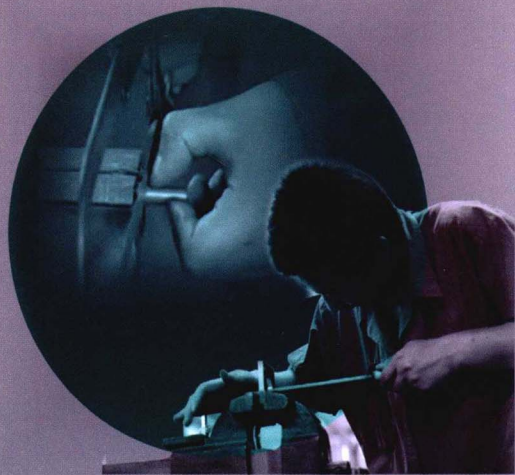


# 实用 钳工操作技法

钟翔山 钟礼耀 主编



**着眼工作能力的培养与提高**  
**注重专业知识与操作技能的融合**



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 实用钳工操作技法

钟翔山 钟礼耀 主编

工钳工，要需钳工熟练的工钳工钳工本

得，德得，德得，德得，德得，德得，德得

德得，德得，德得，德得，德得，德得，德得

钳工是一种古老而又现代的工种，它是一门综合性很强的技术，也是机械制造行业中最重要的一环。随着现代工业的发展，钳工的操作技法也在不断地更新和进步。本书详细介绍了钳工的基本操作技法，包括划线、锯削、锉削、钻孔、攻丝、套丝、刮削、研磨、装配等。本书图文并茂，通俗易懂，是钳工学习和培训的必备教材。

钳工是一种古老而又现代的工种，它是一门综合性很强的技术，也是机械制造行业中最重要的一环。随着现代工业的发展，钳工的操作技法也在不断地更新和进步。本书详细介绍了钳工的基本操作技法，包括划线、锯削、锉削、钻孔、攻丝、套丝、刮削、研磨、装配等。本书图文并茂，通俗易懂，是钳工学习和培训的必备教材。

尽管随着现代工业技术的飞速发展，各类新型的加工技术和加工设备大量涌入机械制造行业，许多现代的加工方式也正在颠覆着我们传统的加工理念。然而，钳工精湛的加工技艺却可以制造出比使用现代机床更精细、更光洁、形状更复杂的零件。一方面，钳工作为保证机器设备正确装配、正常运行及维护的关键地位无可替代的；另一方面，随着全球新一轮产业结构的调整，从事钳工工作的中高端技术工人又非常短缺。鉴于这种现状，编者编写了这本书。

全书共11章，内容包括钳工基础知识、钳工常用工具、钳工常用量具、钳工常用材料、钳工常用设备、钳工常用工艺、钳工常用操作技法、钳工常用装配、钳工常用维修、钳工常用检测、钳工常用安全。

本书可作为钳工培训教材，也可供钳工技术人员参考。本书由钟翔山、钟礼耀主编，机械工业出版社出版。

本书具有语言简练、重点突出、图文并茂、通俗易懂、操作性强等特点。本书可作为钳工培训教材，也可供钳工技术人员参考。本书由钟翔山、钟礼耀主编，机械工业出版社出版。

本书由钟翔山、钟礼耀主编，机械工业出版社出版。本书可作为钳工培训教材，也可供钳工技术人员参考。本书由钟翔山、钟礼耀主编，机械工业出版社出版。

本书由钟翔山、钟礼耀主编，机械工业出版社出版。本书可作为钳工培训教材，也可供钳工技术人员参考。本书由钟翔山、钟礼耀主编，机械工业出版社出版。

本书由钟翔山、钟礼耀主编，机械工业出版社出版。本书可作为钳工培训教材，也可供钳工技术人员参考。本书由钟翔山、钟礼耀主编，机械工业出版社出版。



机械工业出版社  
地址：北京市西城区百万庄大街24号  
邮编：100037  
电话：(010) 88379303  
网址：<http://www.cmpbook.com>  
E-mail：[service@cmpbook.com](mailto:service@cmpbook.com)

本书针对钳工的实际工作需要,对钳工必须掌握的图样识读、划线、测量、錾削、锯削、锉削、刮削、研磨、钻削、装配连接等加工技术的操作手法、操作过程和操作技巧,以及工艺步骤、常见加工缺陷及防止措施等方面内容进行了系统全面的介绍。本书在内容编排上注重实践,突出重点,简明扼要,坚持以实用为主,在介绍钳工基本知识和基本操作技能的基础上,注重专业知识与操作技能、方法的有机融合,着眼于工作能力的培养与提高。

本书可供钳工及相关技术人员使用,也可供相关专业在校师生参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

实用钳工操作技法/钟翔山,钟礼耀主编. —北京:机械工业出版社, 2014.10

ISBN 978-7-111-47756-3

I. ①实… II. ①钟…②钟… III. ①钳工 IV. ①TG9

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第195880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:陈保华 责任编辑:陈保华 王 珑 版式设计:霍永明  
责任校对:张 薇 封面设计:陈 沛 责任印制:李 洋

北京市四季青双青印刷厂印刷

2014年10月第1版第1次印刷

169mm×239mm·23印张·506千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-47756-3

定价:49.00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

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

策划编辑:(010) 88379734

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

钳工是一种比较复杂、精细、工艺要求较高及以手工操作为主的工种，在汽车、拖拉机、电机、电器、电子仪表、日用生活用品、航天、航空及国防等行业中都是不可或缺的。

尽管随着现代工业技术突飞猛进地发展，各类新型的加工技术和加工设备大量融入机械制造行业，许多现代的加工方式也正在颠覆着我们传统的加工理念，然而技艺精湛的钳工却可制造出比使用现代机床更精密、更光洁、形状更复杂的零件。一方面，钳工作为保证机器设备正确装配、正常运行及维护的关键地位是无可替代的；另一方面，随着全球新一轮产业结构的调整，从事钳工工作的中、高级技术工人又非常短缺。基于这种现状，为满足钳工工作的实际需要，我们编写了这本书。

全书共 11 章，书中内容针对钳工的实际工作需要，对钳工必须掌握的图样识读、划线、测量、錾削、锯削、锉削、刮削、研磨、钻削、装配连接等加工技术的操作手法、操作过程和操作技巧以及工艺步骤、常见加工缺陷及防止措施等方面内容进行了系统全面的介绍。

本书具有内容系统完整、结构清晰明了和实用性强等特点。本书内容，以工艺知识为基础，以操作技能为主线，力求突出实用性和可操作性；在介绍钳工基本知识和基本操作技能的基础上，注重专业知识与操作技能、方法的有机融合，着眼于工作能力的培养与提高。

本书由钟翔山、钟礼耀主编，参加本书编写的人员有：钟翔屿、孙东红、钟静玲、陈黎娟、曾冬秀、周莲英、周彬林、刘梅连、欧阳拥、周爱芳、周建华、胡程英、张继军、彭英、周思平、余传峰、胡京兰、曾俊斌、钟师源、孙雨暄、欧阳露、周宇琼。

在本书的编写过程中，得到了同行、有关专家和高级技师等的热情帮助、指导和鼓励，在此一并表示由衷的感谢。

由于作者水平有限，经验不足，书中难免有疏漏错误之处，热诚希望读者指正。

钟翔山

# 目 录

前言	3.3.3 万能分度头划线的操作	89
<b>第1章 钳工操作技术基础</b>	3.4 平面划线的操作	93
1.1 图样的识读	3.5 立体划线的操作	94
1.1.1 识读图样的方法	3.6 典型件的划线操作技法	99
1.1.2 零件图的识读	3.6.1 圆形工件的划线操作技法	99
1.1.3 装配图的识读	3.6.2 箱体的划线操作技法	106
1.2 公差与配合	3.6.3 大型工件的划线操作技法	110
1.2.1 尺寸公差	3.6.4 畸形工件的划线操作技法	112
1.2.2 表面粗糙度	3.7 划线常见缺陷及防止措施	115
1.2.3 几何公差	<b>第4章 锯削与铰削</b>	116
1.3 钳工的工作内容及特点	4.1 锯削的操作	116
1.4 钳工常用的设备与工具	4.1.1 锯削工具	116
<b>第2章 测量</b>	4.1.2 锯削基本操作技术	117
2.1 常用的测量工具	4.1.3 典型工件的锯削操作技法	120
2.1.1 长度量具的种类及使用	4.1.4 锯削常见缺陷及防止措施	123
2.1.2 角度量具的种类及使用	4.2 铰削的操作	123
2.2 测量的误差	4.2.1 铰削的工具	123
2.3 测量的方法	4.2.2 铰削基本操作技术	125
2.4 常见量具的选用及测量	4.2.3 常见形状的铰削操作技法	130
2.5 量具的维护与保养	4.2.4 铰削常见缺陷及防止措施	136
<b>第3章 划线</b>	<b>第5章 锉削与锉配</b>	137
3.1 常用的划线工具及操作要点	5.1 锉削的操作	137
3.1.1 直接划线工具的种类及操作要点	5.1.1 锉削的工具	137
3.1.2 划线支持工具的种类及操作要点	5.1.2 锉削基本操作技术	141
3.1.3 划线辅助工具的种类及操作要点	5.1.3 常见形状的锉削操作技法	146
3.2 基本图形的划法	5.2 锉配的操作	152
3.2.1 基本线条的划法	5.2.1 锉配的原则与方法	153
3.2.2 基本几何图形的划法	5.2.2 典型形面的锉配操作技法	153
3.3 划线操作技术基础	5.3 锉削常见缺陷及防止措施	166
3.3.1 划线基准的选择	<b>第6章 孔加工</b>	167
3.3.2 划线的找正与借料	6.1 钻孔	167
	6.1.1 钻孔的设备与工具	167
	6.1.2 钻头刃磨与修磨的操作	173
	6.1.3 钻孔的操作步骤与要点	180

6.1.4 钻孔操作的方法 .....	186	8.2.3 典型零件的研磨操作 .....	273
6.1.5 特殊材料上钻孔的操作 .....	195	8.2.4 研磨常见缺陷及预防措施 .....	276
6.1.6 钻孔常见缺陷及防止措施 .....	200	8.3 抛光 .....	276
6.2 扩孔 .....	202	8.3.1 抛光工具与磨料 .....	276
6.2.1 扩孔刀具及其加工特点 .....	202	8.3.2 抛光工艺参数 .....	277
6.2.2 扩孔的操作步骤与要点 .....	203	<b>第9章 矫正与弯形</b> .....	278
6.3 铤孔 .....	204	9.1 矫正 .....	278
6.3.1 铤孔刀具及其加工特点 .....	204	9.1.1 手工矫正的操作技法 .....	278
6.3.2 铤孔的操作步骤与要点 .....	206	9.1.2 火焰矫正的操作技法 .....	282
6.4 铰孔 .....	207	9.1.3 机械矫正的操作技法 .....	285
6.4.1 铰孔刀具及其加工特性 .....	207	9.1.4 矫正常见缺陷及预防措施 .....	286
6.4.2 铰孔的操作步骤与要点 .....	212	9.2 弯形 .....	287
6.4.3 铰孔的操作方法 .....	215	9.2.1 手工弯形的操作技法 .....	287
6.4.4 铰刀修磨的操作方法 .....	219	9.2.2 弯形常见缺陷及预防措施 .....	295
6.4.5 铰孔常见缺陷及防止措施 .....	221	<b>第10章 铆接、粘接与螺纹连接</b> .....	296
<b>第7章 攻螺纹与套螺纹</b> .....	224	10.1 铆接 .....	296
7.1 攻螺纹 .....	224	10.1.1 铆接的基本形式及加工工具 .....	296
7.1.1 攻螺纹刀具及其加工特点 .....	224	10.1.2 铆接的操作技法 .....	300
7.1.2 攻螺纹的操作步骤与要点 .....	229	10.1.3 铆接常见缺陷及预防措施 .....	304
7.1.3 攻螺纹的操作方法 .....	233	10.2 粘接 .....	305
7.1.4 丝锥的刃磨操作方法 .....	238	10.2.1 粘结剂的类型及性能 .....	305
7.1.5 攻螺纹常见缺陷及防止措施 .....	239	10.2.2 粘接的接头 .....	305
7.2 套螺纹 .....	240	10.2.3 无机粘接的操作技法 .....	309
7.2.1 套螺纹刀具及其加工特点 .....	240	10.2.4 有机粘接的操作技法 .....	311
7.2.2 套螺纹的操作技法 .....	241	10.3 螺纹连接 .....	320
7.2.3 套螺纹常见缺陷及防止措施 .....	244	10.3.1 螺纹连接的种类 .....	321
<b>第8章 刮削、研磨与抛光</b> .....	245	10.3.2 螺纹连接的操作技法 .....	324
8.1 刮削 .....	245	<b>第11章 钻床夹具</b> .....	330
8.1.1 刮削工具及其加工特点 .....	245	11.1 钻床夹具的特点及组成 .....	330
8.1.2 刮刀的刃磨操作方法 .....	249	11.2 钻模的定位及夹紧 .....	332
8.1.3 刮削的操作步骤与要点 .....	256	11.2.1 钻模的定位 .....	332
8.1.4 刮削的操作方法 .....	259	11.2.2 钻模的夹紧 .....	335
8.1.5 典型零件的刮削操作 .....	263	11.3 钻套的类型及应用 .....	338
8.1.6 刮削常见缺陷及预防措施 .....	266	11.4 钻模的种类及应用 .....	340
8.2 研磨 .....	267	11.5 组合钻模 .....	343
8.2.1 研具与研磨剂 .....	267		
8.2.2 研磨的操作步骤与要点 .....	270		



# 第 1 章

## 钳工操作技术基础

### 1.1 图样的识读

能够准确地表达物体的形状、尺寸及其技术要求的图称为图样。图样是工程的语言，是制造各种机械零件的重要依据。不同的行业对图样有不同的要求，机械制造业中使用的图样称为机械图样。机械图样主要有零件图和装配图两种。操作工人根据零件图上所规定的要求来加工机器零件，并根据装配图将零件装配成机器，因此正确识读图样是工人进行加工和装配的前提和基础。

#### 1.1.1 识读图样的方法

识读图样的方法主要有两种，即形体分析法和线面分析法。形体分析法是使用最普遍、最基本的识图方法。一般说来，看三视图以形体分析法为主，当形体上有切割部分而不易看懂形状时，还可用线面分析法配合，以便想象出物体的结构形状。

##### 1. 形体分析法

形体分析法识图的着眼点是体，它是把视图中的线框分为几部分，再在相邻视图中逐个线框找出对应关系，然后逐个想象出基本立体形状，并确定其相对位置、组合形式和表面连接关系，从而想象出整体形状。例如，图 1-1 所示的底座视图可按如下步骤想象其立体形状：

1) 分析视图找特征。通过分析可知，主视图主要反映底座特征，俯视图主要反映形体 I 的特征，左视图主要反映形体 II、III 的特征。因此，该底座可大体分为 I、II、III 三部分。其中，形体 I 是两端挖槽且四角倒圆的平板，形体 II 是顶部挖去一个小半圆的长方块，形体 III 是中间钻孔并开有键槽、外形为带圆角的平板，如图 1-1a 所示。

2) 旋转归位想形状。想象形体 I 从俯视图出发，形体 II、III 从左视图出发，依据“三等”规律，分别在其他视图上找出对应的投影（如图中粗实线所示），然后旋转归位想象出各形体的形状，如图 1-1b、c、d 中立体图所示。

3) 综合归纳想整体。长方形底板 I、长方块 II 和拱形柱体 III 前后对称，长方块 II 和拱形柱体 III 宽度相等，前后表面对齐，两者连接在一起并叠加到长方形底板 I 上，即为底座的整体形状，如图 1-1e 所示。

##### 2. 线面分析法

当视图所表示的形体形状不规则或轮廓线投影重合，使用形体分析法读图难以奏效时，可以采用线面分析法。



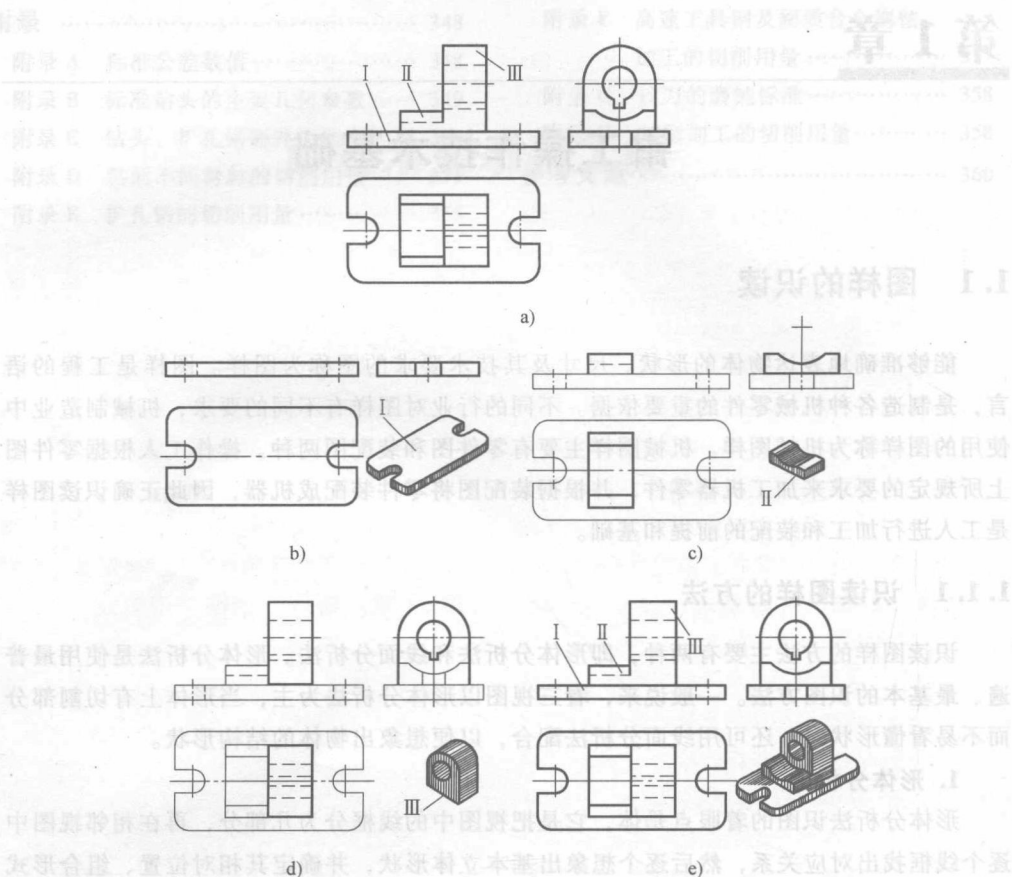


图 1-1 底座的识读

a) 形体的划分 b)、c)、d) 形体划分后的想象 e) 形体的整体想象

线面分析法着眼点不是体，而是体上面（平面或曲面）和线（直线或曲线），即把视图中的线框、线段的投影对应关系想象为体上的某一面。由于体都是由一些平面或曲面所围成的，所以只要把视图中每个线框、线段空间含义搞清楚，想象出其所表示空间线段、平面的形状和相对位置，然后再综合起来想象，并借助于立体概念，便可想象出整体形状。在进行线面分析法读图时，应根据点、直线、曲线、平面和曲面的投影特性来分析及想象体上面的形状和所处空间位置。例如，图 1-2 所示的压块视图可按如下步骤想象其立体形状：

1) 根据图 1-2a 所示视图，主、侧视图中  $p'_1$ 、 $p''_1$  都是七边形线框，根据“三等”规律可知，对应俯视图的斜线  $p_1$  是一前一后垂直于水平面的两个七边形平面。

2) 根据图 1-2b 所示视图，俯、侧视图中  $p_2$ 、 $p''_2$  是梯形线框，与其对应的主视图上是一条斜线  $p'_2$ 。根据投影的“三等”规律，可知  $p_2$  是一个垂直于正面的梯形平面。另外，从左侧视图中的矩形线框  $p''_3$  和与之对应的主、俯视图中的直线  $p'_3$ 、 $p_3$ ，可知  $p_3$  是一个平行于侧面的矩形平面。

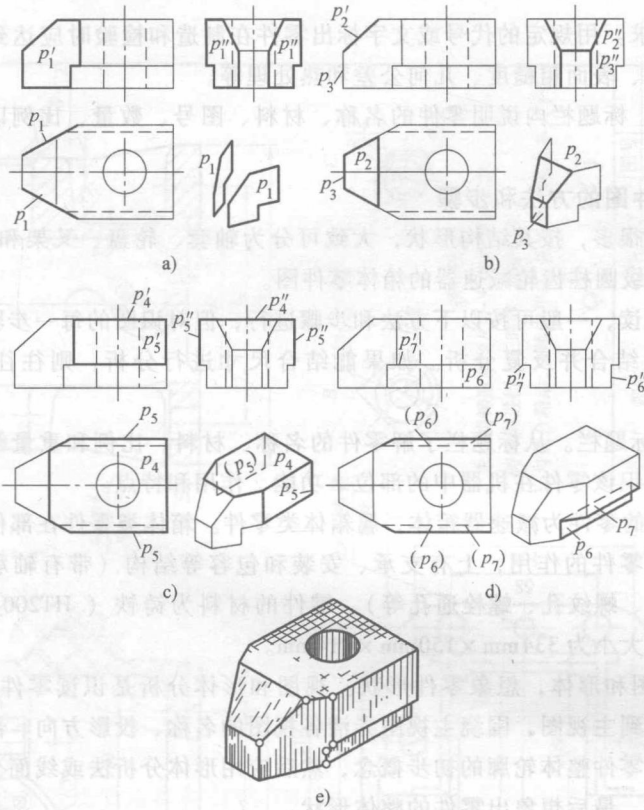


图 1-2 压块的识读

a)、b)、c)、d) 视图的线面分析 e) 形体的整体线面分析想象

3) 按上述方法继续对图 1-2c、d 进行分析, 可知  $p_4$  是平行于水平面的六边形平面,  $p_5$  是平行正面的两个矩形平面,  $p_6$  是平行于正面的矩形平面,  $p_7$  是平行于水平的两个矩形平面。

通过线面分析, 即可弄清压块的形状, 如图 1-2e 所示。

### 1.1.2 零件图的识读

零件图是用来制造和检验零件的图样。识读零件图就是要弄清零件图所表达的各种内容, 以便于制造和检验。看图时, 除了根据视图看出结构形状外, 还要结合自己的工作任务看清图上的加工部位和标注的技术要求, 包括尺寸和尺寸公差、几何公差以及文字说明的技术要求等。

#### 1. 零件图的内容

一般说来, 一张完整的零件图应包括下列内容或要求:

- 1) 一组视图。能完整、清晰地表达零件内外各部分的形状和结构的视图。
- 2) 必要的尺寸。零件在制造、检验时所需的全部尺寸能完整、清晰、合理地标注

出，无一遗漏。

3) 技术要求。用规定的代号或文字标出零件在制造和检验时应达到的全部技术要求，如尺寸公差、表面粗糙度、几何公差和热处理等。

4) 标题栏。标题栏内说明零件的名称、材料、图号、数量、比例以及制图、校核人的姓名等。

## 2. 识读零件图的方法和步骤

零件的种类很多，按其结构形状，大致可分为轴套、轮盘、叉架和箱体四种类型。图 1-3 所示为一级圆柱齿轮减速器的箱体零件图。

零件图的识读，一般可按以下方法和步骤进行，但对识图的每一步骤不要完全孤立地进行，要相互结合并反复分析。如果能结合尺寸进行分析，则往往更有利于读懂图样。

1) 首先看标题栏。从标题栏了解零件的名称、材料、比例和重量等，结合对全图的浏览，初步认识该零件在机器中的部位、功能、作用和特点。

图 1-3 所示的零件为减速器箱体，属箱体类零件。箱体类零件在部件中起支承和包容轴承、齿轮等零件的作用，上有支承、安装和包容等结构（带有轴承孔、凸台或凹台、内腔、肋板、螺纹孔、螺栓通孔等）。零件的材料为铸铁（HT200），由铸件经机加工而成，外廓大小为  $334\text{mm} \times 150\text{mm} \times 114\text{mm}$ 。

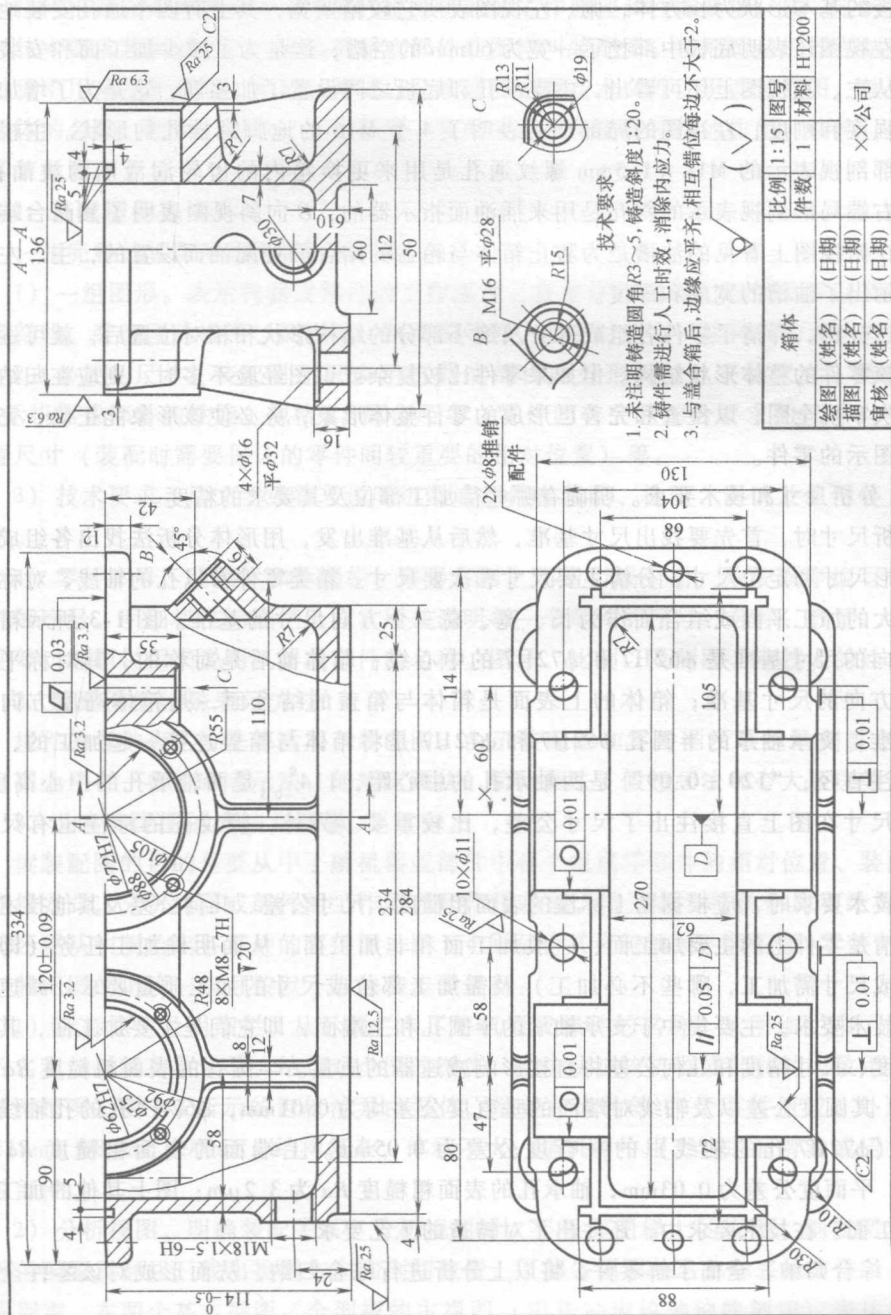
2) 分析视图和形体，想象零件形状。视图和形体分析是识读零件图的重要一环。看图时要首先找到主视图。围绕主视图弄清各视图的名称、投影方向、剖切位置和表示目的，以形成对零件整体轮廓的初步概念，然后应用形体分析法或线面分析法进行仔细分析，逐步看懂，最后想象出零件的整体形状。

箱体类零件的结构形状通常较为复杂。图 1-3 所示的箱体零件共有五个视图，即三个基本视图、一个局部视图和一个斜视图。三个基本视图表达了箱体的外形结构，主视图的三处局部剖视以及左视图的半剖视和一外局部剖视表明了箱体内腔壁厚和螺栓孔、销钉孔、螺纹孔、斜孔等的结构形状，*B* 向斜视和 *C* 向局部视图分别表示了两个凸台端面的结构形状。

在进行形体分析时，要把零件分成若干部分，再按各自投影系逐一对照分析。减速器箱体大致可分为箱壁、支承、连接板和底板四部分。三个基本视图表明了这四部分的结构形状、大小和相对位置。

箱体内部要安装一对齿轮，故箱体的基本形状是中空的长方体。主视图的局部剖视和左视图的半剖视表明了箱壁壁厚。支承孔用于支承齿轮轴和轴承。在主、左视图上可以看出支承孔开在前后两箱壁的上方，其基本形状为对开式半圆柱孔，共两对。在支承孔内要安装轴承和端盖等零件，为保证具有足够的连接强度和刚度，加大了支承孔的宽度和凸缘的厚度，并设置了凸台，主视图上可看出支承孔上共有 8 个 M8 深 20mm 的用来安装端盖的螺钉孔。

矩形连接板用来连接对开式的箱体与箱盖，基本形状是中空长方体，从俯视图可以看出其外形，四角是圆弧，其上有 10 个  $\phi 11\text{mm}$  的螺栓通孔和 2 个  $\phi 8\text{mm}$  的销钉孔。销



箱体		比例 1:15	图号
绘图 (姓名)	(日期)	件数 1	材料 HT200
描图 (姓名)	(日期)		
审核 (姓名)	(日期)		XX公司

图 1-3 一级圆柱齿轮减速器的箱体零件图

钉孔和螺栓孔分别用来使箱体与箱盖定位和固定，防止两者偏移。主视图的右上局部剖视图和  $C$  向局部视图表示出了螺栓孔及凸台端面的形状。

底板的基本形状为长方体，俯、左视图表明它较箱壁宽，其上有四个通孔安装地脚螺栓；左视图还表明底板中部挖了一宽为 60mm 的空槽，这是为了减少加工面和安装结合面；从主、左视图上还可看出，主支承孔和底板之间设置了加强筋，这是为了增加支承孔的强度和刚度；左视图的局部剖视表明了 4 个 M16 的地脚螺栓孔的形状。主视图左端局部剖视表示的 M18 × 1.5mm 螺纹通孔是用来更换箱内的齿轮润滑油的放油孔，主视图右端局部剖视表示的斜孔是用来插油面指示器的， $B$  向斜视图表明了其凸台端面外形。在俯视图上看见的油槽是为防止箱体与箱盖的结合面处漏油而设置的，主、左视图上表示出了油槽的宽度和深度。

经过分析，弄清了零件各组成部分及细小部分的结构形状和相对位置后，就可逐步想象出该零件的整体形状结构。但如果零件比较复杂或识图经验不多时，则应在归纳总结后再次审视全图，以检查和完善已形成的零件整体形象，务必使该形象能正确、完整地反映图示的零件。

3) 分析尺寸和技术要求。明确有哪些待加工部位及其要求的精度。

分析尺寸时，首先要找出尺寸基准，然后从基准出发，用形体分析法找出各组成部分的定形尺寸和定位尺寸，分清主要尺寸和次要尺寸。箱类零件常以孔的轴线、对称平面、较大的加工平面或结合面作为长、宽、高三个方向尺寸的基准。图 1-3 所示箱体长度方向的尺寸基准是  $\phi 62H7$  和  $\phi 72H7$  的中心线；箱体前后是对称的，其对称平面是宽度方向的尺寸基准；箱体的上表面是箱体与箱盖的结合面，是箱体高度方向的尺寸基准；支承轴承的半圆孔  $\phi 62H7$  和  $\phi 72H7$  是将箱体与箱盖连接一起加工的，所以要标注直径；“ $120 \pm 0.09$ ”是两轴承孔的中心距， $114_{-0.5}^0$  是两轴承孔的中心高度，这几个尺寸在图上直接注出了尺寸公差，比较重要。另外，螺纹孔的标注也有尺寸公差。

看技术要求时，应根据图上标注的表面粗糙度、尺寸公差、几何公差及其他技术要求，搞清楚零件上的主要加工面、一般加工面和非加工面，从而明确加工任务（即哪些部位或尺寸需加工，哪些不必加工）及需加工部位或尺寸的加工质量要求。减速器箱体的技术要求，主要集中于支承轴承的半圆孔和上端面，即它们是主要加工面，其表面粗糙度、尺寸精度和几何公差将直接影响减速器的质量。半圆孔的表面粗糙度  $R_a$  为  $3.2\mu\text{m}$ ，其圆度公差以及轴线对端面的垂直度公差均为 0.01mm， $\phi 62H7$  孔的孔轴线对基准  $D$ （ $\phi 72H7$  孔的轴线）的平行度公差为 0.05mm。上端面的表面粗糙度  $R_a$  为  $3.2\mu\text{m}$ ，平面度公差为 0.03mm；轴承孔的表面粗糙度  $R_a$  为  $3.2\mu\text{m}$ ；图上其他的加工面为非加工面。在技术要求中，还注出了对铸造的工艺要求。

4) 综合归纳，全面了解零件。将以上分析进行综合归纳，从而形成对该零件全面的认识。

要说明的是，对较复杂零件的识读，往往还需要借助装配图、相关零件图、产品说明书和有关技术资料才能完全读懂。

### 1.1.3 装配图的识读

任何机器或部件都是由若干零件根据机器的工作原理和性能要求,按一定的相互关系和技术要求装配而成的。表达机器或部件的图样叫装配图。装配图是机器在制造、使用过程中用来指导装配、安装、调试以及维修的主要技术文件。识读装配图,就是了解装配体的名称、性能、结构、工作原理、装配关系及各主要零件的作用、结构、传动关系和装拆顺序。

#### 1. 装配图的内容

一张完整的装配图应包括下列内容:

1) 一组图形。表示机器或部件的工作原理、各零件间的装配连接关系以及零件的主要结构。装配图除视图、剖视图、剖面图等外,必要时还有一些特别的表达方法。

2) 必要的尺寸。装配图上只表示机器或部件的外形尺寸、安装尺寸、特征尺寸(表示机器或部件的性能、规格)、配合尺寸(零件间有公差配合要求的尺寸)和相对位置尺寸(装配时需要保证的零件间较重要的相对位置)等。

3) 技术要求。用文字或符号说明机器或部件在装配、检验、调试及使用等方面的要求。

4) 零件序号、明细栏和标题栏。序号在图上用指引线引出,并按顺序编写每一个零件的序号。明细栏在标题栏上方,用来说明每一个零件的序号、名称、数量、材料和备注等。标题栏用来说明机器或部件的名称、图号、比例以及制图、审核人的姓名等。

#### 2. 装配图的特殊表示方法

机件的各种表达方法都适用于装配图。由于装配图和零件图所表达的侧重点不同,装配图上还有一些特殊表示法,如规定画法、简化画法、假想画法和夸大画法等。

#### 3. 识读装配图的方法和步骤

读装配图的目的是要从中了解机器或部件中各个组成零部件的相对位置、装配关系和连接方式,分析机器或部件的工作原理和作用功能,搞清各零件的作用和结构形状,有时还要从中测绘出各零件的零件图。图1-4所示为某齿轮油泵的装配图。

装配图的识读一般可按以下方法和步骤进行:

1) 读标题栏及明细栏。从标题栏中了解机器或部件的名称,从明细栏中了解各零件的名称、材料和数量等,结合对全图的浏览,初步认识该机器或部件的大致用途和大体装配情况。图1-4所示的齿轮油泵由泵体、端盖和齿轮等17个零件组成,外形尺寸为 $118\text{mm} \times 85\text{mm} \times 95\text{mm}$ ,结构复杂,体积不大,是机器中用于输送润滑油或压力油的一种部件。

2) 分析视图,明确装配关系。分析视图时,要根据图样上的视图、剖视图和剖面图等配置和标注,找出投影方向和剖切位置,了解各图形的名称和表达方法。齿轮油泵采用主、左两个基本视图。全剖视的主视图(沿传动齿轮轴轴线剖切)表达了泵的内部结构和各零件间的装配关系,左视图的半剖视图(沿左端盖,与泵体6的结合面剖切)表达了外部形状和齿轮啮合情况,局部剖视图表明了油口的结构形状。

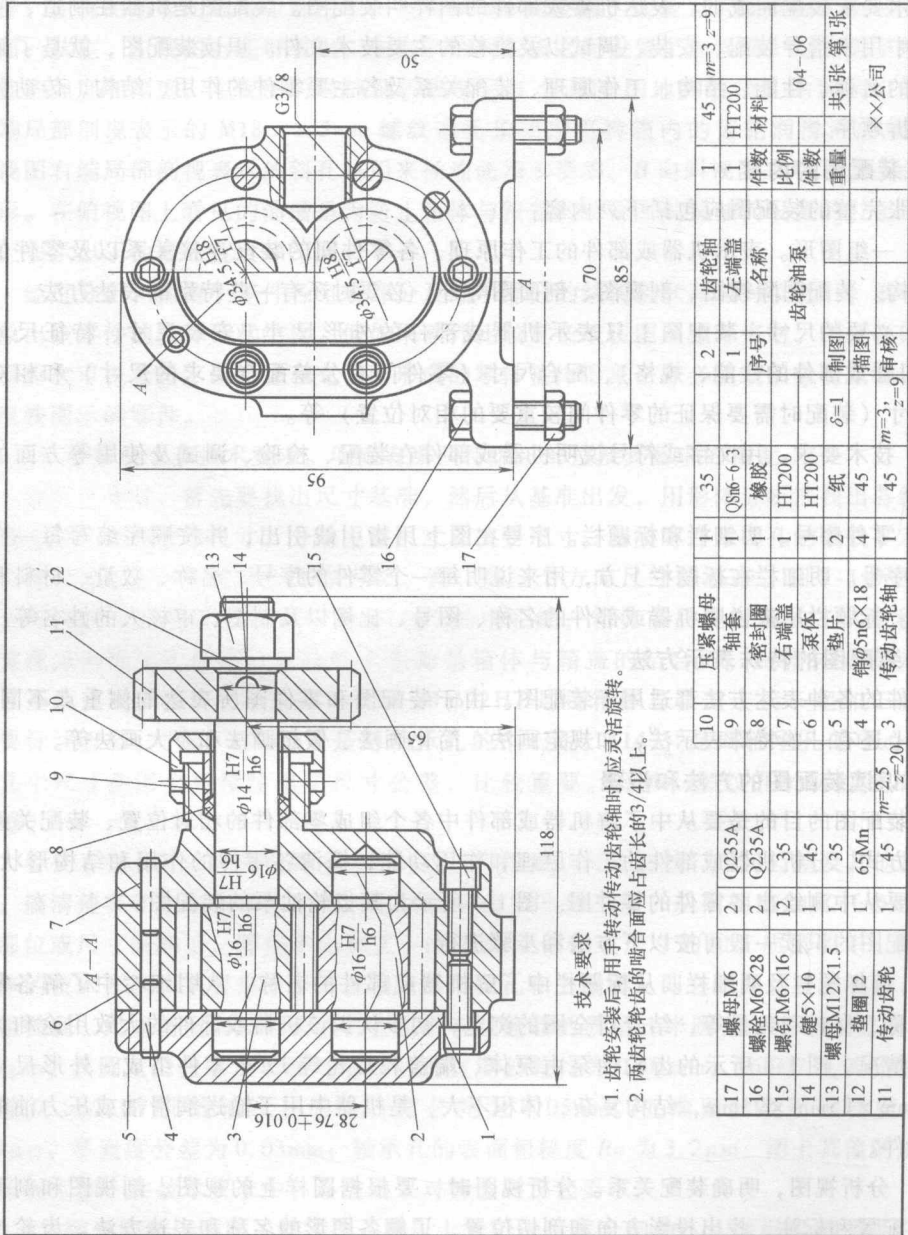


图 1-4 某齿轮油泵的装配图

分析工作原理,有时需阅读产品说明书和有关资料。

分析装配关系时,要弄清各零件间的连接、固定、定位、调整、密封、润滑、配合关系和运动关系等。从图1-4中可看到,传动齿轮11用键14与传动齿轮轴3连接,并用垫圈12、螺母13固定;一对带齿轮的齿轮轴2、3装入泵体6的内腔中,两侧由左、右端盖1、7支承;端盖与泵体6由销4定位后,再用12个螺钉15将左、右端盖1、7与泵体6连接成整体。为了防止泵体6与端盖的结合处,以及传动齿轮轴3的伸出轴处漏油,分别用垫片5和密封圈8、轴套9、压紧螺母10密封。两齿轮的齿顶与泵体内腔半圆孔的配合尺寸为 $\phi 34.5H8/f7$ ,是间隙配合;两齿轮轴轴颈与左、右端盖孔的配合尺寸均为 $\phi 16H7/h6$ ,是间隙配合;传动齿轮轴3与传动齿轮11的配合尺寸是 $\phi 14H7/h6$ ,也是间隙配合。带齿轮的齿轮轴2、3和传动齿轮11是油泵中的运动零件,当传动齿轮11旋转时,通过键14将旋转运动及力矩传递给传动齿轮轴3,经过齿轮啮合传动带动齿轮轴2转动。

分析零件的结构形状时,首先要按标准件、常用件、简单零件和复杂零件的顺序将零件逐个从各视图中分离出来,然后再从分离出的零件投影中用形体分析法或线面分析法逐个读懂各零件的形状结构。图1-4中,首先根据标准件和常用件在装配图上的规定画法和简化画法等表达方法,把螺栓、螺母、螺钉、垫片、键等标准件以及齿轮轴、轴套等常用零件逐一从图中识出并分离出来(这些零件不难读懂它们的形状),再将左端盖和泵体用形体分析法读懂,最后识读较复杂的右端盖。

3) 综合归纳,形成完整认识。通过上述分析,把已经了解的结构形状的各个零件,按其在机器或部件中的相对位置、装配关系和连接方式结合起来,即可想象出机器或部件的总体形状。在此基础上,综合尺寸和技术要求等有关资料,进行归纳总结,便可形成或加深对机器或部件的认识。

## 1.2 公差与配合

一张完整的零件图或装配图除了用必要的视图、剖视图、剖面图及其他规定的画法,正确、完整、清晰地表达出零件各部分的内外结构、形状或各零件间的装配关系外,还须有完整的尺寸及尺寸公差标注(主要包括尺寸精度、形状位置精度和表面粗糙度等内容的要求)这既是为满足零件加工、装配精度和使用功能的需要,也是为满足零件互换性的需要(即不论何处或何地生产的零件,随机拿来不经任何挑选或现场修配就能满足装配的要求)。

### 1.2.1 尺寸公差

零件图上标注的尺寸称为公称尺寸。尺寸标注除了要满足正确、完整、清晰的要求外,为便于评定实际尺寸制造的准确程度,还应给标注的零件尺寸一个误差范围,习惯上称为尺寸精度。尺寸精度就是实际尺寸对于公称尺寸的准确程度。目前,精度已作为评定许多可测量量值准确程度的一个概念。如图1-5a所示,假设轴径为 $\phi 30_{-0.041}^{-0.020}$  mm,



孔径为  $\phi 30_{+0.007}^{+0.040}$  mm, 则  $\phi 30$  mm 表示设计给定, 即图样上标注的尺寸称为公称尺寸。轴、孔的公称尺寸通常分别以  $d$ 、 $D$  表示。孔、轴配合时, 两者公称尺寸应相同, 即  $D = d$ 。

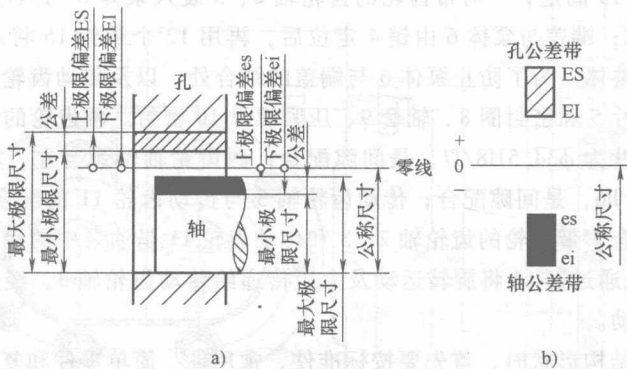


图 1-5 尺寸的偏差与公差

a) 尺寸的偏差 b) 公差带

轴径  $\phi 30_{-0.041}^{-0.020}$  mm 中的  $-0.020$ 、 $-0.041$  和孔径  $\phi 30_{+0.007}^{+0.040}$  mm 中的  $+0.040$ 、 $+0.007$  分别表示轴的上、下极限偏差 (其代号为  $es$ 、 $ei$ ) 及孔径的上、下极限偏差 (其代号为  $ES$ 、 $EI$ )。意即加工后的轴径实际尺寸  $d_a$  不得上超最大极限尺寸  $d_{max}$  ( $d_{max} = d + es = 29.980$  mm), 不得下越最小极限尺寸  $d_{min}$  ( $d_{min} = d + ei = 29.959$  mm), 即  $d_a$  值落在  $29.959 \sim 29.980$  mm 范围内才算合格; 加工后的孔径实际尺寸  $D_a$  不得上超最大极限尺寸  $D_{max}$  ( $D_{max} = D + ES = 30.040$  mm), 不得下越最小极限尺寸  $D_{min}$  ( $D_{min} = D + EI = 30.007$  mm), 亦即  $D_a$  值落于  $30.007 \sim 30.040$  mm 范围内才算合格。

实际上确定尺寸合格与否, 常以其实际偏差是否落在其上、下极限偏差范围内为标准。

孔与轴结合时, 孔是包容面, 孔径是包容尺寸; 轴是被包容面, 轴径是被包容尺寸。此定义也可广义引申到非圆柱结合的场所, 如键与键槽结合时, 槽宽是包容尺寸, 通常记作  $L$  或  $B$ , 键宽是被包容尺寸, 通常记作  $l$  或  $b$ 。

最大极限尺寸与最小极限尺寸之差, 即上、下极限偏差之差称为公差  $T$ 。因此, 上例中, 孔的公差  $T_D$  为  $T_D = ES - EI = 0.040$  mm  $- 0.007$  mm  $= 0.033$  mm, 轴的公差为  $T_d = es - ei = -0.020$  mm  $- (-0.041)$  mm  $= 0.021$  mm。显然,  $T$  值越大, 尺寸精度越低。

应指出的是, 不能混淆“偏差”与“公差”两者的定义和概念。偏差值有正有负, 差值是一绝对值, 即正值。公差不存在负值, 也不允许为零。

根据国家标准的规定, 尺寸精度从高到低分成 20 个公差等级, 用 IT 表示标准公差, 后面的阿拉伯数字表示公差等级。等级数越大, 精度越低, 即尺寸准确程度越差。

对公称尺寸相同的零件, 可按其公差大小来评定其尺寸精度的高低, 但对公称尺寸不同的零件, 就不能只看公差大小, 还要看公称尺寸的大小。在国家标准的 20 个公差