

赤道式望远镜转仪钟电路

侯惠芳

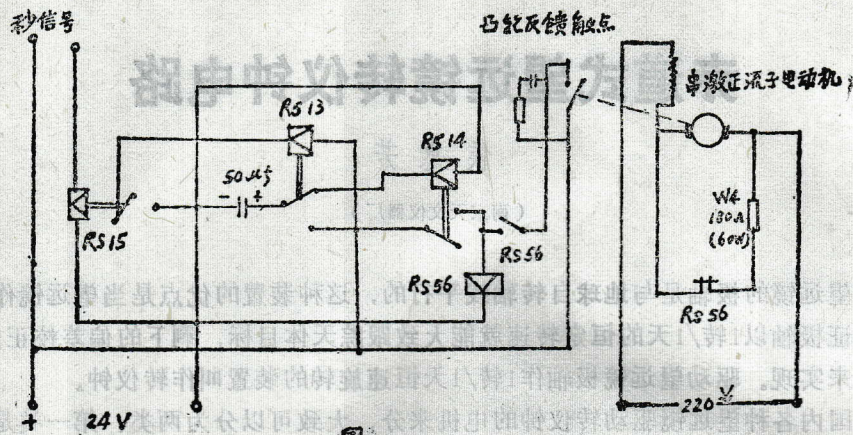
(南京天文仪器厂)

赤道式望远镜的极轴是与地球自转轴平行的，这种装置的优点是当望远镜作跟星观测时，只要保证极轴以1转/1天的恒定转速就能大致跟踪天体目标，剩下的偏差校正靠目视或光电导星来实现。驱动望远镜极轴作1转/1天恒速旋转的装置叫作转仪钟。

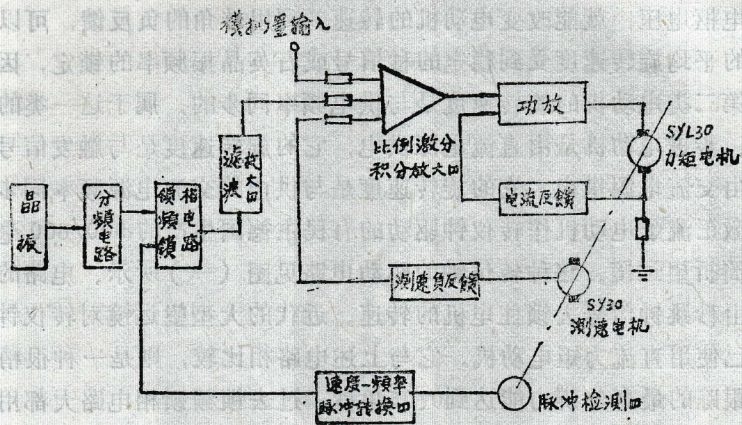
就目前国内各种望远镜驱动转仪钟的电机来分，大致可以分为两类：第一类是可以调节速度的电动机，例如串激正流子电动机，直流它激电动机，直流力矩电动机等，通过改变它们的电枢电流或电枢电压，就能改变电动机的转速。利用转角的负反馈，可以组成锁频锁相装置，使电动机的平均旋转速度受到稳定的秒信号或石英晶振频率的锁定，因而实现了转仪钟的恒速旋转；第二类电动机的旋转速度是与供电频率同步的，属于这一类的有步进电机及交流同步电动机。步进电动机是由直流电源供电，它的旋转速度是与触发信号的频率同步的。同步电动机由交流电源供电，它的旋转速度是与供电的交流电源频率同步。

使用单相串激正流子电动机作转仪钟驱动的有民主德国生产的900/600毫米施米特望远镜及400毫米双筒折望远镜。这种转仪钟的驱动电路见图(一)所示。电路的主要特点是使用变速电动机并由秒跳钟信号去锁住电机的转速。近代的大型望远镜对转仪钟的跟踪要求更高，很多望远镜已使用直流力矩电动机，它与上述电路相比较，则是一种很精密的锁频锁相系统，使转仪钟跟踪的最高分辨力能达到0.05角秒。过去锁频锁相电路大都用在高频接收机的频率同步，现在锁频锁相技术已被用在电机转速的精确控制。如图(二)所示。在电机驱动轴上装有一只脉冲检测器及一只测速发电机，当驱动轴转动时，脉冲检测器发出转角反馈脉冲信号，而系统的输入信号是由晶体振荡器产生的较稳定的频率，把上述二种脉冲信号同时送入鉴频鉴相网络，进行频率和相位比较，产生了一个与两者之差相角成比例的误差电压，用这个误差电压控制力矩电机速度使之朝误差电压减少的方向变化，在锁定范围内能保证驱动电机的转速与晶体振荡器输出的脉冲频率同步。测速发电机的作用是增加系统的黏性阻尼系数，保证了动态系统的稳定性。

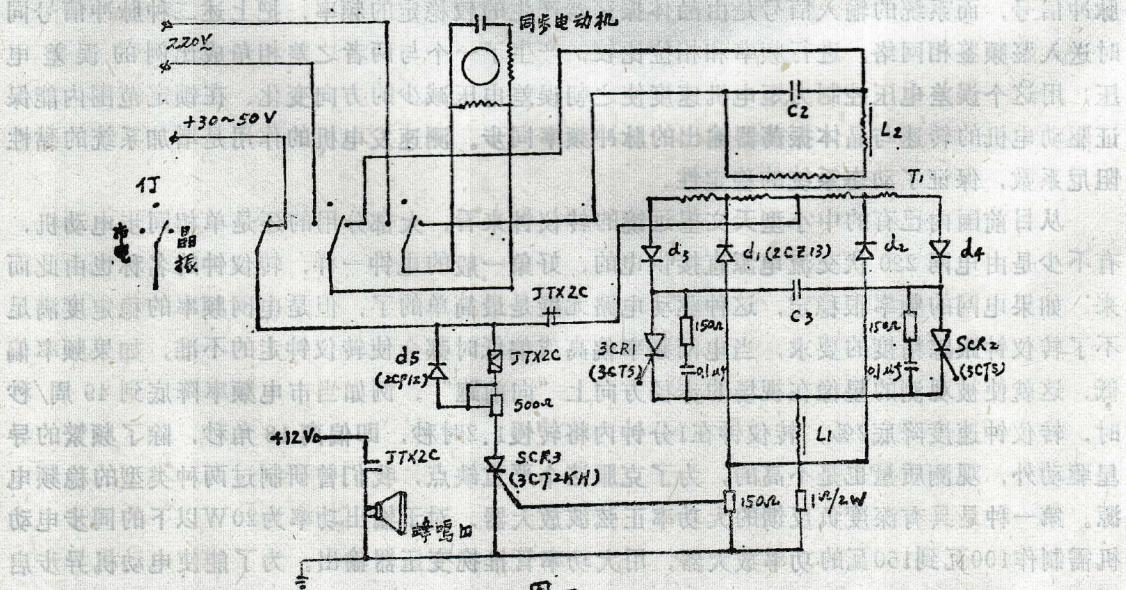
从目前国内已有的中小型天文望远镜的转仪钟来看，大部分用的还是单相同步电动机，有不少是由电网220伏交流电源直接供电的，好象一般的电钟一样，转仪钟的名称也由此而来。如果电网的频率很稳定，这种驱动电路无疑是最简单的了，但是电网频率的稳定度满足不了转仪钟跟踪精度的要求，当电网频率偏高或偏低时都会使转仪钟走的不准，如果频率偏低，这就使被观测的星像在视场的赤径方向上“向前跑”。例如当市电频率降低到49周/秒时，转仪钟速度降低2%，转仪钟在1分钟内将转慢1.2时秒，即偏离18角秒，除了频繁的导星驱动外，观测质量也是不高的，为了克服这个严重缺点，我们曾研制过两种类型的稳频电源。第一种是具有深度负反馈的大功率正弦波放大器，对于输出功率为20W以下的同步电动机需制作100瓦到150瓦的功率放大器，用大功率管推挽变压器输出。为了能使电动机异步启



图一



图二



图三

动,并自动拉入同步,要求放大器的输出阻抗很低,为此采用了深度负反馈的方法,使功率放大器的输出成为恒压源。这种装置的电效率也嫌低,且要获得50周/秒的正弦波稳频信号也麻烦,稍大功率的电动机很难启动,即使启动也难拉入同步。为此我们又进一步试制成了可控硅逆变器的稳频电源。磁场望远镜的转仪钟就是用这种可控硅逆变器组成的稳频电源。这种电源的频率与市电无关,完全是由石英晶体振荡器分频而得的。

逆变器的主电路如图三所示。它是由两只可控硅管组成的并联型逆变器,能把直流变成很接近于正弦波的交流电源,它的频率由石英晶体振荡器经脉冲分频而得,由这种装置给转仪钟的同步电动机供电能保证电机的同步转速不变,比起晶体管功率放大器耗电小,稳定可靠,同步电动机非常易于启动,拉入同步。

两只可控硅管SCR₁及SCR₂的控制极分别通以相位差180°的50周/秒的脉冲,由于换向电容器C₃的充电及放电,当任一可控硅管的控制极触发其主回路导通时,原先储存在电容器C₃上的电荷将会使原来导通的可控硅管转为截止。对于同步电动机这样的电感性负载,光有电压换向还是不够的,如果相位上落后的电流跟不上换向的话,那么电容器C₃上的电荷放光了,由于所触发的可控硅管没有维持电流也会自己关掉,造成两只可控硅管瞬间同时关掉而致使换向失败。为了使可控硅回路中的电流不中断,使用换向电感器L₁是必要的。电感L₁和电容C₁所构成的反压时间t_r必须大于可控硅管的关断时间t_{off}(一般为25μs~40μs),由L₁与C₁构成的反压时间t_r可按下式计算:

$$t_r = \frac{\pi}{3} \sqrt{L_1 C_1}$$

在损耗最小条件下L₁、C₁由下式确定:

$$L_1 = \frac{t_{off} \cdot E}{0.425 I_0}$$

$$C_1 = \frac{t_{off} \cdot I_0}{0.425 E}$$

式中t_{off}为可控硅管关断时间,一般t_{off}=25μs~40μs,

E—为直流电源电压(伏)

I₀—为元件最大负载电流(安)。

C₁越大,则逆变器工作越可靠,但损耗也大;L₁过大则由于换向时在其两端产生的感应电势过大,有可能使SCR正向击穿而导致换向失败。为了使换向电容不经过变压器T₁绕组,而只能通过两只可控硅管放电,因此,线路上还加接了封锁二极管d₃和d₄。此外为了提高逆变器的效率,用d₁及d₂两只二极管能将负载上的无功功率及电感L₁上的电磁能经变压器T₁上的自耦绕组回馈到直流电源上去。变压器T₁的付边绕组是升压的,利用L₂C₂的滤波谐振性能,送到同步电机上的电源很接近正弦波。万一因控制极的触发信号失灵而致换流失败,SCR₃可使逆变器断开直流供电,蜂鸣器会报警。供逆变器两只可控硅管控制极触发的稳频信号的方框图如图四所示。图上的100KC晶体振荡器是供太阳望远镜转仪钟用的。对于观测恒星用的转仪钟可选用北京晨星无线电厂生产的100·273KC/S的石英晶体。

十分频的电路可选用中小规模的数字集成电路。变压器T₂及T₃可选购晶体管收音机的输出变压器降压输出到可控硅管的控制极上。

由石英晶体振荡器分频的可控硅管逆变器除了天文望远镜极轴转仪钟上使用外，凡要求转速恒定的地方，例如地震记录仪等都有其应用的价值。

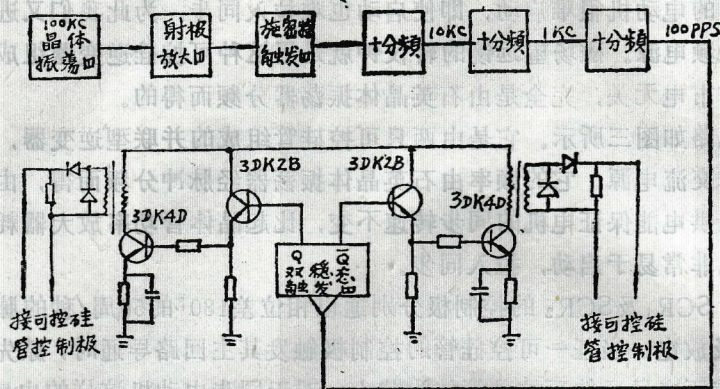


图 四

CLOCK DRIVING CIRCUIT IN EQUATORIAL MOUNTING TELESCOPE

Hou Hui Fang

(Nanjing Astronomical Instruments Factory)

Abstract

This paper introduces various polar axis clock driving circuits in equatorial mounting telescopes especially the silicon controlled rectifier inverter circuit of which the frequency is controlled by quartz oscillator with a frequency divider. In stead of the main line power this stable frequency power unit offers a constant frequency power to synchro motor so that the clock has a higher tracking accuracy in polar axis clock driving. It results in high quality for astronomical observation. This circuit is not only for the constant speed tracking in telescope, but also for the application where the constant stable speed is needed.