



国家级高技能人才培训基地推荐教材

投影与展开

■ 席建共 主编 ■ 侯方衍 主审



HEUP 哈尔滨工程大学出版社

国家级高技能人才培养基地推荐教材

投影与展开

编著 席建共

主审 侯方衍

内 容 简 介

本书是作者在总结多年生产和教学经验的基础上,应用理论与实践相结合的方法,并参考了有关资料编写而成的。本书主要内容包括钣金展开放样基础,点、直线、平面的投影,立体的投影作图,圆弧伸直在展开图上的应用,各类形体表面展开图的圆弧伸直画法及平面体表面展开图的画法。

本书可作为船舶技校教材,船舶职工培训教材,也可供相关人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

投影与展开/席建共主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2015.1

ISBN 978 - 7 - 5661 - 0983 - 5

I. ①投… II. ①席… III. ①钣金工 IV. ①TG936

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 026173 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 15.75
字 数 397 千字
版 次 2015 年 1 月第 1 版
印 次 2015 年 1 月第 1 次印刷
定 价 33.00 元
<http://www.hrbeupress.com>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

“国家级高技能人才培养基地”
配套教材编审委员会

主 任 秦 蓉

副主任 葛 康 孙志明

委 员 赵继权 杨 捷 朱海波 张翼飞

杨 维 邓 波 应大伟 黄梅蓉

高新春 杨文杰 吉鸿翔

序

高技能人才是企业人才队伍的重要组成部分,是建设海洋装备产业大军的优秀代表,是推动技术创新和科技成果转化的核心骨干。高技能人才培养工作一直是公司人才培养工作的重中之重。在我国首批启动建设“国家级高技能人才培训基地”评比中,沪东中华作为船舶行业唯一一家获此殊荣企业的。在“国家级高技能人才培训基地”项目建设过程中,我们发现现有的技能人才培养教材重理论,轻实操,内容陈旧,缺少新技术、新工艺的讲解,已经不能满足企业产品升级的需求,公司迫切需要一套能够知应现代造船模式技能人才培养教材。

本次出版的教材是沪东中华“国家级高技能人才培训基地”的配套教材,也是公司高级技能人才培养体系中的重要组成部分。为此,公司专门成立了教材编审委员会,组织了各领域的专家,结合生产实际情况和行业发展新趋势编写成书,内容涵盖了船舶电焊,船体装配,船舶电工三个专业,今后还将逐步完善其他工种的培训教材。本套教材注重操作和工艺知识的讲解,填补了国内同类技能人才培养教材的空白,主要作为企业相关工种培训的指导用书,也可供高职高专、技工学校等职前教育选用。

教材编写过程中得到了公司生产、技术部门领导和专家的大力支持,谨在此表示感谢!希望沪东中华各领域的精英积极将自己知识和经验的“富矿”不断地转化为理论成果,公司也将为大家学习交流打造一个开放的平台。

由于时间比较仓促,教材难免有一些不完善之处,敬请各位读者不吝指正,使本套教材日臻完美。

沪东中华造船(集团)有限公司 副总经理



2014年3月11日

前 言

历经反复的推敲与斟酌、激烈的争论与思辨,以及大量的修改与补充,在沪东中华造船(集团)有限公司“国家级高技能人才培养基地”配套教材编审委员会的精心组织 and 公司党政的帮助和支持下,作为工程制图应用技术的教材《投影与展开》终得以完稿付梓。个中艰辛实不足道,而收获的喜悦则恰在其中……

本教材系在诸多既有“画法几何”、“工程制图”、“机械制图”和“钣金展开”等课程、教材的理论基础上,结合本人多年的自编教材汇集、整理并归纳而成的。集本人四十余年船体放样和三十余年相关教学实践的经验、心得,本教材的编写目标非常明确:围绕工程展开这一应用目的,尽可能系统而完整地介绍作为基础手段的投影原理和各种工程投影的基本技术,使之不再是单一的孤立作图作业:如截交线、相贯线,其工程意义就是求得零件工程展开的确切边界。投影,是展开的基础;展开,是投影的目的。这样,或有益于对工程制图的本质把握。

投影原理非常简单,任何单一的投影技术也较易掌握。困难在于结合投影的实际目的——工程展开目标,准确判断适用的正确投影技术并加使用或组合使用。为此,本教材采用大量的工程实例介绍基本的投影技术应用,并逐步予以分析、说明;同时,为清晰、准确地描述,本教材着重于投影作业各技术术语的定义,提出并定义了投影目标、真形、直接面、间接面、变换面、间接轴、变换轴、变换线等多个全新的概念术语,补充并丰富了投影作业的课程内容。特别是在投影改造技术中,这些新的概念术语或将有助于对繁杂的投影变换的准确把握;另外,结合本人多年的工作实践,本教材还引入了大量的工厂俗称:抛势、昂势、冲势等,或有助于融入工厂的实际文化。

作为“国家级高技能人才培养基地”的配套教材之一,本教材也是沪东中华造船(集团)有限公司合理化建议活动的优秀建议立项内容,自一开始就得到了公司党委和各级行政组织的积极支持与帮助。本教材有幸得到了公司科协副主席/秘书长侯方衍同志严格并严谨的校审,大量的修改和补充,倾注了他的大量心血。

在本教材的编写过程中,还得到了公司张吉、叶彬康、方莹、吉鸿翔等同志的帮助与指点,在此特表衷心的感谢。

席建共

2015 年 1 月

目 录

第1章 投影、视图及其工程应用	1
1.1 投影和投影原理	1
1.2 投影、视图和视图系统	3
1.3 直角坐标视图系统及其规定	4
1.4 投影的工程应用	7
1.5 本章小结	9
第2章 点投影	10
2.1 点投影概述	10
2.2 概念与定义	11
2.3 点投影实例	12
2.4 本章小结	17
第3章 线投影	18
3.1 线投影与点投影	18
3.2 线段与线段的分类	18
3.3 基本术语和定义	19
3.4 直线段的真形投影特征	19
3.5 直线段实长及其求取方法	21
3.6 多次投影改造法	31
3.7 求直线段实长方法的选用	36
3.8 曲线段	36
3.9 本章小结	40
第4章 面投影	42
4.1 面的概述与分类	42
4.2 平面	43
4.3 向视面	58
4.4 剖面	64
4.5 曲面	79
4.6 本章小结	86
第5章 展开	88
5.1 展开概述	88
5.2 非锥体曲面“冲势”的定义及作用	88
5.3 平行线法展开	91
5.4 准线法展开:	95
5.5 旋转法展开	103
5.6 三角形撑线法展开	108

5.7	投影改造法展开	112
5.8	综合法展开	116
5.9	剖面综合展开法	126
5.10	特定几何体的近似展开	132
5.11	展开方法的选用	136
5.12	本章小结	142
第6章	截交线	144
6.1	截平面与平面体的截交线	144
6.2	截平面与曲面体的截交线	146
6.3	截平面与几何体的截交线	147
6.4	截交线在船体上的应用	156
6.5	本章小结	159
第7章	相贯线	160
7.1	相贯线的求取方法	161
7.2	球面截切法	162
7.3	积聚线截切法	170
7.4	素线截切法	184
7.5	单素线截切法	189
7.6	变换面截切法	196
7.7	综合截切法	211
7.8	相贯线求取方法的选用	216
7.9	相贯线在船体上的应用	227
7.10	本章小结	238

第1章 投影、视图及其工程应用

1.1 投影和投影原理

投影一词有动词和名词两种词性。作为动词,是指光线投射于物体而形成影子的作用;作为名词,就是物体在光线的投射下所形成的影子。投影是人们日常生活中最常见的自然现象之一。如图1-1所示,由光源“ S ”(太阳、月亮、电灯、电筒等发光体)向实物物体($\triangle ABC$)投射光线,在面 P 上得到实物物体的放大投影图 $\triangle A'B'C'$,这里的 $\triangle A'B'C'$ 即为 $\triangle ABC$ 的投影。或者说, $\triangle A'B'C'$ 是光源 S 对 $\triangle ABC$ 在面 P 上的投影结果。由光线的直线传播特性,投影能很好地反映物体的外形轮廓;反之,也可自投影推算出被投影物体的形状与尺度。因此,投影在工程与工程制图上得到了广泛的应用,日晷,就是投影应用的佳例。

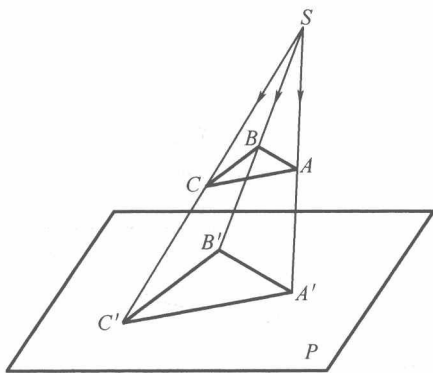


图1-1 单点光源投影中心投影法

在工程投影中,投射的光线是虚拟的,被称为投射线(在投影课程中,也常被称为投影轨迹或轨迹线),如图1-1中的 $S-A$, $S-B$, $S-C$ 等直线。而为定位的简便、准确,形成 $\triangle A'B'C'$ 的成像面 P 被称为投影面。实际上,工程投影就是以虚拟的投射线在设定的投影平面上用点、线、面描述实物形状的一种方法。

1.1.1 中心投影法

由虚拟投射线的单点放射投射、多点平行投射等不同形式,形成了不同的工程投影方式。图1-1所示的是单点光源投影,其特征是投射线的单点放射投射,这种方式被称为中心投影法。显然,这一方法较为符合人们的肉眼视觉感觉,形成的图像与人们的实际视觉感觉较吻合。因而中心投影法常用于立体图、效果图等的绘制。但放射投影中,随物体距投影面距离的远近而必然的放大或缩小,以及光源点与物体间不同角度所导致的必然变形,中心投影法得到的投影图只能是等比例的大致物体形状,而不能精确反映物体的真实形状,所以该方法不能用于工程中精确的零件施工图绘制。

立体图、效果图近于美术的写生画,其基本要求不是形状尺度的精准,而是人们的视觉

直观性。而施工图则是在工农业生产中用于机械零件的制造和装配等加工生产的唯一依据,其基本要求就是精准。

立体图和效果图具有立体感,能够使人很好地把握物体的空间状况,特别是具有复杂形状的物体。但正是由于人们的视觉因素——视点与实物间的角度必然不会是简单的垂直或平行,立体图经常改变着物体的实际形状,如正圆变椭圆、矩形变梯形等。并且,变换视点与实物间的角度,同一实物可以画出无数个该实物的不同立体图。由于立体图既不能精准地表达实物的几何形状,又非唯一图像,所以一般不采用立体图进行加工生产,在工程中仅作为把握空间物体几何形状的辅助参考手段。

1.1.2 正平行投影法

采用一组平行光线(多点光源)垂直于投影面向物体进行平行投射以在平面投影面(即投影平面,简称“投影面”)上形成图形的方法即为多点平行投影法。由于投影轨迹的平行,物体在投影面的投影成像不会随物体距投影面的距离远近而变化;而投影轨迹垂直投影面,决定了物体投影成像的唯一性。如图1-2所示,投影面 P 上形成的图形 $\triangle A'B'C'$ 即为物体 $\triangle ABC$ 的投影,它不会随 $\triangle ABC$ 距面 P 的距离远近而产生如中心投影法必然的放大或缩小变化。

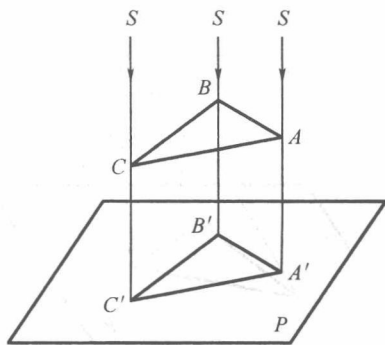


图1-2 多点平行投影正投影法

投射相互平行且与投影面垂直形成投影图像的方法,称为正平行投影法,简称正投影法。正投影法有两个非常重要的规定特征:一是“正”,即投影轨迹与投影面的垂直;二是“平行”,即投影轨迹的相互平行。这两个特征决定了正投影法投影成像的唯一性和精准性,投影,仅决定于被投影物及其与投影面间的空间位置状态。确定了相对于投影面位置的确定物体,其在投影面上的投影成像是唯一且恒定不变的。

施工图是加工生产的依据,必须完整地表达被加工物(机械零件等工程目标物,以下简称“目标物”)的实际形状,而且必须是唯一的形状。因此,工程施工图基本采用的是多点平行投影法,也就是国标规定的正平行投影法。虽然它不太符合人们的视觉直观——人不可能具有多双眼睛,并且不可能永久地只以唯一的视角看世界——但正平行投影法绘制的平面图精准且唯一,能符合加工生产的实际需要,是我们进行技术交流和机件制造的必不可少的工具。由于平行投射形成的投影不因目标物距投影面的远近而产生放大或缩小的变形,且唯一规定了投射线与投影面间的垂直角度,所以正投影法所得到的投影能够在相对于投影面的设定位置下,反映目标物的唯一形状、唯一尺度,在机械制图和如船体制图等非机类制图中得到了广泛的应用。下面课程中的全部投影,均基于这两个重要的规定特征。

1.2 投影、视图和视图系统

将目标物按正投影方法投影到投影面所得到的图形称为投影视图(简称“视图”)。也存在非投影视图,如艺术绘画原理中的中心透视、多点非平行透视以及散点透视等,实际上就是工程语言的不同投影,其用于示意、写意而不能作为精准依据。本课程所称的“视图”,均为正投影下的投影视图,向不同方向的投影得到不同方向的视图。由于投影面的平面性质,视图只能反映物体的两维尺度。图1-3所示的视图,反映出物体的长和高,而不能反映它的宽度尺寸。因此尽管精准,单一方向的视图只能局部而不能完整地反映物体的形状。要完整地反映物体的实际形状与尺度,就需要一组特别规定的不同方向的多个视图。这种以一定规定组成的视图组,就构成了工程制图应用中的视图系统。

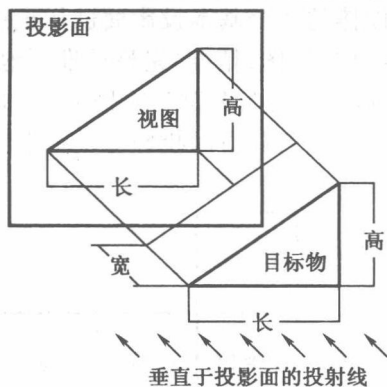


图1-3 视图的二维性

视图系统,构建了一个虚拟的空间坐标系统,并以这个坐标系统对置于其中的目标物进行定位和制图描述。由于可以定义不同的坐标系统,如极坐标、直角坐标等,视图系统也有很多种类,如轴视图(也叫轴测图)、直角坐标视图等。由于对视图面(即投影面)角度的不同规定,不同视图系统形成的视图也各不相同,但都能以这一系统的多个视图完成对置于其中的目标物的工程描述。比如轴视图系统,是按空间极坐标系统,设置三个两两以 120° 相交的投影面的视图系统;而直角坐标视图系统,则是以空间直角为坐标系统,各投影面两两直角相交,等等。不同的视图系统各有利弊,比较轴视图系统与直角坐标视图系统,对于前者, 120° 相交的投影面规定,决定了它较后者的 90° 相交视野更广,轴视图只要三个投影面,即可填满正面的平面空间;而直角坐标视图,则无法以三个投影面填满正面的平面空间。因此,轴视图系统形成的视图更近于人们对立体图的视觉直观,能使人们更易于把握所描述的目标物的空间形状。但是,正由于投影面 120° 相交的规定,使轴视图的数据换算不太容易;而直角坐标视图系统,虽然视野不广、视图直观性也不及轴视图,但 90° 相交的规定使视图间的数据很容易按直角三角形的勾股弦定理进行换算,更符合工程应用的实际需要。

另外,由对视图的定义,仅当物体表面平行于投影面(垂直于投射 line)时,视图才反映出物体面的真实形状与大小(真形)。这就决定了无论在何种视图系统下,视图往往不能实际反映目标物的真形,因为目标物的表面经常不会是简单的平面(平行于平面投影面的必然要求)。即便有平表面,其特定位置也决定了它经常无法准确平行于特定视图系统下的某

一视图面。因此,必须深刻理解目标物真形与其视图(或称投影)间的区别。正因为视图与真形间经常不会直接相等,要自视图求得物体的真形,必须经过一定方法的换算(伸长或展开)。这样,直角坐标系统视图系统就有了无可替代的优势,尽管它有着视野不广、直观不强

的相对弱点,但对于工程技术人员,只要经过一定的训练也不难掌握。

所以,目前的工程应用通常为直角坐标视图系统,仅在一些如描述球状或近于球状的复杂目标物的特殊场合下,独立使用轴视图以作辅助参考。

本课程以直角坐标为视图系统。

1.3 直角坐标视图系统及其规定

国标对直角坐标视图系统下的视图规定是将目标物置于一个各交界面两两垂直的六面体中,分别对此目标物向六面体的六个基本投影面进行正投影,形成这个目标物的六个方向的视图。这六个视图成为基本视图,精准、完整且唯一地描述出被投影的目标物。按一定的规律将这六个基本视图展开在一个平面上(图 1-4):向目标物正面投影所得的视图称为主视图,其他基本视图的名称则依各自的投影方向命名,分别为左视图、右视图、俯视图、仰视图和背视图。

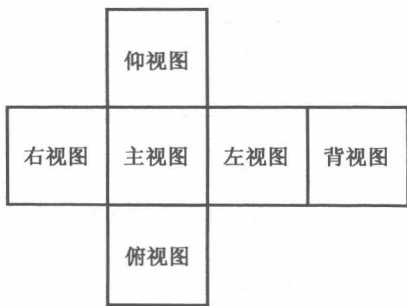


图 1-4 基本视图

在工程的实际应用中,根据目标物的实际情况,常常将上述的六个投影视图简化为三个投影视图,分别为主视图、侧(左或右)视图和俯视图,也就是工程制图中常称的三视图,三视图是工程制图的基础。

1.3.1 三投影面体系

三投影面体系由三个两两垂直的投影面组成,三个投影面把空间分为八个分角,每个分角所占的空间及编号顺序为 I, II, III, ..., VIII, 如图 1-5 所示。

我们采用第一角投影法。即把目标物放在第一分角中(即空间 I),按正投影法进行投影,如图 1-6 所示。

在第一分角中,三个投影面分别称为:

正面:直立在观察者正对面的投影面称为正面,用字母“V”表示;

水平面:水平位置与正面垂直的投影面称为水平面(或平面),用字母“H”表示;

侧面:在右边与正面及平面垂直的投影面称为侧面,用字母“W”表示。

这三个投影面即为三投影面体系中的基本投影面,它们的交线称为投影轴,其中:

(1) O-X 轴——V 面和 H 面的交线,简称 X 轴;

(2) $O-Y$ 轴—— H 面和 W 面的交线, 简称 Y 轴;

(3) $O-Z$ 轴—— V 面和 W 面的交线, 简称 Z 轴。

三条投影轴在空间互相垂直, 并共同交于原点 O , 如图 1-6 所示。

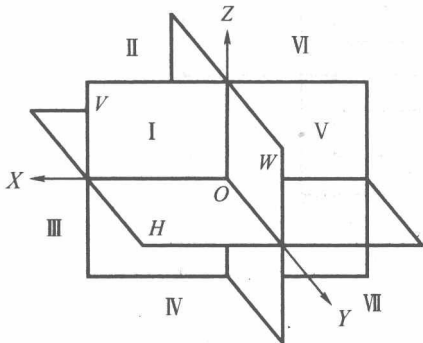


图 1-5 空间八分角

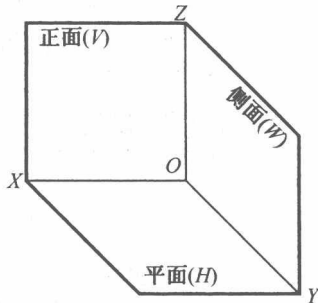


图 1-6 第一分角基本投影面

1.3.2 三视图系统

将目标物放在上述三投影面体系中, 按正投影法分别向三个基本投影面进行投影, 就可得到目标物的三面投影(常称“三向投影”), 如图 1-7 所示。

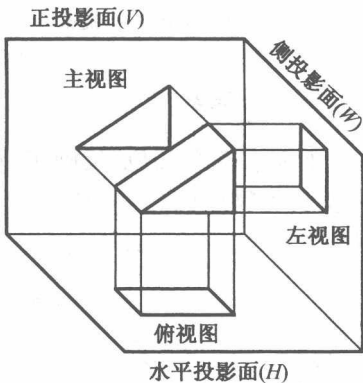


图 1-7 三面投影

这三个投影面上的视图分别称为:

主视图——由前向后投影在投影面 V (即正面) 上所得的视图, 亦称正面图;

俯视图——由上向下投影在投影面 H (即平面) 上所得的视图, 亦称平面图;

左视图——由左向右投影在投影面 W (即侧面) 上所得的视图, 亦称侧面图。

为便于制图和识图, 将空间的三个基本投影面按一定的规定展开处于同一平面内(成一张平面图纸): 展开时正面不动, 水平面绕 X 轴向下旋转 90° , 使水平面与正面处于上下同一平面内; 侧面绕 Z 轴向右转 90° , 使侧面与正面处于左右同一平面内(图 1-8)。由于投影面设定为无限大, 因此可以去掉投影面的边框线, 如图 1-9 左半部分所示。

投影轴与投影轨迹线(即投影的投射射线)在视图中可画可不画, 但在施工图中通常可省略以保持图面的简洁, 如图 1-9 右半部分所示, 为实际图样中最常见的正投影三视图。

国标规定, 以这种形式布置的视图一律不标注视图的名称, 所以我们平时看到的施工图上是没有视图名称的, 根据图形所处的位置就能知道是何视图。

另外,还规定了在视图中,可见轮廓线为实线,不可见轮廓线则为虚线。

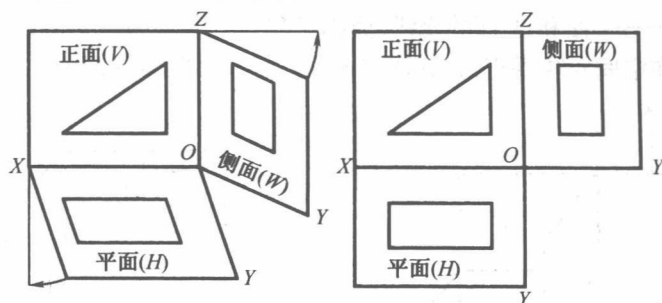


图 1-8 投影面的旋转

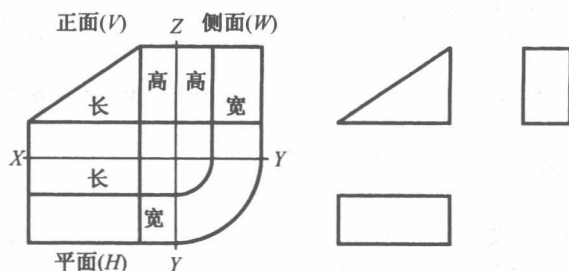


图 1-9 正投影三视图

1.3.3 三视图中目标物投影的对应关系

正面主视图确定了物体的上下左右四个部位,反映了物体的高度和长度;平面俯视图确定了物体左右前后四个部位,反映了物体的长度和宽度;侧面侧视图确定了物体上下前后四个部位,反映了物体的高度和宽度,如图 1-10 所示。

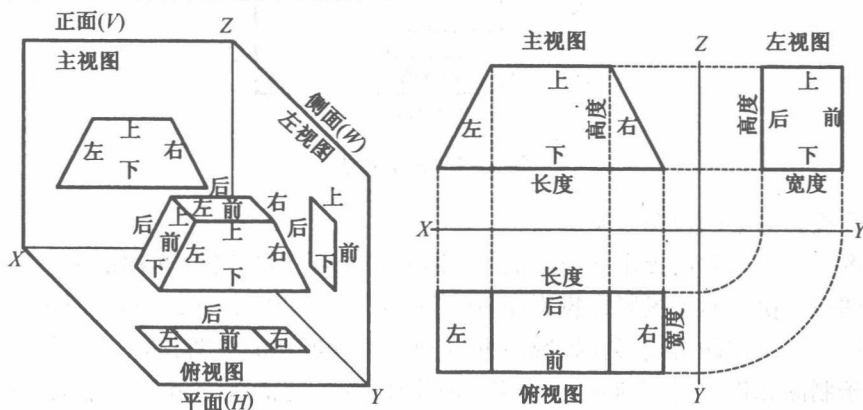


图 1-10 三视图投影关系

由此可得出三视图的投影对应关系是:

- (1) 主视图与左视图高看齐;
- (2) 主视图与俯视图长对正;
- (3) 俯视图与左视图宽相等。

任何物体都包含长、宽、高这三个方向的尺寸,即三维尺度。

1.3.4 变换投影体系

上述的直角坐标体系下的三视图系统被称为基本投影体系。然而,工程目标物经常不会是简单横平竖直的几何体。同时,对目标物的斜向投视,都会导致两两垂直的基本投影体系无法正确反映目标物。为此,必须在基本投影体系的基础上增设辅助投影手段,以完整、准确地描述工程目标物。其基本原理就是在正投影的规定下,使目标对象可准确投影描述,以符合工程应用的具体需要。按此原理,对斜视目标对象的辅助投影手段一般有两种:一是按一定的规则,在基本投影体系下对目标对象进行投影的变换(旋转法);二是以基本投影体系为基础,按一定的规则建立新的斜向投影体系——向视投影体系,以完成对特殊斜向目标对象的工程描述。这些都将在后面的课程中详加介绍。

1.4 投影的工程应用

1.4.1 工程应用的最终目标

我们已经知道了投影、视图及其与目标物的关系:

- (1) 视图能精准、完整且唯一地描述目标物;
- (2) 视图经常不能反映目标物的真形(即目标物的真实形状与实际尺度)。

我们制图的目的在于按图施工,加工制造出图纸所描述的目标物。而对目标物的加工制造,却离不开它的真形。由于三维世界的特性,不存在既能精准、完整且唯一,并同时能反映真形的图纸。因此,对于我们的实际工程应用,对目标物的描述一般分成两个紧密相连、相互交错且密不可分的阶段:前一阶段为制图阶段,完成精准、完整且唯一描述目标物的视图任务;后一阶段则为放样阶段,完成目标物由视图实现其真形的任务。制图与放样这两个阶段的合一,就是投影的工程应用的全部目标(随计算机技术等工程手段的不断进步,放样与制图工序也逐渐融合为一:以求取目标物真形为目的的放样工序更多地以展开为主要手段日渐融入设计制图中)。即在设定的坐标系统中,以投影原理,按特定的标准和规定,精准、完整且唯一地对目标物进行视图制图;并根据这些原理、标准和规定,由视图求取目标物的真形(也就是展开),提供目标物加工制造的可靠依据。而求取目标物的真形,就是工程制图的最终目标。可以说,投影是展开的基础手段;展开是投影的最终目的。当然,在达到展开求真形的最终目的前,投影作业或许经过一些必要的过程,特别是对复杂目标物。这期间,则相应地有投影作业的过程目的,将在后面的课程中一一介绍。总之,投影与展开,是我们工程应用不可或缺的主要技术基础。无论现代技术如何发展,任何实体工程的具体应用,总离不开作为根本基础的投影与展开。

1.4.2 求取目标物真形的手段

我们已经概要地介绍了制图阶段中以视图为手段完成对目标物精准、完整且唯一的描述。对于依据视图求取目标物真形的放样阶段,我们的手段就是展开。

由投影原理和视图规定,任意位置目标物形成的视图经常会产生对其真形的单一尺度方向(单维)或两个尺度方向(二维)的不同比例变形,仅当目标物表面为平面,且平行于投影面时,其视图才是目标物这一表面的真形且为最大。即视图所产生的变形都是缩小的,

且不一定为等比例缩小。所以,对缩小变形的视图求取真形的过程就被称为展开。这里的展开是广义的展开,不仅是对面状目标的展开——狭义展开,也包括着线状目标的展开——求取线段的实际长度(实长,俗称“伸长”)等。这些在后面的课程中都会结合工程展开的实例做详细介绍。

本课程就是围绕展开这一求取目标物真形的中心,从制图基本原理——投影原理出发,自点至线、自线至面、自面至体,由浅入深、由简至繁地介绍投影、视图与展开的各种方法和手段,以培养、锻炼读者的识图、读图、制图,以及最终展开的综合能力。

实际上,单一的方法手段并无深浅、繁简之分,如同简单的正弦波、余弦波可叠加、重复出极为复杂的各种不规则波一样,投影与展开手段的所谓“深”与“繁”,只是这些方法根据工程目标物的实际而叠加、重复使用而已。所以,必须注重投影的基本原理,切实掌握本课程所论述的各种原理与方法,这是该课程的基础。

1.4.3 工程简化处理

不同于简单的直线段、平面以及单向弯曲的曲面(即后面会论及的可展曲面),工程目标物往往由三维曲面(即后面会论及的不可展曲面)构成,其边界轮廓等特征线条也往往是任意的曲线段,如船体、发动机机架、涡轮等。对于这些线段、曲面,其实际长度的计算和曲面展开等事实上是做不到的。因此,往往采用近似接近的方法加以拟合。即对任意线段、任意曲面进行分段分解,将其分解为直线、平面和可展曲面,使之能够在符合工程精度要求的前提下接近、拟合目标物真形,且可展开、可计算。实际上这也就是数学上近似积分的基础原理——有限微分。同样,这一原理也被用于结构的计算中,这就是有限单元法。这样,经分段分解,空间任意线段都可以被简化成直线段组或平面直线段组;空间任意曲面也可以被简化成可展曲面组或折平面组,其每一直线段和可展曲面、平面,就是原线段、曲面的一个单元。图1-11显示了以线段为例的这一近似接近拟合。明显地,单元越小,就越接近于目标物真形,但单元总数也就越多——工作量的增大与繁复。反之,单元越大,则与目标物真形的拟合精度就相应地越差,但单元总数也相应减少——工作量的减少与简易。因此,单元的数量总是有限的,这也是以近似积分法进行的结构计算被称为有限单元法的道理。

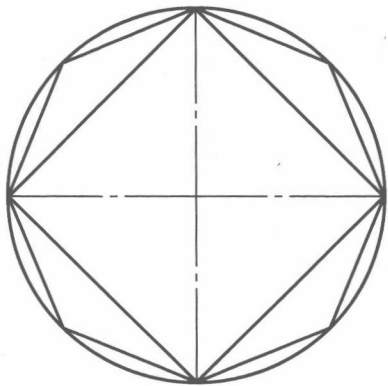


图1-11 圆的直线拟合

近似接近拟合的平衡原则:就是在保证必要的拟合精度的前提下,作图、计算工作量的最小化。这些在后面的课程中都会一一介绍。

1.5 本章小结

以正投影方式规定的投影体系,能精准地描述目标物,是工程应用中不可或缺的重要手段。对于投影体系,一是基本投影体系,以其规定规范了工程描述的全部内容,是工程描述的可靠且唯一的精准依据;二是在基本投影体系中以投影改造方法建立的向视投影体系,系基本投影体系的补充,用于对斜视目标对象的特定描述。

物体经正投影在投影面上形成的影像为视图,其经常不会直接等同于目标物的真形。工程制图的最终目标是求取目标物真形,其原理基础就是投影和视图的规定:投影,是展开的基础;展开,是投影的目的。

直角坐标视图系统中,三视图的投影对应关系是识图和制图时应用的最基础的投影规律,必须深刻理解,灵活运用。

对复杂的不可解工程目标物,可以接近拟合的近似方法加以简化,使之成为相对简单的直线段、平面以可求解。

本质上,投影面和投影轨迹虚拟构建了投影的空间坐标系统。无论是基本投影体系,还是向视投影体系,一旦建立,它就一直存在,直至图纸销毁,到下次作图再生成。尽管通常的施工图、完工图等工程图纸上看不到投影面和轨迹线,但它并非不存在,仅仅是省略而已。如同商场的玻璃门,被擦得很亮时,看上去就像没有玻璃一样。但看不到玻璃不等于没有玻璃,玻璃确实是存在的,它始终担负着挡风的作用。工程图纸上虽然因省略而没有画出投影面和轨迹线,但它是一个特定的无形坐标系统,始终在无形地规范我们识图、制图。始终牢记投影面和轨迹线的概念,并以此规范、指导制图,就能增强立体感,有利于我们的识图、读图与制图。