

光电倍增管半导体致冷电路

朱保金

(南京天文仪器厂)

在磁场望远镜的光电扫描系统中,需要将光信号转变为电信号,使用了光电倍增管。但是,光电倍增管的暗流等主要技术指标与光电倍增管的光电阴极的温度有关。例如一种铯铷阴极的光电倍增管,当其光电阴极的温度下降时,其暗流将大幅度下降,暗流与光电阴极的温度关系如图1所示。因而要求对光电倍增管的光电阴极致冷,以便降低光电阴极的温度,从而使暗流、噪音大幅度下降才能把与暗流同一数量级的(10^{-9})的测量信号测出来。

为实现致冷,我们采用了半导体致冷器。

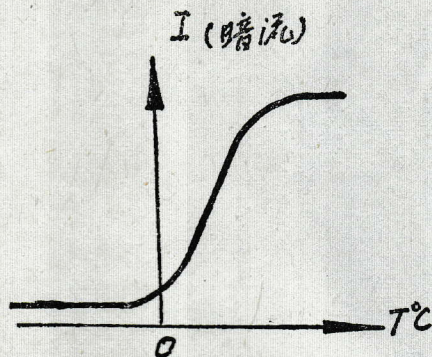


图 1

经过调研,我们选用的半导体致冷器为天津致冷器厂的产品,其元件为铍化铷和铯化铷及其固熔体,通过不同的掺杂而得到固熔体合金的N型元件和P型元件;根据致冷量公式,求出一对电偶的致冷量,常用多对串接起来。因此,根据元件的温差公式和致冷器元件的性能参数,以及所需的温差来制作不同尺寸的元件,不同级别的电堆。我们根据使用单位的温差要求,选用了 $\phi 7 \times 7$ 17对, $\phi 6 \times 7$ 17对, $\phi 6 \times 8$ 17对,作为致冷元件,并将上述三种型号的元件制作电堆,为了获得较低的温度,较大的温差,我们采用二级环型致冷,再根据被致冷的对象结构的需要,最后制作成本装置的二级环

型致冷器。其数据为:致冷电压 $u = 2 \sim 4$ V 可调;致冷电流 $I = 10 \sim 15$ A,二级环形致冷器总的致冷量为5.7瓦。

由于半导体致冷器是低电压大电流器件,我们设计了低压大电流变压器,采用原边抽头用拨断开关分挡可调;又由于致冷器必需直流供电,我们设计了单相桥式整流器,为了保证器件的致冷效果,整流输出的直流电压纹波系数应小于0.15,也就是说使波纹系数在15%以内,对温差和效率影响不大;我们参照日本小松致冷板大电容滤波的经验,可以得到较低的波纹系数。我们整流输出端并接了一只10000 μ f的大电容进行滤波,得到了较好的效果,波纹系数远比15%小,在示波器上已看不出波纹。为了测出温差,我们冷端,热端分别加了热敏电阻来感受温度的变化,而冷端的温度又是致冷的主要指标,我们采用上海医疗仪器厂生产的点温计来直接读出冷面的温度;为了提高致冷效果,除在热端加散热片外,又加了两只仅用风扇,对热端进行强迫通风。如图2所示致冷器电源。

对于半导体致冷器,我们做过以下实验。

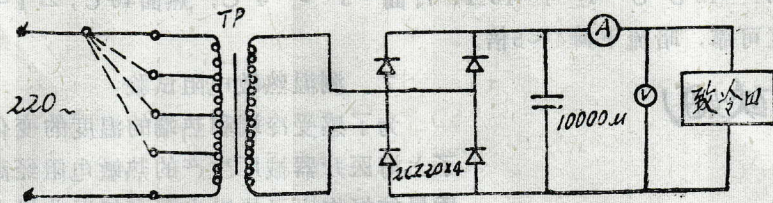


图 2

1. 低电压、大电流变压试验：见表 1：

表 1	电源 220V	接 1—2 时,	输出 8~9	6V
	电源 220V	1—3	输出 8~9	5V
	电源 220V	1—4—4'	输出 8~9	4
	电源 220V	1—5	输出 8~9	3
	电源 220V	1—6	输出 8~9	2
	电源 220V	1—7	输出 8~9	1

结论符合设计要求，标称正确。

2. 致冷器件的试验：

整流输出见表 2：

表 2	电源 220V	1—2 整流输出	7.8V
	电源 220V	1—3	6.5V
	电源 220V	1—4—4'	5.2V
	电源 220V	1—5	3.8V
	电源 220V	1—6	2.3V
	电源 220V	1—7	1.5V

3 致冷器冷却方式试验：见表 3

表 3	U=4V	I=25A	风冷 -2℃
	U=4V	I=25A	水冷 -5℃
	U=4V	I=25V	冰冷 -10℃

则致冷效果：冰冷最好，水冷次之，风冷较差，但考虑许多因素，采用风冷散热，能够满足设计要求。

4. 冰水搭接试验：在致冷器试验过程中，发现水和冰搭接现象，经过长时间试验，未发现任何异常现象，经分析与查物理手册，黄铜电导 $g=1.58$ ，水电导 2×10^{-6} ，冰电导为 2.8×10^{-8} ；所以水冰搭接不会短路。

5. 二级环型致冷器试验：

当 T 环为 17℃ 时， $U=2VI=13A$ ，半小时后，即达 -10℃

6 半导体致冷装置试验：

$T_{环}=15℃$ ， $U=1.5VI=8A$ ，半小时后，冷面为 -12℃ 热面为 32℃， $\Delta T=44℃$ ，

I 暗下降 4~5 倍；

$T_{环} = 41 \sim 42^{\circ}\text{C}$ $U = 4\text{V}$ $I = 15\text{A}$, 冷面 $-3^{\circ}\text{C} \sim -4^{\circ}\text{C}$, 热面 40°C , $\Delta T = 43 \sim 44^{\circ}\text{C}$,
 一昼夜工作稳定可靠, 暗流下降4~5倍。

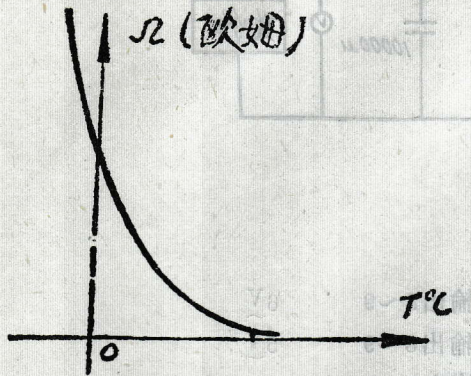


图 3

7. 测温热敏电阻试验:

为了感受冷端和热端的温度的变化, 我们选用了上海医疗器械厂生产的热敏电阻经高低温试验, 质量较好作出了热敏电阻高低温曲线, 如图3所示。把冷面热敏电阻换为点温计的探头, 这样就可以从点温计表头直接读出冷面的温度, 实时显示冷端的温度。

该装置在室外暴晒、室内多次试验以及在望远镜上长时间试现测, 冷热端温差均在 $40 \sim 43^{\circ}\text{C}$ 以上, 满足设计指标, 工况稳定, 取得了较为满意的结果。