

高等学校规划教材

车辆底盘构造与设计

林慕义 张福生 主编

北京
冶金工业出版社
2007

前 言

工程车辆主要是为建筑、筑路、水利、电力、矿山、海空港口及国防、军工等建设施工进行机械化服务的。从20世纪60年代起,我国工程车辆行业经历创业和全面发展阶段,真正形成了市场化运作的工程车辆研发、生产制造和销售体系,已成为世界工程车辆生产大国和主要市场之一。年销售额规模位居世界第三,主要产品年产量达到40万台以上,位居世界第二。

工程车辆的类型品种很多,尽管机种与类型不同,结构和布置也各不相同,但基本上可划分为动力装置、底盘与工作装置三大部分。底盘是整机的基础,由多个系统组成,结构相对复杂,其作用是接受发动机的动力使机械行驶和作业。由于工程车辆的作业环境与工况变化很大,而底盘性能的优劣对整机性能影响较大,因此底盘设计是工程车辆设计中重要的一项工作。本书全面系统地介绍了车辆底盘的组成、部件的结构与工作原理、轮式和履带式底盘的行驶理论基础、各主要零部件的设计方法等。本书既可作为相关专业课程的教材,也可供目前车辆行业中众多的从业人员,包括制造、使用、管理、销售、维修等各方面的工程技术人员及驾驶与维修人员参考。

本书由太原科技大学林慕义、张福生主编,参加编写的有张福生(第一篇第一章~第七章)、张洪(第一篇第八章)、董洪全(第一篇第九章)、王爱红(第二篇第二、五、六、七章)、高有山(第二篇第三章)、林慕义(第二篇第一、八章)、厦工集团公司贡凯军(第二篇第四章)。

本书编写过程中得到了国内部分生产企业的积极支持,冶金工业出版社给予了通力合作,在此一并表示感谢。编写过程中参考了许多工程车辆构造与设计方面的专业文献,在此对老一辈科技工作者为国产工程车辆发展所做出的贡献表示由衷的感谢。

鉴于编者水平所限,书中不妥之处,敬请读者批评指正。

编著者
2006年8月

目 录

第一篇 车辆底盘构造

概述	1
第一章 离合器	9
第一节 概述	9
第二节 经常结合式离合器	9
第三节 湿式非经常结合式离合器	15
第二章 液力耦合器与液力变矩器	22
第一节 液力耦合器	22
第二节 液力变矩器	25
第三节 几种典型的液力变矩器	28
第三章 变速箱	33
第一节 概述	33
第二节 普通齿轮变速箱变速传动机构	34
第三节 同步器	42
第四节 变速箱操纵机构	46
第五节 定轴式动力换挡变速箱	48
第六节 行星齿轮变速箱	53
第七节 动力换挡变速箱液压操纵系统	60
第四章 万向传动装置	64
第一节 概述	64
第二节 普通十字轴万向节	65
第三节 等速万向节	67
第四节 传动轴和中间支承	74
第五章 万向传动装置驱动桥	77
第一节 驱动桥的组成和功用	77
第二节 主减速器	79
第三节 轮边减速器	83

第四节	差速器	86
第五节	半轴和桥壳	90
第六章	轮式行驶系统	94
第一节	行驶系统的功用与组成	94
第二节	车架	94
第三节	车桥	97
第四节	车轮和轮胎	99
第五节	悬架	103
第七章	履带行驶系统	107
第一节	机架和悬架	108
第二节	履带和驱动轮	112
第三节	支重轮和托链轮	116
第四节	导向轮和张紧装置	117
第八章	转向系统	119
第一节	概述	119
第二节	转向器的结构和类型	122
第三节	转向传动机构	125
第四节	动力转向基本组成和工作原理	127
第五节	履带式车辆转向系统	130
第九章	制动系统	135
第一节	概述	135
第二节	制动器	136
第三节	制动驱动机构	144

第二篇 车辆底盘设计

第一章	工程车辆的行驶理论及牵引计算	161
第一节	工程车辆的驱动力、行驶阻力及附着性能	161
第二节	液力变矩器的特性及其和柴油机共同工作特性	175
第三节	工程车辆的牵引性能	187
第四节	工程车辆的动力性能	192
第五节	传动系统传动比的确定	194
第六节	传动系统的载荷	198
第二章	主离合器设计	202
第一节	主离合器的设计要求和选型	202

第二节	主离合器主要参数的确定	203
第三节	主离合器接合过程的滑磨功及压紧机构计算	205
第四节	主离合器的结构和主要零件设计	212
第五节	操纵机构设计	214
第三章	变速箱设计	215
第一节	变速箱的设计要求与设计步骤	215
第二节	机械式变速箱	215
第三节	定轴式动力换挡变速箱	227
第四节	行星齿轮式变速箱	239
第四章	万向传动与轮式驱动桥	265
第一节	万向节传动装置	265
第二节	主减速器设计	268
第三节	半轴与轮边传动	275
第四节	多桥驱动功率循环	277
第五章	履带式驱动桥	279
第一节	履带式车辆转向原理	279
第二节	驱动桥布置方案和最终传动方案选择	284
第三节	转向离合器设计计算	285
第四节	转向制动器设计要求及容量确定	286
第五节	转向离合器和制动器的操纵机构设计	290
第六章	轮式及履带式行走系统	293
第一节	轮式行走系统	293
第二节	履带式行走系统	298
第七章	轮式转向系统	326
第一节	转向方式的分析和选择	326
第二节	转向过程分析	329
第三节	偏转车轮转向系统设计	333
第四节	铰接底盘转向系统设计	340
第五节	动力转向系统设计	346
第八章	轮式底盘制动系统	354
第一节	制动性能及制动过程分析	354
第二节	制动器设计	362
第三节	制动驱动系统设计	368
参考文献	375

第一篇

车辆底盘构造

概 述

一、车辆总体构造概述

汽车的总体构造一般由四部分组成：发动机、底盘、车身和电气设备。工程车辆一般还有工作装置和液压系统。图 1-0-1 是一般货车的总体构造图；图 1-0-2 是一般轮式装载机外形图；图 1-0-3 是履带式推土机外形图。

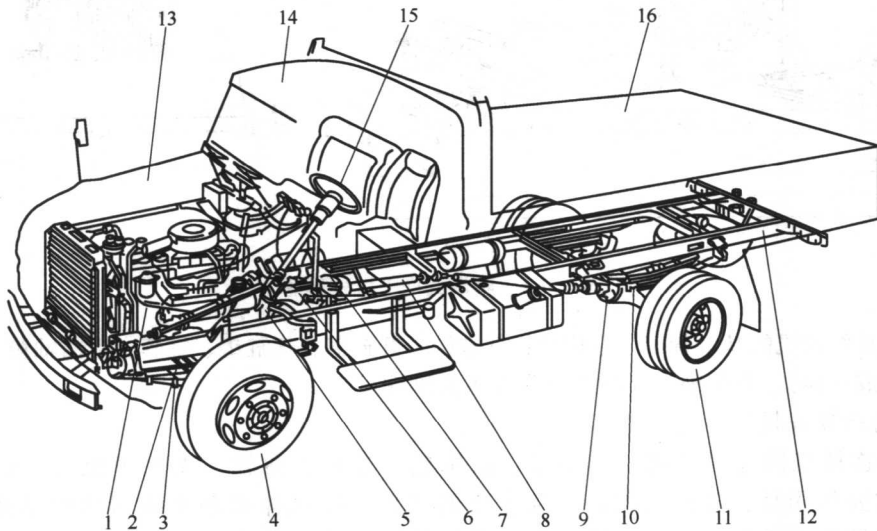


图 1-0-1 一般货车的总体构造图

- 1—发动机；2—前桥；3—前悬架；4—转向车轮（前轮）；5—离合器；6—变速箱；
7—手制动；8—万向传动装置；9—驱动桥；10—后悬架；11—驱动车轮（后轮）；
12—车架；13—前车钣金件；14—驾驶室；15—方向盘；16—货箱

（一）发动机

发动机是车辆的动力装置。目前车用发动机主要有柴油机和汽油机两种。发动机一般由机体、曲柄连杆机构、配气机构、供给系统、润滑系统、冷却系统、点火系统（柴油机无）和启动系统等部分组成。

1. 机体

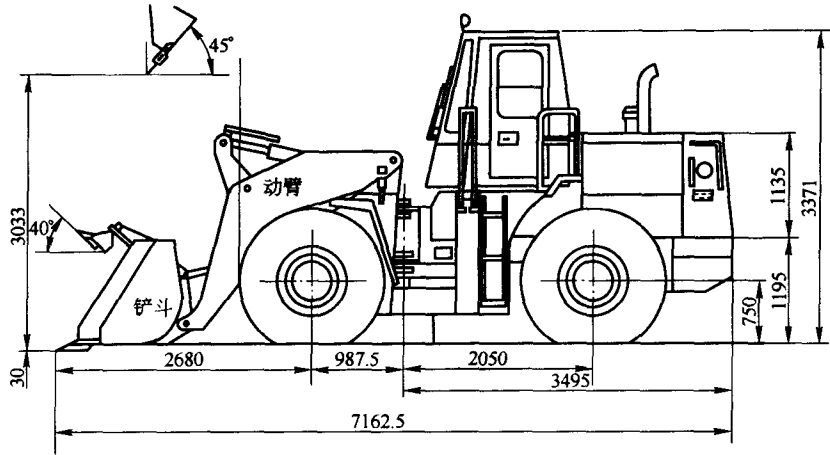


图 1-0-2 一般轮式装载机外形图

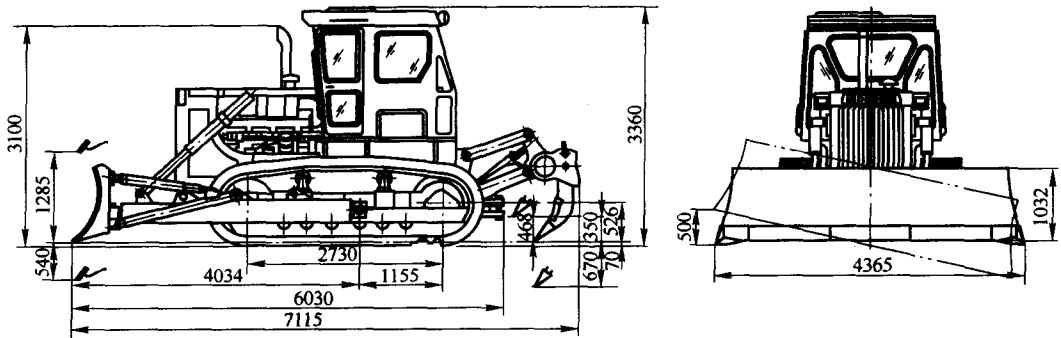


图 1-0-3 履带式推土机外形图

机体是发动机的基本骨架。它包括：气缸体、气缸盖、气缸垫、缸套、上曲轴箱（大多与气缸体制成一体）、下曲轴箱（油底壳）等主要机件。

2. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构包括活塞、活塞环、活塞销、连杆、曲轴、飞轮等机件。曲柄连杆机构的主要作用是：气缸内燃料燃烧产生的高温高压气体推动直线运动的活塞，经连杆驱动曲轴作旋转运动，也就是将燃料燃烧的化学能转化为以一定扭矩和转速旋转的曲轴的机械能。

3. 配气机构

配气机构由进气门、排气门、气门弹簧及弹簧座、摇臂及摇臂轴、推杆、挺柱、凸轮轴及正时齿轮等机件组成。配气机构用来使进气门和排气门适时开启和关闭，以保证各气缸内进气、压缩、燃烧作功和排气过程的正常进行。

4. 供给系统

汽油机供给系统由汽油箱、汽油滤清器、汽油泵、空气滤清器、化油器、进气歧管、排气歧管、排气消音器等机件组成。汽油机供给系统用来将过滤清洁的空气与汽油按不同的比例进行混合，进入气缸燃烧作功，并排出燃烧过的废气。

柴油机的供给系统由空气滤清器、进气歧管、柴油箱、柴油滤清器（粗滤和细滤）、输油泵（发动机驱动及手动驱动）、喷油泵、喷油器、排气歧管及消音器等组成。柴油机供给系统用来使过滤清洁的空气进入气缸，并根据各气缸工作情况，按时将清洁的高压柴油喷入气缸，使之燃烧作功并排出燃烧过的废气。

5. 润滑系统

润滑系统包括机油泵、机油滤清器（集滤器、粗滤器及细滤器）、机油散热器等机件。润滑系统用来润滑发动机各摩擦表面，使其阻力减小，并对摩擦表面起冷却、清洁作用。

6. 冷却系统

水冷却系统包括风扇、水泵、水散热器（水箱）、节温器等机件。冷却系统用来冷却发动机，使其保持在最适宜的温度下工作。风冷发动机只需风扇来直接冷却气缸体及气缸盖外表面。

7. 启动系统

启动系统一般由启动电动机及其控制装置组成，用来使静止的发动机启动。

8. 点火系统

由于柴油机是压燃式发动机，因而没有点火系统。汽油机的点火系统由点火开关、点火线圈、分电器、火花塞等机件组成。点火系统用来将电源的低压电变成高压电并分配给应当点火的气缸火花塞，点燃可燃混合气体。

（二）底盘

车辆底盘的功用是将动力装置的动力进行适当的转换和传递，使之适应车辆行驶和作业的要求，并保证车辆能在驾驶员操纵下正常行驶。同时底盘也是整机的基础，在其上安装车辆的发动机、车身、工作装置及其各种附属设备，使车辆能够正常工作。底盘由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统四部分组成。

1. 传动系统

传动系统将动力装置的动力按车辆行驶的要求传给驱动车轮。传统的机械传动系统由离合器、变速箱、万向传动装置、主减速器、差速器、半轴和轮边减速器等机件组成。

2. 行驶系统

行驶系统一般由车架、车桥、车轮和悬架等组成。行驶系统是车辆的基体，它将车辆连成一个整体，承受和传递车辆与地面间的各种载荷，并保证车辆能在各种路面上平稳地行驶。常见的行驶系统有轮式行驶系统和履带式行驶系统。

3. 转向系统

轮式车辆转向一般是由驾驶员通过转向系统机件改变转向车轮的偏转角来实现的。转向系统一般由方向盘、转向器和转向传动机构组成。

4. 制动系统

为了保证车辆行驶安全，车辆必须有性能良好的制动系统，以根据需要迅速减速或停车。制动系统一般由制动器和制动驱动机构两部分组成。

（三）车身

车身用来安置驾驶员、乘客和货物等。货车车身一般由驾驶室和货箱两部分组成。轿车和客车车身一般是整体式车身。车身内外还有许多附属设备。

（四）电气设备

普通以内燃机为动力的车辆，其电气设备有启动电动机、点火系统（汽油机）（启动系统及点火系统应是发动机的电气设备）、照明及信号设备、空调设备、仪表设备等。以电瓶为牵引动力的车辆，电气设备主要是发电机组、牵引电动机以及控制系统等。

（五）工作装置

工作装置是工程车辆进行各种作业的直接工作机构。不同车辆的工作装置各不相同，其组成和功用也各不相同，同一种车辆也可具有不同的工作装置。

（六）液压系统

工程车辆一般都具有液压系统，液压系统主要用于工作装置，以及大型车辆的液压助力转向或全液压转向。一个完整的液压系统一般由四部分组成：

（1）动力机构：油泵，将机械能转变为液体的压力能。

（2）执行机构：包括油缸或油马达，把液体的压力能转换为直线运动或旋转运动的机械能。

（3）操纵机构：又称控制调节装置，通过它来控制 and 调节液流的压力、流量（速度）及方向，以满足车辆工作性能的要求，并实现各种不同的工作循环。该部分包括分配阀、节流阀和安全阀等部件。

（4）辅助装置：包括油箱、油管、管接头、滤油器等。

二、传动系统概述

车辆的动力装置和驱动轮之间的所有传动部件总称为传动系统。传动系统的基本功用是将动力装置的动力按需要传给驱动轮和其他机构。由于车辆动力装置的性能不同，以及所采用传动系统类型的不同，其传动系统的组成和具体功能也有差别。

目前，车辆采用的传动系统有机械传动、液力机械传动、液压传动和电传动等4种类型。

（一）机械传动

机械传动系统可由内燃机驱动，也可由电动机驱动。对于内燃机驱动的车辆要求其传动系统具有以下功能：

（1）降低转速，增大转矩。

（2）实现变速，由于内燃机的转速和转矩变化范围有限，通过变速器改变传动比，使车辆的牵引力和行驶速度都有较大的变化范围，满足车辆行驶要求。

（3）由于内燃机不能反转，通过传动系统中的变速箱实现车辆的反向行驶（倒退）。

（4）必要时切断动力传递。在内燃机启动、怠速运转，车辆短暂停车，以及人力换挡时，均要求切断动力传递。一般使用主离合器实现切断或结合动力的传递。

（5）实现左右驱动车轮间的差速。

为了实现以上功能，内燃机驱动的机械传动系统由离合器、变速箱、万向传动装置、驱动桥等机件组成，图1-0-4所示为一般载货汽车机械传动系统组成及布置示意图。图1-0-5所示为履带式推土机机械传动系统布置简图。

机械传动具有结构简单、工作可靠、价格低廉、质量轻、传动效率高，以及可以利用发动机运动零件的惯性进行作业等优点，因此在中小功率的车辆上得到广泛应用。

但机械传动也存在以下主要缺点：在工作阻力急剧变化的工况下，内燃机容易过载熄火；采用人力换挡时，换挡动力中断时间长；传动系统零件受到的冲击载荷大，同时由于外载荷的急剧变化，又通过传动系统影响动力装置，因而降低了动力装置和传动系统中各零件的使用寿命。为了减轻驾驶员的劳动强度、缩短换挡时的动力中断时间，有的车辆传动系统中采用动力

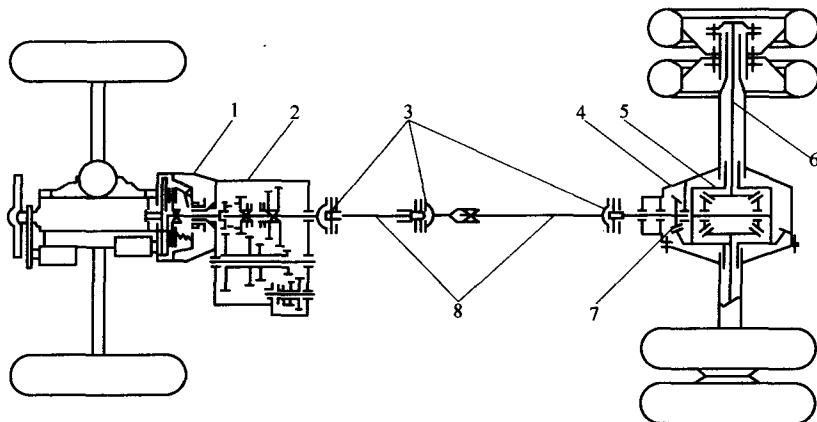


图 1-0-4 一般载货汽车机械传动系统组成及布置示意图

- 1—离合器；2—变速箱；3—万向节；4—驱动桥；5—差速器；
6—半轴；7—主减速器；8—传动轴

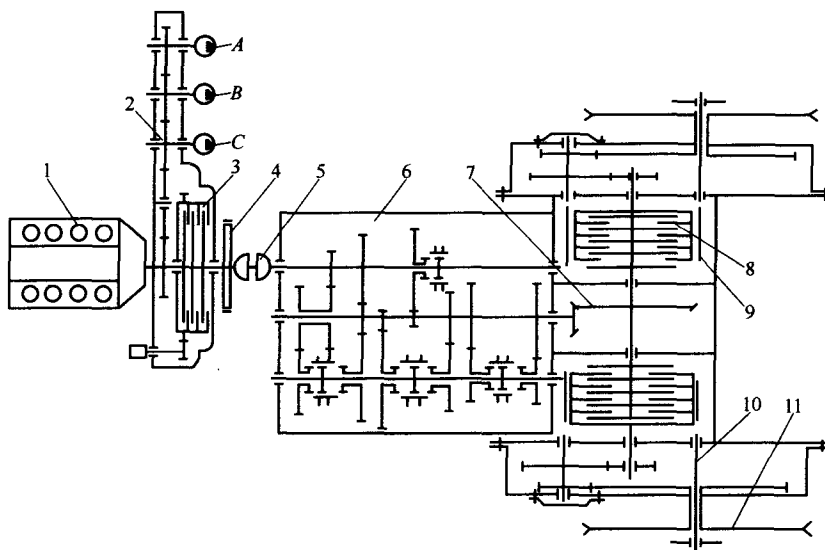


图 1-0-5 履带式推土机机械传动系统布置简图

- 1—柴油机；2—分动箱；3—主离合器；4—小制动器；5—联轴器；6—变速箱；7—中央传动装置；
8—转向离合器；9—转向制动器；10—最终传动装置；11—驱动轮
A—工作装置油泵；B—主离合器油泵；C—转向油泵

换挡变速箱。

(二) 液力机械传动

液力机械传动也称动液传动，其特点是传动系统中装有液力元件（液力变矩器或液力偶合器）。由于在液力元件之后串联安装一个机械变速箱，因而多将这种传动称为液力机械传动。与液力机械传动系统相配的动力装置通常为内燃机。图 1-0-6 所示为一般履带式推土机采用的液力机械传动系统布置简图。图 1-0-7 所示为轮式装载机所采用的液力机械传动系统

示意图。

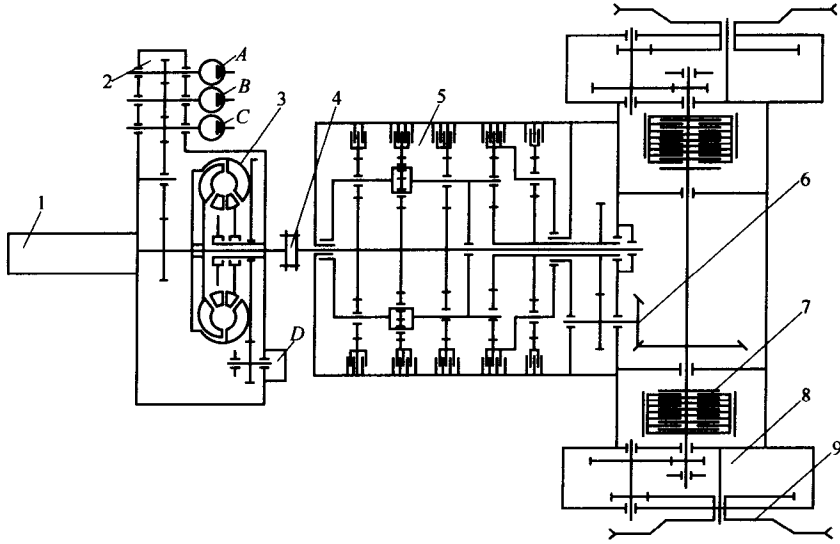


图 1-0-6 推土机液力机械传动系统布置简图

- 1—发动机；2—分动箱；3—液力变矩器；4—联轴器；5—行星式动力换挡变速箱；
 6—中央传动装置；7—转向离合器与制动器；8—最终传动装置；9—驱动轮
 A—工作装置油泵；B—变速油泵；C—转向油泵；D—排油油泵

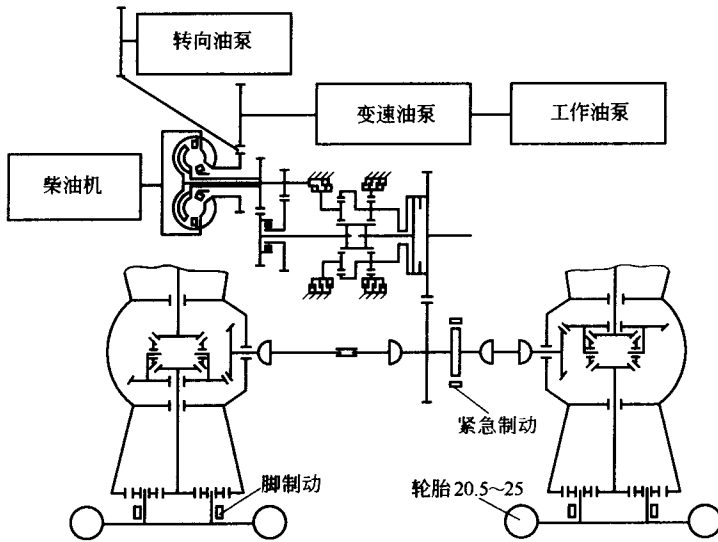


图 1-0-7 装载机液力机械传动系统示意图

液力机械传动具有以下优点：

(1) 能在规定范围内根据外界阻力的变化，自动进行无级变速。这不仅提高了内燃机的功率利用率，而且大大减少换挡次数，降低驾驶员的劳动强度。

(2) 由于变矩器的自动变速能力，对于同样的变速范围，可减少变速箱的挡位数，简化

变速箱的结构。

(3) 由于变矩器利用液体作为传递动力的介质，输出轴和输入轴之间没有刚性的机械联系，因而减小了传动系统及发动机零件的冲击载荷，提高车辆的使用寿命。

(4) 由于变矩器具有自动无级变速的能力，因而车辆起步平稳，并可得到任意小的行驶速度。

与机械传动相比，液力机械传动的主要缺点是传动效率低。采用液力变矩器以后，车辆起步时不能利用飞轮的动能，不能利用发动机制动，以及采用动力转向的车辆，在发动机熄火后，不能拖转向和拖启动。

在液力机械传动系统中，由于变矩器冷却系统中的泵、过滤器、冷却器等液压元件同时可兼用于动力换挡的液压操纵系统，故变速箱绝大多数采用动力换挡。

(三) 液压传动

液压传动也称静液传动，其特点是传动系统中装有液压元件（液压油泵和液压马达）。在液压传动系统中最理想的情况是采用变量泵和变量马达。目前使用较多的是变量泵和定量马达。图 1-0-8 是这种液压传动系统示意图。

在工程车辆的液压传动中，分集中传动和分别传动两种。从性能、操作、总体布置等方面综合比较，分别传动优于集中传动。采用低速大转矩马达易于实现左右驱动轮的分别驱动。液压传动具有以下一系列优点；

(1) 能实现无级变速，变速范围大，并能实现微动，并且在相当大的变速范围内保持较高的效率。

(2) 用一根操纵杆便能改变行驶方向和变速，操纵简便。

(3) 利用液压传动系统本身可以实现制动。

(4) 液压传动使传动系统大大简化，它能取消机械传动和液力机械传动系统中的传动轴和差速器。使用低速大转矩马达分别驱动左、右驱动轮时，改变左、右驱动轮的转速能平稳地实现按任意转向半径转向及原地转向，车辆的机动性大大提高。

液压传动的主要缺点是液压元件的制造精度要求高，价格昂贵，并且目前国内的制造水平还不能保证液压元件的耐久性和可靠性。

(四) 电传动

车辆最常采用的电传动系统为电动轮的形式，如图 1-0-9 所示，其基本原理是，由内燃机

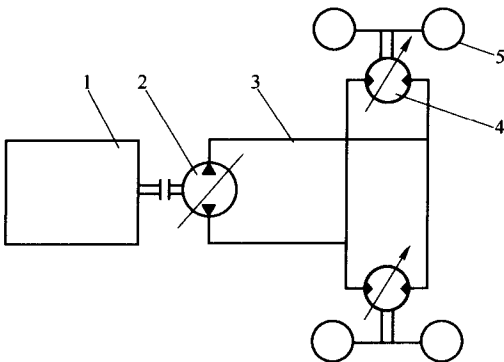


图 1-0-8 液压传动系统示意图

1—内燃机；2—变量液泵；3—液压管路；
4—低速液马达；5—驱动车轮

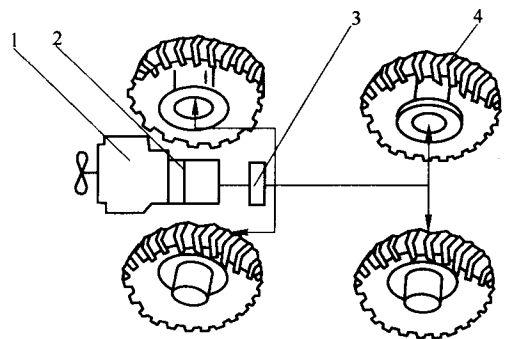


图 1-0-9 电传动示意图

1—内燃机；2—发电机；3—操纵装置；4—电动轮

带动直流发电机，然后用发电机输出的电能驱动装在车轮中的直流电动机。车轮和直流电动机（包括减速器）装成一体称为电动轮。电动轮的结构如图1-0-10所示。这种传动系统的优点是：

(1) 动力装置（内燃机—发电机）和车轮之间没有刚性联系，便于总体布置及维修。

(2) 变速操纵方便，可以实现无级变速，因而在整个变速范围内都可充分利用发动机功率。

(3) 电动轮通用性强，可简单地实现任意多驱动轮驱动的方式，以满足不同车辆对牵引性能和通过性能的要求。

(4) 可以采用电力制动，在长坡上行驶时可大大减轻车轮制动器的负荷，延长制动器的使用寿命。

(5) 容易实现自动化。

电传动的主要缺点是：价格高、自重大并要消耗大量的有色金属。目前，仅用于一些大功率的矿用车辆上。

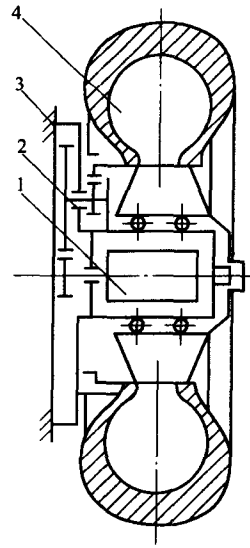


图 1-0-10 电动轮示意图

1—电动机；2—减速器；

3—车架；4—车轮

第一章 离合器

第一节 概 述

主离合器装在发动机和变速箱之间，用来切断或传递发动机传给传动系统的动力。主离合器的功用是：

- (1) 在车辆起步时可以使发动机与传动系统柔和地结合起来，使车辆平稳起步。
- (2) 换挡时能将发动机与传动系统迅速、彻底地分离，以减小换挡时齿轮产生的冲击，换挡后，再平顺地结合起来。
- (3) 当传动系统受到过大的载荷时，主离合器又能打滑，以保护传动系统免遭损坏。
- (4) 分离主离合器，不仅便于发动机启动，还可使车辆短时间停车。

为了全面地了解离合器，离合器可作如下分类：

- (1) 根据离合器的工作原理，离合器可分为摩擦式主离合器、液力耦合器和电磁离合器等几种。目前车辆上广泛使用的是摩擦式主离合器。
- (2) 根据从动摩擦盘片数，离合器可分为单片式、双片式和多片式三种。
- (3) 根据摩擦片的工作条件，离合器又可分为干式和湿式（在油中工作）两种。
- (4) 按照离合器压紧弹簧的数目和布置方式，离合器分为周布弹簧式、中央弹簧式、膜片弹簧式等。
- (5) 根据离合器的驱动方式，离合器可分为机械式、动力式和助力式等三种。
- (6) 根据离合器自然状态下的结合与分离情况，离合器又可分为经常结合式离合器和非经常结合式离合器。

第二节 经常结合式离合器

一、工作原理

摩擦式离合器由主动部分、从动部分、压紧机构和分离机构所组成，其构造原理如图 1-1-1 所示。

离合器的主动部分有内燃机飞轮 1、离合器盖 5 和压盘 4 等构件。离合器的从动部分带有摩擦片 3 的从动片 2，从动片通过花键与从动轴 9 相连，从动轴即变速箱输入轴。当从动片被弹簧（压紧装置）压紧在飞轮与压盘之间时，产生摩擦力而传递转矩。需要中断转矩的传递时，迅速踏下踏板 12，经过分离套筒及分离杠杆，压盘进一步压紧弹簧并离开从动片，离合器处于分离状态，不再传递转矩。这些构件被总称为分离机构。

当需要离合器结合时，缓慢地逐渐放松踏板，这时，压盘在弹簧力作用下，向左移动而将从动片逐渐压紧，随着踏板的放松，压力逐渐加大，主、从动片间的摩擦力也逐渐加大，传递的转矩也加大。从动件在摩擦转矩作用下将逐渐加速，直至与主动件的转速完全一致。在踏板

完全放松的条件下，离合器的摩擦转矩必须大于发动机的最大转矩，以保证可靠地传递发动机转矩。

二、离合器的组成

车辆使用的离合器多种多样，但它们的组成和工作原理基本相同。每个离合器应由以下几部分组成：

- (1) 主动部分：飞轮、离合器盖、压盘以及中间压盘（双片或多片）。
- (2) 从动部分：从动盘（带摩擦片）、从动轴（变速箱输入轴）。
- (3) 压紧机构：压紧弹簧。
- (4) 分离机构：踏板、分离拨叉、分离套筒、分离轴承、分离杠杆。

三、离合器的典型结构

(一) 单片离合器

最常用的单片离合器的典型构造如图 1-1-2 所示。

发动机飞轮 1 和压盘 4 是主动部分。压盘上有三个凸出部，嵌入离合器盖 11 的窗孔内，用螺钉将盖固定在飞轮上，因此，压盘与飞轮一起旋转，但可以相对于飞轮作轴向移动。在飞轮与压盘之间装有从动片 3，它的中心与从动轴（变速箱输入轴）用花键相连，可作轴向移动。

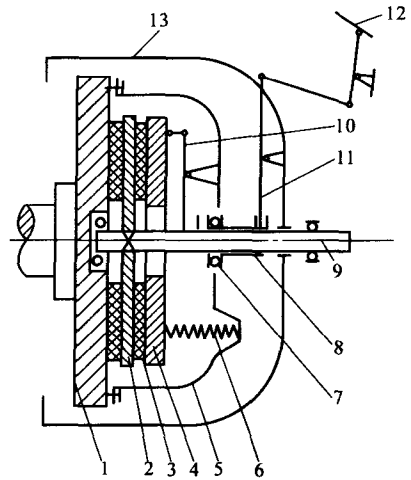


图 1-1-1 摩擦式离合器构造原理图

- 1—飞轮；2—从动片；3—摩擦片；4—压盘；
- 5—离合器盖；6—压紧弹簧；7—分离轴承；
- 8—分离套筒；9—从动轴；10—分离杠杆；
- 11—分离拨叉；12—踏板；13—离合器壳

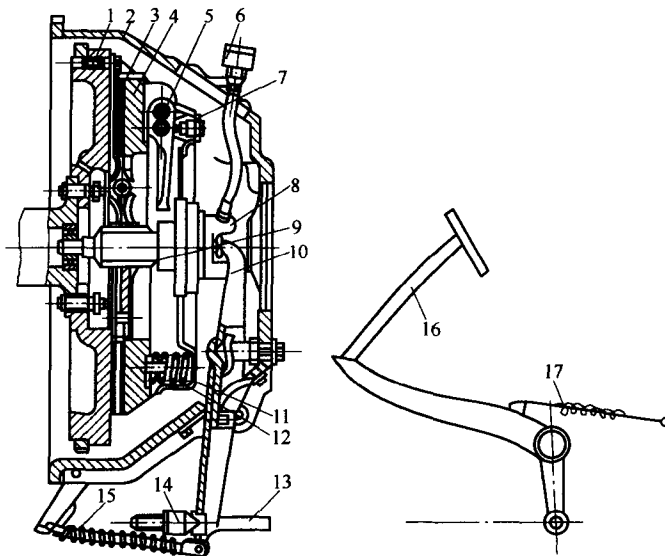


图 1-1-2 单片离合器构造图

- 1—飞轮；2—外壳；3—从动片；4—压盘；5—分离杠杆；6—油杯；7、14—调整螺母；
- 8—分离套筒；9—从动轴；10—分离拨叉；11—离合器盖；12—压紧弹簧；
- 13—拉杆；15、17—回位弹簧；16—踏板

从动片中间是一片薄钢片，其上开有6条均布的径向切口，可以防止从动片受热后翘曲变形，两侧固定着耐磨材料做成的环形摩擦片，构成从动片的工作面。为了使离合器结合柔和，一侧摩擦片直接铆接在钢片上，另一侧摩擦片和钢片之间装有波浪形弹簧片，每件弹簧片的一端用铆钉固定在钢片上，另一端则铆接在摩擦片上。弹簧片在自由状态下为波浪形曲面，使钢板与摩擦片之间有一定的间隙。当压盘压向从动盘时，波形弹簧被逐渐压平，其变形渐增，所需压紧力也随之增加，所传递的转矩也逐渐增大，这就使离合器的结合更为柔和。为了防止共振，有的从动片还装有扭转减振器。

在离合器盖的内侧，有9个沿圆周分布的压紧弹簧12，将压盘压向飞轮，将从动盘夹紧在中间。压紧弹簧的两端分别支承在离合器盖和压盘的凸台上。为了防止热量从压盘传到弹簧而使弹簧受热变软，在每个弹簧和压盘之间都装有石棉隔热垫片。

离合器操纵机构也就是分离机构，它包括踏板16、拉杆13、分离拨叉10、带止推轴承的分离套筒8以及分离杠杆5等。踏下踏板时，经拉杆将分离拨叉的内端压向分离套筒，分离套筒左移，其左端接触到分离杠杆的内端。分离杠杆的支承轴安装在固接于离合器盖的支座内，所以分离杠杆与离合器盖一起旋转。为了避免分离套筒与分离杠杆内端的摩擦，在分离套筒上装有止推轴承。分离杠杆的内端有调节螺钉，以保证分离杠杆的内端同时与分离套筒的止推轴接触，当分离套筒压向飞轮时，使分离杠杆同时起作用，绕本身的支承轴摆动。分离杠杆的外端与压盘铰接，将压盘拉动离开飞轮而使离合器分离，这时压紧弹簧被压得更紧。

为避免运动干涉，分离杠杆的支点不是简单的铰轴，分离杠杆的支承轴的轴径比孔径略小，并且铣出一个平面，在杠杆上孔的圆柱面和支承轴平面之间有一根短圆柱销，以使分离杠杆在摆动的同时可有上、下位移，避免运动干涉。

在离合器结合时，分离套筒被回位弹簧拉向最右方的位置，在止推轴承与分离杠杆内端的螺钉之间，留有3~4mm的间隙，使从动盘的摩擦片在正常磨损以后，压盘仍能向飞轮压紧而保证离合器完全结合。因此在踩踏板时，首先要消除上述间隙，然后才能分离离合器，消除此间隙所需踏板行程称为离合器踏板自由行程，其数值为35~45mm。

为了散热，离合器盖的侧面有三个窗口，能让空气循环流动，达到良好的散热。外壳上设有带防护罩的通气孔。

(二) 双片离合器

双片离合器的工作原理和构造，基本上和单片离合器相同。所不同的是在主动部分增加了一个中间压盘，在从动部分增加了一片从动摩擦盘。由于采用了两个从动盘，摩擦面积增加了一倍，当弹簧压紧力和摩擦片径向尺寸不变时，摩擦转矩可增加一倍，从而保证传递较大的转矩。双片离合器的构造见图1-1-3。

在飞轮5上压入6个传动销14，用螺母紧固。压盘3和中间盘4装在销子上可作轴向移动，离合器盖13用螺钉固定在销子上，因此，压盘、中间盘以及离合器盖可以和飞轮一起旋转，它们是主动件。在中间盘的两边装有两个从动片1、2，它们被压紧弹簧12紧压在飞轮、中间盘和压盘之间。

双片离合器必须具有专门的装置以保证各片的彻底分离，其结构形式有多种。当离合器分离时，压盘被分离杠杆和联结螺栓6拉向右方，而中间压盘则被装在自身和飞轮之间的3个分离弹簧16推开。同时为使从动片1不被压盘和中间压盘压紧，在离合器盖上装有3个限位螺钉17，它们穿过压盘3上的孔，以限制中间盘4的行程。限位螺钉是可调的。

双片离合器的缺点是：(1) 难以保证分离彻底；(2) 散热条件较差；(3) 结构复杂，难

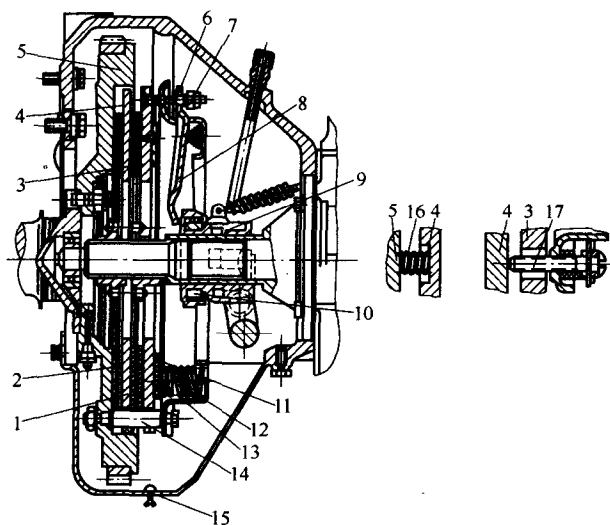


图 1-1-3 双片离合器构造图

- 1、2—从动片；3—压盘；4—中间盘；5—飞轮；6—联结螺栓；7—调整螺母；
8—分离杠杆；9—分离套筒；10—分离轴承；11—隔热垫；12—压紧弹簧；
13—离合器盖；14—传动销；15—磁性开口销；16—分离弹簧；17—限位螺钉

以更换从动片；(4) 从动部分的转动惯量较大。

(三) 膜片弹簧离合器

膜片弹簧离合器所用的压紧弹簧是一个用薄弹簧钢板制成的带有锥度的膜片弹簧。图 1-1-4a 所示为膜片弹簧离合器构造图；它所用的膜片弹簧 8 形状示于图 1-1-4b，其靠中心部分开有 18 个径向切口，形成弹性杠杆。膜片弹簧两侧有钢丝支承圈 15，借助 6 个铆钉 9 将其安装在离合器盖 14 上。在离合器盖未固定到飞轮 2 上时，膜片弹簧不受力，处于自由状态，如图 1-1-5a 所示。此时离合器盖 14 与飞轮 2 安装面有一距离 l 。当将离合器盖用螺钉固定到飞轮上时（图 1-1-5b），由于离合器盖靠向飞轮，钢丝支承圈 15 压膜片弹簧 8 使之发生弹性变形（锥角变小）。同时，在膜片弹簧外端对压盘 4 产生压紧力而使离合器处于结合状态。当分离离合器时，分离轴承 13 左移（图 1-1-5c），膜片弹簧被压在钢丝支承圈上，其径向截面以支承圈为支点转动（膜片弹簧呈反锥形），于是膜片弹簧外端右移，并通过分离弹簧钩 7 拉动压盘使离合器分离。

在离合器中采用膜片弹簧作压紧机构有很多优点。首先，膜片弹簧本身兼起压紧弹簧和分离杠杆的作用，使得离合器结构大为简化，质量减小，并显著地缩短了离合器的轴向尺寸。其次，由于膜片弹簧与压盘以整个圆周接触，使压力分布均匀，摩擦片的接触良好，磨损均匀。另外，由于膜片弹簧具有非线性的弹性特性，能在从动盘摩擦片磨损后，仍能可靠地传递发动机转矩，而不产生滑磨。离合器分离时，离合器踏板操纵轻便，减轻驾驶员的劳动强度。此外，因膜片弹簧是一种旋转对称零件，平衡性好，在高速下，其压紧力降低很少。而周布螺旋弹簧在高速时，因受离心力作用会产生横向挠曲，弹簧严重鼓出，从而降低了对压盘的压紧力。

由于具有一系列优点，膜片弹簧离合器得到了广泛应用。不仅在汽车行业得到了应用，在工程车辆上也开始采用。