

科學圖書大庫

機械原件之設計

(上册及附册)

譯者 王大倫

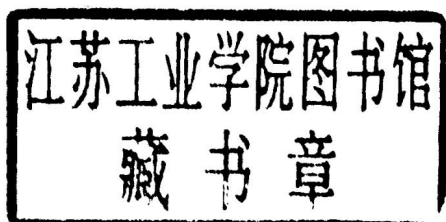
徐氏基金會出版

科學圖書大庫

機械原件之設計

(上册及附册)

譯者 王大倫



徐氏基金會出版

第七版 序 言

本書專為工業專科學校及大學課程編寫，但亦可為現職工程人員職務上之參考，並對各種工程上之問題提供有意義及有價值之啓示。

本書第六版已作增編與改撰，並引用國際單位制於數值之計算，在本版中對內容之範圍與分章未予變更，但對若干章節再予補充，並校正多處錯誤，採用最新標準國際單位制度，自須在若干習題上加以修正，又由讀者提供之意見，亦有多處改正。

本書仍以常用數表及設計習題作附件編入，讀者可迅速查獲所需之資料，在種類及數量上，亦祇附入有關本書使用範圍以內之部份為限。

為讀者自習之需，附入一極豐富之問題解答，想必有助於實用舉例之瞭解。對每一問題，除提供解答引徑外，並亦附列結果，使讀者能確切瞭解結果之正確性。

為課程上實習工作之參考，亦另備設計底圖附為示範。

最後，對提供本書資料及圖樣之各公司，申致謝忱，並熱盼各讀者不吝賜示寶貴意見，以求本書能成為更完滿之課本或參考書。

Wilhem Matek
Dieter Muhs
Herbert Wittel

譯 序

機械原件學譯本甚多，有譯自美英原文者，有譯自日文者，德文譯本亦不少，但本書內容誠為原序的述，可為大大專課程之課本，亦可為現職工程人員職務上之參考，譯者認為尚可擴大其範圍為初級工程人員自習之最佳用書，不唯其單位已完全引用新標準之制度，由於其計算例題之廣泛與徹底，即能融會貫通，可為有效之啓示，而引起學者之興趣，此與其他譯本有其不同之處，另有習題一冊，附有題意分析及解答，亦將隨後完成，尚請讀者稍候。

王大倫 補識
民國六十七年勞動節

目 錄

第七版 序 言	Ⅲ
譯者序	Ⅳ
第一章 概 論	1
第二章 優先數列及配合制度	13
第三章 材料強度及容許應力	32
第四章 黏着接合	54
第五章 硬軟焊接合	68
第六章 熔 接	74
第七章 鉚釘接合	119
第八章 螺釘接合	148
第九章 圓柱銷及銷釘接合	217

第一章 概 論

1.1 機械原件之要義與種類

機械原件一詞，乃指構成機械，器具及儀器等之單件或組件而為經常重複或相似之情況出現者，由其應用之目的可分別有如下之各種：

1. 接合用原件：為鉚釘，螺釘，楔銷，彈簧，銷栓以及銲接，軟焊與黏接等。
2. 軸承及傳動用原件：如滑動軸承與滾軸承，軸栓與轉軸，聯軸器，齒輪與傳動用之皮帶及鏈條等。
3. 輸送液體或氣體用原件：為管及其附件，閥，滑瓣與旋塞等。

此外若干外圍資料，為機械原件之尺寸公差與配合，材料之強度與容許應力等自須常有涉及，蓋因在原件之設計中常據以為造型與計算之根據。

多種機械原件之尺寸，已經編訂成為標準，此外若干計算方法之步驟與造型亦經規定準則，有如在鋼架結構之應用中為鉚釘與銲接方面所制訂者。

1.2 造型與計算之一般規則

1.2.1 圖樣 圖樣為設計人員表達自己思想並用以提告他人之重要工具。一工程圖樣必須清楚可閱而且簡明，因之設計人員必須首先具有各種製圖方法之能力並熟悉製圖標準與重要條件，在標準方面（如標準字體，圖面表示法及尺寸填註等）以及工程圖樣之一般規定方面，在此不予詳述，讀者可參考本章末所列之資料文選，但若干觀念方面及製圖過程等仍予提述如下：

1.2.1.1 設計圖

一機器之設計自須以其每部份之構件造型為出發點。由之對其形狀，尺寸等以及若干必要之計算部份作初步之選定。

1.2.1.2 製造（加工）圖一分件圖

在完成設計圖之後，即可着手分件圖之繪製。依操作或運動上之規定，將每一構件，如轉軸，齒輪等繪成單張圖，或者將若干同類構件，如為鑄件，鍛件，車削加工件等，彙集於一張分件圖上。在繪製分件圖時可依下文 1.2.4.1 節所列造型準則進行之。

1.2.1.3 總圖一組合圖

由分件圖再繪製總圖（組合或安裝用圖）在此應將每分件之功能，配製及相互關係等方面明確表示，因此項總圖主要將用於工場內作為裝配各分件時之根據。

在總圖上應填註重要之主尺寸，如為總長，高度，寬度及對外接裝部份，如軸心高度（離基礎面）基礎螺絲孔，配管法蘭等尺寸之填註。由之在安裝或繪製佈置圖時可省却不必要之找尋每一分件圖以求出詳細之尺寸。

1.2.2 分件表 分件表乃將該一機器之全部分組件列出，成為與整套圖樣不可分離之一部份，目前常將分件表製成另頁（常為 DIN A4 型）可為單獨複印之用，列表時儘量依次序而進行，如為一傳動齒箱時：齒箱殼（分件號 1），齒箱殼蓋（分件號 2），然後由引動端起依序及於其他各分件凡已有標準之分件如螺釘，鉚釘，配合銷等可列於全表之後部，此可使工作準備單位易於執行。

在分件表內通常包括有：流水編號，件數，名稱，分件號，圖說，材料，有關標準號碼，毛坯尺寸及重量等分件表之格式可參照 DIN 6771 及 6783 製就填入，但亦有依各工廠本身訂定之格式使用。

1.2.3 圖樣之校核 完成之圖樣與分件表必須經過密與嚴格之校核，以避免事後更正錯誤之麻煩，最好須經過不同觀點之查閱，如在製造上施工用尺寸是否全齊，加工表面規定已否說明，對配合用之尺寸是否適

宜，製造公差是否正確，對各分件之裝配是否不致發生困難，等等：

1.2.4 造型 在設計一機器或其部份構件時，應同時進行計標與造型之考慮，而不應分別先後。對計算所得之尺寸常需作事後之變更，蓋在配合整體結構時常有不見適合，或因當初作計算時之各種假定，如長度或距離等，在設計造型時根本不適用，有時對原已設計之構件亦須在經強度核算之後，再作事後之更改。因之對機器及其原件須同時作計算與造型設計，而非單獨之計算或單獨之造型設計為已足。

每一設計常以計劃為開始，須對有關因素作深入之檢討，並須多次之變換其可能方案而比較其利弊，逐次作改進而完成。

1.2.4.1 造型規則

在作分構件之造型設計時，常須對各種規則作深切週詳之考慮，此乃廣泛而複雜之關係，在此祇能略舉其重要之部份如下：

1. 經濟性：儘量使用半成品為材料，如型鋼鋼管，鋼板等，以及已有之標準另件，經濟性又常受下列各項觀點之影響。
2. 材料：應否使用一般常用之構造鋼種，合金鋼材，輕金屬或塑膠材料？對材料之強度，壽命或摩耗性等是否適合？應否採用薄板成型之輕型構造？
3. 製造方法：採用出屑成型，此乃指是否採用鑄造，鍛造或銲接成型而言，自常受需要之數量而異。
4. 加工條件：構件表面應否加工或保留原成型時之狀態（鑄，鍛表面）？需否作拋光，精細切削，粗切削加工之表面？需否規定在某一公差之內？
5. 造型：外觀型狀之美化（流線型），是否適合於鑄造或銲接方法以完成？特別對危險之切口作用應予避免。
6. 裝配（組合）：對配裝之簡便（如必需使用特別工具等）必須詳為研究，使各構件能易作裝卸，更換另件。
7. 輸送：注意輸送方面之限制，如為鐵道車廂卡車或船運之規定，不使過份重大而需分件完成運至工地拼裝等，特別在船運時須使體積節省（常依體積計算運費）。特別裝置吊眼或吊鉤等。

8. 整潔：外表面儘量使成平整或需加外罩，避免積存污垢之死角等。
9. 摩擦，潤滑，運轉安全性，可靠性，腐蝕之防止，保護漆等亦為重要之項目，設計時均須有所顧及。設計工作之成功條件，自非若干個別項目之注意為限，必須以設計之靈感輔以專有之經驗為重要，此乃無法由理論與學習所能包括，而仍有待於個性與智能之開發。

1.2.5 計算

1.2.5.1 計算之種類

在尋求機械構件之大小尺寸時，常須經各種不同之計算過程而得，其主要者約為如下：

1. 機械性能之計算：包括槓桿之長度，齒輪或傳動件之變速比，轉速以及週速度等。
2. 強度上之計算：乃為決定斷面尺寸最重要之計算。
3. 運轉壽命之計算：主要應用於滾軸承及齒輪方面。
4. 容量之計算：如為貯槽容器與管路之直徑等
5. 重量之計算：如為計算平衡重錘及質量平衡等方面之用。

構件之強度計算通常可依材料強度學上之方法，作直接求出斷面尺寸或作已有斷面尺寸之強度核算。

1.2.5.2 由受力情況求斷面尺寸

構件常可由發生受力之情況與材料之容許應力而求出其大小尺寸，有如一離心幫浦上轉軸之直徑，可由其所受之轉矩大小與相當之容許扭轉應力而計算之。

1.2.5.3 強度之複算

由純設計方面所訂出之構件大小，在設計之後，應核算其可發生之應力，以之與容許應力相比較，如其發生之應力未超過其容許之應力時，則表示此構件當能承受而不致發生危險，故如在一轉軸之末端常可稍為減小而設計成為一軸承之頸部，但在其直徑變小之過渡部份成為危險之斷面，仍須核算其所承受之彎矩所發生之（切口）應力，以之與容許應力相比較，而作最後之決定，

1.3 價值分析

1.3.1 概論 一產品之形狀，大小，功能（目的與問題）及其細節常由設計者依其所訂出之造型而決定。在工廠中依圖樣與分件表所示執行製造之任務，其製造費用實已由設計所訂之條件而早為決定，如由所用之設計規定使用價格較高之材料，或規定不必要之高精度要求及表面品級，選用高價之製造或加工方法等，在實際上自或有較廉價之代用品甚或標準另件可資使用。此外常由於困難而費時之裝配工作雖經由良好之工作準備與規劃，亦能使成本提高。因之可見設計工作對製造成本之巨大影響，依Bronner氏之統計，在內部作業成本影響上所有關之分配，可列為如下：

設計部份（包括發展）：75%

工作準備部份（生產管理）：13%

材料及製造（直接成本）部份：12%

上列數字自非指設計部份佔產品總成本部份達75%之意乃指在設計之部份能左右產品總成本之高低，達75%之程度，優異之設計可較一般可用之設計節省成本達75%而反之在設計不良時可使成本提高至175%之階段，而工作準備之良窳祇影響總成本達13%之程度。

1.3.2 基本要義：價值分析及功能分析

1.3.2.1 價值分析

設計人員無法對製造工程上之細節予以詳細之顧及，反之工廠人員亦無法對設計之細節作全盤之認識，今如欲使每一產品獲致最有利之完成，無論對其產品之功能方面，或其產品之製造方面，設計者與製造者須相互密切合作以完成之，為此項有系統之合作制度乃發展一種方法稱之為“價值分析”者，在VDI（德國工程師學會）所訂之2801內列有如下之定義：

價值分析為一種方法，可使用以確認及試測一計劃中或已完成之某一產品之功能，在其工程技術之發展中，可對思慮所及之可能解答

，作有系統性之分析與研究，由之在各種可能解答中選定某一解答，使獲得無論在設計上以及在經濟上均為最有利之一種。

1.3.2.2 功能之種類

功能為價值分析中最主要之要義，而在設計中必須首先加以分析與思考者，設計之目的自為對所提出之要求或問題能為符合而完成，但亦必須付出最少之代價，獲致最大之利用。

功能一詞乃為對全部問題，由於此一待發展之產品之使用而獲得解決，（完成目的）。功能之說明應使為極簡單明確，最好不超過兩字以說明之，如一封罐機之功能為“封罐”。

依一機器之不同功能，分別其重要性時，可得有“主要工能”及“次要功能”。

一產品之主要功能為該產品所完成之主要任務，如封罐機之主要功能為“封罐”。

一產品之次要功能為該產品在完成主要任務時之附帶任務，如封罐機之次要功能為使罐身隨需要而完成運送之動作。

完成主要之功能乃為自然必要而不容忽視之任務，常祇有少數解答為有利者，在問題成立之初即已有概略之認識，如在封罐機之承罐盤，已由於罐蓋之大小與形狀而為已定，封罐輥輪之形狀亦由於其封縫之種類而為已定，封罐之速度則可由經驗而得知其高低等。

但在次要功能方面，多半由其整個機器之設計，機器之位置，與客戶之要求等等而定，以封罐機為例，則其輸送站之長短距離，水平方向或為斜方向，由之而決定輸送機之種類。

1.3.2.3 功能分析

功能分析實為價值分析之心核，在某一產品而言計包括有如下各項：

- a) 每一構件之名稱與說明。
- b) 功能種類之資料（分件之目的）。
- c) 計算其製造成本之資料。

1.3.3 例題 下舉數例顯示設計者與製造者間相互合作之重要，並亦

顯示價值分析與功能分析之應用。

■例如：在一鏈條槽運機上其傳動鏈輪之齒因過度之摩耗而損壞，客戶現訂購一備用鏈輪，因係舊設備已歷經新改設計故已無圖樣及木模可供（鏈輪材料原係鑄鋼件）。現先請客戶將已損之鏈輪送來，即依之完成尺寸之設計，如圖 1-1a 所示，設計者現研究可採用之鑄造或銲接方法之設計，在決定時因

祇為一件故依一般經驗以採用銲接方法為有利。使用滲炭鋼種如 15Cr3，如圖 1-1b 所示，為安全計設計者先行對銲接方法與鑄造方法作粗略之估計而比較之，其結果即使為一件時在使用合金鋼鑄造成本略顯有利。在主要之製造步驟上，鑄造方法 (a)

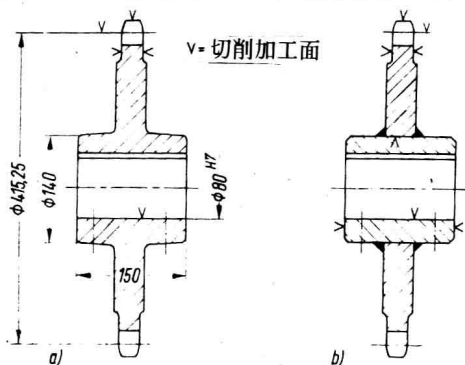


圖 1-1 鏈輪

(a) 鑄造設計 (附主要尺寸)

(b) 銲造設計

較銲接方法 (b) 為有利，此乃因 a) 案簡單而價廉之木模（祇為圓片）較孔可用砂芯鑄出，簡單之造模方案及鑄造方案，少量之切削加工，（較孔邊緣部份車削加工），在 b) 案中較體用圓鋼切斷，輪體用鋼料鍛出有孔圓板，較多之切削加工，（較孔先粗鑽孔再搪孔，圓板搪孔內），兩邊施銲（可能需先定位搭銲）。其餘加工開鏈槽，銑鏈齒，外圓及兩邊車削，則兩者完全相同，最後可注意在銲接方法上可獲得較輕之產品，用料亦較為省，此對鑄造方法比較時常為有利，但在本例上因其尺寸為已定故並無如一般情況之差異存在。

■例 1.2: 圖 1-2 示各種螺樁之設計，如在中型閥殼上所使用者，其功能（使構件能用螺釘相連接）在不同設計中均能符合。在設計 a) 顯出高貴之加工外形，由之而所需加工費用亦為最高，在各型相比較時可獲得數如下：a) 100%，b) 82%，c) 75%，d) 73%。最後之選擇則須顧及其全部製造成本，亦即包括裝配組合費用，在此點上 d) 型者顯為不利，（裝配時需用管鉗，對螺樁表面定有損傷而難避免）c) 型似

最有利，(用一般用扳手在樁上任何位置均可旋緊)，在全部成本上 c) 型顯為最有利，雖其製造費用較 d) 型者為稍高。

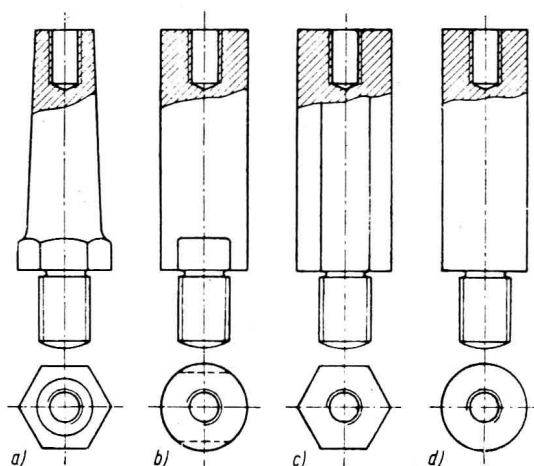


圖 1-2 螺釘柱樁

由簡單而省工之製造方法，可使成本減低

■例 1.3: 在此例中擬依上文 1.3.2.3 節之功能分析(依 Baiar 氏建議)之方法作詳明之闡述。本例為在一內燃機之燃料油幫調整板上對各螺釘六角頭位置之保險(不使鬆轉)裝置，如圖 1.3 所示之原設計，

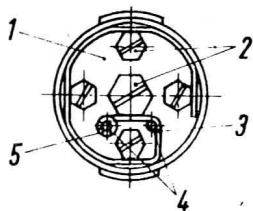


圖 1-3 燃油幫上調節器之調節板

經使若干時間之後深感其成本嫌高而擬設法改進。在經有系統之功能分析之後，自可獲得若干減低成本之方法，並作經濟性之比較以作最後之決定。

首先依現有之設計作功能之分析(圖 1.3) 設計名稱：燃油幫調整板

說明：本設計包括一調整板(分件 1)，六角頭螺釘五枚(分件 3)，銷釘二枚(分件 4)，保險片一枚(分件 5)。

功能：螺釘頭可作確切而安全之調整，彈

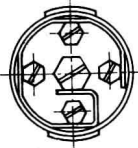
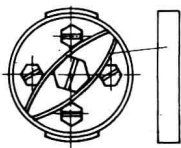
簧為可換性，在分析中顯示裝配彈簧之成本為最高；在其彈簧本身上由之可得主要目的之變更設計，使用較為簡單之彈簧造型，並使裝配工作亦大為簡化。

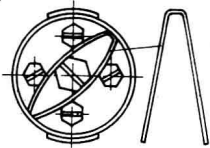
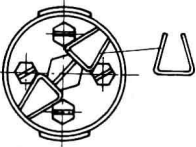
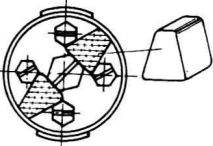
表 1.1 實際情況之功能分析

編號	名 稱	功 能	造 價	
			馬克 / 100 件	%
1	調節板 (無螺釘)	備裝螺釘及銷支承 彈簧	7.44	8.5
2	彈簧	螺釘之保險	15.07	17.2
3	銷	支承彈簧	1.66	1.9
4	銷	支承彈簧並軸向上 保險	2.76	3.1
5	保險片	彈簧之保險	0.24	0.3
6	安裝彈簧及保險		60.75	69.0
	合 計		87.92	100

表 1.2 示各種不同之解答，使與現有之設計作功能方面之比較，表 1.1 內之第 1 項功能（使彈簧在軸向上作固定之安全釘）可由旋入調整板而完成。

表 1.2 技術上可行方法之比較

編號	新設計	優 點	缺 點	附 註
1	無銷釘 	件數少	停止位置之彈力為一般螺釘而言可能不足	不予改進因下面 2 及 3 為較佳
2	直彈簧片 	二枚簡單相同彈簧可省去銷，孔，裝配及保險等件	彈簧在不利之情況不可能彈出螺釘之位置	可進一步製成模型試驗之

編號	新設計	優點	缺點	附註
3	一枚彎成之彈簧片 	祇改成一枚彎折成型之彈簧片其餘與2同	裝配可能較2為稍難	可進一步製成模型試驗之，可能為最佳之設計
4	兩枚梯形彎彈簧 	兩枚同樣彈簧為工	彈簧較2及3為貴彎折過甚可能發生折斷	不必進行
5	用橡膠或塑膠切 	簡單零件裝配簡單	停止位置需力可能不足常調節時可能摩損	可做模型試其持久性

由上述(表1.2內)之功能比較，並進一步再作成本比較，可顯示較有利之解答為第2號及第3號，(表1.3)。

最後之分析結果以第3號解答為最有利。

表1.3 各種方法之價格比較

編號	價格種類	現況	方法2	方法3
1	材料(1-5)	27.17		
	安裝費	60.75	14.40	13.72
	調節板		3.75	3.75
	彈簧		5.48	5.58
2	比較價格馬克/100件	87.92	23.63	23.05

編號	價 格 種 類	現 況	方法 2	方法 3
	比較價格%	100	26.80	26.1
	發展試驗費		800	1000
	利潤回收率/年		0.1	0.1

1.3.4 結論 上文各節所述乃專依功能與經濟上之觀點，對設計工作有所提示，此自不為設計要點之全部，在設計上對式樣之時代趨向與使用者之習慣，亦有極大之影響，有如在汽車，家用電器或機具與傢具等等為然。在此等產品上其外型之設計對產品之成功（易銷）而言，極為重要，製造較難而較貴之設計，常為較多顧客所喜愛，甚至以其非屬一般標準之形式而願償付以高價者，乃在其心理上所謂特殊之意態也。

設計者必須在某種產品上，除其須完成固有之任務而外，對其造型之趨向予以特殊之留意與顧及。在此方面目前已有多數學院及研究單位，致力於所謂“市場研究及分析”方面，自須予以注意之。

1.4 參考資料

DIN-Taschenbuch 1: Grundnormen für die mechanische Technik

DIN-Taschenbuch 2: Zeichnungsnormen

Bachmann/Forberg: Technisches Zeichnen, B.G. Teubner Verlagsgesellschaft mbH, Zurich

Brandenberger, H.: Funktionsgerechtes Konstruieren, Schweizer Verlagshaus AG, München

Richter, R.: Form- und gußgerechtes Konstruieren, Deutsche Verlag f. Grundstoffindustrie, Leipzig

Rodenacker, W.G.: Methodisches Konstruieren, Springer-Verlag, Berlin

Rognitz/Kohler: Fertigungsgerechtes Konstruieren im Maschinen- und Gerätebau, B.G. Teubner Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart

VDI-Richtlinie 2801: Wertanalyse-Begriffsbestimmungen
und Beschreibung der Methode, VDI-Verlag, Düsseldorf
VDI-Richtlinie 2802: Wertanalyse-Vergleichsrechnung, VDI-
Verlag, Düsseldorf