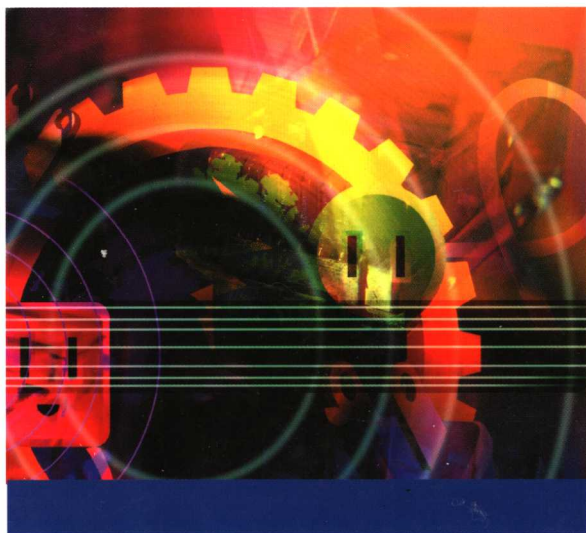


钣金工

倪为国 项忠霞 编



37

7

1

社



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

职业技能鉴定培训读本（高级工）

钣金工

倪为国 项忠霞 编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

钣金工/倪为国, 项忠霞编. —北京: 化学工业出版社, 2004.9

职业技能鉴定培训读本(高级工)

ISBN 7-5025-6133-1

I. 钣… II. ①倪…②项… III. 钣金工-职业技能鉴定-教材 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 094954 号

职业技能鉴定培训读本 (高级工)

钣 金 工

倪为国 项忠霞 编

责任编辑: 张兴辉 周国庆

文字编辑: 闫 敏

责任校对: 王素芹

封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

http://www.cip.com.cn

*

新华书店北京发行所经销

北京红光印刷厂印刷

北京红光印刷厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 10 3/4 字数 285 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6133-1/TH·239

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

在科技突飞猛进、知识日新月异的今天，国际经济和科技的竞争越来越围绕人才和知识的竞争展开。工程技术是科学技术和实际应用之间的桥梁。随着社会和科学技术的发展，工程技术的范围不断扩大，手段日益丰富更新，但其强烈的实践性始终未变。在工程技术人才中，具有丰富实际经验的技术工人是不可或缺的重要组成部分。近年来技术工人队伍的严重缺乏，已引起广泛重视。为此，教育部启动了“实施制造业和服务业技能型紧缺人才培养工程”。从2002年下半年起，国家劳动和社会保障部实施了“国家高技能人才培养工程”，并建立了“国家高技能人才（机电项目）培养基地”。这是落实党中央、国务院提出“科教兴国”战略方针的重要举措，也是中国人力资源开发的一项战略措施。这对于全面提高劳动者素质，培育和发展劳动力市场，促进培育与就业结合，推行现代企业制度，深化国有企业改革，促进经济发展都具有重要意义。

《劳动法》第八章第六十九条规定：“国家规定职业分类，对规定的职业制定职业技能标准，实行职业资格证书制度，由经过政府批准的考核鉴定机构负责对劳动者实施职业技能考核鉴定”。《职业教育法》第一章第八条明确指出：“实施职业教育应当根据实际需要，同国家制定的职业分类和职业登记标准相适应，实行学历文凭、培训证书和职业资格证书制度”。职业资格证书是表明劳动者具有从事某一职业（或复合性职业）所必备的学识和技能的证明，它是劳动者求职、任职、开业的资格凭证，是用人单位招聘、录用劳动者的主要依据，也是境外从业与就业、对外劳务合作人员办理技能水平公证的有效证件。

根据这一形势，化学工业出版社组织吉化集团公司、河北科技

大学、天津大学、天津军事交通学院等单位有关人员，根据 2000 年 3 月 2 日国家劳动和社会保障部部长令（第 6 号）发布的就业准入的相关职业（工种），组织编写了《职业技能鉴定培训读本（高级工）》（以下简称《读本》），包括《工具钳工》、《检修钳工》、《装配钳工》、《管工》、《铆工》、《电焊工》、《气焊工》、《维修电工》、《仪表维修工》、《电机修理工》、《汽车维修工》、《汽车维修电工》、《汽车维修材料工》、《摩托车维修工》、《车工》、《铣工》、《刨插工》、《磨工》、《镗工》、《铸造工》、《锻造工》、《钣金工》、《加工中心操作工》、《热处理工》、《制冷工》、《气体深冷分离工》、《防腐蚀工》、《起重工》、《锅炉工》等 29 种，以满足高级工培训市场的需要。本套《读本》的编写人员为生产一线的工程技术人员、高级技工以及长期指导生产实习的专家等，具有丰富的实践和培训经验。

这套《读本》是针对高级技术工人和操作工而编写的，以《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》为依据，在内容上以中级作为起点，但重点为高级，注重实践性、启发性、科学性，做到基本概念清晰，重点突出，简明扼要，对基本理论部分以必须和够用为原则，突出技能、技巧，注重能力培养。并从当前高级技工队伍素质的实际出发，努力做到理论与实际相结合，深入浅出，通俗易懂；面向生产实际，强调实践，书中大量实例来自生产实际和教学实践；在强调应用、注重实际操作技能的同时，反映新知识、新技术、新工艺、新方法的应用和发展。

本书是《钣金工》。依据《国家职业标准》的要求，主要介绍了高级钣金工所必须掌握的基本知识和技能。内容系统性强，主要按照制图基础、展开放样、材料的选择、下料、成形、连接、加工定位和夹紧、零件的装配、产品质量检验等工艺过程顺序进行编写，力求使读者学习并掌握钣金零件制作的基本原理、工艺和基本方法。

本书可作为高级钣金工的培训教材，也可供企业技术工人增长专业知识和提高工作技能参考。

本书由天津大学机械学院倪为国、项忠霞编写。在编写过程

中，得到了很多同志热情的帮助，特别是本校机械学院资料室王刚、王丽茹老师在本书编写过程中，给予了极大的支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有缺点、错误，敬请读者批评指正。

编者

2004年7月

目 录

第 1 章 制图基础	1
1.1 空间立体的投影基础	1
1.1.1 点、线、面在三视图中的投影	2
1.1.2 简单空间立体的投影	8
1.2 空间立体的截交线和相贯线	14
1.2.1 空间立体的截交线	14
1.2.2 空间立体的相贯线	25
1.3 机件的形体分析及表达方式	38
1.3.1 机件的形体分析	38
1.3.2 机件的表达方式	39
1.4 标准件与常用件	50
1.4.1 螺纹的规定画法	50
1.4.2 齿轮的规定画法	52
1.4.3 滚动轴承和弹簧的简化画法	54
1.5 零件的尺寸标注	55
1.5.1 零件图上尺寸标注的基本要求	55
1.5.2 零件图上尺寸标注的基本方法	56
1.5.3 零件上常见结构要素的尺寸标注方法	58
1.6 零件的尺寸精度、形位公差、表面粗糙度	60
1.6.1 零件的尺寸精度	60
1.6.2 表面粗糙度	63
1.6.3 零件形位公差	64
1.7 装配图	66
1.7.1 装配图的表达方式	66
1.7.2 装配图上的尺寸标注和技术要求	68
1.7.3 装配图上的零件序号和明细表	70

第2章 展开放样	71
2.1 基本立体表面的展开	71
2.1.1 平面立体表面的展开	71
2.1.2 可展曲面体的展开	81
2.1.3 不可展曲面体的近似展开	86
2.2 平面或曲面组合表面的表面展开	89
2.3 截交、相贯立体表面展开	96
2.4 型钢构件的展开	110
2.4.1 型钢不切口弯曲展开	110
2.4.2 型钢有切口弯曲展开	114
第3章 常用金属材料、板厚处理和划线	118
3.1 常用金属材料	118
3.1.1 碳钢及其合金钢	118
3.1.2 铸铁	127
3.1.3 有色金属	128
3.2 金属材料的热处理	135
3.2.1 退火与正火	137
3.2.2 淬火与回火	137
3.2.3 钢的表面热处理	138
3.3 原材料的矫正	140
3.3.1 手工矫正	141
3.3.2 机械矫正	145
3.3.3 火焰矫正	148
3.4 板厚处理	151
3.4.1 回转体的板厚处理	151
3.4.2 平面立体的板厚处理	151
3.4.3 相贯件的板厚处理	152
3.5 加工余量及咬口	154
3.5.1 加工余量	155
3.5.2 咬口加工余量	156
3.6 划线工艺	157
3.6.1 划线的基本概念	157
3.6.2 划线的工具和操作	158

第4章 下料	165
4.1 剪切	165
4.1.1 手工剪切	165
4.1.2 机械剪切	166
4.2 锯切	169
4.2.1 手工锯切	169
4.2.2 机械锯切	172
4.3 冲裁	172
4.3.1 冲压设备	173
4.3.2 冲裁原理	176
4.3.3 冲模	178
4.3.4 冲裁件的结构工艺性	181
4.4 气割	182
4.4.1 气割原理	182
4.4.2 气割操作工艺	183
4.5 其他切割方法	185
4.5.1 砂轮切割	185
4.5.2 碳弧气刨	189
4.5.3 电火花线切割	189
4.5.4 等离子弧切割	191
4.5.5 激光切割	193
4.6 下料精度、节约用料和下料后预加工	194
4.6.1 下料精度	194
4.6.2 节约用料	195
4.6.3 下料后的预加工	197
第5章 成形	206
5.1 弯曲	206
5.1.1 板材手工弯曲	206
5.1.2 板材机械弯曲	213
5.1.3 型钢弯曲	221
5.2 拉深	230
5.3 其他成形方法	236
5.3.1 胀形	236

5.3.2	翻边	238
5.3.3	旋压	240
5.3.4	水火成形	242
5.3.5	爆炸成形	243
第6章	连接	245
6.1	咬接	245
6.2	胀接	247
6.3	铆接	250
6.3.1	铆接的种类和接头的基本形式	251
6.3.2	铆钉	253
6.3.3	铆钉距离	256
6.3.4	拉铆	256
6.3.5	铆接缺陷及其预防	257
6.4	手弧焊	259
6.4.1	手弧焊的焊接过程	259
6.4.2	焊接电弧	260
6.4.3	焊接电源设备	261
6.4.4	电焊条	263
6.4.5	手弧焊工艺	264
6.4.6	焊接缺陷及其防止	267
6.5	气焊	268
6.5.1	气焊设备	268
6.5.2	气焊火焰	270
6.5.3	气焊材料	271
6.5.4	气焊特点与应用	271
6.6	钎焊	271
6.7	其他焊接方法	272
6.7.1	埋弧自动焊	272
6.7.2	氩弧焊	273
6.7.3	CO ₂ 气体保护焊	275
6.7.4	电渣焊	275
6.7.5	电阻焊	277
6.7.6	摩擦焊	279

6.8 特种焊接方法	280
6.8.1 等离子弧焊	280
6.8.2 激光焊	281
6.8.3 真空电子束焊	282
6.8.4 超声波焊	283
6.8.5 爆炸焊	284
第7章 工件的定位、夹紧和零件的装配	286
7.1 工件的定位和夹紧	286
7.1.1 基准	288
7.1.2 工件的定位	291
7.1.3 工件的夹紧	294
7.2 装配工艺	300
7.2.1 装配的概念和基本内容	300
7.2.2 装配方法及其选择	303
第8章 全面质量管理和产品质量检验	311
8.1 质量的形成	311
8.1.1 质量的概念	311
8.1.2 产品质量的形成过程	312
8.2 质量管理体系的建立	313
8.2.1 全面质量管理	313
8.2.2 质量管理国际标准 (ISO 9000) 简介	315
8.3 产品质量检验	316
8.3.1 外部质量检验	316
8.3.2 内部质量检验 (无损检验)	319
8.3.3 破坏性检验	323
参考文献	328

第 1 章 制图基础

图样是现代生产活动中必不可少的技术文件，是工程技术界的语言。工程技术人员为了进行技术交流和指导生产，就必须具有制图和读图的技能。国家制定的国家标准《机械制图》就是机械专业制图的统一标准，本书仅对钣金工所需要的最基本的制图知识作简单介绍，有关其他详细内容请参考国家标准《机械制图》。

1.1 空间立体的投影基础

机械制图中常用的对空间立体投影的方法是平行投影法中的正投影法，即投射射线相互平行且垂直于投影面。而空间坐标体系是由坐标轴 OX 、 OY 、 OZ 组成，其中 OX 、 OZ 轴组成正投影面，简称正面（用 V 表示）、 OX 、 OY 轴组成水平投影面，简称水平面（用 H 表示）、 OY 、 OZ 轴组成侧投影面，简称侧面（用 W 表示）。坐标轴在此也称为投影轴， OX 代表长度方向、 OY 代表宽度方向、 OZ 代表高度方向， O 点代表原点。这时 OY 轴被分裂为 OY_H 和 OY_W ，分别在 H 面和 W 面上。

投影时将物体放置在三投影面体系中，按正投影法向各投影面投影，即可得到物体的正面投影、水平面投影和侧面投影。由于视图投影关系，常将物体的正面投影称为主视图、水平面投影称为俯视图、侧面投影称为左视图。为了使视图更为清晰，习惯上常用如图 1-1 所示的形式表示物体的三视图，以主视图为准，俯视图在主视图的下面，左视图在主视图的右面。从三视图中可以看出，每个视图表示物体一个方向的形状和两个方向的尺寸。主视图包含了

OX 、 OZ 轴，其反映了主视方向的形状和物体的长度和高度；俯视图包含了 OX 、 OY 轴，其反映了俯视方向的形状和物体的长度和宽度；左视图包含了 OY 、 OZ 轴，其反映了左视方向的形状和物体的宽度和高度。

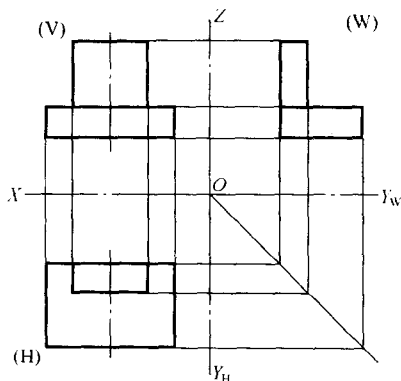


图 1-1 物体的三视图

由此可以得出：主、俯视图长对正（等长）；俯、左视图宽相等（等宽）；主、左视图高平齐（等高）。特别需要强调的是：无论是物体的全部还是局部形状都必须符合“长对正、宽相等、高平齐”的“三等”规律。

为了实现俯、左视图宽相等，可以利用过 O 点作 45° 辅助线，以求得其相等关系。

1.1.1 点、线、面在三视图中的投影

物体是由各种表面所组成，表面是由线所组成的，而线的组成要素是点，为了正确表达物体形状和解析物体各部分的相互关系，就必须研究点、线、面的投影和相互空间关系。

1.1.1.1 点的投影

一般空间位置的点用大写字母 A 、 B 、 C …表示，其相应的 H 面上的投影用小写字母 a 、 b 、 c …表示， V 面上的投影用 a' 、 b' 、 c' …表示， W 面上的投影用 a'' 、 b'' 、 c'' …表示。在空间位置的点都可由点的直角坐标值来确定，例如： $A(x, y, z)$ ，其投影 a 为 A

点在 H 面上的投影、 a' 为 A 点在 V 面上的投影和 a'' 为 A 点在 W 面上的投影，如图 1-2 所示。坐标值 OX 等于 A 点到 W 面的距离，即 V 面上 a' 到 OZ 轴、H 面上的 a 到 OY_H 轴的距离（长对正）； OY 等于 A 点到 V 面的距离，即 H 面上 a 到 OX 轴、W 面上的 a'' 到 OZ 轴的距离（宽相等）； OZ 等于 A 点到 H 面的距离，即 V 面上 a' 到 OX 轴、W 面上的 a'' 到 OY_W 轴的距离（高平齐）。

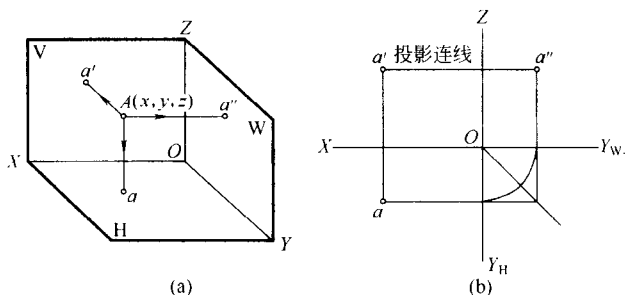


图 1-2 点的三面投影

1.1.1.2 直线的投影

由于直线上两点在同一投影面上的投影连线即为直线的投影，所以直线的三面投影都是直线，而且属于直线上的点的各面投影必定在直线的各面投影线上，如图 1-3 所示。

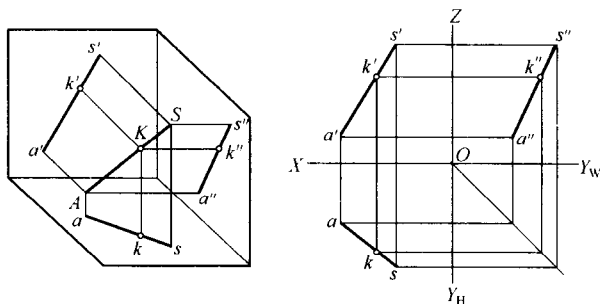


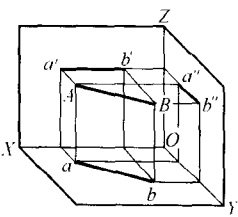
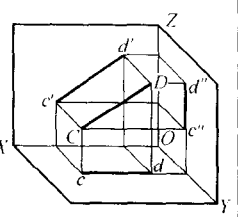
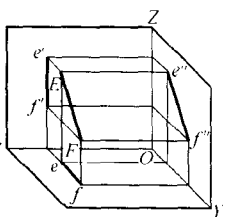
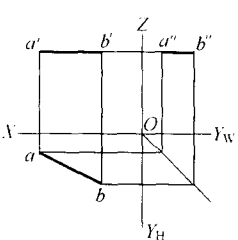
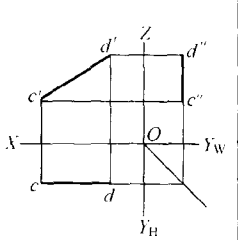
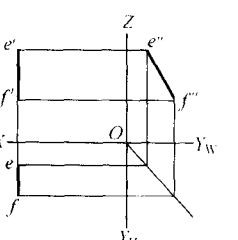
图 1-3 一般位置直线的三面投影

空间直线在空间坐标中的位置，可以分为一般位置直线、投影面的平行线、投影面的垂直线三种，后两种也称为特殊位置直线。

(1) 一般位置直线 与三个投影面都倾斜的直线称为一般位置直线, 其各投影面上的长度都小于直线的实长, 其与投影轴的夹角不反映该直线对投影面倾角的实际大小, 如图 1-3 左图。

(2) 投影面平行线 只平行于一个投影面而与另外两个投影面都倾斜的直线称为投影面的平行线, 平行于 H 面的直线叫水平线, 平行于 V 面的直线叫正平线, 而平行于 W 面的直线叫侧平线。投影面平行线在所平行的投影面上的投影反映直线的实长, 而且与此平面上的投影轴倾斜; 在其他两个投影面上的投影都短于实长, 且平行于相应的投影轴, 见表 1-1。

表 1-1 投影面平行线的投影特性

名称	水平线($\parallel$ H 面, 对 V、W 面倾斜)	正平线($\parallel$ V 面, 对 H、W 面倾斜)	侧平线($\parallel$ W 面, 对 H、V 面倾斜)
轴测图			
投影图			
投影特性	1. 水平投影 $ab=AB$ 2. 正面投影 $a'b' \parallel OX$, 侧面投影 $a''b'' \parallel OY_W$, 都不反映实长	1. 正面投影 $c'd'=CD$ 2. 水平投影 $cd \parallel OX$, 侧面投影 $c''d'' \parallel OZ$, 都不反映实长	1. 侧面投影 $e''f''=EF$ 2. 水平投影 $ef \parallel OY_H$, 正面投影 $e'f' \parallel OZ$, 都不反映实长

(3) 投影面垂直线 垂直于一个投影面而平行于其他两个投影面的直线称为投影面的垂直线，垂直于 H 面的直线称为铅垂线，垂直于 V 面的直线称为正垂线，而垂直于 W 面的直线称为侧垂线。投影面垂直线在所垂直的投影面上的投影必积聚成一点，在其他两个投影面上的投影都反映实长，且平行和垂直于相应的投影轴，见表 1-2。

表 1-2 投影面垂直线的投影特性

名称	铅垂线($\perp H$, // V 和 W)	正垂线($\perp V$, // H 和 W)	侧垂线($\perp W$, // H 和 V)
轴测图			
投影图			
投影特性	1. 水平投影 $a(b)$ 成一点, 有积聚性 2. $a'b' = a''b'' = AB$, 且 $a'b' \perp OX, a''b'' \perp OY_W$	1. 正面投影 $c'(d')$ 成一点, 有积聚性 2. $cd = c''d'' = CD$, 且 $cd \perp OX, c''d'' \perp OZ$	1. 侧面投影 $e''(f'')$ 成一点, 有积聚性 2. $ef = e'f' = EF$, 且 $ef \perp OY_H, e'f' \perp OZ$

1.1.1.3 平面的投影

平面图形的投影一般仍为其类似图形，特殊情况下积聚为直线。图 1-4 所示为正三棱锥的三面投影，其侧面三角形 SAB（或

SBC) 的水平投影 sab (sbc)、正面投影 $s'a'b'$ ($s'b'c'$)、侧面投影 $s''a''b''$ (或 $s''b''c''$) 均为三角形; 其后面投影 SAC 的侧面投影 $s''a''c''$ 积聚为直线; 底面三角形 ABC 正面投影 $a'b'c'$, 侧面投影 $a''b''c''$ 也积聚为直线。

从图 1-4 可以分析出: 平面图形的投影就是组成该平面图形的各线段投影的集合, 作图时一般先画出平面图形各顶点的投影, 将各点同面投影依次引直线连接后即得到该平面图形的投影。

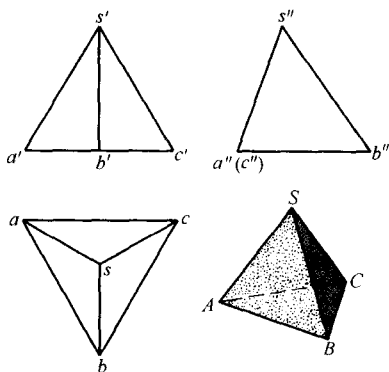


图 1-4 正三棱锥的三面投影

平面图形在空间坐标中的位置, 可以分为一般位置平面、投影面的平行面、投影面的垂直面三种, 后两种也称为特殊位置平面。

(1) 一般位置平面 与三个投影面都倾斜的平面称为一般位置平面, 其在各投影面上的投影都小于原平面图形, 并是原图形的类似形, 如图 1-4 中侧面三角形 SAB 和 SBC 的三面投影。

(2) 投影面的平行面 平行于一个投影面而与另外两个投影面都垂直的平面称为投影面的平行面, 平行于 H 面的平面叫水平面, 平行于 V 面的平面叫正平面, 而平行于 W 面的平面叫侧平面。投影面的平行面在所平行的投影面上的投影反映平面的实形, 在其他两个投影面上的投影都积聚为直线, 且平行于相应的投影轴, 见表 1-3。