

目 录

第一章 电气仪表在电业中的作用	4
第二章 各种仪表的构造和原理	5
第一节 仪表的规范和表面标志	5
第二节 仪表的一般构造	11
第三节 磁电式(永磁动圈式)仪表	18
第四节 电磁式(转铁式)仪表	27
第五节 电动式(电流力计型)仪表	30
第六节 铁磁电动式仪表	38
第七节 感应式电度表	40
第八节 流比计仪表(摇表、相位表、温度表)	48
第九节 其他配电盘仪表(周波表、合车表、检漏计、 记录型仪表)	59
第十节 携带型仪表的构造	66
第十一节 伏安表、万能表、真空管电压表 (交直流两用的仪表)	67
第十二节 单桥、双桥、接地摇表	74
第十三节 仪表变成器与仪表的关系	84
第三章 各种仪表在电业中的运用和二次线连接	87
第一节 交流发电机控制盘上的仪表	87
第二节 直流励磁机控制盘上的仪表	89
第三节 变压器控制盘上的仪表	89
第四节 送电线控制盘上的仪表及其他仪表	91
第四章 各种仪表的校验方法及其规格	91
第一节 误差和定期校验	91

第 二 节	基本誤差的測定方法	92
第 三 节	仪表附加誤差的測定方法	116
第 四 节	仪表机件的性能試驗	118
第 五 节	仪表基本誤差和附加誤差的容許值	121
第 六 节	电度表的校驗方法	123
第五章	各种仪表的常見故障及修調方法	133
第 一 节	仪表的共同性故障	133
第 二 节	电磁型仪表的調整	145
第 三 节	磁电式仪表的檢修	148
第 四 节	电动型仪表的調整	151
第 五 节	流比計型仪表的修調	155
第 六 节	交直流仪表的修調	161
第六章	各种仪表的維護保管	167
第 一 节	各种仪表的記錄卡片	167
第 二 节	各种仪表的校驗期限	167
第 三 节	仪表的保管	169
第 四 节	仪表的裝箱及運輸	169
第七章	各种电气設備对仪表的要求	170
第 一 节	对仪表的要求	170
第 二 节	对仪表安裝及接綫的要求	172
第 三 节	对仪表变成器的要求	173
第 四 节	对表用电池的要求	174

出版者的話

随着工农业的大跃进，各省、市、专区、县和有条件的农业生产合作社，都在迅速地建設着中小型的火力发电厂和水电站。因之电气工人必将大量增加。为了适应电气工人的技术学习和工作的需要，我們决定出版一套“发电厂和变电所电气工人丛书”。这套丛书共二十三册，内容包括：发电厂和变电所的电气设备概論，发电机和調相机，发电机的故障和修理，交直流电动机和励磁机，发电厂和变电所的自用电，电力变压器和調压装置，开关设备，配电装置，电纜，电力整流装置，蓄电池，繼电保护和二次回路，电气仪表，发电厂和变电所的过电压保护，发电厂和变电所的安全设备和用具，发电厂和变电所的自动控制和信号设备，发电厂和变电所的遙远測量和遙远調整，发电厂和变电所的通訊设备，发电机和发动机的安装，电力变压器的安装，开关安装和母綫的安装等。文字通俗易懂，沒有高深的理論，并适当地附了些插图来帮助理解文字叙述；它能使具有高小至初中文化程度的电气工人比較系統地从書中得到发电厂和变电所电气设备的結構、性能、安装、运行和維護等各方面的知識。

因为担任这套丛书編写工作的各位作者写作进度不一，所以这套丛书将不根据順序出版，而是根据作者脫稿的先后陸續出版，在編写这套丛书时，我們考虑了丛书的系統性，也考虑了每册的独立性，所以不按順序出版，对讀者的影响不会太大。我們誠懇地希望讀者提出宝贵意見。

目 录

第一章 电气仪表在电业中的作用	4
第二章 各种仪表的构造和原理	5
第一节 仪表的规范和表面标志	5
第二节 仪表的一般构造	11
第三节 磁电式(永磁动圈式)仪表	18
第四节 电磁式(转铁式)仪表	27
第五节 电动式(电流力计型)仪表	30
第六节 铁磁电动式仪表	38
第七节 感应式电度表	40
第八节 流比计仪表(摇表、相位表、温度表)	48
第九节 其他配电盘仪表(周波表、合车表、检漏计、 记录型仪表)	59
第十节 携带型仪表的构造	66
第十一节 伏安表、万能表、真空管电压表 (交直流两用的仪表)	67
第十二节 单桥、双桥、接地摇表	74
第十三节 仪表变成器与仪表的关系	84
第三章 各种仪表在电业中的运用和二次线连接	87
第一节 交流发电机控制盘上的仪表	87
第二节 直流励磁机控制盘上的仪表	89
第三节 变压器控制盘上的仪表	89
第四节 送电线控制盘上的仪表及其他仪表	91
第四章 各种仪表的校验方法及其规格	91
第一节 误差和定期校验	91

第 二 节	基本誤差的測定方法	92
第 三 节	仪表附加誤差的測定方法	116
第 四 节	仪表机件的性能試驗	118
第 五 节	仪表基本誤差和附加誤差的容許值	121
第 六 节	电度表的校驗方法	123
第五章	各种仪表的常見故障及修調方法	133
第 一 节	仪表的共同性故障	133
第 二 节	电磁型仪表的調整	145
第 三 节	磁电式仪表的檢修	148
第 四 节	电动型仪表的調整	151
第 五 节	流比計型仪表的修調	155
第 六 节	交直流仪表的修調	161
第六章	各种仪表的維護保管	167
第 一 节	各种仪表的記錄卡片	167
第 二 节	各种仪表的校驗期限	167
第 三 节	仪表的保管	169
第 四 节	仪表的装箱及运输	169
第七章	各种电气設備对仪表的要求	170
第 一 节	对仪表的要求	170
第 二 节	对仪表安装及接綫的要求	172
第 三 节	对仪表变成器的要求	173
第 四 节	对表用电池的要求	174

第一章 电气仪表在电业中的作用

电业中的运行人员，依靠各种电表，掌握电的数量和质量。电压表、电流表、电力表、电度表等都是从各方面来表示电的数量。同时，电压表针的摆动，又可以表示电的质量。摆动大表示电压不稳，电的质量差。周波表的变化，专门表示电的质量。力率表指示用电的情况，亦即负荷的性质。此外接地指示表示运行故障，并车表只是运行人员并车时的工具，平时没有用。运行用的电表，不外以上这些，少了哪个或哪个不准，都会妨碍运行。它们好像运行人员的耳目，如同电业阵营中的侦察兵。

电能无形无影、无声无臭，人们不能直接看见它、控制和调度它。一具表不准，就会影响价值百万的发电机或变压器的安全和经济运行。如发电机盘上的励磁直流电流表，它有外附分流器和引线，常因校表人员对它了解不够，校验时，不管引线电阻，或引线的安装不当，或表本身不准等原因，常常产生很大的误差。如某厂的励磁表偏大13%，运行人员以为励磁电流到了定额，而7,500瓩的发电量还差1,000瓩，就怀疑发电机转子有了层间短路，不敢开足铭牌发电量。又如某某二厂的励磁电流表偏小35%以上。携带型试验用的直流电流表，不注意同样也会出错。如某试验员用压降法测发电机转子温度，就因为以上的毛病将89°C量成63°C。

电气试验，就是各种电气仪表的应用。电气绝缘经过摇表、直流微安表、介电试验器、湿度检测仪器的综合测量

后，就可以鉴定能否作破坏性的耐压試驗或投入运行，否則貴重的电器将盲目被击穿。电器的出力試驗，是0.5級电表与温度表的合用。綫路上悬垂瓷瓶，靠驗电杆上的电容型电压表，可以查出其缺陷。電纜的故障，用电子管仪表，可以測出其地点。各种仪表用时非仅要表尺合适，而且要有其額定的准确度。运行人員有时碰到記錄的結果不合理，不是仪表結綫錯誤，就是仪表本身誤差太大，常碰到的如一条送电綫受电端的电度表反比送电端的走得更多。一条母綫上的几具电度表，受送电度不平衡，有大过10%的。試驗人員的仪表，平时維護得不好，准确度不够，用时来不及校驗，仓惶上陣，如檢查某电业局的0.2級仪表14只，有8只不合格。0.5級表29只，有11只不合格。有的仪表本来准确，因为装箱不慎或途中顛簸太大，測得的結果不合理，事后校表，誤差很大，有时尙能更正，有时则表的指数不定，无法更正，使整个試驗作廢。由此可見，发供电及电气試驗，都靠仪表，故其維護、試驗与檢修，是电业工作中重要的一环。仪表不全不准，則安全运行、經濟指标、計劃任务、劳动竞赛、技术改进等，皆无所依据。电业各种會議中，时常可以听到对于仪表的怀疑、爭执与埋怨，也是反映仪表的重要性。

第二章 各种仪表的构造和原理

第一节 仪表的规范和表面标志

填单請購仪表，或登記仪表帳及卡片时，都須要詳載有关各項，使人一目了然，否則会买錯，或采購人員往返詢問費时或看帳及卡片不能了解全部情况，还須看实物。这种事

情在電業中是常見到的。因此不論用表者、購表者、保管表者都應該知道下列的儀表規範：

1. 儀表的名称：如交流電流表、直流檢流計。名称不要太多，可以把它的規範，分開寫在名称後面。

2. 外部型式：攜帶型或配電盤型，在盤上的安裝方式是突出的、埋入的或半突出的有時也須指明。

3. 準確等級，如0.1級，0.2級，0.5級，1.0級，1.5級，2.5級等，是指其誤差為0.1%，0.2%。日本儀表稱普通級，精密級，超精密級，其意義比較含糊，不如稱誤差數的明確。

4. 表尺弧長：須用繩照表尺彎着量。電業常用的表計，弧長為110，130，150，300公厘，從弧長說明儀表的大小。對於攜帶型的儀表，比說外形尺寸好些，但對配電盤式儀表，還須說明外形尺寸，好配合安裝位置。

5. 直流或交流：不論25，50或60工業周波，對一般儀表沒有分別，但對感應型儀表，如交流電度表，則有影響，應注明周波數，因為有些電度表的調整裝置，原為60周波者，用於50周波時，其調整範圍不一定够。在電訊、電子管儀表工作中用的表，須注明高周波用。

6. 構造原理：應注明磁電型、電磁型、電動型、流比型、感應型或熱偶型。

以上六項，填請購單時不可少，遺憾的是在採購部門很少看到這樣完備的請購單，採購者根據他們的經驗及側面消息來猜，發書信、電報、電話去問，一個主觀猜錯了，買得不对，反而怨採購員，其實是請購者缺乏儀表的基本知識，請購單填得不詳細。有些人在儀表名称後面，只填製造廠名及出品型號，這樣雖不會買錯，但因市面缺貨原廠家不接受

仪表的表面标志

表2-1

仪 表 形 式		符 号	
		无 磁 屏	有 磁 屏
磁 电 式	有 机 械 反 抗 力 矩		
	无 机 械 反 抗 力 矩		
采用磁电式机 构的仪表	整 流 式		
	热 电 式		
	直接 接 触 式 热 电 偶		
	絕 緣 式 热 电 偶		
	电 子 管 式		
	光 电 式		
电 磁 式	有 机 械 反 抗 力 矩		
	无 机 械 反 抗 力 矩		
振 动 式			

續表

仪 表 型 式			符 号	
			无 磁 屏	有 磁 屏
电 动 式	无	有机械反抗力矩		
		无机械反抗力矩		
	铁	有机械反抗力矩		
		无机械反抗力矩		
感 应 式	有 机 械 反 抗 力 矩			
	无 机 械 反 抗 力 矩			
静 电 式				
热 磁 式				
电 解 式				

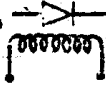
表 2-2

仪 表 等 级	符 号	仪 表 等 级	符 号
0.1		1.5	
0.2		2.5	
0.5		4.0	
1.0			

表 2-3

电 流 种 类			符 号
直 流			—
交 流 50 周	单 相		~
	三	平 衡 負 荷	≡
		不 平 衡 負 荷	≡
	相	四 綫 不 平 衡 負 荷	≡
直 流 及 交 流			— ~

表 2-4

技 术 特 性		标 記
仪表刻度盘的 位 置	垂 直 的	
	水 平 的	
	傾側的(例如成60°角)	$\angle 60^\circ$
仪表的位置对着地磁子午綫(經綫)		
仪表絕緣的試驗电压(例如 2 千伏)		 2KV
相 位 差 角		φ
功 率 因 数		$\cos \varphi$
波 长		
高 压 警 号		
磁 屏		
接触式热电偶		
絕緣式热电偶		
普通整流器		
机械整流器		

任务，或对某国的外汇没有（如苏联外汇，大都用在买整个工厂了，难有零星外汇买仪表）等原因，指定的表买不着，采购员又不敢改买别家的表，这样填请购单时虽然省事，却一年半载后还是落个空，不如将以上六项详填，然后为便利采购者起见，再注明几家制造厂及型号、说明希望买到的秩序。

若填保管仪表的卡片，则除上列六项外还要：

7. 制造厂名。
8. 出品号。
9. 本单位编号。
10. 好坏情况及历次修试摘要。

表 2-5

磁屏等级	标 記
I 级	
II 级	
III 级	
IV 级	

第二节 仪表的一般构造

仪表种类繁多，但都有一些共同的部件，如外壳、指针、标度尺、阻尼器、转轴、轴承、游丝、调零装置和按钮等。此外，仪表根据产生主动力矩的不同结构，分成磁电式、电动式、铁磁电动式、感应式、流比计式等种类，本节先讲述仪表共有的部件。

1. 外壳

配电盘仪表的外壳，分底座和外罩两部分。依据防护方式，分成密封的，防水的，防溅的和防生的四种。由于安装不同，有凸出的、嵌入的两种。其外形有圆形、矩形、弧形三种。由于圆形表占配电板面积较多，近来大部采用矩形外壳，配电盘表采用铁的，用以防磁。内部有防磁装置的，则用胶木外壳，近来，大都采用铁磁电动式，防磁就显得不重

要，因而外壳采用胶木的，如图 2-1 所示。携带型表内部大都有防磁装置，故外壳一般都是胶木或木的，如图 2-2 所示。但仪表的外壳应力求精致美观，因美观的外壳会使人格外爱护它。

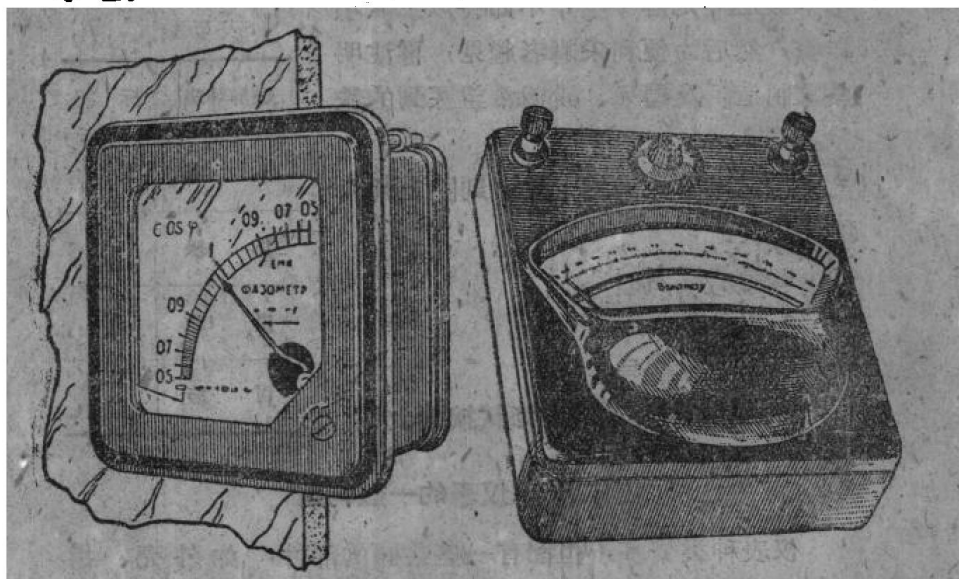


图 2-1 矩形嵌入式仪表

图 2-2 ACT-B型携带型仪表

2. 指针

指针的外形和尺寸，根据准确等级和读数时的距离远近而不同，分为杆形，矛形和刀形三种，如图 2-3 所示。0.2 级和 0.5 级指针采用刀形，刀背宽度等于刻度线宽度。矛形和杆形指针，用于远距离读数的配电盘表。在高灵敏度的验流计中，采用针影光读装置，见图 2-6。指针通常用铝片（牌号 AMT 的铝合金或牌号 Д1 的硬铝）制成，其厚度为 0.07~0.15 毫米，或用拉制无缝金属管制成，外径为 0.5~0.8 毫米，管壁厚 0.05~0.1 毫米。为减轻重量和增大强度起见，也可用玻

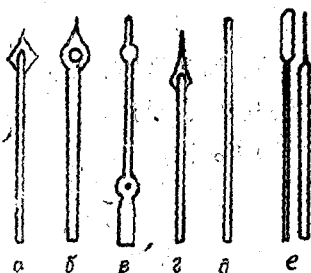


图 2-3 指针的形状

a, b, c—矛形；d, e—杆形；
e—刀形。

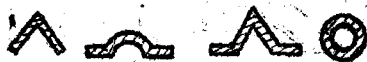


图 2-4 指针的截面

璃杆,以及有机玻璃来制造。为了得到必须要的刚度,指针的截面往往是复合形的,如图 2-4 所示。指针可直接固定在可动部分上。也不借支架固定在不动部分上,如图 2-5 所示。为了机械上能平衡采用非磁性的铜线绕成的平衡锤。

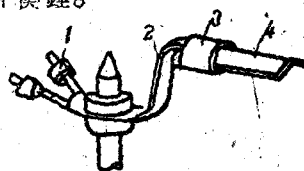


图 2-5 指针的构造

1—平衡锤；2—指针支架；
3—夹套；4—指针。

3. 标尺

标尺通常是平面的,某些配电盘表或光读式仪表中,如图 2-6 所示,则是曲面的,标尺的底板,用黄铜或铝制成,贴上纸或涂上漆。刻度线的绘制,有先直接在金属板上雕刻,或腐蚀,或冲压出凹入的刻度线,然后涂上颜料的,有用白粉纸用墨汁绘出的,亦有采用照象的。0.5 级和 0.2 级仪表,先在度盘上涂上一层硝化漆,再用墨汁绘出刻度线,数字和符号,则用橡皮印器及印泥刻出,有时为了能在黑暗中读数,在标度线和指针上涂有发光颜料。

刻度线的宽度,应为分格长度的 $\frac{1}{10}$ 左右,经验证明,此时的读数误差为最小,0.5 级以上仪表的分格长度通常为 1~

1.5毫米，所以刻度綫和針刀的寬度应为 $0.1 \sim 0.2$ 毫米。刻度分格值应为 1，或 2 的十倍数，否則不便于讀数。儀表的刻度尺，有等分的和不等分的两种。通常尽可能使刻度尺等分。讀数的准确性，决定于人的經驗(視線与标尺所成的角度)，也决定于标尺和刻度板間的距离。讀数誤差可以用鏡子标尺来消除，讀数时，应在指針与鏡子中的象重合时才讀出刻度数值。

4. 轉軸、軸承和摩擦力矩

大部分儀表的轉动部分，是用軸和軸承来支持的，因此不可避免会出现摩擦力矩，摩擦力矩大小，与軸尖和軸承

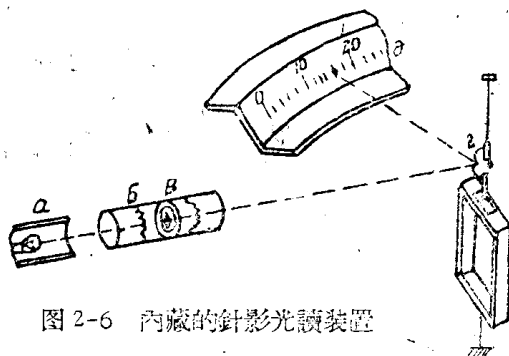


图 2-6 內藏的針影光讀裝置

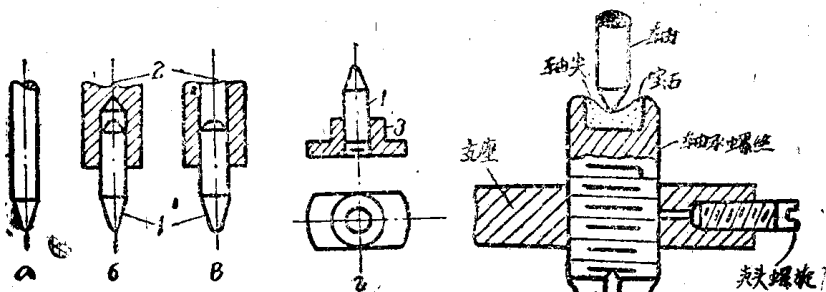


图 2-7 轉軸的构造

1—軸尖；2—軸；3—軸尖座。

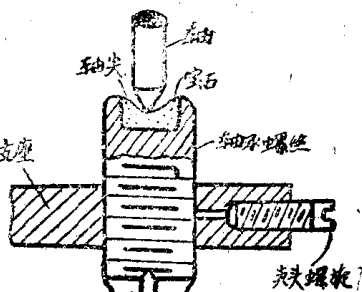


图 2-8 測量构造的軸承

(宝石)的尺寸、硬度、光洁度和转动部的重量有关,也和附加因素,如振动、污垢、湿度有关,因之本質上是一个不定的量;平常取摩擦力矩中最大的一个作为表计的摩擦误差。摩擦力矩的方向总是反对转动。轴尖愈尖,摩擦愈小,但太尖时,会把轴尖压钝,反而增大摩擦,故轴尖和轴承应有一定的材料形状和尺寸,一般地轴尖顶端做成圆球形。它的曲率半径自 $0.01 \sim 0.25$ 毫米,应选择得使轴尖端所受压力不超过 $300 \sim 500$ 公斤/毫米²,轴承的凹部也做成球面,但它的曲率半径比轴尖的大 $4 \sim 10$ 倍。

制造轴尖的材料,采用牌号为Y10A及Y12A的高碳钢(银亮钢),经过适当淬火,使摩斯硬度不低于 6.5 (920 公斤/毫米²),它的锥角为 $55 \sim 60^\circ$ 。轴承采用玛瑙或刚玉制成,玛瑙的硬度为 $6.5 \sim 7$,刚玉的硬度不低于 9 ,亦有用氧化铅熔成玻璃来制成。轴承的圆锥角为 $90 \sim 120^\circ$,转轴的直径分为 0.25 , 0.5 及 0.75 三种。长度为 $3 \sim 6$ 毫米。在构造上,有刚质实心轴,顶端磨成锥状的,有将轴尖压入钢质实心轴的,有将轴尖压入铝质空心轴的,有将轴尖压入铝质轴尖座的。如图2-7所示。轴承压入带螺纹的轴承螺丝,然后再按照图2-8所示的方法固定在支座上。

横轴承比立轴承的摩擦大,因此精密仪表大都采用立放轴承。转动部分重,而且游丝弱的仪表摩擦误差比较显著,对这种表的轴尖和轴承应精加工。近年来各国正在采用由铍青铜制的拉丝来代替转轴,成本降低,摩擦误差也得到了大大改善。

5. 游丝和仪表反抗力矩

假如表计只有主动力矩,则不论被测的量多大,都将使指针偏到尽头,为了使指针的每一偏角,都能代表相应的被