



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通高等教育机电类规划教材

专用汽车 结构与设计

卞学良 ● 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通高等教育机电类规划教材

专用汽车结构与设计

主 编 卞学良

副主编 郑清平 刘 茜

参 编 马国清 胡顺堂

主 审 袁兆祥 陈 弘



机械工业出版社

本书对厢式汽车、罐式汽车、自卸汽车、起重举升汽车、仓栅汽车、特种结构汽车等六大类专用汽车及汽车列车结构与设计作了论述。对每一类专用汽车,均以典型车型为例,在介绍其整车结构特点、工作原理以及整车参数的基础之上,重点解剖分析了专用工作装置和典型零部件的设计原则、计算方法及主要技术参数选择。全书图例详尽,内容丰富。

本书可作为大专院校培养汽车、专用汽车设计人才的教科书,亦可作为汽车运用工程专业的公路特种车辆运输教材以及汽车设计、制造及使用维修工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

专用汽车结构与设计/卞学良主编. —北京:机械工业出版社,2007.7
普通高等教育“十一五”国家级规划教材 普通高等教育机电类规划教材

ISBN 978-7-111-22079-4

I. 专… II. 卞… III. ①汽车—结构—高等学校—教材②汽车—设计—高等学校—教材 IV U463 U462

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第119543号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:冯 钺 版式设计:冉晓华 责任校对:姜 婷

策划编辑:赵爱宁 封面设计:王伟光 责任印制:杨 曦

北京机工印刷厂印刷(北京双新装订有限公司装订)

2008年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16.25印张·399千字

标准书号:ISBN 978-7-111-22079-4

定价:26.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379712

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书把专用汽车结构与设计融为一体，对厢式汽车、罐式汽车、自卸汽车、起重举升汽车、仓栅汽车、特种结构汽车等六大类专用汽车及汽车列车结构与设计作了论述。按国家标准 GB/T 17350—1998 对专用汽车进行分类编写，并以典型车型为例，在介绍其整车结构特点、工作原理以及整车参数的基础之上，重点解剖分析了专用工作装置和典型零部件的设计原则、计算方法及主要技术参数选择。全书图例详尽，内容丰富。

本书可作为大专院校培养汽车、专用汽车设计人才的教科书，亦可作为汽车运用工程专业的公路特种车辆运输教材以及汽车设计、制造及使用维修工程技术人员的参考书。

本书由河北工业大学卞学良编写第三章，天津工业大学郑清平编写第四章和第八章，河北工业大学刘茜编写第二章和第五章，烟台大学马国清编写第六章和第七章，中国人民解放军军事交通学院胡顺堂编写第一章。全书由卞学良任主编，郑清平和刘茜任副主编。

本书由清华大学汽车系袁兆祥教授和中国汽车技术中心陈弘高级工程师任主审。主审对本书内容进行了认真仔细的审阅，提出了许多宝贵意见，编者在此表示诚挚的谢意。

由于编者学识有限，书中错误和疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 专用汽车总体设计	1	第五章 起重举升汽车的结构与设计	132
第一节 专用汽车分类与编号	1	第一节 概述	132
第二节 专用汽车总体设计概述	4	第二节 随车起重运输车的结构与设 计	132
第三节 专用汽车的总体布置	8	第三节 栏板起重运输车的结构与设 计	140
第四节 专用汽车主要性能参数的计 算	19	第四节 高空作业车的结构与设 计	151
第二章 厢式汽车的结构与设计	28	第六章 仓栅式汽车的结构与设计	171
第一节 概述	28	第一节 散装饲料运输汽车的结构与 设计	171
第二节 厢式货车的结构与设 计	28	第二节 散装粮食运输汽车的结构与 设计	177
第三节 冷藏保温汽车的结构与设 计	32	第三节 畜禽运输车	180
第三章 罐式汽车的结构与设计	48	第七章 特种结构汽车的结构与设 计	187
第一节 概述	48	第一节 概述	187
第二节 液罐汽车的结构与设计	53	第二节 集装箱运输车的结构与设 计	188
第三节 液化气体运输车的结构与设 计	71	第三节 混凝土泵车的结构与设 计	199
第四节 粉粒物料运输车的结构与设 计	80	第八章 汽车列车的结构与设 计	223
第五节 混凝土搅拌运输车的结构与设 计	98	第一节 概述	223
第四章 专用自卸汽车的结构与设 计	106	第二节 半挂车的结构与设 计	227
第一节 概述	106	第三节 全挂车的结构与设 计	242
第二节 自卸式垃圾车的结构与设 计	106	第四节 挂车悬架的结构与设 计	246
第三节 压缩式垃圾车的结构与设 计	118	参考文献	254
第四节 摆臂式垃圾车的结构与设 计	124		

第一章 专用汽车总体设计

第一节 专用汽车分类与编号

一、专用汽车的概念及分类

专用汽车一词在国外大致起始于 20 世纪 50 年代。二战结束后，欧美各国经济逐步发展，为了缩短作业时间，提高作业效率，实现各类专项作业的机械化和单机化，出现了各类专项作业车辆。首先出现的是环卫作业车辆，如洒水车、清扫车、垃圾集运车，然后出现了路灯维修车、高空作业车、自装卸压缩式垃圾车等等，逐步形成了庞大的专用汽车家族。由此，相对于普通货车来说，把以普通货车底盘为基础，加装专用装备，使其具有专项作业功能的汽车，通称为专用汽车。

随着汽车工业的发展和交通、物流业的发展，社会对汽车的运输效率、经济性提出了越来越高的要求，汽车的专用化趋势也越来越明显。以国外专用汽车发展为例，20 世纪 70 ~ 80 年代，主要发达国家的专用汽车保有量占载货汽车保有量的 50% 左右，现在已经增加到 80% 左右。截至 2005 年 7 月，我国专用汽车生产企业已有 628 家，国内专用汽车品种已达 4900 多个，2005 年专用汽车产量达 70 万辆，占载货汽车总产量的 40%。

在我国，根据 GB/T 17350—1998 中的规定，专用汽车是指“装置有专用设备，具备专用功能，用于承担专门运输任务或专项作业以及其他专项用途的汽车”。

GB/T 17350—1998 标准还把国产专用汽车分为厢式汽车、罐式汽车、专用自卸汽车、起重举升汽车、仓栅式汽车和特种结构汽车六大类。

厢式汽车：具有独立的封闭结构车厢或与驾驶室联成一体整体式封闭结构车厢的专用汽车。

罐式汽车：装置有罐状容器，用于运输或完成特定作业任务的专用汽车。

专用自卸汽车：装有液压举升机构，能将车厢（罐体）卸下或使车厢（罐体）倾斜一定角度，货物依靠自重能自行卸下或者水平推挤卸料的专用汽车。

起重举升汽车：装置有起重设备或可升降作业台（斗）的专用汽车。

仓栅式汽车：具有仓笼式或栅栏式结构车厢的专用汽车。

特种结构汽车：具有桁架形结构、平板结构等各种特殊结构，用于承担专项作业的专用汽车。

以上每一类专用汽车都由许多功能不同、结构不同的专用汽车组成，表 1-1 所示为专用汽车分类表。

二、我国专用汽车型号的编制规则

为了便于识别不同的汽车，每种汽车都有型号，用于表明其厂牌、类型和主要特征参数等。国家标准 GB/T 9417—1988 和 GB/T 17350—1998 规定了国产汽车型号的编制规则。

国产汽车的型号由拼音字母和阿拉伯数字组成，包括首部、中部和尾部三部分，如图 1-1 所示。

表 1-1 专用汽车分类表

专用汽车	
厢式汽车	特种结构汽车
防疫车	钻机车
手术车	投捞车
殡仪车	修井车
勘查车	排液车
警备车	通井车
囚车	测井车
通讯车	地锚车
电视车	压裂车
指挥车	清蜡车
宣传车	电源车
计量车	混砂车
检测车	抢险车
仪器车	清障车
工程车	运材车
售货车	照明车
监测车	扫路车
化验车	采油车
冷藏车	输砂车
保温车	沙漠车
运砂车	锅炉车
邮政车	
爆破器材运输车	
淋浴车	
X射线诊断车	
计划生育车	
检修车	
住宿车	
厕所车	
厢容可变车	
警犬运输车	
翼开启厢式车	
地震装线车	
宣传消防车	
勘察消防车	
通讯指挥消防车	
图书馆车	
消毒车	
修理车	
餐车	
血浆运输车	
运油车	
加油车	
低温液体运输车	
液态食品运输车	
粉粒食品运输车	
散装电石粉车	
散装水泥车	
洒水车	
绿化喷洒水车	
吸粪车	
吸污车	
清洗车	
供水车	
混凝土搅拌运输车	
沥青运输车	
沥青撒布车	
油井液处理车	
水罐消防车	
泡沫消防车	
供水消防车	
自装卸式垃圾车	
自卸式垃圾车	
压缩式垃圾车	
摆臂式垃圾车	
车厢可卸式垃圾车	
污泥自卸车	
厢式自卸车	
粉粒物料自卸车	
摆臂式自装卸车	
运桶车	
车厢可卸式汽车	
背罐车	
汽车起重机	
随车起重运输车	
高空作业车	
后栏板起重运输车	
航空食品运输车	
飞机清洗车	
登高平台消防车	
举高喷射消防车	
云梯消防车	
翼开启式栏板起重运输车	
养蜂车	
散装粮食运输车	
畜禽运输车	
散装饲料运输车	
散装种子运输车	
静力触探车	
测试井架车	
立放井架车	
井架装车车	
井控管汇车	
洗井清蜡车	
抽油泵运输车	
固井水泥车	
放射性源车	
机场客梯车	
混凝土泵车	
集装箱运输车	
车辆运输车	
路面养护车	
炸药混装车	
可控震源车	
照明消防车	
干粉消防车	
联用消防车	
救援消防车	

注：表中每一大类名下所列只是具体结构种类的一部分。

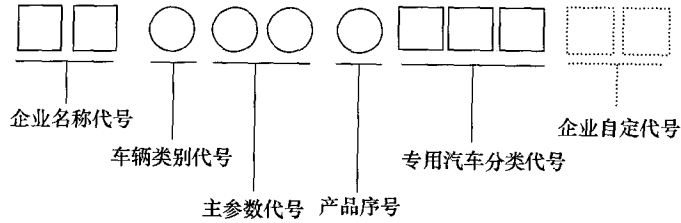


图 1-1 专用汽车产品型号构成

首部：由 2 个或 3 个拼音字母组成，是企业名称代号。如 CA 代表一汽，EQ 代表二汽，HY 代表汉阳特种汽车制造厂等。

中部：由 4 位阿拉伯数字组成，分为首位、中间两位和末位三部分，其具体含义如表 1-2 所示。

表 1-2 汽车型号中部 4 位数字的含义

首位 (1~9) 表示车辆类别		中间两位数字表示汽车的主要特征参数	末位数字
1	载货汽车	数字表示汽车的总质量 (t) 注：总质量超过 100t，允许用三位数字	表示企业自 定产品序号
2	越野汽车		
3	自卸汽车		
4	牵引汽车		
5	专用汽车		
6	客车	数字 × 0.1m 表示车辆总长度 ^①	
7	轿车	数字 × 0.1L 表示发动机排量	
8	(暂缺)		
9	半挂车或专用半挂车	数字表示汽车的总质量 (t)	

① 总长超过 10m，数字 × 1m 表示车辆总长度。

尾部：由拼音字母或加上阿拉伯数字组成，可以表示变型车与基本型的区别或专用汽车的结构特征和用途特征等。专用汽车结构特征代号如表 1-3 所示。

表 1-3 专用汽车结构特征代号

厢式汽车	罐式汽车	专用自卸汽车	特种结构汽车	起重举升汽车	仓栅式汽车
X	G	Z	T	J	C

专用汽车用途特征代号的确定，根据术语的汉字缩写，取其汉语拼音的第 1 位大写字母组合，对于重复的依次取第二位、第三位，但不应采用 I 和 O。如 BW（保温车）、LC（冷藏车）、JB（混凝土搅拌车）、JY（加油车）、GK（高空作业车）等等。

举例：以汉阳特种汽车制造厂生产的第一代总质量为 9.7t 的食用植物油加油车型号为例，其产品型号及含义如图 1-2 所示。

型号 JG5100XLC：表示济南考格尔特种汽车有限公司生产的第一代总质量 10t 的厢式专用冷藏车。

型号 AH5250GJB1：表示安徽星马汽车有限公司生产的第一代总质量为 24.8t 的罐式混凝土搅拌车。

型号 HYL5160JGK：表示杭州爱知工程车辆有限公司（前身为杭州园林机械厂）生产的

第一代总质量 16t 的起重举升类专用汽车，即高空作业车。

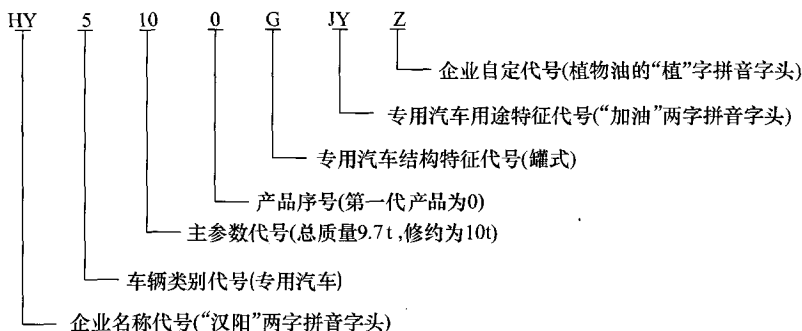


图 1-2 专用汽车产品型号含义举例

第二节 专用汽车总体设计概述

一、专用汽车设计的特点和要求

与普通汽车相比，专用汽车是装置有专用设备，具备专用功能，用于承担专门运输任务或专项作业任务的汽车。因此，设计上在满足普通基本型汽车性能要求的基础上，还要满足专用功能的要求，这就形成了其自身特点和特殊要求。这些特点和特殊要求概括如下：

1) 专用汽车设计常选用定型的基本型汽车底盘进行改装设计。设计中要首先了解商用车产品的生产情况、底盘规格、供货渠道、销售价格及相关资料等。然后根据所设计的专用汽车的特殊功能和性能指标要求，在功率匹配、动力输出、传动方式、外形尺寸、轴载质量、成本等方面进行分析比较，优选出一种基本型汽车底盘作为专用汽车改装设计的底盘。

对于不能直接采用二类底盘或三类底盘进行改装的专用汽车，在设计专用底盘时也要尽量选用定型的汽车总成和部件进行设计，以缩短产品的开发周期，提高产品的可靠性。

2) 专用汽车设计的主要工作是总体布置和专用工作装置的匹配。设计时既要保证专用功能满足其性能要求，又要尽量不影响汽车底盘的基本性能。在必要时，可适当降低汽车底盘的某些性能指标，以满足实现某些专用工作装置性能的要求，但必须保证安全。

3) 专用汽车设计应考虑产品的系列化。由于专用汽车生产具有品种多、批量少的特点，产品系列化可以根据不同用户的特殊需要很快地进行产品变型，缩短生产周期。图 1-3 所示为某厂牵引车、半挂车和全挂车系列型谱。对于专用汽车零部件的设计，应按“三化”的要求进行，最大限度地选用标准件，或选用已经定型产品的零部件，尽量减少自制件，提高设计生产效率和可靠性。对自制件的设计，应遵循单件或小批量的生产特点，要更多考虑通用设备加工的可能性。

4) 工作装置核心部件应严格优选，保证质量。专用汽车专项作业性能的好坏，主要取决于工作装置中某些核心部件和总成（如各种水泵、油泵、气泵、空压机及各种阀等）的性能。因此这些核心部件，要从专业生产厂家中优选，以满足性能和可靠性要求。

5) 在普通汽车底盘上改装的专用汽车，底盘受载情况可能与原设计不同，因此要对一些重要的总成结构件进行强度校核。

6) 专用汽车设计应满足有关机动车辆公路交通安全法规的要求。对于某些特殊车辆，

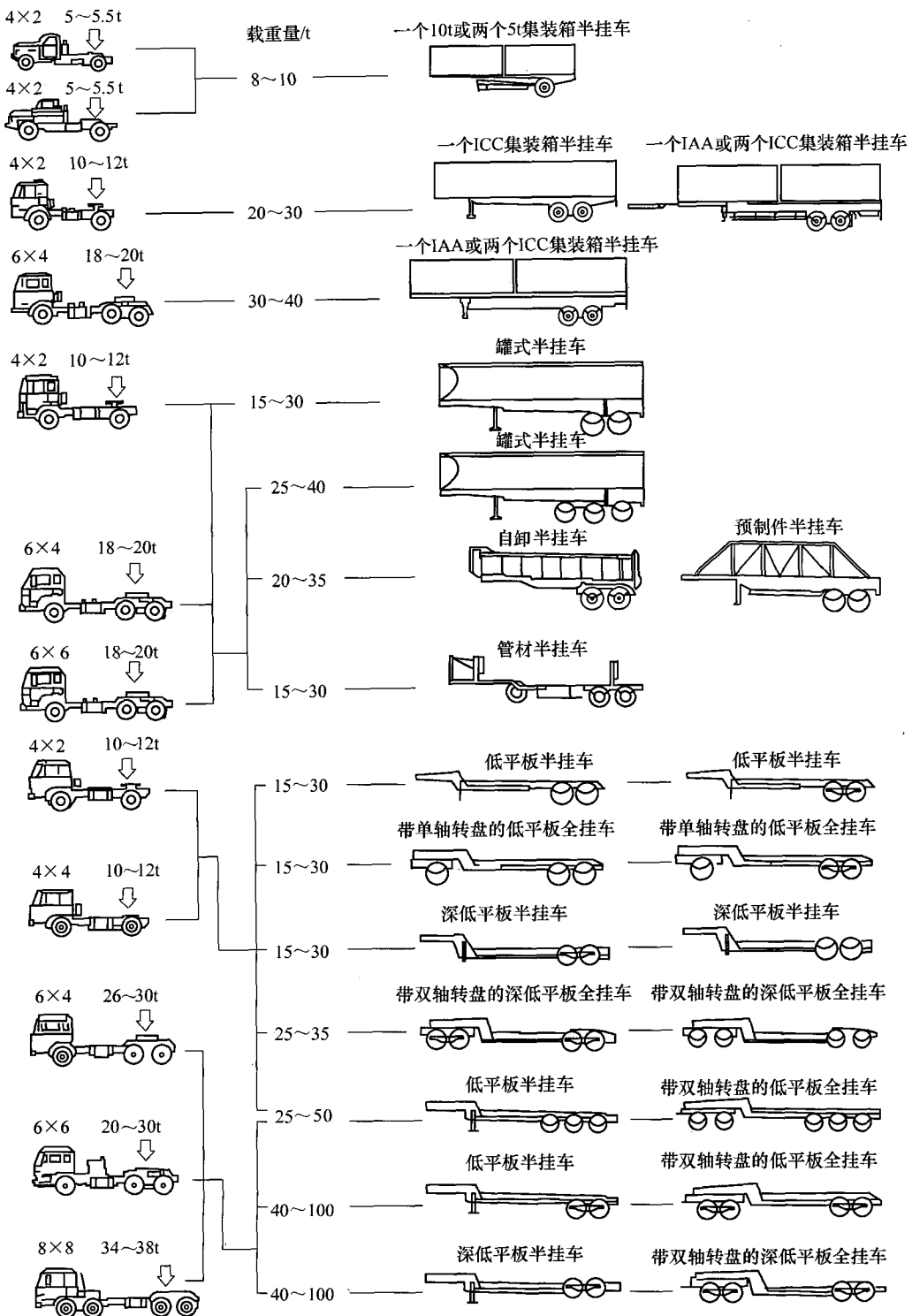


图 1-3 某厂牵引车、半挂车和全挂车系列图谱

如重型半挂车、油田修井车、机场宽体客车等，应作为特定作业环境的特种车辆来处理。

综上所述，专用汽车的设计既要满足汽车设计的一般要求，同时又要获得好的专用性能，满足专用功能的要求。这就要求设计中汽车和专用工作装置合理匹配，构成一个协调的整体，使汽车的基本性能和专用功能都得到充分发挥。

由于专用汽车具有种类多、结构复杂、使用面广、开发周期短等特点，所以专用汽车设计人员既要具备汽车设计的知识和能力，又要掌握专用汽车各种不同工作装置的原理与设计计算方法。同时专用汽车设计人员还要对用户的要求、市场动态有充分的了解，以保证产品在性能上先进，在市场上有竞争力，满足用户的要求。

二、专用汽车底盘的选型

目前，改装专用汽车选用的底盘主要是二类或三类汽车底盘，也有为某些专用汽车设计的专用底盘。专用汽车底盘选型的好坏对专用汽车性能影响很大。汽车底盘的选择或设计专用底盘主要根据专用汽车的类型、用途、装载质量、使用条件、专用汽车的性能指标、专用设备或装置的外形尺寸、动力匹配等来决定。

目前我国对于常规的厢式车、罐式车、自卸车等通常是采用二类汽车底盘改装设计，这是目前专用汽车设计中选用底盘型式最多的一种。所谓二类汽车底盘，是指在基本型整车的基础上去掉货厢。在改装设计的总布置时，在没有货厢的汽车底盘上，加装所需的工作装置或特种车身。采用二类汽车底盘进行改装设计工作的重点是整车总体布置和工作装置设计。设计时，如果严格控制了整车总质量、轴荷分配、质心高度位置等，则基本上能保持原车型的主要性能。但是，还要对改装后的整车重新作出性能分析和计算。

对客车、客货两用车、厢式货车等则通常采用三类汽车底盘改装设计。所谓三类汽车底盘，是指在基本型整车的基础上去掉货厢和驾驶室。近年来，我国乘用车发展很快，对乘用车使用性能的要求也在不断提高，再用原来的三类汽车底盘改装的客车已越来越不受欢迎。因此，各类专用客车底盘应运而生。这些专用客车底盘的基本特点是利用基本型总成，按客车性能要求更新进行整车布置，更新设计悬架系统。这种底盘不仅在质心位置、整车性能特别是平顺性方面有很大的变化，而且在传动系统和动力匹配、制动系统等总成方面也有较大的改装设计。

目前在用普通汽车底盘进行改装设计时，把更换了发动机的底盘（如将汽油发动机换成柴油发动机），也当作三类底盘处理。

无论选用二类或三类汽车底盘，很难完全满足某些专用汽车的性能要求。例如用普通汽车底盘改装厢式货车，存在质心过高、轴荷分配不合理的问题；改装消防车，首先是底盘车速达不到要求；改装客厢式专用车，存在平顺性差的问题。因此，若要使我国的专用汽车上质量、上档次，一定要开发出一些具有特点的专用汽车底盘。

在专用汽车底盘或总成选型方面，一般应满足以下要求：

(1) 适用性 对货运车用的总成要适应货运要求，保证货运安全无损；对乘用车用的总成要适于乘客的需要，达到乘坐安全舒适；对各种专用改装车的总成应适于专用汽车特殊功能的要求，并以此为主要目标进行改装选型设计，例如各种取力器的输出接口等。

(2) 可靠性 所选用的各总成工作应可靠，出现故障的概率小，零部件要有足够的强度和寿命，同一车型各总成零部件的寿命应趋于均衡。

(3) 先进性 所选用的底盘或总成，应使整车在动力性、经济性、制动性、操纵平顺

性以及通过性等基本性能指标和功能方面达到同类车型的先进水平，而且在专用性能上要满足国家或行业标准的要求。

(4) 方便性 所选用的各总成要便于安装、检查、保养和维修。处理好结构紧凑与装配调试空间合理之间矛盾。

在选用专用汽车底盘时，除了上述因素外，还有以下两个很重要的方面：一是汽车底盘价格，它在专用汽车购置成本中占很大的部分，一定要考虑到用户可以接受，这也涉及到专用汽车产品能否很快地占有市场、企业能否增加效益等问题。二是汽车底盘供货要有可靠来源，要同生产汽车底盘的主机厂有明确的协议或合同，无论汽车底盘滞销或紧俏，一定要按时供货。

三、专用汽车的功率平衡和比功率

1. 专用汽车的功率平衡计算

专用汽车在行驶过程中所需的驱动功率即发动机发出的功率 P_i (kW)，恒等于用于克服行驶阻力与驱动专用工作装置运转消耗功率以及机械传动损失功率之和。按下式计算

$$P_i = \frac{1}{\eta} \left(\frac{m_a g f}{3600} v_{\max} + \frac{C_D A_D}{76140} v_{\max}^3 \right) + \frac{P_0}{\eta_0} \quad (1-1)$$

式中 m_a ——整车总质量 (kg)；

f ——滚动阻力系数；

η ——汽车底盘传动系的机械效率；

C_D ——空气阻力系数；

A_D ——整车迎风面积 (m^2)；

v_{\max} ——最高车速 (km/h)；

P_0 ——专用工作装置在车辆行驶中从汽车底盘所取的功率 (kW)；

η_0 ——专用工作装置的机械效率。

考虑到发动机功率有一定的储备，则需要给发动机确定一定的负荷率，其范围一般在 75% ~ 90%。当外载负荷变化大，或车辆行驶所需的功率估算不准确时，应取下限值 75%；当外载负荷变化小，或所需的功率估算较准确时，取上限值 90%。一般负荷率不大于 90%。

这样可计算出专用汽车发动机所需要的总功率 P (kW) 为

$$P = \frac{P_i}{(0.75 \sim 0.90)} \quad (1-2)$$

2. 比功率计算

汽车的比功率 P_d (kW/kg) 是指单位汽车总质量的发动机功率，若不计风阻，其计算式为

$$P_d = \frac{P}{m_a} \quad (1-3)$$

专用汽车 (含汽车列车) 比功率的大致范围是：

$$m_a < 5 \times 10^3 \text{ kg} \quad P_d = 0.015 \sim 0.021 \text{ kW/kg}$$

$$m_a \geq 5 \times 10^3 \text{ kg} \quad P_d = 0.0075 \sim 0.011 \text{ kW/kg}$$

$$m_a > 19 \times 10^3 \text{ kg} \quad P_d = 0.00478 \sim 0.007 \text{ kW/kg}$$

目前，随着公路运输条件的改善，车辆运输速度的提高，比功率有增加的趋势。例如有

的国家规定，对于大客车、货车（专用车）及汽车列车，其比功率不能低于 0.006 kW/kg ，以防止车辆的动力性不足，阻碍车流。

第三节 专用汽车的总体布置

一、总体布置的原则

专用汽车总体布置的任务是正确选取整车主要参数，合理布置工作装置和附件，达到设计任务书所提出的整车基本性能和专用性能的要求。在进行总体布置时应遵循以下原则：

(1) 尽量避免变动汽车底盘各总成位置 总成部件位置的变动，不仅会增加成本，而且也会影响到整车性能。但有时为了满足专用工作装置的特殊性能要求，也需要作一些改动，如截短原汽车底盘的后悬，燃油箱和备胎架的位置作适当调整等。但改变的原则必须是不影响整车性能。

(2) 尽量满足专用工作装置性能的要求，充分发挥专用功能 例如气卸散装水泥罐式汽车的专用功能是利用压缩空气使水泥流态化后，通过管道将水泥输送到具有一定高度和水平距离的水泥库中。气卸水泥的主要性能指标是水泥剩余率或剩灰率。为了降低这一指标，可将罐体布置成与水平线成一定角度，如图 1-4 所示。但这样布置会使整车质心提高，减少了侧倾稳定角，因此也可以水平布置，如图 1-5 所示。所以在进行总布置时，要从多方面综合考虑。

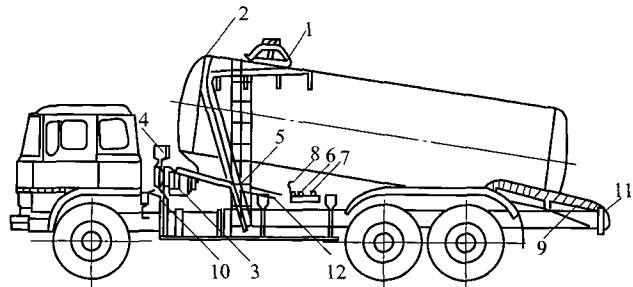


图 1-4 斜卧式粉罐汽车总体布置

- 1—装料口 2—排气阀 3—空气压缩机 4—滤气器
- 5—安全阀 6—进气阀 7—二次喷嘴阀 8—压力表
- 9—卸料口 10—调速器操纵杆 11—卸料软管
- 12—进气管道

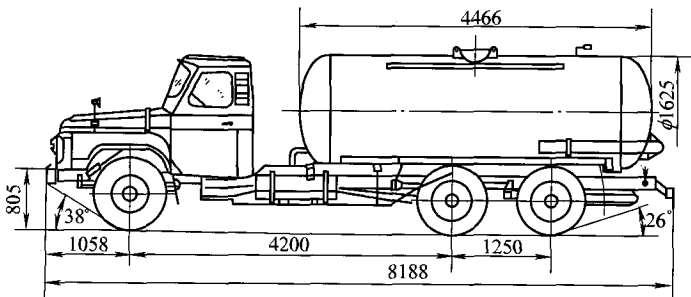


图 1-5 平卧式粉罐汽车总体布置

(3) 必须对装载质量、轴荷分配等参数进行估算和校核 为满足汽车底盘或总成件的承载能力和整车性能要求，在总布置初步完成后应对某些参数进行必要的估算和校核，其中最主要涉及的是装载质量的确定和轴荷分配。因为这些参数对整车性能有很大影响，如果不

满足要求，就应修改总体布置方案。

(4) 应避免工作装置的布置对车架造成集中载荷 例如在图 1-6 所示混凝土搅拌运输车的布置方案中，图 a 的布置形成了明显的集中载荷，而在图 b 的布置中，由于采用了具有足够刚性的副车架，因此可以将这种集中载荷转化成均布载荷，有利于改善主车架纵梁的强度和寿命。

(5) 应尽量减少专用汽车的整车整备质量 由于专用汽车增加了工作装置，使得其整备质量比同类底盘的普通货车要增加，影响装载质量。据统计，一般自卸车要增加耗材 5% ~ 10%，一般罐式车要增加耗材 15% ~ 25%，因此，减少整备质量，可以充分利用底盘的装载质量，增大质量利用系数，这是专用汽车改装设计过程中要追求的主要指标之一。

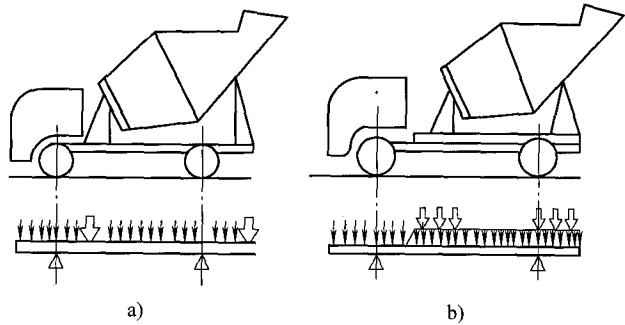


图 1-6 主车架纵梁载荷状态比较

(6) 应符合有关法规的要求 例如 GB 1589—2004《道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值》规定了整车的外廓尺寸、前后悬等尺寸，以及轴荷限值，设计时一定要符合标准的要求，不能超出。

二、整车主要参数的选取

(一) 整车主要尺寸参数的确定

1. 外廓尺寸

外廓尺寸即指整车的长、宽、高，由所选的汽车底盘及工作装置确定，但最大尺寸要满足法规要求。GB 1589—2004《道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值》明确规定：普通车辆车高不超过 4m，车宽（不包括后视镜）不超过 2.5m，货车车长不超过 12m，半挂汽车列车车长不超过 16.5m，全挂汽车列车车长不超过 20m。对于货厢整体密闭厢式货车，车长限值增加 1m，车宽最大限制为 2.55m。对于专用作业车辆，车长限值不适用，对于不在公路上行驶的汽车，外廓尺寸不受上述规定的限制。图 1-7 所示为奔驰 1838/4 × 2 牵引车带厢式半挂车外廓尺寸。

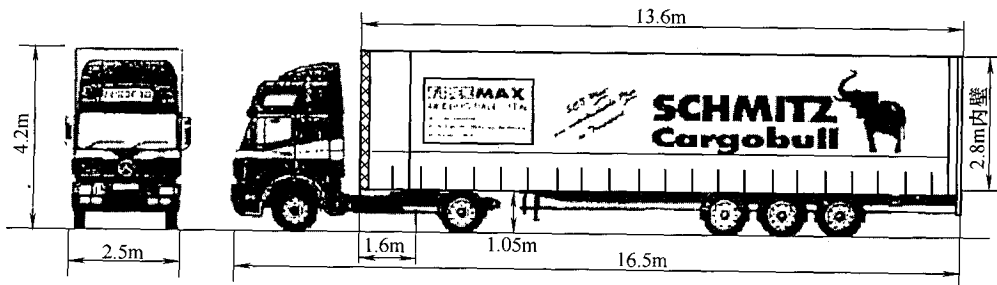


图 1-7 奔驰 1838/4 × 2 牵引车带厢式半挂车外廓尺寸

2. 轴距

轴距对专用汽车总长、最小转向直径、纵向通过半径、装备质量等都有影响，轴距短时，上述各指标减小。此外，轴距对轴荷分配、车辆的操纵稳定性和行驶平顺性都有影响。轴距过短，会使车厢长度不足或后悬过长，上坡或制动时轴荷转移过大，制动性和操纵稳定性变坏，平顺性变差。同普通货车相比，自卸汽车要求轴距变短，而轻泡货物运输车则要求轴距加长。

3. 轮距

轮距影响到车辆总宽、横向通过半径、转向时的通道宽度以及车轴的横向稳定性。受汽车总宽限制，轮距要与车宽相适应，不宜过大。对汽车列车，要求挂车轮距和牵引车轮距一致。

4. 前、后悬

汽车的前、后悬直接限制汽车的接近角和离去角，影响通过性能。前悬应满足车辆接近角和轴荷分配的要求。前悬长度与驾驶室、发动机、转向器、前保险杠等总成布置有关。后悬应满足车辆离去角和轴荷分配的要求，同时还要满足有关标准的规定，即对于客车和全封闭厢式车辆，后悬不得超出轴距的 0.65 倍；对于其他车辆，后悬不得超出轴距的 0.55 倍，绝对值不大于 3.5m。

在实际改装过程中，后悬变动比较多。例如对于自卸车后悬变短，而对于有些罐式和厢式汽车，则要将后悬加长。

(二) 整车主要质量参数

1. 整车整备质量 m_0

整车整备质量是指专用汽车带有全部工作装置及底盘所有的附属设备，加满燃料和水，但没有装货和载人时的整车质量。整备质量是一个重要设计指标，对运输型专用汽车的动力性和经济性有很大影响，整备质量减小，可以增加装载量，节约燃料。据估计，载货汽车整备质量减少 10%，可使经济性提高 8.5%。因此减少整车整备质量，是汽车设计工作中必须遵守的一项重要原则。可以采取的措施包括：采用强度足够的轻质金属材料和非金属材料，合理优化车型结构等。

2. 装载质量 m

汽车的装载质量是指在硬质良好路面上行驶时所允许的额定装载量。对装载质量的确定，首先要考虑车辆的用途和使用条件，原则上对于货流大、运距长的运输，宜采用大吨位车辆，以便于提高生产率、降低运输成本；而对于货流多变、运距短的运输，采用中、小吨位车辆比较经济。其次，装载质量的确定要和行业产品规划的系列相符合，做到在装载吨位级别上分布合理，以利于专用车产品的系列化、通用化和标准化。

对于同一底盘，在设计时应尽量提高装载质量。

3. 汽车总质量 m

汽车总质量是指专用汽车装备完好齐全，满载（规定值）货物及乘员时的质量。除包括整车整备质量和装载质量外，还要加上乘员质量。

对于作业型专用汽车，如起重举升车、高空作业车等，总质量主要由改装后的汽车底盘质量和专用工作装置质量确定，无需考虑装载质量。

4. 轴荷分配

汽车的轴荷分配是指汽车在空载或满载状态下，各车轴对支承平面的垂直载荷，可以用载荷的绝对数值表示（单位：kg），也可以用占空载或满载总质量的百分比来表示。

轴荷分配直接影响轮胎寿命和汽车的使用性能。而汽车的发动机布置位置和驱动形式对轴荷分配有显著影响。影响和决定轴荷分配的因素主要包括以下几个方面：①设计轴荷必须符合国家标准规定的车辆最大允许轴荷限值；②从轮胎磨损均匀和使用寿命相近考虑，每个车轮的载荷应相差不大；③为了保证汽车有良好的动力性和通过性，希望驱动桥应有足够大的载荷，从动轴载荷可以适当减小；④为了保证汽车的操纵稳定性，希望转向轴的载荷不要太小。

GB1589—2004《道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值》中对不同类型汽车的最大允许轴荷限值如表 1-4 所示。

表 1-4 汽车及挂车单轴的最大允许轴荷的最大限值 (kg)

车辆类型		最大允许轴荷最大限值	
挂车及二轴货车	每侧单轮胎	6000 ^①	
	每侧双轮胎	10000 ^②	
客车、半挂牵引车及三轴以上（含三轴）货车	每侧单轮胎	7000 ^①	
	每侧双轮胎	非驱动轴	10000 ^②
		驱动轴	11500

- ① 安装名义断面宽度超过 400（米制系列）或 13.00（英制系列）轮胎的车轴，其最大允许轴荷不得超过规定的各轮胎负荷之和，且最大限值为 10000kg。
- ② 装备空气悬架时最大允许轴荷的最大限值为 11500kg。

举例：图 1-8 所示为总质量为 38t 厢式半挂汽车列车的轴荷分配结果。

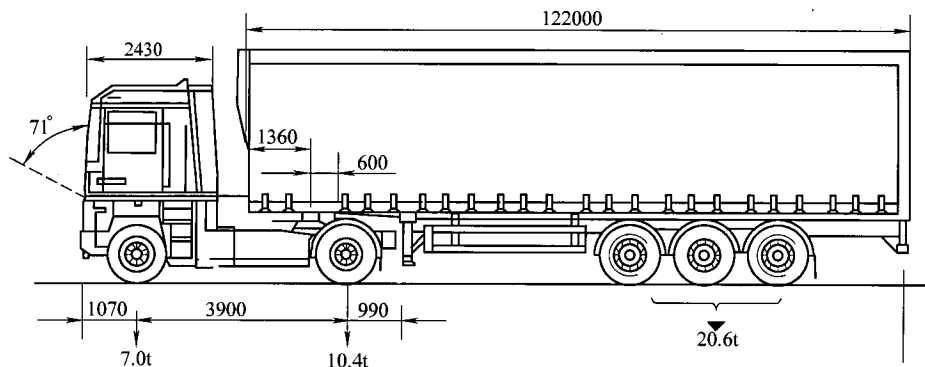


图 1-8 总质量为 38t 厢式半挂汽车列车的轴荷分配

三、底盘改装部件的布置

为了满足专用汽车的特殊要求，有时要对汽车底盘进行改装，一般主要涉及发动机布置、传动轴的布置、制动系统布置、电器装置布置和其他附件的布置。在总布置图上进行底盘改装部件布置之前，要确定基准线，一般以底盘车架的上平面线作为高度基准，以前轮中心线作为纵向基准，以汽车中心线（纵向对称平面）作为横向基准。

（一）发动机的布置

布置原则为：

- 1) 应使整车质心在横向尽量落在纵向对称垂直平面内, 即汽车中心线上。
- 2) 在保证适当的离地间隙和转向拉杆等杆件间的运动间隙条件下, 尽量降低发动机的位置高度, 以便于传动系的布置和降低整车的质心高度。
- 3) 发动机曲轴中心线可以与车架上平面有一定的倾角, 以减小万向节传动夹角。
- 4) 发动机布置要保证维修保养方便。

(二) 传动轴的布置

对于需要变动轴距的车辆, 要对传动轴作重新布置。布置时要注意以下两点:

1) 满载静止时, 两传动轴的夹角不大于 $3^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 。传动轴夹角过大, 会使传动效率下降, 磨损加剧。

2) 传动轴加长后, 要重新计算传动轴的临界转速 n_k (r/min)。临界转速是指当传动轴的工作转速接近于其弯曲固有振动频率时, 即出现共振现象, 引起振幅急剧增加而导致传动轴折断时的转速。它取决于传动轴结构、尺寸和支承情况

$$n_k = 1.2 \times 10^8 \frac{\sqrt{D_c^2 + d_c^2}}{L_c^2} \quad (1-4)$$

式中 L_c ——传动轴的支承长度, 取两个万向节的中心距 (mm);

D_c 、 d_c ——传动轴的外径和内径 (mm)。

传动轴设计时一般取安全系数 $K = n_k/n_{\max} = 1.2 \sim 2.0$, n_{\max} 为传动轴最高安全工作转速。

传动轴过长时, 为提高传动轴的临界转速, 可以把传动轴分成两根或三根, 同时注意在中间传动轴上设置中间支承。

此外, 当轴距改变后, 专用汽车的转向性能也会受到影响, 其理论转向梯形特性曲线 (理论的内、外轮转角关系) 与实际转向梯形特性曲线 (实际的内、外轮转角关系) 会产生较大偏差, 因此, 也应进行校核, 必要时对转向梯形的结构参数作相应调整。

(三) 制动系统的布置

制动系统用来制约专用汽车运动, 直接影响专用汽车的安全性, 因此在对汽车底盘的行车制动、驻车制动和辅助制动系统进行改装时, 应注意以下事项:

(1) 管路的布置在增加制动管路时, 要采用与底盘相同的制动管或软管、管夹等连接件。制动管与其他运动件之间要留有足够大的自由运动空间, 避免因为运动干涉引起制动管路摩擦损坏, 影响制动能力, 必要时应附加保护装置。

(2) 储气筒和附加耗气装置的布置 储气筒的布置要方便检查和排水。当专用工作装置或其操纵控制机构需要气源时, 可以从底盘制动系统的储气筒或气路中直接取气, 但要对耗气量进行计算。一般允许一次取 $1 \sim 1.5L$ 的压缩空气, 如果附加耗气装置是在汽车非行驶状态下使用, 则允许耗气量可提高到 $2L$ 。对于耗气量大、工作压力高的耗气装置, 则需要附加辅助储气筒, 其容量根据需要确定。辅助储气筒与底盘行车制动系统的储气筒相连接, 通常用一个单向溢流阀与前桥制动回路连接, 保证辅助储气筒失效产生压降时, 可以使行车制动系统储气筒内的压力仍保持尽可能高的数值。

(四) 电器装置的布置

1. 附加耗电装置的电源

如果专用工作装置的驱动系统或控制系统需要电源, 一是可直接接上底盘电路, 但首先