

汽车总体设计

教学内容：本章主要介绍汽车设计的特点、汽车产品开发的过程，以及汽车设计的主要程序；重点讲解汽车整车概念设计时对汽车类型的选择、主要尺寸参数及性能参数的确定和汽车总布置设计等内容。

教学要求：本章主要掌握汽车总体设计程序、汽车主要参数的选择、汽车的总体布置，了解汽车车身形式、发动机和轮胎的选择。

1.1 概述

1.1.1 总体设计应满足的基本要求

由动力装置、底盘、车身、电器及仪表等四部分组成的汽车，是用来载送人员和货物的运输工具。作为一种重要的运输工具，汽车应该满足多方面的要求。把众多的、彼此有时相互制约的要求集中于一件产品上，就是汽车总体设计所要完成的主要任务。

汽车的总体设计应满足以下基本要求：

- (1) 汽车的各项性能、成本等，要达到企业在产品计划中所确定的指标；
- (2) 严格遵守和贯彻有关法规、标准中的规定，注意不要侵犯专利；
- (3) 尽可能贯彻“三化”，即标准化、通用化和系列化；
- (4) 进行有关运动学方面的校核，保证汽车有正确的运动和避免运动干涉；
- (5) 拆装和维修方便。

中国对汽车设计和生产等各方面的法规、标准正在不断完善，其中有些是结合我国具体条件制定的，有些是参照国外的法规、标准制定的。这些法规、标准的涉及面很广，如汽车外廓尺寸的标准《道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值》(GB 1589—2004)、汽车的污染排放标准以及有关道路法规对汽车轴荷的限定要求等。在汽车总体设计时，要特别注意正在实施的强制性标准。中国对汽车设计的强制性标准目前已有 40 项，且会随时间发生变化，须在日常工作中密切注意这方面的最新标准。这些强制性标准与汽车类型有关，设计时一定要严格遵守。

1.1.2 汽车开发程序

汽车车型不同、生产纲领不同，新产品的开发阶段与工作内容也不同。一般新产品开发



要经历五个阶段,各阶段的主要工作内容见表 1-1。

表 1-1 汽车新产品开发的一般程序

阶 段	新 车 设 计	主要工作内容
设计任务书编制阶段	国家汽车发展型谱或上级机关指令 ↓ 工厂产品发展规划 ↓ 概念设计 ↓ 设计任务书的制定	略 市场预测,使用调查,产品水平分析,形体设计,工艺分析,产品的目标成本,产品的通用化、标准化、系列化,绘制方案图,初步性能计算 绘制总布置草图,初选主要技术参数
技术设计阶段	↓ 技术设计 ↓	确定主要参数和结构,总成设计,绘制整车校对图,运动干涉校核,整车性能计算,出试制图和技术文件
试制、试验、改进、定型阶段	↓ 改进设计 ↓ 鉴定定型	试制总成和样车,总成试验,整车试验,使用试验,评价试验,改进设计 工艺审查,成本核算,价值分析,出生产准备用图,编制鉴定文件
生产准备阶段	↓ 小批量生产、用户试验 ↓	工艺调试,继续试验,改进设计,完成生产用图,小批试生产
生产销售阶段	↓ 批量生产与销售	正式销售,售后服务

1.2 汽车产品型号和形式的确定

汽车总体设计的首要任务之一是确定汽车的型号、布置形式。汽车的形式主要是指其轴数、驱动形式、布置形式。



1.2.1 汽车的分类

汽车的分类方法很多,可以按照发动机的排量、乘客座位数、汽车总质量、汽车总长、车身或驾驶室的特点不同等来分类,也可以取上述特征量中的两个指标作为分类的依据。国标 GB/T 15089—2001 对汽车的分类标准见表 1-2。

表 1-2 汽车分类标准(GB/T 15089—2001)

汽 车 类 型			乘员数 座位数	最大设计 总质量/kg	说 明		
M 类至少有 4 个车轮， 且用于载客的 车辆	M ₁		$\frac{—}{\leq 9}$	—	包括驾驶员座位在内的座位数不超过 9 座的载客车辆		
	M ₂	A 级	$\frac{\leq 22}{\geq 9}$	$< 5\,000$	可 载 乘 员 数 (不包括驾驶员) 不多于 22 人	允许乘员站立	包 括 驾 驶 员 座 位 在 内，座 位 数 超 过 9 个， 且最大设计 总质量不超 过 5\,000kg 的载客车辆
		B 级				不允许乘员站立	
		I 级	$\frac{\geq 22}{\geq 9}$		可 载 乘 员 数 (不包括驾驶员) 多于 22 人	允许乘员站立，且乘 员可以自由走动	
		II 级				只允许乘员站立在 过道和/或提供不超过 相当于两个双人座位 的站立面积	
		III 级				不允许乘员站立	
	M ₃	A 级	$\frac{\leq 22}{\geq 9}$	$> 5\,000$	可 载 乘 员 数 (不包括驾驶员) 不多于 22 人	允许乘员站立	包 括 驾 驶 员 座 位 在 内，座 位 数 超 过 9 个， 且最大设计 总质量超过 5\,000kg 的 载客车辆
		B 级				不允许乘员站立	
		I 级	$\frac{\geq 22}{\geq 9}$		可 载 乘 员 数 (不包括驾驶员) 多于 22 人	允许乘员站立，且乘 员可以自由走动	
		II 级				只允许乘员站立在 过道和/或提供不超过 相当于两个双人座位 的站立面积	
		III 级				不允许乘员站立	
N 类至少有 4 个车轮， 且用于载货 的车辆	N ₁		—	$\leq 3\,500$	最大设计总质量不超过 3\,500kg 的载货车辆		
	N ₂			$3\,500\sim 12\,000$	最大设计总质量超过 3\,500kg，但不超过 12\,000kg 的 载货车辆		
	N ₃			$> 12\,000$	最大设计总质量超过 12\,000kg 的载货车辆		

1.2.2 汽车的产品型号

中国国家标准《汽车产品型号编制规则》(GB 9417—1988)规定,汽车的产品型号由企业名称代号、车辆类别代号、主参数代号、产品序号组成,必要时可附加企业自定代号,如图 1-1(a)所示;对于专用汽车及专用半挂车,还应该增加专用汽车分类代号,如图 1-1(b)所示。

企业名称代号一般为汽车制造厂的拼音缩写,例如 BJ(北京)、NJ(南京)、SH(上海)、JN(济南)、SX(陕西)、CQ(川汽)、EQ(二汽)、CA(中国一汽)等。车辆类别代号见表 1-3。

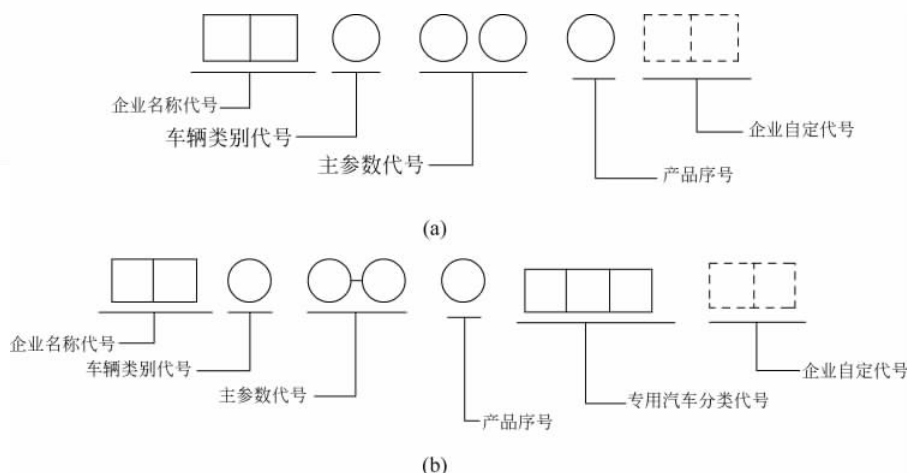


图 1-1 汽车、专用汽车及半挂车产品型号的构成

(a) 汽车产品型号的构成；(b) 专用汽车及专用半挂车产品型号的构成

表 1-3 车辆类别代号

车辆类别代号	车辆种类
1	载货汽车
2	越野汽车
3	自卸汽车
4	牵引汽车
5	专用汽车
6	客车
7	轿车
8	
9	半挂车及专用半挂车

主参数代号用两位阿拉伯数字表示。载货汽车、越野汽车、自卸汽车、牵引汽车、专用汽车与半挂车的主参数代号以车辆的总质量(单位为 t)表示。牵引汽车的总质量包括牵引汽车上的最大质量,当总质量为 100t 或以上时,可用三位数表示。客车的主参数代号用车辆长度(单位为 m)表示,当长度小于 10m 时,应精确到小数点后一位,并以其数值的 10 倍数表示。轿车的主参数代号以其发动机排量(单位为 L)表示,其数值应精确到小数点后一位,并以其值的 10 倍表示。

产品序号指企业发展该产品的顺序号。

企业自定代号用汉语拼音字母或阿拉伯数字表示,位数由企业自定,表示同一种汽车但结构略有变化的情况。

例如汽油机与柴油机,长、短轴距,单、双排座驾驶室,左、右转向盘等。

专用汽车分类代号用三个汉语拼音字母表示,第一个字母表示车辆结构特征,结构特征代号用 X 表示厢式汽车, G 表示罐式汽车, Z 表示专用汽车, T 表示特种结构汽车, J 表示起重举升汽车, C 表示仓栏式汽车。用途特征代号用专用汽车具体用途的两个汉字的第一个汉语拼音字母表示。

例如 CA1091 表示第一汽车集团公司生产的总质量约 9t(实为 9 310kg)的第二代货车; EQ2080 表示东风汽车集团公司(二汽)生产的总质量约 8t(实为 7 720kg)的第一代越野汽车; TJ7100 表示天津汽车工业(集团)有限公司生产的发动机排量为 1.0L 的微型轿车。

1.2.3 汽车的形式

不同形式的汽车,主要体现在轴数、驱动形式以及布置形式上有区别。

1.2.3.1 轴数

汽车可以有两轴、三轴、四轴甚至更多的轴数。影响选取轴数的因素主要有汽车的总质

量、道路法规对轴载质量的限制和轮胎的负荷能力等。

中国道路标准规定：单后轴负荷不大于 130kN；双后轴总负荷不大于 240kN；双后轴汽车前后轴总负荷不大于 190kN；三轴汽车前后轴总负荷不大于 320kN；总负荷超过上述数值时可采用四根轴。

不在公路上行驶的汽车，轴荷不受道路桥梁限制，如矿用自卸车等多数采用两轴形式。

1.2.3.2 驱动形式

汽车驱动形式有 4×2 、 4×4 、 6×2 、 6×4 、 6×6 、 8×4 、 8×8 等，其中前一位数字表示汽车车轮总数，后一位数字表示驱动轮数。采用 4×2 驱动形式的汽车结构简单，制造成本低，多用于轿车和总质量较小的公路用车辆。总质量在 19~26t 的公路用汽车，采用 6×2 或 6×4 的驱动形式。为了提高越野汽车的通过性，应采用全轮驱动形式。

1.2.3.3 布置形式

汽车的布置形式是就发动机、驱动桥和车身(或驾驶室)的相互关系和布置特点而言。汽车的使用性能除取决于整车和各总成的有关参数以外，汽车的布置形式对使用性能也有重要影响。

1. 轿车的布置形式

轿车的布置形式主要有发动机前置前轮驱动、发动机前置后轮驱动、发动机后置后轮驱动三种，见图 1-2，少数轿车采用发动机前置全轮驱动。

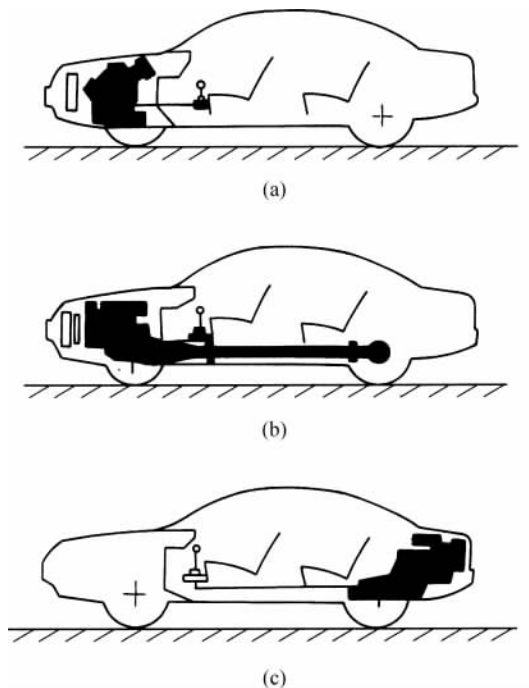


图 1-2 轿车的布置形式

(a) 发动机前置前轮驱动；(b) 发动机前置后轮驱动；(c) 发动机后置后轮驱动



1) 发动机前置前轮驱动

发动机前置前驱动时,可以纵置或者前置,也可以布置在轴距外、轴距内或前桥上方。这种布置形式目前在中级及以下级别轿车上得到广泛应用,主要因为有下列优点:

- (1) 与后轮驱动汽车比较,前轮驱动汽车的前桥轴荷大,有明显的不足转向性能;
- (2) 前轮是驱动轮,越过障碍的能力高;
- (3) 主减速器与变速器装在一个壳体内,因而动力总成结构紧凑;
- (4) 没有传动轴,车内地板凸包高度可以降低(此时地板凸包仅用来容纳排气管),有利于提高乘坐舒适性;
- (5) 当发动机布置在轴距外时,汽车的轴距可以缩短,因而有利于提高汽车的机动性;
- (6) 汽车散热器布置在汽车前部,散热条件好,发动机得到足够的冷却;
- (7) 行李箱布置在汽车后部,故有足够大的行李箱空间;
- (8) 容易改装为客货两用车或救护车;
- (9) 供暖机构简单,且因管路短所以供暖效率高;
- (10) 发动机、离合器、变速器与驾驶员位置近,操纵机构简单;
- (11) 发动机可以采用纵置或横置方案,特别是采用横置发动机时,能缩短汽车的总长,加上取消了传动轴等因素的影响,汽车消耗的材料明显减少,使整车整备质量减小;
- (12) 发动机横置时,原主减速器的锥齿轮可用圆柱齿轮取代,降低了制造难度,同时在装配和使用时也不必进行齿轮调整工作,此时变速器和主减速器可以使用同一种润滑油。

发动机前置前轮驱动轿车的主要缺点为:

- (1) 前轮驱动并转向需要采用等速万向节,其结构和制造工艺较复杂;
- (2) 前桥负荷较后轴重,并且前轮又是转向轮,故前轮工作条件恶劣,轮胎寿命短;
- (3) 上坡行驶时因驱动轮上附着力减小,汽车爬坡能力降低;
- (4) 一旦发生正面碰撞事故,发动机及其附件损失较大,维修费用高。

目前我国生产的 Audi100、Santana2000、Jetta、CA7220、Bulck、Passat、Accord、富康、英格尔(南汽)、夏利等轿车,均采用发动机前置前轮驱动的布置形式。

2) 发动机前置后轮驱动

发动机前置后轮驱动轿车有如下主要优点:

- (1) 轴荷分配合理,因而有利于提高轮胎的使用寿命;
- (2) 前轮不驱动,因而不需要采用等速万向节,并有利于降低制造成本;
- (3) 操纵机构简单;
- (4) 采暖机构简单,且管路短,供暖效率高;
- (5) 发动机冷却条件好;
- (6) 上坡行驶时,因驱动轮上的附着力增大,故爬坡能力强;
- (7) 改装为客货两用车或救护车比较容易;
- (8) 有足够大的行李箱空间;
- (9) 因变速器与主减速器分开,故拆装、维修容易。

发动机前置后轮驱动轿车的主要缺点为:

- (1) 车身地板下有传动轴,地板上有凸起的通道,并使后排座椅中部座垫的厚度减薄,影响了乘坐舒适性;



(2) 汽车正面与其他物体发生碰撞时,易导致发动机进入车厢,会使前排乘员受到严重伤害;

(3) 汽车的总长较长,整车整备质量增大,同时影响到汽车的燃油经济性和动力性。

发动机前置后轮驱动轿车因车厢较长,乘坐空间宽敞,行驶平稳,故在中高级和高级轿车上得到应用。

3) 发动机后置后轮驱动

对于发动机后置后轮驱动轿车,除去动力总成,包括发动机、离合器、变速器和主减速器布置成一体,使结构紧凑以外,还有下述优点:

(1) 发动机后置,汽车前部高度有条件降低,改善了驾驶员视野;

(2) 整车整备质量小;

(3) 没有传动轴,且排气管不必从前部向后延伸,故车厢内地板比较平整,只需用较低的凸包高度来容纳操纵机构的杆件和加强地板刚度,这就改善了后排座椅中间座位乘员的出入条件;

(4) 乘客座椅能够布置在舒适区内;

(5) 在坡道上行驶时,由于驱动轮上附着力增大,爬坡能力提高;

(6) 发动机布置在轴距外时,汽车轴距短,机动性能好。

发动机后置后轮驱动轿车的主要缺点为:

(1) 后桥负荷重,使汽车具有过多转向的倾向;

(2) 前轮附着力小,高速行驶时转向不稳定,影响操纵稳定性;

(3) 行李箱在前部,受转向轮转向占据一定空间和改善驾驶员视野影响,行李箱空间不够大;

(4) 动力总成在后部,距驾驶员较远,所以操纵机构复杂;

(5) 受发动机高度影响,改装为客货两用车或救护车困难。

因上述缺点,发动机后置后轮驱动轿车几乎已不采用。

2. 货车布置形式

按驾驶室与发动机相对位置的不同,货车有长头式、短头式、平头式和偏置式。长头式的特点是发动机位于驾驶室前部,当发动机有少部分位于驾驶室内时称为短头式,发动机位于驾驶室内时称为平头式,驾驶室偏置在发动机旁的货车称为偏置式。

平头式的货车的主要优点为:汽车总长和轴距尺寸短,最小转弯直径小,机动性能好;不需要发动机罩和翼子板,加上总长缩短等因素的影响,汽车整车整备质量小;驾驶员的视野得到明显改善;采用翻转式驾驶室时能改善发动机及其附件的接近性;汽车面积利用率高。

平头式货车的主要缺点为:前轴负荷大,因而汽车通过性能变差;驾驶室有翻转机构和锁住机构,使机构复杂;进、出驾驶室不如长头式货车方便;离合器、变速器等操纵机构复杂;驾驶室内受热及振动均较大;汽车正面与其他物体发生碰撞时,特别是微型、轻型平头货车,使驾驶员和前排乘员受到严重伤害的可能性增加。

平头式货车的发动机可以布置在座椅下后部,此时中间座椅处没有很高的凸起,可以布置三人座椅,故得到广泛应用。发动机布置在驾驶员和副驾驶座椅中间形成凸起隔断的



布置方案仅在早期的平头车上得到应用。

平头式货车在各种级别的货车上得到广泛应用。

长头式货车的主要优缺点与平头式货车的优缺点相反,而短头式介于两者之间,但更趋于与长头式优缺点相近。长头式货车的前轮相对车头的位置有三种:靠前、居中、靠后。前轮靠前时因轴荷分配不合理,已不采用;前轮靠后时,轮罩凸包会影响驾驶员的操作空间;前轮居中时外形美观,布置匀称,故得到广泛应用。

偏置式驾驶室的货车主要用于重型矿用自卸车上。它具有平头式货车的一些优点,如轴距短、视野良好等,此外还具有驾驶室通风条件好、维修发动机方便等优点。

货车按照发动机位置不同,可分为发动机前置、中置和后置三种布置形式。其中发动机前置后桥驱动货车得到广泛应用。它与其他两种布置形式比较有如下优点:维修发动机方便;离合器、变速器等操纵机构简单;货箱地板高度低;可以采用直列发动机、V型发动机或卧式发动机;发现发动机故障容易。

发动机前置后桥驱动的货车有下述主要缺点:如果采用平头式驾驶室,且发动机布置在前轴上,处于两侧座位之间时,驾驶室内部拥挤,隔热、隔振、密封和降低噪声问题难以解决;如果采用长头式驾驶室,为保证具有良好的视野,驾驶员座椅须布置高些,这又影响整车和质心高度,同时增加了整车长度。

采用卧式发动机,且布置在货箱下方的后桥驱动货车,因发动机通用性不好,需特殊设计,维修不便;油门、离合器、变速器等操纵机构因距驾驶员远,导致机构复杂;发动机距地面近,容易被车轮带起来的泥土弄脏;受发动机位置影响,货箱地板高度高。目前这种布置形式的货车已不采用。

发动机后置后轮驱动货车是由发动机后置后轮驱动的轿车变形而来,所以极少采用。这种形式货车的主要缺点为:后桥超载;操纵机构复杂;发现发动机故障和维修发动机都困难以及发动机容易被泥土弄脏等。

3. 大客车的布置形式

根据发动机的位置不同,大客车有下列布置形式:发动机前置后桥驱动,见图 1-3(a);发动机中置后桥驱动,见图 1-3(b);发动机后置后桥驱动,见图 1-3(c)。

发动机前置时,可布置在轴距外或前轴上方。发动机后置时,可以纵置或横置在汽车后部,见图 1-3(d)。

1) 发动机前置后桥驱动

大客车采用发动机前置后桥驱动布置方案的优点为:

- (1) 动力总成操纵机构结构简单;
- (2) 散热器位于汽车前部,冷却效果好;
- (3) 冬季在散热器罩前部蒙以保护棉被,能改善发动机的保温条件;
- (4) 发动机出现故障时驾驶员容易发现。

此方案的主要缺点有:

(1) 发动机凸起在地板表面上部,因而车厢面积利用不好,且布置座椅时会受到发动机的限制;

- (2) 传动轴从地板下面通过,致使地板平面离地面较高,乘客上、下车不方便;

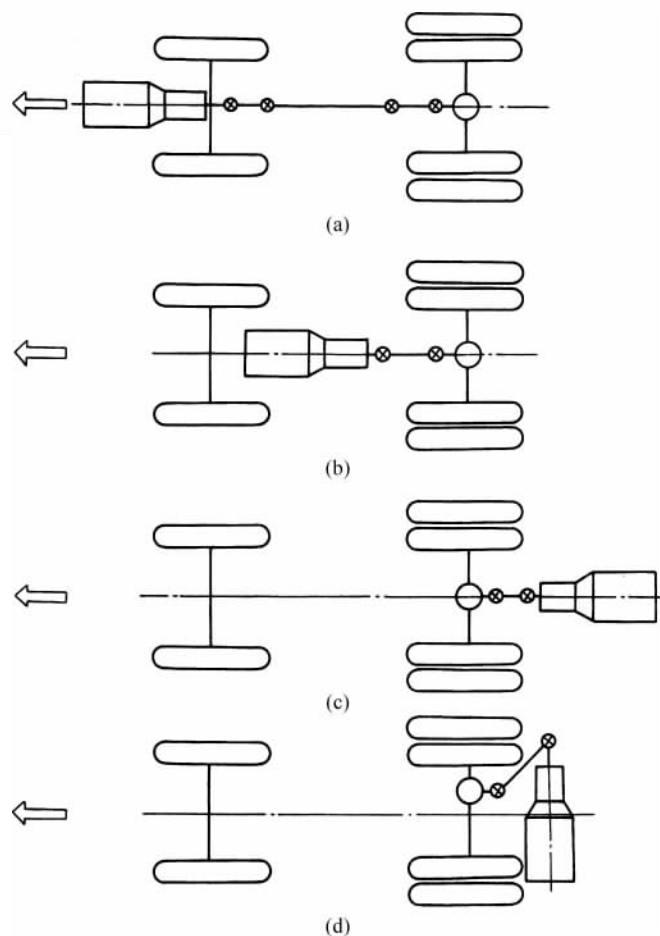


图 1-3 大客车的布置形式

(a) 发动机前置后桥驱动；(b) 发动机中置后桥驱动；(c) 发动机后置后桥驱动；(d) 发动机横置后置时的后桥驱动

- (3) 传动轴长度长；
- (4) 发动机的噪声、气味和热量易于传入车厢内；
- (5) 隔绝发动机振动困难，影响乘坐舒适性；
- (6) 检查发动机故障必须在驾驶室内进行，降低了检修工作的舒适性；
- (7) 如果乘客门布置在轴距内，使车身刚度削弱；
- (8) 若采用前开门布置，虽然可以改善车身刚度，但会使前悬加长，同时可能使前轴超载。

2) 发动机后置后桥驱动

发动机后置后桥驱动布置方案的主要优点为：

- (1) 能较好地隔绝发动机的噪声、气味、热量；
- (2) 检修发动机方便；
- (3) 轴荷分配合理；
- (4) 后桥簧上质量与簧下质量之比增大，能改善车厢后部的乘坐舒适性；



(5) 当发动机横置时,车厢面积利用较好,且布置座椅受发动机影响较小;

(6) 作为城市间客车使用时,能够在地板下部和客车全宽范围内设立体积很大的行李箱,作为市内用客车不需要行李箱时,则可以降低地板高度;

(7) 传动轴长度短。

此方案的主要缺点为:

(1) 发动机的冷却条件不好,必须采用冷却效果强的散热器;

(2) 动力总成操纵机构复杂;

(3) 驾驶员不容易发现发动机故障。

3) 发动机中置后桥驱动

发动机中置后桥驱动布置方案的主要优点为:

(1) 轴荷分配合理;

(2) 传动轴的长度短;

(3) 车厢内面积利用最好,且座椅布置不受发动机的限制;

(4) 乘客车门能布置在前轴之前等。

此方案存在的缺点为:

(1) 发动机必须采用水平对置式,且布置在地板下部,给检修发动机带来困难;

(2) 驾驶员不容易发现发动机故障;

(3) 发动机在热带的冷却条件和在寒带的保温条件均不好;

(4) 发动机的噪声、气味、热量和振动均能传入车厢;

(5) 动力总成操纵机构复杂;

(6) 受发动机影响,地板平面距地面较高;

(7) 在土路上行驶的发动机极易被泥土弄脏。

发动机前置后桥驱动的大客车,常在货车底盘基础上改装而成;发动机后置后桥驱动大客车优点明显。目前,这两种布置形式的大客车得到广泛应用。

1.3 汽车主要参数的选择

1.3.1 汽车主要尺寸参数的确定

汽车的主要尺寸包括外廓尺寸、轴距、轮距、前悬、后悬、货车车头长度和车箱尺寸等。

1. 外廓尺寸

《道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值》(GB 1589—2004)规定汽车外廓尺寸长:货车、越野车、整体式客车不应超过 12m,单铰接式客车不超过 18m,半挂汽车列车不超过 16.5m,全挂汽车列车不超过 20m;不包括后视镜,汽车宽不超过 2.5m;空载、顶窗关闭状态下,汽车高不超过 4m;后视镜等单侧外伸量不得超出最大宽度处 250mm;顶窗、换气装置开启时不得超出车高 300mm。

不在公路上行驶的汽车,其外廓尺寸不受上述规定限制。

轿车总长 L_a 为轴距 L 、前悬 L_F 和后悬 L_R 的和。 L_a 与轴距 L 的关系为: $L_a = L/C$,式