

## 第六节 转向系统

### 6.1 EPS 系统概述

EPS (Electric Power-assistant Steering, 以下简称 EPS) 系统, 是指利用 EPS 电机提供转向动力, 辅助驾驶员进行转向操作的转向系统。该系统和其他控制系统一样, 是由传感器 (扭矩转角传感器、车速传感器)、控制器 (EPS 电子控制单元)、执行器 (EPS 电机) 以及相关机械部件组成。

#### 6.1.1、EPS系统的功能:

EPS 系统是在机械转向系统的基础上, 将最新的电子技术和高性能的电机控制技术应用于汽车转向系统。EPS 系统在原有汽车转向系统的基础上, 改造并且增加了以下几个部分: EPS 电子控制单元、扭矩及转角传感器、EPS 电机等。系统的传动机构采用电机驱动, 取代了传统机械液压机构。它能够在各种环境下给驾驶员提供实时转向盘助力。

EPS 系统通常由以下几部分组成: (a) 扭矩及转角传感器、(b) 车速传感器、(c) EPS 电子控制单元、(d) EPS 电机、(e) 相关机械结构。EPS 系统由 EPS 电机提供助力, 助力大小由 EPS 电子控制单元实时调节与控制。根据车速的不同提供不同的助力, 改善汽车的转向特性, 减轻停车泊位和低速行驶时的操纵力, 提高高速行驶时的转向操纵稳定性, 进而提高了汽车的主动安全性。

EPS 系统主要有以下几个功能:

#### 6.1.1.1、助力控制功能

EPS 的助力特性属于车速感应型, 即在同一转向盘力矩输入下, 电机的目标电流随车速的变化而变化, 能较好地兼顾轻便性与路感的要求。

EPS 的助力特性采用分段型助力特性。EPS 电机根据转向盘偏离方向施加助力转矩。以保证低速时转向轻便, 高速时操作稳定并获得较好的路感。

#### 6.1.1.2、回正控制功能

转向时, 由于转向轮主销后倾角和主销内倾角的存在, 使得转向轮具有自动回正的作用。EPS 系统在机械转向机构的基础上, 增加了 EPS 电机和减速机构。EPS 系统通过 EPS 电子控制单元对 EPS 电机进行转向回正控制, 与前轮定位产生的回正力矩一起进行车辆的转向回正动作, 使转向盘迅速回正, 抑制转向盘振荡, 保持路感, 提高转向灵敏性和稳定性, 优化转向回正特性, 缩短了收敛时间。回正控制通过调整回正补偿电流, 进而产生回正作用转矩, 该转矩沿某一方向使转向轮返回到中间位置。

#### 6.1.1.3、阻尼控制功能

车辆高速行驶时, 通过控制阻尼补偿电流进行阻尼控制, 增强驾驶员路感, 改善车辆高速行驶情况下转向的稳定性。

#### 6.1.2、EPS系统工作原理

汽车转向时, 扭矩及转角传感器把检测到的扭矩及角度信号的大小、方向经处理后传给 EPS 电子控制单元, EPS 电子控制单元同时接收车速传感器检测到的车速信号, 然后根据车速传感器和扭矩及转角传感器的信号决定电机的旋转方向和助力扭矩的大小。同时电流传感器检测电路的电流, 对驱动电路实施监控, 最后由驱动电路驱动电机工作, 实施助力转向。其工作原理如图 1-1 所示。

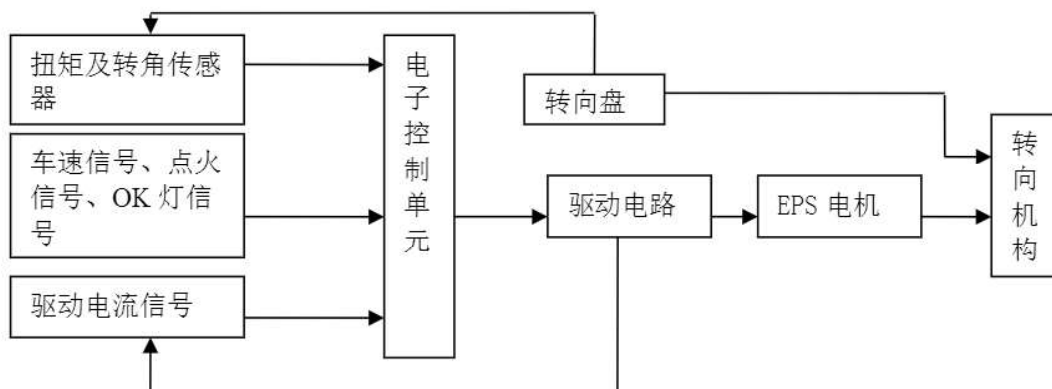


图 1-1 EPS 系统工作原理

## 6.2、维护注意事项

### 6.2.1、检修注意事项

6.2.1.1、无钥匙启动按钮如右图所示。其灯光颜色定义如表3-1所示。

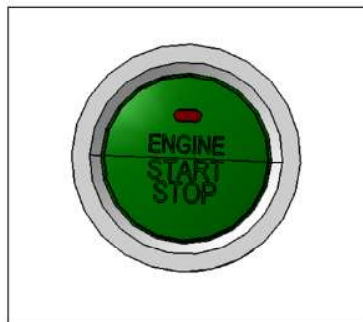


图3-1 点火开关档位示意图

表3-1 点火开关状态

按钮状态说明	车辆状态	
	批示灯颜色	车辆状态
车内检测到智能钥匙，可以启动车辆	绿色	OFF
车内检测不到智能钥匙，无法启动车辆	无灯光，熄灭	OFF
ACC档/ON档	橙色	OFF
车辆起动	无灯光，熄灭	起动

### 6.2.1.2、电动助力转向管柱总成检修注意事项

#### 1、 SRS气囊系统操作注意事项

本车配备有安全气囊（SRS），包括前排双安全气囊、侧安全气囊和侧安全气帘。如果不按正确的次序操作，可能会引起安全气囊在维修过程中意外打开，并导致严重的事故。故维修之前（包括零件的拆卸或安装、检查或更换），一定要阅读安全气囊系统的注意事项。

2、 本车电动助力转向系统带有主动回正控制功能及遥控驾驶功能，转向系统(包括电动助力转向管柱总成、中间轴总成、机械转向器总成、EPS电子控制单元总成等)中任一零部件

经过拆换后，需重新进行车辆四轮定位，并标定扭矩转角信号，同时标定ESP转角信号。标定扭矩、转角以后，车辆重新上ON档电源清除残留故障码（标定流程如图3-2、3-3、3-4所示）。

#### 注意：

转角信号标定前，禁止进行遥控驾驶操作，否则可能会引起严重损坏故障；

用诊断仪进行标定操作时，把手离开转向盘，转向盘不能受外在力的影响，否则可能会引起严重损坏故障。

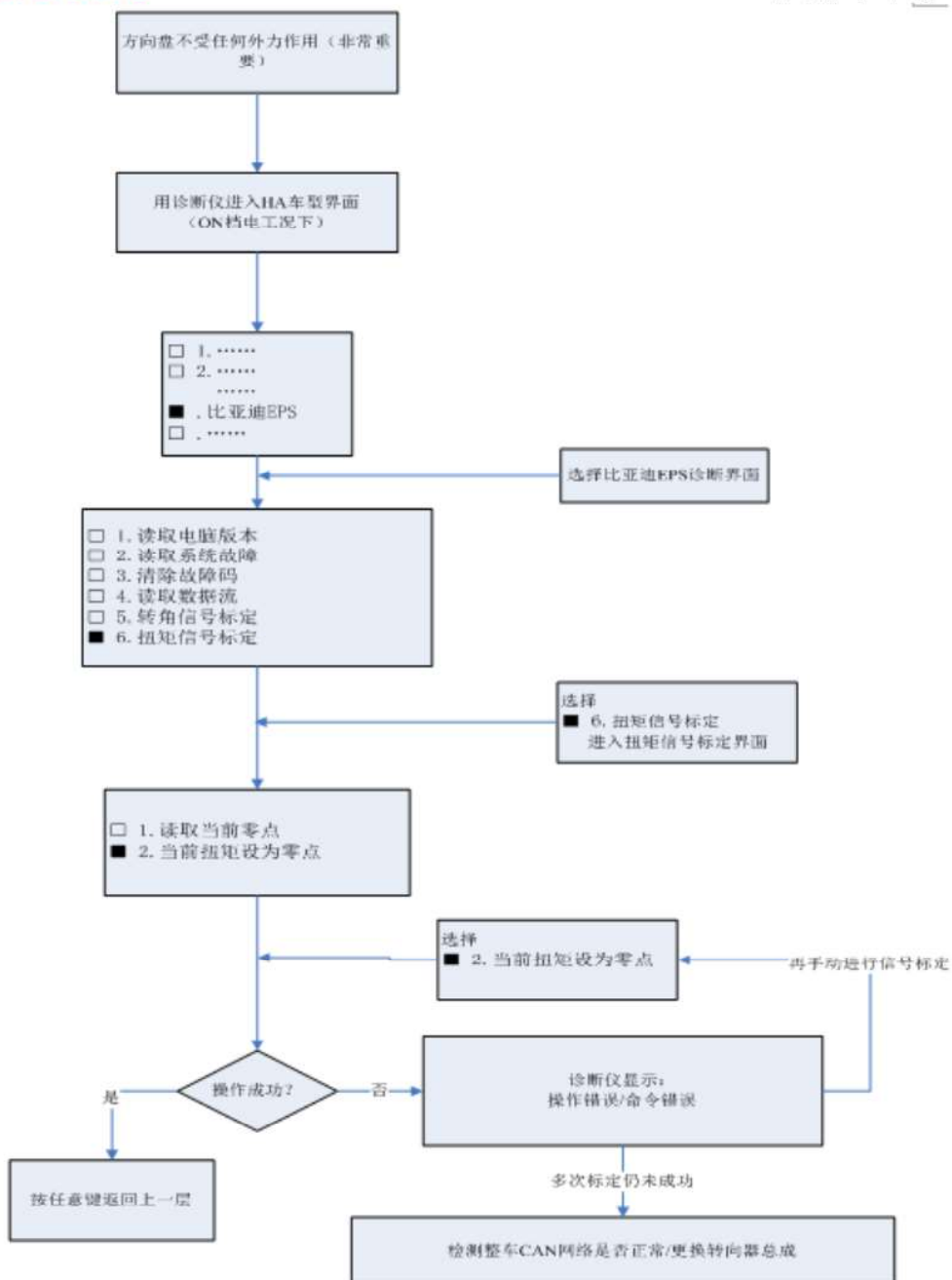


图3-2、扭矩信号标定流程

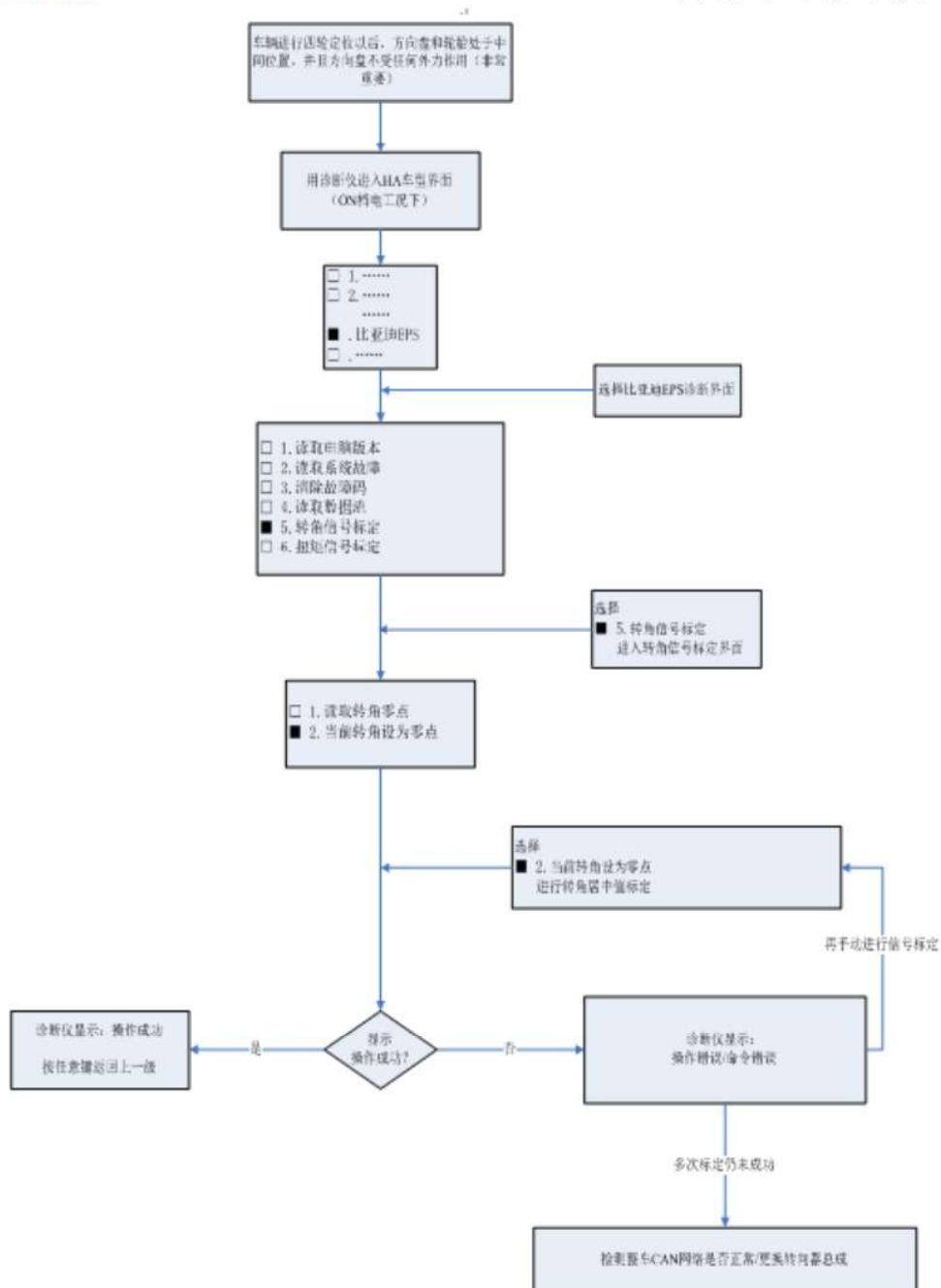


图3-3、转向盘转角信号标定流程



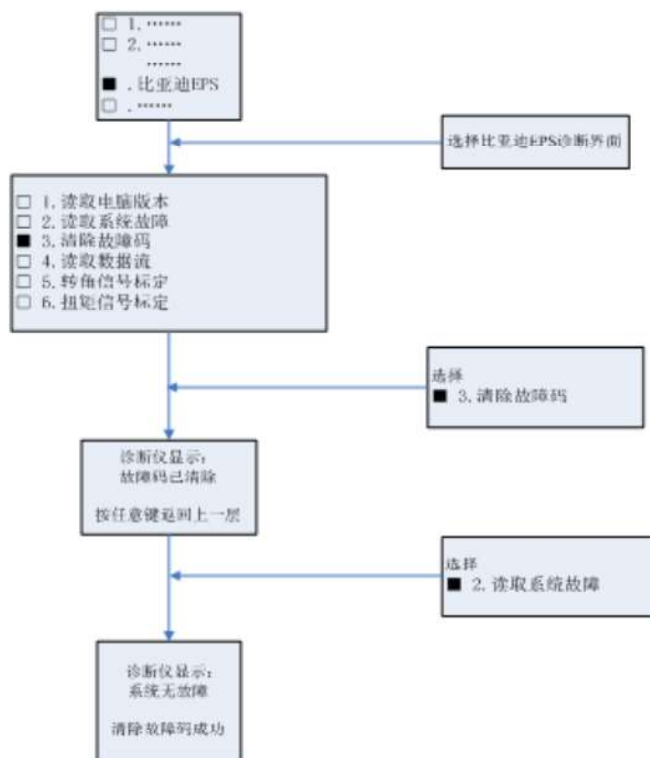


图3-4、故障码消除流程

### 3、拆卸或重新安装助力转向管柱总成时:

- (1) 避免撞击电动助力转向管柱总成，特别是传感器，EPS电子控制单元，EPS电机和减速机构。如果电动助力转向管柱总成跌落或遭受严重冲击，需要更换一个新的总成。
- (2) 移动电动助力转向管柱总成时，请勿拉扯线束。
- (3) 在从转向器上断开转向管柱或者中间轴之前，车轮应该保持在正前方向，车辆处于断电状态，否则，会导致转向管柱上的时钟弹簧偏离中心位置，从而损坏时钟弹簧。
- (4) 断开转向管柱或者中间轴之前，车辆处

于断电状态。断开上述部件后，不要移动车轮。不遵循这些程序会使某些部件在安装过程中定位不准。

- (5) 转向盘打到极限位置的持续时间不要超过5秒钟，否则可能会损坏助力电机。

#### 6.3.2、故障排除表

故障排除表有助于找到故障的原因，表中数字表明了引起故障的可能顺序，请按顺序检查每一个零件。必要时，请修理或更换有故障的零件或进行调整。

转向系统故障排除如表3-2所示。

症状	可能原因	症状	可能原因
转向沉重	1) 轮胎（充气不当） 2) 前轮定位（不正确） 3) 转向节（磨损） 5) 转向器总成（有故障） 6) 电动助力转向管柱总成（有故障）	游隙过大	1) 转向节（磨损） 2) 中间轴、滑动节叉（磨损） 3) 转向器（有故障）
		异常噪声	1) 减速机构（磨损） 2) 转向节（磨损） 3) 电动助力转向管柱总成（有故障）
回位不足	1) 轮胎（充气不当） 2) 前轮定位（不正确） 3) 转向器总成（回正阻力大） 4) 电动助力转向管柱总成（有故障）	转向盘抖动	1) 电动助力转向管柱总成（有故障） 2) 转向器总成（有故障）

表3-2 转向系统故障排查表

行程不大于30mm。如果自由行程超过最大

症状	可能原因	症状	可能原因
转向沉重	1) 轮胎 (充气不当)	游隙过大	1) 转向节 (磨损)
	2) 前轮定位 (不正确)		2) 中间轴、滑动节叉 (磨损)
回位不足	3) 转向节 (磨损)	异常噪声	3) 转向器 (有故障)
	5) 转向器总成 (有故障)		1) 减速机构 (磨损)
	6) 电动助力转向管柱总成 (有故障)		2) 转向节 (磨损)
		转向盘抖动	3) 电动助力转向管柱总成 (有故障)
			1) 电动助力转向管柱总成 (有故障)
			2) 转向器总成 (有故障)

值，需检查转向系统。

### 6.3.3、一般故障检修信息

#### EPS指示灯

当启动发动机后，EPS指示灯会点亮，并保持2~3秒后熄灭，此时说明EPS指示灯及系统运行正常。

发动机起动后，如果系统有任何问题，则故障报警灯应立即显示。

### 6.3.4、转向盘自由行程的检查

检查转向盘自由行程的方法如下：

- 1、 停车且轮胎朝向正前方；
- 2、 向左或向右轻轻转动转向盘，检查转向盘的自由行程。如图3-5所示，转向盘最大自由

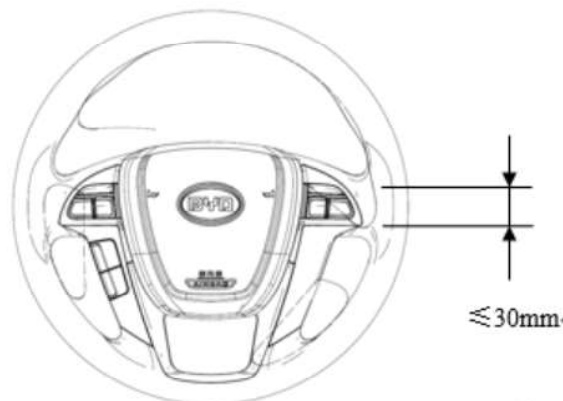


图3-5 转向盘自由行程示意图

## 6.4、检修

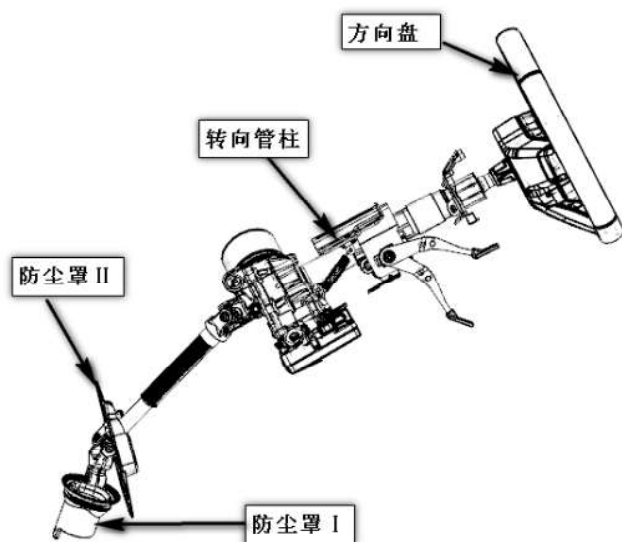
### 6.4.1 转向盘和转向管柱及万向节总成的结构 (手动调节)

如图 4-13 所示。

图 4-13

转向盘和转向管柱及万向节总成的拆装拆卸

- 1、 应遵守转向系统检修注意事项。
- 2、 脱开蓄电池的负极端子。
- 3、 确认前轮朝向正前方。
- 4、 拆下 DAB 模块总成。
  - (1) 对齐转向盘两侧的小圆孔，用 TX30#套筒松开两个内六角螺钉。如图 4-14 所示。



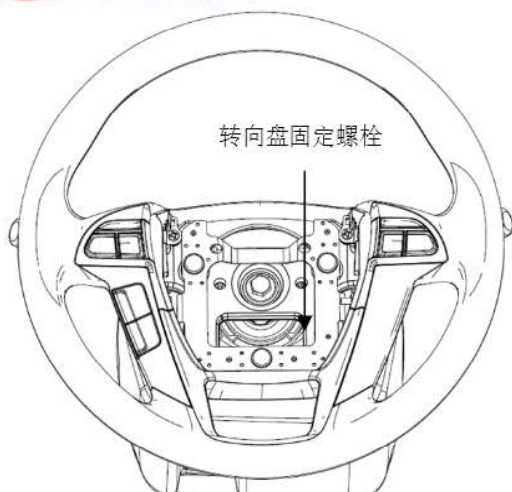


图 4-15

- (3) 在转向盘总成和转向管柱及万向节总成上做好配合标记。如图4-16所示。

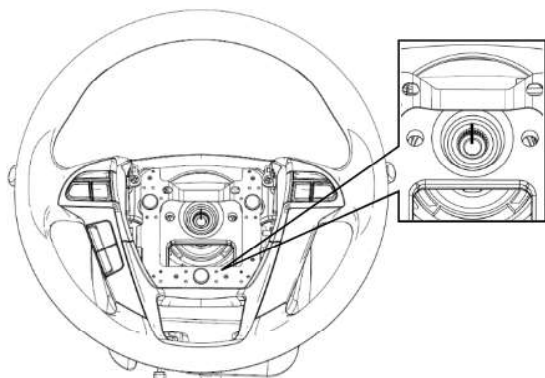


图 4-16

- (4) 使用专用工具，拆下转向盘总成。

注意：取下转向盘时应避免时钟弹簧线束缠在转向盘上而损坏时钟弹簧。

#### 6、拆下组合开关护罩。

①上下组合开关护罩由六对塑料卡扣配合，由下往上将上护罩拉开并取下。

②用十字起松开下护罩的三个安装螺钉，并往下松开转向管柱角度调节手柄，取下下护罩。如图 4-17 所示。

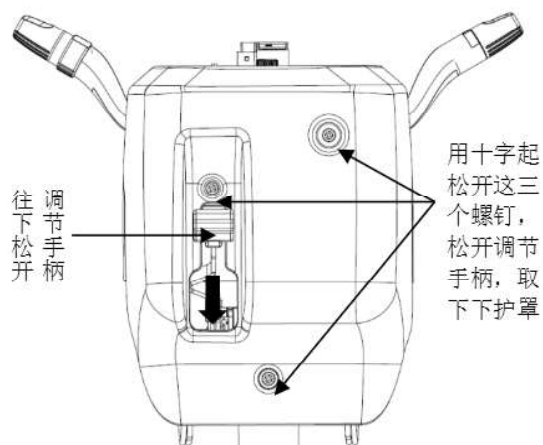
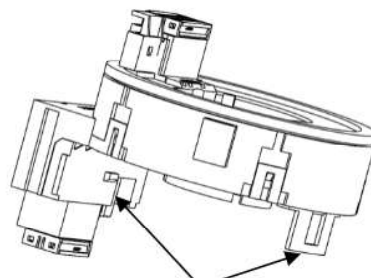


图 4-17

#### 7、拆下时钟弹簧。

拔下连接在时钟弹簧上的接插件；时钟弹簧通过两对塑料卡扣与组合开关配合，如图 4-18 所示，请务必小心取出避免损坏。



塑料卡扣

图 4-18

#### 8、拆下组合开关。

①拔下连接在组合开关上的接插件。

②用十字起松开组合开关的三个安装螺钉（两个位于正面、一个位于背面），如图 4-19 所示，取下组合开关。

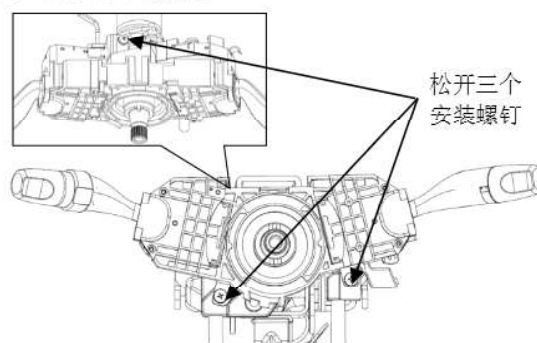


图 4-19

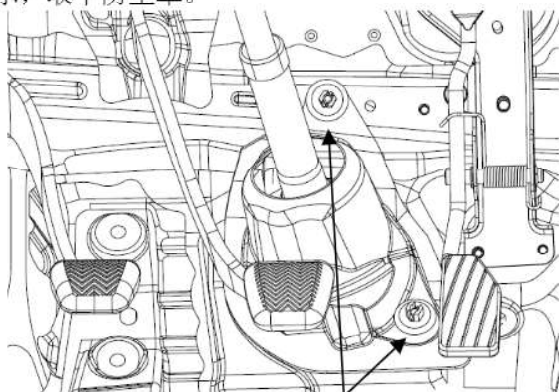
#### 9、拔下转向轴锁上的接插件。

#### 10、拆下万向节防尘罩 I 总成。

松开两个螺母型塑料卡扣，如图 4-20 所



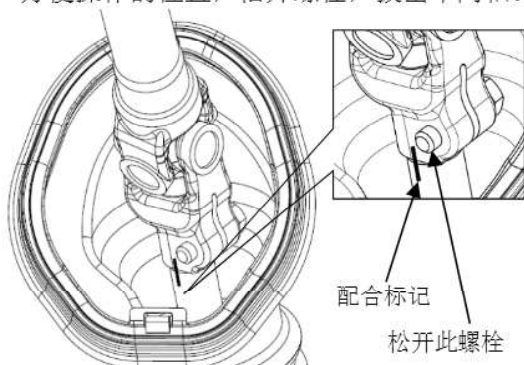
示，取下防尘罩。



松开两个螺母型塑料卡扣

图 4-20

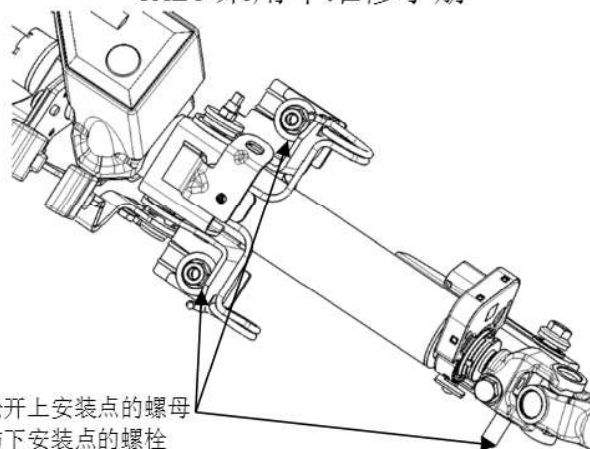
- 11、 脱离中间轴与转向器输入轴连接点。
  - (1) 在中间轴下端与转向器输入轴配合处做好配合标记，如图 4-21 所示。
  - (2) 此时可以套上转向盘转动，使螺栓处于方便操作的位置，松开螺栓，拔出中间轴。



配合标记  
松开此螺栓

图 4-21

- 12、 12、拆下转向管柱及万向节总成
  - (1) 确认所有与管柱连接的线束均已脱开。
  - (2) 松开管柱上安装点的螺母与下安装点的螺栓，如图 4-22 所示，取下转向管柱及万向节。



松开上安装点的螺母  
与下安装点的螺栓

图 4-22

- 13、 拆下转向轴锁
  - 松开如图 4-23 所示的两个防盗螺栓，取下转向轴锁。

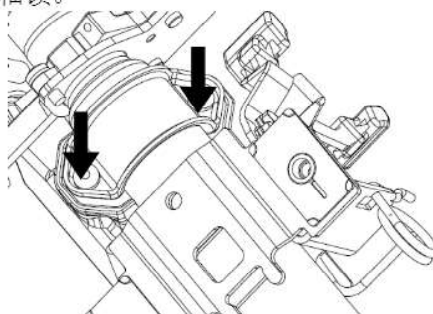


图 4-23

## 安装

- 1、 检查轴锁是否存在故障
 

将拆下的轴锁连接上接插件，按下启动按钮上电时，转向轴锁解锁；按下启动按钮断电时，转向轴锁锁止。

轴锁正常动作，拔下接插件；转向轴锁异常则需更换轴锁。
- 2、 安装转向轴锁
 

将轴锁凸台与管柱上的锁孔对准，使用两个新的防盗螺栓将轴锁支架与轴锁固定在管柱上，拧紧螺栓直至螺栓头部被拧断。
- 3、 安装转向管柱及万向节总成
  - (1) 对准下安装孔，插入下安装螺栓。
  - (2) 松开转向管柱角度调节手柄，对齐上安装支架的两个安装孔，拧上两个螺母。
  - (3) 上安装点螺母拧紧力矩为 30 N·m，下安装点螺栓拧紧为 30 N·m。
  - (4) 连接转向轴锁接插件。
- 4、 连接中间轴与转向器输入轴
 

将中间轴套到转向器输入轴上，对齐之前所



做的标记，并确认中间轴上的螺栓孔与转向器输入轴上的凹槽对齐，此时已装配到位。

紧螺栓，力矩为  $30 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

注意：螺栓请务必从无螺纹的一侧拧进，如果从另一侧拧进则起不到拧紧的效果甚至导致事故。在无螺纹的万向节叉一侧有一经过铣削的平面，请将螺栓从此侧拧进。

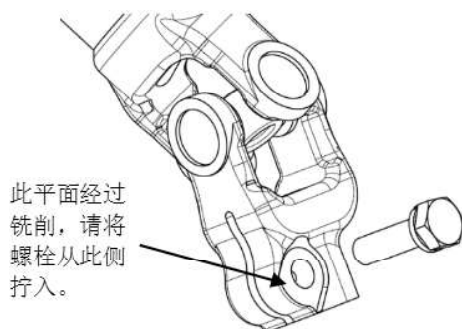


图 4-24

- 5、安装万向节防尘罩 I 总成  
将防尘罩安装到位，并扣紧塑料卡扣。
- 6、安装组合开关  
对准组合开关位置，拧紧三个安装螺栓，连接接插件。
- 7、安装时钟弹簧  
确认前轮朝向正前方，安装时钟弹簧，扣紧卡扣，连接接插件。
- 8、安装组合开关护罩
  - (1) 安装下护罩，并拧紧三个固定螺栓。
  - (2) 安装上护罩，将其扣紧在下护罩上。
- 9、对中时钟弹簧  
注意：不正确地安装时钟弹簧会将其损坏，因此请务必将其对中。对中时请先将时钟弹簧转

#### 6.4.2、机械转向器带横拉杆总成的检修

##### 6.4.2.1、机械转向器带横拉杆总成的结构

如图4-26、4-27、4-28 所示。

## 5AEC 乘用车维修手册

至左极限，然后往右旋转至右极限并数其完整圈数，再往左旋转一半的圈数（如总圈数是 8 圈则往回转 4 圈），使时钟弹簧有接插件接口的一端朝上。如图 4-25 所示。

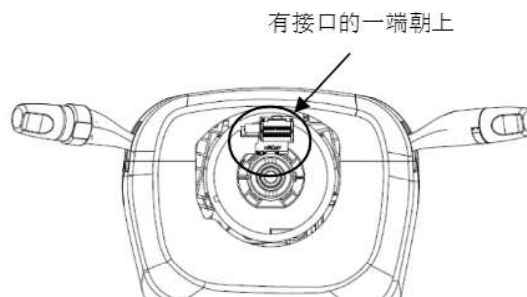


图 4-25

- 10、安装转向盘总成  
对齐之前在转向盘与管柱上所做的标记，固定螺母拧紧力矩为  $40 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。
  - 11、安装 DAB 模块总成
    - (1) 连接接插件。
    - (2) 对齐 DAB 模块位置，拧紧两侧的固定螺栓，力矩为  $8.8 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。
- 注意：
- 不要使用另一辆汽车上拆下的安全气囊零件。更换时，必须使用新零件。
  - 确保 DAB 模块总成是以规定力矩进行安装的。
  - 若 DAB 模块总成掉地，或者在壳体、接头上有裂纹、凹坑或等其他缺陷，更换新总成。
  - 当安装 DAB 模块总成时，电线不要和其他部件有干扰，并且不要被夹住。
- 12、接上蓄电池的负极端子。
  - 13、检查 SRS 警报灯。

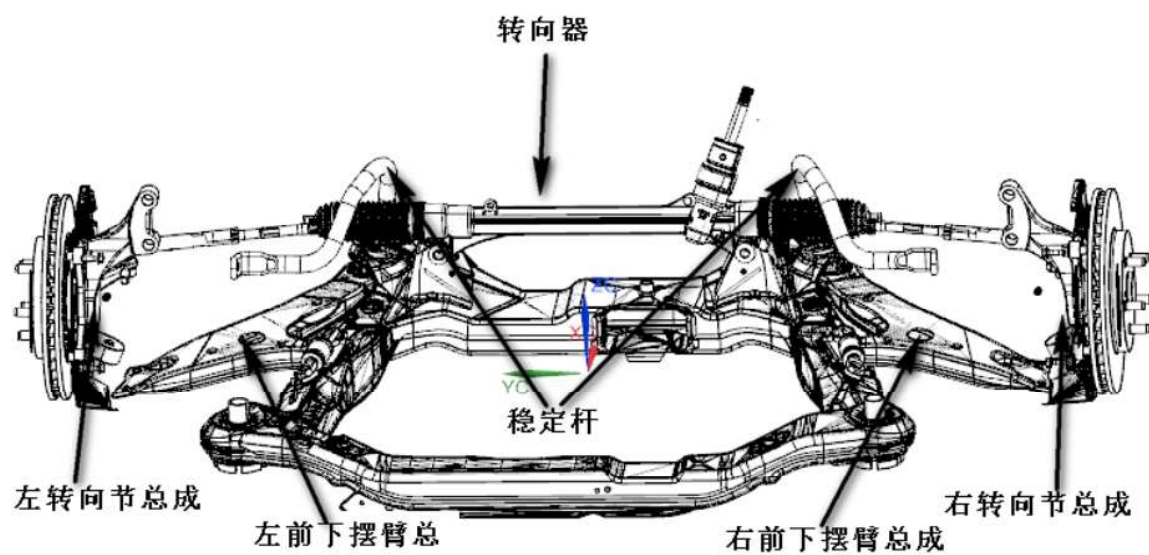


图4-26

- 1、拆卸
  - 1) 使前轮处于正前位置。
  - 2) 固定转向盘。
  - 3) 脱开中间轴与转向器输入轴连接点
  - 4) 拆卸前轮。
  - 5) 拆除转向横拉杆球头螺母 ( B ) 上的开口销 ( A )，并将其废弃，然后放松螺母。如图 4-17 所示。

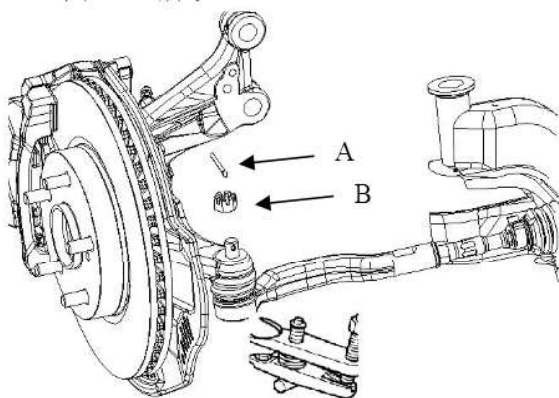
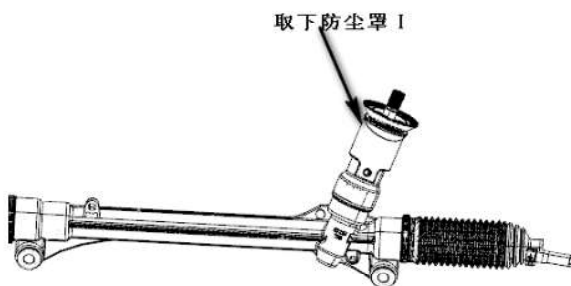
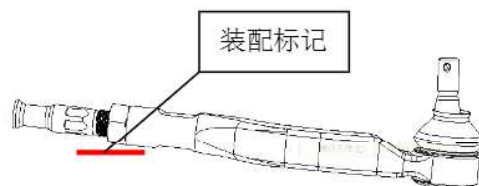


图 4-17

- 6) 拆卸前副车架总成。
- 7) 拆卸机械转向器带横拉杆总成。  
从前副车架总成拆下 2 个螺栓、2 个螺母和机械转向器带横拉杆总成。取下防尘罩 I。



- 8) 固定机械转向器带横拉杆总成。
- 9) 拆卸左侧外拉杆总成。
  - ① 在左外拉杆总成与内拉杆上做好装配标记。
  - ② 拆卸左外拉杆总成与拉杆锁紧螺母。



- 10) 拆卸左侧外拉杆总成。  
提示：  
执行与左侧相同的操作流程。

- 2、检查
  - 1) 检查左侧横拉杆外部接头分总成。
    - ① 将左侧外拉杆接头分总成固定在台钳上。  
小心：  
不要过度紧固台钳！
    - ② 将螺母安装至双头螺栓。
    - ③ 前后晃动螺栓 5 次。
    - ④ 将扭矩扳手放置螺母上、以 3-5 秒种一圈的速度连续转动球节、并检查第 5 圈力矩。

标准力矩：0.5-3.5N·m

提示：  
如果扭矩不在规定范围内，换上新的左侧横拉杆外部接头分总。

- 2) 检查右侧横拉杆外部接头分总成。

提示：  
执行与左侧相同的操作程序。

- 3) 检查转向器空载力矩。  
用扭矩扳手检查转向器空载力矩  
标准力矩：0.5-1.1N·m

小心：  
检查转向器齿条中心位置附近。

提示：  
如果总预紧力不在规定范围内，换上新的转向器总成。

- 4) 波纹防尘罩的检验。  
用专用工具，转动小齿轮，检查左右防尘罩平稳地的膨胀和收缩。

提示：  
如果齿条波纹防尘罩没有平稳地的膨胀和收缩，更换新的齿条波纹防尘罩及卡箍。  
5) 转向横拉杆球头端防尘罩的检查  
用手指用力压防尘罩，检查在防尘罩上是否有



龟裂或者损伤。

提示：

如果防尘罩上有龟裂或者损伤，则要更换转向横拉杆外部接头。

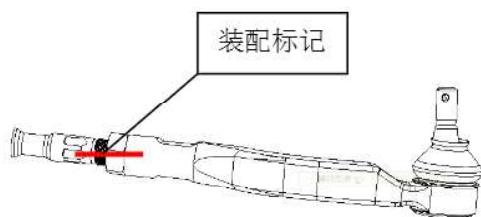
### 3、 安装

#### 1) 安装左外拉杆总成。

将拉杆锁紧螺母和左外拉杆总成连接到机械转向器上，直至装配标记对齐。

提示：

调整前束后拧紧锁紧螺母。



#### 2) 安装右外拉杆总成。

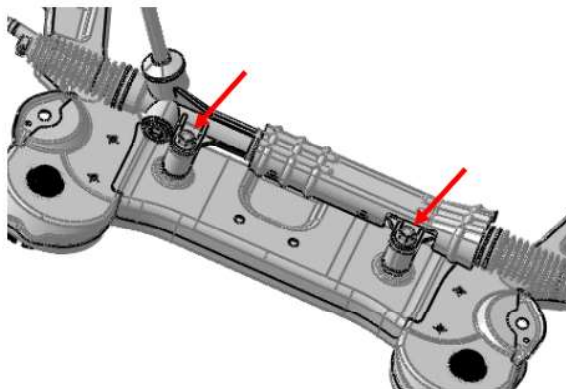
提示：

执行与左侧相同的操作流程。

#### 3) 安装机械转向器带横拉杆总成。

用2个螺栓和2个螺母将机械转向器带横拉杆总成安装至前副车架总成上。

预紧力矩：120 N·m



#### 4) 连接左外拉杆总成。

① 用六角开槽螺母将左外拉杆总成连接至转向节。

预紧力矩：50 N·m

小心：

如果开口销孔未对齐，将螺母进一步拧

60°。

## 5AEC 乘用车维修手册

### ② 安装新的开口销。

#### 5) 连接右外拉杆总成。

提示：

执行与左侧相同的操作流程。

#### 6) 将防尘罩总成二装到转向器上。

#### 7) 连接中间轴与转向器。

安装前轮。

预紧力矩：120 N·m

#### 8) 调整四轮定位。

提示：

四轮定位完成后，拧紧拉杆锁紧螺母。

预紧力矩：74N·m

## 6.5 EPS 系统自诊断及故障排除

### 6.5.1 诊断仪故障排除方法:

- 1、 当断仪故障排除方法: 当 EPS 系统发生故障时, 用手持式专用故障诊断仪 (ED400) 读取故障代码, 根据诊断仪读出故障类型。
- 将故障诊断仪连接到汽车故障诊断接口 (DLC3), 如下图。

表 5-1

A1-车身	B	电机负	点火开关 ON	0-12V
A2-车身	R	电机正	点火开关 ON	0-12V

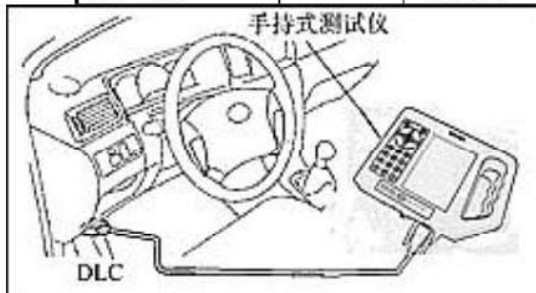


图 5-1

- 按照诊断仪上的提示读出故障代码 (DTC)

对故障排查方法如下:

#### 1) 故障码故障排除方法

表 5-2 各故障码故障排除方法

DTC NO.	故障类型	故障分析	故障排除流程
C1B00	输出助力电流故障	助力电源供电不正常、助力电机故障、线束开路或短路、EPS 电子控制单元内部故障	1.接插件是否松动、脱落。是: 重新固定好; 否: 2
			2.线束是否开路或短路。是: 修复线束; 否: 3
			3.助力电源供电是否异常。是: 检修电路; 否: 4
			4.助力电机是否故障。是: 更换助力电机。否: 5
			5.EPS 电子控制单元故障, 更换 EPS 电子控制单元。
C1B01	电源电压故障	助力电源供电不正常、线束开路或短路、EPS 电子控制单元内部故障	1.接插件与 EPS 电子控制单元连接是否松动、脱落。是: 重新固定好; 否: 2
			2.检查 EPS 与蓄电池之间的线束是否开路。是: 修复线束; 否: 3
			3.助力电源供电是否异常或蓄电池电压过低。是: 检修电源或更换新的蓄电池; 否: 4
			4.EPS 控制单元故障, 更换新的 EPS 电子控制单元。
C1B02	EPS 电子控制单元故障	EPS 电子控制单元内部故障、系统电源不正常、线束开路或短路	1.接插件是否松动、脱落。是: 重新固定好; 否: 2
			2.线束是否开路或短路。是: 修复线束; 否: 3
			3.EPS 控制单元故障, 更换 EPS 电子控制单元。

C1B03	电机故障	助力电机故障、助力电源供电不正常、线束开路或短路、EPS 电子控制单元内部故障	1.接插件是否松动、脱落。是：重新固定好；否：2
			2.线束是否开路或短路。是：修复线束；否：3
			3. 助力电源供电是否异常或蓄电池电压过低。是：检修电路或更换新的蓄电池；否：4
			4.助力电机是否故障。是：更换助力电机；否：5
			5. EPS 控制单元故障，更换 EPS 电子控制单元。
C1B04	扭矩传感器故障	扭矩传感器故障、机械总成卡死或松动、线束开路或短路、EPS 电子控制单元内部故障	1.接插件是否松动、脱落。是：重新固定好；否：2
			2.线束是否开路或短路。是：修复线束；否：3
			3.机械总成是否卡死或松动。是：排除故障；否：4
			4.扭矩传感器是否故障。是：更换扭矩传感器；否：5
			5. EPS 控制单元故障，更换 EPS 电子控制单元。
C1B05	系统温度过高	长时间转动转向盘、EPS 电子控制单元内部故障、助力电机或线束短路	1.是否长时间原地转动转向盘。是：停止转动，待 EPS 电子控制单元冷却；否：2
			2.线束是否短路。是：修复线束；否：3
			3.助力电机是否故障。是：更换电机；否：4
			4.EPS 控制单元故障，更换 EPS 电子控制单元。
C1B06	车速传感器故障 1	车速传感器 1，2、线束开路或短路、EPS 电子控制单元内部故障	1.接插件是否松动、脱落。是：重新固定好；否：2
			2.线束是否开路或短路。是：修复线束；否：3
			3.车速传感器是否故障（车速传感器 1 或 2）。是：更换传感器；否：4
			4.EPS 控制单元故障，更换 EPS 电子控制单元。
C1B07	车速传感器故障 2	车速传感器 1，2、线束开路或短路、EPS 电子控制单元内部故障	1.接插件是否松动、脱落。是：重新固定好；否：2
			2.线束是否开路或短路。是：修复线束；否：3
			3.车速传感器是否故障（车速传感器 1 或 2）。是：更换传感器；否：4
			4.EPS 控制单元故障，更换 EPS 电子控制单元。
C1B08	发动机转速传感器	发动机转速传感器、线束开路或短路、EPS 电子控制单元内部故障	1.接插件是否松动、脱落。是：重新固定好；否：2
			2.线束是否开路或短路。是：修复线束；否：3
			3.发动机转速传感器故障。是：更换传感器；否：4
			4.EPS 控制单元故障，更换 EPS 电子控制单元。
C1B09	扭矩传感器未校准	没有进行扭矩传感器出厂校准	1.接插件是否松动、脱落。是：重新固定好；否：2
			2.线束是否开路或短路。是：修复线束；否：3
			3.扭矩传感器是否故障。是：更换转向管柱；否：4
			4.EPS 控制单元故障，更换 EPS 电子控制单元。
C1B0A	转角传感器未校准	没有进行转角信号标定	1.接插件是否松动、脱落。是：重新固定好；否：2
			2.转角信号是否已标定。是：3；否：用诊断仪标定
			3 转角传感顺是否故障。是：更换转向管柱，否：4
			4.EPS 控制单元故障，更换 EPS 电子控制单元
U0134	模块自身通讯故障	线束开路或短路、EPS 电子控	1.线束是否开路或短路。是：修复线束；否：2
			2. EPS 控制单元故障，更换 EPS 电子控制单元。



		制单元内部故障	
--	--	---------	--