



R32

中华人民共和国船舶行业标准

CB/T 3416~3429—92

船舶轴系、螺旋桨和舵系
修理技术标准

1992-11-03 发布

1993-05-01 实施

中国船舶工业总公司 发布

中华人民共和国船舶行业标准

船舶尾轴、中间轴、推力轴 及联轴器修理技术要求

CB/T 3417—92

分类号:R32

1 主题内容与适用范围

本标准规定了钢质船舶尾轴、中间轴、推力轴及联轴器修理技术要求。

本标准适用于海洋航行的钢质船舶,内河航行和其他类型船舶轴系修理时亦可参照执行。

2 引用标准

《钢质海船入级与建造规范》 1989 年 中华人民共和国船舶检验局

《内河钢船建造规范》 1991 年 中华人民共和国船舶检验局

3 船轴校调加工技术要求

中国船舶工业总公司 1992-11-03 批准

1993-05-01 实施

3.1 船轴轴颈的圆度、圆柱度

3.1.1 船舶尾轴、中间轴、推力轴等轴颈因磨损锈蚀而产生的圆度、圆柱度公差值和光车修理后的圆度、圆柱度公差值按表1规定。

表 1 mm

轴径 d	中间轴、推力轴 磨损极限		尾 轴 磨 损 极 限				光 车 修理后
	圆度	圆柱度	圆 度		圆 柱 度		圆 度 圆柱度
			油润滑	开 式 水润滑	油润滑	开 式 水润滑	
≤80	0.08	0.09	0.10	0.13	0.13	0.15	0.010
>80~120	0.09	0.10	0.12	0.15	0.15	0.18	0.010
>120~180	0.10	0.12	0.14	0.17	0.17	0.22	0.015
>180~260	0.12	0.14	0.16	0.20	0.20	0.28	0.015
>260~360	0.14	0.16	0.18	0.23	0.23	0.36	0.020
>360~500	0.16	0.19	0.20	0.27	0.26	0.45	0.020
>500~700	0.18	0.23	0.23	0.32	0.29	0.55	0.025

注：工作轴颈的圆度与圆柱度磨损极限值，指在更换轴承时对不经加工的工作轴颈的要求。

3.1.2 非工作轴颈的圆度公差值不得大于表1规定值的2.5倍。

3.1.3 工作轴颈长度大于轴颈时，每增加100mm，圆柱度公差值可增加0.005mm。

3.1.4 经光车修理的尾轴，其工作轴颈最小允许车至非工作

CB/T 3417—92

轴颈的外径尺寸。

3.2 船轴轴颈的径向圆跳动

3.2.1 船轴轴颈的径向圆跳动公差值按表 2 规定。

表 2 mm

轴长与工作 轴径之比 L/d	工作轴颈及锥体部分		非工作轴颈	
	极限跳动	光车修理后	极限跳动	光车修理后
≤ 20	0.12	0.03	0.36	0.12
$> 20 \sim 35$	0.16	0.04	0.48	0.16
$> 35 \sim 50$	0.20	0.05	0.65	0.20
$> 50 \sim 65$	0.24	0.07	0.72	0.24
$> 65 \sim 80$	0.28	0.09	0.84	0.28
$> 80 \sim 95$	0.32	0.12	0.96	0.32

3.2.2 人字架尾管结构型式的尾轴浆端锥部修理时,其径向圆跳动量可适当放大。

3.2.3 位于中间的工作轴颈径向圆跳动量可适当放大。

3.2.4 当 L/d 大于 20 时,只允许在船轴中间部位架设一个中心架托住验收。

3.3 船轴联接法兰径向圆跳动及端面跳动量

3.3.1 船轴联接法兰径向圆跳动及端面跳动量按表 3 规定。

表 3 mm

法兰外径 D	径向极限跳动	端面极限跳动	光车后径向 及端面跳动量
≤ 120	0.10	0.05	0.02
$> 120 \sim 180$	0.12	0.06	0.02
$> 180 \sim 260$	0.14	0.07	0.02
$> 260 \sim 360$	0.16	0.08	0.03
$> 360 \sim 500$	0.18	0.09	0.03
$> 500 \sim 700$	0.20	0.10	0.03
> 700	0.24	0.12	0.04

3.3.2 船轴联接法兰定位凸肩的径向跳动量,不得超过表 3 的规定。

3.3.3 船轴联接法兰端面不得有凸度,但允许有 0.03~0.05mm 深的凹陷。

3.3.4 推力轴前、后端法兰平面的端面跳动量,其径向每 100mm 不得超过 0.005mm,且总量不应超过 0.03mm。

3.3.5 推力环工作面的端面跳动量,其径向每 100mm 不得超过 0.005mm,且总量不应超过 0.05mm。

3.3.6 推力环厚度偏差不得大于 0.03mm,平面与轴线垂直度公差值不得大于 0.04mm。

3.3.7 船轴联接法兰局部碰伤时,允许修复呈局部凹陷,继续使用。

3.4 轴键槽和平键

3.4.1 船舶修理时尾轴键槽损坏、锈蚀的面积不超过其工作

CB/T 3417—92

面积的 15% 时允许修整, 但当超过 15% 时必须重新铣直加宽。

3.4.2 键槽加工后宽度应一致。在任何位置测量时, 其误差应不大于 0.02~0.05mm (视键宽而定)。键槽极限宽度为锥体平均直径的 0.33 倍。

3.4.3 键槽加宽时, 前后深度应不变, 高度应一致。在任何位置测量时, 每 10mm 高误差不超过 0.10mm, 且总量最大不得超过 0.25mm。

3.4.4 键槽加工后各侧面底部处应有圆角。与螺旋桨相配之键槽首端应制成雪橇形, 当轴径 d 大于 500mm 时应制成匙式雪橇形, 见图 1。

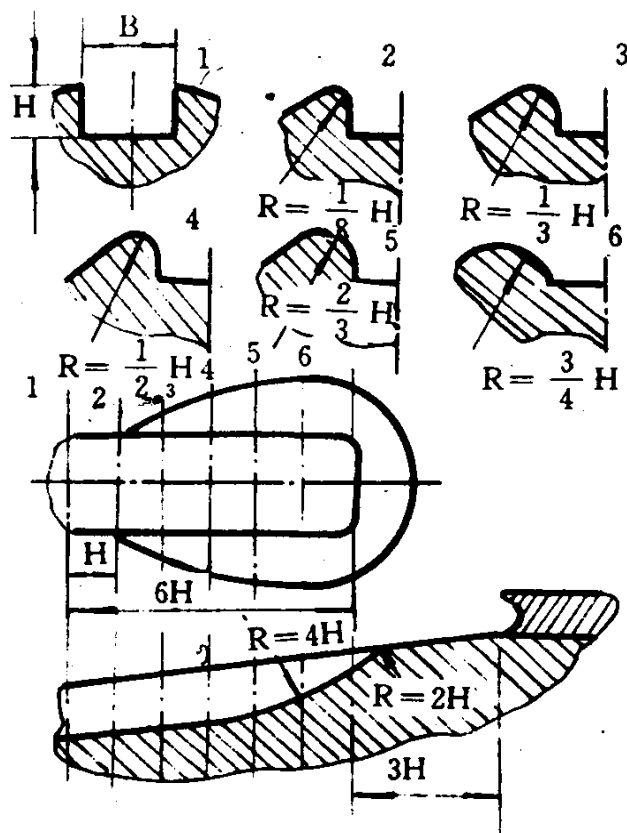


图 1

3.4.5 键槽两侧面应与轴中心线平行。平行度公差值每100mm长不得超过0.01mm,且总量应不超过0.05mm。

3.4.6 键槽和平键加构后两侧面应光洁平直。检查时应插不进0.05mm塞尺,对局部位位置塞尺插入段的长度不得超过键槽总长的15%。对雪橇形平键,当宽度 b 大于60mm时,应开弹性减压槽,见图2。

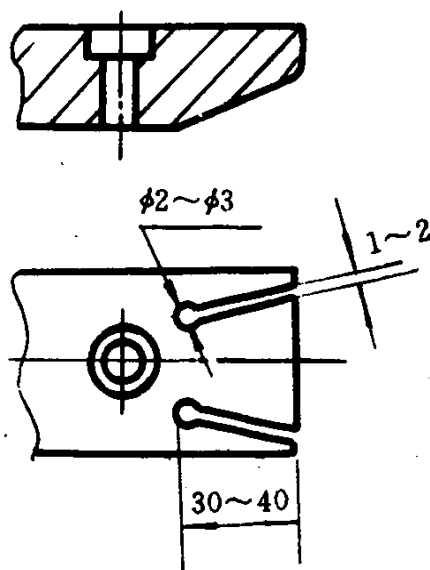


图 2

3.4.7 平键两侧允许做成阶梯形,上下偏移量不得超过键宽的5%,且最大不得超过3mm。

3.5 尾轴上的螺纹应光洁。在与螺母旋合时,不应有可感觉到的松动,用板手可顺利旋拧到底。修理尾轴的螺纹轻度碰伤时,允许锉削理正继续使用。碰损较重者,则应车削加工修复。此时,须注意检查螺母松动情况。对螺纹严重损伤或烂蚀,应考虑更新螺母进行修理。此时若螺纹直径减少较多时,应考虑进行强度校核。

CB/T 3417—92

3.6 船轴光车修理后,其各相应部位的表面粗糙度要求见图3所示。

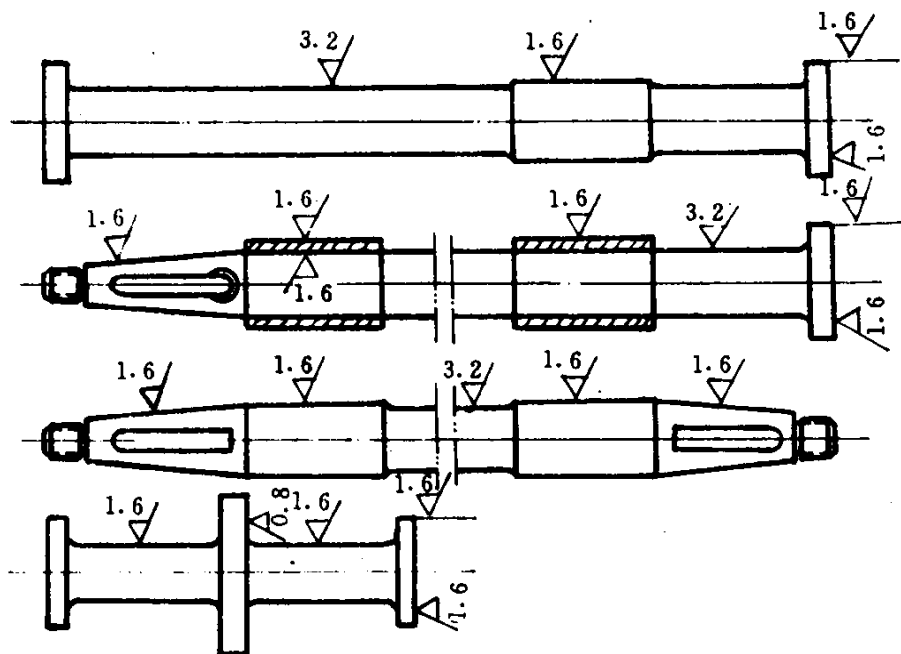


图 3

4 船轴修复技术要求

- 4.1 换新之船轴及联轴器等部件,其材料牌号、材质及热处理等要求,视船舶航行区域不同,应分别符合《钢质海船入级、与建造规范》或《内河钢船建造规范》有关条文的规定。
- 4.2 对小型及内河船舶,船轴轴颈磨损后,在保证轴强度的情况下,允许用堆焊或镶钢套的方法来增大轴颈。
- 4.3 采用堆焊修理轴颈及锥体时,在堆焊部位应进行预热,

且加热温度要均匀,非加热部分要用湿石棉或石棉泥包复。预热温度按照表 4 的规定控制。焊后应进行退火处理,以消除焊接应力。

表 4

轴材含碳量 %	≤ 0.2	$> 0.2 \sim 0.3$	$> 0.3 \sim 0.4$
堆焊预热温度 ℃	100~120	$> 120 \sim 150$	$> 150 \sim 250$

4.4 采用热套方式镶钢套修复轴颈时,钢套的材料性能应与该轴的材料相近,钢套的最小厚度 t 按表 5 规定。

表 5

	mm					
轴径 d	≤ 80	> 80 ~ 120	> 120 ~ 180	> 180 ~ 260	> 260 ~ 360	> 360 ~ 500
最小厚度 t	6	7	8	10	12	15

4.5 采用两个半圆钢套修复轴颈时,钢套内孔与轴颈应采用间隙配合,其值为 $0.04 \sim 0.08 \text{ mm}$ 。钢套在内孔加工后应切成两半块,并在每半块相应部位钻出直径为 $(1.5 \sim 2)t$ (t 为钢套厚度, mm) 的塞焊孔 $4 \sim 6$ 个,然后将两半钢套纵向焊接在轴颈上,再将钢套上的孔焊满,以防松动。钢套焊接时,应避免采用圆周向焊缝,焊后应进行退火处理。

4.6 允许用金属喷涂法来增大船轴的工作轴颈。金属喷涂必须按规定的操作工艺进行。喷涂层应均匀,与基体的结合必须牢固,其喷涂厚度不应超过 3 mm 。必要时,应在喷涂前对光车后的轴颈进行强度校核。

4.7 对船轴表面裂纹修复时,可用着色法、磁粉探伤、超声波

CB/T 3417—92

等无损探伤或钻孔法检查裂纹的长度及深度。当裂纹深度不大于轴径的 5%、长度不大于轴径的 10% 时,允许采用焊补法进行修复。焊补时应采取经认可的合理工艺,焊后应进行保温使其缓冷。对线性尺寸小于 $1/15 d$ (d 为轴径,mm) 的短小裂纹允许采用挖修、打磨光滑的方法修复。

4.8 对尾轴浆端锥体锈蚀修复时,如锈蚀呈圆弧形,且个别锈蚀处锈蚀长度不大于该圆周长的 $1/8$ 、蚀深不超过轴径的 3% 或较长锈蚀处锈蚀长度不大于圆周长的 $1/3$ 、蚀深不超过轴径的 2% 或船轴整个圆周锈蚀深度平均值不超过轴径的 1.5% 时,经清理检查后允许继续使用。

当锈蚀呈尖角状,应仔细检查其深度与周向长度,然后将其修锉或光车成圆弧状,并经探伤检查,凡符合上述继续使用条件时允许继续使用。

船轴修复时,若因锥部改车而使锥体尺寸变化较大时,可在相应部位堆焊。且堆焊层应在圆柱部位延长 25~30mm。

4.9 船轴修复时若轴的弯曲量不超过表 6 中所示数值时,允许在机械加工阶段将轴矫直,可以不进行退火处理。

表 6

长度与轴 径比 L/d	≤ 20	> 20 ~35	> 35 ~50	> 50 ~65	> 65 ~80	> 80 ~100	> 100
每米轴长 的弯度 mm	0.3	0.4	0.5	0.7	1.0	1.25	1.5

5 尾轴轴套及保护层的修理和更换

5.1 轴套的更换

5.1.1 轴套上有裂纹、严重磨损或多次修理、光车,致使轴套减薄过多,与尾轴配合松动以及铜套接缝处松弛、渗水等缺陷都应更换轴套。

5.1.2 更换轴套前,应对轴的本体进行仔细检查和测量,必要时应光车轴的本体。

5.2 尾轴铜套材料及材质检查

5.2.1 铜套材料为 ZCuSn10Zn2。对于小型及内河船舶亦可采用 ZCuSn5Pb5Zn5 或 ZCuZn40Mn2。

5.2.2 铜套不允许有裂纹、密集气孔、疏松和砂眼等缺陷,对于缺陷不大的铜套允许修补后使用。

5.2.3 铜套经粗加工后,套装在轴上之前,应进行水压试验。试验压力为 0.2MPa。5min 内不得有任何渗漏。水压试验后,铜套表面产生渗漏的个别小空隙,在精加工前,允许用焊补法修复。处理后应再做水压试验。铜套粗加工后内孔留余量 2~4mm,外圆为 4~6mm。

5.3 尾轴铜套加工及套合

5.3.1 铜套内孔精加工后的表面粗糙度 $Ra \leq 1.6\mu m$ 。其圆度和圆柱度公差值不得大于表7的规定。

表 7 mm

轴径 d	≤ 120	$> 120 \sim 180$	$> 180 \sim 260$	$> 260 \sim 360$	$> 360 \sim 500$	> 500
圆 度	0.020	0.025	0.030	0.035	0.040	0.050
圆柱度	0.025	0.030	0.035	0.040	0.045	0.050

5.3.2 铜套与尾轴配合的过盈量按表8规定。

CB/T 3417—92

表 8

轴径 d mm	≤ 120	>120 ~ 180	>180 ~ 260	>260 ~ 360	>360 ~ 500	>500 ~ 700
过盈百分比 %	0.12 ~ 0.13	0.11 ~ 0.12	0.10 ~ 0.11	0.09 ~ 0.10	0.08 ~ 0.09	0.07 ~ 0.08
过盈量 mm	0.10 ~ 0.14	0.14 ~ 0.20	0.20 ~ 0.26	0.26 ~ 0.32	0.32 ~ 0.40	0.40 ~ 0.50

5.3.3 铜套热套时的加热温度不得超过 350°C ，并要求加热均匀，防止铜套变形。套合后应检查其紧密性，不紧密区域的面积应不大于 $0.05d^2$ （ d —轴径），不多于2~3处，而且不在同一母线上。在距离尾轴锥体端70mm的长度上，严禁有不紧密的区域存在。不允许采用螺钉、键、销或其它止动钉的办法来固定铜套。

5.3.4 铜套首尾两端应车有卸荷槽，见图4。铜套端部与非金属保护层相接部位的形状见图8和图9，其要求见相应条款。

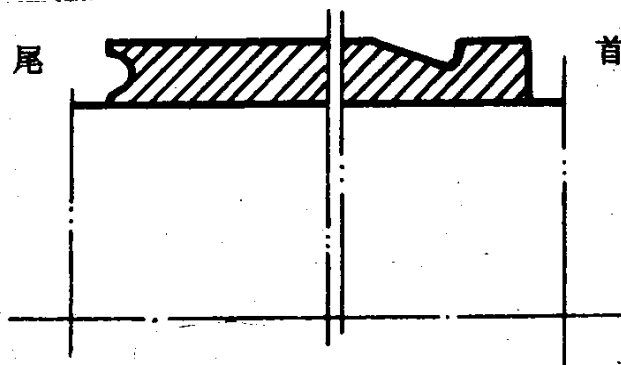


图 4

5.4 铜套接缝搭口要求

5.4.1 在铸造、装配条件许可时，应采用整体铸造的铜套。分

两段或三段制造的铜套其接缝应避免置于工作轴颈部位,最好距工作轴颈边缘50~100mm以外(其值视轴径大小而定)。搭接处热套过盈量应为铜套与轴配合过盈量的110%~120%。

5.4.2 铜套接缝处允许用氩弧焊填补。焊条材料应与铜套材料基本相同,并应采取合理的焊工艺,避免影响套合质量。

5.4.3 非焊接的接缝必须采用搭接缝。对搭接缝可采用焊填锡补,搭口应车成燕尾槽,见图5。也可采用机械滚压法予以滚压接平,见图6,或将搭口处车成如图7的形式,再用环氧树脂将接缝搭口处填满补平。

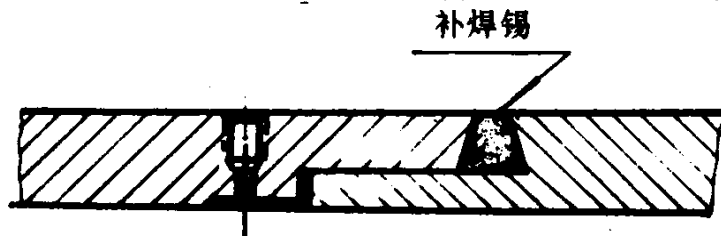


图 5

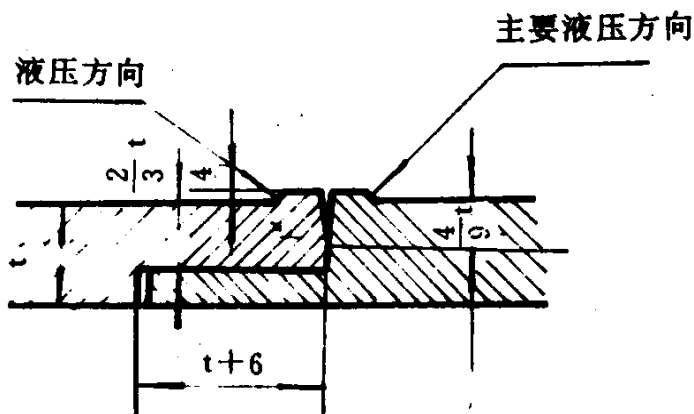


图 6

CB/T 3417—92

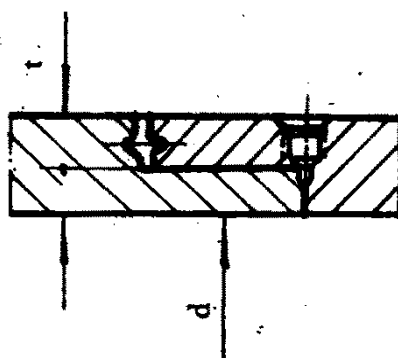


图 7

5.4.4 分段套合的铜套必须保证接缝搭口处的水密性。铜套接缝处填补完成后应进行油压试验，试验压力为0.2MPa。试验合格后应将泵油处用红丹白漆充塞捻抹，并用材质与铜套相同的螺塞闷堵修妥。

5.5 铜套厚度

尾轴铜套厚度要求按表9规定。填料函部位铜套的极限厚度要求可按表9放低25%。

表 9 mm

新制铜套 最小厚度	非工作轴颈 部位厚度	光车修理 时厚度	极限厚度
$\geq 0.03d + 7.5$	$\geq 0.75t$	$\geq 0.02d + 5$	$0.015d + 3.5$

注：d—轴径，mm。

5.6 轴套修理

5.6.1 铜套上有局部裂纹或局部磨损严重，允许只更换损坏部分。其接缝处要求应符合5.4条的规定。

5.6.2 不允许焊补修复已套装在尾轴上的铜套。

5.6.3 为延长铜套使用寿命,光车尾轴时,允许在工作轴颈部分残留磨痕。磨痕深度视轴颈大小,一般在 $0.20\sim 0.40\text{mm}$ 范围,面积不大于 $0.25d^2$ 。填料函部位轴套处的磨痕,允许残留,可不必光直。

5.7 尾轴非工作轴颈的玻璃钢保护层

5.7.1 铜套接触保护层的一端应车成倒向锯齿形,以保证包复后的水密性,见图8。包扎部分轴颈表面粗糙度 $Ra \leq 6.3\mu\text{m}$ 。包扎前应彻底清除油污或锈斑。

5.7.2 包扎玻璃带时,其卷向应与螺旋桨正车时的转向相反,应从尾端向首端包扎。玻璃带的重迭层不少于4层,每圈重迭为 $15\sim 20\text{mm}$ 。

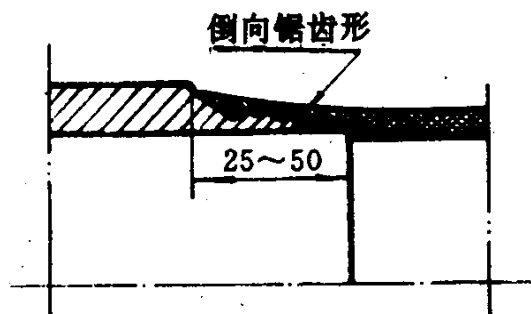


图 8

5.7.3 在包扎过程中应随时将气泡挤出。硬化后严禁有连续气泡存在,表面应光洁无毛刺。端部与铜套胶合应紧密、良好,无脱壳现象。

5.7.4 修理尾轴时,对玻璃钢接头不良、局部破损、脱壳、泛锈黄和膨胀等现象均应予以修补。允许采用局部环氧树脂或在某一段进行包扎的方法修补。

5.7.5 对尾轴玻璃钢保护层,严禁硬物冲击或碰撞;严禁与有腐蚀性介质接触;在吊运时,严禁在玻璃钢处直接缠钢丝

CB/T 3417—92

绳。

5.8 尾轴非工作轴颈的橡胶保护层

5.8.1 铜套接触保护层的一端应车成反向内锥孔,见图9。包扎部分轴颈表面粗糙度 $Ra \leq 6.3\mu m$, 并应彻底清除油污和锈斑。

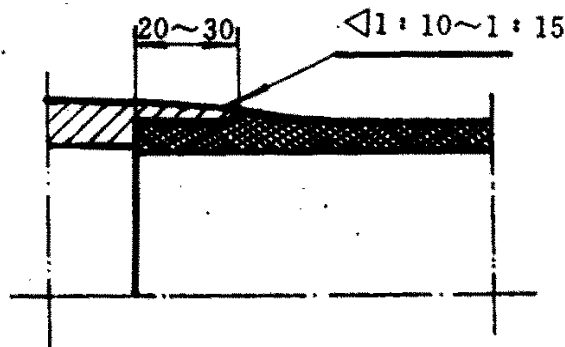


图 9

5.8.2 橡胶层包复后应紧密贴合,表面不允许存在气泡、杂质、疏松、裂纹、皱纹和边缘撕裂等缺陷。

5.8.3 对橡胶保护层,严禁硬物冲击、碰撞或拖曳,不得直接缠钢丝绳。保存时应避免高温、日晒及接触腐蚀介质。

6 轴端联接法兰螺孔与连接螺栓修换要求

6.1 经加工修理后的船轴,联接法兰的螺孔边缘至法兰外圆的厚度不应小于连接螺栓直径的0.3倍。联接法兰的厚度不应小于基本轴颈的0.20倍。但如果未经加工修理者,其厚度可不予变动。

6.2 对连接螺栓本体上不大的擦伤或刮痕、联接法兰螺孔内表面少量的刮痕,其斑痕面积不超过总面积的25%时,允许修刮后继续使用。但螺孔内损伤严重时,应铰孔或扩孔并更换连

接螺栓。

6.3 更换连接螺栓材料时,其强度不得低于船轴的材料强度,一般采用35钢。

6.4 螺孔及更换的连接螺栓,其配合部位加工表面粗糙度见图10。

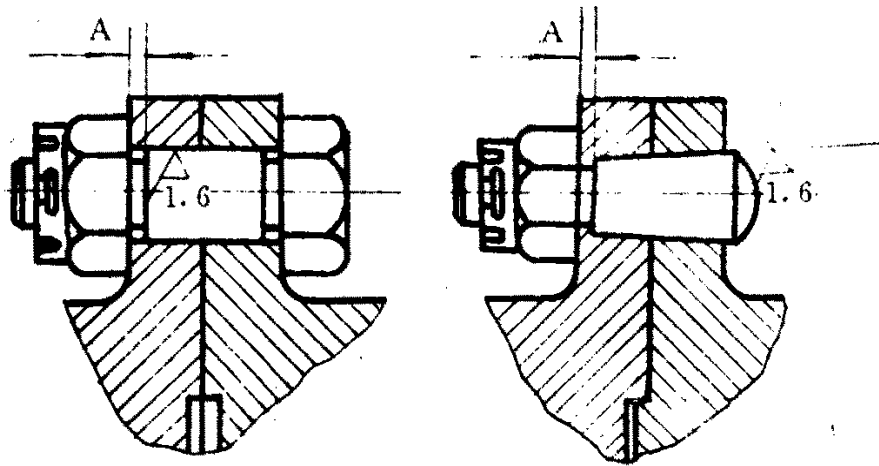


图 10

6.5 对采用圆柱形连接螺栓的联接法兰装配时,其紧配螺栓数量应不少于总数的50%,要求松、紧螺栓间隔排列相配。紧配螺栓与螺孔的配合加工精度应按表10规定。其圆柱度误差方向应为顺锥。

表 10

mm

螺栓直径		≤30	>30~50	>50~70	>70~100
配 合 值	一般安装	-0.010 ~0	-0.005 ~0.005	0 ~0.015	0.005 ~0.020
	冷缩安装	-0.010~0	-0.015~0	-0.020~ -0.005	-0.025~ -0.010

CB/T 3417—92

		续表 10				mm
螺栓直径		≤30	>30~50	>50~70	>70~100	
螺 孔	圆柱度	0.010	0.010	0.015	0.015	
	圆 度	0.005	0.005	0.010	0.010	
螺 栓	圆柱度	0.010	0.010	0.010	0.010	
	圆 度	0.005	0.005	0.010	0.010	

6.6 锥形螺栓应与所配螺孔均匀接触,接触面积在75%以上。装配后螺栓大端不得埋入锥孔内。用0.03mm塞尺检查时,在锥孔大端局部可插入的深度不得超过3mm。

6.7 连接螺栓装配后的拧紧余量(图10所示的A)为6~12mm。螺栓与螺孔装配后,螺栓头部或螺母的支承面与法兰平面之间应紧密接触,在接触面75%周长上应插不进0.05mm塞尺,并应采用双螺母或槽形螺母等防松装置,以免松动。

6.8 联轴器紧配螺栓的拆卸方法取决于它的安装工艺。对采用冷缩安装的紧配螺栓必须按规定的操作工艺进行。

7 船轴可拆联轴器修配要求

7.1 可拆联轴器检查

修理船轴时,一般需对可拆联轴器的锥孔及配合之锥体进行检查。对有键联轴器,需对键、键槽及其相互配合情况进行检查。在拆卸联轴器之前,应作出法兰、船轴及锁紧螺母的相对位置标记。

7.2 法兰式可拆联轴器的修配

7.2.1 法兰式可拆联轴器如图11所示。

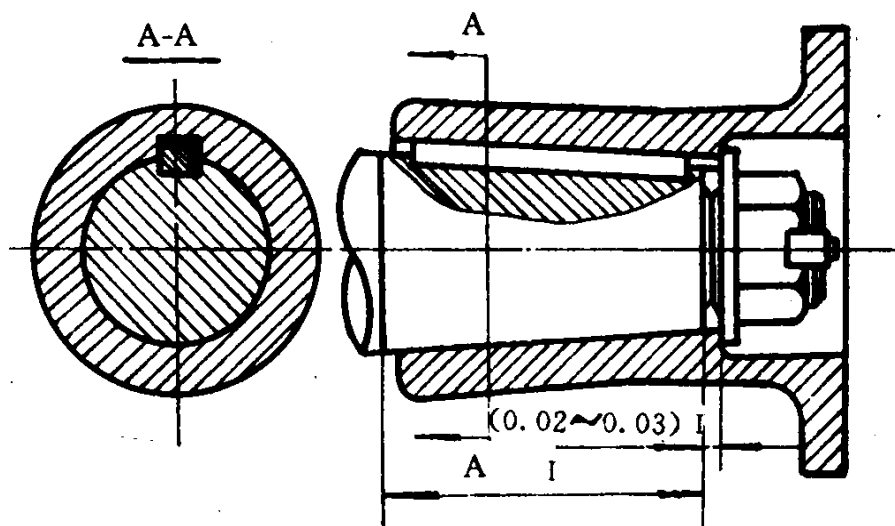


图 11

7.2.2 联轴器法兰的精加工应在锥孔刮配后套装到轴上进行,其加工质量要求和整锻法兰相同。

7.2.3 联轴器的锥孔与船轴的锥体接触应良好,接触面积在75%以上,且每25mm×25mm 面积内不得少于3个油斑点。塞尺检查锥体大端时,0.03mm 塞尺插入深度不超过3mm。接触面积上允许存在1~2处面积不大的空白,但其总面积应小于锥体表面积的15%,其最大长度或宽度不应超过该处锥体直径的1/10,且不得分布在同一母线或圆周线上。

7.2.4 平键与船轴的键槽两侧面的接触面积不少于75%,与联轴器键槽相配时,75%长度上允许插进0.05mm 塞尺,但最大插不进0.10mm 塞尺。平键与船轴的键槽底部应接触,接触面积不少于30%~40%。

7.2.5 联轴器紧固螺母装妥后,接合面的90%周长上应插不进0.05mm 的塞尺,并有可靠的防松装置。

CB/T 3417—92

7.3 液压法兰式联轴器的修配

7.3.1 液压法兰式联轴器如图12所示。

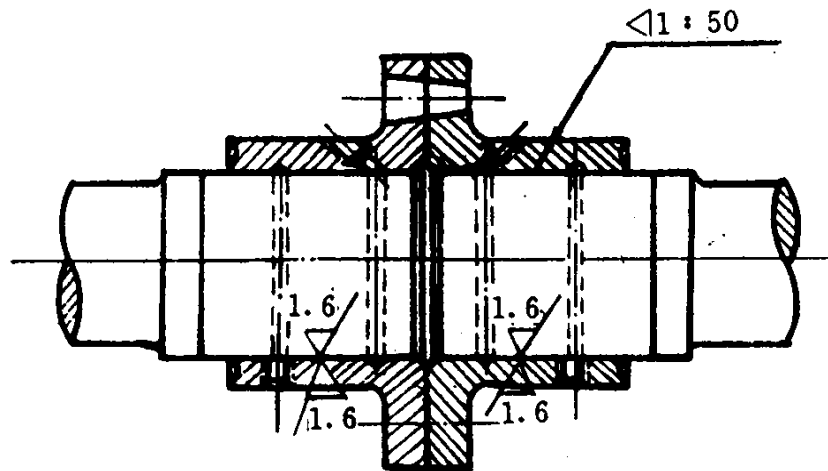


图 12

7.3.2 联轴节与轴配合的过盈量,按下式计算:

$$\delta = \left(\frac{1.4}{1000} \sim \frac{1.8}{1000} \right) d$$

式中: δ —— 过盈量,mm;

d —— 配合处轴的直径,mm。

7.3.3 联轴器的锥孔与船轴的锥体配合应良好,使85%以上面积均匀接触,且每25mm×25mm 面积内不少于4~6个油斑点。配合面表面粗糙度 $Ra \leq 0.8\mu\text{m}$ 。

7.3.4 液压法兰套合后,其加工质量要求和整锻法兰相同。

7.4 液压套筒式联轴器的修配

7.4.1 液压套筒式联轴器如图13所示。

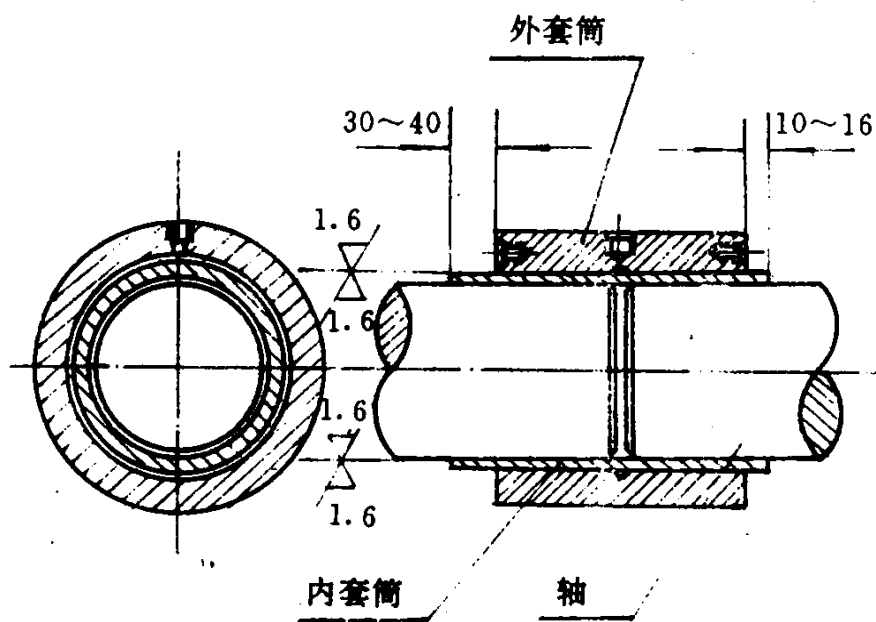


图 13

7.4.2 联轴器内套外圆与外套筒内孔的锥度取为1:80~1:100;当轴颈直径小于60mm时,锥度取为1:50。

7.4.3 联轴器内套内孔与轴颈配合为 H7/h6。

7.4.4 两轴轴向间隙为 $0.01d$ (d ——轴径),且最少为1mm。

7.4.5 联轴器外套内圆与内套外圆的配合接触面不少于90%,且每 $25\text{mm} \times 25\text{mm}$ 面积内具有4~6个油斑点。刮配后内套大端伸出外套的距离应大于计算值。

附加说明:

本标准由全国海洋船标准化技术委员会修船分技术委员

CB/T 3417—92

会提出。

本标准由天津修船技术研究所归口。

本标准由上海船厂负责起草。

本标准主要起草人路希逵、康兆宗。