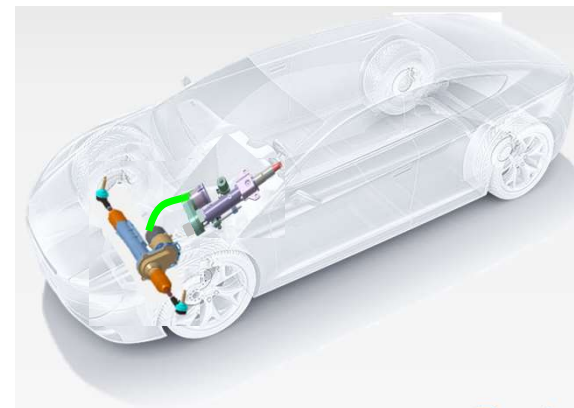




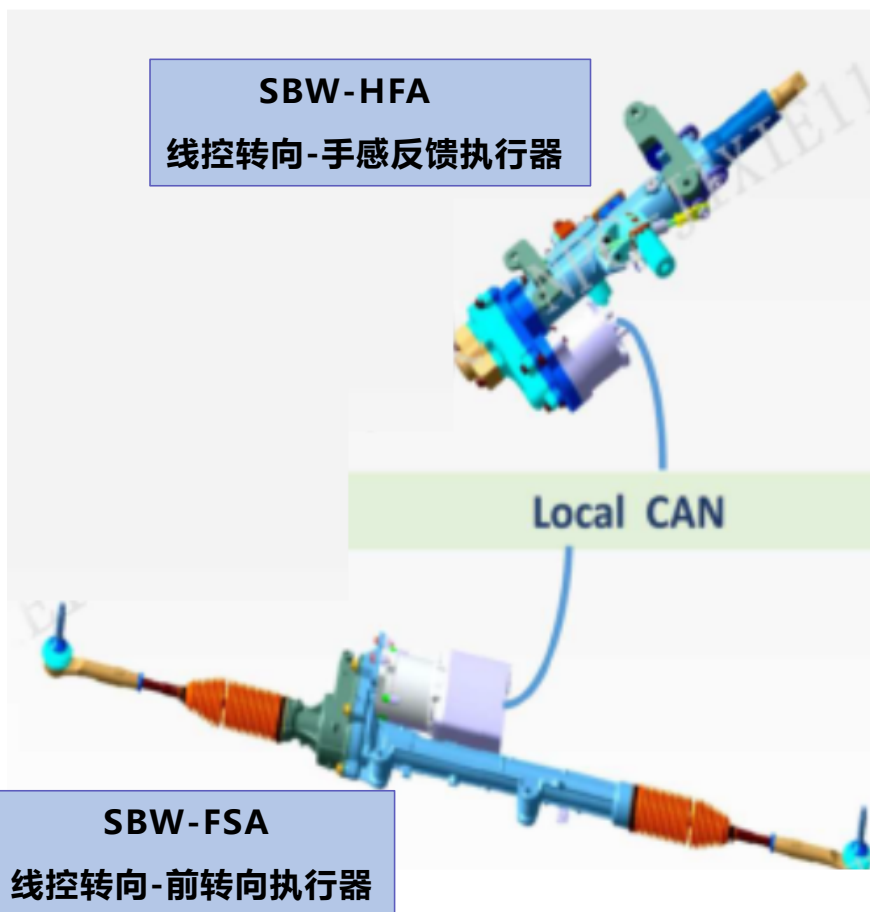
冗余线控转向系统介绍 Redundant-Steering-By-Wire

January-17th
2024

目 录

- SBW 系统产品方案
- SBW 机械技术方案
- SBW 硬件技术方案
- SBW 软件设计方案
- SBW 测试验证能力

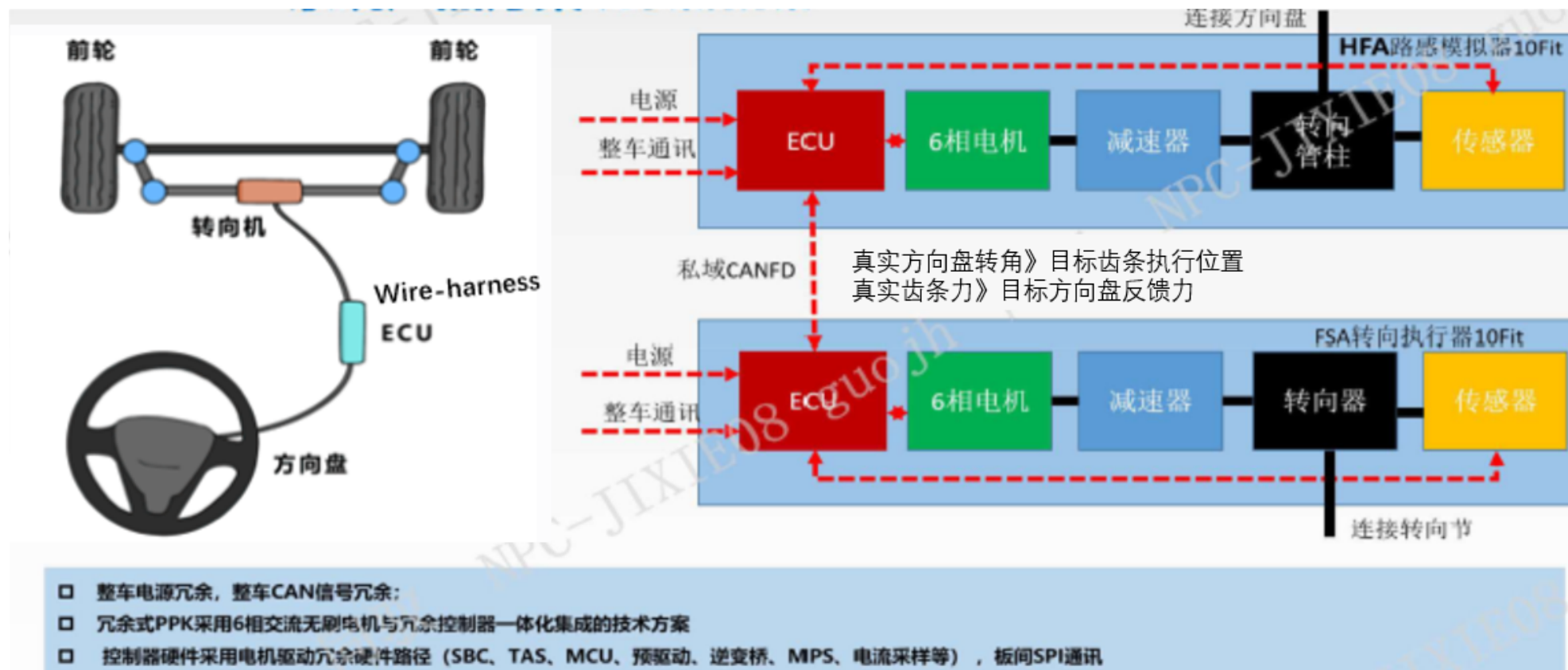
SBW系统产品方案-系统产品概览



线控转向系统产品亮点和优势:

- ❑ 方向盘可静默及折叠收起【高级别智能驾驶&智能空间技术的支撑】
 - ❑ 转向传动比可自适应变化以确保最佳的转向灵敏性及车辆稳定性
 - ❑ 超越普通驾驶员经验的主动转向技术以提升车辆稳定性及行驶安全性,
-
- ❑ 路面颠簸及冲击不会传递到方向盘以确保更舒适的转向手感;
 - ❑ 可灵活布置左舵&右舵;
 - ❑ 提升碰撞的被动安全性 (防止碰撞时管柱侵入);
 - ❑ 符合底盘线控化、智能化的技术趋势
 - ❑

SBW系统产品方案-冗余架构方案



SBW系统产品方案-系统Sizing

1 转向输出能力满足下表要求

类型	工况	车速 (Km/h)	方向盘转速 (°/是 s)	输出能力要求 (XX%整车最大齿条力)
静态 (满载)	静态	0	90	≥60%
		0	90	≥90%
Catch up (满载)	静态	0	180	≥100%
		0	350	≥95%
		0	360	≥75%
		0	550	≥60%
	低俗	<7	500	≥70%
		<7	600	≥50%
	高速	70	750	≥40%

2

2

-----系统计算

客户需求						转向端齿条齿条				滚珠丝杠			大小带轮				
POINT	mm/s		RACK FORCE		方向盘扭矩 Nm	传动比 mm /rev	效率	转向端齿条力 N	摩擦力 N	导程 mm /rev	效率	螺母扭矩 Nm	速比	效率	电机轴		
	方向盘速度 deg/s	齿条速度 mm/s	齿条力占比	齿条力, N											扭矩 Nm	速度 rev/min	功率 Watt
1	0	0	100%	12.500	0.00	75.00	0.00	0	200	7.00	0.85	17	3.36	0.95	5.21	0	0
2	90	19	60%	7.500	0.00			0				10			3.16	541	179
3	90	19	90%	11.250	0.00			0				15			4.70	541	266
4	180	38	100%	12.500	0.00			0				17			5.21	1081	590
5	350	73	95%	11.875	0.00			0				16			4.95	2103	1090
6	360	75	75%	9.375	0.00			0				13			3.93	2163	889
7	550	115	60%	7.500	0.00			0				10			3.16	3304	1093
8	500	104	70%	8.750	0.00			0				12			3.67	3004	1155
9	600	125	50%	6.250	0.00			0				8			2.65	3604	998
10	750	156	40%	5.000	0.00			0				7			2.13	4505	1006

3

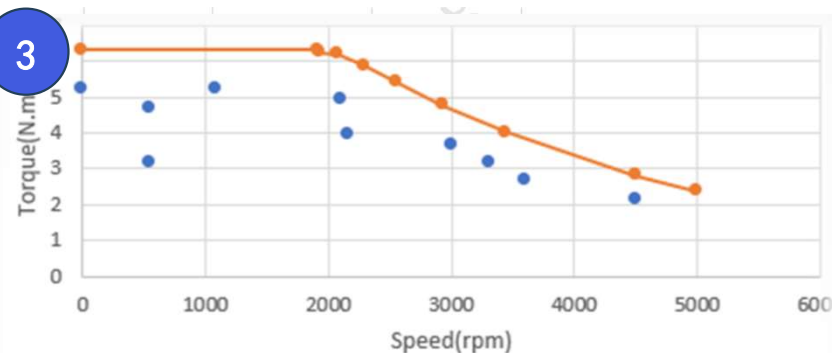


图1：整车客户输入转向工况；

图2：根据客户输入，计算电机TN需求；

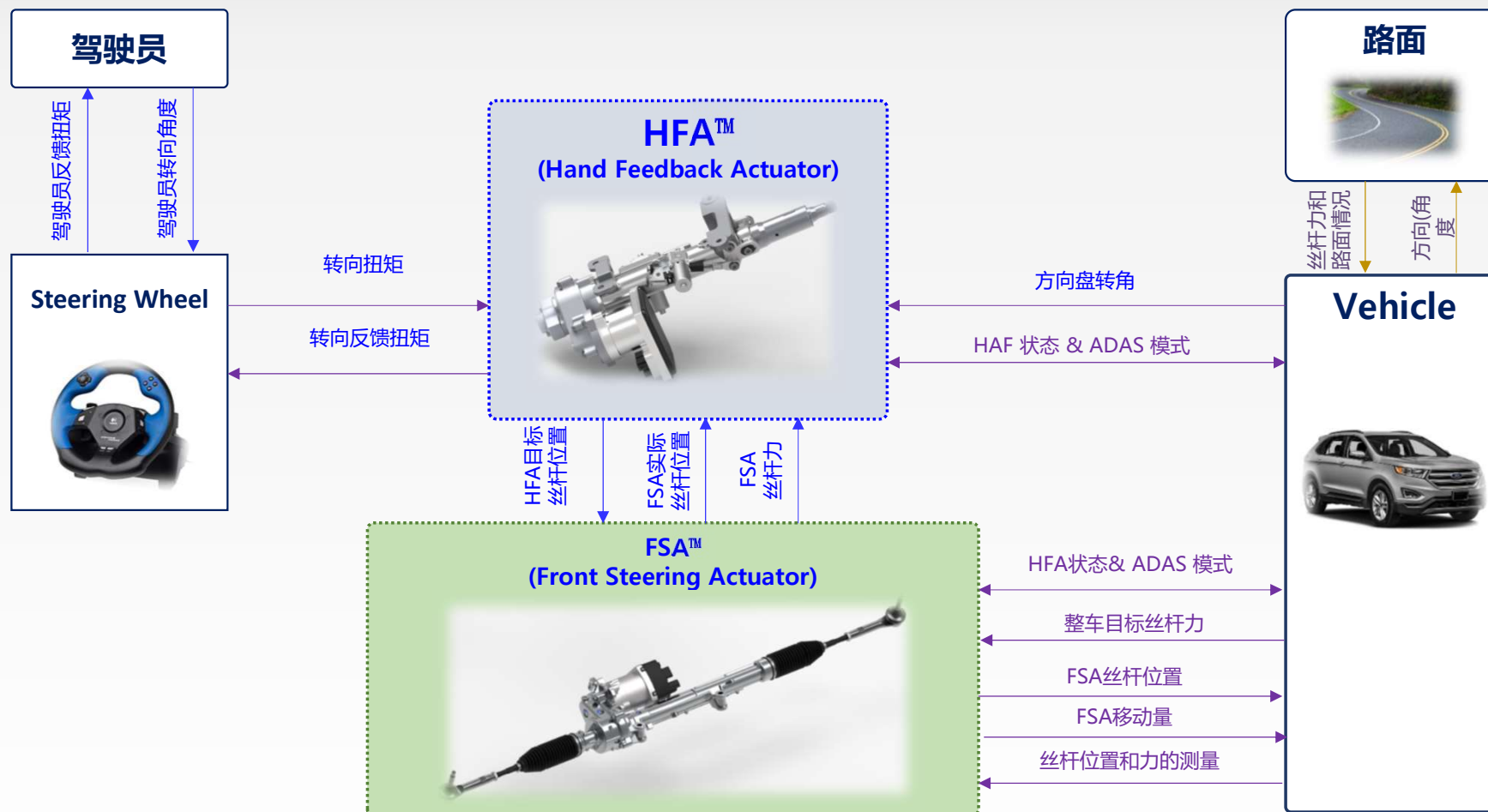
图3：电机T-N需求与实际能力二者之间的校核；

根据客户需求，结合系统参数，推荐最优电机方案

目 录

- SBW 项目开发计划
- SBW 系统产品方案
- SBW 机械技术方案
- SBW 硬件技术方案
- SBW 软件设计方案
- SBW 测试验证能力

SBW机械技术方案-功能示意



SBW机械技术方案- HFA&FSA 选型考虑

特性	HFA (Hand Feedback Actuator)		FSA (Front Steering Actuator)	
	✓ Belt	Worm &W/Wheel	✓ Belt	Worm &W/wheel
传递效率	★★★	☆☆	★★★	☆☆
传递负载	★★★	☆☆	★★★	☆☆
工作噪音	★★★	☆☆	★★★	☆☆
吸震能力/扭矩波动	★★★	☆	★★★	☆
使用寿命	★★★	☆☆☆	★★★	☆☆☆
成本	★★★	☆☆☆	★★★	☆☆☆

前轴载荷，转向要求，验证条件，成本等因素决定选型。

Handing Feedback Actuator

II-1 System Overview

Belt

- 减速比: 根据输出确定
- 皮带宽度: 根据输出确定

Anti-rotated

- 范围: $\pm 1.5^\circ$ /客户指定

TAS

- 海拉Gen5 TAS 4+2 SENT
- 扭杆刚度: 2.5Nm/deg



Shaft/colm

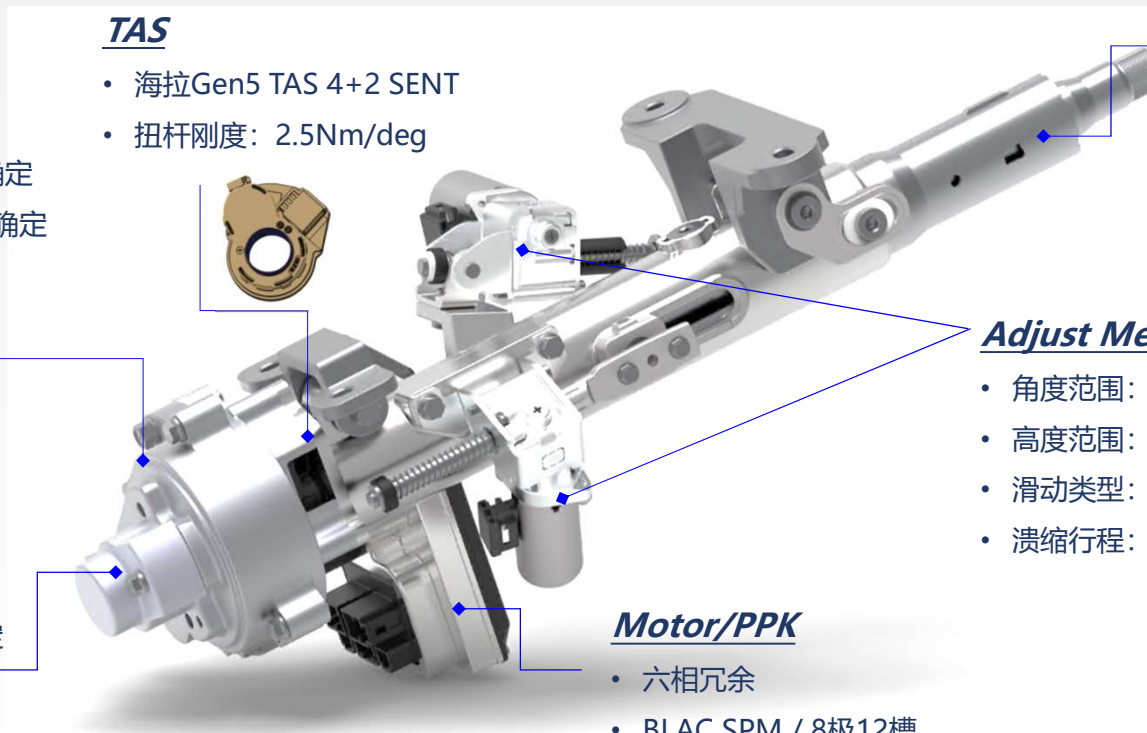
- 花键: 内置/外置
- 对中: 客户标准
- 组合开关安装

Adjust Mech.

- 角度范围: 满足客户要求
- 高度范围: 满足客户要求
- 滑动类型: 满足系统需求
- 溃缩行程: 满足客户要求

Motor/PPK

- 六相冗余
- BLAC SPM / 8极12槽



III. Front steering Actuator

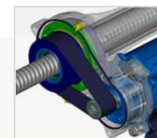
III-1. Overview

Lead Bar

- 丝杆长度：根据整车制定
- 丝杆直径： $\phi 26, \phi 28, \phi 30, \phi 32$
- 虚拟线角比
- 丝杆行程:(spec.)

Motor/PPK ASSy

- 冗余电机
- BLAC SPM / 8极12槽



BNA Mechanism

- Tube 结构
- Ball screw 导程：7mm or 8mm
- Pulley 比：根据客户定制

IBJ & OBJ

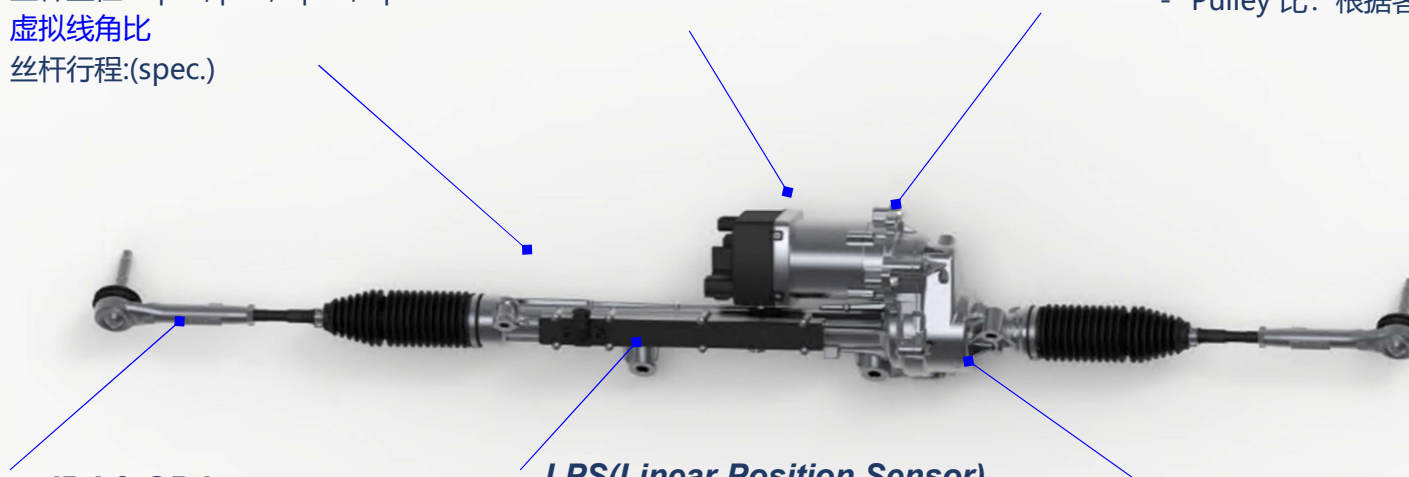
- OBJ：铝/钢, 直轴型
锥形衬垫
- IBJ：钢制
- Caulking工艺

LPS(Linear Position Sensor)

- 4ch SENT
- Airgap：根据spec管控
- PCB：高性能板
- 非线性误差：长距离低误差

HSG MTGB布置

- 壳体盖
- 壳体

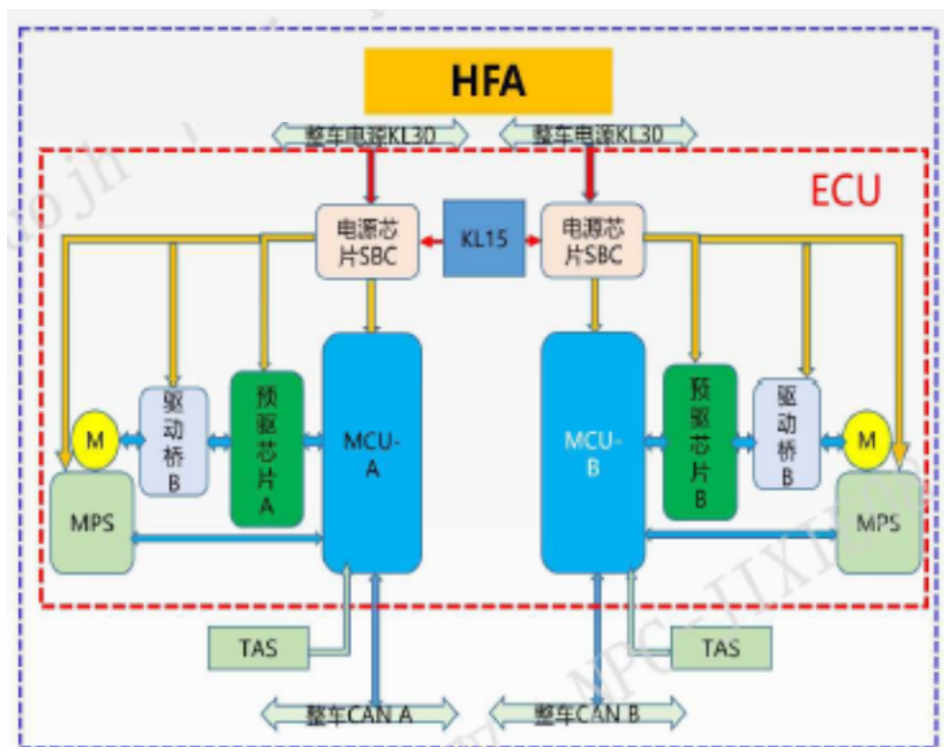


目 录

- SBW 系统产品方案
- SBW 机械技术方案
- SBW 硬件技术方案
- SBW 软件设计方案
- SBW 测试验证能力

SBW硬件技术方案- HFA硬件架构

■ HFA冗余硬件设计架构示意图

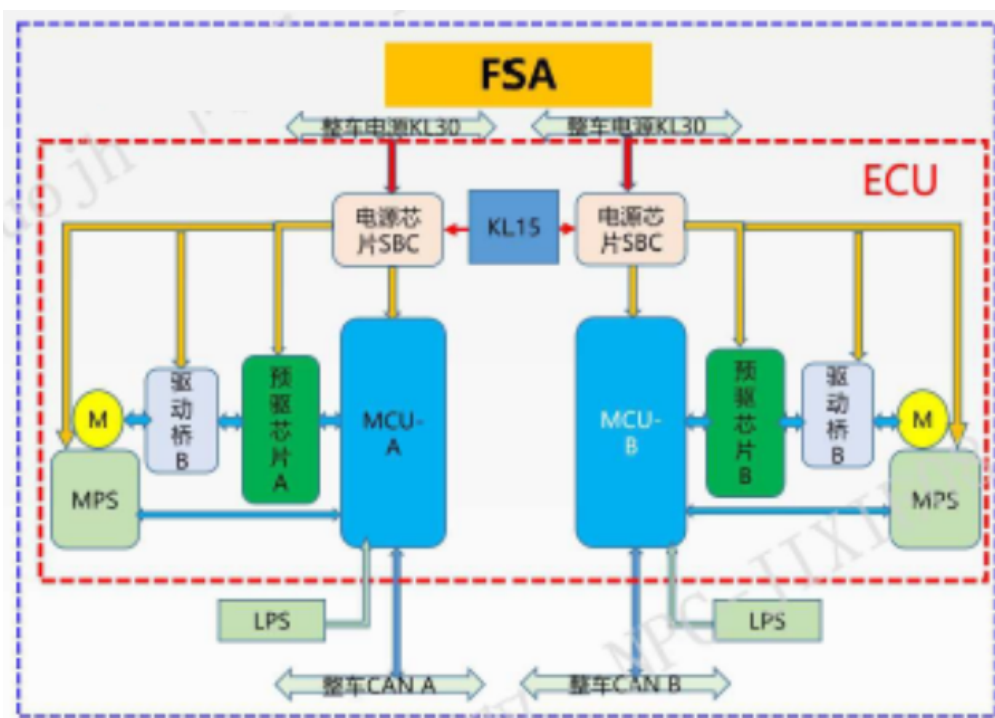


■ HFA冗余ECU控制器硬件设计

- ❑ 两块 ECU电路独立设计，
- ❑ 双电源和双 PMIC独立设计，保证电源安全可靠；
- ❑ 双集成化 MCU芯片运用独立计算，无主次分别
- ❑ 双电机驱动控制 IC，保证电机驱动安全可靠；
- ❑ 双冗余电机位置检测，保证位置检测可靠；
- ❑ 双冗余“4+2”的 TAS，分别给两块 ECU提供“2+1”信号；
- ❑ 满足 ISO26262 安全法规，支持 ASIL D 等级；
- ❑ 环境温度：-40°C - 85°C；
- ❑ 防护等级：IP5K0；

SBW硬件技术方案- FSA硬件架构

■ FSA冗余硬件设计架构示意图



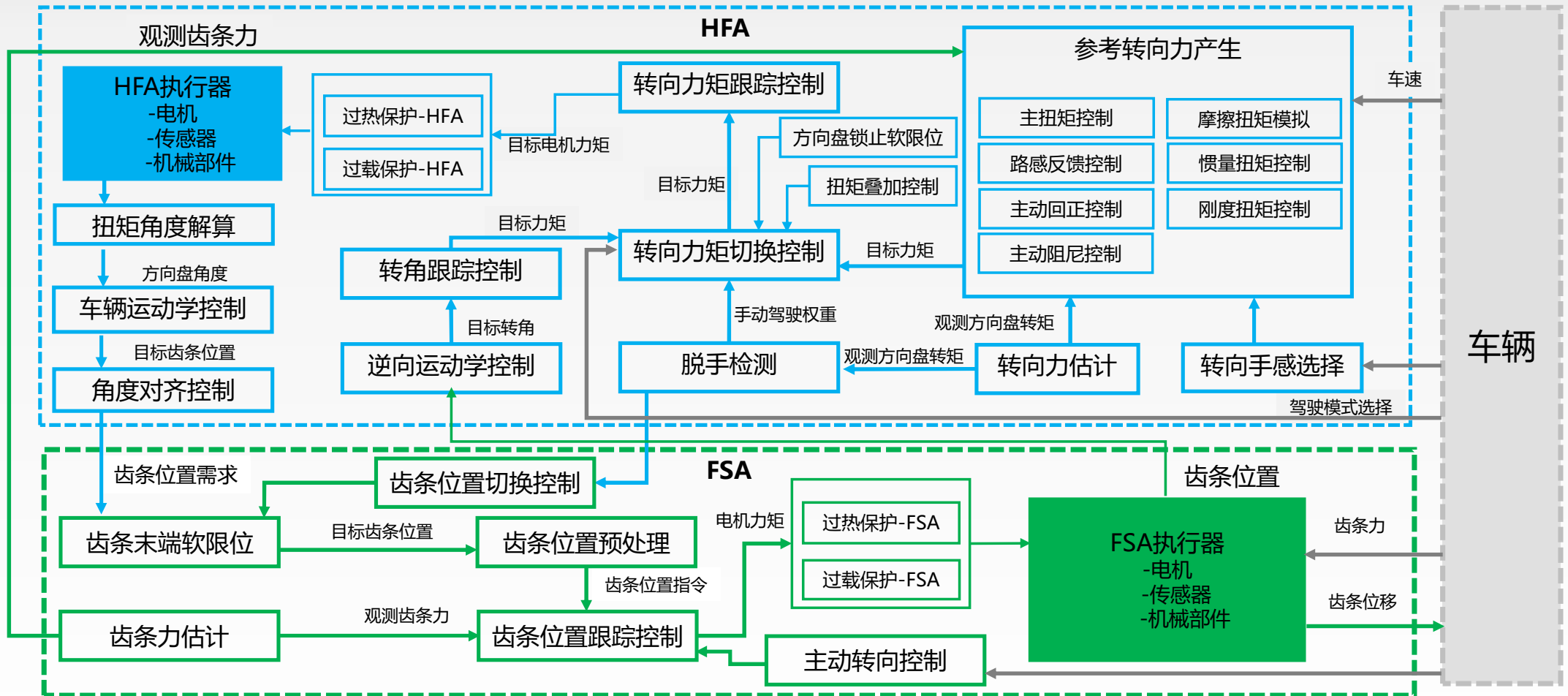
■ FSA冗余ECU控制器硬件设计

- ❑ 两块ECU电路独立设计，
- ❑ 双电源和双PMIC独立设计，保证电源安全可靠；
- ❑ 双集成化MCU芯片运用独立计算，无主次分别
- ❑ 双电机驱动控制IC，保证电机驱动安全可靠；
- ❑ 双冗余电机位置检测，保证位置检测可靠；
- ❑ 双冗余4路的路LPS，分别给两块ECU提供SENT信号；
- ❑ 满足ISO26262安全法规，支持ASIL D等级；
- ❑ 环境温度：-40℃ - 125℃；
- ❑ 防护等级：IP69K；

目 录

- SBW 系统产品方案
- SBW 机械技术方案
- SBW 硬件技术方案
- SBW 软件设计方案
- SBW 测试验证能力

SBW软件设计方案-应用层软件架构



SBW软件设计方案- 典型应用功能1

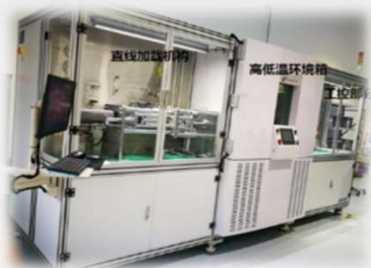
序号	功能项	功能分类	备注	序号	功能项	备注	备注
1	扭矩位置解算	HFA功能	基础功能	19	转向手感选择	HFA功能	高级功能
2	转向力估计	HFA功能	基础功能	20	刚度扭矩控制	HFA功能	高级功能
3	参考转向力产生	HFA功能	基础功能	21	路感反馈控制	HFA功能	高级功能
4	主扭矩控制	HFA功能	基础功能	22	脱手检测	HFA功能	高级功能
5	主动阻尼控制	HFA功能	基础功能	23	转向力矩切换控制	HFA功能	高级功能
6	主动回正控制	HFA功能	基础功能	24	扭矩叠加控制	HFA功能	高级功能
7	惯量扭矩控制	HFA功能	基础功能	25	逆向运动学控制	FSA功能	高级功能
8	摩擦扭矩模拟	HFA功能	基础功能	26	转角跟踪控制	FSA功能	高级功能
9	转向力矩跟踪控制	HFA功能	基础功能	27	齿条位置切换控制	FSA功能	高级功能
10	车辆运动学控制	HFA功能	基础功能	28	主动转向控制	FSA功能	高级功能
11	角度对齐控制	HFA功能	基础功能				
12	方向盘锁止软限位	HFA功能	基础功能				
13	过载保护	HFA功能/FSA功能	基础功能				
14	过热保护	HFA功能/FSA功能	基础功能				
15	齿条末端软限位	FSA功能	基础功能				
16	齿条位置预处理	FSA功能	基础功能				
17	齿条位置跟踪控制	FSA功能	基础功能				
18	齿条力估计	FSA功能	基础功能				

目 录

- SBW 系统产品方案
- SBW 机械技术方案
- SBW 硬件技术方案
- SBW 软件设计方案
- SBW 测试验证能力



SBW测试验证能力- 共享测试试验设备



高低温综合性能试验台



常温综合性能试验台



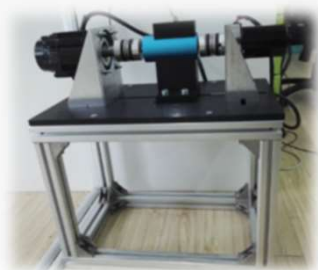
常温耐久试验台



高低温耐久试验台



实车模拟试验台



电机性能试验台



高低温试验箱



静电测试仪



万能拉力试验机



三坐标检测仪

济驭科技线控底盘

做无人驾驶的超级跑鞋！

Offering super running shoes for autonomous driving!