

# 旋挖钻机回油系统及补油系统的分析和应用

王怡然, 王逢全, 赵明凯

(内蒙古北方重型汽车股份有限公司, 内蒙古 包头 014030)

**摘要:**旋挖钻机的回油系统及补油系统在整车液压系统中具有重要作用,是影响整车液压油液的通畅循环和各执行元件的平稳起停的重要因素,进而影响着整车运动部件的和谐运转。因此,合理科学的设计回油系统及补油系统是旋挖钻机技术提升的重点。通过对液压油冷却系统中回油系统及补油系统管路的设计方式、存在的问题、改进措施及改进前后性能比较的详细阐述,进一步综合分析了回油及补油系统之间的相互作用。

**关键词:**旋挖钻机; 液压系统; 回油系统; 补油系统

**中图分类号:** P634.3<sup>+</sup>1    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-7428(2011)02-0050-04

**Analysis and Application of Oil Return System and Feed Circuit of Rotary Drilling Rig/WANG Yi-ran, WANG Feng-quan, ZHAO Ming-kai** (Inner Mongolia North Hauler Joint Stock Co. Ltd., Baotou Inner Mongolia 014030, China)

**Abstract:** The oil return and feed circuit is very important to hydraulic system of rotary drilling rig, which is a key factor to the unobstructed circulation of hydraulic system and smooth start and stop of each executive element and further affects the moving components. The rational design of oil return and feed circuit is the emphases of the technical advancement of rotary drilling rig. This article introduces in detail the deficiency and improvement of oil return and feed circuit of hydraulic cooling system and analyzes the interaction between oil return and feed circuit.

**Key words:** rotary drilling rig; hydraulic system; oil return system; feed circuit

旋挖钻机广泛应用于公路桥梁、市政建设等各种钻孔灌注桩施工工程。旋挖钻机采用动力头形式,配合不同的钻具可实现不同地层的成孔作业;利用短螺旋钻头可实现干式施工,不需要泥浆支护;利用旋转斗可实现湿式施工,每斗提出的泥浆较少;利用岩心钻可实现岩石层的施工作业,当遇到复杂地层时,只需更换钻具,即可实现连续钻进。相比传统钻机,旋挖钻机施工过程中造成的环境污染较小,施工效率较高。旋挖钻机作为工程机械行业的新兴产品,已经成为适合建筑基础工程中成孔作业最理想的施工机械。

## 1 旋挖钻机回油系统

工程机械系统性能的优劣取决于液压系统性能的好坏,而液压系统性能的好坏则又以系统中所用元件的质量优劣和所选择的基本回路恰当与否为前提。在旋挖钻机整车液压系统中,回油系统是影响整车性能的一个重要因素,使得整车液压系统的液压油循环通畅。

### 1.1 系统分析

旋挖钻机整车液压回油系统主要包含3条回路。

#### 1.1.1 液压执行元件的主回油路

包括各液压马达和液压缸的回油。旋挖钻机一般使用2个多路阀作为控制阀组,主控制阀组完成主卷扬、副卷扬、动力头旋转及左右行走等功能,执行元件为液压马达;辅助控制阀组完成回转、变幅机构升降、桅杆机构起落和履带展宽等功能,执行元件除回转外主要为液压缸。主回油路是完成这些执行元件动作的必须油路,液压油从油箱经过泵及控制阀组到达执行元件的进油口后,推动执行元件工作,然后从执行元件的出油口到达控制阀组的回油通道经回油过滤器返回油箱完成开式循环。

为保证旋挖钻机工作机构运动的平稳性,一般在主回油路控制阀组的回油通道中设置2个压力不等的背压阀,使回油在液压油冷却器和液压油箱之间分流,压力一般分别为0.35 MPa和0.55 MPa,装有0.35 MPa背压阀的回油路与冷却器连通,装有0.55 MPa背压阀的回油路直接与液压油箱连通,主回油路工作时先打开0.35 MPa的背压阀,液压油经冷却器进行冷却降温后回到油箱,若回油压力升高到0.55 MPa,则同时打开2个背压阀回油。

#### 1.1.2 先导控制系统的回油路

包括手柄及脚踏阀的回油、控制不同动作的换

收稿日期:2010-06-30; 修回日期:2010-08-05

作者简介:王怡然(1978-),女(汉族),陕西人,内蒙古北方重型汽车股份有限公司产品设计工程师,机械设计及理论专业,硕士,从事液压系统设计工作,内蒙古包头稀土高新区北重路北方股份大厦,wyr@chinahl.com。

向电磁阀的回油等。先导控制系统的液压油经具有安全保护作用的电磁换向阀解锁后,从先导液压泵到达手柄或脚踏阀,再由手柄或脚踏阀发出具体指令,到达控制阀组的一个先导控制端,推动阀组的阀芯工作后,控制端反向油路中的控制油则通过先导控制系统的回油路回到油箱完成循环。

先导控制系统的回油支路较多,可在合理的位置设置先导控制系统的回油总管,或将控制不同动作的多个电磁阀集成在一个阀块上,从而可以将各个回油支路合而为一,现在一般采用后者进行设计安装。

### 1.1.3 各液压泵和液压马达的泄漏油路

液压油由于压力和间隙等种种原因从密闭的容腔流出来称为泄漏。液压泵和液压马达的泄漏为内泄漏,即泵和马达内部有少量油液从高压腔泄漏到低压腔。液压泵和液压马达的泄漏是由于其结构所造成的,不可避免,在进行回油管路的设计时,要将液压泵和液压马达的泄漏油管合理安装布置。

液压泵和液压马达均需单独引出泄漏油管使泄漏油流回油箱,与系统总回油管分开,且不应经过回油过滤器,以免形成背压;因齿轮泵将泄漏油引入了吸油腔,故不需设置泄漏油路。

### 1.2 管路安装

旋挖钻机液压系统中,回油管路为低压管路,允许采用有缝钢管,但其最高工作压力应小于1.0 MPa;在小于1.5 MPa的回油路中可以使用以麻线或棉线织体为骨架的低压胶管。回油油管直径根据公式选用:

$$d = 1.13 \sqrt{Q/v}$$

式中: $d$ ——油管内径,m; $Q$ ——通过油管的流量, $m^3/s$ ; $v$ ——油管中的允许流速,回油管内油液的推荐流速为 $v = 1.5 \sim 2.5 m/s$ 。

计算出来的内径应圆整为标准值。

旋挖钻机液压系统中回油管的安装要求:

(1) 液压泵和液压马达的外泄漏油管应引入油箱油面之下,溢流阀的回油管也应伸到油面以下,以防止油液飞溅而混入气泡;各类测试仪表的泄漏油管端则应在油面之上,以免形成背压影响测量精度。

(2) 溢流阀的回油管不允许和泵的进油管直接连通,可单独接回油箱,也可与主回油管冷却器相通,避免油温上升过快。

(3) 具有外泄漏(从元件或管路中向外部泄漏称为外泄漏)的电磁阀的泄油口与回油管连通时不允许有背压,否则应单独接回油箱,以免影响阀门的

正常工作。

(4) 管路过长时,每500 mm应固定一个管夹。

## 2 旋挖钻机补油系统

主回油路中0.55 MPa的背压阀同时还兼有补油阀的作用,旋挖钻机的补油系统一般不单独设置补油泵,利用主回油路中0.55 MPa的背压阀,与需要补油的各液压马达的补油口连接。回油路上设置背压阀,一方面可以为液压马达起动和停止瞬间提供补油压力,防止马达吸空;另一方面可以阻止运动部件起动后前冲,并在运动阻力变化引起速度变化时起补偿作用,使总负载均匀,相当于提高了系统刚性,有助于消除爬行,保证工作机构的运动平稳性。但设置背压阀会引起附加的能量损失,背压越大,能量损失亦越大。为了减少因背压引起的发热致使液压油油温升高,在保证补油压力足够的情况下,应尽可能减小回油背压。

设计补油回路时还应注意,旋挖钻机液压系统中会有多个控制阀组,出于节能的考虑,当某个液压泵不需要支持某些执行元件工作时,只会输出能够满足泄漏及保证自体润滑的油量,从而使得该控制阀组的回油路中仅有少量液压油,所以当不同的控制阀组工作时,就需要保证补油路上有足够的液压油来满足补油的需要。解决的方式为:将所有控制不同液压马达的控制阀组的回油路并联于补油背压阀之前,从而保证旋挖钻机作任何动作时都能使每个需要补油的液压马达在起动和停止的瞬间有足够的液压油可以补充。

## 3 回油及补油系统的综合应用

### 3.1 常用的旋挖钻机液压油冷却系统

旋挖钻机的回油管路上装有风冷式冷却器,对回油总管进行冷却,防止油温过高而导致油液粘度降低、润滑性能下降、油液氧化变质、液压元件摩擦副运动受阻或卡死、液压元件的密封件老化损坏及大面积泄漏。下面以常用的旋挖钻机液压油冷却系统为例,分析回油及补油系统的设计应用。

图1为旋挖钻机常选用的冷却系统回路。风冷式冷却器的齿轮马达一般驱动较大质量和较高速度的冷却风扇,马达由装在油箱内的温度传感器及油路上的三位四通电磁换向阀控制,用小流量齿轮泵供油,组成单独的冷却回路。当液压油温超过规定值时,温度传感器发讯使电磁换向阀通电,接通齿轮马达,带动风扇旋转,回油管路的回油被强制冷却;

反之,电磁阀断电,风扇停转,使液压油保持在适当的温度范围内,以节省风扇功率,并能缩短冬季预热起动时间。

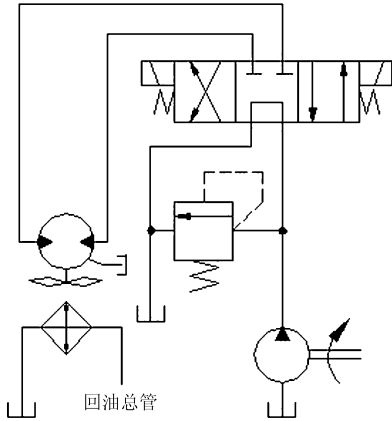


图1 旋挖钻机常用的冷却回路

该系统在马达停止工作时,由于风扇具有较大的动能,马达停止瞬间无缓冲,管路中压力异常升高,从而在回油管路中形成很高的压力峰值,且伴随着巨大的振动和噪声。

图2为冷却系统工作时马达由起动到停止时进油口和回油口的压力曲线图,图3为马达停止工作瞬间压力峰值放大曲线图。图中 $p_1$ 为冷却系统马达控制油路进油口压力, $p_2$ 为冷却系统马达控制油

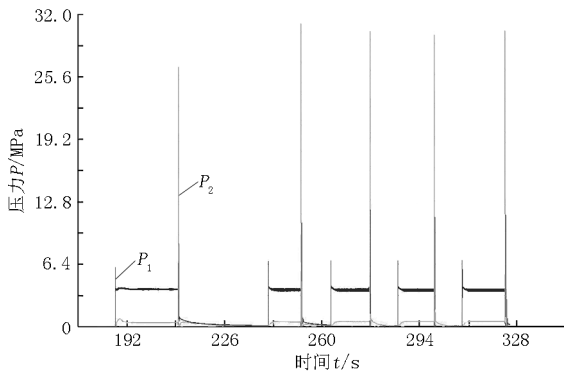


图2 冷却器马达进油口和回油口压力变化曲线

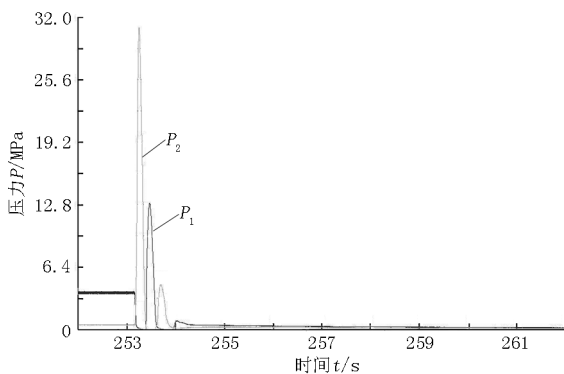


图3 冷却器马达停止工作瞬间压力峰值放大曲线

路回油口压力。从图2和图3可以看出,马达停止工作瞬间,进油口压力峰值可达12.8 MPa,回油口压力峰值可达31.0 MPa,并且达到压力峰值的时间不到0.2 s,在这样短的时间内达到如此高的压力,将会对马达传递动力部分即马达轴伸带来非常大的扭力,反复多次后会导致马达轴伸的损坏。

### 3.2 改进后的旋挖钻机液压油冷却系统

由于旋挖钻机常用的液压油冷却系统存在上述端,故需要对其进行技术改进。改进后的冷却系统回路如图4所示。在马达进油口和回油口管路之间增加单向阀,当电磁阀断电马达停止工作时,回油口瞬间产生的高压通过单向阀卸荷,并可向马达进油口补油,防止马达在停止旋转时吸空。图4中,上图和下图的冷却马达处于不同的旋向,可根据冷却风扇叶片的旋向进行选择,当马达进、出口改变,单向阀安装方向随之改变。

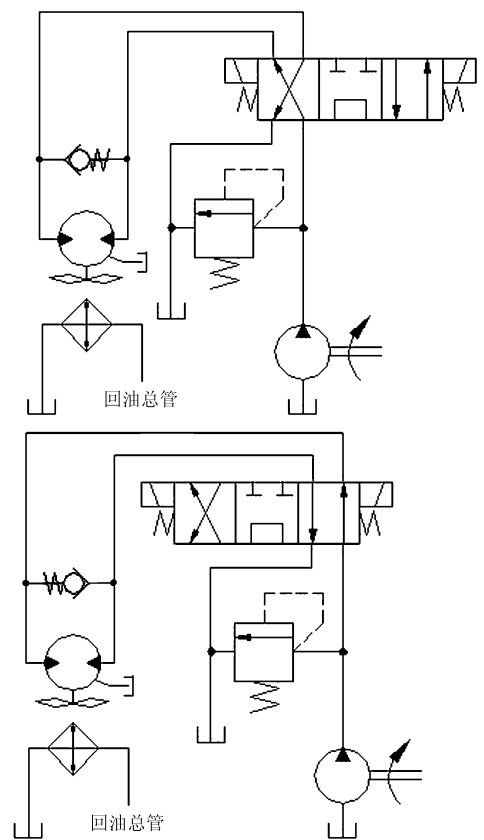


图4 旋挖钻机冷却系统改进回路

管路中增加的单向阀应能承受35.0 MPa左右的高压,以免被马达停止瞬间回油管路中的液压尖峰损坏;单向阀的最大流量也应与冷却系统马达的流量相适应。

通过技术改进,同样测试马达进油口和回油口的压力变化,从图5和图6可以清楚的看到,马达停

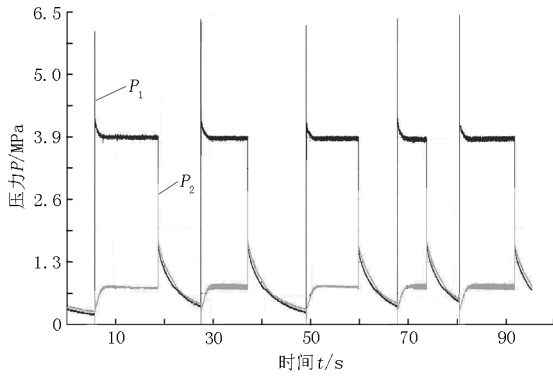


图 5 改进后冷却器马达进油口和回油口压力变化曲线

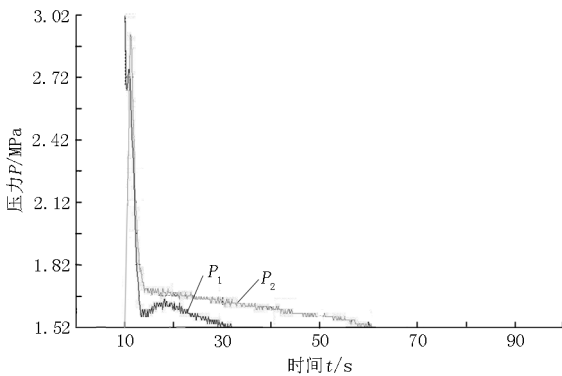


图 6 改进后冷却器马达停止工作瞬间压力峰值放大曲线

油口压力峰值不到 2.9 MPa,有效地缓冲了马达制动时回油管路的液压冲击。

### 4 结语

冷却系统中单向阀的应用仅为旋挖钻机回油系统及补油系统综合应用的一个特例,对于整车性能而言,回油系统及补油系统的管路设计直接关系到旋挖钻机的使用性能和液压元件的使用寿命。合理科学的设计回油系统、简洁恰当的设计补油系统是旋挖钻机技术提升的重点,也是设计工程师们容易忽视和轻视的方面,但对于旋挖钻机使用性能的提升却是不可或缺的关键技术。

### 参考文献:

- [1] 刘忠,杨国平. 工程机械液压传动原理、故障诊断与排除[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [2] 官忠范. 液压传动系统(第三版)[M]. 北京:机械工业出版社,1997.
- [3] 李壮云,葛宜远. 液压元件与系统[M]. 北京:机械工业出版社,1999.
- [4] 丁树模. 液压传动(第2版)[M]. 北京:机械工业出版社,1999.
- [5] 陶坤. 旋挖钻机在桩基础施工中的应用与分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(2).

止旋转的瞬间,进油口压力峰值达到 3.9 MPa,而回

(上接第 49 页)

表 2 旋喷桩固结体试验成果表

序号	桩号	取样深度/m	岩性	容重/(g·cm <sup>-3</sup> )	抗压强度/MPa	渗透系数/(cm·s <sup>-1</sup> )
1	80	2.0	壤土	1.28	1.61	3.2 × 10 <sup>-7</sup>
2	3	3.5	砂土	1.58	3.29	1.2 × 10 <sup>-7</sup>
3	30	6.5	细砂	1.55	8.03	1.3 × 10 <sup>-7</sup>
4	17	6.5	细砂	2.07	6.28	3.3 × 10 <sup>-7</sup>
5	34	6.5	细砂	1.66	9.58	1.6 × 10 <sup>-7</sup>
6	33	6.5	细砂	2.01	6.18	1.9 × 10 <sup>-7</sup>
7	61	2.0	壤土	1.94	1.35	4.9 × 10 <sup>-7</sup>
8	22	3.5	砂土	1.96	4.35	1.6 × 10 <sup>-7</sup>

“扁桩”部位墙厚偏大,是由于桩间距过小或施工技术参数过于保守导致的。但如此保守的施工工艺,可充分保证在地下形成具有连续完整、浆液饱满、水泥含量高、缺陷率低的质量优良的旋喷桩墙。

“扁桩”部位墙厚偏大,是由于桩间距过小或施工高压旋喷注浆技术有着明显的优点:无噪声、无

振动、无污染、成本低、速度快、工期短,可以在十分狭窄的场地作业而不需要拆迁被加固的已成建筑物。从工程施工结果看,旋喷桩在砂土及细砂中的固结体平均强度达 6.3 MPa,完全满足基础开挖挡土墙的强度要求。

### 参考文献:

- [1] 白永年,吴士宁,王洪恩,等. 土石坝加固[M]. 北京:水利电力出版社,1992.
- [2] 吴志坚,刘丛. 高压喷射灌浆技术在橡胶坝防渗工程中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(6).
- [3] 梁炯璠. 锚固与注浆技术手册[M]. 北京:中国电力出版社,1999.
- [4] 刘瑞卿. 高压喷射灌浆技术简介[J]. 水文地质工程地质,1995,(1).
- [5] 阎明礼. 地基处理技术[M]. 北京:中国环境科学出版社,1996.