

机械设计与制图

综合教学图册

中国纺织大学机械系图册编写组

曹 桃 吴祚常 主编

上海科学技术出版社

机械设计与制图综合教学图册

中国纺织大学机械系图册编写组

曹 桃 吴祚常 主编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本图册为提高机械类专业学生的设计与制图能力而编写。内容共四章:第一章为液压泵、阀类图纸分析;第二章为夹具类图纸分析;第三章为减速器类图纸分析;第四章为机床类图纸分析。每章中重点分析的实例,均给出其完整的装配图和全套零件图,有的还给出其轴测图,同时作较详细的设计、制图和工艺诸方面分析,以帮助读者对这些图纸看深看透。

本图册是一本供机械类专业学生阅读的综合性辅助教材,它不仅可作为机械制图、机制基础、材料与热处理、机械设计、互换性与测量技术、夹具设计、金属切削机床等课程的分析实例、习题和思考问题,而且也可作为机械制图大型作业、机械设计课程设计、夹具课程设计、机床课程设计等的参考资料。本图册是一本能将机械类专业有关课程所学习的内容与设计图纸密切联系,学生阅读后,将有助于在整体上提高机械设计与制图的能力。

本图册可供各类高等学校及中等专业学校机械类或与其相近专业的师生使用,也可供工程技术人员参考。

机械设计与制图综合教学图册

中国纺织大学机械系图册编写组

曹棣 吴作常 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 吴县文化印刷厂印刷

开本 787×1092 1/8 印张 10 字数 252,000

1991年7月第1版 1991年7月第1次印刷

ISBN 7-5323-2547-4/TH·52

印数 1—10,100 定价: 4.50元

前言

为使机械类专业的学生,毕业后在生产第一线能胜任实际的设计工作,必须在学校中加强设计与制图能力的培养。由于设计制图能力涉及面广,需要综合运用各门课所学的知识,因此给学生多阅读一些比较规范化的设计图纸,并帮助他们进行各方面的分析,对提高学生设计制图能力方面起很大的促进作用。

中国纺织大学机械工程系为培养和提高机械类专业学生的设计制图能力,在制订教学计划中,保证每学年都有设计制图的实践环节,同时对各有关课程提出培养设计制图能力方面的具体要求。经过几年实践,决定在已有经验的基础上,编写一本能贯穿于机械制图、机械基础、材料与热处理、机械设计、互换性与测量技术、夹具设计、金属切削机床等课程内容的综合教学图册,作为机械类专业学生必读的辅助教材。

《机械设计与制图综合教学图册》编写组由中国纺织大学机械工程系主任领导和组织有关专业课及基础技术课教师所组成。图册的选题,也由各有关教研室教师共同商定的,以通用机械为主。其主要内容包括常用液压泵和阀、各种减速器、夹具及机床主轴箱。每章均有全套的装配图与零件工作图,并包含对视图选择、投影、材料与热处理、公差与配合的选用、技术要求的制订、设计的结构工艺性等的综合分析,提供给学生有关机械设计与制图必需的基本知识。本图册并具有思考问题及作业,以促使学生进行深入学习。

本图册中所选用的图例,均取材于工厂中的生产图纸,并按规范化的要求全部重新绘制,以保证投影及视图正确与合理、尺寸比例准确、应用的标准全部为国家最新颁布的新标准,从而给予学生以正确的引导。

参加本图册编写的有:曹桃、吴梓常、王国芳、高学满、虞献君、陈锡琦。由曹桃、吴梓常主编。参加本图册中工作图绘制的还有:郑孝寿、周万红、章国新、陈翠凤、顾家珍。马和福和姜月玲负责全部图稿的加工和整理。陈大复和郑孝寿担任图册中轴测图的简饰工作。

本图册由朱辉和张念思同志审阅。王宪武同志给予编写组以各方面的关心和支持,使编写工作能顺利完成。

本图册在编写过程中,得到各级领导及同行专家、教授的关怀和支持,并提出很多宝贵的意见。在此一并表示感谢。

对本书有不妥之处,恳请广大读者予以批评和指正。

编者 1990年12月

图册使用说明

《机械设计与制图综合教学图册》(以下简称“图册”)是适用于机械类及近机类专业在1~4年级学习中的一本综合性辅助教材,所以它既不是某一门课程系统学习的教材,也不改变各有关课程(如机械制图、机械基础、金属材料与热处理、机械设计、互换性与测量技术、夹具设计、金属切削机床等)原有教学体系和内容。本图册是通过完整的设计图纸,让学生懂得如何将各门课所学的知识在实际设计工作中得到综合运用,因此在讲授有关课程时,凡需结合实际应用举例,均可利用本图册中的图例,从而将前、后课程的学习有机地联系起来,使学生在学时有一个总体感。本图册中的各种图例,也可供有关的课程设计(机械设计、夹具、机床等课程设计)作参考。因此本图册的使用宜贯穿在有关的各门课的学习及课程设计中间。

在学习机械制图时,本图册可作为学习零件图和装配图的各种作业及讲课中的举例。本图册中的齿轮泵、溢流阀及蜗杆减速器,均给出其全套零件图及相应的轴测装配图或装配示意图,因此可作为根据零件图拼绘装配图的练习。本图册中给出的各种装配图,由于其选用的视图完整、表达清晰,因此可供学生作为阅读装配图并拆画其零件图的作业。通过以上的练习,不仅提高了学生的绘图和读图能力,还为后继课程及课程设计服务。

在学习机械基础时,可结合本图册中的实例讲述工艺方法选择及零件的结构工艺性。在进行金工实习时,学生所加工的零件,可尽量选用本图册中的题材;如有条件,最好从图册中选用一个部件给学生进行加工及装配实习,使金工实习与学习机械制图密切结合起来。

在学习金属材料及热处理时,对机械类专业的学生,在掌握其基本知识后,重要的是学会正确选用材料和热处理方法,并在图上正确写出其技术要求。在本图册中,由于各种常用的材料及其各种热处理要求,均分别出现在各有关的零件图上,任课教师可任意选择举例或作相互比较。在学习互换性及测量技术时,对各种公差等级及配合的选用、形位公差的确定等,都可通过图册中的实例进行分析,并可引导学生自学,使学生获得广泛的知识。

在学习机械设计时,有较多的内容可结合图册上的图例进行分析。例如,在讲解滚动轴承部件的组合设计时,可从本图册中各种减速器及机床部件中找到相应的实例;在讲解轴的结构设计、齿轮的结构设计、减速器箱体的结构设计时,在本图册中的单级圆柱齿轮减速器部分已有详细的分析;在讲解修正齿轮时,可利用本图册中的行星齿轮减速器作为其应用的例子。类似上述例子这里不一一列举。

在学生已深入阅读过液压泵与阀、减速器、夹具及机床等几套图纸的基础上,将有助于液压传动、机械设计、夹具设计及金属切削机床等课程的学习。如学生能深入读懂图册中的各种图例并进行分析,必然能具备相当多的感性认识与设计、制图和工艺方面的知识,在各种课程设计和毕业设计中,将会体现设计实践能力的提高。

本图册中的图较多,实际使用时,各校可根据专业的具体情况和教学要求,由专业和技术基础课教师共同商讨而选用,以利于前、后课程做到相互配合。各有关课程的任课教师还应充分发挥自己的教学经验,创造性地使用这本图册,在实践中研究出更多的使用本图册的经验,促使机械类专业学生的设计制图能力不断提高;为社会主义建设作出更大贡献。

目 录

第1章 液压泵、阀类图纸分析	1
§1-1 概述	1
§1-2 叶片泵的成套图纸分析	1
§1-3 齿轮泵	8
§1-4 手动换向阀	11
§1-5 溢流阀	13
§1-6 单向节流阀	16
§1-7 轴向柱塞泵	16
第2章 夹具类图纸分析	20
§2-1 概述	20
§2-2 托架顶面铣夹具的设计及其成套图纸分析	20
§2-3 分度钻夹具	28
§2-4 成组车夹具	30
第3章 减速器类图纸分析	32
§3-1 概述	32
§3-2 单级圆柱齿轮减速器的成套图纸分析	32
§3-3 两级圆锥—圆柱齿轮减速器	43
§3-4 单级蜗杆减速器	46
§3-5 NGWN型行星齿轮减速器	53
§3-6 一齿差减速卷扬机	56
§3-7 钢球无级变速器	58
第4章 机床类图纸分析	62
§4-1 概述	62
§4-2 X6030型卧式铣床主轴传动系统图分析	62
§4-3 X5030型立式铣床主轴传动系统	67
§4-4 X6030型卧式铣床主轴变速操纵机构的成套图纸	69

主要装配图及零件图

图1-3 YB ₁ -25型叶片泵装配图	3
图1-4 YB ₁ -25型叶片泵轴测图	4
图1-5 YB ₁ -25型叶片泵零件图(一)	5
图1-6 YB ₁ -25型叶片泵零件图(二)	6
图1-10 CB-B25型齿轮泵零件图	9
图1-11 CB-B25型齿轮泵轴测图	10
图1-16 34S-63型三位四通手动换向阀装配图	12
图1-18 P-B25B型低压直动式溢流阀零件图	14
图1-19 P-B25B型低压直动式溢流阀轴测图	15
图1-23 LJ-63B型单向节流阀装配图	17
图1-25 10SCY14-1B型轴向柱塞泵装配图	18
图2-7 铣夹具的定位、夹紧机构部分的轴测示意图	22
图2-8 铣夹具装配图	23
图2-9 铣夹具零件图(一)	24
图2-10 铣夹具零件图(二)	25
图2-17 分度钻夹具装配图	29
图2-20 成组车夹具装配图	31
图3-1 单级圆柱齿轮减速器装配图	34
图3-2 单级圆柱齿轮减速器轴测图	35
图3-3 单级圆柱齿轮减速器零件图(一)	36
图3-4 单级圆柱齿轮减速器零件图(二)	37
图3-5 单级圆柱齿轮减速器零件图(三)	38
图3-12 两级圆锥—圆柱齿轮减速器装配图	44
图3-14 圆锥齿轮零件图	45
图3-15 圆锥齿轮零件图	45

图3-17 WXJ18型蜗杆减速器装配图	47
图3-18 WSJ18型蜗杆减速器装配示意图	48
图3-19 WSJ18型蜗杆减速器零件图(一)	49
图3-20 WSJ18型蜗杆减速器零件图(二)	50
图3-21 WSJ18型蜗杆减速器零件图(三)	51
图3-22 WSJ18型蜗杆减速器零件图(四)	52
图3-24 NGWN型行星齿轮减速器装配图	54
图3-25 NGWN型行星齿轮减速器零件图	55
图3-28 一齿差减速卷扬机装配图	57
图3-30 钢球无级变速器装配图	59
图3-31 钢球无级变速器零件图(一)	60
图3-32 钢球无级变速器零件图(二)	61
图4-3 X6030型卧式铣床主轴传动系统装配图	64
图4-7 X6030型卧式铣床主轴零件图	66
图4-8 X5030型立式铣床主轴传动系统装配图	68
图4-13 X6030型卧式铣床主轴变速操纵机构装配图(一)	70
图4-14 X6030型卧式铣床主轴变速操纵机构装配图(二)	71
图4-15 X6030型卧式铣床主轴变速操纵机构零件图(一)	73
图4-16 X6030型卧式铣床主轴变速操纵机构零件图(二)	74
图4-17 X6030型卧式铣床主轴变速操纵机构零件图(三)	75
图4-18 X6030型卧式铣床主轴变速操纵机构零件图(四)	76

第1章 液压泵、阀类图纸分析

§ 1-1 概述

液压传动是一门较新的技术,由于它具有体积小、重量轻、工作平稳、能防止过载、能在运行中进行无级调速、易于实现自动化等许多突出的优点,因此被广泛应用于机械制造、工程建设、交通运输、冶金采矿、农业机械、海洋开发等许多方面。

当前各高等工业学校的机械类专业,大多开设“液压传动”课程。液压传动系统由各种液压元件所组成,它可分为以下四类:

(1) 能源装置 它是将机械能转换成油液液压能的装置,即各种形式的液压泵。

(2) 执行装置 它是将油液的液压能转换成机械能的装置,即各种形式的液压缸、液压马达。

(3) 控制调节装置 它是控制液压系统中油液的压力、流量和流动方向的装置,即各种形式的方向阀、流量阀和压力阀。

(4) 辅助装置 它是除上述三项外的其它装置,如油箱、滤油器、油管等。

在学习液压传动课程时,首先要熟悉各种液压元件的结构,然后才能正确设计各种液压系统。而各种液压泵和阀,不仅应用广泛,且由于它们都是独立的结构,较适合在机械制图课程中作为学习绘制和阅读装配图之用,因此本章选用了三种类型的液压泵,即叶片泵、齿轮泵和轴向柱塞泵,以及三种类型的液压阀,即压力阀(溢流阀)、流量阀(单向节流阀)和方向阀(手动换向阀)。通过深入阅读和分析这几种液压泵和阀,并详细了解其结构后,便容易举一反三,今后在各种液压教材中学习其它各种液压泵和阀时,虽然在这些书中往往仅给出其一个视图,但有了深入阅读以上几张图纸的基础,也就很容易理解。

本章选用YB₁型双作用定量叶片泵图纸作重点分析,给出其成套图纸,即装配图和全部的零件图,并配合轴测装配图进行工作原理、结构、投影、表达方法、技术要求以及材料选择与热处理等方面的分析。

为了便于读者在学习机械制图课程时,既能从事读装配图和

画装配图的练习,又能通过这些练习掌握这些液压泵和阀的结构,因此本章选用溢流阀和齿轮泵作为零件图拼画装配图的练习;本章中给出了它们的全套零件图、工作原理图及其轴测装配图(包括标准件的规定标记),以便读者了解其结构及各零件间的装配关系,自己绘制其装配图。本章中另选用单向节流阀、手动换向阀和轴向柱塞泵,通过对其结构的介绍,作为阅读装配图并拆画其零件图的练习,并提出若干读图思考题以帮助读者达到深入阅读与分析的目的。这样使机械制图课程的作业密切为后继课程——液压传动课程服务。

§ 1-2 叶片泵的成套图纸分析

1-2-1 叶片泵的工作原理

液压传动中所使用的液压泵的基本工作原理,是使油液充满在密闭的工作容积内,在工作过程中依靠密闭容积的变化来输送油液。当容积由小变大时为吸油;由大变小时为压油。

图1-1为一种较简单的单作用叶片泵的工作原理图,装在泵体1内的定子2具有圆柱形内表面,与转子4间有偏心距 e 。叶片3装在转子槽中,并可在槽内移动。当转子回转头时,由于离心力作用(有时还在叶片槽底部通进压力油),使叶片紧靠在定子的内壁,这样就形成若干个密封容积。当转子按图示方向回转时,下半部叶片逐渐伸出,密封容积逐渐增大,形成部分真空,因而从泵体1上与吸油口 m 相通的吸油窗口 a 中吸油,称为吸油腔。上半部叶片被定子内壁逐渐压进槽内,密封容积逐渐减小,称为压油腔,油液通过压油窗口 b 从压油口 n 中压出。在图1-1中,吸油腔 a 内的低压油液用较稀的点表示,压油腔 b 内的高压油液用较密的点表示。本章其它各种泵的原理图,均按此方式处理。当转子不停旋转时,吸油腔和压油腔不断完成吸油和排油过程,将压力油输送到液压系统中,这种叶片泵的转子每转一转,每个密封容积完成一次吸油和压油,所以称为单作用叶片泵。由于转子受到来自压油腔作用的单向压力,使轴承上所受载荷较大。

本节介绍的叶片泵为一种双作用定量叶片泵,图1-2为其工

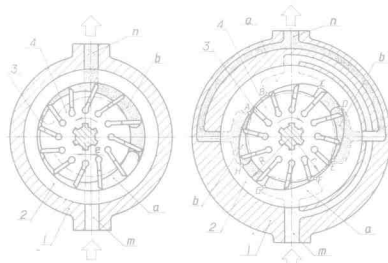


图1-1 单作用叶片泵的工作原理

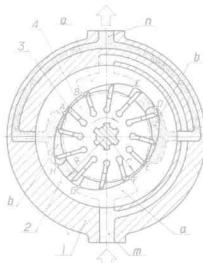


图1-2 双作用定量叶片泵的工作原理

作原理图。转子4和定子2的中心重合,定子的内表面近似椭圆形,由两段长半径 R 的圆弧段 CD 、 GH ,两段短半径 r 的圆弧段 AB 、 EF ,以及四段过渡曲线 BC 、 DE 、 FG 、 HA 所组成。叶片在 AB 、 EF 区域内时,密封容积最小。当转子按图示方向回转,叶片在 BC 、 FG 区域中,密封容积逐渐增大,从两个吸油窗口 a 与吸油口 m 相通,中吸油,称为吸油腔。叶片在 CD 、 GH 区域内时,密封容积最大。叶片在 DE 、 HA 区域中,密封容积逐渐减小,油泵从两个压油窗口 b (与压油口 n 相通)中压出,称为压油腔。在吸油腔与压油腔之间有一段封油区,即 AB 、 CD 、 EF 和 GH 区域,将两腔隔开。这种叶片泵的转子每转一转,每个密封容积完成两次吸油和压油,故称为双作用式叶片泵。由于两个吸油窗口 a 和压油窗口 b 对称于旋转轴,因此压力油作用于轴承上的径向力是平衡的。

1-2-2 叶片泵装配图的分析

图1-3为YB₁型双作用定量叶片泵的装配图。图1-4右上方为该叶片泵的轴测装配图,左上方为转子4、定子2、叶片3的部

分轴测装配图。下部为其主要零件的轴测分离图,以帮助读者深入读懂该叶片泵的全套图纸。轴测图上各零件的编号,和图1—3装配图上的编号完全一致,各空腔所采用的字母也和图1—2工作原理图上相同,以便读者在阅读时对照。图1—5和1—6为该叶片泵的全部零件图。阅读成套图纸时,为了搞清每个零件的形状、结构 and 作用,建议读者根据以下的叙述,同时把装配图、零件图与轴测图结合起来反复对照阅读与分析。

YB₂型双作用定量叶片泵的装配图(图1—3)共采用了五个视图。由于该叶片泵的主要零件都处在同一轴线上,因此,采用全剖视的主视图是该装配图中最主要的一个视图,轴上各零件间的装配关系以及左、右泵体上的吸油口和压油口的位置等均反映在这个视图上。但该主视图无法表达定子的形状,以及转子、叶片、定子和吸油、压油窗口间的关系,因此采用了一个通过转子4与右配油盘6的结合面及Z1“吸油口轴线剖切”的A—A阶梯剖视图以表达上述关系及叶片泵的工作原理。另外三个视图主要用来表达左、右泵体的外形及各连接螺钉所处的位置。如左视图主要表达左泵体1的外形及它与右泵体7连接的4个内六角螺钉M12×65的位置;B向右视图主要表达盖板8的外形,4个安装孔φ11的位置及盖板与右泵体7连接的3个内六角螺钉M8×20的位置。因限于篇幅,B向右视图下部吸油口凸台没有全部画出,而用波浪线将其断裂。俯视图主要表达左、右泵体的顶部外形,吸油及压油口凸台的形状,其中吸油口凸台由于在下部,因此在俯视图上用虚线表达。俯视图上采用了半剖视,其目的是为了表达左、右泵体及配油盘水平剖切后的内部结构,以及采用两个螺钉M4×45连接左、右配油盘及定子的情况。

叶片泵装配图中,按一般装配图上注尺寸的要求,注出了以下几类尺寸。

- (1) 外形尺寸 如叶片泵的总长184、总宽110和总高140。
- (2) 配合尺寸 零件间具有公差配合要求的一些重要尺寸称为配合尺寸,如主视图上轴9与轴承的配合尺寸φ12js6、φ20k6,轴承外圈与泵体的配合尺寸φ28H7和φ47H7,右配油盘6与右泵体7的配合尺寸φ47H7/e8和φ80H7/f7,俯视图上左配油盘5与左泵体1的配合尺寸φ80H7/f7。
- (3) 安装尺寸 安装叶片泵时所需要确定的尺寸称为安装尺寸。叶片泵是以盖板8右端凸缘作为安装的位置,因此凸缘的直径φ90f7、宽度5、盖板上四个安装孔的直径d=411和其中心圆直径φ128即为安装尺寸。此外,吸油口与压油口所标注的螺纹Z1和Z3/4,以及它们的轴线到安装面间的距离98和38,轴9右端伸出端的直径φ20h7以及伸出部分的长度45等均为安装

尺寸。

零件一般分为非标准件和标准件两大类。叶片泵装配图中的零件编号均为非标准件,在图1—5、1—6中给出这些非标准件的全部零件图。对于各种标准件,如螺钉、键、滚动轴承、O形密封圈等,在装配图中均直接标注出其规定标记,即写明其数量、名称、标准编号和规格,通过查阅有关手册即可知道它的全部尺寸,因此不必画出其零件图。本书中的其它装配图均按此方式处理。

本书中各种标准件均按其最新标准的规格选用。我国在1985—1988年间,对十类紧固件全部更新标准,其规定标记的写法应为:数量、名称、标准编号、型式和规格、其它要求。由于一些标准件的规定标记较长,本书中限于版面,为节省书写地位,故将规定标记中应写在中间的标称编号写在指引线的水平横线下面。

1—2—3 叶片泵的结构

搞清各重要结构的作用,常常是进一步深入阅读图纸及了解设计意图的重要环节。下面通过图1—3和1—4详细分析该叶片泵的结构。为便于叙述,叶片泵内的有关孔及空腔均用小写字母标在图1—4轴测图上的相应部位。

在左泵体1和右泵体7内装有定子2、转子4、配油盘5和6。转子4上开有12条倾斜的槽,叶片3装在槽内。转子由轴9通过花键带动回,轴9由左、右泵体内的两个行星球轴承101和204支承,轴承204外圈由盖板8及装在右泵体7内的孔用弹性挡圈20使之轴向固定,轴9与轴承204的内圈由两个轴用弹性挡圈20使之轴向固定。盖板8与轴9间用两个油封密封,以防泄漏油和空气中的灰尘进入。定子、转子和左、右配油盘用两个螺钉M4×45组装成一个分部件后再装入泵体内,这种组装式的结构便于装配和维修。这两个螺钉的头部装在左泵体内部的孔内,以保证定子及配油盘与泵体的相对位置。按图示的装配关系,在图1—3的A—A剖视图上,轴和转子应按顺时针方向旋转。在A—A剖视图上还可看出,定子上、下的上下还有两个小孔,这是考虑到若传动轴的旋转方向改为按逆时针方向时,应将转子转过90°进行安装,则仍可获得同样的效果。为防止漏油,在左、右泵体、盖板、右配油盘的接触处分别装有4个O形密封圈进行密封。

油液从左泵体下部Z1“吸油口”m,经过空腔c,从处在左、右配油盘上、下的吸油窗口a吸入,压力油从处在配油盘前、后的压油窗口b经过右配油盘右边的环形槽d及右泵体内的环形槽c从压油口n压出。在左、右配油盘与转子接触的面开有环形槽f与叶片槽底部相通,右配油盘上的环形槽f又通过孔h与压油窗口b相通,这样压力油就可以进入到叶片底部,叶片将在压力油和离心力的同时作用下压向定子表面,保证紧密接触以减少泄漏。在配油盘的

压油窗口一边,开有小三角卸荷槽s,这是为了消除困油现象,还能使冲击回容积中的油液逐步和压油腔相通,避免压力突变引起的冲击和噪音。从转子4两侧泄漏的油液,通过轴9与右配油盘6孔中的间隙,从g孔流回吸油腔a。

1—2—4 叶片泵零件图的分析

分析零件图,首先是分析它的表达方法,了解它的详细结构形状和作用,以便进一步理解部件的工作原理、装配关系和运动情况。在此基础上,再从设计和工艺的角度分析其尺寸标注和技术要求等。叶片泵中的零件,根据其形状和结构特点,可分为以下几类:

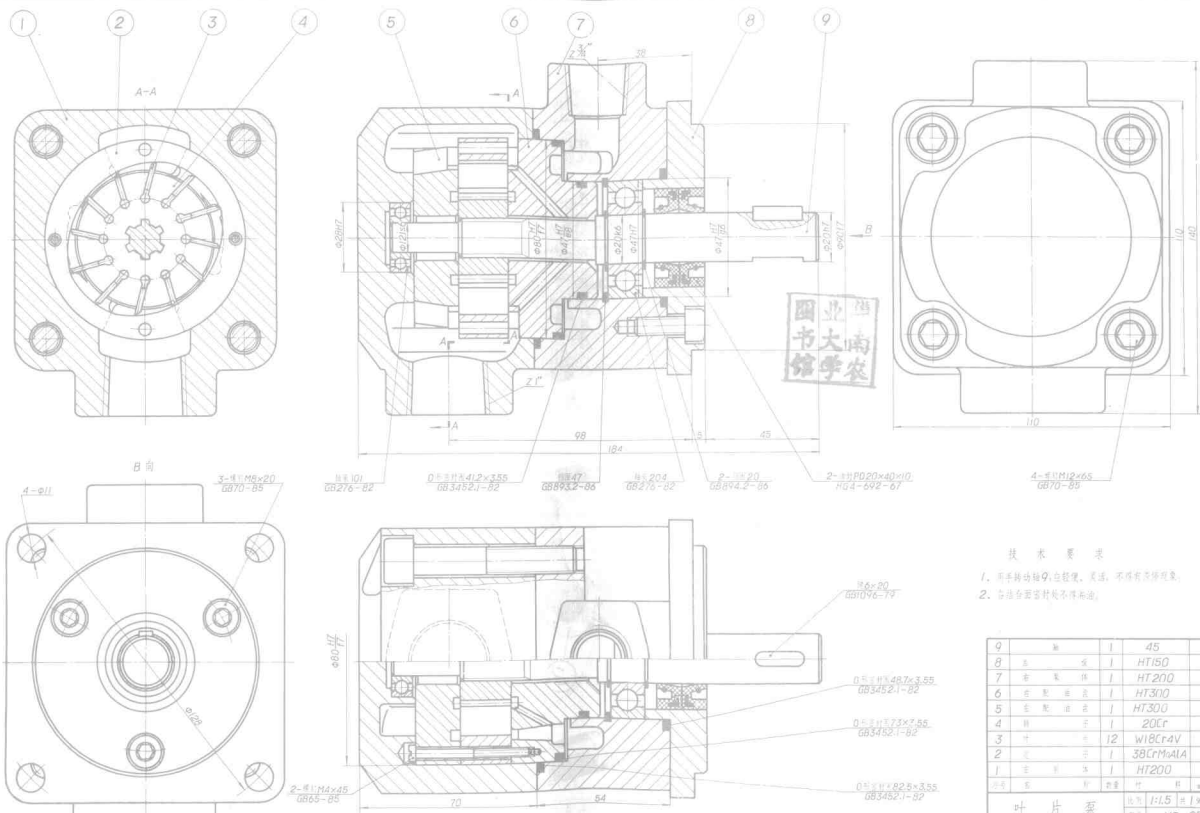
- (1) 盘、盖类零件 如定子2、转子4、左配油盘5、右配油盘6、盖板8。
- (2) 轴类零件 如轴9。
- (3) 壳体类零件 如左泵体1和右泵体7。
- (4) 其它零件 如叶片3。

以下对它们的零件图进行具体分析。

1. 盘、盖类零件

叶片泵中的零件2、4、5、6、8均属于盘盖类零件。它们的主体部分一般都是回转体,且直径较大,而厚度相对较小,如件2、4、5、6。也有一些盖板为方形外形,如件8。这些零件的加工,通常以车削为主,因此选择主视图时,常将轴线放成水平位置。一般的盘盖类零件都采用两个基本视图,以通过轴线的全剖视图或半剖视图作为主视图,再根据需要选取左视图或右视图以表示其侧面外形和孔、肋等的分布情况。如转子4的主视图采用了半剖视,选用左视图表达12条叶片槽的形状和位置;中间花键孔的形状虽然在左视图上已表达得很清楚,但由于该部分所标注的尺寸和公差、位置公差及表面粗糙度等内容较多,为清晰起见,在主视图的右边可另外单独画出花键孔的局部视图进行标注。绘制盖板8的主视图时,为考虑其安放位置与它在装配图上的位置相一致,因此选用右视图表达其外形。定子2由于其内孔的形状较复杂,因此将反映内孔形状的视图作为主视图,将左视图画成全剖视图。左右配油盘5、6为形状较复杂的盘盖类零件,为清楚地表达其吸油和压油窗口的形状与结构,除画出其左、右视图外,还分别采用水平及垂直剖切平面画出其两个剖视图。压油窗口两端的小三角槽,即图1—4中的槽s,还分别采用两个局部剖视表示,由于该槽处在圆周上,故采用柱面为剖切面,并按国家标准《机械制图》规定,按展开方式绘制,如该两零件图上用放大比例绘制的C—C展开图。再配合D—D剖视图,该槽的形状就完全表达清楚了。

盘盖类零件通常有一个端面是与其零件靠紧的重要接触面,如左、右配油盘上的基准面A,它们分别与定子和转子的两侧



技术要求

1. 用手转动轴9, 应轻便, 灵活, 不得有异常现象。

2. 各配合面密封材料不得漏油。

9	轴	45	
8	轴套	HT150	
7	轴套	HT200	
6	轴套	HT300	
5	轴套	HT300	
4	轴套	20Cr	
3	轴套	W18Cr4V	
2	轴套	38CrMoAlA	
1	轴套	HT200	
10	轴套	HT200	
11	轴套	HT200	
12	轴套	HT200	
13	轴套	HT200	
14	轴套	HT200	
15	轴套	HT200	
16	轴套	HT200	
17	轴套	HT200	
18	轴套	HT200	
19	轴套	HT200	
20	轴套	HT200	
21	轴套	HT200	
22	轴套	HT200	
23	轴套	HT200	
24	轴套	HT200	
25	轴套	HT200	
26	轴套	HT200	
27	轴套	HT200	
28	轴套	HT200	
29	轴套	HT200	
30	轴套	HT200	
31	轴套	HT200	
32	轴套	HT200	
33	轴套	HT200	
34	轴套	HT200	
35	轴套	HT200	
36	轴套	HT200	
37	轴套	HT200	
38	轴套	HT200	
39	轴套	HT200	
40	轴套	HT200	
41	轴套	HT200	
42	轴套	HT200	
43	轴套	HT200	
44	轴套	HT200	
45	轴套	HT200	
46	轴套	HT200	
47	轴套	HT200	
48	轴套	HT200	
49	轴套	HT200	
50	轴套	HT200	
51	轴套	HT200	
52	轴套	HT200	
53	轴套	HT200	
54	轴套	HT200	
55	轴套	HT200	
56	轴套	HT200	
57	轴套	HT200	
58	轴套	HT200	
59	轴套	HT200	
60	轴套	HT200	
61	轴套	HT200	
62	轴套	HT200	
63	轴套	HT200	
64	轴套	HT200	
65	轴套	HT200	
66	轴套	HT200	
67	轴套	HT200	
68	轴套	HT200	
69	轴套	HT200	
70	轴套	HT200	
71	轴套	HT200	
72	轴套	HT200	
73	轴套	HT200	
74	轴套	HT200	
75	轴套	HT200	
76	轴套	HT200	
77	轴套	HT200	
78	轴套	HT200	
79	轴套	HT200	
80	轴套	HT200	
81	轴套	HT200	
82	轴套	HT200	
83	轴套	HT200	
84	轴套	HT200	
85	轴套	HT200	
86	轴套	HT200	
87	轴套	HT200	
88	轴套	HT200	
89	轴套	HT200	
90	轴套	HT200	
91	轴套	HT200	
92	轴套	HT200	
93	轴套	HT200	
94	轴套	HT200	
95	轴套	HT200	
96	轴套	HT200	
97	轴套	HT200	
98	轴套	HT200	
99	轴套	HT200	
100	轴套	HT200	

图 1-3 YB-25 型叶片泵装配图

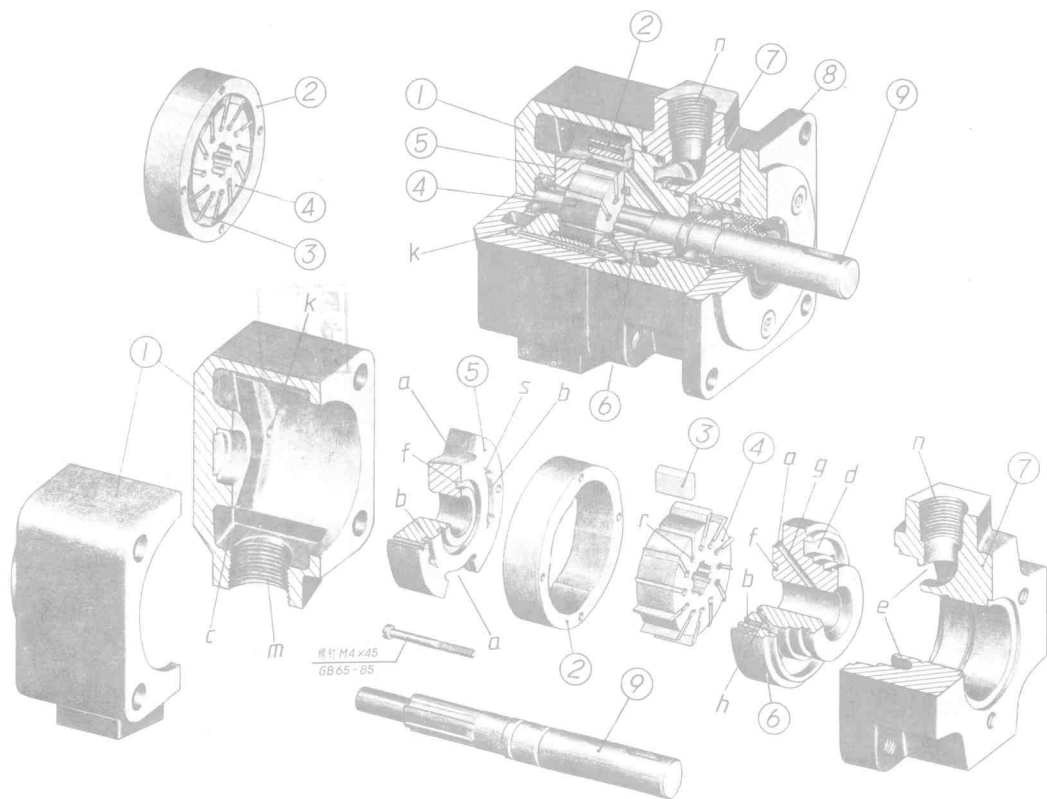


图 1—4 YB-25 型叶片泵轴测图

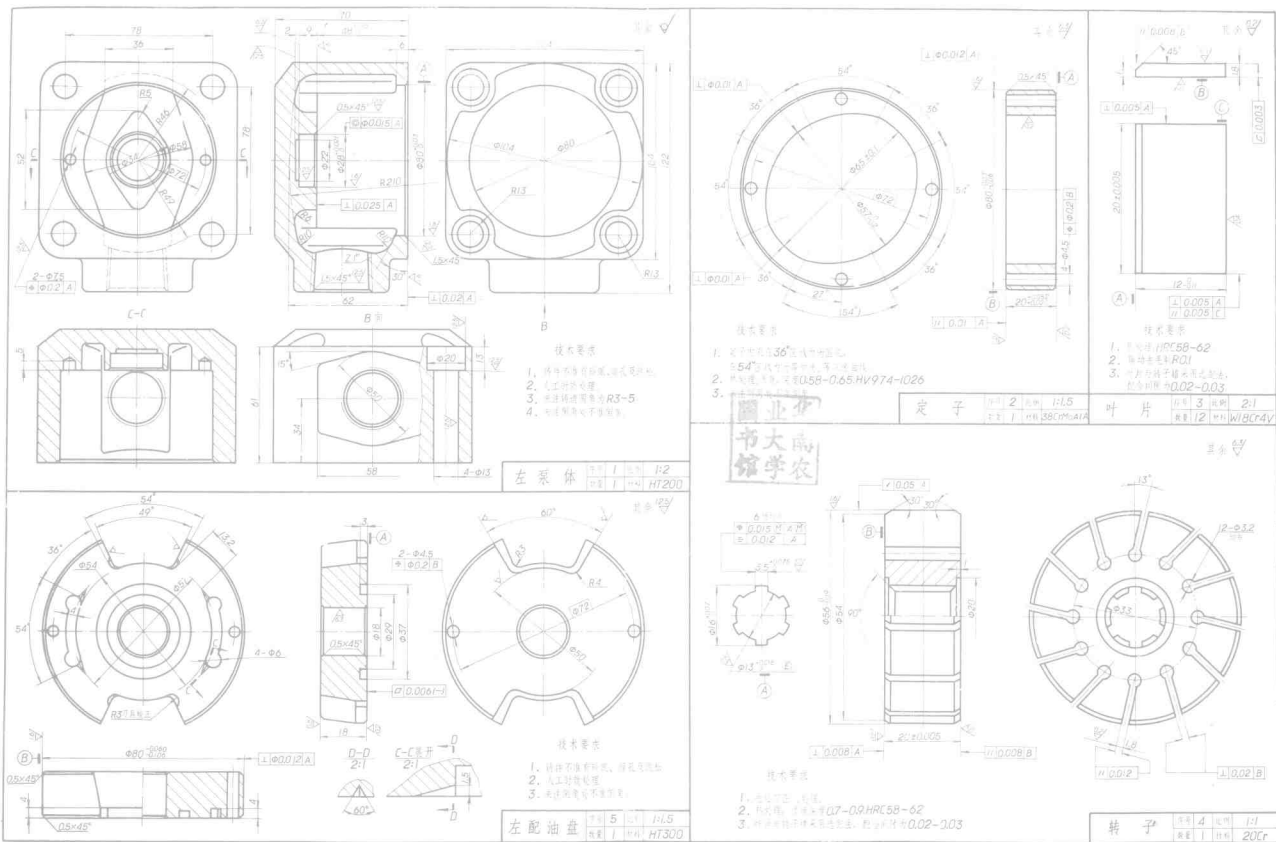


图 1-5 YB-25 型叶片泵零件图(一)

面接触,该平面加工得精确与否,直接影响到叶片泵的性能,为此选用较高的表面粗糙度,即取 R_a 为 $0.2\mu\text{m}$,以及较高的平直度公差,即选用5级、平直度公差值为 0.006 。符号(—)表示该平面只许中间向材料内凹下,以保证两平面紧密接触。该两零件的主要轴向尺寸,也以该面为基准进行标注。左、右配油盘与左、右泵体主要配合面—— $\phi 80$ 圆柱面选用表面粗糙度 R_a 为 $1.6\mu\text{m}$,其轴线与基准面A选用较高的6级垂直度公差,其公差值为 0.012 ,以保证其装配后的精度要求。

盖板8的基准面B与右泵体7的右端面接触,虽然也是该零件上的一个重要接触面,但其重要程度显然低于上述配油盘的接触面,因此选用中等的表面粗糙度,即取 R_a 为 $3.2\mu\text{m}$ 。盖板的左端面,从装配图上虽看到它与轴承204的外圈接触,但实际上装配后,主要保证基准面B与右泵体端面接触,并用3个螺钉M 8×20 紧固,故盖板与轴承之间应由尺寸公差给予一定间隙。从盖板8的零件图中可看出该两端面间的距离为 $10_{-0.10}^{+0.10}$,即选用负偏差,另从右泵体7的零件图中可以看出其右端面到挡圈槽间的距离为 $25.5_{-0.2}^{+0.2}$,即选用正偏差,以达到上述要求。读者可进行尺寸链计算,以计算盖板左端面与轴承端面间的最大与最小间隙。

由于左、右配油盘、转子、定子间采用两个螺钉M 4×45 组装,因此件2和5上的 $\phi 4.5$ 孔、件6上的螺孔M 4 ,均标注其位置度公差,公差值为 $\phi 0.2$ 。

2. 轴类零件

叶片泵中的轴类零件只有1个,即轴9(图1—6),它的主要组成部分为同轴的圆柱体,根据设计上的要求,它带有平键槽、花键、挡圈槽、倒角、中心孔等结构。

轴的零件图一般只选用1个主视图,按加工位置将其轴线水平横放,并将直径较小的一端朝右。这样的放置位置虽然与它在装配图上的位置正好相反,对看图带来一定的不便,但从工艺上考虑,它符合该轴在车床上加工的情况,因而便于加工。

一般轴上如仅有一个平键槽,常将键槽朝前,但该轴由于在键槽的对面还有切平的一块,为了同时表达该两部分结构,故将键槽放在上部,并在轴上作局部剖视。在主视图上部还画出一个表示键槽形状的局部视图,按国家标准《机械制图》规定,这种键槽的局部视图可省略标注。轴9除主视图外,还在平键槽及花键处分别画出它的两个移出剖面。

该轴两端的中心孔选用标准的中心孔,因此在图上只需标出中心孔的规定标记,其详细尺寸可从有关手册中查阅GB 145—85的规定。

轴左端基本尺寸 $\phi 20$ 部分,在长度20处为安装轴承204用,

采用的配合为 $\phi 20\text{ k}6(\frac{+0.013}{-0.009})$,其余部分为外伸端,采用的配合为 $\phi 20\text{ h}7(\frac{+0.021}{-0.005})$,其实际尺寸不相同,请读者注意,图中 $\phi 20\text{ k}6$ 的尺寸界线在右边的挡圈槽中间用细线连起来,以表示该槽两边的直径是相同的,而左边挡圈槽之间没有细线,以表示该槽的左边已为直径 $\phi 20_{-0.021}^{+0.013}$ 了。

轴9和转子4上花键部分的尺寸和公差、表面粗糙度等均按GB 1144—87选取,读者可查表进行校核,并掌握其典型的标注方法。平键键槽的尺寸及公差等按GB 1095—79选取。轴上的挡圈槽的尺寸及公差,按轴径 $\phi 20$ 查阅GB 894.2—86而得。

由于轴的整个加工过程,均在车床及磨床上利用两端的中心孔定位,因此轴上各段圆柱面,均以中心孔轴线A为基准注出其径向圆跳动公差,这样也便于检验。

3. 壳体类零件

叶片泵中的左泵体1和右泵体7属于壳体类零件。由于在泵体内须装配其它各种零件,因此结构较为复杂,一般均需采用较多的视图才能将它表达清楚。图中左泵体采用了5个视图,右泵体采用了4个视图,表达了它们内外的各部分结构。绘制壳体类零件时,一般常按其工作位置放置,以便于了解其工作情况,如绘制右泵体零件图时,将压油口凸台放在上面,而绘制左泵体零件图时,将吸油口凸台放在下部,以符合其工作位置。

为了便于分析左泵体内腔的几条交线的投影关系,在图1—7中将该零件作了若干简化,即去掉了下部Z1“螺孔和凸台以及中间的 $\phi 34$ 高52的凸台,将零件上的圆角全改为尖角等。在图1—7的主、左视图之间用投影连线以表明左视图上几条交线和主视图上相应部位的投影关系。中间下部凹槽的前侧面II是和端面夹角为 30° 的斜面,它与中间 $\phi 80$ 圆柱孔I的交线应为一小段椭圆,该段椭圆在俯视图上的投影为 aba 。下部凹槽的底面为 $R 49$ 的圆柱面III,斜面II与圆柱面III的交线也为一小段椭圆,它在俯视图上的投影为 cde 。图中表明怎样利用左视图上的 a' 、 b' 、 c' 、 d' 点作出相应的 a 、 b 、 c 、 d 点。中间内腔的底面为 $R 210$ 的圆柱面V,它与圆柱面III的交线的俯视图为 $e'f'$,也是根据左视图上点 c' 和 f' 求得。内腔底部的两侧面是由部分圆柱面VI和与它相切的两个斜面IV所组成,VI、IV面与V面交线的俯视图为曲线 mn ,其中 mn 为斜面IV与圆柱面V的交线,其性质是椭圆, ng 为圆柱面VI与V的交线,图中用投影连线表明这三个点是怎样利用主、左视图上相应点求得的。现在再对照左泵体1的零件图,由于左泵体内腔不加工表面间有 $R 3\sim 5$ 的铸造圆角过渡,因此在左视图上,这些交线均画成过渡线。由于下部凹槽的前、后侧面与底面间具有较大的圆角 $R 10$,因此,在左泵体1零件图的俯视图上,交线 cd 和 ef 均省略不

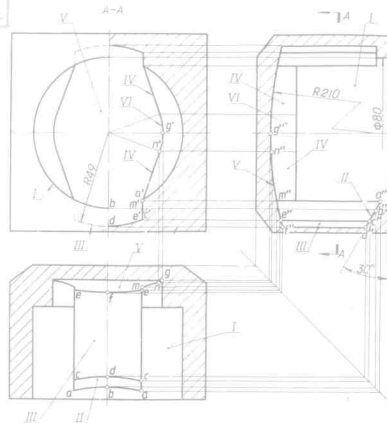


图1—7 左泵体内腔中交线的投影分析

画。

左泵体零件图的B向视图上面的两条相贯线的画法如图1—8所示。图1—8用放大比例分析其中一条相贯线的作图法,该相贯线是由 $\phi 80$ 、 $\phi 104$ 的圆锥与 $R 13.5$ 圆柱孔偏交产生的。首先按1'、5'点直接求得相贯线水平投影上的点1.5。在主视图上作圆与 $R 13.5$ 圆弧相切,由此确定辅助平面 P_1 的位置,从而求得相贯线上的最前点3。在主视图上再通过4'点作圆,由此确定辅助平面 P_2 的位置,从而求得相贯线上的点2和4。过4点画出的部分虚线即表示 $R 13.5$ 孔右边的外形轮廓线,但在零

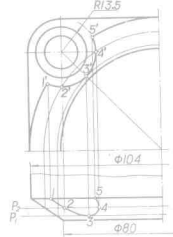


图1—8 左泵体后部相贯线的画法

图上可省略不画。

左、右泵体中间的 $\phi 80^{+0.03}_0$ 孔为左、右配油盘及定子外圆柱相配合的表面,其精度直接影响叶片泵的装配精度,为此,选用 R_a 为 $1.6\mu\text{m}$ 的表面粗糙度,并作为该零件径向尺寸的主要基准。 $\phi 80$ 孔的外端面为左、右泵体的接触面,也选用 R_a 为 $1.6\mu\text{m}$ 的表面粗糙度,为保证装配精度,采用相对 $\phi 80$ 孔轴线的5级垂直度公差,其公差值为 0.02 ,该表面也是泵体轴向尺寸的主要基准。

1—2—5 叶片泵上各零件材料选择的原则

按以上所述叶片泵的工作原理,可知叶片、转子、定子是泵中的重要零件,在材料选择方面具有很高的要求。

叶片在工作时,承受较大的侧向弯力,叶片在转子槽内作往复滑动时,两者之间产生摩擦;同时叶片又在离心力和转子槽底压力的作用下沿定子内表面滑动,因叶片端部以狭小的面积与定子内表面接触,接触应力很大,两者之间产生很大的摩擦,因此这几个零件对耐磨性均有很高的要求。在硬度的取值时,还要注意定子内表面与叶片顶端硬度的搭配,从维修方面考虑,当需要更换已失效的零件时,由于叶片的加工制造比定子容易些,因此希望更换叶片而保留定子。在叶片与定子这对摩擦副中,叶片的硬度应稍低于定子内表面的硬度。为满足上述要求,定子的材料选用牌号为38CrMoAlA的铬钼铝钢,经过渗氮,深 $0.58\sim 0.65$,HV974—1026,叶片材料选用牌号为W18Cr4V的高速钢,经过淬火、回火,HRC58—62。转子与叶片间虽然也相互摩擦,但接触面积较大,转子两侧面又分别与左、右配油盘相摩擦,转子滚槽之间的薄片要推动叶片工作,因此薄片承受交变的弯曲应力。按上述要求,转子的材料选用牌号为20Cr的铬钢,经过渗碳淬火,渗碳层深 $0.7\sim 0.9$,HRC58—62。

左、右配油盘的形状较为复杂,它的内端面与定子接触,与转子间作高速的相对滑动,因此选用牌号为HT300的灰铸铁,它是一种高强度、高耐磨铸件。左、右泵体和盖板的耐磨性要求比配油盘低,但左、右泵体为较重要的铸件,故选用HT200的灰铸铁,盖板为一般铸件,选用HT150的灰铸铁。以上铸件均需经过人工时效处理,以消除铸造应力。

轴选用牌号为45的优质碳素结构钢,经调质处理,HB248—266。

§ 1—3 齿轮泵

齿轮泵由于其结构简单,便于制造和维修,因而广泛应用于压力不高的液压系统中。本节中将通过对其工作原理的分析,以及通过它的全套零件图和轴测图了解其结构及装配关系的基础上,由读者自行根据其零件图拼装装配图。

1—3—1 齿轮泵的工作原理

图1—9为齿轮泵的工作原理图。装在壳体内的一对齿轮的顶圆柱及侧面均与壳体内壁接触,因此各个齿间槽内均形成密封的工作空间。

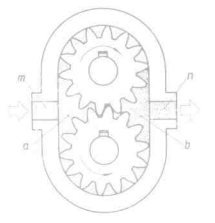


图1—9 齿轮泵的工作原理

齿轮泵的内腔被相互啮合的轮齿分为左、右两个互不相通的空腔 a 和 b ,分别与吸油口 m 和排油口 n 相通。当齿轮按图示方向旋转时,左侧吸油腔 a 的轮齿逐渐分离,工作空间的容积逐渐增大,形成部分真空,因此油箱中的油液在大气压力的作用下,经吸油管进入吸油口 m 。吸入到齿间的油液在密封的工作空间中随齿轮旋转带到右侧的排油腔 b ,因右侧的轮齿逐渐啮合,工作空间的容积逐渐减小,所以齿间的油液被挤出,从排油口 n 经油管输出。当齿轮不停旋转时,左、右两腔不断完成吸油和排油过程,将压力油输送到液压系统中。

1—3—2 齿轮泵的结构及各零件间的装配关系

图1—10为CB-B25型齿轮泵的全部零件图。图1—11的右上方为该齿轮泵的轴测装配图,左上方为轴和齿轮的局部轴测装配图,下方为部分零件的分离式轴测图,以便详细了解各零件的结构。轴测图上各零件的编号与图1—10零件图上的序号相一致,为叙述方便,泵体及左端盖上各空腔均用小写字母标注在其轴测图上。

一对相互啮合的齿轮6装在泵体2中,由主动轴4带动回转。主动轴4和从动轴5与两个齿轮6间用平键连接,主动轴的伸端也装有一平键,三个平键的尺寸均为 5×16 。轴4、5上各有两个 $R0.9$ 的凹槽(见图1—10件4、5的零件图),分别装4个轴用钢丝挡圈16,作为两个齿轮6与轴4、5间的轴向固定。左、右端盖1、

3装在泵体的两侧,用6个内六角螺钉M8 $\times 40$ 连接,并用2个圆锥销A10 $\times 60$ 定位。四个双列向心滚针轴承(型号为6354901)分别装在左、右端盖内,支承轴4和5。主动轴右边外伸端部分为防止漏油,采用装在密封套7内的油封进行密封。另外三个滚针轴承的外端分别装有3个压盖8,它的外径为 $\phi 24$ 。它与左、右端盖的孔 $\phi 24$ 的圆配合,产生很大的过盈,以保证密封。这种由泵体和左、右端盖组成的分离三片式结构,使装配后泵的轴向间隙直接由齿轮与泵体厚度的公差来决定,因此容易控制。由图1—10可看到,齿轮的宽度为24f7,泵体的宽度为24H7,后者即为左、右端盖装配后的距离,因此齿轮与端盖间的配合公差即为 $24H7/f7$ 。

这个齿轮泵采用内泄漏结构,在左、右端盖上都有槽 c 和 d ,使轴向泄漏的油液经通道 c 和 d 流回吸油腔 a 。在泵体的两端面上还铣有压力卸荷槽 e ,由侧面泄漏的油液经槽 e 流回吸油腔。从图1—11左边件1剖开的轴测图上,可看清齿轮泵上吸油口 m 、排油口 n 、吸油腔 a 和排油腔 b 的实际位置。

左、右端盖上的槽 f 和 g 是困油卸荷槽。困油现象是外啮合齿轮泵的一个较突出的问题。齿轮泵要能连续供油,啮合齿轮的重合度应大于1,因此齿轮旋转时,一对齿未脱开之前,另一对齿又开始啮合,这时两啮合轮齿之间形成一个封闭的容积 V ,留在两齿间的油液就困在该容积中(图1—12(a))。齿轮继续旋转,容积逐渐减小,直到两个啮合点 A 、 B 处于节点两侧的对称位置时(图1—12(b)),封闭容积为最小,再继续转动,封闭容积又逐渐增大,到图1—12(c)所示为最大位置。在封闭容积减小时,被困油液受挤压,压力急剧上升,油液从两齿接合的缝隙中强行挤出,使齿轮和轴承受到很大的径向力;当容积增大时,又产生局部真空,使溶于油液中的空气分离出来,油液本身也要蒸发气化,致使油液产生气泡,使流量不均匀而造成噪声,这种现象称为困油现象。因此在齿轮泵端盖上铣有两个消除困油现象的凹槽,即卸荷槽 f 和 g 。从理论上讲,卸荷槽的位置应保证困油容积在到达最

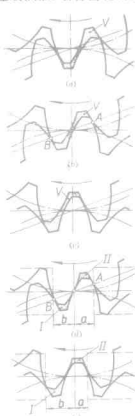


图1—12 齿轮泵的困油现象及卸荷槽

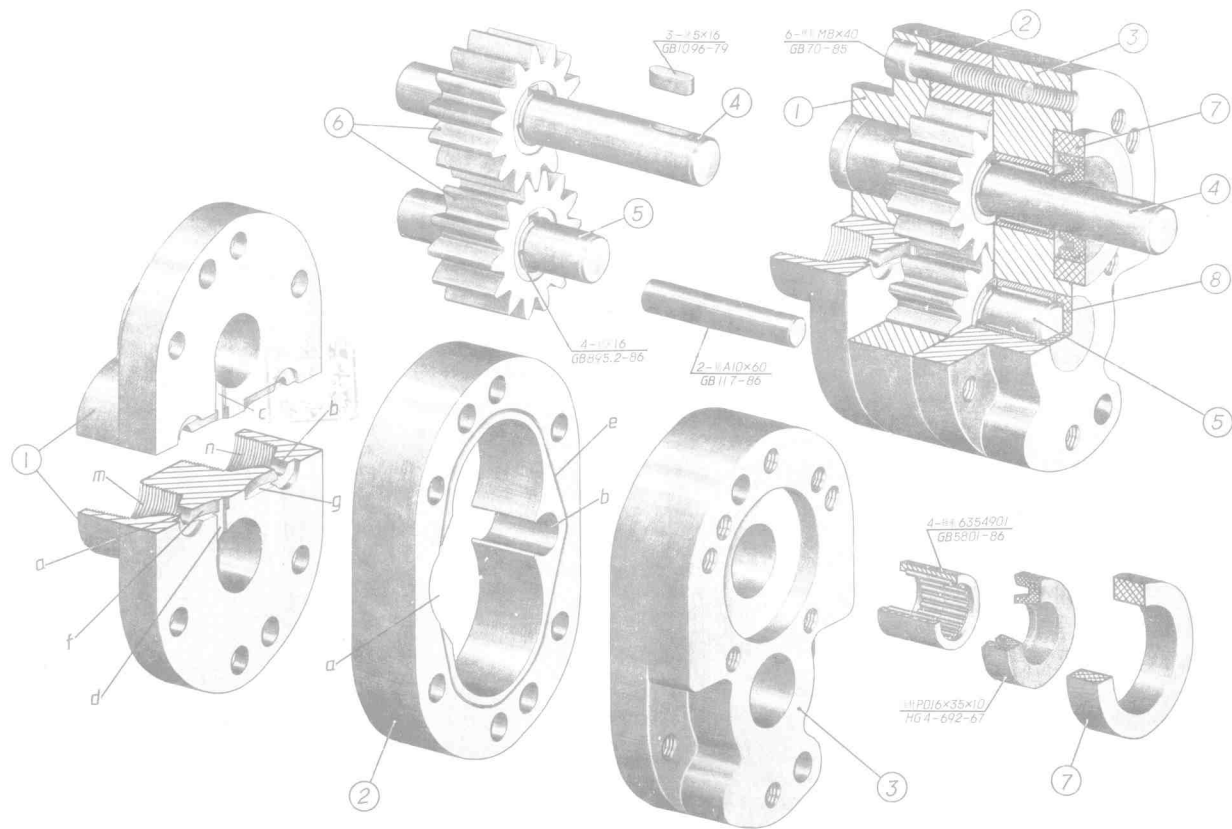


图1—11 CB-B 25型齿轮泵轴测图

小位置以前与排油腔接通,过了最小位置与吸油腔接通,为保证泵的吸、排油腔互不沟通,令两个卸荷槽的边缘恰好通过对称于节点的两侧啮合点A和B就可以了,如图1—12(d)中的虚线。但实际上因侧隙间隙甚小,所以困油容积又可看成分隔为左下腔I和右上腔II两个空间。当按图示方向旋转,越过中间位置后,II的容积将继续变小,这部分油液仍受到挤压。为此,该齿轮泵将卸荷槽向吸油腔方向偏移一段距离,如图1—12(e)所示,使 $a < b$ 。从件1和3零件图中的B—B剖视可看到,尺寸 3 ± 0.2 即为距离a,尺寸 8.3 ± 0.2 为距离 $a+b$,即距离b为5.3。

1—3—3 绘制齿轮泵装配图的提示

在弄清楚齿轮泵的结构及各零件间的装配关系后,就可根据零件图拼绘其装配图。齿轮泵装配图在视图选择时应考虑的问题,与叶片泵装配图相类似,读者可参考§1—2所述自行分析。图1—10零件图上的序号仅为便于本书叙述之用,读者在自行绘制的装配图上,可按在图上排列整齐等原则重新编制序号。

齿轮泵中所采用的双列向心滚针轴承是一种无内圈有保持架带双锁圈的轴承,型号为6354901,属于超轻特宽系列,一般手册中较难查到。图1—13(a)给出了其外径 $\phi 22$ 、内径 $\phi 16$ 、宽度22。其余部分可用简化画法(图1—13(a))或示意图法(图1—13(b))绘制。图1—14给出了油封的外径 $\phi 35$ 、内径 $\phi 16$ 和宽度10,其余部分的尺寸可参考图1—14所示近似画出。

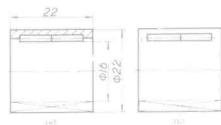


图1—13 轴承6354901的简化及示意图法



图1—14 油封的尺寸及画法

绘制齿轮泵的装配图时,应注意轴、齿轮、挡圈、滚针轴承和压盖等零件的轴向相对位置不能画错。由于齿轮和泵体的基本尺寸均为24,因此在装配图上,齿轮和泵体的两侧面均与左、右端盖的基准面C接触。轴4和5上两挡圈槽之间的距离为26,因此该两挡圈均有1mm处在端盖内。轴端长为22部分正好安装滚针轴承,压盖8压入端盖孔内后,它们的外端面处在同一平面。按这样关系作图,压盖与轴承间应有0.5mm的轴向间隙。读者在拼绘装配图时,请注意保证上述尺寸关系。

§ 1—4 手动换向阀

1—4—1 手动换向阀的工作原理

换向阀是一种方向控制阀,它主要用于改变油液流动的方向。液压系统中使用的换向阀种类很多,它的作用是利用阀芯与阀体间相对位置的改变来变换油液流动的方向,或关闭油路。换向阀按阀芯工作时在阀体内所处的位置数的不同,可分为二位和三位两种;按所控制通数数的不同,可分为二通、三通、四通和五通等多种。本节介绍的是一种三位四通手动换向阀,其工作原理如下。

图1—15为三位四通手动换向阀工作原理的示意图,图中P为进油腔,压力油由此腔进入换向阀;A和B为两个工作油腔,压力油经此腔通往执行部件或其它油路;O为回油腔,油液由此流回油箱。当手柄3处在垂直向上的位置时,如图1—15(a)所示,阀芯

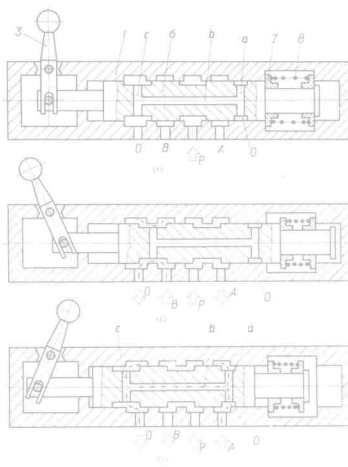


图1—15 手动换向阀的工作原理

6处在中间的位置,此时进油腔P与工作油腔A和B以及回油腔O都没有接通,该阀处于关闭位置。

当手柄3向左扳动,如图1—15(b)所示,阀芯6被推向右端,此时进油腔P与工作油腔A接通,压力油由P腔进入A腔;另一个工作油腔B与回油腔O接通,B腔内的油液从O腔流回油箱。

当手柄3向右扳动,如图1—15(c)所示,阀芯6被推向左端,此时进油腔P与工作油腔B接通,压力油由P腔进入B腔;另一个工作油腔A与O腔接通,A腔内的油液从O腔,再经过阀芯中间的孔a、b、c流到O腔,然后流回油箱。

1—4—2 手动换向阀装配图及其结构分析

图1—16为34 S—63型三位四通手动换向阀的装配图。它采用3个基本视图和一个A—A局部剖视。手动换向阀内各零件间的主要装配关系均反映在经过阀芯6轴线剖切的俯视图上,但俯视图的左边为表达左阀盖2的顶部外形及手柄3与左阀盖上部的孔之间的配合情况,因此采用局部剖视以保留左边局部外形。主视图按工作位置放置,主要表达阀体的正面外形,其左边采用局部剖视以表达手柄3的结构和它与阀芯6的连接情况,再配合A—A局部剖视,这部分的结构就表达得非常清楚了。左视图主要表达外形,右下方采用局部拆卸画法,即拆去左阀盖2、端盖5、手柄3等,因而表达了阀体1及阀芯6的左端外形,而主要为表达阀体上在右下45°方向上的泄漏小孔与Z1/8"的泄油口(用虚线表达)间的关系。下面将通过对其结构分析,帮助读者深入看懂此装配图。

该装配图中所示阀芯6与阀体1的相对位置,与图1—15(a)所示相同。绘制各种阀类的装配图时,一般均画成关闭位置。图中左端有手动操纵手柄(由手柄3和手柄杆4组成),通过杠杆作用推动阀芯移动,右端为弹簧自动复位机构。

弹簧8安置在左、右两个弹簧座7之间,在图示位置,阀芯6在弹簧8的作用下处于中间位置,即阀处于关闭位置,手柄3正好处在垂直向上的位置。当将手柄向左拉时,手柄3绕装在左阀盖上部孔中的销轴10旋转,下端向右转动,通过圆柱销A $\times$ 16推动阀芯6向右移动。阀芯6右端面推动左边弹簧座7使弹簧压缩,阀芯处于右端换向位置,即图1—15(b)所示的状态。当操纵手柄的外力去除后,弹簧又将阀芯推到中间位置。

阀芯6是一焊接件,由左边阀芯体(材料为40Cr)和右边一实心小轴(材料为45)焊接而成。图1—15示意图中所示阀芯中间的孔,实际上是在阀芯体内加工孔,然后焊上小轴将内孔的右端堵塞。

当将手柄向右推时,阀芯6左移,通过右端小轴右边的轴用弹性挡圈20推动右边弹簧座左移,使弹簧压缩,阀芯处于左端换向

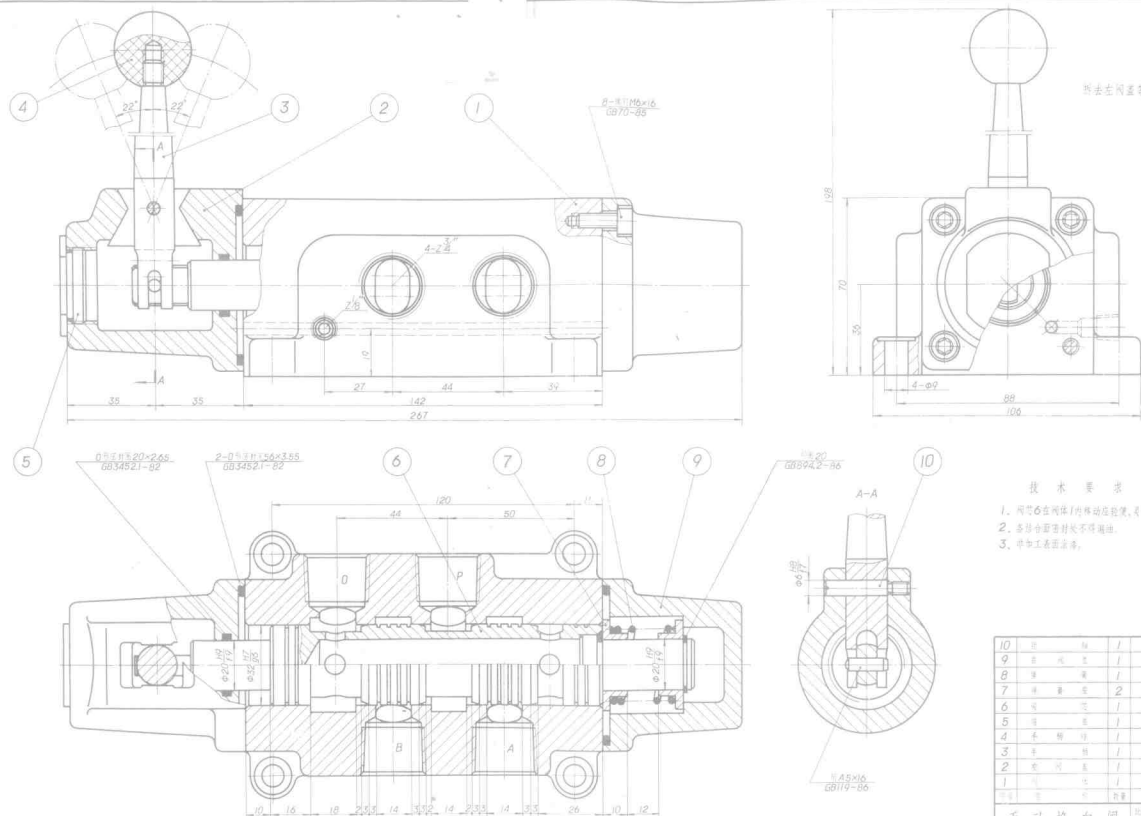


图 1-16 34S-63 型三位四通手动换向阀装配图