

船舶轴系及螺旋桨的 修造与安装

《船舶钳工工艺》第二分册

《船舶钳工工艺》编写组 编

人 民 交 通 出 版 社

船舶轴系及螺旋桨 的修造与安装

《船舶钳工工艺》第二分册

《船舶钳工工艺》编写组 编

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

《船舶钳工工艺》第一分册为《船舶柴油机曲轴的修造与调整》，第二分册为《船舶轴系及螺旋桨的修造与安装》。本书为第二分册，主要介绍船舶轴系及螺旋桨的制造、修理与安装中有关钳工的各种操作工艺。对于其他工种的工艺，在必要时也作了一些扼要的介绍。

本书内容切合实际，通俗易懂，深入浅出，对各种类型的修造船厂及有关单位都有参考价值。适合于广大修造船厂钳工、技术人员和船舶轮机员阅读，对有关专业院校的师生也是一本较好的参考书。

船舶轴系及螺旋桨的修造与安装

《船舶钳工工艺》第二分册

〈船舶钳工工艺〉编写组 编

人民交通出版社出版

（北京市安定门外和平里）

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 $\frac{1}{16}$ 印张：12.75 字数：296 千

1981年10月 第1版

1981年10月 第1版 第1次印刷

印数：0001—3,100册 定价：1.40 元

前 言

为适应修造船工业的发展和广大修造船厂的钳工、技术、管理人员及船舶轮机员学好技术的需要，我们组织编写了《船舶钳工工艺》第二分册《船舶轴系及螺旋桨的修造与安装》一书。本书主要介绍船舶轴系及螺旋桨的制造、修理与安装中有关钳工的各种操作工艺。对于其他工种的工艺，在必要时也作了一些扼要的介绍。本书内容切合实际，初步总结了广大修造船厂钳工在这方面的生产实践经验，对各种类型的船厂都有参考价值。

本书编写人员（按姓氏笔划）有：邝沛、林剑江、胡毅、屠宛平、黄福兴、鲍光、濮龙根等。全书由谢如松校核，翁启猷统审。由于编者水平所限和各船厂的情况不同，书中错误和不当之处在所难免，希望读者批评指正，以便修订时更改。

本书在编写过程中，曾得到文冲船厂、金陵船厂、新中国船厂、广州远洋公司航修站、大连海运学院、武汉水运工程学院以及上海船厂等的大力支持，并提供了许多宝贵经验和资料，在此一并表示深切的感谢。

〈船舶钳工工艺〉编写组

目 录

第一章 船舶轴系概述.....	1
第二章 轴系的拆检和运转试验.....	13
第一节 轴系的拆检.....	13
一、进坞或上排前的准备工作.....	13
二、螺旋桨的拆卸.....	13
三、尾轴的拆卸和检查.....	16
四、中间轴的拆卸.....	16
五、密封装置的拆卸和检查.....	16
六、尾轴承间隙的测量和检查.....	18
七、中间轴承、推力轴承间隙的测量和检查.....	21
八、尾轴、中间轴及推力轴在车间的检查.....	22
九、轴系最小直径的核算.....	24
第二节 轴系的运转试验.....	25
第三章 轴系零部件的修造与装配.....	29
第一节 轴系零件材料的技术要求.....	29
第二节 尾轴、中间轴及推力轴的修造.....	31
一、机械加工技术要求.....	31
二、尾轴保护套的新制、装配与修理.....	32
三、轴颈堆焊及裂纹的修理.....	38
四、用金属喷镀法修复工作轴颈.....	40
五、尾轴包玻璃钢.....	41
六、键槽的修理及新制键的配合.....	42
七、轴弯曲后的矫正.....	43
八、法兰螺栓孔的钻铰及螺栓的配制.....	44
九、法兰式可拆联轴节的加工和装配.....	50
十、其它型式联轴节的技术要求.....	50
第三节 中间轴承、推力轴承和隔舱填料函的修造.....	52
一、中间轴承的修造.....	52
二、推力轴承的修造.....	59
三、隔舱填料函的修造.....	63
第四节 尾轴管和尾轴轴承的修造.....	65
一、尾轴管与人字架的修造.....	65
二、尾轴轴承的修造.....	68
第五节 尾轴管密封装置的修造及装配.....	78

一、首端密封装置的修造及装配	78
二、尾端密封装置的修造及装配	84
第四章 轴系的安装	103
第一节 概述	103
第二节 轴系理论中心线的确定	104
一、基准点的确定	104
二、拉线法	105
三、光学仪器法	109
四、确定轴系理论中心线中的一些问题	115
第三节 按理论中心线镗孔	116
一、镗孔的技术要求	116
二、镗孔的工艺、设备及注意事项	117
第四节 尾轴管、尾轴和密封装置的安装	121
一、尾轴管的安装	121
二、尾轴的安装	123
三、密封装置的安装	124
第五节 造船时中间轴的对中	126
一、按连接法兰上的偏移和曲折进行对中	126
二、用算法确定轴系安装标准	129
三、按轴承上的实际负荷对中	136
四、利用光学仪器进行对中	142
第六节 修船中的轴系对中	143
一、修理前轴系中心线的质量检查	143
二、修船中轴系的调整	147
第七节 轴系对中的验收要求	150
第八节 轴系安装参考实例	151
一、长江申汉线客轮轴系定位安装工艺(摘要)	151
二、某 400 马力拖轮尾轴管定位工艺	155
三、用环氧树脂安装尾轴管工艺	156
第五章 螺旋桨的修造与安装	158
第一节 基本概念	158
第二节 螺旋桨加工前的检验	160
第三节 螺旋桨锥孔加工及样板制作	161
第四节 螺旋桨叶片的加工和厚度测量	164
一、划线检验	164
二、叶片的加工	165
三、叶片厚度的测量	167
第五节 螺旋桨螺距的测量	169
一、用螺距三角板检验螺距	169
二、用螺距仪测量螺距	170

三、用特制测量工具测量螺距·····	172
四、用土办法测量螺距·····	174
五、在船上测量螺距的方法·····	175
六、叶面为曲面时螺距的修正·····	177
第六节 螺旋桨的静平衡试验 ·····	177
一、试验装置·····	178
二、试验方法·····	178
三、不平衡重量允许值 P 的计算·····	179
四、消除叶片不平衡重量的方法·····	181
第七节 螺旋桨的修理 ·····	182
一、叶片腐蚀和磨损的修理·····	182
二、叶片变形后的修理·····	183
三、叶片裂纹的修理·····	186
四、叶片局部挖补换新·····	186
第八节 锥孔与尾轴锥体的刮配及键与键槽的装配、修理 ·····	187
一、锥孔与尾轴锥体的刮配·····	187
二、键与键槽的装配、修理·····	191
第九节 螺旋桨在船上的安装 ·····	193
一、一般安装法·····	193
二、液压螺母安装法·····	193
三、油压套合法·····	194
四、环氧树脂胶合法·····	195

第一章 船舶轴系概述

船舶轴系的作用是将主机发出的功率传递给螺旋桨；螺旋桨旋转后产生的轴向推力通过轴系传给推力轴承，再由推力轴承传给船体，使船舶前进或后退。因此，船舶轴系是船舶动力装置中的重要组成部分之一。轴系工作的好坏将会直接影响船舶的正常航行，并对主机的运转也有直接关系。所以，轴系的制造、修理与安装都有较高的技术要求，都要符合技术标准的有关规定。

船舶轴系，通常指从主机曲轴末端（或减速齿轮箱末端）法兰开始，到尾轴（或螺旋桨轴）为止的传动装置。其主要部件有：推力轴及其轴承，中间轴及中间轴承，尾轴（或螺旋桨轴）及尾轴承，人字架轴承，尾轴管及密封装置，各轴的联轴节。有些船舶还另有短轴，用来调整轴系长度。此外，还有隔舱填料函等。

轴系的结构种类很多，有常用型螺旋桨推进装置轴系；可调螺距螺旋桨推进装置轴系；双反转螺旋桨推进装置轴系；可回转式螺旋桨推进装置轴系等。它们相互之间区别很大，各不相同。但就目前我国民用船舶来看，除工程船舶与内河某些小船之外，大多数属于常用型螺旋桨推进装置轴系。因此，本书仅介绍常用型螺旋桨推进装置轴系的修造与安装工艺。

在民用船舶中，通常采用单轴系或双轴系，而客轮一般为双轴系。单轴系位于船中纵剖面上，而双轴系则位于船的两侧，并相互对称。双轴系船舶的操纵性能比较好，动力装置的生命力比较强，用于内河居多。但双轴系船舶的结构较复杂，建造和修理的工作量大，成本也高。

根据主机及螺旋桨布置的要求，有时轴线与基线成倾斜角 α 或与纵剖面成偏斜角 β 。轴系的倾斜给主机带来不良的工作状态，降低了螺旋桨的有效推力。为了使螺旋桨有效推力不致显著下降，以及保证主机工作的安全可靠，一般 α 角限制在 $0\sim 5^\circ$ 之间，而 β 角限制在 $0\sim 3^\circ$ 之间。对于一般快艇，由于条件的限制， α 角可达 $12\sim 16^\circ$ ，但很少超过 16° 。对于单轴系船舶，通常轴线与基线（或龙骨线）是平行的，即 $\alpha = 0^\circ$ ，但双轴系船舶则很少能满足无倾斜角的。

在船舶总体设计时，机舱可以布置在中部，也可以布置在尾部。当机舱布置在中部时，轴系就比较长；当机舱布置在尾部时，轴系就比较短。一般来说，具有两根或两根以上中间轴的轴系称为长轴系；具有一根或者没有中间轴的轴系称为短轴系。长轴系的柔性比较好，比较容易调整，但调整、安装的工作量大。短轴系的刚性比较大，安装的要求也就高一些。

双轴系船舶，左右主机回转方向必须相反，当船舶在正车前进时，右舷主机一般为右转，而左舷主机为左转。如果主机回转方向一致，则可通过换向机构来实现。当一台主机驱动左右两套轴系时，也可安装换向机构来使左右轴系反向旋转。

当主机或减速箱内部设有推力轴承时，轴系就可以不必设置独立的推力轴承了。推力轴及其轴承的作用有两点：①承受螺旋桨所产生的轴向推力，并传递给船体，使船舶产生运动；②防止螺旋桨产生的轴向推力直接推动主机曲轴，使曲轴发生移动及歪斜，而损坏主机的机件。

常见的推力轴承有两种结构型式，一种是旧船上常见的马蹄片式推力轴承，另一种是单环推力轴承（又称米歇尔式推力轴承）。前者已被淘汰。

隔舱填料函的作用是在轴系通过舱壁时，使舱壁保持水密，以保证船舶的抗沉性。当机舱布置在尾部时，就不用隔舱填料函。

中小型船舶，尾轴在拆装时通常从尾部向外抽出和塞入，所以尾轴首端就要用可拆联轴节与中间轴相连接。如果尾轴向舱内拆装，则尾轴和中间轴都可制成固定连接法兰。

在双轴系船舶中，轴系一般带有刹车机构，这是为了在航行中需要停下某一套动力装置时，就用刹车机构把它刹住，使轴系不因水流影响而转动。此外，刹车机构也可以帮助主机缩短换向时间。

尾轴管一般都有前后两个轴承，前轴承短，后轴承较长。有的大型船舶尾轴管比较短，因此只设置一个尾管轴承。这时，尾轴首端往往设置一个中间轴承式的前轴承，便于维护管理。也有些船舶的尾轴管较长，设有三个尾管轴承。尾管轴承绝大多数采用滑动轴承。当尾管轴承采用铁梨木、橡胶、层压板和尼龙等材料时，则用水作为冷却润滑剂。这时，尾轴通常都用铜质保护套或玻璃钢保护层来保护尾轴轴颈，以防止水对尾轴的锈蚀。在老式船上多采用舷外水自然冷却，这种冷却方式容易造成水流不畅的“死角”，又往往由于泥沙进入尾轴管而造成轴和轴承的急剧磨损。因此，现代的船舶都已采用压力水强制润滑冷却，以克服上述缺点。当尾轴管内采用白合金轴承时，均用润滑油来润滑冷却，这时尾轴管首尾端都设有密封装置。有些用碎布层压塑料做的尾管轴承，也用滑油来润滑，可减少磨损。近来有些船舶上的尾管轴承和中间轴承采用了球面支座自动调位的滑动轴承，这种轴承能够对船体变形给以有效的补偿，大大减轻了轴承因船体变形而产生的附加负荷。尾管轴承也有采用滚动轴承的。

中间轴承大多数采用白合金的滑动轴承，但也有采用滚动轴承的。滚动轴承的摩擦系数小，因此轴系的机械损失少一些。当采用滚动轴承时，各中间轴和尾轴一端的连接法兰必须制成可拆联轴节，以便于滚动轴承的拆装。中间轴承均用滑油润滑，用冷却水（在管子内）再来冷却滑油。

轴系的可拆联轴节的结构形式很多，常见的有：圆锥（或圆柱）形螺栓可拆联轴节、液压联轴节、夹壳联轴节、挠性联轴节等。而挠性联轴节又有弹性圆柱销联轴节、轮胎联轴节、圆筒橡皮联轴节及十字滑块联轴节等。

当尾轴伸出船体外的长度较长时，就需要用一个人字架给以支承，这通常在双轴系船舶上采用。人字架轴承通常为滑动轴承。

尾轴管两端的密封装置，也有各种不同的结构型式。常见的有：橡皮环式密封装置、橡皮筒式端面密封装置、金属环式密封装置及首端填料函密封装置等（详见第三章）。

轴系的部件比较大，因此加工的设备也相应的要大。轴系在制造、修理和安装上都是比较复杂的，同时也比较困难。如果安装质量达不到要求，会使轴系在运转中加速磨损，甚至在运转时发生尾轴管漏油，轴承过热及振动严重，迫使船舶停航。更为严重的是在运转中尾轴折断，螺旋桨掉入江海中，影响主机工作效能和船舶安全航行。因此，在轴系制造、修理及安装过程中必须保证质量，符合有关技术标准的要求。

下面介绍几种典型的轴系结构布置实例。

1. 万吨远洋货轮的轴系：

图1-1a)为某万吨远洋货轮的轴系布置图。其特点：单轴系，主机带有推力轴承，尾管

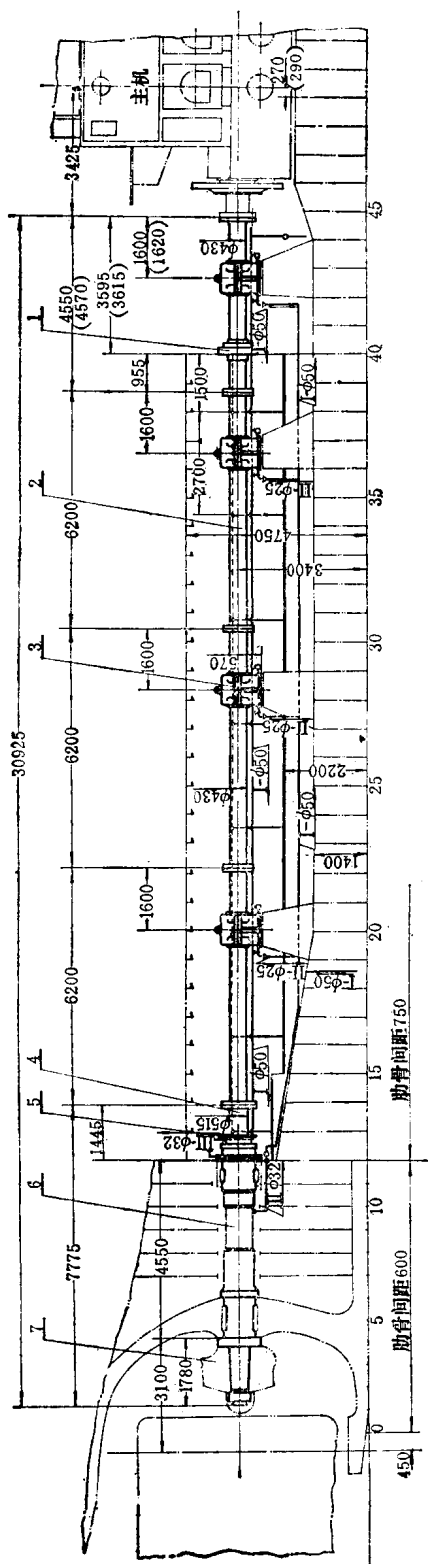


图1-1a) 某万吨货轮轴系布置图

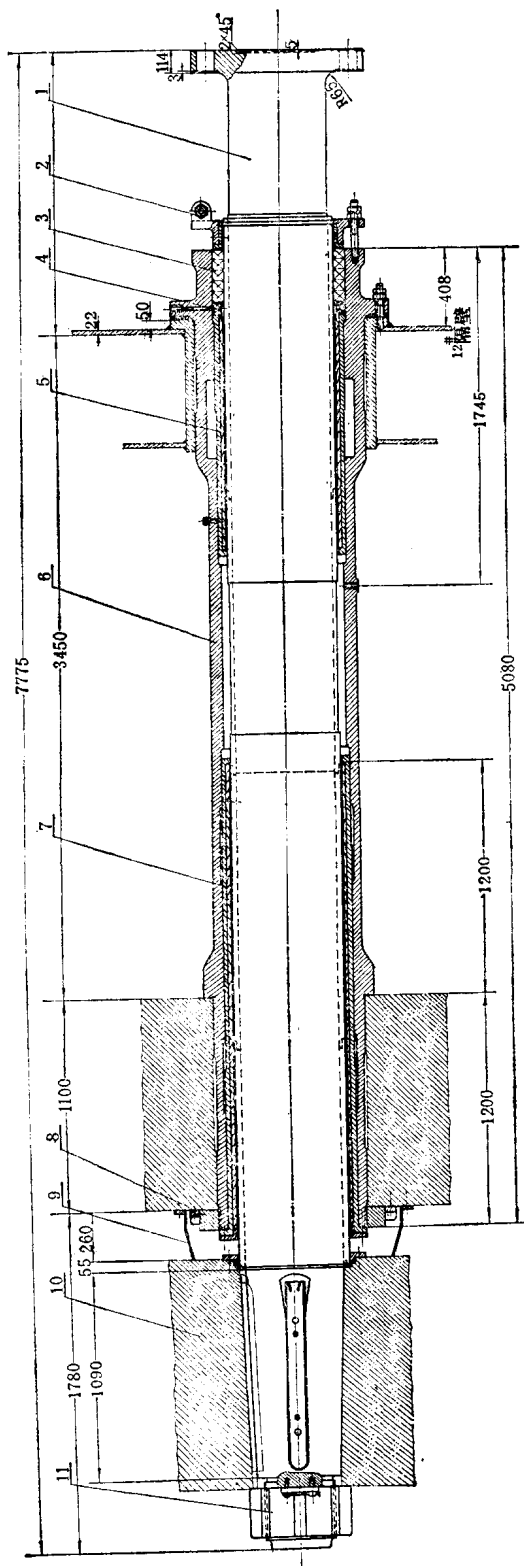


图1-1b) 某万吨货轮尾轴尾管结构

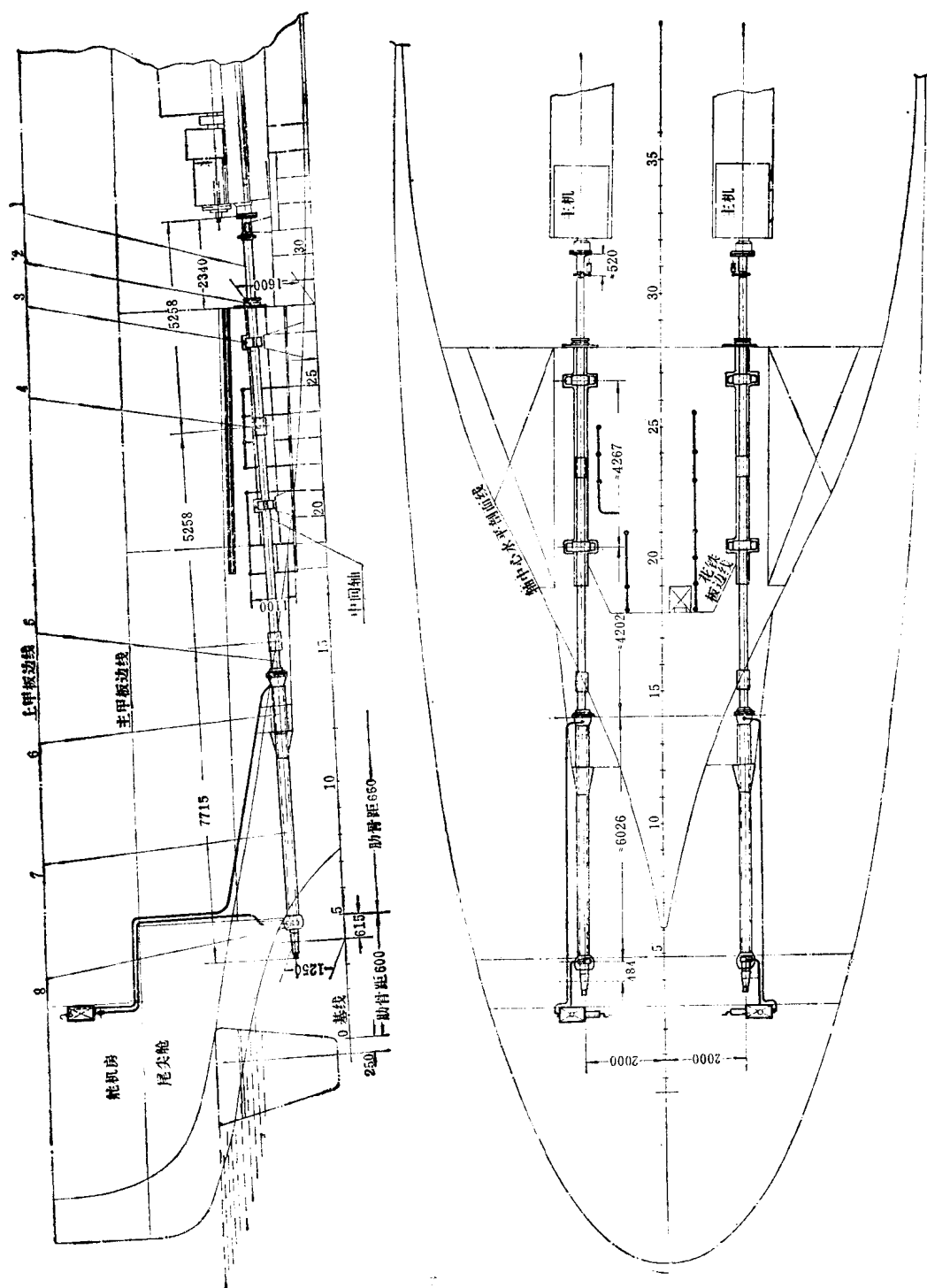


图1-2a) 某3000吨沿海客货轮的轴系布置图

1-中间轴; 2-艏艙填料函; 3-滚动式中间轴承; 4-液压联轴节; 5-尾轴; 6-尾轴管; 7-黑油管; 8-人字架

轴承采用铁梨木轴承，用压力水强制润滑冷却，尾轴管首端用填料函密封。图1-1b)为该轮的尾轴尾管结构图。

2. 3000吨沿海客货轮的轴系：

图1-2a)是某3000吨沿海客货轮的轴系布置图。其特点是：采用双轴系，主机带有推力轴承。中间轴与中间轴及尾轴的连接均采用液压联轴节。中间轴承与尾管轴承以及人字架轴承都是滚子轴承。由于尾轴伸出船外的距离较长，所以设有人字架。尾轴管首端与人字架尾端都采用石墨环端面密封装置。图1-2b)为该轮的尾轴尾管结构图。

3. 长江4000马力客轮的轴系：

图1-3a)为4000马力客轮的轴系布置图。其特点是：采用双轴系，具有独立的推力轴承，尾轴首端用可拆联轴节与中间轴相连。设有人字架。尾管轴承和人字架轴承都采用白合金轴承，用滑油进行润滑和冷却。尾管首端和人字架尾端都设有橡皮筒式端面密封装置。图1-3b)为该轮的尾轴尾管结构图。

4. 900马力港作拖轮的轴系：

图1-4a)是900马力港作拖轮的轴系布置图。其特点是：采用单轴系，具有独立的推力轴承。尾轴首端有可拆联轴节。尾管轴承是白合金的，用滑油润滑。尾轴管首端用填料函密封。尾端用金属环式密封装置。设有导流管以增加螺旋桨的推力。图1-4b)为该型船舶的尾轴尾管结构图。

5. 400马力沿海拖轮的轴系：

图1-5a)为400马力沿海拖轮的轴系布置图。其特点是采用单列短轴系。具有独立的推力轴承。尾轴首端有可拆联轴节。尾轴承是白合金的，用滑油润滑。尾轴管首尾端都采用橡皮环式密封装置。整流帽与尾轴螺母合为一体。该轮还设有转动导流管，以增加螺旋桨的推力。图1-5b)为该型拖轮的尾轴尾管结构图。

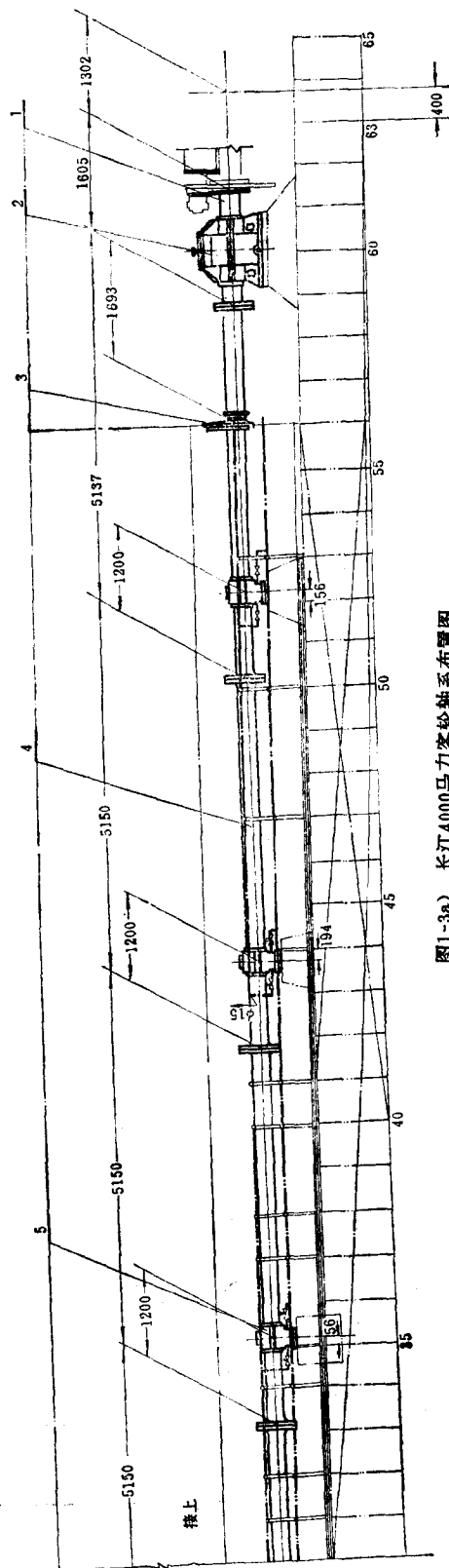
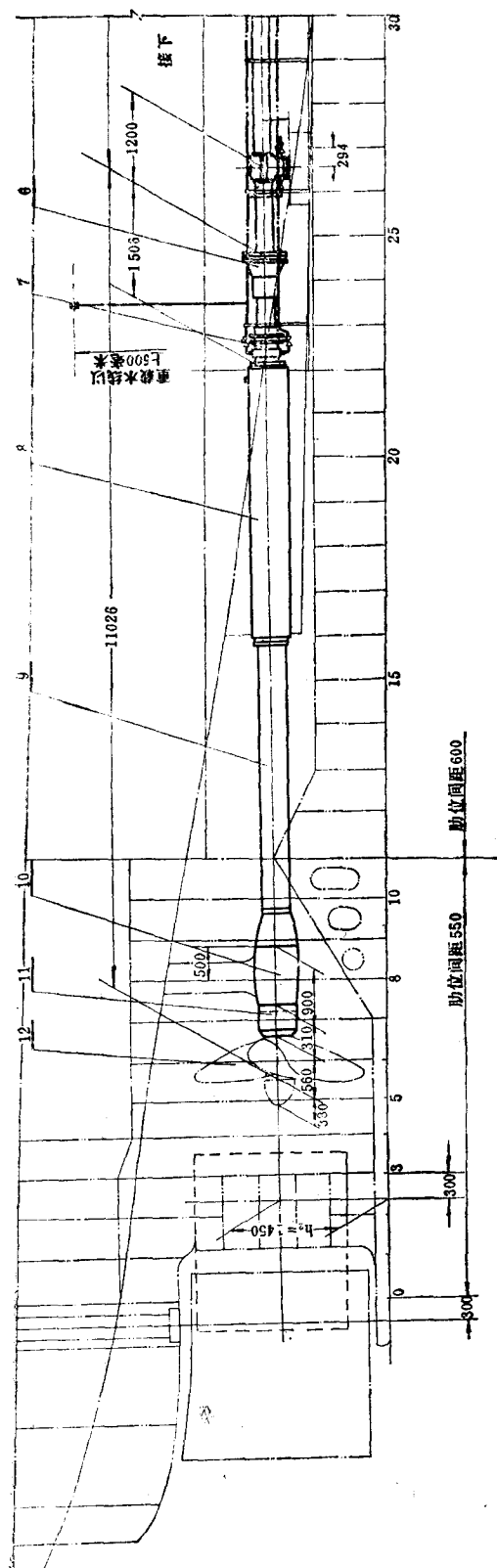


图1-3a) 长江4000马力螺旋轴系布置图

1-推力轴, 2-推力轴承, 3-隔舱填料函, 4-中间轴, 5-中间轴, 6-可拆联轴器, 7-密封装置, 8-尾轴管, 9-黑油管, 10-人字架, 11-保护罩, 12-螺旋桨

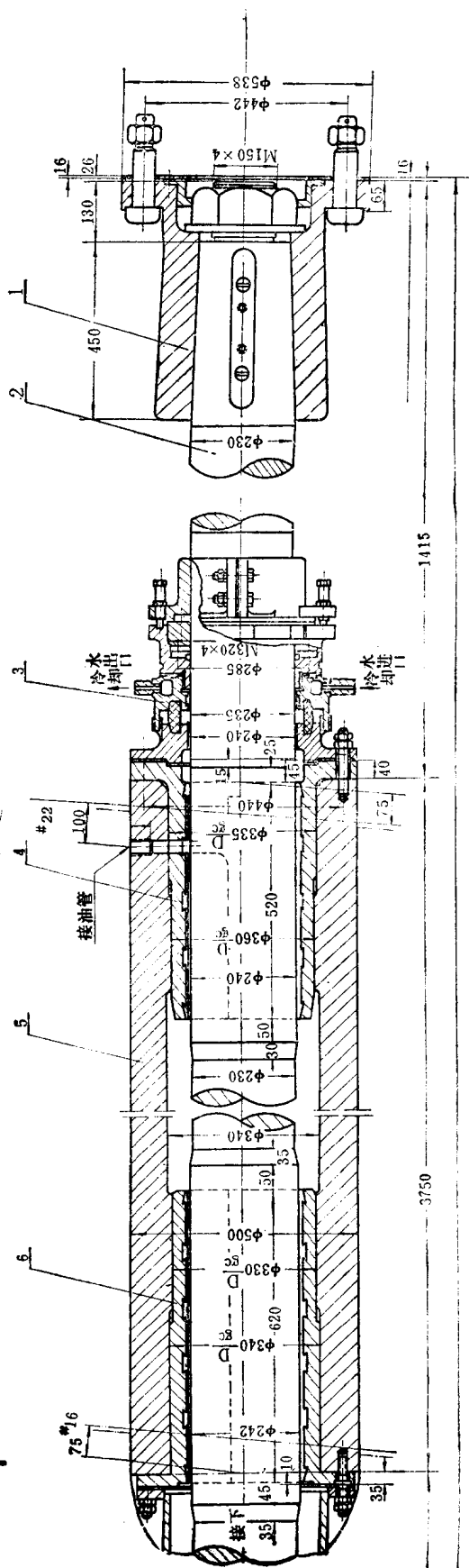


图1-3b) 4000马力客轮尾轴尾管结构图

1-可拆联轴节; 2-尾轴; 3-尾管前轴承; 4-尾管密封装置; 5-尾轴管; 6-尾管后轴承; 7-黑油管; 8-人字架轴承; 9-人字架; 10-人字架尾端密封装置; 11-螺旋桨; 12-尾轴螺母

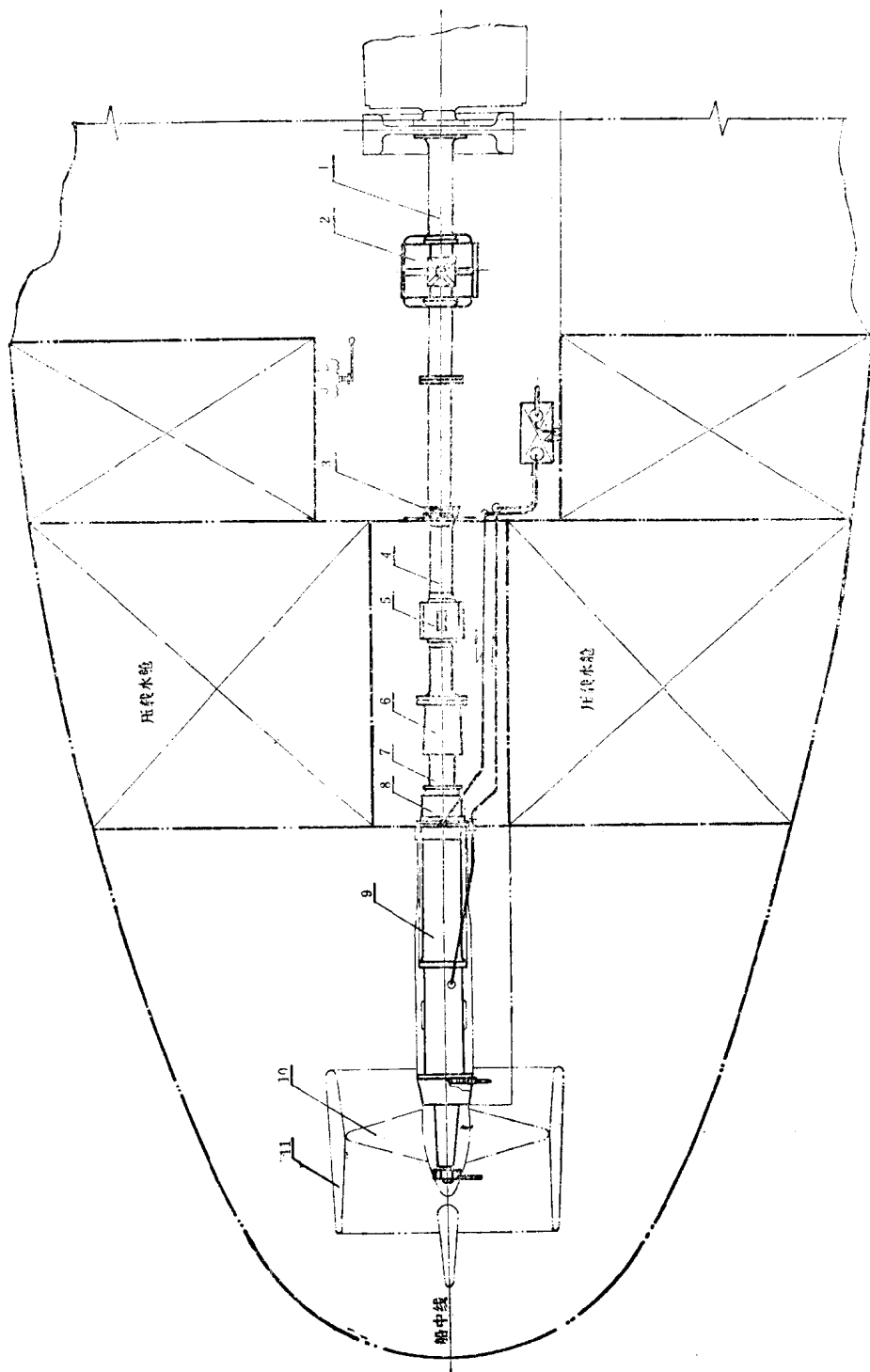


图1-4a) 某900马力港作拖轮轴系布置图
 1-推力轴; 2-推力轴承; 3-隔舱填料函; 4-中间轴; 5-中间轴承; 6-可拆联轴器; 7-尾轴; 8-尾轴管填料函; 9-尾轴承; 10-螺旋桨; 11-导流管

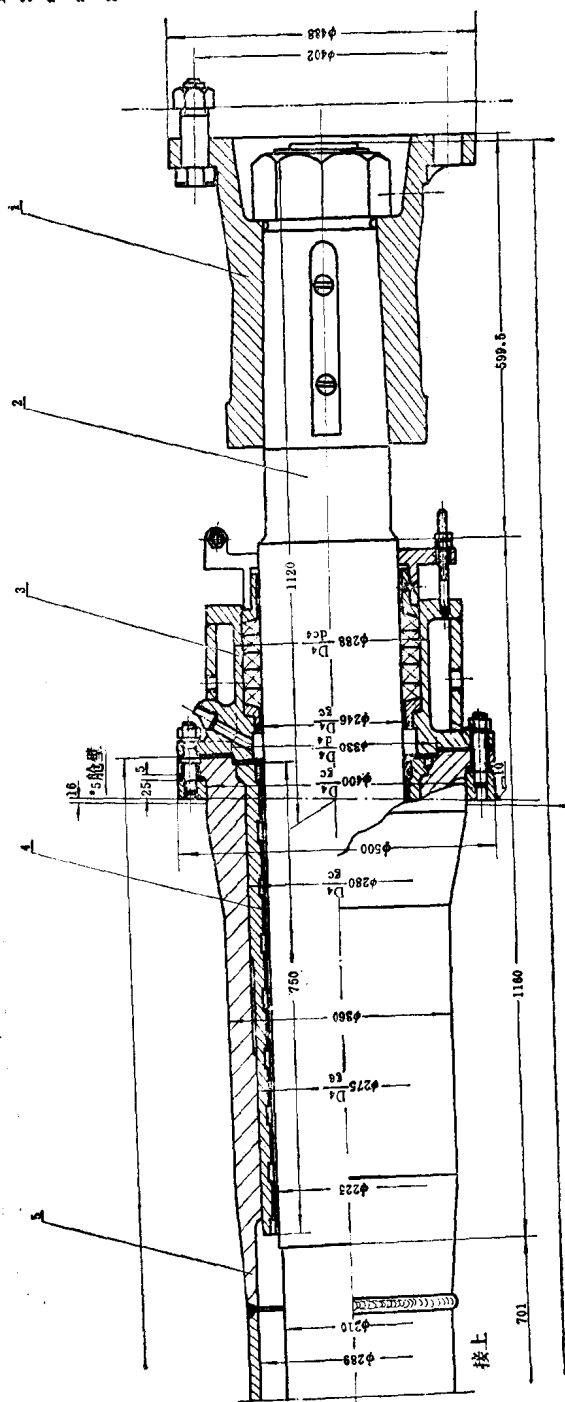
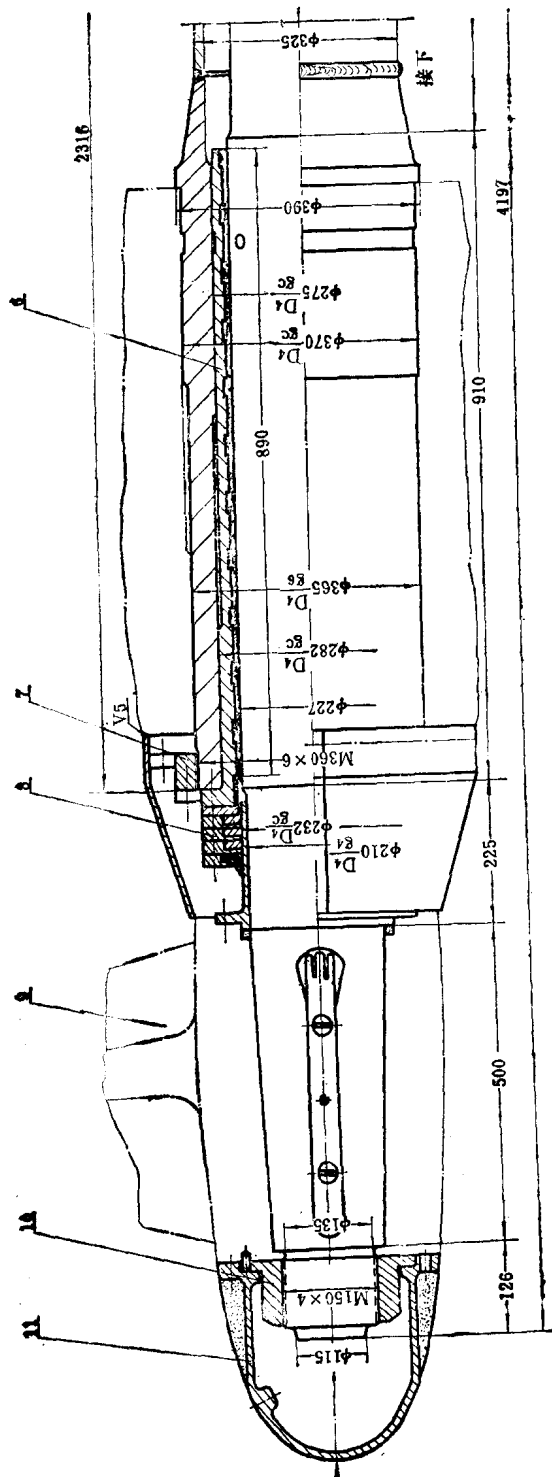


图1-4b 900马力港作

拖轮尾轴尾管结构图
1-可拆联轴器, 2-尾轴,
3-尾轴管填料函, 4-尾
管前轴承, 5-尾轴管, 6-尾
管后轴承, 7-尾管螺母,
8-密封装置, 9-螺旋桨,
10-尾轴螺母, 11-整流帽