(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110542351 A
(43)申请公布日 2019.12.06

(21)申请号 201810524254.1

(22)申请日 2018.05.28

(71)申请人 中国科学院宁波材料技术与工程研究所
地址 315201 浙江省宁波市镇海区庄市大道519号

(72)发明人 所新坤 龚永锋 黄晶 刘奕 周平 陈秀勇 李华

(74)专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224
代理人 刘诚午

(51)Int.Cl.
F41H 1/08(2006.01)
C23C 4/06(2016.01)

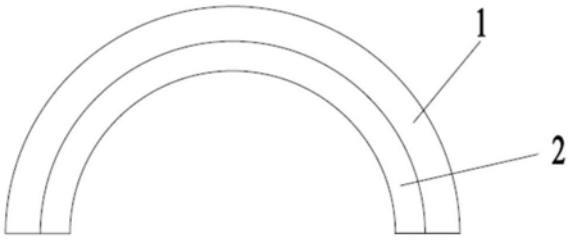
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种防弹头盔及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种防弹头盔及其制备方法。防弹头盔包括高分子层和热喷涂在高分子层表面的热喷涂层;高分子层的材料选自芳纶或超高分子量聚乙烯中的一种或至少两种的组合;热喷涂层选自金属涂层或金属陶瓷涂层中的一种。本发明采用双层复合结构制备的防弹头盔兼具有舒适性、轻量化、高强度和高硬度的优异性能,尤其是在抵抗子弹穿透上性能突出;通过实弹测试该防弹头盔可承受10-15发子弹的连续射击且保持头盔的完好性,具有优异的抗击穿性能。



CN 110542351 A

1.一种防弹头盔,其特征在于,所述防弹头盔包括高分子层和热喷涂在高分子层表面的热喷涂层;所述高分子层的材料选自芳纶或超高分子量聚乙烯中的一种;所述的热喷涂层选自金属涂层或金属陶瓷涂层中的一种或其组合。

2.根据权利要求1所述的防弹头盔,其特征在于,所述高分子层的厚度为1-20mm。

3.根据权利要求1所述的防弹头盔,其特征在于,所述热喷涂层的厚度为0.1-1mm。

4.根据权利要求1所述的防弹头盔,其特征在于,所述热喷涂层选自铝合金、CrC-NiCr或WC-CoCr中的一种或至少两种的组合。

5.根据权利要求1或4所述的防弹头盔,其特征在于,所述高分子层的厚度为2-10mm,所述热喷涂层的厚度为0.3-0.5mm。

6.一种制备权利要求1-5中任一项所述的防弹头盔的方法,包括以下步骤:

(1)采用热压工艺将高分子材料制备成高分子层;

(2)在高分子层表面制备热喷涂层;

(3)采用织物封装得到防弹头盔。

7.根据权利要求6所述的防弹头盔的制备方法,其特征在于,所述的步骤(1)中高分子层的制备方法为:将高分子材料按照盔状、设计的铺层方式和层数预成型,然后将预成型件放入模具中,在100-200t的压机上热压成型,整个过程的温度不超过100-200℃,压力维持在15-25MPa。

8.根据权利要求6所述的防弹头盔的制备方法,其特征在于,所述的步骤(2)中制备热喷涂层的方法选自电弧喷涂、火焰喷涂、等离子喷涂或冷喷涂中的一种。

一种防弹头盔及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及防弹材料领域，具体涉及一种防弹头盔及其制备方法。

背景技术

[0002] 防弹头盔是单兵防护装备的重要组成部分，子弹射穿头盔后，将会对人体造成直接的致命伤害。据战争期间各国的数据统计，在战场上如果士兵佩戴防弹头盔可以减少受伤的概率为5％，而避免死亡的概率则高达19％，可见装备防弹头盔能有效的降低士兵的伤亡率。

[0003] 早在一战和二战时期，薄的钢盔普遍被各国用来作为最早的防弹头盔，这种钢盔制作比较简单并且成本低廉，虽然具有很好的抗冲击性能，但仅仅能对碎片起到防护作用。从越战开始，美国对钢盔进行改进，开始应用纤维复合插板与钢盔的结合形式的防弹头盔；这种防弹头盔有效的提升了弹道防护能力，但增加头盔的整体质量以及降低头部运动的自由度，导致头盔的重心偏高、吊带适应性差并且防护有效面积小。

[0004] 自20世纪70年代开始，以美国为首的发达国家开始研制全纤维复合防弹头盔。这种全纤维的非金属头盔具有穿戴舒适、轻量化、防护等级高、防护面积大、通讯设备放置空间大。

[0005] 我国防弹头盔相对防弹衣发展滞后，最主要的原因是我国警用防弹头盔防弹标准制定相对滞后；随着我国防弹头盔相关标准的制定和高性能复合材料应用技术的开发应用，我国也在20世纪90年代中期也开始了复合材料防弹头盔研制；相继成功开发了可抵挡54式手枪发射的51式标准弹侵彻的芳纶纤维增强复合材料防弹头盔和以防弹药破片为主的作战防护头盔其综合性能达均达到了当时国际同类产品的先进水平。

[0006] 公开号为CN105924957A的专利文本公开了一种防弹头盔及制备方法，所述防弹头盔包括热塑性高分子材料和纤维增强复合材料，所述热塑性高分子材料包括尼龙，聚碳酸酯，聚丙烯材料的一种或几种混合，所述纤维增强材料为碳纤维，芳纶，玻璃纤维高性能纤维材料的一种或几种混合，所述防弹头盔通过注塑工艺一体制成；本发明为一体注塑成型能提高生产效率，同时具有较好的防弹能力，可有效的避免局部成形造成的开裂，增强了子弹的抵挡能力。

[0007] 尽管全纤维非金属复合高分子材料制备的防弹头盔具有轻量化、重心低、舒适性好，防护面积大等特点，但这种高分子防弹头盔的强度和硬度不够高，只能防止炮弹单片划伤而不能有效的起到防弹作用。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种防弹头盔及其制备方法。本发明提供的防弹头盔既具有轻量、舒适、防护面积大等优点，又具有强度高、硬度大和防弹的性能，在安全性能方面得到极大的提升。

[0009] 本发明实现上述技术目的所采用的技术方案为：

[0010] 一种防弹头盔，所述防弹头盔包括高分子层和热喷涂在高分子层表面的热喷涂层；所述高分子层的材料选自芳纶或超高分子量聚乙烯中的一种；所述的热喷涂层选自金属涂层或金属陶瓷涂层中的一种或其组合。

[0011] 热喷涂层和高分子层的厚度比会影响防弹头盔的重量、重心、强度和硬度。

[0012] 其中，高分子层为防弹头盔的底层，热喷涂层为防弹头盔的表层，使用时，防弹头盔中的高分子层朝向头部。

[0013] 超高分子量聚乙烯是分子量150万以上的无支链的线性聚乙烯。

[0014] 所述芳纶选自Kevlar。Kevlar为芳香族聚酰胺纤维。

[0015] 所述热喷涂层的厚度为0.1-1mm，所述高分子层的厚度为1-20mm。

[0016] 所述的金属涂层的材料选自不锈钢、镍基合金、铜合金或铝合金中的一种或至少两种的组合，所述的金属陶瓷涂层选自CrC-NiCr、WC-Co、WC-CoCr、金刚石-NiCr或金刚石-NiCrAl中的一种或至少两种的组合。

[0017] 优选的，所述的高分子层的材料选自芳纶或超高分子量聚乙烯，所述热喷涂层选自铝合金、CrC-NiCr或WC-CoCr中的一种或至少两种的组合。

[0018] 上述高分子层和热喷涂层的材料的选择会影响防弹头盔的强度和硬度，进一步影响其防弹性能。

[0019] 所述热喷涂层的层数为1-2层，厚度为0.1-1mm。

[0020] 所述热喷涂层的层数为2层，热喷涂层为铝合金/WC-CoCr或铝合金/CrC-NiCr复合涂层，厚度为0.3-0.5mm。

[0021] 优选的，所述高分子层的厚度为2-10mm，所述热喷涂层的厚度为0.3-0.5mm。上述厚度范围制备的防弹头盔强度和硬度较高、轻量化和重心低，具有更好的防弹性能。

[0022] 本发明还提供一种防弹头盔的制备方法，包括以下步骤：

[0023] (1)采用热压工艺将高分子材料制备成高分子层；

[0024] (2)在高分子层表面制备热喷涂层；

[0025] (3)织物封装得到防弹头盔。

[0026] 所述的步骤(2)中制备热喷涂层的方法选自电弧喷涂、火焰喷涂、等离子喷涂或冷喷涂中的一种。

[0027] 所述的步骤(1)中高分子层的制备方法为：将高分子层的材料按照盔状、设计的铺层方式和层数预成型，然后将预成型件放入模具中，在100-200t的压机上热压成型，整个过程的温度不超过100-200℃，压力维持在15-25MPa。

[0028] 优选的，所述的步骤(1)中高分子层的制备方法为：将高分子材料按照盔状、设计的铺层方式和层数预成型，然后将预成型件放入模具中，在150t的压机上热压成型，整个过程的温度不能超过150℃，压力维持在14-17MPa，将厚度为10mm的高分子层从模具中取出修整。上述工艺参数根据高分子层的材料和厚度进行调整，从而获得轻量化、重心低、舒适性好和防护面积大的防弹头盔。

[0029] 所述步骤(2)中，所述制备热喷涂层的方法为电弧喷涂，其工艺参数为：电流50-150A，电压10-48V，气压0.4-0.8Mpa，喷涂距离为100-300mm，喷枪速度为10-300mm/s，涂层喷涂遍数为10-50遍。

[0030] 优选的，电弧喷涂的工艺参数为：电流80-100A，电压20-30V，气压0.5-0.6Mpa，喷

涂距离为150-250mm，喷枪速度为100-200mm/s，涂层喷涂遍数为10-20遍。上述工艺参数根据热喷涂层的材料和厚度进行调整，提高防弹头盔的强度和硬度，进一步提高其防弹性能。

[0031] 所述步骤(2)中，所述制备热喷涂层的方法为火焰喷涂，其工艺参数为：助燃气流量为500-1000nl/min，燃料煤油流量为200-600ml/min，送粉器气流量为5-20nl/min，送粉量为5-25rpm，喷涂距离为100-500mm，喷枪移动速度50-500mm/s，涂层喷涂遍数为10-50遍。

[0032] 优选的，火焰喷涂的工艺参数为：助燃气O_2流量为700～900nl/min，燃料煤油流量为300～500ml/min，送粉器气流量为7～9nl/min，送粉量为14～16rpm，喷涂距离为200～450mm，火焰喷枪移动速度200～400mm/s，涂层喷涂遍数为10～15遍。上述工艺参数根据热喷涂层的材料和厚度进行调整，提高防弹头盔的强度和硬度，进一步提高其防弹性能。

[0033] 所述步骤(2)中，所述制备热喷涂层的方法为等离子喷涂，其工艺参数为：H_2压力为0.2-0.6MPa，Ar压力为0.4-0.9MPa，N_2压力为0.4-0.9MPa，电压为40-70V，电流400-700A，喷涂距离为100-500mm，喷枪移动速度50-500mm/s，涂层喷涂遍数为10-50遍。

[0034] 所述步骤(2)中，所述制备热喷涂层的方法为冷喷涂，工艺参数为：工作气体为氮气，压力为1-5MPa，加热温度为100-700℃，送粉速度1-10rpm，喷涂距离为5-50mm，喷枪速度为300-1000mm/s，涂层喷涂遍数为10-50遍。

[0035] 优选的，冷喷喷涂的工艺参数为：工作气体为氮气，压力为3MPa，加热温度为300-500℃，送粉速度1-3rpm，喷涂距离为10～30mm，喷枪速度为600～800mm/s，涂层喷涂遍数为10-20遍。上述工艺参数根据热喷涂层的材料和厚度进行调整，提高防弹头盔的强度和硬度，进一步提高其防弹性能。

[0036] 本发明通过制备具有双层结构的防弹头盔，先采用热压成型制备底层的高分子层结构，再以高分子层为基底通过热喷涂技术制备一定厚度的涂层，使本发明提供的防弹头盔具有高分子防弹头盔本身具有的轻量化、重心低、舒适性好，防护面积大等特点，又可以使防弹头盔的强度和硬度整体得到极大的提升实现防弹作用；因此本发明对防弹头盔的安全性能提升具有重大的意义；并且实验证明本发明制备的防弹头盔能够抵抗9mm FMJ RN或者44Magnum子弹10-15发而不被击穿，因此本发明制备的防弹头盔具有强度高、硬度大和防弹的性能，且安全性能方面极佳。

附图说明

[0037] 图1为本发明提供的防弹头盔的结构示意图。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步详细描述，需要指出的是，以下所述实施例旨在便于对本发明的理解，而对其不起任何限定作用。

[0039] 如图1所示，本发明提供的防弹头盔包括高分子层1和热喷涂在高分子层表面的热喷涂层2。

[0040] 本发明提供的防弹头盔的制备方法包括以下步骤：

[0041] (1)采用热压工艺将高分子材料制备成高分子层；

[0042] (2)在高分子层表面制备热喷涂层；

[0043] (3)织物封装得到防弹头盔。

[0044] 为了表征本发明提供的防弹头盔的防弹性能，依照NIJ 0106.01 IIIA标准，选用子弹为9mm全金属披甲圆头弹(FMJ RN)，弹重8.0g，最低冲击速度不超过427m/s或44马格南半披甲中空尖头弹(Magnum)，弹重15.6g，最低冲击弹速不超过427m/s。

[0045] 实施例1

[0046] (1)制备防弹头盔的高分子层：采用热压成型工艺将芳纶按照盔状、设计的铺层方式和层数预成型，然后把预成型件放入模具中，在150t的压机上热压成型，整个过程的温度不能超过150℃，压力维持在14MPa，将厚度为10mm的高分子层从模具中取出修整；

[0047] (2)制备防弹头盔的热喷涂层：采用电弧喷涂在防弹头盔的高分子层表面上制备一层0.5mm的热喷涂铝合金涂层。其中电弧喷涂制备时，工艺参数为：电流80A，电压20V，气压0.5Mpa，喷涂距离为150mm，喷枪速度为100mm/s，涂层喷涂遍数为10遍；

[0048] (3)织物封装得到防弹头盔；

[0049] 对上述制备的防弹头盔进行如下性能检测：

[0050] 依照NIJ 0106.01 IIIA标准，选用子弹为9mm全金属披甲圆头弹(FMJ RN)，弹重8.0g，最低冲击速度不超过427m/s；采用上述子弹对本发明制备的防弹头盔进行防弹测试；通过连续使用9mm FMJ RN子弹对防弹头盔进行射击实验证明，制备的防弹头盔能抵抗9mm FMJ RN子弹12发而不被击穿。

[0051] 实施例2

[0052] (1)制备防弹头盔的高分子层：采用热压成型工艺将芳纶按照盔状、设计的铺层方式和层数预成型，然后把预成型件放入模具中，在150t的压机上热压成型，整个过程的温度不能超过150℃，压力维持在15MPa，将厚度为10mm的高分子层从模具中取出修整；

[0053] (2)制备防弹头盔的热喷涂层：采用电弧喷涂和等离子喷涂在防弹头盔的高分子层表面上制备一层0.5mm的热喷涂复合涂层；其中电弧喷涂制2mm的铝合金涂层，工艺参数为：电流100A，电压30V，气压0.6Mpa，喷涂距离为250mm，喷枪速度为200mm/s，涂层喷涂遍数为20遍；等离子喷涂制备1mm的WC-CoCr涂层，工艺参数为：H_2压力为0.2MPa，Ar压力为0.9MPa，N_2压力为0.9MPa，电压为40V，电流400A，喷涂距离为100mm，喷枪移动速度50mm/s，涂层喷涂遍数为50遍；

[0054] (3)织物封装得到防弹头盔。

[0055] 对上述制备的防弹头盔进行如下性能检测：

[0056] 依照NIJ 0106.01 IIIA标准，选用子弹为9mm全金属披甲圆头弹(FMJ RN)，弹重8.0g，最低冲击速度不超过427m/s。采用上述子弹对本发明制备的防弹头盔进行防弹测试。通过连续使用9mm FMJ RN子弹对防弹头盔进行射击实验证明，制备的防弹头盔能抵抗9mm FMJ RN子弹13发而不被击穿。

[0057] 实施例3

[0058] (1)制备防弹头盔的高分子层：采用热压成型工艺将超高分子量聚乙烯按照盔状、设计的铺层方式和层数预成型，然后把预成型件放入模具中，在150t的压机上热压成型，整个过程的温度不能超过150℃，压力维持在16MPa，将厚度为10mm的高分子层从模具中取出修整。

[0059] (2)制备防弹头盔的热喷涂层：采用冷喷涂在防弹头盔的高分子层表面上制备一层0.5mm的热喷涂铝合金涂层；其中冷喷喷涂时，工艺参数为：工作气体为氮气，压力为

3MPa，加热温度为300℃，送粉速度1rpm，喷涂距离为10mm，喷枪速度为600mm/s，涂层喷涂遍数为20遍；

[0060] (3)织物封装得到防弹头盔。

[0061] 对上述制备的防弹头盔进行如下性能检测：

[0062] 依照NIJ 0106.01 IIIA标准，选用子弹为9mm全金属披甲圆头弹(FMJ RN)，弹重8.0g，最低冲击速度不超过427m/s；采用上述子弹对本发明制备的防弹头盔进行防弹测试；通过连续使用9mm FMJ RN子弹对防弹头盔进行射击实验证明，制备的防弹头盔能抵抗9mm FMJ RN子弹14发而不被击穿。

[0063] 实施例4

[0064] (1)制备防弹头盔的高分子层：采用热压成型工艺将超高分子量聚乙烯按照盔状、设计的铺层方式和层数预成型，然后把预成型件放入模具中，在150t的压机上热压成型，整个过程的温度不能超过150℃，压力维持在17MPa，将厚度为10mm的高分子层从模具中取出修整；

[0065] (2)制备防弹头盔的热喷涂层：采用冷喷涂和等离子喷涂在防弹头盔的高分子层表面上制备一层0.5mm的热喷涂铝合金和CrC-NiCr涂层；其中冷喷喷涂制备4mm铝合金涂层时，工艺参数为：工作气体为氮气，压力为3MPa，加热温度为500℃，送粉速度3rpm，喷涂距离为30mm，喷枪速度为800mm/s，涂层喷涂遍数为10遍；等离子喷涂制备1mm的CrC-NiCr涂层，工艺参数为：H_2压力为0.6MPa，Ar压力为0.4MPa，N_2压力为0.4MPa，电压为70V，电流700A，喷涂距离为500mm，喷枪移动速度500mm/s，涂层喷涂遍数为10遍；

[0066] (3)织物封装得到防弹头盔。

[0067] 对上述制备的防弹头盔进行如下性能检测：

[0068] 依照NIJ 0106.01 IIIA标准，选用子弹为9mm全金属披甲圆头弹(FMJ RN)，弹重8.0g，最低冲击速度不超过427m/s；采用上述子弹对本发明制备的防弹头盔进行防弹测试；通过连续使用9mm FMJ RN子弹对防弹头盔进行射击实验证明，制备的防弹头盔能抵抗9mm FMJ RN子弹15发而不被击穿。

[0069] 实施例5

[0070] 如实施例2提供的防弹头盔，高分子层的厚度为2mm，热喷涂层的厚度为0.3mm。

[0071] 采用电弧喷涂和火焰喷涂在防弹头盔的高分子层表面上制备一层0.3mm的热喷涂复合涂层；其中电弧喷涂制0.2mm的铝合金涂层，工艺参数为：电流100A，电压30V，气压0.6Mpa，喷涂距离为250mm，喷枪速度为200mm/s，涂层喷涂遍数为20遍；火焰喷涂制备0.1mm的WC-CoCr涂层，工艺参数为：助燃气O_2流量为700nl/min，燃料煤油流量为300ml/min，送粉器气流量为7nl/min，送粉量为14rpm，喷涂距离为200mm，火焰喷枪移动速度200mm/s，涂层喷涂遍数为15遍。

[0072] 制备的防弹头盔能抵抗9mm FMJ RN子弹13发而不被击穿。

[0073] 实施例6

[0074] 如实施例4提供的防弹头盔，采用冷喷涂和火焰喷涂在防弹头盔的高分子层表面上制备一层0.5mm的热喷涂铝合金和CrC-NiCr涂层；其中冷喷喷涂制备0.4mm铝合金涂层时，工艺参数为：工作气体为氮气，压力为3MPa，加热温度为500℃，送粉速度3rpm，喷涂距离为30mm，喷枪速度为800mm/s，涂层喷涂遍数为10遍；火焰喷涂制备0.1mm的CrC-NiCr涂层，

工艺参数为:助燃气O_2流量为900nl/min,燃料煤油流量为500ml/min,送粉器气流量为9nl/min,送粉量为16rpm,喷涂距离为450mm,火焰喷枪移动速度400mm/s,涂层喷涂遍数为10遍。

[0075] 实施例7

[0076] 如实施例1提供的防弹头盔。

[0077] 制备防弹头盔的高分子层:采用热压成型工艺将芳纶按照盔状、设计的铺层方式和层数预成型,然后把预成型件放入模具中,在100t的压机上热压成型,整个过程的温度不能超过200℃,压力维持在15MPa,将厚度为10mm的高分子层从模具中取出修整;

[0078] 电弧喷涂的工艺参数为:电弧喷涂的工艺参数为:电流50A,电压10V,气压0.4Mpa,喷涂距离为100mm,喷枪速度为10mm/s,涂层喷涂遍数为50遍。

[0079] 制备的防弹头盔能抵抗1mm FMJ RN子弹10发而不被击穿。

[0080] 实施例8

[0081] 如实施例2提供的防弹头盔。

[0082] 制备防弹头盔的高分子层:采用热压成型工艺将芳纶按照盔状、设计的铺层方式和层数预成型,然后把预成型件放入模具中,在200t的压机上热压成型,整个过程的温度不能超过100℃,压力维持在25MPa,将厚度为10mm的高分子层从模具中取出修整;

[0083] 电弧喷涂的工艺参数为:电流150A,电压48V,气压0.8Mpa,喷涂距离为300mm,喷枪速度为300mm/s,涂层喷涂遍数为10遍。火焰喷涂的工艺参数为:助燃气O_2流量为500nl/min,燃料煤油流量为200ml/min,送粉器气流量为5nl/min,送粉量为5rpm,喷涂距离为100mm,喷枪移动速度50mm/s,涂层喷涂遍数为50遍。

[0084] 制备的防弹头盔能抵抗1mm FMJ RN子弹10发而不被击穿。

[0085] 实施例9

[0086] 如实施例3提供的防弹头盔。

[0087] 冷喷涂时的工艺参数为:工作气体为氮气,压力为4MPa,加热温度为400℃,送粉速度1rpm,喷涂距离为25mm,喷枪速度为300mm/s,涂层喷涂遍数为5遍。

[0088] 制备的防弹头盔能抵抗1mm FMJ RN子弹10发而不被击穿。

[0089] 实施例10

[0090] 如实施例4提供的防弹头盔。

[0091] 火焰喷涂的工艺参数为:助燃气O_2流量为1000nl/min,燃料煤油流量为600ml/min,送粉器气流量为20nl/min,送粉量为25rpm,喷涂距离为500mm,喷枪移动速度500mm/s,涂层喷涂遍数为10遍。冷喷涂的工艺参数为:工作气体为氮气,压力为5MPa,加热温度为700℃,送粉速度10rpm,喷涂距离为35mm,喷枪速度为300mm/s,涂层喷涂遍数为10遍。

[0092] 制备的防弹头盔能抵抗1mm FMJ RN子弹10发而不被击穿。

[0093] 实施例11

[0094] 如实施例1提供的防弹头盔,高分子层的厚度为20mm,热喷涂层的厚度为1mm。

[0095] 制备的防弹头盔能抵抗9mm FMJ RN子弹12发而不被击穿。

[0096] 实施例12

[0097] 如实施例1提供的防弹头盔,高分子层的厚度为1mm,热喷涂层的厚度为0.1mm。

[0098] 制备的防弹头盔能抵抗9mm FMJ RN子弹11发而不被击穿。

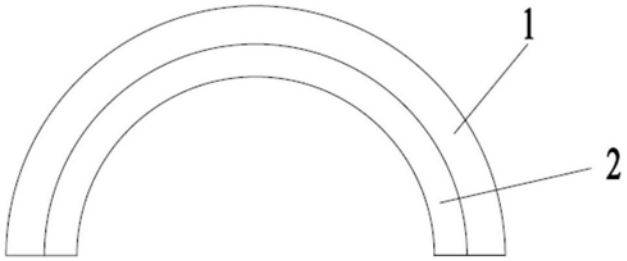


图1