

总布置篇

第×章 底盘布置

底盘布置是下车身布置的重要环节，也是平台选择的首要任务。在项目策划初期就要进行底盘的布置，为底盘设计提供输入。

1.1 悬架结构型式和特点

汽车悬架按导向机构形式可分为独立悬架和非独立悬架两大类。独立悬架的车轮通过各自的悬架和车架（或车身）相连，非独立悬架的左、右车辆装在一根整体轴上，再通过其悬架与车架（或车身）相连。

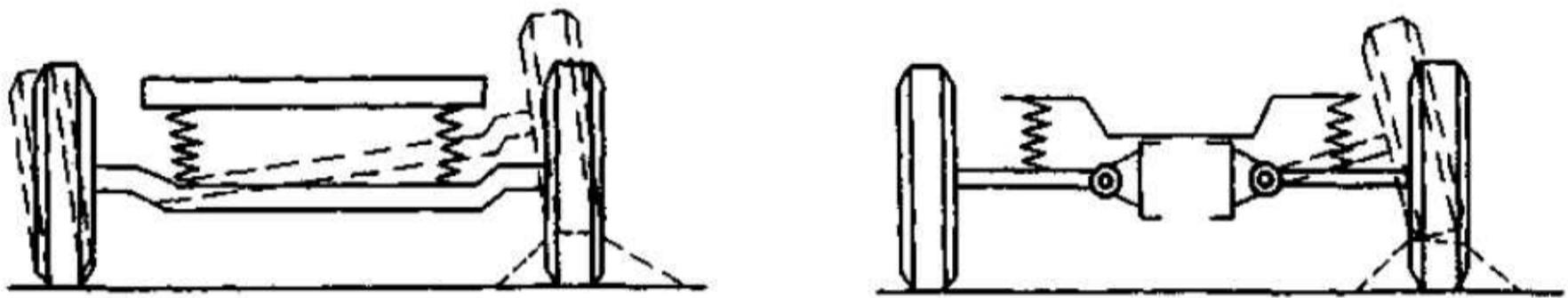


图1 非独立悬架与独立悬架示意图

1.1.1 独立悬架

主要用于轿车上，在部分轻型客、货车和越野车，以及一些高档大客车上也有采用。独立悬架与非独立悬架相比有以下优点：由于采用断开式车轴，可以降低发动机及整车底板高度；独立悬架孕育车轮有较大跳动空间，而且弹簧可以设计得比较软，平顺性好；独立悬架能提供保证汽车行驶性能的多种设计方案；簧载质量小，轮胎接地性好。但结构复杂、成本高。独立悬架有以下几种型式：

1.1.1.1 纵臂扭力梁式

是左、右车轮通过单纵臂与车架（车身）铰接，并用一根扭转梁连接起来的悬架型式（如图2所示）。

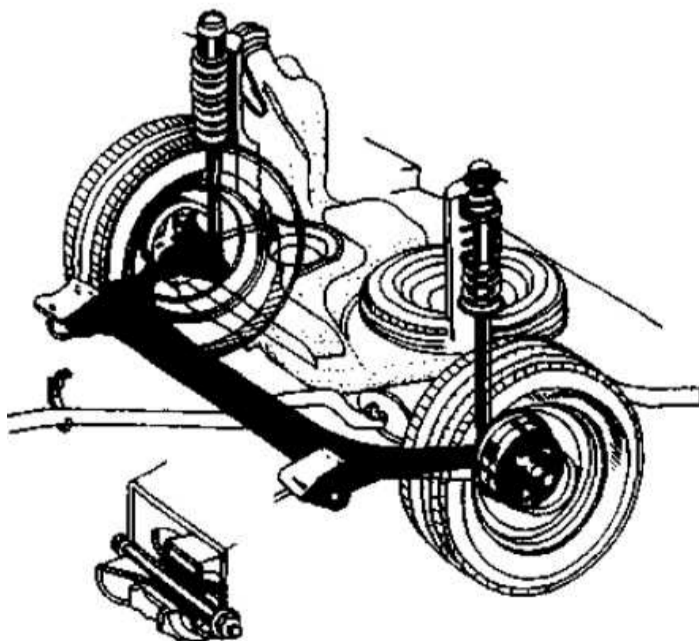


图2 扭力梁式独立悬架

根据扭转梁配置位置又可分为（如图所示）三种型式。

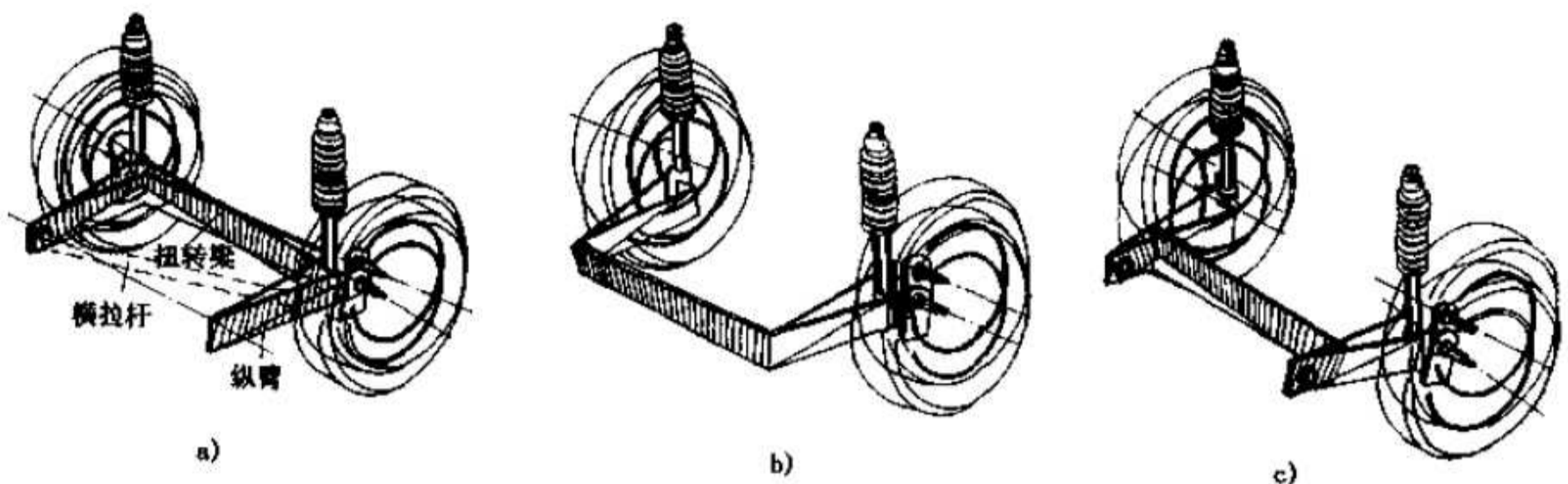


图3 扭力梁式独立悬架的三种布置形式

汽车侧倾时，除扭转梁外，有的纵臂也会产生扭转变形，起到横向稳定杆作用。若还需更大的悬架侧倾刚度，仍可布置横向稳定杆。这种悬架主要优点是：车轮运动特性比较好，左、右车轮在等幅正向或反向跳动时，车轮外倾角、前束及轮距无变化，汽车具有良好的操纵稳定性。但这种悬架在侧向力作用时，呈过多转向趋势。另外，扭转梁因强度关系，允许承受的载荷受到限制，扭转梁式结构简单、成本低，在一些前置前驱汽车的后悬架上应用得比较多。

1.1.1.2 双横臂式

是用上、下横臂分别将左、右车轮与车架（或车身）连接起来的悬架型式（图4）。上、下横臂一般作成A字型或类似A字型结构。这种悬架实质上是一种在横向平面内运动，上、下臂不等长的四连杆机构。这种悬架主要优点是设定前轮定位参数的变化及侧倾中心位置的自由度大，若很好的设定汽车顺从转向特性，可以得到最佳的操纵性和平顺性；发动机罩高度低、干摩擦小。但其结构复杂、造价高。

双横臂式悬架的弹性元件一般都是螺旋弹簧，但是在一些驾驶员座椅布置在上横臂上方的轻型客、货汽车上，为了降低悬架空间尺寸，采用了横置钢板弹簧或扭杆弹簧结构（图5）

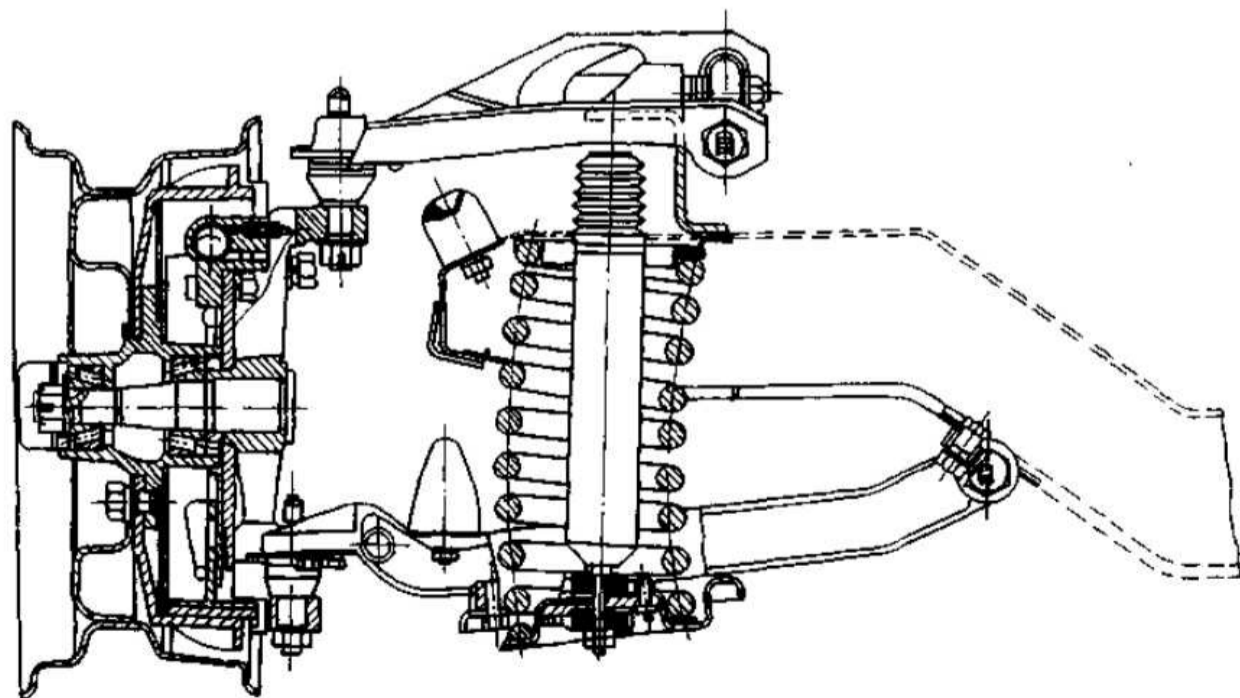


图5 双横臂式独立悬架

1.1.1.3 多连杆式

用多根拉杆（4~5根）代替双横臂式悬架上、下两个 A型横臂的悬架结构（图 6）。

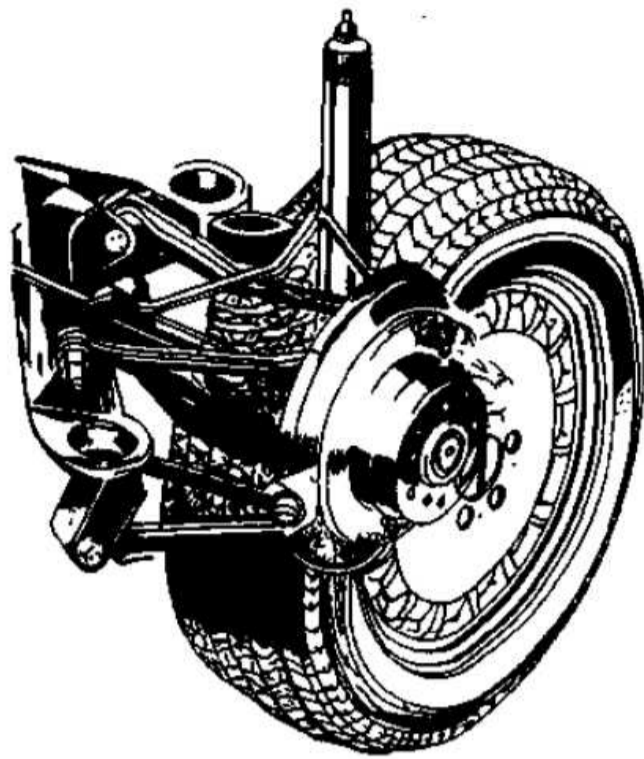


图 6 多连杆式独立悬架

结构和双横臂式悬架没有很大区别，但结构种类比较多，几乎每个车型都不相同。多杆式悬架主要优点是，利用多杆控制车轮的空间运动轨迹，以便更好地控制车轮定位参数变化规律，得到更为满意的汽车顺从转向特性，最大限度满足汽车操纵性和平顺性要求。缺点是零件数量多、结构复杂、要求精度高。多杆式悬架是目前最为先进的悬架结构。

1.1.1.3 麦弗逊式（滑柱连杆式）

是用减振器作滑动立柱并与下摆臂组成的悬架型式（图 7）

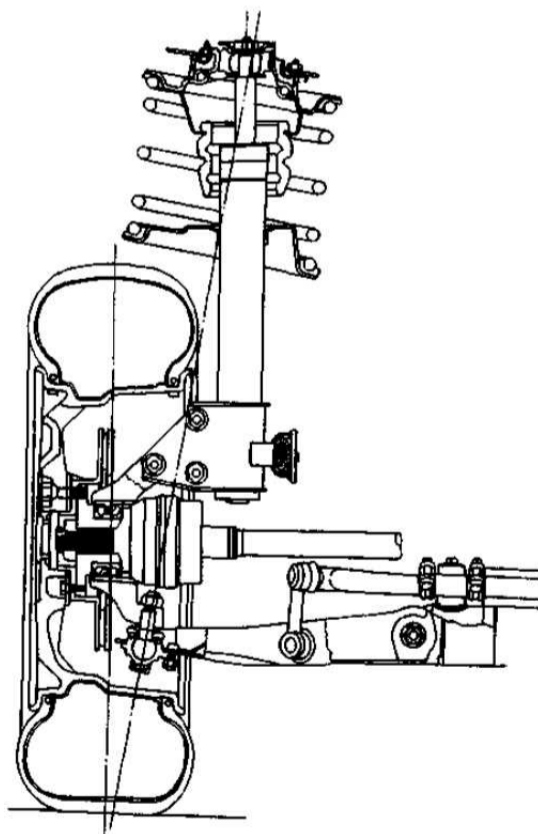


图 7 麦弗逊式独立悬架

它可看成是上摆臂等效无限长的双横臂式独立悬架。这种悬架主要优点是：增加了左、右两轮之间的空间，这对前置前驱汽车来说是非常有利的；由于减振器在车厢上的安装点位置较高，制造中容易保证主销定位角的位置精度。与双横臂式悬架相比，设定前轮定位参数的自由度小，用于前轮时，发动机罩偏高。另外，由于滑柱中摩擦组里较大，影响汽车平顺性。为减少作用于滑柱的附加弯矩产生的摩擦，通常设计成螺旋弹簧和滑柱的中心线而偏离一个角度（图 8）为减少摩擦也有

将减振器导向座和活塞的摩擦表面用减磨材料制成。

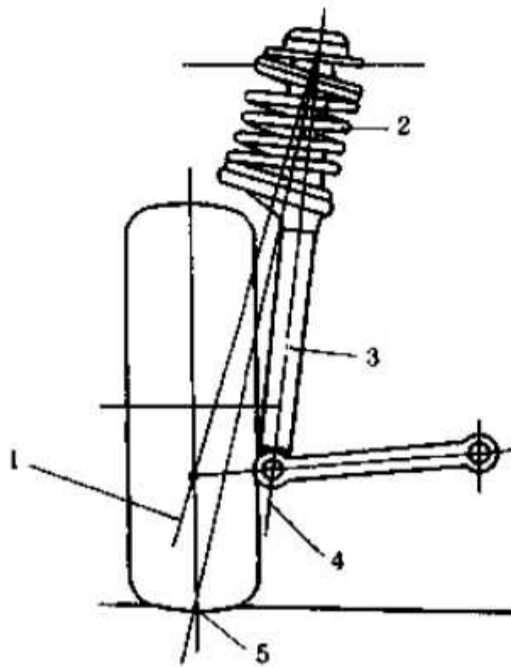


图 8 麦弗逊式悬架（螺旋弹簧偏置）

1-螺旋弹簧中心线 2-螺旋弹簧 3-滑柱 4-滑柱中心线 5-轮胎接地点

1.1.2 非独立悬架-四连杆式

非独立悬架主要用于货车和客车的前、后悬架，在轿车中仅用于后悬架。非独立悬架，尤其是以钢板弹簧为弹性元件并兼作导向装置的，结构简单、使用可靠、制造方便，当车轮上下跳动时，车轮定位参数变化小、轮胎磨损小。主要缺点是簧下质量大，车轮接地性和乘坐舒适性不好，用于转向轮式，因陀螺效应易使车轮产生摆振现象。

四连杆式非独立悬架是用四根（也有三根或五根的）推力杆控制车桥位置的非独立悬架（图 10）。多用于轿车后悬架和客车、载货车的空气弹簧悬架。为了克服钢板弹簧悬架缺点，用螺旋弹簧或空气弹簧代替钢板弹簧。但由于这些弹性元件只能承受垂直力，为了传递除垂直力之外的力和力矩，采用了推力杆结构。

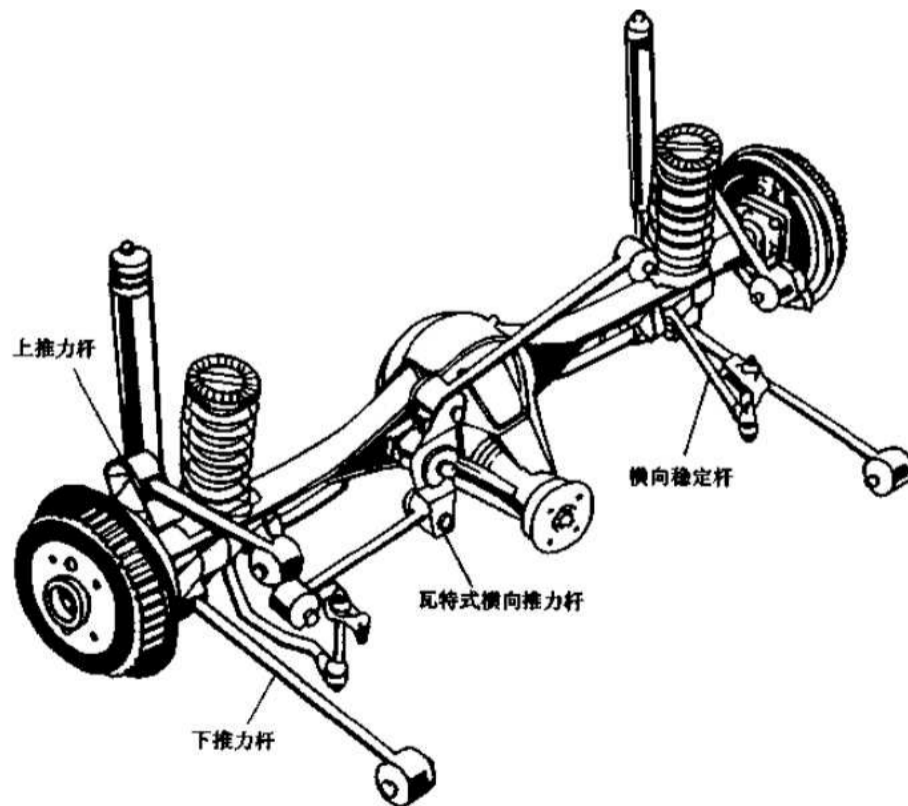


图 10 四连杆式非独立悬架

四连杆式悬架与钢板弹簧式悬架相比，弹簧可以设计的比较软。另外，由于这种悬架可以提供多方案设计的可能性，合理布置悬架导向杆系，能够获得满意的操纵性。缺点是零部件数量多，成本高。

1.2 悬架布置

1.2.1 悬架硬点初步设计

悬架硬点在逆向设计中尤为重要，通过扫描数据获得悬架的初步硬点位置是进行底盘布置的基础。需要从点云获得底盘涉及到的硬点见图 11、图 12

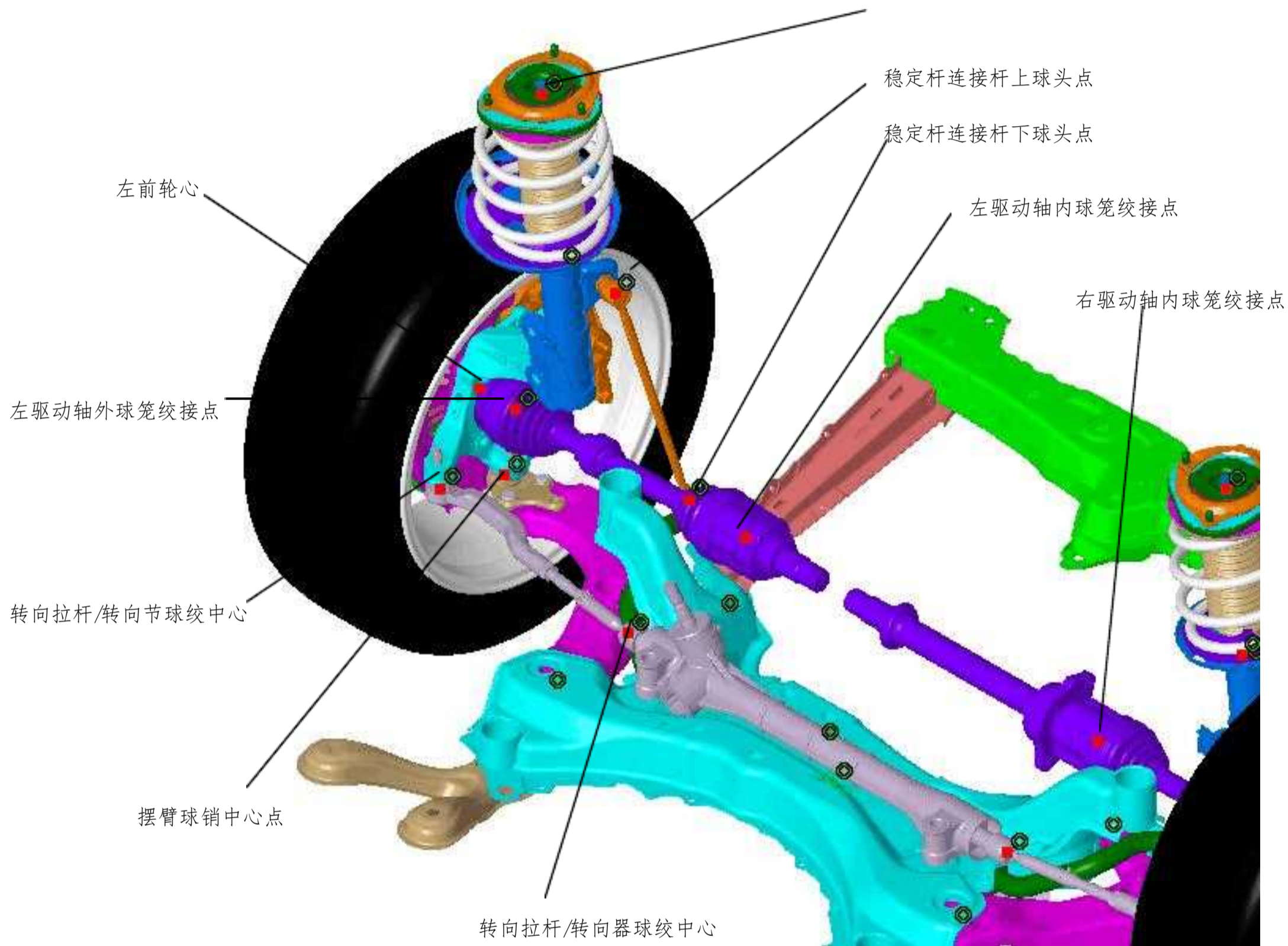


图 11 前悬架硬点位置

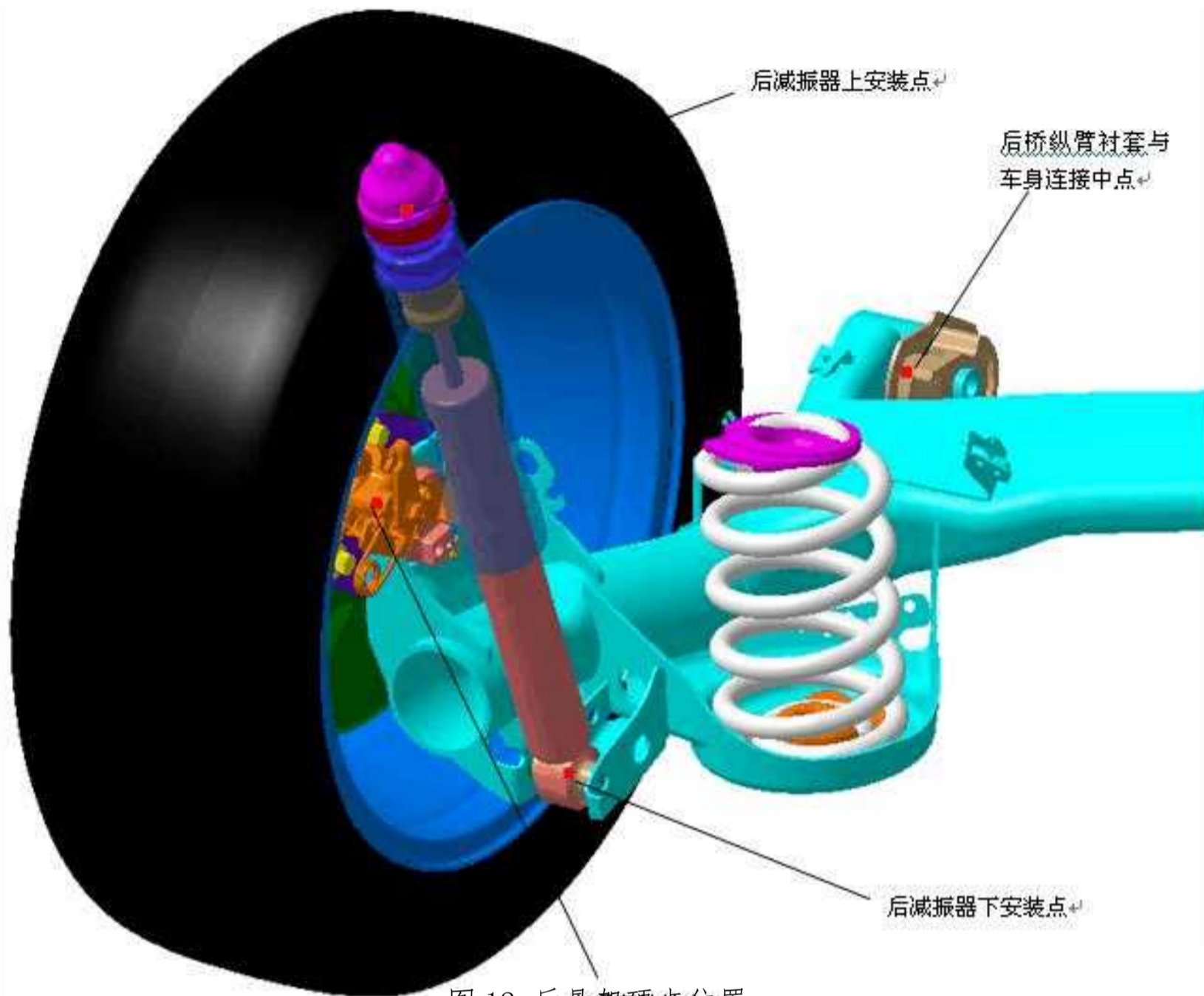


图 12 后悬架硬点位置

因悬架硬点较多，本篇以转向拉杆/转向器球绞中心点作为实例介绍硬点选取，其它硬点获取方式基本相同

对于底盘点云的扫描要求如下：

- 1、需要扫描空载、半载、满载三种载荷状态下的悬架的状态
- 2、三种状态车身作为基准，从而能看出硬点变化
- 3、对于单个零部件需要扫描其运动部分至少三个状态
- 4、点云不出现重印
- 5、主要轮廓表现清晰
- 6、点云扫描密度均匀

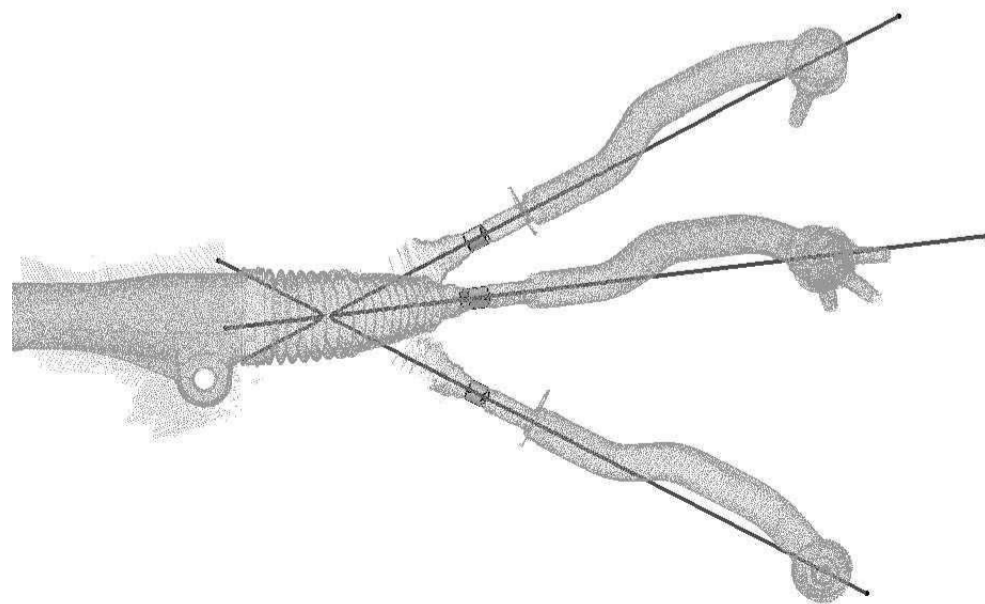


图 13 从点云中取初步硬点

从点云中获取硬点步骤如下：

- 1、选取三个状态点云，分别做出其中心线
- 2、通过中线求出其交点即为转向拉杆/转向器球绞中心点

1.2.2 悬架运动分析及参数分析

分析过程见运动分析校核报告

1.2.2.1 前束及前束的变化

汽车的前束角是汽车纵向中心平面与车轮中心平面和地面的交线之间的夹角。如果车轮的前部靠近汽车纵向中心平面，则前束为正值（前束角）；反之则为负值（后束角）。总前束角是左、右车轮前束角之和。实际上多用前束值，即左、右车轮轮辋边缘后部间距大于前部的余量，以便指在空载时车轮停在直线行驶位置的状态下，在车轮中心高度上测量。

在汽车行驶中保持前束不变非常重要，换言之，设计上希望在车轮上下跳动过程中，前束不变。这比在汽车静止时有一个正确的前束更为重要。

车轮上跳及车轮下落时的前束变化对车辆的直行稳定性、车辆的稳态响应（不足转向、过多转向）特性有很大的影响，是汽车悬架的重要设计参数之一。侧倾时的前束变化也称为侧倾转向。

对于汽车前轮，车轮上跳时的前束值多设计成零至弱负前束。设计值取在零附近是为了控制直行时由路面的凸凹引起的前束变化，确保良好的直行稳定性。另外，取弱负前束变化是为了使车辆获得弱的不足转向特性，以使装载质量变化引起车高变化时也能保持不足转向。与上跳行程相对应的前束变化最好呈直线，但受悬架、转向结构型式所限，实际呈曲线变化为多（图 14）

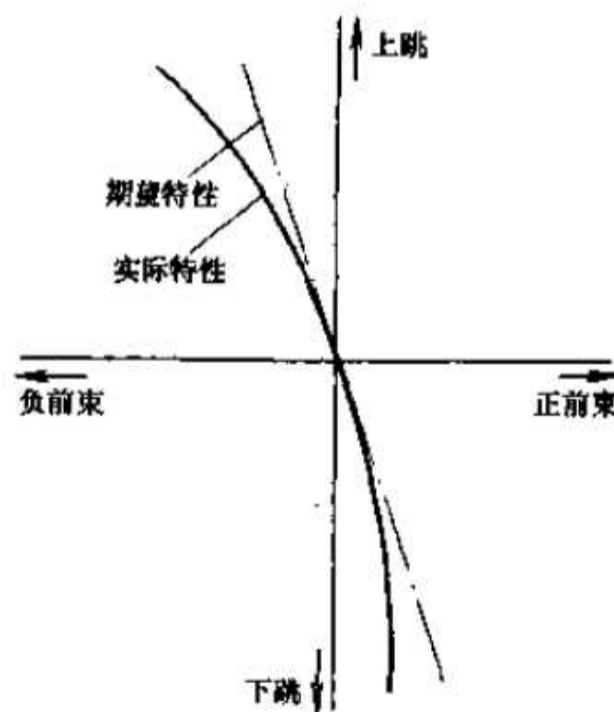


图 14 前束变化

前束变化的较理想设计特性值为：前轮上跳是，为零至负前束（ $-0.5^\circ/50\text{mm}$ ）（即弱负前束变化），后轮上跳时，正前束（ $0.3^\circ/50\text{mm}$ ）（即弱正前束变化）。

1.2.2.2 外倾变化

车轮上跳及车轮回落时的外倾变化与前束变化一样对车辆直行稳定性、车辆的稳态响应特性等有很大影响。由于轮胎与路面之间有相对的外倾角，路面对车轮作用有外倾推力，该力与侧偏角

产生的侧向力汇合而成为车辆转向所需的横向力（图 15）。因此，在考虑外倾变化与车辆特性的关系时，必须考虑对地面的外倾变化。

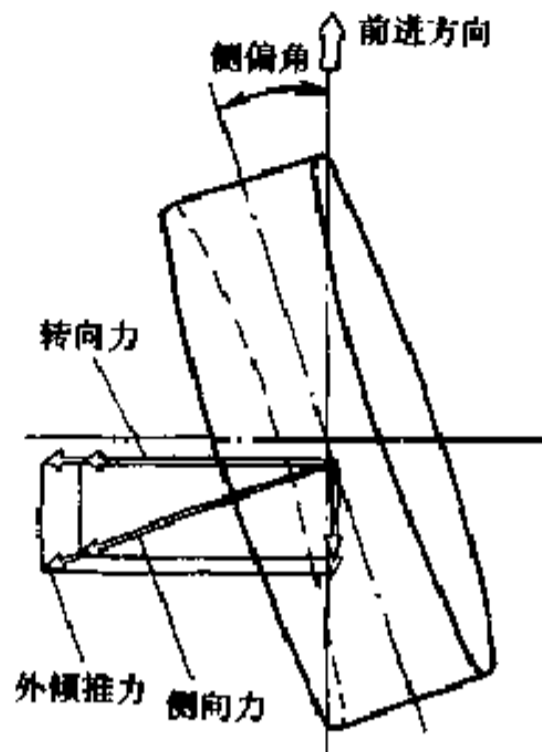


图 15 有外倾角的侧偏轮胎上的力

对于外倾变化，不同悬架结构有较大差异。一般上跳时，对车身的外倾变化为 $-2^{\circ} \sim +0.5^{\circ} / 50\text{mm}$ 较为适宜。

1.2.2.3 转向主销的内倾角及偏移距

转向主销倾角是指从车辆正面看在转向轮上转向主销轴线与铅垂直线的夹角，转向主销偏移距是指从转向轮接地点 A 到转向主销轴与路面的交点 B 之间左、右方向的距离（图 16）。

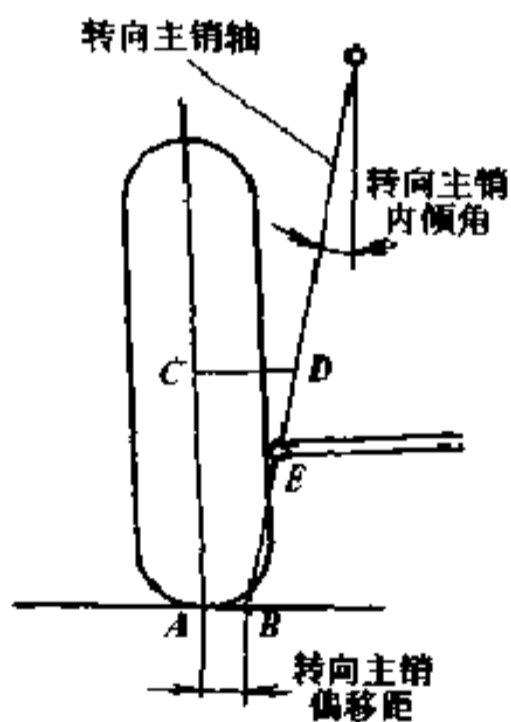


图 16 转向主销内倾角及偏移距

在实际设计中，转向主销内倾角及偏移距大小主要受到结构的限制。大致的范围为：转向主销倾角 $7^{\circ} \sim 13^{\circ}$ 。希望取较小的数值；转向主销偏移距 $-10 \sim 30\text{mm}$ 希望取较小的数值，特别是在 FF 车中，多设定零至负值。

1.2.2.4 主销后倾角及后倾拖距

主销后倾角是指从车辆侧面看，转向主销轴与铅垂线的倾角；后倾拖距是指在转向轮上，轮胎

接地点中心 A 和转向主销轴与地面交点 B 之间的距离 (图 17)

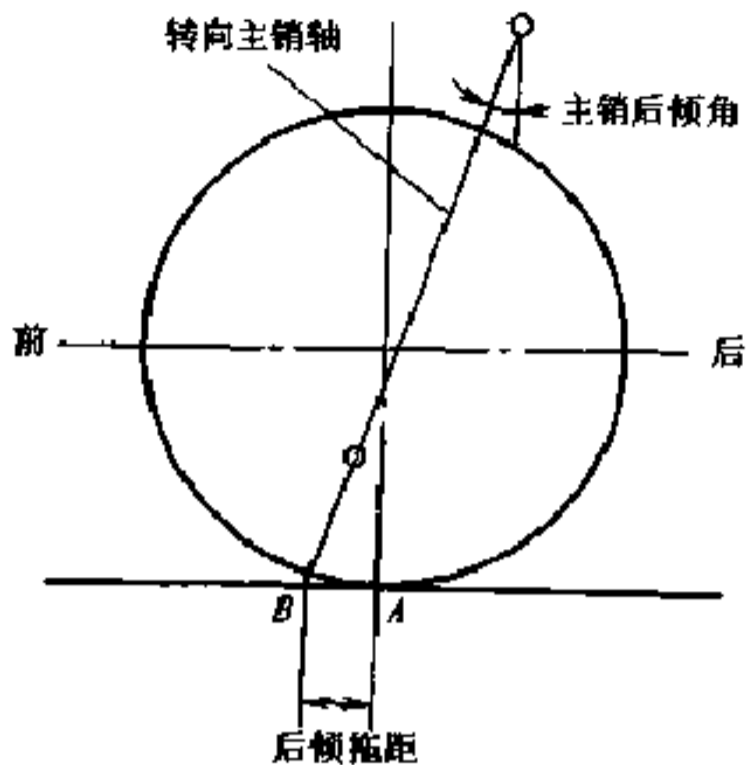


图 17 主销后倾角与后倾拖距

主销后倾角对转向时的车轮外倾变化影响较大。假若主销后倾角设计较大, 则外侧转向轮的外倾角会向负方向变化 (图 18)。因此, 当前轮主销后倾角较大时, 需增加前轮转向所必需的横向力, 以抵消外倾推力。这样车辆的不足转向特性较弱。最大横向加速度会增大。轿车的主销后倾角一般为: 前置前驱动车 $0^{\circ}\sim 3^{\circ}$; 前置后驱动车 $3^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。

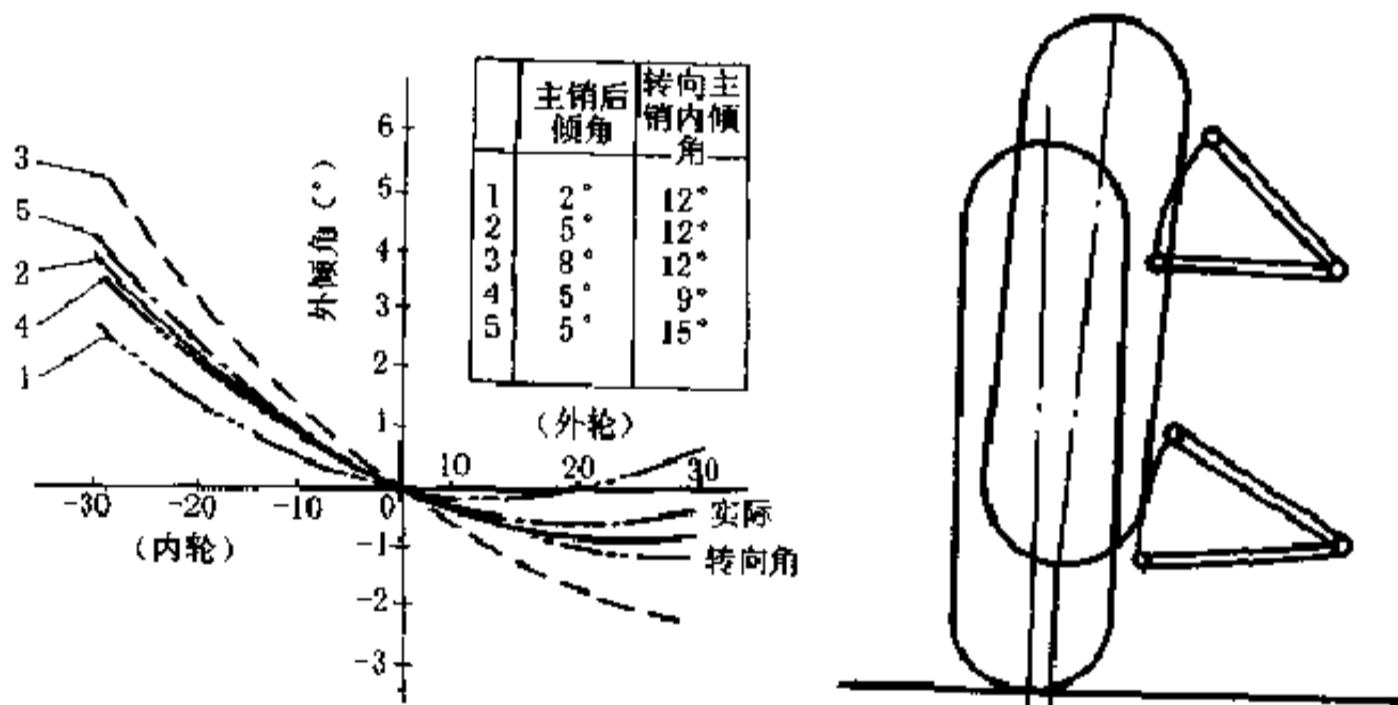


图 18 转向时的外倾角变化

若后倾拖距较大, 有利于提高转向轮的回正能力和直行稳定性, 但转动转向盘时的转向力及保持力会加大, 因此, 对于无助力装置的手动转向, 后倾拖距的设计应有一定限度。轿车的后倾拖距一般为 $0\sim 30\text{mm}$

1.2.2.4 轮距变化

这里所说的轮距变化是指图 19 所示的随着车轮的上下跳动轮胎接地点产生的横向位移。从减少轮胎磨损等因素考虑, 轮距最好不发生变化。然而, 在一般的独立悬架系统中, 由于结构上的原因, 轮距不变是不可能的。这样, 为了使轮距变化尽可能小, 悬架控制臂的长度、相对位置等都需仔细考虑。轿车的轮距变化应在 $-5\text{mm}/50\text{mm}\sim 5\text{mm}/50\text{mm}$ (单轮) 范围内。

转向系统布置包括转向管柱、转向机、中间轴的布置，布置过程中需要校核各转向系统的运动空间，校核装配与转向管柱上各零部件的布置空间等

1.3.1 转向系统布置需考虑的因素

人机工程（方向盘中心点及转向管柱布置角度的确定、视野）；

碰撞安全（点火锁位置、中间轴压溃距离）；

转向性能；

转向与踏板布置关系；

转向管柱与仪表台横梁关系；

前围板的设计可行性；

1.3.2 转向系统的布置思路

确定方向盘中心点位置及转向管柱角度；

校核视野；

校核在正面碰撞时，点火锁、组合开关的影响；

确定转向机位置、布置中间轴及优化；

踏板操纵校核及踏板布置优化；

1.3.3 确定方向盘中心点及转向管柱角度

1.3.3.1 参考质量目标车方向盘中心点初定为 HL-1 方向盘中心点（图 20）

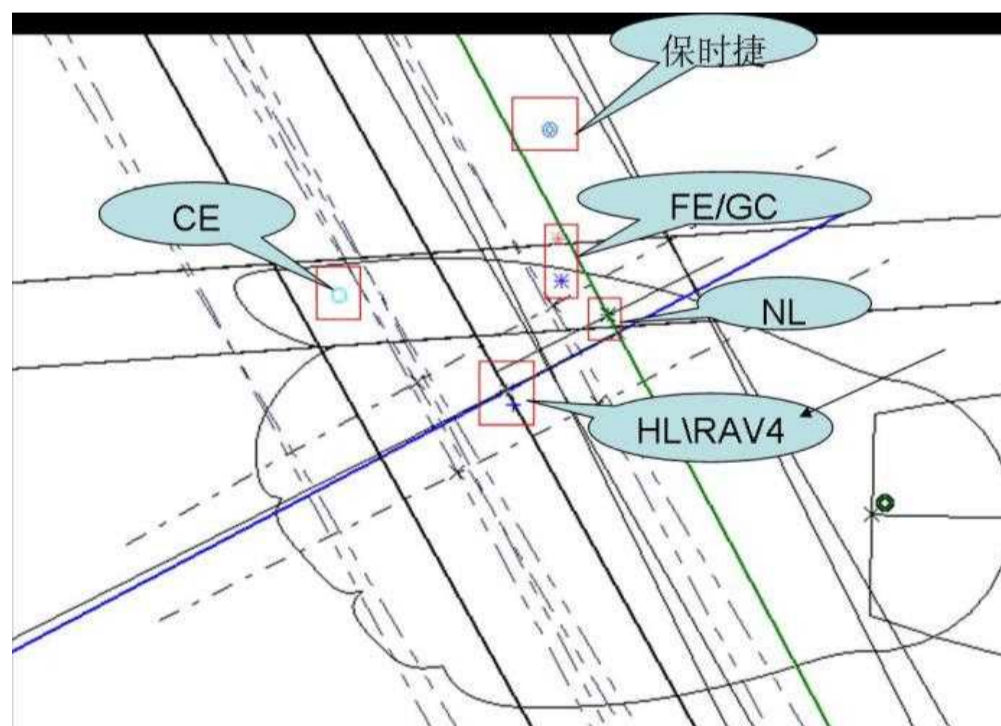
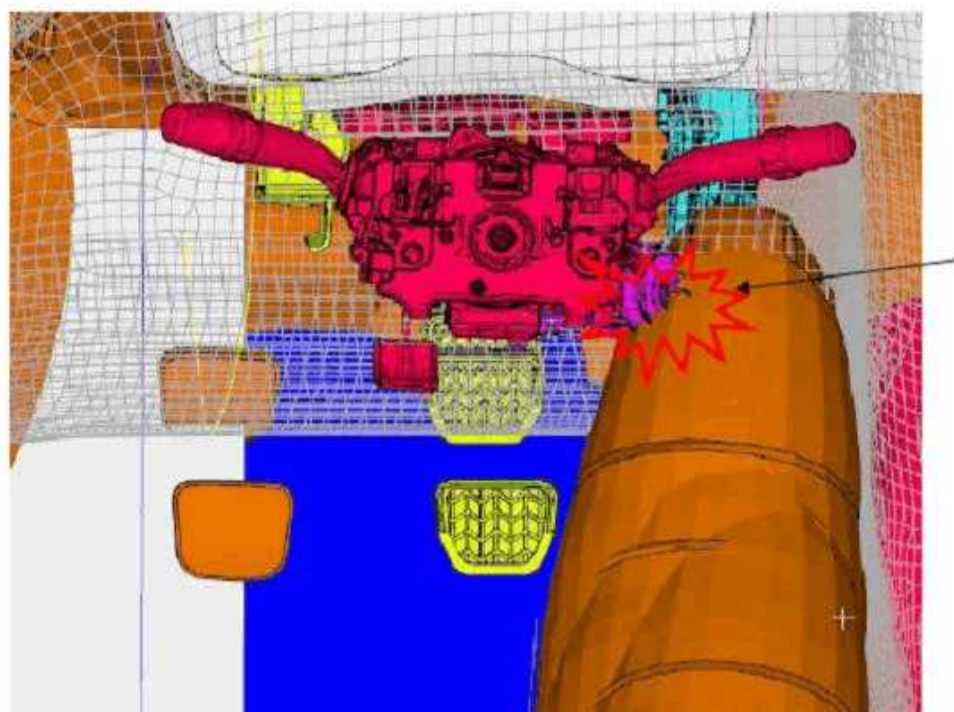


图 20 质量目标车方向盘中心点对比

1.3.3.2 安全分析（图 21）



21 安全分析转向管柱对碰撞的影响

1.3.3.3 转向系统的布置要求

转向系统的布置主要在于硬点的布置（图 22），其硬点要满足如下要求：

- 1、转向机构的夹角均要大于 150° ；
- 2、转向机构的夹角差不大于 2° ；
- 3、中间轴长度大于 240mm

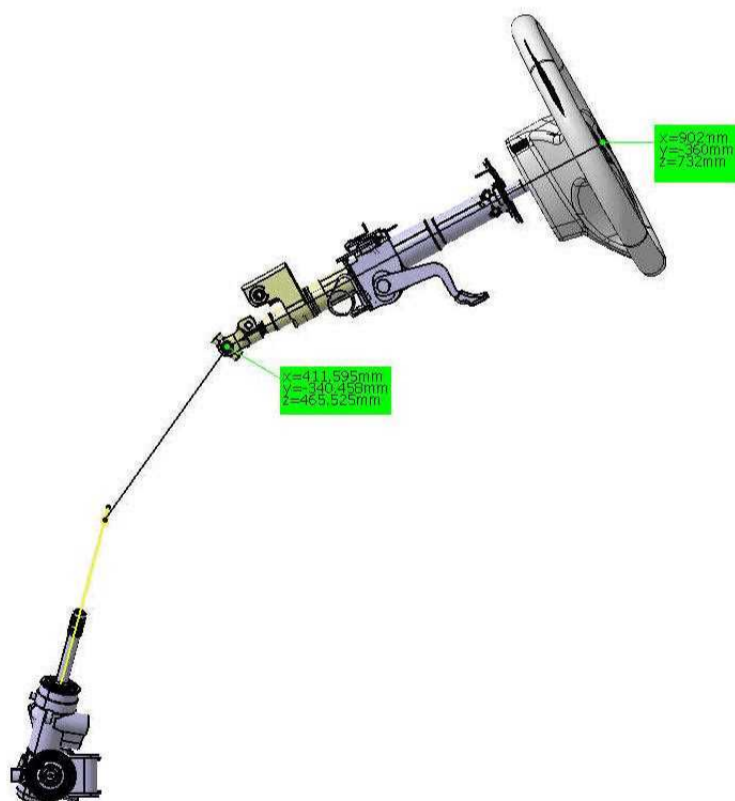


图 22 转向系统硬点布置

1.3.4 转向包络分析

转向系统硬点布置完毕后应检查其转向过程中有无零部件干涉情况，且需要检查其转向系统调节的各个方位的干涉情况（图 23）。其与周边间隙大于 10mm

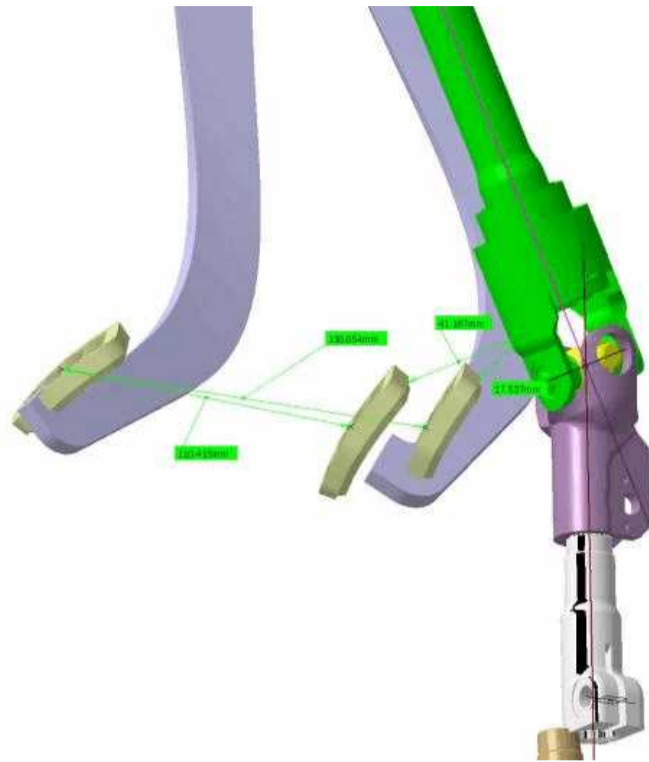


图 23 转向系统的间隙检查

1.3.5 转向系统布置流程

转向系统的布置流程及考虑因素如表 1 所示

表 1 转向系统的布置流程

系统	项目	考虑因素	布置要求
转向管柱	方向盘中心点及转向管柱角度	人机工程	可通过质量目标车和竞品车型确定方向盘中心点
		正面碰撞	分析腿部在碰撞过程中与转向系统的关系,保证方向盘在轴向有充足的压溃距离 (50mm),修正方向盘中心点
中间传动轴	中间轴与转向管柱夹角 α_1	$\alpha_1 > 150^\circ$	为保证中间轴有足够的压溃距离 (20mm),需保证中间轴长度 $\geq 240\text{mm}$
	中间轴与转向机输入轴夹角 α_2	$\alpha_2 > 150^\circ$	
	α_1 与 α_2 的关系	$\alpha_1 \approx \alpha_2$	必须校核传动轴与踏板在工作过程中的关系,保证踏板在工作行程内与传动轴有足够的间隙 ($\geq 40\text{mm}$)
其它	驾驶员的仪表视野盲区	SAE J1050	满足仪表在驾驶员的视野范围内,不被方向盘遮挡。
	转向管柱与仪表台横梁	转向管柱支架设计	有充足的空间供支架设计

1.4.1 ABS 的布置

1.4.1.1 ABS 系统概述

在制动系统里采用制动力调节装置可以改善制动力在各车轴间的分配，但无法避免车轮抱死，而车轮一旦抱死都将使制动效能变坏，汽车或是失去转向能力。因此在制动过程中，防止车轮抱死才是提高制动性能的最佳途径。按 GB12676-1999 的规定，从 2003 年 10 月起，最大总质量大于 12000kg 的 M_3 类旅游客车和最大总质量超过 16000kg 允许挂接 O_4 类挂车的 N_3 类车辆必须安装符合 GB13594-1992《汽车防抱制动系统性能要求和试验方法》中规定的一类防抱制动装置。

1.4.1.2 ABS 的布置位置

ABS 的布置位置基本在机舱部位，一般布置与机舱左、右纵梁以支架形式安装（图 24）



图 24 ABS 在机舱的位置

1.4.1.3 ABS 的布置要求

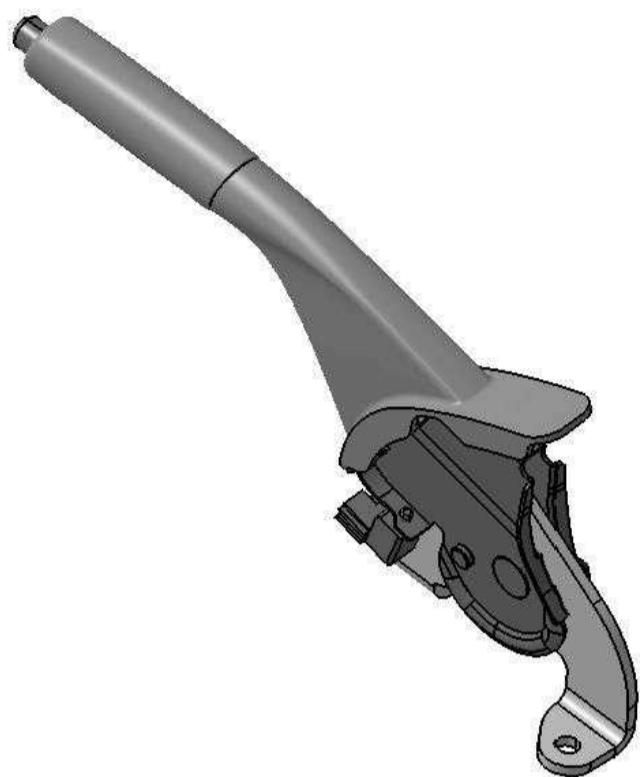
- 1、HECU 模块布置在机舱内应避免雨水的积攒或灰尘的堆积；
- 2、HECU 线束接插件插拔时无干涉
- 3、HECU 线束应能方便的插拔，已方便维修及软件的升级

1.4.2 驻车制动器布置

1.4.2.1 驻车制动概述

驻车制动系有以下两种型式。一是车轮驻车制动（图 25），一般兼用后轮制动器，仅有与行车制动系分开的控制装置和传能装置；二是中央驻车制动（图 26），有专设的中央制动器，以及独立的控制装置和传能装置。

采用前一种方式不仅可简化结构和降低成本，而且由于制动力矩直接作用于车轮上，不会传到传动系，可兼用作应急制动。采用后一种方式时，制动力矩须经过驱动桥分配到两侧车轮上，这样虽可以将制动力矩放大，但在紧急制动时可能因传动系零件过载造成损坏而导致制动失效。



25 后轮驻车制动系统



图 26 电子驻车制动系统

1.4.2.2 驻车制动的布置

后轮驻车制动分为手驻车制动和脚驻车制动，其中手驻车制动用于手动挡和自动挡的汽车，脚驻车制动用于自动挡汽车。

1. 确定所建议的副仪表板或地板安装驻车制动手柄的合理手控活动范围（图 27）。

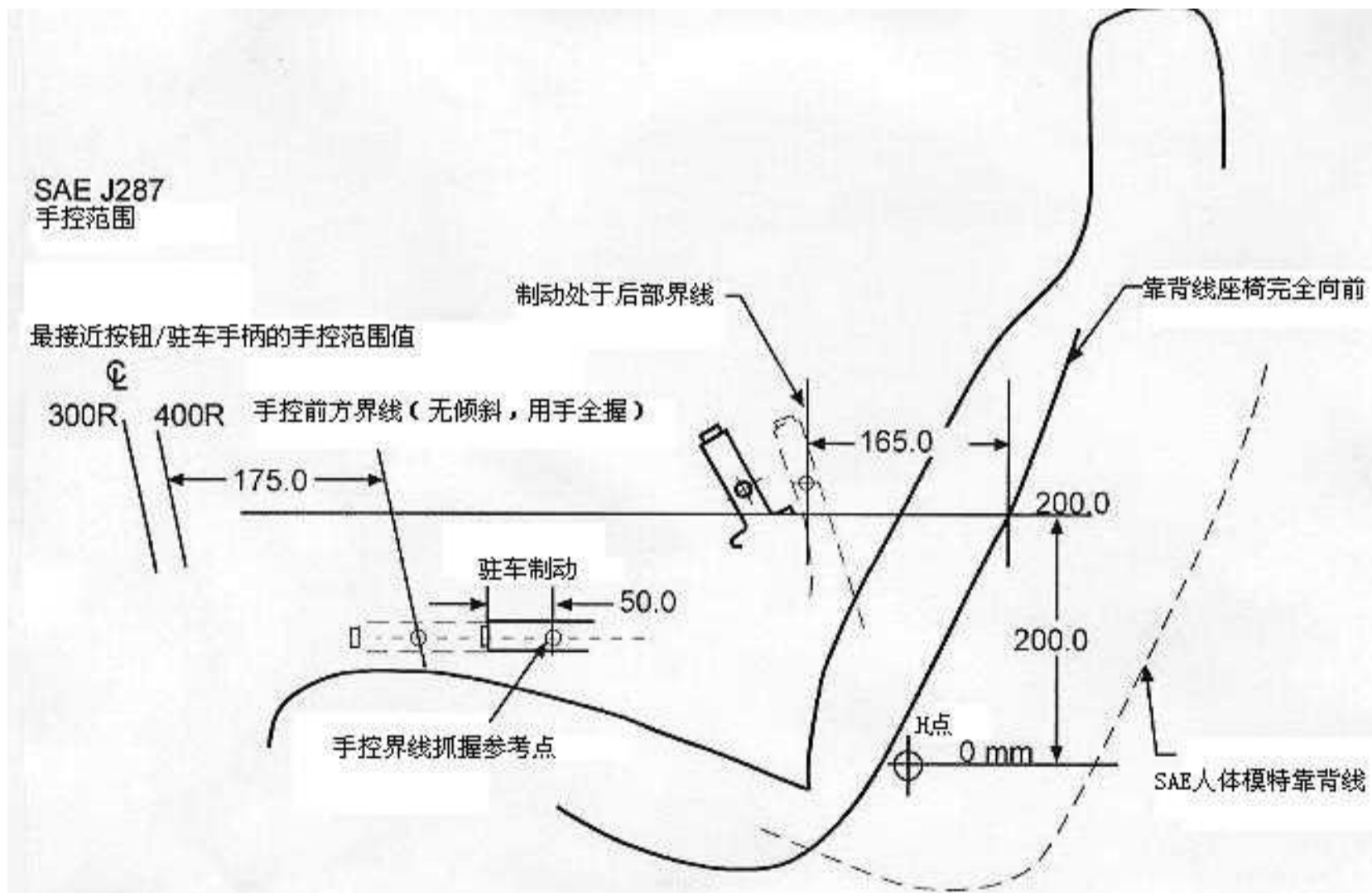


图 27 驻车制动布置时的手控范围

1-1) 在采用座椅布置设计位置（H 点）和靠背角度的人体模特时，将人体模特向前移动至 H 点的最前位置。从人体模特后背线和 H 点上方 200mm 一个点的交汇处，向前 165mm 进行测量以便确定“制动状态”或使用条件下的后部界限。

1-2) 确定 SAE J287-驾驶员手控活动曲线以便对驾驶员的座椅位置进行布置。

采用最接近从手刹中心线至方向盘中心线横向(Y-Y 轴)测量的间距数值的手控曲线。

在 H 点上方大约 200mm 高度，从手控活动曲线水平向后 175mm 进行测量。这就确定了手刹

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/66804210074006035>