



5000 吨
起重铺管船电气设备原理
与使用维护系列丛书

柴油发电机组 系统

(第二分册)

总 主 编 王华胜
本 册 主 编 丁相强
本 册 副 主 编 魏福占



大连海事大学出版社
DALIAN MARITIME UNIVERSITY PRESS



5000 吨
起重铺管船
与使用维护系列丛书

大连海事大学出版社

柴油发电机组 系统

(第二分册)

总 主 编 王华胜
本 册 主 编 丁相强
本 册 副 主 编 魏福占

主任委员:王华胜
副主任委员:丁相强



大连海事大学出版社
DALIAN MARITIME UNIVERSITY PRESS

© 王华胜 2017

图书在版编目(CIP)数据

柴油发电机组系统 / 丁相强主编. — 大连 : 大连
海事大学出版社, 2017. 9
(5000吨起重铺管船电气设备原理与使用维护系列丛
书 / 王华胜总主编 ; 第二分册)
ISBN 978-7-5632-3555-1

I. ①柴… II. ①丁… III. ①起重船—铺管船—柴油
发电机—发电机组—电气系统—研究 IV. ①U674.3
②U665.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 239233 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路1号 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail:cbs@dmupress.com

大连住友彩色印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2017年9月第1版

2017年9月第1次印刷

幅面尺寸:210 mm × 297 mm

印张:24

字数:700千

印数:1~800册

出版人:徐华东

责任编辑:董玉洁

责任校对:宋彩霞

封面设计:解瑶瑶

版式设计:解瑶瑶

ISBN 978-7-5632-3555-1 定价:60.00元

总前言

5000吨起重铺管船电气设备原理与使用维护系列丛书

编纂委员会成员

主任委员:王华胜

副主任委员:丁相强

委员:徐永琦 高伟卫 魏福占 刘道
邓赛赛 熊睿 王颢然 李天杰
康存富 王秋天 韩朝珍 陈雪峰
沈培

总前言

随着科学技术发展的日新月异,人类对未知领域的探索范围逐渐加大,大量的深海油气田被发现,可燃冰等新能源被开采利用,这些能源的开采利用极大地促进了深海钻井平台、深海起重船、深海铺管船等一系列高技术深海作业装备的设计、开发及使用。诸如中高压船舶电站系统、大功率电力推进系统、船舶深海动力定位系统、船舶自动化系统、深海铺管作业系统、起重机波浪补偿系统等一系列支撑远洋深海作业的新技术被不断地完善升级并投入使用,对深海海洋工程的发展起到了至关重要的支撑作用。

纵观国内各大高校、研究所及海洋工程配套供应商等,上述设备及关键系统的具体技术细节、设计、生产等尚属空白,大量的关键系统、关键技术仍垄断在国外各大供应商手中。他们对国内的采购设置了重重壁垒,对设备使用中后续的备品、备件采购,故障检修及维护保养等响应不及时,影响了设备工作性能的高效使用和海洋工程领域人才的培养。

随着我国综合国力的增强及造船工业水平的提高,我国对深海工程装备的需求也逐渐加大,先后建造完成了“海洋石油 201”“蓝鲸 1 号”等一系列深海作业装备。为了在该领域积累技术发展经验、加强人才培养,2012 年交通运输部正式立项建造烟台 5000 吨起重铺管船。该船是一艘具有自航能力、无人机舱、DP-3 动力定位、十点锚泊定位、5000 吨全回转起重能力(配置波浪补偿系统)的全球无限航区的作业船舶,同时配置有 S 型双轨铺管系统,可用于对水下沉船、沉物的打捞作业,具有应对突发事件,进行大吨位水下整体打捞、快速清障的能力,可在海上进行大型组块、平台模块、导管架等海洋工程结构物的起重吊装,同时具备平台作业支持、潜水作业支持等多项功能。

该船技术先进,在国内同类型船舶中尚属第一,创造性地应用了业内最新技术、采购了大量的进口先进设备,大部分设备为国内首次使用。编者全程参与了该项目的设计及建造过程,对该项目的设计理念及设计思路等进行了深入研究,对深海海洋工程装备的技术要求等进行了深入了解。在船舶的建造过程中,通过分析研究相关进口设备、系统的文件资料,并与设备服务工程师就技术问题进行了交流,详细地了解了相关海洋工程装备的系统构成、工作原理、功能设置、操作使用、维护保养及常见故障检修等相关内容并编辑成册,为行业中的技术人员提供了一套内容全面、系统、实用的海洋工程装备系列丛书。

本系列丛书把背景工程的相关技术呈现给读者,为后续类似系统的设计、建造,相关系统的操作使用及维护保养,相关单位海洋工程设备的人才培养等提供了较为全面的技术理论支撑及经验支持,为国家深海海洋工程领域的技术发展及创新贡献了一份力量。

由于时间仓促,编者水平及资料有限,书中疏漏与错误在所难免,敬请读者批评、指正。

编者

2017.9

本册前言

本书所述背景船隶属于交通运输部烟台打捞局,为一艘综合全电力驱动、全回转推进的大型多功能海洋工程船舶,该船集 DP3 动力定位、起重和海洋石油管道的铺设等功能于一身,具备 5000 吨的艏部起重和 3500 吨的全回转起重能力,从容履行国家赋予的应急抢险打捞的公益职责。该船配备全套的 S 类海底管道敷设作业线,作业水深可达 3000 米,此外该船配备了国际先进的 300 吨波浪补偿系统和 ROV(水下作业机器人)系统,在大浅深环境下能够满足多种水下作业任务需求。该船还配备了先进的 DP3 动力定位系统,该系统自动化程度高,对环境变化响应速度快,动力配置充裕,在高海况下定位精度优于 1 米。

5000 吨起重铺管船为国内首次设计建造的一艘具有多种作业功能要求的海洋工程船舶。该船舶配置有 6 台 6600 V/6680 kW 的中速瓦锡兰 32 系列发电机组,通过自动解列和并车,使船舶电站在任何时间都处于最优的效率,保证了船舶运营的经济性。同时为了满足船级社关于 DP3 系统的最新要求,该船舶电站配置了相关的辅助系统及相关技术,配置了巴斯勒的 AVR 电压调节系统,配置了康士伯的 AGS 高级发电机监控系统及 PMS 功率管理系统,该机型为瓦锡兰最新系统,柴油机本身也配置了瓦锡兰最新的安全控制系统。该船入级 CCS 和 ABS,完全满足船级社对 DP3 海工船舶的严苛要求。然而恶劣的海洋环境和复杂的作业工况对船舶本身的电力系统提出了严峻的考验,由于船舶电站的容量较大,且各工况下的电站负荷波动较大,同时 DP3 动力定位对各种作业工况下电能及配电系统有一定要求,并且在 DP3 动力定位过程中,系统在母联开关闭合运行时,对电力系统保护要求极高,很多情况下并不是越快越好。与岸上电站不同的是,由于船舶电力系统具有配电线缆短,两级保护装置之间短路电流流量接近的特点,同时船舶电源容量的投入是随作业工况用电需求而定的,导致电力系统潮流及故障情况分析计算相对复杂,对电网保护装置的设定较为麻烦。因此,海洋工程作业需要精准定位对电站、配电系统、电力系统保护提出了更高要求。

以上述严格的技术要求作为项目背景,编者全程参与该船舶电站系统的设计及建造工作。

编者在监造的过程中通过研究船级社关于 DP3 系统的相关规范要求,详细地了解 DP3 系统下船舶电站系统的系统构成、工作原理及相关保护设置;通过与瓦锡兰、西门子

及康士伯工程师的技术交流,学习了国外供应商对船级社关于 DP3 系统最新规范要求的理解及其所做的相应的系统升级,明确了系统内相关配置对 DP3 系统的适用性及实用性;通过研究瓦锡兰、西门子及康士伯系统的随机资料,详细地了解系统的构成、工作原理、系统内设备的操作使用及常见故障的分析及排除。

编者结合相关的法规准则及设备的图纸资料,同时结合自身对系统的理解及分析将上述内容整理成册,为行业中技术人员提供一本内容全面、系统、实用的柴油机电气控制系统书籍,为后续同类型的系统的使用及设计过程提供理论支撑及经验支持,同时也为行业内相关操作人员提供了技术及资料参考,为业内相关单位后续的人才培养及人员培训等提供了较为丰富的案例依据。

本书共有四章。第一章介绍了主柴油机电气系统主要电气模块,主柴油机电气自动化功能,以及柴油机电气运行管理;还介绍了柴油机可能的电气故障以及电气故障可能产生的原因和相关的故障排除方法,柴油机电气传感器的检测,以及柴油机供油系统和冷却系统等。第二章介绍了主发电机系统,对主发电机的使用维护管理以及发电机励磁控制系统 AVR 进行了介绍,详细叙述了日常管理和维护要点。第三章介绍了停泊柴油发电机组的相关内容。第四章介绍了应急柴油发电机组的相关内容。

本书无论在资料收集还是在技术信息交流上都得到了瓦锡兰柴油机和西门子发电机制造商的大力支持,在此表示感谢。

由于本书编写时间短,编者水平有限,书中难免有错误之处,敬请批评指正。

编者

2017.5

目 录

第一章 主柴油机电气系统	1
第一节 主柴油机相关技术数据	1
第二节 瓦锡兰 W12V32E 柴油机电气系统	1
1.2.1 UNIC C2 自动化系统	2
1.2.2 柴油机主控箱控制模块	4
1.2.3 柴油机电气自动系统功能简介	42
第三节 柴油机电气自动系统的功能说明	49
1.3.1 启停功能	50
1.3.2 转速控制功能和负载分配(MCM 模块)	53
第四节 柴油机运行管理要点	59
1.4.1 启动和停止	59
1.4.2 柴油机怠速和低负荷运行的要求	61
1.4.3 同步	62
1.4.4 主柴油机燃油系统的控制简述	67
第五节 柴油机故障原因及排除和应急处理	68
1.5.1 柴油机处于启动闭锁状态	70
1.5.2 柴油机故障	71
1.5.3 应急运行	72
1.5.4 主机安全保护	73
1.5.5 WECS UNIC2 系统的维护和故障判断	73
第六节 柴油机电气测量元件	73
1.6.1 测量元件符号概览	74
1.6.2 测量元件原理及技术数据	75
1.6.3 测量元件在柴油机上的位置布置及设定值	86
第七节 主柴油机组、KM、Main Switchboard 之间接口	134
1.7.1 柴油机组与 PMS 之间接口	134
1.7.2 柴油机组与主配电盘之间接口	135
1.7.3 柴油机组与其他之间接口	135
第八节 柴油机通信	135
1.8.1 CAN 总线	135
1.8.2 MODBUS 通信	143
1.8.3 MODBUS 接口 RS-232、RS-422 与 RS-485 标准及应用	148
1.8.4 瓦锡兰柴油机通信	156
第九节 燃油供油单元自动控制系统	157
1.9.1 黏度控制概述	157
1.9.2 系统的结构组成及基本工作原理	158
1.9.3 燃油供油单元的操作与管理	166

1.9.4	警报说明及其相应措施	178
1.9.5	报警测试	183
1.9.6	燃油供油单元自动控制系统故障	186
1.9.7	供油单元的常见故障	186
1.9.8	自清过滤器的工作过程与故障	187
第十节	柴油冷却系统	187
1.10.1	供油单元管线	187
1.10.2	柴油冷却管线	188
1.10.3	柴油冷却单元控制箱	189
1.10.4	柴油冷却控制操作板	189
第十一节	瓦锡兰柴油机软件服务工具—WECS plorer UT	190
1.11.1	添加用户账户	190
1.11.2	登录	190
1.11.3	基本信息	192
1.11.4	通信设置	193
1.11.5	软件检查	193
1.11.6	软件对比	194
1.11.7	在线/离线调整	195
1.11.8	软件下载	195
1.11.9	执行项目	197
1.11.10	趋势图	198
第二章	主发电机系统	205
第一节	主发电机使用、维护保养管理要点	205
2.1.1	安全	205
2.1.2	发电机日常管理	205
2.1.3	保养周期	206
2.1.4	保养内容	206
2.1.5	温度监测装置	206
2.1.6	轴承 DE/NDE	207
第二节	发电机励磁系统 AVR(自动调压器)	207
2.2.1	调压器内部主要元件说明	210
2.2.2	DECS-200 (RE)说明	216
2.2.3	安装	240
2.2.4	BESTCOMS 软件	246
2.2.5	设定	296
2.2.6	主发电机调压器参数设定	307
2.2.7	DECS-200 维护及故障处理	311
第三节	发电机与外部连接接口	316
第四节	主发电机非驱动端轴承增加润滑泵	316
2.4.1	柴油发电机组的配置情况	316
2.4.2	西门子发电机的配置不足之处及可能造成的隐患	318
2.4.3	不足之处解决方案	319

第三章 停泊柴油发电机组	321
第一节 停泊柴油机组有关技术数据	321
第二节 柴油机电气自动系统的控制信号	322
第三节 停泊柴油机控制箱内部电气系统图	322
第四节 停泊柴油机组、KM、Main Switchboard 接口	323
第四章 应急柴油发电机组	324
第一节 规范要求	324
第二节 主要的技术参数	325
4.2.1 标定环境条件	325
4.2.2 使用环境条件	326
4.2.3 机组技术参数	326
第三节 柴油机的启动	327
4.3.1 启动连锁信号	327
第四节 发电机的启动系统	328
4.4.1 自动充电机	328
第五节 柴油机控制系统	330
4.5.1 概述	330
4.5.2 控制箱的工作环境	333
4.5.3 电源供应	333
4.5.4 监测系统	333
4.5.5 控制部分	350
4.5.6 安保系统	362
4.5.7 机旁控制箱的接线端子排	366
4.5.8 柴油机辅助电气控制系统	366
参考文献	370

第一节 主柴油机相关技术数据

第二节 瓦锡兰 W12V32B 柴油机电气系统

第一章 | 主柴油机电气系统

摘要

主柴油机电气系统是 5000 吨起重铺管船动力系统的主要部分,在本章中关于主柴油机电气系统主要叙述了如下内容:

- (1) 柴油机电气控制主要模块功能;
- (2) 柴油机主控箱输入/输出信号功能描述;
- (3) 柴油机启停功能、速度控制及负荷分配功能介绍;
- (4) 柴油机运行技术管理要点;
- (5) 柴油机故障原因及排除和应急处理;
- (6) 柴油机电气测量元件原理及在柴油机上的布置;
- (7) 柴油机接口及通信。

第一节 主柴油机相关技术数据

5000 吨起重铺管船使用 6 台瓦锡兰 W12V32E 柴油机,其主要参数如下:

功率 6960 kW、缸数 12 缸、转速 750 r/min、缸径 320 mm、行程 400 mm、平均有效压力 2.88 MPa。

柴油机增压后排气温度 360 °C (100% 负荷时),进机前燃油系统压力 700 kPa、滑油压力 500 kPa、高温冷却水压力 250 kPa、低温冷却水压力 250 kPa。高温冷却水进机前温度 77 °C、出机后温度 96 °C,低温冷却水进机前温度 38 °C。

第二节 瓦锡兰 W12V32E 柴油机电气系统

UNIC 自动化系统是嵌入式发动机管理系统。该系统具有模块化设计,根据应用不同,配置中的

某些部件和功能是可选的。该系统专门设计用于处理船用发动机的苛刻环境。在这种坚固耐用的设计中,应特别注意温度和振动耐久性。这种紧凑型系统可以直接安装在发动机上,由于没有分散的外部机柜或面板。因此,发动机可以在工厂进行全面测试,确定输入和输出的数量以最适应此应用程序,电流信号隔离也符合这些要求。

UNIC 自动化系统有三种不同的版本,分别是 UNIC C1, UNIC C2 和 UNIC C3。所使用的自动化系统的类型取决于自动化级别,如图 1-2-1 所示。

UNIC		
UNIC C1	UNIC C2	UNIC C3
<p>Main components</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ESM ■ LCP ■ MCM* ■ Sensors ■ Actuators <p>Main features</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Fundamental safety ■ Basic local monitoring ■ Hardwired interface ■ Speed control*** ■ Start/stop system**** 	<p>Main components</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ESM ■ LCP + LDU ■ MCM ■ IOM ■ Sensors ■ Actuators <p>Main functionality</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Complete safety ■ Complete local monitoring ■ Speed control*** ■ Complete engine control** ■ Alarm handling ■ Full diagnostics & integrated test routines ■ Bus interface 	<p>Main components</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ESM ■ LCP + LDU ■ MCM ■ IOM ■ CCM ■ (WCD) ■ Sensors ■ Actuators & valves/injectors <p>Main functionality</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Complete safety ■ Complete local monitoring ■ Speed control*** ■ Complete engine control** ■ Alarm handling ■ Full diagnostics & integrated test routines ■ Bus interface ■ Combustion control, EFIC, for diesel or gas applications

图 1-2-1 柴油机各种控制系统版本特点

1.2.1 UNIC C2 自动化系统

该发动机配备了一个 UNIC C2 自动化系统,系统总览如图 1-2-2 所示。

UNIC C2 系统处理与启动/停止管理、发动机安全性和发动机转速/负载控制相关的所有任务,系统利用现代总线技术安全传输传感器和其他信号,信号总览如图 1-2-3 所示。

所有传感器都连接到 UNIC 系统,来自发动机的信息显示在 WIP-1* 和 LDU 上。WIP-1* 显示所有重要的测量,LDU 显示其他传感器数据,如发动机模式、可能的故障和事件日志。

1) UNIC 自动化系统由以下主要部分组成:

(1) 就地控制屏(LCP): 包含用于就地发动机控制的按钮,以及两个图形显示(如图 1-2-2 中 6 所示)。

(2) 主控模块(MCM): 处理发动机的所有启动/停止管理和速度/负载控制功能。该模块是具有机械调速器的发动机的可选件(如图 1-2-2 中 4 所示)。

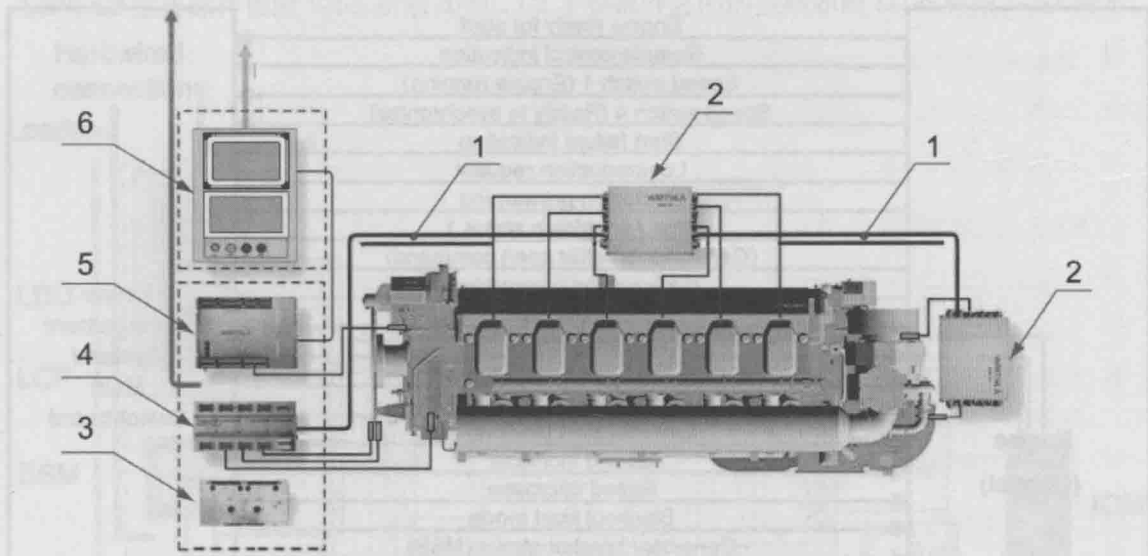


图 1-2-2 UNIC C2 系统总览图

1—控制器局域网;2—输入/输出模块;3—配电模块;4—主控模块;5—柴油机安全模块;6—就地控制屏

(3) 柴油机安全模块 (ESM): 处理基本的柴油机安全问题, 用于关闭装置和一些就地仪器的接口 (如图 1-2-2 中 5 所示)。

(4) 配电模块 (PDM): 在系统中处理熔断、配电、接地故障监测和 EMC 过滤。它为所有模块、传感器和控制设备提供两个完全冗余的 24 V DC 电源。共轨发动机还有两个用于喷油驱动器的冗余 110 V DC 电源 (如图 1-2-2 中 3 所示)。

(5) 输入/输出模块 (IOM): 处理传感器/设备所在发动机特定区域的测量和有限的控制功能。可通过 CAN 与其他 IOM 和 MCM 进行通信。模块数量根据气缸数量、发动机类型和应用的不同而有所不同 (如图 1-2-2 中 2 所示)。

2) UNIC 自动化系统执行以下主要任务和功能:

(1) 为操作员提供本地接口, 包括显示所有重要引擎测量的就地显示器、小时计数器和就地控制面板。

(2) 处理基本的发动机安全 (报警、停机、紧急停止、负载降低), 包括发动机超速 (冗余)、润滑油压力、冷却水温度和外部自动停止的完全硬连接自动停车。

(3) 具有各种工作模式的高性能电子速度/负载控制器 (可选的)。

(4) 发动机启动/停止管理, 包括启动阻塞处理和慢转 (如果使用)、负载减少、废门控制 (如果使用) 和 LT / HT - 恒温器控制 (如果使用)。

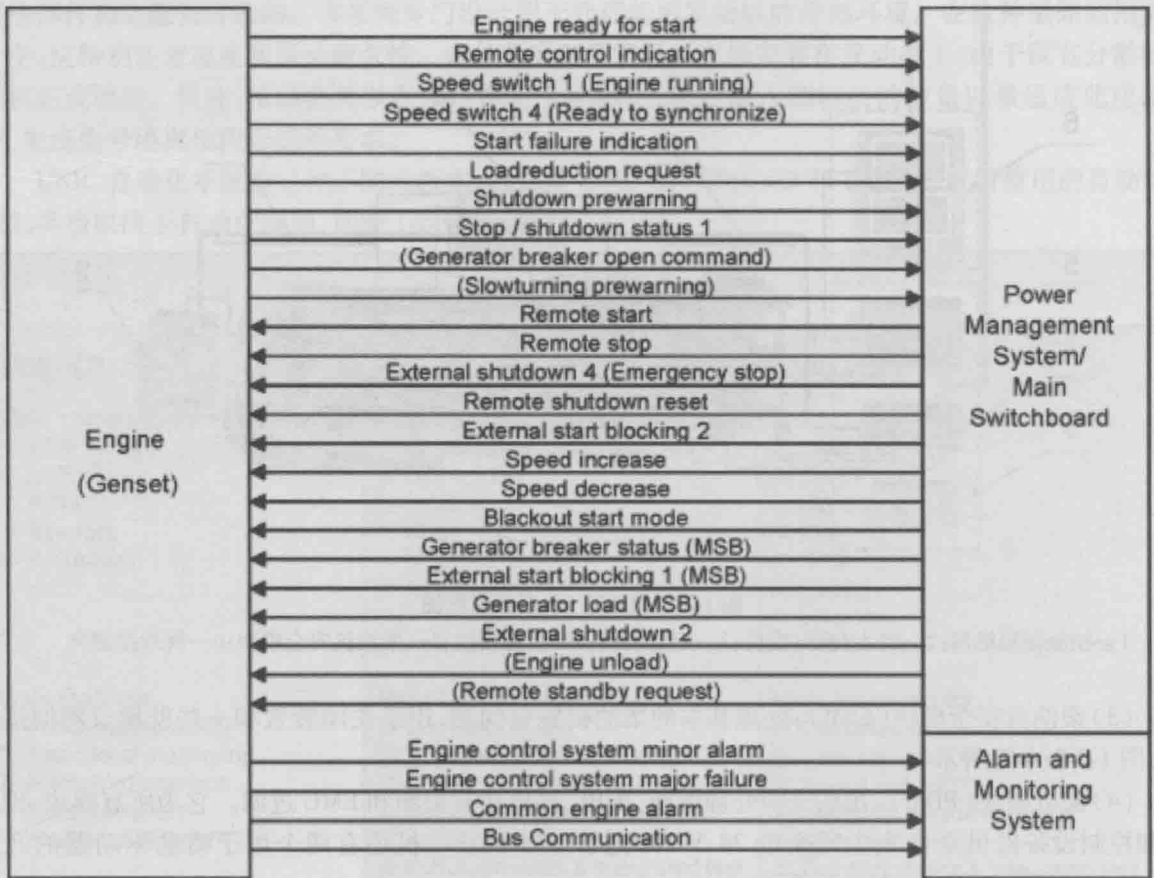


图 1-2-3 柴油机(发电装置)信号总览

1.2.2 柴油机主控箱控制模块

UNIC C2 系统拓扑如图 1-2-4 所示。

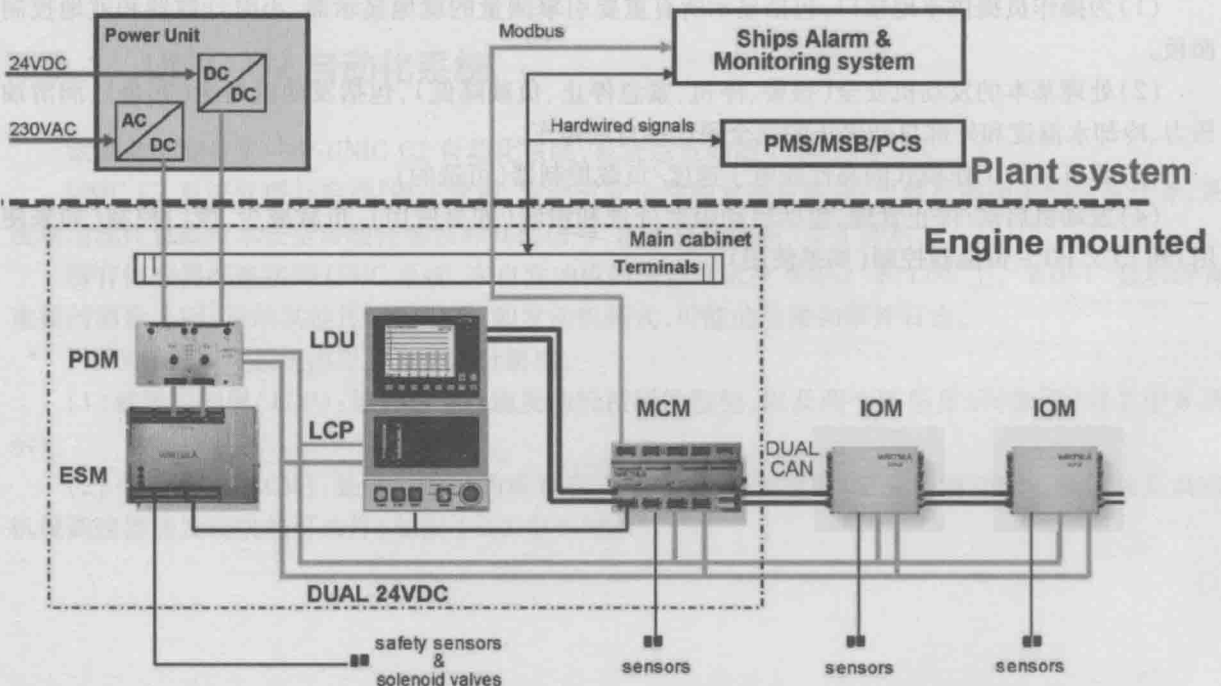


图 1-2-4 UNIC C2 系统拓扑

UNIC C2 主要部件如图 1-2-5 所示,UNIC C2 主要部件之间的连接如图 1-2-6 和图 1-2-7 所示。

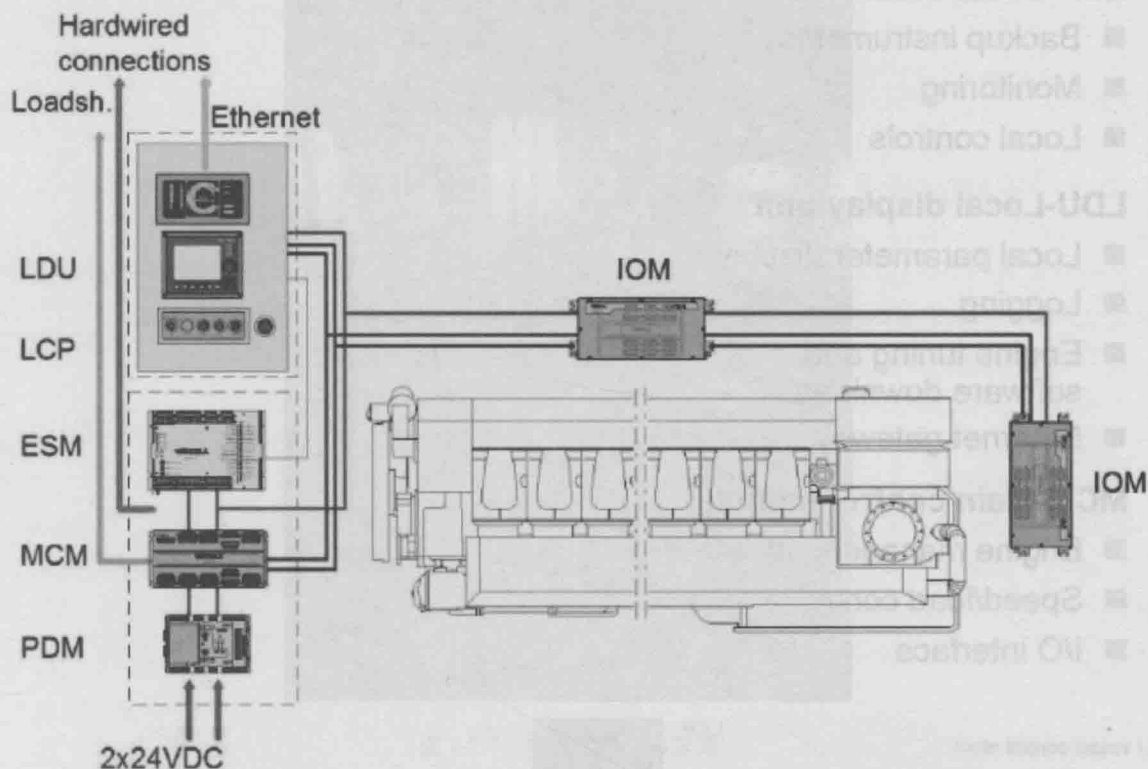


图 1-2-5 UNIC C2 主要部件

- LDU - Local Display Unit
- LCP - Local Control Panel
- ESM - Engine Safety Module
- MCM - Main Control Module
- PDM - Power Distribution Module
- IOM - Input/Output Module

- Hardwired
- Ethernet
- Power 24VDC
- Load sharing CAN
- CAN bus

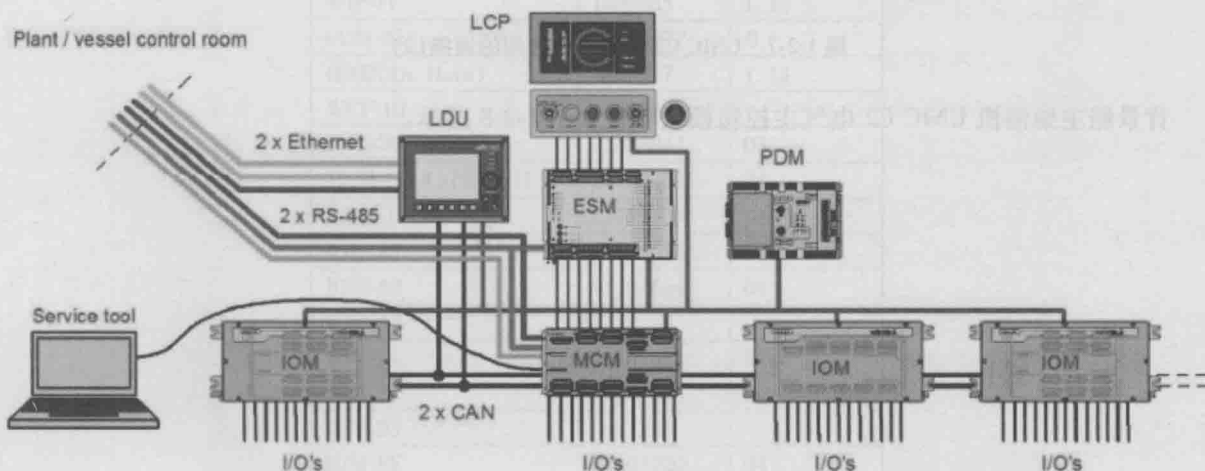


图 1-2-6 UNIC C2 主要部件之间的连接(1)

LCP-Local control panel

- Backup instruments
- Monitoring
- Local controls

LDU-Local display unit

- Local parameter display
- Logging
- Engine tuning and software download
- Ethernet gateway

MCM-Main control module

- Engine management
- Speed/load control
- I/O interface

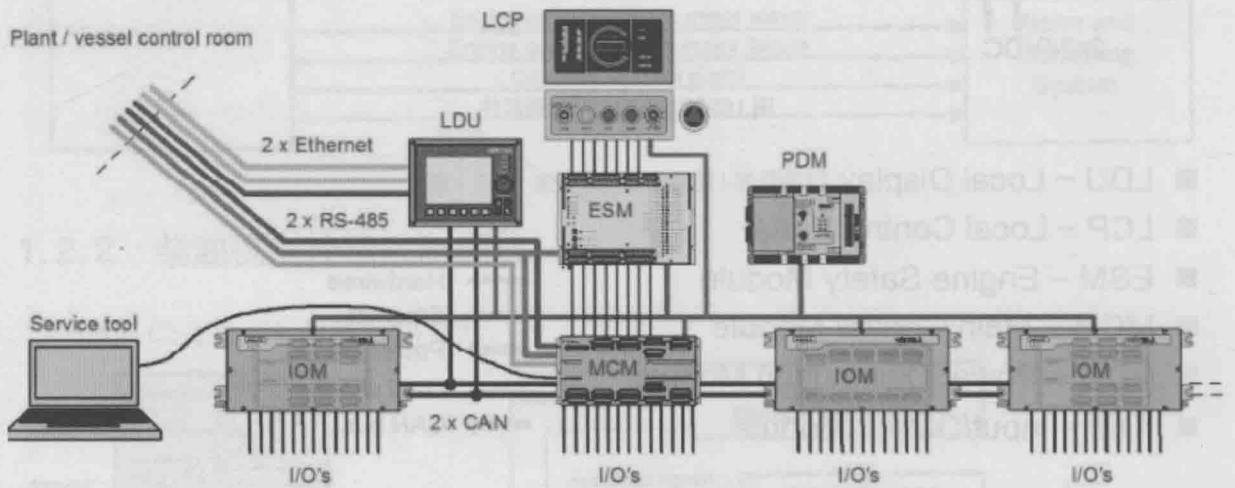


图 1-2-7 UNIC C2 主要部件之间的连接(2)

背景船主柴油机 UNIC C2 电气主控箱模块布置如图 1-2-8 所示。