



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510023801.0

[43] 公开日 2005 年 8 月 17 日

[11] 公开号 CN 1654876A

[22] 申请日 2005.2.3

[21] 申请号 200510023801.0

[71] 申请人 宝钢集团上海五钢有限公司

地址 200940 上海市宝山区同济路 333 号

[72] 发明人 周奠华 金鑫 谢蔚 王治政
王林涛 陈国胜 谢伟 周明达

[74] 专利代理机构 上海世贸专利代理有限责任公司

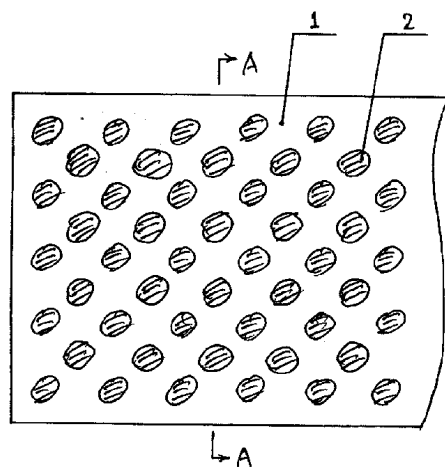
代理人 李忠

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称 可粘贴绝热棉及其制备方法

[57] 摘要

可粘贴绝热棉及其制备方法，用于难变形高温合金的保温锻造。其特征是：它由绝热棉、双粘结剂组成；绝热棉是市售的陶瓷耐火纤维，展开的长方形平板的整个正面布满呈平行、交叉状间隔分布的小孔（用硬物开戳孔洞），小孔邻间距 50mm，深度小于绝热棉的厚度；双粘结剂由室温粘结剂（淀粉）、高温粘结剂（800℃软化点温度的市售玻璃润滑剂）加水均匀搅拌而成二者的比例是 3：7；灌入绝热棉小孔的双粘结剂略凸出绝热棉正面，并呈不连续分布的凹凸不平状；最后烘干。工作时，可即时粘贴在（炽热）合金锭坯的表面。本发明设计合理、制作方便、可操作性强，解决了传统保温材料制作成本高、工序繁琐、适用范围窄的问题，生产效率高，成本低，产品质量优。



- 1、可粘贴绝热棉，包括绝热棉，其特征是：可粘贴绝热棉由绝热棉（1）、双粘结剂（2）组成；可以卷曲的绝热棉（1），展开是一个长方形平面板，在绝热棉（1）平面板的整个正面布满浇灌双粘结剂（2）的小孔，小孔直径6~12mm，深度H1小于绝热棉（1）的厚度H2， $H1 = (0.5 \sim 0.8) H2$ ， $H2 - H1 \geq 2\text{mm}$ ；布满绝热棉（1）正面的小孔，有规则的呈平行、交叉状间隔分布，相邻小孔的邻间距 $L = 30 \sim 60\text{mm}$ ；双粘结剂（2）由室温粘结剂和高温粘结剂组成，灌入绝热棉（1）正面小孔内的双粘结剂（2）高出绝热棉（1）正面小孔 1~5mm，高出部分呈凹凸不平状，并在绝热棉（1）正面呈不连续分布，绝热棉（1）正面双粘结剂（2）的面积之和 $S1$ ，与绝热棉（1）正面总面积 $S2$ 的比例关系是， $S1 : S2 = 0.50 \sim 0.85$ 。
- 2、根据权利要求1所述的可粘贴绝热棉，其特征在于：绝热棉（1）材料是陶瓷耐火纤维，可以选用市场广泛供应的绝热耐火“陶瓷纤维毯”，主要成分是 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$ ，其质量要求是低导热率、低热容量，1200~1300℃高温下不易粉化，仍保持良好弹性。
- 3、根据权利要求1或2所述的可粘贴绝热棉，其特征在于：呈平行、交叉状间隔分布在绝热棉（1）正面的小孔，是一组最小分布单元的重复，其最小分布单元可以是正三角形的3孔分布，也就是最小邻间距与最大邻间距之比1；也可以是正四边形及其中心的5孔分布，也就是最小邻间距与最大邻间距之比0.707。
- 4、根据权利要求1所述的可粘贴绝热棉，其特征在于：双粘结剂（2）是室温粘结剂与高温粘结剂加水搅拌后形成的均匀混合物。
- 5、根据权利要求1或4所述的可粘贴绝热棉，其特征在于：室温粘结剂可以选用天然植物纤维素或/和化学纤维素，使用水溶剂加以溶解；天然植物纤维素可以是淀粉；化学纤维素可以是羧甲基纤维素。
- 6、根据权利要求1或4所述的可粘贴绝热棉，其特征在于：高温粘结剂可以选用软化点温度为700~800℃的市场广泛供应的玻璃润滑剂，玻璃润滑剂的主要成分是 SiO_2 、 B_2O_3 、 NaO_2 ，次要成分是 CaO 、 MgO 、 Al_2O_3 、 TiCo_3 。
- 7、根据权利要求1所述的可粘贴绝热棉，其特征在于：呈凹凸不平状高出绝热棉（1）正面小孔的双粘结剂（2），可以是篦齿形的片条状，不应出现薄膜状、平片状、长条状。

- 8、可粘贴绝热棉的制造方法，其特征在于：首先，将室温粘结剂、高温粘结剂按（35～25）：（65～75）的重量比例均匀混合；室温粘结剂、高温粘结剂混合物，加水充分搅拌成双粘结剂（2），双粘结剂（2）呈粘稠状，室温下粘度 30～100P；必要时，可对双粘结剂（2）适当加热；其次，将卷曲的市售绝热棉（1）展开，在绝热棉（1）平面的整个正面设置平行、交叉状间隔分布的小孔，可以用硬物在绝热棉（1）正面开戳孔洞；分布在绝热棉（1）正面的小孔，直径 6～12mm，深度 H1 小于绝热棉（1）的厚度 H2， $H1 = (0.5 \sim 0.8) H2$ ， $H2 - H1 \geq 2\text{mm}$ ，相邻小孔的邻间距 $L = 30 \sim 60\text{mm}$ ；第三，将均匀混合的双粘结剂（2）浇灌在绝热棉（1）正面的小孔内；浇灌时，双粘结剂（2）的浇注量是：灌满小孔，并有一定量的溢出，溢出高度 1～5mm；溢出小孔的双粘结剂（2）呈不连续分布的凹凸不平状，并从厚度方向深入绝热棉（1）中，与绝热棉（1）平面的背面保持 2mm 以上的距离；绝热棉（1）正面双粘结剂（2）的面积之和 S1，与绝热棉（1）正面总面积 S2 的比例关系是 $S1 : S2 = 0.50 \sim 0.85$ ；第四，将溢出小孔的双粘结剂（2）刮成片条状，并呈篦齿形，绝热棉（1）正面的双粘结剂（2）形状，不能出现薄膜状、平片状、长条状；最后，浇灌双粘结剂（2）的绝热棉（1）在烘烤机上烘干。

可粘贴绝热棉及其制备方法

技术领域

本发明涉及冶金行业热加工锻造合金的保温材料，尤其是指用于难变形高温合金热加工锻造的保温材料。

背景技术

高温合金是现代航空发动机、火箭发动机等高科技动力装置所必需的重要金属材料。它能在高温（一般指 600~900℃）、氧化气氛和燃气腐蚀条件下，承受较大应力并长期使用。由于高温合金的合金化程度高，因此热加工变形难度较大。一般而言，难以热加工锻造变形（开坯、成型）的高温合金，称之为难变形高温合金。目前，国内外，难变形高温合金的热加工变形方法有三种：挤压机开坯、锻压机锻造、热轧机包套轧制；在国内，热加工锻造变形是难变形高温合金热加工的主要方法和手段。

对于生产难变形合金的特殊钢企业，在难变形合金进行锻造时，如果不对锭坯或钢坯表面采取保温措施，将难以避免坯料显著裂纹（或严重裂纹）的产生，甚至导致热加工锻造变形的失败。其原因在于：难变形合金可进行塑性变形的热加工温度范围十分狭窄。以 GH742 高温合金为例，锭坯或钢坯的允许最高加热温度为 $1150 \pm 10^\circ\text{C}$ ，终锻温度应不低于 $1050 \pm 10^\circ\text{C}$ （否则就无法保证合金的锻造处在塑性变形状态），而在生产现场，合金坯料从加热炉至快锻机的转移过程中，实际降温幅度可达到 50~100℃（与坯料转移速度、坯料的尺寸、环境温度等因素有关）；当合金坯料转移至快锻机的砧子上，其温度只有 1050~1100℃，或者已接近终锻温度（使允许锻造的时间太短，无法进行有效的锻造），或者已降至 1050℃的终锻温度（造成无法进行锻造）。因此，对合金坯料采取保温措施，是实现难变形高温合金有效锻造的前提（必要措施和条件）。

目前，常用的保温措施（为实现难变形高温合金的有效锻造）是复合包套的办法，用于复合包套的保温材料是不锈钢板、绝热棉，其特点是：在锭坯或锻坯表面先覆盖一层或多层绝热棉，然后使用钢板（通常采用不锈钢板）包覆绝热棉，并焊接钢板的接触处（这样，钢板就形成了一个套子将绝热棉固定在锭坯或钢坯的表面，通过绝热棉对加热锭坯或钢坯的绝热保温作用，从而可实现锭坯或钢坯的保温锻造。）。优点在于：不仅大幅度延缓了锭坯（或钢坯）从加热炉输送至锻锤转移过程中的温降（数值模拟计算显示：GH4169 $\phi 170 \times 450\text{mm}$ 棒材加热至 1010°C ，从加热炉出炉后置于空气中三分钟，未包覆复合包套保温材料的棒材外部的温度比包覆复合包套保温材料棒材外部的温度偏低约 200°C ，显示出复合包

套保温材料对棒材的良好保温作用),也可显著延缓锭坯锻造过程中的温降,从而增加了难变形高温合金塑性锻造变形的热加工时间,达到有效锻造的生产目的。缺点在于:(1)加热时间长,能耗较大。这是因为就钢坯的保温和加热而言,复合包套保温材料是一把双刃剑,既对已加热的钢坯具有良好的保温作用,又对未加热的钢坯具有隔热作用,致使包覆复合包套保温材料的钢坯升温速度大幅度降低(加热时),需要大幅度延长钢坯的加热时间,一般需要延长加热时间达一倍以上,这样就会显著增加加热时的能耗;(2)工序复杂,成本较高。锭坯(或钢坯)包覆复合包套保温材料时,要剪切尺寸合适的包套钢板,进行包套钢板的整形,焊接包覆绝热棉的钢板等,整个包套工序比较繁琐;另外,为避免包套钢板在加热时的严重氧化,一般需要采用成本较高的不锈钢板。(3)锻造变形时,钢坯形状控制较困难。由于包套钢板容易被压薄,当钢坯处于自由锻变形状态时,复合包套保温材料(外层不锈钢套、内层绝热棉)套子的尺寸会显著扩展。且伴随锻造过程与钢坯的间隙越来越大,从而失去钢套对绝热棉的固定作用。在这种情况下,内层绝热棉也会由于伴随钢坯加热过程产生部分粉化,容易从钢坯表面坠落,从而弱化复合包套保温材料在锻造过程中的保温效果;此外,由于钢套与钢坯的间隙越来越大,会影响对钢坯形状控制的可操作性。(4)不适合二火锻造的保温变形。采用钢板+绝热棉的复合包套进行保温锻造,适合一火锻造保温变形,一火完成后,套子即行报废,这时,面对变形的炽热钢坯,难以随即进行第二火复合包套的即时操作。

发明内容

本发明开发一种可粘贴绝热棉及其制备方法,研制的可粘贴绝热棉是一种耐热保温的新材料(可以有效粘贴在800~1250℃高温下的固体金属材料的表面,对金属材料的压力加工具有良好的保温效果),它代替内层绝热棉、外层不锈钢板(套)的复合包套保温材料,用于难变形合金有效锻造(一火锻造或多火锻造)的保温措施,即时粘贴在(炽热)合金锭坯(或钢坯)的表面,使合金锭坯的锻造工艺显著优化,可操作性显著增加。一方面,可避免复合包套的合金锭坯在加热炉内升温速度缓慢的弊病,从而提高生产效率(即不需延长加热时间),且节约能耗,降低生产成本;另一方面,由于锻造变形过程中,合金锭坯与保温材料之间不存在间隙,钢坯形状便于控制,合金锻造质量显著优化。解决了用于合金锭坯保温锻造的复合包套保温材料(绝热棉、不锈钢板)制作成本较高、工序繁琐、适用范围窄(适用于一火锻造)的技术问题,实现了难变形合金锻造的优化生产,提高了生产效能,降低了产品制造成本。

本发明提供的可粘贴绝热棉,包括绝热棉,其特征是:可粘贴绝热棉由绝热棉 1、双粘结剂 2 组成;可以卷曲的绝热棉 1,展开是一个长方形平面板,在绝热棉 1 平面板的整个正面(与背面相对应)布满浇灌双粘结剂的小孔,小孔直径 6~12mm,深度 H1 小于绝热棉 1 的厚度 H2, $H1 = (0.5 \sim 0.8) H2$, $H2 - H1 \geq 2\text{mm}$;布满绝热棉正面的小孔,有规则的呈平行、交叉状间隔分布,相邻小孔的邻间距 $L = 30 \sim 60\text{mm}$;双粘结剂 2 由室温粘结剂(室温粘结剂的作用在于将高温粘结剂粘附在绝热棉中)和高温粘结剂(高温粘结剂的作用在于将绝热棉粘附于经高温加热的金属材料锭坯或钢坯表面)组成,灌入绝热棉 1 正面小孔内的双粘结剂 2 高出绝热棉 1 正面小孔 1~5mm,高出部分呈凹凸不平状,并在绝热棉 1 正面呈不连续分布(双粘结剂 2 不应铺满绝热棉的整个正面),绝热棉 1 正面双粘结剂 2 的面积之和 S1 与绝热棉正面总面积 S2 的比例关系是, $S1 : S2 = 0.50 \sim 0.85$ 。

绝热棉选用陶瓷耐火纤维材料,可以是市场广泛供应的绝热耐火“陶瓷纤维毯”,主要成分是 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$,其质量要求是低导热率、低热容量, 1200~1300℃高温下不易粉化,仍保持良好弹性。

呈平行、交叉状间隔分布在绝热棉 1 正面的小孔,是一组最小分布单元的重复,其最小分布单元可以是正三角形的 3 孔分布,也就是最小邻间距与最大邻间距之比 1;也可以是正四边形及其中心的 5 孔分布,也就是最小邻间距与最大邻间距之比 0.707。

双粘结剂 2 是室温粘结剂与高温粘结剂加水搅拌后形成的均匀混合物;

室温粘结剂可以选用天然植物纤维素或/和化学纤维素,使用水溶剂加以溶解;天然植物纤维素可以是淀粉;化学纤维素可以是羧甲基纤维素。

高温粘结剂可以选用软化点温度为 700~800℃(软化点温度偏低,流动性偏大;软化点温度偏高,粘度不够)的市场广泛供应的玻璃润滑剂玻璃润滑剂,玻璃润滑剂的主要成分是 SiO_2 、 B_2O_3 、 Na_2O ,次要成分是 CaO 、 MgO 、 Al_2O_3 、 TiO_2 。

呈凹凸不平状高出绝热棉 1 正面小孔的双粘结剂 2,可以是篦齿形的片条状,不应出现薄膜状、平片状、长条状(否则,粘合在绝热棉正面的双粘结剂经烘干后,会出现显著的或严重的裂纹,不利成捆包扎及保温锻造时使用)。

可粘贴绝热棉的制造方法如下:

(1) 将室温粘结剂、高温粘结剂按 (35~25): (65~75) 的重量比例均匀混合;室温粘结剂、高温粘结剂混合物,加水充分搅拌成双粘结剂 2,双粘结剂 2 呈粘稠状,室温下粘度 30~100P (手感粘性良好, P 是粘度单位);必要时,可对双粘结剂适当加热(使“粘结剂”在室温下具有适当的流动性与足够的粘度,

确保“双粘结剂”在室温下粘合在绝热棉上，经烘干后，仍可牢实地粘合在绝热棉 1 上，且不会脱落）。

(2) 将卷曲的市售绝热棉展开，在绝热棉 1 平面的整个正面（即长度与宽度组成的面）设置平行、交叉状间隔分布的小孔（用硬物在绝热棉正面开戳孔洞），便于双粘结剂的浇灌；分布在绝热棉 1 正面的小孔，直径 6~12mm，深度 H_1 小于绝热棉的厚度 H_2 ， $H_1 = (0.5 \sim 0.8) H_2$ ， $H_2 - H_1 \geq 2\text{mm}$ （至少应保留 2~3mm 的厚度的绝热棉不被戳穿），相邻小孔的邻间距 $L = 30 \sim 60\text{mm}$ ；

(3) 将均匀混合的双粘结剂 2 浇灌在绝热棉 1 正面的小孔内；浇灌时，双粘结剂 2 的浇注量是：灌满小孔，并有一定量的溢出，溢出高度 1~5mm；溢出小孔的双粘结剂 2 呈不连续分布的凹凸不平状（如篦齿形的片条状），并从厚度方向深入绝热棉 1 中，与绝热棉 1 平面的背面保持 2mm 以上的距离（这样，不仅使绝热棉 1 正面与加热的锭坯或钢坯表面相粘合，而且可以使绝热棉 1 呈立体状态与加热的锭坯或钢坯表面相粘合，达到绝热棉 1 整体与加热的锭坯或钢坯表面相粘合的效果，又避免锻造时绝热棉 1 背面与锻锤或砧子相粘合，致使绝热棉被粘破。）；粘合在绝热棉 1 正面的双粘结剂 2 不应铺满绝热棉的整个正面，绝热棉 1 正面双粘结剂 2 的面积之和 S_1 与绝热棉正面总面积 S_2 的比例关系是， $S_1 : S_2 = 0.50 \sim 0.85$ ；将溢出小孔的双粘结剂 2 刮成片条状，并呈篦齿形，绝热棉 1 正面的双粘结剂 2 形状，不能出现薄膜状、平片状、长条状（否则，粘合在绝热棉正面的“双粘结剂”经烘干后会出现显著的或严重的裂纹，不利成捆包扎及保温锻造时使用）；

(4) 浇灌双粘结剂 2 的绝热棉 1 在烘烤机上烘干后，卷成一捆（每捆长度一般约为 7 米至 14 米，装入塑料袋，以便于运输，远距离输送还应装箱），用于 800~1250℃温度的合金锭坯保温材料。

与现有技术相比，本发明具有下列优点：

- 1、带有粘结剂的绝热棉正面可直接粘贴在热锭坯（或热钢坯）的表面，用于锭坯的保温包覆，无需在绝热棉背面包覆钢板加以固定，简化了工艺；
- 2、对热锭坯或热钢坯包覆可粘贴绝热棉时，可以合理敞开坯料的局部部位，待锭坯或钢坯回炉均热后出炉时即时粘合，从而避免由于坯料全包覆引起的坯料导热困难、加热时间长的弊病，不仅节省作业时间，且显著节约钢坯加热的能耗；
- 3、高温下与锭坯的粘合性能好，对锭坯转移及锻造的保温效果好，可显著弱化自由锻时锻锤与砧子以及模锻时模具对坯料表层的激冷作用和伴随产生的非

再结晶组织;

- 4、与传统的“钢板+绝热棉”复合包套保温锻造技术相比较,在自由锻状态下,不存在由于钢套被压薄而与坯料之间形成较大的间隙,从而不影响锻造过程中对钢坯形状控制的可操作性;
- 5、采用可粘贴绝热棉进行保温锻造,不仅对一火锻造成型(模锻)锻造过程具有良好的可操作性,也对多火成型(自由锻)的锻造过程具有良好的可操作性;
- 6、可粘贴绝热棉除用于保温锻造外,还可用于某些马氏体合金钢锭坯或钢坯的保温缓冷,也可粘附在绝热帽口的外部,提高冶炼浇注钢锭时绝热帽口的保温效果,提高浇注时对钢锭头部的补缩效果。

附图说明:

图 1 是可粘贴绝热棉的结构示意图

图 2 是图 1 的 A—A 剖面示意图

图 3 是绝热棉浇灌孔的分布示意图一

图 4 是绝热棉浇灌孔的分布示意图二

图 5 是 $\phi 400 \times 200$ GH4169 合金钢坯采用可粘贴绝热棉包覆(其中一面敞开)在同一电炉中加热时的升温曲线

图 6 是同一尺寸 GH4169 钢坯采用传统复合包套在 1500KW 电炉中加热时的升温曲线

具体实施方案

某钢铁公司实施本发明专利,制造可粘贴绝热棉,代替内层绝热棉、外层不锈钢板的复合包套技术的保温材料,用于难变形高温合金等金属材料有效锻造(一火锻造或多火锻造)的保温措施。

本发明提供的可粘贴绝热棉,其特征是:可粘贴绝热棉由绝热棉(选用市场广泛供应的绝热耐火“陶瓷纤维毯”,主要成分是 $Al_2O_3+SiO_2$,其特性是低导热率、低热容量,1200~1300℃高温下不易粉化,仍保持良好弹性)、双粘结剂组成;可以卷曲的绝热棉(厚度 $H_2=13mm$),展开是一个平面,在绝热棉平面的整个正面是灌注双粘结剂的小孔,呈平行、交叉状间隔分布的小孔,是一组最小分布单元的重复,其最小分布单元是正四边形及其中心的 5 孔分布,最大邻间距 $L=50mm$,最小邻间距 $L=35.35mm$ (也就是最小邻间距与最大邻间距之比 0.707)小孔直径 8mm,深度 H_1 小于绝热棉的厚度 H_2 , $H_1=(0.5\sim 0.8)H_2=10mm$, $H_2-H_1=3mm\geq 2mm$;双粘结剂由室温粘结剂(可以选用天然植物纤维素,如淀粉;或化学纤维

素，如羧甲基纤维素）和高温粘结剂（采用软化点温度为 700~800℃的玻璃润滑剂，其主要成分 SiO_2 、 B_2O_3 、 NaO_2 ，次要成分为 CaO 、 MgO 、 Al_2O_3 、 TiCo_3 等）组成，灌入绝热棉平面小孔的双粘结剂呈凹凸不平状（如篦齿形的片条状）的不连续分布（粘合在绝热棉正面的双粘结剂不能铺满绝热棉的整个正面），绝热棉正面双粘结剂的面积之和 S_1 与绝热棉正面总面积 S_2 的比例关系是， $S_1:S_2=0.50\sim 0.85$ 。

可粘贴绝热棉的制造方法如下：（1）将室温粘结剂（羧甲基纤维素）、高温粘结剂（粉状玻璃润滑剂）按（35~25）：（65~75）=3：7 的重量比例，均匀混合；室温粘结剂、高温粘结剂加水充分搅拌成双粘结剂，双粘结剂呈粘稠状（室温下粘度 30~100P）。（2）将卷曲的绝热棉展开，用硬物在绝热棉正面开戳孔洞，在绝热棉平面的整个正面设置平行、交叉状间隔分布的小孔，直径 8mm，深度 $H_1=10\text{mm}$ （小于绝热棉的厚度 $H_2=13\text{mm}$ ，保留 3mm 厚度的绝热棉不被戳穿），相邻小孔的邻间距 $L=35\sim 50\text{mm}$ 。（3）将均匀混合的双粘结剂浇灌在绝热棉正面的小孔内；浇灌时，双粘结剂的浇注量是：灌满小孔，并略有溢出，溢出高度 2~3mm（小于 5mm）；并从厚度方向深入绝热棉中，与绝热棉平面的背面保持 2mm 以上的距离；粘合在绝热棉正面的双粘结剂不能铺满绝热棉的整个正面，绝热棉正面双粘结剂的面积之和 S_1 与绝热棉正面总面积 S_2 的比例关系是 $S_1:S_2=0.60$ ；将溢出小孔的双粘结剂刮成片条状，并呈篦齿形。（4）浇灌双粘结剂的绝热棉在烘烤机上烘干后，卷成一捆（便于运输），用于 800~1250℃温度的合金锭坯锻造热加工的保温材料。

应用一：采用可粘贴绝热棉，在 2000 吨快锻机（3000 吨油压机）上，对难变形高温合金进行保温锻造，取得优异效果。包括 GH742 合金、GH586 合金、GH698 合金、Udimet 720 合金等难变形高温合金经锻造后，其中采用自由锻极难成形的 GH742 合金从 $\phi 500$ 毫米锭多火锻至 $\phi 200\text{mm}$ 棒材，充分解决了 GH742 等合金的锻造裂纹难题，作业率提高一倍以上，一火变形量可达 50%以上，取得该合金锻造的历史性突破。

应用二：采用可粘贴绝热棉，应用 4500 吨快锻机，在国内首次锻制成功用于制造重型燃汽轮机、直径超过 2 米的 GH2674 高温合金大型涡轮盘盘件毛坯，以及直径超过 2 米的 $\sigma \pi 609$ 耐热不锈钢压气机盘盘件毛坯，其盘件毛坯的末火锻造时间长达 30 分钟，终锻温度仍可达约 850℃，显示出采用可粘贴绝热棉进行保温锻造的魅力（原拟委托国外 5 万吨水压机锻造，但加工费用昂贵，进度难以保证）。

应用三：采用可粘贴绝热棉，锻造或热轧 GH2674 合金、GH2132 合金、R26 合金、GH4145 合金等大环件获得成功。

应用四：采用可粘贴绝热棉，锻制 GH4169 合金材料，实现材料的细晶化及 δ 相球化获得成功。

实施本发明提供的可粘贴绝热棉，用于难变形高温合金有效锻造（一火锻造或多火锻造）的保温措施，代替内层绝热棉、外层不锈钢板的复合包套保温技术，可以即时粘贴在（炽热）合金锭坯（或钢坯）的表面，具有工艺简化、可操作性强的特点，解决了复合包套保温材料制作成本高、工序繁琐、适用范围窄（仅适用于一火锻造）的技术问题，实现了难变形高温合金有效锻造的规模化工业生产，提高了生产效能，降低了锻造成本，同时合金锻造质量大大提高（由于合金锭坯与保温材料之间不存在间隙，锻造变形过程中的钢坯形状控制容易、方便，合金质量优。），满足用户和市场需要。

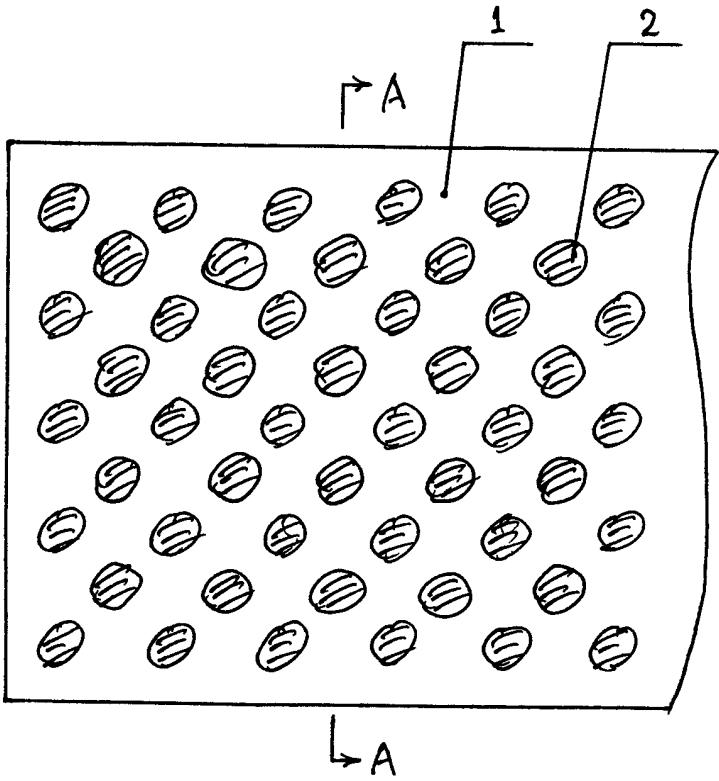


图 1

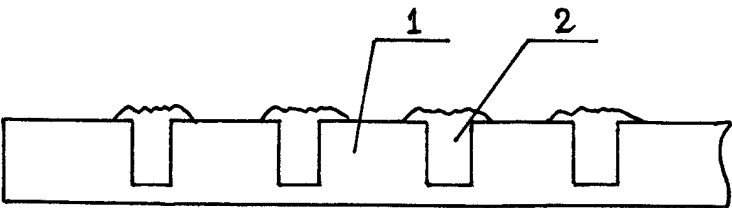


图 2

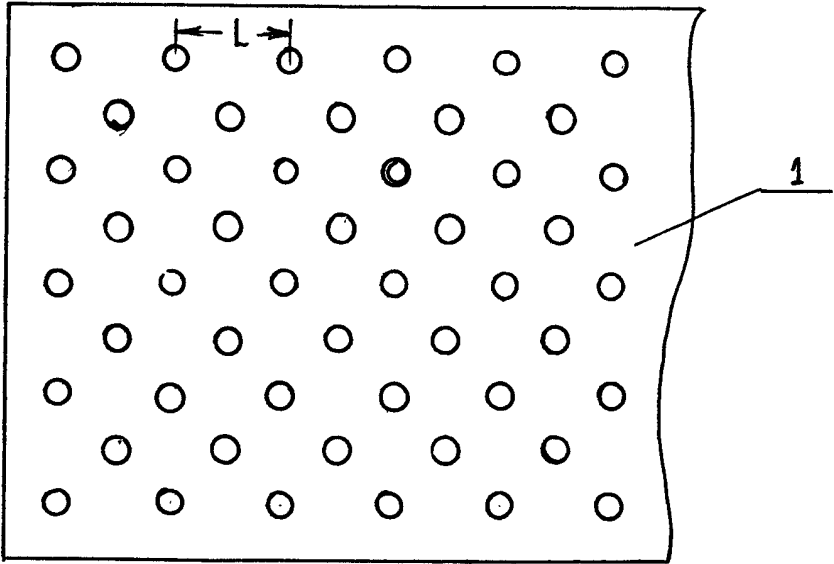


图 3

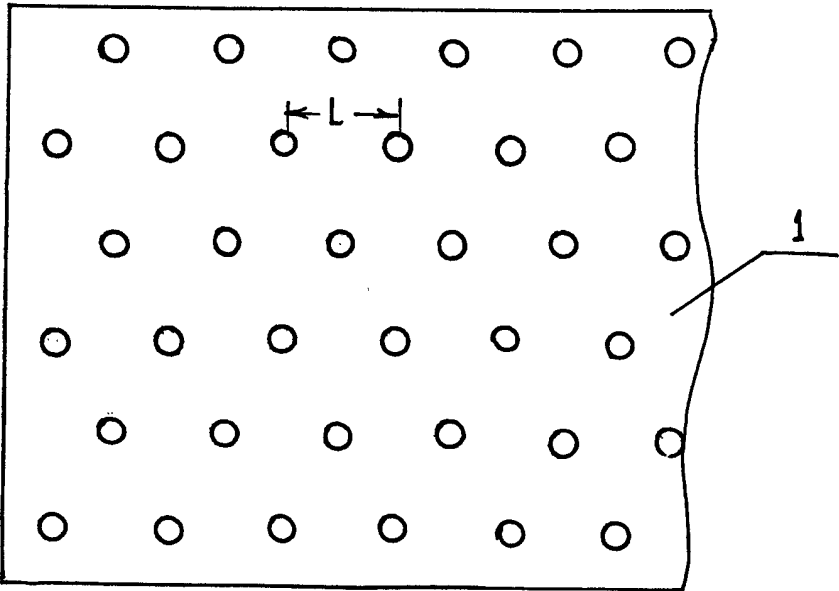


图 4

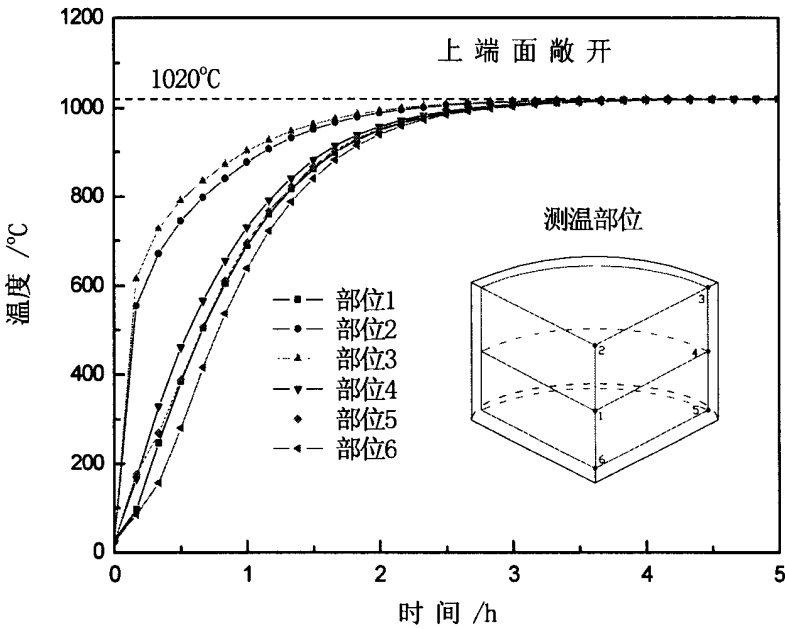


图 5

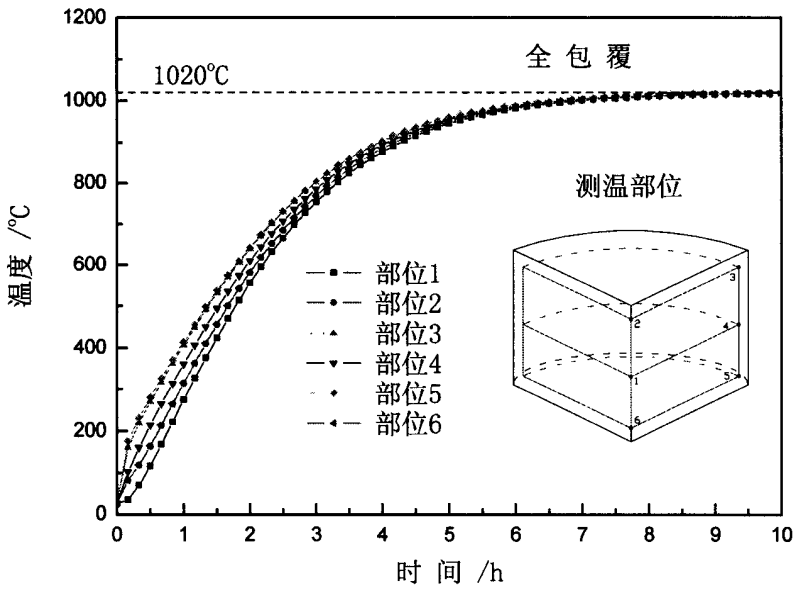


图 6