

儀器零件設計手冊

上 冊

初 允 綿 項 富
竺 培 國 李 英 范 合 編

哈 尔 滨 工 业 大 学

1 9 6 2

前 言

“仪器零件”是研究另件的理論計算和結構設計的一門課程。通过課程內容的理論学习以及課程設計，从而掌握仪器零件的設計方法，和仪器設計的基本知識。

哈尔滨工业大学在党的领导下，貫徹了党的教育方針，理論与生产实际相結合，經過教学改革后大大的加强了課程設計这一教学环节。使同学在学习的过程中，把基本功練的更踏实、更好，从而不断的掌握和提高实际設計的本領。但在历届課程設計过程中，迫切感到設計資料不足。过去几年中，虽經教师的努力和有关工厂的协助以及苏联专家的指导，曾搜集并整理了一些資料而編写成几本单冊标准件如螺釘，游絲，宝石等。但都零散不全。而在我們和一些工厂联系的过程里，也感到目前缺乏成文的設計參考資料。因此，为了更好的滿足課程設計的需要，我們根据几年来的經驗把手头所有的一些資料整理成冊。提供給同學們以及仪器設計之技術人員作設計參考之用。

手冊中第一章是摘录了一些仪器設計所常用的数据表格和单位換算。关于仪器零件的材料除在有关章节中提到其应用和选择外，我們在第二章里又專門的列出仪器制造用材料以使在选用材料时，能够較广的了解一些材料的性能和要求。

手冊中的主要內容包括了仪器标准件的尺寸系列，其中有国内工厂的資料，也有国外的參考資料，在列出标准件尺寸系列的同时，也編写了一些有关另件的設計計算方法，結構实例，技術条件和应用材料等一些設計时所必要的参考依据。我們認為这些內容在国家标准頒布之前对教学和生产是能够提供一些帮助的。

本手冊是由哈工大120教研室，仪器零件教学組四名教师合編。限于业务水平，時間以及資料缺乏。錯漏之处在所难免，希讀者多加指正，以便再版改进。

由于內容及教学急需，故本手冊分上下两冊出版。

編 者 62.3

目 錄

前 言

第一章 常用数表	3
1) 图紙幅面、比例、标题栏的规定	3
2) 希腊文字代表符号表	5
3) 压力的测量单位, 各种压力换算表	6
4) 力学单位名称, 符号和量綱式	7
5) 电磁单位、名称、符号和量綱式	8
6) 空气动力表	10
7) 气压与高度对照表	11
8) 标准大气表	13
第二章 儀器零件制造用材料	15
1) 选择材料的原则	15
2) 鉄碳合金表, 名称、牌号化学成份机械物理性能, 应用	16
3) 生鉄、名称、牌号、化学成份, 机械物理性能, 应用	21
4) 磁性鋼, 磁合金牌号、成份、机械物理性能	22
5) 电工鋼、鋁及鋁合金牌号成份机械物理性能	23
6) 銅合金及特殊材料牌号成份机械物理性能	27
7) 塑料、牌号及机械物理性能	30
8) 橡胶、玻璃等机械物理性能	31
9) 各种材料的綫胀系数表	32
第三章 联接	33
1) 螺釘联接: 螺釘的类型, 技术要求及各型螺釘的尺寸系列。螺釘的防松装置, 螺帽的尺寸系列。垫圈的类型及尺寸系列	33
2) 銷釘联接: 銷釘的类型及联接的结构, 銷釘的尺寸系列速标联接	94
3) 鉚釘联接: 鉚釘的类型、结构尺寸及鉚釘的尺寸系列	107
4) 鋸接: 鋸接的种类, 结构尺寸, 鋸料及鋸剂	120
5) 胶接、鑄合、膩接、压合等不可析联接的应用及结构計算	126
第四章 支承	134
1) 圆柱形滑动支承的结构与計算	134
2) 圆锥形滑动支承的结构与計算	138
3) 頂尖支承的结构与受力情况, 摩擦力距的計算	140
4) 軸尖支承的结构計算及国家标准草案, 尺寸系列及技术要求, 軸尖的材料	143

5) 宝石轴承: 通孔宝石, 不通孔宝石, 钟表宝石轴承的类型尺寸系列及技术要求。工业用宝石轴承的类型, 尺寸系列及技术要求	149
6) 滚珠支承: 仪表滚珠轴承的结构, 摩擦力矩的计算, 设计方法。仪表滚珠轴承的苏联规格。中国的尺寸系列(标准草案)	168
7) 刀支承的计算及尺寸系列	211
8) 弹性支承的固定方法与力矩的计算	219
第五章 弹性元件	224
1) 概述	224
2) 发条的计算及设计方法	224
3) 膜片与膜盒: 平膜片的计算, 线性膜盒的设计与计算方法。非线性波纹膜片的特性及用安德烈娃公式与图表设计波纹膜片	236
4) 位移与压力成线性关系的膜片(膜盒)	237
设计用尺寸系列及图表曲线	239
5) 位移与压力成非线性的膜片(膜盒)	245
6) 膜片与膜盒的材料	256
7) 膜盒的结构	257
8) 橡胶膜片的计算原理	258
附录: 膜盒结构	260
9) 包端管的结构计算及尺寸系列。高压包端管的计算; 多圈包端管的计算及尺寸系列	269
10) 波纹管的设计。苏联波纹管规格系列, 中国波纹管尺寸系列(草案)	281
11) 游丝的计算及尺寸系列。固定零件的结构	291
12) 双金属片	310
13) 片弹簧的类型与计算公式	317
14) 螺旋片弹簧的类型, 各种类型的结构计算公式及尺寸系列。拉弹簧的尺寸及性能。压弹簧的尺寸及性能规格	322
参考文献	350

第一章 常用数表

圖紙幅面

1) 不論在整張圖紙上或在其分欄中繪制機件圖，每一機件圖所占用的幅面，均須符合下表的規定

幅面尺寸 (毫米)

表 I—1

幅面代号	0	1	2	3	4	5
$b \times l$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210
c	10	10	10	5	5	5
a	25	25	25	25	25	25

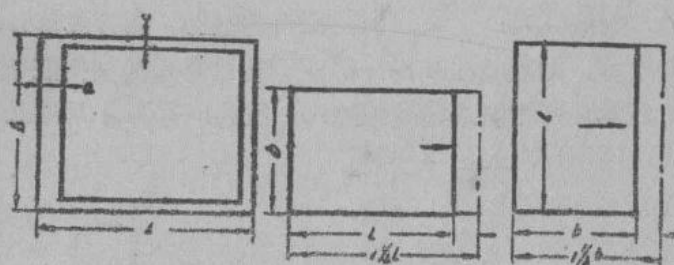


圖 1—1

2) 允許加長圖紙的一邊 (長邊或短邊)，其加長部份的尺寸應為其基本幅面一邊邊長的 $1/4$ 倍數。

必要時，0 號及 1 號基本幅面可以加長其一邊或二邊，加長部份的尺寸應為其基本幅面邊長的 $1/8$ 倍數。

制圖比例

1) 制圖時應根據機件的大小、結構複雜程度選用下表中規定的比例：

表 I—1a

縮小的比例									
1:2	(1:2.5)	(1:4)	1:5	1:10	(1:15)	1:20	(1:25)	1:50	(1:75)

表 1—16

图形与实物 大小 相同	放 大 的 比 例				
	1:1	2:1	(2.5:1)	5:1	10:1

[註]：括号内的比例最好不采用。

2) 如所需比例，比上表規定还要縮小或放大时，則应采用：

縮小比例：1:10ⁿ；1:(2×10ⁿ)；1:(5×10ⁿ)。

放大比例：(10×n):1。此处 n 为整数。

標題栏的格式與尺寸（国家标准）

標題栏的格式如图 I—1, 2. 所示。其填写方法如下：

空格（1）填写机件的名称；空格（2）用粗体字填写图样代号。空格（3）填写零件材料，如用于装配图时則可不填。空格（4）填写图样种类的标记。空格（5）填写产品及其組成部份的淨重（以公斤为单位）。空格（9）填写企业部門的名称或代号，这里我們課程設計，則可填写班次或专业代号。空格（10）签字；空格（11）为签字人的职务。空格（13）填写图中更改的标记；（14）更改处数；（15）更改依据文件号；（17）更改日期。

图 I—2 为一种复杂的名細表标题栏，用于装配图。其下部的格式与尺寸与另件图标题栏相同，而其上部根据零件的数目，可按图中所示的格式連續增加。图中空格（19）填写明細栏內各組成部份的順序號碼；空格（20）填寫構成該装配图的組件、部件、或零件图的图样代号。空格（21），填写該装配图的組件、部件或零件图的名 称。空格（22）填写零件的数量。如系部件或組件則应于格（22）旁格內註明。空格（23）填寫材料牌号及規格，必要时可注出其标准的號碼。空格（25）填写附註（備考）。結構图标题栏中空格（3）可不作規定。

→		8	8	←20→	14	10	←	60	→	←	60	→
40	↓						(1)	14	图号： (2)			
		(13)	(14)	(15)	(16)	(17)						
		标记	处数	文件号	签字	日期			图 样 标 記	重量	比例	
		設 計		描图					(4)	(5)	(6)	
		制 图	(10)	(11)					共 (7) 張	第 (8) 張		
5	↓	校 核					材料 (3)	10	哈尔滨工大 (9)			
		审 定			年 月 日							

图 I—1 零件图标题栏

	8	← 28 →	← 50 →	7	7	← 30 →	12	12	← 26 →
7	(19)	(20)	(21)	(22)		(23)	(24)		(25)
9	序号	代 号	名 称	数 量	材 料	单件重量	总計重量	附 注	
40	标记	处数	文件号	签字	日期	(1) (格式尺寸同上)			
	设计					图 样 标 记			
	制图					重 量			
	校核					比 例			
	审定					共 张			
						第 张			
					材料 (3)	哈尔滨工大			

图 I—2 结构图（装配图）标题栏

表 I—2

希腊母字表

符 号	发 音	符 号	发 音
A α	áльфа	N ν	ню(ни)
B β	бэга	E ξ	кси
Г γ	гáμμα	O ο	омикρόν
Δ δ	дэ́льта	Π π	пи
E ε	э́псилон	Ρ ρ	ро
Z ζ	дзэ́та	Σ σ	сáγμα
H η	э́та	Τ τ	та́у
Θ θ θ	тэ́та	Φ φ	фи
I ι	йóта	Χ χ	хи
K κ	ка́ппа	Υ υ	йóпсилон (ίпсилон)
Λ λ	ла́μβда	Ψ ψ	пси
M μ	мю(ти)	Ω ω	омега

壓力的測量單位

壓力 是均勻分布在面積上的力的作用。

壓力單位是均勻分布在單位面積上的作用力（負荷）

在 *CGS* 制中，壓力單位是 1 厘米^2 平面承受均勻分布的 1 達因力的作用。這一單位叫做微巴，通常用字母 μ 表示。

在 *MKS* 制中，壓力單位是均勻分布在 1 米^2 的 1 千克力（用 $\text{千克}/\text{米}^2$ 表示）。在 *MTS* 制中，壓力單位是皮茲，即 1 米^2 面積在均勻分布的 1 斯坦力作用下所承受的壓力；皮茲用字母 n 表示。

上述壓力單位由於數值小，不便于使用，所以在工業測量上都不採用。在工業上通常採用比較方便的壓力測量單位。這些實用壓力單位是：**物理氣壓**，**工程氣壓毫米水銀柱**，**毫米水柱**，**米水柱**。

物理氣壓是最先用於科學和技術中的壓力測量單位之一，是地球大氣圈的大氣柱在海平面上的壓力。

因為大氣壓力變動範圍很大，物理氣壓是一個隨時而變的量。所以將物理氣壓數值規定等於 760 毫米高水銀柱重量在水平面上的壓力，此時水銀密度為 $13.5951 \text{ 克}/\text{厘米}^3$ (0°C 時)，重力加速度為 $980.665 \text{ 厘米}/\text{秒}^2$ 。現在在工業測量中已正式規定不許使用物理氣壓。

工程氣壓是 1 厘米^2 面積均勻分布的 1 千克力作用下所承受的壓力，它用因次公斤/ 厘米^2 來表示。

毫米水銀柱是 1 厘米^2 平面在 1 毫米高水銀柱作用下所承受的壓力，此時水銀密度為 $13.5951 \text{ 克}/\text{厘米}^3$ (0°C 時)，重力加速度為 $980.665 \text{ 厘米}/\text{秒}^2$ 。

毫米水柱和**米水柱**是與毫米水銀柱完全相似的單位，其區別只是它的負荷是由 4° 水柱產生的，此時水的密度為 $1.0 \text{ 克}/\text{厘米}^3$ 。

上述諸壓力單位很容易用簡單的关系互相聯繫起來。例如，等於 760 毫米水銀柱的一物理氣壓可以很容易用公斤/ 厘米^2 的單位表來示。實際上，底面積為 1 厘米^2 的 760 毫米高水銀柱重量等於：

$$76 \times 13.5951 = 1033.3 \text{ 克}$$

因此一物理氣壓相當於 $1.0333 \text{ 公斤}/\text{厘米}^2$ 即 1.0333 工程氣壓的壓力。另一方面，用毫米水銀柱表示的一工程氣壓等於 735.56 毫米水銀柱。

英美採用 1 平方英吋上 1 英磅的壓力單位。蘇聯不採用這一單位。

為了便于互相換算，在表 I—4 內列出所有前述壓力單位的比值关系。

各種壓力單位的比值关系

表 I — 4

压 力 单 位	工程气压 公斤/厘米 ²	10 ² 皮兹巴	物理气压	毫米水銀柱	米 水 柱	英磅/英吋 ²
公斤/厘米 ²	1.0000	0.9806	0.9678	735.56	10.000	14.223
10 ² 皮兹	1.0197	1.0000	0.9869	750.06	10.197	14.504
物理气压	1.0333	1.0132	1.0000	760.00	10.333	14.696
毫米水銀柱	0.00136	0.00133	0.00131	1.0000	0.0136	0.01931
米水柱	0.1000	0.0980	0.0968	73.556	1.0000	1.4223
英磅/英吋 ²	0.0703	0.0689	0.0680	51.715	0.703	1.0000

表 I — 5 力學單位的名稱、定義、符號和量綱式

CGS 制			MKS 制		
量	单位的名称和定义	符 号	单位的名称和定义	符 号	量綱式
甲、基本单位					
长度	厘 米 国际米突原器所 确定的长度的百分 之一	cm	米	m	[L]
質量	克 国际千克原器所 确定的質量的千分 之一	g	千 克	kg	[M]
時間	秒 秒 (平均太阳时 間) 等于 0.0000116 057628 平均恒星日	sec	秒 秒 (平均太阳时 間)	sec	[T]
乙、最重要的导出单位					
面积	平方厘米 边长等于一厘米 的正方形面积	cm ²	平 方 米	m ²	[L ²]
体积	立方厘米 稜边长等于 1 厘 米的立方体积	cm ³	立 方 米	m ³	[L ³]
速度	每秒厘米 作匀速直綫运动 的質点, 每秒移动 一厘米的速度	cm/sec	每 秒 米	m/sec	[LT ⁻¹]

加 速 度	每秒每秒厘米 作匀加速直线运动的质点, 当其速度每秒改变 1 cm/sec 时的加速度	cm/sec^2	每秒每秒米 作匀加速直线运动的质点, 当其速度每秒改变 1 m/sec 时的加速度	m/sec^2	$[LT^{-2}]$
力	达 因 使一克质量的物体产生 1 厘米/秒^2 加速度的力	dn	牛 頓 使一千克质量的物体产生 1 米/秒^2 加速度的力	n	$[LMT^{-2}]$
应力和压力	每平方厘米达因 在一达因力的作用下均匀分布于 1 平方厘米 的平表面上的应力或压力	dn/cm^2	每平方米牛頓 在一牛頓力的作用下均匀分布于 1 平方米 的平表面上的应力或力	n/m^2	$[L^{-1}MT^{-2}]$
功和能	尔 格 1 达因 的力使其着力点沿力的方向移动 1 厘米 所做的功	e	焦 耳 1 牛頓 的力使其着力点沿力的方向移动 1 米 所做的功	J	$[L^2MT^{-2}]$
功 率	每秒尔格 每秒均匀地做 1 尔格 的功率	e/sec	瓦 特 每秒均匀地做 1 焦耳 的功率	W	$[L^2MT^{-3}]$

表 I—6 MKSA 電、磁單位制

量	单 位 的 名 称 和 定 义	符 号		量 綱 式
		俄文的	国际的	
甲、基本单位				
长度	米 (見表 5)	м	m	M
質量	公斤 (見表 5)	кг	kg	K
時間	秒 (見表 5)	сек	sec	S
电流强度	安 培 是不变电流的强度, 此电流沿二条处于无空气空間中、无穷长而圓截面極小的, 相距 2 米远的平行导綫通过时, 能在此二导綫間产生每米 10^{-7} 牛頓的相互作用力	a	A	A

乙、导出单位

电量	库仑或安培一秒 不变电流的为1安培时，在1秒时间内流过导线横截面的电量	K a-c	C	AS
电位差，电压和电动势	伏特 是导线二点间的电位差，沿此值导线通过1安培的不变电流时，能消耗于这二点间的功率为1瓦特	B	V	$M^2KS^{-3}A^{-1}$
电阻	欧姆 是直线导体二点间的电阻，在导体此二点间不变的电位差为1伏特时，能产生1安培的电流	OM	Ω	$M^2KS^{-3}A^{-2}$
电容	法拉 是电容器的电容，当充电量为1库仑时，在电容板之间存在的电位差为1伏特	ϕ	F	$M^{-2}K^{-1}S^4A^2$
磁通	伏特秒 是这样的磁通量，当它在1秒鐘内均匀降落到零点时，在与它相结合的一圈电路中能产生1伏特的电动势	B-C	v-s	$M^2KS^{-2}A^{-1}$
磁感应	每平方米伏特秒 是在这样的磁感应下，穿过位于均匀磁场中并垂直于磁感应线的每平方米表面的磁通量等于1伏特-秒	B-C/M ²	v-s/m ²	$KS^{-2}A^{-1}$
电感和互感	亨利 是一电路的电感，当此电路中不变电流强度为1安培的情况下，结合此电路的自感磁通为1伏特秒 是两个电路的互感，当一个电路中不变电流强度等于1安培的情况下，结合于第二个电路的互感磁通为1伏特秒	ГH	H	$M^2KS^{-2}A^{-2}$
磁通势和磁位差	安培或培匝 是闭路磁通势，沿着与此闭路一匝相结合的电路上有电流通过，此电流强度为 $\frac{1}{4\pi}$ 安培	a a-B	A A-w	A
磁场强度(磁力)	每米安培 在种类一致和各向性质相同的介质中，距离一根通过1安培电流的无穷长而且圆截面很小的直线导体2米远的磁场强度	a/M	A/m	$M^{-1}A$

空气動力表

表 I—6

V 千米/小时	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
ΔP 毫米水柱	0	3.56	14.33	32.52	58.48	92.75	136.0	189.11	253.13	329.34	419.25

V 千米/小时	ΔP 毫米水柱	V 千米/小时	ΔP 毫米水柱	V 千米/小时	ΔP 毫米水柱	V 千米/小时	ΔP 毫米水柱
0	0	190	175.1	380	713.1	630	2043.6
5	0.1	195	184.5	385	732.5	640	2113.4
10	0.5	200	194.1	390	752.1	650	2184.5
15	1.1	205	204.0	395	772.0	660	2257.1
20	1.9	210	214.2	400	792.2	670	2331.1
25	3.0	215	224.6	405	812.7	680	2406.5
30	4.3	220	235.2	410	833.4	690	2483.4
35	5.9	225	246.1	415	854.5	700	2561.8
40	7.7	230	257.3	420	875.8	710	2641.6
45	9.8	235	268.7	425	897.4	720	2722.9
50	12.1	240	280.4	430	919.3	730	2805.7
55	14.6	245	292.3	435	941.5	740	2890.0
60	17.4	250	304.5	440	964.0	750	2975.9
65	20.4	255	316.9	445	986.7	760	3063.3
70	23.7	260	329.6	450	1009.7	770	3152.3
75	27.2	265	322.6	455	1033.1	780	3242.9
80	30.9	270	355.8	460	1056.7	790	3335.1
85	34.9	275	369.2	465	1080.6	800	3429.0
90	39.1	280	383.0	470	1104.8	810	
95	43.6	285	396.9	475	1129.3	820	3621.7
100	48.3	290	411.2	480	1154.2	830	3720.5
105	53.3	295	425.7	485	1179.3	840	3821.0
110	58.5	300	440.5	490	1204.7	850	3923.3
115	63.9	305	455.5	495	1230.4	860	4027.3
120	69.6	310	470.8	500	1256.4	870	4133.1
125	75.6	315	486.4	510	1309.3	880	4240.7
130	81.7	320	502.2	520	1363.5	890	4350.1
135	88.1	325	518.3	530	1418.9	900	4461.3
140	94.8	330	534.6	540	1475.5	910	4574.4
145	101.7	335	551.2	550	1533.5	920	4689.4
150	108.9	340	568.2	560	1592.7	930	4806.2
155	116.3	345	585.3	570	1653.1	940	4925.0
160	124.0	350	602.8	580	1714.9	950	5045.7
165	131.9	355	620.5	590	1778.0	960	5168.4
170	140.0	360	638.5	600	1842.4	970	5293.1
175	148.5	365	656.7	610	1908.1	980	5419.8
180	157.1	370	676.2	620	1971.1	990	5548.5
185	166.0	375	694.0			1000	5674.3

气壓與高度對照表

$t=20^{\circ}c$ 表 I-7

高 度 (千米)	压 力 (毫米 水銀柱)	高 度 (千米)	压 力 (毫米 水銀柱)	高 度 (千米)	压 力 (毫米 水銀柱)	高 度 (千米)	压 力 (毫米 水銀柱)
-1.0	857.70	1.8	613.37	4.8	417.50	7.8	275.67
-0.9	847.80	1.9	605.82	4.9	411.97	7.9	271.72
-0.8	837.98	2.0	598.35	5.0	406.51	8.0	267.82
-0.7	828.27	2.1	590.95	5.1	401.10	8.1	263.97
-0.6	818.64	2.2	583.63	5.2	395.75	8.2	260.16
-0.5	809.10	2.3	576.38	5.3	390.46	8.3	250.39
-0.4	799.60	2.4	569.21	5.4	385.23	8.4	252.67
-0.3	790.30	2.5	562.11	5.5	380.06	8.5	249.00
-0.2	781.03	2.6	555.97	5.6	374.64	8.6	245.36
-0.1	771.85	2.7	548.11	5.7	369.87	8.7	241.77
-0.05	767.30	2.8	541.23	5.8	364.87	8.8	238.23
0	762.76	2.9	534.41	5.9	359.91	8.9	234.72
0.05	758.25	3.0	527.66	6.0	355.02	9.0	231.26
0.7	753.76	3.1	520.98	6.1	350.17	9.1	227.84
0.2	744.84	3.2	514.37	6.2	345.38	9.2	224.46
0.3	736.01	3.3	507.83	6.3	340.64	9.3	221.12
0.4	727.26	3.4	501.35	6.4	335.96	9.4	217.82
0.5	718.59	3.5	494.94	6.5	331.33	9.5	214.56
0.6	710.02	3.6	488.60	6.6	326.75	9.6	211.34
0.7	701.52	3.7	482.33	6.7	322.22	9.7	208.16
0.8	693.10	3.8	476.12	6.8	317.74	9.8	205.01
0.9	684.77	3.9	469.97	6.9	313.31	9.9	201.91
1.0	676.52	4.0	463.89	7.0	308.94	10.0	198.84
1.1	668.35	4.1	457.87	7.1	304.61	10.1	195.82
1.2	660.26	4.2	451.92	7.2	300.33	10.2	192.83
1.3	652.25	4.3	446.03	7.3	296.10	10.3	189.87
1.4	644.32	4.4	440.20	7.4	291.92	10.4	186.96
1.5	636.46	4.5	434.43	7.5	287.79	10.5	184.08
1.6	628.69	4.6	428.73	7.6	283.70	10.6	181.23
1.7	620.99	4.7	423.08	7.7	279.66	10.7	178.43

續表 I-7

高 度 (千米)	压 力 (毫米 水銀柱)	高 度 (千米)	压 力 (毫米 水銀柱)	高 度 (千米)	压 力 (毫米 水銀柱)	高 度 (千米)	压 力 (毫米 水銀柱)
10.8	175.65	13.7	111.10	16.6	70.34	19.5	44.51
10.9	172.92	13.8	109.42	16.7	69.24	19.6	43.81
11.0	170.21	13.9	107.71	16.8	68.16	19.8	42.45
11.1	167.55	14.0	106.02	16.9	67.09	19.7	43.13
11.2	164.92	14.1	104.36	17.0	66.04	19.9	41.79
11.3	162.34	14.2	102.73	17.1	65.00	20.0	41.13
11.4	159.80	14.3	101.12	17.2	63.99	20.5	38.01
11.5	157.30	14.4	99.54	17.3	62.99	21.0	35.13
11.6	154.84	14.5	97.98	17.4	62.03	21.5	34.46
11.7	152.41	14.6	96.44	17.5	61.03	22.0	30.00
11.8	150.03	14.7	94.93	17.6	60.07	22.5	27.72
11.9	147.65	14.8	93.45	17.7	59.13	23.0	25.62
12.0	145.37	14.9	91.98	17.8	58.21	23.5	23.68
12.1	143.09	15.0	80.54	17.9	57.30	24.0	21.88
12.2	149.85	15.1	89.13	18.0	56.40	24.5	20.22
12.3	138.64	15.2	87.73	18.1	55.52	25.0	18.69
12.4	136.47	15.3	86.36	18.2	54.65	25.5	17.27
12.5	134.34	15.4	85.01	18.3	53.79	26.0	15.96
12.6	132.23	15.5	83.68	18.4	52.95	26.5	14.75
12.7	130.16	15.6	82.37	18.5	52.12	27.0	13.63
12.8	128.12	15.7	81.08	18.6	51.30	27.5	12.60
12.9	126.12	15.8	79.81	18.7	50.50	28.0	11.60
13.0	124.14	15.9	78.56	18.8	49.71	28.5	10.76
13.1	122.20	16.0	77.33	18.9	48.93	29.0	9.94
13.2	120.29	16.1	76.12	19.0	48.17	29.5	8.49
13.3	118.40	16.2	74.93	19.1	47.41	30.0	8.19
13.4	116.55	16.3	73.75	19.2	46.67		
13.5	114.73	16.4	72.60	19.3	45.97		
13.6	112.93	16.5	71.46	19.4	45.22		

标准大气压表

表 I—8

高 度 (千米)	压力 $p_H=20^{\circ}C$ (毫米水银柱)	温 度 ($^{\circ}K$)	空气密度 ρ_H (公斤/米 ³ ·秒 ²)	音 速 (米/秒)
—1	857.70	294.50	0.1374	345
—0.5	809.70	291.25	0.1311	343
0	762.86	288.00	0.1250	341
0.5	718.59	284.75	0.1191	339
1.0	676.52	281.50	0.1134	337
1.5	633.42	288.25	0.1072	335
2.0	598.35	275.00	0.1027	333
2.5	562.11	271.75	0.0976	331
3.0	527.66	268.50	0.0927	329
3.5	494.94	265.25	0.0881	327
4.0	463.89	262.00	0.0836	325
4.5	434.43	258.75	0.0792	323
5.0	406.51	255.50	0.0751	321
5.5	380.06	252.25	0.0711	319
6.0	355.02	249.00	0.0673	317
6.5	331.33	245.75	0.0636	315
7.0	308.94	242.50	0.0601	313
7.5	287.79	239.25	0.0568	311
8.0	267.82	236.00	0.0536	309
8.5	249.00	232.75	0.0505	307
9.0	231.26	229.50	0.0476	305
9.5	214.56	226.25	0.0448	302
10.0	198.84	223.00	0.0421	300
10.5	184.08	219.75	0.0395	298
11.0	170.65	218.12	0.0369	297
11.5	157.30	216.50	0.0343	296
12.0	145.37	216.50	0.0317	296
12.5	134.34	216.50	0.0293	296
13.0	124.14	216.50	0.0271	296
13.5	114.73	216.50	0.0250	296
14.0	106.02	216.50	0.0231	296
14.5	97.98	216.50	0.0214	296

續表 I — 8

高 度 (千米)	压力 ρ_H $t=20^\circ c$ (毫米水銀柱)	溫 度 (OK)	空气密度 ρ_H (公斤/米 ³ ·秒 ²)	音 速 (米/秒)
15.0	90.54	216.50	0.0197	296
15.5	83.68	216.50	0.0182	296
16.0	77.33	216.50	0.0168	296
16.5	71.46	216.50	0.0156	296
17.0	66.04	216.50	0.0144	296
17.5	61.03	216.50	0.0133	296
18.0	56.40	216.50	0.0123	296
18.5	52.12	216.50	0.0114	296
19.0	48.17	216.50	0.0105	296
19.5	44.51	216.50	0.0097	296
20.0	41.13	216.50	0.0090	296
21.0	35.13	216.50	0.0077	296
22.0	30.00	216.50	0.0065	296
23.0	25.62	216.50	0.0056	296
24.0	21.88	216.50	0.0048	296
25.0	18.69	216.50	0.0041	296
26.0	15.96	216.50	0.0035	296
27.0	13.63	216.50	0.0030	296
28.0	11.64	216.50	0.0025	296
29.0	9.94	216.50	0.0022	296
30.0	8.49	216.50	0.0018	296

第二章 仪器零件制造用材料

由于仪器的精度、特性及其使用工作条件对零件材料要求的不同，故仪器制造中应用的材料种类很多。它包括有黑色金属、有色金属、各种特殊合金以及其它非金属材料。正确的选用零件的材料，不仅可以降低成本，提高加工工艺性，更主要的它是保证仪器质量和精度重要关键之一。

选择材料的原则：

零件设计时，选择材料应考虑以下几个因素：

1) **儀器結構及受載情况：**对仪器仪表来讲，一般受力很小，故从强度观点来看，问题不大，因此，应根据零件结构的工艺性，和零件受载，耐磨的条件来确定零件的材料。例如钟表机构中的齿轮轴，其受力仅为几克，但为保证其耐磨和避免淬火后的变形，故最好选用40号铬钢。又如：仪表支架或底座，为支撑零件，被支撑机构的重量一般是不大的。但要求保证机件的位置准确。所以底座应该有足够的厚度，以保证刚度，但从零件另一方面要求，要减轻仪表的重量和提高加工的工艺性，因此，对仪表支架和底座的材料，可采用铸铝，则可满足上述要求。

2) **儀器工作的條件：**使用仪器环境，介质的不同，对零件材料影响甚大，从而严重影响到仪器的特性和精度。如：外界的振动，温度，潮湿，腐蚀性介质等。在具有振动条件下工作的零件，应采用疲劳极限，强度较高的材料。在温度变化范围很大的条件下，对材料的选择，应保证材料的弹性模数受温度影响变化不大，尤其是对直接影响测量精度的敏感元件材料，对这方面的要求更高。另外，如果仪器工作在沿海一带，空气中湿度较大，则对一些较重要零件的材料，如游丝，轴尖等必须考虑到防锈的镀层或耐腐蚀的材料。

3) **傳動的輕便性和儀器的重量：**为了降低仪器零件的摩擦，提高传动灵敏度和灵活性，必须使零件的重量减轻。如电测仪表中活动系统的转轴，多采用硬铝制造，这不仅是为了避免磁场对零件运动的影响，也是为了减轻活动系统的重量，提高仪表的灵敏度。如仪表的指针都是采用轻金属的铝片制造。又如在一些机构中受力很小，则可采用非金属，质量较轻成本也低。

4) **特殊零件本身特性的要求：**如测量温度的热电偶材料，双金属温度补偿片的材料，膜片的材料等都根据本身特性的要求，选择特殊材料，其材料的性质可以满足零件特性的要求。如膜片应用铍青铜。双金属片应用的被动层，因钢等为具有线胀系数最小的材料。

5) **其它因素：**选择材料，除依据要求的机械性能，物理性能和规格外，还必须考虑到材料的成本、来源、供应情况。如尽可能采用满足要求而便宜的代用材料，首先考虑采用本厂库存现有材料，易购材料，国产材料，因地制宜，充分利用现有物质基础。为国家节约资金，减少运输等。

以上为选择零件材料时应考虑的几点原则，下面将仪器制造中常用材料列表如下：