



CHERY

精彩无限 | FUN TO DRIVE

发动机相位系统装配工艺开发及应用

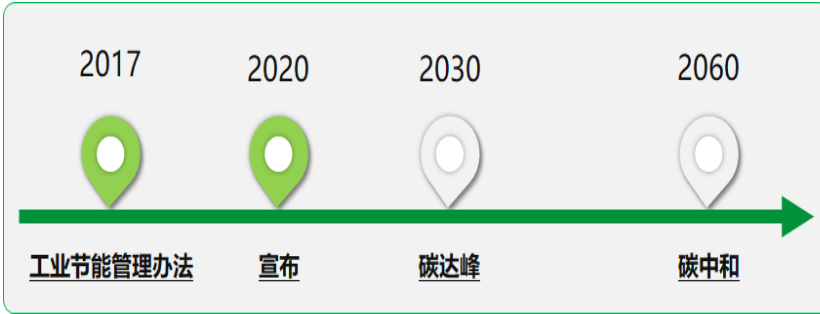
芜湖埃科泰克动力总成有限公司



一	项目背景及目标
二	技术方案
三	实施情况
四	创新亮点
五	成果效益及推广价值

一、项目背景及目标

国家政策

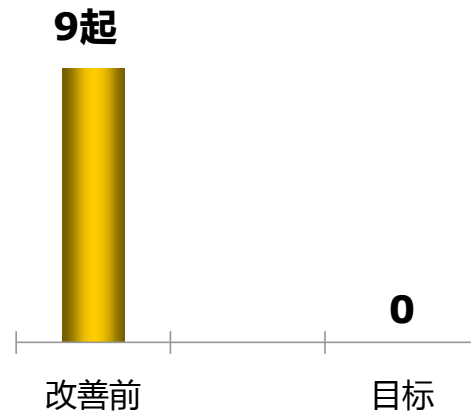


目前现状

由于正时系统涉及发动机系统零件较多，根据尺寸链公差累计，再加装配系统误差，无法满足当前相位目标要求。并且在实际生产过程中，导致2020-2021年共发生**11起**三代机相位器报警问题，总装抱怨强烈，因此必须要加以改善。

目标

- 1、三代机因相位器报警 0 起；
- 2、米勒技术相位控制工艺方法制定；



行业信息



随着汽车行业燃油法规变得日益严格，汽车油耗成为人们购车的重要导向。

这就迫使汽车生产厂家在研发和生产制造方面应用更多的可降低油耗新型技术和更加精确的发动机制造过程。

特别近几年，**米勒循环**技术的应用，对发动机气门正时、延迟进气门的关闭时间进行调整，可以改变发动机的实际压缩比，实现发动机的负荷控制，从而提高发动机热效率，同时降低泵气损失，达到降低油耗的目的。

由于凸轮轴是由曲轴通过正时带驱动的，因此在装配曲轴和凸轮轴时必须保证正确的配气正时相位，尤其是米勒循环发动机对配气正时相位的精度要求更高（要求 $\pm 1.5^\circ$ ）。

二、技术方案

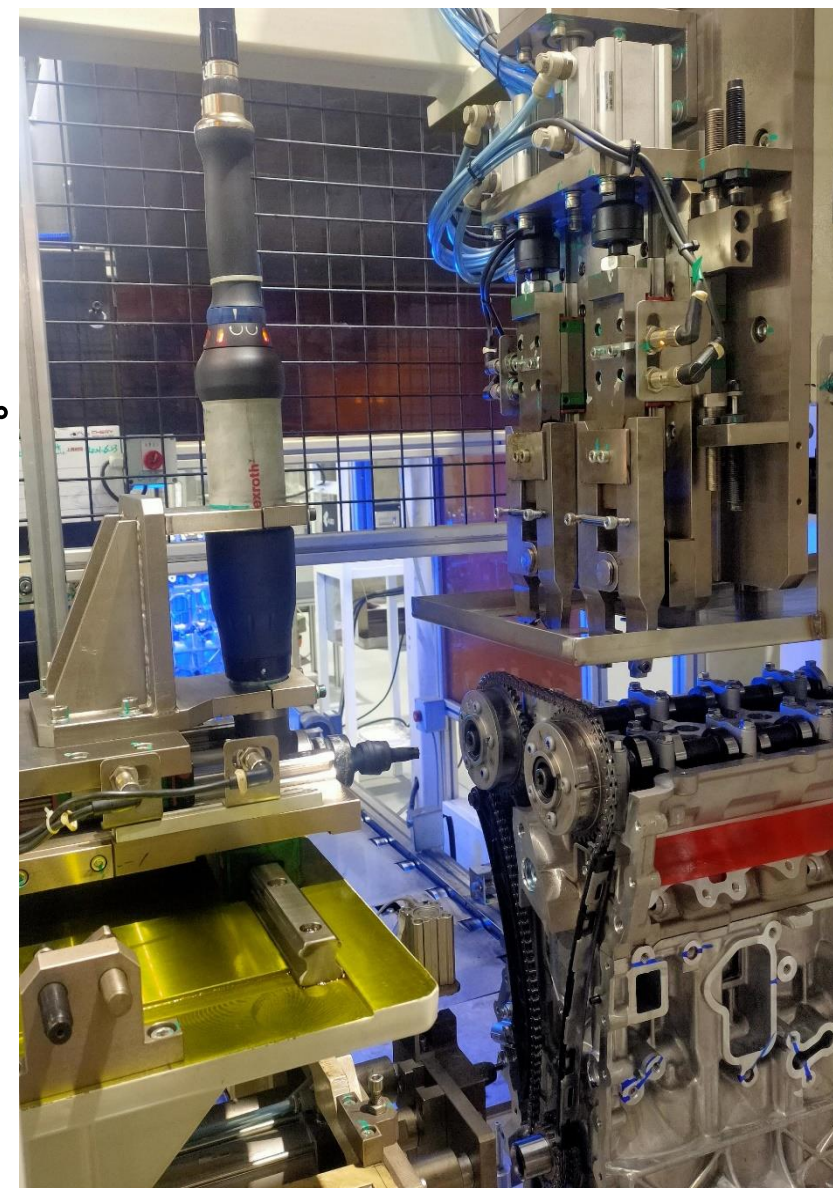
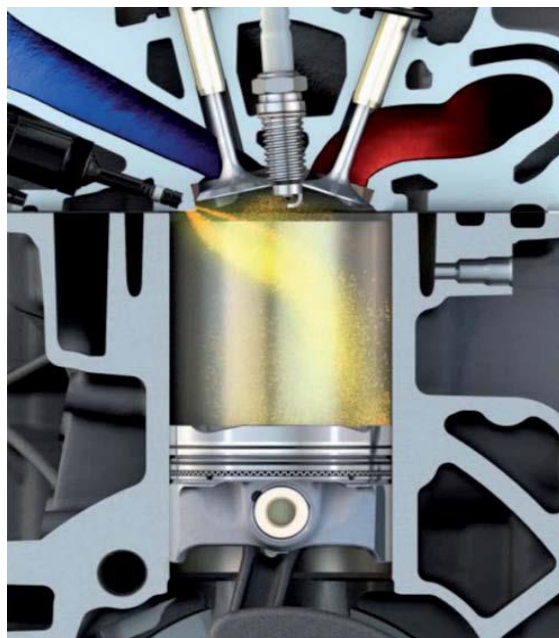


CHERY
精彩无限 | FUN TO DRIVE

近几年，米勒循环技术的应用，对发动机气门正时要求更精确。

主要实现方案：

- 1、通过对凸轮轴的夹紧、正时链系统的间隙控制，减少相位器螺栓拧紧导致的相位偏差；
- 2、实现冷试相位角度数据与整车INCA测试数据关联；
- 3、采用测量和补偿的技术方案应用于更高的相位角度偏差控制要求。



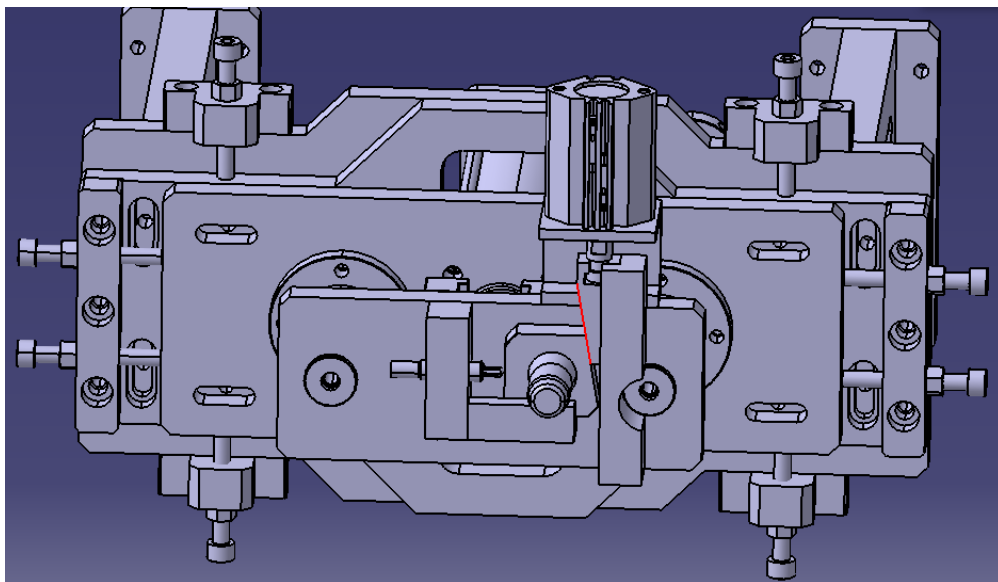
三、实施情况

相关件装配后一致性差

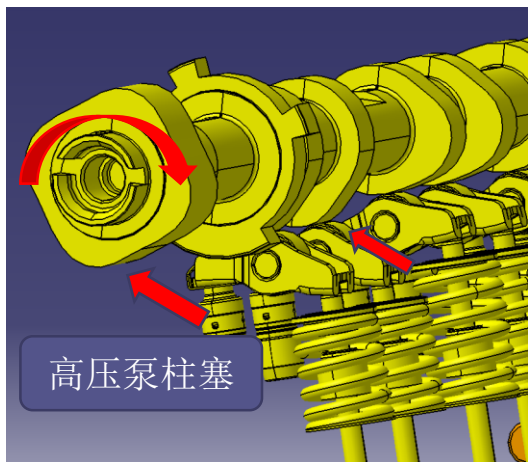


CHERY
精彩无限 | FUN TO DRIVE

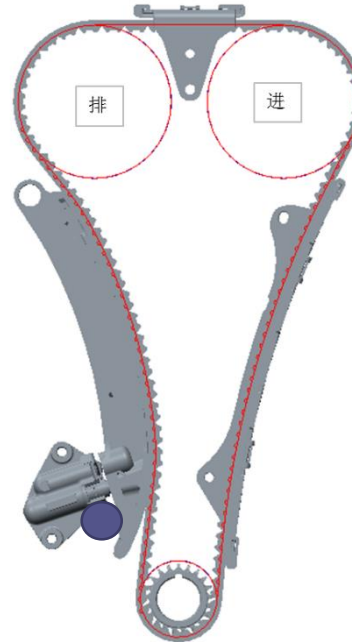
相位器拧紧时增加自动消隙机构



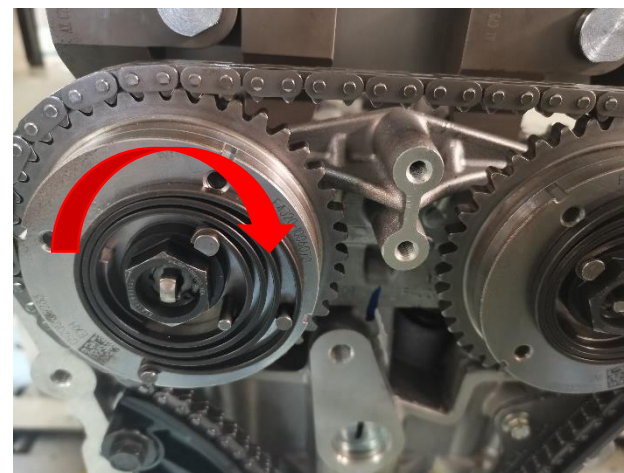
利用自锁机构顶住动轨进行自动消隙，减小相位器螺栓拧紧时链系统转



拧紧时链系统会存在转动趋势，增加消隙机构，明显改善。



自动消隙(3-4KG)

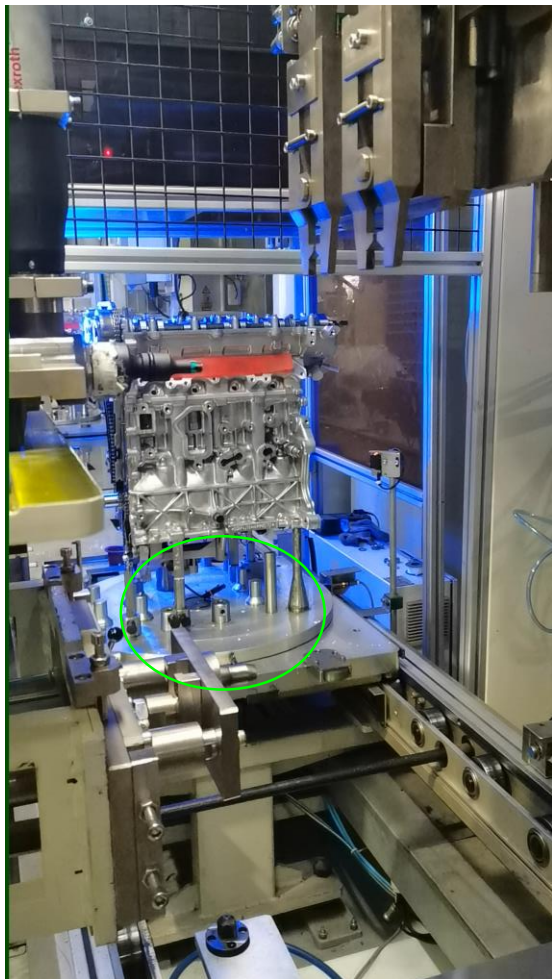


三、实施情况

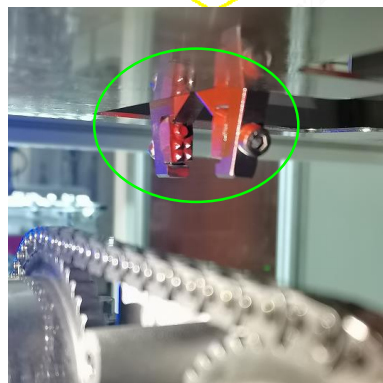
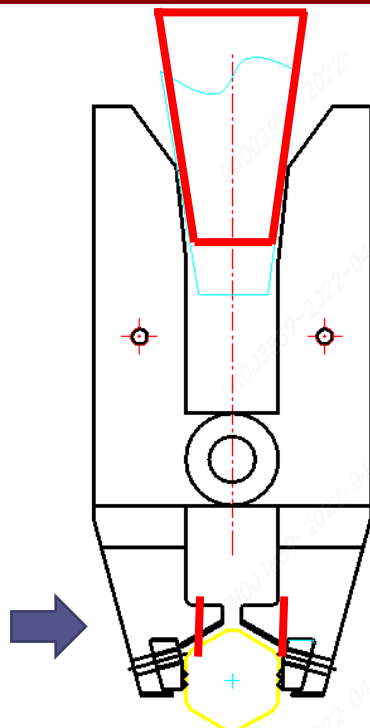
正时系统夹紧定位不当



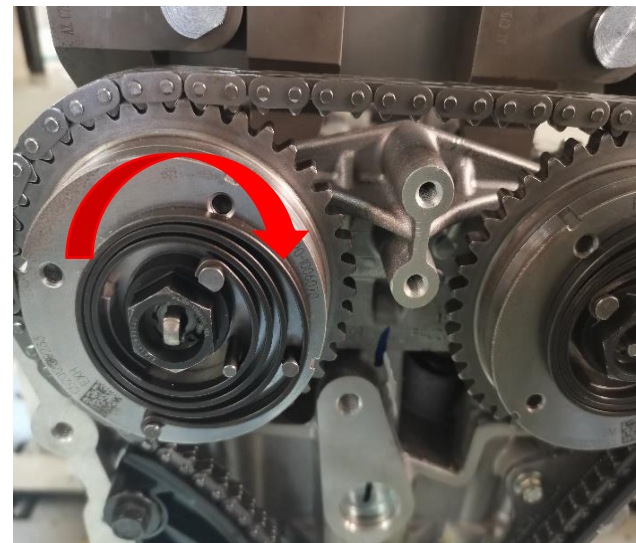
CHERY
精彩无限 | FUN TO DRIVE



设备已制作完成，12月19日入线。
(三代机改为自动化拧紧)



凸轮轴为毛坯面，存在无法夹紧的情况，设计锯齿状夹爪，夹紧凸轮轴



凸轮轴夹紧面最大角度误差±4度

新问题：凸轮轴断裂问题



由于相位器拧紧力矩较大，凸轮轴在未夹紧的情况，存在偏转的情况，相位器产生滑移，导致相位角度一致性差。

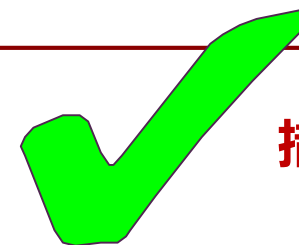
三、实施情况

工装卡板尺寸及未安装到位

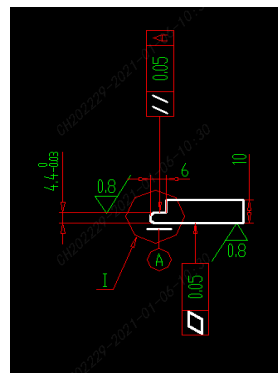


CHERY
精彩无限 | FUN TO DRIVE

卡板工装排查及日常点检，满足工装尺寸要求：



措施有效！



卡板工装确认：12月份检测现场使用卡板正在两种状态，正常要求卡板厚度4.4-4.5mm

卡板工装确认：实际检查现场有三件卡板厚度4.2mm，现场已隔离，车间已纳入定期点检项

三、实施情况

防流出控制，数据无关联



CHERY
精彩无限 | FUN TO DRIVE

小组成员分多批次、不同车型（T1A、T1D、T1E）对整车数据进行测量分析，并最终完成冷试机的数据优化工作。



nstat	870	[1/min]
RngMod_trqLos	35.300	[Nm]
SpdGov_trqFitDiag	0.000	[Nm]
tans	36.8	[Grad C]
tmot	41.3	[Grad C]
tnst_w	0.0000	[s]
VehV_v	0.0000	[km/h]

测量窗口 [4]	
EpmCas_phiDiffAvrg_0	-6.7236 [deg Crs]
EpmCas_phiDiffAvrg_1	-5.1196 [deg Crs]

测量窗口 [5]	
wped_w	0.0000 [% PED]
wmvs_w	19.0000 [Grad KW]
wmvse_w	26.0078 [Grad KW]
wmva_w	-19.0000 [Grad KW]
wmve_w	25.0000 [Grad KW]

INCA读取	
日期	发动机号
2021.12.24	MM04808
2021.12.28	MD392100
2021.12.28	MD394101
2021.12.28	MD394179
2021.12.28	MD394176
2021.12.28	MD389770
2021.12.28	MM08714
2021.12.28	MD395078
2021.12.28	MD394931
2021.12.28	MM09044
2021.12.28	MD393146

C	D	E	F	G	H	I	J	K
发动机	发动机号	前轴位置	后轴位置	理论150.5	理论156.5	理论156.5	理论156.5	理论156.5
F4716	AD0411442	270.53	106.9	157.15	161.63	113.30	-3.3390	-2.2632
F4716	AD0012041	270.35	107.4	158.43	162.95	110.92		
	MM03551	106.81	157.94				-6.723	-5.11
	MM04909	107.84	157.05				-5.383	-3.6222
	MM04949	106.02	157.68				-6.438	-4.2180
	MM03241	151.92	-140.56				-6.2837	-2.79
	MM03274	151.92	-139.84				-6.4375	-4.0869
	MM03374	154.08	-137.68				-6.438	-4.7461
	MM03392	154.08	-137.68				-6.438	-4.7461
	MM03075	106.16	161.81				-6.8277	-4.8779
	MM03047	106.99	159.96				-6.0085	-4.9878
	MM03967	106.52	156.71				-6.1084	-2.6147
	MM03917	106.87	158.2				-6.1187	-5.2295
	MM03242	156.24	-136.24				-6.1638	-4.3206
	MM03248	154.44	-137.66				-6.416	-4.1309
	MM03247	106.72	158.29				-6.416	-4.4824
	MM03733	106.54	155.63				-6.2633	-4.7461

INCA读取				
日期	整车号	发动机号	EpmCas_phiDiffAvrg_0	EpmCas_phiDiffAvrg_1
1、	2021.12.24	MM04808	-6.0864	-5.1417
2、	2021.12.28	MD392100	-5.9106	-5.1416
3、		MD394101	-5.1855	-5.0317
4、		MD394179	-7.8223	-5.5371
5、		MD394176	-5.9326	-4.5264
6、		MD389770	-6.7236	-3.9551
7、		MM08714	-3.9531	-2.2192
8、		MD395078	-7.5146	-4.5044
9、		MD394931	-5.3394	-5.2295
10、		MM09044	-5.8008	-4.6362
11、		MD393146	-5.5371	-6.2842

三、实施情况

防流出控制，数据无关联

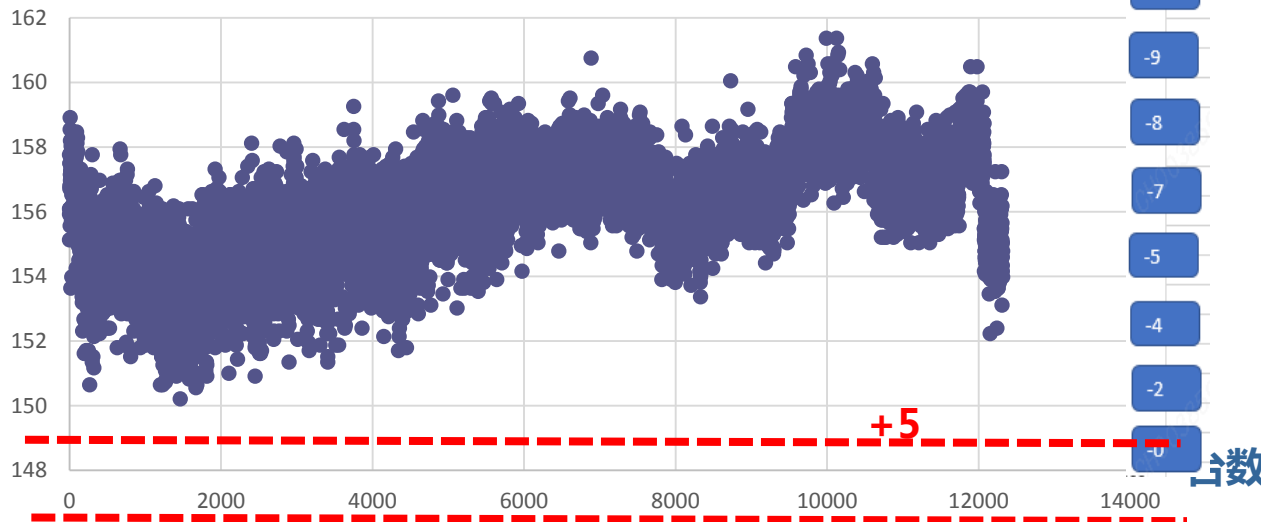


CHERY
精彩无限 | FUN TO DRIVE

冷试凸轮轴角度

IN (1齿下降沿)

上限：-11



INCA角度

统计2022年3月2日-4月2日

冷试数据

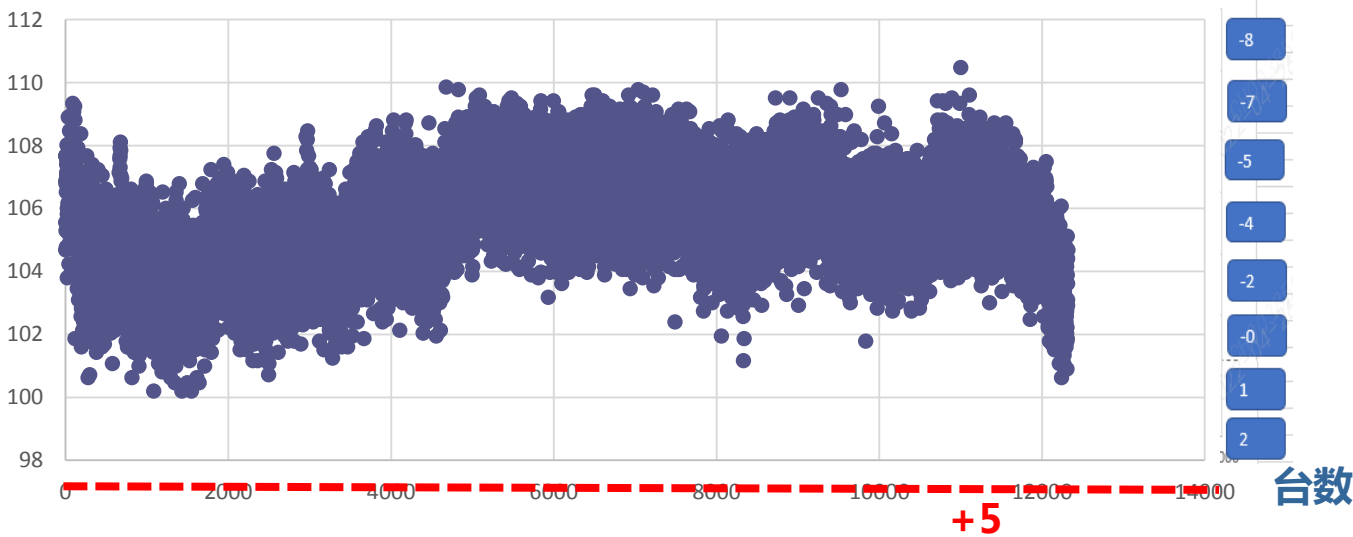
(共计12350台)

结论：目标数据均在合格范围以内。

冷试凸轮轴角度

EX (1齿下降沿)

上限：-10



INCA角度

台数

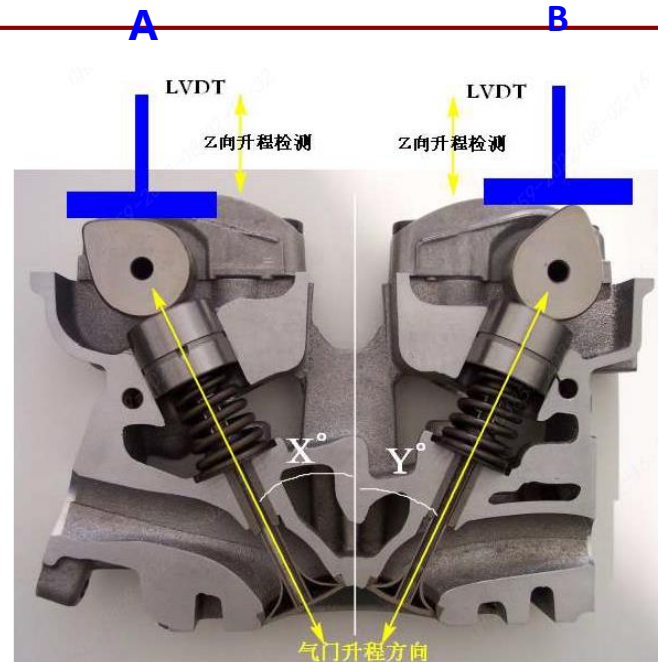
三、实施情况



基本原理：

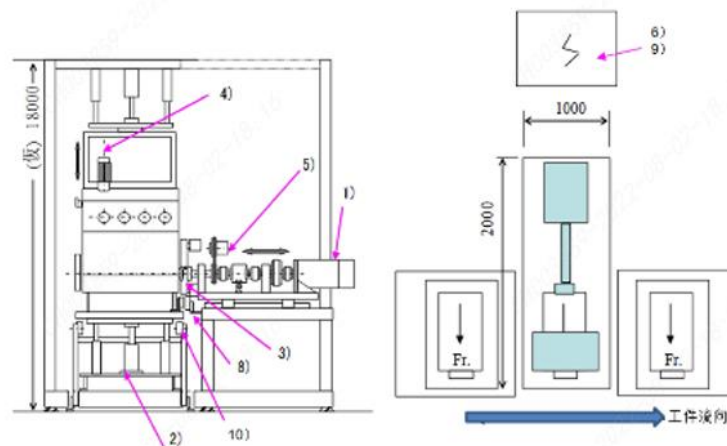
采用一套测试设备，检测出：

- 1) 活塞压缩上止点----作为曲轴角度“零点”；
- 2) 进气凸轮处于最高点的位置-----A；
- 3) 排气凸轮处于最高点的位置-----B；



测试总体结构示意图

根据以上位置关系，结合凸轮轴的夹角关系，换算出实际的气门开启和关闭时刻。



- 1) 曲轴驱动装置(及滑行装置)
- 2) 工件基准定位装置
- 3) 发动机驱动定位装置
发动机后脚踏托盘夹具夹紧单元
- 4) 凸轮举升量测量单元(及升降装置)
长度规
- 5) 曲轴角度测定单元
旋转编码器
- 6) 测量·判定装置
- 7) 2D码标签输出单元
- 8) RFID读写单元
- 9) 主控制装置
- 10) 滚道

三、实施情况

米勒循环相位控制方案



CHERY
精彩无限 | FUN TO DRIVE

1. 在线测量设备说明

进、排气凸轮轴在发动机Z向最高点位置；
活塞压缩上止点；

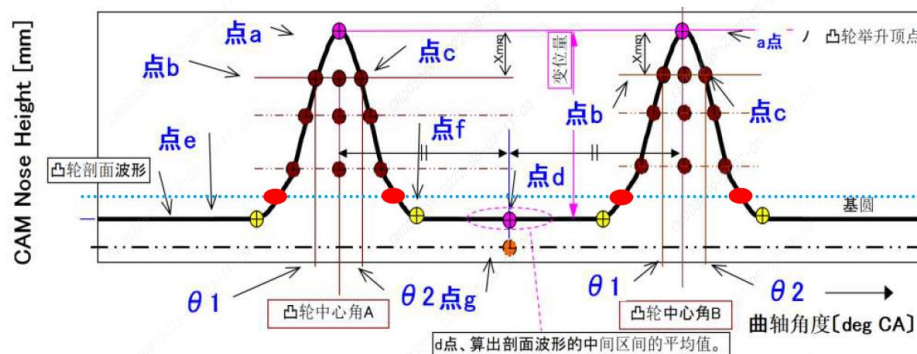
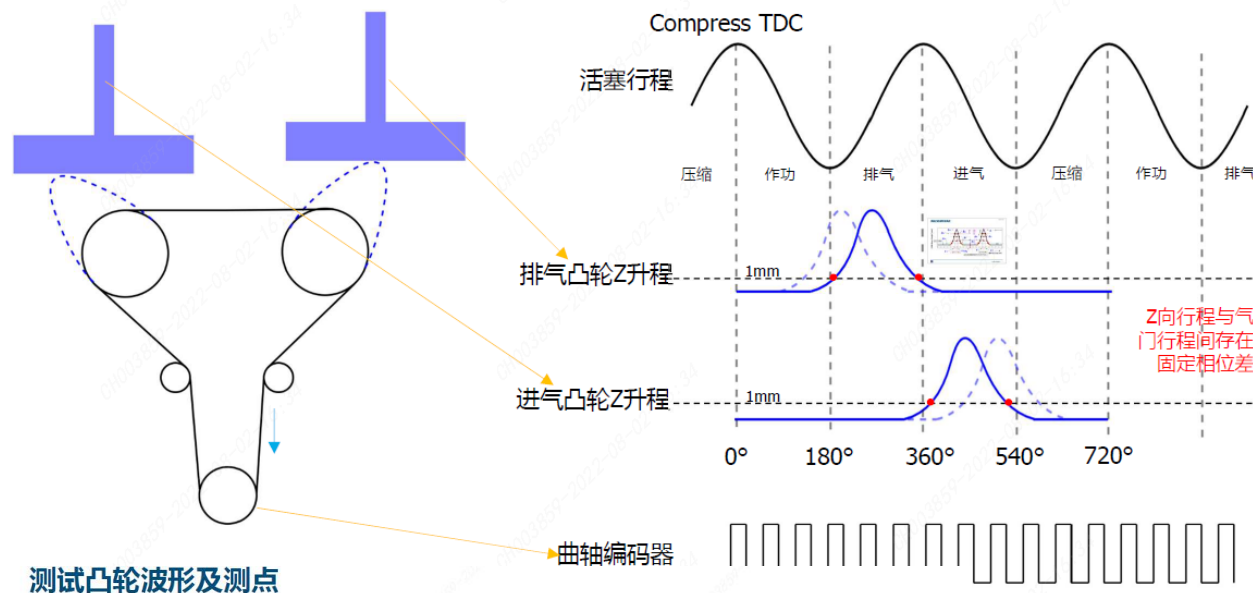
进、排气门开闭时刻
(IVO, IVC, EVO, EVC)

进、排气信号轮位置

电信号关系

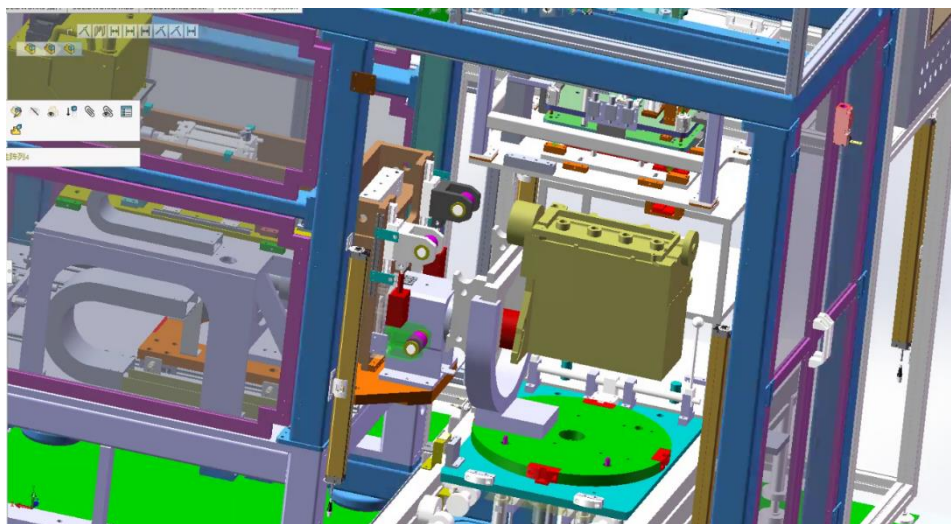
波形及数据处理

测量数据处理





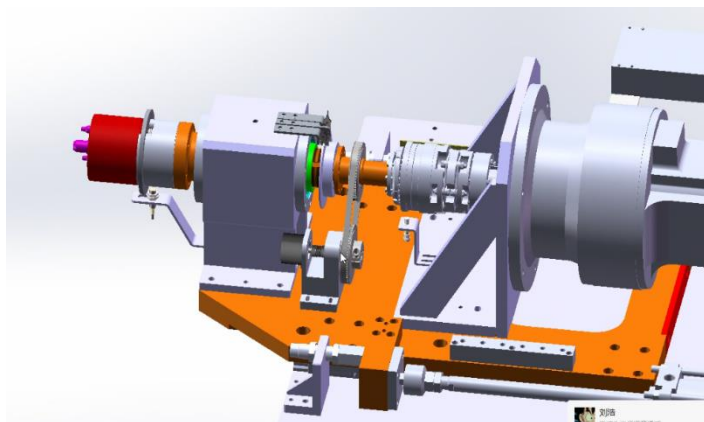
2、测试结构



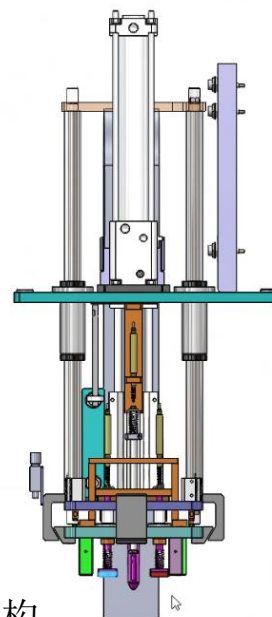
测量设备整体结构



测量设备动作视频



驱动和测量机构



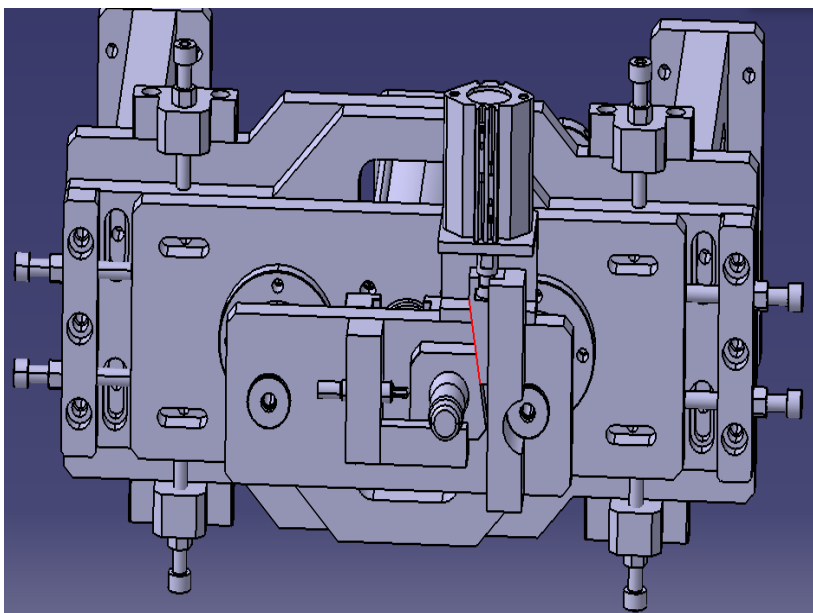
测量机构

四、创新亮点

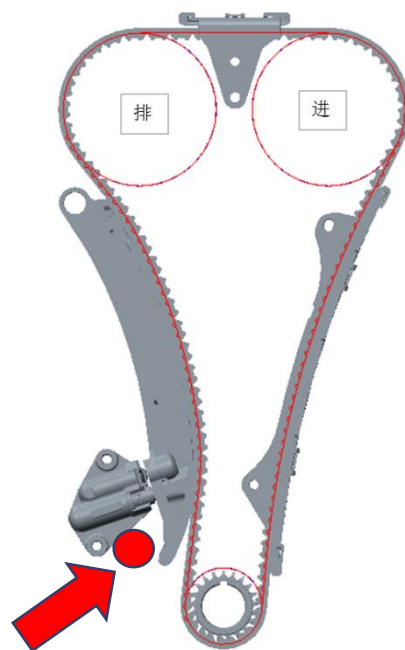


CHERY
精彩无限 | FUN TO DRIVE

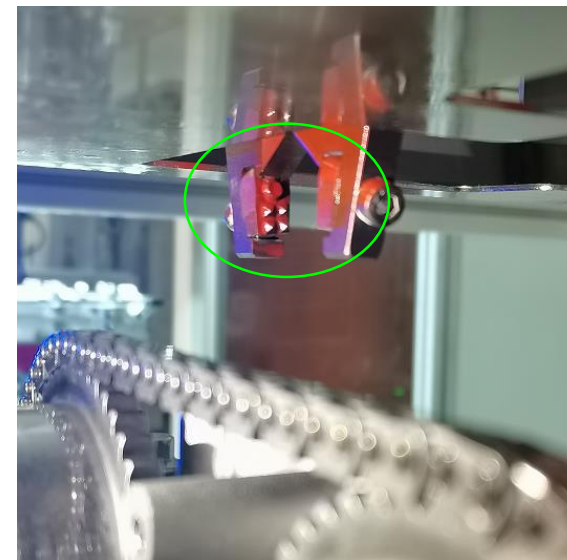
- 1、利用自锁机构顶住**正时链条动轨**进行自动消除，减小相位器螺栓拧紧时链系统转动趋势；
- 2、采用**锯齿状**夹爪夹紧凸轮轴，实现凸轮轴夹紧面为毛坯面，也可以做到精准固定；



1、利用自锁机构顶住动轨进行自动消除，减小相位器螺栓拧紧时链系统转动



正时链的自动消除(侧向力: 3-4KG)



凸轮轴为毛坯面，存在无法夹紧的情况，设计锯齿状夹爪，夹紧凸轮轴

四、创新亮点



CHERY
精彩无限 | FUN TO DRIVE

3、采用实际测量相位角+ECU数据补偿的工艺方法，可实现相位角度精准控制在 $\pm 1.5^\circ$ ；

进、排气凸轮轴在发动机
Z向最高点位置；
活塞压缩上止点；

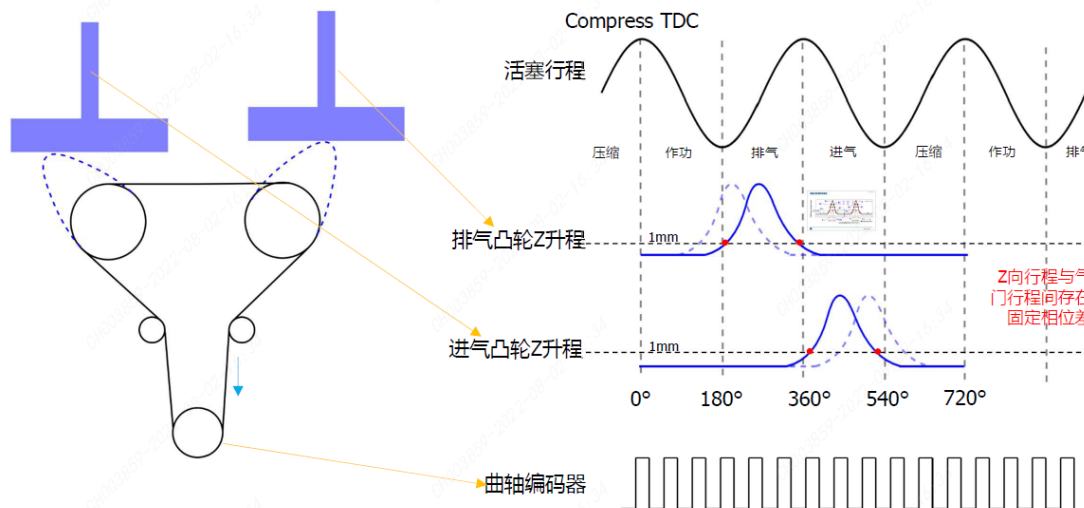
进、排气门开闭时刻
(IVO, IVC, EVO, EVC)

进、排气信号轮位置

电信号关系

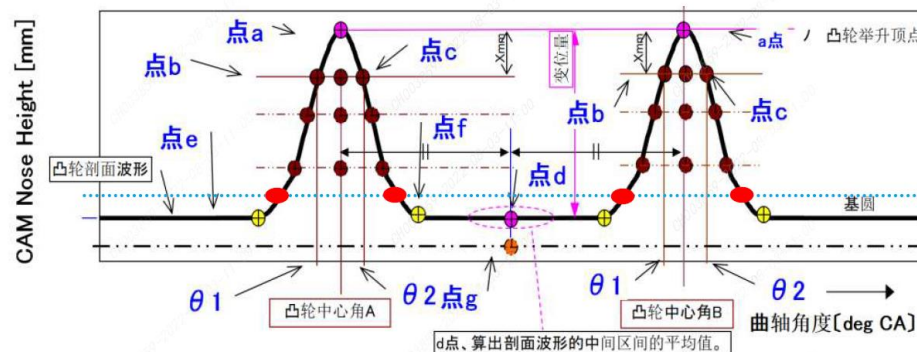
波形及数据处理

测量数据处理



测试凸轮波形及测点

测量的原理



测量的数据处理

五、成果效益及推广价值



CHERY
精彩无限 | FUN TO DRIVE

- 1、实现整车因相位角度超差报警得到有效控制，改善后未发生一起；
- 2、通过增加自动夹紧及拧紧设备，产线上单班人员定编可减少1人，单台成本节约0.5元。每年可节约15万元。
- 3、掌握了发动机相位角度合理的工艺控制方法，申报发明专利一项。

