**2024年第3期**

# **废钢检验的现状分析与展望**

[马飞跃](https://kns.cnki.net/kcms2/author/detail?v=fsvnL9wA1q0t9azptni3wIzA3wMGrBxeKtU13b9Ls9F3T44Sh_RjYG1RgML1-_BK9u_hKiVuWpVZ8Cs16X_lfVZRDG_Hq7nCFiqIaWXB8eg=&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)

（1.[中冶赛迪工程技术股份有限公司 公用设计部](https://kns.cnki.net/kcms2/organ/detail?v=fsvnL9wA1q3dNla1WzZRxkgszgd1G7GlVKG0sRP7OsvV66OcdZsLEnovSglPMvUByoEsjinOQKqbZV5EAgnd2dIbqi1Xz3HgpyrroFxB8hykMg0kK_GGtKW2A6K-F9f_P0FwWWCTAUGzZE6J61IJ64ioBl0VxzuU&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)，重庆 401122；2.[重庆赛迪热工环保工程技术有限公司 公用设计部](https://kns.cnki.net/kcms2/organ/detail?v=fsvnL9wA1q3dNla1WzZRxp_ELvdfbjWuTL7Cu6Cb1RWz0d9Ph0b-JuuQkqrcczxf-w65iLTfhNCg2Z03R0-mwo4RWM_KlkSMZJk-uqDjB3v2KXHR19Nf_cMRRdQL9p-3WEsBUX7MqJYZ9mUiJkq8ghJUh_pOfot-1fOd5cxq4v4=&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)，重庆，401122）

摘要：在双碳背景下，废钢的综合利用尤为重要。而废钢质量的好坏和成本高低则直接影响了企业的生产效率和经济效益，故国家标准《GB/T 39733-2020再生钢铁原料》对废钢的质量检验提出了更高的要求。本文从放射性污染物、爆炸性物品、危险废物、夹杂物、化学成分、锈蚀和镀层方面分析了废钢检验的现状，并对废钢检验技术的发展进行了展望。指出，利用通道式放射性检测装置对进厂废钢进行初检非常有必要；危险废物鉴别标准与技术规范有待完善，鉴别程序可操作性不强；利用激光诱导击穿光谱法可对废钢成分进行快速测量，相关决定系数和均方根误差较满意；基于颜色特征和纹理特征的废钢锈层识别算法，可准确识别训练集和预测集的废钢锈层。加强废钢检验标准体系建设、加大按化学成分对废钢进行精细分类的研发力度，尤其是基于激光诱导击穿光谱技术对废钢成分进行在线、快速、准确、定量分析是其未来的发展方向。

关键词：[废钢;](https://kns.cnki.net/kcms2/keyword/detail?v=fsvnL9wA1q3VbNaGNEm0GcreON7WHl2RnZvFVw10V-EEzda4tDNobByoSoRmVgF9PiwXDH4dmG4ZdYm9szfpXHM0mVrahD3HPvHX4h_5-0c=&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)[检验;](https://kns.cnki.net/kcms2/keyword/detail?v=fsvnL9wA1q3VbNaGNEm0GcreON7WHl2Ry0oSCfcZb-tVTE5raYEpBhFPPCRwwmoHGLg0RqE3XnS-zMHrfIejay0-xmttMgPq-r2P3y5vJBU=&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)[化学成分;](https://kns.cnki.net/kcms2/keyword/detail?v=fsvnL9wA1q3Rn2_dN-42_YJHvGIfRKxqwRAWAjBZRCM2Vrtz-kJqElApnbMIAzgw8Wbh8MfH6NvNpwJDVeRKo9k-El1Q1kRHfJhJ8F-lzst6WWlSUg7k6E_bnDVcbSK-&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)[激光诱导击穿光谱;](https://kns.cnki.net/kcms2/keyword/detail?v=fsvnL9wA1q3Rn2_dN-42_YJHvGIfRKxqeWFbk0spWpYR6sXD_bs2I56qtRKFM0KeEuJNfA9mZiCsgVZ8Z7IiF_oArMnpzNdd7BtnJTx6WlNusA9crCpVYkHszM8peTOx0s88qIWL1R17Cr852tE_iZFXwBEoLGPrgMj3OOCfD9I=&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)[镀层](https://kns.cnki.net/kcms2/keyword/detail?v=fsvnL9wA1q3Rn2_dN-42_YJHvGIfRKxqD-Q6As7NJCkAxkG6RYB5bOfUCPKtqzcH9pEbkPhmCAG2gjT0rLMLhBk_zxMlJsRPafwHp__pPfM=&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)

**大热输入条件下氮含量对****低碳Mo-V-Ti-B微合金钢粗晶热影响区组织与冲击韧性的影响**

洪 君

（南京钢铁股份有限公司，江苏 南京 210035）

摘要: 采用Gleeble研究了大热输入条件下，氮含量对低碳Mo-V-Ti-B微合金钢焊接粗晶热影响区组织和冲击韧性的影响。结果表明，在100 kJ/cm热输入条件下，85N、110N和144N试验钢粗晶热影响区-20℃冲击功分别为186J、97J和57J。随着试验钢中氮含量的增加，试验钢粗晶热影响区冲击功逐渐降低。当氮含量从85ppm增加至110ppm时，低碳Mo-V-Ti-B微合金钢焊接粗晶热影响区组织由块状铁素体+大量针状铁素体转变为块状铁素体+少量的针状铁素体，组织发生粗化，故粗晶热影响区冲击功降低。当氮含量从110ppm进一步增加至144ppm时，粗晶热影响区组织由块状铁素体+少量的针状铁素体转变为块状铁素体+珠光体，虽然块状铁素体晶粒发生细化，但是粗晶热影响区组织中的“硬相”珠光体的含量增加，并且珠光体尺寸较大，在冲击试样变形过程中“硬相”珠光体与基体形变不协调，从而导致裂纹的萌生，造成冲击功进一步下降。

关键词: 氮含量；大热输入；焊接；粗晶；热影响区；冲击韧性；珠光体

**高钒喷射成形高速钢HSF680钢锭组织的研究**

辛栋梅，杜文华，张海军，默 雄

（河冶科技股份有限公司，河北 石家庄 052165）

摘要：喷射成形理是将熔融金属或合金在惰性气氛中雾化为细小固态、半固态或液态熔体射流，直接喷射到较冷的衬底表面上，熔滴在沉积器表面附着、堆积、铺展、融合、固结而形成沉积坯件。通过喷射成形工艺生产了HSF680高速钢钢锭，并利用扫描电镜、金相显微镜及直读光谱仪对退火处理后钢锭组织、成分进行了检测。对比了从边缘到中心的成分差异和微观组织差异、不同位置的体密度和气体含量。结果表明：HSF680钢锭从边缘到中心成分偏析较小，其中碳元素相差0.009%，钒元素成分偏析控制在0.015%以内；钢锭平均体密度为7.21 g/cm3,基本接近理论密度；组织均匀细小，为MC先共晶碳化物和铁素体；受冷却因素的影响，MC碳化物的尺寸从边缘到中心为5.8 μm-7.1μm-9.0μm-9.7μm；MC碳化物钒元素的成分从49.76%到60.25%不等；氧含量小于25ppm，夹杂物为DS1级，满足国标要求。

关键词：喷射成形；高速钢；HSF680；组织；夹杂物

**平整机组暗纹缺陷形成机理**

夏 铮1，宋志明1，郭晓萌1,2，张 诚1,2，张 冀3

（1.河钢集团 衡水板业有限公司，河北 衡水 053000；2.河北省钢基金属包装材料技术创新中心，河北 衡水 053000；3. 燕山大学 国家冷轧板带装备及工艺工程技术研究中心，河北 秦皇岛 066004）

摘要: 针对国内某双机架平整机组生产过程中带钢出现的暗纹缺陷，分析了暗纹缺陷的宏观形貌，推断出暗纹形成的原因为平整轧制过程中金属流动受阻，并对比机组在湿平整改造之后的暗纹缺陷消失情况，进一步证实了推断的准确性。首先，通过平整过程中带钢的整体受力情况分析，确定了影响暗纹生成的主要作用力为平整轧制力和带钢与工作辊的摩擦力。分析平整过程中辊系和带钢的受力与变形情况，分别建立了辊系弹性变形模型、带钢出口厚度模型和金属塑性变形模型，进一步确定了通过联立模型求解轧制力沿带钢横向分布的计算方法，并根据平整过程中轧制力计算模型给出了摩擦系数的反算方法。在此基础上，采取半无限平面假设分析带钢暗纹的受力模型，并考虑带钢平整过程中受到的垂直集中力和水平集中力，给出了一个暗纹判定标准并命名为暗纹指数。最后，选取典型规格生产带钢的生产工艺进行计算，确定了不同取样厚度下的暗纹指数，并分析了取样厚度与暗纹缺陷发生的关系。

关键词:平整机组；暗纹；轧制力；受力模型；摩擦力

# **不同卷取温度对Q550D组织性能的影响**

### [邢天庆](https://kns.cnki.net/kcms2/author/detail?v=fsvnL9wA1q0lrA9qhVqrsvvoROPVJw-6GLugUHOsYMU9kvep_yB-fjRS8-7gBnkqtYG1XjS4ZbGO8RX4en0OIGPI8Rtc0fYmYSjlkAVFDn4=&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)

### （[河钢集团唐钢公司](https://kns.cnki.net/kcms2/organ/detail?v=fsvnL9wA1q11Ox0BGyWQW8YDas8uCqWnoyZznYb41ZQQz86HnCmE2uYnqeky29pe0BZpBmGKkyG-mVJAmHfRKSpiTptL_sg0_JWe-MwKgyaQY8VX046n-A==&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)，河北 唐山 063000）

### 摘要：通过对不同卷取温度工艺参数下生产的6.0 mm规格Q550D热卷进行热轧组织性能对比，分析了卷取温度对Q550D热轧组织性能的影响。结果表明，在相同的化学成分、加热制度、层流冷却模式下，采用较高的卷取温度620℃时，可获得铁素体+珠光体的组织，平均粒径4.98μm,晶粒度12级，钢的抗拉强度为683 MPa,冲击功为62.7 J,均为最低值，但延伸率为24%,塑性最高；随着卷取温度的降低，组织中开始产生细小弥散的贝氏体，使得钢具有更好的抗拉强度、低温冲击韧性，但塑性有所下降；当卷取温度降到300℃时，组织为铁素体、贝氏体和少量的M/A岛，平均粒径约5.58μm,晶粒度12级，钢的抗拉强度为731 MPa,冲击功为106.4 J,塑性明显降低，断后延伸率低于国标下限。实际生产Q550D的过程中，应在保持钢板较高晶粒度的前提下，控制珠光体或贝氏体组织的析出，以满足Q550D综合性能的要求，过低的卷取温度不利于钢板综合性能的控制。

### 关键词：[卷取温度;](https://kns.cnki.net/kcms2/keyword/detail?v=fsvnL9wA1q3j_0pa0QkUMbuA7zjw3Z8VmINoaU9LVgeZbOb54fnuYqSwEJXhCk4OQAImNQ4QdoP5GnMkQ7C2wQDjEXceJieku34L07qRhTVwE1JWi-koVR7JakYmIODk&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)[Q550D;](https://kns.cnki.net/kcms2/keyword/detail?v=fsvnL9wA1q15tNKlereRP4f041o2KxCTP1UsD7qPQNSzlvhIhOyoXu4-gU9EL8d0Ojt96oST4jsWy1ZaGL-isQ==&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)[贝氏体;](https://kns.cnki.net/kcms2/keyword/detail?v=fsvnL9wA1q15tNKlereRP4f041o2KxCTkHdGVWHAsvIar8JIK40pIuBFgzDc-rqZzLkEotPRTl47GW30YF4IE7zsTJhvh9A1LDofkaAAoTIk1wsdI31oxw==&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)[层流冷却;](https://kns.cnki.net/kcms2/keyword/detail?v=fsvnL9wA1q15tNKlereRP4f041o2KxCTZPPeciMYAg3RKbBvXvLEs7VJf1A6x74T4n0a_WKWCOTjG66suBgeA2EvVjiCG7GUgQ1rGysI8V9GSmxaLjZpzNwIDNZdjB_G&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)[冲击功](https://kns.cnki.net/kcms2/keyword/detail?v=fsvnL9wA1q15tNKlereRP4f041o2KxCTZPPeciMYAg060PsmWwzqwZ8seAi5jYPps0ykrpy9jGbxbplZ-xfd3PcOgZ7YBQ-Q5ZgwnV0PcyZAnDuCNT481w==&uniplatform=NZKPT" \t "https://kns.cnki.net/kcms2/article/_blank)

**1250m³高炉炉况失常原因分析与控制**

邓超群

（福建罗源闽光钢铁有限公司，福建 罗源350600）

**摘要：**分析了罗源闽光1250m³高炉炉况失常的原因，并总结了炉况的恢复过程和恢复效果。认为高炉频繁加减风调整产能，慢风率高，外购焦炭质量不佳，烧结矿碱度和亚铁波动幅度大，Al2O3含量高，入炉铅、锌含量高排出率低等原因，造成高炉炉缸不活、堆积，进而导致炉况失常难以恢复、产量低、消耗高，频繁烧小套。通过改善入炉焦炭的质量，停用高硫焦，降低入炉锌负荷，稳定烧结矿的碱度和亚铁含量，并降低Al2O3含量，调整下部送风制度，堵风口，改善炉缸初始煤气流分布，调整上部装料制度，发展边缘和中心两道气流，保证顺行，降低炉渣碱度，搭配大剂量的锰矿、萤石热洗，炉前增加铁次、换大钻头开口等措施，高炉炉况逐步恢复，炉缸中心温度逐步上升至正常水平，高炉各项指标恢复至正常。

**关键词：**高炉；炉缸；堆积；碱度；洗炉

**GCr15轴承钢加热制度分析**

孙帅奇1，黄博远1，叩志飞1，黄磊1，张海超2

（1.河钢集团石钢公司，河北石家庄 050031；2.北京科技大学钢铁共性技术协同创新，北京 100083）

摘要：为优化石钢GCr15轴承钢加热制度，进而提高其轴承钢盘条产品质量，采用电子探针微区分析技术（EPMA）和酸侵腐蚀方法（低倍检测）对GCr15轴承钢铸坯芯部碳偏析情况进行了检测；利用ANSYS软件中瞬态热分析(Transient Thermal)单元分析了GCr15轴承钢铸坯加热过程温度场；采用Thermo-Calc热力学计算软件中DICTRA模块对加热过程中碳元素的扩散距离进行了计算。研究结果显示：铸坯芯部碳偏析区半径约为22.7 mm、偏析区最大碳含量为为1.26wt%；该碳偏析条件下，只有当偏析区加热温度达到1200℃，有效加热时间大于480 min时，铸坯芯部碳偏析才能扩散均匀，而石钢现行的加热制度下，芯部有效加热时间仅为190 min，不能满足加热保温过程中铸坯碳偏析扩散均匀的要求。同时ANSYS软件计算结果显示，在加热过程中均热段保温时间大于660 min，铸坯芯部碳偏析区有效加热时间才能达到480 min以上。该研究成果对高品质轴承钢生产具有重要的指导意义。

关键词：GCr15；加热制度；EPMA；DICTRA；碳偏析区宽度；数值模拟

**电炉喷吹石灰粉高效脱磷工艺实践**

叶飞来

（山东钢铁股份有限公司 莱芜分公司，山东 莱芜 271104）

摘要：脱磷是炼钢工艺的核心问题之一。电炉冶炼过程的脱磷主要是通过强化传质扩散，促进炉渣－钢液界面处磷的氧化。山钢莱芜分公司50t电炉主要生产优特钢，多数钢种要求磷含量<0.02%，部分钢种磷含量要求≤0.010%，电炉脱磷任务重，生产过程存在多次补加石灰，影响生产效率。针对补加石灰脱磷，造成的温降大、冶炼时间长，难以满足电炉高效冶炼低磷钢的问题，通过在电炉平台上增设喷吹石灰粉装置，向喷粉罐内加入袋装散装石灰粉，在电炉冶炼前期，炉内温度1470～1500℃、低氧模式下，将粒径为0～10 mm石灰粉喷入电炉内，提高冶炼前期脱磷效率；喷粉结束后，调整供氧量至5000～5500Nm3/h，搅拌进行脱磷，实现了高效脱磷。42CrMoA和22CrMoH钢冶炼实践结果表明：熔清后磷含量降低了0.0073%~0.0075%，石灰消耗降低了7.3~8.0kg/t钢，平均冶炼周期缩短了4.2~4.6min，取得了良好的冶炼效果。

关键词：电炉；石灰粉；喷吹装置；脱磷；冶炼周期

****直接轧制中连铸坯输送节奏衔接的优化****

柳晓辉1，王 欣1，艾志明2，李 超1，张 垚1，孙志强1

（1.河钢集团 唐钢公司，河北 唐山 063016；2.石家庄巨力工程技术有限公司，河北 石家庄 050000）

摘要:通过运筹学中的排队理论，建立了方坯直轧系统中连铸坯排队模型，并对唐钢公司长材事业部方坯-棒材直轧系统分析优化，为企业生产管理提供理论依据。研究结果显示，当连铸机拉速为3.8m/min，连铸坯定尺为11.9m时，4流生产只能满足Φ12mm热轧带肋钢筋的轧制节奏，5流生产可以满足所有规格轧制节奏；拉速一定时，铸坯的最大等待时间随定尺的增大而增大，但生产中一般采用调整拉速来改变连铸坯平均等待时间，而非通过调整连铸坯定尺来实现；连铸坯输送过程，空冷到最低开轧温度所经历的时间应小于连铸坯的最大等待时间，此时直轧产线铸坯的直轧率最高；根据铸-轧通钢量相等的原则计算，方坯直轧应该采用少流数、高拉速，短定尺来组织生产，使铸-轧产能匹配同时减少直轧铸坯的头尾温差，降低生产事故风险；方坯直轧系统的主要问题是连铸坯剪切顺序、钢-轧节奏匹配问题、连铸坯的最大等待时间等3项核心问题。

关键词：直轧；排队论；铸-轧界面；拉速；铸坯定尺；等待时间

**汽车板切边质量控制与改善**

张红波，俞学成，吴 耐，付 光，张世龙，汤小超

（北京首钢股份有限公司，河北 迁安 064400）

摘要：质量是钢铁企业的生存之本，全面提升产品质量、降低生产成本，是企业可持续发展的重要措施。对于高级别镀锌汽车板来说，表面质量要求更加严格，质量控制是汽车板生产的重中之重。高等级汽车板在经过连退或者镀锌热处理后需进行圆盘剪切边处理，以保证带钢达到客户的尺寸要求，良好的切边质量是客户稳定使用的保证。切边不良缺陷是汽车板生产过程中发生率较高的缺陷，需对容易造成切边不良缺陷的点位进行重点分析治理，并制定一系列缺陷预防与控制的措施，才能保证产品质量的稳定性。常见的切边不良缺陷主要由圆盘剪工艺参数不良、去毛刺辊效果不佳等原因造成。为提高圆盘剪切边质量及运行稳定性,对剪切过程中的亮印、划伤缺陷产生原因进行了深入分析和改善,通过优化剪刃切边参数、强化剪刃装配精度、匹配剪刃使用310、318mm肖氏80度的5mm倒直角上下压环、选用辊面直径为1000mm的去毛刺辊等措施,汽车板的边部质量得到显著改善，切边不良率降低至0.5%以下。

关键词：汽车板；切边质量；圆盘剪；刀头压环；去毛刺辊

**25CrMnMo钢表面缺陷成因分析及控制**

陈玉凤1，刘宇航1，宋景凌2，李恒华2，周 旋2，杨树峰1，刘 威1，李京社1

（1.北京科技大学 冶金与生态工程学院，北京100083；2.衡阳华菱钢管有限公司 炼钢分厂，湖南 衡阳 421001）

**摘要**：通过宏观形貌观察、微观组织（SEM）和能谱分析（EDS）等手段，分析了25CrMnMo钢管生产过程中表面缺陷产生的原因，并进行了系统优化。通过对25CrMnMo钢的理化性能分析，发现钢管表面宏观缺陷存在结晶器保护渣剥落现象，而微观分析发现钢管皮下含有许多大尺寸FeO-Na2O-Al2O3-CaO不规则夹杂物。同时，将钢管表面缺陷处夹杂物成分与长水口、浸入式水口以及炉渣成分、结晶器内保护渣进行对比分析，发现钢内夹杂物中Na、Al为结晶器保护渣的代表元素，推断原工艺条件下，卷入且来不及上浮的结晶器保护渣在凝固前沿时被凝固坯壳捕获，并形成表面及皮下夹杂缺陷是25CrMnMo钢管出现缺陷的主要原因。通过将浸入式水口的插入深度由80～130mm改为90～130mm，电磁搅拌电流由300A降为200A，频率3.0Hz不变等降低卷渣指数的措施，有效改善了25CrMnMo钢结晶器卷渣问题，提高了铸坯质量。

**关键词**：25CrMnMo；表面缺陷；结晶器；保护渣；水口深度；电磁搅拌

**高强汽车钢热轧卷翘皮缺陷原因分析与控制**

牟海鹏1,2

1. 河钢集团唐钢公司，河北 唐山 063100，2.河北省高品质钢连铸技术创新中心，河北 唐山 063100）

摘要：针对高强汽车钢的轧制过程中，带钢表面频繁出现翘皮缺陷导致的产品降级、经济利益损失大的问题，进行了现场跟踪与验证性研究。通过对铸坯缺陷试样酸侵检验、 金相显微镜和扫描电子显微镜的微观结构分析，确认了“翘皮”缺陷的主要成因是由铸坯角部存在着不易察觉的微裂纹所致。为了进一步深挖问题根源，对连铸工艺控制情况进行了全流程的深度剖析，发现在浇注过程中，化学成分控制不精准，结晶器振动参数和SEN插入深度的设定不合理，同时还暴露出设备方面的问题，如设备精度不符，加剧了铸坯角部裂纹的形成。基于以上分析，通过收窄裂纹敏感性元素控制水平；将结晶器负滑脱时间从0.15s降低到0.13～0.14s；采用析晶能力强的保护渣；降低SEN的插入深度和中包过热度；同时生产高强钢前对扇形段的对弧和辊缝精度进行跟踪确认，保证设备精度合格率100%等一系列控制措施，高强汽车钢翘皮缺陷率由原来的2.02%降至0.36%。

关键词： 高强汽车钢；翘皮；角裂；结晶器；保护渣；过热度

**基于深度学习的钢铁微观组织智能识别方法**

宋 月1，安治国1，白丽娟1，严文谨1，宋召朝2，谷秀锐1，刘丽君1，张 青1，刘子韬1

### （1.河钢材料技术研究院，河北 石家庄 050023；2.河钢数字技术股份有限公司，河北 石家庄 050023）

摘要：钢铁微观组织分析是根据钢铁材料的显微组织特点，对材料的性能进行分析的过程。目前微观组织识别往往依靠专业人员判断，需要大量人力物力，效率低、容易受到主观因素的影响而造成结果的不确定。研究了深度神经网络中基于残差结构的微观组织智能分析问题，通过对残差网络模型的改进，提出了基于迁移学习的改进残差网络模型，在ImageNet数据集上进行预训练并将权值迁移到改进残差网络模型中，实现小样本数据集下的深度学习。该卷积神经网络模型在16种钢铁材料微观组织测试集上进行了测试，结果表明，该方法的准确率达到95.36%，较基础网络结构识别率提高了6.9个百分点。与其他网络结构模型相比，该模型不仅识别率高而且泛化能力强。

关键词：深度学习；残差网络；权值；迁移学习；微观组织；智能识别

**电感耦合等离子体原子发射光谱法测定铌铁中硅磷铝**

王爱军1, 白永胜1 ，戚振南2

(1.秦皇岛宏兴钢铁有限公司，河北 秦皇岛 066000；2.河北河钢材料技术研究院有限公司，河北 石家庄 050023 )

摘要：铌铁因可以增强钢的强度、韧性，改善焊接性能等而在炼钢生产中被广范应用。已有的铌铁中元素成分检测方法常需要化学分离各元素，操作繁琐，难以满足检测需求。该研究在温度低于60℃的条件下，以铌铁标准样品为研究对象，通过加入纯水和硝酸，并逐滴滴加氢氟酸，同时摇匀的方法将样品消解，对样品的溶解方法、酸的用量进行了选择。通过将标准样品溶解完全，配制成系列标准溶液，绘制工作曲线，选用自动匹配法进行谱线校正，对分析谱线进行了优选，建立了电感耦合等离子体原子发射光谱法（ICP-OES)测定铌铁中硅磷铝含量的方法。实验结果表明，该方法简便、快速，采用该方法检测，标准样品的测定值与标准值相符。各待测元素校准曲线的线性相关系数均大于0.9994。该方法应用于铌铁标准样品的测定，结果的相对标准偏差RSD（n=6）不大于1.91%，加标回收率在96%～105%范围内，结果满意。

关键词：电感耦合等离子体原子发射光谱法；铌铁；硅；磷；铝；相对标准偏差；加标回收率

**高炉渣转炉渣协同处理物相演变研究**

杨 爽1,2， 张 芳1,2

（1．内蒙古科技大学 材料与冶金学院，内蒙古 包头014010 ；2．内蒙古自治区先进陶瓷材料与器件重点实验室，内蒙古 包头014010）

摘 要：高炉矿渣和钢渣是钢铁冶炼的主要副产品，不仅产量巨大、处理难度高，而且还会对土壤和环境造成严重破坏，目前综合利用率也较低。为此，研究人员通过在现有钢渣中加入低碱度高炉矿渣进行改质处理，提高钢渣的综合利用率。碱度是影响混合渣物相的主要参数之一，在研究过程中进行了相关分析。采用蔡司高分辨率扫描电子显微镜（SEM）、X射线衍射仪（XRD）和熔点等多种技术手段，对包钢高炉矿渣和钢渣的相组成和形态进行了详尽研究。研究结果显示，随着协同渣系中高炉渣比例不断提高，渣系中的主要含钙相逐渐从硅酸二钙转变为黄长石相，含铁相从铁铝酸钙转变为RO相，含镁相由尖晶石相逐渐转变为蔷薇辉石相和黄长石相，同时含铝相也由尖晶石相转变为黄长石相。说明，低碱度高炉矿渣的加入有助于调整混合渣的物相组成，改善钢渣的性质，进而提高钢渣的综合利用率。该研究可为深入开展高炉矿渣和钢渣的综合利用提供重要的理论和实践参考。

关键词：转炉渣；高炉渣；物相演变；矿相元素；碱度

**低品质固废协同制备绿色充填胶凝材料**

连欢超1,2，吕 波1,2，王社光1,2，王庆刚1,2，于兴社1,2

（1.河钢集团矿业公司 沙河中关铁矿，河北 邢台 054100；2.河北省复杂铁矿低碳智能高效开采技术创新中心，河北 邢台 054100）

摘 要：随着国家对环境保护要求日趋严苛，水泥价格逐年提高，以水泥作为充填胶凝材料的充填采矿成本不断提高，利用低品质固废开发低成本绿色充填胶凝材料替代水泥，对于提高矿山经济效益具有重要的现实意义。以邯邢地区某磁铁矿选矿全尾砂为骨料，利用周边固废资源进行矿渣基胶凝材料配比优化试验研究，获得矿渣基胶凝材料的配比：盐激发剂13%+碱激发剂11%+矿渣粉76%。胶砂比1:4、料浆浓度66%的全尾砂矿渣基胶凝材料胶结充填体7d、28d强度分别为3.42MPa和4.50MPa，分别为42.5水泥强度的3.1倍和2.5倍，成本约为42.5水泥成本的70%。在此基础上，进一步利用钢渣固废，开展钢渣基全固废绿色充填胶凝材料的配比试验研究，获得钢渣基胶凝材料的配比：33%钢渣微粉+14%硫酸盐激发剂+53%矿渣微粉。胶砂比1:4、料浆浓度66%的全尾砂钢渣基胶凝材料胶结充填体7d、28d强度分别为3.28MPa和4.50MPa，分别为42.5水泥强度的3.2倍和2.5倍，成本约为42.5水泥的60%。研究结果可为低成本绿色胶凝材料研发提供新思路。

关键词：固废；充填采矿法；矿渣基胶凝材料；钢渣基胶凝材料；料浆；胶砂

**钢铁企业智慧物流的建设及其在唐钢的应用**

蒋字哲1，史志明1,2，孙 悦1，刘卫正2，张 堃2，李伊松1

1. 北京交通大学 经济管理学院，北京 100044；2.河钢集团 唐钢公司，河北 唐山 063000）

摘要: 随着现代信息技术的不断发展，借助智慧物流系统自主识别并处理各类内外部风险、保障钢铁生产的顺利进行，成为众多大型钢铁企业的物流管理方式。结合钢铁企业中客户、生产、交付以及政策环境等方面对物流服务的要求，分析智慧物流在钢铁企业满足客户需求、保障生产稳定运行、应对市场波动等情景下的作用。通过分析智慧物流发展的3个阶段——物流功能自动化、物流系统智能化和智慧物流系统自主化，提出钢铁企业智慧物流就是物流系统利用最新的信息技术和智能技术，自我感知、自主识别来自企业内外部的干扰因素，自主分析干扰因素对企业系统的影响，并根据企业的发展要求，自主决策并协调物流系统的运作，提高物流系统的韧性，确保物流系统的安全，保障企业正常运营。针对唐钢的特点，提出了适合唐钢公司智慧物流的建设框架，明确了智慧物流的发展目标，并重点介绍了其智能铁路运输信息化系统建设和物流智慧可视化系统建设。依托于智慧物流系统建设，唐钢实现了供应物流、生产物流、销售物流的集成管控和全流程优化，推动了物流质量变革、效率变革，加速向智能化方向转型。

关键词:智慧物流；钢铁企业；物流系统；智能化；自动化；自主化