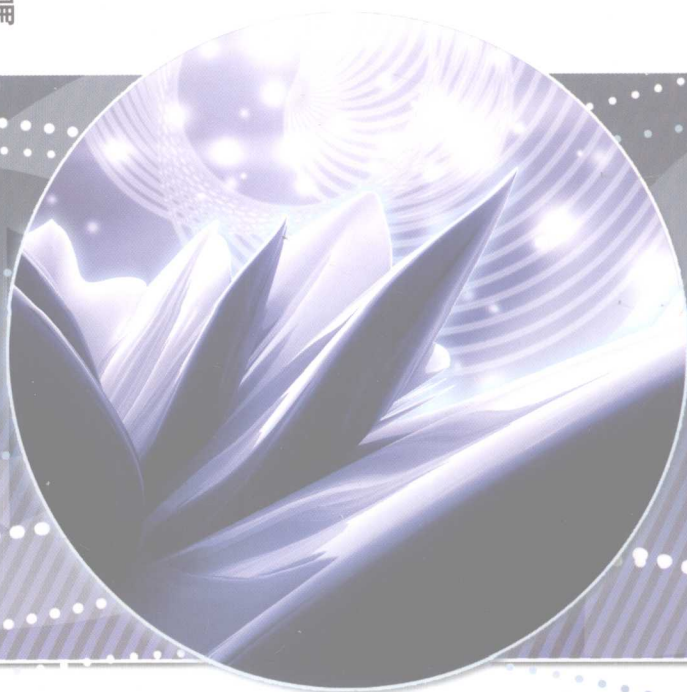


中等职业教育机电技术应用专业规划教材

液压与气动 技能训练

◎ 李乃夫 丛书主编
◎ 孙名楷 主 编
◎ 王永润 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中等职业教育机电技术应用专业规划教材

液压与气动技能训练

李乃夫 丛书主编
孙名楷 主 编
王永润 副 主 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是由电子工业出版社组织编写的中等职业教育机电技术应用专业规划教材之一,是与《液压与气动》相配套的实训教材。全书的主要内容包括与《液压与气动》相对应的七个实训项目,各实训项目后附有相关阅读材料以及实训报告册。七个实训项目为:液压泵的拆装、液压控制阀的拆装、液体流动状态的判定、液压基本回路组装、认识气源装置、汽缸的拆装和气动基本回路组装。

在本书的编写过程中,编者按照当前中等职业教育的大纲要求,根据当前职业教育教学改革和教材建设的总体目标,努力体现教学内容的先进性和前瞻性,在内容的编排上,突出职业教育重在实际应用的特点,而不拘泥于传统的理论研究。本书可作为中等职业教育机电技术应用专业教材,也可供工科其他相关专业(如数控设备维修、数控技术应用等)使用。

本书既是《液压与气动》的实训教材,又是补充阅读材料,可独立使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技能训练 / 孙名楷主编. —北京: 电子工业出版社, 2009.2

中等职业教育机电技术应用专业规划教材

ISBN 978-7-121-07405-9

I. 液… II. 孙… III. ①液压传动—专业学校—教学参考资料 ②气压传动—专业学校—教学参考资料
IV. TH137TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 144160 号

策划编辑: 白楠

责任编辑: 李影 张凌 特约编辑: 李印清

印刷: 北京丰源印刷厂

装订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本: 787×1092 1/16 印张: 5 字数: 120 千字

印次: 2009 年 2 月第 1 次印刷

印数: 4 000 册 定价: 9.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

本书是《液压与气动》的配套实训教材,可作为中等职业学校机电技术应用专业的实训教材,也可供其他相关专业(如数控设备维修、数控技术应用等专业)的学生及工程技术人员使用。

本书共包括七个技能训练环节,实训1介绍液压泵的拆装;实训2介绍液压控制阀的拆装;实训3介绍液体流动状态的判定;实训4介绍液压基本回路组装;实训5讲述气源装置的组成;实训6介绍汽缸的拆装;实训7介绍气动基本回路组装。

建议课时分配如下:

实 训	1	2	3	4	5	6	7	机 动	总 计
方案1	2	2	2	2	2	2	2	2	16
方案2	4	2	2	4	2	2	2	2	20

在教学过程中,可根据实际情况进行调整。各实训环节中均配有相关的阅读材料,学生可在实训后自行阅读。

本书由孙名楷担任主编、王永润担任副主编。具体的编写情况如下:实训5、实训6、实训7及附录部分由孙名楷编写;实训1、实训2、实训4由王永润编写;实训3由孙名楷和王永润共同编写。

由于作者水平所限,加之时间仓促,书中疏漏和错误之处在所难免,欢迎广大读者提出宝贵意见。编者联系方式,孙名楷:mingkaisun@163.com。

为了方便教师教学,本书还配有教学指南、电子教案及习题答案(电子版),请有此需要的老师登录华信教育资源网(www.huaxin.edu.cn或www.hxedu.com.cn)免费注册后再进行下载,在有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系(E-mail:hxedu@phei.com.cn)。

编 者

2009年1月



读者意见反馈表

书名：液压与气动技能训练

主编：孙名楷

策划编辑：白楠

感谢您关注本书！烦请填写该表。您的意见对我们出版优秀教材、服务教学，十分重要。如果您认为本书有助于您的教学工作，请您认真地填写表格并寄回。我们将定期给您发送我社相关教材的出版资讯或目录，或者寄送相关样书。

个人资料

姓名_____年龄_____联系电话_____（办）_____（宅）_____（手机）

学校_____专业_____职称/职务_____

通信地址_____邮编_____E-mail_____

您校开设课程的情况为：

本校是否开设相关专业的课程 ☐ 是，课程名称为_____ ☐ 否

您所讲授的课程是_____课时_____

所用教材_____出版单位_____印刷册数_____

本书可否作为您校的教材？

☐ 是，会用于_____课程教学 ☐ 否

影响您选定教材的因素（可复选）：

☐ 内容 ☐ 作者 ☐ 封面设计 ☐ 教材页码 ☐ 价格 ☐ 出版社

☐ 是否获奖 ☐ 上级要求 ☐ 广告 ☐ 其他_____

您对本书质量满意的方面有（可复选）：

☐ 内容 ☐ 封面设计 ☐ 价格 ☐ 版式设计 ☐ 其他_____

您希望本书在哪些方面加以改进？

☐ 内容 ☐ 篇幅结构 ☐ 封面设计 ☐ 增加配套教材 ☐ 价格

可详细填写：_____

您还希望得到哪些专业方向教材的出版信息？

感谢您的配合，可将本表按以下方式反馈给我们：

【方式一】电子邮件：登录华信教育资源网（http://www.hxedu.com.cn/resource/OS/zixun/zz_reader.rar）

下载本表格电子版，填写后发至 ve@phei.com.cn

【方式二】邮局邮寄：北京市万寿路 173 信箱华信大厦 902 室 中等职业教育分社（邮编：100036）

如果您需要了解更详细的信息或有著作计划，请与我们联系。

电话：010-88254475；88254591

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396; (010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

实训 1	液压泵的拆装	1
1.1	实训准备	1
1.1.1	实训目的	1
1.1.2	实训用品	1
1.1.3	实训要求	1
1.2	实训内容	1
1.2.1	齿轮泵	1
1.2.2	叶片泵	4
1.2.3	柱塞泵	8
实训 2	液压控制阀的拆装	13
2.1	实训准备	13
2.1.1	实训目的	13
2.1.2	实训用品	13
2.1.3	实训要求	13
2.2	实训内容	13
2.2.1	单向阀	13
2.2.2	换向阀	15
2.2.3	溢流阀	17
2.2.4	减压阀	19
2.2.5	节流阀	20
实训 3	液体流动状态的判定	23
3.1	实训准备	23
3.1.1	实训目的	23
3.1.2	实训用品	23
3.1.3	实训要求	23
3.2	实训内容	23
3.2.1	准备工作	23
3.2.2	液流状态演示	24
3.2.3	数据处理	25
3.2.4	阅读材料	25
实训 4	液压基本回路组装	27
4.1	实训准备	27
4.1.1	实训目的	27

4.1.2	实训用品	27
4.1.3	实训要求	27
4.2	实训内容	27
4.2.1	方向控制回路	27
4.2.2	压力控制回路	29
4.2.3	速度控制回路	31
4.3	阅读材料	32
4.3.1	全液压挖掘机液压系统	32
4.3.2	波音 747 喷气客机液压系统	33
4.3.3	X 射线机隔室透视站位液压系统	33
实训 5	认识气源装置	36
5.1	实训准备	36
5.1.1	实训目的	36
5.1.2	实训用品	36
5.1.3	实训要求	36
5.2	实训内容	36
5.2.1	空气压缩机	36
5.2.2	冷却器	39
5.2.3	油水分离器	40
5.2.4	干燥器	41
5.2.5	过滤器	42
5.2.6	贮气罐	43
实训 6	汽缸的拆装	44
6.1	实训准备	44
6.1.1	实训目的	44
6.1.2	实训用品	44
6.1.3	实训要求	44
6.2	实训内容	44
6.2.1	单作用活塞式汽缸	45
6.2.2	双作用单活塞杆式汽缸	47
6.2.3	汽缸的其他知识点	48
实训 7	气动基本回路组装	50
7.1	实训准备	50
7.1.1	实训目的	50
7.1.2	实训设备	50
7.1.3	实训要求	50
7.2	实训内容	50
7.2.1	二次压力控制回路	50

7.2.2 单作用汽缸的换向回路	52
7.2.3 单向调速回路	53
附录 A 实训报告册	55
附录 B 图片	62
参考文献	67

实训 1 液压泵的拆装

1.1 实训准备

液压泵在液压系统中是动力元件，同学们必须要掌握好液压泵的结构及其性能特点，懂得根据系统需要选择适合的液压泵。

1.1.1 实训目的

- (1) 进一步理解常用液压泵的结构组成及工作原理。
- (2) 掌握常用液压泵的正确拆卸、装配及安装连接方法。
- (3) 掌握常用液压泵维修的基本方法。

1.1.2 实训用品

- (1) 实训用液压泵：外啮合齿轮泵 1 台、双作用叶片泵 1 台、轴向柱塞泵 1 台。
- (2) 工具：内六方扳手 2 套、固定扳手、螺丝刀、卡簧钳等。
- (3) 辅料：铜棒、棉纱、煤油等。

1.1.3 实训要求

- (1) 实训前认真预习，掌握相关液压泵的工作原理，对其结构组成有一个基本的认识。
- (2) 针对不同的液压元件，利用相应工具，严格按照其拆卸、装配步骤进行，严禁违反操作规程进行私自拆卸、装配。
- (3) 实训中掌握常用液压泵的结构组成和工作原理及主要零件、组件特殊结构的作用。

1.2 实训内容

在实训老师的指导下，拆解各类液压泵，观察、了解各零件在液压泵中的作用，了解各种液压泵的工作原理，按照规定的步骤装配各类液压泵（为避免出现误装、反装、欠装等问题的出现，可在相应的位置做记号，或者用数码设备做好记录）。

1.2.1 齿轮泵

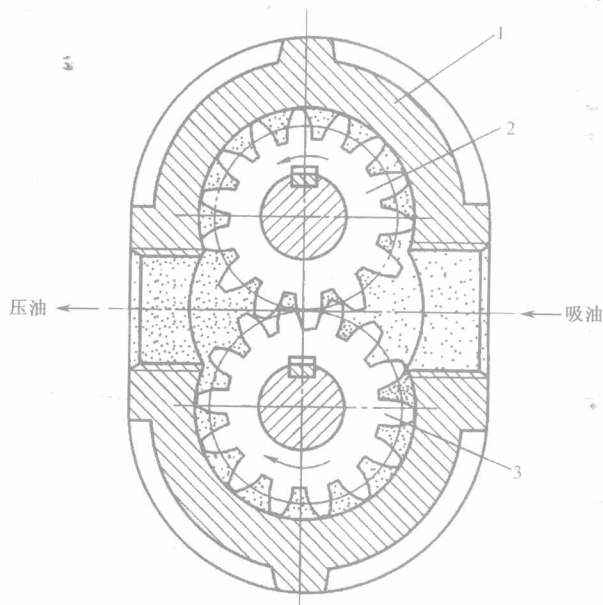
型号：CBG 系列高压齿轮泵（外啮合齿轮泵）。

1. 工作原理

如图 1.1 所示为外啮合齿轮泵的工作原理。在泵的壳体内有一对外啮合齿轮，齿轮两



侧有端盖（图中未标示）罩住，壳体、端盖和齿轮的各个齿槽组成了许多密封工作腔。当齿轮按照图示方向旋转时，右侧吸油腔由于相互啮合的轮齿逐渐脱开，密封工作腔容积逐渐增大，形成部分真空，油箱中的油液被吸进来，将齿槽充满，并随着齿轮旋转，把油液带到左侧压油腔去。在压油区一侧，由于轮齿在这里逐渐进入啮合，密封工作腔容积不断减小，油液便被挤出去。吸油腔和压油腔是由相互啮合的轮齿以及泵体分隔开的。

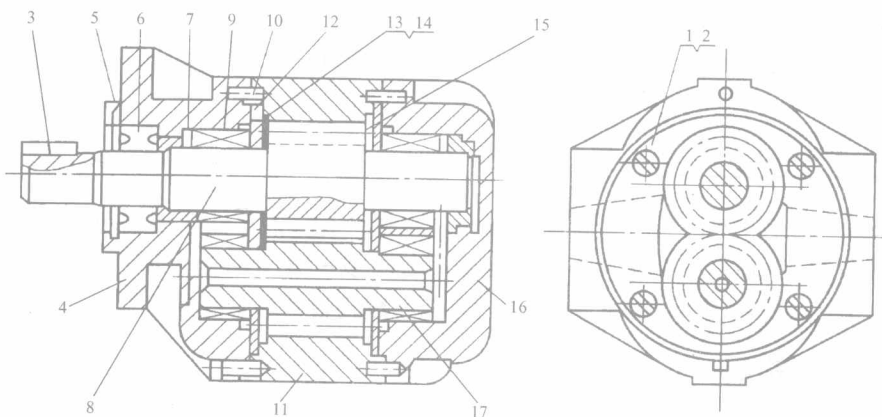


1—泵体；2—主动齿轮；3—从动齿轮

图 1.1 外啮合齿轮泵工作原理图

2. 结构组成

泵体的结构如图 1.2 所示，在拆装齿轮泵前，一定要熟悉其结构。



1—螺栓；2—热圈；3—平键；4—泵前盖；5—挡圈；6—油封；7—密封环；8—主动轮轴；9—滚动轴承；10—圆柱销；11—泵体；12—弓形圈；13—密封圈；14—挡圈；15—侧板；16—后泵盖；17—从动轮轴

图 1.2 CBG 系列外啮合齿轮泵结构简图

3. 拆装步骤及注意事项

根据图 1.3 所示分解图, 在实训老师的指导下分组拆装齿轮泵, 其步骤及注意事项如下:

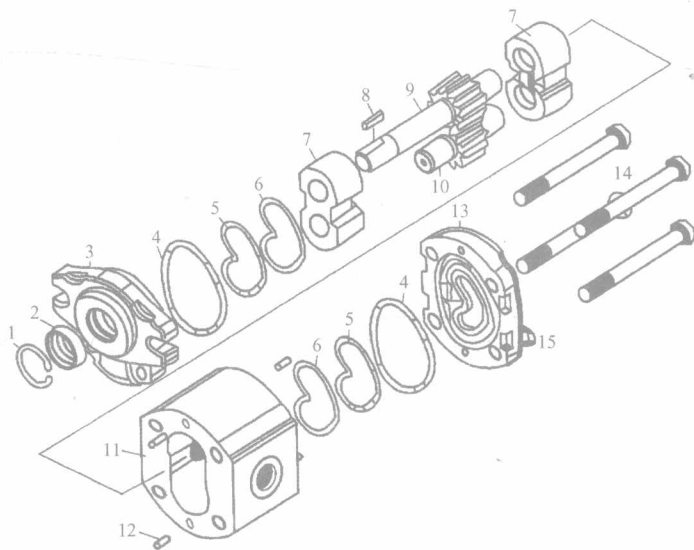
(1) 拆解齿轮泵时, 先用内六方扳手在对称位置松开螺栓, 之后取下螺栓, 取下定位销, 掀去前泵盖, 观察并分析工作原理。轻轻取出泵体, 观察卸荷槽、消除困油槽及吸、压油腔等结构, 弄清楚其作用。

(2) 装配齿轮泵时, 先将齿轮、轴装在后泵盖的滚动轴承内, 轻轻装上泵体和前泵盖, 打紧定位销, 拧紧螺栓, 注意使其受力均匀。

(3) 拆装中应用铜棒轻轻敲打零部件, 以免损坏零部件和轴承。

(4) 拆卸过程中, 遇到元件卡住的情况时, 不要乱敲硬砸, 请指导老师来解决。

(5) 装配时, 遵循先拆的部件后安装, 后拆的零部件先安装的原则, 正确合理地安装, 脏的零部件应用煤油清洗后才可安装, 安装完毕后应使泵转动灵活, 没有卡死现象。



件 号	零件名称	数 量	件 号	零件名称	数 量
1	C 形卡环	1	9	主齿轮	1
2	骨架密封圈	1	10	副齿轮	1
3	前盖	1	11	泵体	1
4	泵体密封圈	2	12	定位销	4
5	“心”形密封圈	2	13	后盖	1
6	背挡圈	2	14	外六角螺栓	4
7	8 字轴承套	2	15	弹簧垫	4
8	平键	1			

图 1.3 外啮合齿轮泵的分解



4. 主要零件分析 (参见图 1.3)

(1) 泵体 11: 泵体的两端面开有封油槽 d, 此槽与吸油口相通, 用来防止泵内油液从泵体与泵盖接合面外泄, 泵体与齿顶圆的径向间隙为 $0.13\sim 0.16\text{mm}$ 。

(2) 前盖 3 与后盖 13: 前后端盖内侧开有卸荷槽 e, 用来消除困油。前盖 3 上吸油口大, 压油口小, 用来减小作用在轴和轴承上的径向不平衡力。

(3) 主齿轮 9 与副齿轮 10: 两个齿轮的齿数和模数都相等, 齿轮与端盖间轴向间隙为 $0.03\sim 0.04\text{mm}$, 轴向间隙不可以调节。

5. 阅读材料

(1) 齿轮泵使用注意事项

① 额定压力指溢流阀设定压力, 稳定压力指泵正常持续运转的压力值, 最高压力指泵瞬间峰值压力。

② 油泵支架座要牢固, 刚性好, 并能充分吸收震动。

③ 当采用柔性联轴器连接时, 泵和电机轴同轴度应控制在 0.05mm 以内, 不采用柔性联轴器时, 应尽量减少径向负荷。

④ 注意进油接头及整个吸油管道必须严格密封, 以免漏气引起噪声与系统震动。

⑤ 对于使用变频驱动的用户, 应订购外泄型齿轮泵。

(2) CBG 系列高压齿轮泵常见故障及排除方法 (如表 1.1 所示)

表 1.1 CBG 系列高压齿轮泵常见故障及排除

故 障	故 障 原 因	排 除 方 法
泵不输出油、输出油量不足、压力提不高	①原动机转向不对 ②吸油管路或过滤器堵塞 ③间隙过大(端面、径向) ④泄漏引起空气混入 ⑤油液黏度过大或温升过高	①纠正转向 ②疏通管路、清洗过滤器 ③修复零件 ④紧固连接件 ⑤控制油液黏度在合适的范围内
噪声大、压力波动严重	①泵与原动机不同轴 ②齿轮精度太低 ③骨架油封损坏 ④吸油管路或过滤器堵塞 ⑤油中混有空气	①调整同轴度 ②更换齿轮或修研齿轮 ③更换油封 ④疏通管路、清洗过滤器 ⑤排空气体
泵旋转不灵活或卡死	①间隙过小(端面、径向) ②装配不良 ③油液中有杂质	①修复零件 ②重新装配 ③保持油液清洁

1.2.2 叶片泵

型号: YB1 型叶片泵 (双作用叶片泵)。

1. 工作原理

如图 1.4 所示, 当传动轴带动转子转动时, 装于转子叶片槽中的叶片在离心力和叶片底部压力油的作用下伸出, 叶片顶部紧贴于定子表面, 沿着定子曲线滑动。叶片从定子的短半径 (r) 往定子的长半径 (R) 方向运动时叶片伸出, 使得由定子的内表面、配流盘、转子和叶片所形成的密闭容腔不断扩大, 通过配流盘上的配流窗口实现吸油。叶片从定子的长半径 (R) 往定子的短半径 (r) 方向运动时叶片缩进, 密闭容腔不断缩小, 通过配流盘上的配流窗口实现排油。转子旋转一周, 叶片伸出和缩进两次。

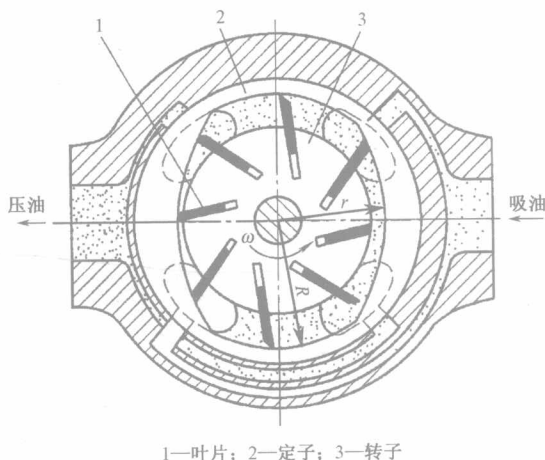


图 1.4 双作用叶片泵工作原理图

2. 结构组成

泵体的结构如图 1.5 所示, 在拆装叶片泵前, 一定要熟悉其结构。

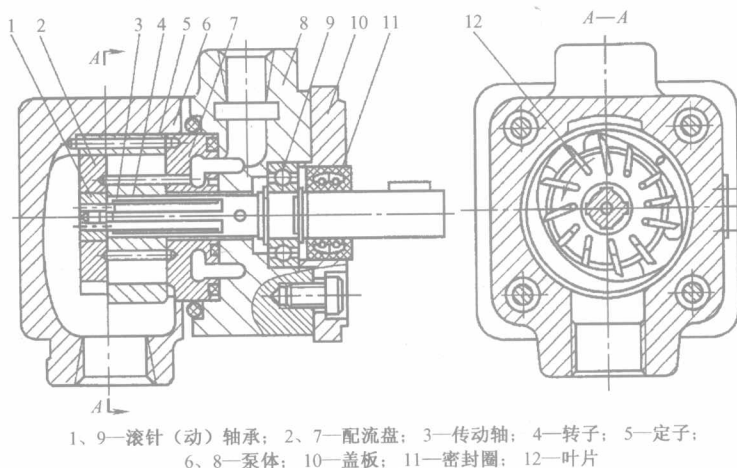


图 1.5 双作用叶片泵结构简图



3. 拆装步骤及注意事项

根据图 1.6 所示分解图, 在实训老师的指导下分组拆装叶片泵, 其步骤及注意事项如下:

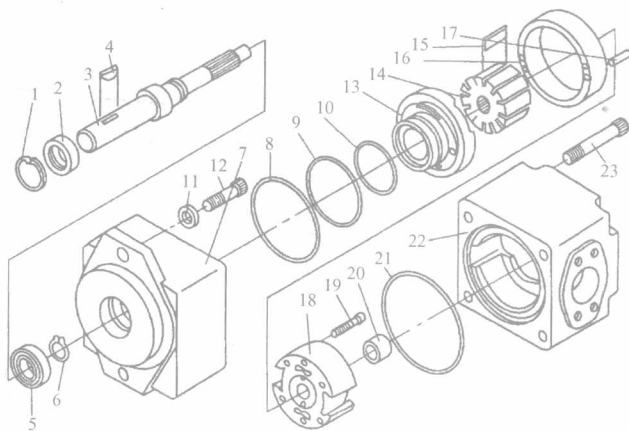
(1) 拆解叶片泵时, 先用内六方扳手在对称位置松开后泵体上的螺栓后, 再取下螺栓, 用铜棒轻轻敲打使花键轴和前泵体及泵盖部分从轴承上脱下, 把叶片分成两部分。

(2) 观察泵体内定子、转子、叶片、配流盘的安装位置, 分析其结构、特点, 理解工作过程。

(3) 取掉泵盖, 取出花键轴, 观察所用的密封元件, 理解其特点、作用。

(4) 拆卸过程中, 遇到元件卡住的情况时, 不要乱敲硬砸, 请指导老师来解决。

(5) 装配时, 遵循先拆的部件后安装, 后拆的零部件先安装的原则, 正确合理安装, 注意配流盘、定子、转子、叶片安装要正确, 安装完毕后应使泵转动灵活, 没卡死现象。



件 号	零件名称	数 量	件 号	零件名称	数 量
1	卡簧	1	13	前侧板	1
2	油封	1	14	转子	1
3	轴心	1	15	叶片	12
4	键	1	16	定子	1
5	轴承	1	17	定位锁	2
6	卡簧	1	18	后侧板	1
7	泵体	1	19	螺栓	2
8	O 形圈	1	20	自润轴承	1
9	O 形圈	1	21	O 形圈	1
10	O 形圈	1	22	盖	1
11	热圈	2	23	螺栓	4
12	螺钉	2			

图 1.6 双作用叶片泵分解图



4. 主要零件分析

(1) 定子和转子：定子由两段长半径圆弧、两段短半径圆弧和四段过渡曲线组成；转子的外表面则是圆柱面，且定子和转子是同心的。转子径向开有 12 条槽可以安置叶片。

(2) 叶片：该泵共有 12 个叶片，径向力平衡。叶片前倾角一般为 $10^{\circ} \sim 14^{\circ}$ ，可使叶片在槽中移动灵活，并减少磨损。

(3) 配流盘：此泵用长定位销将配流盘和定子定位，固定在泵体上，以保证配流盘上吸、压油窗口位置与定子内表面曲线相对应。配流盘上开有与压油腔相通的环槽，将压力油引入叶片底部。

(4) 传动轴：传动轴通过花键带动转子在配流盘之间传动。

5. 阅读材料

双作用叶片泵常见故障及排除方法如表 1.2 所示。

表 1.2 双作用叶片泵常见故障及排除方法

故 障	故 障 原 因	排 除 方 法
外泄漏	①密封件老化 ②进油口连接部位松动 ③密封面磕碰或泵壳体砂眼	①更换密封 ②紧固管接头或螺钉 ③修磨密封面或更换壳体
过度发热	①油温过高 ②油黏度太大、内泄过大 ③工作压力过高 ④回油口直接接到泵入口	①改善油箱散热条件或使用冷却器 ②选用合适的液压油 ③降低工作压力 ④回油口接至油箱液面以下
泵不吸油或无压力	①泵转向不对或漏装传动键 ②泵转速过低或油箱液面过低 ③油温过低或油液黏度过大 ④吸油管路或过滤器堵塞 ⑤吸油管路漏气	①纠正转向或重装传动键 ②提高转速或补油至最低液面以上 ③加热至合适黏度后使用 ④疏通管路、清洗过滤器 ⑤密封吸油管路
输油量不足或压力不高	①叶片移动不灵活 ②各连接处漏气 ③间隙过大(端面、径向) ④吸油不畅或液面太低 ⑤叶片和定子内表面接触不良	①不灵活叶片单独配研 ②加强密封 ③修复或更换零件 ④清洗过滤器或向油箱内补油 ⑤定子磨损发生在吸油区，双作用叶片泵可将定子旋转 180° 后重新定位装配
噪声、震动过大	①吸油不畅或液面太低 ②有空气侵入 ③油液黏度过高 ④转速过高 ⑤泵与原动机不同轴 ⑥配油盘端面与内孔不垂直或叶片垂直度太差	①清洗过滤器或向油箱内补油 ②检查吸油管、注意液位 ③适当降低油液黏度 ④降低转速 ⑤调整同轴度至规定值 ⑥修磨配油盘端面或提高叶片垂直度

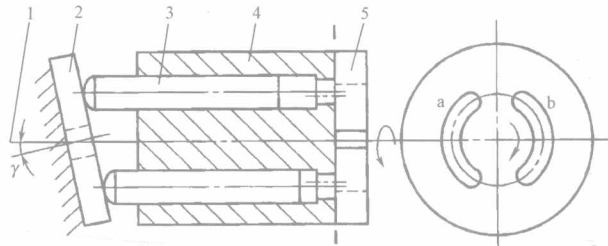


1.2.3 柱塞泵

型号：SCY14—1B 型斜盘式轴向柱塞泵。

1. 工作原理

如图 1.7 所示，当电机带动油泵的传动轴转动时，缸体随之转动，由于装在缸体中柱塞的球头部分上的滑靴回程盘压向斜盘，因此柱塞将随着斜盘的斜面在缸体中作往复运动，从而实现油泵的吸油和排油。油泵的配油是由配油盘实现的。改变斜盘倾斜角度就可以改变油泵的流量输出。

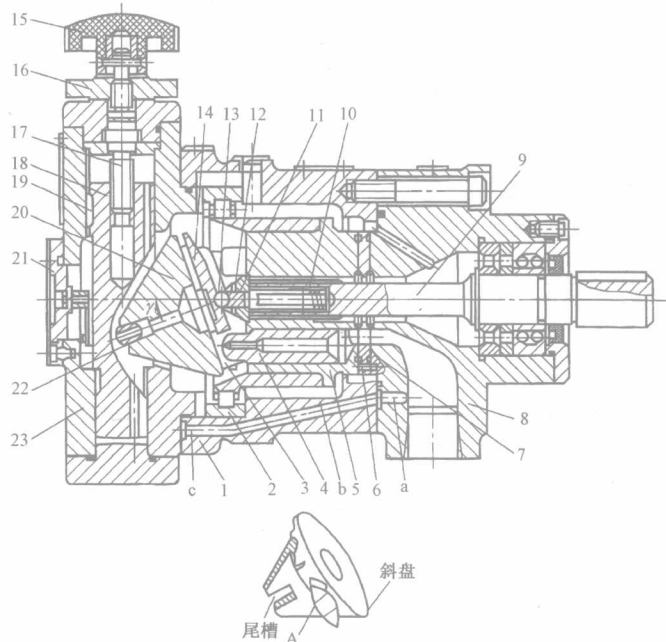


1—传动轴； 2—斜盘； 3—柱塞； 4—泵体； 5—配流盘

图 1.7 斜盘式轴向柱塞泵工作原理图

2. 结构组成及主要零部件分析

泵体的结构如图 1.8、1.9 所示，在拆装柱塞泵前，一定要熟悉其结构。



1—中间泵体； 2—圆柱滚子轴承； 3—滑靴； 4—柱塞； 5—缸体； 6、7—配流盘； 8—前泵体；
9—传动轴； 10—定心弹簧； 11—内套； 12—外套； 13—钢球； 14—回程盘； 15—手轮； 16—螺母；
17—螺杆； 18—变量活塞； 19—导向键； 20—斜盘； 21—刻度盘； 22—销轴； 23—变量壳体

图 1.8 SCY14—1B 型手动变量轴向柱塞泵结构简图