

中华人民共和国国家标准

GB/T 20114—2019/IEC 60034-19:2014
代替 GB/T 20114—2006

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 60034-19:2014, Rotating electrical machines—
Part 19: Specific test methods for d.c. machines on conventional and
rectifier-fed supplies, IDT)

2019-06-04 发布

2020-01-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义、符号和下标	1
3.1 术语和定义	1
3.2 符号	2
3.3 下标	2
4 确定电压和电流参数值(整流电源供电)	2
4.1 概述	2
4.2 电流纹波	2
4.3 电压纹波	2
4.4 平均值测量	3
4.5 有效值测量	3
4.6 电压和电流的纹波因数及波形因数的计算	3
5 确定电枢回路电感	3
5.1 试验前的准备	3
5.2 并(他)励和复励电机电枢回路电感测定	3
5.3 串励电机电枢回路电感测定	3
5.4 基于实测值计算电枢回路电感 L_a	3
5.5 负载状态下的饱和电枢回路电感	4
6 确定并(他)励磁绕组电感	4
6.1 概述	4
6.2 不饱和并(他)励磁绕组电感	4
6.3 饱和并(他)励磁绕组电感的测定	4
6.4 考虑涡流影响时并(他)励磁绕组电感值	5
6.5 不考虑涡流影响的并(他)励磁绕组电感的计算	6
7 确定无火花换向区域	6
7.1 概述	6
7.2 试验准备	7
7.3 试验程序	7
7.4 无火花换向区域宽度(Δ_n)和偏移(δ_n)的计算	8
8 确定电枢电流最大允许变化率	8
8.1 概述	8
8.2 试验准备	9
8.3 试验程序	9
8.4 计算电枢电流变化率初始值	9

9	整流电源供电直流电动机的附加损耗和效率	10
9.1	概述	10
9.2	测量步骤	10
9.3	效率计算	11
10	确定转速调整率	11
10.1	概述	11
10.2	运行条件	11
10.3	试验程序	11
10.4	确定转速调整率	11
11	确定并(他)励调整曲线	12
11.1	概述	12
11.2	运行条件	12
11.3	试验程序	12
11.4	并(他)励调整曲线	12
12	确定磁化曲线	12
12.1	概述	12
12.2	运行条件	12
12.3	试验程序	12
12.4	磁化曲线	13
图 1	饱和电枢回路电感测定	4
图 2	测量饱和并(他)励磁绕组电感的试验线路	5
图 3	励磁绕组电感测定	5
图 4	无火花换向区域试验线路	6
图 5	辅助发电机用以增大或减小电枢电流	7
图 6	特定恒转速无火花换向区域	8
图 7	电枢电流变化率测量试验线路	9
图 8	电枢电流瞬态变化	10
图 9	测量纹波损耗的试验线路	11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 20114—2006《普通电源或整流电源供电直流电机的特殊试验方法》。与 GB/T 20114—2006 相比,主要技术变化如下:

- 增加了术语、定义、符号和下标(见第 3 章);
- 更详细地说明了无火花换向区域试验程序(见第 7 章);
- 增加了并(他)励调整曲线试验程序(见第 11 章);
- 增加了空载和负载条件下磁化曲线试验程序(见第 12 章)。

本标准使用翻译法等同采用 IEC 60034-19:2014《旋转电机 第 19 部分:普通电源或整流电源供电直流电机的特殊试验方法》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下:

- GB/T 755—2008 旋转电机 定额和性能(IEC 60034-1:2004, IDT);
- GB/T 25442—2018 旋转电机(牵引电机除外)确定损耗和效率的试验方法(IEC 60034-2-1:2014, IDT)。

本标准作了下列编辑性修改:

- 标准名称改为《普通电源或整流电源供电直流电机的特殊试验方法》。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国旋转电机标准化技术委员会(SAC/TC 26)归口。

本标准起草单位:上海电机系统节能工程技术研究中心有限公司、安徽明腾永磁机电设备有限公司、安徽省电机产品及零部件质量监督检验中心、山东华力电机集团股份有限公司、浙江沪龙科技股份有限公司、西安泰富西玛电机有限公司、上海电科电机科技有限公司。

本标准主要起草人:周洪发、梅洛明、赵云峰、张文斌、王传军、吴艳红、刘祺、童陟嵩。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 20114—2006。

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

本标准适用于额定输出 1 kW 及以上的整流电源供电、直流母线或其他直流电源供电的直流电机。

本标准给出了用于确定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。

本标准不包括特殊应用的直流电机。

本标准给出的试验方法是对 IEC 60034-1 和 IEC 60034-2-1 的必要的补充。

注：本标准所描述的任一项或全部试验项目都不宜理解为对任何指定电机都要求执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

IEC 60034-1 旋转电机 第 1 部分：定额和性能(Rotating electrical machines—Part 1:Rating and performance)

IEC 60034-2-1 旋转电机 第 2-1 部分：确定损耗和效率的试验方法(牵引电机除外)[Rotating electrical machines—Part 2-1:Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)]

3 术语、定义、符号和下标

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

电流纹波 current ripple

整流电源供电直流电机电枢电流的峰-峰值。

3.1.2

电压纹波 voltage ripple

整流电源供电直流电机端电压的峰-峰值。

3.1.3

时间常数 time constant

在一阶惯性系统施加直流阶跃输入后达到 63.2% 稳态值的时间。

3.1.4

无火花换向区域 black band zone

换向极电流极限值之间的间隔，在此间隔之间负载电流增加至不小于额定电流可得到无火花换向。

3.1.5

无火花 sparkless

无任何等级火花。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

C: 电容, 单位为法拉(F)。

f: 频率, 单位为赫兹(Hz)。

I_i : 电流, 单位为安培(A)。

L: 电感, 单位为亨利(H)。

n: 转速, 单位为转每分钟(min^{-1})。

P: 功率, 损耗, 单位为瓦特(W)。

R: 绕组电阻, 单位为欧姆(Ω)。

t: 时间, 单位为秒(s)。

U: 电压, 单位为伏特(V)。

Δn : 无火花换向区宽度, 用百分数(%)表示。

δn : 无火花换向区偏移, 用百分数(%)表示。

τ : 时间常数, 单位为秒(s)。

θ : 相角, 单位为弧度(rad)。

3.3 下标

下列下标适用于本文件。

1: 输入。

2: 输出。

a: 电枢。

e: 励磁机。

f: 励磁。

LL: 附加。

n: 试验点。

N: 额定状态。

s: 减少。

0: 空载。

0: 最终。

4 确定电压和电流参数值(整流电源供电)

4.1 概述

本试验用于确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。

4.2 电流纹波

电枢电流纹波最好是使用能读出直流和交流值的示波器来测量, 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。

4.3 电压纹波

可使用示波器、合适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。

在测量峰-峰值过程中，宜忽略高频尖峰脉冲引起的主波形的偏移。

4.4 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能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。

4.5 有效值测量

有效值能用电动式、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，此类仪表不应采用。推荐采用示波器观察电压和电流信号。

4.6 电压和电流的纹波因数及波形因数的计算

电流的纹波因数和波形因数应按IEC 60034-1规定的公式，用4.2至4.5要求测得的波形的最大值、最小值、平均值及有效值计算。电压纹波因数应按与电流纹波因数同样的方法计算。

5 确定电枢回路电感

5.1 试验前的准备

试验时，由电机电枢回路端子通入50 Hz或60 Hz的单相交流电，应固定电枢防止转动，使用电机原有的电刷，交流电流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。试验开始前和结束后进行检查，电刷应和换向器表面接触良好。

在提及电感值时，应说明其对应的饱和或不饱和状态。

测取并记录电压U和电流I的有效值(rms)、频率f以及电压和电流的相角，相角可通过诸如示波器或相位计等相应的方法测取，或者采用瓦特表间接求得。

5.2 并(他)励和复励电机电枢回路电感测定

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%。

5.3 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，串励绕组应由直流电源他励，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，此电感应按6.3饱和并励磁试验测定。

5.4 基于实测值计算电枢回路电感L_a

按式(1)求得电枢回路电感L_a：

$$L_a = \frac{U \sin \theta}{2\pi f I} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

U、I、f和θ是按照5.1直接测定的。

5.5 负载状态下的饱和电枢回路电感

为确定负载状态下饱和电枢回路电感，应将被试电机作为发电机在特定的负载电流状态下运行，并且应如图1所示使用一台交流发电机、一个电容器C 和一个电感L 将20%左右额定电流的交流电流叠加在直流负载电流上。

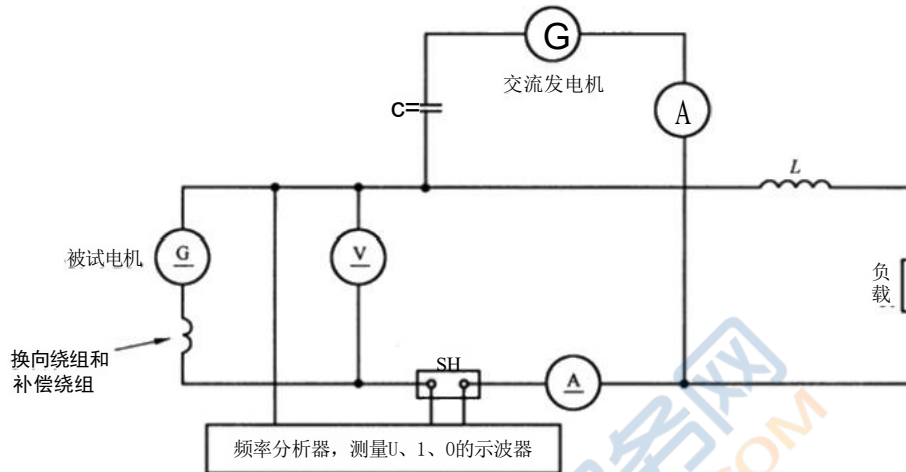


图 1 饱和电枢回路电感测定

电枢回路电感用交流电压、交流电流的有效值，按5.4中的式(1)计算。

6 确定并(他)励磁绕组电感

6.1 概述

通过并(他)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)励磁绕组的电感。用电机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。

在提及电感值时，应说明其对应的饱和或不饱和状态。

6.2 不饱和并(他)励磁绕组电感

测定不饱和电感时，励磁绕组应用一在被试电机额定励磁电流时电压调整率小于2%的电源他励。调节励磁电压，使电枢电压在额定值和零之间缓慢循环两次，然后降低电枢电压到50%额定值左右。

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，然后调节励磁电压到预定值，将励磁回路闭合，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。

6.3 饱和并(他)励磁绕组电感的测定

为测量饱和电感，应设置并(他)励磁场(见图2)，使当励磁电压有突变时，在开路的电枢回路上产生90%~110%额定电压的变化。闭合开关，调节励磁电压U，产生110%额定电枢电压。打开开关，调节Re (见图2)使电枢电压在90%~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。

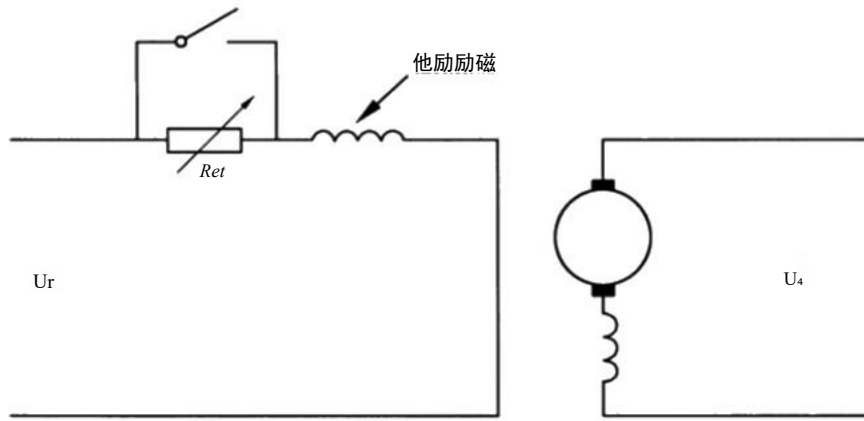


图 2 测量饱和并(他)励励磁绕组电感的试验线路

6.4 考虑涡流影响时并(他)励励磁绕组电感值

能根据励磁电流的瞬态值来计算考虑了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 $(I_0 - I_t)/I_0$ 与时间 t 的关系,前者用对数坐标, I_0 是突加励磁电压后励磁电流变化的幅值, I_t 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。

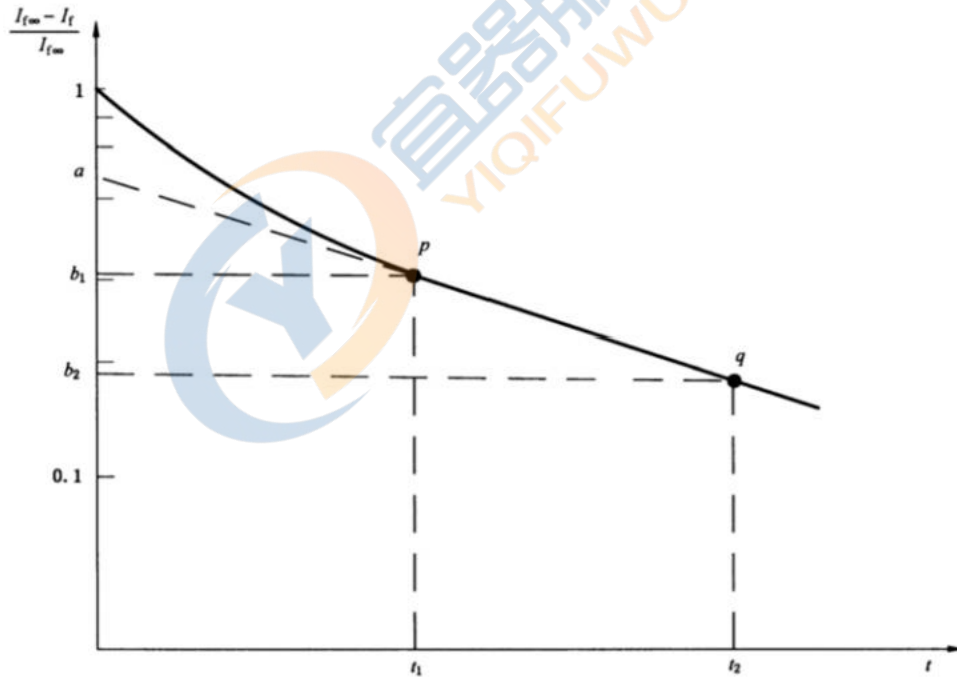


图 3 励磁绕组电感测定

应按式(2)计算 c 值:

$$c = \frac{\ln b_1 - \ln b_2}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (2)$$

式中

b_1 和 b_2 分别是在时间 t_1 和 t_2 时的 $(I_0 - I_t)/I_0$ 值。

励磁绕组电感按式(3)计算:

$$L_t = R_t \cdot \frac{a}{c} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

R_1 ——励磁绕组电阻。

注: 此式依据了如式(4)的近似等式:

$$I_t = I_{f\infty} \cdot \left(1 - \frac{\tau_t}{\tau_t + \tau_e} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_t + \tau_e}}\right) \dots\dots\dots (4)$$

式中:

τ_t ——等效涡流的路的时间常数。

6.5 不考虑涡流影响的并(他)励磁绕组电感的计算

不考虑铁心涡流影响, 并(他)励磁绕组电感试验值应按式(5)、式(6)计算:

$$L_i = R_i \tau_i \dots\dots\dots (5)$$

$$L_{ief} = R_i T_{nu} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

L ——并(他)励磁绕组电感, 单位为亨利(H);

L_{ief} ——并(他)励磁绕组有效电感, 单位为亨利(H);

R_1 —— 试验结束后直接测得的并(他)励磁绕组直流电阻, 单位为欧姆(Ω);

T_e —— 励磁电流达到63.2%电流变化量的时间, 单位为秒(s);

T_{nu} —— 电枢电压达到63.2%电压变化量的时间, 单位为秒(s)。

7 确定无火花换向区域

7.1 概述

无火花换向区试验目的是确定超前或滞后换向的极限值, 在此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。为改变交轴磁通强度, 按图4把一台辅助低电压发电机并联接于换向极绕组(和补偿绕组, 如有)。

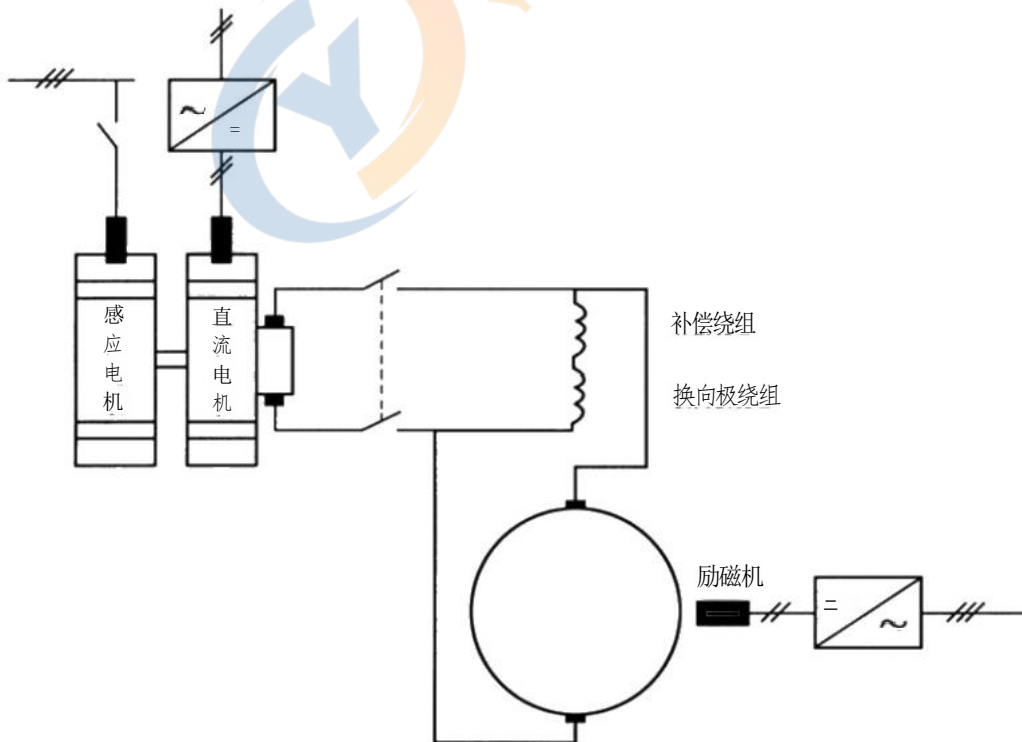


图 4 无火花换向区域试验线路

无火花换向区域试验适用于带换向极的电机，应在额定基速下和最高额定转速下(如可行的话)进行试验。试验应尽可能在负载状态下进行，对于额定功率500 kW 及以上的电机，可在作为发电机运行并短路的状态下试验；如在电动机状态下试验，则应采用平滑电流电源供电。

在短路情况下进行试验的时候，应调节能接近零的励磁电流并观察电枢电流升至额定值的整个过程，因为很小的励磁电流增加都可导致电枢电流失控。

7.2 试验准备

为尽可能得到可靠结果，推荐在正常运行温度下进行电机试验。试验前确保所有电刷和换向器接触良好。

无火花换向区域试验最好使用纯正的直流电源给电枢供电，如无条件，用整流电源供电，此时或许需要在电枢电源中串接一合适的电感。

如果换向极绕组和补偿绕组(如有)是串联连接在一起，应按图4接入一台辅助发电机。图4说明的是短路状态。

如换向极绕组和(或)补偿绕组均分开，且分别和电枢绕组两边相连，则换向电流变化将受到电枢绕组影响，可用一台辅助发电机与被试电机电刷直接相连，用以增大或减小电枢电流(见图5)。

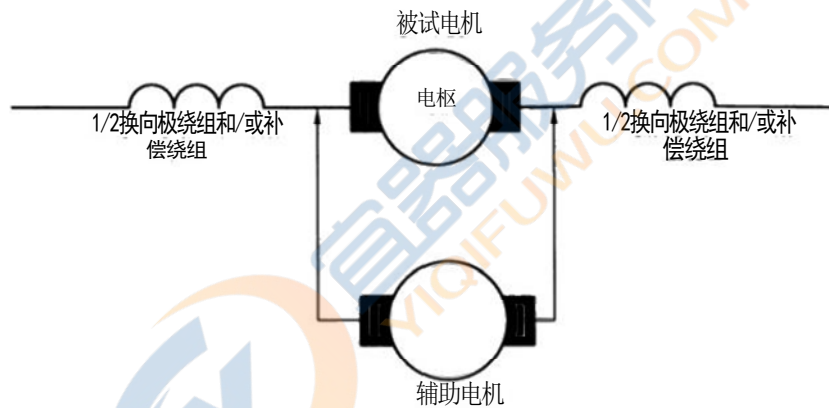


图 5 辅助发电机用以增大或减小电枢电流

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，可用一台辅助低电压发电机与换向极绕组并联，用以改变换向极绕组电流。正向的附加电流(I_0) 或反向的附加电流(I_1) 应按式(7)修正到等效电流(I_{be}):

$$I_{beff} = \frac{W_s}{W_s + W_k a_s / a_k} \cdot I_b \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- W_s ——一个换向极的绕组匝数;
- W_k ——一个极的补偿绕组匝数;
- a_s ——换向极绕组并联支路数;
- a_k ——补偿绕组并联支路数。

7.3 试验程序

7.3.1 运行条件

本试验应在电枢电流从0到100%额定值变化范围内进行。

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。

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6)。

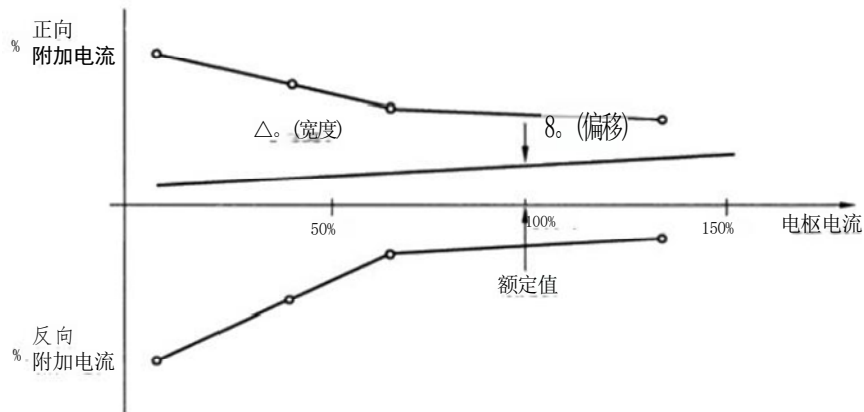


图 6 特定恒转速无火花换向区域

7.3.2 确定换向极绕组最小电流

为确定特定负载下换向极绕组最小电流,在换向极绕组加入反向附加电流,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。

7.3.3 确定换向极绕组最大电流

为确定特定负载下换向极绕组最大电流,在换向极绕组加入正向附加电流,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。

7.4 无火花换向区域宽度(Δn)和偏移(δn)的计算

每一个试验点无火花换向区宽度百分比应按式(8)表示:

$$\Delta_n = \frac{(I_b - I_r)}{I_{a,N}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- I_b——正向最大附加电流(见7.3.3),单位为安培(A);
- I_r——反向最大附加电流(见7.3.2),单位为安培(A);
- I_{a,N}——额定电枢电流,单位为安培(A)。

无火花换向区偏移的百分比应按式(9)表示:

$$\delta_n = \frac{(I_b - I_r)}{2I_{a,N}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- I_b——正向最大附加电流(见7.3.3),单位为安培(A);
- I_r——反向最大附加电流(见7.3.2),单位为安培(A);
- I_{a,N}——额定电枢电流,单位为安培(A)。

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。

8 确定电枢电流最大允许变化率

8.1 概述

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，则本试验可以用来验证在所规定值状态下的换向未达到其换向极限。

8.2 试验准备

试验线路如图7所示。

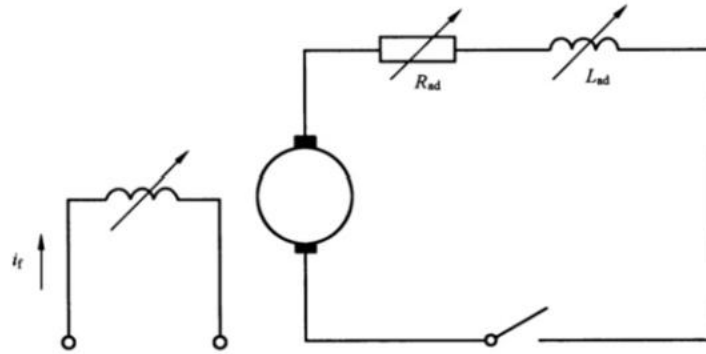


图 7 电枢电流变化率测量试验线路

为确定外接电阻的初始值，设：

L_e ——电机内电枢回路的电感值，单位为亨利(H)；

R ——电机内电枢回路的电阻值，单位为欧姆(Ω)；

L_d ——电机外接电抗器的电感值，单位为亨利(H)；

$(\Delta i/\Delta t)$ 。wg——电枢电流变化率的平均值；

I_N ——电枢电流额定值，单位为安培(A)；

I_{max} ——电枢电流峰值，单位为安培(A)。

则，外接电阻的阻值能按式(10)估算：

$$R_{ad} = \frac{U_s}{I_{s,max}} - R_{sc} \dots\dots\dots (10)$$

式中 U_s 按式(11)计算：

$$U_s = 3.16(L_e + L_d)(\Delta i/\Delta t) \cdot I_N \dots\dots\dots (11)$$

8.3 试验程序

8.3.1 运行条件

被试验电机作为电动机在额定转速、恒定励磁电流下空载运行，试验中，复励电机应将串励绕组断开，而串励电机应改为他励。

8.3.2 电枢电流上升测试

应断开被试电机电源，在端子处接入负载电阻器和电抗器。

电流上升速率应采用记忆示波器或具有合适响应速度的记录仪进行记录。

用制造厂认为可靠的任何方法来评定换向状态，如果换向状态未达到其极限，应相应地调整线路参数并反复进行试验，直到获得最大允许的电流上升速率。改变外接电阻器和电抗器的参数，或在试验前预先调节励磁电流能改变电路参数(见图7)。

8.4 计算电枢电流变化率初始值

参照图8,可按式(12)求得电流变化率平均值($\Delta i/\Delta t$) (标么值)：

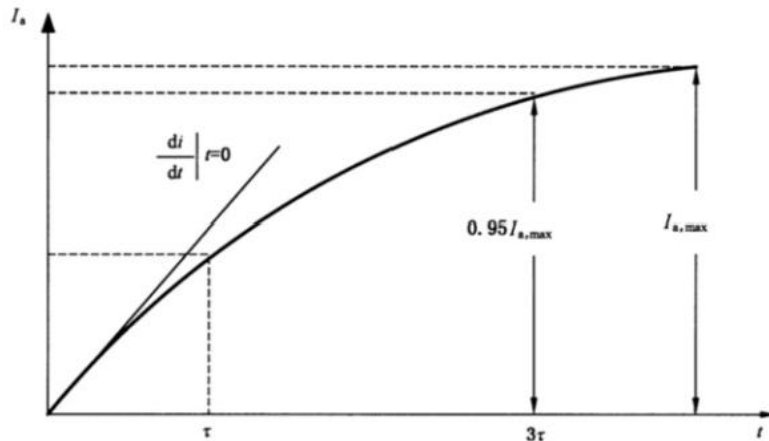


图 8 电枢电流瞬态变化

$$(\Delta i / \Delta t)_{avg} = \frac{0.95 \cdot I_{a,max}}{t_{0.95} \cdot I_{aN}} = \frac{0.95 I_{a,max}}{3\tau \cdot I_{aN}} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

$t_{0.95}$ —— $t_{0.95}=3\tau$,是电枢电流从0增加到 $0.95I_{a,max}$ 的时间,单位为秒(s)。

时间常数 τ 按式(13)计算:

$$\tau = \frac{L_{ac} + L_{ad}}{R_{ac} + R_{ad}} \dots\dots\dots (13)$$

则,电枢电流初始变化率(标么值)按式(14)计算:

$$\frac{di}{dt} \Big|_{t=0} = \frac{I_{a,max}}{\tau \cdot I_{aN}} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

L_c ——电机内电枢回路的电感;

R ——电机内电枢回路的电阻值;

L_d ——电机端子处外接的电感;

R ——电机端子处外接的电阻值。

9 整流电源供电直流电动机的附加损耗和效率

9.1 概述

当电枢电流纹波因数超过10%时,除IEC 60034-2-1规定的各项损耗外,还应考虑由电枢电流交流分量引起的附加损耗。

9.2 测量步骤

被试验电动机由最终使用时供电用的逆变器来供电,附加损耗应采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9所示。

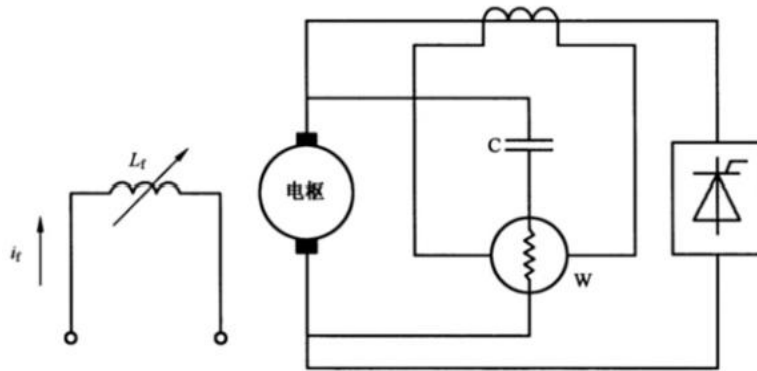


图 9 测量纹波损耗的试验线路

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。

9.3 效率计算

整流电源供电直流电动机的效率应按式(15)计算：

$$\eta_{LL} = \eta \frac{P_1}{P_1 + P_{LL}} \dots\dots\dots (15)$$

式中：

P_1 —— 纯正直流电源供电试验时的电动机输入功率，单位为瓦特(W)；

P_{LL} —— 用瓦特表测得的由电枢电流交流分量引起的附加损耗，单位为瓦特(W)；

η ——纯正直流电源供电试验时按IEC 60034-2-1规定求得的效率，用百分数(%)表示。

10 确定转速调整率

10.1 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。电动机可用整流电源、直流母线或其他直流电源供电。

10.2 运行条件

推荐在运行温度下进行试验，各试验点应快速完成以免绕组温度有明显变化。

10.3 试验程序

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。

10.4 确定转速调整率

转速调整率应按式(16)计算：

$$\Delta n = \frac{n_0 - n_n}{n_n} \times 100\% \dots\dots\dots (16)$$

式中：

Δn ——转速调整率的标么值，用百分数(%)表示；

- n。——空载时的转速，单位为转每分(r/min)；
- n。——额定负载时的转速，单位为转每分(r/min)。

11 确定并(他)励调整曲线

11.1 概述

试验目的是测定当励磁电流从约1.5倍额定值均匀减少至最小值时，电动机转速的变化，此最小励磁电流值使电动机运行在最高转速。

11.2 运行条件

被试验电机应作为电动机在额定电枢电压下空载运行，试验应在运行温度下进行，各试验点应快速完成以免绕组温度有明显变化。

励磁绕组回路尽可能由独立的励磁机来供电。

11.3 试验程序

励磁电流初始设定在约1.5倍额定值，记录转速，然后按照最少5个间隔减少励磁电流直至达到电机最高转速，其中宜包含额定励磁电流点。

在每个励磁电流测试点，同时记录电机转速。

11.4 并(他)励调整曲线

以测得的转速对励磁电流绘制函数曲线。

12 确定磁化曲线

12.1 概述

试验目的是测定在额定转速、空载和负载情况下，当励磁电流增加至约1.5倍额定值时，输出电压的变化。

12.2 运行条件

试验应在运行温度下进行，各试验点应快速完成以免绕组温度有明显变化。

励磁绕组回路应由独立的励磁机供电。

12.3 试验程序

12.3.1 概述

被试电机应作为发电机在额定转速下运行，试验通常在空载时进行，如果被试电机是按照发电机额定来设计的，还应在额定负载时进行试验。

改变励磁电流时，应按照固定方向上升至最大值或减少至最小值。

12.3.2 空载试验

励磁电流初始值设定在零，然后按照最少5个间隔增加至1.5倍额定值，再按同样的间隔数减少至零，应有一个或二个励磁电流值对应额定值。

在每个励磁电流测试点，同时记录电枢电压值。

12.3.3 负载试验

励磁电流初始值设定在额定值，然后在试验设备许可范围内按12.3.2的规定进行调整。

12.4 磁化曲线

以测得的电枢电压(在空载和负载情况下)对励磁电流绘制函数曲线。

