

周亞奎編

金屬材料

机械工业出版社

金 屬 材 料

周 亞 奎 編



机械工业出版社

1958

出版者的話

本書是以了解金屬和合金的性能和用途為目的的，并附帶也討論了它們的結構和組織。全書共分六章，在內容上，以黑色金屬為主，有色金屬為副。本書是介於材料手冊和金屬學中間的一本讀物，它在理論闡述方面，沒有一般金屬學那樣詳盡，在資料數據方面又沒有材料手冊那樣完備，相反的，它比手冊多了很多理論敘述、解釋和說明；比金屬學又多了不少實用資料和數據。目的在於幫助初級技術人員在現有的理論知識基礎上，提高一步，更主要的是使這些人員在實際工作中能正確地選用材料。這是本書的特點。

本書曾經曹志端同志審閱。

NO. 2030

1958年12月第一版 1958年12月第一版第一次印刷

850×1168 $\frac{1}{32}$ 字數 133 千字 印張 5 $\frac{5}{16}$ 0,001— 6,000 冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價(11) 1.10 元

目 录

引言	5
第一章 金属材料性能	7
一、金属材料的物理性能	7
1. 密度和比重(7) —— 2. 熔点(8) —— 3. 导热性(9) ——	
4. 热胀性(9) —— 5. 导电性(10) —— 6. 磁性(10)	
二、金属材料的化学性能	12
三、金属材料的机械性能	13
1. 强度(13) —— 2. 弹性(14) —— 3. 塑性(14) —— 4. 硬度(15)	
四、金属材料的工艺性能和试验	20
1. 弯曲试验(20) —— 2. 冷弯试验(21) —— 3. 管子的弯转试验和翻口	
试验(21) —— 4. 型材的展开试验(22)	
五、金属和合金的内部构造	23
六、金属的加工	24
第二章 铸铁和铸钢	26
一、可锻铸铁	29
二、球墨铸铁	30
三、合金铸铁	31
1. 高强度合金铸铁(31) —— 2. 耐热、耐酸和非磁性铸铁(32) ——	
3. 工具用铸铁(33)	
四、冷硬铸铁	33
五、铸钢	34
六、铸品的缺陷	35
第三章 钢	37
一、结构钢	37
1. 碳钢的成分及其对性能的影响(37) —— 2. 碳结构钢(39) —— 3. 合	
金元素对钢材性能的影响(44) —— 4. 合金结构钢(54) —— 5. 钢的切	
削加工性和易切钢(55)	
二、工具钢	56
1. 碳工具钢(59) —— 2. 合金工具钢(61) —— 3. 高速钢(65)	

4	
三、特种鋼	66
1. 不銹鋼(67)——2. 耐热鋼(69)——3. 电磁鋼(70)	
四、鋼材質量的确定方法	71
1. 化学成分的鑒別(71)——2. 内部缺陷的檢查(74)	
第四章 鋼的热处理	76
一、鉄碳合金平衡圖	76
二、鋼在加热和冷却时的轉变	81
三、热处理的种类	83
1. 退火(83)——2. 淬火(85)——3. 回火(101)	
四、合金元素对热处理的影响	103
五、鋼的化学热处理	104
1. 滲碳(105)——2. 氮化(108)——3. 氰化(109)——4. 扩散金屬处理(112)	
六、热处理的缺陷	113
第五章 硬質合金	115
一、鑄造硬質合金	115
二、粉末硬質合金	116
第六章 有色金屬	120
一、銅和銅合金	120
1. 黃銅(122)——2. 青銅(128)——3. 无錫青銅(129)	
二、鋁和鋁合金	131
1. 鑄造用鋁合金(134)——2. 压力加工用鋁合金(135)	
三、鎂和鎂合金	140
四、錫、鉛、鋅和巴比合金	142
五、焊料和易熔合金	145
附录 型材規格	150
参考書目	170

引 言

我国目前正在进行大规模的社会主义建设。为了保证新建设的不断增长和扩大，为了保证现代化的工业生产不断的加速，就必需有大量的材料，而尤其是金属材料。这样就必需有很多的人从事于金属的冶炼生产工作，同时还需要更多的人从事于建筑和机器制造工作，也就是说还要更多的人来对生产出来的金属材料进行再加工和使用。由此可见，了解金属材料性能的知識，进而正确地选择和使用，合理地制造产品和工具，对我们机械工作者来说是很重要的。

这本书就是研究金属材料的成分、组织和性能间的关系，从而正确地认识金属的物理、化学机械和工艺的性能，并深刻地了解各种不同金属材料的适用性。因为只有通过合理地使用，才能完善地发挥材料的性能。反之，如果选料不当，不单是使工件加工过程复杂化，并且增加了废品率，造成材料和人工的损失。

为了提高产品的质量，我们还必须懂得金属在各种加热和冷却过程中所起的变化，这样才能正确地进行热处理和其他各种热加工的工作。所以本书在以后各章中除了着重叙述材料的规格、性能和用途外，同时还介绍一些有关材料热处理的知識。

在此，我们还没有分章地讨论各种金属材料以前，首先应该了解一下有关各种金属材料的通性，即共同之点和特点。

金属可分为黑色金属和有色金属两大类。属于黑色金属的是铁和铁合金。有色金属的种类极多，而在工业上已经广泛应用的有铜、铝、镁、镍、锌、锡、铅、铋以及它们的合金。其他在工业上还没有得到广泛应用的有钨、金、银等价格昂贵的贵重金属和铍、镉、铀等产量极少的稀有金属。

所有这些金属，都具有明亮的金属光泽；一切金属都有良好

的傳熱性和導電性；絕大部分金屬在常溫下是固態的；多數金屬都可以鍛造、延軋和焊接。這些都是金屬材料所特有的性質。

除了鉑、金、銀、鉻、鎳、錫以外，其他金屬在空氣中都會很快就會被氧化，在表皮上形成一層氧化物薄膜，因此就失去了原有的光澤。

以上所述的金屬特性，對於各種不同金屬講來，在程度上是有很大的出入的，例如汞（水銀）和其他金屬比較起來，它是傳熱和導電的不良導體，但和非金屬相比，仍然可以說是相當好的良導體。

各種金屬的實用價值也是極不相同的。在近代機器製造業中，常常要求要有性能良好而又價格低廉的材料。因此在自然界中要有很大的儲量，開采和提煉也不太困難，並且還具有某些優良的實用性能。例如鐵和鐵合金有很大強度和硬度，銅具有特出的傳熱和導電性，並且它們的價格也都不十分昂貴，這些材料的實用價值就較大，因此在以後我們也就需要比較詳細地去討論這些材料。

非金屬的材料是沒有以上所講的金屬特性的。

在金屬材料工業上，有些非金屬物質，對材料性質起着相當大的作用，那些就是碳、硅、硫、磷和氧、氮等。這些我們在以後各章中也還要講到它們。

第一章 金屬材料的性能

在机械工业上，几乎所有的零件都是用金属材料制成的。因为金属材料的用途極广，因此希望各种材料能具有不同的性能。例如用于切削机床的床身，在机械性能方面要求有很好的剛性，在工艺性能方面，要求有良好的鑄造性或焊接性。又如用于刀具和工具，則須有很大的强度和硬度。用于机床的其他一些零件，我們又有其他不同的要求，例如良好的彈性、可塑性、切削加工性、可鍛性焊接性等等。

我們要了解各种材料的性能，以便于应用到实际工作上去。第一步應該了解各种性能的含意，例如什么是物理性能、化学性能机械性能和工艺性能等。

一 金屬材料的物理性能

物理性能是指材料本身固有的性能，譬如說水冷到攝氏零度会結冰，加热到攝氏一百度会沸騰。那么攝氏零度就称为水的冰点，而攝氏一百度就称为水的沸点。又如鉛很重，而鋁相对地觉得很輕，那么在物理学上，我們就說鉛的密度大，鋁的密度小等等。由此可見，金屬的物理性能應該包括有密度、熔点、热脹性、傳热性和导电性等等。

在上面我們已談到了鉛比鋁要重，假如我們要追問一下究竟重多少？或者說难道一斤鉛比二斤鋁还要重嗎？从这里可以看出一个問題：就是各种物理性能除了有一定的物理意义外还要有标准的測量和計算單位，只有这样，才能測定金屬对某种物理性能具有怎么样的程度。

1 密度和比重

密度是指單位体积里的重量数。就是說两种材料的体积相等，

重量大的密度大，重量小的密度小。在我們公制單位里，是以每一立方公分的克数作为密度的計算單位。例如水一立方公分重一克，鋁一立方公分重2.6克，鉛一立方公分重11.4克，那么它們的密度就分別为1、2.6和11.4克/公分³。

在物理学上，我們拿各种物質的重量和同体积的水的重量相比，其比值称为比重。例如

$$\text{鋁的比重} = \frac{\text{一立方公分鋁的重量}}{\text{一立方公分水的重量}} = \frac{2.6}{1} = 2.6$$

$$\text{鉛的比重} = \frac{\text{一立方公分鉛的重量}}{\text{一立方公分水的重量}} = \frac{11.4}{1} = 11.4$$

由此可見，材料的密度和比重，虽然含意不同，可是在公制單位里面，其数值却是相等的，因为水的密度等于1克/公分³。

密度或比重在我們实际工作中用处是很多的。例如在熔鑄时計算模型和坩堝体积的时候；在鍛造时計算落料的时候，都要用到它們。

2 熔 点

我們知道絕大多數金屬在常溫下是固体的。假如把它們加热到一定程度，那么就会从固体的形态轉变为液体。这个轉变的溫度，就称为熔点。

各种不同的金屬，都有它各自的熔点，熔点低的如錫、鉛、鋅等称为易熔金屬。熔点高的如鉄、鎳、鎢等就比較不容易熔化。

金屬的熔点，在熔鑄工作上具有特別重要的意义，这是显而易見的。然而对于其他的加热工作又何尝不是一个重要的参考数字。例如一般材料的适宜的開始鍛造溫度就是在它本身的熔点以下200°C左右範圍內，因为我們在鍛造工作上除了要掌握适宜的鍛造溫度外更須防止工件的表皮和棱角处的燒烱（局部熔化）。

此外在无线电工业上，利用了錫、鉛、鎢、鉍等合成的易熔合金作釐焊焊料，它的熔点只有攝氏67度。还有装在电气綫路上的熔絲（俗称保險絲）也是由类似的易熔合金制成，它能确保使用者和电气設備的安全。这些都是熔点在工业上的应用。

3 导热性

一般金屬的导热性都是比較良好的。例如說我們一只手拿一根鐵棒，另一只手拿一根木棒，將它們的一端一起放在同一只爐子里加熱，結果必然是拿鐵棒的那只手很快就覺得發燙了。從這簡單的例子就很可以看出金屬比非金屬的导热性好得多了。

計算导热能力的單位是卡/分·公分²，就是說一平方公分斷面的金屬，在一分鐘內所傳導的卡數（卡是熱量的單位，一克水升高攝氏一度所需要的熱量，稱為一卡）。實際上，常用某一種导热性較好的金屬做標準，其他各種金屬和它相比。如以銀的导热性為100%，那麼銅為90%，鋁為50%，鐵為15%，汞為2%。

金屬的导热性在實際應用上也有它一定的意義。例如在熱處理工作上，對於导热性較差的合金鋼，比之具有相同尺寸的碳鋼，它的加熱就需要緩慢，時間也需要較長。

4 熱脹性

熱脹冷縮是一切物體的自然現象，這是人所共知的，一般常用的水銀溫度表，就是利用這個原理製成的。然而在氣候變化的溫度範圍內，對於一般體積不大，或者要求精度不高的物體講來，它的尺寸變化，關係很小。因此人們雖然知道熱脹冷縮這一自然現象，而常被認為對於實際工作沒有多大影響而忽視了。其實并不如此，例如車削的工作，往往在機床上測量其尺寸，正合圖紙，而取下來後，又發現尺寸不夠了，這是因為由於切削產生的熱量，提高了工件當時的溫度，脹大了工件的尺寸。隔不多久，工件冷卻了，從機床上取下來，再量尺寸，已經縮小。由此而造成廢品的，不在少數。又如製造精密的測量工具，如塞規卡規以及塊規等，尺寸常以公微（ μ ）計，因此溫度的變化對於測量的影響，就更為顯著了。

此外，熱脹性對我們熱加工的影響，就更加重要。在鑄造時，將熔化了的高溫的金屬液體澆入砂型；在鍛造時，往往在將近攝氏1000度時，測量工件的尺寸。這些都必須估計到冷卻時的收縮量。

計算熱脹性的單位，叫熱脹係數，它又分為綫脹係數和體脹係數。單位長度的物體，每升高溫度一度所增長的數量，為綫脹係數；單位體積的物體，溫度每升高一度所增長的體積數，為體脹係數。例如鋁的綫脹係數為 0.000021，銅為 0.000017，鐵為 0.000012。體脹係數為綫脹係數的三倍。

5 導電性

我們把熱量能夠從金屬棒的一端傳到另一端的性能，稱為導熱性。同樣，電流通過金屬體的一端傳到另一端的性能稱為導電性。某些金屬，如銅、鋁等，對於電流容易通過，稱為良導體；某些金屬，如鐵、汞等，對於電流不容易通過，稱為不良導體。金屬導電性能的強弱，就以它們對電流阻力的大小來計算。物理學上，電阻的單位為歐姆，以希臘字母 Ω 來代表。一個歐姆的電阻，就是斷面積為一平方公厘，長 57 公尺的銅絲所產生的阻力。各種金屬阻力的大小，常以電阻係數來比較，就是說電流在同樣粗細（1 公厘²）和相等的長度（1 公尺）的不同金屬絲上所遇到的阻力（表 1）。

金屬的導電性能，並非固定不變的。一般導體（半導體除外）的導電能力是隨著導體的溫度上升而下降的。

在實際應用上，對阻力特別小的和特別大的材料，都有它不同的用途。我們為了同一個目的，減輕重量和節省金屬，對導綫來講就希望阻力愈小愈好，而對於電阻綫却希望阻力愈大愈好。

金屬材料的不純度，會影響材料的導電性能，所以製作導電用的銅絲，必須以純度極高的電解銅為原料。

6 磁性

凡是能被磁鐵所吸引的金屬，就稱為是有磁性的。有磁性的金屬，除了能被磁鐵吸引外，還能磁化，經磁化后的金屬就成為磁鐵而能吸引其他有磁性的金屬。有磁性的金屬很少，除了鐵和鐵的合金外，還有鎳和鈷兩種。

磁性的利用，以在電氣工業上為主。所有發電機、電動機、變

压器以及各种电表等，几乎都不能离开磁性。因为导体在磁场里运动会产生电流，电流通过在磁场内的导体会产生动力，这就是由机械能变为电能，由电能变为机械能的基本原理。除此以外，在机械上应用的还有起重用的电磁吸铁和磁力探伤等。

材料的磁性强弱也不是固定不变的，磁性物体和磁铁近，显示的磁性强，和磁铁远就弱。另外磁铁经加热或敲打后，磁力会逐渐减弱以致于消失。

表1 金属的物理性能[9]

名称	化学符号	比重	熔点(°C)	热膨胀系数 (长度/°C/单位长)	电阻系数 (Ω)
镁	Mg	1.7	650	0.000026	0.047
铝	Al	2.6	660	0.000021	0.027
钛	Ti	4.5	1800		0.032
锑	Sb	6.7	630	0.000010	0.386
锌	Zn	6.9	419	0.00030	0.060
铬	Cr	7.1	1615	0.000008	0.026
锡	Sn	7.2	232	0.000023	0.120
锰	Mn	7.4	1230	0.000023	0.044
铁	Fe	7.8	1528	0.000012	0.092
钴	Co	8.8	1444	0.000012	0.097
铜	Cu	8.9	1083	0.000017	0.017
镍	Ni	8.9	1452	0.000013	0.069
铅	Pb	11.4	327	0.000027	0.100
钨	W	19.3	3400	0.000021	0.027

表2 木模和铸件重量的倍数

倍 数 木 材		金 属	铸 铁	铸 钢	铸 黄 铜	铸 青 铜	铸 铝
杉	木		14.0	15.2	15.8	16.8	5.1
柳	木		12.8	13.9	11.3	15.3	4.6
松	木		11.9	12.8	13.3	14.1	4.3
柏	木		10.7	11.7	12.1	12.8	3.9
核桃	桃		10.6	11.6	12.0	12.7	3.8

表 1 是工业上常用的各种金屬的物理性能。表 2 是根据木材和金屬的比重計算出来的鑄件和木模重量的倍数。表 3 列出金屬鑄件每 100 公厘的收縮量，也就是制模型时所需的放尺。可供工作上参考。

表 3 鑄件每 100 公厘的收縮量

鑄 鐵	鑄 鋼	鑄 青 銅	鑄 黃 銅	鑄 鋁
1	2	1.3	1.5	1.7

二 金屬材料的化学性能

材料的化学性能往往是伴随着化学变化的产生而显示的，因此在研究化学性能以前，應該先了解一下化学变化。

水冷到攝氏零度結成冰，加热到攝氏 100 度会沸騰而变为蒸汽，这些变化称之为物理变化，因为它沒有改变水的本性，当冰的溫度提高了，或則蒸汽的溫度降低了，它們就都会还原成水。經過化学变化的物質，就不这样了，例如木炭經燃燒而变成灰份和气体，鉄經氧化而成鉄銹等。

金屬材料的化学性能主要的是指金屬在某种条件下忍受或則抵抗化学变化的能力。例如含鉻鎳很高的不銹鋼就有防止氧化和腐蝕的能力。

化学腐蝕是机械工业上的一个勁敌，不加以防止它会造成很大的經濟損失。大气中的氧气，在室溫时，就对金屬产生氧化作用，日久而形成鉄銹或銅綠。随着溫度的升高，氧化的进行也就加劇，在高溫时（即燃燒）形成氧化皮而脫落。

工业上防止氧化和腐蝕的方法是：

（1）在鋼材的冶煉过程中加入鉻和鎳等成分，而制成合金形式的不銹鋼或耐热鋼等。

（2）是用电鍍的方法在容易被侵蝕的金屬表面上鍍上一層

不容易被侵蝕的材料，如鍍鋅、鍍鎳、鍍鉻和鍍錫等。

(3) 最經濟最簡單并且也是很實用的方法，是在金屬的表面上塗上油漆。

(4) 有時也採用化學處理的方法，使在金屬本身的表面上產生一層有防腐性的氧化膜，如發藍和磷化等。

三 金屬材料的機械性能

一切機械零件、工具、或刀具，在工作時，它們一定會受着相當的外力。由於外力作用方向的不同會使金屬產生伸長、縮短或彎曲等不同的變形，因此外力也可成為拉伸的、壓縮的、彎曲的或扭轉的等等。按照負荷種類的施加方式不同，又有靜止的、沖擊的或者是往反變動的等等。我們要知道這些機器零件、工具或刀具是否能擔負這些重荷，那麼首先要了解材料的機械性能。具體地說就是材料的強度、彈性、塑性和硬度等。

材料的機械性能，不若物理或化學性能那樣單純；它不僅是和材料的成分有關，並且和它的加工過程和結晶組織等情況都有很大的影響。一般說來，對材料成分，在純金屬中加入其他元素都能提高材料的金屬強度。對加工過程來講，經過鍛造的，其機械性能要比鑄造的好。適當的熱處理能改善合金的組織提高其機械性能。這些在以後幾章中還要詳細地談到。

至於機械性能的高低數值，也有一定的計算單位。

1 強 度

材料的強度是指材料抵抗外力的能力。極限強度是金屬被破壞（拉斷或扭斷等）時單位面積上所承受的外力數。如用公式來表示，可以寫成下列式樣：

$$\text{極限強度 } \sigma_b = \frac{\text{最大載荷}}{\text{變形前斷面積}} = \frac{P}{F_0} \text{ 公斤/公厘}^2$$

假如最大載荷為拉力，那麼計算出來的結果是抗張極限強度；

如为压力，则为抗压极限强度等。

假如材料所承受的外力虽然没有到达极限强度，然而因为外力作用的方向不断的变换，它也能使材料破坏，这种现象称为材料的疲劳。材料因疲劳而破坏时，它能承受外力的大小，和外力变换方向的次数有关；外力越少，材料所能承受的外力方向的变换的次数越多。当外力小到一定程度，这时反复变换的次数虽增加到几亿次而仍然不被破坏，这个外力的数值，称为疲劳极限。在设计工作中，为了保证机器使用上的安全，因此每一机件，单位面积上所受的最大外力，不可超过材料的疲劳极限。

2 彈性

材料在外力的作用下，必然会产生一定程度的变形。当外力移去后，材料能恢复到原来尺寸的一种能力称为材料的弹性。因此材料的弹性极限，即为能够恢复变形的最大限度的载荷时的强度。应该是：

$$\text{弹性极限 } \sigma_e = \frac{\text{能恢复变形的最大载荷}}{\text{变形前的断面积}} = \frac{P_1}{F_0} \text{ 公斤/公厘}^2$$

材料的极限强度和弹性极限，主要是用在设计工作中。为了防止机床或工具在使用中产生破裂或永久变形，因此在设计时必须首先考虑到材料的这些性能。

3 塑性

和弹性恰恰相反，塑性是金属在外力作用停止后，能够继续保持变形（但不破裂）的一种能力。我们所以要讨论金属的塑性，是因为金属的塑性能承受压力加工，就是在轧钢机上或其他冲压机床上改变材料的形状和尺寸。

计算和测量金属的塑性能力是用延伸率和断面收缩率。

延伸率是当金属破裂时的伸长量和它变形前总长度相比的百分率。照样，断面收缩率是当金属破裂时断面积的收缩量和它变形前的断面积相比的百分率。所以它们的算式应分别为：

$$\text{延伸率 } \delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

$$\text{断面收缩率 } \psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \times 100\%$$

式中 l_0 ——試样原来長度；
 l_1 ——試样断裂时之長度；
 F_0 ——試样原来断面积；
 F_1 ——試样断裂处之断面积。

4 硬 度

金屬抵抗外来物体侵入其表面，或者抵抗磨損的能力，称为硬度。硬度的單位因測量方法的不同，最常用的有四种，即布氏（亦称鋼珠压入法）洛氏（亦称圓錐形金鋼鑽压入法）維氏（亦称尖錐形金鋼鑽头压入法）和肖氏（亦称撞击回跳式硬度測量法）。各种測量方法，都有各自不同的測量机械，因为构造和操作方法上的不同，所以各种硬度机都有不同的測量对象。布氏硬度机可用于鍛件、鑄件以及一般表面比較粗糙的工件上，因为它的压入物为一鋼珠，和工件的接触面积較大。洛氏硬度机只能用于經過机床加工的、表面比較光滑的工件上。这种硬度机的讀数又分甲乙丙三种，洛氏甲（ HR_A ）用于極硬的工件，如硬質合金等；洛氏乙（ HR_B ）用于比較軟的工件，如未經淬火的鋼和有色金屬及其合金等；洛氏丙（ HR_C ）用于較硬的工件，如經過淬火处理的鋼，对于尺寸極薄，或只經表面硬化的工件，应用維氏硬度机来測量，因为它的压入重量有極輕的。蕭氏硬度机适用于不便于移动的大型鑄件和鍛件等，因为它本身結構輕便，容易移动。圖 1 为各种硬度值相互間的关系。

附表 4 是某些金屬的机械性能。表 5 是用不同方法

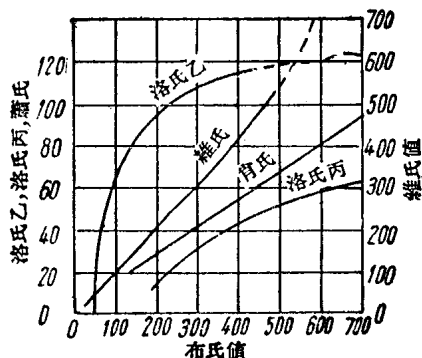


圖 1 各種硬度對照圖〔24〕

表 4 金屬的机械性能[9]

性能 金屬	强度極限 σ_b (公斤/公厘 ²)	延伸率 δ (%)	硬 度 H_B
鉛	1.8	45	2
錫	2	40	5
鋁	8	40	20
鋅	15	20	30
銅	22	50	35
鉄	25	45	80
鎳	50	50	100
鎢	150	0	150

注：表列强度極限为抗張强度。

表 5 在各种硬度計上量得的硬度之間的关系

布氏硬度		洛氏硬度 刻度 C (金剛石)	洛氏硬度 刻度 B (鋼 球)	洛氏硬度 刻度 A (金剛石)	維氏硬度 (金剛石角錐)	蕭氏硬度
压印直徑	硬度值					
	782	72		89	1220	107
	744	69		87	1114	100
	713	67		86	1021	96
	683	65		85	940	92
	652	63		84	867	88
	627	61		83	803	85
	600	59		82	746	81
	578	58		81	694	78
	555	56		79	649	75
	532	54		78	606	72
	512	52		77	587	70
	495	51		76	561	68
	477	49		76	534	66
	460	48		75	502	64
2.90	444	47		74	474	61
2.95	429	45		73	460	59
3.00	415	44		72	435	57
3.05	401	43		72	423	55
3.10	388	41		71	401	53
3.15	375	40		70	390	52
3.20	363	39		70	380	50
3.25	352	38		69	361	49
3.30	341	37		68	344	47
3.35	331	36		68	333	46
3.40	321	35		67	320	45
3.45	311	34		67	312	44
3.50	302	33		67	305	42
3.55	293	31		66	291	41