

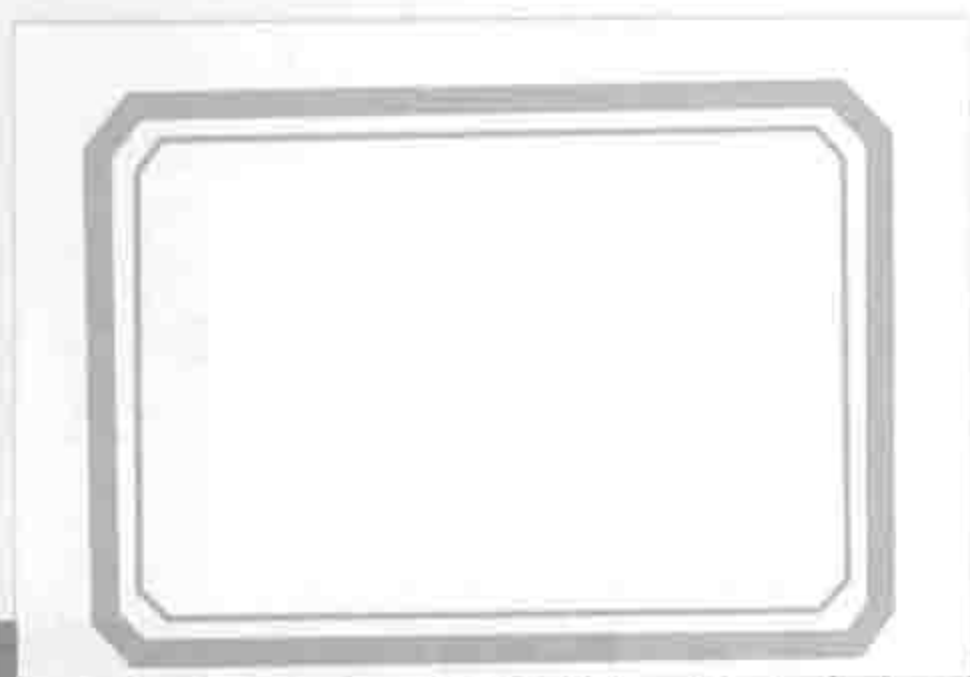
▣ BOLI JIXIE SHEBEI CAOZUO YU WEIHU

玻璃机械设备 操作与维护

▣ 孟秀华 主 编
▣ 周经培 张利剑 副主编



化学工业出版社

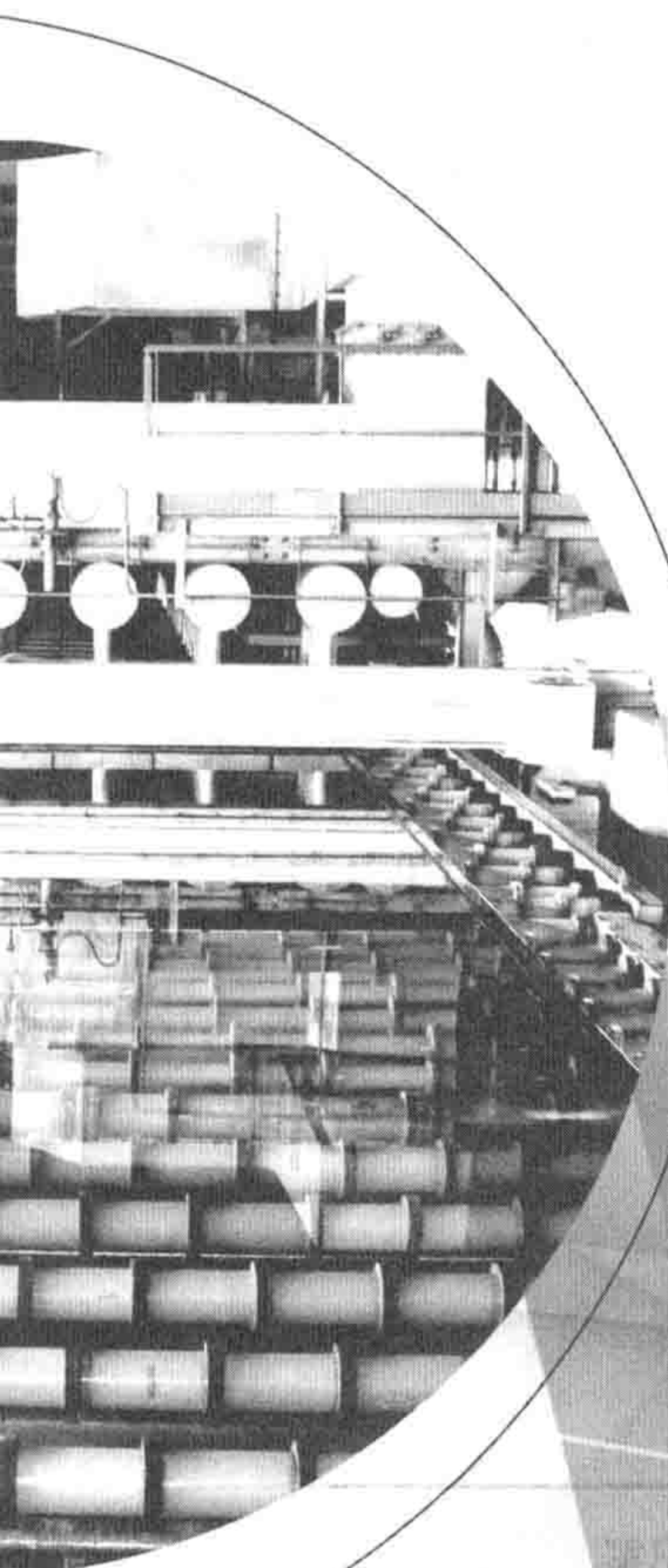


玻 璃 机 械 设 备 操 作 与 维 护

本书为《玻璃机械》系列丛书之一，主要介绍玻璃机械的操作与维护。

本书可作为玻璃行业从业人员培训教材，也可供从事玻璃行业的技术人员参考。

玻璃机械设备 操作与维护



□ 孟秀华 主 编
周经培 张利剑 副主编

（110001） 玻璃机械 第 1 分册 玻璃机械操作与维护 北京：化学工业出版社，2013

ISBN 978-7-122-18888-2 定价：35.00 元

（110001） 玻璃机械 第 1 分册 玻璃机械操作与维护 北京：化学工业出版社，2013

（110001） 玻璃机械 第 1 分册 玻璃机械操作与维护 北京：化学工业出版社，2013

（110001） 玻璃机械 第 1 分册 玻璃机械操作与维护 北京：化学工业出版社，2013



化学工业出版社

· 北京 ·

（110001） 玻璃机械 第 1 分册 玻璃机械操作与维护

（110001） 玻璃机械 第 1 分册 玻璃机械操作与维护

全书共分四章，主要介绍机械基础知识、浮法玻璃生产设备、平拉压延设备以及瓶罐玻璃生产设备等内容，对浮法玻璃生产设备按照玻璃生产流程进行了详细介绍。本书在编写上，立足各种设备的结构和原理，注重机械设备的操作方法、维护和保养知识，书中插入了大量的图片，对一些新设备新技术也进行了介绍，紧跟行业发展趋势。

本书可作为高职高专和高等院校应用型本科材料类相关专业教学用书，也可作为玻璃行业企业的培训教材，同时也是工程技术人员的技术参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

玻璃机械设备操作与维护/孟秀华主编. —北京: 化学工业出版社, 2013.5

ISBN 978-7-122-16953-2

I. ①玻… II. ①孟… III. ①玻璃-加工-工业生产设备-操作②玻璃-加工-工业生产设备-维修 IV. ①TQ171.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 070740 号

责任编辑: 吕佳丽 王文峡

责任校对: 宋 夏

文字编辑: 余纪军

装帧设计: 韩 飞

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

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 23½ 字数 609 千字 2013 年 7 月北京第 1 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: 49.00 元

版权所有 违者必究

序

《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010～2020年）》中指出：“职业教育要面向人人、面向社会，着力培养学生的职业道德、职业技能和就业创业能力。到2020年，形成适应经济发展方式转变和产业结构调整要求、体现终身教育理念、中等和高等职业教育协调发展的现代职业教育体系，满足人民群众接受职业教育的需求，满足经济社会对高素质劳动者和技能型人才的需要”。

2008年1月18日，由全国唯一以建材命名的河北建材职业技术学院牵头，60多家建材企业、30多家职业院校、行业协会、科研院所加盟的河北省建材职业教育集团在秦皇岛正式成立。职教集团成立后，致力于实现专业与产业、企业、岗位对接，加快校企一体化建设；致力于实现专业课程内容与职业标准对接，加快构建新的专业课程体系；致力于实现职业教育紧贴行业经济发展需求，加强职业院校专业建设，探索课程教学改革；致力于实现教学过程与生产过程对接，推进人才培养模式改革；在建材职业教育集团化办学过程中，吸引了一大批建材企业参与到职业院校的人才培养模式改革、课程体系设置、教材建设、师资队伍建设中来。中国耀华玻璃集团等数十家成员单位企业都成为职教集团牵头单位——河北建材职业技术学院的紧密型实习实训基地。这些基地的建立，密切了校企合作，使职业院校能够充分了解行业、企业文化、企业需要的人才规格、企业岗位群能力标准等，并与企业共同进行基于工作过程的课程开发与设计，使专业课程设置更充分体现职业性、实践性和开放性的要求，课程内容更重视与职业标准的对接。河北省建材职业教育集团与化学工业出版社共同策划开发的高职高专院校材料工程技术专业系列教材项目，是河北省建材职业教育集团推进集团化办学的一项具体举措，也是探索校企紧密合作培养高端技能型专门人才的一次崭新尝试。

近年来，我国玻璃工业实现了快速稳定发展，生产快速增长，自主技术创新取得新进展，结构调整和节能减排取得新成效，国际化水平进一步提高。但承担着为玻璃行业培养技能型人才的职业院校，其专业课程教材的开发却严重滞后，在本套教材出版前，高职高专材料工程技术专业玻璃类教材还是一项空白，相关参考技术书籍也非常少，远远不能满足职业院校专业课程教学和行业企业职工培训的需要。为此，河北省建材职业教育集团与化学工业出版社商定，在河北建材职业技术学院校本教材的基础上，联合开发高职高专材料工程技术专业玻璃方向系列教材，本套教材包括《玻璃成形退火操作与控制》、《玻璃熔化操作与控制》、《玻璃配合料制备操作与控制》、《玻璃机械设备操作与维护》、《硅酸盐生产过程控制技术》和《玻璃生产管理与质量控制》。

在本套教材的编写过程中，秦皇岛耀华玻璃工业园有限公司、秦皇岛玻璃工业研究设计院等多家玻璃企业及玻璃科研院所参与了本套教材的开发工作。参与本套教材编写的人员都是多年从事玻璃生产、设计的行业企业专家和职业院校教学一线专业教学名师和骨干教师，他们把自己生产、教学中取得的经验和成果毫无保留地充实到本套教材的内容中。

这套教材有三个特点：一是在教材编写整体思路上，将知识和技能重新解构与重组，建

立基于工作过程、融合最新技术和工艺知识、强调知识-能力-素质结构整体优化的教材编写体系；二是在课程设置与内容编排上，遵循课程与岗位对接，课程内容与职业标准对接的原则，力求突出课程内容的职业性、实践性和实用性，淡化课程内容的纯理论性，兼顾课程内容的时代性和前瞻性；三是在教材具体内容的组织上，融入了学历证书与职业资格证书的双重要求，充分体现了“双证书”制度和“以服务为宗旨，以就业为导向”的职业教育的特征，突出了创新性、先进性和实用性。这套教材的公开出版，将从根本上缓解材料工程技术专业玻璃方向教材缺乏的状况，同时标志着河北省建材职业教育在集团化办学方面又迈出了新的步伐。为此，在本套教材即将出版之际，衷心感谢一年来参加本套教材编写、审稿、编辑工作的同志们为之付出的辛劳，感谢各级教育主管部门、各相关院校及行业、企业领导的大力支持！同时，也将此套教材郑重推荐给广大读者。

河北省建材职业教育集团

2012年7月

前 言

玻璃行业近些年来发展迅速,设备更新非常快,很多先进的设备由于操作不当造成了无法估量的经济损失。究其原因,虽然企业的硬件上了新台阶,但很多操作这些设备的人员没经过正规培训,经常发生误操作或出现问题不知如何处理的情况,本来不应该发生的事故发生了,应该是小事故变成了大事故,企业为此交了巨额学费来培训专业操作人员。因此,作为培养玻璃行业高级专门技术人才的学校,我们有责任培养学生的机械操作技能,保证企业的人才需求。

多年来,玻璃专业一直没有合适的玻璃机械设备方面的教材,结合目前玻璃行业的人才需求,经过多年的教学积累,与行业企业、设计研究院所、机械制造单位的专家针对高职高专学生的特点以及企业员工培训需要编写了这本书。本书内容包含了机械基础知识、浮法玻璃生产常用机械、平拉及压延玻璃生产机械和制瓶玻璃常用的机械设备。

本书由河北建材职业技术学院孟秀华担任主编,周经培、张利剑担任副主编。具体参编人员分工如下:第一章共四节,由河北建材职业技术学院张鹏编写,第二章第一节原料机械由河北建材职业技术学院孟秀华编写,第二章第二节熔化设备由秦皇岛玻璃工业设计研究院易育强编写,第二章第三节浮法玻璃成形设备由秦皇岛玻璃工业设计研究院周经培编写,第二章第四节冷端设备由周经培和华勘玻璃机械有限公司的印文忠编写,第二章第五节保护气体制备设备由秦皇岛玻璃设计研究院韩立平提供资料,孟秀华编写,第三章平拉及压延设备由洛阳建材机械厂的张利剑和秦皇岛玻璃设计研究院的周经培编写,第四章器皿玻璃设备由河北迎新玻璃集团的庞晓光编写。

本书在资料的收集及整理过程中得到了秦皇岛玻璃工业研究设计院的王健副院长、韩立平教授级高级工程师、席国勇教授级高级工程师、周经培教授级高级工程师、张玉龙教授级高级工程师、吕双寅教授级高级工程师、易育强工程师,洛阳建材机械厂的张利剑副厂长、副总经济师以及冯玮工程师,上海和利玻璃技术有限公司的张建志副总经理、高级工程师,华勘玻璃机械有限公司的印文忠副总经理、陈晶工程师,秦皇岛宇通机械制造有限公司的侯朋召副总经理、工程师,张家港锦明机械有限公司的陆云海经理及中国玻璃控股有限公司的应浩高级工程师、闵雁高级工程师,河北迎新集团玉晶玻璃的刘伟工程师,河北迎新玻璃集团的庞晓光高级工程师,秦皇岛北方玻璃集团的王丽萍高级工程师,河北建材职业技术学院机电工程系的张鹏讲师等的大力帮助,并得到秦皇岛玻璃工业研究设计院、洛阳建材机械厂、华勘玻璃机械有限公司、秦皇岛宇通机械制造有限公司、张家港锦明机械有限公司、秦皇岛开发区华耀机电开发有限公司、中国玻璃控股有限公司、河北迎新玻璃集团公司、河北廊坊拓扑科技公司等单位的支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢!

尽管书中内容是结合多年设计、生产、制造经验编写,但由于玻璃行业的技术和设备在不断地更新和进步,设计参考资料非常有限,加之编者学识有限,不妥之处在所难免,敬请同行专家批评指正。

编 者
2013 年 4 月

目 录

0

绪 论

1

0.1 玻璃的发展历史	1
0.1.1 世界玻璃发展史	1
0.1.2 中国玻璃发展史	1
0.2 玻璃机械的发展历程	2
0.3 玻璃机械现状	2
0.4 玻璃机械的发展趋势及前景	3
0.4.1 超薄玻璃生产设备	3
0.4.2 在线镀膜设备	3
0.4.3 浮法玻璃退火窑辊道技术设备	3
0.4.4 一窑多线	3
0.4.5 计算机模拟技术在玻璃工业中的应用	3
0.4.6 节能工艺技术	4
0.4.7 环保技术	4

1

机械基础知识

5

1.1 制图基础	5
1.1.1 制图的基本规定	5
1.1.2 正投影基础	8
学习思考题	15
1.2 极限与配合	15
1.2.1 互换性	15
1.2.2 极限与配合的基本概念	17
1.2.3 尺寸公差与配合国标规定	20
1.2.4 公差与配合的选择	25
1.2.5 形位公差与表面结构参数	27
学习思考题	28
1.3 金属材料及其热处理	29
1.3.1 金属材料的力学性能	29
1.3.2 常用金属材料	30
1.3.3 钢的热处理概述	33
学习思考题	38

2

1.4	机械传动	39
1.4.1	机械传动概述	39
1.4.2	常用机构	42
1.4.3	机械传动	44
	学习思考题	46

浮法玻璃生产设备

47

2.1	原料机械	47
2.1.1	颚式破碎机	47
2.1.2	圆锥破碎机	55
2.1.3	锤式破碎机	59
2.1.4	反击式破碎机	64
2.1.5	球磨机	70
2.1.6	筛分机械	77
2.1.7	称量设备	86
2.1.8	混合设备	94
2.1.9	给料设备	99
2.1.10	均化设备	106
2.1.11	输送设备	107
2.1.12	除尘设备	113
	学习思考题	120
2.2	熔化设备	121
2.2.1	投料机	121
2.2.2	深层水包及水包车	127
2.2.3	水平搅拌器	129
2.2.4	烟道闸板交换器及换向设备	132
2.2.5	燃烧系统	140
2.2.6	熔窑风系统	149
	学习思考题	162
2.3	浮法玻璃锡槽及退火设备	162
2.3.1	安全闸板及调节闸板	162
2.3.2	拉边机	165
2.3.3	直线电动机	188
2.3.4	电加热系统	190
2.3.5	退火窑控制系统	191
2.3.6	退火窑风机控制系统	193
2.3.7	退火窑主传动	194
2.3.8	在线镀膜设备	194
2.3.9	电化学镀膜技术及设备	200
2.3.10	在线热喷涂镀膜技术及设备	201
2.3.11	过渡辊台	201

2.3.12	退火窑壳体	210
2.3.13	退火窑传动及输送辊道	219
2.3.14	退火窑风系统	226
	学习思考题	230
2.4	冷端设备及应用	231
2.4.1	冷端设备概述	231
2.4.2	输送辊道	233
2.4.3	纵横切机	239
2.4.4	掰边掰断装置	245
2.4.5	堆垛分片设备	250
2.4.6	清洗机	258
2.4.7	喷撒粉装置	263
2.4.8	铺纸机	266
2.4.9	涂防霉药剂装置	267
	学习思考题	268
2.5	保护气体制备设备	268
2.5.1	制氢设备	268
2.5.2	制取氮气设备	280
2.5.3	离心式空气压缩机	311
	学习思考题	315

3

平拉及压延设备 316

3.1	平拉机组	316
3.1.1	格法平拉工艺简介	316
3.1.2	平拉法主要生产设备	316
	学习思考题	331
3.2	压延设备	331
3.2.1	压延玻璃工艺方法简介	331
3.2.2	压延玻璃生产主要设备	332
	学习思考题	335

4

器皿玻璃生产设备 336

4.1	供料机	336
4.1.1	供料机的用途和工作原理	336
4.1.2	供料机的结构	336
4.1.3	供料机的操作	344
4.1.4	供料机耐火材料的更换	345
	学习思考题	346
4.2	行列式制瓶机	346
4.2.1	玻璃制品的成形	346
4.2.2	行列式制瓶机的结构	348

0 | 绪 论

玻璃已是现代人生产生活中不可或缺的产品，上到航天飞船，下到地上建筑，以及生活日用品，都离不开玻璃的身影，其应用领域已扩展到人类生产生活的各个角落。因此，玻璃在人们的生活中占有非常重要的地位。

玻璃生产设备也随着时代的进步不断更新换代，现代化的玻璃生产设备使得玻璃生产的规模和质量都大大提高。本书首先介绍了机械基础知识，为后面学习玻璃机械设备打下基础。之后按照玻璃生产工艺流程，从原料加工及配合料制备设备、熔化设备、成形退火设备、冷端设备、玻璃生产所需的保护气体制备设备逐一介绍，另外对平拉及压延设备，以及瓶罐玻璃生产的供料机和行列式制瓶机等都从原理、结构、操作等方面做了介绍。

0.1 玻璃的发展历史

0.1.1 世界玻璃发展史

在自然界中，玻璃是由火山喷发的酸性熔岩冷凝而得，有些冷却后形成沸石和黑曜石，均为非晶体材料，即玻璃体，但这些玻璃体的形成是有特定条件的，所以极为少见。

3000 多年前，一艘欧洲腓尼基人的商船，满载着天然苏打的晶体矿物，航行在地中海沿岸的贝鲁斯河上。由于海水落潮，商船搁浅了。于是船员们纷纷登上沙滩，有的船员还抬来大锅，搬来木柴，并用几块“天然苏打”作为大锅的支架，在沙滩上做起饭来。船员们吃完饭，潮水开始上涨了。他们正准备收拾一下登船继续航行时，突然有人高喊：“大家快来看啊，锅下面的沙地上有一些晶莹明亮、闪闪发光的东西！”船员们把这些闪烁光芒的东西，带到船上仔细研究起来。他们发现，这些亮晶晶的东西上粘有一些石英砂和熔化的天然苏打。原来，这些闪光的东西，就是他们做饭时用来做锅的支架的天然苏打，在火焰的作用下，与沙滩上的石英砂发生化学反应而产生的晶体，这就是最早的玻璃。后来腓尼基人把石英砂和天然苏打和在一起，然后用一种特制的炉子熔化，制成玻璃球。

这个故事的真实性无从考究，但玻璃的历史确实可以追溯到公元前 3500 年前，古埃及人首先发明了玻璃，他们用它来制作首饰，并揉捏成特别小的玻璃瓶。到了公元前 1000 年，古埃及人就掌握了玻璃吹制的工艺，能吹制出多种形状的玻璃产品。

0.1.2 中国玻璃发展史

玻璃，古称琉璃，在中国最早出现和生产的时间目前还没有一个准确的定论，从出土的玻璃器来看，我国西周至战国时期的玻璃工艺已趋于成熟。春秋末战国初出现了蜻蜓眼玻璃珠和仿玉玻璃器。汉代玻璃产地分布在中原地区（生产铅钡玻璃）、河西走廊（生产以铅钡玻璃配方兼用钠钙为助熔剂的玻璃）及岭南地区（生产钾硅玻璃）。魏晋南北朝时期，随着罗马、波斯玻璃器的大量输入，我国自制玻璃减少。直至清代又出现了玻璃生产的鼎盛

时期。

中国的玻璃生产工艺技术没能发展起来,笔者认为同中国先进的陶瓷生产技术密切相关。由于中国陶瓷工艺历史悠久,技术先进,陶瓷产品种类繁多,形式多样,陶瓷在耐急冷急热的性能上好于玻璃制品,且陶瓷的成形方法也比玻璃简单,所以,有了高质量的陶瓷制品,中国的玻璃工艺显得落后了很多。

0.2 玻璃机械的发展历程

早期的玻璃都是作为饰品,由手工制作而成,最早的玻璃生产设备可以算是玻璃吹管。

玻璃吹管的使用是玻璃制造工艺的第一个变革,其在玻璃工艺史上的重大作用相当于陶瓷工艺史上陶轮的出现。这种极简单的原始工具传播到全世界,并一直沿用至今。玻璃吹管不仅能制造出圆形、薄壁器皿,而且可利用木制模具制造出其他形状的器皿,并可使制出的玻璃器皿标准化、成套化。此外,还可利用玻璃吹管将玻璃吹制成长筒,然后将它剖开摊平而制成平板玻璃。在20世纪初直接从池炉中拉制平板玻璃的工艺出现之前,窗玻璃就一直用这种方法制造。尽管窗玻璃尺寸有限,且质量不高,但它却使玻璃应用出现了新的领域,即从日用和观赏领域进入建筑领域。

熔炉的改进与机械化成形。古代熔融玻璃原料就采用坩埚熔窑,并一直沿用至今。坩埚熔炉可以放一个或一个以上的坩埚。但即使是大型坩埚熔炉,也存在容量小、不能连续生产以及不能机械化和自动化生产的缺点。1867年,德国西门子兄弟发明了以煤为燃料的连续式池炉。池炉的出现为玻璃机械化、自动化大量生产提供了可能。18世纪末,美国的M. 欧文斯(Owens)发明了自动吹瓶机,从而结束了发明玻璃吹管以来长达2000年的人工吹制玻璃器皿的历史。比利时人E. 弗克(Foureaux)于1905年第一次成功地从池炉中直接拉制出平板玻璃,并于1914年正式投入生产,定名为弗克法,也就是有槽垂直引上法。

机械化自动化拉制平板玻璃的成功为玻璃作为建筑材料创造了有利条件。瓶罐玻璃(包括器皿玻璃)和平板玻璃的机械化和自动化生产,是玻璃工艺发展史上的一个里程碑。它们成为20世纪工业领域中最大产业之一。甚至有人说,建立生产用于盛放食品、饮料及家用玻璃的工厂,通常是发展中国家开始工业化的标志。

0.3 玻璃机械现状

近几年,我国玻璃行业发展迅速,平板玻璃产量连续多年居世界之首,生产工艺也由原来的垂直引上法改造为先进的浮法工艺。熔窑的熔化能力也在不断增加,目前日熔化量1300t的熔窑已经在建设中,玻璃产量有了很大的提高。但是在中国玻璃生产规模急剧扩大的同时,也应该注意到中国玻璃实物质量与国际先进水平仍有较大差距。玻璃产量虽然很大,高档玻璃比例不高,能用于高档玻璃深加工的玻璃很少。玻璃企业意识到了这个问题,千方百计地提高玻璃质量,纷纷引进国外先进技术和设备,如美国托利多熔窑技术、法国STEIN退火窑、比利时CNUD退火窑、比利时的拉边机、德国格林策巴赫的切割和冷端设备,法国西普公司和日本东芝公司的耐火材料等,可以说我国玻璃企业的设备和控制水平已基本达到国际先进水平。

尽管设备都是一流的,但所产出的产品质量差距较大。究其原因,主要是我国玻璃企业从业人员素质参差不齐,除少部分人受过专业培训外,大部分人员只是在行业大发展过程中通过短期培训后加入的。先进的设备没有专业的人员操作,造成了很多生产事故,使得玻璃的质量没有提高,并造成了巨大的经济损失。这样就造成了我国玻璃行业依然存在“高投

入、低产出”、“大规模、低水平”的状况。在国家提倡节能减排、可持续发展的要求下,这种状况已经不能适应发展需要,要改善这种状况,需要培养大批能够掌控先进技术和设备的人才,也就是硬件与软件同步发展。

0.4 玻璃机械的发展趋势及前景

目前国际玻璃新技术均向能源、材料、环保、信息、生物等五大领域发展。在材料方面,主要指玻璃原片的生产向大片、薄片、厚片、白片四个方向发展。在研发新技术方面,通过对玻璃产品进行表面和内在改性处理,使其在强度、节能、隔热、耐火、安全、阳光控制、隔声、自洁、环保等方面具备更优异的功能。与之相应的生产设备在现有基础上也需要继续完善和提高。

0.4.1 超薄玻璃生产设备

薄浮法玻璃成形与锡液控制问题紧密相关,在众多不同的调节锡液流的方法中,有一个共同的趋势,即抑制锡槽中的锡液流动并减小锡槽每个截面沿锡液宽度方向和液层厚度方向的温度梯度。

无色透明优质超薄玻璃是生产 ITO 导电膜玻璃的重要材料之一,目前该产品正走俏国际国内市场,供不应求。不少国家的玻璃制造商早已看到这个有利的商机,纷纷将原有的个别生产线改成超薄玻璃生产线。英国 Pilkington (皮尔金顿) 公司将一条较小的浮法线改成在线镀膜超薄玻璃生产线,可生产 0.4~1.1mm 的薄玻璃,板面的平整度极佳,微波纹起伏只有 30~50nm。超薄玻璃的应用促使超薄玻璃机械设备不断完善和发展。

0.4.2 在线镀膜设备

世界先进国家在浮法线上成功地进行了在线金属化合物热解镀膜技术、化学气相沉积镀膜技术,并成功在线生产出了低辐射镀膜玻璃和阳光控制低辐射玻璃。英国、法国、比利时等国还能在线生产玻璃镜。在线镀膜设备将是今后玻璃生产的重要设备。

0.4.3 浮法玻璃退火窑辊道技术设备

在退火窑的热端,解决“辊印”有两种不同的方法和途径。一是开发一种非常硬的应用于金属辊的陶瓷表面涂层,它易于清洁并恢复到光滑的抛光表面。二是开发一种能阻止表面附着物形成的辊道包覆材料,目前所用的主要是热惯性低的铝硅酸盐或钙硅酸盐纤维辊道包覆材料。在退火窑的冷端,金属辊在不同工艺参数下仍然会有硫化物和锡等附着物。包覆辊道及采用硬质涂层辊道已基本解决了这一问题。

0.4.4 一窑多线

国际上的玻璃商为适应市场需求,节约能源和控制生产总量,防止积压,设计建成了一窑两线(两个品种)的生产方式。美国加边安公司在美国南卡罗来纳州的浮法玻璃工厂进行技术改造使之成为一窑两线,改造后的 600t/d 级浮法线新增设 100t/d 级压花玻璃生产线,可同时生产浮法玻璃及压花玻璃。美国另一家公司在沙特建设 550t/d 级浮法线的同时,建有 100t/d 级压花玻璃线。日本旭硝子公司在国内建设一条 500t/d 级浮法玻璃生产线的同时,也建造了 100t/d 级压花玻璃生产线。欧洲的玻璃制造商也在改造建设浮法及压延一窑两线生产线、英国皮尔金顿公司已经申请了一窑三线的专利。

0.4.5 计算机模拟技术在玻璃工业中的应用

我国目前一些浮法玻璃企业通过设备引进,虽然在装备上已接近国际水平,但就其整体



技术水平和产品质量与国际先进水平比尚有不小差距。究其原因,问题主要在于对浮法成形的机理和稳定控制认识上还不到位,工艺调整主要靠经验进行,没有理论依据做支持。

二十多年来,国外利用计算机模拟技术对熔化、成形和退火进行了大量研究,已取得了可喜成绩。荷兰 TNO 组织开发的“玻璃池窑三维数学模型”已被美国棋特公司、PPG 公司以及比利时格拉威伯尔等十几家公司应用,取得了良好效果。而国内三维模拟只对生产电真空玻璃熔窑进行过试用,对玻璃熔窑的仿真模拟一般只限于二维,有的公司虽然做过三维的模拟,但不够深入,还不足以真正地指导生产。采用计算机数学模拟技术加强对浮法玻璃的熔化、成形和退火控制,对进一步提升国内浮法玻璃整体水平和产品质量至关重要。

0.4.6 节能工艺技术

玻璃熔窑的各种氧气燃烧技术,包括富氧燃烧、喷氧、富氧空气补给、纯氧燃烧助燃、全部纯氧燃烧五种形式正成为研究试用的热点之一。

另外,严格控制热交换、设备配置的标准化、玻璃带的加宽等,可以大大提高浮法工艺的生产能力和经济效益。传统工艺规定在锡槽的头部和小部区域加热,在尾部区域强制冷却。新的观点则要求锡槽中的热交换调节不仅要减小加热功率,还要减小冷却强度,这样可以节约热能。为此采用更为准确的调节锡槽热工制度的新方法,例如采用安置在锡槽窥孔上的专用加热器以及可调节选择温度的工艺冷却器等。为了节省锡液及合理利用锡槽,在玻璃带宽度和板根宽度比例不断增大的趋势中通过改进拉边机,以及有效加热和冷却,可以生产宽度接近于板根宽度的玻璃带。

0.4.7 环保技术

玻璃熔窑废气中的硫氧化物 SO_x 、氮氧化物 NO_x 和烟尘是污染大气环境的主要有害成分,为了保护大气环境,国际上许多国家相继制定了严格的玻璃熔窑废气排放标准和相应的排污收费标准,建立了较为完善的环保管理体系,对 SO_x 、 NO_x 和烟尘等有害物质的排放作了严格限制。有关玻璃生产企业积极开发和推广应用新的玻璃熔窑废气治理技术,一是静电除尘技术,静电除尘器有板状和管状两种;二是降低硫氧化物排放量的技术,硫氧化物 SO_x 主要指 SO_2 和 SO_3 ,可与碱性吸收剂反应而生成硫酸盐和亚硫酸盐,而废气脱硫,则根据吸收工艺的不同,可以分为湿法、干法和半干法等;三是降低氮氧化物排放量的技术,一次治理措施有氧助燃技术、分层燃烧技术、采用低的空气过剩系数、选用低氧喷枪等,二次治理措施有 3R 技术、选择性催化还原法、非催化选择性还原法等。目前这些技术和设备正在推广应用。

1 | 机械基础知识

1.1 制图基础

1.1.1 制图的基本规定

图样是工程界进行技术交流的语言，是产品设计、制造、安装、检测等过程中的重要技术资料。为了便于生产、管理和交流，国家标准《机械制图》和《技术制图》对图样的画法、尺寸标注等都作了统一规定。下面就分别介绍图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸标准等基本规定。

国家标准简称“国标”，代号为“GB”。例如，标准代号 GB/T 14689—2008，其中 T 为推荐性标准，14689 为该标准的编号，2008 为发布年份。标准名称通过查询可获知为“技术制图 图纸幅面和格式”。

1.1.1.1 图纸幅面和格式

为了便于图纸的装订和管理，国家标准首先对图纸幅面和格式做了统一的规定。绘制图样时，应优先采用标准中规定的 5 种基本幅面（第一选择），以 A0、A1、A2、A3、A4 为代号，必要时也允许采用规定的加长幅面（第二选择和第三选择），加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。图纸可以横向或竖向放置。在图纸上必须用粗实线画出图框来限定绘图区域。图框格式分为留有装订边（图 1.1-1）和不留装订边（图 1.1-2）两种，图幅及边框尺寸如表 1.1-1 所示。

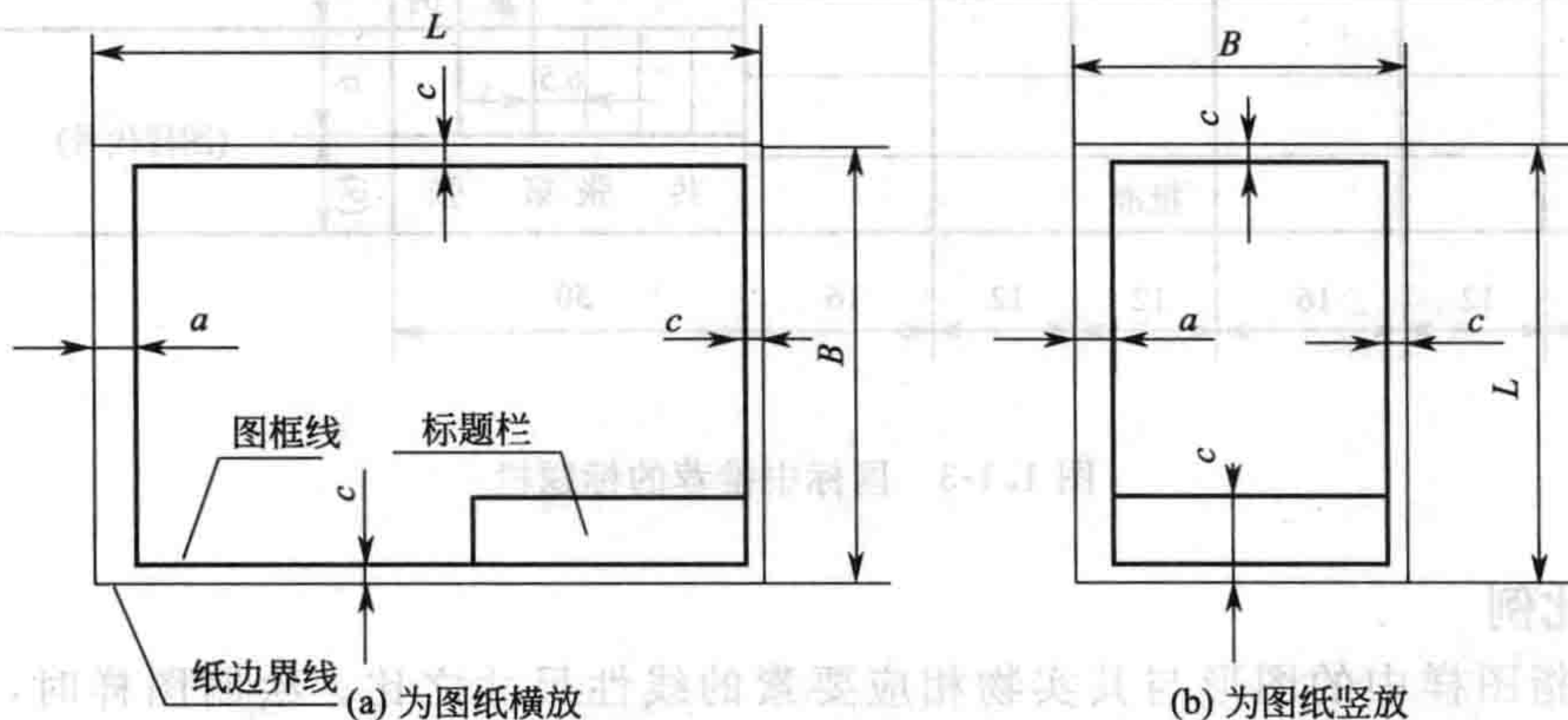


图 1.1-1 留有装订边的图框形式

每张图纸的右下角都必须画出标题栏。国家标准中推荐的标题栏如图 1.1-3 所示。



表 1.1-1 图幅及边框尺寸 mm

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

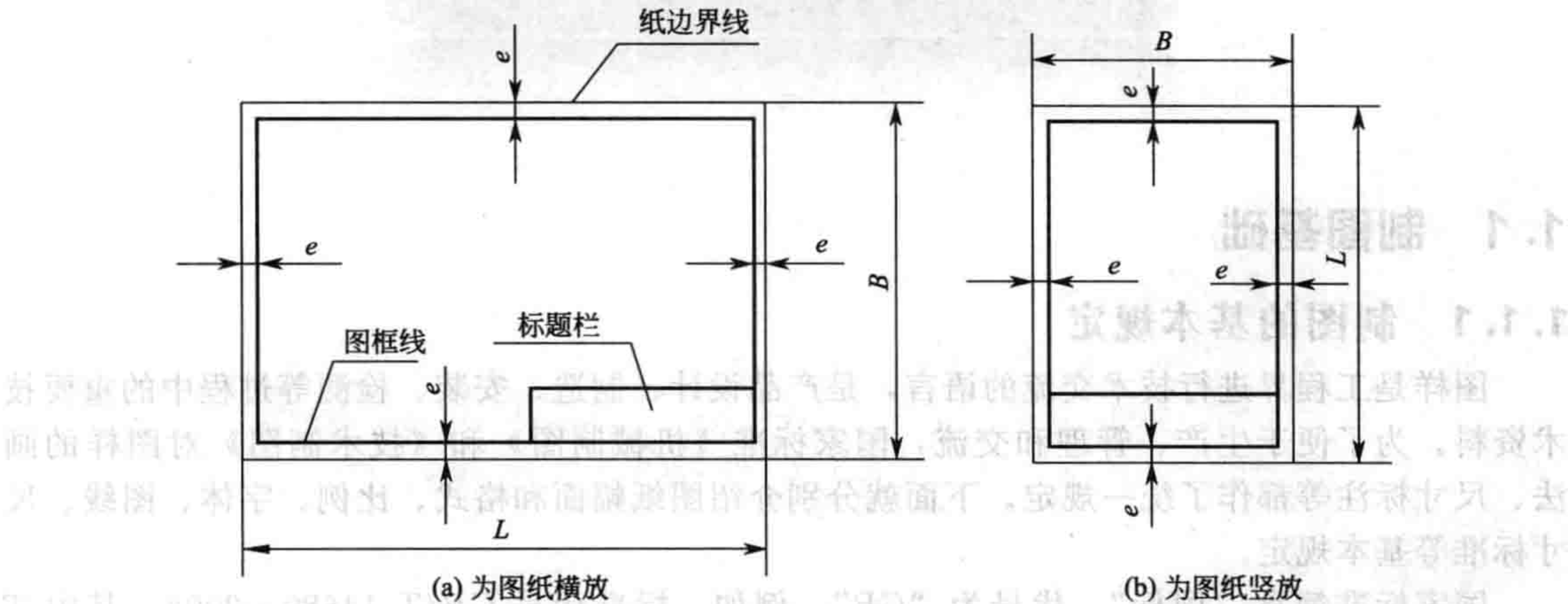


图 1.1-2 不留装订边的图框形式

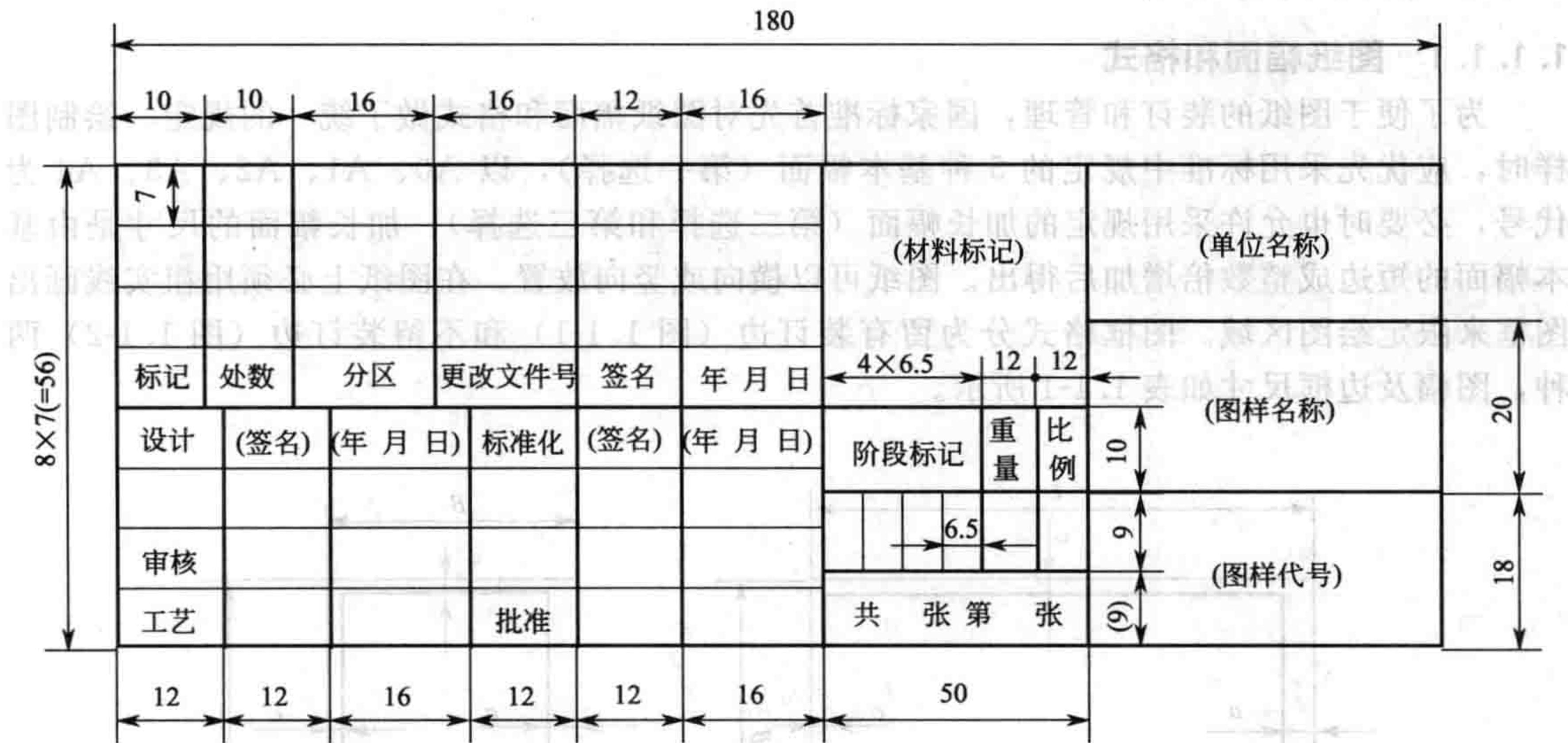


图 1.1-3 国标中推荐的标题栏

1.1.1.2 比例

比例是指图样中的图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时，尽量采用 1：1 的比例，即原始比例，或者根据物体的大小及形状的复杂程度，在如表 1.1-2 所示的规定系列中选取适当的比例。

在图纸上必须注明比例，当整张图纸只用一种比例时，应统一注写在标题栏中的比例栏内，否则应在各视图的上方分别注写。图 1.1-4 所示为采用不同比例所绘的图形。

表 1.1-2 绘图比例 (n 为正整数)

种类	比例	比例	比例	比例	比例
常用比例	原始比例	1 : 1			
	放大比例	2 : 1 $2 \times 10^n : 1$	5 : 1 $5 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$	
	缩小比例	1 : 2 $1 : 2 \times 10^n : 1$	1 : 5 $1 : 5 \times 10^n : 1$	1 : 10 $1 : 10 \times 10^n : 1$	
可用比例	放大比例	2.5 : 1 $2.5 \times 10^n : 1$	4 : 1 $4 \times 10^n : 1$		
	缩小比例	1 : 1.5 $1 : 1.5 \times 10^n$	1 : 2.5 $1 : 2.5 \times 10^n$	1 : 3 $1 : 3 \times 10^n$	1 : 4 $1 : 4 \times 10^n$ 1 : 6 $1 : 6 \times 10^n$

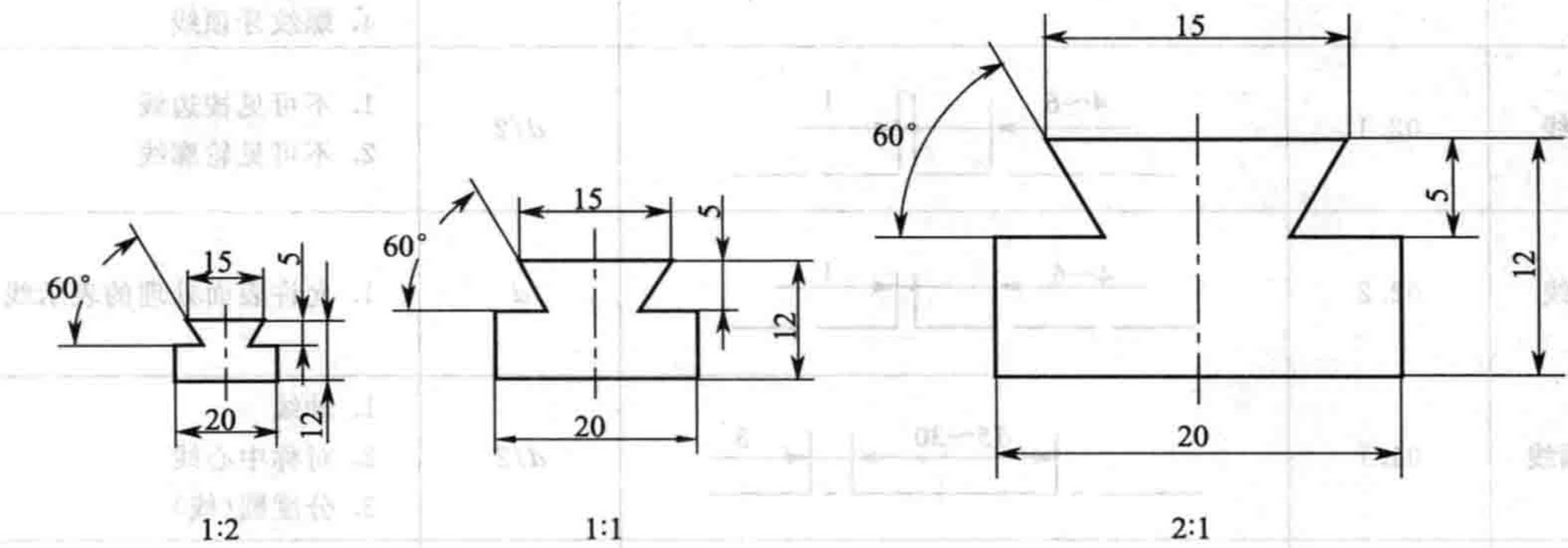


图 1.1-4 采用不同比例所绘的图形

无论采用何种比例画图，图形中所标注的尺寸都必须是物体的实际尺寸。

1.1.1.3 图线

机械图样中的图形是用各种不同粗细和型式的图线画成的，不同的图线在图样中表示不同的含义。绘制图样时，应采用表 1.1-3 中规定的图线型式来绘图。图线应用示例如图 1.1-5 所示。

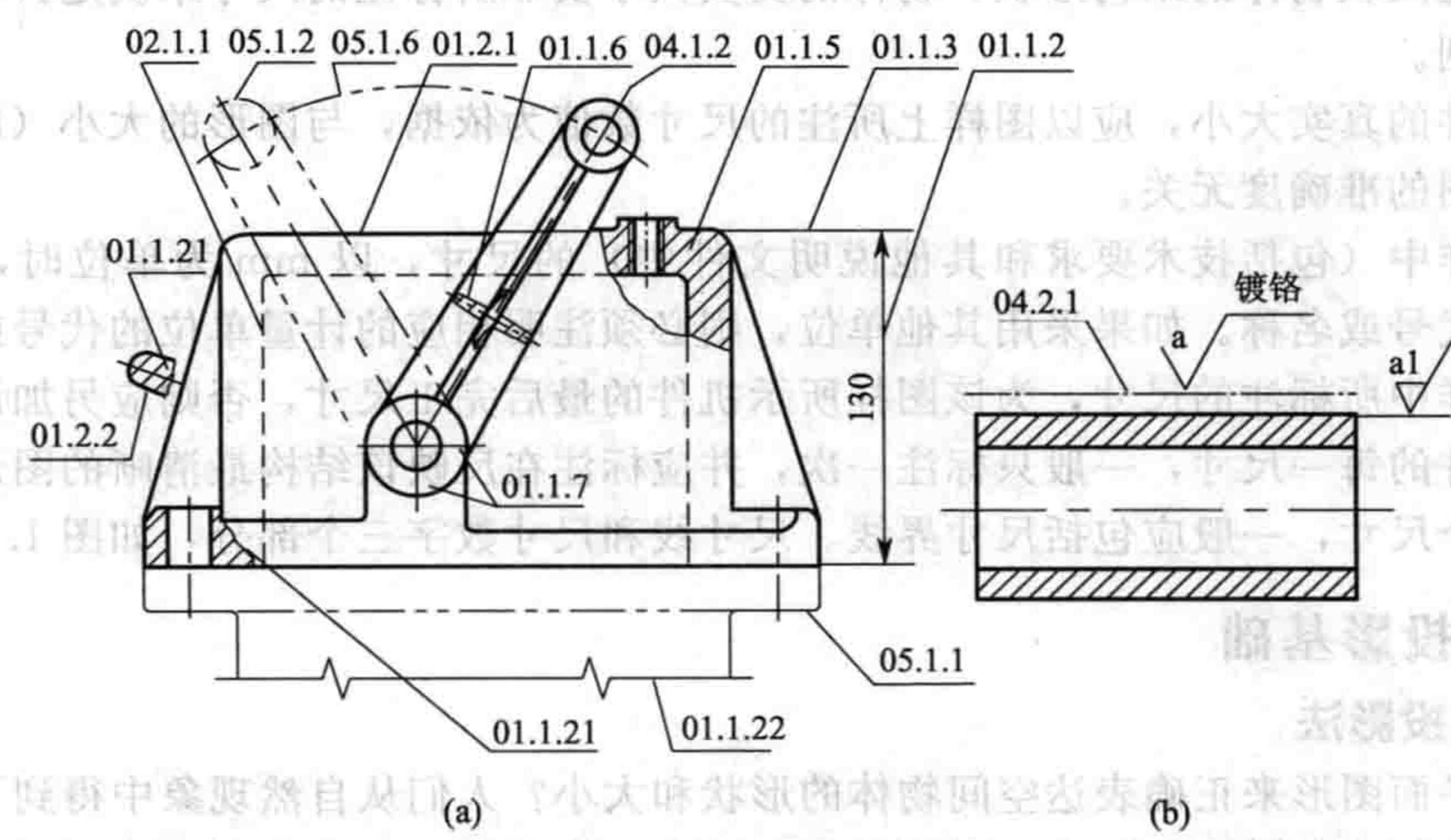


图 1.1-5 图线应用示例