

北京图书馆藏

12004

中文资料

TG333.17
2
2:1-3

轧 辊 译 文 集

(一)

冶金部情报标准研究所

一九七六年九月

A 846269



編 輯 說 明

为便于冶金战线有关人员了解国外轧辊生产发展和使用的情况，我们編譯了《轧辊譯文集》，分三册陆续出版。参加編譯工作的有冶金部北京钢铁研究院、鞍山钢铁公司钢铁研究所、张家口钢厂、宣化钢铁公司、冶金部邢台冶金机械修造厂、首都钢铁公司钢铁研究所、冶金部北京钢铁设计院等。

由于时间仓促，我们的水平有限，难免有错误和不妥之处，望读者给予批评和指正。

編 者

1976年2月

目 录

现代轧机轧辊.....	(1)
轧辊的新近发展.....	(7)
各种轧机轧制不同金属所用轧辊的述评.....	(34)
延长轧辊寿命.....	(44)
轧辊生产的技术现状.....	(48)
轧辊的种类及其使用.....	(55)
轧辊破坏的原因及预防的措施.....	(65)
改进轧辊的冷却, 提高工作辊的寿命.....	(71)

現代軋机軋輥

本文从軋輥新技术角度介绍现代化軋机所用的軋輥。

1. 高硬度铸铁軋輥

帶鋼熱連軋机和高速連續線材軋机的精軋机架使用铸铁工作輥。它与同类型的普通铸铁軋輥基体组织不同，它需要造成马氏体基体。由于铸铁軋輥的强度不足以接受淬火带来的巨大应力，用热处理方法来取得马氏体是不现实的，所以需要提高合金元素含量来增加奥氏体的稳定性使得在铸态下就直接转变为马氏体。

線材精軋所用的高硬度铸铁軋輥是用金属型铸造的，外壳层不含石墨，属于高合金冷硬铸铁軋輥之列。其一般成分为：

C 3.2—3.6% Si 0.3—0.6% Mn 0.3—0.6% P 0.2—0.4%
S ≤ 0.07% Ni 3.0—3.5% Cr 1.2—1.5% Hs 80—85

(Hs—肖氏硬度，此处取“D”型肖氏硬度计硬度数值，下同)

帶鋼精軋所用的高硬度铸铁軋輥也是用金属型铸造的，但外壳层组织中含部分石墨，属于高合金无限冷硬铸铁軋輥之列(此处暂留用旧名称，其“无限”一称取义不当，应经过讨论予以修改)。其一般成分为：

C 3.0—3.4% Si 0.6—1.0% Mn 0.3—0.6% P ≤ 0.15%
S ≤ 0.07% Ni 4—4.45% Cr 1.4—1.8% Mo 0.3—0.6% HB 78—83

提高合金元素含量不仅使軋身外壳层达到高硬度，连本来要求软而韧的軋颈上也可能出现硬的基体组织。预防措施就是改用复合浇铸，在心部采用另一种软质铁水。复合浇铸的方法有多种，目前质量较好而又经济的是离心铸造法。線材軋輥一般用立式离心浇铸，帶鋼軋輥立式、卧式、倾斜式均有采用。

2. 球墨铸铁軋輥

帶鋼冷熱連軋的平整机架一般采用贝氏体球墨铸铁軋輥。它比珠光体球墨铸铁耐磨、强度高、韧性好。其合金化元素主要是镍和钼，含量为：Ni 3—5% Mo 0.5—1.0%，若需添加铈以提高表面硬度时必须采用复合浇铸。

日本住友重机械工业公司曾制造一种 SP₁ 球墨铸铁軋輥。其特点是共晶反应时得到细小弥散分布的莱氏体组织，既提高了导热性又对裂纹的传播有所阻碍，因而有较高的抗热性能。在初軋机上试用效果良好，比一般球墨铸铁初軋輥使用寿命高出了将近一倍。SP 球墨铸铁适用于初軋輥。是否能适用于帶鋼半連軋、3/4 連軋的板坯开坯机等类似的軋輥尚未见报导。

3. 鍛造白口铁軋輥

把合金的或非合金的高纯度亚共晶铁先铸成白口鍛坯，加热到低于凝固点 50℃，采用鍛压机械在较窄的温度范围内将铸态组织破碎，鍛成軋輥形状。经过变形后，渗炭

体比较均匀地分散在基体之中，再经正火或淬火处理，其最终组织中包括被破碎的共晶渗炭体、渗炭体受热部分分解而成的极细石墨，基体为很细的珠光体或贝氏体，因而使本来很脆的白口铁在保持其优良的耐磨性的前提下增添了韧性。这种轧辊用于型钢轧制中已经取得了显著的效果。在带钢热连轧精轧机架上使用时效果还不大显著，但从其组织特性上看还是有希望的。

4. 半钢轧辊

近代带钢热连轧粗轧机架工作辊和万能型钢轧机的水平辊在大力试用离心浇铸的复合半钢材质，即外层采用半钢，而在心部包括辊颈部采用高强度灰口铁。所以在欧洲把它归在钢面铁心轧辊一类中。用于带钢粗轧机架半钢轧辊其半钢的外层大致成分为：

C 1.4—1.8% Si 0.4—0.2% Mn 0.7—1.0% P ≤ 0.08%
S ≤ 0.04% Ni 0.5—1.0% Cr 0.7—1.2% HB 45—50

带钢热连轧机精轧前段采用半钢工作辊也很普遍。但硬度要提高，即炭要提高，同时多加铬，还需要铬量再补充镍量来增强基体以保持增多了的炭化物。一般不宜使镍铬化小于1比2。

由于半钢轧辊具有极平坦的硬度分布曲线，所以特别适于深孔型型钢辊（整体铸造）。热处理是决定半钢轧辊质量的主要因素，应予以充分重视。一般半钢轧辊的硬度为 Hs 40—50，贝氏体基体的高强度半钢轧辊硬度可达 Hs65 以上。对韧性有特殊要求的场合可采取锻造措施。

5. 石墨钢轧辊

石墨钢轧辊偶尔也用于带钢热连轧机粗轧机架工作辊。石墨钢轧辊由于其组织中含有石墨，导热性提高，热裂纹减轻，其硬度分布曲线也很平缓，故适于各种初轧机、粗轧机，可开较深的孔型。近年来由于复合浇铸技术的发展，石墨钢轧辊也被铸成复合的，增加了中心和辊颈部位的韧性。

石墨钢应进行石墨化退火。籍孕育剂作用在铸态也能获得石墨。

石墨钢轧辊的一般成份如下：

C 1.3—1.7% Si 1.2—1.5% Mo 0.3—0.5% Ni 0.5—1.5%
Cr 1.0—1.5%

6. 轧辊离心铸造工艺

离心铸造时金属液在离心力作用下凝固。其凝固条件与压力铸造时相当，所以组织致密细化，各项力学性能指标普遍有所改善，尤其铸铁铁辊组织中大量的渗炭体分布状态得到改善，这对减少裂纹的源和裂纹通路来讲都是有利的。空心的轧辊，如橡胶辊、塑料辊、造纸辊、面粉辊和其它轻工业用辊，采用离心铸造工艺已经多年，效果是显著的。但是实心轧辊采用离心铸造工艺时有一定困难，这些困难在近年来已相继得到克服，实心的复合的轧钢机轧辊离心铸造方法已经取得成功。根据报导所采取的方式有如下三种：

(1) 卧式离心机铸造工艺是先将构成辊身外层的硬质金属液浇入卧式离心机经摩擦轮带动旋转的模型中，这模型一般不包括上下辊颈的砂型部分，浇入的金属液将在离心力作用下逐渐凝固而构成辊身的外壳层，即工作层。在凝固过程中该金属壳层的自由

表面直接和空气接触，其氧化和过早凝固都对后来与心部的结合情况产生有害影响，因此要同时铸入一层防护剂。对防护剂的要求是具有合适的粘度以保证附着性，而又要有较低的固化点以保证在后来的填心过程中漂浮出去。防护剂的比重较小，因此在离心力作用下它附着在金属的内表面即自由表面上。待金属液凝固完毕到达一定的温度后立即把模型从离心机上转移到浇注坑中与上下砂箱合套，然后在静态下将第二包金属，即构成辊身心部及辊颈部位的软质金属液铸入，在重力和温度的作用下它将原先附着在外壳层自由面的防护剂漂至冒口表面，从而达到硬、软二种金属间的结合。这种方法的优点是设备比立式离心铸造简单，容易上马，但工艺上的问题多些，因为从外层凝毕到填心之间有一段操作过程，此外还涉及到防护剂的工艺问题。这种方法在带钢热连轧机工作辊及各种辊套的制造中已经发挥了相当大的作用。

(2) 立式离心机铸造工艺是事先将辊身和辊颈部位的模型全部合套完毕，垂直地装在立式离心机的底盘上，该底盘可以通过中轴采用直接传动，也可以在四周设摩擦轮间接传动。浇注时，先将外层硬质金属通过浇铸管浇进高速旋转着的模型，在离心力的作用下，这部份金属集中在铸型的辊身部分紧贴铸型内壁形成轧辊的外壳层。间隔一定时间之后，这层金属凝固到予定的厚度，在仍有部份保持液态的条件下减速进行填心浇铸，这样可获得良好的冶金结合。所以填心前的间隙时间要严格控制。但这中间无其它操作，又无需添加防护剂，所以工艺上比卧式方法简单、但是由于全部金属及模型重量都加在离心机上，全体模型高度也都座在离心机上，离心机的功率和动平衡还有安全问题都成了突出的问题。三年前立式离心方法还只能浇铸四吨以下的小轧辊，现在生产带钢热连轧机工作辊的大型立式离心机也已问世。

(3) 介乎卧式和立式之间的是倾斜式离心机。结构形式上倾斜式离心机和卧式离心机相近，但是需要像立式离心浇注时一样事先把模型整个装配好，全部浇注过程均在离心机上进行，工艺上看来和立式离心浇注相近，它兼有立式和卧式两种方法的优点。但它的造型和配模需要和立式离心法有同样的精度，填心之后还应当竖起凝固和冷却，竖起之后要及时补点冒口。

目前，离心铸造方法被用来生产下列各种轧辊：

1. 带钢热连轧粗、精轧工作辊；
2. 其它各种板钢轧辊；
3. 小型和线材精轧辊；
4. 万能型钢水平辊或其辊套；
5. 支承辊辊套。

这些轧辊大部分为铸铁材质的，少部分为钢面铁心的，即外层为半钢或高铬钢心部为铸铁。钢——钢复合的轧辊采用离心铸造也是合乎逻辑的，但目前的试验尚为数不多。

7. 高硬度铸钢支承辊

带钢连轧机支承辊传统上是采用锻钢材质的。由于近年来复合铸钢技术的发展，已经有可能在高速连轧机上采用比较便宜的铸造支承辊。铸造支承辊在带钢热连轧机上已经经受了考验。这种支承辊采用高硬度铸钢，因此需用复合铸造，再经过专门热处理，

其组织为贝氏体，硬度较高者还含一定数量的细小碳化物颗粒其心部材料为含炭0.5%以下的炭钢或低合金钢。这种支承辊的使用效果可超过锻钢辊。

高硬度铸钢的成分范围为：

C 0.5—1.3% Mn 0.7—2.0% Mo 0.3—0.8% Ni 0.5—2.5%

Cr 1.0—3.0% Hs 50—20

8. 复合铸钢轧辊铸造方式

高硬度铸钢也可用于制造板坯开坯辊、厚板粗轧辊及带钢热连轧粗轧工作辊。

复合铸钢轧辊的浇铸方法没有定型，现将报导中所见各种试验方法介绍如下：

(1) 冲洗法 首先浇外层金属到辊身以上一定高度，待外层凝固到预定厚度时由底部铸入心部金属，尚未凝固的外层金属便从上部溢出口排出。此法又称置换法。

(2) 底漏法 首先浇外层金属到辊身以上一定高度，待外层凝固到预定厚度时，由底部将尚未凝固的部分放出。这时该壳层的内表面接触空气容易氧化，需通入中性或惰性气体加以保护。未凝的硬质金属液放完之后重新关闭底部水口，及时铸入心部金属。

(3) 离心浇铸法 由卧式、立式或倾斜的离心机带动模型旋转，用定量外层金属液浇入旋转中的模型，在离心力作用下结晶凝固形成轧辊的外壳层，然后及时用第二种金属填心。

(4) 隔板法 在铸型型腔中设钢板围成的隔套把外层和心部空间事先隔开，然后外壳和心部金属同时铸入。另外隔板提拉法本质上与型芯法同。

(5) 型芯法 事先在铸型型腔中设置型芯隔出外周空间。先浇外层金属，凝固一定时间后由底部铸入芯部金属，由金属浮力及外部机械力量把型芯升起直至最后移开。

(6) 分型浇铸法 外壳层单独浇铸，内表面加工之后造入型内，型外设感应圈，浇心部金属时同时对外壳层进行感应加热，以利结合。

钢的熔点高凝固快收缩大，内外层金属炭含量差别较大，给复合浇铸带来了许多困难，以上介绍的方法中各存在一定的问题。需要继续解决。

9. 高铬轧辊

带钢热连轧精轧前段工作辊使用过程中出现的主要问题是由于氧化皮的粘辊和脱落现象而造成的疵带，它沿辊身外周呈球状分布，这种缺陷传到钢带便降低了钢材表面质量。据称高铬辊是目前所有材质中抗斑带性能最好的一种。它的用户也越来越多。

高铬轧辊含炭1.0—3.0%，含铬12—20%。所以可得到单一的(Cr, Fe)₇C₃类型碳化物。其基体视热处理条件不同可有不同的组织。高铬轧辊常见的浇铸方法是离心浇铸法，心部材料可以是铸铁或铸钢。在经过专门热处理后辊身硬度可高达Hs 70—80，高铬轧辊在冷轧作业中也有采用。

10. 电渣重熔钢冷轧辊

钢中夹杂和气体含量对冷轧辊的质量、使用寿命有着重大影响。所以控制钢材冶金质量始终是冷轧辊生产中的重要步骤。除气就是明显的例子，老的钢水流除气法很快地被近年来新出现的钢水包除气法(DH法和RH法)所取代，近年来尤其令人注意的是重熔方法的应用。电渣重熔需先把钢制成电极，重熔时利用它和渣之间的电阻发热来造成熔化，熔化的液滴经过渣洗后夹杂和气体的含量便大幅度降低，然后再在水冷结晶

器所造成的温度梯度下顺序凝固，所以组织均匀细致、偏析少。一般说，经电流重熔后夹杂含量比普通大气熔炼钢低60%左右，尤其是硫可降到重熔前的10%氮和氧的含量比大气熔炼钢低30%左右，氮可减少30%左右。采用电流重熔钢制造轧辊时，多数情况下是炼成电渣锭后再锻造成形，如果中心组织的粗细不成问题，使用应力容许的情况下也可以直接熔铸成形，不再需要锻造。

11. 冷轧辊的淬火

冷轧辊的淬火一般有二种方法，一种是采用井式炉进行整体加热然后进行潜水的喷水淬火；一种是感应加热（多为中频）后喷水冷却。近年来兴起了一些新的方法，简单介绍如下：

（1）专门热处理 专门热处理也是一种快速加热的喷水淬火法，但是其加热速度介于表面加热和整体之间。带来的好处是淬火应力小，淬硬深度有所增加。具体作法有二种：一种是燃气直冲式的对流加热。操作时把经一般方法预热后的轧辊卧放到二对传动的托轮上。二对托轮分别架起二端辊颈，籍摩擦力带动轧辊旋转，以保证加热和淬火的均匀性。轧辊两侧各有一群密排成带的烧咀，空气和燃气经予混合后喷到辊面，燃成一均匀的火焰带。加热范围以辊身长度为界，是可调的。二端辊颈均在加热区以外。所以无需防护措施。这种加热不需要炉体。因此燃料消耗十分可观，热效率极低。加热速度很快，在辊面一定深度内（100—150毫米）加热到奥氏体状态时内部温度大致比表面还低300℃左右，还在 A_{c1} 温度以下。加热完毕关闭烧咀不需移动轧辊便可打开二侧喷水管就地淬火。水压可根据需要调节。水箱就在轧辊下方。另一种是用板式烧咀的辐射加热，因为是带有炉体的所以热效率较高。炉体有立式和卧式两种，但必须是可开合的，炉体长度也必须是可拼装的，以适应不同长度的轧辊的需要。辊颈仍在加热区外，旋转机构同上，但加热完毕后炉体的二半即需移开，以便吊出轧辊，在另外的淬火机床上（原理同前）进行淬火。

（2）双频淬火 现行的双频淬火装置有三部分组成：即低频设备（实际为工频）、中频设备和淬火机床。高压开关柜状电源分配到低频及中频部分，低频部分包括带负载调节的变压器、调节扼流圈、相平衡器、校正功率因数的电容器组、机械调节的扼流圈和低频感应圈，用来对轧辊进行预热。中频部份包括起动变压器、变频机组及其励磁设备、校正功率因数的电容器组、机械调节的扼流圈和中频感应圈。用来对轧辊进行加热。淬火机床的外框上有带动轧辊下降的可调速传动机构，和淬火完毕后的快速提升机构。其内框上有带动轧辊转动的机构，被处理的轧辊一边旋转一边下降，相继经过低频感应圈、高频感应圈和喷水圈后沉入冷却箱。感应圈和喷水圈的位置都是不动的。双频淬火的轧辊比单频淬火淬硬深度较大硬度的过度也较缓和。

（3）火焰淬火 火焰淬火一般用煤气—氧烧咀进行加热。烧咀布置在淬火槽上方一定高度上，烧咀数量不多，但燃烧强度很高。轧辊也由传动机构带动垂直地边旋转边下降，通过烧咀位置之后短时间即进入淬火槽进行潜水喷水淬火。如果控制适当，火焰淬火温度过渡比感应淬火要平滑，所以硬度的过渡和应力状态也都比较有利，轧辊的抗事故能力较高。

12 碳化物轧辊

碳化物轧辊的抗压强度和弹性模数数倍于钢辊，轧制时弯曲小、变形小、压下量大、轧件厚度精确，寿命为钢辊的10—20倍，适于制作体积较小的多辊轧机工作辊、钢—钢压扁辊套。近来来，线材采用无扭轧制，速度提到60米/秒以上。钢辊的耐磨性适应不了这样的速度，于是也采用碳化物辊套的组合式轧辊。

一般的碳化物轧辊是把金属碳化物，主要是碳化钨，加结合剂，一般为钴，烧结而成。即把粉末按配比磨好后加润滑剂压实予烧结。予烧结后的坯料还是脆的，近乎于粉末的密实度。如果需要的话可以加工。最后经过成品烧结即成。

现代冷、热等静压技术的发展给高质量碳化物轧辊的制造提供了强有力的手段。这种方法是先把粉末进行冷等静压，粉末需装在密封的囊中或夹具中置于高压室中以接受均匀的三维压应力。传递压力的介质是液体。压完取出后进行成形和按一般方法烧结，烧结后的轧辊再作热等静压。这需把轧辊放入炉中，它本身就在高压室中，用泵将氩打入高压室，升温到接近烧结温度，同时压力增到约1000巴，即可得出致密度近乎100%的碳化物轧辊。

13. 堆焊

堆焊的目的有二：一是修复，因为一根轧辊的实际消耗部分只占总重量的百分之几，所以用到最小辊径后应尽可能采取修复措施，二是用于硬面涂复。堆焊方法有以下几种：

(1) 自动焊 即埋弧焊，当前主要的改进有二：一是焊丝材料，一是提高堆焊效率，如利用多丝自动焊，增添冷丝和带极自动焊等堆焊速度可提高到每小时五十公斤以上。

(2) 电渣焊 用电渣焊堆焊孔槽时布置形式和自动焊相仿。堆焊平辊时可以采取水平的或垂直的机构。电渣堆焊效率高，焊接时发热强度提高，需采取措施来保证恒定的稀释比（焊丝被母材稀释的程度）。

(3) 硬面涂复 硬面涂复可采用电渣焊机或自动焊机进行。用电渣焊机进行硬面涂复时与电渣堆焊的区别在于它的电极不是焊丝。它又与电渣重熔轧辊不同因为它不是用电渣方法铸锭。它介于二者之间，既采用现成的芯轴，又采用重熔电极，但电极经常不是棒状，而是沿辊身一周作成环状的套。用这种方法铁面都可以堆到钢芯上。另外还有一些不适于以熔炼方法生产的高硬度材料，可以通过粉末冶金方法制成粉末，然后把粉末轧成带坯，带坯烧结之后再轧成电极带，或者直接把粉末包成管状焊丝，利用自动焊机进行硬面涂复。

14. 轧辊的使用

使用上有些措施对延长轧辊寿命的效果比由制造厂所能采取的措施中能达到的效果要高得多。例如轧制润滑，过去冷轧都润滑，现在热连轧也用。收效最显著的就是热连轧，在冷却水之外加设喷油系统向轧辊喷射润滑油。对每吨钢材来说只耗几十克的润滑油，结果减少了轧制压力，减少了换辊次数，提高了生产率。轧辊的磨损则可减半，大为减小了损耗。再如轧辊的冷却装置也大有潜力可挖，合理的冷却水幕可以减缓热裂纹的扩展。据报导，英国某公司改进了带钢热连轧粗轧机架冷却水幕后，换辊次数减少36%，轧辊寿命提高55%，每二次修磨间轧制量增加35%。此外，在轧辊的科学管理上也有相当潜力可挖。使用制度恰当与否经常造成轧辊寿命成倍的相差。

轧 辊 的 新 近 发 展

在新日本钢铁公司所属各轧钢厂中使用着品种繁多的轧辊。为了适应不同用户对轧辊越来越高的要求,轧辊材质已经有了显著的改进,而且正在不断发展。本报告概述新型轧辊的发展过程,简略地比较用于各种轧机和机座的普通材质和新发展的材质的轧辊。同时讨论了最近出现的一些最突出的轧辊(例如复合铸造轧辊、改进了的具有特殊强度和韧性的铸钢轧辊、改进了的球墨铸铁轧辊、离心铸造轧辊和高铬轧辊等)之性能特点及具关的问题。

緒 言

近年来,新日本钢铁公司及其他厂的轧机轧制速度日益增高,产品尺寸日益增大,因而迫切地需要能满足越来越高的要求的轧辊。为了适应这种要求,新日本钢铁公司的工作本部曾不断地努力与本公司各轧钢厂密切配合来改进轧辊的性能和发展新的轧辊材质。近十二年来得到的结果是,普通铸钢轧辊与冷硬轧辊是被划时代的球墨铸铁轧辊所代替,继而又被半钢轧辊、合金铸钢轧辊和石墨铸钢轧辊所代替。最近,新发展的材质与轧辊生产新工艺相结合又诞生了锻造白口铸铁轧辊、复合铸造的铸钢轧辊或锻钢轧辊以及离心铸造轧辊等。

某些新发展的轧辊已经过时间的考验,很好地确立了它们在某些型式的轧机中的地位。而另外一些则在试验基础上来确定其材质的最佳成分和硬度或寻求较好的生产工艺。

对我们工作本部来说,主要的任务是经常搞清轧机操作者确切需要,制造出能较好地满足这些需要的轧辊,最大限度地改进轧材质量和降低生产成本。这一目标的成功达到,取决于有关部门的共同努力。在我们这一方面,我们必须与各种轧机的操作者保持密切的接触,很好地熟悉该处轧辊的实际运转情况,并搞清在发展新的轧辊材质中应考虑的问题。同时,我们认为,如果轧机操作者和工程师们对轧辊能表现出较大的兴趣,並为我们提供一些有益的意见,那就更为理想。

根据以上我们所指出的任务,我们编写了关于新日本钢铁公司轧辊的新近发展的报告。这份报告的前半部是对各种轧机与机座在生产中和试用中所使用的普通材质(译注:也称“原有材质”或“原来使用的材质”,下同)的轧辊和新发展的材质的轧辊,就其硬度和轧制吨位的增加情况做了比较,同时简略地叙述了各种轧辊的发展过程。报告的后半部是对某些最突出的轧辊新材质,特别是由工作本部发展的(以及由其它轧辊制造者发展的),进行了较详细的讨论,而重点是叙述其性能特点和可能做出的改进。

轧辊材质的发展

1. 方坯和板坯初轧机轧辊

方坯和板坯初轧机有几种不同型式：二辊可连式、三辊式和万能式。当为这些轧机选择轧辊时，对提高生产率的要求往往比改善初轧坯质量的要求更为重要。在这种情况下，只有在满足了这一特殊的优先的要求之后，才根据轧辊材质耐磨性的重要程度来考虑耐磨性。耐磨性的重要程度取决于轧机的性能、轧机的轧制工艺和轧件的化学成分。

表1为各种方坯和板坯初轧机轧辊普通的和新的材质的比较。

表 1 方坯和板坯初轧机轧辊的材质

轧机型式	初轧坯种类	轧 辊 材 质		轧制吨位的增加 %	
		普 通 的	改 进 的		
二辊可逆式	大多为初轧方坯	铸钢, Hs27~35	改进的高强度铸钢, Hs35~42	200~250	
		球墨铸铁, Hs30~40			
		石墨铸钢, Hs34~40	半钢, Hs43~50		
大升程二辊可逆式	大多为初轧板坯	铸钢, Hs27~35	改进的高强度铸钢, Hs35~40	230	
		球墨铸铁, Hs30~45	改进的球墨铸铁, Hs42~50	150~200	
		石墨铸钢, Hs34~40	复合铸造的半钢 42~50	230	
万 能 式	板 坯	水平辊	铸钢, Hs27~35	复合铸钢, Hs45~60	150~200
			球墨铸铁, Hs30~45	改进的球墨铸铁 Hs42~50	130~200
		立 辊	铸钢, Hs27~35	堆焊, Hs62~68	
			球墨铸铁, Hs30~45		

(1) 方坯初轧机轧辊

方坯初轧机一般为二辊可逆式的。以前在这种轧机上是用铸钢轧辊或锻钢轧辊，以承受很大的轧制压力，这对方坯初轧来说是一个必不可少的条件。但是这些轧辊至少有两个严重的缺点：孔型的侧壁因磨损而变宽；孔型底部的圆角处容易因热裂纹的生长而损坏，这常常造成辊身折断。为了克服这些问题，工作本部在方坯初轧机上首次采用了球墨铸铁轧辊。这一尝试十分成功，并为目前进一步发展球墨铸铁轧辊打下了基础。在此之后不久采用的一种轧辊材质是石墨铸钢，其性能介于球墨铸铁与铸钢之间，具有良好的耐磨、抗热裂和抗折断性能，现已用于若干方坯初轧机上。

球墨铸铁轧辊比普通铸钢轧辊要好得多，但孔型侧壁并不是完全不磨损。为了解决这一问题，最近在方坯初轧机上采用了半钢轧辊。这一尝试得到了很大的成功，这表明迄今主要是广泛地用在型钢轧机上的半钢轧辊，只要对其化学成分和热处理适当地加以控制，就可以用于许多其他的轧机上。

图4 是半钢轧辊和球墨铸铁轧辊在八幡厂6号方坯初轧机上使用情况的比较。

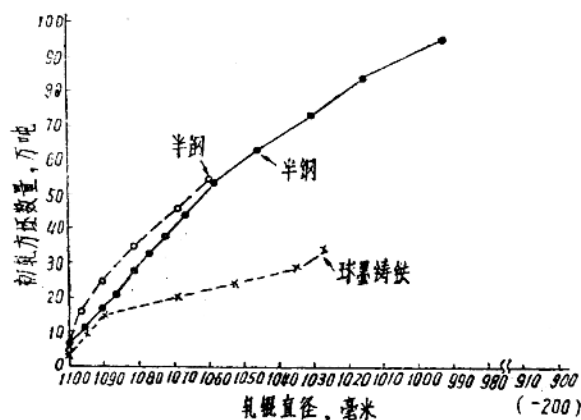


图1 半钢轧辊和球墨铸铁轧辊在方坯初轧机上的使用情况 (报废的直径为900毫米)

(2) 板坯初轧机轧辊

板坯初轧机有两种型式：大行程二辊可逆式和万能式。近年来，这两种型式的轧机在尺寸和生产率方面都有相当大的改进，能生产重达40吨的板坯，轧制功率不小于10000马力。

以前，板坯初轧机和方坯初轧机一样，采用锻钢轧辊和铸钢轧辊。但是，这些轧辊受到强烈的热冲击就暴露出它们自身的弱点：常常在其表面沿圆周方向局部地产生相当深的热裂纹，有时竟导致断辊；严重的磨损和磨蚀常在板坯上造成过于明显的辊印。

为了解决这些问题，工作本部于1957年做了一个划时代的尝试，即在板坯初轧机上使用了特大的球墨铸铁轧辊，进一步发展了以前在方坯初轧机上使用这种轧辊的经验。这表明能够如所期望的那样，显著地提高板坯初轧机轧辊的耐磨性。但是球墨铸铁轧辊在发展的最初阶段也有一些有待改进之处，因为这种轧辊，特别是当磨削到直径小了的时候，常由于绝对强度不够而报废。因此，后来继续大力地改进球墨铸铁轧辊制造方法。现在这种轧辊在二辊式和万能式板坯初轧机上都证明它的性能优良。

图2是各种板坯初轧机轧辊材料耐磨性能的比较。

在一定的轧制条件下，例如在轧制特殊钢板坯用水进行表面冷却的情况下，在轧辊轴向产生的热应力有的可急剧地增加到40公斤/毫米²或更高，远远超过球墨铸铁的承载能力。轧辊要经受得住这种严酷的工作条件必须具有良好的高温韧性。工作本部与新日本钢铁公司八幡厂技术研究所合作，发展了一种改进的高强度铸钢轧辊，现在用于八幡厂及其他厂的板坯初轧机和厚板轧机，显示出优良的性能。

复合铸造轧辊因其强度、韧性和耐磨性也进入了优秀的行列。它的辊芯和外层由不

同的金属制成並冶金地结合在一起，这种轧辊在某公司的一些板坯初轧机上使用已得到良好的效果。但是，必须很小心谨慎，因为这种轧辊只有当其硬度在一定的范围内时才能表现出优良的耐磨性和抗热裂性，如果做得过硬就容易因其表面上产生深的热裂纹而损坏。

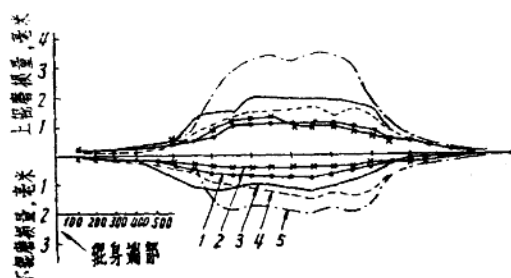


图 2 各种材质的板坯初轧机轧辊的磨损曲线

- ①改进的球墨铸铁：轧了11.2万吨板坯，Hs50.5；
- ②普通的球墨铸铁：轧了4.1万吨板坯，Hs41.4；
- ③铬钼铸钢：轧了2.86万吨板坯，Hs31.3；
- ④普通的球墨铸铁：轧了3.1万吨板坯，Hs31.3；
- ⑤铬钼铸钢：轧了4.5万吨板坯，Hs30.3；

在方坯和板坯初轧机轧辊方面值得指出的另一项发展是将万能式板坯初轧机磨损的立辊，堆焊上高硬度的耐磨材料后继续使用，部分原因是由于这种轧辊並不严重影响产品的表面质量。事实上这种轧辊已获得一些良好的结果。

2. 钢坯连轧机轧辊

钢坯轧机有好几种型式：三辊和二辊连续式以及二辊可逆式。最有代表性的是二辊连续式，其平面布置示于图 3。在某些最先进的钢坯连轧机上，为了在轧制过程中不必翻转钢坯，每个机座交替地设置水平辊和立辊。

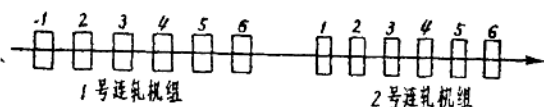


图 3 二辊式钢坯连轧机的平面布置

二辊式钢坯连轧机所用轧辊的材料，依钢坯的材质和规格、压下率、轧辊孔型的深度以及轧辊的大小等因素而变化。

表2列出各种二辊式钢坯连轧机各个机座所用轧辊的典型材质。

表 2

二辊式钢坯连轧机轧辊的材质

机 组	机座号	轧 辊 材 质		轧制吨位的增加
		普 通 的	改 进 的	
1号连轧机组	1	镍铬钼铸钢, Hs27~35 铬钼钹钢, Hs27~35	锻造白口铸铁, Hs40	150~250
	1~3	铬钼铸钢, Hs35~42 半钢, Hs35~42	锻造白口铸铁, Hs42~47	200~400
	4	半钢, Hs35~42	锻造白口铸铁, Hs42~47	200~300
	5~6	球墨铸铁, Hs55~65	同普通的	—
2号连轧机组	1	铬钼铸钢, Hs35~42	同普通的	—
	2~3	球墨铸铁, Hs55~65	锻造白口铸铁, Hs42~47 锻造白口铸铁, Hs50~55	150~250
	4~6	球墨铸铁, Hs55~65	锻造白口铸铁, Hs55~65	150~200

过去,制造铬钼铸钢轧辊用在粗轧机座上的主要目的是抗折断;高碳铬钼铸钢轧辊或半钢轧辊用在中轧机座上考虑到这种轧辊的耐磨性;球墨铸铁轧辊或合金冷硬轧辊用在精轧机座上考虑到产品除了要求轧辊耐磨之外,还要求抗剥落。

但是,近年来锻造白口铸铁轧辊(通过特殊工艺热成型的,具有高的耐磨性和高韧性)已成为众目注视的中心,代替了绝大部分钢坯轧制用的普通轧辊。这种新型轧辊用于粗轧机座和中轧机座时,能显示出较好的抗折断性能;当用于精轧机座时,能显示出较好的耐磨和抗表面粗糙等性能。它对于延长换辊周期和降低轧辊单位消耗都有显著的效果。

3.型钢轧机轧辊

型钢轧机有两种型式:老的二辊或三辊往返轧制的横列式和新的二辊串列式或连续式。目前,多数型钢轧机都是效率高的串列式或连续式,但是有些厂仍在两种型式混合的轧机。

在这种情况下,用于型钢轧机的轧辊材质也是依各种因素而变化的,如轧机的型式,产品的种类、轧制温度以及轧辊孔型或轧槽的型式等。

(1)二辊或三辊横列轧机的轧辊

用于二辊或三辊横列式轧机的轧辊,通常需要切出深的轧槽,从表面到相当深的内部应具有规定的硬度,轧槽内各部分的磨损应均衡,同时要有足够的强度和韧性,以防止辊身发生折断以及辊颈和梅花头损坏。

二辊或三辊横列式轧机的布置通常如图4所示。各种轨梁轧机所用的轧辊材质列

于表3。

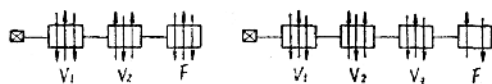


图4 二辊和三辊横列式轨梁轧机的平面布置

表3 二辊或三辊横列式钢梁轧机轧辊的材质

机座	轧 辊 材 质		轧制吨位的增加 %
	普 通 的	改 进 的	
粗轧机座 V ₁ (V ₂)	镍铬钼铸钢, Hs 30~35 铬钼铸钢, Hs 30~40	同普通的	—
中轧机座 V ₃ (V ₂)	铬钼铸钢, Hs 47~42 球墨铸铁, Hs 13~50 半钢, Hs 19~16	锻造白口铸铁, Hs 42~50	200~350
精轧机座 F	球墨铸铁, Hs 10~60 低合金无定界冷硬铸铁 Hs 22~68 半钢, Hs 17~51	锻造白口铸铁, Hs 13~53	150~300

1) 粗轧机座轧辊

粗轧机座轧辊通常具有深的轧槽, 承受很大的负荷, 因此, 用镍铬钼铸钢或镍铬钼铸钢来制造以防折断。

在这些铸钢轧辊中, 一部分孔型会扩宽变形, 可以用硬的材料进行堆焊使之复原, 而比较好的是用半钢轧辊来全部取代之。

在中小型钢梁机上, 轧制负荷小的粗轧辊一般都使用球墨铸铁轧辊。

2) 中轧机座轧辊

以往铬钼铸钢和球墨铸铁轧辊普遍地用于中轧机座, 但近年来它们大部分被半钢轧辊所取代, 因为后者具有较好的耐磨、抗表面粗糙和抗折断等性能。

最近, 锻造白口铸铁轧辊因具有更好的耐磨和抗表面粗糙等性能, 正在排挤半钢轧辊而用于生产某些种类的钢梁。

3) 精轧机座轧辊

过去, 球墨铸铁轧辊和低合金无定界冷硬铸铁轧辊普遍用于精轧机座, 但现在已大部分被高硬度的半钢轧辊所取代。

应用半钢轧机, 能生产出具有更好的形状和表面的轨梁, 并且产品能更好地符合设计的尺寸规格。

最近出现的高硬度锻造白口铸铁轧辊, 在某些轧机上甚至取代了半钢轧辊。照片1

× 略)清楚地表明这种轧辊具有比普通的半钢轧辊更好的耐磨和抗表面粗糙等性能。

(2) 串列式和万能式轧机的轧辊

串列式和万能式轧机,无论是最先进的连续的还是一般非连续式的,主要是生产宽缘钢梁和钢轨。万能式轧机的水平辊和立辊特点是采用镶套轧辊。其目的是降低轧辊消耗量,因为仅更换辊套,其重量与整个轧辊重量比较轻得多。

图5是万能式轨梁轧机的布置图。表4列出万能式轨梁轧机各机座轧辊的典型的材质。

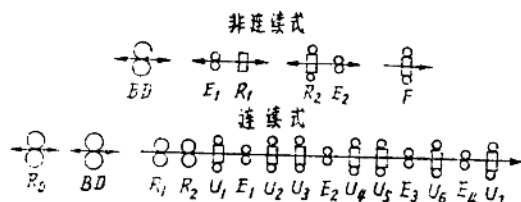


图 5 万能式轨梁轧机布置图

表 4 万能式轨梁轧机轧辊的材质

机 座	轧 辊 材 质		轧制吨位的增加 %
	普 通 的	改 进 的	
开坯机座	BD	镍铬钼铸钢, Hs29~35 铬钼铸钢, Hs30~40 石墨铸钢, Hs36~42	改进的高强度铸钢, Hs32~40 180
轧边机座	E	球墨铸铁, Hs37~43 半钢辊套, Hs45~53	同普通的 —
立辊机座	V	球墨铸铁, Hs50~60 高合金无定界冷硬铸铁, Hs70~80 半钢, Hs40~50	锻造白口铸铁, Hs50~60 290~300
水平粗轧	R ₁ , U _{1~4}	半钢辊套, Hs40~50	半钢辊套, Hs45~55 120~170
机座中轧和精轧	R ₂ , F, U _{5~7}	半钢辊套, Hs45~55	半钢辊套(离心浇注) Hs55~65 150~180

1) 开坯机座轧辊

开坯机座轧辊有深的轧槽。需具有足够的耐磨、抗断和抗热裂等性能。以前开坯轧辊是用低共熔成分的合金铸钢制造的,不能满足这些要求。现在则用镍铬钼铸钢或铬钼铸钢制造,而且特别注意选择含碳量和热处理条件以使轧辊能充分适应给定的轧制条件。在某些轧机上也采用石墨铸钢轧辊。

最近，象方坯和板坯初轧机轧辊那一节所讲的那种改进了韧性的铸钢轧辊，由于抗热裂性好而且韧性极佳而日益普遍地用做开坯机座轧辊。

2) 轧边机座轧辊

轧边机座轧辊是在轧制过程中夹持轧件侧边的，受到的压力相当小，很少发生断辊事故。但是，这并不排除要求它具有高的耐磨和抗表面粗糙等性能。轧边辊过去是用球墨铸铁轧辊，现在它逐渐被半钢镶套轧辊取代。这种轧辊具有较好的耐磨和抗表面粗糙等性能，从而降低了轧辊的单位消耗量，并且使用性能稳定。

3) 立轧机座轧辊

球墨铸铁轧辊、高合金无定界冷硬铸铁轧辊和半钢轧辊用做立辊，没有引起任何严重的问题。

但某些带有支撑辊的小直径的立式工作辊经常发生剥落和劈裂。为解决这个问题，在试用的其他一些轧辊中，发现锻造白口铸铁轧辊具有良好的效果，如照片2(略)所示。

4) 水平机座轧辊

粗轧的水平辊用低碳的半钢镶套轧辊，对这种轧辊的要求主要是要有高的抗热裂性。

另一方面，中轧机座和精轧机座的轧辊特别是轧辊轧制钢梁翼缘的部份需要有极好的耐磨性和抗热裂性。此外，这种轧辊的工作层应该没有硬度降落。这是因为这种轧辊孔型侧壁的斜度相当大，因而很难用车削的方法复到规定的角度，只好改成轧制小规格产品的轧辊。过去，球墨铸铁轧辊和其他的铸铁轧辊广泛地用做水平辊，而现在，由于下述原因，大部分被高硬度的半钢镶套轧辊所取代

高硬度的辊套，即硬度达 Hs55 或更高些的辊套，容易发生裂纹和折断。为防止这种缺陷，实际上逐渐在采用有高合金外层的半钢辊套的复合轧辊。离心铸造法对制造这种轧辊是有效的。

4. 中厚板轧机轧辊

中厚板轧机一般都有四辊可逆式机座，说得更确切些，某些中厚板轧机只有一个四辊可逆式机座，而另一些则有一个四辊可逆式机座和一个二辊式或四辊式粗轧机座，现在以新日本钢铁公司的四台中厚板轧机为例：八幡厂和君津厂分别配置了二辊式粗轧机座和四辊式粗轧机座；广畑厂和名古屋厂则没有粗轧机座，而是以一个破鳞机座一个轧边机座代替它。

(1) 工作辊

四辊式中厚板轧机(精轧)上的工作辊是中厚板轧机中最重要的部分，它首先必须具有一定的耐磨性和抗裂性。对这种工作辊，不管中厚板轧机有无粗轧机架，长期以来普遍地采用复合浇注的硬度为 Hs70~78 的高合金无定界冷硬铸铁轧辊。

这种工作辊同时要具有耐磨和抗裂两种性能是有点困难的。因为这些性能受到轧辊外层材料的化学成分和机械性能(尤其是前者)、石墨与碳化物的体积比及其分布、基体硬度等严重的影响。

图6示出中厚板轧机工作辊内部的主要性能。