

七 七 式

激光测云仪

中国人民解放军总参谋部气象局

一九八〇年十一月

七 七 式

激光测云仪

中国人民解放军总参谋部气象局

一九八〇年十一月

说 明

本书比较系统地叙述了国产七七式(GGU3-1型)激光测云仪的工作原理及使用、维修知识,并附有维修中经常需要参考的有关技术资料,可供气象台站操作维修激光测云仪的人员学习使用。

本书是我们委托上海无线电廿三厂邓方模、伍受天等同志编写的;在编写过程中,得到该厂的大力支持;中国科学院大气物理研究所杨明、孙金辉同志和空军第七研究所张兴家、李国勋同志曾提出过宝贵意见,在此谨致谢意。

由于编写出版时间较仓促,书中难免有欠妥之处,希望同志们给予批评指正。

总参谋部气象局

一九八〇年十一月

目 录

第一章 概述	(1)
第二章 激光	(2)
第一节 激光的特性	(2)
第二节 激光的产生	(2)
第三节 脉冲激光	(5)
第三章 激光测云仪的基本原理	(7)
第一节 脉冲法测距原理	(7)
第二节 激光测云仪原理方框图	(8)
第三节 激光测云仪的精度、测程和噪声	(9)
第四章 激光器和触发器	(11)
第一节 概述	(11)
第二节 工作原理	(13)
第三节 触发器	(18)
第四节 故障检修	(20)
第五章 光学系统	(23)
第一节 概述	(23)
第二节 光学系统的原理与调试	(24)
第三节 故障检修	(27)
第六章 光电转换系统	(29)
第一节 概述	(29)
第二节 光电倍增管电路	(30)
第三节 放大器	(33)
第七章 计数显示系统	(35)
第一节 概述	(35)
第二节 整形电路	(44)
第三节 30MHz计数电路	(47)
第四节 十进制计数显示电路	(52)
第五节 电子门	(62)
第六节 门控电路	(65)
第七节 回波门控和回波门	(68)
第八节 校准电路与万位数电路	(70)
第九节 复位电路	(74)
第十节 30MHz石英晶体振荡器	(76)

第十一节 计数显示系统电路的检查	(78)
第八章 电源	(87)
第一节 概述	(87)
第二节 整流滤波	(88)
第三节 9V、6V、-3V稳压电路	(94)
第四节 27V直流稳压电路及过流保护电路	(100)
第五节 180V电路与负高压电路	(105)
第六节 自激推挽式直流变换器电路	(107)
第七节 高压整流及过压保护电路	(109)
第八节 电源检修	(113)
第九章 结构简述	(116)
第一节 概述	(116)
第二节 激光收发系统	(116)
第三节 数字显示系统	(118)
第四节 调角机构	(118)
第十章 激光测云仪的使用	(121)
第一节 激光测云仪的性能	(121)
第二节 激光测云仪的架设和装箱	(121)
第三节 激光测云仪的使用	(124)
第四节 激光测云仪的维护和保养	(127)
第十一章 激光测云仪的维修	(131)
第一节 概述	(131)
第二节 激光测云仪的故障分析	(132)
第三节 故障的检查方法	(133)
第四节 常见故障现象及主要故障原因	(142)
第五节 七七式激光测云仪各级工作电压表	(145)
第十二章 附录	(150)
一、电原理图、装配图	(150)
二、线扎图、接线图	(168)
三、双脉冲信号发生器线路图	(183)
四、变压器数据表	(184)
五、常用晶体管参数表	(187)
六、元件表	(191)
七、激光测云仪调试仪器	(216)

第一章 概述

云是最常见的自然现象，是反映天气变化最直观和最重要的气象要素之一，历来为人们特别是气象工作者所关注。随着现代科学技术的发展，尤其是航空事业的发展，对云的观测已成为必不可少的气象要素。由于云底的高低，直接影响着现代兵器试验的观测测量工作，直接关系到航空兵的作战行动和飞行训练课目的选择，当云底高度很低时，还会危及飞机起飞、着陆的安全，为此，准确及时地测定云底高度，并随时监视其变化情况，是气象观测业务中十分重要的课题。

观测云底高度，除目力测定法以外，通常采用的有上升气球测定法、云幕灯测定法。正如大家知道的，这两种方法存在着一定的局限性。上升气球测定云高所需时间长，当遇到云隙或风大气球往水平方向飘得太远时，就难以测到云底高度。云幕灯光柱亮度有限，只能在夜间测量垂直上空较低的云底高度。为了克服这些局限性，后来制造出了弧光测云仪。它的优点是由接收机接收显示，数据准确、及时，且昼夜均能测量。但是，由于弧光毕竟还较弱，在大气中衰减又大，测量高度仍很低，且其设备比较笨重，不能转动，只能测量发射光源垂直上空的云底高度。此外，还有飞机测量云高法。这种方法花费大，又费时费力，非特殊情况，很少采用。

六十年代初期，出现了激光。一九六〇年世界上出现了第一台红宝石激光器。由于激光具有方向性强，亮度高和单色性好等特点，因此它特别适合于作为测量云高的光源。这样，激光测云仪也就问世了。激光测云仪就是利用激光的功率大，在空气中行进十几公里的衰减后仍有一定后向散射能量为接收系统检测出来的原理而设计制作的。它的探测范围可以从数十米低空到数十公里高空，并且还可以测量烟尘和任何固体目标（如各种建筑物）的距离。激光发射、接收系统能制成体积小、转动灵活的装置，又由于采用了数字显示，使人一目了然，几秒钟之内就可以测量出云底高度来。

激光测云仪能测到低云族中的淡积云、浓积云、碎积云、积雨云，各种层积云、碎层云、碎雨云，中云族中的各种高积云，高云族中的卷层云、毛卷云、密卷云、伪卷云等。其测量精度曾经同直升飞机测云、气球法测云、夜间云幕灯法测云、弧光测云仪测云等做过比较，由于激光对云的边界反应较为灵敏，测得云高的偏差与云的种类和结构有关，一般相近而偏低。例如激光测云仪和利用飞机同时测层积云的高度时，其平均差值一般小于50米；和云幕灯同时测高积云及层积云的高度时，其平均差值一般在70米之内。

总之，激光测云仪同现有的测云方法比较，它体积小，使用方便，操作简单，提供数据快，精确度高，可以在任意时间测量天空各个方向上的大部分常见云种，在其最大作用距离内，可测云体整个可视部分，便于对云作分析和研究，是目前较好的测云仪器。

可以相信，在我国社会主义四个现代化建设事业的推动下，激光测云这门科学技术在气象领域中必将得到进一步的发展。

第二章 激 光

第一节 激光的特性

激光是基于物质受激辐射原理而产生的一种相位、频率、方向等完全相同的高强度的相干光。它是一种新型光源，与我们所熟悉的太阳光、电灯光等普通光源有所不同。它具有方向性强、单色性好、亮度高、相干性好等特点。

一、方向性强

太阳光、电灯光一类普通光源是向整个空间发光，即使是手电筒光经过了聚光虽然朝一个方向发光，但发散角很大，几十米外光斑变得很大了。而激光不仅是朝一个方向发光，并且激光光束的发散角很小，一般在几个毫弧度以内（光束在一公里远处扩散一米，此时的发散角称为一个毫弧度），因此激光束射向几公里以外，光斑仍是较小。

二、单色性好

普通光的成份较复杂，以太阳光为例，它是由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等各色光组成的。而且每一种颜色的光都有一定的波长范围。例如红光的波长从6200埃到7600埃；蓝光的波长从4800埃至5000埃。各种颜色的光波的波长范围愈窄，我们就说它们的单色性愈好。这个波长范围可用“谱线宽度”来描述。上述红光、蓝光等，其谱线宽度达几百埃到上千埃，而红宝石激光波长是6943埃，谱线宽度却很窄。由此可见激光是具有很好的单色性。

三、亮度高

亮度是人们日常生活中所熟悉的。例如100瓦电灯比40瓦电灯亮。我们也可以说100瓦电灯比40瓦电灯亮度高。由于激光的方向性强，能量高度集中，因此亮度也非常高。此外，激光器采用调Q的办法可以积累能量引而不发，然后在突然的极短时间内发光，大大提高了激光功率，从而也大大提高了激光的亮度。

四、相干性好

相干是一种特殊条件下的波的迭加，即只有当波与波之间振动方向一致，频率相同，有确定相位差时才会发生相干现象。普通光源所发的光不仅振动方向和频率均不相同，而且也没有固定的相位差，因此普通光源表现不出相干现象。而激光器所发出的激光不仅振动方向和频率相同，而且传播方向、相位也全相同，因此激光是很好的相干光源。

第二节 激光的产生

一、原子的能级

物质是由原子组成，原子则有带正电的原子核和带负电的电子组成。不同元素中，原子核外的电子数目是不相同的。图2-1是最简单的氢原子，它的核外只有一个电子。电子总是围绕着原子核作不停地运动，这就使它具有了动能。原子核与电子之间由于带不同极性的电

荷，因而互相吸引，使电子带有位能。电子的动能和位能之和，叫做原子的内能。

电子在绕原子核运动时有着确定的轨道。某一元素的原子，每一个轨道上电子数目是确定的。轨道不同，电子数目和能量就不一样，原子的内能也就不一样。原子的内能分布不是一种连续的变化，而是一档一档的台阶式的变化。电子愈靠近原子核，原子内能档与档之间的差别就愈大。电子愈远离原子核，档与档之间的差别就愈小。我们把这种一档一档的原子能量值叫做原子的能级。

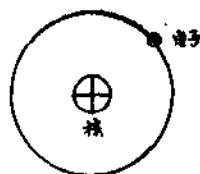


图 2-1

二、光的辐射和吸收

原子的能量只能按着一定的能级分布。一般情况下原子的大多数处于基态。但是，由于外来光的照射，这些基态原子获得能量后就会跃迁到高能态上去。我们把基态原子吸收外来光子能量跃迁到高能态的过程，叫做光的吸收过程。

原子到高能态后，总是力图回到基态，因为基态是最稳定的状态。这犹如水总是从高处往低处流，高处的物体总是力图往低处降落一样。当原子从高能态向低能态跃迁时，它把多余的能量以光的形式放出，这就是光的辐射过程，这种跃迁又叫辐射跃迁。当原子从高能态向低能态跃迁时，多余能量不是以光的形式放出，而是以热的形式放出，则这种跃迁叫无辐射跃迁。所有发光物质的发光都包含吸收和辐射这两个过程。跃迁时辐射光的频率与两个能级的能量 E_2 和 E_1 有关。即：

$$\nu = \frac{E_2 - E_1}{h},$$

式中 h 是一个常数，称为普朗克常数。

三、光的受激吸收

当外来能量（例如光子的能量）恰好等于两相应能级间能量差时，基态原子才能吸收外

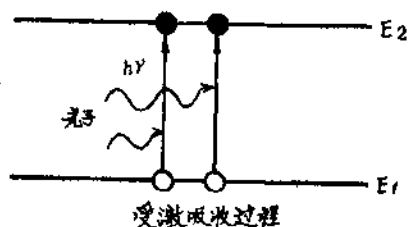


图 2-2

来光子能量从低能级 E_1 跃迁到高能级 E_2 上去，这种过程叫受激吸收过程。如图 2-2 所示。可见受激吸收不是自发产生的，它必须有外来光子的“刺激”才会发生。此外，外来光子也必须具备一定的条件，那就是它的能量要等于两相应能级 E_2 和 E_1 的能量差。

四、光的受激辐射

处于高能态的原子向低能态跃迁时有两种方式：一是自发辐射，另一是受激辐射。前者是没有任何外来影响，处于高能态的原子自发地跃迁到低能态上，这叫自发跃迁。自发跃迁中辐射的光叫自发辐射光。自发辐射光的特点是发光原子互相独立地、毫无关联地进行跃迁，因而它们辐射的光子的振动方向、频率、相位都杂乱无章，所以自发辐射光是向四面八方发射，亮度低，单色性差，难以表现出相干性能。

如果外来入射光子具有的能量严格地等于两相应能级的能量差，那么高能态的原子在外来光子的“刺激”下发生由高能态向低能态的跃迁，这种跃迁叫受激跃迁。受激跃迁过程中的辐射叫受激辐射。受激辐射产生的光子与外来光子的传播方向、频率、振动方向、相位等

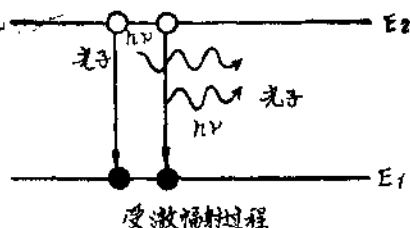


图 2-3

完全相同，也就是说，外来光子与受激辐射光子一模一样。这样，在一个外来光子的“刺激”下，又产生了一个和它完全同性质的光子，因此受激辐射过程使得光得到了加强。如图 2-3 所示。

五、粒子数反转

前面已介绍过，在一般情况下，原子按能级分布是呈现正常分布状态，即低能态原子数目多于高能态原子数目。但是，如前所述，如在外来光子的作用下，基态原子跃迁到高能态的受激吸收过程和

高能态原子跃迁回基态的受激辐射过程是同时存在的，这是两个彼此矛盾、相互对立的过程。前者是基态原子吸收外来光子能量从而使光有所减弱，而后者是受激辐射又射出光子使光增强。但是相对地说，受激吸收过程比受激辐射过程要强，也就是说，受激吸收占着主导地位。

然而激光产生的前提必须是受激辐射过程强于受激吸收过程。为要达到这个目的，必须设法使高能态的原子数目多于低能态的原子数目，即把正常的原子分布状态给翻转过来，这种原子的分布状态叫原子按能级的反分布状态，通常叫做“粒子数反转”。

实现粒子数反转的方法很多，例如用气体放电、化学反应、光照等等来对基态原子进行激励。外界能量激励基态原子使其跃迁到高能态的过程与水泵将低处的水抽往高处的原理颇为相似，因此人们把各种对基态原子的激励手段叫做泵浦（或者叫抽运）。例如用强光进行激励时则叫泵浦，而激励光称为泵浦光。

虽然初期受激吸收过程强于受激辐射过程，但是在泵浦光的作用下，基态原子不断地跃迁到高能态上，并逐渐地积累，最终可以使得高能态的原子数多于基态原子数目而实现粒子数反转。一旦实现了粒子数反转，受激辐射过程就占主导地位了。图 2-4 和图 2-5 所示是受激吸收和受激辐射各占主导地位的状况。

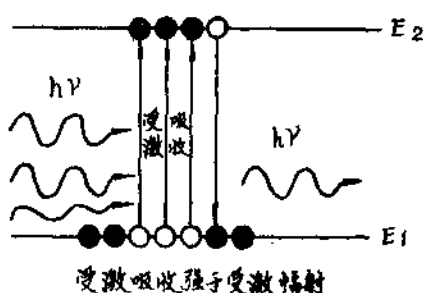


图 2-4

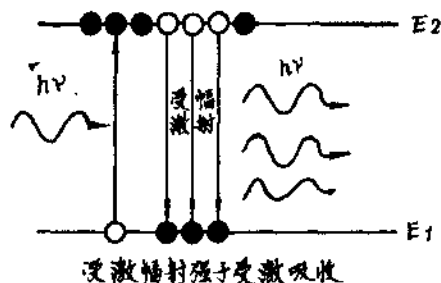


图 2-5

六、激光谐振腔

激光谐振腔由两块反射镜组成，如图 2-6。其中一块反射率为 100%，称为全反射镜。另一块反射率为 50% 左右，称为部分反射镜。

如前所述,实现了粒子数反转,高能态的原子数目就会多于基态原子数目,此时会有一些高能态的原子自发地跃迁回基态而辐射出自发光子来。这些自发光子的方向是任意的,但其中总有谐振腔轴向方向的光子成分。这个轴向方向的自发光子经谐振腔反射而沿轴向反复运动,运动过程中又会“刺激”高能态的原子而产生受激辐射。因为受激辐射光子的振动方向、频率、相位完全与外来的“刺激”光子相同,因此受激辐射光子也是沿谐振腔轴向运动。这样,受激辐射光子又去“刺激”高能态原子产生受激辐射,如此往复,沿谐振腔轴向的受激辐射光子愈来愈多,当光子积累到足够数量时,即光足够强时,它便从部分反射镜一端输出一部分光来,这就是激光(图2-7和图2-8)。不难了解,没有谐振腔,受激辐射就不会愈演愈强,受激辐射光子也就不会积累,因而也就产生不了激光。



图 2-6 激光谐振腔

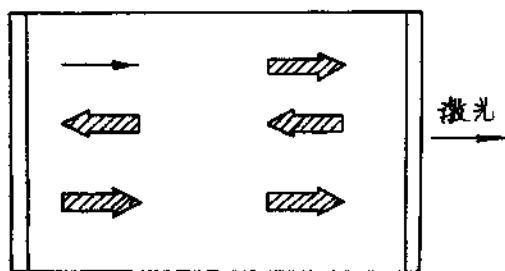


图 2-7

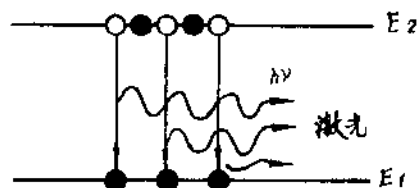


图 2-8

第三节 脉 冲 激 光

脉冲是一种具有突然变化的现象。人体脉搏跳动也是一种脉冲。我们研究的是激光脉冲。它的持续时间极短,能量在时间上相对集中,因此瞬时功率很大(一般可达数兆瓦)。那末激光脉冲是怎样产生的呢?在上节中已讲了激光谐振腔,如果我们有意在腔内加一个可以变化的损耗,在光激发的初期,使其损耗很大,即 Q 值很低(图2-9)。这时不会形成激光振荡,因此能造成较大的粒子数反转。当粒子数反转达到最大值时,突然间(t_1 值时)减少损耗,增加 Q 值,这样积累的能量便以极快的速度在很短的时间内释放出来,从而得到很大的激光功率。这就是激光器中的 Q 突变的基本原理。我们采用的是转镜调 Q , 如图2-10所示。转镜 Q 开关是把谐振腔的一个反射镜(通常是全反射镜)装在高速马达(电动机)的轴上高速旋转。只有当转镜转到与红宝石端面相平行时才有激光输出,因此得到了脉冲激光。激光测云仪采用直径为6毫米,长为70毫米的红宝石,用转镜 Q 开关,马达转速为三万转/分。谐振腔长为440毫米,可以得到3至5兆瓦的激光巨脉冲。

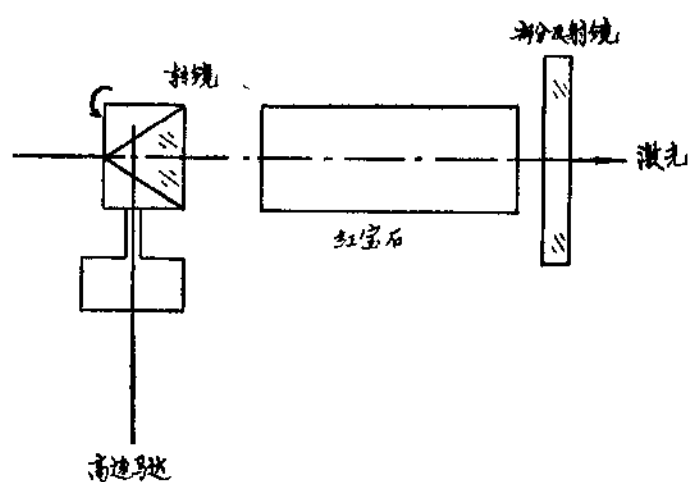
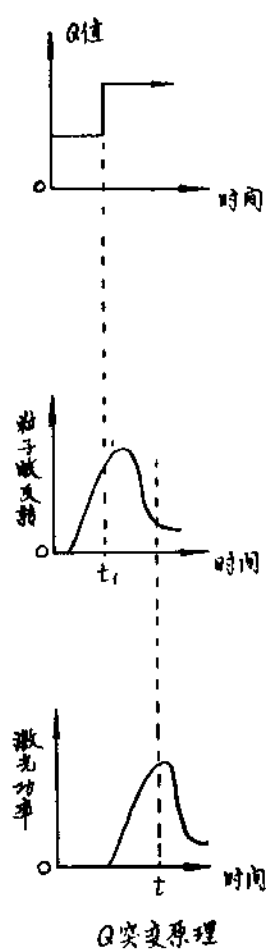


图 2-9 转镜调Q示意图



Q突变原理

图 2-10

第三章 激光测云仪的基本原理

第一节 脉冲法测距原理

一、光

光是我们日常生活中所常见的现象，但对光的本质的认识，却是经过不断实践、逐步深入的。在经历了“光的微粒说”和“光的波动说”之后，人们又提出了“光的粒子说”，即：光是一粒一粒的粒子流。这些粒子具有一定的速度和能量。这些光粒子叫做光子，简称光子。因此，光既有粒子性质，也有波动性质。

光是一种波，那么它的传播速度究竟是多少？几个世纪以来，人们进行了不断的测量，对光速的测量手段愈来愈完善，对光速的测量也愈来愈精确。激光问世后，为精确地测量光速创造了条件。目前，用激光测得真空光速值为 299792.4562 ± 0.018 公里/秒；光在空气中的传播速度由于受空气的影响，其速度为 299702.5 公里/秒。

二、云的反射

云是由无数水汽凝结、凝华而成的小水滴或冰晶组成的。根据不同的气象条件，在不同的高度，这些小水滴或冰晶的直径大小和结构是不同的。因此当光从空气中入射到云时，就要遵守光所具有的物理特性，即在空气和云的交界面中会发生反射、折射、全反射和双折射等现象。虽然空气和云的交界面是不明显的，并不象空气和水，或者空气和玻璃等有明显的界面，但是当光从空气传播到云中时，仍然会有一部分光沿着光入云方向，反向被反射回来，而且认为光的来回速度是不变的，近似地可以认为是 30 万公里/秒。

三、测云原理

(一) 测距。光在大气中的传播速度 C ，假定它从 A 到 B 的往返时间为 t ，如图 3-1，则该

两点间的距离 S 可按下式求出： $S = C \cdot \frac{t}{2}$ 。如果时间 t 为 2 秒，则 $S = 30$ 万公里。当然，由于光的速度极快，而所要测的距离是在几十米到十几公里，时间 t 用秒表是无法测量的。所以我们用“电子表”来测量它。秒表是以“秒”来做计时单位的。而“电子表”以更短的时间作为它的计时单位。“电子表”的计时单位究竟是多少呢？如果把“电子表”的计时单位用

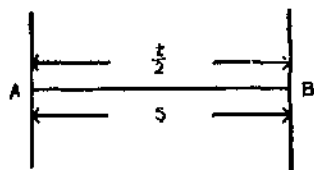


图 3-1

无线电中的振荡周期 T 来表示，假设要测光往返在 A 、 B 两点间的距离 S 为 5 米，则 $S = C \cdot \frac{T}{2}$ ，

$T = \frac{2 \times 5}{C} = \frac{2 \times 5}{3 \times 10^8} = \frac{1}{3} \times 10^{-7}$ 秒。而频率 30 兆周/秒所对应周期 $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{30 \times 10^6} = \frac{1}{3} \times 10^{-7}$ 秒。由此看来 30 兆周/秒无线电波每振荡一个周期相当于光往返 5 米距离的时间。

这个30兆周/秒“振荡器”就相当于一个“电子表”了。因此要测量A、B两点间的距离，只要光从A点出发时把“电子表”打开，当光碰到B点后回到A点时，把“电子表”关闭，数出“电子表”总共走了几个周期，就可以知道A、B两点的距离了。

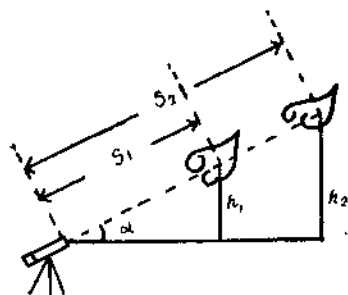


图 3-2

(二) 测云。测云时，所测量出来的距离是斜距，而我们所要知道的是云底的高度。所以，还要根据仰角、斜距用正弦定理计算出来。如图 3-2 所示， $h_1 = S_1 \cdot \sin \alpha$ ， $h_2 = S_2 \cdot \sin \alpha$ 。其中 h_1 与 h_2 分别是第一层云和第二层云的云底高度， S_1 与 S_2 分别是第一层云和第二层云的云底斜距， α 是仰角。

第二节 激光测云仪原理方框图

全机方框图如图 3-3 所示，主要组成部分有：激光器，光学系统（包括发射望远镜、瞄准望远镜、接收望远镜和导光器等），光电转换系统，计数显示系统和电源电路。

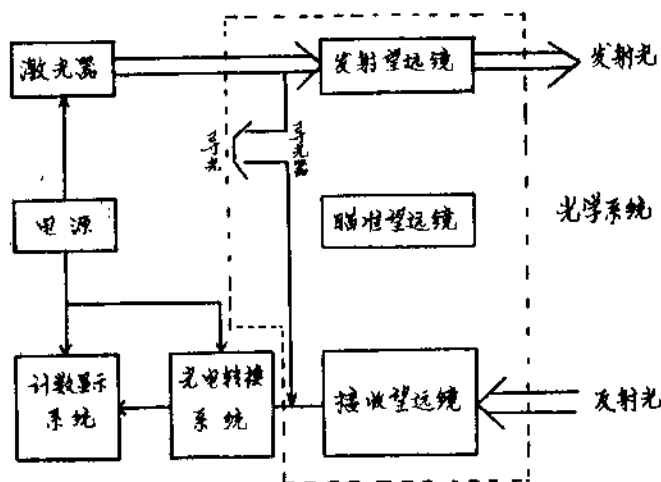


图 3-3 整机原理方框图

激光器是全机主要部分，它产生波长为 6943Å 的大功率单脉冲，作为探测目标的光源。

光学系统中的瞄准望远镜是用来瞄准被测目标的。发射望远镜是为了紧缩激光光束的发散角并把激光射向目标。接收望远镜是为了提高灵敏度，并把激光从目标反射回来的回波接收到。导光器是取发射激光的一小部分作为测量距离时，打开数字显示系统中的“电子表”的起始脉冲。

光电转换系统是将导光器取到的发射激光的一小部分光和从接收望远镜接收来的目标反射光转换成电信号并加以放大。

计数显示系统是整机控制中心，它除了担负测量激光脉冲的往返时间并自动换算成单位

为米的距离数字予以显示外，还担负着全机的协调工作。

电源部分是提供给激光器、光电转换系统、数字显示器等所需要的电流和电压。

测距的整个过程是：用瞄准望远镜瞄准被测的目标，启动电源，当激光器发出单个脉冲激光后，其中一小部分激光从导光器到光电转换系统，把光脉冲变成电脉冲，并加以放大，此电脉冲到计数显示系统打开“电子表”，而激光器发出单个脉冲激光的大部分能量由发射望远镜发射出去，到达目标后，被反射回一小部分，由接收望远镜接收到并经光电转换系统把这反射回来的光脉冲变成电脉冲加以放大，再到计数显示系统关闭“电子表”，这时“电子表”所指示出来的数字就是所测目标的距离。

第三节 激光测云仪的精度、测程和噪声

一、测云精度

由于空气和云本身没有明显的分界面，过去，用气球入云法测云高是指肉眼看到球升入云中，当看不见气球了，作为入云的时间，以此计算云高；飞机报云高，也是报飞机刚入云体时的高度；虽然后来发展了弧光测云仪，从显示器上显示出云高，用仪器代替了肉眼观测，但云底对弧光的反射，也不是精确到毫无误差的程度。所以，现在谈测云的精度，仅仅是激光测云仪相对于目前所有的几种测云手段进行比较而言。从激光测云仪本身来说，计数器的分辨率为 ± 5 米。考虑到计数器电路的延时，振荡器的稳定度，激光波形的前沿变化，仰角精度等等，经过实测固体目标，误差不大于 ± 10 米。而跟气球入云法、云幕灯测云法和弧光测云仪测云高等比较，激光测云仪测出的云高略为偏低。可以认为，激光测云仪是目前测量精度较高的一种测云仪器。

二、测程

激光测云仪发射出的脉冲激光是在大气中传播的。由于大气中包含有多种气体而且含有尘埃、烟、水滴，还经常发生风、雨、雪等自然现象，所有这些都直接影响了激光在大气中的传播。而且脉冲激光的反射物是云，云是多种多样的，各种云的结构也是不同的，从组成云的微粒来看，有大有小，这一切都影响激光测云仪的测程。

对仪器本身而言，要提高测程主要是从三方面着手：一是提高激光的发射功率，二是利用光学系统减小激光的发散角和增大接收光学系统的面积，三是采用高灵敏度低噪声的光电转换器件。但是，由于接收光能量与欲测距离的四次方成反比，因此无论提高那个单项指标都难以使仪器的测程成倍地增加。

三、噪声

我们都有这样的体会，两个人在安静的房间内谈话，即使声音很轻也能互相听清楚对方的讲话，而在机器隆隆的厂房内，则大声呼喊也难以听清对方的说话。这就是说，不同的环境对我们的谈话有不同的影响。

激光测云仪在工作时也受到各种因素的影响。这些影响是无规则的，杂乱的，它们的表现是对测云信号的干扰，我们称这种干扰为噪声。如果噪声比测云信号还大，或者是一样大，那就和隆隆机器声对谈话的影响一样，测云仪就不能正常工作了。

孤立地讲噪声大小是没有意义的。例如，当有用信号很弱时，那末较小的噪声就可能把它淹没。如果有用的信号很强，即使是噪声较大也无关紧要。因此，噪声的大小总是与有用

信号相比较而确定的。实际工作中常用信号与噪声的比值——信噪比，作为指标来说明噪声的影响程度。即信噪比 = $\frac{\text{信号功率}}{\text{噪声功率}}$ 。对测云仪来讲，只有信噪比大于 1 以上才能正常工作。

下面我们简单地说明测云仪的噪声来源。测云仪的噪声可以分为两类：光噪声和电噪声。光噪声是各种杂散光的干扰，它包括太阳光、灯光、氙灯放电光，大气中微粒反射光，激光在大气中的后向散射（一般称大气散射）等，这些光都可能直接由测云仪的接收光学系统所接收而形成干扰。

该机电噪声主要是光电转换器件的暗电流（无光照射时光电转换器件的固有输出电流）产生的。

由于噪声限制了测云仪的测程，甚至影响了正常工作，所以减少各种噪声的影响是十分重要的。为了减小光噪声，激光测云仪接收光学系统采用了干涉滤光片和减小接收视场角——加小孔光栏等。在电路方面减少电路带宽。光电器件我们采用了光电倍增管，并采取了玻莫合金屏蔽措施，这对减小噪声是大有好处的。

在测量较低的云时，采用降低光电倍增管的工作电压——即降低灵敏度的办法，降低了大气散射的干扰，实际上提高了信噪比，从而使仪器正常工作。而当测量较高的云时，不可能降低光电倍增管的灵敏度，为此在电路中采用了加“盲区”的办法，用以克服大气散射的干扰。

总之，噪声的产生是各种因素决定的，有些噪声通过采取措施可以减小，但有些噪声则无法消除。在使用仪器时，特别要注意，使仪器工作的信号电平是有一定的“门限”的。如果噪声电平超过了这个“门限”，仪器就无法正常工作。所以，为了能使仪器正常工作，我们采用调节光电倍增管电压的办法，使总噪声电平（除大气散射噪声外）略低于这个“门限”电平。必须说明，背景光干扰是影响激光测云仪工作的主要噪声，因此对着太阳光较强的方向测云是极其不利的，甚至于会由于背景干扰而使光电倍增管进入饱和区，从而使整机无法工作。

第四章 激光器和触发器

第一节 概 述

在第二章已讲过了什么是激光以及激光的产生。从激光的产生过程可以知道,若要获得激光,必须具备下列条件:工作物质,光泵系统和光学谐振腔,三者缺一不可。我们把三者结合起来叫做激光器。工作物质是红宝石,光泵系统是由能源、脉冲氙灯和椭圆聚光腔组成,光学谐振腔是由介质膜、直角棱镜所组成。其结构见图4-1。

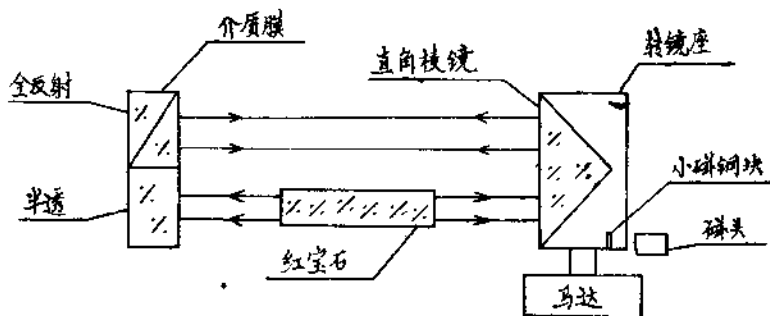


图 4-1

红宝石直径是6毫米,长度为 78 ± 2 毫米,其规格为 $\phi 6 \times 78$ 。红宝石前端面是平面,靠近介质膜;后端面是球面,靠近转镜。用夹头夹住红宝石的两头,每头夹3—5毫米,使红宝石余下的长度为70毫米。

脉冲氙灯的外径为 10 ± 1 毫米,电极间距为 75 ± 2 毫米,其型号是K $\phi 10 \times 75$,氙灯灯管的外壁上绕着 $\phi 0.17$ 毫米的细镍铬丝(即触发丝),氙灯两端的触发丝离腔架10—15毫米,靠电极的灯管外壁上绕着铝箔,其外径为 $\phi 10.7$ 毫米左右。椭圆聚光腔的长度为70毫米,长轴 $2a = 50$ 毫米,短轴 $2b = 45.8$ 毫米,焦距 $2c = 20$ 毫米,偏心率 $e = 0.4$ 。

介质膜片为 $\phi 20$ 毫米,膜层靠近红宝石前端面,半反射面对准红宝石。加速转镜为 12×9 毫米,谐振腔的半腔长为220毫米。磁头和其它零件都不允许挡住激光振荡的光路。

激光器上的固定螺钉,除了固定腔体和氙灯以外,其它螺钉都封上洋干漆。在没有光学仪器调试时,这些螺钉一般是不能轻易旋动的。

下面再详述一下脉冲氙灯和介质膜:

一、脉冲氙灯

管状脉冲氙灯主要由优质石英管和一对钨钨电极组成,灯管内充以几百毫的纯氙气,具体结构如图4-2所示。

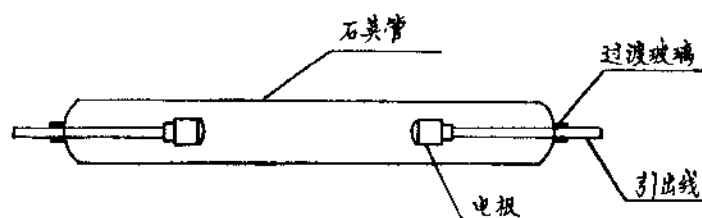


图 4-2

脉冲氙灯是一种强电弧气体放电灯，其点燃原理如图 4-3 所示。

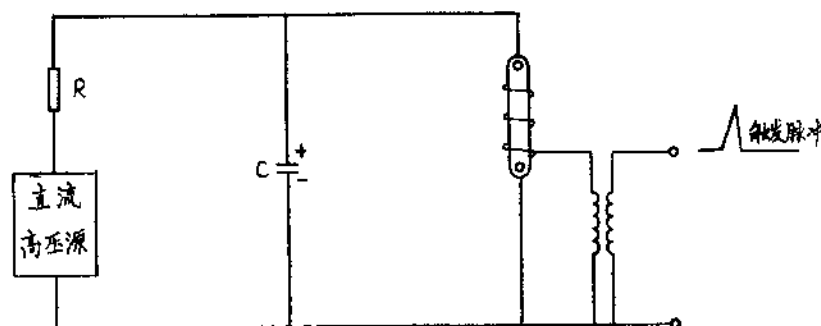


图 4-3

充电电源通过 R 对储能电容器 C 充电，电容器获得储能 $W = \frac{1}{2}CV^2$ 。电容器上的电压 V 直接加于脉冲氙灯两电极之间，但电压 V 还不足以引起氙灯自击穿。这时若在触发极上（一般为绕在灯管外壁的细镍铬丝），加上几万伏的高压脉冲，则能引起灯内氙气的电离击穿，形成一放电沟道。这放电沟道进一步发展为主电极间的放电，这时电容 C 上的储能 W 在瞬间内向脉冲氙灯放电，管中氙气受到强烈的电激发而发出耀眼的闪光。由于气体放电的发光率是与放电气体原子量成正比的，而氙气的原子量在惰性气体中是最大的，所以脉冲氙灯比其它气体放电灯有较高的发光效率。

脉冲氙灯在激光应用上关系较大的有下列几个技术参数：

（一）极限输入能量 $W_{\max}$ ，额定工作能量 W ，极限输入能量 $W_{\max}$ ，也称爆炸能量，它是指该脉冲氙灯所能承受的最大输入能量。在该输入能量下工作，氙灯工作一次或几次即爆炸破坏。极限输入能量除和灯管尺寸，脉冲放电时间、工作电压、充气压力等有关外，还和材料质量，工艺水平有关。

额定工作能量是指在该输入能量情况下，灯管能有较长的工作寿命。一般额定工作能量都选在极限输入能量的 40% 以下。

（二）着火电压，自闪电压，工作电压，

着火电压是指在正常触发情况下，构成电极间弧光放电所需的最低电压。

自闪电压是指不加触发电压，就能使灯管击穿点燃的最低电压。

着火电压与自闪电压粗略近似正比于灯管的极距，并随氙气气压的增高而略有增加。灯