

1.滑坡群重大变形应急抢险工程勘察 与防治关键技术

该技术成果已获得发明专利：野外地质信息采集系统、采集方法及采集系统的应用方法（ZL 201310340991.3）；实用新型专利：多层地下水位观测结构（ZL 201520041232.1），施工开挖中滑坡或岩体变形的测量装置（ZL 201910196319.9）。

◆ 技术原理

该技术包括“滑坡群重大变形应急抢险工程勘察关键技术”和“滑坡群重大变形应急抢险多专业协同作业工程治理关键技术”两项核心关键技术。“滑坡群重大变形应急抢险工程勘察关键技术”可快速查明滑坡群区变形险情范围、特点、出险原因、变形趋势以及水文地质与工程地质等特征，为滑坡应急处置提供技术依据。“滑坡群重大变形应急抢险多专业协同作业工程治理关键技术”是在滑坡群重大变形复杂条件下应急抢险工程勘察的同时，建立动态三维协同设计平台，及时向参建单位提供滑坡群重大变形应急抢险工程处理方案。

◆ 技术特点

该技术可在滑坡群发生滑坡之前，既能查明滑坡的基本地质条件，又能优质高效完成滑坡险情的应急处置和后续滑坡的工程治理，彻底解除滑坡安全风险。

◆ 技术指标

主要包含如下技术指标：无人机信息化近景测绘技术；复杂变形条件下滑带土原状取芯技术；多层地下水位观测技术；野外地质信息采集系统；工程地质信息数据库管理系统；动态三维地质建模与稳定性分析方法；运用“QC 质量管理控制”技术缩短滑坡勘察与治理周期；施工期滑坡变形快速测量方法；动态三维协同设计平台；滑坡群应急抢险多专业协同作业技术。

◆ 应用范围及前景

适用于高山峡谷区的水利水电工程等各类工程建设遭遇滑坡群重大变形以及滑坡自然灾害的应急工程处理。

该技术在汉江孤山水电站坝址区滑坡群重大变形应急抢险工程勘察与治理、堵河潘口水电站坝址区滑坡群变形应急抢险工程勘察与治理等项目中得到成功应用，快速解除了滑坡险情，取得了显著经济和社会效益。

技术名称：滑坡群重大变形应急抢险工程勘察与防治关键技术

持有单位：长江岩土工程总公司（武汉）

联系人：王启国

电话：027-82829512、18502772157

2.深水厚覆盖大型岩塞爆破关键技术

该关键技术在爆破网络检测、岩塞爆破施工及地质勘察等方面已获得 5 项发明专利和 7 项实用新型专利，获2017 年度大禹水利科学技术二等奖、2018 年度吉林省优秀工程勘察设计二等奖，制定团体标准 1 部。

◆ 技术原理

该技术创建了岩塞爆破与冲水排沙相结合的新理论，攻克了复杂条件下水下岩塞爆破技术。发明了深水厚覆盖下的大型岩塞爆破陀螺分布式药室布置、爆破计算理论和方法，首创了为岩塞爆破创造自由面的爆破成腔理论及爆破成腔测试技术，填补了国际空白。揭示了爆渣、沙、水和气等四相流在岩塞爆破冲击瞬间下泄状态和长隧洞（管道）运动机理和规律，破解了多渣、多泥沙、少水等复杂多相混合流在长隧洞中易淤堵的难题。创建了高精度三维钻孔迹线定位法、岩塞体壳体灌浆、岩塞爆破检测等成套技术，破解了岩塞体爆破渗漏逸气、岩塞精准成型、高精度准爆及岩塞口长期运行安全等难题。

◆ 技术特点

（1）首次提出了“首先爆破扰动覆盖形成岩塞顶面空腔，后经岩塞周围圈超深预裂孔爆破成型，再通过陀螺型分布式药室爆除岩塞，再次爆破扰动覆盖后、结合冲水下泄”，攻克了深水、厚覆盖、高密度的大直径岩塞爆通技术，最终实现了爆通岩塞、精准成型、集渣稳定、振动可

控、下泄顺畅。本理论可妥善解决因放空水库或降低水位带来对生态和环境的极大影响问题，巨大的经济效益损失和社会影响问题，以及施工难度大等一系列难题。

（2）成功应用于刘家峡洮河口排沙洞进水口水下岩塞爆破。根据对国内外水下岩塞爆破工程的对比分析，同时具备 75m 高水头、40m 厚淤积、 $2.0\text{t}/\text{m}^3$ 高密度覆盖，粘粒含量 63% 以上，10m 直径大的刘家峡洮河口排沙洞进水口水下岩塞爆破工程为世界首例。

（3）首次提出的岩塞爆破与冲水排沙相结合的新理论，填补了国内外相关理论体系的空白，为解决多泥沙河流水库严重淤积问题提供了一套切实可行的技术方案，确保受泥沙困扰的水库、河流、湖泊的生态环境修复，恢复其防洪、发电、供水、灌溉等综合功能，带来潜在的经济和社会效益。

（4）发明了“深水高密度厚淤积覆盖的水下岩塞药室药量计算”及“水下岩塞爆破陀螺分布式药室布置”两项新方法，以及岩塞爆破空腔现场检测新技术，解决了深水、高密度厚淤积覆盖等复杂条件下岩塞爆破药室、药量计算和爆破空腔实地检测等技术难题。

◆ 技术指标

（1）75m 高水头、40m 厚覆盖、10m 直径岩塞爆破技术。

（2）岩塞综合难度 HD（等效水头×直径）值为 1150。

（3）世界首项 2.0t/m^3 高密度厚覆盖、粘粒含量大于 63% 的复杂条件下的岩塞爆破工程技术。

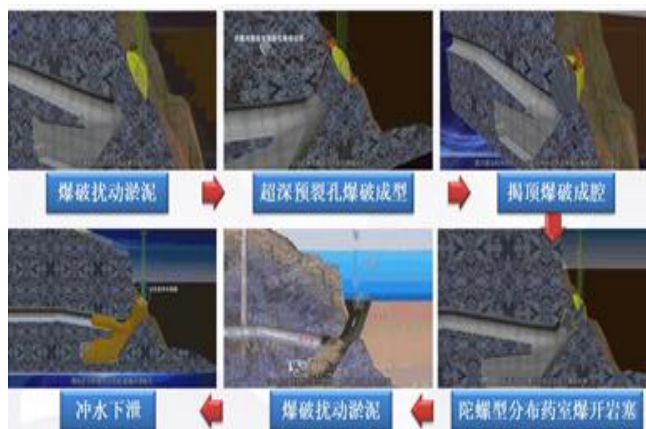
◆ 应用范围及前景

适用于引水、发电、灌溉、泄水、放空水库、防洪等水利水电技术领域。

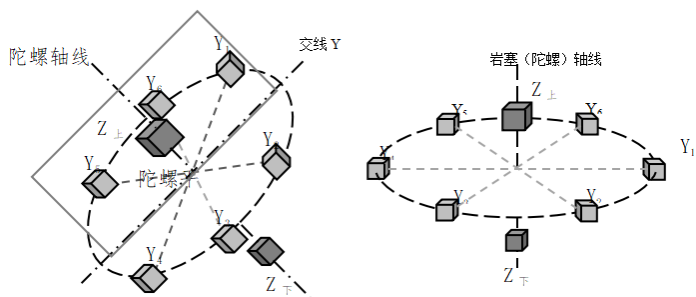
案例 1：2015 年 9 月，该技术成功应用于黄河刘家峡洮河口排沙洞及扩机工程。实施水深 75m，淤积覆盖厚 40m,10m 大直径，成功一次爆通以来满足了工程泄洪排沙、发电的功能，有效缓解了刘家峡水库历年来的泥沙淤积问题，保证了大坝和电站的运行安全。恢复了水库的各项综合功能，实现了“一洞二用、排浑发清”，体现了“绿水青山就是金山银山”的绿色环保理念。2018 年 7 月 15 日，受持续降雨影响，刘家峡水库已达到汛限水位，按照黄河防总调度要求，刘家峡水库排沙洞和溢洪道交替进行排沙泄洪作业，排出机组进水口前的泥沙淤积，确保下游河道安全度汛，为黄河平稳度汛提供有力保障。

案例 2：2019 年 1 月 22 日，该技术成功应用于黄河上第二个大型水下岩塞爆破项目——兰州市水源地供水工程进口岩塞爆破工程，实现一次爆通成型。随着各行业对水的需求日益增长，岩塞爆破技术在引（供）水、发电、灌溉、泄洪、排沙、防洪和应急抢险等水利水电技术领域均有较好的应用，应用前景广阔。

案例 3：自 2019 年 3 月起，该技术陆续应用于吉林中部引水取水口岩塞爆破工程，为本工程的顺利开展起到了积极促进作用。



■ 岩塞爆破程序图



■ 陀螺分布式药室布置形式

技术名称：深水厚覆盖大型岩塞爆破关键技术

持有单位：中水东北勘测设计研究有限责任公司

联系人：陈立秋

电话：0431-85092083、15526898695

3.长距离调水工程测量控制系统关键技术

该技术核心成果已获得 3 项发明专利:高原长距离大型工程测量控制系统的建立方法; 机载 LiDAR 点云和高分辨率影像进行空间点联合定位方法; 一种 V 型河道库容量算方法。

◆ 技术原理

该技术建立了“窄分带投影方式”和“适应高程变化的投影补偿方法”，构建了高精度的工程控制网，攻克了长距离调水工程距离远、高差大带来的测控难题，提出了基于高程归化模型的多投影面变形控制方法和适应路径变化的长线工程里程桩一体化测设方法，能解决工程投影补偿和里程桩测设难题。

◆ 技术特点

（1）集成了多传感器数据的高精度、快速的直接地理定位方法，可大量减少调水工程航空遥感外业控制和联测的工作量，缩短航测成图周期和费用。

（2）利用 V 型河道水上数字高程模型及相关河道数据来预测河道水下深度，大量减少外业工作，能加快调水项目前期设计工作的开展。

◆ 技术指标

（1）该技术形成的窄分带投影方法，使南水北调投影变形量小于 2cm/km，滇中引水小于 3.5cm/km；再结合适应高程变化的投影补偿方法，使滇中引水变形量小于

2.5cm/km；整体提高精度水平达一个数量级。

（2）该技术形成的补偿投影面设置方法，使长距离工程统一框架，并使用过渡投影面衔接，当投影面数量为 n 时，提高工作效率达 n 倍。

（3）该技术形成的 LiDAR 点云和高分辨率影像联合定位方法，在多源平差约束方面，能使用激光高程约束多光束前方交会平差；在硬件检校方面，能快速实现传感器主光轴检校。

◆ 应用范围及前景

适用于水利水电工程勘测设计、施工建设、运维管理等，并能推广应用于公路、铁路、市政等领域的长距离工程。

案例 1：技术成果在南水北调中线干线工程（包括《南水北调中线一期工程干线首级施工控制网测量工程》等 70 余项合同）的施工控制网布设及复测等方面得到应用。

案例 2：技术成果为滇中引水工程（包括《滇中引水工程勘察设计》《云南省滇中引水工程可行性研究阶段勘测设计》等 12 项合同）提供了高精度的工程测量控制系统方案。

技术名称：长距离调水工程测量控制系统关键技术

持有单位：长江空间信息技术工程有限公司（武汉）

联系人：张辛

电话：027-82926467、18502772776

4. 混凝土全包封管道施工技术

该技术获得 1 项实用新型专利：钢管全包封混凝土浇筑稳管支撑结构(ZL 201820132029.9)。

◆ 技术原理

该技术利用混凝土支墩承重，采用稳管钢支架形式进行稳管。将混凝土支墩制作成长方体块，用于钢管承重，现场便于施工。稳管钢支架用于固定和调节管道的横向位置，在稳管钢架与钢管处制作一个与钢管同弧度的接触面。为保障钢管的安装精度，将精度的两个参数高程和轴线位置分开控制。长方体支墩调整高程，稳管支架对其轴线位置进行限位，混凝土浇筑过程中增加配重，配重放在小车內均匀布置，浇筑至钢管下部时减缓浇筑速度，分层进行配料浇筑。该技术解决了现有钢管安装技术中精度难控制且偏低的问题。

◆ 技术特点

（1）安装精度高，本技术将精度的两个参数高程和轴线位置分开控制，从而保证安装精度。

（2）缩短工期，本技术采用混凝土支墩结合稳管支架进行管道安装，提高了管道安装速度，缩短了施工工期。

（3）保证安全，本技术采用稳管支架进行管道固定，确保管道在混凝土支墩顶不滚动，确保施工及管理人员安全。

（4）降低成本，本技术中的稳管支架可重复利用，

全部安装完成后可回收，降低了施工成本。

◆ 技术指标

（1）混凝土浇筑过程中为防止漂管现象，浇筑时混凝土上升速度控制在 1m/h 之内，施工时采用增加配重的措施。

（2）浇筑过程中发现钢管最大上浮为 0.004m 。

（3）监测的钢管最大变形为钢管直径的 0.5% ，满足设计要求。

（4）采用混凝土支墩结合稳管支架进行管道安装，每个混凝土支墩可节约 2 个人工。

（5）钢管可以重复利用，用该技术制作 60 组稳管支架，可重复利用 30 根钢管。

◆ 应用范围及前景

适用于各类明挖混凝土全包封输水管道工程。

该技术先后应用在北京市南水北调配套工程河西支线工程和北京市南水北调配套工程东干渠亦庄调节池工程。工程实践证明：该技术可以有效保证工程质量，大大提高施工效率，现场可灵活调整钢管的位置，避免钢管安装过程中滚动，便于钢管安装，施工中采用配重及控制浇筑速度的方式可避免钢管漂管。

技术名称：混凝土全包封管道施工技术

持有单位：北京翔鲲水务建设有限公司

联系人：葛凤凯

电话：52713252、18201410783

5.朗天生态绿化混凝土

该技术已获 4 项实用新型专利。

◆ 技术原理

朗天生态绿化混凝土主要采用石子、水泥、水、功能外加剂和特定元素等材料搅拌，形成连续多孔的内部结构，并通过自主研发生态绿化混凝土成型设备在混凝土表面形成均匀分布的孔洞，在底部土壤中形成均匀分布的柱状体，起锚固作用。在确保不削弱水泥混凝土抗压强度的前提下，使得混凝土中能长出花、草、灌木类植物，从而对江河湖海、大坝、水利枢纽、公路铁路、道路立交系统、废弃矿山、采石场等目标工程体的边坡、立面进行生态植被修复的综合技术系统。

◆ 技术特点

（1）绿化混凝土及面层植被和底层植被根系对坡体形成了三重防护，抗冲刷力强，抗洪能力强，防坍塌。

（2）绿化混凝土高孔隙率透水透气，维持了水-土-植物-生物之间形成的物质和能量循环系统，为各类生物提供了栖息地，提升水的自净能力。

（3）绿化混凝土种植的多样化植被，美化景观，实现可持续性长期生态护坡。

（4）完全现场浇制，减少传统预制的一切费用，降低工程造价，起到节能减排效果。

（5）高强度、高绿化覆盖率（90%以上）、高透气性

（孔隙率 18%~35%）、耐久性、抗冲刷性（5m/s 以上）、抗冻融性（高于国家标准）、免土工布、免伸缩缝、免隔梗。

◆ 技术指标

抗压强度：5~20mPa；孔隙率：18%~35%；抗冲刷能力：≤18m/s；绿化覆盖率：≥90%；净化作用：在劣 V 类水体中，COD_{Mn}、TP、TN 的去除率分别为 61.81%、12.74%、20.60%。

◆ 应用范围及前景

适用于江河湖海水系、黑臭河道治理、硬质护坡改造、道路交通、生态停车场、屋顶绿化、矿山修复、绿色建筑及海绵城市等工程，起到固土护坡、改善生态和美化环境的作用。

朗天生态绿化混凝土已应用于江西省萍乡市海绵城市生态配套工程 6 万 m²、广东省广州市生态绿化混凝土护坡工程 5 万 m²、上海市横沙东滩生态绿化混凝土河道护坡 26 万 m²、上海市世界级生态岛崇明岛环岛运河生态绿化混凝土护坡 2 万 m²等，累计已推广应用 36 万 m²。



■上海重点工程—世界级生态岛崇明岛环岛运河项目案例

技术名称：朗天生态绿化混凝土

持有单位：上海朗天环境科技有限公司

联系人：徐春英

电话：021-60936292、13761611237