



全国职业院校技能大赛（高职组）

2021 年“船舶主机和轴系安装”赛项
“轴承负荷的测量、计算与调整”模块试题

（时间：55 分钟）

任 务 书

比赛顺序号：_____

一、注意事项

1. 任务完成总分为 22 分，任务完成总时间为 55 分钟。
2. 参赛团队应在 55 分钟内完成任务书规定内容。比赛时间到，比赛结束，选手应立即停止操作，根据裁判要求离开比赛场地，不得延误。
3. 比赛期间，选手连续工作，饮水由赛场统一提供。选手休息或如厕时间均计算在比赛时间内。
4. 选手报检时间不计入比赛时间，选手需要在报检时，需按下计时器的暂停键暂停计时，待裁判检查完毕后，由裁判按计时器的开始键恢复计时。报检期间，选手不得有任何与比赛相关的操作。
5. 选手不得自带任何纸质资料、存储工具及通讯工具，如出现较严重的违规、违纪、舞弊等现象，经裁判组裁定取消比赛成绩；选手离开比赛场地时，不得将草稿纸等与比赛相关的物品带离比赛现场。
6. 参赛选手凭证入场，在赛场内操作期间要始终佩带参赛凭证以备检查，统一穿着大赛提供的服装和安全帽。
7. 提交试卷时需由参赛队队长签比赛顺序号，不得写上姓名或与身份有关的信息，否则成绩无效。
8. 参赛选手应严格遵守竞赛规则和竞赛纪律，服从裁判员的统一指挥安排，自觉维护赛场秩序，不得因申诉或对处理意见不服而停止比赛，否则以弃权处理。
9. 参赛选手必须严格遵守操作规程和工艺准则，接受裁判员的监督和警示，保证人身及设备安全；因操作失误，致使设备损坏或不能正常使用，或发生人身安全事故不能进行比赛等特殊情况，裁判有权终止比赛。
10. 记录附表中数据用黑色水笔填写，表中数据文字涂改后无效。
11. 任务书中需由裁判确认的部分，在任务书中已明确标出，参赛选手须先举手示意，提醒裁判评判，裁判评判后的数据不得再做任何修改。
12. 结束比赛时，参赛选手应向现场裁判员举手示意，由现场裁判员记录比赛终止时间；比赛结束后，参赛选手不能进行任何与竞赛相关的操作，应在裁判监督下完成成果提交后方可离场。



二、需要完成的工作任务（请在 55 分钟内完成如下工作任务）

根据赛场提供的实验台架校中计算书等技术文件（附件 1）完成以下工作任务：

1. 用顶升法测量中间轴承的负荷，测量点的轴向位置偏差 $\leq 5\text{mm}$ ；

2. 绘制顶升曲线图，并计算轴承负荷；

注：（1）顶升曲线图中，上升段直线和下降直线段的有效点均 ≥ 5 点，且区间分布合理则图形为合理；


（2）顶升曲线图中，上升段直线和下降直线段的有效点为 3~4 点，且区间分布合理则图形为基本合理；

（3）顶升曲线图中，上升段直线和下降直线段的有效点 ≤ 2 点或 > 2 点但区间分布不合理则图形为不合理；

3. 轴承负荷与规定值的偏差 $\leq 20\%$ 时，为合格，偏差 $\leq 10\%$ 时，为优秀。当轴承负荷不合格时，应做适当调整，使其达到合格或优秀状态。调整中间轴承位置后，中间轴与轴承首、尾端左右两侧用 0.05mm 塞尺插入深度应 $\geq 30\text{mm}$ ；

4. 测量柴油机(6300 左机)输出端第 1 个缸的曲柄臂距差，要求分别在 0° ， 90° ， 150° ， 210° ， 270° 等点测量，测量点偏差应 $\leq 5^\circ$ ，按表位法做记录，并计算臂距差值，左右方向的臂距差应为：曲柄销在左侧的臂距值-曲柄销在右侧的臂距值。

注意：

（1）各任务记录表中“举手”一栏中标有“”图形的，要求选手在自检合格后须举手示意，由选手把结果操作给裁判判定，由裁判签字确认。每次在顶升测量时，千斤顶的安装位置和百分表安装位置及调零都需要举手示意，提请裁判判定。曲柄臂距差测量时，结果记录只有一次判定机会，一经判定不得修改记录。

（2）轴承负荷测量时，轴承的地脚螺栓应处于锁紧状态。

（3）轴承负荷测量时，顶升高度应不超过 0.5mm。若顶升高度超过 0.5mm，则应泄掉油压，重新顶升，否则按违规操作，顶升曲线按不合理 0 分计。

（4）用 Excel 绘制的顶升曲线图形文件应以比赛顺序号命名，并保存在计算机桌面上，以备查验。否则相应的顶升曲线图和计算结果均按不合格 0 分计算。

（5）量具、仪表均校验合格；工具、工装视为标准件。

三、具体任务及要求

任务 1、用顶升法测量中间轴承的负荷

液压千斤顶和百分表安装记录表

序号	内容	结果记录		需举手
1	液压千斤顶安装	轴向位置		
		垂直位置		
2	百分表安装	轴向位置		
		垂直位置		
		调零		

油顶活塞面积: 647 mm²

4

中间轴承负荷测量数据记录表

油顶活塞面积: 647 mm²

[illegible]

中间轴承负荷测量数据记录表

油顶活塞面积: 647 mm²

[illegible]



任务 2、绘制顶升曲线图，并计算轴承负荷

1. 绘制顶升曲线图

打印图形粘贴处


2. 计算轴承负荷

任务 3、轴承负荷调整

1. 调整操作说明

2. 调整后中间轴承间隙

中间轴与轴承各部位间隙记录表

序号	内容	结果记录			需举手
1	中间轴与轴承 左右侧间隙	首端	左侧		
			右侧		
		尾端	左侧		
			右侧		

3. 调整后的测量记录

液压千斤顶和百分表安装记录表

序号	内容	结果记录		需举手
1	液压千斤顶安装	轴向位置		
		垂直位置		
2	百分表安装	轴向位置		
		垂直位置		
		调零		

油顶活塞面积: 647 mm²

[illegible]

油顶活塞面积: 647 mm²

 κ

油顶活塞面积: 647 mm²

11

4. 调整后的顶升曲线图

打印图形粘贴处

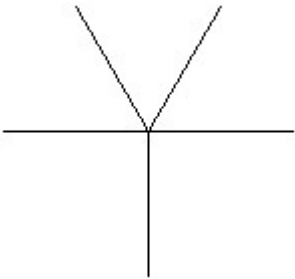
5. 调整后的计算轴承负荷

任务 4、测量飞轮端第 1 个缸的曲柄臂距差

1. 测量臂距差并记录在记录表中和记录图（表位法）上

曲柄臂距差测量记录表

序号	内容	结果记录		需举手
1	曲轴量表安装	安装位置		
2	记录点 1	曲柄转角		
		曲轴量表读数		
3	记录点 2	曲柄转角		
		曲轴量表读数		
4	记录点 3	曲柄转角		
		曲轴量表读数		
5	记录点 4	曲柄转角		
		曲轴量表读数		
6	记录点 5	曲柄转角		
		曲轴量表读数		



臂距差记录图

2. 臂距差计算

参赛队队长签字（比赛顺序号）_____

附件 1

实验台架校中计算书

船舶主机和轴系安装赛项专家组

目 录

1 计算参数	1
2 轴系基本参数	1
3 轴承负荷影响系数计算	2
4 直线校中计算结果	3
5 中间轴承顶举系数计算	4

1 计算参数

如图 1 为实验台架轴系布置简图。该台架由柴油机、短轴、中间轴、艮轴、艮管装置、艮轴密封装置、螺旋桨等组成。

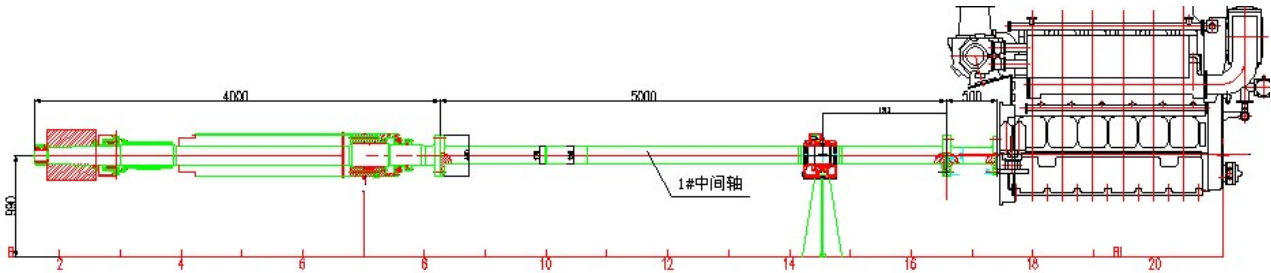


图 1 轴系布置简图（改图短轴尺寸，本次模块中为 290）

2 轴系基本参数

根据图 1 简化的轴系校中模型计算参数见表 1。

表 1 台架轴系几何尺寸表

截面号	标识符	节点坐标 (mm)	单元长度 (mm)	截面直径 (mm)	材料密度 (Kg/m³)	集中载荷 (KN)
1		0	140	130	7850	0
2		140	210	169	7850	0
3		350	210	183	7850	8.2
4		560	240	190	7850	0
5		800	130	205	7850	0
6	Brng	930	390	205	7850	0
7		1320	1805	190	7850	0
8		3125	180	220	7850	0
9	Brng	3305	180	220	7850	0
10		3485	330	210	7850	0
11		3815	140	190	7850	0
12		3955	45	400	7850	0
13	Flng	4000	45	400	7850	0
14		4045	855	170	7850	0
15		4900	300	180	7850	0
16		5200	300	180	7850	0
17		5500	1000	170	7850	0
18		6500	1000	170	7850	0



截面号	标识符	节点坐标 (mm)	单元长度 (mm)	截面直径 (mm)	材料密度 (Kg/m ³)	集中载荷 (kN)
19		7500	300	180	7850	0
20	Brng	7800	250	180	7850	0
21	Jack	8050	50	180	7850	0
22		8100	855	170	7850	0
23		8955	45	400	7850	0
24	FIng	9000	45	400	7850	0
25		9045	410	170	7850	0
26		9455	45	400	7850	0
27	FIng	9500	70	155	7850	0
28		9570	70	155	7850	7.415
29		9640	38	380	7850	0
30		9678	150	155	7850	0
31	Brng	9828	177	155	7850	0
32		10005	150	155	7850	0.332
33	Brng	10155	150	155	7850	0
34		10305	150	155	7850	0.332
35	Brng	10455	150	155	7850	0
36		10605	150	155	7850	0.332
37	Brng	10755	150	155	7850	0
38		10905	150	155	7850	0.332
39	Brng	11055	150	155	7850	0
40		11205	150	155	7850	0.332
41	Brng	11355	150	155	7850	0
42		11505	300	155	7850	0.332
43		11805	-	155	7850	0

注：Brng 表示轴承位置，Jack 表示千斤顶位置；FIng 表示法兰位置；

3 轴承负荷影响系数计算

轴承负荷影响系数见表 2。

表 2 轴承负荷影响系数（部分）

轴承号	1#	2#	3#	4#	5#
1#	1.1520	-1.9799	1.4788	-1.9335	1.5398
2#	-1.9799	3.6228	-3.4191	5.2766	-4.2022
3#	1.4788	-3.4191	2.516	-30.0041	29.0498
4#	-1.9335	5.2766	-30.0041	426.1405	-736.7441
5#	1.5398	-4.2022	29.0498	-736.7441	1732.4685

注：1) 1#-艏轴后轴承；2#-艏轴前轴承；3#-中间轴承；4#-柴油机最后一档轴承；5#-柴油机曲轴倒数第 2 档轴承；
2) 表中数值为轴承上升 1mm 产生的负荷(kN)。

4 直线校中计算结果

轴系直线状态下各轴承的状态参数见表 3，轴系各截面的状态参数见表 4。

表 3 轴系直线状态下轴承的状态参数表

轴承序号	截面号	轴承位置	挠度(mm)	转角(rad)	支反力(kN)	20%G (kN)
1	6	930	0.000	2.7669e-04	13.9574	3.0885
2	9	3305	0.000	-2.0468e-04	6.8411	2.9539
3	20	7800	0.000	9.7765e-05	6.515	4.3213
4	31	9828	0.000	1.9834e-05	12.9609	2.6203
5	33	10155	0.000	-3.4710e-06	-3.6555	0.3150
6	45	10455	0.000	5.9879e-07	1.6079	0.3071
7	37	10755	0.000	-1.8819e-07	0.7556	0.3071
8	39	11055	0.000	5.5125e-07	0.0020	0.3071
9	41	11355	0.000	-3.1806e-06	2.0424	0.3507

表 4 直线状态下各截面的状态参数表

截面号	节点坐标 (mm)	挠度 (mm)	转角 (rad)	截面弯矩 (N*mm)	截面弯应力 (N/mm ²)	截面剪力 (kN)
1	0.0	-0.339	3.876e-04	0.000E+00	0.000	0.0000
2	140.0	-0.284	3.874e-04	-1.001E+04	-0.046	0.1431
3	350.0	-0.203	3.864e-04	-7.813E+04	-0.165	0.5057
4	560.0	-0.122	3.678e-04	-1.951E+06	-3.243	9.1309
5	800.0	-0.039	3.119e-04	-4.205E+06	-6.245	9.6547
6	930.0	0.000	2.767e-04	-5.482E+06	-6.481	9.9851
7	1320.0	0.086	1.725e-04	-4.126E+06	-4.878	-2.9814
8	3125.0	0.035	-1.864e-04	-2.300E+06	-3.416	0.9584
9	3305.0	0.000	-2.047e-04	-2.520E+06	-2.411	1.4851
10	3485.0	-0.039	-2.205e-04	-1.664E+06	-1.592	-4.4929
11	3815.0	-0.115	-2.368e-04	-3.264E+05	-0.359	-3.6130
12	3955.0	-0.149	-2.377e-04	1.581E+05	0.235	-3.3074
13	4000.0	-0.159	-2.376e-04	2.971E+05	0.047	-2.8721
14	4045.0	-0.170	-2.376e-04	4.165E+05	0.066	-2.4367
15	4900.0	-0.331	-1.115e-04	1.861E+06	3.859	-0.9428
16	5200.0	-0.356	-5.571e-05	2.056E+06	3.591	-0.3551
17	5500.0	-0.364	3.066e-06	2.074E+06	3.623	0.2326
18	6500.0	-0.251	2.004e-04	9.681E+05	2.007	1.9799
19	7500.0	-0.041	1.662e-04	-1.837E+06	-3.809	3.7045
20	7800.0	0.000	9.776e-05	-3.037E+06	-5.304	4.2922
21	8050.0	0.018	2.857e-05	-1.889E+06	-3.300	-3.5303

截面号	节点坐标 (mm)	挠度 (mm)	转角 (rad)	截面弯矩 (N*mm)	截面弯应力 (N/mm ²)	截面剪力 (kN)
22	8100.0	0.019	1.530e-05	-1.670E+06	-3.463	-3.4203
23	8955.0	-0.003	-3.069e-05	5.167E+05	1.071	-2.0137
24	9000.0	-0.004	-3.060e-05	5.975E+05	0.095	-1.5783
25	9045.0	-0.005	-3.049e-05	6.587E+05	0.105	-1.1430
26	9455.0	-0.010	1.049e-05	9.805E+05	2.033	-0.4266
27	9500.0	-0.010	1.066e-05	9.899E+05	0.158	0.0087
28	9570.0	-0.009	2.252e-05	9.858E+05	2.696	0.1104
29	9640.0	-0.006	3.117e-05	4.554E+05	1.246	7.6271
30	9678.0	-0.005	3.122e-05	1.593E+05	0.030	7.9588
31	9828.0	0.000	1.983e-05	-1.051E+06	-2.874	8.1767
32	10005.0	0.001	-1.230e-06	-3.459E+05	-0.946	-3.8543
33	10155.0	0.000	-3.471e-06	1.661E+05	0.454	-3.3044
34	10305.0	0.000	-1.940e-08	9.708E+04	0.266	0.5690
35	10455.0	0.000	5.988e-07	-5.442E+04	-0.149	1.1189
36	10605.0	0.000	2.773e-09	2.586E+03	0.007	-0.2711
37	10755.0	0.000	-1.882e-07	-2.289E+04	-0.063	0.2788
38	10905.0	0.000	2.452e-09	3.228E+04	0.088	-0.2589
39	11055.0	0.000	5.513e-07	4.978E+03	0.014	0.2910
40	11205.0	0.000	-1.776e-08	-5.471E+04	-0.150	0.5068
41	11355.0	0.000	-3.181e-06	-1.969E+05	-0.539	1.0567
42	11505.0	-0.001	-6.480e-06	-6.537E+04	-0.179	-0.7678
43	11805.0	-0.003	-7.600e-06	0.000e+00	0.000	0.0000

5 中间轴承顶举系数计算

千斤顶位于距中间轴前法兰（即柴油机飞轮端）950mm 处，如图 2 所示。

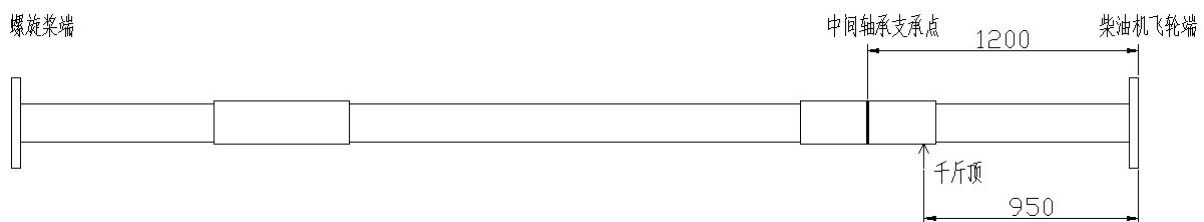


图 2 坐标示意图

表 5 中间轴承顶举系数表

名称	挠度(mm)	支反力 kN	顶举系数
千斤顶	0.018	6.79963	0.95814

注：1) 挠度 (mm) 项中的挠度值表示的是在法兰连接、未用千斤顶时相应位置处的挠度值；

2) 被测轴承支反力=千斤顶力*顶举系数。