

成果推荐



天生桥220MW机组推力轴承塑料瓦研究

计划编号: SZ9643

获奖情况:

任务来源:

成果摘要:

该项目针对我国大型水电机组中高能率、高PV值推力轴承存在的运行温度偏高、可靠性差等问题提出的一项应用技术研究,也是塑料瓦技术的延伸。天生桥电厂机组推力轴承能率达 $248 \times 103t \cdot r/min$ , PV值达 $1060kg \cdot m/s \cdot cm^2$ 。俄罗斯对高能率、高PV值推力轴承,采用双排瓦结构,相应地减少了单块瓦的工作能率。在保持原有推力轴承支撑方式不变的情况下,将钨金瓦更换为塑料瓦,这在国内研制的塑料瓦技术难度中排第一。针对天生桥机组拉力轴承塑料瓦,该项目组在材料的抗磨性及复合工艺、塑料瓦的运行机理和设计计算理论等方面进行了深入的研究,应用自行研制的微机数据采集系统对油膜压力、温度和油膜厚度进行了在线监测,解决了在弹性层上装设传感器元件和测量大吨位应变信号精确传输的问题。其主要性能指标如下(括号内为实际达到的数值):单位比压:  $4.8MPa$  ( $5.18MPa$ ) 启动摩擦系数:  $0.05 \sim 0.08$  ( $<0.05$ ) 正常运行瓦温:  $<65^{\circ}C$  ( $50^{\circ}C$ ) 年磨损量:  $<0.15$  ( $0.02$ ) 天生桥电厂塑料瓦的成功应用,解决了高PV值机组瓦温高、可靠性差的问题,简化了轴承结构设计。取消了水冷瓦和高压油顶起装置,缩短了维修期,节省了维修费用。该项目的完成,为有计划地将高能率、高PV值机组中运行不可靠的钨金瓦更换为塑料瓦创造了条件。研制高能率、高PV值的国产塑料瓦,不但增强了我国自己的工业实力,锻炼了国内的技术人才,而且在价格上也远低于进口瓦,具有较高的经济效益和社会效益。

197. 水锤调频控制项目类型及起止时间水利科技重点项目SZ9830; 1998年12月~2001年12月。项目经费情况水利部资助10万元,自筹15万元。主要完成单位昆明理工大学(原云南工业大学)、英国Dundee大学 主要完成者张立翔、杨柯、A. S. Tijsseling、黄文虎、李桂青、A. E. Vardy、张洪明、杨影丹、汪正军 成果摘要该专题探索了输流管道在多种耦合条件下的线性及非线性非定常运动规律,研究了系统在多种耦合作用下的建模、分析理论和方法、运动特性、调频控制等方面的内容,取得了如下九个方面的成果。

1. 建立了考虑色散、耗散情况下系统模型的统一矩阵表达,在模型中,将流体粘性阻力表达成系统变量(流速、压力、管壁运动速度和管壁应力)的函数,表达了管中流体粘性的流动相关、压力相关、以及与固体边界介质运动、受力状态相关的特性。在此基础上将系统能量损失归类为流体粘性、固体波动辐射阻尼以及流-固耦合作用产生的耗散等三种耗散源。解决了管道水锤FSI波-流-振动过程中耗散、色散与系统变量间的多维相关性的数学描述。
2. 提出了管道色散+耗散FSI模型的全频域解析方法,可将系统耦合方程按不同的色散波对应的特征值在其相应的模态空间中作方程的解耦处理,并按不同频率行进的不同类波动对系统运动的贡献进行迭加,得到了耦合系统在任意激励条件下的频域的封闭解,解决了不同介质、具有不同波动特性的波动分量在任意空间点处对某一物理力学量贡献的迭加的问题。
3. 研究了输流管道FSI系统4-方程模型的时域解析方法,提出了一种通过分段定义的方法利用波模态函数构造耦合系统解的理论方法,成功地解决并实现了不同介质中具有不同波速、不同波动特性的弹性波的迭加计算方法。
4. 用Hamilton变分和Gurtin变分完整、系统地推证了输流管道FSI系统的力学特性,得到了FSI系统包括Hamilton变分原理、Gurtin变分原理、最小转换能定理、频域、时域中功互等定理在内的FSI系统的基本力学定理。
5. 发现管道的一些波动特性: 1) 无阻尼情况下,当频率小于分界频率时,弯矩波仅仅是一种耦合伴随的近场扩散过程,不具备波动的特征;当频率跨过分界频率时,出现波动;在分界频率处,波动速度为无穷大,出现所谓的Lobar模态; 2) 有阻尼情况下,在全频率范围内分布有多个色散波。在分界频率附近,由于Lobar模态的加入使弯矩波动出现峰值; 3) 当阻尼高到一定数值时,波动在小于分界频率的某一频率处会出现“波障”现象,波动受阻不连续,相速度发生突然的跳跃性变化; 4) 直管纯轴向运动不色散,但当流体粘性较大时,也会在较低频率范围内出现色散现象。
6. 使用Hamilton变分原理、变形体内流体运动的N-S方程导出了弱约束输流管道非线性全耦合非定常流4-方程模型,提出了描述输流管道流-固耦合非线性分析模型。
7. 研究了管道FSI非定常流非线性动力稳定特性及定性、定量分析方法,发现了一些耦合系统表现的新的分岔失稳形式: 1) 随流速增加,FSI管道除具有通常的叉形分岔外,还会在当流速小于或大于叉形分岔对应的临界流速情况下出现前分岔或后分岔现象;而出现前分岔或后分岔与管道轴力大小密切相关; 2) 管道流-固系统不同阶模态运动具有不同的稳定特性; 3) 提出了



在邻域内采用“模态迭加”的思想分析非线性系统的方法。8. 研究了利用FSI水锤运动自身具有特性进行水锤控制的理论和方法，做了大量试验工作，证实了所提出的“以水锤制水锤”的控制思想的合理性和可行性。结合理论分析，在苏格

---

主要完成单位：水利部机电研究所

主要完成人员：孟建军、吴小云、姜明利、郭江、李承革、张国兴、饶寿华、王占清

单位地址：

邮政编码：

联系人：

联系电话：

传真：

电子信箱：

版权所有，未经许可禁止复制或建立镜像

主办：水利部国际合作与科技司 承办：中国水利水电科学研究院