

南水北调中线干线（北京段）工程重点
交叉河道安全评估项目

采 购 需 求

北京市南水北调干线管理处
2024年05月

说明：采购需求中标注★号指标为实质性要求，实质性要求任一项不满足的将被作为无效投标否决。★号标注在序号前，指本序号所有内容均为实质性要求；★号标注在段落前，指仅本段落内容为实质性要求。

一、采购标的

1. 标的名称

南水北调中线干线（北京段）工程重点交叉河道安全评估项目

2. 项目目标

南水北调中线干线（北京段）工程遭受了 2023 年 7 月特大洪水，为保证工程安全运行和保障首都供水安全，有必要针对重点交叉河道，检查河道状况、分析河道下埋建筑物工程监测数据、分析河道水文条件变化后工程防洪能力、依据最新标准复核河道下埋建筑物工程安全稳定性，以完成南水北调中线干线（北京段）工程重点交叉河道安全评估，为进一步加强其安全运行管理提供科学依据。

★3. 标的数量

针对南水北调中线工程（北京段）重点交叉河道周口河、丁家洼河、大石河、哑叭河、小清河和永定河等 6 条重点河道开展交叉河道工程现状调查、工程监测数据分析、设计洪水及防洪能力复核、工程结构安全复核、工程综合安全评估等工作。

★4. 标的预算

采购标的预算金额：197.61504 万元。

投标总价不得超出总预算金额，超出采购预算的投标将被拒绝。

5. 采购标的所属行业

采购标的对应的中小企业划分标准所属行业：“其他未列明行业”。

二、商务要求

（一）商务要求

★1. 合同履行期限

自合同签订之日起至 2024 年 11 月 30 日。

★2. 采购标的交付地点

南水北调干线工程（北京段）沿线。

3. 合同价款支付

3.1 合同类型及定价方式

- (1) 合同类型：委托合同。
- (2) 定价方式：固定总价合同。

3.2 履约保证金金额

本项目不需提交。

3.3 付款条件

(1) 合同签署之日起 10 个工作日内，乙方提交符合甲方要求的技术大纲与工作方案，通过专家论证后，甲方向乙方支付合同总金额的 50%，即人民币（小写：）；

(2) 乙方提交项目成果文件，并通过专家评审后 10 个工作日内，甲方向乙方支付合同总金额的 50%，即人民币（小写：）。

4. 在实际支付时，如遇北京市财政局国库结账等特殊时期，具体支付将根据北京市财政局有关规定调整执行

（二）供应商履约能力要求

1. 供应商管理能力

第一等次：同时具有有效的质量管理体系、环境管理体系、职业健康安全管理体系认证；

第二等次：同时具有有效的质量管理体系和环境管理体系，或同时具有有效的质量管理体系和职业健康安全管理体系认证；

第三等次：具有有效的质量管理体系认证；

第四等次：无有效的质量管理体系认证。

2. 供应商近三年类似服务项目业绩

第一等次：供应商提供 3 个（含）以上类似业绩证明；

第二等次：供应商提供 2 个类似业绩证明；

第三等次：供应商提供 1 个类似业绩证明；

第四等次：未提供的。

三、服务要求

（一）服务要求

1. 项目概况及安全评估必要性

南水北调中线工程是解决我国北方地区水资源严重短缺，实施我国水资源优化配置的特大型基础设施项目，全长 1267km，其北京段向北京市提供生活及工业用水，按照水量分配指标并扣除输水水量损失后，年净供水量为 10.52 亿 m^3 。南水北调中线干线（北京段）工程实现了当地水与外调水的联合运用，起到了涵养地下水、改善生态环境、保证经济社会可持续发展的作用，是解决北京水资源严重短缺、生态环境恶化的根本措施，确保了北京市供水安全，极大缓解了首都的供水危机，政治意义及社会效益极为重大。

南水北调中线干线（北京段）工程总干渠在北京房山区北拒马河中支南进入北京境内，直至终点团城湖，全长约 80km，采用管涵加压输水方案。该工程共穿越大小河流 31 条，其中，周口河、丁家洼河、大石河、哑叭河、小清河和永定河等 6 条河流流域面积均大于 $20km^2$ ，对应河道为重点防御河道。上述 6 条交叉河流 100 年重现期设计洪水洪峰流量在 $440\sim 4140m^3/s$ 范围，易发生较大洪水。2023 年 7 月海河流域遭遇极端强降雨，北京遭遇 140 年来最大暴雨，上述重点防御河道河水暴涨，遭受特大洪水。南水北调中线干线（北京段）工程与重点防御河道的交叉长度范围为 $80\sim 512m$ ，交叉总长度约 1140m。穿越永定河的工程为倒虹吸工程，穿越其余重点防御河道的工程为 PCCP 管道工程，工程等别均为 I 等，PCCP 管道、倒虹吸管涵均为 1 级建筑物。需要分析南水北调中线干线（北京段）工程遭受 2023 年 7 月特大洪水后，重点交叉河道及其下埋 PCCP 管道、倒虹吸管涵等建筑物可能发生的损毁和失效破坏。

重点交叉河道多设置护砌作为防护措施，以防止下埋建筑物遭受冲刷：多数穿越河道工程在管线中心线上、下游各 25m 范围内现河底（或规划河底）处设置 600mm 厚浆砌石防护层，其上、下游各设 10m 长、厚 600mm 干砌石保护层，前后齿深 1.5m，浆砌石、干砌石下设 500mm 厚砂砾垫层；哑叭河存在地下水浸没问题，将表面浆砌石防冲层改为格栅石笼、格栅石笼厚 800mm 外。北京市曾于 2012 年 7 月遭受大暴雨，局地出现特大暴雨，市平均降雨 170mm，是当时新中国成立以来最大降雨，历时长、峰值高，造成大石河洪水，流量大于 $1100m^3/s$ ，超过了大石河 10 年一遇洪水。虽然穿越大石河工程的

布置综合考虑了河道规划、现状情况、管理运行、结构安全、工程投资以及国家的相关法规，且设计安全度较高，但由于“7·21”北京特大暴雨强度大、径流集中，且还存在护砌上下游 50m 平整段在洪水来临前被大量盗采挖的问题，此次洪水导致该段交叉河道护砌严重损毁，以致必须启动应急抢险和永久加固措施。护砌主要损毁现象为：河道下游末端 10m 浆砌石护砌 166m 主槽段基本被淘刷，120m 长砌石被冲毁、坍塌；两侧边坡段部分出现淘刷，约 50m 长砌石的末端 2~5m 范围被冲毁、坍塌；河道上游护砌表面基本完好，但估计部分护砌底部已被淘刷；约有 30m 长护砌顶部坦克路基础被淘刷。可见，较大洪水可能会使交叉河道护砌被淘刷损毁。

重点交叉河道下埋建筑物（PCCP 管道、倒虹吸管涵）与冲刷线相对位置、覆土厚度、周围地下水位高度可能由于洪水下切、淤积等作用造成的交叉河道状况和水文条件变化而发生改变。重点交叉河道下埋建筑物与河道底部最小距离仅 2.69m，下埋建筑物可能位于改变后的冲刷线以下，易受到河水冲刷影响，存在失效破坏风险，不符合规范要求。查阅重点交叉河道下埋建筑物设计资料发现：由于地下水位较高，建筑物存在上浮失稳风险，已有 350m 长区段建筑物采用最小厚度 500mm 的 C20 混凝土包封增加自重达到抗浮稳定的目的；建筑物存在滑动失稳风险，初设阶段已进行了抗滑稳定设计；建筑物地基部分区段包含大量中细砂、砂壤土、壤土、素填土、杂填土及黄土质砂壤土、壤土等第四系沉积物，其中部分土体压缩模量为 6~8MPa，属中高压缩性土，承载力较低。若重点交叉河道下埋建筑物覆土厚度、周围地下水位变化，则建筑物受力状态发生改变，可能产生上浮、滑动失稳或基底反力超过地基承载力等失效破坏问题。此外，下埋建筑物工作压力较大，且所采用设计规范较老旧，例如下埋 PCCP 管道工作压力可达 0.8MPa，其设计规范为 1999 年发行的美国标准《预应力钢筒混凝土压力管设计标准》（ANSI/AWWA C304-99），叠加受力状态改变产生的不利影响，下埋建筑物易产生结构失效破坏。

综上所述，回溯历史事故并考虑场地条件、建筑物布置、工作情况、设计基础等客观因素，可以发现，南水北调中线干线（北京段）工程遭受 2023 年 7 月特大洪水后，可能发生重点交叉河道护砌损毁以及下埋 PCCP 管道、倒虹吸管涵等建筑物失效破坏。

需要指出的是，南水北调中线干线（北京段）工程布置有监测系统，例如，对于惠南庄至大宁段 PCCP 管道：在 4 个分水口处设置监测点，分水口的各分水管道上设有流量计，监测分水流量；在 4 个分水口的各分水管道上及在 3 处连通设施管道上均设有压

力计，监测内水压力；管顶外侧设 9 个观测断面，埋设 27 个钢式土压力盒，监测管顶覆土压力；施工时埋入 30 个测压管和 27 个钢弦式孔隙水压力计，共设 19 个观测断面，监测地下水位变化情况；共布置 52 个观测断面，设位移观测点 104 个，监测水平位移和垂直位移；在检修时进入观察、量测伸缩缝、裂缝；水平转角大于 10 度的 PCCP 管道弯头设置镇墩，施工时在典型镇墩后回填土体内共埋置 40 个应力、应变计，并用电缆将信号传送至自动化监控系统，监测应力、应变。上述监测所得数据对评估重点交叉河道及其下埋建筑物安全性具有重要参考意义。

因此，考虑南水北调中线干线（北京段）工程遭受了 2023 年 7 月特大洪水，为保证工程安全运行和保障首都供水安全，有必要针对重点交叉河道，检查河道状况、分析河道下埋建筑物工程监测数据、分析河道水文条件变化后工程防洪能力、依据最新标准复核河道下埋建筑物工程安全稳定性，以完成南水北调中线干线（北京段）工程重点交叉河道安全评估，为进一步加强其安全运行管理提供科学依据。

2. 安全评估工作依据

本次南水北调中线干线（北京段）工程重点交叉河道安全评估工作主要依据或参照以下规程、规范、标准进行。

- (1) 《预应力钢筒混凝土管道技术规范》(SL 70-2015)；
- (2) 《水工建筑物荷载设计规范》(SL 744-2016)；
- (3) 《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2011)；
- (4) 《水利水电工程物探规程》(SL 326-2005)；
- (5) 《堤防工程安全评价导则》(SL/Z 679-2015)；
- (6) 《工程测量规范》(GB 50026-2007)；
- (7) 《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50487-2008)；
- (8) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252-2017)；
- (9) 《防洪标准》(GB 50201-2014)；
- (10) 《水利水电工程设计洪水计算规范》(SL 44-2006)；
- (11) 《水利工程水利计算规范》(SL 104-2015)；
- (12) 《水工建筑物抗震设计标准》(GB 51247-2018)；
- (13) 《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)；
- (14) 《南水北调中线干线工程安全评价导则》(Q/NSBDZX 108.04-2020)；

(15) 《其他工程穿越跨越邻接南水北调中线干线工程安全影响评价导则》(Q/NSBDZX J014);

(16) 南水北调中线干线(北京段)工程设计、施工、竣工、运行管理等相关资料、有关文件。

3. 安全评估技术路线

本次南水北调中线干线(北京段)工程重点交叉河道安全评估依据《南水北调中线干线工程安全评价导则》(Q/NSBDZX 108.04-2020)制定技术路线,工程现状调查(检测)→安全监测资料分析→工程安全复核→工程安全综合评估,具体过程如下:

(1) 工程现状调查

首先,真实完整地调查收集穿越周口河、丁家洼河、大石河、哑叭河、小清河和永定河等6条河道的管线工程设计、施工、运行管理以及交叉河道堤防保护区、水文气象、地形、地质等有关技术资料;其次,检查交叉河道护砌状况、量测河道横断面尺寸、检查河床冲淤状况及检测管线交叉河道上覆土厚度;最后,根据现场检查交叉河道砌石护坡状况、河道横断面量测数据、河道冲刷及淤积情况、管线上覆土厚度等,综合分析评价交叉河道现状对输水管线运行影响。

(2) 安全监测资料分析

首先对监测资料进行整理整编,采用历时过程线、分布图、相关图及特征值比较等方法,对水位、气温、降雨量等环境量与变形、裂缝开度、应力应变、渗透压力、渗流量等效应量监测资料的合理性进行检查与初步分析。然后,采用各种方法进行定性、定量以及综合性正反分析;在监测资料初步分析和系统分析的基础上,对交叉河道输水管线结构整体稳定、工程与基础变形协调性、防渗系统可靠性、应力应变与温度等进行分析,评估交叉河道部位输水管线工程安全性态。

(3) 工程安全复核

本次安全复核包括设计洪水及防洪能力复核、结构安全复核等,根据各项安全复核结果,分别进行安全性分级评估。

(4) 工程安全综合评估

根据工程现状调查、安全监测资料分析和工程安全复核的安全性分级评价结果,按照《南水北调中线干线工程安全评价导则》(Q/NSBDZX 108.04-2020)对南水北调中线干线(北京段)工程重点交叉河道进行工程安全综合评估。

4. 工作内容与工作方法

针对南水北调中线工程（北京段）重点交叉河道周口河、丁家洼河、大石河、哑叭河、小清河和永定河等 6 条重点河道开展交叉河道工程现状调查、工程监测数据分析、设计洪水及防洪能力复核、工程结构安全复核、工程综合安全评估等工作。

4.1 交叉河道工程现状调查

重点交叉河道工程现状调查内容包括工程技术资料收集、输水管道交叉河道安全现状检查及交叉河道现状对输水管道运行影响评价。

4.1.1 技术资料收集

收集穿越周口河、丁家洼河、大石河、哑叭河、小清河和永定河等 6 条河道的管道工程设计、施工、运行管理以及交叉河道堤防保护区、水文气象、地形、地质等有关技术资料，主要包括输水管道工程设计文件，工程地质勘察报告，施工总结报告及竣工图，观测、监测、隐患探测等资料，历史险情及处理资料，输水管道所穿越河道流域综合规划和防洪规划，生态环境现状，交叉河道水位、流量、流速、含沙量及上下游段工程调蓄运用等资料，交叉河道保护范围地形图及采砂、冲淤变化情况等。收集的工程技术资料应全面、真实、完整，满足安全评估的要求。

4.1.2 输水管道交叉河道安全现状检查

（1）交叉河道护砌状况检查

现场检查 6 条交叉河道砌石护底及护坡的外观状况、平整度、浆砌石勾缝、垫层质量及草皮护坡的草皮覆盖率，护坡表面有陷坑、滑动等问题时，需进一步查找原因。

（2）河道横断面尺寸量测

对 6 条交叉河道及保护范围内上下游河道横断面进行测量。

（3）河床冲刷、淤积检查

现场检查输水管道与 6 条交叉河道部位上下游 200m 范围内河床冲刷、淤积状况。

（4）管道交叉河道上覆土厚度检测

本次输水管道交叉河道上覆土厚度检测采用探地雷达法进行，探地雷达探测按照《水利水电工程物探规程》（SL326-2005）的有关规定进行。

探地雷达技术与通讯、探空及遥感遥测雷达的技术相似，也是利用高频电磁脉冲波

的反射原理来探测地下目的物及地质现象。与其他雷达的相异之处，探地雷达是由地面向地下发射电磁波来实现探测目的，故也称其为探地雷达。

探地雷达反射脉冲信号的强度不仅与传播介质的波吸收程度有关，而且也与被穿透介质界面的波反射系数有关，垂直界面入射的反射系数 R 的模值和幅角，可用下式表示：

$$|R| = \sqrt{(a^2 - b^2)^2 + (2ab \sin \phi)^2} / (a^2 + b^2 + 2ab \cos \phi)$$

$$\text{Arg}R = \phi = \tan^{-1}(\sigma_2 / \omega \varepsilon_2) - \tan^{-1}(-\sigma_1 / \omega \varepsilon_1)$$

$$\text{式中： } a = \mu_2 / \mu_1, b = \sqrt{\mu_2 \varepsilon_2} \sqrt{1 + (\sigma_2 / \omega \varepsilon_2)^2} / \sqrt{\mu_1 \varepsilon_1} \sqrt{1 + (\sigma_1 / \omega \varepsilon_1)^2}$$

μ ， ε ， σ 分别为介质的导磁系数、相对介电常数和电导率，下角标 1 和 2 分别代表入射介质和透射介质。

上式可看出，反射系数与界面两侧介质的电磁性质和频率 $\omega = (2\pi f)$ 有关。两边介质的电磁参数差别大者，反射系数也大，同样反射波的能量亦大。

探地雷达利用主频为数十兆赫（MHz）至千兆赫波段的电磁波，以宽频带短脉冲形式，由地面通过天线发射器（T）发送至地下，经地下目的体或地层的界面反射后返回地面，为雷达天线接收器（R）接受，其工作原理如图 4-1 所示：

$$\text{脉冲波的行程为： } t = \sqrt{4Z^2 + X^2} / V$$

式中：t—脉冲波走时（ns，1ns=10⁻⁹s），Z—反射体深度（m），X—T 与 R 的距离（m）；V—雷达脉冲波速（m/ns）；

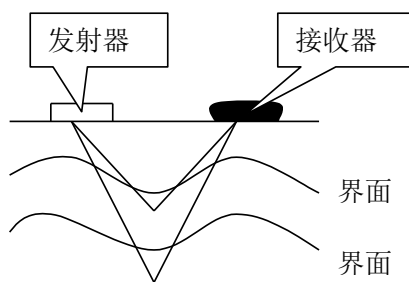


图 4-1 探地雷达工作原理示意图

通过河道交叉部位上覆土与倒虹吸、PCCP 管线部位介电常数的差异，可探测得到上覆土层厚度值等。

4.1.3 交叉河道现状对输水管线运行影响评价

根据现场检查交叉河道砌石护坡状况、河道横断面量测数据、河道冲刷及淤积情

况、管线上覆土厚度等，综合分析评价交叉河道现状对输水管线运行影响。

4.2 工程监测数据分析

监测资料分析分为初步分析和系统分析。初步分析是在对监测资料整理整编后，采用历时过程线、分布图、相关图及特征值比较等对监测资料的合理性进行检查与分析。系统分析是在初步分析的基础上，采用各种方法进行的定性、定量以及综合性正反分析，并对工程性态做出评价。

4.2.1 运行监测数据分析

提取工程运行以来其管道、箱涵内部流量和压力监测数据，绘出内部流量和压力时程曲线，分析其与季节变化等因素关系，基于统计学理论和水力模型分析管道、箱涵内部流量、压力统计特征和变化规律。在此基础上，判定是否存在流量异常增大和压力异常下降等情况。

4.2.2 外部荷载和环境监测数据分析

通过布置在管道、箱涵工程不同部位的土压力计监测记录，获取管道、箱涵周围土压力，绘出不同部位土压力过程线，考察其变化与管道、箱涵运行情况、外部环境变化关系，分析其变化趋势，判定是否存在突增、突降、超过地基承载力等异常变化。

提取管道、箱涵测压管和孔隙水压力计监测数据，确定管道、箱涵周围地下水位极值点，分析其与设计值异同。绘出不同部位地下水位过程线，分析其变化规律，重点考察不同季节以及行洪期间地下水位变化情况。

4.2.3 结构响应监测数据分析

(1) 分析历年监测年度报告资料，通过外观异常部位、变化规律和发展趋势，定性判断与工程安全的相关性。

(2) 分析混凝土应变、钢筋应力、沉降变形等结构监测效应量随时间的变化规律，尤其注意相同外因条件下的变化趋势和稳定性，以判断工程有无异常和向不利安全方向发展的时效作用。

(3) 分析结构监测效应量在空间分布上的情况和特点，以判断工程有无异常区和不安全部位。

(4) 分析结构监测效应量的主要影响因素及其定量关系和变化规律，以寻求效应

量异常的主要原因，考察效应量与原因量相关关系的稳定性，预测效应量的发展趋势，并判断其是否影响工程的安全运行

(5) 分析结构监测各效应监测量的特征值和异常值，并与相同条件下的设计值、试验值、模型预测值，以及历年变化区间相比较，分析技术警戒值的合理性。当监测效应量超出技术警戒值或监控指标时，应及时对工程进行相应的安全复核，分析异常情况是否影响工程的安全运行。

4.3 设计洪水及防洪能力复核

根据 6 条重点交叉河道工程设计阶段采用的水文资料和运行期延长的水文资料，并考虑工程所涉范围内人类活动影响、汇流面积变化、河道治理现状、河道防洪标准变更以及工程现状等，进行设计洪水和设计洪水位复核，评价工程防洪能力是否满足有关标准要求。

4.3.1 设计洪水复核

根据资料条件，设计洪水复核方法宜与初步设计阶段采用方法一致，具体可采用下列方法：

(1) 工程地址或其上、下游邻近地点具有 30 年以上实测和插补延长的流量资料，应采用频率分析法计算设计洪水。

(2) 工程所在地区具有 30 年以上实测和插补延长的暴雨资料，并有暴雨洪水对应关系时，可采用频率分析法计算设计暴雨，并由设计暴雨计算设计洪水。

(3) 工程所在流域内洪水和暴雨资料均短缺时，可利用邻近地区实测或调查洪水和暴雨资料，进行地区综合分析，计算设计洪水

(4) 工程所在流域内以及邻近地区洪水和暴雨资料均短缺时，可利用经审定的暴雨统计参数图集和暴雨径流查算图表，计算设计洪水。如果设计流域或邻近地区近期发生过大暴雨洪水，应对产流和汇流参数进行合理性检查，必要时可对参数做适当修正。

由流量资料推求设计洪水时，应利用设计阶段实测流量系列资料、历史调查洪水资料，并加入运行期实测流量系列资料，延长洪峰流量和时段洪量系列，进行设计洪水复核。当运行期无实测流量资料时，可建立降雨径流关系来间接推算运行期流量资料。

由实测暴雨资料推求设计洪水时，应利用设计阶段系列资料，并加入运行期实测暴雨系列资料，延长暴雨系列，进行设计暴雨复核，并由设计暴雨计算设计洪水。

4.3.2 防洪能力复核

根据输水管线与穿河流交叉断面设计洪水复核结果，计算交叉断面处河床冲刷深度，评判输水倒虹吸工程埋深、PCCP 输水管线埋深是否满足规范和设计要求，评价河道防洪能力及其对南水北调中线干线（北京段）工程重点交叉河道安全运行影响。

4.4 工程结构安全复核

基于河道状况检查结果、工程运行监测数据和工程设计资料，依据《预应力钢筒混凝土管道技术规范》(SL 70-2015)、《水工建筑物荷载设计规范》(SL 744-2016)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2011)等最新规范，对管道、箱涵结构进行设计复核。

4.4.1 结构设计复核

依据《预应力钢筒混凝土管道技术规范》(SL 70-2015)、《水工建筑物荷载设计规范》(SL 744-2016)等规范，考虑检查和监测所得管道、箱涵覆土厚度、运行情况等工程现状，计算管道、箱涵结构顶部垂直土压力、工作压力、水锤压力、结构自重、内部水重等荷载标准值。对各荷载乘以相应组合系数进行荷载组合，得到管道、箱涵结构外荷载多组基本荷载组合值和特殊荷载组合值。

依据规范条文计算不同荷载组合下管道、箱涵结构管芯混凝土、钢筒、预应力钢丝、孔壁混凝土、钢筋应力和应变，以及工作极限状态、弹性极限状态和强度极限状态下各组件应力、应变或内力限值和管道内水压力限值。将计算所得不同荷载组合下管道、箱涵结构各组件应力、应变或内力以及管道设计压力与不同极限状态下限值比较，进行设计复核，以保证管道和箱涵的使用功能和安全性。

4.4.2 稳定性复核

依据《水工建筑物荷载设计规范》(DL 5077-1997)重新计算管道管顶垂直土压力和侧向土压力；依据《水工建筑物荷载设计规范》(SL 744-2016)计算管道或箱涵所受托浮力；依据《预应力钢筒混凝土管道技术规范》(SL 70-2015)计算管道镇墩和限制接头推力。将上述土压力、托浮力、推力与其他外荷载进行组合得到基本荷载组合值和特殊荷载组合值。

计算不同荷载组合下作用在管道或箱涵单位长度上的全部向下竖向荷载，并考虑其与作用在管道或箱涵单位长度的托浮力标准值相对大小，确定抗浮稳定安全系数。将抗

浮稳定安全系数与限值比较，以进行抗浮稳定性复核。

针对管道镇墩和由限制性接头连接的管道，计算不同荷载组合下作用在管道单位长度上的全部竖向荷载和水平荷载，并依据规范条文考虑场地土特性确定管道与土的摩擦系数。根据作用于管道的竖向荷载、水平荷载以及摩擦系数计算抗滑稳定安全系数，与其限值比较进行管道抗滑稳定性复核。

4.4.3 地基承载力复核

进行地基承载力复核时，作用于管道、箱涵的荷载组合值与稳定性验算中荷载组合值一致。依据《预应力钢筒混凝土管道技术规范》(SL 70-2015)等规范计算全部竖向和水平荷载作用下管道、箱涵基底最大和最小应力，以及基底应力不均匀分布参数及其限值。

依据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2011)等规范，考虑检查所得洪水下切、淤积作用造成的管道、箱涵基底上覆土层厚度变化，计算修正后的管道、箱涵地基承载力特征值。将管道、箱涵基底应力、不均匀分布参数分别与地基承载力特征值、不均匀分布参数限值比较，进行管道、箱涵地基承载力复核。

4.5 工程综合安全评估

依据现场检查、监测数据分析、设计洪水及防洪能力复核、工程结构安全复核，对南水北调中线干线（北京段）工程重点交叉工程进行综合安全评估。

5. 成果

提供《南水北调中线干线（北京段）工程重点交叉河道安全评估报告》10份，同时提交电子文本1份。

（二）服务标准

供应商应结合本项目实际情况，配备相应人员，并全面分析项目需求，对项目服务的重点难点进行分析，编制相应服务方案。根据不同人员的素质及保障、方案的完整性、针对性和可操作性，划分几等次。

1. 人员的素质及保障

（1）项目负责人

1) 项目负责人职称与资格：

第一等次：具有水利相关专业教授级高级工程师及以上；

第二等次：具有水利相关专业高级工程师；

第三等次：具有水利相关专业中级工程师；

第四等次：无。

2) 项目负责人业绩：

第一等次：有 3 个（含 3 个）以上类似业绩；

第二等次：有 2 个类似业绩；

第三等次：有 1 个类似业绩；

第四等次：无类似业绩。

(2) 项目团队高级工程师配备：

第一等次：具有水利相关专业高级工程师及以上人员；

第二等次：无以上专业人员。

(3) 团队人员的到位保障

第一等次：80%（含）-100%为本单位储备人员，提供有效的学历证书或执业证书或职称证书等；

第二等次：50%（含）-80%为本单位储备人员，提供有效的学历证书或执业证书或职称证书等；

第三等次：0-50%为本单位储备人员，提供有效的学历证书或执业证书或职称证书等；

第四等次：未提供有效的学历证书或执业证书或职称证书等。

2. 服务方案

服务方案要全面分析项目需求，对项目服务的重点难点进行分析；编制相应服务方案，根据方案的完整性、针对性和可操作性，新技术、新材料、新工艺的使用，划分几等次。

四、项目验收

采购人组织验收，并出具验收意见，采购人根据验收意见，针对每一项技术及商务的履约情况进行验收。

供应商应提供相关资料，采购人依据技术标准规范、合同文件对本项目履约情况进行验收，验收合格后双方签署验收书。验收不合格的，由供应商按要求弥补缺陷后

再次组织验收，直至验收合格。

具体验收方案见合同履行验收方案。