**辽宁省水利科技成果登记表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 成果名称 | 复杂条件下长距离输水工程关键试验检测技术研发 | | |
| 成果持有人姓名 | 汪魁峰、夏海江、李远等 | 联系人 | 夏海江 |
| 成果持有人单位 | 辽宁省水利水电科学研究院 | 联系方式 | 024-62181253 |
| 知识产权情况 | 已申请专利14项，授权7项，各专利均无知识产权纠纷 | 专利号 | ZL 201620273576.X（授权）  ZL 201610205837.9  ZL 201620276607.7（授权）  ZL 201610207124.6  ZL 201610209127.3  ZL 201620760969.3（授权）  ZL 201610569294.9  ZL 201420416549.4（授权）  ZL 201410360631.4（授权）  ZL 201420416591.6（授权）  ZL 201410360632.9  ZL 201420093652.X（授权）  ZL 201710061399.8  ZL 201710061419.1 |
| 关键词 | 长距离输水；试验；检测 | 成果估价 | 3000（万元） |
| 合作方式 | 1.技术转让 2.技术研发 3技术入股 4.技术咨询服务 5.其它 选择序号\_\_\_\_\_4\_\_\_\_\_ | | |
| 成果所属专业 | 水利管理 | 应用行业 | 水利工程 |
| 成果简介 | （主要内容、创新性和先进性、技术优势、市场应用前景等，可附页）  **1、主要内容及技术优势**  （1）特殊工程试验检测技术研发  A、进排气阀性能测试装置及技术  设计研发出进排气阀性能测试装置，能够完成进排气阀主要工作性能的测试试验，可以模拟长距离输水过程中出现的多种不利工况（尤其是水气相间工况），有效解决了产品设计与性能测试之间脱节的问题。  提出水气相间时的排气性能、大量排气时的起球压力、进排气阀有无吸气功能等多种测试试验方法，不仅与规程中提到的方法结果完全相同，而且还具有方法简便、操作灵活、可模拟实际工况等优点。  B、隧洞竖井投料还原技术  给出竖井投料还原试验的原理、试验内容及方法，为分析大伙房水库输水工程中竖井投料对混凝土性能的影响提供基础及依据。针对大伙房水库输水工程，选择5个竖井试验点，依据输水工程实际工程状况，研究从60m至120m竖井深度范围内投料对混凝土骨料特性及混凝土拌合物性能的影响。通过还原试验，得出混凝土骨料拌合前后性能变化及拌合后竖井投料前后混凝土性能改变的数据，为下一步分析竖井投料技术应用可行性提供依据。根据所得的试验数据，分析竖井投料方法对混凝土骨料及混凝土拌合物性能指标的影响，得出相应的结论并对结论做出原因分析。依据规程并结合工程实际要求，验证大伙房水库竖井送料方式的可行性。针对竖井投料技术，提出“竖井投料还原试验”方法，通过该方法的介绍及实际应用，对大伙房水库输水工程竖井投料技术应用可行性做出评价。竖井投料还原试验方法也可为其它相关工程的竖井施工及投料技术应用提供可行性技术参考。  C、PCCP预应力钢筋氢脆敏感性测试系统  针对PCCP管因预应力钢丝氢脆破坏而导致的爆管事故频发的工程问题，为填补国内水工领域预应力钢丝氢脆敏感性检测的空白，成功研制出恒应力、恒温度、恒定介质浓度等完全符合国际标准条件的我国水利行业第一台钢丝氢脆性灵敏度试验装置——拉伸应力松弛试验机。该测试装置满足美标和国标测试要求，填补了国内水利行业空白，能非常灵敏地鉴别出不同级别、不同工艺预应力钢丝的氢脆抗力性能。  （2）质量控制关键试验检测技术研发  A、喷射混凝土喷射质量检测技术  提出喷射混凝土施工工艺应优选湿法喷射。提出原材料控制关键技术：即喷射混凝土应掺入矿物掺合料粉煤灰和硅灰，粉煤灰的掺量宜控制在15%，最大掺量不应大于25%；应优先选用无碱液体速凝剂，速凝剂的初凝时间宜控制在3min～4min。提出喷射混凝土参数控制关键技术：即水泥的最大用量不宜大于460kg/m3；混凝土的坍落度宜控制在140mm～160mm。  B、喷射混凝土取样技术  针对目前工程中常规使用的喷射混凝土试样制取方法 “喷大板”存在的试块成型差、尺寸大及模板不可重复利用的难题，设计研发了喷射混凝土抗压强度、抗渗性能可调移动式制样装置。该装置不易变形，可以同时满足喷射混凝土抗压强度、抗渗性能等样品制取需求，其尺寸可调，可以重复使用。同时，该装置设有即插即拆式轮子，可以靠人为移动，方便搬运。  C、混凝土芯样无尘干钻采集装置  针对工程中隧洞顶拱、寒冷或无水区域钻芯困难的问题，设计研发出适合隧洞顶拱等仰视部位钻芯取样的干钻法采集装置，该装置具有排尘渣、适量冷却、收尘降尘、降噪排污的综合作用，还具有便于观察、容易操作、简单便携的优点，同时使钻取的芯样尽量保持原状，并能够有效降低钻机和钻头的损耗。整套装置除了立式钻芯机比较笨重之外，其他设备及部件均体积较小、重量较轻、方便组装拆卸，简单便携，大幅度提升了长距离输水隧洞衬砌混凝土钻芯法检测技术水平。  D、移动式隧洞全断面综合检测平台  为解决隧洞检测中时间长、效率低且多种检测多个部位同时作业的工程问题，设计研发出既能同时开展多项试验检测任务、使用多种试验检测设备、摆脱环境制约，又能满足隧洞全断面、精准定位、高效率、多角度、多工位作业的试验检测特点的隧洞全断面综合检测装备，该装置能够解决长距离输水隧洞工程实体检测时反复搭建检测平台、磨工耗时等问题，尤其解决了同一个断面多工种交叉检测作业的难题，极大地提高了隧洞工程全断面试验检测的工作效率。  （3）试验检测方法及标准研究  A、混凝土配合比试验研究  对抗冻混凝土配合比技术、PCCP蒸养混凝土配合比技术和PCCP高性能接缝砂浆试验进行研究，提出抗冻混凝土配合比设计中优质引气剂选用原则为在相同含气量下抗冻性最优的、含气量1h经时变化量最小；PCCP蒸养混凝土配合比设计中应掺入最大掺量不宜大于20%的粉煤灰，宜优选早强型高效（高性能）减水剂，坍落度宜控制在90mm～110mm，不应大于等于200mm；提出PCCP高性能接缝砂浆的流动度宜控制在200±10mm。  B、检测方法研究  对隧洞工程中原材料8大类、16种产品、147个参数，中间产品10大类、13种产品、65项指标和实体13个参数的检测要求和执行标准等关键技术，在实体检测中对混凝土抗压强度、抗冻性能、抗渗性能、内部质量、衬砌厚度、锚杆质量及断面尺寸等项目开展了关键检测技术研究。通过对回弹法和钻芯法检查混凝土抗压强度、雷达法和工业内窥镜法检测混凝土内部缺陷技术、激光隧道断面仪法测量隧洞断面等关键检测技术的研究与应用，提出了隧洞工程实体质量的科学、合理的无损或微破损检测方法，有效指导了检测方案编制和监管工作有据开展。  在管材制造方面研究了PCCP管材制造中原材料和中间产品26大类、36种产品、231项指标及实体6大类、53项指标的质量要求和执行标准等关键技术，指导了检测方案编制和监管工作开展。  对管材铺装涉及的PCCP、玻璃钢树脂夹砂管和钢管的铺装要求及检测项目及关键技术进行研究，对各种管道基础地基承载力、碎石垫层孔隙率、砂垫层相对密度、回填土压实度、阴极防护（锌、镁阳极）、管道变形率、焊缝内部探伤（超声波法、X射线法）、防腐层厚度及管道接口打压试验等关键测试技术开展研究，指导了检测方案编制和监管工作开展。  C、标准研究  在试验室质量控制方面，首先对试验室质量控制目的、内容、方式、保证措施、内部管理办法提出办法要求；结合长距离输水工程特点，从选址、检测人员和设备配置以及检测流程等方面，提出现场试验室控制办法。  在工程试验质量控制方面，从试验目的、分类、遵循原则及方案确定等角度，为长距离输水工程建设的设计、施工提供必要的试验依据和基础数据，同时指导施工过程中出现的疑难技术难题。  在工程检测质量控制方面，首先介绍检测的目的、层级分类、检测依据和控制标准（包括依据选定的原则、相关文件以及控制规程、规范和标准），然后根据长距离输水工程需要，通过施工单位质量检测、监理单位平行检测和跟踪检测、项目法人质量检测、竣工验收质量抽检及其他性质检测的层级关系，提出编制建设过程质量检测和工程实体质量检测方案原则、要求及样本，从而达到以最优、最省的检测工作量来满足大型长距离输水工程建设质量控制的目的。  在形成质量控制标准和文件方面，通过介绍工程质量控制与试验室控制、试验控制、检测控制之间的层次关系，提出满足长距离输水工程建设质量控制要求的全新优化的试验室、试验和检测工作制度，做得工程建设层层监督、全方法质量监控，形成试验检测地方标准、办法及文件，上述制度和成果经过在省内重点长距离输水工程中应用获得良好的效果。  **2、创新性和先进性**  （1）研发了进排气阀工作性能测试、混凝土芯样无尘干钻采集、预应力钢丝氢脆敏感性测试、移动式隧洞全断面综合检测平台和喷射混凝土制样模具等新型试验检测装置，申报发明、实用专利14项，已获得7项。  （2）提出了复合式进排气阀气水相间工况工作性能测试方法，以及隧洞竖井投料还原、喷射混凝土、抗冻混凝土、PCCP蒸养混凝土和PCCP高性能特种砂浆等特殊部位混凝土试验检测方法。  （3）基于研发的试验检测装置和方法，编制了《复合式进排气阀工作性能测试技术要求》、《竖井投料还原试验方法》、《辽宁省水利工程质量检测管理规定》和《省重点工程质量检测管理办法》等试验检测标准，制订了地方标准《水利工程质量检测管理规范》（DB/21 2442-2015）。  **3、市场应用前景**  该成果已在大伙房水库输水工程、省重点输水工程、观音阁水库输水、绥中县大风口水库应急供水、大雅河水利枢纽工程等5项长距离输水工程试验检测中推广应用，积累了丰富的工程实践基础，起到了良好的工程示范应用效果，取得了巨大的经济效益、社会效益和生态效益。  随着国民经济的迅速发展，长距离输水工程在调节水资源时空分布不均匀方面的作用日益明显，相应建筑物的质量问题日渐突出，一旦因质量导致工程失事，后果将不堪设想。当前，质量问题列入国家重大战略地位，对长距离输水工程的试验检测受到了各级政府高度重视，势必加大对长距离输水工程试验检测的投入强度，并加快建设速度，将为本项目研究成果应用和推广提供广阔的前景。 | | |
| 研究团队 | 辽宁省水利水电科学研究院建材岩土试验研究所 | | |
| 备 注 |  | | |