

中华人民共和国工业和信息化部
轻工计量技术规范

JJF(轻工) XXX—XXXX

家用电器电机用磁滞测功机
校准规范

Calibration Specification for Hysteresis Dynamometer
of Household Appliance Motors

(报批稿)

20XX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

家用电器电机用磁滞测功机 校准规范

Calibration Specification for Hysteresis
Dynamometer
of Household Appliance Motors

JJF(轻工) XXX—XXXX

归口单位：中国轻工业联合会

主要起草单位：中国家用电器研究院

安徽中家智锐科技有限公司

参加起草单位：中家院（北京）检测认证有限公司

广东中家智锐科技有限公司

本规范由主要起草单位负责解释

本规范主要起草人：

张旭勤（中国家用电器研究院）

李 伟（中国家用电器研究院）

赵玉军（安徽中家智锐科技有限公司）

参加起草人：

朱 磊[中家院（北京）检测认证有限公司]

周 婷（广东中家智锐科技有限公司）

贾晨曦（中国家用电器研究院）

徐 新[中家院（北京）检测认证有限公司]

李 楠[中家院（北京）检测认证有限公司]

目 录

引言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语	1
4 概述	1
5 计量特性	2
6 校准条件	2
6.1 环境条件	2
6.2 测量标准及其他设备	2
7 校准项目和校准方法	3
7.1 校准项目	3
7.2 校准方法	3
8 校准结果表达	7
9 复校时间间隔	7
附录 A 校准结果不确定度评定示例 (参考件)	8
附录 B 校准原始记录格式 (参考件)	10
附录 C 校准证书内页格式 (参考件)	13

引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范的附录 A “校准结果不确定度评定示例（参考件）”、附录 B “校准原始记录格式（参考件）”、附录 C “校准证书内页格式（参考件）”均为资料性附录。

本规范为首次发布。

家用电器电机用磁滞测功机校准规范

1 范围

本规范适用于家用电器电机用磁滞测功机的校准，包括内置传感器式磁滞测功机、外置传感器式磁滞测功机以及具有相同测量原理的其他测试装置，也可参考使用本规范进行校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JB/T 7584.1 电机测功机 第1部分：磁滞测功机系统

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

3.1 磁滞测功机 hysteresis dynamometer

一种由杯形转子、磁滞定子、转矩传感器、转速传感器等组成的测功机。

[来源：JB/T 7584.1-2013 2.1]

3.2 磁滞测功机系统 system of hysteresis dynamometer

由磁滞测功机（内置传感器式和外置传感器式）、测功机显示仪和测功机控制仪组成，该系统是测试电机扭矩（M）、转速（n）、功率（ P_2 ）等性能的专用测试设备。

[来源：JB/T 7584.1-2013 2.2]

4 概述

磁滞测功机是把被测电机的输出转矩通过联轴器传导至测功机转轴上，通过调整磁滞线的激励电流来调整输出功率与被测电机平衡，从而测出被测电机的转速与扭矩，按照电机定转子电磁扭矩相等的原理，将定转子上的扭矩通过扭矩传感器变换成模拟量，同时转速通过光栅与光电传感器变换成脉冲信号，在测功机显示仪上显示出转矩、转速、功率等。

5 计量特性

5.1 磁滞测功机校准项目的技术要求见表 1

表 1 校准项目的技术要求

校准项目		测量范围	技术要求 (MPE)
测力杆长度		(0~500) mm	$\pm 0.1\%$
力值砝码		(0.1~5) kg	$\pm 0.1\%$
扭矩		(0~20) N·m	量程为 (0~0.1) N·m: $\pm 0.1\%$ 量程为 (0~20) N·m: $\pm 0.5\%$
转速		(0~35000) r/min	$\pm 0.1\%$
电参数	电压	(0.01~500) V	$\pm 0.5\%$
	电流	(0.1~20) A	$\pm 0.5\%$
	功率	(0.1~5000) W	$\pm 0.5\%$
	频率	(50~65) Hz	$\pm 0.5\%$
注: 以上技术指标不用于合格性判别, 仅供参考。			

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度: $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 环境湿度: $\leq 85\% \text{RH}$ 。

6.1.3 供电电源应满足如下条件:

a) 电源电压: 三相交流在 $(380 \pm 38) \text{V}$, 单相交流在 $(220 \pm 22) \text{V}$;

b) 电源频率: 在 $(50 \pm 0.5) \text{Hz}$ 。

6.1.4 周围留有一定空间, 工作环境应清洁, 无影响校准结果的污染、机械振动、电磁干扰和腐蚀性气体等。

6.1.5 当校准用设备对环境条件另有要求时, 应满足其规定要求。

6.2 标准器及其他设备

校准用标准器及其它设备见表2。

表 2 校准用标准器及其它设备

序号	仪器、设备名称	技术要求测量范围
1	通用卡尺	测量范围 (0~500) mm, 最大允许误差: $\pm 0.2 \text{mm}$

JJF（轻工）XXX—XXXX

2	钢卷尺	测量范围（0~5）m, I 级
3	电子天平	测量范围（0~5）kg, ①级
4	转速表	测量范围（0~35000）r/min 最大允许误差：±0.02%
5	功率标准表或 功率标准源	各项参数指标输出覆盖被校电参数测量系统测量范围 0.1 级及以上等级
6	负 载	负载容量与被校功率测量系统相适应
注：除上表规定的标准器外，也可使用其他符合要求的计量器具作为标准器。		

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

检测装置的校准项目见表 3，可根据检测装置的结构类型及客户要求，选择相关的校准项目。

表 3 检测装置的校准项目

序 号	校准项目		校准方法条款
1	测力杆长度		7.2.2
2	质量		7.2.3
3	扭矩		7.2.4
4	转速		7.2.5
5	电参数测量系统	电压	7.2.6
6		电流	
7		功率	

7.2 校准方法

7.2.1 校准前检查

校准前检查检测装置各部分是否处于正常工作状态。

7.2.2 测力杆长度

校准应覆盖磁滞测功机配置的所有长度测力杆，每个测力杆长度测量不少于 3 次，取平均值作为校准结果。

测力杆长度的校准采用直接测量法，使用满足技术要求的通用卡尺，直接测量测力杆长度，重复测量 3 次，取 3 次测量平均值作为测力杆长度被校准示值，计算示值误差。

测力杆长度示值误差按公式（1）计算：

$$\Delta L = L_x - \bar{L}_s \quad (1)$$

式中：

ΔL —— 测力杆长度示值误差，mm；

L_x —— 测力杆长度的标称值，mm；

\bar{L}_s —— 测力杆长度的算术平均值，mm；

7.2.3 质量校准

校准应覆盖磁滞测功机配置的所有力值砝码，每个力值砝码的质量测量不少于 3 次，取平均值作为校准结果。

力值砝码的质量校准采用直接测量法，使用满足技术要求的电子天平，直接测量力值砝码的质量，重复测量 3 次，取 3 次测量平均值作为力值砝码的质量被校准示值，结合标称值，计算示值误差。

力值砝码质量示值误差按公式（2）计算：

$$\Delta M = M_x - \bar{M}_s \quad (2)$$

式中：

ΔM —— 力值砝码质量的示值误差，kg；

M_x —— 力值砝码质量的标称值，kg；

\bar{M}_s —— 力值砝码质量的算术平均值，kg；

7.2.4 扭矩校准

扭矩校准点应根据磁滞测功机配置扭矩量程，扭矩按照 1/3 至满量程均匀选取 5 个校准点，左右两个方向都需要校准。必要时，可根据客户需求校准点校准。

将磁滞测功机测力杆装在磁滞测功机轴上，施加激励电流使测力杆上悬挂校准标准砝码，并使测力杆处于水平位置（使用水平仪观察），在一个方向分别挂上 5 个不同重量（按照 1/3 至满量程均匀选取 5 个校准点的重量）的砝码，使测力杆处于水平位置，并记录仪表显示值作为一个方向的一组测力值，用同样方法测另外一个方向的扭矩显示值，根据两组显示值和实际值进行计算，得到示值误差。

扭矩示值误差按公式（3）计算：

$$\Delta M = M_d - \bar{M}_x \quad (3)$$

式中：

ΔM —— 扭矩的示值误差，N·m；

M_d —— 扭矩显示值/设定值，N·m；

\bar{M}_x —— 扭矩实际值（计算平均值），N·m。

7.2.5 转速校准

转速校准应覆盖磁滞测功机量程范围，在转速满量程范围内均匀取 3 至 5 个点，每点测量三次，取平均值作为校准结果。

选取一台转速稳定、转速范围与磁滞测功机转速一致的变频电机，与磁滞测功机轴链接，保证同轴度。将转速表光电感应标签帖于磁滞测功机转动轴上（水平或垂直），将转速表光电测量头垂直对准感应标签，在转速满量程范围内均匀选取 3 至 5 个点，校准前应将变频电机从低转速慢慢调节到满量程转速，稳定运行 10min 后再开始逐点校准。重复测量 3 次，取 3 次测量平均值作为转速被校准示值，结合显示值，计算示值误差。

转速示值误差按公式（4）计算：

$$\Delta n = n_x - \bar{n}_s \quad (4)$$

式中：

Δn —— 转速的示值误差，r/min；

n_x —— 转速的显示值，r/min；

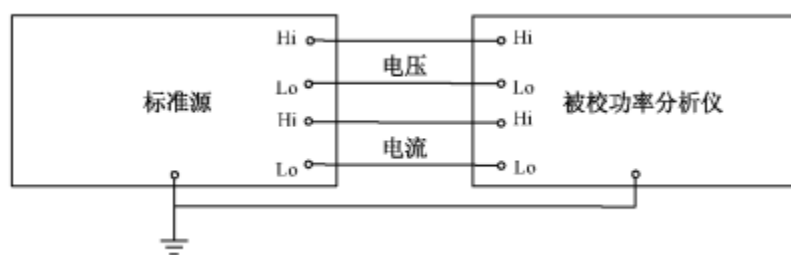
\bar{n}_s —— 转速的测量值，r/min。

7.2.6 电参数

电参数校准点应在 50 Hz（或用户指定的频率）下选择，至少包含 5 个校准点。必要时，可根据客户需求增加校准点。功率计分为单相功率计和多相功率计，根据测量装置的使用特点，多相功率计可按照上述校准点逐相进行校准。

7.2.6.1 使用功率标准源法进行校准：

将被校电参数测量系统的测量端与检测装置断开，然后与功率标准源的对应端子连接，并确保各部件外壳与地电位连接，如图 1 所示。



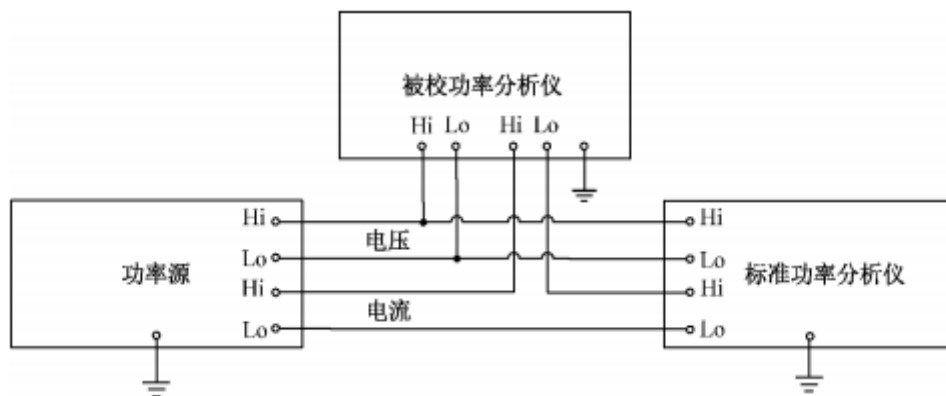
注：图中 Hi、Lo 为同名端。

图 1 功率标准源法校准示意图

按照功率渐升顺序，依次平稳地将功率标准源调整至校准点并待其足够稳定，读取功率标准源和被校电参数测量系统的电压、电流和功率示值计算误差。

7.2.6.2 使用标准表法进行校准

将标准表的测量端与被校电参数测量系统如图 2 方式链接，



注：图中 Hi、Lo 为同名端。

图 2 功率标准表法校准示意图

按照功率渐升顺序，依次平稳地将交流源调整至校准点并待其足够稳定，读取标准表和被校电参数测量系统的电压、电流和功率示值计算误差。

7.2.6.3 电参数示值误差计算

电参数示值误差按公式（5）计算：

$$\Delta X = X_x - X_s \quad (5)$$

式中：

ΔX —— 电参数示值误差，V、A、W或kW、Hz；

X_x —— 电参数测量仪示值，V、A、W或kW、Hz；

X_s —— 标准器示值，V、A、W或kW、Hz；

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映，校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”；
- b) 实验室的名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校准样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。由于复校时间间隔的长短是由检测装置的使用情况、使用者、检测装置本身质量等诸多因素所决定的，因此，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

校准结果不确定度评定示例（参考件）

A. 电参校准结果不确定度评定示例(以电压为例)

A. 1 电参测量系统电压的测量不确定度评定

A. 1. 1 测量模型

电参测量系统电压测量的示值误差模型见公式（A. 1）：

$$\Delta V = V_B - V_s \quad (\text{A. 1})$$

式中：

ΔV —— 电参数示值误差，单位：V；

V_B —— 电参数测量仪示值，单位：V；

V_s —— 标准器示值，单位：V。

A. 1. 2 不确定度来源分析：

A. 1. 2. 1 标准不确定度的 A 类评定： u_A ；

a) 测量重复性引入的不确定度分量, u_1 ；

A. 1. 2. 2 标准不确定度的 B 类评定： u_B ；

b) 被测电参表读数分辨力引入的不确定度分量 u_2 。

c) 标准多功能源计量溯源（修正值）引入的不确定度分量, u_3 。

A. 2 标准不确定度分量分析

A. 2. 1 被测电参表电压测量不确定度的分量评定：

A. 2. 2 被测电参表电压测量引入的不确定度 u_A ；

A. 2. 2. 1 被测电参表电压测量重复性引入的不确定度 u_1 ；

采用 A 类方法评定，当测量电压为 220V 时，重复性测量数据见表 A. 1。

表 A. 1 电参表重复测量数据

次 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值 / (V)	220.01	220.03	220.05	220.04	220.06	220.05	220.01	220.03	220.05	220.04

校准时取单次测量结果，采用贝塞尔公式得到重复性引入的标准不确定度为：

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{10} (V_{rj} - \bar{V}_r)^2}{(10-1)}} = 0.017 \text{ (V)}$$

A.2.3 电压测量由测量系统引入的不确定度： u_B

A.2.3.1 被测电参表电压测量分辨力引入的不确定度 u_2

采用 B 类方法评定，被测电参表电压测量分辨力为 0.01V，按照均匀分布处理，取 $k = \sqrt{3}$ ，可得其不确定度：

$$u_2 = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ (V)}$$

注：被电参表电压测量分辨力引入的标准不确定度取和重复性引入的不确定度中的较大值。

A.2.3.2 标准多功能校准源准确度等级引入的不确定度 u_3

采用 B 类方法评定，根据计量证书和设备说明书可知， $MPE = \pm 0.05\%$ ，按照均匀分布处理，取 $k = \sqrt{3}$ ，可得其在 220V 时的不确定度：

$$u_3 = \frac{0.05\% \times 220}{\sqrt{3}} = 0.064 \text{ (V)}$$

A.3 合成标准不确定度

标准不确定度分量汇总见表 A.2。

表 A.2 标准不确定度分量汇总表

标准 不确定度分量		不确定度来源	标准 不确定度
u_A	u_1	电参表电压测量重复性引入的不确定度	0.017 V
u_B	u_3	标准多功能校准源准确度等级引入的不确定度分量	0.064 V

电参测量系统电压校准结果的合成标准不确定度为

$$u_c(\Delta V) = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = 0.066 \text{ V}$$

$$u_c(\Delta V)_{rel} = \frac{0.066}{220} * 100\% = 0.03\%$$

A.4 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ，则电参测量系统电压校准结果的扩展不确定度为：

$$\text{电压：} U(\Delta V)_{rel} = k \cdot u_c(\Delta V)_{rel} = 0.06\%$$

附录 B

校准原始记录格式（参考件）

委托单位名称			
委托单位地址			
设备名称			
制造单位			
规格型号		仪器编号	

校准用主要计量标准器具

标准器名称	规格型号	设备编号	不确定度/准确度等级 /最大允许误差	证书编号	有效期

校准依据：_____

环境条件 温度：_____相对湿度：_____

校准地点：_____

备注：_____

校准日期：_____

校准人员：_____核验人员：_____

1. 测力杆长度

测力杆序号	标称值 (mm)	测量值 (mm)			平均值 (mm)
1					
2					
.....					
.....					
.....					
n					
测量不确定度为:					

2. 力值砝码质量

砝码序号	标称值 (kg)	标准值 (kg)			平均值 (kg)
1					
2					
.....					
.....					
n					
测量不确定度为:					

3. 扭矩

标称值 (N·m)	标准值 (N·m)	显示值 (N·m)			平均值 (N·m)
1					
2					
.....					
.....					
n					
测量不确定度为:					

4. 转速

设定值 (r/min)	显示值 (r/min)	标准值 (r/min)			平均值 (r/min)
1					
2					
.....					
.....					
n					
测量不确定度为:					

5.电参数

被校器名称					
型号				生产厂	
编号				备注	
标准器示值			被校器示值		
校准频率：50 Hz			被校频率：		
电压（V）	电流（A）	功率（W）	电压（V）	电流（A）	功率（W）
校准不确定度为：					

附录 C

校准证书内页格式 (参考件)

证书编号: XXXX—XXXX

校准机构授权说明				
校准环境条件及地点:				
温 度		地 点		
相对湿度		其 他		
校准所依据的技术文件 (代号、名称):				
校准所使用的主要测量标准:				
名 称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	检定/校准 证书标号	证书有效期至

注:

1. XXXX XXXX 仅对加盖“XXXXXXXX 校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
3. 未经实验室书面批准, 不得部分复印证书。

第 页, 共 页

证书编号: XXXX—XXXX

校 准 结 果

1. 测力杆长度

测力杆序号	标称值 (mm)	测量值 (mm)	误差 (mm)
1			
2			
.....			
.....			
.....			
n			
测量不确定度为:			

2. 力值砝码质量

砝码序号	标称值 (kg)	标准值 (kg)	误差 (kg)
1			
2			
.....			
.....			
n			
测量不确定度为:			

3. 扭矩

标称值 (N·m)	标准值 (N·m)	显示值 (N·m)	误差 (N·m)
1			
2			
.....			
.....			
n			
测量不确定度为:			

4. 转速

设定值 (r/min)	显示值 (r/min)	标准值 (r/min)	误差 (r/min)
1			
2			
.....			
n			
测量不确定度为:			

5.电参数

被校器名称					
型号				生产厂	
编号				备注	
标准器示值			被校器示值		
校准频率：50 Hz			被校频率：		
电压 (V)	电流 (A)	功率 (W)	电压 (V)	电流 (A)	功率 (W)
校准不确定度为：					

校准员：

核验员：
