



(21) 申请号 202310900177.6

G01L 5/00 (2006.01)

(22) 申请日 2023.07.21

(71) 申请人 国网天津市电力公司电力科学研究院

地址 300384 天津市滨海新区华苑产业区
海泰华科四路8号

申请人 国网天津市电力公司
国家电网有限公司

(72) 发明人 陈荣 何金 李进 赵琦 张弛
李松原 宋晓博 张黎明 方琼

(74) 专利代理机构 天津盛理知识产权代理有限公司 12209

专利代理师 王来佳

(51) Int. Cl.

G01L 1/25 (2006.01)

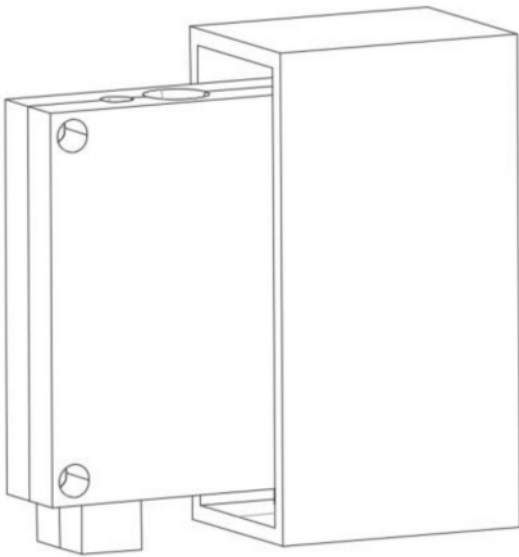
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

基于非均匀温度固化环氧绝缘件残余应力
模拟装置及方法

(57) 摘要

本发明涉及基于非均匀温度固化环氧绝缘件残余应力模拟装置及方法,本发明通过环氧树脂浇注部分以及隔热罩构建了基于非均匀温度固化的环氧树脂绝缘件残余应力模拟装置,并且对无隔热罩区域以及隔热罩覆盖区域分别测试试样残余应力最大值,可以实现同一试样两端应力出现较大差值,并且可对不同固化温度下环氧树脂固化产物的应力分布情况进行控制,量化固化温度对环氧树脂绝缘件残余应力的影响。本发明通过隔热棉覆被在块状试样模具的外表面,可以有效改变并检测环氧树脂固化产物的残余应力,为研究固化温度不均条件下环氧树脂绝缘件的残余应力集中情况提供了试验方法。



1. 基于非均匀温度固化环氧绝缘件残余应力模拟装置, 其特征在于: 包括含环氧树脂浇注部分以及隔热罩, 其中, 环氧树脂浇注部分套装在隔热罩内部, 环氧树脂浇注部分顶部包括模具背板和模具顶板, 模具顶板设置在模具背板通过设置在四角的螺纹孔进行螺纹连接, 同时模具背板和模具顶板的顶部设有浇筑口和观测口, 观测口为圆柱形, 浇筑口为圆台形, 圆台形顶部直径大于圆台底部直径。

2. 根据权利要求1所述的基于非均匀温度固化环氧绝缘件残余应力模拟装置, 其特征在于: 所述隔热罩为内部中空的长方体, 内部表层填充隔热棉, 套装在环氧树脂浇注部分外侧, 用于提高模拟装置的密封性。

3. 一种如权利要求1和2任一项所述的基于非均匀温度固化环氧绝缘件残余应力模拟装置的模拟方法, 其特征在于: 包括以下步骤:

步骤1、将CT-5531环氧树脂、TF-1固化剂、微米氧化铝按照100:44:306的质量比, 倒入干净的烧杯中;

步骤2、将混合物放入磁力搅拌器中, 搅拌10分钟, 使其均匀混合;

步骤3、混合物均匀混合后, 放入50℃的真空干燥箱中, 连续抽真空15分钟, 充分去除混合物中的空气;

步骤4、将混合物浇筑到环氧树脂浇注部分中;

步骤5、将内部塞有隔热棉的隔热罩套在环氧树脂浇注部分外表面, 完成组装;

步骤6、将组装好的模拟装置放入130℃的恒温烤箱中固化10h;

步骤7、到达预定时间后, 将组装好的模拟装置取出冷却至室温, 脱模得到环氧树脂绝缘件试样;

步骤8、使用超声应力检测设备进行应力检测, 在无隔热罩区域以及隔热罩覆盖区域分别测试试样残余应力最大值。

基于非均匀温度固化环氧绝缘件残余应力模拟装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于高压电技术领域,尤其是基于非均匀温度固化环氧绝缘件残余应力模拟装置及方法。

背景技术

[0002] 随着我国电力系统中超特高压输电线路的应用规模逐渐扩大,GIS与GIL中环氧树脂绝缘件的尺寸不断增大,对其可靠性要求也有极大提升。环氧树脂绝缘件是GIS/GIL设备中承担电气绝缘与机械支撑的关键部件,在运行过程中收到电-热-磁等多物理场的综合作用,其工作可靠性直接影响电力系统的稳定性,且因内部应力分布情况极其复杂,断裂、炸裂事故时有发生,引起了研究者的广泛关注。

[0003] 残余应力是由于工件制备过程中受工艺的影响引起的局部应力集中现象,耦合外施应力后极有可能造成绝缘件的微裂纹萌生或脆断,进而引发局部放电与炸裂等严重事故。绝缘件在投入运行前就不可避免的含有残余应力,但目前生产厂家尚未实施相关的出厂检验标准,极大程度上制约了环氧树脂绝缘件的运行可靠性。环氧树脂绝缘件浇注料中环氧与酸酐的反应为放热反应,局部交联反应程度差距随模具体积的增大而增大;且生产过程中温差极大,由于金属嵌件、导杆与环氧复合绝缘材料的热膨胀系数不匹配,最终易导致环氧树脂绝缘件内部出现较大的残余应力。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提出基于非均匀温度固化环氧绝缘件残余应力模拟装置及方法,通过隔热棉覆被在块状试样模具的外表面,可以有效改变并检测环氧树脂固化产物的残余应力,为研究固化温度不均条件下环氧树脂绝缘件的残余应力集中情况提供了试验方法。

[0005] 本发明解决其技术问题是采取以下技术方案实现的:

[0006] 基于非均匀温度固化的环氧树脂绝缘件残余应力模拟装置,包括含环氧树脂浇注部分以及隔热罩,其中,环氧树脂浇注部分套装在隔热罩内部,环氧树脂浇注部分顶部包括模具背板和模具顶板,模具顶板设置在模具背板通过设置在四角的螺纹孔进行螺纹连接,同时模具背板和模具顶板的顶部设有浇筑口和观测口,观测口为圆柱形,浇筑口为圆台形,圆台形顶部直径大于圆台底部直径。

[0007] 而且,所述隔热罩为内部中空的长方体,内部表层填充隔热棉,套装在环氧树脂浇注部分外侧,用于提高模拟装置的密封性。

[0008] 一种基于非均匀温度固化的环氧树脂绝缘件残余应力模拟装置的模拟方法,包括以下步骤:

[0009] 步骤1、将CT-5531环氧树脂、TF-1固化剂、微米氧化铝按照100:44:306的质量比,倒入干净的烧杯中;

[0010] 步骤2、将混合物放入磁力搅拌器中,搅拌10分钟,使其均匀混合;

- [0011] 步骤3、混合物均匀混合后,放入50℃的真空干燥箱中,连续抽真空15分钟,充分去除混合物体中的空气;
- [0012] 步骤4、将混合物浇筑到环氧树脂浇注部分中;
- [0013] 步骤5、将内部塞有隔热棉的隔热罩套在环氧树脂浇注部分外表面,完成组装;
- [0014] 步骤6、将组装好的模拟装置放入130℃的恒温烤箱中固化10h;
- [0015] 步骤7、到达预定时间后,将组装好的模拟装置取出冷却至室温,脱模得到环氧树脂绝缘件试样;
- [0016] 步骤8、使用超声应力检测设备进行应力检测,在无隔热罩区域以及隔热罩覆盖区域分别测试试样残余应力最大值。
- [0017] 本发明的优点和积极效果是:
- [0018] 本发明通过环氧树脂浇注部分以及隔热罩构建了基于非均匀温度固化的环氧树脂绝缘件残余应力模拟装置,并且对无隔热罩区域以及隔热罩覆盖区域分别测试试样残余应力最大值,可以实现同一试样两端应力出现较大差值,并且可对不同固化温度下环氧树脂固化产物的应力分布情况进行控制,量化固化温度对环氧树脂绝缘件残余应力的影响。本发明通过隔热棉覆被在块状试样模具的外表面,可以有效改变并检测环氧树脂固化产物的残余应力,为研究固化温度不均条件下环氧树脂绝缘件的残余应力集中情况提供了试验方法。

附图说明

- [0019] 图1为本发明环氧树脂浇注部分结构图;
- [0020] 图2为本发明环氧树脂浇注部分剖视图;
- [0021] 图3为本发明隔热罩的结构图。

具体实施方式

- [0022] 以下结合附图对本发明做进一步详述。
- [0023] 基于非均匀温度固化的环氧树脂绝缘件残余应力模拟装置,如图1所示,包括含环氧树脂浇注部分以及隔热罩,其中,环氧树脂浇注部分套装在隔热罩内部,如图2和图3所示,环氧树脂浇注部分顶部包括模具背板和模具顶板,模具顶板设置在模具背板通过设置在四角的螺纹孔进行螺纹连接,同时模具背板和模具顶板的顶部设有浇筑口和观测口,观测口为圆柱形,浇筑口为圆台形,圆台形顶部直径大于圆台底部直径。浇筑口的底半径0.5cm,顶半径1cm,高度1cm。同时模具背板和模具顶板形成的内部挖去10×10×2cm的长方体空腔作为浇注腔。
- [0024] 隔热罩为内部中空的长方体,内部表层填充隔热棉,套装在环氧树脂浇注部分外侧,用于提高模拟装置的密封性。观测口半径0.5cm,高1cm,通过观测口可实现内部气泡的有效排出,同时浇注口的圆台形设计可实现浇注料的有效流入。
- [0025] 一种基于非均匀温度固化的环氧树脂绝缘件残余应力模拟装置的模拟方法,包括以下步骤:
- [0026] 步骤1、将CT-5531环氧树脂、TF-1固化剂、微米氧化铝按照100:44:306的质量比,倒入干净的烧杯中;

- [0027] 步骤2、将混合物放入磁力搅拌器中,搅拌10分钟,使其均匀混合;
- [0028] 步骤3、混合物均匀混合后,放入50℃的真空干燥箱中,连续抽真空15分钟,充分去除混合物中的空气;
- [0029] 步骤4、将混合物浇筑到环氧树脂浇注部分中;
- [0030] 步骤5、将内部塞有隔热棉的隔热罩套在环氧树脂浇注部分外表面,完成组装;
- [0031] 步骤6、将组装好的模拟装置放入130℃的恒温烤箱中固化10h;
- [0032] 步骤7、到达预定时间后,将组装好的模拟装置取出冷却至室温,脱模得到环氧树脂绝缘件试样;
- [0033] 步骤8、使用超声应力检测设备进行应力检测,在无隔热罩区域以及隔热罩覆盖区域分别测试试样残余应力最大值。
- [0034] 使用超声应力检测设备进行应力检测,在无隔热罩区域,试样残余应力最大值为1.03MPa;在隔热罩覆盖区域,试样残余应力最大值为17.87MPa。验证了通过隔热棉覆被在块状试样模具的外表面,可以有效改变并检测环氧树脂固化产物的残余应力,为研究固化温度不均条件下环氧树脂绝缘件的残余应力集中情况提供了试验方法。
- [0035] 需要强调的是,本发明所述的实施例是说明性的,而不是限定性的,因此本发明包括并不限于具体实施方式中所述的实施例,凡是由本领域技术人员根据本发明的技术方案得出的其他实施方式,同样属于本发明保护的范围。

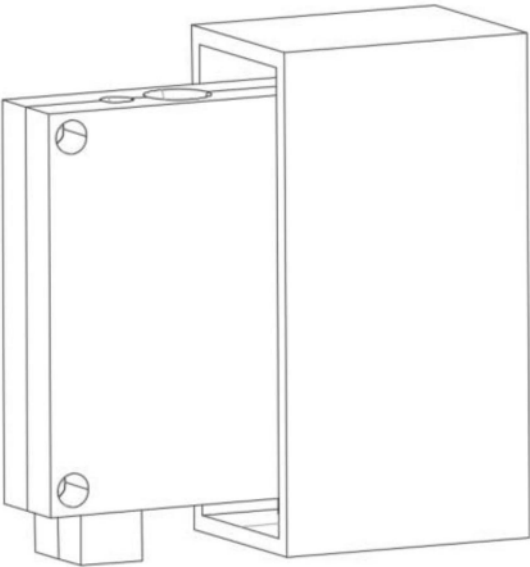


图1

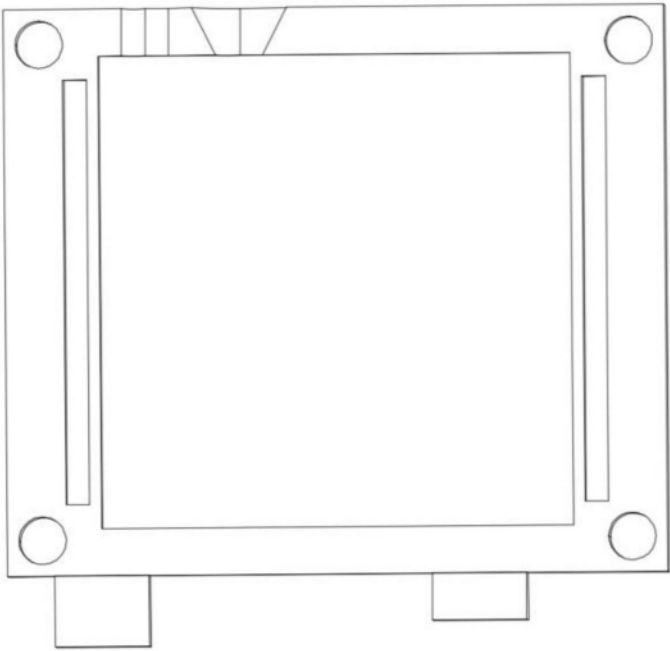


图2

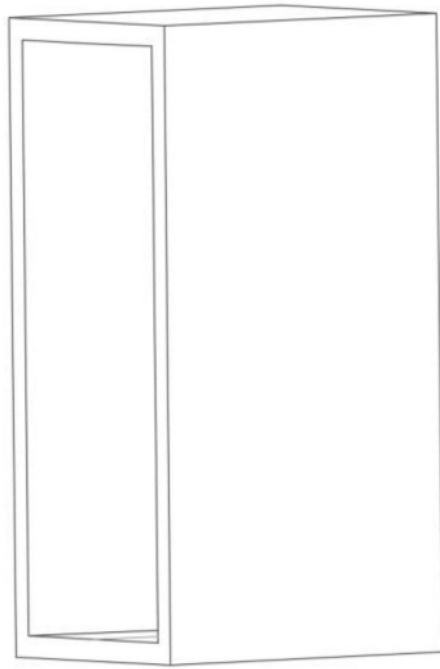


图3