

# 康明斯 6BT5.9 柴油机电动调速装置的研制

江苏通沙产业投资集团有限公司渡运公司 3009 轮“九舟”QC 小组

## 一、小组概况

“九舟”QC 小组成立于 2020 年 1 月，小组共有成员 6 名，由江苏路渡 3009 轮船业务骨干组成，均具备船舶管理、船舶安全和轮机工程等方面的专业知识能力，平均接受 QC 知识教育 20 小时以上。

小组名称	“九舟”QC 小组			课题类型	创新型	
成立时间	2020 年 1 月			活动时间	2022.09.01-2023.12	
课题名称	康明斯 6BT5.9 柴油机 电动调速装置的研制			课题注册	2022.09.01	
小组成员	6 人			注册编号		
活动次数	2 次/月			出勤率	100%	
小组成员	姓名	性别	年龄	文化程度	岗位职务	小组分工
1	葛云龙	男	52	本科	轮机长	组长
2	陈光年	男	42	大专	轮机长	组织协调
3	朱祥飞	男	42	本科	轮机长	方案策划
4	王海华	男	45	大专	大管轮	具体实施
5	黄海亮	男	34	大专	二管轮	具体实施
6	褚涛	男	30	本科	二管轮	资料整理

制表人：褚涛

制表日期：2022.09.01

## 二、选择课题

### （一）课题提出

通沙集团现有 7 艘渡轮，合计配备 14 台康明斯 6BT5.9 型柴油发电机组（一主一备）。由于渡轮大量使用了现代化通讯设备和自动化控制系统，其产生的电磁信号，有时会干扰柴油发电机组电子调速系统中的电调控制器，导致部分渡轮在航行过程中出现发电原动机（以下简称原动机）飞车或突然停车故障，不但造成了机械、电气元器件损坏，同时也是渡轮航行的安全隐患。

小组对公司 7 艘渡轮从 2021 年 9 月 1 日至 2022 年 8 月 31 日所

发生该类型故障进行了统计，期间共发生 6 起发电机组故障。

**表 2—1 公司渡轮发电机组 6BT5.9 型原动机调速故障统计表**

序号	日期	渡轮	现象	渡轮状态	故障原因	损坏部件
1	2021.09.10	2014 轮	飞车失电	在航航行中	调速控制板原因	机体报废 控制板损坏
2	2021.11.21	3002 轮	飞车失电	在航靠码头前	调速控制板原因	控制板损坏
3	2021.12.16	3001 轮	飞车失电	在航航行中	调速控制板原因	电压表、控制板损坏
4	2022.01.15	3005 轮	停车失电	在航航行中	调速控制板原因	控制板、多功能保护器损坏
5	2022.04.20	3007 轮	飞车失电	在航靠码头前	调速控制板原因	控制板、多功能保护器损坏
6	2022.08.20	3008 轮	停车失电	在航航行中	调速控制板原因	控制板损坏

制表人：褚 涛

制表日期：2022.09.02

从表 2—1 故障原因来看，所有出现意外飞车和运行突然停车均都是由电子调速控制板异常所导致，在处置故障过程中，有时重新启动又恢复正常，有的更换电子调速板后就恢复正常。公司领导和一线轮机人员高度重视，提出能否在不改变发供电性能及原动机机结构的前提下，将电子调速装置改装成机械调速装置，以保证发电机组在工作时不再受到无线电和电磁信号等干扰，确保渡轮航行的电能供应安全。

### （三）查新借鉴

#### 1、查新借鉴

小组成员通过网上引擎检索、设备生产维修厂商咨询、查阅资料刊物，组织查新工作。

#### （1）网络查索。

小组成员以“**康明斯原动机、6BT5.9、调速装置**”等为关键词，在国家科技成果网、万方数据、中国知网等进行了查新和文件检索，未发现相关的文献和专利产品。



(2) 设备服务商咨询。

向中船 702 所推进器生产商咨询，他们目前给舵桨提供推进动力的柴油机是采用电气控调速技术控制动力主机转速和实现变速运行。

渡轮  
主机  
电气  
控调  
速装  
置



向东康（原动机生产厂家）售后服务商咨询，东康 6BT5.9 型柴油机作为车用发动机，主要配备在东风系列大型货车上。汽车调速是通过油门踏板来联动柴油机油门手柄，控制汽车发动机转速的。



汽车  
油门  
踏板  
示意  
图

小组分析，目前船舶供电系统所采用的发电原动机都是采

用的定速运行。而渡轮主推进系统采用的电气控调速装置其指令发出结构是调速和转舵集合在一起的，结构复杂不仅需提供操作控制电源而且还需要提供压缩空气气源，同时还需要驾驶员手一直把持在调速手柄上。电气控调速技术不适于发电机组的定速运转。

东风大型货车油门踏板调速装置具有较强的借鉴作用。该装置构造简单、控制方便，通过油门踏板联动柴油油门手柄，驾驶员脚踩油门踏板，即同步改变油门手柄位置，进而控制发动机转速。小组研究可以借鉴其工作方式，采用机械调速装置，控制油门手柄位置，即可轻松实现和稳定控制发电机组原动机转速。

## 2、创新设想

小组考虑把原动机电子调速器改为机械式调速器，利用机械式调速器的油门手柄控制柴油机转速。同时，小组讨论提出，在日常运行管理中，会经常性的对发电机组进行转速微调以及并联运行时整步有功负载的分配和转移，需要能满足远距离（主配电屏前）隔离操纵原动机升降速和稳定控制转速。小组认为，在确保 6BT5.9 柴油发电机组运行正常的基础上，将原来的电子调速装置改装成机械电动调速装置（以下简称电动调速装置），作为控制发电机组转速的驱动、执行元件。就完全可以避免以往因电子调速控制板原因出现意外停车和飞车情况发生。

### （四）课题确定

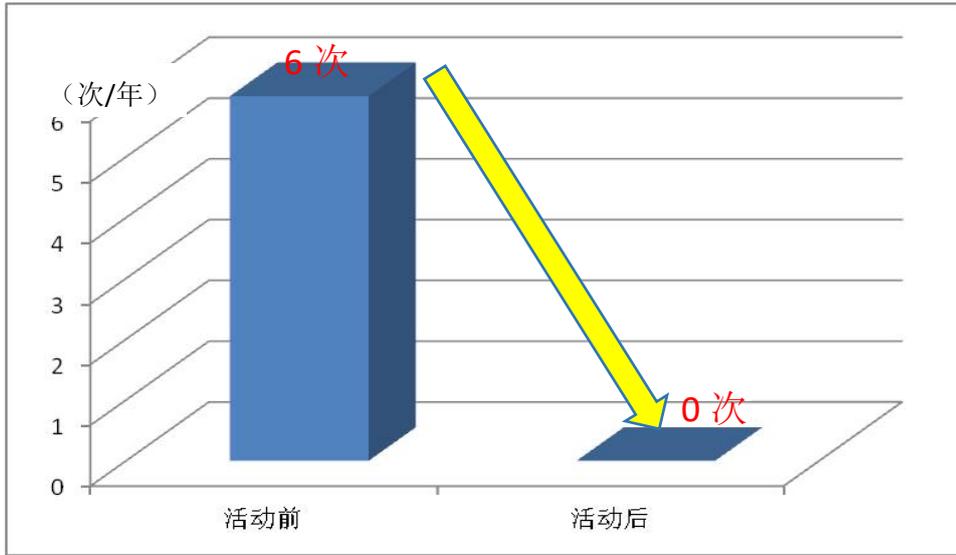
综上所述，小组将本次 QC 课题确定为“康明斯 6BT5.9 柴油机电动调速装置的研制”

## 三、设定目标及目标可行性论证

### （一）设定目标

2021 年 9 月 1 日至 2022 年 8 月 31 日的一年期间，公司渡轮发生 6 起因电调控制器原因，导致飞车或非正常停车的故障。小组确定本次 QC 课题活动目标是：发电机组原动机因调速系统异常停车或飞车的故障由每年的 6 次降为 0 次。

活动目标柱状图



制图人：褚 涛

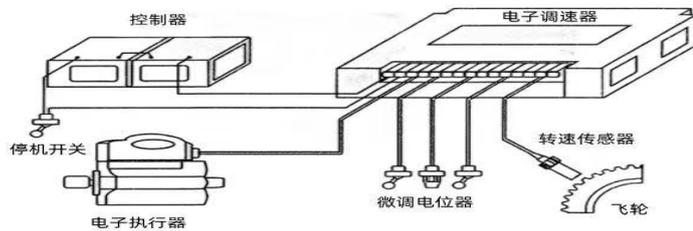
制表日期：2022.09.10

## (二) 目标可行性论证

### 1、技术分析

(1) 机械式调速器完全可以替代电子式调速器。(电磁改手柄控制循环供油量)

目前市场上采用电子调速的柴油机都是利用电磁感应方式，将柴油机飞轮与传感器产生交流电压脉冲信号传输至调速控制板中，再将控制信号给执行机构，自动加减喷油泵的循环供油量，稳定原动机转数。电子式调速器虽便于实现自动控制，但安装使用环境要求高且价格偏贵，很容易受外界电子信号干扰。

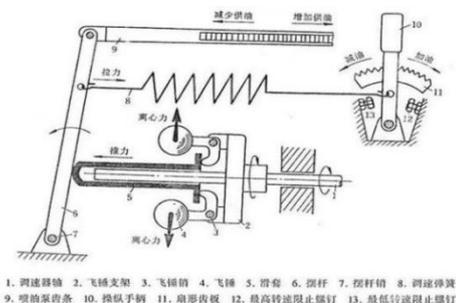


电子调速装置原理

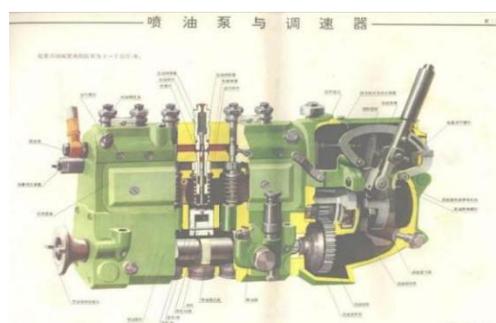
而机械调速器，是通过油门手柄设定并控制调速弹簧预紧力与内部飞铁离心力相平衡位置，实现自动调节加减喷油泵的循环供油量。

加减油门，柴油机转速随之发生升降变化，保持油门手柄固定，就能保持柴油机转数稳定。虽然机械调速器的灵敏程度稍低于电子调速器，但是其结构简单，故障少，维护方便，价格低，广泛应用于中小型柴油发电原动机上。

小组成员利用岸基 6135 型发电机组机械式调速器进行测试，按加油方向扳动油泵油门手柄，柴油转速逐步上升，反之转速下降。当转速至 1500 转/分钟时将油门手柄固定不动，此时原动机转速稳定在额定转速运行。停车时，只需先将油门手柄松至怠速位置，原动机转速下降，然后扳动停车手柄，柱塞停止供油，实现原动机停止运转。



机械式调速器工作原理



高压油泵（机械调速器式）实物

(2) 电动调速机构完全可以满足原动机升降调速和稳定转数。

目前机械式调速器柴油机控制、固定油门手柄基本上是采用齿条、电机拖动加蜗杆自锁固定等方式。其中齿条式是全手动，操作误差大。而采用伺服电机加减速自锁合成技术，将减速机构输出轴摇臂与油门手柄之间采用钢性连接，通过操作电源旋转按钮，实现电机正反转向拖动，带动油门手柄进行加减油操作。当松开按钮操作，电机随即停转，原动机转速就能稳定在某一转数运行（涡轮蜗杆具有自锁功能），同时该机构产品成熟，操作简便，能精地控制原动转速，有效保证发电机组并车的可靠性。检修维护方便，而且出现故障时可替代方法较多，后期维护费用较低。

## 2、安全保障

为了查询机械式调速器实际使用情况。我们小组成员褚涛、黄海

亮利用渡轮装载车辆便利，于2022年9月11和12日上班期间对配置与我们发电原动机型号一样的东风重型柴油货车司机，进行了关于踏板控制车速、机械调速器使用情况的现场询问调查。

**东风系列重型货车动力柴油机调速装置使用情况调查表**

调查日期	车牌号	柴油机型号	行驶里程	调速故障	调查人
2022.09.11	苏 F25965	东康 6BT5.9	100000	无	褚 涛
2022.09.11	沪 ES9080	东康 4BT5.9	80000	无	褚 涛
2022.09.12	苏 ES9796	东康 6BT5.9	150000	无	黄海亮
2022.09.12	沪 B2438	东康 4BT5.9	130000	无	黄海亮
2022.09.12	苏 F5789	东康 6BT5.9	110000	无	黄海亮

制表人：褚 涛

制表日期：2022.09.14

其次渡轮改用电动调速装置，发电原动机因电调控制板异常，导致意外停车和飞车失电的几率将会降为零，完全可以杜绝因电调控制板原因发生供电故障。确保渡轮安全航行所需电力的正常稳定供应，助力公司高质量安全发展。

### 3、研制能力和资金保障

(1) 小组6名成员中有三名轮机长、一名大管轮、两名三管轮，均长期工作在一线，具有丰富的生产实践经验和动手操作技能，同时公司还配有专业的电焊切割工，能够支持装置的切割及安装工作。

(2) 公司高度重视和支持小组技改活动，本课题经批准注册，得到公司领导大力支持，指派公司机务部负责统筹协调并提供专项技改活动经费。

(3) “九舟”QC小组成员近年来已完成多项QC课题，多次荣获上级表彰。小组成员曾多次参加公司渡轮的技改活动，均能熟练运用质量管理的相关工具。

综上所述，本小组成员具有足够理论知识和技能支撑我们完成此次QC课题；原动机改用电动调速装置后，机因调速系统异常停车或飞车事故由每年的6次降为0次的目标，是可行的。

## 四、提出方案并确定最佳方案

### 1、课题总方案

根据课题设想和目标，借鉴汽车油门踏板、渡轮主推进系统电气调速装置的结构和功能特点，结合渡轮发电机组实际情况，经小组会议讨论，在不改变发电机组安保系统的前提下，初步拟定康明斯 6BT5.9 柴油机电动伺服调速装置技改的总体技术方案（见下图）。

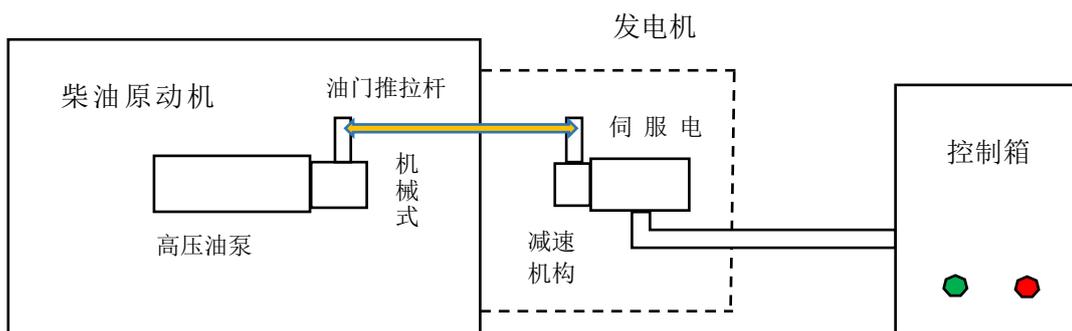
#### 电动调速装置研制项目主要技术指标

项目	主要技术指标
高压油泵	含机械调速器，适配康明斯 6BT 型柴油机，满足功率 83Kw,转速 1500rpm, 柱塞 U219,油阀 F31, 产品应为康明斯指定配套厂家生产。可增装燃油停车电磁铁。
电动伺服机构	原发电机组的控制箱采用是 DC24V 控制电源，因此伺服电机应选用 DC24V 电机，电流 $\leq 3.0A$ 。减速机构输出转速要小于 0.35r/min，并且配置独立于伺服电机以外的手动调速机构和正反转限位开关。减速机构须采用蜗轮蜗杆减速技术，确保能实现自锁，保证原动机转数长时稳定。
传动机构	同步传递行程和力矩，坚固耐用，便于拆装和快速解脱操作。适宜曲线安装尤佳。
控制电器	尽量使用原有的控制元器件和线路，保持机旁和远操功能，并能满足怠速和额定转速位置限位停转功能。

制表人：褚 涛

制表日期：2022.09.14

### 2、方案草图

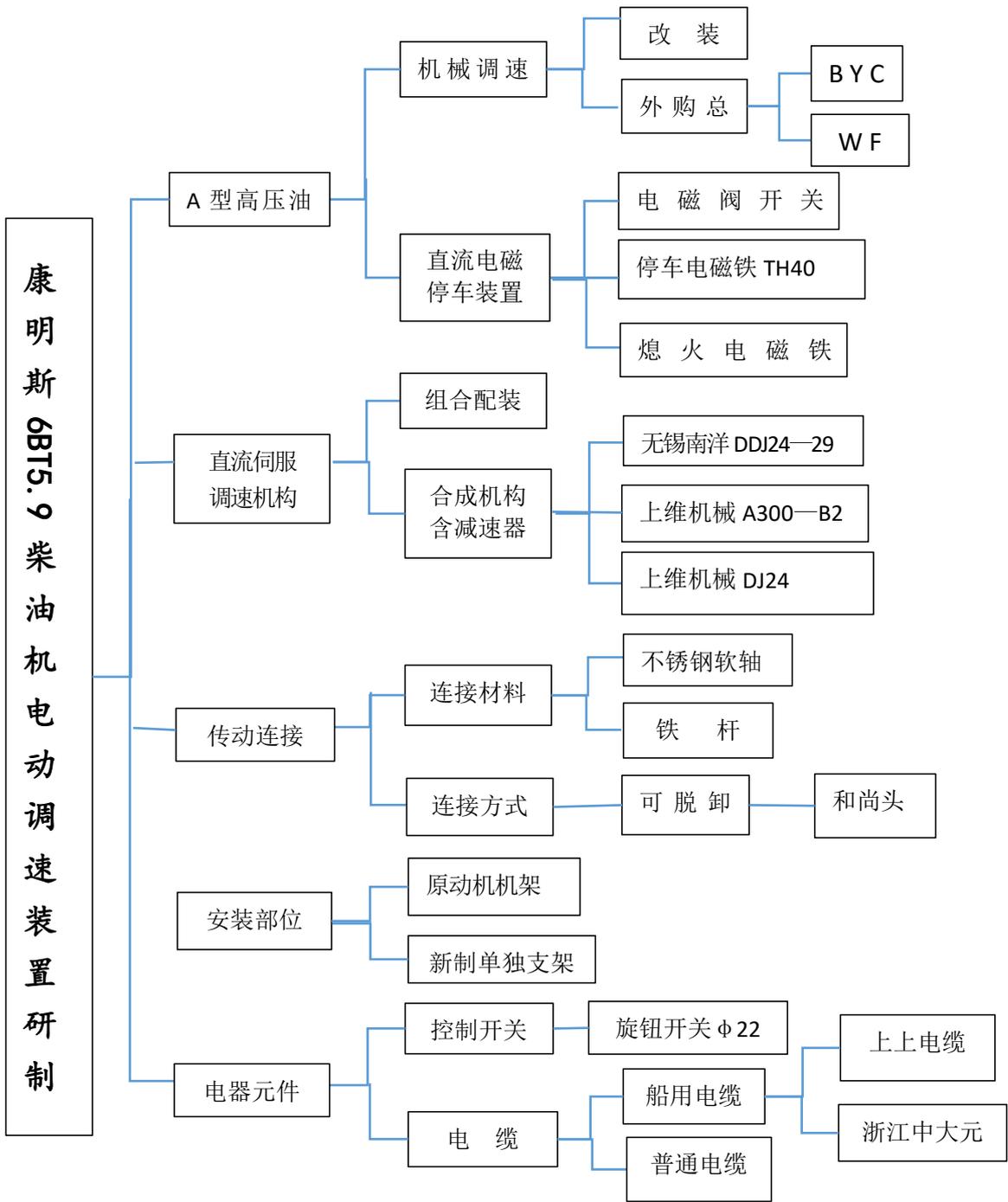


绘图人：朱祥飞

绘图日期：2022.09.14

### 3、方案树图

根据总体方案，小组成员通过会议讨论，对电动调速装置构成方案进行细化分解，如下图：



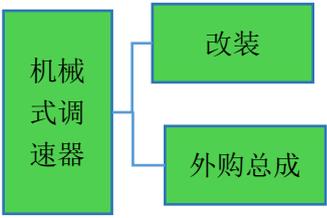
制图人：朱祥飞

制图日期：2022.09.16

## 二、方案比选

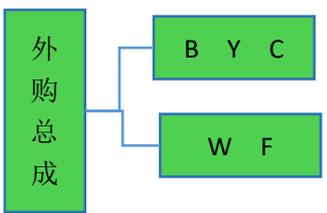
### 1、高压油泵机械式调速器的选择（见表 4—1）

**表 4—1 高压油泵机械式调速器的选择**

选择依据	适配康明斯 6BT 机型，满足发电调速特性和负载试验要求。				
备选方案		最佳方案条件	1.适配性、安全可靠 2.运行指标符合试验规范 3.市场货源易于购买 4.康明斯 6BT 系列配套产品	选择方式	1.咨询售后维修 2.资料查阅 3.市场调查
方案	优缺点		价格	综合分析	结果
改装	节约费用。市场货源少，组装人员技术水平要高，需要专业测试调整工具。		1000 元/台	只有外购总成能满足最佳方案条件	不采用
外购总成	节省时间，康明斯指定配套厂家生产，质量可靠有保证。涉及专利，费用高，比价选择范围小。		1780 元/台		采用
结论	为了确保使用安全和运行质量，结合服务商建议，以购买总成成套产品为首选。				
比选日期：2022.09.18		地点：机务部	审核人：葛云龙	制表人：褚涛	

### 2、高压油泵总成品牌的选择（见表 4—2）

**表 4—2 高压油泵总成品牌的选择**

选择依据	康明斯指定配套厂生产，适配康明斯 6BT 型柴油机，满足功率 92Kw, 转速 1500rpm, 油泵柱塞 U219, 油阀 F31；调速器为机械式。可增装燃油停车电磁铁				
备选方案		最佳方案条件	1.康明斯指定配套厂 2.市场货源足易于购买 3.产品技术参数符合要求 4.可配装停车电磁阀装置	选择方法	1.市场调查 2.资料查询
方案	优缺点		价格	综合分析	
BYC	北京亚新科天纬是康明斯指定配套厂，其配套的主要是电子式调速高压油泵为主，目前厂家生产电喷共轨产品为主。		2500 元/台	无锡威孚一直是康明斯配套	

		厂商。产品质量可靠。北京亚新科天纬只能购买拆机旧件。																																																																								
BYC 高压油泵总成	WF 高压油泵总成																																																																									
W F	无锡威孚一直是康明斯油泵指定配套厂，其生产的 6A125A 型为机械式调速高压油泵，应用于康明斯 6BT 型柴油机上。	1800 元/台																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="8" style="text-align: left;">六、A(W)型喷油泵总成</th> </tr> <tr> <th>物料编码</th> <th>订货编号</th> <th>主机厂</th> <th>配套机型</th> <th>功率转速</th> <th>型 号</th> <th>客户物料号</th> <th>柱塞 油嘴</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1001080001</td> <td>6A113</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>6A</td> <td></td> <td>U218 F27</td> </tr> <tr> <td>1001080002</td> <td>6A114</td> <td>朝柴</td> <td>6102G</td> <td>62.5kW/2200rpm</td> <td>6A</td> <td></td> <td>U204 F21</td> </tr> <tr> <td>1001080003</td> <td>6A116</td> <td>朝柴</td> <td>6102BG</td> <td>84kW/2500rpm</td> <td>6A116-9</td> <td></td> <td>U202 F21</td> </tr> <tr> <td>1001080004</td> <td>6A122</td> <td>北内</td> <td>F6L912G6</td> <td>82kW/2500rpm</td> <td>6A</td> <td></td> <td>U75 F31</td> </tr> <tr> <td>1001080005</td> <td>6A124</td> <td>石建</td> <td>F6L912</td> <td>48kW/1500rpm</td> <td>6A</td> <td></td> <td>U91 F31</td> </tr> <tr> <td>1001080006</td> <td>6A125</td> <td>二汽</td> <td>6BT</td> <td>92kW/1500rpm</td> <td>6A125A-9.5 右 750</td> <td></td> <td>U219 F31</td> </tr> <tr> <td>1001080007</td> <td>6A125A</td> <td>康明斯</td> <td>6BT5.9-G1</td> <td>92kW/1500rpm</td> <td>6A125A-9.5 右 750</td> <td>3976801</td> <td>U219 F31</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">           无锡威孚油泵总成产品目录摘录         </div>			六、A(W)型喷油泵总成								物料编码	订货编号	主机厂	配套机型	功率转速	型 号	客户物料号	柱塞 油嘴	1001080001	6A113				6A		U218 F27	1001080002	6A114	朝柴	6102G	62.5kW/2200rpm	6A		U204 F21	1001080003	6A116	朝柴	6102BG	84kW/2500rpm	6A116-9		U202 F21	1001080004	6A122	北内	F6L912G6	82kW/2500rpm	6A		U75 F31	1001080005	6A124	石建	F6L912	48kW/1500rpm	6A		U91 F31	1001080006	6A125	二汽	6BT	92kW/1500rpm	6A125A-9.5 右 750		U219 F31	1001080007	6A125A	康明斯	6BT5.9-G1	92kW/1500rpm	6A125A-9.5 右 750	3976801	U219 F31
六、A(W)型喷油泵总成																																																																										
物料编码	订货编号	主机厂	配套机型	功率转速	型 号	客户物料号	柱塞 油嘴																																																																			
1001080001	6A113				6A		U218 F27																																																																			
1001080002	6A114	朝柴	6102G	62.5kW/2200rpm	6A		U204 F21																																																																			
1001080003	6A116	朝柴	6102BG	84kW/2500rpm	6A116-9		U202 F21																																																																			
1001080004	6A122	北内	F6L912G6	82kW/2500rpm	6A		U75 F31																																																																			
1001080005	6A124	石建	F6L912	48kW/1500rpm	6A		U91 F31																																																																			
1001080006	6A125	二汽	6BT	92kW/1500rpm	6A125A-9.5 右 750		U219 F31																																																																			
1001080007	6A125A	康明斯	6BT5.9-G1	92kW/1500rpm	6A125A-9.5 右 750	3976801	U219 F31																																																																			
结论	为了使用和运行安全，根据康明斯专家建议，决定以购买无锡威孚生产 6A125A 型油泵总成成为首选。																																																																									
比选日期： 2022. 09. 18	地点：公司机务部	审核人：葛云龙	制表人：褚 涛																																																																							

### 3、高压油泵直流电磁停车装置的选择（见表 4—3）

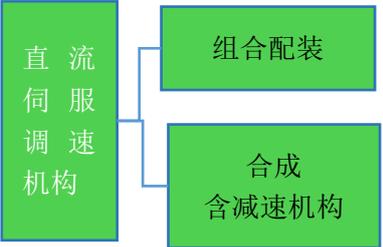
**表 4—3 高压油泵直流电磁停车装置的选择**

选择依据	满足康明斯 6BT 机型安保系统要求，确保设备发生紧急故障时及时停车保护功能准确响应。					
备选方案	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #90EE90; padding: 5px; margin-right: 10px;">直流电磁停车装置</div> <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> <div style="background-color: #90EE90; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">电磁阀开关 5301701</div> <div style="background-color: #90EE90; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">停车电磁铁 TH40</div> <div style="background-color: #90EE90; padding: 5px;">熄火电磁铁 SD03A3SH</div> </div> </div> </div>		最佳方案条件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 适配 6A125A 高压油泵安装。</li> <li>2. 执行动作快捷可靠，符合规范要求</li> <li>3. 电磁铁适用电源与控制箱电源相符</li> <li>4. 产品成熟易于购买</li> </ol>	选择方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 油泵厂家咨询</li> <li>2. 市场调查</li> </ol>
方案	图 片	电 源	优 缺 点	价 格	综 合 分 析	选 择 结 果
一		24V	可直接安装于油泵上，附件配套适用。	150 元/只	方案一断油电磁阀 5301701 满足以上 4 个条件。	采用

二		24V	需制作安装支架，钢绳传动，拉推只能取一。	260元/只		不采用
三		24V	传动附件配套适用，电磁铁本体固定需制作支架。	220元/只		不采用
结论	采用 5301701 熄火器作为电磁控制停车装置。					
比选日期： 2022.09.18	地点：公司机务部	审核人：葛云龙	制表人：褚涛			

#### 4、直流伺服调速机构的选择（见表 4—4）

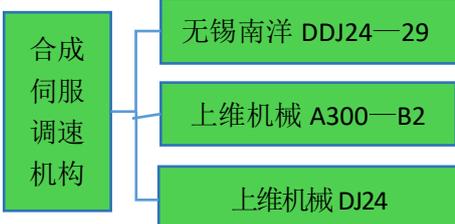
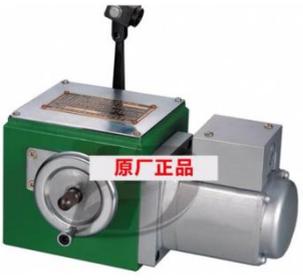
**表 4—4 直流伺服调速机构的选择**

选择依据	减速机与伺服电机能直接配套成型，整体结构小巧紧凑，质量可靠，便于安装。还具有配装自锁稳定转速和应急手动调速操作功能。					
备选方案		最佳方案条件	体积小、重量轻、结构紧凑。控制精度高、运行平稳可靠、具有自锁功能。伺服电机适用电源与控制箱电源相符。	选择方式	1. 查阅技术资料 2. 线上商家咨询	
方案	图 片		价 格	优 缺 点		结 果
组合配装	 		电机 300+ 减速器 400) /台	涉及设备专用，配套成型难度较大，后续配套部件成本高。非定制配装，市场货源较少。		不采用
合成含减速机构	 		1000—1300元/台	结构紧凑，加减速平缓可实现正反向无极调速，初期购买费用高，可节省配装时间。能实现精准操作控制并能满足安保和实现自动控制。		采用

结论	根据规范和实际操作要求,确定购买伺服电机与减速器直接合成的伺服调速产品		
比选日期: 2022.09.18	地点: 公司机务部	审核人: 葛云龙	制表人: 褚 涛

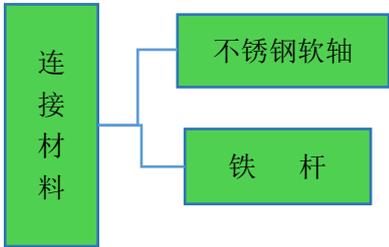
### 5、合成伺服机构类型的选择 ( 见表 4—5 )

**表 4—5 合成伺服机构类型的选择**

选择依据	伺服电机应选用 DC24V 电机, 电流 $\leq 3.0A$ 。减速机构输出转速要小于 0.35r/min, 并配置独立的手动调速机构和正反转限位开关。减速机构须有自锁功能确保原动机转数稳定。				
备选方案		最佳方案条件	1.具有自锁和应急手动操作功能; 2.配装最高、最低转速限位装置; 3.电机为 24V;无刷优于有刷; 输出转速要低于选择依据。		选择方式 市场调查
方案	图片	参数指标	价格	综合分析	结果
一无锡南洋 DDJ24—29		电机: 24V、40W 有刷、电流 4A; 无限位。输出转速 0.35r/min	1200/每台	只有上维机械 DJ24 满足最佳方案条件, 所以选择使用上维机械 DJ24 电动调速机构。	不采用
二上维机械 A300—B2		电机: 24V、40W 有刷、电流 4A; 有限位。输出转速 0.35r/min	1380/每台		不采用
三上维机械 DJ24		电机: 24V、30W 有刷、电流 3A 有限位输出转速 0.28r/min	1000/每台		采用
比选日期: 2022.09.18	地点: 公司机务部	审核人: 葛云龙	制表人: 褚 涛		

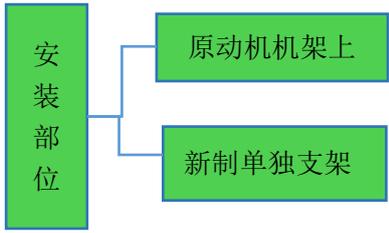
## 6、传动连接材料的选择（见表 4—6）

**表 4—6 传动连接材料的选择**

选择依据	传动同步，安装简便、，后期配套工作量、费用、维护少。				
备选方案			最佳方案条件	同步传递行程和力矩，坚固耐用。不受原动机振动影响。适宜曲线安装尤佳。	选择方式 市场调查
方案	图片	优缺点	价格	综合分析	结果
不锈钢软轴		可弯曲，伺服电机安装位置可任意布放，维修拆卸方便。价格较贵，需考虑设计套管固定支架及连接头。	50 元/根	不锈钢软轴符合最佳方案条件	采用
铁杆		刚性强，取材方便，价格便宜，伺服电机安装位置受限，需另配安装固定孔。紧固部位因振动，产生磨损松动，导致同步性变差。	25 元/根(Φ6, 加两端固定孔)		不采用
结论	根据原动机机架附属设备布局，决定采用可曲线安装的软轴作为传动连接材料。				
比选日期： 2022.09.18	地点：渡轮集控室	审核人：葛云龙	制表人：褚涛		

## 7、安装部位的选择（见表 4—8）

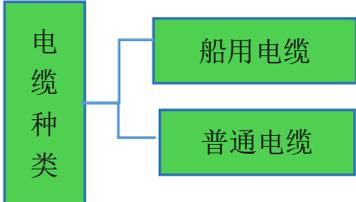
**表 4—8 安装部位的选择**

选择依据	方便安装和原动机检修，受外界振动影响小				
备选方案			最佳方案条件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、安装部位对原动机日常维护检修影响最小。</li> <li>2、布放位置要美观协调</li> <li>3、支、托架要坚实牢固，制作费用要低</li> </ol>	选择方法 资料查询 线上商家咨询

方案	优缺点	价格	综合分析	结果
原动机机架上	不需另外制作固定支架，但需制作托架。原动机维护检修受影响；原动机振动会影响伺服电机正常工作并会造成传动活络部位松动和磨损	80 元/台 ( 废旧材料)	虽单独支架一次性制作费用较高，但后期对设备检修及原动机振动影响利大于弊，更满足于最佳条件	不采用
单独支架	单独支架安装，拆卸方便，便于原动机检修；电动调速机构不受振动影响，需设计制作支架，增加制作费用。	200 元/台 ( 废旧材料)		采用
结论	采用制作单独支架，安装伺服调速机构。			
比选日期： 2022.09.18	地点：机舱集控室	审核人：葛云龙	制表人：褚涛	

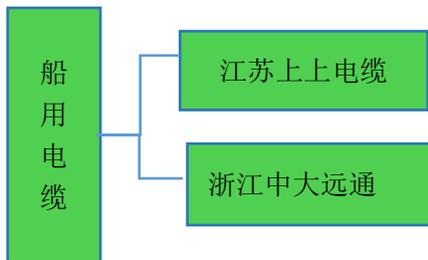
## 8、电气电缆种类的选择（见表 4—8）

**表 4—8 电缆种类的选择**

选择依据	机舱长期处于油气、高温工作环境下，能承受油气、潮湿的侵蚀，绝缘好，耐磨损，符合船舶建造规范要求。				
备选方案		最佳方案条件	满足规范要求，能承受油、水、热等腐蚀；正规厂家生产	选择方式	资料查询市场调查
方案	图 片	优缺点	价 格	综合分析	结 果
船用电缆		外部有耐温、耐油的铠甲，绝缘等级高，使用寿命长。价格高于普通电缆 3 倍，线质较硬，布线较有难度	1.5X3 8—15 元/米	机舱长期处于高温、潮湿的环境，且机器处所油气较为集中，应使用具有耐热、耐腐蚀的外部铠甲的船用电缆作为电源及信号传递材料。	采用
普通电缆		市场货源种类充足，比选范围大、线质较软，易于布线绝缘层较薄，易受油气腐蚀老化。	1.5X3 4—7 元/米		不采用
结论	根据规范要求，采用船用电缆				
比选日期： 2022.09.18	地点：机舱集控室	审核人：葛云龙	制表人：褚涛		

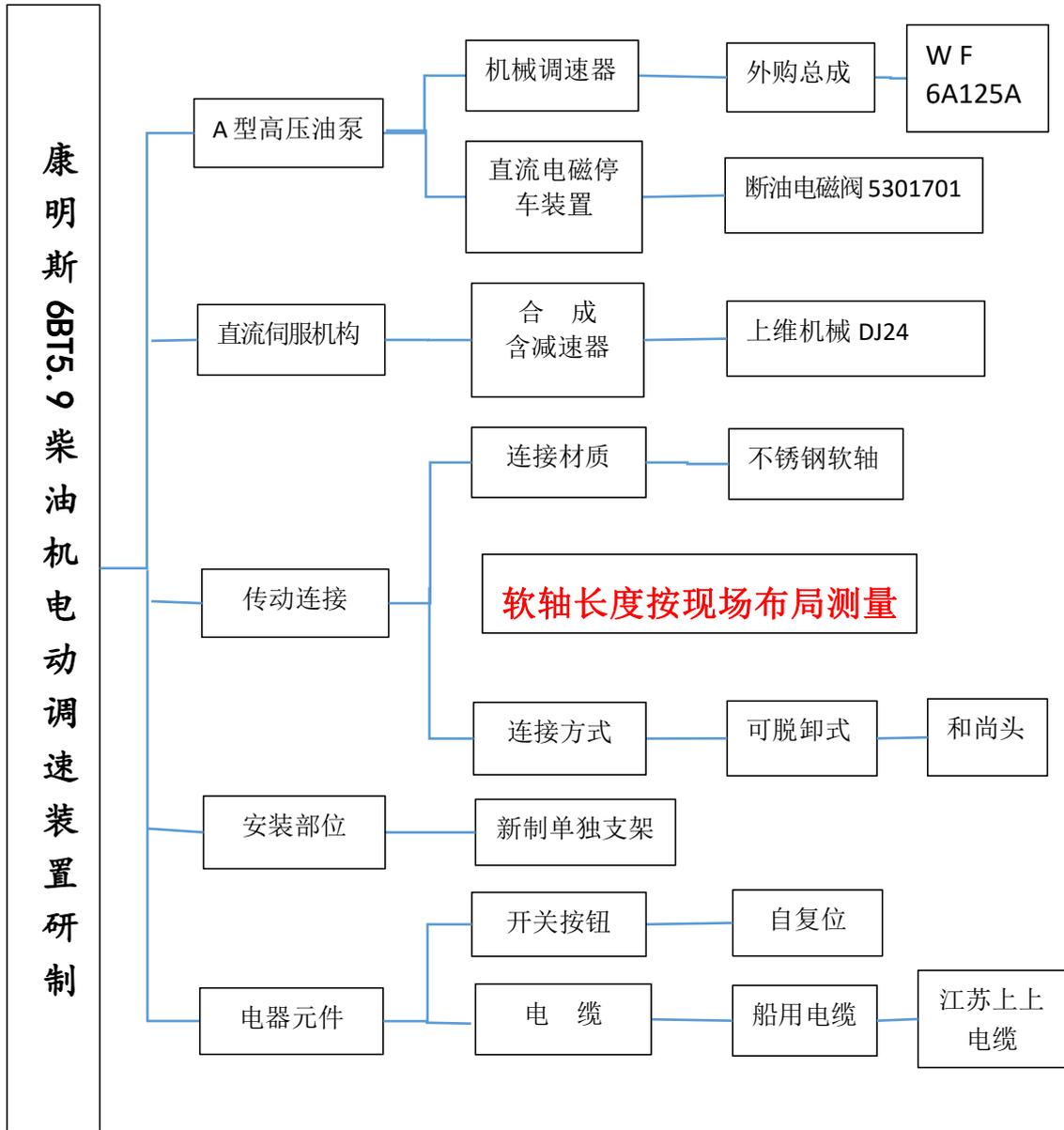
9、船用电缆品牌的选择（见表4—9）

表4—9 船用电缆品牌的选择

选择依据	根据船舶建造规范（2016）第三章电气设备规定，需满足规范要求					
备选方案			最佳方案条件	1、满足规范要求：CCS 认证，船级社认证； 2、能承受油、水、热等腐蚀； 3、价格便宜。	选择方式	市场调查
方案	图片	价格	基本条件	综合分析	结果	
上上电缆		85元/10米 3X1.5	型号 CJ86/SC，额定电压：0.6—1KV；CCS 认证，八大船级社认证；绝缘氯气外皮，低烟无卤，弯折无裂痕；无氧纯铜芯，外镀金属锡，耐腐蚀、抗氧化，导电性能稳定。	产品性能基本相同，上上电缆价格相对便宜，符合最佳条件	采用	
中大元通		100元/10米 3X1.5	型号 CJ86/SC，额定电压：1000V；CCS 认证，八大船级社认证；阻燃材料，低烟无卤，绝缘填充物，镀锡铜芯，导电性能强。		不采用	
结论	采用江苏上上电缆（船用）					
比选日期： 2022.09.18	地点：机舱集控室	审核人：葛云龙	制表人：褚涛			

### (三) 确定最佳方案

经过小组调查、研究比选，最终确定本课题最佳方案：



制图人：朱祥飞

制图日期：2022.09.20

### 五、制订对策

2022.09.20 小组成员朱祥飞、陈光年根据确定的最佳方案，制定了对策表，明确目标、具体实施措施、落实责任人和完成时间等。

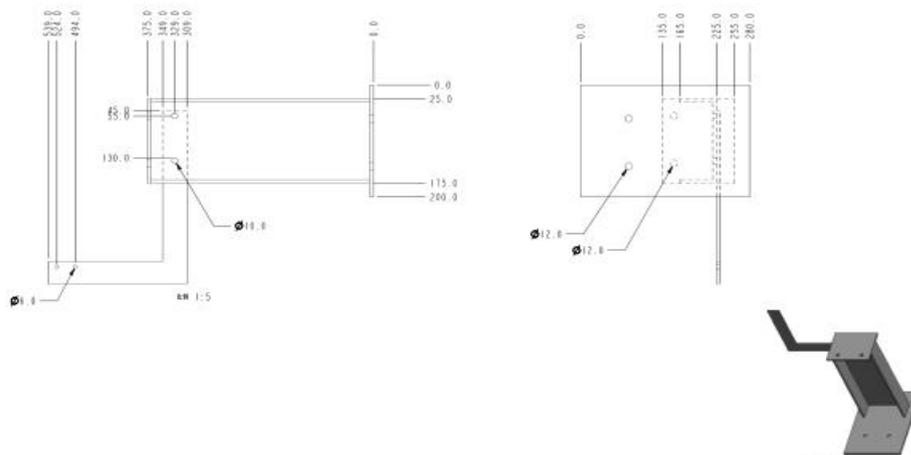
序号	对策	目标	措施	地点	完成时间	负责人	检查人
1	设计图纸	1、内容清晰；数据 100%准确，附有设计说明 2、获准实施。	1、整理需设计图纸清单；CAD 制图 2、报公司审核批准实施。	机舱	2022.09.22	朱祥飞 王海华	葛云龙
2	购置 A 型高压油泵总成	1、型号准确无误，适配原动机， 2、证书资料齐全。 3、运转活络，无卡滞。	1、购买威浮油泵货号 GA125A。 2、检查物证相符。 3、实物盘动检查。	公司机务部	2022.09.26	陈光年 王海华	葛云龙 朱祥飞
3	高压油泵断油电磁阀	1、WF6A125A 油泵总成适配， 2、证书附件齐全， 3、通电试验动作灵敏	1、比质购买货号 5301701； 2、检查证件物； 3、通电检测； 4、与高压油泵合装试验。	公司机务部网购	2022.09.26	朱祥飞 王海华	陈光年
4	购买伺服调速机构	1、电压 DC24V 2、配置手动操作和高低限位机构，证件齐全，价低质好。 3、运转平稳，控制精度高	1 比质比价、购买（上维机械 DJ24）； 2、查验物证、附件相符； 3、手动操作，通电联动试验	机务部网购	2022.09.26	朱祥飞 王海华	陈光年
5	购置传动连接部件	1、符合现场测量尺要求； 2、抽动试验轻巧无卡滞。 3、配套相关安装连接附件	1、网络查询、比对、购买； 2、测量规格、核对附件数量； 3、抽动检测试验，卡滞。	集控室网购	2022.09.26	黄海亮 褚涛	陈光年
6	制作安装支架	1、尺寸符合设计图纸， 2、支架形状无偏差； 3、联接牢固，无虚焊。	1、选用废旧料，委托公司修理组制作 2、外形尺寸测量核对； 3、敲击检查焊缝。	机修车间	2022.09.28	朱祥飞 机修工	陈光年

7	购买电气元件	1、符合电器改装说明图要求。 2、国标品质，正规品牌。 3、数量齐全。	1、市场比价购买， 2、开关为施耐德、电缆为江苏上上电缆 3、核对数量和种类 4、万用表通断试验检测	南方、紫阳机电市场	2022.09.26	黄海亮 褚涛	朱祥飞
8	设备对接安装现场调试检测	1、各部件联接牢固，可靠； 2、应急、手动通电操作正常 3、调速灵敏，运行稳定，控制精准 4、安保动作及时有效；负载试验符合规范。	1、推动检查移动性、联接牢固性； 2、整体联动分类实操检测； 3、记录数据，确认效果。	渡轮机舱	2022.09.30	朱祥飞 陈光年 王海华 黄海亮 褚涛	葛云龙

## 六、对策实施

### 1、实施对策一：设计图纸

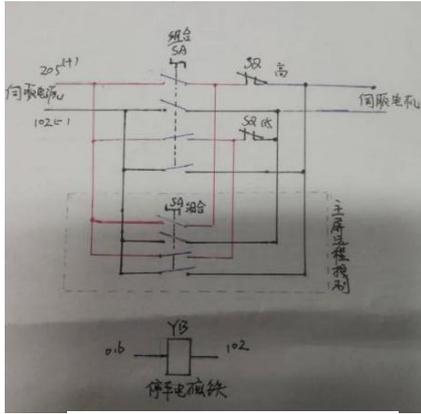
#### (1) 伺服电机支架尺寸图：



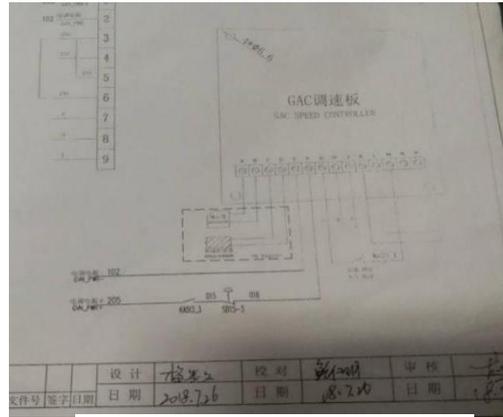
#### 说明：

- 1、支架支柱采用 L75x50x6 CCSA 角钢拼接；伺服机构采用 5x120x150 CCSA 钢板；支架底座采用 8x280x200 CCSA 钢板；软轴支架采用—4x40 CCSA 扁钢制作。
- 2、支架底座钢板与发电机组公共底座采用对角焊接。
- 3、该支架主体结构与底座、软轴支架均采用螺栓紧固连接；便于拆卸移动，方便原动机维护检修。

(2) 电气接线改装图:



伺服机构接线原理图



原 GAC 调速板接线原理图

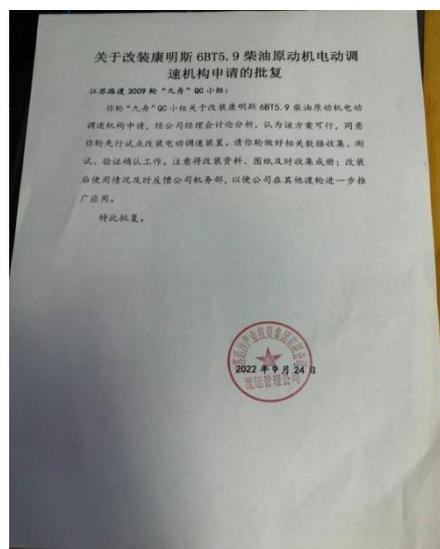
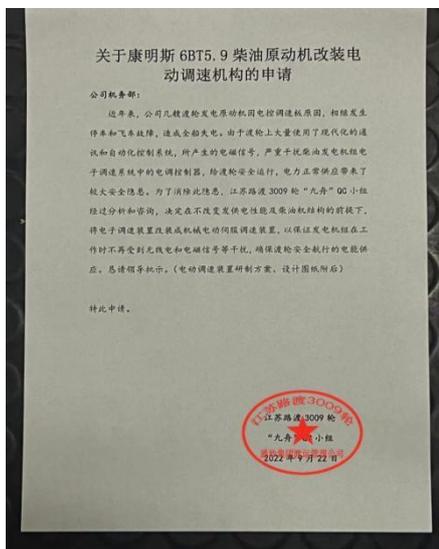
说明:

- 1、原控制箱内 GAC 调速板拆除。
- 2、伺服机构运行电源采用原控制箱提供给 GAC 调速板电源 102（-）、205（+）。
- 3、原接至 CAC 调速板 E、F 点 102、205 移接停车电磁铁线圈。
- 4、原接至 CAC 调速板 G、J 点接线及控制箱里至主屏备用线与主屏远程调速开关相接并与控制箱调速开关接线按接线原理图并接。
- 5、所有线缆接点均利用控制箱内接线端子 67—76 空位进行有序布放，可适当进行增配。
- 6、升降速控制开关采用自复位常开点组合开关（施耐德系列），增加的电线需采用  $3 \times 1.5^2$  和  $2 \times 1^2$  规格的
- 7、线路接妥后，原拆除的接线需进行标记、绝缘包扎和固定。

制图人：朱祥飞、王海华

制图日期：2022.09.21

实施目标检查：小组成员朱祥飞和王海华在 2022 年 9 月 22 日前，将支架尺寸图纸、电气接线图纸设计完毕。经小组检查，绘制规范，标注清晰，符合要求。并书面报请公司审核批准，获准实施。



## 2、实施对策二：购买 A 型高压油泵

2022 年 9 月 22 日小组成员陈光年、王海华在公司机务部指导下，与康明斯售后服务商线上咨询，获悉康明斯 6BT5.9 型柴油机高压油泵（机械调速器式）由无锡威孚高科技集团股份有限公司（WF）生产提供。

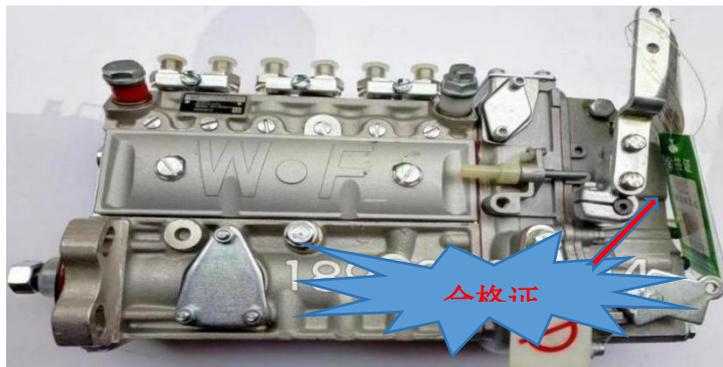
经对无锡威孚高科技集团股份有限公司 A(W) 型喷油泵总成产品目录查询核对，其中订货号为 6A125A，适配康明斯 6BT5.9 机型（客户物料号 3976801）。遂委托康明斯售后服务商协助定货。

### 六、A(W)型喷油泵总成

物料编码	订货编号	主机厂	配套机型	功率转速	型号	客户物料号	柱塞	油嘴
1001080001	6A113				6A		U218	F27
1001080002	6A114	朝柴	6T02G	62.5kW/2200rpm	6A		U204	F21
1001080003	6A116	朝柴	6T02BG	84kW/2500rpm	6A116-9		U202	F21
1001080004	6A122	北内	F6L912G6	82kW/2500rpm	6A		U75	F31
1001080005	6A124	石建	F6L912	48kW/1500rpm	6A		U91	F31
1001080006	6A125	二汽	6BT	92kW/1500rpm	6A125A-9.5 右 750		U219	F31
1001080007	6A125A	康明斯	6BT5.9-G1	92kW/1500rpm	6A125A-9.5 右 750	3976801	U219	F31

### 无锡威孚油泵总成产品目录

实施目标检查：2022 年 9 月 25 日货到后，小组成员葛云龙、朱祥飞进行开箱检查，物证齐全，包装完好，核对型号准确无误；手动盘转试验，泵轴及油门等部位活络无卡滞。验收合格。



产品代码

### 3、实施对策三：购买直流电磁停车装置

小组成员朱祥飞、王海华根据对策目标，于2022年9月22日—24日分别到南通永兴汽配城、建虎油泵维修中心及线上网络查询适用于WF6A125A 油泵断油停车电磁阀（5301701），进行比质比价、购买。



查询比质比价结果图

商家	电磁铁图片	价格	适配情况	交货时间	结果
永兴车城 龙口油泵 特约维修 中心		200 元/ 套	其中一款适用， 商家不肯让利 销售。	需预订， 三天交货	不采用
东鑫纯正 配件		160 元/ 套	与油泵相配套， 安装附件齐全， 配件刻有防伪 二维码和 DCCC 原厂钢印。	款到发 货、次日 到达	购买

制表人：褚 涛

制表日期：2022.09.25

实施目标检查：2022年9月26日网购断的断油停车电磁阀（5301701）到货后，小组成员陈光年对其外观、产品证书及安装附件进行了查验，齐全完好；分别对两电磁铁进行通电试验、吸力正常、动作灵敏，与油泵合装试验，动作及时有效。验收合格。

断油电磁阀吸断检测试验汇总表

电磁铁 编号	1次		2次		3次		4次		5次		结果
	吸	断	吸	断	吸	断	吸	断	吸	断	
1	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	合格
2	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	合格

制表人：褚 涛

制表日期：2022.09.27



DCEC 停车电磁铁



电磁铁通电试验



电磁铁与油泵合体

#### 4、实施对策四：购买伺服调速机构

小组成员朱祥飞、王海华根据对策目标要求于2022年9月22日—24日通过线上查询泉州上维机械有限公司生产的DJ24型电动调速机构并购买。



<p>泉州 上维 机械 有限 公司</p>		<p>1200 元/台 (电机无刷)</p>	<p>款到 2 天发货 (包 邮)</p>
---------------------------------------	---	----------------------------	-----------------------------------

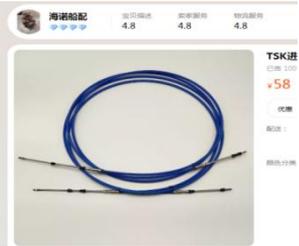
实施目标检查：2022 年 9 月 25 日网购电动调速机构到货后，小组成员陈光年，进行了物证查验，外观完好、证书、附件齐全。手动操作测试，转轴摇臂同步，通电试转正常，电源正反换向，输出同步换向。限位调整到位能及时切断停止电机转动。验收合格。



### 5、实施对策五：购买传动连接软轴

小组成员黄海亮、褚涛于 2022 年 9 月 24 日对原机油泵手柄与电动调速机构摇臂之间距离进行测量长度为 1200mm、结合推进主机调速用的软轴款式（其  $\phi$  为 5mm、不锈钢材质），进行线上查询，比质比价、购买符合要求的不锈钢软轴及固定与连接配件。

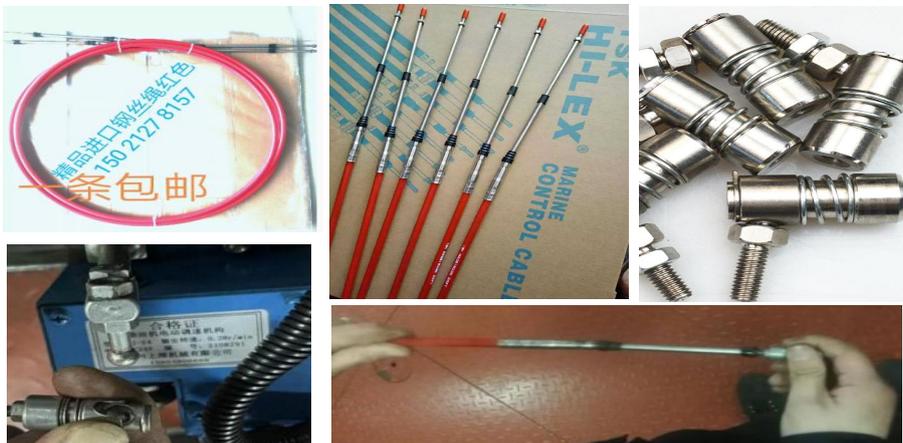


商家	不锈钢软轴图片	价格	接受定制 提供附件	交货 时间	结果
海诺 船配		58 元	3 米起，不接受定制、不提供和尚头和卡扣等附件	款到发货	不采用
杨帆 起航 汽配		78 元	2 米起、整米定制，提供赠送单侧和尚头和卡扣附件，其余需另购。	款到发货	不采用
船舶 用品 专业 生产 网店		50 元	1 米起，接受定制，每根软轴赠送两套和尚头和卡扣等附件	款到两天内发货	采用

制表人：褚 涛

制表日期：2022.09.24

实施目标检查：2022 年 9 月 26 日网购软轴货到后，小组成员陈光年对软轴尺寸、附件进行检查和清点。长度为 1200mm,  $\phi$  5mm, 内轴为不锈钢，软轴及固定和连接配件数量准确。对软轴直线和弯曲状态下进行抽拉试验，轻松顺滑，无卡阻现象。符合目标要求，验收合格。



## 6、实施对策六：安装支架制作

为了节约支架制作成本，小组成员朱祥飞于 2022 年 9 月 23 日在公司机修车间协助机修工，根据支架设计尺寸从公司废旧零料堆中翻找满足尺寸要求的材料，进行切割，烧焊制作，并负责实时跟踪监管施工安全和制作质量与进度。



伺服机构底座



支架部件

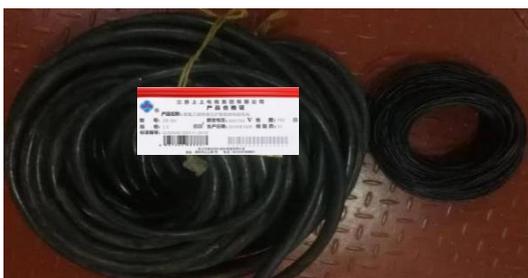


支架合体效果

实施目标检查：2022 年 9 月 24 日支架等制作完成，小组成员陈光年对制作好的支架尺寸、形状、焊缝进行测量查验，符合设计图纸要求，形状尺寸无偏差，焊缝结实无虚焊。验收合格。

## 7、实施对策七：购买电气材料

2022 年 9 月 24 日小组成员黄海亮、褚涛根据所需电气材料的数量分别到南通电气市场、紫阳机电市场进行现场探查购买。



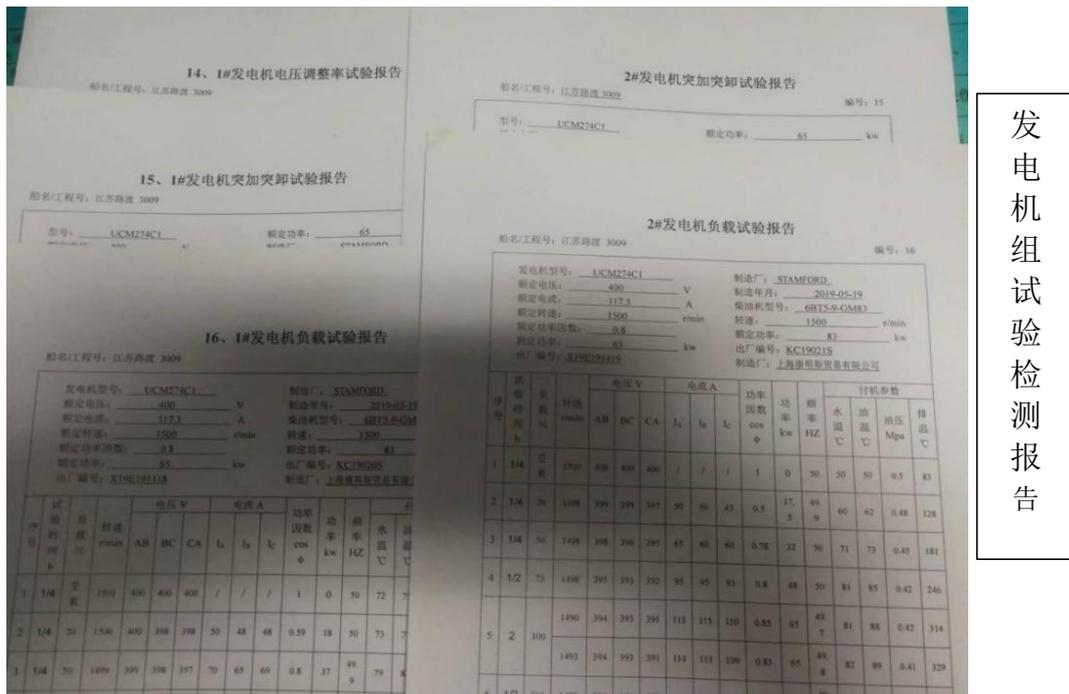
实施目标检查：2022年9月24日小组成员朱祥飞对购买的电气材料数量进行了清点和品质进行检查验收，电缆为江苏上上电缆集团有限公司生产的 CJ86/SC 3X1.5 和 2X1 的船用电缆。旋转开关头、触点基座及常开触点头均为施耐德品牌。现场检测试用，验收合格。

#### 8、实施对策八：设备对接、现场测试检验

一切材料准备就绪后，于2022年9月28日，小组成员王海华、朱祥飞、陈光年分别对高压油泵进行了更换、支架安装、伺服机构、传动软轴安装固定，电气接线。



实施目标检查：2022年9月28日所有安装施工完毕后，小组成员一起对各部件联接情况进行检查和确认，支架牢固；应急手动、通电机旁远控操作可靠和同步；低速，高速限位动作及时有效；安保测试响应及时，发电机组负载试验均满足规范要求。组装、测试、检验成功。



## 七、效果检查

### 1、目标检查

3009 轮康明斯 6BT5.9 发电机组自 2022 年 9 月 28 日改用电动调速机构后至 2022 年 11 月 15 日期间，小组成员连续对发电机组供电质量及原动机运行工况进行了跟踪检测。未出现意外停车和飞车等故障，原动机运行参数稳定、发电机供电质量均与以往相差无几。

公司根据我轮使用情况，结合其它渡轮年度维保计划，在 2022 年 12 月 25 日前，分别对其它渡轮康明斯 6BT5.9 发电机组的电子调速机构，统一改装成电动调速机构。

“九舟”QC 小组成员对各渡轮调速机构改装后的运行使用情况进行为期一年的跟踪调查和统计（见表 7—1）。

表 7—1 渡轮发电原动机电动调速机构使用情况调查统计表  
(2023. 1. 1. -2023. 12. 31)

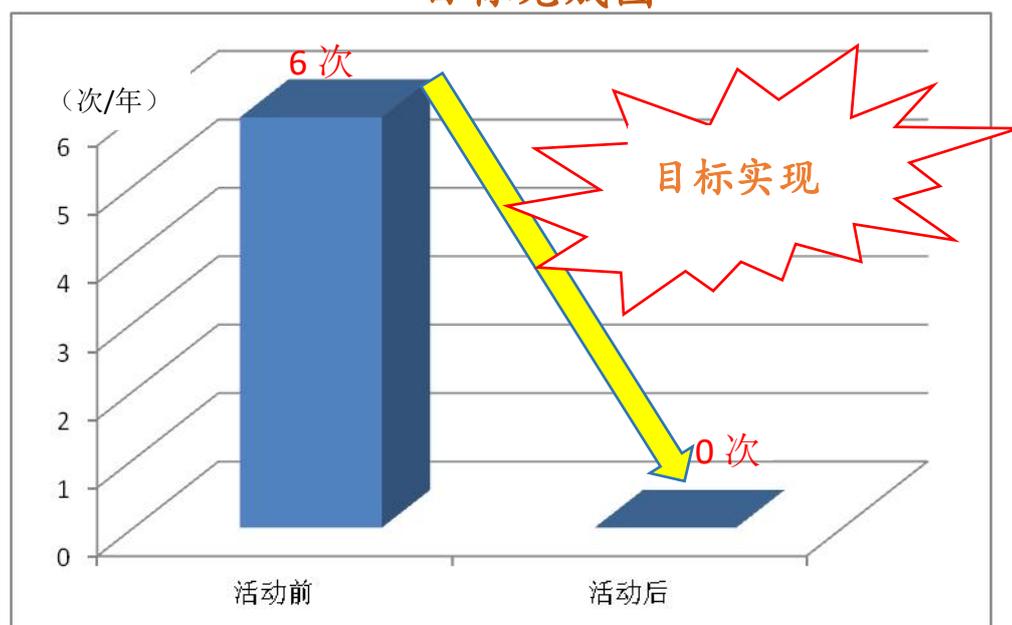
渡轮	改装完成日期	运行时间(h)	故障种类			供电质量	调查人
			飞车 非正常停车	高压油泵 调速器	电动 伺服机构		
2015	2022.11.25	7800	无	无	无	正常	王海华
3002	2022.12.08	7400	无	无	无	正常	王海华
3003	2022.11.30	7800	无	无	无	正常	陈光年
3005	2022.11.18	8100	无	无	无	正常	陈光年
3007	2022.11.28	7700	无	无	无	正常	朱祥飞
3008	2022.12.14	7500	无	无	无	正常	朱祥飞
3009	2022.09.28	9000	无	无	无	正常	葛云龙

制表人：褚涛

制表日期 2023.12.31

从表 7—1 调查结果看，实施电动调速装置后，各渡轮在近一年的时间里未再发生或出现原动机飞车、非正常停车、电动调速机构的故障，有效的保障渡轮安全航行电能的供应。从源头上杜绝发电原动机因电调控制板原因频繁出现意外停车和飞车现象发生，成功消除全船动力电源失电一个危险隐患源点。实现了小组课题预期目标。

目标完成图



制表人：褚涛

制表日期：2023. 12. 31

## 2、安全、经济效益

公司组织推广 QC 成果，2022 年 12 月 25 日前，把其他渡轮康明斯 6BT5.9 发电机组的电子调速机构，统一改装成电动调速机构。完全消除原动机以往发生在调速控制方面造成失电的危险源，为渡轮安全航行提供高质量电能。

### 改造前一年（2021.09—2022.08）故障损失情况统计：

**6BT5.9 型原动机因调速故障设备损失统计表小组**

渡轮	时间	故障原因	损坏部件	修理金额	合计损失
2014 轮	21 年 9 月 10 日	调速控制板	机体报废， 调速控制板	58000	74900 元 不含 人工费
3002 轮	21 年 11 月 21 日	调速控制板	调速控制板	1800	
3001 轮	21 年 12 月 16 日	调速控制板	主屏电压表、 调速控制板	2500	
3005 轮	22 年 1 月 15 日	调速控制板	调速控制板、 多功能保护器	5400	
3007 轮	22 年 4 月 20 日	调速控制板	多功能保护器、 调速控制板	5400	
3008 轮	22 年 8 月 20 日	调速控制板	调速控制板	1800	

制表人：褚 涛

制表日期：2022.09.25

直接经济效益=原来一年故障损失费 74800 元—(改造费用)3300 元/台车×14 台= 28600 元

## 八、标准化

### （一）推广评价

“九舟”QC 小组自 2022 年 9 月 28 日成功研制出发电原动机电动调速机构后，连续对发电机组供电质量及原动机运行工况进行了跟踪检测。至 2022 年 11 月 15 日期间，未出现故障和意外，原动机运行参数和发电机供电质量均与以往相差无几。小组所在部门于 2022 年 11 月 18 日邀请集团公司、渡运公司领导及兄弟船组同行代表对该装置的使用，运行情况进行全面检查、测试和评估。专家认为在不改变发供电性能及柴油机结构的前提下，改装成电动调速装置后，原先

因无线电和电磁信号等干扰，造成电子调速装置电控调速板失常的危险源彻底消除，确保渡轮安全航行的电能供应。一致认为该装置具有推广应用价值，同意在在通沙其他渡轮康明斯 6BT5.9 发电原动机先行推广应用。

# 渡运管理公司文件

渡运〔2022〕30号

## 关于《6BT5.9 柴油机电动调速装置的研制》 QC 成果应用推广的实施意见

各渡轮：

江苏路渡 3009 轮“九舟”QC 小组，针对公司近年康明斯 6BT5.9 发电原动机经常性的出现因调速控制方面原因引起原动机飞车或突然停车事故，集思广益。勇于创新，成功研制出 6BT5.9 柴油机电动调速装置并应用，经连续跟踪检测至 2022 年 11 月 15 日原动机运行参数和发电机供电质量均与以往相差无几，未出现故障和意外。11 月 18 日经各级专家和公司轮机代表对该装置的使用，运行情况进行全面检查、测试和评估。一致认为应用该装置，原先因无线电和电磁信号等干扰，造成电子调速装置电控调速板失常的危险源彻底消除，渡轮安全航行的电能能确保高质供应。经公司讨论，现决定在公司内部渡轮上先行推广应用。

请“九舟”QC 小组将电动调速装置的研制设计图纸、部件规格、技术参数、安装调试等资料进行汇编，供大家学习和参考使用；并积极配合好公司机务部做好其他渡轮的调速装置的改装和调试工作。

各渡轮要认真做好原动机调速装置改装后的使用管理，加强运行监测和维护保养，以船为单位做好操作使用培训工作，确保所有人都能正常操作和应急手动使用调速装置。要调动了大家通过“小发明、小创造、小革新、小设计、小建议”、解决渡轮在安全环保、设备运行、维护修理等生产管理方面的热点、难点问题的积极性和主动性，助力通沙高质量发展。



## (二) 标准化

1、小组将电动调速装置研制技术参数，资料进行收集整理，制作成（康明斯 6BT5.9 电动调速装置研制资料汇编）手册。



2、2023年4月15日组织本船轮机部人员进行操作使用培训，确保所有人都能正常操作和应急手动使用调速装置。





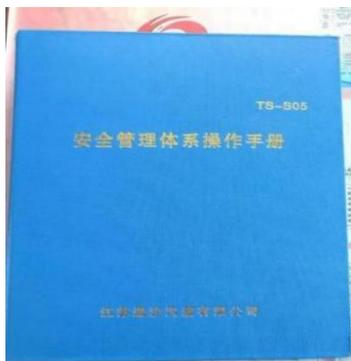
### 3009 轮机部人员电动调速装置理论实操培训考核成绩汇总表

姓名	职务	理论成绩	实操成绩	考核人	合格率
朱祥飞	轮机长	95	合格	葛云龙	<b>100%</b>
陈光年	轮机长	95	合格	葛云龙	
卞志祥	轮机长	94	合格	葛云龙	
王海华	大管轮	95	合格	葛云龙	
马澄澄	二管轮	93	合格	葛云龙	
黄海亮	二管轮	94	合格	葛云龙	
褚涛	二管轮	94	合格	葛云龙	

制表人：褚涛

制表日期：2023.04.30

3、小组将此次研究成果结合工作实际，在 2023 年度复查安全体系文件，将发电原动机电动调速装置使用维护相关内容作为体系复查增补事项提交岸基部门，得到公司认可，纳入安全管理体系操作手册 S05203 发电机组使用维护须知修改内容。



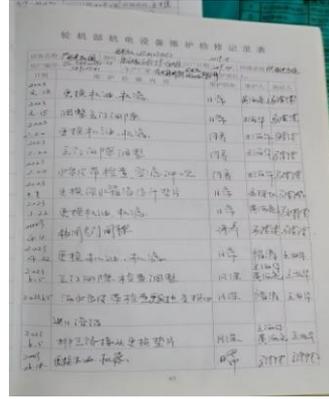
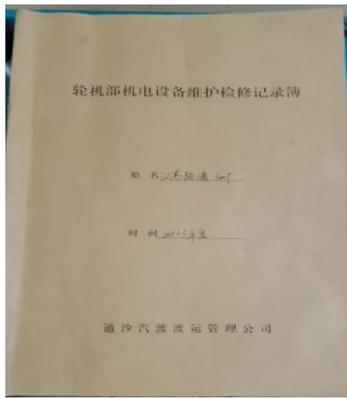
序号	文件号	文 件 名
20	S05/0202	全副舵机使用和维护须知。
21	S05/0203	发电机组使用和维护须知。
22	S05/0204	舵机使用和维护须知。
23	S05/0205	应急电源（蓄电池组）维护须知。
24	S05/0206	机舱报警系统使用和维护须知。
25	S05/0207	液压机使用和维护须知。
26	S05/0208	空气系统使用和维护须知。
27	S05/0209	消防泵、拉紧泵使用和维护须知。
28	S05/0210	海洋污水处理器使用和维护须知。
29	S05/0211	锚机使用和维护须知。
30	S05/0212	绞缆机使用和维护须知。
31	S05/0213	锚链设备使用和维护须知。
32	S05/0214	二氧化碳灭火装置使用和维护须知。
33	S05/0301	港口保安系统使用和维护须知。
34	S05/0302	船舶分油机操作须知。
35	S05/0303	船舶及其设备检修须知。
36	S05/0304	防火门使用须知。

文件号	文件名称	页码
S05/0203	发电机组使用和维护须知	1-12

**发电机组使用和维护须知**

- 启动前的准备工作。**
  - 1.1 在启动前请仔细阅读，并掌握人员应掌握发电原动机和发电机。
    - 1.1.1 原动机应处于启动状态，检查部件，检查并调整他励发电机电压，启动马达接触，阀门位置和调整情况。
    - 1.1.2 清洗或更换各部分，空气，风油，机油滤清器，更换油底壳机油，检查油底壳油位并调整，检查各部分油位调整，检查油底壳。
    - 1.1.3 发电机应处于启动状态，依次检查他励发电机电压，检查油位，接地线，启动装置调整，发电机励磁机励磁调整等各部分情况。
- 运行管理。**
  - 2.1 船舶启动前准备通知，轮机长指令启动发电机组时，轮机部人员应立即检查各部分，检查各门并检查位置，各部分水位，启动发电机时。
    - 2.1.1 检查原动机工况，确认正常后启动。
    - 2.1.2 检查原动机运转情况，检查各部分油压是否稳定，并确认（无电压时启动的启动），检查各部分油压原动机油压是否稳定，检查调整原机电压是否达到规定电压，做好投入发电的准备。
  - 2.2 启动后，使用仪器检测电源质量，电压运行情况，检查各部分运行状况。
  - 2.2.1 加强对发电机的工况检查，并做好数据的记录，发现异常或用电量异常时及时调整发电机的运行操作。
  - 2.2.2 各轮机员投入运行运行和船舶用电负荷时应注意发电机的运行状况，当发生异常时应及时调整，并应及时通知值班轮机长进行调整。

4、定期对电动调速装置进行维护保养，检查各部件运行情况 and 测试手动调速和限位功能。



## 九、活动总结 and 下一步打算

### (一) 活动总结

#### 1、创新点总结

(1) 体现了机械设备安全可靠优先的理念。小组采用机械调速装置，不盲目追求先进性，看似“老套”“守旧”，但解决了机舱电磁干扰的实际问题，消除安全隐患。

(2) 体现了对工作高标准的不懈追求。小组没有满足于仅仅解决问题，进一步开拓思路，采用伺服电机控制手柄行程，工作人员在值班室即可实现对手柄的微调，用更为便捷的方法解决问题，提高了工作效率和工作质量。

#### 2、小组总结

##### (1) 专业技能

软件运用方面：小组主力成员在此次活动中对各种软件进行制图、制表的掌握和使用又进一步熟练了。

专业知识方面：熟悉高压油泵、调速器、电磁铁、伺服电机、电气设备等规格型号、技术参数、质量比对等专业知识，并能根据课题要求，选购合适质优价廉的配件。

实操动手能力：在此次活动中，年轻小组成员进一步熟悉对原动机设备拆装、电气接线，联动调试等相关操作要领，顺序步骤的掌握，通过现场动手操作提升了各自独立维护检修的能力。

##### (2) 管理方法

本次 QC 活动的开展,使全体成员对 PDCA 循环方法有了进一步的理解,对 QC 活动各个环节的相互关系更加明了,小组成员通过学习掌握了各种管理工具和方法,正确运用统计管理工具,严格遵循基于客观事实的要求,坚持用数据说话,以事实为依据做到可测量、可检查、可操作,为后续开展活动奠定了基础。

### (3) 综合素质

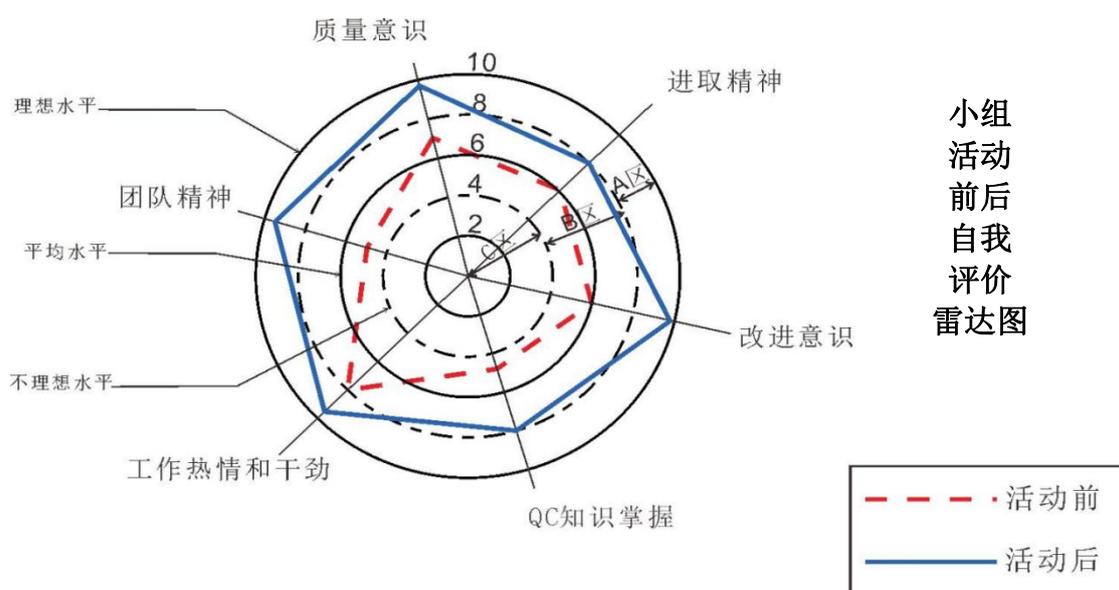
通过参与活动,小组成员的动手能力、团队协作能力、质量意识、计划执行力、思考能力等方面都有较大的提高,也使我们更加认识到,不断创新对提高工作效率,提升服务质量的重要性。针对本次小组活动情况,我们在总结会上对小组综合素质进行了评价,并绘制雷达图。

表 9—1 综合素质评价表

序号	自我评价(十分制)	
	活动前(分)	活动后(分)
团队精神	5	9
质量意识	7	9
进取精神	6	8
改进意识	6	9
QC 知识掌握	5	8
工作热情和干劲	8	9

制表人:褚涛

制表时间:2023.12.30



制图人:褚涛

制图时间:2023.12.30

#### （4）存在不足

通过此次 QC 活动，小组成员思考不够仔细，对装置研制往往从经验、自觉出发，缺乏科学合理的论证。同时在 QC 知识与创新能力方面还不够，日常活动中的素材积累还不够全面，组员开展 QC 活动的基础知识还不够扎实，制定的对策方案还不够量化，文字组织、语言提炼需加强。

#### （二）下一步打算

“九舟”小组成员通过参与 QC 活动，认为持续开展质量活动不仅可以解决生产和管理过程中的问题，而且可以，提高大家的质量管理意识与操作技能，使大家能较好掌握质量管理和解决问题的方法，促进工作效率提高。

今后“新时代”QC 小组还将进一步认真学习质量管理的最新准则，从小、实、活、新四个方面入手，遵循 PDCA 科学方法，通过规范开展 QC 活动，解决工作中的现实难题。下一步我们将《**渡轮跳板液压油缸移动罩壳研制**》作为下一课题，继续组织开展 QC 活动。