

62929

工程學叢書④

製圖公差 — 精度篇

佐藤豪 原著

楊家宏 編譯

世一書局印行

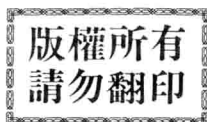
製圖公差—精度篇

原著者／左 藤 豪

編譯者／楊 家 宏

江苏工业学院图书馆
藏书章

世一書局印行



特價：280 元(精裝)
特價：250 元(平裝)
製圖公差—精度篇

編譯者：楊 家 宏 原著：佐 藤 豪

發行所：世 一 書 局

發行人：莊 朝 根

- 地址：台南市新樂路56之1號
- 電話：(06)2618468・2631809
- 登記證：局版台業字第3014號

印刷者：義 美 印 刷 廠

- 地址：台南市文賢路546巷34號

製版者：亞 洲 製 版 社

經銷者：世 一 書 局

- 地址：台南市新樂路56之1號
- 電話：(06)2618468・2631809
- 郵撥：0034614～3(莊朝根戶)

中華民國七十四年一月初版

中華民國七十四年十月再版

本書如有缺頁或裝訂錯誤請寄回調換

蔡文斌律師聘為世一書局法律顧問，本書已向內政部
申請 編譯權，若有抄襲或盜印，本律師依法追訴到底。

前 言

隨著技術水準的提高，被稱為技術語言的「製圖」也逐漸變得複雜。設計者對於圖面的要求事項，尤其是對於精度的要求也益形嚴格。如何使設計者要求的精度明示於圖上，使製造者、檢驗者能正確地瞭解圖面的意思，已成為一重要的課題。

另一方面，則由於國際技術交流，使得相當於語言的圖面，已不僅僅在自己的公司或本國內使用，而擴及至世界各國均需能夠使用。因此對於製圖，也必須規定一種國際語言。這種語言的圖示方法，除了以統一的記號代替文字說明，對於記號的意義及解釋也是唯一的。

為此，國際標準化協會（ISO）一直朝此目標努力，進行製圖規格國際化的工作。為了配合這項工作，世界各主要工業國家均各自修訂其製圖規格。日本也正在全面修正JIS的製圖規格以符合ISO的標準。

由於精度內容的要求嚴格，故ISO採取每一種圖示方法僅有一種解釋的方式，慎重地訂定規格。對於尺寸公差與幾何公差間的相互關係，亦有嚴密的考慮。雖然技術的提高使精度的要求提高是一件極為自然的事，然而若因此而使成本過份提高，將是一件極不划算的事。故對於不影響功能的部分，也應放寬對精度的要求以減低成本。關於這一點，ISO也有週詳的考慮。能使尺寸公差與幾何公差互相融合的「以最大實體狀態為基礎的公差方式」，將是解決此一問題的關鍵。

本書是由正在從事此精度之圖示法JIS化作業的委員們聯合執筆寫成的。這本書的完成，將使日本的製圖邁向現代化、高水準化、國際化，同時對於降低成本亦將有其貢獻。這便是作者們所衷心亟盼的。但願讀者能熟讀此書，充分地應用於設計、檢驗與製作，使日本的技術在國際上能夠更上一層樓。

2 製圖公差——精度篇

若應用本書而在現場發生問題或疑問時，敬請告之本會。使 ISO、JIS 規格能在不間斷的改進之下趨於完美。

編輯委員會主任委員

佐藤 豪

目 錄

第一章 緒論

1-1	設計與精度	(佐藤)	1
1-2	製圖與精度		1
1-3	製圖公差的四要素		2
1-4	精度設計和本書的體系		4

第二章 精度的基本概念

2-1	精度的設計	(吉本)	7
2-2	精度與性能的關係		7
2-3	精度和公差的表示方法		9
2-4	公差的分配		10

第三章 尺寸公差

3-1	IT 基本公差	(塚田)	13
3-1-1	IT 基本公差		14
3-1-2	公稱尺寸容差		18
3-2	配合		21
3-2-1	配合方式		23
3-2-2	配合的選擇		25
3-3	普通容差		33
3-3-1	尺寸的普通容差		33

2 製圖公差——精度篇

3-3-2	角度的普通公差	37
3-3-3	加工尺寸的普通公差	37
3-4	尺寸公差的圖示法 (福永)	40
3-4-1	單一零件表示法	41
3-4-2	組合之機件的表示法	44
3-4-3	單一界限尺寸表示法	45
3-5	公差累積的問題	46
3-5-1	連鎖式尺寸標示法	46
3-5-2	平行式尺寸標示法	49
3-5-3	累進式尺寸標示法	49
3-6	特殊零件(推拔)的尺寸公差 (塚田)	50
3-6-1	圓錐公差	50
3-6-2	圓錐公差之指示方法	54

第四章 幾何公差

4-1	幾何公差的需要性和現況 (佐藤)	61
4-1-1	幾何公差的需要性	61
4-1-2	ISO/TC 10 對幾何公差之審議經過與其規格化	64
4-1-3	有關日本之幾何公差的規格化	68
4-2	幾何公差的圖示法 (福永)	71
4-2-1	幾何公差的認識	72
4-2-2	領域法為依據之幾何公差	76
4-2-3	幾何公差的適用部位	77
4-2-4	公差域的種類與形狀	78
4-2-5	幾何公差的種類和記號	78
4-2-6	幾何公差的圖示法	80

4-2-7	相關形體的優先順序及其處理	90
4-2-8	對特定範圍公差之規定	92
4-2-9	理論上正確之尺寸	94
4-2-10	形體外之公差域	95
4-2-11	最大實體狀態為基準之公差方式的圖示法	96
4-3	幾何公差的定義	98
4-3-1	幾何公差的詳細定義、公差域、圖例與說明	100
(1)	平直度公差	101
(2)	平面度公差	101
(3)	真圓度公差	103
(4)	圓筒度公差	103
(5)	線的輪廓度公差	103
(6)	面的輪廓度公差	105
(7)	平行度公差	105
(8)	垂直度公差	111
(9)	傾斜度公差	115
(10)	位置度公差	117
(11)	同軸度公差與同心度公差	121
(12)	對稱度公差	121
(13)	圓周偏心公差	123
(14)	全偏心公差	129
4-4	尺寸公差與幾何公差的關係 (吉本)	131
4-4-1	尺寸公差與位置公差的關係	131
4-4-2	以最大實體狀態為基準的公差方式 (最大實體公差方式)	133
4-4-3	尺寸公差和形狀公差之關係	135
4-5	形狀公差 (澤邊)	139
4-5-1	真圓度及圓筒度之公差	139
4-5-2	平直度及平面度公差	143
4-5-3	相關形體之公差	144
4-5-4	普通形狀公差	148
4-6	相關形體與相關形體系統	149
4-6-1	相關形體的測定法	150
4-6-2	相關形體的圖示法	155

4 製圖公差——精度篇

4-6-3	相關形體系統的圖示方法	156
4-6-4	複數相關形體的圖示法	158
4-6-5	相關形體靶	158
4-6-6	相關形體靶的圖示法	159
4-7	位置度公差 (佐藤)	161
4-7-1	位置度公差的概念	161
4-7-2	以位置度公差決定位置的主要優點	162
4-7-3	與形狀尺寸無關之位置度公差	164
4-7-4	使用最大實體公差方式的位置度公差	167
4-7-5	相關形體的實際形狀適用最大實體公差方式的場合	173
4-8	輪廓度公差 (福永)	175
4-8-1	形體的表示法	175
4-8-2	公差域表示法	178
4-9	驗證方法 (飯塚)	180
4-9-1	公差的驗證與測定的精度	180
4-9-2	尺寸(長度)的測定法	182
4-9-3	角度的測定法	185
4-9-4	長度、角度測定時之誤差	186
4-9-5	形狀、方向、位置以及偏差等公差之驗證方法	186
(1)	概述	186
(2)	平直度公差	190
(3)	平面度公差	195
(4)	真圓度公差	200
(5)	圓筒度公差	204
(6)	線的輪廓度公差	206
(7)	面的輪廓度公差	208
(8)	平行度公差	210
(9)	直角度公差	215
(10)	傾斜度公差	220
(11)	位置度公差	223
(12)	同心度公差	227
(13)	同軸度公差	229
(14)	對稱度公差	230
(15)	偏差公差	236
(16)	全偏差公差	239

第五章 表面粗糙度與表面波狀

5-1	基本術語..... (中邊)	242
5-1-1	表面粗糙度.....	242
5-1-2	表面波狀.....	243
5-1-3	斷面曲線.....	244
5-1-4	粗糙度曲線.....	245
5-1-5	波狀曲線.....	247
5-1-6	中心線波狀曲線.....	248
5-1-7	基準長度.....	249
5-1-8	去除值.....	250
5-1-9	測定長度.....	252
5-1-10	曲線的平均線.....	253
5-1-11	曲線的中心線.....	253
5-2	表面粗糙度的定義與表示法.....	253
5-2-1	中心線平均粗糙度 (R_a)	255
5-2-2	最大高度 (R_{max})	259
5-2-3	十點平均粗糙度 (R_z)	261
5-2-4	其他表面粗糙度的參數.....	265
5-3	面的性質之圖示方法.....	267
5-3-1	圖面上的標示事項.....	267
5-3-2	被測面的標示方法.....	269
5-3-3	去除加工的標示方法.....	269
5-3-4	表面粗糙度的標示方法.....	270
5-3-5	加工方法的標示方法.....	274
5-3-6	加工花紋的標示方法.....	275

6 製圖公差——精度篇

5-3-7	記號的形狀和大小	277
5-3-8	圖面標示的要領	278
5-3-9	使用最後加工記號的圖示法	282
5-3-10	特殊製圖的圖示法	284
5-4	表面波狀	286
5-4-1	表面波狀的種類	286
5-4-2	表面波狀的定義	287
5-4-3	表面波狀的去除值、滾動圓半徑、基準長度	288
5-4-4	測定結果的標示方法	289
5-4-5	表面波狀的圖示法	290

第一章 緒論

1—1 設計與精度

近年來，由於我們對於機械性能的要求有顯著的提高，產品的可靠性及安全性等品質的優劣，遂成為產品競爭的重要因素。又由於如何降低成本，亦是現代工業之重要課題。所以，在這工業水準日益提高，經濟成長日趨緩慢的現在，那些過去較忽略的問題，如性能（Performance），品質（Quality）及成本（Cost）等，逐漸成為決定產品成功與否的關鍵因素。

因此，對於機械的各部零件及機件，必須嚴格地要求其精度，以期提高機械的性能，來滿足我們的要求。故機械的設計者必須將各零件繪成圖，並將他的構思與對此設計的要求，完整清晰地標示於圖上。

由於高度工業化、生產現代化、作業分工化（包括國際分工化）的結果，沿襲過去那種完全依賴現場製作技術及職業道德，或是依賴現場判斷的方法，已無法使機械達到要求的性能。因此，每一零件與這些零件所組成的機件，其精度必須符合要求，方能使機械達到高性能，高品質的要求，並充分地發揮其應有的功能。當然，生產成本愈低愈好。但由於須兼顧成本與精度的要求，故可考慮將精度的要求予以適度的放寬，以符合經濟原則。（請參考 4—4—2 節）

1—2 製圖與精度

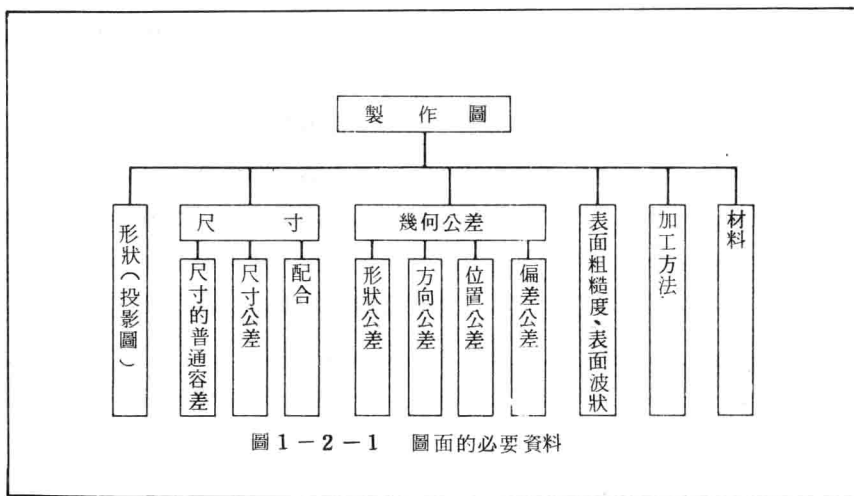
由於零件與機件的精度要求日益嚴格，因而如何將精度的要求，清楚地標示於圖上，使得設計者、製造者、檢閱者及裝配者之間能夠互相了解已成為一重要的課題。

在圖上，尤其是製作圖中，必須標示的資料，如圖 1—2—1 所示。

2 製圖公差——精度篇

在該圖所列的每一個項目，均直接、間接地與精度有關。須注意的是，這些標示於圖上的資料，應符合以下兩點條件：(一)標示的資料意義惟一。(二)標示的資料國際通用。因此在圖上不宜使用文字，而宜採取數字及記號。以文字寫成的注意事項也應儘量避免。當然，所採用的記號、用法及意義也應國際通用。

爲了使圖示法及其定義的規格國際統一化，在 ISO/TC 10 (Technical Drawing)* 裏，以 SC 5** (Dimensioning) 爲主，並以 TC 3 (Tolerances) 爲輔，正爲此事的完成而工作者，而目前也已大致完成。在日本，其規格協會設計製圖合理化委員會，也受到日本工業標準調查會的委託，加上精機學會的協助，進行這些規格的 JIS 化作業，如今草案也已完成。因而日本的製圖將因此會成爲國際通用的圖面。



1-3 製圖公差的四要素

在圖面上成爲精度之對象者如點、線、軸線、面或中心面等等，稱之爲形體 (feature)。而圖上的繪示之零件即由這些形體所組成。

* 國際標準化協會，第10專門委員會。

** 第五分會 (尺寸及公差的表示方法)。

在圖上形體的精度，與公差有關者包括：

- ① 大小 (Size)
- ② 形狀 (Form)
- ③ 方向 (Orientation)
- ④ 位置 (Location)

等四要素。此四要素之圖示法於表 1-3-1 所示。

表 1-3-1 形體四要素及精度的規定方法

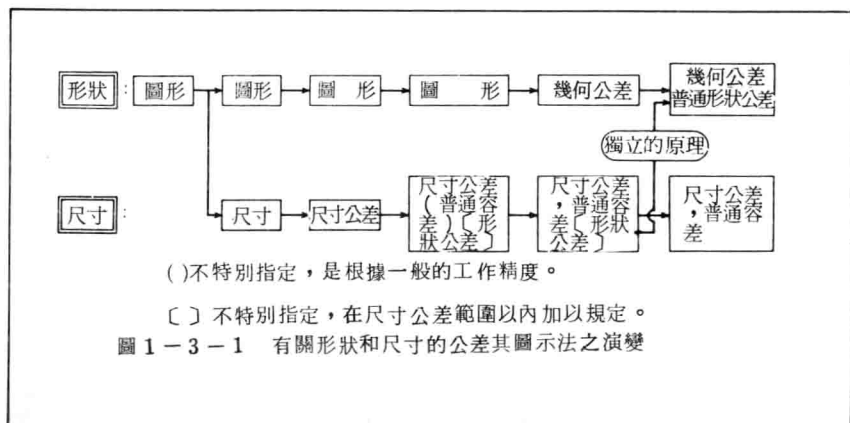
			大 小	形 狀	方 向	位 置
圖面的圖示法			大小尺寸	外形線	外形線、中心線、方向尺寸	中心線、位置尺寸
規 定 方 法	公差表示方式	公差的種類	大小的尺寸公差	形狀公差	方向的尺寸公差或方向公差	位置的尺寸公差或位置公差
		圖 示 法	容差、界限尺寸、配合記號			
	一 般 標 示		普通尺寸公差	普通形狀公差	普通尺寸公差、普通方向公差	普通尺寸公差、普通位置公差
	對此規定無特別指定時		—	(工作精度)	(工作精度)	(工作精度)

若表 1-3-1 之各項未在圖上正確的標示出來，則不算完全。至於表中最下面一欄為「對此規定無特別的指定時」，並標示著「工作精度」，此乃日本的現狀。亦即：日本的圖面不完全。

由表 1-3-1 得知在方向及位置這二欄均有兩種圖示法。而這些公差表示方式的優劣，決定於資料的傳達是否清楚？以及是否符合經濟原則

4 製圖公差——精度篇

四要素之間的關係應加以充分的考慮。在投影圖裏所表示之圖形的形狀，通常直線表示其平直度；圓則表示其真圓度；角隅的垂直記號則表示其垂直度。但若在圖上加上精度，則應如何解釋也沒有明確的規定。而且，尺寸公差是否對形狀有所規定，也無一致的結論。關於此點大概的演變情形如 1—3—1 圖。由該圖可知，在最初僅用粗略的圖形便可製成產品，慢慢地需要尺寸及尺寸公差，接著，由尺寸公差來規定並限制形狀的概念也逐漸需要。因僅有圖形無法將形狀、方向及位置明確地表示出來，故於第二次世界大戰之後發展出幾何學的公差概念。然而如此一來，由幾何學上之形狀公差與尺寸公差所暗示的形狀公差，二者之間將產生問題。為了解決此問題，對於圖上所標示的要求事項，訂為分別獨立而有效。由於對未指定之事項不加以規定，這一獨立的原理之概念（參考 4—4 節），將使得前述不明確的問題獲得解決。然而，四要素之公差問題與表面粗糙度及表面波狀之間的關係，仍可能形成問題。



1—4 精度設計和本書的體系

關於設計上精度的要求必須標示於圖面上，以及單一意義之解釋的重要性，已如前述。然而欲將精度之要求在圖上以單一意義之方式表示，卻

非易事。本書根據 ISO 規格及 JIS 規格，以最淺顯的方式敘述精度在設計時應具備的觀念和圖示法。對於已經討論過的各項問題也將給予正確的答覆。

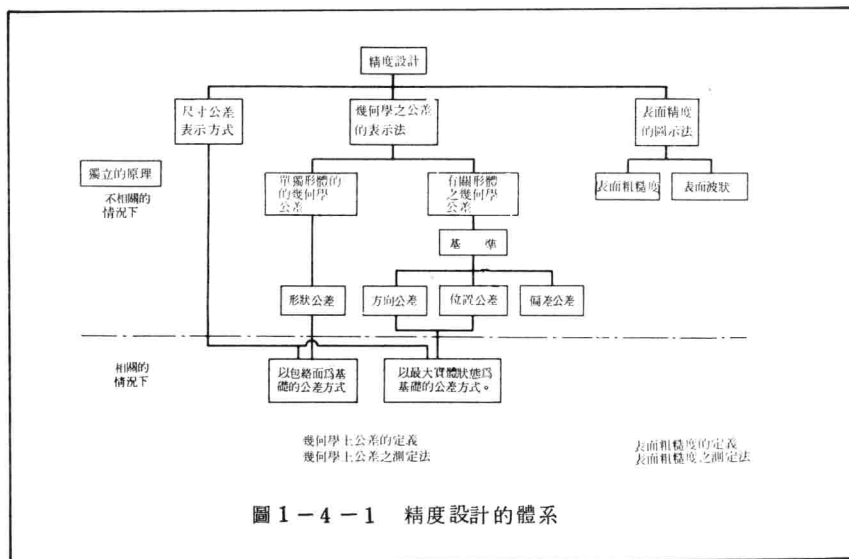


圖 1-4-1 乃本書的體系，代表與精度設計有關之各項目。這些將在以後各章陸續加以探討，希望讀者在閱讀本書時，能隨時流覽本圖，以瞭解自己研究的部分位於本體系的那一部分。本書的內容也大致按此體系編排。

希望諸位讀者能經由本書學會精度的圖示法，並以設計者的立場，自由正確地將設計所要求的精度表示出來，以使其圖面能夠在國際上通用，此即作者們共同的願望。

