

金屬加工設備 說明書編製指南

Е. И. 卡爾比林 著



國防工業出版社

內 容 介 紹

本書講述了編製設備說明書的一般問題，並較詳細地敘述了編製金屬切削車床以及鍛壓與鑄造設備說明書的方法。

本書適用於具有中等和高等技術文化水平的工程技術人員學習和參考。

Е. И. Гальперин
РУКОВОДСТВО ПО
ПАСПОРТИЗАЦИИ
МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО
ОБОРУДОВАНИЯ

Государственное научно-техническое издательство
машиностроительной литературы
Киев 1949 Москва

本書係根據國家機器製造書籍出版社
一九四九年俄文版譯出

金屬加工設備 說明書編製指南

〔蘇〕卡爾比林 著

胡志麟 譯

劉廣容 校

國防工業出版社出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第 074 號

北京新中印刷廠印刷 新華書店發行

書號：0031·787×1092 1/16·10印張·203,500字

一九五六年一月第一版

一九五六年一月北京第一次印刷

印數：1—3,000冊 定價：1.57元

前 言

若要最合理的利用設備就須對機器有一個全面的概念。機器說明書內集中地敘述了這些概念——用途、主要尺寸、運動速度、工作機構的允許負荷及附帶工夾具的數量與性能等。製編說明書是一件繁重的工作，同時編製的過程還需要做好有關的準備工作。

本書包括三個部分。第一部分中講述編製設備說明書的一般說明、傳動系統圖的基本原理、機器傳動與運動計算的基礎及主要零件的驗算。

本書第一部分中敘述的材料在編製本指南所未包括的機器說明書時也是非常適用的。

第二部分詳述了金屬切削機床說明書的編製問題。

第三部分是鍛壓與鑄造設備的說明書編製說明。

這兩部分所包括的各式機床與機器是按地方工業系統所有數字編製的，所以是有限的。

由於限於技術能力及在編製說明書時大部分是在分散於外省的勞動組合內編製的，因而校準零件材料的求法部分地會有不可避免的錯誤，書中僅列舉了一些計算的簡單方法。例如：齒輪的檢查只局限於齒的強度的計算，所以勿須再用如大家知道的最現代的與有論證的、但也是難解的方法（別特魯謝維赤 A. H 的方法），而其他零件的計算均屬於這種方法之內。

本書適用於具有中等和高等技術文化水平的技術工程人員學習和參考。

目 錄

前 言

編製說明書的一般說明

I、傳動系統圖的測繪與編製	1
II、傳動與運動的計算	4
1. 轉數或每分鐘往復行程的求法	4
2. 運動速度的求法	5
3. 效率、二倍扭轉力矩及有效功率的求法	6
4. 工作力的求法	8
III、驗 算	9
1. 傳動皮帶許用強度內圓周力的求法	9
2. 齒輪強度的計算	16
直齒圓柱形齒輪	16
斜齒或人字齒圓柱形齒輪	19
圓錐形齒輪	20
3. 蝸輪傳動計算	21
4. 鏈條傳動計算	21
5. 摩擦離合器的計算	23
錐形離合器	23
多盤（多片式）離合器	23
環形離合器	24
6. 軸承計算	24
軸承負荷的求法	24
直齒圓柱形齒輪	24
斜齒圓柱形齒輪	25
直齒圓錐形齒輪	25
蝸桿傳動	26
皮帶傳動	27
鏈條傳動	27
滑動軸承計算	29
滾動軸承計算	30
7. 軸的計算	31

金屬切削機床

I. 機床主體運動的傳動計算	33
1. 轉數或往復行程數的計算	33
塔輪機床	33
帶變速箱的機床	34
帶可換齒輪的機床	35
2. 主體運動速度的計算	35
龍門鉋床	35
曲軸連桿的機床	35
搖動連桿的機床 (牛頭鉋床、插床)	35
旋轉連桿的機床	38
3. 進給量的計算	39
普通車床	39
六角車床	39
鑽床	40
銑床	40
鉋床及插床	41
外圓磨床	41
平面磨床	41
齒輪銑床	42
4. 快速定位移動	42
II. 額定扭轉力矩、工作力及功率 (傳動方面的) 的求法	43
額定工作力的求法	43
III. 機床的驗算	44
1. 最薄弱環節許用強度範圍內, 主軸上二倍扭轉力矩的求法	44
2. 鉋床及插床主體運動機構最大許用力的求法	46
牛頭鉋床	49
龍門鉋床	47
插床	48
3. 進給機構的計算	48
IV. 說明書空白表格的填寫	49
1. 所有型式機床的通用表格填寫	49
2. 普通車床	53
3. 六角車床	54
4. 鑽床	55
5. 臥式 (萬能) 銑床	55

6. 立式銑床	56
7. 牛頭鉋床	56
8. 龍門鉋床	56
9. 插床	57
10. 外圓磨床	58
11. 平面磨床	60
12. 齒輪銑床	64
V. 金屬切削機床說明書的計算實例	65
帶變速箱與進刀箱的普通螺絲車床說明書的計算實例	65
1. 主軸轉數的求法	65
2. 進給量的求法	67
3. 機床效率的求法	71
4. 機床主軸上二倍扭轉力矩的求法	71
5. 按 $2 M_{\min}$ 進行 N_9 的計算	75
6. 根據機構強度計算進給力	75
帶塔輪與跨輪的普通螺絲車床說明書的計算實例	78
1. 主軸轉數的求法	78
2. 進給量的求法	78
3. 機床效率的求法	78
4. 機床主軸上二倍扭轉力矩的求法	79
5. 所需最大功率的求法	84
臥式銑床（萬能銑床）說明書的計算實例	85
1. 主軸轉數的求法	85
2. 進給量的求法	88
3. 機床效率的求法	90
4. 機床主軸上二倍扭轉力矩的求法	90
5. 有效功率的計算	95
6. 按主體運動機構的強度有效功率 N_9 的計算	95
7. 進給機構強度範圍內最大切削力的計算	97
牛頭鉋床說明書的計算實例	97
1. 每分鐘往復行程數的求法	98
2. 進給量的計算	99
3. 機床效率的求法	99
4. 根據電動機的功率計算連桿齒輪軸上的二倍扭轉力矩	99
5. 主體運動機構強度極限內連桿齒輪軸上二倍扭轉力矩的求法	100
6. 有效功率的計算	102
7. 所需最大功率的計算	103

8. 切削力的求法	103
9. 切削速度的計算	104

鍛壓與鑄造設備

I 汽 錘	107
1. 一般說明	107
2. 夾板式或皮帶式摩擦錘說明書的填寫	108
II 壓力機和剪床	109
1. 摩擦壓力機	109
2. 偏心沖床與曲軸沖床	112
3. 摩擦壓力機說明書的填寫	113
4. 偏心沖床與曲軸沖床說明書的填寫	114
5. 槓桿拉深機說明書的填寫	115
6. 臥式剪床說明書的填寫	116
7. 滾剪機說明書的填寫	117
III. 抽絲機	118
1. 鏈式抽絲機	118
2. 滾筒式抽絲機	119
3. 鏈式抽絲機說明書的填寫	119
4. 抽絲機說明書的填寫	120
IV. 鑄造設備	120
1. 化鐵爐說明書的填寫	120
2. 滾壓機說明書的填寫	121
3. 球磨機說明書的填寫	122
4. 手用造型機說明書的填寫	123
5. 清理鑄件用滾筒說明書的填寫	123
6. 噴砂裝置說明書的填寫	123
參考文獻目錄	124
附錄 1. 機械圖紙傳動系統的簡略符號	125
附錄 2. 車床說明書格式	130
附錄 3. 鑽床說明書格式	134
附錄 4. 臥式銑床、萬能銑床說明書格式	138
附錄 5. 圓磨床說明書格式	142
附錄 6. 牛頭鉋床說明書格式	146
附錄 7. 附表格式 (即以上各種說明書的 3~6 頁)	150

編製說明書的一般說明

I. 傳動系統圖的測繪與編製

爲了合理地運用設備必須要有敘述機器結構、機器傳動、運動與使用特性的數據。這些數據應該在機器的說明書內獲得了解，而說明書的編製是一件重要而繁重的工作。

在編製各組設備的說明書時必須編訂一個工作日曆計劃，並且計劃一定要取得車間行政的同意。同時應當了解在需要編製說明書的設備中是否有相同型別、樣式及尺寸的備用機床。工作必須根據日曆計劃所規定的順序按進度有次序地進行。在完成所有順序工作之後方可着手編製說明書。

在編製說明書之前必須把屬於該機器的全部資料收集齊全：製造廠的出品目錄、技術條令守則、圖紙、原有的說明書及記載更改或改裝等的報告表。

爲了避免反工、修改及再次的測繪等必須遵照下列步驟進行工作：

- 1) 測繪與編製傳動系統圖；
- 2) 傳動與運動的計算；
- 3) 強度與耐磨性的複驗計算；
- 4) 填寫資料。

機器的測繪工作由二個說明書編製員組成的工作組負責：其中一人繪製略圖並將有關數據記入略圖及大略地填寫說明書的空白，而第二個人則直接地測量。

說明書編製員應具備全付測繪工具：外卡鉗、內卡鉗、游標卡尺、鋼捲尺或米度尺、螺紋量規、粉筆、直鋼尺、一套硬度校準銼或保爾基（Полюди）測定儀、轉速表或轉數計算器、計算尺和繪圖板。

測繪工作要和機器個別部件的分解工作聯繫起來，經常是在休假日、換班時間或者最好是在機器進行修理的期間來進行。分解、裝配與調整均由專門的修理鉗工來完成。

在着手繪製略圖之前必須要對機器的工作情況、變換速度及操縱機器的方法有一個清晰的概念。而求解計算尺寸更應特別細緻，如計算齒輪和鏈輪的齒數、絲槓的頭數與螺距、皮帶輪及離合器等直徑。

在可疑的情況下建議進行再次測繪。爲求齒輪模數而測量外徑時可用下式。

$$m = \frac{D_{\text{H}}}{z + 2} \text{ 公厘,} \quad (1)$$

式中 m ——模數，公厘；

D_E ——外徑，公厘；

z ——齒數。

如果求解直徑遇有困難，那麼求解模數可將紙放在齒輪端面上壓印出齒痕求得。根據壓痕測量的節圓節距以公厘計算，以 π 除之可得模數。求解齒條模數同樣採用這種方法。

其他國家裡通用英制，齒輪是按徑節來計算的。

$$D_p = \frac{z}{D''}, \quad (2)$$

式中 z ——齒數；

D'' ——齒輪節圓直徑，英吋。

徑節換算模數公式

$$m = \frac{25.4}{D_p}. \quad (3)$$

在表 1 內列有模數與徑節的標準值及其有關的節距。

表 1

齒輪嚙合的模數

模 制				英 制					
				徑 節					
				$D_p = \frac{25.4}{m}; \quad m = \frac{25.4}{D_p}$					
節距 公厘	模數 公厘	節距 公厘	模數 公厘	徑節 英吋	模數 公厘	節距 公厘	徑節 英吋	模數 公厘	節距 公厘
4.71	1.5	14.24	4.5	1	25.4	79.8	6	4.23	13.29
5.5	1.75	14.92	4.75	1 $\frac{1}{4}$	20.32	63.84	7	3.63	11.40
6.28	2.0	15.71	5.0	1 $\frac{1}{2}$	16.93	53.19	8	3.17	9.96
7.07	2.25	17.28	5.5	1 $\frac{3}{4}$	14.51	45.58	9	2.82	8.86
7.85	2.5	18.85	6.0	2	12.7	39.9	10	2.54	7.98
8.64	2.75	20.42	6.5	2 $\frac{1}{4}$	11.29	35.47	11	2.31	7.26
9.43	3.0	21.99	7.0	2 $\frac{1}{2}$	10.16	31.92	12	2.12	6.66
10.21	3.25	23.56	7.5	2 $\frac{3}{4}$	9.23	29.0	14	1.81	5.69
11.0	3.5	25.13	8.0	3	8.47	26.61	16	1.59	5.0
11.78	3.75	26.70	9.0	3 $\frac{1}{2}$	7.26	22.81	18	1.41	4.43
12.57	4.0	28.27	10.0	4	6.35	19.95	20	1.27	3.99
13.35	4.25	29.84	11.0	5	5.08	15.96	22	1.15	3.61

決定齒輪及其他零件的材料，鑑定零件的強度，如果沒有原製造廠的資料，這項工作將是很複雜的，因為在大多數的情況下依靠試驗研究是不能完成此項工作的。

齒輪強度可以由它的硬度來鑑定，硬度的測定可用保爾基測定儀或一套硬度校準銼來進行，用一套硬度校準銼作試驗一般先用最軟的銼，而後漸次更換，直到最後某一個銼已不能銼下金屬屑為止。被試驗材料的硬度等於較最後一個銼軟一號的銼的硬度。

常用的一套細銼*

銼 刀 號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
“布列聶爾”硬度 H_B	180	200	230	260	300					
“勞克維爾”硬度 C 號 H_{RC}					33	40	45	50	56	62

在測量皮帶輪的直徑時可能會遭遇一些困難，如有防護裝置或者是另外的一些障礙阻礙外卡鉗的測量，在這種情況下可用一段細線來測量圓周長度或在皮帶輪的皮帶上打下記號。測量值以 π 除之即得直徑尺寸。

決定原動機構（電動機、傳動軸）轉數是用轉速表或轉數計算器在一天內不同的時間進行數次測量的平均數來求得的。測量是在主體運動最大轉數及搭接所有輔助運動的情況下空轉進行。

如測量結果與電動機標牌上所示數據稍有偏差時（在 3~4% 的範圍內），則仍以表列轉數為準。

工作到此階段可開始進行個別組零件與零件的草圖繪製，然後將這些草圖填入說明書的表格內（機床主軸端面草圖、陽模裝夾草圖等），而同時還要編繪操縱整個機器的線路圖及操縱機器個別機構的草圖。

測繪與編製略圖的工作結束之後，建議仔細地檢查一遍以防編製說明書的某些必要的數據漏掉，因為即使忽略了一個傳動環節的測繪都須要再次地分解機器。

測繪完了之後馬上開始將草圖謄在附有齒輪一覽表的傳動系統圖與操縱系統圖的清本上。此工作不能拖延，因為在車間內作的記錄與繪製的草圖是有條件性的並且也較潦草，所以時間拖久對編製員來說不會記憶得非常清楚。

傳動系統圖應繪製在一個最標準的機器投影圖上，而且最好將機器的外廓（殼體）也繪製上。機器殼體的劃線如同所有的輔助線與引出線一樣其寬度為 0.2 公厘，軸與中心線以 1 公厘寬度的劃線描繪。其餘所有劃線寬度則取 0.5 公厘。

如果必須把傳動系統圖的某一部分移繪成另外的投影圖，那麼這一部分可在外廓圖的範圍以外劃出。如果當傳動系統圖移繪成展開圖時，運動組合（例如齒輪）中間失掉了連接，則可用弧號或清楚的說明將其連接起來。當然立體圖可作為例外。傳動系統圖上的操縱手柄如機器標牌上的一樣，要用同一的順次標記也以同樣的方法描繪，以便換速時有一個清楚的概念。根據系統圖幅面的複雜程度不同可取 α_4 或 α_5 標準幅面作為標準。

* 參見 B. B 薩斯果里斯基著一九四七年第六期“蘇聯機床製造工業部技術通報”。

電動機的性能、皮帶輪的直徑與寬度及絲槓的頭數與螺距可直接在傳動系統圖上標出。齒輪則按次序沿傳動鏈進行編號，有關齒輪的數據說明填寫到系統圖的一覽表內。

表 2

齒 輪 一 覽 表 的 格 式

部 件				
圖 上 編 號	1	2	3	4
齒 數				
模 數, 公 厘				
輪 緣 寬 度(齒長)				
材 料				
硬 度				

一覽表的格式如表 2 所示。傳動系統圖的簡略符號均列入附錄內。

操縱系統圖要繪製在一個最明顯的投影圖上(特殊情况可畫在兩個投影圖上)機器標牌上有代號的操縱手柄在操縱系統圖上同樣要標誌上,其餘所有手柄則以次序號碼編號。

操縱系統圖的幅面是 a_4 , 在系統圖上應繪有說明手柄用途的手柄明細表。

II. 傳動與運動的計算

機器的傳動與運動計算是用於求機器主體與輔助運動的轉數或速度以及在所有能夠變速的情況下來求傳動力與扭轉力矩。

1. 轉數或每分鐘往復行程的求法

如果主電動機所規定的轉數是 n_M , 那麼在旋轉運動時傳動鏈最後部分每分鐘的轉數將是。

$$n_M = n_M \times i, \quad (4)$$

式中 i ——整個傳動鏈的傳動比

$$i = i_1 \times i_2 \times i_3 \cdots i_n \quad (5)$$

此處 $i_1; i_2; i_3 \cdots i_n$ 是指傳動鏈中傳動組合的傳動比: 齒輪、蝸桿、鍊條及皮帶傳動的連接。

因此, 傳動鏈的傳動比即等於形成此傳動鏈運動組合的傳動比的積。

運動組合的傳動比用下列方法求得:

齒輪及鍊條傳動

$$i = \frac{z_1}{z_2}, \quad (6)$$

式中 z_1 ——主動輪的齒數;

z_2 ——從動輪的齒數。

蝸輪蝸桿組合

$$i_{\text{в.п}} = \frac{k}{z}, \quad (7)$$

式中 k ——蝸桿的頭數;

z ——蝸輪的齒數。

皮帶傳動或摩擦輪組合

$$i = \frac{D_1}{D_2} \times 0.98, \quad (8)$$

式中 D_1 ——主動皮帶輪的直徑;

D_2 ——從動皮帶輪的直徑;

0.98——皮帶滑動係數。

2. 運動速度的求法

傳動鏈最後部分作旋轉運動時，圓周速度與轉數之間的關係可用下面的公式來表示

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \text{ 公尺/分} \text{ 或 } v = \frac{\pi \times d \times n}{60 \times 1000} \text{ 公尺/秒}, \quad (9)$$

式中 n ——每分鐘的轉數;

d ——旋轉工具或工件的直徑，公厘。

在主要直線運動的情況下傳動鏈最後部分是下列組合中之一：絲槓和螺母，齒輪和齒條或曲軸連桿及連桿機構。

直線運動速度按下列公式求解：

螺旋組合和蝸桿——齒條組合

$$v = \frac{n_M \times i \times t \times k}{1000} \text{ 公尺/分}, \quad (10)$$

式中 n_M ——主電動機每分鐘的轉數;

i ——由主電動機到絲槓或蝸桿的傳動鏈的傳動比;

t ——絲槓或蝸桿的螺距，公厘;

k ——絲槓或蝸桿的頭數。

齒輪齒條組合

$$v = \frac{n_M \times i \times \pi \times m \times z}{1000} \text{ 公尺/分}, \quad (11)$$

式中 m ——齒條齒輪的模數，公厘;

z ——齒條齒輪的齒數。

曲軸連桿和連桿機構每分鐘往復行程數等於曲軸轉數。曲軸連桿機構內行程長度的平均運動速度是

$$v_{cp} = \frac{2 \times L \times n}{1000} \text{ 公尺/分,} \quad (12)$$

式中 L ——行程長度，公厘；

n ——每分鐘往復行程數（曲軸轉數）。

鉋床與插床連桿機構平均速度求解的公式列在本書的37頁。

3. 效率、二倍扭轉力矩及有效功率的求法

由主電動機帶動的機器其傳動有效功率是根據下列關係求出

$$N_g = N_M \times \eta, \quad (13)$$

式中 N_g ——有效功率，馬力；

N_M ——電動機的功率，馬力；

η ——機器的效率（簡寫 $\kappa. \Pi. \Delta.$ ）。

機器的效率由下列公式內求出

$$\eta = (\eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \cdots \eta_n) \times k, \quad (14)$$

式中 $\eta_1, \eta_2, \cdots, \eta_n$ ——主體運動傳動鏈中個別部分的效率（表3與表5）；

k ——輔助運動機構內功率消耗係數（表4）。

如果由一個總電動機來帶動數個相同的機器，則此種裝置的效率

$$\eta = \eta' \times \eta'' \times k, \quad (14a)$$

式中 η' ——由電動機到主體運動傳動鏈最後環節的傳動效率；

η'' ——由最後環節到同一機器主軸的傳動效率；

k ——進給機構內功率消耗係數（表4）。

根據公式(14a)可求多軸機床的效率。所用代號也是同樣的； η'' ——由主體運動傳動鏈最後一個環節到機床一個主軸的傳動效率。

主體運動軸上二倍扭轉力矩根據電動機的功率可用下面的公式求出

$$2M = \frac{1430 \times N_M \times \eta}{n}, \quad (15)$$

式中 $2M$ ——二倍扭轉力矩，公斤公尺；

N_M ——電動機的功率，馬力（1瓩=1.36馬力）；

η ——機器的效率；

n ——主體運動軸的轉數。

因為，實際上在測量時最簡便的方法不是測量半徑而是直徑，所以在編製說明書時在計算中均採用「二倍扭轉力矩」—— $2M$ 的求法。

表 3

傳動鏈各部分的效率

傳 動 部 分	效 率
無張力惰輪開式皮帶傳動.....	0.98
有張力惰輪開式皮帶傳動.....	0.97
三角皮帶傳動.....	0.96
齒輪傳動磨齒的圓柱形齒輪.....	0.99
齒輪傳動銑齒的圓柱形齒輪.....	0.98
錐形齒輪傳動.....	0.97
充分潤滑的情況下蝸桿的傳動:	
單頭蝸桿.....	0.68
雙頭蝸桿.....	0.76
三頭蝸桿.....	0.81
鍊條傳動:	
滾子鍊.....	0.96
無聲鍊.....	0.97
軸 承:	
滾動軸承.....	0.995
潤滑正常的情況下滑動軸承.....	0.97
潤滑特別好的情況下滑動軸承.....	0.98
連桿機構內的連桿與滑枕.....	0.90

表 4

輔助運動機構內功率消耗的係數 k

設 備 型 式	k
普通車床與鑽床.....	0.96
銑床.....	0.85
自動車床.....	0.92
空轉時有週期斷續進給的機床（鉋床、插床）以及用單個電動機作進給傳動的機床.....	1
齒輪銑床.....	0.8

表 5

由 1 次方到 10 次方的效率數值

η	η^2	η^3	η^4	η^5	η^6	η^7	η^8	η^9	η^{10}
0.96	0.922	0.885	0.849	0.815	0.782	0.751	0.721	0.693	0.665
0.97	0.940	0.912	0.885	0.858	0.832	0.807	0.782	0.759	0.736
0.98	0.960	0.941	0.922	0.904	0.886	0.868	0.850	0.834	0.817
0.985	0.970	0.956	0.941	0.927	0.913	0.900	0.886	0.873	0.860
0.99	0.980	0.970	0.961	0.951	0.942	0.932	0.923	0.914	0.905
0.995	0.990	0.985	0.980	0.975	0.970	0.965	0.961	0.956	0.951

對於天軸傳動的機器則採用反算式。計算按皮帶傳動的力先由傳動軸的扭轉力矩開始求解。

$$2M_{np} = \frac{P \times D \times \eta_p}{1000}, \quad (16)$$

式中 $2M_{np}$ ——傳動皮帶輪軸上的二倍扭轉力矩，公斤公尺；

D ——傳動皮帶輪的直徑，公厘；

η_p ——皮帶傳動的效率；

P ——皮帶傳動的圓周力，公斤。

主體運動軸上的二倍扭轉力矩可按下面公式求出

$$2M = 2M_{np} \frac{\eta}{i}, \quad (17)$$

式中 $2M$ ——主體運動軸上的二倍扭轉力矩，公斤公尺；

$2M_{np}$ ——傳動軸上的二倍扭轉力矩；

η ——傳動軸與主體運動軸相連接的傳動鏈的效率；

i ——由傳動軸到主體運動軸傳動鏈的傳動比。

在此種情況下傳動的有效功率是以下面公式來求解

$$N_s = 0.0007 \times 2Mn \text{ 馬力}, \quad (18)$$

式中 $2M$ ——主體運動軸上的二倍扭轉力矩；

n ——主體運動軸每分鐘的轉數；

N_s ——有效功率，馬力。

4. 工作力的求法

對於主體直線運動的機器來說，由傳動機構所傳導的力並非決定於工具與工件的尺寸，填寫到說明書內的工作力之值是按下面的公式得出的。

用絲槓和螺母或蝸桿和齒條傳動的主體運動

$$P = \frac{2M \times 2000}{(d_1 + d_2) \times \operatorname{tg}(\varphi + \rho)} - Q \times \mu, \quad (19)$$

式中 P ——工作力，公斤；

$2M$ ——絲桿上的二倍扭轉力矩，公斤公尺；

d_1 ——絲桿或蝸桿的外徑，公厘；

d_2 ——螺紋的內徑，公厘；

φ ——螺旋線的升角，度；

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{k \times l}{\pi \times d};$$

ρ ——摩擦角（鋼對青銅 $4 \sim 5^\circ$ ，鋼對鑄鐵 $6 \sim 7^\circ$ ）；

Q ——導軌上的正常壓力（鉋床則取等於工作台兩倍重量的力）；

μ ——摩擦係數（正常潤滑時 $\mu=0.1$ ，充足潤滑時 $\mu=0.05$ ）。

用齒輪和齒條傳動的主體運動

$$P = \frac{2M \times 1000}{m_p \times z_p} - \mu Q, \quad (20)$$

式中 $2M$ ——齒條齒輪軸上的二倍扭轉力矩，公斤公尺；

m_p ——齒條齒輪的模數，公厘；

z_p ——齒輪的齒數。

其他代號與公式（19）所述相同。

用曲軸連桿機構的主體運動

在滑枕以垂直運動帶動曲軸的情況下傳導作用力，其值是非常小的。

$$P = \frac{2M \times 1000}{L}, \quad (21)$$

式中 $2M$ ——曲軸上的二倍扭轉力矩，公斤公尺；

$L = 2r$ ——滑枕行程長度，公厘。

連桿機構的工作力見本書46頁。

II. 驗 算

驗算的目的是求出組成傳動鏈上各環節的零件在許用強度或耐磨性範圍內的最大的扭轉力矩與傳動力並將獲得的結果與機器傳動所傳導的力或力矩相比較。

1. 傳動皮帶許用強度內圓周力的求法

由天軸傳動的機器可按此種圓周力求傳動扭轉力矩。

這種計算方法是以所謂「計算滑動的關係曲線」為基礎。

皮帶傳動的圓周力

$$P = K_{\Pi} \times F \text{ 公斤。} \quad (22)$$

此處 F ——皮帶截面，平方公厘；

K_{Π} ——有效應力，公斤/平方公厘。

因為

$$F = b \times \delta, \quad (23)$$

式中 b ——皮帶的寬度，公厘；

δ ——皮帶的厚度，公厘，

所以

$$P = K_{\Pi} \times b \times \delta. \quad (24)$$

皮帶寬度 b 是根據皮帶輪寬度 B 按下面公式求得並化整為標準尺寸。

開式傳動

$$b = 0.9B - (9-13) \text{ 公厘。} \quad (25)$$

角度傳動

$$b = 0.83B - (10-14) \text{ 公厘。} \quad (26)$$

表 6

皮帶輪的寬度與皮帶的寬度

皮帶輪的寬度, 公厘.....	40	50	60	70	85	100	125	150	175	200	225	250	300
皮帶的寬度, 公厘.....	30	40	50	60	70	80	100	125	150	175	200	225	250
					75	85							275
						90							

皮帶材料內的初應力（初拉力）對所有的皮帶都取 $\sigma_0 = 0.18$ 公斤/平方公厘。

皮帶輪上皮帶的彎曲影響以皮帶厚度對小皮帶輪直徑的比例 $\frac{\delta}{D_1}$ 說明之。

皮帶有效應力, 公斤/平方公分, 可用下列公式求出

皮革帶
$$K_{\Pi} = 29 - 300 \frac{\delta}{D_1}, \quad (27)$$

塗膠皮帶
$$K_{\Pi} = 23.2 - 100 \frac{\delta}{D_1}, \quad (28)$$

縫接棉織帶
$$K_{\Pi} = 22 - 175 \frac{\delta}{D_1}. \quad (29)$$

因為上述公式 (27, 28, 29) 所列的數值是在小皮帶輪的包角 $\alpha = 180^\circ$, 皮帶速度 $v = 10$ 公尺/秒及相等負荷的情況下獲得, 所以如此條件有變動時必須將最後結果乘以有關的修正係數。

因此

$$P = k_1 k_2 k_3 K_{\Pi} \times b \times \delta, \quad (30)$$

式中 k_1 —— 與小皮帶輪包角有關的修正係數;

k_2 —— 與皮帶速度有關的修正係數;

k_3 —— 與工作條件有關的修正係數;

K_{Π} —— 有效應力, 公斤/平方公厘。

係數 k_1 可按下面的公式求得

$$k_1 = 1 - \frac{180^\circ - \alpha^\circ}{10} \times 0.03, \quad (31)$$

也就是在包角大於 (有惰輪的情況下) 或小於 180° 時, 每 10° 的修正數將是 $\pm 3\%$ 。

開式傳動小皮帶輪的包角是按下面公式求得的