

家用电器绕组温升的测试方法研究

时间：2021-09-08 部门：产品安全研究所

任何导体都有电阻，电流流过时就会发热，所以含有电阻元件的电器产品通电运行时会产生大量热量。电器产品的发热现象分为功能性和非功能性，功能性的发热是产品的主要功能，例如电暖器、电烤箱和电水壶等电热产品中的发热器件，非功能性的发热并非产品的目的，例如电机绕组、变压器绕组和功率器具的发热，无论产品出现的发热是功能性和还是非功能性的，这些发热部位可能通过传导、辐射等方式引起起火燃烧，据调查大部分火灾是由非功能性发热导致，而且发热超过限值还会引起烫伤、漏电等安全风险，因此发热是家用电器安规测试的一个重要的项目。而在发热测试中，绕组温升是一个重要的测试点，通常的家电产品中含有电机、变压器等多个绕组元件，需要测试他们的绕组温升，但通过人工短时间内很难快速地测试多个绕组温升，容易导致测试失败，也无法保证测试结果的准确性，本文结合绕组温升的测试要求，研究并提出了一种智能化的测试方法，可以提高绕组温升测试的效率和准确性，实现绕组温升的智能化采集和数据处理。

1 温升测试要求和目前存在的困难

1.1 绕组温升的标准测试要求

GB 470 6.1《家用和类似用途电器的安全第1部分：通用要求》第11章发热要求绕组温升按照电阻法确定，试验开始时，绕组处于室温达到稳定状态，试验结束时的绕组温升推荐用以下方法确定。在断开开关后和其后几个短的时间间隔，尽可能快地进行几次电阻测量，以便能绘制一条电阻对时间变化的曲线，用其确定开关断开瞬间的电阻值，然后通过试验前的电阻值和试验结束时的电阻值使用下列公式计算求得绕组温升。

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (k + t_1) - (t_2 - t_1)$$

式中：

Δt —— 绕组温升；

R1 —— 试验开始时的电阻；

R2 —— 试验结束时的电阻；

k——对铜绕组，等于229.75；对铝绕组，等于225；对铜绕组及铜含量≥8.5%铜/铝绕组，等于234.5；

t1 —— 试验开始时的室温；

t2 —— 试验结束时的室温。

1.2 绕组温升测试的关键点和存在的困难

(1) 绕组温升测试的关键点

按照GB 4706.1的测试方法，绕组温升测试的关键点是快速准确的测量断电后的绕组的阻值，由于不可能实现在断电的瞬间测得绕组的阻值，所以需要在短时间内测试几个不同时间的多组电阻数据，通过曲线拟合推断出断电瞬间的电阻值。如何在短时间内测试几个不同时间的多组电阻数据是绕组温升测试的关键点，也是绕组温升测试的一个难点。

(2) 绕组温升测试存在的困难

1) 多个绕组测试存在的困难

当只有1个绕组的情况下，通过人工可以完成测试几个不同间隔时间的电阻数据，但是随着智能技术的发展，家用电器越来越智能化，通常带有电子电路，电路中含有大量绕组元件，以一个电子温控的家用风冷式冰箱为例，需要测试的绕组温升包括压缩机、冷凝风机、蒸发风机、变压器的主、副绕组等。这种情况下如果通

上五篇

锂离子电池热失控模拟仿真研究进展

老龄化包容性数字经济（Ageing-inclusive

城市可持续发展国际标准助力联合国可持续

GB/T 39017-2020《消费品追溯 追溯体系

GB/T 38776-2020《电子商务软件构件分类

下五篇

扫把、拖把机械伤害风险浅析

城市安全风险评估标准中的关键问题研究

国外食品相关产品质量安全监管特点分析

GB/T 19011《管理体系审核指南》国家标

ISO9001全球用户调查情况介绍

过人工完成绕组测试是非常有难度的，即使操作人员技能熟练，也很难保证在短时间内完成多个绕组的快速切换和进行多个绕组阻值的记录，如果某个环节出现绕组的切换失误，将会导致绕组温升测试的失败。

2) 多个绕组数据记录的困难

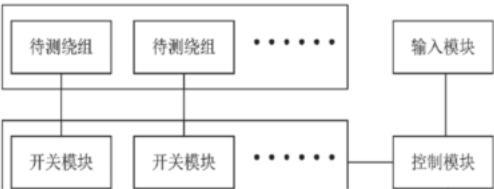
在绕组的测试中记录电阻值的设备为电桥或者微电阻计，目前还没有电阻自动采集设备，一个绕组至少需要5个以上的数据才能实现曲线的拟合推断，多个绕组的情况会导致测试人员无法快速的记录全部的绕组数据，增加了记录的难度。

2.绕组温升智能检测方法的研究

鉴于绕组温升测试存在以上的困难，为了提高测试效率和测试的准确性，实现绕组温升的智能检测，需要解决以下3个问题。

- (1) 多个绕组阻值测试时的快速准确切换。
- (2) 所有绕组数据的自动采集。
- (3) 绕组温升数据的自动拟合和数据计算。

根据以上思路设计了绕组智能测试的功能框架，如图1所示，下面按照设计的功能，实现各模块的具体功能。



2.1 多绕组的测试

要实现绕组温升的智能检测，首先需要解决断电后多个绕组测试时的切换，只有实现按照一定的时间间隔进行自动切换，才能让测试人员为下一步阻值的采集做好准备。PLC控制的继电器可以很好地完成切换功能，通过开发一个可以控制采样时间和绕组自动切换的装置，测试人员可以通过绕组自动切换装置按照预先设定的程序实现自动切换，程序设定可以包含以下功能。

- (1) 绕组的切换顺序。
- (2) 每个绕组接通的时间。
- (3) 两个通断之间的时间间隔。

通过设定好的程序，PLC可以自动控制继电器的通断，实现多个绕组的自动切换。绕组自动切换装置如图2所示。

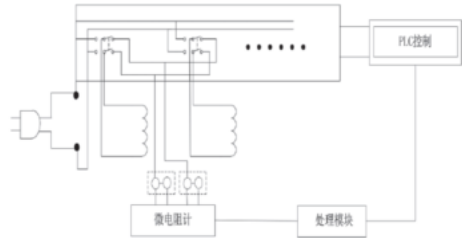


图2 绕组自动切换装置

2.2 所有绕组数据的自动采集

要完成绕组数据的自动采集，要解决以下的问题。

- (1) 不同绕组的自动识别

要实现不同绕组的识别，需要给不同绕组进行编号，使得绕组温升智能测试系统能够识别出不同的绕组数据，将采集到的绕组数据进行分组。

(2) 每个测试数据的自动提取

在绕组自动切换装置接通的几秒钟内记录数据有一定的困难，因为绕组数据是不断变化的，所以在绕组自动切换装置接通时数据采集速度要快，并且能够按照设定的规则识别出准确数据并进行记录。

(3) 删除绕组异常值。

在不同绕组的快速切换过程中，由于存在接触不稳定的情况，测试到的绕组存在异常值，需要绕组温升智能测试系统能够识别并剔除，否则会影响最后的检测结果。

2.3 绕组温升数据的自动拟合和数据计算

绕组温升数据的自动拟合和数据计算是绕组智能检测的最后一步，通常绕组温升数据的拟合需要人工进行，要实现自动拟合和数据计算，需要将分组采集的数据按照时间顺序进行排列，按照计算程序进行处理，自动采集和处理的功能单元如图3所示。



图3 绕组的自动采集和处理功能单元

3.绕组温升智能测试系统实际应用

按照以上对绕组温升智能检测方法的研究，完成了绕组温升智能测试系统的研制，并在家电产品的安全风险评估中进行了实际应用，使用绕组温升智能测试系统只需要进行以下简单设置就可以顺利完成绕组温升的测试。

(1) 测试前按图4完成绕组接线。

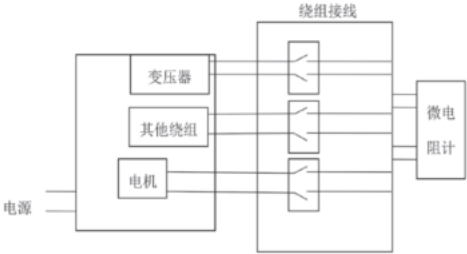


图4 绕组接线示意图

(2) 设置每个绕组的自动切换顺序和时间。

(3) 启动测试。按照以上的操作来同常规的绕组测试相比，不仅节省了测试人力，而且大大提高了测试效率和测试结果的准确性。

4.结语

发热是家用电器安规测试的一个重要项目，与发生的安全事故紧密相关，发热超过限制会引起烫伤、起火、漏电等安全风险。在发热测试中，绕组是一个重要的发热源，也是一个重要的测试点，通过以上对绕组温升智能检测方法的研究，研制绕组温升智能检测系统，可以解决短时间完成多个绕组的测试难点，实现绕组数据的自动记录和处理，提高测试效率和准确性。

参考文献

- [1] GB 4706.1-2005家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求.
- [2] GB 4706.24-2008家用和类似用途电器的安全 洗衣机的特殊要求.
- [3] GB 4706.13-2014家用和类似用途电器的安全 制冷器具、冰淇淋机和制冰机的特殊要求.

文章作者：刘迎春 等 中国标准化研究院产品安全所

转载请注明出处