**南水北调中线一期工程安全风险评估**

**天津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](#_Toc524637610)

[1 工程概况 3](#_Toc524637611)

[2 风险等级 7](#_Toc524637612)

[2.1 风险等级标准 7](#_Toc524637613)

[2.2 风险量值分布图 8](#_Toc524637614)

[3 输水总干渠风险防控措施 12](#_Toc524637615)

[3.1 建筑物风险事件及因子 12](#_Toc524637616)

[3.2 建筑物风险预防措施 16](#_Toc524637617)

[3.3 建筑物风险控制措施 17](#_Toc524637618)

[3.4 调度运行 23](#_Toc524637619)

[4 综合评价及工作建议 34](#_Toc524637620)

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输水暗涵、倒虹吸等建筑物的风险。

（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（冬季）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

天津管理处工程桩号范围为XW133+680~XW155+207，线路中心线水平投影长度21.527km，依次穿过天津市武清区、北辰区和西青区。XW133+680~XW148+732.269段设计输水流量45m3/s，加大输水流量55m3/s。XW148+732.269~XW155+305段设计输水流量18m3/s，加大输水流量28m3/s。

天津管理处工程输水型式主要以有压箱涵为主，XW133+680~XW148+657段输水箱涵为3孔4.4m×4.4m箱涵，XW148+657~XW148+788段为子牙河分流井，XW148+788~XW155+233段为2孔3.6m×3.6m箱涵，XW155+233~XW155+305段为外环河出口闸。天津管理处主要建筑物包括：子牙河北分流井1座，子牙河倒虹吸控制闸1座、外环河出口闸1座、通气孔9座，河渠交叉倒虹吸8座，铁路交叉建筑物1座，公路交叉建筑物12座，共计33座。天津管理处工程特性表1-1。

主要工程建筑物为1级，集流面积大于等于20km2的河渠交叉建筑物的防洪标准按100年一遇洪水设计，300年一遇洪水校核；集流面积小于20km2的河渠交叉建筑物及左岸排水建筑物的防洪标准按50年一遇洪水设计，200年一遇洪水校核。

天津市管理处地震基本烈度为Ⅶ度，相应主要建筑物抗震设计烈度为7度。

表1-1 天津管理处工程特性表

| 序号 | 建筑物名称 | 类型 | 起点桩号 | 终点桩号 | 长度（m） | 工程特性 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW133+680 | XW133+939 | 259 | 3孔4.4m×4.4m，有压 |
| 2 | 阙里墅至王二淀村公路涵 | 穿公路箱涵 | XW133+939 | XW133+984 | 45 | 3孔4.4m×4.4m，有压 |
| 3 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW133+984 | XW134+652 | 668 | 含有RT60号通气孔 |
| 4 | 赵家柳村公路涵 | 穿公路箱涵 | XW134+652 | XW134+697 | 45 | 3孔4.4m×4.4m，有压 |
| 5 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW134+697 | XW135+033 | 336 | 3孔4.4m×4.4m，有压 |
| 6 | 清北排干倒虹吸 | 倒虹吸 | XW135+033 | XW135+123 | 90 | 3孔4.4m×4.4m箱涵，有压 |
| 7 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW135+123 | XW135+485 | 362 | 3孔4.4m×4.4m，有压 |
| 8 | 道沟子村公路涵 | 穿公路箱涵 | XW135+485 | XW135+530 | 45 | 3孔4.4m×4.4m箱涵，有压 |
| 9 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW135+530 | XW135+759 | 229 | 3孔4.4m×4.4m，有压 |
| 10 | 京沪高速公路涵 | 穿公路明挖箱涵 | XW135+759 | XW135+959 | 200 | 3孔4.4m×4.4m，有压 |
| 11 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW135+959 | XW135+993 | 34 | 3孔4.4m×4.4m，有压 |
| 12 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW135+993 | XW137+193 | 1200 | 含有RT61号通气孔、XW136+066锡盟～江苏±800kV特高压直流输电线路工程跨越 |
| 13 | 市区段规划公路涵（一） | 穿公路箱涵 | XW137+193 | XW137+315 | 122 | 3孔4.4m×4.4m箱涵，有压 |
| 14 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW137+315 | XW138+772 | 1457 | 含有RT62号通气孔 |
| 15 | 王家封至大柳滩公路涵 | 穿公路箱涵 | XW138+772 | XW138+862 | 90 | 3孔4.4m×4.4m，有压 |
| 16 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW138+862 | XW139+632 | 770 | 含有RT63号通气孔 |
| 17 | 津同公路涵 | 穿公路箱涵 | XW139+632 | XW139+782 | 150 | 含王庆坨排干倒虹吸 |
| 18 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW139+782 | XW140+172 | 390 | 3孔4.4m×4.4m箱涵，有压 |
| 19 | 万达公司西公路涵 | 穿公路箱涵 | XW140+172 | XW140+217 | 45 | 3孔4.4m×4.4m，有压 |
| 20 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW140+217 | XW141+481 | 1264 | 3孔4.4m×4.4m，有压 |
| 21 | 卫河倒虹吸 | 倒虹吸 | XW141+481 | XW141+616 | 135 | 3孔4.4m×4.4m箱涵，有压 |
| 22 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW141+616 | XW143+124 | 1508 | 含有RT64号通气孔 |
| 23 | 杨河村第五排干倒虹吸 | 倒虹吸 | XW143+124 | XW143+199 | 75 | 含市区段规划公路涵（二） |
| 24 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW143+199 | XW145+916 | 2717 | 含有RT65~66号通气孔 |
| 25 | 京福公路涵 | 穿公路箱涵 | XW145+916 | XW146+066 | 150 | 3孔4.4m×4.4m，有压 |
| 26 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW146+066 | XW148+657 | 2591 | 含有RT67号通气孔、XW148+484新建京沪高速铁路至天津西站北联络线桥梁跨越 |
| 27 | 子牙河北分流井 | 连接井 | XW148+657 | XW148+788 | 131 |  |
| 28 | 子牙河倒虹吸 | 倒虹吸 | XW148+788 | XW149+604 | 816 | 含铁锅店公路涵、杨柳青农场公路涵 |
| 29 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW149+604 | XW149+974 | 370 | 2孔3.6m×3.6m箱涵，有压 |
| 30 | 北排干倒虹吸 | 倒虹吸 | XW149+974 | XW150+049 | 75 | 2孔3.6m×3.6m箱涵，有压 |
| 31 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW150+049 | XW150+712 | 663 | 含有RT68号通气孔、XW150+327新建京沪高速铁路至天津西站北联络线、XW150+700新建铁路天津至保定铁路工程两处桥梁跨越 |
| 32 | 京沪铁路涵 | 穿铁路明挖箱涵 | XW150+712 | XW150+837 | 125 | 2孔3.6m×3.6m箱涵，有压 |
| 33 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW150+837 | XW150+883 | 46 | 2孔3.6m×3.6m箱涵，有压 |
| 34 | 西青道公路涵 | 穿公路箱涵 | XW150+883 | XW151+021 | 138 | XW150+968～XW152+144、XW150+968、XW152+194华苑供热所35kV专用变电站电源线工程跨越、邻接、穿越 |
| 35 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW151+021 | XW151+614 | 593 | 2孔3.6m×3.6m箱涵，有压 |
| 36 | 阜盛道公路涵 | 穿公路箱涵 | XW151+614 | XW151+689 | 75 | 2孔3.6m×3.6m箱涵，有压 |
| 37 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW151+689 | XW152+903 | 1214 | 2孔3.6m×3.6m箱涵，有压 |
| 38 | 星光路公路涵 | 穿公路箱涵 | XW152+903 | XW152+978 | 75 | 2孔3.6m×3.6m箱涵，有压 |
| 39 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW152+978 | XW153+618 | 640 | 2孔3.6m×3.6m箱涵，有压 |
| 40 | 曹庄排干倒虹吸 | 倒虹吸 | XW153+618 | XW153+693 | 75 | 2孔3.6m×3.6m箱涵，有压 |
| 41 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW153+693 | XW154+476 | 783 | 2孔3.6m×3.6m箱涵，有压 |
| 42 | 中北镇污水管倒虹吸 | 倒虹吸 | XW154+476 | XW154+551 | 75 | 2孔3.6m×3.6m箱涵，有压 |
| 43 | 明挖箱涵 | 明挖箱涵 | XW154+551 | XW155+233 | 682 | 2孔3.6m×3.6m箱涵，有压 |
| 44 | 外环河出口闸 | 控制闸 | XW155+233 | XW155+305 | 72 | 天津干线终点 |

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

天津管理处工程层次分析结构图20180810.wmf

图2-1工程风险量值分布图

2.2.2 洪水风险量值分布图

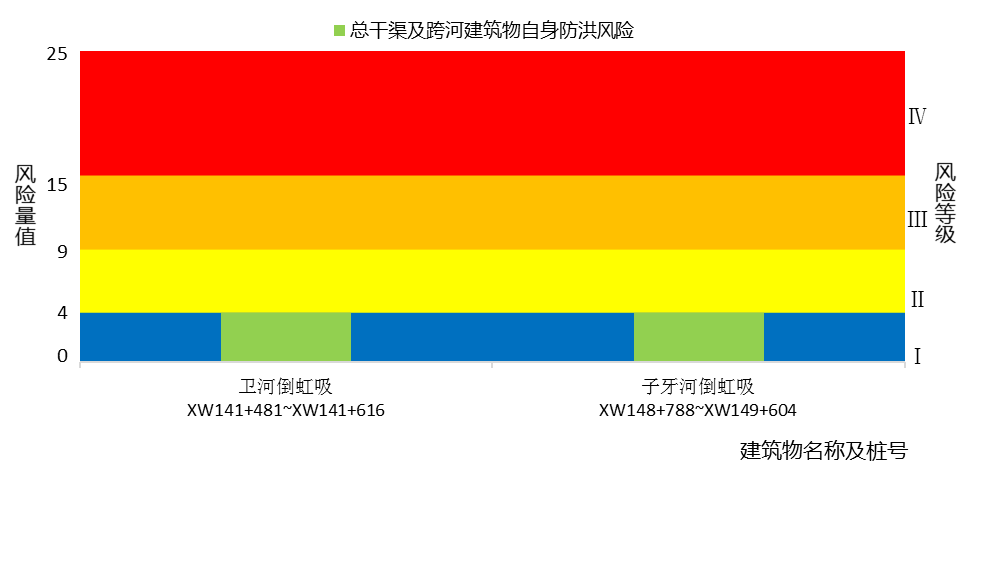


图2-2 洪水风险量值分布图

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

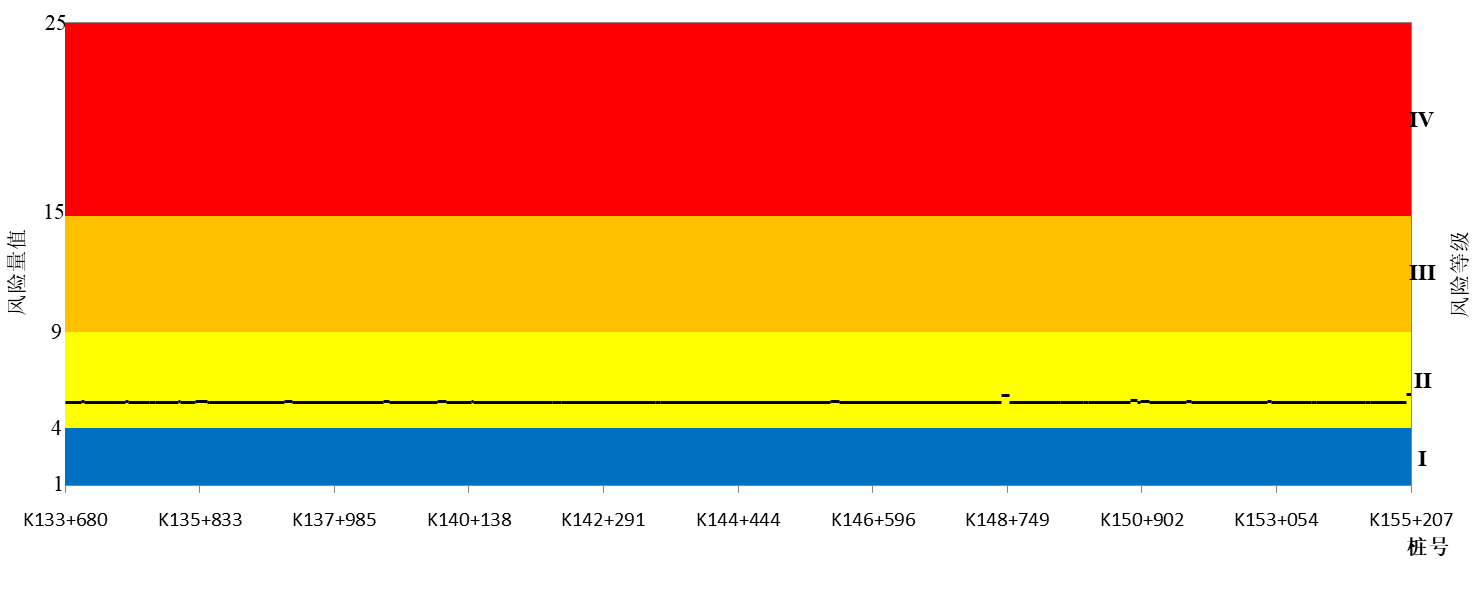


图2-4 综合风险量值分布图

3 输水总干渠风险防控措施

3.1 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（按重要性排序） | 主要风险因子（按重要性排序） | 风险预防措施编号 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12 | 阙里墅至王二淀村公路涵  赵家柳村公路涵  道沟子村公路涵  京沪高速公路涵  市区段规划公路涵（一）  王家封至大柳滩公路涵  津同公路涵  万达公司西公路涵  京福公路涵  西青道公路涵  阜盛道公路涵  星光路公路涵 | XW133+939~XW133+984  XW134+652~XW134+697  XW135+485~XW135+530  XW135+759~XW135+959  XW137+193~XW137+315  XW138+772~XW138+862  XW139+632~XW139+782  XW140+172~XW140+217  XW145+916~XW146+066  XW150+883~XW151+021  XW151+614~XW151+689  XW152+903~XW152+978 | 6.8 | 输水箱涵顶管整体变形失稳 | 涵顶路面超载 | 1-9 |
| 输水箱涵顶管局部破损 | 涵顶路面超载 | 1-9 |
| 过流能力减小 | 运行调度 | 1-6 |
| 箱涵渗漏水 | 涵顶路面超载 | 1-9 |
| 运行调度 | 1-6 |
| 13  14  15  16  17  18  19 | 清北排干倒虹吸  卫河倒虹吸  杨河村第五排干倒虹吸  子牙河倒虹吸  北排干倒虹吸  曹庄排干倒虹吸  中北镇污水管倒虹吸 | XW135+033~XW135+123  XW141+481~XW141+616  XW143+124~XW143+199  XW148+788~XW149+604  XW149+974~XW150+049  XW153+618~XW153+693  XW154+476~XW154+551 | 6.7 | 箱涵顶部覆土冲刷破坏 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 运行调度与检修养护 | 1-6 |
| （1）输水箱涵整体变形失稳  （2）输水箱涵局部破损 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 运行调度 | 1-6 |
| 附属设施井局部破损 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 运行调度 | 1-6 |
| 附属设施井被淹 | 运行调度与检修养护 | 1-6 |
| 暴雨洪水 | 1-1 |
| 过流能力减小 | 低温冻胀 | 1-3 |
| 运行调度 | 1-6 |
| 箱涵渗漏 | 低温冻胀 | 1-3 |
| 地质灾害（地基不均匀沉降） | 1-4 |
| 运行调度 | 1-6 |
| 20 | 子牙河北分流井 | XW148+657~XW148+788 | 7.3 | （1）闸室整体变形失稳  （2）闸室局部破损 | 地质灾害 | 1-4 |
| 暴雨洪水 | 1-1 |
| 违章超载 | 1-8 |
| 启闭房变形失稳 | 违章超载 | 1-8 |
| 雪灾 | 1-2 |
| 地质灾害 | 1-4 |
| 明槽整体、局部失稳 | 违章超载 | 1-8 |
| 地质灾害 | 1-4 |
| 暴雨洪水 | 1-1 |
| 过流能力减小 | 低温冻胀 | 1-3 |
| 运行调度 | 1-6 |
| 调节池渗水 | 低温冻胀 | 1-3 |
| 运行调度 | 1-6 |
| 地质灾害 | 1-4 |
| 21  22  23  24  25  26  27  28  29  30  31  32  33  34  35  36  37  38  39  40  41  42 | 明挖箱涵 | XW133+680~XW133+939  XW133+984~XW134+652  XW134+697~XW135+033  XW135+123~XW135+485  XW135+530~XW135+759  XW135+959~XW135+993  XW135+993~XW137+193  XW137+315~XW138+772  XW138+862~XW139+632  XW139+782~XW140+172  XW140+217~XW141+481  XW141+616~XW143+124  XW143+199~XW145+916  XW146+066~XW148+657  XW149+604~XW149+974  XW150+049~XW150+712  XW150+837~XW150+883  XW151+021~XW151+614  XW151+689~XW152+903  XW152+978~XW153+618  XW153+693~XW154+476  XW154+551~XW155+134 | 6.7 | （1）输水箱涵整体变形失稳  （2）输水箱涵局部破损  （3）附属设施井整体变形失稳 | 单侧违章活动 | 1-7 |
| 违章超载 |  |
| 暴雨洪水 | 1-1 |
| 地质灾害 | 1-4 |
| 过流能力减小 | 单侧违章活动 | 1-7 |
| 违章超载 | 1-8 |
| 暴雨洪水 | 1-1 |
| 地质灾害 | 1-4 |
| 运行调度 | 1-6 |
| （1）箱涵渗漏水  （2）附属设施井内水外溢 | 运行调度 | 1-6 |
| 单侧违章活动 | 1-7 |
| 违章超载 | 1-8 |
| 暴雨洪水 | 1-1 |
| 附属设施井被淹 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 单侧违章活动 | 1-7 |
| 43 | 外环河出口闸 | XW155+134~XW155+207 | 7.4 | 水面线溢流闸门顶 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 运行调度 | 1-6 |
| 低温冻胀 | 1-3 |
| （1）闸室整体变形失稳  （2）闸室局部破损 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 地质灾害 | 1-4 |
| 违章超载 | 1-8 |
| 启闭机房变形失稳 | 雪灾 | 1-2 |
| 地质灾害 | 1-4 |
| 违章超载 | 1-8 |
| （1）挡墙整体变形失稳  （2）底板抗浮失稳 | 暴雨洪水 | 1-1 |
| 地质灾害 | 1-4 |
| 过流能力减小 | 低温冻胀 | 1-3 |
| 地质灾害 | 1-4 |
| 运行调度 | 1-6 |
| 44 | 京沪铁路涵 | XW150+712~XW150+837 | 7.4 | （1）输水箱涵整体变形失稳  （2）输水箱涵局部破损  （3）箱涵渗漏水  （4）过流能力减小 | 穿越防护结构变形 | 1-5 |
| 地质灾害 | 1-4 |
| 运行调度 | 1-6 |

3.2 建筑物风险预防措施

表3.2-1 建筑物风险预防措施一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 风险因子归类 | 编号 | 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）加强汛期的风险排查，及时清理排水沟；  （3）每年汛前、讯后及时检查箱涵与河流交叉部位防护设施完好情况以及上下游河道地形、河势是否改变，汛中检查河道水位变化情况，加强防护设施及上下游河道地形的整治和监控；  （4）每年汛前检查露出地面的阀井周围地形是否与通水验收前一致，及时采取防护措施防止阀井被淹。 |
| 1-2 | 雪灾 | 当屋顶积雪厚度达到≥7cm，及时清除闸顶和启闭机房房顶上的雪荷载。 |
| 1-3 | 低温冻胀 | （1）加强冰情监测，发现问题及时处理；  （2）定期巡查倒虹吸顶面地形，确保倒虹吸顶面覆土厚度大于冻土深度；  （3）应在闸门前设置抗冰措施，并加强天气预报，一旦寒流来临，应启动防冰装置；  （4）加强对阀井内压力钢管的保温。 |
| 1-4 | 地质灾害 | 加强基础沉降观测。 |
| 1-5 | 穿越防护结构变形 | 加强对箱涵防护结构的应力、应变和位移、变形监测。 |
| 管理因素 | 1-6 | 调度运行 | （1）加强巡视监测和自动化监测；  （2）严格按照水闸调度规则进行运行管理，对称开启水闸，控制水闸开度逐渐增大；  （3）应优化运行调度方案，防止空蚀破坏，避免小流量输水时大量气泡进入下游箱涵；  （4）当输水埋管穿越的公路、铁路需要改造，需要提交公路、铁路改造对箱涵套管的影响报告；  （5）防护栏杆定期刷防腐涂料，定期检查栏杆螺栓是否拧紧；  （6）定期对阀门擦油，防止阀门锈蚀；对于不经常启闭的阀门，要定期启闭阀门；  （7）箱涵管道上的排气阀井、排空阀井、检修井等井的阀门很少启闭，需要定期启闭，防止阀门的锈蚀、磨损、污物嵌入无法关严而引起阀门漏水，保证设施设备正常运行。 |
| 人为因素 | 1-7 | 单侧违章活动 | （1）输水涵管保护范围内，严禁违规取土或者堆土，防止输水箱涵等建筑物承受不平衡的侧土压力；  （2）对已存在的取土坑进行填平处理，堆土进行挖除。 |
| 1-8 | 违章超载 | 应采用巡视监测和自动化安全监测相结合，加强对涵闸界桩保护范围内的管理，禁止在保护范围弃渣、盖房等占压超载违章活动。建议运行管理单位每月应进行违章排查检查。发现有相关违规行为，应及时上报。并与地方政府联系，拆除违规设施，制止违规施工。 |
| 1-9 | 涵顶路面超载 | （1）需要加强对箱涵穿越的公路路面通行汽车管理，不得在路面超载、压载，也不得填土加高路面。  （2）对输水箱涵顶的路基路面加强沉降变形监测。 |

3.3 建筑物风险控制措施

表3.3-1 穿公路箱涵风险控制措施一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 风险事件 | 风险控制措施 |
| 1 | 输水箱涵顶管整体变形失稳 | 当隧洞衬砌钢筋应力≥310MPa，或者混凝土裂缝宽度≥0.3mm，需要停水检修，对衬砌顶拱回填灌浆。 |
| 2 | 输水箱涵顶管局部破损 | 当管棚暗挖箱涵顶回填砂浆不密实，出现土洞围岩路基沉陷变形，当路面平整度不足，影响路面交通运行，可在路面补充一层沥青混凝土路面处理，确保平整度达到高速公路交通路面平整度要求。 |
| 3 | 过流能力减小 | （1）当箱涵内泥沙淤积，定期清理泥沙。  （2）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。 |
| 4 | 箱涵渗漏水 | （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Ⅰ、Ⅱ类的表面细小龟裂和浅层裂缝，采用表面涂抹（喷涂）修补、表面贴补、凿槽镶嵌等方法进行修补和防水处理。  （4）当箱涵重要部位Ⅱ类以上的裂缝可以考虑灌浆修复。  （5）当箱涵涵身出现贯穿性裂缝引起渗水，建议委托原设计单位重新复核箱涵工况，采取加固措施。箱涵涵身补强加固包括内衬加固、外包加固、钢丝网水泥喷浆和喷射混凝土修复等。 |

表3.3-2 倒虹吸风险控制措施一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 风险事件 | 风险控制措施 |
| 1 | 箱涵顶部覆土冲刷破坏 | （1）当倒虹吸段周围河床地势被暴雨洪水冲毁改变时，应尽快恢复河床地形高程至原设计地形，确保足够输水埋管的抗冲刷深度。  （2）当倒虹吸周围500m范围内出现采砂活动、违建、人工缩窄行洪断面等违章活动，管理人员应联合当地政府部门对以上清除违建，立即停止违章活动，恢复河道河势、河床地面高程。 |
| 2 | 输水箱涵整体变形失稳 | 由于洪水淘刷，引起倒虹吸整体变形时，但还未引起结构缝止水破坏，即渗漏量不大，可以采用坡降纠偏、顶升纠偏、综合法纠偏。 |
| 3 | 输水箱涵局部破损 | 当倒虹吸混凝土箱涵被局部冲毁，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。 |
| 4 | 附属设施井整体变形失稳 | （1）汛期地下水位超过设计水位值，阀井容易抗浮失稳，墙壁或者底板容易局部变形失效。建议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。 |
| 5 | 附属设施井内水外溢 | 当排气阀井、排空阀井、检修井等井的阀门的漏水，需要更换新的阀门。 |
| 6 | 附属设施井被淹 | 当阀井内被淹没或内水外溢，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。 |
| 7 | 过流能力减小 | （1）当低温时过流能力减小，增加埋管管顶覆土厚度，防止冻胀。  （2）当箱涵内泥沙淤积，定期清理泥沙。 |
| 8 | 箱涵渗漏水 | 同“穿公路箱涵工程”的箱涵渗漏水处理措施。 |

表3.3-3 连接井风险控制措施一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 风险事件 | 风险控制措施 |
| 1 | 水面线溢流闸门顶 | （1）增大闸门开度或者增加闸门开启数量。  （2）在设计流量范围内，当所有闸门全打开，开度达到极限，水面溢流闸门顶时，建议业主委托愿设计单位复核闸孔过流能力。 |
| 2 | 堰后底板消能破坏 | （1）降低水位差运行；  （2）增加闸孔数量，降低闸孔开度；  （3）水下浇筑混凝土，加固堰后底板。 |
| 3 | 闸室整体变形失稳 | （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。 |
| 4 | 闸室局部破损 | 当底板出现渗透失稳或者抗浮失稳，需要加长和加厚底板，补做或增设上游防渗帷幕。当下游底板排水孔堵塞，需要进行扫孔。 |
| 5 | 启闭机房变形失稳 | （1）当启闭闸室梁、板、柱出现裂缝，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，可采用粘钢加固、外包钢加固原启闭排架。 |
| 6 | 明槽整体变形失稳 | （1）采用坡降纠偏、顶升纠偏、综合法纠偏。  （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。 |
| 7 | 明槽局部破损 | 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。 |
| 8 | 分水能力减小 | 控制闸门遇到冻融，无法启闭闸门，需要采用温水对闸门、闸墩内内冰锥进行融化，然后再缓慢启闭闸门。 |
| 9 | 闸室明槽箱涵渗漏 | （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）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。 |

表3.3-4 明挖箱涵风险控制措施一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 风险事件 | 风险控制措施 |
| 1 | 输水箱涵整体变形失稳 | （1）施工时间应选择在输水箱涵停水期，需要拆除原有箱涵，挖除杂填土，直至坚实土层，填筑沙砾石料，并均匀夯实，达到设计要求。基础换填后，复建原拆除部分的箱涵涵身，新旧混凝土结合处设沉降缝，回填沙砾石夯实，恢复建筑物至原状。  （2）当箱涵有微小沉降，且沉降还在发展，可在箱涵沉陷的部位附近采用固结灌浆加固地基，纠偏箱涵变形。  （3）在处理地基的同时，应修复原沉降缝的止水，或为适应地基沉陷变形，在适当位置设置新的沉降缝。对于原有的沉降缝修复止水。对于新增沉降缝，可加做止水。 |
| 2 | 输水箱涵局部破损 | 当混凝土箱涵被局部冲毁，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。 |
| 3 | 附属设施井整体变形失稳 | （1）汛期地下水位超过设计水位值，阀井容易抗浮失稳，墙壁或者底板容易局部变形失效。建议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）配合调度运行，增大其他闸门开度或抬高运行水位。  （2）当箱涵内泥沙淤积，定期清理泥沙。 |
| 5 | 箱涵渗漏水 | 同“穿公路箱涵工程”的箱涵渗漏水处理措施。 |
| 6 | 附属设施井内水外溢 | 当排气阀井、排空阀井、检修井等井的阀门的漏水，需要更换新的阀门。 |
| 7 | 附属设施井被淹 | 当阀井内被淹没，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。 |

表3.3-5 控制闸风险控制措施一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 风险事件 | 风险控制措施 |
| 1 | 水面线溢流闸门顶 | （1）增大闸门开度或者增加闸门开启数量。  （2）在设计流量范围内，当所有闸门全打开，开度达到极限，水面溢流闸门顶时，建议业主委托愿设计单位复核闸孔过流能力。 |
| 2 | 闸后底板消能破坏 | （1）降低水位差运行；  （2）增加闸孔数量，降低闸孔开度；  （3）水下浇筑混凝土，加固闸后底板。 |
| 3 | 闸室整体变形失稳 | （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。 |
| 4 | 闸室局部破损 | 当底板出现渗透失稳或者抗浮失稳，需要加长和加厚底板，补做或增设上游防渗帷幕。当下游底板排水孔堵塞，需要进行扫孔。 |
| 5 | 启闭机房变形失稳 | （1）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，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，可采用粘钢加固、外包钢加固原启闭排架。 |
| 6 | 挡墙整体变形失稳 | （1）疏通或增设渠内水面线以上的排水设施，墙后换填粗粒料，以减小墙后水压力。  （2）增加墙趾宽度。  （3）在墙底板下增设阻滑桩，或在墙后锚杆或抗滑板。 |
| 7 | 底板抗浮失稳 | 加长和加厚底板；增设上游防渗帷幕；疏通或增设排水孔；周围增设排水减压井，降低底板扬压力。 |
| 8 | 过流能力减小 | 发生冰冻、冰塞时，需要采用温水对闸门、闸墩内冰锥进行融化，然后再缓慢启闭闸门。 |

表3.3-6 穿铁路箱涵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 | （1）采用钢支撑进行临时加固防护箱涵。  （2）在防护箱涵内壁采用内贴钢筋混凝土，进行加固。  （3）当地质条件差，需要对不均匀沉降的箱涵防护结构采取校正措施。 |
| 2 | 承载力破坏 | 及时与铁路主管部门沟通、协调，采取铁路减速或禁止通行措施；对外部顶管和输水箱涵进行应力、应变复核，采取加固措施。 |
| 3 | 过流能力减小 | （1）当箱涵内泥沙淤积，定期清理泥沙。  （2）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。 |
| 4 | 箱涵渗漏水 | （1）同“穿公路箱涵工程”的箱涵渗漏水处理措施。  （2）渗漏较大时，尽快通知公路、铁路运行单位采取限流或者停止交通运行。 |

3.4 调度运行

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 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 王庆坨连接井  子牙河北分流井  外环河出口闸 | XW132+075  XW148+722.6  XW155+170.4 | 2.3  2.3  2.3 | 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 | 电动闸供配电故障 | 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 | 金结元件失效 | 7-4 |
| 金结主构件异常 |
| 机电故障 | 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 | 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 | 金结主构件破坏 | 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 |
| 子牙河北分流井退水闸 | XW148+722.6 | 2.0 | 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 |
| 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 调度运行系统风险预防措施一览表

| 编号 | 风险因子类别 | 风险预防措施 |
| --- | --- | --- |
| 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。 |
| 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）避免同时对不同闸孔进行调节操作。 |

表3.4-3 调度运行系统风险控制措施一览表

| 建筑物类型 | 风险事件 | 风险控制措施 |
| --- | --- | --- |
| 连接井  分流井  出口闸 | 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，加强水头、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，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）因闸门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）因闸门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，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，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，并做好调节辖区内分水口的准备工作，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，并做好调节辖区内分水口的准备工作，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 | XW133+680 | XW155+207 | 1.4 | 输水设施破坏 | 气象条件 | 8-1 |
| 冻融 | 8-2 |
| 人工误操作 | 8-3 |
| 设备适应性 | 气象条件 | 8-1 |
| 冻融 | 8-2 |
| 人工误操作（检查遗漏） | 8-3 |

表3.4-5 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 | 冻融 | （1）冬季开展王庆坨连接井、子牙河分流井、外环河出口闸等闸控系统防冰冻巡视；  （2）根据设备环境温度需要，在设备附近布设加热扰冰设备。 |
| 8-3 | 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。 |

表3.4-6 冰期调度风险控制措施一览表

| 序号 | 建筑物  类型 | 风险  事件 | 风险控制措施 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 输水渠道 | 输水设施破坏 | （1）该单元输水建筑物为地下埋深布置，冬季受低温、冻胀影响较小。冬季低温多对连接井、分流井、出口闸等附近输水箱涵附属结构有一定影响；  （2）箱涵附属结构出现问题，应逐级上报，组织专家会商破坏原型，事后及时修复。 |
| 2 | 控制系统 | 设备适应性 | （1）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；  （2）控制设备出现局部冻结时，应布设加热设备或采用热水融冰的方法；  （3）增加水情监测设施的防冰措施，水情监测设备失效后，逐级上报至调度部门；  （4）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。 |

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 | XW133+680 | XW155+207 | 4.5 | 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 水质风险预防措施一览表

| 编号 | 风险因子 | 风险预防措施 |
| --- | --- | --- |
| 9-1 | 含油管路、含油仪器 | （1）对王庆坨连接井、子牙河北分流井、天津外环河出口闸（分水口）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 | 加强对箱涵水体进行巡查，发现异常及时上报上级单位及部门。 |

表3.4-9 水质风险控制措施一览表

| 序号 | 风险事件 | 风险控制措施 |
| --- | --- | --- |
| 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）在天津外环河出口闸、子牙河北分流井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）闸站现场值班人员，立即对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，控制箱涵内油污扩散；  （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，天津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）本管理处所辖渠段距离市区较近、人口密集，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。

（二）管理处所辖渠段距离市区较近，市政设施较多，对于新增管道、地铁、桥墩等后穿越工程，应加强监管，后穿越工程穿越方案和对输水箱涵的影响评价应经中线主管部门批准。