

第一章 传动系构造

第一节 概 述

一、传动系的功用

目前,工程机械多采用内燃机作为动力装置。内燃机具有转矩小、转速高的特点,而工程机械作业的特点则是速度低、牵引力大。所以,不能让内燃机直接驱动车轮,必须经传动系使内燃机的转矩增大、转速降低后再驱动工程机械的驱动轮。

从工程机械行驶理论可知,工程机械要起步和正常行驶,必须具有足够的牵引力以克服起步和行驶阻力。让柴油机直接驱动车轮显然转矩远远不够,更别说使其爬坡、作业。因此在内燃机的转矩传到驱动轮之前必须将其转矩增大。同时,由于内燃机的转速远远高于机械设计的行驶速度,故在内燃机与车轮之间必须有一些装置来过渡,即减速增矩装置。

除此之外,行驶或作业的工程机械根据实际的使用、运行情况,经常需要改变运行速度和行驶方向;有时因临时驻车或内燃机起动,调试和排除故障等,需要暂时中断动力传递。在工程机械上完成上述作用的装置总称为传动系。

传动系应结构先进、简单、布置合理、质量轻、传动平稳、传动效率高、操作轻便、安全可靠,维护、调整方便。

根据传动装置的结构与工作原理不同,工程机械传动系分为机械式、液力机械式、全液压和电传动四种类型。根据工程机械行走方式的不同,传动系又可分为轮式机械传动系和履带式机械传动系两种类型。

二、机械式传动系

图 1-1-1 所示为轮式工程机械用机械式传动系的简图。从图中可以看出,传动系主要由以下几个总成组成。

1. 主离合器

位于内燃机和变速器之间,由驾驶员操纵,可以根据机械运行作业的实际需要,切断或接通传递给变速器等总成的动力。

2. 变速器

驾驶员通过操纵变速器,改变机械的行驶速度或改变机械的行驶方向。

3. 万向传动装置

由于变速器动力输出轴与传动系其他装置的动力输入轴不在同一直线上,而且动力输入轴和

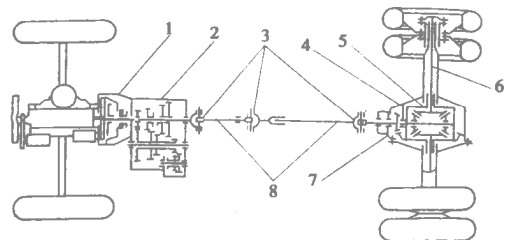


图 1-1-1 轮式工程机械传动系简图

1.离合器;2.变速器;3.万向节;4.驱动桥;5.差速器;6.半轴;7.主传动器;8.传动轴

输出轴的相对位置在机械行驶过程中是变化的，所以需要万向节传动装置连接并传递动力。万向传动装置包括万向节 3 和传动轴 8。

4. 主传动器

主传动器 7 由一对或两对齿轮组成，它除了进一步降低转速、增大转矩外，还将万向传动装置传递来的动力方向改变 90° 后，传给差速器 5。

5. 差速器

工程机械在行驶过程中，因弯道等原因，会出现在同一行驶时间内左右驱动轮所滚过的路程不相等的现象。为此，把驱动左右轮的驱动轴做成两段，形成两根半轴 6 由差速器把两半轴连接起来，实现左右驱动轮不等速滚动，保证机械正常行驶。

主传动器、差速器和半轴装在同一壳体内，形成一个整体，称为驱动桥（见图 1-1-1 中的 4）。

图 1-1-2 所示为履带式工程机械传动系简图。内燃机 1 纵向前置，与之连接的是主离合器 3。动力从内燃机输出，经离合器、联轴器传给变速器 4。变速器动力输出轴和主传动齿轮 5 制成一体。动力方向改变 90° 后，由紧固在驱动轴上的从动锥齿轮传给左右转向离合器 6 最后经终传动装置 7 传到驱动链轮 8。

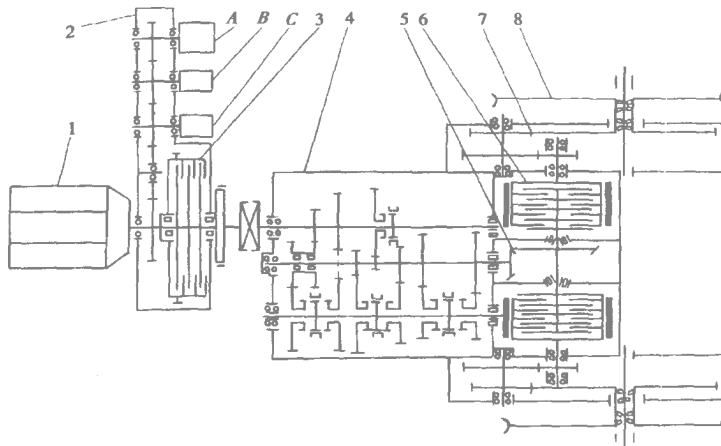


图 1-1-2 履带式工程机械传动系简图

1-内燃机；2-齿轮箱；3-主离合器；4-变速器；5-主传动齿轮；6-转向离合器；7-终传动装置；8-驱动链轮；A-工作装置液压油泵；B-离合器液压油泵；C-转向离合器液压油泵

履带式工程机械的机械传动系因转向方式与轮式机械不同，故在驱动桥内设置了转向离合器。另外，在动力传至驱动链轮之前，为进一步减速增矩，增设了终传动装置，以满足履带式机械较大牵引力的需求。

三、液力机械式传动系

液力机械式传动系愈来愈广泛地用在工程机械上。目前，国产 ZL 系列装载机全部采用液力机械式传动系。图 1-1-3 所示为 ZL50 型装载机传动系简图。

从图 1-1-3 中可以看出，纵向后置内燃机将动力经液力变矩器 1 及具有双行星排的动力换挡变速器 3 传给前后驱动桥。

这种液力机械式传动系和机械式传动系相比，主要有如下几个优点：

- (1)改善了内燃机的输出特性,使机械具有自动适应外界载荷的能力;
- (2)因液力传动的工作介质是液体,所以,能吸收并消除来自内燃机及外部的冲击和振动,从而提高了机械寿命;

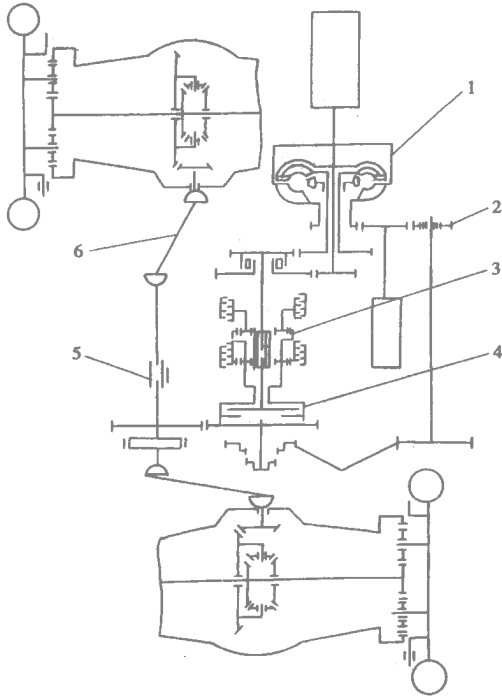


图 1-1-3 ZL50 型装载机传动系简图

1-液力变矩器 2-超越离合器 3-动力换挡变速器 4-主离合器 5-脱桥机构 6-传动轴

- (3)因液力装置自身具有无级调速的特点,故变速器的档位数可以减少,并且因采用动力换挡变速器,减小驾驶员的劳动强度,简化了机械的操纵。

四、全液压式传动系

由于全液压传动具有结构简单、布置方便、操纵轻便、工作效率高、容易改型换代等优点,近年来,在公路工程机械上应用广泛。例如,具有全液压式传动系的挖掘机,目前已基本取代了机械式传动系的挖掘机。图 1-1-4 所示为挖掘机的全液压传动系简图。

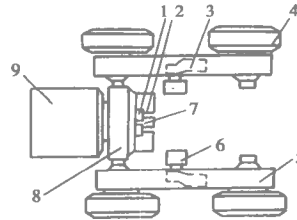


图 1-1-4 全液压式传动系示意图

1-辅助齿轮泵;2-双向变量柱塞泵;3-小齿轮箱 4-行走轮;
5-行走减速器;6-柱塞式液压马达;7-齿轮式液压泵;8-分动箱;9-柴油机

从图中可以看出,柴油机 9 通过分动箱 8 直接驱动 5 个液压泵,其中两个双向变量柱塞泵 2 供行走装置中柱塞马达 6 用 两个辅助齿轮泵 1 作为行走装置液压系统补油用,另一个齿轮泵 7 供工作装置用。行走装置是由柱塞马达通过减速箱 3 来驱动四个行走轮的。也有的机械直接用液压马达驱动行走轮,进一步减化了传动系统。

第二节 主离合器

一、主离合器的功用

前已述及,主离合器是根据工程机械的实际需要,由驾驶员操纵,实现分离和接合的。其具体功用如下:

- (1)能迅速彻底地切断内燃机与传动系统间的动力传递,以防止变速器换档时齿轮产生啮合冲击;
- (2)能将内燃机动力和传动系柔和地接合,使工程机械平稳起步;
- (3)当外界负荷剧增时,可利用离合器打滑作用起过载保护;

(4)利用离合器的分离,可使工程机械短时间驻车。

离合器工作时,分离应彻底,以保证平顺换档;接合要柔顺,以保证机械起步及行驶平稳;应具有足够的动力传递能力,既能传递内燃机产生的最大转矩,以保证机械具有良好的动力性,又能防止传动系的零部件过载;离合器中摩擦副的摩擦系数要高,耐磨、耐高温,具有较长的使用寿命 离合器散热性能要好 使其工作性能稳定、可靠 此外 离合器的操作要轻便 调整简便 以减小驾驶员的劳动强度 离合器从动部分的零件质量要小 以便迅速换档 离合器各零件质量应均匀,结构和布置要对称,以保证整个离合器(以至内燃机)具有较高的动平衡精度 使机械 特别是传动系 运转平稳。

二、离合器的工作原理和分类

目前,工程机械应用最广泛的是根据摩擦原理设计而成的离合器,称为摩擦离合器。摩擦离合器图 1-2-1)一般由摩擦副、压紧与分离机构、操纵机构等组成。摩擦副包括主动摩擦盘和从动摩擦盘。从图 1-2-1 中可以看出,这种摩擦离合器是直接利用内燃机飞轮 2 的外端面作主动盘 从动盘 3 通过花键和离合器轴 1 相连,既可带动离合器轴一起旋转,又能沿离合器轴作轴向移动。离合器轴前端靠滚动轴承支承在飞轮中心凹孔中。

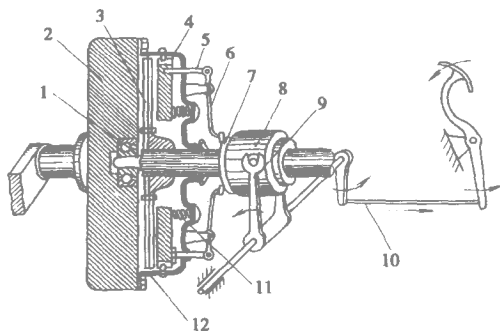


图 1-2-1 摩擦离合器结构简图

1.离合器轴;2.飞轮;3.从动盘;4.压盘;5.分离拉杆;6.分离杠杆;7.分离轴承;8.分离套筒;9.分离拨叉;10.拉杆;11.压紧弹簧;12.离合器盖

压紧与分离机构包括压盘 4、压紧弹簧 11、分离拉杆 5、分离杠杆 6 等,它们都安装于离合器盖 12 上,离合器盖用螺钉固紧在飞轮上。因而,压紧与分离机构是随飞轮一起旋转的。同时,压盘又可在压紧弹簧或分离拉杆的作用下作轴向移动。操纵机构包括分离轴承 7、分离套筒 8、分离拨叉 9、拉杆 10 及离合器脚踏板等。因压紧弹簧装配时有预紧力,故在此预紧力作用下,借助压盘将从动盘紧紧地压在飞轮的外端面上。此时离合器处于“接合”状态,内燃机动力由飞轮经从动盘、离合器轴传至变速器。

驾驶员踩下离合器脚踏板时,分离拉杆向右移动,分离拨叉推动分离滑套、分离轴承左移,使分离杠杆内端受压。当操纵力大于压紧弹簧预紧力时,分离杠杆外端通过分离拉杆将压盘向右拉,压缩压紧弹簧,直到使压盘、从动盘及飞轮表面间出现 0.5mm 间隙为止 此时离合器处于“分离”状态 内燃机动力传递被“切断”。

从以上分析可以看出,这种离合器是靠压紧弹簧的预紧力传递动力的,当驾驶员不操纵时处于“接合”状态(由此而称其为常合式弹簧压紧摩擦离合器)传递转矩大小取决于弹簧压紧力、摩擦副平均直径、摩擦系数等因素。“分离”状态时主、从动摩擦副之间必须保持一定的间隙。

三、常合式摩擦离合器的构造

1. 单片常合式摩擦离合器

图 1-2-2 所示为东风 EQ1090 型载货汽车用单片常合式摩擦离合器 它具有结构简单、分离彻底、散热性好、调整方便、尺寸紧凑等优点。

1) 摩擦副

离合器摩擦副包括飞轮、压盘和从动盘 4。为减小从动盘的转动惯量，减小变速器换挡时的冲击，从动盘一般用薄钢板制成，用铆钉和从动盘毂铆接。从动盘毂以花键和离合器输出轴连接。在从动盘两端面上，用铝质埋头铆钉铆有模压石棉衬面，提高了摩擦副的摩擦系数和耐磨性。从动盘上还装有扭转减震弹簧 5 以吸收冲击和振动。

2) 压紧与分离机构

为保证压盘具有足够的刚度并防止其受热后翘曲变形，压盘 8 为铸铁制成的具有一定厚度的圆盘，它通过四组弹性传动片 1 和离合器盖 9 相连接。传动片一端用铆钉铆在离合器盖上，另一端用螺钉 2 紧固于压盘上。离合器盖以 2 个定位孔与飞轮对正后，用 8 个螺钉固定在飞轮上，通过传动片带动压盘随飞轮一起旋转。为保证离合器分离时的对中性及离合器工作的平稳性，四组传动片相隔 90° 并沿圆周切向均匀分布。离合器分离时，弹性传动片发生弯曲变形，从而使压盘相对于离合器盖向右移动。压盘与离合器盖采用这种传动片连接方式，具有结构简单、传动效率高、噪声小、接合平稳、压盘与离合器盖间不存在磨损等优点。在压盘的右侧，沿圆周方向分布着 16 个螺旋弹簧 14，当离合器处于接合状态时，它将压盘、从动盘紧紧压在飞轮上。

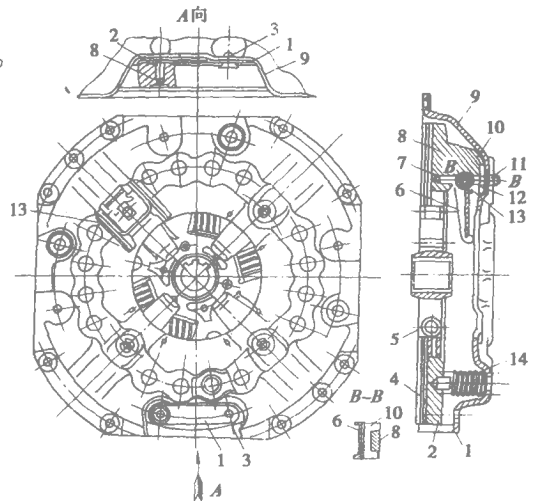


图 1-2-2 单片常合式离合器

1-传动片;2-螺钉;3-铆钉;4-从动盘;5-扭转减振器;6-分离杠杆;7-支承螺栓;8-压盘;9-离合器盖;10-摆动支承片;11-调整螺母;12-浮动销;13-支承弹簧;14-压紧弹簧

4 个用薄钢板冲压而成的分离杠杆 6 通过调整螺母 11 的支承螺栓 7 及浮动销 12 支承在离合器盖上。支承螺栓的左端插入压盘相应的孔中。支承弹簧 13 使分离杠杆的中部通过浮动销紧靠在支承螺栓方形孔的左内侧面上。分离杠杆的外端通过摆动支承片 10 顶住压盘。离合器接合时，摆动支承片呈凹字形（图 1-2-2 B-B 剖视），其平直的一边支承在分离杠杆外端的凹面处，两者保持完全接触，而其凹边则嵌入压盘的凸起部。离合器分离时，分离杠杆内端绕浮动销转动，外端则通过摆动支承片将压盘拉向右方。此时，一方面浮动销沿与支承螺栓方形孔的左内侧接触面向离合器中心滚动一个很小距离；另一方面，摆动支承片与压盘接触边向外倾斜。这样，可消除运动件间的干涉，并减小了摆动支承片与分离杠杆接触面间的滑动摩擦。这种结构因其工艺、结构简单、零件数目少，因而得到了广泛的应用。

为保证离合器在分离和接合过程中，压盘位置和飞轮外端面平行，防止因压盘歪斜而造成分离不彻底及起步时发生“颤抖”现象，可通过调整螺母 11 进行调整，使 4 个分离杠杆内端处在平行于飞轮端面的同一平面内。

离合器处于接合状态时，分离杠杆内端距分离轴承（图 1-2-2 中未画出）应保持约 3~4mm 的间隙，此间隙称为离合器的自由间隙。保留离合器自由间隙的目的在于保证摩擦衬片在正常的磨损限量范围内，仍能完全接合。自由间隙可通过螺母 11 进行调整。

由于离合器自由间隙的存在，驾驶员在踩下离合器踏板后，要先消除自由间隙，然后才能使离合器分离。这样，离合器踏板行程就由两部分组成：对应自由间隙的踏板行程称为离合器踏板自由行程，余下的踏板行程称为离合器踏板工作行程。离合器踏板自由行程是通过调整

踏板拉杆(图 1-2-2 中未画出)前端的螺母来实现的。

为保证内燃机与离合器整体的动平衡,除应严格控制运动零件的质量外,在离合器盖的紧固螺栓(图 1-2-2 中未画出)上还装有平衡片。拆卸时应做上记号,装复时要按原样装回。必要时,离合器连同内燃机要进行动平衡复试,否则会破坏曲轴与飞轮的动平衡,使曲轴发生早期疲劳损坏。内燃机若运转不平稳,会引起整个传动系产生较大的振动与噪声。

2. 双片常合式摩擦离合器

双片常合式摩擦离合器是在单片式的基础上,增加一对摩擦副而形成的(图 1-2-3)。其摩擦副包括主动部分——飞轮 5、压盘 3、中间主动盘 4;从动部分——从动盘 1 和 2 等。在分离与压紧机构中,为使 2 个从动盘与中间主动盘、压盘及飞轮外端面间彼此分离彻底,在中间主动盘的内端面圆周上开有 3 个小凹坑,凹坑内分别安装分离弹簧 16(图 1-2-3 中局部剖视图)。分离弹簧的内端顶住飞轮。为保证离合器分离时从动盘 1 不被中间主动盘和压盘夹住,在离合器盖 13 的外端面圆周上装有 3 个限位螺钉 15。这些螺钉从压盘圆周相应的孔中伸出,以限制中间主动盘的行程。限位螺钉前端面距中间主动盘外端面间隙应适中,否则将夹住从动盘,使离合器分离不彻底。此间隙通过调整限位螺钉来保证。

图 1-2-3 所示为解放 CA1091 型载货汽车离合器,其结构可靠性较好。现 CA1091 型载货汽车仍在采用,但在个别零件的尺寸上作了如下改进:针对其压盘和中间压盘较薄、散热不良,在使用中常发生压盘、中间压盘烧裂及石棉摩擦衬片烧损现象,现将两个压盘各加厚 4~5mm。但为了避免质量增加过多,故仅在与摩擦片接触的地方加厚。加粗从动盘的铆钉,防止从动盘松动,提高其工作可靠性。

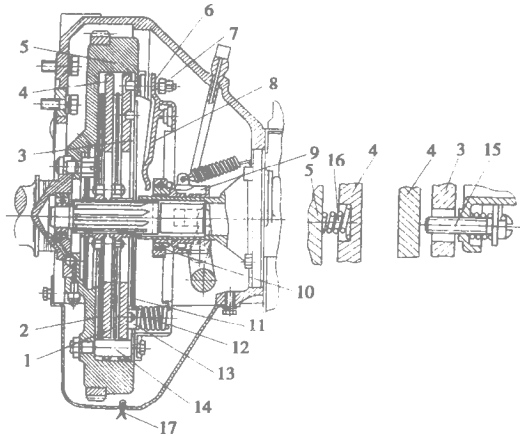


图 1-2-3 双片常合式摩擦离合器

1、2从动盘;3-压盘;4-中间主动盘;5-飞轮;6-分离杆连接螺栓;7-调整螺母;8-分离杆;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-限位螺钉;16-分离弹簧;17-磁性开口销

四、非常合式摩擦离合器的构造

1. 非常合式摩擦离合器的工作原理

非常合式摩擦离合器与常合式摩擦离合器相比,有两个明显的特点:第一,摩擦副的正压力是由杠杆系统施加的,故又称其为杠杆压紧式摩擦离合器。第二,驾驶员不操纵时,离合器既可处于接合状态,又可处于分离状态,便于驾驶员对其他操纵元件的操作,这对工程机械操作是十分必要的,其工作原理如图 1-2-4 所示。

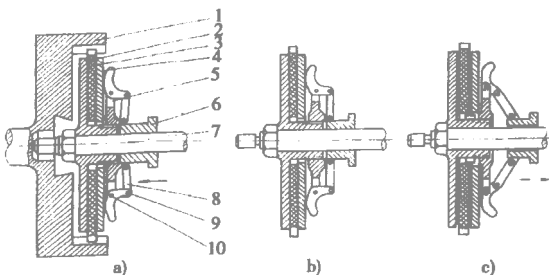


图 1-2-4 非常合式摩擦离合器工作原理

1-飞轮;2-前从动盘;3-主动盘;4-后从动盘;5-十字架;6-离合套;7-离合器轴;8-弹性推杆;9-加压杠杆;10-杠杆销轴

摩擦副包括主动盘 3 和前后从动盘 2、4。主动盘上的外花键和飞轮上的内花键相连,既可随飞轮一起旋转,又能作轴向移动。前从动盘用键和离合器轴 7 紧固连接,并利用

前端螺母定位,防止其产生轴向移动。在其轮毂的后端外圆上,分别铣有花键和螺纹。后从动盘通过内花键套装在轮毂的外花键上,而压紧与分离机构则拧在轮毂的螺纹上。

压紧与分离机构包括以螺纹拧在前从动轮毂上的十字架 5、加压杠杆 9、弹性推杆 8 等。当利用操纵杆使分离套 6 向左移动时,弹性推杆使加压杠杆向内收紧,使加压杠杆的凸起处将后从动盘向左推移,直至将后压盘及主动盘与前从动盘压紧。当分离套移到图 1-2-4b)所示位置(即处于中立位置)时弹性推杆处于垂直位置。此时作用在后从动盘上的压紧力达到最大,但此位置是不稳定的,稍有振动,加压杠杆就有退回到分离位置(图 1-2-4c)的可能。为避免出现这种情况,应将分离套继续向左推移,让弹性推杆越过垂直位置,稍向后倾斜(图 1-2-4a)这样,尽管压紧力减小了一些,但可以保证离合器处于稳定的接合位置。

2. 单片非常合式摩擦离合器

图 1-2-5 所示为国产 TY120 型推土机用单片非常合式摩擦离合器。

1) 摩擦副

摩擦副由铸铁制成的主动盘 3(通过 5 个用橡胶帆布制成的弹性连接块 16 与飞轮相连)和铆有摩擦衬片的从动盘 2 以及从动压盘 4 所组成。

为保证离合器轴 1 的中心线在略有偏移或倾斜的情况下,离合器仍能可靠地传递转矩,主动盘除用弹性块和飞轮连接外,还用滚柱轴承通过内齿套支承在离合器轴上。

从动盘用花键装在离合器轴上,并用螺母作轴向定位,只允许它随离合器转动。

从动压盘用内齿圈套在压盘毂 7 上,压盘毂通过花键套在离合器轴上。在从动压盘外端面上铆有一组片弹簧 5,片弹簧的内缘压在压盘毂上。

离合器轴的前端通过滚柱轴承、弹性连接块间接地支承在飞轮上,后端通过铆有摩擦衬片 11 的连接盘与变速器输入轴连接盘(图中未画出)相连。

2) 压紧与分离机构

压紧与分离机构由拧在压盘毂上的支架 10、压紧杠杆 6 和弹性推杆 8 组成。这种结构的分离与接合动作,都必须由驾驶员来操纵。

3) 操纵机构

操纵机构如图 1-2-6 所示。套在离合器轴上的分离接合套 13(图 1-2-5 的前端和弹性推杆

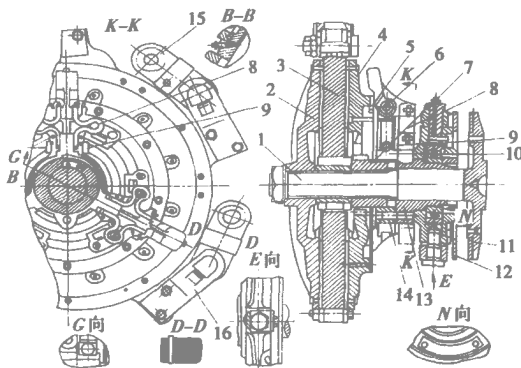


图 1-2-5 TY120 型推土机离合器

1-离合器轴;2-从动盘;3-主动盘;4-从动压盘;5-片式弹簧;6-压紧杠杆;7-压盘毂;8-弹性推杆;9-锁紧螺栓;10-支架;11-摩擦衬片;12-从动压盘;13-分离接合套;14-导向销;15-驱动销;16-弹性连接块

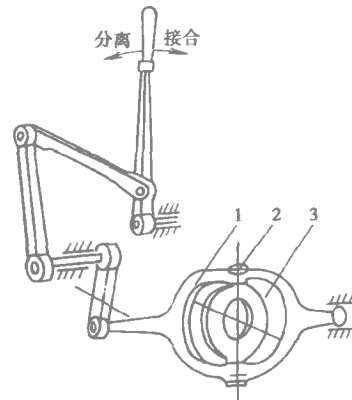


图 1-2-6 操纵机构示意图

1-分离拨圈;2-连接销;3-分离轴承外座圈

8 铰接在一起, 为了能使分离接合套在沿离合器轴前后移动时不发生相对转动和卡死, 特用导向销 14 定位。在分离接合套后端的轮毂上装有分离轴承、分离拨圈 1(图 1-2-6) 通过连接销 2 与分离轴承外座圈 3 相连, 然后, 经一系列杆件将分离拨圈和离合器操纵手柄连接起来。

4 小制动器

工程机械一般作业速度都较低, 当离合器分离, 变速器挂入空档时, 机械就会很快停下来。而此时离合器输出轴因惯性力矩作用 仍以较高的转速旋转 这就给换档带来了困难 容易出现打齿现象或延迟换档时间。为此, 特在离合器输出轴上设置了一个小制动器。当离合器分离时, 可迫使离合器轴迅速停止转动。

单片非常合式摩擦离合器在使用过程中, 当摩擦衬片磨损后, 压紧杠杆对从动压盘的压紧力会急剧下降, 致使离合器严重打滑。因此 当摩擦衬片磨损超过限度 离合器出现打滑时 应当及时进行离合器摩擦副间的间隙调整。调整的方法是根据摩擦衬片磨损的程度 将支架图 1-2-5 中的 10 适当旋进即可。

显然, 为保证离合器具有足够的压紧力, 这种调整必须及时进行 为减少调整次数 有些非常合式摩擦离合器采用了“补偿弹簧”结构(图 1-2-7)。在压盘 1 和调整圈 2 之间, 安装了补偿弹簧 6。当离合器处于接合状态时, 补偿弹簧被压缩。如果离合器摩擦衬片磨损, 补偿弹簧便起作用, 弥补了压紧力的减小。如果摩擦衬片的磨损量过大 超过了弹簧的补偿能力 则此时就需进行调整了。

图 1-2-7 具有补偿弹簧的非常合式摩擦离合器

1-压盘; 2-调整圈; 3-螺钉; 4-压杆; 5-弹簧座; 6-补偿弹簧

6。当离合器处于接合状态时, 补偿弹簧被压缩。如果离合器摩擦衬片磨损, 补偿弹簧便起作用, 弥补了压紧力的减小。如果摩擦衬片的磨损量过大 超过了弹簧的补偿能力 则此时就需进行调整了。

3. 多片湿式非常合摩擦离合器

前面介绍的摩擦离合器, 摩擦副均在干摩擦状态下工作。这种干式离合器结构简单, 分离彻底 但能传递的转矩较小 散热条件较差 并且在使用中必须经常保持摩擦面干燥、清洁。所以 干式离合器一般用于中小功率、以运输为主的工程机械中。对于重型、大功率的工程机械 如重型履带推土机等 因所需传递的转矩较大 普遍采用多片湿式非常合摩擦离合器。

多片湿式非常合摩擦离合器一般具有 2~4 个从动盘, 其摩擦副浸在油液中。由于具有润滑油的清洗、润滑和冷却作用 所以湿式离合器摩擦副的磨损小 寿命长 使用中无需进行调整。又因为摩擦片多用粉末冶金 一般为铜基粉末冶金 烧结而成 承压能力强 加之采用多片 故可传递较大的转矩。图 1-2-8 所示为国产 TY180 型推土机用多片湿式非常合摩擦离合器结构示意图。

1) 摩擦副

在飞轮 5 的内齿圈上, 安装有带轮齿的主动

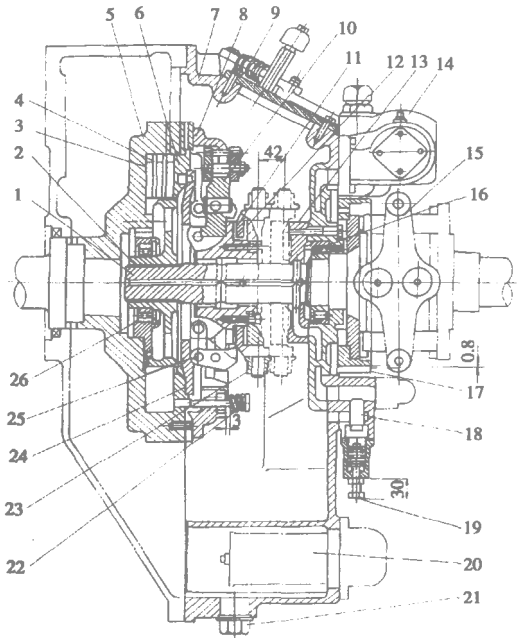
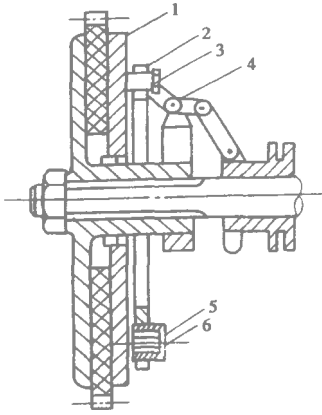


图 1-2-8 TY180 型推土机离合器

1-离合器轴; 2-齿毂; 3-从动盘; 4-主动盘; 5-飞轮; 6-压盘; 7-离合器外壳; 8-离合器盖; 9-制动杠杆上的弹簧; 10-调整圈; 11-压瓜架; 12-分离环; 13-轴承盖; 14-液助力器; 15-十字架; 16-轴承; 17-制动带; 18-安全阀; 19-调整螺栓; 20-滤油器; 21-磁性螺塞; 22-复位弹簧; 23-分离叉; 24-压盘毂; 25-压爪组件; 26-轴承

盘 4 和压盘 6 它们可随飞轮一起旋转 也可作轴向移动。

离合器轴 1 前端的花键上装有从动齿毂 2 并靠轴承 26 支承在飞轮的中心孔内。

从动齿毂的外齿圈上安装了 3 片带轮齿的从动盘 3。从动盘除轴向移动外，还可带动从动齿毂、离合器轴旋转。从动盘（图 1-2-9）由 2 片锰钢片 2 铆接而成，其外端面分别有一层烧结的铜基粉末冶金片 1。与石棉材料相比，用这种材料做成的摩擦衬片，具有承受比压高、高温下耐磨性好、摩擦系数稳定、使用寿命长等优点，但其质量较大，且成本较高。在粉末冶金片的外表面上开有螺旋形油槽，润滑油通过沟槽对摩擦片进行润滑、冷却和清除杂质（磨削物）。2 个锰钢片内侧圆周方向上均布有 4 个蝶形弹簧 3，保证离合器接合时柔和、平稳。

2) 压紧与分离机构

TY180 型推土机离合器的分离与接合动作是采用重块肘节式压紧与分离机构来完成的。这种结构具有借助重块离心力自动促进离合器接合或分离的特点，其工作原理如图 1-2-10 所示。离合器处于分离状态（图 1-2-10c）时 压爪架 4 处于最右端，重块 7 的离心力通过连接片 2 对压爪架产生一个向右的推力，从而保证离合器处于稳定的分离状态。当压爪架在分离叉 6 作用下沿离合器轴 5 向左移至图 1-2-10b) 的位置时 滚轮 3 对压盘毂 1 的压紧力达到最大，但此位置是不稳定的。所以，要将压爪架再向左移到达图 1-2-10a) 位置 此时 重块的离心力对压爪架产生一个向左的推力，使离合器处于稳定的接合状态。

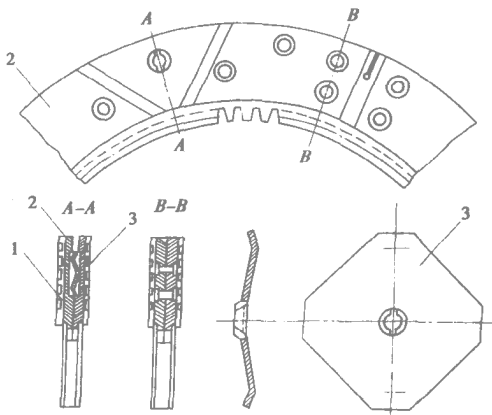


图 1-2-9 从动盘结构

1. 铜基粉末冶金片 2. 锰钢片 3. 蝶形弹簧

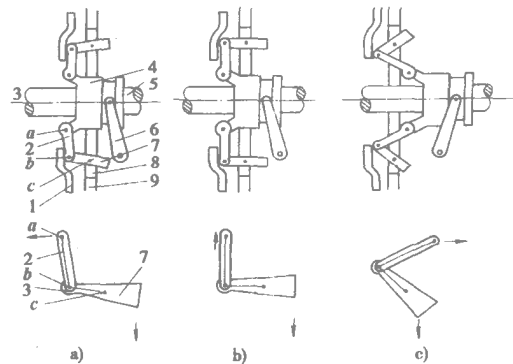


图 1-2-10 压紧与分离机构工作原理

a) 接合状态 ; b) 中立位置 ; c) 分离状态

1-压盘毂 ; 2-连接片 ; 3-小滚轮 ; 4-压爪架 ; 5-离合器轴 ;
6-分离叉 ; 7-重块 ; 8-调整圈 ; 9-离合器盖 ; a、b、c-销子

上述压紧与分离机构的结构见图 1-2-11。为便于离合器压紧与分离，在压盘 1 上装有压盘毂 3 及复位螺栓。复位螺栓右端借助复位弹簧 17 安装在离合器盖上。当小滚轮 19 向左压紧压盘毂时 复位弹簧受压缩 离合器处于接合状态。

小滚轮由销子 b 与连接片 20 的重块 18 铰接在一起，连接片的内端通过销子口铰接于压爪架 13 的耳块 8 上。重块则通过销子 c 铰接于调整圈 16 上。具有外螺纹的调整圈拧装在离合器盖上，转动调整圈时，调整圈就会相对于离合器盖作轴向移动，从而调整了小滚轮与压盘毂的间隙。压爪架的后端用螺钉 12 固定 装有后盖板 11 两者之间形成一环槽 分离环 10 就安装在带衬套 14 的环槽内。分离环通过两个对称的衬块与离合器分离拨叉（图 1-2-11 中未画出）相连。

3) 操纵机构

因 TY180 型推土机的功率较大, 离合器传递的转矩大, 离合器摩擦副间所需的压紧力就比较大, 所以需要有较大的离合器操纵力。为减小驾驶员的劳动强度, 减小离合器的操纵力, 在离合器操纵机构中设置了液压助力器。液压助力器 (图 1-2-12) 是由滑阀 6、活塞 7、大小弹簧 5 及阀体 8 等主要零件组成的一个随动滑阀。

助力器的阀体 8 横装在离合器的外壳后上方。阀体内的滑阀 6 的右端通过双臂杠杆 3 与驾驶室内的操纵杆 (图中未示出) 相连。活塞 7 的左端经球座接头 9 并借助球头杠杆连接在离合器分离叉轴 1 上。这样, 驾驶员只需用很小的力量 (约 60N 左右) 拨动操纵杆带动滑阀作微小的移动就可借助压力油推动活塞左右移动实现离合器接合与分离动作的操纵。

当需要接合离合器时 (图 1-2-12a) 驾驶员拨动操纵杆通过双臂杠杆 3 使滑阀克服弹簧 5 中大弹簧的压力而右移, 导致滑阀中央的两个凸台将油口 D 和油口 B 堵死, 压力油自进油腔经油口上进入左工作腔 F 推动活塞右移带动分离叉轴摆动使离合器趋于接合与此同时右工作腔 R 内的油经油口 C 自回油腔 O 流出形成低压油腔。

离合器完全接合后, 驾驶员松开操纵杆, 滑阀在小弹簧作用下左移将油口 B、D 同时开启。此时, 阀体进出油腔 H、O 左右工作腔 F、R 彼此连通, 滑阀处于中立位置, 作用于活塞上的力处于平衡状态, 活塞静止不动, 离合器处于稳定的接合状态。

离合器分离时 (图 1-2-12b), 在驾驶员的操纵下, 滑阀克服弹簧 5 中大弹簧的压力左移利用凸台将油口 A、C 堵死, 压力油自进油腔 H 经油口 D 进入右工作腔 R 推动活塞左移使离合器趋于分离。同时左工作腔 F 经油口 A 与出油腔连通, 形成低压油腔。当离合器完全分离后操纵杆松开滑阀在弹簧作用下右移油口 A、B、C、D 全打开, 滑阀处于中立位置, 活塞两端油压处于平衡状态, 活塞保持不动, 离合器处于稳定的分离状态。

离合器操纵机构的油液是循环使用的 (图 1-2-13)。油泵 3 从离合器壳 1 内 (经滤油器 2 过滤) 将油液吸出直接送入助力器 5 随后油液进入冷却器 6 得到冷却, 再进入离合器内润滑各运动部件, 最后流回离合器壳。

在循环油路中有安全阀 4 与助力器并联。当离合器完全接合或分离时, 驾驶员可能仍未松开操纵手柄这样滑阀就不能在弹簧的作用下移动使油口始终有 2 个处于关闭状态封闭油泵 3 的排油通道, 导致油泵出口处的油压剧增, 与助力器并联设置安全阀 4 则可有效解决上述问题, 避免由于系统内油压剧增而造成油泵及助力器等元件的损坏。

泄油阀 9 与冷却器并联的目的是当冷却器出故障如堵塞等时可使油液直接经泄油阀流回离合器壳中, 不至于使管路中压力升高。

4) 小制动器

TY180 型推土机在离合器轴上安装有带式小制动器 (图 1-2-14)。它主要由制动鼓 (离合器

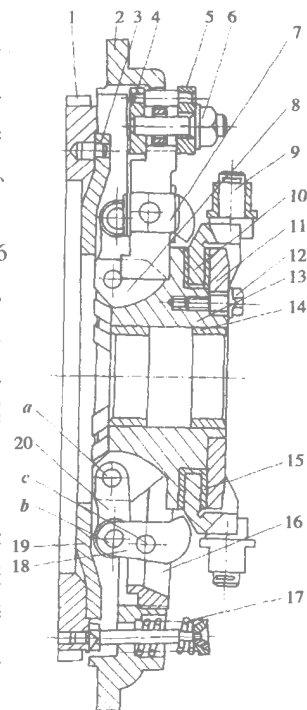


图 1-2-11 压紧与分离机构

1-压盘; 2-离合器盖; 3-压盘螺栓; 4、5-内外小夹板; 6-锁紧螺母; 7-小衬块; 8-压爪架耳块; 9-分离叉衬块; 10-分离环; 11-压爪架后盖板; 12-螺钉; 13-压爪架; 14-衬套; 15-前后衬片; 16-调整圈; 17-复位弹簧; 18-重块; 19-小滚轮; 20-连接片; a、b、c-销子

轴 12)、制动带 13 以及制动杠杆 6 等零件所组成。装有摩擦衬片 14 的制动带左端固定在离合器壳上 另一端用螺钉与制动杆 11 连接, 然后经制动杠杆等和离合器的分离机构联动。制动鼓与离合器轴一起旋转。当离合器分离时, 离合器操纵杆通过制动杠杆拉紧制动带, 迫使离合器轴停止转动 以利换挡。

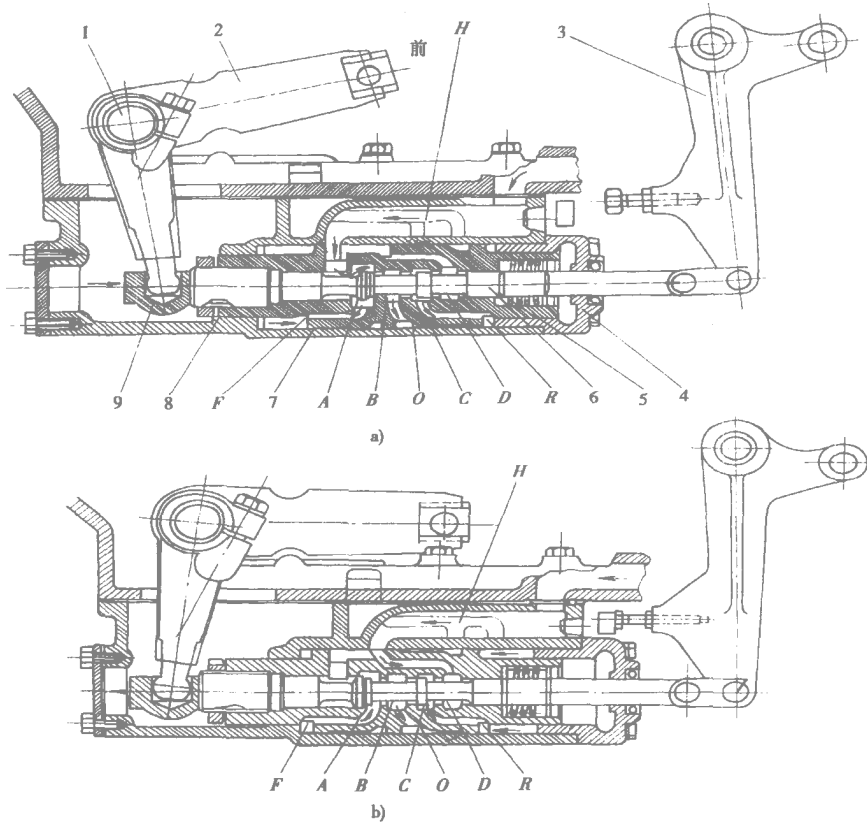


图 1-2-12 液压助力器

a) 需接合离合器时 b) 分离离合器

1-分离叉轴 2-分离叉 3-双臂杠杆 4-阀盖 5-大小弹簧 6-滑阀 7-活塞 8-阀体 9-球座接头; A、B、C、D- 分别为油口; F、R- 左右工作腔; H、O- 进出油腔

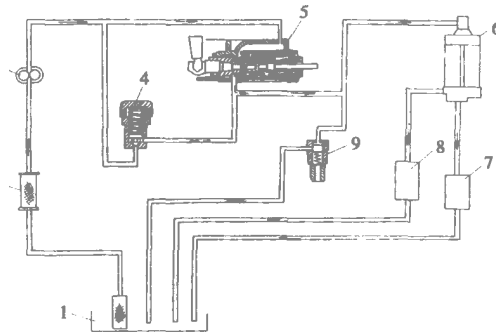


图 1-2-13 离合器油路图

1-离合器壳 2-虑油器 3-油泵 4-安全阀 5-液压助力器 6-冷却器 7-润滑离合器各运动部件; 8-润滑动力输出装置各部件 9-泄油阀

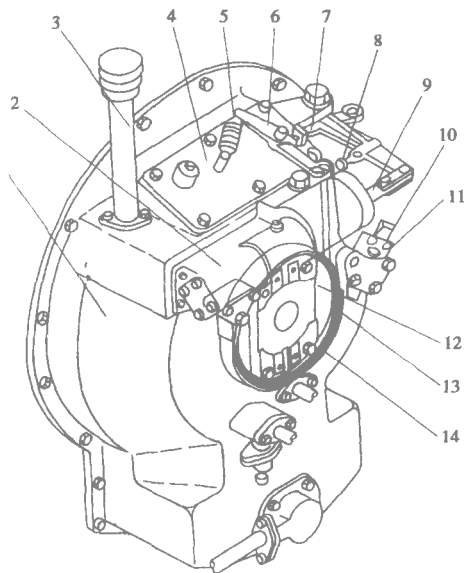


图 1-2-14 小制动器

1-离合器壳;2-液力助力器;3-加油管;4-检视口盖;5-制动杠杆弹簧;6-制动杠杆;7-制动杠杆调整螺钉;8-助力器杠杆调整螺钉;9-助力器滑阀;10-制动器调整螺钉;11-制动杆;12-离合器轴;13-制动带;14-制动带摩擦衬片

第三节 液力变矩器

液力变矩器是利用液体为工作介质来传递动力的,属于动液传动,即通过液体在循环流动过程中,液流动能的变化来传递动力,这种传动称为液力传动。

现代的工程机械、重型矿用自卸柴油车以及其他特种车辆都广泛地采用液力传动,尤其是车辆的传动系采用液力变矩器后使车辆具备了自动增大牵引力,降低传动系统中的动载荷以及能无级变速等优良性能。

液力变矩器是液力传动的形式,下面分别叙述其结构和工作原理。

最简单的液力变矩器是由泵轮 5、涡轮 6、导轮 4 等主要元件组成如图 1-3-1 所示。导轮 4 是一个固定不动的工作轮,通过导轮固定座与液力变矩器壳体连接。各工作轮——泵轮、涡轮、导轮的内外环构成相互衔接的封闭空腔,形成了工作液流的环流通道。工作液就在环流通道内循环流动。此封闭的环流通道称为循环圆。为分析方便,通常用循环圆在轴面上的断面图来表示整个循环圆,并把这个断面图称为液力变矩器的循环圆(图 1-3-2)。它表示出变矩器内各工作轮的相互位置和几何尺寸,说明了一个液力变矩器的几何特性。故某一型号的液力变矩器一般就用它的循环圆来表示。循环圆的最大直径 D 称为液力变矩器的有效直径。由于循环圆在轴面上的断面图相对于传动轴线是完全对称的,因此也常用传动轴上半部的图形来表示循环圆。

1. 液力变矩器的变矩原理

液力变矩器,顾名思义,就是能够改变发动机所供给的转矩值,使得其涡轮输出的转矩有可能超过发动机通过泵轮所输入转矩的若干倍,从而改善主机的性能。

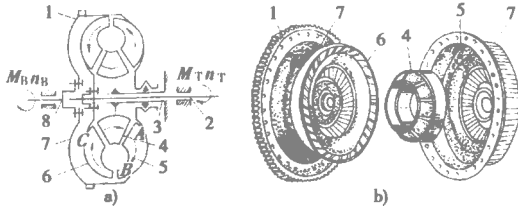


图 1-3-1 液力变矩器的工作原理和主要元件

1. 起齿圈 2. 从动轴 3. 导轮固定套筒 4. 导轮 5. 泵轮;
6. 涡轮 7. 变矩器壳 8. 发动机曲轴

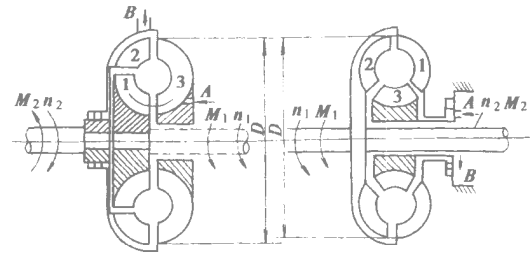


图 1-3-2 循环圆简图

1. 泵轮 2. 涡轮 3. 导轮

液力变矩器之所以能变矩，主要是由于不动的导轮能给涡轮施加一个反作用力矩。

液力变矩器工作时由发动机带动泵轮旋转，并将发动机的力矩施加于泵轮，泵轮旋转时泵轮内的叶片带动工作液体一起作牵连圆周运动，并迫使液体沿循环圆作相对运动。工作液体经受泵轮叶片的作用获得一定的动能和压力能，从而将发动机的机械能变为液体的动能和压力能。由泵轮流出的高速液流进入涡轮冲击涡轮的叶片，使涡轮开始旋转，并且使涡轮输出轴获得一定的转矩去克服外阻力做功。但与液力耦合器不同的是，工作液流此时并不是立即从涡轮叶片出口直接进入泵轮叶片入口，而是流经导轮后才重新进入泵轮。这样工作液体才完成了在各工作轮之间的循环运动。由涡轮流出的工作液体进入导轮，由于导轮固定不转，因此它没有能量输出。

设想将三元件的液力变矩器沿着循环圆的截面展开布置，如图 1-3-2 所示。在液力变矩器的工作过程中，液流自泵轮冲向涡轮时使涡轮受一转矩，其大小与方向都和发动机传给泵轮的转矩 M_b 相同，液流自涡轮冲向导轮时也使导轮受一转矩，由于导轮是固定的，此时它便以一大小相等方向相反的反作用转矩 M_d 作用于涡轮上。因此涡轮所受的总转矩 M_t 为泵轮转矩 M_b 与导轮反作用转矩 M_d 的向量和 即

$$M_t = M_b + M_d$$

这就是说，液力变矩器可以起增大转矩的作用，这个所增加的转矩就是导轮的反作用转矩 M_d 。

还可以通过变矩器中工作液体周而复始的环流特性说明变矩原理。现设泵轮、涡轮和导轮对工作液流的作用转矩分别为 M_b 、 $-M_t$ （负号表示涡轮对工作液流的作用转矩与泵轮转向相反）和 M_d 。由于液体的环流是一种周而复始的循环运动，因此三个工作轮对工作液流的作用为

$$M_b + (-M_t) + M_d = 0$$

或

$$M_t = M_b + M_d$$

因为液流对涡轮的作用转矩与涡轮对液流的作用转矩 $-M_t$ 大小相等，方向相反（即为 M_t ）所以涡轮转矩 M_t 等于泵轮转矩 M_b 与导轮转矩 M_d 的向量和。可见液力变矩器起到了增大转矩的作用。

2. ZL50 型装载机液力变矩器结构

图 1-3-3 所示为 ZL50 型装载机液力变矩器结构图。该变矩器属四元件单级二相液力变矩器。与双导轮液力变矩器相比较，它采用的是双涡轮结构，因此可称为双涡轮液力变矩器。变矩器中 2 个涡轮分别与变速器中的 2 个齿轮相连进行动力输出，扩大了变矩高效率区的范围。

柴油机的动力由弹性板 5 传给液力变矩器。弹性板 5 的外缘用螺钉与柴油机的飞轮 1 相连接,内缘用螺钉与循环圆外壳 3 相连接。与齿轮 12 连接在一起的泵轮用螺钉与循环圆外壳 3 连接。以上各构件组成了液力变矩器的主动部分。它的左端用轴承 2 支承在飞轮中心孔内,右端用双排轴承 11 支承在固定的导轮轴 13 上。

第一涡轮 6 以花键套装在第一涡轮轴 15 上,轴 15 右端带有齿轮,第一涡轮就通过这个齿轮输出动力。第一涡轮轴 15 左端以轴承 4 支承在循环圆外壳 3 内,右端经轴承 19 支承在变速器外壳上。第二涡轮 8 也以花键套装在第二涡轮管轴上,套管轴 14 也与齿轮制成一体。第二涡轮套管轴 14 的左端轴承 7 支承在第一涡轮轮毂中,右端经轴承 17 支承在导轮套管轴 13 内。第二涡轮通过管轴 14 上的齿轮输出动力。导轮 9 用花键套装在与壳体固定在一起的套管轴 13 上。

从图 1-3-3 可以看到,两涡轮动力输出齿轮分别与变速器中另两个齿轮常啮合,且两齿轮间有自由轮机构(超越离合器)相连接。此时液力变矩器的输出动力将由这两齿轮的同一轴输入给行星变速器(见第四章)。

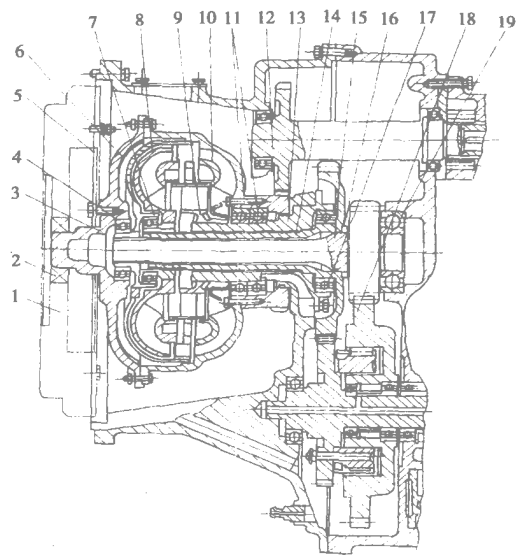


图 1-3-3 ZL50 型装载机液力变矩器

1. 飞轮;2. 轴承;3. 循环圆外壳;4. 轴承;5. 弹性板;6. 第一涡轮;7. 轴承;8. 第二涡轮;9. 导轮;10. 泵轮;11. 轴承;12. 齿轮;13. 导轮套管轴;14. 第二涡轮套管轴;15. 第一涡轮轴;16. 隔离环;17. 轴承;18. 自由轮机构外环齿轮;19. 轴承

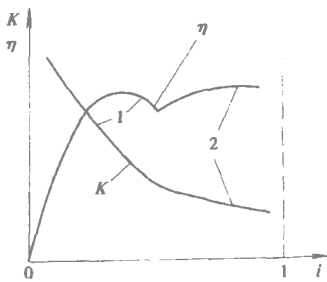


图 1-3-4 ZL50 型装载机特性曲线

1. 两涡轮同时输出;2. 第二涡轮输出时

图 1-3-4 所示为 ZL50 型装载机特性曲线。当液力变矩器在低传动比工作时,自由轮机构处于楔紧状态,这时两个涡轮就像一个整体涡轮一样,其特性曲线如图 1-3-4 中的曲线 1 所示。随着外载荷的减小,第二涡轮的转速逐渐地增高,使自由轮机构分离,动力就只通过第二涡轮输出,此时液力变矩器的特性曲线如图 1-3-4 中的曲线 2 所示。由此可见,双涡轮液力变矩器可在一个比较大的传动比范围内工作,传动效率比较高,比较适应装载机的工况要求。

目前国产轮胎式装载机已形成系列,采用的就是双涡轮变矩器。但国外应用的不多,因为对大功率装载机来说重要的是掘起力,它不由变矩器提供。另外,虽然双涡轮液力变矩器高效区较宽,但最大效率还是低于前述两种。

第四节 变 速 器

一、变速器的功用、工作原理和类型

目前工程机械上广泛采用内燃机(主要是柴油机)其转矩与转速变化范围较小,不能满足机械在各种工况下对牵引力和行驶速度的要求。因此,必须采用变速器来解决这种矛盾。

1. 变速器的功用

(1) 变换档位, 改变发动机和驱动轮间的传动比, 使机械的牵引力和行驶速度适应各种工况的需要;

(2) 实现倒档, 使机械能前进与倒退;

(3) 实现空档, 可切断传动系统的动力, 实现在发动机运转情况下, 机械能长期停止, 便于发动机起动和动力输出。

2. 变速器的工作原理和类型

变速器的变速换档原理是借助不同齿轮的啮合传动, 其传动比 i 是主动齿轮转速 n_1 与从动齿轮转速 n_2 之比, 也等于从动齿轮齿数 Z_2 (或直径 D_2) 与主动齿轮齿数 Z_1 (或直径 D_1) 之比, 即

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

由上式可见, 只要主动齿轮齿数 Z_1 小于从动齿轮齿数 Z_2 即从动齿轮大于主动齿轮, 则可实现降低转速、增加转矩的作用; 反之, 当 Z_1 大于 Z_2 则可实现增加转速、减小转矩的作用。一般机械上的变速器主要是起降低转速增加转矩的作用。

为了实现较大范围内变速, 以满足机械不同作用工况的需要, 通常变速器采用多对齿轮组成不同的传动比 (即不同档位) 并通过操纵机构来按需要变换传动比 (即换档)。

1) 机械换档变速器的工作原理

图 1-4-1 所示是常用的机械换档式变速器工作原理图。主动轴 1 (即动力输入轴) 是一花键轴, 其上装有可轴向移动的双联主动齿轮 2、3。从动轴 4 (即动力输出轴) 上固装有从动齿轮 5、6。当齿轮 2、3 在主动轴上移到图 1-4-1a) 位置时, 无齿轮啮合。自主动轴传入变速器的动力无法输出, 故此位置称为变速器空档位置。当齿轮 2、3 移到图 1-4-1b) 位置时, 齿轮 2 和 6 相啮合, 使动力自主动轴经齿轮 2、6 传递, 由从动轴输出。同理, 齿轮 3 移到图 1-4-1c) 位置时, 齿轮 3 和 5 相啮合, 也可将动力输出。联动齿轮 2、3 的移动是由驾驶员进行操纵的, 所以这种变速器称为机械换档式变速器。由上可见, 机械换档式变速器只有在齿轮啮合时, 方可将动力输出。不同的齿轮啮合, 因速比不同, 输出动力的转速、转矩也不同。齿轮副越多, 输出动力的转矩、转速变化范围就越大。因此, 根据工程机械的实际需要, 变速器可以设计成多种不同档位, 使机械具有相应的行驶速度和驱动力。

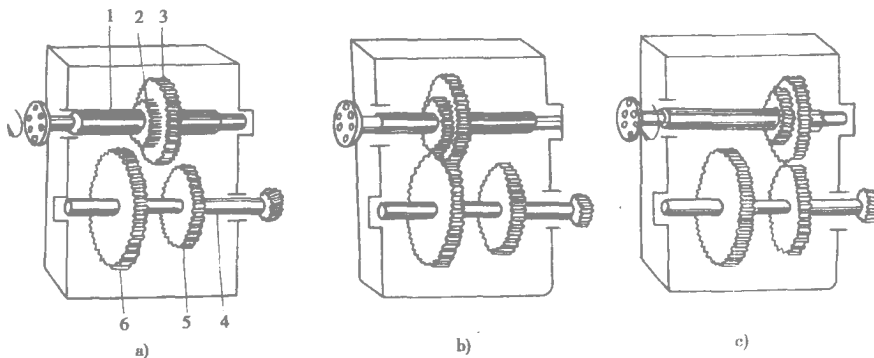


图 1-4-1 机械换档式变速器工作原理

1-主动轴; 2、3-主动齿轮; 4-从动轴; 5、6-从动齿轮

2) 动力换档变速器的工作原理

动力换档变速器的档位变换是通过液压操纵小离合器来实现的，其基本原理如图 1-4-2 所示。它由动力输入轴 1 中间轴 7 动力输出轴 9 小离合器 3、4 及齿轮等组成。小离合器的主动片通过主动毂固装在动力输入轴上，由动力输入轴带动旋转。从动片分别和齿轮 2、5 的轮毂固装在一起。齿轮 2、5 滑套在输入轴上，与输入轴各自单独旋转。齿轮 8、10 固装在动力输出轴上 分别和齿轮 2、6 相啮合。齿轮 6 滑套在中间轴上（中间轴在此仅起支承作用），并同时和齿轮 5、8 相啮合。

小离合器 3、4 都处于分离位置时，动力由输入轴传给小离合器 3、4 的主动片之后再无法继续传递，变速器处于空档位置。

小离合器 3 接合、小离合器 4 分离时，动力自输入轴经小离合器 3、齿轮 2 传给齿轮 10 最后由输出轴输出。此时 齿轮 5、6、8 及小离合器 4 的从动片随输出轴空转，主动片随输入轴旋转 互不干涉。

同理 小离合器 4 接合、小离合器 3 分离时，变速器又实现倒档。

动力换档变速器的操作比机械换档变速器省力，并可在运行中换档，提高了机械的生产率，但其结构较复杂，成本较高。

上述动力换档变速器的传动特点是，传动中齿轮与轴的位置固定，故又被称为定轴式动力换档变速器。除此之外，还有一种称为行星齿轮式动力换档变速器，如图 1-4-3 所示。它主要包括太阳轮 1、齿圈 2、行星轮架 3 和三个行星轮 4 等零部件。行星轮滑套在行星轮架上，同时和太阳轮、齿圈相啮合。该变速器可以在太阳轮、齿圈和行星轮架三个基本元件之间任选两元件作为动力输入和动力输出元件，采用制动或其他方法使另一元件固定或以给定速度旋转（称为给该元件一个约束），这样单排行星齿轮传动变速器就以某一传动比传递动力。如果改变约束元件，则动力输入与输出元件的传动比也随之改变。如果所有元件都无约束，则行星齿轮失去传动作用。根据这个原理，单排行星齿轮传动可以具有六个不同传动比的传动方案，如图 1-4-4 所示。

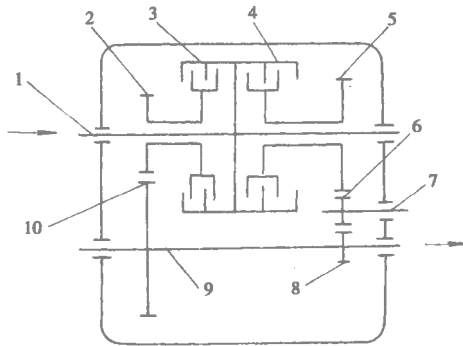


图 1-4-2 动力换档变速器工作原理

1-动力输入轴 ;2、5、6、8、10- 齿轮 ;3、4-小离合器 ;7-中间轴 ;9-动力输出轴器 ;

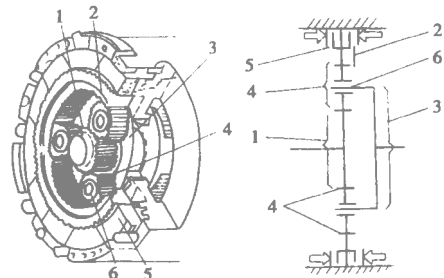


图 1-4-3 单排行星齿轮式动力变速器

1-太阳轮 ;2-齿圈 ;3-行星轮架 ;4-行星轮 ;5-离合轴 ;6-行星轮轴

第一方案 图 1-4-4 中 ①)约束齿圈 太阳轮为动力输入元件 行星架为动力输出元件 两者旋转方向相同。

第二方案 图 1-4-4 中 ②)约束齿圈 行星架为动力输入元件 太阳轮为动力输出元件 两

者旋转方向相同。

第三方案图 1-4-4 中)约束太阳轮 齿圈为动力输入元件 行星架为动力输出元件 两者旋转方向相同。

第四方案图 1-4-4 中)约束太阳轮 行星架为动力输入元件 齿圈为动力输出元件 两者旋转方向相同。

第五方案图 1-4-4 中)约束行星架 太阳轮为动力输入元件 齿圈为动力输出元件 两者旋转方向相反。

第六方案图 1-4-4 中⑥)约束行星架 齿圈为动力输入元件 太阳轮为动力输出元件 两者旋转方向相反。

图 1-4-3 所示属第一种传动方案 其齿圈 2 在圆周方向布置一小离合器 5 予以约束,动力从太阳轮输入 由行星架输出。显然 当小离合器处于分离状态时 约束解除 该行星齿轮失去传动作用。行星齿轮式动力换档变速器就是由这样两排或一排行星齿轮传动而构成,通过液压操纵小离合器或制动器实现各个档位的变换。

3) 变速器倒档原理

机械的反向行驶,在内燃机飞轮旋转方向不变的情况下,是由变速器挂倒档来实现的,其基本原理如图 1-4-5 所示。动力输入轴 1 和动力输出轴 4 之间经一对齿轮传动时(图 1-4-5a),其旋转方向相反。增加一个中间齿轮 5 经两对齿轮副传动时 其旋转方向相同。因此在输入轴旋转方向不变时,可使输出轴有两种不同的旋转方向,从而实现工程机械的前进和倒退。对于行星齿轮传动则可通过改变约束元件,实现输出元件相对输入元件旋转方向的变化(参见图 1-4-4 中的、⑥)。

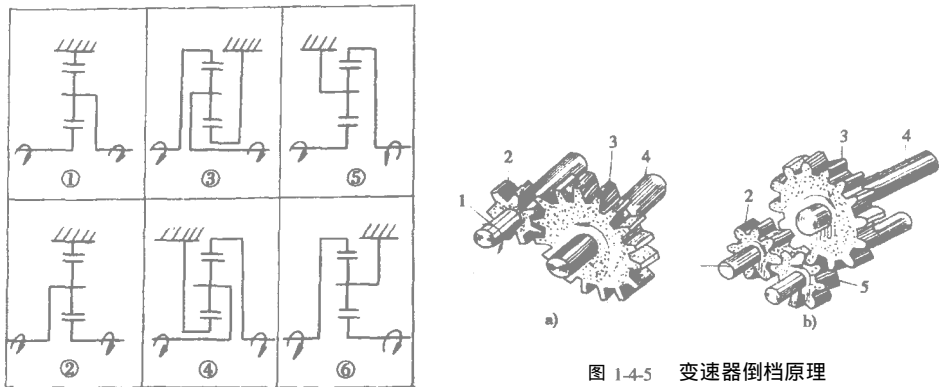


图 1-4-5 变速器倒档原理

a)一对齿轮传动(转向相反) b)两对齿轮传动(转向相同)
1-主动轴;2-主动齿轮;3-从动齿轮;4-从动轴;5-中间齿轮

图 1-4-4 单排行星齿轮传动方案

二、机械换档式变速器构造

1. 东风 EQ1090 型载货汽车变速器

图 1-4-6 所示为国产东风 EQ1090 型汽车变速器,它具有五个前进档和一个倒档。

1) 变速器变速传动机构

变速器第一轴 1 是动力输入轴,也是离合器轴。它的前端用滚珠轴承支承在汽油机飞轮中心孔内,后端也是用滚珠轴承支承在变速器壳体上。另外,后端有带中心孔的轴齿轮 2(常