



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1906314 B

(45) 授权公告日 2011.05.04

(21) 申请号 200580001969.X

(22) 申请日 2005.01.07

(30) 优先权数据

004358/2004 2004.01.09 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.07.05

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2005/000427 2005.01.07

(87) PCT申请的公布数据

W02005/066377 EN 2005.07.21

(73) 专利权人 新日本制铁株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 小野寺纪昭 佐藤琢也 上田正治

藤田和夫 小林玲

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王永建

(51) Int. Cl.

G21D 9/06 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 55-2768 A, 1980.01.10, 摘要.

JP 59-31824 A, 1984.02.21, 权利要求 1, 说明书 5-7 段.

JP 60-251221 A, 1985.12.11, 摘要, 权利要求 1-4.

审查员 吴琛琛

权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 1 页

(54) 发明名称

钢轨制造方法

(57) 摘要

提供了一种钢轨制造方法, 其中将钢坯热轧成钢轨形状并将钢轨冷却到室温。至少在表面温度处于 800℃ 和 400℃ 之间的冷却期间可对钢轨的脚部进行机械约束, 以改善钢轨的平直度。在后续的冷却过程中, 至少在钢轨的脚部的表面温度处于 400℃ 和 250℃ 之间时, 将钢轨保持在直立状态, 并在不采用隔热或加速冷却的情况下进行自然冷却。

1. 一种钢轨制造方法,包括:

a) 将钢坯热轧成高温钢轨的形状;以及

b) 在步骤(a)之后,将该高温钢轨冷却到室温,其特征在于,

当该钢轨的头部的表面温度处于 400℃至 250℃的温度范围时,该钢轨被保持在直立状态,并且在所述温度范围内,在冷床上对该钢轨进行自然冷却;其中

能够通过钢轨自身的重量控制钢轨在竖直方向上的弯曲。

2. 根据权利要求1所述的钢轨制造方法,其特征在于,该钢轨被保持在直立状态,直到该钢轨的脚部的表面温度达到 800℃至 400℃的温度范围,同时将该钢轨的脚部机械地约束在冷床上。

3. 根据权利要求1或2所述的钢轨制造方法,其特征在于,

步骤(b)包括:在机械地约束该钢轨的脚部并将该钢轨保持在直立状态的同时,以每秒 1℃至每秒 20℃的速度对该钢轨的头部和脚部实施加速冷却,其中该加速冷却被实施,直到(i)至少该头部的表面温度达到 550℃至 450℃的温度范围,或(ii)该钢轨的脚部的表面温度达到 500℃至 450℃的温度范围。

4. 根据权利要求3所述的钢轨制造方法,其特征在于,开始该加速冷却时的该钢轨的头部的表面温度或开始该加速冷却时的该钢轨的脚部的表面温度为该钢轨的组织为奥氏体时的温度。

5. 根据权利要求1或2所述的钢轨制造方法,其特征在于,在步骤(a)之后,该钢轨被保持在直立状态,直到达到室温。

6. 根据权利要求5所述的钢轨制造方法,其特征在于,在步骤(a)之后,在输送已经被置于直立状态的钢轨期间,在线地测量该钢轨的横截面形状。

7. 根据权利要求6所述的钢轨制造方法,其特征在于,该钢轨的长度在 80 米和 250 米之间。

钢轨制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种钢轨制造方法以及一种减小在对热轧钢轨形状进行冷却之后所发生的弯曲的冷却方法。

[0002] 本申请要求享有 2004 年 1 月 9 日提交的在先日本未审专利申请公开 No. 2004-004358 的优先权,并且该在先申请的全部内容以参考的方式结合于此。

背景技术

[0003] 通常,用于铁路上的钢轨(或称铁轨)通过加热钢坯(或坯料段)并将其热轧成特定形状而成形,并且随后,在根据期望的机械性能进行热处理之后,其被冷却到室温。接着,在进行矫正之后,可进行特定的检查并且钢轨成为成品。热处理根据需要进行,并且存在着省略这些操作的情况。

[0004] 在上述钢轨制造方法中,通常在钢轨横向放置的情况下进行热轧过程。在不进行热处理时,钢轨以其侧面被输送到冷床(或冷却床),并在此被冷却。

[0005] 然而,由于当处于直立状态时沿高度方向钢轨的横截面形状不对称,在热轧之后的冷却过程期间,沿高度方向会产生弯曲度(这里,我们称之为在钢轨处于直立状态时由高度方向上的弯曲产生的高度方向上的弯曲度,以及宽度方向上的弯曲所产生的横向上的弯曲度)。在常规操作方法中,由于高度方向上的弯曲可能增大并且钢轨易于变得不平衡和倾倒,这导致了钢轨的正常输送、将钢轨放置在冷床中以及在将钢轨从冷床中撤回中的困难。因此,从尽量防止这种不平衡状态的角度考虑,在多数上述制造工艺中,钢轨以侧面进行处理和输送。然而,在利用空气或水雾对钢轨进行快速冷却时,这种冷却操作在钢轨处于直立状态时进行,但是如日本未审专利申请公开 S62-13528 中所述,热处理通常在钢轨处于直立状态时进行,并且因此,钢轨横向地布置直到其到达冷床为止。

[0006] 在将钢轨以侧面放置并将其以该方式冷却时(即通过使热量自然散失而没有强制冷却),钢轨更易于弯曲,因为钢轨在高度方向上没有限制。而且,由于在钢轨最靠近冷床的侧面和相对侧面之间出现温差,也会在宽度方向上发生弯曲。

[0007] 在这种制造工艺结束时对这种钢轨弯曲度进行矫正,由此已经出现弯曲度的钢轨被放置在具有呈之字形布置的辊的矫直机上,并且根据需要进行进一步的压制操作。然而,由于如果弯曲度很大则这种矫正处理需要大量的时间,这将导致生产率的降低或制造成本的增加。而且,对于用于最近需求的高速铁路中的钢轨而言,由于这些钢轨要求特别高水平的平直度,可能会出现通过压制矫正不能充分矫正弯曲度的情况,从而导致产量的降低。

[0008] 作为控制冷床上的弯曲度的方法,已经公开了以下类型的技术。

[0009] 首先,在日本未审专利申请公开 H05-076921 中公开了一种方法,其中高温钢轨在冷床上从侧面进行冷却,并且装载在冷床内的钢轨的两端发生弯曲,以致于钢轨的头部朝着弯曲部的外侧移动。而且,在日本未审专利申请公开 H09-168814 中公开了一种方法,其中在冷床上使用移动器和制动器,以弯曲横向钢轨,从而使得其在冷却之后是平直的。

[0010] 然而,在这些方法中,难以调节钢轨两端的这种弯曲程度和弯曲形状,并且不能严

格地控制这种弯曲度。而且,可能难以在钢轨的宽度方向上控制该弯曲度。

[0011] 在日本未审专利申请公开 S59-031824 中公开了一种方法,其中通过将钢轨设置在直立状态、将钢轨的底部隔热以及将钢轨脚部的冷却速度与钢轨头部的冷却速度同步来防止钢轨在冷却过程期间的弯曲。通过这种方法,减小了钢轨的弯曲度,但是难以选择隔热材料,以使钢轨的脚部与头部的冷却速度同步,并且资本投资可能会增加。而且,冷却所需的时间将很可能由于这种为降低冷却速度采取的隔热措施而增大,从而导致生产率的降低。

[0012] 另外,当在多个钢轨上进行上述类型的隔热时,如果所有钢轨的冷却条件均相同,则具有矫直钢轨的效果,但是如果不同尺寸的钢轨在冷却过程中混合在一起,则每个钢轨的冷却条件可能不同,从而导致弯曲度并未减小的钢轨。而且,由于冷却过程所需的时间会增多,存在足够的时间发生材料的膨胀和收缩,从而导致实际上弯曲度可能增大的情况。

发明内容

[0013] 本发明的示例性实施例试图解决现有技术中的上述不足,并提供了一种简单且可以降低冷却后的弯曲程度的钢轨制造方法。

[0014] 例如,本发明提供了一种钢轨制造方法,其中将钢坯热轧成钢轨形状,并且在热轧之后将高温钢轨冷却到室温。在该钢轨制造方法的一个示例性实施例中,当该钢轨的头部的表面温度处于 400℃ 至 250℃ 的温度范围时,钢轨被保持在直立状态,并且在所述温度范围内,在冷床上对钢轨进行自然冷却,其中可以通过钢轨自身的重量控制钢轨在竖直方向上的弯曲。

[0015] 在一种钢轨制造方法中,钢坯可被热轧成钢轨形状,并且其中在热轧之后,将高温钢轨冷却到室温。钢轨不仅可被保持在直立状态,直到钢轨头部的表面温度达到 800℃ 至 400℃ 的温度范围,而且还可以机械地约束钢轨的脚部。

[0016] 在机械地约束钢轨的脚部并且同时将钢轨保持在直立状态的情况下,优选地以每秒 1℃ 至每秒 20℃ 的速度对钢轨的头部和脚部实施加速冷却,至少直到钢轨的头部的表面温度达到 550℃ 至 450℃ 的温度范围,或者直到钢轨的脚部的表面温度达到 500℃ 至 450℃ 的温度范围。

[0017] 根据本发明的另一示例性实施例,优选地,开始加速冷却时的钢轨的头部的表面温度或开始加速冷却时的钢轨的脚部的表面温度为钢轨组织为奥氏体时的温度。

[0018] 优选地,在热轧之后,将钢轨保持在直立状态,直到其达到室温。还优选地,在热轧之后在输送期间将钢轨置于直立状态,并在线地测量钢轨的横截面形状。此外,优选地,钢轨的长度在 80 米至 250 米的范围内。

[0019] 根据本发明的钢轨制造方法的又一示例性实施例,通过在不使用隔热或加速冷却的情况下自然地冷却保持在直立状态的钢轨直到钢轨的头部的表面温度达到 400℃ 至 250℃ 的温度范围,可以通过钢轨自身的重量控制钢轨在高度方向上的弯曲。因此,可以在无需事先进行变形操作以防止常规弯曲的情况下防止钢轨在高度方向上的弯曲。此外,由于钢轨的边缘均不与冷床接触,两侧以相同的方式释放热量,并且由于在钢轨的宽度方向上未产生温度梯度(钢轨的两个侧面之间没有温度差),可以控制钢轨在宽度方向上的弯曲度。

[0020] 通过在不隔热的情況下自然地冷却钢轨,无需进行隔热材料的选择,并且无需对于隔热材料的资本支出。此外,与包括隔热的工艺相比,可以缩短冷却所需的时间。

[0021] 此外,通过在不进行加速冷却的情况下自然地冷却钢轨,与加速冷却操作相比,更难以在金属组织内出现异常组织,并且因此冷却之后的金属性能很稳定。

[0022] 另外,由于可以减小钢轨在冷却到室温时的弯曲度,可以事先防止随后的运输操作期间可能出现的任何问题,例如不平衡和倾倒。

[0023] 根据本发明的钢轨制造方法的再一示例性实施例,通过机械地约束钢轨的脚部以及将其保持在直立状态直到钢轨的头部的表面温度达到 800℃至 400℃的温度范围,钢轨的平直度可通过由于钢轨的头部和脚部之间的温度梯度所产生的热膨胀和收缩差所引起的应力来维持,并且因此可以控制钢轨在高度方向上的弯曲。因此,可以在无需事先进行变形操作以防止常规弯曲的情况下防止钢轨在高度方向上的弯曲。

附图说明

[0024] 图 1 示出了根据本发明的一个示例性实施例将被冷却的处于直立状态的钢轨的横截面视图。

具体实施方式

[0025] 如图 1 所示,用于铁路上的钢轨 (rail) 1 的脚部 2 的形状为板状且沿横向扩展,头部 3 是块状的,并且因此,在高温钢轨热轧之后的冷却期间,脚部 2 的冷却将比头部 3 进行得更快。因此,相应于温度降低,留在冷床上的钢轨 1 很可能在钢轨 1 的端部朝着脚部 2 一侧弯曲之后最后在头部方向 3 上弯曲(在高度方向上弯曲)。此外,在通过侧面冷却钢轨时,钢轨会由于与冷床接触的侧面和暴露的侧面之间的冷却速度差以及由于冷床的性能和结构而在宽度方向上弯曲。

[0026] 作为对防止在冷床上产生弯曲的方法进行研究的结果,本发明人发现,在将钢轨保持在直立状态的同时在无需隔热或加速冷却的情况下自然地冷却钢轨 1 直到钢轨 1 的头部 3 的表面温度达到 400℃至 250℃的温度范围是有效的。因此,可以获得通过钢轨自重对在高度方向上发生的弯曲进行弯曲度矫正的作用,以及通过钢轨 1 两侧大致相同的冷却速度而获得针对宽度方向上的弯曲的弯曲度矫正,并且因此可以改善钢轨 1 的平直度。

[0027] 选择在将钢轨 1 保持在直立状态的同时在不进行隔热或加速冷却的情况下的自然冷却温度以及容许钢轨 1 的头部 3 的表面温度达到 400℃至 250℃的温度范围的原因如下。在高于 250℃的温度范围中,通过改变钢轨 1 的位置或通过利用水进行加速冷却,由于热膨胀和收缩差异所导致的应力将使得钢的强度降低,热膨胀和收缩的差异由于头部 3 和脚部 2 之间的温度差而产生,并且因此将在已经于高温下应力软化的钢中产生弯曲。

[0028] 因此,优选地是,在此温度范围中在不隔热钢轨 1 或对其加速冷却的情况下进行自然冷却。然而,在低于 250℃的温度范围中,由于钢的强度将随着伴随热膨胀和收缩差的应力而增大,即使钢轨 1 的位置改变或者用水进行加速冷却,钢中也不会发生弯曲。在还考虑到与下述热处理之间的关系时,钢轨 1 在热轧之后被置于直立状态,并且此后在保持该状态的同时进行处理,直到达到室温,因此这对于制造设置的构造来说也是优选的。

[0029] 此外,在高于 400℃的温度范围中,即使碳钢钢轨 1 以加速方式冷却或被隔热,也

不会产生不希望的金属组织,例如马氏体。然而,在低于 400℃ 的温度范围中,如果碳钢钢轨 1 以加速方式冷却或被隔热,钢轨中可能会产生不希望出现的金属组织,例如马氏体。因此,优选地,在该温度范围中,冷却自然地进行,并且钢轨 1 不隔热或加速冷却。

[0030] 基于以上原因,通过将钢轨 1 保持在直立状态直到钢轨 1 的头部 3 的表面温度达到 400℃ 至 250℃ 的温度范围,可以通过钢轨自重控制在高度方向上出现的弯曲。而且,通过将钢轨 1 保持在直立状态,钢轨的右侧或左侧均不会与冷床接触,并且热量以相同的方式从两侧散失,因此在钢轨的宽度方向上没有温度梯度,并且可以控制宽度方向上的弯曲。不言而喻,有效地是,防止直立状态下的钢轨处于比此更高的温度范围。

[0031] 在这样的冷却操作中,重要的是没有隔热或加速冷却。如果不进行隔热,便无需选择隔热材料,并且无需关于隔热材料的资本花费。此外,与包括隔热的工艺相比,可以缩短冷却时间。而且,在与包括和不包括加速冷却的工艺相比,在不进行强制冷却的情况下,更难以在金属组织内产生异常组织,并且因此金属性能在冷却之后很稳定。

[0032] 为了将钢轨 1 保持在直立状态并确保其不会倾倒在冷床上,除了将钢轨 1 保持在直立状态之外,钢轨 1 的脚部 2 必须被机械地约束,直到热轧之后的钢轨 1 的温度达到可能发生塑性变形的温度范围,换句话说,直到钢轨的头部 3 的表面温度降低到 800℃ 至 400℃ 的范围。

[0033] 通过以这样的方式机械地约束钢轨 1 的脚部 2,在自然冷却之前的阶段中更难以产生大的弯曲,并且因此钢轨 1 即使在直立状态下也更难以倾倒。

[0034] 可能更加有效的是,在将钢轨 1 保持在直立状态并机械地约束钢轨 1 的脚部 2 的同时,以每秒 1℃ 至每秒 20℃ 的速度加速冷却钢轨 1 的头部 3 和脚部 2,直到钢轨 1 的每个部分的温度均达到钢轨 1 的结构开始变化的温度范围,换句话说,直到头部的表面温度达到 550℃ 至 450℃ 的温度范围以及直到钢轨 1 的脚部 2 的表面温度达到 500℃ 至 450℃ 的温度范围。通过在上述条件下加速冷却钢轨 1,可以控制在金属结构开始变形时发生的弯曲,并且因此钢轨 1 的平直度提高。这里,将冷却速度选择为每秒 1 至 20℃ 是因为,与小于每秒 1℃ 的自然冷却过程相比,不仅效率上的差别非常小,而且在冷却速度大于每秒 20℃ 时,更易于由于区域的差别而出现温度异常,这会导致难以调节停止加速冷却操作时的温度。

[0035] 在此情况下,如果在钢轨 1 上未进行热处理,钢轨 1 可在热轧之后自然冷却,直到其达到上述温度。在进行热处理时,优选地,从金属组织为奥氏体时的温度范围开始以每秒 1 至 20℃ 的冷却速度对钢轨 1 进行加速冷却。通过使进行加速冷却的温度范围为 450℃,可以同时控制钢轨 1 的弯曲。对于加速冷却的方法,可以使用常规方法,例如将空气或水雾吹到钢轨上的方法,或者将钢轨浸入水或油中的方法。

[0036] 对钢轨 1 的脚部 3 进行约束的装置如前所述与钢轨 1 的热处理装置相结合。例如,可以使用如日本未审专利申请公开 2003-160813 中所述的约束装置。

[0037] 还有效的是,将冷却期间的钢轨 1 的长度设置为特定的长度。通过将钢轨在冷床上的长度设置为特定的长度,产生了来自于钢轨重量的约束效果,并且可以更加有效地控制钢轨 1 的弯曲。

[0038] 在日本国内装运的钢轨长度一般为 25 米,并且通常在对其进行冷却的冷却过程中将钢轨切割成该长度,通过对处于直立状态的更长钢轨进行冷却,可获得钢轨重量对弯曲的控制作用。最优选的长度大于或等于 80 米。根据本发明的一个示例性实施例,无需对

钢轨 1 的长度设定上限,但是就总体钢轨制造设施而言,长度将由于操作局限而受到限制。在本发明中,可以将长度的上限设定为小于或等于 250 米。

[0039] 用于本发明的示例性实施例中的冷床可与常规现有技术的结构相同。常规冷床的特点在于用于输送的传送器以及在将钢轨冷却到低于 200℃ 之后增大冷却速度的水设施,但是无需如日本未审专利申请公开 H05-076921 和日本未审专利申请公开 H09-168814 中所述的矫正装置或者如日本未审专利申请公开 S59-031824 中所述的用于冷床的隔热设备。

[0040] 如上所述,根据本发明的示例性实施例的钢轨制造方法,通过在钢轨的表面温度从 400℃ 降低到 250℃ 期间将钢轨保持在直立状态,可以通过钢轨自身的重量控制钢轨在高度方向上的弯曲。此外,由于热从钢轨两侧大致相等地散失并且在钢轨 1 的宽度方向上没有温度差,可以控制钢轨宽度方向上的弯曲。因此,可以在无需事先进行常规变形操作来防止弯曲的情况下防止钢轨在高度方向上的弯曲。

[0041] 根据本发明的示例性实施例,由于事先没有进行变形操作来防止弯曲,改变钢轨方向的旋压机床很可能只需是热轧之后工序中的单个单元。因此,不仅可以降低投资成本,而且还可降低冷却装置的设备底座的尺寸。此外,由于冷床在钢轨直立时的面积将小于冷床在钢轨横向放置时的面积,可以增大一次冷却的钢轨数目,从而提高生产率,以及在保持生产率的同时降低设备底座的尺寸。

[0042] 另外,通过将钢轨在热轧之后置于直立状态,可以在输送期间结合横截面形状尺寸的测量措施,因此可以简化热形状样品的取样。形状样品主要通过热轧之后进行切割时离线地测量钢轨横截面的各部分来取样,并且它们用于调节材料热轧的后续压力条件,但是因为切割位置受到产品长度的限制,并且在切割产品时生产线要停止,将导致生产率的降低。

[0043] 当其中在线横截面形状尺寸测量措施就位时,在横向传送的常规方法中,传送期间的弯曲量非常大,因此形状量规需要很大,以与该尺寸相匹配。另外,不可能获得足够的准确度。因此,通过如本发明所述以直立状态传送钢轨并事先进一步减小弯曲,高准确度的测量成为可能,并且此外,在钢轨整个长度上的任何位置均可以进行测量。而且,通过这些测量结果用于在室温冷却之后进行的矫正调节中,可以进一步提高钢轨的平直度。

[0044] 横截面形状尺寸仪布置在传送起始处,并优选地在朝向冷却场前进,并且随着钢轨运动进行测量。对于尺寸仪的形状,可以使用公知的装置,例如其中一个杆被带入接触并测量位移的系统,或者其中通过光、例如激光测量距离的系统。

[0045] (变型 1 的例子)

[0046] 在热轧操作之后被切割为 25 米、50 米、100 米和 150 米长的 JIS(日本工业标准)50kg N 钢轨被分为每个长度 20 根钢轨的多个组。然后,所有钢轨均以侧面放置,并且被搁置(自然冷却),直到钢轨头部的表面温度达到 400℃。此后,所有钢轨均竖直地站立,并在被搁置的同时钢轨的头部的表面温度从 400℃ 降低到 250℃。然后,将每组中一半钢轨保持在直立状态,其余一半钢轨横向地布置并在混凝土床(冷床)上冷却到室温。在完成冷却操作之后,计算倾倒的钢轨数目并测量每根钢轨在高度方向以及宽度方向上的弯曲程度(向上方向上的所有弯曲度)。

[0047] 对于高度方向上的弯曲程度,测量直立状态下钢轨的两端与冷床之间的距离,并对于两个测量结果求出平均值。此外,以相同的方式测量宽度方向上的弯曲程度,并确定平

均值。结果在表 1 中示出。

[0048] (表 1)

[0049]

	冷却期间的长度	冷却期间的定位	倒下钢轨的数目	高度方向上的弯曲度 (mm)	宽度方向上的弯曲度 (mm)	注释
1	25	直立	无	750	65	本发明
2	、	横向	—	770	65	对比例
3	50	直立	无	760	120	本发明
4	、	横向	—	780	120	对比例
5	100	直立	无	780	240	本发明
6	、	横向	—	800	240	对比例
7	150	直立	无	780	380	本发明
8	、	横向	—	800	380	对比例

[0050] 此外,与上述变型 1 的例子相对照,在热轧操作之后被切割为 25 米、50 米、100 米和 150 米长的 JIS 50kg N 钢轨被分为每个长度 20 根钢轨的多个组。然后,所有钢轨均以侧面放置,并且被搁置(自然冷却),直到钢轨的头部的表面温度达到 400℃。此后,所有钢轨均保持为横向定位,并且被搁置,直到钢轨的头部的表面温度从 400℃降低到 250℃。然后,将每组中一半钢轨置于直立状态,其余一半钢轨保持于横向定位并在混凝土冷床上冷却到室温。在完成冷却操作之后,计算倾倒的钢轨数目并以与上述相同的方法测量每根钢轨在高度方向以及宽度方向上的弯曲程度。结果在表 2 中示出。

[0051] (表 2)

[0052]

	冷却期间的长度	冷却期间的定位	倒下钢轨的数目	高度方向上的弯曲度 (mm)	宽度方向上的弯曲度 (mm)	注释
1	25	直立	所有	780	85	对比例
2	、	横向	—	800	85	对比例
3	50	直立	所有	830	150	对比例

4	、	横向	—	850	150	对比例
5	100	直立	所有	880	300	对比例
6	、	横向	—	900	300	对比例
7	150	直立	所有	880	500	对比例
8	、	横向	—	900	500	对比例

[0053] 如以上表 1 和 2 所示,根据本发明,可以降低钢轨在高度和宽度方向上的弯曲量以及即使在冷却期间钢轨也保持在直立状态。

[0054] (变型 2 的例子)

[0055] 在热轧操作之后被切割为 150 米长的 JIS 60kg 钢轨被分为每组 20 根钢轨的多个组。然后,所有钢轨均竖直站立,并通过将空气吹到它们上进行强制冷却,直到钢轨的头部的表面温度从 800℃降低到 450℃。加速冷却速度设定为每秒 0℃、每秒 1℃、每秒 3℃、每秒 5℃和每秒 10℃,对于每组采用不同的加速冷却速度。此外,利用夹持装置限制每组中一半钢轨的脚部,其余钢轨的脚部则不受约束。此后,所有钢轨均保持在直立状态并冷却到室温。在完成冷却操作之后,以与以上变型 1 的例子相同的方法测量每根钢轨在高度方向以及宽度方向上的弯曲程度。结果在表 3 中示出。

[0056] (表 3)

[0057]

	加速冷却速度 (℃ /s)	加速冷却期间的约束	高度方向上的弯曲度 (mm)	宽度方向上的弯曲度 (mm)	注释
1	无	否	650	190	对比例
2	、	是	450	120	本发明
3	1	否	500	210	对比例
4	、	是	210	120	本发明
5	3	否	440	210	对比例
6	、	是	150	120	本发明
7	5	否	400	220	对比例
8	、	是	140	120	本发明

9	10	否	370	220	对比例
10	、、	是	140	120	本发明

[0058] 如表 3 所示,根据本发明,通过在冷却期间将钢轨约束(或限制)在直立状态,可以降低冷却到室温之后的弯曲程度。

[0059] 以上已经描述了本发明的有利实施例和实施例的例子,但是本发明并不局限于这些实施例和实施例的例子。在不偏离本发明目的的情况下,可以对其结构进行增加、省略、替换和其它修改。另外,上述所有参考文献、出版物和专利申请的全部内容以参考的方式结合于此。

[0060] 工业实用性

[0061] 本发明涉及一种用于将钢坯热轧成钢轨形状并且接着在热轧之后将高温钢轨冷却到室温的钢轨制造方法。本发明还涉及一种钢轨制造方法,其中钢轨被保持在直立状态,直到钢轨的脚部的表面温度达到 400℃至 250℃的温度范围,并且在不采用隔热或加速冷却的情况下对钢轨进行自然冷却。根据本发明,可在无需事先进行常规变形操作来防止弯曲的情况下防止钢轨在高度方向上的弯曲。

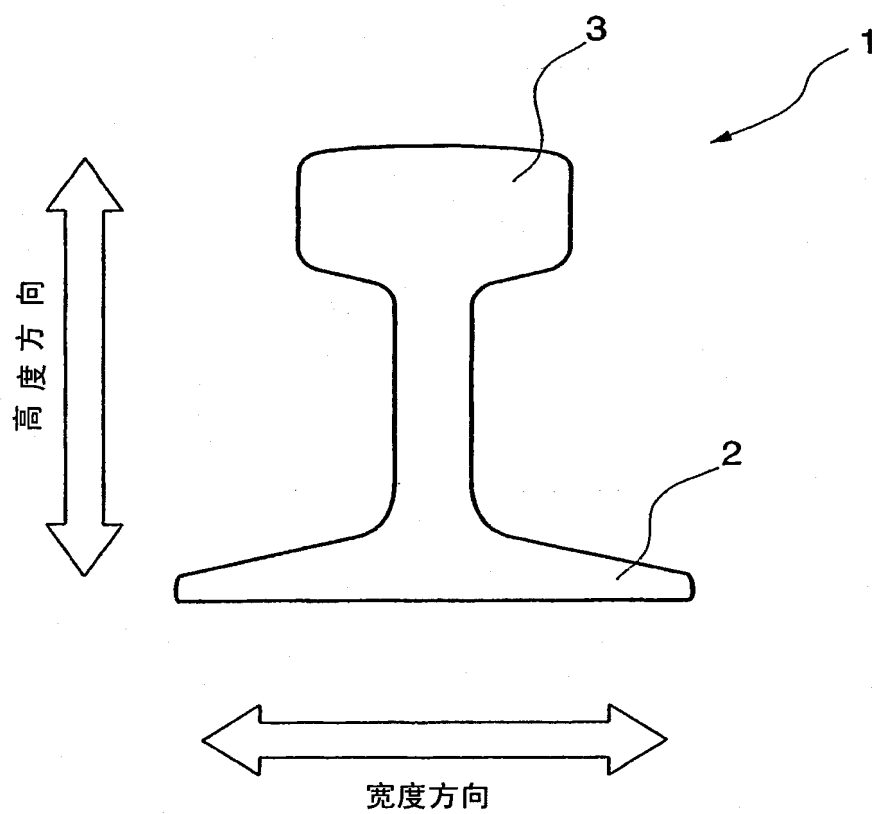


图 1