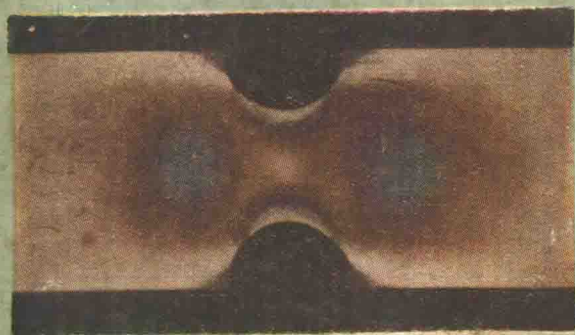


彼德佐洛夫著

机械制造业中黑色金属 許用应力的計算



机 械 工 業 出 版 社

波德佐洛夫著

机械制造业中黑色金属 許用应力的計算

丁士鐸、章紀川譯

原書經苏联国防人民委员会教育司
推荐为高等工业学校教材



机械工业出版社

1958

出版者的話

本書是一部理論与实际相結合的著作，第一、二兩編系敘述有关黑色金屬机械性能和强度計算的一些新的理論，第三編則着重介紹有关上述理論的实际应用，并适当地通过計算例題加以說明。

本書可作为高等学校“材料力学”和“机械零件”課的教学用書，并适于設計人員及一般工程技術人員工作参考之用。

苏联 И. В. Подзоллов 著 ‘Расчет допускаемых напряжений для черных металлов в машиностроении (действительный запас прочности)’ (ОБОРОНГИЗ 1947 年第三版修正增訂本)

*

*

*

NO. 1903

1958 年 10 月 第一版 1958 年 10 月 第一版 第一次印刷
850 × 1168 $\frac{1}{32}$ 字數 495 千字 印張 18 插頁 3 0,001— 5,500 冊
机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版
机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(10) 4.10 元

目 录

序言	3
專門名詞和字母符号	11
I 一般机械性質	11
II 强度特性	12
III 硬度的主要特性	19
IV 非完全彈性	19
机械零件中名义应力变化系数与金屬强度特性变化系数的表	
解	20
緒論	28

第一編 靜应力

第一章 彈性变形区域内机械零件中靜应力的分布	35
1 主应力	35
2 主应力軌綫	37
3 名义应力和实际应力	40
4 形状系数 α_K	42
5 应用应变計求系数 α_K	43
6 求系数 α_K 的光学方法	51
7 求系数 α_K 的敷漆法	62
8 求系数 α_K 的解析方法	64
第二章 靜应力下, 名义应力变化系数和强度特性变化系数	84
1 与材料性質無关的, 凹口形状系数 α_K	84
2 与材料性質無关的, 軸肩內圓角形状系数 α_K	87
3 与材料性質無关的, 無載荷孔形状系数 α_K	92
4 与材料性質無关的, 充塞并受載荷的孔的形状系数 α_K	102
5 与材料性質無关的, 悬挂和牵引环的形状系数 α_K	104
6 与材料性質無关的, 鍵槽的形状系数 α_K	109
7 与材料性質無关的, 角形結構零件的形状系数 α_K	110

8 与材料性質有关的, 未經热处理碳鋼試件的凹口形狀系数 P_K	112
9 与材料性質有关的, 冷作或沒有冷作的, 經热处理鋼試件凹口 的形狀系数 P_K 和工艺系数 P_{Tx}	114
10 灰鑄鉄試件凹口的形狀系数 P_K	122
11 鋼的制造工艺系数 P_{Tx}	124
12 变性鑄鉄的热处理系数	128
13 低溫下鋼的靜力拉伸强度特性变化系数 P_T	130
第三章 黑色金屬的主要靜力强度特性	130
1 鋼試件的拉伸	130
2 鋼試件的弯曲	134
3 鋼試件的扭轉	144
4 灰鑄鉄和特种鑄鉄靜力强度特性的决定	150
5 合金鑄鉄靜力强度特性的决定	156
6 变性鑄鉄靜力强度特性的决定	158
7 可鍛鑄鉄靜力强度特性的决定	159

第二編 周变应力

第四章 金屬的疲劳。基本概念	161
1 历史概述	161
2 金屬疲劳的应力和变形	165
3 周变应力循环的定义	169
4 应力循环的相似性	170
5 应力循环的特性	171
6 持久疲劳極限	173
7 暫定疲劳極限	174
8 强度計算中应用金屬疲劳極限的基本原則	174
9 “極大和極小应力为本循环中平均应力函数”的疲劳極限圖	176
10 “振幅为同一循环中平均应力函数”的疲劳極限圖	180
11 巴哈-波拉圖	181
12 疲劳試驗的机器和方法	182
第五章 平直試件的疲劳極限	188
1 金屬疲劳损坏时的剪切变形	188

2 古德曼动力学定律	194
3 盖尔别尔方程式	198
4 高夫方程式	199
5 根据奥勤格强度假说导出的算式	199
6 波德佐洛夫的双直线关系式	200
7 某些特殊情况 σ_{dk} 与 $\sigma_{cp.ky}$ 的关系式	202
8 弯曲疲劳极限与静力拉伸特性间简单关系式的建议	205
9 结构钢材疲劳极限图的构成	207
10 未经热处理, 抛光平直钢试件的 VDI 疲劳极限图表	209
11 未经热处理, CT. 5 钢平直试件的疲劳极限图	210
12 结构钢的近似疲劳极限	214
第六章 周变名义应力变化系数	223
1 形状系数 β_K	223
2 凹口的形状系数 β_K	225
3 内圆角的形状系数 β_K	235
4 无载荷孔的形状系数 β_K	241
5 键槽的形状系数 β_K	248
6 自由多槽轴的形状系数 β_K	250
7 零件按角铁形状设计的形状系数 β_K	252
8 材料的凹口敏性系数	253
9 制品的尺寸系数 γ_{nep}	256
第七章 周变应力强度特性变化系数、制造工艺系数 β_{rx}	259
1 切削	259
2 延伸	260
3 表面冷作	264
4 压入配合	271
5 对称循环弯曲应力下钢的热处理和化学热处理	275
6 形状和热处理二因素对于有内圆角试件和凹口试件强度的联合影响	280
7 形状和热处理二因素对于有横截孔试件强度的联合影响	281
第八章 周变应力下强度特性变化系数、温度系数 β_T	285
1 高温	285
2 低温	286

3 热处理, 高温度和腐蚀三因素对于合金钢对称循环弯曲疲劳极限的联合影响	287
4 形状和低温度二因素对于碳钢对称循环弯曲疲劳极限的联合影响	288
第九章 周变应力下强度特性变化系数。腐蚀系数 $\beta_{\text{кorr}}$	289
1 历史概述	289
2 腐蚀暂定疲劳极限	291
3 腐蚀对于表面抛光或滚压过的零件以及有凹口零件的影响	297
4 用防腐蚀层提高暂定疲劳极限 (疲劳极限变化系数)	298
第十章 机械零件根据耐久性的计算	305
1 暂定疲劳极限作为耐久性的尺度	305
2 不会引起强度降低的过度应力 (超过持久疲劳极限的应力)	315
3 6号钢和5号钢在迴转弯曲下的暂定安全疲劳极限	318
4 关于根据耐久性计算的强度标准	119

第三編 实际安全因数

第十一章 许用应力	321
1 历史概述	321
2 现代许用应力中的实际安全因数数值	331
3 静应力下的强度方程式	337
4 周变应力下的强度方程式	339
第十二章 若干机械零件损坏的分析	361
1 损坏的二种基本类型	361
2 由于金属疲劳所发生曲轴的损坏	375
3 机器部件的损坏	378
4 减速器直轴的损坏	381
5 轧床升降摇动工作台轴的损坏	385
6 排锯机轴的三次损坏	390
7 升降机绳轮直轴的损坏	393
8 合金钢大型零件的损坏	397
9 传动轴由于腐蚀所生的疲劳损坏	403
第十三章 强度计算例题	404

1 近代螺釘联接的構造，作为設計时应力集中和应力周变計算的

例題 406

a) 螺釘的实际安全因数 406

6) 作用于螺釘联接上載荷的計算 409

B) 螺釘联接的剛度 413

г) 旋紧时在拉伸和扭轉联合作用下应力的計算 416

д) 螺釘联接的靜力强度特性 418

e) 周变拉伸載荷作用下螺釘联接的强度特性 (疲劳極限) 420

ж) 螺紋上的載荷分布。螺釘联接中的螺母 423

3) 在冲击載荷和周变載荷下的螺釘。彈性螺釘 431

и) 制造工艺对松螺釘疲劳强度的影响 435

к) 螺釘联接强度計算的程序 437

2 閥彈簧的疲劳計算 446

3 用实验決定在最小应力集中下工作的零件形狀 454

4 根据鉚釘联接的疲劳極限圖选定抓斗起重机上弦的材料 456

5 有級扭轉軸的驗算 459

6 沒有应力集中有級軸設計的举例 461

7 裝配滚动軸承有級軸內圓角設計例題 464

8 靜应力和周变应力作用下固定心軸計算例題 466

9 圓周凹口零件的計算例題 467

10 扭轉振動下曲軸軸頸形狀对曲軸强度的影响 470

11 周变弯曲和周变扭轉联合应力用最新方法进行驗算 473

計算参考資料 476

附录 1 講授关于强度計算中应用疲劳極限諸基本原則时教

学法上的一些指示 551

附录 2 試件与零件試驗用的主要机器 557

序 言

在一切制造速度愈高重量愈輕的机器时，速度很快而分量較輕的机器的創造过程中，对零件的强度計算，提出了新的要求。那傳統的、陈旧的、按照名义应力的計算方法不再适用了，必須以实际应力的計算来替代。現代航空發动机、坦克、拖拉机和农業机械的零件，为了使計算工作更加精确，进行着各种强度方面的試驗。因之，机械零件与裝配部件疲劳試驗設備的制造，正在發展成为机械制造业中特殊的一門。

冶金与压延設備方面的重型机械、起重量很大的起重机、透平、大型电动机等的設計工程师遇到了这样一个新的現象：零件强度随尺寸增大而增加的傳統計算原理，遭受到了一定的限制；在疲劳强度計算中，發現零件載荷截面面积大了，材料的强度反而要降低。

新的强度特性——疲劳極限——在現代机械制造中，开始具有头等重要的意义。但是，从材料試驗学發展而来的，“金屬力学”这一門新而年青的科学，到目前为止，对于疲劳極限与極限强度（普遍使用的靜力拉伸强度特性）之間只得出一些近似关系，还找不到严密的数学与金相学的規律。

比較簡單而經濟的試件拉伸試驗，所得金屬靜力强度特性，不能用来决定疲劳强度。而用疲劳試驗来求得疲劳極限又非常費时、麻煩和費錢。

如果認為金屬新的强度特性是金屬力学主要研究問題之一，那末研究零件形狀因素与尺寸因素对于零件强度的影响將是另一有关的重要問題。

零件强度与零件材料的强度是不可能划分开来的。然而为了計算方便起見，不得不有这样的区别。从一方面說，材料经过各种不同的工艺程序，它的机械性有了改变；当溫度不是强度試驗所常用的 $+20^{\circ}\text{C}$ 时，材料的机械性能也会改变；当有任何腐蝕性介質作用时，材

料的疲劳極限即將下降。从另一方面看，零件的形狀会使应力局部增高，亦即产生应力集中；零件的尺寸大于試驗用試件的尺寸，正如同应力集中一样，会引起疲劳强度的降低。

上述机械制造諸重要問題，正在苏联和其他国家中进行理論上和实验上的研究。用理論方法来解决这些問題，大部分是有困难的。因此不得不采取实验的途径。發表在科学杂志上和科学研究机关报告上的試驗結果，設計人員应用时应当慎重考虑。整个問題的解决还差得很远，至今并未得出可以作为金屬力学定律的綜合性結論。我們可用材料凹口敏性系数(254頁)来做一个例子。几年以前，为某些外国学者所建議的公式中，这系数与二个别的系数 α_K 和 β_K 有关。敏性系数似乎可以反映材料的性質，知道了它以及前面二个系数中的一个，就可以很容易地决定第三个。十年以前，列尔(Э. Лер)在他自己的著作“結構構件应力的分布”中，曾經引証了各种材料的敏性系数。然而在最新發表的关于現代强度計算的著作中，他和其他的学者已經大多数不用上述不可靠的系数了。在苏联的文献中，到目前为止也还可以碰到应用含有敏性系数的公式，根据 α_K 来求系数 β_K 。今后对于材料凹口敏性系数的計算，我們會觉得毫無根据，敏性系数既不能反映材料的性質，应用了它会發生錯誤的。

金屬力学所研究的問題，不仅对于設計新机器的工程师是重要的。在苏联的国民經济中，在大小工厂里，在無數机器拖拉机站里，系統地进行着设备的檢驗和修理，其中發生故障机械零件的修复占据了重要的地位。管理总局和企業的总机械师应当知道金屬最重要的性質，以便防止零件有違反近代設計原則的危險。

沒有人可以否認設計人員与机械師——机械制造者与机械使用者——之間相互了解的必要性。利用机械安裝与使用的說明書可以达到这样的目的。这些技术文献大部分应当由設計人員来拟訂。金屬力学方面的成就在頗大程度內可作为拟訂这些說明書的根据。

無論是在苏联或是在外国的文献中，对这一問題还没有綜合性的專文論述。这促使作者着手編著这一本書，以便一方面供給設計人員，

另一方面供給总机械師以必要的資料。

为了应用这本书，要有关于材料力学、金相学和材料試驗学方面足够的知識。当編著本书时，曾估計到苏联高等工業学校里在材料力学課程中所包含的关于后一課目的一小部分内容。

本書結構，就作者能力所及，想要做到这样：先叙述了靜应力集中和当靜应力分布不均时金屬性質的某些新發見[●]之后，再轉到本書的主要内容。金屬新的强度特性論——疲劳極限，各种不同因素对于疲劳極限的影响，这些新知識在实际强度計算上的应用——是本書的主要内容。

为了使本書便于应用起見，我們在正文之前刊列了名义应力变化系数和强度特性变化系数的表解，并附有系数如何形成的說明及其应用規則。

在本書可供参考部分，有很重要的資料——我們推荐可以在計算中应用的疲劳極限圖。这些圖之前有分类圖表和关于应用的簡短說明。

作者以圖表的型式說明应力周变的定义和应用金屬疲劳極限的基本原則，認為这在材料力学和机械零件的教学方法上是頗有意义的。疲劳極限圖的普及化是当前的任务（作者上述的圖表想部分地达到这个目的）。在下列二本最新的高等工業学校用教科書上亦有疲劳極限圖：別辽耶夫（Н. М. Беляев）教授著的材料力学（1945年）和瑞士汀鮑施（Тен-Бош）教授著的机械零件（1940年）。

然而，这两本著作中的圖太概略了。如果这些圖表作为周变应力下强度特性新的表示方法来看待，其缺点便一望而知。用了相似循环定律可以从圖上很快地求得所有疲劳極限循环分量这一特点，二本書上都没有提到。

在計算公式中一貫有区别地使用名义应力，实际应力和疲劳应力是本書的特色。

除此之外，周变应力分成四个应力循环分量。大部分实际問題中，其应力与下列三类中之一有关：弯曲应力，拉伸应力或扭轉应力。上

● 例如，見145頁。

列每种应力应当有自己的符号，在应力符号的基本字母 σ 和 τ 上采用加指标的方式。这样一来，所采用符号的复杂性就解释清楚了。

作者充分了解在金属力学范围内正确拟定术语有很大的困难。作为新的术语，作者采用了某些未曾发表的苏联科学院名词委员会草案中的，和已经发表在“工厂实验室”（“Заводская лаборатория”）杂志 1936 年第 2 号中的，以及美国伊利诺大学通报（“Bulletin University of Illinois”）1939 年卷 XXXVII 第 5 号和德国工程师学会刊物（DIN—Entwurf 2 DVM 4001, 1936 年 6 月 1 日）上应用过的资料。

机械制造工作者的集体力量将会加速地使术语定得更完善。

作者将以感谢的心情接受读者对于本书缺点的指正。

專門名詞和字母符号

I 一般机械性質

№	專門名詞	定 义
1	强度 (Прочность)	試件、零件或結構構件材料抵抗足以引起應力的外載荷的能力。
2	疲勞 (Усталость)	表示材料性質的慣用專門名詞；這性質表現于經過若干次應力周變后，虽則其中沒有一次達到破壞靜應力而材料發生破壞。
3	脆性 (Хрупкость)	材料斷裂時，沒有顯著的吸收機械能或沒有明顯的塑性變形的一種性質。
4	韌性 (Вязкость)	材料能吸收相當數量不可逆機械能而不破壞的性能。 注：此定义仅适用于有結晶組織的材料，無定形（非晶形）材料如果在不變載荷作用下能够變形或屈服，就是有韌性。
5	冷脆性 (Хладноломкость)	某些材料，在溫度降低時，自韌性狀態轉變為脆性狀態的性質。
6	蠕滑 (Ползучесть)	材料在不變載荷下，特別是在高溫時，塑性變形自行增大的性質。
7	屈服 (Текучесть)	試件、零件或結構構件的某些材料，在屈服極限時，應力值保持不變，而發生塑性變形的性質。
8	硬度 (Твердость)	材料抵抗另一不產生塑性變形的物體向它侵入的性能。

(續)

№	專門名詞	定 義
9	強化 (Упрочнение)	由于各种原因而使試件，零件或結構構件材料强度提高。
10	弱化 (Разупрочнение)	材料強化以后，例如，通过再結晶作用，重新回復到原来状态。
11	时化 (Старение)	金屬合金經過一段时期，由于从硬合金中析出硬微粒而增加其强度和硬度。
12	机械时化 (Механическое старение) (冷作后)	材料經過冷作以后，自發的，持久的机械性質的变化。
13	松弛 (Отдых)	材料不經過再結晶作用而消除強化的性質。

II 强度特性

№	專門名詞	符 号	定 义	备 考	
				同义字	英文或德文 專門名詞
A. 靜应力					
1. 拉伸					
1	彈性極限 (Предел упру- гости) (慣用的或 工程的)	σ_e^p	試件开始到达某很小数值的永久变形时的应力。这个数值用技术规范所定的一定公差(例如, 0.001%; 0.003%; 0.03%)表示之。	—	Elastic Limit — Elastizitätsgrenze
2	比例極限 (Предел пропорцио- нальности) (慣用的)	σ_p^p	試件在应力和伸長間的直線关系(虎克定律)上到达一定程度偏差时的应力。这偏差程度由技术规范所規定之(例如, 变形曲綫与应力軸所成角的正切比原来数值大 25% 或 50%)。	—	Proportional Limit — Proportionalitätsgrenze

(續)

No	專門名詞	符 号	定 义	备 考	
				同义字	英文或德文 專門名詞
3	屈服極限 (Предел текучести) (物理的)	σ_s^p	試件在載荷沒有显著增 加而伸長繼續增加时的应 力(小于極限强度)。	—	Yield Point (Strength) — Streckgrenze Fließgrenze
4	屈服極限 (慣用的)	$\sigma_{0.2}^p$	試件在永久伸長等于 0.2%(或0.3%,或0.5%) 时的应力。	—	—
5	試件拉伸时 的实际应力 (Действитель- ное нап- ряжение)	—	考虑試件截面面积因拉 伸而發生变化所得的应 力。	真实应力 有效应力	—
6	条件应力 (Условное напряжение)	—	根据試件原有截面积所 得的应力。	—	—
7	分裂强度 (Сопротивле- ние отрыву)	—	拉断試件而不产生塑性 变形所必須的实际应力。	直接断裂 强度 附着强度 分子附着力 强度系数 断裂强度	Tear Stress — Trennfestig- keit Ultimate Strength — Zugfestig- keit; Bruch- festigkeit
8	極限强度 (Временное сопротив- ление) (拉伸时强 度極限)	σ_B^p	試件損坏前,与所受最 大載荷相应的条件应力。	—	—
9	实际断裂 强度	—	試件断裂时的实际应 力。	真实断裂 强度	—
10	断裂时相对 伸長	例如 δ_{10} 或 δ_5 等	試件断裂时長度增量与 原長度之比。 注:如有必要,須注 明“完全永久变形”或“彈 性变形”	—	Ultimate Elongation (the percentage) — Bruchdeh- nung, Dehnung

№	專門名詞	符 号	定 义	备 考	
				同义字	英文或德文 專門名詞
11	断裂时相对 收縮	ω	試件橫截面面积的縮小 与原橫截面面积之比。	收縮	— Querzusam- menziehung
12	断裂时局部的 相对收縮	—	試件頸部橫截面面积的 縮小与断裂时頸部边界橫 截面面积之比。	断裂时的 实际相对 收縮	—
13	弯曲屈服 極限 (慣用的)	σ_s^H , $\sigma_{0.2}^H$	2. 弯曲和扭轉 按照应力依直綫分布的 彈性弯曲公式計算所得 的, 当邊緣纖維永久变形 达, 例如, 0.2% (与所 选公差相对应) 时的条件 正应力。	—	— Biegefluss- grenze
14	弯曲極限 强度	σ_B^H	試件發生損坏时, 按照 应力依直綫分布的彈性弯 曲公式計算所得的条件正 应力。	弯曲損坏 强度 弯曲强度 極限	— Biegebruch- grenze
15	扭轉屈服 極限 (慣用的)	τ_s^{KP} , $\tau_{0.4}^{KP}$	按照应力依直綫分布的 彈性扭轉公式計算所得 的, 当邊緣纖維伸長永久 变形达, 例如, 0.4% (与 所选公差相对应) 时的条 件切应力。	—	—
16	扭轉極限 强度	τ_B^{KP}	試件發生扭轉損坏时, 按照应力依直綫分布的彈 性扭轉公式計算所得的条 件切应力。	扭轉强度 扭轉强度 極限	—
17	周变应力 循环	—	Б. 周变应力 应力从極大值变为極小 值往复一次的过程。 注: 循环可以用应力或 变形来定, 后一情况則以 “变形”代上述的“应力”。	周期	Cycle of Stress — Periode

(續)

No	專門名詞	符 号	定 义	备 考	
				同义字	英文或德文 專門名詞
18	应力循环 的頻率	ν	每分鐘或每秒鐘应力循环的次数。	—	— Frequenz
19	循环的極 大应力	$\sigma_{\max}^p$, $\sigma_{\max}^H$, $\tau_{\max}^{kp}$	循环中的極大应力; 按照代数値計算, 例如, 拉应力为正, 压应力为負;	循环的極 大应力分 量	Maximum Stress — Oberspan- nung
20	循环的極 小应力	$\sigma_{\min}^p$, $\sigma_{\min}^H$, $\tau_{\min}^{kp}$	循环中的極小应力; 按照代数値計算;	循环的極 小应力分 量	Minimum Stress — Unterspan- nung
21	循环的平 均应力	σ_{ep}^p , σ_{ep}^H , τ_{ep}^{kp}	循环中極大極小应力代 数和之半: $\sigma_{ep}^p = \frac{\sigma_{\max}^p + \sigma_{\min}^p}{2};$ $\sigma_{ep}^H = \frac{\sigma_{\max}^H + \sigma_{\min}^H}{2};$ $\tau_{ep}^{kp} = \frac{\tau_{\max}^{kp} + \tau_{\min}^{kp}}{2}$	循环的平 均应力分 量	Mean Stress — Mittel- spannung Vorspannung
22	循环的应 力振幅	σ_a^p , σ_a^H , τ_a^{kp}	循环中極大和極小应力 代数差之半: $\sigma_a^p = \frac{\sigma_{\max}^p - \sigma_{\min}^p}{2};$ $\sigma_a^H = \frac{\sigma_{\max}^H - \sigma_{\min}^H}{2};$ $\tau_a^{kp} = \frac{\tau_{\max}^{kp} - \tau_{\min}^{kp}}{2}$	循环的应 力周变分 量	Alternating Stress — Spannungs- ausschlag
23	循环中应 力跨距	$2\sigma_a^p$, $2\sigma_a^H$, $2\tau_a^{kp}$	循环中極大和極小应力 的代数差。	—	Range of Stress — Spannungs- weite

№	專門名詞	符 号	定 义	备 考	
				同义字	英文或德文 專門名詞
24	循环特性	$\text{tg } \alpha,$ $\text{tg}' \alpha$	循环中極大应力与平均 应力之比: $\text{tg } \alpha = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{cp}};$ $\text{tg}' \alpha = \frac{\tau_{\max}^{kp}}{\tau_{cp}^{kp}}$	—	—
25	循环特性	k, k'	循环中应力振幅与平均 应力之比: $k = \frac{\sigma_a}{\sigma_{cp}} = \text{tg } \alpha - 1;$ $k' = \frac{\tau_a^{kp}}{\tau_{cp}^{kp}} = \text{tg}' \alpha - 1$	—	—
26	循环特性	H, K'	循环中应力振幅与極大 应力之比, 或为上列二循 环特性之比: $H = \frac{k}{\text{tg } \alpha} = \frac{\text{tg } \alpha - 1}{\text{tg } \alpha} =$ $= \frac{\sigma_a}{\sigma_{\max}};$ $K' = \frac{k'}{\text{tg}' \alpha} = \frac{\text{tg}' \alpha - 1}{\text{tg}' \alpha} =$ $= \frac{\tau_a^{kp}}{\tau_{\max}^{kp}}$ (在計算复合应力时)	—	—
27	对称循环 極大应力	$\sigma_{\infty},$ τ_{∞}^{kp}	周变应力循环中, 極大 和極小应力等值异号时的 極大应力: $\pm \sigma_a = \sigma_{\max} = -\sigma_{\min};$ $\sigma_{cp} = 0;$ $\pm \tau_a^{kp} = \tau_{\max}^{kp} = -\tau_{\min}^{kp};$ $\tau_{cp}^{kp} = 0.$ 对称循环特性为: $\text{tg } \alpha = \infty, k = \infty, H = 1;$ $\text{tg}' \alpha = \infty, k' = \infty, K' = 1;$	—	Completely Reversed Stress — Wechselspan- nung