

## 报告摘要及报告人简介

**报告题目：**水轮机和水泵磨蚀防护与修复技术

**报告人：**张雷 高级工程师（黄河水利委员会黄河水利科学研究院）

### 摘要：

- （1）黄河流域水电站中的水轮机和引黄泵站中的水泵的磨蚀情况及现状；
- （2）介绍研发 3 大类新型抗磨材料：聚氨酯复合树脂砂浆、聚氨酯弹性体、高弹性聚氨酯漆，和 3 种新型抗磨产品：底环和顶盖抗磨板、活动导叶密封板、水泵耐磨口环；
- （3）介绍研发的材料和产品的应用案例；
- （4）目前存在的问题及需求。

**个人简介：**张雷，高级工程师，黄河水利科学研究院工程力学研究所工程加固与防腐抗磨研究室副主任（主持工作），河海大学硕士生导师（兼职），河南省水电工程磨蚀测试与防护工程技术研究中心副主任，中国大坝工程学会、中国水利学会等多个专委会委员，《Water Science and Engineering》、《KSCE Journal of Civil Engineering》等 10 余期刊审稿专家，获“第二届黄科院青年科技英才”称号。长期从事水利工程（水工混凝土和水力机械）磨蚀防护与修复技术等研究。作为项目负责人，主持国家自然科学基金青年基金 1 项、面上项目 1 项、联合基金 1 项，主持水利部技术示范项目 1 项，主持黄科院所长基金 2 项、推转基金 1 项。支持完成“三门峡、万家寨、小浪底、大渡河、牡丹江等水电站及固海扬水、呼市供水等泵站”的水工混凝土和水力机械磨蚀修复技术推广项目 40 余项。获国家发明专利 7 项，国家实用新型 13 项。发表文章 60 余篇，其中 SCI/EI/CPCI 检索 30 余篇，出版专著、译著 4 部。获江苏省科技进步一等奖 1 项，教育部科技进步二等奖 1 项，水力发电科学技术二等奖 1 项，水利先进实用技术推广证书 2 项，黄委科技成果推广应用优秀成果奖 1 项。

**报告题目：**水力机械抗磨蚀材料及表面技术

**报告人：**吴玉萍 教授（河海大学力学与材料学院）

**摘要：**我国黄河流域水电站中的水力机械过流部件，如水轮机、水泵、螺旋桨叶片等在含沙水流中面临着严重的空蚀、冲蚀、磨蚀问题，严重影响水电站的安全稳定运行。因此，水力机械表面的修复与防护对于延长过流部件使用寿命、增加水电站运行稳定性、节约材料成本具有重要的现实意义和工程价值。本报告采用超音速火焰喷涂技术（HVOF）在水力机械常用不锈钢表面制备了 WC-CoCr、WC-Ni、WC-Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-Ni、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-NiCr 金属陶瓷、高熵/陶瓷等复合涂层。采用光学显微镜（OM）、X 射线衍射仪（XRD）、扫描电子显微镜（SEM）以及显微硬度计对涂层的厚度、孔隙率、相组成、微观组织形貌和显微硬度进行了系统的表征。采用冲蚀磨损实验设备、旋转圆盘空蚀仪、磁致伸缩空蚀仪等，研究复合涂层在空蚀、磨蚀（空蚀+泥沙磨损）、冲蚀（含沙水冲刷）等不同破坏条件下的行为特征。通过测定各涂层在不同工况下的体积损失率，分别研究空蚀率、冲蚀率、磨蚀率与流速、含沙量、攻角之间的关系。在此基础上，结合涂层表面微观损伤形貌，阐明涂层的损伤行为与动力学机制并揭示涂层的损伤机理，综合评价涂层的抗空蚀、冲蚀、磨蚀性能，为含沙水环境下水力机械过流部件的防护与延寿提供理论指导和技术支持。

**个人简介：**吴玉萍，河海大学教授、博士生导师。现任江苏省工程材料实验示范中心主任、河海大学学术委员会委员；历任河海大学金属材料与防护研究所所长、材料科学与工程系主任；兼任国家科技进步奖网评专家、教育部科技成果评审专家、江苏省高新技术企业会评审专家、江苏省特种设备管理协会委员会委员。第七届全国腐蚀大会多相流腐蚀与防护分会主席（2013）、第八至第十一届全国腐蚀大会多相流腐蚀与防护分会特邀报告人（2015、2017、2019、2011），The 10th Asian Thermal Spray Conference 做题为“Design and characterization of HVOF sprayed Fe-based amorphous coatings”大会特邀报告。主要研究方向为：（1）多相流水力机械抗空蚀防腐蚀耐磨损材料与防护技术；（2）海洋环境下金属构件腐蚀、磨损与防护。负责并完成国家自然科学基金面上项目 1 项、江苏省自然科学基金项目 2 项、江苏省水利厅重点科技项目 1 项、南水北调东线工程投标项目 1 项及企业联合攻关项目 20 余项；国内外学术期刊发表相关论文 70 余篇，其中 SCI 收录 45 篇；申报相关专利 20 余项，其中授权发明专利 12 项；获科研及教学成果 15 项，其中中国高校科技发明二等奖 1 项，山东省科技进步一等奖 1 项、二等奖 1 项、三等奖 2 项，江苏省科学技术三等奖 2 项、江苏省力学学会科学技术奖特等奖 1 项、江苏省水利科技进步奖三等奖 1 项。

**报告题目：**耐液固双相流损伤的金属涂层材料

**报告人：**国旭明 教授（沈阳航空航天大学材料学院）

**摘要：**由于我国各大河流域，水土流失严重，水中的含砂量高，造成了水电站的水轮机过流部件发生了严重的泥砂冲刷磨损和空蚀破坏，极大地影响了水电站的安全运行。本报告介绍了空蚀、磨蚀损伤的机理和影响因素，采用磁致伸缩空蚀仪、旋转圆盘仪分析了等离子堆焊的 Ni 基合金涂层、焊条堆焊的 CrMnB 堆焊合金以及爆炸复合制备的 NiTi 合金的抗空蚀、抗磨蚀行为并分析了其机理，探讨了今后应对的措施和方法。

**个人简介：**国旭明，中国科学院金属研究所博士、博士后，沈阳航空航天大学教授、硕士生导师、材料加工学科学术带头人。现为中国焊接学会材料焊接性与焊接材料专委会委员，辽宁省焊接学会副理事长。主要研究方向：特种焊接材料研发、高效化焊接技术与金属智能增材制造技术研究。作为负责人主持完成了国家 863 重点项目子课题、辽宁省自然科学基金、航空科学基金、辽宁省教育厅项目、沈阳市重点研发计划项目以及企业攻关等科研项目。荣获国防科技进步二等奖 1 项、中国机械工业科学技术奖（科技进步奖）二等奖 1 项、山东省科技进步三等奖 1 项。发表学术论文 60 余篇，授权发明专利 13 项，主编教材 1 部，参编教材 2 部。开发的系列低合金高强度钢焊接材料，高强度奥氏体不锈钢和低温钢焊接材料，其综合性能达到国际先进水平，产品已在相关企业推广应用，取得了显著的经济效益。开发的电弧熔丝增材制造专用丝材，如：超高强度钢、耐热钢、耐蚀钢以及高强铝合金等电弧增材制造专用丝材，在电弧增材制造过程中具有无飞溅、低熔渣、成形良好的特征，非常适合于大、中型复杂构件的电弧增材制造。开发的激光熔敷合金粉末具有抗裂性好、高温红硬性优

异的特性，适合于模具修复、热轧辊的表面强化和再制造。