

文章编号: 1003-7837(2005)04-0041-03

薄壁钨管旋压温度控制研究

黄科, 陈兴驰, 梁淑贤

(广州有色金属研究院材料室, 广东 广州 510651)

摘要:对粉末冶金钨管旋压工艺中的温度控制问题进行了研究. 要确保旋压温度, 管坯的长度在成品倍尺内取短倍尺, 管坯内径与芯模之间的间隙不大于 0.8 mm, 芯模开坯预热温度不高于 600℃, 开坯芯模锥度不小于 1/1000, 芯模长度取管坯延伸系数 1.5 变形后的长度范围. 旋压过程中随时调整各工艺因素和操作方法, 以保证旋压温度, 使旋压顺利进行并获得较高的成品率.

关键词:钨管; 旋压; 温度; 芯模; 管坯

中图分类号: TG306 **文献标识码:** A

钨具有独特的特性, 是高温发热体和高温隔热的重要材料. 钨的脆性给其深加工带来极大困难, 特别是粉末冶金钨管坯在多向受力状态的旋压变薄加工中, 即使变形性能很好的管坯, 也会由于某一工艺因素欠妥, 导致开坯阶段乃至变形率 70% 以上的管坯旋压破裂. 针对具有良好的可旋压性能的合格管坯, 重点研究旋压工艺中的温度控制问题, 并提出了解决问

题的办法, 成功地实现和完善了钨管高温旋压.

1 试验材料与方法

1.1 管坯

在株洲 601 厂制作粉末冶金钨管坯, 钨管坯的性能参数列于表 1.

表 1 钨管坯性能参数
Table 1 Performance parameters of tungstenic pipe blank

粉末	氧含量 /%	相对密度 /%	硬度 (HB)	晶粒度 /(个·mm ⁻²)	管坯厚 径率/%	管坯规格 /mm	管坯金相组织
高纯钨粉 (FW-1)	≤0.005	≤0.94	290~300	4000~6000	8~10	Φ _H 36×3.5×180 Φ _H 55×4.5×120	晶界完整, 孔隙小而 不在晶界上

1.2 旋压方法

在 12 T 四柱立式三轮旋压机上进行旋压试验, 芯模转速 $n = 145 \text{ r/min}$, 进给比 $f = 0.5 \sim 0.7 \text{ min/r}$, 道次加工率 15%~28%; 加工温度为开坯 1000~1200℃, 接近成品 600~700℃, 加热条件为 2

支氧和乙炔火焰的加热枪.

2 试验结果与讨论

2.1 管坯几何设计对开坯温度旋压的影响

管坯几何设计是粉末冶金钨管开坯旋压成功的

收稿日期: 2004-09-07

作者简介: 黄科(1977-), 男, 广东博罗, 工程师, 本科.

重要因素之一。过去制作管坯往往只考虑烧结成本和旋压的损耗,因而用其最大倍尺极限设计管坯长度。本试验分别设计了 $\Phi_{\text{内}}55\text{ mm}\times\delta 4.5\text{ mm}\times L200\text{ mm}$ 和 $\Phi_{\text{内}}55\text{ mm}\times\delta 4.5\text{ mm}\times L100\text{ mm}$ 两种不同长度的管坯进行比较,结果 $L=200\text{ mm}$ 的管坯旋压至第四道次加工率32%时,表面出现裂纹,脱模后发现内壁出现很多微裂纹,重复两支管坯均发现这种情况,而 $L=100\text{ mm}$ 的管坯顺利旋压至 $\Phi_{\text{外}}55\text{ mm}\times\delta 0.38\text{ mm}\times L250\text{ mm}$ 。原因是坯料较长时,现有加热条件难以保证整体坯料达到所需的加工变形温度。当旋压上部时,保证了上部变形区的温度,下部温度散热快,当旋压至下部时,变形区表面看似够温度,其实整体温度特别是管坯内壁贴芯温度未达到必需的加工温度要求,导致内壁产生微裂纹。如果室温较低这种情况就更为显著。从外观看,管坯表面平整、无裂纹、无起皮,这一外观掩盖了内壁道道纵横交错的裂纹。当管坯旋压至30%~40%变薄率时,裂纹仍不会显现于外表面,但如果继续旋压,这种内壁裂纹就会严重伤害芯模。

管坯内径与芯模之间的间隙量也会影响开坯温度的控制,如果间隙太大,第一道次管坯预热呈现的表面温度并不反映芯模与管坯的整体温度,旋压开始收径贴芯后,低于该管坯所需的变形温度,这时会产生裂纹。如果内外温度都达不到变形温度,则第一道次旋压后会全管碎裂。为了防止出现这种情况,除了管坯成型时控制内径间隙不大于0.8 mm外,管坯的长度设计参照前面所述,以有利于温度的控制和开坯的顺利进行。

2.2 芯模对高温旋压的影响

管坯旋压中的工模具损耗是工艺中最大的问题,特别是芯模的损坏或变形,直接影响钨管旋压的进行,甚至造成钨管报废。

2.2.1 管坯下端停顿造成芯模凹印

钨管开坯旋压温度达1000~1200℃,虽然芯模经过淬火,硬度为Rc62~64,但经过反复高温变形,芯模已经变软,在旋轮反复停顿的管坯低端部位,芯模已被压有较深的凹印,直径深度达0.3~0.5 mm。旋压时,管坯材料往凹印中填充,致使脱管困难,撬管时往往会把管坯撑裂。具体解决这一问题的方法是:(1)用换位停顿可部分减轻凹印的深度,使脱管相对容易;(2)脱管时避免强行撬出,因为芯模膨胀系数比钨管大,旋完后等芯模冷却,管坯之间间隙增

大,这样可用手尽量推出。如果不能推出部分,再烧红管坯与芯模紧贴部分,再冷却取出,严重者需如此反复2~3次,可避免管坯被撑裂。

2.2.2 芯模直径变形

开坯时管坯反复在芯模中下部变形,致使模身变形严重。每支管坯经4~5道次开坯旋压都会使芯模中下部径向缩小0.05~0.10 mm,使芯模成倒锥形,致使管坯出模时常被撑裂。解决方法是:(1)在进行芯模几何设计时应增大锥度和增加过渡芯模的数量,开坯芯模锥度不小于1/1000为宜。(2)旋压时可考虑在芯模的上部进行管坯旋压,使芯模上部也得到芯模锥度。(3)遇到脱模困难可参照2.2.1节之(2)中所述的方法进行脱模。

2.2.3 芯模弯曲

芯模较长可使旋压道次增加,管坯工序延伸量增大,并可减少热能损耗和降低劳动强度,但长芯模给钨管旋压带来的麻烦较多,工艺中的某一参数如果选择不合适都极易造成芯模弯曲。芯模弯曲是导致管坯报废的主要原因之一,而导致芯模弯曲主要由如下原因引起:(1)管坯厚度偏差太大,会使刚度较低、直径较小的芯模在旋压过程中,随着管坯偏心摆动,而高温软化的芯模此时很容易弯曲;壁厚偏差太大,钨管旋压延伸后管壁因变形程度不同步而变弯,芯模也会顺应强度较大的钨管变形趋势而变形。(2)旋压三辊的辊缝偏差较大,会使旋压不在旋压机床的垂直中心线上运动,致使芯模偏摆而弯曲。(3)芯模太长,坯料较短,开坯反复使芯模下部加热以致变形,芯模材料的应力变化和中部的高温变软,再加上上部在旋压中的离心作用致使芯模产生弯曲。解决办法是:(1)采用短芯模开坯,根据坯料长度和旋压延伸量设计长度,一般以不长于管坯变形延伸系数1.5的长度为宜。(2)控制管坯壁厚差不大于0.3 mm,辊缝差不大于0.15 mm。(3)温度取该钨管所需的加工温度的下限,避免温度太高,最低限度地减少工模具的损耗。

2.3 其他工艺因素对高温旋压的影响

有些工艺因素对钨管高温旋压的影响也不能忽视。(1)工模具的预热。管坯套入芯模前的芯模预热工序是旋压工艺中的重要环节,芯模的预热程度直接影响开始旋压时对温度的正确判断,芯模的预热温度一般不低于600℃。辊轮预热也是必不可少的,因为第一道次开坯时,辊轮会带走管坯很多热量,影

响变形区的温度。(2)垫环制备. 为保证管坯底端的温度, 直接与管坯接触的垫环必须用高温材料制备, 或用无裂纹的钨管环. 如果用普通的钢材做垫, 高温会使该环软塌, 或包陷管端, 使管坯无法旋完, 而且脱管困难。(3)旋压进给比的选择. 旋压中, 选择旋轮的进给比要与旋压温度相适应, 开坯时 f 可在 $0.7 \sim 0.9 \text{ mm/r}$ 范围内选择. 速度太慢, 高温使整个机头热胀, 旋轮退出困难; 速度太快, 温度跟不上, 造成

管裂. 成品旋压时, 主要是提高成品表面质量, f 选择 $0.2 \sim 0.4 \text{ mm/r}$.

2.4 成品率与成品精度

本试验中管坯的可旋率达 90% 以上, 成品率 72% 以上. 现基本可进行批量生产, 生产规格和产品精度列于表 2.

表 2 典型产品的规格和精度

Table 2 Specification & precision of representative product

产品规格/mm	壁厚差/mm	直径公差/mm	表面质量/ μm	硬度(HB)
$\Phi 12 \times 0.2 \times 300$	+0.03 -0.01	+0.04 0	粗糙度 ≤ 1.6	525
$\Phi 36 \times 0.5 \times 360$	-0.02 -0.05	-0.04 -0.10	粗糙度 ≤ 1.6	516
$\Phi 55 \times 0.5 \times 500$	-0.02 -0.07	-0.05 -0.15	粗糙度 ≤ 1.6	528

3 结 论

(1) 确保旋压温度是优质钨管加工顺利进行的首要条件.

(2) 保证钨管上下和里外温度的均匀, 管坯长度在成品倍尺范围内取短倍尺, 内径与芯模间隙不大

于 0.8 mm .

(3) 芯模开坯预热温度不小于 600°C .

(4) 开坯芯模要适应高温旋压, 其锥度不小于 $1/1000$, 其长度取管坯延伸系数 1.5 变形后的长度范围.

Research into spinning temperature control of thin-wall tungsten pipe

HUANG Ke, CHEN Xing-chi, LIANG Shu-xian

(R & D Center for Material Surface Engineering Technology, Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510651, China)

Abstract: The temperature control in the process of spinning tungsten pipe made in powder metallurgy is studied in this paper. To insure the spinning temperature, the interspace of pipe blank and mold is less than or equal to 0.8 mm , the temperature of preheating the mold is less than or equal to 600°C , the pyramidal number of mold is greater than or equal to $1/1000$, the mold length is within the bound of 1.5 times pipe blank extension coefficient. The spinning temperature can be insured by adjusting relevant technological parameters. So the spinning can go on smoothly and a high rate of spinning finished product can be obtained.

Key words: tungsten pipe; spinning; temperature; mold; pipe blank