

飞机设计员手册

第 四 册

强度計算和重量計算

飞机設計員手册編輯委員会編



國防工業出版社

PDS

飞机设计员手册

第 四 册

强度計算和重量計算

飞机設計員手册編輯委員会編



國防工業出版社

內 容 提 要

本冊是飞机設計員手冊的強度計算和重量計算部分。
在強度計算方面，尽量照顧了設計計算和校核計算兩個方面的需要。書中對穩定性問題以及環形框的計算編入了較多的資料。重量計算方面的內容是根據日常積累的資料整理而成的。

本冊主要是供飞机設計、強度計算、重量計算人員使用，亦可供其他航空工程技術人員及航空院校師生參考。

飞 机 設 計 員 手 冊

第 四 冊

強度計算和重量計算

飞机設計員手冊編輯委員會編

*

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

國防工業出版社印刷廠印裝 內部發行

*

787×1092¹/₁₆ 印張 29¹/₄ 插頁 2 754 千字

1965 年 8 月第一版 1966 年 4 月第二次印刷 印數：2,501—4,500 冊

統一書號：N15034·076 定價：（科七）4.80 元

前 言

建国十五年来，在党的正确领导下，我国的航空工业有了很大的发展，飞机设计的队伍迅速壮大。多年来，广大飞机设计人员在从事设计和生产的工作中，很想有一部较为系统、完善的手册参考使用。为此，我们在上级的领导和关怀下，以及在广大飞机设计人员的积极支持下，编写了这部《飞机设计员手册》。

根据广大飞机设计人员在从事设计和生产工作中的需要情况，我们仅编写了下面五册：第一册符号、公式、数表；第二册材料、热处理、表面处理；第三册标准；第四册强度计算和重量计算；第五册飞机零、组件设计指南。对于飞机总体和部件的设计以及气动力计算等方面的内容暂未编入，这方面的内容待今后手册修订再版时，再加补充。

根据我国当前的设计、生产情况和今后发展的需要，本手册广泛搜集了国内外适用的有关资料。手册的内容以实用为主，力求精练。故对于各种公式的推导以及有关基本概念的描述方面，尽量从简。

本手册的使用对象主要是飞机设计人员，此外，亦可供其他航空工程技术人员和航空院校师生参考。

在手册编写过程中，得到有关单位的热情支持和帮助，我们在此表示衷心的感谢。

在编写这部手册时，对于内容的选取和校核虽然尽了一番努力，力求使手册达到正确可靠、全面系统、使用方便的要求，同时也广泛征求了设计、工艺人员的意见，但由于我们第一次进行编写工作，经验不足，加之资料缺乏，编写水平有限，错误和不足之处在所难免，诚恳地希望读者给予批评指正，以便再版时修订。

飞机设计员手册编辑委员会

1965年2月

序 言

本冊內容包括強度計算和重量計算兩個部分。強度計算主要取材于阿司塔霍夫等編的“飛機強度計算手冊”一書；同時參考其他文獻資料，做了適當的修改和補充。在取材上盡量照顧了設計計算和校核計算兩方面的需要。重量計算部分是根據飛機設計過程中我們所積累的一些常用零件重量計算資料，並參考有關文獻分析整理而成。由於力量和篇幅所限，只編入了零、組件的計算方法，對於飛機部件（如機翼、機身、起落架等）的強度和重量計算方法，均未編入。

手冊中的各種文字表量符號均符合國家標準（草案）和國際通用習慣。符號的上下標除了國際通用的（如 $\max$ 、 $\min$ ……）以外，一律採用漢語拼音縮寫。為查找方便，在附錄中列入了符號的縮寫和漢語拼音、漢字對照表。

本冊主要是供飛機設計、強度、重量計算人員使用，亦可供其他航空工程技術人員參考。

由於編寫人員技術水平所限，資料缺乏，加之時間較緊，在內容上謬誤之處在所難免，希望讀者指出錯誤，提出修改和補充意見，以便再版時修訂。

飛機設計員手冊編輯委員會

第四冊編寫組

1965 年 4 月

目 录

前言	3
序言	4

第二十九章 剖面的几何特性

一、基本公式	11
二、剖面的比較数据	12
三、梯形的重心	13
四、圓形实心剖面的計算数据	14
五、圓管的計算数据	17
六、流綫型管子的計算数据	25
七、剖面的計算数据	26
八、某些图形的面积、重心位置和对垂直軸 y 的慣性矩	33
九、波形板的特性比較表	35
十、物体的体积和慣性矩	36
十一、物体的表面积和慣性矩	40

第三十章 材料力学

一、拉伸及压縮	41
1. 計算拉伸及压縮的基本公式	41
2. 孔及切口的影响	42
3. 軋紋方向的影响	43
二、挤 压	43
三、剪 切	44
1. 变形图及变形功	44
2. 許用剪应力	45
四、扭 轉	45
1. 基本公式(适用于自由扭轉)	45
2. 閉合薄壁剖面	46
3. 扭轉时孔和切口对强度的影响	51
4. 扭轉时的破坏应力及塑性系数	51
5. 各种剖面的杆在扭轉时的慣性矩及应力	53
五、弯 曲	57
1. 弯曲的基本公式	57
2. 弯曲时的塑性系数	58
3. 梁受弯的計算公式	60
4. 有軸向載荷的橫弯曲	75

5. 連續梁	91
六、曲 梁	105
1. 应力和应变	105
2. 求中性綫曲率半徑的图解分析法	106
3. 計算曲梁的公式	106
七、强度理論	108
八、接触应力	109

第三十一章 結 构 力 学

一、弯曲时的剪切及剛心	113
1. 基本概念	113
2. 剛 心	113
3. 确定薄壁剖面的剛心	114
4. 开剖面的剛心	114
5. 閉剖面的剛心	115
6. 各种剖面的剛心位置	118
7. 求某些剖面受剪时的剪应力分布	121
二、剛 架	126
1. 积分公式 $\int_0^L M_1 M_2 dx$ 的計算表	126
2. 单跨不对称的鉸支双杆剛架	127
3. 基础为鉸支的等剖面支柱的矩形剛架	130
4. 基础为固持的等剖面支柱的矩形剛架	132
5. 双支点的矩形閉合剛架	135
6. 彈性基础的矩形閉合剛架	137
7. 基础为鉸支的支柱剖面不同的不等腰梯形剛架	138
8. 由內向外作用的均匀分布載荷有拉杆及无拉杆的矩形閉合剛架	142
三、拱	143
1. 三鉸拱	143
2. 双鉸拱	143
3. 有固定基础的拱	146
4. 有大弧高 f 的拱	152
5. 拱的穩定性	152
四、环形框的計算	157
1. 圓弧形等剖面梁的計算公式	157
2. 圓环的計算公式	159
3. 等剖面橢圓形环的計算公式	169
4. 等剖面圓形剛框的內力图表	172
5. 等剖面橢圓形剛框的內力图表	205
6. 纵向力对等剖面圓形剛框的內力影响图表	211

第三十二章 稳定性計算

一、杆件的纵弯曲	224
1. 概 述	224
2. 等剖面柱之纵弯曲計算	224
3. 受纵弯曲管件之計算	227
4. 鉸支变剖面杆件之纵弯曲	229
5. 变剖面短柱之計算	232
6. 帶有偏心的軸向力之杆件的纵弯曲	233
二、薄板的計算	234
1. 各向同性平薄板的彈性屈曲	234
2. 各向同性平薄板的塑性屈曲	240
三、壳体的計算	245
1. 圓柱壳的計算公式	245
2. 各向同性的曲板	256
3. 其它形状壳体的計算公式	260
四、型材稳定性的計算	263
1. 型材局部稳定性的計算方法	263
2. 型材总稳定性的計算方法	272
3. 扭轉稳定性計算	276
五、張力場的計算	276
1. 平面系統張力場的計算	278
2. 曲面系統張力場的計算	285

第三十三章 板和容器的計算

一、硬板的計算	289
二、薄板承受正压力的計算	298
1. 矩形平板	298
2. 曲板	304
3. 球面薄板	305
三、容器的应力和位移計算	306
1. 薄壁容器	306
2. 厚壁容器	311

第三十四章 連接件的計算

一、鉚釘連接的計算	313
二、螺栓和螺紋的計算	319
三、連接接头計算	323
1. 接头耳片的計算	323
2. 接头的計算	324
四、焊接計算	325
1. 在靜載荷作用下焊縫的許用破坏应力	326

2. 焊缝的计算	327
----------------	-----

第三十五章 重量计算的一般原则与方法

一、重量计算的一般原则	333
1. 一般规定	333
2. 重量计算技术规定	333
3. 零件重量计算修正系数的规定	333
二、零件重量计算方法介绍	339
1. 求平面面积——辛普生近似公式	339
2. 投影面积法	340
3. 求体积——面积积分法	341
4. 外插法求曲线长度	341
5. 方尖体的体积计算	341
6. 求外形复杂零件的面积分割补偿法	342
7. 求外形复杂零件体积的分割迭加法	342
8. 导管计算的简化方法	342
9. 摇臂的计算方法	343

第三十六章 重量计算用表

一、重量计算表	349
1. 钢丝计算表	349
2. 圆截面计算表	350
3. 圆环截面计算表	354
4. 六角棒材计算表	362
5. 圆锥体零件计算表	363
6. 平面角计算表	364
7. 管接头的螺纹部分计算表	364
8. 长桁缺口重量计算表	365
供角材用的长桁缺口(122CT55, 123CT55, 125CT55, 142CT55, 124CT55)	365
供 Z 形型材用的长桁缺口(126CT55)	372
供 T 形型材用的长桁缺口(138CT55)	374
供槽形型材用的长桁缺口(127CT55)	376
供 T 字形型材用的长桁缺口(139CT55)	377
供弯边槽形型材用的长桁缺口(140CT55)	379
供梯形弯边型材用的长桁缺口(141CT55)	379
9. 焊缝重量计算表	380
(1) 弯边对接焊缝的截面积	380
(2) 不开坡口、不底焊的焊缝截面积	381
(3) 不开坡口、有底焊的焊缝截面积	381
(4) 不作底焊的 V 形焊缝的截面积	382
(5) 单面坡口、不作底焊的 V 形焊缝截面积	382
(6) 带有垫片的 V 形焊缝的截面积	383
(7) 无坡口的 T 字形焊缝的截面积	383

(8) 无坡口的搭接焊缝的截面积	383
(9) 角接焊缝的截面积	384
(10) 单面坡口的丁字形焊缝的截面积	384
二、常用标准件重量表	385
1. 铆钉重量表	385
实心铆钉重量(B65, Д18П 和 Д19П)	385
空心铆钉重量(3610A, 3611A, 3612A)	386
高抗剪强度 90° 埋头铆钉重量(2032A55, 2036A55, 2037A55)	387
高抗剪强度平头铆钉重量(2034A55, 2038A55, 2039A55)	388
扁圆头双窝爆炸铆钉重量(2040A56)	389
120° 双窝爆炸埋头铆钉重量(2041A56)	389
2. 螺栓重量表(5AP)	390
六角头螺栓重量(3001A~3006A, 3021A)	390
小扳手口的六角头螺栓重量(3016A, 3017A, 3018A)	392
小六角头螺栓重量(3024A, 3027A)	393
锥形螺栓重量(3032A, 3034A)	394
拉紧螺栓重量(3037A)	395
柱形头螺栓重量(3041A, 3042A, 3043A)	396
圆柱头上带保险孔的螺栓重量(3046A, 3047A)	397
半圆头螺栓重量(3050A~3054A)	398
扁圆头螺栓重量(3058A, 3059A, 3060A, 3091A)	399
90° 埋头螺栓重量(3063A~3067A, 3071A~3074A, 3079A, 3080A, 3082A, 3083A, 3094A)	400
120° 埋头螺栓(3088A)	402
90° 埋头的 C 和 ПЛ 级精度螺栓重量(709HC, 710HC, 1224HC, 1225HC)	403
六角头的 C 和 ПЛ 级精度钢制螺栓重量(711HC, 1226HC)	407
六角头 ПЛ 级精度螺栓重量(712HC)	409
六角头铝制 ПЛ 级精度螺栓重量(732HC, 619HC)	411
3. 螺钉重量表	415
六角头螺钉重量(3151A~3155A)	415
圆柱头螺钉重量(3157A~3160A)	416
头部带保险孔的圆柱头螺钉重量(3162A, 3163A, 3164A)	417
半圆头螺钉重量(3166A~3170A)	418
扁圆头螺钉重量(3172A~3175A)	419
90° 埋头螺钉重量(3177A~3181A)	420
120° 半埋头螺钉重量(3188A, 3189A)	421
90° 半埋头螺钉重量(3191A, 3192, 3193A)	422
头部带保险孔圆柱头不脱出螺钉重量(3194A, 3195A)	422
半圆头不脱出螺钉重量(3198A)	423
90° 埋头不脱出螺钉重量(3201A)	423
止动螺钉重量(971A, 972A, 973A)	423
4. 螺桩重量表	424
螺桩重量(3251A, 3252A, 3255A, 3256A, 3257A)	424
5. 螺母重量表	425

6. 垫圈重量表	426
垫圈重量(3401A~3408A)	426
无孔垫片重量(5A50,7A50,8A50,9A50,10A50,13A50,14A50,1109C50)	427
弧形垫圈重量(1272C50,1603C50,1604C50)	428
$S=0.8$ 锥形螺栓用弧形垫圈重量(1273C50,1274C50,1605C50)	429
厚度不同的垫圈与 $S=0.8$ 垫圈之间的重量差	430
7. 衬套、销、轴的重量表	430
黄铜滚花衬套重量(463C50)	430
压装衬套重量(2410A57,2411A57,2412A57,909C52,1361C50)	431
三级精度衬套重量(1363C50,1364C50,2409A57)	432
用于焊接结构的衬套重量(1365C50,1366C50)	433
钢管制支撑衬套重量(2405A57,2406A57,2407A57,1367C50)	434
开口销重量(GB91-58)	436
不锈钢制开口销重量(155H73)	437
圆锥销重量(GB117-58)	438
圆柱销重量(GB119-58)	439
小轴重量(1340C51)	440
三、常用材料比重表	441
常用金属材料比重表	441
常用非金属材料比重表	443
附录 1. 标准件代号索引表	458
附录 2. 常用金属材料的机械性能	459
附录 3. 符号的缩写和汉语拼音、汉字对照表	461
参考书目	462

第二十九章 剖面的几何特性

一、基本公式

重心的座标(图 29-1)

$$x_{c,x} = \frac{S_y}{F}; \quad y_{c,x} = \frac{S_x}{F},$$

式中 F ——剖面的面积;

$$S_x = \int y dF \quad \text{——对 } x \text{ 轴的静力矩};$$

$$S_y = \int x dF \quad \text{——对 } y \text{ 轴的静力矩}。$$

轴惯性矩

$$J_x = \int y^2 dF; \quad J_y = \int x^2 dF。$$

极惯性矩

$$J_0 = J_x + J_y。$$

惯性积

$$J_{xy} = \int xy dF。$$

相对于同中心轴平行的 $x' - y'$ 轴的惯性矩, 惯性积分别为:

$$J_{x'} = J_x + F y_0^2; \quad J_{y'} = J_y + F x_0^2;$$

$$J_{x'y'} = J_{xy} + F x_0 y_0。$$

对于转了 α 角的轴(图 29-2),

$$x'' = x \cos \alpha + y \sin \alpha,$$

$$y'' = -x \sin \alpha + y \cos \alpha。$$

惯性矩

$$J_{x''} = J_x \cos^2 \alpha + J_y \sin^2 \alpha - J_{xy} \sin 2\alpha,$$

$$J_{y''} = J_x \sin^2 \alpha + J_y \cos^2 \alpha + J_{xy} \sin 2\alpha,$$

$$J_{x''y''} = (J_y - J_x) \frac{\sin 2\alpha}{2} + J_{xy} (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha),$$

$$J_{x''} = \frac{J_x + J_y}{2} + \frac{J_x - J_y}{2} \cos 2\alpha - J_{xy} \sin 2\alpha,$$

或

$$J_{y''} = \frac{J_x + J_y}{2} - \frac{J_x - J_y}{2} \cos 2\alpha + J_{xy} \sin 2\alpha,$$

$$J_{x''y''} = -\frac{J_x - J_y}{2} \sin 2\alpha + J_{xy} \cos 2\alpha。$$

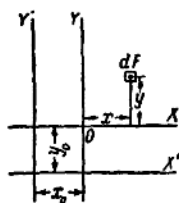


图 29-1

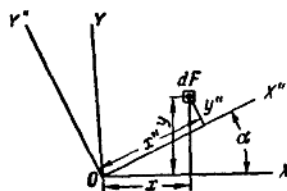


图 29-2

如果 $x''-y''$ 軸是中心主軸，則 $J_{x''y''}=0$ ；确定中心主軸位置的角度 α 可从下式得出

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2J_{xy}}{J_x - J_y}。$$

同时

$$J_{x^*} = \frac{J_x + J_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{J_x - J_y}{2}\right)^2 + J_{xy}^2},$$

$$J_{y^*} = \frac{J_x + J_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{J_x - J_y}{2}\right)^2 + J_{xy}^2}。$$

二、剖面的比較数据

(图 29-3)

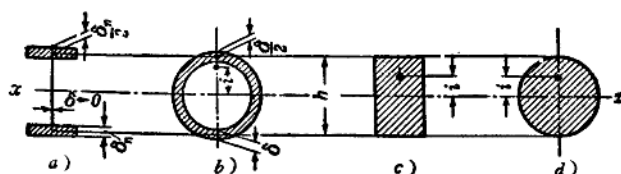


图 29-3

表 29-1

剖面	a	b	c	d
慣性矩 J_x	$F \frac{h^2}{4}$	$F \frac{h^2}{8}$	$F \frac{h^2}{12}$	$F \frac{h^2}{16} (D=h)$
慣性半徑 i_x	$\frac{h}{2\sqrt{1}}$	$\frac{h}{2\sqrt{2}}$	$\frac{h}{2\sqrt{3}}$	$\frac{h}{2\sqrt{4}} = \frac{h}{4}$
断面系数 W_x	$F \frac{h}{2}$	$F \frac{h}{4}$	$F \frac{h}{6}$	$F \frac{h}{8}$

对于图 29-3 上所示之剖面，表中表明了关系刚度(慣性矩)和强度(断面系数)的材料利用系数。

四、圆形实心剖面的计算数据

$$\left(\text{慣性半徑 } i = \frac{D}{4} \right)$$

表 29-3

D 毫米	$F = \frac{\pi D^2}{4}$ 厘米 ²	i 厘米 ⁴	W 厘米 ³	D 毫米	$F = \frac{\pi D^2}{4}$ 厘米 ²	J 厘米 ⁴	W 厘米 ³
1	0.00785	—	—	51	20.43	33.21	13.023
2	0.03142	0.00008	0.0008	52	21.24	35.89	13.804
3	0.07069	0.0004	0.00265	53	22.06	38.73	14.616
4	0.1257	0.00126	0.00628	54	22.90	41.74	15.459
5	0.1964	0.00307	0.0123	55	23.75	44.92	16.334
6	0.2827	0.00636	0.0212	56	24.63	48.28	17.241
7	0.3849	0.0118	0.0337	57	25.52	51.82	18.181
8	0.5027	0.0201	0.0503	58	26.42	55.55	19.155
9	0.6362	0.0322	0.0716	59	27.34	59.48	20.16
10	0.7854	0.0491	0.0982	60	28.27	63.62	21.21
11	0.9503	0.0719	0.1307	61	29.23	67.97	22.28
12	1.131	0.1018	0.1696	62	30.19	72.53	23.40
13	1.327	0.1402	0.2157	63	31.17	77.33	24.55
14	1.539	0.1886	0.2694	64	32.17	82.36	25.74
15	1.767	0.2485	0.3313	65	33.18	87.62	26.96
16	2.011	0.3217	0.4021	66	34.21	93.14	28.23
17	2.270	0.4100	0.4823	67	35.26	98.92	29.53
18	2.545	0.5153	0.5726	68	36.32	104.96	30.87
19	2.835	0.6397	0.6734	69	37.39	111.27	32.25
20	3.142	0.7854	0.7854	70	38.49	117.86	33.67
21	3.464	0.9547	0.9092	71	39.59	124.74	35.14
22	3.801	1.150	1.045	72	40.72	131.92	36.64
23	4.155	1.374	1.194	73	41.85	139.40	38.19
24	4.524	1.629	1.357	74	43.01	147.19	39.78
25	4.909	1.918	1.534	75	44.18	155.32	41.42
26	5.309	2.243	1.726	76	45.37	163.77	43.10
27	5.726	2.609	1.932	77	46.57	172.56	44.82
28	6.158	3.017	2.155	78	47.78	181.70	46.59
29	6.605	3.472	2.394	79	49.02	191.20	48.40
30	7.069	3.976	2.651	80	50.27	201.06	50.27
31	7.548	4.533	2.925	81	51.53	211.31	52.17
32	8.043	5.147	3.217	82	52.81	221.93	54.13
33	8.553	5.821	3.528	83	54.11	232.96	56.14
34	9.079	6.560	3.859	84	55.42	244.39	58.19
35	9.621	7.366	4.209	85	56.75	256.24	60.29
36	10.18	8.245	4.580	86	58.09	268.51	62.45
37	10.75	9.200	4.973	87	59.45	281.22	64.65
38	11.34	10.235	5.387	88	60.82	294.37	66.90
39	11.95	11.356	5.824	89	62.21	307.99	69.21
40	12.57	12.566	6.283	90	63.62	322.06	71.57
41	13.20	13.871	6.766	91	65.04	336.62	73.98
42	13.85	15.275	7.274	92	66.48	351.66	76.45
43	14.52	16.782	7.806	93	67.93	367.20	78.97
44	15.21	18.398	8.363	94	69.40	383.25	81.54
45	15.90	20.139	8.946	95	70.88	399.82	84.17
46	16.62	21.980	9.556	96	72.38	416.92	86.86
47	17.35	23.950	10.193	97	73.90	434.57	89.60
48	18.10	26.058	10.857	98	75.43	452.77	92.40
49	18.86	28.300	11.550	99	76.98	471.53	95.26
50	19.64	30.680	12.272	100	78.54	490.87	98.18

(續)

D	$F = \frac{\pi D^2}{4}$	J	W	D	$F = \frac{\pi D^2}{4}$	J	W
毫米	厘米 ²	厘米 ⁴	厘米 ³	毫米	厘米 ²	厘米 ⁴	厘米 ³
101	80.12	510.80	101.15	151	179.1	2552	338.0
102	81.71	531.34	104.18	152	181.5	2620	344.8
103	83.32	552.50	107.28	153	183.8	2690	351.7
104	84.95	574.24	110.43	154	186.3	2761	358.6
105	86.59	596.67	113.65	155	188.7	2833	365.6
106	88.25	619.74	116.93	156	191.1	2907	372.7
107	89.92	643.41	120.26	157	193.6	2982	380.0
108	91.61	667.80	123.67	158	196.1	3059	387.2
109	93.31	692.93	127.14	159	198.6	3138	394.7
110	95.03	718.66	130.67	160	201.1	3217	402.1
111	96.77	745.17	134.26	161	203.6	3298	409.7
112	98.52	772.42	137.93	162	206.1	3381	417.4
113	100.29	800.37	141.66	163	208.7	3465	425.2
114	102.07	829.03	145.44	164	211.2	3551	433.0
115	103.87	858.55	149.31	165	213.8	3638	441.0
116	105.68	888.82	153.24	166	216.4	3727	449.1
117	107.51	919.88	157.24	167	219.0	3818	457.2
118	109.36	951.68	161.30	168	221.7	3910	465.5
119	111.22	984.40	165.45	169	224.3	4004	473.9
120	113.10	1017.85	169.64	170	227.0	4100	482.3
121	114.99	1052.27	173.93	171	229.7	4197	490.9
122	116.90	1087.45	178.27	172	232.4	4296	499.6
123	118.82	1123.60	182.70	173	235.1	4397	508.4
124	120.76	1160.50	187.18	174	237.8	4500	517.2
125	122.72	1198.40	191.75	175	240.5	4604	526.1
126	124.69	1237.23	196.39	176	243.3	4710	535.2
127	126.7	1277	201.1	177	246.1	4818	544.4
128	128.7	1318	205.9	178	248.8	4928	553.7
129	130.7	1359	210.8	179	251.6	5039	563.0
130	132.7	1402	215.7	180	254.5	5153	572.6
131	134.8	1446	220.7	181	257.3	5269	582.2
132	136.8	1490	225.8	182	260.2	5386	591.9
133	138.9	1536	231.0	183	263.0	5505	601.6
134	141.0	1583	236.2	184	265.9	5627	611.6
135	143.1	1630	241.5	185	268.8	5750	621.6
136	145.3	1679	247.0	186	271.7	5875	631.7
137	147.4	1729	252.4	187	274.6	6002	642.0
138	149.6	1780	258.0	188	277.6	6132	652.3
139	151.7	1832	263.7	189	280.6	6263	662.3
140	153.9	1886	269.4	190	283.5	6397	673.4
141	156.1	1940	275.2	191	286.5	6533	684.1
142	158.4	1996	281.1	192	289.5	6671	694.9
143	160.6	2053	287.1	193	292.6	6811	705.8
144	162.9	2111	293.1	194	295.6	6953	716.8
145	165.1	2170	299.3	195	298.6	7097	728.0
146	167.4	2230	305.5	196	301.7	7244	739.2
147	169.7	2292	311.8	197	304.8	7393	750.5
148	172.0	2355	318.3	198	307.9	7544	762.1
149	174.4	2419	324.8	199	311.0	7698	773.7
150	76.71	2485	331.3	200	314.2	7854	785.4

(續)

D 毫米	$F = \frac{\pi D^2}{4}$ 厘米 ²	J 厘米 ⁴	W 厘米 ³	D 毫米	$F = \frac{\pi D^2}{4}$ 厘米 ²	J 厘米 ⁴	W 厘米 ³
201	317.3	8010	797	251	494.8	19480	1552
202	320.4	8170	809	252	498.8	19810	1571.5
203	323.6	8335	821	253	502.7	20120	1590.5
204	326.7	8500	834	254	506.7	20425	1610
205	329.8	8665	846	255	510.7	20730	1628
206	333.2	8835	858	256	514.7	21050	1647
207	336.5	9010	871	257	518.7	21380	1667
208	339.6	9180	883.5	258	522.8	21740	1686
209	342.8	9360	896.5	259	526.9	22090	1706
210	346.2	9540	909	260	530.9	22430	1726
211	349.5	9730	922.5	261	535	22770	1746
212	353	9915	935.5	262	539.1	23130	1766
213	356.4	10110	948.5	263	543.3	23480	1786
214	359.6	10280	962	264	547.4	23840	1807
215	363	10470	975.5	265	551.6	24200	1827
216	366.4	10675	989.5	266	555.7	24560	1847
217	369.7	10875	1003	267	559.9	24920	1868
218	373.3	11080	1016.5	268	564.1	25290	1890
219	376.7	11285	1031	269	568.3	25680	1911
220	380.1	11490	1045	270	572.6	26070	1933
221	383.6	11700	1059	271	576.8	26460	1954
222	387.1	11915	1074	272	581.1	26850	1976
223	390.6	12130	1089	273	585.3	27250	1997
224	394.1	12350	1103.5	274	589.6	27650	2019
225	397.6	12570	1118.5	275	594	28050	2041
226	401.2	12795	1133.5	276	598.3	28460	2063
227	404.7	13020	1148.5	277	602.6	28880	2086
228	408.3	13250	1163.5	278	607	29300	2109
229	411.9	13490	1179	279	611.4	29730	2132
230	415.5	13730	1195	280	615.8	30150	2155
231	419.1	13970	1211	281	620.2	30580	2178
232	422.7	14220	1226	282	624.6	31010	2202
233	426.4	14470	1242	283	629	31460	2226
234	430.1	14720	1258	284	633.5	31920	2250
235	433.7	14975	1274	285	637.9	32380	2274
236	437.4	15230	1290	286	642.4	32840	2298
237	441.1	15485	1306.5	287	646.9	33290	2322
238	444.9	15740	1323	288	651.4	33750	2346
239	448.6	16000	1341	289	656	34220	2370
240	452.4	16270	1357	290	660.5	34700	2395
241	456.2	16550	1375	291	665.1	35190	2420
242	460	16830	1391.5	292	669.7	35680	2445
243	463.8	17120	1409	293	674.3	36170	2470
244	467.6	17380	1427	294	678.9	36660	2495
245	471.4	17670	1444	295	683.5	37150	2520
246	475.3	17960	1462	296	688.1	37650	2546
247	479.2	18270	1480	297	692.8	38160	2573
248	483.1	18560	1498	298	697.5	38670	2599
249	487	18860	1516	299	702.2	39200	2625
250	490.9	19175	1534	300	706.9	39750	2652