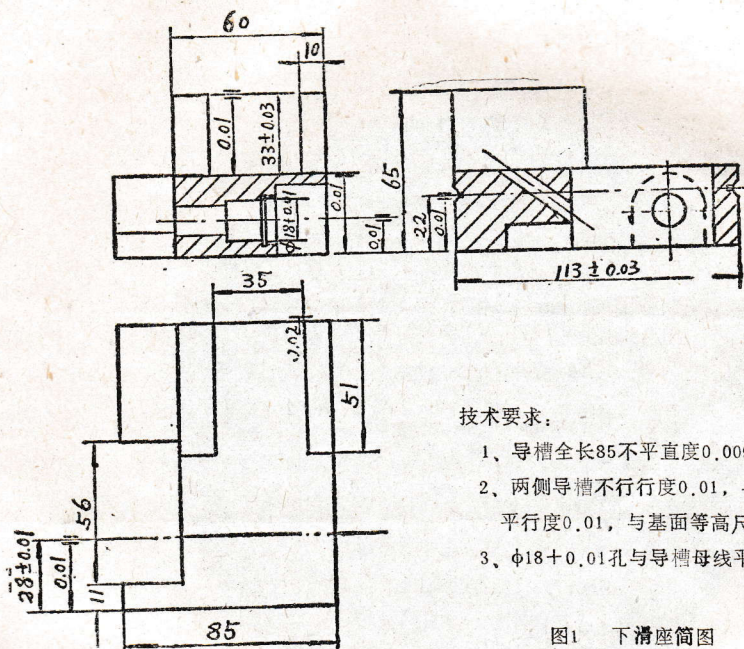


扫描器双圆弧导轨的制作

薛俊芬

(南京天文仪器厂)

双圆弧导轨是大家所熟知的一种精密型导轨，主要应用于精密量仪和精密机床。



太阳磁场望远镜的光电扫描系统采用了它做为扫描器的运动导轨。鉴于扫描器本身就是一个部套，它不但组成x-y两个运动，还要布局、安装其它扫描元件，因此使得另件本体结构复杂，且精度要求也相应提高。

因为我厂不具备专业厂家所具有的专用设备，且另件也不是常规的条状导轨，这样就带来了一系列的难度。在这里选取其中一个主要另件：x方向的下滑座为例，如图一，进行分析介绍：

根据另件的结构特性，要设计一套可行的工艺实施方案。从工艺角度来分析，要考虑到机构的精度要求，根据要求再制定出另件的工艺精度及可靠性。这样，首先碰到的就是选材料问题，根据不同的材料可制定出不同的工艺方案，这里还牵涉到热处理的安排。下面还要考虑：另件的工装夹具、打成型砂轮工具、检测计量、装配调试等等。

这里就根据这几个方面进行介绍：

一、选材料及工艺流程制定

对于各种制作导轨的材料，我们根据利弊权衡，主要还是从精度及我厂的技术条件及加

工能力来进行分析比较。这里只例举两种材料的分析。

1. $3Cr_2W_8V$ 。

这是制作导轨的较理想的材料，它可以进行氮化或氰化处理，淬硬后 $H_{RC} \geq 63$ ，使钢件表层提高耐磨性、疲劳极限及抗蚀能力，并能保持心部的塑性和韧性。氮化或氰化处理一般在全部精加工后进行，渗透层只取 $0.1 \sim 0.2$ 左右。然而这种材料难以搞到，另氮化、氰化处理我厂又没有开展。

2. Cr_{20} 或 Cr_{15} 。

这是渗碳钢，淬硬后 $H_{RC} 58 \sim 62$ ，表面耐磨性、疲劳极限及抗蚀能力比 $3Cr_2W_8V$ 稍差，但渗碳层可达 $1.5m/m$ ，这样复杂的另件在加工过程中即使产生变形，导轨槽的精度最后还是可以得到保证。且材料来源方便，我厂又可自行解决渗碳处理以及施行所需的热处理。

为了工艺施实可行和可靠，我们决定采用 Cr_{20} 来做另件的材料。材料既定，根据此材料特性，制定了以下工艺流程：

棒材——粗加工——时效——半精加工（铣）（座标镗）、（磨）、（钳）——镀铜（防渗）——磨——渗碳、淬火、回火——半精磨——精铣——钳——精车——时效——精磨——时效——钳（装配调试）——发黑。

需要说明的一点是，毛坯状态本应是以锻坯为佳，但是由于技术、设备所限（起、终锻温度 $1220^\circ C \sim 800^\circ C$ 难以控制）以免适得其反造成隐患，则取棒材直接加工，而以热处理方式进行调制。

二、装夹具

为了保证另件的精度，工装夹具是必要的手段。我厂没有组合夹具，如若自行搞一套，从成本、周期等诸方面的因素都是不允许的。然而根据另件的复杂结构，各位置的相互精度要求，从粗加工、半精加工到精加工都是要使用装夹具的，这样才能最终保证另件要求。如果根据不同工序去做不同的装夹具，那么将增加很多工作量。最后采用了可以应用于各种设备，而又能保证精度的精密方矩式装夹具。精密方矩则是夹具的主体，它的六面用手工锉刮法使之达到相互平行度、垂直度及平面度均为 >0.01 。从而使主要另件及配偶件都能在这一装夹具上完成。装夹方式采用可调压板、杠杆压板，夹紧力适当，装卸方便，调整简单。

三、打成型砂轮工具

要磨制双园弧导轨型面，就要有一套打成型砂轮的工具。且打出的成型砂轮双园弧型面要完全符合参数精度，否则将影响双园弧运动导轨的优越性。

搞仪器结构设计的都知道双园弧导轨的重要参数是：钢球半径 R_1 与滚道园弧半径 R_2 之比。一般常选 $\frac{R_1}{R_2} = 0.90 \sim 0.95$ ，接触角 $\theta = 45^\circ$ ，为好。扫描器双园弧道轨是选 $\frac{R_1}{R_2} = 0.90$ ，

$\theta = 45^\circ$ ，而且有两组导轨参数。参数为图二、图三：

其中就是要保证 $R5.56 \pm 0.01$ 、 $R2.78 \pm 0.01$ 、及中心偏移量 0.8 ± 0.05 (0.4 ± 0.025)、 0.4 ± 0.02 (0.2 ± 0.01) 经过分析计算：当偏移量及滚道圆弧半径分别有 0.05 及 0.02 误差时，这两组导轨分别将造成接触角 θ 有 $3 \sim 5$ 度的变化。

如要保证参数的准确，必需使打砂轮的金刚石尖的运动轨迹有相应的精度方可。我们所要设计的打成型砂轮工具在这里不但要保证运动轨迹的稳定，还要能调整两组导轨参数。

经分析比较，所要设计的打成型砂轮工具的原理为图四。

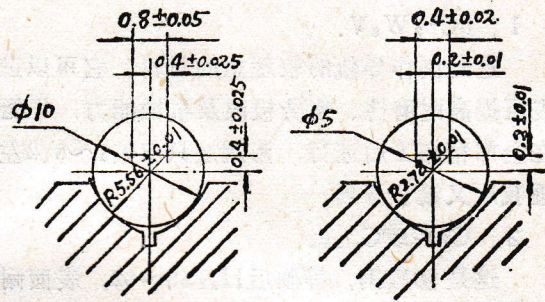


图 2 图 3
双圆弧导轨参数

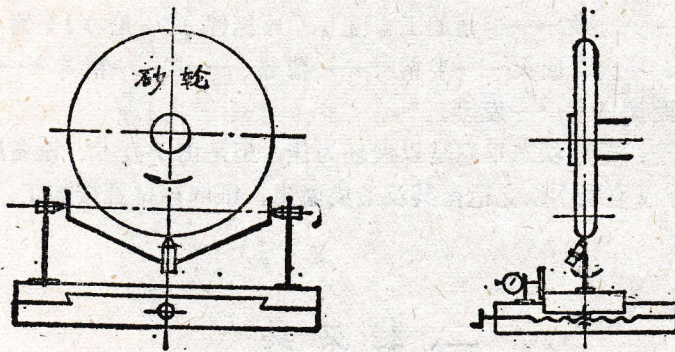


图 4 打成型砂轮工具原理图

经过实验证明，我们的这套打成型砂轮工具是可以满足这两组参数的滚道圆弧型面的精度的。为保证偏移量的精确，用百分表（或千分表）进行读数监视，去移动金刚石笔架就可以完成。

精调 $R5.56 \pm 0.01$ 、 $R2.78 \pm 0.01$ ，采用了块规比较法检测，最后配以一定的检测计量手段，从而达到了另件的型面精度要求。

这里可能会有人提出一个问题，即金刚石尖偏离所在中心位置时势必会带来误差。

根据分析计算，我们求得了误差曲线。即当金刚石尖偏离理论中心位置 δ_x 、 δ_y 时所造成的误差 Δ_x 、 Δ_y 。误差曲线如图五（推导公式从略）。

从曲线图上不难看出，由于偏离 δ_x 、 δ_y 所造成的 Δ_x 、 Δ_y 误差是微量的，一般仍然在 ± 0.01 的范围之内。

再者，金刚石有理想的物理性质，其晶体为等轴晶系带有弯曲晶面之八面体，其外形与球状相类似，解理时仍依八面体完全解理。这样就对于 Δ_x 、 Δ_y 的偏离，更缓解威胁。

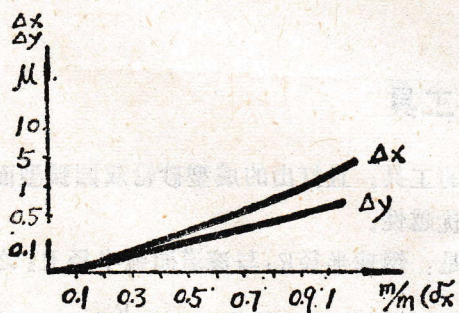


图 5 当金刚石尖偏离中心位置 δ_x 、 δ_y 时的误差曲线

四、检测计量及装配调整

利用打成型砂轮工具，可以得到满意的双圆弧型面，但是还得依靠检测计量手段。

在粗磨型面时辅以精密双圆弧样板检测，样板是由曲线工具磨磨制成。进行到半精磨、精磨时样板就不能做定量检测了。为了保证另件的型面精度，采用贴片取样法，磨出型面后立即取贴片样在50倍投影仪上进行检测计量，如果不符合导轨尺寸精度，立即进行修正，其结果是完全符合另件的型面精度要求，尺寸误差均在 ± 0.01 范围之内。

由于采用精密方矩式夹具，主要另件及配偶件的导槽不平行度、不平直度也是符合另件的要求。

最后在装配时进行调整、跑合，达到了设计的预期效果。

这里还得说上一句，即使再好的一套工艺方案，如果得不到好的技术操作也是不能实现的。在工艺施实过程中，精密方矩的制作完全依赖于夏自立师付的帮助，在磨制双圆弧型面过程中得到了陈光慈师付的帮助，在检测计量时得到陈锦培工程师的配合，在装配时得到了刘冠群师付的调试。在此谨表谢意。当然如没有设计者吕韵翎工程师的配合默契更是不能实现。

THE MANUFACTURE OF DOUBLE-CIRCULAR GUIDE FOR SCANNER OF 35cm SOLAR MAGNETIC FIELD TELESCOPE

Xue Junsun

(Nanjing Astronomical Instrument Factory)

Abstract

A technological plan according to specifications for manufacturing the double-circular guide of scanner is introduced. It contains the accuracy analysis of element structure, tool and grip, the selection of material, the grinding tool of grindwheel, the technological process and measuring methods. Especially it analysis those factors that influence the surface parameters of double-circular guide. And the design principle of the grinding tool for grindwheel to guarantee its surface parameters is given. Also the accurate measuring method is adopted.

太阳磁场望远镜驱动控制电路

侯惠芳

(南京天文仪器厂)

磁场望远镜的电气控制大致可分为如下几个部份:一、电驱动控制,二、光电扫描系统,三、滤光器恒温,四、其他辅助控制及接地电阻小于1欧姆的地线敷设的考虑。上述第二、第三部分的内容请参阅有关专题文章。本文着重介绍其他二部分,在介绍过程中用到的电路图可参阅电气控制原理图。

望远镜的电气控制和供电系统分别安置于二只控制柜内,仪器的总电源由一只三相四芯电源插头引入,只要在控制柜或望远镜操纵手把上启动总开关按钮,使总开关CJO-20接触器闭合,于是望远镜处于通电状态,要使望远镜断电,除可在控制柜上按停止按钮外,也可在镜筒处的控制手把上按紧急停机按钮。为了操作人员的人身安全,我们引入控制手把的电源为36伏低压电源。其他相应的操纵按钮分别设置在各有关抽屉的面板上,控制柜每只抽屉所安置的内容及功能见电气原理和布线图及各有关的专题文章。

望远镜上滤光器恒温是不受总电源开关控制的,而是直接插到专门敷设的从来不断电的电源插座上。其优点有二个:(1)免除了滤光器内光学元件因每天早上开机快加热升温及下班后断电降温的温度冲击,(2)滤光器常年恒温,因而其内谱线一直处于 5324 \AA 或 4861 \AA 的观测待命状态,只要知道太阳有什么活动情况,不用等上一小时以上的升温过程即可立即投入正常观测,其可靠性已由三台色球望远镜实际运行结果(分别于79年80年82年长期通电至今)所证明。

磁场望远镜采用叉式赤道装置和差动传动机构,由多电机输入各差动传动机构,再通过蜗轮付降速驱动望远镜。赤经驱动用的电机及望远镜转速分别为:快动用型号为DI-12的100瓦印刷绕组直流电动机(北京广内微电机厂生产),负载轴驱动速度为 $120^\circ/\text{分}$,用继电器 J_2 与 J_3 控制电机正反转,图中DCT电磁铁是当快动处于停止位置,联锁电磁铁通电,把快动电机DI-12的轴锁住,以保证极轴转仪钟的准确旋转速度。因为快动速比比恒动速比低480倍,若快动电机轴不锁住,则恒动电机转动时,快动电机就会浮转,影响了恒动速度。为了限制启动电流,利用 t_1 延时1秒继电器和JTX₁继电器将 $3\ \Omega$ 25W电阻接入,实现一级降压启动,经过调试,接入正反转的降压电阻值不相同,顺时针旋转时接入 $3\ \Omega$,逆时针旋转时接入 $1.5\ \Omega$ 。图中已清楚地标出,这里不一细说了。慢动用型号为DI-9型的45瓦印刷绕组直流电动机,其驱动速度为 $0.5^\circ/\text{分}$,也是用继电器控制电机正反转。在电机启动时,同样接入 $3\ \Omega$ 25W电阻实现一级降压启动,使望远镜赤经慢动启动时速度平稳上升。恒动用型号为55TZ5C的10瓦同步电机(南京微分电机厂生产),负载驱动速度为 $15'/\text{分}$,电机由经分频得50c/s稳定的晶振频率再经逆变器放大后供电。微动用型号为70SL5A2的两相交流伺服电动机(南京微分电机厂生产),它可以作目视导行亦可用光电自动跟踪,只要在控制手把处拨动一只微动与导行转换开关去控制继电器J₄动作便可实现目视导行与光电导行的自动转换。

赤纬驱动用的电机及望远镜转速分别为：慢动也是用DI-9型45瓦印刷绕阻直流电动机，其驱动速度范围在 7.5° — 0.5° /分之内，我们用一台北京无线电电源控制设备厂生产的5A30V直流稳压电源，经过改动使它的电压在0—12伏之间分四挡输出，使赤纬传动以 7.5° /分， 5° /分， 2.5° /分， 0.5° /分四挡速度运转，它的速度转换开关及正反转操纵按钮都在控制手把上。赤纬微动和赤经微动操纵电路相同，所以同样的电路有二套，详细介绍见光电导行专题文章。

赤经与赤纬都设有机械过载保护，当机械过载时，蜂鸣器会发出报警信号，同时切断望远镜的操纵电源，使望远镜停止运转。这时只要到控制柜总电源操纵按钮处，揪附近的二只复原微动开关中的一只，这要视故障发生在那个方向，随后揪相反方向的复原按钮，同时操纵相应的望远镜驱动按钮，使之脱离危险区，这时放开复原微动开关，望远镜又能正常运转了。

为消除主蜗轮付的啮合间隙，极轴和纬轴分别由二只SYL—20的力矩电机（北京微电机厂生产）通过齿轮付加上10公斤·米的固定力矩作为望远镜反力矩用，这二只力矩电机的电源由二台2A24V可调的恒流电源供电。当赤经和赤纬在正反转快动时，力矩电机电源切断，当快动停止时，反力矩电源经过1秒延时后再接入反力矩电机以减少对望远镜的冲击。

主镜筒与导行镜在换区域时光轴不平行的调正。仪器在工作时，导行镜与主镜筒的光轴是不平行的，在换区域时，导行镜筒始终对准太阳象中心进行光电导行，而主镜筒是对准太阳象的某一区域，所以在观测时二光轴始终不平行，可以允许偏转的最大角度为 $28'$ ，考虑到调光轴不平行是用慢动速度来进行的，速度不高，而运动的范围也不大，为了使控制简单，我们采用自整角机接成指示状态来完成。用天津微电机厂生产的HJ—501（发送机）和HC—501（接收机）来实现。因为望远镜的传动速比较大，HC—501的比力矩有50克·厘米/度，若允许有10度的失配角，则HC—501的输出力矩约为500克·厘米，此力矩经 $i=12000$ 速比的放大则相当可观，可看出接收机和发送机有几度的误差足可使导行镜动作。实现这一动作的方案有许多种，在当时考虑到我们这里使用的具体情况后，就采用了这种最简单的控制方案，实践证明当时我们的考虑是正确的。在换区域时，只要在控制手把上将导行与微动开关打在微动位置，自整角机激磁电源就会合上，区域换好后将激磁电源脱开，此时导行镜与主镜筒以微动速度自动跟踪太阳运转，在换区域时，导行镜和主镜筒运转方向相反、速度相同。这里有可能产生这样的问题，在跟踪时发送机在转动，而接收机并不转动，二者之间有失配角，此失配角 $\leq 180^{\circ}$ ，对 180° 失配角引起的误差为 $54''$ （对于 $i=12000$ ），此角差可用光电导行拉回来。

滤光器波片与定标转换分别用了二只TD-96小同步电机，它要求三位置调节，即上、中、下三个位置，这二套控制的要求是一样的，所以我们分别用三只继电器，在逻辑上实现这三个位置的控制，详见电气控制原理图第四张。由于继电器触点不够故加了二只继电器并联使用以增加触点。这部份电路调试时，发现若光切断控制绕组电源而不切断激磁绕组电源则电机停转时出现不稳定现象。后来将激磁绕组和控制绕组电源同时切断，电机即能正常运转。

磁场望远镜的接收器除光电扫描系统外还有电视扫描系统，因而对接地电阻的要求较高，如果接地电阻偏大，则由于地线不良引入的干扰信号将会使接收器不能正常工作，因而这台望远镜对地线有较高的要求。我们在天仪厂观测室附近埋设了一条接地电阻 < 0.75 欧的

地线。具体施工见图(1)示意图。在观测室附近挖了四个直径约3米的大园坑,每个坑深5米多,然后又挖了1.5米深的槽沟,与四个园坑相连。在四个园坑中敷设了 $\phi 50\text{mm}$ 长为4米的实芯紫铜棒一根, $\phi 40\text{mm}$ 长为4米的实芯黄铜棒一根,另外二根是 $40 \times 50\text{mm}^2$ 长为4米的角铁。在它们之间用 $5\text{cm} \times 1\text{cm}$ 铜排连接,在连接处用银焊条焊接,而每个坑内放入黄土、盐

电机目录一览表

型号	频率 Hz	励磁 电压 V	控制 电压 V	制 动 时				额定 转矩	空载 转速	额定 转速	启动 电压	转动惯量 $\text{g} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^2$	时间常数
				励磁 电流	控制 电流	输入 功率 瓦	转矩						
70SL5A2	50	220	220	0.3A	0.3A	2×40	9.cm 1800	9.cm 900	转/分 2800	转/分 1500	V 6	1×10^{-2}	0.013秒

型号	额定 电压 V	额定 电流 A	额定 转速 转/分	额定 功率 W	额定 转矩 $\text{kg} \cdot \text{cm}$	电 枢 电 阻 Ω	机电时 间常数 ms	电 枢 外 径 mm	电 枢 导 体 数	重量 kg	1000转/分 的反电势 V
DI-12	24	7	3000	100	3.3	0.5	15	122	2×121	3.8	6.8
DI-9	12	7.5	3000	45	1.5	0.29	15	92	2×97	1.7	3.6

型号	额定 电压 V	相数	频率 Hz	同 步 转 速 (转/分)	参 考 电 流 A	起 步 转 矩 9.cm	同 步 转 矩 9.cm	输 出 功 率 瓦	重 量 kg	外形尺寸mm		
										长	外径	轴径
55 TZSC	220	1	50	3000	0.2	325	325	10	0.9	92	55	6

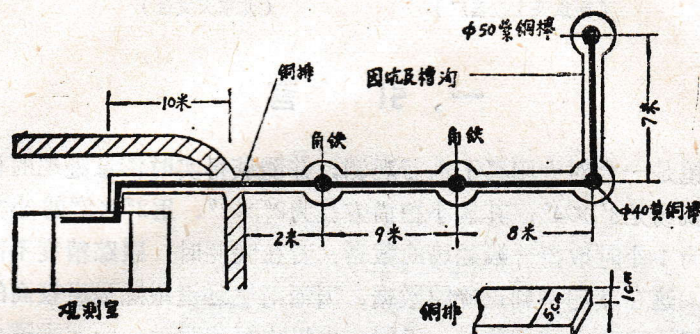
型号	频 率 Hz	电 压 V	电 容 uf	输 入 功 率 W	输 入 电 流 A	同 步 转 速	同 步 转 矩 9.cm	起 动 转 矩 9.cm
7D-96	50	110	1	10	0.09	96转/分	700	700

型号	励磁 电压 V	频 率 Hz	励磁 电 流 A	功 率 W	次 级 电 压 V	比 正 步 力 矩 9.cm	最 大 正 步 力 矩 9.cm
HД-501	110	50	0.7	13	57	—	—
HC-501	110	50	0.75	15	55	50	2600

型号	峰 值 力 矩 9.cm	峰 值 电 流 A	控 制 电 压 V	空 载 转 速 (转/分)	静 摩 擦 力 矩 9.cm	堵 转 力 矩 时 输 入 功 率 W	换 向 火 花 等 级	动 态 堵 转 力 矩 下 力 矩 波 动	机 械 特 性 及 调 节 特 性	重 量 kg
SYL-20	2000	2.43	约24	272	≤ 300	58	≤ 1 级	6%	$\leq 1\%$	1.24

和木炭，我们共用掉200公斤盐和200斤木炭，铜排一直引入观测室内。地线敷设好后用Zc-8型接地电阻测量仪，对大地进行多点测量而后取平均值，测得接地电阻值为0.7欧。该项工作由我厂动力科电工组李铭同志负责具体施工。此良好的接地体为磁场镜总调试带来了方便。

望远镜所用电机参数见电机目录一览表。



图(1)地线敷设示意图

THE DRIVE CONTROL CIRCUIT IN SOLAR MAGNETIC FIELD TELESCOPE

Hou Hui Fang

(Nanjing Astronomical Instruments Factory)

Abstract

The electric control in solar magnetic field telescope mainly contains the following parts: 1. electric drive control, 2. photoelectric scanner system, 3. constant temperature control in optic-filter, 4. other auxiliary control and earth bar laying with resistance of no more than 1 ohm. The second and third parts have been described in another papers. The operation knobs for instrument are arranged on control rack and handle box. We offer low voltage 36v A.C. power into control handle box for safety. The operation speeds in polar axis are: $120^{\circ}/\text{min}$ for course motion; $0.5^{\circ}/\text{min}$ for slow one; $15 \text{ arc min}/\text{min}$ for tracking motion and $-2 \text{ arc min}/\text{min}$ for fine motion and operation speeds in declination axis are: $7.5^{\circ}-0.5^{\circ}/\text{sec}$ for slow one and $-2 \text{ arc min}/\text{min}$ for fine. The unparallel regulation between the optical axis of main tube and photoelectric guider is realized by the synchro-indicators connecting the driving mechanism of telescope and photoelectric guider. Experience has approved that all the control circuits are simple and reliable.