

151- 2

JJG

中华人民共和国国家计量检定系统

JJG 2052—90

N₂₄

**磁感应强度（恒定弱磁场）
计 量 器 具**

1990年2月26日批准

1991年2月1日实施

国家技术监督局

磁感应强度（恒定弱磁场）计量器具检定系统

Verification Scheme for Measuring Instrument of
Magnetic Induction (Stationary Low Field)

JJG 2052—90

本国家计量检定系统经国家技术监督局于1990年2月26日批准，并自1991年2月1日起施行。

起草单位：中国计量科学研究院

本检定系统技术条文由起草单位负责解释。

中 华 人 民 共 和 国
国家计量检定系统
磁感应强度（恒定弱磁场）

计 量 器 具

JJG 2052—90

国家技术监督局颁布



中国计量出版社出版

北京和平里西街1号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行



开本 850×1168/32

印张 0.375 字数 5 千字

1990 年 8 月第 1 版

1990 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—4000

统一书号 155026-366

定价 1.00 元

本检定系统主要起草人:

金锡若 (中国计量科学研究院)

刘瑞珉 (中国计量科学研究院)

目 录

一 计量基准器具.....	(1)
二 计量标准器具.....	(3)
三 工作计量器具.....	(4)
四 磁感应强度 (恒定弱磁场) 计量器具检定系统框图.....	(5)

磁感应强度（恒定弱磁场）

计量器具检定系统

本检定系统是磁感应强度量值在 $10 \text{ nT} \sim 1 \text{ mT}$ 范围内的计量器具的检定系统。它规定了磁感应强度单位特斯拉 (T) 国家基准的用途、基准所包括的全套基本计量器具、基准的计量学参数和借助于标准向工作计量器具传递磁感应强度单位量值的程序，并指明其不确定度和基本检定方法。

由于真空中的磁感应强度 B_0 和磁场强度 H 有如下关系：

$$B_0 = \mu_0 H$$

而 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ ，是国际单位制中的磁常数，是根据力学单位与电学单位的对应关系定义的。因此，本系统也适用于磁场强度量值在 800 A/m 以下的磁场强度计量器具的检定工作。

一 计量基准器具

因为在 1 mT 附近弱磁场范围内复现磁感应强度单位 T 的准确度最高，所以我国在 0.23 mT 下将弱磁感应强度基准作为国家主基准来复现磁感应强度单位量值。

当质子在磁场中做自由进动时，其进动角频率 ω 和磁感应强度 B 有如下关系：

$$\omega = \gamma_p' B$$

其中 γ_p' 为一基本物理常数——质子旋磁比，进动频率 ω 是可以很准确测定的，从而实现了高准确复现磁感应强度单位量值的目的。由于频率单位的复现也以量子跃迁原理实现，故磁感应强度国家主基准是一种量子基准。它复现性好，所复现的单位不依作为基准器的实物的变化而变化。

1 磁感应强度国家主基准的组成

本基准是借助在弱磁场中测定质子旋磁比 γ_p' 装置来实现的。基准

装置主要由以下几部分组成:

1.1 基准磁感应强度线圈

基准磁感应强度线圈(以下简称基准线圈)是两个以石英为骨架的精密单层亥姆霍兹线圈。其线圈常数(即通以单位电流时产生的磁感应强度值)是通过准确测定其几何尺寸后经理论计算得到的。线圈常数的不确定度为 0.47×10^{-6} 。

1.2 基准线圈电流的稳定和测量装置

基准线圈电流的稳定和测量装置由一套光电稳流系统和基准级电压比对装置组成。电流在 0.5 h 内变化小于 0.5×10^{-6} 。电流测量的不确定度为 0.39×10^{-6} 。采样用基准级 1Ω 标准电阻放在 $20 \pm 0.005^\circ\text{C}$ 的恒温油槽中。参考基准电池组放在长期不稳定性小于 0.001°C 的空气恒温箱中。

1.3 频率测量装置

频率测量装置实质上是一基准级的质子进动式磁强计,由专门研制的质子自由进动信号获取、转换控制装置及频率合成器和计数器组成。它测量衰减振荡形的质子自由进动信号的不确定度为 0.25×10^{-6} 。

1.4 地磁补偿装置

由于基准复现的磁感应强度量值仅为环境地磁场的 4 倍左右,地磁场的影响很大。因此,除要求环境磁场均匀、磁干扰少的郊外弱磁实验室外,还需对环境磁场补偿。补偿系统由一套一米复式方塞劳线圈(或三米三维复式亥姆霍兹线圈)及与其配接的高稳定恒流源组成,所产生的磁场补偿环境地磁场。地磁场的变化量用一套磁通门自动补偿装置来跟踪补偿,使基准磁场工作区域的磁感应强度变化小于 0.3 nT 。用磁通门式零场检测仪检测残余磁感应强度(应小于 1 nT)。

2 磁感应强度国家主基准复现量值及不确定度

磁感应强度国家主基准所复现的磁感应强度量值为 0.23 mT 。其综合不确定度 δ 为 0.8×10^{-6} (1σ , 以下均同)。

二 计量标准器具

弱磁感应强度量值的传递工作中依据所传量值的准确度要求对量具有不同精度要求外,由于所传量值与地磁场同量级,必须辅以相应的补偿线圈或磁屏蔽筒以消除地磁影响。在一、二等标准及三等标准量具的不确定度表达式中的第二项特别指明了要求消除地磁影响的水平,总不确定度取两项的方和根值。根据我国情况,弱磁感应强度标准可分三等。在量值传递工作中可以越级传递。

3 一等弱磁感应强度标准

3.1 一等弱磁感应强度标准是国家级的标准。它由标准质子进动磁强计,提供标准场的线圈系统,高稳定恒流源、标准电阻和高准确度数字电压表等组成的电流测量系统,地磁补偿系统和磁屏蔽筒、磁通门零场检测仪等组成。

3.2 用基准质子进动测频系统,在 0.1 mT 下将单位量值直接传递到标准质子进动磁强计和标准线圈。向下传递时根据下级计量器具的特性和量值范围可用标准质子进动磁强计和标准线圈直接传递,也可用磁通门磁强计作指零仪的线圈常数比较法传递。

3.3 在 $10\text{ nT} \sim 1\text{ mT}$ 范围内,不确定度为 $5 \times 10^{-5} B_s + 0.3\text{ nT}$ (对应于 $\delta = 3\% \sim 0.005\%$), B_s 为标准计量器具复现的量值,在 $0.02 \sim 0.1\text{ mT}$ 范围内采用标准质子进动磁强计以替代法传递时,不确定度为 $5 \times 10^{-5} B_s + 0.3\text{ nT}$ (对应于 $\delta = 0.0016\% \sim 0.0006\%$)。

3.4 个别要求高准确度标准的部门也可建立此级标准。

4 二等弱磁感应强度标准

4.1 二等弱磁感应强度标准是部门、地区级的标准。它也需由标准质子进动磁强计、线圈及稳流电源,电流测量系统及地磁补偿系统等组成。

4.2 在 $10\text{ nT} \sim 1\text{ mT}$ 范围内不确定度为 $1.5 \times 10^{-4} B_s + 0.5\text{ nT}$ (对应于 $\delta = 5\% \sim 0.015\%$),在 $0.02 \sim 0.1\text{ mT}$ 范围内采用标准质子进动磁强计以替代法传递时,不确定度为 $2 \times 10^{-5} B_s + 0.5\text{ nT}$ (对应于 $\delta = 0.0032\% \sim 0.002\%$)。

5 三等弱磁感应强度标准

5.1 三等弱磁感应强度标准是基层计量部门使用的标准。

5.2 在配备地磁补偿装置或磁屏蔽筒的情况下,三等标准量具在 $10\text{ nT} \sim 1\text{ mT}$ 范围内不确定度为 $3 \times 10^{-4} B_x + 0.5\text{ nT}$ (对应于 $\delta = 5\% \sim 0.03\%$)。

5.3 三等标准磁强计一般不需用高准确度的质子进动磁强计,而用其它形式的标准磁强计。在 $10\text{ nT} \sim 1\text{ mT}$ 范围内不确定度为 $1 \times 10^{-3} B_x + 1\text{ nT}$ (对应于 $\delta = 10\% \sim 0.1\%$)。 B_x 为被检量具复现的数值。

三 工作计量器具

6 测量范围、不确定度及所需传递标准

弱磁感应强度工作计量器具的工作原理、形状、规格、测量范围及准确度千差万别。一般在 $10\text{ nT} \sim 1\text{ mT}$ 范围内,不确定度为 $10\% \sim 0.002\%$ 。可以根据测量范围、准确度要求及其它条件的要求确定所需标准。

6.1 原子式磁强计需用二等或一等标准来检定。

6.2 不确定度为 $10\% \sim 0.1\%$ 的工作磁强计由三等标准量具传递。

6.3 不确定度为 $10\% \sim 0.3\%$ 的磁感应强度工作量具由三等标准磁强计或三等标准量具传递。

6.4 工作量具线圈一般用其常数 c 来表示,单位为 T/A ,其不确定度用相对不确定度表示。

6.5 数字式磁强计的不确定度是该数值的不确定度和对应量限有效分辨率的方和根。

6.6 指针式磁强计的不确定度用引用误差表示。

7 检定工作计量器具时所用标准的不确定度应不大于工作计量器具不确定度的 $1/3$ (100 nT 及以下量限除外)。计量标准必须经上级

标准考核合格，报上级计量行政部门批准后方可使用，并需定期检定，检定周期为一年，以保证量值传递准确。

四 磁感应强度（恒定弱磁场）计量器具检定系统框图