

电 动 量 仪

(下 册)

哈 尔 滨 工 业 大 学 编
三 机 部 三 〇 四 研 究 所 印

一 九 七 四 年 六 月

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

我们能够学会我们原来不懂的东西。
我们不但善于破坏一个旧世界，我们还将
善于建设一个新世界。

目 录 (下册)

第九章 电动测微仪	1
§9-1 概述	1
§9-2 电动测微仪举例	1
一、电感式测微仪	1
二、差动变压器式测微仪	5
三、电容式测微仪	8
§9-3 操作方法	11
§9-4 仪器维护和故障检查	12
§9-5 测微仪的精度指标及对各部件的要求	13
第十章 电动表面光洁度检查仪(轮廓仪)	15
§10-1 表面光洁度的概念及评定准则 R_a 与 R_z	15
§10-2 电动表面光洁度检查仪的原理与分类	17
§10-3 典型电动轮廓仪	19
一、积分值指示式仪器	19
(一)传感器	21
(二)驱动箱	23
(三)底座	25
(四)电箱和记录器	25
(五)使用与维护及周期检定	35
(六)测量电桥的平衡点调整问题	38
二、连续指示式仪器	40
(一)压电式传感器	40
(二)压电式传感器的测量电路	45
(三) B&K 电箱电路	47
(四)驱动箱	49
(五)仪器的使用	49
(六)仪器的校准	50
§10-4 电动轮廓仪的故障检查和修理	50
§10-5 几种轮廓仪电路简介	53
一、泰罗塞夫 4 型轮廓仪电路简介	53
二、泰罗塞夫 3 型轮廓仪电路简介	61
三、泰罗塞夫 105 型轮廓仪电路简介	66
四、SE-4 型轮廓仪电路简介	69

附录: 压电工作原理	71
第十一章 圆度仪	74
§11-1 概述	74
§11-2 泰罗期圆度仪的电路	77
一、电桥	77
二、放大器	79
三、滤波器	79
§11-3 计算器	80
一、计算器的运算原理	81
二、 $\sin$ 、 $\cos$ 电位器	82
三、积分器	83
四、程序控制继电器	85
五、计算器的工作程序	86
六、操作控制	88
七、计算器中的单元电路	89
第十二章 光电显微镜与光电准直光管	94
§12-1 概述	94
§12-2 工作原理	94
§12-3 光电显微镜	96
§12-3-1 脉冲法光电显微镜	96
一、光电传感器	96
二、电路系统	99
三、仪器的主要技术数据、操作和调整	103
§12-3-2 光亮法光电显微镜	104
§12-3-3 动态光电显微镜	106
一、光路系统和工作原理	106
二、控制电路	107
§12-4 光电准直光管	110
一、光路系统及工作原理	111
二、控制电路(一)	111
三、控制电路(二)	115
第十三章 滚刀检查仪	120
§13-1 齿轮滚刀及其参数	120
§13-2 滚刀检查仪的工作原理及一般介绍	126
§13-3 测量与记录电路	130
一、测量电桥	131
二、载频放大器	131
三、过载指示器	132
四、相敏整流放大器	132

五、振荡器	133
六、阴极输出器	133
七、控制单元	134
八、差分前置放大器与功率放大器	134
§13-4 控制电路	135
第十四章 电动齿轮测量仪	138
§14-1 光栅式齿轮单面啮合检查仪	138
一、工作原理	138
二、电气系统	139
(一)信号放大及整形器	140
(二)分频器	140
(三)量程开关	141
(四)比相器	143
(五)滤波器	144
(六)读表和记录器驱动级	144
(七)定标和移相	145
(八)主电机拖动电路与记录仪同步装置	147
(九)电器检修	147
三、记录曲线分析	148
(一)记录曲线分析的基本知识	148
(二)记录曲线分析	148
§14-2 单项检验的电动齿轮测量仪	150
第十五章 电子水平仪	151
§15-1 概述	151
§15-2 JS-3 型电子水平仪	151
一、主要技术参数	151
二、电路	151
§15-3 泰罗威型电子水平仪	153
一、主要技术参数	153
二、水平仪传感器	153
三、电路	154
§15-4 使用方法和维护保养	155
第十六章 计数式量仪	157
§16-1 光电光波比长仪	157
一、仪器工作原理	157
二、比长仪光学系统	158
三、电路逻辑方框图	159
四、单元电路说明	160
(一)光电转换	160

(二)前置放大器	161
(三)整形器	161
(四)细分和辨向电路	162
(五)计数器	164
(六)寄存器	167
(七)译码器和数字显示	169
(八)控制电路	170
§18-2 计数式莱茨2"光学分度头	172
一、光栅头和光电转换	173
二、前置放大器	175
三、电阻移相桥——五十倍电子细分	178
(一)电阻移相桥原理	178
(二)电阻移相桥电路说明	179
四、整形器和连锁“与”门电路	180
(一)过零触发器	180
(二)连锁“与”门工作原理	181
五、个位数与十位数的计数和显示电路	182
(一)个位数计数与显示电路	182
(二)十位数计数与显示电路	184
六、可逆计数器的输入级	186
(一)脉冲整形和变换	186
(二)方向信号的产生(辨向)和输出	187
(三)计数信号的产生和输出	188
(四)开关信号的输出	189
七、可逆计数器	189
(一)加法计数	190
(二)减法计数	190
八、译码和显示	192
九、打印机控制电路	193
(一)主控电路	193
(二)脉冲分配器	195
(三)逻辑“与”门	197
(四)整形器	197
(五)译码器	197
(六)输出放大级	198

第九章 电动测微仪

§9-1 概 述

这里所指的测微仪是用来测量长度微小变化的仪器。目前生产的电动测微仪，最常见的有电感原理的和差动变压器原理的，也有电容原理的。

一般说来，电动测微仪由测头(传感器)、电箱和指示表组成。测头大体有两类：一是杠杆式旁向测头；一是轴向测头，它们都可以装卡在台架上使用，对工件作精密比较测量，就像一台光学计或扭簧仪一样。其次，可装在其他仪器上作测头之用，例如可装在万能渐开线检查仪上使用，齿形误差可由电表读取或用自动记录器记录下来。第三，利用上述测量头，加上相应的测量装置，可完成机械制造中多种测量工作，如平行度、垂直度等等。第四，使用双测头，可实现和差测量；与“继电控制”装置配合使用，可实现自动检验，与自动记录器配合使用，可实现自动记录，凡此等等。因此，电动测微仪用途极为广泛，而且，由于内部没有齿轮，杠杆等机械放大机构，所以反复操作重复性好，精度高；放大倍数大，而测力仍可很小。测头与电箱分开，便于实现远距离测量，而且测头一般很小，可对一般光学仪器或机械仪器不便测量的地方进行测量。电信号便于处理，例如能“记忆”测量过程中出现的极大值，可“计算”测量参数的平均值等。可进行换档测量，以适应不同公差的要求。此外，电路已经晶体管化，因而体积小。

这些优点正在逐步被人们所认识，很多单位正在开始使用。下面将我国生产的电动测微仪举出数例加以介绍。

§9-2 电动测微仪举例

一、电感式测微仪

首先介绍我国哈尔滨量具刀具厂生产的电感式测微仪。

这种测微仪的测头如图 2—5 和图 2—6 所示。

轴向测头和旁向杠杆式测头通用，因为它们的磁心和线圈相同，杠杆式测头的杠杆比为 1:1。选用那一种测头视具体情况而定。例如测量内尺寸时用杠杆式测头较为方便。

轴向测头中使用了滚动导轨，其特点为无间隙，摩擦小，测力落差小，对径向力不敏感，可用于分度值为 0.2μ 的情况(再高了不易稳定)，寿命长。

侧向测头用片簧支承，也是没有间隙，并且杠杆中心与测头座旋转中心重合，可以随意变更测头角度不影响放大比。

这种测微仪的电路如图 9—1 所示。左上是测头，测头的两个线圈接入桥路，桥路形式如图 2—8 所示。为什么用这种桥路？第一因为这种桥路有两臂是振荡变压器次级线圈，有两臂是电感传感器的电感线圈，故使用元件最少。第二这种桥路的内阻最小。今假定振荡器送来的交流电源为恒压源，则根据等效发电机原理，这种桥路的内阻是每臂感抗的一半。这种电

感式传感器每臂电感量为4毫亨，电源频率为1万周/秒，则等效内阻为 $X_{L/2} = \omega L/2 \approx 125\Omega$ 。

桥路输出的负载为衰减器电路 $R_1 \sim R_5$ ，它们的总和是 $2K$ ，此值与内感抗125欧相比大很多，一方面能使大部份信号电压降在衰减器电阻上，另一方面感阻移相也不严重。

衰减器的作用是提供多档量程，即可变换示值范围，其本质是分压器。当信号衰减一倍，示值范围就扩大一倍。

分档比应如何选择？一方面希望以最少档数跨最大的示值范围，另一方面希望在各档位上指针能指示在全刻度的三分之一至满程的范围内，就是说当指针指在零至三分之一刻度范围内时即可换成高一档，以使读数比较清晰。

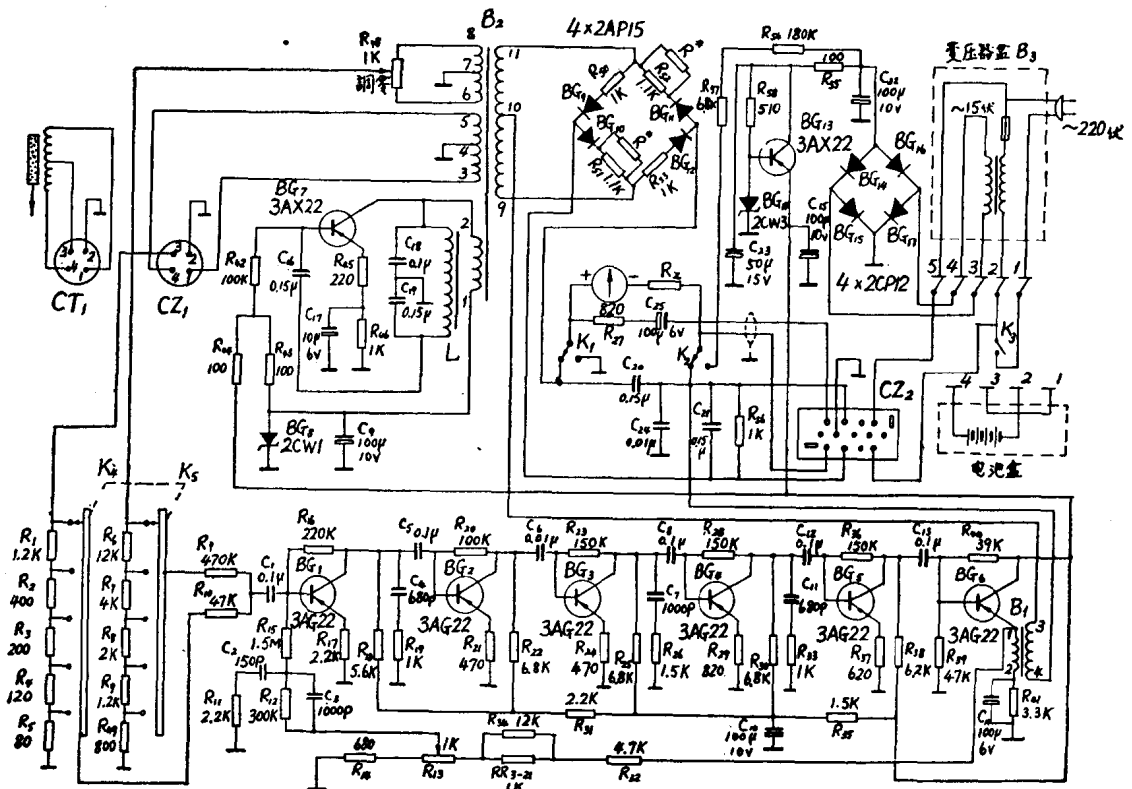


图 9-1

目前有些测微仪采用满程为 100μ ； 30μ ； 10μ ； 3μ 等几档。这基本上满足上列要求。但是因为10与3之间没有公约数，因此若要同时带动记录器就比较麻烦，因为刻度盘上可以画二种分度间距，而记录纸往往只有一种间距。哈量生产的测微记录仪采用满程为：

档位	1;	2;	3;	4;	5;
示值范围	$\pm 125\mu$;	$\pm 50\mu$;	$\pm 25\mu$;	$\pm 12.5\mu$;	$\pm 5\mu$;

可以兼顾指示和记录，比较方便。记录纸全宽50mm，第1档每毫米代表 2.5μ ，第2档每毫米代表 1μ ，第3档每2毫米代表 1μ ，第4档每4毫米代表 1μ ，第5档每10毫米代表 1μ 。

从衰减器输出的信号将送入相加放大器，关于相加放大器的工作原理见图3-1。相加放大器的输入电阻 R_{i0} 是 $47K$ 。它为何选用 $47K$ ？原因是 $47K$ 比 $2K$ 大很多，可以使信号尽量

不衰减地输入放大器，但也不能过大，原因是相加放大器的反馈电阻不能过大，若过大，漏电流的影响太大(参阅第三章的运算放大器)。

衰减器电阻和放大器输入电阻之间有什么关系呢？如图 9—2 所示，我们把放大器输入电阻看成为衰减器的负载电阻 R_L ，为使各档能按一定的衰减比将信号送入放大器，希望在各档位上的内阻要比 $R_L(47K)$ 小很多才行。下面具体地看看各档内阻：第 5 档内阻为 $125\Omega \parallel 2K$ ，第 4 档内阻为 $(1.2K + 125\Omega) \parallel 800\Omega$ ，第 3 档内阻为 $(1.6K + 125\Omega) \parallel 400\Omega$ ，第 2 档内阻为 $(1.8K + 125\Omega) \parallel 200\Omega$ ，第 1 档内阻为 $(1.92K + 125\Omega) \parallel 80\Omega$ 。由此可见，各档内阻与 $R_L 47K$ 相比均在 1/100 以下，误差不大，只有第 4 档内阻较大，要带来较大误差，因此，要进行适当修正。修正的办法是将 400Ω 加大至 $400 + \Delta R$ ，将 $1.2K$ 减小至 $1.2K - \Delta R$ ，使这一档输出信号相应地增加。调零信号由电位器 R_{48} 及变压器 B_2 的⑥⑦⑧组成的桥路供给，通过衰减器 R_{6-8} 、 R_{47} 、 R_{41} 送入相加放大器。 $K_4 K_5$ 是换档开关。测量信号(及调零信号)由 BG_{1-6} 组成的相加放大器放大后，由变压器 B_1 输出。电位器 R_{13} 用来调节反馈深度，并达到调节整个放大器放大倍数的目的。反馈支路中的 $RR3-21$ 是一个热敏电阻，用来补偿由于温度变化带来的放大比变化误差。反馈支路中的 C_2 、 C_3 、 R_{11} 、 R_{12} 是为了防止自激。放大器中的 $C_4 R_{19}$ 、 $C_7 R_{26}$ 、 $C_{11} R_{33}$ 是为了抑制高频干扰和防止高频自激。电容 C_6 采用 $0.01\mu f$ 是为了防止低频自激。

变压器 B_1 是一个 2 倍的升压器。信号输出后送至相敏整流器 BG_{9-12} ，参考电压由振荡变压器⑨⑩⑪引来。相敏整流器的工作原理参阅第四章。相敏整流器的输出分两路，一路由电表指示，一路经电阻 R_{68} 送功率放大器及记录器(图中未标出，参阅第三章直流放大器及第十章自动记录器)。

振荡器由三极管 BG_7 组成，此处是电容三点式振荡器。供给振荡器及放大器的直流电压由整流稳压电路供给。电源电压(220V 50 周)经过电源变压器 B_3 变压后，由四个二极管 BG_{14-17} 进行全波整流，由滤波器 C_{22-23} 、 R_{65} 滤波后加至 BG_{13} 的集电极，另一路加至 R_{68} 和稳压管 $BG_{18}(2CW3)$ ，这样， BG_{13} 的基极电位由 $2CW3$ 稳定，射极电位跟随基极电位，因而达到稳定的目的。

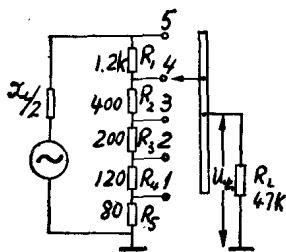


图 9—2

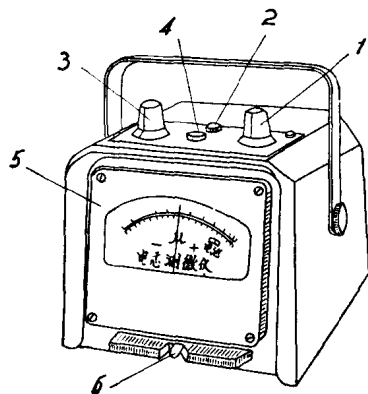


图 9—3

电箱的外观图如图 9—3 所示。图中 1 是换档旋钮(即 K_4 、 K_5)，用来进行五档示值范围的转换。2 是放大比调整器，将钮 2 旋下即可露出放大比调整电位器(即 R_{13})，在周期检定时，可以微调此电位器来校准放大器。旋钮 3 是零位调整器(即 R_{48})。5 为指示表。6 为电源开关(即 K_3)。开关板向右方则接通电源。为了节电，这台仪器未设指示灯。为检验电

源是否接通，可微动旋钮 3，若指针随之摆动即为有电，也可撤按钮 4 (即 K_1 、 K_2)，若指针向右摆动即为有电。

测微仪的主要规格如下：

示值范围	$\pm 125\mu$ ； $\pm 50\mu$ ； $\pm 25\mu$ ； $\pm 12.5\mu$ ； $\pm 5\mu$
分度值	5μ ； 2μ ； 1μ ； 0.5μ ； 0.2μ
示值误差	不大于 0.5 格
配用轴向测头时	
测杆行程	2mm
测力	20—30g
测头夹持部份配合尺寸	$\phi 8$ 、 $\phi 15\text{mm}$
测头轮廓尺寸	$\phi 15 \times 94\text{mm}$
测头重量	110g
仪器工作温度	$5^{\circ}\text{—}40^{\circ}\text{C}$
供电电源	交流 220V 50 周
外形尺寸(电箱)	$205 \times 180 \times 160\text{mm}$
重量(电箱)	4kg

中原量仪厂生产的电感式测微仪，其原理与前例相似。这里只对其电路 (图 9—4) 作一简单说明，以供参考。

仪器有二个测头。当作一般比较测量时，只用 A 测头，即把开关 AW 置于 A 的位置，这时只有 A 测头接入电路。测量电桥由振荡变压器次级 5、7 二端供给，测量信号由 A 插座的第 3 点输出，通过换档衰减器电阻 $R_4 \sim R_7$ 送入放大器。当作“和差测量”时，A、B 两个测头都同时工作。开关 AW 置于 (A + B) 或 (A - B) 的位置。当放在 (A + B) 的位置时，A 测头的测量信号仍由 A 插座的第 3 点输出，同时 B 测头的测量信号由 B 插座的第 3 点输出，经过换档衰减器电阻 $R_{13} \sim R_{16}$ 送入放大器。这二路信号送入放大器是相加的，因而后面的指示表上的示值就反映了 A 与 B 之和。当开关 AW 置于 (A - B) 的位置，这时与上述不同之处只是将供给 B 测头桥路的振荡电压换了极性，因此这二路信号送入放大器是相减的，指示表上的

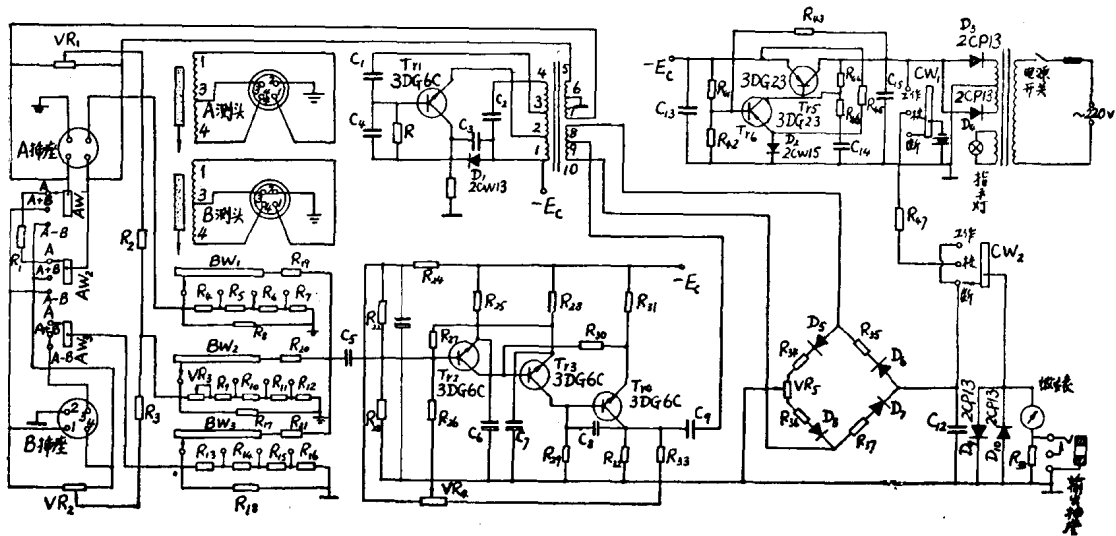


图 9—4

示值就反映 A 与 B 之差。电位器 VR_1 用作 A 调零, VR_2 用作 $(A \pm B)$ 调零, 调零信号经过衰减器 VR_3 、 $R_9 \sim R_{12}$ 送入放大器, 换档由开关 BW 操作。由图可见, 当将电位器 VR_1 或 VR_2 的活动触点移至两头时, 将有最大的调零信号, 相当于振荡变压器 5、6 或 6、7 两端的电压。实际进入放大器的调零信号应很小, 故接入阻值较大的电阻 R_2 和 R_3 。这样安排的目的是减小零点漂移。同时 R_2 和 R_3 还起着隔离的作用, 即若没有 R_2 、 R_3 , 则 VR_1 的活动触点旋至左边, VR_2 的活动触点旋至右边, 则振荡变压器的 5、7 两端将被短接, 就无法工作了。

放大器是由三个硅三极管 BG_2-BG_4 组成的相加放大器, 放大器级与级之间采用了直接耦合的形式。 R_{27} 和 R_{30} 构成局部直流负反馈以稳定工作点。 R_{33} 、 VR_4 和 R_{28} 构成交流深度负反馈, 以稳定总放大倍数。由于硅管自身性能比较稳定, 同时又选择了较大的 β 值的管子, 简化了电路的结构, 因此三级就达到了必要的开环放大倍数。电容 C_8 用来防止高频自激振荡。这种直接耦合形式的放大器级数少, 比较简单, 移相环节少, 对防止高频自激有利。

经放大的信号经过电容 C_9 送入由二极管 $D_6 \sim D_8$ 组成的相敏整流器。 C_9 是隔直电容。相敏整流的参考电压由振荡变压器 8、10 二端引来。经过相敏整流后输出信号由指示表读得。参考电压如图示极性 $+$ $-$ 时 (假定称之为正半周) D_6 、 D_7 导通, 放大器输出的信号通至指示表。负半周时, D_6 、 D_8 导通, 这时仅使 C_9 放电。因此, 此相敏整流只是半波整流。但 D_6 、 D_8 仍是必要的, 否则会使 C_9 被电荷堆积而堵塞。二极管 D_9 、 D_{10} 的作用是保护电表不超载, 其原理是: 当此种二极管处于小信号情况下, 其电阻很大, 不影响电表正常指示, 当处于大信号情况下, 其电阻下降, 对指示表分流, 以防止指示表过载而损坏。

图中振荡器是电感三点式的, 稳压器是串联式稳压电路, 在此不再详述。请参阅第五、六章。这种测微仪在使用时要注意: 当只用一个测头时, 务必使用 A 测头 (将测头插入 A 插座), 开关 AW 置于 A 位置。若将开关 AW 置于 $(A+B)$ 或 $(A-B)$ 位置, 拨去 B 测头是否可以呢? 回答是不行的。原因是振荡器的负载变了 (R_{15} 、 $6K$ 未接入, 见图 9-4), 输出幅值将发生变化, 会带来误差。同样, AW 置于 $(A+B)$ 位置, 拨去 A 测头使用 B 测头也不行。

二、差动变压器式测微仪

这里介绍中原量仪厂生产的差动变压器式测微仪, 其型号为 $DGS-20C/A$ 。

这种电动测微仪的测头如图 2-19 所示。这是一种方形结构, 另外还有杠杆式旁向测头, 圆筒形轴向测头等, 这几种测头都可通用。

其电路如图 9-5 所示。左上为测头, 测头用差动变压器型, 其初级由振荡器供电, 次级线圈 L_1 和 L_2 与电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 及电位器 VR_1 接成桥路, 当测头衔铁处于两线圈中间位置时, A 点无输出, 当衔铁位移时, A 点即有信号输出, 其电位的幅值, 取决于衔铁的位移量, 相位, 则取决于衔铁移动的方向。 A 点信号通过电阻 R_4 、 R_5 、 R_6 及电位器 VR_2 及开关 S_1 进行换档 (S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 是一个开关) 后由 B 点送入放大器。“校正”一档, 不是由测量电桥取出信号, 而是由振荡器经过变压器 B_5 及电阻 R_7 、 R_8 和电位器 VR_3 取出信号, 通过电阻 R_9 送入放大器。放大器由三极管 BG_1 、 BG_2 及 BG_3 三级组成, 最后通过变压器 B_4 输出。 C_1 、 C_2 、 C_3 是隔直电容, R_{11} 、 R_{12} 、 R_{14} 、 R_{15} 、 R_{17} 、 R_{18} 为偏置电阻, R_{10} 是第一级放大器的负载电阻, R_{13} 和 R_{16} 是发射极电阻, 其目的是获得直流负反馈以稳定工作点。 C_4 和 C_5 是旁路电容, 目的是使交流信号无反馈作用, 第二级是一个发射极跟随电路, R_{20} 和 C_6 实现一、二级之间的负反馈, 目的是保持放大倍数的稳定 (BG_3 只靠其工作点稳定)。从变压器 B_4 输出

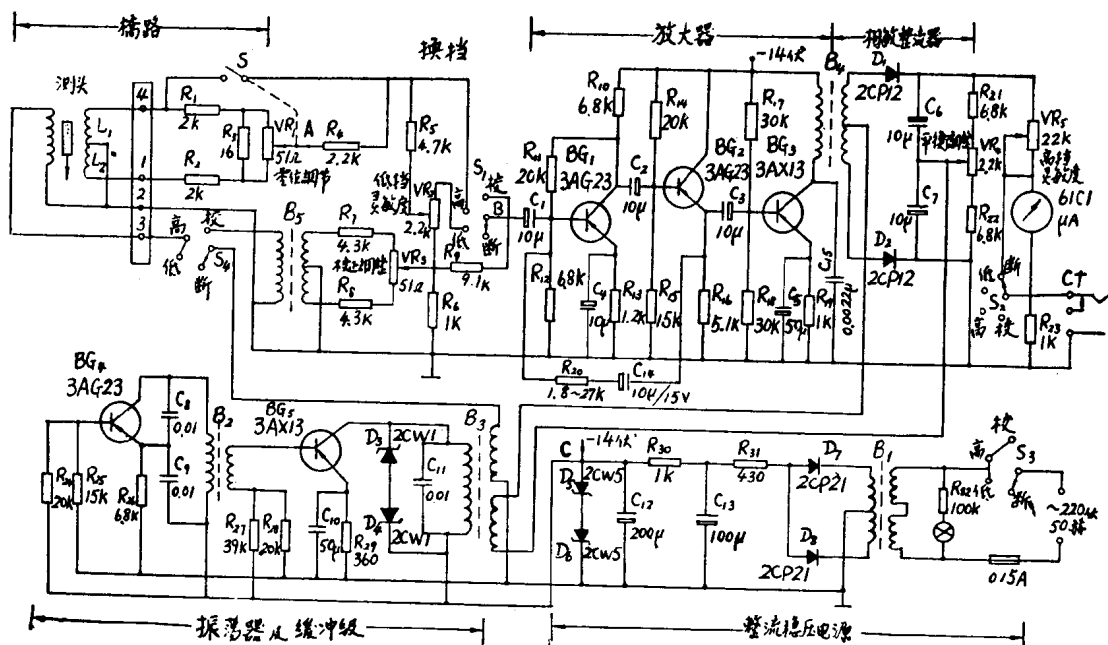


图 9—5

后，到达相敏整流器。 B_4 输出信号电压，参考电压则由振荡器（变压器 B_5 ）引来，相敏整流器的工作原理见图 4—3 所示。 D_1 、 D_2 是二个半导体二极管， C_6 、 C_7 是滤波电容，电阻 R_{21} 、 R_{22} 和电位器 VR_4 是负载电阻，从 R_{21} 和 R_{22} 两端输出的电信号由电表 μA 读数，电位器 VR_5 用以调节灵敏度（放大比）。由图中可以看出，桥路和相敏整流器要由振荡器供电，这里振荡器由三极管 BG_4 组成，它是一个电容三端式振荡器。 BG_5 是缓冲级，其实是一个谐振放大器，用它的主要目的是当负载变化时不影响振荡器的稳定。二极管 D_3 和 D_4 对接，目的是限幅（使变压器 B_4 输出电压的振幅为恒值），即由变压器 B_4 输出电压实际上是方波，用这样的办法实现对振荡电压的稳幅，缺点是谐波太多不能高倍放大。右下是整流稳压电源，220V/50 赫的交流电通过变压器 B_1 后由两个二极管 D_7 、 D_8 整流，由 R_{31} 、 C_{13} 、 R_{30} 、 C_{12} 组成的滤波器滤波，最后由两个硅二极管 D_5 和 D_6 稳压。 C 点输出直流电压 $-14V$ 供给放大器和振荡器等。 NE 为指示灯，灯亮表示通电。 CT 是一个输出插头，它用以连接记录器、继电控制等装置，即由此处送出直流信号。

各个电位器的用途： VR_1 ——零位调节； VR_2 ——低档灵敏度调整； VR_3 ——校正调整； VR_4 ——平衡调整（相敏整流器调整）； VR_5 ——高档灵敏度调整。

这种测微仪的外观图如图 9—6 所示。

1. 提手夹紧螺钉：提手用作支架时，用它来夹紧。
2. 零位调整旋钮（电路图中的电位器 VR_1 ）：当测头用机械方法粗调零位后，用此旋钮精细调零。
3. 四头插座：连接测头用。
4. 指示计调整螺钉：当转换开关处于电源断开时，作机械调零用。
5. 转换开关旋钮（电路图中 S_{1-4} ）：转换“断开”“低精度”“高精度”“校正”各档。
6. 指示计（电路图中 μA 表）：读数用。

7. 指示灯 (电路图中 NE): 灯亮表示通电。

8. 提手: 携带仪器用, 亦可作倾斜放置仪器的支架。

9. 橡皮脚: 支撑仪器 (共 8 个)。

10. 输出信号插口盖: 连接记录器, 继电器控制器等需要输出信号时, 揭下插口盖, 接上插头 (电路图中 CT)。

11. 保险丝: 电源保险丝 (0.15A)。

12. 背面盖板紧固螺钉: 紧固背面盖板, 兼作橡皮脚固定螺钉。

13. 电源插座, 连接电源线。

14. 使用说明板: 记有本仪器倍率校正法。

15. 高精度调整: 用来调整高精度挡放大率 (电路图中电位器 VR_5)。

16. 低精度调整: 用来调整低精度挡放大率 (电路图中电位器 VR_2)。

17. 校正调整: 使用继电器控制装置时, 用它来设定信号 (电路图中电位器 VR_3)。

18. 平衡调整: 转换高精度、低精度档位时, 调整零位 (电路图中电位器 VR_4)。

19. 侧盖板: 调整高精度、低精度、校正、平衡时开启。

20. 电源线: 连接仪器与电源。

21. 输出插头: 连接记录器、继电器控制等装置, 用以送出直流信号。

仪器的主要规格如下:

示值范围: 高精度 $\pm 10\mu$; 低精度 $\pm 50\mu$ 。

分度值: 高精度 0.5μ ; 低精度 5μ 。

示值稳定性: $0.5\mu/4$ 小时。

示值误差: 高精度 $\pm 0.25\mu$; 低精度 $\pm 1.3\mu$ 。

示值变差 0.3μ 。

电源电压变化对示值的影响 $0.2\mu/\pm 20V$

档位: 用转换开关换挡, 共有“断开”、“低精度”、“高精度”、“校正”4 档。

外电源: 交流 $220V$ 、50 周。

轮廓尺寸: $158 \times 100 \times 190\text{mm}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高)

重量: 1.8 公斤。

使用的测头及其规格

测头型号: DGO-6P

连接尺寸 轴 $\phi 6_{-0.008}^{+0.005}$ 、孔 $\phi 6.5 \pm 0.1$;

测量力 15—20g;

测杆行程 1.5mm;

DGO-8Z

连接尺寸 轴 $\phi 8_{-0.008}^{+0.005}$;

测量力 30—50g;

测杆行程 2mm;

DGO-28Z

连接尺寸 轴 $\phi 28_{-0.01}^{+0.01}$;

测量力 50—70g

测杆行程 4mm

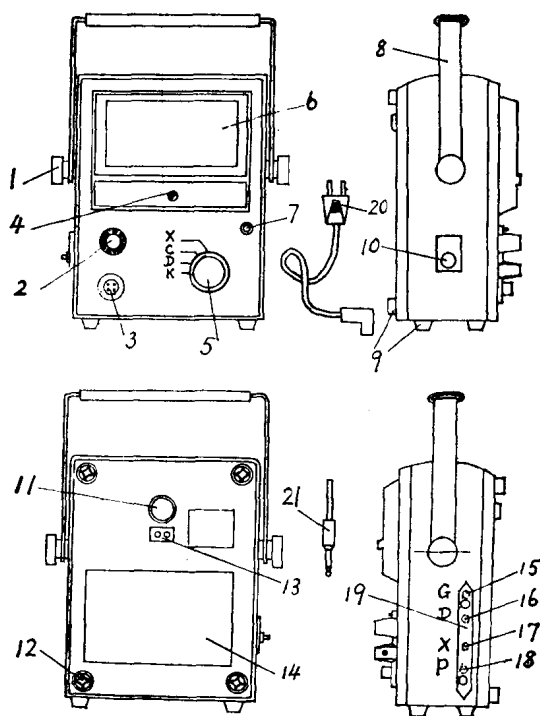


图 9—6

轮廓尺寸 107×14×24;
重量 80g;

φ18.5×65; φ44×122
70g; 350g

三、电容式测微仪

(一)概述——采用电容式测头来组成测微仪,就是电容式测微仪。它具有如下特点:

优点:①由于一般采用空气介质的电容测头,其介质损耗小,特别是电容不象磁芯那样具有非线性的特性,因而产生的高次谐波成份很少,所以接入电桥可以使平衡点剩余电压小,能进行高倍放大以达到高灵敏度。

②不受外界磁场影响,因而可测带磁工件。

③可以高温运用。

④传感器本身不容易产生另点漂移。

⑤采用谐振法灵敏度很高。

缺点:①由于引线电容,杂散分布电容都是容性的,它们的变化很容易对传感器有很大干扰,所以要用屏蔽得很好而自身分布电容很小的高频电缆,并且要保证分布电容稳定不变,这使仪器引线很粗笨,且不能太长。

②电容传感器的电容值很难作得较大,为了尽量作大一些,极板的间隙就要很小,使制作和装配都很困难。此外还必须保持电极表面状态的稳定,不得有氧化膜以免对传感器灵敏度有影响,往往需要表面镀以金等贵金属,使电极制造复杂。

③需要50KC以上的供电频率,否则漏电影响大,而高频的放大传输远比低频复杂。

综上所述,电容式测微仪除了在特殊需要的场合使用外,并不具有很大优点,而且使用很麻烦,所以它的普及程度不如电感式仪器。

(二)典型仪器

现介绍一种电容式测微仪及定尺寸信号装置。

仪器原理方框图如图9—7所示。

测头1和测头2都接入电桥,在电桥的两臂中,每个臂都由两个测头中的电容并联,这样两测头的电容变化就被叠加起来,达到了两测头示值相加或相减的效果。当测头的测杆移动时,就使电桥输出一个50KC的调幅交流信号,和电感式测微仪的情况一样。信号通过前

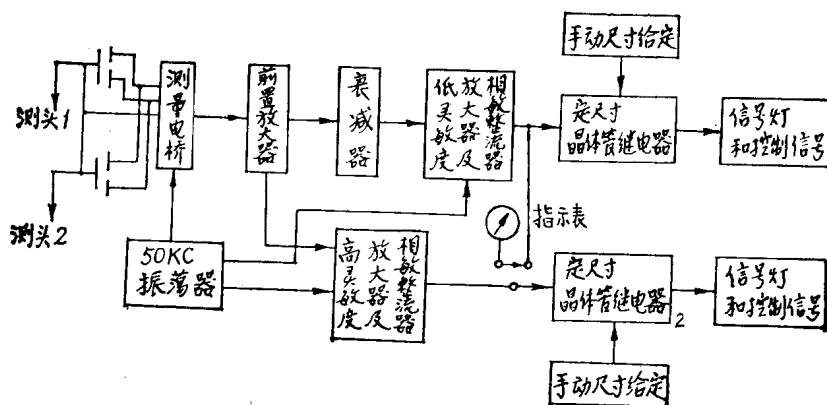


图 9—7

置放大器后一路送入高灵敏度放大器和相敏整流器，一路经衰减器衰减 10 倍后送到低灵敏度放大器和相敏整流器。由相敏整流器解调出来的信号大小与测头对平衡点位移成正比，方向与测头对平衡点偏离方向相对应。把这信号送入定尺寸继电器，这是一个电平检测器，当信号电平达到一定值以上时，继电器就动作，所以当工作尺寸达到给定值以上时就使信号电压达到检测器动作电平，继电器动作，发出尺寸达到的信号。

仪器示值 高灵敏度档：电表 1 分度 = 0.2 微米，量程 - 2 ~ + 8 微米

低灵敏度档：电表 1 分度 = 2 微米，量程 - 20 ~ + 80 微米

继电器动作精度为指示表满程的 $\frac{2}{1000}$ 。

(1) 传感器

传感器的具体结构如图 2—15 所示。每臂电容量 80 pf。测杆行程 0.5 毫米。每臂供电电压 52 伏。

传感器接入电路的情况如图 9—8 所示。振荡器的①—②，②—③两线圈是电桥的两个臂，而传感器的两对极板是另外两个臂，电桥对角线②点接地，另一点即传感器活动极板接入放大器。传感器灵敏度 K_s （从电桥对角线量输出）约为 $0.056 \text{ mV}/\mu$ 。

要说明的是：在图 9—8 中接入了两个传感器 (A, B)，并接入了一个调零双连电容器 (C_1 , C_2)。调零双连电容器用作电气调零之用，当 C_1

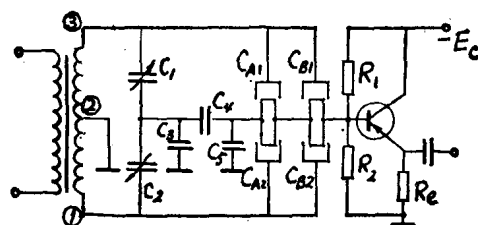


图 9—8

= C_2 时，电容 C_3 上压降 u_{c3} 为零。当 $C_1 > C_2$ (或 $C_1 < C_2$) 时， $u_{c3} > 0$ (或 < 0)，而且 u_{c3} 通过电容 C_4 和 C_5 组成的分压器 (因 C_1 、 C_2 较大，这样接是为了衰减) 馈送给第一级晶体管。传感器的活动极板直接接至第一级晶体管的基极。当只需测一个尺寸时只要接入一个传感器即可。当要按孔配磨轴时，即要接入二个传感器。若开始调整时电桥平衡，即 $C_{A1} = C_{A2}$, $C_{B1} = C_{B2}$ 。若被测孔经增大使 C_{A1} 增大 ΔC 、 C_{A2} 减小 ΔC ，则电桥新的平衡点一定变动到 $C_{B1} - \Delta C$ 、 $C_{B2} + \Delta C$ ，此时桥臂上端的电容量 $C_{上} = C_{A1} + \Delta C + C_{B1} - \Delta C = C_{A1} + C_{B1}$ ，桥臂下端电容量 $C_{下} = C_{A2} - \Delta C + C_{B2} + \Delta C = C_{A2} + C_{B2}$ ，这样，孔增大后，磨出来的工件也就相应增大，完成了配磨测量。

(2) 电路

仪器的电路如图 9—9 所示。

①前置放大器由 $BG_1 \sim BG_4$ 组成，因传感器电容很小 ($2 \times 80 \text{ pf}$)，容抗很高，所以 BG_1 接成高输入阻抗的射极跟随器。前置放大器是用直接耦合的负反馈放大器，把 BG_4 的输出信号通过 R_{10} 和 R_{11} 的分压器反馈到输入级 BG_2 的发射极，当开环放大倍数足够大时，负反馈放大器的电压放大倍数 $K \approx R_{10}/R_{11}$ 。

②后级放大器及相敏整流器：由 $BG_5 \sim BG_8$ 、 D_1 、 D_2 组成低灵敏度放大器及相敏整流器，由 $BG_7 \sim BG_8$ 、 D_5 、 D_6 组成高灵敏度放大器及相敏整流器，它们是完全一样的，所不同之处只是信号到达低灵敏度放大器之前由衰减器 R_{12} 、 R_{13} 、 R_{14} 、 R_{21} 衰减 10 倍。这种放大器由二级组成，也是直接耦合负反馈放大器。由 BG_8 集电极输出端通过电阻 R_{30} 与 R_{31} 分压器把反馈信号送到输入级 BG_7 的射极，于是使该反馈放大器的电压放大倍数 $K \approx R_{30}/R_{31}$ 。电路中二极管 D_3 、 D_4 是温度补偿用。小电容 C_{11} 、 C_{19} (10P) 为压低放大器对很高频的放大倍数，以免反馈封闭产生自激。 BG_7 的偏流是通过 R_{27} 由 BG_8 射极电阻上取来，这给放大器加了直

流负反馈使放大器工作点稳定。由这个电路中我们看到好几个直接耦合放大器的例子, 这种放大器所用的元件少, 又避免了耦合电容器的移相作用, 并且可以进行直流反馈, 总体的稳定工作点, 所以是很适合晶体管电路的一种形式。

相敏整流器由 BG_6 或 BG_8 集电极负载变压器次级和两个二极管 D_1 、 D_2 (或 D_6 、 D_8) 以及一些阻容元件组成。其原理和中原量仪厂差动变压器测微仪完全一样式。此处不再叙述。只有一个特点就是为了配合继电控制装置, 其输出电压幅度很大, 指示表满度时达 $+8V \sim -2V$, 这时交流峰值达 $6.7V$ 。为了保证作为开关的二极管能正常工作, 控制电压 (参考电压) 应充分的大于信号电压, 此仪器中取 $16.5V$, 峰值 $23V$ 。

③定尺寸晶体管继电器: 由 $BG_{10} \sim BG_{13}$ 及 $BG_{14} \sim BG_{17}$ 组成。这两套完全是一样的, 今以前一个为例说明。 $BG_{10} \sim BG_{11}$ 组成一个两级直流放大器, $BG_{12} \sim BG_{13}$ 是一个施密特触发器, 继电器 J_1 接入 BG_{13} 的集电极。平常, BG_{12} 饱和导电, BG_{13} 截止, 继电器 J_1 断电。当输入端 (B 处) 电位 (对地) 由负向正变化到达某一特定值时, 就能使继电器 J_1 吸合。

BG_{10} 发射极电位通过电位器 R_{45} 可以由 $0 \sim 12$ 伏进行调整。今假定 B 点电位为一定值。下面分两种情况进行说明: B' 点电位低于 B 点电位的情况及 B' 点电位高于 B 点电位的情况。
 a 、 $U_{B'}$ 低于 U_B 时 (暂认为 BG_{10} 的 $U_{e1} = 0$): 二极管 D_7 截止, 使晶体管继电器与测微仪间断开。 BG_{10} 由于 $R_{43}(4.7M)$ 供给偏流, 故有一定电流, 在集电极负载 $R_{44}(220K)$ 上保持 1.5 伏压降, 它使 BG_{11} (NPN 管) 处于大电流状态, 在其集电极电阻 R_{47} 、 R_{48} 、 R_{49} 上压降很大, 于是 BG_{12} 基极对地较负, 具有大的偏流而饱和, 其集电极电位趋近于发射极, 这就使 BG_{13} 基极电位比发射极电位为正而截止 (因为二极管 D_8 由于漏电流而有电位降), 继电器 J_1 断电。
 b 、 $U_{B'}$ 高于 U_B 时: 当由于工件尺寸变化而逐渐使 $U_{B'}$ 上升, 达到 $U_{B'}$ 高于 U_B 时, D_7 导通, 给 BG_{10} 基极加一正电压, 使集电极电流减少, 集电极电位变负, 这使 BG_{11} 集电极电流也减少, 于是 BG_{12} 基极电位变正。当这种变化达到一定程度, BG_{12} 电流的减少, 使 BG_{13} 基极电位变负, 于是开始由截止变为导通。由于 $R_{51}(47\Omega)$ 的正反馈作用, 使 BG_{12} 射极电位变负, BG_{12} 电流更减少, BG_{13} 基极电位更负, 电流进一步增加。最后使 BG_{12} 截止, BG_{13} 导电, 于是继电器 J_1 吸合, 发出尺寸到达给定值的信号。

以上看到 BG_{12} 和 BG_{13} 组成一种特殊功能的电路。稳定时一管饱和一管截止, 当 BG_{12} 基极达到一定电位后, 电路的状态就发生突变, 原饱和的管截止, 而截止的管导通。这种电路就叫作电平触发器 (俗称施密特触发器)。它的状态转换叫做翻转过程。由输入加信号使触发器翻转叫做触发, 这是一种很有用的电路形式, 在工程应用中会常常遇到。由上面叙述可知, 调电位器 R_{45} 使 BG_{10} 射极电位变化, 就可以调整触发器的触发电平。也就等于预先给定一个尺寸 (手动尺寸给定), 当到达此尺寸时就会发出信号, 这在按公差范围快速检验大批同样零件时很有用, 可以通过信号灯或执行机构迅速将工件按尺寸分类。

§9-3 操作方法

今以 DGS-20C/A 型测微仪为例说明。

1. 接线: 使换档处于“断开”位置, 将电源线、测头连接线接好。
2. 电表机械对零调整: 换档仍处于“断开”位置, 检验表针是否准确对零, 若有偏差, 慢慢旋转指示针的调整螺钉 (图 9-6 中之 4), 使其对零。
3. 平衡调整: 目的是在测量前仪器对零后, 当“高精度”、“低精度”换档时, 指针均应对零。如果“高精度”档对零, 而换到“低精度”档不对零, 即应进行平衡调整, 反之亦然。