



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 2229—2025

质子磁强计校准规范

Calibration Specification for Proton Magnetometers

2025-03-27 发布

2025-09-27 实施

国家市场监督管理总局 发布

质子磁强计校准规范

Calibration Specification for
Proton Magnetometers

JJF 2229—2025

归口单位：全国电磁计量技术委员会

主要起草单位：国防科技工业弱磁一级计量站

中国计量科学研究院

参加起草单位：中国地质大学（武汉）

本规范委托全国电磁计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

程华富（国防科技工业弱磁一级计量站）

张 伟（中国计量科学研究院）

裴华刚（国防科技工业弱磁一级计量站）

参加起草人：

李 鑫（中国计量科学研究院）

李 享（国防科技工业弱磁一级计量站）

伏吉庆（中国计量科学研究院）

葛 健 [中国地质大学（武汉）]

目 录

引言	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和计量单位.....	(1)
4 概述.....	(2)
5 计量特性.....	(2)
5.1 探头剩磁.....	(2)
5.2 磁感应强度.....	(2)
5.3 磁场噪声.....	(2)
5.4 时漂.....	(2)
5.5 梯度容限.....	(2)
5.6 温漂.....	(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.....	(3)
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.....	(8)
9 复校时间间隔.....	(8)
附录 A 磁感应强度测量不确定度评定示例	(9)
附录 B 校准原始记录格式	(12)
附录 C 校准证书内页格式	(15)

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》和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。

本规范为首次发布。

质子磁强计校准规范

1 范围

本规范适用于磁场测量范围（20~100） μT 的质子磁强计的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件。

JJF 1013—1989 磁学计量常用名词术语及定义（试行）

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 术语和计量单位

JJF 1013 界定的及以下术语和计量单位适用于本规范。

3.1 质子磁强计 proton magnetometer

利用质子在磁场中能级分裂的共振吸收效应测量磁场的磁强计。

注：又称质子磁力仪。

3.2 探头剩磁 probe residual magnetism

因探头被所测磁场磁化，引起的质子磁强计示值最大变化量。探头剩磁用符号 B_{PR} 表示，单位为纳特（nT）。

注：不同的磁场校准点，有不同的探头剩磁。

3.3 磁场噪声 magnetic field noise

当被测磁场不变时，质子磁强计示值在短时间内的随机变化。噪声的峰-峰值用符号 $B_{N,PP}$ 表示，单位为纳特（nT）；噪声的有效值用符号 $B_{N,RMS}$ 表示，单位为纳特（nT）。

注：质子磁强计的噪声一般采用峰-峰值或有效值方式表示。

3.4 时漂 time drift

当被测磁场不变时，质子磁强计示值随时间的缓慢变化。

注：时漂用符号 δB_t 表示，单位为纳特（nT）。

3.5 梯度容限 gradient tolerance

质子磁强计可正常工作的最大梯度磁场。梯度容限用符号 B_{GT} 表示，单位为微特每米（ $\mu\text{T}/\text{m}$ ）。

注：又称最大可工作梯度。

3.6 温漂 temperature drift

当被测磁场不变时，质子磁强计示值随温度的变化。

注：当该变化为线性时，可以用示值相对温度的变化率来表示质子磁强计的温漂，用符号 C_{BT} 表示，单位为皮特每摄氏度（ pT/C ）；当该变化为非线性时，可用磁场示值随温度的最大变化量来

表示质子磁强计在该温度范围内的温漂，用符号 δB_T 表示，单位为纳特（nT）。

4 概述

质子磁强计是利用质子在磁场中能级分裂的共振吸收效应测量磁场的磁强计。质子磁强计的工作介质处在被测磁场中时，其质子进动频率与被测磁场存在公式（1）所述的关系。

$$B = \frac{2\pi f_p}{\gamma_p} \quad (1)$$

式中：

B ——被测磁场的磁感应强度，T；

f_p ——质子进动频率，Hz；

γ_p ——质子旋磁比，Hz/T。

根据工作介质和极化方式的不同，质子磁强计可分为质子旋进磁强计和奥弗豪塞尔（Overhauser）磁强计。

质子磁强计一般由探头和主机两部分组成。

质子磁强计用于弱磁场标量的测量，常用于地质与地球物理、地震、探矿等领域。

5 计量特性

5.1 探头剩磁

一般不大于 1 nT。

5.2 磁感应强度

在测量范围（20~100） μ T 内磁感应强度最大允许误差一般为 \pm （0.3~3）nT。

5.3 磁场噪声

峰-峰值一般不大于 1 nT；有效值一般不大于 0.3 nT。

5.4 时漂

一般不大于 3 nT。

5.5 梯度容限

一般不大于 10 μ T/m。

5.6 温漂

在规定的温度范围内，温漂一般不大于 100 pT/°C（线性变化），磁场示值最大变化一般不大于 3 nT（非线性变化）。

注：以上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 温度：（15~25）°C。

6.1.2 相对湿度：不大于 80%。

6.1.3 供电电源：（220 \pm 22）V，（50 \pm 1）Hz。

6.2 测量标准及其他设备

校准所用仪器设备应经过计量技术机构检定（或校准），并在有效期内。

6.2.1 标准磁强计

磁场测量范围（20~100） μT ，磁感应强度最大允许误差应不超过被校质子磁强计最大允许误差的三分之一，示值分辨力不低于 0.01 nT。

6.2.2 标准磁场复现系统

复现磁场范围（20~100） μT ，工作区应大于被校质子磁强计的探头尺寸，工作区内各点的磁场差值应不大于 0.1 nT，磁场漂移应不超过被校质子磁强计时漂的三分之一。

6.2.3 干扰磁场补偿系统

噪声校准时工作区的磁场波动峰-峰值应不超过 10 pT，其他项目校准时工作区的磁场波动峰-峰值应不超过 100 pT。

6.2.4 梯度磁场复现系统

最大梯度磁场不小于 10 $\mu\text{T}/\text{m}$ ，最大允许误差 $\pm 0.1 \mu\text{T}/\text{m}$ ，工作区应大于被校质子磁强计的探头尺寸，磁场噪声应不超过被校质子磁强计的磁场噪声。

6.2.5 无磁恒温系统

温度范围（-55~70） $^{\circ}\text{C}$ ，温度波动度不超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，温度均匀度不大于 3 $^{\circ}\text{C}$ ，工作区内各点的磁场差值应不大于 1 nT，工作区应大于被校质子磁强计的探头尺寸。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目一览表见表 1。

表 1 校准项目一览表

序号	校准项目	计量特性条款	校准方法条款
1	探头剩磁	5.1	7.2.1
2	磁感应强度	5.2	7.2.2
3	磁场噪声	5.3	7.2.3
4	时漂	5.4	7.2.4
5	梯度容限	5.5	7.2.5
6	温漂	5.6	7.2.6

7.2 校准方法

7.2.1 探头剩磁

用正反向法校准探头剩磁。标准磁场复现系统复现校准点的标准磁场，被校质子磁强计探头正向、反向测量，两次示值相减后消除校准点磁场，得到两倍的探头剩磁。校准原理如图 1 所示。

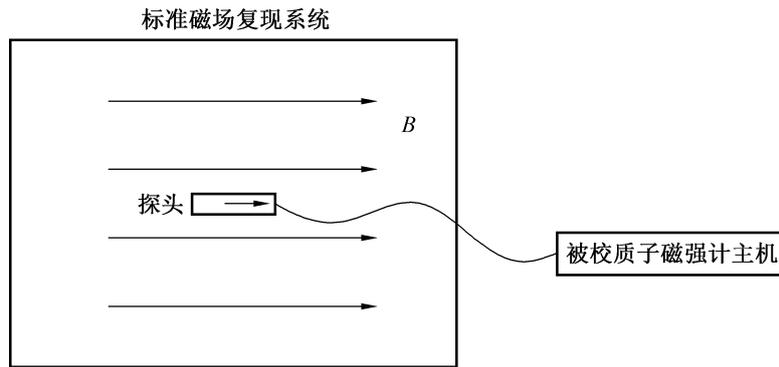


图1 探头剩磁校准原理框图

7.2.1.1 根据被校质子磁强计的使用要求选定磁场校准点。如使用要求没有规定，磁场校准点一般选择 $50 \mu\text{T}$ 附近点。

7.2.1.2 将被校质子磁强计的探头放在标准磁场复现系统的工作区中心，由标准磁场复现系统复现校准点的标准磁场。

7.2.1.3 改变被校质子磁强计的探头方向，当示值最大时固定探头方向，记录被校质子磁强计的示值 B_+ 。

7.2.1.4 将被校质子磁强计的探头方向转动 180° ，记录被校质子磁强计的示值 B_- 。

7.2.1.5 按公式 (2) 计算被校质子磁强计的探头剩磁 B_{PR} 。

$$B_{\text{PR}} = \frac{B_+ - B_-}{2} \quad (2)$$

式中：

B_+ ——改变探头方向时被校质子磁强计的最大示值，nT；

B_- ——被校质子磁强计的反向示值，nT。

7.2.2 磁感应强度

用替代法校准磁感应强度示值误差。标准磁场复现系统复现校准点的标准磁场，通过比较标准磁强计与被校质子磁强计的磁感应强度示值，得到被校质子磁强计的磁感应强度示值误差。校准原理如图 2 所示。

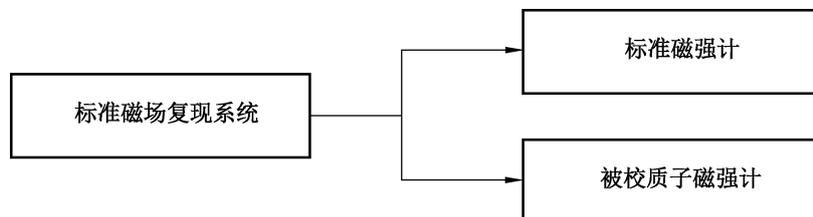


图2 磁感应强度校准原理框图

7.2.2.1 校准点一般应包含被校质子磁强计测量范围上下限及 $30 \mu\text{T}$ 、 $50 \mu\text{T}$ 、 $70 \mu\text{T}$ ，必要时可增加校准点。

7.2.2.2 将标准磁强计的探头放在标准磁场复现系统的工作区中心。

7.2.2.3 由标准磁场复现系统复现校准点的标准磁场，记录标准磁强计的示值。

7.2.2.4 保持标准磁场不变，将标准磁强计替换为被校质子磁强计。

7.2.2.5 如被校质子磁强计的探头剩磁不超过其最大允许误差的三分之一，则直接记

录被校质子磁强计的示值；如被校质子磁强计的探头剩磁超过最大允许误差的三分之一，则分别记录被校质子磁强计探头正向、反向时的示值，并按公式（3）计算被校质子磁强计的示值。

$$B_x = \frac{B_{x+} + B_{x-}}{2} \quad (3)$$

式中：

B_x ——被校质子磁强计的示值，nT；

B_{x+} ——被校质子磁强计探头正向时的示值，nT；

B_{x-} ——被校质子磁强计探头反向时的示值，nT。

7.2.2.6 按公式（4）计算被校质子磁强计的磁感应强度示值误差。

$$\Delta B = B_x - B_0 \quad (4)$$

式中：

ΔB ——被校质子磁强计的示值误差，nT；

B_0 ——标准磁强计的示值，nT。

7.2.2.7 在其他校准点，重复 7.2.2.2~7.2.2.6 的操作。

7.2.3 磁场噪声

用干扰磁场补偿法校准磁场噪声。标准磁场复现系统复现校准点的标准磁场，干扰磁场补偿系统补偿工作区的各种磁场波动后形成稳定磁场，通过测量被校质子磁强计在稳定磁场中的示值变化得到磁场噪声。校准原理如图 3 所示。

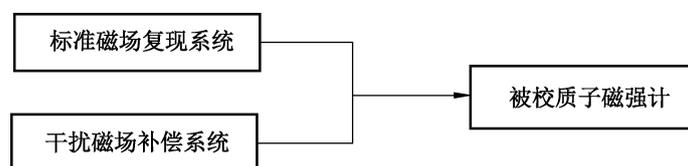


图 3 磁场噪声校准原理框图

7.2.3.1 根据被校质子磁强计的使用要求选定磁场校准点和采样时间间隔；如使用要求没有规定，磁场校准点一般选择 50 μ T 附近点，采样时间间隔选择 1 s 或被校质子磁强计的最短采样间隔。

7.2.3.2 将被校质子磁强计的探头放在磁场复现系统的工作区中心，磁场复现系统复现校准点的标准磁场。

7.2.3.3 开启干扰磁场补偿系统，保持标准磁场不变。

7.2.3.4 被校质子磁强计设置选定的采样时间间隔，自动记录不少于 10 个连续示值 $B_{x,i}$ 。

7.2.3.5 按公式（5）计算被校质子磁强计磁场噪声的峰-峰值 $B_{N,PP}$ 。

$$B_{N,PP} = B_{x,max} - B_{x,min} \quad (5)$$

式中：

$B_{x,max}$ ——磁场噪声校准时被校质子磁强计的最大示值，nT；

$B_{x,min}$ ——磁场噪声校准时被校质子磁强计的最小示值，nT。

7.2.3.6 按公式（6）计算被校质子磁强计磁场噪声的有效值 $B_{N,RMS}$ 。

$$B_{N,RMS} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (B_{x,i} - \overline{B_x})^2} \quad (6)$$

式中：

n ——磁场噪声校准时连续记录的被校质子磁强计示值个数；

$B_{x,i}$ ——磁场噪声校准时被校质子磁强计的第 i 个示值，nT；

$\overline{B_x}$ ——磁场噪声校准时被校质子磁强计 n 个示值的平均值，nT。

7.2.4 时漂

用直接测量法校准时漂。标准磁场复现系统复现校准点的标准磁场，通过测量被校质子磁强计示值随时间的变化得到时漂。校准原理如图 1 所示。

7.2.4.1 根据使用要求选定磁场校准点；如使用要求没有规定，一般选择 $50 \mu\text{T}$ 附近点作为磁场校准点。

7.2.4.2 根据使用要求选择测量时间和时间间隔；如使用要求没有规定，则时间间隔不大于 3 min，且不少于 20 个示值。

7.2.4.3 将被校质子磁强计探头放入标准磁场复现系统的工作区中心，标准磁场复现系统复现校准点的标准磁场。

7.2.4.4 保持标准磁场不变，按选定的时间间隔连续记录被校质子磁强计的示值 $B_{t,i}$ 。

7.2.4.5 按公式 (7) 计算被校质子磁强计的时漂 δB_t 。

$$\delta B_t = B_{t,\max} - B_{t,\min} \quad (7)$$

式中：

$B_{t,\max}$ ——时漂校准时被校质子磁强计的最大示值，nT；

$B_{t,\min}$ ——时漂校准时被校质子磁强计的最小示值，nT。

7.2.5 梯度容限

用直接测量法校准梯度容限。标准磁场复现系统复现校准点的标准磁场，梯度磁场复现系统复现梯度磁场，通过测量被校质子磁强计在梯度磁场中的磁场噪声变化得到梯度容限。校准原理如图 4 所示。

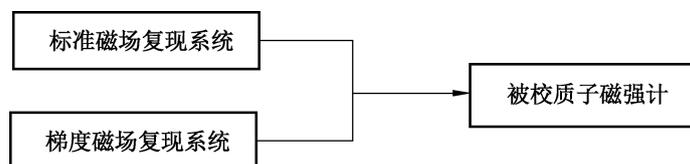


图 4 梯度容限校准原理框图

7.2.5.1 根据使用要求选择恒定磁场校准点和最大允许磁场噪声；如使用要求没有规定，恒定磁场校准点一般选择 $50 \mu\text{T}$ 附近点，最大允许磁场噪声为无梯度磁场时在恒定磁场下被校质子磁强计磁场噪声的 3 倍。

7.2.5.2 将被校质子磁强计探头放入梯度磁场系统工作区中心；按选定的恒定磁场校准点，校准过程中保持恒定磁场不变。

7.2.5.3 在恒定磁场方向复现梯度磁场，按 $0.1 \mu\text{T}/\text{m}$ 的步进量逐步增大梯度磁场，直至被校质子磁强计的磁场噪声超过最大允许磁场噪声。

7.2.5.4 记录被校质子磁强计磁场噪声不超过最大允许磁场噪声的最大梯度磁场，作

为被校质子磁强计的梯度容限。

7.2.6 温漂

用无磁恒温法校准温漂。标准磁场复现系统复现校准点的标准磁场，无磁恒温系统复现校准点的温度，通过测量被校质子磁强计在不同温度下的磁感应强度示值变化得到温漂。校准原理如图 5 所示。

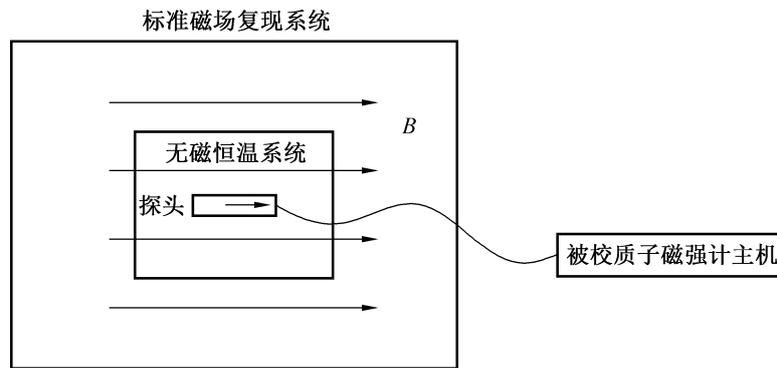


图 5 温漂校准原理框图

7.2.6.1 根据使用要求选定磁场校准点；如使用要求没有规定，磁场校准点一般选择 $50 \mu\text{T}$ 附近点。

7.2.6.2 根据使用要求选择温度范围和温度间隔；如使用要求没有规定温度间隔，一般按每 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 间隔选取一个温度校准点，并包含温度范围的上下限。

7.2.6.3 将无磁恒温系统的恒温箱放置在磁场复现系统的工作区，并使两者工作区中心重合；将被校质子磁强计的探头放置在恒温箱中心；被校质子磁强计的主机一般放置在室温环境中。

7.2.6.4 磁场复现系统复现选定的磁场校准点，校准过程中保持磁场不变。

7.2.6.5 无磁恒温系统复现最低温度校准点，一般应保温不少于 30 min ，记录被校质子磁强计的示值 $B_{T,1}$ 。

7.2.6.6 按选定的温度校准点，逐步升高温度，每个温度点一般应保温不少于 30 min ，记录被校质子磁强计在不同温度点的示值 $B_{T,i}$ ， $i=1, 2, 3, \dots$ 。

7.2.6.7 画出被校质子磁强计示值与温度的变化曲线。

7.2.6.8 对于线性变化的质子磁强计，按最小二乘法拟合计算温漂，见公式 (8)；对于非线性变化的质子磁强计，按公式 (9) 计算温漂。

$$\begin{cases} C_{B,T} = \frac{\sum (B_{T,i} - \bar{B}_T)(T_{m,i} - \bar{T}_m)}{\sum (T_{m,i} - \bar{T}_m)^2} \\ \bar{T}_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{m,i} \\ \bar{B}_T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_{T,i} \end{cases} \quad (8)$$

式中：

$C_{B,T}$ ——被校质子磁强计的温漂， $\text{nT}/^\circ\text{C}$ ；

$B_{T,i}$ ——被校质子磁强计在不同温度下的示值，nT；

\overline{B}_T ——被校质子磁强计示值的算术平均值， μV ；

$T_{m,i}$ ——各测量点的温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

\overline{T}_m ——各测量点温度的算术平均值， $^{\circ}\text{C}$ ；

n ——测量点的数目。

$$\delta B_T = B_{T,\max} - B_{T,\min} \quad (9)$$

式中：

δB_T ——被校质子磁强计的温漂，nT；

$B_{T,\max}$ ——被校质子磁强计在不同温度点的最大示值，nT；

$B_{T,\min}$ ——被校质子磁强计在不同温度点的最小示值，nT。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书（报告）上反映，校准证书（报告）应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（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或应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 对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) 校准证书和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，不得部分复制证书或报告的声明。

校准原始记录格式见附录 B，校准证书（报告）内页格式见附录 C。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 12 个月。送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

磁感应强度测量不确定度评定示例

A.1 概述

根据 JJF 1059.1 规定的方法,对 50 μT 点磁感应强度校准进行测量不确定度评定。标准磁强计的最大允许误差为 $\pm 0.3 \text{ nT}$; 标准磁场复现系统工作区各点的磁场差值不超过 0.1 nT, 磁场波动不超过 0.01 nT。被校质子磁强计的探头剩磁不超过最大允许误差的三分之一。

A.2 测量模型

$$B_x = B_0 - \Delta B$$

式中:

B_x ——被校质子磁强计的示值, nT;

B_0 ——标准磁强计的示值, nT;

ΔB ——被校磁强计的示值误差, nT。

各输入量的不确定度之间不相关,磁感应强度示值校准的不确定度为:

$$u(B_x) = \sqrt{u^2(B_0) + u^2(\Delta B)}$$

A.3 测量不确定度的主要来源

A.3.1 $u(B_0)$ 的来源

- a) 由标准磁强计测量误差引入的不确定度分量 $u_1(B_0)$;
- b) 由标准磁场不均匀引入的不确定度分量 $u_2(B_0)$;
- c) 由工作区磁场波动引入的不确定度分量 $u_3(B_0)$ 。

A.3.2 $u(\Delta B)$ 的来源

由被校质子磁强计测量重复性引入的不确定度分量 $u(\Delta B)$ 。

A.4 标准不确定度分量评定

A.4.1 由标准磁强计示值引入的不确定度分量 $u(B_0)$

A.4.1.1 由标准磁强计测量误差引入的不确定度分量

标准磁强计的最大允许误差为 $\pm 0.3 \text{ nT}$, 假设其服从均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 则由标准磁强计示值不准引入的不确定度分量为

$$u_1(B_0) = \frac{0.3 \text{ nT}}{\sqrt{3}} \approx 0.174 \text{ nT}$$

A.4.1.2 由标准磁场不均匀引入的不确定度分量

工作区内各点的磁场差值不超过 0.1 nT, 假设其服从均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 则由标准磁场不均匀引入的不确定度分量为:

$$u_2(B_0) = \frac{0.1 \text{ nT}}{\sqrt{3}} \approx 0.059 \text{ nT}$$

A.4.1.3 由工作区磁场波动引入的不确定度分量

工作区磁场波动不超过 0.01 nT，假设其服从均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，则由工作区磁场波动引入的不确定度分量为：

$$u_3(B_0) = \frac{0.01 \text{ nT}}{\sqrt{3}} \approx 0.006 \text{ nT}$$

A.4.1.4 由标准磁强计示值引入的不确定度分量 $u(B_0)$

标准磁强计测量误差、标准磁场不均匀、工作区磁场波动作为标准磁强计示值引入不确定度的分量，各分量不相关，则由标准磁强计示值引入的不确定度分量为

$$u(B_0) = \sqrt{u_1^2(B_0) + u_2^2(B_0) + u_3^2(B_0)} \approx 0.184 \text{ nT}$$

A.4.2 由被校质子磁强计测量重复性引入的不确定度分量 $u(\Delta B)$

被校质子磁强计测量重复性用测量结果平均值的实验标准偏差表示，重复测量 10 次，用贝塞尔法计算实验标准偏差。被校质子磁强计重复性测量数据见表 A.1。

表 A.1 磁感应强度 50 μT 点重复性测量数据

测量序号	磁感应强度测量值/nT
第 1 次	49 999.87
第 2 次	49 999.68
第 3 次	49 999.57
第 4 次	49 999.84
第 5 次	49 999.69
第 6 次	49 999.83
第 7 次	49 999.73
第 8 次	49 999.81
第 9 次	49 999.78
第 10 次	49 999.64
平均值	49 999.75

单次测量时，由被校质子磁强计测量重复性引入的不确定度分量为

$$u(\Delta B) = s(\Delta B) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (B_{x,i} - \overline{B_{x,i}})^2}{n-1}} \approx 0.082 \text{ nT}$$

A.5 不确定度分量一览表

不确定度分量一览表见表 A.2。

表 A.2 磁感应强度校准的不确定度分量一览表

不确定度分量	不确定度来源	不确定度分量值
$u(B_0)$	标准磁强计示值	0.184 nT
$u(\Delta B)$	被校质子磁强计测量重复性	0.082 nT

A.6 合成标准不确定度的计算

各不确定度分量不相关,则质子磁强计磁感应强度校准的合成标准不确定度为

$$u_c(B_x) = \sqrt{u^2(B_0) + u^2(\Delta B)} \approx 0.2 \text{ nT}$$

A.7 扩展不确定度的确定

用简易法,取 $k=2$,则质子磁强计磁感应强度校准的扩展不确定度为

$$U(B_x) = k \times u_c(B_x) = 2 \times 0.2 \text{ nT} = 0.4 \text{ nT}$$

附录 B

校准原始记录格式
质子磁强计校准原始记录

证书编号：××××××-××××

送校仪器信息：				
委托单号		送校单位		
名称		制造单位		
型号/规格		出厂编号		
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）： JJF 2229—2025 质子磁强计校准规范				
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	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)

质子磁强计校准原始记录

证书编号：××××××-××××

校准结果记录

1. 探头剩磁

正向示值 B_+/nT	反向示值 B_-/nT	探头剩磁 B_{PR}/nT	扩展不确定度 ($k=2$) U/nT

2. 磁感应强度

标准磁场 B_0/nT	被校磁强计示值			示值误差 $\Delta B/nT$	扩展不确定度 ($k=2$) U/nT
	B_{x+}/nT	B_{x-}/nT	B_x/nT		

3. 磁场噪声

磁场校准点： μT ；采样时间间隔： s 。			
序号	被校磁强计示值 $B_{x,i}/nT$	磁场噪声（峰-峰值/有效值） $B_{N,PP} (B_{N,RMS})/nT$	扩展不确定度 ($k=2$) U/nT
1			
2			
3			
.....			

4. 时漂

磁场校准点： μT			
时间 t/min	被校磁强计示值 $B_{t,i}/nT$	时漂 $\delta B_t/nT$	扩展不确定度 ($k=2$) U/nT

质子磁强计校准原始记录

证书编号：××××××-××××

校准结果记录

5. 梯度容限

在恒定磁场校准点： μT ，梯度容限： $\mu\text{T}/\text{m}$ ， $U = \mu\text{T}/\text{m}$ ， $k=2$ 。

6. 温漂

磁场校准点： μT

温度 $T/^\circ\text{C}$	被校磁强计示值 $B_{T,i}/\text{nT}$	温漂 $C_{BT}/(\text{pT}/^\circ\text{C})$ 或 $\delta B_T/\text{nT}$	扩展不确定度 ($k=2$) $U/(\text{nT}/^\circ\text{C})$ 或 U/nT

校准员：

核验员：

校准日期： 年 月 日

第 页 共 页

附录 C

校准证书内页格式

证书编号：×××××-××××

<校准机构授权说明>				
校准结果不确定度的评估和表述均符合 JJF 1059.1 的要求。				
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）： JJF 2229—2025 质子磁强计校准规范				
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	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)

证书编号：××××××-××××

校准结果

1 探头剩磁

在____ μT 磁场校准点，探头剩磁：

$$B_{PR} = \text{____ nT}, U = \text{____ nT}, k=2。$$

2 磁感应强度

标准磁场 B_0/nT	被校磁强计示值 B_x/nT	示值误差 $\Delta B/\text{nT}$	扩展不确定度 ($k=2$) U/nT

3 磁场噪声

在____ μT 磁场校准点，采样时间间隔____ s 时，磁场噪声为：

$$B_{N,PP} (B_{N,RMS}) = \text{____ nT}; U = \text{____ nT}, k=2。$$

4 时漂

在____ μT 磁场校准点，____ h 内，时漂为： $B_t = \text{____ nT}, U = \text{____ nT}, k=2。$

5 梯度容限

在____ μT 恒定磁场校准点，梯度容限为：____ $\mu\text{T}/\text{m}, U = \text{____ } \mu\text{T}/\text{m}, k=2。$

6 温漂

在____ μT 磁场校准点，温度范围____ $^{\circ}\text{C} \sim$ ____ $^{\circ}\text{C}$ 内，温漂为：

$$C_{BT} = \text{____ pT}/^{\circ}\text{C}, U = \text{____ nT}, k=2 \text{ 或者 } \delta B_T = \text{____ nT}, U = \text{____ nT}, k=2。$$

说明：

根据客户要求和校准文件的规定，通常情况下____ 个月校准一次。

声明：

1. 仅对加盖“×××××校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对本次所校准的计量器具有效。

校准员：

核验员：

第×页 共×页