

减速齿轮箱安装精度控制技术在实船上的应用

谈锋¹ 平琦² 曾喜¹

1 上海江南造船(集团)有限责任公司,上海 200023

2 中国舰船研究设计中心,湖北,武汉 430064

摘要: 新型舰船动力系统的许多重要设备属于研制产品,设备的安装质量是整个工程的关键,为使设备安装达到质量要求,运用平面方程计算程序,对舰船减速齿轮箱装置安装精度的控制技术进行了应用研究。该精度控制技术的方法简单,安装成本低,控制精度高并且控制方向准确。

关键词: 减速齿轮箱; 定位; 安装; 平面方程

中图分类号: U671.91

文献标识码: A

文章编号: 1673-3185(2007)05-50-04

Application of Accuracy Controlling Technology of Reduction Gear Box Installation in Ship

Tan Feng¹ Ping Qi² Zeng Xi¹

1 Shanghai Jiangnan Shipbuilding(Group) Co., Ltd., Shanghai 200023, China

2 China Ship Development and Design Center, Wuhan 430064, China

Abstract: Many key components of power system installed in the newly designed naval ship are first-ly developed. Quality of installation is of great importance to the project. Reduction gear box installation requires a more effective means as to fulfill the stringent precision requirement. This paper gives a description of accuracy controlling technology applied to the actual measurement in ship. In this method, plane-equation is adopted for the adjustment of reduction gear box. It shows that this method is simple and cost-effective. The results provide a reference for the installation activities.

Key words: reduction gear box; orientation; installation; plane-equation

1 引言

新研制的舰船动力系统的许多重要设备属研制产品,设备安装的质量是整个工程的关键,而对减速齿轮装置而言则又是其动力系统安装的关键^[1]。

主箱体总重约 40 t 的大型减速齿轮装置在舰船上的安装难度较大,本文以某型减速齿轮装置在舰船上定位安装为例进行说明。安装时,减速齿轮装置箱体底座平面要求在一个平面内(控制平面度在 0.10 mm 以内)。为了完成减速齿轮装置的安装,确保在整个安装过程中的底座不平度始终处于可控状态,减速齿轮装置在整个建造期间不变形以及使用时安全可靠和运行平稳,结合该减速齿轮装置的安装特点,利用数学平面方程公式计算齿轮箱定位调整量,保证了安装精度^[2]。

2 减速齿轮装置安装定位调整

以左舷为例,为达到安装要求,在齿轮箱的船体基座上设置了轴系中心线下 2 个定位基准块和轴系中心线两侧各 2 个基准块。

齿轮箱吊装之前,在船体基座上的齿轮箱主箱体的输出轴中心线附近、主箱体前后焊接了 2 个直径 15 mm 的定位基准块,在船体基座上主箱体的 4 个角上再各焊接 1 个直径 15 mm 的基准块,6 个基准块的焊接位置如图 1 所示。此时 2 个定位基准块和 4 个基准块的高低均应可调节,基准块顶部应平整,基准块式样如图 2 所示。

调节可调螺母,将 6 块基准块顶部与船体基座之间高度调成一致。

将光靶(图 3)放在基准块 1 上端,将照光仪架在齿轮箱主箱体基座靠近定位基准块 1 的空档处,用照光仪观察光靶上某一水平直线并作记号

收稿日期: 2007-08-10

作者简介: 谈峰(1978-),男,工程师,本科。

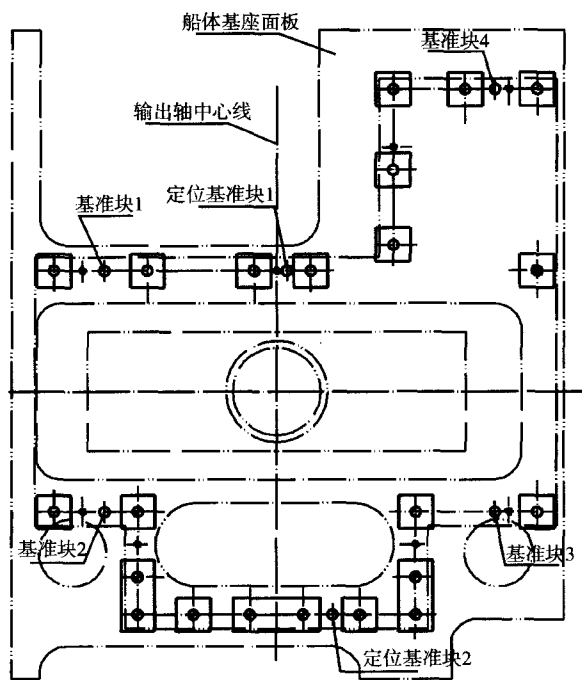


图 1 左舷主齿轮箱基准

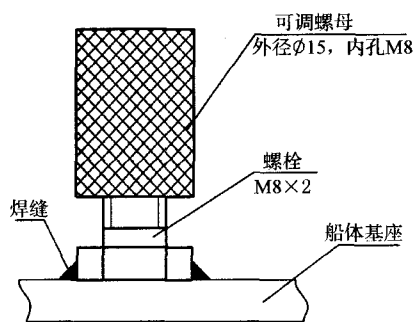


图 2 基准块

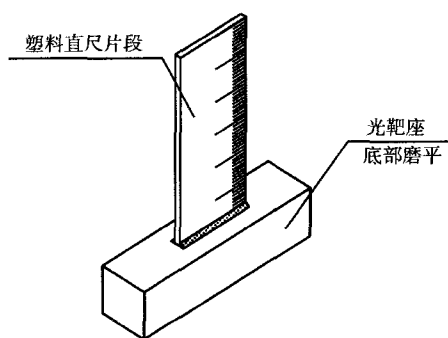


图 3 光靶

作为基准线,基准线边缘端点作为基准点,调整照光仪的上下高度或水平角度,使光靶上的基准点在照光仪的观察器上的成像位于观察器十字线中心,然后将光靶放置在定位基准块 1 上,同样调整照光仪的上下高度或水平角度,使光靶上的基准点在照光仪的观察器上的成像位于观察器十字线中心。重复上述过程,当光靶放在基准块 1 和定位基准块 1 上,光靶基准点均成像在照光仪的观

察器十字线中心,而照光仪只需调整水平角度时,即可认为光靶基准点在基准块 1 和定位基准块 1 上所处位置与照光仪这三者之间形成了一个平面 α' ,光靶基准点距离基准块 1 或定位基准块 1 的距离为 H'_0 ,将 α' 平面下方距离为 H'_0 的平面定为基准平面 α (图 4)。将定位基准块 1 和基准块 1 距离基准平面 α 的距离分别定为 δ_{01} 、 δ_1 ,这时认为 $\delta_{01} = \delta_1 = 0 \text{ mm}$ 。

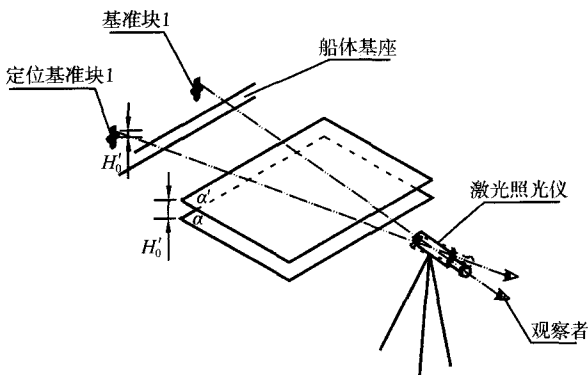


图 4 平面照光示意图

然后分别将光靶放置于基准块 2、3、4 及定位基准块 2 上,在照光仪观察器上读出光靶基准点距离照光仪观察器十字线中心点间的距离 δ_2 、 δ_3 、 δ_4 、 δ_{02} ,光靶基准点在十字线中心点上的读数为正,在下为负。记录上述数据。

将主齿轮箱吊入机舱,粗调主齿轮箱的高低位置。扫描基准平面和齿轮箱吊入机舱的过程省略,本文主要描述基准块的应用。因主齿轮箱四周有 8 只可调螺栓,左右转动调节螺栓,可使齿轮箱相应部位抬升(下降)。按要求将齿轮箱左右位置大致调节好,然后利用调节螺栓,使齿轮箱底座四周下平面与船体基座之间的距离基本相同。

分别测量 6 个基准块距离主齿轮箱底座下平面相应位置的垂直距离 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 、 h_{01} 、 h_{02} ,并记录数据。

3 平面方程计算程序

根据已知条件、边界条件和上述记录数据,可以利用数学的平面方程(式 1)计算齿轮箱底座下平面是否在一个平面内,若不在一个平面内,也可计算出各个部位需要调整多少高度。

$$z = ax + by + c \quad (1)$$

根据边界条件和已知条件,建立如图 5 所示坐标系 $Oxyz$,以齿轮箱输出轴中心线在平面 α 上的投影为 x 轴,以向船首为正方向,以平行于定位基准块 1 和基准块 1 的连线,并穿过定位基准块 2 在平面 α 上的投影的直线为 y 轴,以向船舷为

正方向,以 x, y 轴交点为原点 O ,以垂直于 xOy 平面并穿过 O 点的线为 z 轴,向上为正方向。

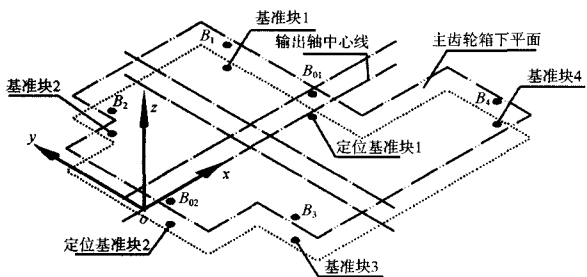


图5 坐标系

将定位基准块 1、2 及基准块 1 在齿轮箱底座下平面上的投影点 B_{01}, B_{02}, B_1 所在的平面定义为平面 β 。其余基准块在齿轮箱底座下平面上的投影分别定义为 B_2, B_3, B_4 。以此为基础,将齿轮箱底座下平面其余各点调至平面 β 上。

求各点在坐标系 $Oxyz$ 中的三维坐标 $B_{01}(x_{01}, y_{01}, z_{01}), B_{02}(x_{02}, y_{02}, z_{02}), B_1(x_1, y_1, z_1), B_2(x_2, y_2, z_2), B_3(x_3, y_3, z_3), B_4(x_4, y_4, z_4)$ 。

其中已知 $x_{01}, y_{01}, z_{01}, x_{02}, y_{02}, z_{02}, x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, x_3, y_3, x_4, y_4$, 未知数为 z_2, z_3, z_4 , 另外 $x_{02} = 0, x_{01} = x_1, z_{01} = h_{01}, z_1 = h_1, z_{02} = h_{02} + \delta_{02}$, 代入式(1)中:

$$z_{01} = ax_{01} + by_{01} + c \quad (2)$$

$$z_{02} = ax_{02} + by_{02} + c \quad (3)$$

$$z_1 = ax_1 + by_1 + c \quad (4)$$

联解式(2)~式(4)得:

$$a = \frac{(z_{02} - z_{01}) - b(y_{02} - y_{01})}{x_{02} - x_{01}}$$

$$b = \frac{[(z_{02} - z_{01})/(x_{02} - x_{01})] - [(z_{02} - z_1)/(x_{02} - x_1)]}{[(z_{02} - z_{01})/(x_{02} - x_{01})] - [(z_{02} - z_1)/(x_{02} - x_1)]}$$

$$c = z_{01} - ax_{01} - by_{01}$$

根据求出的 a, b, c 值及式(1),即可得出基准块 2、3、4 在平面 β 上的投影的 z 轴坐标值,即 $z_2 = ax_2 + by_2 + c, z_3 = ax_3 + by_3 + c, z_4 = ax_4 + by_4 + c$, 若使齿轮箱底座平面成一个平面,则基准块 2、3、4 与齿轮箱底座下平面之间的距离应分别为:

$$h'_2 = z_2 - \delta_2$$

$$h'_3 = z_3 - \delta_3$$

$$h'_4 = z_4 - \delta_4$$

则齿轮箱底座下平面相对于基准块 2、3、4 的部位应相应调整值为: Z_2, Z_3, Z_4 , 负值为向下调,正值为向上调,调整时可用百分表监视。

为快速计算各个部位需要调整的高度量,我们利用 HTML 及 VBScript 语言编制计算程序,并以某组测量数据作为计算实例(图6)^[3]。

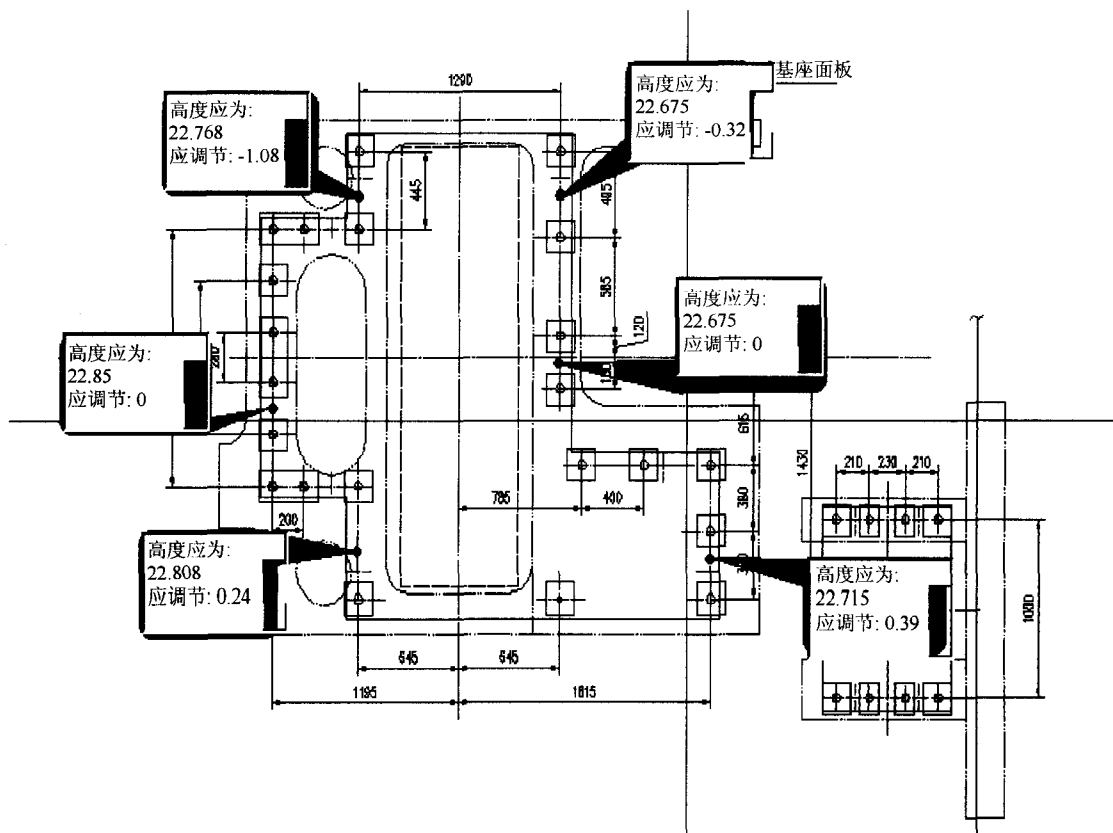


图6 计算实例

4 结 论

本方法经实船安装应用,使齿轮箱底座不平整度始终处于可控状态,满足了设备安装技术要求,安装调整的精度得到了保证。在航行试验中,用本方法安装减速齿轮装置运转平稳,每一工况后的齿轮箱齿面啮合检查均良好。值得注意的是,测量值的正负号直接影响调整方向和程序计算,需要特别重视。

减速齿轮装置的安装是个较复杂的工程,需要的周期很长,安装状况对减速齿轮装置和主机的性能会产生很大的影响。相对于以前的安装方法,采用平面方程控制精度技术进行减速齿轮装置的安装,方法简单,成本低,而且控制精度高,控制方向准确。

目前,该方法已在舰船建造中成功应用,也可在其它行业的重要设备的安装中推广使用^[4,5]。

参考文献

- [1] 商学怀. 大型中速柴油机及齿轮箱的定位安装[J]. 江南集团技术, 2001(5): 17-20.
- [2] 徐慎明. 大型齿轮箱的安装调试及齿接触检查处理[J]. 江苏冶金, 2003(2): 51-54.
- [3] LEE C M, CURPHEY R M. Prediction of motion, stability, and wave load of small-water-plane-area, twin-hull ships [J]. SNAME, Transactions, 1977, 185: 94-130.
- [4] 吉桂明. 改进的大功率船用减速齿轮箱[J]. 热能动力工程, 2006(1): 61.
- [5] 李有观. 新型船舶推进装置[J]. 航海, 2007(1): 14.