

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98120601.8

[45] 授权公告日 2001 年 6 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1067443C

[22] 申请日 1998.10.15 [24] 颁证日 2001.4.12

[21] 申请号 98120601.8

[73] 专利权人 冶金工业部北京冶金设备研究院
地址 100013 北京市安外胜古庄 2 号

[72] 发明人 符寒光 吴建中 姚书典
许军 孙力 李志萍

[56] 参考文献

- CN1033844A 1989. 7. 12
- CN1033844A 1989. 7. 12
- CN1070433A 1993. 3. 31
- CN1082950A 1994. 3. 22 B21B2702
- CN1105612A 1995. 7. 26 B21B2700
- JPO6179947A 1994. 6. 28 C22C3800
- JP2243736A 1990. 9. 27 C22C3700
- SU1653875 1991. 6. 7 C22C3708

SU1780890A 1992. 12. 15 B21B2702

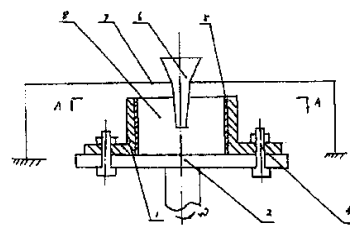
[74] 专利代理机构 冶金专利事务所
代理人 白家驹 周淑昌
审查员 徐川

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图页数 1 页

[54] 发明名称 多元钨合金铸铁辊环及其制造方法

[57] 摘要

本发明为一种多元钨合金铸铁辊环及其制造方法，属于轧钢技术领域。所述辊环的成分为(重量%)：
 C 2.5 ~ 3.5%，Si 0.5 ~ 1.5%，Mn 0.5 ~ 1.2%，W 3.5 ~ 10%，RE 0.05 ~ 0.2%，K 0.03 ~ 0.2%，Na 0.08 ~ 0.25%，Cr 0.8 ~ 1.5%，Mo 0.1 ~ 1.0%，Ni 0.5 ~ 1.2%，Cu 0.1 ~ 1.0%，S < 0.05%，P < 0.05%，Cr + Mo + Ni + Cu：2.5 ~ 3.5%，其余为 Fe。所述制造方法为：按上述成分范围配料 → 冶炼 → 离心铸造 → 软化退火 → 粗加工 → 淬火 → 回火 → 精加工。本发明辊环辊面硬度高，硬度均匀性好，淬硬层深，耐磨性和抗粘钢性能好。



权 利 要 求 书

1、一种多元钨合金铸铁辊环，其特征在于所说的辊环的化学成分为（重量%）：C 2.5 ~ 3.5%，Si 0.5 ~ 1.5%，Mn 0.5 ~ 1.2%，W 3.5 ~ 10%，RE 0.05 ~ 0.2%，K 0.03 ~ 0.2%，Na 0.08 ~ 0.25%，Cr 0.8 ~ 1.5%，Mo 0.1 ~ 1.0%，Ni 0.5 ~ 1.2%，Cu 0.1 ~ 1.0%，S < 0.05%，P < 0.05%，Cr + Mo + Ni + Cu: 2.5 ~ 3.5%，其余为Fe。

2、一种制造如权利要求1所述辊环的方法，其特征在于所说的方法为：

①、将普通废钢、生铁、钨铁、硅铁、锰铁、碳素铬铁、钼铁、镍板和铜板按符合权利要求1所述的成分要求混合放入电炉中加热熔化；

②、按权利要求1所述的成分要求炉前调整化学成分合格后，将温度升至1520 ~ 1580℃，加入占铁水重量0.2 ~ 0.5%的铝作脱氧剂，而后出炉；

③、将含钾、钠的变质剂及稀土硅铁破碎至粒度小于15mm的小块，在250℃以下烘干后，置于浇包底部，用包内冲入法对铁水进行复合变质处理；

④、选用金属型辊环铸型，用离心铸造方法浇铸，将符合权利要求1所述成分要求的铁水浇入经200 ~ 260℃预热的金属铸型中，离心机转数为550 ~ 650rpm，浇铸温度为1350 ~ 1450℃；

⑤、铁水浇铸完后，使铸型在550 ~ 650rpm转数下继续转动3 ~ 6分钟，然后缓慢降低转数，当辊环完全凝固后停机，辊环在铸型内冷却20 ~ 60分钟后取出，然后放入退火炉中进行软化退火处理；

⑥、辊环经软化退火处理后进行粗加工，经淬火处理和回火处理后再进行精加工。

3、如权利要求2所说的方法，其特征在于所述的软化退火处理过程为：将所述辊环放入炉温低于500℃的退火炉中保温1 ~ 2小时后，以≤80℃/小时的速度将炉温升至650 ~ 720℃，保温1 ~ 3小时后，再以≤100℃/小时的速度将炉温升至900 ~ 950℃，保温4 ~ 6小时后炉冷至580 ~ 620℃后炉冷或空冷至室温。

4、如权利要求2所说的方法，其特征在于所述的淬火处理过程为：将粗加工后的辊环在炉温低于300℃时放入炉中，以60 ~ 100℃/小时的速度将炉温升至600 ~ 650℃，保温1 ~ 3小时后，再以100 ~ 120℃/小时的速度将炉温升至930 ~ 1000℃，保温3 ~ 6小时后风冷。

5、如权利要求2所说的方法，其特征在于所述的回火处理过程为：将淬火后的辊环放入炉温低于250℃的炉中，保温1 ~ 2小时后，以≤60℃/小时的速度将炉温升至350 ~ 400℃，保温4 ~ 8小时后炉冷至200℃后炉冷或空冷。

6、如权利要求2或3或4或5所说的方法，其特征在于所述辊环的浇铸厚度为50~120mm时，所述金属型铸型壁厚为120~200mm。

7、如权利要求2或3或4或5所说的方法，其特征在于所述铸型在浇铸前表面喷涂料，喷涂前进行预热处理，预热温度为200~260℃，所喷涂料厚度为1.5~2.5mm。

说 明 书

多元钨合金铸铁辊环及其制造方法

本发明为多元钨合金铸铁辊环及其制造方法，属于轧钢技术领域。

辊环是轧钢行业的主要易损件之一，我国目前年耗辊环数万吨。随着我国轧钢工业的发展，对辊环在数量和质量上的要求都在逐年提高，为了保证辊环的使用要求，辊环的制造在材质和工艺方法等方面都在逐年创新。合金化是保证和提高辊环性能的基本手段和有效措施。近年来，世界各国在辊环合金化过程中做了大量工作，开发了许多新产品。目前铸铁辊环合金化主要使用镍、铬、钼、钒、钛、铜、铌等，其中最常用的是镍、铬、钼合金。我国铸铁辊环年消耗量2万吨以上，每年将消耗大量的合金资源。而我国镍、铬、钼合金资源比较短缺，价格日趋高涨，使辊环成本逐年上升。为了保证辊环使用要求，降低生产成本，解决合金资源短缺，开发新的辊环合金化渠道是一项迫切的任务。

我国是世界上钨资源最丰富的国家，储量居世界之首，钨精矿产量列世界第一。多年来，钨在炼钢行业和硬质合金行业获得了较广泛的应用，但在铸铁行业应用较少。至今，我国的钨产品主要以钨精矿、仲钨酸铵、氧化钨、钨铁等原料及钨的初级产品形式出口，这对我国钨资源是极大的浪费。开发高性能的多元钨合金铸铁辊环产品，对于充分利用我国丰富的钨资源，解决镍、铬、钼合金资源短缺问题，将具有重要的意义。高性能的多元钨合金铸铁辊环既可满足国内的需要，在国际市场上也将具有很大的竞争力。

本发明的目的是给出一种多元钨合金铸铁辊环及其制造方法，该辊环采用多元钨合金铸铁并通过离心铸造方法生产，辊环毛坯经软化退火处理后具有很好的加工性能，加工后的辊环经淬火和回火处理后，具有辊面硬度高、硬度均匀性好、淬硬层深、耐磨性好和抗粘钢性能好等特点。

本发明的目的是这样实现的：

本发明的钨合金铸铁辊环的化学成分如下（重量%）：

C： 2.5~3.5 Si： 0.5~1.5

Mn: 0.5~1.2 W: 3.5~10.0
 RE: 0.05~0.20 K: 0.03~0.20
 Na: 0.08~0.25 Cr: 0.8~1.5
 Mo: 0.1~1.0 Ni: 0.5~1.2
 Cu: 0.1~1.0 S: <0.05
 P: <0.05 Cr+Mo+Ni+Cu: 2.5~3.5

其余为Fe。

制造辊环的工艺是：按照上述所给出的材料含量范围内进行配料→冶炼→在离心铸造机上铸造→软化退火→粗加工→淬火→回火→精加工→检验→包装→入库。

本发明的钨合金铸铁辊环可用电炉生产，其生产方法为：

① 将普通废钢、生铁、钨铁、硅铁、锰铁、碳素铬铁、钼铁、镍板和铜板按上述成分要求混合放入炉中加热熔化；

② 炉前调整成分合格后，将温度升至1520~1580℃，加入占铁水重量0.2~0.5%的铝作脱氧剂，而后出炉；

③ 将含钾、钠的变质剂、稀土硅铁破碎至粒度小于15mm的小块，经250℃以下烘干后，置于浇包底部，用包内冲入法对铁水进行复合变质处理；

④ 铸型选用金属型，用离心铸造方法浇铸，将符合上述成分要求的铁水浇入经200~260℃预热的铸型中，离心机转数550~650rpm，浇铸温度1350~1450℃；

⑤ 铁水浇铸完后，使铸型在此转数下继续转动3~6min，然后缓慢降低转数，当辊环完全凝固后停机，辊环在铸型内冷却20~60min后取出，可直接入退火炉进行软化退火处理；

⑥ 辊环经软化退火处理后进行粗加工，经淬火处理和回火处理后进行精加工。

上述软化退火工艺如下：铸件在炉温低于500℃入炉保温1~2小时，以≤80℃/小时速度升至650~720℃，保温1~3小时后，以≤100℃/小时速度升至900~950℃，保温4~6小时后炉冷至580~620℃后炉冷或空冷。

上述淬火工艺如下：粗加工后的辊环在炉温低于300℃时入炉，以60~100℃/小时速度升至600~650℃，保温1~3小时后，再以100~120℃/小时速度升至930~1000℃，保温3~6小时后风冷。

上述回火工艺如下：淬火后的辊环在炉温低于250℃时入炉，保温1~2小时后，以≤60℃/小时速度升温至350~400℃，保温4~8小时后炉冷至200℃以后炉冷或空冷。

下面说明本发明辊环的材料，其成分范围及限定理由如下：

C：C是提高材质硬度和耐磨性的重要元素，C能较多地溶于奥氏体(A)中，增大A→M转变后的硬度，形成高碳马氏体，以提高基体的硬度和抗磨性。C含量对共晶碳化物(K)的体积百分数有很大影响，提高C含量，K量也相应增加，从而可进一步强化材质的抗磨能力，但过量的C能使M相变温度显著下移并降低淬透性，材质脆性增大，机械性能恶化。综合考虑确定C含量为2.5~3.5%。

Si：Si不形成碳化物，主要溶于基体，可提高高温抗氧化作用，并可提高铸铁疲劳强度，可阻止工作表面的龟裂和起皮剥落，但Si降低导热系数，而且降低淬透性，综合考虑确定Si含量为0.5~1.5%。

Mn：Mn既进入碳化物，又溶于金属基体中，Mn对提高淬透性有很好的效果，Mn还可起脱氧脱硫作用，但Mn剧烈地降低Ms点，造成大量的残留奥氏体，影响辊环的耐磨性，而且过多的残留奥氏体在高应力作用下，易诱发马氏体相变，增大辊环内应力，增大辊环脆裂倾向，综合考虑确定Mn含量为0.5~1.2%。

W：辊环在服役过程中承受耐热钢坯的热负荷、冲击、高温磨损、挤压、和冷却水的激冷作用，因此要求其材质有较高的强度、韧性、耐磨性、抗氧化性和抗激冷激热性能。W是其中的主要合金元素，它部分溶于基体中，增加铸铁的淬透性、回火稳定性、红硬性和热强性，部分形成碳化物，有利于耐磨性的增加和抗粘钢性能的改善。W系合金白口铸铁中碳化物的形状随着W含量的变化而变化。当含W量在2.5~3.0%时，碳化物多数呈网状；含W量在4.0~4.5%时，碳化物呈网状加断网状；含W量在6.0~6.5%时，碳化物呈细断网状；当含W量在10~13%时，碳化物呈细断网状，个别视场出现孤立状，且在组织中大量出现W的鱼骨形莱氏体；当含W量超过20%时，碳化物多数呈孤立状分布。加W量过少，碳化物硬度低，辊环

耐磨性差，而且W含量过低，组织中共晶碳化物粗大，网状分布明显，铸铁脆性显著加大，适当提高W含量，可提高耐磨性，改善其脆性，但含W量过高，耐磨性提高不明显，反而增大铁水冶炼难度和增大铸铁生产成本，综合考虑确定W含量为3.0~10.0%。

Cr: Cr能固溶于铁素体，又能和C形成多种碳化物，Cr能提高铸铁的淬透性和回火稳定性，使铸铁硬度升高，耐磨性改善，但Cr含量过高，铸铁淬火组织中残留奥氏体量增多，反而降低铸铁的耐磨性，综合考虑确定Cr含量为0.8~1.5%。

Mo: 加入Mo的目的主要是为了提高淬透性，Mo还有很好的抗回火软化能力，但Mo价格较高，加入量过多，将增大生产成本，因此Mo含量为0.1~1.0%。

Ni: Ni和C不形成碳化物，是形成和稳定奥氏体的主要合金元素，在铸铁中主要溶于基体，提高铸铁的淬透性，其含量过少对铸铁的性能影响不大，含量超过2.0%时，残余奥氏体显著增加，对提高硬度不利，因此确定Ni含量为0.5~1.2%。

Cu: Cu是扩大奥氏体相区的元素，在铸铁中不形成碳化物，但在适当热处理后能达到固溶强化和沉淀硬化的作用，Cu能细化白口铸铁的组织，提高韧性，还可改善铸铁的流动性，提高导热性，但过量的Cu易生成富Cu相和微裂纹，因此Cu含量为0.1~1.0%。

为保证铸铁的淬透性和控制生产成本，将Cr、Mo、Ni和Cu的总含量控制在2.5~3.5%。

K和Na: K、Na可降低多元钨合金铸铁的初晶结晶温度和共晶结晶温度，初晶结晶温度和共晶结晶温度的下降有助于铁水在液相线和共晶区过冷，而合金的结晶过冷度增大，会使形核率大大增加，因此，K、Na使初晶奥氏体晶核增多，初晶奥氏体得以细化，初晶奥氏体的细化导致共晶反应时残留铁液相互被隔开的趋势增强。共晶反应时，共晶奥氏体优先在狭窄通道两侧的初晶奥氏体上以“离异”方式结晶，促使残留金属液进一步被隔开，最后将有助于共晶碳化物网状结构断开而孤立化。此外，K、Na在共晶结晶时选择性地吸附在共晶碳化物择优生长方向的表面上，形成吸附薄膜，阻碍铁水中的Fe、C、W等原子长入共晶碳化物晶体，降低了共晶碳化

物〔010〕择优方向的长大速度，导致〔010〕方向长大减慢，而〔001〕、〔100〕方向长大速度增大，导致共晶碳化物变成不规则的团块状。表面活性元素K、Na不仅吸附在碳化物择优长大方向表面上阻碍碳化物在该方向的长大，而且易促进碳化物的孪晶形成，导致碳化物形态的团球化。初晶奥氏体的细化和共晶碳化物形态的改善，有利于多元钨合金铸铁机械性能，特别是冲击韧性的大幅度提高，K、Na加入量过少，对多元钨合金铸铁的性能影响不大，加入量过多，尽管能进一步改善碳化物形态，但导致合金中夹杂物数量增大，对机械性能反而带来不良影响，综合考虑将K含量控制在0.03~0.20%，Na含量控制在0.08~0.25%。

RE：多元钨合金铸铁中加入RE具有脱硫除气的作用，对净化铁水是有益的，而铁水净化对白口铸铁中板条状碳化物的形成及机械性能的提高是有益的。同时RE与液态金属反应生成的细小粒子，加速凝固的形核作用，表面活性RE元素在流动的晶体表面形成吸附薄膜，降低流动离子的速度，RE元素的这些作用能细化多元钨合金铸铁的晶粒，限制树枝晶偏析，提高机械性能、抗氧化性和耐磨性。RE加入量过少，对多元钨合金铸铁的性能影响不明显，加入量过多，使RE夹杂物增多，而稀土夹杂物主要分布在共晶碳化物与奥氏体的相界面上，减弱了相界的结合力，反而降低多元钨合金铸铁的性能，综合考虑，将RE含量控制在0.05~0.20%。

P：P使材质变脆，应当把P含量控制在比脆化点还要低的含量，因此规定为小于0.05%。

S：S同P一样，也使材质变脆，因此规定为小于0.05%。

本发明热处理工艺制订依据和理由如下：

1. 软化退火工艺

退火目的是：①降低硬度，改善加工性能，②消除内应力，减轻淬火过程中的开裂倾向。钨合金铸铁硬度高，机械加工前应进行软化退火处理。钨合金铸铁的常规退火处理工艺是将工件随炉加热到奥氏体化温度后，长时间保温，然后缓慢冷却到680~700℃，再保温一段时间后空冷，这种工艺存在着退火时间长、操作麻烦和硬度降低不明显（最终硬度HRC38~45）等缺点。本退火工艺的特点是：铸件在炉温低于500℃入炉后，保温1~2小时，使铸件内部温度均匀，为防止铸件变形和开裂，铸件在低温的加热速度 $\leq 80^\circ\text{C}/\text{小时}$ 。加热温度达650~720℃后保

温1~3小时,以 $\leq 100^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 速度升至 $900\sim 950^{\circ}\text{C}$,保温4~6小时后炉冷至 $580\sim 620^{\circ}\text{C}$ 后炉冷或空冷。利用本工艺可将直径100mm圆棒的钨合金铸铁的心部硬度降至HRC28~32,退火时间可缩短25~40%,节约能源10~15%。

2. 淬火工艺

钨合金铸铁辊环的淬火主要是促使二次碳化物的形成和改变基体组织使之成为马氏体,一般淬火后的钨合金铸铁组织中总会保留一定量的残留奥氏体,在辊环使用过程中,残留奥氏体会发生相变,引起体积膨胀,残留奥氏体量过多时将会导致材料脆裂,因此在淬火过程中应尽量减少残留奥氏体的含量。辊环使用过程中以耐磨为主,承受的冲击力较小,因此淬火工艺的制订应着重于提高其硬度而不需过多考虑韧性的提高。考虑到这种材料的奥氏体转化温度在 890°C 左右,选择淬火温度范围为 $930\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。淬火温度过高,W、C等元素在奥氏体中的溶解度增大,析出的二次碳化物则减少,同时高温奥氏体中W、C含量过高,使奥氏体的稳定性增加,导致淬火后残余奥氏体量增多,材料硬度下降,淬火温度过高还会出现晶粒粗化,降低材料机械性能。淬火温度过低,W、C等元素的析出比较困难,同样使淬火组织中二次碳化物减少,残余奥氏体增多。选择淬火温度 $930\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 可使基体组织中二次碳化物量最多,残留奥氏体量最少,硬度最高,材料的耐磨性最好。此外,在温度超过 $600\sim 650^{\circ}\text{C}$ 后的升温速度对材料硬度也有影响,快速升温后的硬度均高于缓慢升温后的硬度,这是由于前者的二次碳化物细小、量多,对基体的沉淀硬化作用大,而后者的二次碳化物粗大,对基体的沉淀硬化作用小。升温速度过快,在辊环内部产生过大的热应力,易引起辊环开裂,因此选择升温速度为 $100\sim 120^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 。由于这种材料具有良好的淬透性,因此选用出炉后吹风冷却工艺。

3. 回火工艺

回火的目的是消除淬火过程中产生的残余应力。考虑到辊环淬火后易出现裂纹,因此辊环在炉温低于 250°C 时入炉,保温1~2小时后,以 $\leq 60^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 速度升温至 $350\sim 400^{\circ}\text{C}$,保温4~8小时后炉冷至 200°C 以后炉冷或空冷。升温速度过快会产生裂纹,回火保温温度过低,不易消除淬火应力,保温温度过高,马氏体会发生分解,导致硬度下降。回火后的金相组织是:回火马氏体+共晶碳化物+二次

碳化物+少量残余奥氏体。

上述热处理工艺简单可行,可保证辊环不变形和不产生裂纹,辊环的最终硬度在85 Hs以上,冲击韧性在5 J/cm以上,综合性能优良。

下面就本发明的辊环制造方法加以详述。

通常制造辊环的方法是将具有合适的温度和化学成分符合要求的铁水浇入铸型内,铸型通常是金属型,在静态下铸造成型,辊环在铸型内冷却一段时间后出箱,然后进行软化退火处理、粗加工、淬火处理、回火处理和精加工。本发明的方法是采用金属型铸型(见图1),铸型1固定在立式离心机2上,铸型1和离心机2用定位销3定位,用螺栓4固定,然后转动离心机。考虑到铸型要有良好的导热能力和高强度,其材质选用HT200。铸型壁厚对辊环质量影响较大,辊环热裂率与铸型壁厚有很大关系,在辊环浇铸厚度一定的情况下,铸型壁厚越小,辊环越易开裂,因此为确保辊环不开裂,应提高铸型壁厚,但铸型壁厚过大,将显著增加铸型的制造和使用难度。对于辊环浇铸厚度50~120 mm时,铸型壁厚取120~200 mm较为合理。铸型在喷涂涂料前应进行预热处理,预热温度过低,涂料与铸型结合强度低,涂料不易喷上,预热温度过高,涂料易开裂,因此选择预热温度为200~260℃。涂料5选用耐火度高的涂料,其厚度以1.5~2.5 mm为宜。

选择合适的转数是保证离心铸造辊环质量的首要条件,离心机转数n按下面计算公式来选定:

$$n = \frac{5520}{\sqrt{\rho \cdot r}} \cdot \beta$$

式中: n—铸型转数(rpm)

ρ —金属密度(g/cm³)

r—辊环内半径(cm)

β —调整系数(铸铁为1.2~1.5)。

经实际使用, $\beta = 1.3 \sim 1.4$ 时获得了比较理想的转数,因此选定铸型转数为550~650 rpm。

铁水浇铸温度对辊环质量影响较大,根据铸铁结晶学原理,铸件凝固过程中,冷

冷却时间与冷却速度由铸件结构、铁水浇铸温度、金属热物理常数及铸型的散热系数来确定。在特定情况下，铸型结构、金属热物理性能都不变化，而铁水浇铸温度及散热条件却是人为因素。尤其以浇铸温度对凝固速度影响极大，浇铸温度过高，铁水凝固慢，结晶组织粗大，降低辊环机械性能和疲劳强度，最终将影响辊环的使用效果，实践证明，浇铸温度控制 $1350\sim 1450^{\circ}\text{C}$ 是合理的。

当离心机转数稳定后，将温度为 $1350\sim 1450^{\circ}\text{C}$ 和化学成分符合要求的多元钨合金铸铁铁水浇入直浇道6内，直浇道6用支架7固定。铁水在离心力的作用下，在金属型内迅速凝固并冷却，铁水浇铸完后，应使铸型在此转数下继续转动 $3\sim 6\text{min}$ ，然后缓慢降低转数，当辊环完全凝固后停机。辊环在型内冷却 $20\sim 60\text{min}$ 后取出，可直接入退火炉进行软化退火处理，也可埋在干砂子里，以防辊环因冷却过快而开裂。

辊环经软化退火处理后进行粗加工，经济火处理和回火处理后进行精加工。

本发明效果：

(1) 用本发明制造的辊环，生产工艺简单，金相组织中共晶碳化物硬度高，导致辊环宏观硬度高，辊环表面硬度达到 $85\sim 92\text{Hs}$ ，比普通辊环高 $3\sim 5\%$ ，耐磨性能好，比普通辊环提高 $10\sim 15\%$ ，具有优良的抗粘钢性能和抵抗裂纹扩展的能力。

(2) 本发明辊环用离心铸造方法制造，晶粒明显细化，碳化物的形态更趋于断网状，分布均匀，辊环内部疏松和夹杂等铸造缺陷明显减少，辊环冲击韧性明显提高，平均可提高 $25\sim 40\%$ ，辊环辊面的硬度均匀性增大，辊面硬度差小于 3Hs ，比普通辊环提高 $35\sim 50\%$ 。

(3) 用本发明生产辊环，工艺出品率在 $90\sim 95\%$ 之间，而用常规方法生产钨合金铸铁辊环，工艺出品率仅为 $55\sim 65\%$ 。

(4) 用本发明生产钨合金铸铁辊环，铸件表面质量好，加工量明显减少，节省加工时间 $20\sim 35\%$ 。

附图说明：

1——铸型

2——离心机

3——定位销

4——螺栓 5——涂料 6——直浇道
7——支架 8——型腔

图1 辊环铸造示意图

图2 为图1的A—A视图

实施例：

本实施例为在直径350 mm、高150 mm、壁厚90 mm的辊环上采用本发明。

1、配料：各种原料的用量（重量%）

生铁：	73.9	普通废钢：	8.0
钨铁：	8.5	碳素铬铁：	2.0
钼铁：	1.0	锰铁：	0.5
硅铁：	0.3	铜板：	0.5
镍板：	0.8	稀土硅铁：	1.0
含钾物质：	1.5	含钠物质：	2.0

脱氧剂铝占铁水重量的0.3%。

2、熔炼：用500公斤中频感应电炉熔炼

① 将40公斤普通废钢、369.5公斤生铁、42.5公斤钨铁、1.5公斤硅铁、2.5公斤锰铁、10公斤碳素铬铁、5公斤钼铁、4公斤镍板和2.5公斤铜板混合放入电炉中加热熔化；

② 将温度升至1560℃，加入1.5公斤脱氧剂铝后，即刻出铁水到浇包内，浇包底部预先放置有粒度小于15 mm，并经200℃烘干过的含钾物质7.5公斤、含钠物质10公斤和稀土硅铁5公斤，用包内冲入法对铁水进行复合变质处理。

3、用金属型铸造，金属型材质是HT200，金属型壁厚150 mm，涂料采用水基结荚粉涂料，涂料厚度1.8 mm。铸型在喷涂料前进行预热处理，预热处理温度240℃，保温时间4小时。用离心铸造方法浇铸，选用立式离心机制造辊环，

离心机转数620rpm, 浇铸温度1390℃。铁水浇铸完后, 使铸型在620rpm下继续转动4min, 然后缓慢降低转数, 当辊环完全凝固后停机, 辊环在型内冷却30min后取出, 直接入退火炉进行软化退火处理。

4、软化退火工艺步骤如下: 辊环在炉温350℃入炉保温1.5小时, 以70℃/小时速度升至700℃, 保温2.5小时后, 以90℃/小时速度升至930℃, 保温5小时后炉冷至600℃后空冷。

辊环经软化退火处理后进行粗加工, 粗加工后进行淬火和回火处理。

5、淬火工艺步骤如下: 粗加工后的辊环在炉温250℃时入炉, 以80℃/小时速度升至630℃, 保温2小时后, 再以110℃/小时速度升至980℃, 保温4小时后风冷。

6、回火工艺步骤如下: 淬火后的辊环在炉温200℃时入炉, 保温1.5小时后, 以50℃/小时速度升温至380℃, 保温6小时后炉冷至200℃以后空冷。辊环经淬火处理和回火处理后进行精加工。

从辊环上取样分析, 其化学成分见表1。

表1 辊环化学成分(余量为Fe)

元素	C	Si	Mn	W	Mo	Ni	Cu
含量, Wt%	3.04	0.87	0.90	4.41	0.59	0.83	0.51
元素	Cr	K	Na	RE	S	P	
含量, Wt%	1.19	0.10	0.16	0.13	0.039	0.044	

辊环的机械性能见表2, 与一般辊环相比, 硬度提高4.4%, 硬度均匀性提高43.8%, 冲击韧性提高37.5%。

表2 辊环的机械性能

性能分类 辊环品种	辊面硬度差 (Hs)	硬度值 (Hs)	冲击韧性 (J/cm ²)	工艺出品率 (%)	加工工时 (h)
镍铬钼球墨铸铁辊环	5.5	77.2	4.4	64.6	22
离心铸造高铬铸铁辊环	3.2	84.9	6.9	91.3	36
贝氏体球铁辊环	5.0	79.5	7.3	61.5	24
普通钨合金铸铁辊环	4.8	86.3	5.6	57.4	37
本发明钨合金铸铁辊环	2.7	90.1	7.7	93.7	26

采用本发明配比和工艺制取的多元钨合金铸铁辊环与已有的辊环相比，硬度高，硬度均匀性好，淬硬层深，取代高铬铸铁辊环、镍铬钼球墨铸铁辊环和贝氏体球铁辊环后，使用性能可获得显著改善。

说明书附图

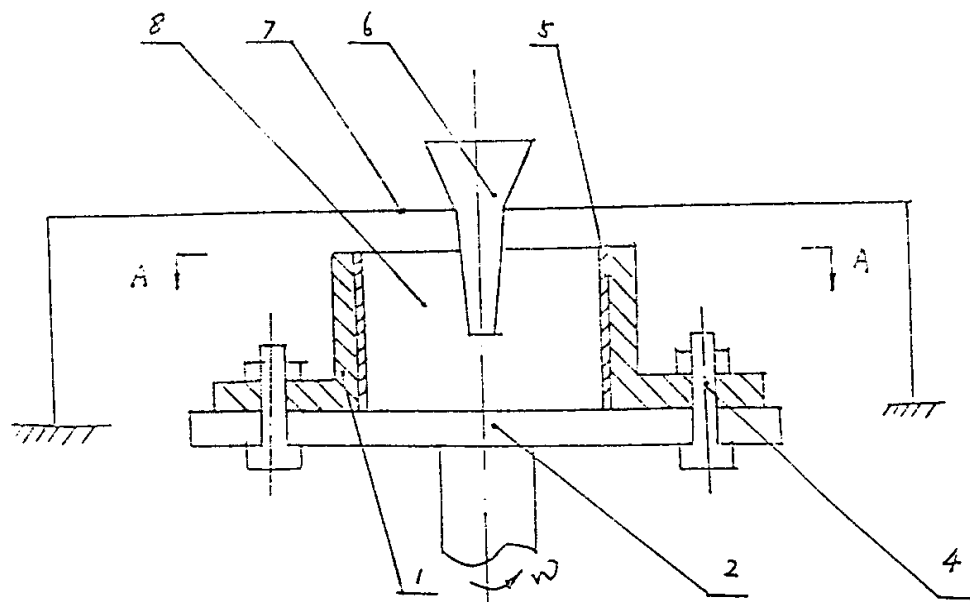


图 1

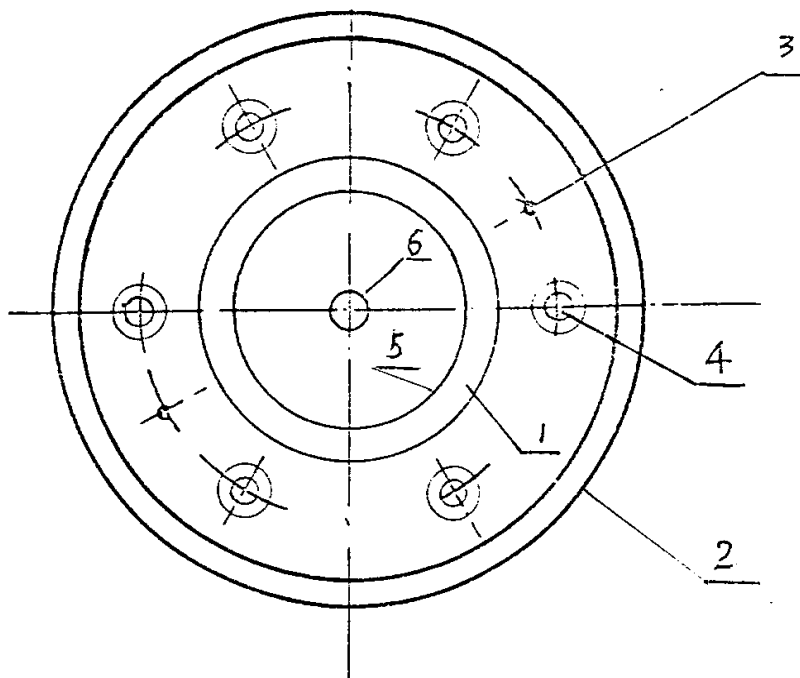


图 2