

连铸结晶器表面电镀技术的应用进展

侯峰岩, 谭兴海, 蒋丽敏, 黄丽, 张跃刚, 毕刚, 李朝雄

(上海宝钢设备检修有限公司宝钢机械厂, 上海 201900)

[摘要] 对结晶器进行表面处理可以大大提高其使用寿命, 电镀技术是结晶器表面处理领域的主要表面技术。分析了连铸结晶器表面电镀技术的应用发展空间, 分别从面向产品性能、面向生产、面向用户的角度阐述了结晶器表面电镀技术的应用现状及发展方向。认为未来的连铸结晶器表面处理领域, 电镀技术将同其他表面技术共同并存、优势互补, 电镀技术仍将具有很好的开发应用前景。

[关键词] 连铸结晶器; 电镀技术; 表面技术; 产品全生命周期

[中图分类号] TG174.44; TF777

[文献标识码] A

[文章编号] 1001-3660(2007)03-0061-03

Application & Development of Electroplating Technology on Continuous Casting Mold Surface

HOU Feng-yan, TAN Xing-hai, JIANG Li-min, HUANG Li, ZHANG Yue-gang, BI Gang, LI Chao-xiong

(Baosteel Machinery Plant, Shanghai Baosteel Equipment Maintenance Co., Ltd. Shanghai 201900, China)

[Abstract] Surface treatments on continuous casting mold (CCM) will greatly increase its service life, and electroplating is the leading surface technology in the field of mold surface treatment. It is analyzed the status and development of electroplating technology on CCM, orienting the aspects of product characteristic, manufacturing and the customer. And it is concluded that the electroplating technology will have a well prospect in the field of CCM surface treatment, besides, co-developing with other surface treatment and complementing the advantages with each other.

[Key words] Continuous casting mould; Electroplating technology; Surface technology; Whole-life cycle of product

0 引言

连铸结晶器是整个连铸生产的核心设备, 其质量的好坏直接影响铸坯的质量和连铸机的作业率。采用电镀、热喷涂等方法对结晶器表面进行改性处理, 经过表面处理再制造的结晶器不仅是对结晶器尺寸上的修复, 具有高强度、高韧性、优越耐腐蚀性能、抗磨损性能和抗热疲劳性能的结晶器表面功能涂层, 还可以大大提高结晶器表面性能, 使得结晶器的寿命大大延长, 提高了结晶器的档次、技术含量和附加值, 同时也提高了钢铁生产的效率和连铸坯质量, 节能节材^[1]。

文献[2-4]介绍了关于连铸结晶器表面处理技术的研究应用进展。目前, 连铸结晶器的表面处理技术中, 仍以电镀技术应用最为广泛、成熟可靠。本文对连铸结晶器表面电镀技术的应用进展进行了探讨和展望。

1 结晶器表面电镀技术的应用发展空间

近20年里, 表面技术得到了蓬勃的发展, 尤其是一些新兴的表面技术, 例如热喷涂技术、激光熔覆技术、PVD技术、CVD

技术、堆焊技术等得到了广泛的开发和应用。新兴表面技术的发展给传统的电镀技术带来巨大冲击, 电镀技术曾经一统表面装饰与防护领域的格局被打破, 呈现出的是各表面技术的竞争局面。但也正是这种竞争局面促进了各技术自身的不断发展提高, 因此, 其结果是形成了表面技术整体繁荣的同时, 各表面技术在各个应用领域并存发展的现状。

目前, 在结晶器表面处理领域, 电镀技术已经不再是唯一的表面处理技术, 热喷涂技术已经应用于结晶器短边铜板的产业化, 其他表面技术也处在研发阶段, 并且有报道称结晶器长边铜板已实现全陶瓷涂层的工业化^[5] (采用何种技术获得的全陶瓷涂层未知)。因此, 对电镀技术在结晶器表面处理领域的应用前景的质疑和思考是必然的。

电镀技术仍然是结晶器表面处理领域的主要表面技术。电镀技术的最根本技术优势在于: 它可在低温 (<100℃) 镀液中进行, 有效避免高温导致的涂层及基体材料性能的恶化, 设备投资少, 生产费用低, 原材料的利用率高, 工艺实施具有连续性, 易于实现自动化生产。在这些基本的技术优势基础之上, 电镀技术还可获得种类繁多的镀层, 在高性能新涂层的开发方面有着巨大的潜力。结晶器铜板电镀技术所得涂层与基体结合力好, 抗冷热疲劳性能佳, 综合性价比高。但目前的结晶器表面电镀技术也存在着沉积速率低, 生产周期长的缺点。

与电镀技术一样, 热喷涂技术也是一种十分有效的结晶器

[收稿日期] 2006-10-31

[作者简介] 侯峰岩 (1976-), 男, 内蒙古锡林浩特人, 博士, 主要从事表面工程技术方面的研究。

表面处理工艺。结晶器短边铜板热喷涂技术所得涂层具有耐磨性好、耐腐蚀性强的优点,涂层沉积速率高。但热喷涂技术与电镀技术相比,其涂层与母材结合强度低,且由于沉积环境是高温环境,对工件易产生热应力,引起工件热变形。为弥补结合强度和热应力的缺陷,铜板必须进行工序较为冗长的热处理过程,经过高温热处理的铜板,其形变矫正比较困难,基材材质受到了破坏,需要修复切削的疲劳层增多,降低了铜板的使用寿命。由于长边铜板的面积远远大于短边铜板,因此,这些存在的问题将会被放大。可见,热喷涂技术在结晶器长边铜板上的应用并不是水到渠成的事情。

综上所述,未来的结晶器表面处理领域,电镀技术仍将具有很好的开发应用前景,电镀技术将同其他表面技术共同并存、优势互补。

2 结晶器表面电镀技术应用现状及发展方向

现代制造业的流程是对产品的全生命周期进行的,技术的发展再也不能仅局限于内部制造车间,而应是紧随产品生命周期的各个环节。对产品生命周期的结晶器表面电镀技术的发展进行了分析,见图1。由图可见,结晶器表面电镀技术的应用与发展应当是从论证设计到制造、到用户使用、再到论证设计这样一个闭环的、全面的技术应用与发展。

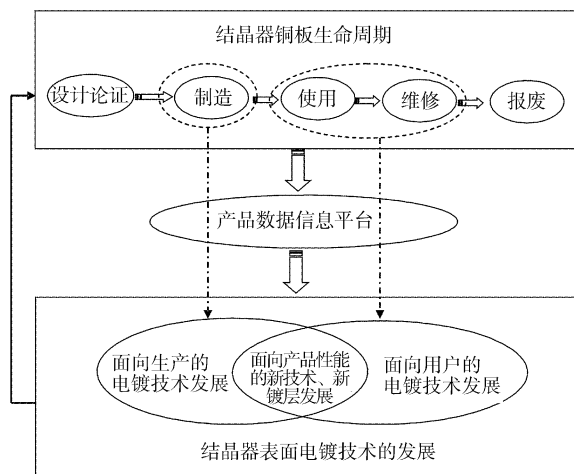


图1 围绕产品生命周期的结晶器表面电镀技术的应用与发展

Figure 1 Application & development of electroplating technology on CCM surface focused on the whole-life cycle of product

2.1 面向产品性能

结晶器表面电镀技术从最初的镀Cr开始,目前已经逐步形成了镀Ni、镀Ni-Fe、镀Ni-Co、镀Co-Ni几种主要镀层,产品的性能也逐步提高。随着钢铁工业的飞速发展,对结晶器材料表面的性能提出了越来越高的要求,结晶器的发展将继续向着具有高机械强度、良好的导热性、耐磨性和耐腐蚀性能的方向发展。为适应这样的要求,新的电镀技术、新材料必将应运而生。在电镀技术领域,纳米复合镀技术^[6-7]、脉冲镀技术^[8]及新型合金镀技术^[9]的发展方向与未来结晶器的发展要求十分吻合,在图2中分析了结晶器电镀技术的发展历程与方向,认为未来的结晶器表面电镀技术的发展将侧重于微、纳米复合镀、脉冲镀及新型

合金镀技术的开发应用。

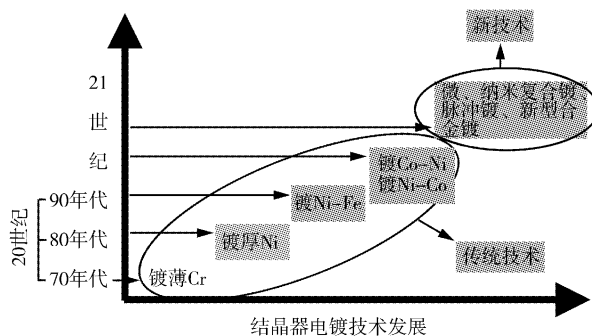


图2 结晶器表面电镀技术的发展

Figure 2 Development of electroplating technology on CCM surface

2.2 面向生产

在开发镀层新材料新技术的同时,关注生产过程中电镀技术的改进与提高是必要的,如果制造过程中的成本得不到降低、产品质量得不到保证,那么再好的镀层新材料、新技术也只能止步于设想和研发阶段,或者大大降低其附加值,从而失去了竞争力。

日本三岛光产公司开发了连续降液面电镀技术,该技术可以灵活地在铜板不同水平位置得到不同厚度的镀层,改变了原有的固定液面电镀的各处镀层均厚、造成材料浪费的状况。宝钢开发了结晶器铜板带背板或水箱整体电镀等技术,与解体铜板槽浸电镀方式相比,整体电镀省去了铜板的拆、装工序,缩短了生产周期,减少了人工和管理成本。鞍钢采用组箱台式电镀技术^[10],对铜板表面实行按高度分段控制厚度和钴元素含量,从而减少耗材、实现了铜板镀层上软下硬的特点。

连铸结晶器铜板在电镀前需要进行除油、浸蚀等前处理过程,前处理过程是保证镀层及镀层质量的关键工序。通常的前处理工艺先是热碱除油,经水洗后再酸洗浸蚀,即除油、浸蚀是分开进行的,这种方法不仅工艺繁琐,占地较多,而且清洗用水和化工原料的消耗量较大。随着针对电镀前处理工艺的不断研究,目前,一步除油浸蚀工艺,即在一槽前处理液中同时完成除油和浸蚀的工序已经成功应用于结晶器铜板电镀企业。与分步前处理技术相比,一步除油浸蚀法的除油、浸蚀效果十分优异,所得镀层的结合力很好,简化了前处理工艺,减少了设备,节约了清洗水及一些化工原料。但是目前国内关于一步除油浸蚀液及工艺的研发比较薄弱,处理液和处理技术需要国外引进。因此,从降本增效,节约能源的角度上讲,针对连铸结晶器铜板一步除油、浸蚀工艺的研发是十分有前景的。

2.3 面向用户

许多在用户现场产生的问题,为电镀技术的发展提供了方向和平台。

宝钢某连铸厂原来的结晶器短边铜板采用正面热喷涂合金,然后侧边电镀Ni,结果在连铸生产中发现,正面边缘的较软镀Ni带十分容易磨损,限制了短边铜板的使用寿命。为解决这一问题,对铜板采取了先侧边电镀,然后正面热喷涂的方法,对电镀工艺作了相应的改变。新方法获得的短边铜板耐磨性能提高,使用寿命延长。宝钢在为某用户制造结晶器铜板时,采用有限元热解析技术分析了用户的原结晶器铜板设计,发现其铜板上部1mm的Ni-Fe镀层、水槽设计、冷却水流量不够合理,在

设计拉速下弯月面温度过高。经过进一步热解析分析,向用户提出改用上部0.3mm的Ni-Co镀层、修改原水槽和冷却水流量设计的建议,其中改变镀层形式的建议得到了用户的认可。

面向用户的结晶器表面电镀技术的发展相对比较薄弱,一方面原因在于结晶器制造技术与连铸技术存在较大的专业跨度,连铸现场复杂的工况和管理方式,使得结晶器制造技术人员较难掌握各因素对产品的影响结果和影响程度,进而无法进入下一阶段的产品论证设计。另一方面原因在于产品全生命周期信息链的缺失或者获取信息的效率很低,正如图1中所示,没有产品数据信息平台这一中间环节,技术人员将无法获取全面的产品信息,没有数据信息作为保障,则很难对已发生和将发生的问题进行综合分析。

鉴于以上原因,面向用户的结晶器表面电镀技术的发展应当向外延拓展,与产品的应用技术领域形成交叉。对于连铸技术,其核心工艺是结晶器内的热交换过程,因此,掌握结晶器内的热交换规律将对结晶器铜板及镀层的设计具有重要指导作用。此外,针对结晶器铜板全生命周期信息数据库的建设是十分有意义的。日本三岛光产公司将包括结晶器铜板的现场使用信息在内的产品生命周期信息系统,纳入企业的生产管理系统,不仅有利于管理、营销,还大大促进了技术的研发。宝钢也正在积极开展此项工作。结晶器铜板全生命周期信息数据库的建设,将使得电镀技术更容易在面向用户的平台上发展、更利于电镀技术与各个技术的交互发展。

3 结 语

电镀技术因其自身特有的技术优势和不断地更新发展,在未来的结晶器表面处理领域,电镀技术仍将具有很好的开发应用前

景,电镀技术将同其他表面技术共同并存、优势互补。未来的结晶器表面电镀技术的应用与发展不能仅局限于内部制造车间,而应是紧随产品生命周期的各个环节,从论证设计到制造、到用户使用、再到论证设计这样一个闭环的、全面的技术应用与发展。

[参 考 文 献]

- [1] 侯峰岩,谭兴海,李朝雄,等. 再制造工程和表面工程技术在钢铁产业中的应用[J]. 中国表面工程,2006,19(5期增刊):102-103
- [2] 刘芳,刘常升,陶兴启,等. 结晶器铜板表面处理的研究进展[J]. 表面技术,2006,35(3):1-3
- [3] 王建丽,李光强,朱诚意,等. 表面改性技术在连铸结晶器上的应用进展[J]. 电镀与涂饰,2005,24(12):58-62
- [4] 朱诚意,李光强. 连铸结晶器表面镀层技术研究进展[J]. 材料保护,2005,38(5):43-46
- [5] Kein Goode, David Jenkinson, Brian Stalker. 连铸结晶器技术的开发——最新全陶瓷镀层结晶器[J]. 钢铁,2000,39(增刊):634-636
- [6] 侯峰岩,王为,刘家臣,等. ZrO_2 纳米颗粒在Ni-Zr O_2 复合镀层中的分散性对镀层结构及性能的影响[J]. 材料工程,2004,250(3):21-23
- [7] Hou F Y, Wang W, Guo H T. Effect of the dispersibility of ZrO_2 nanoparticles in Ni-Zr O_2 electroplated nanocomposite coatings on the mechanical properties of nanocomposite coatings[J]. Applied Surface Science, 2006,252(10):3812-3817
- [8] Wang W, Hou F Y, Wang H, et al. Fabrication and characterization of Ni-Zr O_2 composite nano-coatings by pulse electrodeposition[J]. Scripta Materialia, 2005,53(5):613-618
- [9] 朱诚意,姚华新,倪红卫. 钨酸钠加入量对铜基镍-钨-磷合金镀层性能的影响[J]. 电镀与涂饰,2003,22(2):1-3
- [10] 王红,方克明,张宏杰. 薄板坯结晶器铜板组箱式电镀Ni-Co合金镀层特点及应用[J]. 连铸,2005,(1):20-21,27

新书讯

《电镀挂具》

王尚义 编著

挂具是电镀工艺中关键的工具,有“三分技术,七分挂具”之说。本书是关于电镀挂具的专门的著作,系统地阐述了挂具的类型、形式、设计和制作方法、使用和维护注意事项,全面地介绍了镀前处理(抛光等)、镀铬、镀锌、镀铜、镀锌、镀锡、镀银、镀合金以及表面磷化、化学氧化、阳极氧化等工艺对挂具的要求和设计要求,列举了400余例工艺所用的挂具或网篮,有大量的设计图片。附录中还列举了有关金属导电的资料。

本书语言简洁,实用性强,图文并茂。可供一般电镀企业或者机械制造和修理、汽车修理企业电镀工程技术人员和电镀工人参考。(29元)

《气相缓蚀剂及其应用》

张大全 编著

机械电子元件的防锈包装、工业设备的储存和停用防护、混凝土中钢筋阻锈等都要用到气相缓蚀剂。以气相缓蚀剂为核心的气相防锈材料,使得防锈包装、工业防锈等十分方便、高效。

本书是第一本集中描述气相缓蚀剂及其制品的科技图书,系统阐述了气相缓蚀剂的种类、作用机理、用途用法、试验和检验方法,全面介绍了气相防锈材料及其组成、配方、制备、使用等技术,包含大量的试验和应用的数据资料。

对于气相防锈材料的研究开发人员,从事金属零件的防锈包装的技术人员,石油化工和电力设备的维护工程人员,阅读本书将有所裨益。(28元)



其他部分技术专业图书

1 电镀实践900例	39元
2 纳米电镀技术	58元
3 电镀生产管理8讲	25元
4 实用装饰性镀层和涂层	36元
5 电镀技术丛书——电镀工艺基础	25元
6 电镀技术丛书——光亮镀镍	35元
7 现代电镀	88元
8 非金属电镀与精饰——技术与实践	33元
9 刷镀技术	28元
10 实用电镀技术(腐蚀与防护全书)	25元
11 电镀工艺与设备	54元
12 涂镀三废处理工艺与设备	38元
13 特种电镀技术	22元
14 镀锌	15元
15 镀覆前处理	20元
16 镀铬修复及应用实例	29元
17 镀锌铜镍及合金修复技术	20元
18 复合电镀技术	48元

化学工业出版社

网上书店: www.cip.com.cn

北京市东城区青年湖南街13号(100011)

购书咨询:010-64518888 售后服务:010-64518899

如要出版新著,请与编辑联系。

电话:010-64519271

Email: dzb@cip.com.cn