

IPF-85B型混凝土泵车主液压系统故障分析

Failure Analysis for Main Hydraulic System of IPF-85B Type Concrete Pump Truck

张启明

ZHANG Qi-ming

长安大学 汽车学院, 陕西 西安 710064

School of Automobile, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China

【摘要】 基于混凝土泵车需求量增大的现状,对混凝土泵车的发展进行了研究;对混凝土泵车的泵送系统、臂架系统、电液系统以及底盘四大部分进行了阐述;以实际工程运用过程中的混凝土泵车为具体研究对象,对其主液压系统进行了故障分析。结果证明,所分析得出的故障的潜在原因全面、具体,为混凝土泵车主液压系统故障诊断与排除提供了依据。

【Abstract】 The development of concrete pump truck is studied based on the increasing demand for it. The pumping system, boom system, electro-hydraulic system and chassis of concrete pump truck are described. Failure analysis for the main system is proceeded via practical use. The potential reasons acquired from analysis are comprehensive and specific, which are helpful for failure diagnosis and troubleshooting.

【关键词】 混凝土泵车;发展现状;故障分析;故障排除

【Key words】 concrete pump truck; development situation; failure analysis; troubleshooting

中图分类号:U415.5

文献标识码:B

文章编号:1000-033X(2008)07-0078-03

0 引言

随着中国国民经济的快速发展,能源、交通、城市建设的发展步伐进一步加快,施工工程点多、面广,作为机械化施工的主要设备,工程机械也起着越来越重要的作用。而工程机械液压设备的性能直接影响到工程施工的质量和速度,其液压系统的故障往往是引起设备整机故障的主要原因。因此,充分熟悉并掌握液压传动系统的故障诊断过程越来越重要^[1]。

本文针对施工中某混凝土泵车主液压系统所出现的故障进行了分析。

1 国内外混凝土泵车发展现状

混凝土泵车又称臂架式混凝土泵车,是一种将混凝土泵和液压折叠式臂架都安装在汽车底盘上,并沿臂架铺设输送管道,最终通过末端软管输出混凝土的设备。臂架具有变幅、折叠和回转功能,使其可以在臂架所能触及的范围内进行布料。

目前,国家重点建设项目在混凝土施工中都采用了混

凝土泵车泵送技术,其使用范围已经遍及水利、水电、地铁、桥梁、大型基础、高层建筑和民用建筑等工程中。近年来,混凝土泵车已经成为泵送混凝土施工机械的首选机型^[2]。

混凝土泵车可以同时完成现场混凝土的输送和布料作业,具有泵送性能好、布料范围广、可自行行走、机动灵活和转移方便等特点。尤其是在基础、低层施工及需频繁转移工地时,混凝土泵车更能显示其优越性。它施工方便,在臂架活动范围内可任意改变混凝土的浇筑位置,不需在现场临时铺设管道,可节省铺筑时间、提高工效,因此特别适用于混凝土浇筑需求量大、超大体积及超厚基础混凝土的一次浇筑和质量要求高的工程。目前,地下基础的混凝土浇筑有80%是由混凝土泵车完成的。

1.1 国外混凝土泵车发展现状

混凝土泵车的发展已有90多年的历史。德国是世界上混凝土泵车的最大生产国之一,拥有一批规模大、技术水平高的混凝土泵车制造企业,如SCHWING(施维英)、PUTZMEISTER(普茨迈斯特)、ELBA(埃尔巴)、TEKE(特卡)、REICH(莱西)、WAITZINGER(威欣)、LIEBHERR(利勃海尔)、WINGGENT(威格特)等。

1.2 国内混凝土泵车发展现状

中国从1982年开始引进日本技术并批量生产混凝土泵车,经过20余年的发展,混凝土泵车的设计水平、制造能力都有长足发展,有的企业(如三一重工)甚至已经赶超国外,成为世界一流混凝土泵车制造企业。目前中国混凝土泵车生产制造企业有10多家,生产能力主要集中在三一重工、中联重科、徐工集团重型机械、湖北建机、辽宁海诺、上海普茨迈斯特、安徽星马、中国重汽等几个企业。

继56 m泵车之后,三一重工又于2007年成功研发、推出了66 m世界最长臂架泵车,创吉尼斯世界纪录,并顺利地进行了规模宏大的全球巡展。2008年,徐工集团重型机械公司自行研制的首台三轴混凝土泵车底盘成功下线。该底盘是徐工重型继汽车起重机专用底盘、全地面起重机专用底盘两大底盘系列之后的又一力作,标志着徐工重型在专用底盘的研发上迈出了坚实的一步,也为企业着力打造行业领先的专用底盘研究做出了新的探索。2008年,中联重科自主研发的43 m混凝土泵车成功进入澳大利亚市场,在完成公司混凝土机械、工程起重机械、塔机三大主导产品全部实现世界顶级市场澳洲销售目标的同时,开始了国产混凝土泵车在澳洲与世界顶级品牌的巅峰对决。

2 混凝土泵车的组成

混凝土泵车主要由泵送系统、臂架系统、电液系统以及底盘四大部分组成^[3-4]。

2.1 泵送系统

由于一些大型工程的施工需要,泵车的混凝土输送量不断增大,以达到在短时间内浇灌大量混凝土的要求。现在一般混凝土泵车的理论输送量是100~120 m³/h,国外最大理论输送量已达200 m³/h,国内生产的泵车最大理论输送量也已达150 m³/h。泵送系统配置的大直径输送缸(直径为230 mm或250 mm,甚至280 mm),具有吸料性能好、冲程次数少的优点,不仅减少了磨损,而且降低了运营成本。

混凝土输送泵具有高压小排量和低压大排量2种泵送方式,因此高、低压切换是混凝土泵车最重要的操作方式之一。传统的泵车采用换接油缸连接胶管的办法,不仅浪费时间和液压轴,而且会污染液压系统。而新型泵车采用了全自动高、低压切换技术,切换时无需停机,操作简单灵活,大大简化了泵车操作。

2.2 臂架系统

混凝土泵车的作业范围受臂架长度的制约——臂架越长作业范围越大,适用范围也越广。但臂架越长,车辆行驶尺寸也越大,泵车在市区行驶越困难,在工地施工时也就更易受限。但总的来说,随着商品混凝土的发展,混凝土泵车正朝档次更高、布料臂架更长的方向发展。臂架由过去的

37 m占主流阶段逐步过渡到以42~45 m为主的时期,目前国产泵车臂架的最大长度已达到66 m。

2.3 电液系统

液压系统有开式和闭式2种。一般来说,开式回路具有油液清洁度高、油温低、液压元件集成化、工作可靠、维修方便等优点,但换向冲击较大;闭式回路换向平稳,但液压油温度高,影响系统寿命。目前液压系统正向集成化方向发展,普遍采用开式及恒功率系统和大流量的变量液压泵。同时,全液压控制技术、计算机控制技术取得了突破性进展,全液压换向和计算机闭环控制系统已经被广泛应用。

混凝土泵车电控系统一般采用PLC控制,除实现泵车控制外还具有故障诊断功能,并配有能直观显示多种信息的多功能液晶显示器,操控方便。同时还配备可操纵泵车各种功能的无线或有线遥控器,搭建操纵泵车的人性化平台。无线遥控技术、臂架电比例控制系统、泵送排量无级调节技术的应用,使得操控庞大的泵车变得格外轻松自如。

2.4 底盘

混凝土泵车之前选用的底盘几乎都是进口的,而且主要集中在沃尔沃(VOLVO)、五十铃(ISUZU)和奔驰(MERCEDES-BENZ)生产的几种专用底盘上。如今,随着三一重工、中联重科以及徐工等泵车制造厂商的崛起,中国原有的进口混凝土泵车底盘已逐步为国产底盘所替代。

3 IPF-85B型混凝土泵车实例分析

在施工过程中,1台IPF-85B型混凝土泵车在为路桥施工泵送大方量混凝土时突然出现故障。泵车在负荷泵送时发动机转速由1 800 r/min降至1 500 r/min,在主液缸换向时发动机转速又降至1 100 r/min,此时即使臂架管在水平状态也无法泵送混凝土。

3.1 主液压系统故障分析

该机的主液压系统原理如图1所示。初步判断此故障是由发动机动力不足和主泵内泄引起的,为此先对泵车进行了道路试验,结果泵车在60 km/h的速度下仍能持续行驶,说明发动机动力良好;而后将该机主油路进行强制升压(即关闭手动逆转阀),主液压系统压力可达到28 MPa,与规定压力值相符,否定了主泵出故障的可能性;最终确定故障应在主油路的液压元件上。下面分析此故障的原因,并介绍故障的排除方法。

3.2 故障原因探讨

可以引起泵送时发动机转速下降和主液缸换向时发动机转速下降的主要原因有以下几方面。

(1) 减压阀输出压力太低。减压阀的标准输出压力为

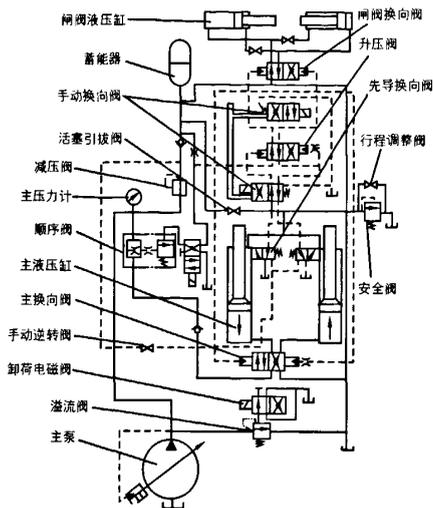


图1 IPF-85B型混凝土泵车主液压系统

21 MPa, 主泵压力油通过先导换向阀控制升压阀换向, 从而使闸阀换向阀和主换向阀换向。当减压阀输出压力降低后, 不但影响液压系统对蓄能器的充压能力和速度, 而且使升压阀换向迟缓, 导致主液缸的活塞到位后换向不及时, 进而增加主泵的负荷, 表现为换向时发动机转速下降、油压上升。

(2) 蓄能器氮气压力不足。蓄能器的标准气压为7 MPa, 其主要作用是建立一个双压以保证闸阀液缸先于主液缸动作, 并保证闸阀换向阀和主换向阀迅速换向。氮气压力降低后(一般低于5 MPa)液压系统预压力降低, 因此在每次升压阀换向后, 来自主泵的压力油必须首先对蓄能器充压以弥补压力损失。在给油路充压过程中, 由于闸阀换向阀和主换向阀不能及时动作, 导致主液缸和闸阀液缸不能及时换向, 致使主泵负荷增加, 因而出现了换向时发动机转速下降的现象。

(3) 活塞引拔阀内泄。活塞引拔阀的作用是拉出混凝土缸活塞杆, 当其出现轻度内泄后, 主液缸无杆腔和有杆腔的压差下降, 使主液缸动作过程中阻力增加, 主泵负荷加大, 导致泵送时出现发动机转速下降的现象。

(4) 主换向阀节流孔不畅通。节流孔的作用是平衡主换向阀两边的压差以缓冲主换向阀换向时的冲击力, 从而使主换向阀换向迟缓, 引起主泵负荷增大, 造成主液缸换向时发动机转速下降。

(5) 升压阀阀芯、闸阀换向阀阀芯或主换向阀阀芯被卡。由主泵来的压力油经减压阀后一路使升压阀动作, 另一路给蓄能器充压, 并在升压阀动作后促使闸阀换向阀和主换向阀动作, 一旦阀芯被卡就会造成换向迟缓, 引起发动机转速下降。

3.3 故障分析结果

根据上述原因进行排查, 最终发现故障是主换向阀阀芯被卡滞造成的。该阀芯由一大阀芯和一镶嵌的小阀芯组

成, 其结构如图2所示。

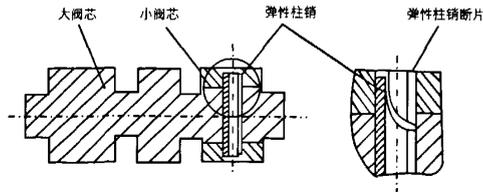


图2 主换向阀阀芯结构

在拆检过程中, 发现阀芯左右推动不灵活, 用铜棒轻轻振出后, 发现阀芯表面均磨损正常, 但弹性柱销一端有半片高于另外半片且阀芯表面齐平, 有明显摩擦的亮迹, 而柱销另一端则陷在阀芯内里。在阀体内表面与柱销对应区域也有一道明显的光亮的滑动轨迹, 轻轻振动阀芯后掉出弹性柱销半段断片。

由此可断定是柱销的断片引起的故障, 因为柱销断片在阀芯左右移动中始终存在脱落趋势, 从而引起与内壁摩擦, 造成2种后果: 阀芯换向时被卡, 导致换向迟缓, 引起发动机转速下降; 阀芯换向后由于断片卡滞而移动不到位, 造成主油道供油不畅, 油压异常升高, 也就使主液缸换向过程中发动机转速下降。这2种后果与上述故障症状相符。在清除了半段断片后还对阀芯及内壁进行了修磨, 使阀芯装上后用手推动时感觉比较轻松。装配完后进行试机, 无负荷泵送时上述故障现象消失, 主液缸工作频率恢复正常; 进行混凝土泵送试验时, 在泵送了500 m³混凝土后, 液压油温度上升到50℃的情况下各系统的工作仍正常。以上技术指标均说明此次故障的根源是弹性柱销的断落。

4 结语

随着中国城市建设的快速发展和交通、水利等基础设施建设规模的不断扩大, 商品混凝土的应用日益广泛, 用户对商品混凝土机械的需求会更加旺盛。混凝土泵车被越来越广泛地应用于各大工程的建设(如杭州湾跨海大桥), 相应的故障排除问题也越来越受重视。本文就工程实践中IPF-85B型混凝土泵车所遇到的实际问题进行了详细分析, 其分析的经验和方法可为其他工程机械液压系统的维修提供借鉴。

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, 2005.
- [2] 陈庚顺. 现代混凝土泵车的发展趋势[J]. 丹东纺专学报, 2005, 12(2): 66-68.
- [3] 戴丽, 刘杰, 赵丽娟. 混凝土泵车臂架液压驱动系统的运动分析[J]. CAD/CAM与制造业信息化, 2007, 14(8): 55-57.
- [4] 戴丽, 刘杰, 刘宇, 等. 基于多体动力学的混凝土泵车臂架的运动分析[J]. 东北大学学报: 自然科学版, 2007, 28(10): 1469-1472.

收稿日期: 2008-01-27

[责任编辑: 谭忠华]