

毛主席语录

抓革命，促生产，促工作，促战备。

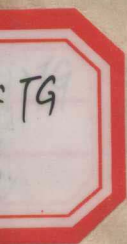
《电镀层厚度测量仪》介绍

上海航海仪器厂 编

(内部资料·注意保存)

国防工业技术丛刊 90

国防工业出版社



《电镀层厚度测量仪》介绍

上海航海仪器厂 编

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

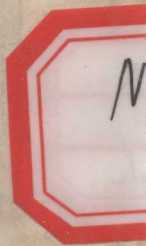
国防工业出版社印刷厂印装 内部发行

*

787×1092 1/32 印张 3/8 5 千字

1971 年 9 月第一版 1971 年 9 月第一次印刷

统一书号: N15034·(活)-90 定价: 0.03 元



03717

N37:19
9
02

一、前 言

为贯彻执行毛主席“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针，我厂根据生产实际需要，以工人老师傅为主体，在下放科室人员的配合下，试制成一台“电镀层厚度测量仪”。

该测量仪与我厂以前使用的金相法、液流法、点滴法相比，具有不破坏零件镀层，速度快，准确度高，经济与逐件检查等优点。制成后的仪器操作简便，精度完全符合生产要求，重复性、稳定度均良好。

由于我们政治、业务水平所限，不妥之处，恳请同志们批评指正。

二、原 理 简 介

DZ-1型测厚仪系根据涡流原理制造，由电子稳压源、高频振荡器及电桥三部分组成。其中探头制造、样块制造、频率选择及“峰值”调节是整台仪器的关键部分。

测量中，镀层厚薄是通过表头指示的。高频电流流过探头线圈产生磁场，被测件在高频磁场的作用下，在表层产生感应涡电流，而此涡电流产生的磁场与探头产生的磁场反向，因而引起探头线圈的阻抗变化，电桥失去平衡，这时表头中有不平衡电流流过。探头线圈的 Q 值越高，反映越明显。此不平衡电流在表头上的指示值即指镀层厚度。

三、技术特性

1. 镀层种类	测量范围	使用频率
Fe+Zn	0~50 微米	200 千周
Fe+Cr	0~60 微米	200 千周
Cu+Ni	0~30 微米	835 千周
Fe+Cu(10 微米)+Ni	3~30 微米	835 千周
2. 测量精度	± 1 微米	
3. 测量面积	$> \phi 6$ 毫米	
4. 使用电源	交流 220 伏 $\pm 10\%$ (50 周)	

四、探头制造

探头(图1)是可折结构,线圈用 $\phi 0.1$ 高强度漆包线

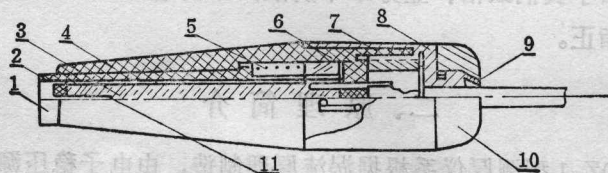


图1 探头结构

- 1—轴套; 2—线圈; 3—心轴; 4—外套; 5—压簧; 6—紧圈;
7—压螺; 8—压套; 9—轧圈; 10—压帽; 11—人造宝玉。

在 $\phi 3$ 有机玻璃端部绕95圈。为便于绕制,以氯仿作粘合剂将 $\phi 6$ 的有机玻璃圆片粘在测量端端面,绕制后拿掉。用一端球面直径 $\phi 1$ 、长10毫米的人造宝玉镶入有机玻璃端部,宝玉一端露出线圈端面0.2~0.4毫米,即后面要谈到的“峰值距离”。此距离若太大会影响测量灵敏度,而太小则会使线

圈受伤，且调节困难。采用人造宝玉，因其耐磨性高，可使“峰值距离”维持不变，保证测量的重复性及可靠性。绕制成的线圈大约 $Q = 150$ ， $L = 110$ 微亨。

探头连接线用 $\phi 0.25$ 高强度漆包线二根绞紧，以免测量中疏松而影响分布电容值。外部用 $\phi 1$ 的塑料管套上后，用防波套屏蔽。

五、频率选择

高频电流在金属表面的渗透深度由下列方程式表示：

$$P = K \sqrt{\frac{R}{\mu f}}$$

式中 P —— 渗透深度；

K —— 常数；

μ —— 金属材料导磁率；

f —— 高频电流的频率；

R —— 金属材料的电阻率。

可见，频率愈高，电阻率愈小，则渗透深度愈薄。因此，镀层的厚度和材料的性质是选择频率范围时必须周密考虑的因素。DZ-1 型测厚仪通过一系列的试验，获得以下初步结论：一般来说，当测厚范围一定（例如：30 微米以内），铁镀锌或铬选用 300 千周以下的电流频率较适宜；铁镀铜、铜镀镍以 500~1000 千周较适宜。对于其它镀层未做试验，但初步分析，铜镀铬、铜镀银以 6 兆周左右较合适。由于镀层种类颇多，难以一一论及，具体选择可参考公式决定。此外，如定标线呈非线性或产生“回归”（即镀层增厚时出现读数

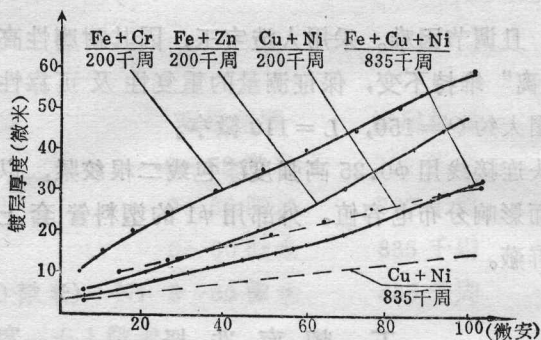


图2 DZ-1型测厚仪定标线

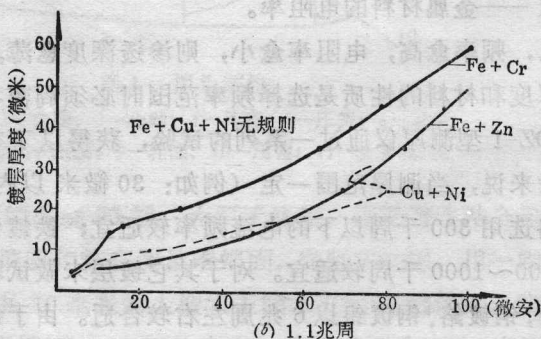
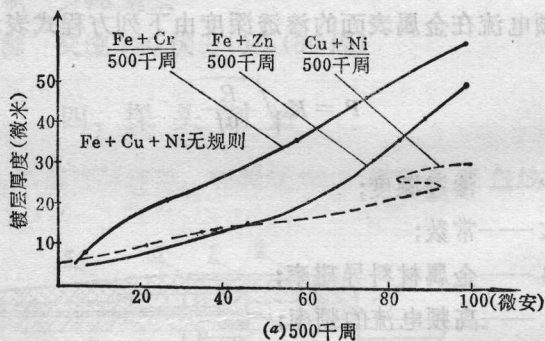


图3 频率选择不当引起的现象

下降), 则须在所选频率附近另选合适的频率 (附图 2、图 3 供参考)。

六、仪器制造要点及“峰值”调节

DZ-1 型测厚仪均采用市售通用元件, 线路结构通俗、简单, 线路原理图见图 4。

仪器制造中, 电子稳压器输入电压为 350 伏, 输出为 250 伏。振荡回路用 610S 中波线圈, 并联电容由选用频率决定, 要求振荡稳定, 波形良好。天线线圈用作 6P1 屏极负载。耦合线圈用广州 633 中周改装, 与振荡频率调谐。耦合线圈外面用 $\phi 0.29$ 高强度漆包线绕 40 圈, 以获得与电桥阻抗匹配。耦合线圈次级的输出波形必须无失真, 否则难以保持电桥平衡。为使电桥回路损耗小, 平衡精确, 固定臂用 240 欧无感线绕电阻, 可调臂及表头分流器用 1 千欧多圈式螺旋电位器。这几部分的接线应尽量短, 元件要靠近, 并远离强干扰源。

“峰值”调节是指: 在测量线圈离金属表面的这段距离 (“峰值”距离) 上表头读数具有最小值。调节“峰值”的方法是: 在探头插孔二接线脚上接入一只 100 微微法 $\sim$ 1 微法的电容箱, 将探头垂直放在需校验的基体金属 (例如铜或铁) 上, 即处于测量状态, 然后分别调节电容箱的电容值及电桥可调臂, 使表头读数最小。调好后, 将探头离开金属表面, 如果指针朝正方向有较大的偏摆, 表明已初步调好, 否则应重新调整。然后根据电容箱上的读数, 选配适当的电容 (应选用损耗小的云母电容) 与探头插孔并联, 再并联一只容量可变范围较大的电容。重复上述步骤, 微调可变电容, 使指针指示值最小。注意, 当“峰值”调节成功后, 应慢慢地将

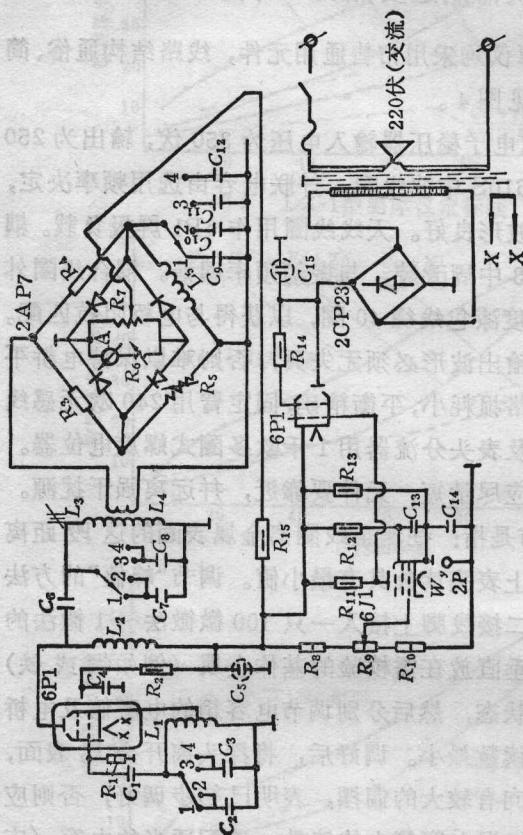


图 4 DZ-1 型镀层测厚仪电原理图

$R_1=20$ 千欧; $R_2=15$ 千欧; $R_3=R_4=240$ 欧(线绕无感); $R_5=R_6=1$ 千欧(螺旋多圈); $R_7=10$ 千欧; $R_8=240$ 千欧;
 $R_9=100$ 千欧; $R_{10}=100$ 千欧; $R_{11}=510$ 千欧; $R_{12}=240$ 千欧; $R_{13}=22$ 千欧; $R_{14}=510$ 欧; $R_{15}=30$ 千欧。
 $C_1=3900$ 微微法; $C_2=300$ 微微法; $C_3=6200$ 微微法; $C_4=0.01$ 微微法; $C_5=20$ 微微法; $C_6=0.01$ 微微法; $C_7=82+15/45$
 微微法; $C_8=1970$ 微微法; $C_9=1370+100$ 微微法; $C_{10}=1321+100$ 微微法; $C_{11}=19250+600$ 微微法; $C_{12}=25300+600$ 微微法;
 $C_{13}=C_{14}=0.1$ 微微法; $C_{15}=20$ 微微法(450伏)。
 $L_1, L_2=610$ S 中波; $L_3=633$ 中周; L_4 ——见说明; L_5 ——见说明。
 $A=100$ 微安(直流)。

探头移开金属表面，因为此时指针偏摆很大，容易损坏指针。

七、样块的制造

由于镀槽中电力线的分布极不均匀，往往使得镀层产生四面厚中间薄的现象。块坯在加工过程中所受的应力，以及电流密度过大、电解液温度过高、绝缘不良、操作不当等，都会影响样块的精密度。这一点对铜样块更应注意！样块质量的优劣直接影响定标的精度，也是仪器制造中时间最长、困难最多的工作。医疗设备研究所根据文献介绍试制一套铁镀镍样块，它是由厚 6 毫米、面积 22500 (毫米)^2 的铁板磨加工达 $\nabla 9$ 的光洁度后进行镀镍，然后在中心区割下面积为 400 (毫米)^2 的正方形小块，用金相法看切割面上镀层的厚度。我们借到此套样块后，经过测试、分析，尚存在以下问题：1. 镀层厚度尚不够均匀；2. 分割面比较粗糙，镀层厚度不太明朗。此外，用这种方法制造样块，耗用材料多，所需镀层厚度难以控制。

现将我们通过三结合，以工人老师傅为主体制成样块的过程介绍如下，仅供参考。

先做成几套 $35 \times 35 \times 5 \text{ (毫米)}^3$ 的块坯，两面磨平，然后编号研磨，两主要面的平行度不超过 1 微米，用分厘卡测出，记录每块厚度，一面涂绝缘物不使离子镀上，另一面镀所需镀层，并估计大致厚度，然后研磨到所需尺寸，即镀层厚度 + 基金属厚度。二次测量值之差，即镀层厚度。

我们认为，这样制成的样块能节省材料，厚度均匀，表面光洁，需要厚度容易控制，按规定尺寸制成后的样块能使定标方便，精确。缺点是费时间。

八、定 标 方 法

仪器定标步骤如下:

1. 在基体金属上调平衡, 调零使指针回零。
2. 在最厚镀层上调校正, 使指针指示满刻度。
3. 重复上述步骤后, 测量各种镀层的样块, 作出微米-微安曲线。若曲线有“回归”或线性度不太理想, 应重选频率, 重复调试过程。

4. 作微米-微安曲线、点格, 画出表面的微米刻度。

DZ-1 型测厚仪的测量重复性及仪器稳定度是比较理想的, 只要样块精确、点格正确, 仪器的精度可以高于 1 微米。

本仪器尚可测量金属上的油漆、橡胶、纸张及一切非金属物质的厚度。我们仅做比较测量, 未定标。