

保护继电器试验手册



保护继电器试验手册

許昌继电器厂
許昌继电器研究所

再 版 说 明

《保护继电器试验手册》是我所试验室及有关人员的实际工作经验总结，在1975年编写的《继电器试验方法基础知识》一书的基础上，结合兄弟单位的经验写成。本手册1980年9月第一次印行后，得到电业系统有关单位的热情帮助和鼓励，现根据产品发展的实际情况和读者要求，重新修订再版。

手册共分二篇。第一篇着重介绍保护继电器基本知识和基础试验方法；第二篇是以许昌继电器厂生产的部分继电器为对象，介绍具体的试验方法。在阐述试验方法的同时，还附有产品的技术条件，特性曲线和内部线路原理图。

本手册可作为电业工作人员对保护继电器进行试验、检查、调试的实用工具书，也可供从事继电保护调试工作的技术人员参考使用。

全书由韩天行同志编写，在编写过程中得到有关同志的大力支持和帮助。由于水平有限，修订后书中仍存在不少缺点、错误，恳请批评指正。

许昌继电器研究所

一九八五年十月

目 录

第一篇 保护继电器基本试验方法

概 述	(1)
第一章 保护继电器试验要求及试验内容	(2)
第二章 电气测量仪表基本知识	(9)
第三章 继电器的准确度及表示方法	(17)
第四章 一般检查	(19)
第五章 触点基本参数测试	(21)
第六章 线圈基本参数测试	(25)
第七章 动作与返回值测试	(36)
第八章 时间参数测试	(48)
第九章 温升试验	(69)
第十章 热稳定试验	(76)
第十一章 极限环境温度试验(高低温试验)	(78)
第十二章 电源影响试验	(80)
第十三章 振动和冲击试验	(84)
第十四章 功率消耗测试	(89)
第十五章 潮湿试验	(92)
第十六章 绝缘试验	(102)
第十七章 触点断开容量及过载能力试验	(113)
第十八章 寿命试验	(124)
第十九章 抗干扰试验	(130)
第二十章 常用仪表使用方法	(139)

第二篇 保护继电器试验

第一章 电流、电压继电器(DL—10、DJ—100系列、DL—20、DY—20系列、DL—30、DY—30系列)	(177)
第二章 过流继电器(GL—10、20系列, LL—10系列)	(197)
第三章 时间继电器(DS—110系列, DS—20系列, DS—30系列)	(209)
第四章 中间继电器(DZ—10系列, DZ—30系列, DZ—50系列, DZ—60系列, DZ—70系列, DZ—200系列)	(223)
第五章 信号继电器(DX—11系列、DX—30系列)	(259)
第六章 DL—4、5 低定值电流继电器	(267)
第七章 LL—2 转子过负荷继电器	(275)

第八章	LL-3	定子过负荷继电器	(283)
第九章	DL-6	负序电流继电器	(290)
第十章	LFL-3	负序电流增量继电器	(298)
第十一章	LFL-42、43	负序电流延时继电器	(303)
第十二章	DY-4	负序电压继电器	(313)
第十三章	DY-5	正序电压继电器	(318)
第十四章	LLY-1	零序电压继电器	(324)
第十五章	DS-34H	重合闸继电器	(330)
第十六章	DCH-1	一次重合闸装置	(335)
第十七章	DD-1	接地继电器	(340)
第十八章	DD-2	转子接地继电器	(345)
第十九章	LD-3	转子一点接地继电器	(351)
第二十章	LD-4	定子接地继电器	(355)
第二十一章	ZD-3	小电流接地装置	(364)
第二十二章	ZD-4	小电流接地装置	(372)
第二十三章	DX-1	闪光继电器	(377)
第二十四章	ZSX-3、ZJX-3	剪断销、水位信号装置	(380)
第二十五章	ZZX-3A	转速信号装置	(383)
第二十六章	ZXJ-2	辅助导线监视装置	(387)
第二十七章	JJJ-1	直流绝缘监视继电器	(391)
第二十八章	ZYX-1	中央信号装置	(394)
第二十九章	JC-2	冲击继电器	(401)
第三十章	ZY-1	电压抽取装置	(405)
第三十一章	DJ-2	计数继电器	(408)
第三十二章	DLS-20	双位置继电器	(411)
第三十三章	DT-1	同步继电器	(415)
第三十四章	LXB-2A	电流相位比较继电器	(420)
第三十五章	DB-1	电压回路断相闭锁继电器	(426)
第三十六章	LB-1	电压回路断相闭锁继电器	(429)
第三十七章	LP-1	平衡继电器	(435)
第三十八章	LCD-3	线路纵联差动继电器	(443)
第三十九章	DLH-2	电流横差继电器	(454)
第四十章	LCD-8	发电机差动继电器	(460)
第四十一章	DCD-2	差动继电器	(468)
第四十二章	DCD-4	差动继电器	(477)
第四十三章	DCD-5	差动继电器	(486)
第四十四章	LCZ-1	差周率继电器	(494)
第四十五章	BDZ-2	低周率继电器	(498)

第四十六章	BGZ—2/L 高周率继电器	(502)
第四十七章	IG—10 功率继电器	(506)
第四十八章	LFG—10 负序功率继电器	(514)
第四十九章	LG—1 逆功率继电器	(521)
第五十章	LZ—21 阻抗继电器	(528)
第五十一章	LZ—22 阻抗继电器	(541)
第五十二章	LZ—24 阻抗继电器	(550)
第五十三章	LZ—2 失磁继电器	(557)
附录	二部协商会议提出基本类型继电器主要技术要求	(574)

第一篇 保护继电器基本试验方法

概 述

保护继电器及装置是继电保护的重要组成部分。继电保护装置它能反映电力系统中各电气设备发生故障或不正常工作状态。当发生故障时，能自动将故障切除，以保证没有故障的电气设备继续运行。而出现不正常工作状态时，能自动发出信号。随着电力系统的发展，对继电保护的要求越来越高，对保护继电器的要求也随之越来越高。多年实践证明，继电保护的好坏，对电力系统的安全运行，以及对用户的安全生产，有着直接的关系，影响很大，甚至可能成为扩大事故造成严重损失的重要原因。因此保证继电保护的正常运行，必须生产大批性能好、工作可靠、技术指标先进的保护继电器和装置。

保护继电器的生产大致要经过以下几个阶段，即调研，征求用户意见、设计、试制、试验、投产、再试验。

保护继电器的试验目的，就是通过严格的试验和检验手段，验证继电器的性能是否符合有关标准和技术条件的要求。验证产品设计和制造工艺，准确反映继电器的基本性能和可靠工作的能力。还能发现继电器所潜在的各种隐患和弊病，同时对这些隐患与弊病进行科学的分析。对设计、工艺、材料及结构等方面提出改进意见，使试验工作成为保证产品质量的前哨阵地。

所以产品试验不是一种消极的措施，而是设计和制造优质产品的重要措施。

继电器试验一般分为出厂试验，型式试验（包括新产品定型试验）和动态模拟试验。任何一种试验都是对实际情况的模拟，即在试验室中人为创造一些特殊条件，在尽可能短的时间内如实地反映出继电器的质量状况。这就要求对试验条件的先进性和试验方法的科学性提出比较严格的要求。

本书主要介绍保护继电器的出厂试验、型式试验的基本知识和基本试验方法。

第一章 保护继电器试验要求及试验内容

保护继电器试验必须在一个标准的试验环境中进行,对试验电源也有一定的要求。在这种条件下试验,可以排除外界的干扰,真正反映出继电器的基本性能,提高继电器测试结果的准确性和可靠性。

一、试验环境条件:

试验环境条件,包括温度、相对湿度、大气压力和继电器工作位置等。国际电工委员会IEC标准中,对不同类型的继电器的试验环境作了具体的规定。

对于机电式有或无继电器作了如下规定:

所有试验应在标准大气条件下进行。

标准大气条件为:

温度: $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$

相对湿度: $45\%\sim 75\%$ 。

大气压力: $860\text{kpa}\sim 1060\text{kpa}$

在有争议的情况下,仲裁条件为:

温度: $27^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

相对湿度: $63\%\sim 67\%$ 。

大气压力: $860\text{kpa}\sim 1060\text{kpa}$ 。

对于其它类型的有或无继电器和量度继电器作了如下规定。

所有的试验应在基准条件下进行。

基准条件及试验允许的偏差为:

温度: $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}$

相对湿度: $45\%\sim 75\%$

大气压力: $860\text{kpa}\sim 1060\text{kpa}$

继电器工作位置,任何方向的偏斜不大于 2° 。

我国对保护继电器的试验的环境条件的规定和IEC标准是一致的。考虑到目前还不具备这一基准的试验环境条件,为了比较准确测试继电器的基本性能,暂时规定了保护继电器的正常试验条件。即:

温度: $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$

相对湿度: $45\%\sim 75\%$ 。

大气压力: $860\text{kpa}\sim 1060\text{kpa}$ 。

继电器工作位置:在任何方向的偏斜不大于 5° 。

二、试验电源:

IEC标准中对不同类型的继电器作了不同的规定,对于机电有或无继电器规定为:

①直流电源的峰—峰值,周期性偏差不得超过 1% 。

②交流电源频率的工作误差不超过 1 %。

③交流电源波形系数在 0.95~1.25 之内。

对于其它类型的有或无继电器和量度继电器规定为：

①直流电流中的交流分量 3 %。

②交流电源的畸变系数，不大于 5 % (或 2 %)。

③交流电源中的直流分量为峰值的 2 %。

④交流电源频率，额定值 $\pm 0.5\%$ 。

对三相电源也有要求。我国目前对试验电源也作了如下规定：

①直流电源波纹系数不大于 5 %。

②交流电源波形畸变系数 (失真度)，不大于 5 %。

③交流电源频率， $50\text{Hz} \pm 0.5\text{Hz}$ 。

1、直流电源波纹系数及一般测试方法：

在五、六十年代，直流电源一般都是采用直流发电机、硒整流器和蓄电池，这种类型的电源的波纹系数都是很小的。随着电子工业的发展，现在大部分试验室都用晶体管的整流电源来取代老式的直流发电机等。然而晶体管的整流电源是将交流电经过整流而变成直流电源的。整流的方式是多种多样的，有单相半波整流、单相全波整流、单相桥式整流、三相半波整流和三相全波整流等等。不管采用什么方式整流得到的直流电源都不是很平稳的，特别是单相整流电源，它输出的直流电源的脉动很大。

由于直流电源的脉动，对继电器的工作特性要产生一定的影响，造成很大的误差。针对这一情况，因而在晶体管整流电源的输出端要增加滤波回路，以改善直流电源脉动情况。

整流直流电源的构成如图 1—1 所示。

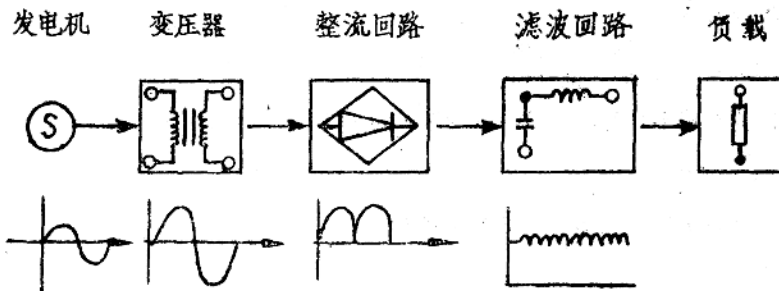


图 1—1 整流直流电源的构成

滤波回路的种类很多，常用的有二大类，即“T”型和“Π”型滤波回路，构成L—C滤波回路和R—C滤波回路。滤波回路见图 1—2 所示。

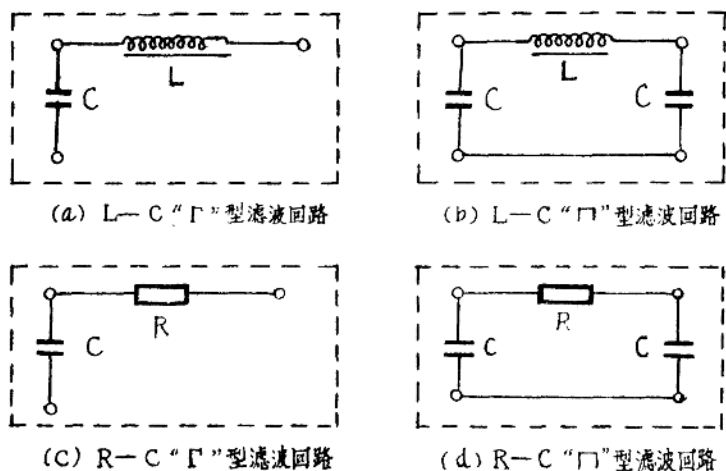


图 1—2 常用的主要滤波回路

采用滤波回路的整流直流电源，其输出仍然存在着少量的脉动，因而在试验时采用这种电源对脉动情况仍要注意。对于各种类型的直流电源（除蓄电池外），一般采用直流电源的脉动系数来表示负载上电压（或电流）的脉动程度，这种脉动量说明加在负载上电压（或电流）的交流分量的大小，然而交流分量中高次谐波成分通常是很小的，主要是基波分量。因而脉动系数可以用下式表示：

$$\text{脉动系数 } S = \frac{\text{基波幅值}}{\text{直流平均值}} \times 100\% \dots\dots\dots (1-1)$$

由于交流仪表一般反映交流量的有效值（即均方根值），所以工程上对直流输出的脉动量用波纹系数来表示：

$$\text{波纹系数 } K_1 = \frac{\text{交流分量有效值}}{\text{直流分量平均值}} \times 100\% \dots\dots\dots (1-2)$$

在高次谐波忽略不计时，波纹系数与脉动量的关系可用下式表达：

$$K_1 = \frac{S}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots (1-3)$$

波纹系数测试方法可按图 1—3 线路进行。

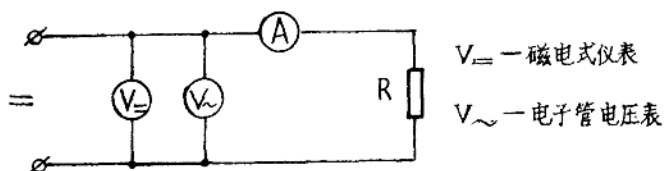


图 1—3 直流电源波纹系数测试线路

图中，从直流电压表 $V_{\text{—}}$ 读取直流电压的平均值，从交流电压表 $V_{\text{~}}$ 读取交流分量的有效值，可得 K_r 值。

$$K_r = \frac{V_{\text{~}}}{V_{\text{—}}} \times 100\% \dots\dots\dots (1-4)$$

对于波纹系数超过5%的直流电源，可以改变滤波回路的各种参数，以改变直流电源的波形，从而得到脉动最小的直流电源。

2、交流波形畸变及波形畸变系数的测试方法：

一般讲交流电源都是按正弦函数变化的交流电，但实际使用的交流电压（或电流），或多或少与理想的正弦波有所区别。这主要是因为与交流发电机中，由于空气隙内磁感应的分布与理想的正弦波间存在着一定的差异，因而在绕组内感应出来的电动势不是完全的正弦波，而是一种非正弦周期性的波形，这样的电源在线性电路内产生的电压或电流就不是正弦波，而是非正弦波。另一原因是作用于同一电网中的几个正弦波电动势，当它们的频率、相位等有所差别时，要引起波形的畸变。一般来讲以上的原因引起波形畸变的畸变系数在3%左右。目前实验室使用的电源大都取自工频电网，而进行试验中还要运用许多电气设备，如非线性电阻、变压器、变流器、移相器、电抗器、互感器和稳压器等等，这些设备要引起波形畸变，在使用不当时，其畸变系数要大大超过5%。由于以上各种原因，严格来说，目前使用的电源都是一种周期性非正弦波。这将引起大家注意。

对于任何非正弦周期函数可以利用数学方法分解为福里哀级数。

$$f(t) = A_0 + A_{1m} \sin(\omega t + \varphi_1) + A_{2m} \sin(2\omega t + \varphi_2) + \dots\dots\dots + A_{km} \sin(k\omega t + \varphi_k) + \dots\dots\dots (1-5)$$

式中， A_0 ——恒定分量或直流分量。

$A_{1m} \sin(\omega t + \varphi_1)$ ——基波或一次谐波。

A_{1m} ——基波幅值。

φ_1 ——基波初相位角。

$A_{2m} \sin(2\omega t + \varphi_2)$ ——二次谐波。

A_{2m} ——二次谐波幅值。

φ_2 ——二次谐波初相位角。

其余称为三次谐波、四次谐波……。

其中，基波，三次谐波、五次谐波称为奇次谐波，二次谐波、四次谐波等称为偶次谐波。除恒定分量和基波外，其它次谐波均称为高次谐波。

周期性函数（如电动势、电压、电流）的有效值是根据

$$F = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [f(t)]^2 dt}$$
 来决定的。

非正弦周期函数展开为福里哀级数后其有效值应为：

$$A = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_{km} \sin(k\omega t + \varphi_k)]^2 dt}$$

$$= \sqrt{A_0^2 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2}$$

$$= \sqrt{A_0^2 + A_1^2 + \dots + A_K^2 + \dots} \quad \dots \dots \dots (1-6)$$

式中: $A_k = \frac{A_{km}}{\sqrt{2}}$ 为K次谐波的有效值。

顺便指出,非正弦周期性函数的有效值仅与各次谐波的有效值有关,与它们的初相位角无关。而直流分量 A_0 又视为零次谐波分量。 A_0 本身即是最大值,又是平均值,也是有效值。

以电动势为例:

$$E(t) = E_0 + E_{1m} \sin(\omega t + \varphi_1) + E_{2m} \sin(2\omega t + \varphi_2) + \dots + E_{km} \sin(K\omega t + \varphi_k) + \dots \quad \dots \dots \dots (1-7)$$

则它们的有效值为:

$$E = \sqrt{E_0^2 + E_1^2 + \dots + E_K^2} \quad \dots \dots \dots (1-8)$$

$$E_k = \frac{E_{km}}{\sqrt{2}} \quad \dots \dots \dots (1-9)$$

对于电流,电压有效值为:

$$U = \sqrt{U_0^2 + U_1^2 + \dots + U_K^2 + \dots} \quad \dots \dots \dots (1-10)$$

$$I = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + \dots + I_K^2 + \dots} \quad \dots \dots \dots (1-11)$$

在交流发电机中,由于它们在结构上是对称的,因而在电枢绕组内感应出来的电动势只包括奇次谐波。它的福里哀级数可用下式表达,

$$f(t) = F_{1m} \sin(\omega t + \varphi_1) + F_{3m} \sin(3\omega t + \varphi_3) + \dots \quad \dots \dots \dots (1-12)$$

$$\text{其有效值为: } F = \sqrt{F_1^2 + F_3^2 + F_5^2 + \dots} \quad \dots \dots \dots (1-13)$$

它的特点是无直流分量和偶次谐波分量。

由于非正弦电流和电压施加于继电器,会引起继电器特性的变化,同时影响试验数据的正确性。在试验时对此问题也应有足够的认识。在波形畸变的情况下,当高次谐波比例增大时,对机电型交流继电器来说,阻抗要相应增大,从而使动作值有增大的趋势,而对晶体管型继电器,由于基波和高次谐波的初相位不同会引起动作值的增高或降低,其值根据波形来决定。

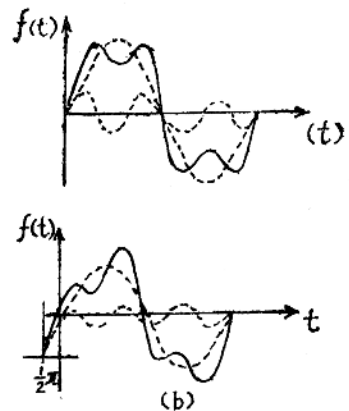
高次谐波初相位角对波形畸变的影响见图1-4。

(a) $f(t) = F_{1m} \sin \omega t + F_{3m} \sin(3\omega t + \varphi_3)$

$\varphi_3 = 0, \quad F_{3m} = 0.3F_{1m}$

(b) $f(t) = F_{1m} \sin \omega t + F_{3m} \sin(3\omega t + \varphi_3)$

$\varphi_3 = \frac{\pi}{2}, \quad F_{3m} = 0.3F_{1m}$





$$\varphi_3 = 0 \quad \varphi_3 = \frac{\pi}{2} \quad \varphi_3 = \pi \quad \varphi_3 = \frac{3\pi}{2} \quad \varphi_3 = 2\pi$$

(c) φ_3 为不同值时, 波形畸变

图 1-4 高次谐波初相位角的影响

为了使试验结果准确, 必须测量出交流电源的波形畸变。测量交流电源波形畸变, 可以利用 S₂-1 A 和 S₂-3 A 失真度测量仪。测试线路如图 1-5 所示, 该仪器工作原理是利用一个基波滤除网路, 滤掉基波分量, 然后用真空管电压表测量高次谐波的总的有效值, 并与输入讯号的有效值电压相比, 其比值即为失真度百分数。并直接由仪表的刻度上读取。

该仪表测量的失真度为: 被测讯号中高次谐波的总有效值电压值与被测讯号有效值电压的百分数。

$$\text{即, } K_{d_0} = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_k^2 + \dots}}{U} \times 100\% \dots\dots\dots (1-14)$$

而失真度定义为: 被测讯号中各高次谐波的总的有效值电压与被测讯号中基波有效值电压的百分数。

$$\text{即, } K_d = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_k^2 + \dots}}{U_1} \times 100\% \dots\dots\dots (1-15)$$

当失真度小于 30% 则 $K_{d_0} \approx K_d$

而失真度大于 30%, 则应按下式换算,

$$K_d = \frac{K_{d_0}}{\sqrt{1 - K_{d_0}^2}} \dots\dots\dots (1-16)$$

测量波形畸变系数超过 5% 的电源是不能使用的。

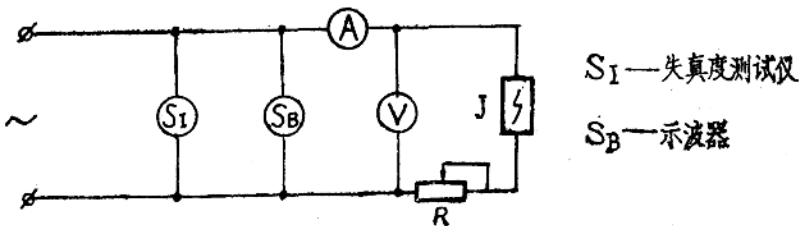


图 1-5 失真度测试线路

3、交流电源频率；

电源频率变化不但影响继电器线圈的阻抗值，继电器的动作值也要随之变化，对于反映相位、阻抗等继电器影响更为严重；同时，它对测试仪器的精度也有影响，尤其是电动式仪表。

按我国的具体情况规定工频电源频率为 $50\text{Hz} \pm 0.5\text{Hz}$ ，实际上有时达不到此要求。因而在试验工作中对电源频率变化引起被试产品和测试仪器的误差，也应有足够的注意，必要时可以进行换算。

三、试验设备；

试验用的设备好坏，将直接影响被试结果的准确度，这个问题也不能忽略。

试验所用的变阻器、调压器，应有足够的热稳定性。其容量大小应根据电流的大小，电压的高低，整流值的要求和试验的结果误差等来选定，并保证能够均匀平滑的调整。为了要得到大电流，可以用变流器，但变流器的容量应足够大，防止因使用变流器而引起电源波形畸变超过技术标准的要求。改变电路中电压和电流间的相位，要使用的移相器，也要防止使用移相器后使电压回路的电压波形畸变。要求移相器具有足够的容量。

对仪表的使用要求见第二章。

四、试验内容；

一般产品的型式试验应包括如下项目，如有特殊试验项目，应在产品的技术条件中规定。

- 1、一般检查。
- 2、触点基本参数测试；
- 3、线圈基本参数测试；
- 4、动作值与返回值试验；
- 5、时间参数试验；
- 6、功率损耗试验；
- 7、温升试验；
- 8、热稳定试验
- 9、振动试验；
- 10、冲击试验；
- 11、极限环境温度试验；
- 12、电源变化试验
- 13、潮湿试验；
- 14、介质强度试验；
- 15、触点断开容量及过载能力试验；
- 16、寿命试验；
- 17、抗干扰试验；

第二章 电气测量仪表的基础知识

一、电气测量仪表的分类：

电气测量仪表种类繁多，分类的方法也很多，其分类如下：

- 1、按工作原理分类有：磁电式、电磁式、电动式、感应式、热电式和数字式仪表等。
 - 2、按用途分类有：电流表、（安培表、毫安表、微安表），电压表（伏特表、毫伏表）、功率表（瓦特表）、高阻表（兆欧表）、欧姆表、毫欧表、相位表（功率因素表）、频率表、万用表等。
 - 3、按电源种类分类有：交流表、直流表、交直流两用表等。
 - 4、按使用方法分类有：固定式和携带式等。
 - 5、按其防磁性能分类有：屏蔽式和不屏蔽式等。
 - 6、按使用条件分类有：A、B、C三组。
 - 7、按仪表的准确度分类有：0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、及5.0级。
- 各类仪表及附件的图形符号见表 2—1。

二、电气测量仪表的误差：

任何仪表都存在误差，它说明仪表的指示值和被测量实际值之间的差别程度，而准确度就是说明仪表指示值和被测量实际值差别的程度，误差越少准确度越高。

从引起仪表误差的原因，可将误差分为两种：

- 1、基本误差：指仪表在正常条件（室温为 $20^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，正常使用位置，四周除地磁场外无电磁物和铁磁物质存在，对交流仪表而言，为额定频率的正弦波）进行测量所具有的误差。

基本误差是仪表本身所固有的。它是由仪表结构和制造过程中不完善而产生的。

仪表允许的基本误差在全刻度上不得超过表 2—2 的规定。

表 2—2 仪 表 基 本 误 差 的 规 定

仪表准确度等级	0.1	0.2	0.5	1	1.5	2.5	5
基本误差 (%)	± 0.1	± 0.2	± 0.5	± 1	± 1.5	± 1.5	± 5

- 2、附加误差：当仪表工作在非正常条件下，除上述基本误差外，还会出现附加误差。例如温度、外磁场等不符合正常条件时，都会引起附加误差。

三、误差的几种表达形式：

- 1、绝对误差：测量值与被测量值之间的差值称为测量的绝对误差。

表 2—1

电 工 仪 表 和 附 件 的 符 号

名 称	符 号	名 称	符 号	名 称	符 号
磁电式仪表		整流式仪表		绝缘强度试验电压为2000V	
磁电式比率表		直流		危 险	
电磁式仪表		交流		发电机端钮	
电磁式比率表		直流和交流		接地端钮	
电动式仪表		以标度尺量限百分数表示准确度例1.5级	1.5	与外壳相连的接地端钮	
电动式比率表		以标度尺长度百分数表示准确度如1.5级	1.5	屏蔽相连的端钮	
铁磁电动式仪表		以指示值百分数表示准确度如1.5级		调零器	
铁磁电动式比率表		标度尺位置为垂直的		I 级防磁	
感应式仪表		标度尺位置为水平的		II 级防磁	
静电式仪表		不进行绝缘强度试验		III 级防磁	
热电式仪表		绝缘强度试验电压为500V		A 组仪表	
				B 组仪表	
				C 组仪表	

即: $\Delta = A_x - A_0$ (2-1)

式中: A_x ——测量结果。

A_0 。 被测量的实际值。

Δ ——绝对误差。

2、相对误差: 绝对误差 Δ 与被测量的实际值 A_0 之间的比值, 它通常是以百分数 r 表示。

$$r = \frac{\Delta}{A_0} \times 100\% \text{ (2-2)}$$

3、引用误差: 绝对误差 Δ 与仪表 误差测量上限 A_m 的比值, 它通常也是以百分数 γ_m 表示。

$$\gamma_m = \frac{\Delta}{A_m} \times 100\% \text{ (2-3)}$$

四、应用仪表准确度估计测量误差

在用电气测量仪表进行直接测量时, 可以根据仪表的准确度等级来估计测量结果的误差。仪表在规定的正常条件下进行测量, 测量过程中, 可能出现的最大绝对误差, 与仪表的准确度等级成正比; 与仪表测量最大量限大小有关。

$$\Delta_m = \pm K\% \cdot A_m \text{ (2-4)}$$

式中: Δ_m ——最大绝对误差

$\pm K\%$ ——仪表准确度

A_m ——仪表测量最大量限。

用该仪表测量时, 而测量读数为 A_x 时, 其测量结果可能出现最大相对误差为:

$$\gamma_m = \frac{\Delta_m}{A_x} \cdot 100\% = \frac{\pm K\% A_m}{A_x} \times 100\% \text{ (2-5)}$$

五、对仪表的一般使用要求:

为了保证测量结果的准确性, 应根据被测量的特性, 选择合适的仪表, 对保护继电器试验, 一般使用的仪表精度应不低于0.5级、电子式仪表不低于2.5级。做一次试验, 将使用许多仪表, 由于试验过程中测量结果与被测量之间不可避免的存在不同程度的差异, 引起测量误差的原因。除了仪表基本误差, 和使用条件引起的附加误差外, 还有一个重要的原因是由于测量方法的不当和仪表选择不合理而造成, 要合理选择仪表, 正确使用仪表, 就要对仪表的技术性能要有比较全面的了解, 尽可能保证测量结果的正确。

几种常用仪表的技术特性见表 2-3。

仪表使用选择原则:

①根据被测量对象选择仪表类型。

首先根据被测继电器是直流还是交流, 选用直流仪表还是交流仪表。

测量交流量时, 还应注意是正弦波还是非正弦波来选择使用的仪表种类。对于正弦波电流(或电压), 只需要测出其有效值, 可选用任何一种交流仪表来测量, 但是对非正弦波来讲, 由于非正弦波的波形因数 K_f , (波形因数 K_f 是交流量的有数值 A 和均绝对值 A_{av} 之比, 即

$$K_f = \frac{A}{A_{av}})$$

和波顶因数 K_c (波顶因数 K_c 为其一周期内的最大值 A_m 与有效值 A 之比。即 $K_c = \frac{A_m}{A}$), 与正弦波的 K_f 和 K_c 相差较大, 见表 2-4。