

基于TRIZ理论的船舶减振发电装置

何文炜 孙景伟 李婕君 杨雅婷 成广川
三亚学院 理工学院 海南三亚 572022

摘要: 船舶在行驶过程中各部位的零件之间摩擦巨大影响船体的稳定性, 通过应用TRIZ理论来寻找解决方案, 在解决问题当中采用了TRIZ创新方法, 最终理想解确定系统优化方向及遇到的障碍; 抽象出技术及物理矛盾, 找到解决问题的方案。通过试验结果表明: 船舶减震发电系统能准确执行减震发电操作, 有效防止震动速率过大的运输事故发生, 极大地提高了船舶的主动安全性。

关键词: TRIZ创新方法; 减振发电; 物理矛盾

引言:

随着造船事业的蓬勃发展, 船舶机械振动等问题一直是备受世界关注的焦点。船舶振动主要有发动机振动, 艏部振动, 水冲击振动。《舰船科学技术》曾指出: “开发船舶节能技术项目, 已列入世界各国造船界和航运界的重要课题”。振动不仅造成大量能量的损失, 而且会使设备产生疲劳, 减少寿命。如今振动能量采集技术已经成为科学研究的热门, 然而现有振动发电设备由于功率小, 成本高等原因难以推广^[1]。因而, 开发一套完善的船舶安全装置已是当前急迫要解决的问题。

TRIZ理论是根里奇·阿奇舒勒在总结了二十多万份专利成果的基础上, 提炼出的一套发明问题解决理论体系^[2]。为了避免船舶人员在行驶过程中, 因船体振动过大造成船舶发生事故等一系列问题, 本文采用TRIZ创新方法理论来寻找相关的解决方案。通过TRIZ创新方法理论对系统进行功能分析、性能分析、技术矛盾、物理矛盾等工具获得TRIZ解题的相关方案, 从而得出对应的解决方案。

1 系统分析

1.1 九屏分析

减振发电装置主要由减振模块, 发电模块构成。因此改进发电模块, 使用高效的多发电方式结合的发电装置。改进减振模块, 使其具有优秀的减振缓冲功能。同时添加振动转换模块, 电池模块等, 提高振动能利用效率, 可以极大地提升发电系统性能。

基金项目: 海南省大学生创新创业训练计划项目(编号: S202013892049)

作者简介, 何文炜, 1998年出生, 男, 陕西汉中, 本科生, 从事自动化方向。

1.2 生命曲线

技术系统的进化一般按照的生命曲线进行。现在各国压电式, 静电式, 永磁式的振动发电装置的应用已经成熟。但是发电装置效率普遍低而且发电方式单一。近年来, 由于Terfenol-D, Tb Dy Fe等超磁致伸缩材料的研制成功^[3], 具有机电耦合系数高, 耐压性好, 能量密度高等优点的逆磁致伸缩发电装置开始得到重视, 而利用了超磁致伸缩, 压电等多种发电方式的多功能振动发电系统正在兴起。

目前, 运用了逆磁致伸缩原理, 兼具减振, 发电的装置的专利等级低, 国内专利数量很少。船舶等大型机械的振动能应用得到越来越高的重视, 世界范围内急需此装备, 整个产业的经济收益相当可观, 故逆磁致减振发电装置应处于生命曲线的成长期和成熟期的交汇处, 尚具有较大的发展前景。

选取逆磁致材料, 永磁体, 振动能, 压力发电橡胶, 船舶空间, 实现并优化其发电的功能。通过上述讨论, 我们可以确定减振发电装置的原理流程图:



图1 工作流程图

2 主要技术矛盾

2.1 技术矛盾 I

逆磁致伸缩材料本身脆弱, 振动传递给逆磁致棒前需经过减振模块的处理, 减振模块又会使振动能有所损耗。而我们希望提高整个系统的发电功率, 提高发电效率^[4]。因此要设计复杂的发电装置和减振模块, 同时采用更多的磁致伸缩材料等来提高发电功率, 这使得装体积变大, 违背设计初衷。于是“功率”和“静止物体的体积”形成了一对技术矛盾。

减振模块采用由柔软的压力发电橡胶制成的压电橡胶减振器。压电橡胶减振器有三个作用: 对振动源起到减振作用, 回收部分损失的振动能量, 为磁致伸缩材料提供合适的振动。这样可以极大地提高振动能量的利用率。

2.2 技术矛盾 II

大多数磁致伸缩材料处于 $-20 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 温度环境时性能最佳。船舶振动非常复杂, 物体往往不是在一个维度而是在3个维度上(X, Y, Z方向)振动, 并承受着扭矩。为此, 我们需要在零件的三个维度方向上安装多个发电装置, 即增加物质或事物的数量。但这样会带来很多问题, 尤其是很多船舶设备需要对外散热, 增加发电装置会导致振动源与发电装置温度升高, 不利于船舶设备和发电装置的运行。此时, “温度”与“物质或事物的数量”构成一对技术矛盾。

2.3 技术矛盾 III

逆磁致材料在发电时候需要外界提供一个恒定的偏致磁场。这个偏致磁场由永磁体来提供。当采用多个减振发电装置构成减振发电阵列时, 为确保可靠性, 每个装置都需要永磁体来提供偏致磁场。笨重的永磁体会带来诸多麻烦, 比如增加静止物体的体积。由此, “可靠性”和“静止物体的体积”构成了一对技术矛盾。

欲改善的参数是“可靠性”, 恶化的参数是“静止物体的质量”, 经过研究, 我们决定采用发明原理——中介物。我们引入偏致线圈来提供偏致磁场, 代替永磁体。所有发电装置的能量最后储存在电源模块中, 我们通过这个电源给每个发电模块的偏致线圈提供电流, 产生恒定的偏致磁场。由于磁致伸缩棒发电时要求的偏致磁场很小, 偏致线圈消耗的电能非常小, 只占据装置发电能量的十分之一不到, 因此方案可行。我们将偏致线圈与发电线圈都围绕在磁致伸缩棒的周围, 可以节省空间, 减轻重量。

2.4 物理矛盾

整个装置中, 与船面接触的部分是发电模块的下端盖。我们希望发电模块的下端盖足够大, 即整个发电模块外壳表面积足够大, 这样使得发电模块能够稳定地与振动转换模块, 船面接触。我们又希望发电模块的表面积小, 因为体积很小的发电模块便可吸收大部分振动能, 盲目增加面积会导致材料利用率降低, 空间闲置。这就对发电模块外壳表面积提出了“既要大又要小”的技术要求, 构成物理矛盾。

3 全部技术方案及评价

3.1 方案一

隔离式减振发电装置。每个装置具有独立的减振模块, 发电模块, 电池模块。利用滚珠型顶杆, 将各个方向的振动能转换为竖直方向振动能。

此装置体积小, 功能完善, 成本低, 但振动能利用率低, 减振能力有限, 阵列安装时空间与材料利用率低, 不适合安装在大的或者振动剧烈的设备。

3.2 方案二

新型复合减振发电装置。装置包含3个发电模块, 一个减振模块, 一个振动转换模块, 一个电池模块。振动转换模块采用Stewart六自由度平台将各个方向振动能转换为竖直方向振动能。减振模块运用了压电橡胶减振器。发电模块, 电池模块镶嵌于六自由度平台的底座上。此装置的稳定性较强, 结构相对简单, 能够实现阵列安装。不管在非固定频率振动还是固定频率振动的设备上都可安装此装置。此外, 大型振动源也可以阵列安装。该装置除了有发电与减振缓冲的作用, 还可以镶嵌传感器和无限传感设备, 并能利用电池模块来工作, 可以实现温度报警, 振动监控, 噪声检测等多种功能。

3.3 方案三

整体式环杆减振发电装置。装置包含多个发电模块, 一个减振模块, 一个振动转换模块, 一个电池模块。减振模块采用压电橡胶隔振装置。振动转换模块运用了环杆式振动能量收集的结构。对于大型振动源可以阵列安装, 例如安装到正方形底座的四个角上。

此装置结构简单, 成本低。但是环杆式振动能量收集结构对频率变化大的振动不灵敏, 而且机械磨损严重, 适用场合受限。

4 总结

通过以上分析, 我们决定采用方案二。运用TRIZ理论, 我们得到了一种利用逆磁致伸缩发电与压力发电结合的新型减振发电装置。除了具有振动发电, 减振缓冲

的功能外，通过添加其他传感器还可以起到振动监控，温度预警，噪声监控等多种功能。具有“生产成本低，易于固定，能耐受较恶劣的振动环境，高效发电，易于扩容，体积小重量轻”的特点。

具体应用TRIZ的思路为：通过利用TRIZ理论从提高发电效率、增加多种功能、减小生产成本、便于安装扩容等方面来设计新型减振发电装置。通过对振动发电装置的生命曲线的分析可知，其发展必然朝向高效、可靠、多用性的方向发展；通过九屏幕图和物场分析可知发电装置的发展方向及可用资源；通过功能分析找出了实现各功能的阻碍；通过技术矛盾及物理矛盾分析找到了解决矛盾的方法。

参考文献：

- [1]佚名.一种基于逆磁致伸缩原理的减振发电装置的制作方法[J].互联网资源, 2019.
- [2]刘成龙.基于超磁致伸缩材料的能量收集装置研究[J].杭州电子科技大学硕士学位论文, 2015.
- [3]佚名.智能家居论文,关于基于Triz理智能家居系统[J], 2021.
- [4]曹嘉彬.液态金属磁流体发电机优化设计,南京航空航天大学硕士学位论文[J], 2017.
- [5]刘祥建.多方向压电振动能量收集方法及性能优化关键技术研究《南京航空航天大学博士学位论文[J], 2012.