| 工 程 特 性 表 | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号及名称 | 单 位 | 数 量 | 备 注 |
| 一、水文 |  |  |  |
| 1、流域面积 |  |  | 不包括鄂尔多斯内流区 |
| 全流域 | km2 | 752443 |  |
| 工程坝址以上 | km2 | 489948 |  |
| 2、利用的水文系列年限 | 年 | 103 | 1919年7月～2022年6月 |
| 3、多年平均年径流量 | 亿m3 | 213.9 | 龙门水文站设计年均径流量（1956年7月～2022年6月） |
| 4、代表性流量 |  |  |  |
| 多年平均流量 | m3/s | 678 | 龙门水文站设计年均流量 |
| 实测最大流量 | m3/s | 21000 | 龙门站1967年8月11日 |
| 实测最小流量 | m3/s | 接近断流 |  |
| 调查历史最大流量 | m3/s | 31000 | 龙门站（道光年） |
| 设计洪水标准  相应流量 | %  m3/s | 0.1  38500 |  |
| 校核洪水标准  相应流量 | %  m3/s | 0.01  49400 |  |
| 施工导流标准  相应流量 | %  m3/s | 2  24100 |  |
| 5、洪量 |  |  |  |
| 实测最大洪量（12d） | 亿m3 | 55.30 | 龙门站1981年9月23日～10月4日 |
| 设计洪水洪量（12d） | 亿m3 | 89.30 |  |
| 校核洪水洪量（12d） | 亿m3 | 108 |  |
| 6、泥沙 |  |  |  |
| 多年平均悬移质年输沙量 | 亿t | 7.43 | 龙门站1919年7月～2022年6月实测 |
| 多年平均含沙量 | kg/m3 | 26.48 | 龙门站1919年7月～2022年6月实测 |
| 实测最大含沙量 | kg/m3 | 1040 | 龙门站2002年7月5日实测 |
| 坝址设计年均悬移质输沙量 | 亿t | 1.50~4.86 | 黄河来沙3亿t~8亿t |
| 多年平均推移质年输沙量 | 万t | 20.18 | 库区干支流推移质总量 |
| 二、工程规模 |  |  |  |
| 1、水库 |  |  |  |
| 校核洪水位（P= 0.01 %） | m | 630.34 |  |
| 设计洪水位（P=0.1 %） | m | 628.73 |  |
| 正常蓄水位 | m | 627 |  |
| 防洪高水位（P= 2%） | m | 627 |  |
| 汛期限制水位 | m | 619 |  |
| 死水位 | m | 588 |  |
| 调水调沙最低水位 | m | 578 |  |
| 总库容（校核洪水位以下库容） | 亿m3 | 133 | 原始库容 |
| 防洪库容（防洪高水位至汛期限制水位） | 亿m3 | 12 |  |
| 调节库容（正常蓄水位至死水位） | 亿m3 | 34.61 | 水库冲淤平衡后长期有效库容 |
| 死库容（死水位以下） | 亿m3 | 60.5 | 原始库容 |
| 调水调沙库容 | 亿m3 | 35 | 有效库容 |
| 设计洪水位时最大泄量 | m3/s | 20617 |  |
| 校核洪水位时最大泄量 | m3/s | 21700 |  |
| 最小下泄流量 | m3/s | 180 |  |
| 正常蓄水位时水库面积 | km2 | 219.2 |  |
| 回水长度 | km | 202.3 | 20年一遇洪水标准 |
| 库容系数 | % | 16.2 |  |
| 2、水力发电工程 |  |  |  |
| 装机容量 | MW | 2100 |  |
| 保证出力 | MW | 476 | 正常运用期 |
| 多年平均发电量 | 亿kW•h | 63.48 | 正常运用期 |
| 年利用小时数 | h | 3023 | 正常运用期 |
| 3、灌溉供水工程 |  |  |  |
| 设计年引水量 | 亿m3 | 23.46/36.62 | 南水北调西线生效前/后 |
| 陕西省 | 亿m3 | 10.32/18.59 | 南水北调西线生效前/后 |
| 山西省 | 亿m3 | 13.14/18.03 | 南水北调西线生效前/后 |
| 设计引水流量 | m3/s | 160（陕西）  160（山西） |  |
| 供水保证率P | % | 50/95 | 灌溉/工业、生活 |
| 三、建设征地与移民安置 |  |  |  |
| 1、水库淹没影响区 |  |  |  |
| （1）直接淹没土地面积 | 万亩 | 33.66 |  |
| 其中： 耕地（P=20%） | 万亩 | 1.90 |  |
| 园地（P=20%） | 万亩 | 3.78 |  |
| （2）库外坍岸、浸没影响土地面积 | 万亩 | 1.00 |  |
| 其中： 耕地 | 万亩 | 0.11 |  |
| 园地 | 万亩 | 0.35 |  |
| （3）淹没影响总人口 | 万人 | 1.67 |  |
| （4）淹没影响总房屋面积 | 万m2 | 95.42 |  |
| （5）淹没影响集镇 | 个 | 4 |  |
| （6）淹没影响企（事）业单位 | 处 | 50 | 包括东风水电站 |
| （7）淹没影响重要专项设施 |  |  |  |
| 等级公路 | km | 143.97 | 含山西、陕西两省沿黄公路 |
| 电力线路 | km | 72.75 |  |
| 通信线路 | km | 504.28 |  |
| 2、枢纽工程建设区 |  |  |  |
| （1）总土地面积 | 万亩 | 1.58 | 含永久用地和临时用地 |
| 其中： 耕地、园地 | 亩 | 1646.8 |  |
| （2）总房屋面积 | 万m2 | 0.12 |  |
| （3）总人口 | 人 | 5 |  |
| （4）征地影响企业单位 | 处 | 1 |  |
| 四、主要建筑物及设备 |  |  |  |
| 1、大坝 |  |  |  |
| 坝型 |  | 碾压混凝土重力坝 | |
| 地基特性 |  | 岩石地基 | 三叠系砂岩、粉砂岩为主 |
| 地震动参数设计值 | g | 0.097/0.158 | 非壅水主要建筑物基准期50年内超越概率P50=0.05时/壅水建筑物基准期100年内超越概率P100=0.02时 |
| 地震基本烈度 | 度 | 6 |  |
| 抗震设计烈度 | 度 | 7 |  |
| 坝顶高程 | m | 631.5 |  |
| 最大坝高 | m | 219.5 |  |
| 坝顶长度 | m | 960 |  |
| 2、排沙底孔 |  |  |  |
| 型式 |  | 坝式、长有压孔 | |
| 孔数 | 孔 | 8 | 4高位+4低位 |
| 进口高程 | m | 505/490 | 高位/低位 |
| 闸孔尺寸（宽×高） | m | 4×5.2 |  |
| 设计泄洪流量 | m3/s | 7382 |  |
| 校核泄洪流量 | m3/s | 7427 |  |
| 3、泄洪中孔 |  |  |  |
| 型式 |  | 坝式、短压力进口 | |
| 孔数 | 孔 | 4 |  |
| 进口高程 | m | 545 |  |
| 闸孔尺寸（宽×高） | m | 6×8 |  |
| 设计泄洪流量 | m3/s | 6569 |  |
| 校核泄洪流量 | m3/s | 6635 |  |
| 4、溢流表孔 |  |  |  |
| 型式 |  | 溢流坝式 | |
| 孔数 | 孔 | 3 |  |
| 堰顶高程 | m | 607 |  |
| 单孔净宽 | m | 14 |  |
| 设计泄洪流量 | m3/s | 8574 |  |
| 校核泄洪流量 | m3/s | 9594 |  |
| 5、灌溉供水取水口建筑物 |  |  |  |
| 型式 |  | 坝式、分层取水口 | 左、右岸各1孔 |
| 进口高程 | m | 573 |  |
| 设计流量 | m3/s | 160 | 左岸/右岸 |
| 断面尺寸（直径） | m | 6/10 | 钢管/隧洞 |
| 6、发电引水（钢管）建筑物 |  |  |  |
| 型式 |  | 坝式、压力进水口 |  |
| 条数 | 条 | 6 |  |
| 进口高程 | m | 545 | 叠梁门取水口 |
| 孔口尺寸（宽×高） | m | 6.0×7.5 |  |
| 设计引水流量 | m3/s | 278.1 | 1机1管 |
| 钢管直径 | m | 7.5 | 坝后背管 |
| 7、厂房 |  |  |  |
| 型式 |  | 坝后式 | 左、右岸各1座 |
| 主厂房尺寸（长×宽×高） | m×m×m | 142.20×32×70.40/  142.20×32×70.40 | 左岸/右岸（包括主机间、安装间） |
| 水轮机安装高程 | m | 456.70 |  |
| 8、出线场 |  |  |  |
| 型式 |  | 地面开敞式 | 左、右岸各1座 |
| 面积（长×宽） | m×m | 108×46/90×46 | 左岸（500kV）/右岸（330kV） |
| 9、主要机电设备 |  |  |  |
| 水轮机台数 | 台 | 6 |  |
| 型号 |  | HL-LJ-660 |  |
| 额定出力 | MW | 357.10 |  |
| 发电机台数 | 台 | 6 |  |
| 型号 |  | SF350-52/1486 |  |
| 单机容量 | MW | 350 |  |
| 主变压器台数 | 台 | 3+3 |  |
| 电压等级 | kV | 500；330 | 山西；陕西 |
| 容量 | MVA | 400 |  |
| 10、输电线 |  |  |  |
| 电压 | kV | 500；330 | 山西；陕西 |
| 回路数 | 回 | 1；2 |  |
| 输电距离 | km | 单36；双35 | 山西；陕西 |
| 五、施工 |  |  |  |
| 1、主体工程数量 |  |  |  |
| 明挖土方、砂砾石 | 104m3 | 209.53 |  |
| 明挖石方 | 104m3 | 1340.46 |  |
| 洞挖石方 | 104m3 | 19.48 |  |
| 混凝土和钢筋混凝土 | 104m3 | 1836.12 |  |
| 金属结构安装 | 万t | 4.04 |  |
| 帷幕灌浆 | 104m | 21.11 |  |
| 固结灌浆 | 104m | 56.6 |  |
| 2、主要建筑材料 |  |  |  |
| 木材 | 104m3 | 0.33 |  |
| 水泥 | 104t | 275.27 |  |
| 钢筋、钢材 | 104t | 43.85 |  |
| 3、所需劳动力 |  |  |  |
| 总工日 | 万工日 | 2992 |  |
| 高峰施工人数 | 人 | 13800 |  |
| 4、施工高峰供电负荷 | kW | 86263 |  |
| 5、对外交通 |  |  |  |
| 距离 | km | 20.271 |  |
| 外来物资运输量 | 万t | 1511.98 |  |
| 6、施工导流 |  |  |  |
| 导流方式 |  | 河床一次拦断、隧洞全年导流 | |
| 导流洞条数 | 条 | 2 |  |
| 进口高程 | m | 467 |  |
| 断面尺寸 | m | 13×16 |  |
| 7、施工工期 |  |  |  |
| 准备工期 |  | 2年10个月 |  |
| 投产工期 |  | 5年6个月 |  |
| 总工期 |  | 9.5年 |  |
| 六、经济指标 |  |  |  |
| 1、工程部分投资 |  |  |  |
| 建筑工程 | 万元 | 1822685 |  |
| 机电设备及安装 | 万元 | 379984 |  |
| 金属结构设备及安装 | 万元 | 118102 |  |
| 施工临时工程 | 万元 | 621475 |  |
| 独立费用 | 万元 | 440283 |  |
| 工程部分静态总投资 | 万元 | 3653132 |  |
| 其中：基本预备费 | 万元 | 270602 |  |
| 2、建设征地移民补偿投资 | 万元 |  |  |
| 静态总投资 | 万元 | 2072349 |  |
| 其中：基本预备费 | 万元 | 138821 |  |
| 3、环境保护工程 | 万元 |  |  |
| 静态总投资 | 万元 | 167935 |  |
| 其中：基本预备费 | 万元 | 9403 |  |
| 4、水土保持工程 | 万元 |  |  |
| 静态总投资 | 万元 | 107450 |  |
| 其中：基本预备费 | 万元 | 4088 |  |
| 5、投资合计 | 万元 |  |  |
| 静态总投资 | 万元 | 6000866 |  |
| 建设期融资利息 | 万元 | 312153 |  |
| 总投资 | 万元 | 6313019 |  |
| 七、综合利用经济指标 |  |  |  |
| 水库单位库容投资 | 元/m3 | 4.51 | 按固定资产静态总投资计算 |
| 单位供水量投资 | 元/m3 | 0.92 |  |
| 单位供水成本 | 元/m3 | 0.168 |  |
| 水电站单位千瓦投资 | 元/kW | 11224 | 按电站分摊静态投资计算 |
| 水电站单位电量投资 | 元/kW·h | 3.71 | 按电站分摊静态投资计算 |
| 国民经济内部收益率 | % | 7.09 |  |
| 全部投资财务内部收益率 | % | 0.78 |  |
| 全部资本金财务内部收益率 | % | 0.14 |  |
| 企业资本金财务内部收益率 | % | 3.89 |  |
| 供水水价 | 元/m3 | 0.4 | 出库断面 |
| 灌溉水价 | 元/m3 | 0.052 | 出库断面 |
| 上网电价 | 元/kW·h | 0.38 | 含税电价 |
| 贷款偿还年限 | 年 | 30 | 含建设期10年 |
| 投资回收期 | 年 | 49.9 |  |

# 综合说明

## 绪言

### 1.1.1 工程概况

古贤工程位于龙门水文站上游72.5km处，上距碛口坝址238.4km，下距壶口瀑布和禹门口铁桥分别为10km和74.8km。坝址右岸为陕西省宜川县，左岸为山西省吉县，控制流域面积489948km2，占三门峡水库控制流域面积的71%。库区河谷宽度上窄下宽，河谷底宽400m～600m，坝址河底高程463m，河谷底宽455m，天然河道平均比降8.550/000。库区两岸支流众多，流域面积大于1000km2的入黄支流有6条，其中左岸有三川河、屈产河和昕水河；右岸有无定河、清涧河、延水河。这些支流沟深坡陡，河道比降达250/000～540/000，横断面窄深，含沙量大，泥沙粒径较粗，无定河、清涧河、延河泥沙中值粒径分别达到0.035mm、0.029mm、0.031mm，是黄河粗泥沙的主要来源区。古贤工程地理位置见图1.1.1-1。

古贤工程是黄河历次重要规划确定的流域控制性骨干工程，是黄河水沙调控体系的关键工程，也是国家水网的重要结点工程。古贤工程控制了黄河73%的水量、60%的泥沙和80%的粗泥沙，坝址位于小浪底水库上游约450km，距小浪底水库较近，在拦沙并与小浪底水库联合调水调沙、协调黄河水沙关系方面有着独特的地理优势，在黄河水沙调控体系中具有承上启下、难以替代的战略地位，工程建成后可以有效解决小浪底水库调水调沙后续动力不足的问题，充分发挥水沙调控体系整体合力，对全面推动黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略，保障黄河长久安澜具有重大意义。工程开发任务为：以防洪减淤、水资源调蓄为主，兼顾供水、灌溉和发电等综合利用，并为下游补水和增加河道外用水创造条件。

古贤水库正常蓄水位627m，死水位588m，调水调沙最低水位578m，汛期限制水位619m，设计洪水位628.73m，校核洪水位630.34m。水库总库容133.0亿m3，调水调沙库容35.0亿m3，防洪库容12.0亿m3，正常蓄水位以下长期有效库容约34.6亿m3，具有拦沙能力80.0亿m3。



图1.1.1-1 黄河古贤水利枢纽工程地理位置图

### 1.1.2 可研工作历程及主要审批意见

2016年11月，项目建议书成果通过中国国际工程咨询有限公司（以下简称“中咨公司”）评估。2017年1月，国家发展改革委下发了《国家发展改革委办公厅关于进一步做好黄河古贤水利枢纽前期工作的函》（发改办农经〔2017〕105号），要求进一步深化项目前期工作，明确前期工作由项目建议书阶段转入可行性研究阶段。

2017年2月，水规总院对《黄河古贤水利枢纽可行性研究阶段勘测设计任务书》进行了审查。在超前开展可研阶段勘察设计工作的基础上，2018年2月，黄河设计院编制完成了《黄河古贤水利枢纽可行性研究报告》（以下简称《可研报告》），并由黄委联合晋陕两省发展改革委、水利厅上报水利部。

2018年3月至8月，水规总院组织专家相继对《黄河水沙变化和古贤入库水沙设计》《工程地质》《工程任务和规模》《坝型比选》《工程施工》《机电及金属结构》《环境影响评价》《水土保持》《建设征地移民安置规划》等九个专题进行审查和技术讨论。2018年10月，水规总院召开《可研报告》技术讨论会。同年11月，水规总院组织专家在北京召开会议，对《可研报告》进行技术审查。会后根据审查意见，设计单位进一步补充完善了相关内容。

2020年至2021年12月，为深入贯彻落实习近平总书记关于黄河流域生态保护和高质量发展等重要讲话精神和《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》（以下简称《规划纲要》）确定的任务，着眼黄河流域生态保护和高质量发展的战略需要，设计单位对古贤工程必要性、紧迫性、工程规模等进行了进一步补充论证，对环境影响评价成果进行了完善和提升，在此基础上对《可研报告》进行了补充完善。

2022年2月，水规总院在北京组织召开会议，对《可研报告》（送审稿）进行了复审。会后，设计单位按照复审意见，调整了现状水平年、设计水平年和防洪标准，延长了水文泥沙系列，对壶口瀑布补沙措施等内容进行修改完善，并按照2021年第四季度价格水平年对有关内容进行了调整。

2023年3月，水利部联合山西省和陕西省人民政府以水规计﹝2023﹞111号文向国家发展和改革委员会报送了黄河古贤水利枢纽工程可行性研究报告及其审查意见。水利部主要审查意见为，“《可研报告》基本达到本阶段设计深度要求，工程规模基本合适，技术方案基本可行，移民安置方案原则可行，建设与管理体制基本落实，经济评价基本合理，社会稳定风险分析篇章已按有关规定编制。工程建设涉及黄河蛇曲国家地质公园、黄河壶口瀑布风景名胜区等多处环境敏感区，社会关注度和环境敏感性较高；根据山西和陕西两省修编的《黄河壶口瀑布风景名胜区总体规划（2018～2035）》，工程涉及部分二级和三级保护区，工程实施前，应征询地质公园、风景名胜区主管部门的意见”。

2023年8月4日，生态环境部以环审﹝2023﹞84号文批复了《黄河古贤水利枢纽工程环境影响报告书》，主要批复意见为：“工程实施将导致黄河中下游水沙情势、 河道形态等发生深刻变化, 对黄河蛇曲地质遗迹、壶口瀑布景观、小北干流湿地生态系统等影响较为显著, 与黄河中下游现有水利工程联合运用还将对下游及河口生态环境产生叠加累积性影响, 存在一定生态环境风险. 在全面落实环境影响报告书及本批复提出的各项生态环境保护对策措施后, 上述影响和风险可以得到一定程度减缓和控制。考虑到工程是黄河水沙调控体系的重要组成部分, 对于保障黄河长治久安等具有重要意义, 我部原则同意环境影响报告书的总体评价结论和拟采取的生态环境保护措施”。

2023年8月，受国家发展和改革委员会委托，中咨公司组织专家，在山西省临汾市对《可研报告》进行评估，会后中咨公司组织专家进行了多次专题讨论。黄河设计院按照评估意见对《可研报告》做了以下修改和补充完善：

（1）延长水文系列到2022年，作为设计水沙系列的基础。研究了3亿t～5亿t水沙系列情景对古贤工程的影响。

（2）汛限水位由617m提高至619m，最低排沙水位为578m，调水调沙库容由20亿m3增加至35 m3。

（3）补充论证了调水调沙运用节省输沙水量用于河道外用水的可能性、古贤工程跨年调节的可能性。

（4）细化坝基剪切带分带、厚度、物质组成，复核各剪切带分布范围、厚度、变形参数、抗剪强度参数；完善坝基岩体工程地质分类标准，细化相应的岩体力学参数建议值；补充完善带式输送机运输线路地质勘察成果。

（5）结合汛限水位调整等，复核完善重力坝方案工程设计，分析工程布置对不同来沙情景的适应性。

（6）结合勘探成果及影响因素，进一步复核优化带式输送机运输线路布置。

（7）鉴于各县（市）实物调查成果已超过5年，开展现场实物调查复核，并根据调查复核成果调整移民安置规划和投资估算。

（8）结合环评批复意见，补充完善相关成果，复核相关投资。

（9）价格水平年由2021年第四季度调整为2023年第三季度，复核调整工程投资。

（10）结合工程规模复核与水库运行调度方式优化，补充分析不同来沙情景下的经济合理性；按照现阶段国家对水利工程建设投融资的有关要求，完善筹融资方案。

（11）根据交通运输部交水函〔2023〕492号文《交通运输部关于黄河古贤水利枢纽工程航道通航条件影响评价的审核意见》，增补通航建筑物设计，不计列工程投资。

在以上工作基础上，设计单位编制完成了《黄河古贤水利枢纽工程可行性研究补充报告》（以下简称《补充报告》）。

2023年12月，水规总院组织专家，在北京对《补充报告》进行了审查，并以水总规〔2023〕391号印发《水规总院关于报送黄河古贤水利枢纽工程可行性研究补充报告审查意见的报告》。审查认为：

（1）关于开发任务：《补充报告》以《可研报告》论证为基础，充分考虑古贤水库的水资源调节能力和中游河段的调节需求，增加水资源调节任务，将古贤水利枢纽工程开发任务调整为以防洪减淤、水资源调蓄为主，兼顾供水、灌溉和发电等综合利用，并为下游补水和增加河道外用水创造条件，基本符合当前古贤水利枢纽开发利用要求。

（2）关于水库特征水位：汛期限制水位由 617.00 m提高至 619.00 m，拦沙初期起始运用水位由 560.00 m提高至死水位 588.00 m，调整基本合适。

（3）关于水库调度运用：考虑黄河近年来沙减少的实际情况，《补充报告》在《可研报告》的基础上，对古贤水库调度运用方式进行了调整，水库拦沙期由起始运用水位 560.00 m逐步抬高运用，调整为一次抬高运行水位至 588.00 m；正常运行期的调水调沙运行水位为588.00 m至 617.00 m（调水调沙库容 20 亿m3）调整为578.00 m至 619.00 m（调水调沙库容 35 亿m3）。古贤水库投入运用后，与小浪底水库联合调水调沙运用，可节省输沙水量。节省的输沙水量用于河道外用水可按 20 亿m3控制，考虑黄河水沙的复杂性，后续可根据黄河来水来沙、调水调沙、下游河道淤积等情况进一步调整。

2024年4月，中咨公司以咨农地〔2024〕570号文印发了《中国国际工程咨询有限公司关于黄河古贤水利枢纽工程（可行性研究报告）的咨询评估报告》，《黄河古贤水利枢纽工程可行性研究报告》和《黄河古贤水利枢纽可行性研究补充报告》通过了中咨公司的评估。主要意见为：

（1）对于黄河未来的来沙预测，综合各方研究成果来看，未来 30 年内维持现状 3 亿 t/a 左右的概率较大……建议工程运行前期的调度方式和效益测算按现状来沙水平 3 亿t/a 考虑。

（2）古贤工程综合利用效益显著，即使在少沙条件下，工程建设也是必要的，尽早建设可尽早发挥效益。

（3）鉴于近 20 年来黄河来沙量锐减，以及黄河流域水资源短缺形势，建议古贤工程功能定位和开发任务优化调整为：以防洪减淤、水资源调蓄为主，兼顾供水、灌溉和发电等综合利用，并为下游补水和增加河道外用水创造条件。

（4）古贤工程投入运用后，与小浪底水库联合调水调沙运用，可提高黄河下游输沙效率，节省输沙水量。

（5）评估建议将汛限水位由 617m 提高至 619m，最低排沙水位由 588m 降低至 578m，相应的调水调沙库容（最低排沙水位至汛限水位之间的库容）由 20 亿 m3提高至 35 亿 m 3，最大坝高由 215m 调整为 216.5m。

（6）评估认为，古贤工程坝址资源宝贵，一次性解决移民问题效益最好，采用高坝开发方案基本合适。

（7）评估认为，水库工程总体布置方案、大坝及主要建筑物设计成果基本合适。建议下阶段结合地质勘察成果进一步研究优化主要建筑物设计方案，主要包括：按坝段复核滑动模式及深层抗滑稳定计算，优化建基面高程及坝基处理设计；深化大坝坝基变形和渗流稳定分析成果；结合泥沙淤积对电站进水口的影响分析，进一步研究电站进水口的防淤堵措施。

（8）移民搬迁安置采用本村后靠安置、随集镇迁建安置和进城（集）镇自主安置相结合的安置方案基本合适。

（9）评估认为，壶口瀑布和地质公园知名度高，工程建设不可避免带来广泛的社会关注，在采取各项对策措施后，不利影响可以得到一定程度的减缓和控制。建议高度重视古贤工程对壶口瀑布和地质公园独特景观的影响，加强减缓措施和调度方案专题研究，切实落实社会风险防范、管控和化解措施，细化应急预案，将工程建设的不利影响降至最低。

（10）评估认为，古贤工程建设符合国家重大战略和规划目标要求，符合国家江河战略、黄河流域生态保护和高质量发展要求，符合统筹发展与安全、节能减排、扩大内需、稳投资稳增长等重大政策要求。规划依据充分，工程建设是必要的，不存在制约工程建设的技术和环境问题。

2024年6月，国家发展改革委批复了可行性研究报告。

## 水文

### 1.2.1 流域概况

黄河发源于青藏高原巴颜喀拉山北麓的约古宗列盆地，流域面积75.2万km2（不包括内流区）。自河源至内蒙古的托克托（河口镇附近）为上游，托克托至河南的桃花峪（花园口附近）为中游，桃花峪以下至入海口为下游。

古贤坝址位于黄河中游晋、陕峡谷的下段，上距规划的碛口坝址238.4km，下距壶口瀑布和禹门口铁路桥分别为10km和74.8km，控制流域面积489948km2，占三门峡水库控制流域面积的71%。

### 1.2.2 气象

古贤坝址以上流域属大陆性季风气候，根据坝址邻近的吉县气象站统计资料（1993年～2020年），多年平均气温10.9℃，极端最高气温为39.7℃（2005年6月22日），极端最低气温为-21.3℃（2002年12月26日）。多年平均降水量509.4mm，7月～9月降水量占59%，多年平均蒸发量1713.7mm（20cm蒸发皿），最大风速23.2m/s。

### 1.2.3 水文基本资料

古贤坝址位于龙门水文站上游72.5km，坝址附近曾于2011年~2015年设立文城水文站观测了水位、流量、水面比降等资料，观测时间较短。工程设计洪水分析主要涉及黄河干流的河口镇、吴堡、龙门、三门峡及支流的临镇、新市河、大村、吉县、乡宁等站。水沙分析主要涉及河口镇、吴堡、龙门以及库区支流的后大成、裴沟、白家川、延川、大宁、甘谷驿等站。各有关干支流水文站实测资料情况见表1.2.3-1。各站资料均按整编规范要求，进行了整编、汇编及刊印。

| 表1.2.3-1 干支流主要控制站实测资料情况表 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 河 名 | 站 名 | 控制流域  面积（km2） | 建站时间 | 实测流量、输沙率资料年份（年） | 年数  （年） |
| 黄 河 | 龙 门 | 497552 | 1934年6月 | 1934～1937、1944、1945、  1950～2022 | 79 |
| 黄 河 | 河口镇 | 385966 | 1952年1月 | 1952～2022 | 71 |
| 黄 河 | 吴 堡 | 433514 | 1935年6月 | 1935～1937、1951～2022 | 75 |
| 黄 河 | 潼 关 | 682141 | 1929年2月 | 1934～1937、1949～1955、1958～2022 | 76 |
| 黄 河 | 三门峡（陕县） | 688401 | 1919年4月 | 1919～1943、1946、1949～2022 | 100 |
| 三川河 | 后大成 | 4102 | 1953年7月 | 1954～2022 | 69 |
| 屈产河 | 裴 沟 | 1023 | 1962年6月 | 1962～2022 | 61 |
| 无定河 | 白家川 | 29662 | 1955年12月 | 1956～2022 | 67 |
| 清涧河 | 延 川 | 3468 | 1953年7月 | 1954～2022 | 69 |
| 昕水河 | 大 宁 | 3992 | 1954年10月 | 1955～2022 | 68 |
| 延水河 | 甘谷驿 | 5891 | 1952年1月 | 1952～2022 | 71 |
| 汾川河 | 临 镇 | 1121 | 1958年10月 | 1959～2022 | 64 |
| 汾川河 | 新市河 | 1662 | 1966年5月 | 1966～2022 | 57 |
| 仕望川 | 大 村 | 2141 | 1958年10月 | 1959～2022 | 64 |
| 州川河 | 吉 县 | 436 | 1958年10月 | 1959～2022 | 64 |

### 1.2.4 径流

（1）实测径流

龙门水文站1919年7月～2022年6月多年平均实测径流量为280.7亿m3，其中汛期7月～10月径流量为154.8亿m3，占年径流量的55.2%，非汛期径流量125.9亿m3，占年径流的44.8%；1956年7月～2022年6月多年平均实测径流量253.1亿m3，其中汛期7月～10月径流量为130.4亿m3，占年径流量的51.5%，非汛期径流量122.7亿m3，占年径流的48.5%。

（2）天然径流

可研阶段天然径流系列采用1956年～2010年系列，该系列利津断面多年平均天然径流量482.4亿m3，龙门断面多年平均天然径流量352.5亿m3。可研评估及初步设计将径流系列延长至2022年，延长后1956年～2022年龙门水文站多年平均天然水量为357.7亿m³。

（3）设计入库径流

采用1956年～2022年径流系列，古贤水库设计水平年多年平均入库径流量为213.9亿m3。

### 1.2.5 洪水

（1）暴雨洪水特性

黄河上游地区多发生面积广、历时长、强度小的连阴雨。中游河口镇至古贤区间的大暴雨经常发生在7月中旬至8月中旬，暴雨强度大，历时短，雨区范围较上游小，陕北神木一带是一个常见的暴雨中心。

古贤坝址的洪水采用龙门站成果，由黄河上游和中游地区的洪水组合而成。黄河上游地区，多为涨落平缓、历时长的低胖型洪水过程。黄河中游的洪水常形成涨落迅猛、峰高量小的高含沙洪水过程。从洪水的组成和遭遇分析看，龙门站的大洪水和特大洪水是以河口镇～龙门区间来水为主形成，河龙区间的大洪水与河口镇以上的大洪水遭遇几率很小。

（2）天然年最大设计洪水

在古贤可研成果基础上进一步分析了2020年以来的洪水情况，新增两年实测资料，其中龙门站2021年、2022年实测最大流量分别为3230m3/s、3620m3/s，小于多年均值9110m3/s；潼关站2021年、2022年实测最大流量分别为8360m3/s、3430m3/s，小于多年均值8880m3/s。经分析增加的2年资料不会对设计洪水成果产生影响，仍采用可研阶段推荐成果（1976年审定成果）。中游龙门、三门峡站天然设计洪水成果见表1.2.5-1。

表1.2.5-1 黄河中游龙门、三门峡站天然设计洪水成果表 洪峰Qm-m3/s，洪量W-亿m3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 站名 | 项目 | 均值 | Cv | Cs/Cv | 不同频率P（%）设计值 | | | | | | |
| 0.01 | 0.1 | 1.0 | 2.0 | 5 | 10 | 20 |
| 龙  门 | Qm | 9110 | 0.58 | 3.0 | 49400 | 38500 | 27400 | 24100 | 19600 | 16100 | 12600 |
| W5 | 15.68 | 0.39 | 3.0 | 54.5 | 44.9 | 34.8 | 31.7 | 27.3 | 23.9 | 20.2 |
| W12 | 31.91 | 0.38 | 3.0 | 108 | 89.3 | 69.6 | 63.5 | 55 | 48.2 | 40.9 |
| W45 | 93.82 | 0.34 | 3.0 | 285 | 239 | 191 | 175 | 154 | 137 | 118 |
| 三  门  峡 | Qm | 8880 | 0.56 | 4.0 | 52300 | 39800 | 27400 | 23700 | 18900 | 15200 | 11700 |
| W5 | 21.60 | 0.50 | 3.5 | 104 | 81.8 | 59.1 | 52.2 | 43 | 35.9 | 28.6 |
| W12 | 43.50 | 0.43 | 3.0 | 167 | 136 | 103 | 93.3 | 79.5 | 68.6 | 57 |
| W45 | 126.0 | 0.35 | 2.0 | 359 | 307 | 251 | 232 | 206 | 185 | 161 |

（3）分期设计洪水

根据大气环流季节转换特征以及历年各月最大洪峰流量分布图分析，将龙门站汛期洪水分为主汛期7月1日～9月10日和后汛期9月11日～10月31日两个时段，河龙区间分期时段与龙门站分期时段相同。

基于可研阶段成果将资料系列延长至2022年进行分析，分期洪水的规律没有变化，仍按前汛期和后汛期分别进行选样统计，各站（区间）的设计值与可研推荐成果差别不大，仍推荐采用可研阶段成果，分期设计洪水计算结果见表1.2.5-2。

（4）施工设计洪水

汛期施工洪水的计算同坝址设计洪水，施工中不同时期防洪标准不同，根据施工要求，计算了P＝10%、5%、2%、1%、0.5%的施工设计洪水，见表1.2.5-3。

| 表1.2.5-2 黄河龙门站及河龙间分期设计洪水成果表 | | | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 站  （区） | 项 目 | 分 期 | 系列 | | | 均值 | Cv | Cs/Cv | 不同频率P（%）设计值 | | | | | |
| N | n | a | 0.01 | 0.1 | 1.0 | 5 | 10 | 20 |
| 龙  门 | Qm  （m3/s） | 年最大 | 155 | 63 | 1 | 9110 | 0.58 | 3.0 | 49400 | 38500 | 27400 | 19600 | 16100 | 12600 |
| 后汛期 |  | 62 |  | 3100 | 0.62 | 3.0 | 18300 | 14100 | 9890 | 6920 | 5620 | 4320 |
| W5  （亿m3） | 年最大 |  | 63 |  | 15.68 | 0.39 | 3.0 | 54.5 | 44.9 | 34.8 | 27.3 | 23.9 | 20.2 |
| 后汛期 |  | 62 |  | 11.20 | 0.52 | 2.5 | 49.9 | 40.1 | 29.9 | 22.4 | 19 | 15.39 |
| W12（亿m3） | 年最大 |  | 63 |  | 31.91 | 0.38 | 3.0 | 108 | 89.3 | 69.6 | 55 | 48.2 | 40.9 |
| 后汛期 |  | 62 |  | 24.30 | 0.52 | 2.5 | 108 | 86.9 | 64.9 | 48.62 | 41.2 | 33.39 |
| 河  龙  间 | Qm  （m3/s） | 年最大 |  | 46 |  | 7145 | 0.66 | 3.0 | 45700 | 34900 | 24100 | 16600 | 13300 | 10000 |
| 后汛期 |  | 46 |  | 1060 | 0.95 | 3.0 | 11200 | 8080 | 5080 | 3080 | 2270 | 1520 |
| W1  （亿m3） | 年最大 |  | 46 |  | 2.69 | 0.65 | 3.0 | 16.9 | 12.9 | 8.95 | 6.17 | 4.97 | 3.77 |
| 后汛期 |  | 46 |  | 0.60 | 0.94 | 3.0 | 6.23 | 4.51 | 2.85 | 1.73 | 1.28 | 0.86 |
| W5  （亿m3） | 年最大 |  | 46 |  | 6.10 | 0.65 | 3.0 | 38.2 | 29.3 | 20.3 | 14 | 11.3 | 8.55 |
| 后汛期 |  | 46 |  | 1.80 | 0.73 | 3.0 | 13.1 | 9.89 | 6.66 | 4.43 | 3.49 | 2.56 |
| W12  （亿m3） | 年最大 |  | 46 |  | 9.36 | 0.65 | 3.0 | 58.6 | 44.9 | 31.1 | 22.2 | 17.3 | 15 |
| 后汛期 |  | 46 |  | 3.19 | 0.65 | 3.0 | 20 | 15.3 | 10.6 | 7.32 | 5.9 | 4.47 |

表1.2.5-3 古贤汛期施工设计洪水成果表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | 不同频率P（%）设计值 | | | | | |
| 0.2 | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 5.0 | 10 |
| Qm（m3/s） | 35200 | 30800 | 27400 | 24100 | 19600 | 16100 |
| W5（亿m3） | 41.9 | 37.9 | 34.8 | 31.7 | 27.3 | 23.9 |
| W12（亿m3） | 83.5 | 75.7 | 69.6 | 63.5 | 55.0 | 48.2 |

非汛期不同时段频率洪水成果，见表1.2.5-4。

表1.2.5-4 古贤坝址施工期设计洪水成果表 单位：m3/s

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 分 段  （月） | 统计参数 | | | 频率为P（%）的设计值 | | | | | | | |
| 均值 | Cv | Cs/Cv | 0.2 | 0.5 | 1 | 2 | 3.33 | 5 | 10 | 20 |
| 10～6 | 2680 | 0.4 | 3 | 7310 | 6600 | 6060 | 5500 | 5070 | 4730 | 4120 | 3470 |
| 11～6 | 2630 | 0.27 | 3 | 5370 | 4990 | 4690 | 4380 | 4140 | 3940 | 3580 | 3180 |
| 11～5 | 2580 | 0.27 | 3 | 5270 | 4890 | 4600 | 4290 | 4060 | 3860 | 3510 | 3120 |
| 11～4 | 2580 | 0.27 | 3 | 5270 | 4890 | 4600 | 4290 | 4060 | 3860 | 3510 | 3120 |
| 11～3 | 2440 | 0.29 | 3 | 5220 | 4830 | 4520 | 4200 | 3950 | 3750 | 3390 | 2990 |

### 1.2.6 泥沙

古贤坝址上距吴堡水文站205.5km，下距龙门水文站72.5km。古贤坝址和龙门水文站之间无大的支流入汇，区间水沙量较小，古贤坝址的水沙资料可借用龙门水文站的资料。

1.2.6.1 实测水沙量

根据1919年7月～2022年6月103年实测资料统计，干流吴堡水文站实测多年平均径流量为255.5亿m3，多年平均输沙量为4.37亿t，含沙量为17.1kg/m3；龙门水文站实测多年平均径流量为280.7亿m3，多年平均输沙量为7.43亿t，含沙量为26.5kg/m3。

1.2.6.2 水沙基本特性

古贤水库的来水来沙具有以下特性：

（1）水沙异源，龙门以上有两大水沙来源区。一是河口镇以上，来水多来沙少，水流较清。多年平均水量227.8亿m3，沙量1.10亿t，含沙量为4.8kg/m3，年水量占龙门站的81.2%，而年沙量仅占14.8%。二是河口镇至龙门区间，来水少来沙多，水流含沙量高，多年平均水量52.8亿m3，沙量6.33亿t，含沙量为119.8kg/m3，年水量占龙门站的18.8%，而沙量占龙门站的85.2%。

（2）水、沙量年内分配不均。水量、沙量主要集中于汛期，沙量集中程度甚于径流量。龙门水文站汛期水沙量占全年水沙量的比例为55.2%、87.6%，库区各支流汛期水量占全年水量的比例在44.2%～71.5%，汛期沙量占全年沙量的比例达到89.2%～94.2%。

（3）水、沙量年际变化大。龙门水文站最大年水量为552.1亿m3，是最小年水量129.5亿m3的4.3倍；最大年输沙量为24.24亿t，最小年输沙量为0.37亿t。支流无定河白家川水文站最大年水量为19.8亿m3，是最小年水量5.61亿m3的3.5倍；最大年输沙量为4.23亿t，最小年输沙量为0.002亿t。

（4）水流含沙量高。龙门水文站实测多年平均含沙量为26.5kg/m3，其中汛期含沙量为42.0kg/m3，最大瞬时含沙量1040kg/m3。库区最大支流无定河多年平均含沙量为87.1kg/m3，其中汛期含沙量为175.6kg/m3，实测最大含沙量1280kg/m3。

1.2.6.3 近期水沙变化特性

（1）年均径流量、输沙量减少幅度较大

龙门站2000年～2022年6月实测年均水量、沙量分别为208.9亿m3、1.49亿t，分别较上世纪50年代以前减少35.8%、86.0%，含沙量也由上世纪50年代以前的32.6kg/m3减少至7.1kg/m3。库区支流水沙量也呈同样的减少态势，无定河白家川水文站2000年～2022年6月实测年均水量、沙量分别为8.3亿m3、0.27亿t，与上世纪60年代以前相比，减少量分别为7.1亿m3、1.91亿t，减少幅度分别为46.4%、87.6%。

（2）径流量年内分配比例发生变化，汛期比重减少

由于龙羊峡、刘家峡等大型水库的调蓄作用和沿途引用黄河水，使黄河干流河道内实际来水年内分配发生了很大的变化，表现为汛期比例下降，非汛期比例上升，年内径流量月分配趋于均匀。1986年以前黄河中游干流各站汛期径流量一般可占年径流量60%左右，1986年以来普遍降到了40%左右。

（3）汛期大中水流量减少，枯水流量增加

从龙门站汛期不同流量级出现天数看，2000m3/s以下流量1960年～1986年系列年平均出现85.8天，1987年～2021年系列增加到114.2天；2000m3/s～4000m3/s流量1960年～1986年系列年平均出现33.5天，1987年～2021年系列减少到8.6天；4000m3/s以上流量1960年～1986年系列年平均出现3.7天，1987年～2021年系列减少到0.2天。

1.2.6.4 悬移质泥沙的颗粒组成及矿物成分

根据1957年～2022年6月实测资料，按沙量加权统计，龙门站多年平均悬移质泥沙中值粒径为0.029mm（光电法），粒径大于0.025mm和0.05mm的泥沙分别占54.3%和27.2%。龙门站平均悬移质泥沙颗粒级配见表1.2.6-1。

表1.2.6-1 龙门站悬移质泥沙颗粒级配表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 时段 | 小于某粒径的沙重百分数（%） | | | | | | | | 中值粒径(mm) |
| 0.005mm | 0.01 mm | 0.025 mm | 0.05 mm | 0.10 mm | 0.25 mm | 0.50 mm | 1.00 mm |
| 汛期 | 20.9 | 28.2 | 47.2 | 74.6 | 93.5 | 98.3 | 99.4 | 100.0 | 0.028 |
| 全年 | 20.1 | 27.2 | 45.7 | 72.8 | 92.7 | 98.4 | 99.7 | 100.0 | 0.029 |

古贤坝址的泥沙矿物成分以石英、长石及云母为主，颗粒形状多角形，磨圆程度较差。黄河泥沙的矿物成分大多数是石英、长石及云母，颗粒形状多为三角形和棱形。据1954年陕县水文站的悬沙矿物组成分析资料，黄河泥沙由坚硬矿物质组成，莫氏硬度大于五级，见表1.2.6-2，可以代表古贤水库入库泥沙的矿物成分。

表1.2.6-2 陕县水文站资料悬移质泥沙矿物组成表（%）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 粒径（mm） | 石英 | 长石 | 云母及其它 |
| >0.10 | 90.0 | 5.4 | 4.6 |
| 0.10～0.05 | 93.0 | 3.0 | 4.0 |
| 0.05～0.01 | 95.2 | 1.6 | 3.2 |

1.2.6.5 推移质输沙量

古贤水库天然河道无砂卵石推移质输沙量的实测资料，所以推移质输沙量是通过计算分析而得，计算得古贤水库尾部段干流年平均推移质输沙量为6.12 万t，加上其他支流推移质量，库区干支流推移质总量为20.18万t，古贤库区各支流年推移质量见表1.2.6-3。

表1.2.6-3 古贤库区各主要支流砂卵石推移质年均输沙量

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 支流名称 | 延水河 | 昕水河 | 清涧河 | 无定河 | 屈产河 | 三川河 | 湫水河 |
| 推移质年均  输沙量（万t） | 2.13 | 1.02 | 2.04 | 7.18 | 0.10 | 1.19 | 0.40 |

### 1.2.7 设计水沙系列

按照黄河年均来沙3亿～8亿t情景，提出了1962-6系列、1962-8系列、1962-5系列、1962-4系列、3亿t系列（2000～2021年实测系列）5组设计水沙系列。

黄河来沙6亿t系列，基于设计水平年1956～2021年66年基础系列，进行滑动分析，考虑系列内丰平枯时段的变化情况，以水库拦沙期内年均水沙量与基础系列基本一致为原则，选取1962～2021年+1956～1961年组成66年水沙代表系列（简称1962-6系列）。该系列四站年均来水量280.4亿m3、来沙量为6.00亿t，龙门站年均来水量为218.3亿m3、来沙量为3.60亿t。该系列四站最大年水量为497.3亿m3，相应年份为1967年，最小年水量为166.0亿m3，相应年份为2015年，二者比值为3.0；最大年沙量为14.38亿t，相应年份为1959年，最小年沙量为2.31亿t，相应年份为2015年，二者比值为6.2。

黄河来沙5亿t、4亿t水沙系列（简称1962-5系列、1962-4系列），在1962-6系列基础上，考虑四站水量过程不变，沙量过程同步打折处理，该系列四站年均来水量为280.4亿m3、来沙量为分别为5.00亿t、4.00亿t，龙门站来水量为218.3亿m3、来沙量分别为3.00亿t、2.40亿t。

黄河来沙8亿t水沙系列，仍采用可研阶段推荐的1962~2009年+1956～1961年+1990～1995年60年系列（简称1962-8系列），该系列四站年均来水量268.6亿m3、来沙量为8.02亿t，龙门站年均来水量211.7亿m3、来沙量为4.86亿t。

黄河来沙3亿t水沙系列，采用2000～2021年实测系列，该系列四站年均来水量276.7亿m3、来沙量为2.60亿t，龙门站年均来水量208.9亿m3、来沙量为1.49亿t。该系列四站最大年水量为493.2亿m3，相应年份为2020年，最小年水量为158.9亿m3，相应年份为2002年，二者比值为3.1；最大年沙量为5.95亿t，相应年份为2001年，最小年沙量为0.61亿t，相应年份为2014年，二者比值为9.7。

不同水沙系列黄河中游四站及龙门站水沙量见表1.2.7-1。

表1.2.7-1 不同水沙系列四站及龙门水沙量特征值统计表

| 系列 | 站名 | 水量（亿m3） | | | 沙量（亿t） | | | 沙量（亿t） | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 汛期 | 非汛期 | 全年 | 汛期 | 非汛期 | 全年 | 最大值 | 最小值 |
| 1962-6系列 | 四站 | 144.7 | 135.7 | 280.4 | 5.28 | 0.72 | 6.00 | 14.38 | 2.31 |
| 龙门 | 106.8 | 111.5 | 218.3 | 3.06 | 0.54 | 3.60 | 11.25 | 0.88 |
| 1962-8系列 | 四站 | 137.8 | 130.8 | 268.6 | 7.10 | 0.92 | 8.02 | 21.04 | 2.13 |
| 龙门 | 102.8 | 108.9 | 211.7 | 4.14 | 0.72 | 4.86 | 15.78 | 0.80 |
| 1962-5系列 | 四站 | 144.7 | 135.7 | 280.4 | 4.40 | 0.60 | 5.00 | 11.79 | 1.89 |
| 龙门 | 106.8 | 111.5 | 218.3 | 2.55 | 0.45 | 3.00 | 9.22 | 0.72 |
| 1962-4系列 | 四站 | 144.7 | 135.7 | 280.4 | 3.52 | 0.48 | 4.00 | 9.43 | 1.51 |
| 龙门 | 106.8 | 111.5 | 218.3 | 2.04 | 0.36 | 2.40 | 7.38 | 0.57 |
| 3亿t系列  （2000～2021年实测系列） | 四站 | 135.13 | 141.6 | 276.7 | 2.28 | 0.32 | 2.60 | 5.95 | 0.61 |
| 龙门 | 94.3 | 114.6 | 208.9 | 1.25 | 0.24 | 1.49 | 3.21 | 0.37 |

### 1.2.8 坝下水位流量关系

为满足古贤工程设计工作的要求，黄河设计院委托黄委中游水文水资源局在古贤坝址附近设立专用水文测站（文城水文站，基本断面位于古贤坝下511m，测流断面位于坝上1927m），观测了2011年～2015年水位、流量、水面比降等资料，为坝址水位流量关系设计提供依据。

观测期间文城水文站出现洪水最大流量为8760m3/s，相应水位469.08m。观测资料不能全部满足建立水位流量关系的需要。本次以观测的基本参数为基础，采用R-K曲线法、流量面积法、曼宁公式法三种方法对古贤专用水文站文城站水位流量关系进行推算，根据对比分析，采用曼宁公式法结果比较合理。古贤坝址水位流量关系采用文城水文站水位流量关系按比降上推法计算，比降采用文城水文站实测水面比降1.07‰，结果见表1.2.8-1。

表1.2.8-1 古贤坝址天然水位流量关系

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 流量（m3/s） | 0 | 13 | 79 | 188 | 366 | 775 | 1431 | 2304 | 3356 | 4549 | 5798 |
| 水位（m） | 463.8 | 464.3 | 464.8 | 465.3 | 465.8 | 466.3 | 466.8 | 467.3 | 467.8 | 468.3 | 468.8 |
| 流量（m3/s） | 7113 | 8522 | 10010 | 11611 | 13356 | 15176 | 17081 | 19026 | 21044 | 23229 | 25533 |
| 水位（m） | 469.3 | 469.8 | 470.3 | 470.8 | 471.3 | 471.8 | 472.3 | 472.8 | 473.3 | 473.8 | 474.3 |

### 1.2.9 水文自动测报系统及泥沙冲淤监测

初设阶段，根据水利部印发的《水利部关于推进水利工程配套水文设施建设的指导意见》（水文〔2023〕30号）、《水利部办公厅关于进一步加强重大水利工程雨水情监测预报“三道防线”、安全监测、数字李生设计工作的通知》等相关要求，结合黄河近年来水文基础设施建设开展情况，对水文自动测报系统和泥沙监测规划内容进行了补充完善和调整，概算总投资2.06亿元。

1.2.9.1 水文自动测报系统

（1）系统建设范围

古贤工程水文自动测报系统建设范围为黄河干流府谷水文站至古贤坝址的区间流域；考虑黄河中游防洪调度需要，水文信息预报系统覆盖范围主要为河曲水文站至潼关水文站的区间范围。

（2）站网布设

古贤工程水文自动测报系统遥测站网共新建遥测水文站3处，新建遥测水位站15处；新建遥测雨量站451处，新建测雨雷达站4处、新建水沙因子站2处，新建水质自动监测站2处、新建水情中心站1处。

（3）投资概算

古贤工程水文自动测报系统建设项目设计概算14535.09万元。其中，建筑工程费4249.59万元，设备购置安装及软件购置费10175.50万元，征地费用110.00万元。

1.2.9.2 泥沙冲淤监测系统

在对小浪底水库运行期库区、坝下泥沙冲淤监测情况进行调研和总结的基础上，设计了古贤水库泥沙冲淤监测系统 ，监测内容分基本观测、专题观测等。

（1）基本监测

基本监测含水文控制测量、库区大断面淤积测验、库区河床质取样、淤积测验信息系统建设等库区大断面淤积测验建设，以及坝下河道大断面淤积测验建设。

（2）专题监测

专题监测坝前局部地形监测、坝下局部冲刷观测、孔口（包括泄洪排沙洞、发电洞）前淤积面监测、异重流观测等。

（3）投资概算

古贤工程泥沙监测系统建设设计概算4471.96万元，其中建筑工程费（含临时工程费）2193.72万元，仪器设备购置及安装费2278.24万元。

## 工程地质

### 1.3.1 区域构造稳定性与地震动参数

古贤工程在大地构造上位于陕断块的西部鄂尔多斯块体东南部，向东过山西断陷盆地带与山西断隆相接，南有渭河断陷盆地带与秦岭断褶系相邻，北过河套断陷盆地带与内蒙地轴为邻，西过银川－吉兰泰断陷带与阿拉善台隆接壤。

鄂尔多斯块体为中国大陆稳定的块体之一，新构造运动微弱。在中生代鄂尔多斯块体曾经为一大型拗陷盆地，接受巨厚的内陆河湖相堆积。到了新生代，由于地壳应力场发生了变化，才逐渐转变为稳定中略有上升的高原，并在第四纪仍处于缓慢隆升状态，且广泛堆积了中更新世和晚更新世黄土。

鄂尔多斯块体的稳定性主要表现在自新生代以来作整体的抬升运动，而且历史地震和现今地震活动十分微弱，很少有强震发生。区域东南部为汾渭地震带，地震活动性较强，经常有周期性的强震发生。

古贤工程位于稳定的鄂尔多斯块体内，区内地层平缓，构造简单，坝址区周边40km范围内无活动断裂通过，影响库坝区稳定的主要因素来自汾渭断陷带。虽然它的周缘断陷盆地地区活动断裂发育，是强震发生区，但影响到坝址区的地震烈度大多为Ⅴ度～Ⅵ度。工程近场区无活动断裂通过，地震活动较弱，工程场区区域构造稳定性好。

根据《黄河古贤水利枢纽场地地震安全性评价报告》（2017年12月）成果，基准期50年内超越概率10%、50年内超越概率5%、50年内超越概率2%、100年内超越概率2%、100年内超越概率1%时对应的基岩水平向动峰值加速度分别为0.071g、0.097g、0.128g、0.158g、0.194g。