應用用器畫教科書 幾何畫

緒　言

用器畫之目的。卽所以練習製作技術。使能發表美的本能。故是編之作。於理想之中。又皆求其實用。凡關於一切普通應用之法。無不一一詳盡。是書共分六章。附一百五十三圖。若定爲初級中學用器畫教本。似無不合。編者自識。

中華民國十二年九月　　清心兩級中學工藝教員　　金山馮䮝編

幾 何 畫

目 錄

頁

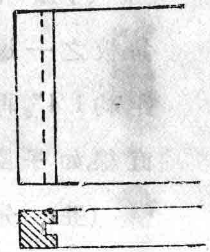
應用用器畫教科書第一冊

幾何畫

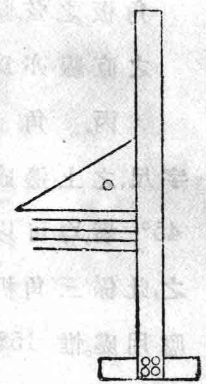
第一章

畫具及其用法

1. **畫具.** 圖畫之精良與否,固與畫者有關,而所用畫具,亦大有關係,所謂工欲善其事,必先利其器也。惟初習畫者。選擇畫具時,不必取其價值之甚高者,但求適用已足。玆將各種畫具及其用法分論於下。



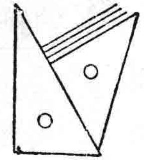
2. **圖畫板.** 板以松類之堅者爲之,大小雖無定制,惟解本編各題,以$5/8'' \times 16'' \times 20''$之板最爲適用。面須極平,兩側宜用堅木二條關以銜接之榫,令縱橫成紋,以免伸縮彎曲之虞。凡作平行線或垂直線時,常用丁字尺之尺頂,依左近二邊爲準,故圖板之左近二邊,須令眞直而互成直角。平時亦宜隨時檢驗,務求正確。



3. **丁字尺.** 尺分頂身二部,接以旋釘,尺頂與尺身正交。尺邊有附以竹或黑柿或明角者,取其平滑而易求正直也。用時將尺頂緊靠圖板之左邊,上下移動,可任作水平橫線。若助以三角板,則可作平行垂線。設圖板之近身一邊與左邊已成直角,則將尺頂緊靠近邊,左右移動,任作垂線可也。惟尺頂不可移至右邊或上邊,是乃習慣使然。至於尺頂與尺身之是否正交,亦宜隨時檢正之。

4. **三角板.** 常用三角板有兩種,一爲45°,一爲60°。木製者雖可用,然終不若以明角製者爲

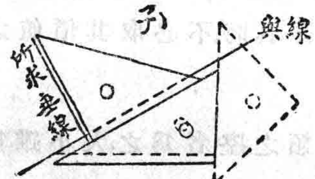
佳,其用法如下:

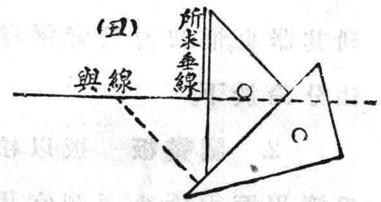


甲. 平行線. 如上節所述平行線之與丁字尺成直角者,將一三角板緊靠尺之上邊,左右移動,任作垂線可也。否則將一三角板緊靠另一三角板之一邊,而後移動其一,則平行線亦可作矣。

乙. 垂直線. 線之垂直於丁字尺者,可用一三角板作之。設一與線不與丁字尺之上邊平行,求作此線之垂線時,則不能復用前法。可,另用一三角板,作之如次:

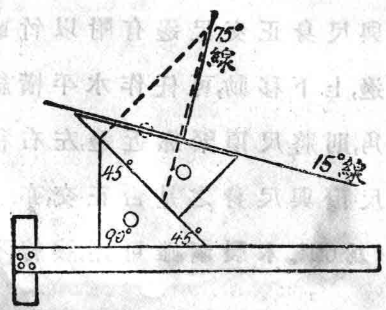
(子). 先置 60° 三角板之弦,與與線平行,復將 45° 三角板之一邊,緊靠其股,而移動 60° 三角板,令與一與線相距約1/4"。再移 45° 三角板至第二位置,即可作所求之垂直線,如子圖。

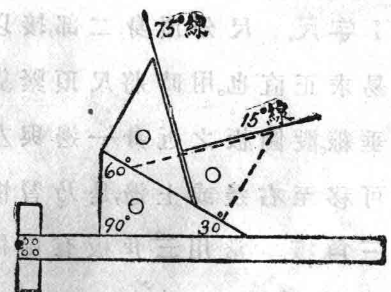




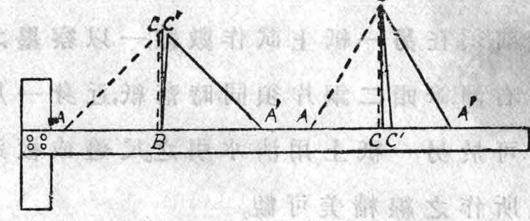
(丑). 先置 45° 三角板之弦與與線平行,而以 60° 三角板之弦緊靠其股,復移 45° 三角板至第二位置,則所作之直線亦爲所求之垂線,如丑圖。

丙. 角. 線之與丁字尺之上邊成 30°,60° 或 45° 者,均可以三角板作之,此係三角板最顯明之應用處。惟 15° 或 75° 之角,亦可藉三角板作成如右圖。



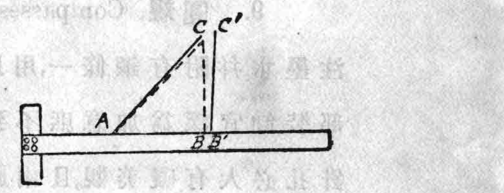


5. **三角板之檢驗法.** 驗三角板之直角果為正確與否,先將三角板之一邊AB緊靠丁字尺(如右圖),作BC直線。於是將此三角板翻轉,置之A′BC′之位置。若其直角果為正確,則BC′邊必與BC直線相疊合,否則定有誤差。其差數卽為CBC′角之半。

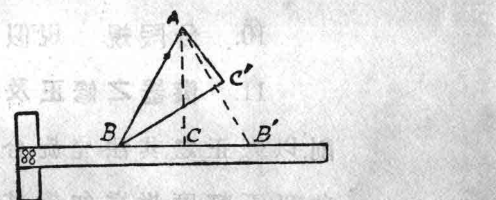


直角既檢驗正確矣,於是以下法再驗45°,30°及60°等角。

甲. **45°角之檢驗法.** 置45°三角板於ABC,作AC直線。於是將A,C二角對調,置之於AB′C′地位。如此三角板之AC′邊與AC直線相疊合,則所驗之角必正確而無誤。



乙. **60°及30°角之檢驗法.** 先置60°之三角板於ABC之地位,作AB及AC二直線。次將三角板翻轉,置之於AB′C之地位,作直線AB′。若此60°角果為正確,則BAB′角必等於60°。復將三角板移至ABC′之地位,如AC′邊與AB′直線相疊合,則此60°亦正確無誤。



三角板之直角及60°角既檢驗正確矣,則其30°角必無差誤,無庸再試。

6. **雲形板.** 線之非直線而亦非圓周線,或圓周線而其半徑過大者,均藉雲形板以作之。板之形狀不一,上圖係最簡單中之一種也。其用法乃將已測知之各點,用此板以連接之,使成一合度之曲線。惟初用時頗感困難,宜加意熟習之,蓋曲線之合度與否,在作者湊合之巧拙而已。此板普通以堅緻之木為之,而以明角製者為最佳。通常備一兩種卽可敷用。

7. **分度器.** 器形半圓,其弧分晝一百八十度。通常所用者以銅或鋅為之,亦以明角製者最為合用。

8. **直規** Ruling-pen. 線之非圓周或圓周弧者,均以直規作之,其用最廣,故選購宜愼。規之筆頭以二鋼片合成.

接以螺釘,形如鴉嘴,故有名之爲鴉嘴筆者。其裝置墨水也,先將螺釘旋轉,令鋼片放開,而注墨水於其間,後再徐徐旋緊。落紙之前,須在另一紙上試作數線,一以察墨之深淺,一以驗線之粗細。苟粗細得宜,即不可時將鋼片移動。落筆宜正直而略向右傾。筆頭二鋼片須同時落紙,近身一片常與直線尺或三角板或雲形板相接觸。惟筆尖當相距約 1/32。" 如墨水不下,可於另一紙上用清水引之。尺邊或板邊切勿留有水點,鋼片外面亦不宜染着墨汁。作線當自左而右,用力務求均勻,庶所作之線精美可觀。

9. **圓規** Compasses. 圓規之形狀不一,通常備大小二種。其大者有筆頭二,可交替爲用。一係裝置鉛筆,一爲灌注墨水。并附有鋼條一,用以接長規脚,藉作直徑較大之圓周。兩脚連接處可略爲屈曲,使針與筆尖落紙時均成垂直。各部裝卸宜深爲加意,庶不致損壞螺釘。用時手指之壓力不宜太輕,太輕則針易變動而圓周不正。然亦不可過重,過重則針孔必大有礙美觀。且兩脚間之距離易於變動,所作之圓必不正確。

10. **分段規**. 規似圓規,惟兩脚無連接處,故不能裝卸。凡線之不能藉尺以均分者,常用此規以分之,因名分段規。

11. **儀器之修正及保藏法**. 上等儀器製造精確,須修正時少。惟價格較低者,其直規之筆頭,時或不適於用,宜磨削以修正之。其法先旋合筆尖,加油少許,輕磨於砥石之上,使筆尖端正。乃寬螺釘,令鋼片放開,將筆尖傾斜約 15°,分別向砥石輕磨,惟愼勿變其原形。且筆尖過銳,常有刺紙之虞,故宜略呈圓形方能合用。磨筆濡墨,試畫至能作精美之線而後止。

儀器用畢務須淨洗擦乾,(指墨筆頭而言)。筆頭鋼片宜常放開。分段規之兩脚尖勿令相互接觸以損其鋒。未經用之各件,亦宜隨時揩擦,俾免生銹。

注意. 各件之樞軸不可上油。

12. **尺**. 畫圖之尺常用英尺,普通以精製之木爲之,而以黃楊製者爲佳。且有六面,面各異其刻度,有1/2, 1/4, 1/8 1/16 等各種縮尺,爲用殊頗便利。惟其價値過昂,初習畫者卽用平尺可也

13. **圖紙.** 製圖之紙以平坦堅硬能耐橡皮磨擦者爲佳,最好者爲黃色分圖紙 Details paper, 工廠內多用之。惟其價值太高,似不適於學習之用。故本篇各圖,馬牌或象牌紙已稱合用,不必過求精美也。

14. **鉛筆.** 用器畫所用之鉛筆,常因紙之不同而異其種類。如黃色分圖紙上,須用六H鉛筆,庶所作之線較爲精美。若在馬牌或象牌紙上,則用 3H 或 4H 之鉛筆可也。(H爲表明鉛之硬度,H數愈多卽鉛愈硬。)筆之兩端可同時並用,一端削成針狀,使所作曲線細而且美。一端削成鑿形,專爲作直線之用。所以使鉛尖之磨滅減少乃能耐久也。

15. **橡皮.** 橡皮通常備軟硬二種.軟者用以擦鉛筆線,硬者擦墨水線。其中有混入沙塵,能損紙面者,宜避之。擦時宜輕,勿令損紙,能少用最妙。擦墨水線時,宜向一方向進行。又宜用明角揩片一塊,所以保護其他各線,或以一堅質之薄紙代之。

16. **墨.** 普通紙上,卽取尋常黏質較少之墨用之。若在蠟布上,則以卡脫之印度墨水 Carter's India Ink 爲最佳,取其光亮而易燥。至於通常寫外國文所用之藍墨水或紅墨水,則不特有損圖畫之美觀,且恐剝蝕儀器,決不可用。

17. **圖釘.** 釘數無定,常用四枚,鎮圖紙之四隅。若係小圖,祗需二枚。

第二章

應用畫具之練習

18. **畫具用法.** 略如上述,至能應用,猶需練習.本章各圖,專爲學者練習之用,俾解下章各題時,手腕純熟,運用自然.是不特可減少困苦,且能增加興味.

19. 第一至第十二各圖爲練習三角板及丁字尺之用法.第一圖之畫法,先作一直線cd,由cd之兩端c及d點作ac,bd令各與cd等長而各與cd相垂直,(法如第三節.)聯接ab,得正方形a, bcd.將此正方形之一邊若bd依尺分爲八等分,得等分點1,2,3,……由各等分點再作平行線,重線,虛線,寸法線,中心線如圖(法如第四節.)

20. 先作一abcd正方形,四等分之,得aeoh, beof,……復將ae, bf,……各線等分爲四分,由各等分點再作平行線,如第二圖(法同上節.)

21. 第三圖之作法與上二節大致相同.

22. 先作abcd正方形,復將ab及cd等分爲八,得等分點1, 2, 3……及1′, 2′, 3′…….聯接ac, bd, 11′, 22′,……即得第四圖.

23. 作abcd正方形分cd爲八等分,由a及b作直線至各等分點,即得第五圖.

24. 作abcd正方形,分爲六十四相等正方形,再用丁字尺及45°三角板作對角線,即得第六圖.

25. 先作一正方形,等分爲三十六正方形,再作各線.如第七圖.

26. 第八第九兩圖作法與第七圖大致相同.

27. 如上圖先作正方形,復作各線,構成圖中形體,再加切面線,即得第十圖.

〔附註〕 切面線須相互平行,惟其距離可以目力測之

28. 第十一,十二兩圖之作法與上節大致相同.

29. 自第十三至第十八各圖,爲練習圓規之用法。第十三,十四兩圖,乃準已知之半徑,作虛線及直線之同心圓。

30. 取已知之半徑先作一圓,復分半徑爲八等分,以各等分點爲圓心,作圓令與外圓相切於一點,即得第十五圖。

31. 取已知之直徑作圓,復分此直徑爲十六等分,以各等分點爲圓心,作半圓,令與外圓相切於一點,而與他半圓互切,即得第十六圖。

32. 第十七圖之作法同第三十節,以第三十節之作法複施之即得。

33. 準已知之半徑作圓,復將此圓周用分段規分成若干等分。以各等分點爲圓心,已知半徑爲半徑作圓弧,如第十八圖。

34. 第十九圖至第二十四圖爲練習各種切面線之畫法。惟普通作切面線時,常用第二十一圖鑄鐵之切面線表示之。

〔附註〕 凡數目字上角加以",即表示若干寸。若加以',即表示若干尺。故 3" 即三寸, 5/4" 即四分之三寸。5' 即五尺, 3/5' 即五分之三尺。

第三章

點線角

35. **定義.** 點,僅占位置,無長,無闊,無厚。

線,惟計長短無闊無厚。伸論之,線即點之積。故線之兩端及兩線之交皆爲點。

直線. 任於其線截取一段,疊置之無不吻合。(後稱線者卽爲直線。)

曲線. 任於其線截取一段,終非直線。

二線在同一平面上,任延長之,終不相交,而其間距離亦不變者,謂之"平行線"。

凡繫重物之絲,必向地心下垂,依其方向而作一直線,是名"垂線"。與垂線正交者,名爲"水平線"。

二線相交互成直角,則一線爲他線之垂直線。設一線垂直於他線之中點,則此線爲他線之垂直平分線。

方向不同之二線,相交於一點,其間所夾謂之角。其交點謂之角頂:

36. 本篇各題習過幾何學者多能了解。惟幾何畫之要旨,在使學者知普通畫家之作法,藉得基本之練習,固不僅能臨畫知解法而已也。故下列問題中,幾何學解法與普通畫法 Draftsman's method 相互並用,學者固求明瞭理解,而於普通畫法,尤宜特別注意,使所作之圖精緻正確。

37. 求平分A B直線或A C_1B弧。(第二十五圖)

解法. 以線之兩端若A若B爲圓心,以大於A B之半者爲半徑,作 1, 2 兩弧得交點a及b。聯成直線,與A B線及A C_1B弧相交於C_1及C_2二點,此二點卽爲所求之等分點。

38. 求分一直線使成若干等分。(第二十六圖)

解法. 設A B爲既定之線,求分六等分。先由A B線之一端A任何角度作A C線,復用分段規由A C線上A點

起,任截 A 1, 12……等六等分。聯接 B6, 更由1, 2,……5各點作 B6之平行線,得交點1′, 2′,……5′等五點。此五點卽爲所求之等分點。

39. 求分一直線使成任意之比率。(第二十七圖)

解法. 設 A B 爲既定之直線,求分成 5:6:4:7 等比率。由 A B 之 A 端任從何向引 A C 線,於 A C 線上任定單位,截分如次, A a=5, a b = 6, b c = 4, c C = 7。作直線 B C。由 a, b, c 各點,準與 B C 平行,引 a a′, b b′, c c′ 等線,卽得所求之各分點 a′, b′ 及 c′。

40. 求角之平分線。(第二十八圖)(第二十九圖)

甲. 角之平分線可由其角頂推定者。

解法. 設 B A C 爲既定之角。以 A 爲圓心,任取半徑作弧與 A B, A C 二線相交於1, 2兩點。復以1, 2兩點爲圓心,取大於1−2之半者爲半徑,作二弧得交點 P。聯接 A P 卽爲所求之等分線。

乙. 角之平分線不能由其角頂推定者。

解法. 設 A B, C D 爲既定角之二邊,任從何向作 m n 線與 A B, C D 相交於 m, n 二點。復作 A m n, B m n, m n C 及 m n D 四角之平分線,得交點 P 及 O。聯接之。卽爲所求之平分線。

41. 求分直角爲三等分。(第三十圖)

解法. 設 B A C 爲既定之直角。以角頂 A 爲圓心,任取半徑 A 1, 作弧,與角之二邊交於1, 2兩點。更以此1, 2兩點爲圓心,仍準 A 1 爲半徑,作二弧,與1−2弧交於3, 4兩點。聯接 A3, A4, 卽得所求之等分線。

42. 由直線中之一定點求作垂直線。(第三十一,三十二,三十三圖)

甲. 定點在線之中央。

解法. 設 P 爲 A B 線中一定點。以 P 爲圓心,任取半徑於 A B 線上截 a, b 二點。復以 a 及 b 爲圓心,以大於 a b 之半

者爲半徑作二弧,得交點C。聯接PC,即得所求之垂線。

乙. 定點近線之一端。

解法(子) 設A爲AB線上一定點。任取半徑AC而以A爲圓心,作弧1。復以C爲圓心,準前半徑作弧2。通過二弧之交點o,作cd直線。仍準AC爲半徑,而以o爲圓心,作弧3,與cd相交於d。聯接Ad即得所求之垂直線。

解法(丑) 設P爲AB線上一定點。任取半徑AP,而以P爲圓心,作Aab弧。準前半徑,以A爲圓心作弧,與Aab弧相交於a。復以a爲圓心,作bc弧,與Aab弧相交於b。更以b爲圓心,作弧與bc弧相交於c。作Pc即爲所求之垂線。

43. 由直線外一定點,求作垂直線。(第三十四,三十五,三十六圖)

甲. 定點在線之外而處於中央之地位者。

解法. 設AB爲既定之直線,P爲線外之定點。任取半徑PA,而以P爲圓心,作AB弧,與AB相交於a,b二點。復以a及b爲圓心,以大於AB之半者爲半徑,作二弧得交點c。聯接Pc,即得所求之垂直線。

乙. 定點在線之外而處於線之一端者。

解法(子) 設AB爲既定之直線,P爲定點。任於AB線上取一點b,作Pb.復平分之,得c點,取爲圓心,而以Pc爲半徑,作Pab弧,得交點a。聯接Pa,即爲所求之垂直線。

解法(丑) 於AB線上任取a,b二點爲圓心,以Pa及Pb爲半徑,作二弧令相交於c,聯接Pc即得所求之垂直線。

44. 取一定之距離L,求作AB線之平行線。(第三十七圖)

解法. 任於AB線上取a,b二點,作am及bn二垂直線。乃以a,b爲圓心,L爲半徑,作二弧與am,bn相交於m及n二點。通過此二點作直線CD,即爲所求之平行線。

45. 通過AB直線外之P點,求作平行線。(第三十八圖)

解法. 於AB線上任取一點a,以P爲圓心,aP爲半徑,作圓弧ac。仍準aP爲半徑,而以a爲圓心,作圓弧Pb。復以a爲圓心,Pb爲半徑,作弧與ac弧相交得c點。通過c及P作直線CD,即爲所求之平行線。

46. 由一定點P求作一線,令能通過AB及CD二線引長之交點。(第三十九圖)(第四十圖)

解法(甲)　設AB,CD爲既定之二線,P爲定點。以P爲頂點,任作Pmn三角形。復於CD線上任取一點m',作m'n'與mn平行,更作m'P'及n'P'二線,令與mP及nP各相平行,得交點P'。聯接PP'即得所求之直線。

解法(乙)　貫P點任作直線mn。於CD線上任取一點m'作m'n',與mn平行。聯接mn'。復由P點作Pc與AB平行而與mn'相交於c,且作cP'與CD平行而與m'n'相交於P'。作PP',亦得所求之直線。

47. 求甲乙二直線之比例中項。(第四十一圖)

解法(甲)　於一直線上取AB等於甲線之長,BC等於乙線之長。以AC爲直徑作半圓,由B點作AC之垂線,令與半圓周相交於P,則BP即爲所求之比例中項。

解法(乙)　於一直線上取AB等於較長之直線甲,由B點向內截取BC'令等於乙線之長。以AB爲直徑作半圓,且作C'P',令與AB垂直於C'點而與半圓周相交於P'。聯接BP',即得所求之比例中項。

48. 求由二定點引兩線令相交於直線上之一點,而與此直線成二等角。(第四十二圖)

解法. 設ab爲定線,P,Q爲二定點。由P點作一線令與ab正交於o點,且引長至s,令os等於oP。聯接SQ得交點t,作Pt,Qt即得所求之二直線。

49. 由直線上一點求作一角等於一定角。(第四十三圖)

解法. 設α爲既定之角,A爲AB線上之一點。任取同一之半徑,而以A及a爲圓心,作b'c及bc二弧。復以bc爲半徑,b'爲圓心,作弧與b'c相交於c點。作直線AC,則BAC即爲所求之角。

50. 求由線外一定點,作一直線,令與此線所成之角等於一定角。(第四十四圖)

解法. 設α爲定角,P爲AB直線外一定點。由P點作AB之平行線Pa,而由Pa線上之P點作Pb,令與Pa所成之角等於α(法如上節)。引長Pb令與AB相交於b點,則PbB即爲所求之角。

51. 通過直線上一定點,求作 45° 角。(第四十五圖)

解法. 設A爲AB線上一定點,而於AB線上任取一點C爲圓心,以AC爲半徑,作半圓。復由C點作一直線,令與AB垂直而與ADB半圓周相交於D。作AD,卽得所求之角DAC。

52. 通過直線上一定點,求作60°, 30°及 15° 角。(第四十六圖)

解法. 設A爲AB線上一定點,於AB線上任取AE爲半徑,A爲圓心,作EF弧。更以E爲圓心,仍準AE爲半徑,作弧與EF相交於F。作AF,卽得所求之 60° 角EAF。

於AB線上任取AB爲直徑,作半圓。更以B爲圓心,AB之半長爲半徑,作弧與ACB半圓周相交於C。作AC卽得所求之 30° 角CAB。平分CAB角,卽得所求之 15° 角CAB。

53. 求在圓周線上截取一弧,令等於旣定之切線。(第四十七圖)

解法. 設AD爲圓周弧,AB爲旣定之切線。由B點起用分段規作若干等分,(每分之距離愈小愈準),至近切點A而止。復由A之最近一等分點起,準前距離於AD弧上作同數之等分,至D點,則AD弧卽等於AB切線。

設有若干圓周弧,公切於一點,而最大之弧不過 60°。可於AB線上截取AC,令等於AB之四分之一。乃以C爲圓心,CB爲半徑,作DBEF弧則AD,AE,AF均合所求。(此法雖不能十分正確,而於應用雜題中,可云切近無誤。)

54. 求於切線上截取一段,令等於旣定之弧。(第四十八圖)

解法. 如上節所述,用分段規直測法,此題中亦可應用之。惟圓周弧之小於 60° 者,普通求法如次。設AD爲旣定之圓周弧,AB爲切線。作AD弦,幷引長至C,令AC等於AD之半。乃以C爲圓心,CD爲半徑,作DB弧與AB相交於B點,則AB卽爲所求之長。

第四章

圓

55.　**定義.**　任於面上取二點,聯成直線,設此直線與面全相貼合,則此面爲平面。其形係以線於平面上圍取之者,謂之平面形,在其界內者爲其面積。

以一曲線圍成平面形,而此線上各點,距此形內之某點恆相等者謂之圓。稱此點爲圓心,稱此曲線爲圓周。圓周上任取一段謂之弧。貫圓心而兩端抵圓周之直線謂之直徑。由圓心至圓周上任意之點,聯成直線,謂之半徑。

由直徑分圓周爲兩分,各爲半圓。

圓周上任取二點,聯成直線,謂之弦。

直線僅與圓周交於一點者謂之切線,其交點謂之切點。

56.　求作一圓,令通過不在一直線上之三定點。(第四十九圖)

解法.　設A,B及C爲三定點。聯接AB及BC,且作AB及BC之垂直平分線,得交點o。乃以o爲圓心,oA或oB或oC爲半徑,作圓卽合所求。

57.　求分圓周爲六等分。(第五十圖)

解法.　設o爲與圓之圓心,作直徑AB。乃以A及B爲圓心,oA或oB爲直徑,作二弧,令與o圓周相交於a, b, c, d四點,則此四點與A,B二點卽爲所求之等分點。

58.　已知半徑,求作一圓,令通過一直線上兩定點。(第五十一圖)

解法.　設A及B爲AB直線上兩定點。以A及B爲圓心,以已知半徑爲半徑,作二弧,得交點o。復以o爲圓心,oA或oB爲半徑作圓,卽合所求。

59. 由o圓內P點求引一弦,令其長等於L,(第五十二圖)

解法. 於o圓周上任取一點a爲圓心,以L爲半徑,作弧令與圓周相交於b點。聯接ab,作oc與ab垂直而與ab相交於c點。復以o爲圓心,oc爲半徑,作圓。更通過P點,作AB,CD二直線,令與此圓相切,而與與圓周相交於A,B,C,D四點,則AB,CD均合所求之弦。

60. 由圓周上一定點求引切線。(第五十三,五十四,五十五圖)

解法(甲) 設P爲圓周上一定點。以P爲圓心,任取半徑截圓周於a,b兩點。聯接ab。通過P點作Pd,令與ab相平行,則Pd卽爲所求之切線。

解法(乙) 先作AC半徑。通過A點,作AB線,令與AC相垂直。則AB卽爲所求之切線。

解法(丙) 設A爲圓周上一定點。由A點任作AA′弦,平分之且作垂直平分線,令與圓周弧相交於o。以A爲圓心,Ao爲半徑,作ab弧,令與AA′相交,得交點b。更以o爲圓心,ob爲半徑,作圓與ab弧相交於a。聯接Aa,卽爲所求之切線。

61. 由圓外一定點求作切線。(第五十六,五十七,五十八圖)

解法(甲) 設P爲圓外一定點。以P爲圓心,作弧令通過圓心o。復以o爲圓心,o圓之直徑爲半徑,截P弧於a,b兩點。作oa及ob,得交點m,n。聯接Pm及Pn,卽得所求之切線。

解法(乙) 設P爲圓外一定點,C爲圓心。聯接PC,卽以PC爲直徑作圓,與C圓周相交於A,B二點。作PA及PB卽得所求之切線。

解法(丙) 設P爲圓外一定點。由P點任作Pb線,令與圓周弧相交於a,b二點。以Pb爲直徑作半圓,由a點作ac,令與Pb相垂直,而與半圓周相交於c點。復以P爲圓心,Pc爲半徑,截與圓周於m,n二點。聯接Pm及Pn,卽得所求之切線。