 | 组织人员加强对荣乌高速桥等易发交通事故桥梁进行巡查，并在易发交通事故桥梁设置警示牌。 |
| 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 | 汛期外水入渠 | （1）重点关注刘庄沟排水渡槽外水入渠风险；  （2）对跨渠建筑物上下游进行疏浚，保证河道行洪；  （3）根据实际情况增加堤顶高程。 |
| 9-4 | 污染源 | 加强排查新增污染源，同时重点关注已知存在地表水污染的位置，与当地环保部门沟通协调处理，控制污染源。 |
| 9-5 | 防水失效 | （1）对渠道水量进行定期检测，发现水量异常，及时与有关部门进行协调处理；  （2）完善相关监测设备，可采用瞬变电磁法、高密度电阻率法、地质雷达、浅层地震法、流场法等对渠道渗漏进行监测，发现异常及时上报。 |
| 9-6 | 地下水污染 | 协调当地政府相关部门，对污染源进行排查和处理。 |
| 9-7 | 穿跨越和邻接工程 | （1）配合上级部门对穿跨越和邻接工程施工方案进行审核，发现问题及时与有关部门协调处理；  （2）加强对穿跨越和邻接工程的巡查，发现异常及时与施工单位及当地政府部门协调处理；  （3）大力宣传环境保护知识，树立施工人员的环保意识。 |
| 9-8 | 运维养护施工 | （1）配合上级部门对运维养护施工方案进行审核，发现问题及时与有关部门协调处理；  （2）加强对运维养护施工过程的监督，发现异常及时与施工单位及当地政府部门协调处理；  （3）大力宣传环境保护知识，树立施工人员的环保意识。 |
| 9-9 | 含油管路、含油仪器 | （1）对西黑山节制闸、徐水刘庄分水口、西黑山分水闸内含油管路、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。 |
| 9-10 | 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。 |
| 9-11 | 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 | 地表水污染 | （1）事故发生后，立即核实水质污染状况，查明事件起因、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）配合水质应急部门赶赴现场进行应急监测，及时向上级单位和部门报告水污染事件监测和初步调查及相关进展情况；  （3）组织抢险人员赶往现场，开展先期处置工作，并与地方政府相关部门合作协调尽最大可能的切断污染源，控制污染物入渠；  （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。 |
| 3 | 地下水污染 | （1）事故发生后，立即核实水质污染状况，查明事件起因、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）配合水质应急部门赶赴现场进行应急监测，及时向上级单位和部门报告水污染事件监测和初步调查及相关进展情况；  （3）组织抢险人员赶往现场，开展先期处置工作，并与地方政府相关部门合作协调尽最大可能的切断污染源，控制污染物入渠；  （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 | 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。 |
| 5 | 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）在西黑山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。 |
| 6 | 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、分水口现场值班人员，立即对节制闸及分水口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，防止上游油污进入箱涵；  （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 对当地防洪影响预防措施

4.1 对当地防洪影响风险事件及风险因子

总干渠工程按5~20年一遇的洪水标准考虑了对当地的防洪影响，相应提出了防洪影响处理工程。总干渠左岸区域针对现状实际行洪条件较原设计条件有变化及下垫面条件(流域汇流面积、河长、比降等)变化明显的进行风险评估，总干渠右岸区域针对未考虑采取防洪影响处理工程的进行风险评估。西黑山管理处共11座排水（交叉）建筑物，其中刘庄沟、沙套沟、曲水沟等6条河流存在一定的风险，枣园西沟、沙套沟、曲水沟风险较大，主要原因为枣园西沟、沙套沟无明显排水沟道，现状行洪条件下，洪水被山体阻挡，沿低洼地带向东侧漫流，对西黑山村、大王店镇等有不利影响，同时，受山体阻挡影响，部分区域淹没较深；曲水沟出口下游排水沟道不明显，现状行洪条件下，洪水沿低洼地带漫流，对下游西釜山村、东釜山乡有不利影响。

表4.1-1 对当地防洪影响风险事件及风险因子一览表

| 河流名称 | 风险事件 | 风险因子 | 风险防范措施编号 |
| --- | --- | --- | --- |
| 刘庄沟 | 洪水对当地区域防洪安全造成影响 | （1）交叉断面以上流域建设用地面积比例增加 | 2 |
| （2）上游河道行洪断面束窄 | 6 |
| （3）建筑物有易堵风险（生活垃圾、柴草漂浮物） | 4 |
| 枣园西沟 | 洪水对当地区域防洪安全造成影响 | （1）右岸社会经济因素，包括人口和资产分布等。距离出口最近的村庄约1041m。 | 7 |
| （2）因总干渠及左排建筑物的修建引起的原洪水流路的变化。 | 9 |
| （3）出口下游无明显排水沟道。 | 1 |
| 沙套沟 | 洪水对当地区域防洪安全造成影响 | （1）右岸社会经济因素，包括人口和资产分布等。距离出口最近的村庄约1047m。 | 7 |
| （2）因总干渠及左排建筑物的修建引起的原洪水流路的变化。 | 9 |
| （3）出口下游无明显排水沟道。 | 1 |
| 东黑山沟 | 洪水对当地区域防洪安全造成影响 | （1）右岸社会经济因素，包括人口和资产分布等。距离出口最近的村庄约 375m。 | 7 |
| （2）因总干渠及左排建筑物的修建引起的原洪水流路的变化。 | 9 |
| 曲水沟 | 洪水对当地区域防洪安全造成影响 | （1）右岸社会经济因素，包括人口和资产分布等。距离出口最近的村庄约3490m。 | 7 |
| （2）因总干渠及左排建筑物的修建引起的原洪水流路的变化。 | 9 |
| （3）出口下游排水沟道不明显。 | 1 |
| 西黑山沟（天津干线） | 洪水对当地区域防洪安全造成影响 | （1）右岸社会经济因素，包括人口和资产分布等。出口附近是村庄。 | 7 |
| （2）因总干渠及左排建筑物的修建引起的原洪水流路的变化。 | 9 |
| （3）出口下游无明显排水沟道。 | 1 |

4.2 对当地防洪影响风险防范措施

表4.2-1 对当地防洪影响风险预防措施一览表

| 编号 | 风险因子 | 防范措施 | |
| --- | --- | --- | --- |
| 工程措施 | 非工程措施 |
| 1 | 河穿渠类建筑物出口有村庄、厂房等，右岸无排水出路或因村庄等部分挤占行洪通道等导致排水不畅 | （1）无排水出路的，开挖排水通道就近排入已有河道或其他水体；  （2）排水不畅的，疏通下游排水通道，加强河道整治，提高下游河道过流能力，避免人类活动对行洪产生不利影响； | （1）做好穿渠排水建筑物日常检查维护工作，尽量排除可能的风险因素；  （2）协同当地政府部门做好非河道管理区的排洪排水规划； |
| 2 | 交叉断面以上流域特征值变化(流域汇流面积增大、主河长较设计值减小、流域内建设用地面积增加) 导致设计洪水增大 | （1）若设计洪水确实比原设计洪水增大30%以上，建议在上游开渠引流； | （1）建议对干渠建设前后集水区面积、河流长度等下垫面条件变化明显的单元，开展专题论证与研究工作；  （2）加强与水利实时雨水工情信息的共享，开展沿线暴雨洪水的预报预警工作； |
| 3 | 河穿渠类建筑物下游有弃渣、堆土、建房等挤占行洪通道，行洪能力降低 | （1）运行期间应监视下游河道水流通道的畅通条件，发现堵塞现象时应及时清理；  （2）清理出口土堆，疏通下游排水通道，提高下游河道过流能力； | （1）协同当地政府部门加强对附近村民的宣传劝导教育工作，河道内禁止倾倒弃渣、堆土等；并对建房等挤占行洪通道的行为进行动态监管；  （2）地方政府河道整治中实施的整治方案应征求南水北调中线局的意见；  （3）完善应急预案编制，提高应急预案的可操作性； |
| 4 | 穿渠类建筑物进口易堵（生活垃圾、柴草漂浮物、滑坡泥石流等） | （1）清理进口附近工程弃渣、堆土、生活垃圾、柴草漂浮物等；  （2）在排水建筑物进口修建拦沙坎、沉砂池等，防止行洪通道淤堵； | （1）协同当地政府部门加强对附近村民的宣传劝导教育工作，河道内禁止倾倒弃渣、堆土等； |
| 5 | 穿渠类建筑物自身淤堵 | 汛后及时清淤； | （1）做好穿渠排水建筑物日常检查维护工作，排除可能的风险因素； |
| 6 | 河渠交叉建筑物上下游行洪断面束窄，行洪能力降低 | （1）制止保护范围内违建行为，对存在的违建建筑物进行拆除，进行河道整治；  （2）协同地方水务部门加强河道整治工作，保持河道行洪通畅； | （1）协同当地政府部门加强河道管理法制法规建设，明确保护范围和具体要求，建立违法监管机制并进行动态监测监管；  （2）地方政府河道整治中实施的整治方案应征求南水北调中线局的意见； |
| 7 | 洪水影响区内的社会经济因素（人口和资产分布） | / | （1）协同地方政府部门加强当地土地利用规划和管理，根据洪水风险空间分布划定禁止开发区和允许开发区，并严格执行；  （2）有关左右岸工程保护区及下垫面范围的城市规划应征求水利部门的意见； |
| 8 | 距离干渠50km范围内有设计标准低的中型水库以及20km范围内有设计标准低的小型水库 | （1）对按现行标准复核水库大坝的防洪标准和溢洪道尺寸不满足要求的水库，应建议其采取工程措施扩建溢洪道或加高大坝；  （2）对于溢洪道两侧存在山体滑坡隐患的，应建议其及早整治；  （3）对溢洪道、泄洪洞包括闸门与启闭设施及备用电源等应建议其加强维修养护，确保正常工作；  （4）对存在漂浮物威胁的水库溢洪道，汛期应建议其采取措施消除漂浮物堵塞隐患。 | （1）应建议水库管理单位加强水库大坝安全监测，在发生强降雨、产生的洪水可能超过水库设计值时提前采取泄洪措施，规避溃坝风险，对于已经进行过除险加固的水库，初期蓄水阶段仍然是工程危险期，仍需要进一步加强其安全检查与监测；  （2）应建议水库管理单位严格按规定执行水库运行调度，不得违背水库汛期调度运用规则或盲目运行；  （3）应建议水库管理单位加强水库管理制度建设，完善溃坝洪水应急预案，落实中小型水库巡查与报告制度，要求管理人员按非汛期及汛期要求的周期，开展水库安全检查巡查工作。 |
| 9 | 因总干渠及左排建筑物的修建引起原洪水流路变化 | / | / |

5 综合评价及工作建议

本次评估，西黑山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）西黑山分水闸前回流区藻类及淤泥堆积严重，应在藻高发期加强机械打捞、人工打捞等物理方法除藻。西黑山分水闸后急流，遭遇罕见降温时，易形成闸墩边壁贯穿冰坨，封冻闸门。目前已加盖封闭，增加闸室的保温措施；紧急情况下，可采取融冰措施，防止闸门冻结。

（二）加强深挖方及高填方渠段监测。

（三）加强高填方渠段的巡视检查，重点检查渠堤变形、裂缝、背水侧管涌等渗透破坏，发现问题，及时采取相应处理措施。高填方渠段建议复核抢险备料的种类、数量及位置。

（四）对于堤防洞穴危害，定期组织专业排查处理。

（五）汛期加强左岸排水建筑物的巡查，确保排水通道畅通。

（六）落实对尚未移交桥梁的维护管理；在易发生交通事故的桥梁设置视频监控和警示牌。

（七）建立其他穿越工程档案系统，深入了解其他穿越的种类，建设时间、结构形式、使用情况等。

（八）建立与地方政府及水利、交通部门等行业的协调管理机制，主要完成以下工作：

（1）地方空间规划需考虑对南水北调工程的影响，严格遵守《南水北调工程供用水管理条例》；

（2）禁止在河道保护范围内采砂、侵占河道、加设阻水设施等；

（3）禁止在总干渠保护范围内实施影响工程运行、危害工程安全和供水安全的打井、堆土、采砂、取土、挖塘等行为；

（4）解决左排上游堵塞、集中排放的问题；解决左排下游排水不畅或对冲村庄的问题；

（5）解决大型河渠交叉建筑物上下游河道行洪能力不足的问题，必要时进行河道整治；

（6）管理单位抓紧协商地方政府和相关行业落实桥梁等设施和资产的移交，明确管理责任；

（7）对尚未完成的防洪影响处理工程尽快实施。