

矿用挖掘装载机 LUDV 系统研究

王子雷

(天地科技股份有限公司 建井研究院, 北京 100013)

[摘要] 分析了煤矿挖装机常用的齿轮泵定量液压系统和负荷传感控制液压系统的优缺点。研究了负载独立流量控制系统 (LUDV) 的液压原理, 指出该液压系统的各执行器流量与压力无关, 而只与操作阀开口大小相关。根据该系统负载、速度及变化规律, 确定了合理的调速控制方案和液压过载保护方式。现场应用表明, LUDV 系统性能优良, 能满足岩巷掘进机械施工的要求。

[关键词] 挖掘装载机; LUDV 系统; 液压系统; 操作阀

[中图分类号] TD422.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-6225 (2013) 03-0040-03

Research on LUDV System of Mine Loader-digger

WANG Zi-lei

(Shaft Building Research Institute, Tiandi Science & Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: This paper analyzed merit and demerit of gear pump's fixed delivery hydraulic system and load sensing control hydraulic system usually used in mine loader-digger. It researched hydraulic mechanism of LUDV, and indicated that flow of every performer was independence from pressure and related to opening size of operation valve. Rational speed control projection and hydraulic overload protection manner was determined based on the load, speed and variation rule of this system. Application showed that LUDV system had high performance and could meet requirement of driving machinery for rock roadway construction.

Key words: loader-digger; LUDV system; hydraulic system; operation valve

目前, 煤矿广泛使用的掘进出矸设备有耙斗装岩机、侧卸装岩机、挖掘装载机等。耙斗装岩机不能实现文明施工, 且机械化程度低, 辅助工作量大, 装矸后两帮需要大量人工进行清帮工作, 在高瓦斯矿井中, 利用耙斗装岩机装矸, 耙斗运动容易产生火花, 存在安全隐患。侧卸装岩机在使用过程中需要 2 人在机器后面拖拽电缆, 由于机器运动速度快, 前后方向转换频繁, 因此容易对拖拽电缆人员造成伤害, 同时设备行走系统载荷大, 磨损严重, 使用成本高。因此, 挖掘装载机 (以下简称挖装机) 是下一步装矸装备的首选。

挖装机是一种连续生产的高效率出矸设备, 主要用于矿山煤、岩巷炮采工作面掘进中的装载作业, 一般由行走系统、运输系统、工作机构、液压系统等组成, 可与全液压钻车、梭式矿车等组成岩巷、煤巷机械化作业线, 钻、装、运同时作业, 大大提高掘进效率, 同时降低工人劳动强度, 具有广泛的应用前景。

1 挖装机液压系统

液压系统是装岩机的核心系统, 该系统设计是否合理, 直接关系到整机的性能和可靠性。合理设

计液压系统, 必须正确分析液压系统负载、速度及变化规律, 进行系统热平衡分析研究, 确定散热方案, 筛选可靠的液压元部件, 合理布置液压管路和操控阀, 便于机器的操作使用。煤矿挖装机常用液压系统有齿轮泵定量系统和负荷传感控制系统。

1.1 齿轮泵定量系统

液压系统由油泵、行走马达、运输马达、液压油缸、操作阀及辅件组成。装载机在行走时工作机构、运输机构不工作, 工作机构、运输机构工作时不行走。行走时, 左、右行走马达各由油泵中的 2 台定量式齿轮泵单独供油。当停止行走, 工作机构、运输机构工作时, 2 台齿轮泵中的 1 台输出的压力油由分流阀分出一半并经减压供给工作机头。另一半压力油加上另一台齿轮泵的压力油经减压后驱动运输机构的液压马达。另有 1 台油泵供先导阀动作使用, 整个系统采用回油过滤方式。

齿轮泵定量系统结构简单, 对油质清洁度要求低, 价格低, 维护简单。但系统能耗大, 发热严重, 可靠性低。

1.2 负荷传感系统

负荷传感系统的核心部分包括变量主泵和控制阀。该系统具有以下优点:

[收稿日期] 2012-11-30

[基金项目] 十一五国家科技支撑计划: 遇险人员快速救护关键技术及装备 (2007BAK23B04)

[作者简介] 王子雷 (1981-), 男, 山东莱芜人, 工程师, 现主要从事岩巷采掘装备研究。

(1) 节能。该系统主泵为变量泵, 在系统总流量范围内, 泵的排量不固定, 由负载决定, 当各系统满负荷工作时, 主泵排量调至最大, 而一般的定量泵系统, 当系统所需流量较小时, 泵始终按照定排量工作, 各系统实际流量由溢流阀控制, 发热量极大。

(2) 精确控制, 主泵会及时检测负载的细微变化, 及时反馈。

(3) 各系统始终按照既定轨迹运动, 不受总流量影响, 复合性好。

但该系统主泵仅受最高负载回路影响, 对其他回路采用压力补偿, 因此当各系统同时工作时, 流量需求很大, 以致超过系统排量极限, 最高负载回路油缸或马达运行速度会直线下降, 影响整体工作的一致性、协调性。

2 LUDV 系统

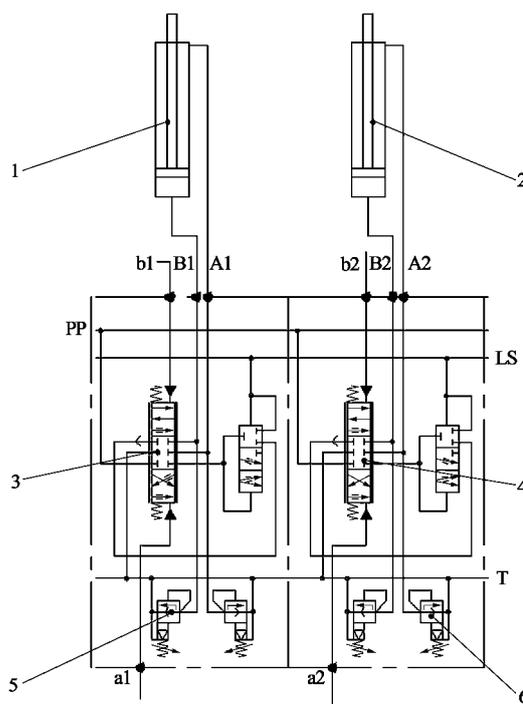
LUDV 系统, 即负载独立流量控制 (Load Independent Flow Distribution) 系统, 当各系统流量总和超过泵的极限流量时, 系统会按照比例 (一般由手控阀开口控制) 分配流量, 而不是按照负载由小到大分配流量。

矿用挖装机执行部件多, 运动形式多为复合运动, 系统流量大, 为保证系统可靠工作, 选用负载独立流量控制系统。液压原理基本单元如图 1 所示。A1, B1, A2, B2 分别是负载油缸的进回油口; a1, a2, b1, b2 分别为换向阀控制回路; PP 为主进油口。

2.1 系统基本特点

如图 1 挖装机液压系统基本单元所示, 系统中压力补偿阀 (A 和 B) 位于节流孔换向阀 A 和换向阀 B 之后, 最高负荷压力传到压力补偿阀, 同时通过 LS 回路传递到变量泵, 即最高负载回路压力可直接作用于主泵, 从而对排量进行控制, 通过设定, 使主泵压力较最高负载回路压力高 1 ~ 1.5 MPa, 所有电磁换向阀进出口压差为定值, 因此执行机构速度只与节流阀开口大小有关, 见公式 (1)。

$$\begin{aligned} \Delta p_1 &= pp - p_1 \\ \Delta p_2 &= pp - p_2 \\ p_1 &= p_2 = p_{\max} \\ \Delta p_1 &= \Delta p_2 = \Delta p \\ QV_1 &= f(A_1) \\ QV_2 &= f(A_2) \\ QV_1/QV_2 &= A_1/A_2 \end{aligned} \quad (1)$$



1—油缸 A; 2—油缸 B; 3—换向阀 A;
4—换向阀 B; 5—压力补偿阀 A; 6—压力补偿阀 B

图 1 挖装机基本控制单元

式中, pp 为泵出口压力; p_1 为油缸 A 压力; p_2 为油缸 B 压力; QV_1 为 A 油缸回路总流量; QV_2 为 B 油缸回路总流量; A_1 为 A 换向阀开口面积; A_2 为 B 换向阀开口面积; Δp 为常量。

因此, 即使泵出现供油不足的现象, 所有油缸、马达等执行部件速度会整体下降, 各运动机构始终按照设计的轨迹运动, 不会偏移或损毁零部件。

2.2 主泵

主泵的流量与安装在泵出口和执行器之间的外部传感节流孔的横截面积有关。流量在功率曲线和压力切断值之下以及在泵的整个控制范围内与负载压力无关。压差增大时, 泵朝 V_{gmin} 回摆, 压差减小时, 泵朝 V_{gmin} 摆出, 直至阀内传感节流孔两端压差恢复设定值。油泵原理图如图 2 所示。特性曲线如图 3 所示, 压力变化范围为 5 ~ 35 MPa, 排量变化范围为 0 ~ 130 mL/r。

2.3 行走驱动计算

挖装机工作能力 $70\text{m}^3/\text{h}$, 整机质量 13t, 刮板链速度 0.7m/s , 行走速度 0.4m/s , 系统功率 55kW , 泵排量 $200\text{L}/\text{min}$, 其行走驱动特性曲线如图 4。可以看出, 当挖装机起步时, 驱动力始终处于高位 ($>120\text{kN}$), 在位置 1 点, 驱动力达到峰值, 随后缓慢下降, 在位置 2 点 ($V=0.412\text{m/s}$) 后, 驱动力快速下降, 因此系统行走速度为 0.4m/s 是合理的。

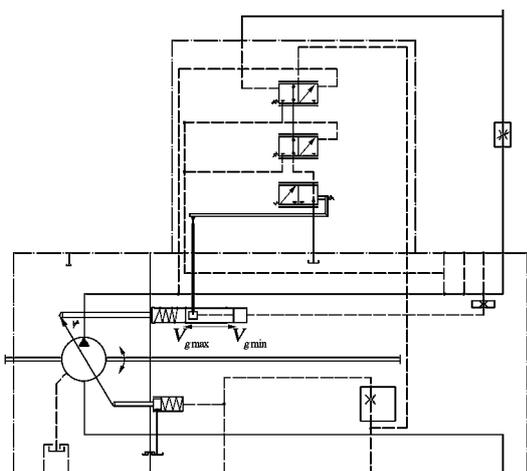


图 2 油泵原理

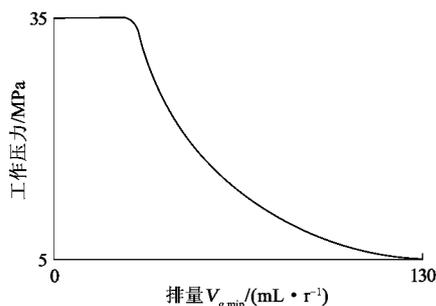


图 3 油泵特性曲线

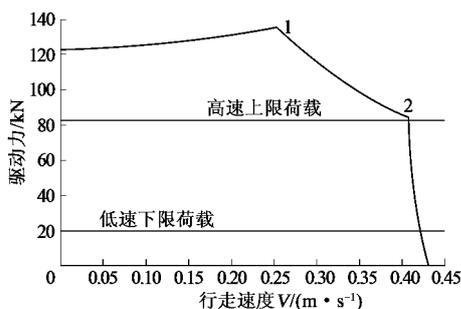


图 4 矿用挖掘装载机行走驱动特性曲线

3 现场应用

装备 LUDV 系统的挖装机在开滦赵各庄矿进行

[责任编辑: 王兴库]

了试验,掘进断面 16.81m²,净断面 15.76m²,总进尺 147m,共装矸 4447m³。经测算实际生产能力 50m³(考虑调车、清帮、倒堆时间),操作更灵活可靠,机器装岩能力大,机动性能好,安全性能和一机多用性能优良,能够满足岩巷掘进机械化施工的要求,性能达到各项指标要求。

4 结束语

液压系统是挖装机的核心系统之一,该系统设计是否合理,直接关系到整机的性能和可靠性。根据挖装机的实际工况和 LUDV 系统的基本原理,正确分析了液压系统负载、速度及变化规律,确定了科学的调速控制方案,研究了合理的液压过载保护方式,并采取了可靠的防止液压冲击的技术措施,完善了整体的液压系统方案,性能达到各项指标要求,可推广应用。

[参考文献]

[1] 耿国卿,耿子龙,张少红. 负荷传感技术在挖掘装载机中的应用[J]. 建筑机械,2005(7).

[2] 陈欠根,纪云锋,吴万荣. 负载独立流量分配(LUDV)控制系统[J]. 液压与气动,2003(10).

[3] 张海涛,何清华,等. LUDV 负荷传感系统在液压挖掘机上的应用[J]. 建筑机械,2004(10).

[4] 刘江丽. 旋挖钻机钻桅垂直度控制系统的研究[D]. 长沙:中南大学,2007.

[5] 刘跃进,陈赤武. 全液压钻机节流调速方案的选择[J]. 探矿工程,2005(9).

[6] 郝向东. 负载传感技术在 LTL60 摊铺机上的应用[J]. 建筑机械,2008(9).

[7] 江国耀. 力士乐 LUDV 系统——全新液压挖掘机解决方案[J]. 建筑机械技术与管理,2004(6).

[8] 朱杰. 小型液压挖掘机工作装置与液压系统分析研究[D]. 成都:西南交通大学,2008.

[9] 郭柏娜,曹明. 负荷传感系统的应用与产品研制[J]. 液压气动与密封,2011(1).

国家安全生产监管总局等七部门出台方案加强尾矿库治理

日前,为提升尾矿库安全水平,防范尾矿库生产安全事故及环境事件发生,国家安全生产监管总局、国家发展改革委、工信部、财政部、国土资源部、环境保护部、国务院南水北调办等七部门共同编制了《深入开展尾矿库综合治理行动方案》(以下简称《方案》)。

《方案》明确了尾矿库综合治理行动的目标:基本消除危、险尾矿库,全国病库数量控制在尾矿库总数的 5% 以内“三边库”全部完成升级加固改造,含有毒有害成份的尾矿库全部实现达标排放;重点治理废弃库、取缔关闭库和无主库,全面完成治理任务,杜绝出现新的废弃库和无主库;2015 年年底尾矿库数量减少 10% 以上。

摘自《煤炭信息》周刊 2013 年第 19 期