

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B21C 1/16

B21C 3/00



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00107764.3

[43] 授权公告日 2003 年 1 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1099331C

[22] 申请日 2000.5.26 [21] 申请号 00107764.3

[71] 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区

[72] 发明人 郑明新 姚可夫 张华堂

[56] 参考文献

CN1043959A 1990.07.18 C22C38/14

DE4108848A 1992.09.24 B21C1/16

US5771727A 1998.06.30 B21C1/20

审查员 陈勇

[74] 专利代理机构 北京清亦华专利事务所

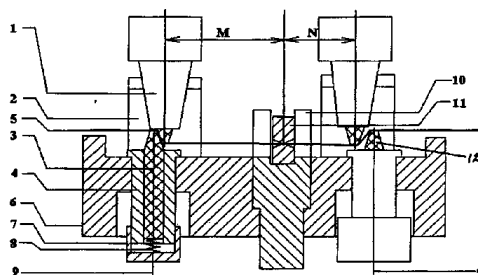
代理人 罗文群

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称 弹性合金的电子拔丝方法与装置

[57] 摘要

本发明涉及一种弹性合金丝的电子拔丝方法及装置，首先在合金丝通过的模具的两端设两个电接点，在两个电接点之间施加电流和电压，即可对合金丝完成电子拔丝。本发明的装置包括模具和二对上、下电刷。待处理金属丝依次从第一对上、下电刷、模具及第二对上、下电刷中穿过。本发明提高了弹性合金丝材的性能和质量，减少甚至完全取消中间退火，强化生产过程，提高生产率，节约能耗，改善生态环境。



ISSN 1008-4274

1、一种弹性合金丝的电子拔丝方法，其特征在于，该方法包括以下各步骤：

(1) 在合金丝通过的模具的两端设两个电接点，两个电接点距模具两端面的距离之比为 $M:N=6:4$ ；

(2) 在两个电接点之间施加电流和电压，其中脉冲峰值的临界电流密度为 $j=500-2000\text{A/mm}^2$ ，工作电压为 $V=250\text{V}$ ，电流脉冲宽度为 $t_p=80-100\mu\text{s}$ ，电路脉冲频率为 $f=50\sim 900\text{Hz}$ ，经上述处理的合金丝即完成了电子拔丝。

2、一种弹性合金丝的电子拔丝装置，其特征在于，该装置包括模具和二对上、下电刷，所述的二对上、下电刷分别置于模具的二侧，待处理金属丝依次从第一对上、下电刷、模具及第二对上、下电刷中穿过，第一对电刷距模具的距离 M 与第二对电刷距模具的距离 N 之比为： $M:N=6:4$ ；每对电刷中的上电刷靠近模具，下电刷处于上电刷的外侧，并相互迭透，所述的下电刷置于支座的套筒内，套筒下端部有套筒帽，套筒帽内置有弹簧，该弹簧与电刷相接。

弹性合金的电子拔丝方法与装置

技术领域

本发明涉及一种弹性合金的电子拔丝方法与装置，属金属材料处理技术领域。

背景技术

弹性合金是指弹性性能高或恒定的合金。它们具有以下特点：高的和恒定的弹性模量、小的弹性极限、稳定的弹性模量温度系数和频率温度系数、高的弹性储能量、小的弹性后效和弹性滞后、高的应力松弛抗力、高的机械品质因素或低的内耗等。它们一般都是不锈钢合金，有时还要求有其它物理特性(如导电好、低膨胀、无磁性等)。它们主要用于制造仪器仪表、自动化装置、精密机械以及精密量测、通讯、计算技术中的各种元器件，如游丝、张丝、弹簧管、螺旋弹簧、簧片、膜盒、波纹管、音叉、机械滤波器、延迟线、延迟贮存器等，是一类要求很高的重要精密功能性合金。

这类合金的性能和质量除了受合金成分的影响外、生产工艺对其性能和质量亦有决定性的影响。以最主要的恒弹性合金 Ni42CrTiAl(我国牌号为 3J53)为例，其生产流程为：真空熔炼→锻造→热轧→退火+酸洗或碱洗→冷拔(丝)或冷轧(带)→成品热处理和检验。其中，冷加工的中间变形量约为 70%。冷轧带成品压下量约为 50~60%，冷拔丝成品变形量一般为 55~70%，并保留一定的塑性储备。中间退火为 950~1050℃、10~30min 水冷。成品热处理是 950~1000℃、20~30min 固溶，然后 550~650℃、2~3h 时效处理。

生产表明，上述合金的不足之处是：①性能对成分和热处理工艺参数的变化过于敏感，因而不稳定；②由于强度较高， γ 固溶体基体由于合金化程度高而易于在变形中析出金属间化合物，塑性并不很好，特别是大变形量时的冷成形加工性能不好，所以拔丝必须频繁地进行中间退火，生产效率很低；③拔丝过程中织构化程度较高，组织和丝径等不均匀，造成材料弹性的方向性、不恒定性和非线性；④组织等的不均匀性还增大合金的内耗，降低弹性合金的机械品质因素；⑤反复拔丝的产品表面状况不好，不光洁，有划痕和微裂纹，大大降低精密元件的性能和使用寿命，这已成为实际生产和销售的主要问题。

发明内容

本发明的目的是提出一种弹性合金的电子拔丝方法与装置，用先进的电子拔丝工艺取代传统的冷拔丝工艺，根本地革新冷拔加工技术，提高弹性合金丝材的性能和质量，减少甚至完全取消中间退火，强化生产过程，提高生产率，节约能耗，改善生态环境。

本发明提出的弹性合金丝的电子拔丝方法，包括以下各步骤：

(1) 在合金丝通过的模具的两端设两个电接点，两个电接点距模具两端面的距离之比为 $M:N=6:4$ ；

(2) 在两个电接点之间施加电流和电压，其中脉冲峰值的临界电流密度为 $j=10^3\text{A/mm}^2$ ， $J = I_{\max}/F$ ，其中 $I_{\max}$ 为峰值电流， F 为合金丝的截面积。工作电压为 $V=200\sim 700\text{V}$ ，电流脉冲宽度为 $t_p=10^{-5}\sim 10^{-4}\text{s}$ ，电路脉冲频率为 $f=50\sim 2000\text{Hz}$ ，经上述处理的合金丝即完全了电子拔丝。

针对本发明的方法，专门设计了弹性合金丝的电子拔丝装置，该装置包括模具和二对上、下电刷。二对上、下电刷分别置于模具的二侧，待处理金属丝依次从第一对上、下电刷、模具及第二对上、下电刷中穿过，第一对电刷距模具的距离 M 与第二对电刷距模具的距离 N 之比为： $M:N=6:4$ ；每对电刷中的上电刷靠近模具，下电刷处于上电刷的外侧，并相互迭透。下电刷置于支座的套筒内，套筒下端部有套筒帽，套筒帽内置有弹簧，该弹簧与下电刷相接。

本发明的方法和装置与传统拔丝技术相比较，具有以下优点或特点：

1. 明显降低拔丝力，显著提高合金的塑性变形能力，因此大大改善了材料的拔丝工艺性能，并节约能耗。

2. 减少甚至完全取消拔丝中间退火，大大简化和强化了生产过程，提高生产效率，增大经济效益。

3. 提高丝材的综合机械性能，改善表面质量和性能的均匀性与稳定性，这对精密合金特别是恒弹性等要求性能稳定的合金非常有利。

4. 由于减少或取消了退火及其有关的清洗、清理工序，根本地改善了生产生态环境。

5. 使难变形和低塑性材料(例如高强度、高弹性合金、高熔点金属、金属间化合物、粉末冶金材料、导电陶瓷等)的拔制成形加工成为可能。

附图说明：

图 1 是本发明设计的电子拔丝装置的结构示意图。

图 1 中，1 是套筒，2 是支架，3 是下电刷，4 是套筒，5 是拔制金属丝，6 是支座，7 是套筒帽，8 是弹簧，9 是导线，10 是模具支座，11 是模具，12 是上电刷。

具体实施方式

如图 1 所示，本发明设计的电子拔丝装置，包括模具 11 和二对上、下电刷 3、12。二对上、下电刷分别置于模具 11 的二侧，待处理金属丝 5 依次从第一对上、下电刷、模具及第二对上、下电刷中穿过，第一对电刷距模具的距离 M 与第二对电刷距模具的距离 N 之比为： $M:N=6:4$ ；每对电刷中的上电刷 12 靠近模具，下电刷 3 处于上电刷 12 的外侧，并相互迭透。下电刷置于支座 6 的套筒 4 内，套筒下端部有套筒帽 7，套筒帽内置有弹簧 8，该弹簧与下电刷 3 相接。

从图中可以看出,根据本方法,从拔丝模的两端往合金丝的变形区中引入高密度,短脉宽的脉冲电流,使拔丝过程在电子的作用下进行。关键的引电接头采用电刷式接触结构,依靠上、下套筒中的弹簧使两对上下电刷顶部平槽内的合金保持稳定、良好的电接触。其中:

- (1) 接头与拔丝模的距离,在操作空间允许的条件下尽可能地接近。
- (2) 前后接头与拔丝模的距离应保持 6:4 的比例。
- (3) 两上电刷的槽面与拔丝模孔面应在同一水平面上。

本发明的原理是:根据金属物理观点,金属的受力变形(例如拔丝)是应力推动位错运动的过程。在位错运动的过程中,若施以高密度的电流,则在金属中造成高浓度的电子风,电子风形成的风压在变形的方向上将有助于对运动位错的推动,克服障碍,减少位错的增殖,使金属的变形抗力降低,减缓减轻加工硬化,所以金属的塑性大大提高。这就是金属中的电子塑性效应,为本发明的理论基础。电子塑性效应虽已被发现 30 多年,但在拔丝工艺特别是在弹性合金上的应用至今未见有公开的报导。

采用固体电容充放电原理设计制造直流脉冲电源装置,①提供的幅值电流能保证达到拔丝加工时产生电子塑性效应所需要的临界电流密度(约 $10^5\text{A}/\text{cm}^2$);②能适应拔丝速度(0.1~10m/s)的变化,电流脉冲的频率可高达 10^4Hz ;③为防止丝的熔断或发热,脉冲宽度不超速 $10^2\mu\text{s}$;④保证高电流密度的输出,电压在 500V 以上并可调节。这是一种不同于常规的新型电源,特点是电流和频率同时很高(这也是制造的难点);为保障操作人员的绝对安全,设计应采用人工浮地。

采取向变形区(即模具两端面)直接给电的方式实行电子拔丝操作。装置中的关键是电接头,必须保证工作时电接触稳定可靠,任何接触不良都会导致打火烧丝。本发明中提出的一种密封弹性接触系统,解决了引电的可靠性问题。

电子拔丝工艺的有效实施,主要在于电参量(包括输出电压、幅值电流、脉冲频率、脉冲宽度、占空比等)与变形参量(变形方案、变形量、变形速度等)的优化组合,同时考虑材料的特性和润滑剂条件。实施步骤一般是:①根据合金丝的最终尺寸要求,制订拔缩率的使用方案;②根据丝材的直径选择电压以确定电流,保证临界电流密度的基本要求;③根据拔丝速度和丝材直径选定合理的电流频率,并掌握其变化规律;④调节占空比和电流脉冲宽度,保持运行时电流和丝材温度的稳定性;⑤根据丝材最终性能要求,确定最后道次的调整性拔丝制度。

下面介绍本发明的实施例。

实施例一: 3J53 合金电子拔丝

3J53 合金丝由 $\phi 2.3\text{mm}$ 拔至 $\phi 0.66\text{mm}$ 可采用的电子拔丝工艺参数为:

- (1) 电流密度: $j=I_{\text{max}}/F=370\sim 1500\text{A}/\text{mm}^2$
- (2) 工作电压: 250V
- (3) 电流脉冲宽度 $t_p=80\sim 100\mu\text{s}$
- (4) 电流脉冲频率 $f=50\sim 500\text{Hz}$

合金低的拔制速度为 0.1m/s。拔缩率(变形率) $\varepsilon=1-(d/d_0)^2=90\%$ 。与传统拔丝相

比，电子拔丝的变形量增大，拔丝力下降了 30~40%。取消了中间退火，表面质量显著提高（无裂纹，光洁度高）。

实施例二：317L 钢丝电子拔丝

317L 钢丝由 $\phi 1.60\text{mm}$ 拔至 $\phi 0.12$ 可采用的电子拔丝工艺参数为：

- (1) 电流密度： $j=I_{\text{max}}/F=500\sim 2000\text{ A/mm}^2$
- (2) 工作电压：250V
- (3) 电流脉冲宽度： $t_p=80\sim 100\mu\text{s}$
- (4) 电流脉冲频率： $f=50\sim 900\text{Hz}$

钢丝的拔制速度为 0.1m/s。拔缩率（变形度） $\varepsilon=1-(d/d_0)^2=99.4\%$ 。与传统拔丝相比，电子拔丝的变形量大大增大，拔丝力下降 30~40%。丝材的强度降低了 10%，完全取消中间退火（2~3 次），表面质量大大改善。

实施例三：Cr17Ni6Mn3 钢丝电子拔丝

Cr17Ni6Mn3 钢丝由 $\phi 2.00\text{mm}$ 拔至 $\phi 0.226$ 可采用的电子拔丝工艺参数为：

- (1) 电流密度： $j=I_{\text{max}}/F=350\sim 1500\text{ A/mm}^2$
- (2) 工作电压：250V
- (3) 电流脉冲宽度 $t_p=80\sim 100\mu\text{s}$
- (4) 电流脉冲频率 $f=50\sim 600\text{Hz}$

钢的拔制速度为 0.1-1 m/s。拔缩率（变形度） $\varepsilon=1-(d/d_0)^2=98.2\%$ 。与传统拔丝相比，电子拔丝的变形量增大，拔丝力下降 20~40%。丝材中的内应力下降 5~6%，强度下降~10%，表面质量明显改善。

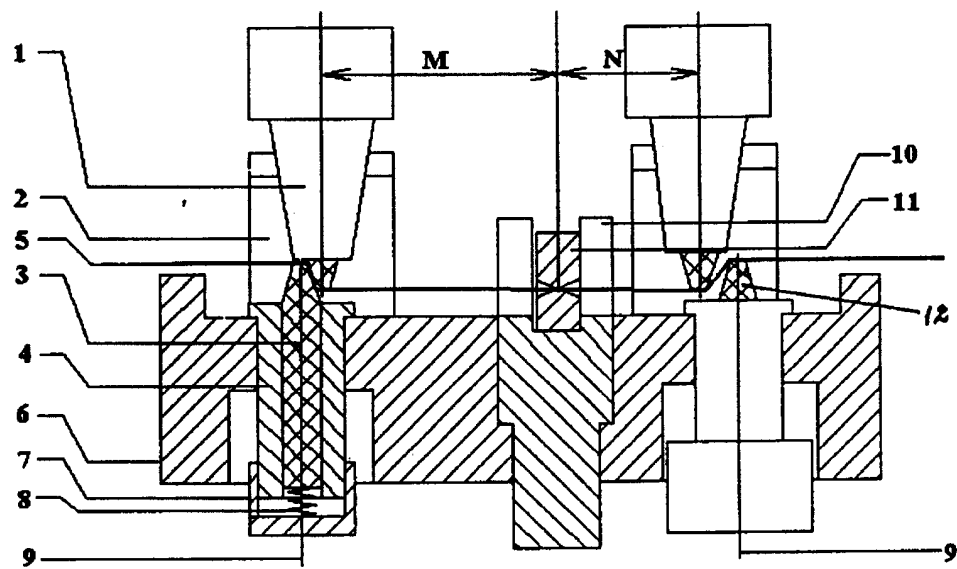


图 1