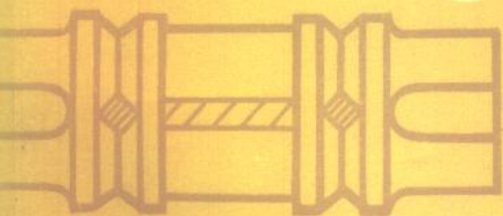


铸铁轧辊生产



王殿刚 杨和林 编著



冶金工业出版社

027357

铸铁轧辊生产

王殿刚 杨和林 编著

冶金工业出版社

TG 333.17/4

内 容 简 介

本书介绍了各种轧钢机的轧制特性和轧辊材质选择的一般原则；造型材料的选择及其制备；轧辊铸造工艺设计的基础理论及铸造工艺过程；常法铸造铸铁轧辊的废品类型及废品分析的基本法则；铸铁轧辊热处理的基本知识。

本书可供铸造工人技术学习使用，也可供轧钢生产、轧辊铸造工程技术人员、大专院校铸造等专业师生参考。

铸 铁 轧 辊 生 产

王殿刚·杨和林·编著

*

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 $11\frac{1}{8}$ 字数293千字

1988年1月第一版 1988年1月第一次印刷

印数00,001~2,700册

ISBN7-5024-0143-1

TF·50 定价 3.25元

前 言

轧辊是轧钢生产中的大型消耗性工具，轧制钢材的数量和质量都与轧辊有着极为密切的联系。铸铁轧辊在冶金轧辊中所占比例最大，它在冶金生产中占有重要的位置。

近年来铸铁轧辊的材质和生产工艺不断改进，质量不断提高，品种不断创新，促进了轧钢生产的发展。

为了进一步提高铸铁轧辊的铸造技术水平，适应四化建设的需要，作者以鞍钢轧辊厂的生产实践为基础，并收集了全国一些主要轧辊铸造厂和轧辊科研单位长期的生产经验及研究成果，编写了此书，以供同志们借鉴。

本书的基本内容是介绍各种铸铁轧辊的铸造工艺及铸铁轧辊工艺设计的基本理论知识。同时，为合理地编制铸造工艺，有针对性地分析了各种轧机的轧制特点及其轧辊材质选择的基本原则。

在编写过程中，得到了鞍钢轧辊厂、北京轧辊厂、上钢三厂、新沪钢铁厂、江苏冶金机修厂、沈阳轧辊厂、太钢轧辊厂、鞍钢焊管厂、鞍钢钢研所、首钢钢研所以及北京钢铁学院等单位同志们的大力支持，他们为本书提供了大量技术资料。承蒙王应先高级工程师、张联芳、连金江副教授精心审阅，邓锡安工程师对本书的编写提出了许多宝贵意见，特一并致以衷心的感谢。

由于我们水平有限，诚恳欢迎读者提出批评指正。

作 者

1983年12月

目 录

第一章 铸铁轧辊的分类及材质选择	1
一、铸铁轧辊的分类.....	1
二、铸铁轧辊的使用特性及材质选择.....	3
第二章 铸铁轧辊化学成分、冷却速度对组织和性能的影响	34
一、铸铁的组织概述.....	34
二、铸铁轧辊的组织.....	46
三、铸铁轧辊的化学成分及其对组织性能的影响.....	61
四、铸铁轧辊的化学成分.....	83
五、冷却速度对铸铁轧辊组织和性能的影响.....	83
第三章 铸铁轧辊铸造工艺设计基础	95
一、主要工艺参数的确定.....	95
二、模型和砂箱工具的设计.....	103
三、铸造工艺卡片.....	134
四、铸铁轧辊典型工艺设计.....	134
第四章 铸铁轧辊的造型材料	153
一、混合料的组成及性能.....	153
二、混合料的制备.....	163
第五章 球墨铸铁轧辊的球化处理	170
一、球墨铸铁轧辊的石墨球化状况.....	170
二、球化处理.....	179
第六章 铸铁轧辊的造型、浇注和冷却	220
一、铸型结构及其分析.....	220
二、造型.....	223
三、铸型干燥.....	241
四、铸型合箱.....	243

五、浇注.....	257
六、冷却、开箱及清理.....	266
第七章 铸铁轧辊热处理工艺.....	269
一、消除内应力退火.....	269
二、石墨化退火.....	277
三、正火.....	281
四、铸铁轧辊热处理的基本规则.....	293
第八章 铸铁轧辊的缺陷及预防	296
一、铸铁轧辊的夹渣缺陷.....	297
二、铸铁轧辊的铸造裂纹.....	310
三、气孔及其预防措施.....	323
四、辊颈缩松缺陷.....	329
五、宏观组织不合格.....	333
六、微观组织及硬度不合格.....	338
七、化学成分不合格.....	345
八、粘砂.....	346
九、轧辊尺寸不合格.....	347
参考文献	347

第一章 铸铁轧辊的分类及材质选择

随着钢铁工业的迅速发展，轧钢机种类愈来愈多，轧材规格品种不断扩大，轧制速度愈来愈快，轧制负荷逐渐增大，因此，轧辊的品种、材质、规格必将不断的变化，以满足轧钢生产的要求。

一、铸铁轧辊的分类

铸铁轧辊的种类很多，没有完全统一的分类方法，但一般习惯上按以下三种方法分类。

按用途分类

1. 初轧轧辊：

板坯初轧辊

叠轧薄板坯连轧辊：平辊轧机轧辊
立辊轧机轧辊

方坯初轧辊

方坯连轧辊：平辊轧机轧辊
立辊轧机轧辊

2. 型钢轧辊：

大型型钢轧辊：粗轧架轧辊
中间架轧辊
精轧架轧辊

中型型钢轧辊：粗轧架轧辊
中间架轧辊
精轧架轧辊

小型型钢轧辊：粗轧架轧辊
中间架轧辊
精轧架轧辊

线材轧辊：粗轧架轧辊

中间架轧辊

精轧架轧辊

钢管轧辊：焊管轧辊

无缝钢管轧辊

3. 板钢轧辊：

中厚板轧辊：粗轧机轧辊

精轧机轧辊

破鳞机轧辊

轧边机轧辊

叠轧薄板辊：单机轧辊

双机荒轧辊

双机精轧辊

精整机轧辊

带钢热连轧轧辊：粗轧辊

破鳞轧辊

精轧前列轧辊

精轧后列轧辊

带钢冷轧轧辊：单机轧辊

连轧轧辊

多辊轧机轧辊

按材质分类

铸铁轧辊的材质较多，其中主要材质分类如下。

1. 冷硬铸铁轧辊：

普通冷硬铸铁轧辊

低合金冷硬铸铁轧辊

中合金冷硬铸铁轧辊

高合金冷硬铸铁轧辊

特殊冷硬铸铁轧辊

2. 无限冷硬铸铁轧辊：

普通无限冷硬轧辊

低合金无限冷硬轧辊

中合金无限冷硬轧辊

高合金无限冷硬轧辊

3. 铸铁复合轧辊:

普通冷硬复合轧辊

合金冷硬复合轧辊

普通无限冷硬复合轧辊

合金无限冷硬复合轧辊

冷硬铸铁-球铁复合轧辊

普通球铁复合轧辊

合金(低、中、高合金)球铁复合轧辊

球铁无限冷硬复合轧辊

钢铁复合轧辊

4. 半冷硬铸铁轧辊:

普通铸铁轧辊

合金铸铁轧辊

普通球铁轧辊

合金球铁轧辊

5. 锻造白口铸铁轧辊

按重量分类

1. 大型轧辊: 重量大于10吨

2. 中型轧辊: 重量 3 ~ 10吨

3. 小型轧辊: 重量在 3 吨以下

二、铸铁轧辊的使用特性及材质选择

生产铸铁轧辊的根本目的是满足轧钢生产的需要。各种轧机的轧制条件不同,因此,必须制造与各种轧制条件相适应的铸铁轧辊。充分了解各种铸铁轧辊在各种轧机上的使用特性,对我们合理选择并精心制造各种组织性能的轧辊具有十分重要的意义。

(一) 初轧机轧辊

初轧机分为方坯初轧机和板坯初轧机。

方坯初轧机一般为二辊可逆式轧机。板坯初轧机一般有二种形式，即万能式和大升程的二辊可逆式轧机。

过去国内外这种轧机均采用铸钢或锻钢等材质的轧辊。方坯初轧辊由于孔槽的边壁磨损而变宽，孔槽底部边角处易遭受急剧的热阻而发生变化，往往导致辊身折断的后果。板坯初轧辊，因受到强烈的热冲击，在钢辊的表面上沿圆周方向常发生很深的连续热裂纹，有时亦导致断辊事故发生。同时，因遭受到严重的磨损和腐蚀，常在板坯上造成过大的轧痕，给下道轧钢工序带来严重的威胁。

为解决初轧机轧辊所存在的缺点，以适应轧制钢锭的需要，国内外轧辊工作者曾经试用石墨化铸钢、经过改进了的高强度铸钢、复合铸钢、半钢和复合半钢等材质轧辊，都在轧机上获得了良好的成绩。比如，在二辊可逆式初轧机上，采用改进了的高强度铸钢（HS27~35）和半钢（HS43~50）轧辊，比铸钢（HS27~35）、石墨铸钢（HS34~40）轧辊，轧制吨位提高了200~250%^[1]。在初轧机轧辊中，球墨铸铁材质轧辊的应用被认为是很有成效的一大创举。1958年，我国在世界上首先试用球铁初轧辊，取得了满意的轧制效果，为球墨铸铁轧辊应用领域的扩大，为冶金轧辊的“以铁代钢”做出了卓有成效的贡献。

球铁初轧机轧辊的使用实践说明，它比铸钢和锻钢轧辊具有耐磨性好、抗热裂纹性能强等优良品质。锻钢轧辊使用后，经常出现较深较长的热裂缝，但球墨铸铁轧辊使用后热裂缝较轻，见图1-1和1-2。

经过改进后的球墨铸铁初轧机轧辊的辊身，在使用后热裂缝更加轻微，见图1-3。

球铁板坯初轧辊辊身最高硬度不应高于HS43（热处理后），方坯初轧辊辊身最高硬度不应高于HS48，如果硬度太高，轧钢时容易产生辊身裂纹。一般说来，板坯初轧辊工作层内的碳化物约15%左右即可，不应有铁素体。改善球铁初轧辊性能，延缓龟裂的基本措施，就是要选择高质量的生铁，磷、硫和各种有害杂

质应尽可能低。为了解决轧辊开槽后孔型内组织性能的不均匀性，深孔槽的轧辊应在铸造时铸出近似孔槽；浅孔槽的轧辊最好要在荒开槽后热处理。

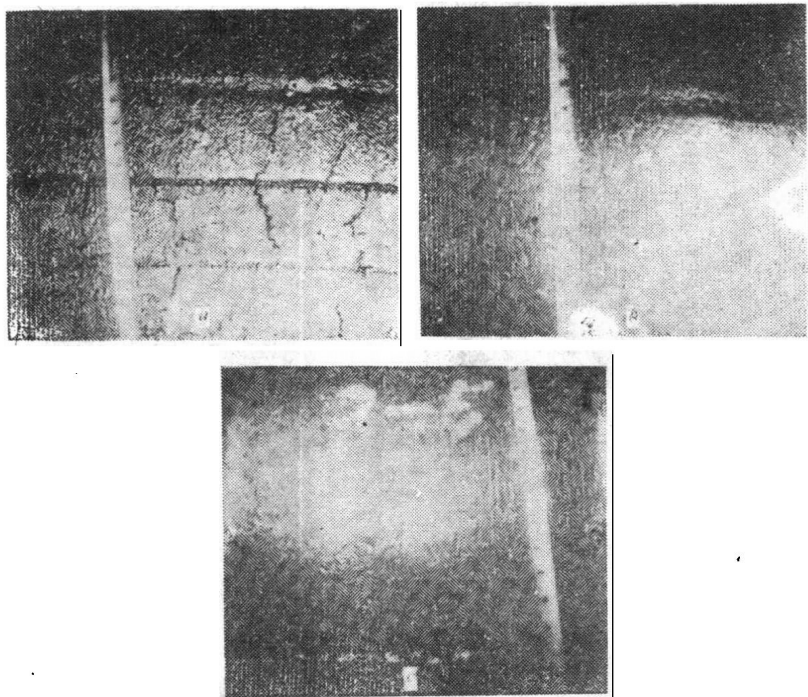


图 1-1 球铁轧辊使用后热裂缝状况

a——一孔；b——二孔；c——五孔

球铁轧辊在开坯机上比一般锻钢和铸钢轧辊显示了良好的耐磨性和耐热龟裂的性能，而且成本低廉。但由于球铁与钢相比组织较粗糙，特别是在压力摩擦下，石墨脱落后在基体组织中留下小孔洞，使辊颈磨瓦现象较严重。为解决此问题，国内外一些轧钢厂在使用中采取了许多防止轴瓦磨损的措施，一般效果是良好的。这些措施有：

1) 干油润滑轴瓦。利用干油泵给油，为使干油在辊颈表面

上均匀地分布，各个辊颈进油轴承下瓦上加工有油槽，如图 1-4 所示。

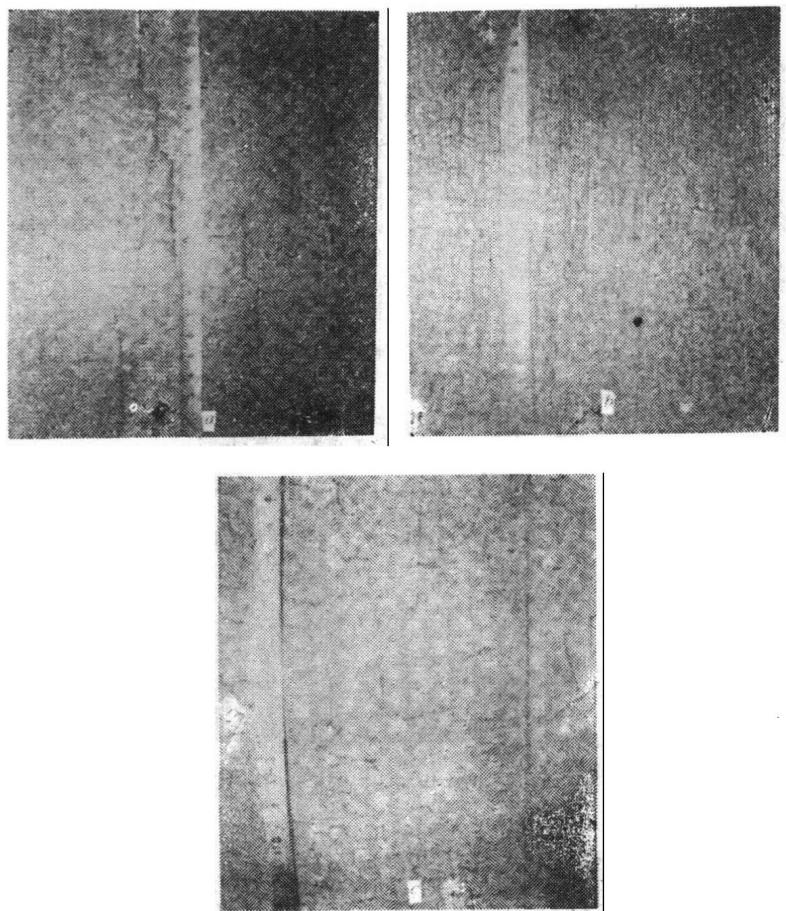


图 1-2 锻钢轧辊使用后热裂缝状况

a—一孔；*b*—二孔；*c*—五孔

2) 冷却水过滤。为防止轴颈冷却水内的大块杂质堵塞瓦位冷却水眼或进入瓦位而引起磨瓦，在来水的管路上安装孔板过滤器，使水净化。

3) 下辊传动端加防护罩。为防止轧制时钢锭的氧化皮沿瓦缝隙进入下辊传动端瓦位引起磨瓦, 在下辊辊身端面沿圆周加工

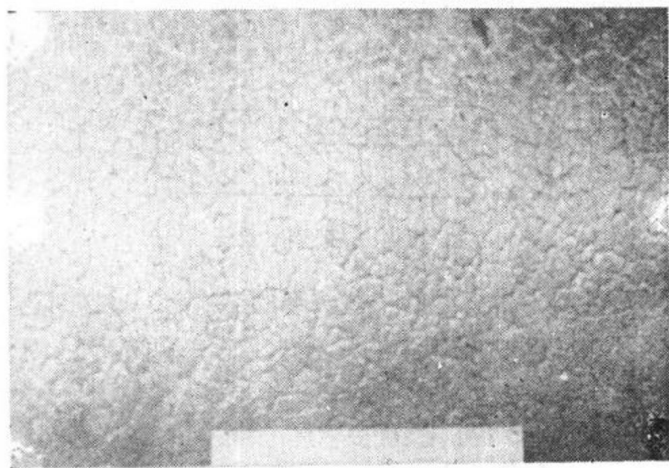


图 1-3 经改进后球铁轧辊的热裂缝

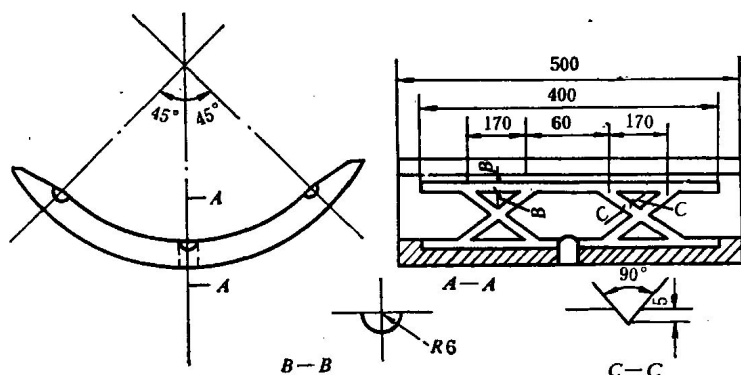


图 1-4 润滑轴瓦油槽

深30毫米、宽 250 毫米的凹槽, 见图 1-5 在瓦座上装有防护罩, 罩上覆盖一块胶皮带, 对防止磨瓦很有效。

4) 滚压加工硬化处理。为解决磨瓦问题, 可以在轧辊精加

工时，用滚压法使金属基体产生塑性变形而将石墨小坑填平。通过滚压，辊颈产生加工硬化，硬度升高。在使用发毛以后再行滚压，以保持辊颈工作面的光滑程度。

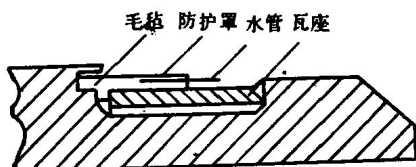


图 1-5 防护罩示意图

首钢初轧厂采取上述的一些防磨瓦措施后，球铁轧辊与锻钢轧辊相比并不逊色，见图 1-6。

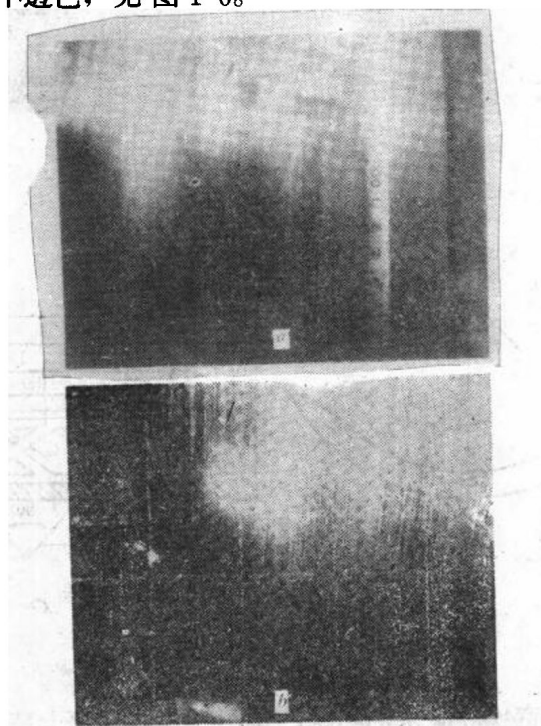


图 1-6 球铁轧辊与锻钢轧辊使用后的辊颈表面

a—球铁辊；*b*—锻钢辊

球铁轧辊在使用时存在的另一个问题是容易打滑，这是由于球铁组织中存在着大量石墨的缘故。因此，球铁初轧辊与钢坯的咬入角 α 必须小于 18° ，如图 1-7。而铸钢、锻钢初轧辊的钢坯咬入角达到 26° 时也不打滑。为了解决球铁轧辊轧钢中打滑现象，增加钢坯的咬入能力，轧钢的生产实践说明刻痕是一种比较好的办法，也就是在孔槽底部加工出痕迹，以增加轧辊与钢坯的摩擦力。不过，应当注意的是刻痕的形状，较好的痕形是条状或点状，如图 1-8。一般不要采用图 1-9 那样的“+”痕和“T”痕，这是因为，这种形状刻痕在受到强大的轧制压力和强力冲击下容易产生裂纹，并极易与热龟裂相交而产生局部剥落。

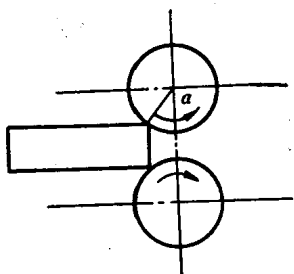


图 1-7 钢坯咬入角

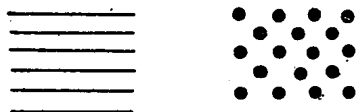


图 1-8 较好的痕形

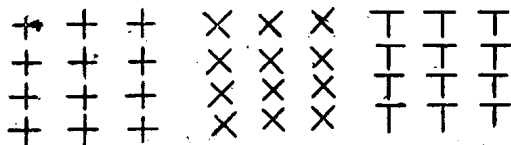


图 1-9 容易产生裂纹和剥落的刻痕

球铁初轧辊经过热处理后的机械性能能够满足轧钢要求，初轧辊的机械性能见图 1-10。方坯初轧辊对辊身沿直径的深度方向硬度降落的要求有所不同。一般说来，方坯初轧辊要求辊身硬度降落缓慢；板坯初轧辊除工作层外的辊身里边可有较大的降落，见图 1-11。这样的辊身硬度落差对轧辊的使用是合理的。从图

1-12中可以看出，球铁轧辊与合金铸钢轧辊相比，耐磨性好，使用效果好。因此，在初轧机上采用球铁轧辊将具有较大的发展前途。

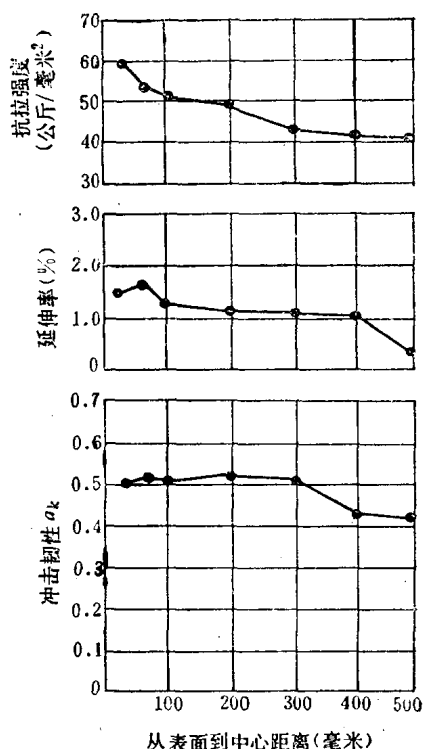


图 1-10 方板坯球铁初轧辊的机械性能

(二) 型钢轧辊

型钢轧机的轧辊担负着轧制各种规格和不同形状的钢材。不论哪种型钢轧机轧辊，在辊身上均须按照型钢的形状和尺寸准确地设计并车削出孔槽。型钢轧辊与钢板轧机的轧辊不同，一般把距辊身表面一定深度的纵横面作为轧钢工作面。因此，对型钢轧辊在使用性能上所要求的共同点，除了具有一定的强度和韧性外，沿辊身直径的深度方向应有尽可能小的硬度降落，即辊身截

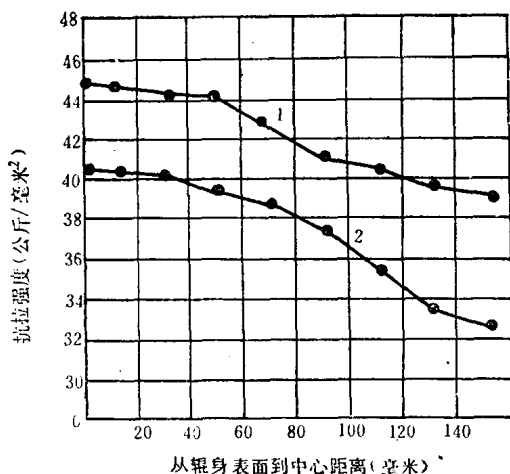


图 1-11 方板坯球铁初轧辊沿辊身截面硬度落差
1—板坯初轧辊；2—方坯初轧辊

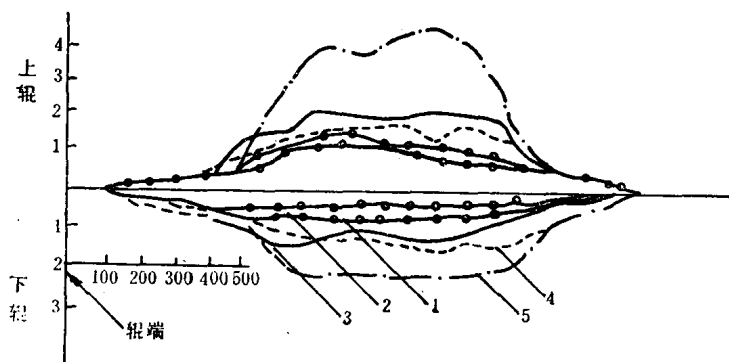


图 1-12 各种材质轧辊在板坯初轧机上磨损曲线的比较
1—改进的球铁轧辊轧制 112000 吨后，HS50~51；2—普通球铁轧辊轧制 41000 吨后，HS41~42；3—Cr-Mo 铸钢轧辊轧制 28000 吨后，HS31；4—普通的球铁轧辊轧制 31000 吨后，HS31；5—Cr-Mo 铸钢轧辊轧制 45000 吨后，HS30