



造船激光在应用

[美] 路易·克里罗

朱新瑜 译

人民交通出版社

造船激光准直

〔美〕 路易·克里罗 著
朱新瑜 译

人民交通出版社

造船激光准直

SHIPBUILDING ALIGNMENT WITH LASERS

LOU CHIRILLO

朱新瑜 译

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 1/32 印张: 2.625 字数: 54 千

1980 年11月 第1版

1980 年11月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—2,000 册 定价: 0.43 元

内 容 提 要

本书介绍激光器在造船(包括船体和船机)准直测量领域应用的实际经验以及鉴别激光器较之其它准直或测量方法先进之处,并为选择和使用激光器提供指导。第一章着重介绍激光器的准直测量,第二章介绍激光器的附件及其作用,第三章推荐激光器的几种应用。

本书可供修造船厂船体和船机工程技术人员,安装和检修人员使用。

译 序

激光是六十年代初发展起来的一门新兴科学技术。由于激光具有方向性强、亮度大、单色性高及相干性好等特点，所以国外自1960年在实验室制出第一台红宝石固体激光器后，只数年时间就在工业、农业、医学、军事和科研等部门得到迅速和广泛的应用。

激光测量在修造船领域的应用是从七十年代初开始的。国内外实践表明，激光测量技术已成为修造船测量工作的发展方向。造船从放样、下料直到下水，都可用激光仪器保证精度和速度，为实现船台无余量大合拢和公差造船创造条件，并可藉以快速地进行主机的定位、安装。修船中船体变形、尾轴找正、柴油机曲轴与主轴承的不同心度、缸套的不垂直度、排墩定位以及船舶进坞作业等，都可藉激光进行测量、校正。激光测量技术的应用，使中小船厂采用分段造船成为可能。另外对于船厂的内部作业，如基建工程、大型设备的安装、精密加工、材料应力分析等，激光准直测量也都具有发展前景。

本书是美国的一份技术报告，由美国国家技术情报处（NTIS）出版。它介绍了美国托德造船公司应用激光仪器的经验，浅释了激光的基本原理，用图示说明激光仪器及其附件在船体、船机方面的应用。对于激光器使用安全和技术条件也作了扼要的说明。

目 录

引 言

第一章 简介	3
第一节 激光	3
第二节 激光器	4
第三节 激光器用于准直测量	6
第二章 仪器附件及其作用	8
第一节 激光准直仪的附件	8
第二节 激光经纬仪的附件	20
第三节 激光水准仪的附件	22
第四节 激光器的附件	22
第五节 基准点的建立	23
第六节 基准线的建立	23
第七节 基准面的建立	26
第八节 测量至线或面的距离	27
第九节 测量基准线或基准面的夹角	29
第十节 距离的测量	30
第三章 推荐激光器的几种应用	32
第一节 轴隧室具有可卸轴承的推进轴的准直	32
第二节 具有普通尾轴管的推进轴的准直	46
第三节 大型舵和舵杆安装的准直	52
第四节 船体结构的准直	54
第五节 艏装应用的概念	62

附录一	激光器的安全	64
附录二	激光器的技术条件	65
附录三	目测靶	68
小词典		71

引 言

本手册的基本目的在于向读者介绍激光仪器在造船准直测量领域应用的实际经验，以及鉴别激光仪器较之其它准直或测量方法先进之处。对许多船厂的调查表明，激光仪器有一些成功和有价值的应用场所，亦有若干失败的方面。

那些没有成功的尝试归因于手头没有能够采购到工作所需的合适的激光仪器，在于没有能够认识到保持一定的功率极限。对于安全来说，就是要禁止在明亮的阳光下对仪器作长时间的使用。

本手册的第一章着重介绍详细的准直过程。由各船厂准直测量人员组成的咨询委员会建议，应根据各船厂的具体情况选用仪器。本手册目的在于加深人们对激光仪器及其附件的了解，以使仪器很容易被人们所掌握。他们建议用插图说明来代替对推荐仪器的整个工艺过程的描述，从其它理由来看，这种工艺也认为是较好的。

激光器对准直测量好就好在长距离测量的精确性和具有重现的能力。因为激光仪器不依靠人的视力去探测和鉴别轴线错位的量。可见激光束能使建立平面和角度所需的熟练工人减到最少。但是，这两个特点在整个造船应用中都并不需要。

激光仪器比所有机械准直都好。然而对短距离准直来说，普通光学仪器已足够精确，并且它有时更适于在明亮的光线下作业。因此，并不建议用激光器全部更换现有的光学

仪器。两者采购价格大致相等，再则许多附件都可以互换。所以，当补充现有准直设备时，采购激光仪器要慎重些，以便让准直作业人员选用能十分胜任他们目前进行作业的那些激光器。

本手册为选择和说明所推荐使用的激光仪器提供指导。此外，它为一些在准直工艺方面已有经验的人员提供足够的知识，以使激光仪器适应现有的生产过程，并且实施新的生产过程。用本手册还可以向造船工人宣传，并使其了解激光仪器及其附件。

本手册介绍的一种简易激光器，价格便宜，可用在生产上。低功率激光器可满足船厂大多数使用上的需要，而且在具有适当预防措施的情况下它们不会产生任何的危险。美国劳动部为执行职业安全和保健法（OSHA）规定了每平方厘米1毫瓦作为人眼所能忍受连续激光辐射的最大输出功率。本手册推荐的所有激光准直工艺都必须符合这种严格的限制。

本手册首先介绍激光的产生，激光束，准直测量用的典型的激光仪器及其附件。从这点出发，读者可以想象，激光准直的应用乃至新的附件都建立在他们本身的经验和需要上。其次，介绍激光的基本准直用途。另一部分介绍一些典型的造船激光准直测量。附录包括提供关于激光安全，采购激光器的技术条件等方面有用的知识。

有一些准直工艺不同于下面推荐的。大部分的介绍表明，目前在造船工业中哪些项目可以用光学的方法去完成。作者有意识地启示人们使其能够按照船厂推荐的激光准直工艺去做。

第一章 简介

第一节 激光

“激光”这个名称是由术语“辐射的受激发射的光放大”每个词的第一个字母所组成。激光产生的过程类似于普通荧光。荧光灯是一个内层涂有一种特殊粉末，里面充满水银蒸气的玻璃管。在电弧的作用下，玻璃管内发出不可见的紫外光，这种光被管壁的粉末吸收后会发射出一种可见光。

“荧光灯”，也就是它的细微粒涂层在受到其它能源辐射的激发后，就以可见光的形式发射出辐射光。

下面用众所周知的理论去解释这种现象。一个原子的结构象一个行星系，其中原子核比喻为太阳，它的电子比喻为行星。由此进一步推理：当一个原子受激发时，它吸收能量表现在电子轨道的扩大。离心调速器的飞球就是基于这种原理。在两种情况下，当受激现象被解除，能量就被释放出来，直至回复到最初的能级为止。对于一种特殊元素的原子，其能量差作为一特定频率，也即一个特定的波长或颜色的光辐射形式被发射出来。荧光灯内的粉末涂层是由不同物质的原子混合而成。不同物质的原子对于受激现象响应不尽相同，以致增加和减少的过程是随机地发生的。不同原子各种波长不同步发射的结果产生模拟太阳光。

激光器与原子相似，在一个相当高的能级上具有一个脆弱的稳定状态，并用一种受激方法，可使大部分的原子同时处于“高能级”。一个原子“离开”轨道会触发所有的原

子，因此它们就以特定的频率发射同步的光脉冲。快速而重复的光脉冲产生一个具有能向各个方向辐射的波的稳定光源。这种波是相干的，也就是同一频率的波一个接一个地通过“能级”间隔而移动。它的能量可以聚集成一光束，并以很细的光束向外传播到远方。这是一束强度高，几乎是平行的光束，把它用于准直测量是理想的。当发出的激光是可见光时，可以用放置在光路上的任何材料，甚至透明平滑的玻璃；对它进行检测。也可以用放置电子靶的方法对它进行检测。

第二节 激 光 器

常用于准直测量的激光器（见图1）的特点是有一个充满气体的外壳，它是使气体受激的一种设备（参看附录二）。准直测量用的激光器内部的混合气体一般为氦和氖。可藉通电弧而产生受激过程，并靠外加高频电压去维持受激过程。由此使氦原子获得能量，在碰撞过程中，氦原子把能量转移到氖原子上。氖原子具备有产生激光所必须的“脆弱的稳定界限”。

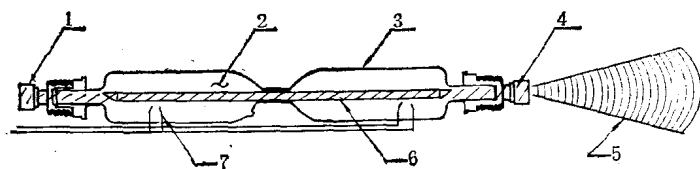


图1 激光器

1-全反射镜；2-气体腔；3-共轴管；4-部分反射镜；5-激光束；6-激光管；7-电极

激光器特制的镜应当：

1. 设计得可反射选定的单色光。

2. 校准得仅能反射平行于纵轴的光波。

3. 置于适当位置，保证反射波与入射波同相位，以使它们相互加强，亦即放大。

4. 给予镀银，使激光器的一端获得全反射，另一端达到部分反射，以便能产生稳定的，足够放大的光波。（另一种“脉冲”激光器设计得可阻止激光的稳定产生，其目的是为了增加激光器产生的高能量。这种特别的“脉冲”法可释放聚集起来的能量，足以进行切割和焊接，但这是一种非常危险的激光器。）

一般将激光器安装在一个牢固的管状套内。（见图2）管状套的作用如下：

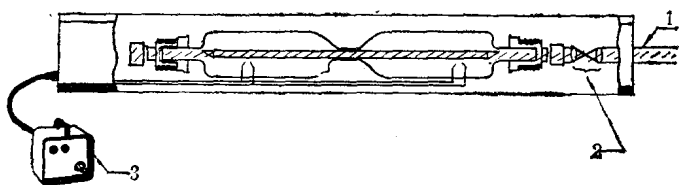


图2 准直激光器

1-准直激光束；2-准直透镜组；3-电源

1. 为保持镜的精确定位和准直提供一种设备。

2. 借助一个光学系统，使发散的光束聚集或“准直”成一束十分平行的光束。值得指出的是，光波绕一个物体边缘的转向与水波绕拐角转向十分相似。所以当光波通过一个小孔的边缘时，它会分裂。依靠改变仪器的部分反射镜的形状以及依靠如图2所示的附加准直透镜，就可以使光波接近于平行地折回。光学零件制造方面的限制以及由于通过大气产生的附加衍射，实际上难以获得一个理想的准直光束。

3. 保护激光器的内部结构并提供一个圆筒体。如果按照美国国家航空及宇宙航行空间标准（NAS，是美国航空及航

天工业协会 AIA 编写的一份技术条件) 去加工, 则它可与用于准直的普通光学准直仪 (光学望远镜) 的附件互换。

第三节 激光器用于准直测量

对于整个工艺过程的测量, 仅用一种工具, 用一台测量仪器是无法满足整个造船生产测量作业的需要。人们要想精密地测量一个小工件, 就得用一个千分尺。要想测量一手之宽的零件, 就得用 6 英寸长的刻度尺。对于较大的船体分段, 就得用测量卷尺去测量。同样, 只用一台特定的激光测量仪器, 并不能有效地满足整个造船准直测量的要求。

作为准直用的激光器这一术语, 在用户之间以及卖主之间是各不相同的。为了消除混淆, 准备通过本文关于激光器的应用作扼要的说明。

1. 激光准直仪与光学准直仪相似。(见图 3) 它的光束可精确地与按美国国家航空及宇宙航行空间标准加工的圆筒体表面对中。激光准直仪的机械轴与激光器的光学轴相重合。众所周知, 图中的激光器属安装用激光器或精密激光器。

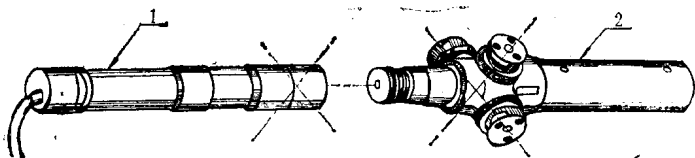


图3 激光准直仪与光学准直仪的比较
1-激光准直仪, 2-光学准直仪

2. 激光经纬仪与光学经纬仪相似。(见图 4) 它的激光束精确地与仪器望远镜的视准轴相准直。激光器安装在光学

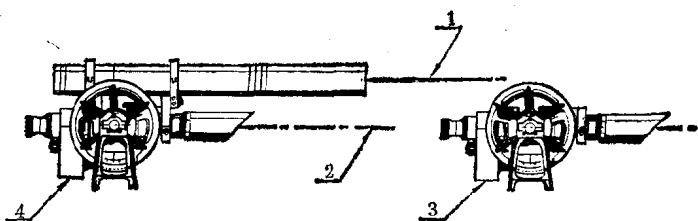


图4 激光经纬仪与测量用光学经纬仪的比较
1-激光轴，2-视光轴，3-光学经纬仪，4-激光经纬仪

经纬仪上的激光经纬仪（见图5），它发出的激光束与光学经纬仪的光学轴相重合。

然而，在一定的范围内，它的光斑直径和准直度取决于光学经纬仪的透镜系统及聚焦能力。只有当望远镜在无穷远处聚焦时，它的光束是准直的。而在一定的范围内激光经纬仪的激光束能聚焦成一个很小的光斑。

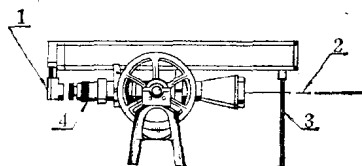


图5 激光束与光学经纬仪光轴相重合的激光经纬仪
1-激光变光路系统，2-激光束重合在光学轴上，3-电线，4-光学经纬仪

3. 激光水准仪与光学水准仪相似（见图6）激光水准仪的激光束藉酒精式水准仪去精确校准。

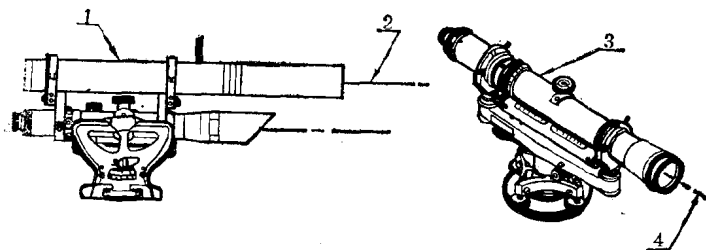


图6 激光水准仪与光学水准仪比较
1-激光水准仪，2-激光束，3-光学水准仪，4-视光轴

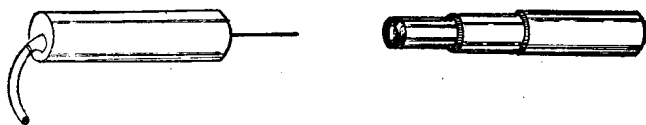


图7 简易激光器和简易望远镜的比较
左-激光器；右-望远镜

4. 激光器与简易望远镜相似。

(见图7)众所周知,图中的激光器属于激光器盖和固定式激光准直仪。它的光束不用任何基准去校直。激光器的外壳也可以是长方形的。(见图8)

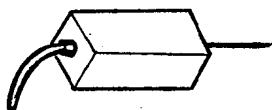


图8 长方形激光器壳体

第二章 仪器附件及其作用

激光仪器所需的许多附件和光学仪器所需的都相同,目前这些附件在大多数船厂中都有。

第一节 激光准直仪的附件

一、球形座

球形座(见图9)是按照美国国家航空及宇宙航行空间标准制造的。它与激光准直仪连用时,可用来建立一个已知半径的球形基准,球心是仪器的机械轴和激光束光学轴相重合的点。(见图10)还可以用它建立以一个目测靶或电子对中靶的靶心为球心的类似上述的球形基准。可以利用球形座的表面作基准进行精密测量。

有的球形座还备有锁紧夹套。锁紧夹套的作用是牢固地

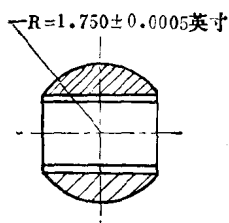


图9 球形座

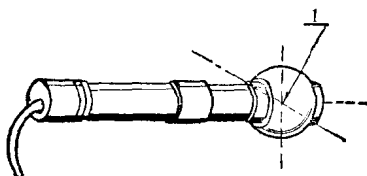


图10 加装球形座的激光准直仪
1-光学中心

把球形座固定在激光准直仪上。

可以将球形座与船厂自制的一种夹具一起使用。（见图11）但是，球形座更经常与可调杯座联合在一起使用。

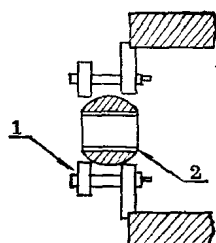


图11 船厂自制的
球形座夹具
1-配合轴瓦、空心轴
等等内径的可调托
架；2-球形座

二、可调杯座

利用可调杯座（见图12）可以很容易把球形座定位于绕一个固定基准中心点的任意位置上。为了提高精度，除了用螺栓把它的底座栓在它安装的结构上外，还要进行定位。另一种方法是，可调杯座可与C型夹钳装配在一起。它可以在一根超过2.5英寸大小的轴上进行调节。当它的端部调好并锁紧后，球形座及其它附件仍可以活动，并且可在基准中心点不变动的情况下重新复位。可以透过空心的调节杆进行观察或测量。

三、夹钳

夹钳可以把球形座紧固在可调杯座上（见图12），并把它设计得球面许可的最大孔径，以便于测量。

四、基准点调整装置

基准点调整装置（见图12）用来精细地固定一个基准

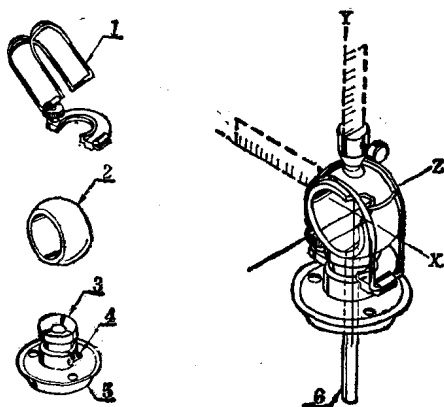


图12 可调杯座与基准点调整装置
左-可调杯座；右-基准点调整装置

1-篮球固定夹钳；2-球形座；3-杆；4-锁紧螺钉；5-底座；6-测量杆

点。藉测量到球形座面的距离，可以进行精密测量，因为球面的中心与基准点相重合。一旦基准点藉调节装置调整后，可以任意转动球形座而不会变动基准点的位置。（见图13）由图（左）可以看出，旋转激光准直仪并不改变激光束的固定的基准点。由图（右）可以看出，旋转靶并不改变固定的基准点。

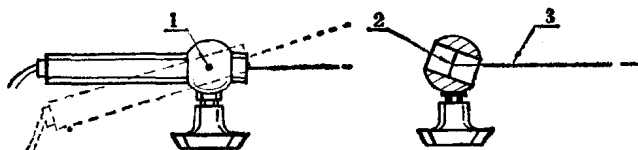


图13 旋转球形座并不影响基准点

1-基准点；2-靶；3-激光束

五、标准准直托架

标准准直托架与一个固定的可调杯座一起使用。（见图14）它可夹住激光准直仪，以防止它发生旋转和轴向位移。