中国造船工程学会标准制修订项目立项申请书

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目名称  （中文） | 印刷电路板式换热器芯体的增材制造工艺规范 | | | | | |
| 项目名称  （英文） | Additive manufacturing process specification of printed circuit heat exchanger core | | | | | |
| 制修订 | ✓制定 □修订 | 被修订标准号 | | |  | |
| 采标编号及名称 |  | 采标形式 | | | □等同采用 □修改采用  □非等效采用 | |
| 编制周期 | □12个月 ✓18个月 □其他 | | | | | |
| 起草单位 | 江苏科技大学海洋装备研究院 | | | | | |
| 联系人 | 陈超 | 地址 | | 江苏省镇江市润州区南徐大道101号 | | |
| 电话 | 13952861596 | 邮箱 | | [snowden\_chen@163.com](mailto:snowden_chen@163.com) | | |
| 项目任务的  意义和必要性 | 随着我国天然气需求的增加和液化天然气（LNG, Liquefied Natural Gas）产业链的发展，海上浮式LNG接收站也随之兴起。换热器（英语翻译：heat exchanger）是将热流体的部分热量传递给冷流体的设备，又称热交换器。换热器是化工、石油、动力、食品及其它许多工业部门的通用设备，在生产中占有重要地位。在化工生产中换热器可作为加热器、[冷却器](https://baike.baidu.com/item/%E5%86%B7%E5%8D%B4%E5%99%A8?fromModule=lemma_inlink" \t "_blank)、冷凝器、[蒸发器](https://baike.baidu.com/item/%E8%92%B8%E5%8F%91%E5%99%A8?fromModule=lemma_inlink)和再沸器等，应用广泛。换热器是浮式LNG接收站再气化装置的核心构件之一，由于浮式LNG接收站的布置和安装条件限制，印刷电路板式换热器的研发对于浮式LNG接收站的建设和LNG产业的发展具有重要意义。目前印刷电路板式LNG换热器的设计和生产技术掌握在国外个别企业手里，相关文献相对较少。  印刷电路板式换热器多是采用多层带有密集的槽孔平板通过焊接或者机械密封制成。英国Heatric公司最早发明了印刷电路板式换热器，随后得益于光刻技术和扩散焊技术的应用而进一步发展。Heatric公司掌握各种尺寸的LNG换热器的设计、芯体制造和装配技术，在国际上处于领先地位，其生产的微槽道换热器的重量为6～60t，装配后最大可达到100t，满足陆上、海上、浮式接收站的LNG热处理需求，在过去25年该公司已为世界上各大油气公司提供两千多套陆上和海上油气处理印刷电路板式换热器。  国内的印刷电路板式LNG换热器研究与国外存在一定的差距，多处在工程样机试验阶段。在江苏省重大科研成果转化项目、江苏省高校高技术船舶协同创新自培育项目、镇江市重点研发计划、江苏省海洋与渔业局海洋科技创新专项、科技部重点研发计划项目等的持续支持下，以江苏科技大学为代表的国内印刷电路板式LNG换热器研究团队创新性的提出采用增材制造技术开展FLNG装置的紧凑高效印刷电路板式微槽道换热器，可以实现换热器核心部件的芯体更加小型化生产、型号化定制、模块化组合，突破和实现板片蚀刻无法达到的槽道形状，极大缩短芯体制备周期，使得换热器总体制造成本大幅下降。这种换热器不仅可以用于LNG热处理，亦可用于核反应堆热交换和微槽道反应器，将成为能源和化工行业的核心利器。  采用增材制造技术研制用于FLNG装置的印刷电路板式换热器能够突破国外公司控制的总体设计、化学蚀刻、工业试验等核心技术，形成系列化设计、生产和装配能力，拥有自主知识产权，并在我国FLNG换热装置中实现工程试用。掌握印刷电路板式微槽道换热器的设计和制造技术对实现我国制造强国之路具有重要意义。  芯体是换热器的核心，其制造质量，制造精度将很大程度上决定产品的装配精度，换热效能，也影响使用寿命。然而，目前有关印刷电路板式换热器的增材制造工艺过程要求，检验检测指标及方法，合格品判定依据等内容，国内的标准还是一片空白。急需制定印刷电路板式换热器芯体的增材制造工艺方法标准，以确保产品质量，促进印刷电路板式换热器的技术进步和国内的产业升级发展，让中国从制造大国向制造强国迈进。 | | | | | |
| 标准适用范围  和主要技术内容 | 本标准适用于各种规格的印刷电路板式换热器芯体的制造。  主要技术内容：规定了印刷电路板式换热器芯体在增材制造成型过程中应遵守的基本守则、工艺参数、质量要求。 | | | | | |
| 国内外情况简要说明 | 目前国外尚无专门针对印刷电路板式换热器芯体的增材制造工艺标准。英国Heatric公司最早发明了印刷板式换热器，掌握各种尺寸的LNG换热器的设计、芯体制造和装配技术；美国VPE公司利用其世界上最大的真空扩散焊装置（3m×1.8m×3m）开展换热器的扩散焊处理，日本神户制钢生产的微槽道换热器已实现交货。俄亥俄州立大学、韩国机械与材料研究所、韩国仁荷大学、高丽大学等高校对核反应堆微槽道换热器流动换热性能、槽道形状排布设计以及制造安装技术进行了研究。  同时，国内该领域的法规和标准也处于缺失状态，不利于相关工作的科学开展。上海利策科技股份有限公司开展了印刷电路板式换热器设计及制造技术研究，其板片槽道采用光化学蚀刻加工，芯体采用多层板片扩散焊集成，目前完成了小型工程样机的研制和真实介质换热性能测试与验证。江苏科技大学在国家科技部重点研发计划、江苏省重大科研成果转化项目和江苏省高校高技术船舶协同创新自培育项目的资助下，创新性地提出采用增材制造技术整体制备换热器，对换热器进行了强度实验和换热性能优化；已申请或授权近20项发明和实用新型专利。其中，印刷电路板式换热器芯体增材制造工艺规范的标准尚未制定。 | | | | | |
| 申请立项单位意见 | （盖章）  年 月 日 | | | | | |
| 标准化学术委员会意见 | （签名、盖章）  年 月 日 | | 中国造船工程学会意见 | | | （签名、盖章）  年 月 日 |

注：如本表空间不够，可另附页。