



普通高等教育船舶类规划教材

船舶动力装置安装工艺学

赵汝斌 邹春平 等编

国防工业出版社

0664.1

Z3-

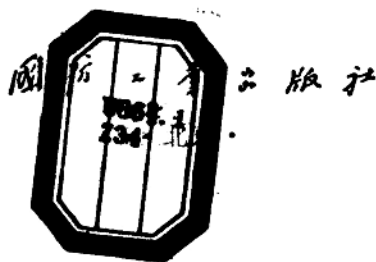
437060

船舶动力装置安装工艺学

赵汝斌 邹春平 等编



00437060



(京)新登字 106 号

图书在版编目(CIP)数据

船舶动力装置安装工程/赵汝斌等编. —北京:国防工业出版社, 1995. 5

ISBN 7-118-01348-X

I. 船… II. 赵… III. 船舶机械-动力装置-安装-工艺
IV. U664.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 10040 号

0071/01

国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100011)

北京四季青印刷厂印刷

新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 12 $\frac{1}{2}$ 293 千字

1995 年 5 月第 1 版 1995 年 5 月北京第 1 次印刷

印数:1 2000 册 定价:7.30 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

出版说明

根据国务院国发(1978)23号文件批转试行的“关于高等学校教材编审出版若干问题的暂行规定”,中国船舶工业总公司负责全国高等学校船舶类专业教材编审、出版的组织工作。

为了做好这一工作,中国船舶工业总公司相应地成立了“船舶工程”、船舶动力”两个教材委员会和“船电自动化”、“惯性导航及仪器”、“水声电子工程”、“液压”、“水中兵器”五个教材小组,聘请了有关院校的教授、专家60余人参加工作。船舶类专业教材委员会(小组)是有关船舶类专业教材建设的研究、指导、规划和评审方面的专家组织,其任务是做好高等学校船舶类专业教材的编审工作,为提高教材质量而努力

在总结前三轮教材编审、出版工作的基础上,根据国家教委对“八·五”规划教材要“抓好重点教材,全面提高质量,适当发展品种,力争系统配套,完善管理体制,加强组织领导”的要求,船舶总公司于1991年又制定了《1991—1995年全国高等学校船舶类专业规划教材选题》。列入规划的选题共107种。

这批教材由各有关院校推荐,同行专家评阅,教材委员会(小组)评议,完稿后又经主审人审阅,教材委员会(小组)复审,然后分别由国防工业出版社、人民交通出版社以及有关高等学校的出版社出版。

为了不断地提高教材质量,希望使用教材的单位和广大师生提出宝贵意见。

中国船舶工业总公司教材编审室

1992年5月

前 言

《船舶动力装置安装工艺学》是根据中国船舶工业总公司船舶动力教材委员会提出的教学基本要求编写而成。全书共分七章,对船舶动力装置安置工艺作了比较全面的叙述,主要内容有船舶主机、辅机、轴系、设备、管系等的安装调试及管系放样等国内外先进的工艺技术,反映了船舶动力装置安装工艺的现状和发展趋势。

书中的第一、二、三、四、七章由赵汝斌编写,第五、六章由邹春平编写,第二章第四节由陈育平编写。

全书经上海交通大学邬佐明教授、哈尔滨工程大学程元龙教授等审定,最后由武汉交通科技大学牛求煌教授主审。本书在编写过程中得到了造船界的科研院所及工厂的有关同志大力协助,提供了许多宝贵资料。在此对各位教授专家的精心指导及有关同志的大力协助表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中缺点和不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

437060



内 容 简 介

本书主要介绍基础工艺、船舶主机、船舶辅机及辅助设备、船舶轴系的安装工艺,船舶管系的布置设计、管系的制造与安装、动力装置的总体验收。书中还详细介绍了船舶管系计算机布置设计原理及方法、无余下料及无余量制管、船舶轴系最佳校中等先进工艺方法。本书对船舶动力装置安装工艺进行的全面论述,既反映了本学科的现状,又反映了本学科的先进工艺方法及发展趋势。

本书可作为船舶动力装置专业的教材,亦可作为从事船舶动力装置设计及工艺工作的技术人员参考。

目 录

第一章 基础工艺	1
第一节 船体中点线面的测定方法.....	1
第二节 对中技术.....	7
第三节 单配技术.....	17
第四节 粘结技术.....	20
第五节 过盈配合.....	24
第六节 回转构件的平衡.....	31
第二章 船舶轴系的安装	36
第一节 概述.....	36
第二节 轴系工作区域内的加工.....	37
第三节 轴系主要零部件的加工、装配及安装.....	43
第四节 轴系的校中及安装.....	52
第三章 船舶主机的安装	72
第一节 船舶主机安装工艺概述.....	72
第二节 柴油机的整体安装.....	73
第三节 柴油机的解体安装.....	76
第四节 柴油机安装质量的检查——曲轴臂距差的测量.....	78
第五节 汽轮机动力装置的安装.....	81
第六节 燃气轮机动力装置的安装.....	91
第四章 船舶辅机及辅助设备的安装	92
第一节 船舶辅机安装的分类.....	92
第二节 船舶辅机的安装.....	92
第三节 辅机在减振器上的安装.....	95
第四节 操舵装置的安装.....	98
第五章 船舶管系的布置设计	104
第一节 阀件、附件及管系符号.....	104
第二节 管系放样.....	111
第三节 弯管参数的计算方法.....	121
第四节 船舶管系的计算机布置设计.....	128
第五节 管系及设备预舾装设计.....	151
第六章 管系的制造与安装	155
第一节 管系的材料.....	155
第二节 管子的弯制.....	156

第三节 无余量制管及制管流水线	166
第四节 管件的压力试验及预处理	177
第五节 管系安装和安装质量检验	181
第七章 动力装置的总体验收	185
第一节 概述	185
第二节 系泊试验	185
第三节 航行试验	193
参考文献	197

第一章 基础工艺

第一节 船体体中点线面的测定方法

船舶动力装置的安装是在船舶建造到一定程度后开始的。这里所说的船舶的建造程度与船舶的大小、船厂的施工能力以及船舶建造工艺有关。一般来说,十几米的小船,以整体建造居多;稍大一点的船为了建造工作能展开齐头并进增加施工面,多采用分段建造,而后再进行合拢成整体。因此船舶动力装置的施工有的是在船舶的整体上进行,有的是在分段中进行。不管是船舶的整体还是分段,我们都可以视为是在制品,这相当于产品的毛坯要在其上进行一系列的加工工作。例如,为了安装轴系就必须先镗制尾框架和机舱后隔壁处的孔,以便安装尾轴管;为了安装穿舱的管子,就必须在隔舱壁开孔。这些工作开始之前就必须根据图纸给出的尺寸在相应部位找中心划线,以便检查制造的船舶是否符合图纸要求,是否具有加工余量,为施工作准备,所以点、线、面的测定是安装动力装置前的先行工作。

一般,在机器制造业中,由于零件较小,所以划线等工序是在一个标准的大平板上进行,以平板表面作为基础平面,划出毛坯或半成品的加工线。在船舶建造中,由于船舶建造条件的特殊性,船舶尺度非常之大,无法寻觅一个容纳船舶的划线平板,而船体内部直线、平面的建立等工作有时是在船舶下水后在水上进行,浮动着的船体是在不停的摇动,这样就使得船体中点、线、面的测定方法比机器制造中点、线、面的测定方法更为复杂一些。同时也被赋予了新的技术内容和测量方法。通常在船舶上应用较多的是拉线法和光学法。为了掌握这些方法,先介绍一些常用的工具。

一、常用的工具

对于拉线法和光学仪器测量法,测定点、线、面常用的工具有拉线工具、各种光学仪器,以及一系列的划线工具。现将各种工具介绍如下:

(一)拉线工具

在船舶的施工过程中,尤其是轴系安装,往往需要在船体内建立一条直线,比较简单的方法是拉线法。用拉线法测轴系中心线是几十年来一直沿用的传统工艺方法。这种方法一般是在工作区域的首、尾两端竖立两个拉线架,其上装有拉线工具如图 1-1、图 1-2 所示。从而建立所需要的轴系中心线。

图 1-1 为钢丝固定端拉线工具。钢丝 3 通过固定螺栓 2 和压板 4 固定在移动架 5 上,摇动手柄 6 可使移动架 5 水平移动,摇动手柄 1 可使移动架 7 垂直移动,所以通过摇动手柄改变钢丝在空间的位置。

图 1-2 为活动端拉线工具。钢丝 3 绕过滑轮 2 后下面挂有重物 5 拉紧钢丝,以减小钢丝的下垂度,通过摇动方棒 4,可使滑轮 2 横向移动,摇动方棒 1 可使滑轮连同支架一起上下移动,所以可以摇动方棒来改变钢丝在空间的位置。

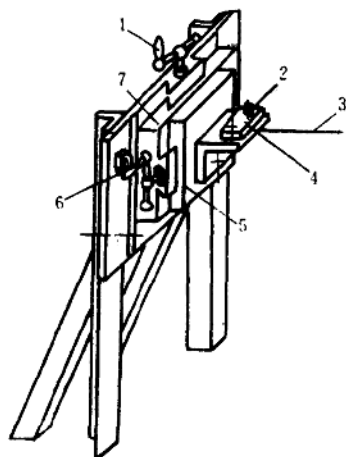


图 1-1 钢丝固定端拉线工具
1—手柄;2—固定螺栓;3—钢丝;4—压板;
5—移动架;6—手柄;7—移动架。

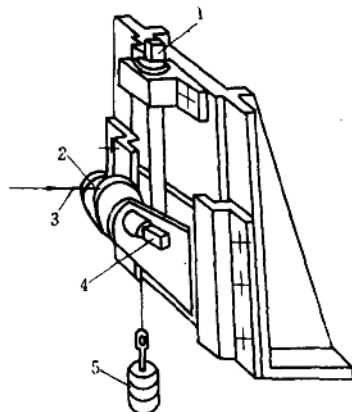


图 1-2 活动端拉线工具
1—方棒;2—滑轮;3—钢丝;4—方棒;
5—重物。

此外,为了建立垂直线,常采用铅坠,用吊挂的方法建立垂直线。

拉线法不需要特殊的设备,操作简单,比较方便,所以至今仍被船厂采用。但是由于钢丝自重下垂造成测量误差,且钢丝在空间测量较困难,其测量精度很大程度上依赖于操作者的技术水平,所以一般应用于轴系长度小于 20m 的小船上,或用于要求不高的部件装配中。

(二)光学工具

利用光在均匀介质中直线传播的原理测定点、线、面的方法称为光学法。该法克服了拉线法精度不高的缺点,应用在精度要求较高的地方。光学法中通常使用的光学工具有平行光管、望远镜和准直平行光管以及激光准直仪。同时,为了测量设备间的平行、垂直关系,还使用到经纬仪、五棱镜等光学工具。现分述如下:

1. 平行光管的结构和原理

平行光管结构如图 1-3 所示,它的主要功能在于发射一束平行光线。在凸透镜 3 的焦点处,设有一块透明的角度光板 2,其上刻有十字线,十字线分为数十小格,每一小格代替一个数值,这个数值随仪器而定。光源 1 发出的光线透过光板 2,光线连同光板上的十字线便一起投向远方。如果光源 1 发出的光通过凸透镜 3 的焦点 A,则变成一束平行于主轴的光线,如角度光板上的小孔偏离焦点 A,即光线从 B 点射出透过凸透镜后,则形成与主光轴成 θ 角的平行光束。根据光的可逆性原理,如果一束平行于主光轴的光线射入平行光管后,则汇聚于 A 点,而与主光轴成 θ 角的一束平行光线将汇聚于 B 点。

2. 望远镜的结构和原理

望远镜的结构和原理如图 1-4 所示。望远镜的作用和平行光管相反,它是接收一平行

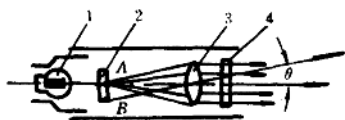


图 1-3 平行光管的结构原理

1—光源;2—角度光板;3—凸透镜;4—位移光板。

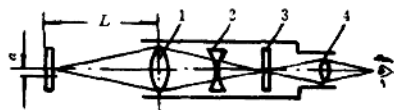


图 1-4 望远镜的结构原理

1—凸透镜;2—凹透镜;3—成像平面;4—目镜。

光束的。在望远镜的最前面为一凸透镜 1,其后是凹透镜 2,此凹透镜的位置是可以调整的,不同的凹透镜位置可以使观察距离 L 由数百毫米至无穷远。如将凹透镜调至无穷远位置处即可接受平行光管射来的平行光束,并使其在成像平面上成像。成像平面上有十字线,可看出望远镜光轴与射来之平行光束之间夹角的大小。如将凹透镜调至某有限距离 L 处,望远镜即可接受 L 处发出的散射线。并在成像平面上成像,可看出望远镜光轴与射来之散光源中心间位移值。目镜 4 是可以单独调节的,以适应人眼的视力差别。如看不清成像平面上的十字线,可将目镜处外圈旋钮进行调节,直到看清为止。此外,在望远镜内还有其它一些透镜,主要用来形成正确的物象,如将倒象变成正象等。

3. 自准直仪的结构和原理

在实际测量过程中,平行光管和望远镜往往需要联合使用。在使用时,为达到二个仪器的光轴重合,必须进行调整。在使用中很不方便。经过研究改进成自准直仪,也叫做准直平行光管。它的构造实际上是把平行光管和望远镜合二为一了。

图 1-5 是它的示意图,利用一块半反射镜,将平行光管的分划板转过 90° ,然后与望远镜合并起来,便形成了自准直仪(也叫准直望远镜)。由于半反射镜既能部分反光又能部分透光,因此,自准直仪同时起平行光管的投射和望远镜的望远双重作用。发光的平行光管常做成单独部件,此部件称为自准直光源。

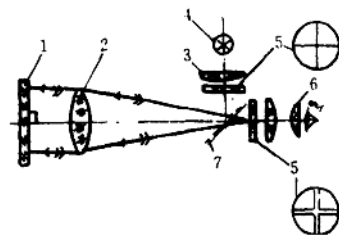


图 1-5 自准直仪示意图

1—反射镜;2—物镜;3—凸透镜;4—灯具;
5—分划板;6—目镜;7—半反射镜。

自准直仪的光源照亮了第一块线板,经半反射镜及物镜投到无穷远,在光路上设立的反射目标,可用于自动反射和自动准直测量;而在光路上设立的透射目标则用来与望远镜一起建立光学视线。

4. 激光准直仪

普通的自准直仪,能测量出 0.02mm 的尺寸偏差和几秒以内的角度偏差,精度高,适应性好,但这种仪器也存在一定的缺陷,如在观察远距离目标时成像清晰度欠佳;仪器瞄准误差人为影响较大;长时间观察,人眼比较疲劳,特别是在应用这种仪器进行设备调整时,调整工作是在观察者指挥下被动进行的,因而装调效率受到一定的影响。激光技术出现后,由于激光具有亮度高、方向性好、相干性好的特点,就可以利用激光器制成良好的准

直工具。

激光准直仪的原理与常用的自准直仪相似,它是以激光光源来代替普通光源。激光束通过光学发射望远镜系统,射出一束直径为 $2\sim 10\text{mm}$ 的可见红色光束,光束可传播到相当远的距离仍是一束平行光。在一定条件下,相当长的距离内光束各断面的能量分布是一致的,能量分布中心的连线构成一条相当理想的直线,成为准直测量中应用的一条基准线。

测量时,若准直精度要求高,可采用光电接收目标,如图1-6所示。光电接收目标包括目标本体和指示装置。光电接收目标本体的中心有硅光电池,它分成为四个象限形成四块大小一样的光电池,成对地分别接入到一个运算电路。这四块光电池的电气中心与目标的机械外圆是同心。这样,上下一对的光电池可用来测量目标相对于激光束在垂直方向上的位置偏差。当光电接收目标中心与激光束能量中心重合时,成对的两个光电池接收的光能量相同,因此,输出的电信号相等,彼此完全平衡,指示电表指针为零。如果光电接收目标中心与激光束能量中心不重合,成对的光电池输出的电信号不相等,此时有差值信号输出,通过运算放大器、指示电表,便可以读数,其值在一定范围内和光束的偏移量成线性关系。

若测量要求不高时,直接用人眼对光学工具中采用的目标进行对准就够了。这种情况下,我们可以采用带波带片的激光准直仪。它的前面装有波带片,如图1-7所示。当光线通过它时会出现明暗相间的图案,从而判断其中心。

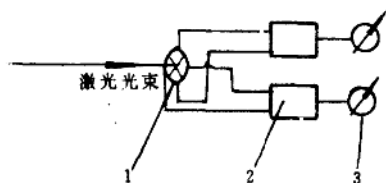


图 1-6 光电接收目标原理图
1—光电池;2—运算放大器;3—指示电表。

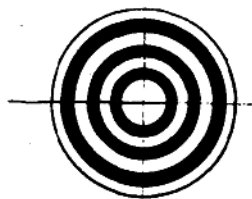


图 1-7 波带片

激光准直仪目前还存在一些问题,主要是激光束的方向漂移问题,在进行高精度测量时尤为明显。由于激光发生器是一个放电管,工作时放出热量,使镜管周围形成不均匀的温度场,最后导致了镜管的弯曲变形,使激光束发生方向偏移。因此激光准直仪在使用前常常需要一定时间的预热,并随时予以校正,待其稳定后再作测量,以保证精度。另外,激光束所经过路线上的空气温度梯度也会导致激光束发生飘移,故激光准直仪工作时在其附近区域,尤其是激光束的经路上,禁止进行电焊、火工校正等产生较高温度场的明火作业,以保证激光束通过区域中的空气介质密度一致,确保光线的直线传播。

5. 光学测微器的结构和原理

光学仪器内位移光板之刻度值每格为 $0.5\sim 1\text{mm}$ 。一般人的视力可看清 $1/4$ 格即 $0.10\sim 0.20\text{mm}$,这是不够精确的。为了把位移值看得更精确,必须在望远镜前面安装光学

测微器。安装以后,可以看清至 0.015~0.02mm。

光学测微器实际是由两块圆形可倾斜的厚玻璃组成的,通常也称为双平面镜。它的两块厚玻璃可倾斜方向互成 90°,光线通过倾斜的厚玻璃后,即沿原来的方向平行偏移一个 V 值,如图 1-8 所示,根据几何关系:

$$V = \frac{d \times \sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}$$

式中 d ——玻璃厚度;

α ——倾斜角;

n ——玻璃的折射系数。

d 和 n 为已知值,知道 α 即可求得 V ,该 V 值即为测微器外之旋钮刻度数值。测量时先将平面镜置于中间位置,如观察时发现被测物中心与望远镜成象面上的十字线有偏移,即调整测微器之旋钮,使十字线与被测物中心重合。这时所得 V 值,即为微调值。图 1-9 表示

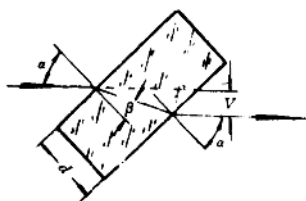


图 1-8 双平面镜原理图

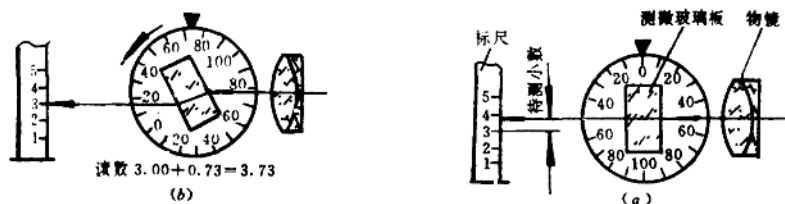


图 1-9 光学测微器读数的例子

(a) 读出整数; (b) 读出小数。

了光学测微器读数的例子。图中当测微平板垂直于光轴时,光线瞄准于 3.00~4.00 之间,为了读出小数,可以通过一个已经计算好的测微鼓轮转动测微玻璃平板,当转动了一个角度时,瞄准线便与 3.00 重合了,再看鼓轮上的刻度是 0.73,由此使得整个读数为 3.00 加上 0.73 等于 3.73。

利用测微准直望远镜对准和测量微小位移时,用两个测微器是为了进行垂直和水平两个方向上的测微,但在某些型号的测微准直望远镜中,实际上只用一块测微平板玻璃,来实现两个坐标方向上的测量。其原理是利用这块测微玻璃可以绕相互垂直的两个坐标轴的转动来进行两个方向上的测微工作。

6. 五棱镜

在工作中往往需要建立相互垂直的直线,即直角光学视线,它可以通过一系列的反射面偏转而成。最简单的办法是采用一个平面反射镜,但这种方法存在的最大问题就是要求光学视线精确地同平面反射镜成 45° 角,否则光学视线转折后不成 90° 。视线转折的角度误差等于视线相对于平面反射镜 45° 夹角的误差的二倍。这将造成使用上的困难。

直角光学视线可以通过另一种方法精确地建立,这就是五棱镜偏转的方法。当光学视线在顶棱的垂直平面内,即五棱镜的主截面内,不论光学视线在何种方位,经五棱镜都被转折 90° ,如图 1-10 所示。所谓顶棱就是五棱镜两个反射面的交线。当光学视线不在与顶棱相垂直的平面内时,视线转折就不成 90° 。

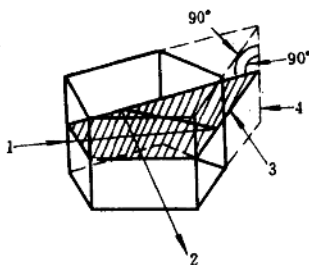


图 1-10 五棱镜光路图

1—入射光;2—折射光;3—所含光学平面;4—顶棱。

二、点、线、面的测定基准

由于空间位置的相对性,测量时必须先确定基准。所谓基准,就是选择工件上的某个点、线或面作依据,用它确定工件的各部分尺寸、几何形状和相对位置。

选择基准时,需要将工件的加工工艺、设计要求及划线工具等综合起来分析,通过分析,找出工件上与各个方面有关的点、线或面,作为划线的尺寸基准。

通常船舶是应用三维坐标系,所以船体的基准有三个:即高度方向的基准、左右方向的基准和首尾方向的基准。高度方向是以船体基线为基准的。在船台上船体基线用竖立在船台上的基线标杆来表示,用引入船体内的水平仪玻璃连通管内的水线与标杆作比较而得基准高度。如图 1-11 所示。

左右方向通常以船舫线作为基准,用吊重锤的方法确定测量点相对于基准的位置。有时也采用从两舷左右分中予以确定。利用吊重锤的方法时船身横向需保持水平,否则应进行修正。

首尾方向是以某一号肋骨作为基准的。这时,起点必须考虑肋骨本身的厚度,视具体情况而定。

根据上述规定可以确定基准点,而两个基准点可构成一条基准线,三个不共线的基准点可确定一个基准面。以基准点、线、面为依据可以进行划线和测量,从而为船舶建造、安装准备了条件。

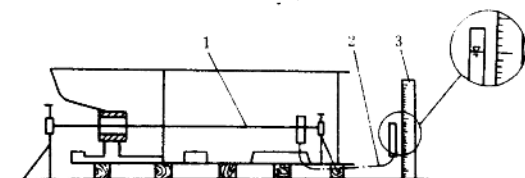


图 1-11 高度基准的测定

1—轴系理论中心线；2—玻璃管水平仪；3—基线标志。

上面对船舶三维坐标系的选择作了介绍，当我们根据设计图进行具体测量时，还必须考虑船体构件的理论线，因为船体构件的理论线是各工种测量时共同遵守的基准。

例如，当我们测定轴系中心线高度时，应当从船底外板的内侧量起，如图 1-12 所示，即为尺寸 A ；如果从船底外板的外侧量起，即为尺寸 B 时，这样就错了一个板厚值，在轴系中心线测量后要进行机械加工，这个差错往往会造成无加工余量等无法补救的错误。

为了掌握测量基准，现将确定理论线的基本原则叙述如下（详见（GB5740-85））：

- (1) 外板以它的内缘为理论线。
- (2) 甲板、平台、内底板以靠近基线一边为理论线。
- (3) 横舱壁以靠近船舫一边为理论线。
- (4) 纵向桁材、纵舱壁以靠近船体舫线一边为理论线。
- (5) 不对称型材以背面为理论线。

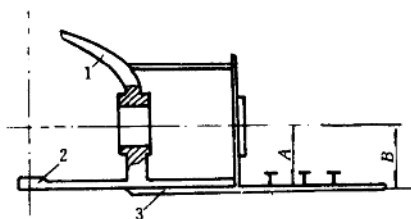


图 1-12 轴系中心线的高度测量基准

1—尾柱；2—舵托；3—船底外板。

第二节 对中技术

在船舶动力装置的安装中，常常遇到原动机与从动设备的连接，例如柴油机与发电机的连接，主机与轴系的连接，这些连接工作必须保证动力传动中回转部件的回转中心在同一回转中心线上，以确保轴承处不至于因安装不当而增加负荷，像这样把主动和从动设备依据回转中心在同一直线上的约束条件连接起来的工作称为对中工作（有的称为校中），本节将对对中工作中常用的技术，进行介绍。

一、对中方法及工夹具

在对中工作中需要先行调整设备间的相对位置,调整位置后按转动轴在同一条直线上的要求测量其间的相对位置关系,如果达不到同轴度条件,需要再一次的调整和测量,直至达到同轴度为止,因此在进行对中工作当中,需要有调位工具以及检查相对关系的测量工具。结合对方法,将对中的调位工具和测量工具,介绍如下:

(一)调整设备位置的工夹具

图 1-13 为一水平方向的顶压螺栓装置,用于调节水平方向的位移。在基座上面板 1 上,套有护板 2,并用螺栓 3 固定之。在被调设备 4 的底脚螺孔中,插入支架 5 的销子,并用支紧螺栓 6 将支架固定。设备的移动是靠顶压螺栓 7 来实现的,螺栓用矩形螺帽 8 锁紧。为使顶压螺栓 7 能对准基座,在支架上安装顶压螺栓 7 的孔做成椭圆形。支架由钢板焊成。在找正时,每个设备每边需要这种工具二个。

当设备的重量很大,且设备与基座间垫片的厚度较厚时,可采用楔形螺纹千斤顶来调节垂直方向的位移,其结构如图 1-14 所示。主要为两个楔形斜面,靠螺杆作用拉出或推进,产生下降或上升的位移。在上面一块斜面上装有半球形支承块,以适应机脚的各种倾斜安放。

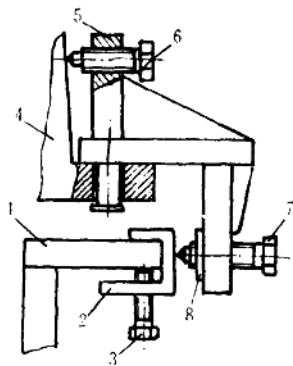


图 1-13 水平方向的顶压螺栓装置

1—面板;2—护板;3—螺栓;4—被调设备;5—支架;
6—支紧螺栓;7—顶压螺栓;8—矩形螺母。

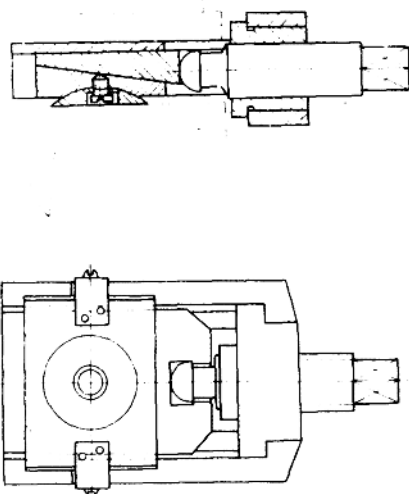


图 1-14 楔形螺纹千斤顶

在找正时,每个机器设备下方可放置这种千斤顶 6~10 个。考虑到其最大升程有限,故当垫楔的厚度过大时,应于其下加放垫板。

如果设备较小时,可采用螺栓直接顶动设备来调节位置。

(二)直尺、塞尺及指针装置

在进行动力装置的找正对中时,必须检查相互连接的两个中心轴线之间有无偏移或

曲折。为此,可利用直尺和塞尺,或者指针装置来检查。

当用直尺、塞尺进行对中时,常常以法兰为检查基准,因此法兰外缘圆柱面的中心线与轴的中心线应满足同轴度的要求;法兰的端面与轴的中心线应满足垂直度的要求,只有这样法兰才能表征轴的中心线位置,对中时两轴的法兰间的偏移和曲折达到规定要求时也就表示两轴间的偏移和曲折达到要求了。为了对中时直尺搁置稳定,法兰应当有一定的厚度。进行对中操作时将需对中的轴移近基准轴,如图 1-15 所示,并使其法兰或定心凸缘之间留有 0.4~0.6mm 的间隙,在轴不动的条件下,用直尺及塞尺在轴的上、下、左、右四个不同位置进行测量。

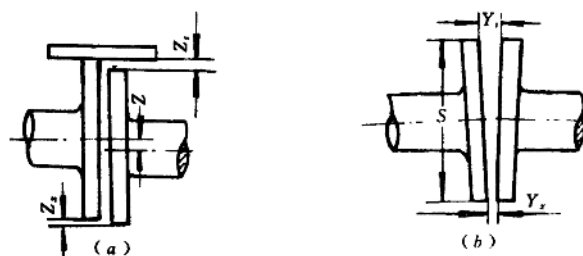


图 1-15 用直尺和对中轴

(a)检查两轴段间的偏移;(b)检查两轴段间的曲折。

S —法兰直径(m)。

如果在上述四个位置,在直尺和法兰的外圆面之间所量得的 Z 值不相等,即说明有偏移存在;同样如果在这四个位置时,在法兰的垂直平面之间所量的 Y 值不相等,即说明了有曲折存在。偏移和曲折的大小,可按表 1-1 算出。

表 1-1 按直尺和塞尺对中

测量位置	偏 移 量 δ			曲 折 度 φ		
	间 隙 (mm)	间隙总值(Σ') (mm)	所求的偏移量 (mm)	间 隙 (mm)	间隙差(Δ) (mm)	所求的曲折度 φ (mm/m)
上部 s	Z_s	$\Sigma'_1 = Z_s + Z_z$	$\delta_c = \Sigma'_1 / 2$	Y_s	$A_1 = Y_s - Y_z$	$\varphi_s = A_1 / S$
下部 z	Z_z			Y_z		
左侧 z	Z_z	$\Sigma'_2 = Z_s + Z_y$	$\delta_h = \Sigma'_2 / 2$	Y_s	$A_2 = Y_s - Y_y$	$\varphi_h = A_2 / S$
右侧 y	Z_y			Y_y		

注: z 代表垂直, h 代表水平。

如发现所算出的数值超出所允许的范围时,就需利用调位工具来改变被对中轴的位置,直至其偏移和曲折的数值不超出所给予的公差范围为止。

这种方法优点是简单、省时,不需要特别设备。但其缺点是精度不高。当轴加工不准,而在法兰和轴线之间有偏心或不垂直,连接法兰的直径较小(小于 100mm),相连接的两法兰的直径不相等,表面不平整,以及用齿轮式、牙嵌式和封闭式联轴器连接时,则此法不能用,而需采用两对指针测量其偏移和曲折,这样才能获得较准确的数值。