

# 新型预应力机具 ZB618 型 超高压电动油泵的研制

彭学 李德兴 黄建勋 覃祖智 梁建

**【摘要】** 本文全面介绍了 ZB618 型超高压电动油泵的研制过程和技术特点, 以及该油泵的优越性和应用前景。

**【关键词】** 电动油泵 超高压 研制 技术

## 一、前言

预应力技术的发展对张拉机具的要求越来越高, 重量轻、体积小、操作方便、综合性能优良是预应力张拉机具的发展方向。油泵作为预应力机具的动力, 它的性能的优劣直接影响了整个预应力机具的性能, 所以研制出性能优良的新一代油泵非常必要, 它将带动整个预应力机具的发展。

### 1、预应力张拉对电动油泵的要求

1) 工作压力高: 一般为 50~80MPa, 而普通工程机械用的高压泵只在 35MPa 以内。因而对油泵的安全性和可靠性要求很高。

2) 效率匹配: 低压时流量大以提高施工效率, 高压时流量小以保证精确控制和安全性。

3) 经久耐用, 适合在环境恶劣的工地使用, 如风雨泥沙环境、高温及大温差环境。

4) 操作简便, 适合粗放的操作, 对操作工人的操作技能要求不高。也便于搬运、移动。

### 2、国内现有产品的分析

1) 油泵压力流量匹配不尽合理: 国内产品主要有单级定量泵和二级定量泵, 单级泵(如 ZB4-500 油泵)的流量不能随压力改变, 高压时需大量节流来适应预应力张拉的需要。二级泵通过变量阀在一个压力点上改变油泵的高低压流量, 没有流量随压力的渐变过程来适应张拉需要。

2) 油泵的操作不够简便, 如 ZB4-500 油泵需

转动四个手柄来完成油路的换向。另外的手动换向阀油泵普遍没有自动换向保压机构, 不很适合预应力张拉。

3) 油泵整体设计不尽合理: 由于油泵输出功率差别大, 所以带动的电机也较大, 使油泵的整体结构较大, 不便于移动、搬运。

为了适应预应力技术的发展, 为了赶超世界先进水平并留有一定的技术储备, 柳州市建筑机械总厂从 2000 年 8 月开始研制新一代的 ZB618 电动油泵, 它的主要指标如下:

a. 额定工作压力 80MPa 以上;

b. 0~10MPa 为低压大流量, 每分钟流量大于等于 6 升;

c. 10~25MPa 为变量区由 6 升/分逐步变为 1 升/分;

d. 25~80MPa 为高压小流量定量区 1 升/分;

e. 扳动一个手柄即可实现换向并自动保压;

f. 体积小、质量轻。质量控制在 70kg 左右, 便于两个人提起走。

## 二、ZB618 电动油泵的研制

### 1、自变量泵头的研制

#### 1) 泵头的自变量结构

自变量泵头是 ZB618 油泵的核心部分, 在传统斜轴式柱塞泵结构的基础上, 为了实现泵头自

彭学、李德兴: 柳州市建筑机械总厂 工程师

变量的目的, 我们另辟蹊径, 设计了一种斜角能与压力随动的斜轴结构。如图 1 所示, 我们在斜轴上设置一个可以摆动的斜盘组件, 它在压力变化的过程中倾斜不同的角度。斜盘组件上方设置有一个下压弹性件, 它用来平衡柱塞向上的顶压力, 压力不同时, 碟簧组的压缩量不同, 因而紧靠它的斜盘的斜角就不同, 因之产生的流量也就不同了。(该项技术已获国家实用新型专利)

### 2) 泵头的变量过程

考虑到实际预应力张拉的需要和变量过程中压力和流量有脉动的特点, 泵头并不需要全功率变量。根据实际工作的需要, 我们设计泵头在 10MPa 时开始变量, 25MPa 时变量结束。在 0-10MPa 时, 斜盘在碟簧组的作用下绕着铰点紧靠主轴上的大角度斜面, 油泵的流量稳定在 6L/min。在 10MPa 时, 柱塞对斜盘的顶压力与碟簧组对斜盘的下压力相平衡, 斜盘绕铰点转动改变斜角, 油泵开始变量。随着压力的上升, 碟簧组被压缩, 斜盘的斜角逐渐变小, 油泵流量也因之变小。当 25MPa 时, 斜盘靠紧主轴上的小角度斜角, 油泵变量结束, 流量稳定在 1L/min。25-80MPa 油泵流量不变。

主轴和斜盘的制造精度对油泵的压力——流量曲线的影响很大, 是油泵性能控制的关键。油泵的实际压力——流量曲线如图 1。

### 3) 泵头配油结构和密封结构

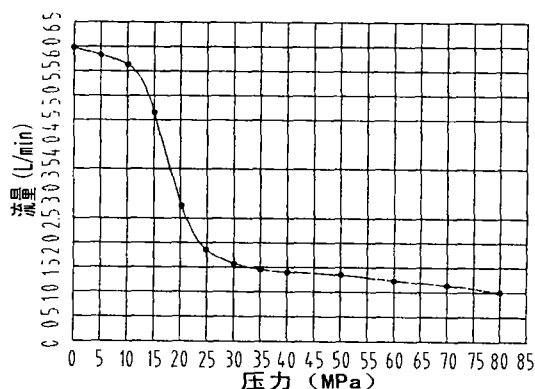


图 1 油泵压力—流量曲线图

配油阀式的配油结构对油质要求不高, 对油液污染的敏感度不高, 使得油泵可以在恶劣的工作环境下工作, 特别适合工地使用。配油阀的技术关键是解决好高压时的容积效率和低压时的吸油效率之间的矛盾, 这既要调整好吸油单向阀阀口开启量的大小, 也要调整好排油单向阀弹簧的刚度。经过几十次的反复调试, 我们已找到了合理的设计参数, 使高压流量稳定在 1L/min, 低压流量稳定在 6L/min。(配油阀结构见图 2)

轴向柱塞泵具有整体性好的特点, 高压时便于使用刚性大的密封方式, 如在多处使用铜垫密封, 这种密封方式结构简单, 高压时仍具有很好的密封效果, 耐久性能好, 保证了高压时的容积效率。

### 2、手动换向阀的研制

使用手动换向阀是简化油泵操作的关键, 本油泵对手动换向阀的要求是可通流量大、高压密封性好, 另一方面就是最好具有自动保压功能。我们采用具有高压自密封功能的转阀式配油结构和一体式的双向液压锁结构来解决以上问题。

#### 1) 高压自密封的转阀式配油结构

转阀式配油结构的可通流量大, 可满足 ZB618 油泵低压时大流量 (6L/min) 的要求; 高压自密封结构在高压时密封性自动增强, 在 80MPa 以上的超高压时仍具有理想的密封效果。该结构由可

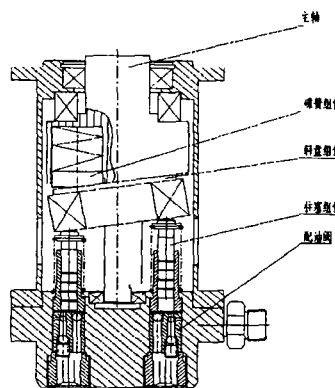


图 2 配油阀结构示意图

转动的配油轮和固定位置的配油嘴所构成。(具体结构见图3)配油嘴下部的液压面积稍大于其上部的液压面积,当配油嘴通压力油时,它受到的液压合力总是向上的,该力使配油嘴紧紧贴住上部的配油轮,密封住配油轮与配油嘴之间的刚性接触面。压力越大,合力就越大,配油嘴与配油轮之间的密封效果就越好,这就是高压自密封的作用。在低压时,配油机构间的密封是靠配油嘴上部的预顶弹簧的顶压力来实现的。配油嘴上部与配油轮的接触面做成刃口状,使二者之间的接触应力适当增大,在不增大手柄换向力矩的基础上使密封效果更好。(该项技术已获得国家实用新型专利授权)

配油机构的另一个关键问题是配油嘴与配油轮之间的磨损问题,两者中有一方被磨损就会引起阀口处的泄漏,在超高压情况下密封对磨损特别敏感。配油嘴与配油轮之间的材料匹配与硬度匹配是解决该问题的关键。经过反复探索,我们采用特殊合金来制造配油轮,该材料的硬度和耐磨性都很好,并且具有自润滑功能,与适当硬度的配油嘴配合使用,可轻松满足3000次的疲劳换向要求。

## 2) 换向自动保压结构

该阀的自动保压结构就是一个与阀下体积成

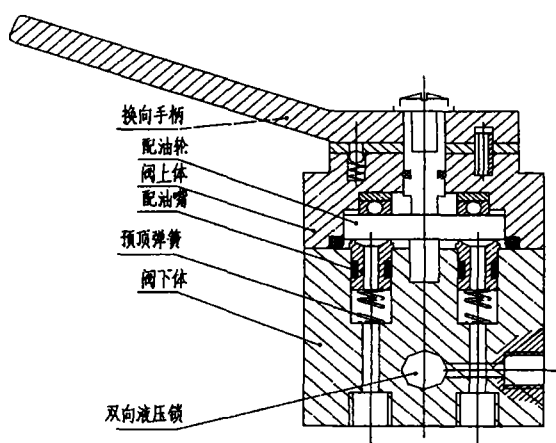


图3 手动换向阀示意图

的双向液压锁。一体式结构避免了高压平面静密封国内O型密封圈易损这一问题。该结构的技术关键是超高压的密封问题和换向瞬间的稳压问题。我们采用分段密封的结构,在高压换向瞬间无法形成液压冲击间隙,因而不会造成换向瞬间的压力下降。在结构设计和装配工艺上我们也作了特殊的布置,使密封件在装配时不会损伤,保证了密封的可靠性和耐久性。

## 3、压力表缓冲保护机构的研制

在压力表保护的问题上,我们首先选用的是耐震压力表,该压力表的抗震性和稳定性都相当不错,只是升压快时滞后太多,在上百次压力从80MPa换向为0MPa时的冲击下指针逐步不能回零。最后,通过计算,我们设计了一种激光节流小孔的结构,经过试验采用这种结构后用普通表已能解决此问题,即压力更稳定、压力表更耐用。

## 4、新型油箱的采用:

为了尽可能的减轻电动油泵的重量,我们设计了一个盛油筒结构,使得油的利用率大大提高,从而减轻了油泵的体积和重量。泵头插入盛油筒中,这样整个油箱的油基本上可以全部泵出,同等供油量的情况下,本油箱体积比一般油箱小得多,预贮油量也少得多,使整个电动油泵的质量明显减轻,便于搬动,便于施工。经过热平衡校核,该油箱完全符合系统温升的要求。

另外,本油泵选用电机为1.5千瓦,1500转/分的铝壳的电机,为了更适合于我们油泵的工作工况,我们定制的电机将在电机集成电器开关,以及其它进一步改动如防雨等。参照国际油泵的流行结构,我们设计了防护架式搬运结构,更便于搬运和拖运。

为了提高ZB618电动油泵的安全性和可靠性,油泵的每个关键零件都进行了全面的计算和校核,给油泵的设计和制造提供了坚实的理论保证。

## 5、ZB618 油泵的研制结果

由于 ZB618 油泵是新型的油泵, 原有的行业标准 JG/T5029-93《预应力用电动油泵》标准的某些条款已不适用于该油泵, 为此柳州市建筑机械总厂制订了相当于或略高于行业标准的企业标准 Q/OVM017-2001《ZB618 电动油泵》。经全面的实验和检测, ZB618 电动油泵的技术参数如表 1:

ZB618 电动油泵与预应力张拉普遍使用的 ZB4-500 电动油泵相比, 具有如下优点:

- 1、压力高: 最高压力 80MPa, 比 ZB4-500 泵高 50%。
- 2、体积小: 只有 ZB4-500 泵一半大。
- 3、质量轻: 只有 ZB4-500 泵一半重。
- 4、效率高: 由于具有低压大流量、高压小流量的特点, 在用 400 吨以下千斤顶张拉时工作效率高于 ZB4-500 泵。
- 5、功耗低: 用 1.5 千瓦电动机, 功率只需 ZB4-500 泵的一半。
- 6、耐用: 由于采用全密封, 水和灰沙不易进入油箱, 从而保证了油的清洁, 也就使得油泵不易损坏、磨损。
- 7、最先进的换向自动保压转阀, 使操作更为

方便快捷。

8、因为油箱的独特设计, 使得清洗换油十分方便。

9、先进的压力稳压缓回位机构, 使压力表更稳定, 读数更方便, 而且不易损坏。

10、特有的防护架结构, 既保护油泵, 同时也可方便拖拉与搬运。

#### 四、ZB618 电动油泵的应用

ZB618 电动油泵经过二年多的研究、试制和应用, 其生产工艺已日趋成熟。ZB618 电动油泵在全国各地获得了较广泛的应用, 如上海磁悬浮轨道工程、深圳东升供水工程等, 取得了良好的使用效果。

在国际上, ZB618 电动油泵分别参加了日本大阪和澳大利亚悉尼的国际建筑工业产品会展, 均获得了较高的评价。

随着预应力张拉机具日益向高压化和小型化发展, ZB618 电动油泵在高压可靠性和操作灵便性方面的优势将日益显示出来, 在未来将得到更广泛的应用。

表 1

柱塞	直径	mm	10	电 动 机	型号	Y2-90L-4	
	行程	mm	9.5/1.67		功率	kw	1.5
	个数	z	6		转数	r/min	1420
油泵转速	r/min	1420	用油种类		22 号 32 号或 46 号机械油		
最大理论排量	mL/r	4.3	油箱容量		L	20	
最小理论排量	mL/r	0.7	质量		kg	70	
额定压力	MPa	80	外形(长×宽×高)		mm	520 × 350 × 745	
最大流量	L/min	6	变量方式		泵头自变量		
最小流量	L/min	1					