

裂，高温和低密度将引起较多的韧性断裂。在大多数情况下，将表现为混合型断裂。

其断裂韧性与断裂类型有关(图3)。中等密度试样的断裂韧性最高。

其疲劳裂纹的传播阻力与密度和断裂类

型有关,当裂纹传播速率低时,较高密度试样的裂纹传播阻力大;当裂纹传播速率高时,有一定孔隙率(5%)材料的裂纹传播阻力比全致密材料大。

〔王俊民 摘译〕

## 烧结钢在可变振幅载荷下的疲劳强度

O. Buxbaum and C. M. Sonsino

配制水雾化铁粉+1.5%Cu或+2.5%Ni+2.0%Cu的粉末混合料,进行等静压制到 $7.1\text{g}/\text{cm}^3$ 密度,在网带炉中于 $1120^\circ\text{C}$ (分解氨保护)烧结20分钟,或在步进梁式炉中于 $1280^\circ\text{C}$ (70-30N- $\text{H}_2$ 气氛)烧结40分钟。采用在网带炉中于 $900^\circ\text{C}$ 预烧、复压和分别在 $1120^\circ\text{C}$ 和 $1280^\circ\text{C}$ 最终烧结的技术,可以得到 $7.4\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。

其显微组织。对于Fe-Cu合金, 在1120℃烧结时, 沿晶粒边界含有富铜相, 在晶粒

内部几乎没有铜；在1280℃烧结时，形成均匀的Fe-Cu固溶体，且晶粒尺寸长大。对于Fe-2.0%Cu-2.5%Ni合金，除了在镍浓度高的地方生成马氏体外，其他地方显微组织相似，均匀化程度相近。不发生象Fe-1.5%Cu合金那种晶粒长大现象。提高烧结温度和密度可以改善孔隙的形状。

使用圆形横断面带切口的试样,在固定振幅和高斯可变振幅、反复弯曲载荷条件下进行疲劳试验,其疲劳试验结果示于图1。

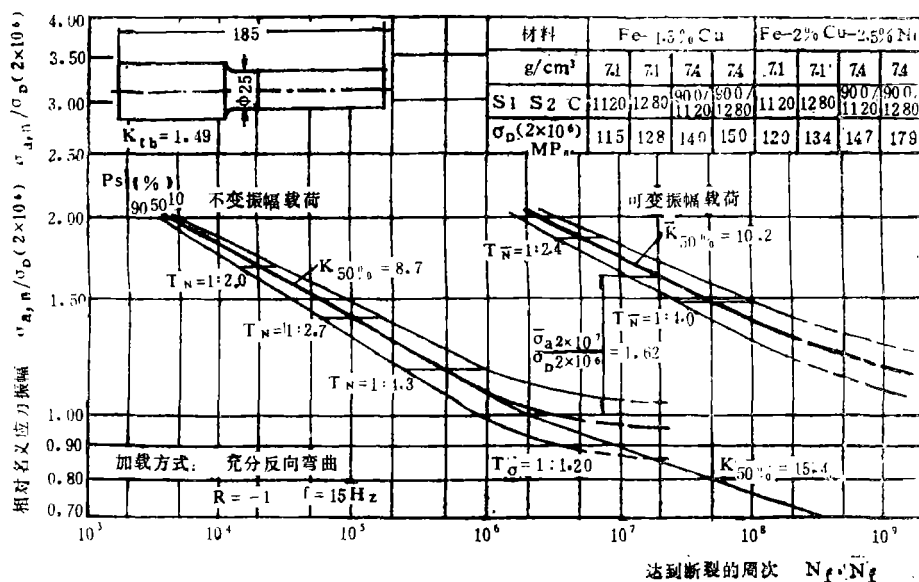


图1 平均疲劳寿命曲线

由于材料的各疲劳寿命曲线比较近似, 所以其疲劳特性可以用平均曲线进行描述。对于图1的疲劳寿命曲线, 各材料的疲劳数据是以在不变振幅载荷、 $2 \times 10^6$ 周次条件下的疲劳极限为依据。

当烧结温度为 $1280^\circ\text{C}$ 时, 其显微组织更为均匀, 疲劳强度约提高10%, 较高密度的Fe-Cu-Ni合金疲劳强度可提高20%。疲劳寿命约提高1.5—5倍。对于疲劳强度的提高, 提高密度比提高温度的作用大得多。通过提高密度, 当疲劳强度提高25—35%时, 疲劳

寿命将提高4—10倍。

提高烧结温度和密度可以改善孔隙的形状(图2)。在相同的烧结温度和密度条件下, Fe-Cu合金的孔隙比Fe-Cu-Ni合金更趋球形。

对不变和可变振幅载荷的疲劳寿命曲线(图2)进行比较表明, 在可变振幅下, 实际上可以允许超过疲劳极限。因此对于可以允许把疲劳极限作为设计依据的任意加载的烧结零件, 可以有效地减少零件的重量和材料成本, 即应用粉末冶金制品更经济。

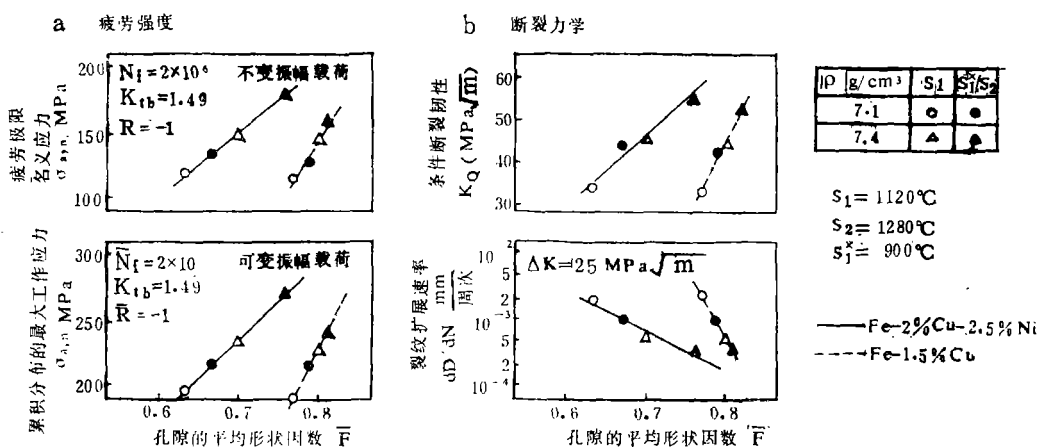


图2 与孔隙形状有关的疲劳强度和断裂力学数据

(王俊民 摘译)

## 烧结钢的弯曲冲击韧性

D. Pohl

所研究合金的化学成分、密度和极限拉伸强度等列于表1。

检测冲击能量, 采用无切口V型试样( $10 \times 10 \times 55 \text{ mm}$ ), 试验温度为 $-40^\circ\text{C}$ —环境温度, 有些情况到 $-60^\circ\text{C}$ 。

冲击能量与密度的关系示于图1。由图可见, 冲击能量随密度的增加而增加。当密

度小于 $7.2 \text{ g/cm}^3$ 时, 非热处理材料的冲击能量好象与化学成分无关。当密度超过 $7.2 \text{ g/cm}^3$ 时, 无碳钢和无磷钢的冲击能量急剧增加, 当合金含有碳和磷时, 冲击能量的增加不明显。

经一般热处理(表面硬化、淬火和回火)以后, 其冲击弯曲能量明显降低, 而且随密