

指针刻度式电表读数问题争论几时休

杨明炳

(昆明市第三中学 云南 昆明 650000)

(收稿日期:2017-02-10)

摘要: 刻度式电表读数问题,在中学物理教学中争论了多年,一直没能达成共识.在查阅大学教材及相关文献的基础上,认为问题的关键在于用刻度式读数方法得到的读数结果与测量值有效数字表达的不一致所造成,因而主张测量值的有效数字应由测量工具的准确程度决定.

关键词: 刻度式电表 读数方法 有效数字

1 问题提出

指针刻度式电表读数,是中学物理教学中一个基本的,必不可少的内容,原本不是什么难于解决的问题,但近6年来,各大中学物理刊物发表了与此相关的文章多达数十篇;通过网上搜索“指针刻度式电表读数”,相关争议文章更是不计其数.问题的关键点都是围绕最小分度值是“2”和“5”的估读的问题.

有人主张全都按 $\frac{1}{10}$ 估读^[1,2];有人主张按 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$ 估读到本位,但因“估读的格数乘最小分度”时出现进位,导致有效数字位数会相差一位,这不符合“测量值的有效数字必须与测量工具的精度一致”这一原则^[3].有人主张要结合电表的等级进行估读^[4];甚至有人提出要按“高考潜规则”来读数^[5].这就叫人费解了!一个求真的学科,哪来的“潜规则”?当然,问题的根源确实存在于高考题的答案中,正是2009年安徽卷和2010年全国卷的答案激起了这“千层浪”;再是众多的讨论中缺少理论依据,各说一是,纷争不断.

本着从源头寻根的想法,笔者到大学图书馆查找相关资料^[6,7],发现在不同年代、不同版本的《大学物理实验》教材基础理论部分都指明,测量值由可靠数和一位不可靠(可疑)数组成.涉及刻度式电表的读数估计方法,基本都是:对最小刻度是“1”的按十分之一估读到下一位为不可靠数,对最小刻度是“2”,“5”的按 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$ 估读,不可靠数在本位.

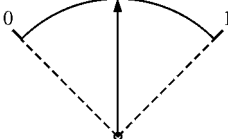
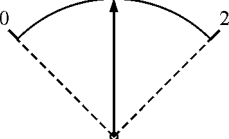
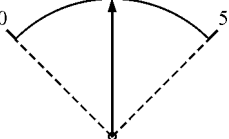
到底应该如何正确理解和看待指针刻度式电表读数问题,本文在此试图做些个人探讨.

2 问题探讨

众所周知,电表的等级是反映电表精密程度的指标,是在评估误差时才用得到,读数时是不必顾及的.从每年高考试题来看,涉及指针刻度式电表读数的试题中也从未说明是什么级别的电表,因此读数时我们并不涉及电表级别问题.

下面我们来探讨对均匀刻度表盘的电表的估读问题.假如指针在最小刻度的正中间,则各分度的电表估读结果如表1所示.

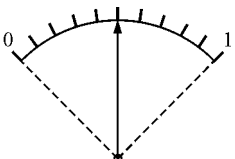
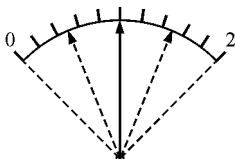
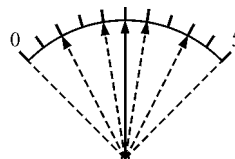
表1 各分度电表估读结果

1分度	2分度	5分度
		
估0.5,十分位不可靠	估1,本位不可靠	估2或3,本位不可靠,不能估为2.5,否则有两位不可靠

若增加参考标尺,即将每大格再等分为10小格,如表2所示.这相当于精度提高一个数量级,若

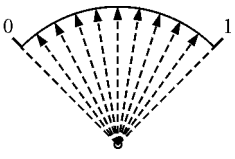
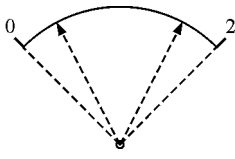
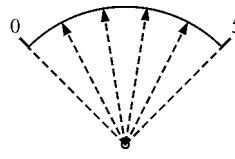
原来的不可靠数变为可靠数,则说明估读合理.由表2看出,表1所示的估读结果是正确的.

表2 增加参考标尺后估读结果

1分度	2分度	5分度
		
读 0.5	读 1	读 2 或 3, 不能读为 2.5, 否则还有一位不可靠

基于此,笔者认为,对最小刻度分别是“1”、“2”、“5”的指针刻度式电表读数,应该按照表3所示的估读方法来操作,才是符合测量基本要求的.

表3 笔者认为符合测量基本要求的估读方法

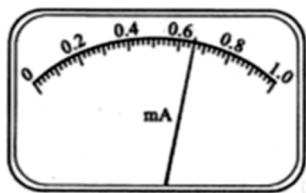
1分度	2分度	5分度
		
按十分之一估读.十分位靠估计而得,十分位不可靠	按二分之一估读.1及3,5,7,9靠估计而得,本位不可靠.(靠哪边读那边,在中间为一半)	按五分之一估读.1,2,3,4及6,7,8,9靠估计而得,本位不可靠

为了对本文探讨问题有进一步清楚认识,我们不妨再来探讨一下几道高考试题.

这都是不合实际的.

【例1】2010年高考全国大纲卷中的第23题(4)中的电流表读数问题,如图1所示.

【例2】2010年高考全国课程标准卷第23题中电流表的读数问题,如图2所示.本题所给参考答案为115.0 mA,所存在的问题与例1中相同.



电流表A₂示数

图1 例1题图

本题所给参考答案为0.660 mA,此结果是怎么来的呢?笔者认为想必是按 $33.0 \text{格} \times 0.02 \text{ mA/格} = 0.660 \text{ mA}$ 得来的,但这无端增加了测量工具的精确程度,显然是不合理的.因为,电流表A₂的量程分度值为“0.02 mA/小格”,其百分位不可靠(末位奇数值要靠估计才能得到),本题结果记为0.66 mA才较为合理;若真要记为0.660 mA,除非再将每小格20等分,或者说人眼要能按 $\frac{1}{20}$ 进行估计,但

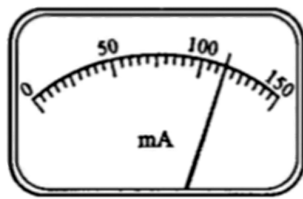


图2 例2题图

【例3】(2009年高考安徽卷第21题)用多用电表进行了几次测量,指针分别处于a和b的位置,如图3所示.若多用电表的选择开关处于下面表格中所指的挡位,a和b的相应读数是多少?请填在表格中.

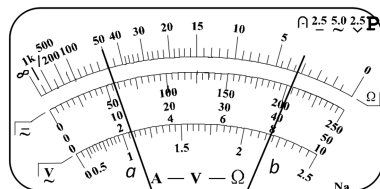


图3 例3题图

表4 指针读数

指针位置	选择开关所处挡位	读数
a	直流电流 100 mA	mA
	直流电压 2.5V	V
b	电阻 $\times 100$	Ω

本题对直流电流 100 mA 挡位指针位置选择 a 时的读数所给出的参考答案为：“23.0”。可是，题目中给出的图 3，其表盘、指针位置及量程完全取自人教版教材（2007 年 1 月第二版）选修 3-1 第二章第 8 节习题中第 1 题的图，而教师用书中所给的答案为 22.8 mA。该书 2010 年 4 月第三版将该题放到第二章第 9 节“问题与练习”中，并将“直流电流 100 mA 挡”改为“直流电流 50 mA 挡”，同时教师用书所给答案为 11.4 mA。显然，第三版教材已注意到量程分度值与有效数字的关系，其量程分度值为“1 mA/小格”，不可靠位数在十分位，应该说是第二版中“2 mA/小格”不可靠位数取到十分位这一不妥做法的修改^[8]。就本题参考答案“23.0”而言，是不合理的。

2011 年高考全国 I 卷再次考查电表读数，但从考试中心给出的试题参考答案看，透射出两点信息：一是欧姆表要估读；二是电压、电流表估读的依据是在弄清“量程分度值”的前提下进行。

事实上，2010 年之后的高考，虽然也多次考过电表读数的题，但都已不再有争议。所以，在用刻度式电表测量时，只要按照“读数时格数乘精度，记录时审核有效数”，就不会产生争议。

总之，刻度式读数的参考标尺，所标数字以及半长刻线、短刻线都是为了读数方便而做出的标识，在不同量程下代表的值不同。考虑到刻线有宽度、指针有宽度且长度有限、人眼分辨能力等因素，因此制作成不同等级的电表用于不同精度要求的测量中。对于一块给定的电表，读数时只要认清量程分度值，即可以读出可靠数，并估读出不可靠数（只能是一位），称为“测量的有效数字”，即为本次的测量值。记录测量值时必须与仪表精度一致，有效数字位数必须是一致的，并非是“见到刻线就补零”！

中学实验室中的电流表、电压表都是 30 小格

的电表，对量程为 0.6 A 的电流表，量程分度值为“0.02 A/小格”显然其百分位上的“1,3,5,7,9”只能靠估读而得，即不可靠发生在百分位，再往后写出的数字是不符合有效数字规则的。对量程为 3 A 的电流表，量程分度值为 0.1 mA/小格，因此按 $\frac{1}{10}$ 往后估读得到不可靠数，在百分位；对量程为 3 V 的电压表，不可靠位数在百分位。对量程为 15 V 的电压表，按 $\frac{1}{5}$ 估读，不可靠数在十分位。对多用电表，其量程分度值为“ $\frac{1}{50}$ 量程”，由于量程不同，因而不可靠位数所在位置不尽相同，但读数方法相同，都是“格数（含一位估计值）乘精度”。

3 一点建议

由于电表使用过程中，指针不可能都指在刻线上，即估读是必然要面对的问题，是高中物理教学中无法回避的问题，因此，希望在教材中给出示例，或是教师用书中给出明确要求，统一估读原则，不要再让教师各自钻研，成为教学的一个痛点，也不要让学生无所适从；另外，高考命题时，对所给答案略做说明，不要让广大教师盲目去猜、去揣摩，耗时无功。

参考文献

- 张辉. 从高考答案中看电表读数规则. 理科考试研究, 2011
- 毛宗致. 指针刻度式电表读数方法探讨. 中学物理教学参考, 2013(9): 32 ~ 33
- 林进取. 也谈指针刻度式电表读数方法. 中学物理教学参考, 2014(1-2): 56 ~ 58
- 林明华. 高中物理实验中电表读数问题探讨. 物理教学探讨, 2012(10): 28 ~ 29
- 范青林. 高考指针式电表读数“潜规则”探讨. 物理教学探讨, 2016(8): 46
- 魏怀鹏, 展永. 大学物理实验. 天津: 天津大学出版社, 2004
- 王银丰, 等主编. 大学物理实验. 北京: 机械工业出版社, 2005
- 张维善. 人教版教材选修 3-1. 北京: 人民教育出版社, 2005. 68