

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



PCT



(43) 国际公布日
2009 年 8 月 6 日 (06.08.2009)

(10) 国际公布号
WO 2009/094848 A1

(51) 国际专利分类号:

B21B 1/085 (2006.01) *B21B 45/08* (2006.01)
B21B 37/58 (2006.01) *C21D 9/70* (2006.01)
B21B 37/74 (2006.01) *C21D 11/00* (2006.01)
B21B 27/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2008/002124

(22) 国际申请日: 2008 年 12 月 29 日 (29.12.2008)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
200710116301.0
2007 年 12 月 29 日 (29.12.2007) CN

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 莱芜钢铁集团有限公司(LAIWU STEEL GROUP CO., LTD)
[CN/CN]; 中国山东省莱芜市钢城区友谊大街38号, Shandong 271104 (CN)。

(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): 董杰(DONG, Jie)
[CN/CN]; 中国山东省莱芜市钢城区友谊大街80号17号楼303室, Shandong 271104 (CN)。曲为壮(QU, Weizhuang) [CN/CN]; 中国山东省莱芜市钢城区金

鼎小区7号楼205, Shandong 271104 (CN)。霍喜伟(HUO, Xiwei) [CN/CN]; 中国山东省莱芜市钢城区振兴园5号楼201, Shandong 271104 (CN)。刘福宁(LIU, Funing) [CN/CN]; 中国山东省莱芜市钢城区金鼎小区35号楼306, Shandong 271104 (CN)。赵传东(ZHAO, Chuandong) [CN/CN]; 中国山东省莱芜市钢城区金鼎小区30号楼305, Shandong 271104 (CN)。冯伟(FENG, Wei) [CN/CN]; 中国山东省莱芜市钢城区友谊大街80号14号楼502室, Shandong 271104 (CN)。袁鹏举(YUAN, Pengju) [CN/CN]; 中国山东省莱芜市钢城区月季园小区11号楼301, Shandong 271104 (CN)。张婕(ZHANG, Jie) [CN/CN]; 中国山东省莱芜市钢城区湖滨小区5号楼604, Shandong 271104 (CN)。杨栋(YANG, Dong) [CN/CN]; 中国山东省莱芜市钢城区金鼎小区3号楼403, Shandong 271104 (CN)。马振宏(MA, Zhenhong) [CN/CN]; 中国山东省莱芜市钢城区芙蓉园4号楼507, Shandong 271104 (CN)。尹德全(YIN, Dequan) [CN/CN]; 中国山东省莱芜市钢城区钢城区振兴小区10号楼204, Shandong 271104 (CN)。

(74) 代理人: 北京金之桥知识产权代理有限公司(BEIJING GOLDEN BRIDGE IP AGENCY CO., LTD); 中国北京市海淀区知春路6号锦秋国际大厦A1008, Beijing 100088 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

[见续页]

(54) Title: A PROFILED STEEL USED FOR MAGNETIC SUSPENSION TRAIN RAIL AND ROLLING PROCEDURES THEREOF

(54) 发明名称: 一种磁悬浮列车轨道用异型钢及其轧制工艺

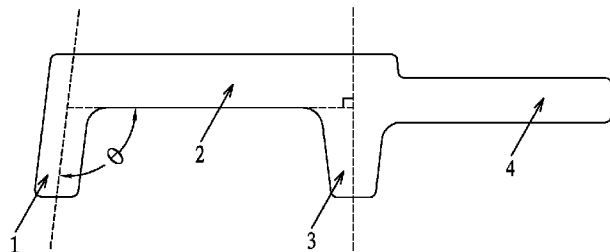


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: A profiled steel used for a medium-low speed magnetic suspension train rail has F-shaped cross section, including an inclined leg (1), a vertical leg (3), a web (2) and an horizontal extension section (4). The centerline of the inclined leg (1) is slanted to the undersurface of the web (2), the vertical leg is located at the joint of the web (2) and the horizontal extension section (4), and the upper surface and the undersurface of the extension section (4) are separately parallel to or in the same plane to the corresponding surface of the web (2). The rolling procedures of the profiled steel comprise in turn of rough rolling, finishing rolling, coolant-controlling and straightening, two reversible mill rolling

is adopted for rough rolling, the maximum rolling force of a two reversible mill is 8000 to 10000KN, and the rolling deformation should account for 60 to 90 per cent of total deformation, three-stand universal continuous rolling line is adopted for finishing rolling. The invention can merely use large H-shaped hot-rolling production line to produce finished products.

[见续页]

WO 2009/094848 A1



BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,

本国际公布:

— 包括国际检索报告。

(57) 摘要:

一种中低速磁悬浮列车轨道用异型钢, 该异型钢的横断面为 F 形, 具有斜腿 (1)、直腿 (3)、腹板 (2) 和水平伸出段 (4), 其中斜腿(1)的中心线与腹板(2)的下表面之间有一夹角, 直腿(3)位于腹板(2)与水平伸出段(4)连接处, 水平伸出段(4)的上下表面分别与腹板(2)的上下表面互相平行或者在同一平面上。该异型钢的轧制工艺依次包括粗轧、精轧、控冷和矫直工序, 所述粗轧采用二辊可逆轧机轧制, 其最大轧制力为 8000—10000KN, 轧制变形量占总变形量 60%—90%; 精轧采用三机架万能连轧机组连轧。本发明通过大 H 型钢热轧生产线即可生产出最终成品。

一种磁悬浮列车轨道用异型钢及其轧制工艺

技术领域

本发明属于冶金技术领域，涉及一种异型钢，特别是一种磁悬浮列车轨道
5 用 F 型异型钢及其轧制工艺方法。

背景技术

1969 年，世界上开始进行磁悬浮列车研究，经过多年的研究和实践，中低速磁悬浮系统已经积累了许多成功经验。在中低速磁悬浮的研究和应用方面，
10 最具代表性的是日本 HSST 中低速磁悬浮交通系统。中低速磁悬浮交通技术最早出现在德国，日本经过近 30 年的研究，先后研制过 7 个中低速磁悬浮车辆型号，发展到名古屋的 H100 系列，系统运行成功。名古屋东部丘陵线，正线长 8.9km，其中 1.4km 为地下线，其余为高架线，设有九个车站，高峰时最小行车间隔为 6min，平峰时段行车间隔为 10min，区间最高运行速度 100km/h，
15 单程运行时间 15min，日运量为 1.5 万人次。已于 2005 年 3 月 5 日正式通车运营。与 HSST 相类似的系统还有韩国的大宇试验线、美国 AMT。

我国自八十年代初期开始进行常导型中低速磁浮列车的研究工作，1992 年磁浮列车关键技术研究列入“八五”国家重点科技攻关计划，取得阶段性研究成果，并于 1995 年首次成功实现了实验室内全尺寸单转向架的载人运行。

20 1999 年北京控股磁悬浮技术发展有限公司和国防科技大学共同组织、联合国内铁路、航空、汽车等行业最具技术优势的企业在长沙国防科大校园内建设了中国第一条磁浮列车试验线，并完成全尺寸试验车辆生产制造；2001 年 9 月整车系统开始进行运行试验。

CN1621618 公开了用于磁悬浮列车的一种行驶道路，该道路包括一个支承
25 在地基上尤其由钢筋混凝土或预应力混凝土制成的支承结构，该支承结构在与车辆相联系的部位上板状地具有侧面伸出的边缘部位，在该边缘部位上布置磁悬浮轨道运行机构的被车辆的悬浮框架呈 U 形环绕的功能组件-如滑动板、定子和侧面导向轨道，使车辆悬浮框架的和支承结构的端部部位之间的传输声的

缝隙的尺寸最小化，并且使该缝隙是迷宫形式的。此时，缝隙的高度和宽度大约对应着在滑动板的和侧面导向轨道的部位上的磁悬浮轨道运行机构的公差尺寸。

CN2869102 公开了一种中低速磁浮列车轨道，钢轨通过螺栓或预埋方式直接固定在梁的两侧；钢轨的下表面以螺栓方式固定倒 U 型悬浮轨或者钢轨的下部呈倒 U 型，构成倒 U 型悬浮轨。

现有的中低速磁悬浮列车轨道用型钢有箱型钢、工字钢和 U 型钢几种类型，实际应用中存在精度差，安装复杂，轨道定位难度大等问题。日本的中低速磁悬浮试验线轨道采用耐候钢板焊接并机械加工制成，虽然精度较高，材料浪费严重，制作成本高昂，生产效率低，难以实现批量化生产，仅能满足目前小批量试验的要求。

磁浮列车的基本原理是：利用电磁力克服地球引力，使列车在轨道上悬浮（常导型磁浮列车悬浮间隙约 1 厘米），并利用直线电机推动前进。从悬浮原理来看，车体运行对轨道精度的要求很高，因此，为了保证轨道的精度，轨道的生产方法为：将钢板焊接成要求形状后，对其进行高精度的机械加工。该生产方法大体为钢板焊接——退火——机械加工——退火——矫直，不仅工序复杂、加工效率低、制作周期长，而且材料浪费严重、成本昂贵。国内也曾有企业尝试过采用热轧方法生产出成品，但没有成功，仅仅是采用粗轧机轧制出毛坯后再进行机械加工，生产出成品，生产过程仍需要退火工序，与焊接生产相比，虽然工序有所减少，但制作周期和成本无明显降低，效率提高不大，不能满足批量产业化生产要求。

CN1470669 公开了软磁结构钢及其制造方法，用于磁悬浮轨道的软磁结构钢及其制造方法。技术方案是：软磁结构钢及其制造方法，组成元素包括：Fe、C、Si、Mn、P、S、Al、Cr、Cu、Ti、N、Ni、Ca，其特征是组成元素 Ca 可用 REM 替代，组成元素的重量百分比为：C：0.010%~0.040%，Si：1.0%~2.0%，Mn：0.60%~1.00%，P：≤0.015%，S：≤0.005%，Al：0.005%~0.020%，Cr：≤0.60%，Cu：0.20%~0.60%，Ti：0.005%~0.02%，N：≤0.010%，Ni：≤1.00%，Ca 或 REM：≤0.010%，其余为铁和不可避免的夹杂。其轧制工艺包括：连铸工艺、热轧工艺和正火工艺，最终得到适合在北方用于磁悬浮列

车轨道梁上的侧面导向软磁结构钢板。

CN1690242 公开了低温韧性优良的软磁结构钢板,其成分为(质量百分比)C 0.010%~0.040%、Si 0.50%~1.00%、Mn 1.00%~1.50%、 $P \leq 0.015\%$ 、 $S \leq 0.005\%$ 、 Al_s 0.50%~1.00%、Cr 0.20~0.50%、Cu 0.20%~0.60%、Ti 0.005%~0.02%、N 0.001%~0.008%、Ni 0.30~0.80%、Ca 10ppm~60ppm、其余为铁和不可避免的夹杂, $P_{cm} \leq 0.20\%$ 。优化再结晶控轧和加速冷却工艺及后续缓冷工艺,使成品软磁结构钢板的晶粒尺寸在 10~30 μm ,获得优异的机械性能、电磁性能和焊接性,特别适用于磁悬浮列车轨道中的必须吸收承载力、导向力和驱动力的侧面导向板。由于磁悬浮控制技术水平本身的限制,对轨道本身的各项性能(晶粒度、组织均匀性、导磁性等)要求非常苛刻,同时,由于还需要将钢板焊接成磁悬浮轨道,从而对材料的焊接性能、机械性能提出了很高的要求,这就导致在生产加工磁悬浮轨道用钢板时,工艺复杂,成本高昂,效率低下,严重制约其工业化应用。

15 发明内容

为克服现有技术的不足,本发明提供一种提高产品精度,简化安装步骤,降低轨道定位难度,同时又降低生产成本,节省材料,提高生产效率,满足工业化、批量化的要求的一种中低速磁悬浮列车轨道用热轧 F 型异型钢。

本发明的另一目的是提供一种能够不采用焊接、机械加工直接轧制出高精度、高平直度、组织均匀的磁悬浮轨道的生产工艺。本发明的轧制工艺针对磁悬浮轨道用异型钢的特点,进行针对性的轧制工艺设计。

本发明提供一种磁悬浮列车轨道用异型钢,该异型钢的横截面为 F 形,其中斜腿中心线与腹板下表面之间有一夹角 θ ,水平伸出段上下表面分别与腹板上下表面互相平行或在同一平面上,直腿位于腹板与水平伸出段连接处。

其中所述斜腿与所述直腿相对于腹板下表面的垂直高度相同。

其中所述异型钢各拐角处为圆弧形。

其中所述斜腿与腹板下表面之间的夹角 θ 的角度为 92~120°,优选为 95~105°。

其中水平伸出段上下表面与腹板上下表面平行或在同一平面上。

本发明还提供所述磁悬浮列车轨道用异型钢的轧制工艺，依次包括粗轧、精轧、控冷和矫直工序，其中所述粗轧采用二辊可逆轧机轧制，所述二辊可逆轧机最大轧制力为 8000~10000KN，优选为 8000~9000KN，轧制变形量占总变形量 60%~90%；精轧采用三机架万能连轧机组进行连轧。

5 其中所述粗轧工序的开轧温度为 1150-1200℃，终轧温度为 950-1000℃。

其中所述精轧的轧制力为 10000~15000KN，压下精度为±0.1mm；开轧温度为 800-840℃，终轧温度为 750-850℃，本阶段完成其余变形。

其中，所述万能连轧机组利用辊身较短的万能水平辊取代辊身较长的 S 辊（万能轧机采用两辊轧制模式（simple mode）时每个机架轧辊只有两个，每个
10 轧辊称作 S 辊）。

其中，所述万能轧机还设有左右两个立辊，轧机的控制系统对上下两个水平辊和左右两个立辊同时进行控制来完成轧制过程，上下两个水平辊为主动辊，左右两个立辊为从动辊。

其中，矩形坯料冷装或热装入炉，加热到 1200-1250℃出炉，进行高压水
15 除鳞，除鳞压力 10~20MPa。

其中，轧件冷至 150℃以下后，进入矫直机进行矫直。

本发明所提供的磁悬浮列车轨道用 F 型异型钢与钢板焊接加工的 F 型异型钢不同的是，各部分连接处均为圆弧过渡，这种设计是为了保证该产品能够直接通过热轧的方法生产而不需焊接和机械加工，简化了生产工艺，降低了
20 成本，提高了生产效率，同时，提高了倾斜伸出段（斜腿）和垂直伸出段（直腿）的刚度和强度，增强了使用的安全性。本发明所提供的异型钢结构可以使得倾斜伸出段和垂直伸出段分别与车体 U 型电磁铁的两极相对应，下端平面与车体的电磁铁相互作用产生向上的吸引力使车体悬浮。所选定的倾斜伸出段倾斜角度不但很好地承受车辆在弯道运行时产生的水平方向离心力的作用，同
25 时，还起到与车体的刹车配合完成摩擦制动过程的作用；水平伸出段起到连接作用，可使中低速磁悬浮列车轨道 F 型钢方便地连接并固定到轨枕上，且具有较高的强度和刚度。而腹板的设计可以便于在上面安装感应板，运行时为车体提供水平的驱动力。

本发明所提供的轧制工艺的优点是粗轧采用具有大轧制力的二辊可逆轧

机轧制，对坯料进行大变形轧制，以均匀轧材组织，消除坯料上存在的缺陷，同时还能减少轧制道次，降低辊耗，提高生产率；精轧采用大轧制力，高精度的三机架万能连轧机组进行连轧，一方面提高了轧制节奏，减小了温降，从而可降低坯料的加热温度，降低煤气消耗，另一方面，为了减少工装投入，对连
5 轧机进行改造优化，不采用两辊模式，而是对万能模式的工艺控制系统和机械控制系统进行修改，采用改进后的万能模式进行轧制。这种改进后的万能模式轧制与上面提到的两辊模式轧制的区别在于：两辊模式下，轧机只有上下两个水平轧辊，轧机控制系统对两个水平辊进行控制；而万能模式下，轧机除了有上下两个水平辊外，还有左右两个立辊，轧机的控制系统对上下两个水平辊和
10 左右两个立辊同时进行控制，而对水平辊或立辊的单独控制无法实现。通过对工艺控制系统和机械控制系统的修改，实现了万能模式下，轧机控制系统对水平辊的单独控制。这样一来，利用辊身较短的万能水平辊取代辊身较长的 S 辊节省了工装投入和消耗。然后经过控冷工序和矫直工序就可以得到最终成品。

本发明仅仅通过大 H 型钢热轧生产线便可生产出最终成品，无须热处理、
15 机械加工工序，不仅大大降低了成本，提高了生产效率，而且能很好地满足批量化生产的要求。

附图说明

图 1 为本发明一个实施例的结构示意图；

20 图 2 为本发明另一实施例的结构示意图。

其中，1-斜腿，2-腹板，3-直腿，4-水平伸出段。

具体实施方式

轧制的具体生产工艺如下：矩形坯料冷装或热装入炉，加热到 1200-1250℃
25 出炉，进行高压水除鳞，为保证除鳞效果，除鳞压力 10~20MPa，除完鳞的坯料用辊道送至粗轧机，开轧 1150-1200℃，终轧温度为 950-1000℃，为了保证产品的组织均匀性，本阶段采用二辊可逆轧机进行大变形轧制，所述二辊可逆轧机最大轧制力为 8000~10000KN，轧制变形量占总变形量的 60%~90%。粗轧轧制完成后，粗轧坯经机后输送辊道送至万能机组进行连轧，精轧采用大

轧制力、高精度的三机架万能连轧机组进行连轧，实现万能模式下的两辊轧制。精轧的轧制力为 10000~15000KN，压下精度为 $\pm 0.1\text{mm}$ ；开轧温度为 800-840℃，终轧温度为 750-850℃，本阶段完成其余变形。

所述万能连轧机组利用辊身较短的万能水平辊取代辊身较长的 S 辊。这种改进后的万能模式轧制与上面提到的两辊模式轧制的区别在于：两辊模式下，轧机只有上下两个水平轧辊，轧机控制系统对两个水平辊进行控制；而万能模式下，轧机除了有上下两个水平辊外，还有左右两个立辊，轧机的控制系统对上下两个水平辊和左右两个立辊同时进行控制，而对水平辊或立辊的单独控制无法实现。

出万能机组的轧件送至控冷区进行控冷，使轧件获得均匀的温度和合适的冷速，避免由于温度不均引起弯曲和残余应力。控冷完毕后轧件被送到热锯进行切尾、分段、取样操作，然后上冷床进行控冷。当轧件冷至 150℃ 以下后，进入该异型钢专用矫直机进行矫直，使由于空冷引起的变形得到矫正。最后，将轧件切定尺、收集。

实施例 1：

磁悬浮列车轨道用异型钢，如图 1 所示，该异型钢的横断面为 F 形，由四部分组成：斜腿 1、腹板 2、直腿 3、水平伸出段 4。其中斜腿中心线与腹板下表面之间的夹角为 92°，水平伸出段上下表面分别与腹板上下表面互相平行，直腿位于腹板与水平伸出段连接处。异型钢各拐角处为圆弧形。

斜腿 1 与直腿 3 相对于腹板下表面的垂直高度相同。

实施例 2：

磁悬浮列车轨道用异型钢，如图 1 所示，其中斜腿中心线与腹板下表面之间的夹角为 95°，水平伸出段上下表面分别与腹板上下表面互相平行，直腿位于腹板与水平伸出段连接处。异型钢各拐角处为圆弧形。

斜腿 1 与直腿 3 相对于腹板下表面的垂直高度相同。

实施例 3：

磁悬浮列车轨道用异型钢，如图 2 所示，其中斜腿中心线与腹板下表面之间的夹角为 105°，水平伸出段上下表面分别与腹板上下表面在同一平面上，直腿位于腹板与水平伸出段连接处。异型钢各拐角处为圆弧形。

斜腿 1 与直腿 3 相对于腹板下表面的垂直高度相同。

实施例 4:

磁悬浮列车轨道用异型钢, 如图 2 所示, 其中斜腿中心线与腹板下表面之间的夹角为 120° , 水平伸出段上下表面分别与腹板上下表面在同一平面上, 直腿位于腹板与水平伸出段连接处。异型钢各拐角处为圆弧形。

斜腿 1 与直腿 3 相对于腹板下表面的垂直高度相同。

实施例 5

矩形坯料冷装或热装入炉, 加热到 $1200-1230^\circ\text{C}$ 出炉, 进行高压水除鳞, 为保证除鳞效果, 除鳞压力 10MPa , 除完鳞的坯料用辊道送至粗轧机, 开轧 $1150-1180^\circ\text{C}$, 终轧温度为 $950-1000^\circ\text{C}$, 为了保证产品的组织均匀性, 本阶段采用二辊可逆轧机进行大变形轧制, 所述二辊可逆轧机最大轧制力为 8000KN , 轧制变形量应占总变形量的 60% 。粗轧轧制完成后, 粗轧坯经机后输送辊道送至 TM 万能机组进行连轧, 精轧采用大轧制力、高精度的三机架万能连轧机组进行连轧, 实现万能模式下的两辊轧制。精轧的轧制力为 15000KN , 压下精度为 $\pm 0.1\text{mm}$; 开轧温度为 $800-840^\circ\text{C}$, 终轧温度为 $750-800^\circ\text{C}$, 本阶段完成其余变形。

所述万能连轧机组利用辊身较短的万能水平辊取代辊身较长的 S 辊。这种改进后的万能模式轧制与上面提到的两辊模式轧制的区别在于: 两辊模式下, 轧机只有上下两个水平轧辊, 轧机控制系统对两个水平辊进行控制; 而万能模式下, 轧机除了有上下两个水平辊外, 还有左右两个立辊, 轧机的控制系统对上下两个水平辊和左右两个立辊同时进行控制, 而对水平辊或立辊的单独控制无法实现。

出万能机组的轧件送至控冷区进行控冷, 使轧件获得均匀的温度和合适的冷速, 避免由于温度不均引起弯曲和残余应力。控冷完毕后轧件被送到热锯进行切尾、分段、取样操作, 然后上冷床进行控冷。当轧件冷至 150°C 以下后, 进入该异型钢专用矫直机进行矫直, 使由于空冷引起的变形得到矫正。最后, 将轧件切定尺、收集。得到实施例 1 所述的中低速磁悬浮列车轨道用异型钢。

实施例 6

矩形坯料冷装或热装入炉, 加热到 $1200-1250^\circ\text{C}$ 出炉, 进行高压水除鳞,

为保证除鳞效果，除鳞压力 15MPa，除完鳞的坯料用辊道送至粗轧机，开轧 1180-1200℃，终轧温度为 950-1000℃，为了保证产品的组织均匀性，本阶段采用二辊可逆轧机进行大变形轧制，所述二辊可逆轧机最大轧制力为 9000KN，轧制变形量应占总变形量的 80%。粗轧轧制完成后，粗轧坯经机后输送辊道送至 TM 万能机组进行连轧，精轧采用大轧制力、高精度的三机架万能连轧机组进行连轧，实现万能模式下的两辊轧制。精轧的轧制力为 13000KN，压下精度为±0.1mm；开轧温度为 820-840℃，终轧温度为 800-850℃，本阶段完成其余变形。

所述万能连轧机组利用辊身较短的万能水平辊取代辊身较长的 S 辊。这种改进后的万能模式轧制与上面提到的两辊模式轧制的区别在于：两辊模式下，轧机只有上下两个水平轧辊，轧机控制系统对两个水平辊进行控制；而万能模式下，轧机除了有上下两个水平辊外，还有左右两个立辊，轧机的控制系统对上下两个水平辊和左右两个立辊同时进行控制，而对水平辊或立辊的单独控制无法实现。

出万能机组的轧件送至控冷区进行控冷，使轧件获得均匀的温度和合适的冷速，避免由于温度不均引起弯曲和残余应力。控冷完毕后轧件被送到热锯进行切尾、分段、取样操作，然后上冷床进行控冷。当轧件冷至 150℃以下后，进入该异型钢专用矫直机进行矫直，使由于空冷引起的变形得到矫正。最后，将轧件切定尺、收集。得到实施例 2 所述的中低速磁悬浮列车轨道用异型钢。

实施例 7

矩形坯料冷装或热装入炉，加热到 1240-1250℃出炉，进行高压水除鳞，为保证除鳞效果，除鳞压力 20MPa，除完鳞的坯料用辊道送至粗轧机，开轧 1180-1200℃，终轧温度为 980-1000℃，为了保证产品的组织均匀性，本阶段采用二辊可逆轧机进行大变形轧制，所述二辊可逆轧机最大轧制力为 9000KN，轧制变形量应占总变形量的 90%。粗轧轧制完成后，粗轧坯经机后输送辊道送至万能机组进行连轧，精轧采用大轧制力、高精度的三机架万能连轧机组进行连轧，实现万能模式下的两辊轧制。精轧的轧制力为 10000KN，压下精度为±0.1mm；开轧温度为 820-840℃，终轧温度为 750-800℃，本阶段完成其余变形。

所述万能连轧机组利用辊身较短的万能水平辊取代辊身较长的 S 辊。这种

改进后的万能模式轧制与上面提到的两辊模式轧制的区别在于：两辊模式下，轧机只有上下两个水平辊，轧机控制系统对两个水平辊进行控制；而万能模式下，轧机除了有上下两个水平辊外，还有左右两个立辊，轧机的控制系统对上下两个水平辊和左右两个立辊同时进行控制，而对水平辊或立辊的单独控制无法实现。

出万能机组的轧件送至控冷区进行控冷，使轧件获得均匀的温度和合适的冷速，避免由于温度不均引起弯曲和残余应力。控冷完毕后轧件被送到热锯进行切尾、分段、取样操作，然后上冷床进行控冷。当轧件冷至 150℃ 以下后，进入该异型钢专用矫直机进行矫直，使由于空冷引起的变形得到矫正。最后，将轧件切定尺、收集。得到实施例 3 所述的中低速磁悬浮列车轨道用异型钢。

权 利 要 求 书

1. 一种磁悬浮列车轨道用异型钢，其特征在于，该异型钢的横截面为F形，其中斜腿（1）中心线与腹板（2）下表面之间有一夹角 θ ，水平伸出段（4）上下表面分别与腹板（2）上下表面互相平行或在同一平面上，直腿（3）位于腹板（2）与水平伸出段（4）连接处。
2. 如权利要求1所述磁悬浮列车轨道用异型钢，其特征在于，斜腿（1）与直腿（3）相对于腹板下表面的垂直高度相同。
3. 如权利要求1所述磁悬浮列车轨道用异型钢，其特征在于，异型钢各拐角处为圆弧形。
4. 如权利要求1所述磁悬浮列车轨道用异型钢，其特征在于，所述斜腿（1）与腹板（2）下表面之间的夹角 θ 的角度为 $92^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 。
5. 如权利要求4所述磁悬浮列车轨道用异型钢，其特征在于，所述斜腿（1）与腹板（2）下表面之间的夹角 θ 的角度为 $95^{\circ}\sim 105^{\circ}$ 。
6. 如权利要求1所述磁悬浮列车轨道用异型钢，其特征在于，水平伸出段（4）上下表面与腹板（2）上下表面平行或在同一平面上。
7. 如权利要求1-6中任一项所述磁悬浮列车轨道用异型钢的轧制工艺，依次包括粗轧、精轧、控冷和矫直工序，其特征在于，所述粗轧采用二辊可逆轧机轧制，所述二辊可逆轧机最大轧制力为 $8000\sim 10000\text{KN}$ ，轧制变形量占总变形量 $60\%\sim 90\%$ ；精轧采用三机架万能连轧机组进行连轧。
8. 如权利要求7所述磁悬浮列车轨道用异型钢的轧制工艺，其特征在于，粗轧采用的二辊可逆轧机最大轧制力为 $8000\sim 9000\text{KN}$ 。
9. 如权利要求7所述磁悬浮列车轨道用异型钢的轧制工艺，其特征在于，粗轧工序的开轧温度为 $1150\sim 1200^{\circ}\text{C}$ ，终轧温度为 $950\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。
10. 如权利要求7所述磁悬浮列车轨道用异型钢的轧制工艺，其特征在于，所述精轧的轧制力为 $10000\sim 15000\text{KN}$ ，压下精度为 $\pm 0.1\text{mm}$ ；开轧温度为 $800\sim 840^{\circ}\text{C}$ ，终轧温度为 $750\sim 850^{\circ}\text{C}$ ，本阶段完成其余变形。
11. 如权利要求7所述磁悬浮列车轨道用异型钢的轧制工艺，其特征在于，所述万能连轧机组利用辊身较短的万能水平辊取代辊身较长的S辊。
12. 如权利要求10所述磁悬浮列车轨道用异型钢的轧制工艺，其特征在于，所述万能轧机还设有左右两个立辊，轧机的控制系统对上下两个水平辊和左右

两个立辊同时进行控制来完成轧制过程，上下两个水平辊为主动辊，左右两个立辊为从动辊。

13. 如权利要求 7 所述磁悬浮列车轨道用异型钢的轧制工艺，其特征在于，矩形坯料冷装或热装入炉，加热到 1200-1250℃ 出炉，进行高压水除鳞，除鳞压力 10~20MPa。
- 5

14. 如权利要求 7 所述的磁悬浮列车轨道用异型钢的轧制工艺，其特征在于，轧件冷至 150℃ 以下后，进入矫直机进行矫直。

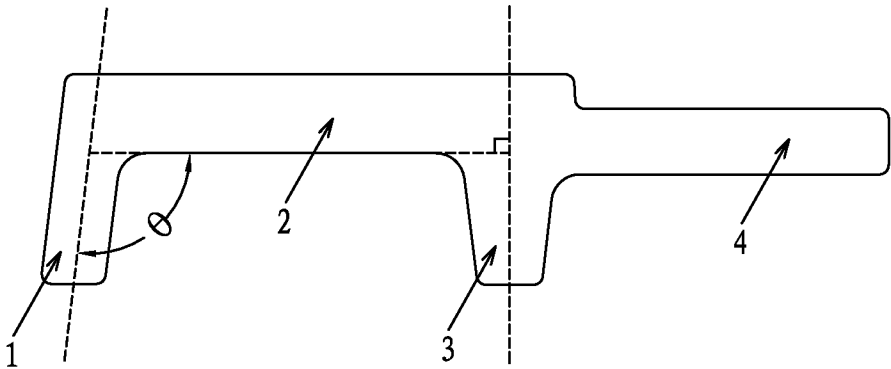


图 1

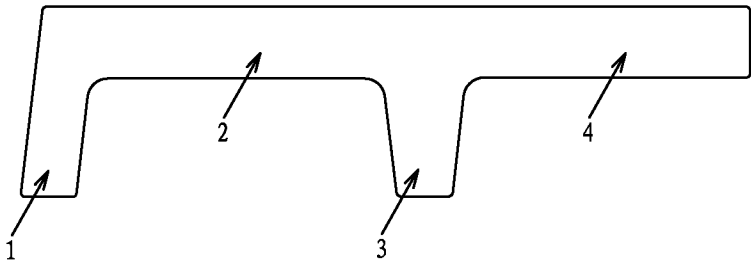


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2008/002124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:B21B1/-;B21B37/-;B21B27/-;B21B45/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI;CPRS;EPODOC;WPI;PAJ;rail?,railway,track,f?t,leg?,angle,web,magnetic,cross section,rough???,crude,finish???,reversible,reversing,universal,profile? Iron/bar/steel,shape? steel,section?? iron/steel,load,force,pressure,temperature,

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	JP 10-88503 A (H S S T KAIHATSU KK) 07. Apr. 1998 (07. 04. 1998)	
X	See abstract and figure 7	1-6
Y	See abstract and figure7	7-14
	CN 2869102 Y (UNIV XINAN JIAOTONG) 14. Feb. 2007 (14. 02. 2007)	
X	See description page 3, paragraph 2 and figures 2-3	1-6
Y	See description page 3, paragraph 2 and figures 2-3	7-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&”document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 16. Mar. 2009 (16. 03. 2009)	Date of mailing of the international search report 02 Apr. 2009 (02.04.2009)
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer LI, Chunhua Telephone No. (86-10)62085540

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2008/002124

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,Y	CN 101214494 A (LAIWU STEEL GROUP CO. LTD) 09. Jul. 2008 (09. 07. 2008) See claims 1~5	7-14
Y	JP 10328701 A (NIPPON KOKAN KK) 15. Dec. 1998 (15. 12. 1998) See abstract and figures 1-9	7-14
Y	US 5343726 A (MANNESMANN AG) 06. Sep. 1994 (06. 09. 1994) See description column 3, paragraph 1 and figure 1	7-14
Y	JP 6-079333 A (KAWASAKI STEEL CO) 22. Mar. 1994 (22. 03. 1994) See abstract and figures 1-11	7-14
Y	CN 87105575 A (SMS SCHLOCMANN SIEMAG AG) 23. Mar. 1988 (23. 03. 1988) See description page 3, paragraph 4-page 4, paragraph 3 and figures 2-3	7-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2008/002124

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 10-88503 A	07. 04. 1998	JP 3858074 B2	13. 12. 2006
CN 2869102 Y	14. 02. 2007	none	
CN 101214494 A	09. 07. 2008	none	
JP 10328701 A	15. 12. 1998	JP 3279222 B2	30. 04. 2002
US 5343726 A	06. 09. 1994	EP 0535767 A1	07. 04. 1993
		JP 5200402 A	10. 08. 1993
		JP 3265002 B2	11. 03. 2002
		DE 59205292 G	21. 03. 1996
JP 6-079333 A	22. 03. 1994	none	
CN 87105575 A	23. 03. 1988	ZA 8704710 A	07. 01. 1988
		EP 0256409 A2	24. 02. 1988
		DE 3627729 A1	25. 02. 1988
		JP 63052701 A	05. 03. 1988
		BR 8704230 A	12. 04. 1988
		US 4791799 A	20. 12. 1988
		AT 56895 T	15. 10. 1990
		ES 2017975 T5	16. 03. 1991
		CA 1306124 C	11. 08. 1992
		KR 930004990 B	11. 06. 1993
		SU 1829972 A3	23. 07. 1993
		CZ 8705717 A3	11. 08. 1993
		SK 571787 A3	04. 02. 1998
		SK 278760 B6	04. 02. 1998
		CN 1008796 B	18. 07. 1990
		CZ 280934 B6	15. 05. 1996
		DE 3765210 G	31. 10. 1990
		JP 6083845 B	26. 10. 1994
		JP 2096787 C	02. 10. 1996

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2008/002124

Continuation of : second sheet A.

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21B 1/085 (2006.01) i

B21B 37/58 (2006.01) i

B21B 37/74 (2006.01) i

B21B 27/02 (2006.01) i

B21B 45/08 (2006.01) i

C21D 9/70 (2006.01) i

C21D 11/00 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2008/002124

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:B21B1/-;B21B37/-;B21B27/-;B21B45/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNKI;CPRS;EPODOC;WPI;PAJ;rail?,railway,track,f??t,leg?,angle,web,magnetic,cross

section,rough???,crude,finish???,reversible,reversing,universal,profile? Iron/bar/steel,shape? steel,section??

iron/steel,load,force,pressure,temperature,轨道, 导轨, 车道, 钢梁, 型钢, 异型钢, 磁悬浮, 磁浮, 横截面, 脚, 腿, 角度, 夹角, 粗轧, 精轧, 可逆, 万能, 轧制力, 温度

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	JP 10-88503 A (H S S T KAIHATSU KK) 07. 4 月 1998 (07. 04. 1998) 摘要和图 7	1—6
Y	摘要和图 7	7—14
X	CN 2869102 Y (西南交通大学) 14. 2 月 2007 (14. 02. 2007) 说明书第 3 页第 2 段、图 2—3	1—6
Y	说明书第 3 页第 2 段、图 2—3	7—14
P,Y	CN 101214494 A (莱芜钢铁集团有限公司) 09. 7 月 2008 (09. 07. 2008) 权利要求 1—5	7—14

☒ 其余文件在 C 栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

16. 3 月 2009 (16. 03. 2009)

国际检索报告邮寄日期

02.4 月 2009 (02.04.2009)

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

李春华

电话号码: (86-10) 62085540

C(续). 相关文件

类 型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	JP 10328701 A (NIPPON KOKAN KK) 15. 12 月 1998 (15. 12. 1998) 摘要和附图 1—9	7—14
Y	US 5343726 A (MANNESMANN AG) 06. 9 月 1994 (06. 09. 1994) 说明书第 3 栏第 1 段和图 1	7—14
Y	JP 6-079333 A (KAWASAKI STEEL CO) 22. 03 月 1994 (22. 03. 1994) 摘要和附图 1—11	7—14
Y	CN 87105575 A (SMS 舒路曼—斯玛公司) 23. 03. 1988 (23. 03. 1988) 说明书第 3 页第 4 段至第 4 页第 3 段和图 2—3	7—14

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2008/002124

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
JP 10-88503 A	07. 04. 1998	JP 3858074 B2	13. 12. 2006
CN 2869102 Y	14. 02. 2007	无	
CN 101214494 A	09. 07. 2008	无	
JP 10328701 A	15. 12. 1998	JP 3279222 B2	30. 04. 2002
US 5343726 A	06. 09. 1994	EP 0535767 A1	07. 04. 1993
		JP 5200402 A	10. 08. 1993
		JP 3265002 B2	11. 03. 2002
		DE 59205292 G	21. 03. 1996
JP 6-079333 A	22. 03. 1994	无	
CN 87105575 A	23. 03. 1988	ZA 8704710 A	07. 01. 1988
		EP 0256409 A2	24. 02. 1988
		DE 3627729 A1	25. 02. 1988
		JP 63052701 A	05. 03. 1988
		BR 8704230 A	12. 04. 1988
		US 4791799 A	20. 12. 1988
		AT 56895 T	15. 10. 1990
		ES 2017975 T5	16. 03. 1991
		CA 1306124 C	11. 08. 1992
		KR 930004990 B	11. 06. 1993
		SU 1829972 A3	23. 07. 1993
		CZ 8705717 A3	11. 08. 1993
		SK 571787 A3	04. 02. 1998
		SK 278760 B6	04. 02. 1998
		CN 1008796 B	18. 07. 1990
		CZ 280934 B6	15. 05. 1996
		DE 3765210 G	31. 10. 1990
		JP 6083845 B	26. 10. 1994
		JP 2096787 C	02. 10. 1996

续：第 2 页 A：主题的分类：

B21B 1/085 (2006.01) i

B21B 37/58 (2006.01) i

B21B 37/74 (2006.01) i

B21B 27/02 (2006.01) i

B21B 45/08 (2006.01) i

C21D 9/70 (2006.01) i

C21D 11/00 (2006.01) i