

清华大学汽车工程系列教材

汽车悬架和转向系统 设计

Automotive Suspension and
Steering System Design

王霄锋 编著

Wang Xiaofeng

清华大学出版社

Automotive Suspension and
Steering System Design

清华大学汽车工程系列教材

汽车悬架和转向系统 设计

Automotive Suspension and Steering System Design

王霄锋 编著

Wang Xiaofeng

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书旨在介绍汽车悬架和转向系统设计的基本理论和方法。全书共 21 章,内容包括:汽车悬架系统概述;轮胎与车轮;汽车零部件的载荷及其强度的计算方法;乘坐舒适性与悬架的弹性特性;悬架中弹性元件的设计;乘坐舒适性与减振器的主要参数及尺寸的选择;转向系统设计;车轮定位参数概述;汽车操纵稳定性及其评价指标;悬架的侧倾中心、轮距变化和侧倾角刚度;车轮外倾角和主销内倾角的变化特性;车轮前束的变化特性;主销纵向偏移距和主销后倾角的变化特性;悬架的抗制动点头和抗加速仰头性能分析;悬架受力分析与强度计算;双横臂式独立悬架和整体式转向系统匹配设计的三维运动学分析方法;麦克弗森式独立悬架和齿条齿条式转向系统的匹配设计;纵置钢板弹簧整体车桥和整体式转向系统匹配设计的三维运动学分析方法;多轴汽车转向系统设计;线性三自由度车辆操纵性模型的建立;汽车的中心操纵性试验及其模拟。本书属于应用技术著作,也可以作为工科高等院校车辆工程专业的教材和汽车及相关行业工程技术人员的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

汽车悬架和转向系统设计/王霄锋编著.--北京:清华大学出版社,2015

清华大学汽车工程系列教材

ISBN 978-7-302-39486-0

I. ①汽… II. ①王… III. ①汽车—车悬架—系统设计—高等学校—教材 ②汽车—转向装置—系统设计—高等学校—教材 IV. ①U463.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 035964 号

责任编辑:杨倩 洪英

封面设计:常雪影

责任校对:刘玉霞

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:35.5 字 数:864 千字

版 次:2015 年 12 月第 1 版 印 次:2015 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:69.80 元

产品编号:055374-01

前言

汽车工业已经成为我国国民经济的支柱产业之一。随着我国汽车工业强调进行自主开发,汽车产品的设计、分析、试验技术等日益受到重视。汽车悬架和转向系统的设计属于汽车底盘设计的关键技术。作者从事汽车设计(主要是底盘设计)的学习、研究、试验、分析、教学、设计工作已有 30 多年,特别是最近几年参加了一些汽车车型的设计工作,对于汽车悬架和转向系统设计的理论、方法都加深了认识,有了一定的实际设计与分析经验。作者发现,虽然国内外已有不少涉及汽车悬架和转向系统设计的专著、教材,它们各有特点,但是还存在改进的必要。因此,作者决定编写本书。希望本书能够对读者比较全面、深入地学习、理解和掌握汽车悬架和转向系统设计的基本理论和方法提供帮助。

在本书的编写中,作者特别注意提供有关公式的推导过程,以培养车辆工程专业本科生、研究生和汽车工程师对于实际工程问题进行数学描述的能力,有利于提高他们创造性地解决实际工程问题的能力;由于汽车悬架和转向系统的现有结构、设计和经验数据对于实际设计工作具有非常重要的参考价值,尽可能包含了这些内容。书中提供了一些例题,基本上都是汽车悬架和转向系统设计的实例,以帮助读者更好地掌握有关理论和方法,从而在实际工作中予以应用。

本书旨在介绍汽车悬架和转向系统设计的基本理论和方法,同时尽可能贴近实际设计开发工作的需要。全书共 21 章,内容包括:汽车悬架系统概述;轮胎与车轮;汽车零部件的载荷及其强度的计算方法;乘坐舒适性与悬架的弹性特性;悬架中弹性元件的设计;乘坐舒适性与减振器的主要参数及尺寸的选择;转向系统设计;车轮定位参数概述;汽车操纵稳定性及其评价指标;悬架的侧倾中心、轮距变化和侧倾角刚度;车轮外倾角和主销内倾角的变化特性;车轮前束的变化特性;主销纵向偏移距和主销后倾角的变化特性;悬架的抗制动点头和抗加速仰头性能分析;悬架受力分析与强度计算;双横臂式独立悬架和整体式转向系统匹配设计的三维运动学分析方法;麦克弗森式独立悬架和齿轮齿条式转向系统的匹配设计;纵置钢板弹簧整体车桥和整体式转向系统匹配设计的三维运动学分析方法;多轴汽车转向系统设计;线性三自由度车辆操纵性模型的建立;汽车的中心操纵性试验及其模拟。

本书属于应用技术著作,也可以作为工科高等院校车辆工程专业的教材和汽车及相关行业工程技术人员的参考书。希望本书可以帮助读者更好地学习、理解和掌握汽车悬架和转向系统设计的基本理论和方法,特别是提高在实际工作中正确、有效地应用这些理论和方法的能力。

王霄锋

2015年9月于清华园

目录



1	汽车悬架系统概述	1
1.1	悬架的基本功能及设计要求	1
1.2	汽车悬架系统设计的一般步骤	3
1.3	非独立悬架	4
1.4	复合式后悬架	12
1.5	独立悬架	14
1.5.1	双横臂式悬架	15
1.5.2	麦克弗森式悬架	19
1.5.3	多连杆式悬架	25
1.5.4	双横梁式悬架(双驱动梁式悬架)	28
1.5.5	单纵臂式和双纵臂式悬架	30
1.5.6	斜置单臂式后悬架	32
1.6	平衡悬架	35
2	轮胎与车轮	36
2.1	对轮胎的要求	36
2.1.1	对轿车和轻型卡车轮胎的要求	36
2.1.2	对商用车轮胎的要求	36
2.2	轮胎的设计	37
2.2.1	斜交轮胎	37
2.2.2	子午线轮胎	37
2.3	轮胎的尺寸和标记	38
2.3.1	轿车轮胎的标记	38
2.3.2	轻型卡车轮胎的标记	40
2.3.3	轮胎尺寸	41
2.3.4	车轮外倾角的影响	46
2.4	车轮	46

2.4.1	轿车和轻型卡车的车轮	46
2.4.2	中、重型商用车的车轮	47
2.5	轮胎的弹性特性	47
2.6	轮胎的不均匀性	49
2.7	轮胎的滚动阻力	50
2.8	轮胎的纵向滑动摩擦性能	52
2.8.1	滑移率	52
2.8.2	摩擦系数	52
2.8.3	路面状况对摩擦系数的影响	53
2.9	轮胎的侧偏特性	55
2.9.1	轮胎的侧偏角、侧向力和回正力矩	55
2.9.2	轮胎的侧向摩擦系数和滑移率	56
2.9.3	在干燥路面上的轮胎侧偏特性	57
2.9.4	对轮胎侧偏特性的影响因素	62
2.9.5	汽车前、后轮胎的回正力矩所引起的力矩转向	69
2.10	轮胎模型——魔术公式	70
2.10.1	Pacejka'89 魔术公式——轮胎纵向力的计算	71
2.10.2	Pacejka'89 魔术公式——轮胎侧向力的计算	71
2.10.3	Pacejka'89 魔术公式——轮胎回正力矩的计算	73
2.10.4	Pacejka'89 魔术公式——ADAMS 的 car 模块中的 轮胎属性文件	75
2.11	一些轮胎的侧偏特性和车轮外倾特性参数	77
3	汽车零部件的载荷及其强度的计算方法	81
3.1	概述	81
3.2	车轮与路面接触点处的作用力	84
3.2.1	最大垂直力工况	84
3.2.2	最大侧向力工况	84
3.2.3	最大制动力工况	86
3.2.4	最大驱动力工况	87
3.3	发动机转矩引起的载荷	87
3.4	汽车零部件的强度计算	88
3.5	汽车零部件的许用应力与安全系数	89
3.5.1	静强度许用应力	89
3.5.2	疲劳强度许用应力的估计	90
3.5.3	材料的选择	95
4	乘坐舒适性与悬架的弹性特性	102
4.1	前、后悬架静挠度和动挠度的选择	102

4.2	悬架的弹性特性	105
4.3	组合式悬架的弹性特性	109
4.4	货车后悬架主、副簧的刚度分配	112
5	悬架中弹性元件的设计	116
5.1	悬架中的弹性元件	116
5.2	钢板弹簧的设计和计算	118
5.2.1	钢板弹簧主要参数和尺寸的确定	118
5.2.2	钢板弹簧刚度的验算	123
5.2.3	钢板弹簧总成在自由状态下的弧高及曲率半径的计算	124
5.2.4	钢板弹簧总成组装后弧高的计算	127
5.2.5	钢板弹簧强度的验算	127
5.2.6	少片钢板弹簧的结构特点	129
5.2.7	渐变刚度少片钢板弹簧的有限元分析	130
5.3	扭杆弹簧的设计和计算	134
5.4	螺旋弹簧的设计和计算	137
5.5	空气弹簧和油气弹簧	139
5.5.1	空气弹簧	139
5.5.2	油气弹簧	141
6	乘坐舒适性与减振器的主要参数及尺寸的选择	150
6.1	概述	150
6.2	减振器的类型	150
6.2.1	双筒式减振器	150
6.2.2	充气的单筒式减振器	154
6.3	减振器主要性能参数的选择	157
6.3.1	相对阻尼系数 ψ 的选择	158
6.3.2	减振器阻尼系数 δ_0 的确定	158
6.3.3	最大卸荷力 F_0 的确定	160
6.3.4	减振器主要尺寸的选择	160
7	转向系统设计	161
7.1	概述	161
7.2	机械转向器	163
7.2.1	齿轮齿条式转向器	163
7.2.2	整体式转向器	167
7.3	转向系统的主要性能参数	169
7.3.1	转向系统的角传动比	169
7.3.2	转向系统的转矩传动比	170

7.4	转向器的效率 η_{SG}	170
7.4.1	转向器的正效率 η_{SG+}	170
7.4.2	转向器的逆效率 η_{SG-}	171
7.4.3	影响转向器效率的因素	171
7.5	动力转向系统概述	172
7.5.1	动力转向系统的优点与缺点	173
7.5.2	动力转向系统的主要性能要求	174
7.6	整体式动力转向器	174
7.6.1	整体式动力转向器的工作原理	177
7.6.2	对动力助力系统工作过程的基本理解	181
7.6.3	转阀的特性曲线	181
7.7	齿轮齿条式动力转向器	182
7.8	转阀特性曲线的计算	185
7.9	动力转向泵	187
7.9.1	对动力转向泵的要求	187
7.9.2	动力转向泵的低速工作模式	190
7.9.3	动力转向泵的流量控制状态	190
7.9.4	动力转向泵的限压状态	191
7.9.5	动力转向泵的特性曲线	193
7.9.6	动力转向泵的安装	195
7.10	动力转向油罐	195
7.10.1	动力转向油罐的功能	195
7.10.2	动力转向油罐的类型	195
7.10.3	动力转向油罐的设计指南	195
7.11	动力转向油管	196
7.11.1	动力转向油管的功能	197
7.11.2	动力转向油管在车辆上的安装	199
7.12	转向器角传动比的变化规律	200
7.13	转向梯形设计	203
7.13.1	两轴汽车转向时理想的内、外前轮转角关系	203
7.13.2	整体式转向梯形机构的设计和校核	204
7.13.3	轮胎侧偏角对转向时内、外前轮转角之间理想关系的影响	206
7.14	汽车内、外前轮转角关系的试验研究	208
7.14.1	试验方法	208
7.14.2	试验数据分析	210
7.15	动力转向系统的参数设计	213
7.15.1	停车转向阻力矩	213
7.15.2	整体式动力转向器的输出力矩要求	213

7.15.3	整体式动力转向器的活塞面积与对动力转向泵限压压力的要求	213
7.15.4	整体式动力转向器要求的流量和对动力转向泵的流量要求	214
7.15.5	动力助力失效时的转向力分析	214
7.16	汽车转向传动机构元件	215
7.17	汽车转向系统的摩擦特性	218
7.17.1	整体式转向器的摩擦特性	218
7.17.2	齿轮齿条式转向器的摩擦特性	221
7.18	整体式转向器的刚度试验	222
7.19	可变转向力转向系统	223
7.19.1	概述	223
7.19.2	流量调节动力转向泵	225
7.19.3	液压作用式可变转向力转向系统	228
7.19.4	电磁作用式可变转向力转向系统	229
7.19.5	电动液压动力转向系统	231
7.19.6	电动转向系统	235
8	车轮定位参数概述	239
8.1	车轮定位参数	239
8.2	车轮外倾角	241
8.3	主销后倾角	241
8.4	主销内倾角	245
8.5	主销偏移距	246
8.6	前束	247
8.7	车轮定位参数的变化	249
9	汽车操纵稳定性及其评价指标	250
9.1	不足转向度的定义	250
9.2	引起车辆不足转向的原因	251
9.3	线性假设	252
9.4	线性三自由度车辆操纵性模型及模型参数	253
9.4.1	车身侧倾的影响	254
9.4.2	轮胎力的影响	255
9.4.3	轮胎回正力矩的影响	256
9.4.4	车辆重量分布和轮胎侧偏刚度的影响	257
9.4.5	刚体车身回正力矩转向	258
9.4.6	侧倾角刚度的测量	258
9.4.7	制动转向	258
9.5	不足转向度 K 的计算	259

9.5.1	前桥转向柔度 D_f 的分析	261
9.5.2	后桥转向柔度 D_r 的分析	263
9.5.3	车辆不足转向影响的叠加	265
9.6	汽车对前轮转角阶跃输入的响应和常用操纵稳定性评价指标	268
9.7	不足转向度 K 、前桥转向柔度 D_f 和后桥转向柔度 D_r 对汽车瞬态响应的影响	271
9.8	轿车动力学参数的统计结果	273
9.8.1	质量和惯量特性	273
9.8.2	悬架的 K 特性和 C 特性参数	276
9.8.3	汽车操纵稳定性指标的统计范围	277
10	悬架的侧倾中心、轮距变化和侧倾角刚度	280
10.1	悬架的侧倾中心与车身的侧倾轴线	280
10.2	独立悬架的侧倾中心与轮距变化	281
10.3	独立悬架的侧倾角刚度	285
10.3.1	单横臂式独立悬架的侧倾角刚度	286
10.3.2	双横臂式独立悬架的侧倾角刚度	287
10.3.3	麦克弗森式(滑柱摆臂式)独立悬架的侧倾角刚度	289
10.4	非独立悬架的侧倾中心与侧倾角刚度	291
10.4.1	纵置钢板弹簧非独立悬架的侧倾中心 R 及其侧倾角刚度	291
10.4.2	其他一些非独立悬架的侧倾中心	293
10.5	拖臂扭转梁式悬架的侧倾中心	294
10.6	车身侧倾轴线的确定	295
10.7	侧倾角刚度在汽车前、后桥上的分配及其对汽车操纵稳定性的影响	296
10.8	横向稳定杆的设计	300
11	车轮外倾角和主销内倾角的变化特性	304
11.1	车轮外倾角的变化特性	304
11.1.1	车轮外倾角与汽车操纵稳定性	304
11.1.2	车轮外倾角的运动学变化	305
11.1.3	侧向力引起的车轮外倾角变化	309
11.2	主销内倾角、主销偏移距与车轮外倾角	309
11.2.1	主销内倾角和地面垂直支承力引起的主销回正力矩	310
11.2.2	主销内倾角、主销偏移距与制动力引起的主销力矩	310
12	车轮前束的变化特性	313
12.1	前束角的设定及偏航角的定义	313
12.2	利用作图法进行转向杆系与悬架的匹配设计——前束角变化特性的控制	320

12.2.1	在前悬架是纵置钢板弹簧的汽车中转向纵拉杆的布置	320
12.2.2	在采用双横臂式前悬架的汽车中的转向杆系布置	324
12.2.3	在采用麦克弗森式前悬架的汽车中的转向杆系的布置	326
12.3	前束角随着前轮上、下跳动的变化特性曲线	327
12.4	车轮前、后运动时前束角的变化及其控制	328
12.5	车身侧倾引起的车轮前束角变化	331
12.6	侧向力引起的车轮前束角变化	335
12.7	轮胎回正力矩引起的车轮前束角变化	338
12.8	驱动对车轮前束角变化的影响	338
13	主销纵向偏移距和主销后倾角的变化特性	341
13.1	主销后倾角及其公差	341
13.2	主销后倾角、主销纵向偏移距和轮胎侧向拖距	342
13.3	主销后倾角与汽车直线行驶稳定性	343
13.4	汽车转向行驶时的前轴回正力矩分析	344
13.5	前轮转向角所引起的主销内倾角、车轮外倾角和主销后倾角的变化特性	348
13.6	车轮跳动引起的主销后倾角的变化	354
13.7	转向角输入所引起的车身高、车身侧倾角的变化	357
14	悬架的抗制动点头和抗加速仰头性能分析	360
14.1	悬架的抗制动点头性能分析	360
14.2	悬架的抗加速仰头性能分析	367
15	悬架受力分析与强度计算	370
15.1	双横臂式独立悬架的受力分析	370
15.1.1	车轮上只有垂直力 F_V 作用	370
15.1.2	车轮仅受到侧向力 F_L 作用	373
15.1.3	车轮上仅受制动力 F_B 作用	374
15.1.4	车轮上仅受驱动力 F_A 作用	375
15.2	麦克弗森式独立悬架的受力分析	375
15.2.1	车轮上只有垂直力 F_V 作用	375
15.2.2	车轮仅受到侧向力 F_L 作用	376
15.2.3	车轮上仅受纵向力 F_A 作用	377
15.2.4	车轮上仅受制动力 F_B 作用	377
15.3	卡车平衡悬架的受力分析	377
15.3.1	车轮上仅作用有垂直力时的卡车平衡悬架受力分析	380
15.3.2	车轮反跳时平衡悬架的受力分析	383
15.3.3	车轮上仅承受侧向力的平衡悬架受力分析	383

15.3.4	车轮上仅承受驱动力的平衡悬架受力分析	386
15.3.5	车轮上仅承受制动力的平衡悬架受力分析	388
16	双横臂式独立悬架和整体式转向系统匹配设计的三维运动学分析方法	391
16.1	双横臂式独立悬架和整体式转向系统的刚体运动学模型	391
16.2	需要输入的数据	392
16.3	确定在悬架和转向系统处于设计位置的参数	394
16.4	在车轮跳动过程中悬架和转向杆系的刚体运动学分析	397
16.5	转向时前轴内轮转角 λ_i 、外轮转角 λ_o 的计算	401
16.5.1	车轮处于直线行驶位置时的有关参数计算	402
16.5.2	汽车转向时前轴内轮转角 λ_i 、外轮转角 λ_o 的计算	406
16.6	汽车直线行驶的车轮跳动干涉转角 λ_b 、轮距变化、主销后倾角变化和主销内倾角变化的计算	410
16.7	转向连杆位置的优化设计	415
17	麦克弗森式独立悬架和齿轮齿条式转向系统的匹配设计	417
17.1	麦克弗森式独立悬架和齿轮齿条式转向系统的刚体运动学模型	417
17.2	需要输入的数据	420
17.3	悬架和转向系统处于设计位置时的参数计算	421
17.4	悬架压缩、伸张时悬架和转向系统的坐标转换矩阵	424
17.5	转向时前轴内、外轮转角关系、转向系统角传动比的计算	426
17.6	悬架压缩、伸张所引起的车轮干涉转角	429
17.7	转向连杆位置的优化设计	432
18	纵置钢板弹簧整体车桥和整体式转向系统匹配设计的三维运动学分析方法	437
18.1	纵置钢板弹簧整体车桥和整体式转向系统的刚体运动学模型	437
18.2	需要输入的数据	439
18.3	确定在悬架和转向系统处于设计位置的参数	439
18.4	转向时前轴内轮转角 λ_i 、外轮转角 λ_o 和转向传动机构角传动比的计算	442
18.5	汽车直线行驶时车轮跳动干涉转角 λ_b 的计算	445
18.6	转向连杆系统的优化设计	448
18.6.1	优化变量	448
18.6.2	优化目标函数	448
19	多轴汽车转向系统设计	451
19.1	三轴汽车双前桥转向	451
19.1.1	三轴汽车双前桥转向的理想内、外轮转角关系	451

19.1.2	三轴卡车双前桥转向机构及其运动学分析步骤	452
19.1.3	双前桥转向的三轴卡车的前2桥内、外轮转角分析的坐标系	453
19.1.4	双前桥转向机构的三轴卡车的前2桥内、外轮转角计算	454
19.2	三轴汽车单前桥转向	460
19.3	四轴汽车双前桥转向	463
20	线性三自由度车辆操纵性模型的建立	469
20.1	线性假设	469
20.2	线性三自由度车辆操纵性模型及模型参数	470
20.3	车辆模型的惯性分析	471
20.4	模型的尺寸分析	476
20.5	线性三自由度车辆操纵性模型的公式推导	477
20.5.1	基本公式的推导	477
20.5.2	前轴车轮垂直载荷的变化分析	489
20.5.3	后轴车轮垂直载荷的变化分析	491
20.5.4	对整车绕Z轴的合力矩	492
20.5.5	对悬上质量绕侧倾轴线的合力矩	494
20.5.6	线性三自由度车辆操纵性模型的动力学方程	495
20.5.7	线性三自由度车辆操纵性模型动力学方程的求解	497
20.6	理想的前轮内、外轮转角关系随着车速的变化特性	501
20.7	汽车动力学分析软件	503
20.7.1	Adams/Car 的子系统模板建立器	504
20.7.2	Adams/Car 的标准接口	504
21	汽车的中心操纵性试验及其模拟	509
21.1	中心操纵性试验及其目的	509
21.2	中心操纵性试验方法	510
21.3	中心操纵性试验的数据处理	510
21.3.1	转向盘转角-侧向加速度特性	510
21.3.2	转向盘转矩-侧向加速度特性	512
21.3.3	转向盘转矩-转向盘转角曲线	513
21.3.4	转向功梯度-侧向加速度特性曲线	514
21.4	多种汽车中心操纵性试验结果及其统计分析	517
21.4.1	汽车中心操纵性试验结果的统计分析	517
21.4.2	试验车的重量及其分布	518
21.4.3	转向盘转角-侧向加速度特性曲线相关的评价参数	519
21.4.4	转向盘转矩-侧向加速度特性曲线相关的评价参数	522
21.4.5	转向盘转矩-转向盘转角特性曲线相关的评价参数	524
21.4.6	转向功梯度-侧向加速度特性曲线相关的评价参数	525

21.4.7	一些典型轿车的中心操纵性试验评价参数	526
21.5	汽车转向系统的性能评价试验	527
21.5.1	期望的转向系统性能	527
21.5.2	可变转向力转向系统的作用	528
21.6	汽车的中心操纵性模拟	530
21.6.1	汽车中心操纵性模拟的模型	530
21.6.2	汽车的线性三自由度操纵性模型	530
21.6.3	汽车的转向系统模型	531
21.6.4	汽车转向系统参数变化对中心操纵性的影响	538
21.7	转向中间传动轴的设计问题	541
21.7.1	单个十字轴式万向节的运动学特性	542
21.7.2	双十字轴万向节的应用	544
21.7.3	有利于汽车中心操纵性的转向中间传动轴设计	546
参考文献		550



汽车悬架系统概述

1.1 悬架的基本功能及设计要求

悬架是现代汽车上的一个重要总成,它把车架(或车身)与车轴(或车轮)弹性地连接起来。其主要任务是在车轮和车架(或车身)之间传递所有的力和力矩,缓和由路面不平传给车架(或车身)的冲击载荷,衰减由此引起的承载系统的振动,隔离来自地面、轮胎输入的噪声,控制车轮的运动规律,以保证汽车具有需要的乘坐舒适性(平顺性)和操纵稳定性。图 1-1 和图 1-2 分别示出一种轿车和一种货车的前悬架。

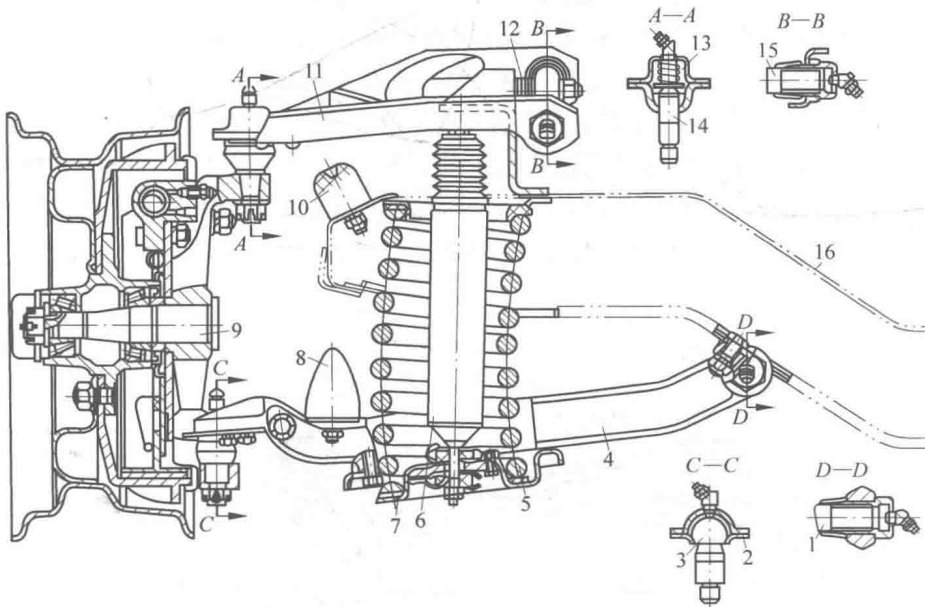


图 1-1 红旗 CA7560 轿车的双横臂式独立悬架(前悬架)

- 1—下横臂轴; 2—垫片; 3—下球头销; 4—下横臂; 5—螺旋弹簧; 6—筒式减振器; 7—橡胶垫圈;
8—下缓冲块; 9—转向节; 10—上缓冲块; 11—上横臂; 12—调整垫片; 13—弹簧; 14—上球头销;
15—上横臂轴; 16—车架横梁

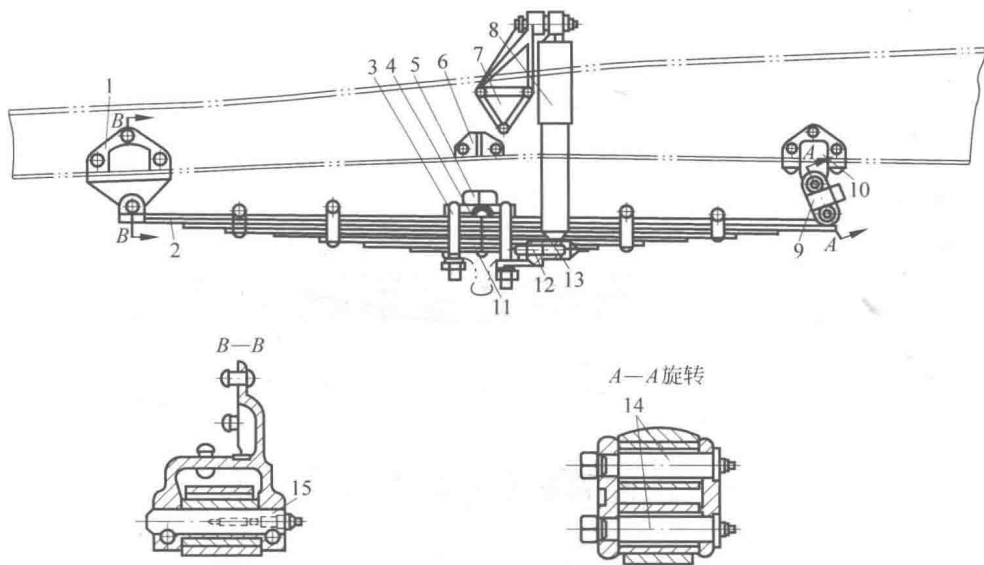


图 1-2 解放 CA1091 货车的前钢板弹簧悬架

- 1—钢板弹簧前支架；2—前钢板弹簧；3—U形螺栓；4—前板簧盖板；5—缓冲块；6—限位块；7—减振器上支架；8—减振器；9—吊耳；10—吊耳支架；11—中心螺栓；12—减振器下支架；13—减振器连接销；14—板簧吊耳销；15—钢板弹簧销

汽车悬架设计应该满足如下要求。

(1) 保证汽车具有良好的行驶平顺性(乘坐舒适性)。使悬架具有合适的刚度,以保证汽车具有合适的偏频;具有合适的减振性能(有合适的阻尼特性),能与悬架的弹性特性相匹配,减小车身和车轮在共振区的振幅,快速地衰减振动;悬下质量小。

(2) 保证汽车具有良好的操纵稳定性。使汽车具有一定的不足转向特性;转向时,具有合适的车身侧倾角。在车轮跳动时,使车轮的定位参数具有合适的变化规律。在前轴,这个任务一般需要悬架和转向杆系来共同完成,如图 1-3 所示。

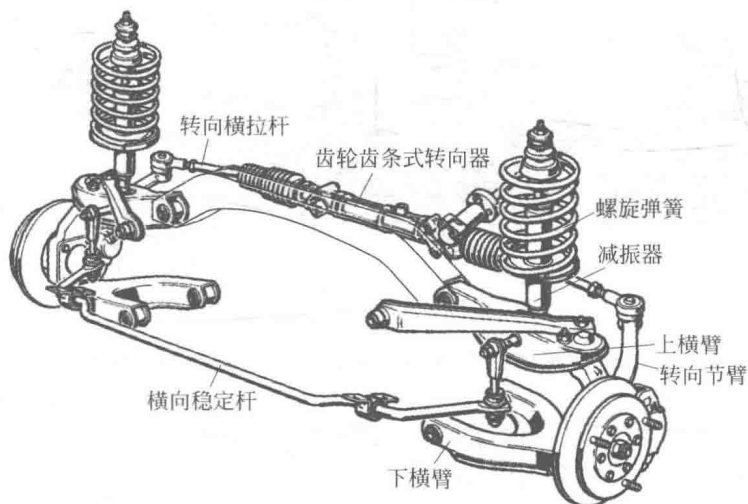


图 1-3 一种雷诺轿车的双横臂式独立悬架和齿轮齿条式转向器