



大功率柴油发动机双燃料改造技术

武汉三江航天远方科技有限公司
二〇一六年五月



目录

一、公司简介

二、产业概况

三、大功率柴油发动机双燃料改造技术

四、合作建议



一、公司简介



武汉三江航天远方科技有限公司



公司简介

武汉三江航天远方科技有限公司（简称“远方公司”）系中国航天科工集团第四研究院（中国航天三江集团，简称“三江集团”）的全资子公司，成立于1993年，注册资金2亿元，研究生以上学历50余人，是湖北省高新技术企业。

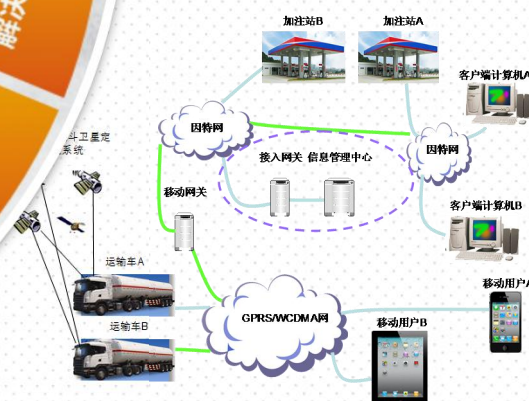
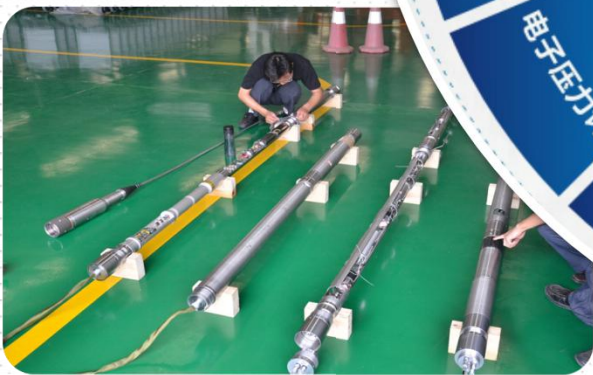
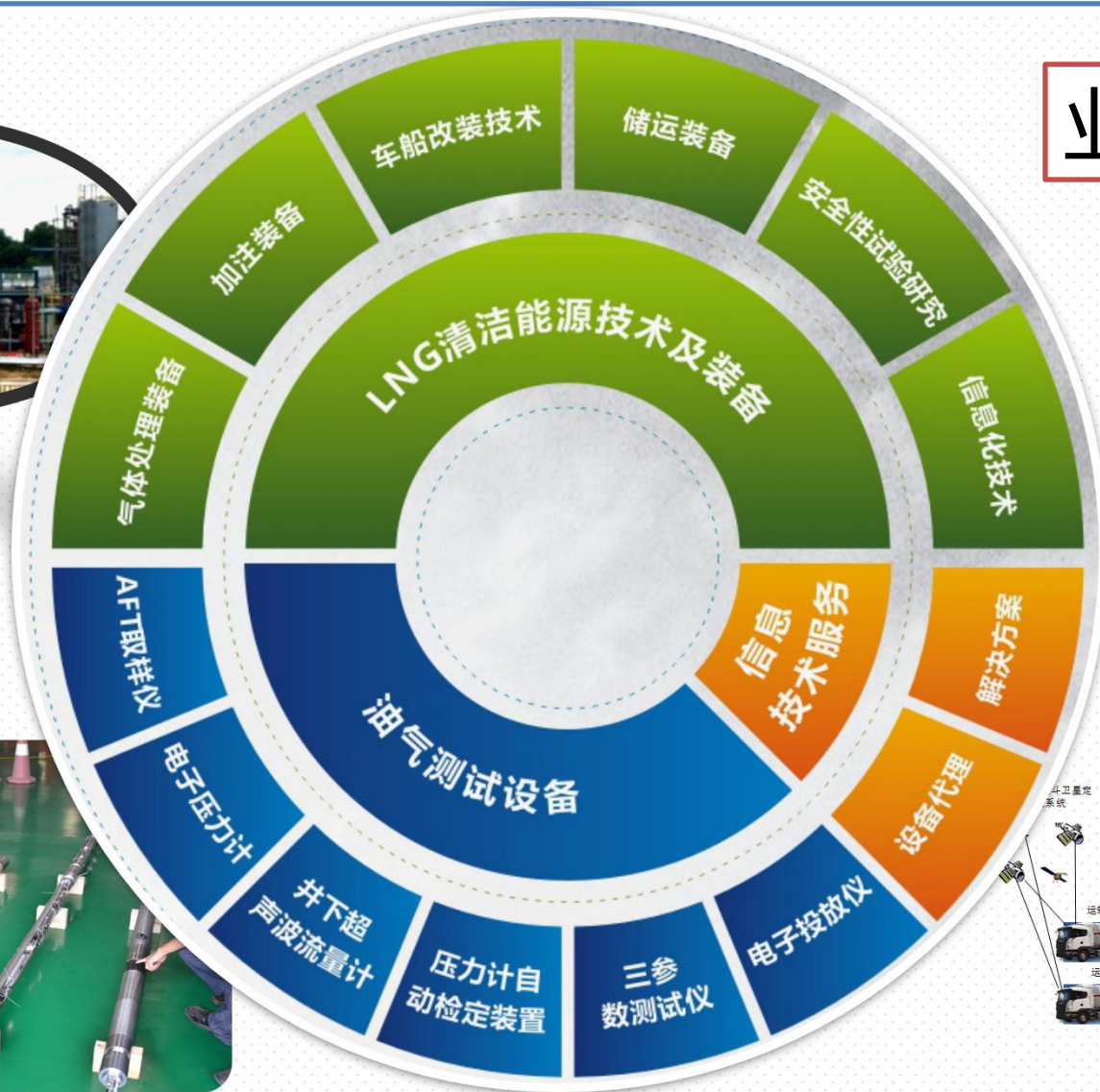
远方公司是三江集团旗下统筹石油天然气装备产业发展的核心企业，是承担产业板块“技术研发、市场营销、资本运营、产业服务”的平台公司，主要从事LNG清洁能源技术的研发及推广、油气测试设备的研发及推广、石油化工工程承包、信息技术服务等工作，产品涉及航天、航空、清洁能源、石油、化工、IT及信息化等领域。

武汉三江航天远方科技有限公司



公司简介

业务情况



武汉三江航天远方科技有限公司



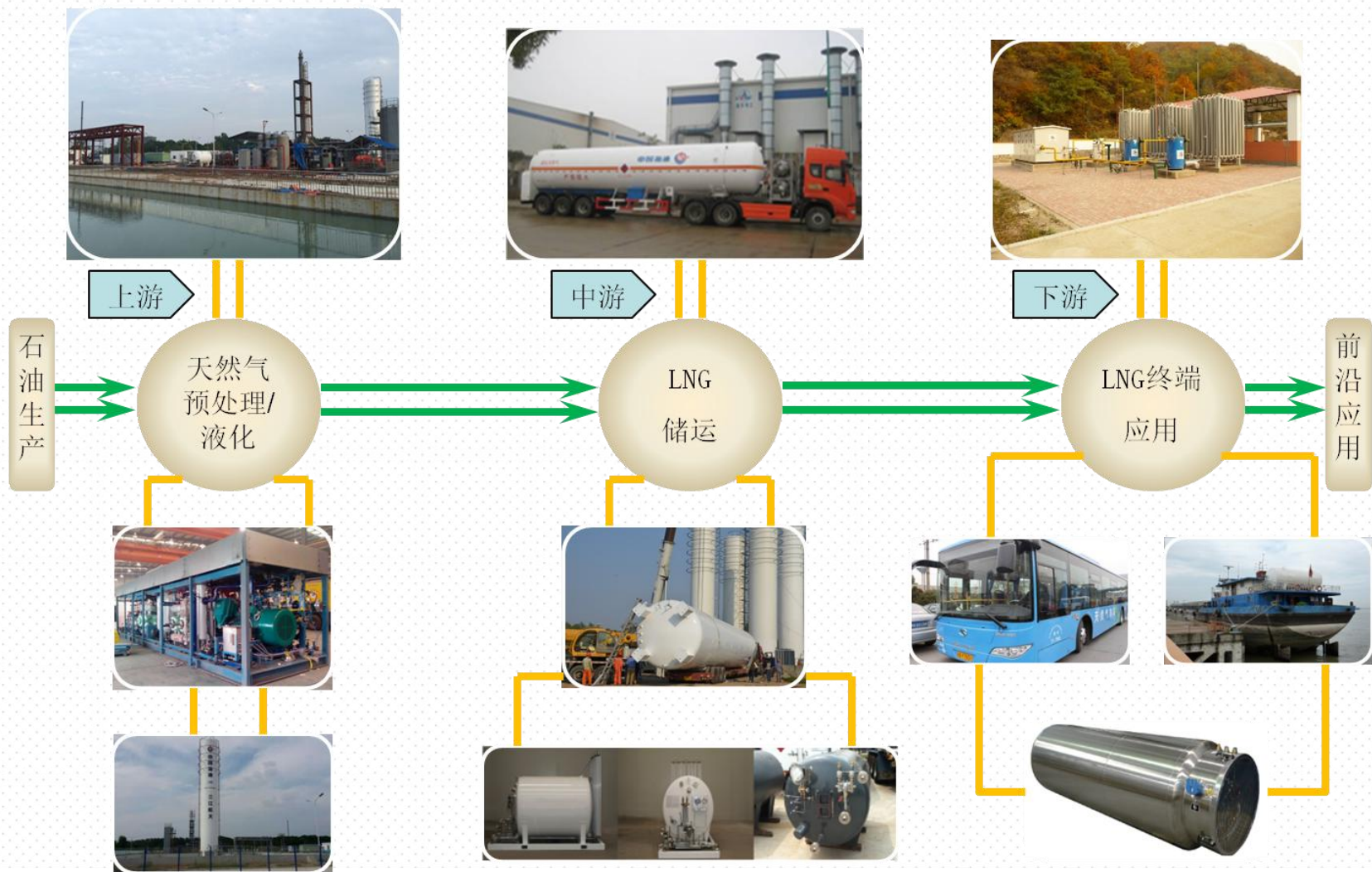
二、产业概况



武汉三江航天远方科技有限公司



产业概况





气体处理装置



- 天然气净化处理装置
(脱酸、脱硫、脱水)
- 天然气液化处理装置
- 天然气精馏脱氮装置



- 适用情况：用于LNG产业链上游气源处理，包括气井、管道气、油田伴生气处理，包括边缘井、孤井、废旧残气井等偏远地区气源的处理



产业概况



脱酸橇



脱水橇

1-15万方

工艺
橇块



压缩机橇



冷箱橇



冷剂橇

橇装式天然气液化工厂

- 建设形式：全厂绝大部分设备在制造厂内制造并实现模块化成橇安装，运输至现场快速执行模块间连接即可构成完整液化工厂
- 特点：建设周期短，可移动性强，可迅速执行拆解和组装投运，不受周边基础支撑设施限制

武汉三江航天远方科技有限公司



产业概况



鄂州小型撬装液化装置厂总体布置图及部分现场实物图

武汉三江航天远方科技有限公司



产业概况



LNG储运装备



- LNG气瓶
- LNG储罐
- LNG运输车





产业概况



LNG终端应用



- LNG移动加注车
- 无动力LNG加注站
- 箱式LNG加注站
- 常规橇装LNG加气站





产业概况



LNG终端应用



- 船用LNG加注臂
- LNG快易冷装置





产业概况

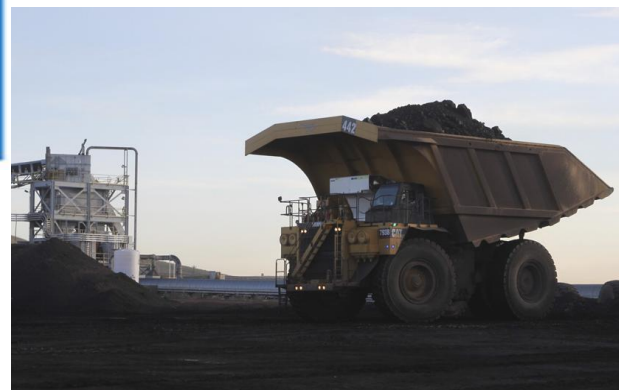


车船LNG应用系统方案

远方公司斥资1000万，与中海油气电集团合作投资建设ECU实验室，实验室与2014年底完成了建设，主要服务于车船改造业务。

主要改造对象包括：

- ✓ 公交车辆LNG改造；
- ✓ 长途货运车辆LNG改造；
- ✓ 城市公共作业车辆LNG改造；
- ✓ 矿山用车辆LNG改造；
- ✓ 大型特种车辆LNG改造；
- ✓ LNG渔船改造等。





产业概况

车辆改装技术

车辆改装技术

◆ LNG重卡

三江集团具备重型卡车、客车等系列车辆生产资质以及相关车辆改装资质。目前在LNG重卡领域主要有WS3520D矿用卡车、WS3252GJ(6×4)系列自卸车、WS1310GJ(8×4)系列载货汽车、WS4250B(6×4)牵引车四种主要产品和衍生产品。

◆ 柴油车辆LNG改造

公司具备对40余款柴油发动机进行LNG改造的能力，在新疆、山东、宁夏等地开展了柴油车辆LNG改造工作。



LNG半挂车



LNG牵引车



LNG矿用卡车



产业概况



LNG发动机船艇



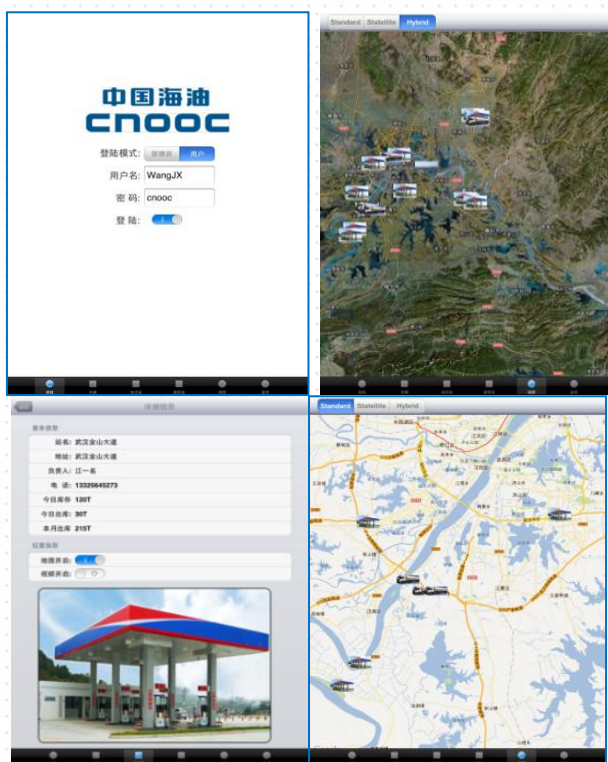
武汉三江航天远方科技有限公司



产业概况



信息化产品及技术服务



LNG智能信息化系统和车载终端

武汉三江航天远方科技有限公司



产业概况

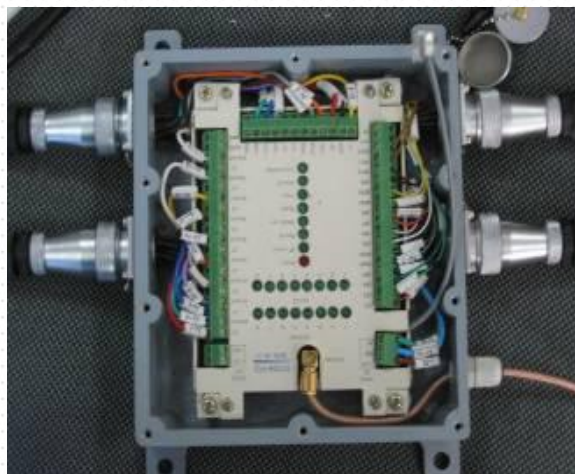


信息化产品及技术服务

自主研发并成功用于LNG运输车辆的监控系统：



手持控制器



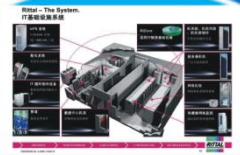
车载控制器



车载转接箱



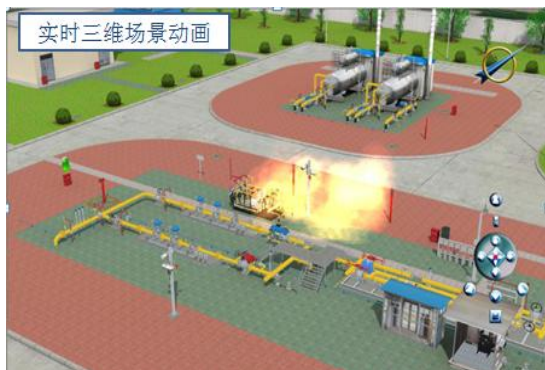
产业概况



信息化产品及技术服务



- 可视化安全管理系统
- LNG加注站规范三维交互式系统
- LNG接收站三维可视化系统



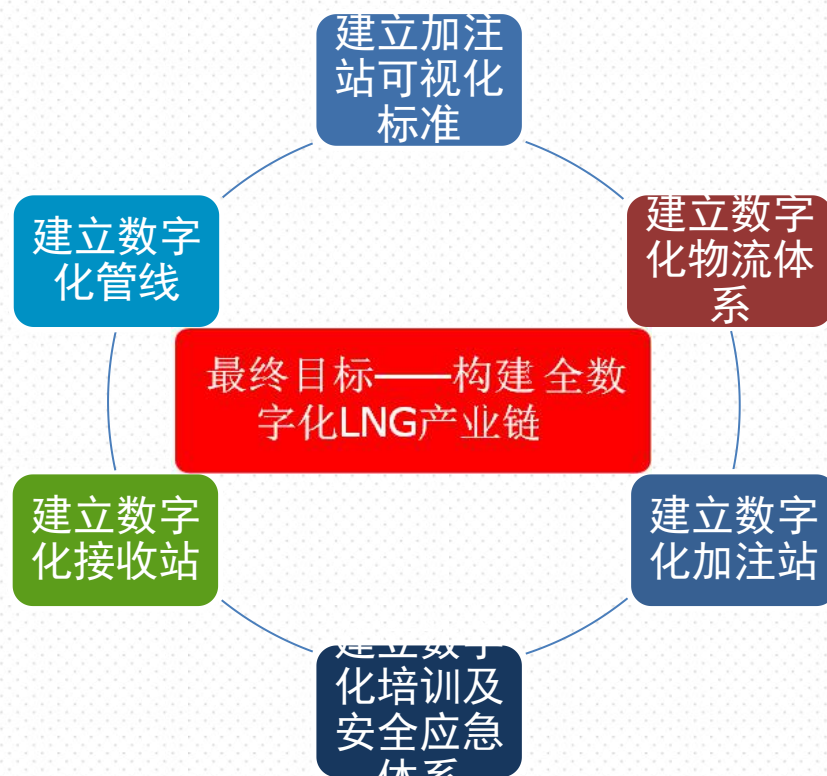


产业概况



信息化产品及技术服务

信息化建设在整个能源行业能够带来管理效率、作业安全性等全方位的提升。通过在厂站数字化、物流信息化、安全应急及业务培训数字化仿真、标准规范可视化等的研究和开发，着力打造全数字化LNG产业链。





产业概况



油气测试设备

➤ MPS系列常规电子压力计

独立开发研制了MPS系列电子压力计，有四大系列，30多个品种。为国内唯一获得CPA认证的产品，国内市场占有率第一。

➤ 压力自动检定装置

MPS-JDA-110压力计自动检定装置解决了长期人工添卸砝码的难题，实现了压力计的全自动化标定、检定。

➤ SJL-1型井下超声波流量计

SJL-1井下流量计是专门针对注水油井注水量、流量测试的计量工具，具有功耗低、数据存储容量大、连续测量时间长、抗污能力较强等特点。





油气测试设备

➤ 石英压力计

采用石英晶体为基本感压元件，将模拟信号转化为频率信号输出。高精度，高灵敏度。精度0.5‰F.S，最高耐温175℃。

➤ 直读压力计

由井下压力计及地面直读接收器组成，直读存储两用。实时测量井下温度及压力并传输给地面设备存储、显示。最高耐温175℃，精度2‰F.S。

➤ 伽玛仪 (GR)

测量地层天然射线的强度，直接用途是寻找放射性矿产。用与划分钻孔地质剖面，确定砂泥岩剖面中砂岩泥质含量，定性的判断岩层的渗透率。





产业概况



油气测试设备

➤ 取样仪

解决油井开发后期寻找剩余油的问题。AFT取样仪由地面设备及井下仪组成。



控制柜



电机电源柜

井下仪实物



分层取样



产业概况



油气测试设备

➤ 加油站二次油气回收设备

解决加油站加油过程中气体回收和油罐卸油过程中卸油防满溢措施。



油气回收A/L控制器



卸油防溢阀



三、大功率柴油发动机双燃料改造技术

- 大型矿用车柴油机双燃料改造
- 沿海内河船用柴油机双燃料改造



武汉三江航天远方科技有限公司



大功率柴油发动机双燃料改造技术

➤ 大型矿用车柴油机双燃料改造



航天重工363T矿用车



大型矿用车柴油机双燃料改造

对象发动机简介

关键参数列表



康明斯KTA38-C1200

序号	参数名称	参数值
1	额定功率	870kW
2	额定转速	2100rpm
3	型式	四冲程、60°V型、 12缸、中冷增压
4	缸径×冲程	159×159mm
5	排量	37.8L
6	压缩比	13.8:1
7	每缸气门数	排气2个，进气2个
8	曲轴转动惯量	3.98kg·m ²
9	最小低怠速	725r/min
10	空载最大转速	2400r/min
11	最大超速能力	2625r/min



大型矿用车柴油机双燃料改造

台架检验项目

序号	试验、检验项目	试验内容
1	纯柴油模式外特性标定	外特性标定 MAP图标定 燃烧均匀性 工况适应性
2	主控制信号（PT泵油压、转速）	
3	主控制信号（增压器压力、转速）	
4	主控制信号（油门位置、转速）	
5	控制信号（测功机功率或转矩信号、转速）	
6	各主控制信号对比，选择最优主控制信号	
7	起动试验	起动性能
8	车载系统地面模拟试验	远程加注功能、供气能力、气化能力、监视保护功能、系统匹配能力



大型矿用车柴油机双燃料改造

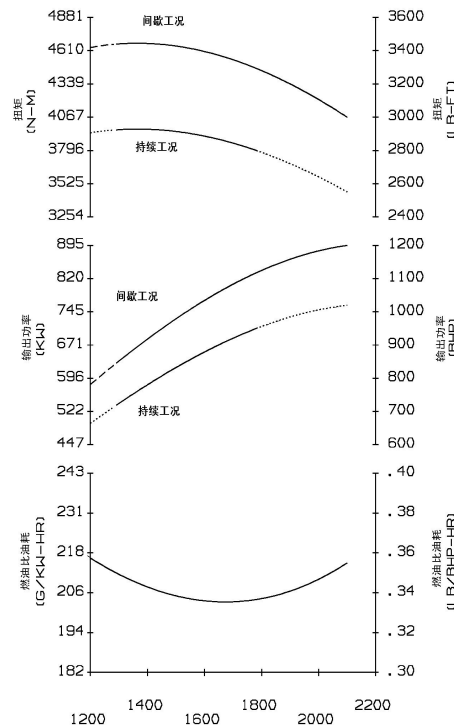
外特性曲线

大唐矿发动机测功报告								
客户: 大唐矿业	发动机型号: KTA38-C			发动机序列号: 33171332				
时刻	转速rpm	扭矩N.m	功率KW	出水温度℃	机油温度℃	排气温度℃	进气压力kpa	机油压力kpa
2013-1-23-10:24:03	1501	247	38.8	64	70	172	13	518
2013-1-23-10:30:33	1514	323	51.2	73	81	193	13	479
2013-1-23-10:36:35	1509	629	99.4	83	90	220	13	448
2013-1-23-10:40:07	1524	934	149.1	84	92	220	26	440
2013-1-23-10:44:49	1522	1286	205	84	95	220	52	434
2013-1-23-10:50:30	1518	1581	251.3	84	96	220	65	433
2013-1-23-10:57:47	1524	1881	300.2	84	98	220	78	418
2013-1-23-11:01:15	1518	1871	297.4	84	98	220	78	417
2013-1-23-11:05:06	1541	2151	347.1	84	99	220	91	417
2013-1-23-11:08:15	1517	2507	398.3	84	100	220	117	404
2013-1-23-11:13:13	2090	2508	548.9	85	101	220	208	468
2013-1-23-11:14:40	2093	2913	638.5	87	102	220	234	465
2013-1-23-11:16:11	2096	3290	722.2	86	102	220	260	466
2013-1-23-11:17:19	2097	3247	713.1	87	103	220	260	462
2013-1-23-11:18:55	2077	3862	870	90	103	220	299	456
2013-1-23-11:20:16	2314	40	9.7	92	104	220	39	472
2013-1-23-11:24:40	780	13	1.3	91	98	179	0	259

备注: 排气温度传感器坏

锡盟中康北方机械设备有限公司

2013.1.23



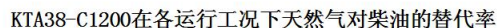
大唐测功报告

发动机外特性曲线

武汉三江航天远方科技有限公司



试验数据



外特性功率	584 kW	635 kW	685 W	730 kW	767 kW	792 kW	814 kW	836 kW	851 kW	860 kW
900 kW										
850 kW										
800 kW										30.7
750 kW									21.5%	41.8%
700 kW						28.4%	28.3%	27.3%	29.7%	44.2%
650 kW					31.0%	42.7%	33.9%	30.8%	36.9%	47.6%
600 kW				28.1%	38.5%	58.7%	49.1%	36.0%	46.4%	48.5%
550 kW			28.9%	45.9%	42.0%	63.2%	54.1%	43.8%	52.0%	48.9%
500 kW			36.2%	48.4%	45.7%	61.5%	57.1%	45.4%	52.5%	50.0%
450 kW			39.3%	45.9%	49.1%	60.6%	54.9%	45.2%	52.2%	49.4%
400 kW		29.1%	59.6%	45.3%	49.3%	61.2%	50.2%	50.9%	51.9%	48.3%
350 kW		45.5%	56.4%	42.0%	49.6%		52.1%	53.4%	52.7%	48.2%
300 kW		65.5%	44.6%	43.9%	51.9%		58.4%	50.0%	53.4%	48.1%
250 kW		58.6%	47.5%	39.7%			47.3%		53.4%	
200 kW	28.4%	45.0%	33.9%	38.1%						
150 kW	25.8%	26.4%								
100 kW										
50 kW										
功率 转速	1200 r/min	1300 r/min	1400 r/min	1500 r/min	1600 r/min	1700 r/min	1800 r/min	1900 r/min	2000 r/min	2100 r/min

外特性功率	584 Kw	635 kW	685 W	730 kW	767 kW	792 kW	814 kW	836 kW	851 kW	860 kW
900 kW										
850 kW									229	230
800 kW						217	221	223	226	228
750 kW					216	218	219	220	223	225
700 kW					216	218	219	220	222	224
650 kW					216	218	218	221	222	225
600 kW				217	218	218	214	222	222	227
550 kW			225	218	219	220	222	224	223	229
500 kW			224	221	221	221	224	227	223	232
450 kW			224	222	222	222	226	230	226	237
400 kW		223	223	223	223	224	231	234	231	242
350 kW		227	225	224	224	228	236	238	239	249
300 kW		232	232	228	235	235	243	242	251	258
250 kW		237	236	232			258		264	267
200 kW	232	238	242	244					286	276
150 kW	248	250	253	256						
100 kW										
50 kW										
功率 转速	1200 r/min	1300 r/min	1400 r/min	1500 r/min	1600 r/min	1700 r/min	1800 r/min	1900 r/min	2000 r/min	2100 r/min

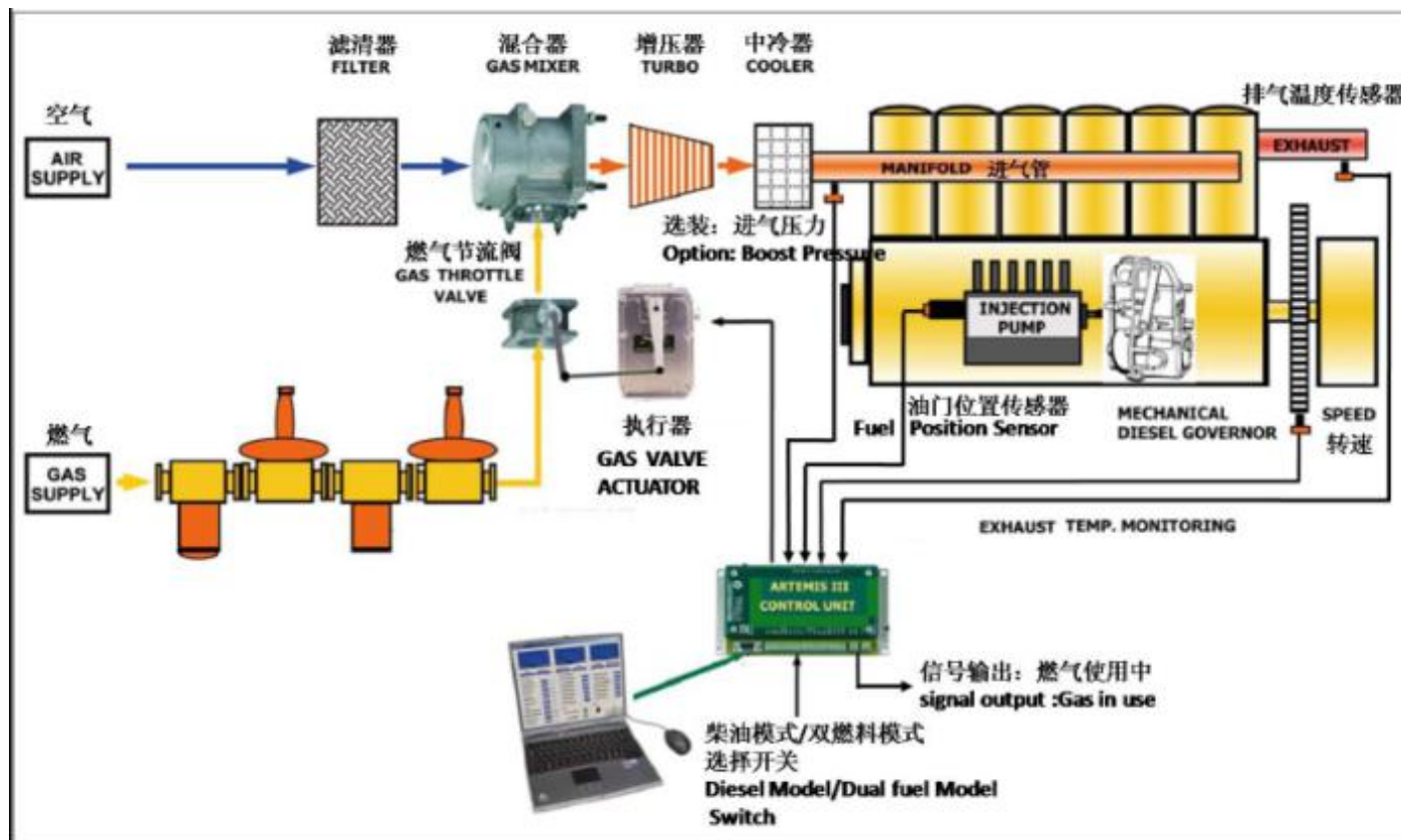
外特性功率	584 kW	635 kW	685 W	730 kW	767 kW	792 kW	814 kW	836 kW	851 kW	860 kW
900 kW										
850 kW										
800 kW										158
750 kW									175	131
700 kW										
650 kW						156	157	160	156	125
600 kW				156	149	125	144	153	140	118
550 kW				134	134	90	109	142	119	117
500 kW			160	118	127	81	102	126	107	117
450 kW			143	114	120	85	96	124	106	116
400 kW			136	120	113	87	102	126	108	120
350 kW		158	90	122	113	87	115	115	111	125
300 kW		123	98	130	113		113	111	113	129
250 kW		80	128	128	113		101	121	117	134
200 kW		98	124	140	151		136		123	
150 kW	166	131	160	151						
100 kW	184	184								
50 kW										
功率 转速	1200 r/min	1300 r/min	1400 r/min	1500 r/min	1600 r/min	1700 r/min	1800 r/min	1900 r/min	2000 r/min	2100 r/min

武汉三江航天远方科技有限公司



大型矿用车柴油机双燃料改造

控制系统原理图





大型矿用车柴油机双燃料改造

双燃料发动机运行测试

1. 按实际试验替代率指标核算经济效益

根据发动机（编号33171812）双燃料试验燃油替代率最高达到63.2%，额定功率替代率达到了30.7%。综合分析矿用车实际运行工况，并按每天工作24小时，全年工作300天计，各工况下工作情况下表所示。

序号	工况	工作时间比 %	发动机功率kw	替代率%	每天工作时间h
1	载重爬坡	65%	849	30%	15.6
2	载重平地	10%	608	59%	2.4
3	空载平地 全速	5%	305	58%	1.2
4	空载下坡	20%	80	0%	4.8



大功率柴油发动机双燃料改造技术

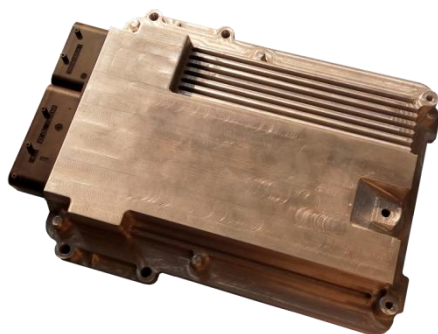
➤ 沿海内河船用柴油机双燃料改造





沿海内河船用柴油机双燃料改造

项目简介



船用柴油-LNG混合燃料发动机ECU项目（以下简称ECU项目）以国内船舶市场占有率较高的柴油发动机机型为依托，通过试验进行自主研制、开发一套混合燃料发动机控制系统，进而具备自主研制和开发ECU硬件及软件的能力，最终服务于国内船舶发动机双燃料改造工程。

淄柴Z6170ZLC-8

发动机关键参数列表

序号	参数名称	参数值
1	额定功率	450kW
2	额定转速	1500rpm
3	型式	四冲程、直列、6缸、中冷增压
4	缸径×冲程	170×200mm
5	每缸活塞排量	4.54L
6	压缩比	14:1
7	燃油消耗率	198±5% g/kW·h
8	最低怠速	670r/min
9	超负荷功率	495kWn
10	超负荷转速	1548r/min



沿海内河船用柴油机双燃料改造

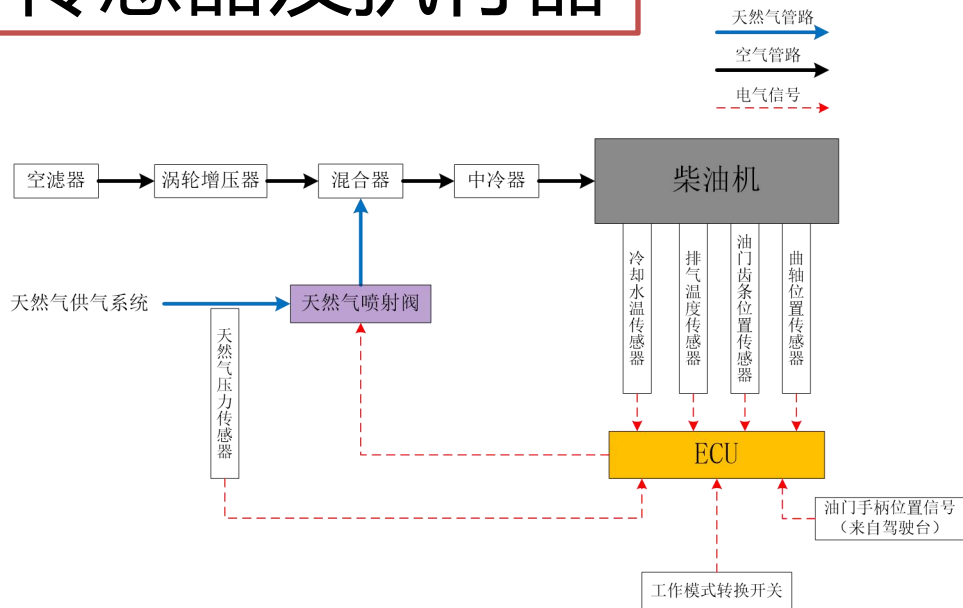
台架试验开发流程





沿海内河船用柴油机双燃料改造

传感器及执行器



发动机进气压力



进气管路压力



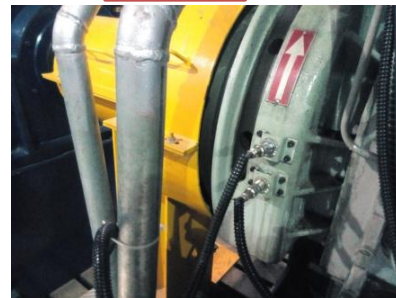
冷却水温



油门齿条位置



转速





沿海内河船用柴油机双燃料改造

双燃料控制箱



双燃料发动机机旁控制箱

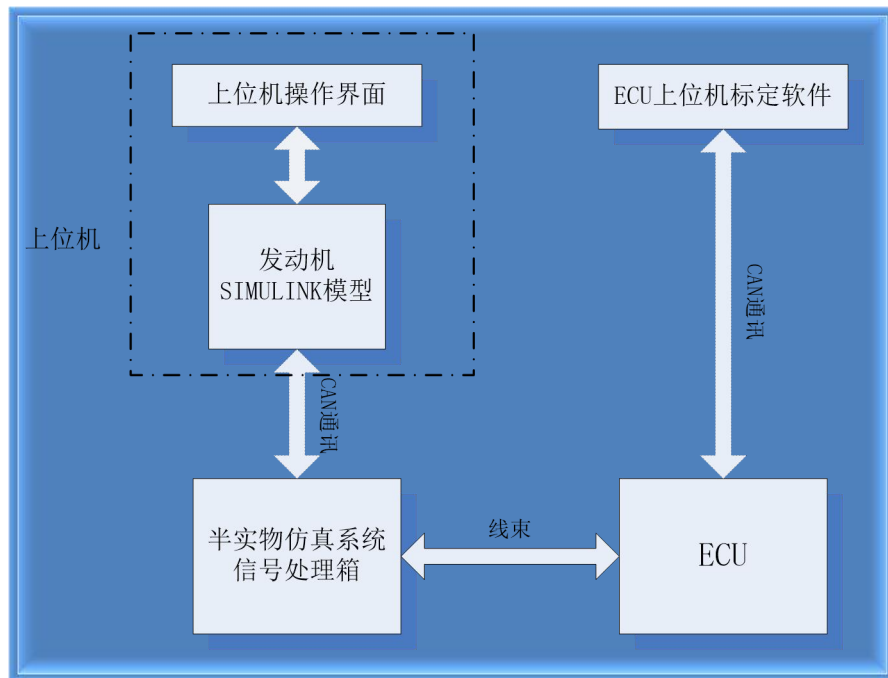


双燃料发动机远程控制箱



沿海内河船用柴油机双燃料改造

半实物仿真试验



试验结论:

- ✓ 发动机半实物仿真平台能够反映真实发动机台架的工作状态，能够提供验证控制策略的条件；
- ✓ 双燃料发动机负荷过渡部分较为平缓，转速变化不大，各负荷下替代率满足设计要求；
- ✓ 半实物仿真平台试验中发动机保护部分能够正常运作。

序号	试验项目
1	双燃料发动机负荷特性仿真试验
2	双燃料发动机推进特性仿真试验
3	双燃料发动机安全保护试验



沿海内河船用柴油机双燃料改造

台架标定试验

序号	试验项目
1	900r/min纯柴油负荷特性试验
2	1100r/min纯柴油负荷特性试验
3	1300r/min纯柴油负荷特性试验
4	1500r/min纯柴油负荷特性试验
5	纯柴油推进特性试验

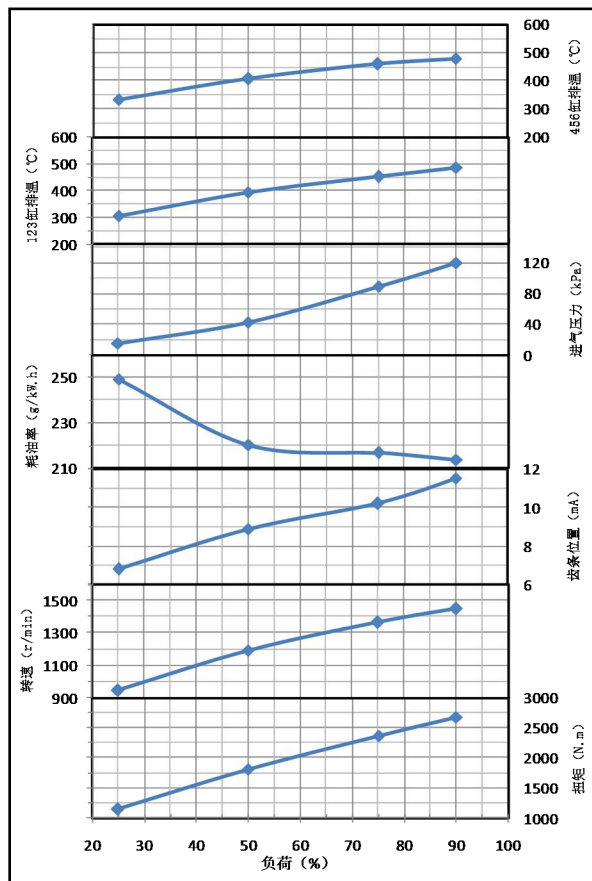
序号	试验项目
1	900r/min双燃料负荷特性试验
2	1000r/min双燃料负荷特性试验
3	1100r/min双燃料负荷特性试验
4	1200r/min双燃料负荷特性试验
5	1300r/min双燃料负荷特性试验
6	1400r/min双燃料负荷特性试验
7	1500r/min双燃料负荷特性试验
8	双燃料推进特性试验



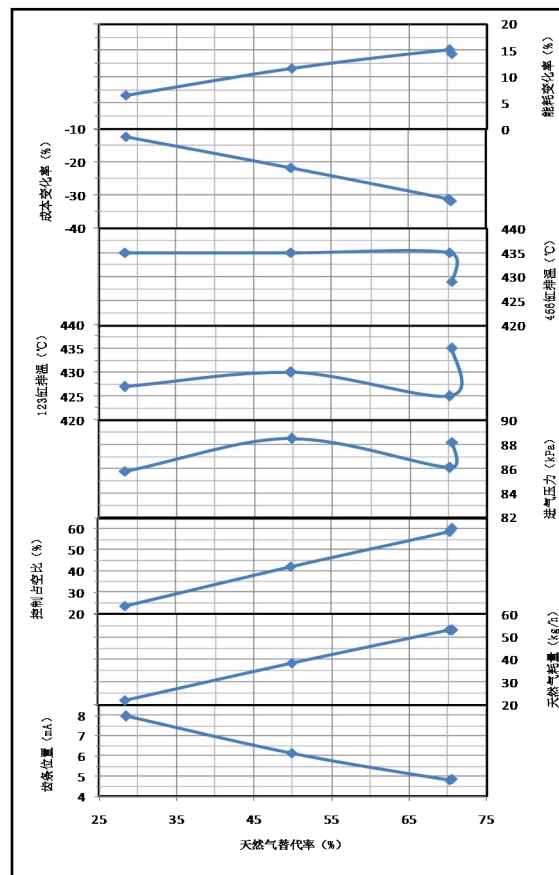
沿海内河船用柴油机双燃料改造

台架标定试验曲线

原机推进特性曲线



替代率标定曲线

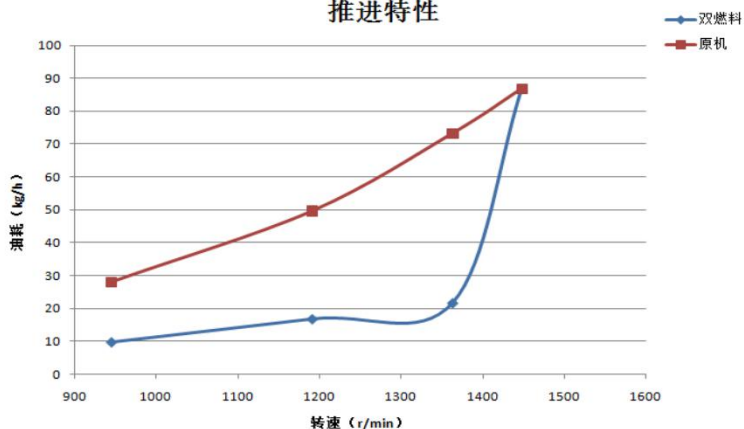




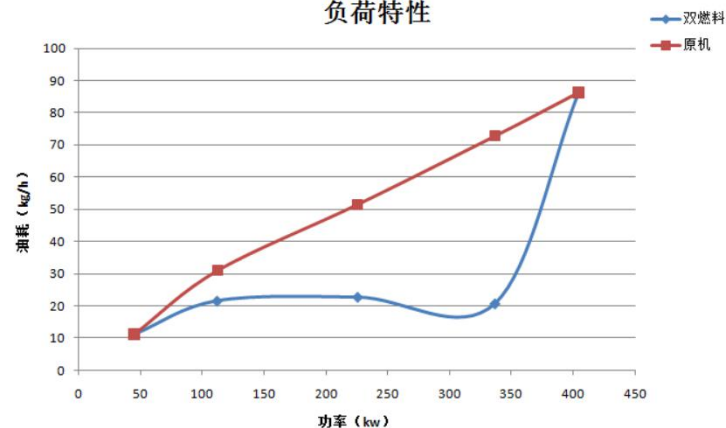
沿海内河船用柴油机双燃料改造

台架验证试验数据

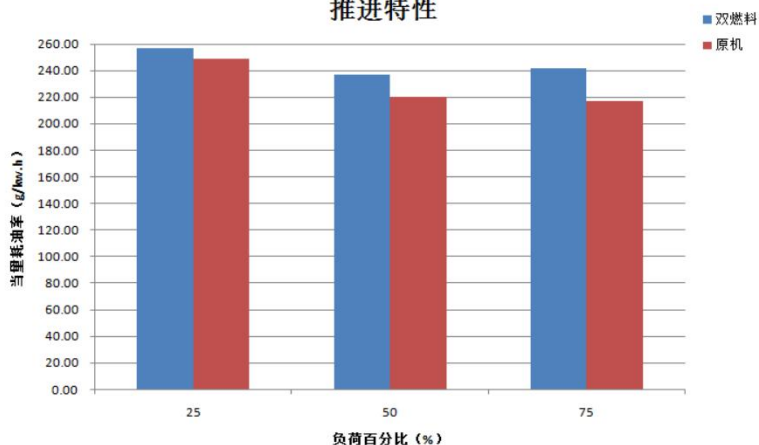
推进特性



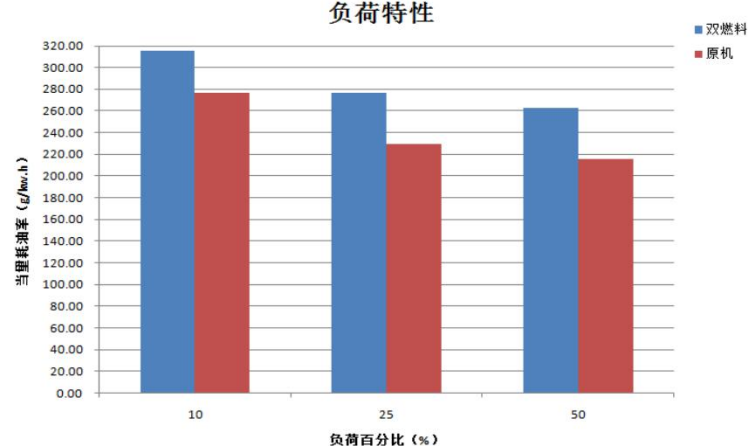
负荷特性



推进特性



负荷特性





沿海内河船用柴油机双燃料改造

试验台架

柴油发动机ECU标定试验室位于湖北省孝感市三江工业园内，可满足200-1000kW功率范围内发动机的双燃料改造研制项目需求。

控制间



试验间



试验台架



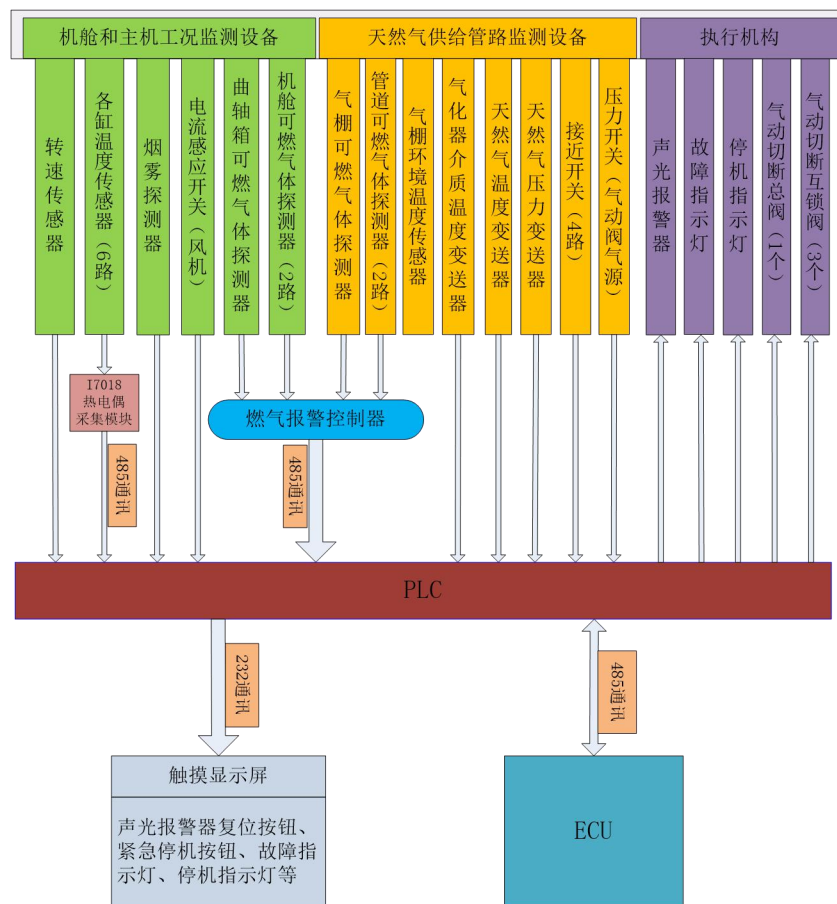


沿海内河船用柴油机双燃料改造

安全监控系统

根据CCS《天然气燃料动力船舶规范》（2013）的要求，安全监控系统主要功能包括：

- ✓天然气供气系统状态实时监测
- ✓发动机舱室状态实时监测
- ✓发动机工作状态实时监测
- ✓发生故障后的紧急处理





沿海内河船用柴油机双燃料改造

安全监控系统

序号	监测故障名称
1	机械通风机故障
2	机舱失火
3	机舱天然气泄漏浓度20%LEL
4	机舱天然气泄漏浓度40%LEL
5	天然气供应管道压力异常
6	总阀、互锁气体阀故障
7	气动阀气源压力不足故障
8	气化器出口管路气体温度低
9	曲轴箱天然气泄漏浓度20%LEL
10	燃油喷射系统功能异常
11	单缸排气温度高
12	单缸排气温度和平均排气温度偏差大

序号	监测故障名称
13	单缸点火失效
14	气化器加热介质温度异常
15	天然气供气管道泄漏浓度20%LEL
16	传感器故障监测
17	发动机任何原因停车

监测故障类型列表



沿海内河船用柴油机双燃料改造

安全监控系统

软件界面





沿海内河船用柴油机双燃料改造

安全监控系统



机旁监控柜



远程监控柜



可燃气体报警控制器及探测器





四、合作建议



武汉三江航天远方科技有限公司



合作建议

合作领域

油气测试设备

- MPS系列压力计，特种压力计，自动检定装置；
- 超声波流量计，电子投放仪；
- 液体取样器，AFT分层测压取样仪。

LNG清洁能源

- LNG加注站，L-CNG加注站，LNG槽车，LNG船艇，箱式LNG加注站，无动力LNG加注装置；
- 微型移动液化装置，小型船用LNG加注臂；
- 船用混合燃料ECU，LNG低温储罐、气瓶、阀门等。

信息技术服务

- LNG相关产业工厂三维数字化管理、培训和解决方案；
- IT硬件及软件代理：Microsoft、DELL、Lenovo及Rittal。



合作建议

合作方式

在清洁能源装备、油气测试设备等领域，远方公司本着“诚信、共赢、互利”的原则，为广大用户和合作方，提供“产品+技术+服务”全方位、一体化的合作模式和解决方案。具体方式包括且不限于：

一、产品直销：单纯的产品和设备销售；

二、项目总包：包含产品设计、技术开发、设备安装和工程建设等内容的项目；

三、联合研制：用户定制产品、委托开发产品；

四、产品+服务：大型成套设备或较复杂、技术含量高的产品，公司提供产品的同时，给予用户全过程服务和技术支持，直至用户掌握；

五、深入合作，区域推广：与用户建立战略合作关系，并在合作框架内，针对用户某项业务或产品，提供“产品+技术+服务一体化解决方案”，实现互利共赢。



合作建议

合作内容

- 提供日处理能力500万方以下的管道天然气、油田伴生气、孤井天然气液化处理解决方案及装备。
- 批量提供LNG储运设备（包括LNG运输槽车、LNG储罐、LNG气瓶等），可根据实际条件进行定制。
- 批量提供LNG加气装置（无动力加气装置、箱式加气装置和常规橇装加气装置、船用加注臂等），或根据用户要求定制LNG加气设备。
- 具有LNG车辆及船舶的设计、制造、改造能力，能够提供合理的LNG车船解决方案及产品供应。
- 提供信息化技术与LNG产业结合的整体解决方案及相关软硬件产品。
- 批量提供油气测试设备（压力计、流量计、取样仪等）和油田取样测井服务。
- 加油站改造油气回收相关设备。



武汉三江航天远方科技有限公司

027-59394029