

陕西省自然科学基金基础研究计划

引汉济渭联合基金申报指南（第三轮）

一、水资源配置与调度

（一）重点项目

1.变化环境下引汉济渭工程可调水与需水演变预测与供水安全保障对策

1.1 研究目标

研究南水北调中线二期工程、黄河高质量发展等国家重大战略布局调整与未来气候变化对引汉济渭工程运行期调水区水文情势及可调水量变化的影响、分析受水区需水总量及过程的演变特征，研发复杂水资源“供-调-需”系统的长系列过程模拟模型，评估工程通水后可能面临的供水安全风险，并提出相关风险规避对策。

1.2 研究内容

1.2.1 变化环境下引汉济渭工程水源区可调水量及过程预测

研究借助 CMIP6 气候变化情景结合统计降尺度模式，对研究区气候要素进行高分辨率模拟；借助遥感影像获取土地利用和植被覆盖等陆面参数数据，引入分布式水文模型将汉江干流子午河入汇口作为研究断面进行径流过程的长系列模拟预测；结合南水北调中线（含二期工程）等规划和建设中的汉江流域调水工程和调水区上下游预留用水，分析水源区的可调水量及时间过程。

1.2.2 引汉济渭工程供需过程耦合模拟与供水安全风险评估

以陕西省引汉济渭工程可行性研究专题报告《受水区水资源配置规划》提出的受水区在 2020 和 2030 水平年的需水计算成果为依据，分析黄河高质量发展等国家重大战略布局调整对预测未来（2020-2050）受水区对外调水的需求的影响；开发复杂水资源“供-调-需”系统的长系列过程模拟模型，对不同调蓄情景下的供需过程进行长系列调算，预测系统的供水安全风险。

1.2.3 引汉济渭工程供水安全风险应对策略研究

分析引汉济渭通水后与规划时边界条件变化的对供水安全的可能影响；定量分析工程调蓄系统、调度运行方案优化、受水区多水源调节的作用，构建“节水优

先，三生统筹，多源互补”的供水安全保障方案，支撑引汉济渭工程预期目标顺利实现。

1.3 预计经费：100 万元左右

2. 基于“数字调蓄库”理念的引汉济渭二期调蓄方案研究与智能化调度

2.1 研究目标

考虑现状调蓄及地下水库非传统调蓄工程建设方式与规模，采用“数字调蓄库”理念，研究引汉济渭二期工程调水区、受水区调蓄工程整体优化方案，建立调蓄系统智能化调度系统。

2.2 研究内容

2.2.1 调水区综合调蓄方案及其调蓄潜力分析

分析引嘉入汉、安康水库反调节等调水区可能的调蓄方案，结合引汉济渭受水区需水过程、工程防洪等其他调度需求，分别论证现有工程条件、引入地下水库等非传统调蓄工程条件下引汉济渭工程的调蓄潜力。

2.2.2 引汉济渭二期调蓄工程系统建设方案

分别结合调水区、受水区现有工程条件及引入地下水库等非传统调蓄工程条件下，采用“数字调蓄库”理念，优化研究并提出调蓄工程系统建设方案，提出各主要工程的调蓄调度规则。

2.2.3 引汉济渭二期调蓄工程系统智能化调度

结合各主要分水口分水量及过程需求，分别研究现有工程条件及引入地下水库等非传统调蓄工程条件下引汉济渭调蓄工程系统的优化调度方案，开发二期调蓄工程系统智能化调度平台。

2.3 预计经费：100 万元左右

（二） 培育项目

1.面向引汉济渭工程快速达效与可持续运行的供水管理政策研究

1.1 研究目标

从南水北调等大型调水工程运行中，水价及其相关的供水政策，对工程按期达效，发挥预期效益有重大的影响。分析引汉济渭通水后，不同水价与供水政策对工程实际供水量、达效时间、工程效益、区域生态与供水安全的影响；从区域供水安全稳定等角度出发，制定受水区供水水价体系。

1.2 研究内容

1.2.1 供水管理政策对调水工程达效的影响机制研究

分析南水北调等国内外调水工程水价、供水管理政策，研究不同政策对供水主体、用水主体行为的作用，评估其对调水工程达效的影响机制。

1.2.2 供水模式对引汉济渭工程达效时间的影响评估

分析引汉济渭供水对象的需求弹性和替代水源情况，在不同供水模式、水价政策对引汉济渭工程的供水对象、供水规模的影响；结合不同水源供水成本分析，分析不同供水模式下的工程达效时间、工程运行效益。

1.2.3 引汉济渭工程供水管理政策建议

评估不同供水政策对受水区的水源结构、供水稳定性、生态安全的影响；将地下水作为战略性后备水源，从生态环境保护、区域水安全保障角度，研究地下水水资源费价格调整对地下水保护的作用；提出引汉济渭工程管理体制、供水模式、水价政策、财政补偿等综合建议。

1.3 预计经费：50 万元左右

2. 引汉济渭二期多主体输配水系统调控的合作与博弈方法研究

2.1 研究目标

引汉济渭二期多主体输配水系统的合作与博弈是当前提高系统整体效能的核心问题之一，其不仅涉及直接受水对象的受水规划、水量配置设计、调输配水健康、生态保护等若干子问题的协同优化，还必须考虑用水、调水区等多方利益的竞争、水运企业的竞争以及政府企业博弈等复杂关系的约束，还需要考虑供水、防洪、灌溉、航运、生态环境等多方面的需求。调水工程中如不能正确的预测水量供需平衡，实现合理的多目标调水，轻则降低调水效率，提升调水成本，造成水资源的巨大浪费，重则破坏整个地区生态环境。研究旨在解决引汉济渭二期多主体输水系统多支线复杂输水管网水资源优化调度技术问题，为引汉济渭二期复杂输水管网安全、高效运行提供切实可行的理论技术手段，提高工程实际效益，引领相关领域技术发展。

2.2 研究内容

2.2.1 多主体输配水系统用水量实时预测

针对用水量预测中非线性与随机性强、影响因素多的特点，对于历史数据

进行预处理，在不同时间尺度下，基于相关历史数据计算主要影响因素与用水量间的相关性，在较长的时间尺度上对时间序列总体趋势进行预测，在较小的时间尺度上进行训练，利用训练结果对预测结果进行局部修正提高计算效率，同时实现实时预测。

2.2.2 多主体输配水系统管网优化约束与可靠性分析

基于蒙特卡罗分析方法，采用低偏差 Sobol 点列替代伪随机数序列，对供水管网节点及管段破坏概率进行抽样，结合宽度优先搜索算法，构建供水管网可靠性分析并行算法，重点研究多水源情况下管网供水可靠性问题，通过增加虚拟节点，将复杂水源简化为单一水源，给出在不同水源情况下供水管网可靠性及损坏概率。

2.2.3 多主体输配水系统多目标合作与博弈机制

根据引汉济渭二期受水区的大尺度复杂输水网络的特点，以满足沿线水量供需调节为目标，考虑多种社会-经济-生态效益等约束条件，优化供水成本，采用矩阵降维方法优化模型，在多目标优化模型中考虑受水规划、水量配置设计、调输配水健康、生态保护等若干子问题的协同优化，构建目标受水区水量多级多目标联合优化调度模型，分析各主体的合作与博弈机理。

2.2.4 复杂水网水量多目标联合优化调度技术方案研究

基于水量多目标联合优化调度模型，采用动态权重系数法将多目标函数转化为单目标函数，运用线性规划进行求解，之后对不同权重系数下受水区的水量优化调度结果进行评价，建立调度结果效果评价体系；依据各供水单元不同时段的需水情况，形成目标受水区水量优化调度结果，最终形成引汉济渭二期多主体输配水系统调控的合作与博弈方案。

2.3 预计经费：50 万元左右

（三）面上项目

1.引汉济渭工程运行初期水量调度研究

1.1 研究目标

为了确保引汉济渭工程初期运行的安全、可靠，发挥最大的综合效益，亟需开展引汉济渭工程运行初期水量、水质的应急调度和生态响应研究，以期在实时调度过程中，切实解决工程运行后的关键技术问题，量化引汉济渭工程初

期运行对渭河干流生态的改善程度和积极贡献。

1.2 研究内容

1.2.1 三河口多年调节水库的水量实时调度分析

根据引汉济渭工程初期运行规划，建立变时段的多年调节水库多目标实时调度模型；设置不同需求和供水规模的多情景方案集，辨析三河口水库实时调度多目标的均衡规律，量化调水目标对其他调度目标的影响程度，优化三河口常规调度图。

1.2.2 引汉济渭工程运行初期水资源优化配置分析

考虑到输配水工程的滞后性和时间节点的不确定性，根据受水区用户的供水优先次序和供水管网施工不同进程，兼顾黄池沟对调入水量的微调作用，设置不同供水对象（21 个受水对象以及渭河生态）的水资源配置方案；建立多指标评价体系和方案优选模型，在实时水量调度前提下，推荐最优的水资源配置方案，量化各供水对象的效益，最大化地达到水资源综合利用要求。

1.2.3 引汉济渭工程运行初期长距离输水的模拟与控制

基于引汉济渭调水工程秦岭输水隧洞的实体物理模型，在初期运行模拟不同输水量的隧洞水力特性及过程；建立 MIKE21 的二维水动力数值模拟模型，率定模型参数，获得三河口多年调节水库调水情势下的长距离输水过程的水力特性及过程；以物理模型试验测量的数据为准，对比分析物理模型和数值模型的模拟结果，获得黄三段、控制闸、越岭段和黄池沟的水位、流速、流量等变化过程。

1.2.4 引汉济渭调水工程运行初期水质应急调度

确定运行初期秦岭输水隧洞各支洞的工作状态；假设某支洞或多个支洞遭遇突发的单源或多源污染，设置动态、实时的突发事件方案集；建立 MIKE11 AD 与 ECO Lab 耦合的水质模拟模型，模拟引汉济渭工程运行初期秦岭输水隧洞以及黄池沟的水质变化过程；构建水质监测指标体系和预警机制；由水质模拟模型和水量调度模型的自适应反馈，提炼引汉济渭调水工程运行初期水质应急调度策略。

1.2.5 多情景下的受水区调蓄规模的论证与优化

考虑调水区来水和受水区需水的不确定性，设置不同的调水方案多情景；

综合运用运行初期水量、水质的调度结果和水资源配置的模拟结果，论证受水区针对不同调水规模和需水量的跨流域调水过程的调蓄规模；对比分析优化调度过程与模拟调度过程的优势，优化关中地区针对引汉济渭初期调水的调蓄规模，为引汉济渭调水工程和输配水工程的规划和实施提供重要的科技支撑。

1.3 预计经费：40 万元左右

二、水工结构和材料及施工

（一）培育项目

1. PCCP 双管相互影响及对策研究

引汉济渭二期工程北干线大量采用 PCCP 双管设计，管径大、管距小，双管之间相互存在一定的影响，特别是如单管检修工作中开挖等工序下，会对临近备管的运行环境、侧向土压力等产生明显影响，进而对备管输水安全造成一定的干扰，开展引汉济渭二期 PCCP 双管相互影响及对策研究，厘清影响因素及敏感性，并给出处理对策，可为引汉济渭二期安全高效输水提供关键技术支撑。

1.1 研究目标

揭示管-土相互作用，厘清建设期、运行期双管建设相互耦合影响，提出引汉济渭二期 PCCP 双管相互影响及对策。

1.2 研究内容

1.2.1 PCCP 管-土相互作用研究。

1.2.2 建设期、运行期双管建设相互耦合影响。

1.2.3 单管检修期备管运行对策。

1.3 预计经费：50 万元左右

（二）面上项目

1. 盾构开挖土体实时采样及级配快速获得技术研究

1.1 研究目标

盾构掘进具体参数、实时效率与开挖地层具有很大的相关性，输配水工程线路沿线工程地质条件多变，如何快速实时采取开挖土体，并得到土体级配，对于研究建立土层属性变化与盾构掘进参数关系、优化掘进控制以及提高盾构

开挖效率等具有重要作用。项目旨在研究盾构开挖土体实时采样技术与土料级配快速获得技术。

1.2 研究内容

1.2.1 考虑盾构设备构造与工序的开挖土体实时采样技术。

1.2.2 盾构开挖土料级配快速获得技术。

1.3 预计经费：40 万元左右

三、岩土力学及岩土工程

(一) 重点项目

1.傍山浅埋长距离引水隧洞优化设计与施工关键技术研究

1.1 研究目标

引汉济渭二期南干线引水骨干线路工程黄池沟至县子午水厂段以隧洞和涵洞为主，其中引水隧洞长 68.93km，洞线基本平行于秦岭断裂带，隧洞开挖扰动极易引起局部滑坡或断裂带的位移，危及隧洞安全运行。无论从隧洞围岩局部和整体稳定，还是地下水运移特性均与地处深山峡谷中深埋隧洞不同，有其特殊的隧洞设计施工关键技术问题有待研究，以期为工程设计、施工和运行期风险预测与评估提供支撑。

1.2 研究内容

1.2.1 盾构施工关键技术研究

根据隧洞沿线不同段地质地貌单元特征和岩性，结合盾构施工特点，提出合理的进尺速度、支护时差、超前支护等合理参数，为施工提供技术支撑。

1.2.2 合理围岩压力取值和衬砌支护设计优化

按照无压隧洞围岩稳定理论、隧洞衬砌计算理论，研究沿线不同地质单元内围岩压力合理取值，合理衬砌支护方式及抗震结构、施工工艺等关键技术，为隧洞设计结构设计提供理论指导。

1.2.3 隧洞涌水预测及排水方案

根据隧洞沿线不同段水文地质特征，建立山体边缘地带复杂地质环境中，因施工扰动引起地下水赋存出口改变带来的地下渗流变化规律；基于环境水环境扰动最小原则，研究施工和隧洞正常运行期堵排最佳设计方案，确定衬砌支护合理外水压力设计值，为施工和设计提供技术指导。

1.2.4 浅层岩体滑动对隧洞支护安全影响及风险评估

根据隧洞所处地质构造，断层的运动特征，结合施工人为扰动引起的变形，运行期隧洞渗漏影响，分析沿线不同地质单元隧洞风险源分布及风险度，提出应急处置措施，为工程安全运行提供保障。

1.2.5 隧洞穿越活动断层的处理措施研究

结合傍山隧洞整体和局部围岩稳定分析原理，及地下结构抗震措施，提出隧洞穿越活动断层的施工处理措施及合理结构设计。

1.3 预计经费：90万元左右

四、工程水力学

（一）重点项目

1.引汉济渭工程输水系统水动力过程数值模型及调输配数字孪生关键技术研究

1.1 研究目标

引汉济渭工程的常规运行、检修运维和应急管控，需明晰其库区调蓄、隧洞调水和管线输水等过程所涉及的复杂水动力学规律，鉴于已有数值模型研究仅是局部精细计算或整体概化模拟，其系统性与精度不能够满足工程实际需要，故需开发一套输水系统水动力过程数值模型。模型可计算不同运行工况下输水系统的恒定与非恒定流水动力特征；也可模拟局部区段的精细流场过程；并集成闸泵阀调控作用，为工程常规运行、设施运维检修和险情应急响应提供水力要素量化支撑。基于水动力模型，研究引汉济渭工程数字孪生技术，为工程的智慧管控提供决策依据。

1.2 研究内容

1.2.1 构建调输配过程水动力数值模型

建立调水工程河库区二维水动力模型、调水隧洞与输配水管线的一维水动力模型，耦合闸泵阀调控作用，创新多过程耦合高性能计算方法，整合已建局部模型，开展调输配水过程的水动力过程模拟。

1.2.2 率定数值模型参数并进行验证

利用实测资料对所建模型进行参数率定；并选取典型工况水力要素监测资料，对整体模型进行验证；创新散点监测与全域模拟的联动评估方法，实现工

程全时空水动力要素高效高分辨率模拟计算。

1.2.3 形成工程运行的数字孪生体

融合数值模型驱动和监测数据驱动方法，构建全方位反映实体工程运行的虚拟模型；搭建引汉济渭工程数字孪生模型；实现物理实体、虚拟仿真和服务模块之间的数据集成与融合，形成工程调输配运行的数字孪生体，为实现工程数字化、智能化、网络化的产业模式提供虚拟平台。

1.3 预计经费：100 万元左右

（二）面上项目

1.引汉济渭二期工程南干线事故应急水力调控研究

1.1 研究目标

引汉济渭二期工程南干线属于长距离明渠流输水工程，包含长距离隧洞、倒虹、箱涵等输水结构，以及节制闸、分水闸、退水闸等控制结构。工程运行过程中，不可避免地面临各类事故风险，包括工程结构破坏、控制结构失灵、人为操作失误等，需针对各类事故下水力系统的影响特性，提出相应的应急水力调控方法，减少事故的影响范围，降低各方面损失。

1.2 研究内容

1.2.1 南干线事故应急策略和应急调度控制规则

开展水力仿真研究，分析退水闸的退水能力，分析节制闸、退水闸、分水闸等控制结构应急控制时的最大调节速度、单次调节幅度等控制规则，分析应急调控时隧洞、箱涵、倒虹等典型区域的设定水位。按照事故类型、发生位置、严重程度等特点的不同，提出各类事故安全、高效的应急调控策略。

1.2.2 南干线事故应急调度典型工况仿真及预案库

对南干线面临的各类型事故风险（包含结构破坏、操作失误、设备故障等方面），开展各类典型工况水力控制仿真，提出应急调度事故段节制闸、分水闸、退水闸关闭历时、典型部位水位壅高发生位置和时间、退水闸开启数目和总退水量、应急调度稳定时间等结果，形成预案库，为事故应急调度决策提供决策参考。

1.3 预计经费：40 万元左右

五、水环境与生态水利

（一）培育项目

1.基于引汉济渭调水规模下的渭河流域生态系统恢复效果研究

1.1 研究目标

引汉济渭输配水工程作为引汉济渭工程的重要组成部分，其任务是将引汉济渭工程调入水量，输送给关中地区渭河两岸的重点城市和西咸新区、县城和工业园区。该工程建成后，可及时有效发挥引汉济渭工程供水效益，实现区域水资源的优化配置，缓解关中地区的水资源供需矛盾，通过替代超采地下水、逐步退还挤占的农业和生态用水，改善渭河流域的生态环境状况，保障关中地区经济社会可持续发展。

研究旨在分析引汉济渭工程调水规模及调水方式，明确工程实施后能够退还渭河流域的生态水量，研究分析由于生态水量增加，致使渭河流域生态系统的整体恢复效果，进而分析工程实施后的生态环境效益。

1.2 研究内容

1.2.1 引汉济渭二期输配水规模及方式分析

分析引汉济渭二期工程的输配水工程的调水规模及方式，明确能够退还渭河流域的生态用总量及年内分布。

1.2.2 渭河流域生态系统现状评估

在现状调查的基础上，分析渭河流域生态系统现状，分析存在的问题及主要影响因素。

1.2.3 渭河流域生态系统的改善效果分析

分析引汉济渭二期工程实施调水前后渭河流域的生态流量的变化，结合生态系统现状评估分析在实施调水工程后渭河流域生态问题的改善情况，分析工程实施后的生态效益。

1.3 预计经费：50万元左右

2. 引汉济渭工程黄金峡水库蓄水初期鱼道过鱼效果评估及增殖站放流成效评价关键技术研究

2.1 研究目标

水利设施对水生生境的完整性产生了阻隔和分割。修建鱼道可以缓解工程

阻隔的负面作用。成为保护鱼类以及补偿水利工程阻隔带来负面影响的重要手段。目前大多数鱼道在设计过程中采用物理模型来测试鱼道过鱼效果，缺乏在水库运行下的鱼道数模研究。研究旨在对鱼类习性深度分析的基础上构建鱼类数学仿真模型，对引汉济渭工程黄金峡过鱼设施以及增殖站放流效果的评估。

2.2 研究内容

2.2.1 黄金峡水库运行下鱼道水力学特性模拟研究

建立竖缝鱼道水流结构数值模型，模拟引汉济渭工程黄金峡水库运行下不同池室结构的设计方案对鱼道的流态、流速、水深的影响。

2.2.2 鱼类游泳能力数值模拟与鱼道设计参数研究

根据已开展的项目，获得鱼类个体游泳能力、趋流率及其喜好流速范围，在此基础上建立基于个体的鱼类运动数学模型，模拟鱼类在流场中的运动，耦合鱼道水力学模型，分析黄金峡水库鱼道进口诱鱼流速、池室流速、竖缝流速、池室间流速、休息室间距等重要参数的合理性。

2.2.3 对工程运行后鱼道过鱼效果评估

结合引汉济渭实际工程，开展黄金峡水库运行下，鱼道中鱼类上溯模拟研究，所建立的数学模型能以直观的方式实现鱼道过鱼效果的预测。布设水下高清摄像头等过鱼智能监测设备，综合评估黄金峡鱼道建成后的过鱼效果。

2.2.4 对黄金峡增殖站放流效果成效评估

结合黄金峡增殖站实际情况，设计不同放流方案并对鱼类运动轨迹模拟开展研究，确定最优放流方案。为引汉济渭工程黄金峡水库增殖站的生态措施建设提供科学评估及改进意见。

2.3 预计经费：60 万元左右

（二）面上项目

1.变化环境下引汉济渭工程水源区和受水区的生态水文响应的监测与归因研究

1.1 研究目标

为了维护生态水文系统安全，需要深入调查监测汉江的生态水文系统的演变过程，建立河段水生生物背景值的基础数据，基于演变的归因进而预测未来的演化趋势，从而为汉江的生态水文系统保护提供策略，最终为引汉济渭工程

运行期的管理提供基础资料、保障引汉济渭工程的高效安全运行。

1.2 研究内容

1.2.1 研究区生态水文特征的现状调查与变化过程分析

对引汉济渭工程的调水区和水源区的陆地生态和水生态现状进行调查，采用遥感数据提取研究区的土地利用和植被指数，在黄金峡水库和三河口水库的库区和坝下河段开展水生生物调查，查明鱼类资源现状，形成背景值数据集。研究重要鱼类生境适应性。分析生态水文要素的现状和变化特征。

1.2.2 研究区生态水文特征的变化归因

整合研究区的社会、经济、气象、水文、水利工程等数据，基于物理过程和数理统计，识别各项生态水文指标演变的原因。将历史监测数据与现状数据集合并，采用深度学习理论建立研究区生态水文系统的驱动力-响应的演变模型。

1.2.3 研究区生态水文系统的演变预测和应对策略

根据研究区的规划、管理政策量化制定出生态演变驱动力的变化情景，使用生态水文系统的驱动力-响应的演变模型模拟系统未来的演变轨迹。与实际的生态水文系统演变轨迹对比，量化分离政策实施和工程建设的贡献，客观评价其生态水文效应，为引汉济渭工程运行管理提供理论依据。

1.3 预计经费：40 万元左右

六、信息化及施工管理

（一）重点项目

1.基于区块链技术的预应力钢管混凝土管全过程质量监控数字化平台研究

1.1 研究目标

区块链技术在近几年区块链技术发展迅速，比特币作为区块链的一个具体应用，已经证明了区块链技术的有效性。

PCCP 管线生产安装中的质量控制对于调水工程具有重要意义，但目前难以做到 PCCP 生产、销售、安装、运行的全过程跟踪，尽管对其生产也进行质量控制，但是全过程中产生的纸质文档数量巨大，档案管理困难，事故溯源具有相当大的困难。根据 PCCP 生产安装中的业务逻辑，将区块链技术应用于生产管理过程，可实现 PCCP 生产到运行的追踪溯源，保证数据流动的全过程控制，对各方责任进行明确划分，确定各方的责任边界，最终实现 PCCP 生产安装的统一

管理。

1.2 研究内容

1.2.1 建立 PCCP 生产安装过程中的全过程控制网络

通过在 PCCP 关键位置安装高清监控设备，实现 PCCP 生产的全过程可视化
管理。建立各生产环节文档审批、数据流转过程控制网络。在各环节产生的数
据文件采用指定的数据库语言与分布式存储数据库进行线上自动存储，数据形
成自动加密、备份，监理既可通过在线对 PCCP 生产质量进行检查，同时在出
现问题时也能通过保存的视频及数据文件对问题管道进行回溯，定位问题所在。

1.2.2 研究基于区块链技术的 PCCP 质量控制数据交流和存储方案

在数据融合、技术融合、业务融合的强烈需求下，以 PCCP 生产业务为基
础，采用有效方式，在统一环境下建立模块化数据交流平台，对接技术特点，
提供高度自主化 PCCP 数据存储业务平台，并将区块链技术应用于数据传输和
储存中，明确各方责任，将数据存储、过程控制、安全防护等落到实处。

1.2.3 探索区块链技术去中心化与联盟链在 PCCP 管线质量控制中的应用

在引汉济渭调水工程建设及运行管理信息化方案以一体式去中心化为建设
方向的背景下，将区块链技术融入 PCCP 质量控制过程中，以标准化的数据表
单及流程管理为基础，采用智能合约与哈希加密技术进行各生产环节的自动化
上传与流转，以区块链分布式存储模式进行数据库管理与维护，分析在实际应
用过程中的工程问题与挑战，探索去中心化的工程管理模式和联盟链应用的可
行性与适用性，协调技术应用与施工管理之间的矛盾，设计并实现 PCCP 生
产安装过程管理过程的扁平化控制，提高 PCCP 生产安装效率，增强业务化实效。

1.3 预计经费：90 万元左右

（二）培育项目

1.基于微震监测的三河口大坝蓄水期稳定性分析研究

1.1 研究目标

针对三河口大坝蓄水期坝体的受力、变形特征与稳定性评价这一科学与工
程问题，建立三河口大坝微震监测系统，通过微震监测技术对坝体潜在损伤破
裂区域进行实时监测和识别，揭示三河口大坝蓄水期坝体微震活动时空分布规
律与能量演化特征。在此基础上，提出考虑微震活动的三河口大坝蓄水期力学

响应数值分析方法，将微震活动监测数据与数值仿真方法相结合，实现基于微震监测效应的大坝蓄水期坝体的动力学响应分析，最终揭示三河口大坝蓄水期坝体受力、变形与损伤演化特征。

1.2 研究内容

1.2.1 蓄水期三河口大坝微震活动时空分布规律与能量演化特征

建立三河口大坝微震监测系统，研究蓄水期三河口大坝微震事件的“时-空-强”演化规律，分析不同蓄水位条件下微震事件个数、矩震级和分布位置之间的相互关系，明确蓄水高度对坝体的作用机制，揭示蓄水位上升和下降过程中三河口大坝的能量累积、释放和转移规律。

1.2.2 考虑微震活动的蓄水期大坝稳定性数值分析方法

基于现场微震监测结果，提出考虑微震活动的蓄水期大坝稳定性数值分析方法。对微震事件位置、微震事件扰动范围、微震事件能量进行综合分析，引用损伤力学方法，标定坝体不同区域损伤变量，导入数值仿真模型中进行有限元分析，将微震活动监测数据与数值仿真方法相结合，实现基于微震监测效应的大坝蓄水期坝体稳定性数值仿真分析。

1.2.3 蓄水期三河口大坝损伤演化规律与稳定性分析

采用提出的考虑微震活动的蓄水期大坝稳定性数值分析方法，结合坝体内部微震活动规律，研究三河口大坝蓄水期坝体位移与应力分布特征，分析蓄水位上升与下降过程中坝体位移与应力变化规律，揭示蓄水位变化对坝体内部损伤演化特征的影响，明确蓄水期坝体的潜在危险区域，提出三河口大坝稳定性评价方法。

1.3 预计经费：70 万元左右

（三）面上项目

1. 基于多尺度信息的岩体质量自动化分析及系统集成技术研究

1.1 研究目标

引汉济渭二期输配水工程的地质勘查必不可少。通过现代信息技术与岩土地质工程相结合的方式将地质图像数据和其他数据进行综合分析，建立地质勘查-数据存储-综合评价的地质多源数据分析系统十分必要，对于提升水工地质勘查效率具有重要意义。

研究旨在将信息技术和系统集成技术在地质勘查数据存储和分析中的应用，为管线隧洞开挖中岩体质量评价提供技术支撑，并为地质勘查工程师提供一个简洁、高效的辅助系统平台。

1.2 研究内容

1.2.1 基于深度学习和岩芯图像的岩体质量评价研究

研究不同的深度学习模型对岩芯图像分析的有效性，并耦合不同深度模型，得到不同岩芯的岩性，实现钻孔柱状图中岩性的自动识别；研究基于深度模型的岩芯图像中结构面和岩体形态的分割方法，根据岩芯图像分割结果提出岩体质量评价指标，建立岩体质量自动化评价模型。

1.2.2 建立基于深度学习模型的岩体自动化评价系统

利用数据库技术和计算机系统集成技术，研究岩芯图像存储数据库和图像量化标定系统，使工程人员能够根据图像中像素位置进行工程计算和相对距离标定；研究岩芯深度学习模型的系统开发方法，建立岩芯图像和声波自动化分析系统模块；最终建立多模块集成的岩体质量评价系统，并能够以数据文本形式输出最终的岩体质量评价结果，实现钻孔岩芯图像保存和岩体质量评价的系统化方法。

1.3 预计经费：30万元左右