

电子行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	电磁兼容磁场霍尔传感器校准规范		
制定或修订	☒ 制定 ☐ 修订	被修订计量技术规范号	
计量技术规范性质	☐ 检定规程 ☒ 校准规范	计量技术规范类别	☐ 重点 ☒ 基础
主要起草单位	工业和信息化部电子第五研究所		
联系人	陆鑫鑫	联系电话	18013565266
任务年限	1 年	申请经费	5 万
参加单位	工业和信息化部电子第五研究所华东分所		
目的、意义和必要性	一、编制目的、意义、必要性 本规范的编制旨在统一 DC~2.5kHz 电磁兼容磁场霍尔传感器校准方法，实现磁场量值有效溯源，填补国内该类产品专项计量规范空白。本规范围绕磁电转换系数、线性度、零位漂移等关键指标建立标准化校准流程，为产品出厂检验、第三方计量、设备验收提供法定技术依据。 当前行业突出痛点明显：国内缺少专用校准规程，各实验室校准方法自成体系，同型号如 HS5136 进口霍尔传感器在不同机构测试结果差异偏大；现有标准多针对电流型霍尔元件或静态芯片测试，缺乏交直流下磁电转换系数、线性度、零位漂移的规范化校准要求，零点测试普遍存在预热时间不足、无标准磁屏蔽装置等问题；同时无统一不确定度评定范本，制约了实验室 CNAS 资质认定与计量监管的落地。伴随新能源汽车、军工 EMC、电力监测、工业检测领域需求快速增长，国产霍尔传感器加速实现进口替代，统一校准规范编制十分迫切，可解决产品验收纠纷、助力国产器件对标进口产品性能，完善我国磁学计量标准体系。 二、先进性亮点、社会效益与应用前景 规范亮点突出：国内首次实现直流至 2.5kHz 一体化校准，对标德国 HS5136 国际产品原厂校准工艺，明确探头安装、角度寻优、零高斯腔测零点等实操要求；配套原始记录、证书范本及完整不确定度评定实例，明确屏蔽腔剩余磁场、预热 30min 等硬性试验条		

	件，落地实用性强。 在社会效益方面，统一量值可减少商贸质量纠纷，从计量源头保障车载、军工设备的测量安全，助推本土霍尔产品突破国外技术垄断，降低产业链采购成本，同时为计量从业人员标准化培训提供依据。未来可在各级计量院所、赛宝等第三方检测机构、传感器生产企业、车企和军工试验室全面推广，应用覆盖面广。 三、查新结论 经查新，现行 JJF 2231-2025 仅适用于感应式磁传感器，不适用于霍尔原理产品，且无法覆盖直流 DC 模式；现有霍尔相关标准侧重电流测量或芯片电气参数测试，无针对磁场测量型霍尔传感器全频段校准的国家/行业计量规范，国内外暂无同等内容的计量技术文件，本规范具备唯一性。
产业链应用	一、重点产业链方向 本次关键核心技术攻关聚焦电磁兼容磁场霍尔测试探头计量溯源技术, 填补新能源汽车、电子产品、仪器仪表等领域电磁兼容测试中磁场霍尔传感器的校准规范空白。 结合探头性能优化与标准化溯源校准体系建设，面向汽车电子、军工电磁兼容两大产业链，重点解决行业测磁量值无法溯源、缺少专用校准规范、检测数据一致性差、高端探头及溯源技术高度依赖进口等突出痛点。通过攻关实现霍尔探头性能标定、量值传递、溯源校准全流程技术自主可控，突破磁测计量溯源“卡脖子”技术，补齐国内磁传感计量溯源短板，支撑两大产业链检测标准化、数据可溯源、设备国产化升级。 汽车电子领域：围绕新能源汽车驱动电机磁场测控、整车及零部件 EMC 电磁兼容试验场景，开展霍尔探头计量溯源关键技术攻关。目前行业普遍依赖进口 HS5136 霍尔探头及配套溯源体系，采购和校准成本高、供应链受限，且国内缺少适配国产探头的统一溯源标准。探头长期使用易产生磁电系数偏移、线性度偏差、零点漂移等问题，因缺乏规范溯源校准手段，导致 EMC 试验、电机磁场测控数据无法溯源、偏差失真，影响产品检测与认证合规性。本次攻关通过优化国产霍尔探头磁电稳定性能、精准标定核心参数，建立适配汽车行业的专用溯源校准流程与量值传递规范，使国产探头精度、稳定性和溯源能力全面对标进口产品。溯源体系可覆盖整车厂、零部件企业、第三方检测机构的来料校验、出厂校准、型式试验全环节，有效解决数据无可溯源依据、校准标准不统一、进口技术垄断等问题，实现测磁设备与溯源体系双重进口替代，降低产业链采购与校准成本，构建自主可控的汽车电子磁场计量溯源体系。 军工电磁兼容领域：依据军工 MIL-STD-461 电磁抗扰度测试标准，重点开展军工级磁场霍尔探头计量溯源核心技术攻关。军工电磁试验对检测数据的精准性、稳定性、可溯源性要求严苛，直接关系装备定型与实验室资质评审。当前国内缺少军工专用霍尔测磁探头溯

	源校准规范和标准化溯源体系，通用探头抗干扰、高低温稳定性不足，无法实现军工级量值传递，导致试验数据无法溯源、有效性难以认定，难以满足军工试验评审合规要求。本次攻关重点突破极端工况探头稳定校准、军工专用磁场量值传递、高精度测磁溯源校准三大核心技术，提升探头复杂军工环境适配能力，搭建军工专属霍尔探头计量溯源体系与校准规范，填补军工测磁溯源标准空白，实现试验数据全程可溯源、可复核、合法有效。可全面支撑军工装备研制、电磁抗扰度测试、磁场环境监测等场景，满足军工院所、装备研制单位、权威检测机构的定型测试、资质评审需求，筑牢军工电磁检测计量溯源技术保障能力。															
范围和主要 计量特性	1. 规范适用范围 本规范适用于 DC~2.5kHz 电磁兼容磁场测量用霍尔传感器的计量校准，涵盖工业检测、EMC 测试、汽车及科研领域主流产品，不包含大电流检测型霍尔传感器。 2. 计量特性 2.1 典型仪器 (1) 型号：HS5136，厂家：SCHWARZBECK  图 1 霍尔探头 型号：HS5136 表 1 主要指标 <table><tr><th>技术参数</th><th colspan="2">技术指标</th></tr><tr><td>频率范围</td><td>DC~1KHz</td><td>/</td></tr><tr><td>测量范围</td><td>0~7000 A/m</td><td>/</td></tr><tr><td>磁电转换系数</td><td>1 (A/m)/mV</td><td>/</td></tr><tr><td>线性度</td><td>/</td><td>小于 0.8%</td></tr></table> (2) 型号：F1A，厂家：GMW  图 2 霍尔探头 型号： F1A	技术参数	技术指标		频率范围	DC~1KHz	/	测量范围	0~7000 A/m	/	磁电转换系数	1 (A/m)/mV	/	线性度	/	小于 0.8%
	技术参数	技术指标														
	频率范围	DC~1KHz	/													
	测量范围	0~7000 A/m	/													
	磁电转换系数	1 (A/m)/mV	/													
线性度	/	小于 0.8%														

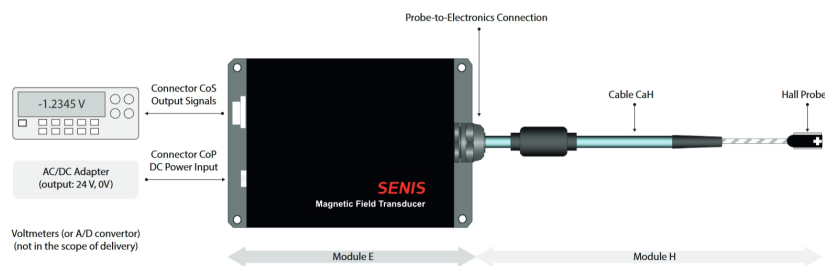


图 3 霍尔探头 F1A 原理图

表 2 主要技术指标

技术参数	技术指标	
频率范围	DC~2.5KHz	/
测量范围	0~20mT	/
磁电转换系数	500 V/T (1.592 (A/m)/mV)	0.5%
线性度	/	小于 0.1%

2.2 计量特性

参考典型的磁场霍尔传感器的技术要求，计量特性如下：

2.2.1 磁电转换系数

测量范围：(0.0001~100)(A/m)/mV；

相对最大允许误差：±(0.5%~5%)。

2.2.2 线性度

磁场强度范围：(1~18000) A/m；

线性度：(0.05%~10%)。

2.2.3 零位漂移

传感器经不少于 30 min 预热达到热稳定后，在磁屏蔽（零磁场）环境下，直流、交流下输出零位电压漂移量应满足使用要求，无明显异常偏移。

3 主要标准器的技术指标

3.1 信号发生器

频率范围：DC~2.5kHz；

相对最大允许误差：±1×10⁻⁵；

最大输出电平：大于 0dBm。

3.2 功率放大器

频率范围：DC~2.5kHz；

额定功率：大于 100W；

谐波抑制：大于 20dB。

3.3 亥姆霍兹线圈

频率范围：DC~2.5kHz；

磁场强度：大于等于 20mT；

线圈直径：应大于被校磁传感器霍尔元器件部位尺寸的两倍。

3.4 交直流电压表

频率范围：DC~2.5kHz；

电压范围：1mV~100V；
最大允许误差：±3.5%。

3.5 磁屏蔽腔
剩余磁场：小于 100nT。

3.6 取样电阻
频率范围：DC~2.5kHz；
承受电流：大于 35A；
电阻值：0.5Ω~10Ω；
电阻值最大允许误差：±1%。

4 校准项目

表 1 校准项目表

序号	校准项目名称
1	外观及工作正常性检查
2	磁电转换系数
3	线性度
4	零位漂移

5 校准方法

5.1 外观及工作正常性检查

被校磁场霍尔传感器外观应完好，无影响正常工作的机械损伤，各种功能标志应齐全正确。通电后应工作正常。

5.2 磁电转换系数

- a) 设备连接如图 1 所示。信号发生器输出端接入功率放大器输入端；功率放大器输出端串联取样电阻后接入亥姆霍兹线圈绕组（信号发生器+功率放大器组合也可使用交流电源和直流电源替代）；交直流电压表 1 并联接至取样电阻两端；被校磁传感器输出端接至交直流电压表 2 输入端。
- b) 将磁场霍尔传感器精确定位，使霍尔传感器垂直于磁场线方

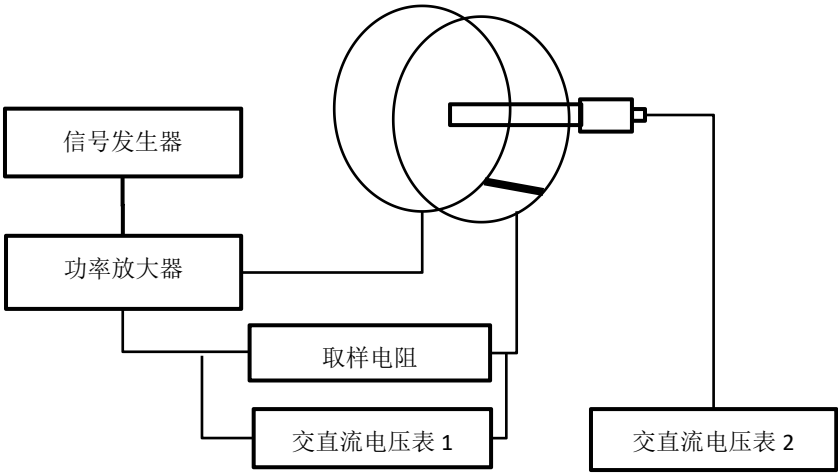


图 1 用亥姆霍兹线圈校准传感器原理图

向，并位于亥姆霍兹线圈对的中心位置。电源供电，设定信号发生器频率为磁场霍尔传感器的校准起始频率点。

- c) 设置信号发生器的输出幅度, 并轻微调整设备外壳的位置及其绕纵向轴线的旋转角度, 当输出电压最大时, 可认为磁轴已平行。
- d) 调节信号发生器输出幅度, 使亥姆霍兹线圈中心区域产生预设标称磁场强度; 线圈中心磁场强度按下式计算:

$$H = \frac{0.7155NI}{r} = \frac{0.7155NU_1}{rR} \quad (2)$$

式中:

H ——磁场强度, A/m;

N ——线圈匝数;

I ——流经线圈的电流, A;

r ——线圈半径, m;

R ——取样电阻值, Ω ;

U_1 ——取样电阻 R 两端的电压, V。

- e) 将交直流电压表 1 示值 U_1 、交直流电压表 2 示值 U_2 、取样电阻阻值 R 逐项记录。
- f) 按公式(3)计算被校磁传感器的磁电转换系数。

$$k_H = \frac{H \cos \theta}{U_2} = \frac{0.7155NU_1 \cos \theta}{U_2 r R} \quad (3)$$

式中:

k_H ——被校磁传感器的磁电转换系数, (A/m)/mV;

U_2 ——被校磁传感器输出电压的有效值, mV;

θ ——磁场方向与霍尔元件法线方向的夹角, $^\circ$ 。

- g) 直流磁场校准: 信号发生器设置为直流输出模式, 两台交直流电压表切换至直流电压测量档位, 重复 d)~e) 条款, 完成直流下磁电转换系数校准。。
- h) 交变磁场校准: 信号发生器输出设置为正弦交流信号, 逐次变更输出频率至各预设校准频点; 两台交直流电压表同步切换至交流电压测量档位, 依次重复 d)~e) 条款开展逐点校准; 交流校准频点数量不应少于 5 个。

5.3 线性度

- a) 按图 1 完成校准装置接线。
- b) 校准分两类磁场独立实施:
 - 1) 直流恒定磁场: 信号发生器设置为直流 (DC) 输出;
 - 2) 交变磁场: 信号发生器输出正弦交流信号, 选取典型频率 (推荐 50Hz);
- c) 校准全过程中, 固定被校磁场霍尔传感器探头的空间安装位置, 保持磁场入射夹角 θ 恒定。
- d) 在传感器额定测量全量程范围内, 均匀选取不少于 5 个磁场强

度校准点。依据本规范公式（2），分别计算各目标磁场强度对应的取样电阻电压 U_i 标称值。

- e) 逐级调节信号发生器的输出幅值，使取样电阻两端电压 U_i 稳定至上述计算所得标称值，待测量系统状态稳定后，同步记录被校传感器对应的输出电压 U_o 。
- f) 依次切换至其余磁场强度校准点，重复 c) ~d) 试验步骤，记录全部数据。
- g) 依据本规范公式（3），逐点计算各磁场幅值对应的磁电转换系数 k_H ，取全部测点磁电转换系数的算术平均值作为参考基准，计算各点 k_H 与平均值相对偏差，作为线性度结果。

5.4 零位漂移

- a) 设备连接如图 2 所示，将被校磁场霍尔传感器的敏感组件段置

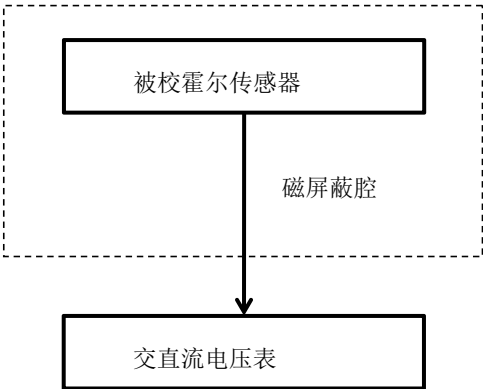


图 4 零位漂移校准示意图

于磁屏蔽腔有效零磁场区域内。

- b) 接通被校传感器供电，连续预热不少于 30 min，直至传感器内部电路、敏感元件达到热稳定状态。依托磁屏蔽腔抑制地磁场及环境杂散磁场，使传感器敏感区域处于近零磁场环境。
- c) 将交直流电压表分别切换至直流电压测量档位、交流电压测量档位，并选用高精度量程。待测量系统状态稳定后，分别读取并记录直流、交流档位下电压表的示值，该示值即为对应档位下传感器的零位输出电压。
- d) 依据测量数据判定传感器零位漂移特性，零位电压偏移量应满足设备使用技术要求，无异常漂移现象。
- e) 记录全部测量数据。
- f) 设备连接如图 3 所示，将被校霍尔传感器的敏感芯片段装入磁屏蔽腔内腔有效零磁区。
- g) 被校霍尔传感器预热不少于 30 min，待器件内部温度、电路工作状态完全热稳定，利用屏蔽腔体衰减外部地磁场与环境恒定杂散直流磁场，在腔体内部构建近零磁场空间，实现被测敏感元件无外加磁场输入。
- h) 将交直流电压表设置直流或交流档位，并切换至高精度档，记录交直流和交流下电压表的示值。

水平		☐ 国际先进 ☒ 国内先进			
国内外情况 简要说明		1. 与国内相关技术规范之间的关系； 与现行计量校准类规范互补、无冲突 本规范以 JJF 1071、JJF 1059.1、JJF 1013 为编制依据，与国内现有磁场校准规范原理、量程、校准对象、应用场景完全区分，互补无冲突： JJF 2231-2025：电磁感应线圈式、pT 级超弱磁场、科研军工用感应元件；本规范为霍尔效应、0.1~7000 A/m 中强磁场、工业模拟输出霍尔模块，品类互不重叠。 JJG 1049-2009：弱交变磁场整机检定，覆盖 1 pT~1 mT 实验室磁强计；本规范仅校准霍尔传感元件以模拟电压输出，高低量程互补，但读数格式不同。 JJF 1656-2017：磁力式地磁量级整机，用于地质地磁观测；与本规范霍尔工业中磁场探头无场景重叠。 JJF 1832-2020：1 mT~2.5 T 高强磁场多原理整机，面向高端科研，输出显示为磁场强度；本规范仅校准霍尔传感元件以模拟电压输出。 JJF（机械）1067-2021：校准测电流霍尔器件；本规范针对 HS5136 等测磁场霍尔探头，计量参量、试验方法完全区分。 国内外暂无针对工业 DC~2.5kHz、中强磁场、模拟电压输出型霍尔磁场传感器的对等校准文件，本规范独有定位，补齐该领域计量空白，与现有标准分层互补、无适用冲突。 2. 指出是否发现有知识产权的问题，或涉及专利的情况； 目前国内无相关专利和知识产权。			
推荐意见		磁场霍尔传感器是利用霍尔原理测量磁场的仪器，主要应用于新能源汽车、电子产品、仪器仪表等领域电磁兼容测试。目前国家及行业没有相应的计量技术规范，不能满足计量需求，因此有必要编制本规范。建议书给出的计量特性和技术方案基本合理，可满足磁场霍尔传感器的校准需求。			
主要 起草 单位	（签字、盖公章） 月 日	技术 委员 会	（盖公章） 月 日	部委托 支撑 单位	（盖公章） 月 日

填写说明：1.表中第 2，3，11 行，请在选定的内容上填写“■”的符号。

2.填写制定或修订项目中，若选择修订则必须填写被修订计量技术规范号。