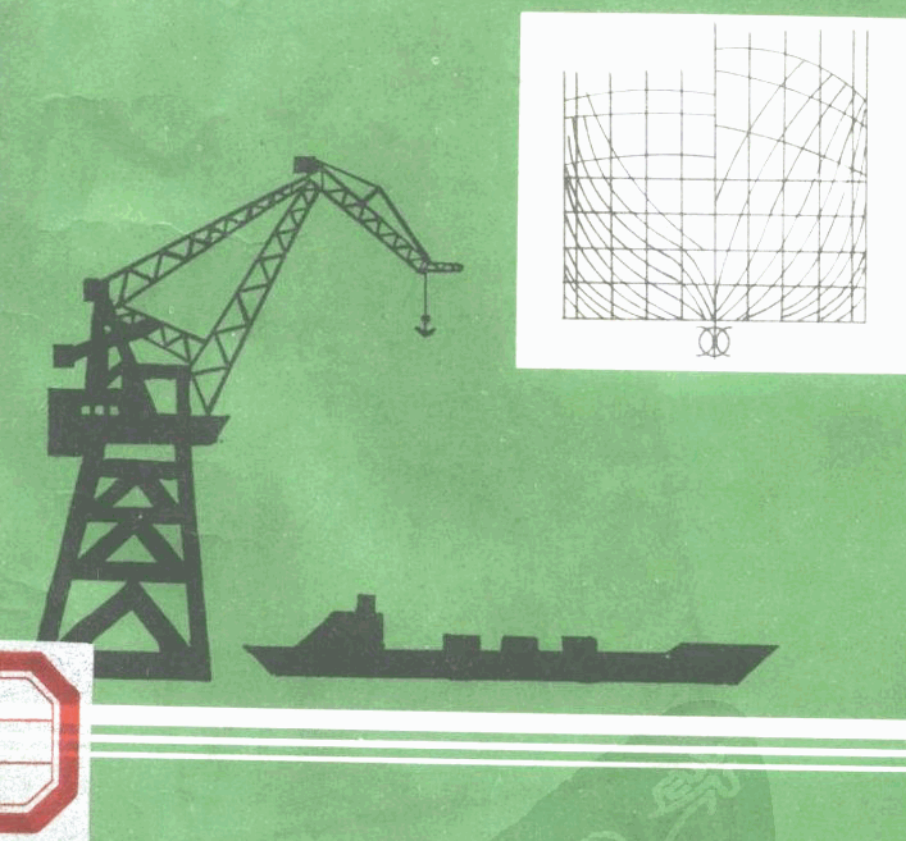


造船厂技校教材

船体放样



哈尔滨工程大学出版社

1671.2

X44

426086

船 体 放 样

船舶技校教材编委会

主 任： 段志树
副主任： 李树本 徐全忠
委 员： 段志树 李树本 徐全忠 葛新辉
胡建忠 任 生 张 铜 倪绍灵
何亚利 林柱传 金仲达 朱春元
王卫明 潘新民



00426086

船舶技校教材编写组

基础课专业组： 主编 胡建忠 副主编 汪 建
船体装配专业组： 主编 葛新辉 副主编 魏东海
船舶电焊专业组： 主编 任 生 副主编 周雅露
船舶电工专业组： 主编 倪绍灵 副主编 卢建明
船舶钳工专业组： 主编 张 铜 副主编 竺维伦
船舶管系专业组： 主编 何亚利 副主编 竺维伦

赠 书



本书编者： 肖子熙 霍润炽
本书主审： 黄铭章

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书按 1990 年中船总公司技工学校船体装配工种《船体放样教学大纲》编写。

此书系统地阐述了几何体放样、船体型线放样和船体结构展开的各种方法,还介绍了数字放样的基本知识。

本书可作船舶技校船体装配专业的教材,也可供在职的装配工、钣金工和船体放样工的培训之用。

船 体 放 样

肖子熙 霍润炽 编

责任编辑 李 英

哈尔滨工程大学出版社出版
新华书店经销
哈尔滨毕升电脑排版有限公司排版
哈尔滨工程大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 15 插页 2 字数 342 千字
1994 年 8 月 第 1 版 1998 年 5 月 第 2 次印刷
印数:5001—7000 册

ISBN 7-81007-445-8

U·41 定价:14.00 元

前 言

技工学校担负着为企业培养中级技术工人的重任，其教学质量的高低影响到企业工人队伍素质和经济效益的提高。

中国船舶工业总公司所属技工学校大多数建立或恢复于“七五”期间。当时主要工种的教学内容，基本上停留在传统的造船工艺水平上，与80年代迅猛发展起来的新的造船工艺存在着明显的差距。在教学安排上，忽视技能训练，技校毕业生走上生产岗位后表现出独立工作能力不强。为解决这一问题，总公司于1987年在首届船舶总公司技工学校校际协作会上明确提出技工学校教学改革方向，一是培养目标为中级技术工人，二是将原来的理论和实习教学的课时从1:1变为3:7，突出技能培训，增强学生的动手能力。并于1989年重新颁发了船舶类五大工种的教学计划及大纲，1992年成立了船舶总公司技工学校教材编写委员会。在编委会的领导下，由于各专业组主编、副主编和编审者努力工作，哈船院出版社及有关学校给予了大力支持，我们船舶工业系统技工学校第一批系统教材正式面世了，它必将对船舶工业技工学校的发展起到积极的推动作用。

这套教材包括船体装配工、船舶电焊工、船舶钳工、船舶电工、船舶管系五大工种进行中级工培训的基础课、专业课和技能训练的教材。教材编写以工人技术等级标准为依据，以企业的生产技术现状为基础，突出对技校学生操作技能的培养，力求做到学用结合，改变以往技工培训教材内容偏多、偏难，学用脱离的情况。船舶行业特有工种有80多个，不可能每个工种都统一编写教材，这套教材的出版，无疑只是起个样板的作用，各技工学校可以参照这套教材编写其它工种的教材或讲义。同时由于各企业的生产技术不一，这套教材也很难做到所有内容都适合各企业的培训要求，各企业的学校、教育部门可以根据技术等级标准和企业的生产技术要求，对教材内容进行删减和补充。这套教材同样适合在职工人的中级工培训。

由于整个成书过程比较仓促，与以前教材相比，内容变化较大，加上组织工作经验不够，编写水平有限，缺点和错误在所难免，敬请专家和教育工作者批评指正，以利再版时改正。

编委会

1993. 9

编者的话

本书按中国船舶工业总公司 1990 年颁发的技工学校船体装配工种教学大纲编写的,适用于造船类装配中级工技术理论教材,又可供钣金工、船体放样工、装配工和造船技术人员参考。

本书内容除绪论外共分六章。第一章几何体放样,第二章船体型线放样,第三章船体外板展开,第四章船体结构及上层建筑展开,第五章草图与样板,第六章船体放样新工艺概况。本书由沪东造船厂技校肖子熙主编,其中第三、四章由上海中华造船厂技校讲师霍润炽编写,全书由上海沪东造船厂造船生产设计研究所工程师黄铭章主审。

本书在编写过程中,曾得到上海沪东造船厂有关放样技师、工程师的大力帮助和指导,在此一并谢意。

由于时间仓促和经验不足,疏漏、错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正!

编者

1993 年 3 月

目 录

绪 论	1
第一章 几何体放样	6
第一节 几何作图	6
第二节 投影变换的应用	17
第三节 几何体展开	20
第四节 板厚处理工艺	53
第二章 船体型线放样	67
第一节 船体型线图基本概念	67
第二节 船体理论型线放样	71
第三节 肋骨型线放样	85
第四节 结构线放样	93
第三章 船体外板展开	104
第一节 外板展开图	104
第二节 外板分类	105
第三节 外板展开原理	109
第四节 外板展开方法	117
第四章 船体结构及上层建筑展开	126
第一节 甲板展开	126
第二节 纵横舱壁展开	130
第三节 内底板展开	134
第四节 纵桁展开	137
第五节 上层建筑围壁展开	140
第五章 草图与样板	147
第一节 船体零件草图	147
第二节 胎架划线草图与划线样板	152
第三节 装配划线草图与样板	166
第六章 船体放样新工艺概况	179
第一节 比例放样简介	179
第二节 船体数学放样概况	184
第三节 数学放样促进传统施工依据的变革	208
附录 肋骨级数表	223

绪 论

一、放样概述

船舶是一种复杂的水上工程建筑物。船体建造工艺颇为繁杂,需要经过放样、号料、加工、部件装配、分段装配、船台装配和下水等工序。放样是船体建造的第一道工序,它不但具有本工种的专业独立性,还包含其它有关工种专业的综合性。船体建造质量的优劣与放样工作有着密切的关系。因此船体放样在船体建造过程中占有十分重要的显著地位。

船体放样工作的实质是将原设计的型线图、结构图,按一定的比例进行三向光顺,并将其构件进行放样展开,以求得符合设计要求的船体结构的真实形状和尺寸。

从某种意义上说,放样是设计的补充。因为船体形状和结构比较复杂,尺寸繁多,通常的一般设计图纸是按 $1:50$ 或 $1:100$ 的比例绘制的,在图纸上往往除了几个主要尺寸外,其它尺寸和形状只是一个不尽完善的初始数据,尤其在船体首尾区域型线变化较大部位的型值误差很难暴露。另外在设计时,由于受到某种具体条件的限制,不可能把船体上繁多的构件一一表示出来,只能反映一个基本的结构状况。而在实际施工中却需要得到每一个构件的准确位置、形状与尺寸,这就必然在放样中会暴露出一些问题,这些问题只有通过放样才能发现和妥善解决。因此放样的目的是:(1)对原始设计进行实践和完善的过程;(2)为后续各道工序(号料、加工、装配、下水、码头舾装等)提供施工依据。为此,放样工作对提高船舶的产品质量、节约原材料、减轻劳动强度、缩短造船周期等起着十分重要的作用。

由于放样工作是直接将船舶设计图纸根据不同的施工工艺和技术要求,通过各种放样手段,转化为船体结构零件的过程,所以一般来说船体放样工作有以下几个内容:

(一) 船体型线放样

1. 理论型线放样。根据设计部门提供的理论型线图和型值表,进行型线放样,以获得船体的准确、光顺和三向型线图,即纵剖型线图、横剖型线图和半宽水线图。

2. 肋骨型线放样。理论型线仅能反映船体型表面的完整外形,还不能表达船体每档实际肋骨横剖线的形状和内部结构状况,因此在理论型线放样的基础上,还必须按实际肋位间距在纵剖型线图和半宽水线图上插入肋骨线,根据三面投影关系,在横剖型线图上得到每档肋骨型线,即为肋骨型线图,以此作为船体建造的基本依据。

(二) 船体结构线放样

在肋骨型线图上,按基本结构图、中横剖面图、外板展开图等有关图纸绘出诸如甲板、平台、内底板、纵舱壁、肋板、纵桁材、外板接缝线等结构的理论投影线,作为构件、外板展开和加工制造的依据。

(三) 船体构件和外板展开

在肋骨型线图上,按分段结构图和外板展开图,进行构件和外板的展开,求得构件和外板的准确形位尺寸。

(四) 为后道工序提供各类数据资料、绘制各类草图,钉制各种样板和样箱。

(五)整理、修正在放样过程中的一些有关技术资料。

由于放样工作在船体建造中所处的重要地位,国内外对放样工艺的革新颇为重视。近三十年来,放样工艺得到迅速发展,从过去1:1的实尺放样发展到1:10的比例放样;60年代又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船体型线放样、结构线放样、外板与结构展开等各项工作,为后续工序绘图、号料、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打下了基础。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。然而数学放样也是模拟人工放样的过程和方法,所以人工实尺放样是基础,它与数学放样有着密切的内在联系。因此,掌握了人工实尺放样的原理和方法,对学习和掌握数学放样奠定了基础。为此,本书仍突出以手工实尺放样的工艺方法为重点介绍,而对比例放样和数学放样仅作一般简单介绍。

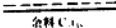
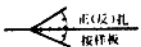
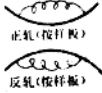
二、船体建造工艺图形符号

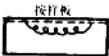
船体建造工艺图形符号是船体建造过程中的施工语言和文字代号。它简明地表达了工件在各道工序流程中的施工工艺信息,有利于施工方便,促使工作效率的提高,可见其作用是相当重要的。然而这些工艺图形符号恰恰又是从放样开始使用标注,所以必须熟记和学会使用。

工艺图形符号的种类繁多,它们的含义、作用和标注方式也有所不同。在未作统一规定之前,国内船厂都沿用自己一套传统的工艺图形符号。为适应我国造船事业的发展,国家有关部门已于1982年制定了《船体建造工艺图形符号》的规定,见表1-1。此后国内所有船厂均应按该规定在生产中实施。

表1-1 船体建造工艺图形符号

序号	名称	符 号	标 记 方 法	说 明
1	分 中		在中线上打上一组三点洋冲,并用白漆画上分中符号。	表示船体长度分中, 表示船体宽度分中。
2	正确线		在正确线两端或间隔一定距离打上一组三点洋冲,并用白漆加描正确符号。	表示肋骨等构架理论线或带有余量的正确线。
3	对合线和检验线		在对合线和检验线两端或间隔一定距离打上一组三点洋冲,并用白漆加描对合线符合。	构件、分段的对合线或检验线。

4	余量线		在余量线上用白漆标上余量线符号,并注明余量值C。	构件边缘需加放余量。
5	单边断线		在切割线上打上间断凿子印或洋冲,在余料一侧用白漆标上余料字样并注明材料牌号及厚度。	工件切割后,一边要用另一边为余料。
6	双边断线		在切割线上打上间断凿子(洋冲)印,并用白漆标上双边断线符号。	切割工件的两边都有用。
7	角尺线		在两根互相垂直的线上打上洋冲,并用白漆加描角尺符号。	两线互成 90°。
8	折角线		在折边线两端打上三点一组洋冲,并用白漆画上折角符号,写明正(反)轧及其度数(按样板)。	工件折边。
9	搭轧边		在搭边线内用白漆标出搭边符号。	工件边缘轧搭边。
10	槽形压筋		在压筋线内用白漆标出压筋符号。	钢板压成槽形挺筋。
11	半圆形压筋		同 上	钢板压成半圆形挺筋。
12	板材轧圆		用白漆标上轧圆符号,并注明正(反)轧、直径或半径。	将工件轧成整圆、半圆或 1/4 圆。
13	板材轧曲		用白漆标上轧曲符号,并注明正(反)轧(按样板)。	工件按样板正(反)轧曲。

14	型钢折钝角 (轧开尺)		在型钢折角处用白漆标上型钢折钝角符号,并在基准面上注明按样板。	型钢折成钝角(开尺)。
15	型钢折锐角 (轧拢尺)		在型钢折锐角处用白漆标上型钢折锐角符号,并在基准面上注明按样板。	型钢按样板折成锐角(拢尺)。
16	型钢内弯 (内法边)		在型钢面板上用白漆标上弯曲符号,(按样板)。	型钢按样板内弯
17	型钢外弯 (外法边)		同 上	型钢按样板外弯
18	边缘刨直		紧靠刨边处用白漆标上边缘刨直符号。	板材端面刨成与表面相垂直。
19	单面刨斜		紧靠刨边处用白漆标上单面刨斜符号。	板材边缘单面刨成斜度,角度、留根值按加工草图。
20	双面刨斜		紧靠刨边用白漆标上双面刨斜符号。	板材边缘双面刨成斜度,角度、留根值按加工草图。
21	过渡刨斜		紧靠刨边处用白漆标上过渡刨斜符号。	板材边缘刨成单面坡口和过渡刨斜,角度、留根和刨斜值按加工草图。
22	厚度线		用白漆标上厚度线符号。	构件厚度的位置。
23	直角T型材		在腹板装配边上用白漆标上直角T型材符号。	T型材装配成直角。

24	钝角 T 型材		在腹板装配边上用白漆标上钝角 T 型材 (开尺) 符号, 并注明按样板。	T 型材装配成钝角 (开尺)。
25	锐角 T 型材		在腹板的装配边上用白漆标上锐角 T 型材 (拢尺) 符号, 并注明按样板。	T 型材装配成锐角 (拢尺)。
26	校 平		在构件需校平处用白漆标上校平符号。	构件需校平。
27	换 新		在需换新的构件上用白漆标上换新符号。	构件拆除换新。
28	拆 装		在需拆装构件上用白漆标上拆装符号。	该构件拆下并整修后仍装回原处。
29	拆 钋		在需拆除的构件上用白漆标上拆除符号。	该构件拆除不用。
30	补 焊		在缺陷处用白漆图示, 并标上焊补符号。	焊缝或构件表面缺陷处需予补焊或重焊。
31	钋 平		在缺陷处用白漆图示, 并标上钋平符号。	焊缝或构件表面缺陷处需予钋平。
32	磨 光		在缺陷处用白漆图示, 并标上磨光符号。	焊缝或构件表面缺陷处需予磨光。

第一章 几何体放样

无论是造船或其它工业生产中，都少不了用金属板制作各种几何形体的制品，如柱体、锥体、球体、箱体等各类工件。它们都可以通过准确的作图步骤和选取不同的展开方法来求取。在造船工业生产中，尤其是船体的舾装件，往往类似有上述不同的几何形体件，如带缆桩、桅杆、通风管、排气管和各种箱柜等，它们必须在几何作图的基础上，采用几何体展开和各种方法，才能准确、简捷地进行展开。因此，全面掌握了几何体放样的技能，是为船体放样打下良好的基础。

第一节 几何作图

一、边垂线法

(一) 三规法 (图 1-1) 步骤如下：

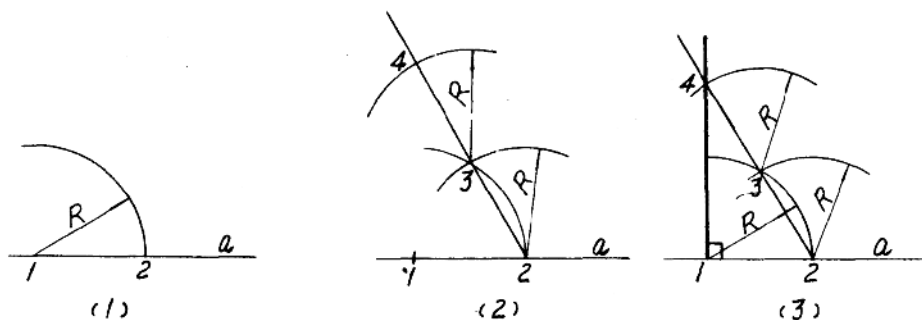


图 1-1 三规法作垂线

1. 以 a 直线上的一点 1 为圆心，适当长 R 为半径画弧交 a 直线于 2 (图 (1))。

2. 以 2 为圆心， R 为半径画弧交前弧于 3；再以 3 为圆心， R 为半径画弧交连过 2-3 直线的延长线于 4 (图 (2))。

3. 连接 1-4 直线，即垂直于 a 直线 (图 (3))。

(二) 半圆法 (图 1-2) 步骤如下：

1. 以适当长直线段 1-2 为直径画半圆，即 3 为圆心。

2. 在半圆弧上任取一点 4，连接直线 1-4 和 2-4。即直线 1-4 垂直于直线 2-4。

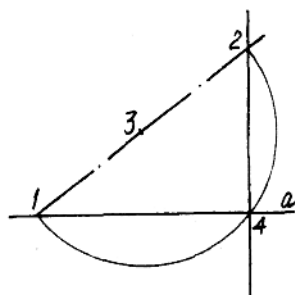


图 1-2 半圆法作垂线

(三) 计算法

若有一三角形，其三条边的比例关系为 3:4:5，则该三

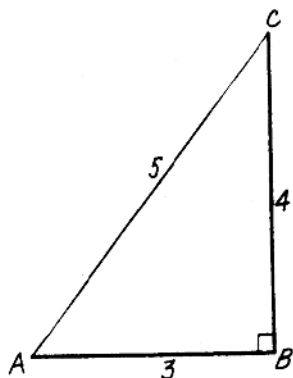


图 1-3 勾股弦定理作垂线

角形为直角三角形 (图 1-3)。设: $AB=3$, $BC=4$, $AC=5$ (根据勾股弦定理)。

根据以上直角三角形的比例关系, 若将该直角三角形的三条边同时扩大或缩小相同的若干倍数后, 仍为一直角三角形。因此可根据上述规律就能求得一个所需要大小的直角三角形来。所以在工厂实际生产中, 只需要将计算得出的数据, 用钢卷尺读数就可既方便又简捷地作出边垂线, 这种方法已被广泛采用。

二、角的等分

(一) 任意角二等分 (图 1-4) 步骤如下:

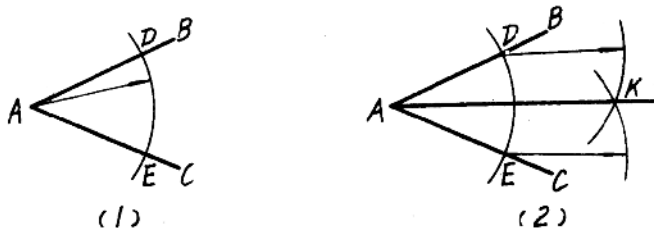


图 1-4 作角平分线

1. 已知角 BAC , 以角顶 A 为圆心, 适当长为半径画弧, 分别交 AB 、 AC 于 D 、 E 两点 (图 (1))。

2. 分别以 D 、 E 两点各为圆心, 以相同半径画弧, 两弧交于 K 点, 连接 AK , 则将角 BAC 二等分 (图 (2))。

(二) 直角三等分 (图 1-5) 步骤如下:

1. 已知直角 BAC (图 (1))。

2. 以 A 为圆心, 适当长 R 为半径画弧, 分别交两直角边 AB 和 AC 于 E 、 F 两点 (图 (2))。

3. 再分别以 E 、 F 为圆心, 以画 EF 弧的相同半径画弧, 分别交 EF 弧于 N 、 M 。连接 AM 、 AN 即将该直角三等分 (图 (3))。

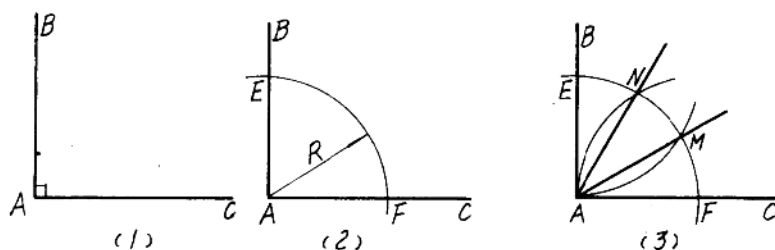


图 1-5 作直角三等分

(三) 任意锐角三等分 (图 1-6) 步骤如下:

1. 已知任意锐角 AOB , 以角顶 O 为圆心, 适当长 R 为半径画弧, 交 OA 、 OB 于 C 、 D , 连直线 CD , 并以其为直径画圆 (图 (1))。
2. 作角 AOB 的分角线, 交圆于 E , 直径 CD 的右半圆三等分, 得 G 、 H (图 (2))。
3. 连直线 EG 、 EH , 交 CD 于 M 、 N , 连直线 OM 、 ON , 即将该锐角近似三等分 (图 (3))。

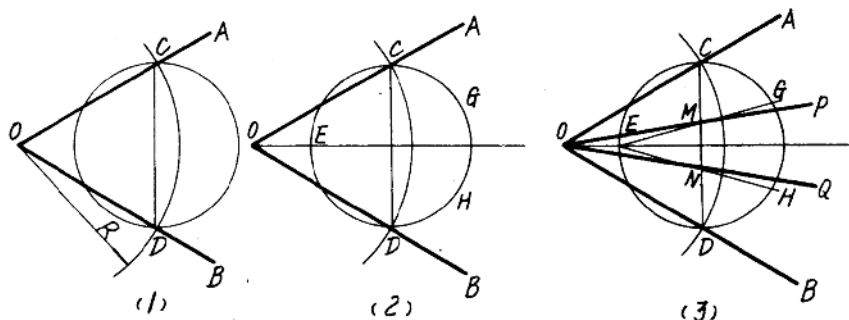


图 1-6 作锐角三等分

(四) 任意钝角三等分 (图 1-7) 步骤如下:

1. 延长任意已知钝角 AOB 的夹角边 BO 至 C , 以 O 为圆心, 适当长 R 为半径画半圆分别交 BC 于 D 、 F 并交 OA 于 E (图 (1))。
2. 再分别以 D 、 F 点为圆心, DF 长为半径画弧, 两弧相交于 M 。连直线 ME 交 OF 于 G , 将 DG 线段三等分, 得等分点 H 、 K (图 (2))。
3. 连直线 MH 、 MK 并延长与半圆相交于 P 、 Q , 连直线 OP 、 OQ , 则将该钝角近似三等分 (图 (3))。

三、作正多边形

(一) 作正五边形 (图 1-8) 步骤如下:

1. 在已知圆内取半径 OK 的中点 P (图 (1))。
2. 以 P 为圆心, PA 为半径画弧交 OM 于 Q , 则 AQ 直线距离即为正五边形的边长 (图 (2))。
3. 以 A 为圆心, AQ 为半径画弧交圆周于 B 、 E ; 再以相同的半径在圆周上截取 C 、 D , 顺序连接 AB 、 BC 、 CD 、 DE 、 EA 即得正五边形 (图 (3))。

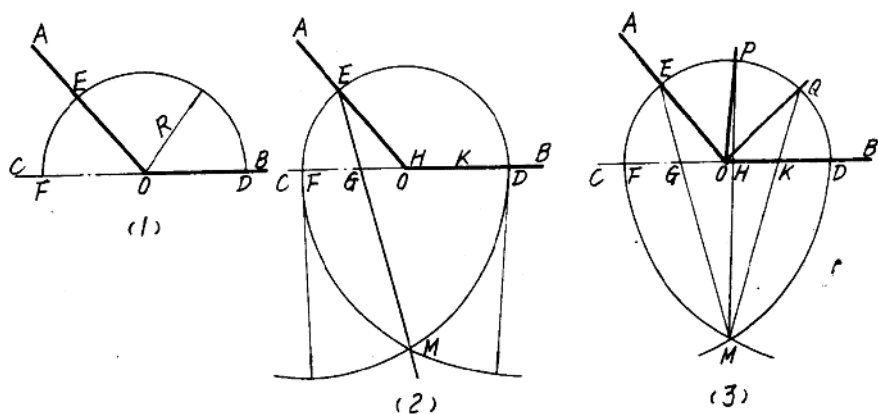


图 1-7 作锐角三等分

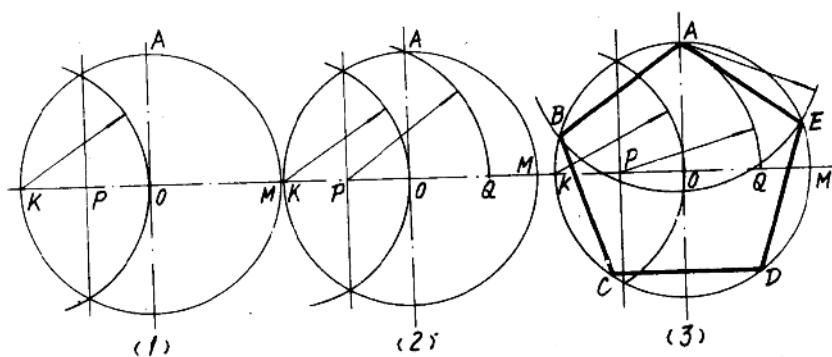


图 1-8 作五边形

(二) 作正六边形 (图 1-9) 步骤如下:

1. 作已知半径为 R 的圆 (图 (1))。
2. 分别以圆直径的两端点 A 、 D 为圆心, R 为半径画弧交圆周于 B 、 F 和 C 、 E 点

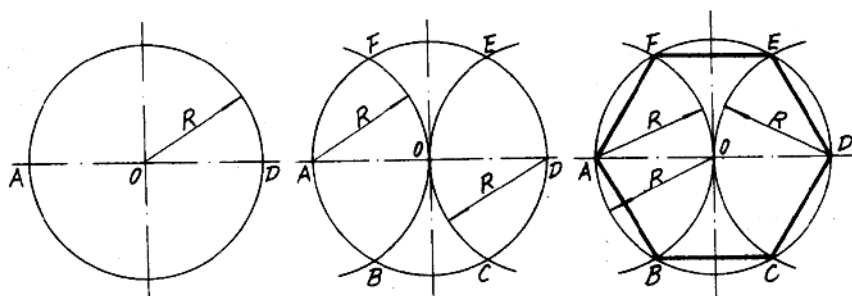


图 1-9 作六边形

(图 (2))。

3. 顺序连接 AB 、 BC 、 CD 、 DE 、 EF 、 FA ，即得正六边形 (图 (3))。

(三) 作任意正多边形 (以七边形为例，图 1-10) 步骤如下：

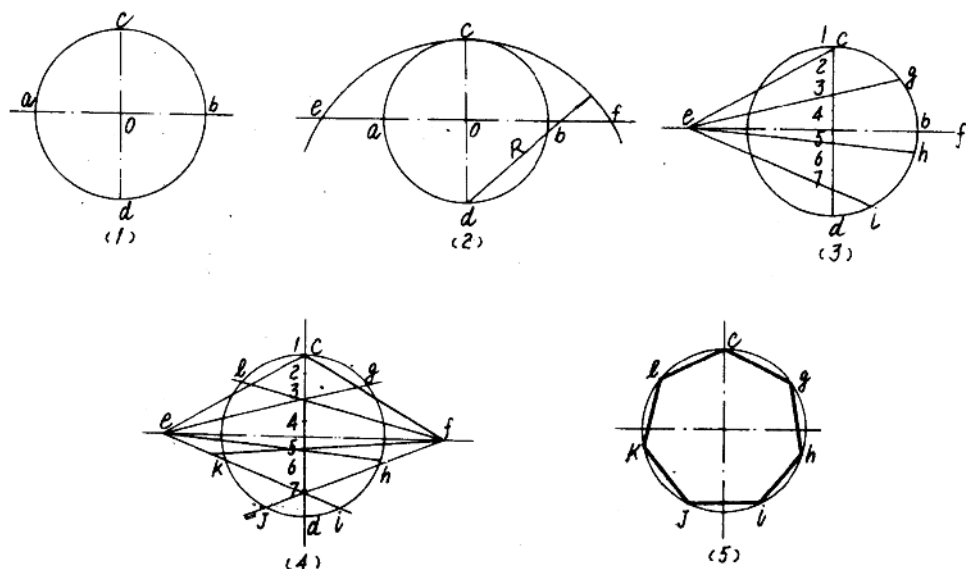


图 1-10 作七边形

1. 作直径为 ab 及 cd 的圆 (图 (1))。

2. 以 d 点为圆心， dc 为半径画弧分别交 ab 两端的延长线于 e 、 f 两点 (图 (2))。

3. 将直径 cd 七等分 (等分数等于多边形数)，得到 1、2、3、…、7 各点，将 e 点分别与奇数等分点 (或偶数等分点) 用直线相连并延长交圆周于 g 、 h 、 i 各点 (图 (3))。

4. 同样将 f 点分别与上述各相同奇数等分点 (或偶数等分点)，用直线相连并延长交圆周于 j 、 k 、 l 各点 (图 (4))。

5. 连接 cg 、 gh 、 hi 、 ij 、 jk 、 kl 、 lc ，即得正七边形 (图 (5))。

四、作椭圆与蛋圆

(一) 四心法作椭圆 (图 1-11) 步骤如下：

1. 已知随圆的长、短轴 AB 、 CD ，连接 AC ，以 O 为圆心， OA 为半径画弧交 OC 的延长线于 E ；又以 C 为圆心， CE 为半径画弧交 AC 于 F (图 (1))。

2. 作 AF 的垂直平分线交 OA 于 O_1 ；交 OD 于 O_3 。取 $OO_2 = OO_1$ ， $OO_3 = OO_1$ ，连 O_1O_1 、 O_1O_2 、 O_3O_2 且适当延长之。分别以 O_3 、 O_1 为圆心， O_3C 、 O_1D 为半径，在 GH 和 MN 间画弧；再分别以 O_1 、 O_2 为圆心， O_1A 、 O_2B 为半径，在 MG 和 NH 间画弧与前两弧相吻切，即为椭圆 (图 (2))。

(二) 已知长轴 AB 作椭圆 (图 1-12) 步骤如下：

1. 将长轴 AB 三等分得等分点 1、2。分别以 1、2 点为圆心， $(1/3)AB$ 长为半径作圆，两圆相交得交点 3、4。连直线 3-1、3-2、4-1、4-2 并延长分别交圆于 j 、 k 、 l 、 m 各

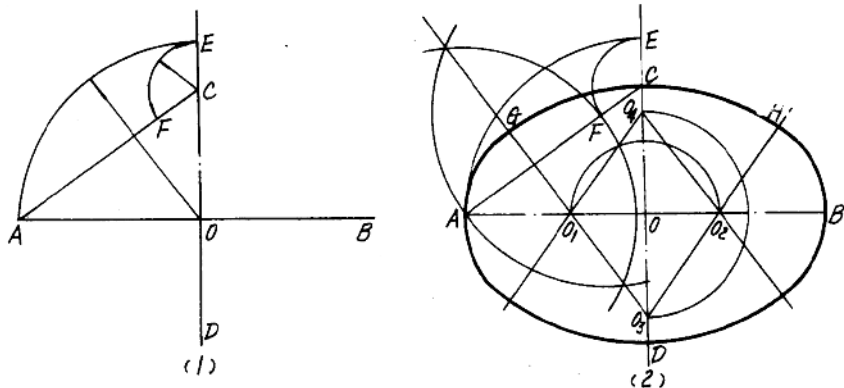


图 1-11 四心法作椭圆

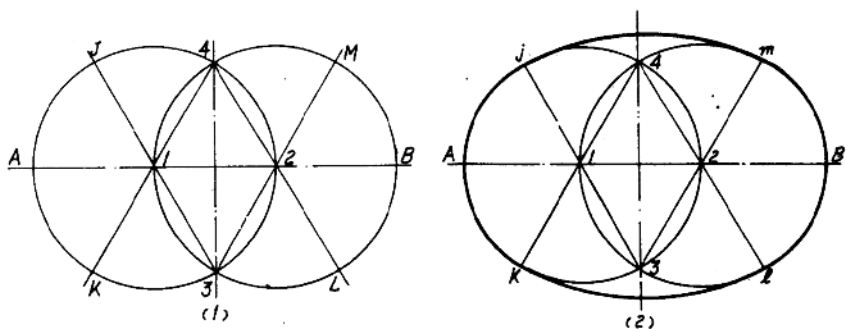


图 1-12 已知长轴作椭圆

点 (图 (1))。

2. 分别以 3、4 点为圆心， $3j$ 、 $3m$ 和 $4k$ 、 $4l$ 为半径画弧即为椭圆。 j 、 k 、 i 、 m 是四个圆弧的切点 (图 (2))。

(三) 已知短轴 CD 作椭圆 (图 1-13) 步骤如下：

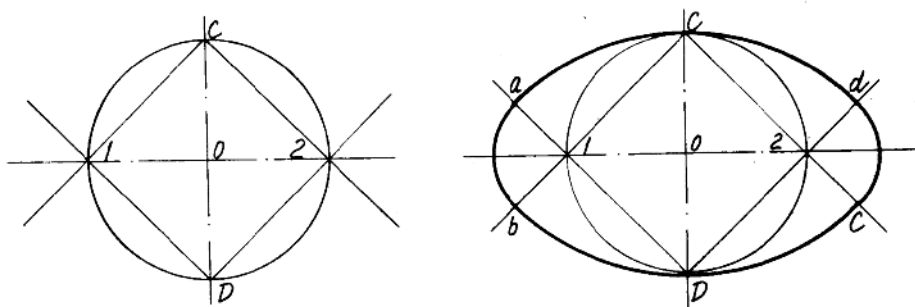


图 1-13 已知短轴作椭圆