



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103406375 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201310373483. 5

(22) 申请日 2013. 08. 23

(73) 专利权人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路 30 号

(72) 发明人 刘雪峰 张野 谢建新

(74) 专利代理机构 北京市广友专利事务所有限
责任公司 11237

代理人 张仲波

(51) Int. Cl.

B21C 1/02(2006. 01)

B21C 3/06(2006. 01)

B21C 3/16(2006. 01)

审查员 徐辉

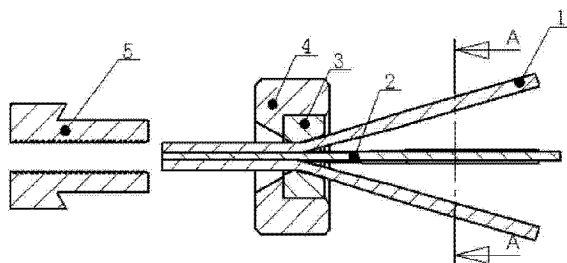
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种多坯料闭式组合孔型拉拔方法

(57) 摘要

一种多坯料闭式组合孔型拉拔方法,属于金属型材拉拔技术领域。其特征是,2根或2根以上轧尖的金属棒线材坯料以单层形式同轴平行紧贴且均匀排布在一根轧尖的硬质芯杆表面,一同经过拉拔模具孔型,坯料在由拉拔模具孔型壁和硬质芯杆表面构成的闭式组合孔型中发生塑性变形,经过一道次拉拔即可一次获得多根横截面形状相同的异型截面金属线材;根据需要可接着进行一道次单线拉拔,生产高尺寸精度的异型截面金属线材。本发明的优点是,节能降耗,道次变形量大,生产效率高,节省拉拔模具,生产成本低,后续一道次单线拉拔和适当退火处理即可短流程高效生产高质量、高性能的异型截面金属线材,特别适宜横截面轮廓有曲线变化的复杂异型截面金属线材的近终形成形。



1. 一种多坯料闭式组合孔型拉拔方法,其特征在于,将2根或2根以上轧尖的金属棒线材坯料以单层形式同轴平行紧贴且均匀排布在一根轧尖的硬质芯杆的表面,坯料和芯杆集束穿过拉拔模具孔型,一同被夹钳夹紧后进行拉拔,其中坯料总横截面积 A_0 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 $0 < A_0/A < 1.5$ 、芯杆横截面积 A_1 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 $0 < A_1/A < 0.95$,坯料在被拉过由拉拔模具孔型壁和硬质芯杆表面构成的闭式组合孔型时发生塑性变形,经过一道次拉拔后可一次得到多根横截面形状相同的异型截面金属线材。

2. 一种多坯料闭式组合孔型拉拔方法,其特征在于,将2根或2根以上轧尖的金属棒线材坯料集束穿过拉拔模具孔型,一同被夹钳夹紧后开始拉拔,在拉拔过程中将一根轧尖的硬质芯杆从拉拔模具孔型入口端插入金属棒线材坯料的中间,并且保证坯料以单层形式均匀排布且紧贴在芯杆表面,通过坯料与芯杆界面之间的摩擦作用将芯杆一同带入拉拔模具孔型进行拉拔,其中坯料总横截面积 A_0 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 $0 < A_0/A < 1.5$ 、芯杆横截面积 A_1 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 $0 < A_1/A < 0.95$,坯料在被拉过由拉拔模具孔型壁和硬质芯杆表面构成的闭式组合孔型时发生塑性变形,经过一道次拉拔后可一次得到多根横截面形状相同的异型截面金属线材。

3. 如权利要求1或权利要求2所述一种多坯料闭式组合孔型拉拔方法,其特征在于所述金属棒线材坯料的横截面是圆形的或异型的。

4. 如权利要求1或权利要求2所述一种多坯料闭式组合孔型拉拔方法,其特征在于所述拉拔模具孔型是圆形的或异型的。

5. 如权利要求1或权利要求2所述一种多坯料闭式组合孔型拉拔方法,其特征在于根据需要进行后续退火处理,获得高性能的异型截面金属线材。

6. 如权利要求1或权利要求2所述一种多坯料闭式组合孔型拉拔方法,其特征在于根据需要进行一道次变形量不超过20%的单线拉拔,成形所需尺寸精度的异型截面金属线材。

7. 如权利要求6所述一种多坯料闭式组合孔型拉拔方法,其特征在于根据需要进行后续退火处理,获得高性能的异型截面金属线材。

一种多坯料闭式组合孔型拉拔方法

技术领域

[0001] 本发明属于金属型材拉拔技术领域,特别是提供了一种多坯料闭式组合孔型拉拔方法。

技术背景

[0002] 异型截面金属线材是指横截面为非圆形的金属线材,比如横截面为三角形、六边形、八边形、长方形、正方形、梯形、菱形或半圆形等的异型截面金属线材以及横截面轮廓有曲线变化的复杂异型截面金属线材(如边角为圆弧过渡的扇环截面金属线材)等,在电力传输、电子通信、交通运输、机械零部件、日常用品等领域有着极其广泛的用途。进入 21 世纪以后,由于资源、能源和环境问题的日益突出,向异型截面金属线材的生产提出了短流程、高效率、节能降耗、低成本等要求。特别是,近年来随着国民经济高新科技和国防军工的快速发展,对异型截面金属线材的需求量不断增大,对产品质量和性能的要求也越来越高。

[0003] 现有异型截面金属线材的生产主要采用传统的单线拉拔方法,具有拉拔模具设计简单、加工方便,拉拔工艺参数制定较容易,能获得大量不同横截面形状的异型截面金属线材等优点,也是目前生产横截面轮廓有曲线变化的复杂异型截面金属线材的最重要甚至是唯一的方法。但是,采用传统的单线拉拔方法生产异型截面金属线材时,存在着工艺流程长、拉拔道次多、所需拉拔模具量大、拉拔道次变形量小、模具寿命短、产品表面易划伤和产生裂纹、断线频率高、中间退火次数多、生产效率低、克服摩擦所消耗的能量较大、生产成本低、材料利用率低以及异型截面金属线材的质量和性能的一致性与稳定性难以保证、产品的质量和性能难以满足更高使用要求等问题。

[0004] 为了提高异型截面金属线材的生产效率,研究人员开发了同时将 2 根或 2 根以上圆形金属坯料直接同轴平行集束穿过拉拔模具,拉拔成形多根异型截面金属线材的多头拉拔方法。由于采用多头拉拔方法生产异型截面金属线材时,金属坯料是同时在同一工艺下拉拔而成的,处于相同的模具、拉拔力、摩擦、拉拔速度以及其他工艺参数条件下,所获得的多根异型截面金属线材具有非常接近的表面质量、形状尺寸、组织结构以及力学性能等,具有生产效率高、产品质量好、生产成本低等优点。但是,在多头拉拔生产异型截面金属线材时,采取的是将 2 根或 2 根以上金属坯料直接同轴平行集束穿过拉拔模具进行拉拔的方式,由于这些金属坯料为同种材质,且是同种状态下的,因此相互之间的性质几乎完全相同,所以在拉拔变形过程中,变形能力相同的这些金属坯料在相互接触的界面处受力平衡,使得横截面处的界面形状为直线,因此拉拔成形所得的异型截面金属线材的横截面轮廓(除了每根坯料与拉拔模具接触的部分外)都为直线,可以获得横截面为三角形、六边形、八边形、长方形、正方形、梯形、菱形或半圆形等的异型截面金属线材产品,而无法直接拉拔获得横截面轮廓有曲线变化的复杂异型截面金属线材(如边角为圆弧过渡的扇环截面金属线材)。若要生产复杂异型截面的金属线材,则需后续多道次单线拉拔,导致工艺流程长,所需拉拔模具较多,生产效率低,生产成本低,产品质量和性能难以满足使用要求。

[0005] 因此,开发一种高效率、节能降耗、低成本生产质量和性能高且一致性和稳定性好

的复杂异型截面金属线材,特别是还能满足近终形成形横截面轮廓有曲线变化的复杂异型截面金属线材要求的拉拔新方法,具有十分迫切而重要的意义。

发明内容

[0006] 本发明是在传统固定拉拔模具拉拔方法的基础上,将孔型轧制中的孔型(即两个轧辊的轧槽在轧制面上所形成的孔口)概念引入并发展而提出的。采用硬度远高于金属棒线材坯料的金属线材作为硬质芯杆,多根金属棒线材坯料以单层形式同轴平行紧贴且均匀排布于硬质芯杆的表面,在传统固定拉拔模具拉拔过程中使得金属棒线材坯料和硬质芯杆同步移动,并同时从传统固定拉拔模具孔型中拉拔通过,在此过程中只有金属棒线材坯料在由拉拔模具孔型壁和硬质芯杆表面构成的闭式组合孔型中发生塑性变形,而硬质芯杆只发生弹性变形,不发生塑性变形。通过对固定拉拔模具孔型和硬质芯杆横截面形状的合理设计,使二者之间形状有机组合,实现传统固定拉拔模具和运动硬质芯杆的一体化集成,由拉拔模具孔型壁和硬质芯杆表面构成闭式组合孔型,在拉拔机构的作用下,获得所需横截面形状的异型截面金属线材。在此基础上开发一种将单线拉拔方法和多头拉拔方法合二为一的多坯料闭式组合孔型拉拔方法(又称作“多坯料带芯拉拔方法”),充分利用单线拉拔方法能够成形复杂横截面形状的异型截面金属线材,以及多头拉拔方法生产效率高、产品质量和性能及其一致性与稳定性好等优点,实现最大限度地缩短现有拉拔生产工艺流程,提高拉拔成形异型截面金属线材(特别是复杂异型截面金属线材)的质量和性能,提高成材率和生产效率,降低生产成本,节能降耗,加快拉拔方法的发展及推广应用,拓展拉拔异型截面金属线材的品种和规格以及应用范围等目的,解决目前单线拉拔方法和多头拉拔方法在生产异型截面金属线材时存在的问题。

[0007] 一种多坯料闭式组合孔型拉拔方法,其特征在于,将2根或2根以上轧尖的金属棒线材坯料以单层形式同轴平行紧贴且均匀排布在一根轧尖的硬质芯杆的表面,坯料和芯杆集束穿过拉拔模具孔型,一同被夹钳夹紧后进行拉拔,其中坯料总横截面积 A_0 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 $0 < A_0/A < 1.5$ 、芯杆横截面积 A_1 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 $0 < A_1/A < 0.95$,坯料在被拉过由拉拔模具孔型壁和硬质芯杆表面构成的闭式组合孔型时发生塑性变形,经过一道次拉拔后可一次得到多根横截面形状相同的异型截面金属线材。

[0008] 一种多坯料闭式组合孔型拉拔方法,其特征在于,将2根或2根以上轧尖的金属棒线材坯料集束穿过拉拔模具孔型,一同被夹钳夹紧后开始拉拔,在拉拔过程中将一根轧尖的硬质芯杆从拉拔模具孔型入口端插入金属棒线材坯料的中间,并且保证坯料以单层形式均匀排布且紧贴在芯杆表面,通过坯料与芯杆界面之间的摩擦作用将芯杆一同带入拉拔模具孔型进行拉拔,其中坯料总横截面积 A_0 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 $0 < A_0/A < 1.5$ 、芯杆横截面积 A_1 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 $0 < A_1/A < 0.95$,坯料在被拉过由拉拔模具孔型壁和硬质芯杆表面构成的闭式组合孔型时发生塑性变形,经过一道次拉拔后可一次得到多根横截面形状相同的异型截面金属线材。

[0009] 所述金属棒线材坯料的横截面是圆形的或异型的。

[0010] 所述硬质芯杆为横截面是圆形的或异型的金属线材;所述硬质芯杆的硬度远高于所述金属棒线材坯料,在拉拔过程中只发生弹性变形,不发生塑性变形;所述硬质芯杆根据

拉拔需要进行放线和卷取。

[0011] 所述拉拔模具孔型是圆形的或异型的。

[0012] 在多坯料闭式组合孔型拉拔成形结束后,根据需要可接着进行一道次变形量不超过 20% 的单线拉拔,成形所需尺寸精度的异型截面金属线材。并且,在多坯料闭式组合孔型拉拔成形结束后,或变形量不超过 20% 的单线拉拔之后,根据需要还可后续适当退火处理,获得高性能的异型截面金属线材。

[0013] 本发明的主要优点在于:

[0014] 1、多坯料闭式组合孔型拉拔过程中只有金属棒线材坯料的外侧与固定拉拔模具孔型壁发生接触,产生有害摩擦;而金属棒线材坯料之间却是相对静止无摩擦的;并且金属棒线材坯料与硬质芯杆之间的摩擦是有用摩擦,节约能源。

[0015] 2、多坯料闭式组合孔型拉拔的道次变形量大,例如一道次即可将一根横截面为圆形的金属棒线材坯料拉成横截面宽高比超过 1.6 的有较大凹形的异型截面金属线材;生产效率高。

[0016] 3、多坯料闭式组合孔型拉拔极大地简化了异型截面金属线材的常规拉拔成形工序,缩短了生产流程;所采用的硬质芯杆可以重复使用,寿命长;不需要采用多套截面渐变的拉拔模具,只需对现有拉拔机进行合理设计改造即可;降低了生产成本和金属消耗,可以高效拉拔成形异型截面金属线材。

[0017] 4、多坯料闭式组合孔型拉拔方法中的闭式组合孔型设计简单,加工方便,只需分别对拉拔模具孔型和硬质芯杆表面形状进行设计及加工即可,模具费用低。

[0018] 5、多坯料闭式组合孔型拉拔方法不仅可以生产现有单线拉拔方法和多头拉拔方法能够生产的各种异型截面金属线材,而且还特别适用于近终形生产横截面轮廓有曲线变化的复杂异型截面金属线材。

[0019] 6、多坯料闭式组合孔型拉拔生产的异型截面金属线材质量和性能高,一致性、均匀性和稳定性好。

[0020] 7、一道次多坯料闭式组合孔型拉拔与一道次单线拉拔及适当退火处理相组合的方法极大地简化了复杂异型截面金属线材的传统成形工序,缩短了生产流程,有利于获得高质量、高性能的复杂异型截面金属线材。

附图说明

[0021] 图 1 为本发明的多根金属棒线材坯料与硬质芯杆一同集束穿过拉拔模具孔型被夹钳夹紧实现多坯料闭式组合孔型拉拔的示意图。其中(1)为金属棒线材坯料;(2)为硬质芯杆;(3)为拉拔模具;(4)为拉拔模具模套;(5)为夹钳。

[0022] 图 2 为图 1 的 A-A 剖面图。

[0023] 图 3 为本发明的硬质芯杆被多根金属棒线材坯料以摩擦方式带入拉拔模具孔型实现多坯料闭式组合孔型拉拔的示意图。其中(1)为金属棒线材坯料;(2)为硬质芯杆;(3)为拉拔模具;(4)为拉拔模具模套;(5)为夹钳。

[0024] 图 4 为图 1 的 A-A 剖面图。

具体实施方式

[0025] 以下结合实施例对本发明进行具体描述,有必要在此指出的是本实施例只用于对本发明进行进一步说明,不能理解为对本发明保护范围的限制,该领域的熟练技术人员可以根据上述本发明的内容做出一些非本质的改进和调整。

[0026] 实施例 1:

[0027] 将 3 根轧尖的完全再结晶退火态圆形横截面铝线坯料(直径 5mm)以单层形式同轴平行紧贴且均匀排布在一根直径 1.8mm 的轧尖的拉拔态圆形横截面高碳钢硬质芯杆的表面,坯料和芯杆集束穿过孔型是圆形的拉拔模具孔型(定径区直径 8.5mm),一同被夹钳夹紧后进行拉拔,其中坯料总横截面积 A_0 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 1.04、芯杆横截面积 A_1 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 0.04,坯料在被拉过由拉拔模具孔型壁和硬质芯杆表面构成的闭式组合孔型时发生塑性变形,经过一道次拉拔后可一次得到 3 根横截面形状相同的异型截面铝线材。后续 350℃保温 1h 的退火处理,得到抗拉强度 60-90MPa、电导率大于 63%IACS 的架空导线用异型截面软铝线材。

[0028] 实施例 2:

[0029] 将 4 根轧尖的完全再结晶退火态圆形横截面铝线坯料(直径 5mm)集束穿过孔型是圆形的拉拔模具孔型(定径区直径 9.75mm),一同被夹钳夹紧后开始拉拔,在拉拔过程中将一根直径 3.25mm 的轧尖的拉拔态圆形横截面 304 不锈钢硬质芯杆从拉拔模具孔型入口端插入 4 根铝线坯料的中间,并且保证坯料以单层形式均匀排布且紧贴在芯杆表面,通过坯料与芯杆界面之间的摩擦作用将芯杆一同带入拉拔模具孔型进行拉拔,其中坯料总横截面积 A_0 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 1.05、芯杆横截面积 A_1 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 0.11,坯料在被拉过由拉拔模具孔型壁和硬质芯杆表面构成的闭式组合孔型时发生塑性变形,经过一道次拉拔后可一次得到 4 根横截面形状相同的异型截面铝线材。再接着进行一道次变形量为 12.4% 的单线拉拔,得到高尺寸精度的异型截面铝线材。后续 350℃保温 1h 的退火处理,得到抗拉强度 60-90MPa、电导率大于 63%IACS 的架空导线用异型截面软铝线材。

[0030] 实施例 3:

[0031] 将 5 根轧尖的完全再结晶退火态圆形横截面纯铜线坯料(直径 5mm)以单层形式同轴平行紧贴且均匀排布在一根直径 4.9mm 的轧尖的拉拔态圆形横截面高碳钢硬质芯杆的表面,坯料和芯杆集束穿过孔型是圆形的拉拔模具孔型(定径区直径 11.4mm),一同被夹钳夹紧后进行拉拔,其中坯料总横截面积 A_0 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 0.96、芯杆横截面积 A_1 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 0.18,坯料在被拉过由拉拔模具孔型壁和硬质芯杆表面构成的闭式组合孔型时发生塑性变形,经过一道次拉拔后可一次得到 5 根横截面形状相同的异型截面纯铜线材。

[0032] 实施例 4:

[0033] 将 6 根轧尖的完全再结晶退火态圆形横截面纯铝线坯料(直径 5mm)以单层形式同轴平行紧贴且均匀排布在一根直径 6.5mm 的轧尖的拉拔态圆形横截面中碳钢硬质芯杆的表面,坯料和芯杆集束穿过孔型是圆形的拉拔模具孔型(定径区直径 13mm),一同被夹钳夹紧后进行拉拔,其中坯料总横截面积 A_0 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 0.89、芯杆横截面积 A_1 与拉拔模具孔型定径区横截面积 A 的比值为 0.25,坯料在被拉过由拉拔模具孔型壁和硬质芯杆表面构成的闭式组合孔型时发生塑性变形,经过一道次拉拔后可一次

得到 6 根横截面形状相同的异型截面纯铝线材。再接着进行一道次变形量为 10.6% 的单线拉拔, 获得高尺寸精度的异型截面纯铝线材。

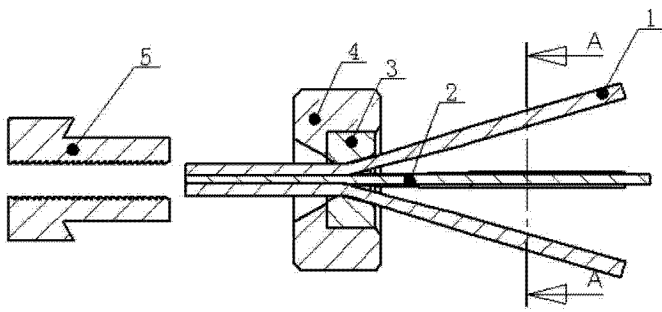


图 1

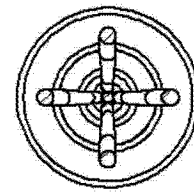


图 2

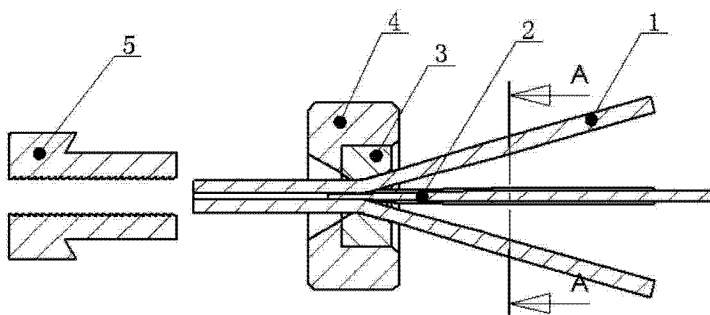


图 3

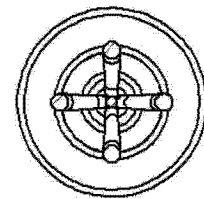


图 4