

金属机械性能

第二册

[苏] Я·Б·弗里德曼著

机械工业出版社

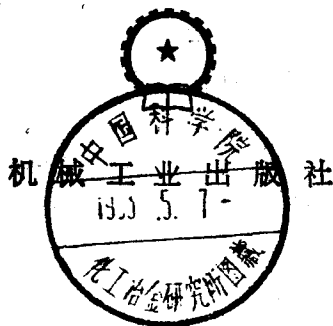
75.213
165
:2

金属机械性能

第二册

[苏] Я·В·弗里德曼著

ЗКСОЗ/04



Я. Б. ФРИДМАН
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ
2 МЕХАНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ.
КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ

Издание 3-е, переработанное и дополненное
Москва. Машиностроение. 1974.

* * *

金属机械性能
第二册
[苏]Я. Б. 弗里德曼 著

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

重庆印制一厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本850×1168 1/32 ·印张12 ·字数309千字

1982年6月重庆第一版·1982年6月重庆第一次印刷

印数00,001—13,000 ·定价1.50元

*

统一书号: 15033·6218

译者序

И. Б. 弗里德曼“金属机械性能”第三版遗作，同前两版一样，是以金属变形和断裂规律为基础，综述机械性能的一本专著。本书第一篇阐述金属变形与断裂的规律，第二篇主要叙述机械性能试验方法及结构强度。

自第二版问世以来，材料科学、强度科学发展十分迅速，各国学者发表了大量研究金属材料变形、断裂以及机械性能其它一些问题的专著和论文，大大丰富了强度科学的内容。根据这种情况，作者在第三版中增添了许多新的章节和内容，如“断口分析”、“变形与断裂的位错概念”、“缺口敏感性与裂纹敏感性”等等，从而使新版更适合于目前的需要。

由于机械性能学科所探讨的内容十分广泛，要对每一部分都作详细阐述，必然使内容庞杂，篇幅过大。因此，作者不企求叙述整个强度科学范畴内的近代概念，而是基本上从宏观方面，简洁地叙述了最典型的结果和原理，这些结果和原理对于理解变形与断裂的物理本质，对于理解试验方法的原理及最重要的实际应用都是有幫助的。

由于作者的这种意图，以及由于书中所用的数据主要引自苏联的文献，因此与现代材料科学及强度科学的发展就有了一定的距离。须知，许多问题如变形与断裂、疲劳、蠕变等等，不从宏观与微观的结合上来进行研究是不能深入的。

虽然如此，由于作者以简洁明瞭的方式统一阐述了材料机械性能学说的主要内容，因此对于正确选择、合理使用金属材料、发挥金属材料强度潜力，以及研制新材料都是有益的。无疑，这是冶金工作者、设计工作者、工艺工作者极为需要的一本参考书。

鉴于国内有关论述机械性能的专著比较少，为了满足教学、

科研与生产的需要，我们集体翻译了这本书。参加本书翻译工作的有：孙希太（第三版序言、编者的话、绪论、作者的话）；杨道明（第一、四、七章）；吕广庶（第二、三、五、六章）；周天健（第十一、十三、二十章）；束德林（第八、十七、二十二、二十三章）；郑炆曾（第十八、二十四章）；戴雅康（第十四、十五、十六章）；蒋伯诚（第十九、二十一章）；何锡祥（第二十五章）；邵尔玉（第二十六、二十七章）；刘大桑（第十二章）；吴浩泉（第十章）；李一平（第九章）。初稿完成后先由各译者分别校对，然后经孙希太、石霖、郑炆曾、束德林同志第二次校对，最后由束德林同志负责校对整理全部译稿。

由于译者水平所限，因此谬误之处在所难免，敬希读者批评指正。

37012

编者的话

强度科学作为材料学和固体物理的一个分支，近几年来发生了巨大的变化，其中以断裂部分的变化最大。现在研究断裂过程的重心已经愈来愈转移到研究完全断裂的前期，而且采用了评定断裂性能的新方法。但是，强度计算方法目前还很少变化：大部分还是在弹性区内进行计算，只有少数是在塑性区内计算的，至于在断裂范围内计算则更少了。一般都是用轴向拉伸试验以确定抗拉强度、屈服强度、延伸率和断面收缩率；而确定疲劳极限、蠕变极限、缺口敏感性、裂纹敏感性等性能指标的其它试验方法则很少应用。这种强度计算方法变化不大的状况是有其客观原因的，因为现在尚未研究出比较完善的方法，同时数据处理比较复杂，有时也缺乏可靠的判据。

众所周知，用常规试验方法评定材料的性能，对判断材料在产品上工作的可靠性在许多情况下是不够的，尤其对高强度材料，其评定结果常常和根据断裂指标评定的结果有很大出入。例如，塑性变形抗力较高的材料，可能其断裂抗力和抑制断裂的能力都较低。

结构材料的三类基本机械性能指标，即强度指标，变形指标及能量指标中，第一类性能指标对设计计算及选择强度储备是最重要的。变形指标（延伸率、断面收缩率、切变量）和能量指标（韧性、冲击韧性、滞后迴线面积等）反映材料对过载、偏斜、应力集中（截面急剧过渡）、缺口及裂纹敏感性的高低，又统称为可靠性指标，一般作为补充指标，以评定零件在服役时的可靠性[⊖]。在许多情况下这些指标是不计算的。若变形局集程度较

⊖ 参阅论文 А. Т. Туманов и Н. М. Скляров Проблема надежности материала. Т. 3, с. 68~77, 书: Энциклопедия современной техники. Конструкционные материалы. В 3-х т. Гл. ред. А. Т. Туманов, М., «Советская энциклопедия», 1965.

低，则测得的可靠性指标 (δ , ψ , 以及 σ_k) 一般是不够敏感的。但在缺口尖锐度增加时，由于变形局集程度提高，材料按韧性排列的顺序可能发生变化。例如， σ_b 为 180~200 公斤力/毫米² 的低塑性高强度钢，若改用缺口根部半径为 0.05 毫米的试样，则材料的排列顺序就要变化。因此，近来人们力求用带裂纹试样进行试验，以期获得尽可能大的变形局集程度，使试验条件接近于有裂纹制件的服役条件（参阅第十八章）；或者力求直接获得断裂的性能指标。

研究断裂动力学证明，加载方法、加载条件、试样和零件的形状及尺寸、缺口的尖锐度、系统的弹性能储备以及其它因素对断裂过程的影响要比对弹性变形、塑性变形过程的影响强烈得多。

评定材料断裂性能的方法在一些条件下是敏感的，而在另一些条件下却可能是不太敏感的。如， $\sigma_b \geq 200$ 公斤力/毫米² 的高强度钢，带中心穿透裂纹的试样，用拉伸试验比用弯曲试验更能比较出各种因素对断裂性能的影响。相反，对低强度和铝合金，虽然拉伸试验能直接测得有裂纹试样的强度，但用弯曲试验却比用拉伸试验更能显示出材料抑制断裂能力的变化。

如何选择断裂性能指标，是选择只能评定断裂应力的强度指标，还是选择表征裂纹发展功的能量指标，是一个非常重要的问题。

无疑，希望实验室试验时考虑，并且能模拟所有在服役时起作用的因素，诸如：应力状态、拉伸与弯曲组合、与构件或加载介质（例如，传递压力的液体与气体）的弹性有关的弹性能储备，以及与构件本身尺寸——其长度、宽度，特别是厚度有关的弹性能储备等等。所有这些因素都对有裂纹试样的强度有显著影响。显然，对一定材料而言，由于能量指标（断裂功，特别是考虑了裂纹达到临界长度时的综合断裂能量指标^①）与加载条件关

① 综合断裂性能指标临界应力强度因子 K_{IC} , K_{I1} 等（参阅第十八章）。为了确定这些性能指标和改进它的测定方法，美国材料与试验协会（ASTM）建立了研究高强度材料断裂韧性的专门委员会。

系较小，所以是最稳定的断裂指标。此外，断裂能量指标 (a_{PD} , K_c 等) 还反映强度和局部塑性的变化，它对各种导致变脆的因素往往要比强度指标敏感得多。因此使用这些指标更容易预测材料在服役条件下的行为。

为评定大截面重型件材料抑制断裂的能力，需测定平面应变（体积应力状态下）断裂韧性。但是要注意，这种试验只有当材料实际上是以正断方式发生断裂时才是正确的。

厚度较小（小于 3 毫米）的板材进行双向拉伸试验方为合理。无论是一次加载，还是重复加载，这些方法都规定用光滑试样、缺口试样或裂纹试样进行试验。裂纹试样双向拉伸试验比单向拉伸更能查明材料的差别（参阅第十五章）。

利用工艺方法和结构的作用，很有可能提高材料的结构强度，例如，用加速和促进微观应力松弛的办法以增加材料吸收能量的能力；用消除内部拉应力起因的办法以减少拉应力等等。1930 年以前，在努力实现这些可能性方面，几乎主要为获得高的强度极限和屈服强度，有时则是为提高冲击韧性和光滑试样的疲劳极限。至 1940 年，已经研制出 $\sigma_b = 200$ 公斤力/毫米² 的钢和 $\sigma_b = 60$ 公斤力/毫米² 的铝合金，并且具有足够的冲击韧性，但是，以后发现结构强度不足。1940 年开始提出寻求新的判据，以便比较可靠地评定材料的结构强度。随后在四分之一世纪时间内才找到了许多考虑到材料用途的新判据（参阅第十八章）。

只有物理工作者^①、力学工作者、设计工作者、工艺工作者、冶金工作者以及物理化学工作者协同一致地工作，才能卓有成效地解决这一任务（参阅第二十三章）。

本书第二部分的基本任务是扼要地、系统地叙述有关机械性能的原理和最典型的实验结果以及材料的结构强度。

正如第三章指出的那样，常规机械性能（强度极限、延伸

① 参阅, Инденбом В. Л. 和 Орлов А. Н. Проблема разрушения в Физике прочности — «Проблемы прочности» 1970, №12, с. 3 —13.

率、断面收缩率、硬度及冲击韧性等)都是在塑性区测定的,其应力状态不能严格地进行定量计算,在某些情况下甚至暂时还不能近似地估量。

但是,由于评定材料的实际需要,不能等待就这个问题进行充分的理论研究,只好根据少量十分简单的机械性能指标每天检查与验收材料。不仅如此,在工业上希望检查金属的方法应该迅速而简单,这就要求尽量减少机械性能试验方法,并使它们进一步简化。目前验收金属材料的实际技术条件中,一般仅包括 2~3 种机械性能指标,少数也有 4~5 种的^①,如:强度极限,延伸率和断面收缩率,纵向冲击韧性(主要适用于钢),有时(如验收特别重要零件的用材时)也包括横向冲击韧性。而对评定材料实际品质的那些最重要的性能指标,如光滑试样的疲劳极限,尤其是缺口试样的疲劳极限等,通常是根本未列入技术条件。

其实,由于实际加载情况下零件形状、紧固条件、载荷变化特征等很复杂,因此材料在服役和加工时的受载条件也十分复杂,通常要比实验室机械性能试验的条件复杂得多。

为了正确地评定材料,不仅必须清楚地了解被测机械性能的本质,而且必须清楚地了解试验材料变形过程的特征和实际的受载条件(参看第二十六章和第二十七章)。

虽然试验方法及试验机器和仪器类型可能影响所得结果,但本书完全不叙述试验方法及机器和仪器的结构,或者只作简单介绍,因为这类问题要靠专门文献详细叙述^②。

本书的第二部分叙述了最重要机械性能的基本知识,以及相似、模拟和尺寸因素问题(参阅第二十五章),根据机械性能试验结果评定金属(第二十六章)和结构强度(第二十七章)。

① 塑性金属的压入硬度与强度极限有单值关系,因而不能把硬度作为独立的性能指标(心部性能对 σ_b 的影响与表面性能影响不同的情况除外)。

② 参阅国外的新书, Ежемесячный критико-библиографический журнал Серия Б. Техника М. «Мир», 1973, №1, с. 18~24, 再参阅第十四章的专门文献^[1, 19, 47]。

主要符号和术语

$A_p(A_{TP})$ ——预制裂纹试样在冲击或静弯曲下的断裂总功,
公斤力·米 (kgf·m);

$a_{PD}, a_{PS} (a_{TY}, a_{TC})$ ——预制裂纹试样在冲击或静弯曲下的
断裂比功, 公斤力·米/厘米²(kgf·m/cm²);

$a(a)$ ——变形比功, 公斤力·米/厘米³ (kgf·m/cm³);

$A_K(A_K)$ ——缺口试样的冲击总功, 公斤力·米 (kgf·m);

$a_K(a_K)$ ——缺口试样的冲击韧性, 公斤力·米/厘米² (kgf
·m/cm²);

$b(b)$ ——试样宽度, 毫米 (mm);

$D(D)$ ——强化模量 (塑性模量), 公斤力/毫米² (kgf/
mm²);

$E(E)$ ——正弹性模量, 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

$e(e)$ ——真实相对伸长, (%)

$$e = \int_{l_0}^{l_K} \frac{dl}{l} = \ln \frac{l_K}{l_0} = \ln(1 + \delta) = \ln\left(\frac{1}{1 - \psi}\right) = \ln \frac{F_0}{F_K};$$

$e_x, e_y, e_z (e_x, e_y, e_z)$ ——在 x, y, z 座标轴方向上的伸长;

$e_1, e_2, e_3 (e_1, e_2, e_3)$ ——主伸长, 代数值; $e_1 > e_2 > e_3$

$e_{\max}$ 和 $g_{\max} (e_{\max}$ 和 $g_{\max})$ ——最大真实相对伸长和最大真实相对切应变,
%;

e_n 和 $g_n (e_n$ 和 $g_n)$ ——八面体真实相对伸长和真实切应变, %;

$$e_n = \frac{e_1 + e_2 + e_3}{3} \text{ (塑性变形时一般认为 } e_n \text{ 等于零)}$$

F_0 和 $F_K (F_0$ 和 $F_K)$ ——试样的原始截面积和最终截面积, 毫米² (mm²);

$G(G)$ ——切变弹性模量 (切变模量), 公斤力/毫米² (kgf/
mm²);

$g(g)$ ——真实相对切变, %;

$g_{xy}, g_{yz}, g_{zx} (g_{xy}, g_{yz}, g_{zx})$ ——在座标 xy, yz, zx 平面上的切应变;

- $G, G_I (G, G_I)$ ——应变能释放率或裂纹扩展力, 公斤力·米/厘米² ($\text{kgf} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$), (下角标 I 表示张开型裂纹扩展, 不带脚标者, 未说明裂纹扩展类型);
- $G_c, G_{Ic} (G_c, G_{Ic})$ ——临界应变能释放率, 以能量形式表达的断裂韧性, 公斤力·米/厘米² ($\text{kgf} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$), 或尔格/厘米² (erg/cm^2);
- $K(K)$ ——体积弹性模量, 公斤力/毫米² (kgf/mm^2);
- $K_\sigma (K_\sigma)$ ——重复—交变载荷下有效应力集中系数;
- $K, K_I (K, K_I)$ ——裂纹尖端应力强度因子, 公斤力/毫米^{3/2} ($\text{kgf}/\text{mm}^{3/2}$) (下角标 I 表示张开型裂纹扩展不带脚标者, 未标明裂纹扩展性质);
- $K_c, K_{Ic} (K_c, K_{Ic})$ ——临界应力强度因子, 材料的断裂韧性,
- $$K_c = \sqrt{EG_c} \text{ (平面应力状态)}, K_{Ic} = \sqrt{\frac{EG_{Ic}}{1-\mu^2}} \text{ (平面应变状态)}, \text{公斤力/毫米}^{3/2}$$
- $$(\text{kgf}/\text{mm}^{3/2});$$
- l_0 和 $l_K (l_0 \text{ 和 } l_K)$ ——试样的原始长度和最终长度, 毫米 (mm);
- $l_{0T}, l_T (l_{0TP}, l_{TP})$ ——轴向拉伸试验时, 试样中心裂纹的原始和瞬时半长, 或紧凑拉伸及三点弯曲试验时裂纹的原始和瞬时总长, 毫米 (mm);
- $l_T - l_{0T} = \Delta l_T (l_{TP} - l_{0TP} = \Delta l_{TP})$ ——裂纹长度 (半长) 的增值, 毫米 (mm);
- $P (P)$ ——载荷, 公斤力 (kgf);
- $q (q)$ ——交变—重复载荷下的缺口敏感系数;
- $r (r)$ ——交变载荷下的循环特征或循环对称系数,
- $$r = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}};$$
- $r_y, r_{Iy} (r_y, r_{Iy})$ ——裂纹尖端塑性区的半径 (下角标 I 表示平面应变条件下);
- $S_x, S_y, S_z (S_x, S_y, S_z)$ ——垂直于座标轴 x, y, z 面的正应力[⊖],

⊖ 机械性能符号广泛采用字母 σ 和 τ 表示正应力和切应力 (如强度极限 σ_b 等), 它们都是条件应力 (相对于原始截面积)。字母 S 和 t 表示真实的正应力和切应力。

公斤力/毫米² (kgf/mm²);

S_1, S_2, S_3 (S_1, S_2, S_3)——主正应力, $S_1 > S_2 > S_3$, 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

$S_{\max}$ 和 $t_{\max}$ ($S_{\max}$ 和 $t_{\max}$)——最大真正应力和切应力, 公斤力/毫米² (kgf/mm²)

$$t_{\max} = \frac{S_{\max} - S_{\min}}{2}; \text{ 公斤力/毫米}^2 \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

S_n 和 t_n (S_n 和 t_n)——八面体正应力和切应力, 其值

$$S_n = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{3} \text{ 叫做平均流体静压力; 公斤力/毫米}^2 \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

S_K (S_K)——未说明断裂类型 (正断和切断) 时的最终断裂的真实正应力; 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

S_{0T} (S_{0T})——正断抗力, 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

S_b (S_B)——用真正应力表示的强度极限, 公斤力/毫米² (kgf/mm²).

对脆性 (低塑性) 材料, 拉伸时;

$$S_b = S_K = S_{0T} = \sigma_b,$$

对塑性材料拉伸时;

$$S_K > S_b > \sigma_b;$$

S^n (S^n)——根据第二强度理论计算出的相当拉应力 (单向拉伸时 $S^n = S$), (不要和八面体拉应力 S_n 混淆), 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

t_{xy}, t_{yz}, t_{zx} (t_{xy}, t_{yz}, t_{zx})——在 xy, yz, zx 平面上的切应力, 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

t_1, t_2, t_3 (t_1, t_2, t_3)——主切应力, 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

t_K (t_K)——最终断裂时的真实切应力 (切断抗力), 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

$t_{0.2}, t_P, (t_{0.2}, t_{nn})$ ——扭转屈服强度和扭转比例极限, 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

t (t)——试样厚度, 毫米 (mm);

V_0 和 V_K (V_0 和 V_K)——试样原始的和最终的体积, 毫米³ (mm³) 或厘

米³ (cm³),

α_K (α_K)——应力集中系数 (通常指弹性范围内的), 无量纲,

$$\alpha_K = \frac{S_{\max}}{S_m}, S_m \text{ 为平均应力};$$

γ (γ)——条件切应变, %;

δ 或 ε (δ 或 ε) $\ominus$ ——相对伸长, %,

$$\delta = \frac{l_K - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l_K}{l_0};$$

δ_p ($\delta_{\text{с.н}}$)——全伸长, 根据缩颈处收缩率 ψ 计算出来的相对伸长,

$$\delta_p = \frac{\psi}{1 + \psi};$$

μ (μ)——泊松比, 无量纲;

σ_b (σ_b)——强度极限, 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

σ_T 或 τ_T (σ_T 或 τ_T)——没有规定残余变形量的屈服极限 (或弹性极限), 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

$\sigma_{0.2}$ ($\sigma_{0.2}$)——规定残余变形量为 0.2% 的拉伸屈服强度, 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

$\sigma_{0.001}$ ($\sigma_{0.001}$)——规定残余变形量为 0.001% 的拉伸弹性极限, 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

σ_p ($\sigma_{\text{нн}}$)——拉伸比例极限, 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

σ_{cb} ($\sigma_{\text{тп}}$, $\sigma_{\text{дтто}}$)——有裂纹试样全截面 (包括裂纹面积) 上的平均拉应力, 公斤力/毫米² (kgf/mm²)。平板试样为 p/bt , 圆柱试样为 $4p/\pi d^2$ (d 为试样直径);

σ_{cn} ($\sigma_{\text{тп нетто}}$)——有裂纹试样净面积上的平均拉应力, 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

σ_r (σ_R)——未注明循环特征 (或循环对称) 系数的疲劳极限, 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

σ_{-1} (σ_{-1})—— $r = -1$ 时, 即对称循环下的疲劳极限, 公斤力/毫米² (kgf/mm²);

$\ominus$ 一般用 δ 表示延伸率, ε 表示瞬时伸长。——译者

τ_{-1} (τ_{-1})——同上，用切应力表示的；

ψ (ψ)——条件断面收缩率，%；

第一强度理论——最大拉应力理论；

第二强度理论——最大拉应变理论；

第三强度理论——最大切应力理论；

第四强度理论——形状弹性变化的最大势能理论。

切断——由切应力引起的塑性断裂，不同材料的切断可能在不同加载方式下发生（拉伸，扭转，压缩等）。

正断——由拉应力或拉应变引起的宏观脆性断裂，可能在不同的加载方式下发生；

滑断 (скол)——由切应力引起的脆性断裂，如玻璃。

目 录

主要符号和术语

第二篇 机械性能试验和结构强度

第十四章 静拉伸下的机械性能	1
一、基本 知 识	1
二、微量塑性变形抗力	11
三、大量塑性变形和断裂时的 性 能	13
四、塑性指标——延伸率和 断 面收缩率	18
五、真实应力应 变 图	20
参 考 文 献	25
第十五章 其它的静载 试 验	29
一、基 本 概 念	29
二、双向 拉 伸 试 验	30
三、压 缩 试 验	35
四、弯 曲 试 验	38
五、扭 转 试 验	41
六、其余 的 静载试验方法	44
第十六章 金属的硬度	49
一、基 本 概 念	49
二、压 入 硬 度	50
三、其它测定硬度的 方 法	62
四、根据硬度试验评定各种机械 性 能指标	68
参 考 文 献	72
第十七章 微型机械性能 试 验	74
一、三种微型机械性能试 验 方 法	74
二、组织—机械性能 试 验	74
三、显微 硬 度	75
四、微型机械性能 试 验	80

参考文献	89
第十八章 一次加载下的缺口敏感性及裂纹敏感性	91
一、基本概念	91
二、一次静载下的缺口敏感性	95
三、裂纹敏感性	109
四、影响缺口敏感性和裂纹敏感性的因素及其减小途径	122
参考文献	129
第十九章 持久静载荷下的变形和断裂	132
一、基本概念	132
二、持久静载荷下的塑性变形抗力	133
三、持久静载荷下的断裂抗力、断裂时间和塑性	138
参考文献	147
第二十章 冲击载荷下的机械性能	149
一、基本概念	149
二、冲击韧性	151
三、其它冲击试验	161
参考文献	165
第二十一章 金属的疲劳	166
一、基本概念	166
二、循环特征的影响和疲劳图	169
三、加载规程的影响	171
四、缺口和表面状态的影响	175
五、温度的影响	176
六、成分和组织的影响	178
七、环境介质的影响	179
八、疲劳过程中的组织变化	183
九、低周疲劳	191
参考文献	194
第二十二章 热应力引起的变形和断裂	197
一、基本概念	197
二、热应力引起的塑性变形和蠕变	198
三、热应力引起的失稳	200

四、热冲击	202
五、热疲劳	207
参考文献	212
第二十三章 表面活性介质对金属机械性能的影响	214
一、莱宾杰尔效应的表现形式	214
二、强度和表面能	217
三、表面活性介质作用下固体强度降低和脆性	222
四、活性介质作用下的断裂理论	225
五、吸附性降低强度的防止及其利用	227
参考文献	230
第二十四章 高强度材料的某些知识	231
一、基本概念	231
二、体积元的高强度	238
三、物体在不均匀应力状态下的高强度	243
参考文献	254
第二十五章 相似及其偏差、模拟与尺寸因素	257
一、基本概念	257
二、物理量的量纲	258
三、相似理论与模拟理论的概念	263
四、相似与模拟理论应用实例	275
五、组织相似	291
六、偏离相似的工艺原因与尺寸因素的综合表现	295
七、断裂的尺寸因素	296
八、研究相似和尺寸因素的一些问题	300
参考文献	300
第二十六章 按机械性能评定金属	303
一、问题的提出	303
二、在理论研究中评定材料的主要机械性能	307
三、按机械性能评定金属的结构强度	309
四、评定材料的均匀性和标准性	315
参考文献	319
第二十七章 结构强度及其提高途径	321