



工业控制机外围设备

(技术座谈会资料选编)



上海科学技术情报研究所

工业控制机外围设备
技术座谈会资料选编

上海科学技术情报研究所出版
新华书店上海发行所发行
上海商务印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 插页: 3 印张: 9.5 字数: 257,000

1972年9月出版

代号: 1634076 定价: 0.75元

(只限国内发行)

TP:
0

前 言

东风吹，红旗飘，革命形势一片大好。在“抓革命，促生产”的新高潮中，我国工人阶级和革命知识分子，遵照我们伟大领袖毛主席关于：“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。”的教导，几年来，发扬了“自力更生，艰苦奋斗”的革命精神，为适应工业生产和国防建设的需要，研究和制造了各种工业控制机，有的已投入了运行，效果较好，并且积累了一些研制和使用方面的经验。但是由于叛徒、内奸、工贼刘少奇及其一类政治骗子推行了反动的“电子中心论”，干扰了毛主席的革命路线，使工业控制机的发展不能适应我国工业自动化的需要，而工业控制机的外围设备更为薄弱。

为了加速工业控制机的发展，受第一机械工业部的委托，由一机部电器科学研究院、天津电气传动设计研究所、上海工业自动化仪表研究所（原一机部热工仪表科学研究所）三个单位筹备的“高举毛泽东思想伟大红旗，工业控制机外围设备技术座谈会”于一九七一年七月在上海召开。会上同志们交流了学习毛泽东思想的心得体会，开展了革命大批判，介绍了工业控制机外围设备研制、使用经验与存在问题，并进行了热烈的讨论，对外围设备今后的发展方向也提出了一些看法。大家对我国工业生产自动化的发展充满了信心。由于会议的筹备不够充分，有些问题讨论的广度和深度尚有欠缺。

为了扩大交流效果，现把会上交流的有关国内外工业控制机的外围设备内容，选编成资料，供从事这方面工作的工人、技术人员参考。由于我们学习毛泽东思想不够，选编资料中难免存在不少缺点和错误，望同志们批评、指正。

工业控制机外围设备技术座谈会资料选编小组

一九七一年九月

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。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。

抓革命、促生产、促工作、促战备。

团结起来，争取更大的胜利。

TP391.8
2983

目 录

前言

10 点/秒的干簧采样器	1
200 点/秒的干簧采样器	3
晶体管无触点采样器	6
ZF-69 型宽频带直流放大器	11
F-3A 型晶体管数据放大器	20
浮动式测量放大器	43
FZX-1 型直流小信号放大器	61
SF-1 型数据放大器	64
反馈编码型模拟-数字转换器	74
锯齿波型模拟-数字转换器	83
调宽器锯齿波型模拟-数字转换器	86
DP-II 型单积分式电压-频率转换器	90
双积分型模拟-数字转换器	96
直控仪模拟量输出通道	108
131 丙机模拟量输出方案	112
北京向阳化工厂直控仪模拟量输出方案	115
TQ-3 机开关量输入方案	119
135 机开关量输入方案	121
TQ-1 机开关量输出方案	125
西德工业控制机 303P 简介	126
日本 CCS-7010 数据处理机的模拟量输入通道	130
附录 1. 工业控制机的外围设备简介	136
附录 2. 工业控制机外围设备技术座谈会纪要附件(外围部分)	138

10 点/秒的干簧采样器

一机部电器科学研究所

一、原 理

我们将 400 个被测量按测量对象分成十组, 每 40 个被测量构成一个矩阵, 每一矩阵按 10×4 排列。利用个位、十位、矩阵计数器的不同计数状态, 按 XYZ 三维坐标控制的方法, 使 400 个采样干簧继电器中的某一个与计数状态相对应的继电器线圈通电, 通过其闭合的接点把相应的被测量引入装置测量。其方框原理图如图 1 所示。

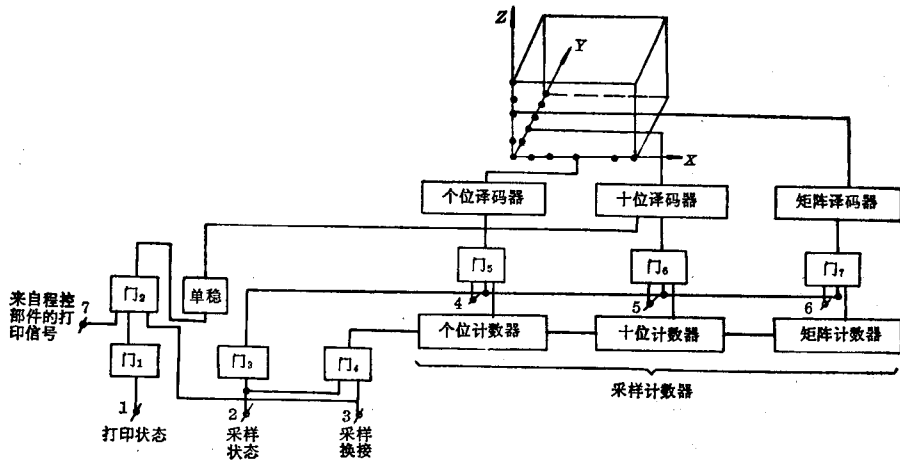


图 1 采样部件方框原理图

图中个位计数器及矩阵计数器均为二-十进 (8、4、2、1 码制) 计数器, 十位计数器为四进计数器, 这三个计数器又称采样计数器, 当装置处于采样状态时, 由它们来控制采样矩阵, 当装置处于打印状态时, 由所谓的设在程序控制器内的打印计数器通过控制端 4~6 以同样的方式来控制采样矩阵 (打印计数器由另外的个位计数器十位计数器及矩阵计数器构成)。正因为采用了采样及打印两套计数器, 因此可以保证在打印过程中基本上不降低测量速度, 同时能保证打印点的顺序和采样点的顺序是一致的, 即采样从 000 点到 399 点, 打印点亦是从 000 点到 399 点。

打印速度为 0.8 秒/点, 采样速度为 0.1 秒/点, 实际上在打印过程中采样继续进行, 仅是每采样七点后, 停 0.1 秒, 在这段时间中, 插入一个打印点的采样测量。采样顺序和打印顺序各由自己的计数器控制着, 两者互不影响。

单稳的作用是保证当采样继电器在换接的过程中有足够的释放时间, 否则会发生两个继电器同时接通, 把两路被测信号相互短接。

由于本装置要求速度不高 (10 点/秒), 所以采用了干簧继电器作为换接元件 (上无八厂

JAG-2-4H)。

干簧继电器的控制线路如图 2 所示。

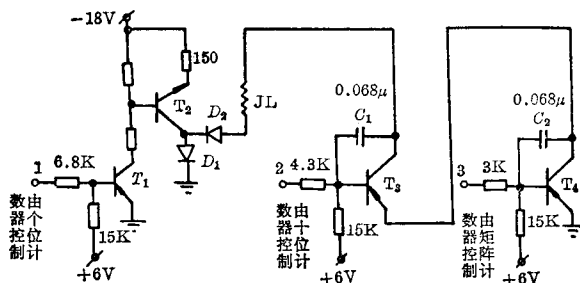


图 2 干簧继电器的控制线路

当个位、十位、矩阵计数器的控制端 1~3 均输入“1”信号时, T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 均导通, 于是从地经过导通的 T_4 、 T_3 、 JL (干簧继电器的线圈)、 D_2 、导通的 T_2 及 150Ω 电阻流通干簧继电器的动作电流 (实际大于此电流, 以保证继电器的可靠闭合), 于是干簧继电器 JL 的触点闭合。只要控制端 1~3 中有一输入信号为“0”时, 干簧继电器的线圈中就不可能有电流, 当然它的触点也不会闭合。实际上该电路相当于一个三端输入的控制与门。电路中 C_1 、 C_2 、及 D_1 是为了降低采样干簧继电器绕组的反电势。

二、动作原理

如图 1 所示, 正常采样时, 由于控制端 2 给出“1”信号, 所以采样控制换接信号加到控制端 3 时, 通过门 4 的计数脉冲被送入采样计数器, 根据其不同的计数内容, 再通过门 5~门 7 及个位、十位、矩阵译码器, 使相应通道的被测信号被送入装置进行测量。另外采样换接信号通过门 2 及单稳, 使十位译码器在单稳动作的 2 毫秒时间内均没有输出信号, 这样可以保证前一个继电器有足够的释放时间, 后一个继电器才被接通。

装置处于打印状态时, 由于控制端 2 给出“0”信号, 从而闭锁了采样计数器对采样矩阵的控制, 而由打印计数器通过控制端 4~6 对采样矩阵进行控制。同样前一个继电器的释放时间通过控制端 1 及 7 的输入信号使单稳动作来保证的。

个位、十位、矩阵译码器给出采样序号数码, 供选点指示、报警打印或作单点退出用。

在装置的调整维护盘上, 有 10 只碳化硅灯, 直接指示采样计数器的计数状态, 观察灯的点灭过程来判断计数器的工作正常与否。

200 点/秒的干簧采样器

一机部电气传动设计研究所

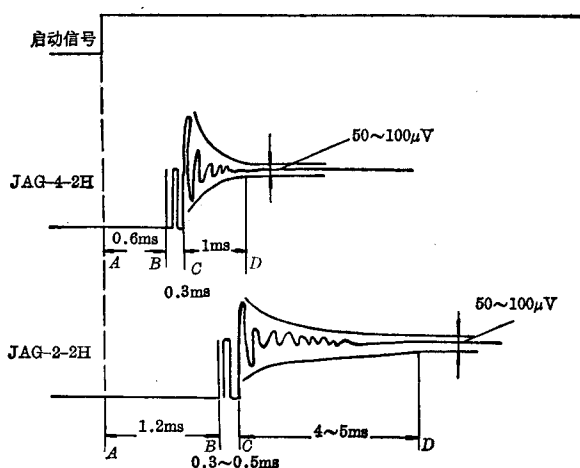
1700热连轧机的控制机主要是对钢板的厚度进行在线控制。对连轧机的轧制速度有一定要求,故对模拟量输入信号的采样速度提出 200 点/秒的要求。输入信号为 $0 \sim \pm 1$ 伏。

一、采样开关的选择

本采样器选用干簧继电器作采样开关。虽然干簧继电器动作速度较低,而且激磁电流大时触头容易磁化。但它的干扰电平低,开路电阻大,接触电阻小,又不受环境温度影响。在速度能满足 200 点/秒要求的情况下,选用干簧作开关,与电子开关相比,还具有线路简单的优点。至于触头磁化问题,与触头材料有关经挑选后问题不很严重。

二、干簧的选择

对两种干簧的性能作了测试,其结果如下:

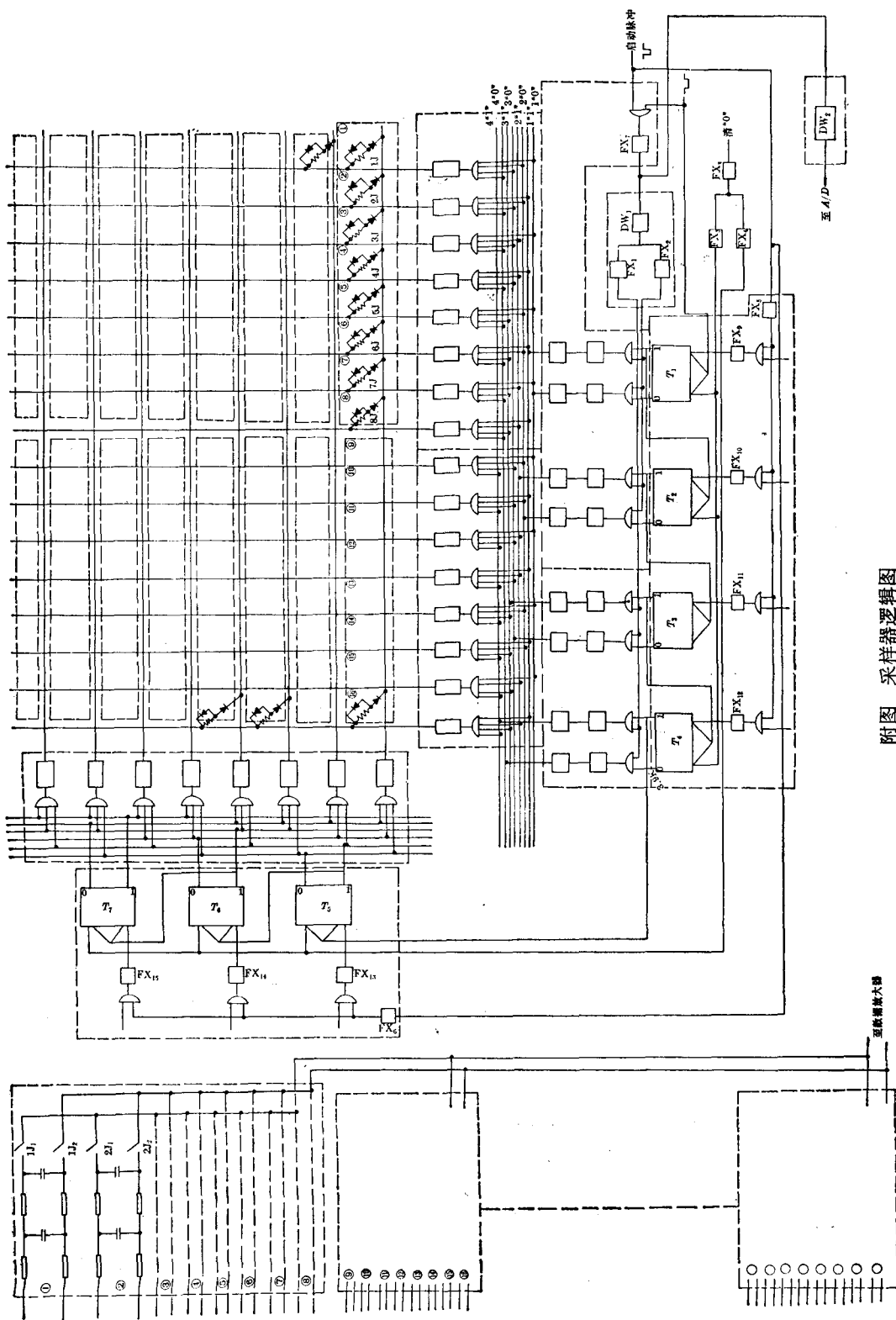


从实测中看到: AB 段为干簧的吸合时间。

BC 段为干簧抖动时间。

CD 段虽已可靠吸合,由于触头热电势的影响,产生高频振荡,振幅迭加在有用信号上,最大幅度能达几个毫伏。JAG-4-2H 小型快速干簧经 1ms 后振幅即可衰减至 $50 \sim 100 \mu\text{V}$, 对于 JAG-2-2H 经 $4 \sim 5\text{ms}$ 后振幅才衰减到 $50 \sim 100 \mu\text{V}$ 。 $50 \sim 100 \mu\text{V}$ 相对于 $0 \sim 1\text{V}$ 的输入信号影响已小至 0.01%。

在此装置中为达到 200 点/秒的采样速度,必须采用 JAG-4-2H 小型快速干簧,才能以



附图 采样器逻辑图

简单的一次采样线路实现所提采样要求。

三、采 样 器

采样器采用干簧矩阵和二极管与门译码, 逻辑图, 见附图。

采样方式: 随机采样——由运控给地址, 同时给启动信号实现, 给地址前需给清零信号。
巡回采样——由运控给地址加“1”信号及启动信号实现。

逻辑图 1 上一部分反相器是起功率匹配作用的, 例如 $FX_1 \sim FX_6$, 一部分是作电平匹配用的, 例如, $FX_7 \sim FX_8$ 。

单稳 DW_1 起时间匹配作用, 当采样点换接时, 单稳的存在能使干簧有充分的释放时间, 避免了两个干簧在一段时间里同时吸合、而将信号短路现象。

晶体管无触点采样器

一机部自动化装置厂 一机部工业自动化仪表研究所

一、概 述

无触点采样器是巡回检测装置中的输入部件,其作用是依次换接各输入信号的切换开关,因此采样器也是多点自动巡回检测装置中必不可少的一个部件。

伟大领袖毛主席教导我们:“在生产斗争和科学实验范围内,人类总是不断发展的,自然界也总是不断发展的,永远不会停止在一个水平上。”无触点采样是为适应快速巡回检测需要而研制的,它克服了原来有触点采样的机械接点可靠性差,速度慢等缺点,采用了共集电极双生晶体三极管作开关元件,可提高采样速度和可靠性。

对于直流小信号采样器,有触点采样认为比较理想的元件是干簧继电器,虽有其缺点,但也有其优点,如控制方便,接触电阻小,噪声电平低不影响小信号测量的精度,同时在切断信号时,由于是机械接点断开时就能完全开路,所以慢速巡回检测装置中,用干簧继电器作为采样器的开关元件还是比较理想的。用晶体管元件作采样器开关元件的不足之处是残余电压随温度漂移,有一定导通内阻(硅管有近百欧姆),切断信号时因有电的联系而不能象机械接点那样完全开路,而有一定的阻抗,这些都由晶体管特性所决定而影响小信号测量的精度。

随着我国工农业生产和国防工业的飞速发展,对于高可靠性、高精度、高速度快速巡回检测装置的要求日益增多,所以无触点采样器必须迅速予以发展。用晶体管作为采样器开关元件的不足之处,一定会随着电子工业的飞速发展,新型元件的不断出现而不断改进和提高,并在使用上进一步改进线路,使无触点采样能得到广泛使用,在社会主义建设中发挥更大的作用。目前我们研究试制的无触点采样器是用于 JCD-472 快速巡回检测装置的二次采样器中,其技术指标如下:

- (1) 采样速度: 每秒 1000 点。
- (2) 采样精度: 0.1 级。
- (3) 输入信号: $\pm 0 \sim 10 \text{ mV}$ 。
- (4) 采样点数: 10 点。

二、工 作 原 理

无触点采样器原理框图:

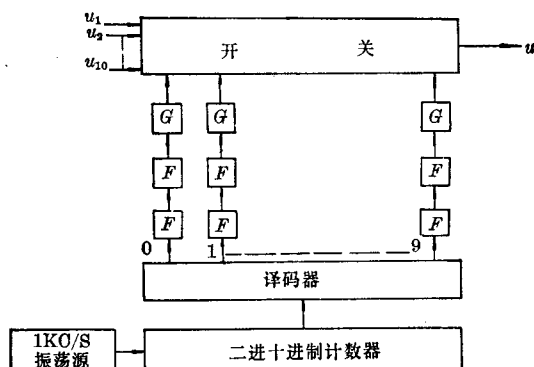
$u_1, u_2, \dots, u_{10}$ ——被测直流信号

u ——经开关切换后输出信号

G ——推动源

F——反相器

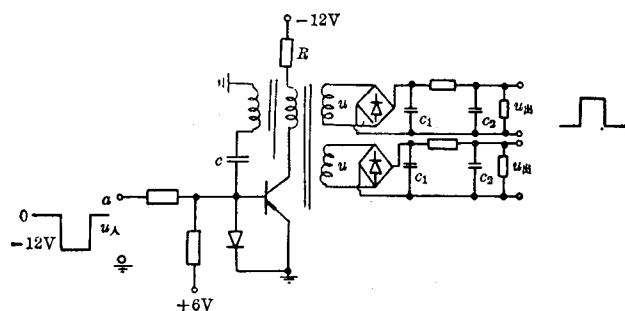
由 1kc/s 振荡源输出脉冲信号输入到二进十进制计数器进行计数, 计数器由四个触发器组成, 其输出经过译码器译出 0~9 个状态, 为增加控制信号负载能力, 译码器输出信号经过二级反相器后去控制推动源工作, 使开关接通或断开, 以达到依次切换被测信号的目的。



采样器除逻辑控制外, 主要由推动源和开关线路两部分组成。

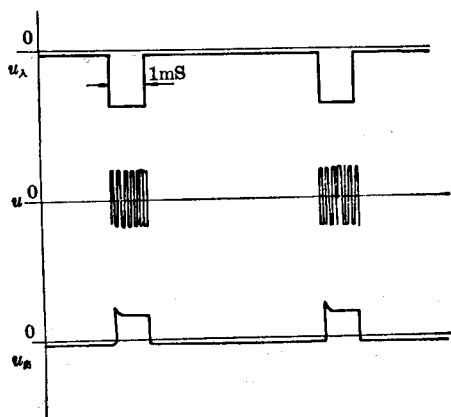
1. 推动源:

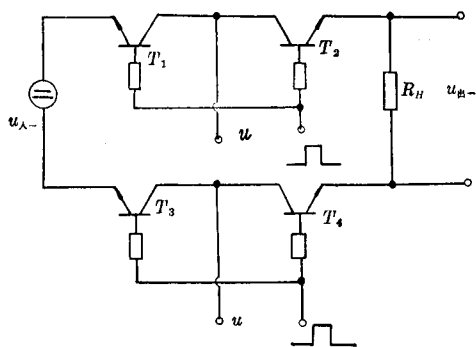
具体线路如下:



推动源采用了一个他激式间隙振荡器, 振荡频率为 500kc。采用高频振荡线路主要是因为一般晶体管输入阻抗不够高, 要取注入电流, 因此推动开关接通或断开不能直接用逻辑控制信号来控制, 要用变压器对地隔离, 推动开关信号需要宽度为 1ms 的脉冲, 经变压器后要维持脉冲的平顶, 就要有足够大的电感量, 这样变压器体积就会相当大。而采用高频振荡方案, 此振荡线路受控制信号 u_λ 控制, 无 u_λ 时, a 端另电位, 因管子基极加了正偏压, 使管子截止, 振荡器不振荡, 当有 u_λ 时, 基极处于负电位, 管子导通产生自激振荡, 振荡频率取决于 RC 。从变压器次级输出经桥式整流滤波后得到与 u_λ 同样宽度的脉冲 $u_{出}$ 。振荡频率愈高, 电容 C_1 、 C_2 就可减小, C_1 和 C_2 太大将影响脉冲的沿口。

波形示意图:





2. 开关线路:

具体线路如下:

u_{A-} ——被测直流信号

u ——控制信号

u_{H-} ——输出直流信号

采用共集电极双生三极管作为开关元件,其主要优点是挑选方便,二个管子在制造时就已配对。开关工作原理比较简单,当有控制信号 u 时, T_1T_2 管、 T_3T_4 管同时导通,此时开关是接通状态,就有 u_{H-} , 无 u 时, T_1T_2 管、 T_3T_4 管同时截止,开关处于断开状态, u_{A-} 就被切断。

采样器的精度主要取决于开关,在我们讨论采样器的精度前,先介绍一下双生三极管在直流小信号工作状态下,它的静态特性指标和测试方法。

(1) 残余电压测试:

测试线路与条件

$$V = V_{pi}$$

其中: V_{pi} ——双生三极管残余电压。

V ——用直流微伏表 V 测得的电压值。

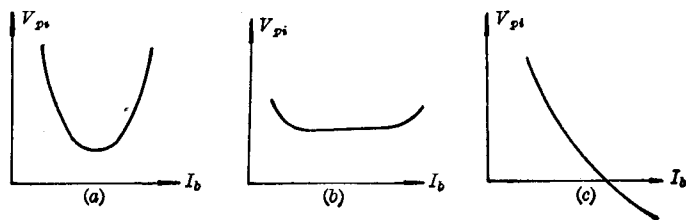
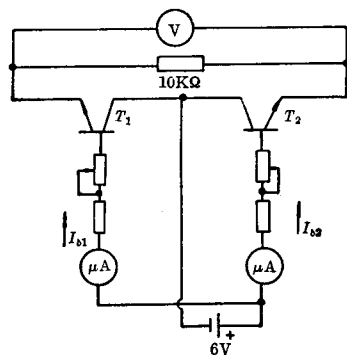
μA ——0——1000 μA 直流电流表。

测试结果:

① 在相同基极电流注入下(即 $I_{b1} = I_{b2} = 500 \mu A$), 所测最佳的残余电压小于 $100 \mu V$, 大者有几百微伏。

② 在不同基极电流注入下, (即 $I_{b1} \neq I_{b2}$), 可把残余电压调至零, 但 I_{b1} 和 I_{b2} 不能相差太大, 否则将会造成更大的不稳定性。

③ $I_b - V_{pi}$ 特性曲线形式有三种, 如图所示:



(2) 残余电流的测试:

测试线路与条件

$$I_{pi} = \frac{V}{10k\Omega}$$

其中: I_{pi} ——双生三极管残余电流。

V ——用直流微伏表 V 测得的电压值。

测试结果均在 $10^{-7} A$ 数量级, 少数管子在 $10^{-8} A$ 数量级。

(3) 直流内阻的测试:

测试线路与条件

$$R_d = \frac{V - V_{pi}}{1\mu A}$$

其中: V ——开关打在“1”位置, 所测得的电压值。

V_{pi} ——残余电压(开关打在“2”位置)。

R_d —— T_1T_2 管直流内阻。

测试结果:

① 在相同基极电流注入下(即 $I_{b1} = I_{b2}$), I_b 增大, R_d 减小。

② 一般 $I_{b1} = I_{b2}$ 大于 $500\mu A$ 时, R_d 在 $100 \sim 250\Omega$ 。

③ $R_d - I_b$ 特性曲线如下:

(4) 温度试验:

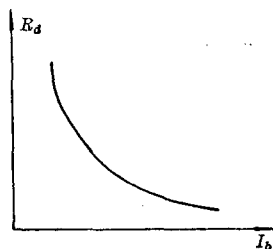
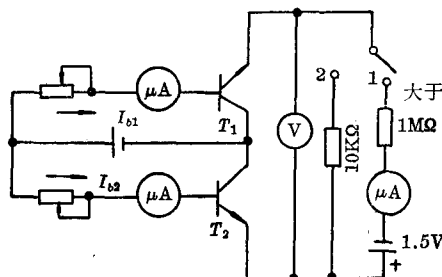
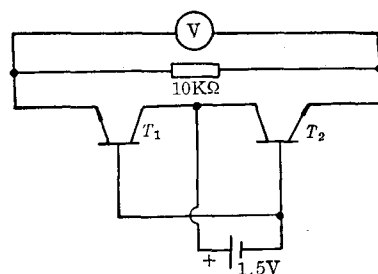
试验条件: 温度—— $10^\circ C \sim 30^\circ C$

恒温时间——半小时至1小时半。

试验结果:

① 残余电压漂移: 漂移小的管子 $1 \sim 2 \mu V/^\circ C$, 漂移大的管子 $10 \sim 100 \mu V/^\circ C$ 。

② 残余电流漂移小, 仍在 $10^{-7}A$ 数量级。



三、采样器精度

影响直流小信号无触点采样的精度, 通过对双生三极管的测试及线路调试, 主要是管子残余电压、残余电流、直流内阻及干扰。

1. 残余电压的影响:

双生三极管残余电压数量级从几十微伏到几百微伏, 对于 $0 \sim 10mV$ 小信号测量精度影响很大, 精度要求 0.1 级, 信号经采样开关只允许变化 $0 \sim 10\mu V$ 。双生三极管内二个管子若特性完全对称, 则二管对接后, 残余电压可互相抵消, 即为零。但实际上, 在管子制造工艺过程中不可能做到完全对称, 故在相同基极注入电流下二管残压不能抵消, 只有当二个管子不对称推动时, 即 $I_{b1} \neq I_{b2}$ 。可把残压调到零, 但由于残余电压又随温度漂移, 故其中一个管子基极电阻不能固定, 需在调试中用电位器随时进行调整, 来消除残压的影响。

2. 残余电流的影响:

双生三极管内二个管子残余电流在二管对接后仍不能互相抵消, 从电路上是不能消除。在采样点数少的情况下, 我们从静态试验及动态调试中, 得出结果是当十对管子全并联在一起时, 九对截止管残余电流一对导通管残余电压的影响是不显著的, 静态试验中测试的数值变化很小。

3. 直流内阻的影响:

管子导通时有一定直流内阻, 由于开关和信号源是串接的, 因而就增加了信号源的内阻, 对直流小信号测量时干扰也随之增加。故作开关元件的管子要挑选直流内阻小的管子。

4. 干扰的影响:

对直流小信号测量, 其中干扰对测量误差影响, 我们在整机调试中得出其数量级在 $\pm 0.1 \sim \pm 0.2\%$ 。除 50 周干扰外还有脉冲干扰, 因而对采样器部件要采取一系列屏蔽措施, 信号引线要采用屏蔽线, 屏蔽层要良好的接地。

四、结 束 语

无触点采样器尚存在着一些缺点, 主要是开关元件的性能不佳, 我们正在改进采用场效应晶体三极管作开关元件, 从场效应晶体三极管特点来看, 如输入阻抗高、无残余电压、噪声低等, 用来作为小信号开关元件是有其优点, 可以克服双生三极管不足之处, 对应一点信号只要用一个管子作开关元件即可, 推动信号是电位, 不需要功率, 推动源就有可能做到一个推动源来推动多点开关接通或断开, 对几百点信号的采样就可节省很多推动源。场效应晶体三极管主要缺点是直流内阻比一般硅管大, 这使采样部件和后面输入部件在配合上带来一定困难, 需要抑制干扰。总之, 采用场效应晶体三极管作开关元件是无触点采样器改进的方向。

ZF-69 型宽频带直流放大器

苏州仪表元件厂

ZF69 型放大器是一种高精度、宽频带、低噪音、全晶体管化的测量放大器。用来放大低电平的直流或交流电压,以换得电压源输出,而与其他装置得到匹配。

它与各种传感器、变送器、显示器配合后可以用来检测各种物理量,如形变、温度、压力、流量、速度、推力、位移、亮度等,可广泛用于石油、化工、冶炼、电站等工业部门。它可以作为回线示波器,二次仪表前的线性前置放大器用;可以作为高精度的随动系统中的运算放大器用。在生物医学及天文光学领域中本仪器也可充分发挥作用。它也可以在科学研究单位、试验室中独立使用。

本仪器尚可附有放大器的电源控制部分及系统测量桥路作桥端电源用的直流稳压器。

一、技术指标

1. 直流放大器:

	单端输入状态	差动输入状态
(1) 增益	10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 分档切换或附连续调节	同左
(2) 增益稳定性	$\pm 0.05\%$ (直流)	同左
(3) 增益线性	$\pm 0.05\%$ (直流)	同左
(4) 噪音	$< 5 \mu V$	$< 10 \mu V$
(5) 恒温下 200 小时零位漂移	$< \pm 3 \mu V$	$< \pm 10 \mu V$
(6) $25^{\circ}C \pm 10^{\circ}C$ 时 温度系数	$< 0.5 \mu V/^{\circ}C$	$< 1.5 \mu V/^{\circ}C$
	单端输入状态	差动输入状态
(7) 频率响应	0~1KC $\pm 1\%$ 0~10 KC $\pm 1.5 db$	同左
(8) 输入阻抗	$> 50 M\Omega + 0.001 \mu f$	10k Ω
(9) 直流输出阻抗	$< 0.2 \Omega$	同左
(10) 输出容量	直流 $\pm 10 V, \pm 100 mA$ 或交流 峰值 10 V, 100 mA。	同左
(11) 共变免除率		直流 $> 100 db$, 50 c/s 交流 $> 72 db$
(12) 信号源阻抗	$< 1 k\Omega$	
(13) 环境温度	检定温度 $25^{\circ}C \pm 10^{\circ}C$ 无损工作温度 0~45 $^{\circ}C$	同左

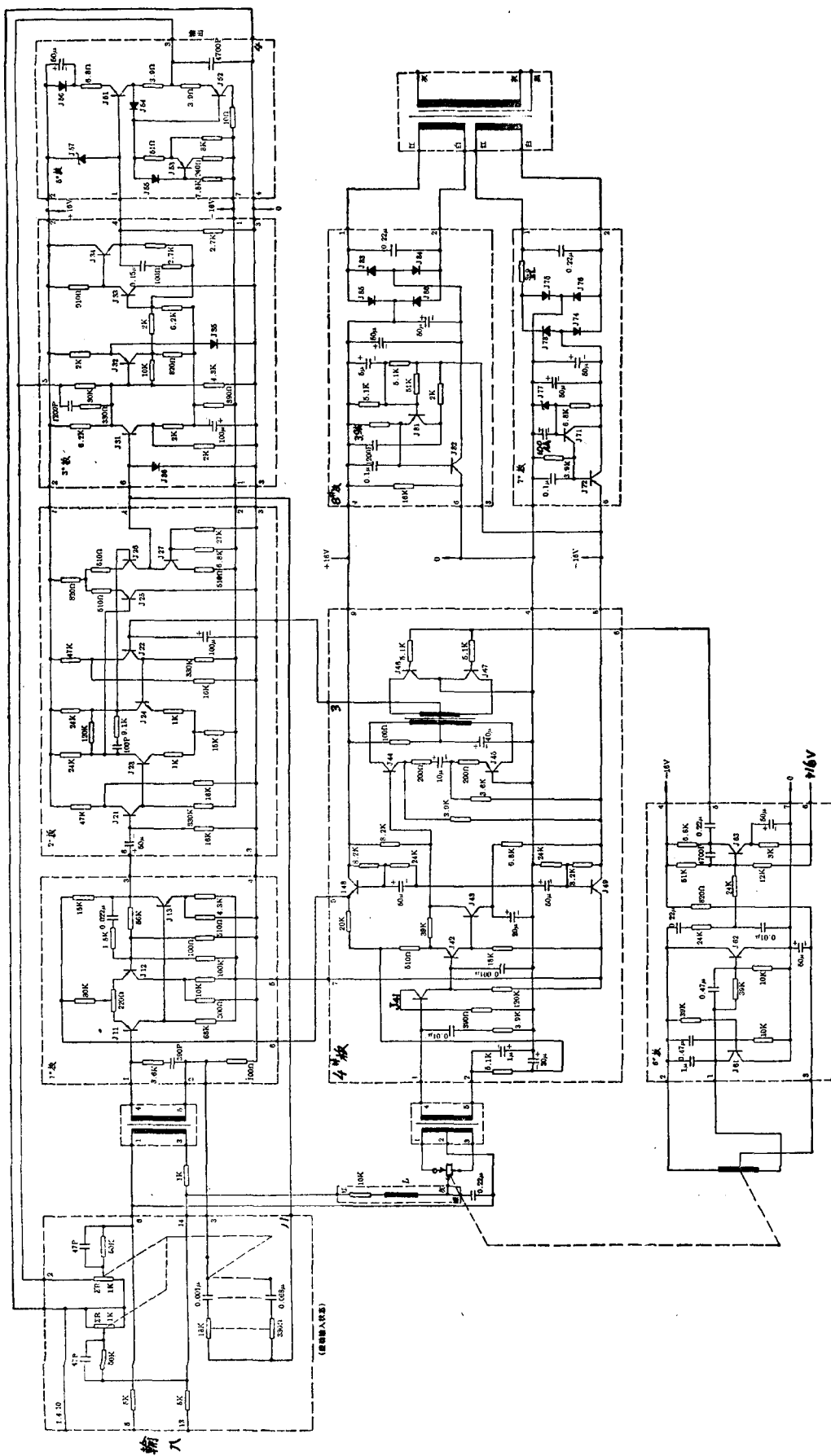


图 1 ZF-69 型直流放大器原理