

文章编号 :1001-3997(2002)05-0107-02

锻比各种计算方法的想法与新公式的提出

纪长福 孙墨汉 叶芳 (沈阳大学, 沈阳 110044)

The methods of calculation forging ratio and new formula

JI Chang - Fu SUN Mo - Han , YE Fang

(Shennying University, Shenyang 110044 , China)

 * **【摘要】**这里归纳了计算锻比的各种方法,讨论了拔长锻比与镦粗锻比的关系及折算当量的计算
 * 问题,给出了新的锻造比计算公式。
 * **关键词** 锻比 折算当量 纤维组织
 * **【Abstract】**In this paper all kinds of methods of calculating forging ratio were mentioned. The relationship
 * between drawing ratio and pressing ratio, conversion equivalent were also discussed. The new forging ratio
 * calculating formula was put forward.
 * **Key words:** Forging ratio conversion equivalent segregation fiber organization
 * ****

中图分类号:TH122 文献标识码:A

1 总锻比等于各分锻比之和与之积问题

锻比是表示锻造加工量纳了大小,也反映了锻后金属机械性能的高低,例如表1所示,用1.1, 1.5, 1.8, …… 3.5等不同锻比来拔长A, B, C, …… H等锻件,假设每个锻件都是经两次拔长锻成,每次锻比 K_1, K_2 相等,试用乘法及加法求总锻比的改变规律:

若分锻比是1.1,按乘法计算,总锻比1.21,按加法计算锻比是2.2;若分锻比为3,按乘法计算,总锻比是9,按加法算锻比是6。虽是受到同一变形的锻件,所得总锻比的数值不一样,由表1可以看出,当分锻比小于2时,用加法所得总锻比数值较大,当分锻比大于2时,用加法比乘法所得的总锻比数值较小。

表1 用乘法及加法求总锻比的比较

锻件号	分锻比		总锻比		对比
	K_1	K_2	乘法	加法	
A	1.1	1.1	1.21	2.2	
B	1.5	1.5	2.25	3.0	加法大于乘法
C	1.8	1.8	3.24	3.6	
D	2.0	2.0	4.00	4.0	相等
E	2.1	2.1	4.41	4.2	加法小于乘法
F	2.5	2.5	6.25	5.0	
G	3.0	3.0	9.00	6.0	
H	3.5	3.5	12.25	7.0	

而金属的机械性能,随锻比都有改变的规律。一般都是如图1所示,锻比小时,机械性能随着锻比较快的增长,而曲线较陡。锻比大时机械性能随着锻比增大而较缓慢的变化,曲线变化较平缓,那末总锻比随着分锻比积累而增长规律也应该小时增长快,大时增长慢。从这一观点出发,用加法计算总锻比较合适。或者说,分锻比在2以下,用乘法计算,在2以上用加法计算总锻比也是合理的。

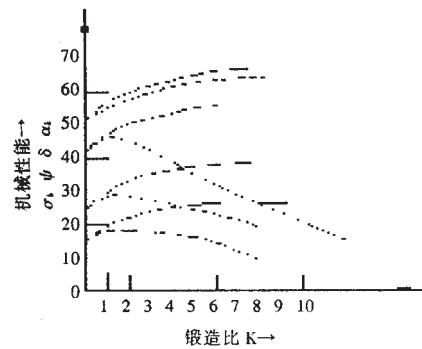


图1 碳钢锻制造时锻比对性能的影响

但是用加法计算时,在运算的连贯性上不如乘法方便,例如在水压机上经多次拔长钢锭,其截面面积变化是 $F_0 \rightarrow F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow \dots \rightarrow F_n$,如图2所示,各分锻比为:

$$K_1 = F_0 / F_1, K_2 = F_1 / F_2, \dots, K_n = F_{n-1} / F_n$$

按乘法计算总锻比为:

$$K_{\text{总}} = F_0 / F_1, K_2 = F_1 / F_2, \dots, F_{n-1} / F_n = F_0 / F_n \quad (1)$$

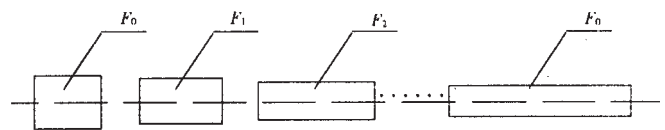


图2 连续拔长

按加法计算总锻比为: $K_{\text{总}} = F_0 / F_1 + F_1 / F_2 + F_2 / F_3 + \dots + F_{n-1} / F_n \neq F_0 / F_n$ (2)

可见用加法计算总锻比时,必须按各分锻比逐次相加,不能以开始前截面积与变形最后锻件截面积之比值(F_0 / F_n)来简化替代,而乘法却可以这样简化替代。如果认为由某一几何尺寸的毛坯,锻成一定几何尺寸的锻件,经多次锻成与一次锻成所得锻件的机械性能相同的话,则加法计算总锻比时就存在了问题,

而乘法却没有问题。但实际上一次锻成与多次锻成的效果是不一样的。正因为这样,可以说,用加法计算就更为合理些了,而乘法就有些问题。

然而在生产运用中,用加法不如乘法简便,如根据总锻比求钢锭尺寸,用乘法时根据(1)式,已知总锻比 K 总及锻件截面积 F_n ,则钢锭截面积 $F_0 = F_n \cdot K$ 总,很快求出而加法则麻烦些,从(2)式中可以看出,已知 K 总 $\cdot F_n$,还不能直接求出 F_0 ,而且在锻造操作过程中,要严格控制分锻比, K_1 、 K_2 ,……等,才能符合总锻比要求。从以上分析可见用加法计算总锻比要确切些,麻烦些,用乘法要概略些,简便些。

2 拔长锻比与镦粗锻比关系及分并问题

(1) 镦粗时,坯料不翻转,坯料侧壁周围向外凸出,金属的难变形区及局部总变形区自始至终,相对位置没有改变。变形大时,与拔长比较,更能击碎坯料中心部分的树枝晶及偏析等缺陷。而拔长时,单就压一下来看,和镦粗本质相同,只是展宽方向侧壁外凸,而拔长方向受到的抑制,宽展方向变形部分与非变形部分交接处,也受到部分抑制,并且,拔长时,每压一下,锻件要翻转90°再压,金属变形不均匀性减少。所以拔长的效果较镦粗透而均匀,亦即拔长的锻比效果较镦粗锻比为大。

(2) 拔长一般是对轴类锻件的锻造,锻后获得纤维组织,顺纤维方向的机械性能优于横向,特别是塑性指标 δ 、 Ψ 、 α_k 等,更明显,而强度指标 σ_b 、 σ_s 在顺纤维及横纤维方向差别不大。

镦粗是对圆饼类锻件采用的专门变形工序,轴类锻件在拔长过程中,穿插一些镦粗工序,镦粗能改善锻件的横向性能。

(3) 拔长锻比 $K = F_{\text{前}} / F_{\text{后}}$,这里的变形前后截面积,是平行于作用力方向的。而镦粗比时的锻比 $P = F_{\text{后}} / F_{\text{前}}$,这时变形前截面积是垂直于作用力的方向的,不同方向上的面积对比,是不能说明同样的问题的,所以要把拔长锻比与镦粗比统一到一起是有问题的。

(4) 由以上的分析,可见拔长与镦粗的锻造效果,并不完全一样,因而企图将拔长锻比与镦粗锻比混合到一起是勉强的、不够科学性的。当有反复镦拔工序时,将拔长锻比与镦粗锻比分开计算是有道理的,能更正确反映生产工艺,在作生产技术资料交流时,定义明确。但是镦拔的综合效果没有反映出来。

3 镦粗锻比与拔长锻比的析算当量问题

上面分析到拔长效果优于镦粗,如果两者锻比都有以金属变形前后截面积的比值来表示,则镦粗锻比值就应小于拔长锻比。根据科技资料,镦粗锻比的开方值相当拔长锻比,即:

$$\sqrt{P} = K \quad (3)$$

从科技资料中可以计算总锻比的方法,镦粗锻造比 P 乘以系数 A 相当于拔长锻比 K ,即: $AP = K$ (4)

提出:镦粗锻比 P 的 γ 次方相当于拔长锻比 K ,但是不同的材料有不同的 A 值。 $P^\gamma = K$ ($0 < \gamma \leq 1$) (5)

$$\gamma = \frac{\lg K}{\lg P} \quad (6)$$

设 M 表示锻件的机械性能,如 σ_b 、 σ_s 、 δ 、 Ψ 、 α_k 等, M_0 为初始状态之值,即尚未进行锻造时坯料的机械性能, M_1 为拔长后

锻件的机械性能, M_2 为镦粗后锻件的机械性能,按锻造比的意义, M_1 取决于拔长锻比 K 的大小, M_2 取决于镦粗锻比 P 的大小,有下列函数关系: $M_1 = f_1(K)$ (7)

$$M_2 = f_2(P) \quad (8)$$

假设拔长与镦粗获得同样锻造效果,则 $M_1 = M_2$ (图3),即有 $f_1(K) = f_2(P)$ 则有可能 K 是 P 的函数,可能存在下列解 $K = P^\gamma$ ($0 < \gamma \leq 1$), γ 值按图3方法实验,根据(6)确定。

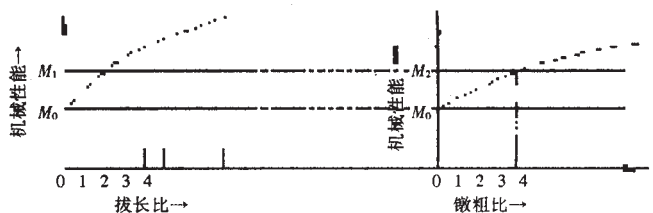


图3 拔长比与镦粗比对机械性能的影响

这里新提出的公式 $K = P^\gamma$ ($0 < \gamma \leq 1$),虽根据镦粗拔长比对锻件机械性能的关系而推导出来的,只是 γ 值没有定量确定,但指出了确定的方法。因为对不同材料, γ 值也不会完全一样,即在同一锻造材料中作不同的机械性能试验时,所得 γ 值也不会完全一样,使用时 γ 值取平均值。可见检验工作相当大。但只要明确了实验的方法,可以逐步极早完成, γ 的值确定后,生产中使用起来,迎刃而解,十分方便,特别对大型锻件的锻造,尤其需要应用。

按(6)式进一步求总锻比时,如用乘法则写成下式:

$$K_{\text{总}} = \sum K_i \cdot \sum P_i^\gamma$$

如用加法则写成: $K_{\text{总}} = \sum K_i + \sum P_i^\gamma$

4 结论

(1) 锻造比是根据坯料及锻件尺寸,考虑到锻造过程中对锻件性能有影响的许多其他因素而确定的。锻造比的大小影响锻件质量和性能,故在锻造生产技术中有广泛使用价值。

(2) 计算总锻比时,将镦粗锻比与拔长锻比分开计算表示能更正确反映生产工艺,作生产技术资料交流时,内容明确,层次清楚。

(3) 镦粗锻比与拔长锻比的折算问题,这里提出了新的公式 $P^\gamma = K$ ($0 < \gamma \leq 1$),该公式具有概括性。式中 γ 值的确定,可对不同锻造材料,进行不同的锻比的镦粗与拔长,再作机械性能试验。然后取机械性能相等值时,按 P 、 K 对应值(图3),再代入新公式(6),便可求出 γ 值。 γ 值确定后,再生产计算总锻造比,就十分方便,对简化锻造工序,提高生产率,降低成本,并保证锻件质量,将起重大促进作用。

参考文献

- 1 陈长民. 锻造变形量(锻造比)规范研究小结[J]. <金属压力加工热处理>, 1969, 10-43.
- 2 杨振恒. 关于锻造比计算方法的探讨[J]. 科技资料, 1979, 8.
- 3 张志文. 锻造工艺学[M]. 机械工业出版社, 1983, 5.
- 4 锻工手册[S]. 1976, 4.
- 5 孙墨汉. 锻造比计算方法的探讨[J]. 沈阳大学学报, 2000年第4期, 2000, 12.