

V12TD 高端发动机核心零部件缸体、 缸盖、曲轴制造技术

单位：一汽铸造有限公司

2023年05月

一

背景及目标

二

技术方案

三

创新点

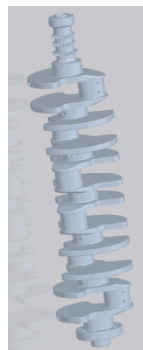
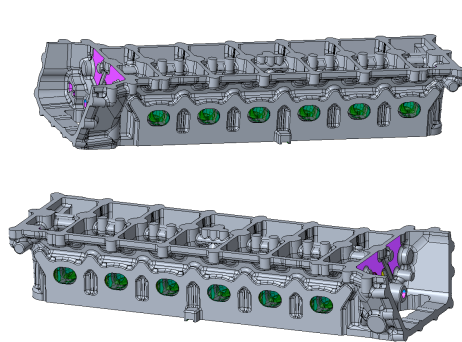
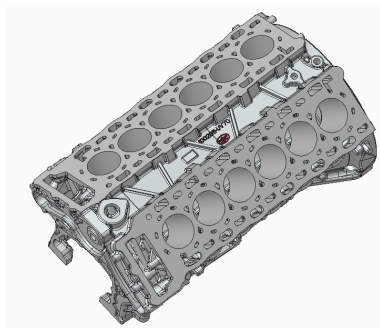
四

效果及横展

■ 规划背景

◆ 适应自主红旗品牌高端车型发动机发展需求

红旗品牌是中国汽车工业的代表，是唯一能设计大排量发动机的自主品牌，保持大排量发动机技术，是保持红旗产品物性的先进性，维护红旗的国车地位，树立红旗品牌中国第一，世界著名的品牌形象。V12发动机是全球超豪华品牌的标配，在旗舰车型甚至全系车型搭载，塑造超豪华体验感。



一、背景及目标

■ 规划理念及目标

- 在红旗V12TD缸体、缸盖、曲轴开发过程中，坚持秉承铸造公司企业文化“自强”“担当”“创新”“超越”，统筹协调铸造公司设计、研发、制造、质量体系，打造国际领先的“高精度、强性能、最可靠、绿色铸造、智能制造”产品，树立行业新典范。

高 精度：（1）缸套位置度 $\leq \varphi 1\text{mm}$ ；（2）燃烧室尺寸偏差 $\pm 0.1\text{mm}$ ，气道尺寸偏差 $\pm 0.5\text{mm}$

强 性能：性能整体提升10%以上，达到国际领先水平；

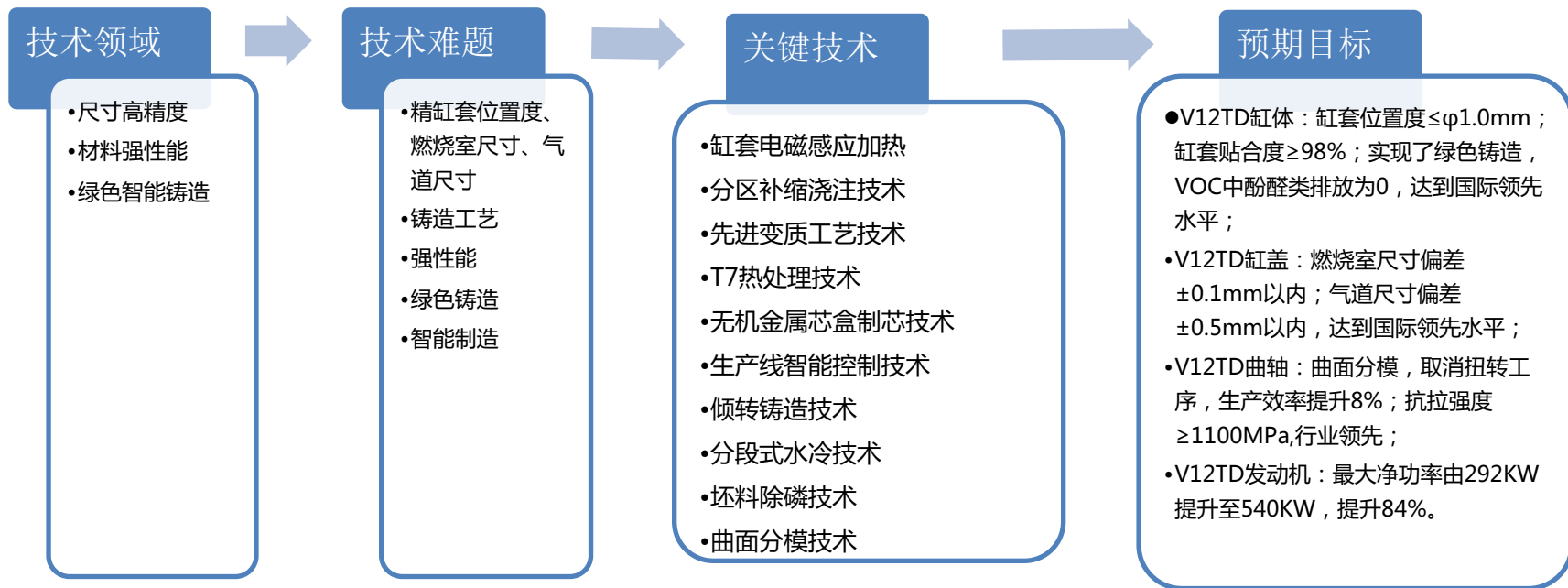
最 可靠：开发缸套电磁感应加热技术、倾转浇注工艺、坯料除磷工艺，提高产品质量

绿 色铸造：实现VOC中酚醛类排放为0；

智 能制造：全自动铸造、锻造工艺，保证生产过程稳定可控，提高产品质量。

二、技术方案

- 针对V12TD缸体、缸盖、曲轴三大技术领域，面向5大技术难题，解决10项关键制造技术，实现4个预期目标。国际首创了多种先进铸造工艺技术，突破了材料、工艺、绿色制造等核心技术，并具有完全自主知识产权。



三、创新点

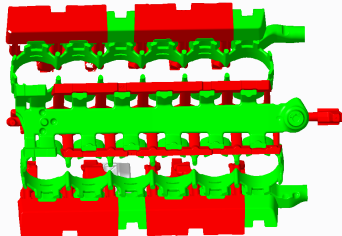
■ V12TD缸体

- V12TD缸体结构创新2项，突破**6项**关键制造技术，其中**2项**为国际首创技术，**2项**为国内首创技术，**2项**为国内领先技术；

结构创新



(1)链条室罩盖集成，超大尺寸铸件



(2)内腔结构复杂：双层水套，油道设计
注：绿色为水套；红色为油道

国际首创技术



(1)缸套电磁感应加热技术提高缸套贴合度，国际首创

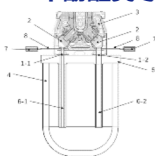


(2)铝合金材料多元合金化技术，性能指标达到国际领先水平

国内首创技术

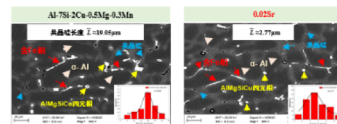


(1)大尺寸大厚度砂芯无机制芯技术，VOC中酚醛类零排放

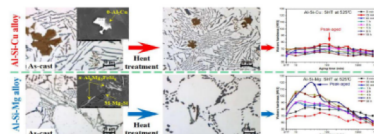


(2)双浇口浇注分区补缩技术，实现铸件顺序凝固

国内领先技术



(1)先进孕育变质技术，提高材料强塑性



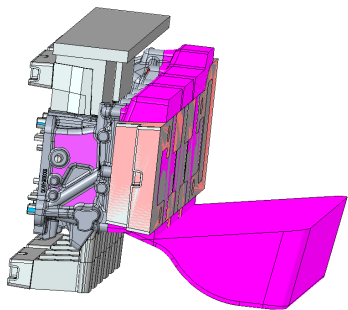
(2)微合金技术，增加基体第二相种类及数量，提高材料强度

■ V12TD缸盖

- V12TD缸盖突破**5项**关键制造技术，解决大型缸盖制备难题，**3项**为国内首创首用技术，**2项**为国际领先技术；

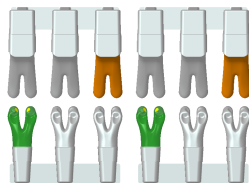
浇注工艺创新

国内首创，开发V12缸盖倾转浇注工艺，工艺出品率达到55.46%；

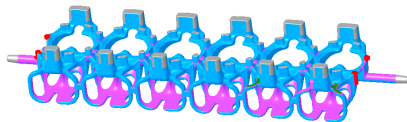


制芯工艺创新

开发“3+3”气道芯工艺，满足大型缸盖气道尺寸一致性；



反向射砂覆膜砂制备水套芯工艺，解决大型包裹式水套制芯难题；



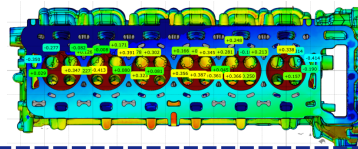
高性能、高精度

采用高性能铝合金，本体取样性能，抗拉强度 $\geq 323\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 5.5\%$ ，国际领先；

力学性能

来样编号 ^o	样品名称 ^o	抗拉强度 R_m / ^o (Mpa) ^o	屈服强度 $R_{p0.2}$ / ^o (Mpa) ^o	断后伸长率 A / ^o (%) ^o
左 1 ^o	V12 缸盖 ^o	341 ^o	247 ^o	10.0 ^o
左 2 ^o		337 ^o	244 ^o	9.0 ^o
右 1 ^o		323 ^o	239 ^o	5.5 ^o
右 2 ^o		337 ^o	248 ^o	7.0 ^o

铸造状态下，燃烧室高度方向尺寸一致性区间 (0.048-0.19) mm，国际领先；



三、创新点

■ V12TD曲轴

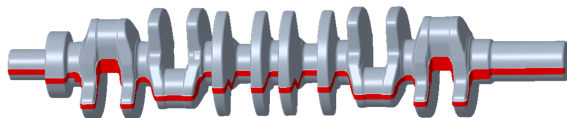
➤ 突破**4项**关键制造技术，其中**1项**为国内首创首用技术，**3项**为国内领先技术。

国内首创技术



V12曲轴自动锻造生产技术，实现生产节拍60S，国内领先

国内领先技术



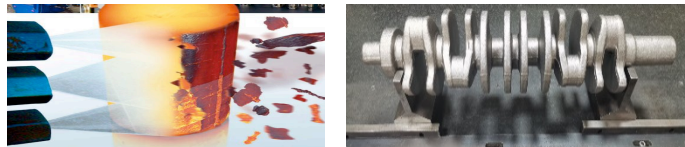
V12曲轴曲面分模锻造技术，实现加工余量、尺寸精度、材料利用率等多项指标国内领先

国内领先技术



V12曲轴热处理技术，实现锻件抗拉强度 > 1100MPa，国内领先

国内领先技术



坯料除鳞技术，大幅提升锻件表面质量，国内领先

四、效果及横展

■ 实施效果分析

序号	工艺先进性指标	设计参数	实际达成	水平
1	机械性能（本体）	缸体：抗拉强度 $\geq 275\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 230\text{MPa}$ 缸盖：抗拉强度 $\geq 280\text{MPa}$ 曲轴：抗拉强度 $\geq 1000\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 835\text{MPa}$	缸体：抗拉强度 $\geq 280\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 250\text{MPa}$ 缸盖：抗拉强度 $\geq 323\text{MPa}$ 曲轴：抗拉强度 $\geq 1100\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 1152\text{MPa}$	国际先进
2	缸套位置度	$\leq \phi 1.0\text{mm}$	$\leq 0.8\text{mm}$	国际先进
3	缸套贴合度	$\geq 96\%$	$\geq 98\%$	国际先进
4	燃烧室尺寸	$\pm 0.15\text{mm}$	$\pm 0.10\text{mm}$	国际先进
5	气道尺寸	$\pm 0.5\text{mm}$	$\pm 0.5\text{mm}$	国内领先
6	曲轴生产效率	90S	60S	国内领先
7	绿色铸造		酚醛零排放	国内领先

■ 横展应用

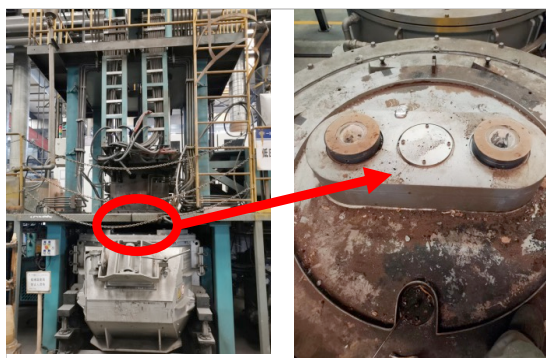
◆ 工艺技术

- 电磁感应加热缸套技术：推广应用到长城V6缸体，提高其缸套贴合度；
- 双口低压浇注技术：成功应用到底盘结构件空心支架，降低充型时间，降低产品缩孔、缩松缺陷；
- 低压组芯浇注重力补缩工艺：成功应用于电机壳产品产业化生产及缸盖类产品快速试制；
- 倾转浇注技术：推广应用铸造公司后续大尺寸缸盖类产品

长城V6缸体电磁感应加热设备



红旗空心支架设备



电机壳产业化生产线

