



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114921641 A

(43) 申请公布日 2022.08.19

(21) 申请号 202210465929.6

(22) 申请日 2022.04.29

(71) 申请人 马鞍山钢铁股份有限公司
地址 243000 安徽省马鞍山市九华西路8号

(72) 发明人 黄冉 汪红兵 刘伟 苗斌
鲁崇松 李虹云 文字龙

(74) 专利代理机构 安徽知问律师事务所 34134
专利代理师 于婉萍

(51) Int. Cl.
G21D 9/573 (2006.01)
G21D 1/26 (2006.01)
G21D 11/00 (2006.01)

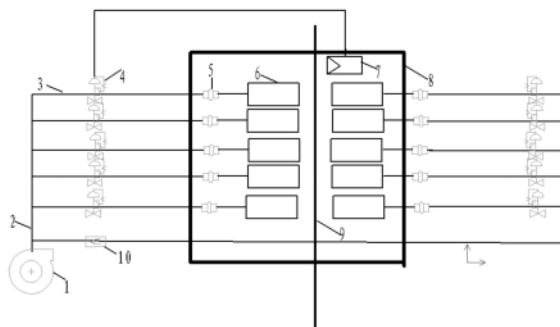
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置和方法,属于冶金工业生产技术领域。本发明的装置中冷却风箱出口位置设有板温扫描温度仪,其相对于带钢正面中心设置,用于扫描带钢沿宽度方向上的5个位置点的温度(操作侧边部温度T1、操作侧1/4温度T2、中部温度T3、传动侧1/4温度T4、传动侧边部温度T5),所述风门调节阀和板温扫描温度仪形成闭环控制回路,根据温度检测自动控制带钢不同宽度方向上对应调节阀的开度,还可根据温度反馈进行手动干预,手动调节风门调节阀的开度,实现对带钢宽度方向上温度的调节,利用该方法提高冷却强度控制精度,实现板宽方向冷却均匀性。



1. 一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置,包括风机(1),所述风机(1)出风口连接风道主管(2),所述风道主管(2)上连接至少一根风道支管(3),所述风道支管(3)伸入炉壳(8),末端与炉壳(8)内的冷却风箱(6)连接,所述冷却风箱(6)配置喷嘴,用于喷吹冷却带钢(9)的混合气体,

其特征在于,所述风道支管(3)上设有用于控制风道支管(3)开度的风门调节阀(4),所述冷却风箱(6)的出口位置设有板温扫描温度仪(7),其相对于带钢(9)正面中心设置,用于扫描带钢(9)沿宽度方向上的温度,所述风门调节阀(4)和板温扫描温度仪(7)形成闭环控制回路。

2. 根据权利要求1所述一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置,其特征在于,所述板温扫描温度仪(7)扫描带钢(9)沿宽度方向上的5个位置点的温度,包括操作侧边部温度T1、操作侧1/4温度T2、中部温度T3、传动侧1/4温度T4、传动侧边部温度T5。

3. 根据权利要求2所述一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置,其特征在于,风门调节阀(4)开度和板温扫描温度仪(7)测得温度之间满足:

$$\Delta X_i = 0.9857 + \frac{h \times L^{-0.346} \times |\Delta T_{i,3}|}{1.2351 \times 10^{-2} \times W^4 \times \lambda} - 0.231 \times 10^{-3} \times C_p \times m_i,$$

式中, ΔX_i 为i点风门调节阀(4)开度;h为带速影响因子;L为冷却风箱(6)与带钢(9)间距; $\Delta T_{i,3}$ 为带钢(9)单元宽度上i点温度(i=1、2、4、5)和中部温度T3的温度差;W为带钢(9)宽度; λ 是混合气体导热系数; C_p 为带钢(9)的比热容, m_i 为带钢(9)单元的质量。

4. 根据权利要求3所述一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置,其特征在于,带速影响因子 $h = 3.12589 \times u_s^{0.5}$, u_s 为带钢(9)速度; $e = 1.2351 \times 10^{-2} W^4$;所述混合气体为 N_2/H_2 混合气体, $\lambda_{N_2/H_2} = 4.626 \times 10^{-5} T^{0.78} + 2.68465 \times 10^{-4} T^{0.8}$,其中,T为 N_2/H_2 混合气体的温度,所述风道主管(2)上设有检测混合气体温度T的热电偶(10); $C_p = 1704.65 J/(kg \cdot K)$,冷却风箱(6)与带钢(9)距离L、带钢(9)速度 u_s 和带钢(9)宽度W由PLC系统测得。

5. 根据权利要求1所述一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置,其特征在于,所述风门调节阀(4)位于炉壳(8)外的风道支管(3)上。

6. 根据权利要求1所述一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置,其特征在于,所述风道支管(3)上还设有用于连接风道支管(3)与冷却风箱(6)的非金属膨胀节(5),所述非金属膨胀节(5)位于炉壳(8)内的风道支管(3)上。

7. 根据权利要求1所述一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置,其特征在于,所述风道主管(2)、风道支管(3)、冷却风箱(6)和炉壳(8)的材质为X2CrNi12不锈钢。

8. 一种利用权利要求1-7所述冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置的方法,其特征在于,针对厚度为0.3~2.5mm的带钢(9),采用自动控制模式,包括以下步骤:

步骤S1、测定参数:板温扫描温度仪(7)扫描带钢(9) T1、T2、T3、T4、T5温度,风道主管(2)上热电偶(10)检测 N_2/H_2 混合气体温度T;

PLC系统记录带钢(9)速度 u_s 、冷却风箱(6)与带钢(9)距离L和带钢(9)宽度W;

步骤S2、计算风门调节阀(4)开度:根据公式计算对应位置风门调节阀(4)开度设定值 ΔX_i :

$$\Delta X_i = 0.9857 + \frac{h \times L^{-0.346} \times |\Delta T_{i,3}|}{1.2351 \times 10^{-2} \times W^4 \times \lambda_{N_2H_2}} - 0.231 \times 10^{-3} \times C_p \times m_i, \text{单位}\%;$$

步骤S3、调控风门调节阀(4)开度:通过PLC系统输出 ΔX_i 数据信号至风门调节阀(4),驱动实现各风门调节阀(4)开度的控制。

9.一种利用权利要求1-7所述冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置的方法,其特征在于,针对厚度0.3~0.5mm、宽度 ≥ 1900 mm的带钢(9),采用手动控制模式,包括以下步骤:

步骤S1、设置手动模式:上述规格带钢(9)进入冷却装置前,提前设置到手动模式,同时提前手动设置风门调节阀(4)的开度 ΔX_1 、 ΔX_2 、 ΔX_3 、 ΔX_4 和 ΔX_5 ,风门调节阀(4)开度满足:

$$\Delta X_1 = \Delta X_5 = \Delta X_3 - 10\%, \Delta X_2 = \Delta X_4 = \Delta X_3 - 5\%;$$

步骤S2、测定参数:板温扫描温度仪(7)扫描带钢(9)T1、T2、T3、T4、T5温度;

步骤S3、手动调节风门调节阀(4)开度:根据带钢(9)中部和带钢(9)对应位置温度差 $\Delta T_{i,3}$ 手动调节风门调节阀(4)开度。

10.根据权利要求8或9所述一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却方法,其特征在于,步骤S3中手动调节风门调节阀(4)开度包括以下步骤:

当 $|\Delta T_{i,3}| \leq 10^\circ\text{C}$,风门调节阀(4)开度手动调整保持原位;

当 $10^\circ\text{C} < |\Delta T_{i,3}| \leq 30^\circ\text{C}$,手动设置调整风门调节阀(4)开度 ΔX_i ,每次降低幅度2%,调整周期 > 15 秒以适应每次调整后带钢(9)温度变化滞后性,直至 $|\Delta T_{i,3}| \leq 10^\circ\text{C}$;

当 $30^\circ\text{C} < |\Delta T_{i,3}| \leq 50^\circ\text{C}$,手动设置调整风门调节阀(4)开度 ΔX_i ,每次降低幅度4%,调整周期 > 15 秒以适应每次调整后带钢(9)温度变化滞后性,直至 $|\Delta T_{i,3}| \leq 10^\circ\text{C}$ 。

当 $|\Delta T_{i,3}| > 50^\circ\text{C}$,手动设置调整风门调节阀(4)开度 ΔX_i ,每次降低幅度6%,调整周期 > 15 秒以适应每次调整后带钢(9)温度变化滞后性,直至 $|\Delta T_{i,3}| \leq 10^\circ\text{C}$ 。

一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置和方法

技术领域

[0001] 本发明属于冶金工业生产技术领域,更具体地说,涉及一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置和方法。

背景技术

[0002] 冷轧带钢连续退火生产中,炉内快冷段是利用风箱将氮氢混合气体通过喷嘴喷吹到带钢上用于冷却,每个风箱上的喷嘴布置在带钢两侧,风箱结构配备4个独立的人工手动调节挡板,手动调整挡板可同步调节管道内部的百叶风门开度,以便调节带钢横向宽度方向上均匀的喷吹效果。

[0003] 但其存在以下问题:1)风箱结构配置4个独立的手动人工挡板,挡板阀芯百叶风门位于风箱管道内部,日常无法有效进行检查开口度同步,曾年修开炉割开风箱侧面腹板发现马达侧风门的调节万向轴连接脱销轴、卡阻等严重情况,易造成带钢宽度因喷吹效果不同导致的温度差异,这种差异一旦偏大容易造成带钢冷折皱,同时一旦内部百叶风门出现问题,如脱落或者变形,则无法处理,需开炉割开整个风箱内部管道后才能接触该装置,才有更换的可能,工作量、时间和难度巨大;2)如需要调整带钢宽度方向上冷却强度,无法在线自动调节,需要人员上炉子每个单元手动调节,因每个冷却单元带钢两侧共有8个独立手动调节挡板,调整时需要花费大量时间同时调整精度差异大,这也易导致带钢宽度方向冷却强度控制精度能力弱。

[0004] 专利公开号为CN201201973Y,公开日为2009年3月4日,该实用新型公开了一种防止带钢氧化的常化机组炉段,循环风机固定在冷却段壳体外,冷却段壳体内为带钢通道,带钢通过线的上方设有上喷箱,带钢通过线的下方设有下喷箱,上喷箱、下喷箱分别与冷却段壳体固定连接,循环风机的输出口由进风管分别与上喷箱、下喷箱连通,进风管上设有第一膨胀节、双蝶阀,与上喷箱相连的进风分管上设有上风道五分割阀,与下喷箱相连的进风分管上设有下风道五分割阀,循环风机的输入口由回风管与冷却段壳体内的带钢通道相连通,回风管上设有换热器、第二膨胀节。该发明无法实现对阀门和带钢宽度方向上的温度控制。

[0005] 为实现对带钢宽度方向上的温度控制,经检索,专利CN202081135U公开了一种带钢冷却装置,其包括沿带钢行进方向依次设置的喷气冷却装置和水淬冷却装置,其中所述喷气冷却装置上设有沿带钢宽度方向设置的若干喷气孔,以及在带钢宽度方向上位置可调的喷气挡板,所述水淬装置包括若干组沿带钢宽度方向依次设置的水淬冷却装置,所述各水淬冷却装置上均设有对应的水量调节阀;此外,所述带钢冷却装置还包括:一扫描式温度计;一温度控制器,其与所述扫描式温度计连接,并与所述喷气冷却装置连接;一非接触式板形仪,其对带钢板形进行实时检测;一板形控制器,其与所述非接触式板形仪连接,并与所述各水量调节阀分别连接。该实用新型采用喷气挡板沿带钢宽度方向移动遮挡住数量不同的喷气孔,实现对喷气冷却装置喷气量的调节,未解决当带钢宽度方向上的温度不均匀时,调节喷气量的方法。专利CN104073620A公开了一种立式连续退火炉快冷风门控制装置

及方法,该发明利用多通道板温计检测沿带钢宽度方向上多个测点的带钢温度,实现快冷百叶风门的实时闭环控制,但未能解决百叶风门位于风箱管道内部,日常无法有效进行检查开口度,且一旦内部百叶风门出现问题,如脱落或者变形,则无法处理,需要割开整个风箱内部管道后才能处理。该发明公开了通过检测带钢宽度方向上的温度实现风门的调控。该专利中采用参考设定表形式控制风门开度,通过查开度设定表控制各快冷百叶风门的开度。专利CN103998631A公开了一种连续退火线急冷带的带钢温度控制方法及装置。为了控制带钢的温度,将冷却喷嘴块在带钢的前面和后面分别沿上下设置为多个,且划分为长度方向流量控制喷嘴块和宽度方向流量控制喷嘴块而设置为多套,并在急冷带的进料侧和出料侧设置带钢中心温度测量仪和宽度方向温度测量仪,利用从带钢中心温度测量仪和宽度方向温度测量仪获取的温度检测值来均匀地控制带钢的温度,且控制带钢的平坦度变化为最小。本发明利用连续退火线急冷带输入端和输出端的宽度方向温度计来检测温度,并通过利用反馈、前馈控制方法来控制急冷带的宽度方向喷雾流量,从而可均匀地控制带钢的宽度方向温度。该发明的带钢温度控制方法中未考虑到冷却风箱和喷嘴距离的影响,以及不同速度下对带钢温度分布的影响。

[0006] 以上技术方案虽然一定程度上能通过带钢温度调节风门开口度,但针对多因素影响的带钢宽度方向上温度不均匀的情况,无法有效调整冷却强度,导致控制精度不高,带钢质量差。

发明内容

[0007] 1. 要解决的问题

[0008] 针对现有冷却装置针对带钢宽度方向上温度不均匀导致冷却强度控制精度不高的问题,本发明提供一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置,该装置能够实现带钢宽度方向上冷却强度的分区域自动控制,提高冷却强度控制精度。

[0009] 本发明的另一目的在于提供一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却方法,利用该方法控制带钢不同宽度方向上对应风门调节阀的开度,提高冷却强度控制精度,实现板宽方向冷却均匀性。

[0010] 2. 技术方案

[0011] 为了解决上述问题,本发明所采用的技术方案如下:

[0012] 一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却装置,包括炉壳、风道总管、风道支管、风门调节阀、非金属膨胀节、冷却风箱以及控制环路。

[0013] 所述冷却风箱连接风道主管,风道主管上连接至少一根风道支管,所述风道支管上设有用于控制风道支管开度的风门调节阀和用于连接风道支管与冷却风箱的非金属膨胀节,所述风门调节阀位于炉壳外的风道支管上,所述非金属膨胀节位于炉壳内的风道支管上,所述风道支管设有冷却风箱,所述冷却风箱配置喷嘴,用于喷吹冷却带钢的混合气体,炉壳内的冷却风箱出口位置设有板温扫描温度仪,其相对于带钢正面中心设置,用于扫描带钢沿宽度方向上的5个位置点的温度(操作侧边部温度T1、操作侧1/4温度T2、中部温度T3、传动侧1/4温度T4、传动侧边部温度T5),所述风门调节阀和板温扫描温度仪形成闭环控制回路,根据温度检测自动控制带钢不同宽度方向上对应风门调节阀的开度,以实现板宽方向冷却均匀性。

[0014] 更进一步地,结合有限元分析对主要影响因素(如带速、带钢温度、混合气体导热系数、带钢和冷却风箱距离、带钢宽度)及作用机制进行现场跟踪和模拟计算,综合优化并协调这些工艺参数,寻找最佳的参数组合,建立风门调节阀开度和板温扫描温度之间的经验模型为: $\Delta X_i = 0.9857 + \frac{h \times L^{-0.346} \times |\Delta T_{i,3}|}{1.2351 \times 10^{-2} \times W^4 \times \lambda} - 0.231 \times 10^{-3} \times C_p \times m_i$, 该经验模型适用于厚度0.3-2.5mm,宽度900-2000mm的带钢。

[0015] 式中, ΔX_i 为对应位置风门调节阀开度,%, $\Delta T_{i,3}$ 是带钢单元宽度上i点(1、2、4、5)和中部温度点T3的带钢温度差;L为冷却风箱与带钢间距;h为带速影响因子; C_p 为带钢的比热容,W为带钢宽度, λ_{N_2/H_2} 是混合气体导热系数, m_i 为带钢单元的质量, $m_i = \text{带钢厚度} \times \text{带钢宽度} \times \text{带钢长度} \times \text{带钢密度}$,带钢密度为7800kg/m³,长度取单元值1m。

[0016] h为带速影响因子, $h = 3.12589 \times u_s^{0.5}$ 其中, u_s 为带钢速度,带速越高,冷却时间越短,带钢横向温差越小。

[0017] W为带钢宽度,其与宽度影响因子相关,宽度影响因子 $\varepsilon = 1.2351 \times 10^{-2} W^4$,带钢宽度影响因子影响带钢温度分布,带钢越窄,带钢横向温差影响越小。

[0018] 上述冷却风箱与带钢距离L、带钢速度 u_s 和带钢宽度W由PLC系统测得。

[0019] L为冷却风箱与带钢间距,冷却风箱与带钢间距L对冷却特性影响较大,是影响冷却特性的一个重要因素,间距越小,冷却效果越好,冷却风箱与带钢间距从100mm降低到90mm,理论冷却能力提高约8%,进而影响风门调节阀开度。此外,采用耐高温设计的非金属膨胀节,所述非金属膨胀节的材料为耐高温复合材料,如硅橡胶材质,用于补偿水平方向上风箱的移动产生的位置距离变化 ΔL 。

[0020] λ 是混合气体导热系数,所述混合气体为氮氢混合气体,

[0021] $\lambda_{N_2/H_2} = 4.626 \times 10^{-5} T^{0.78} + 2.68465 \times 10^{-4} T^{0.8}$,单位W/(m·K);其中,T为N₂/H₂混合气体的温度,℃,由风道主管上设置的热电偶检测。

[0022] 更进一步地,所述风机为变频电机驱动风机。

[0023] 更进一步地,所述风道支管为5根支管平均分配,输送氮氢混合气体冷却宽度各1/5区域内的带钢,所述冷却风箱设于带钢两侧。

[0024] 更进一步地,为确保部件的耐腐蚀和清洁,所述风道主管、风道支管、冷却风箱和炉壳的材质为X2CrNi12不锈钢。

[0025] 本发明将手动人工挡板调节改为自动调节阀,即可以远程设定0-100%开口度,不需要人工上炉子手动调节。通过带钢横向宽度方向自动风门调节阀开度和板温扫描温度之间的关联控制,根据温度检测自动控制带钢不同宽度方向上对应风门调节阀的开度,以实现板宽方向冷却均匀性,可远程控制设置带钢宽度方向上不同支管的开度,实现各1/5区域内带钢宽度冷却强度的控制。

[0026] 同时对风箱连接结构包含管道进行重新分段设计、增加软膨胀节等,实现板宽各区域内带钢冷却强度的分段精确控制,将自动调节阀安装在炉壳外,在保证风箱功能前提下实现了炉内调节挡板+百叶风门移动炉外,有效解决了原风道内百叶风门日常无法有效进行检查或脱落、变形无法处理难题,也实现了冷却调节装置日常维护、标定和更换。

[0027] 本发明的冷轧带钢连续退火炉内宽度方向冷却方法,在炉壳内装备板温扫描温度仪,结合带钢横向宽度方向自动风门调节阀和板温扫描温度之间的关联,同时考虑到冷却

装置的结构参数、带钢、混合气体等对带钢不同位置点的温度的影响,根据温度反馈及时调控风门调节阀开度,通过对操作侧边部温度T1、操作侧1/4温度T2、中部温度T3、传动侧1/4温度T4、传动侧边部温度T5的测定,通过选择带钢宽度方向不同位置的五点温度,实施闭环控制回路自动控制风门调节阀开度,以实现板宽方向温度自动控制的精度、均匀性。

[0028] 本发明还公开了利用上述冷轧带钢连续退火炉内宽度方向冷却装置的方法,针对厚度为0.3~2.5mm的带钢,采用自动控制方式,具体包括以下步骤:

[0029] 步骤S1、测定参数:板温扫描温度仪扫描带钢沿宽度方向上的5个位置点的温度,包括操作侧边部温度T1、操作侧1/4温度T2、中部温度T3、传动侧1/4温度T4、传动侧边部温度T5,数据信息在PLC控制系统中记录,同时计算出带钢中部检测温度T3和带钢其余位置各个检测点的温度T1、T2、T4、T5之间温度差值 $\Delta T_{i,3}$,风道支管上热电偶检测出 N_2/H_2 混合气体温度T;

[0030] N_2/H_2 混合气体导热系数按照 $\lambda_{N_2/H_2} = 4.626 \times 10^{-5} T^{0.78} + 2.68465 \times 10^{-4} T^{0.8}$ 计算,带钢速度 u_s 、冷却风箱与带钢距离L、带钢宽度W由退火炉PLC系统自动记录,带钢的比热容 C_p 采用试验数据,平均为1704.65J/(kg.K);

[0031] 步骤S2、计算风门调节阀开度:由带钢温度差 $\Delta T_{i,3}$ 和 N_2/H_2 混合气体导热系数 λ_{N_2/H_2} ,系统按照下面模型经验公式计算出 ΔX_i 即对应位置风门调节阀开度设定值:

$$[0032] \quad \Delta X_i = 0.9857 + \frac{h \times L^{-0.346} \times |\Delta T_{i,3}|}{1.2351 \times 10^{-2} \times W^4 \times \lambda_{N_2/H_2}} - 0.231 \times 10^{-3} \times C_p \times m_i, \text{ 单位} \%;$$

[0033] 步骤S3、调控风门调节阀开度:风门调节阀开度信号接入退火炉PLC控制系统,风门调节阀开度 ΔX_i 数据信号通过由PLC控制系统的输出模块连接至风门调节阀上,并通过风门调节阀上执行机构驱动实现各风门调节阀开度的控制。

[0034] 本发明的冷轧带钢连续退火炉内宽度方向冷却方法和装置适用于厚度为0.3~2.5mm的带钢,根据板温扫描温度测得的温度可同时实现对风门调节阀开度的自动控制和手动控制。

[0035] 当对象为极薄钢种(0.3~0.5mm)时,其温度敏感性高,变形风险大,根据温度反馈,进行手动干预,针对易变形区域的带钢(宽度1900~2000mm),手动调节风门调节阀的开度,实现对带钢宽度方向上温度的调节,其具体包括以下步骤:

[0036] 步骤S1、上述规格带钢进入冷却装置前,提前设置到手动模式,同时对风门调节阀开度 ΔX_1 、 ΔX_2 、 ΔX_3 、 ΔX_4 和 ΔX_5 提前手动设置,风门调节阀开度满足: $\Delta X_1 = \Delta X_5 = \Delta X_3 - 10\%$, $\Delta X_2 = \Delta X_4 = \Delta X_3 - 5\%$,减少薄宽规格边部冷却速率过快产生的边浪及瓢曲风险;

[0037] 步骤S2、扫描带钢沿宽度方向上的5个位置点的温度(操作侧边部温度T1、操作侧温度1/4T2、中部温度T3、传动侧温度1/4T4、传动侧边部温度T5)数值,继续观察系统计算出的带钢中部检测温度T3和带钢其余位置各个检测点T1、T2、T4、T5之间温度差值 $\Delta T_{i,3}$;

[0038] 步骤S3、当 $|\Delta T_{i,3}| \leq 10^\circ\text{C}$,可视为带钢中部和带钢对应位置无明显温度差,此时风门调节阀开度手动调整保持原位;

[0039] 当 $10^\circ\text{C} < |\Delta T_{i,3}| \leq 30^\circ\text{C}$,可视为带钢中部和带钢对应位置存在轻度温度差,此时手动设置调整风门调节阀开度 ΔX_i ,每次降低幅度2%,调整周期>15秒以适应每次调整后带钢温度变化滞后性,直至 $|\Delta T_{i,3}| \leq 10^\circ\text{C}$;

[0040] 当 $30^\circ\text{C} < |\Delta T_{i,3}| \leq 50^\circ\text{C}$,可视为带钢中部和带钢对应位置存在中度温度差,此时

手动设置调整风门调节阀开度 ΔX_i , 每次降低幅度4%, 调整周期 > 15秒以适应每次调整后带钢温度变化滞后性, 直至 $|\Delta T_{i,3}| \leq 10^\circ\text{C}$;

[0041] 当 $|\Delta T_{i,3}| > 50^\circ\text{C}$, 可视为带钢中部和带钢对应位置存在重度温度差, 此时手动设置调整风门调节阀开度 ΔX_i , 每次降低幅度6%, 调整周期 > 15秒以适应每次调整后带钢温度变化滞后性, 直至 $|\Delta T_{i,3}| \leq 10^\circ\text{C}$ 。

[0042] 3. 有益效果

[0043] 相比于现有技术, 本发明的有益效果为:

[0044] (1) 本发明的冷轧带钢连续退火炉内宽度方向冷却装置将手动人工挡板调节改为自动调节阀, 利用板温扫描温度仪对带钢温度的反馈, 实现带钢宽度方向上冷却强度的分区域自动控制, 提高冷却强度的控制精度;

[0045] (2) 本发明的冷轧带钢连续退火炉内宽度方向冷却装置通过对操作侧边部温度T1、操作侧1/4温度T2、中部温度T3、传动侧1/4温度T4、传动侧边部温度T5的测定, 通过选择带钢宽度方向不同位置的五点温度, 实施闭环控制回路自动控制风门调节阀开度, 以提高板宽方向温度自动控制的精度、均匀性;

[0046] (3) 本发明的冷轧带钢连续退火炉内宽度方向冷却方法结合带钢横向宽度方向自动风门调节阀和板温扫描温度之间的关联, 同时考虑到冷却装置的结构参数、带钢、混合气体等对带钢不同位置点的温度的影响, 根据温度反馈及时调控风门调节阀开度, 提高冷却强度控制精度, 实现板宽方向冷却均匀性;

[0047] (4) 本发明的冷轧带钢连续退火炉内宽度方向冷却装置通过采用自动调节阀, 可同步调节开口大小, 有利于日常对开口度的检查; 将管道结构进行重新分段设计, 将自动调节阀安装在炉壳外的支管上, 解决原设计风箱内部百叶风门脱落或变形需开炉割开整个风箱内部管道后才能处理的难题, 日常也可以维护、标定和更换;

[0048] (5) 本发明的冷轧带钢连续退火炉内宽度方向冷却装置增加软膨胀节等, 用于补偿水平方向上风箱的移动产生的位置距离变化, 提高控制精度。

附图说明

[0049] 以下将结合附图和实施例来对本发明的技术方案作进一步的详细描述, 但是应当知道, 这些附图仅是为解释目的而设计的, 因此不作为本发明范围的限定。此外, 除非特别指出, 这些附图仅意在概念性地说明此处描述的结构构造, 而不必要依比例进行绘制。

[0050] 图1为本发明带钢退火炉内宽度方向冷却设备结构示意图;

[0051] 图2为现有技术手动挡板结构示意图;

[0052] 图3为现有技术冷却设备结构示意图;

[0053] 图4为现有技术人工风门挡板调节接手图;

[0054] 图5为现有技术手动调节挡板图;

[0055] 图6为实施例1处理得到的带钢表面质量图;

[0056] 图7为带钢沿宽度方向上的5个温度位置点示意图;

[0057] 图中: 1、风机; 2、风道主管; 3、风道支管; 4、风门调节阀; 5、非金属膨胀节; 6、冷却风箱; 7、板温扫描温度仪; 8、炉壳; 9、带钢; 10、热电偶。

具体实施方式

[0058] 下文对本发明的示例性实施例的详细描述参考了附图,该附图形成描述的一部分,在该附图中作为示例示出了本发明可实施的示例性实施例。尽管这些示例性实施例被充分详细地描述以使得本领域技术人员能够实施本发明,但应当理解可实现其他实施例且可在不脱离本发明的精神和范围的情况下对本发明作各种改变。下文对本发明的实施例的更详细的描述并不用于限制所要求的本发明的范围,而仅仅为了进行举例说明且不限对本发明的特点和特征的描述,以提出执行本发明的最佳方式,并足以使得本领域技术人员能够实施本发明。因此,本发明的范围仅由所附权利要求来限定。

[0059] 下文对本发明的详细描述和示例实施例可结合附图来更好地理解,其中本发明的元件和特征由附图标记标识。

[0060] 实施例1

[0061] 一种冷轧带钢退火炉内宽度方向冷却方法和装置主要由:风道主管2、风道支管3、非金属膨胀节5、风门调节阀4、冷却风箱6以及控制环路组成。

[0062] 风道主管2:连接风机1处,冷却段氮氢混合气体为管道内介质。

[0063] 风机1和电机:变频电机驱动风机1。

[0064] 风道支管3:5根支管平均分配,连接总管,输送氮氢保护冷却介质冷却宽度各1/5区域内带钢9。

[0065] 非金属膨胀节5:耐高温设计,用于连接支管和支管对应的风箱,用于补偿水平方向上风箱的移动产生的位置距离变化 ΔL 。

[0066] 冷却风箱6:风箱配置喷嘴,布置在带钢9两侧喷吹氮氢混合气体到带钢9上进行冷却。

[0067] 风门调节阀4:安装在炉壳8外的支管上,解决原设计内部百叶风门脱落或变形需开炉割开整个风箱内部管道后才能处理的难题,日常也可以维护、标定和更换。同时可远程控制设置带钢9宽度方向上不同支管开度,实现各1/5区域内带钢9宽度冷却强度的控制;同时可和板温扫描温度仪7一起形成闭环控制回路,根据温度检测自动控制带钢9不同宽度方向上对应风门调节阀4的开度,以实现板宽方向冷却均匀性。

[0068] 板温扫描温度仪7:可扫描带钢9宽度方向上的温度,与风门调节阀4形成闭环控制回路,通过上述方法和装置建立风门调节阀4开度和板温扫描温度之间的模型。

[0069] 所述冷却风箱6连接风道主管2,风道主管2上连接至少一根风道支管3,所述风道支管3上设有用于控制支管开度的风门调节阀4和用于连接风道支管3与冷却风箱6的非金属膨胀节5,所述风门调节阀4位于炉壳8外的风道支管3上,所述非金属膨胀节5位于炉壳8内的风道支管3上,所述风道支管3设有冷却风箱6,所述冷却风箱6配置喷嘴,用于喷吹冷却带钢9的混合气体,炉壳8内的冷却风箱6出口位置设有板温扫描温度仪7,其相对于带钢9正面中心设置,用于扫描带钢9沿宽度方向上的5个位置点的温度(操作侧边部温度T1、操作侧1/4温度T2、中部温度T3、传动侧1/4温度T4、传动侧边部温度T5),所述风门调节阀4和板温扫描温度仪7形成闭环控制回路,根据温度检测自动控制带钢9不同宽度方向上对应风门调节阀4的开度,以实现板宽方向冷却均匀性。如图7所示,为带钢9沿宽度方向上的5个温度位置点示意图,针对宽度为2000mm的带钢9,其中部宽度为800mm,左边为操作侧,宽度为300mm+300mm,右边为传动侧,宽度为300mm+300mm,测温点分别位于每个部分的中间。

[0070] 为确保管道、风箱等部件耐腐蚀和清洁,材质均为X2CrNi12不锈钢。

[0071] 风门调节阀4开度和板温扫描温度之间的模型为:

$$[0072] \quad \Delta X_i = 0.9857 + \frac{h \times L^{-0.346} \times |\Delta T_{i,3}|}{1.2351 \times 10^{-2} \times W^4 \times \lambda_{N_2/H_2}} - 0.231 \times 10^{-3} \times C_p \times m_i, \text{ 单位 \%}, \text{ 式中, } \Delta$$

$T_{i,3}$ 是带钢9单元宽度上*i*点(1、2、4、5)和中部温度点T3的带钢9温度差;L为冷却风箱6与带钢9间距;h为带速影响因子, $h = 3.12589 \times u_s^{0.5}$, u_s 为带钢9速度; C_p 为带钢9的比热容, $C_p = 1704.65 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;W为带钢9宽度, $\varepsilon = 1.2351 \times 10^{-2} W^4$ 为宽度影响因子; λ_{N_2/H_2} 是 N_2/H_2 混合气体导热系数, $\lambda_{N_2/H_2} = 4.626 \times 10^{-5} T^{0.78} + 2.68465 \times 10^{-4} T^{0.8}$,其中,T为 N_2/H_2 混合气体的温度,由风道主管2上热电偶10检测得出; m_i 为带钢9单元的质量。

[0073] 利用上述冷轧带钢连续退火炉内宽度方向冷却装置的方法,针对厚度为1.0mm的带钢9,采用自动控制方式,具体包括以下步骤:

[0074] 步骤S1、测定参数:板温扫描温度仪7扫描带钢9沿宽度方向上的5个位置点的温度,包括操作侧边部温度T1、操作侧1/4温度T2、中部温度T3、传动侧1/4温度T4、传动侧边部温度T5,数据信息在PLC控制系统中记录,同时计算出带钢9中部检测温度T3和带钢9其余位置各个检测点的温度T1、T2、T4、T5之间温度差值 $\Delta T_{i,3}$,风道支管3上热电偶10检测出 N_2/H_2 混合气体温度T;

[0075] N_2/H_2 混合气体导热系数按照 $\lambda_{N_2/H_2} = 4.626 \times 10^{-5} T^{0.78} + 2.68465 \times 10^{-4} T^{0.8}$ 计算,带钢9速度 u_s 、冷却风箱6与带钢9距离L、带钢9宽度W由退火炉PLC系统自动记录,带钢9的比热容 C_p 采用试验数据,平均为 $1704.65 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;

[0076] 步骤S2、计算风门调节阀4开度:由带钢9温度差 $\Delta T_{i,3}$ 和 N_2/H_2 混合气体导热系数 λ_{N_2/H_2} ,系统按照下面模型经验公式计算出 ΔX_i 即对应位置风门调节阀4开度设定值:

$$[0077] \quad \Delta X_i = 0.9857 + \frac{h \times L^{-0.346} \times |\Delta T_{i,3}|}{1.2351 \times 10^{-2} \times W^4 \times \lambda_{N_2/H_2}} - 0.231 \times 10^{-3} \times C_p \times m_i, \text{ 单位 \%};$$

[0078] 步骤S3、调控风门调节阀4开度:风门调节阀4开度信号接入退火炉PLC控制系统,风门调节阀4开度 ΔX_i 数据信号通过由PLC控制系统的输出模块连接至风门调节阀4上,并通过阀门上执行机构驱动实现各风门调节阀4开度的控制。具体见实施例1-4,如表1所示,处理得到的带钢9表面质量如图6所示,表面光滑无褶皱。

[0079] 表1 本发明实施例1-4的工艺参数及计算应用实例

[0080]

	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4
带速(m/min)	210	180	150	120
间距L(mm)	110	100	90	80
T _i (°C)	318(i=1)	299(i=1)	306(i=5)	274(i=5)
T3(°C)	322	326	342	325
调整前温度差 $\Delta T_{i,3}$	4(i=1)	27(i=1)	36(i=5)	51(i=5)
调整后温度差 $\Delta T_{i,3}$	1(i=1)	3(i=1)	3(i=5)	5(i=5)
带宽(mm)	1400	1520	1690	1870
混合气体温度T(°C)	33.1	33.8	33.9	34.1
带厚(mm)	1.0	1.0	1.0	1.0

带钢单元质量 m_i	10.92	11.856	13.182	14.586
风门调节阀开度 ΔX_i (%)	96 (i=1)	92 (i=1)	85 (i=5)	73 (i=5)

[0081] 当对象为极薄钢种 (0.3~0.5mm) 时, 针对易变形区域的带钢9 (宽度1900~2000mm), 手动调节风门调节阀4开度, 实现对带钢9宽度方向上温度的调节, 其具体包括以下步骤:

[0082] 步骤S1、上述规格带钢9进入冷却装置前, 提前设置到手动模式, 同时对风门 ΔX_1 、 ΔX_2 、 ΔX_3 、 ΔX_4 和 ΔX_5 提前手动设置风门调节阀4开度, 风门调节阀4开度满足: $\Delta X_1 = \Delta X_5 = \Delta X_3 - 10\%$, $\Delta X_2 = \Delta X_4 = \Delta X_3 - 5\%$;

[0083] 步骤S2、扫描带钢9沿宽度方向上的5个位置点的温度 (操作侧边部温度T1、操作侧温度1/4T2、中部温度T3、传动侧温度1/4T4、传动侧边部温度T5) 数值, 继续观察系统计算出的带钢9中部检测温度T3和带钢9其余位置各个检测点T1、T2、T4、T5之间温度差值 $\Delta T_{i,3}$;

[0084] 步骤S3、当 $|\Delta T_{i,3}| \leq 10^\circ\text{C}$, 可视为带钢9中部和带钢9对应位置无明显温度差, 此时风门调节阀4开度手动调整保持原位;

[0085] 当 $10^\circ\text{C} < |\Delta T_{i,3}| \leq 30^\circ\text{C}$, 可视为带钢9中部和带钢9对应位置存在轻度温度差, 此时手动设置调整风门调节阀4开度 ΔX_i , 每次降低幅度2%, 调整周期 > 15 秒以适应每次调整后带钢9温度变化滞后性, 直至 $|\Delta T_{i,3}| \leq 10^\circ\text{C}$;

[0086] 当 $30^\circ\text{C} < |\Delta T_{i,3}| \leq 50^\circ\text{C}$, 可视为带钢9中部和带钢9对应位置存在中度温度差, 此时手动设置调整风门调节阀4开度 ΔX_i , 每次降低幅度4%, 调整周期 > 15 秒以适应每次调整后带钢9温度变化滞后性, 直至 $|\Delta T_{i,3}| \leq 10^\circ\text{C}$;

[0087] 当 $|\Delta T_{i,3}| > 50^\circ\text{C}$, 可视为带钢9中部和带钢9对应位置存在重度温度差, 此时手动设置调整风门调节阀4开度 ΔX_i , 每次降低幅度6%, 调整周期 > 15 秒以适应每次调整后带钢9温度变化滞后性, 直至 $|\Delta T_{i,3}| \leq 10^\circ\text{C}$ 。

[0088] 表2本发明实施例5-8的工艺参数及计算应用实例

[0089]

	实施例5	实施例6	实施例7	实施例8
ΔX_2 (%)	82.2	81.5	95.8	81.5
ΔX_3 (%)	90.2	89.5	95.8	93.5
ΔX_4 (%)	82.2	81.5	95.8	83.5
T2 (°C)	320.5	318.8	379.2	319.5
T3 (°C)	348.9	346.2	387.2	354.2
T4 (°C)	336.3	332.1	388.8	325.1
$ \Delta T_{i,3} _{i=2}$ (°C)	28.4	27.4	8	34.7
$ \Delta T_{i,3} _{i=4}$ (°C)	12.6	14.1	1.6	29.1
ΔX_2 降幅	8%	8%	0%	12%
ΔX_4 降幅	8%	8%	0%	10%
带宽 (mm)	1950	1950	1950	1950
带厚 (mm)	0.4	0.4	0.4	0.4

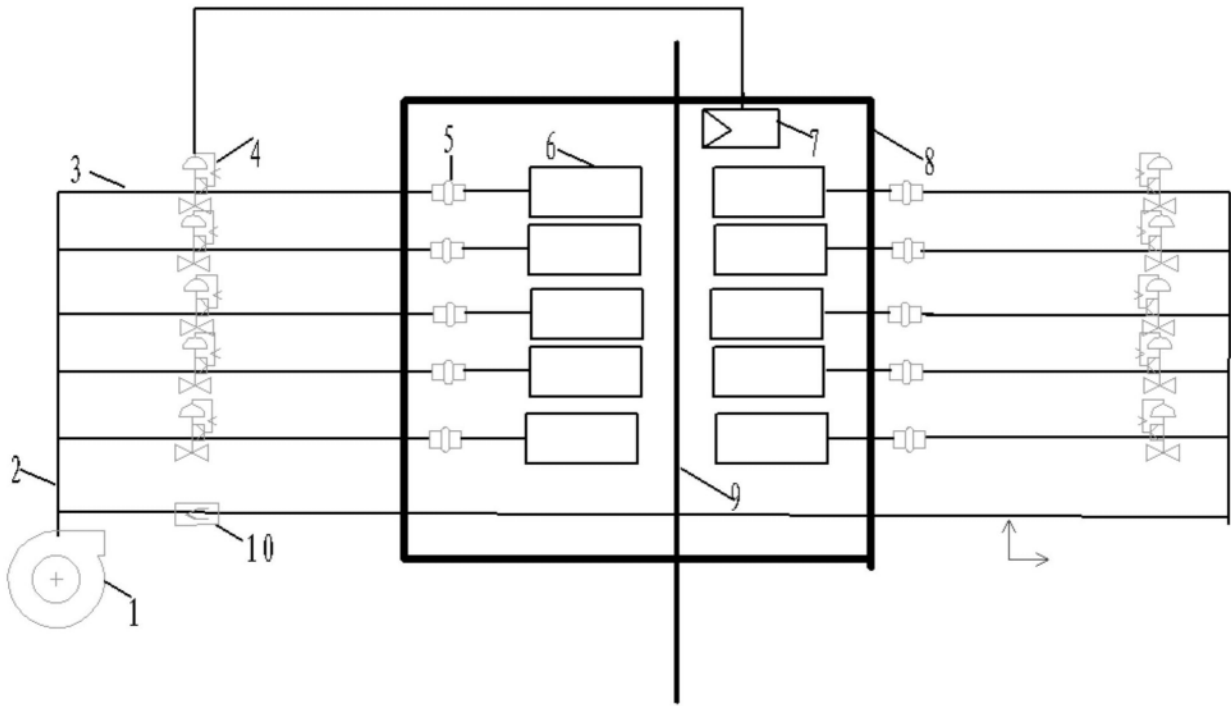


图1

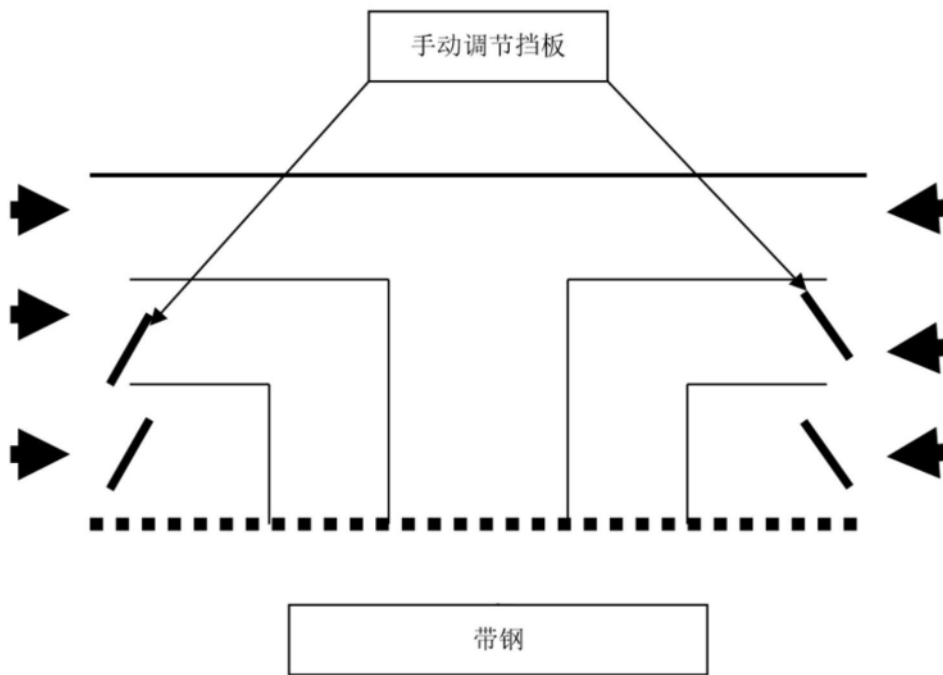


图2

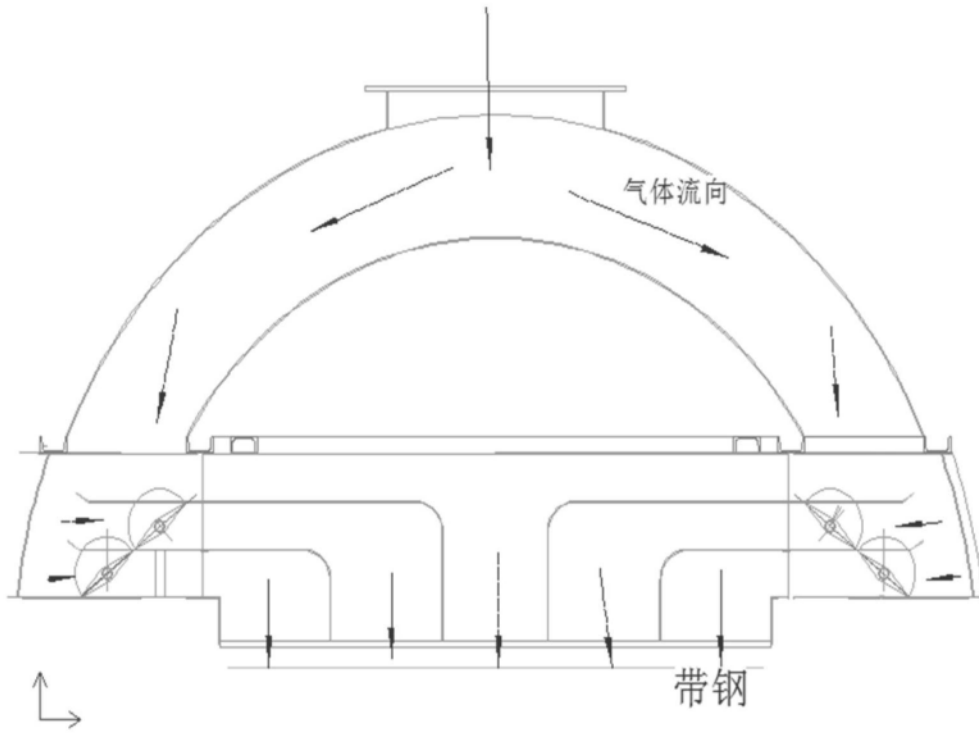


图3

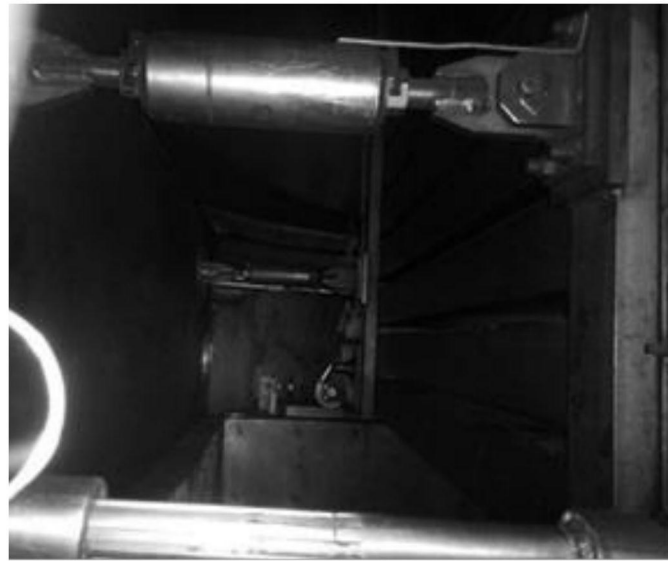


图4

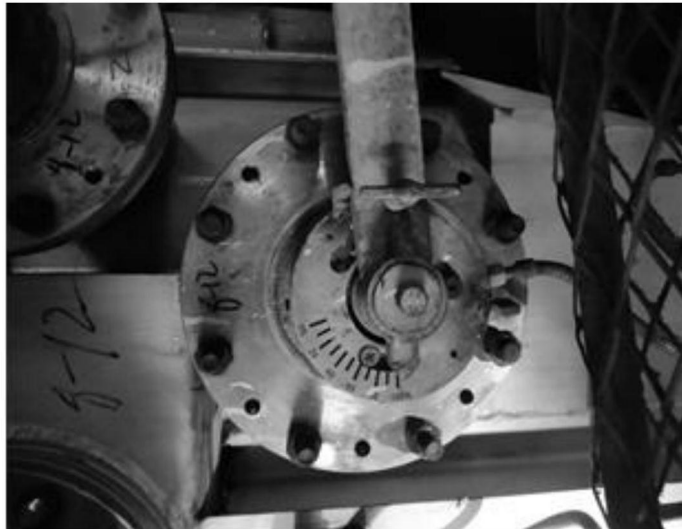


图5

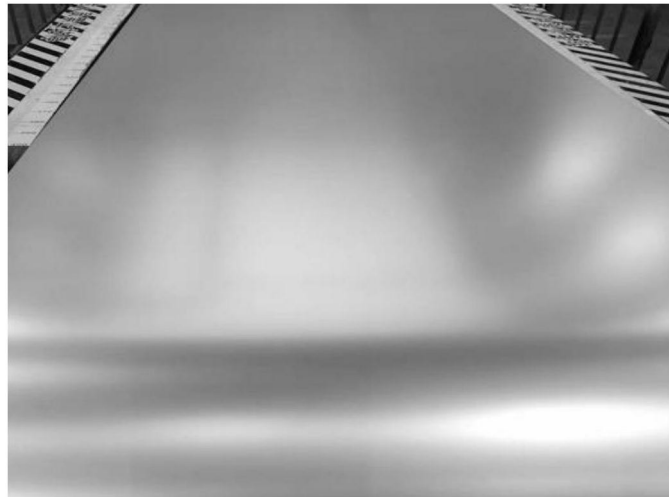


图6

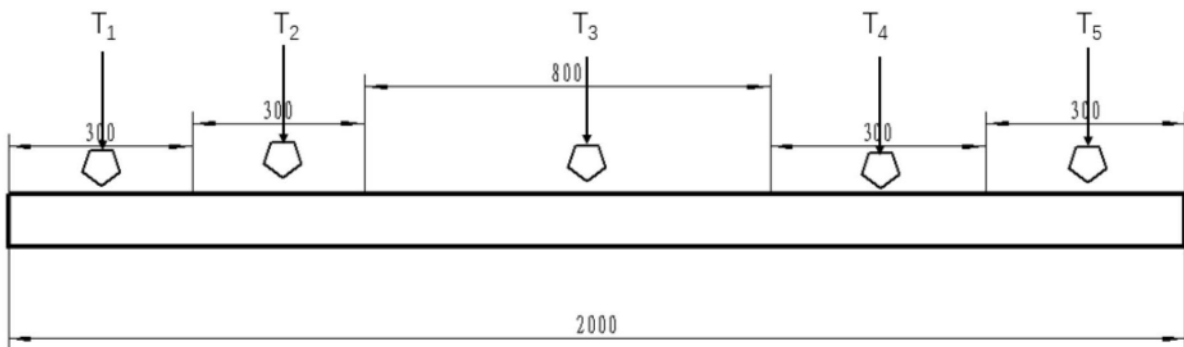


图7