

大學叢書

經驗計畫

劉仙洲編譯

商務印書館發行

大學叢書
經驗計畫

劉仙洲編譯

國立清華大學叢書之四

商務印書館發行

序

本書係鄙人教授清華大學機械工程系及電機工程系二年級經驗計畫時所編譯,去年冬季,即已脫稿,今就假期之暇,重加以整理而付之梓。

校中對於本學程所採課本係 L. D. Hayes 所著之 Empirical Design 一書,鄙人隨教隨譯,遇有不足之處,即酌採他書加以補充,至原書內容,則除一二不清晰之照片以外,幾完全容納在內。

參考之書,計有 D. A. Low 與 A. W. Bevis 合著之 A Manual of Machine Drawing and Design; O. A. Leutwiler 所著之 Elements of Machine Design; D. S. Kimball 與 J. H. Barr 合著之 Elements of Machine Design; R. E. McKay 所著之 The Principles of Machine Design; A. W. Smith 與 G. H. Marx 合著之 Machine Design 等書。至原書外採集之教材,則以第一種為最多。

書中所用專門名詞,初編譯時頗感相當困難,最近整理,始大體以鄙人編訂之英漢機械工程名詞為準,一面並將原名詞附於各名詞之後,以備參照。

本書程度,可作大學機械工程系及電機工程系二年級之課本,其性質一面可補機件學之不足,一面可為機械計畫之初步,如每週講演兩小時,計畫製圖三小時,至少可供一學

期之用。

劉仙洲.廿三,八,八,於 國立清華大學工學院。

目 錄

第一章 總論

頁數

1.機械計畫之定義.....	1
2.計畫機械時應注意之點.....	1
3.經驗計畫之定義.....	2
4.新式計畫中之經驗方法.....	3
5.應用方法.....	3
6.經驗公式.....	7

第二章 螺旋連結

7.普通式樣	10
8.螺旋線之種類.....	11
9.螺釘	12
10.阻止螺釘隨螺母迴轉之方法.....	17
11.(a)機械螺釘	17
(b)聯結螺釘	19
(c)螺錐釘	19
(d)柱狀釘	20
(e)雙頭螺釘	21
(f)汽車螺釘	21

12. 螺 母 鎖	23
(a) 緊 壓 螺 母	24
(b) 礮 壘 式 螺 母	26
(c) 船 舶 螺 母 鎖	26
(d) 開 縫 螺 母	27
(e) 鎖 墊	28
(f) 螺 母 停 止 飯	30
13. 墊 圈	31
14. 螺 旋	34
(a) 帽 螺 旋	34
(b) 機 械 螺 旋	36
(c) 固 定 螺 旋	38
15. 連 木 螺 旋	39
(a) 木 螺 旋	40
(b) 吊 架 螺 旋 或 柱 狀 木 螺 旋	41
(c) 木 螺 旋 釘	41

第三章 鍵與斜梢

16. 鍵 之 應 用	42
17. 鍵 之 分 類	42
18. 鞍 形 鍵	42
19. 平 鍵	43

20.埋頭鍵.....	43
21.埋頭鍵之式樣與各部分之比例	44
22.直鍵	46
23.斜鍵	48
24.直鍵與斜鍵之比較	48
25.滑鍵	49
26.全軸滑鍵	52
27. Woodruff 鍵.....	54
28.鍵槽與鍵座	57
29.斜梢	57
30.鍵轂	59

第四章 軸及軸之配件

31.軸	60
32.鍵槽	61
33.聯軸節或靠背輪	62
34.永久聯軸節	63
35.套管或筒形聯軸節	63
36.無鍵聯軸節或摩阻聯軸節	68
37.分筒聯軸節或分箱聯軸節	64
38.賽勒氏錐形聯軸節	65
39.生鐵突緣聯軸節	66

40.船舶或實體突緣聯軸節	69
41.通用聯軸節或胡克氏聯結	70
42.歐氏聯軸節	71
43.撓性聯軸節	72
44.接合聯軸節	73
45.牙接合器	74
46.摩阻接合器	79
(a)圓錐接合器	80
(b)徑擴接合器	81
(c)圓盤接合器	81
(d)帶閘接合器	82
47.軸環	82

第五章 軸之固定附件

48.普通性質	85
49.軸承之目的與性質	85
50.軸承之式樣	86
51.軸承之調整	88
52.實體頸軸承	90
53.分裂或分部頸軸承	90
54.加鉛軸承各部之比例	91
55.軸瓦	96

56.軸承襯	99
57.軸承面積	99
58.軸承內壓力之強度	100
59.四部軸承	101
60.樞軸承	105
61.軸承托架	105
62.地架與底飯	106
63.牆架	107
64.牆承架	110
65.吊架	112

第六章 傳動機件

66.總說	117
67.皮帶輪	117
68.帶	121
69.革帶	122
70.手輪	124
71.齒輪之通性	125
72.輪齒各部之比例與性質	127
73.製齒輪所用之材料	130
74.正齒輪各部之比例	131
75.斜齒輪各部之比例	133

76.螺輪或蝸輪	135
77.商業齒輪	137
78.凸輪	138

第七章 管與管之配件

79.管之種類	142
80.熟鐵管及鋼管	142
81.受內部壓力之管之厚度	147
82.管之螺旋線	149
83.管之接頭	150
84. Armstrong 管接頭	151
85.突緣接頭之節環	152
86.美國之標準管緣與突緣配件	152
87.突緣	152
88.配件	157
89.彎管	172
90.瓣	174

經驗計畫

第一章 總論

1. 機械計畫(Machine Design)之定義 機械計畫者,係機械未經製造以前,考定其各部之形狀,大小,所用材料及各部相互之關係之學科也。

2. 計畫機械時應注意之點 計畫一機械,應注意之點約有以下十一項:

(a) 機構選擇適宜(Adaptation)。此層包括欲使所計畫之機械完成一定之工作,其機構之組合應力求簡單,其動力或運動之傳達則應力求直接,更須注意管理或使用機械者之方便。

(b) 各件之強度(Strength) 各件之強度,須能支持其所受之力或所傳之力,務使工作時不但不致破壞,並不致變形(Strain)太甚,影響機械運動之精確度。

(c) 工廠設備上之便利(Facilities) 計畫機械上之某件時,應注意製造廠中設備之情形,倘無適當之設備,可斟酌改用他件代之,此為工廠設備影響於計畫,惟若所

擬製造之某件需要之數目甚多,或係本廠長期之出品,有時可專爲此件增加設備,此爲機械計畫影響於設備。兩者須斟酌實際情形而定。

(d)所製造之機械之數目(Number of Machines to be built)

(e)製造與工作上之方便(Convenience of Manufacture and of operation)

(f)標準零件之採用(Use of Standard parts)

(g)重量(Weight)

(h)機械與工人之安全(Safety of machine and operator)

(i)放潤油方便(Lubrication)

(j)運搬方便(Transportation)

(k)外觀(Appearance)

3.經驗計畫之定義(Definition of Empirical Design) 當一

機械部分之計畫,非係根據理論機械計畫(Rational machine design)之原理,只根據相同之其他機械部分已成之結果比例計畫時,謂之經驗計畫。此種計畫之根據,或係得之於計畫者個人之經驗,或係得之於其他計畫者經驗之記載,或係得之於專爲此計畫而作之試驗。當關於理論計畫之公理與定律未經發現,使機械計畫成爲一精密之學科以前,所有計畫皆係經驗性質。最初一機之計畫,可視爲完全根據計畫者之揣測。製成以後,遇某件先行破壞,則易以較爲粗大者,遇某件變形過甚,則易以較爲堅固者,甚至重行選擇較爲適宜之材料。

此種事實,有時謂之機械之演進 (Machine evolution)。雖可由之得到不少極有價值之經驗,製成不少極為適用之機械,惟顯然有下列兩種劣點:

(a)使一種新機械達到完善之地步,需時太久,極不經濟。

(b)原來失之過強之部分,不能測出,材料與工作上難免有不甚經濟之點。

4.新式計畫中之經驗方法 (Empirical Methods in Modern Design) 當關於計畫某一機件之定律(Laws)已經發現以後,則關於該件之經驗計畫方法,多被代替,用新方法(有時謂之 Rational machine design. 有時謂之 Analytical method) 計畫,所得之結果,對於舊日之計畫,有時發生較大之改變,證明前此所用之方法,失之不經濟,但普通則變化極微。就此情形察之,倘繼續對於理論計畫或解析方法之原理與定律加以研究,則經驗計畫方法,將來似有全被廢棄之一日。但實際上有兩種機件之計畫,經驗方法似仍有繼續保留之可能。即第一形狀極為複雜之部分,應用解析方法之原理,縱非絕對不可能,亦屬極困難者,第二應用甚多之部分,其大小雖能按理論方法加以計算,但若根據已算出之數種大小,按經驗方法計畫其中間之多種大小,則比較經濟甚多者。故經驗方法,在新式計畫中,仍佔相當之地位也。

5.應用方法 (Method of Application). 經驗方法多應用

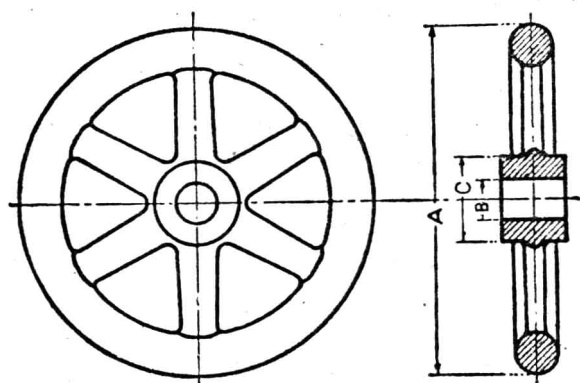
於需用甚多,情形相似,已製成多數標準大小,在市面上極易購置之機件,且其價值較單行計畫與製造者特低,又製造廠中對於其所出機器之某件亦往往按經驗方法計畫多數大小不同者,以便分別配用於所出機器之上,惟此種零件,除與其完全機器相連外,不單獨見於市面耳。

一種機械上有若干部分係根據理論計畫方法,規定多數不同之大小,復有若干部分係根據舊方法或經驗方法規定多數不同之大小,無論就此兩種中之何種論,其中間之大小或有時兩極限範圍稍外之大小,均可根據已規定之大小按變化律(Law of variation)規定之,且普通恒可用畫法求之,將已知各件之大小表示於一圖,則一種新計畫應有之大小,可比較求出之,其結果亦多甚合宜。

因除一圓與一直線以外,至少須有四點方能規定一曲線,故除曲線之性質已知外,點數不宜過少,所有之大小須為四點之標名大小(Nominal size)及與四點標名大小相當之尺寸,所謂標名大小者,即給此大小以機件之名稱者也,例如手輪外直徑是,若稱一4吋手輪,意即一外徑4吋之手輪,他部尺寸多依之為根據而推算其大小,且所選之四種標名大小須能代表所求大小之全部範圍(實際上有時微出兩極限以外,仍可應用,)將標名大小按適宜尺寸畫於橫座標上,並在各點各豎一縱線,在各縱線上,按一種適宜尺寸,將某件與標名大小相當之已知大小畫上,所選擇之尺寸,須能清晰的表出

製造此件時，所需一時最小之分數，至於此分數之實在大小，可由製圖員個人之判斷定之。判斷之標準，則與下列數點有關：(一) 機件之大小，(二) 其大小是否須再用他種機械，(三) 如與他件互相裝置，所需裝置之性質如何。在不再工作之鑄造物，除去極小者外，此分數多不使大於十六分之一時，但在大鑄造件，有時大至四分之一或甚至半時。經過與任一尺寸相當之各縱線上之各點畫一曲線，則此線必代表此種尺寸對於此機件標名大小之變化。此曲線對於各縱座標之交點則與已知數值按同一尺寸給出此一部相當尺寸之大小。

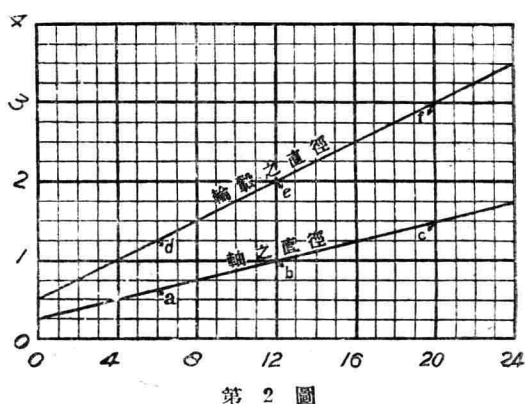
例如第 1 圖所示之手輪，設手輪之外徑為 $6''$ ， $12''$ 與 $20''$ 時，軸之直徑為 $\frac{5''}{8}$ ， $1''$ 與 $1\frac{1''}{2}$ 欲求數個標名大小 (即尺寸 A) 適合之軸之大小 (即尺寸 B)。如第 2 圖，在底



第 1 圖

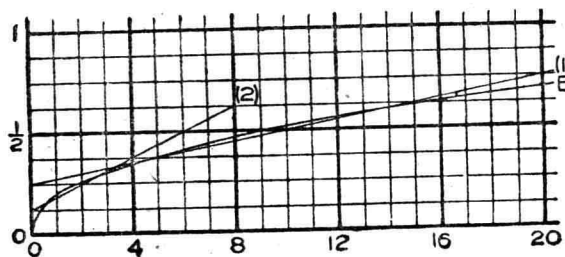
線上，畫出標名大小，並在與 $6''$ ， $12''$ 與 $20''$ 大小相當之縱線上，按規定尺寸，截 $\frac{5''}{8}$ ， $1''$ 與 $1\frac{1''}{2}$ 得出 a, b 與 c 三點。因此三點位於一直線上，故在此題已無須再求第四點。此直線即代表尺寸 B 之變化律。由此線與各縱線之交點，即可測定所求之軸之

直徑。如 16" 之手輪，其軸之直徑為 $1\frac{1}{4}$ " 同一方法，經過 d, e, 與 f 三點之直線，可測定相當之各手輪之輪轂之直徑。



第 2 圖

普通論之，倘連結各點之直線不為一直線，如第 2 圖所示，而為一曲線如第 3 圖所示，圖中橫座標代表軸之直徑，縱



第 3 圖

座標代表軸承上所鑲耐磨錫 (Babbitt) 之厚度，圖中曲線則代表兩者之關係，由前述方法之任一種，(即計

畫者之經驗，其他計畫者之記載，或試驗之結果，) 已知當軸之直徑為 2", 5", 9", 與 15" 時，耐磨錫之厚度為 $\frac{1}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{2}$ " 與 $\frac{5}{8}$ " 連此四點所得之線 B 係一曲線。根據此曲線，可求其他大小之軸所須耐磨錫之相當或適宜厚度。此種曲線即可就現在之情形而應用之。即當需用某標名大小相當之某部尺寸時，即可在曲線上直接查出。或將曲線之公式求出，用時將標名大小

之數值代入公式,而算出某部相當尺寸之大小,或將製造時所有需用之大小均就曲線查出而列爲一表,以備應用,在此三種方法之中,第三種爲製圖室應用最便利之一種,而前兩種則能將一機件上各部尺寸之關係,表示較爲明顯。

6. 經驗公式 (Empirical Equations). 用公式比較簡練,且極易表出任意兩尺寸彼此相互之關係,若用曲線法,則只能表示各尺寸對於標名大小之關係,因此之故,在本書上用公式法最多。

應用一直線公式之傾斜式 $y = mx + b$, 於第 2 圖上之曲線,並應用第 1 圖上之符號,得

$$B = \frac{1}{16} A + \frac{1''}{4} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{與 } C = \frac{1}{8} A + \frac{1''}{2} \dots\dots\dots (2)$$

因輪轂之直徑若依軸之直徑變化,較依手輪外直徑而變化,尤爲方便,故合併(1)與(2)兩式,削去 A ,則得

$$C = 2B \dots\dots\dots (3)$$

測定第 3 圖上曲線 B 之公式,則不如此簡易,但若將所有與件 (Data) 遷移於對數方格紙 (Logarithmic cross-section paper) 上,如第 4 圖,則極易得出,直線 B_1 極近似的經過已知各點,此線之公式爲

$$\text{Log } B = 0.465 \log A + \log 0.18 \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{由此得 } B = 0.18 A^{0.465} \dots\dots\dots (5)$$