

密云水库数字孪生流域建设工程（施工三标：流域生态环境及雨水情感知能力提升）施工合同补充协议

甲方（建设单位）：北京市密云水库管理处

统一社会信用代码：12110000400638839X

地址：北京市密云区溪翁庄镇密关路北京市密云水库管理处

联系人：赵彻

联系电话：15810013997

乙方（原承建单位）：北京锦程前方科技有限公司

统一社会信用代码：91110108767525662D

地址：北京市昌平区城北街道西关槐树巷甲3号6号楼1层136号

联系人：杨永忠

联系电话：13001197750

鉴于：

1. 甲乙双方已于2024年6月25日签订《密云水库数字孪生流域建设工程（施工三标：流域生态环境及雨水情感知能力提升）施工合同》（以下简称“原合同”），乙方已按原合同约定完成项目建设工作。

2. 因洪水自然灾害影响，原合同项下部分设备及相关建设内容发生水毁。

3. 甲方已就水毁修复事宜向市水务局申请，且市水务局已向市发展改革委备案，同意使用项目预备费进行水毁修复。

4. 为保障项目整体推进，甲乙双方一致同意就水毁工程重建事宜签订本补充协议，作为原合同的补充条款。

一、重建范围及内容

1. 乙方应按照附件一《密云水库数字孪生流域建设工程设备恢复实施方案》所列内容，完成水毁设备的更换、安装调试及相关配套工程建设。

2. 重建所用设备及材料的品牌、规格、型号应与原合同约定一致；若原型号已停产，乙方应提供同等或更高配置的替代产品，并书面报甲方确认后再行采购安装，替代产品价格不得高于原合同约定价格。

3. 乙方应确保重建工程质量符合国家相关行业标准、原合同约定及甲方提出的合理技术要求。

4. 在验收合格且交付甲方前，乙方对于合同标的具有成品保护的义务。

二、费用及支付方式

1. 本补充协议项下重建工程总费用（含税）为人民币 907614.62 元（大写：玖拾万零柒仟陆佰壹拾肆元陆角贰分）（暂估），该费用已包含硬件设备购置费、配套工程费、措施费、税金所有相关费用，费用来源为项目预备费。工程最终结算价款以政府竣工审计结果为准。

2. 费用依据：以附件一《密云水库数字孪生流域建设工程设备恢复实施方案》及《密云水库数字孪生流域建设工程水毁修复造价咨询意见》为准。

3. 支付方式: (1) 协议生效后 20 个工作日内, 甲方向乙方支付本补充协议中约定的重建工程总费用的 30 %, 即人民币 272284.39 元 (大写: 贰拾柒万贰仟贰佰捌拾肆元叁角玖分) 作为预付款;

(2) 水毁工程全部完工并通水甲方验收合格后 20 个工作日内, 甲方一次性支付至本补充协议中约定的重建工程总费用的90%, 即人民币 816853.16 元 (大写: 捌拾壹万陆仟捌佰伍拾叁元壹角陆分)。工程最终结算以政府竣工审计结果为准, 竣工决算审批通过后按审计核定金额执行多退少补;

(3) 乙方应在甲方支付每笔款项前, 向甲方提供合法有效的等额增值税发票, 否则甲方有权顺延付款, 且甲方不承担任何违约责任。

(4) 甲方视财政资金批复情况付款, 如果财政资金未实际拨付至甲方账户, 甲方可以延期付款, 并不承担任何违约责任。

三、工期要求

因原合同项下部分设备及相关建设内容发生水毁, 原合同工期延期至 2026 年 6 月 1 日止。

四、其他约定

1. 本补充协议是原合同的补充, 是原合同不可分割的组成部分, 与原合同具有同等法律效力。

2. 本补充协议未约定的, 按原合同约定执行。

3. 本协议履行过程中发生的争议, 双方应首先友好协商解决; 协商不成的, 任何一方均有权向甲方所在地人民法院提起诉讼。

4. 本协议附件是本协议的有效组成部分, 与本协议具有同等法律效力。

5. 本协议自双方法定代表人或授权代表签字并加盖公章或者合同专用章之日起生效。

6. 本协议一式捌份，甲方执陆份，乙方执贰份，具有同等法律效力。

(以下无正文)



甲方(盖章):

法定代表人 / 授权代表(签字)

签订日期: 2025年12月5日



乙方(盖章):

法定代表人 / 授权代表(签字)

签订日期: 2025年12月5日



戴大峰

附件一：

密云水库数字孪生流域建设工程 设备恢复实施方案

一、概述

1. 项目背景

2025年7月23日至29日，密云区遭遇极端强降雨过程，雨量、雨强和持续历时均为历史罕见。密云全区平均降水量达366.6mm，为全市最高。

在本轮洪水中，张家坟水文站测得标准断面流量高达4380立方米每秒，水位高程达到186.9米，均为该站建站以来最高纪录。张家坟水文站的自记井房被冲毁，同时，密云水库数字孪生流域建设工程安装在该井房内的一套水质监测设备也被冲走。

我院遵照市委、市政府工作部署，为了尽快恢复密云水库入库的水质监测能力，积极与北京市密云水库管理处现场踏勘、积极协商沟通，努力做好技术服务支撑，抓紧收集资料、制定水毁修复方案。

2. 工程概况

密云水库位于密云区城北13km处，库容43.8亿 m^3 ，是北京市民用、工业用水的主要来源。密云水库横跨潮、白两河，潮河发源于河北丰宁县上黄旗北，经滦平县、古北口入北京密云县，由高岭镇注入密云水库东端。白河发源于河北省沽源县南大马群山，经怀柔区流入北京密云县，再经石城镇注入密云水库西北端。张家坟为密云水库白河的入库控制站。

张家坟水文站位于密云区石城镇张家坟村白河入库口，流域面积

8506km²，是国家重要水文站之一，担负着密云水库入库水量的观测任务。站内设上、中、下三个监测断面观测水位，洪水期测流主要利用高架浮标、测流缆道测流，枯水期主要是基本水尺断面测流堰施测。水文站两岸河坡陡峻，左岸为岩石。测流河段分主河槽及河滩，主河槽底高程约180.5m，宽约80m。右岸滩地高程约182.0m，内有村民种植农作物及树木，由水文站上游引水渠灌溉。测流河段属砂卵石河床，间有细砂，除洪水期外，常年含沙量较小。该站实测最大流量为2580m³/s，发生在1998年7月6日，最高水位为185.36m。非汛期如果上游白河堡水库不放水，其流量约2~3m³/s。

2024年，北京市密云水库管理处启动了密云水库数字孪生流域建设工程。该工程以工程安全、防洪安全、水资源安全、水环境安全以及安防安全管理为核心目标，致力于构建密云水库的数字孪生体系。通过实现数字孪生体与物理流域的同步仿真运行、虚实交互以及迭代优化，该工程旨在显著提升密云水库的“预报、预警、预演、预案”四预能力，为水库的科学管理和可持续发展提供有力支撑。

为了实现这一目标，需进行多项信息基础设施建设，其中一项是在张家坟水文站新建一套水质监测设备，实现指标(氨氮、总氮、总磷、高锰酸盐指数及常规五参数)自动在线监测。水质监测设备安装在张家坟水文站自记井房内。

在本次洪水中，张家坟水文站的自记井房被冲毁，同时，密云水库数字孪生流域建设工程安装在该井房内的一套水质监测设备也被冲走。本项目主要任务就是编制水质监测设备的水毁修复实施方案。

二、水文气象

1. 水文

密云区受季风气候控制，降水年际变化较大、年内分配不均，张家坟雨量站1956—2016年多年平均降水量为617.8mm，年降水量最大值为

1117.9mm (1969 年)，最小值仅为 332.7mm (1999 年)。冬季降水量偏少，降水主要集中在汛期，汛期降水量占年总降水量的 80% 左右。密云区多年平均水面蒸发量约为 1200mm，其中春季干燥多风，蒸发量最大，夏季次之，冬季最少。多年平均相对湿度为 57%。

张家坟水文站 10 年、20 年、50 年、100 年一遇洪峰流量分别为 $1550\text{m}^3/\text{s}$ 、 $2865\text{m}^3/\text{s}$ 、 $4650\text{m}^3/\text{s}$ 、 $6400\text{m}^3/\text{s}$ 。

2. 气象

密云区位于北京市东北部，属温暖带季风性大陆性半干旱气候，四季分明，干湿冷暖变化明显。春季干旱多风，少雨；夏季受大陆低压和太平洋高压影响，炎热多雨；秋季天高气爽，冷暖适宜；冬季受西伯利亚和蒙古高压控制，干燥寒冷、少雪，盛行偏北风、西南风。

密云区总体呈现三面环山，西南低缓的地势。西南低缓地为潮白河冲洪积平原，在山地屏障作用下，呈山前暖区气候。全县大部分地区年平均气温 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ ，全县年最高气温一般出现在 7 月份，月平均气温 25.8°C ，年最低气温出现在 1 月份，月平均气温为 -6.6°C 。

密云区受季风气候控制，降水年际变化较大，年内分配不均，张家坟雨量站 1956—2016 年多年平均降水量为 617.8mm，年降水量最大值为 1117.9mm (1969 年)，最小值仅为 332.7mm (1999 年)。冬季降水量偏少，降水主要集中在汛期，汛期降水量占年总降水量的 80% 左右。

密云区多年平均水面蒸发量约为 1200mm，其中春季干燥多风，蒸发量最大，夏季次之，冬季最少。多年平均相对湿度为 57%。

密云区年光照丰富，多年平均日照时数为 2804.8 小时，年平均日照率为 63.1%。年平均霜期为 177 天，无霜期为 188 天，山区无霜期一般要比平原区减少 7~8 天左右，霜冻一般发生在地温小于或等于 0°C 的季节。地表冻土层一般为 1.0~1.2m，年平均风速 2.5m/s 。

三、工程地质

1. 地形地貌

工程区位于白河主河道上，河谷呈“U”字形，宽约 275m。主河道宽约 30m，河底高程 180.15 ~ 181.43m，河漫滩高程 181.53 ~ 183.03m，河两岸为片麻岩，地势逐渐增高。

2. 地层岩性

工程区地层岩性上部为冲积地层 (Q4al)，岩性主要以卵石、漂石、中粗砂夹砾砂为主，厚度 11.70 ~ 12.50m。下部为太古界四合堂群 (Arsh) 角闪斜长片麻岩，强风化厚度 1.50 ~ 2.00m。

3. 场地地震效应

工程区地震动峰值加速度为 0.15g，相当于地震基本烈度 VII 度。场地土为中硬土，场地类别为 II 类。

4. 水文地质条件

工程区位于北京市东北部，属暖温带大陆性季风气候，特点是冬寒干燥，夏热多雨，春旱多风，冬夏两季气温变化较大。年平均气温 11 ~ 12℃，多年平均降水量 660mm，多年平均蒸发量为 830mm，常年盛行西北风 - 东南风，年平均风速 2.5m/s。根据中国季节性冻土标准冻深线图，场区标准冻土深度为 1.0m。

工程区地下水埋藏类型为潜水，主要含水岩层为卵石及漂石，潜水位高程 181.12 ~ 181.25m (2006 年)，埋深 0.30 ~ 0.80m，潜水来源主要为大气降水补给，河水入渗补给，地下水总体流向与河流走向一致。河水及地下水对混凝土均无腐蚀性。

四、工程任务

1. 采用的规范及基本资料

- (1) 《地表水水质自动监测站选址与基础设施建设技术要求》(HJ915.1-2024)；
- (2) 《水利水电工程施工测量规范》(SL52-2015)；
- (3) 《水利水电工程施工组织设计规范》SL303-2017；
- (4) 《水资源监测数据传输规约》SLT427-2021；
- (5) 《水文自动测报系统技术规范》SL 61-2015；
- (6) 《水利水电工程水文自动测报系统设计规范》SL566-2012；
- (7) 其它有关规范、规程及技术标准。

2. 原有站点建设情况

在本次洪水中，密云水库数字孪生流域建设工程安装在张家坟水文站自记井房内的一套水质监测设备被洪水冲走，需要尽快开展修复重建工作，恢复密云水库白河入库水质监测功能。

在张家坟水文站的主河槽边上的浮子式水位井站房内安装了密云水库数字孪生流域建设工程的一套水质监测及配套设备。相关设备主要包括：五参数水质自动分析仪 1 台、光谱水质检测仪 1 台、采水单元 1 套、配水及预处理单元 1 套、在线监测基站控制系统 1 套、质控单元 1 台、留样单元 1 台、除藻及反清洗单元 1 套、筒形摄像机 3 台、硬盘录像机 1 台、设备机柜 1 台、空调 1 台。这套水质监测设备及配套设施由自记井房内的配电箱供电。

采水单元采用“双泵+双管”配置，一用一备，互为冗余。采水由两台自吸泵将河水 and 一台潜水泵提升至配水及预处理单元，其扬程、流量均满足全部仪器需求。

取水管使用 DN25PPR 管，外覆自控温 8mm 宽伴热带、保温棉，并以 DN110PVC 管作外护。管道沿自记井房外墙垂直引至地面后，就近延伸至河道。地面管道地埋敷设，埋深 0.8m 取水管，垂直敷设管道每隔 0.5m 设管卡固定。

排水系统设单根 DN50PPR 管，沿墙引至地面后回排至河道。地面管道

地埋敷设，埋深 0.8m 取水管，垂直敷设管道每隔 0.5m 设管卡固定。

3. 实施方案

(1) 设备布置

本工程的修复原则是在张家坟自记井房修复重建的基础上原样恢复密云水库数字孪生流域建设工程的水质监测设备及附属设备，其包括五参数水质自动分析仪 1 台、光谱水质检测仪 1 台、采水单元 1 套、配水及预处理单元 1 套、在线监测基站控制系统 1 套、质控单元 1 台、留样单元 1 台、除藻及反清洗单元 1 套、筒形摄像机 3 台、硬盘录像机 1 台、设备机柜 1 台、空调 1 台等。

(2) 配电设计

水质监测设备由张家坟自记井房内的配电箱配电，配电功率满足水质监测设备的运行要求，水质监测设备的设备功率统计表如下：

序号	名称	数量	功率
1	采水单元	1	1200W
2	水质自动采样整体配套集成	1	600W
3	在线监测基站控制系统	1	30W
4	五参数水质自动分析仪	1	35W
5	光谱水质检测仪	1	40W
6	空调	1	2550W
合计：			4455W

(3) 给排水设计

取水系统采用“双泵+双管”配置，一用一备，互为冗余。采水由两台自吸泵将河水提升至配水及预处理单元，其扬程、流量均满足全部仪器需求。

取水管使用 DN25PPR 管，外覆自控温 8mm 宽伴热带、保温棉，并以 DN110PVC 管作外护。管道沿自记井房外墙垂直引至地面后，就近延伸至河道，管口低于枯水期最低水位，确保任何工况均可正常取水。地面管道地埋敷设，埋深 0.8m 取水管，垂直敷设管道每隔 0.5m 设管卡固定。

排水系统设单根 DN50PPR 管，沿墙引至地面后回排至河道。取水口应

位于排水口上游 20m 处，彻底避免回水污染。地面管道地埋敷设，埋深 0.8m 取水管，垂直敷设管道每隔 0.5m 设管卡固定。

施工方须严格按照水质监测供排水技术要求，完成全部管路及管件的定位、敷设与安装。管材规格、尺寸及敷设方式原则上以图纸为准；确需调整的，经监理、设计院及业主书面确认后，方可实施。施工全过程必须确保现场安全、整洁、美观。

所有管材及配套管件由设备厂家成套供应，现场仅负责安装，不得擅自替换。

(4) 防雷接地

供电线路及设备均配备避雷器和浪涌保护器等防护装置。进出房屋的控制、通信线路的外钢铠和屏蔽层应与接地网可靠连接，并安装相应的信号避雷器。室外柜体采用独立接地时，接地电阻<4 欧姆；与其他建筑物共用接地时，接地电阻<1 欧姆。

4. 工程量清单

硬件设备购置				
序号	项目	设备参数	单位	数量
1	采水单元	(1) 抛式采水 (2) 双泵双管路采水； (3) 采水管路铺设采用地埋方式，不低于：深度 800mm，宽度 600mm，采用 2 根 DN25PPR 管或根据现场情况调整、外敷设自控温 8mm 宽伴热带、外套保温棉，最外层安装 110PVC 保护管； (4) 采水泵的扬程、流量可以满足所有仪器的采水要求； (5) 采水泵工作电源：220V/50Hz、输出功率：不小于 400W、吸程/扬程：8/45m、最大排量：3t/h（根据现场实况选择）； (6) 融冰泵系统，具有保证在冰期内采配水管路通畅不结冰作用。	套	1
2	配水及预处理单元	(1) 具备初级过滤和精密过滤相结合的方法； (2) 具备根据不同仪表的具体要求进样； (3) 具备自动反清（吹）洗功能； (4) 具备超声波除藻设计； (5) 具备沉砂池，自然沉降功能	套	1
3	五参数水质自动分析仪	(1) 溶解氧（DO）、PH、温度（T）、浊度、电导率。溶解氧探头量程：0~20mg/L； PH 探头量程：0~14； 浊度探头量程：0~2000NTU； 温度探头量程：-5~60℃。需提供拥有 CMA 的检测机构出具的计量校准证书。	套	1

硬件设备购置				
序号	项目	设备参数	单位	数量
4	光谱水质检测仪	(1) 总磷光谱水质检测技术指标：水质范围$>0.2\text{mg/L}$时误差20%，重复性90%；水质范围$\leq 0.2\text{mg/L}$时，误差0.06mg/L，重复性80%；需提供拥有CMA的检测机构出具的计量校准证书。 # (2) 氨氮光谱水质检测技术指标：水质范围$>1\text{mg/L}$时误差20%，重复性90%；水质范围$\leq 1\text{mg/L}$时，误差0.3mg/L，重复性80%；需提供拥有CMA的检测机构出具的计量校准证书。 (3) 总氮光谱水质检测技术指标：水质范围$>1\text{mg/L}$时误差20%，重复性90%；水质范围$\leq 1\text{mg/L}$时，误差0.3mg/L，重复性80%；需提供拥有CMA的检测机构出具的计量校准证书。 # (4) 高锰酸盐指数光谱水质检测技术指标：水质范围$>6\text{mg/L}$时误差20%，重复性95%；水质范围$\leq 6\text{mg/L}$时，误差1.5mg/L，重复性85%。需提供拥有CMA的检测机构出具的计量校准证书。	套	1
5	在线监测基站控制系统	1) 控制方式：工控机+PLC+RTU (2) 数据采集与传输完整、准确、可靠，采集值与测量值误差$\leq 1\%$ (3) 工程控制计算机不低于CPU2.0GHz；内存不低于8GB；硬盘容量不低于500GB；显示器21英寸；通讯接口RS232/485/COM12；不小于8个RJ45接口。4) RTU具有北斗三号接口。(5) RTU支持4G/NB卡类型，内嵌式SIM卡槽。(内含5年通讯费，每月100M流量)# (6) RTU通过第三方机构检测并提供检测报告。(7) 监测数据正常值为黑色，超二类蓝色，超三类黄色。	套	1
6	质控单元	根据质控要求，除水样测试外可设置零漂、量漂、标样核查、平行样、加标回收率测定等质控任务，质控手段及质控频次可灵活配置，可对测试数据进行全面质量控制；	套	1
7	留样单元	(1) 内置储水瓶：不少于24个(1升聚乙烯储水瓶) (2) 采样体积：1L，可设定 (3) 冷藏功能：低温冷藏($4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) (4) 采样模式：时间控制采样、流量比例采样、自动采样、超标留样、定时留样和手动留样 (5) 采样量误差	套	1
8	除藻及反清洗单元	(1) 清洗工作电压：220V/50Hz 扬程：10-18(m) 转速：不低于2800 流量：20L/min-38L/min 驱动方式：电动 (2) 臭氧发生器输入电源：220V/50Hz 工作频率：800~1000Hz 气源：空气 源臭氧浓度：15mg/L—20mg/L，冷却方式：风冷	套	1
9	筒形摄像机	(1) 传感器类型：不小于1/3~ProgressiveScanCMOS；像素不低于400万；(2) 最低照度：不高于彩色：0.005Lux@ (F1.2AGCON)，0LuxwithIR (3) 宽动态：数字宽动态 (4) 最大图像尺寸：2560*1440 (5) 支持H.265编码 (6) 支持双向语音对讲。(5) RTU通过第三方机构检测并提供检测报告。(6) 监测数据正常值为黑色，超二类蓝色，超三类黄色。	台	3
10	硬盘录像机	1 视频接入路数：≥ 4路POE接口 (2) 视频输出：HDMI； (3) 4G支持：内置4G通信芯片及天线(内含5年通讯费，每月$\geq 100\text{G}$流量)； (4) 支持硬盘：内置$\geq 6\text{T}$硬盘。	台	1
11	配套设备机柜	(1) 机柜具备安装设备部件和整体设备的功能，并能进行机柜与机柜之间的连接。把各自独立运行的设备有机地结合起来，实现设备与系统集成形成整套监控系统，并采用全封闭模式保证整体美观与统一。 (2) 机柜具有通用性，能兼容不同尺寸的设备； (3) 采用先进的加工工艺，柜体耐锈蚀抗腐蚀，颜色统一； (4) 机柜具有可扩充性 (5) 机柜应方便操作与维护；	台	3
12	空调	超低温空调	台	1

配套工程			
序号	项目	单位	数量
1	配套工程	项	1
2	综合布线	项	1
3	设备安装	项	1

5 施工组织设计

本工程水毁修复内容为设备及仪器安装工程，属水利行洪保障工程，为“一年恢复”类项目，需在 2026 年汛前完成。施工期间需与密云水库水毁修复其他项目统筹协调、同步推进。

6 结论与建议

本次水毁修复设计根据现场调查，对本次水毁的密云水库数字孪生流域建设工程建设的一套水质监测设备进行修复是合理的，工程建设是必要的。修复工程实施时，施工单位应严控施工质量，避免出现安全隐患。

制定完善的水文设施应急预案，明确在洪水等自然灾害发生时的应急处置流程。包括设备的紧急转移方案、备用设备的调配机制等，确保在突发情况下能够最大限度地减少设备损失。

密云水库数字孪生流域建设工程水毁修复预算汇总表

序号	项目名称	金额(元)
一	密云水库数字孪生流域建设工程水毁修复	
1	硬件设备购置	813999.53
2	配套工程	93615.09
	合计	907614.62

硬件设备购置费					
序号	项目名称	单位	数量	设备单价 (元)	合价(元)
1	采水单元	套	1	41486.50	41486.50
2	配水及预处理单元	套	1	42408.43	42408.43
3	五参数水质自动分析仪	套	1	73753.78	73753.78
4	光谱水质检测仪(总磷、总氮、氨氮、高锰酸盐指数)	套	1	414865.04	414865.04
5	在线监测基站控制系统	套	1	44252.27	44252.27
6	质控单元	套	1	46096.12	46096.12
7	留样单元	套	1	43330.35	43330.35
8	除藻和反清洗单元	套	1	48861.88	48861.88
9	筒型摄像机	台	3	645.35	1936.05
10	硬盘录像机	台	1	1106.31	1106.31
11	配套设备机柜	台	3	16594.60	49783.80
12	空调	台	1	6119.00	6119.00
	合计				813999.53

配套工程费		
序号	项目名称	金额（元）
1	配套工程	70612.79
2	措施费	15272.61
3	税金	7729.69
	合计	93615.09



