

# 追随创新

## 探析国产装载机技术发展路径

■ 刘良臣

当前,我国装载机企业围绕节能降耗开始了新一轮的产品技术升级,重点是核心系统与零部件的升级,即液压系统与液压零部件、传动系统与传动零部件的技术升级。值得一提的是,与国内工程机械产品之前的技术发展路线不同,我国装载机行业技术升级已经从简单的追随、效仿国外先进技术,逐步转变为在世界领先技术基础上,通过技术创新进而研发出最适合中国市场的装载机技术。

### 液压系统 变与不变的融合

目前,国际装载机先进的液压系统是全变量负荷传感液压系统,主要零部件中,工作与转向泵均为负荷传感变量泵,阀为负荷传感转向阀与负荷传感多路阀。该系统的突出特点是操作舒适性好、作业效率高、节能效果显著,但成本高,除少数特殊

产品外,在中国乃至全世界所有欠发达国家基本没有或仅占有较小的市场份额。为此,我国装载机行业及相关业内人士对该系统进行了大量技术创新,在保持其先进性的同时,大规模降低制造成本。目前,研制和改进工作已取得了相当大的成效,主要表现为以下几种不同的结构型式。

#### 改进型多路阀全变量负荷传感液压系统

该系统仍为全变量负荷传感液压系统,其创新点主要集中在多路阀上。多路阀的主体为成本低廉的普通多路阀,附加一个结构简单的小逻辑阀,二者成本之和不到负荷传感多路阀的1/4。该系统性能与国外盛行的全变量负荷传感液压系统相当,总成本却只有其70%左右。

#### 定变量合流卸荷液压系统

定变量合流卸荷液压系统的转向部分仍为负荷传感变量泵与负荷传感转向阀,工作部分则由定量泵和普通多路阀组成,系统中增设了优先阀、梭阀、控制阀及卸荷阀,完成了负荷传感恒压变量泵与定量泵的合流,实现了转向时为负荷传感恒压变量系统、工作时为恒压变量系统的两种系统模式。当作业达最大负荷、卸荷阀达最高调定压力时,工作定量泵处于全卸荷状态。该系统解决了转向系统的节流与溢流损失,以及工作系统的溢流损失,达到节能降耗的目的。

与全变量负荷传感液压系统相比,该系统的操作舒适性、作业效率与其基本相当,但成本只有前者的35%左右,节能效果达到前者的70%左右。与全定量系统相比,该系统节能约在70%以上,成本是其1.5倍左右。可以说,定变量合流卸荷液压系统是一个性价比非常高的系统,有一定的推广价值。



## 改进型多路阀定变量合流液压系统

这个系统基本是前两个改进系统的综合，转向部分为负荷传感变量泵+负荷传感转向阀，工作部分为两者的综合——多路阀由普通多路阀和一个小逻辑阀组成，工作泵由定量泵和卸荷阀组成，通过优先阀实现双泵合流，基本能实现工作、转向均为负荷传感变量系统。与全变量负荷传感液压系统相比，该系统的操作舒适性与作业效率和之基本相当，但成本只有前者的50%左右；与全定量系统相比，该系统节能效果显著，成本约为前者的2倍左右。可以说该系统是一个价廉物美、性价比极高的好系统，有极高的推广价值。

当前，已经有企业试制成功了改进型多路阀定变量合流液压系统，经过反复试验和改进，除节能效果尚不明显外，其他所有的性能均达到了世界先进水平，甚至操作舒适性还优于国外许多同类先进机型。与当前国内具有一流技术水平的装载机相比，用户的购机成本最多增加1万~2万元，但性能更优越，油耗更低。可以预测，该产品面市后将受到市场青睐。

也有企业创造性地采用了3泵定量系统，经过精心设计，当系统需要低压大流量时，可3泵同时供油；当需要高压小流量时，保证2个泵工作。这种思路有一定的节能效果，又避免了整机成本的上涨。

## 传动系统 静液压的启迪

目前，装载机仍然以液力机械传动为主，国外有部分企业采用了静液压（全液压）传动。静液压传动的最大优点是节能效果十分显著，其最大缺点是成本高，约为液力机械传动的3~4倍，不太适合中国市场，国内装载机上也很少采用静液压传动。国产装载机的传动系统基本采用液力机械传动，其最大优点是性能特别适合装载机，最大缺点是液力机械传动比其他任何传动的能量损失都要大，燃油的有效利用率不到40%。目前，中国装载机传动技术升级的重点是节能降耗，像液压系统一样，装载机行业研发人员综合静液压传动系统的优缺点，也研制出多种低成本的创新型静液压传动系统。

### 半变量静液压传动系统

通常的静液压传动为变量泵驱动变量马达，我国创新型静液压传动系统是将二者之一更换为定量元件，称之为半变量静液压传动，成本大大降低。这是中国人的独创，世界上绝无仅有。

行业中开发的1.6t型半变量静液压传动装载机，采用的是定量泵驱动变量马达的半变量静液压

传动系统，成本与采用液力机械传动基本相同，节能及操作性能都更好。但作业性能较差，因而该系统未得到推广。如果在此基础上对系统进行进一步改进，用在2t及以下的小型装载机上，应有较好的发展前景。

另一种半变量静液压传动系统源自业内一家企业生产的3t半变量静液压传动装载机，采用了变量泵驱动定量马达的半变量静液压传动系统。该机与液力机械传动相比成本稍高，节能及操作性能却很好，作业性能也完全能满足装载机的要求。从目前情况看，这种半变量静液压传动系统用在3t型装载机上，具有广阔的发展前景。

### 静液压机机械无级变速传动

目前，中国装载机行业已经出现了静液压与机械传动的组合传动系统，即全电子控制自动变速（HVT）——低速大扭矩时为全静液压传动，高速小扭矩时为全机械传动，中间为静液压与机械混合传动。

静液压部分有全变量与半变量两种型式，全变量为变量泵驱动变量马达，半变量为变量泵驱动定量马达。该系统的最大优点是节能效果显著，据理论计算，该系统与同类型液力机械传动相比，节能在25%~30%以上。同时，系统具有的全电子控制自动变速功能使得其具有极佳的操作舒适性。此类产品的样机已试验成功，正在进行型式试验。当前的主要问题是静液压传动元件仍采用进口件，成本较高。一旦实现元件国产化，成本会大幅下降。届时，全自动变速器将会使中国装载机传动系统行业发生全新变化。

据了解，有企业正在研究将双离合器技术用在装载机上，使动力传动能在机械传动与液力机械传动之间进行切换，从而达到节能降耗的目的；还有企业正在尝试将开式静液压传动与简单行星式变速器进行嫁接，从而达到既节能降耗又降低成本的目的。

## 数字液压 革命性变革

数字液压研究已有30多年的历史，除中国外，其他国家均选择了元件数字化的道路，均未取得突破性成果。而我国选择的全程数字液压目前已在军工、水电、冶金等多个领域取得了数十项重大成果，目前正在向工程机械领域挺进，首选应在为最广大面广的装载机和具有“工程机械之王”之称的挖掘机上。如果在装载机行业中取得成功，将会使中国装载机液压系统发生革命性变化。 ■