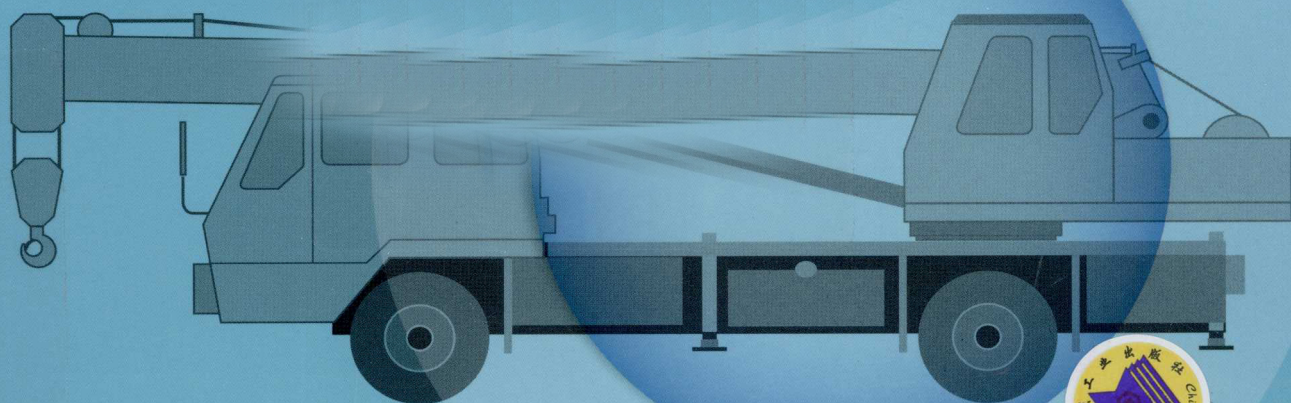
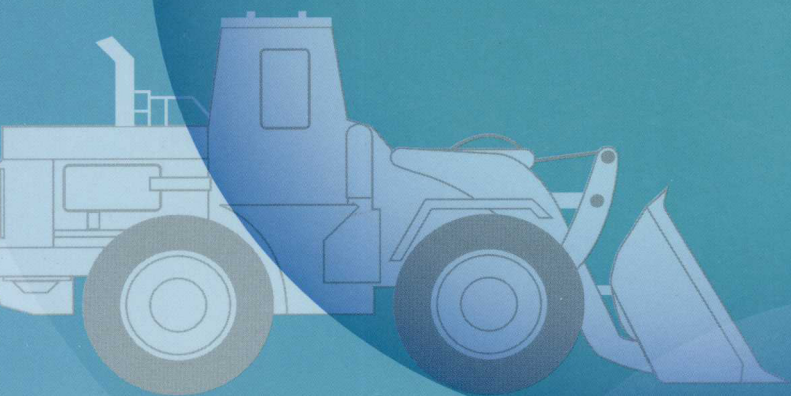


工程起重运输机械 液压故障案例分析

黄志坚 编著



工程起重运输机械液压 故障案例分析

黄志坚 编著

机械工业出版社

本书通过案例分析了各类工程起重运输机械液压系统故障,案例包括了故障现象、故障原因、故障机理、故障诊断与排除的思路、过程、要领与技巧。选入的案例在较大范围与不同角度为起重运输机械液压故障诊断和排除提供了参考、比照及借鉴的依据。相关人员可直接运用案例中的方法或数据排除故障,也可结合具体情况参照案例进行相似推理,进而得出结论;同时也可将实际的案例与书中的案例进行对比或类比,对液压故障进行总结归纳或分类。

本书可供工程起重运输机械研究、开发、设计、制造、使用、维修人员,机电专业的大学生、研究生、教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程起重运输机械液压故障案例分析/黄志坚编著. —北京:机械工业出版社, 2012. 4

ISBN 978-7-111-37599-9

I. ①工… II. ①黄… III. ①起重机械—液压系统—故障诊断②运输机械—液压系统—故障诊断 IV. ①TH207

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 033976 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 沈 红 责任编辑: 沈 红

版式设计: 霍永明 责任校对: 陈延翔

封面设计: 姚 毅 责任印制: 杨 曦

高等教育出版社印刷厂印刷

2012 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19 印张·482 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978—7—111—37599—9

定价: 52.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑: (010) 88379778

社服 务 中 心: (010)88361066

网络服务

销 售 一 部: (010)68326294

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部: (010)88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者购书热线: (010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

工程起重运输机械在当代工业、交通运输及国防等领域得到广泛应用，并发挥着重要作用。

工程起重运输机械液压系统的工作环境十分恶劣，多是露天作业，经常会受风雨、日晒、大气、粉尘影响和侵蚀，故障频繁。施工生产的特性决定了它们工作在各工地上，分散性大，流动性强。工程起重运输机械及液压元件种类繁多，技术要求也不尽相同，现场资料往往不全或资料与实物不符，故维修人员在液压系统维修工程中困难不少。

故障分析是维修过程极为重要的一环。为帮助广大专业技术人员进一步掌握工程起重运输机械液压故障诊断与维修技术，并快速准确地解决各类千变万化的实际问题，作者编著了此书。

本书通过案例分析了各类工程起重运输机械液压系统的故障，案例包括故障现象、故障原因、故障机理、故障诊断与排除的思路、过程、要领及技巧。

作为案例，它既要非常具体，又要有代表性和典型意义。本书选入的案例可在较大范围与不同角度上为起重运输机械液压故障诊断和排除提供参考、比照及借鉴的依据。在起重运输机械液压故障诊断维修中，相关人员可直接运用案例中的方法或数据排除故障，也可结合具体情况参照案例进行相似推理，进而得出结论；同时也可将实际的案例与书中的案例进行对比或类比，以便对液压故障进行总结归纳或分类。

本书取材新颖广泛、数据详实、思路清晰、侧重实用，力求反映各类工程起重运输机械液压装置诊断维修的具体过程、步骤和细节。

研究生肖浪参与了本书的资料整理工作。

本书可供工程起重运输机械研究、开发、设计、制造、使用、维修人员，机电专业的大学生、研究生、教师参考。

目 录

前言

第1章 叉车液压故障案例分析 1

- 1.1 叉车液压故障诊断与排除概述 1
- 1.2 叉车液压泵故障案例分析 8
- 1.3 叉车液压阀故障案例分析 13
- 1.4 叉车液压缸故障案例分析 19
- 1.5 叉车液压辅件故障案例分析 30

第2章 车辆液压故障案例分析 37

- 2.1 汽车液压故障案例分析 37
- 2.2 专用车辆液压故障案例分析 55

第3章 自卸汽车液压故障案例分析 69

- 3.1 自卸汽车液压泵故障案例分析 69
- 3.2 自卸式汽车液压阀故障案例分析 76
- 3.3 自卸式汽车液压缸故障案例分析 85
- 3.4 自卸车液压辅件故障案例分析 97
- 3.5 典型自卸汽车液压系统故障分析 101

第4章 汽车起重机液压故障案例 分析 109

- 4.1 汽车起重机液压故障常见
故障及排除 109
- 4.2 汽车起重机液压泵站故障案例分析 ... 112
- 4.3 汽车起重机转向液压故障案例分析 ... 123
- 4.4 汽车起重机行走液压故障案例分析 ... 126
- 4.5 汽车起重机液压支腿故障案例分析 ... 132
- 4.6 汽车起重机回转液压故障案例分析 ... 137
- 4.7 汽车起重机起升液压故障案例分析 ... 143
- 4.8 汽车起重机伸缩液压故障案例分析 ... 151
- 4.9 汽车起重机变幅液压故障案例分析 ... 158
- 4.10 汽车起重机液压辅件
故障案例分析 175

第5章 履带式起重机液压故障案例 分析 179

- 5.1 履带式起重机液压泵故障案例分析 ... 179

- 5.2 履带式起重机液压阀故障案例分析 ... 182

- 5.3 履带式起重机起升液压
故障案例分析 184

- 5.4 履带式起重机行走液压
故障案例分析 191

第6章 塔式起重机液压故障案例 分析 197

- 6.1 塔式起重机液压系统及维修概述 197
- 6.2 塔式起重机液压泵故障案例分析 200
- 6.3 塔式起重机液压缸故障案例分析 202
- 6.4 塔式起重机顶升液压故障案例分析 ... 206

第7章 专用起重运输设备液压故障 案例分析 213

- 7.1 生产车间起重运输设备液压故障
案例分析 213
- 7.2 港口起重运输设备液压
故障案例分析 219
- 7.3 铁路起重设备液压故障案例分析 226
- 7.4 抓斗液压故障案例分析 237

第8章 堆取料机液压故障案例分析 ... 249

- 8.1 典型堆取料机液压故障分析 249
- 8.2 堆取料机控制与动力问题案例分析 ... 254
- 8.3 堆取料机液压系统振动
故障案例分析 262
- 8.4 堆取料机泄漏与污染问题案例分析 ... 270
- 8.5 堆取料机液压系统温度
问题案例分析 282
- 8.6 堆取料机安全问题案例分析 286
- 8.7 堆取料机夹轨器故障案例分析 290

参考文献 295

第1章 叉车液压故障案例分析

叉车作为一种操作方便、工作效率高的工程机械，在各厂矿企业及港口的装卸作业中得到广泛应用，且使用率非常高。液压系统是叉车的重要系统，其负荷的起升、倾斜、侧移、转向、变速等功能由液压控制来实现。

1.1 叉车液压故障诊断与排除概述

1. 叉车液压系统常见故障分析及检修

(1) 叉车动力换挡变速器常见故障分析与排除 叉车传动部分的故障多是由变速器故障引起的。有些叉车采用动力换挡变速器，变速器与液力变矩器相连接，采用多片湿式摩擦离合器，换挡离合器采用液压操作。当操纵阀杆处于前进位置时，工作油进入前进挡离合器，使离合器主、从动摩擦片结合，传递转矩。当操纵阀杆处于后退挡位时，工作油进入后退挡离合器。制动时，各离合器的工作油从操纵阀的回油通道流回油箱，前进挡和后退挡离合器在回位弹簧作用下恢复原位，离合器的主、从动摩擦片分离。

常见动力换挡变速器的典型故障及排除方法如下：

故障1：行走操纵阀手柄无论是扳到前进挡或是后退挡，叉车行走部分均不动作，即挂挡后不走车。

原因：变速器液压泵过滤器堵塞或进油管路堵塞，应清洗过滤器和变速器积油底壳或取出进油管路中的异物。离合器压力低、打滑，变速器回路系统的正常压力应为135~150kPa。

排除方法：更换液压泵或调整压力阀。

故障2：变速器输出轴花键磨损，联接盘的内花键磨损，引起联接盘打滑，动力输不出。

排除方法：更换花键轴或联接盘。如果联轴器的联接盘用联接螺栓脱落，需更换联接盘的螺栓。

故障3：将行走操纵阀手柄扳到前进挡或后退挡，叉车只能前进不能后退，或只能后退不能前进。

原因：后退挡离合器或前进挡离合器摩擦片变形或压紧力不够，引起离合器打滑。更换后退挡或前进挡离合器的摩擦片。如果后退挡或前进挡离合器液压缸活塞密封环磨损过大，或“烧死”失掉弹性，应更换活塞密封环。新出厂或大修后组装的叉车，也有可能是变速器油孔与油箱之间密封不良、漏油。

排除方法：更换密封，重新组装。

故障4：发动机起动后，行走操纵阀手柄无论是挂在空挡、前进挡或是后退挡，叉车均向后行驶，或均向前行驶。

原因：后退挡或前进挡离合器咬死，或变速箱离合器摩擦片烧结在一起。离合器装配过紧或离合器分离弹簧的作用力过小，致使摩擦片分离不开。

排除方法：更换离合器摩擦片或换离合器的分离弹簧。

故障5：发动机怠速时，行走操纵阀手柄无论挂在前进挡或后退挡，叉车都行走乏力，当发动机油门加大，转速提高时，叉车不能行驶。

原因：通向行走液压泵的进油软管被夹瘪，发动机在怠速时，致使液压泵流量不足，叉车行走乏力；发动机节气门加大，转速提高时液压泵吸空。

排除方法：行走液压泵进油软管在从变速器到液压泵吸油口之间的一段是容易被夹瘪的部位，在这部分软管外套上一根橡胶管，可防止拐弯处软管夹瘪。另外，在行走液压泵进油口与变速器底部油管的连接处，往往由于软管卡扣不紧固，一旦进去空气也会造成液压泵吸空，使叉车行驶乏力。

(2) 叉车多路换向阀漏油 叉车普遍使用多路换向阀，它由进油阀体、升降换向阀体、倾斜换向阀体和回油阀体等单片阀体用螺栓联接而成。其内部形成进油道、工作油道、回油道、溢油道及总回油道，使液压油在叉车不同的工作状况下能在各自的油道内流动，达到不同的工作目的。

多路换向阀发生内漏时，工作油道与回油道或溢油道相通，液压油直接流回油箱，无法完成所要求的动作，造成起升无力或不能起升、货叉自行下滑及门架自行前倾。造成内漏的原因有以下几个方面，须逐一排除。

故障1：阀杆与阀体之间的磨损间隙过大而造成内漏。

多路换向阀起升和倾斜的阀杆上各有三道沟槽，沟槽和油道的配合即可开通或切断回路，进而改变叉车的工作方式。好的分配阀其阀杆与阀体之间的间隙很小，漏油也极少。如果磨损间隙过大，就会造成工作油道中的油与回油道或溢油道的油相通，并自动地回到油箱。主要原因是分配阀使用时间过久或油液不清洁，加快了阀杆与阀体的磨损，破坏了配合密封面导致漏油。修复时，若阀杆磨损较轻，可对阀杆镀铬磨光；若阀杆磨损严重，则需更换。

故障2：阀体之间漏油。

工作油道、回油道、溢油道贯穿于四个单片阀体之间，因此对阀体之间的密封性要求很高，各阀体需用螺栓联接牢固，同时阀体与阀体的油道之间须安装O形密封圈。如果各螺栓的紧固力矩不均衡，可能导致阀体翘曲、密封圈失效产生内漏；安装时损伤了阀体表面的精度，或者O形密封圈老化、损坏，阀体之间也容易产生内漏。修复时，若阀体损伤则需进行研磨、更换O形密封圈，并按顺序和力矩的要求拧紧各螺栓。

故障3：安全阀弹簧失效造成内漏。

安全阀用于调节系统的工作压力，使压力保持在一定范围内，防止因超载、液压缸活塞到极限位置等原因造成液压系统的零部件损坏。安全阀的开关主要是由弹簧弹力所控制。如果安全阀弹簧失效，液压油在低于系统规定的压力下就可迫使钢球离开阀座而流入溢油道，造成内漏。修理时应更换弹簧，然后利用调整螺钉调整弹簧压力至规定值。调整时，按叉车超载25%要求加载，在货物似起非起时用锁止螺母锁紧调整螺钉，此时的压力即为所需要调整的压力。

故障4：多路换向阀阀杆不能复位造成内漏。

阀杆复位弹簧安装在阀杆的下端，无论阀杆在上位或下位工作时，阀杆都能使弹簧受到压缩。在无外力作用下，弹簧弹力能使阀杆迅速地恢复到原来的位置。如果阀杆不能复位，阀杆沟槽与油道相通，将产生内漏。其原因多是由于阀杆复位弹簧变形或损坏，因弹力降低不能使阀杆回到原位，修理时更换弹簧即可。此外，阀体与阀杆间不清洁会产生较大的阻

力,也会使阀杆复位困难。修理时,清洗多路换向阀即可。

故障5:锥形阀磨损造成内漏。

锥形阀用于防止油液倒流。若锥形阀磨损,油道就关闭不严,使液压油回流,系统功能失效。修理时,应对其进行研磨或更换,以消除回流现象。

若阀杆与阀体间的O形密封圈老化或损坏,在系统油压的作用下油液会顺着阀杆流出,导致阀体渗漏油液。修理时更换。形密封圈即可。

(3) 叉车液压系统液压缸常见故障及原因和排除方法

1) 升降液压缸故障及原因:升降液压缸的活塞杆自动下降,两升降液压缸活塞杆起升不同步,原因是活塞密封圈不密封,液压缸两腔窜油,导致压力下降;升降液压缸的活塞杆起升中液压油外漏,是由于活塞和液压缸盖内的密封圈及防尘圈不密封;升降液压缸的活塞杆起升时抖动,一是管路至液压缸活塞段有空气;二是系统内液压油少,造成液压泵压力不足。

排出活塞前端的空气,方法是将升降液压缸活塞升起,旋松放气螺钉,缸内的空气即由升降液压缸缸盖处排出。更换升降液压缸活塞和液压缸盖内的密封圈及防尘圈后,活塞杆自动下降及液压油由防尘圈处外漏的现象即可消除。排除此故障后,往液压缸内安装活塞时方法要得当,可削一薄竹片,将密封圈的唇部轻轻压入缸内。要防止损伤活塞杆及密封圈的唇部,否则会影响液压缸活塞的工作性能。

2) 倾斜液压缸的故障及原因:倾斜液压缸的活塞杆自动伸出(即门架自动前倾),倾斜液压缸在活塞杆作用门架后倾时抖动。原因是活塞密封圈不密封,或系统内液压油少;倾斜液压缸的活塞杆伸出时液压油外漏,原因是导向套内的密封圈和防尘圈不密封。

更换倾斜液压缸活塞及导向套上的密封圈和防尘圈后,倾斜液压缸的活塞自动外伸、抖动、导向套外部漏油等故障均可排除。在安装倾斜液压缸活塞密封圈前,要先制作一个与液压缸内前端卡环槽深、宽及直径相同的弹性光滑钢环填充其内,以便密封圈能顺利完好地通过卡环槽,确保密封性。更换两倾斜液压缸的活塞密封圈后,两缸活塞杆工作即可同步。

液压油箱加够同型号的液压油,可排除液压缸活塞工作抖动。

(4) 叉车液压缸典型故障的排除

故障1:起升液压缸不能起升,同时倾斜液压缸不能倾斜。

原因及排除方法:原因是组合式多路换向阀中的先导式溢流阀阻尼孔被堵塞,造成溢流阀主阀芯关不死;溢流阀的先导阀阀口密封不好,导致主阀始终开启,油液泄漏回油箱。可疏通阻尼孔,检查油液的清洁度;修复先导阀阀芯与阀座或更换零件。

故障2:起升液压缸间歇性起升,并伴有尖锐的啸叫声。

原因及排除方法:原因是液压油箱中油量不足;液压齿轮泵进油管接错,吸入空气;液压齿轮泵磨损严重,吸油能力降低。

排除方法:加油至规定油面;正确连接液压齿轮泵进油管;检查并更换液压齿轮泵。

故障3:有负荷时门架自动下降或前倾。

原因及排除方法:原因是多路换向阀内部泄漏,导致两根起升(或倾斜)液压缸活塞一起下降(或前倾);某一根起升(或倾斜)液压缸的活塞密封件变形或损坏,液压油都从该液压缸的回油口流回油箱。排除方法是更换多路换向阀;拆下任意一根起升(或倾斜)液压缸的回油管接头,如果在门架下降(或前倾)过程中该接头油液大量流出,则证明是该液压缸密封不严,应更换活塞密封件。

故障4: 某一液压缸(起升或倾斜)工作时发热严重, 将液压缸活塞杆与门架分离后再试车出现“爬行”现象。

原因及排除方法: 原因是活塞杆不直: 缸内壁拉毛, 局部磨损严重或锈蚀。排除方法是将活塞杆置于V形铁上, 用千分表校正调直, 严重者更换活塞杆; 对液压缸内壁进行磨缸处理或者更换, 按要求重配活塞。

2. 叉车液压系统故障的实用诊断方法

液压系统是叉车的重要组成部分, 其工作装置和转向系统等都是由液压系统驱动, 液压系统质量优劣直接影响叉车工作性能。液压系统故障一般并不复杂, 但在大多数情况下, 要具体找出故障点及原因并不容易。液压系统各种元件和辅助装置以及油液都封闭在壳体和管道内, 不能像机械传动那样直接观察, 又不如电路测量那样方便。另外, 系统只有在运行时才能表现出故障现象, 而同一故障现象产生的原因可能是一个因素, 也可能是多种因素的综合影响。液压系统这种特有的隐蔽性和复杂性给检查和排除带来了很大的困难。熟练掌握几种液压系统故障的分析、诊断方法就显得尤为重要。

(1) 外观检查法 对于一些较为简单的故障, 可以通过眼看、手摸、耳听和嗅闻等手段对零部件进行检查。

通过视觉检查能发现诸如液压系统零部件破裂、漏油、松脱和变形等故障现象, 从而可及时地维修或更换配件。

用手握住油管(特别是胶管), 当有压力油流过时会有振动的感觉, 而无油液流过或压力过低时则没有这种现象。手摸还可判断带有机械传动部件的液压元件润滑是否良好, 用手感觉元件壳体温度的变化, 若元件壳体过热, 则说明润滑不良。

耳听可以判断机械零部件损坏造成的故障点和损坏程度, 如液压泵吸空、溢流阀开启、元件发卡等故障都会发出如水的冲击声等异常响声。有些部件会由于过热、润滑不良和气蚀等原因而发出异味, 通过嗅闻也可以判断出故障点。

(2) 换件诊断法 一般在使用过程中, 在液压系统发生故障的维修现场缺乏诊断仪器, 或被查元件比较精密不宜拆开时, 应采用此法。先将可疑故障元件拆下, 换上新件或其他叉车上同型号的、工作正常的元件进行试验, 看故障能否排除即可作出诊断。

某3t叉车的工作装置起升缓慢、转身沉重, 根据经验考虑是液压泵故障, 遂将库存同一型号的液压泵换上, 再试机时工作正常, 证实诊断正确。

用换件诊断法检查故障, 尽管受到结构、现场元件储备或拆卸不便等因素的限制, 操作起来也可能比较麻烦, 但对于叉车上的多路阀、转向器、液压泵之类的元件, 采用此法还是较经济可行的。换件诊断法可以避免因盲目拆卸而导致液压元件的性能降低, 此方法适用维修能力比较薄弱的单位或销售点。

(3) 仪表测量检查法 仪表测量检查法就是借助对液压系统各部分液压油的压力、流量和油温的测量来判断该系统的故障点。在一般的故障现场检测中, 由于液压系统的故障往往表现为压力不足, 容易察觉; 而流量的检测则比较困难, 流量的大小只能通过执行元件动作的快慢作出粗略判断。因此在现场检测中, 更多地采用检测系统压力的方法。此方法适用于在厂内比较精确的诊断。

如某5t叉车满载爬坡无力, 初步诊断为液力变速器故障, 在控制阀的测压口接压力表测量液力变速器液压油的压力小于设计要求, 根据测量数据调整液力变速器液压油的压力后, 故障排除。

(4) 原理推理法 叉车液压系统的基本原理是利用不同的液压元件、按照液压系统回路组合匹配而成的,当出现故障现象时可据此进行分析推理,初步判断故障部位和原因,对症下药,迅速予以排除。

某3t叉车在调试过程中,出现叉车工作装置起升缓慢的状况。根据液体流速关系式 $q = S \times v$,工作装置的速度取决于起升缸的内液压油的作用面积及流量,作用面积变化不大,主要是流入起升缸内液压油的流量存在偏差,导致工作装置的速度发生变化。工作装置起升缓慢应该是流入起升缸内液压油的流量偏小所致。根据3t平衡重式叉车液压系统原理进行故障推理,并结合系统图(见图1-1)分析,对故障可能的原因逐一分析排查,问题的根本原因会很快找出,故障也能快速排除。

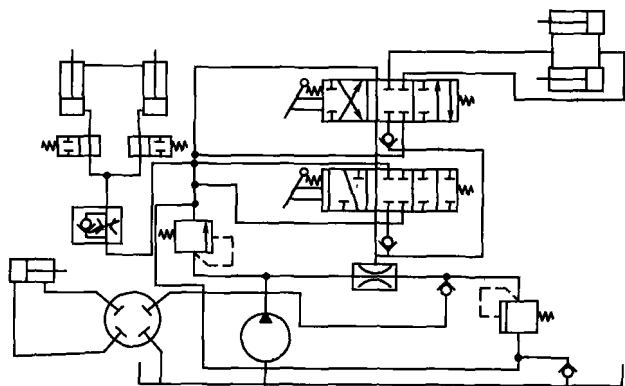


图 1-1 3t 平衡重式叉车液压系统原理图

3. 叉车液压系统故障诊断新方法及应用

叉车液压系统故障一般并不复杂,而且大多数故障是表现在执行机构,但要具体找出故障点和故障原因并不是件容易的事。因为在液压系统中,同一故障现象产生的原因可能是一个因素,也可能是多种因素的综合影响。另外,液压传动故障的隐蔽性较大,不能给检查人员提供可靠明确的信息。

(1) 叉车液压系统的运行 一般可以把叉车液压系统的工作过程分为三个阶段:

1) 初期阶段。一台新出厂的叉车或是经过大修调试后,系统刚开始正常工作,在这一阶段系统工作的故障率相对较高,其主要原因是设计可能不够完善、元件选用不合适或质量不过关、元件及管路清洗不彻底,以及装配不当等。其故障现象为振动大、泄漏、系统压力不稳、执行元件运动不稳及温升过高等。如果采取相应措施,故障率会逐渐下降。

2) 运行中期阶段。叉车在这一阶段故障率最低,而且引发故障主要原因的70%~80%是由于液压油被污染或变质造成的。由于液压油中的污染物部分或全部堵塞了元件的节流孔或节流缝隙,改变了系统的工作性能,易引起元件动作失调或完全失灵,如多路阀的安全阀及转向系统的溢流阀不稳定、压力随机漂移,也会造成滑阀阻力增大,以及机构动作反映迟钝等。

3) 运行后期。在叉车接近大修的运行后期,由于液压元件相对运动部分磨损量增大,密封件的磨损或老化等原因,故障率逐渐增大。其故障现象多数表现为外泄漏量加大,整个系统效率下降及动作迟钝等。

(2) 现场诊断方法

1) 原诊断方法。以前,多数叉车液压系统的故障诊断主要采用以下几种方法:

- ① 经验法:凭工作人员多年的实践经验对故障系统进行诊断。
- ② 试验法:用故障检测器对故障系统进行测试,确定故障原因。
- ③ 计算机法:利用液压系统故障诊断专家系统软件对故障进行分析。
- ④ 置换法:用更换元件或类比的方法来确定故障位置。

2) 新诊断方法。上述四种方法各有优缺点, 仅靠经验法则工作人员需要有丰富的经验, 否则会导致盲目操作; 用故障检测器或计算机软件则需要昂贵的测试设备, 费用高而且实际操作比较复杂; 而置换法也存在一定的盲目性。对叉车液压系统故障诊断最好采用经验法与置换法相结合的办法, 统称为逻辑推理法, 具体步骤如下:

① 了解故障现象。首先需要询问操作者车辆是在什么情况下出现故障的? 是否调整或修理过有关元件? 如果系统还能动作则一定要亲自观察一下故障现象。

② 分析结构工作原理。对叉车液压系统原理图进行详细分析, 熟悉各元件结构、工作原理及特性, 根据故障现象逐项分析判断故障原因。

③ 检查的措施。一般情况是通过“四觉”判断和分析系统的故障原因, 即:

a. 视觉: 观察各元件动作情况, 油面高度是否正常; 看油质和系统振动幅度有无异常现象等。

b. 听觉: 听系统噪声是否过大, 溢流阀是否有啼鸣声; 机构动作时, 其冲击声是否过大。

c. 触觉: 用手触摸泵、阀及管路等液压元件, 观察设备是否有温度过高、异常振动, 或是有无断流现象等。

d. 嗅觉: 闻液压油是否有变质的气味, 是否有因液压油过热引起橡胶零件发出异常气味及液压泵是否有烧结气味等。

④ 用排除法进行判断。通过上述了解故障现象、分析原理和具体检查故障现象三个步骤, 就可以列出可能产生故障的逐项原因及故障元件。用排除法, 先把较易检查的元件进行故障排除或确定, 这样就会集中在几个较复杂的元件, 然后用置换法把同样规格的合格元件置换有疑问的元件。进行试验。一般情况通过以上几个过程, 对叉车液压系统的一般故障均能有效地判断和排除。

(3) 应用实例 图 1-2 为 CPC2 型叉车液压系统原理。此系统主要包括工作装置液压系统和转向系的液压系统两部分。

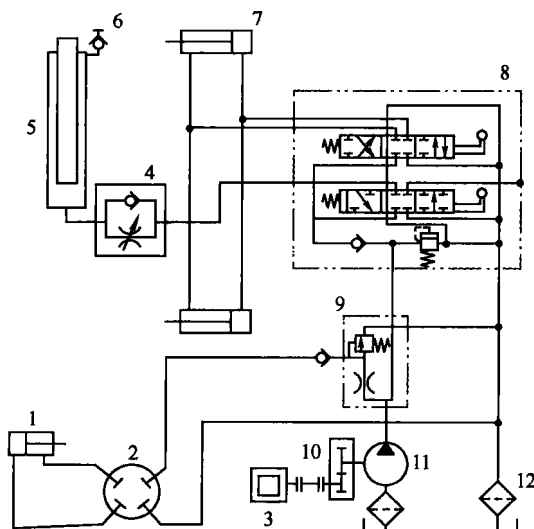


图 1-2 CPC2 型叉车液压系统原理图

1—转向液压缸 2—全液转转向器 3—发动机 4—限速阀 5—起升液压缸 6—放气塞 7—倾斜液压缸
8—多路换向阀 9—分流阀 10—减速器 11—齿轮泵 12—过滤器

1) 故障诊断实例 I。

① 故障现象：当叉车发动机在怠速状态下（约 600r/min），叉车空载，起升液压缸、倾斜液压缸及转向系统均能正常工作。当加大油门，发动机转速提高以后，出现升降液压缸和倾斜液压缸动作缓慢，有爬行现象。这种现象随着发动机转速的提高而加剧，而转向系统仍能正常工作，能听到系统发出的有规律噗噗声。

② 诊断情况及效果：由使用现场了解到，此叉车已属于运行中期阶段。首先应排除设计不合理的因素，经过对系统原理的分析列出故障现象的逻辑分析图（见图 1-3）。

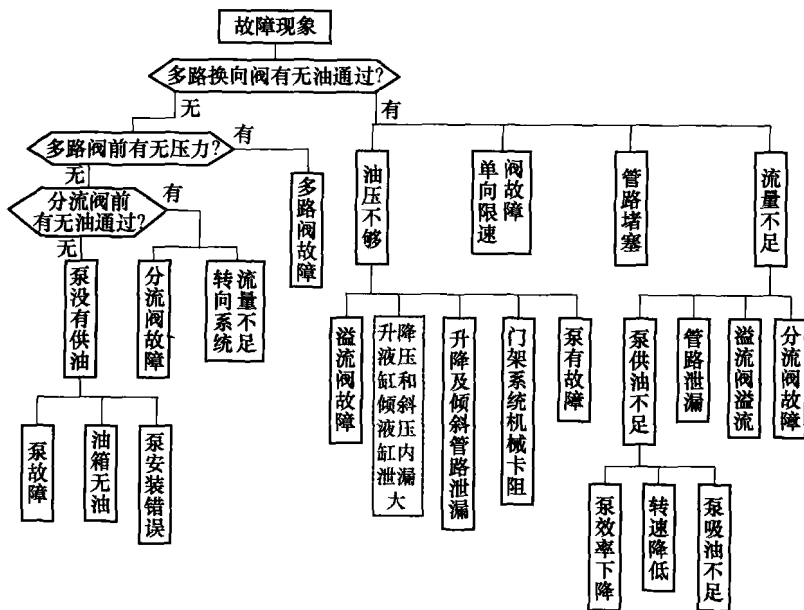


图 1-3 故障逻辑分析图 I

从图 1-3 和上述故障现象分析，首先可以排除多路换向阀无油液流过的故障，在图 1-3 右侧换向阀有油流过的四个可能故障为油压不够、下降限速阀故障、管路堵塞和流量不足。首先，根据实践经验，可以排除下降限速阀及管路堵塞存在故障的因素，把检查重点集中在油压不够和流量不足两个故障原因上。按逐项检查措施可以看到升降液压缸无泄漏（判断的理由是如有内漏升降液压缸放气塞处会有液压油流出），各管路也无泄漏；将一金属棒紧贴在多路阀上的安全阀处，用耳细听，也并未听到有溢流声，这表明油压不够，不会是故障的主要原因。用手摸泵，感觉在振动，且与发动机转速相对应变化，且能听到泵发出的低沉噗噗声，这样就可初步判断泵存在故障，从流量不足故障分析，泵供油不足是主要原因。根据情况观察和使用时间，可以认为泵转速低的因素不是故障原因。因此，唯一故障因素就集中在泵吸油不足。把泵的吸油管拆掉进行检查，发现在泵吸油口附近堆积了许多滤网片。清除滤网片等杂物后，重新装上了新过滤器。经运行试车，系统工作正常。

2) 故障诊断实例 II。故障发生在 CPC3A 型叉车，其液压系统原理图与图 1-2 所示相同。

① 故障现象：叉车正在进行调试，其空载或满载状态起升速度均可达到设计要求。转向系统工作也正常，但叉车发动 10min 左右，油箱温度便达 80℃，并有不断升高趋势。

② 诊断分析：根据故障现象和叉车属于初期运行的特点，可以列出如图 1-4 所示的故

障逻辑图Ⅱ。按照故障诊断方法检查并未听到溢流阀有哧哧的溢流声，用手触摸多路阀也未感到有振动现象。根据空载或满载时起升速度均能达到设计要求的现象，可以排除多路阀出现故障的因素，这样问题就集中在分流阀是否溢流和泵是否存在故障这两个原因上。在排除了吸油不畅、油粘度不合适之后，进行认真地听、摸和观察泵工作情况，发现泵的机械故障可能性很小；再把重点集中在分流阀上。拆开分流阀并未发现异常现象，但发现分流阀的回油口在转向器上体时没有液压油流出，而在转向器不工作时却有液压油流出，根据此现象可判定故障发生在转向器上。更换新转向器后，故障即排除。经与原设计查对，转向器应为开心无反应式，而安装的转向器为开心有反应式，所以造成了转向器在中位时分流溢流阀经常溢流，进而引起系统发热。

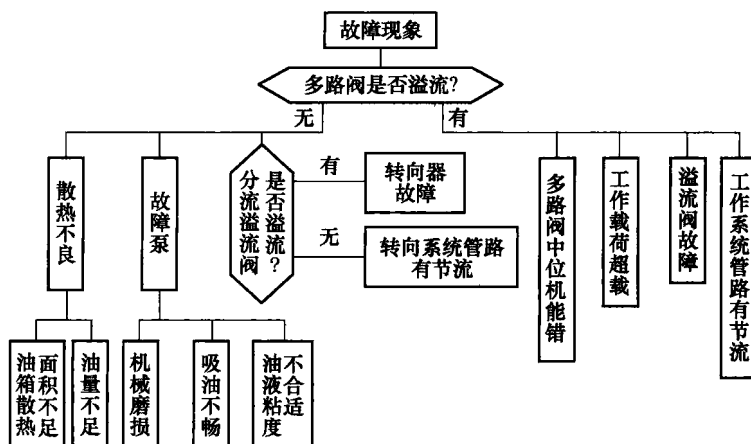


图 1-4 故障逻辑分析图Ⅱ

(4) 结论 这类故障诊断方法有下列优点：

1) 在分析液压系统故障原因时，对故障范围进行“分区”和“画线”，可减少诊断的盲目性，提高操作的针对性。

2) 对故障可能发生的原因进行逐项检查验证，从可能产生故障的种种原因中排除不可能的部分，可提高诊断故障原因的准确性。

3) 诊断过程中，有不少原因可以直接判断。方法简单易学，易于推广，可缩短诊断时间。

1.2 叉车液压泵故障案例分析

1. HY8000-24E 型集装箱叉车故障分析与改造

某 HY8000-24E 型集装箱叉车，额定起重量 30.5t，经多年使用，整机出现以下故障：叉车主起升速度慢、转向费力、吊具伸缩及锁头动作只有在发动机高速运转时才有极慢动作，中低速时无动作。该机为二手设备，无任何资料及备件，决定对该机进行改造。

(1) 故障原因分析 根据冷起动、加速、排烟及行走爬坡等情况，可初步判定，发动机动力良好；从该机以前损坏的液压泵（内部严重磨损，壳体出现裂纹，焊补暂用）看，可以作出如下判断：整机液压系统缸、泵、阀、密封件的磨损非常严重。

(2) 确定改造部分

1) 主液压系统和副液压系统。该机的液压系统分为两个独立部分, 即主液压系统和副液压系统。

主液压系统(见图1-5)主要动作有: 吊具起升、门架倾斜。主液压泵2安装在变速器后下侧, 标牌参数排量110mL/r, 工作压力17.5MPa, 右旋。

副液压系统(见图1-6)主要动作有叉车液压动力转向, 吊具伸缩(20~40ft, 1ft=25.4mm)及旋锁开闭。由于叉车行驶中发动机转速是变化的, 因此副液压泵2的输出流量也是变化的。为保证进入转向系统油液流量的基本恒定, 使叉车转向平稳, 单路单支稳流阀A必须保证进入转向阀的液压油流量稳定, 不随发动机转速变化而波动太大。单路单支稳流阀B使进入吊具电液控制阀的流量稳定在某恒定值以下, 双向超载阀7使进入旋锁缸的油压控制到1.5MPa左右, 这样在吊起集装箱时即使误动作也由于箱重量及油压低而无法使锁头缸动作, 保证安全。该系统由副液压泵2供油, 安装在变速器前下侧部, 标牌参数排量125mL/r, 额定压力15MPa, 右旋。

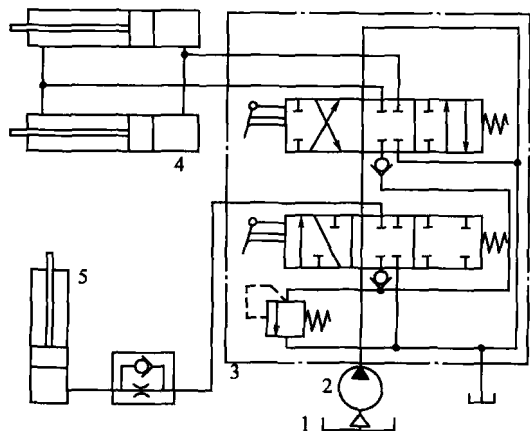


图 1-5 主液压系统

1—液压油箱 2—主液压泵 3—多路换向阀
4—门架倾斜缸 5—吊具主起升缸

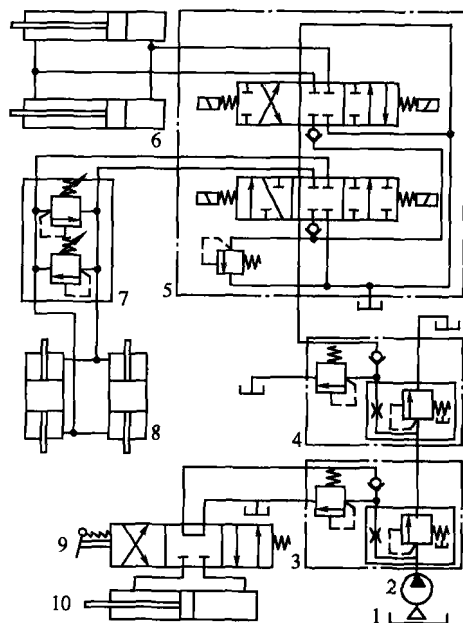


图 1-6 副液压系统

1—液压油箱 2—副液压泵 3、4—单路单支稳流阀
5—电液控制阀 6—吊具伸缩缸 7—双向超载阀
8—锁头缸 9—转向阀 10—转向缸

2) 测定主液压系统有关技术参数。将液压系统测量仪按要求接入主液压回路, 起动发动机, 将门架倾斜操纵杆向后压到位。在倾斜缸收到位后, 溢流阀打开的情况下(发动机全速运转), 测得系统流量为160L/min, 溢流阀开启压力为17MPa。

3) 确定关键故障点及改造重点。根据主系统中实测的流量及液压泵的标定排量计算, 由于磨损造成主系统液压油流量减少了约71L/min。主液压系统实际流量的减小, 导致主起升速度明显变慢; 副液压系统流量相应减少, 导致转向费力及吊具没有动作。由于重载起升后停止, 起升液压缸的稳定性尚好, 短时间内吊具未发生明显自由下降现象, 说明液压缸油封及阀件虽然磨损, 但仍能使用。根据实际能力, 把提高液压系统的流量使之接近或达到原

设计值作为解决整机故障的重点。

(3) 改造方案及实施 徐州高压齿轮泵厂 CB—P100 型高压齿轮泵, 排量为 100mL/r, 额定工作压力为 20MPa, 额定转速 2500r/min。除排量略小、油 H 不同外, 驱动部分及安装固定部分能够满足要求。

1) 主液压系统的改造。用 CB—P100 型右泵更换图 1-5 中主液压泵 2, 对安装孔稍作修正, 制作泵过渡进出油口接头, 其他部分不动。改造后的主泵与原装泵排量相差仅 10mL/r, 基本上能满足主起升的使用要求。

2) 副液压系统的改造。由于不知道单路单支稳流阀 A 的稳定流量大小 (即进入转向系统流量), 故试用 CB—P100 型右国产泵替代原副液压泵 2。试机结果转向动作正常, 但吊具伸缩仍然偏慢, 于是拆下图 1-6 中稳流阀 3、4 之间的管接头, 将稳流阀 3 的出油管引至油箱, 起动发动机。中高速运转时, 该管的出油量较小, 因此可判断试用泵的流量仍然偏小。

比较其他叉车的液压系统, 发现叉车吊具部分的动作一般都由单独的液压泵供油, 且流量无需稳定。为此将该机的副液压系统分成两个独立的系统, 即转向液压系统和吊具动作液压系统。

① 转向液压系统用 CB—P100 型国产泵替代图 1-6 中的原液压泵, 将单路单支稳流阀 3、4 之间的液压油管断开。阀 3 的出油口直接接到油箱, 其他部分不动。

② 吊具动作液压系统选用国产 CB46 型左旋齿轮泵。参照 TAYLOR 重叉 (发动机相同) 发动机后端安装三联液压泵的情况, 将 CB46 型泵装在发动机冷却水箱下面新焊接的液压泵支架上。该泵额定压力 10MPa, 额定转速 2400r/min, 可以满足该机吊具动作的使用要求, 泵的安装应保证泵驱动轴中心线与带盘的中心线在允许误差范围内, 采用牙嵌式弹性联轴器连接。

吊具部分拆除原副液压系统中的单路单支稳流阀 4 (吊具动作无需速度稳定), 在 CB46 型左旋齿轮泵的出口并上一只溢流阀 (参数与系统能匹配), 泵的出口与吊具电液控制阀的进油管直接相接, 溢流阀调整压力为 7MPa。试验吊具动作正常。

(4) 改造后的效果 经过改造后, 该机的主起升速度有了较大提高。转向动作正常, 吊具伸缩每工作循环只需 25s。锁头动作迅速, 满足了作业需要。将吊具动作和叉车转向改造成两个独立系统, 使液压系统简单化, 液压动力元件实现了国产化, 且便于维修。

2. H12.00XL 型叉车转向沉重的分析与处理

(1) 故障现象与检查 某 H12.00XL 型叉车, 使用 9 年后转向沉重, 油箱中有气体。根据故障现象, 估计故障是系统压力过低或流量不足造成的。于是先用专用测压设备进行检测, 系统压力为 18.3 兆帕, 符合技术要求, 说明安全阀工作正常。接着解体、检查双联齿轮泵, 发现侧板及壳体有少量磨损, 而且其中一对齿轮磨损较严重, 表面已失去光泽, 镀层已完全磨光。

(2) 故障排除 原来拟换件进行修复, 但因转向泵不单独供货, 购买总成时间又不允许且价格高, 便采取了如下修复方法: 更换泵浮动侧板上的密封件; 将磨损较严重的那对齿轮的主、从动齿轮位置交换 (因该对齿轮结构完全相同), 装复后试机, 转向沉重的故障即告排除。

(3) 故障机理分析 由于双联齿轮泵的侧板壳体及其中一对齿轮已磨损, 齿轮泵工作时便出现内漏, 亦即降低了泵油效率, 因而泵出的油量明显减少, 从而导致了转向沉重的故障。而更换浮动侧板上的密封件 (或在旧密封件后面加垫片) 后, 减小了齿轮泵的轴向间

隙；调换主、从动齿轮的位置则使压油工作面改变，均使泵的内泄量减少，进气的可能性降低，从而提高齿轮泵的容积效率，增大了输出流量。

3. 叉车行走调速装置故障分析与改进

(1) 存在的问题 平衡重式叉车的静压驱动装置通常包含变量泵与定量马达的组合或定量泵与变量马达的组合，再辅之以变速机构进行调速，一般采用两种液压回路实现：一种为独立的闭式液压调速回路，另一种为开式液压调速回路。

采用独立的闭式液压调速回路时，驱动系统无法与转向系统、工作装置共泵供油，需要多个液压泵分别供油，且需另加补液泵补充油液，功率消耗较大；转向和工作装置独立供油时采用定量泵，通常有较大的溢流损失，且需要频繁地起动和制动，叉车的零部件受冲击较大。

采用开式液压调速回路时，由于平衡重式叉车的牵引力和行驶速度根据不同的行走工况通常需要有很大的调节范围。因此，一般的开式液压调速回路需配备与其匹配的大功率原动机，然而平衡重式叉车往往并非以大牵引力及高速行驶速度同时发生的高负荷工况运行，而是处于较适中的负荷运行工作，这样势必造成原动机输出功率的浪费，同时，会增加整机的体积和重量，且原动机长期处于较低负载工况工作，降低了系统效率。

(2) 系统的改进 为了克服现有技术存在的缺陷，开发了一种新型叉车行走调速装置，既可将原动机的输出功率限制在较小值，且满足平衡重式叉车静压驱动系统“低速大牵引力、高速小牵引力”的要求，又可与转向系统、工作装置共泵供油，进而简化结构，降低制造成本，减少溢流损失，提高系统效率。

这种新型叉车行走调速装置包括液压泵和通过换向阀与之连通的液压马达，其特征是液压马达为双速液压马达，液压泵为变量泵，液压泵的出油口连接高、低压伺服调压阀的进油口，高、低压伺服调压阀的工作油口连接用于调节变量泵排量的变量液压缸的进油腔；换向阀和液压泵之间设有优先阀。控制高、低压伺服调压阀使之分别工作，改变变量泵的输出压力，并使工作介质推动变量液压缸的活塞，改变变量泵的排量，从而使变量泵具有两种输出特性。将变量泵的两种输出特性与双速液压马达的大、小排量组合即可得到四种外牵引特性，每种外牵引特性的最大输出功率都被限制在较小值，且既可提供大牵引力适于爬坡，又可在平坦路面上高速行驶，有效减小了原动机输出功率的浪费。经优先阀可对转向、工作装置共泵供油，简化了结构，降低了制造成本，且避免溢流损失，系统效率得以提高。减少频繁起、制动定量泵而对叉车零部件的冲击。

液压泵与高、低压伺服调压阀之间设有控制阀，用于控制高、低压伺服调压阀使它们分别工作，控制阀的工作油口连通限位液压缸的进油腔，限位液压缸的活塞杆伸至变量液压缸的进油腔，限制变量液压缸活塞的行程，进而控制变量泵排量的调节范围。

液压马达上设有制动器和用于调节马达排量的二位三通阀，操作二位三通阀使之分别处于左、右位，控制双速液压马达的排量使之高、低速运转，制动器用于对双速马达制动。

换向阀上设有缓冲补液阀，起缓冲补油的作用。优先阀与换向阀之间设有节流阀，用于对双速液压马达无级调速。

(3) 改进后的系统 如图1-7所示，用于驱动叉车驱动轮的两只双速液压马达12依次经二位三通阀13、换向阀9、节流阀8及优先阀7与变量泵1连通，换向阀9上设有由单向阀和溢流阀组成的缓冲补液阀10，双速液压马达12上设有制动器11；变量泵1出油口通过控制阀4、低压伺服调压阀6和高压伺服调压阀5与用于调节变量泵排量的变量液压缸2连

通, 变量泵可为外反馈式叶片变量泵, 变量液压缸 2 的活塞杆与外反馈式叶片变量泵的定子连接, 以对变量泵传递排量调节信号; 变量液压缸 2 上连接由控制阀 4 控制的限位液压缸 3, 限位液压缸 3 的活塞杆伸至变量液压缸 2 的进油腔, 变量液压缸 2 的另一腔体内设有弹簧, 以使变量液压缸 2 的活塞复位; 优先阀 7 设有通往转向、工作装置的油口。根据需要可以改变该调速装置的外牵引特性的数量, 比如再增加一个调压伺服阀, 与双速液压马达配合即可得到六种外牵引特性。

工作时, 起动变量泵 1, 将控制阀 4 置于左位, 限位液压缸 3 和高压调压伺服阀 5 工作, 低压调压伺服阀 6 不起作用, 变量液压缸 2 的活塞受限位液压缸 3 活塞杆的限制具有较小的行程, 变量泵的排量调节范围较小, 此时变量泵具有高压小排量的输出特征, 如图 1-8 中曲线 ①。

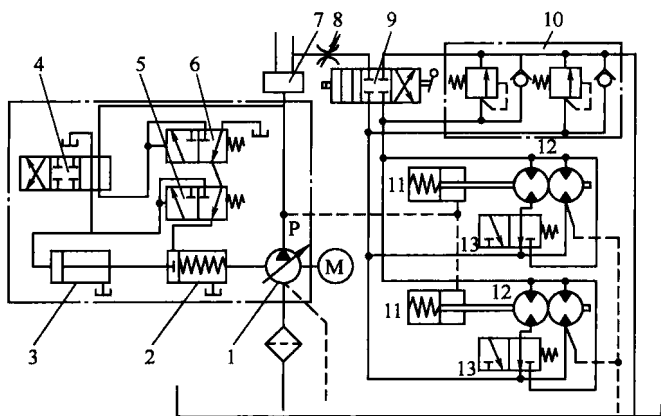


图 1-7 液压原理图

- 1—变量泵 2—变量液压缸 3—限位液压缸 4—控制阀
5—高压伺服调压阀 6—低压伺服调压阀 7—优先阀 8—节流阀
9—换向阀 10—缓冲补液阀
11—制动器 12—双速液压马达 13—二位三通阀

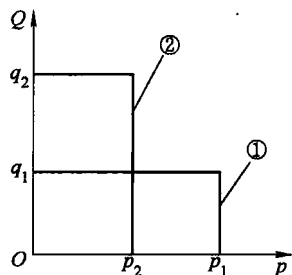


图 1-8 变量泵的排量-压力输出特性示意图

将控制阀 4 置于右位, 限位液压缸 3 和高压调压伺服阀 5 不起作用, 低压调压伺服阀 6 工作, 变量液压缸 2 的活塞具有较大的行程, 变量泵的排量调节范围较大, 此时变量泵具有低压大排量的输出特性, 如图 1-8 中曲线 ②。

操作二位三通阀 13 使之分别位于左、右位, 可改变双速液压马达 12 的排量使之高、低速运转。

将变量泵的两种输出特性与双速液压马达的大小排量分别组合, 即可得到四种外牵引特性, 如图 1-9 所示。曲线 I 为变量泵高压小排量特性与双速液压马达大排量组合的外牵引特性; 曲线 II 为变量泵低压大排量特性与双速液压马达大排量组合的外牵引特性; 曲线 III 为变量泵高压小排量特性与双速液压马达小排量组合的外牵引特性; 曲线 IV 为变量泵低压大排量特性与双速液压马达小排量组合的外牵引特性。它们的最大输出功率均被限定在较小值, 无论叉车以何种外牵引特性行驶, 都不会造成原动机输出功率的较大浪费。针对这四种外牵引特性, 即可形成与之对应的四个档位, 配置相应的操作机构, 便可方便操作。控制换向阀 9

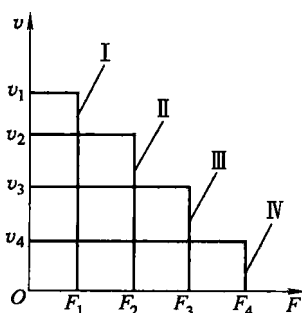


图 1-9 车速-牵引力外牵引特性示意图