

一种提升重型热轧 H 型钢 Z 向性能的生产方法及重型热轧 H 型钢

本申请要求于 2023 年 11 月 21 日提交中国专利局、申请号为 202311556112.0、发明名称为“一种提升重型热轧 H 型钢 Z 向性能的生产方法及重型热轧 H 型钢”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用
5 结合在本申请中。

技术领域

本发明属于 H 型钢技术领域，具体涉及一种提升重型热轧 H 型钢 Z 向性能的生产方法及重型热轧 H 型钢。

背景技术

10 H 型钢为一种新型经济建筑用钢，其截面形状经济合理，力学性能好，轧制时截面上各点延伸较为均匀、内应力小。广泛应用于国内外高层建筑、大型场馆以及重大能源项目等。但此类建筑受结构设计及力学要求，对钢材的各项性能要求也较高。而钢材的 Z 向性能便是其中重要性能之一，以保证建筑钢结构的稳定性、安全性。

15 为了实现高强度具有 Z 向性能的重型热轧 H 型钢，通常需要添加一定量的合金 Nb\Ti 以及 Als 等，此类复杂微合金化的高性能异型坯的连铸工艺与普通碳钢有诸多不同，连铸异型坯的实物质量更难以保证。国内异形连铸机尚无大规格断面高性能 Z 向异型坯的生产实际。

中国专利 CN110788293A 公开了一种高耐候热轧 H 型钢用异型坯连铸
20 工艺，其连铸工艺中二冷冷却模式的工艺参数包括：比水量为 0.5～0.55L/kg，一区 A 段、一区 B 段和二区的水量分配比例为 50%-55%：25%-27%：20%-25%，一区 A 段内外弧相同，两侧面水量为内外弧总水量的 50%；一区 B 段内弧水量为外弧水量的 68%-72%，两侧面水量为内外弧

—2—

总水量的 65%-69%；二区内弧水量为外弧水量的 60%，两侧面水量与内外弧总水量相同。其在连铸异型坯上成功开发出了高耐候重载列车用高耐候热轧 H 型钢用异型坯。但该专利没有关注到 H 型钢的 Z 向性能。

中国专利 CN 113564480 A 公开了一种具有 Z 向性能的厚重热轧 H 型钢及其生产方法。主要元素为：C、Si、Mn、Nb、Ti、N、B、Als，余量为铁和不可避免的杂质；所述生产方法包括以下步骤：铁水预处理→转炉冶炼→吹氩精炼→RH→异型坯全保护浇注→堆垛缓冷→轧制→轧后空冷；

5 本发明通过合理的成分配比和工艺控制，通过开坯轧制+万能轧制+轧后空冷工艺，利用相变+析出+细晶组合强化的方式，调控第二向粒子析出数量，

10 获得轧后粒状贝氏体含量在 10~20%之间，使得翼缘厚度 80mm 以下重型热轧 H 型钢具备优良强韧性、Z 向性能，Z 向性能为 65~80%。其更多的是从轧制工艺方面来进行 Z 向性能的控制，没有提及如何在连铸工艺阶段对成品材的 Z 向性能进行控制。

中国专利 CN109897928A 公开了一种连铸坯生产保证芯部抗层状撕裂性能的大厚度钢板的制造方法。本发明大厚度钢板的生产方法为：根据钢板厚度、钢种级别选择连铸坯坯型。经转炉初炼后，严格控制 LF 精炼和 RH 真空精炼工艺，生产出高洁净度钢液，再经特殊连续铸钢工艺控制，得到中心疏松、中心偏析符合要求的连铸板坯，连铸板坯经控制轧制、控制冷却生产出抗层状撕裂性能良好的钢板，再经热处理达到最终性能。本

15 发明的钢板厚度达到>80mm~150mm，抗层状撕裂性能优良，厚度二分之一处 Z 向(厚度方向)拉伸断面收缩率>35%，可广泛应用于大型桥梁、

20 高层建筑等钢结构的建造。但该专利针对的是板坯，不适用于断面形状复

杂的异型坯。

发明内容

本发明的目的在于提供一种提升重型热轧 H 型钢 Z 向性能的生产方法，通过设定异型坯连铸二冷冷却模式，解决异型坯表面横裂纹，成品拉伸白点、Z 向性能较低等缺陷，并在万能机组轧制时控制翼缘表面温度与翼缘芯部温度差在 300~500℃范围内，利用应变积累提供后续相变和析出所需的应变储能及形核位置，细化晶粒，进一步提高 Z 向性能。

本发明还提供了所述生产方法生产得到的重型热轧 H 型钢，所述重型热轧 H 型钢的 Z 向性能 35~65%，铸坯表面质量良好。

10 为实现上述目的，本发明采取的技术方案如下：

一种提升重型热轧 H 型钢 Z 向性能的生产方法，所述生产方法包括以下步骤：铁水预处理、转炉双渣冶炼、LF 炉精炼、VD 真空脱气、连铸、缓冷、热轧、冷却；

所述连铸步骤中，采用低过热度恒拉速浇注，过热度为 10~35℃，异型坯断面连铸拉速为 0.45~0.95m/min；二冷比水量为 0.45~0.77L/kg，足辊区域用水冷却，活动段、一段、二段和三段采用气-水雾化冷却；足辊区域、活动段、一段、二段、三段的水量分配比例为 25~33%：40~45%：15~20%：7~10%：4.5~6%。

所述连铸步骤中，异型坯连铸机扇形段三段至拉矫辊之间的内弧顶端采用保温罩保温。

所述连铸步骤中，采用带侧孔的浸入式水口进行浇铸，浇注点设于腹板正中心，浸入式水口下口浸入钢水的部分为扁平状。

—4—

连铸得到的异型坯规格为：宽度 750~1300mm，高度 440~510 mm，翼缘顶端宽度为 80~180mm。

BB5 坯型采用 0.75m/min 的恒拉速；BB6 坯型采用 0.88m/min 的恒拉速；BB7 坯型采用 0.55m/min 的恒拉速。

- 5 BB5 坯型的断面为 900mm *450mm *130mm；BB6 坯型的断面为 1030mm *440 mm *80 mm；BB7 坯型的断面为 1300 mm *510 mm *180 mm。

所述缓冷步骤中，堆垛缓冷 35~50h。

- 所述热轧步骤中，粗轧的轧制速度 $\leq 2\text{m/s}$ ，且在粗轧过程中温降 $\leq 120^\circ\text{C}$ ；
10 粗轧后坯料进入万能机组轧制，轧制速度 $\leq 3.0\text{m/s}$ ，翼缘表面温度与翼缘芯部温度差在 $200\sim 500^\circ\text{C}$ 。

万能机组轧制时，开启轧机摆动辊道处的侧喷嘴对 H 型钢翼缘端进行冷却，保证水压不低于 1MPa，降低万能水平辊的冷却水水压 $\leq 0.5\text{MPa}$ ，以保证翼缘表面温度与翼缘芯部温度差在 $200\sim 500^\circ\text{C}$ 。

- 15 所述冷却步骤中，坯料轧制成品下线后，首先以 $5\sim 10^\circ\text{C/s}$ 冷却至 500°C ，然后在 $500\sim 300^\circ\text{C}$ 温度区间内入保温坑缓冷 24h 以上，此过程中冷速在 $0.1\sim 1.0^\circ\text{C/s}$ 。

本发明还提供了根据上述生产方法生产得到的重型热轧 H 型钢。

- 所述重型热轧 H 型钢包括以下重量百分比的化学成分：C 0.06%~
20 0.20%、Si 0.25%~0.55%、Mn 1.35%~1.60%、P $\leq 0.020\%$ 、S $\leq 0.005\%$ 、
Ni $\leq 1.5\%$ 、V 0.001%~0.09%、Nb: 0.005~0.040%、Ti:0.008~0.020%、
Als0.006%~0.035%、N 30~60ppm、H $\leq 5.5\text{ppm}$ ，其余为 Fe 和其它不可避

免的杂质。此化学成分下的各钢种按照本发明提供的生产方法进行生产均可生产得到铸坯表面质量良好且具有优异 Z 向性能的重型热轧 H 型钢。

所述重型热轧 H 型钢的 Z 向性能 35~65%，铸坯表面质量良好。

本发明提供的提升重型热轧 H 型钢 Z 向性能的生产方法，采用铁水预
5 处理、转炉双渣冶炼、LF 炉精炼、VD 真空脱气和连铸的生产工艺来生产铸坯，工序合理，生产成本低，经过 VD 或者 LF 工艺，有利于减少钢中的气体含量，减少钢种疏松和缩孔，避免在后续轧制过程中由于压缩比小，而变形渗透不进去的情形，从而影响成品的 Z 向性能。同时通过 LF 炉精炼、VD 真空脱气双联工艺，保证钢种的 S 含量 $\leq 0.005\%$ ，从而减少钢种硫
10 化物的形成，降低 Z 向性能。

连铸工艺中，异型坯断面连铸工作拉速为 0.45~0.95m/min，二冷冷却模式中，足辊区域用水冷却，活动段、一段、二段和三段采用气-水雾化冷却，二冷比水量为 0.45~0.77L/kg，其中，足辊区域、活动段、一段、二段、三段的水量分配比例为 25~33%：40~45%：15~20%：7~10%：4.5~6%。
15 通过一定比例的比水量及二冷水不同段的配比，能增加超大规格异型坯凝固过程中的等轴晶的形成及比例，减少柱状晶的生成，减少中心疏松缩孔等缺陷。如果不按照这样的比水量及配比进行控制，会导致柱状晶生成过多，增加中心疏松缩孔缺陷，进而导致 Z 向性能恶化。

本发明在连铸工艺中采用带侧孔的浸入式水口进行浇铸，并且将浸入
20 式水口下口浸入钢水的部分设计为扁平状，有利于钢水二次氧化，控制钢水的流动状态和注入速度，促进夹杂物上浮，防止保护渣等非金属类夹杂物卷入钢水中，造成大且多的夹杂物，从而使得 Z 向性能降低。

在连铸工艺中，采用低过热度恒拉速浇注，过热度为 10~35℃，BB5 坯型采用 0.75m/min 的恒拉速；BB6 坯型采用 0.88m/min 的恒拉速；BB7 坯型采用 0.55m/min 的恒拉速。较低的过热度，能减少柱状晶的生成，增加等轴晶的生成，减少中心疏松缩孔，在压缩比较大的情况下。同时恒拉速有利于铸坯长度方向组织的均匀性，使得整支坯料上组织相对均匀一致。

在连铸工艺中，异型坯连铸机扇形段三段至拉矫辊之间的内弧顶端采用保温罩保温，采用保温罩，使得异型坯端部温降较慢，使得拉矫过程中避开高温第二脆性区，改善异型坯的顶端裂纹。

在热轧工艺中，为增大轧制过程的变形渗透及轧制过程的组织细化，在万能机组轧制过程中控制轧制速度 $\leq 3.0\text{m/s}$ ，开启轧机摆动辊道处的测喷嘴对 H 型钢翼缘端进行冷却，保证水压不低于 1MPa，降低万能水平辊的冷却水水压为 0.5MPa，保证翼缘表面温度与翼缘芯部温度差在 200~500℃ 范围内，利用应变积累提供后续相变和析出所需的应变储能及形核位置，细化晶粒，提高 Z 向性能。

坯料轧制成品下线后，在高温段以 5~10℃/s 冷却至 500℃，然后在 500~300℃ 温度区间内缓冷 24h 以上；目的是为了 H 的溢出，使钢种 $H \leq 5.5\text{ppm}$ ，钢种高含量的 H 会使得拉伸过程中出现白点，且使钢的脆性增加，急剧恶化钢的 Z 向性能。

与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

本发明提供的提升重型热轧 H 型钢 Z 向性能的生产方法，关注到了连铸过程工艺对于重型热轧 H 型钢 Z 向性能的影响，通过控制连铸过程中的工艺参数，并在连铸过程中采用带侧孔的浸入式水口进行浇铸，并且将浸

入式水口下口浸入钢水的部分设计为扁平状，在异型坯连铸机扇形段三段至拉矫辊之间的内弧顶端采用保温罩保温，来提升重型热轧 H 型钢 Z 向性能。并结合后续的热轧工艺，进一步保证了重型热轧 H 型钢具有优异的 Z 向性能。

5 **附图说明**

- 图 1 为实施例 1~8 中的重型热轧 H 型钢拉伸试样的端口图片；
- 图 2 为实施例 1 中的重型热轧 H 型钢异型坯翼缘无横裂纹缺陷示意图；
- 图 3 为对比例 1 中的重型热轧 H 型钢异型坯翼缘无横裂纹缺陷示意图；
- 图 4 为对比例 3 中的重型热轧 H 型钢异型坯翼缘无横裂纹缺陷示意图；
- 10 图 5 为对比例 4 中的重型热轧 H 型钢异型坯翼缘无横裂纹缺陷示意图。

具体实施方式

本发明提供了一种提升重型热轧 H 型钢 Z 向性能的生产方法，所述生产方法包括以下步骤：铁水预处理、转炉双渣冶炼、LF 炉精炼、VD 真空脱气、连铸、缓冷、热轧、冷却；

- 15 所述连铸步骤中，采用低过热度恒拉速浇注，过热度为 10~35℃，异型坯断面连铸拉速为 0.45~0.95m/min；二冷比水量为 0.45~0.77L/kg，足辊区域用水冷却，活动段、一段、二段和三段采用气-水雾化冷却；足辊区域、活动段、一段、二段、三段的水量分配比例为 25~33%：40~45%：15~20%：7~10%：4.5~6%。

- 20 所述连铸步骤中，异型坯连铸机扇形段三段至拉矫辊之间的内弧顶端采用保温罩保温。

所述连铸步骤中，采用带侧孔的浸入式水口进行浇铸，浇注点设于腹

板正中心，浸入式水口下口浸入钢水的部分为扁平状。

连铸得到的异型坯规格为：宽度 750~1300mm，高度 440~510 mm，翼缘顶端宽度为 80~180mm。

BB5 坯型采用 0.75m/min 的恒拉速；BB6 坯型采用 0.88m/min 的恒拉速；BB7 坯型采用 0.55m/min 的恒拉速。

BB5 坯型的断面为 900mm *450mm *130mm；BB6 坯型的断面为 1030mm *440 mm *80 mm；BB7 坯型的断面为 1300 mm *510 mm *180 mm。

所述缓冷步骤中，堆垛缓冷 35~50h。

10 所述热轧步骤中，粗轧的轧制速度 $\leq 2\text{m/s}$ ，且在粗轧过程中温降 $\leq 120^\circ\text{C}$ ；粗轧后坯料进入万能机组轧制，轧制速度 $\leq 3.0\text{m/s}$ ，翼缘表面温度与翼缘芯部温度差在 $200\sim 500^\circ\text{C}$ 。

万能机组轧制时，开启轧机摆动辊道处的侧喷嘴对 H 型钢翼缘端进行冷却，保证水压不低于 1MPa，降低万能水平辊的冷却水水压 $\leq 0.5\text{MPa}$ ，以
15 保证翼缘表面温度与翼缘芯部温度差在 $200\sim 500^\circ\text{C}$ 。

所述冷却步骤中，坯料轧制成品下线后，首先以 $5\sim 10^\circ\text{C/s}$ 冷却至 500°C ，然后在 $500\sim 300^\circ\text{C}$ 温度区间内入保温坑缓冷 24h 以上，此过程中冷速在 $0.1\sim 1.0^\circ\text{C/s}$ 。

所述重型热轧 H 型钢包括以下重量百分比的化学成分：C 0.06%~
20 0.20%、Si 0.25%~0.55%、Mn 1.35%~1.60%、 $P \leq 0.020\%$ 、 $S \leq 0.005\%$ 、 $Ni \leq 1.5\%$ 、 $V \ 0.001\% \sim 0.09\%$ 、Nb: 0.005~0.040%、Ti:0.008~0.020%、Als0.006%~0.035%、N 30~60ppm、 $H \leq 5.5\text{ppm}$ ，其余为 Fe 和其它不可避

免的杂质。

下面结合实施例对本发明进行详细说明。

各实施例及对比例所生产的重型热轧H型钢的钢种及成分的重量百分比如表1所示。

5 表 1

	钢种	C	Si	Mn	P	S	Als	Nb	V	Ti	N	H
实施 例 1	Q390GJC Z15	0.17	0.40	1.45	0.020	0.005	0.006	0.040	0.040	0.015	40ppm	5ppm
实施 例 2	Q390GJC Z15	0.18	0.40	1.55	0.015	0.005	0.010	0.035	0.045	0.020	45ppm	4ppm
实施 例 3	S355J0Z15	0.17	0.25	1.45	0.015	0.005	0.006	0.040	0.002	0.015	40ppm	4ppm
实施 例 4	S355J0Z15	0.19	0.25	140	0.015	0.005	0.010	0.005	0.045	0.008	55ppm	3ppm
实施 例 5	A992	0.16	0.35	1.46	0.013	0.004	0.005	0.035	0.055	0.018	30ppm	2.5ppm
实施 例 6	A992	0.15	0.30	1.50	0.010	0.001	0.010	0.030	0.060	0.015	35ppm	3ppm
实施 例 7	Q355BZ15	0.17	0.45	1.38	0.005	0.002	0.012	0.038	0.002	0.013	43ppm	3.5ppm
实施 例 8	Q355BZ15	0.19	0.38	1.40	0.013	0.003	0.013	0.028	0.002	0.012	45ppm	4.8ppm
对比 例 1	Q390GJC Z15	0.18	0.40	1.50	0.025	0.015	0.006	0.040	0.040	0.015	40ppm	10ppm
对比 例 2	S355J0Z15	0.17	0.45	1.40	0.018	0.004	0.040	0.041	0.045	0.020	80ppm	4ppm
对比	S355J0Z15	0.19	0.35	1.43	0.016	0.003	0.038	0.039	0.039	0.030	60ppm	8ppm

例 3												
对比 例 4	A992	0.15	0.30	1.50	0.010	0.001	0.010	0.030	0.060	0.045	35ppm	10ppm
对比 例 5	Q355BZ15	0.17	0.45	1.38	0.005	0.002	0.045	0.038	0.002	0.013	100ppm	3.5ppm

各实施例及对比例所生产的重型热轧 H 型钢连铸段的工艺参数如表 2 所示。

表 2

	坯型	过热 度℃	拉速 m/min	比水量 L/kg	足辊区 域用冷 却水%	活动段 用冷却 水%	一段 用冷 却 水%	二段 用冷 却 水%	三段用 冷却 水%	铸坯 表面 质量
实施例 1	BB5	30	0.75	0.45	28.1	40.02	16.20	9.12	5.8	良好
实施例 2	BB6	35	0.88	0.55	30.95	40.20	15.80	8.15	4.90	良好
实施例 3	BB5	30	0.75	0.55	29.31	41.5	16.40	8.62	5.2	良好
实施例 4	BB7	32	0.55	0.70	31.85	42.8	15.64	8.18	5.31	良好
实施例 5	BB5	28	0.75	0.45	28.1	43.0	16.20	9.12	4.5	良好
实施例 6	BB6	30	0.88	0.55	30.95	44.8	15.80	8.15	4.90	良好
实施例 7	BB7	29	0.55	0.70	31.85	45.0	15.64	8.18	5.31	良好
实施例 8	BB6	34	0.88	0.55	30.95	43.5	15.80	8.15	4.90	良好
对比例 1	BB5	50	0.68	1.0	30.45	38.50	16.10	8.28	6.67	横裂 纹
对比例 2	BB5	45	0.72	0.9	29.50	39.65	15.71	8.39	6.75	横裂 纹
对比例 3	BB7	30	0.48	0.50	19.80	20.10	20.10	15.38	24.62	横裂 纹
对比例 4	BB6	35	0.88	1.0	30.45	38.50	16.10	8.28	6.67	良好

对比例 5	BB7	55	0.55	0.50	30.95	40.20	15.80	8.15	4.90	良好
-------	-----	----	------	------	-------	-------	-------	------	------	----

各实施例及对比例所生产的重型热轧 H 型钢缓冷、热轧及冷却段的工艺参数，及轧后 Z 向拉伸性能如表 3 所示。

表 3

		缓冷时间 /h	BD 段轧制速度 m/s	万能区轧制速度 m/s	翼缘表面与翼缘芯部温差℃	500℃以上高温段冷却速度℃/s
实施例 1	Q390GJC Z15	48	2.0	0.4	300	6
实施例 2	Q390GJC Z15	36	1.8	0.6	350	8
实施例 3	S355J0Z15	38	1.5	1.0	380	7
实施例 4	S355J0Z15	45	1.5	1.5	400	10
实施例 5	A992	50	1.8	2.0	420	5
实施例 6	A992	48	1.9	2.5	440	7
实施例 7	Q355BZ15	40	1.6	3.0	450	10
实施例 8	Q355BZ15	43	2.0	2.6	480	9
对比例 1	Q390GJC Z15	44	1.5	1.0	450	8
对比例 2	S355J0Z15	48	1.2	1.8	300	9
对比例 3	S355J0Z15	40	2.0	2.0	380	10
对比例 4	A992	50	1.5	2.5	200	6
对比例 5	Q355BZ15	50	1.8	2.8	260	9
		500~300℃低温段冷却速度℃/s	屈服强度 /ReL(或 ReH)/MPa	抗拉强度 /Rm(MPa)	延伸率 /A(%)	轧后拉伸 Z 向性能 /%

— 12 —

实施例 1	Q390GJC Z15	1	452	625	29	60
实施例 2	Q390GJC Z15	0.5	435	627	26.6	45
实施例 3	S355J0Z15	0.9	389	580	28.9	52
实施例 4	S355J0Z15	1.2	395	590	30.2	38
实施例 5	A992	0.1	378	568	24.5	60
实施例 6	A992	0.5	388	587	25.4	58
实施例 7	Q355BZ15	0.3	405	559	26.0	55
实施例 8	Q355BZ15	0.6	412	602	24.8	45
对比例 1	Q390GJC Z15	0.8	390	530	21.0	10
对比例 2	S355J0Z15	0.9	355	490	18.0	9
对比例 3	S355J0Z15	0.4	359	512	19.5	8
对比例 4	A992	0.7	362	522	21.0	10
对比例 5	Q355BZ15	0.6	359	500	22.0	12

由以上可见，按照本发明提供的生产方法能够生产出铸坯表面质量良好且具有优异 Z 向性能的重型热轧 H 型钢，而如果不按照本发明的要求进行上述工艺的控制，无法生产出铸坯表面质量良好且具有优异 Z 向性能的重型热轧 H 型钢。

5 上述参照实施例对一种提升重型热轧 H 型钢 Z 向性能的生产方法及重型热轧 H 型钢进行的详细描述，是说明性的而不是限定性的，可按照所限定范围列举出若干个实施例，因此在不脱离本发明总体构思下的变化和修改，应属本发明的保护范围之内。

权 利 要 求

1. 一种提升重型热轧 H 型钢 Z 向性能的生产方法，其特征在于，所述生产方法包括以下步骤：铁水预处理、转炉双渣冶炼、LF 炉精炼、VD 真空脱气、连铸、缓冷、热轧、冷却；
- 5 所述连铸步骤中，采用低过热度恒拉速浇注，过热度为 10~35℃，异型坯断面连铸拉速为 0.45~0.95m/min；二冷比水量为 0.45~0.77L/kg，足辊区域用水冷却，活动段、一段、二段和三段采用气-水雾化冷却；足辊区域、活动段、一段、二段、三段的水量分配比例为 25~33%：40~45%：15~20%：7~10%：4.5~6%。
- 10 2. 根据权利要求 1 所述的生产方法，其特征在于，所述连铸步骤中，异型坯连铸机扇形段三段至拉矫辊之间的内弧顶端采用保温罩保温。
3. 根据权利要求 1 所述的生产方法，其特征在于，所述连铸步骤中，采用带侧孔的浸入式水口进行浇铸，浇注点设于腹板正中心，浸入式水口下口浸入钢水的部分为扁平状。
- 15 4. 根据权利要求 1 所述的生产方法，其特征在于，连铸得到的异型坯规格为：宽度 750~1300mm，高度 440~510 mm，翼缘顶端宽度为 80~180mm。
5. 根据权利要求 1 所述的生产方法，其特征在于，BB5 坯型采用 0.75m/min 的恒拉速；BB6 坯型采用 0.88m/min 的恒拉速；BB7 坯型采用 0.55m/min 的恒拉速。
- 20 6. 根据权利要求 1 所述的生产方法，其特征在于，所述缓冷步骤中，堆垛缓冷 35~50h。
7. 根据权利要求 1-6 任意一项所述的生产方法，其特征在于，所述热轧步

— 14 —

骤中，粗轧的轧制速度 $\leq 2\text{m/s}$ ，且在粗轧过程中温降 $\leq 120^\circ\text{C}$ ；粗轧后坯料进入万能机组轧制，轧制速度 $\leq 3.0\text{m/s}$ ，翼缘表面温度与翼缘芯部温度差在 $200\sim 500^\circ\text{C}$ 。

8. 根据权利要求 7 所述的生产方法，其特征在于，万能机组轧制时，开启
5 轧机摆动辊道处的侧喷嘴对 H 型钢翼缘端进行冷却，保证水压不低于 1MPa ，降低万能水平辊的冷却水水压 $\leq 0.5\text{MPa}$ ，以保证翼缘表面温度与翼缘芯部温度差在 $200\sim 500^\circ\text{C}$ 。
9. 根据权利要求 1-6 任意一项所述的生产方法，其特征在于，所述冷却步骤中，坯料轧制成品下线后，首先以 $5\sim 10^\circ\text{C/s}$ 冷却至 500°C ，然后在
10 $500\sim 300^\circ\text{C}$ 温度区间内入保温坑缓冷 24h 以上。
10. 如权利要求 1-9 任意一项所述的生产方法生产得到的重型热轧 H 型钢。
11. 根据权利要求 10 所述的重型热轧 H 型钢，其特征在于，所述重型热轧 H 型钢包括以下重量百分比的化学成分：C $0.06\%\sim 0.20\%$ 、Si $0.25\%\sim 0.55\%$ 、Mn $1.35\%\sim 1.60\%$ 、P $\leq 0.020\%$ 、S $\leq 0.005\%$ 、Ni $\leq 1.5\%$ 、V $0.001\%\sim 0.09\%$ 、Nb: $0.005\sim 0.040\%$ 、Ti: $0.008\sim 0.020\%$ 、Als $0.006\%\sim 0.035\%$ 、N $30\sim 60\text{ppm}$ 、H $\leq 5.5\text{ppm}$ ，其余为 Fe 和其它不可避免的杂质。
15
12. 根据权利要求 10 所述的重型热轧 H 型钢，其特征在于，所述重型热轧 H 型钢的 Z 向性能 $35\sim 65\%$ ，铸坯表面质量良好。