

等温锻造近净成形

甘肃交通职业技术学院汽车系 (甘肃兰州 730070) 宋庆阳
 兰石集团锻造热处理厂 (甘肃兰州 730050) 胥永顺

杯形件是某控制仪器的重要零件,工作时承受很高的气体压力及脉冲热疲劳,加工精度高,公差带小,除A端面(见图1)允许倒角 $1 \times 45^\circ$ 外,其余部位均不得切削加工。因此,需经精密锻造成形,以求良好的纤维组织来满足力学性能和抗蚀抗疲劳的性能要求。热锻温差大,组织不稳定,力学性能难以保证,且要预留一定的出模斜度和切削飞边等;冷锻时,材料延展性差,上端面难以准确充满,且易产生宏观开裂或显微裂纹,拐角处易产生折叠。经反复研究后,决定采用等温锻造。最终试验出了等温温度、变形速度及保压时间等对型腔充满度及零件精度和组织性能产生影响的参数,同时设计出了近净成形、分模退料的复合闭式等温锻造模,现已在生产中获得成功应用。

一、试验材料的化学成分及室温力学性能

1. 试验材料的化学成分 (见表1)

表1 试验材料的化学成分 (质量分数) (%)

合金元素	Cu	Mg	Mn	Zn	Cr	Al	杂质
含量	1.40 ~ 2.00	1.80 ~ 2.80	0.20 ~ 0.60	5.00 ~ 7.00	0.10 ~ 0.25	余量	≤ 1.10

2. 试验材料的室温力学性能 (见表2)

表2 试验材料的室温力学性能

力学性能指标	δ_5 /MPa	σ_b /MPa	ψ (%)	δ (%)	Akv/J	HB
室温力学性能	≥ 238	≥ 370	≥ 25	≥ 12	≥ 20	≥ 100

二、零件的特点

1. 零件的结构特点 (见图1)

该杯形件的基盘直径(d_1)大,壁较薄且内壁成 5° 锥角,外壁为直角;下凸台($d_4 \sim d_5$)相对体积大而过渡圆角小($R3\text{mm}$),表面粗糙度值 $R_a < 1.6\mu\text{m}$ 。

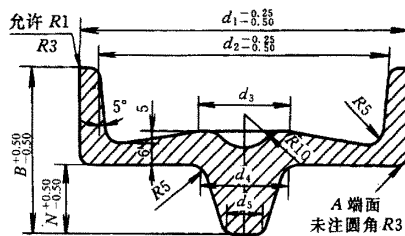


图1 杯形件成品几何尺寸示意图

2. 零件成形难点

(1)基盘等薄壁、圆角小,不仅金属流动困难,

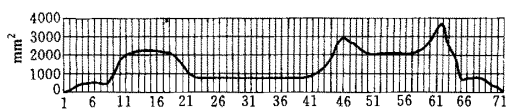


图7 锻件计算毛坯截面图

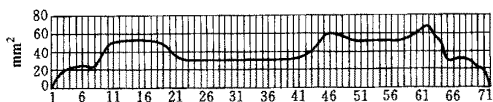


图8 锻件计算毛坯直径图

9. 结语

利用先进的三维实体造型软件进行锻造工艺辅助设计与分析,是一种先进的设计方法。经过我公司的使用验证,能够有效地提高设计速度和准

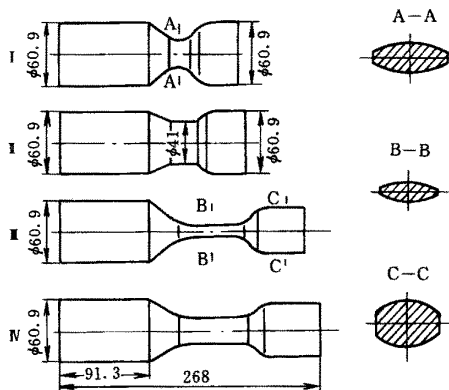


图9 连杆锻件辊锻制坯工步图

确性。 (20040924)

纤维折断,还会产生折叠、穿流及不均匀的晶粒组织,甚至裂纹。

(2) 基盘外侧面为直角面,脱模困难。

(3) 为保证充满度和组织严密而预留的过量坯料无法溢出。

三、等温锻造工艺参数确定

等温锻造塑性变形与许多因素有关,如材料的原始状态、坯料的加热温度、保温时间、模具的加工条件及几何形状参数、终锻的变形方式、润滑条件、施压速度及保压时间等,用函数形式表示:

$$K_f = f \{ T, \varepsilon, u_1, x, t, \dots \}$$

式中 T ——变形温度

ε ——变形程度

u_1 ——变形速度

x ——变形方式

t ——保压时间

这些因素直接影响数据的精确度,需对有关数据作如下控制。

1. 温度的确定

等温温度对变形抗力的影响是很大的。有资料介绍,该合金在室温下为低塑性材料,随着温度的上升,极限强度不断下降,而塑性指标不断上升,在 200~400℃之间,强度比室温时已大幅度下降,同时塑性也变好(见图 2~6)。然而,等温温度的选择,对零件力学性能、粘附性及外摩擦、充满度等都有影响。反复论证,最后确定 $(440 \pm 10)^\circ\text{C}$ 。这是保证零件力学性能的重要参数。

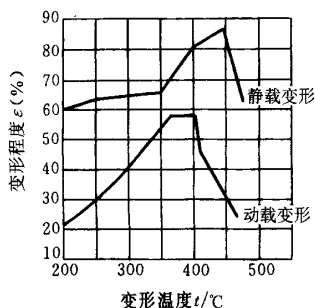


图 2 变形温度和程度对塑性的影响

2. 变形速度的确定

不同的变形速度其等温锻造变形抗力也不同,坯料在低温下的伸长率仅为 10%,在 $(440 \pm 10)^\circ\text{C}$ 时也不超过 15%。材料对变形过程中产生的

拉力极为敏感,承载能力也低,很容易产生脆性断裂或表面龟裂。其次,变形速度增加,金属流动的内摩擦显著增大,造成的后果:一是流动性变差,锻件易开裂;二是温度升高,坯料与模腔的粘附性增大,充腔困难。在实际生产中,要严格控制挤压速度 $\leq 0.3\text{mm/s}$ 。低速变形时,坯料的温度场较均匀,软化较充分。由于扩散,可使坯料组织在动态

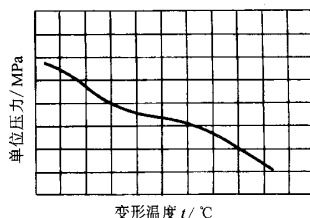


图 3 凸模单位压力与变形温度的关系

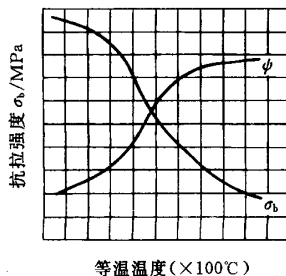


图 4 力学性能与温度的关系

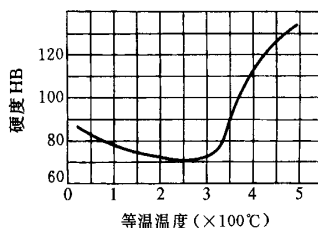


图 5 产品硬度与等温温度的关系

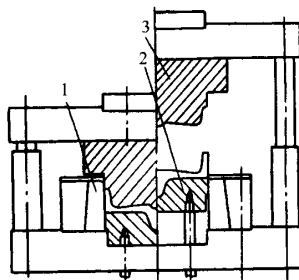


图 6 复合闭式等温锻模简图

1. 固定凹模 2. 分体式退料凹模 3. 上凸模

和静态下恢复与再结晶，且压力作用可使显微裂纹焊合。这是保证零件成形的关键参数。

3. 保温时间的确定

保温是为了保证强化相充分溶解。保温时间越长，结晶越充分，晶粒尺寸越大，合金的抗拉强度和屈服强度越低；保温时间过短，则难以使组织软化，很难消除表面粗晶环，锻件易开裂。试验表明，保温时间（以有效截面进行计算）以 1.5 ~ 2.0min/mm 为宜。这是保证零件力学性能的关键参数。

4. 保压时间的确定

金属在锻造过程中难免产生附加加热效应，它严重影响出模后的形变，因组织应力、热应力和机械应力的作用，使零件精度大大降低。因此，必须以一定的时间保压，让零件组织恢复和再结晶。保压时间又受到等温时间限制，试验结果表明，选取 0.5 ~ 0.6min/mm（以有效截面计算）为宜。这是保证零件精度的关键参数。

5. 坯料尺寸的确定

按常规选取等腔（与成形模直径 d_1 名义尺寸相等）的圆形截面毛坯时，坯料与凹模接触面的摩

擦将造成强烈的拉应力，锻件出现折叠。另外，预成形下凸台应选用较小的过渡圆角，防止成形时造成封腔而无法排气（端面不允许加工，故不能在成形模中设置排气孔）。

四、模具的设计

1. 分体式凹模退料

凹模分体成固定和退料两部分（见图 6），在退料凹模上设计储油槽和布油槽，退料杆可将其整体推出，强制零件出模。

2. 预留溢出槽

由于零件（除 A 端面外）不许进行后续切削加工。故在 A 端面对应的凹模上开 1mm × 1mm 槽，保证预留的 2 ~ 5g 坯料溢出。

五、结语

（1）等温锻造近净成形的关键条件 等温温度、变形速度、保温时间、保压时间和坯料尺寸。

（2）模具设计的关键 精度、溢出槽和退料机构。  (20040818)

2004 年上海国际线缆线材展览会

——意大利国家展团

参展阵容强大

Wire China 2004 上海国际线缆线材展览会在金秋时节的浦东上海新国际博览中心圆满的举办了，主办方是杜塞尔多夫展览（中国）有限公司。展会总规模为 23,000 平方米，参展的生产厂商来自世界各国，该展会还获得了法国、德国、奥地利、意大利等各国专业协会的支援。同期还举办了中国国际管材展览会。

本届展会的一大亮点在于意大利国家展团，该展团阵容强大，聚集了一批优秀的线缆线材和管材生产厂商，是来中国参加同类型展览规模最大的一次。该展团的参展目的不仅是为了向中国潜在的广大用户展示意大利先进的制造技术，高质量的产品和丰富的行业知识，更是为了扩大和增强中意两国厂商之间的合作，巩固和提升意大利产品在中国市场的领先地位。意大利的线缆线材和管材产品不仅质量一流，而且能够为客户提供个性化产品解决方案，满足不同客户的不同需求。

第九届全国塑性工程（锻压）

学术年会征文通知

中国机械工程学会塑性工程学会将于 2005 年 7、8 月份在太原市召开“第九届全国塑性工程（锻压）学术年会”。本届年会的主题为“开拓、进取、创新、发展”。大会将请国内著名专家作主题报告。征文内容如下：

- 变形机制
- 成形过程的模拟和设计，监测和控制
- 金属体积成形：锻造，轧制，挤压及控制等
- 板材金属加工
- 粉末成形、半固态成形、特种成形及旋压成形
- 设备及辅助设备：模拟、设计、制造、监测和控制
- 模具和工具：设计、制造和控制
- 锻造加热炉、加热技术
- 微成形、纳米技术
- 快速成形
- 表面和表面工程
- 摩擦、润滑、磨损和热传导
- 信息技术和知识工程
- 工艺和系统的计算机辅助技术、模拟以及虚拟样机试制
- 质量和质量管理
- 经济学和生态学（环境保护）
- 材料和材料工程：材料检测、物理模拟、可成形性和晶

体可塑性

欢迎大家踊跃投稿