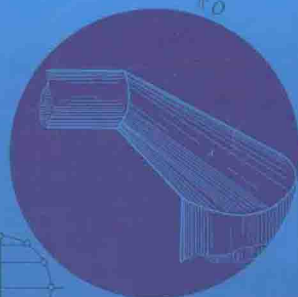
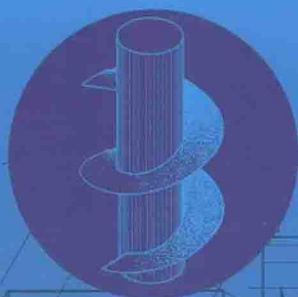


马德成 编著



钣金展开图

及工艺基础



精选68种钣金制件展开画法，基本涵盖生产中经常遇到的钣金零件

对每一钣金制件的放样图、展开图均进行详细的绘制和作法介绍，

初学者只要一边看图，一边阅读作法，定能融会贯通

对几何作图、零件表面交线、变换投影面这三方面内容进行了铺垫，
有利于基础薄弱的读者更好地学习钣金展开图

对钣金制件的主要工艺过程及板厚处理均作了详细分析和说明

贴近国家职业资格鉴定和技术等级考试，有利于读者评级、晋升



化学工业出版社

钣金展开图 及工艺基础

马德成 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

钣金展开图及工艺基础/马德成编著. —北京: 化学工业出版社, 2014. 3
ISBN 978-7-122-19146-5

I. ①钣… II. ①马… III. ①钣金工-机械图-识别
②钣金工-制图 IV. ①TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 283700 号

责任编辑: 王 焯
责任校对: 蒋 宇

文字编辑: 云 雷
装帧设计: 刘丽华

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: 三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张 13 字数 317 千字 2014 年 3 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

恭祝馬老新作問世

從事機械五十秋，圖學迷宮任您游。
著作宏富桃李多，不老人生竟風流。
三更燈火戰寒暑，精心專著壯志酬。
圖文并茂新科技，鉅金讀者喜心头。

吳小書書於靖江二〇三年十月十二日

公輸般造多采室
樣式雷捕子
居漸心血氏文圓開
卷尔曹搭勒车

馬德成同能，敏于工原開，因何村後原
謝奇漁，孔子，類己，為冬，漁樵，務主，並主



前言

FOREWORD

为全面践行科学发展观,进一步提高劳动者职业技术素质,增强技术创新能力,满足广大就业人员技术培训的迫切需要。根据国家职业资格鉴定范围和技术等级考试核心内容,编著了《钣金展开图及工艺基础》,书中比较系统地介绍了钣金工应掌握的基本理论知识、专业技术知识和有关操作技能,具有很强的实用性。书中内容力求适应钣金工从业人员技术提高的实际需要,并尽力贴近钣金工职业资格鉴定要求,图文并茂,易学易懂。

考虑到展开图与实样图有着不可分割的密切关系,为此,书中对机械图样中常用的几何作图方法、零件的表面交线、变换投影面等钣金工应知应会的基础知识作了比较详细的讲解。

画钣金展开图是本书的核心内容,书中对现代实际生产中所接触到的大多数钣金制件的放样展开作图方法作了认真细致的图示和清晰的说明。

书中对钣金工制作工艺中的放样、下料、剪切、冲裁、弯曲、压延、放边、收边、卷边、咬缝、焊接等基本操作要领及有关计算公式都作了全面介绍,并对板厚处理问题作了分析讲解。

本书可作为工厂企业钣金工培训教材,包括农民工及城镇失业人员转岗晋级培训。也适于本科院校、高职高专、技校学生及有关工程技术人员阅读参考。

编写中,曾得到苏、锡、常几家大型钣金企业的支持和帮助,并有马菊芳高级工程师的全面审阅,在此一并感谢。

由于作者水平所限,加之时间仓促,书中不妥之处难免,诚请读者指正。

编著者

作者简介

马德成，1938 年出生，江苏靖江人，高级讲师，江苏省工程图学会会员，扬州市工程图学会第四届理事会理事。毕业于济南铁道学院铁道车辆制造专业，先后在北京铁路局、上海铁路局、铁道部戚墅堰机车车辆厂担任铁道车辆制造与检验工作，尤其精于列车自动制动机的检测技术工作，被业内誉为“三通阀专家”，曾设计三通阀自动研磨机，提高工效十二倍，并在全路推广。1972 年在戚墅堰机车厂试制“东方红号”五千马力高速内燃机车中担任审图工作，因及时发现谬误，获得嘉奖。



1973 年调常州铁路机械专科学校担任机械制图教师。1984 年调靖江电视大学担任大专机械制图面授主讲。1995 年为江苏省电大系统 100 多位制图教师开了公开课“机件的表达方案”，在《靖江日报》及省电大刊物上都给予了极高的评价。1996 年被评为靖江市“江山杯”十佳教师，靖江市优秀共产党员。

退休后，仍然受聘于多家院校从事机械制图主讲教学工作，教学效果得到聘用单位很高评价。

近年来主要著作有《机械工人识图与绘图》、《机械图样识读》、《画法几何及机械制图典型题解 300 例》、《机械零件测量技术及实例》。

目录 contents

第1章 钣金工的基础知识

1 /

1-1 几种常用的几何作图方法	2
1-1-1 线段的任意等分	2
1-1-2 作线段的平行线	2
1-1-3 圆周的等分	2
1-1-4 椭圆的近似画法	4
1-1-5 蛋圆形的画法	4
1-2 切口体、相贯体的表面交线求作方法	6
1-2-1 切口体的截交线求作方法	6
1-2-2 相贯体的相贯线求作方法	12
1-2-3 零件表面交线的小结	18
1-3 投影变换基本知识	19
1-3-1 换面法	19
1-3-2 旋转法	25

第2章 常用钣金制件展开图

30 /

2-1 平面钣金制件展开图	31
2-1-1 斜截棱柱制件展开图	31
2-1-2 斜口方形棱锥管制件的展开图	31
2-1-3 斜截四方柱筒的展开图	32
2-1-4 两正垂面斜截四方柱筒展开图	33
2-1-5 上小下大长方形四棱台的展开图	34
2-1-6 长方形四棱台的展开图	35
2-1-7 正六角筒和正方形筒相接展开图	36
2-1-8 接在三角棱面上的八棱筒形展开图	37
2-2 曲面钣金制件展开图	38

目录 CONTENTS

2-2-1	斜截圆管的展开	38
2-2-2	水平截切不反映实形的圆柱管的展开图	39
2-2-3	五节等径直角弯头的展开	40
2-2-4	斜截圆锥管的展开	41
2-2-5	天圆地方变形接头的展开	42
2-2-6	不等径圆锥管直角弯头的展开	43
2-2-7	不等径三通圆管正交的展开图	44
2-2-8	两等径圆管正交三通的展开图	45
2-2-9	两等直径斜交三通的展开图	46
2-2-10	不等径两圆管斜交的展开图	47
2-2-11	小直径圆管与大直径圆管前侧垂直偏交展开图	49
2-2-12	小直径圆管和大直径圆管后侧斜交展开图	50
2-2-13	圆管和矩形管斜交的展开图	51
2-2-14	椭圆管和圆管斜交展开图	52
2-2-15	圆柱管与圆锥管正交的展开图	54
2-2-16	斜截圆锥管与圆管斜交的展开图	55
2-2-17	圆管与正圆锥管斜交的展开图	56
2-2-18	三节 90° 圆锥渐缩形弯头的展开图	58
2-2-19	不成直角的渐缩断面两节弯头的展开图	59
2-2-20	三节等径蛇形管的展开图	61
2-2-21	四节等径蛇形管的展开图	62
2-2-22	三向扭转 90° 的五节圆管弯头的展开	64
2-2-23	和圆筒相交的正四棱锥展开图	66
2-2-24	正四棱锥和椭圆筒相接的展开图	67
2-2-25	圆筒与八棱筒垂直相交的展开图	68
2-2-26	漏斗形风筒管节的展开图	69
2-2-27	顶面圆形底面矩形台的展开图	71
2-2-28	底面矩形顶面圆形, 圆的直径大于矩形底宽的台形展开图	72
2-2-29	两个不同直径圆管在任意角度下相接时的中间大小头管节展开图	75
2-2-30	穿过屋面的烟筒及附带加固的铁罩的展开图	77
2-2-31	大圆管和小扁圆管连接的中间管节的展开图	79
2-2-32	两个不同直径的圆管垂直相交时中间大小头管节的展开图	81
2-2-33	90° 右圆下方三节管的展开图	83
2-2-34	两椭圆锥斜交 V 形三通管展开图	87
2-2-35	大圆主管小圆支管渐缩 V 形三通管展开图	88
2-2-36	圆柱主管接圆锥支管 Y 形三通管展开图	90
2-2-37	带补料等径正交三通管的展开图	91
2-2-38	两平行圆柱管斜交圆锥管异径三通管展开图	93
2-2-39	顶圆矩形底弯头的展开图	94
2-2-40	裤形三通管的展开图	96
2-2-41	圆锥管中凹心斜板的展开图	99

2-2-42	大小方管迂回 90°螺旋管展开图	100
2-2-43	方管迂回 180°的螺旋管展开图	102
2-2-44	大小方管斜接渐缩三通管展开图	104
2-2-45	球体的分块展开画法	106
2-2-46	球体的分瓣展开画法	107
2-2-47	球体的分带展开画法	108
2-2-48	球罐的支柱接口展开图画法	109
2-2-49	封头的近似展开	111
2-2-50	圆柱管铅垂和倾斜球面封头	112
2-2-51	经线、纬线联合分割法	113
2-2-52	正圆柱螺旋面的近似展开	114
2-2-53	螺旋方管的近似展开	116
2-2-54	正圆柱螺旋面的展开图	116
2-2-55	圆锥螺旋线的展开画法	119
2-2-56	圆锥螺旋面的展开图	121
2-2-57	斜螺旋叶片的展开图	123
2-3	各种展开方法比较	125
2-3-1	采用三种基本展开法应具备的条件	125
2-3-2	展开方法的选用	127

第 3 章 钣金工艺基础知识

129 /

3-1	放样	130
3-1-1	放样概念	130
3-1-2	划线	130
3-1-3	放样程序	130
3-2	下料	131
3-2-1	下料的概念	131
3-2-2	下料须知	131
3-2-3	几种下料方法	131
3-3	剪切与冲裁	132
3-3-1	剪切	132
3-3-2	冲裁	136
3-3-3	常用的冲床设备	138
3-3-4	冲裁模	142
3-3-5	冲裁间隙	144
3-4	弯曲	146
3-4-1	弯曲概念	146
3-4-2	压弯	146
3-4-3	弯曲零件的有关知识	146

► 目录 CONTENTS

3-4-4 最小弯曲半径	147
3-4-5 弯曲力的计算	149
3-4-6 压弯模具	150
3-4-7 压弯设备	151
3-4-8 弯曲回弹	152
3-5 压延	153
3-5-1 压延概述	153
3-5-2 压延零件毛料展开尺寸的确定	154
3-5-3 有规则旋转体零件的毛料直径的计算公式	156
3-5-4 零件所需压延次数的确定	160
3-5-5 压延力及压边力	161
3-5-6 对压延零件的有关规定	162
3-5-7 压延模	163
3-5-8 压延凹凸模的圆角半径	163
3-5-9 凸凹模之间间隙	165
3-5-10 凸凹模尺寸的确定	165
3-6 钣金焊接	166
3-6-1 钣金零件的焊接变形分析	166
3-6-2 钣金零件的检验方法	171
3-6-3 钣金焊接图	174
3-7 钣金手工成形工艺	180
3-7-1 手工弯曲	180
3-7-2 放边的手工艺	181
3-7-3 收边的手工制作	183
3-7-4 手工打管卷边	184
3-7-5 手工咬缝工艺	185
3-8 板厚处理	188
3-8-1 板厚处理的概念	188
3-8-2 板厚影响分析	188
3-8-3 板厚处理的方法	188
3-8-4 板厚处理的一般原则	188

附录

190 /

附录一 几种典型弯曲零件展开料长计算公式	191
附录二 常用金属材料牌号	194

后记

197 /

第 2 章

常用钣金制件 展开图

- 2-1 平面钣金制件展开图 /31
- 2-2 曲面钣金制件展开图 /38
- 2-3 各种展开方法比较 /125

移法)

② 从 a'_1 作 $a'_1k'_1 \perp b'_1c'_1$ 得 k'_1 ，即为垂足 k_1 的正面投影，由 k'_1 再作出其水平投影 k_1 。

③ 将 k_1 点返回到 BC 上，得 k 点。作图时可作 $k'_1k' \parallel X$ 轴与 $b'_1c'_1$ 相交，得交点 k' ，再求出 k ， $a'k'$ 、 ak 即为 BC 垂线 AK 的两个投影。

【例 4】 绕垂直于投影面的轴把 AB 直线旋转到平面 $CDEF$ 上 (图 1-52)。

分析：如果直线上有两点在平面上，则直线在平面上。通常可先求出直线与平面的交点，通过交点作旋转轴，旋转后该交点不动仍在平面上，因此只要旋转直线另一点到平面上即可。旋转后的点要符合平面上点的投影性质。

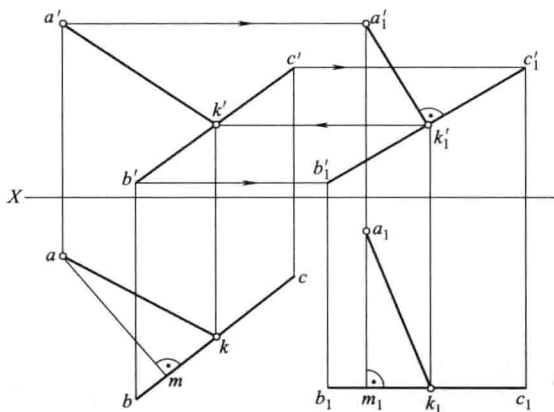


图 1-51 过已知点作直线与已知直线垂直相交

作图：

① 用辅助平面法求出直线 AB 与平面 $CDEF$ 的交点 K 。过 K 点作铅垂线 OO 。(k' 在 $1'2'$ 与 $a'b'$ 的交点上)

② 求出直线 AB 的水平迹点 M ，将 M 点转到平面上。由于平面上 CF 直线也在 H 面上，故 M 点绕 OO 轴旋转时，必定与 CF 直线相交，其交点为 M_1 、 M_2 。这两点即为 M 点旋转到平面上的两个位置。

③ K 点旋转时不动，即仍在平面上，故 KM_1 、 KM_2 也必定在平面上， A 、 B 两点旋转后的位置分别为 A_1 、 A_2 ， B_1 、 B_2 ，也一定在平面上，因此 A_1B_1 、 A_2B_2 即为直线 AB 旋转到平面上后的两个位置。即 a_1b_1 、 $a'_1b'_1$ 分别在 $CDEF$ 的 H 与 V 面投影上。 a_2b_2 、 $a'_2b'_2$ 同样如此。

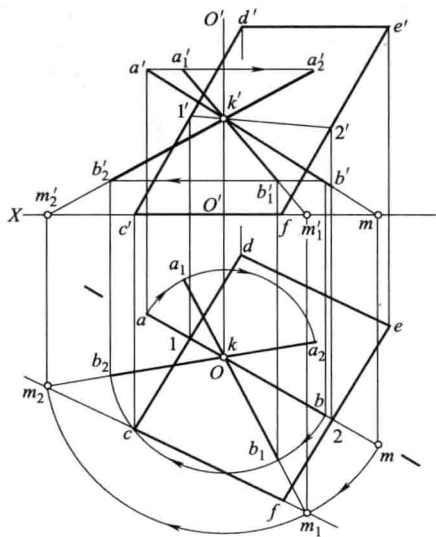


图 1-52 将一直线旋转到已知平面上

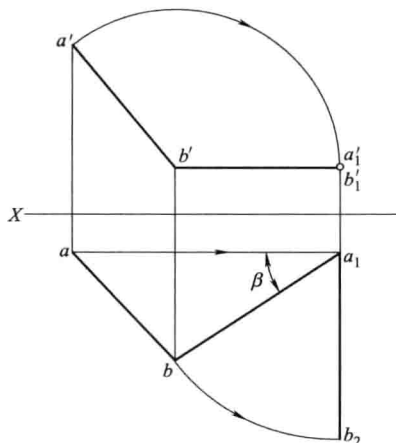


图 1-47 倾斜线旋转成垂直线

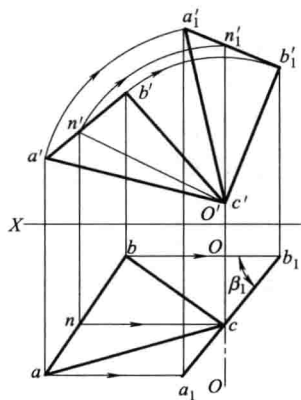


图 1-48 倾斜面旋转成垂直面

如图 1-49 所示 $\triangle ABC$ 为一铅垂面要旋转成正平面。作图时可过 B 点作垂直 H 面的旋转轴旋转 $\triangle ABC$, 使具有重影性的投影平行于 X 轴, 此时该平面即为正平面, 其正面投影 $\triangle a_1'b_1'c_1'$ 反映实形。

(6) 将投影面倾斜面旋转成投影面平行面

将投影面倾斜面旋转成投影面平行面, 要经过二次旋转。如图 1-50 所示, 先通过 C 点作垂直 H 面的轴, 将投影面倾斜面 $\triangle ABC$ 旋转成正垂面 $\triangle A_1B_1C$, $a_1'b_1'c_1'$ 与 X 轴的夹角即反映平面对 H 面的倾角 α_1 , 然后再过 A_1 点作垂直 V 面的旋转轴, 将正垂面 $\triangle A_1B_1C$ 旋转成水平面 $\triangle A_1B_2C_2$, 其水平投影 $\triangle a_1b_2c_2$ 反映平面实形。

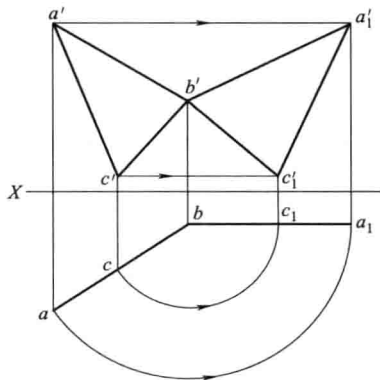


图 1-49 垂直面旋转成平行面

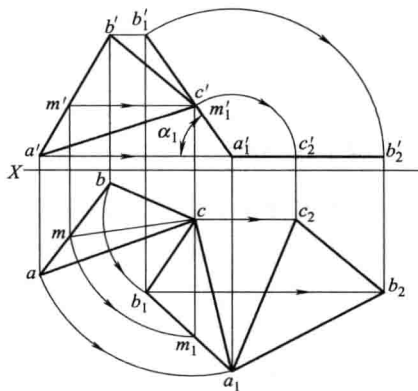


图 1-50 倾斜面旋转成平行面

3. 旋转法的应用举例

【例 3】 过点 A 作直线与已知直线 BC 垂直相交 (图 1-51)

分析: 可将直线 BC 旋转成平行线, 再利用直角投影定理作出其垂线。

作图: 本题利用不指明轴旋转法作图。

① 将 BC 直线旋转成正平线 B_1C_1 ($b_1c_1, b_1'c_1'$) (也可以旋转成水平线) 这时 $b_1c_1 \parallel X$ 轴。 A 点的新位置为 A_1 (a_1, a_1')。 [注]: 通过搭直角三角形求得 a_1 点 (这里采用的是平

45 所示, AB 为投影面倾斜线, 要旋转成正平线, 则其水平投影必须旋转到平行 X 轴的位置。因此应选择铅垂线作为旋转轴, 为作图简便起见, 使 OO 轴通过端点 A , 这样只要旋转另一端点 B 就可以完成作图。具体作图步骤如下:

① 过 $A(a, a')$ 作 OO 轴垂直 H 面。

② 以 O 为圆心, Ob 为半径画圆弧 (顺时针或逆时针方向都可以)。

③ 由 a 作 X 轴的平行线与圆弧相交于 b_1 , 得 ab_1 。

④ 从 b' 作 X 轴的平行线, 在该线上求出 b'_1 , $a'b'_1$ 即反映直线 AB 的实长, $a'b'_1$ 与 X 轴的夹角反映 AB 对 H 面的倾角 α 。

(2) 将投影面平行线旋转成投影面垂直线

图 1-46 所示为一正平线 AB , 要旋转成投影面垂直线, 则反映实长的正确投影必须旋转成垂直 X 轴, 因此应选择正垂线为旋转轴。为简便起见, 使 OO 轴通过 B 点, 当旋转后的投影 a'_1b' 垂直 X 轴时, 水平投影重影为一点 a_1b 。 a'_1b' 和 a_1b 为铅垂线 A_1B 的两个投影。

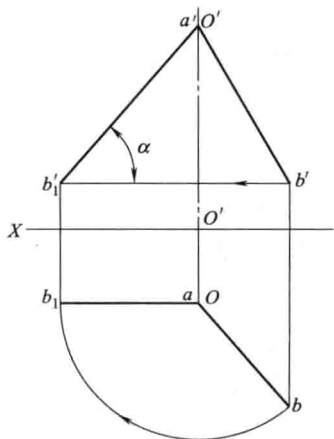


图 1-45 倾斜线旋转成平行线

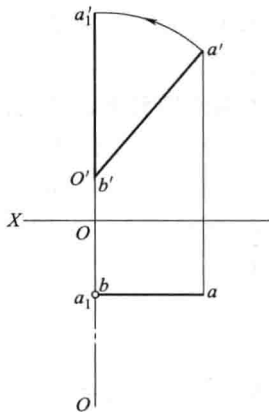


图 1-46 平行线旋转成垂直线

(3) 将投影面倾斜线旋转成投影面垂直线

由以上两个基本问题可知, 要将投影面倾斜线旋转成投影面垂直线要经过二次旋转。如图 1-47 所示 AB 直线先绕过 B 点并垂直 V 面的轴 (为简化起见, 图中未画此轴) 旋转成水平线 A_1B , 其水平投影 a_1b 与 X 轴的夹角即反映直线对 V 面的倾角 β 。然后再绕过 A_1 点并垂直 H 面的轴旋转, 使水平线 A_1B 成为正垂线 A_1B_2 其 V 面投影 $a'_1b'_2$ 重影旋转时, 必须交替选用垂直 H 和 V 面的旋转轴, 如同两次换面中必须交替变换 H 面和 V 面一样。

(4) 将投影面倾斜面旋转成投影面垂直面

将投影面倾斜面旋转成投影面垂直面, 可以求出平面对投影面的倾角。如图 1-48 所示 $\triangle ABC$ 为投影面倾斜面, 要旋转成铅垂面并求出 β_1 角, 则必须在平面上找一直线将它旋转成铅垂线。由前述可知, 正平线经一次旋转即可旋转成铅垂线, 因此先在平面上取一正平线 CN , 将它旋转成铅垂线 CN_1 , 再按“三同”规律及旋转时的不变性将 AB 随之旋转, 这时 $\triangle a_1cb_1$ 必定重影为一直线, $\triangle A_1B_1C$ 即为铅垂面。 a_1cb_1 与 X 轴的夹角即反映平面对 V 面的倾角 β_1 。

(5) 将投影面垂直面旋转成投影面平行面

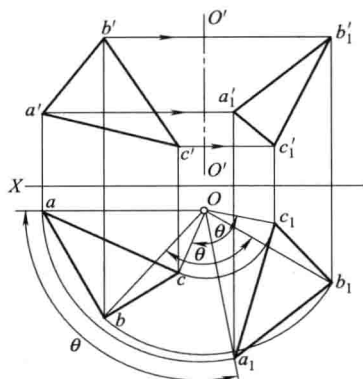


图 1-43 平面的旋转

② 同样的原理将 B 点绕 O 逆时针旋转相应的 θ 角，到达 Ob_1 的位置。

③ 由于这时点 A 、 B 在 V 面的投影轨迹是平行于 X 轴的直线，通过主、俯长对正的投影关系，便可得到 A 、 B 在 V 面的投影 $a'1$ 、 $b'1$ 。

因为平面是由若干条直线构成的，所以平面的旋转规律也必须按照“三同”规律，例如如图 1-43 所示三角形 $\triangle ABC$ 三个顶点 A 、 B 、 C 三点分别绕同一轴 OO ，按同一逆时针方向，旋转同一 θ 角，从而获得 ABC 平面旋转后新的投影。

除上述“三同”规律外，直线与平面当绕垂直于投影面的轴旋转时，它在轴所垂直的投影面上的新的投影与原有在该投影面上的投影具有旋转后的不变性，即直线的长度不变如图 1-42 中的 $a_1b_1 = ab$ ；对于平面来说，即是平面的形状不变，如图 1-43 中 $\triangle a_1b_1c_1 = \triangle abc$ 。为什么会在旋转后具有这样的“不变性”呢？这是因为直线或平面在旋转时相对于旋转轴所垂直的投影面的倾角未变而致。

作图时，可根据直线或平面的一个投影在旋转前后的不变性，首先作出其不变投影，然后再根据点绕投影面垂直轴的旋转规律作出另一投影。

根据上述性质，有时为使图形清楚起见，如图 1-44 (a) 所示可将旋转后的投影 $\triangle a_1b_1c_1$ 转移到某个适当位置，只要其形状和大小不变，而其另一投影仍按点绕投影面垂直轴的旋转规律作图。这时不必指明旋转轴的位置，这种方法称为不指明轴旋转法，又称平移法。如需确定旋转轴可用图 1-44 (b) 所示的方法，即作 C 、 C_1 和 B 、 B_1 的中垂面，其交线即为垂直轴 OO 。

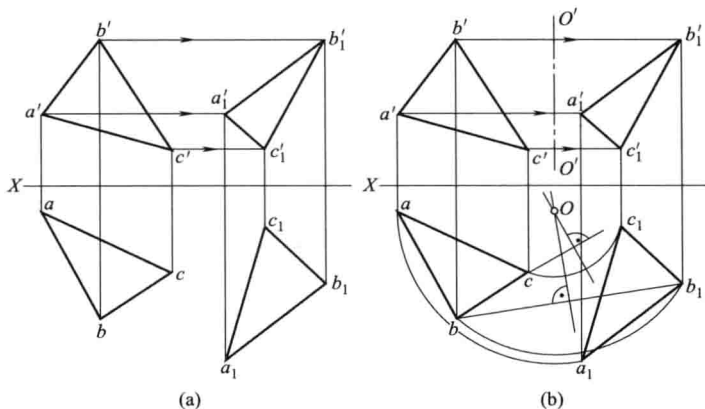


图 1-44 绕不指明轴旋转（平移法）

2. 旋转法中的六个基本问题

(1) 将投影面倾斜线旋转成投影面平行线

将投影面倾斜线旋转成投影面平行线，可以求出线段实长和对投影面的倾角。如图 1-

1-3-2

旋转法

1. 旋转法的基本规律

(1) 点的旋转规律

当一点绕垂直于投影面的轴旋转时，它的运动轨迹在轴所垂直的投影面上的投影为一个圆，而在轴所平行的投影面上的投影为一平行相应的投影轴的直线。

图 1-41 为 A 点绕垂直于 V_1 面的 OO 轴旋转时的投影情况，它的运动轨迹在 V 面上的投影是一个圆，而在 H 面上的投影为一平行于 X 轴的直线。

(2) 直线与平面的旋转规律

纯粹的点的旋转实际意义不是太大，而直线与平面的旋转原理确是与点的旋转原理相同。

直线的旋转可归结为直线上的两个点的旋转，直线的旋转也就是直线上两点绕同一轴旋转，且同方向，旋转同一角度，这就是直线与平面旋转时的“三同”规律。

如图 1-42 所示为倾斜线 AB 绕垂直于 H 面旋转轴 OO 按逆时针方向旋转 θ 角，根据上述“三同”规律，其作图步骤如下：

① 首先使 A 点绕 OO 轴旋转 θ 角（逆时针方向），作图时连 Oa ，将 Oa 绕 O 逆时针旋转 θ 角，到达 Oa_1 的位置。

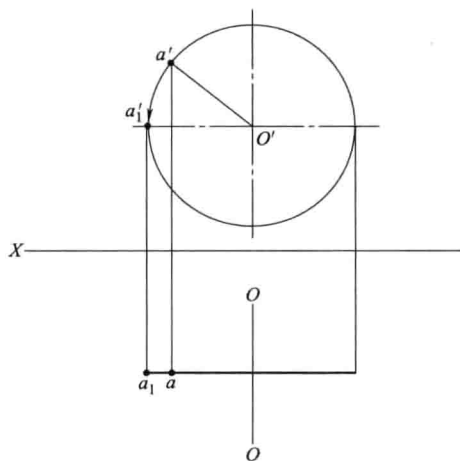


图 1-41 A 点投影情况

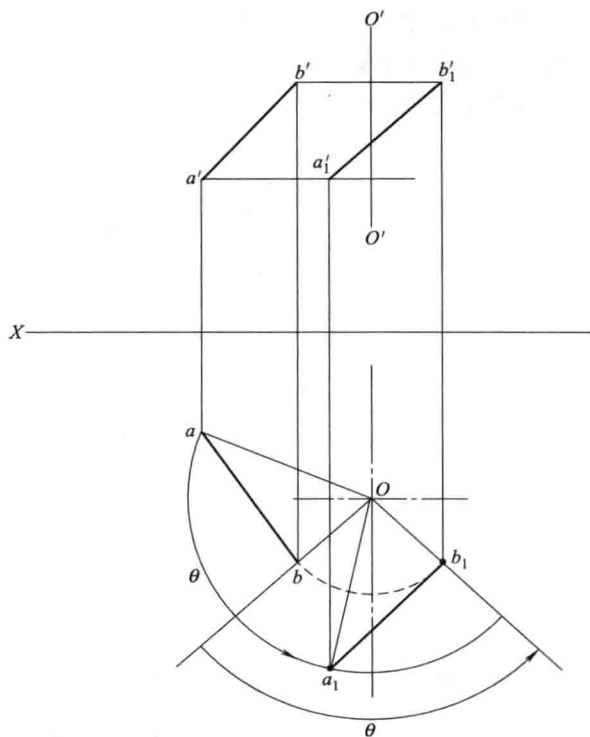


图 1-42 直线与平面的旋转