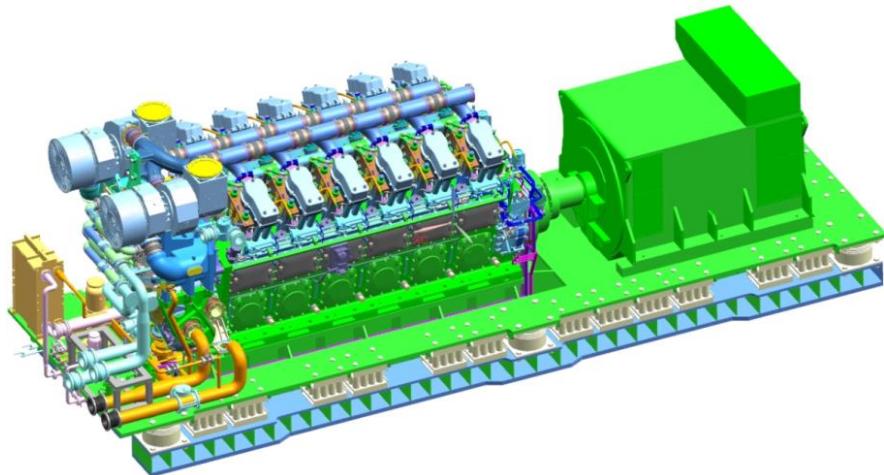




沪东重机自主品牌 M390柴油发电机组产品介绍

沪东重机有限公司
2022年7月



一、公司简介

二、M390柴油发电机组产品介绍

三、自主可控方面

1

公司简介



公司简介

沪东重机自1958年起开始了船舶动力系统方面的研制，经过六十多年的风雨洗礼和历史沉淀，公司已实现“研发、制造、服务”全产业链和“低、中、高速”柴油机全型谱覆盖，以及核电及陆用发电机组等产品及服务。

沪东重机拥有控股、参股企业10家，发展成中国第一、世界第二的船用柴油机供应商。其中低速机产品国际市场占有率为23%，国防和民用中高速机国内市场占有率超50%。**沪东重机是国内同时拥有核电应急发电机组设计和制造双资质的两家单位之一。**

- 公司本部 — 大中型零件加工，低速机生产及柴油机总装试车
- 东沟厂区 — 研发及配套中心
- 临港厂区 — 中高速机基地生产基地



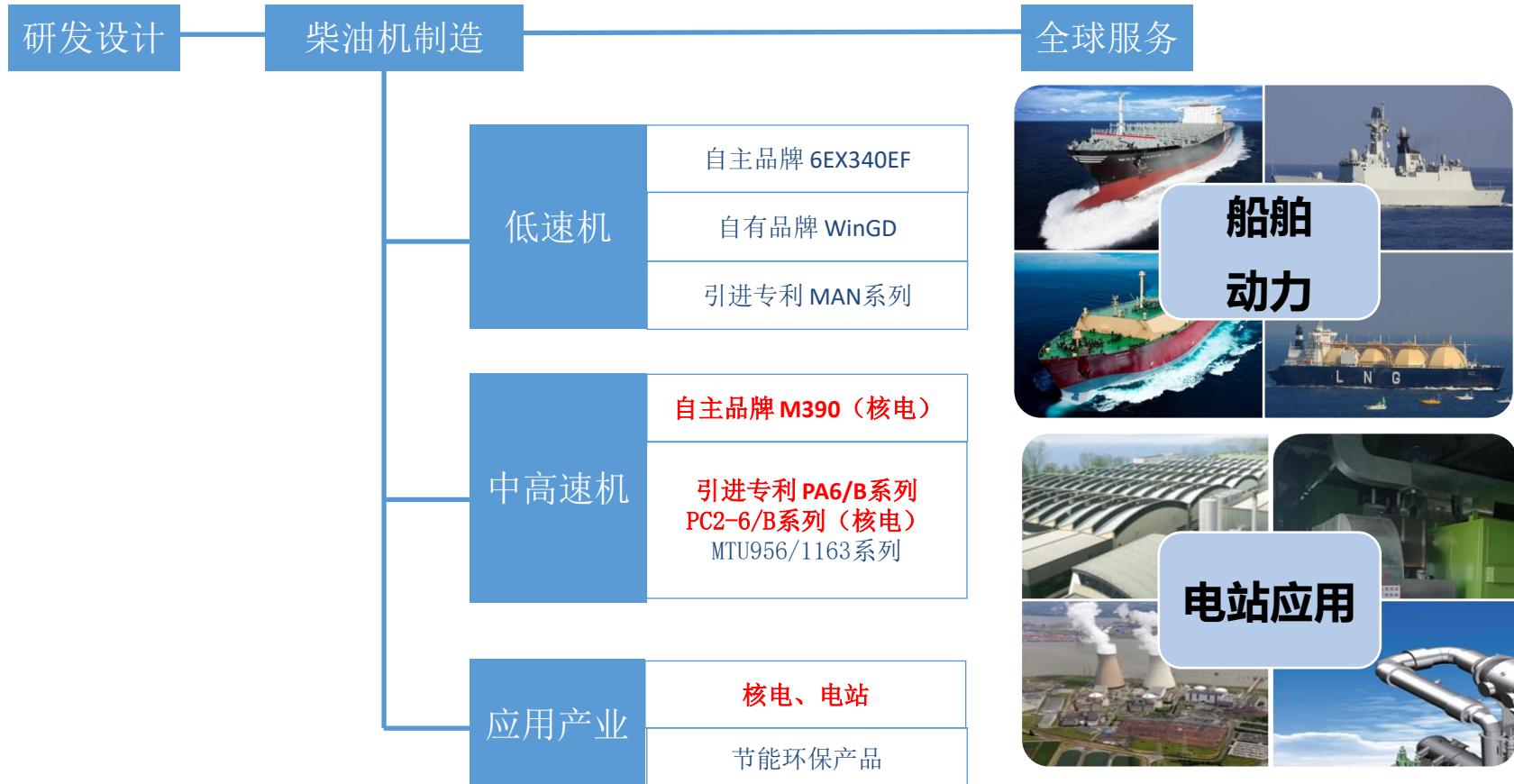
公司本部



东沟厂区（研发中心）



临港厂区



公司拥有国家级中/低速机企业技术中心、国家级博士后科研工作站。

公司是国家高新技术企业、国家知识产权优势企业、质量信誉AAA等级企业、军工单位安全生产标准化一级达标企业。

公司荣获中国工业大奖表彰奖、国家科技进步奖一等奖、上海市科技进步奖一等奖等多项表彰。



核电资质

CSSC 沪东重机有限公司
HUDONG HEAVY MACHINERY CO.,LTD.



// 核电项目业绩

序号	电厂/项目名称	机型	功率	完工年份	工作内容
1	中核四〇四项目	12MV390MF-N	8000kW	已完成鉴定出厂	非安全级柴油发电机组设备总包
2	太平岭核电厂一期项目	12PC2-6BN	8000kW	已完成鉴定	应急柴油发电机组设备总包
3	陆丰核电厂一期工程	20PA6BN	6700kW	进行中	备用柴油发电机组设备总包
4	中核四〇四项目	8ML390MF-N	5000kW	已完成鉴定出厂	安全级柴油发电机组设备总包
5	山东石岛湾高温气冷堆核电站示范工程	6PA6LN	1400kW	已完成鉴定出厂	1E级柴油发电机组设备总包
6	中核四〇四有限公司 1257300工程项目	KTA38-G5	800kW	已完成出厂	1E级柴油发电机组设备总包
7	大亚湾核电基地新建应急指挥中心项目	KTA38-G5	640kW	2021	抗震柴油发电机组设备总包
8	原子能科学研究院02能力建设项目	KTAA19-G6	400kW	2021	1E级柴油发电机组设备总包
9	取证样机	16PA6 MPC	4500kW	2010年	系统设计、模拟件制造、鉴定试验。2010年8月取得民用核安全设备设计、制造许可证

陆用电站项目业绩

序号	电厂/项目名称	机型	功率
1	苏丹RAHAD电厂	12PC2-6	2×6300kW
2	江苏昆山巴城电厂	9K84EF	1×15000kW
3	江苏昆山调峰电厂	60IC	3×10000kW
4	广东花都巴江电厂	18PC2-2	5×5500kW
5	海南洋浦电厂	58/64	5×10580kW
6	广东东莞塘夏电厂	6PC2-5	4×2500kW
7	广东信宜电厂	6K45GF	1×5000kW
8	广东汕头经济特区电厂	18V40/50	2×10500kW
9	天津经济开发区自备电厂	18PC2-6	2×9500kW
10	广州经济开发区明珠电厂	18PC2-6	2×9500kW
11	广东珠海前山电厂	16V40/45	4×9340kW

2

自主品牌M390柴油发电机组介绍

M390柴油机历史传承

1966年

E390

我国第一台万匹马力船
用中速柴油机

1979年

E390VA

获得国家金质奖

2010年

12MV390

沪东重机和中船集团立项并开
始研制

2016通过CCS型式认可



1960

1970

1980

1990

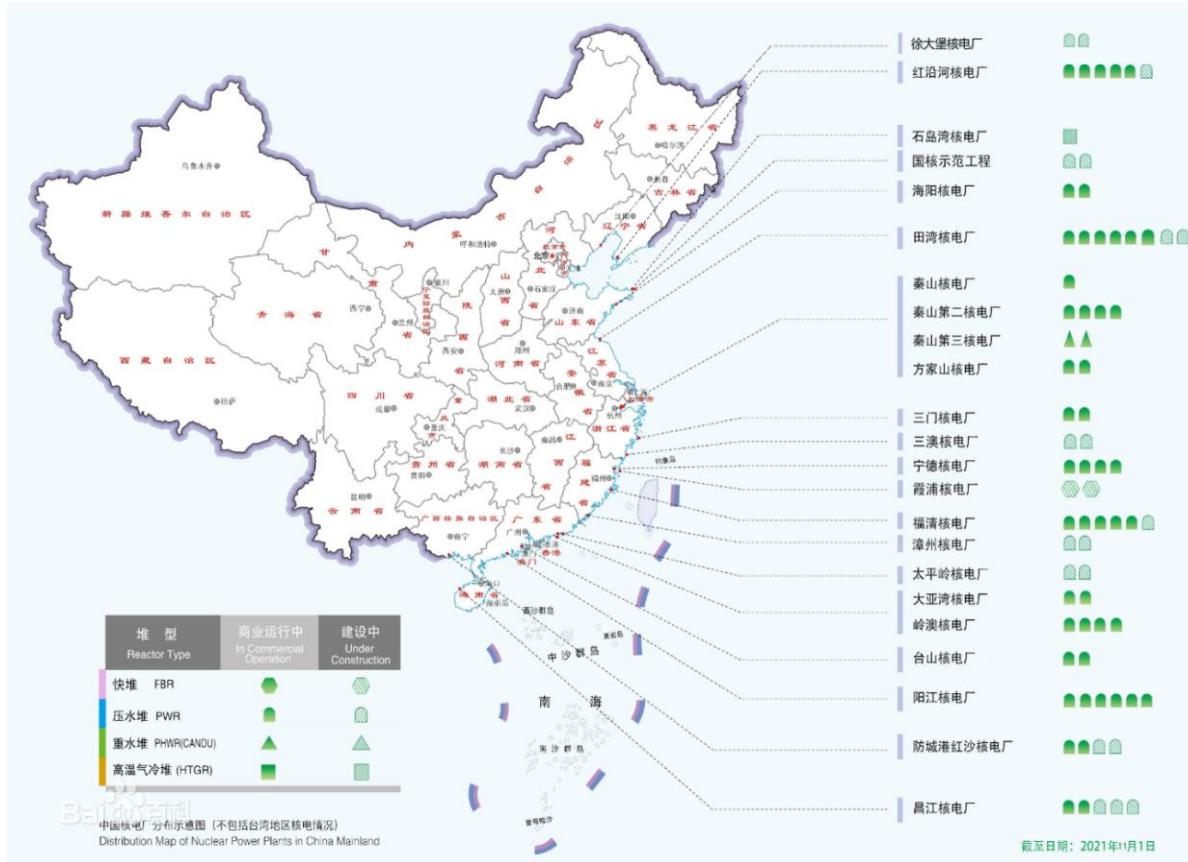
2000

2010

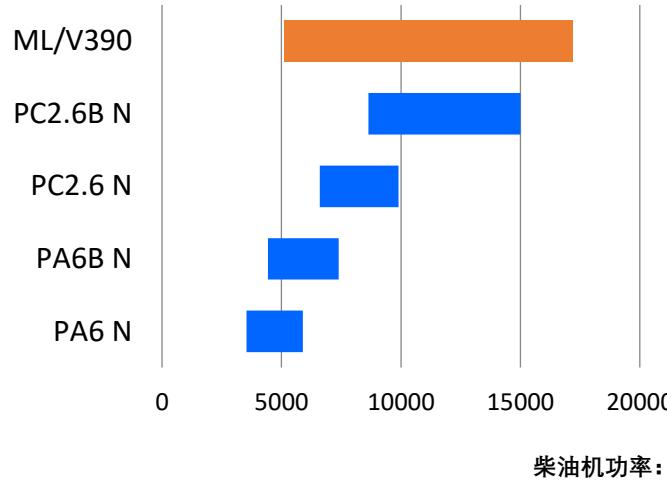
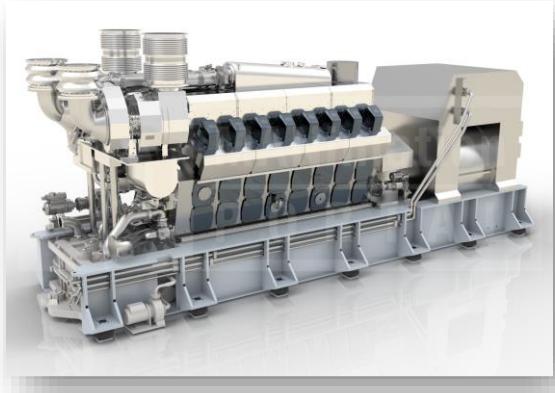
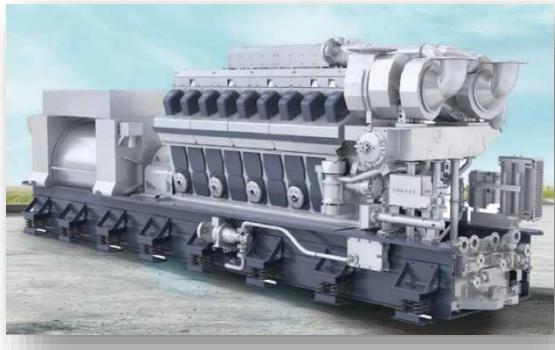
M390发电机组研制历程



// 目标市场



// 产品功率范围

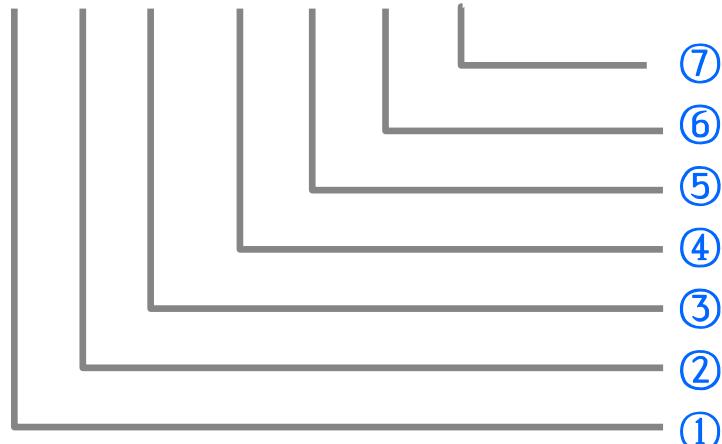


柴油机功率: kW

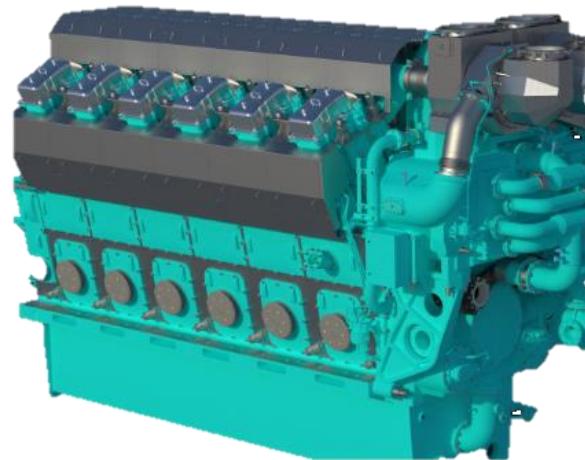
型号	功率范围 (kW)	转速
ML/V390 (自主)	5100~17000	600
PC2.6 BN	8640~13500	600
PC2.6 N	6600~9900	500
PA6 BN	4440~7400	1000
PA6 N	3540~5900	1000

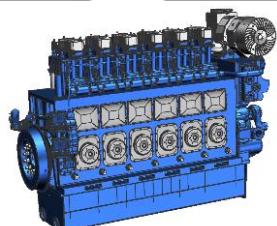
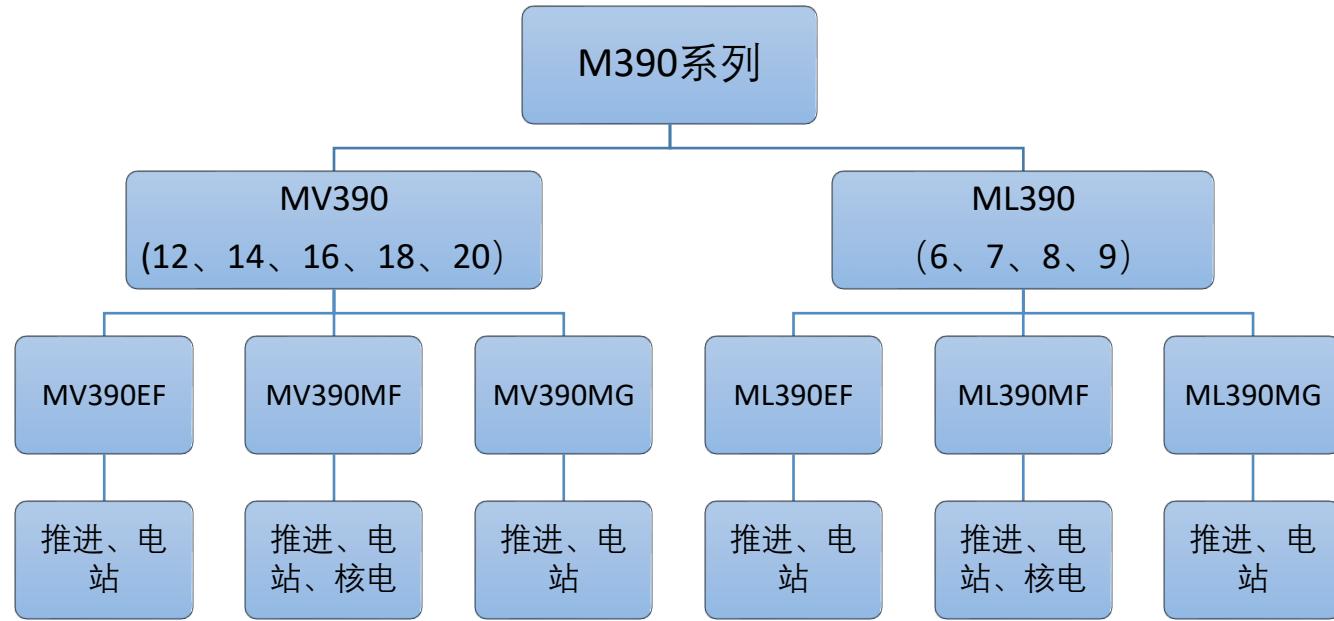
M390系列命名规则

12 M V 390 M F - N



- ① 缸数: 5、6、7、8、9、10、12、14、16、18、20
- ② 机型: M -四冲程中速机
- ③ 结构型式: V -V型机, L -直列机
- ④ 缸径: 390mm
- ⑤ 燃油供给与控制系统: E -电子控制, M -机械控制
- ⑥ 燃料类型: F -柴油, G -双燃料
- ⑦ 应用: S -陆用电站, N -核电应急机组, P -船舶推进



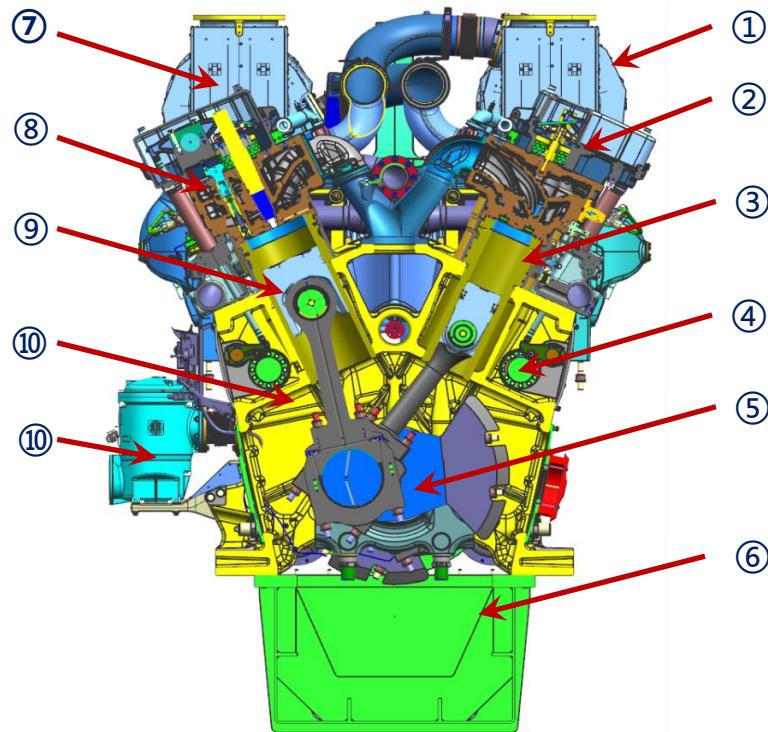


性能指标

与相似缸径和功率范围的主流专利柴油机相比，MV390的综合性能指标具有先进性

机型	缸径 D mm	冲程 S mm	转速 n r/min	单缸功率 P kW	平均有效压 力 P _{me} MPa	活塞平均速 度 v m/s	强化系数 V×P _{me} MN/ms	燃油消耗 率b _e g/kWh	比重量 kg/kW	平均大 修期 h
M390	390	550	600	850	2.59	11	28.49	182	10.78	32000
沪东重机 E390	390	470	480	490.3	1.09	7.52	8.2	209	9.52	24000
P型机	400	500	600	750	2.39	10	23.9	188	10.44	24000
W型机	380	475	600	725	2.69	9.5	25.56		10.11	
DK型机	360	460	600	550	2.35	9.2	21.61		12.12	
H型机	320	400	750	500	2.49	10	24.9	181	9.33	
Ma型机	320	460	750	500	2.37	11.5	27.26	179	10.73	

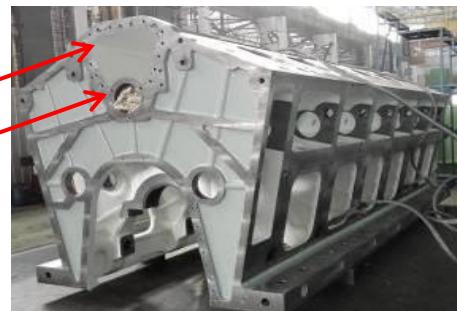
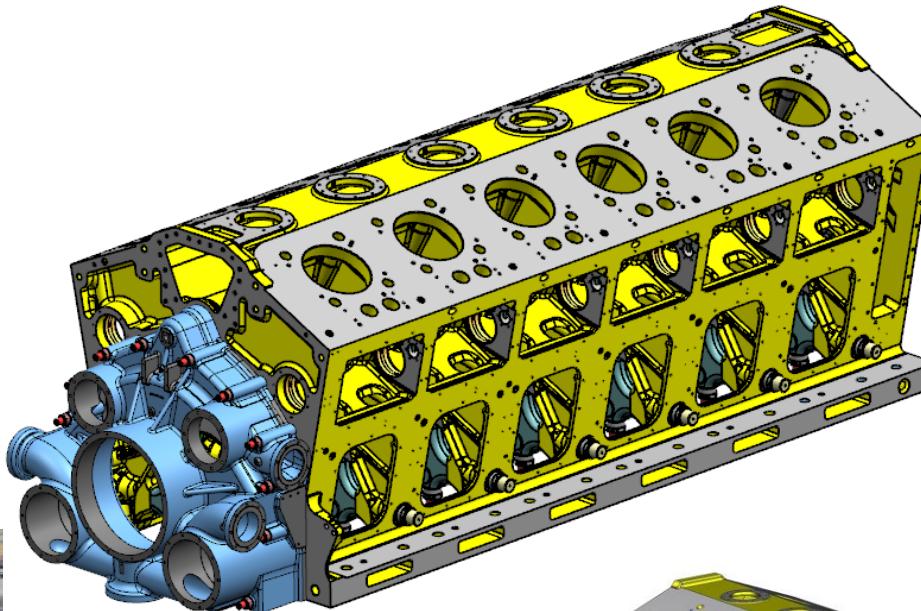
柴油机设计特征



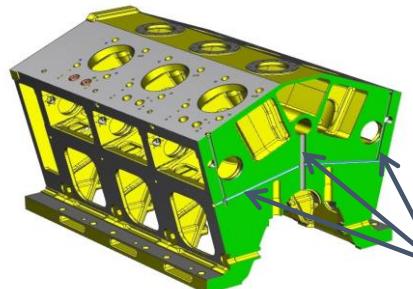
- ① 高效率、高压比增压器
- ② 配置转阀机构进排气阀,减少气阀磨损
- ③ 带有清洁环缸套
- ④ 分段式凸轮轴,维护方便
- ⑤ 全平衡连续纤维锻曲轴
- ⑥ 焊接油底壳
- ⑦ 二级空冷器
- ⑧ 球磨铸铁铸造缸盖
- ⑨ 钢顶钢裙组合式活塞
- ⑩ V型球墨铸铁 机架
- ⑪ 涡轮自清式滑油滤器
- ⑫ 三段式连杆

机体

- 1. 球墨铸铁铸造
- 2. V型, 50度V形角
- 3. 集成进气总管、滑油
- 4. 无冷却水道设计



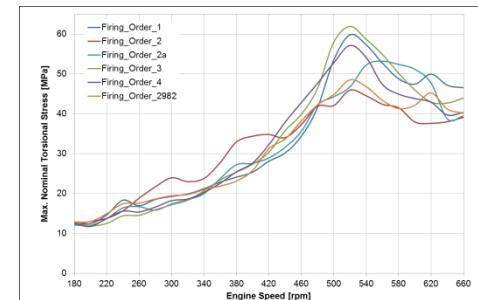
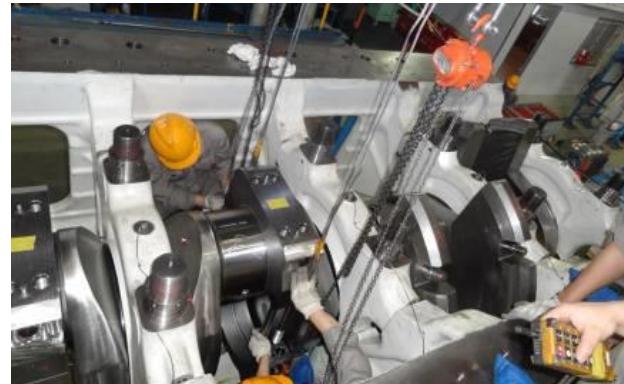
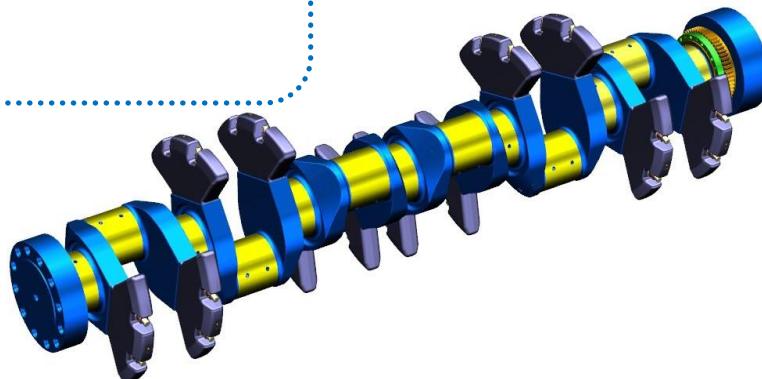
进气腔
滑油管



机内
滑油管

曲轴

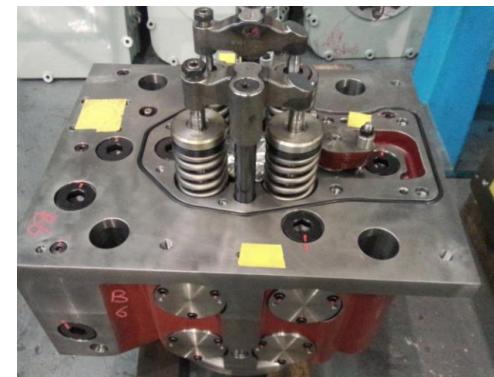
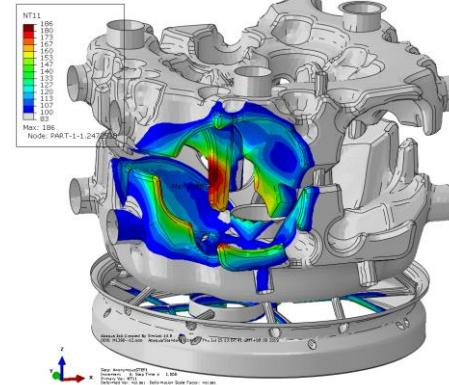
1. 全平衡设计增加了柴油机运行的稳定性；
2. 整体纤维连续锻增加了曲轴的结构强度；
3. 计算机辅助分析验证了设计的安全性、可靠性；
4. 输出端的惯性飞轮和自由端的减震器设计使柴油机运行更加平稳；
5. 自由端也能输出100%功率



扭振计算

缸盖总成

1. 球墨铸铁QT400-15 (EN-GJS-400) 缸盖提高了强度和抗冲击性。
2. 进排气道布置在同侧（朝向V形角，U形气流），将高温区移到了V形角，避免两侧出现高温零部件，提高了两侧工作人员的安全性。
3. 缸盖的起动阀、安全阀、示功阀和喷油器接口都朝向外侧，便于使用人员操作，提高了维护性能。



缸套

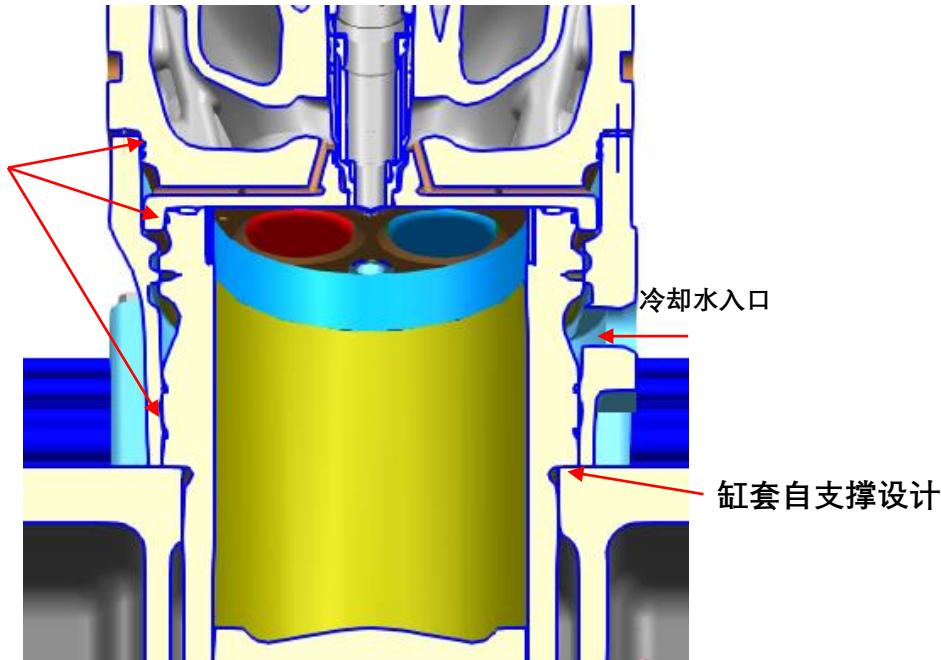
- 缸套增强型冷却设计，增强冷却效果，提高缸套的使用寿命；
- 缸套顶部带清洁环，减少活塞积碳的程度，延长活塞的使用寿命。



高温区钻孔冷却，提高冷却性能



密封位置

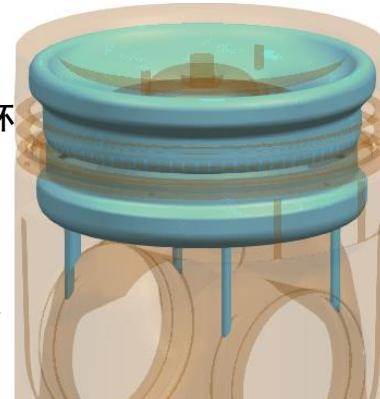
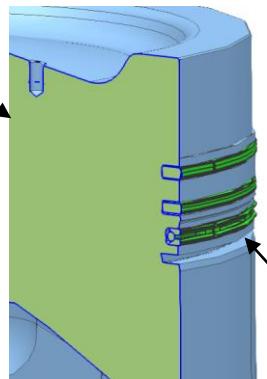


活塞

- 1、锻造钢顶、钢裙活塞，增强了活塞组件抗应力冲击和热负荷的能力，延长了活塞的使用寿命，提高了工作可靠性。
- 2、只用一根大螺栓连接活塞头和活塞裙，使维护更加方便。活塞能承受最大爆压35MPa
- 3、使用镀铬陶瓷活塞环，使活塞环耐受高温，增强了活塞环的耐磨性能。

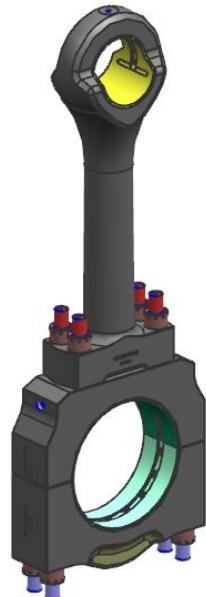


组合式活塞：
钢顶钢裙

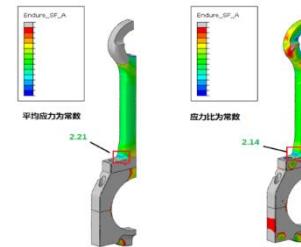


连杆

1. 采用三段式船用连杆，拆卸活塞连杆组件时，仅需吊离连杆杆身，而不用拆下连杆大端轴承，便于维护。
2. 计算机辅助对连杆的疲劳安全进行分析，验证设计的安全性，保证了连杆安全可靠地运行。

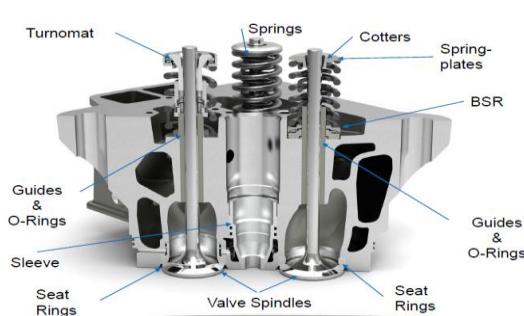
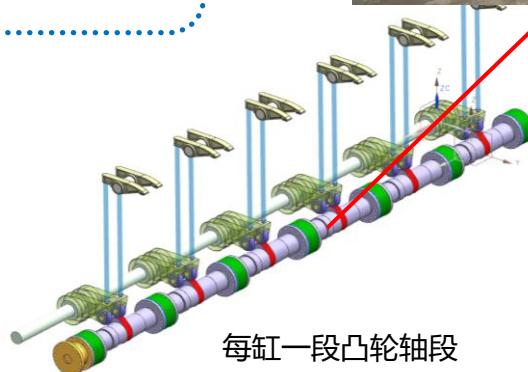


连杆疲劳安全系数
Safety factor



配气机构

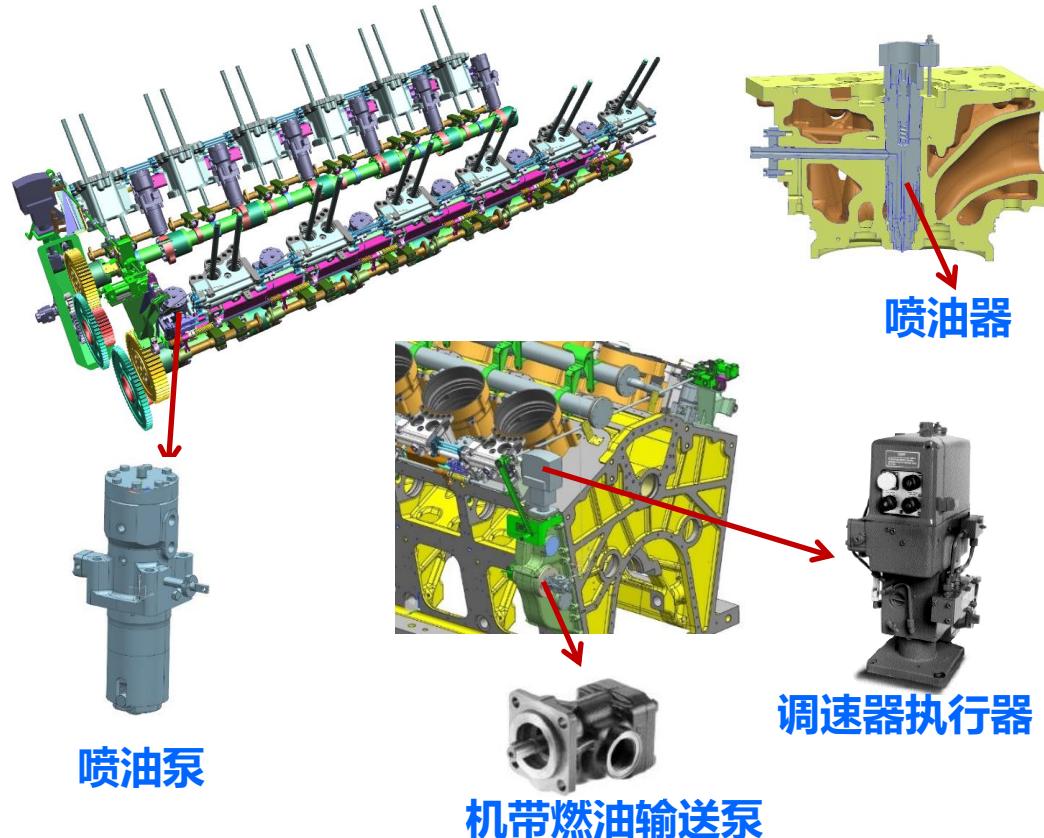
1. 分段式凸轮轴结构简单，易于凸轮轴段的维护保养和轴承的更换，提升整机可维修性
2. 高强度耐磨的进排气阀
3. 配置转阀机构



柴油机设计特征

泵管嘴机械燃油系统

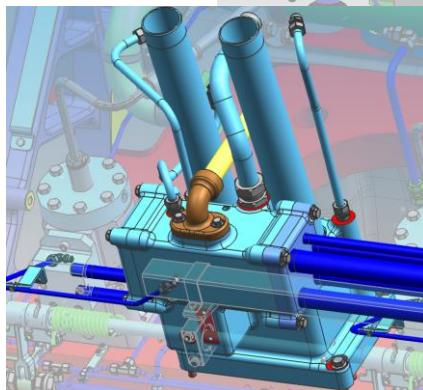
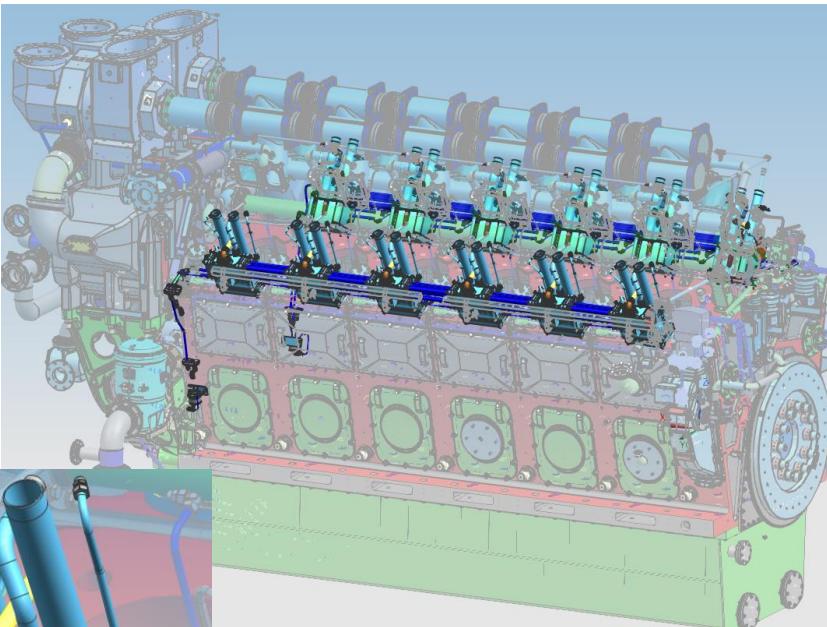
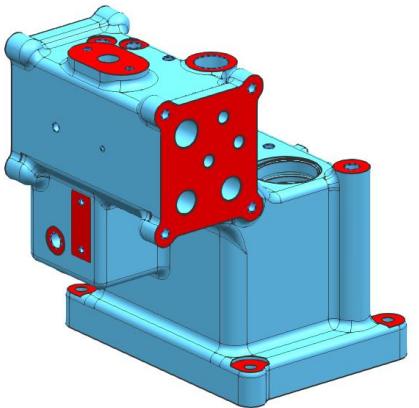
1. 机械式凸轮驱动泵管嘴燃油系统，满足快速加载和独立启动要求，高可靠性
2. 电液调速器（带机械备份-冗余设计）



柴油机设计特征

多流体接头

多流体接头内置了燃油、滑油、压缩空气等各种介质的管路，各管路之间互不干涉，结构紧凑，排列整齐、美观



M390MF柴油机设计特征

➤ 安全可靠

抗冲击设计

冗余的起动设计，启动时间小于15S

可靠性设计。

32000小时平均大修期，MTBF>2000h

➤ 低油耗:

高效高压比增压系统，长冲程，高热效率，两级中冷。

➤ 环境友好

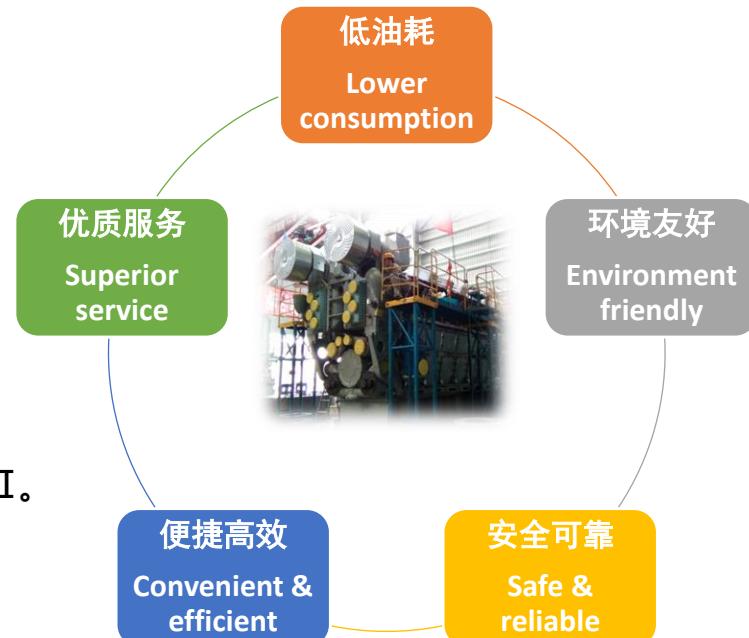
低振动、低噪声，噪声低于105db (A) ，排放满足IMO Tier II。

➤ 安装维修便捷

模块化设计，维修性优良

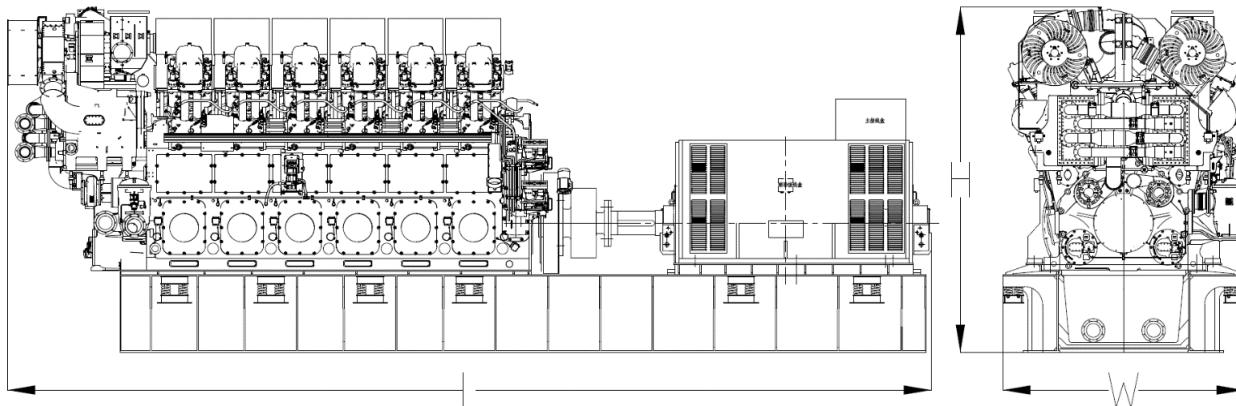
接口法兰集中在自由端

平均修复时间 MTTR≤10 小时



MV390MF柴油发电机组

CSSC 沪东重机有限公司
HUDONG HEAVY MACHINERY CO.,LTD.



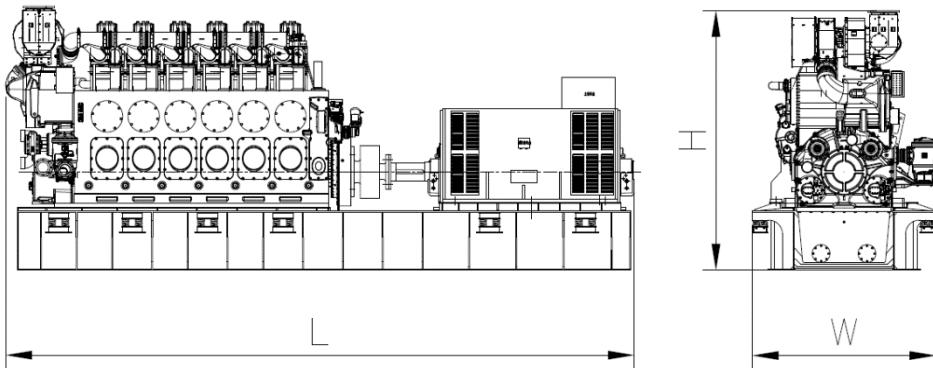
型号	柴油机功率/kW	发电机功率/kWe	尺寸 (长×宽×高) /mm	干重/ton
12MV390MF	9480	9196	13010×3450×4950 mm	176 ton
14MV390MF	11060	10728	13850×3450×4950 mm	190 ton
16MV390MF	12640	12260	14790×3450×4950 mm	205 ton
18MV390MF	14220	13793	15630×3450×4950 mm	219 ton
20MV390MF	15800	15326	16470×3450×4950 mm	234 ton

*基于标称发电机效率为97%

**实际尺寸取决于所用发电机

ML390MF柴油发电机组

CSSC 沪东重机有限公司
HUDONG HEAVY MACHINERY CO.,LTD.



型号	柴油机功率 /kW	发电机功率 /kWe	尺寸 (长×宽×高) /mm	干重/ton
6ML390MF	3950	3832	11320×2480×4820 mm	133 ton
7ML390MF	4740	4598	12020×2480×4820 mm	141 ton
8ML390MF	5530	5364	12720×2480×4820 mm	149 ton
9ML390MF	6320	6130	13420×2480×4820 mm	159 ton

*基于标称发电机效率为97%

**实际尺寸取决于所用发电机

M390机组工程案例

CSSC 沪东重机有限公司
HUDONG HEAVY MACHINERY CO.,LTD.



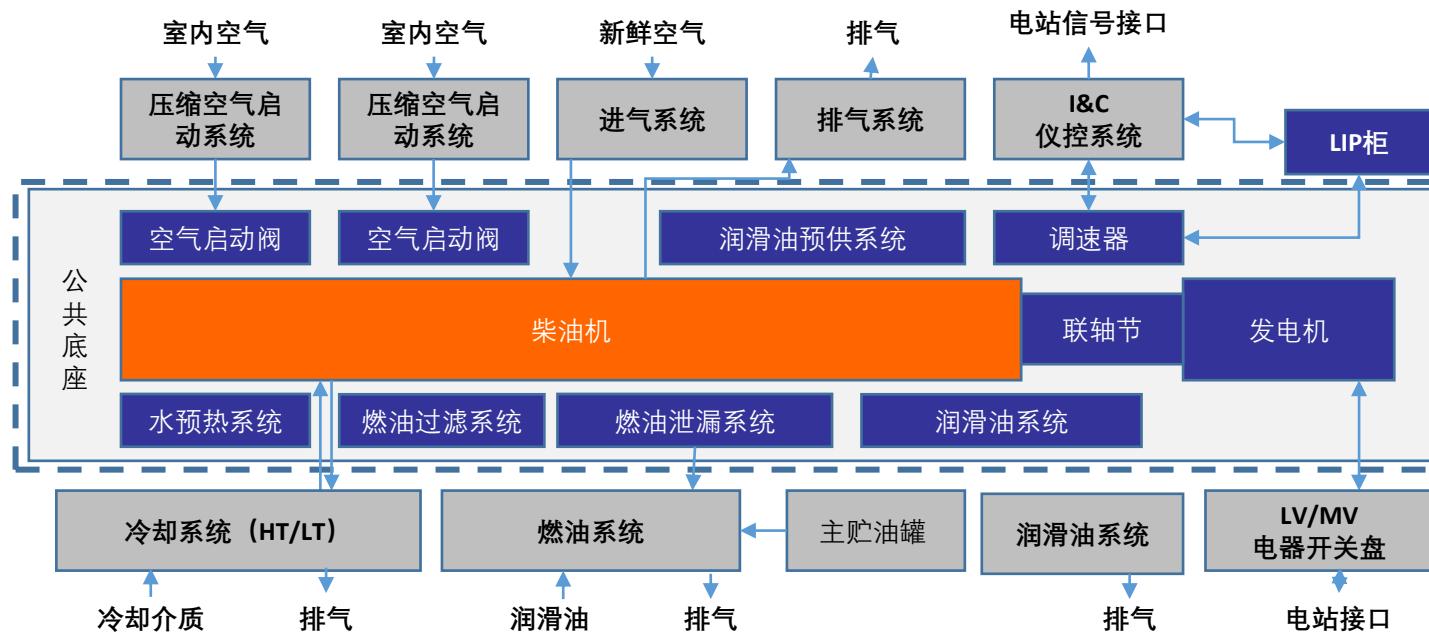
8000kW 12MV390MF-N应急发电机组



5000kW 8ML390MF-N应急发电机组

机组及机械、电气辅助系统设备的分级

依据IEEE387-1995《核电厂备用电源柴油发电机组标准》的规定，对机组总成和各辅助系统设备按核安全等级、抗震类别、质保等级等进行分级，编制分级表



软件应用

PDMS

- 三维厂房建模软件
- 结构土建、设备、管道、钢结构、暖通和电缆桥架等设计和建模

CAESARII Autopipe

- 管道应力计算
- 计算管道系统的一次和二次应力，用于确定支架形式和膨胀节的选型

ANSYS

- 进行设备的抗震计算
- 柴油机、发电机、公共底座
- 各罐体设备、局部应力等

Flowmaster

- 系统仿真软件
- 用于计算系统的压力损失、流速、热力性能、流量、温度、压力等
- 确定泵、孔板等设备选型

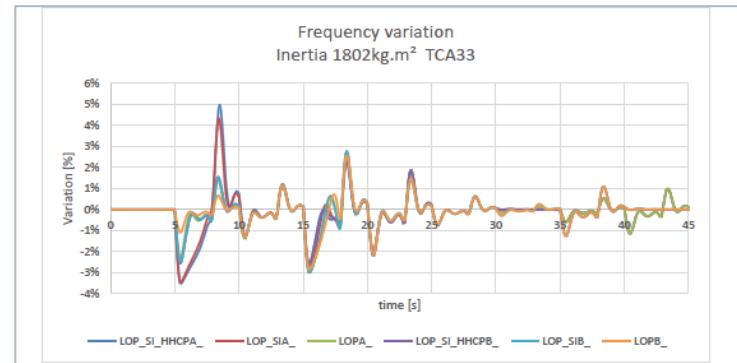
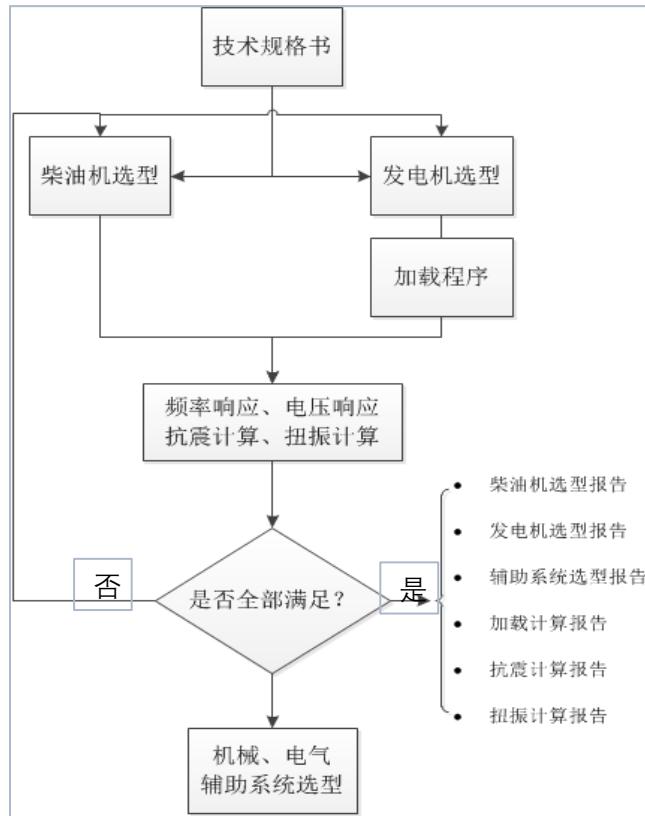
STADD

- 钢结构应力计算
- 用于计算支吊架的刚度、强度，长细比等

EPLAN

- 绘制电气图、原理图
- 接线端子图
- 设计2D和3D机柜

柴发机组选型设计



频率响应

HWM 沪东重机有限公司 备用柴油发电设备发电机选型报告 E0006838.0a

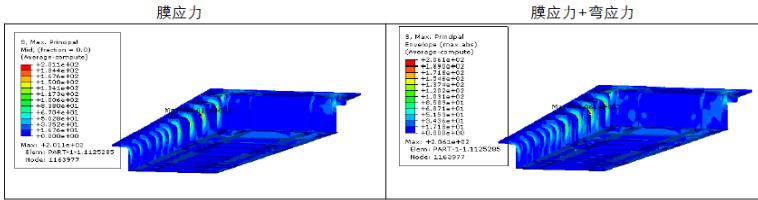
表1 采用单步起动最大容量计算结果

加载 顺序	每步起动容 量 P (kva)	发电机 额定电 压 U _n (V)	电动机 额定电 压 U _m (V)	发电机额 定电流 I _n (A)	发电机直轴 同步电抗 x_d (标么 值)	发电机 瞬态电 抗电动势相 对值	发电机母线 上瞬变短路 容量 (MVA)	发电机起动时 发电机母线上的 初始瞬间电压相 对值	发电机瞬 态电压降
120°	1079.9000	10500	380	460.5	0.138	1.060	60.688	0.9466303	-5.31%
110°	7068.5123	10500	380	460.5	0.138	1.110	60.688	0.921816625	-7.82%
160°	6259.0161	10500	380	460.5	0.138	1.098	60.688	0.927869035	-7.21%
180°	1494.3060	10500	380	460.5	0.138	1.014	60.688	0.97695257	-2.30%
200°	6537.0652	10500	380	460.5	0.138	1.104	60.688	0.956180484	-7.35%
220°	5917.3314	10500	380	460.5	0.138	1.093	60.688	0.930617734	-6.91%
240°	3703.8457	10500	380	460.5	0.138	1.055	60.688	0.950588283	-1.94%
300°	4997.8031	10500	380	460.5	0.138	1.078	60.688	0.930460338	-6.15%
360°	3991.7027	10500	380	460.5	0.138	1.061	60.688	0.947775315	-5.22%

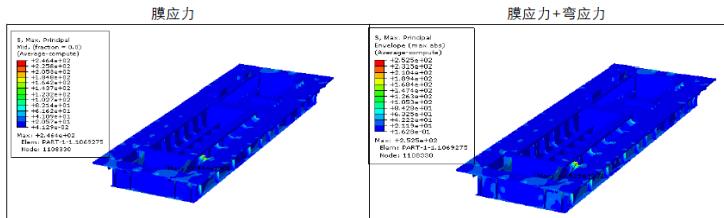
电压响应

公共底座---B级工况应力结果

公共底座设计

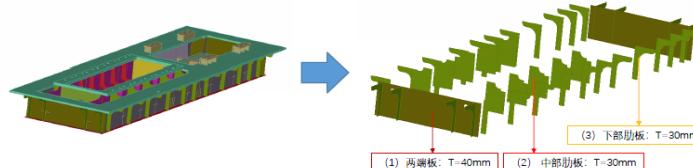


公共底座---D级工况应力结果

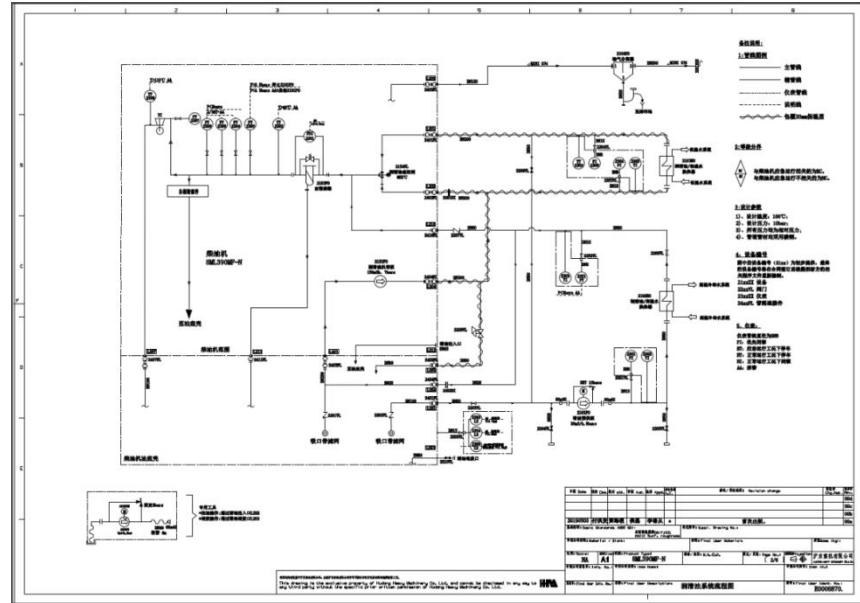
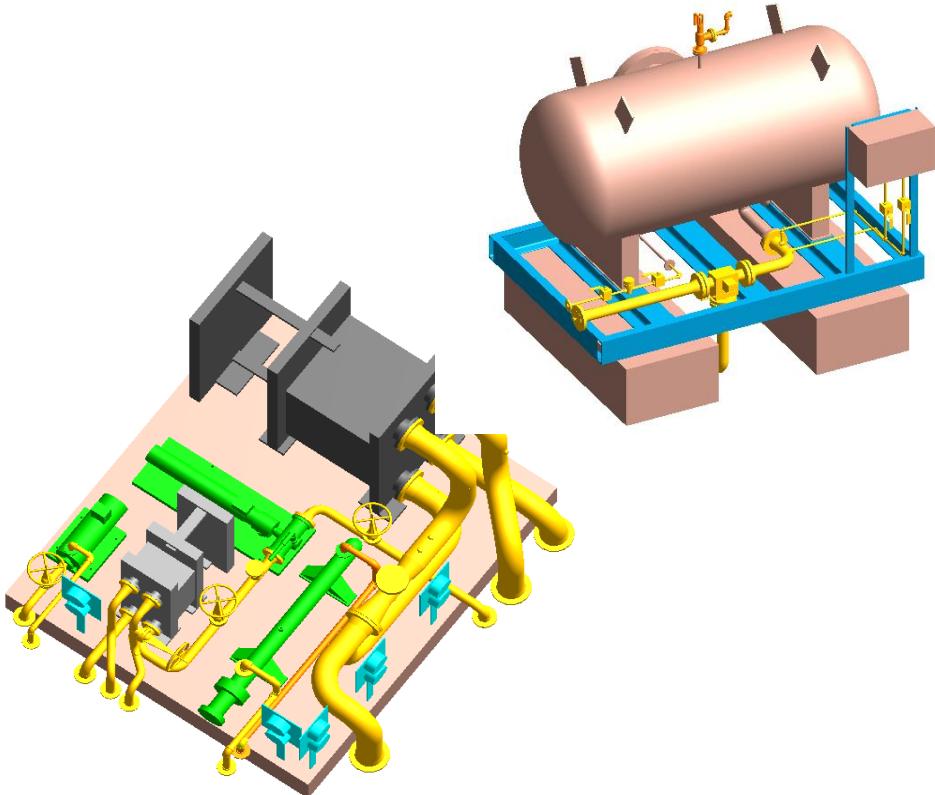


公共底座加强建议:

对以下三组板加厚或者更改设计。



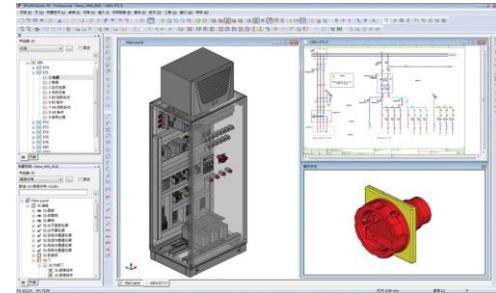
机械辅助系统设计



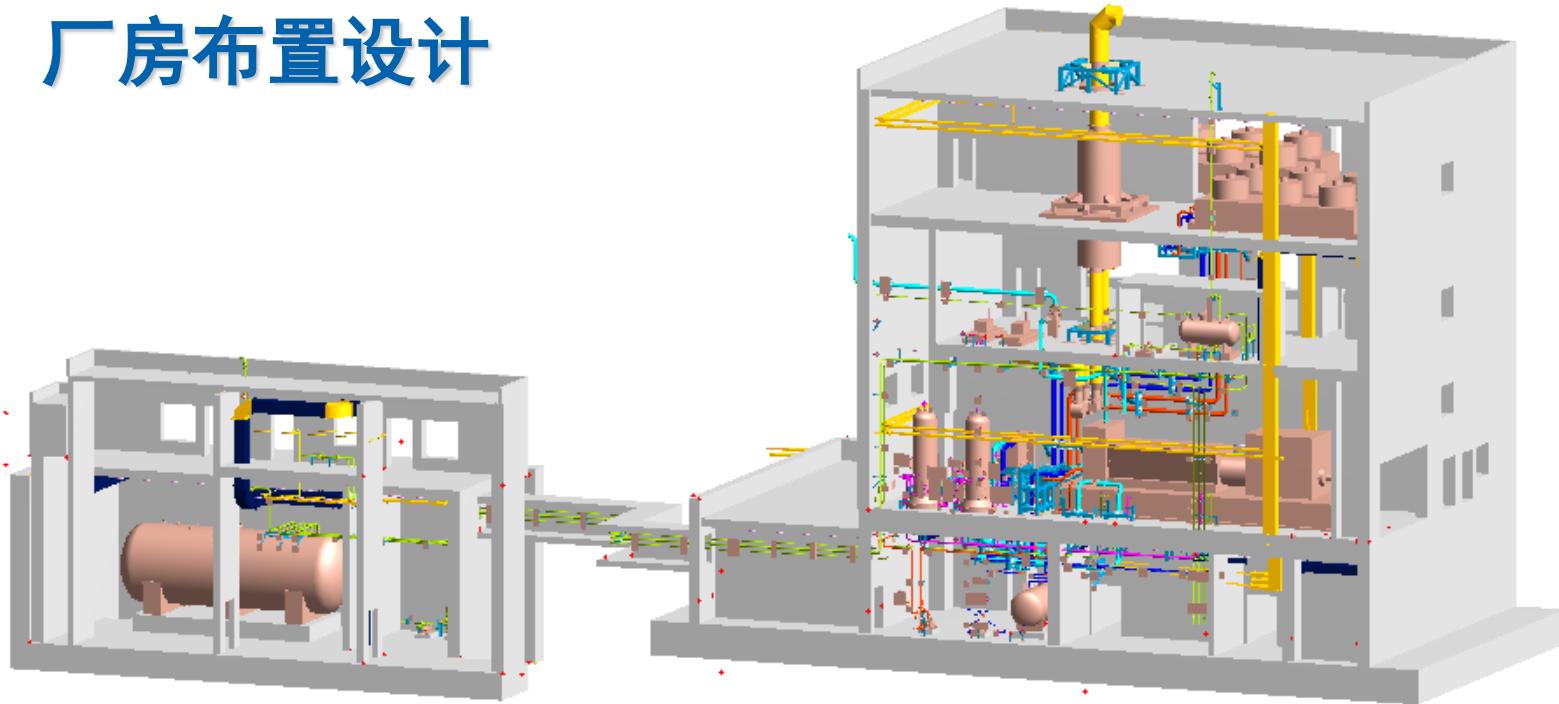
电气辅助系统设计

柜体功能

- 就地控制柜（核级和非核级）
- 励磁柜
- 调速同期柜
- 中压柜
- LIP就地显示柜
- 电气保护柜
- 电源柜



厂房布置设计



M390机组工程案例-机组设计

PDMS二次开发模

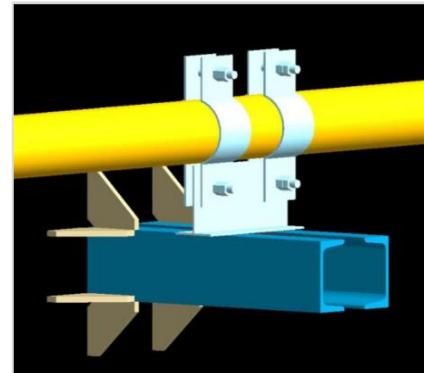
- ISO自动出图模块
- 支吊架自动出图模块
- BOM表自动生成

完整的数据库：

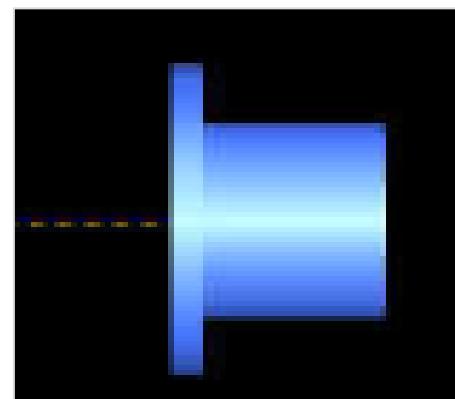
- 管道管件库
- 标准支吊架库
- 阀门库



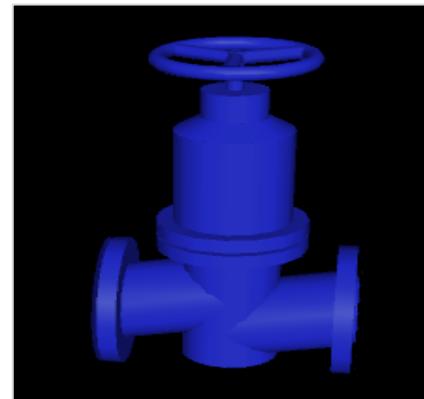
二次开发模块



一次二次支吊架库



管件库



阀门库

M390机组工程案例-机组制造

CSSC 沪东重机有限公司
HUDONG HEAVY MACHINERY CO.,LTD.



// M390机组工程案例-机组试验

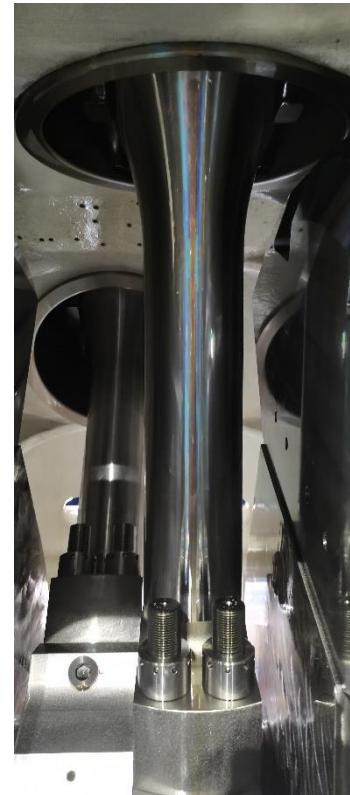
CSSC 沪东重机有限公司
HUDONG HEAVY MACHINERY CO.,LTD.

2022年沪东重机有限公司6月完成了5000kW及8000kWM390柴油发电机组鉴定试验。



// M390机组工程案例-机组试验

CSSC 沪东重机有限公司
HUDONG HEAVY MACHINERY CO.,LTD.



// M390机组工程案例-机组发运

CSSC 沪东重机有限公司
HUDONG HEAVY MACHINERY CO.,LTD.

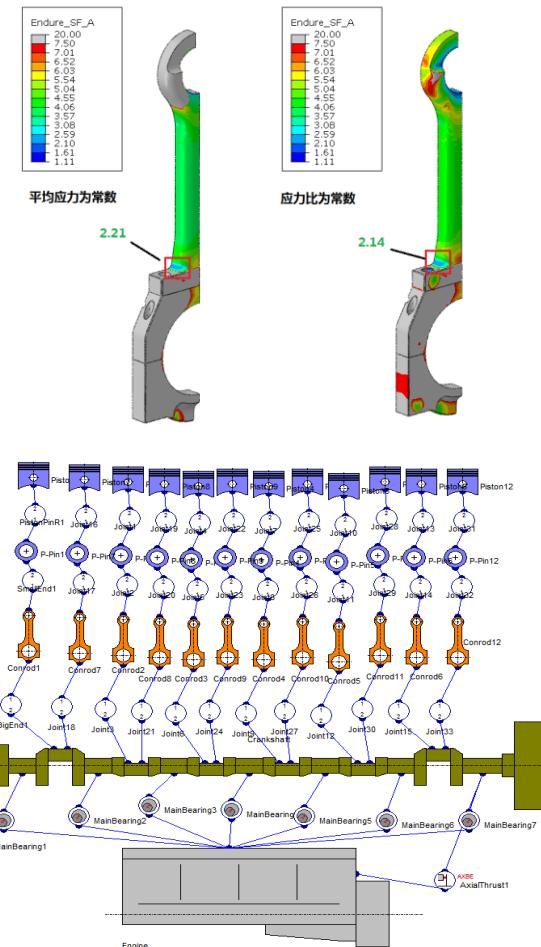


3

自主可控方面

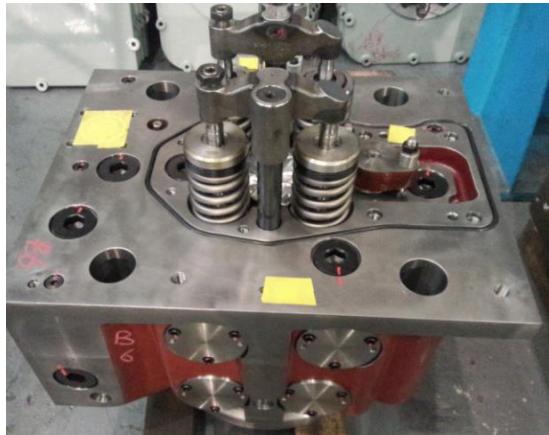
知识产权:

以M390柴油机为原动机开发的柴油发电机组是国内自主开发的柴油发电机组，具有完全知识产权和全套的零部件生产资料，技术上能完全实现自主可控，并根据需要可以出口专利技术或产品，不受相关专利公司或国家的限制。



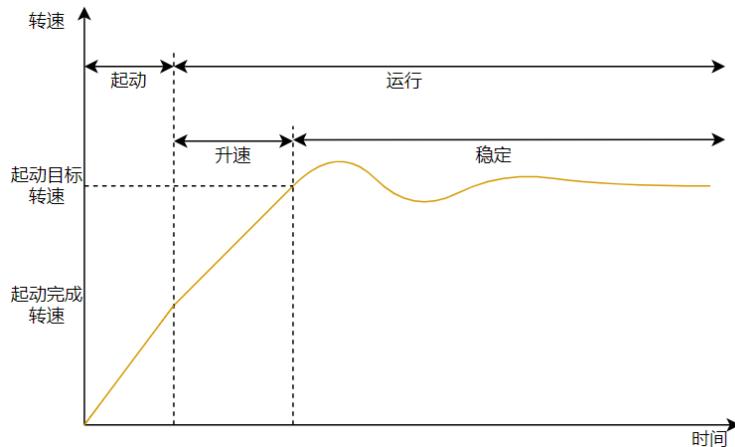
零部件国产化

目前专利机型进口件比例高，进口采购周期长，成本高。M390当前主要零部件国产化率约70%，未来三年国产化率达到90%以上，未来五年国产化率达到100%，具有配套保障优势。



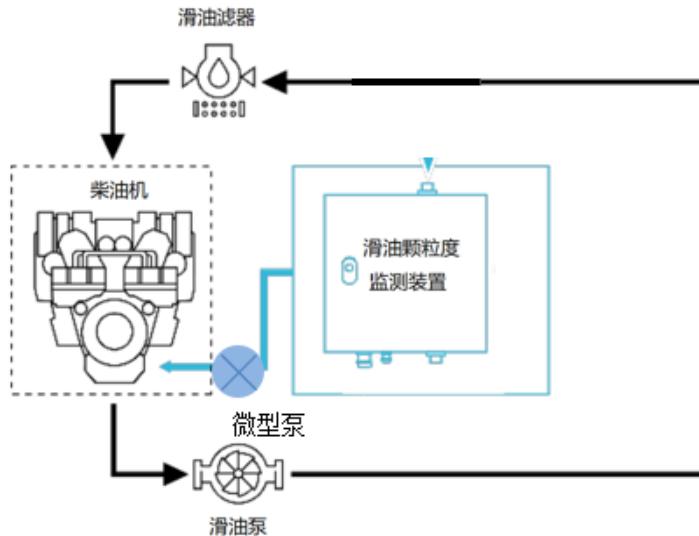
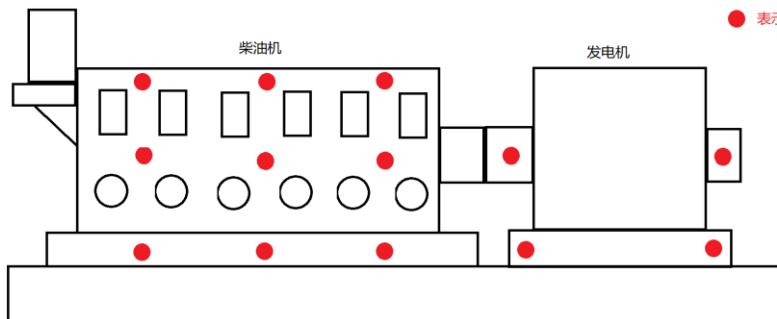
核心控制策略：

M390MF-N核电应急柴油机组配置有专业的电子调速器，满足机组对于调速性能、快速加载性能和负荷突卸性能的要求，并且其控制器是国内唯一自主开发的应急发电机组电子调速器。



持续改进

针对核电应急发电机组使用场景开发，结合核电应用经验反馈持续优化改进。比如核电应急发电机组慢启动、慢转和智能化要求等。



服务保障

公司在国内及海外建立了多个柴油机全生命周期的服务保障网点，能及时为全球客户提供技术培训、技术咨询、安装调试指导、故障诊断、原厂备品备件、维护保修等优质的服务保障



智慧动力 实业报国

谢 谢！