



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110394373 B

(45) 授权公告日 2020.12.29

(21) 申请号 201910676822.4

审查员 段飞虎

(22) 申请日 2019.07.25

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110394373 A

(43) 申请公布日 2019.11.01

(73) 专利权人 宝鸡特钢钛业股份有限公司

地址 721306 陕西省宝鸡市高新开发区凤  
凰4路南段6号

(72) 发明人 李新中 刘钢

(74) 专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214

代理人 王蕊转

(51) Int. Cl.

B21C 37/04 (2006.01)

B21C 1/22 (2006.01)

B21B 1/18 (2006.01)

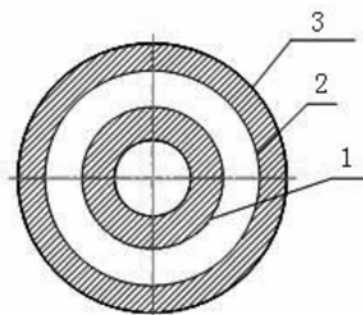
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,该方法应用多层复合管材进行制造,包括准备坯料、复合坯料、捻头、拉伸、热轧、矫直、切定尺、抛光、检查和包装。本发明一种用于制造扁棒材的多层复合管材,大大降低轧制力的同时,提高了金属在轧制过程中的变形均匀性。本发明大大提高了扁棒材的成材率,且制造的扁棒材尺寸精确、质量良好,充分发挥了金属塑性。



1. 一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,其特征在于,具体按照以下步骤实施:

步骤1、选取内径不等的外管、中管和内管,并分别对外管、中管和内管的内外表面进行清洗和烘干,得到洁净的内层金属管(1)、中层金属管(2)和外层金属管(3),所述内层金属管(1)、中层金属管(2)和外层金属管(3)内外表面均无油污、氧化色、金属颗粒及除管体外其他非金属物,所述内层金属管(1)外径较外层金属管(3)内径小0.2-0.4mm,所述内层金属管(1)外径较中层金属管(2)外径小0.1-0.4mm;

步骤2、将所述中层金属管(2)装配在内层金属管(1)外侧,再将所述外层金属管(3)装配在中层金属管(2)外侧,所述内层金属管(1)、中层金属管(2)和外层金属管(3)的一端端面平齐,将装配完成后的内层金属管、中层金属管和外层金属管采用热变形进行复合,得到用于制造扁棒材的多层复合管材;

步骤3、通过捻头设备对所述用于制造扁棒材的多层复合管材平齐的一端进行捻头,得到多层复合管材;

步骤4、在所述多层复合管材表面均匀涂抹拉伸润滑剂,放入烘干箱内进行烘干并保温,得到待拉伸多层复合管材;

步骤5、通过拉伸机将所述多层复合管材进行拉伸,拉伸缩经量为2-4mm,拉伸后放入电炉中进行加热并保温,电炉的加热温度为外层金属管(3)相变点以下50-150℃,保温时间为1-3小时,得到待轧制多层复合管材;

步骤6、通过热轧机对所述待轧制多层复合管材进行多道次连轧,直至达到扁棒材所需尺寸要求,得到轧制粗扁棒材;

步骤7、对所述轧制粗扁棒材依次进行矫直、切定尺和表面抛光,得到轧制扁棒材;

步骤8、对所述轧制扁棒材按标准进行尺寸、表面检查、超声波检查,检查完成后按照标准要求标识包装,得到轧制后的成品扁棒材,扁棒材的制造完成。

2. 根据权利要求1所述的一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,其特征在于,所述步骤2中热变形的工艺参数为:温度100-500℃,压力50-100T。

3. 根据权利要求1所述的一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,其特征在于,所述步骤4中的烘干温度为40-80℃,保温时间为10-20min。

4. 根据权利要求1所述的一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,其特征在于,所述步骤7中轧制粗扁棒材矫直时的温度为40-100℃。

5. 根据权利要求1所述的一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,其特征在于,所述步骤7中表面抛光为水磨抛光或弹丸喷砂。

## 一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于复合管材技术领域,涉及一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法。

### 背景技术

[0002] 多层复合材料多应用在金属冶金电极、电解电镀行业和电化学行业,以及一些需要导电,但同时要耐腐蚀材料。复合扁棒材横截面宽度与厚度之比大于等于5时,材料横截面大,壁厚尺寸小,使用刚度低,为提高此类规格的刚性,在复合材料中内芯材料一般选用碳钢棒材,横截面宽度与厚度之比大于等于5的多层金属在热轧制变形中,由于边缘效应和最小阻力原理,中部金属流动慢,边部金属变形快,造成上下宽面形成凸面,端部小面开裂,严重影响产品的表面质量,同时也降低了扁棒材的成材率。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,降低了多层复合棒材在复合轧制扁棒材过程中横截面中部金属材料的变形抗力,使棒材轧制过程变形均匀。

[0004] 本发明所采用的技术方案是,一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,具体按照以下步骤实施:

[0005] 步骤1、选取内径不等的外管、中管和内管,并分别对外管、中管和内管的内外表面进行清洗和烘干,得到洁净的内层金属管、中层金属管和外层金属管,内层金属管、中层金属管和外层金属管内外表面均无油污、氧化色或金属颗粒及除管体外其他非金属物;

[0006] 步骤2、将中层金属管装配在内层金属管外侧,再将外层金属管装配在中层金属管外侧,内层金属管、中层金属管和外层金属管的一端端面平齐,将装配完成后的内层金属管、中层金属管和外层金属管采用热变形进行复合,得到用于制造扁棒材的多层复合管材;

[0007] 步骤3、通过捻头设备对用于制造扁棒材的多层复合管材平齐的一端进行捻头,得到多层复合管材;

[0008] 步骤4、在多层复合管材表面均匀涂抹拉伸润滑剂,放入烘干箱内进行烘干并保温,得到待拉伸多层复合管材;

[0009] 步骤5、通过拉伸机将多层复合管材进行拉伸,拉伸缩量为2-4mm,拉伸后放入电炉中进行加热并保温,得到待轧制多层复合管材;

[0010] 步骤6、通过热轧机对待轧制多层复合管材进行多道次连轧,直至达到扁棒材所需尺寸要求,得到轧制粗扁棒材;

[0011] 步骤7、对轧制粗扁棒材依次进行矫直、切定尺和表面抛光,得到轧制扁棒材;

[0012] 步骤8、对轧制扁棒材按标准进行尺寸、表面检查、超声波检查,检查完成后按照标准要求标识包装,得到轧制后的成品扁棒材,扁棒材的制造完成。

[0013] 本发明第二种技术方案的特点还在于,

[0014] 内层金属管外径较外层金属管内径小0.2-0.4mm,内层金属管外径较中层金属管

外径小0.1-0.4mm。

[0015] 步骤2中热变形的工艺参数为:温度100~500℃,压力50~100T。

[0016] 步骤4中的烘干温度为40-80℃,保温时间为10-20min。

[0017] 步骤5中电炉的加热温度为外层金属管相变点以下50-150℃,保温时间为1-3小时。

[0018] 步骤7中轧制粗扁棒材矫直时的温度为40-100℃。

[0019] 步骤7中表面抛光为水磨抛光或弹丸喷砂。

[0020] 本发明的有益效果是:

[0021] 本发明一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,应用多层复合管材,结构简单,在应用其轧制扁棒材的过程中,轧制力大大降低,同时降低了其制造扁棒材时横截面中部金属的变形抗力,提高了金属在轧制过程中的变形均匀性,保证了轧制成的扁棒材尺寸均匀性和表面质量,大大提高了扁棒材的成材率,且制造的扁棒材尺寸精确、质量良好,充分发挥了金属塑性。

### 附图说明

[0022] 图1是本发明一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法中用于制造扁棒材的多层复合管材横截面的结构示意图;

[0023] 图2是实施例5制造的成品扁棒材a横截面的结构示意图;

[0024] 图3是现有三层复合棒材横截面的结构示意图;

[0025] 图4是现有三层复合棒材制造扁棒材b横截面的结构示意图。

[0026] 图中,1.内层金属管,2.中层金属管,3.外层金属管,4.内芯棒材,5.中层管材,6.外层管材,7.内层金属层a,8.中层金属层a,9.外层金属层a,10.内层金属层b,11.中层金属层b,12.外层金属层b。

### 具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0028] 本发明一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,具体按照以下步骤实施:

[0029] 步骤1、选取内径不等的外管、中管和内管,并分别对外管、中管和内管的内外表面进行清洗和烘干,得到洁净的内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3,内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3内外表面均无油污、氧化色或金属颗粒及除管体外其他非金属物,内层金属管1外径较外层金属管3内径小0.2-0.4mm,内层金属管1外径较中层金属管2外径小0.1-0.4mm,外层金属管3的尺寸是根据所要制造的扁棒材尺寸确定,外层金属管3的加工量为20%-60%;

[0030] 步骤2、将中层金属管2装配在内层金属管1外侧,再将外层金属管3装配在中层金属管2外侧,内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3的一端端面平齐,将装配完成后的内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3采用热变形进行复合,热变形的工艺参数为:温度100~500℃,压力50~100T,如图1所示,得到用于制造扁棒材的多层复合管材;

[0031] 步骤3、通过捻头设备对用于制造扁棒材的多层复合管材平齐的一端进行捻头,得到多层复合管材;

[0032] 步骤4、在多层复合管材表面均匀涂抹拉伸润滑剂,放入烘干箱内进行烘干并保温,烘干温度为40-80℃,保温时间为10-20min,得到待拉伸多层复合管材;

[0033] 步骤5、通过拉伸机将多层复合管材进行拉伸,拉伸缩量为2-4mm,拉伸后放入电炉中进行加热并保温,电炉的加热温度为外层金属管3相变点以下50-150℃,保温时间为1-3小时,得到待轧制多层复合管材;

[0034] 步骤6、通过热轧机对待轧制多层复合管材进行多道次连轧,直至达到扁棒材所需尺寸要求,得到轧制粗扁棒材;

[0035] 步骤7、对轧制粗扁棒材依次进行矫直、切定尺和表面抛光,得到轧制扁棒材,轧制粗扁棒材矫直时的温度为40-100℃,表面抛光为水磨抛光或弹丸喷砂;

[0036] 步骤8、对轧制扁棒材按标准进行尺寸、表面检查、超声波检查,检查完成后按照标准要求标识包装,得到轧制后的成品扁棒材,扁棒材的制造完成。

[0037] 实施例1

[0038] 本实施例提供一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,具体按照以下步骤实施:

[0039] 步骤1、选取内径不等的外管、中管和内管,并分别对外管、中管和内管的内外表面进行清洗和烘干,得到洁净的内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3,内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3内外表面均无油污、氧化色或金属颗粒及除管体外其他非金属物,内层金属管1外径较外层金属管3内径小0.2mm,内层金属管1外径较中层金属管2外径小0.1mm,;

[0040] 步骤2、将中层金属管2装配在内层金属管1外侧,再将外层金属管3 装配在中层金属管2外侧,内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3的一端端面平齐,将装配完成后的内层金属管1、中层金属管2和外层金属管 3采用热变形进行复合,热变形的工艺参数为:温度100℃,压力85T,得到用于制造扁棒材的多层复合管材;

[0041] 步骤3、通过捻头设备对用于制造扁棒材的多层复合管材平齐的一端进行捻头,得到多层复合管材;

[0042] 步骤4、在多层复合管材表面均匀涂抹拉伸润滑剂,放入烘干箱内进行烘干并保温,烘干温度为40℃,保温时间为20min,得到待拉伸多层复合管材;

[0043] 步骤5、通过拉伸机将多层复合管材进行拉伸,拉伸缩量为2mm,拉伸后放入电炉中进行加热并保温,电炉的加热温度为外层金属管3相变点以下50℃,保温时间为3小时,得到待轧制多层复合管材;

[0044] 步骤6、通过热轧机对待轧制多层复合管材进行多道次连轧,直至达到扁棒材所需尺寸要求,得到轧制粗扁棒材;

[0045] 步骤7、对轧制粗扁棒材依次进行矫直、切定尺和表面抛光,得到轧制扁棒材,轧制粗扁棒材矫直时的温度为40℃,表面抛光为水磨抛光或弹丸喷砂;

[0046] 步骤8、对轧制扁棒材按标准进行尺寸、表面检查、超声波检查,检查完成后按照标准要求标识包装,得到轧制后的成品扁棒材,扁棒材的制造完成。

[0047] 实施例2

[0048] 本实施例提供一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,具体按照以下步骤实施:

[0049] 步骤1、选取内径不等的外管、中管和内管，并分别对外管、中管和内管的内外表面进行清洗和烘干，得到洁净的内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3，内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3内外表面均无油污、氧化色或金属颗粒及除管体外其他非金属物，内层金属管1外径较外层金属管3内径小0.4mm，内层金属管1外径较中层金属管2外径小0.4mm；

[0050] 步骤2、将中层金属管2装配在内层金属管1外侧，再将外层金属管3 装配在中层金属管2外侧，内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3的一端端面平齐，将装配完成后的内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3采用热变形进行复合，热变形的工艺参数为：温度250℃，压力70T，得到用于制造扁棒材的多层复合管材；

[0051] 步骤3、通过捻头设备对用于制造扁棒材的多层复合管材平齐的一端进行捻头，得到多层复合管材；

[0052] 步骤4、在多层复合管材表面均匀涂抹拉伸润滑剂，放入烘干箱内进行烘干并保温，烘干温度为80℃，保温时间为10min，得到待拉伸多层复合管材；

[0053] 步骤5、通过拉伸机将多层复合管材进行拉伸，拉伸缩量为4mm，拉伸后放入电炉中进行加热并保温，电炉的加热温度为外层金属管3相变点以下150℃，保温时间为1小时，得到待轧制多层复合管材；

[0054] 步骤6、通过热轧机对待轧制多层复合管材进行多道次连轧，直至达到扁棒材所需尺寸要求，得到轧制粗扁棒材；

[0055] 步骤7、对轧制粗扁棒材依次进行矫直、切定尺和表面抛光，得到轧制扁棒材，轧制粗扁棒材矫直时的温度为100℃，表面抛光为水磨抛光或弹丸喷砂；

[0056] 步骤8、对轧制扁棒材按标准进行尺寸、表面检查、超声波检查，检查完成后按照标准要求标识包装，得到轧制后的成品扁棒材，扁棒材的制造完成。

[0057] 实施例3

[0058] 本实施例提供一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法，具体按照以下步骤实施：

[0059] 步骤1、选取内径不等的外管、中管和内管，并分别对外管、中管和内管的内外表面进行清洗和烘干，得到洁净的内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3，内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3内外表面均无油污、氧化色或金属颗粒及除管体外其他非金属物，，内层金属管1外径较外层金属管3内径小0.2mm，内层金属管1外径较中层金属管2外径小 0.4mm；

[0060] 步骤2、将中层金属管2装配在内层金属管1外侧，再将外层金属管3 装配在中层金属管2外侧，内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3的一端端面平齐，将装配完成后的内层金属管1、中层金属管2和外层金属管 3采用热变形进行复合，热变形的工艺参数为：温度500℃，压力50T，得到用于制造扁棒材的多层复合管材；

[0061] 步骤3、通过捻头设备对用于制造扁棒材的多层复合管材平齐的一端进行捻头，得到多层复合管材；

[0062] 步骤4、在多层复合管材表面均匀涂抹拉伸润滑剂，放入烘干箱内进行烘干并保温，烘干温度为60℃，保温时间为15min，得到待拉伸多层复合管材；

[0063] 步骤5、通过拉伸机将多层复合管材进行拉伸，拉伸缩量为3mm，拉伸后放入电炉

中进行加热并保温,电炉的加热温度为外层金属管3相变点以下100℃,保温时间为2小时,得到待轧制多层复合管材;

[0064] 步骤6、通过热轧机对待轧制多层复合管材进行多道次连轧,直至达到扁棒材所需尺寸要求,得到轧制粗扁棒材;

[0065] 步骤7、对轧制粗扁棒材依次进行矫直、切定尺和表面抛光,得到轧制扁棒材,轧制粗扁棒材矫直时的温度为80℃,表面抛光为水磨抛光或弹丸喷砂;

[0066] 步骤8、对轧制扁棒材按标准进行尺寸、表面检查、超声波检查,检查完成后按照标准要求标识包装,得到轧制后的成品扁棒材,扁棒材的制造完成。

[0067] 实施例4

[0068] 本发明一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,具体按照以下步骤实施:

[0069] 步骤1、选取内径不等的外管、中管和内管,并分别对外管、中管和内管的内外表面进行清洗和烘干,得到洁净的内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3,内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3内外表面均无油污、氧化色或金属颗粒及除管体外其他非金属物,内层金属管1外径较外层金属管3内径小0.4mm,内层金属管1外径较中层金属管2外径小0.1mm;

[0070] 步骤2、将中层金属管2装配在内层金属管1外侧,再将外层金属管3 装配在中层金属管2外侧,内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3的一端端面平齐,将装配完成后的内层金属管1、中层金属管2和外层金属管 3采用热变形进行复合,热变形的工艺参数为:温度220℃,压力75T,得到用于制造扁棒材的多层复合管材;

[0071] 步骤3、通过捻头设备对用于制造扁棒材的多层复合管材平齐的一端进行捻头,得到多层复合管材;

[0072] 步骤4、在多层复合管材表面均匀涂抹拉伸润滑剂,放入烘干箱内进行烘干并保温,烘干温度为50℃,保温时间为18min,得到待拉伸多层复合管材;

[0073] 步骤5、通过拉伸机将多层复合管材进行拉伸,拉伸缩量为2mm,拉伸后放入电炉中进行加热并保温,电炉的加热温度为外层金属管3相变点以下120℃,保温时间为1小时,得到待轧制多层复合管材;

[0074] 步骤6、通过热轧机对待轧制多层复合管材进行多道次连轧,直至达到扁棒材所需尺寸要求,得到轧制粗扁棒材;

[0075] 步骤7、对轧制粗扁棒材依次进行矫直、切定尺和表面抛光,得到轧制扁棒材,轧制粗扁棒材矫直时的温度为80℃,表面抛光为水磨抛光或弹丸喷砂;

[0076] 步骤8、对轧制扁棒材按标准进行尺寸、表面检查、超声波检查,检查完成后按照标准要求标识包装,得到轧制后的成品扁棒材,扁棒材的制造完成。

[0077] 实施例5

[0078] 本实施例提供一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,具体按照以下步骤实施:

[0079] 步骤1、选取内径不等的外管、中管和内管,并分别对外管、中管和内管的内外表面进行清洗和烘干,得到洁净的内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3,内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3内外表面均无油污、氧化色或金属颗粒及除管体外其他非金属物,内层金属管1外径较外层金属管3内径小0.3mm,内层金属管1外径较中层金属管2外径小

0.2mm,;

[0080] 步骤2、将中层金属管2装配在内层金属管1外侧,再将外层金属管3 装配在中层金属管2外侧,内层金属管1、中层金属管2和外层金属管3的一端端面平齐,将装配完成后的内层金属管1、中层金属管2和外层金属管 3采用热变形进行复合,热变形的工艺参数为:温度300℃,压力95T,得到用于制造扁棒材的多层复合管材;

[0081] 步骤3、通过捻头设备对用于制造扁棒材的多层复合管材平齐的一端进行捻头,得到多层复合管材;

[0082] 步骤4、在多层复合管材表面均匀涂抹拉伸润滑剂,放入烘干箱内进行烘干并保温,烘干温度为70℃,保温时间为13min,得到待拉伸多层复合管材;

[0083] 步骤5、通过拉伸机将多层复合管材进行拉伸,拉伸缩量为4mm,拉伸后放入电炉中进行加热并保温,电炉的加热温度为外层金属管3相变点以下90℃,保温时间为3小时,得到待轧制多层复合管材;

[0084] 步骤6、通过热轧机对待轧制多层复合管材进行多道次连轧,直至达到扁棒材所需尺寸要求,得到轧制粗扁棒材;

[0085] 步骤7、对轧制粗扁棒材依次进行矫直、切定尺和表面抛光,得到轧制扁棒材,轧制粗扁棒材矫直时的温度为70℃,表面抛光为水磨抛光或弹丸喷砂;

[0086] 步骤8、对轧制扁棒材按标准进行尺寸、表面检查、超声波检查,检查完成后按照标准要求标识包装,得到轧制后的成品扁棒材,扁棒材的制造完成。

[0087] 本实施例所制造的成品扁棒材a的横截面如图2所示,包括由内向外依次包裹的内层金属层a、中层金属层a和外层金属层a,内层金属层a7、中层金属层a8、外层金属层a9分别与内层金属管1、中层金属管2、外层金属管3对应,由图2可以看出内层金属管1、中层金属管2、外层金属管3 的变形均无凸形,变形均匀。

[0088] 现有三层复合棒材结构如图3所示,包括由内向外依次设置的内芯棒材 4、中层管材5和外层管材6,轧制完成后的扁棒材b的横截面如图4所示,包括内向外依次包裹的内层金属层b、中层金属层b和外层金属层b,内层金属层b10、中层金属层b11、外层金属层b12分别与内芯棒材4、中层管材5、外层管材6对应,由图4可看出扁棒材b横截面厚度由中间部位开始向两个端部逐步减少,中间形成凸型,即内芯棒材4、中层管材5、外层管材6的变形均形成凸形,导致扁棒材b表面质量和成材率均较低。

[0089] 为比较本发明中用于制造扁棒材的多层复合管材与现有三层复合棒材的轧制性能,对两者在相同试验条件下采用一火次加热多道次轧制进行扁棒材的试验生产,扁棒材的试验生产规格为:110×20mm三层复合扁棒材,横截面宽度与厚度之比大于5;内层金属层为普碳钢材,中层金属层为无氧铜,外层金属层是耐腐蚀的钛材,外层金属层厚度为2mm,中层金属层厚度为 4mm,内层金属层厚度为14mm,扁棒材的加工道次压下量与表面情况如表1所示,其中A为现有三层复合棒材,B为本发明中用于制造扁棒材的多层复合管材。

[0090] 表1 A和B的轧制性能参数



工 艺	1 道次		2 道次		3 道次		4 道次		5 道次	
	压下 量 /mm	表面 形态	压下 量	表面 形态	压下 量 /mm	表面 形态	压下 量 /mm	表面 形态	压下 量 /mm	表面 形态
A	1.6	微凸	0.7	明显 凸起	0.4	有凸 裂纹	0.2	凸起 开裂	0.1	废
B	1.6	平整	0.7	平整	0.4	平整	0.2	平整	0.1	平整

[0092] 由上表中两材料的表面形态可以看出,本发明中用于制造扁棒材的多层复合管材较现有三层复合棒材来说,轧制中变形抗力小,轧制金属变形均匀,尺寸精度高。

[0093] 通过上述比较可以得出,本发明一种基于多层复合管材的扁棒材制造方法,在生产横截面宽度与厚度之比大于等于5的复合扁棒材时,将原三层复合棒材轧制改变为本发明的多层复合管材轧制,大大降低轧制力的同时,降低了制造扁棒材时横截面中部金属的变形抗力,提高了金属在轧制过程中的变形均匀性,极大地保证了扁棒材的生产质量。

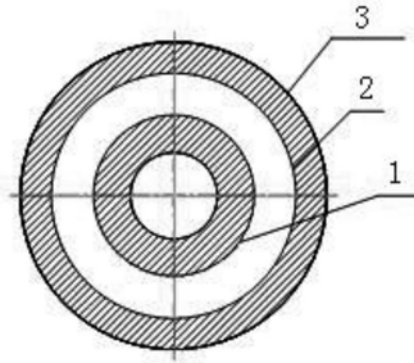


图1

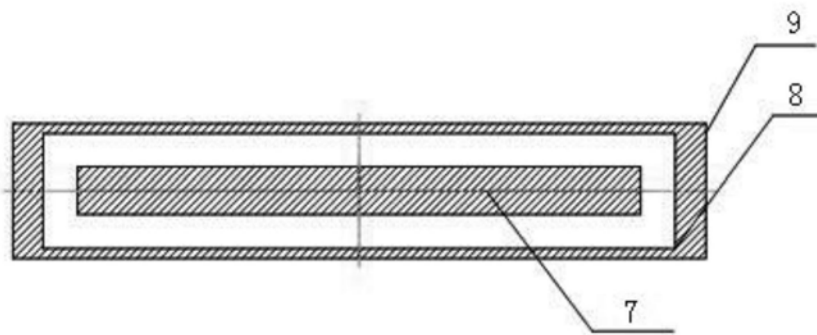


图2

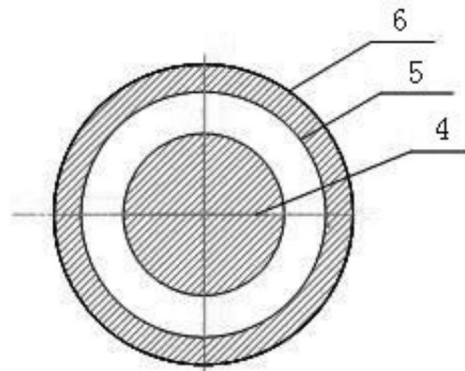


图3

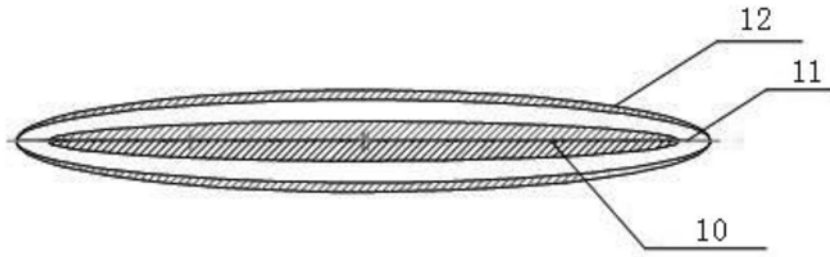


图4