

专用汽车辅助工作泵驱动技术综述

黄冬成¹, 别宜春²

¹江苏优杰威智能装备有限公司, 江苏 扬州

²江苏力嘉装备科技有限公司, 江苏 扬州

收稿日期: 2022年12月11日; 录用日期: 2023年1月24日; 发布日期: 2023年1月30日

摘要

辅助工作装置驱动液压泵主要应用于高强度作业的重型专用汽车中, 齿轮泵不断地被轴向式柱塞泵所替代。本文综合介绍专用汽车的液压泵驱动及安装方式、变量液压泵的驱动特性、液压泵应用的技术特性等。

关键词

专用汽车, 辅助工作泵, 驱动特性, PTO安装

Summary of Auxiliary Working Pump Driving Technology for Special Vehicles

Dongcheng Huang¹, Yichun Bie²

¹Jiangsu Youjiewei Intelligent Equipment Co., Ltd., Yangzhou Jiangsu

²Jiangsu Lijia Equipment Technology Co., Ltd., Yangzhou Jiangsu

Received: Dec. 11th, 2022; accepted: Jan. 24th, 2023; published: Jan. 30th, 2023

Abstract

The hydraulic pump driven by the auxiliary working device is mainly used in heavy-duty special vehicles with high intensity operation, and the gear pump is constantly replaced by the axial piston pump. This paper comprehensively introduces the driving and installation methods of hydraulic pumps for special vehicles, the driving characteristics of variable displacement hydraulic pumps, and the technical characteristics of hydraulic pump applications.

Keywords

Special Vehicles, Auxiliary Working Pump, Driving Characteristics, PTO Installation



1. 专用汽车的液压泵驱动及安装方式

液压泵是靠安装在专用汽车变速器内的动力分动轴驱动的。图 1 是泵的驱动方式的结构示意图。驱动液压泵的动力分动装置安装在车辆的变速器上[1]。

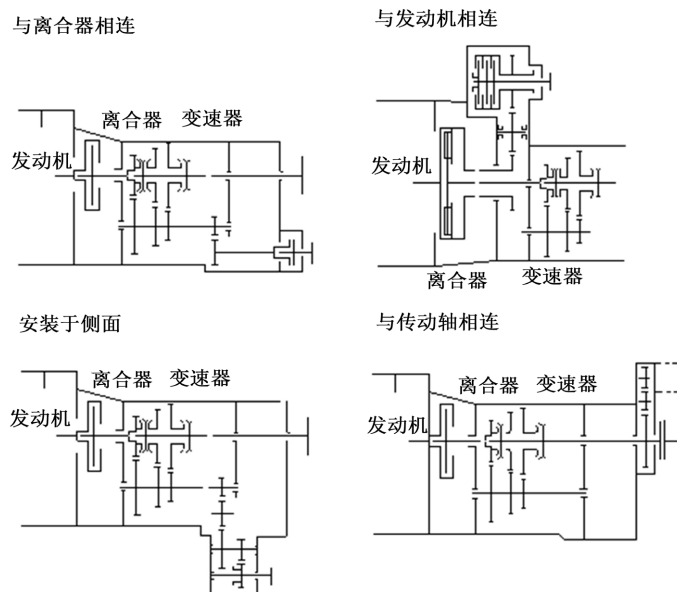


Figure 1. Structural diagram of pump driving mode
图 1. 泵的驱动方式的结构示意图

动力分动装置可以与离合器、发动机以及动力输出轴相连, 带有机械和液压控制接合的动力分动装置如图 2 所示。在欧洲大多采用的动力分动装置安装在变速器上, 成为变速器的另一输出口。

通常液压泵直接安装在变速器上, 动力分动装置也可以通过气动结合和脱开, 连接方式为短轴、凸缘或凹槽类型的结构, 如图 3 所示。直接安装液压泵有不同类型的方式, 泵的安装尺寸遵循欧洲 4 孔安装的标准, 液压泵轴符合 DIN 和 ISO 标准, 所有尺寸的泵的连接尺寸相同。在许多车辆中, 动力分动装置之间的空间非常狭小, 泵安装的空间非常有限。

带有中间轮的动力分动装置空间狭小(如图 3 中 N./2c 型), 采用动力分动装置和液压泵出口的不同布置方式较多, 为便于泵的安装, 有时也会用到中间适配器: 适配器使整个液压泵安装空间更大。

完全不可能将一个液压泵安装在动力分动装置上时, 液压泵安装必须采用万向轴驱动方式, 这种驱动方式复杂并且成本高, 尽量避免采用。

近些年专用汽车趋于大型化, 高强度作业的重型专用汽车中采用大功率的柱塞泵越来越多, 对连接驱动装置的承载性要求越来越高。通过发动机飞轮直接连接输出动力的全功率取力方式越来越多的被采用, 如图 4 所示。这种结构的连接输出方式的优点为输出功率大、扭矩高、不受离合器的影响持续输出, 适合连续大功率输出需求的作业专用车辆, 特别是大功率行驶作业车辆的选用, 如扫雪、抛雪作业车等; 当然这种结构的连接输出方式也有一定的局限, 如成本相对较高, 不能自身实现动力的切断等。

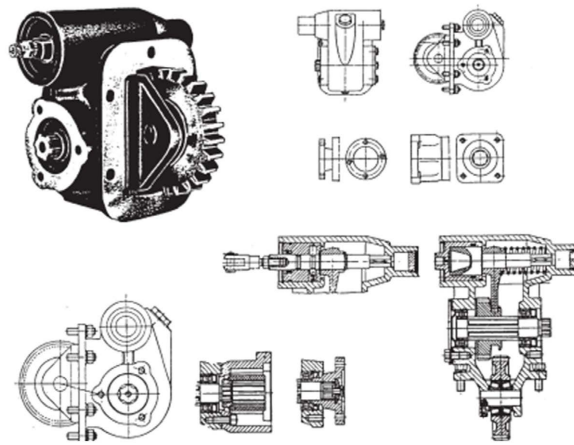


Figure 2. Power take-off with mechanical and hydraulic control connection

图 2. 带有机械和液压控制接合的动力取力装置

动力输出	"a"	变形 "b"	"c"
N_1			
N_2			
泵的连接			

Figure 3. Installation method of special vehicles hydraulic pump

图 3. 专用汽车液压泵的安装方式

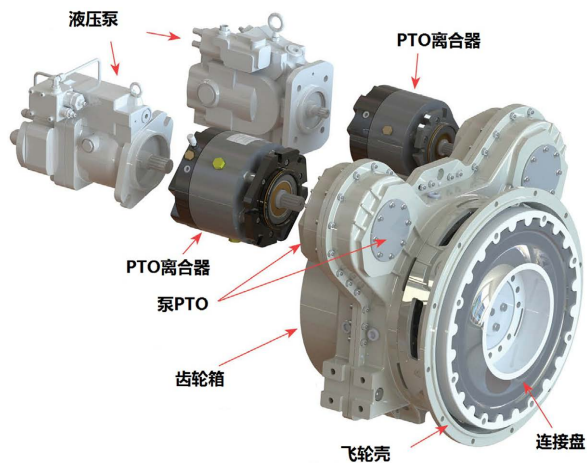


Figure 4. Structure diagram of flywheel power take-off

图 4. 采用飞轮取力的结构示意图

专用汽车的液压泵采用哪一种驱动和连接方式, 取决于专用车辆的使用工况、所需功率扭矩、安装空间、成本承受能力等, 再选装合适的驱动和连接方式。

2. 液压泵应用的技术特性

近几年来斜轴式液压泵技术迅速的发展, 主要是由于它们的工作性能和对工作介质要求高, 还有其安装尺寸的要求。但它显著的性能, 特别是在相对高的压力下有很高的稳定性, 意味着它们将占据市场主导地位[2] [3] [4]。

在成熟的 A2F 产品基础上, 德国力士乐公司开发了 HGV 泵技术, 只通过改进壳体结构和连接盘尺寸, 满足 HGV 泵的要求。如图 5 所示。

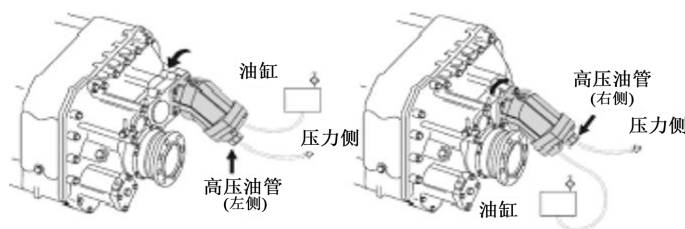


Figure 5. Improvement of HGV pump

图 5. HGV 泵的改进

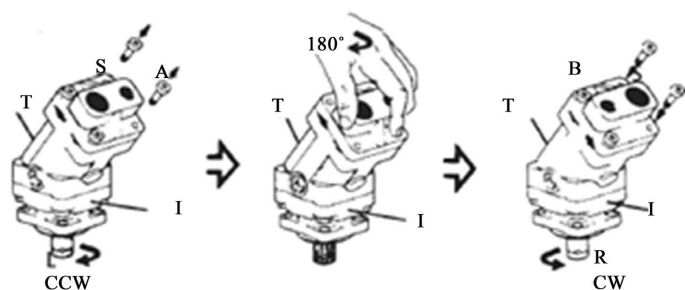


Figure 6. Implementation method of direction change of HGV pump

图 6. HGV 泵的方向改变的实现方法

通过调整高压油口的位置, 将其从左边换到右边, 液压泵的旋转方向就可实现颠倒。如图 6 所示。该解决方案与先前的系统相比有了明显的进步, 因为现在不必改动泵结构就可以改变旋转方向。首先必须松开连接盘, 然后旋转 180°, 再拧紧连接盘。通过外部控制盘的自动调整, 以及通过高压油口结构将降低噪音。

后端盖的结构实现了旋转的方向改变, 通过该结构, 可以平均降低 3 dBA 的噪音。噪声降低的原因之一是: 后端盖的调整系统降低了 30% 的压力振动, 这对整个系统的噪声有着积极的作用。

由于结构紧凑, 现在基本能在所有专用汽车上安装这种泵。结构如图 7 所示, 其特点:

1) 减少了重量。产品降低了 22% 的重量, 在车辆上安装上这种泵后, 重量的减少对减少瞬间惯性也有积极的作用。

2) 整个装置由 3 个主要零件组成, 结构简单。

VOAC 公司生产斜轴液压泵, Sunfab、Casappa、SAM-Hydraulik 和 Hydrocar 最近已经将斜轴式 HGV 泵列入了他们的产品目录中。除了 BHY-E 和 VOAC 两家公司, 其他所有生产商还在生产 Williams-janney 型斜盘轴式液压泵。

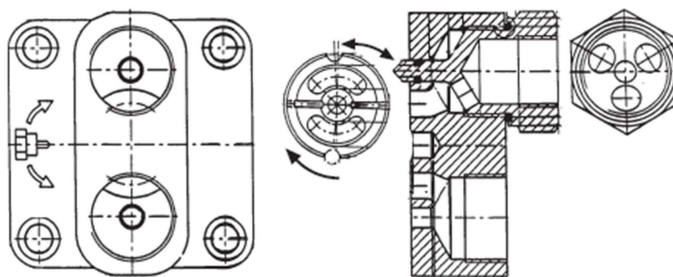


Figure 7. Structural diagram of rear end cover
图 7. 后端盖的结构示意图

与斜轴结构单元相比, 这些 Williams-janney 型液压泵在高压下持续运转时有诸多缺点。专用汽车的各个部分有朝高压方向发展的趋势。Williams-janney 型液压泵将被斜轴式液压泵取代, 因为它们更高的压力下使用寿命太短。

3. 变量液压泵的驱动特性

HGV 泵是仅有的能在普通动力分动装置上直接安装的变量斜轴液压泵, 无论是斜轴式还是斜盘式, 液压泵的最大输出流量是 80 L/min。

变量斜轴液压泵具有工作性能好, 作业环境的适应性宽, 特别是在高温下使用寿命高, 效率高以及工作噪音低。

瞬时惯量在最大 40 Nm² 的允许范围之内, 如 DB, VOLVO 和 IVECO 等主流的专用汽车制造商已直接安装这种液压泵。图 8 为 HGV 泵的连接示意图。

3.1. 变量泵的 DRS 控制

HGV 变量斜轴液压泵可以配置 DRS 压力控制器, 并带有负载感功能, 同时可以与安装电控线性变量控制装置。

DRS 压力调整系统作为流量控制器, 通过负载压力来进行控制。当达到预设压力时, 压力控制器重新调整液压泵压力回落到预设值, 泵根据负载要求传输流量。

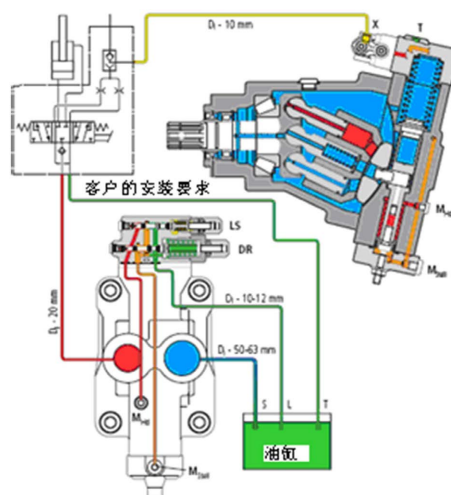


Figure 8. Connection diagram of HGV pump
图 8. HGV 泵的连接示意图

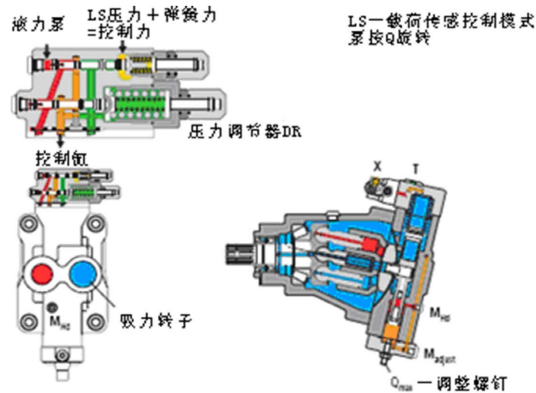


Figure 9. DRS control regulator
图 9. DRS 控制调节器

图 9 为液压泵的负载传感控制器，其有 3 种基本状态：1) 等待模式；2) 负载传感控制模式；3) 压力调整模式。

试验和测试结果作为 HGV 泵的控制装置的设计基础，DRS 控制阀在力士乐公司的 A10VO 泵上大规模使用已经超过 10 年了。

A10VO 泵也经常作为变量泵应用于专用汽车上，这个元件不能直接安装到专用汽车的动力传动装置上，必须通过万向轴连接。DRS 变量泵的其他应用如市政作业车、垃圾收集车、升降平台车、混凝土泵车和钻机等。

3.2. EP 控制系统

带比例电磁铁，与预先选定的比例电磁铁电流有关的控制压力通过 EP 阀控制向油泵的变量活塞提供控制压力，斜盘及泵的排量无级可变，每个流动方向对应一个比例电磁铁。

使用 EP 控制系统的 HGV 液压泵主要应用于车辆，这要求该单元预设不同的流量，传送到不同的装置中。通过包含电阻和放大器的电控回路，合理的控制流量，这样各部分工作负载就得到需要的流量。EP 变量泵的应用主要为垃圾车、混凝土搅拌机、翻斗汽车等。

3.3. 变量泵控制方式的应用

变量泵只有在要求灵敏控制和相对长时间控制的应用时才能发挥出全部的优势。在一辆自卸汽车上，使用变量泵是没有必要的，因为泵的操作时间很短，大约只有每次操作只有 45 s，不需要灵敏的控制。对于装载起重机或木材起重机来说，情况是大不相同的。如图 10 所示。

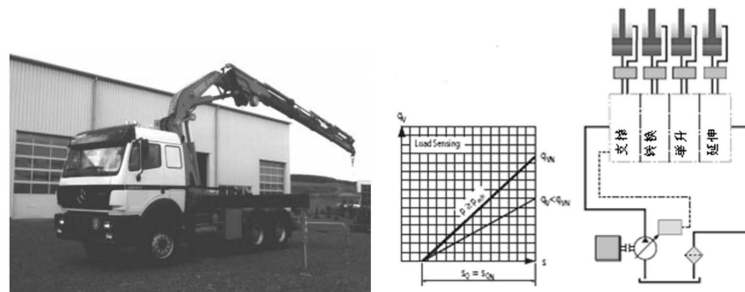


Figure 10. System diagram and outline drawing of crane
图 10. 起重机外形图及系统示意图

使用带有负载传感器控制的变量泵有几个好处: 1) 灵敏, 可精确的控制载重的位置。2) 能节省燃料, 因为液压泵只传送实际需要的流量, 减轻驱动发动机的负载。

如对于 80 L/min 的液压泵, 在理想的控制情况下, 10 L/min 的流量就需要 250 bar 的压力, 此时定量泵理论上要消耗能量 $\frac{80 \times 250}{600} = 33 \text{ kW}$; 而采用变量泵将消耗能量 $\frac{10 \times 250}{600} = 4 \text{ kW}$ 。

一般带有负载感应阀的变量泵比传统的定量泵性能要好。定量泵的另一缺点是其动力的损失导致了燃料消耗, 动力的损失转换成热量, 热量必须用大型的冷却器来冷却。这就导致了额外能量的消耗、额外安装费用以及车辆重量增加; 使用变量泵可以减少污染的排放; 由于减少了各部件上的压力, 使用 LS 系统的变量泵后, 机械运动灵敏并且精密, 使整个系统的使用寿命延长。

变量泵系统具有高效率 and 精确的控制, 定会在未来的专用汽车的应用上有较大的突破。

参考文献

- [1] 刘修骥. 车辆传动系统分析[M]. 北京: 国防工业出版社, 1998.
- [2] 赵金剑. 专用车取力器的选型和配套应用[J]. 内江科技, 2006(4): 145-146.
- [3] 夏虹. 博世力士乐紧凑型液压技术[J]. 工程机械, 2013, 44(1): 93.
- [4] 肖献法. 博世力士乐: 展示尖端绿色传动与控制技术系统[J]. 商业汽车, 2012(24): 29-31.