

科學圖書大庫

工程畫與圖學

譯者 李政猷

徐氏基金會出版

18.12
4018

科學圖書大庫

工程畫與圖學

譯者 李政猷

徐氏基金會出版

027411

廣
虎
8

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧鏗 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十五年二月十二日初版

工程畫與圖學

基本定價 8.00

譯者 李政猷 中原理工學院 水利工程學系工學士

(63)局版臺業字第0116號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號
承印者 大原彩色印製企業有限公司 地址：台北市興寧街24號 電話：3611986. 3813998

我們的工作目標

文明的進度，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成爲事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允爲社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啓發，始能爲蔚爲大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尙有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏爲監修人，編譯委員林碧鏗氏爲編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分爲叢書，合則大庫。爲欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於為國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，賡續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尚祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

序

凡大專院校以培養工程或技術人材為目的的各科系，對有關工程設計與施工的製圖學，可說是一門相當重要的課程。因為它是設計人員、技術人員與工程師之間，溝通設計與施工細節的語言，其所以重要的理由是非常明顯的。為工程師者，不論如何精通本行高度專業性的複雜技術及科學知識，若無製圖學之助，他對工程設計的構想，就無法以最簡捷完整之方式為之表達。在工程師指導下工作的技術人員，也必須具有運用與了解此一圖形語言之能力。圖形語言以圖形說明物體的形狀、尺寸和規格。熟諳此一圖形語言之工作人員，於閱讀之後，即可按照設計者所構想的物體，正確地施工完成之。

設計人員通常憑徒手作草圖，然後交由技術人員據以繪製正式的工程圖。有時，由於結構複雜，設計人員所作之草圖，亦有使用精確的儀器為之者。以上係就一般情形而言，但並非意指工程師絕對不須製作正式的工程圖，事實上這要看工作機構規模的大小而定。無論如何，工程師負有審查和核定工程圖的責任，因此工程師，應該具有充分了解與運用圖形語言的能力，是絕對必要的。

設計人員與技術人員亦應具有了解與運用圖形語言的能力，因為任何一項工程，從設計以迄完成，所有的草圖和正式的工程圖，不但是這一工程的完整紀錄，也是這一工程所以能夠把構想成為事實的重要過程之一。

工程設計的研究，於今日益形重要，事實

上若干領導工業都已經先後向工學院及技術學院提出增加設計課程比重的建議。而且美國機械工程師、汽車工程師與電機工程師學會等有關機構亦紛紛於會議中及出版物上，對設計之重要性、設計之趨勢與設計之步驟等問題提出廣泛的討論。本書第十四章之內容，即以充實機械製圖及機械設計之知識為目的。蓋就作者所知，目前一般的機械製圖課本，大都局限於製圖技術。而已有的機械設計課本，亦僅以討論機械結構與配件強度之計算為限。至於設計之定義，設計類別之解釋，設計之構想與步驟，材料的性能，各部份良好的配合與適當的比例，施工與裝配的方法以及有關美學方面諸問題多未涉及，凡此種種，均已於該章中有所闡述，今後仍將視實際需要，隨時於改訂版中補充之。

本書係多年研究教學及寫作心得與工程經驗之累積，同時對版面與編排方面，亦曾作慎重而周詳的斟酌。

本書採用雙欄並列式排印，插圖的位置與大小，緊接說明文字，並將插圖加框，框內附以標題及簡要的註釋。每頁頁碼之下，標明章碼及題目藉供閱讀與翻檢資料的利便。每章之首頁，一律刊載與本章內容有關之圖片或照片。次頁一欄為章碼標題及要點，可與目錄相對照，另一欄列舉本章內容之細節，預示概略。各章標題與細目，均以特殊字體排印，以資醒目。插圖與習題之編號，以一章為一單元，各自起訖，一目了然；因本書每頁之上，均已標

章碼及標題，捨繁就簡，而無混淆之虞。

採用套色印刷，為本書特色之一。顏色的選擇與利用，均極審慎，以期增進讀者之了解與印象。從事教學方法研究所得之證明，設計良好的版面，使用得法的套色，位置適當的插圖，以及明確的標題，對學習與記憶過程，均有莫大之助力。

本書範圍廣博，內容精當，非作者一人之力所能逮，深賴諸同仁之通力合作，始克臻此。在本書編輯期間，作者與諸同仁經常以坦率、誠懇的態度作廣泛的討論，其所得彌足珍貴，其間Ester E. Vierck先生貢獻尤多，用特附誌於此。

Charles J. Vierck 謹識

工程製圖影片說明

下列 16 mm 有聲電影係專門為本書各章所攝製，特此

按照計劃介紹工程製圖。（放映時間：9 分鐘）供第一章用。

正射投影圖法 正射投影之形狀描述及原理（18 分鐘）供第五章用。

寫生草圖法 原尺寸傾斜角度及透視寫生草圖畫法之各種基本原理。（放映時間：11 分鐘）供第六章用。

輔視圖：單一輔視法 複習正射投影圖畫法，同時對輔視投影法作一說明。（放映時間：23 分鐘）供第七章用。

輔視圖：複輔視法 複輔視圖或傾斜視圖的原理及應用。

剖視法及各種慣例畫法 剖視法及慣例原則之理論及應用。（放映時間：15 分鐘）供第八

章用。

單純展開視圖 簡單展開視圖及其應用。（放映時間：11 分鐘）供第八章使用。

傾斜錐體及移轉之展開視圖 活動畫面例示之傾斜錐體及展開視圖之移轉法。（放映時間：11 分鐘）供第九章用。

圖樣和工場 圖樣與工廠中產品製施工之間的關係；各種基本機械。（放映時間：15 分鐘）供第十章用。

尺寸的選擇 尺寸選擇及其應用所依據原則。（放映時間：十八分鐘）供第十一章使用。

上列各部影片，其拷貝可向麥克勞赫爾書店教育用影片部（Text-Film Department, McGraw-Hill Book Company）購買之。

目 錄

序

工程製圖影片說明

第一章 緒論 3

本章簡介圖形語言之理論與應用

第二章 製圖儀器與其用途 19

使用儀器製圖為完成形狀、關係位置與大小之正確表達

第三章 幾何作圖 61

準確、簡潔之描述需要幾何作圖之知識

第四章 工程字 101

圖形描述與規格需要文字補充而完成

第五章 投影原理 119

正投影圖與草圖為設計、施工之基本圖形

第六章 寫生與草圖描法 191

寫生法用於形狀描述或作正投影之補充

第七章 輔助視圖 251

以輔視圖之特殊投影法使正射描述之形狀更真實更完整

第八章 剖面視圖及習用畫法 281

藉特殊之視圖與畫法對物體正射表達之完整與準確提供有效之助力

第九章 面之相交線 309

為完成圖形描述必須將構成物體或配件之幾何相交線作明白之顯示

第十章 展開視圖 329

一物體為薄片材料經摺疊、滾壓、型成過程展開之，以顯示其形狀與大小

第十一章 製造方法 347

簡明與完全之尺寸規格需要製造過程之知識

第十二章 尺寸、註解、極限精密度與形狀 363

為構成圖解表示法之要素

第十三章 圖表圖、線圖 425

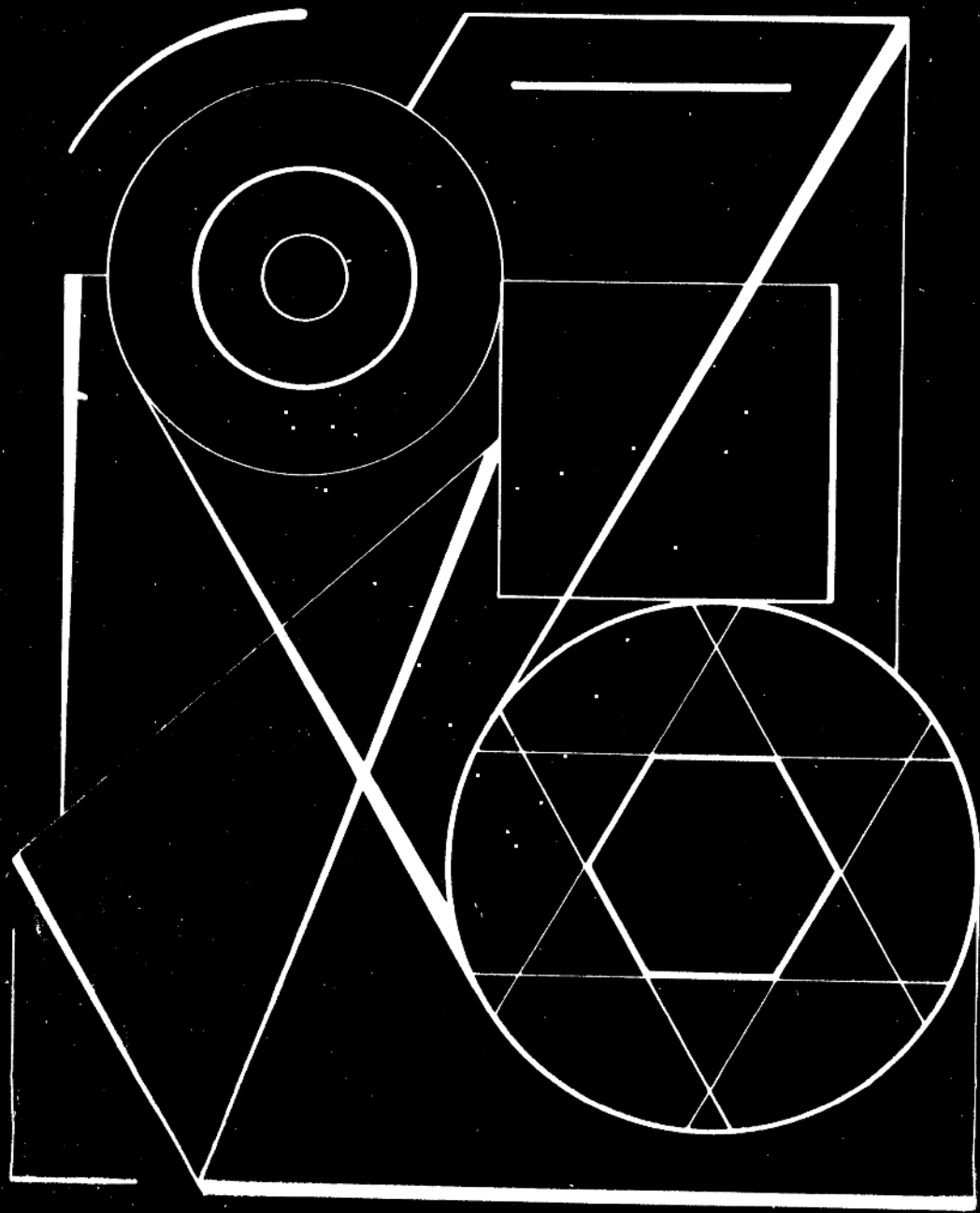
數據圖解表示法為所有科學與工程之基礎

第十四章 設計基礎 447

設計為達到製造、生產、建築之途徑

第十五章 扣件、螺紋、鍵及彈簧	505	應用正投影與符號、線路圖完成電氣 或電子系統之表達.....	
機器、結構等任何裝置均需扣件與有 關元件以完成其功能			
第十六章 焊接與鉚接	543	第二十一章 結構	649
將各部份永久接合成一體		建築及結構工程所需之圖學知識	
第十七章 鑽模與夾具	567	第二十二章 地圖與地形圖	683
應用於大量生產可得均勻、準確、精 密之機製品		為從事地質、航海、探勘、考古必須 具備之基本知識	
第十八章 齒輪與凸輪	583	第二十三章 工程設計及構造圖	703
多數機器需要若干形式之機構以改變 速率，變換相對運動。產生所需之 設計特性或增益機械之功能		繪製專業性之設計圖、詳圖、裝配圖 製造圖、構造圖以及其他圖樣之實 務研討	
第十九章 管線	601	附錄內容	788
利用管線將氣體與液體從供應來源輸 送至機器各部份		工程術語。參考書目。錄錄 A 字法。 附錄 B 計算尺。附錄 C 數表。附錄 D 標準零件尺寸、符號及縮寫。附 錄 E 廠商產品目錄及技術手冊。	
第二十章 電氣系統	615		

工程畫與圖學



本章簡介

圖形語言之基本概念—製圖與讀圖

要點—線法與字法

表示方法

形狀描述法

正投影視圖與寫生圖

輔助視圖、剖面視圖

相交、展開圖

尺寸註法

圖表與圖形

設計之基本原理

基本機件—螺紋、扣件、鍵、彈簧

焊接、鉚釘

工模、夾具、齒輪、凸輪

管線系統圖、電氣系統圖、結構圖

地圖與地形圖

工程設計與施工圖

第一章

緒 論

本章簡介

圖形語言之

理論與

應用

1. 圖形語言—理論及應用

研習製圖學 (Graphics)，是正在參與一項有報酬的技術訓練，對研習者未來的專業生活，具有實際的價值。一旦精通，也就知道了任何工業在技術方面溝通意見的方法，因為這是一種以圖形準確地說明一切物體的方法，所以名之為圖形語言 (Graphic Language)。

圖形語言的重要性，只要把它和文字語言 (Word Language) 作一比較，就可以發現出來的。在國民學校讀書，必須學習本國的文字語言，而且在讀、寫、說三方面都要求有一相當熟練的程度。進了中學或大專院校，更須修習一種外國的文字語言。文字語言經過高度的發展，早已形成為種種系統化的溝通意見的工具。但是，如果用來說明各種物體的形狀，大小和它們間的相對位置的話，恐怕任何國家的文字語言都會捉襟見肘，無法恰到好處的。先本章扉頁所印的圖片仔細研究一下，然後將觀察所得告訴沒有看過那張圖片的人，而企圖在他的腦海中形成一幅準確而完整的圖片印象，這幾乎是一件不可能的事情。即使如圖(一)所



圖 1. 試用文字說明圖中各物體的形狀及其相對的大小與位置。

示的圖片，雖然看起來似乎會比較容易些，不過還是有無法克服的問題存在着。因此，要想說明這張圖片之一，必須借助於鉛筆和紙張，或者輔以手勢，比劃形狀和相對位置，這樣以草圖繪出全圖或部份，才能使文字語言的說明達到更完整，更有意義而且更精確的地步。由此可知，用文字語言來說明構成某一物體的各構件 (Components) 的形狀、大小及相對位置，往往不容易達到準確、迅速的目的，而有空洞不切實際的缺點。

工程學是一門應用科學，關於對物體真相的表達，自應求其完整與準確。數量關係用數式表出，文字僅為完成說明之用。機器或建築物在設計、交換意見與施工過程中，工程圖為必要之依據。雖然藝術家的作品 (還有攝影和其他複製方法) 可以提供圖形的代替品，但是這些都不適於作為工程的說明之用。立體畫和照片自有其特殊的用途，而絕大部份的工程圖均係線條與合於邏輯的投影方法的分視圖所構成。並在各分視圖之上，分別註明尺寸、施工方法及應予特別注意的事項。在此可以為圖形語言下一定義：利用圖解來表達構成物體各構件相對位置的方法。

由於工程圖及製圖學是各項工程設計的基礎及隨後施工的依據，所以為工學院與技術院校最重要的課程之一。就讀的學生必須專心研習如何製圖與讀圖。而且這門課程是從事任何類型的實務所必需，因此凡學業與工業技術有關或有興趣者，對此亦應有所瞭解與認識。雖然包括工程設計與施工方法的工程圖，是以圖形語言為專業的製圖員所製作，但是參與工程而與製圖無關的工作人員，也必須具有讀圖和識圖的能力，不然的話，就成了職業上的文盲。尤其是工程師對此更應具有良好而踏實的基礎，因為他負有工程圖的審查、核定和工程的每一細節，作正確而完全的解釋的責任。

研習圖形語言，在於能達到運用自如的目的，清楚地向熟諳此一語言人士表達自己的工程構想及設計，同時輕易地了解別人所發表的工程構想及設計。欲達到此一目的，須對其基本原理，構成要素，習慣法則以及縮寫形式加以徹底的吸收和消化。圖形語言的基本原則，世界各國本質上均屬相同，不論在那一個國家所完成的實務訓練，都不難迅速地適應其他國家的實務。

圖形語言完全以作畫方式來表達，而以透過能解釋象徵性物體的視覺知識而了解其意義。研習者學而有成，不但可以顯示其熟練的表達技巧，而且具有解釋線條與符號，並使之具體化的能力。

本章以後各節，將對製圖學各方面作一簡介，以期讀者對全書內容先有一廣泛之概念。本書以研討圖形語言為目的，插圖對引入觀念材料仍極有用，不但可使課文明晰，而更能增進研習之速度。

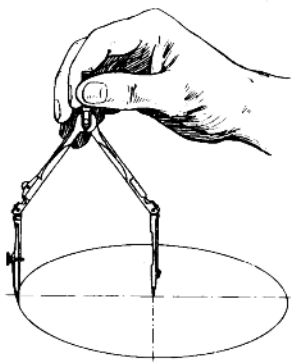
2. 製圖的基本要素：線條及字法

工程圖由代表主體之面、邊及其外形的線條所構成。諸線條之間，加注符號、尺寸以及文字說明，而成一完整的描述。表達圖形語言的基本要件，在於不論徒手或使用儀器的製圖能力，對直線、圓、曲線和說明文字的讀與寫必須達到熟練的程度。而且，所有的線條都是根據物體的幾何形態作成，因此必須具有平面及立體幾何圖形的充分知識，同時了解如何運用圓、直線和曲線去表示由許多幾何圖形所組合的分視圖（View）。

3. 表示方法

表示圖形語言的基本方法有二：徒手與使用儀器。

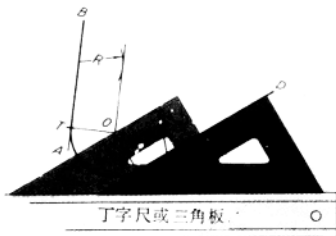
徒手畫出以線條組成的草圖，除了鉛筆和



製圖儀器的用法：熟習各種儀器的用法，可使製圖工作迅速而確實。

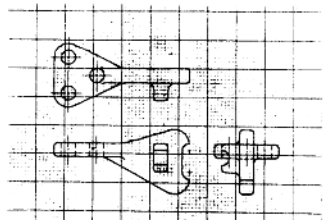


字法：工程畫所用標準字法，一般採用“商用哥德字體（Commercial Gothic）”，垂直字體及傾斜字體亦在採用之列。

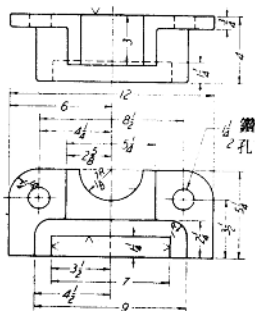


幾何製圖法：靈活運用各種線條及幾何圖形之構成知識，可增進製圖之效率。

橡皮之外，不需任何儀器。徒手畫是學習製圖過程中，最為有效的方法，以其快捷簡易，而在此一階段，工整與否尚在其次，所以投影的研究比輪廓的準確更為重要。徒手畫在商業上一般用在初步設計的草圖及若干已經完成的終稿圖。儀器製圖是圖形語言標準表達的方法。多數的圖樣均以儀器按比例，簡明而又精確地繪出其中的直線、圓及曲線。工程師應兼具徒手畫與儀器製圖的良好基礎，有了充分運用圖



徒手畫：學習初期用以訓練製圖的技巧，外形及比例收效宏速，因其經濟便捷，商業方面亦多採用之。



儀器製圖：因為必須在圖上標明“比例”，所以大多數的圖均以儀器繪製之。

形語言，以及足以支配審核在其指導下工作人員從事製圖的能力，則對其本身所擔任的職務，始克進入勝任愉快的境地。

4. 形狀描述法

以線條表示零件、配件或其構成物的形狀，是以圖形溝通意見的基本要素。製圖的目的甚多，方法不一，工程師必須在描述形狀的不同方法中，選擇一最適合目的的方法。物體的形狀都以投影表示，亦即視線經由一特定方向，將物體形象投射於畫面上。

根據投影原理，正投影視圖（Orthographic View）及寫生圖（Pictorial View），係兩種常用的表示方法。

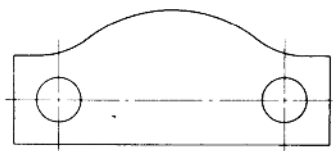
大多數的工程圖都採用正投影視圖法，此法的各種變化，以及必要的符號和縮寫，構成了本書重要的一部份。為了明確地顯示所代表物體的全部細節，在正投影視圖法中，須要依據投影原理繪出各式分視圖。下列各圖，係正投影視圖，和各式分視圖的典型圖例。

「寫生畫面表示法」（Pictorial representation），畫面與目之所視的物體形狀相同的一種投影法。此法常用於代表實物圖樣；原圖，操作圖，維護手冊中的圖例，以及若干必要的施工用圖。

「寫生畫面表示法」，主要可分成三類：即不等測角（Axonometric）斜視（Oblique），及透視（Perspective）畫法。理論上言之，不等測角投影畫法僅用一平面而表示目的物三面之投影圖。不等測角投影畫法，主要在投影位置上可分為等測角（Isometric），二等測角（Dimetric）和三不等測角（Trimetric）三種配置方式。

斜視投影是寫生畫面表示法的一種，主要用來表示圓形物體，僅有一個面的曲面物體、或有平行面的物體；同時上述各種物體只有用

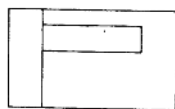
此一方式，才易於着手畫出其圖樣及表示其尺寸。此法為透視投影畫法與目之所視和單眼相機所攝得的相片之畫面相同。



單視圖：用於不須超過一個方向去觀察的物體，如由薄片材料製成之零件。

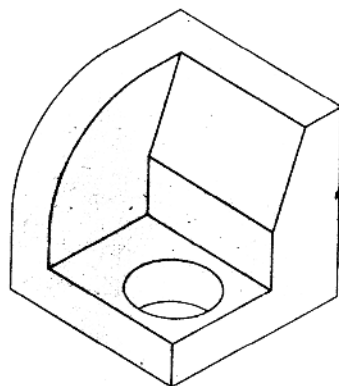


複視圖：圓柱形的物體，從二個方向去觀察得二圖已足，多則重複。

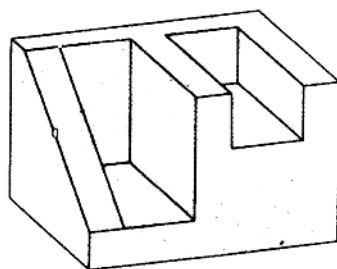


三視圖：多數物體皆為幾何立體所組成，須從三個方向去觀察，方能表出其形象。

機所攝得的相片之畫面相同。



等測角圖：物體之三個互相垂直邊轉至畫面使成同一比例透視縮小之。



兩等測角圖：物體之二個互相垂直邊轉至畫面使成同一比例透視縮小之。