应力发光薄膜对焊接缺陷的可视化研究

一. 成果完成人及所在单位：郑升辉，徐翔宇 机械与汽车工程学院

指导教师：付晓燕 张洪武

二. 成果简介：

以应力发光材料为研究对象，利用应力发光材料力-光转换的特点，首次提出将其应用于焊接缺陷实时检测；通过对基质比例的微量调节、掺杂合适的稀土离子发光中心合成高亮度的绿色应力发光材料 $SrAl_2O_4$:Eu,Ho。为提高应力发光材料的检测灵敏度和基体结合能力，我们通过将应力发光粉体并与树脂结合制备弹性应力发光薄膜，提高材料的稳定性和与基体结合的能力，进一步的研究表明应力发光粉体在树脂中分布均匀，并可对加载应力实时响应；为了进一步确定应力发光薄膜对钢板缺陷的响应情况，我们采用 CCD 相机采集钢板上的薄膜发光图片，通过相关软件对采集图片进行处理等相关操作，研究钢板上缺陷与应力发光薄膜发光强度的对应关系，为应力发光薄膜在精密机械中的应用做好基础工作和技术支持工作。

三. 主要研究内容及创新点：

采用高温固相法合成高亮度 $SrAl_2O_4$:Eu,Ho 应力发光材料，XRD 结果表明所合成的样品较纯，掺杂离子并未改变基质材料的基体结构；将 $SrAl_2O_4$:Eu,Ho (SAOEH）应力发光粉末与树脂混合制备复合应力发光薄膜，光谱结果表明薄膜的发光强度随着厚度的增加而增强，薄膜的 SEM 结果表明 SAOEH 粉体颗粒均匀分散在树脂中；当将应力发光薄膜应用于钢板焊缝处背面，采用自主装系统测试薄膜应力发光性能（图 1），应力测试结果表明薄膜应力发光强度先增强后减弱，当薄膜厚度为 0.9 mm 时，应力发光强度最强，且在焊缝处可得到较高的响应值。此外，在循环测试的过程中应力发光薄膜可对焊板断裂实现实时响应，结合 CCD 相机可实现钢板焊缝检测可视化，并对缺陷定位（图 2）。这说明 SAOEH/树脂应力发光薄膜在无损荧光传感检测方面具有很好的应用前景。

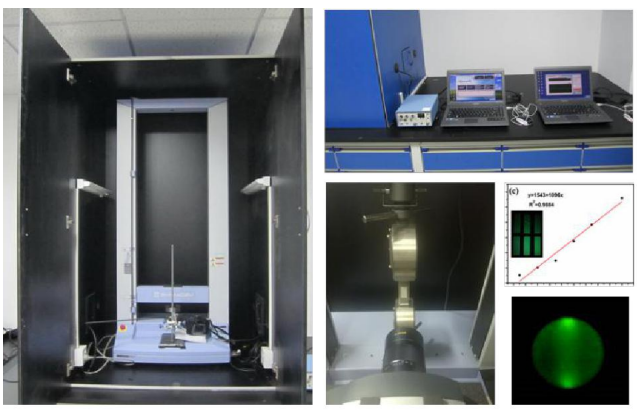


图 1 自主装检测平台及其数据模式

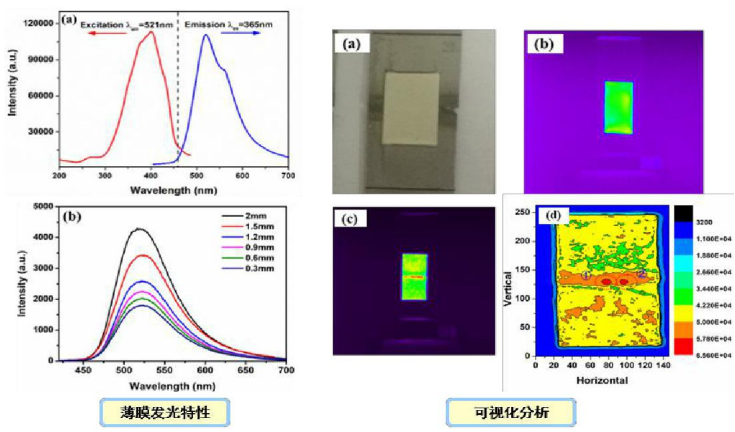


图 2 应力发光薄膜对焊接缺陷的可视化

四. 主要研究成果及应用情况

1. 已发表 EI 论文 1 篇：超声引起的 $SrAl_2O_4$:Eu,Dy 薄膜的应力发光；
2. 一篇 EI 论文在审：$SrAl_2O_4$:Eu,Ho/树脂应力发光薄膜对焊缝缺陷的可视化研究。

联系人：郑升辉　　电　话：15705924493　　Email: zshui@outlook.com