

0.1Å 和 H α 滤光器的结构设计

杨世模

南京天文仪器研制中心, 210042

一. 概述

太阳多通道望远镜共有三台滤光器, 60厘米主镜筒中的九通道滤光器, 10厘米镜筒中的0.1Å滤光器和14厘米镜筒中的H α 滤光器。后两台同属于单通道可调双折射滤光器, 基本结构大致相同。0.1Å滤光器用作全日面速度场和磁场的巡视观测; H α 滤光器用于全日面单色像监测。这两台滤光器的基本指标如下:

	0.1Å	H α
工作波长	5324Å, 5576Å	6563Å
带宽	0.1Å	0.5Å
通光口径	36 mm	31 mm
晶体尺寸	37×37 mm	32×32 mm
工作温度	42°C	42°C
温控精度	0.01°C	0.05°C
旋转波片级数	7	7
波片旋转精度	0.1°	0.3°

这两台滤光器结构设计的主要特点是实现了波长调节全部自动化; 应用光电耦和器作为波片零位指示器; 滤光器本体采用了轴向分块结构; 密封结构有较大改进。

自一九九一年按装以后, 这两台滤光器经过较长时期的实用观测考验, 性能正常稳定, 达到设计任务书的要求, 为太阳多通道望远镜的日常观测作出了贡献。

二. 波片调节驱动系统

根据设计要求, 两台滤光器选择了用七台小型步进电机分别驱动七块波片的驱动方式。具体传动路线如下:

步进电机(BF36)一蜗杆(K=1)一斜齿轮(Z=18)一连轴节一直齿轮(Z=18)一齿圈(Z=126)

总传动比为126。步进电机步角距为1.5度, 电机每一步对应波片转角0.012度。由此可知, 对于0.1Å滤光器, 波片旋转0.1度需电机驱动8步; 对于H α 滤光器, 波片旋转0.3度需电机驱动24步。这样的设计使得步进电机运行中的偶然失步对转角精度影响很小。

设步进电机驱动脉冲频率为1KH, 波片转动45度需要时间约3.75秒。实际工作时

脉冲频率可能略有不同,但是肯定可以在半分钟之内将七块波片调整到所需位置,满足观察者的要求。

BF36步进电机功率较小,需进行传动功率估算。根据一般规范和实验结果设定各参量值:

步进电机输出力矩 400g. cm, 取计算值 200g. cm.

蜗杆传动效率 0.75

齿轮传动效率 0.90

滚动轴承效率 0.95

滑动轴承效率 0.95

联轴节效率 0.98

密封圈阻力矩 300g. cm

由以上数据可算得电机驱动力矩传递到齿圈上为15,044g. cm, 而阻力矩为2,100g. cm, 说明完全可以带动波片。

三. 波片零位指示器

为了正确地控制波片转角,需要确定波片的零点位置。仪器工作时,先由计算机发出指令,各波片回到各自的零点,然后按照观察者的要求再驱动各波片转动到给定的角位置。有了零点就可避免累积误差,也防止了误操作和误动作后系统瘫痪的危险。

经过多次试验,这两台滤光器采用了光电耦合器作为定位元件。电机输出轴经过1:126的蜗杆与斜齿轮传动将运动传递到指示盘,使指示盘的转速等于波片转速。指示盘上有一狭缝,当此狭缝转动到与光电耦合器的发射极开口重叠时,输出极输出高电位。这样就可将零点精确地确定在狭缝的起始点上。由于步进电机步角距相当于指示盘的0.012度转角,所以很容易将定位精度控制在0.1度以内。狭缝的宽度并不要求十分精确。

这种方法虽然不如使用光栅码盘精度高,但是完全满足精度要求,且成本极低。经过数年的使用,证明此指示器简单可靠,维护方便。

四. 轴向分块晶体座

过去国内制造的同类型双折射滤光器晶体座结构都是上下从中间破分开的哈夫式结构,在哈夫中间的方槽内放置同样上下破分开的晶体座和晶体座盖。这种结构是行之有效的,但也存在一个困难,即如果滤光器本体比较长,则两个破分体就会在加工中出现翘曲,装配之前要经过校正。

考虑到这两台滤光器轴向尺寸较长,传动轴较多的特点,参考国外仪器结构,采用了轴向分块式结构。这种结构把本体和晶体座及晶体座盖合为一体,沿轴向分割成数块形状一致(只是长度不等)的硬铝圆柱体,中间的方孔放置晶体,每两块之间夹持一个装有波片的不锈钢齿圈。加工时首先车出外圆,插出方孔,再以心轴为基准,把各级晶体座连接后组装在心轴上加工侧面各槽。这种结构的特点是零件刚度和长期稳

定性好,加工和装配中变形小,便于提高加工精度和简化工艺。

从加工、装配和使用的维护情况可以看出这种结构确实具有明显的优越性。

五. 油封结构

为了消除滤光器内部众多光学元件之间的界面反射光,全部光学元件都浸没在硅油之中。这就提出了一个重要问题,即防止漏油。对此设计中主要采取了以下几项措施:

1. 全部采用端面密封结构,增加密封可靠性。在晶体座组件外边套上一个密封筒与前、后端盖形成密闭的圆柱体,这种结构的密封件线长度短,更容易维护。
2. 密封件全部采用标准产品,传动轴的连轴节利用轴承滚针制成。这些零件的表面光洁度和形状尺寸都可得到保证。
3. 采取有效的温度补偿机构,即无压力的空气室,以消除升温时的泄漏和降温时的空气逸入。

此外,凡是油腔内外的零件一律选用硬铝、黄铜和不锈钢材料,防止硅油污染变色。

由于以上措施,这两台滤光器从八九年组装使用至今尚未发现有漏油现象。

六. 致谢

0.1Å 滤光器的光学设计者是北京天文台艾国祥研究员, H α 滤光器的光学设计是毛伟军,结构设计是杨世模,波片旋转控制是初瑛仪,恒温控制是陆海天,装配和安装是汪贵林。

在设计和研制过程中一直得到艾国祥研究员、李挺研究员、胡企千研究员的指导和关心;得到华家俊、陈海元、薛俊荪等同志的热情帮助,在此一并表示衷心地感谢。