

电子学研究所图
R81.18073
659

化 工 机 械

金 屬 材 料 手 册

A.O. 斯拉文 著
 E.B. 施欽曼
 杜 明 譯



3304967

本手册包括化工机器制造业以及造纸、食品、石油等及与其相近的工业部门制造设备与机器时所应用的碳素钢、合金钢、铸铁、有色金属及有色金属合金的化学成分、物理性能、机械性能及耐腐蚀性等的数据。

全手册共分三篇；第一篇叙述金属与合金的主要试验方法；第二篇包括金属与合金的选择原则、钢与铸铁的物理性能、机械性能及加工工艺等方面的主要数据；第三篇讲有色金属与合金。

本署原文的直译名应为“化工机器与设备制造中的金属与合金手册”，为简便计，略如封面译名。

本手册供化工机器制造业及与化学工业相近的各工业部门的设计人员及工程技术人员参考，也可供高等工业学校有关专业学生参考。

Д. О. СЛАВИН Е. В. ШТЕЙМАН

МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

В ХИМИЧЕСКОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

И АППАРАТОСТРОЕНИИ

МАШГИЗ(МОСКВА • 1951)

化工机械金属材料手册

杜明译

化学工业出版社(北京安定门外和平北路)出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第092号

北京市印刷一厂印刷

新华书店发行

开本：850×1168·1/32

1958年11月第1版

印张：14 张

1958年11月第1次印刷

字数：624千字

印数：1—10,000

定价：(10) 2.30 元
平装 2.50

书号：15063·0180

目 录

序言	6	慣用符号与术语	8
----------	---	---------------	---

第一篇 金属材料試驗

机械性能試驗

拉伸試驗	14	硬度的測定	37
蠕变試驗	28	冲击韌性的測定	46
壓縮試驗	29	持久(疲勞)試驗	47
鑄鉄的楔子压入試驗	31	焊接件的試驗	53
弯曲試驗	31	工艺試驗	58
扭轉試驗	34		

金 相 試 驗

磨片的制备	67	鋼的晶粒大小的測定	70
合金組織的显露	69	鑄鉄中石墨的測定	75
金相磨片的电解抛光	70	非金屬夹杂物的測定	75

腐 蝕 試 驗

評定腐蝕的定性方法	78	晶間腐蝕的測定	81
評定腐蝕的定量方法	79	热穩定性試驗	84

第二篇 結構鋼及鑄鉄

化工机器制造及設備制造中用的金屬及合金的選擇原則	86
--------------------------------	----

結 構 鋼

結構鋼的組織	114	鋼15Г及20Г	152
淬透性	115	鋼30Г	154
結構鋼的耐腐蝕性	116	鋼40Г	157
普通質量的發素鋼	117	鋼50Г	158
阿堪克鉄	122	鋼60Г	162
優質發素鋼	123	鋼10Г2	163
08、10、10 KП 号鋼	124	鋼30Г2及35Г2	166
15号及15 KП 号鋼	126	鋼40Г2	169
20号鋼	132	鋼45Г2	171
25号鋼	135	鋼50Г2	173
30号及35号鋼	138	低合金結構鋼	175
40号鋼	141	優質合金結構鋼	176
45号鋼	143	優質及高級優質銘鋼	179
50号及55号鋼	145	鋼15X及15XA	179
60号及65号鋼	148	鋼20X	181
含鉍量較高的鋼	151	鋼50X及35X	183

鋼40X	187	鉻鋼	239
鋼45X	189	鋼 1X13	239
鋼50X	191	鋼 2X13	242
鐵鋼	192	鋼 3X13	244
鋼25H	192	鋼 4X13	247
鋼30H	194	鋼 X17	248
鉻鐵結構鋼	196	鋼 X28	252
鋼 20XH	196	鉻鉍鋼	257
鋼 30XH3	198	鋼 X6M	257
鋼 40XH	199	鋼 X12M	259
鋼 12XH2A	201	鉻鉍鉍鋼 X 10C2M	260
鉻鉍鋼	203	鉻鉍鋼 X9C2	262
鋼 20XM	203	鉻鉍鋼 0X18H9、1X18H9、2X18H9	263
鋼 30XM	205	鉻鉍鈦耐酸鋼 1X18H9T	268
鋼 35XM	208	鉻鉍鋼 X23H18	270
鉻鉍鋼	210	鋼 X18H25C2	271
鋼15XΦ及20XΦ	210	鋼 X13H7C2	273
鋼 40XΦA	213	鉻鉍鉍鋼 ЭИ307	274
鋼 50XΦA	216	鉻鉍鉍鋼	275
鉻鉍鉍鋼	218	鋼 X13Г9H4	275
鋼 20XГC	218	鋼 X15Г7H7MΦ	275
鋼 30XГC	220	鉻鉍鉍鋼 4X14H14B2M	277
鉻鉍鉍鋼	222	鉻鉍鉍鉍鋼 X14H14CB2M	280
鋼18XHBA	222	鉻鉍鉍鈦鋼 X 18H12M2T	281
異型鑄造用鋼	224	鉻鉍鉍鋼 ЭИ403	282
結構鋼的切削加工性	225	鉻鉍鉍鋼 ЭИ400	283
不銹鋼及耐酸鋼	228	雙金屬	285
熱穩定鋼及熱熱鋼	236		
	鑄 鐵		
變質鑄鐵	300	耐蝕灰口鐵	309
高強度鑄鐵	304	高硅鑄鐵 C-15和C-17	311
耐磨鑄鐵	306	硅鉍鑄鐵 MΦ-15 (抗氣合金)	321
耐蝕的和熱穩定的合金鑄鐵	308	高鉻鑄鐵 X-28和X-34	323

第三篇 有色金屬與合金

銅與銅合金

銅	330	黃銅И96 (炮銅)	337
銅鋅合金 (黃銅)	335	黃銅 (炮銅) И90	339
壓力加工用黃銅	336	黃銅И85	341

黃銅Л80	342	錳青銅 Бр.Мц5	406
黃銅Л70	344	鋁錳青銅 Бр.АЖМц1-0,3-1,5	407
黃銅Л68	345	硅錳青銅 Бр.КМц3-1	409
黃銅Л62	348	硅錳青銅 Бр.КН1-3	412
鋁黃銅 ЛА85-0,5	350	鈹青銅 Бр.Б2	413
鋁黃銅 ЛА77-2	351	鎳和鎳合金	417
鋁鎳黃銅 ЛАН59-3-2	352	鎳	417
硅黃銅 ЛК80-3	353	鎳合金	419
錳黃銅 ЛМц58-2	354	鎳黃銅 HML65-20	420
鋁錳黃銅 ЛЖМц59-1-1	357	蒙耐爾合金 HМЖМЛ28-2,5-1,5	427
鎳黃銅 ЛН65-5	358	耐酸鎳合金	430
錫黃銅 ЛО90-1	360	鋁和鋁合金	434
錫黃銅 ЛО70-1	361	鋁	434
鉛黃銅 ЛС4-3	362	鋁合金	439
鉛黃銅 ЛС64-2	364	鑄造用鋁合金	447
鉛黃銅 ЛС59-1	365	鋁合金的耐蝕性	451
鑄造用黃銅	367	鎳和鎳合金	452
青銅	372	鎳	452
壓力加工用青銅	374	鑄造用鎳合金	453
鑄造用青銅	382	耐磨合金	455
鉛青銅	387	含錫巴氏合金和含鉛巴氏合金	455
特殊青銅	391	含錫巴氏合金和含鉛巴氏合金 的代用品	458
鋁青銅 Бр.А5	392	鋅料	461
鋁青銅 Бр.А7	395	鉛	464
鋁青銅 Бр.А10	397	鋅	469
鋁鐵青銅 Бр.АЖК9-4	399	錫	471
鋁錳青銅 Бр.АМц9-2	401	參考文獻	474
鋁錳鎳青銅 Бр.АЖКН10-4-4	403		
鋁錳鎳青銅 Бр.АЖКН11-6-6	405		

序 言

近代化工机器与设备制造业，对金属材料提出的要求很高，并且提出的要求是各种各样極不一致的。在化工机器与设备制造业中应用的鋼、鑄鉄、有色金屬及其合金的品种極多。金屬与合金不仅应具有很高的强度，而且应具有很高的耐腐蝕性和热稳定性，此外还应适于进行各种加工。

在化工机器制造业中，合理地选择金屬与合金在很大的程度上能保证結構的强度与耐久性，因此，对这个問題必須給予很大的注意。

近些年来，苏联冶金工業生产的金属材料品种大大增多，已能生产許多种新的不銹鋼、耐酸鋼、热强鋼、鑄鉄及特殊合金，这使我們有可能正确地解决上述問題。苏联科学在金屬理論方面获得了巨大成就，因此有可能更好与更合理地利用金屬的各种性能，有可能在不降低机器質量的前提下用不稀缺的金屬代替稀缺的金屬。

本手册收集了金屬与合金的物理机械性能与加工工艺性能的数据，并使之系統化，此外还叙述了近代金屬試驗的主要方法。作者在編写本手册的过程中参考了在我国（苏联）与外国已發表的材料以及化学工業各企業、化工机器制造业和全苏化工机器制造科学研究所的經驗数据。

本手册共分三篇：第一篇叙述金屬与合金的主要試驗方法；第二篇包括金屬与合金的选择原則、結構鋼与鑄鉄的物理机械性能与加工工艺性；第三篇講有色金屬与合金。在編写第一篇与第二篇时，主要参考下列俄文参考資料：“机器制造”百科全書第3卷与第4卷；H. T. 古德佐夫院士主篇的結構鋼手册；机床制造业、汽車工業、重型机器制造业等各專業手册。在編写本書的第三篇时，主要参考关于有色金屬与合金的俄文参考文献：莫斯科金与有色金屬矿冶学院的著作集；A. П. 斯米里吉恩編著的“工業用有色金屬与合金”；“机器制造”百科全書第四卷等等。

合金的耐腐蝕性是根据 ГОСТ 5272-50 規定的 10 个等級划分的。

技术科学博士 А. Ф. 蘭德教授和 М. И. 雅庫申工程师在审阅本手册时給予了宝贵的指示, Р. С. 宰策娃、И. Г. 祖斯曼和 Т. С. 格里茲諾娃等工程师对本书的脱稿給了很大的帮助, 在这里我們仅对以上各位同志致以深深的謝意。

讀者如有意見与希望,請寄: Москва, Третьяковский проезд,
д. 1, Машгиз,

慣用符号与术语

线膨胀系数 α (毫米/毫米 $\cdot^{\circ}\text{C}$) —— 温度升高 1°C 时, 每单位长度所增加的长度与原长的比值 (有时叫做真线膨胀系数):

$$\alpha = \frac{1}{l_0} \left(\frac{dl}{dt} \right),$$

平均线膨胀系数:

$$\alpha = \frac{1}{l_0} \left(\frac{l_2 - l_1}{t_2 - t_1} \right),$$

式中 l_0 —— 20°C 时的长度, 毫米;

l_1 —— 温度为 t_1 时的长度, 毫米;

l_2 —— 温度为 t_2 时的长度, 毫米;

t_1 —— 开始的温度, $^{\circ}\text{C}$;

t_2 —— 终了的温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

比热 (热容量) c (卡/克 $\cdot^{\circ}\text{C}$) —— 在规定的过程中一单位重量或质量的物质, 温度升高 1°C 时所必需的热量。

导热系数 (导热率) λ (卡/厘米 $\cdot$ 秒 $\cdot^{\circ}\text{C}$) —— 单位长度上的温度差为 1°C 时, 单位时间内流经单位截面的热量。

物质的磁性用单位磁化系数及导磁系数表示 (磁化系数系对逆磁性物质来说, 而导磁系数系对顺磁性物质来说)。

导磁系数 μ 用下式表示: $\mu = \frac{B}{H},$

式中 B —— 磁感应强度, 用 1 厘米 2 上的高斯数 (cg) 表示;

H —— 磁场强度, 用 1 厘米 2 上的高斯数 (cg) 表示。

磁化系数用下式表示: $\chi = \frac{\mu - 1}{4\pi}$

式中 μ —— 逆磁性物质的 $\mu < 1$ ①, 所以 χ 为一负量, 顺磁性物质的 $\mu > 1$, 所以 $\chi > 0$ 。

矫顽力②是去掉剩余磁化强度时所需的磁场强度, 用 H_c 表示。 H_c 的单位为奥斯特 (O)。

重度 γ (克/厘米 3) —— 单位体积物体的重量。

正弹性模数 E (仟克/毫米 2) —— 在遵循虎克定律的范围内拉伸 (压缩) 一直棒时, 正应力与相应的相对伸长的比值。

切变模数 G (仟克/毫米 2) —— 在遵循虎克定律的范围内切应力与相应的切变角的比值。

① 原書誤印為: 對於順磁性物質, $\mu > 0$; 對於逆磁性物質, $\mu = 1$ —— 譯者。

② 原書矯頑力的解釋不明確, 此處的解釋引自蘇聯大百科全書 —— 譯者。

泊松系数 μ ——在遵循虎克定律的范围内简单的拉伸一直棒时，横向收缩与纵向伸长的比值（指绝对值）。

机械性能的通用名称、惯用符号及单位

拉 伸

1. 抗拉强度极限，仟克/毫米²..... σ_b
2. 屈服点（物理的），仟克/毫米²..... σ_s
3. 屈服点（惯用的），仟克/毫米²..... $\sigma_{0.2}$
4. 比例极限，仟克/毫米²..... σ_p
5. 弹性极限，仟克/毫米²..... σ_e
6. 延伸率，%..... δ_5, δ_{10}
7. 断面收缩率，%..... ψ

鑄鉄的楔子压入試驗

1. 强度极限，仟克/毫米²..... σ_b''

弯 曲

1. 抗弯强度极限，仟克/毫米²..... σ_{bb}
2. 最大挠度，毫米..... f

扭 轉

1. 抗扭强度极限（真正的），仟克/毫米²..... τ_b
2. 抗扭强度极限（惯用的），仟克/毫米²..... τ_b
3. 抗扭屈服点（惯用的），仟克/毫米²..... $\tau_{0.2}$
4. 抗扭弹性极限，仟克/毫米²..... τ_e
5. 抗扭比例极限，仟克/毫米²..... τ_p
6. 相对扭转切变，%..... γ

疲 劳

1. 应力循环数..... N
2. 持久极限，仟克/毫米²..... σ_{-1}, τ_{-1}
3. 非对称循环的持久极限，仟克/毫米²..... σ_{-h}, τ_{-h}

冲 击

1. 冲击韧性，仟克米..... A_k

2. 單位冲击韌性, 仟克米/厘米²..... α_k

蠕 变

1. 蠕变速度, 用每小时的百分数表示..... v
 2. 蠕变極限, 仟克/毫米²..... σ_0
 3. 加载荷时的伸長, %..... δ_n
 4. 圖上曲綫段內的全伸長, %..... S_n
 5. 試驗時間內的总伸長, %..... δ_0
 6. 彈性伸長, %..... δ_y
 7. 永久伸長, %..... δ_p

硬 度

1. 用鋼球压入測得的硬度..... H_B
 2. 鋼球压入时的压痕直徑..... $d_{10}, d_5, d_{2.5}$
 3. 压入金鋼石錐头測得的硬度..... H_{RC}, H_{RB}, H_{RA}
 4. 压入金鋼石四稜錐測得的硬度..... H_D
 5. 根据彈性回跳法測得的硬度..... H_{Sh}

術語及慣用符号

工業合金牌号中元素的符号

元素的名稱	化学成分表中元素的符号	在鋼的标号 中通用的元素符号	在有色金屬的标号 中通用的元素符号
碳	C	—	—
錳	Mn	Г	Mn
鎂	Mg	—	Mr
硅	Si	C	K
磷	P	—	Φ
硫	S	—	—
铬	Cr	X	—
镍	Ni	H	H
鉬	Mo	M	—
钨	W	B	—
钒	V	Φ	—
鉍	Al	Ю	A
鈦	Ti	T	—

續表

元素的名称	化学成分表中元素的符号	在鋼的标号中通用的元素符号	在有色金屬的标号中通用的元素符号
銅	Cu	—	М
錫	Sn	—	О
鋅	Zn	—	Ц
鉛	Pb	—	С
鉄	Fe	—	Ж
鎳	Cd	—	Кл
鉍	Be	—	Б

耐腐蝕性等級

穩定性类别	腐蝕速度, 毫米/年	重量损失, 克/米 ² ·小时						耐腐蝕性等級
		黑色金屬	銅和銅合金	鎳和鎳合金	鉛和鉛合金	鋁和鋁合金	鎂和鎂合金	
I—十分稳定的	小于0.001	≤0.0009	≤0.001	≤0.001	≤0.0012	≤0.0003	≤0.0002	1
II—很稳定的	0.001~0.005	0.0009~0.0045	0.001~0.0051	0.001~0.005	0.0012~0.0065	0.0003~0.0015	0.0002~0.001	2
	0.005~0.01	0.0045~0.009	0.0051~0.01	0.005~0.001	0.0065~0.012	0.0015~0.003	0.001~0.002	5
III—稳定的	0.01~0.05	0.009~0.045	0.01~0.051	0.01~0.05	0.012~0.065	0.003~0.015	0.002~0.01	4
	0.05~0.1	0.045~0.09	0.051~0.1	0.05~0.1	0.065~0.12	0.015~0.031	0.01~0.02	5
IV—稳定性低的	0.1~0.5	0.09~0.45	0.1~0.51	0.1~0.5	0.12~0.65	0.031~0.154	0.02~0.1	6
	0.5~1.0	0.45~0.9	0.51~1.02	0.5~1.0	0.65~1.2	0.154~0.31	0.1~0.2	7
V—不大稳定的	1.0~5.0	0.9~4.5	1.02~5.1	1.0~5.0	1.2~6.5	0.31~1.54	0.2~1.0	8
	5.0~10.0	4.5~9.1	5.1~10.2	5.0~10.0	6.5~12.0	1.54~5.1	1.0~2.0	9
VI—不稳定的	大于10	大于9.1	大于10.2	大于10.0	大于12	大于3.1	大于2.0	10

粗略地划分耐腐蚀性应当采用“稳定性类别”，如要更精确地划分，则应用“稳定性等级”。

用毫米/年表示的腐蚀速度是耐腐蚀性的主要指标。在耐 腐 蚀 性 等 级 中 以克/米²·小时表示的重量损失是按下式换算得的：

$$K_w = \frac{K_d \gamma}{8.76},$$

式中 K_w ——均匀腐蚀时的重量损失，克/米²·小时；

K_d ——腐蚀速度，毫米/年；

γ ——比重，克/厘米³。

第一篇 金屬材料試驗

机械性能試驗

制造机器的各种結構与另件的材料，应能抵抗外力的作用，不因工作時間內發生的应力而破坏或产生永久形变。結構或另件的單位橫截面面积上产生的内力叫做应力。

測定机械性能后就能估計出，机器結構与另件承受工作載荷时，材料所發生的变化，也能估計在工艺加工时（切削与压力加工）材料的变化。金屬的机械性能与施加载荷的速度、化学成分、溫度、工艺加工的性质等有关。

只有按照統一的方法进行机械性能試驗时，表示机械性能的数据才有可能进行比较。

全苏国家标准(ГОСТ)根据近代技术条件规定了統一的材料試驗法。

每种試驗的ГОСТ规定了进行試驗的規則与程序，試样的尺寸与形狀，以及对試驗用设备的基本要求。

試驗用设备的檢驗按苏联部長會議度量与測量仪器委員會規定的規則进行。

ГОСТ 1497-42 “金屬与金屬的拉伸 試驗方法”規定，如果試驗机讀数的相对誤差为 $\pm 2\%$ ，則这个机器的讀数应根据所附的証明書或校正曲綫进行修正，修正后可用以进行試驗。試驗机讀数的相对誤差大于 $\pm 2\%$ 时，該試驗机根本不准使用。

苏联部長會議度量衡与測量仪器委員會發出的34-49号規程中規定，檢驗从試驗机額定載荷的十分之一开始，根据檢驗結果計算机器示值的平均相对誤差，該誤差不应超过每一被檢驗点实际載荷的 $\pm 1\%$ 。

金屬材料的机械性能試驗，要測定下列几种特性。

强度——材料抵抗应力的作用而不破坏的性能。

彈性——外力的作用停止后，制品恢复到原来形狀的性能。

硬度——材料抵抗另一不致产生永久形变的物件压到它的內部去的性能。

脆性——材料不發生显著的塑性形变（不可逆地吸收机械能）即行破坏的性能。

韌性——材料不可逆地吸收大量机械能而不破坏的性能。

蠕变——金屬与合金在恒定的載荷（通常在高溫下）作用下緩慢地与連續地發生塑性形变的性能。

磨損性——材料在其他物件的摩擦作用下發生表面破壞或損傷的性能。

持久性——材料能經受住許多次重複交變應力的作用而不破壞的性能。

根據載荷的性質，可把機械性能試驗分為下列幾類。

1. **靜力試驗**——進行這種試驗時，試樣承受的載荷是緩慢而均勻地增加，或載荷在一很長的時間內保持不變。

這類試驗主要有下列幾種：

a) 拉伸試驗；

b) 鑄鐵的楔子壓入試驗；

c) 壓縮試驗；

d) 彎曲試驗；

e) 扭轉試驗。

靜力試驗的載荷是緩慢而均勻地加到被試試樣上的，故試樣的形變速度相當小，所以能準確地測定任一瞬間的載荷大小與形變量。

拉伸試驗是靜力試驗中最常用的一種。壓縮試驗、彎曲試驗與扭轉試驗很少應用。

2. **動力試驗** 動力試驗的載荷是在極短的時間內加到試樣上去的，也就是試驗載荷具有沖擊的形式。

沖擊彎曲試驗是最常用的一種動力試驗。經試驗後，僅能測定試樣的總形變功，因為測定作用在試樣上的力的大小非常複雜。

3. **硬度試驗** 硬度試驗能測定金屬抵抗另一硬度較大、形狀與尺寸一定的物體壓入它的表面的能力。

4. 重複或重複交變載荷試驗

在進行這個試驗時，試驗載荷的數值和方向都隨時變化。持久性試驗就是屬於這種試驗。

5. **工藝試驗** 這種試驗能判斷金屬對某一加工工藝過程的適宜性，在做這種試驗時，不考慮應力的大小。在研究金屬時，這種試驗叫做工藝試驗；金屬在熱加工、冷加工或在以後的使用條件下發生形變工藝試驗就是用來測定金屬承受這種加工形變的能力的。

拉伸試驗

在研究金屬的機械性能上，無論在測定彈性形變時的機械性能也好，或在測定塑性形變時的機械性能也好，拉伸試驗都比較容易，誤差也很小。

通過靜力拉伸試驗能測定金屬的下述幾種主要機械性能：

1) 試樣在形變過程中所受到的力的大小（仟克）或應力的大小（仟克/毫米²）；

2) 試樣的彈性形變量及塑性形變量；絕對形變量用毫米表示，相對形變

量用百分数表示；

3) 试样形变时的总阻力功 (仟克·厘米) 的数值或单位阻力功 (仟克厘米/厘米³) 的数值。

被试验的材料制成标准试样，然后在试验机上进行拉伸试验。

拉伸试验获得的机械性能

拉伸试验可测定下列几种机械性能：

- 1) 比例极限 (惯用的)，仟克/毫米²..... σ_p
- 2) 弹性极限 (惯用的)，仟克/毫米²..... σ_e
- 3) 屈服点 (物理的)，仟克/毫米²..... σ_s
- 4) 屈服点 (惯用的)，仟克/毫米²..... $\sigma_{0.2}$
- 5) 强度极限，仟克/毫米²..... σ_b
- 6) 真强度极限，仟克/毫米²..... S_k
- 7) 延伸率，%..... δ
- 8) 断面收缩率，%..... ψ
- 9) 单位形变功，仟克·厘米/厘米³ Q_z
- 10) 弹性模数，仟克/毫米²..... E
- 11) 泊松系数 μ

拉伸图是直接由拉伸试验机上绘出的。由拉伸图可以明显地看出静力强度与静力塑性的特性。拉伸图表示载荷与形变的关系 (图 1)，图中纵座标轴表示所加的载荷 P (仟克)，横座标轴表示计算长度 l_0 的伸长 (毫米) 或绝对形变 Δl (毫米)。

拉伸图上的曲线的形状既与被试材料的质量有关，也与试样的尺寸与形状有关。为了获得与试样的尺寸无关的、表示材料的机械性能的图，可绘制拉伸应力图，在这个图上，纵座标轴上不是载荷，而是应力 $\sigma = \frac{P}{F_0}$ ，横座标轴上不是绝对伸长，而是相对伸长 $\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ ，式中 F_0 是拉伸试验用的试样的横截面积 (毫米²)， l_0 是试样的计算长度 (毫米)。

在外形上，应力图与上述的拉伸图相似。

由这两种拉伸图可以看出，在试验初期，载荷的增加量相等时试样的伸长量也相等，也就是试样的伸长与载荷成正比。拉伸曲线上的直线部分 OP 与直线 ON 重合，此直线关系一直保持到某一点 P ，达到与 P 点相应的极限载荷 P_p 后，比例关系就破坏了。

用此开始破坏正比例关系的载荷来计算比例极限。

比例极限——能保持正比例关系的最大应力。

比例极限按下式计算，

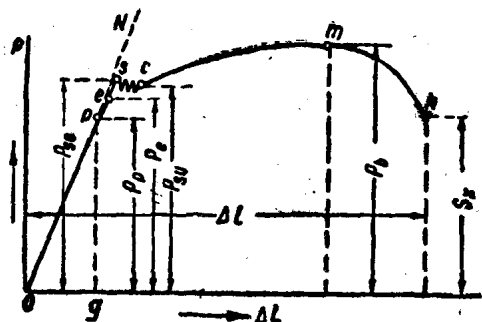


圖 1 低碳鋼的拉伸圖

$$\sigma_p = \frac{P_p}{F_0} \text{ 仟克/毫米}^2,$$

式中 P_p ——比例極限的載荷，仟克。
 F_0 ——試樣在斷裂前的橫截面面積，毫米²。

由於不是每一金屬的彈性形變都遵循正比定律，所以在ГОСТ 1497-42 中還規定

了慣用比例極限。

慣用比例極限是一應力，當達到這個應力時，應力與形變間的直線關係被破壞到這種程度，以致拉伸曲線 $\sigma_p = f(\Delta L)$ 與應力軸 σ_p 所夾角的正切值比試驗開始時的正切值大二分之一。

載荷繼續增加時，曲線就稍稍離開直線，載荷增加到相當於極限載荷 P_s 點以前時，極限載荷完全卸掉後，試樣沒有發生永久形變。

彈性極限——試樣的永久伸長等於其原有長度的0.005%時的應力。

$$\text{彈性極限按下式計算：} \sigma_s = \frac{P_s}{F_0} \text{ 仟克/毫米}^2,$$

式中 P_s ——彈性極限的載荷，仟克。

比例極限與彈性極限間的絕對值相差很小，故對普通結構鋼來說，測定其中的一個就足够了。

繼續增加載荷時，所得的S點與OP軸的偏差更大。在S點（圖1）時試樣在恒定載荷下發生延伸。

屈伏點（物理的）——在載荷不顯著增加時使試樣繼續發生形變的最小應力。

（物理）屈伏點按下式計算：

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0} \text{ 仟克/毫米}^2,$$

式中 P_s ——屈伏點的載荷，仟克。

屈伏點在拉伸曲線上表現為平行於或幾乎平行於橫座標軸的，直線或波浪線段SC，這個水平線段SC叫做屈伏階段。當呈波浪線時，可分為兩個屈伏點，一個是在S點的上屈伏點 σ_{s0} ，此點的載荷是極限載荷 P_{s0} ，另一個是在C點的下屈伏點 σ_{su} ，此點的載荷是極限載荷 P_{su} 。由於不是所有的金屬都具有非常鮮明的屈伏階段，在沒有明顯的屈伏階段的拉伸曲線上只能測定慣用屈伏點。

屈服点(慣用的)——使試樣的永久伸長為原來計算長度 0.2% 的應力。

(慣用)屈服點按下式計算： $\sigma_{0.2} = \frac{P_{0.2}}{F_0}$ 仟克/毫米²，

式中 $P_{0.2}$ ——使試樣產生慣用屈服極限的載荷，仟克。

超過屈服點後再繼續增加載荷時，拉伸曲線就圓滑地上升，到某一點 b 時，達到最大應力 P_b 此後試樣漸漸破壞。

在未达到強度極限以前，圓柱形試樣各部分的拉伸很均勻；達到強度極限後，形變就集中在一個地方，並發生了形成細頸的局部收縮，然後試樣被拉斷。

抗拉強度極限——試樣破壞前的最大應力

抗拉強度極限按下式計算： $\sigma_b = \frac{P_b}{F_0}$ 仟克/毫米²，

式中 P_b ——試樣破壞前的最大載荷，仟克。

按照上式計算得的強度極限只是一個近似值，因為真應力比 σ_b 大，這是由於達到最大載荷時，試樣上開始有細頸形成，而細頸的截面面積比 F_0 小。

(慣用)強度極限 σ_b 具有實際意義，因為在連續的拉伸過程中測量不斷變化著的試樣橫截面面積是極複雜的。不同直徑的圓柱形試樣的 F_0 數值列於表 1 中。

試樣斷裂瞬間的破壞載荷 P_k 的絕對值比載荷 P_b 小，可是真應力 S_k 的值(真強度極限)均比 σ_b 大。因為 S_k 是破壞載荷與斷裂瞬間的試樣橫截面面積之比。

真強度極限按下式計算： $S_k = \frac{P_k}{F_k}$ 仟克/毫米²，

式中 P_k ——破壞載荷，仟克；

F_k ——試樣在斷裂瞬間的橫截面面積，毫米²。

塑性材料的抗拉強度極限 σ_b 表明塑性形變抗力變化，而不能反映出破壞抗力的變化。真強度極限 S_k 表示金屬破壞瞬間的應力。在拉伸試驗時，同樣還能測定以延伸率及截面收縮率表示的金屬的塑性。

延伸率——斷裂後試樣長度的增加量與其原來計算長度的比值，用百分數表示：

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} 100\%,$$

式中 l_1 ——斷裂後的試樣長度，毫米；

l_0 ——試樣的計算(原來)長度，毫米。

截面收縮率——斷裂後試樣橫截面面積的減少量與其原來橫截面面積的比值，用百分數表示：

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} 100\%,$$