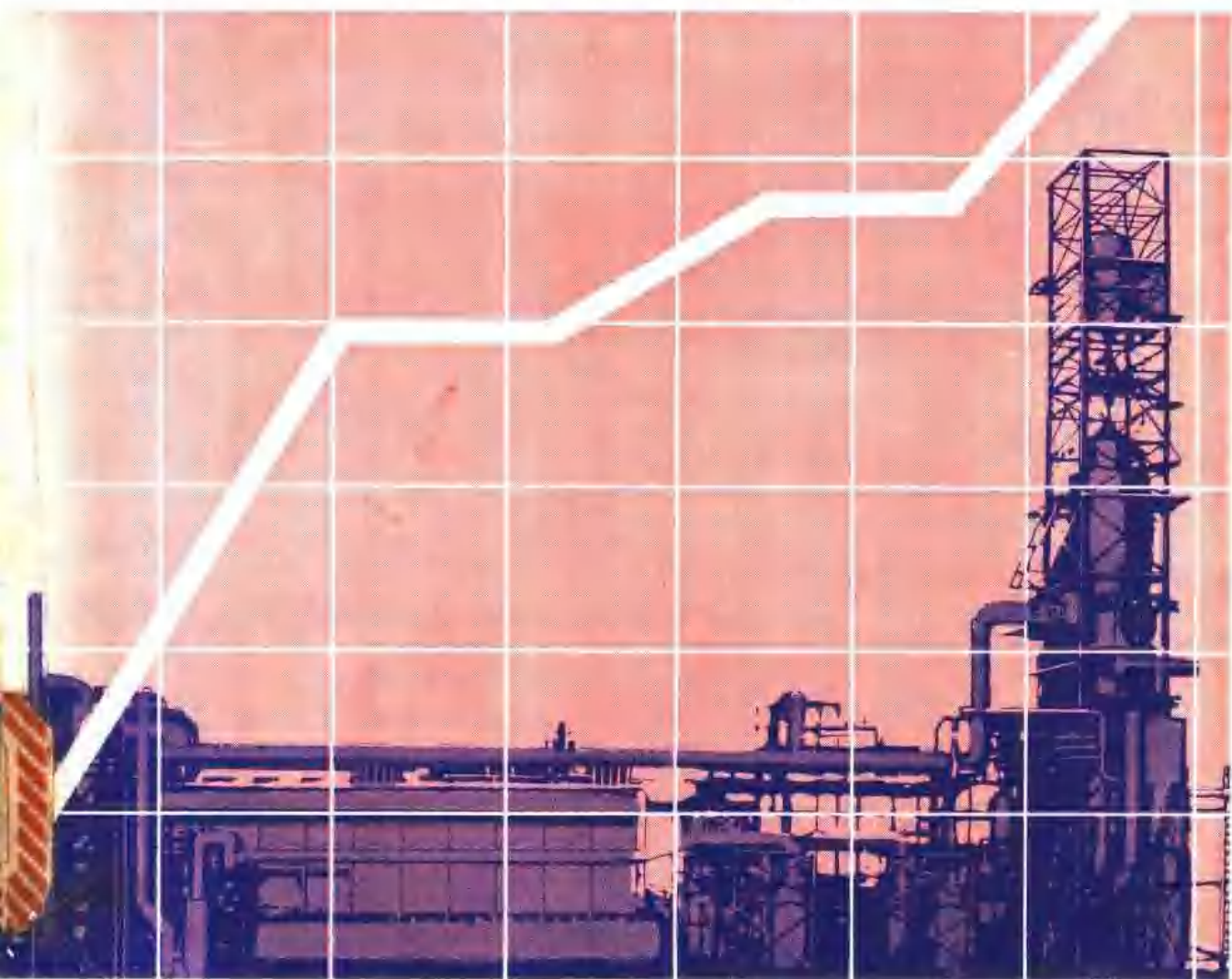


電工製圖學

沈中仁編著



東華書局印行



版權所有・翻印必究

中華民國七十三年五月初版

電 工 製 圖 學

定價 新臺幣貳佰陸拾元整

(外埠酌加運費郵費)

著 者 沈 中 仁

發行人 卓 鑫 森

出版者 臺灣東華書局股份有限公司

臺北市博愛路一〇五號

電話：3819470 郵撥：6481

印刷者 合 興 印 刷 廠

行政院新聞局登記證 局版臺業字第零柒貳伍號

(73007)

電工製圖學編輯大意

1. 一本書除了配合教學需要，更重要的是使學者得能學以致用，以及在工作時得以參考引用，所以除了是教科書外，更具有為參考書、工具書之功能。本書乃屬於科技類，對於上列要求更是強烈。
2. 考專科教育職司專才訓練，所以教材之洗鍊蒐集，必須是觀念清晰、定義明確、題材實用。本書之編撰著述亦基於此精神，所以名稱、分類、定義、題材、圖說，務期達到明確、清晰，周延之目的。取材以理論與實務兼顧，廣濶而不贅累，使其不僅為教科書；同時也是電氣工程界之工具書。
3. 本書為達到教學之目的，悉遵照教育部七十二年修訂頒佈之最新五年制專科學校電機工程科之電工製圖課程綱要而編著。本書所用名詞，悉依照教育部所頒佈之電機名詞為準，未經頒佈者則依工程上習用名詞，並附英文原名，藉資對照。
4. 採用本書多係三或四年級，離讀完基礎圖學間隔二至三年。為顧及連貫性，乃闢第二、第三兩篇，加以精要地溫習一下，所以一至三篇實具有概論及溫習之用，由教者挑選授課，然後由第四篇接入電工類製圖。
5. 電工製圖，教學與習作時數有限，所以取材必須精要。科技課程課本，文字力求淺顯、順暢，避免艱澀。敘句、舉例，說明，都儘量語體化，冀使閱讀和參考。
6. 本書之編撰雖開始於數年之前，但於今年課程又修訂了，將原有一學年改為一學期，且又有新舊制課程適用問題，乃又重事更張，去蕪留菁，既要配合原課程時數需要，又須銓合時數減少之要求，兼籌並顧，重新編著，才算脫稿付梓。
7. 求真、求善、求美之心人皆有之，筆者亦不例外，但以才疏學淺，雖兢兢業業，亦難不舛誤，尚祈 有道匡正策勵，忝能在教育園中為一犁土小工，是所企盼！

沈中仁 識於北投岡廬親觀齋
中華民國七十二年十二月廿五日

編 後 語

我國在六十年代後，社會進步、經濟發展、工業結構改變、能源多元化趨勢，尤以七十年代以後加緊了邁進的腳步，工業生產結構由機動化進入半自動，半自動步升全自動，技術升級迫切需要科技的跟進和策應。生產型態的改變需要資本密集的配合。全自動化目標下需要機械人的產生和創新、研究與發展之重要性與日俱增。在一片求新求進的巨流中，電氣之發展確為其重要流源之一。是故電氣工程界之新產品、新設計，在其殷切要求下，必須奮力配合。而其各項突破、創新之生產指標又須有圖說為準繩。職是之故，電工製圖之重要性乃有與日俱增之趨勢。雖云於今電子計算機與加上周邊設備後可輔助製圖，但其仍須懂得製圖之方法工程師預為設計之程式和指令，使程式與指令配合，才能輔助製圖；再說連電算機本身之製成也須要按圖索驥方底於成。誠所謂“一切創造仍須人腦，人腦所不會者，電腦將無由產生。”教育之目的在於培養人之智慧和知識高於機械，是求“人役機器，而非機器役人。”此為科技教育升級聲中非常重要之環節，此為教育設計者所必須審慎三思者！難不成有了電算機以後，連乘法的九九表都可以廢去嗎？

本書所述之製圖方法，吾人深深感到不足日新又新之科技發展需要。浩瀚之工業領域，尤需更多製圖方法和更快捷和更新穎的製圖方法。其殷切地等待着，吾人努力地去研究、創新、突破。以此作為共勉之目標。

目 次

第一篇 電工製圖概論	1
1 - 1 電氣工程圖之特質	2
1 - 2 電氣工程圖之範圍和種類	2
1 - 3 圖樣與符號之標準規格化	5
問題	8
第二篇 製圖之用具，線規和圖字	9
2 - 1 電工製圖所用物品和儀器	9
2 - 2 線規	14
2 - 3 字法	15
2 - 3 - 1 中文字體	15
2 - 3 - 2 英文字體	18
2 - 3 - 3 數字字體	19
問題	20
第三篇 電工製圖圖形之基本畫法	21
3 - 1 機件或零件圖形之描繪	21
3 - 2 基本投影	23
3 - 2 - 1 正投影 (Orthographic)	24
3 - 2 - 2 輔視投影 (Auxiliary view)	26
3 - 2 - 3 剖視圖 (Sectional view)	29
3 - 3 註解符號	32
3 - 3 - 1 比例 (Scale)	32

3 - 3 - 2	尺度 (Dimension)	32
3 - 3 - 3	加工符號	34
3 - 3 - 4	銲接符號之註解法	35
問題		37
習題		37
第四篇	機械要件製圖	39
4 - 1	螺紋件——乃扣件 (Fastener) 中較重要之要件	39
4 - 1 - 1	螺紋件構造部分	39
4 - 1 - 2	螺紋之種類	41
4 - 1 - 3	螺紋之形狀	42
4 - 1 - 4	螺紋件之分類	43
4 - 1 - 5	螺紋件畫法	51
4 - 1 - 6	螺紋件之識別與註解	63
4 - 2	鍵和銷	65
4 - 2 - 1	鍵 (Key)	65
4 - 2 - 2	銷 (Pin)	68
4 - 3	彈簧	70
4 - 3 - 1	螺旋彈簧 (Helical spring)	70
4 - 3 - 2	平板彈簧 (Flat spring)	72
4 - 4	軸、軸承及聯軸器	73
4 - 4 - 1	軸承之種類與樣式	73
4 - 4 - 2	聯軸器 (Coupling)	75
4 - 5	皮帶輪 (Pulley)	79
4 - 5 - 1	皮帶輪構造	80
4 - 5 - 2	皮帶輪之種類與畫法	81
4 - 6	齒輪 (Gear)	82

4 - 6 - 1	齒輪之構造及各部分名稱	82
4 - 6 - 2	齒輪之類別	84
4 - 6 - 3	齒輪之畫法	85
問題	.....	89
習題	.....	89
第五篇	電工機器製圖	93
5 - 1	靜止電工機器	93
5 - 1 - 1	開關	93
5 - 1 - 2	斷路器 (Disconnecting switch)	95
5 - 1 - 3	變壓器 (Transformer)	101
5 - 1 - 4	整流器 (Rectifier)	116
5 - 2	旋轉電機	118
5 - 2 - 1	直流電機	118
5 - 2 - 2	交流電機 (Alternator)	132
習題	.....	146
第六篇	識圖和實體圖	167
6 - 1	等角畫法	167
6 - 2	斜視畫	172
6 - 3	等角畫和斜視畫之比較	176
6 - 4	二等角投影畫	177
6 - 5	透視圖 (Perspective drawing)	180
6 - 5 - 1	視點之選定	180
6 - 5 - 2	消失點 (Vanishing point) 和量度線 (Measuring line) 之應用	182
6 - 5 - 3	透視圖畫法	183
習題	.....	189

第七篇 電路元件符號	205
7 - 1 一般電氣元件符號	205
7 - 1 - 1 電池 (Battery)	206
7 - 1 - 2 接點 (Contact)	206
7 - 1 - 3 電容器 (Capacitor 或 Condenser)	207
7 - 1 - 4 連接與跨越 (Connections and Crossovers)	208
7 - 1 - 5 接地 (Ground)、底盤 (Chassis) 和回路 (Circuit return)	209
7 - 1 - 6 電感器 (Inductor)	209
7 - 1 - 7 電阻器 (Resistor) 或 (Resistance)	211
7 - 1 - 8 繼電器又稱繼電線圈 (Relay Coil) 或電驛	212
7 - 1 - 9 開關 (Switch)	213
7 - 1 - 10 變壓器 (Transformer)	214
7 - 2 電子元件符號	216
7 - 2 - 1 真空管 (Vacuum tube)	216
7 - 2 - 2 影像管 (Picture tube)	220
7 - 2 - 3 充氣管	222
7 - 2 - 4 電晶體 (Transistor) 之符號	222
7 - 2 - 5 二極體 (Diode)	225
7 - 2 - 6 積體電路 (Integrated Circuits) 元件	226
7 - 3 電子元件製圖特用輔助品 (Drafting aids)	227
問題	230
習題	231
第八篇 製造圖——佈線圖，裝配圖	233
8 - 1 接線圖或配線圖 (Connection or Wiring drawing)	233

8 - 1 - 1	逐點式接線圖 (Point to Point connection diagram)	234
8 - 1 - 2	幹線式接線圖	241
8 - 1 - 3	基線式接線圖	245
8 - 1 - 4	其他型式之接線圖	248
8 - 1 - 5	接線圖畫線之間隔架構	260
8 - 2	結構圖與裝配圖 (construction and assembly drawings)	262
問題	.....	268
習題	.....	269
第九篇	基本電路圖和圖解圖	279
9 - 1	基本圖或圖解圖繪製原則	279
9 - 2	圖解圖之基本電路畫法——即電子工程所用基本圖	281
9 - 2 - 1	單功能作用之電路	281
9 - 2 - 2	電晶體電路與電子管電路之比較	307
9 - 2 - 3	從各個別組件電路接合成機種組合電路	310
9 - 2 - 4	電子電路註釋名稱之統一性	311
9 - 2 - 5	基本圖的佈局	313
9 - 2 - 6	基本電路上常用之零件單位	316
9 - 2 - 7	組合完成機種基本電路圖實例	317
9 - 3	基本圖畫法 指電力工程方面圖說	337
9 - 3 - 1	傳輸設備	337
9 - 3 - 2	傳輸徑路	349
9 - 3 - 3	接受區域及機種	350
9 - 3 - 4	邏輯圖之應用	352
問題	.....	355

習題.....	355
第十篇 配線圖	363
10 - 1 屋內配線圖	364
10 - 2 屋外配線圖.....	410
問題.....	441
習題.....	442
第十一篇 管路系統圖.....	449
11 - 1 管路的種類	449
11 - 2 管徑規格.....	450
11 - 3 管的接合.....	455
11 - 4 管路的配件.....	456
11 - 5 管路畫法.....	463
11 - 6 管路圖實例	470
問題.....	481
習題.....	481
第十二篇 工業控制電路圖	485
12 - 1 基本圖式的控制系統電路.....	486
12 - 2 流程圖式控制電路圖.....	526
問題.....	535
習題.....	535
第十三篇 電路展開圖.....	543
13 - 1 電路展開圖的畫法	545
13 - 2 電路展開圖之種類	546

13 - 3	EWD 方式之電路展開圖	547
13 - 3 - 1	EWD 電路展開圖畫法	548
13 - 3 - 2	EWD 電路展開圖之實例	548
13 - 3 - 3	EWD 電路展開圖之評估標準	549
13 - 3 - 4	EWD 電路展開圖另二實例	550
13 - 4	CWD 型式之電路展開圖	553
13 - 4 - 1	電路展開圖之畫法基本要點	554
13 - 4 - 2	CWD 電路展開圖畫法之步驟	555
13 - 4 - 3	CWD 電路展開圖另一型式之實例	557
13 - 5	三線接線電路圖	559
問題	.....	559
習題	.....	560
第十四篇	裏面接線圖——配電盤接線圖	565
14 - 1	裏面接線圖分類	565
14 - 2	裏面接線圖之畫法	566
14 - 3	裏面接線圖之分類畫法及圖例	568
14 - 3 - 1	有線式裏面接線圖之畫法及圖例	568
14 - 3 - 2	無線式裏面接線圖之畫法及圖例	572
14 - 3 - 3	線表式裏面接線圖之畫法與圖例	578
問題	.....	581
習題	.....	582
第十五篇	電腦輔助製圖與設計	583
15 - 1	電子計算機繪製之圖類	584
15 - 2	電子計算機繪圖之方法	586
15 - 3	電子計算機繪圖之輔助設備	589

15 - 4	電子計算機之應用	590
15 - 4 - 1	電子計算機應用範圍	591
15 - 4 - 2	電子計算機製圖程式示例	593
附錄A	.....	595
附錄B	電氣與電子裝置符號	641
附錄C	.....	659

第一篇

電工製圖概論

一項工程之從施工製造以至完成須賴施工之指令爲憑藉，此一指令之產生由構想、創見、製造過程，都由其用圖樣方式和表列註解來作詳細的表達，所以說圖樣在工程界佔著極重要地位：其具有下列功能：

它是發明或創新構想表達的工具；是智慧，知識表徵。

它是施工，製造過程的程序指標；

它是檢驗，品質的評估標準。

透過用無聲語言方式來詳細，而標準地敘述著工程的細節，諸凡形態，大小高低，材料，構造，組合，用途都盡在其範圍之中。一般工程均各有其基礎上共同性，整合性，這一部分乃由工程圖學中基礎和共同部分來承擔。各專業工程有其專門需要之圖說，專業工程分有機械，電機，電子，土木，建築，化工等類。爲達到各專業工程之完成任務，必須有專門的，標準的，規格化的圖表來作圭臬。工程中設計乃精細，構造甚爲複雜，品質要求嚴格，如單以語言或文字來敘述，甚難清楚，必須以圖形來表示。才能一目瞭然。

不管任何工程圖說，均具有國際通行功用，也就是說各國也都尊重專業學會或協會之意旨，都儘可能採用共識公認之標準符號。一種工程圖製成後，不僅國人看懂，而別國工業人士也會看懂，所以工程圖實具有國際性語言效力，吾人說話必須字正腔圓。所以製圖也必須符號標準，字體端正，線條潤勻，電工與電子製圖同屬工程製圖，自應符合此項要求。所以應探討各種標準符號。進行研究應繪製之圖說種類。茲分節敘述如后：

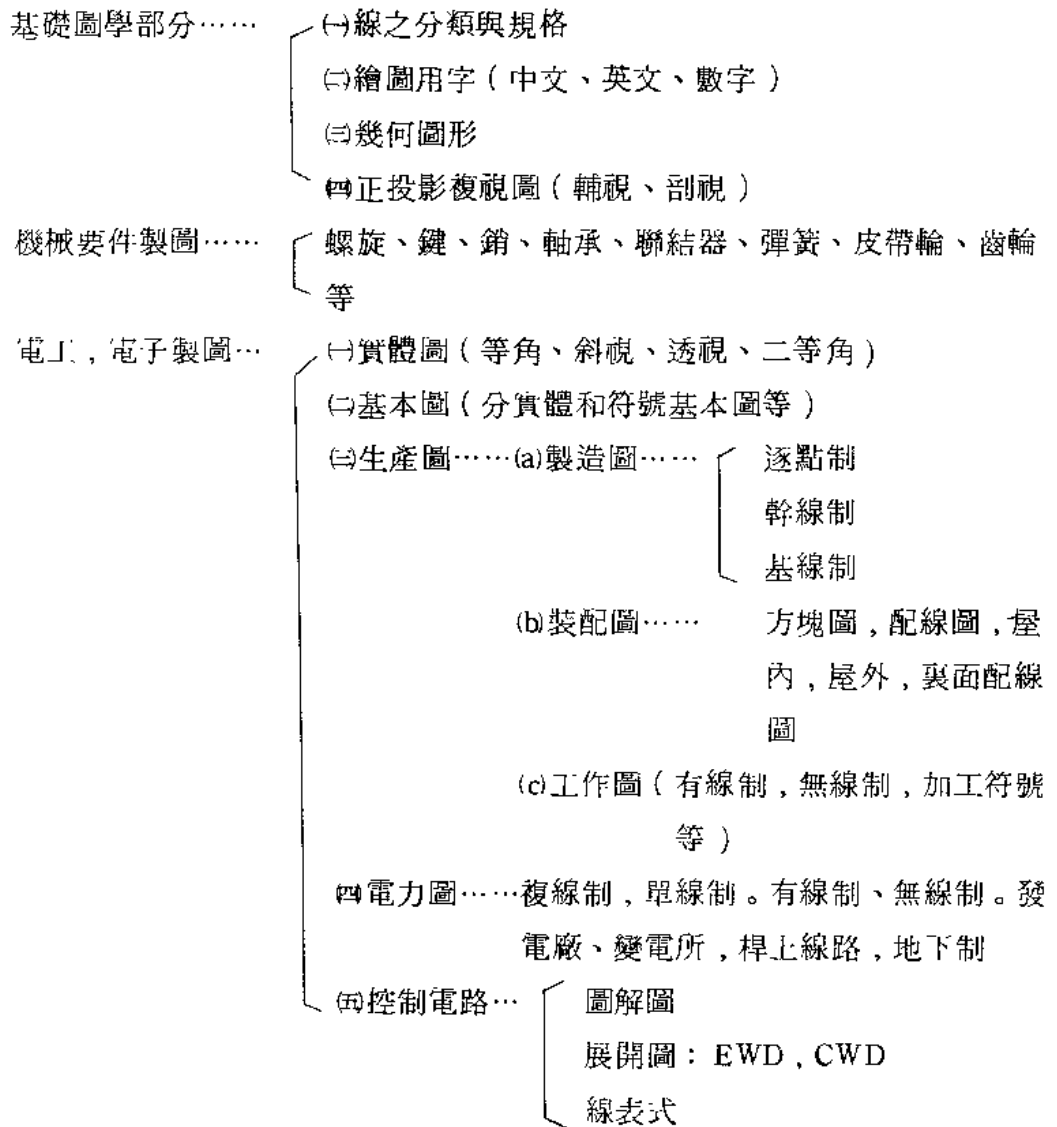
1 - 1 電氣工程圖之特質

電氣工程圖，範圍較廣，除了工程之基礎圖學為根外，並須顧及以電氣工程之特殊需要。乃具有其特殊風格如下：

- (1) 電氣工程圖範圍較廣，圖類較多（詳 1 - 3 節）。
- (2) 進展迅速常常有新產品，新子件，組件之產生，乃須不斷有創新名詞，新符號等。
- (3) 不僅僅用實體視圖，大部分圖說，因所用子件過多或描繪繁複，乃須簡化為象形符號來代替。由於零件與產品，日增月積，象形符號已不足描述，乃繼而用指定符號。
- (4) 既用符號繪號，為了達到共通讀識，所以必須有標準化，規格化，公認之符號來應用。
- (5) 圖說除機件之形體和構造之表示外，更重要的是電路功能的描述。如自動控制，邏輯電路等。
- (6) 電氣工程既然須對結構和作用兼籌並顧，所以機件間互相關係，以運轉作用，次序連接為表示要點，並不重視空間實際距離。換言之所有電路圖都以次序關係，功能運作之理論空間為製圖指標。
- (7) 只要能表達令人通曉，簡化是追求的目標。分立化是掌握手段，如複線→單線；有線制→無線制；外面配線和裏面接線；積體和局部等。
- (8) 電氣工程圖首要在於求實求真，所以以標準化，實用化為主，美化為輔。此與美工圖不相同者。

1 - 2 電氣工程圖之範圍和種類

本書所以以電氣 (Electric) 二字來概括電工與電子。因其均包含在電氣之內（詳 World Book, Encyclopedia）。茲將其範圍以系統表方式列述於下：



電氣製圖之種類,可依下列項目分類:

甲、依實質內容分:

電路製圖:包括各種電機設備及符號,線路圖,展開圖,控制圖等。

電機機械製圖:有關電機機械,例如發電機,電動機,變壓器,控制開關等。

電子機器圖:有關電子機器設備之配件及連接狀態,類型和容量等。

4 第一篇 電工製圖概論

機械要件圖：包括配合電路所需要之機械設備要件，如螺旋，鍵，銷，彈簧，皮帶輪和齒輪等。

乙、依圖說之作用功能分：

製造圖：係列舉所用機件、零件、線路藉供生產線按圖索驥製造之用。

自動控制圖：包括有 EWD 和 CWD 表示方式。來敘述工業控制系統流程和工業控制電路之作用等。

計劃圖：對工程進行，冀求其品質必須達到標準方能經久耐用，且達到安全目的。所以其製作或施工必須按著預定計劃施工。此項圖說謂之計劃圖，其內容包括施工進度，日程，材料類別規格等。

說明圖：說明電路或機件之性能，構造等之圖說，必要時用線條，顏色，剖面紋路，箭頭，數字等來說明。

丙、依其表達形式來分有：

組合圖：亦稱裝配圖，顯示機種裝配所需之組合零件之圖說。

零件圖：乃組合圖之分圖，必須將所用之零件逐件地分開來說明，剖視。

展開圖：將線路圖作用及功能以展開方式來表示，達到動作描述之確切及細膩效果。

系統圖：以彼此關係作指標之圖說，尤其對於電路，流體管路用此表示最佳。如收音機電路分有電波系統，電源系統之配合。

構造圖：係說明機件結構或電機構造情形之圖說。

配置圖：各機種或各零件裝置位置及彼此空間關係，以平面圖或立體圖加以表示。

外形圖：表示機件或結構物之外面形狀之圖樣。

線形圖：又分直線形或曲線形兩種，透過數據定點以測定線式來表示數值或物之形體之圖樣。

丁、依作圖之應用程度來分：

草圖：用徒手簡易先勾劃之圖面。常用於作初步設計圖。

設計圖：分初步設計圖多以草圖繪之。正式設計圖則以較工整之圖面表示之。

原圖：畫製完成較工整之主圖，以便描繪或複印者。

描繪圖：在原圖上用描圖紙蓋描繪出之圖樣。

晒藍圖：以感光紙曝光感應原圖圖樣，以便分送各有關工作單位之用者。

1 - 3 圖樣與符號之標準規格化

工業產品必須以工業規格來限制，而工業規格又必須以標準化圖形來敘述，為免工業產品規格之百說紛陳，歧異雜蕪，所以不僅求一國之標準化，恆公認為須有國際性之統一標準。例如於今世界上度量衡制有C.G.S制（亦可為M.K.S制（Metric system），又稱米突制或公制。和另一種英制又稱呎磅制（Feet - Pound system F.P.S）兩種。大家都在力求趨於一個制度即公制。

工業生產之規格化始自1903年英國制定壓軋鋼板的規格開始，歷八十年來，大家均努力於其統一規格化，今有國際標準總部（The international organization for standardization）簡稱I.S.O來總司其責。我國也設中央標準局，隸屬於內政部於民國十七年創立以來，一直執行著中國國家標準

表 1.1 工程類別及其簡稱代號

代用符號	標 準 類 別	代用符號	標準類別
A	土 木 工 程	L	紡織工業
B	機 械 工 程	M	礦 冶
C	電 機 工 程	N	農 業
D	自動車與航空機	O	林 業
E	運 輸 工 業	P	紙 業
G	鐵 金 屬 冶 鍊	R	窯 業
H	非鐵金屬冶鍊	Z	普通及雜業
K	化 學 工 程		

例如CNS 882 C - 90，是「第四種橡膠被覆電纜」之類號。

CNS 3 B - 1，是「工業製圖」之類號。