



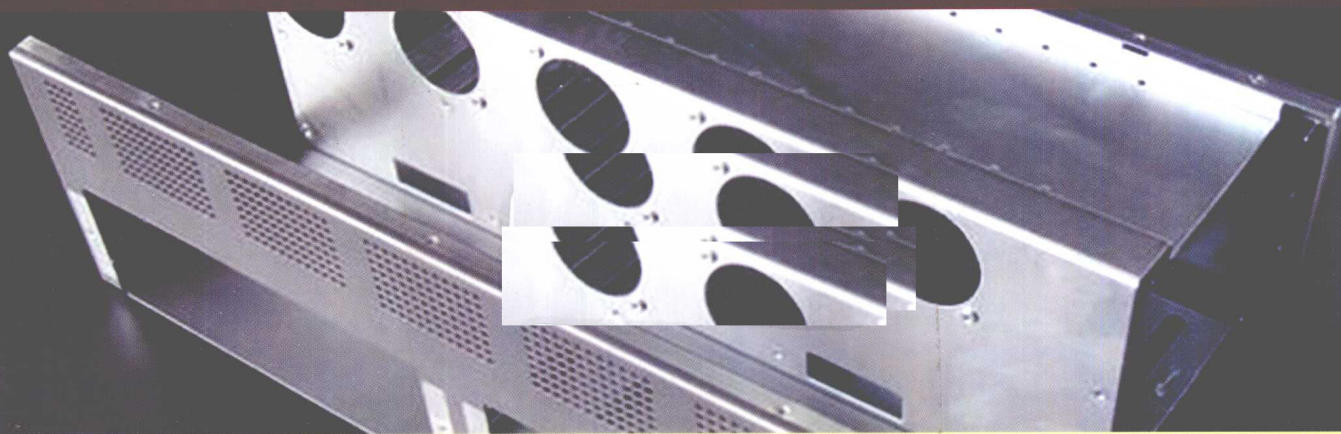
机电类技师鉴定培训教材

冷作钣金工技师 鉴定培训教材

LENGZUO BANJINGONG JISHI JIANDING PEIXUN JIAOCAI

机电类技师鉴定培训教材编审委员会组织编写

刘光虎 编



- ◆ 汲取首套技师培训教材精华
- ◆ 紧扣职业技能鉴定考核要求
- ◆ 包含教材题库答案模拟试卷
- ◆ 注重分析解决问题能力提升



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机电类技师鉴定培训教材

冷作钣金工技师 鉴定培训教材

机电类技师鉴定培训教材编审委员会组织编写

刘光虎 编



机械工业出版社

本书是依据《国家职业标准》冷作钣金工技师的知识要求,紧扣职业技能鉴定培训的需要编写的。本书的主要内容包括:投影改造作图知识及冷作钣金结构件的展开,冷作钣金结构件间的连接及其强度计算,冷作钣金结构件的变形及其矫正,冷作钣金结构件的加工成形,大型钣金、钢结构件的装配,铆焊结构件的质量检验,工艺文件的编制,冷作钣金结构件的设计。每章末有复习思考题,书末附有与之配套的试题库和答案,以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本教材既适合各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门、技师学院作为技师鉴定的考前培训教材,又可作为读者考前复习和自测使用的复习用书,也可供职业技能鉴定部门在技师鉴定命题时参考。

图书在版编目(CIP)数据

冷作钣金工技师鉴定培训教材/刘光虎编. —北京:
机械工业出版社, 2010
机电类技师鉴定培训教材
ISBN 978 - 7 - 111 - 32518 - 5

I. ①冷… II. ①刘… III. ①钣金工 - 职业技能鉴定
- 教材 IV. ①TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 224142 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: 荆宏智 邓振飞 责任编辑: 俞逢英
版式设计: 霍永明 责任校对: 胡艳萍
封面设计: 王伟光 责任印制: 杨 曦
北京京丰印刷厂印刷
2011 年 2 月第 1 版 · 第 1 次印刷
184mm × 260mm · 26.75 印张 · 660 千字
0 001—3 000 册
标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 32518 - 5
定价: 55.00 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
销售一部: (010) 68326294
销售二部: (010) 88379649
读者服务部: (010) 68993821

门户网: <http://www.cmpbook.com>
教材网: <http://www.cmpedu.com>
封面无防伪标均为盗版

序

技师是技术工人队伍中的高技能人才，是我国人才队伍的重要组成部分，是各行各业产业大军的核心骨干，在加快产业优化升级、提高企业竞争力、推动技术创新和科技成果转化等方面具有不可替代的重要作用。而随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，高技能人才的总量、结构和素质还不能适应经济社会发展的需要，特别是在制造、加工等传统产业领域，高技能人才严重短缺，已成为制约经济社会持续发展和阻碍产业升级的“瓶颈”，企业迫切需要掌握真才实学的高技能人才。

为此，中共中央办公厅、国务院办公厅发布了《关于进一步加强高技能人才工作的意见》，提出高技能人才工作的目标任务是，加快培养一大批数量充足、结构合理、素质优良的技术技能型、复合技能型和知识技能型高技能人才，逐步形成与经济社会发展相适应的高、中、初级技能劳动者比例结构基本合理的格局。到“十一五”期末，高级技工水平以上的高技能人才占技能劳动者的比例达到25%以上，其中技师、高级技师占技能劳动者的比例达到5%以上，并带动中、初级技能劳动者队伍梯次发展。劳动和社会保障部也相应提出了《新技师培养带动计划》，计划在完成“三年五十万”新技师培养计划的基础上，力争“十一五”期间在全国培养新技师和高级技师190万名。

大力加强高技能人才的培养工作，除需要加强高技能人才培养模式的研究和师资队伍建设外，还需要开发出有技师培养特色的实用教材。但由于技师培养模式多样，教材编写难度大，因此市面上这样的教材实在难寻，我们原来组织出版的“机械工业技师考评培训教材”也已显龙钟之态。

为更好地为行业服务，满足行业技师鉴定培训的需要，我们经过充分调研，决定对我们2001年组织出版的国内机械行业首套技师培训教材“机械工业技师考评培训教材”进行重新编写，并定名为“机电类技师鉴定培训教材”。

原来的“机械工业技师考评培训教材”是为配合技师评聘工作的开展，满足机械行业对工人技师培训和考评的需要，在没有《国家职业标准》的情况下，根据到各地调研了解的需求情况，为填补市场空白而编写的。教材出版后，以其独树一帜、适应需求、内容实用、针对性强等特点，受到全国各级技师培训、鉴定部门的欢迎，在市面上没有别的版本技师培训教材的情况下，成为各级技师培训、鉴定部门的不二选择，许多地方均是采用那套教材作为技师培训和鉴定用教材，那套教材也因此成为技师培训和鉴定的品牌教材。

新版“机电类技师鉴定培训教材”按劳动和社会保障部颁布的《国家职业标准》中对技师的要求，根据各地技能鉴定部门、企业、学校对技师能力的要求和培训培养模式，采用模块化的形式进行编写，并在汲取首套技师培训教材精华的基础上，在以下几方面做了改进：

在模块设置上，除专业模块外，设置公共基础模块和专业基础模块。

公共基础模块包括《公共基础知识》、《技师论文写作·点评·答辩指导》，是本次新增

模块,它是《国家职业标准》中对各工种技师的共同要求,适用于所有工种。内容包括:职业道德,职业培训指导,生产管理、质量管理、安全生产和通用的四新知识,以及技师论文写作、点评与答辩内容。

专业基础模块包括《机械制图与零件测绘》、《机械基础与现代制造技术》、《金属材料与加工工艺》和《电工与电子基础》四种。《机械制图与零件测绘》中删减了基础的内容,重点加入了测绘方面的内容。《机械基础与现代制造技术》中增加了液气压故障诊断与排除、数控技术方面的内容。《金属材料与加工工艺》、《电工与电子基础》的内容也进行了相应的更新。

在工种选择上,增加了近几年需求量较大的数控车工、数控铣工、模具工,并按新的《国家职业标准》规范了部分工种的名称,需求量较小的工种本次暂不重编。新版教材共包括车工、铣工、钳工、机修钳工、模具工、汽车修理工、制冷设备维修工、铸造工、焊工、冷作钣金工、热处理工、涂装工、维修电工、电工、数控车工、数控铣工16个机电行业主要工种。

在编写依据上,基础课教材以劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》相关工种技师知识要求中的通用部分为依据,专业工种教材则以该工种技师知识要求中的专用部分为依据,紧扣职业技能鉴定培训需要的原则编写。对没有国家职业标准,但社会需求量大且已单独培训和考核的职业,则以相关国家职业标准和有关地方鉴定标准和要求为依据编写。

在内容安排上,每本教材仍包括两大部分内容:第一部分为培训教材,第二部分为试题库和答案,试题库后还附有考核试卷样例。

教材部分按复习指导的性质编写,根据技师的定位,按相关工作内容和知识安排章、节,提炼应重点培训和复习的内容,同时对技能方面提出要求。每章的章首有培训目标、章末附有针对本章内容的复习思考题。全书重点加强了高难度生产加工,复杂设备的安装、调试和维修,技术质量难题的分析和解决,复杂工艺的编制,故障诊断与排除等几方面内容。

书末附有本工种技师考核鉴定的试题库和答案,以及便于自检自测的模拟试卷。我们对原试题库中的经典内容进行了精选和保留,补充增加了最新的职业技能鉴定试题、全国及部分省市和行业的大赛试题,使得试题更具典型性、代表性、通用性和实用性。

综上所述,新版技师鉴定培训教材的特色如下:

- 汲取首套技师培训教材精华——保留了首套技师培训教材的经典内容,考虑了现阶段企业和市场的需要,更新了教材和题库内容,加强了论文写作和答辩内容。
- 依据国家职业标准要求编写——以《国家职业标准》中对技师的要求为依据,以便于培训为前提,提炼应重点培训和复习的内容,同时提出对技能方面的要求。
- 紧扣职业技能鉴定考核要求——按复习指导的性质编写,教材中的知识点紧扣《国家职业标准》和职业技能鉴定考核的要求,适合考前2~3个月短期培训使用。
- 包含教材题库答案模拟试卷——分公共基础、专业基础和专业模块。每部分培训目标、复习思考题、培训内容、试题库、答案、技能鉴定模拟试卷样例齐全。
- 注重分析解决问题能力提升——加强了高难度生产加工,复杂设备的安装、调试和维修,技术质量难题的分析和解决,复杂工艺的编制,故障诊断与排除等方面的内容。

新版教材在编写过程中力求突出“新”字,做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”;使教材更具先进性,内容更加实用。全套教材既适合各级职业技能鉴定培训机

构、企业培训部门作为技师鉴定的考前培训教材，又可作为读者考前复习和自测使用的复习用书，也可供职业技能鉴定部门在技师鉴定命题时参考。

在本套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到许多企业、鉴定培训机构有关领导、专家、工程技术人员、技师和高级技师的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

虽然在编写这套技师培训教材中尽了很大努力，但教材中难免存在不足之处，诚恳地希望专家和广大读者批评指正。

机电类技师鉴定培训教材编审委员会

前 言

技师是技术工人队伍中具有较高技能的人才，是生产第一线上一支重要的力量，他们对提高产品质量，提高产品的市场竞争力等都起着非常重要的作用。

冷作钣金产品遍及国民经济的各个部门，对该产品的加工是一个应用面较广、技术复杂性和手工操作性较强的工种。随着科学技术的不断发展，人类对环保意识的不断加强，冷作钣金产品正越来越广泛地取代其他一些尤其是对周围环境有较大影响的产品，从而对冷作钣金加工技术提出了更高、更复杂的要求。冷作钣金工技师不但要具有丰富的制造经验，而且还要掌握一定的基础理论知识和简单实用的冷作钣金结构件的设计能力。

本教材是以《国家职业标准》冷作钣金工技师的知识要求为依据，紧扣职业技能鉴定培训的需要编写的。本教材从必要的基础理论知识入手，较全面地讲述了冷作钣金钢结构件的加工方法、有关强度计算、装配、质量检验、变形产生的原因分析及其矫正、工艺文件的编制，以及钢结构件的设计，以培养具有简单设计冷作钣金结构件的能力。

本教材由刘光虎编写，并特聘了尹子文、周泽祺专家审定。

本教材在编写过程中，刘光臣同志协助修改稿件，做了大量工作。同时，还得到了江苏省南京市有关领导以及南京汽轮电机厂和广大技术人员的大力帮助和支持，在此深表谢意。同时在编写中也参考了大量的书籍资料，在此对原作者表示感谢。

由于本人水平有限，编写中难免存在不少疏漏与不足，诚恳地希望各位专家和广大读者批评指正，以期再版更正。

编 者

目

contents

录

序

前言

第一章 投影改造作图知识及冷作钣金

结构件的展开 1

第一节 三面投影体系中表示物体平面的方法 1

第二节 投影改造的应用简例 8

第三节 立体弯管中有关角度的图解 22

第四节 复杂结构件的展开 25

复习思考题 71

第二章 冷作钣金结构件间的连接及

其强度计算 77

第一节 冷作钣金结构及其力的传递 77

第二节 冷作钣金结构件间的连接及其强度计算 83

第三节 静定桁架结构件的计算 114

复习思考题 135

第三章 冷作钣金结构件的变形

及其矫正 138

第一节 结构件产生变形的原因 138

第二节 结构件变形的矫正 140

复习思考题 147

第四章 冷作钣金结构件的加工

成形 148

第一节 弯曲成形 148

第二节 板料的压制成形 168

第三节 结构件的其他成形方法 189

复习思考题 196

第五章 大型钣金、钢结构件的装配 197

第一节 结构件的装配原理及其方法 197

第二节 结构件的装配 200

第三节 装配夹具 224

复习思考题 229

第六章 铆焊结构件的质量检验 231

第一节 原材料的试验和验收 231

第二节 装焊前对原材料及零部件的质量检验 233

第三节 成品的质量检验 241

第四节 压力容器产品质量分等及检查方法 248

复习思考题 252

第七章 工艺文件的编制 253

第一节 工艺文件编制的基本知识 253

第二节 编制工艺规程 255

第三节 材料定额的编制 257

第四节 劳动定额的编制 260

第五节 编制工艺过程卡 263

复习思考题 269

第八章 冷作钣金结构件的设计 270

第一节 焊接结构件的设计 270

第二节 钣金结构件的设计 281

复习思考题 308

试题库 309

一、判断题 试题(309) 答案(357) 309

二、选择题 试题(319) 答案(357) 319

三、计算题 试题(336) 答案(358) 336

四、简答题 试题(344) 答案(377) 344

五、作图题 试题(346) 答案(393) 346

六、展开图 试题(349) 答案(399) 349

模拟试卷样例 353

参考文献 417

第一章 投影改造作图知识及冷作钣金结构件的展开

【培训目标】

1. 能够掌握投影改造的作图知识。
2. 能熟练地掌握各种复杂冷作钣金结构件的展开技巧。

本书从投影的基本概念入手,介绍在三面投影体系中表示平面的方法,以及点、直线和平面间相对位置的作图求解;使学员掌握投影改造的图解方法,以解决冷作钣金结构件生产中的有关求实形和定位的各类问题。同时还介绍了求相贯立体的相贯线和展开放样的基本方法,以便由浅入深地掌握各种复杂结构件的展开技巧。

第一节 三面投影体系中表示物体平面的方法

投影法是几何作图中解决有关图示和图解问题的基本方法,其平行投影法中的正投影法,由于能正确地反映物体的形状,且度量性好,作图方便,所以在工程中得到了广泛的应用。

将空间物体,按垂直于投影面的方向分别投影到两个或两个以上互相垂直的投影面上,这种求得投影的作图过程称为正投影法。以后除有特别说明外,本书所述的投影均指正投影。而且,为把一个几何立体的形状及其有关几何要素表达清楚,在冷作钣金件生产中常采用的是三面投影体系。

一、三面投影体系的形成

为了表达物体的形状,通常采用互相垂直的三个平面,建立一个三面投影体系。三面投影体系是由两两相互垂直的三个平面及其间的空间构成的,每个平面就是一个投影面,如图 1-1 所示。分别标注为水平投影面 H ,正投影面 V 以及同时垂直于 H 和 V 面的侧投影面 W 面。

在三面投影体系中,每两投影面的交线统称为投影轴,如图 1-1 中所标的 X 轴、 Y 轴和 Z 轴。如果将 X 轴方向作为长度方向, Y 轴方向作为宽度方向, Z 轴方向作为高度方向,则在三视图中就反映了物体的方位关系和尺寸关系。三投影轴两两相互垂直并相交

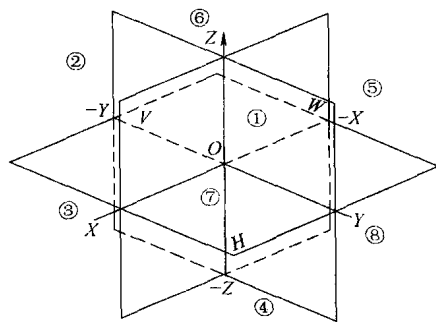


图 1-1 三面投影体系

于一点 O ，此点称为原点。

三个投影面把空间分成八个部分，每一部分则称为一个分角，各分角的编排顺序如图 1-1 中所示。据 GB/T 17451—1998《技术制图图样 画法视图》规定，我国的技术图样应优先采用第一角画法。但有些国家是采用第三角画法的，为便于进行国际间的技术交流和协作，GB/T 14692—1993《技术制图投影法》中指出，必要时（如按合同规定等）才允许使用第三角画法。

第三角画法与第一角画法在各自的投影面体系中，观察者、立体和投影面三者之间的相对位置是有所不同的。如图 1-2 所示，第一角画法是將立体置于观察者与投影面之间进行投射；第三角画法是將投影面置于观察者与立体之间进行投射（把投影面看作是透明的，将观察者所得立体的图像落影在中间的投影面上）所得。

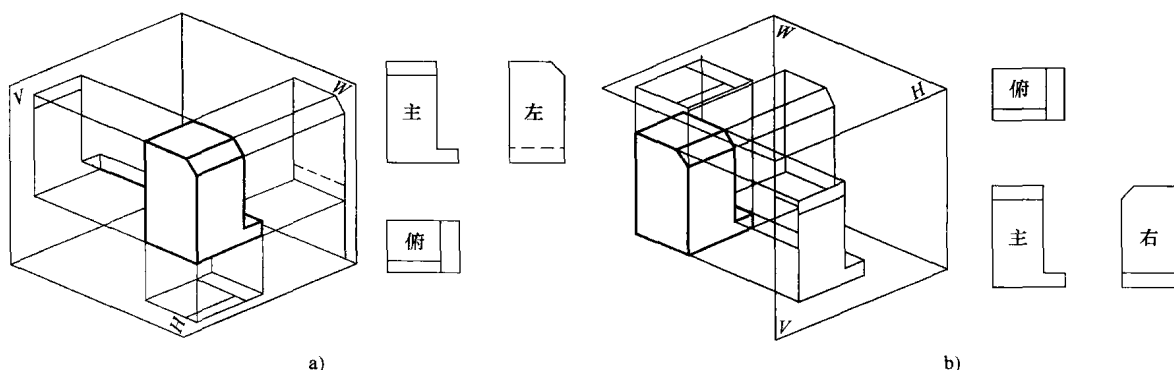


图 1-2 第一角画法与第三角画法的对比

a) 第一角画法 b) 第三角画法

采用第三角画法时，必须在图框内侧（除左上角）的专用格框内画出第三角画法的识别符号，该符号如图 1-3 所示。

二、构件表面直线段实长和平面图形实形的鉴别

在构件的展开图上，所有线段（轮廓线、棱线及辅助线等）都是构件表面上对应部分的实长线。但是，这些线在一些构件的视图中往往并不都反映其实长，故必须先鉴别出非实长线并求出其实长，才能画展开图；在构件的成形和装配过程中，常遇到有关求图形实形和定位的各类问题，因此，必须首先鉴别出图样中非实形平面，用作图的方法求作出这些平面的实形，从而求得定长直线、定量角度和所求图形的实形。

1. 直线段实长的鉴别

对于视图中的非实长线，可根据线段的投影特性来鉴别。

根据空间线段对三个投影面的不同位置，可分为投影面平行线、投影面垂直线和投影面一般位置直线三种。前两种直线也称之为特殊位置直线。现分述如下：

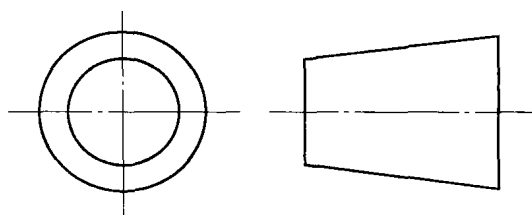


图 1-3 第三角画法的识别符号

(1) 投影面垂直线 在三投影面体系中,当直线段垂直于某一投影面时,则同时必然平行于另两投影面的直线段称为投影面垂直线。该线段在另外两投影面上的投影是反映实长的横平线或竖直线。

(2) 投影面平行线 当直线段平行于某一投影面,同时倾斜于另外两投影面的直线段称为投影面平行线,则该线段在所平行的投影面上的投影是反映实长的斜线,而在另两投影面上的投影是小于真实长度的横平线或竖直线。

(3) 投影面一般位置线段 一般位置直线段倾斜于各投影面,因此,它在各投影面上的投影均不反映实长,且较其实长为短。

2. 平面图形反映实形的鉴别

对于视图中是否反映实形的平面图形,可根据该平面图形所在平面对投影面的相对位置来鉴别。空间平面在三面投影体系中,根据对三个投影面的相对位置,可分为投影面平行面,投影面垂直面和一般位置平面三种。前两种平面也称为特殊位置平面。

(1) 投影面平行面 平行于一个投影面,垂直于另外两个投影面的平面称为投影面平行面。

(2) 投影面垂直面 垂直于一个投影面,倾斜于另外两个投影面的平面称为投影面垂直面。投影面垂直面在该投影面中的投影积聚为一直线,而倾斜于另外两个投影面;投影面平行面在所平行的投影面上投影反映实形,而在另两投影面上投影积聚为与投影轴线平行的直线。

(3) 一般位置平面 对三个投影面均处于倾斜位置的平面,称为一般位置平面。一般位置平面对 H 、 V 和 W 三个投影面既不垂直也不平行,所以它与各个投影面都相交成一定角度,其所成角度分别用 α 、 β 、 γ 表示,又称为该平面对各投影面的倾角。

三、三面投影体系中表示平面的方法及其与平面、点和直线间的相对位置

平面图形是附着在它所在的平面上,只有确定了该平面的空间位置,并明确它与空间中点、直线的相对位置关系,就可解决各类求实长、实形和空间定位的各种问题。

1. 三面投影体系中表示平面的方法

在投影图上表示平面的方法有用决定平面的几何要素和用平面迹线两种。平面迹线即为平面与投影面的交线,下面仅对最常用的前一种方法作简单的介绍。

为了在投影图上能清晰地表达空间一平面,平面可由下列几何要素来确定:

- 1) 不在同一直线上的三点 (图 1-4a)。
- 2) 一直线和直线外的一点 (图 1-4b)。
- 3) 相交两直线 (图 1-4c)。
- 4) 平行两直线 (图 1-4d)。
- 5) 任意平面图形 (图 1-4e),即平面的有限部分,例如三角形、圆及其他的封闭图形。

因此,在投影图上可以用上列任意一组几何要素的投影来表示平面,如图 1-4 所示。

上述五组几何要素是相互联系的,它们之间是可以相互转换的。其转换的结果是新的几何要素,虽然在形式上有所变更,但它所表示的平面依旧是代表原来一组几何要素所表示的平面。

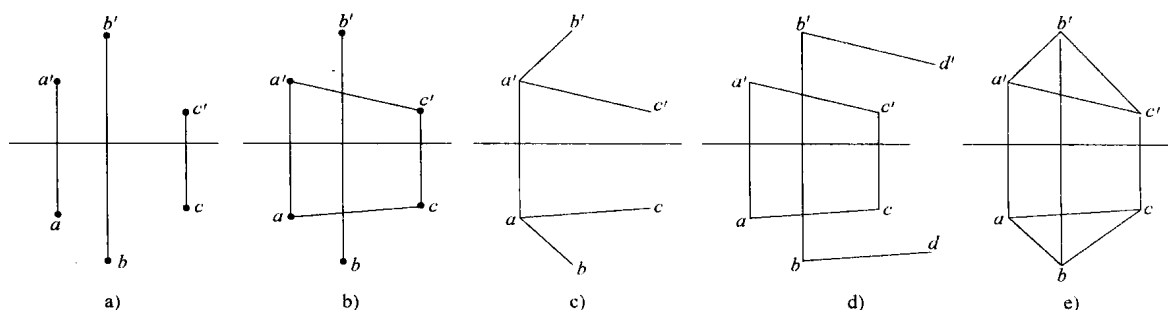


图 1-4 决定平面的几何要素

- a) 不在同一直线上的三点 b) 一直线和直线外的一点
c) 相交两直线 d) 平行两直线 e) 任意平面图

2. 图解点、直线和平面间的相对位置

为满足和适应几何求作有关实长、实形和绘图的需要,下面简单介绍点、直线及平面间部分相对位置的图解方法。

(1) 直线与点的相对位置 直线与点的相对位置,有点在直线上和点不在直线上两种情况。

将直线看作是由无数个点组成及投影的基本特性可得:点在直线上,则点的各个投影必在直线的各同名投影上。其逆定理也成立,即如果点的各投影均在直线的各同名投影上,则点在直线上。如图 1-5a 中的 c 点是在 ab 直线上,但图 1-5b 中的 d 、 e 两点因为不具备上述条件,所以都不在直线 ab 上。

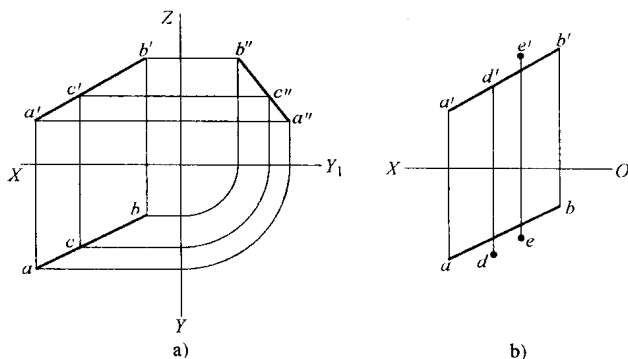


图 1-5 直线与点的相对位置

- a) 点在直线上 b) 点不在直线上

(2) 两直线的相对位置 空间两直线的相对位置共有三种情况:①平行的;②相交的,即两直线通过同一点;③交叉的,它们是既不平行又不相交的两直线(即异面的两直线)。

1) 平行两直线:由投影特性可知,两平行直线的投影仍互相平行。据此可得如下推论:如果两直线在空间互相平行,则此两直线的各同名投影一定互相平行。如图 1-6 所示。

反之的推论也是正确的,但在特殊情况下,即当两直线同时平行于某

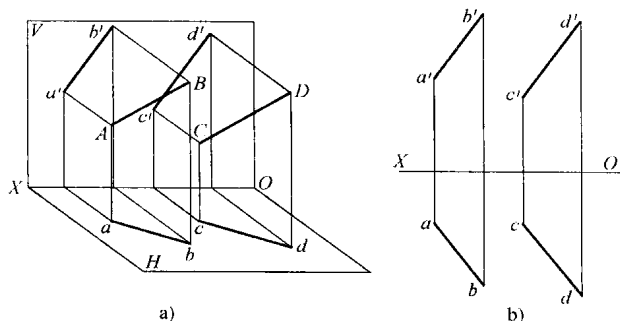


图 1-6 两直线平行

- a) 两面投影体系中的投影 b) 平面投影

一投影面时,则要鉴别该两直线是否平行,则必需依据此两直线在所平行的那个投影面上的投影是否平行。另一方法是依据两直线的同名投影长度是否具有相同的比值。如图 1-7 和图 1-8b 为不平行的两直线,图 1-8a 为平行的两直线。

2) 相交两直线:如果空间的两直线相交,则其各同名投影也必相交,而且其各个投影的交点必然符合点的投影规律。反之其推论也是正确的。如图 1-9 为相交两直线的投影,图 1-10 为不相交两直线的判断。

3) 交叉两直线:由图 1-7 和图 1-8b 所示的两种情况都不能满足两直线平行的条件,也不符合相交的条件,因此这样的两直线的相对位置都是交叉的。

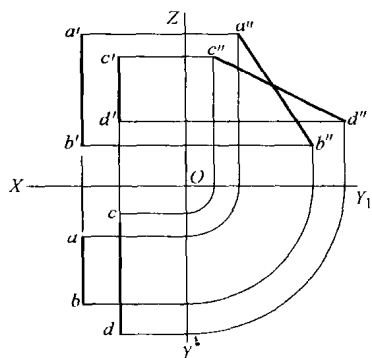


图 1-7 不平行的两直线

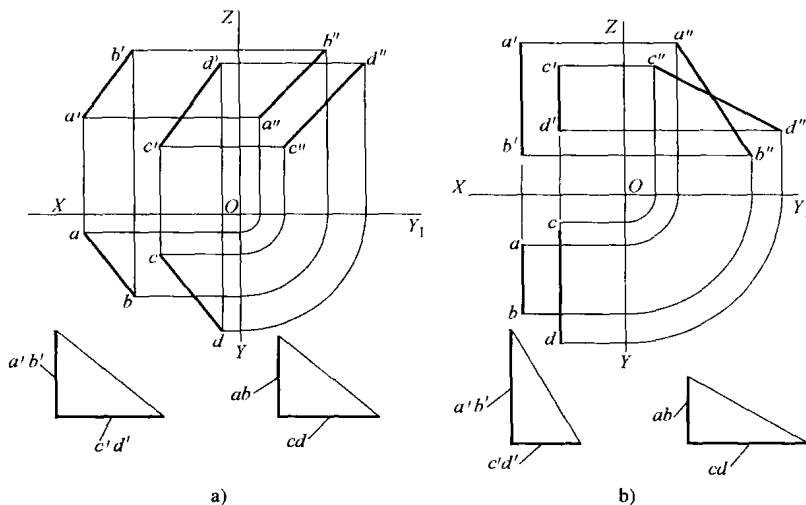


图 1-8 一般位置直线相互平行的直角三角形判断法

a) 平行的两直线 b) 不平行的两直线

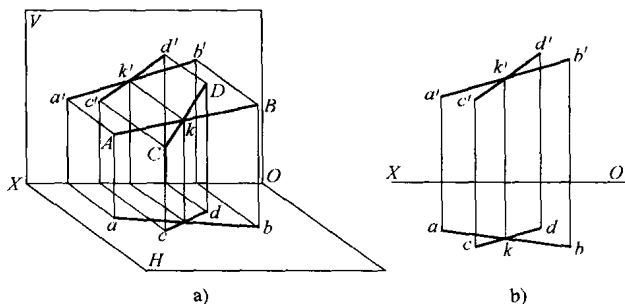


图 1-9 相交两直线的投影

a) 两面投影体系中的投影 b) 平面投影

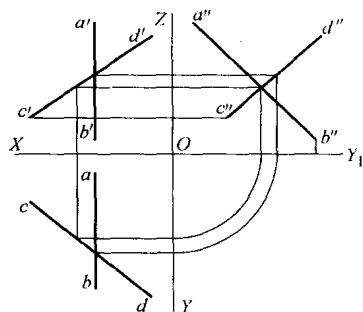


图 1-10 不相交两直线的判断

下面将研究交叉两直线的一对同名投影交点的几何意义。

如图 1-11 所示, 两直线的正面投影的交点, 既是直线 AB 上一点 I 的正面投影 $1'$, 也是直线 CD 上一点 II 的正面投影 $2'$, 因此, 两直线正面投影的交点是, 两直线上两个不同点的正面投影的重合。显然, 这两点是位于同一正垂线上的。同理, 两直线水平投影的交点是两直线上两个不同点 III 和 IV 的水平投影的重合, 它们是位于同一条铅垂线上。

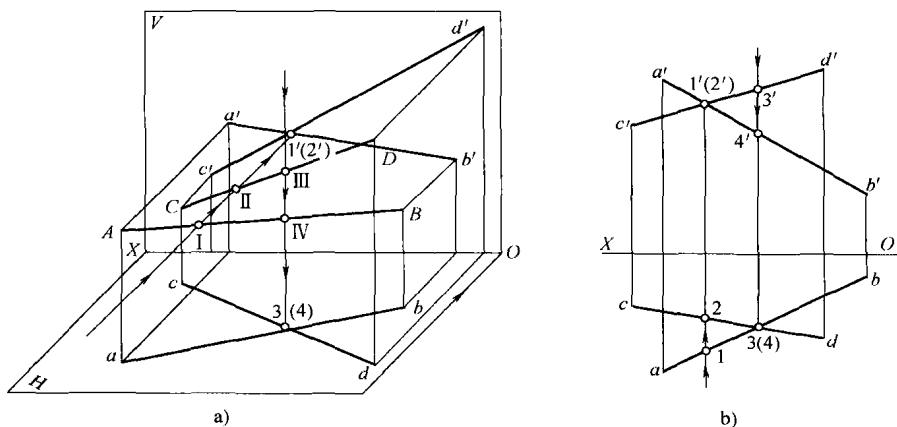


图 1-11 交叉两直线的投影

a) 两面投影体系中的投影 b) 平面投影

(3) 点、直线与平面的相对位置 其内容包括有各种相交两直线所成夹角的投影 (如平行于同一投影面的相交两直线、有一条直线平行于一投影面的垂直相交两直线、都不平行于同一投影面的相交两直线等); 平面内的直线和点以及平面内的特殊位置直线 (平面内的投影面平行线、平面内对投影面的最大斜度线) 以及直线与平面相交 (斜交和垂直) 等。

四、投影改造及其求线段实长、图样实形的关系

任一几何要素在两个投影面上的投影并不能完全地反映它们的各个尺寸。由图 1-12 可知, 当空间几何要素对投影面处于一般位置时, 它们的投影一般都不反映其真实形状和大小, 但当它们对投影面处于特殊位置时, 它们的投影就可能反映其真实形状和大小。由此可见, 当要解决一般位置的空间几何要素的度量或定位问题时, 如果能把这种几何要素对投影面处于由一般位置改变成特殊位置时, 则问题就容易获得解决。投影改造就是要研究如何改变空间几何要素对投影面的相对位置, 以达到简化解题的目的。

投影改造的方法有以下两种:

(1) 变更投影面法 保持空间几何要素的位置不动, 用新的投影面代替原来的投影面, 使空间几何要素对新投影面处于适当的相对位置, 这样, 几何要素的新的投影就反映了某些真实情况。

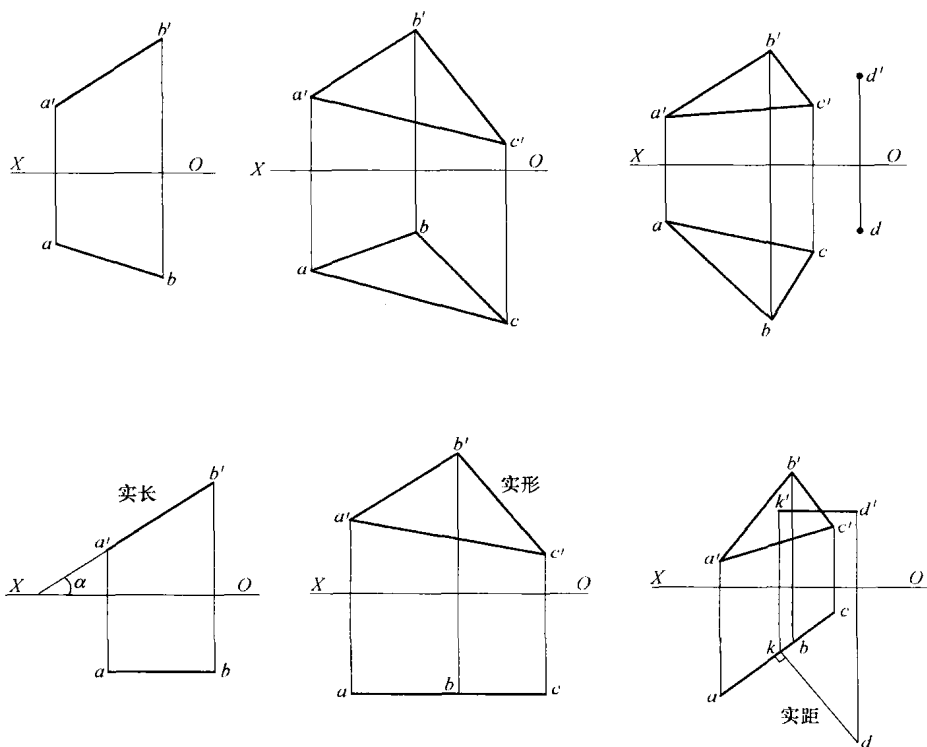


图 1-12 两平面投影表示直线和平面

如图 1-13 表示一个铅垂面 $\triangle ABC$ ，该三角形在 V 面和 H 面的投影体系（以后简称 V/H 体系）中的两个投影都不反映实形。假如取一平行于三角形且垂直于 H 面的 V_1 面来代替 V 面，则 V_1 面和 H 面构成一新的两面投影体系 V_1/H 。三角形在 V_1/H 体系中的投影 $a'_1b'_1c'_1$ 就反映三角形的实形。再以 V_1 面与 H 面的交线 X_1 为投影轴，使 V_1 面旋转至与 H 面重合，就得出 V_1/H 体系的投影图。

(2) 旋转法 保持投影面不动，使空间几何要素绕某一根轴旋转，使它对投影面处于适当的相对位置。这样，几何要素的新的投影就反映某些几何体的真实的情况。

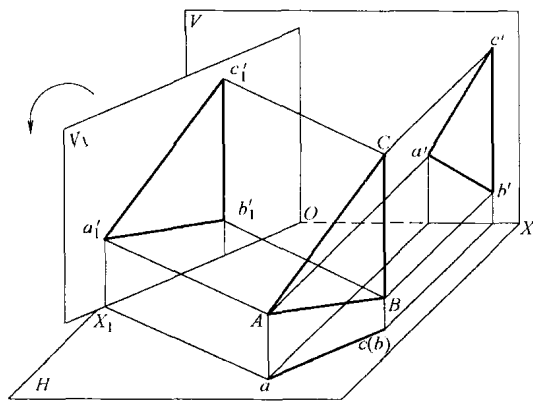


图 1-13 变更投影面法求实形

例如图 1-14 表示一铅垂面 $\triangle ABC$ ，该三角形在 V/H 体系中的两个投影都不反映实形。假如取一根铅垂线（例如过 AB 的直线 OO ）为轴，使 $\triangle ABC$ 绕该轴旋转至与 V 面平行的位置，则三角形在 V 面上的新投影 $a'b'c'_1$ 就反映其实形。

以往在展开放样中，所介绍的求线段实长的方法有直角三角形法、旋转法和变换投影面

法等,实质上,它们都是属于投影改造法的部分应用。

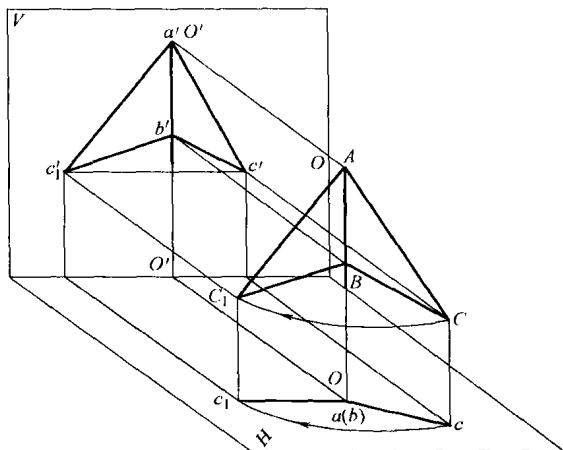


图 1-14 旋转法求 $\triangle ABC$ 的实形

第二节 投影改造的应用简例

应用投影改造,是为解决空间几何要素及其相互间的度量问题和定位问题以及有关几何图形的求作,提供简便的方法。现简单分类介绍如下:

1. 空间几何要素的有关度量问题

【例题 1-1】求作 $\triangle ABC$ 平面对 V 面的夹角 β (见图 1-15)

解 首先在 $\triangle ABC$ 平面内过 A 点作一条正平线 AD ,然后自 $\triangle ABC$ 内任一点,例如由 B 点作直线 BE 垂直于 AD ,这样直线 BE 就一定在 $\triangle ABC$ 内,而且垂直于 $\triangle ABC$ 所在平面与正投影面的交线,则直线 BE 是 $\triangle ABC$ 内的一条对正投影面的最大斜度线。再应用直角三角形法求出直线 BE 的 β 角,即为 $\triangle ABC$ 平面对 V 面的夹角 β 。

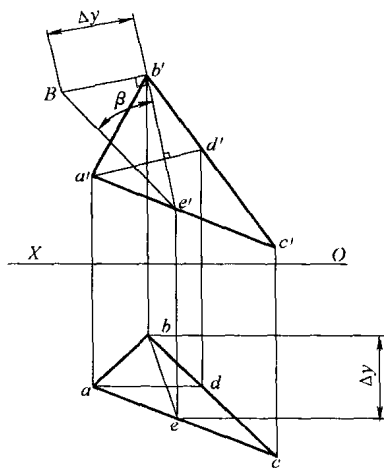


图 1-15 求作 $\triangle ABC$ 平面对 V 面的夹角

【例题 1-2】图 1-16a 给出了两输油管 AB 及 CD 的位置,现要在两管最近处将它们连接起来,求其连接点的位置及连接管的长度。

解 AB 、 CD 为空间两交叉直线,则该两直线间的最短距离应为其公垂线,因此,本题应解决为求作该两交叉直线的公垂线。

由图 1-16b 可见,若使两交叉直线之一的 CD 变为垂直线,则其公垂线 KL 必平行于新

投影面, 其新投影反映实长, 且 KL 和另一直线 AB 在新投影面上的投影反映直角。作图步骤如下:

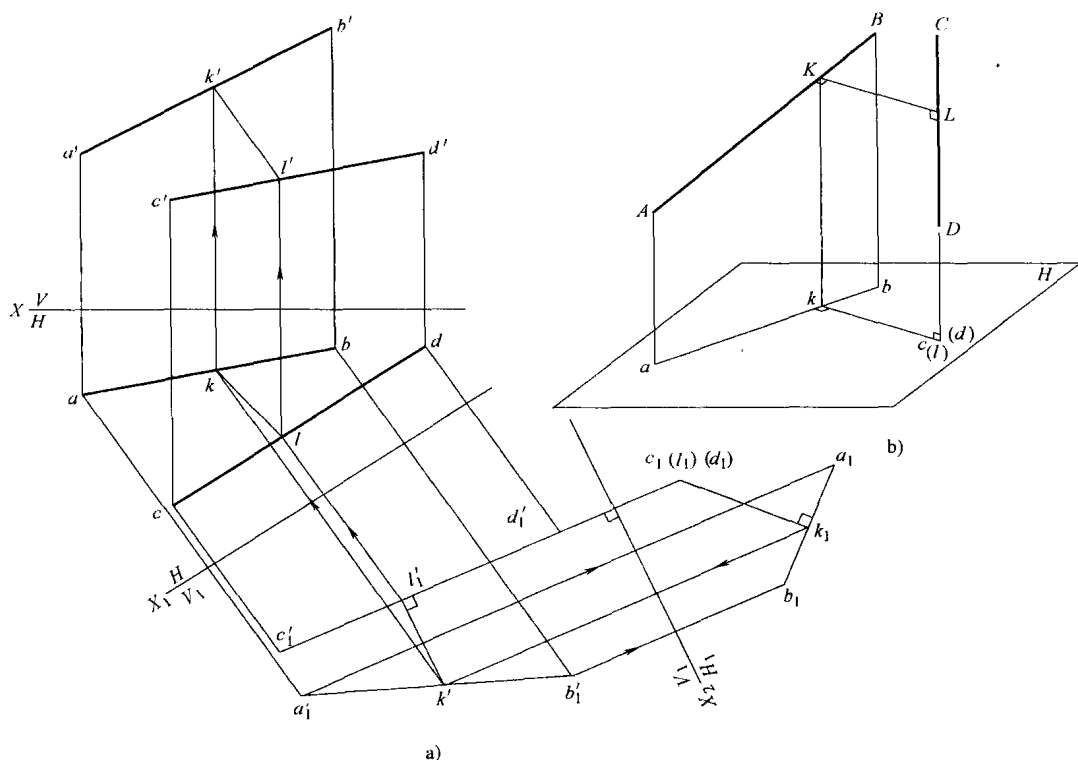


图 1-16 求 AB 和 CD 两管间最近距离的位置及连接的长度

a) 作图步骤 b) 空间示意图

1) 变更两次投影面。先将直线 CD 在 H/V_1 中变为平行线, 再在 V_1/H_1 中变为垂直线, 直线 AB 随之作相应的变更。

2) 过 c_1 (即 d_1) 作 $k_1l_1 \perp a_1b_1$, k_1l_1 为公垂线在 H_1 面上的投影, 再返回求出其在 H 与 V 面上的投影 ($kl, k'l'$)。

图 1-16 中, $K(k, k')$ 及 $L(l, l')$ 为两油管最近的连接点, k_1l_1 即表示连接管的长度。

【例题 1-3】 求点 D 到 $\triangle ABC$ 的距离及垂足 (见图 1-17)。

解 若在 $\triangle ABC$ 平面内任作一正平线 BE , 选取以过 B 点的正垂线为轴, 将 $\triangle ABC$ 旋转成为铅垂面, 求得新投影 $a_1'b_1'c_1'$, $a_1b_1c_1$ 。同时将 D 点随同 $\triangle ABC$ 绕同一轴按同一方向旋转同一角度 α , 得到新位置 D_1 的投影 d_1, d_1' 。

再自 D_1 点作 $\triangle A_1BC_1$ 的垂线 D_1K_1 ($d_1k_1 \perp a_1b_1c_1$, $d_1'k_1' \parallel x$ 轴), 从而得出 d_1k_1 为 k 点到平面 $\triangle ABC$ 的距离, $k_1(k_1, k_1')$ 为垂足在旋转后的位置。将 k_1' 返回旋转, 即得垂足 K 在 V, H 面上的投影 k' 及 k 。