



中华人民共和国国家标准

GB/T 20114—2006/IEC 60034-19:1995

普通电源或整流电源供电直流电机的特殊 试验方法

Specific test methods for d. c. machines on conventional and rectifier-fed supplies

(IEC 60034-19:1995, IDT)

2006-02-15 发布

2006-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围和目的	1
2 规范性引用文件	1
3 测定电压电流纹波	1
4 电枢回路等效电感的测定	2
5 并(他)励励磁绕组电感测定	2
6 无火花换向区的测定	3
7 电枢电流最大允许变化率测定	4
8 整流电源供电直流电动机的附加损耗和效率	5
9 转速调整率的测定	5

前 言

本标准等同采用 IEC 60034-19:1995《普通电源或整流电源供电直流电机的特殊试验方法》(英文版)。

本标准的编写格式和编写规则符合 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第1部分:标准的结构和编写规则》的规定。

本标准由全国旋转电机标准化技术委员会(SAC/TC 26)提出并归口。

本标准负责起草单位:上海电器科学研究所(集团)有限公司。

本标准参加起草单位:哈尔滨大电机研究所、上海电机厂、上海联合电机(集团)有限公司南洋电机厂、江苏科龙直流电机制造有限公司、无锡锡杉直流电机厂、杭州金蟒电机制造有限公司等。

本标准主要起草人:蒋曦、李巧莲、富立新、谢家清、陈伟民、于滨、刘铭、韩荣灿。

普通电源或整流电源供电直流电机的特殊 试验方法

1 范围和目的

本标准适用于额定输出 1 kW 及以上的普通电源或整流电源供电的直流电机,但其他 IEC 标准所涵盖的电机除外,如 IEC 60349。

本标准的目的是制定用于测试普通电源或整流电源供电的直流电机特性参量的试验方法。

本标准所描述的任一项或全部试验项目都不应理解为对任何指定电机都要求执行。特定试验应依据制造商和用户之间的协议进行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 755—2000 旋转电机 定额和性能(idt IEC 60034-1:1996)

GB/T 755.2—2003 旋转电机(牵引电机除外)确定损耗和效率的试验方法(IEC 60034-2:1972, IDT)

IEC 60349:1991 电力牵引——铁路和公路车辆用旋转电机

3 测定电压电流纹波

3.1 概述

本试验用于测定整流电源供电直流电机在额定运行条件下的端电压和电枢电流的变化。

3.2 电流纹波

推荐使用能读出直流和交流值的示波器测量电枢电流纹波峰-峰值。另一方法是用峰-峰值电压表读取串联在电枢回路的无感电阻器的电压降。

3.3 电压纹波

可使用示波器、适用的录波器或者是串以电容量足够大不至于影响交流读数的隔直电容器的电子式峰-峰值电压表测取电压纹波的峰-峰值。

应指出的是在测量峰-峰值过程中,不考虑因高频尖峰脉冲引起主波形的偏移。

3.4 平均值测量

在整流电源供电的情况下,电枢电压和电流的直流平均值可用磁电式仪表或能读出真实平均值的其他仪表包括数字式仪表来测量。

3.5 有效值测量

有效值可用电动式、动铁式或能读出真实有效值的其他仪表包括数字式仪表来测量。带有整流器型的交流仪表仅能指示部分电压或电流信号,是在假定为正弦波的前提下进行校准的,此类仪表不宜采用。推荐采用示波器观察电压和电流信号。

3.6 电压和电流的纹波因数及波形因数的计算

应用 GB 755—2000 的公式按本标准 3.2~3.5 要求测得波形的最大值、最小值、平均值及有效值计算电压和电流的纹波因数和波形因数。

4 电枢回路等效电感的测定

4.1 试验前的准备

测定电枢回路电感时,推荐由电机电枢回路端子通入 50 Hz 或 60 Hz 的单相交流电。固定电枢防止转动。使用电机原有的电刷,交流电流应限制在电机额定电流的 20% 左右,以避免在短暂的试验期间,电刷和换向器过热。试验开始前进行检查,电刷应和换向器表面接触良好。

4.2 并(他)励和复励电机电枢回路电感测定

应在饱和及不饱和两种状态下测定并(他)励和复励电机电枢电感。

不饱和状态试验时,并(他)励励磁绕组应短接,以避免绕组内感应高电压。饱和状态试验时,并(他)励绕组由直流电源供电,通以额定励磁电流,要求直流电源的电流纹波因数不超过 6%。

4.3 串励电机电枢回路电感测定

串励电机仅进行饱和状态下试验。试验时,串励绕组由直流电源他励,通以额定电流,要求直流电源的电流纹波因数不超过 6%。

求得的饱和电感,并不包括由于串励磁场引起的附加电感,此电感按 5.3 条试验测定。

4.4 电枢回路电感试验值的计算

按下式求得电枢回路电感:

$$L_a = \frac{U \sin \theta}{2\pi f I}$$

式中:

L_a ——电枢回路电感的试验值, H;

U ——交流电压的有效值, V;

θ ——交流电压、电流间的相角;

f ——频率, Hz;

I ——交流电流的有效值, A。

电压 U 、电流 I 的有效值和频率 f 是直接测定的。电压和电流间相角用相应的方法测定,如示波器或相位计,或用间接方法,如瓦特表。

4.5 负载状态下的饱和电枢回路电感

被试电机作为发电机,在特定的负载电流状态下运行,使用一台交流发电机,一个电容器 C 和一个电感 L ,如图 1 所示,将 20% 左右额定电流的交流电流叠加在直流负载电流上。

电枢回路电感用交流电压、交流电流的有效值,按 4.4 条公式计算。

5 并(他)励励磁绕组电感测定

5.1 概述

通过并(他)励励磁绕组端子突加电压,依其内部电流的增长速率确定并(他)励励磁绕组的电感。用机电电刷处出现的电枢电压所显示的直轴磁通增长速率计算该绕组的有效电感。试验时,电枢开路,电机驱动到相应于额定转速下运行。在不饱和与饱和两种状态下进行试验。

5.2 不饱和并(他)励励磁绕组电感的测定

测定不饱和电感时,励磁绕组用一在被试电机额定励磁电流时电压调整率小于 2% 的电源供电。调节励磁电压使之在产生额定电枢电压和零电压之间缓慢循环两次,然后降到相应于电枢电压约为 50% 额定值。

记下此时励磁电压作为预定值,再将励磁电压减小到零,断开励磁回路。调节励磁电压到预定值。将励磁回路闭合,观察并记录励磁电压、励磁电流和电枢电压相对于时间的变化过程。

5.3 饱和并(他)励励磁绕组电感的测定

为测量饱和电感,应建立并(他)励磁场(见图 2),使励磁电压有突变时在开路的电枢回路上产生

90%到110%额定电压的变化。闭合开关,调节励磁电压 U_t ,产生110%额定电枢电压。打开开关,调节 R_{ext} (见图2)使电枢电压在90%到110%额定值之间变动两次,停在90%额定值处。然后闭合开关,观察并摄录励磁电压、励磁电流和电枢电压相对于时间的变化过程。

5.4 不考虑涡流影响的并(他)励励磁绕组电感值的计算

不考虑铁心涡流影响,并(他)励励磁绕组电感试验值按下式计算:

$$L_t = R_t \cdot T_b$$

$$L_{teff} = R_t \cdot T_{AU}$$

式中:

L_t ——并(他)励励磁绕组电感,H;

R_t ——并(他)励励磁绕组直流电阻,试验后直接测量, Ω ;

T_b ——励磁电流达到63.2%电流变化量的时间,s;

L_{teff} ——并(他)励励磁绕组有效电感,H;

T_{AU} ——电枢电压达到63.2%电压变化量的时间,s。

在提及电感值时,应说明此电感值是指饱和状态值还是非饱和状态值。

5.5 考虑涡流影响时并(他)励励磁绕组电感值的计算

根据励磁电流的瞬态值能计算考虑电机铁心涡流影响的励磁绕组电感。

在半对数坐标纸上绘制 $(I_{k\infty} - I_t)/I_{k\infty}$ 与时间 t 的关系,前者用对数坐标, I_t 是突加励磁电压后励磁电流变化的幅值, $I_{k\infty}$ 是其最终值。图3中, p 和 q 是在图中直线部分中任意取的两点。 a 是通过 p 和 q 两点直线的延长部分与对数坐标轴的交点值。按下式计算 c 值:

$$c = \frac{\ln b_1 - \ln b_2}{t_2 - t_1}$$

式中:

b_1 和 b_2 分别是在时间 t_1 和 t_2 时的 $(I_{k\infty} - I_t)/I_{k\infty}$ 值。

励磁绕组电感计算式如下:

$$L_t = R_t \cdot \frac{a}{c}$$

式中:

R_t ——励磁绕组电阻。

注:此公式依据了下面的近似等式:

$$I_t = I_{k\infty} \left(1 - \frac{T_1}{T_1 + T_e} e^{-\frac{t}{T_1 + T_e}} \right)$$

式中:

T_1 ——励磁回路的时间常数;

T_e ——等效涡流回路的时间常数。

6 无火花换向区的测定

6.1 无火花换向区试验目的

无火花换向区试验目的是求出换向极磁势的极限值,在换向极磁势的极限值之间负载电流从空载电流直到不小于额定电流的范围内可得到无火花换向。为改变换向极磁势强度,把低电压发电机并联接于换向极绕组(和补偿绕组,如有)。

6.2 无火花换向区试验步骤

无火花换向区试验适用于带换向极的电机,测定时应在额定基速下和最高额定转速下进行试验。如可能,试验应在负载状态下进行。对于额定功率500 kW及以上的电机,无火花换向区试验可在发电机短路状态下进行。如被试电机在电动机状态下试验,应用平滑电流电源供电。

为了得到最可靠结果,推荐电机在正常运行温度下进行试验。试验前必须确保电刷和换向器接触良好。

如换向极绕组和(或)补偿绕组均分开,分别和电枢绕组两边相连,磁势变化将受到电枢绕组影响。用一台辅助发电机与被试电机电刷直接相连,来增大或减小电枢电流(见图4)。

如果换向极绕组接在电枢绕组的一边,补偿绕组接在另一边,那么低电压发电机与换向极绕组并联,从而改变换向极绕组磁势。正向的附加电流(I_b)或反向的附加电流(I_{div})应用下面公式修正到等效电流(I_{eff}):

$$I_{\text{eff}} = \frac{W_z}{W_z + W_k a_z / a_k} I_b \text{ (或 } I_{div} \text{)}$$

式中:

W_z ——一个换向极的绕组匝数;

W_k ——一个极的补偿绕组匝数;

a_z ——换向极绕组并联支路数;

a_k ——补偿绕组并联支路数。

当换向绕组电流增大或减小时,应维持转速和励磁电流不变。

6.3 测定换向极绕组磁动势最小值

为测定特定负载下换向极绕组最小磁动势,在换向极绕组加入正、反向附加电流,增大该电流直到换向器上能观察到火花,再渐渐减少该电流直到火花恰好消失时,量取该附加电流。用同样的方法,反复进行试验。

重复测试不同电枢电流值求出各点的附加电流,并作出其与电枢电流对应的关系曲线,求出无火花换向区域的最高值和最低值(见图5)。

6.4 无火花换向区宽度和偏移的计算

每一个试验点无火花换向区宽度百分比应按下式表示:

$$\Delta_n = \frac{(I_b - I_{div})}{I_{aN}} \times 100\%$$

无火花换向区偏移的百分比应按下式表示:

$$\gamma_n = \frac{(I_b + I_{div})}{2I_{aN}} \times 100\%$$

式中:

I_b ——正向附加电流的最大值(相应于火花恰好熄灭时刻的数值,见6.3);

I_{div} ——反向附加电流的最大值(相应于火花恰好熄灭时刻的数值,见6.3);

I_{aN} ——额定电枢电流。

补偿绕组电流方向定义为正方向,因此正向附加电流为正,反向附加电流为负,分别以各自的符号代入公式。

若无火花换向区一半宽度比无火花换向区偏移小,就会出现火花。

一般认为理想状况是偏移等于零,即水平轴线位于两个限值中间。

6.5 整流电源供电电动机的无火花换向区试验

无火花换向区试验,最好用纯正的直流电源。当不可能用直流电源时,用整流电源供电,但在此情况下,需要在附加电流的回路里串联适当的阻抗,以避免电枢回路的交流分量在换向极绕组中被分流。

7 电枢电流最大允许变化率测定

应依据换向允许极限来确定电枢电流最大允许变化率。若制造厂与用户协议规定了电枢电流变化率的平均值和/或初始值,试验的意图是检验在所规定值状态下的换向,此时换向应未达到其极限。试验时,保持并(他)励电压不变。对复励电机应将串励绕组断开,而串励电机应改为他励。

电动机在额定转速下空载运行,断开电动机电枢电源并将适当的电阻器和电抗器接在电机端子处。

可用下面的公式计算外接电阻 R_{sd} 估算值(见图 6):

$$U_s = 3.16(L_{sc} + L_{sd})(\Delta i / \Delta t)_{av} \cdot I_{aN}$$

$$R_{sd} = \frac{U_s / I_{aN}}{I_{s,max} / I_{aN}} - R_{sc}$$

参照图 7, 得电流变化率平均值(标么值):

$$(\Delta i / \Delta t)_{av} = \frac{0.95 I_{s,max}}{T \cdot I_{aN}} = \frac{0.95 I_{s,max}}{3\tau \cdot I_{aN}}$$

初始电流变化率按下式计算:

$$\left. \frac{di}{dt} \right|_{t=0} = \frac{I_{s,max}}{\tau \cdot I_{aN}}$$

式中:

$T = 3\tau$, 是电流从 0 增加到 $0.95 I_{s,max}$ 的时间

$$\tau = \frac{L_{sc} + L_{sd}}{R_{sc} + R_{sd}}$$

式中:

L_{sc} 和 R_{sc} 是电动机内电枢回路的电感和电阻值;

L_{sd} 和 R_{sd} 是电动机端子外接的电感和电阻值。

电枢中接入电阻器, 以制造厂认为可靠的任何方法评定换向状态。如果换向状态未达到其极限, 相应地调整线路参数, 反复进行试验, 直到求出最大允许的电流上升速率。改变外接电阻器和电抗器的数值, 或在试验前预先调节励磁电流可以改变电路参数(见图 6)。

应用记忆示波器或具有适当响应的记录仪记录电流上升速率。

8 整流电源供电直流电动机的附加损耗和效率

8.1 概述

当电枢电流纹波因数超过 0.1 时, 除 GB/T 755.2—2003 规定的各项损耗外, 必须考虑由电枢电流交流分量引起的附加损耗。

8.2 测量方法

附加损耗应用低功率因数瓦特表测量, 瓦特表的串联线圈直接与空心电流互感器的次级绕组串联, 且瓦特表的并联线圈同隔离电压信号直流分量的电容器串联。互感器的初级绕组和电枢回路串联。测量回路有瓦特表、空心互感器和隔直电容器, 如图 8 所示。

注: 如果无空心互感器, 可用带铁心的互感器代替。带有铁心的互感器应有足够容量, 以避免直流电流通过互感器一次绕组而引起的磁饱和。隔离电压信号直流分量的电容器应有适当容量, 以使电容器两端的交流压降不大于被测电压交流分量的 2%。

为得到准确的试验结果, 所用仪表和元器件的工作频率均应在 360 Hz 及以上。

8.3 效率计算

整流电源供电直流电动机的效率应按下式计算:

$$\eta = \eta \frac{P_1}{P_1 + P_-}$$

式中:

P_1 ——直流电源供电试验时的电动机输入功率, W;

P_- ——用瓦特表测得的由电枢电流交流分量引起的附加损耗, W;

η ——直流电源供电试验时按 GB/T 755.2—2003 规定求得的效率。

9 转速调整率的测定

9.1 概述

试验目的是测定当励磁电流不变负载从额定负载到空载均匀变化时, 电动机转速的变化。电动机

可用普通的直流电源或整流电源供电。

9.2 试验条件

推荐试验在运行温度下进行。在电机绕组温度没有明显变化的情况下,应迅速测读取数。

9.3 试验步骤

电动机应在额定电枢电压和额定励磁电流下运行。如果电机带有磁场变阻器,调节磁场变阻器使在额定电枢电流和电压下,达到额定转速。这种方法需要空载和满载交替试几次直到有一致的读数。然后可记录满载和空载转速。

9.4 转速调整率测定

转速调整率按下面公式计算:

$$\Delta n = \frac{n_0 - n_n}{n_n} \times 100\%$$

式中:

Δn ——转速调整率;

n_0 ——空载转速, r/min;

n_n ——额定负载转速, r/min。

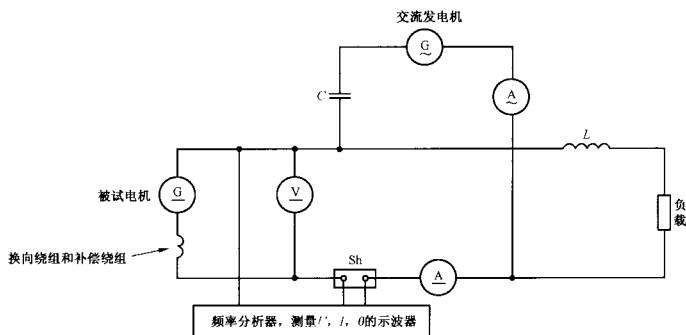


图 1 饱和电枢回路电感测定

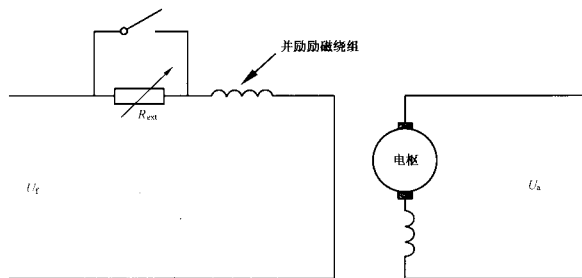


图 2 测量饱和并(他)励励磁绕组电感的试验线路

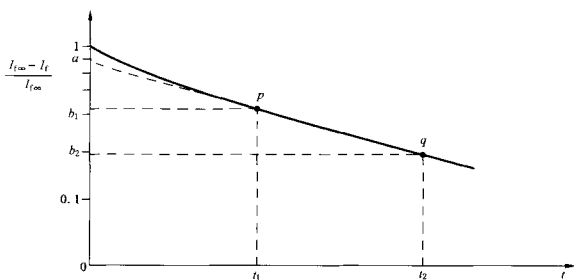


图3 励磁绕组电感测定

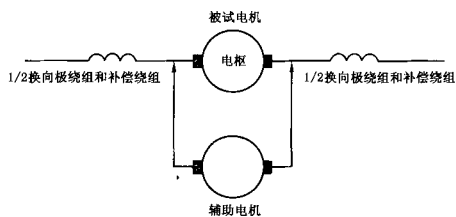


图4 辅助发电机增大或分流电枢电流

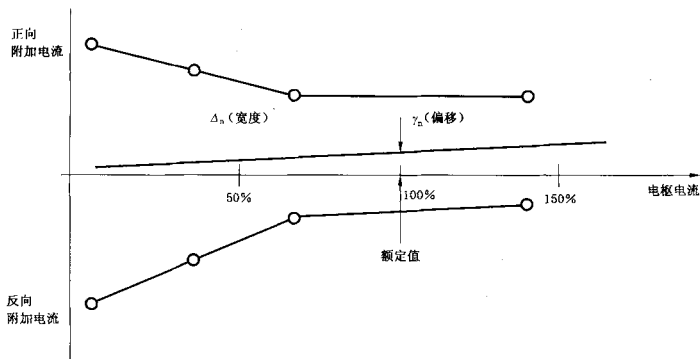


图5 特定恒转速无火花换向区

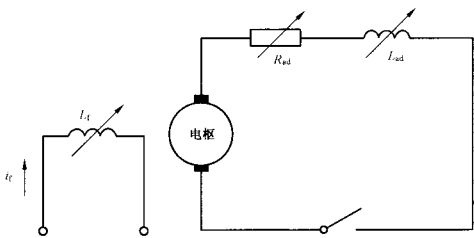


图 6 测量电枢电流变化率的试验线路

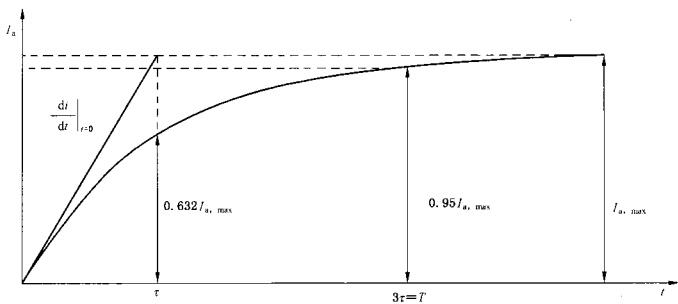


图 7 电枢电流瞬态变化

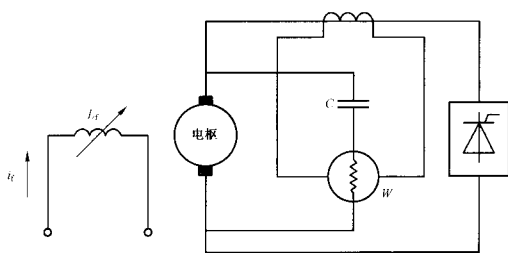


图 8 测量纹波损耗的试验线路