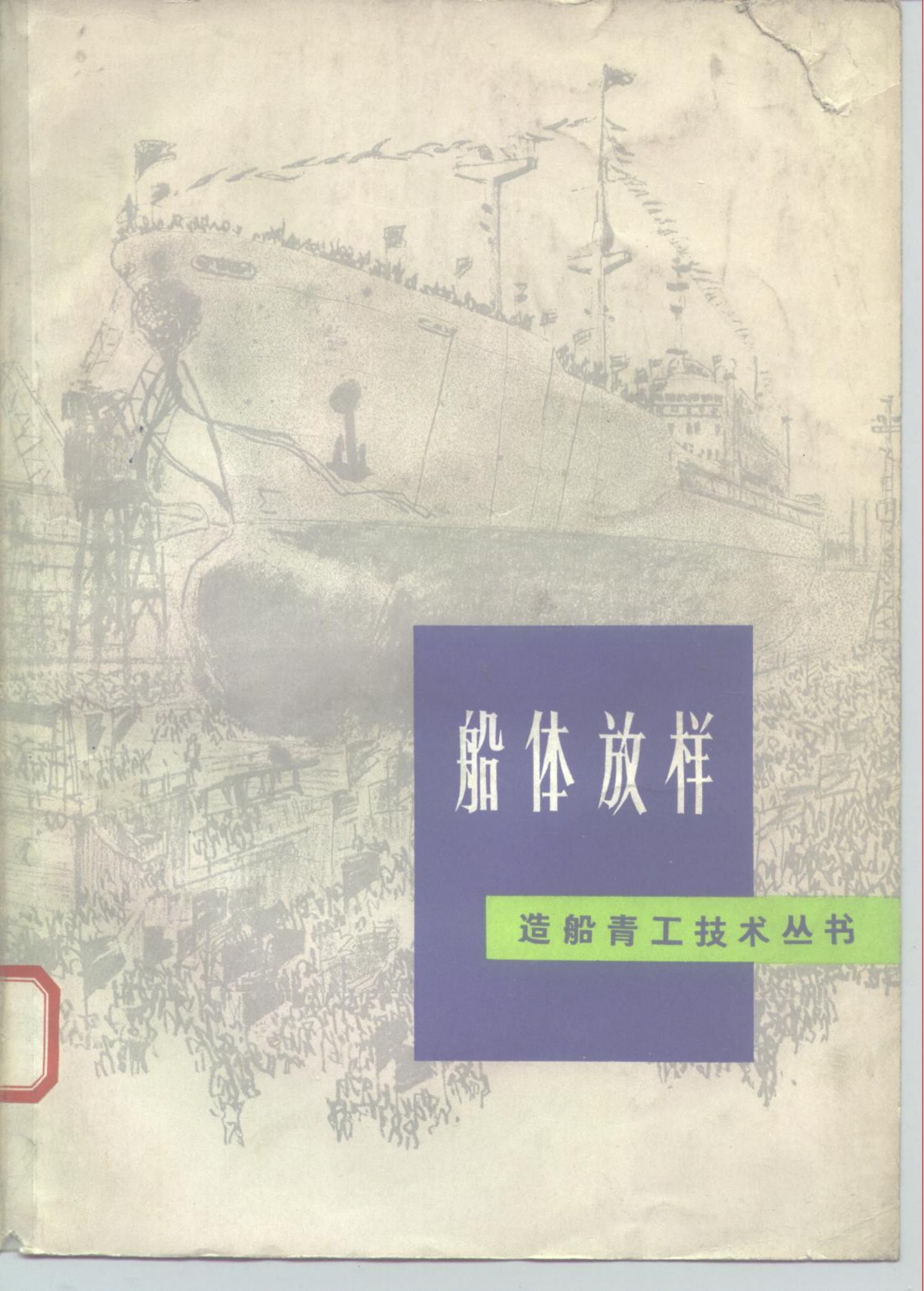




船体放样

造船青工技术丛书

造船青工技术丛书

船 体 放 样

上海市造船局编写组

上海科学技术出版社

造船青工技术丛书

船 体 放 样

上海市造船局编写组

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

本书由上海发行所发行 上海中华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 17 插页 4 字数 405,000

1978 年 11 月第 1 版 1978 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—12,000

书号: 15119·1962 定价: ~~1.70元~~
1.50元

前 言

英明领袖华主席在全国科学大会上发出“一定要极大地提高整个中华民族的科学文化水平”的号召，象一股强劲的东风，吹遍祖国大地，激励着我们百倍努力地学习政治、学习文化、学习科学技术，为实现四个现代化，朝着建设社会主义现代化强国的宏伟目标，奋勇前进。

为了适应造船工业发展和青工自学的需要，在“造船青工技术丛书”中已出版了《船体基础知识》、《船舶柴油机》、《船体制图》、《船体装配》与《船体放样》等书稿。今后根据发展与需要，将陆续确定选题，组织编写，以充实本丛书。

根据理论联系实际的原则，本丛书希望能做到初步总结广大造船工人的生产实践经验，使广大造船青工通过本丛书的学习，能掌握造船的一般专业技术知识，结合生产实践，比较迅速地提高生产技能，为实现四个现代化，贡献自己的力量。

丛书的编写过程中，得到了有关工厂和兄弟单位的支持，并提供了许多宝贵的意见与资料。由于我们水平有限，缺乏经验，书中会有不少缺点，甚至有错误，希望广大读者批评指正。

上海市造船工业局

一九七八年四月

目 录

绪 论	1
第一章 投影几何与几何体展开	2
第一节 几何作图	2
第二节 投影几何	4
第三节 几何体展开	11
第二章 船体型线放样	20
第一节 船体型线图基本概念	20
第二节 理论型线放样	23
第三节 肋骨型线放样	41
第四节 结构线放样	48
第三章 艏艉柱的放样与展开	56
第一节 艏柱的放样与展开	56
第二节 艉柱的放样与展开	65
第四章 船体外板和舷墙的展开	70
第一节 外板的分类	70
第二节 外板展开原理概述	72
第三节 外板展开的方法	77
第四节 典型外板的展开	87
第五节 龙骨底板的展开	92
第六节 外板纵接缝处理	95
第七节 舷墙展开	97
第五章 船体构件展开	101
第一节 甲板展开	101
第二节 船体构件开撻角的求取	104
第三节 舱壁展开	109
第四节 内底展开	113
第五节 各种纵桁展开	117
第六节 护舷材的展开	122
第六章 上层建筑围壁的展开	125

• 1 •

第七章 草图放样	138
第一节 船体零件草图	138
第二节 胎架划线草图	143
第三节 装配划线草图	150
第八章 样板制钉	157
第一节 下料样板	157
第二节 加工样板	161
第三节 胎架样板	171
第四节 装配划线样棒及样板	172
第九章 船体施工工艺余量	176
第一节 影响余量的因素	176
第二节 船体余量的分类	181
第三节 船体公差装配	187
第十章 船体舾装件放样与展开	188
第一节 导流管的放样与展开	188
第二节 烟囱的放样与展开	190
第三节 烟箱的放样与展开	193
第四节 盘梯的放样与展开	195
第五节 锚链管、坑锚的放样与展开	201
第六节 桅杆的放样与展开	215
第七节 舵的放样与展开	218
第八节 舵杆筒的放样与展开	224
第十一章 比例放样	227
第一节 概述	227
第二节 设备及工具	228
第三节 型线放样工艺	232
第四节 样板图与光学下料	236
第五节 比例放样与光电切割	239
附 录	243

绪 论

船体放样是船体建造过程中的第一道工序。这项工作的实质是将原设计的型线图、结构图,按一定的比例(1:1、1:5或1:10)进行放大、展开,以求得比较符合实际的船体形状和必要的结构尺寸。

船体形状和结构比较复杂,尺寸庞大,而一般设计图纸是按1:50或1:100的比例绘制的,在图纸上往往除了主要尺寸外,其它尺寸和形状只有一个初步数据。在这样的图纸上,某些部位的型值误差很难暴露;另外,在设计时由于受到具体条件的限制,不能把船体上繁多的构件一一表示出来,只可能反映一个基本的结构情况,而在实际施工中却需要得到每一个构件的位置、形状与尺寸,这就必然在放样中会暴露出一些问题。

“真理的标准只能是社会的实践。”放样工作可以说是对设计的第一次实践检验、完善和提高的过程。同时对船体建造的其它工序(下料、加工、装配、舾装、下水)提供施工依据。因此放样工作在整个船舶建造过程中占有十分重要的地位。保证放样工作的质量,是提高船舶产品质量,缩短造船周期,减轻劳动强度,节约原材料的重要前提。放样工作的主要内容有:

1. 根据设计部门绘制的型线图上的型值,画出表达船体外形的舢横剖面、中线面和水线面上的投影线,校核并修正各投影面上对应投影点使之完全一致,达到型线光顺,并按肋骨间距,作出肋骨型线图。

2. 在肋骨型线图上进行船体结构放样以及板缝排列,并对外板与构件进行展开。

3. 为后道工序提供数据资料、绘制草图、制钉样板以及对有严重双向曲度的外板及舾装件局部结构制钉样箱。

4. 根据不同施工情况,保证加工、装配符合公差要求,给出不同构件必要的余量。

5. 对放样过程中的一些技术资料加以整理,如修改后型线的型值尺寸等等,并填入完工型值表。

“在生产斗争和科学实验范围内,人类总是不断发展的,自然界也总是不断发展的,永远不会停止在一个水平上。”由于放样工作在船体建造中所处的重要地位,国内外造船工业中对放样工艺的革新均比较重视。近三十年来,放样工艺迅速发展,从1:1的实尺放样发展到1:5或1:10的比例放样。六十年代开始出现了数学放样,以电子计算机为工具,运用各种数学处理方法来实现型线放样、结构放样、外板与构件展开等各项工作,为后续工序绘图、下料、切割、加工的自动化与数控化提供了数学依据,并为造船数控流水线提供了基础。因此,数学放样是造船自动化中的一个重要环节,有着很大的发展前途。数学放样的内容较多,似宜另出专书。本书因限于篇幅、读者对象及其它具体条件,不拟再作专门介绍。关于比例放样,在我国已得到推广使用,它的工艺操作方法与实尺放样基本相同。考虑当前的实际生产情况,本书仍以实尺放样的工艺方法为基础进行介绍,对比例放样则着重分析阐述其工艺特点。

第一章 投影几何与几何体展开

第一节 几何作图

一、已知三点作一圆弧

A 、 B 与 C 为已知的三点(图 1-1),以点 A 、 B 为圆心,取适当长为半径画两个圆弧,得交点 D 、 E 。同样以 B 、 C 为圆心,用上述同法得交点 F 、 G 。过 D 、 E 和 F 、 G 各画一直线并延长得交点 O 。以 O 为圆心, OA 长为半径画圆弧连接点 A 、 B 、 C ,即得所求的圆弧。

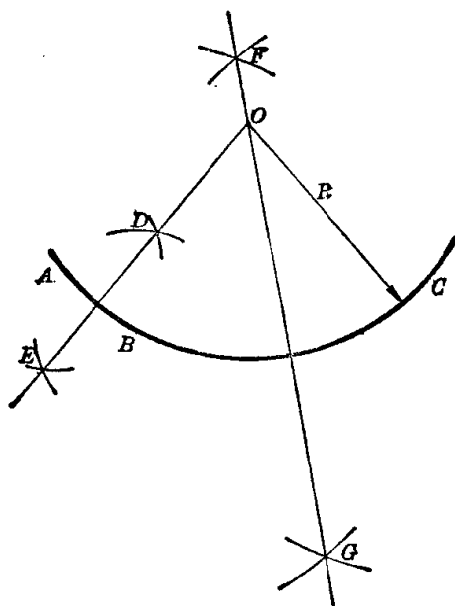


图 1-1 过三点作圆弧

二、圆弧与直线的连接

1. 两不平行线与已知圆弧相切

图 1-2 所示的已知直线 AB 及 CD 互不平行,以已知定圆弧半径 R 为间距,分别作 EF 平行于 AB 及 GH 平行于 CD ,两线相交于 O 点。以 O 点为圆心,定圆弧 R 为半径作弧,与 AB 及 CD 相切于 M 、 N 点。

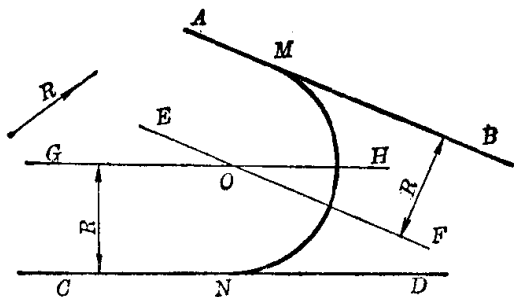


图 1-2 两不平行线与已知圆相切

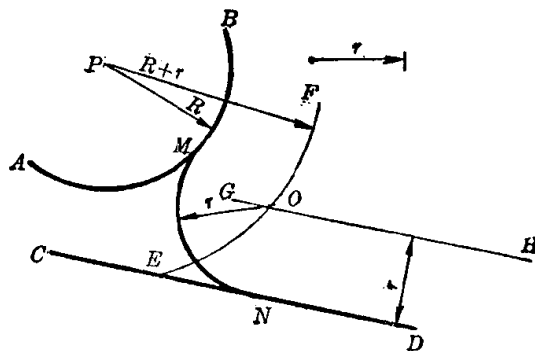


图 1-3 一圆弧、一直线与一定圆相切

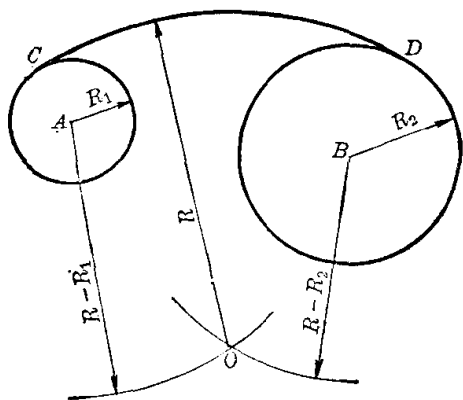
2. 一圆弧、一直线与一定圆相切

图1-3所示的已知半径为 R 的圆弧 $\widehat{AB}$ 、直线 CD 及定圆弧半径 r ,以 P 为圆心, $R+r$ 为半径作弧 $\widehat{EF}$;以 r 为间距,作 GH 平行于 CD ,并与 $\widehat{EF}$ 相交于 O 点。以 O 为圆心, r 为半径作弧,与 $\widehat{AB}$ 及 CD 直线相切于 M 、 N 点。

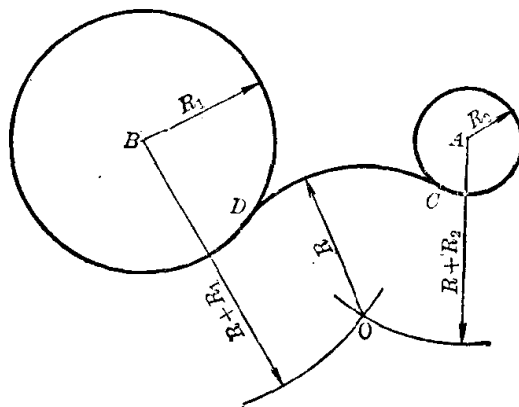
三、圆弧与圆弧的连接

图1-4a示两圆与一定圆弧内切。已知两定圆 A 、 B 及定圆弧半径 R ,分别以 A 、 B 为圆心, $R-R_1$ 及 $R-R_2$ 为半径作弧并相交于 O 点。以 O 为圆心, R 为半径作弧,与两定圆 A 、 B 相切于 C 、 D 点。

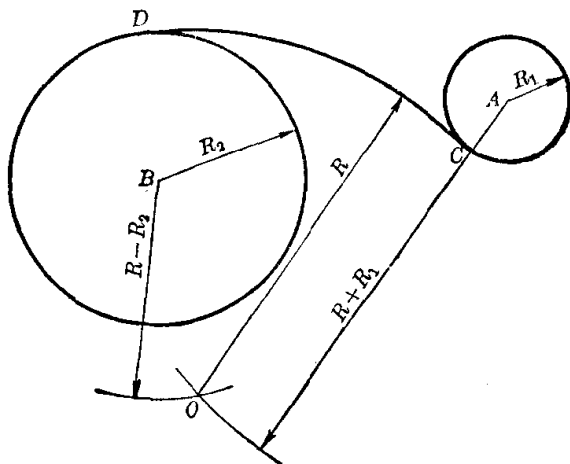
两圆与一定圆弧外切及两圆与一定圆弧相切,其作法同上述,见图1-4b与c。



(a) 两圆与一定圆弧内切



(b) 两圆与一定圆弧外切



(c) 两圆与一定圆弧相切

图1-4 圆弧与圆弧的连接

四、椭圆的作法

1. 四心法

图1-5所示的 AB 及 CD 分别为椭圆的长、短轴,连接 AC ,以 O 点为圆心, OA 为半径作弧,与短轴延长线相交于 E 点。以 C 点为圆心, CE 为半径作弧,交 AC 于 F 点。作 AF 垂直平分线与长轴及短轴延长线交于 M 及 G 。由于椭圆图形对称,用同法可得对称点 N 及 H 。分别以 M 及 N 为圆心, MA 为半径作弧,与以 G 及 H 为圆心, GC 为半径作弧相

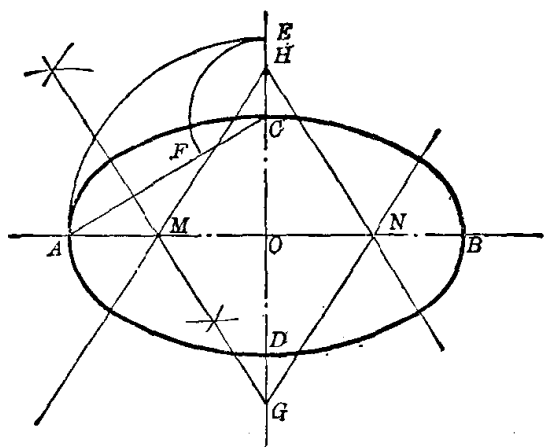


图 1-5 四心法作椭圆

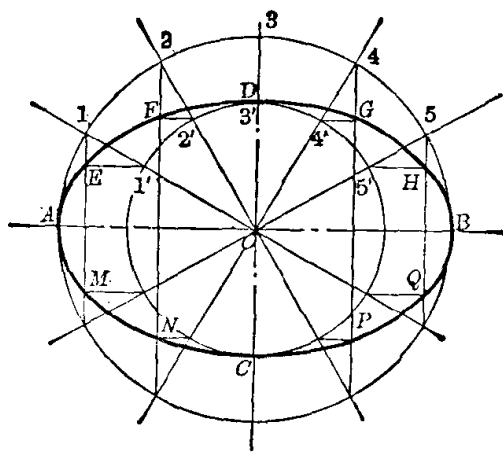


图 1-6 同心圆法作椭圆

切, 所得的封闭曲线就是所求的椭圆。

2. 同心圆法

图 1-6 所示的 AB 及 CD 为椭圆的长短轴。分别以长、短轴为直径作同心圆。将大圆周分为若干等分(图示为 12 等分), 等分点为 1、2、3、4、5。过各等分点作直径与小圆相交于 1'、2'、3' (即 D 点)、4'、5'。由各交点 1'、2'、4'、5' 作平行于 AB 的直线, 与由各等分点 1、2、4、5 作垂直于 AB 的直线相交于 E 、 F 、 G 、 H 。由于对称, 用同法可得到交点 M 、 N 、 P 、 Q , 连接各交点成光滑的封闭曲线, 即为所求的椭圆。

第二节 投影几何

一、正投影的基本原理

把空间物体的形象, 在一平面上表示出来的方法称之为投影法。其基本原理如图 1-7 所示, 是用一束平行光线, 从前面照射物体, 则在物体后面的某个平面上就会出现一个图形。我们称这个平面为投影面, 平行光线称为投影线, 投影面上的图形称为该物体在某方向上的投影。当投影线垂直于投影面时, 物体的投影就称为正投影(以后简称投影)。在绘制机械和船体图样时, 通常以人的视线作为投影线, 在投影面上所得的投影又称为视图。

根据正投影法的特点可以看出: 物体上平行于投影面的平面(图 1-7 平面 P), 在投影面上的投影反映真实形状, 这种投影特性称为真形性; 物体上垂直于投影面的平面(图 1-7 平面 Q), 在投影面上的投影重合为一条直线, 这种投影特性称为重影性。

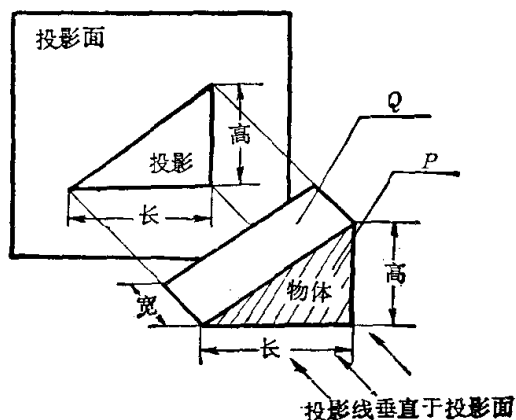


图 1-7 正投影法

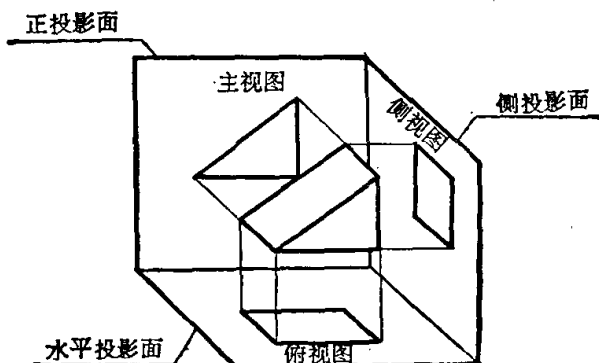


图 1-8 三面投影

图 1-7 所示的视图,只能反映物体的高度和长度,不能反映出物体的宽度。要将物体其它方向的形状和大小都表达出来,则须从几个方向来进行投影,也就是用几个视图来共同反映物体的形状和大小。通常是将物体放在三个互相垂直的投影面体系中(图 1-8),分别进行投影,得到三个视图,这样就能把物体的长、宽、高三个方向,上、下、左、右、前、后六个方面的形状表达出来。

三个相互垂直的投影面的名称是:正投影面、水平投影面和侧投影面。三个视图的名称是:主视图、俯视图和左视图(又称侧视图)。应该指出,在一般情况下选取投影面体系时,以主视图能反映出物体图形最复杂的一面为宜。

为了把三个视图画在同一平面上,规定将正投影面保持不动,将水平投影面按图 1-9 左图所示箭头方向向下旋转,将侧投影面向右旋转,并使它们都与正投影面重合。这样主视图、俯视图、侧视图就画在一个平面上了(图 1-9 右图)。由于投影面的大小与视图没有关系,投影面的边框线可不必画出(图 1-10)。

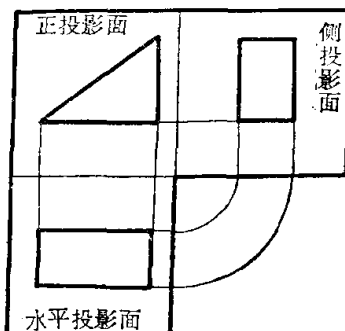
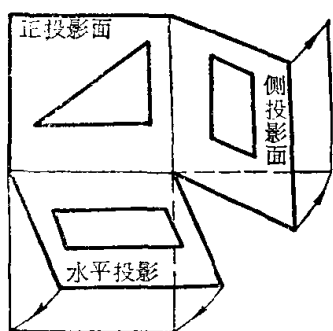


图 1-9 投影面的旋转

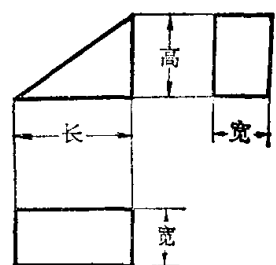


图 1-10 三视图

可以看出:主视图确定了物体上、下、左、右四个部位,反映了物体的高度和长度;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。由此可得出三视图的投影关系是:主、俯视图长对正;主、侧视图高齐平;俯、侧视图宽相等。这是绘制和看图时运用的最基本的投影规律,必须深刻理解。

二、简单体的投影

简单体是指长方体、棱柱体、棱锥体、圆柱体、圆锥台、筒体、球体及回转体等外形比较规则而简单的立体。在实际生产中的零件,都可看成是由一些简单体组成的。学会简单体的投影,对于进一步学习复杂物体(船体)投影的表达方法是必需的。

1. 平面立体的投影及表面上的点

立体的形状大小与空间所在的位置,是由立体上的各表面来决定的。立体的表面若全部是平面,如棱柱体、棱锥体等,则称为平面立体。立体上各表面的交线统称为立体的轮廓线。由于立体都假定为不透明体,轮廓线有可见与不可见之分,可见的用实线表示,不可见的用虚线表示。

立体的形状大小与空间方位,可用投影图表示,画平面立体的投影图步骤为:

- (1) 画出立体各顶点的投影。
- (2) 依次连出各轮廓线的投影。

(3) 按照轮廓线的可见与不可见分别画成实线或虚线。

图 1-11 所示的 $SABCD$ 四棱锥体, 其锥底与水平投影面平行, 要作出四棱锥体的投影, 首先须画出立体各顶点的投影。在水平投影面上得 s 、 a 、 b 、 c 、 d 五点投影, 在正投影面及侧投影面上同样得点 s' 、 a' 、 b' 、 c' 、 d' 及点 s'' 、 a'' 、 b'' 、 c'' 、 d'' 的投影。依次连出各轮廓线的投影。最后按轮廓线的可见与不可见画实线或虚线, 如 SD 侧棱在正投影面上投影, 由于不可见, 须画成虚线, 其余是实线。锥底 $ABCD$ 由于平行于水平投影面(即垂直于正投影面), 所以在水平投影面上的投影反映真实锥底形状, 而在正投影面上的投影, 则积聚为一条直线 $a'b'd'c'$ 。

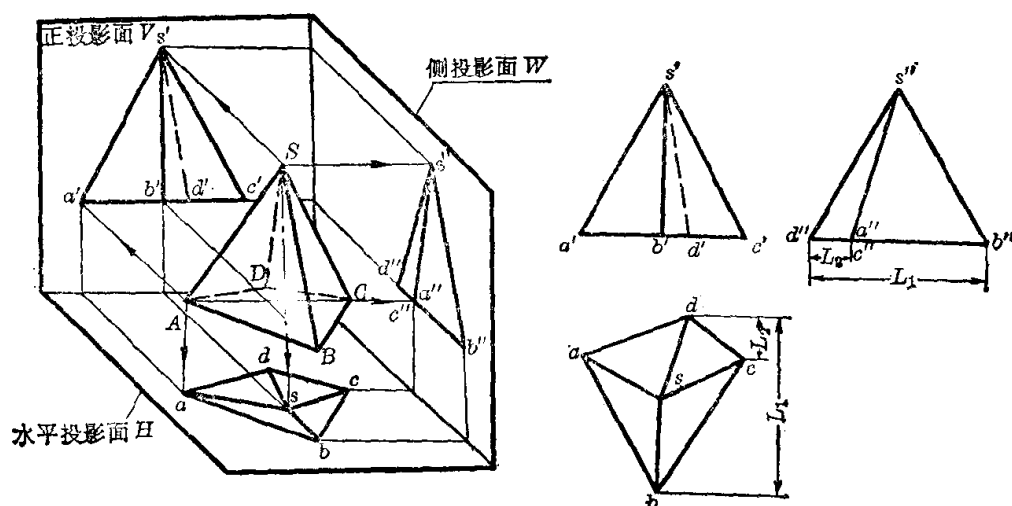


图 1-11 棱锥体的三视图

平面立体表面上点的投影, 如图 1-12 所示。四棱锥表面上点 M 在水平投影面上的投影为 m , 从 m 点作投影线与 $s'n'$ 及 $s''n''$ 相交于 m' 及 m'' , 即得 M 点在主视图及左视图上的投影。

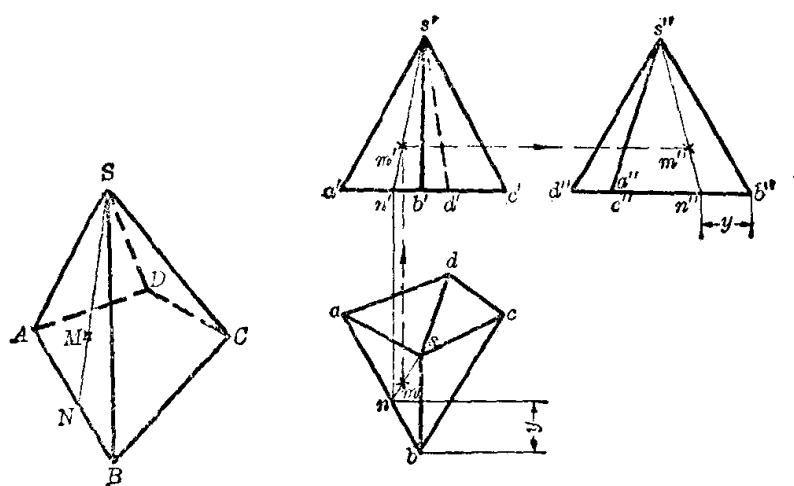


图 1-12 棱锥体表面上点的投影

2. 曲面立体的投影及表面上的点

曲面立体的表面, 有的完全是曲面, 如球体的表面; 有的具有曲面, 也有平面, 如圆柱体。曲面立体的形状大小与空间位置, 也可用投影图表示, 画曲面立体的投影步骤为:

(1) 画出平面与曲面所交出的棱的投影。

(2) 画出曲面可见与不可见部分分界线的投影。

(3) 用点划线画出立体轴线的投影及圆的中心线等。

圆柱与圆锥体上的分界线常是曲面上的一根素线,是曲面从可见转入不可见的地方,因此这根素线又称为转向素线,一般成为投影中的一根最外轮廓线。

图 1-13 所示的圆柱体,其底面与侧投影面平行,由于圆柱体的顶面与底面平行,二者的侧面投影必定重合,因此在侧投影面上的投影是圆柱体顶面和底面的真实图形。在正投影面与水平投影面上的投影均为矩形,左、右竖直线是圆柱顶面与底面的投影。在正投影面上投影的上下边为最上素线 AA 与最下素线 BB 的投影。在水平投影面上投影的上下边为两侧最后素线 DD 与最前素线 CC 的投影。

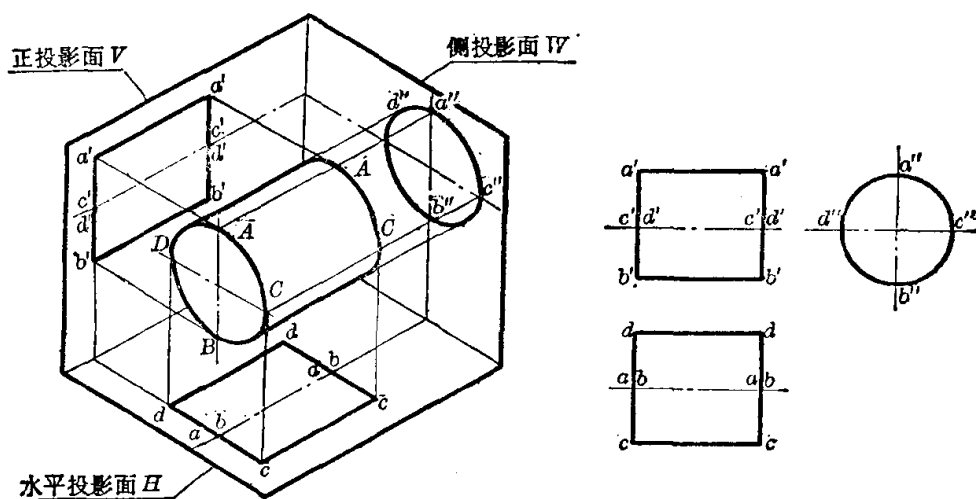


图 1-13 圆柱体的三视图

曲面立体表面上点的投影,如图 1-14 所示。圆柱体表面上点 G ,在正投影面上的投影为 g' ,则自 g' 作水平投影线与侧投影面上的圆相交点 g'' ,即为圆柱体表面上点 G 在侧投影面上的投影。量出 g'' 至 $a''b''$ 的距离 y 。从 g' 作铅垂投影线至水平投影面上,并自中心线向下量取 y 距离,即得 G 点在水平投影面上投影 g 。

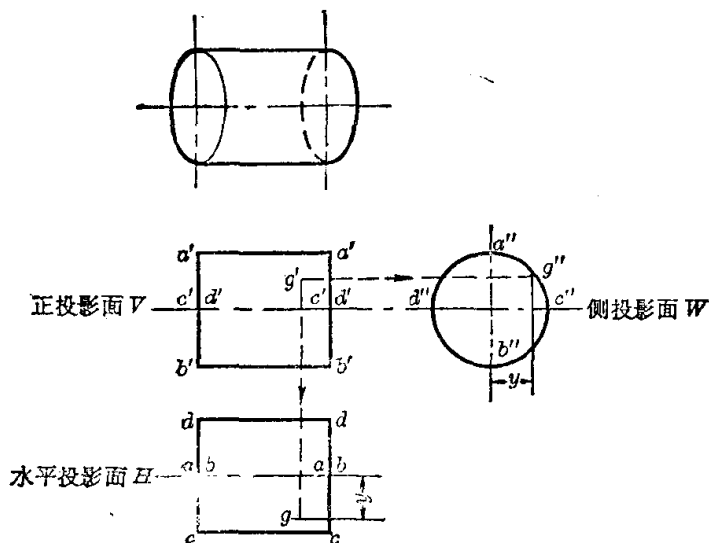


图 1-14 圆柱体表面上点的投影

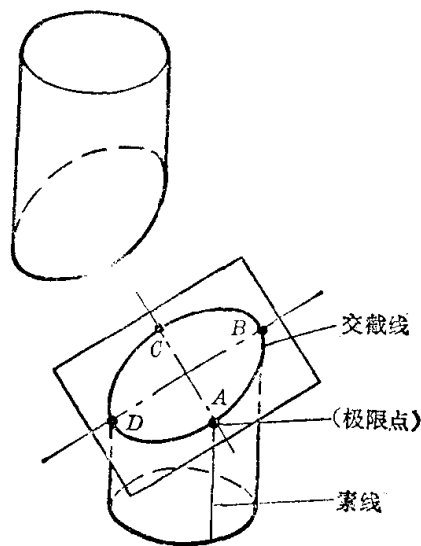


图 1-15 平面与正圆柱交截

3. 面与体的交截

平面与立体相交的交线称为交截线。由于实物和图形中的立体,总有一定的范围,其交

截线也总是一个封闭的平面图形。由平面与曲面组成的立体的表面,其交截线的围线可以是直线或是曲线,或是直线与曲线的组合。

曲表面上的交截线一般是曲线。在交截曲线上位于最高、最低、最前、最后、最左、最右某些特殊位置的、控制着曲线形状的点称为极限点。而极限点也是交截线在曲表面上与某一素线的切点,见图 1-15。

(1) 平面与棱锥交截 棱锥的表面都是平面。平面与棱锥的交截线为封闭折线。图 1-16 所示的四棱锥体 $OABCD$ 为一正垂面 P 所截,可先求出各轮廓线与 P 面的交点。由于 P 面垂直于正投影面, P 面与轮廓线的交点在正投影面上的投影必重影在 p' 直线上,所

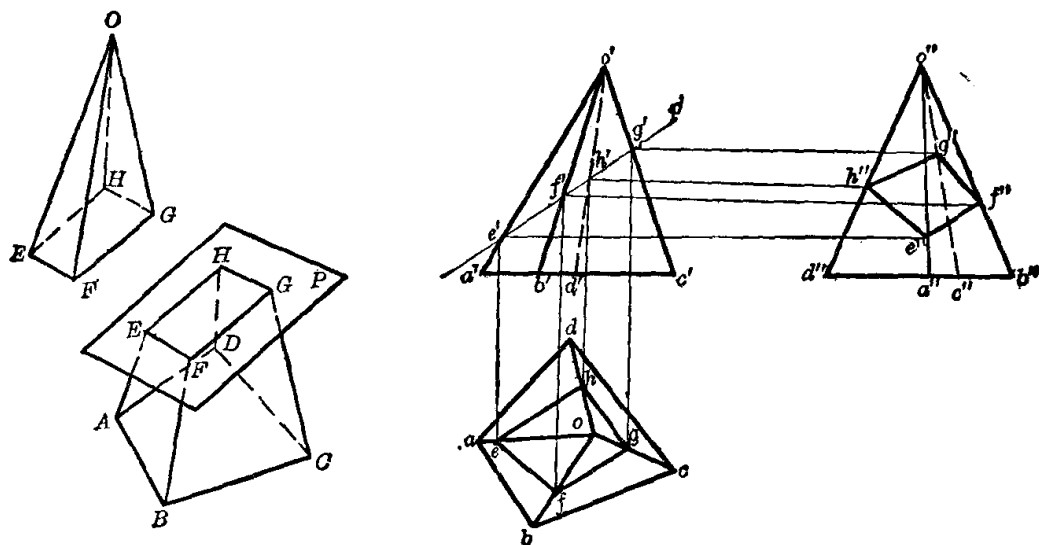


图 1-16 平面与四棱锥交截

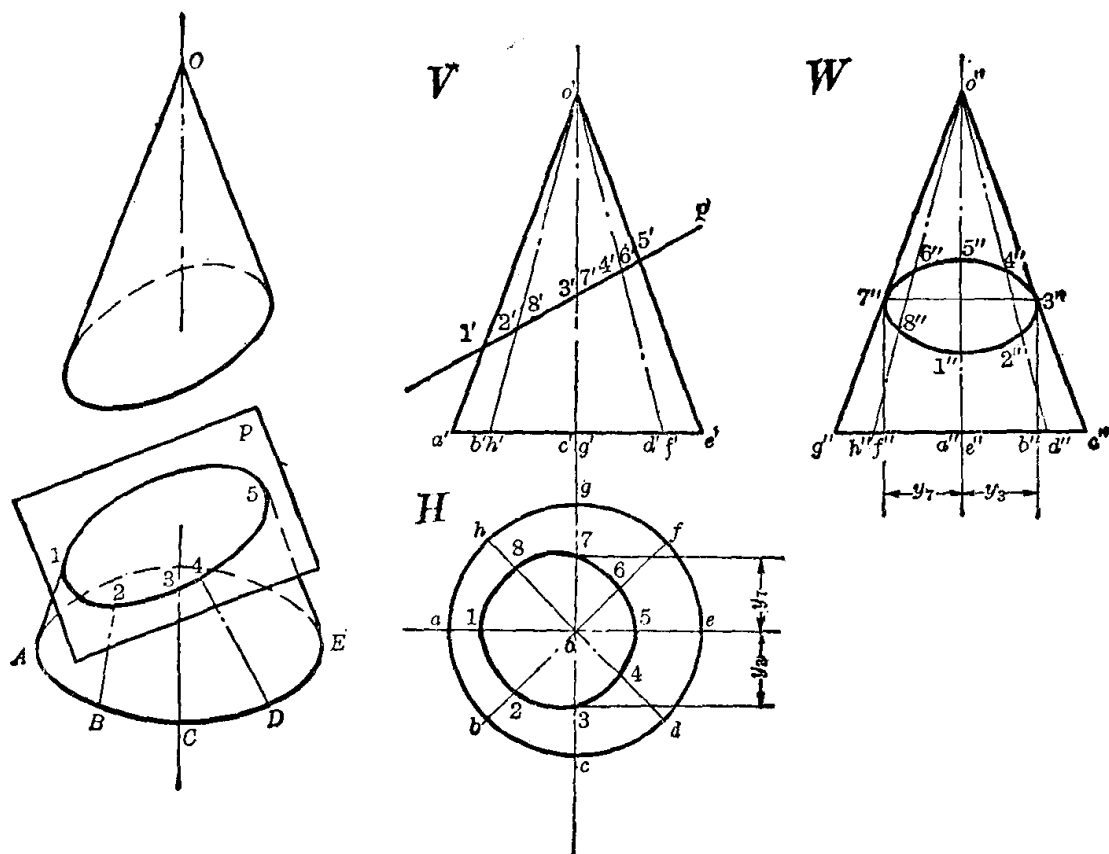


图 1-17 平面与正圆锥交截

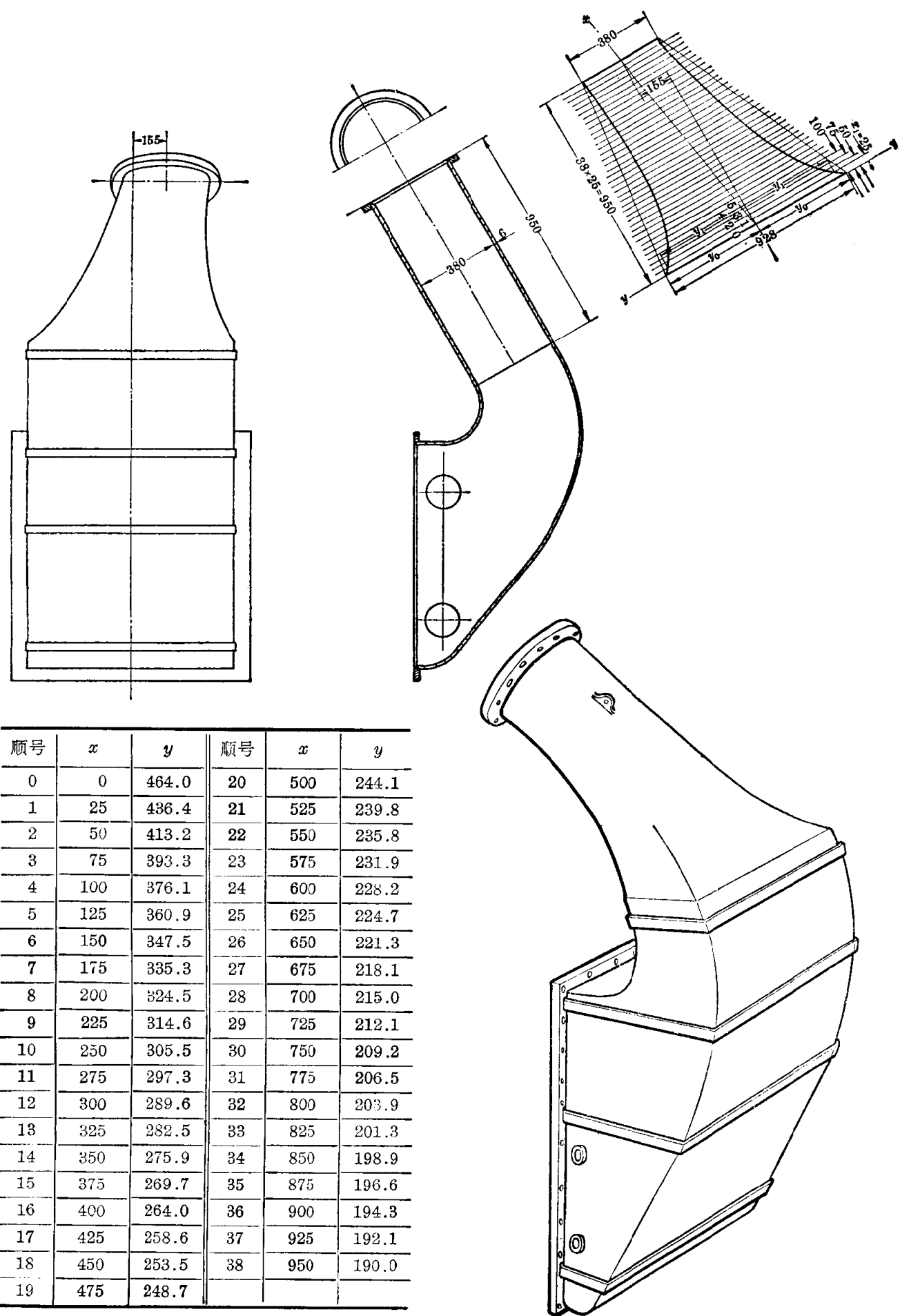


图 1-18 柴油机进气接管

以 $o'a'$ 、 $o'b'$ 、 $o'c'$ 及 $o'd'$ 与 p' 直线的交点 e' 、 f' 、 g' 、 h' ，即为各轮廓线 OA 、 OB 、 OC 、 OD 与 P 面的交点在正投影面上投影。

由 e' 、 f' 、 g' 、 h' 作投影线与 oa 、 ob 、 oc 、 od 及 $o'a''$ 、 $o'b''$ 、 $o'c''$ 、 $o'd''$ 相交，得交点 e 、 f 、 g 、 h 及 e'' 、 f'' 、 g'' 、 h'' 。连接 e 、 f 、 g 、 h 及 e'' 、 f'' 、 g'' 、 h'' ，即为交截线在水平投影面及侧投影面上的投影。连接各点成线时应注意：只有在立体的同表面的两点才能相连。

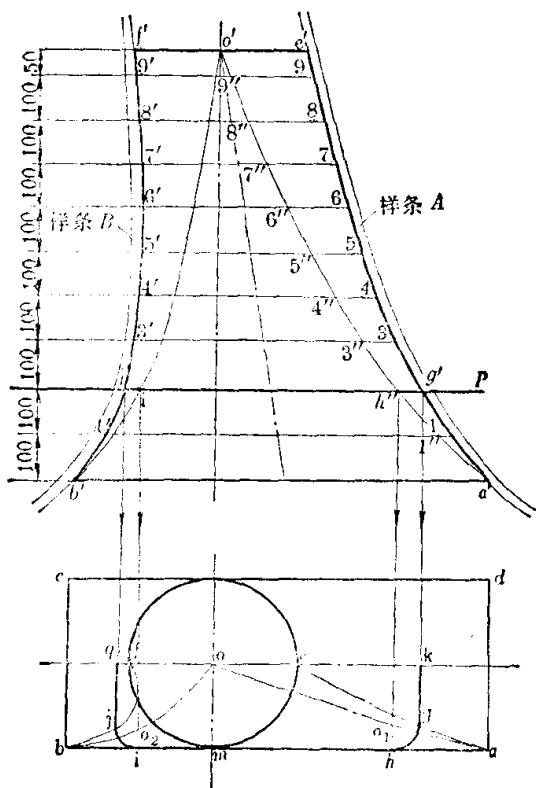
(2) 平面与正圆锥交截 图 1-17 所示的正圆锥为一正垂面 P 所截，可先在锥面上取八根均匀分布的素线 OA 、 OB 、 OC 、 OD 、 OE 、 OF 、 OG 、 OH ，并作出其在三个面上的投影。在正投影面中 $o'a'$ 与 p' 的交点 $1'$ ，为素线 OA 与 P 平面交点 1 在正投影面上的投影。自 $1'$ 作投影线与 oa 及 $o'a''$ 相交得其在水平投影面及侧投影面上投影 1 及 $1''$ 。

同法可作出其它各点的投影。依次连接各点成一个椭圆，即为交截线在水平投影面及侧投影面上投影。

(3) 平面与扭曲立体交截 造船的生产实践中，有一些扭曲管体(图 1-18)的放样与展开。这些管体表面具有双向曲度，很难用一般方法求出其表面真实形状，而常用求得扭曲管体与一系列平行平面的交截线，按这些交截线形状制钉样箱，再用黄纸板复出扭曲管体的表面真实形状。

求作平面与进气接管的交截线，见图 1-19。

1) 在主视图上，每隔 100 毫米作一系列平行平面与管体截交。用样条 A 按 $a'e'$ 曲线形状围出，并录下各等分点。



2) 伸直样条 A ，通过各等分点作垂线，量取 $e'o''$ 等于管体上口的圆周半径。连 a' 、 o'' 为直线与各垂线相交于 $1''$ 、 h'' 、 $\dots$ 、 $9''$ 。

3) 将 $11''$ 、 $g'h''$ 、 $\dots$ 、 $99''$ 各线段，对应量到主视图一系列平行截交线上，得各交点 $1''$ 、 h'' 、 $\dots$ 、 $9''$ ，并连成光滑曲线。

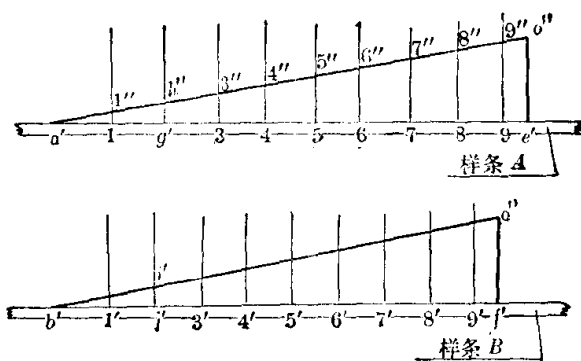


图 1-19 平面与进气接管交截

4) 以 P 截面为例，由 h'' 向下作垂线得俯视图上投影 h 。量取 o_1h 等于 $h''g'$ 。以 o_1 为圆心， o_1h 为半径作圆弧与从 g' 向下作的垂线相切于 g 点，则 $kg h m$ 即为 P 截面与四分之一管体的截交线。

5) 按同样方法可得 $mijq$ 截交线。由于进气接管的前后对称，则整个 P 截面与管体的截交线便可求得。

6) 其它各平行截面,可按上述同法作出一系列截交线。

第三节 几何体展开

在建造由钢板制作的各种形状的船体零件,首先须将其表面真实形状和大小依次画在一个平面上,即画成展开图,然后再下料加工。画展开图的实质就是根据零件的投影图,用作图或计算的方法画出零件表面的实形(图 1-20)。不同几何形状的船体零件,须根据不同投影图来选择既方便省时、又保证较高精确度的展开方法。目前常用的展开方法有:放射线法、平行线法与三角形法。这三种基本展开方法,对形状简单的构件可单独应用其中的一种;复杂构件展开,可几种方法结合采用;也可通过数学计算法算出展开的数据,但后者因较繁琐,采用的不多。

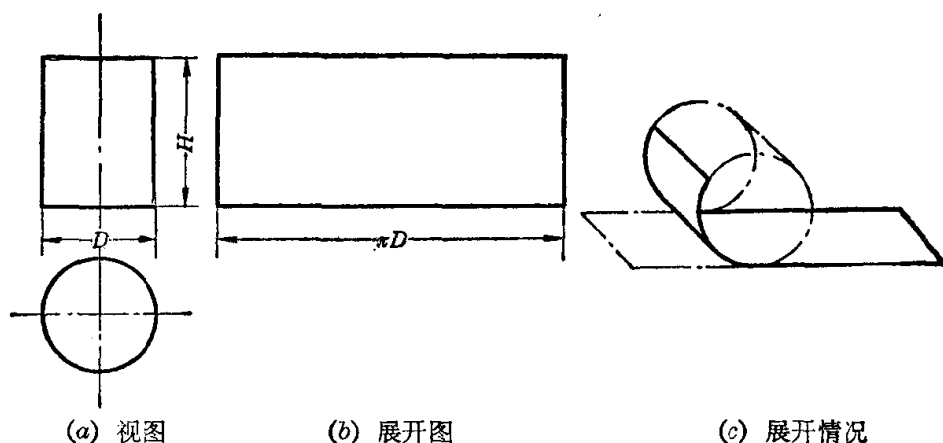


图 1-20 圆柱体展开

一、放射线法展开几何体

放射线法适用于零件表面具有母线相交于一个共同点的形体,如圆锥、角锥、椭圆锥等物体的展开。其展开原理是在锥体表面作出一系列过锥顶的放射形素线,将锥面划分成一系列三角形,然后求出倾斜线段的实长,再将各三角形依次展平画在一起,即为所求的展开图。

1. 旋转法求倾斜线段实长

如图 1-21 左图所示,将倾斜线段 SH , 环绕过 S 点的铅垂轴线 Ss'' 旋转到平行于正投影面位置 SH_1 , 则其主视图上的投影 sh_1 就反映 SH 的实长。

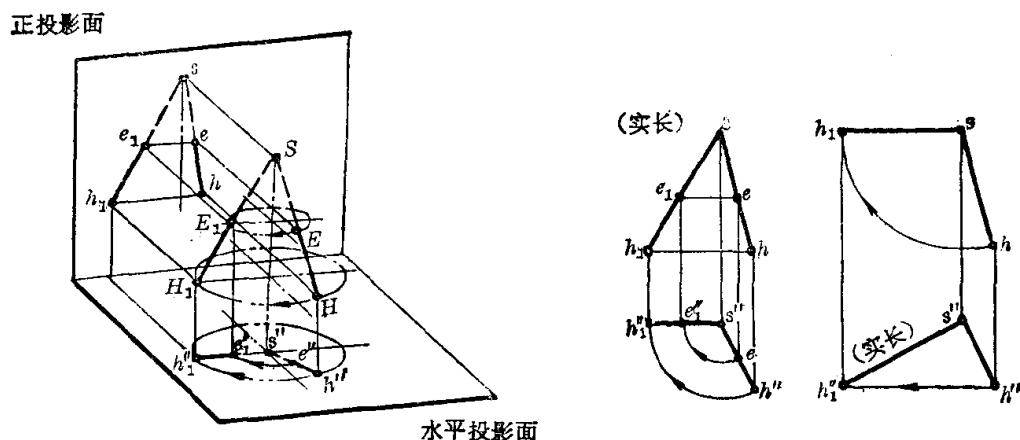


图 1-21 旋转法求线段实长