

单相电机离心开关断开转速测量方法

金建军, 张 赟

(温岭市产品质量监督检验所, 浙江 温岭 317500)

摘要: 为解决带电容起动的单相异步电动机离心开关断开转速测定方法的问题, 在无需购置专门测试设备的情况下, 利用较为普遍的反馈控制电机测试系统的数据采集功能, 进行了转矩-转速特性曲线和电流-转速特性曲线的分析, 建立了转矩与离心开关断开点、电流与离心开关断开点之间的关系, 提出了利用特性曲线判断离心开关断开点的方法。以该方法在数台典型曲线的样机上对离心开关断开情况进行了评价, 得出了具有针对性和适用性的结果。研究结果表明: 该方法对于检测机构测量离心开关断开转速以及生产企业对离心开关的故障判断及型号选用都有一定的指导意义。

关键词: 离心开关; 断开转速; 反馈控制; 电机测试系统; 二次断开

中图分类号: TP216; TM306

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2011)12-1516-03

Single-phase motor centrifugal switch's cut-off speed measurement method

JIN Jian-jun, ZHANG Yun

(Wenling Institute of Supervision & Testing on Product Quality, Wenling 317500, China)

Abstract: In order to solve the problems of the single-phase motor centrifugal switch's cut-off speed measurement method, without the specialized test equipment, the widely used feedback control motor test system was applied in data acquisition. After the analysis of torque-speed and current-speed characteristic curve, the relationship between torque and centrifugal switch cut-off point, current and centrifugal switch cut-off point was established. A method was presented to identify the centrifugal switch cut-off point. The situation of centrifugal switch cut-off were evaluated on several sample motors which has typical characteristic curves, the conclusions of compliance and usability were given. The experimental results show that the method has directive to either inspecting departments which use it to measure centrifugal switch cut-off speed, or motor manufacturing enterprises which use it to make failure judgment and model selection to centrifugal switch.

Key words: centrifugal switch; cut-off speed; feedback control; motor test system; secondary off

0 引 言

离心开关断开转速是带电容起动的单相异步电动机的一项重要技术指标。JB/T 9547-1999《单相电动机起动用离心开关 技术条件》规定其数值应在同步转速的 72%~83% 之间^[1], 而相关产品标准(如 JB/T 9542-1999《双值电容异步电动机 技术条件》)中对这个指标则放宽到 70%~85%^[2], 这是因为离心开关安装在电机内部后断开转速会发生一定改变。GB/T 9651-2008《单相异步电动机试验方法》规定了两种该指标的测试方法: ①记录仪表或转矩测量仪法, 用记录仪或转矩测

量仪记录转矩-转速特性曲线, 从特性曲线上求取断开转速。②拖动法, 用可调速的电动机作为原动机, 拖动被试电机空转, 在被试电机起动元件回路中串联一指示灯或电压表, 并施以适当电压。然后调节原动机的转速由低速逐渐升高, 同时一边测量电机的转速, 一边观察指示灯或电压表的读数(此时应为通路), 当指示灯熄灭或电压表回零(即离心开关断开)时, 迅速读取转速数值, 该值即为离心开关断开转速值^[3]。这两种方法存在着精度不高、设备复杂、操作繁琐的缺点, 实用性不大。国内也有人研究了该指标的测试方法^[4], 提出了一些新的测试方案, 但大多都是利用单片机系统对离

心开关断开点进行判断,这类方法有个缺陷,就是容易误判。因为实际生产和检测中会遇到一些两次断开甚至多次断开的离心开关,单片机系统无法记录整个过程,只能检测到第一次断开而发生误判。

鉴于上述情况,本研究提出一种利用反馈控制电机测试系统采集数据,再将所得数据结合人工分析从而得出离心开关断开转速值的方法。通过该方法不仅可以判断离心开关断开转速值是否符合标准要求,还可以根据断开过程中的各种现象进一步判断某一型号的离心开关是否存在隐患以及能否安装在批量生产的电机上,对生产者节约成本、降低产品安全风险有一定的指导价值。

1 测试系统

随着“离心开关断开转速”这一检测项目的普遍开展,市面上也出现了一系列专门的检测设备,这些设备大多功能单一,只能用于测量离心开关断开转速,价格也比较昂贵,而且通常采用单片机系统,只能得出一个转速测量结果而无法监控整个过程。笔者在工作中采用当前很多电机检测实验室都有配备的反馈控制电机测试系统,进行了数百台次的电机离心开关断开转速测试,总结出了一套可靠实用的分析方法。笔者采用的反馈控制电机测试系统包括磁滞或磁粉测功机、测功机控制器、电参数测量仪、测功机动态控制器、数据采集用的工控机。这些仪器设备组成了一套闭环测试系统(原理如图 1 所示)^[5],其中连接并控制电动机的测功机(根据励磁原理不同分为磁滞型和磁粉型)包含了转矩、转速传感器及(磁粉或磁滞)制动器,转矩、转速传感器与测功机控制器连接,并上传数据给后者。电参数测量仪与电机相连,用于监测电机的电压、电流及功率。电参数测量仪与测功机控制器所采集到的数据又通过 RS232 接口汇总到工控机,由专门的控制软件进行分析,并反馈到动态控制器,动态控制器通过给测功机内的制动器施加不同的电流而改变其制动转矩从而控制电动机的输出功率或转速。只要在测试前设定好电机的运行参数,就可以让电机在预设的状态下运行。整套系统功能丰富,选择合适量程的测功机,电机一次安装到位即可完成温升、效率、堵转、转矩-转速特性曲线的测定,当然也包括离心开关断开转速。

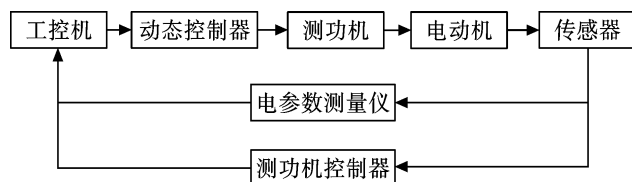


图 1 测试系统控制简图

2 工作原理

2.1 测试过程

本研究首先选择测功机量程:如一台型号为 YL90S-2 的双值电容异步电动机,额定功率为 1.5 kW,额定转速为 2 800 r/min,则其额定转矩为 5.116 N·m,估计其最大转矩是额定转矩的 2~3 倍,则测试过程中可能出现的最大转矩约为 15.3 N·m,因此选用量程为 20 N·m 的测功机。被试电机安装在测功机的测试台上,在工控机的测试软件里设置控制参数为转速(如图 2 所示),设置加载速度为 100 ms(加载一次),选取适当的加载初值和加载增量以保证整个测试过程大于 30 s(转速上升和下降曲线各大于 15 s)。在这里“加载初值”和“加载增量”是测试软件内部的一个变量,可以理解为测功机加载的进度,如测功机满载时该值为 4 000,则图 2 中设置加载增量为 23、加载速度为 100 ms 意味着每隔 100 ms 测功机将增加 23/4 000 的负载。完成设置后,电机将以“空载转速-最低转速(图中设置为 200 r/min)-空载转速”的过程完成测试。



图 2 测试系统参数设置界面

2.2 数据采集

工控机通过传感器在设置好的电机运行过程中采集数据,包括电机的电压、电流、功率、转矩、转速值。采样频率由加载速度决定(每 100 ms 采样一次)。

3 数据分析

本研究将 2.2 节中获得的数据以转速为横坐标,分别显示转矩-转速特性曲线和电流-转速特性曲线,对这两条曲线加以分析,从而得出离心开关断开转速的值。以下以实例来说明分析过程。

离心开关断开发生在转速上升过程中。典型特性曲线 1 如图 3 所示,可以清楚地看到,在图 3 上标注断开点的位置曲线有明显的下降,这说明离心开关断开后,起动电容和副绕组从整个电路中断开,引起了转矩和电流的下降。另外,图中画圈处电流有一个突变,转矩曲线也有一个下凹,这表明电机在这个点上离心开关发生了断开,但随即又合上,并且在标注点位置再次断开。

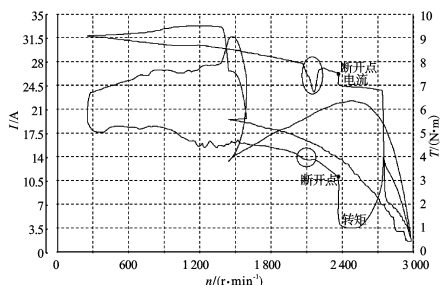


图 3 典型特性曲线 1

典型特性曲线 2 如图 4 所示,这条特性曲线就比特性曲线 1 复杂得多。从图中可以看到,在标注断开点的位置,电机有两次明显的电流突变和转矩突变,这说明离心开关在电机速度增加过程中发生了两次断开现象。按照 GB 12350-2009《小功率电动机的安全要求》对电动机起动元件的规定:“起动时,其起动元件的应工作可靠,无明显接触抖动”^[6],说明这个离心开关属于不合格的离心开关。笔者在实验中曾遇到过这种情况:一台电机的离心开关断开后再迅速合上的现象在短时间内持续多次,导致离心开关触点处产生大量电火花而将离心开关触点焊死,从而使离心开关无法断开而失效。这种有质量问题的离心开关如果安装到电机上进入市场,将有可能造成使用者的经济损失乃至人身安全事故。

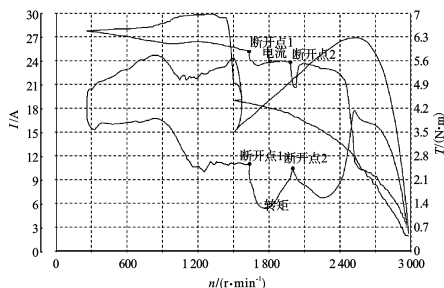


图 4 典型特性曲线 2

同一台电动机(额定电压 220 V 的 YL90S-4 电机)分别在 60 V、110 V、220 V 电压下运行测得的转矩-转速曲线和电流-转速曲线如图 5~7 所示,从中可以看出,电机在 60 V 电压下测得的电流-转速曲线有较明显的突变,而转矩-转速曲线变化不明显,在 110 V 下测得的两条曲线都比较明显,而 220 V 下测得的曲线则难以判

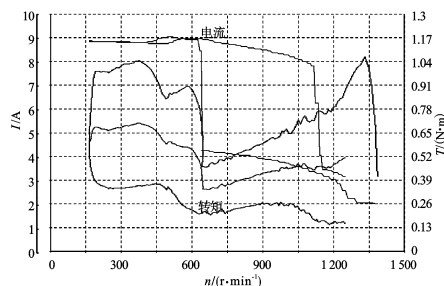


图 5 典型特性曲线 3(电压 60 V)

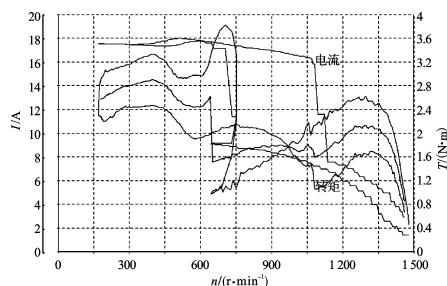


图 6 典型特性曲线 4(电压 110 V)

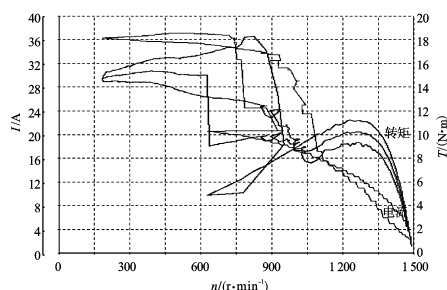


图 7 典型特性曲线 5(电压 220 V)

断断开点。由此可见,如果在测试过程中选择适当的电压,可以更好地帮助测试人员判断离心开关断开转速。

4 结束语

该方法使用的设备为多数检测实验室均已采用的反馈控制电机测试系统,不会给实验室带来额外的负担。采用电流特性曲线和 $T-n$ 特性曲线相结合的判断方式,最大程度地减小了误判的可能性,对断开过程曲线的分析结果给检测和设计人员提供了更详细的信息,有助于分析不合格原因并加以改进。单片机法只能在电机自然起动的过程中监测离心开关断开转速,该过程持续 1 s~3 s,时间短,容易产生较大误差。而该方法测试过程较长,采样时间最快可达每 20 ms 一次,大大减小了误差。

参考文献(References):

- [1] 国家机械工业局. JB/T 9547-1999 单相电动机起动用离心开关技术条件[S]. 北京:机械科学研究院,1999.
- [2] 国家机械工业局. JB/T 9542-1999 双值电容异步电动机技术条件[S]. 北京:机械科学研究院,1999.
- [3] 国家标准化管理委员会. GB/T 9651-2008 单相异步电动机试验方法[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [4] 詹惠琴. 电机离心开关断开瞬时速度的测量[J]. 仪表技术与传感器,2004(3):15-16.
- [5] 才家刚. 电机试验技术及设备手册[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [6] 国家标准化管理委员会. GB 12350-2009 小功率电动机的安全要求[S]. 北京:中国标准出版社,2010.

[编辑:李 辉]