R 32

CB

中华人民共和国船舶行业标准

CB 3364—91

船舶柴油发电机组原动机修理技术要求

1991-11-08发布　　1992-07-01实施

中国船舶工业总公司　发布

目　　次

1　主题内容与适用范围 …… （1）
2　柴油发电机组原动机修理技术要求 …… （1）
2.1　机座、机架修理技术要求 …… （1）
2.2　曲轴修理技术要求 …… （1）
2.3　主轴承、连杆上、下端轴承修理技术要求 …… （3）
2.4　连杆修理技术要求 …… （4）
2.5　活塞销修理技术要求 …… （4）
2.6　活塞、活塞环修理技术要求 …… （6）
2.7　气缸套修理技术要求 …… （8）
2.8　气缸盖及其阀件修理技术要求 …… （9）
2.9　凸轮轴、凸轮、凸轮轴承及其传动机构修理技术要求 …… （11）
2.10　运动部件在气缸内校中技术要求 …… （11）
2.11　喷油设备精密偶件修理技术要求 …… （11）
2.12　涡轮增压器修理技术要求 …… （12）
3　船舶柴油发电机组原动机修理后试验 …… （13）
3.1　磨合试验（不作提交） …… （13）
3.2　负荷试验 …… （13）
3.3　突加突卸负荷试验 …… （14）

中华人民共和国船舶行业标准

CB 3364—91
分类号：R32

船舶柴油发电机组原动机修理技术要求

1 主题内容与适用范围

本标准规定了船用柴油发电机组原动机主要零件的修理技术要求及整机修理后试验要求。

本标准适用于船用柴油机发电机组原动机整机及主要零件的修理，亦适用于其他用途的柴油机修理。如有特殊技术要求的柴油机则以随机说明书为依据结合本标准制订其修理技术要求。

2 柴油发电机组原动机修理技术要求

2.1 机座、机架修理技术要求

2.1.1 机座、机架应经过清洗，不允许有裂纹、缩孔、疏松等缺陷，必要时可用着色探伤检查。

2.1.2 机座、机架出现裂纹可用金属扣合、焊接等方法修理，局部渗漏处可用工程塑料粘结或高分子粘结剂修复。

2.1.3 机座、机架的结合平面可采用密封胶密封，连接螺栓中应有不少于总数25%且数量不少于4只的配合螺栓或定位销并均匀分布，其配合精度为$\frac{H7}{K6}$级。机座与机架连接螺栓应按规定顺序紧固。螺栓孔粗糙度$R_a \leqslant 1.6\ \mu m$。

2.2 曲轴修理技术要求

2.2.1 检查曲轴轴颈处有无擦伤、蚀坑、机械损伤和磨损，曲轴吊起后应检查轴颈的圆度和圆柱度，其磨损极限见表1。

表1 mm

轴颈直径	≤500 r/min 筒形活塞式柴油机				>500 r/min 筒形活塞式柴油机			
	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
≥75～100	—	—	—	—	0.035	0.035	0.035	0.040
>100～125	—	—	—	—				
>125～150	—	—	—	—	0.040	0.040	0.040	
>150～175	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
>175～200	0.060	0.070	0.060	0.070		0.060		0.060
>200～225	0.070	0.080	0.070	0.080	0.060	0.070	0.060	0.070
>225～250	0.080	0.090	0.080	0.090	0.070	0.080	0.070	0.080
>250～275			0.090	0.100			0.080	
>275～300	0.090	0.100			0.080	0.090	0.090	0.090

2.2.2 检查轴颈圆弧及油孔处有无裂纹，必要时进行探伤并作出具体报告。

中国船舶工业总公司1991-11-08批准　　1992-07-01实施

2.2.3 在曲轴未吊出主轴承时，检查主轴颈径向跳动量，未经修理的曲轴主轴颈径向跳动量不允许大于主轴颈安装总间隙的50%。

2.2.4 检查曲轴红套或压力配合处有无松动或位移现象。

2.2.5 检查曲轴臂平衡重块的紧固性是否可靠。

2.2.6 检查曲轴臂距差。曲轴与发电机连接后，冷态臂距差正常值不大于0.000 125 S(S为活塞行程，mm，下同)；修理过程中飞轮端控制值不大于0.000 150 S；飞轮端如属弹性联轴节可适当放宽至不大于0.000 175 S。臂距差的测量点应为距曲柄销轴心线的$\frac{S+d}{2}$(d为主轴颈直径，mm)处。

2.2.7 曲轴主轴颈的磨损允许采用适当的工艺进行修复，若采用镀铬工艺进行恢复尺寸修理时，镀层厚度应在0.30 mm以内，其表面粗糙度$R_a \leqslant 0.8\ \mu m$。

2.2.8 修正后主轴颈对曲轴轴心线的径向跳动，在每个主轴颈两端测量，其值不得超过表2的规定。

表2 mm

轴颈支承数目	曲柄销数目	主轴颈直径				
		≤75	>75～100	>100～150	>150～250	>250～350
1	1～3	0.015	0.020	0.025	0.030	0.040
2～3	4	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050
3～4	5～8	0.025	0.030	0.035	0.050	0.060
5～6	9～12	—	—	0.040	0.055	0.065

2.2.9 修正后曲轴轴颈的圆度及圆柱度不得超过表3的规定。

表3 mm

轴颈类别	轴颈直径				
	≤75	>75～100	>100～150	>150～250	>250～350
主轴颈	0.010	0.015	0.020	0.025	0.030
曲柄销颈		0.020	0.025	0.030	0.040

2.2.10 修正后曲柄销轴心线对主轴颈轴心线的平行度每100 mm长不大于0.015 mm。

2.2.11 修正后轴颈表面包括过渡圆弧处的粗糙度$R_a \leqslant 1.6\ \mu m$。

2.2.12 修正后曲轴的轴颈过渡圆弧应该用样板检查，样板与过渡圆弧处之间的间隙不得超过0.30 mm。

2.2.13 柴油发电机组组装结束后，应在45°、90°、180°、270°、315°五个位置测量臂距差，其值应符合该柴油机制造厂制造要求，或符合2.2.6条的规定。

2.2.14 曲轴在修理过程中若发现发纹应作记录，对于整体式曲轴轴颈的圆弧、油孔及距圆弧、油孔5 mm以内不允许有发纹存在。除上述部位外允许有与轴线方向小于30°夹角的纵向发纹存在，其长度不得超过表4规定，且同一轴颈上发纹总数不得多于3条，同一截面上不得多于2条。

表 4

mm

轴颈直径	≤200	>250	>250～300
发纹长度	<15	<20	<25

2.3 主轴承、连杆上、下端轴承修理技术要求

2.3.1 对主轴承、连杆上、下端轴承应检查其有无裂纹、脱壳、过热、烧伤、擦伤、碎裂崩缺以及接触状态、磨损程度。

2.3.2 厚壁轴瓦发现局部龟裂、夹砂、脱落者，允许氢氧补焊或重新浇铸白合金，修复后要求粘接牢固，加工后表面不允许有疏松、气泡、孔眼、裂纹夹杂及夹层等缺陷。

2.3.3 薄壁轴瓦两半瓦剖分面处于自由状态的扩张量，通常情况下推荐数值为：

无翻边时，0.30～1.00 mm；

有翻边时，0.10～0.40 mm。

将轴瓦放在直径等于轴瓦实际外径的半圆模具内测量，要求每片轴瓦剖分面应高出模具的剖分面，凸出高度为 0.02～0.04 mm，允许任一轴瓦的凸出高度为－0.04～＋0.10 mm（负值指轴瓦剖分面低于模具剖分面），但配对的一副轴承凸出高度的代数和应为 0.04～0.08 mm。

2.3.4 主轴颈与主轴承下瓦的接触角应在 90°～120°范围内且均匀接触，连杆下端轴承上瓦和上端轴承下瓦的接触角应在 90°～120°范围内，且均匀接触。均匀接触面积的分布密度为 60%～70%。所有轴瓦背面的贴合面积应大于 75%。

2.3.5 主轴颈与主轴承径向装配间隙及极限间隙应符合表 5 的规定。

表 5

mm

轴颈直径	≤500 r/min 筒形活塞式柴油机		>500 r/min 筒形活塞式柴油机			
			白合金		铜铅合金	
	装配间隙	极限间隙	装配间隙	极限间隙	装配间隙	极限间隙
≥75～100	—	—	0.06～0.08	0.20	0.08～0.10	0.20
>100～125	—	—	0.08～0.11	0.25	0.10～0.12	0.25
>125～150	—	—	0.11～0.15	0.30	0.13～0.16	0.30
>150～200	0.14～0.18	0.30	0.16～0.20	0.40	0.17～0.23	0.40
>200～250	0.18～0.22	0.40	0.20～0.24	0.50	0.24～0.28	0.50
>250～300	0.22～0.26	0.50	0.24～0.28	0.60	—	—

2.3.6 连杆下端轴承与轴颈装配间隙和极限间隙应符合表 5 规定、连杆上端轴承与活塞销的装配间隙和极限间隙应符合表 6 规定。

表 6 mm

活塞销直径	装配间隙	极限间隙
≥25～50	0.04	0.06～0.08
>50～75	0.04～0.05	0.10
>75～100	0.05～0.06	0.14
>100～125	0.06～0.08	0.16
>125～150	0.08～0.10	0.20
>150～175	0.10～0.12	0.24
>175～200	0.12～0.14	0.28

2.3.7 连杆衬套与孔、活塞销孔衬套与孔的配合过盈量应符合表 7 的规定。

表 7 mm

衬套外径	过盈量
≤50	0.015～0.025
>50～75	0.020～0.030
>75～125	0.025～0.040
>125～175	0.030～0.050
>175～250	0.040～0.060
>250	0.060～0.080

2.3.8 装配间隙应考虑上述轴承轴颈的圆度和圆柱度并按最大直径计算，且应选取表中下限。

2.4 连杆修理技术要求

2.4.1 检查连杆加工表面有无裂纹、麻点、凹陷、毛刺及碰伤等缺陷。对非加工表面进行有无裂纹、变形、折叠、过烧等缺陷检查。

2.4.2 连杆下端孔与上端孔的圆度、圆柱度不得超过其孔径公差的 50%。

2.4.3 修正后连杆上下端孔轴心线精度要求

a. 前后方向的平行度每 100 mm 不大于 0.02 mm；

b. 左右方向轴线倾斜度每 100 mm 不大于 0.05 mm；

c. 连杆上下端孔轴心线应与连杆体轴心线垂直相交，垂直度每 100 mm 不大于 0.015 mm，轴线位置度不大于 0.05 mm；

d. 连杆下端两侧面对下端孔轴心线垂直度每 100 mm 不大于 0.03 mm；

e. 连杆本体下端的结合平面与大端孔轴心线的平行度每 100 mm 不大于 0.015 mm。

2.4.4 连杆的弯曲变形校正

允许在冷态或热态下对连杆弯曲变形进行校正。加热温度不应超过金属相变温度，修理后应经探伤检查。

2.5 活塞销修理技术要求

2.5.1 活塞销工作表面不允许有裂纹、碰伤、麻点、毛刺、凹陷等缺陷，内孔表面不允许有氧化皮。

2.5.2 活塞销外圆磨损允许采用镀铬方法修复，镀铬前的粗糙度 $R_a \leqslant 1.6\ \mu m$，铬层厚度每边为0.30 mm以内，外圆粗糙度 $R_a \leqslant 0.8\ \mu m$。也允许采用金属喷涂方法修复。活塞销外圆的磨损极限按表8规定，活塞销装配间隙和过盈按表9规定。

表8

mm

活塞销直径	圆　度	圆柱度
≤50	0.060	0.060
>50～75	0.075	0.075
>75～100	0.090	0.090
>100～125	0.100	0.100
>125～150	0.110	0.110
>150～175	0.125	0.125
>175～200	0.135	0.135

表9

mm

活塞销	活塞销与衬套装配间隙		浮动式活塞销与销孔衬套装配间隙	浮动式活塞销与销孔过盈		固定式活塞销过盈
	铜铅轴承合　金	白合金		铸铁活塞	铝活塞	
≤50	0.050～0.065	—	0.040～0.050	0～0.010	0.010～0.020	0～0.010
>50～75	0.065～0.095	—	0.050～0.080	0.010～0.015	0.020～0.030	0.010～0.015
>75～100	0.095～0.130	—	0.080～0.100	0.015～0.020	0.020～0.035	
>100～125	0.130～0.150	—	0.100～0.120	0.020～0.025	0.020～0.035	
>125～150	0.150～0.180	0.120～0.150	0.120～0.150	0.025～0.030	0.025～0.040	0.015～0.020
>150～175	0.180～0.210	0.150～0.180	0.150～0.170	0.030～0.035	0.025～0.040	
>175～200	0.210～0.240	0.180～0.210	0.170～0.190	—	—	0.020～0.030

2.5.3 经磁粉探伤检查的活塞销，其工作表面不允许有横向发纹，但允许有个别纵向发纹存在，数量不多于5条，同一截面上不多于2条，其长度不得超过表10规定。探伤后应退磁。

表 10

mm

活塞销直径	≤50	>50～75	>75～125	>125～175	>175～200
发纹长度	<5	<8	<10	<15	<20

2.5.4 活塞销衬套一般采用冷缩或其他合理工艺套入。套入后应测量衬套内径，其圆度、圆柱度不能超过表 11 规定。

表 11

mm

衬套内径	圆度、圆柱度
≥50～75	0.010～0.015
>75～100	0.015～0.020
>100～125	0.020～0.025
>125～150	0.025～0.035
>150～175	0.035～0.040
>175～200	0.040～0.050

2.5.5 活塞销与衬套的工作表面应均匀接触，接触角为 60°～90°。

2.6 活塞、活塞环修理技术要求

2.6.1 检查活塞头部、吊环孔、活塞环槽、活塞销孔周围、裙部等处有无裂纹、烧伤、擦伤、磨损等缺陷。

2.6.2 活塞裙部磨损后圆度、圆柱度按表 12 的规定。

表 12

mm

气缸直径	筒形活塞	
	圆度	圆柱度
≤100	0.100	0.100
>100～150	0.125	0.125
>150～200		
>200～250	0.150	0.150
>250～300		
>300～350		

2.6.3 钢质、铝质活塞头部环槽部位的裂纹、腐蚀、烧蚀等缺陷允许采用焊补，头部修复后应经 1.5 倍最大爆发压力的液压试验。

2.6.4 活塞销孔磨损后允许拂、镗修复，其圆度、圆柱度应按表 13 规定。活塞销孔轴心线的同轴度应不大于 0.02 mm，活塞销孔轴心线与活塞轴心线的垂直度每 100 mm 不大于 0.015 mm。

表 13

mm

活塞销孔直径	圆　度	圆柱度
≤100	0.008	0.008
>100～200	0.010	0.010
>200	0.015	0.015

2.6.5　活塞修理换新以后，活塞与气缸的测量间隙应符合表 14 规定。

表 14

mm

气缸直径	铸铁及铝合金活塞顶部间隙		活塞裙部			
	顶部 有冷却	顶部 无冷却	铸铁活塞 装配间隙	铸铁活塞 极限间隙	铝活塞 装配间隙	铝活塞 极限间隙
>75～100	0.50～0.64	0.60～0.80	0.09～0.12	0.35	0.18～0.22	—
>100～125	0.64～0.80	0.80～1.00	0.12～0.15	0.45	0.22～0.26	0.50
>125～150	0.80～1.00	1.00～1.20	0.15～0.18	0.55	0.26～0.32	0.60
>150～175	1.00～1.16	1.20～1.40	0.18～0.21	0.65	0.32～0.38	0.70
>175～200	1.16～1.32	1.40～1.60	0.21～0.24	0.72	0.38～0.44	0.80
>200～225	1.32～1.48	1.60～1.80	0.24～0.27	0.80	0.44～0.50	0.90
>225～250	1.48～1.64	1.80～2.00	0.27～0.30	0.88	0.50～0.56	1.00
>250～275	1.64～1.80	2.00～2.20	0.30～0.33	0.96	0.56～0.62	1.10
>275～300	1.80～1.96	2.20～2.40	0.33～0.36	1.04	0.62～0.68	1.20
>300～325	1.96～2.12	240～2.60	0.36～0.39	1.12	0.68～0.76	1.30
>325～350	2.12～2.28	2.60～2.80	0.39～0.42	1.20	0.76～0.82	1.40

2.6.6　活塞环槽上、下端面的磨损允许采用光车修复，并配制加厚活塞环。

活塞环槽高度不得超过原始高度的 30%。

2.6.7　油环外圆未规定倒角处应成锐角，但不得有毛刺及缺口等缺陷。检查刃口宽度，凡超过说明书要求的应予以修正或调换，安装时注意刃口方向。

2.6.8　活塞环在装入活塞环槽之前应检查活塞环二端面的挠曲程度及活塞环厚度公差，并应符合表 15规定。测量搭口间隙，其数值应符合表 16 规定。

表 15

mm

气缸直径	活塞环挠曲度	活塞环厚度公差
<200	≤0.050	≤0.020
>200～350	≤0.080	≤0.025

表 16

mm

气缸直径	压缩环搭口间隙				油环搭口间隙	
	顶部二根		其　余		最小	最大
	最小	最大	最小	最大		
≤150	0.75	2.25	0.70	2.20	0.45	2.25
>150～225	1.00	3.00	0.80	3.00	0.60	3.00
>225～300	1.25	3.75	1.00	3.75	0.75	3.75
>300	1.50	4.50	1.20	4.50	0.90	4.50

2.6.9　活塞环装入活塞环槽后应测量其平面间隙，其数值应符合表 17 规定。

表 17

mm

气缸直径	压缩环平面间隙				油环平面间隙	
	顶部二根		其　余		最小	最大
	最小	最大	最小	最大		
≤150	0.100	0.200	0.080	0.200	0.035	0.200
>150～225	0.150	0.300	0.120	0.300	0.050	0.300
>225～330	0.200	0.350	0.160	0.350	0.065	0.350
>300	0.250	0.450	0.200	0.450	—	—

2.7　气缸套修理技术要求

2.7.1　检查气缸套冷却水腔表面腐蚀程度，工作表面是否有拉毛、咬痕，测量气缸套内径以检查磨损状态。磨损极限不得超过表 18 规定，如超过磨损极限应换新或进行修整。

表 18

mm

气缸直径	>500～750 r/min 筒形活塞式柴油机		>750 r/min 筒形活塞式柴油机	
	圆　度	气缸直径最大增量	圆　度	气缸直径最大增量
≤100	0.075	0.50	0.050	0.40
>100～150	0.100	0.60	0.075	0.50
>150～200	0.125	0.70	0.100	0.60
>200～250	0.150	0.80	0.125	0.70
>250～300	0.175	0.90	0.150	0.80
>300～350	0.200	1.00	—	—

2.7.2　气缸套经修复后的技术要求

a.　镀铬后，外观要求无明显缺陷和脱落现象，尺寸应符合 H7 级精度要求。镀铬件经磨削或其他精加工后，铬层不得有脱壳、裂纹现象；

b. 内孔工作表面粗糙度 $R_a \leqslant 0.08\ \mu m$；

c. 气缸套支承肩端面对内孔轴心线的端面跳动为：

缸径 $D \leqslant 200$ mm，不大于 0.03 mm；

缸径 $D > 200$ mm，不大于 0.05 mm。

2.7.3 气缸套与机架、气缸盖的安装面必须处于良好状态，不应有穿通的凹痕及影响气密、水密的缺陷出现。

2.7.4 气缸套使用的“O”型密封橡胶圈，应尽量使用随机配件。装入槽内的“O”型橡胶圈截面积直径小于自由状态的 15%～20%。

2.7.5 气缸套压入机架后，应再次测量气缸套直径，与安装前相比变化值不应超过 0.03 mm；若超出，拉出气缸套，检查原因并消除后重新安装。

2.7.6 气缸套组装结束后，应进行水压试验，试验压力为工作压力的 1.25 倍，历时 5 min 不得渗漏。条件不具备时，可开动冷却水泵，在正常工作压力状态下对各密封部位进行检查。

2.8 气缸盖及其阀件修理技术要求

2.8.1 气缸盖及其阀件修理前应作如下检查，如有缺陷应进行修复。

a. 检查气缸盖、阀件周围及其燃烧室是否存在裂纹、烧蚀、凹凸不平等缺陷；气缸盖与缸套的结合面是否存在穿通的槽沟；

b. 检查冷却水腔积垢和腐蚀情况；

c. 检查进、排气阀、启动阀、安全阀上的弹簧是否存在塑性变形、扭歪、裂纹等缺陷；检查弹簧安装面的平面度、安装面与弹簧轴心线的垂直度、末圈与邻圈是否贴紧、弹簧表面是否存在凹凸形、鼓形、腰形等变形；

d. 测量进、排气阀杆与导管的间隙是否超过表 22 所规定的极限间隙。

2.8.2 气缸盖的修理

2.8.2.1 喷油器、气阀导管及其他各座孔出现渗漏时，允许用镶套法修复。镶套用的衬套材料为青铜或不锈钢。衬套与座孔的配合精度为$\frac{H7}{S6}$级，衬套可用无机粘接剂防漏。经镶套修复的气缸盖应作液压试验，试验压力为 1.25 倍工作压力，历时 5 min，不得渗漏。

2.8.2.2 气门座阀面磨损后，无法用机加工方法恢复其密封面尺寸，且气缸盖燃烧室有足够的厚度，周围有足够的空间者，则允许阀座用镶套形式修复。并应符合下列规定：

a. 座套材料，根据不同情况采用表 19 所示材料。

表 19

气阀名称	材料牌号	
进气阀	合金结构钢	40Cr、40CrMo、35CrMo
	球墨铸铁	QT 600-3
排气阀	耐热钢	4Cr10Si2MoA、4Cr9Si2
	球墨铸铁	QT600-3

b. 耐热合金结构钢座套应调质处理，硬度 HB 为 230～270。

c. 座套与座孔的过盈量根据座套外径大小可在 0.06～0.10 mm 范围内选取；外径表面粗糙度 $R_a \leqslant 3.2\ \mu m$。

d. 座套与孔的装配可将座套冷却后套入，过盈量大者宜用气缸盖座孔处均匀加热和座套冷却两者混合使用。

2.8.2.3 气缸盖的气阀座工作面磨损后，允许用堆焊方法修复，但必须有相应的工艺措施，焊后保温冷却，消除应力。

2.8.2.4 气缸盖经化学清洗后或在修理期间，冷却水腔应经水压试验，试验压力为1.25倍工作压力，历时5 min，不得渗漏。

2.8.2.5 气缸盖出现裂缝，允许在保证强度的情况下，用焊接、高分子粘接剂或金属扣合等方法修复，修理后按2.8.2.4要求作水压试验。

2.8.2.6 缸套与气缸盖的结合面如存在穿通的沟痕或过深的凹痕可用机加工方法消除，其平面度不应大于0.15 mm，表面粗糙度 $R_a \leqslant 9.2\ \mu m$。如结合平面没有衬垫，气缸盖与缸套的结合平面应仔细研磨，将所有凹痕不平消除。也可用硬模研磨代替互研。

2.8.3 进排气阀、启动阀、安全阀的修理

2.8.3.1 如气阀导管内径超过磨损极限，则气阀导管应予换新，其方法是将其套入气缸盖的气阀导管孔后将其内孔铰孔至要求尺寸。气阀导管与孔的过盈按表20的规定。

表20 mm

导管外径	气阀导管与孔的过盈
≤20	0.005～0.010
>20～25	0.005～0.015
>25～30	0.008～0.015
>30～50	0.010～0.020

2.8.3.2 气阀杆外径磨损或杆部的直线度超过气阀杆与导管内孔安装间隙的一半时，气阀杆应予换新或采用镀铬修复，镀前磨圆表面粗糙度 $R_a < 1.6\ \mu m$。亦允许用镀铁工艺修复。气阀杆加工应达到如下要求：

a. 杆部外圆的直线度不得超过0.04 mm。

b. 顶端面对阀杆中心线的端面跳动应不大于0.03 mm。

c. 气阀杆外圆的圆度和圆柱度应符合表21的规定。

表21 mm

气阀杆直径	圆　　度	圆柱度
≤10	0.005	0.008
>10～20	0.008	0.010
>20～30	0.010	
>30～40	0.013	0.013

d. 气阀杆与气阀导管的装配间隙应符合表22的规定。

表22 mm

气阀杆直径	进气阀		排气阀	
	装配间隙	极限间隙	装配间隙	极限间隙
≤10	0.05～0.07	0.15	0.06～0.08	0.16
>10～20	0.07～0.10	0.20	0.08～0.12	0.22
>20～30	0.10～0.18	0.25	0.13～0.18	0.28
>30～40	0.18～0.28	0.30	0.20～0.30	0.40

e. 气阀杆外径磨削后表面粗糙度 $R_a \leqslant 0.80\ \mu m$。

2.8.3.3 气阀工作面可用耐热耐磨金属堆焊修复，但应有相应的工艺措施。

2.8.3.4 气阀与阀座的密封工作面应经仔细研磨，消除所有刻痕、麻点，直到形成一圈良好的圆环密封

带，其接触宽度参照表 23，研磨后的密封面可用煤油渗漏检查。

表 23　　mm

气门盘直径	接触宽度
≤50	1.5
>50～70	2.0
>75～125	
>125～175	2.5

2.8.3.5　气阀使用的弹簧两端安装面应磨平，其平面度应不大于 0.2 mm，末圈与邻圈应紧贴，允许间隙不应超过其节距 t 的 5%，安装面与弹簧轴心线的垂直度每 100 mm 长应不大于 2 mm，弹簧各圈的同轴度应不大于 1 mm。

2.8.3.6　气阀与弹簧组装后必须经过严格检查，弹簧上的保险装置必须完好，用人工方法压下气阀，气阀应启闭自如，不应有卡阻现象。若有转阀机构，还应检查转阀机构的灵活性和完整性。

2.8.3.7　气缸盖启动阀的阀及座应仔细研磨，消除所有刻痕、麻点等缺陷，直到形成一圈良好的环形密封带。

2.8.3.8　气缸盖安全阀经研磨修理后应进行校验。开启压力应为 1.25～1.4 倍最大燃烧压力。

2.9　凸轮轴、凸轮、凸轮轴承及其传动机构修理技术要求

2.9.1　对凸轮轴、凸轮应仔细检查。凸轮工作表面不允许存在裂纹、麻点、凹陷、毛刺及碰伤，必要时作磁粉探伤，并经退磁。凸轮轴轴颈经检查允许存在的纵向发纹不得多于 3 条，每一条发纹的长度不应超过 15 mm，对发纹应仔细打磨，直到发纹消失。打磨处应有大圆角过渡，其深度不大于直径的 5%，并做好记录。

2.9.2　凸轮轴如拆下，应测量各道轴颈的直径，以两支点检查各道轴颈的径向跳动量，最大径向跳动量超过 0.12 mm 者应校直或镀铬修复，校直后应探伤检查，镀铬镀层厚度应在 0.30 mm 以内，并应与基体牢固结合，不应有剥落、脱壳、发裂等缺陷存在，经磨削其表面粗糙度 $R_a \leqslant 1.6\ \mu m$。

2.9.3　凸轮内孔配合松动时，可用镀铬、镀铁、电刷镀修复。

2.9.4　在不拆卸凸轮轴情况下，可用塞尺测量凸轮轴轴承间隙，无法用塞尺测量时，可用压铅法测量。

2.9.5　检查凸轮轴传动齿轮的齿面情况，不允许存在裂纹、疲劳发裂、表面剥落及局部过度磨损等缺陷。检查啮合齿隙。

2.10　运动部件在气缸内校中技术要求

2.10.1　校中前柴油原动机的主要零部件应作认真检查，按本标准的装配技术要求安装。

2.10.2　机架与机座连接螺钉、连杆大端轴承的连接螺栓均按规定紧固。

2.10.3　缸套未经拆装，活塞、活塞销、连杆小端衬套、连杆大端轴瓦等没有换新的柴油原动机，可免做运动部件校中，但曲柄销、活塞销孔经过修整后的柴油原动机仍需校中。缸径在 150 mm 以内除外。

2.10.4　在未装活塞环的条件下，活塞位于近上、下死点时，活塞裙部与气缸内孔的最小间隙应不小于总间隙的 25%。活塞在气缸内沿柴油机纵向允许偏在一边，但向另一边撬动时，偏移量即能转移过去。

2.11　喷油设备精密偶件修理技术要求

2.11.1　喷油泵

2.11.1.1　喷油泵应经仔细清洁，偶件表面经检查不应有裂纹、磨痕、缺口、损伤、蚀点及毛刺等缺陷。表面起配油作用的端面、斜槽、油孔等边缘应是尖锐的，不允许有突起、缩棱、凹陷、剥落及毛刺等缺陷。

2.11.1.2　检查喷油泵柱塞和套筒偶件的配合情况，根据具体情况偶件可选配成对继续使用。选配成对的偶件应经仔细研磨及互研密封配合面，研磨后应经滑动性配合检验。使用的柴油应经仔细过滤，偶件与水平位置成 45°时，抽出被包容偶件长度的 1/3，放手后，能借其本身的重量自由地滑下，不准有卡阻

现象。

2.11.1.3 喷油泵出油阀应经认真清洗，检查阀及阀座是否有损伤、蚀点、毛刺和凹陷等缺陷，出现上述缺陷的出油阀及阀座应仔细研磨，消除密封面上的凹陷，直到有一条非常良好的环形阀线，密封面不得中断或模糊不清。

2.11.1.4 组合式油泵修理后应作排油量平衡试验。在油泵试验台上按照柴油机额定转速对应的油泵凸轮转速及额定负荷时的油门开度，测定各组油泵的排油量。各组油泵的最大排油量与最小排油量应为平均值的±3%。

仔细检查喷油泵的零位。把喷油泵齿条拉到停车位置，喷油泵在上述转速下运转，只允许出现小量点漏。

2.11.2 喷油器

2.11.2.1 喷油器应经仔细清洗，仔细通清喷油口周围的结碳、油垢，检查喷孔的磨损。喷油器不允许存在肉眼能见的裂纹，针阀工作面不允许存在烧伤、蚀点、刻痕，弹簧不允许出现塑性变形、扭歪、裂纹等缺陷。

2.11.2.2 间隙过大的针阀及座可以重新交换选配成对。选配成对后，应仔细研磨，针阀锥面上的环形密封面不得中断或模糊不清，应均匀接触，形成一条良好的环形阀线。

2.11.2.3 作滑动性配合检验，检验针阀与针阀座的配合情况，要求针阀在针阀座中活动自如，不应有卡紧情况，偶件与水平位置成45°时，抽出包容偶件长度的1/3，放手后，能借其本身的重量自由地滑下。

2.11.2.4 作针阀升程检验，测定针阀的升程，其数值应按随机说明书规定。

2.11.2.5 调整喷油器的喷油压力，其喷油压力应为柴油机的喷油压力的±2%以内。

2.11.2.6 作喷油器密封试验与喷雾试验。喷油器偶件的密封试验与喷雾试验在喷油器试验装置上同时进行，通过泵油，以每5～7 s的时间使压力升高1 MPa的速度均匀地使压力升高到略低于喷油压力，不得有漏油现象。喷油器以每分钟喷射40～80次的速度进行5次喷雾试验，喷出的燃油应成雾状，不应有肉眼能看到的明显的飞溅和局部稀浓不均现象，喷油开始和终了时有清脆、明显的声音。喷油开始和终了后，喷油口不允许有漏油现象，只允许有微量湿润。

2.12 涡轮增压器修理技术要求

2.12.1 转子轴应经彻底清洗，涡轮工作叶片应仔细去除积碳、油垢，检查叶片的表面，不允许存在过热烧伤、表面剥落、麻点、蚀斑、裂纹等缺陷。压气机叶轮应仔细清除油垢，仔细检查叶轮表面，不允许出现裂纹、变形、翘曲等缺陷。

2.12.2 涡轮工作叶片更换时，调换下来的旧叶片与新叶片重量应经过测量，出现偏差时，可修锉叶片榫头非工作面部分。叶片的榫头如属枞树形，与叶片槽应紧密吻合。叶片装配后不应有扭歪、变形，用小锤轻敲叶片根部不应有松动声响。

装配后的叶片外径应经过机加工，其外径 D＞200～300 mm时，公差为0～0.05 mm；D≥300～400 mm时，公差为±0.05 mm。

2.12.3 转子轴轴颈或安装滑油泵的轴端出现磨损，可用金属喷涂或电镀方法修复。

转子轴轴颈的径向跳动量不得超过0.03 mm。

经过喷镀或电镀的转子轴，轴颈应精细磨削，外径表面粗糙度 R_a≤0.8 μm，径向跳动量不得超过0.015 mm。

转子轴上的气封片应经仔细清洗，剔除油垢、油斑，歪扭变形的气封片经校正后可继续使用。仔细检查气封片是否出现破损、松动等缺陷，有缺陷的气封片应予换新，换新后气封片填料应仔细铆牢，外观平整、贴合、结合紧密，外径应经过车削加工，其外径为规定尺寸，公差在0～0.05 mm范围内

涡轮叶片经过修理、调换一片或一片以上涡轮叶片、压气机导风轮或叶轮换新、转子轴经解体后装复、防挠钢丝调换以后等均应作转子轴动平衡试验。试验前测量转子轴轴颈的跳动量，其值应符合2.12.3所规定的范围内，转子轴的不平衡力距不应超过表24的规定。

表 24

叶轮外径 mm	≥160～200	>200～250	>250～300	>300～350	>350～400
不平衡力矩 N·mm	0.054～0.110	0.110～0.230	0.230～0.470	0.470～0.660	0.660～0.850

2.12.4 涡轮进气壳应仔细检查，外表面不允许有明显的裂纹和渗漏，出现裂纹和渗漏处可用金属扣合等有效方法修复。进气壳的冷却腔表面如出现锈蚀和水垢应进行化学清洗，清洗后应作水压试验，试验压力为 1.25 倍冷却水工作压力，历时 5 min，不得渗漏。

2.12.5 转子轴所用的滚动轴承应经彻底清洗，仔细检查，内外圈不允许有裂纹、锈蚀、剥落等缺陷。滚珠(滚柱)过分磨损，出现松动或使用工作小时超过规定的轴承应予换新。换新的轴承应是随机备件或同一规格及精度等级的轴承。

3 船舶柴油发电机组原动机修理后试验

3.1 磨合试验(不作提交)

柴油发电机组原动机经大修后应作磨合试验，其运动部件经修理、更换零件后视具体情况决定是否作磨合试验。试验时间参照表 25 的规定。

表 25

序　号	试验功率 kW	试验时间 h
1	50%N_H	0.5～2
2	70%N_H	1～2
3	90%N_H	

注：N_H——额定功率。

3.2 负荷试验

3.2.1 柴油发电机组的负荷试验功率应尽量达到额定功率。如老旧船舶有困难时，可按船舶常用最大负荷作为试验功率，但不低于额定功率的 75%～85%。

3.2.2 进行负荷试验时，原动机各缸的主要参数对其平均值的差异值应符合表 26 规定。

表 26

压缩压力	±2.5%
最大爆炸压力	±4%
排气温度	±7%

柴油发电机试验工况的时间要求按表 27 规定。

表 27

负　荷	试验时间，h
50%试验负荷	0.25
75%试验负荷	0.5
100%试验负荷	2～4

3.2.3 负荷试验结束后，对原动机各运动部件及轴承部分进行检查。

3.2.4 装有超速保护装置的原动机，不论超速保护装置是否经过修理，在原动机进行各项正式试验之

前，必须首先对该保护装置进行试验，试验中要求原动机的转速达到额定转速的113%～115%时，该保护装置能及时、正确动作。

3.3 突加突卸负荷试验

3.3.1 突加负荷试验

柴油发电机组作空载运行时，突加100%试验负荷，检查柴油发电机组转速的变化情况和稳定所需的时间，并作出记录。试验进行3次。

3.3.2 突卸负荷试验

满负荷试验时，突然卸载，检查柴油发电机组转速的变化情况和稳定所需的时间，并作出记录，试验进行3次。

对高增压柴油机，允许先加50%或70%试验负荷，然后再加至100%试验负荷，检查柴油发电机组转速的变化情况和达到稳定所需时间。

3.3.3 瞬时调速率和稳定调速率按公式(1)、公式(2)计算：

$$\delta_1 = \frac{n_2 - n_1}{n_H} \times 100\% \qquad \cdots\cdots(1)$$

$$\delta_2 = \frac{n_3 - n_1}{n_H} \times 100\% \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：δ_1——瞬时调速率，%；

δ_2——稳定调速率，%；

n_1——突变负荷前的转速，r/min；

n_2——突变负荷时的瞬时转速，r/min；

n_3——突变负荷后的稳定转速，r/min；

n_H——额定转速，r/min。

调速性能试验的技术要求按表28规定。

表28

类　型	瞬时调速率 δ_1 %	稳定调速率 δ_2 %	稳定时间 s	转速波动率 φ %
直流发电机组	10	5	7	±0.5
交流发电机组	10	5	7	±0.5

3.3.4 转速波动率

在额定工况下试验运转一定时间后，在一特定单位时间内测定转速波动率，其值按公式(3)计算：

$$\varphi = \frac{N_{max}(或\ N_{min}) - N}{N} \times 100\% \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：φ——转速波动率，%；

N_{max}——试验时间内的最大转速，r/min；

N_{min}——试验时间内的最小转速，r/min；

N——试验时间内的平均转速，见公式(4)，r/min。

$$N = \frac{N_{max} + N_{min}}{2} \qquad \cdots\cdots(4)$$

附加说明：

本标准由中国船舶工业总公司六〇三所提出。

本标准由中国船舶工业总公司天津修船技术研究所归口。

本标准由上海船厂负责起草。

本标准主要起草人沈狄钢、莫景琛、车美珍。

(京)新登字 023 号

CB 3364—91

中国标准出版社出版　中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

1992 年 7 月第一版　1992 年 7 月第一次印刷　书号:155066・2-8308