

## Discussion on the Application of Cartridge Valve in the Power System of Hydraulic Pile Hammer

Xia Wenmin

China University of Petroleum, Qingdao

**Abstract:** Double acting hydraulic pile hammer is a new large-scale mechanical and electrical hydraulic high-level application of offshore engineering equipment, which is the concentrated embodiment of high-pressure, large flow and high stability hydraulic equipment. The cartridge valve is a new type of hydraulic component to meet the working requirements of large-scale and fast hydraulic equipment. This paper introduces the structure, characteristics and technical application of the cartridge valve based on the power system of the new-type hydraulic hammer.

**Key words:** Hydraulic hammer; Cartridge valve; Back pressure

Received: 2020-04-17; Accepted: 2020-05-02; Published: 2020-05-04

# 液压打桩锤动力系统中插装阀的应用探讨

夏问敏

中国石油大学，青岛

邮箱: wminx.2012@163.com

**摘要:** 双作用液压打桩锤是新兴大型机电液高水平应用的海洋工程设备，是高压、大流量、高稳定性的液压设备的集中体现。插装阀是新型满足大型快速液压设备工作要求的液压元件，本文以新型液压打桩锤动力系统为载体介绍了插装阀的结构、特性和技术应用。

**关键词:** 液压打桩锤；插装阀；背压

收稿日期：2020-04-17；录用日期：2020-05-02；发表日期：2020-05-04

---

Copyright © 2020 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



插装阀是一种以二通型单向元件为主体、采用先导控制和插装式连接的新

型液压控制元件，它的出现使液压技术的发展提高到一个崭新的高度。和普通液压阀相比，具有通流量大、承压高、液阻小、响应快、泄露小、控制方式灵活和抗污染能力强等特点，易实现无管化或少管化连接，因此，这种阀的出现很大程度上满足了液压技术的发展要求，发展异常迅速，在机械领域得到了广泛应用。

## 1 结构组成和工作原理

二通插装阀的基本组成，主要包括控制盖板、插装件、先导控制阀和集成块体四部分，其中 A、B 是两个工作腔，C 为控制口，控制盖板是含控制孔的固定插装件，根据功能需要可选择行程限位器液压控制的方向座阀或梭阀，沟通控制油路与主阀控制腔之间的联系。插入元件主要由阀芯、阀体、弹簧和密封件等组成。安装在插装块体内，可以自由轴向移动。控制阀芯开启量的大小，可以控制主油路液体的流动方向、压力和流量。集成块构成插装阀的壳体，包括各个阀插入元件和先导阀之间的连接通道。先导阀是较小的方向控制阀或压力阀，作用是控制插装阀动作，实现插装阀的各种功能。由于工作腔的压力取决于工作负荷，不能随意改变，所以只能通过控制腔压力的调节实现对插装阀的控制，按照先导油的来源不同，控制压力主要有 4 种情况，对应阀的 4 种工作状态：在控制压力等于 A 腔或 B 腔的某一压力时，原件成力一个只允许单向流动的单向阀。由此可实现插装阀的方向控制功能。在插装阀系统中，如果设定了控制腔的压力，则当工作腔压力超过一定值后阀便会开启，即实现了压力控制功能。如果在控制腔采取相应的行程调节措施限制阀芯的开启高度，即开口大小，即可作力一个节流元件实现流量控制。

## 2 技术应用

液压打桩锤是一种新型、环保、机电一体化的桩工机械，具有优良的动力学特性和可控制性，能量传递效率高，已是当前海洋工程打桩应用的主流方向。海洋石油工程股份有限公司新购置的 MHU-800 液压打桩锤系统，是新型双作用打桩锤，工作压力 320 bar，最大打击能量 800 kNm，打击频率 38 次 / 分，可以

进行 84-48 桩径作业。系统配留 MHP2400 动力站，采用 3 台 CAT 柴油机带动 6 台液压泵，满载时液压泵可提供最大 2400 L/min 流量。该打桩系统配留了先进的控制系统以及友好的人机交换界面，实现了动力站和打桩锤工作特性的精密监控和操作，良好的密闭设计可以实现水下 300 m 水深作业。打桩锤高压高频长时间的工作特性对动力站的安全性和通流性设计提出较高要求。MHP2400 动力站的液压原理，它主要包括了高压（HP manifold）、低压（LP manifold）两个液压油控制阀组，实现动力站输出安全范围的压力、流量的液函由驱动锤头由缸，并保证作用完的低压油顺利返回邮箱。

## 2.1 向压阀组

HP manifold 部分，其中插装阀 CV2 在此处作力方向控制阀使用。控制腔 C 与工作腔 B 相通，采用了有较大的面积比（约 1 : 1.6）的插装件，反向导通需要很大的压力，构成只能 A → B 单向导通的单向阀，防止高压油液倒流。

插装阀 CV1 及其控制组件构成一个常卸式电磁溢流阀，V1 为先导控制阀，350bar 调压阀限制泵和系统的最大工作压力，保证动力站内工作压力在安全范围内，如果出现压力过高，应迅速地开启阀口卸荷，实现安全溢流功能。电磁阀 V1 不通电时，CV1 的控制口 C 与低压联通，工作腔 A、B 相通液压油返回油柜，系统不建力压力，此时电磁溢流阀亦未起作用。

动力站准备留开始工作时，V1 通电换向，控制口 C 接通高压腔 A，CV1 阀芯关闭 A 至 B 口关闭，液压油保持压力输送到打桩锤工作。此时，电磁溢流阀也开始工作，其高压进油口与控制腔 C 相通。当系统出现过高压时溢流阀动作卸荷，相当于控制口 C 卸荷，A、B 两工作腔导通实现高压液压油卸荷。此类有电磁阀控制的插装卸荷阀特点是反应灵敏，卸荷充分，但如果阀芯开启速度不加控制，在此类高压系统中很容易形成液压冲击，因此在控制回路设计了阻尼孔调节阀芯开启速度在合适范围内。

手动开关阀 V2 在这里作为旁通阀使用，实现液压油在动力站的内循环，例如在空载试运转、液压油循环加热等场合使用。

## 2.2 低压阀组

LP manifold 部分, 这一阀组实质是系统的背压控制回路。背压是在液压系统执行器出油口至油箱之间, 例如通过单向阀、节流阀等液阻, 建立一定的压力, 不至于执行器出口的压力毫无阻力的流回油箱。其作用如同在执行器出口有人托一把, 使得执行器运动平稳, 防止失速, 尤其是人型液压系统中, 用于减缓启动冲击必须有合适的背压。

系统左半部分和上文高压阀组相同, 是一个常卸式安全阀, 调压阀限制回油压力不超过 30 bar, 右侧为电磁比例阀作力先导阀调节背压压力, 压力变送器 PE1 测量从锤头流回的液压油压力。动力站工作时, 电磁阀 V2 通电, 控制口 C 与工作腔 B、调压阀 2 的高压口相通, 此时比例阀 V4 也通电打开。系统根据 PE1 测得的压力反馈给比例阀 V4, 如果此时管线压力满足背压压力范围, 比例阀 V4 将完全开启, 相当于控制口 C 与低压直接连通, 阀芯完全开启, 液压油较小的压降回流。如果锤体回油压力不足, PE1 的值将反馈给 V4 关闭部分阀芯, 使得 C 口建立一定压力, CV3 阀芯部分开启管路建立压力, 以达到背压工作要求。由以上所述, 动力站现了液函由的高压快速的流通循环, 实现打桩操作。

## 3 结束语

插装阀应用在液压打桩锤动力系统充分体现了其诸多优点, 液阻小通流量大, 易于集成化组合化, 拥有良好的控制特性, 作为开关阀不仅有快速的开启关闭特性, 又易于开关特性控制, 作为压力阀有很好的流量特性和动态特性。插装阀的使用也代表了未来大型液压动力系统的技术方向。

## 参考文献

- [1] 王国庆, 苏东海. 二通插装阀控制技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [2] 郭艳萍, 李永堂. 二通插装阀在电液神中的应用 [J]. 机械工程与自动化, 2008.