



化工工人中级技术培训教材

第五版

化工机械及设备

宋树波 邵泽波 主编

HUAGONG JIAXIE
JI SHEBEI

非外借



化学工业出版社



化工工人中级技术培训教材

第五版

化工机械及设备

宋树波 邵泽波 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本套丛书是根据国家有关部委的《化工特有工种职业技能鉴定规范》(讨论稿)编写的化工工人中级技术培训教材。本书编写本着通俗易懂、适用的原则,着重介绍了制图的基本知识及化工工艺、化工设备的识图;化工设备常用材料及防腐;机械传动及轴承的基本知识;流体输送机械、固体物料机械和其他化工机械的使用和维护;化工反应器、化工容器、塔设备、换热设备、干燥及分离设备、化工管路等的基本结构、性能、使用及维护等。

本书可供化工中级技术工人培训之用,亦可作为操作工人和初、中级技术工人自学之用,还可作为本专科学生的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

化工机械及设备/宋树波,邵泽波主编.—5版.

北京:化学工业出版社,2017.8

ISBN 978-7-122-30040-9

I. ①化… II. ①宋…②邵… III. ①化工机械-技术培训-教材②化工设备-技术培训-教材 IV. ①TQ05

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第151900号

责任编辑:袁海燕

装帧设计:关 飞

责任校对:宋 玮

出版发行:化学工业出版社(北京东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张11¼ 字数313千字

2018年1月北京第5版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:35.00元

版权所有 违者必究

前 言

为了适应市场经济发展对目前职工教育培训的需要，积极配合化工技术工人进行培训和职业技能鉴定，根据《化工特有工种职业技能鉴定规范》（讨论稿）对中级工应该掌握和了解的有关技术理论知识（应知）和工艺操作能力（应会）的内容，我们对 2012 年编写的《化工机械及设备》进行了修订。

在本书编写过程中，编者多次学习讨论了《化工特有工种职业技能鉴定规范》（讨论稿），在对其内容范围和深浅程度有了充分理解的基础上，兼顾中、高级技术工人在操作技能上的差别及其在基本技术理论知识上的共性特点，并考虑到成人学习的特点，注重理论联系实际，紧紧围绕化工生产的实际和检修维护的特点，由浅入深、由易到难地提出问题、分析问题、解决问题，并列举了生产或计算实例。在文字表述方面注意做到用语通俗易懂；图例、表格清晰；术语、名词及符号符合新规定。

此次修订删减了目前化工企业生产中已淘汰的工艺、设备及旧的标准规程等方面的内容，补充了近年来在化工企业生产及管理中的采用的新标准、新规程、新技术、新设备等方面的内容。同时，为了使读者更好地理解 and 掌握图书内容，补充了参考文献并将每章末的复习思考题重新进行了编写。

本书共十六章，其中张波编写第一～三章、王茁编写第四～六章、宋树波编写第七～九章、邵泽波编写第十一～十五章、郭海义编写第十章、陈建军编写第十六章。

在编写过程中，李守忠、刘建中、王锡玉、陈云明、刘勃安等进行了全套书审稿工作。全套书由刘勃安组织。在此一并致谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有不足之处，恳请读者提出宝贵意见。

编 者

2017 年 10 月

目 录

第一篇 机 械 基 础

第一章 制图的基本知识	1
第一节 国家标准《机械制图》的基本规定	1
第二节 三面视图	5
第三节 视图	20
第四节 剖视图	23
第五节 断面图	28
复习思考题	30
第二章 化工设备图	31
第一节 化工设备图概述	31
第二节 视图的表达方法	33
第三节 化工设备图的阅读	38
复习思考题	42
第三章 化工工艺图	43
第一节 带控制点工艺流程图	43
第二节 设备布置图	49
第三节 管路布置图	52
复习思考题	57
第四章 化工设备常用材料	58
第一节 金属材料及其性能	58
第二节 金属材料简介	64
第三节 非金属材料及主要性能	71
第四节 化工设备的腐蚀及防腐	73
复习思考题	77
第五章 机械传动	79

第一节 带传动	79
第二节 链传动	84
第三节 齿轮传动	86
第四节 常用联接件	94
复习思考题	99
第六章 轴与轴承	100
第一节 轴	100
第二节 轴承	102
第三节 联轴器	112
复习思考题	116

第二篇 化 工 机 械

第七章 流体输送机械	117
第一节 泵	117
第二节 离心泵	119
第三节 特殊泵	139
第四节 风机	142
第五节 压缩机	146
复习思考题	157
第八章 固体物料机械	158
第一节 固体物料输送机械	158
第二节 固体物料粉碎机械	166
第三节 固体物料筛分机械	171
复习思考题	174
第九章 其他化工机械	175
第一节 搅拌机械	175
第二节 制冷机	189
第三节 压(过)滤机	205
复习思考题	211

第三篇 化工容器及设备

第十章 化工反应器	212
第一节 概述	212
第二节 反应器结构型式及分类	213
第三节 气液相反应器	213
第四节 气固相固定床催化反应器	216
第五节 流化床反应器	219
第六节 管式裂解炉	220
复习思考题	221
第十一章 化工容器	222
第一节 概述	222
第二节 内压薄壁容器	227
第三节 外压容器	230
第四节 压力容器的基本结构和附件	232
第五节 高压容器	242
第六节 安全附件	247
第七节 压力容器的操作、维护和检验	251
复习思考题	254
第十二章 塔设备	255
第一节 概述	255
第二节 板式塔的种类和结构	256
第三节 填料塔	272
复习思考题	284
第十三章 换热设备	285
第一节 概述	285
第二节 间壁式换热器	286
第三节 混合式换热器	294
第四节 换热器的选用与操作	296
复习思考题	298
第十四章 干燥设备	299
第一节 概述	299

第二节	回转圆筒式干燥器	300
第三节	沸腾床干燥器	306
第四节	喷雾干燥器	309
	复习思考题	314
第十五章	物料分离设备	315
第一节	旋风分离器	315
第二节	离心机	321
	复习思考题	329
第十六章	化工管路	330
第一节	概述	330
第二节	金属管和非金属管	333
第三节	管件和阀门	337
第四节	管路的安装	343
第五节	管路的保温(保冷)、伴热和涂漆	346
	复习思考题	348
参考文献		349

第一篇 机械基础

第一章 制图的基本知识

第一节 国家标准《机械制图》的基本规定

工程技术上根据投影原理、标准或有关规定，表示工程对象并附有必要的技术说明的图，称为图样。

图样是现代机器制造过程中的重要技术文件之一，用来指导生产和进行技术交流，起到了工程语言的作用，必须有统一的规定。这些规定由国家制订和颁布实施，如国家标准《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998)，国家标准《技术制图 图样画法 视图》(GB/T 17451—1998)等。

国家标准简称国标，其代号为“GB”，例如 GB/T 17451—1998，其中 17451 为标准的编号，1998 表示该标准是 1998 年颁布的。

本节摘要介绍有关图纸幅画、比例、图线等几个标准。

一、图纸幅面尺寸 (GB/T 14689—2008)

为了便于图样的绘制、使用和保管，机件的图样均应画在具有一定格式和幅面的图纸上，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。

表 1-1 图纸的基本幅面及图框尺寸 单位: mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为留有装订边和不装订边两种。同一产品的图样只能采用一种格式。

留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-1 所示,不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-2 所示,尺寸 a 、 c 、 e 按表 1-1 的规定选用。

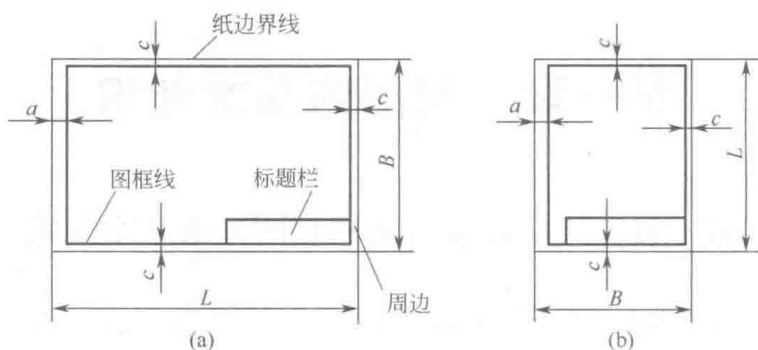


图 1-1 留有装订边图样的图框格式

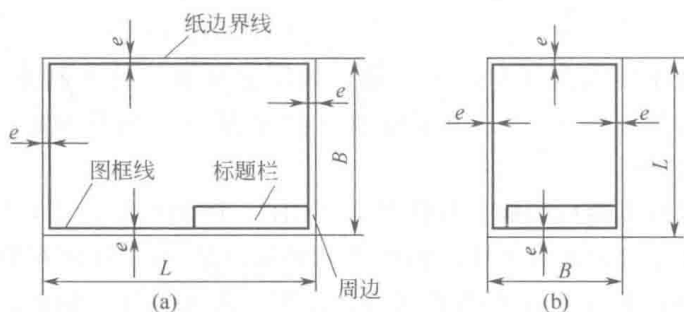


图 1-2 不留装订边图样的图框格式

二、比例 (GB/T 14690—1993)

1. 有关的术语 (表 1-2)

表 1-2 比例的术语和定义

术 语	定 义
比例	图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比
原值比例	比值为 1 的比例,即 1:1
放大比例	比值大于 1 的比例,如 2:1 等
缩小比例	比值小于 1 的比例,如 1:2 等

2. 比例系列

优先选用和允许采用的比例见表 1-3。

表 1-3 比例系列

	种类	比 例
优先采用比例	原值比例	1 : 1
	放大比例	5 : 1 2 : 1 $5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$
	缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 $1 : 2 \times 10^n$ $1 : 5 \times 10^n$ $1 : 1 \times 10^n$
允许采用比例	放大比例	4 : 1 2.5 : 1 $4 \times 10^n : 1$ $2.5 \times 10^n : 1$
	缩小比例	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 $1 : 1.5 \times 10^n$ $1 : 2.5 \times 10^n$ $1 : 3 \times 10^n$ $1 : 4 \times 10^n$ $1 : 6 \times 10^n$

注：n 为正整数。

3. 基本标注方法

① 比例的符号应以“:”表示。比例的表示方法如 1 : 1、1 : 5、2 : 1 等。

② 绘制同一机件的各个视图时，应尽可能采用相同的比例，以利于绘图和看图。

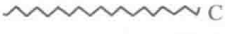
③ 比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。

④ 表格图或空白图不必注写比例。

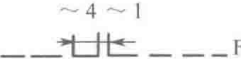
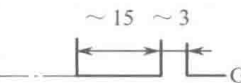
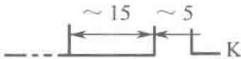
三、图线及其画法 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

机件的图形是用 GB/T 17450—1998 规定的 8 种线型绘制而成的。表 1-4，图 1-3 列出了应用示例。

表 1-4 图线规格

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
粗实线	 A	b	A1 可见轮廓线 A2 可见过渡线
细实线	 B	约 b/2	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合剖面的轮廓线 B4 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线
波浪线	 C	约 b/2	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线

续表

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
双折线	 D	约 $b/2$	D1 断裂处的边界线
虚线	 F	约 $b/2$	F1 不可见轮廓线 F2 不可见过渡线
细点划线	 G	约 $b/2$	G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线 G4 节圆及节线
粗点划线	 J	b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	 K	约 $b/2$	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置和轮廓线 K3 坯料的轮廓线

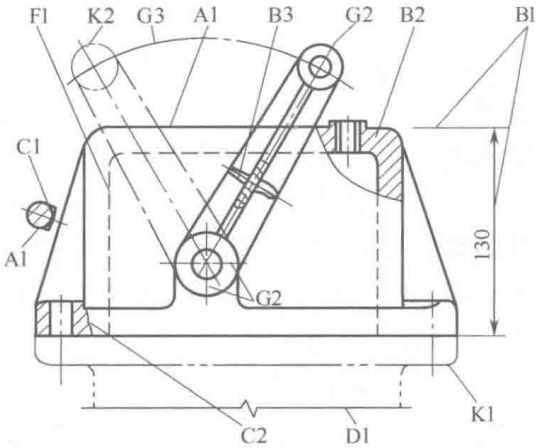


图 1-3 线型应用示例

图线分为粗、细两种。图线宽度的推荐系列为 (mm): 0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2。粗线的宽度 b 优先采用 0.5mm、0.7mm, 细线的宽度约为 $b/2$ 。在同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致, 虚线、点划线及双点划线的线段长短和间距大小靠目测控制, 应各自大致相等。对于虚线、点划线、双点划线、间隔划线等的相交, 应恰当地相交与画线处。

第二节 三面视图

一、投影基本原理

在阳光或灯光照射下，物体会在地面上留下一个灰黑的影。这个影只能反映出物体的轮廓，却表达不出物体的形状和大小。人们根据生产活动的需要，对这种现象经过科学的抽象，总结出了影子和物体之间的几何关系，逐步形成了投影法，实现了在图纸上准确而全面地表达物体形状和大小的要求，解决了画图和识图的主要问题。

所谓投影法，就是投影线通过物体，向选定的面投射，并在该面上得到图形的方法。

投影法中，得到投影的面，称为投影面。

根据投影法所得到的图形，称为投影。

如图 1-4 所示，将一块长方形板 $ABCD$ 平行地放在平面 P 和光源 S 之间，自 S 分别向 A 、 B 、 C 、 D 引直线并延长，使它与平面 P 交于 a 、 b 、 c 、 d 。平面 P 就称为投影面， S 称为投影中心， SAa 、 SBb 、 SCc 、 SDd 称为投影线， $\square abcd$ 即是空间 $\square ABCD$ 在平面 P 上的投影。这种投影线汇交一点的投影法，称为中心投影法。用中心投影法画出的图称为透视图，它具有较强的立体感，因而在建筑工程的外形设计中经常使用。但分析图 1-4 可知，此投影表现为近大远小，不能反映物体的真实形状和大小，因此在机械

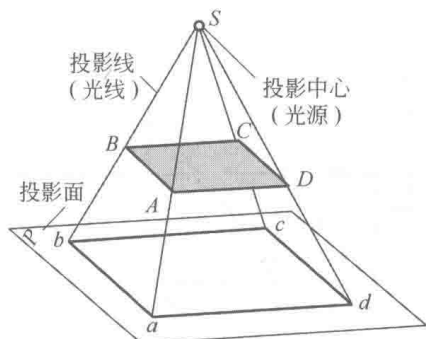


图 1-4 中心投影法

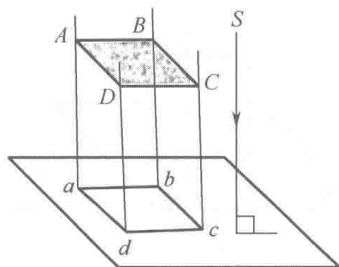


图 1-5 正投影图

和化工图样中较少使用。

当投影中心放在无穷远处, 投影线相互平行, 这时所得的投影就可避免出现近大远小的现象, 其投影将反映被投物体的真实形状和大小, 这种方法称为平行投影法。

二、正投影法及视图

在平行投影法中, 当投影线垂直于投影面时, 称为正投影法。根据正投影法所得到的图形, 称为正投影或正投影图, 如图 1-5 所示。

正投影法有很多优点, 它能完整、真实地表达物体的形状和大小, 不仅度量好, 而且作图简便。因此, 正投影法是机械工程中应用最广的一种图示法。用正投影法所绘制出物体的图形称为视图。

三、直线段和平面形的投影特性

物体的投影, 就是组成该物体的线、面投影的总和, 用眼睛观察物体画图, 不但费事, 有时还会因观察失误而画出不正确的图形。如果对物体先作线、面分析, 并已掌握线、面正投影图的作法和基本性质, 就可正确地画出物体的视图来。

1. 直线段的投影

直线的投影一般仍为直线, 通过直线的两个端点作垂直于投影面的投影线, 投影线与投影面的交点即为该直线两个端点的投影, 连接两端点的投影, 即得直线的投影, 如图 1-6。

线段对于一个投影面的相对位置有平行、倾斜、垂直三种情况, 其投影特性如下:

线段平行于投影面, 投影反映真实长度, 如图 1-6(a);

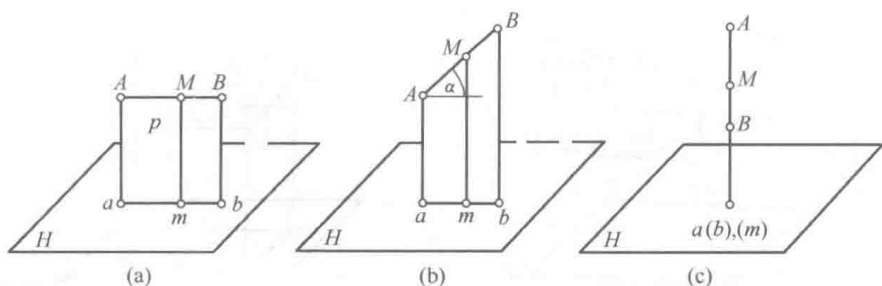


图 1-6 直线的投影特性

线段倾斜于投影面，投影变短，如图 1-6(b)；

线段垂直于投影面，投影积聚成为一个点，如图 1-6(c)。

2. 平面的投影

将平面的各条边界线的投影连接成线框，即得平面的投影，见图 1-5。

平面对于一个投影面的相对位置有平行、倾斜、垂直三种情况，其投影特性如下：

平面平行于投影面，投影成真实形；如图 1-7(a)；

平面倾斜于投影面，投影成为类似形，如图 1-7(b)；

平面垂直于投影面，投影积聚为线段，如图 1-7(c)。

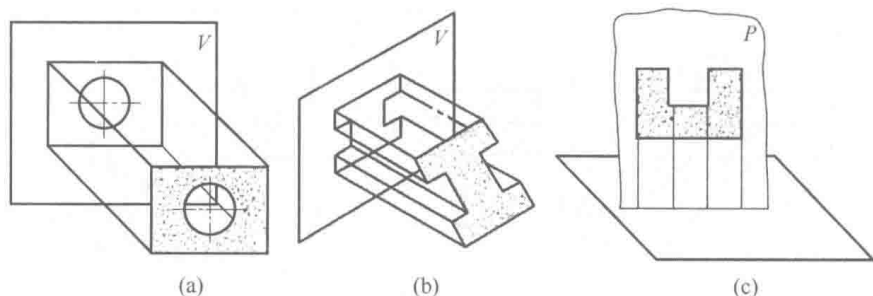


图 1-7 平面的投影特性

3. 投影举例

了解并掌握了线、面投影的基本特性，就可以先对物体进行面的分析，必要时也可以进行某些线的分析，从而得到该物体的投影图。例如，图 1-8(a) 中所示的物体，其中 1、2、3、5、7、9、10

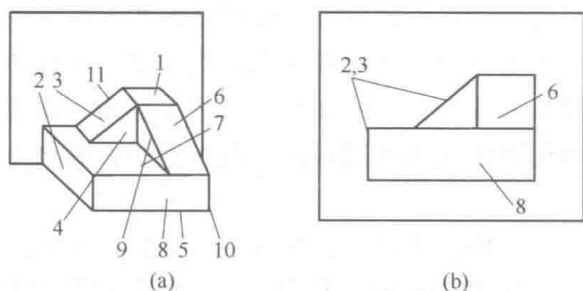


图 1-8 用分析方法画图

都为垂直于投影面的平面，其投影积聚成直线。4、8、11 都为平行于投影面的平面，其投影反映实形，平面 6 倾斜于投影面，其投影为类似形（矩形），较原形缩短。根据上述分析，便可正确地画出其一面的投影，即一个面的视图，如图 1-8(b)。

四、三视图

物体的一个投影不能确定物体的形状，如图 1-9 四个物体的投影所得视图完全相同。这说明仅有一个投影，一般是不能确定空间物体的形状和结构的。故在机械制图中采用多面正投影的方法，画出几个不同的投影，共同表达一个物体。工程上常采用三面视图，简称三视图。

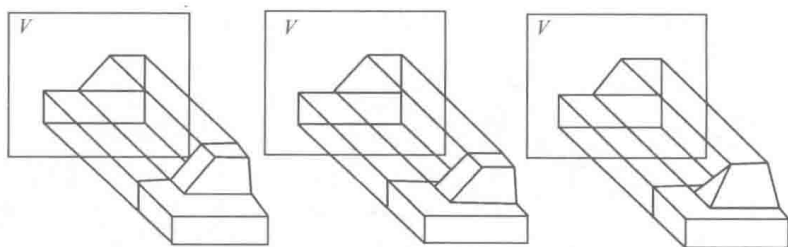


图 1-9 不同物体的一个投影

1. 三视图的形成及画法

如图 1-10(a) 所示，在垂直的三个投影面中，直立在观察者正对面的投影面叫做正立投影面，简称正面；水平位置的投影面叫做水平投影面，简称水平面；右侧的投影面叫做侧立投影面，简称侧面。

如图 1-10(b) 所示，把物体正放，即把物体的主要表面或对称平面置于平行于投影面的位置。然后将组成此物体的各几何要素分别向三个投影面投射，就可在投影面上画出三个视图。

由前向后投影在正面上所得的视图叫主视图；由上向下投影在水平面上所得的视图叫俯视图；由左向右投影在侧面上所得的视图叫左视图。

为了将三面视图画在同一张图纸上，即同一平面上，其方法是正面保持不动，将水平面向下旋转 90° ，侧面向右旋转 90° ，三个视图就随着投影面旋转而布置在同一平面上，如图 1-10(d) 所示。