



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106191390 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(21)申请号 201610784977.6

(22)申请日 2016.08.31

(71)申请人 内蒙古科技大学

地址 014000 内蒙古自治区包头市昆都仑  
区阿尔丁大街7号

(72)发明人 李岩 定巍 龚志华

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

代理人 李娜

(51)Int.Cl.

C21D 1/18(2006.01)

C22C 38/04(2006.01)

C22C 38/02(2006.01)

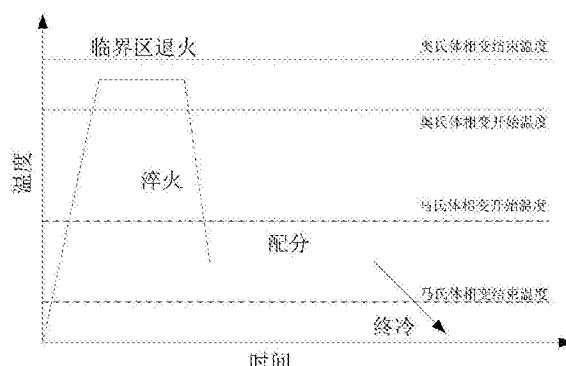
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种中锰TRIP钢及其制备方法

(57)摘要

本发明提供一种中锰TRIP钢及其制备方法。本发明以中锰冷轧钢为原料，成本低，采用临界区保温、淬火冷却和配分工艺来实现最终产品的性能，利用连续退火生产线中的过时效段来控制中锰钢的组织，确保在较短临界退火时间下，提高组织中的残余奥氏体体积分数，从而在保证产品的力学性能的同时尽可能的降低成本；同时该钢性能稳定，工艺波动对性能影响不大，有利于工业化生产；制备得到的中锰TRIP钢具有高的强度，高的延伸率，成形性能好，可广泛应用于B柱加强板等加强结构件中以增加整车碰撞安全性，并达到减重、减排效果。



1. 一种中锰TRIP钢的制备方法,包括以下步骤:
  - (1)将中锰冷轧钢板加热至临界区温度,保温1~15min,淬火冷却得到淬火钢;
  - (2)将所述步骤(1)得到的淬火钢加热至配分温度,保温,配分冷却得到中锰TRIP钢。
2. 根据权利要求1所述的制备方法,其特征在于,所述中锰冷轧钢板包括以下质量含量的组分:C 0.1~0.3wt%,Si 0.5~3wt%,Mn 3~10wt%和余量的Fe。
3. 根据权利要求1所述的制备方法,其特征在于,所述步骤(1)中加热的升温速率为2~20°C/s。
4. 根据权利要求3所述的制备方法,其特征在于,所述步骤(1)中的临界区温度为650~700°C。
5. 根据权利要求4所述的制备方法,其特征在于,所述步骤(1)中的淬火冷却的速率高于马氏体相变的临界冷速。
6. 根据权利要求5所述的制备方法,其特征在于,所述步骤(1)中淬火冷却的终止温度为200~300°C。
7. 根据权利要求1所述的制备方法,其特征在于,所述步骤(2)中的配分温度为250~400°C。
8. 根据权利要求7所述的制备方法,其特征在于,所述步骤(2)中保温的时间为5~10min。
9. 根据权利要求8所述的制备方法,其特征在于,所述步骤(2)中配分冷却的速率为5~10°C/s。
10. 权利要求1~9任意一项所述制备方法制备的中锰TRIP钢,微观组织包括铁素体、回火马氏体和残余奥氏体。

## 一种中锰TRIP钢及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属材料技术领域,特别涉及一种中锰TRIP钢及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 高强度高塑性是汽车薄板一直追求的性能目标,特别是汽车轻量化和安全性要求的提高,要求汽车结构件用钢具有高强塑积。第一代汽车用钢的强塑积在 $10\sim20\text{GPa}\cdot\%$ 的水平,已经不能满足汽车工业未来发展对轻量化和高安全的双重要求;第二代汽车用钢的抗拉强度可达 $800\sim1000\text{MPa}$ ,强塑积达到了 $60\text{GPa}\cdot\%$ ,但是第二代汽车用钢添加了大量的合金元素,使其成本较高。过去几十年,先进高强汽车用钢在经历了第一代和第二代发展之后,近些年第三代先进高强汽车用钢的概念被提出。第三代先进高强汽车用钢的特点是低成本和高强塑积:成本接近第一代先进高强汽车用钢而性能接近第二代先进高强汽车用钢。

[0003] 中锰TRIP钢是第三代先进高强汽车用钢的典型代表,通过Mn元素的适量添加与合理的工艺参数的控制来获得具有一定组分配比的组织结构,利用TRIP效应同时获得高强度和高塑性。中锰TRIP钢优良的力学性能源自于其铁素体+残余奥氏体的组织构成,为了获得这一组织,可以采用临界区退火的方式来实现。目前基于冷轧板实现临界区退火的生产方式主要有两种:罩式退火和连续退火。

[0004] 罩式退火以冷轧板为原料,直接进行临界区保温退火,力学性能优异,强塑积高,但是罩式退火保温时间很长,一般在1小时以上,生产效率相对偏低。

[0005] 连续退火以冷轧板为原料,直接进行临界区退火,保温时间短,速度快,效率高。但由于临界区保温时间非常短,一般不超过10分钟甚至更短,而中锰钢在临界区奥氏体化过程中所发生的马氏体→奥氏体相变进程主要受锰扩散控制,由于锰扩散相对较慢,需要长时间才能达到平衡状态,因此,临界区退火时间短会影响临界区逆转奥氏体的体积分数,导致最终组织中残留奥氏体偏少,从而降低延伸率。

[0006] 理论上,增加临界退火温度可以提高马氏体→奥氏体相变进程速度,但是会存在以下几个问题:首先从热力学平衡角度来看,虽然提高临界退火温度可以增加逆转奥氏体的体积分数,但是会导致逆转奥氏体中碳和锰的含量降低,从而在随后的冷却过程中发生马氏体相变,导致组织中残余奥氏体减少,延伸率下降;此外,相变动力学角度来看,虽然提高临界退火温度可以在较短的临界退火时间下获得所需要的逆转奥氏体量,但是由于受锰扩散速度的影响,逆转奥氏体的成分不均匀,部分奥氏体内锰含量偏低,容易在随后的冷却过程中发生马氏体相变,导致最终组织中的残留奥氏体减少。因此,连续退火生产线临界区退火时间短导致的中锰TRIP钢性能上的不足也不能通过提高退火温度来弥补。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种中锰TRIP钢及其制备方法。本发明提供的中锰TRIP钢的制备方法热处理过程的临界区保温时间短,可以适用于连续退火生产线,制备得到的中

锰TRIP钢具有较高的延伸率和高强塑积。

[0008] 本发明提供了一种中锰TRIP钢的制备方法,包括以下步骤:

[0009] (1)将中锰冷轧钢板加热至临界区温度,保温1~15min,淬火冷却得到淬火钢;

[0010] (2)将所述步骤(1)得到的淬火钢加热至配分温度,保温,配分冷却得到中锰TRIP钢。

[0011] 优选的,所述中锰冷轧钢板包括以下质量含量的组分:C 0.1~0.3wt%,Si 0.5~3wt%,Mn 3~10wt%和余量的Fe。

[0012] 优选的,所述步骤(1)中加热的升温速率为2~20°C/s。

[0013] 优选的,所述步骤(1)中的临界区温度为650~700°C。

[0014] 优选的,所述步骤(1)中的淬火冷却的速率高于马氏体相变的临界冷速。

[0015] 优选的,所述步骤(1)中淬火冷却的终止温度为200~300°C。

[0016] 优选的,所述步骤(2)中的配分温度为250~400°C。

[0017] 优选的,所述步骤(2)中保温的时间为5~10min。

[0018] 优选的,所述步骤(2)中配分冷却的速率为5~10°C/s。

[0019] 本发明还提供了上述技术方案所述制备方法制备的中锰TRIP钢,微观组织包括铁素体、回火马氏体和残余奥氏体。

[0020] 本发明以中锰冷轧钢为原料,减少合金成分的含量,成本低,采用临界区保温、淬火冷却和配分工艺来实现最终产品的性能,利用连续退火生产线中的过时效段来控制中锰钢的组织,确保在较短临界退火时间下,提高组织中的残余奥氏体体积分数,从而在保证产品的力学性能的同时尽可能的降低成本;同时该钢性能稳定,工艺波动对性能影响不大,有利于工业化生产;制备得到的中锰TRIP钢具有较高的延伸率和高强塑积。实验结果表明,本发明提供的制备方法制备的中锰TRIP钢屈服强度可达668MPa,抗拉强度可达980MPa,延伸率可达33%,强塑积可达32340MPa • %。

## 附图说明

[0021] 图1为本发明实施例中中锰TRIP钢的热处理曲线图。

## 具体实施方式

[0022] 本发明提供了一种中锰TRIP钢的方法,包括以下步骤:

[0023] (1)将中锰冷轧钢板加热至临界区温度,保温1~15min,冷却得到淬火钢;

[0024] (2)将所述步骤(1)得到的淬火钢加热至配分温度,保温,配分冷却得到中锰TRIP钢。

[0025] 在本发明中,所述中锰冷轧钢板优选包括以下质量含量的组分:C 0.1~0.3wt%,Si 0.5~3wt%,Mn 3~10wt%和余量的Fe。在本发明中,所述C的含量更优选为0.15~0.25wt%;所述Si的含量更优选为1~2wt%;所述Mn的含量更优选为4~7wt%。在本发明中,所述中锰冷轧钢板的厚度优选为0.6~2mm,更优选为1~1.5mm。

[0026] 本发明对所述中锰冷轧钢板的来源没有特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的市售或自制中锰冷轧钢板即可。在本发明中,所述中锰冷轧钢板的制备优选包括以下步骤:

[0027] (a)将锻态中锰钢进行固溶处理,得到固溶态中锰钢;

[0028] (b) 将所述步骤(a)得到的固溶态中锰钢进行热轧, 得到中锰热轧钢;

[0029] (c) 将所述步骤(b)得到的中锰热轧钢进行卷取, 得到卷取态中锰钢;

[0030] (d) 将所述步骤(c)得到的卷取态中锰钢进行冷轧, 得到中锰冷轧钢板。

[0031] 本发明优选将锻态中锰钢进行固溶处理, 得到固溶态中锰钢。本发明对所述锻态中锰钢的来源没有特殊的限定, 采用本领域技术人员熟知的市售锻态中锰钢或自制锻态中锰钢即可。

[0032] 在本发明中, 所述固溶处理的温度优选为1150~1250℃, 更优选为1180~1220℃; 所述固溶处理的时间优选为1.5~3h, 更优选为2~2.5h。在本发明中, 所述固溶处理的温度可以保证钢中所有合金元素均固溶, 所述固溶处理的时间有利于合金元素的足够扩散, 促进合金元素的均匀化, 最终有利于组织的均匀化。

[0033] 得到固溶态中锰钢后, 本发明优选将所述固溶态中锰钢进行热轧, 得到中锰热轧钢。本发明对所述热轧的操作没有特殊的限定, 采用本领域技术人员熟知的热轧的技术方案即可。在本发明中, 所述热轧优选包括粗轧和精轧。在本发明中, 所述粗轧的开轧温度优选为1050~1180℃, 更优选为1100~1150℃。在本发明中, 所述粗轧有利于保证后续的精轧温度要求, 避免因粗轧后温度过低而导致钢坯的重新回炉加热。在本发明中, 所述精轧的终轧温度优选为850~900℃, 更优选为860~880℃。在本发明中, 如果精轧的终轧温度低于850℃以下, 会使先共析铁素体及奥氏体均沿加工方向伸长, 完成转变后形成铁素体与珠光体交替分布的带状组织形貌, 带状组织具有遗传性, 热轧带状组织严重, 冷轧后连续退火加热时奥氏体优先在带状组织晶界处形成, 并快速向珠光体长大, 在随后的冷却过程中形成带状马氏体, 导致钢板伸长率下降。

[0034] 得到中锰热轧钢后, 本发明优选将所述中锰热轧钢进行卷取, 得到卷取态中锰钢。本发明对所述卷取的操作没有特殊的限定, 采用本领域技术人员熟知的卷取的技术方案即可。本发明优选将所述中锰热轧钢冷却至卷取温度进行卷取。在本发明中, 所述冷却优选为水冷。在本发明中, 所述卷取的温度优选为500~600℃, 更优选为550~590℃; 所述卷取温度下保温的时间优选为1.5~2h, 更优选为1.6~1.8h。在本发明中, 降低卷取温度可有效提高热轧基板组织的均匀性, 使热轧基板的晶粒细腻均匀, 从而改善热轧带状组织, 进而减小冷轧再结晶晶粒尺寸, 使得冷轧退火组织更加均匀。

[0035] 为去除热轧和卷取过程中产生的氧化物和杂质, 本发明优选对得到的卷取态中锰钢进行酸洗。本发明对所述酸洗的操作没有特殊的限定, 采用本领域技术人员熟知的酸洗的技术方案即可。在本发明中, 所述酸洗的洗涤剂优选为硫酸、盐酸和磷酸溶液中的一种或多种; 所述洗涤剂的体积浓度优选为10~80%, 更优选为25~50%。在本发明中, 所述酸洗的次数优选为1~3次。

[0036] 得到卷取态中锰钢后, 本发明优选将所述卷取态中锰钢进行冷轧, 得到中锰冷轧钢板。本发明对所述冷轧的操作没有特殊的限定, 采用领域技术人员熟知的冷轧的技术方案即可。在本发明中, 所述冷轧的道次优选为6~8次; 所述冷轧的总变形量优选为60~80%, 更优选为65~75%。

[0037] 本发明提供的中锰TRIP钢的热处理曲线图优选如图1所示。在本发明中, 所述热处理优选包括临界区保温、淬火冷却、配分温度保温和配分冷却过程。

[0038] 本发明将中锰冷轧钢板加热至临界区温度, 保温1~15min, 淬火冷却得到淬火钢。

在本发明中，所述加热至临界温度的升温速率优选为 $2\sim20^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ，更优选为 $5\sim15^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ，最优选为 $8\sim12^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。在本发明中，所述临界区温度优选为 $650\sim700^{\circ}\text{C}$ ，更优选为 $660\sim690^{\circ}\text{C}$ ，最优选为 $670\sim680^{\circ}\text{C}$ 。在本发明中，所述临界区保温的时间优选为 $2\sim10\text{min}$ ，更优选为 $3\sim5\text{min}$ 。本发明对所述加热至临界区温度的加热方式没有特殊的限定，采用本领域技术人员熟知的热处理加热方式即可。在本发明中，所述加热优选在连续退火生产线上进行。

[0039] 本发明对所述淬火冷却的方式没有特殊的限定，采用本领域技术人员熟知的淬火冷却的技术方案即可。在本发明中，所述淬火冷却优选为气雾冷却。在本发明中，所述淬火冷却的速率优选高于马氏体相变的临界冷速，更优选为不低于 $20^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ，最优选为 $25\sim50^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。在本发明中，所述淬火冷却的终止温度优选为 $200\sim300^{\circ}\text{C}$ ，更优选为 $220\sim280^{\circ}\text{C}$ ，最优选为 $240\sim250^{\circ}\text{C}$ 。在本发明中，所述淬火冷却的终止温度可以使淬火钢中保留适量的残余奥氏体，既能避免淬火冷却终止温度过高使残留的奥氏体量过大，降低其稳定性，在最后冷却过程中发生马氏体相变，又可以避免淬火冷却终止温度过低导致后续配分过程中C的扩散速度慢，增加配分的时间。

[0040] 得到淬火钢后，本发明将所述淬火钢加热至配分温度，保温，配分冷却得到中锰TRIP钢。在本发明中，所述配分温度优选为 $250\sim400^{\circ}\text{C}$ ，更优选为 $280\sim350^{\circ}\text{C}$ ，最优选为 $300\sim320^{\circ}\text{C}$ 。在本发明中，所述配分温度优选高于淬火冷却的终止温度。在本发明中，所述配分过程中，马氏体中的C配分到残余奥氏体中，使得在淬火冷却过程中没有发生马氏体相变的那一部分残余奥氏体在最后的冷却过程中保留下来，进而提高了最终组织中的奥氏体体积分数，从而提高延伸率。

[0041] 在本发明中，所述加热至配分温度的升温速率优选为 $3\sim10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ，更优选为 $5\sim7^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。在本发明中，所述配分温度下保温的时间优选为 $5\sim10\text{min}$ ，更优选为 $6\sim8\text{min}$ 。

[0042] 本发明对所述配分冷却的方式没有特殊的限定，采用本领域技术人员熟知的配分冷却的技术方案即可。在本发明中，所述冷却优选为气冷。在本发明中，所述配分冷却的速率优选为 $5\sim10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ，更优选为 $6\sim8^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。

[0043] 本发明还提供了上述技术方案所述制备方法制备的中锰TRIP钢，微观组织包括铁素体、回火马氏体和残余奥氏体。在本发明中，所述铁素体的体积分数优选为 $45\sim65\%$ ，更优选为 $50\sim60\%$ ；所述回火马氏体的体积分数优选为 $5\sim20\%$ ，更优选为 $10\sim15\%$ ；所述残余奥氏体的体积分数优选为 $15\sim35\%$ ，更优选为 $20\sim30\%$ ，最优选为 $23\sim26\%$ 。

[0044] 本发明提供的制备方法采用临界区保温、淬火冷却和配分工艺来实现最终产品的性能，利用连续退火生产线中的过时效段来控制中锰钢的组织，确保在较短临界退火时间下，提高组织中的残余奥氏体体积分数，从而在保证产品的力学性能的同时尽可能的降低成本；同时该钢性能稳定，工艺波动对性能影响不大，有利于工业化生产。本发明提供的中锰TRIP钢由于具有高的强度，高的延伸率，成形性能好，可广泛应用于B柱加强板等加强结构件中以增加整车碰撞安全性，并达到减重、减排效果。

[0045] 为了进一步说明本发明，下面结合实施例对本发明提供的中锰TRIP钢及其制备方法进行详细地描述，但不能将它们理解为对本发明保护范围的限定。

[0046] 对比例1：

[0047] 各组分按重量百分数计为：C:0.18%；Mn:5.3%；Si:1.3%；其余为Fe和其它不可避免杂质。

- [0048] 按照上述成分,采用50kg真空感应炉冶炼,并锻造成小方坯(钢坯);  
[0049] 将钢坯随炉加热至1250℃,并且保温1.5h。  
[0050] 随后在热轧机上轧制,粗轧开轧温度控制在1050℃,精轧终轧温度控制在900℃;  
[0051] 水冷至卷取温度,卷取温度控制在550℃,并保温1.5小时;  
[0052] 热轧后的钢板经过酸洗,冷轧制成厚度为0.6~2.0mm的冷硬板,然后进行热处理;  
[0053] 将上述冷硬板以15℃/s的加热速度将该冷硬板加热到700℃,并等温保持2分钟;  
[0054] 随后冷却到室温,即获得连续退火工艺下的中锰TRIP钢。  
[0055] 对本对比例制备的中锰TRIP钢进行力学性能测试,结果如下:屈服强度Rp<sub>0.2</sub>=867.00MPa,抗拉强度R<sub>m</sub>=1190.00MPa,延伸率A<sub>50mm</sub>=20.00%,强塑积=23800.00MPa·%。  
[0056] 对比例2:  
[0057] 各组分按重量百分数计为:C:0.19%;Mn:4.9%;Si:1.0%;其余为Fe和其它不可避免杂质;  
[0058] 按照上述成分,采用50kg真空感应炉冶炼,并锻造成小方坯(钢坯);  
[0059] 将钢坯随炉加热至1150℃,并且保温3h;  
[0060] 随后在热轧机上轧制,粗轧开轧温度控制在1150℃,精轧终轧温度控制在880℃;  
[0061] 水冷至卷取温度,卷取温度控制在550℃,并保温2小时;  
[0062] 热轧后的钢板经过酸洗,冷轧制成厚度为0.6~2.0mm的冷硬板,然后进行热处理;  
[0063] 将上述冷硬板以15℃/s的加热速度将该冷硬板加热到650℃,并等温保持10分钟;  
[0064] 随后冷却到室温,即获得连续退火工艺下的中锰TRIP钢。  
[0065] 对本对比例制备的中锰TRIP钢进行力学性能测试,结果如下:屈服强度Rp<sub>0.2</sub>=870.00MPa,抗拉强度R<sub>m</sub>=935.00MPa,延伸率A<sub>50mm</sub>=28.00%,强塑积=26180.00MPa·%。  
[0066] 实施例1:  
[0067] 其各组分按重量百分数计为:C:0.21%;Mn:4.8%;Si:1.4%;其余为Fe和其它不可避免杂质。  
[0068] 按照上述成分,采用50kg真空感应炉冶炼,并锻造成小方坯(钢坯),将钢坯随炉加热至1200℃,并且保温2h;  
[0069] 随后在热轧机上轧制,粗轧开轧温度控制在1100℃,精轧终轧温度控制在880℃;  
[0070] 水冷至卷取温度,卷取温度控制在550℃,并保温2小时;  
[0071] 热轧后的钢板经过酸洗,冷轧制成厚度为1mm的冷硬板;  
[0072] 将上述冷硬板以10℃/s的加热速度将该冷硬板加热到675℃,并等温保持5分钟;  
[0073] 随后快冷(>20℃/s)到250℃,等温10秒;  
[0074] 随后加热到配分温度325℃,等温8min;  
[0075] 然后冷却到室温,即可以得到中锰TRIP钢。  
[0076] 对本实施例制备的中锰TRIP钢进行力学性能测试,结果如下:屈服强度Rp<sub>0.2</sub>=654.00MPa,抗拉强度R<sub>m</sub>=1100.00MPa,延伸率A<sub>50mm</sub>=29.00%,强塑积=31900.00MPa·%,屈强比均在0.6以下的低范围内。  
[0077] 实施例2:  
[0078] 各组分按重量百分数计为:C:0.18%;Mn:5.3%;Si:1.3%;其余为Fe和其它不可避免杂质。

- [0079] 按照上述成分,采用50kg真空感应炉冶炼,并锻造成小方坯(钢坯);  
[0080] 将钢坯随炉加热至1150℃,并且保温3h。  
[0081] 随后在热轧机上轧制,粗轧开轧温度控制在1050℃,精轧终轧温度控制在850℃;  
[0082] 水冷至卷取温度,卷取温度控制在600℃,并保温1.5小时;  
[0083] 热轧后的钢板经过酸洗,冷轧制成厚度为2.0mm的冷硬板,然后进行热处理;  
[0084] 将上述冷硬板以15℃/s的加热速度将该冷硬板加热到700℃,并等温保持2分钟;  
[0085] 随后快冷(>20℃/s)到280℃,等温10秒;  
[0086] 随后加热到配分温度350℃,等温6min;  
[0087] 然后冷却到室温,即可以得到中锰TRIP钢。  
[0088] 对本实施例制备的TRIP钢进行力学性能测试,结果如下:屈服强度 $R_{p0.2}=623.00\text{ MPa}$ ,抗拉强度 $R_m=1030.00\text{ MPa}$ ,延伸率 $A_{50\text{mm}}=30.00\%$ ,强塑积=30900.00 $\text{MPa}\cdot\%$ ,屈强比均在0.6以下的低范围内。  
[0089] 实施例3:  
[0090] 各组分按重量百分数计为:C:0.15%;Mn:4.5%;Si:1.5%;其余为Fe和其它不可避免杂质;  
[0091] 按照上述成分,采用50kg真空感应炉冶炼,并锻造成小方坯(钢坯);  
[0092] 将钢坯随炉加热至1250℃,并且保温3h。  
[0093] 随后在热轧机上轧制,粗轧开轧温度控制在1050℃,精轧终轧温度控制在900℃;  
[0094] 水冷至卷取温度,卷取温度控制在500,并保温2小时;  
[0095] 热轧后的钢板经过酸洗,冷轧制成厚度为0.6~2.0mm的冷硬板,然后进行热处理;  
[0096] 将上述冷硬板以15℃/s的加热速度将该冷硬板加热到650℃,并等温保持5分钟;  
[0097] 随后快冷(>20℃/s)到240℃,等温10秒;  
[0098] 随后加热到配分温度300℃,等温10min;  
[0099] 然后冷却到室温,即可以得到中锰TRIP钢。  
[0100] 对本实施例制备的TRIP钢退火进行力学性能测试,结果如下:屈服强度 $R_{p0.2}=668.00\text{ MPa}$ ,抗拉强度 $R_m=980.00\text{ MPa}$ ,延伸率 $A_{50\text{mm}}=33.00\%$ ,强塑积=32340.00 $\text{MPa}\cdot\%$ 。  
[0101] 由以上实施例可以看出,本发明提供的中锰TRIP钢具有高的强度,高的延伸率和强塑积。  
[0102] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,并非对本发明作任何形式上的限制。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

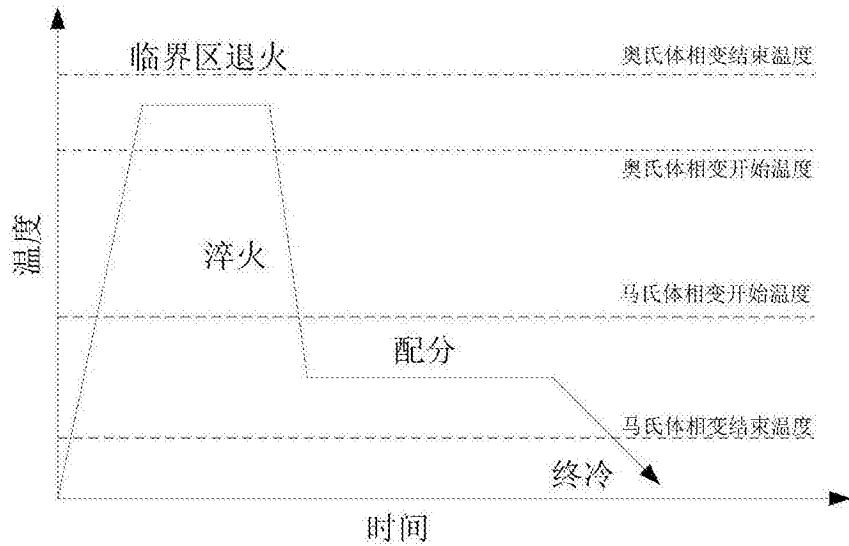


图1