



国家示范性高等职业院校优质核心课程改革教材

机械类

工程机械液压



系统维修

GONGCHENG JIXIE YEYA
XITONG WEIXIU

王世良 编著
黄先琪 主审



电子科技大学出版社

ISBN 978-7-302-32014-3

中国标准书号：155009·010002

定价：42.00元

工程机械液压系统维修

王世良 编著

中国标准书号：155009·010002

王世良 编著

ISBN 978-7-302-32014-3

定价：42.00元

中国标准书号：155009·010002

ISBN 978-7-302-32014-3

定价：42.00元

中国标准书号：155009·010002

定价：42.00元

中国标准书号：155009·010002

定价：42.00元

中国标准书号：155009·010002

定价：42.00元

中国标准书号：155009·010002

定价：42.00元

中国标准书号：155009·010002

定价：42.00元

电子科技大学出版社

ISBN 978-7-302-32014-3

定价：42.00元

中国标准书号：155009·010002

中国标准书号：155009·010002

中国标准书号：155009·010002

图书在版编目 (CIP) 数据

工程机械液压系统维修 / 王世良编著. —成都:

电子科技大学出版社, 2013.1

ISBN 978-7-5647-1441-3

I. ①工… II. ①王… III. ①工程机械—液压系统—
维修 IV. ①TU607

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 315417 号

国家示范性高等职业院校优质核心课程改革教材

工程机械液压系统维修

王世良 编著

黄先琪 主审

出版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 罗雅

责任编辑: 罗雅

主页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发行: 新华书店经销

印刷: 河北永清县晔盛亚胶印有限公司

成品尺寸: 170mm×240mm 印张 15.25 字数 302 千字

版次: 2013 年 4 月第一版

印次: 2013 年 4 月第一次印刷

书号: ISBN 978-7-5647-1441-3

定价: 45.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

四川交通职业技术学院

优质核心课程改革教材编审委员会

主 任 魏庆曜

副 主 任 李全文 王晓琼

委 员 (软件技术专业)

陈 斌 袁 杰 付常超 马文君 李亚平 吴诗洋

杨 桦 伍德军 凌晓萍 任 毅

(工程机械运用与维护专业)

黄先琪 袁 杰 马青云 李卫民 谢能奉 叶世成

田少民 王世良 徐生明 颜 伟 郭 松 孙 莹

陈 颢

(交通安全与智能控制专业)

王 华 袁 杰 陈 斌 张丽霞 吴庆翔 方建华

闫晓茹 王晓燕 何 涛 吴清富 彭宇村 黎 敏

曹 宏 石俊平 石勇森 郭家甫 冯 翔 蒋懿岚

孙 莹

(旅游管理专业)

贾玉铭 袁 杰 赵 明 阳凤兰 杨 霞 王瑗琳

张江魁 党 科 陈乾康 李如嘉

(物流管理专业)

刘德武 袁 杰 刘建雄 殷 涛 杜 华 王煜洲

张 洪 孙统超 赵素霞 张晓琴 孙尚斌 王 勇

李 康 谷 帅 李 锦 庞青松

序

为贯彻教育部、财政部《关于实施国家示范性高等职业院校建设计划，加快高等职业教育改革与发展的意见》（教高【2006】14号）和《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高【2006】16号）精神，作为国家示范性高等职业院校建设单位，我院从2007年开始组织探索如何设计开发既能体现职业教育类型特点，又能满足高等教育层次需求的专业课程体系和教学方法。三年来，我们先后邀请了多名国内外职业教育专家，组织进行了现代职业技术教育理论系统学习和职业技术教育课程开发方法系统的培训；在课程开发专家团队指导下，按照“行业分析，典型工作任务，行动领域，学习领域”的开发思路，以职业分析为依据，以培养职业行动能力为核心，对传统的学科式专业课程进行解构和重构，形成了以学习领域课程结构为特征的专业核心课程体系；与企业专业技术人员共同组成课程开发团队，按照企业全程参与的建设模式、基于工作过程系统化的建设思路，完成了十个重点建设专业（4个为中央财政支持的重点建设专业）核心课程的学材、电子资源、试题库、网络课程和生产问题资源库等内容的建设和完善，在课程建设方面取得了丰厚的成果。

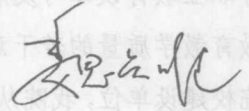
对示范院校建设工程而言，重点专业建设是龙头；在专业建设项目中，课程建设是关键。职业教育的课程改革是一项长期艰苦的工作，它不是片面的课程内容的解构和重构，必须以人才培养模式创新为核心，以实训条件的改善、实训项目的开发、教学方法的变革、双师结构教师团队的建设等一系列条件为支撑。三年来，我们以课程改革为抓手，力图实现全面的建设和提升；在推动课程改革中秉承“片面的借鉴，不如全面的学习”，全面的学习和借鉴，认真的研究和实践；始终追求如何在课程建设方面做出中国特色，做出四川特色，做出交通特色。

历经1000多个日夜的辛劳，面对包含了我们教师团队心血，即将破茧的课程建设成果的陆续出版，感到几分欣慰；面对国际日益激烈的经济的竞争，面对我

国交通现代化建设的巨大需求，感到肩上的压力倍增。路漫漫其修远兮，吾将上下而求索！希望更多的人来加入我们这个团结、奋进、开拓、进取的团队，取得更多更好的成果。

在这些教材的编写过程中，相关企业的专家给予了很大的支持与帮助，在此谨表示衷心的感谢！

四川交通职业技术学院院长



前 言

《工程机械液压系统维修》课程是工程机械运用与维护专业的优质核心课程、必修课，课程共 160 学时。工程机械液压系统维修是工程机械维修人员在工程机械维修企业第一个五年需从事的重要工作。本学材是配合高等职业教育规划教材《工程机械液压与液力传动技术》使用，帮助学生更好地学习本课程。本课程以工程机械液压系统维修生产中典型、易教学组织实施的故障为基础，通过任务驱动教学活动，强调学生“做中学”，使学生掌握具备从事工程机械售后技术服务、维修、营销岗位所必需的工程机械液压系统结构、工作原理、故障诊断、检测与维修方面的专业知识、专业技能，培养学生实际岗位的适应能力，提高学生的职业素质。

《工程机械液压系统维修》课程的开发，是针对工程机械运用与维护专业人才培养定位，基于工程机械液压系统维修生产工作过程，在工程机械运用与维护专业实践专家访谈会得出的典型工作任务描述基础上，深入企业调研，认真分析现行国家和行业职业资格标准，召开教学专家讨论会划定学习情境。学习任务以工程机械维修企业具有代表性的工作任务为载体，以故障产生的部位总成为切入点，按照从简单到复杂、独立任务到综合化任务的思路分层设计。

本课程的教学组织实施以小组学习方式，体现“做中学”，学生学习的独立性随着学习任务的进行逐步增加，每个学习任务着力体现完整工作过程，注重引导学生讨论和分析，在解决当前任务的情况下形成对其他工程机械液压系统故障维修的迁移能力。

学生以独立或小组合作的形式，通过教师指导或借助工程机械液压系统维修技术资料，制定工程机械液压系统维修实施方案，领用液压系统专用检测仪器、维修耗材及备件，在规定时间内完成工程机械液压系统故障部件的拆卸、解体检查、损坏件修复或更换、部件组装及装机检测与调试，对已完成的任务做好记录、存档和评价反馈。在实施方案的过程中，使用工具、设备、油料和材料等符合劳动安全和环境保护规定。课程的考核实现过程性评价和结果性评价相结合，侧重于过程性评价。

完成本课程学习之后，学生应能够进行工程机械液压系统故障检测与维修作业。

包括：1. 装载机液压系统外泄漏故障检测与维修；2. 装载机齿轮泵供油不足故障检测与维修；3. 装载机多路换向阀工作失灵故障检测与维修；4. 挖掘机液压油缸沉降故障检测与维修；5. 挖掘机柱塞泵供油不足故障检测与维修；6. 挖掘机主控制阀工作失灵故障检测与维修；7. 挖掘机液压系统工作无力故障检测与维修。

参加本学材编写工作的有：四川交通职业技术学院王世良、成都神钢工程机械集团有限公司章伟高级工程师、成都嘉通工程机械维修有限公司余华高级技师（编写学习任务1、6、7）、四川交通职业技术学院刘建岚、四川成都成工工程机械股份有限公司郑波高级工程师（编写学习任务2）、四川交通职业技术学院李克、四川同创机械有限公司苏德智高级技师（编写学习任务3）、四川交通职业技术学院李静、成都大华路面机械有限公司袁泽伟高级工程师（编写学习任务4）、四川交通职业技术学院李春艳、成都嘉通工程机械维修有限公司龚晓春高级技师（编写学习任务5）。全书由四川交通职业技术学院副教授、高级工程师王世良担任主编、黄先琪教授担任主审。

在编写过程中，得到了成都嘉通工程机械维修有限公司、四川广川康发机电有限公司、四川同创机械有限公司、成都小松检测技术研究所、成都惠松工程机械有限公司、四川住贸（成都顶峰）工程机械有限公司等校企合作单位的大力支持和帮助，在此表示诚挚的谢意！

由于编者水平有限，学材涉及面较宽，内容难以覆盖各地的实际情况，恳请读者和同行在选用和推广本学材时，发现错误和不妥之处，及时提出修改意见和建议，以便再版修订时改正。

编者

目 录

学习任务 1 装载机液压系统外泄漏故障检测与维修	1
第一部分 任务准备	2
第二部分 方案制订与优选	17
第三部分 实施与控制	17
第四部分 评价与反馈	24
学习任务 2 装载机齿轮泵供油不足故障检测与维修	26
第一部分 任务准备	27
第二部分 方案制订与优选	39
第三部分 实施与控制	39
第四部分 评价与反馈	55
学习任务 3 装载机多路换向阀工作失灵故障检测与维修	57
第一部分 任务准备	58
第二部分 方案制订与优选	68
第三部分 实施与控制	69
第四部分 评价与反馈	78
学习任务 4 挖掘机液压油缸沉降故障检测与维修	80
第一部分 任务准备	81
第二部分 方案制订与优选	85
第三部分 实施与控制	86
第四部分 评价与反馈	96
学习任务 5 挖掘机柱塞泵供油不足故障检测与维修	98
第一部分 任务准备	99
第二部分 方案制订与优选	116
第三部分 实施与控制	124
第四部分 评价与反馈	135



学习任务 6 挖掘机主控制阀工作失灵故障检测与维修	137
第一部分 任务准备	138
第二部分 方案制订与优选	167
第三部分 实施与控制	179
第四部分 评价与反馈	184
学习任务 7 挖掘机液压系统工作无力故障检测与维修	186
第一部分 任务准备	187
第二部分 方案制订与优选	192
第三部分 实施与控制	201
第四部分 评价与反馈	230
参考文献	232

◆ 学习任务 1 ◆

装载机液压系统外泄漏故障检测与维修

学习目标

通过本学习任务的学习，你应当能：

1. 叙述油泵、控制阀、油缸等液压元件结构特点及系统装配要求；
2. 识读装载机液压系统图，并正确分析液压工作回路的工作过程；
3. 分析液压系统泄漏故障产生的原因，制订维修方案；
4. 按照诊断流程，正确使用压力测试仪等工具、设备进行故障诊断，确定故障部位；
5. 拆卸产生外泄漏的胶管、接头、连接端面等故障部位，更换密封件，紧固连接螺栓，安全规范地对装载机液压系统外泄漏故障进行排除；
6. 选用与补充液压油；
7. 对维修结果作出结论，编写维修工作总结。

学习任务描述

一辆 ZL50 装载机，使用时间 2000 小时以上，装载机操作人员发现，经过停机一夜之后，经常在停放装载机的地上出现多处液压油泄漏的痕迹，并且一段时间之后，液压油箱的液压油量会有所减少。现在装载机已经开至维修服务点，请你解决本台装载机的液压系统外泄漏的故障。

建议学习时间

24h

第一部分 任务准备



引导问题

一、液压传动有何特点?

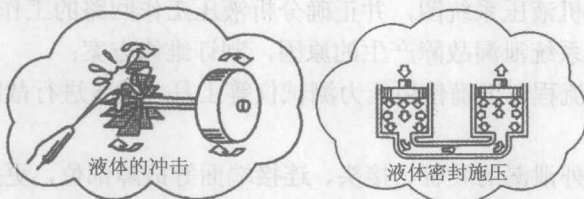
1. 流体力学

流体力学分为两门科学,即_____、_____。

流体动力学:动态液体学,研究液体流动产生能量的科学,见图 1-1(a)。
 _____、水车、叶轮机、水泵等就是利用的流体动力学原理。

流体静力学:压力下的液体学,研究被密闭的液体受到压力时所传递的能量的科学,见图 1-1(b)。
 _____、_____等就是利用的流体静力学原理。
 现在的工程机械液压装置几乎都应用的是流体静力学。

液体传动按工作原理的不同,分为_____传动和_____传动。



(a)流体动力学

(b)流体静力学

图 1-1 流体力学示意图

2. 液压传动

液压传动,指以_____作为工作介质,利用流动着液体的_____进行能量传递,实现运动及动力传递和控制的传动方式。

1654年,法国科学家帕斯卡发现静压力传递原理——_____定律(Pascal law)。即:在密封容器中,由外力作用在液面上的压力,能等值地传递到液压内部的所有各点。

当压容器中被密闭的液体(油)压力变得过大时容器就会_____,如图 1-2 所示。此时,不是在压力最大的地方而是在容器_____的部分破裂。这是因为压力在所有的部分都均等地传递。所谓薄弱部分,拿图 1-3 举例来说,就是指没有将胶管的连接部按规定力矩拧紧,或者忘了拧紧等。O形密封圈材料选用错误、安装不到位或者忘了放入等原因都是造成_____的典型例子。

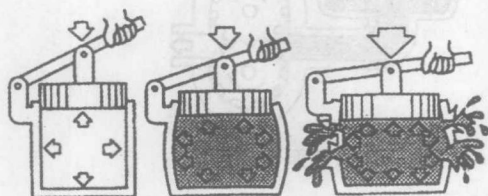


图 1-2 容器受压示意图

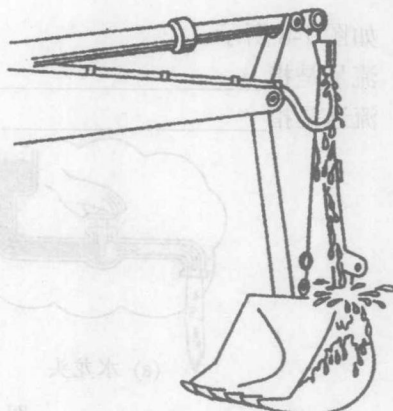


图 1-3 挖掘机胶管漏油示意

(1) 压力

被密闭的压力能通过钢管或胶管向前迅速传递，其缘故是液体几乎没有被压缩，如图 1-4 所示。同时，液压油在液压装置中还有_____的功能。_____原理告诉我们在压力和力之间有以下两个重要的关系，如图 1-5 所示。

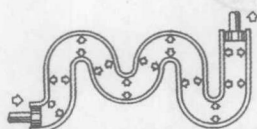


图 1-4 液体传递示意图

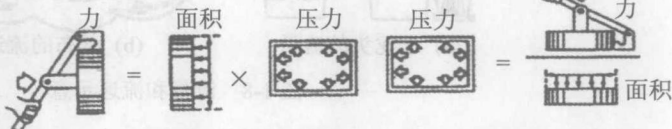


图 1-5 力、面积与压力之间的关系

如图 1-6(a)所示，为两个面积不同的活塞。大活塞的表面积为 50cm^2 ，小活塞为 1cm^2 。用 10kg 的力压小活塞，大活塞受的力是 500kg 。小活塞下降 50cm 时大活塞上升多少厘米？请填写在图 1-6(b)的空格所示位置。

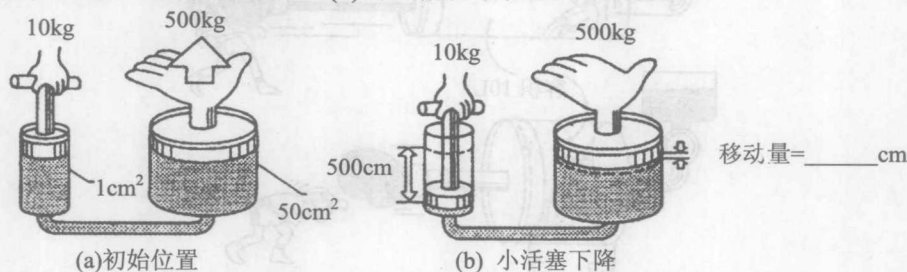


图 1-6 两个面积不同的活塞位移示意

(2) 流量和流速

图 1-7(a)为自来水的龙头。打开龙头后存在的压力差使水流出。龙头打开得越大，水就流出来得越多。工程机械中所使用的泵也同样如图 1-7(b)所示连续不断地送油。

如图 1-8 所示。

流量是指_____；

流速是指_____。

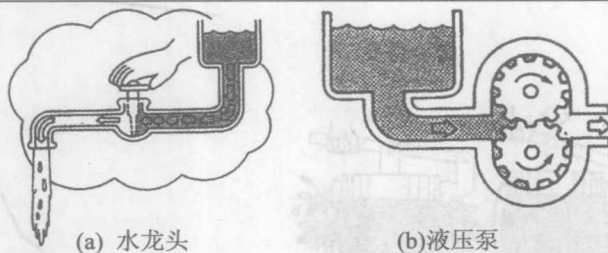


图 1-7 流量示意图



图 1-8 流量和流速示意

用液压油缸来考虑一下流量和流速的关系。图 1-9 的油缸 A 长为 2m，容量为 10L。油缸 B 长为 1m，容量也为 10L。

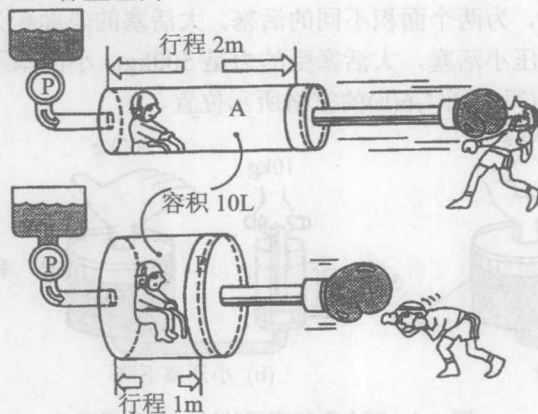


图 1-9 油缸运动速度

如果泵的排出能力和伴随它的流量不变，将 10L 的油 1 分钟送到油缸 A、B 双方的时候，A、B 油缸一起在 1 分钟达到行程终端。

但是，A 油缸以 2 倍的速度流动。这是因为在相同的时间内移动了两倍的距离。

因此可知,在流量相等的时候也是油缸直径小者比直径大者移动_____。

但是,如果流量增加2倍时,速度就增加_____倍,如图1-10(a)所示。即是说,加快油缸运动速度的方法有两种:

①_____油缸的直径。

②_____到油缸的流量。

这样,油缸速度与流量成_____比,与活塞面积成_____比。

需要注意的是:

①_____的增加会使速度加快。

②_____的增加不会使活塞的运动速度加快。

图1-10(b)为设置在控制阀上的溢流阀。现在就以此图为依据,举一个修理油压装置时一般容易犯错误的例子。维修人员在油缸的速度下降的时候,有时会即刻把手摸在溢流阀上。这是极大的错误,即使完全关紧使压力达到最大也绝对不能增加油缸的运动速度。这点应该事先就明白。这是何故呢?是因为溢流阀的作用是防止液压装置受到过大的压力,它和流量的增加完全没有关系。

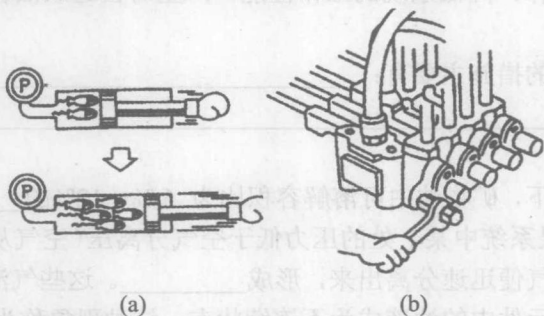


图1-10 流量与压力和速度的关系

引导问题

二、液压传动中的压力损失是如何造成的?

液体在管道中流动时克服由黏性而产生的摩擦阻力及液体质点碰撞所消耗的能量,称为能量损失。这种能量损失主要表现为_____。压力损失产生的内因是_____,外因是_____。压力损失分为沿程压力损失和局部压力损失两种类型。由液体的流速、黏性和管路长度以及油管内径等所决定的是_____压力损失;液体流经管道的弯头、接头、突变截面以及阀口致使流速方向和大小剧烈变化造成的能量损失,是_____压力损失。

液体流动时有_____流和_____流两种基本状态。液体质点沿管道作直线顺序流动,没有横向运动,液体呈现出互不混杂的线状或层状,这种流动状态称为_____;液体质点除沿管道作直线运动外,还有横向运动,呈现紊乱混合状

态, 这种流动状态称为_____。液体在紊流状态下运动其压力损失要比层流时_____, 因为液体流动时除了克服层流之间的内摩擦力外, 还要克服由于液流扰动时的附加紊流摩擦力, 而紊流摩擦力远比层流之间的摩擦力_____。

液压传动中的压力损失, 绝大多数转变为, 造成_____升高、_____增多。



引导问题

三、液压冲击和气穴的产生原因及其防止措施

1. 液压冲击

在液压系统中, 由于某种原因造成油液压力在某一瞬间突然急剧上升产生很高的压力峰值, 并形成压力波传播于充满油液的管道中, 这种现象称为_____。当系统产生液压冲击时, 瞬时的压力峰值有时要比正常工作压力大很多倍。这往往会引起_____, 产生_____, 使管接头_____; 有时还会引起某些液压元件的误动作, 降低系统的工作性能。严重时会造成油管、密封装置及液压元件的损坏。

减少液压冲击的措施主要有: _____

2. 气穴现象

在常温和常压下, 矿物油中可溶解容积比为 6%~12%的_____。当油液在系统中流动时, 如果系统中某一处的压力低于空气分离压(空气从油中分离的压力), 则溶解于油中的空气便迅速分离出来, 形成_____。这些气泡混杂在油液中, 使原来充满在管道和元件中的油液成为不连续状态, 这种现象称为_____现象。

气穴现象的有害影响是, 当气泡随着液流带入高压区时, 将急剧溃灭, 使空气又溶解于油中, 使局部区段形成_____。这时周围液体质点以高速来填补这一空间, 质点相互碰撞而产生局部高压和高温, 引起局部液压冲击, 造成强烈的_____和油管的_____。同时, 接触气穴区的管壁和液压元件表面因反复受到液压冲击和高温的作用, 以及气泡中氧气的氧化作用, 零件表面将产生腐蚀。这种气穴现象产生的零件腐蚀, 一般称为_____。

防止气穴现象的措施有: _____



引导问题

四、液压系统组成及作用

一个完整的液压系统由五个部分组成, 即_____和

工作介质_____，如图 1-11 所示为装载机的工作装置液压系统主要液压元件。

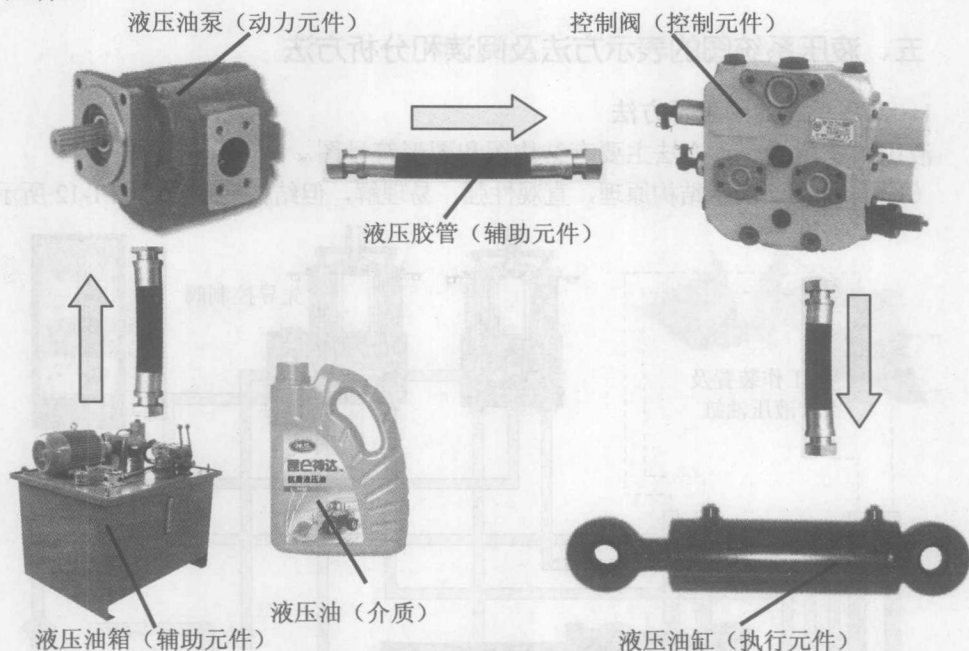


图 1-11 装载机液压系统主要液压元件

(1) 动力元件——液压泵，将原动机输入的_____转换为液体的_____，作为系统供油能源装置。

工程机械使用的液压泵，主要有_____泵、叶片泵和_____泵等结构形式。

(2) 执行元件——液压缸或液压马达，将油液的_____转换为_____，而对负载做功。

液压油缸主要用在需要实现_____往复运动的工作部位。

液压马达主要用在需要实现_____运动的工作部位。工程机械使用的液压马达，主要有齿轮泵和柱塞泵等结构形式。

(3) 控制元件——各种控制阀，用以控制流体的_____、_____和流量，以保证执行元件完成预期的工作任务。

(4) 辅助元件——油箱、油管、滤油器、压力表、冷却器、管件、管接头和各种信号转换器等，创造必要条件，保证系统正常工作。

(5) 工作介质——_____。