

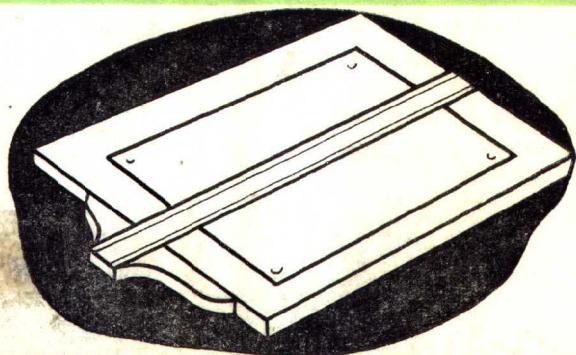
机械工人学习材料

JIXIE GONGREN XUEXI CAILIAO

几何作图

王之煦 编著

图



机械工业出版社

内容提要 几何作图是机械制图的基础。本书（原名应用几何画法）有系统地讲解了各种几何作图的方法和应用。在这次修订中，作者增加了一些新的内容和实例，最后还着重叙述了平面图形的分析和画平面图形的步骤。

本书内容切合实际，可供机械工人自学用。

几 何 作 图

（修订第二版）

王之熙 编著

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

英山县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $1 \frac{12}{16}$ · 字数 37 千字

1953年8月北京第一版

1965年7月北京第二版·1976年11月湖北第十一次印刷

印数 265,451—425,450 · 定价 0.15元

*

统一书号：15083·284

毛主席语录

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。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

目 次

- 一 基本的几何图形和它们的概念..... 1
- 二 直线和角的画法..... 3
 - 1 平行线的画法(3)——2 垂直线的画法(3)——3 直线的等分(5)——4 角的等分(7)——5 作角等于已知角(8)
- 三 正多边形的画法..... 9
 - 1 三角形的画法(9)——2 正方形的画法(11)——3 正五边形的画法(12)——4 正六边形的画法(13)——5 正七边形的画法(14)——6 正八边形的画法(15)——7 任意正多边形的画法(16)——8 计算作图法(18)
- 四 连接画法..... 21
 - 1 圆同直线连接(22)——2 直线同圆弧连接(24)——3 圆弧同圆连接(26)
- 五 圆和椭圆的画法..... 28
 - 1 圆的画法(28)——2 圆弧展开成直线长度的画法(29)——3 椭圆的画法(30)——4 扁圆的画法(32)——5 卵圆的画法(34)
- 六 曲线的画法..... 35
 - 1 抛物线的画法(35)——2 双曲线的画法(37)——3 摆线的画法(38)——4 渐伸线的画法(42)——5 阿基米德螺旋线的画法(44)——6 正弦曲线的画法(46)
- 七 平面图形的分析和画法..... 47
 - 1 平面图形的分析(47)——2 平面图形的步骤(49)

任何复杂的物体，都是由圆柱、圆锥、棱柱、棱锥、球等基本几何体组成的，而这些几何体，又都是由直线、圆弧、圆以及封闭的或开口的曲线等线条组成的。当我们用图样来表示各种不同形状零件的轮廓时，就是用这些线条组合和连接而成的。

为了能在图样上精确地作出零件轮廓的图形，就要懂得几何学上各种不同线条的作图知识和它们连接的规则。这种作图方法，就叫做几何作图。

几何作图的知识，不仅在绘制图样时需要，而且在钳工的划线工作中，也是被广泛地应用着。

一 基本的几何图形和它们的概念

在介绍几何作图前，先把最常用的几何图形和它们的概念说明一下：

线 是由点的移动而产生的，可以是一条直线或曲线。直线是一种移动方向完全相同的线（图1 a），它是两点间的最短的距离。折线是由两条或两条以上直线所组成的线（图1 b）。曲线是一种移动方向不断改变的线（图1 c）。

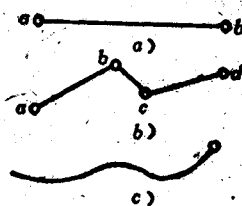


图1 线

a—直线，b—折线，c—曲线

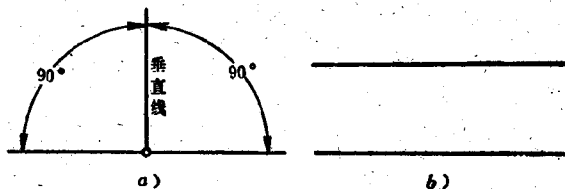


图2 垂直线 (a) 和平行线 (b)

垂直线 是相交成直角的两直线 (图2a)。

平行线 是在同一平面上的两条直线, 它们之间的距离, 在全长上都是相等的 (图2b)。

角 是由两条直线组成的, 并有同一顶点的图形 (图3)。组成角的直线叫做角的**边**, 把角分成二等分的直线叫做**分角线**。

多边形 是三条或三条以上的封闭折线为界限的平面图形 (图4)。如果是三条封闭折线为界限的平面图形, 就叫做**三角形**; 五条封闭折线为界限的就叫做**五边形** (图4a) 等等。

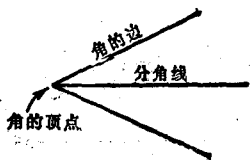


图3 角

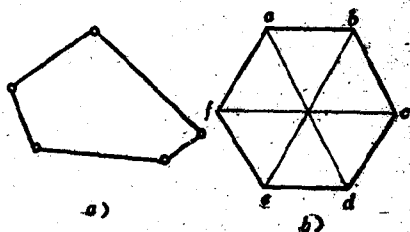


图4 多边形

正多边形 是各边、各对角线和各角都相等的多边形, 叫做**正多边形**。图4b是正六边形。

圆 是封闭的平面曲线 (圆线), 线上各点到圆的中心 (叫做**圆心**) O 点的距离都相等。圆心 O 同圆周上任意一点连接的直线段叫做**半径** (图5a)。通过圆心 O , 连接圆上两点 (例如图5b中 a 和 b 点) 的直线, 叫做圆的**直径**。弦是连接圆上任意两点但不通过圆心 O 的直线, **圆弧** 就是圆的一部分

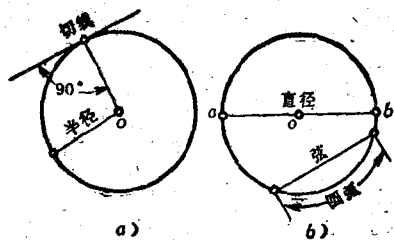


图5 圆

(图5 b)。同圆有公共点(切点)的直线,叫做切线。切线同从圆心到切点所作的半径是相垂直的(图5 a)。

二 直线和角的画法

1 平行线的画法 平行线的画法有下面几种:

一、经过一已知点 c , 画一直线同已知直线 ab 平行——用 c 点做圆心, 以一适当的长度 R 做半径, 画圆弧, 这段圆弧同直线 ab 相交在 e 点(图6 a)。然后用 e 点做圆心, 用同一长度 R

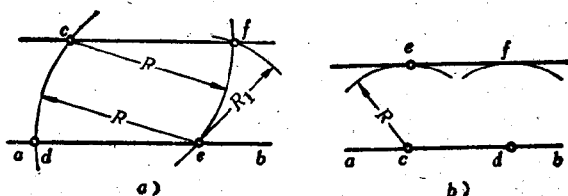


图6 平行线的画法

画第二个圆弧交 ab 在 d 点。用 e 点做圆心, 以半径 cd (R_1) 画圆弧, 同第一段圆弧相交在 f 点, 连接 cf , 就成一条同 ab 线平行的直线了。

二、用一定的距离 R , 画一直线同已知直线 ab 平行——用已知的距离 R 做半径, 在 ab 上任意取两点 c 和 d 做圆心 (这两点应该有相当的距离), 分别画两段圆弧, 同这两圆弧相切的直线 ef , 就是所求的平行线, 见图6 b。

2 垂直线的画法 垂直线的画法如下:

一、过已知点 c , 画垂直于已知直线 ab 的垂直线——用 c

点做圆心，适当长度 R_1 （要比 c 点到已知直线的距离长一些）做半径，画一圆弧，同已知直线相交在 a 和 b 两点。用适当的长度 R_2 （比 ab 直线的一半长一些）做半径，分别用 a 和 b 两点做圆心，画两圆弧相交在 d 点。把 c 、 d 连接起来，就是垂直于 ab 的垂直线，它同已知直线相交在 e 点，见图 7a。

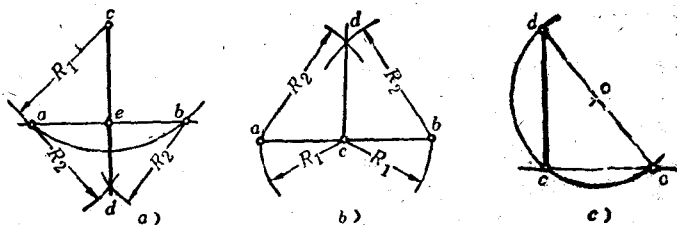


图 7 垂直线的画法

二、已知直线上有一点 c ，画通过这一点的垂直线。

第一法：以 c 点做圆心，适当的长度 R_1 做半径，画圆弧，同直线相交在 a 和 b 两点，这两点和 c 点的距离是相等的，见图 7b。用比 R_1 大一些的长度 R_2 做半径，分别以 a 和 b 做圆心，画两段圆弧，相交在 d 点， cd 就是 ab 的垂直线。

第二法：任意取一点 o 做圆心， co 做半径，画一段大圆弧，同直线相交在 a 点上。画 ao 延长线，同圆弧相交在 d 点，连接 c 、 d 两点， cd 就是所要画的垂直线（图 7c）。

除了用上面的几种画法外，也常用三角板和直尺来作平行线和垂直线：图 8a 是通过 c 点画直线平行已知直线 ab ；图 8b 是通过 c 点画已知直线 ab 的垂直线；图 8c 是通过直线上已知点 c 画垂直线。作法看图自明，不再讲述了。

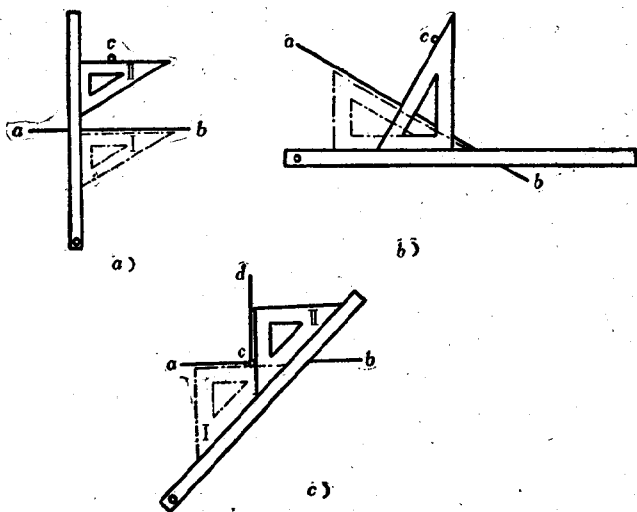


图8 用三角板和直尺作平行线和垂直线的实例

3 直线的等分

一、二等分一直线——已知有一直线 ab (图9a)，要把它等分成两段。以 a 和 b 点做圆心，用比 ab 一半大一些的长度做半径，各画一圆弧，交在 c 和 d 点。连接 cd ，同 ab 相交在 e 点， e 点就是要求的二等分点， cd 直线是 ab 的垂直线。

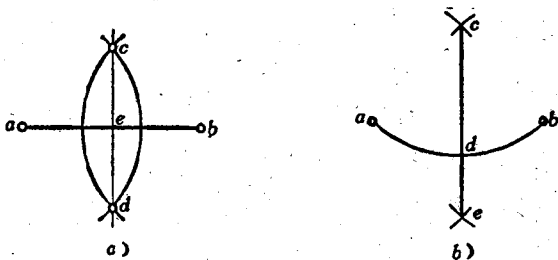


图9 二等分一直线(a)和圆弧(b)

利用这种画法，可以把一直线分成四等分、八等分、十六等分……等。并且这种等分直线方法，同样可用来等分圆弧，如图9b。

二、任意等分一直线——图10a是把已知的直线，分成任意等分的方法。从已知直线 ab 的端点 a 上画任意直线 ac ，用 a 点

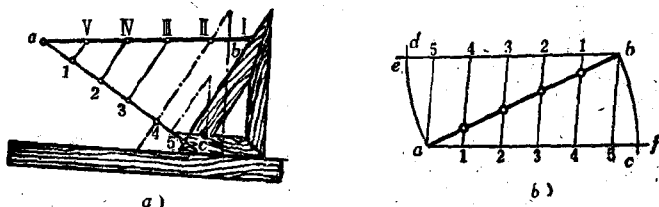


图10 任意等分一直线的方法

做起点，用任意长度在上面截取所要的等分点。如果要五等分 ab 线，就可以在 ac 线上取任意长 $a1$ ，截取五个相等线段（即 $a1 = 12 = 23 = 34 = 45$ ），把点5和 b 点连接，分别从4、3、2、1各点作同 $5b$ 线平行的直线（可以用三角板和直尺配合作出），交在 ab 线上得出I、II、III、IV、V各点，这几个点就是所要求的等分点。

另一法，以已知直线 ab 的两端点做圆心， ab 的长度做半径，分别画出圆弧 \widehat{bc} 和 \widehat{ad} （图10b）；然后再在这个圆心的位置上，用任意半径，分别画圆弧同刚才所画的圆弧相交在 e 和 f 点。连接 af 和 be ，并且用分规在这两直线上截取所要的等分数（这里是五等分），把各分点连接起来，就可以把直线分成五等分。

上面所说的方法，不但可以任意等分直线，而且也可以把 ab 线分割成比例的线段。图11就是把一直线分成2:3:4的情形。

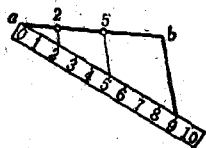


图11 把直线分割成比例线段的例子

4 角的等分

一、二等分已知角——如要二等分已知角 abc ，则用角顶点 b 做圆心，任意长度做半径，画圆弧，截两边在 d 、 e 两点；再分别用 d 、 e 做圆心，用略大于 de 距离的一半做半径，各画一圆弧，相交在 f 点。连接 bf ，这直线就是等分这已知角的分角线（图12 a）。

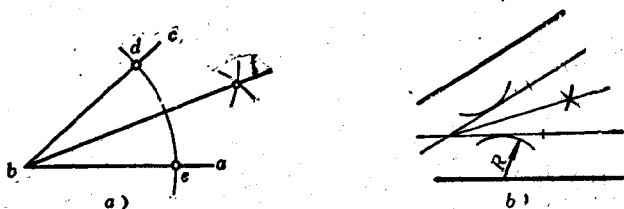


图12 二等分已知角

还有一种特殊情形，就是已知角的两夹边在很远的地方相交，如图12 b。当平分这个角时，先以相等的距离 R ，各画出同夹边平行的平行线，得一新的角，然后把这个新角按上面所说的方法平分就行了。

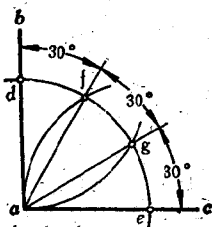


图13 三等分一直角

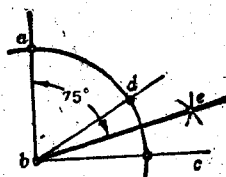


图14 75°角的作法

二、三等分直角——已知角 bac 是直角 (90°)，见图13。以

a 点为圆心，任意长度 (ad) 为半径，画圆弧 de ，相交 ob 及 ac 在 d 和 e 点。分别以 d 和 e 做圆心，仍用原半径 (ad) 做半径，各作圆弧相交前圆弧在 f 和 g 点。用直线连接 af 和 ag 即得，即角 daf 、 fag 、 gae 都相等，等于三分之一 bac 角 (等于 30° 角)。如果把每一个三分之一直角再等分，就得到六分之一直角 (15° 角)；如再等分就可得到十二分之一……等等。利用这种方法，可以 (不用量角器和三角板) 作出在制图时常遇到的 30° 、 45° 、 60° 、 75° 、 120° 等角。例如要作出 75° 的角，在直角 abc 中 (图 14) 用上面方法定出 d 点，再把角 dbc 等分，那末角 cbe 等于 15° (30° 的一半)，所以角 abe 就等于 75° 。

5 作角等于已知角 要作一角等于已知角 bac (图 15)——定出所要求的角的顶点 a_1 ，从 a_1 点作直线 a_1c_1 ；以 a 点做圆心，任意长度做半径画圆弧，这圆弧同角的两边交在 d 和 e 两点。用 a_1 点做圆心， ae 长做半径画圆弧，这圆弧同由 a_1 点所画的 a_1c_1 直线相交在 e_1 点。

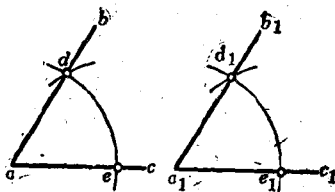


图15 作一角等于已知角

用 e_1 点做圆心，用 de 做半径画圆弧，交前弧在 d_1 点。连接 a_1 点和 d_1 点成直线 a_1b_1 ，得到角 $b_1a_1c_1$ ，这角等于已知角 bac 。

直线和角的画法是几何作图中最基本和最常用到的。如图 16

的角尺和图 17 的扇形件，就是利用作平行线、垂直线和角的等分画法作出的。

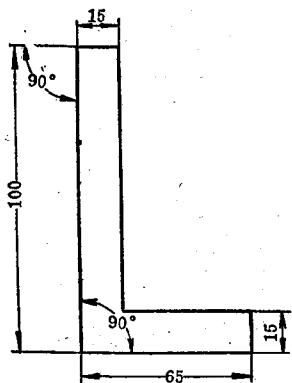


图16 角尺

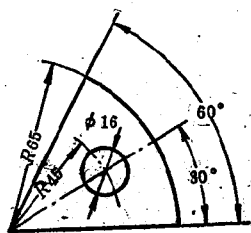


图17 扇形件

三 正多边形的画法

正多边形画法在几何作图中得到广泛地应用。在圆内作正多角形的方法，也常用来等分圆周。

1 三角形的画法 三角形是我们很熟悉的几何图形，它是用三条直线组成的，画法很简单，现在说明如下：

一、在已知圆内画正三角形——通过圆心 o ，作直径 ab ；用 b 做圆心，圆半径 ob 做半径，画一段圆弧使它相交在圆周 c 和 d 两点（图18），连接 a 、 c 和 d 点，就画成了正三角形。

二、已知一边作正三角形——画已知边 ab ，用 a 和 b 点做圆心， ab 做半径各画一段圆弧，使它相交在 c 点，作 ac 和 bc 直线，就成了所求的正三角形（图19）。

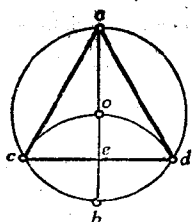


图18 在圆内画正三角形的方法

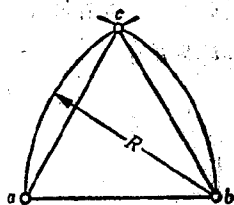


图19 已知一边作正三角形的画法

三、已知 A 、 B 、 C 三边 (不相等), 画一三角形——在需要的地位, 画一和 A 相等的边, 以 A 边的两端 a 和 b 点做圆心, 分别用 B 和 C 边长做半径, 画圆弧相交在 c 点, 这就是三角形的顶点, 它和 A 边两端点连接, 就成了所要画的三角形了 (图20)。

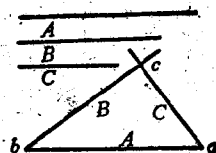


图20 已知三边作三角形的画法

工厂里有很多的零件, 像图 21 的侧板, 图 22 的板牙, 都是要用三角形来画的。

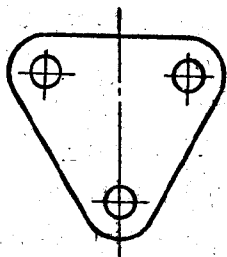


图21 侧板

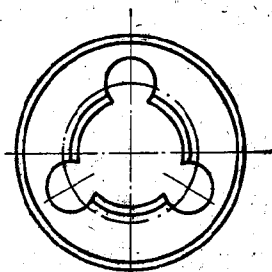


图22 板牙

2 正方形的画法

一、在已知圆内画正方形——图23 a，在圆内画互相垂直的中心线，同圆周相交在 a 、 b 、 c 、 d 四点；连接 ac 、 ad 、 bc 、 bd ，就画成了正方形。

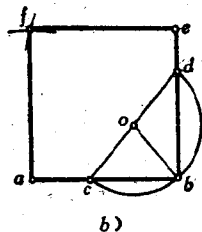
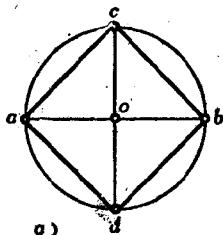


图23 正方形的画法

二、已知一边作正方形——图23 b，在已知边 ab 直线外任取一点 o ，用 ob 做半径画一段圆弧，同 ab 线相交在 c 点；作 co 的延长线，同圆弧相交在 d 点，作 bd 直线，并使延长到 be 等于 ab ；用 ab 做半径，分别用 a 、 e 做圆心，各画圆弧，相交在 f 点，连 af 和 ef 成直线， $abef$ 就是要求的正方形。

当画图 24 a 的方螺母、图 24 b 的方孔扳手的时候，都需要应用到正方形的画法。

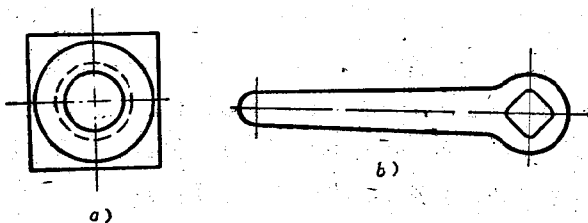


图24 需用正方形画法的零件举例
a—方螺母，b—扳手

3 正五边形的画法

一、在已知圆内画正五边形——画已知圆的中心线，同圆周相交在 a 、 c 、 b 和 d 点。用 b 点做圆心， ob 做半径，画圆弧，使它相交在圆上 e 和 f 点；连 e 和 f 点同 ob 直线相交在 g 点；用 g 点做圆心，用 gc 做半径，作圆弧，同半径 oa 相交在 h 点；连 c 、 h 两点所成的线，就是正五边形一边的长；用 ch 直线的长，顺次在圆周上，分得 1、2、3、4 和 5 各点，顺次连接各点，就得到正五边形了（图 25 a）。

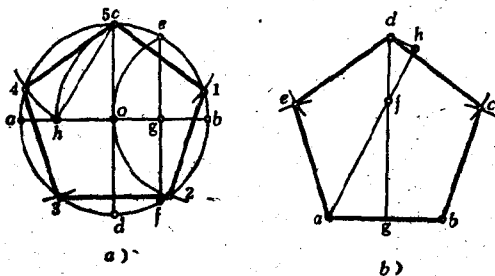


图 25 正五边形的画法

二、已知一边画正五边形——已知正五边形一边 ab ，画 ab 的垂直二等分线 gf 使等于 ab 的长，连接 a 、 f ，并把它延长 fh 一段 ($fh = ag$)。然后用 a 点做圆心， ah 做半径画圆弧，同 gf 的延长线相交在 d 点；这一点，就是要画的正五边形的顶点。分别用 a 、 b 、 d 做圆心， ab 做半径画圆弧，得到 c 、 e 两点。连接 a 、 b 、 c 、 d 、 e 各点，就成正五边形了（图 25 b）。

当画图 26 的皮带轮和图 27 的调整螺丝的星形握手的时候，都要用到正五边形的画法。

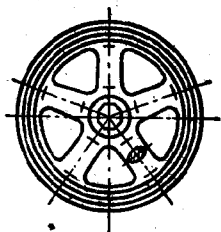


图26 皮鞣轮

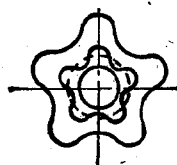


图27 调整螺丝的
星形把手

4 正六角形的画法 正六角形在机械工程里用得很多，像六角扳手（图28 b）、六角头螺钉、螺栓和六角螺母（图28 a）等都是。它的画法有好几种，都很方便。

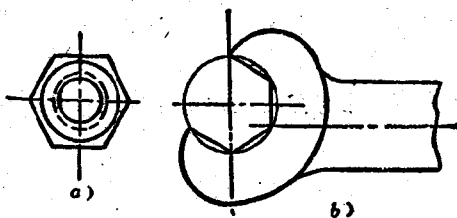


图28 六角螺母和扳手

一、在已知圆内画正六角形——在已知圆上作它的直径 ab （图29 a），用 a 和 b 点做圆心，以圆半径（ oa ）做半径，各画出圆弧，同圆周相交在 c 、 d 、 e 、 f 各点，连接各相邻的点，就画成了正六角形了。

二、已知一边画正六角形——已知正六角形的一边 ab （图29 b），用 a 和 b 点做圆心， ab 做半径，各画一段圆弧，相交在 o 点，然后用 o 点做圆心， oa 做半径画圆，并用 ab 的长度，在圆