



R32

中华人民共和国船舶行业标准

船用柴油机修理技术标准

1994 发布

1994 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

船用柴油机曲轴修理技术要求

CB/T 3544-94

分类号: R32

1 主题内容与适用范围

本标准规定了柴油机曲轴的勘验、修理和装复的技术要求。

本标准适用于船用柴油主机的整体式和组合式曲轴;其他用途的柴油机曲轴亦可参照采用。

2 曲轴的勘验

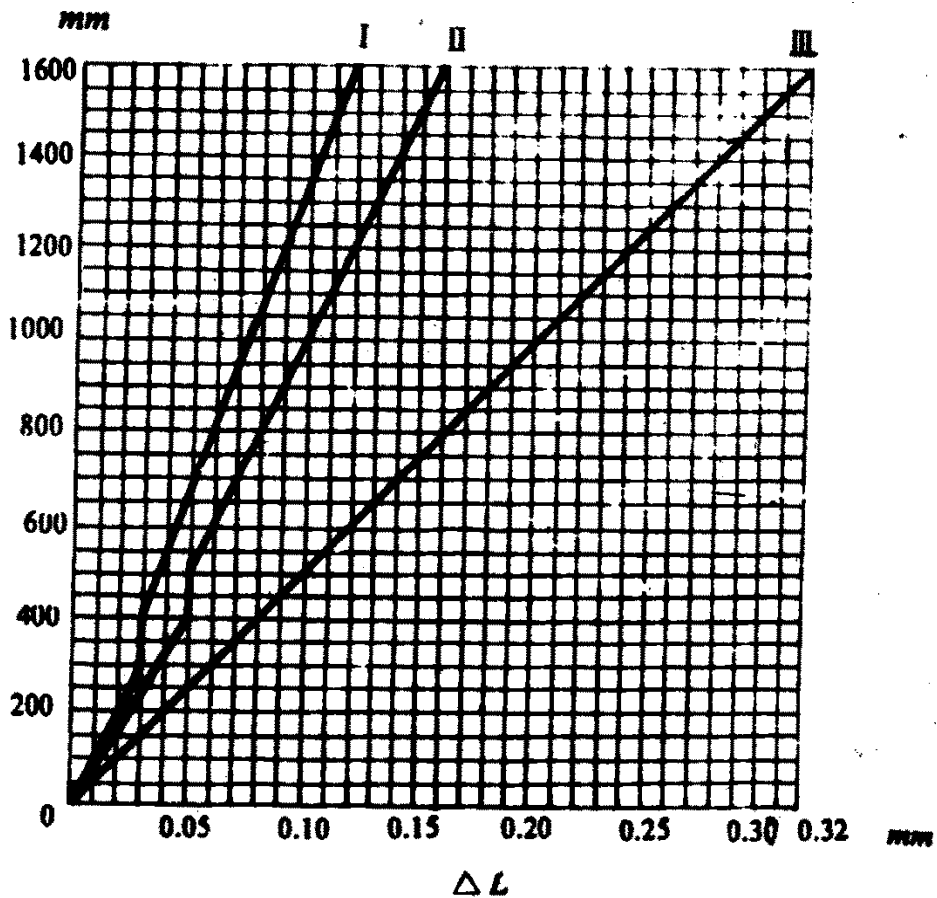
2.1 检查与测量曲柄臂距差

柴油机在冷态、运动部件拆卸后及曲轴法兰连接螺栓拆卸后的三种情况下,测量曲轴的各曲柄销在 0° 、 90° 、 100° 、 120° 四个位置时曲柄臂距差,其值应符合图 1 或该机型说明书的要求。

图中在 I 线左上方表示在车床或平板上的最佳曲柄臂距差值,在 I、II 线之间表示在曲轴安装中的优良值,在 II、III 线之间表示柴油机运营中的合格值。

中国船舶工业总公司 1994-08-22 批准 1995-05-01 实施

图中Ⅲ线为柴油机营运中曲轴臂距差的最大允许值。



曲柄臂距差 ΔL

图 1

曲柄臂距差 (ΔL) 的测量点应为距曲柄销中心线 $\frac{S+d}{2}$ 处, 见图 2。若不在规定点测量, 则必须进行换算。

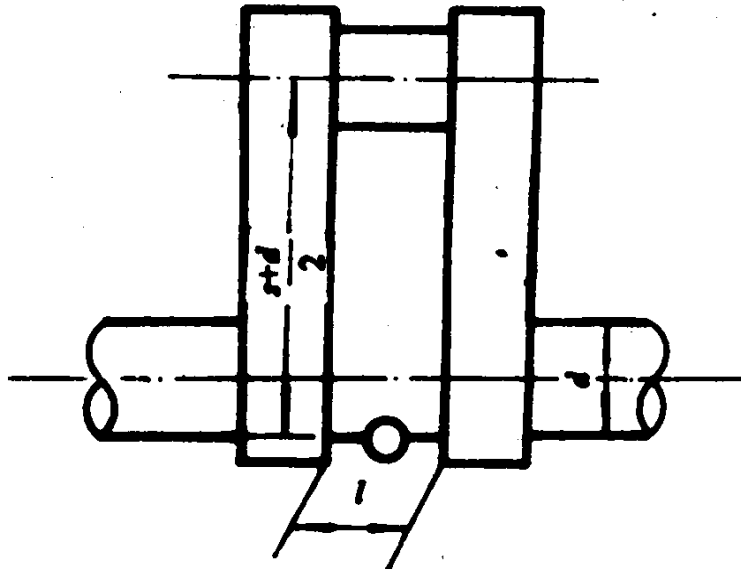


图 2

2.2 检查曲柄的夹角

2.2.1 曲轴在装机情况下，测量各缸上、下死点的位置确定曲柄夹角，对于组合式曲轴，用检查热套结合面是否产生滑移来确定。

2.2.2 整体式曲轴的扭转变形量大于 10° 时，必须报废；当其变形量小于 10° 时，对钢制曲轴允许校正修复，但须征得有关部门的同意。

2.3 检查与测量桥规值

2.4 检查与测量主轴颈径向圆跳动、圆度及圆柱度

检查时应以 1[#]缸曲柄销上死点位置作为各道主轴颈的检测基点，测量主轴颈的径向圆跳动、圆度及圆柱度。

2.4.1 各道主轴颈应在两端截面位置上同时测取径向圆跳动的最高值与最低值，当轴颈跳动或两端截面摆动超过表 1 规定时必须修复。

表 1

mm

曲柄销数目	1) 轴颈数目 支承	轴 颈 直 径						
		<75	>75 ~ 100	>100 ~ 150	>150 ~ 250	>250 ~ 350	>350 ~ 500	>500
		轴颈圆跳动和两端截面摆动极限值 2)						
3	1	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	—	—
4	2~3	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	—	—
5~8	3~4	0.05	0.06	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16
9~12	5~6	—	—	0.06	0.11	0.13	0.15	0.17

注：1) 曲轴在车床上检测时的支承数目；曲轴在平板上检测时的支承数目可比车床上的支承数目增加1~2个，在机座内检测时其轴承支承数不受限制。

2) 两端截面摆动系指同一主轴颈前后两端的轴颈圆跳动的最高值位置不在同一方向或数值有差异时，其轴颈圆跳动在轴心线方向上产生的摆动值。

2.4.2 在各道主轴颈的前、中、后三个横向截面位置上测量其径向圆跳动最高值与最低值处外圆直径，轴颈磨损极限应符合表2的规定。

表 2

mm

轴颈直径	> 500r/min 筒形活塞式柴油机				< 500r/min 筒形活塞式柴油机				十字头式柴油机			
	主轴颈		曲柄销颈		主轴颈		曲柄销颈		主轴颈		曲柄销颈	
	圆度	圆柱度	圆度	圆柱度	圆度	圆柱度	圆度	圆柱度	圆度	圆柱度	圆度	圆柱度
< 75	0.03	0.03	0.03	0.035	—	—	—	—	—	—	—	—
> 75~100	0.035	0.035	0.035	0.004	—	—	—	—	—	—	—	—
> 100~125	0.035	0.035	0.035	0.004	—	—	—	—	—	—	—	—
> 125~150	0.04	0.04	0.04	0.04	—	—	—	—	—	—	—	—
> 150~175	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	—	—	—	—
> 175~200	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	—	—	—	—
> 200~225	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09
> 225~250	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10
> 250~275	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11
> 275~300	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11
> 300~325	0.08	0.09	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12
> 325~350	0.09	0.10	0.10	0.11	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13
> 350~375	—	—	—	—	0.11	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13
> 375~400	—	—	—	—	0.12	0.12	0.13	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14
> 400~425	—	—	—	—	0.13	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.15	0.15
> 425~450	—	—	—	—	—	—	—	—	0.15	0.15	0.16	0.16
> 450~475	—	—	—	—	—	—	—	—	0.16	0.16	0.17	0.17
> 475~500	—	—	—	—	—	—	—	—	0.17	0.17	0.18	0.18
> 500~525	—	—	—	—	—	—	—	—	0.18	0.18	0.19	0.19
> 525~550	—	—	—	—	—	—	—	—	0.19	0.19	0.20	0.20
> 550~575	—	—	—	—	—	—	—	—	0.20	0.20	0.21	0.21
> 575~600	—	—	—	—	—	—	—	—	0.20	0.20	0.21	0.21
> 600~650	—	—	—	—	—	—	—	—	0.21	0.21	0.22	0.22
> 650	—	—	—	—	—	—	—	—	0.21	0.21	0.22	0.22

2.5 检查与测量曲轴连接法兰

2.5.1 应以 1 缸缸曲柄销上死点位置作为基点检测法兰径向圆跳动和端面圆跳动，其值超过表 3 规定的极限值时必须修正。

表 3

mm

法兰外径	径向圆跳动极限	端面圆跳动极限
<120	0.10	0.05
>120~180	0.12	0.06
>180~260	0.14	0.07
>260~360	0.16	0.08
>360~500	0.18	0.09
>500~700	0.20	0.10
>700	0.24	0.12

2.5.2 在船上勘验时，应检测曲轴连接法兰之间的偏移和曲折值。

2.6 检查与测量曲柄销的圆度、圆柱度及平行度。

2.6.1 在曲柄销轴颈的前、中、后三个截面位置上测量外圆直径，轴颈磨损极限按表 2。

2.6.2 在曲柄销的 0° 、 90° 、 180° 、 270° 四个位置测取曲柄销外圆工作母线与曲轴轴心线的平行度，其误差极限值每米长不大于 0.02mm。

2.7 检查曲轴轴颈表面

2.7.1 曲轴工作表面、过渡圆弧与油孔口不允许有裂纹、拉痕、凹痕、锈蚀、点蚀和烧伤等缺陷存在；非工作表面不允许有裂纹，严重伤痕和锈蚀等缺陷存在，需探伤的表面应清除修光表面粗糙度 $Ra < 3.2\mu m$ 。

2.7.2 探伤检查，在轴颈的过渡圆弧、油孔口及距圆弧与油孔口 5mm 以内不允许有发纹，其余部位允许存在与轴线夹角小于 30° 的纵向发纹，但同一轴颈上总数应不多于 3 条，同一截面上应不多于 2 条，其长度应符合表 4 规定。对超过规定的部份允许修除，但须征得有关部门的同意。磁粉探伤后均应作退磁处理。

表 4 mm

轴颈直径	<200	>200~250	>250~350	>350
发纹长度	<15	<20	<25	<30

3 曲轴的修理

3.1 曲轴发生弯曲和扭转变形时，允许采用机械法与加热法进行校正，并须征得有关部门的同意。

3.2 组合式曲轴热套结合面滑移时，可重新采用红套法校正修复。

3.2.1 热套孔与轴颈的红套过盈量按下式选取：

$$\delta = (1.4 / 1000 \sim 1.8 / 10000) d$$

式中： δ ——过盈量，mm；

d ——套入端轴颈直径，mm。

3.2.2 修理后的曲柄销夹角误差应不大于 $30'$ ，曲柄半径偏差每 100mm 长应不大于 0.15。

3.2.3 曲柄热套前，热套孔与曲柄销轴心线的平行度，每米长应不大于 0.10mm，热套孔的圆柱度应不大于 0.025mm。

3.2.4 热套孔的表面粗糙度， $Ra < 3.2\mu m$ ；主轴颈套合面

的表面粗糙度, $Ra < 1.6\mu m$ 。

3.3 曲轴修理的加工技术要求

3.3.1 轴颈修理的尺寸

3.3.1.1 主轴颈与曲柄销颈修理后, 轴颈直径的减少量不得超过 $0.01d$ (d 为轴径公称直径), 减少量超过该值时, 应按《钢质海船入级与建造规范》的公式进行核算。

3.3.1.2 轴颈的过渡圆弧半径不得小于实际轴径的 5%; 其圆弧凹槽最低处低于轴颈外圆工作母线 $0.20 \sim 0.30mm$, 并要求轴颈的工作表面长度不得小于原来的工作长度。

3.3.1.3 过渡圆弧应用样板检查, 样板与过渡圆弧之间的间隙不大于 $0.30mm$ 。

3.3.2 曲轴精加工后, 应测量曲柄销在 0° , 90° , 180° , 270° 四个位置的曲柄臂距, 其差值每米活塞行程应不大于 $0.075mm$, 对于活塞行程不大于 $400mm$ 者, 可放松为每米活塞行程不大于 $0.10mm$, 但最大值应不超过 $0.03mm$, 其值应符合图 1 的要求。

3.3.3 主轴颈的径向圆跳动

3.3.3.1 主轴颈对曲轴轴心线的径向圆跳动, 在每道主轴颈两个截面上测取, 其值应符合表 5 的规定, 并应同时满足 3.3.3.2 条的要求。同一道主轴颈两端截面上测取的跳动方向不一致时, 可作图求出轴颈前后两端截面摆动, 其值应符合表 5 的规定。

3.3.3.2 三道相邻的主轴颈跳动方向不一致时, 可作图求出三道主轴颈的不同心造成的跳动偏差, 其值不得超过表 5 规定的 1.25 倍。

3.3.4 主轴颈与曲柄销的圆度与圆柱度应符合表 6 的规

定。

表 5 mm

曲柄销数目	轴颈数目 轴颈支承	轴 颈 直 径						
		<75	>75 ~ 100	>100 ~ 150	>150 ~ 250	>250 ~ 350	>350 ~ 500	>500
		轴颈圆跳动和两端截面摆动允许值						
3	1	0.015	0.02	0.025	0.03	0.04	—	—
4	2~3	0.02	0.025	0.03	0.04	0.05	—	—
5~8	3~4	0.025	0.03	0.035	0.05	0.06	0.07	0.08
9~12	—	—	—	0.04	0.055	0.065	0.075	0.085

表 6 mm

轴颈直径 d	<75	>75~ 100	>100~ 150	>150~ 250	>250~ 350	>350~ 500	>500
主轴颈	0.01	0.01	0.015	0.015	0.02	0.02	0.025
曲柄销颈	0.01	0.01	0.015	0.02	0.025	0.03	0.03

3.3.5 曲柄销外圆工作母线与曲轴轴心线的平行度, 当曲柄销在 0° 、 90° 、 180° 、 270° 四个位置测量时, 其值每米长应不大于 0.15mm。

3.3.6 曲轴连接法兰外圆、法兰定心内圆与传动齿轮安装外圆的径向圆跳动应符合下列要求:

a. 单独测量法兰外圆、法兰定心内圆与传动齿轮安装外圆径向跳动应符合表 7 的规定。

表 7

mm

法兰外径	修正后 径向圆跳动	修正后端面圆跳动
<120	0.02	0.02
>120~180	0.03	0.02
>180~260	0.03	0.02
>260~360	0.04	0.03
>360~500	0.05	0.03
>500~700	0.05	0.04
>700	0.05	0.04

b. 当三者的跳动方向不一致时, 可作图求出三者之间的不同心造成的圆跳动偏差, 其值不得超过表 7 规定的 1.25 倍。

3.3.7 曲轴连接法兰端面、输出端的推力环平面与传动齿轮的凸肩平面的圆跳动及平面度应符合下列要求:

a. 曲轴连接法兰端面、推力环平面与传动齿轮的凸肩平面的圆跳动误差, 其值每 100mm 长不大于 0.005mm, 其最大值不得过表 7 的规定。

b. 曲轴连接法兰端面和传动齿轮的凸肩平面不允许有凸度, 但允许有凹度, 其误差值不大于 0.02mm。

c. 曲轴推力环的平面厚度偏差不大于 0.03mm。

d. 曲轴在测量端面圆跳动时, 均应在水平方向的左右两侧同时测取, 其端面圆跳动误差值等于左右两侧读数的最大差值的一半。曲轴加工修理前后测量与计算方法相同。

e. 具有独立推力轴承的柴油机曲轴, 其推力轴承档的主轴颈两端的推力环工作面, 对任何直径的端面圆跳动不得大于 0.06mm。

3.3.8 曲轴主要工作表面粗糙度 Ra 值应符合表 8 规定。**表 8**

机 型	曲 轴 材 料	主轴颈 曲柄销	过渡 圆 弧	油孔 出口	非工作表 面轴颈	法兰外 圆及端面
		表面粗糙度 Ra < μm				
中高速 柴油机	合金钢	0.4	0.8	0.8	1.6	1.6
	优质中碳钢	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2
	球墨铸铁	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2
低速柴油机	优质中碳钢	3.2	1.6	1.6	3.2	3.2

3.3.9 曲轴轴颈在修理时, 可按直径的分级修理方法进行修正。

3.3.10 材料为铸铁、球墨铸铁的曲轴, 变形后不允许采用机械法, 加热法进行校正。

3.3.11 曲轴轴颈磨损允许采用镀铬方法修复, 镀层厚度不应大于 0.30mm, 并应与母体牢固结合, 镀铬的轴颈与轴瓦的装配间隙应增大 0.02~0.03mm。

3.3.12 曲轴轴颈磨损允许采用低温镀铁修复, 其镀层厚度与修理过程, 应严格按工艺要求进行。

3.3.13 曲轴修理后, 应经无损探伤检查, 并应符合第 2.7.2 条规定。

3.4 曲轴轴颈的手工修拂

3.4.1 轴颈的圆度与圆柱度不得超过表 5 的规定。

3.4.2 曲柄销外圆工作母线对曲轴轴心线的平行度, 当曲柄销在 0°、90°、180°、270°、四个位置时, 其值每米长应不大于 0.15mm。

3.4.3 主轴颈的径向圆跳动应按 3.3.3 条规定检测, 其值应符合表 5 规定。

3.4.4 轴颈修拂后，表面粗糙度，其 Ra 值不大于 $3.2\mu\text{m}$ ，用刀刃直尺或拂模检查接触斑点应均匀分布在工作表面上，其接触斑点面积占整个工作表面的百分比应大于 25%。

3.4.5 轴颈过渡圆弧处的尺寸形状与表面粗糙度应符合 3.3.1.2 条和表 3 的规定。

4 曲轴部件的装复

4.1 曲轴连接法兰螺栓孔或联轴器螺栓孔的精度按 H7 级，连接端面上的螺栓孔口应保持尖角。当曲轴配有平衡重时，平衡重块与曲柄臂的结合面配合精度按 H8/h6 或 H7/h6 级。

4.2 曲轴修理中拆卸的法兰连接螺栓与平衡重紧固螺栓均应在装复前进行磁粉探伤检查，不允许存在裂纹、发纹。

附加说明：

本标准由中国船舶工业总公司综合技术经济研究院提出。

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：冯于腊、盛知恒、车美珍