



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112908552 B

(45) 授权公告日 2022. 05. 13

(21) 申请号 202110011765.5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2021.01.06

H01B 12/02 (2006.01)

H01B 12/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112908552 A

审查员 刘欢

(43) 申请公布日 2021.06.04

(73) 专利权人 西部超导材料科技股份有限公司

地址 710018 陕西省西安市西安经济技术

开发区明光路12号

(72) 发明人 秦星 郭强 刘静煜 王瑞龙

张凯林 柳祥 朱燕敏 刘向宏

冯勇 张平祥

(74) 专利代理机构 西安新动力知识产权代理事

务所(普通合伙) 61245

专利代理师 刘强

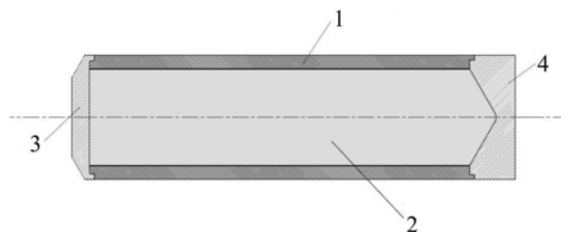
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

可缩短NbTi/Cu单芯棒挤压缩尾长度的包套结构及其制备方法

(57) 摘要

本发明属于复合材料加工技术领域,涉及一种可缩短NbTi/Cu单芯棒挤压缩尾长度的包套结构及其制备方法。该包套结构,包括包套筒体、NbTi棒、铜上盖及铜下盖;包套筒体套设于NbTi棒的外部,NbTi棒的一端与包套筒体的一端平齐,NbTi棒的另一端设有凸出部,铜下盖设有与所述凸出部相适配的凹陷部;包套筒体、NbTi棒的一端配合铜上盖焊接密封,包套筒体、NbTi棒的另一端配合铜下盖焊接密封。本发明通过优化包套及NbTi棒尾部的的设计,可以使单芯包套挤压后的尾部缩尾及铜芯长度减小110mm~350mm,提高NbTi/Cu单芯棒成品率约6%~10%。



1. 一种可缩短NbTi/Cu单芯棒挤压缩尾长度的包套结构,其特征在于,包括包套筒体(1)、NbTi棒(2)、铜上盖(3)及铜下盖(4);所述包套筒体(1)套设于NbTi棒(2)的外部,所述NbTi棒(2)的一端与包套筒体(1)的一端平齐,所述NbTi棒(2)的另一端设有凸出部,所述铜下盖(4)设有与所述凸出部相适配的凹陷部;所述包套筒体(1)、NbTi棒(2)的一端配合铜上盖(3)焊接密封,所述包套筒体(1)、NbTi棒(2)的另一端配合铜下盖(4)焊接密封;所述凸出部呈锥台型,所述锥台的锥角M为 $100\sim 150^\circ$,上底面直径N为 $0\sim 50\text{mm}$,所述包套筒体(1)的两端分别设置有台阶式连接部,所述台阶式连接部关于包套筒体(1)的水平轴线对称,所述铜上盖(3)呈圆锥台结构,所述圆锥台结构的圆心角D为 $100\sim 150^\circ$,所述圆锥台结构的上底面距离下底面的距离C为 $30\sim 50\text{mm}$;所述圆锥台结构的下底面直径A为 $120\sim 300\text{mm}$,所述圆锥台结构的下底面设有用以与包套筒体(1)左端的台阶式连接部相连接的圆形槽,所述圆形槽的直径B为 $100\sim 280\text{mm}$ 。

2. 根据权利要求1所述的包套结构,其特征在于,所述NbTi棒(2)的直径Q为 $60\sim 250\text{mm}$,长度P为 $500\sim 1000\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求1所述的包套结构,其特征在于,所述焊接为真空电子束封焊,所述电子束封焊电流为 $50\sim 130\text{mA}$,真空度小于 $6\times 10^{-3}\text{Pa}$ 。

4. 根据权利要求1所述的包套结构,其特征在于,所述铜下盖(4)包括位于其上底面的凹陷部及第二连接部,所述凹陷部用以与凸出部相适配,所述第二连接部用以与包套筒体(1)右端的台阶式连接部连接。

5. 根据权利要求4所述的包套结构,其特征在于,所述凹陷部呈锥台型,上底面直径F为 $0\sim 70\text{mm}$,所述锥台的锥角G为 $100\sim 150^\circ$;所述铜下盖(4)的下底面直径E为 $120\sim 300\text{mm}$,所述铜下盖(4)的上底面距离下底面的距离H为 $30\sim 50\text{mm}$ 。

6. 一种基于权利要求1-5任一项所述的可缩短NbTi/Cu单芯棒挤压缩尾长度的包套结构的制备方法,其特征在于,具体包括以下步骤:

步骤1:按照规格分别制备NbTi棒(2)、铜包套、铜上盖(3)及铜下盖(4);

步骤2:对所述NbTi棒(2)、铜包套、铜上盖(3)及铜下盖(4)清洁后进行组装并通过真空电子束焊接密封,得到NbTi/Cu单芯包套;

步骤3:将所述NbTi/Cu单芯包套加热至 $620\sim 670^\circ\text{C}$,保温 $2\sim 5\text{h}$ 后挤压得到 $\Phi 30\sim \Phi 75\text{mm}$ 的单芯棒,挤压时以铜上盖(3)为头部先进入挤压筒开始挤压;

步骤4:将步骤3得到的NbTi/Cu单芯棒进行锯切以去除头尾不均匀区域,得到成品单芯棒。

7. 根据权利要求6所述的制备方法,其特征在于,所述步骤2,具体包括:

步骤2.1:利用金属清洁剂去除表面油污;

步骤2.2:利用体积浓度为 $30\sim 35\%$ 的浓硝酸溶液进行清洗,所述NbTi棒(2)采用 $25\sim 35\%$ 硝酸, $8\sim 12\%$ 氢氟酸和余量为水的溶液清洗;

步骤2.3:将清洗后的NbTi棒(2)装入铜包套中,两端加上铜上盖(3)、铜下盖(4)后用真空电子束焊接,所述电子束封焊电流为 $50\sim 130\text{mA}$,真空度小于 $6\times 10^{-3}\text{Pa}$ 。

可缩短NbTi/Cu单芯棒挤压缩尾长度的包套结构及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于复合材料加工技术领域,涉及一种可缩短NbTi/Cu单芯棒挤压缩尾长度的包套结构及其制备方法。

背景技术

[0002] NbTi低温超导材料因其良好的加工性能成为目前应用最为广泛的超导材料,该种超导材料的制备分三个步骤:NbTi/Cu单芯棒制备、多芯超导线复合体制备和多芯超导线集束拉拔热处理。NbTi/Cu单芯棒的制备是NbTi超导线制备的第一步,目前NbTi/Cu单芯棒制备多是通过组装方式将加工并清洁的NbTi棒置于铜包套中,与铜上下盖焊接封装后进行挤压得到NbTi/Cu单芯棒。由于挤压过程中靠近挤压筒壁的外层金属相比于内层金属流速更快,因此极易在挤压后单芯棒尾部产生缩尾和铜芯现象,从而降低了复合包套的成品率。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点,提供一种可缩短NbTi/Cu单芯棒挤压缩尾长度的包套结构及其制备方法,以提高NbTi/Cu单芯棒的成品率。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供了如下技术方案:

[0005] 一方面,本发明提供了一种可缩短NbTi/Cu单芯棒挤压缩尾长度的包套结构,包括包套筒体、NbTi棒、铜上盖及铜下盖;所述包套筒体套设于NbTi棒的外部,所述NbTi棒的一端与包套筒体的一端平齐,所述NbTi棒的另一端设有凸出部,所述铜下盖设有与所述凸出部相适配的凹陷部;所述包套筒体、NbTi棒的一端配合铜上盖焊接密封,所述包套筒体、NbTi棒的另一端配合铜下盖焊接密封。

[0006] 进一步,所述NbTi棒的直径Q为60~250mm,长度P为500~1000mm。

[0007] 进一步,所述凸出部呈锥台型,所述锥台的锥角M为100~150°,上底面直径N为0~50mm。

[0008] 进一步,所述焊接为真空电子束封焊,所述电子束封焊电流为50~130mA,真空度小于 6×10^{-3} Pa。

[0009] 进一步,所述包套筒体的两端分别设置有台阶式连接部,所述台阶式连接部关于包套筒体的水平轴线对称。

[0010] 进一步,所述铜上盖呈圆锥台结构,所述圆锥台结构的圆心角D为100~150°,所述圆锥台结构的上底面距离下底面的距离C为30~50mm;所述圆锥台结构的下底面直径A为120~300mm,所述圆锥台结构的下底面设有用以与包套筒体左端的台阶式连接部相连接的圆形槽,所述圆形槽的直径B为100~280mm。

[0011] 进一步,所述铜下盖包括位于其上底面的凹陷部及第二连接部,所述凹陷部用以与凸出部相适配,所述第二连接部用以与包套筒体右端的台阶式连接部连接。

[0012] 进一步,所述凹陷部呈锥台型,上底面直径F为0~70mm,所述锥台的锥角G为100~

150°;所述铜下盖的下底面直径E为120~300mm,所述铜下盖的上底面距离下底面的距离H为30~50mm。

[0013] 另一方面,本发明还提供了一种可缩短NbTi/Cu单芯棒挤压缩尾长度的包套结构的制备方法,具体包括以下步骤:

[0014] 步骤1:按照规格分别制备NbTi棒、铜包套、铜上盖及铜下盖;

[0015] 步骤2:对所述NbTi棒、铜包套、铜上盖及铜下盖清洁后进行组装并通过真空电子束焊接密封,得到NbTi/Cu单芯包套;

[0016] 步骤3:将所述NbTi/Cu单芯包套加热至620~670℃,保温2~5h后挤压得到Φ30~Φ75mm的单芯棒,挤压时以铜上盖为头部先进入挤压筒开始挤压;

[0017] 步骤4:将步骤3得到的NbTi/Cu单芯棒进行锯切以去除头尾不均匀区域,得到成品单芯棒。

[0018] 进一步,所述步骤2,具体包括:

[0019] 步骤2.1:利用金属清洁剂去除表面油污;

[0020] 步骤2.2:利用体积浓度为30~35%的浓硝酸溶液进行清洗,所述NbTi棒采用25~35%硝酸,8~12%氢氟酸和余量为水的溶液清洗;

[0021] 步骤2.3:将清洗后的NbTi棒装入铜包套中,两端加上铜上盖、铜下盖后用真空电子束焊接,所述电子束封焊电流为50~130mA,真空度小于 6×10^{-3} Pa。

[0022] 与现有技术相比,本发明提供的技术方案包括以下有益效果:通过优化包套及NbTi棒尾部的的设计,可以使单芯包套挤压后的尾部缩尾及铜芯长度减小110mm~350mm,提高NbTi/Cu单芯棒成品率约6%~10%。

附图说明

[0023] 图1为本发明提供的单芯包套的组装结构示意图;

[0024] 图2为本发明提供的铜上盖的结构示意图;

[0025] 图3为本发明提供的铜下盖的结构示意图;

[0026] 图4为本发明提供的包套筒体的结构示意图;

[0027] 图5为本发明提供的NbTi棒的结构示意图;

[0028] 图6为采用传统的单芯锭组装方法得到的单芯棒尾部缩尾结构示意图;

[0029] 图7为采用本发明提供的制备方法制得的单芯棒尾部无缩尾结构示意图;

[0030] 图8为在图7制得的单芯棒的基础上锯切较少后得到的正常单芯棒的截面图。

[0031] 附图标记说明:1、包套筒体;2、NbTi棒;3、铜上盖;4、铜下盖。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步详细描述:

[0033] 实施例1

[0034] 一方面,参见图1所示,本实施例提供了一种可缩短NbTi/Cu单芯棒挤压缩尾长度的包套结构,包括包套筒体1、NbTi棒2、铜上盖3及铜下盖4;包套筒体1套设于NbTi棒2的外部,NbTi棒2的一端与包套筒体1的一端平齐,NbTi棒2的另一端设有凸出部,铜下盖3设有与凸出部相适配的凹陷部;包套筒体1、NbTi棒2的一端配合铜上盖3焊接密封,包套筒体1、

NbTi棒2的另一端配合铜下盖4焊接密封。

[0035] 进一步,结合图5所示,NbTi棒2的直径Q为60~250mm,长度P为500~1000mm;凸出部呈锥台型,锥台的锥角M为100~150°,上底面直径N为0~50mm。

[0036] 进一步,包套筒体1采用无氧铜管,直径J: Φ (120~300) mm,直径K: Φ (60~250) mm,长度L: (500~1000) mm。

[0037] 进一步,焊接为真空电子束封焊,电子束封焊电流为50~130mA,真空度小于 6×10^{-3} Pa。

[0038] 进一步,结合图4所示,包套筒体1的两端分别设置有台阶式连接部,台阶式连接部关于包套筒体1的水平轴线对称;其中,长度L为500~1000mm,直径J为120~300mm,直径K为60~250mm。

[0039] 进一步,结合图2所示,铜上盖3呈圆锥台结构,圆锥台结构的圆心角D为100~150°,圆锥台结构的上底面距离下底面的距离C为30~50mm;圆锥台结构的下底面直径A为120~300mm,圆锥台结构的下底面设有用以与包套筒体1左端的台阶式连接部相连接的圆形槽,圆形槽的直径B为100~280mm。

[0040] 进一步,铜下盖4包括位于其上底面的凹陷部及第二连接部,凹陷部用以与凸出部相适配,第二连接部用以与包套筒体1右端的台阶式连接部连接。

[0041] 进一步,结合图3所示,凹陷部呈锥台型,上底面直径F为0~70mm,锥台的锥角G为100~150°;铜下盖4的下底面直径E为120~300mm,铜下盖4的上底面距离下底面的距离H为30~50mm。

[0042] 另一方面,本实施例还提供了一种可缩短NbTi/Cu单芯棒挤压缩尾长度的包套结构的制备方法,具体包括以下步骤:

[0043] 步骤1:按照规格分别制备NbTi棒1、铜包套、铜上盖3及铜下盖4;

[0044] 步骤2:对NbTi棒2、铜包套、铜上盖3及铜下盖4清洁后进行组装并通过真空电子束焊接密封,得到NbTi/Cu单芯包套;

[0045] 步骤3:将NbTi/Cu单芯包套加热至620~670°C,保温2~5h后挤压得到 Φ 30~ Φ 75mm的单芯棒,挤压时以铜上盖3为头部先进入挤压筒开始挤压;

[0046] 步骤4:将步骤3得到的NbTi/Cu单芯棒进行锯切以去除头尾不均匀区域,得到成品单芯棒。

[0047] 进一步,步骤2,具体包括:

[0048] 步骤2.1:利用金属清洁剂去除表面油污;

[0049] 步骤2.2:利用体积浓度为30~35%的浓硝酸溶液进行清洗,NbTi棒2采用25~35%硝酸,8~12%氢氟酸和余量为水的溶液清洗;

[0050] 步骤2.3:将清洗后的NbTi棒2装入铜包套中,两端加上铜上盖3、铜下盖4后用真空电子束焊接,电子束封焊电流为50~130mA,真空度小于 6×10^{-3} Pa。

[0051] 实施例2

[0052] 本实施例提供了一种可缩短NbTi/Cu单芯棒挤压缩尾长度的包套结构的制备方法,具体包括以下步骤:

[0053] 步骤1:分别取Nb47Ti锭、无氧铜管、铜棒加工并得到各组元,其规格如下:

[0054] NbTi棒:直径Q: Φ 60mm,长度P: 500mm,直径N: Φ 3mm,角度M: 120°;

- [0055] 无氧铜管:直径J: Φ 120mm,直径K: Φ 62mm,长度L:500mm;
- [0056] 铜上盖:直径A: Φ 120mm,长度C:30mm,直径B: Φ 100mm,角度D: 120° ;
- [0057] 铜下盖:直径E: Φ 120mm,直径F: Φ 6mm,角度G: 120° ,长度H:35mm;
- [0058] 步骤2:将步骤1制得的各组元先用金属清洁剂去除表面油污,然后用体积浓度为30%~35%的浓硝酸溶液进行清洗,其中NbTi棒采用25%~35%硝酸,8%~12%氢氟酸和余量为水的溶液清洗,将清洗后的NbTi棒装入Cu包套中,两端加上铜上下盖后用真空电子束焊接,封焊电流为50~80mA,焊接真空度小于 6×10^{-3} Pa,得到NbTi/Cu单芯复合包套;
- [0059] 步骤3:将步骤2得到的NbTi/Cu单芯复合包套加热至 650°C ,保温2~4小时后挤压得到 Φ 30的单芯棒,挤压时以上盖为头部先进入挤压筒开始挤压;
- [0060] 步骤4:将步骤3得到的NbTi/Cu单芯棒进行锯切去除头尾不均匀区域,得到成品单芯棒,缩尾长度减小约110mm,成品率提高约6%。
- [0061] 实施例3
- [0062] 步骤1:分别取Nb47Ti锭、无氧铜管、无氧铜棒和紫铜棒加工得到各组元,其规格如下:
- [0063] NbTi棒:直径Q: Φ 141mm,长度P:550mm,直径N: Φ 5mm,角度M: 120° ;
- [0064] 无氧铜管:直径J: Φ 182mm,直径K: Φ 142mm,长度L:560mm;
- [0065] 无氧铜上盖:直径A: Φ 182mm,长度C:40mm,直径B: Φ 162mm,角度D: 120° ;
- [0066] 紫铜下盖:直径E: Φ 182mm,直径F: Φ 7mm,角度G: 120° ,长度H:35mm;
- [0067] 步骤2:将步骤1制得的各组元先用金属清洁剂去除表面油污,然后用体积浓度为30%~35%的浓硝酸溶液进行清洗,其中NbTi棒采用25%~35%硝酸,8%~12%氢氟酸和余量为水的溶液清洗,将清洗后的NbTi棒装入Cu包套中,两端加上铜上下盖后用真空电子束焊接,封焊电流为50~80mA,焊接真空度小于 6×10^{-3} Pa,得到NbTi/Cu单芯复合包套;
- [0068] 步骤3:将步骤2得到的NbTi/Cu单芯复合包套加热至 650°C ,保温3~5小时后挤压得到 Φ 58mm的单芯棒,挤压时以上盖为头部先进入挤压筒开始挤压;
- [0069] 步骤4:将步骤3得到的NbTi/Cu单芯棒进行锯切去除头尾不均匀区域,得到成品单芯棒,尾部缩尾长度减小约230mm,成品率提高约10%。
- [0070] 实施例4
- [0071] 步骤1:分别取Nb47Ti锭、无氧铜管、无氧铜棒和紫铜棒加工得到各组元,其规格如下:
- [0072] NbTi棒:直径Q: Φ 194mm,长度P:820mm,直径N: Φ 25mm,角度m: 100° ;
- [0073] 无氧铜管:直径J: Φ 250mm,直径K: Φ 195mm,长度L:830mm;
- [0074] 无氧铜上盖:直径A: Φ 250mm,长度C:40mm,直径B: Φ 230mm,角度D: 120° ;
- [0075] 紫铜下盖:直径E: Φ 250mm,直径F: Φ 50mm,角度G: 100° ,长度H:45mm;
- [0076] 步骤2:将步骤1制得的各组元先用金属清洁剂去除表面油污,然后用体积浓度为30%~35%的浓硝酸溶液进行清洗,其中NbTi棒采用25%~35%硝酸,8%~12%氢氟酸和余量为水的溶液清洗,将清洗后的NbTi棒装入Cu包套中,两端加上铜上下盖后用真空电子束焊接,封焊电流为80~130mA,焊接真空度小于 6×10^{-3} Pa,得到NbTi/Cu单芯复合包套;
- [0077] 步骤3:将步骤2得到的NbTi/Cu单芯复合包套加热至 670°C ,保温3~5小时后挤压得到 Φ 75mm的单芯棒,挤压时以上盖为头部先进入挤压筒开始挤压;

[0078] 步骤4:将步骤3得到的NbTi/Cu单芯棒进行锯切去除头尾不均匀区域,得到成品单芯棒,尾部缩尾长度减小约350mm,成品率提高约10%。

[0079] 对比实施例

[0080] 以直径182mm锭型为例,采用传统的单芯锭组装方法,单芯棒挤压后尾部存在较长的一段缩尾“铜芯”,如图6,造成产品浪费。

[0081] 采用本申请实施例1~4中提供的任一种方法,单芯棒挤压后尾部存在一段铌钛合金的“凸出”,如图7,“铜芯”现象大幅减少,尾部仅需锯切较少后即可获得正常单芯棒,其截面图参见图8所示。

[0082] 综上,本发明提供的这种可缩短NbTi/Cu单芯棒挤压缩尾长度的包套结构的,通过优化包套及NbTi棒尾部结构的设计,使单芯包套挤压后的尾部缩尾及铜芯长度减小110mm~350mm,提高NbTi/Cu单芯棒成品率约6%~10%。

[0083] 以上仅是本发明的具体实施方式,使本领域技术人员能够理解或实现本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。

[0084] 应当理解的是,本发明并不局限于上述已经描述的内容,并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本发明的范围仅由所附的权利要求来限制。

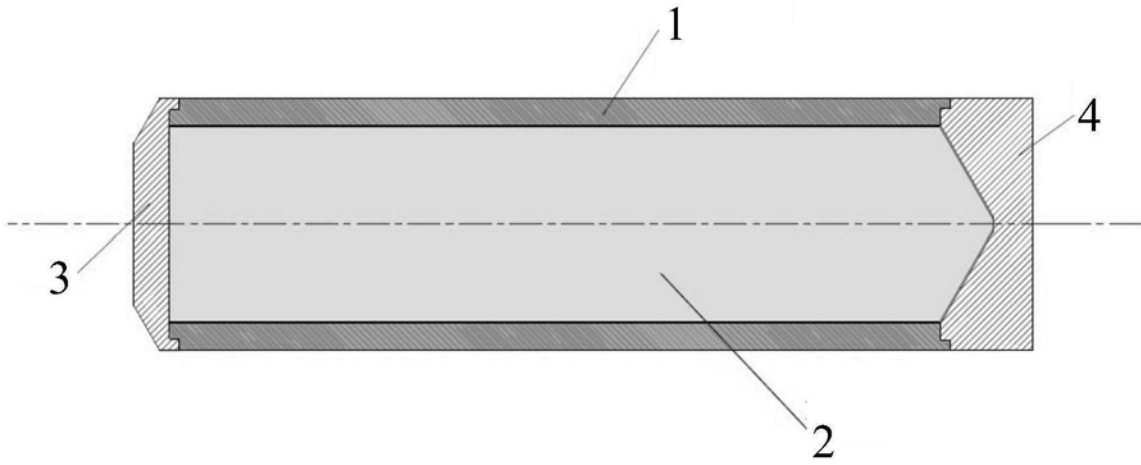


图1

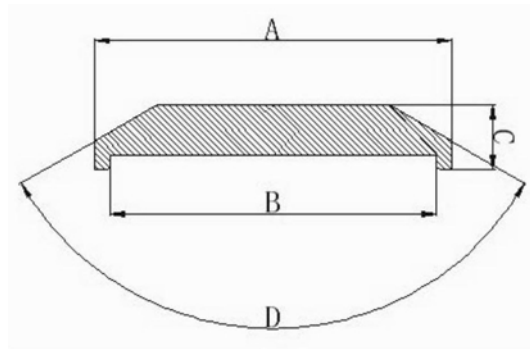


图2

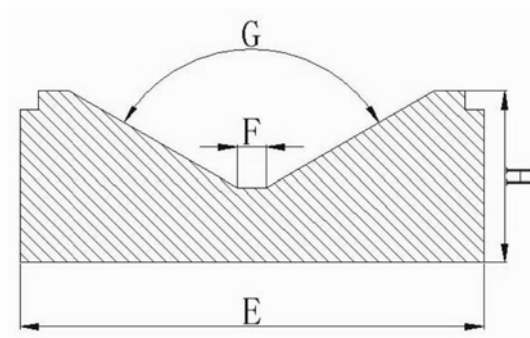


图3

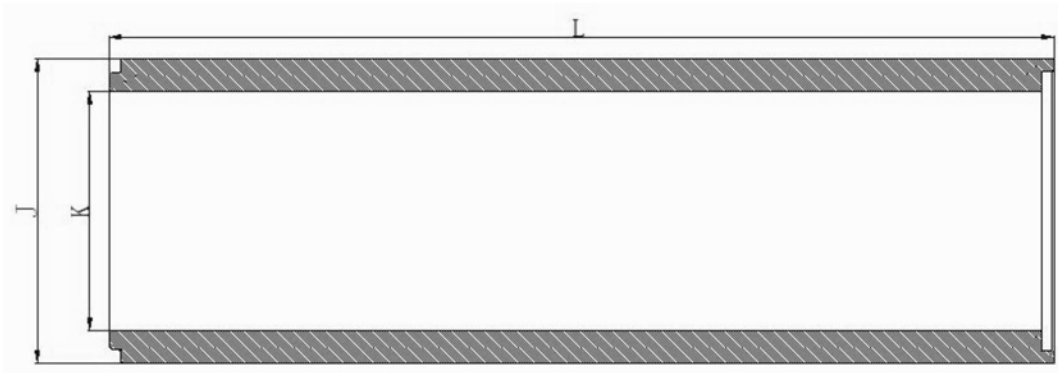


图4

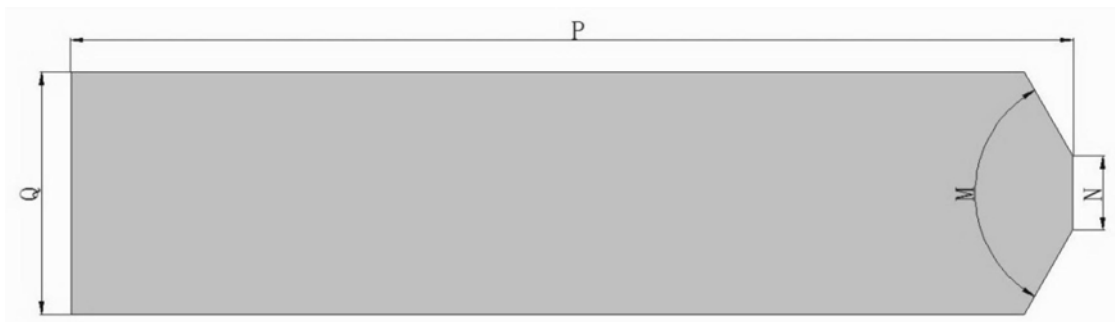


图5

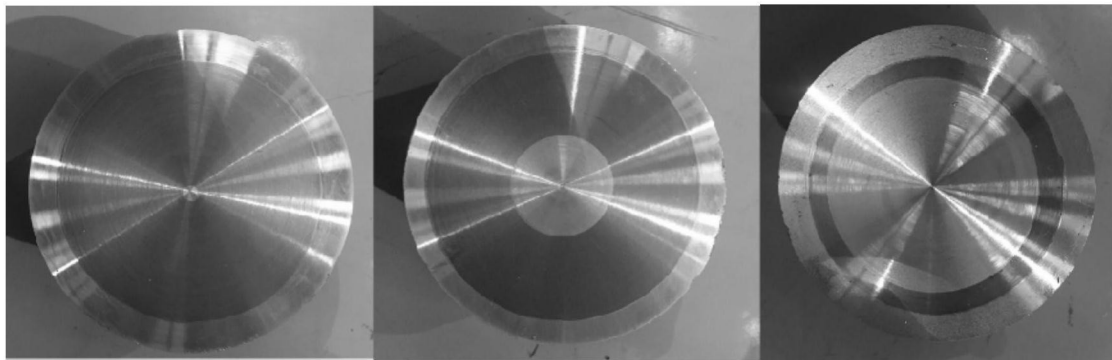


图6



图7

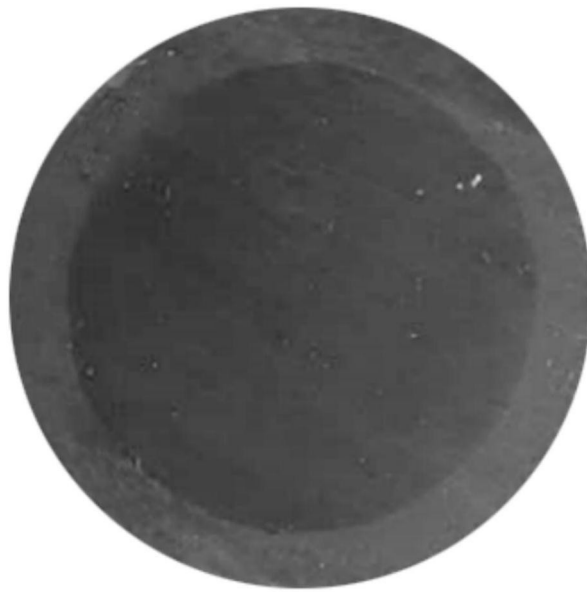


图8