



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107597844 A

(43)申请公布日 2018.01.19

(21)申请号 201710960186.9 *G22C 38/02*(2006.01)

(22)申请日 2017.10.16 *G22C 38/04*(2006.01)

(71)申请人 北京科技大学 *G22C 38/14*(2006.01)

地址 100083 北京市海淀区学院路30号 *G22C 38/18*(2006.01)

(72)发明人 康永林 田鹏 朱国明 秦哲 *G22C 38/06*(2006.01)

郭呈宇 *G22C 38/32*(2006.01)

(74)专利代理机构 北京市广友专利事务所有限
 责任公司 11237

代理人 张仲波

(51) Int. Cl.

B21B 1/46(2006.01)

B21B 15/00(2006.01)

B21B 45/02(2006.01)

B21B 45/08(2006.01)

B21B 37/74(2006.01)

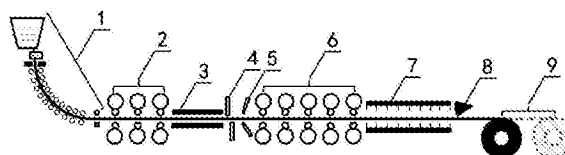
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

无头连铸连轧深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法和装置

(57)摘要

一种无头连铸连轧深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法和装置,属于冶金轧钢领域。该无头连铸连轧生产深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法和装置为连铸成坯→粗轧机组粗轧→冷却通道控温→高压水除鳞→精轧机组铁素体轧制→层冷装置冷却→高速飞剪分卷→卷取机卷取。本发明方法和装置解决了常规热轧工艺粗轧前需加热炉加热/均热、奥氏体区粗轧与铁素体区精轧间因温差大需待温冷却的难题和以CSP为代表的薄板坯连铸连轧工艺需加热炉加热/均热或感应加热补温等难题,具有布置紧凑、投资少、生产效率高、安全可靠、节能环保和降低成本等优势,实现了无头连铸连轧和铁素体轧制生产深冲用低碳/微碳钢卷。



1. 一种无头连铸连轧深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法,其特征在于:所述低碳/微碳钢化学成分及质量百分含量为:C:0.008—0.06%, $Si \leq 0.10\%$, $Mn \leq 0.25\%$, $B \leq 0.0020\%$, $Ti \leq 0.030\%$, $Cr \leq 0.25\%$,Als:0.010—0.060%, $P \leq 0.020\%$, $S \leq 0.015\%$, $N \leq 0.005\%$,其余为Fe和不可避免的不纯物;

生产线工艺流程为连铸成坯→粗轧机组粗轧→冷却通道控温→高压水除鳞→精轧机组铁素体轧制→层冷装置冷却→高速飞剪分卷→卷取机卷取。

2. 根据权利要求1所述的一种无头连铸连轧深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法,其特征在于:采用无头连铸连轧技术,连铸拉速4m/min—7m/min,板坯厚度为80mm—130mm,中间坯厚度为7mm—25mm,成品厚度为0.7mm—4mm。

3. 根据权利要求1所述的一种无头连铸连轧深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法,其特征在于:采用铁素体轧制技术,粗轧机组在1020℃—950℃的奥氏体温度区进行轧制;精轧机组在850℃—730℃的奥氏体和铁素体两相区轧制或铁素体区轧制;冷却通道控温是为了确保精轧温度命中,实现铁素体轧制获得良好的深冲性能,冷却速度 $\leq 6^\circ\text{C}/\text{s}$,采用空冷或风冷弱冷方式;层冷装置冷却是为了确保卷取温度命中,冷却速度 $\leq 25^\circ\text{C}/\text{s}$;卷取温度710℃—580℃是为了利用轧后余热实现铁素体回复和长大。

4. 根据权利要求1所述的一种无头连铸连轧深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法,其特征在于:为进一步提高热卷表面质量和降低轧制力,精轧机组进行润滑轧制;为保证除鳞效果,除鳞水压力 $\geq 30\text{MPa}$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种无头连铸连轧深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法,其特征在于:该方法生产的深冲用低微碳钢卷性能满足抗拉强度270MPa—400MPa,伸长率 $\geq 35\%$,n值0.18—0.25,r值0.8—1.5,能直接作为深冲用钢;或作为深冲用或超深冲用超薄规格钢的冷轧基料。

6. 一种无头连铸连轧深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制装置,其特征在于轧制装置由板坯连铸机(1)、粗轧机组(2)、冷却通道(3)、滚切剪(4)、高压水除鳞装置(5)、精轧机组(6)、层冷装置(7)、高速飞剪(8)、卷取机(9)组成,各部件顺序连接。

无头连铸连轧深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法和装置

技术领域

[0001] 本发明属于冶金轧钢技术领域,特别提供了一种无头连铸连轧生产深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法和装置。

背景技术

[0002] 薄板坯连铸连轧技术是20世纪80年代末出现的新技术。主要有德国SMS公司的CSP工艺,采用辊底式炉进行加热、均热和保温,与德国Thyssen厂合作的CPR工艺可实现半无头轧制;德国MDS公司的ISP工艺,中间坯经感应加热和热卷箱式均热,可实现半无头轧制;意大利Danieli公司的FTSR工艺,具有液芯压下技术,经辊底式隧道炉加热、保温后粗轧,精轧和粗轧间设有保温辊道;日本住友金属的QSP工艺,连铸坯经辊底式炉加热,粗轧和精轧间为带有加热功能的中间输送辊道;奥钢联的CONROLL工艺,有感应式边部加热器和辊底式均热炉;意大利Arvedi公司的ESP工艺,连铸包括液芯压下、轻压下等,精轧和粗轧间采用感应加热,可实现无头轧制。“一种带钢生产工艺—ESP”(吕坤勇,中国专利,200510057404.5)提出了一种新型ESP工艺:连铸机(液芯压下)→摆动剪分坯→加热炉→除鳞→粗轧机→除鳞→精轧机组→层流冷却→卷取机。德国SMS公司的BCT工艺,连铸后直接轧制,可连铸15mm厚的非成品钢带,但该技术不太成熟,目前用于锰、硅、铝含量高的HSD钢种。而常规半连续热轧工艺采用单块板坯轧制,板坯经辊底式炉进行加热、均热和保温,生产薄规格产品时需采用热卷箱。

[0003] 无头轧制和半无头轧制技术是近年来出现的可降低能耗、提高效率、减少成本的钢板轧制新技术,可实现整批次的性能稳定。无头轧制主要应用在热轧带钢和棒线材生产中,半无头轧制主要应用在薄板坯连铸连轧生产中。第一台全连续无头轧制热连轧带钢机是1996年在日本JFE公司千叶厂投用的,中间坯采用的感应加热连接法,与常规热连轧相比,成材率可提高1%—2%,辊耗降低1%—2%。随后日本新日铁和韩国浦项对其热连轧进行了无头轧制改造。目前,粗轧后中间坯的连接方法主要有叠轧连接法、铝热焊连接法、直接通电连接法、感应加热连接法、激光加热连接法、机械剪切+压合连接法等,其中“热轧带钢无头轧制中间坯的连接方法”(康永林,中国专利,201010289783.1)提出了一种中间坯经切头尾—压齿—搭接—压合的连接方法。阿尔维迪公司在2009年建成了世界上第一条无头连铸连轧生产线ESP,与常规热连轧相比,能耗可提高40%—75%,生产效率提高25%—30%。

[0004] 铁素体轧制工艺(又称温轧,Warm Rolling)是20世纪80年代末由比利时钢铁研究中心研究开发的,目的是生产一种可直接使用或供随后冷轧生产的价格便宜、质软、非时效的热轧板,其引起了世界各国学者的普遍关注和研究。因超低碳钢(碳含量<0.01%)的铁素体区范围大和温度高,故目前铁素体轧制工艺主要应用于IF钢的生产。“用于生产铁素体轧制钢带的方法和装置”(安德烈·博丁,中国专利,98811974.9)提出了适用于低碳钢和IF钢的工艺:连铸→隧道炉加热→剪切成板坯段→粗轧机组粗轧→强冷装置强冷→开卷箱储存→剪切→除鳞→精轧→冷却/加热→剪切→卷取。“铁素体区热轧带材的生产设备及铁素体

带材的生产工艺”(W·罗德,德国专利,19531538.3;中国专利,96112270.6)提出了适用于低碳钢的工艺:连铸→加热→粗轧→精轧→冷却→(卷取)→薄带轧机→卷取。“铁素体区轧制温度控制系统”(许荣昌,中国专利,201010548338.2)提出了通过增设温度传感器和钢坯轧制温度控制系统在常规热轧生产线上实现了铁素体区轧制。“薄板坯连铸连轧铁素体轧制工艺”(陈玉光,中国专利,201310723913.1)提出了 $\leq 2\text{mm}$ 薄板的轧制温度控制方法,其加热温度 1100°C — 1300°C ,精轧温度 600°C — 700°C 。“一种在CSP产线采用铁素体轧制工艺生产低碳钢的方法”(杜秀峰,中国专利,201610759108.8)提出了适用于低碳钢的工艺:连铸→加热→除鳞→轧制→层流冷却→卷取,铸坯出炉温度 1020°C — 1080°C ,成品厚度 2mm — 6mm 。“一种铁素体轧制方法”(王建功,中国专利,201611039422.5)提出了在粗轧R2最后一道次前摆钢或进入精轧机组前摆钢的方法来降低板坯温度,从而保证精轧温度控制到铁素体温度范围中。“一种铁素体轧制工艺的粗轧控制方法和装置”(王建功,中国专利,201611059348.3)提出了通过模型自学习来控制轧制参数偏差的方法来保证铁素体钢的质量。“基于ESP薄板坯连铸连轧流程生产低碳钢铁素体的方法”(周洪宝,中国专利,201610768866.6)提出了基于ESP生产低碳钢铁素体的方法:转炉冶炼→LF炉冶炼→RH炉冶炼→连铸→粗轧→感应加热→除鳞→精轧→层流冷却→卷取→冷却至室温→酸洗→平整→拉矫→卷取。文献“FTSR生产线铁素体轧制低碳钢板工艺研究”(李毅伟,第十届中国科协年会论文集(四):1172—1176;2008年全国轧钢生产技术会议文集:111—114)提出工艺路线为:连铸→均热炉→1880mm轧机(粗轧→快冷→精轧)→层流冷却→卷取→冷轧→再结晶退火。“低碳热轧深冲钢板及其制造方法”(黄镇如,中国专利,200510111009.0)提出了精轧温度控制在 830°C — 900°C 等方法。“CSP生产线生产酸洗深冲板的工艺方法”(许斌,中国专利,201410152421.6)提出了均热工序的出炉温度控制为 1040°C — 1080°C ,精轧温度控制为 860°C — 910°C 等方法。

[0005] 以上各种铁素体轧制方法和薄板坯连铸连轧技术各有自己的特点,但因其受制于已有的常规热轧生产线和薄板坯连铸连轧生产线,故也存在自身的不足,特别是粗轧前需进行加热炉加热、精轧前热卷箱储存或精轧前摆钢、精轧前感应加热、热轧后需进行冷轧、精整或退火处理等,同时基本采用单块或半无头轧制技术,即使通过增加中间坯连接装置等改造为无头轧制,但仍然存在过程温度难控制、生产效率低、加热所需能耗高、投资大等问题。为了降低生产成本和实现稳定连续可靠的工业化生产,各国学者、研究人员以及工业界仍在不断努力和探索,试图找到新的铁素体轧制技术和装置。目前世界上没有无头连铸连轧的铁素体轧制方法和装置的相关报道。同时,从目前中国环保和钢铁释放产能压力来看,仍需提出新的薄板坯铁素体轧制方法和装置,达到简化工艺、降低成本、提高效率等目的,推动无头连铸连轧和铁素体轧制的工业化应用。

[0006] 此外,用于深冲级别的薄规格低碳钢市场需求量大,要求具有较低的强度、较高的伸长率和小时效性,大多为冷轧板。研究表明,常规热轧薄规格可覆盖目前约13%—25%的冷轧板,我国“以热代冷”的年需求量约1000—1500万吨。随着工艺技术的进步,采用热轧工艺替代传统热轧+冷轧工艺生产深冲钢,实现“以热带冷”成为产品开发和工艺开发的新热点;或开发优于传统热卷的薄规格高品质热卷作为冷轧基料可减少冷轧次数,提高冷轧后钢带的成形性能,满足超深冲或深冲用冷轧板的要求。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于解决现有深冲用低碳/微碳钢生产方法和装置上存在的工艺流程复杂、生产效率低、能耗大、成本高、成材率低、性能稳定性差的问题,提供了一种无头连铸连轧生产深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法和装置。该装置创新传统连铸连轧技术,采用无头连铸连轧工艺,减少了常规连铸后火焰切割成板坯段的工艺并改善了现场环境,减少了常规轧制时的板坯加热工艺和加热后除鳞工艺,同时整个浇次仅进行一次切头和切尾,省缺了连铸切割烧损、加热炉的氧化烧损、加热炉燃料和能耗、高压水除鳞的能耗和水耗等,显著降低了切头和切尾的损耗,提高了产量、成材率和性能稳定性;采用薄板坯技术和连铸高拉速技术,将传统的拉速 $\leq 3\text{m}/\text{min}$ 提高到 $4\text{m}/\text{min}$ — $7\text{m}/\text{min}$,将传统的5道次或7道次粗轧减少到3道次,将传统的7道次精轧减少到5道次,提高了生产效率和产量;采用铁素体轧制技术,不同于传统的奥氏体区轧制,将粗轧控制在轧制应力低谷的 1020°C — 950°C 奥氏体温度区进行轧制,将精轧控制在轧制应力低谷的 850°C — 730°C 的奥氏体和铁素体两相区轧制或铁素体区轧制,可获得成形性能优异的高品质热卷,同时通过冷却通道控温来确保精轧温度命中,并防止精轧阶段发生珠光体相变引起轧制应力增加,可采用空冷或风冷等方式;卷取采用较高温度 710°C — 580 ,是为了利用轧后余热实现铁素体回复和长大,释放两相区轧制应力等,改善深冲性能,省缺后续的退火处理。层冷装置冷却是为了确保卷取温度命中,防止卷取后生成粗大的珠光体或渗碳体,影响热板的拉深性能。高速飞剪分卷是为了获得需要的卷重。精轧前高压水除鳞是为了获得良好的热卷表面质量,同时精轧机组进行润滑轧制也可降低轧制压力和提高热卷表面质量。采用含B、Ti、Cr、Al等合金化的控氮低碳/微碳钢有利于降低时效现象、提高连铸拉速和进行轧制温度控制,利于实现无头连铸连轧,可实现批量化生产深冲用热卷或高品质热卷作为深冲或超深冲用冷轧基料。

[0008] 本发明提供的低碳/微碳钢化学成分及质量百分含量为:C:0.008—0.06%, Si \leq 0.10%, Mn \leq 0.25%, B \leq 0.0020%, Ti \leq 0.030%, Cr \leq 0.25%, Als:0.010—0.060%, P \leq 0.020%, S \leq 0.015%, N \leq 0.005%,其余为Fe和不可避免的不纯物。

[0009] 主要合金元素的作用及机理:

[0010] B:在钢中的主要作用是增加钢的淬透性,利于连铸采用高拉速和轧制过程中的温度控制,但其随钢中碳含量的增加而减弱;同时硼和氮及氧有强的亲和力,加入一定含量可以消除钢的时效现象和抑制AlN的析出。

[0011] Ti:钛和氮、氧、碳都有极强的亲和力,与硫的亲和力比铁强,是一种良好的脱氧去气剂和固定氮和碳的有效元素,可以消除钢的时效现象;钛也是强铁氧体形成元素,强烈的提高钢的A1和A3温度,提高了铁素体轧制温度,利于轧制温度的控制。

[0012] Cr:在钢中的主要作用是提高钢的淬透性,利于连铸采用高拉速和轧制过程中的温度控制;可提高碳钢的硬度和耐磨性而不使钢变脆;同时使钢有良好的高温抗氧化性和耐氧化性腐蚀的作用;还增加钢的热强性,有良好的回火稳定性。

[0013] Al:铝是强脱氧剂,在钢中的主要作用是细化晶粒、固定钢中的氮,从而显著提高钢的冲击韧性,降低冷脆倾向和时效倾向性;同时AlN会影响成形性能。

[0014] N:随着氮含量的增加,可使钢材的强度显著提高,塑性特别是韧性也显著降低;同时增加时效倾向及冷脆性和热脆性,损坏钢的焊接性能及冷弯性能。因此,应该尽量减小和

限制钢中的含氮量。

[0015] 本发明提供的生产线工艺流程是：连铸机内成坯→粗轧机组粗轧→冷却通道控温→高压水除鳞→精轧机组精轧→层冷装置冷却→高速飞剪分卷→卷取机卷取。

[0016] 本发明还提供了一种无头连铸连轧深冲用低碳/微碳钢卷的铁素体轧制装置，主要由板坯连铸机1、粗轧机组2、冷却通道3、滚切剪4、高压水除鳞装置5、精轧机组6、层冷装置7、高速飞剪8、卷取机9组成，各部件顺序连接。

[0017] 其具体工艺步骤：

[0018] 1) 按低碳/微碳钢化学成分及质量百分含量为： $C:0.008—0.06\%$ ， $Si\leq 0.10\%$ ， $Mn\leq 0.25\%$ ， $B\leq 0.0020\%$ ， $Ti\leq 0.030\%$ ， $Cr\leq 0.25\%$ ， $Als:0.010—0.060\%$ ， $P\leq 0.020\%$ ， $S\leq 0.015\%$ ， $N\leq 0.005\%$ ，其余为Fe和不可避免的不纯物，进行冶炼。

[0019] 2) 在连铸机内浇铸成坯，连铸大包温度目标为 $1550^{\circ}C$ ，采用快速凝固防止晶粒长大和中心偏析；连铸拉速 $4m/min—7m/min$ ，板坯厚度为 $80mm—130mm$ 。

[0020] 3) 直接送入粗轧机组进行粗轧，粗轧温度控制在 $1020^{\circ}C—950^{\circ}C$ 的奥氏体温度区，粗轧机组优选3机架，粗轧结束后中间坯厚度为 $7mm—25mm$ 。

[0021] 4) 中间坯进入冷却通道控温，冷却速度 $\leq 6^{\circ}C/s$ ，可采用空冷或风冷等弱冷方式；冷却通道控温是为了确保精轧温度命中实现铁素体轧制获得良好的深冲性能，利于精轧温度的控制。

[0022] 5) 滚切剪切头，采用滚切剪对浇次的头坯进行切头处理，至整个浇次结束不再进行切头操作，实现无头轧制；紧急情况还可对板坯进行分坯处理。

[0023] 6) 高压水除鳞，为保证除鳞效果，除鳞水压力 $\geq 30MPa$ ，保证入精轧前中间坯表面干净，防止氧化铁皮压入影响热卷表面质量。

[0024] 7) 精轧机组精轧，精轧温度控制在 $850^{\circ}C—730^{\circ}C$ 的奥氏体和铁素体两相区或铁素体区，精轧机组优选5机架，优选采用润滑轧制，精轧结束后成品厚度为 $0.7mm—4mm$ 。

[0025] 8) 层冷装置冷却，冷却速度 $\leq 25^{\circ}C/s$ ，可采用前段、后段和分段冷却模式，确保此阶段发生珠光体相变和保证卷取温度命中。

[0026] 9) 高速飞剪分卷，为保证层冷段穿带效果，高速飞剪安装在层冷后和卷取前；由于采用无头轧制技术，在此按卷重要求进行切分卷。

[0027] 10) 卷取机卷取，为了利用轧后余热实现铁素体回复和长大，卷取温度控制在 $710^{\circ}C—580^{\circ}C$ ，随后可采用自然冷却或缓冷至室温。

[0028] 11) 生产的低碳/微碳钢卷性能满足深冲要求，抗拉强度 $270MPa—400MPa$ ，伸长率 $\geq 35\%$ ， n 值 $0.18—0.25$ ， r 值 $0.8—1.5$ ，可直接作为深冲用钢；也可作为深冲用或超深冲用超薄规格钢的冷轧基料。

[0029] 本发明中主要工艺的作用及机理：

[0030] 采用薄板坯连铸连轧技术，连铸后直接进行轧制，省缺加热工序，结构布置更趋完善，工艺流程周期缩短，投资少；采用无头轧制技术，减少切头和切尾损失，提高了生产效率和产量；采用铁素体轧制技术，有效降低轧机轧制压力，改善组织和材料性能，节约能源和降低生产成本。

[0031] 本发明与现有技术对比，具有以下优点：

[0032] 1) 采用含B、Ti、Cr、Al等合金化的控氮低碳/微碳钢，有利于提高连铸拉速和进行

轧制温度控制,改善组织,降低热卷时效现象;促进碳化物形成,提高成形性能。

[0033] 2) 采用连铸连轧技术,不用辊底式加热炉或精轧前不用感应加热炉对板坯进行加热,减少了氧化烧损、加热炉燃料和能耗以及设备的投入,提高了金属收得率和成材率,降低了能耗和投资。

[0034] 3) 通过无头轧制技术省缺了连铸火焰切割烧损,减少了切头率和切尾率,提高了成材率,轧制过程更加稳定;采用连铸连轧技术,提高连铸拉速,减少了轧制道次和除鳞次数,提高了生产效率和产量。

[0035] 4) 采用铁素体轧制技术,可减少氧化铁皮生成,降低轧制压力,节约能源,提高带钢表面质量,优化显微组织和成形性能等;采用冷却通道控温和层冷冷却可实现对精轧温度和卷取温度的精确控制。

[0036] 5) 卷取采用较高温度 710°C — 580°C ,可充分利用轧后余热实现铁素体晶粒回复和长大,省缺后续的退火、冷轧等处理,实现以热带冷,直接作为深冲用钢,厚度可覆盖目前约50%的薄规格冷轧板;同时由于采用铁素体轧制的热卷具有良好的综合性能还可作为深冲用或超深冲用超薄规格钢的冷轧基料。

附图说明

[0037] 图1为无头连铸连轧深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法生产线流程图。图中:板坯连铸机1、粗轧机组2、冷却通道3、滚切剪4、高压水除鳞装置5、精轧机组6、层冷装置7、高速飞剪8、卷取机9。

[0038] 图2为无头连铸连轧深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法生产线温度分布图。

[0039] 图3为无头连铸连轧深冲用低微碳钢卷的铁素体轧制方法生产线厚度分布图。

具体实施方式

[0040] 实施例1:

[0041] 按低碳钢化学成分及质量百分含量为:C:0.06%,Si:0.10%,Mn:0.25%,B:0.0003%,Ti:0.005%,Cr:0.01%,Als:0.060%,P:0.019%,S:0.006%,N:0.0049%,其余为Fe和不可避免的不纯物,进行冶炼。在连铸机内浇铸成坯,连铸大包温度为 1545°C ,连铸拉速 $4\text{m}/\text{min}$,板坯厚度为 80mm 。直接送入粗轧机组进行粗轧,粗轧温度 990°C — 950°C ,粗轧结束后中间坯厚度为 7mm 。中间坯进入冷却通道控温,冷却速度 $0.3^{\circ}\text{C}/\text{s}$,滚切剪切头,高压水除鳞,除鳞水压力 35MPa ,精轧机组精轧,精轧温度控制在 800°C — 730°C ,后3道次可采用润滑轧制,成品厚度为 0.7mm 。层冷装置冷却,冷却速度 $1^{\circ}\text{C}/\text{s}$,高速飞剪按卷重要求分卷,卷取温度控制在 710°C ,随后可采用自然冷却或缓冷至室温。性能满足深冲要求,抗拉强度 395MPa ,伸长率36%,n值0.18,r值0.8。

[0042] 实施例2:

[0043] 按低碳钢化学成分及质量百分含量为:C:0.04%,Si:0.06%,Mn:0.20%,B:0.0008%,Ti:0.030%,Cr:0.10%,Als:0.042%,P:0.013%,S:0.014%,N:0.0040%,其余为Fe和不可避免的不纯物,进行冶炼。在连铸机内浇铸成坯,连铸大包温度为 1547°C ,连铸拉速 $5\text{m}/\text{min}$,板坯厚度为 95mm 。直接送入粗轧机组进行粗轧,粗轧温度 1000°C — 960°C ,粗轧结束后中间坯厚度为 13mm 。中间坯进入冷却通道控温,冷却速度 $2^{\circ}\text{C}/\text{s}$,滚切剪切头,高压水

除磷,除磷水压力33MPa,精轧机组精轧,精轧温度控制在810℃—740℃,后2道次可采用润滑轧制,成品厚度为1.5mm。层冷装置冷却,冷却速度8℃/s,高速飞剪按卷重要求分卷,卷取温度控制在670℃,随后可采用自然冷却或缓冷至室温。性能满足深冲要求,抗拉强度350MPa,伸长率39%,n值0.20,r值1.0。

[0044] 实施例3:

[0045] 按微碳钢化学成分及质量百分含量为:C:0.018%,Si:0.03%,Mn:0.15%,B:0.0015%,Ti:0.012%,Cr:0.25%,Als:0.025%,P:0.010%,S:0.009%,N:0.0031%,其余为Fe和不可避免的不纯物,进行冶炼。在连铸机内浇铸成坯,连铸大包温度为1550℃,连铸拉速6m/min,板坯厚度为110mm。直接送入粗轧机组进行粗轧,粗轧温度1100℃—970℃,粗轧结束后中间坯厚度为20mm。中间坯进入冷却通道控温,冷却速度4℃/s,滚切剪切头,高压水除磷,除磷水压力33MPa,精轧机组精轧,精轧温度控制在825℃—755℃,最后1道次可采用润滑轧制,成品厚度为2.5mm。层冷装置冷却,冷却速度17℃/s,高速飞剪按卷重要求分卷,卷取温度控制在625℃,随后可采用自然冷却或缓冷至室温。性能满足深冲要求,抗拉强度310MPa,伸长率42%,n值0.22,r值1.3。

[0046] 实施例4:

[0047] 按微碳钢化学成分及质量百分含量为:C:0.008%,Si:0.01%,Mn:0.06%,B:0.0020%,Ti:0.021%,Cr:0.18%,Als:0.011%,P:0.006%,S:0.001%,N:0.0025%,其余为Fe和不可避免的不纯物,进行冶炼。在连铸机内浇铸成坯,连铸大包温度为1555℃,连铸拉速7m/min,板坯厚度为130mm。直接送入粗轧机组进行粗轧,粗轧温度1020℃—980℃,粗轧结束后中间坯厚度为25mm。中间坯进入冷却通道控温,冷却速度6℃/s,滚切剪切头,高压水除磷,除磷水压力33MPa,精轧机组精轧,精轧温度控制在850℃—770℃,成品厚度为4mm。层冷装置冷却,冷却速度25℃/s,高速飞剪按卷重要求分卷,卷取温度控制在580℃,随后可采用自然冷却或缓冷至室温。性能满足深冲要求,抗拉强度270MPa,伸长率45%,n值0.25,r值1.5。

[0048] 实施例5:

[0049] 按低碳钢化学成分及质量百分含量为:C:0.03%,Si:0.02%,Mn:0.10%,B:0.0002%,Ti:0.016%,Cr:0.06%,Als:0.032%,P:0.012%,S:0.003%,N:0.0035%,其余为Fe和不可避免的不纯物,进行冶炼。在连铸机内浇铸成坯,连铸大包温度为1550℃,连铸拉速5.5m/min,板坯厚度为100mm。直接送入粗轧机组进行粗轧,粗轧温度1010℃—970℃,粗轧结束后中间坯厚度为15mm。中间坯进入冷却通道控温,冷却速度1℃/s,滚切剪切头,高压水除磷,除磷水压力33MPa,精轧机组精轧,精轧温度控制在820℃—740℃,成品厚度为1.8mm。层冷装置冷却,冷却速度15℃/s,高速飞剪按卷重要求分卷,卷取温度控制在650℃,随后可采用自然冷却或缓冷至室温。性能满足深冲要求,抗拉强度290MPa,伸长率43%,n值0.21,r值1.1。

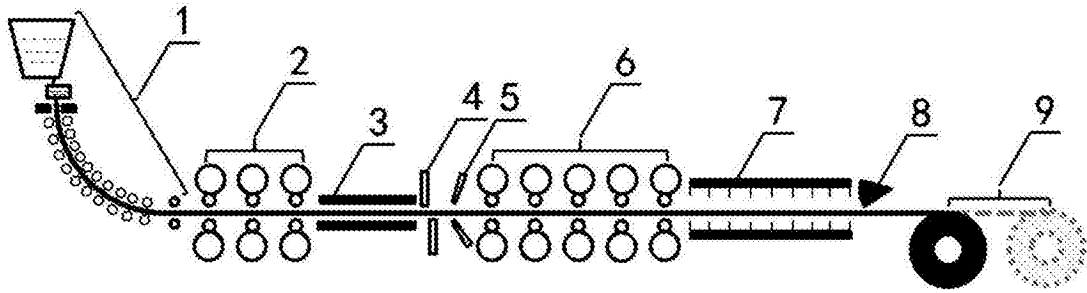


图1

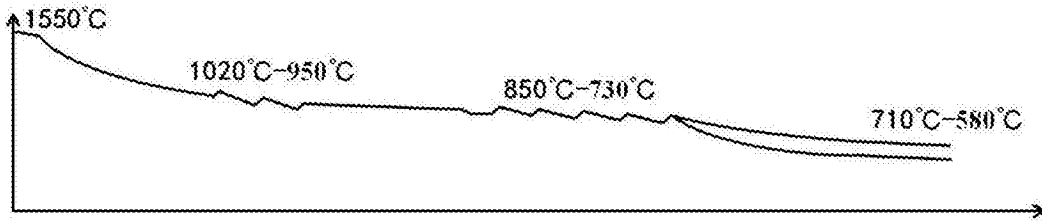


图2

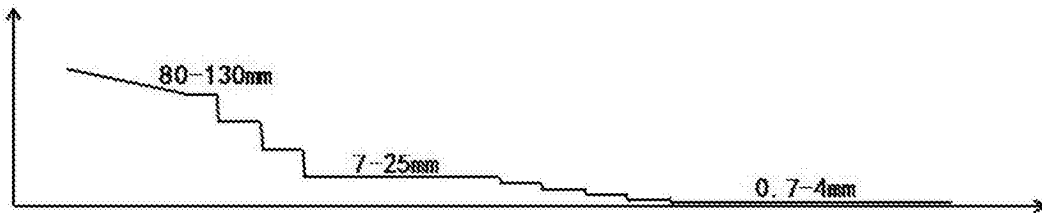


图3