

陕西省水力发电与新能源工程学会第一届科学技术奖获奖成果情况汇总表

序号	申报单位	项目名称	项目主要研究内容及创新点	主要完成人	主要完成单位	获奖等级
1	西北勘测设计研究院有限公司	复杂勘测环境空间数据智能处理与三维辅助设计关键技术	（一）本项目属测绘遥感技术领域，重点针对高原高寒、高陡峡谷、厚植被覆盖、空域受限、交通困难等复杂勘测环境水电、抽蓄、大型新能源基地工程遥感测绘实施与精度控制困难、数字工程三维设计信息融合应用不足技术难题，提出了条带约束单视光学卫星影像高精度定位、基于可见卫星边界条件的测量基准优化设计、附加综合误差参数无人机免像控点空三平差及基于工程三维场景的无人机远程查勘关键技术推动了高山峡谷复杂环境测量基准精度控制技术路径的重大跨越，解决了无地面控制的卫星影像和无人机远程工程查勘定位精度不足的技术难题 （二）主要研究内容及成果：（1）提出了光学遥感卫星高精度在轨几何定标和基于条带约束的多景单视卫星影像联合定位方法有效解决了成像条带内地面控制点缺乏导致的外部误差难以精确补偿的难题，提出基于多基线、多匹配特征地形高精度自动提取技术，实现高分辨率光学影像区域网空三平差的几何精度均达到理论的亚像素级且效率是人工立体采集的5-8倍。（2）提出基于可见卫星边界条件的GNSS星历预报及工程测量优化设计的方法和模型，有效控制了水电站和抽蓄电站工程的边长投影变形难题，基于北斗地基增强GNSS定位技术提出了工程区域似大地水准面精化方法，有效解决风光储新能源基地大面积测绘高程控制和三维GIS场景的统一基准控制难的问题。（3）提出附加综合误差参数的无人机免像控点空三平差方法及关键技术，实现多旋翼和固定翼无人机在交通困难区域的高精度免像控点测图与实景三维建模，研制了固定翼无人机免像控航测系统装备及其处理软件，建立软硬件无人机免像控点地形快速高精度处理整套解决方案，在国内最早形成较为完备的自主知识产权体系。（4）系统提出了基于高精度多源异构数据融合的三维辅助设计技术，开发了兼容测量三维模型、地质正向设计模型和BIM设计模型的多源异构数据融合的工程三维GIS辅助设计系统。提出无人机远程高精度地形查勘方法和关键技术，解决了高原高寒区、高山峡谷区、无交通区域高精度地形查勘数据的获取难题，建立了陆上风电场风机位置方案自动布设技术，位置三维可视化优选方法，无人机远程微观选址等风电场智能微观选址技术体系。 （三）主要创新点：（1）提出了条带约束单视光学卫星影像高精度定位方法，使单视卫星影像定位精度优于1个像素，解决了地面控制缺失的影像定位误差难以精确修正的难题。（2）提出了基于可见卫星边界条件的GNSS星历预报、工程测量优化设计与数据处理的方法和模型，解决了复杂环境清洁能源工程测量基准精度控制困难与测量效率低下的问题。（3）提出了附加综合误差参数无人机免像控点空三平差方法，研制了固定翼无人机免像控航测系统装备，解决了高山峡谷区无人机测绘几何精度依赖地面像控点的难题。（4）提出了基于工程三维场景的交通困难区清洁能源工程无人机远程查勘、陆上风电场风机位置智能微观选址等方法，解决了高山峡谷、无交通区域难以获取高精度地形和查勘数据的技术问题。 （四）应用情况：本项目已授权发明专利23件，实用新型专利9件，开发软件系统8套，省部级工法2项，发表论文54篇，出版专著2部。支撑成果获工程建设行业高推广价值专利大赛一等奖4项。本项目及其子题先后通过中国水力发电工程学会、中国大坝工程学会科学技术成果鉴定，经中国科学院院士、中国工程院院士、全国工程勘察设计大师长江学者特聘教授等组成的专家组评价达到国际领先水平。项目成果已成功应用于水电、抽蓄、风光储新能源基地等40余项清洁能源工程的快速高精度测绘和BIMGIS三维辅助勘测设计，累计完成12821平方公里工程测绘地理信息数据底座建立，累计产生直接经济效益4566万元，近三年产生直接经济效益2794万元，节约航测外业成本和工期超50%，降低人员安全风险，经济、社会及环境效益显著。	尚海兴、李祖锋、曹金山、赵文君、李瑞雪、张钊、柯生学、陈展昭、张泽宇、黄文钰、程铭杰、张向宁、弓婷、藺彦明、刘盼盼	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司；湖北工业大学	一等奖
2	西安理工大学	富水地层隧道施工诱发地层-结构灾害预测及控制技术	（一）项目属于土木水利工程领域。本项目以引汉济渭、引红济石、西安地铁等大型水利和城市地下空间工程为研究背景，基于原位测试、模型试验、数值分析、理论分析方法，对富水地层中隧道施工诱发的地层移动、地表建筑结构及支护结构的变形破坏及控制措施进行了10余年的研究，提出了饱和软黄土地层中盾构地铁施工诱发地表沉降及古建筑变形的预估与控制技术，研发了浅埋隧道围岩坍塌模式识别及支护结构计算方法，并提出了“先盾后井”的管片破除及地层防塌施工方法；建立了黄土地层在水环境变化条件下的增湿-蠕变经验模型，提出了考虑富水黄土地层中围岩压力的修正计算方法；探索了高水头作用下饱和黄土地层及富水断层隧洞中外水压力折减系数的取值方法，建立了高水头作用下隧洞防突预警平台及治理措施。该项目为富水地层中隧道的灾害预警和防控提供了技术支撑。 （二）主要研究内容：（1）基于土压平衡盾构施工原理及半数值半解析方法，推导了9大因素对地表沉降影响的预测公式，针对性的提出了饱和黄土地层中由于盾构施工控制不足及地层的劣化作用引起的地标施工期和工后期的沉降预测方法，研发出了盾构隧道施工诱发地表沉降预测快速分析平台。上述研究成果在西安地铁工程中进行了推广应用，大大减少了盾构施工引起的环境灾害问题。（2）基于PECK理论，结合离散元和有限的各自优点，研发了浅埋松散围岩“拟塌落拱离散化有限元”计算方法及其在地铁“先盾后井”法的管片破除期间的地层防塌新工艺。该创新成果在西安地铁工程、鲁地拉水电站引水隧洞进出口、紫坪铺水利枢纽工程的2#泄洪洞工程中进行了广泛应用，针对浅埋富水地层中隧道的失稳破坏机制及支护结构设计提供了参考。（3）本课题基于黄土的湿陷性与流变理论，基于室内长期大型三轴剪切-压缩蠕变试验，探索了黄土在复杂“水-力”路径下的增湿-蠕变经验规律，并提出了黄土的增湿-蠕变模型及修正的围岩压力计算公式，研发了隧道围岩级别判别及围岩压力计算快速分析系统。该成果在引汉济渭二期南干线工程、黄延黄土公路隧道的结构设计中进行了推广应用。（4）本课题基于原位测试、室内试验、模型试验等技术手段，探索了在高水头条件下衬砌结构单元上的外水压力折减系数取值问题，研发了隧洞外水压力折减系数取值快速分析系统，隧洞突涌水预警与防治措施评价系统。该成果在引汉济渭工程、宝鸡峡引水工程、武九公路高梁山隧道工程中进行了成功的应用。 （三）主要创新点：（1）建立了饱和黄土地层中地铁盾构施工诱发地表沉降的影响因素预测模型，并研发了地表沉降快速分析平台。（2）提出了复杂富水地层中浅埋隧道围岩坍塌模式识别方法、支护结构荷载计算方法及地铁“先盾后井”的管片破除与地层防塌施工方法。（3）建立了黄土地层在水位循环升降条件的增湿-蠕变经验模型，提出了考虑黄土干湿循环作用下围岩压力的修正计算方法。（4）探索了高水头作用下饱和黄土地层及富水断层破碎带地层中隧洞外水压力折减系数的取值方法，研发了外水压力折减系数快速分析平台，构建了高水头作用下隧洞防突水预警及治理措施分析平台。 （四）应用推广及效益情况：项目研究成果为富水地层隧道的设计、施工、灾害防控提供了科学参考，为国家引水调水工程、交通工程领域提供了人才保障和技术支持。本项目在引汉济渭输水工程、引红济石输水工程、西安地铁2号线、西安地铁9号线、武九高速高梁山隧道、黄延隧道等工程中得到推广应用。研究成果为富水地层隧道的设计、施工和灾害防控提供了科学参考，具有重大的社会效益，同时为上述重大工程建设及运营提供了安全保障，为建设单位节	朱才辉、李玉波、贺红、李先明、邓国华、李宁	西安理工大学、中铁第一勘察设计院集团有限公司、中铁新丝路建设投资管理有限公司、西安黄土地下工程技术咨询有限公司、西安芬纳岩土工程新技术有限公司	一等奖

3	中国水利水电第三工程局有限公司	抽水蓄能电站压力钢管制造安装技术与应用	（一）项目属抽水蓄能电站压力钢管制造安装领域 针对抽水蓄能电站压力钢管水头高、强度大、体型复杂、运输安装难度大等技术难点，通过系统性技术攻关，形成了抽水蓄能电站压力钢管制造安装成套技术 促进了水电工程金属结构制作安装技术水平的提升 （二）主要研究内容及成果：（1）压力钢管工厂化制造成套关键技术研究，围绕抽水蓄能电站压力钢管现场制造面临的复杂条件，工厂制造工程量大、精度低、工厂布置协调度低等问题，提出了钢管厂差异化设计优选原则，优化了异型钢管模具成型压制工艺，创新了大型压力钢管摆节滚焊整体制作技术，提升了压力钢管现场制作效率及品质。（2）压力钢管运输及安装关键技术研究，围绕抽水蓄能电站大型压力钢管在复杂洞室群空间受限，面临狭小空间及复杂地质条件的制约，特别是斜井、竖井、岔管等运输安装难度大等问题，制定了 800MPa 级大型钢管原位组装、焊接及水压试验技术，首创水电站大型钢管岔管洞内整体运输安装施工技术工法，创新提出了埋藏式 800MPa 压力钢管凑合节整体式安装及免装凑合节两种新技术 复杂地质条件下蓄能竖井大型摆节钢管整体运输安装施工技术工法，实现复杂压力钢管安全、优质、高效施工；（3）压力钢管焊接关键技术研究，围绕抽水蓄能电站大直径、大壁厚、高强度压力钢管焊接难的问题，发展了大型压力钢管埋弧自动横焊施工技术，提出了水电站压力钢管单面焊双面成型焊接工法，提高了焊接效率、提升了焊接质量。（4）压力钢管制造安装安全技术措施研究，针对抽水蓄能电站压力钢管施工安全风险高的特点，研制了成套安全控制技术装置，形成了斜井钢管溜放大吨位卷扬安装及负荷试验技术工法，应用安全可靠。 （三）创新点：（1）形成了压力钢管工厂化制造成套关键技术提出了钢管厂设计布置原则，优化了异型钢管模具成型压制工艺，创新了大型压力钢管摆节滚焊整体制作技术，提升了压力钢管现场制作效率及品质。（2）形成了压力钢管运输及安装关键技术制定了 800MPa 级大型钢管原位组装、焊接及水压试验技术，首创水电站大型钢管岔管洞内整体运输安装施工技术工法，创新提出了埋藏式 800MPa 压力钢管凑合节整体式安装及免装凑合节两种新技术 复杂地质条件下蓄能竖井大型摆节钢管整体运输安装施工技术工法，实现复杂压力钢管安全、优质、高效施工。（3）形成了压力钢管焊接关键技术发展了大型压力钢管埋弧自动横焊施工技术，提出了水电站压力钢管单面焊双面成型焊接工法，提高了焊接效率、提升了焊接质量。（4）形成了压力钢管制造安装安全技术研制了成套运输安装安全控制技术装置，形成了斜井钢管溜放大吨位卷扬安装及负荷试验技术工法，应用安全可靠。 （四）应用情况：项目依托江苏溧阳抽水蓄能电站、河北丰宁抽水蓄能电站等多个国内大型抽水蓄能电站压力钢管施工研究，实践，全面开展了压力钢管从厂房选址、生产工艺及流水线布置、钢管拼装焊接、以及现场运输安装等系统性的研究和探索，形成了技术标准4项、发明专利17项、实用新型专利43项、省部级以上工法8项、专著1部、科技论文20余篇等技术成果，经济社会、生态环保效益显著。可为抽水蓄能电站压力钢管施工提供全套体系化的技术方案，推动我国压力钢管行业技术水平进步，并在新疆阜康、陕西镇安抽水蓄能电站、苏洼龙水电站、几内亚苏阿皮带水电站等国内外项目推广应用	杨联东、孟志杰、孟亮、辛成卫、杨建军、王海涛、屈刚、廖钧、田海鹏、高文甫、独江、朱小举、王辉、陈忠伟、周林	中国水利水电第三工程局有限公司	二等奖
4	西安理工大学	160m级钢-混凝土组合结构风机塔筒风振特性	（一）所属领域 项目属于土木材料、新型能源建筑物、风能发电枢纽工程建设等多学科交叉领域 （二）主要研究内容 针对低风速区160 m级钢-混凝土组合结构风机塔筒工程应用所面临的重大的技术难题，着重从下述四个方面开展了系统研究，为提高低风速区的钢-混凝土组合结构风机塔筒抗风设计提供理论和技术支撑，明确了160m级钢-混凝土组合结构风机塔筒风振特性，对低风速区风电工程的建设、管理和可持续运行具有重要的现实意义。（1）160m级钢-混凝土组合结构风机塔筒快速连接方法研究，提出了 3 种适用于不同高度的高强钢-混凝土组合结构风机塔筒竖向连接型式，深入研究了连接区域板厚、螺栓直径、螺栓排数、内连接板厚对3种钢-混凝土组合结构风机塔筒竖向连接的承载性能、刚度、以及对各部件应力的影响规律，揭示了该类塔筒连接部分破坏机理。（2）160m级钢-混凝土组合结构风机塔筒连接可靠度研究，160m 级钢-混凝土组合结构风机塔筒连接疲劳破坏机理分析，基于雨流计数法编制全寿命周期疲劳载荷谱，进行连接节点疲劳强度试验和疲劳数值模拟，得到了节点疲劳破坏模式和疲劳寿命，研究了不同连接随关键设计参数的变化规律，验证了现行规范对于该种连接疲劳设计的有效性。160m 级钢-混凝土组合结构风机塔筒连接腐蚀疲劳损伤分析，基于Miner线性累积损伤模型、Griffith裂纹扩展理论和 S-N 疲劳寿命设计方法进行连接的腐蚀疲劳性能研究，探讨了腐蚀损伤对高强钢疲劳性能劣化的影响规律，建立了更为精确的非线性疲劳累积损伤模型，可为风机塔筒结构疲劳寿命评估提供重要借鉴。（3）160m级钢-混凝土组合结构风机塔筒风振动力响应研究，组合结构风振响应分析，基于风速时程计算塔筒受到的风荷载及由风轮转动引起的气动荷载，运用有限元数值模拟分析塔筒的风致振动响应，研究了气动阻尼力对结构动力响应的影响规律，运用阵风荷载因子法和惯性风荷载法计算确保结构的安全性并指导结构的优化设计，保证风机的运行安全。组合结构振动系统的动力学分析，将塔筒涡机振动体系简化为移动质量梁耦合系统，开发了两种替代方法来研究基于证据理论的运动质量梁耦合系统的鲁棒自适应模糊滑模控制响应，并通过与蒙特卡洛模拟和勒让德展开模型的比较，探究了鲁棒自适应模糊滑模控制性能。（4）160m级超高钢-混凝土组合结构风机塔筒风载设计方法，提出了基于截面抗弯承载力等效原则，钢-混凝土组合结构风机塔筒简化设计方法。根据 GL风认证规范、Eurocode3及VDI2230 理论，对风力发电机组偏航载荷时序进行处理，结合线性累积损伤准则、多轴疲劳寿命方法及全年风速分布模型得到塔筒整个使用阶段的疲劳寿命曲线，提出了减少风电机组叶片和塔筒结构涡激共振的构造措施，建立了考虑疲劳损伤的160m级超高钢-混凝土组合结构风机塔筒承载力预测模型。 （三）创新点（1）研发了160m 级钢-混凝土组合结构风机塔筒，提出了 160m 级钢-混凝土组合结构风机塔筒涡振减振措施。（2）明确了钢-混凝土组合结构风机塔筒连接的疲劳劣化机理，建立了环境侵蚀和风载耦合作用下的寿命预测模型。（3）揭示了 160m 级钢-混凝土组合结构风机塔筒动力破坏机理，提出了钢-混凝土组合结构风机塔筒风载设计方法。（4）明确了不确定性对塔筒涡机振动系统状态轨迹的影响规律，开发了基于证据理论的运动质量梁耦合系统的鲁棒自适应模糊滑模控制系统。 （四）应用情况：（1）全面推进产学研深度融合，推进校企互利共赢。近五年，西安理工大学项目组与中国电力顾问集团西北电力设计院有限公司联合培养硕士4名，发表SCI、EI检索论文20余篇，申请专利8项。（2）促进当地经济高质量发展。助力中国电力顾问集团西北电力设计院有限公司160m级钢-混凝土组合结构风机塔筒的研发和生产，减少了塔筒在整个风电机组中的成本比重，显著提高了风电机组的竞争力和经济效益，促进当地经济走上高质量和可持续发展轨道。（3）促进行业科技进步作用。研究成果完善了钢-混凝土组合结构风机塔筒风载设计理论，开发了基于证据理论的运动质量梁耦合系统的鲁棒自适应模糊滑模控制体系，提出了环境荷载耦合下钢-混凝土组合结构风机塔筒连接疲劳寿命预测模型，对推动我国低风速区风电工程工程建设具有重要的科学价值和实际应用价值，具有广阔的应用前景和推广价值。	梁刚、郭宏超、刘云贺、刘飞鹏、刘骁晓、聂胜阳、王振山	西安理工大学，中国电力顾问集团西北电力设计院有限公司	二等奖

5	西北勘测设计研究院有限公司	水工混凝土多元性能调控及提升关键技术	（一）本项目属于水利水电工程领域。围绕我国部分水工建筑物混凝土开裂、冲刷、冻融破坏等现象，针对常规的水工混凝土性能调控方法存在的性能调控稳定性差、效果不佳、方法单一等问题，结合新材料研发及应用技术，采用产学研用相结合的方式，通过多年的潜心研发，攻克了水工混凝土在原材料研发、配合比设计、施工等方面的技术难题，形成一套水工混凝土性能调控方法体系，将我国水工混凝土多元性能调控技术提升至国际先进水平。 （二）主要研究内容及成果：（1）研发了高效复合型粉体减水剂、纳米憎水型防水剂、水泥水化热抑制劑，制备了低能耗超高性能抗冲刷磨粉料，形成了特殊环境中抗冲刷磨混凝土性能调控方法，克服了传统方法经济性差、调控效果不稳定等缺陷，可调控抗冲刷磨混凝土力学强度、抗冲刷磨强度分别提升10%、20%，耐久性能提升10%~20%，并可使混凝土内部温度降低50%以上，综合性能指标均为国际领先水平。（2）研发了抗裂、阻裂新型石墨碳纤维（GO-CF）纤维，发明了裂缝自愈合剂，采用自愈合剂与GO-CF纤维组合，成功配制了抗裂-阻裂-自愈裂面板混凝土，实现0.3mm宽度以下裂缝的可控自修复，解决了面板水下微小裂缝难以修复的技术难题，使面板混凝土早期抗裂性能提升50%，不仅可实现面板施工期的抗裂、限裂指标的调控功能，且在水下环境、干湿循环环境中具有微小裂缝自修复特性，综合性能指标均为国际领先水平。（3）研发了保塌型高效减水剂、发明并制备聚甲基脲仿钢纤维（POM纤维）、耐碱型玄武岩纤维，可实现对自密实混凝土扩展度700cm以内的调控，同时满足2.5h~3.0h运距内扩展塌落度损失为零的调控，突破了传统洞衬混凝土塌落度损失快、适应变形能力差的技术瓶颈，自密实洞衬延性混凝土满足长运距扩展塌落度损失为零、免振捣、外观无开裂的技术要求。 （三）创新点：（1）复杂环境下抗冲刷磨混凝土的性能调控方法。研发了高效复合型粉体减水剂、纳米憎水型防水剂、水泥水化热抑制劑，制备了低能耗超高性能抗冲刷磨粉料，形成了特殊环境中抗冲刷磨混凝土性能调控方法，克服了传统方法经济性差、调控效果不稳定等缺陷。（2）抗裂、阻裂、自愈为一体的抗裂面板混凝土性能调控技术。研发了抗裂、阻裂新型石墨碳纤维GO-CF，发明了渗透结晶型自愈合剂，采用自愈合剂与GO-CF纤维组合，成功配制了抗裂-阻裂-自愈裂面板混凝土，实现0.3mm宽度以下裂缝的可控自修复，解决了面板水下微小裂缝难以修复的技术难题。（3）自密实洞衬延性混凝土工作性能、变形性能等调控方法。研发了保塌型高效减水剂，发明并制备聚甲基脲仿钢纤维（POM纤维）、耐碱型玄武岩纤维，使得自密实洞衬延性混凝土±2.5~3.0小时运距内流动度损失为零，突破了传统洞衬混凝土塌落度损失快、适应变形能力差的技术瓶颈。 （四）应用情况：本项目授权发明专利9项，实用新型专利3项，发表学术论文33篇（包括3篇SCI、8篇EI），参与制定标准6项，依托自选项目：中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司重大科技项目“水工混凝土材料多元性能调控及提升关键技术”结题验收并通过鉴定，鉴定意见“成果总体达到国际先进、部分达到国际领先水平”。研究成果已在玛尔挡水电站等国内十余项水电工程中成功应用，为水工混凝土配合比设计及性能调控提供基础理论和方法支持，对我国优化调整能源结构、实施能源可持续发展战略具有重大意义，推广应用前景广阔。基于科研成果应用效果显著，近三年新增产值约2.1亿元，社会经济与生态环境效益十分显著。	贺晶晶、陆希、卢浩丹、 辜振睿、吴伟、张勇、胡 炜、毕亚丽、王进春、贾 兆武、丁新潮、樊李浩、 赵坤龙、吴文博、黄玉美	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司、武汉三源特种建材有限责任公司、石家庄市长安育才建材有限公司	二等奖
6	中国水电建设集团十五工程局有限公司	深厚复杂地层悬挂式超薄混凝土防渗墙关键技术	（一）依托新疆阜康抽水蓄能电站下水库拦沙坝与面板堆石坝防渗墙施工。河床为洪冲积漂石砂卵石层厚度约20m~60m，传统的钻劈法会使槽孔内受地质地层或冲击钻施工等原因影响，易造成塌孔、卡钻等事故风险，特别是掏渣重复工程量大，造孔效率低下，施工进度慢。为保证施工工期、确保施工质量，适应和满足砂砾石高含巨粒漂石等复杂地质地层中混凝土防渗墙钻劈法施工，对施工技术进行深入细致的研究，总结形成了《深厚复杂地层悬挂式超薄混凝土防渗墙关键技术》，该技术采用主、副孔“小高差”平行钻劈造孔新工艺，有效降低了复杂地质地层下槽段主、副孔冲击钻作业时存在的事故风险，加快了施工进度，并在小墙钻劈前，在主、副孔孔底增设粘土垫层，提高泥浆浓度，加快了孔底掉落渣料的清理速度，提高了施工效率。 （二）主要研究内容：（1）槽段主、副孔“梯段小高差”平行钻劈成槽新工艺，在砂砾石高含巨粒漂石地层中采用钻劈法施工时，在防渗墙深度方向可分为约10m一个作业层，分层钻孔成槽，逐级加深完成槽段设计深度。在分层施工中按照“主、副孔梯段小高差平行钻劈成槽”工艺，可有效降低塌孔等施工风险。工艺过程主要分为劈打主孔、劈打副孔、主孔修孔、填入粘土垫层以及劈打小墙五部分为一个循环进行施工。（2）特殊处理。管钻：针对在无大量漂石、孤石层中采用管钻，通过钻具钻头处挤压基岩，配重处耐磨头扩孔的形式，加快了施工进度。上卡钻处理：采用冲击钻副绳/另一台钻机主绳（根据边铲重量确定）起吊修边铲，循环重击于侵入槽孔内的孤石、漂石直至铲除，从而达到槽孔修边效果，解除上卡钻现象。下卡钻处理：一是采用“震杠”方式，利用副绳起吊震杠，循环重击孔内钻头，使得下部岩体松动，从而解除下卡钻现象；二是若采用“震杠”无法解除卡钻现象时，利用槽段内另一台钻机起吊套筒，使其在卡钻钻具外圈循环作业，铲除钻具外部岩体，从而解除下卡钻现象。偏孔处理：利用“纠偏器”修孔，采用测绳测量出偏孔位置并记录，然后利用冲击钻副绳将纠偏器缓慢放至偏孔位置顶部，再将钻头放至与纠偏器同高程，最后同时下落钻具与纠偏器至偏孔位置，采用循环劈打的方式，解除偏孔现象。定向爆破技术：针对孤石、漂石等坚硬地层，采用定向聚能药包爆破，从而解决造孔问题。 （三）创新点：（1）采用主、副孔“梯段小高差”平行钻劈成槽新工艺，有效降低塌孔等施工风险。（2）通过增设主孔、副孔底粘土垫层，将小墙钻劈时掉落的渣料与孔底基面隔开，同时在下个循环打回填时，黏土垫层增加了孔底泥浆浓度，可快速清理孔底掉落渣料。（3）针对在无大量漂石、孤石层中采用管钻施工，通过钻具钻头处挤压基岩，配重处耐磨头扩孔的形式，加快了施工进度。（4）采用“修边铲”、“震杠”和“套筒”等工具，循环重击于槽孔内的孤石、漂石直至提起钻具，从而达到解除卡钻的现象。（5）采用“纠偏器”，辅助冲击钻循环劈打的方式，解除偏孔现象。 （四）应用情况：（1）在新疆阜康抽水蓄能电站下水库拦沙坝防渗墙施工中应用河床洪冲积漂石砂卵石层厚度约20m~60m，主要由漂石及砂卵石组成，漂卵石磨圆较差，漂石含量约占30%，漂石一般0.5m~1.0m，最大达5m~6m，且有局部集中现象。拦沙坝防渗墙位于拦沙坝上游坡脚处，防渗墙长度约为261.0m，墙厚0.6cm，为悬挂式防渗墙，最大深度43.6m。较原计划提前约两个月，为工程后续施工奠定了良好基础。（2）在新疆阜康抽水蓄能电站下水库面板堆石坝防渗墙中的应用，面板堆石坝防渗墙墙顶长229.40m，墙厚1.2m，深入基岩1.0m，最大墙深约56m。采用主、副孔“小高差”平行钻劈造孔施工工艺，有效预防风险发生的频率，施工进度得到了控制。	滕江涛、张腾、赵建斌、 吕利民、杨臻、胡坤、雷 吴平、陈东毅、乌峰亮、 井小康、张闯、潘芳艳、 许宝宁、楚荣、王潇	中国水电建设集团十五工程局有限公司	三等奖
7	陕西省水利电力勘测设计研究院	筑坝黄土料的分散性试验研究	（一）本项目属于工程技术和试验发展技术领域。以陕西省水利工程中筑坝黄土料为研究对象，重点探索目前鉴别黄土料分散性的5种试验方法（双密度计试验、碎块试验、针孔试验、孔隙水可溶性阳离子试验、交换性钠离子百分比试验）在工程实际应用中的效果，构建了不同试验方法在判别结果不一致情况下如何合理评价土料分散性特征的可行性判定依据，提出了采用多因素经验公式法（初判）与权重法相结合的方法作为判别土料分散性类型评判方法。 （二）主要研究内容及成果：（1）用黄土作为研究对象，进行分散性试验，对试验过程进行研究，统一了分散性土试验方法，出版了《分散性试验标准》。（2）采用双密度计试验、碎块试验、针孔试验、孔隙水可溶性阳离子试验、交换性钠离子试验等5种方法研究黄土的分散性土，在结论不一致的情况下，研究其综合性评判标准，得出了综合评判分散性土的判别方法。（3）通过对陕西各个地区黄土采用双密度计试验、碎块试验、针孔试验、孔隙水可溶性阳离子试验、交换性钠离子试验等5种方法研究黄土的分散特性，描绘出陕西省分散性土的分布图。（4）研究分散性土的改良试验，提供物理、化学或物理化学结合改良方法的方向。（5）研究了蒸馏水、自来水以及黄土周围的环境水在5种分散性试验方法中对结果的影响。 （三）创新点：（1）采用双密度计试验、碎块试验、针孔试验、孔隙水可溶性阳离子试验、交换性钠离子百分比试验等5种试验方法对各区黄土地分散性进行了试验研究，提出了黄土料分散性试验操作技术标准。（2）对现行水利行业标准中的土料分散性评判标准提出了合理的建议，首次对我省筑坝土料分散性类型做了分区评价；初步探讨了对分散性土改性的方法。（3）针对不同试验方法分散性判别结果不一致情况，提出了将权重法判别结果作为土料分散性类型评判方法。（4）补充了现行相关规范在“土的分散性试验评判标准”中与之对应的相关试验操作标准要求的空白，形成了“筑坝黄土料分散性试验方法标准及综合评价”技术指南书。 （四）应用情况：研究成果广泛应用于水库大坝建设的设计、勘察和施工阶段。在设计阶段，判别是否为分散性土，分散性程度作为设计大坝类别的必要因素。勘察阶段，探明筑坝材料的分散性，确定料场选择的合理性。施工阶段，可作为分散性土改良的指导，根据不同坝型是使用物理改良还是化学改良亦或是物理化学综合性改性的实施指南。在国内可作为研究分散性土试验方法的指导指南，为分散性土的进一步研究奠定基础。出案了陕西省水利工程筑坝黄土料分散性定性试验工作技术指南和份《筑坝黄土料的分散性试验标准方法及土性综合评价方法》，发表论文6篇，为以后相关规范标准修编提供了参考依据。	宋文搏、樊恒辉、徐铁铮、 张蕊、李亚军、侯天顺、 孟敏强、陈震亚、徐青青、 杨秀娟、任冠洲、孙新权、 王艺华、王帆、张雯婷	陕西省水利电力勘测设计研究院、西北农林科技大学	三等奖

8	安康水力发电厂	HLD825水轮机的研发与应用	（一）项目成果属于水电水轮机运行改造领域。项目研究了H702转轮改换换型的设计和运行效果。通过分析原电站运行中存在的水力不稳定现象和水轮机效率水平偏低的原因，提出了水轮机的改造方案和目标。重新设计水力参数，通过全流道数值仿真计算和实际运行，定性评估了改造后水轮机的稳定性。定量标定了水轮机的效率水平和模型水轮机的综合特性曲线。 （二）主要研究内容及成果：（1）安康水电厂水轮机改造由东方电机厂进行模型开发。在东方电机厂的 DF100 和 DF120 水力机械综合试验台分两台次完成了的能量、空化、压力脉动、流态观测、变空化系数下压力脉动试验、飞逸转速特性、蜗壳压差测流试验、补气试验、轴向水推力试验、导叶水力矩试验10项主要性能试验。（2）水轮机的结构设计，主要部件更换了转轮及联轴螺栓、更换主轴、顶盖，增强顶盖刚度；更换底环、活动导叶，基础环下环板部分更换，更换接力器，重新核算容量、行程；更换控制环。对尾水锥管上部改造，完成基础部分开挖、布筋、回填设计方案。增设大轴中心孔补气装置、更换水导轴承及主轴密封装置，部分辅助设备、二次设备、测压管路系统更新等。（3）转轮结构改分瓣为整圆式，转轮下环上沿直径与下沿直径相同，水轮机初设时下环上沿 5900mm，下沿6030mm，相差130mm，在不影响水轮机性能前提下，将下环上沿向外侧翻卷出一定的弧度边沿，使下环上下直径相同，在机组安装检修作业时，可以在不拆卸底环和导叶的情况下吊起转轮。（4）叶片采用 X 型转轮叶片，其特点是能够适应较宽的水头变幅。对负荷变化有较强的适应性，能够很好地防止叶片进水边背部尤其是下环部分脱流产生的叶道涡。对改善高水头小开度及低负荷区水力稳定非常有利。（5）在转轮出水边上均优化由三角形补强结构，增大圆弧角，降低局部高应力区域应力水平，增加了转轮叶片的抗裂性能。可以有效解决转轮出水边裂纹问题。（6）优化大轴中心补气方式，针对安康电站汛期高尾水位（吸出高度最大-31 米）特征，大轴中心补气阀设计为双浮球串联式。浮球阀安装在上端轴顶部，气源取自盘型阀 231 操作廊道，当高尾水压力高于浮球高程时第一个浮球发卡失效时，第二个串联的浮球作为备用可保证能够正确动作。防止尾水涌入后影响机组运行。（7）适当提高水轮机设计水头，安康水电厂汛限水位▽325 米，同期如无弃水，在四台机组全部满负荷运行时，尾水位在▽246.2 米左右，净水头在 78 米左右，为了保证汛期发电效益，优化汛期水轮机经济效益，发挥其在系统中容量效益。 （三）创新点：（1）能量特性优异，安康水电厂水轮机改造后在 84m、77m、64m 不同水头下的实验和运行经验证明，水轮机整体运行情况良好，拓宽了稳定工作范围，最大出力244.4MW，原型实测最高效率 96.24%，压力脉动满足设计要求。（2）水轮机空化性能良好，压力脉动在较小的范围内。未发生高部分负荷压力脉动以及其它异常共振。真机运行和模型数据一致。不同水头实验水轮机运行稳定性良好，各项指标优良，轴承温度和摆度正常，改造稳定性大幅提高，取得了满意的效果。（3）出力增加 10%，在最低水头 75.6m，可以达到出力224MW，导叶开度在安全运行范围内，无叶区压力脉动不超过4.5%；压力脉动指标满足稳定运行条件。安康水电厂HLD825转轮单位流量与最大水头统计关系曲线表明，转轮设计非常接近优秀转轮推荐单位流量曲线附近。优化设计的新转轮转率效率大幅提高，节水效益十分明显。（4）较强的水力稳定性，在整个运行区域内转轮不会发生转轮叶片进口边正背面空化现象。加大导叶角度运行(超出力运行)预想出力范围内，转轮叶片出水边无可见卡门涡。实验数据与实际运行观测基本吻合。 （四）应用情况：安康水电站位于汉江中游，装有4台200MW立式混流水轮发电机组，首台机组于1990年12月份投产发电，水轮机为东方电机有限公司生产的HL220-LJ-550型转轮，转轮为原苏联型谱H702叶片增强型，机组自投运累计运行已超30年，存在机组运行稳定性差、稳定运行区窄、尾水锥管汽蚀严重、噪声大等问题。安康水电厂联合东方电机有限公司利用计算机CFD技术和数次模型试验研究开发了HLD825-LJ-580型新转轮和导水机构等部件陆续对四台机组进行了增容改造，重新设计转轮、导水机构，对尾水管里衬初段更换、增加大轴中心补气装置等，经过3年的运行实践和中国水利水电科学院、中国电科院的现场性能试验和项目后评价表明：HLD825型水轮机具备增容至224.4MW能力，大幅拓宽了机组运行稳定区域，提升了水轮机效率、改善运行工况，达到了预期目标。	马涛、王钊宁、何伟、宋洋、路志伟、邵何锡、聂磊、赵峰、陈宗旭、王锐、张广全、杨穗铭、汪卫强、陈永安、辛少康	安康水力发电厂	三等奖
9	中国水利水电第三工程局有限公司	高温地区砂岩碾压混凝土大坝施工技术研究	（一）项目属水利水电工程专业技术领域。依托老挝南屯1水电站工程，大坝为碾压混凝土重力拱坝，坝高177m，碾压混凝土总量326万m³。针对砂岩骨料成品率低、砂岩碾压混凝土温度及质量控制难、月浇筑强度高工程难题，开展砂岩砂石加工系统改造及碾压混凝土温度控制。施工技术创新研究。 （二）主要研究内容及成果：（1）针对砂岩特性及施工强度需要，分析砂岩加工工艺、筛分和破碎设备特点，改造了砂石加工系统，降低了骨料针片状、石粉含量，改善了成品骨料质量，提高了成品料生产能力，满足了月浇筑高峰强度367m³混凝土骨料需求。（2）提出了大体积砂岩混凝土浇筑过程中温度-应力场耦合的分析方法并编写了混凝土温度损伤本构计算程序。通过计算改进了混凝土生产系统的制冷工艺和设备。提出了随温度变化的制冷组合方式。实现了温控防裂的精准管理。（3）提出了大坝斜向爬坡廊道碾压混凝土施工方法，研制了竖向孔洞整体吊装式模板结构。提出了竖向孔洞混凝土施工方法。实现了碾压混凝土重力拱坝特殊部位的高效、高质量施工。（4）研制了翻转模板、台阶式模板，创新采用皮带机结合撒布机，实现了分层高度由3m至6~9m跨越，最终形成了一套高温多雨地区碾压混凝土高效施工工法。 （三）创新点：（1）针对砂岩特性及施工强度需要，分析砂岩加工工艺、筛分和破碎设备特点，改造了砂石加工系统，降低了骨料针片状、石粉含量，改善了成品骨料质量，提高了成品料生产能力，满足了月浇筑高峰强度367m³混凝土骨料需求。（2）提出了大体积砂岩混凝土浇筑过程中温度-应力场耦合的分析方法并编写了混凝土温度损伤本构计算程序。通过计算改进了混凝土生产系统的制冷工艺和设备。提出了随温度变化的制冷组合方式。实现了温控防裂的精准管理。（3）发明了大坝斜向爬坡廊道碾压混凝土施工方法，研制了竖向孔洞整体吊装式模板结构。发明了竖向孔洞混凝土施工方法。实现了碾压混凝土重力拱坝特殊部位的高效、高质量施工。（4）研制了翻转模板、台阶式模板，创新采用皮带机结合撒布机，实现了分层高度由3m至6~9m跨越，最终形成了一套高温多雨地区碾压混凝土高效施工工法。创造了碾压混凝土月浇筑量367万m³世界第一的纪录。 （四）应用情况：研究成果已在依托工程中成果应用，获省部级工法3项，授权发明专利2项，实用新型专利6项，软件著作权2项，发表论文4篇（EI检索1篇），成果经云南建筑业协会专家评价达到了国内领先水平。南屯1水电站为老挝和泰国联合开发合作的重点项目。研究成果砂岩砂石加工系统改造、碾压混凝土温控防裂控制措施、高温地区碾压混凝土坝施工工法的应用，创造了月浇筑强度367m³/月世界第一的世界纪录，成功节约工期15%，工期内总费用约为6400万元，费用降低960万元，保证工程质量的同时提高了施工效率，获得业主、咨询公司一致认可，推广应用前景广阔。工程顺利建成，可为泰国电网输送52万kW电力，为老挝电网输送13万kW电，促进两地的友好合作和共同发展。	王亚萍、王永周、陈晨、李华兵、刘军、李朋、黄佑军、刘斌、马旭、贾德宝	中国水利水电第三工程局有限公司	三等奖
10	西北勘测设计研究院有限公司	大型水工钢闸门数字化设计与安全分析评价技术研究	（一）本项目属水利水电工程水工金属结构及大型装备研究领域。依托多项国内外大型水利水电工程。近10年来联合多所高校，在国家自然科学基金以及工程专题研究的资助下，采用理论分析、数值模拟、原型观测等方法，系统地开展了大型水工钢闸门设计理论与方法、结构非线性分析方法、结构静动力稳定性分析、流激振动数值仿真关键技术、参数振动荷载识别、数字化设计方法、智能化设计平台开发的一系列研究与工程实践。 （二）主要研究内容及成果：（1）针对大型水工钢闸门超深梁、大跨度、多尺度焊接框架结构的特点，对比现有计算理论和方法，研究明确了结构弯剪耦合效应、大挠度及材料非线性以及结构空间效应的影响。建立了大型闸门的结构非线性设计理论、空间 CAD/CAE 一体化计算体系，并首次提出了闸门有限元计算结果分析判定准则。解决了大型钢闸门因弯剪耦合应力集中、局部焊缝失效或整体闸门框架弹性失稳的计算分析难题。（2）针对大型水工钢闸门运行工况及边界条件复杂的特点，尤其其闸门局部开启过程中水流激流荷载难以测量，研究提出了闸门自激振动水压脉动双向耦合模拟方法和参数振动的荷载识别方法。提高了大型闸门启闭力计算的准确性，保障闸门安全启闭，同时有效避免闸门与水流产生参数共振或自激振动。（3）针对大型水工钢闸门非标准化的特点，研究形成了与现代表计手段相适应的三维数字化建模出图标准，在行业内首次提出了基于特征分类的水工钢门系列化设计方法。有效缩短了产品设计周期，有力保障了工程进度，大幅降低了设计制造成本。（4）鉴于大型水工钢门设计出图智能化、CAD/CAE 一体化等BIM 技术深化应用方面具有较大应用前景和发展空间，利用上述创新点中的计算方法和理论、分析判定准则、系列化设计方法和创新理念等，开发形成了大型水工钢闸门数字化、专业化、智能化的设计平台及数据库管理系统。将理论成果高效地转化为生产力和工程效益。 （三）创新点：（1）针对大型水工钢门超深梁、大跨度、多尺度焊接框架结构的特点，研究明确了弯剪耦合效应、双重非线性以及结构空间效应的影响，建立了大型水工钢门的结构非线性设计理论。并首次提出了闸门有限元计算结果分析判定准则。解决了大型钢闸门因弯剪耦合造成应力集中或整体框架弹性失稳的安全分析评价难题。（2）针对大型水工钢门局部开启过程中水流激流荷载难以测量的难题，研究提出了闸门自激振动水压脉动双向耦合模拟方法和参数振动的荷载识别方法。提高了大型水工钢门启闭力计算的准确性，同时有效避免闸门参数共振或自激振动，保障闸门安全启闭。（3）研究建立了水工钢门数字化设计出图行业标准，在行业内首次提出了基于特征分类的水工钢门系列化设计方法。总的节省投资平均占总投资约为3.7%，设计阶段效率提升40%以上。（4）率先基于标准化设计理念，开发形成水工钢闸门数字化设计与管理系統，为水工钢闸门设计提供专业化、数字化设计平台。 （四）应用情况：基于项目研究成果，建立行业规范2项，获得软件著作权4项、发明专利3项、实用新型专利5项、著作4部，学术论文20余篇，其中SCI/EI收录论文5篇。相关研究成果已成功应用于玛尔挡、金川、巴塘、下凯富峡水电站等国内外大型工程，以及多项在建抽水蓄能电站工程和已建水电站的改造工程中，经济社会效益显著。	赵春龙、王正中、李岗、黄鹏、范媛、翟超、朱增兵、赵靖伟、陆希、刘计良、姬阳、李会军、皮漫、王艳妮、李冰洁	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司、西北农林科技大学、西安理工大学	三等奖

11	西北勘测设计研究院有限公司	陕西省无资料地区中小流域水文数值模拟及设计应用平台	（一）成果属于水利水电领域水文数值模拟。针对无资料地区中小流域水文分析传统上只能人工查算，边界条件依赖性强，参数变化敏感度高，国外软件不适用于本国国情等窘境，研究团队经过两年时间的精心打磨，前后端共计 34312 行代码的编译，自主研发了陕西省水文数值分析平台，系统设定只需给定一个设计断面位置，平台可自动提取流域及水文特征参数，精准识别所属暴雨分区并筛选数值分析方案，智能计算设计暴雨及产汇流并一键出具计算结果。 （二）主要研究内容及成果：（1）产流分析模块，根据《陕西省中小河流暴雨洪水图集》，确定设计流域的暴雨分区。自动识别年最大小时点雨量均值及变差系数，计算得相应历时某设计频率的点雨，点面折算系数求得设计面雨量。（2）汇流分析模块按照推理公式法、瞬时单位线法进行汇流分析模块编译，其中推理公式法涉及参数有汇流参数 m、流域形状特征参数 θ、汇流时间 τ 等。纳希瞬时单位线模型按照图集中给出的查算步骤，涉及参数有 m1值、非线性改正指数 b 值、造峰雨历时 tp、平面雨强、n、K参数。（3）流域水文特征参数自动提取模块。根据河道目标倾泄点的位置，通过 GIS 软件对 DEM 高程数据进行填注、流向、流量、河网矢量化、盆地分析等一系列数据处理操作，识别目标流域河源，对于 100km2 以上的流域按照面积、河长、水量三要素确定河源，对于 10km2~100km2之间的流域按照面积、河长、下切深度三要素判断河源，识别目标流域汇水范围，绘制流域分水线，自动计算流域面积 F、主河槽长度 L、河道综合比降 J。（4）陕西省河流水系框架模块。陕西省两大流域，为黄河长江流域，区分直接入黄水系、汉江水系等 11 个水系，给出河普图及统一的流域水文特征参数标准。（5）水库调洪演算模块。在水工建筑物或下游防护对象防洪标准一定的情况下，根据水文分析计算的设计洪峰及设计洪水过程线作为入库过程，通过录入的库容曲线，拟定泄洪建筑无的型式与尺寸、调洪方式，将调洪演算的半图解法包装至平台功能内，推演出库过程及最大下泄流量。（6）历史洪水调查数据库模块。调查和估算历史上出现的和发生过的大洪水以弥补水文资料的时限系列，以便更为合理可靠的确定设计洪水及工程规模。整编陕西省历史洪水调查资料，涉及工程计算时所属河道能够实现弹窗提醒。（7）就近识别水文站及参证演算模块。无资料地区中小流域水文计算的另一种重要方式是水文比拟法，通过邻近或下垫面气象条件相似的水文站进行参证演算，实现就近识别水文站功能，并通过后台分析提示气象、流域面积、下垫面条件等能否作为参证站的判断。（8）自动出水系图、自动出计算书模块。通过内置的 DEM 高程数据进行后台的栅格河网矢量化，以统一的河道编码系统、河网分级成果，可在线查取流域的水系图，通过智能定义各级河道显示宽度、色系搭配等，实现所选区域或流域水系图自动出图，区分关中、陕北、陕南地区分别制定计算书模板，一键出具计算书。 （三）创新点：（1）构建了陕西省水文-地理空间数据库，实现全省地形数据、河道水系、暴雨资料、水文数据、产汇流参数、计算记录全维度耦合，构建了逻辑一致、标准统一、访问高效、安全有序的数据时空。（2）完善了陕西省暴雨洪水数据底板储备，及算法算力支撑。装载了陕西省水文图集手册矢量化数据底板，梳理了陕西省河流水系框架拓扑图，构建了设计暴雨、推理公式汇流、瞬时单位线法汇流、洪水过程线等算法模块。（3）超越了ArcGIS软件分析功能，实现了目标流域水文特征参数一键自动提取，包括流域面积、主河槽长度、河道平均比降。发明了河道溯源算法，根据流域规模确定河源判别的三要素。（4）实现了水文业务全流程自动化，整合了业务系统与数字孪生场景，用于多要素的水文成果动态展示及水文信息交互查询，智能筛选配对数值分析方案。 （四）应用情况：已于70余项项目应用了该平台计算成果。且因为受到广泛关注，已新增外部研发合同订单金额60万元。平台研发属于原创性技术突破，在“无资料地区”啃硬骨头，不同于广东省、河南省、山西省等洪水计算插件只是零散算法的工具箱，平台是陕西省首例全自动化、信息化、数字化、可视化、智能化水文数值模拟平台，是以国内通用认可算法为机理，直接指导工程实践应用的水文平台，是以集成共建共享数据为目标，创新性搭建水文-地理空间数据库的平台，也是经过多家外部单位（包括长安区水务局、商洛镇安县水利局、榆林榆阳区水务局、长安大学、西安理工大、陕西省交通规划设计院等）验证使用的平台。	刘园、周晓平、李菲、崔述刚、巩凌峰、张洪波、葛芬莉、武佩佩、马欢、曹绮欣	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司、长安大学	三等奖
----	---------------	---------------------------	---	--------------------------------------	--------------------------	-----