

高等學校教學用書

科學技術各部門應用的 畫法幾何學習題彙編

Н. Ф. ТРАУТМАН 著

唐山鐵道學院畫法幾何及製圖教研組譯

高等教育出版社

高等學校教學用書



科學技術各部門應用的
畫法幾何學習題彙編

И. Ф. 特拉烏特曼著
唐山鐵道學院畫法幾何及製圖教研組譯

高等教育出版社



本書係根據蘇聯國立機器製造與造船科技書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство машиностроительной и судостроительной литературы) 出版的 Н. Ф. 特拉烏特曼 (Н. Ф. Траутман) 所著 “科學技術各部門應用的畫法幾何學習題彙編” (Сборник задач по начертательной геометрии в применении к различным областям науки и техники) 1953 年版譯出的。原書經蘇聯文化部高等教育總署審定為高等工業學校的教學參考書。

這本習題彙編是專供高等學校在進行畫法幾何學的習題課時用的,也可作為學生的科學研究工作的初步材料。

本書對於在圖算工作中需要運用畫法幾何學工具的科學研究機構和設計機構的工作人員亦有裨益。

參加本書翻譯工作者為唐山鐵道學院畫法幾何及製圖教研組之下列諸同志: 朱育萬、倪志鏞、黃錦銘、宋文炳、周棣蓀、馬基琳、田堅楸、高法忱、劉錫彭、陳亞濤、李容謨、梁永齡、關立榮、王宗培、譚誠恆。

科學技術各部門應用的 畫法幾何學習題彙編

書號323(課300)

特 拉 烏 特 曼 著

唐山鐵道學院畫法幾何及製圖教研組譯

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北 京 琉 璃 廠 一 七 〇 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 印 刷 廠 印 刷

上 海 天 通 港 路 一 九 〇 號

開本850×1168 1/32 印張9 11/16 插頁1 字數 218,000

一九五五年五月上海第一版

印數1—3,000

一九五五年五月上海第一次印刷

定價(7)一元二角五分

目 錄

緒論	1
方法上的指示	6
關於投影面和投影軸	7
精確的作圖法	10
第一編 畫法幾何學的練習	20
以立體幾何型式的口述問題訓練空間概念	20
點的投影	23
直線的投影	30
由線段的投影確定其真實長度	37
二直線的投影	49
直角的投影	54
平面的輪定	57
平面內的直線和點	59
平面的相交	63
平行的平面	66
直線與平面相交	68
平行於平面的直線	75
互相垂直的平面	76
投影面更換法	78
體的投影	87
旋轉法	91
重合法	101
體與平面相截	105
直線與立體表面的相交	120
體的相交	122
曲面	127
第二編 畫法幾何學的應用	137
用圖解法解代數方程式的例子	137
用圖解法解立體幾何題目的例子	140

用圖解法解立體三角題目的例子	144
用圖解法解解析幾何題目的例子	147
用圖解法解理論力學題目的例子	152
機械製造學和金屬加工工藝學方面的習題	161
關於起重運輸機構之結構的習題	177
構成金屬切削工具形狀方面的習題	184
技術光學方面的習題	201
關於安裝輸電網的習題	229
土木工程業務方面的習題	244
物理化學分析和金相學方面的習題	249
幾何結晶學方面的習題	265
用圖解法確定不可達點的位置的習題	278
關於地下工程及礦務的習題	288
附錄	295
正切表	295
分圓周爲 n 等分	305
參考書籍	306

緒 論

俄羅斯畫法幾何學派的奠基者謝瓦斯齊楊諾夫(Я. А. Севастьянов)在一百多年前曾寫道:“……如果被科學理論所教育出來的建築者、藝術家和手工業工廠管理者們用他們的語言把他們在業務方面觀察的情況轉交給我們,那末祖國的畫法幾何文字也就會大大地豐富起來……”^①。

畫法幾何經典著作作者庫爾久莫夫(В. И. Курдюмов)教授發揮這個思想時說道,許多畫法幾何著作“……不能滿足現時科學發展的這個實際趨向。有的著作由於只是敘述一般的理論,沒有實例的應用而過於抽象,常常解決一些滿足於一種好奇心而在特別複雜的圖解作圖方面沒有任何實際用處的問題。另外許多著作則是編集一些特殊的例子,這些例子並不服從於以畫法幾何原理和物理定律為基礎的一般理論。這樣無系統的敘述問題會搞亂學生的記憶力,同時也不會帶來什麼好處……”^②。

畫法幾何在各種科學和技術領域內正獲得愈益廣泛的應用。

近幾十年來出現了大量的專題著作,這種科學研究的著作在頗大程度上是基於畫法幾何的應用上的。

首先應當指出費多羅夫(Е. С. Федоров)院士的一些經典著作,其中廣泛地應用了畫法幾何來解決結晶學、礦務、物理化學、礦物學等方面的問題。

庫爾那柯夫(Н. С. Курнаков)院士曾在研究物理化學分析方

① Я. А. Севастьянов, Основание начертательной геометрии, 1834, стр. 3,

② В. И. Курдюмов, Курс начертательной геометрии, СПб, 1896—1897, стр. XXXI.

面運用了畫法幾何。

庫爾那柯夫的學生和繼承者化學科學博士安諾索夫(В. Я. Аносов)教授發展了庫爾那柯夫的思想,在1949年出版了一本專門的書“畫法幾何在三元系統和四元系統化學圖方面的應用”。在安諾索夫和波戈金(С. А. Погорин)的主要著作“物理化學分析基本原理”中全面地運用了畫法幾何。

雷寧(Н. А. Рынин)教授在其創造性的和新的(立體電影,航空,航空測量等)技術方面的很多著作中引用了畫法幾何許多實際應用的例子。

多布利雅柯夫(А. И. Добряков)教授在許多著作中給出了在建築工程業務方面應用畫法幾何的例子;至於他所編的“畫法幾何習題集”則幾乎全部都是用實際工程上的資料彙集成的。

大家公認,畫法幾何的理論課程應當以所謂“一般類型”的習題和例題為基礎而構成。但是這門課程的練習部份可能而且也應該採用比較實際的材料。

經驗說明,在工科高等學校裏面從學生的學習工作一開始就選配一些這樣的題目是完全可能的,這些題目牽涉到作為一個未來工程師的業務範圍內的一些問題和概念。

在習題材料的內容方面不要害怕多樣性和多方面性,這些材料可取自各式各樣的、有時彼此相距很遠的科學和技術的領域。

本習題集基本上是為了適應於現有的各種畫法幾何教程,特別是適用於郭爾東、謝默作夫-歐捷夫斯基(В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский)教授的畫法幾何學而彙集成的;同時也包括一些新的專門擬定的習題以及由專門的和教學用的技術書籍的材料修改而編成的習題。在某些情況下,為了更明顯地指出有應用畫法幾何來解決問題的可能性,所以把通常不用圖解方法來解的一些習題依原文編入這本書內,而不加改動。

書中包括了數量不多的作法最簡單的一些習題，這些習題係以標高投影以及在金相學的物理化學分析中當決定不可達點等等的位置時所應用的立體幾何學為基礎的。

爲了指出中等學校中各門基本課程的習題與畫法幾何的聯繫，列出了代數、幾何和三角各節。也可以說到與解析幾何、矢量代數的聯繫，這在本書中暫祇是主要地在理論力學習題的附錄中給出。

第一編中的習題作為一般理論課程的圖解，而在個別情況下指出在真正技術實踐中類似作法的應用範圍。至於在專門性的第二編中則相反，習題都是技術性的而且對它們都給予畫法幾何觀點上的說明。

在第二編中的每一部份前面都載有一些基本知識，使易於分析和解決該部份中所列的習題。

當比較不同章節中的習題時，它們彼此之間的主要內部關係就會顯露出來，有些習題的是近似的，但看起來却屬於不同的領域。

經驗證明，作圖要按照嚴格給出的尺寸用足夠大的比例尺以很大的耐心和精密度有次序地、比較合理地來進行而以數值的形式得出最後的結果。書中幾乎所有的習題都含有數值的材料而且回答也要求是數值的（這是接近於真正技術實踐的要求的），因為在技術實踐方面在大多數情況下必須不僅牽涉到幾何的圖形和作圖而且也牽涉到作圖結果的數字。

爲了練習選擇對於圖解有利的比例尺起見，書中既列出了一些具有大數值的習題，也列出了一些具有小數值的習題。在教學過程中，多半是採用所謂“整”數，可是工程上的實際情形又常常要算到遠不是整的數值；因此書中安排了一些具有不是整數數據的習題（公厘數不僅終於零或五，角度不僅用“整”度數而用任意度數

甚至用分等等)。

許多習題可以用來作為草圖式的題解，就是說在作業中並不引用已知的數值，不用繪圖儀器而是徒手進行作圖的。但是，同時必須力求達到在目測限度內保持比例的最大準確度，和線條的精密度與清晰度。

由於純粹方法上的考慮加以簡化了，有時大大地簡化了習題：圖樣變成圖解化了，比例改變了等等。例如，為了使作圖更為方便而主要為了更清楚起見放大了某些實際上有時祇有很小尺寸的角度。習題中在個別場合下，尺寸都是用“假定的”單位給出的，作圖時可以把它們當作公厘數，但是並不認為這是真實的數值。

必須指出名詞上的某些特點。大家知道，等測或二測正投影是技術上所普遍應用的正投影的特殊情形。為了明確所說的是什麼樣的投影，按照切德維魯欣(Н. Ф. Четверухин)教授的建議：通常在技術上所普遍採用的形式，即由兩個、三個或更多的投影所組成的圖樣稱為綜合圖，並附以它應當由幾個投影畫出的說明；而用軸測投影所畫出的圖樣則叫做軸測圖。

在習題集中，全部或者甚至大多數的習題同時地既要給出綜合圖的形式又要給出軸測圖的形式，這在方法上是不適當的。最好要求用軸測圖，那怕就是草圖式的也好，來引證綜合圖。在個別情況下，相似的習題一個用軸測圖的命題，另一個則用綜合圖的命題。

在許多習題中為了使圖樣接近於現代生產的圖樣，它們是用無軸體系畫出的；但在個別情況下帶軸是適宜的，因而或者給出軸，或者甚至必須給出軸。

本書的一個特點就是很早給出投影面更換法的最簡單的應用，並且提議把它們和所謂三角形法一樣地來運用。

在書末列出了一批尚很不完備的技術書籍的目錄，其中在某

種程度上可以遇到畫法幾何對於解決實際工程問題的應用。

本書的材料可能會提起產業工程師,設計部門工作者和各種科技專家們的興趣。

作者向審查內容和提供寶貴指示的化學科學博士安諾索夫(В. Я. Аносов)教授、技術科學博士阿切爾坎(Н. С. Ачеркан)教授、技術科學博士巴拉克申(Б. С. Балакшин)教授、布利特金(А. С. Бриткин)教授、技術科學博士潘金(А. В. Панкин)教授、技術科學博士斯比岑(Н. А. Спицин)教授、地質礦物科學博士弗林特(Е. Е. Флинт),以及評閱者列寧格勒冷藏和牛奶工業大學工程製圖教研室全體同志和特別細緻地審稿並給予很多特別有價值的指示和意見的技術科學碩士列維茨基(В. С. Левицкий)講師表示謝忱。

所有的批評和意見請按下列地址寄往蘇聯國立機械出版社:莫斯科特列契也考夫斯基路一號(Машгиз: Москва, Третьяковский проезд, д. 1.)。

方法上的指示

在解決生產方面的問題時，常須首先使物體在空間處於一定的、對解題最有利的位置，其次畫出投影，而後才着手解題。解題的簡練就有賴於恰當的佈置。

在本書中，許多習題是沒有插圖的。這就需要預先在空間既想像物體本身又要想像它在空間最有利的位置。因為開始時必須逐步地養成空間想像的習慣，因此在一些很簡單的例子上（見習題1—31）或是在很熟識的物體上（房間的牆、基本幾何體）進行最初的練習是適當的。

作圖時必須立刻習慣於一開始就在所有的投影中用字母或數字把各點標記出來。這些標記應當是小的，但是應該清晰而且儘可能靠近所標的點。在“啞圖”上或是在不細緻標註的圖上工作會特別困難。

主要的區別發生在：習題中圖解的物體，還是不談其製成材料只就其幾何形狀來作圖解呢，或者就其那一種材料所製成的而來作圖解。

在某些情況下，在幾何體方面作圖是完全可能的，而在金屬體（零件的半製品）方面却是不切實際的。

例如，在幾何學中可以談到用一任意截平面截割一任意稜柱並定出平面與稜或其延長線的交點；在金屬稜柱的情況下則同樣的情形成為不切實際，連把稜延長都不可能談到。

另一個例子是：在幾何學中如果有必要把平行六面體的側面 $ABCD$ 繞稜 AB 旋轉，只需要表明一下向那一個方向旋轉——按時針方向還是相反方向。在半製品加工時，這個問題就沒有了：旋轉祇能向材料的一面進行而不能向沒有材料這方面進行。

關於投影面和投影軸

畫法幾何教程談到似乎用鉸鏈彼此聯接起來的三個投影面(圖 1), 這樣就在投影圖上引出各投影面的交線, 即投影軸 OX 、 OY 和 OZ 。

在學習畫法幾何學時, 我們是把所投射的物體對這三個投影面的關係來確定其位置的(圖 2)。

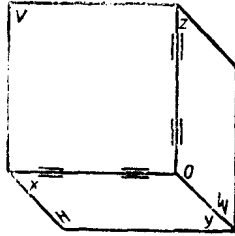


圖 1.

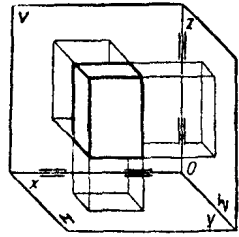


圖 2.

結果得到好像對

投影軸 OX 、 OY 和 OZ “連繫着”的三個投影的平面圖樣(圖 3)。

在生產圖樣中, 沒有投影軸和投影線(圖 4)。假定這些平面和軸是可以任意處理的。

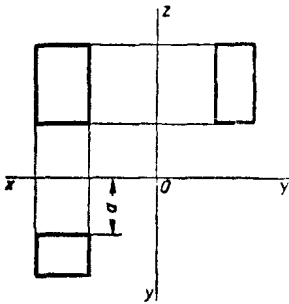


圖 3.

在解決實際工程上的問題時, 把所投射的物體假想為放在(立着或躺着)水平投影面上幾乎總是比較方便的。在這些條件下如果必要, 總可以把投影軸 OX 認為是通過正立投影的最下面的線或點的。

舉例說明, 在圖 5、6、7 中示出了在零件的圖樣上所畫出的各投影軸 OX 。

在各種生產圖樣上由於水平投影(上視圖)總是從正立投影移開的, 所以必須認為所投射的物體是與正立投影面離開的。在圖 3 中這個距離 a 最好定得不要很大, 使不致增大作圖的圖紙尺寸。

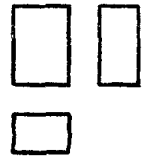


圖 4.

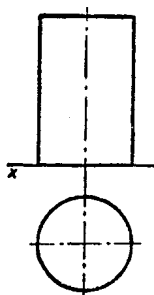


圖 5.

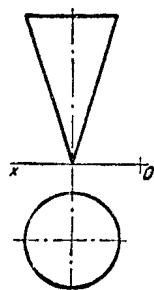


圖 6.

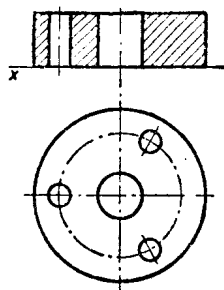


圖 7.

當解決工程上的問題時，在許多情況下最好是不要想像物體對各投影面的關係，而相反地要想像各投影面對所投射的物體的關係，好像在必要的時候把各投影面“放”在必要的位置一樣。例如在生產圖樣上應用投影面更換法的時候就發生這種投影面的“放法”。在生產圖樣上新投影（圖 8）決不是替代一個主要投影的（各主要投影仍在它們各自的位置），它就如同在機械製圖中所稱的那樣，是一個補充投影。大多數設計者能輕而易舉地畫出這種補充投影，他們能隨意地對付而不去想像關於投影面和投影軸的位置。

在工程問題的圖解過程中，在許多情況下常適當地使各投影面直接和所投射的物體本身的面（側面）發生關係。這些情形之一

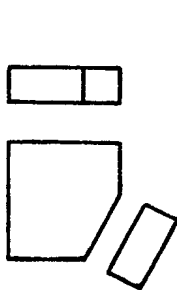


圖 8.

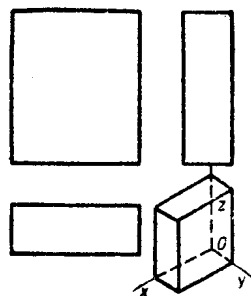


圖 9.

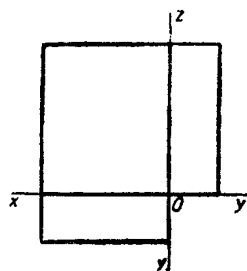


圖 10.

是把各投影面移到直角的平行六面體的側面上或者由至少由三個平面直角所組成的一個三面角的零件的各側面上(圖 9 和 10)。在此情況下,截平面將直接在物體的各側面上給出其諸跡(圖 11),而在許多情況下截平面的跡的存在可以簡化圖解;但是各投影是靠攏着的,這樣又破壞了生產圖樣的外表,因為在生產圖樣上各投影總是分開的。

假如把各個投影面當作是獨立的而不是在各軸處聯接的,那就可以較為自由地把這些平面和位於它們上面的圖形一起佈置(圖 12)。

這樣, OX 軸會分解成兩個投影,一個仍然與物體的正立投影在一起,而另一個則連同其水平投影一起移開。

這樣把軸分裂為二是有其根據的。通常把 OX 軸當作是二投影面(正立投影面和水平投影面)的交線。而在圖上祇可能有物體的投影(這在畫法幾何學中經常強調指出的)。這就與投影軸 OX 有關。在圖樣上祇可以搬動該軸的各投影,而它就像一般的任何直線一樣有兩個投影——二投影面中每一個上都有。

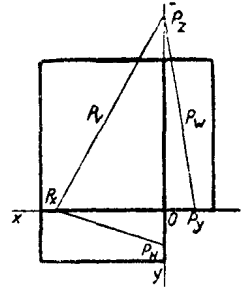
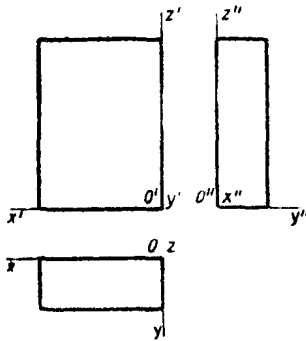
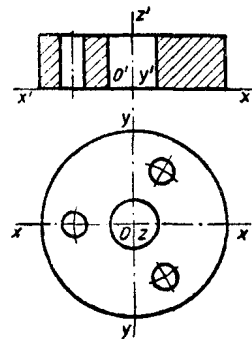


圖 11.



■ 12.



■ 13.

把 X 、 Y 、 Z 三軸都當作由一點 O 出發，它也應有三個投影 o 、 o' 和 o'' 。

如果遇到在無軸的圖樣上有畫軸的必要，那麼在圖樣的每一個投影中像圖 12 那樣來畫出這些軸的投影是合適的。

圖 13 表示在圓柱形零件的投影上就是這樣來畫投影軸的。此外，最好把 O 點放在圓柱上底或下底的中心。當 O 點的投影以及 OX 、 OY 和 OZ 軸的投影都被佈置後，就如圖 13 中所表示的形式。

精確的作圖法

圖解作圖中的精確度

現代的圖樣可以分爲兩種主要類型——製造圖樣和計算圖樣。

機械製造圖屬於第一種類型，圖算圖——其中包括畫法幾何上的投影圖，屬於第二種類型。

在各種製造圖樣上，全部尺寸都以數字表明，而且按照這種圖樣進行工作時，大家都要遵照這些尺寸。在機械製造實踐方面，用圓規或比例尺從圖樣上量取所缺少的尺寸是一個絕對的禁律。在這些條件下，作圖的精確度問題就成爲次要的了。

相反地在圖算的圖樣上，各尺寸就在圖上用直接的量度來確定，因此作圖的精確度問題是一個主要問題。

在莫斯科斯大林機床儀器學院製圖教研室所進行的實驗證明：各種圖解算法在很多情況下都可以代替分析算法，因爲它們會給出足夠的精確度，而且有時甚至超過生產和設計的實際要求。

可是，爲了在圖解工作中達到這種精確度必須考慮到許多條件。第一是對工作的精細態度，第二——仔細地調整儀器和設備，

第三——獲得精確作圖的技巧。這裏將給出使易於實現這些條件的某些實際上的指示。

儀器的選擇、檢驗與調整

關於不用圖釘工作 爲了有可能轉動紙張，進行圖解工作時不用圖釘把它釘住較爲方便。可以祇畫水平線以增加精確度。

關於選擇比例尺 進行圖解的計算時，應倚重於較大的比例尺，因爲這能增加精確度。

關於選擇圖紙 在VHM-21萬能顯微鏡下把畫在不同品級的紙上的線條粗細放大30倍，這樣的測量表明：最細的線是在白堊紙上得到的，因而可以推薦作爲精確作圖之用。

鉛筆 精確的作圖是用露出一長段鉛心的很硬的鉛筆(5T或4T)來實現的，鉛心端應當很好地削成狹而長的圓錐形。鉛筆的長度不應短於90—80公厘。必須不用壓力而以很細的實線來進行工作。

尺 金屬的量尺(比例尺)較木製的精確些。木尺上刻度線較粗，而且除此以外，木料的收縮會引向分度的變更。

在精確的圖解作圖情況下，建議用具有分成公厘數的金屬比例尺來工作，而更好一些的是分成半公厘的。

爲了在巨大的範圍內進行工作，量尺應當足夠長，使需要的尺寸可以一次取得或確定，而且一根所需求任意長度的線也可以一次而不是一段地畫出。

習慣上雖然認爲金屬比例尺不是正規的，但在精確作圖中就用它作爲製圖的比例尺是合適的。作圖時不可以把比例尺直接靠在線上而用鉛筆作記號來截取分度。

必須用有二個針腳的分規從比例尺上取所需的尺寸然後把所需的尺寸移置到線段上並以針尖扎出很輕微的痕跡。

有大的尺寸時，建議採用帶有微動螺絲的繪圖遊標卡尺。

無論是從零點開始或是到零點為止，即從尺的極邊點開始或是到尺的極邊點為止，這樣來量取尺寸是不合適的，因為這樣會很不精確的。

針腳總是比較有力地靠在讀數開始的刻度線上，而讀數終止處的刻度線受損較小。

如果讀數從起始點量起，即總是從同一刻度線量起，那末尺上會出現被分規針尖強烈損傷的部份，這會使所量尺寸的精確度降低。

由於這些情由，適當的是尺寸不從起始的刻度線起量到指定的數值，而是從指定的數值起量到起始的刻度線。

最好把十公厘或百公厘的刻度作為讀數的起始點。在這兩種情形下，對於所需的尺寸數值不要忘掉相應地加上 10 或 100 公厘。當精確作圖時，運用繪圖直尺或丁字尺而不用橫木板或曾經指出過的金屬比例尺是合適的。

繪圖三角板 當工作時用圓規和直尺而不用繪圖三角板雖然這樣就減低了工作的速度，但能得出最精確的結果。

用繪圖三角板工作之先，必須仔細地檢驗其各邊是否為直線和各直角邊是否互相垂直。無論在什麼樣的作圖中都不得使用三角板各角的頂點。

用較大尺寸的三角板工作時能得出較精確的結果。

精確作圖時，三角板最好儘可能薄一些。

圓規 用帶有鉛心的圓規工作，即使鉛心很硬而且削得很好，但仍不及用帶有兩個針尖的分規工作來得精確些。在工作上，用帶有微動螺絲的分規則更好且更精確。

必須經常注意到圓規中針尖和鉛心對紙面的垂直性。

圓規的每一個不必要的調動都會減低精確度。如果要從一個