节能倒立式铁液浇包烘烤装置的设计与应用

张银生，黄晓雷，党晓军，程景胜，史玉锋
南阳市西峡县内燃机进排气管责任有限公司　河南南阳　474500

摘要：针对目前铸造行业所使用的浇包烘烤器烘烤时间长、烘烤火焰不充分、能源利用率不高，以及使用操作不便等问题，设计制作了一种节能倒立式铁液浇包及烘烤装置，该装置属于铸造技术领域，具体涉及一种节能倒立式铁液浇包烘烤装置的设计应用。对原铁液浇包烘烤设备装置进行节能、智能改造后，实现了烘烤器的智能烘烤、高效运维、持续节能、提升烘烤效果，以及提高铸件质量等目标。

关键词：浇包烘烤器；智能烘烤；蓄热式；节能

Design and research on the energy saving inverted iron pouring baking device

ZHANG Yinsheng, HUANG Xiaolei, DANG Xiaojun, CHENG Jingsheng, SHI Yufeng
Nanyang Xixia County Internal Combustion Engine Intake and Exhaust Pipe Co., Ltd., Nanyang 474500, Henan, China

Abstract: In view of the current issues in the casting industry such as long baking time, high baking flame, low energy utilization, and inconvenient operation, we have designed an energy-saving inverted iron pouring package and baking device. This device belongs to the field of casting technology and specifically involves a technology and application of intelligent second-generation regenerative type iron package baking equipment.After the transformation of this energy-saving, intelligent, and regenerative iron baking equipment, we have achieved goals such as intelligent baking, efficient operation and maintenance, continuous energy saving, improved baking effect, and enhanced casting quality.

Keywords: pouring package baking; intelligent baking; heat storage; energy saving

1　序言

随着我国铸造行业的发展，铸造企业对铁液浇包的使用方式发生了重大转变。其已不再是仅用于输送液态金属的工具，更加成为钢液、铁液精炼工艺中不可或缺的一部分[1]。多年的熔炼生产经验证明，为了延长铁液浇包的使用寿命并提高铸件成品率，必须对其进行预加热处理。同时，由于对铸造产品质量和成本的日益重视，对铁液浇包的烘烤温度和效率也提出了更高的要求，需将铁液浇包均匀加热至1100℃以上，并且要达到更高的加热效率和环保标准[2]。然而，目前行业普遍采用的烘烤器存在着烘烤时间长、烘烤温度低、烘烤质量差，以及能耗高等问题[3]。因此，需要进行相关研究，以解决这些问题并进行改进。

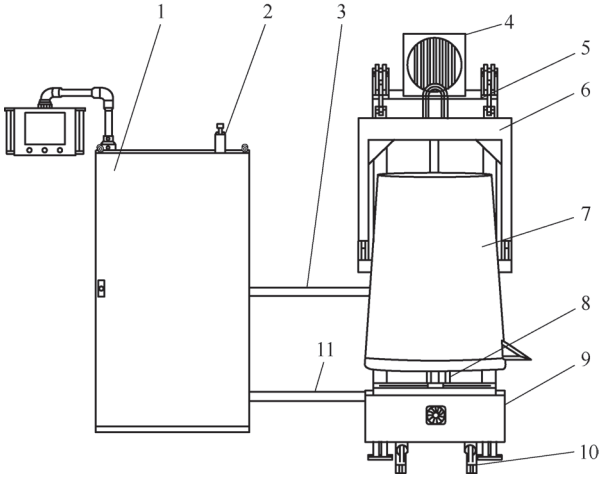
为解决上述问题，设计一种倒立式铁液浇包节能烘烤装置，包括控制柜、吊具和陶瓷蓄热体保

第一作者：张银生，工程师，主要从事汽车零部件机械加工工艺工装夹具设计制造及刀具优化应用工作，E-mail：zhangyinsheng@xipai.com.cn。

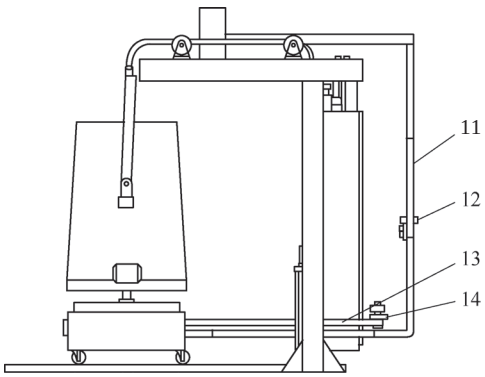
温座。工作时，铁液浇包倒扣在陶瓷蓄热体保温座上，烘烤温度高、能耗低，且可实现自动控制，提高烘烤效率，符合国家节能减排长期性工作要求。

2　立式铁液浇包烘烤装置结构设计

图1所示为立式铁液浇包烘烤装置整体设计结构。



a）主视图



b）右视图

图1　立式铁液浇包烘烤装置整体设计结构

1—PLC控制电柜　2—声光报警器　3—控制线路管
4—助燃风机　5—滚轮　6—钢包吊环　7—铁液包
8—陶瓷蓄热体保温包盖　9—小车　10—导轨
11—燃气主管道　12—燃气控制阀
13—助燃空气管道　14—助燃空气控制阀

该铁液浇包节能烘烤装置，包括控制柜和陶瓷蓄热体保温座，在陶瓷蓄热体保温座中部设有向上延伸的蓄热式烧嘴，在陶瓷蓄热体保温座的上方设有用于起吊铁液浇包的吊具，陶瓷蓄热体保温座设置在移动座上，在蓄热式烧嘴处设置有电子点火器和火焰检测器，实现自动点火和火焰检测。烘烤时，铁液浇包倒扣在陶瓷蓄热体保温座上，利用外焰加热烘烤铁液浇包，火焰无外溢，燃烧充分，烘烤温度高，能耗低，且控制柜能够根据预先设定的烘烤曲线控制烘烤进度和状态。到达烘烤时间后，进入保温模式，在控制柜的显示屏上，实时显示现场的烘烤信息，使操作人员可以在操作室全程监视烘烤过程，人员占用少，工作效率高，且铁液浇包的烘烤温度升温快、温度均匀，可有效降低铁液温降。图2所示为烘烤装置中新型喷火烧嘴管路结构，图3所示为陶瓷多孔喷火烧嘴形式。

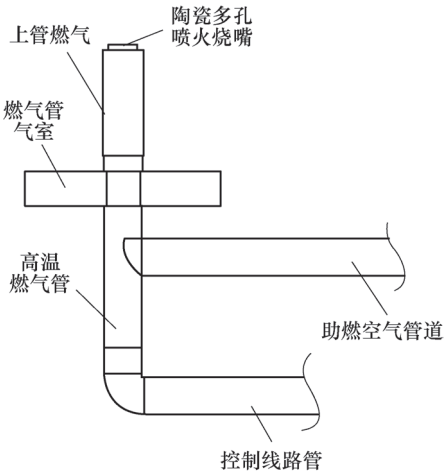


图2　新型喷火烧嘴管路结构

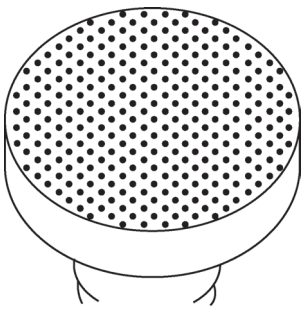


图3　陶瓷多孔喷火烧嘴形式

3　节能倒立式铁液浇包烘烤状态与应用场景及原理

二代蓄热体烧嘴所用的结构为陶瓷状蜂窝体，壁厚仅为10mm，特点是与空气接触面积大，流通面积可以达到70%，燃料可与空气充分混合，热量损失相比传统烧嘴大幅减小，由于采用蜂窝状蓄热体，因此具有很强的抗冲击性能，可适用于多种复杂的工作环境，并提高使用寿命。

该设备采用了一种耐高温的自动补偿式换向

阀，具有如下性能。

1）出色的安全性能。通过同一驱动轴来驱动，在换向时可以确保空气与燃气同时到达相同的蓄热式烧嘴，从而在旋转的任何瞬间都能将换向阀内的两种介质空气与燃气分开，避免产生暴燃现象。

2）良好的稳定性能。所使用的自动补偿式二位七通切换阀摩擦面积小，摩擦力小，并采用特殊装置对密封件进行自动磨损补偿，切换动作时间仅需0.5s。

3）高可靠性。采用了大行程气缸作为驱动元件，结构精简，无需额外的传动机构，有效减少了中间传动环节，降低了故障点，适应于恶劣的现场环境并具有长使用寿命。

当烘烤开始后，根据烘烤时间和时序，在烘烤达到一定时间时进行换向切换控制。在烘烤结束状态下，PLC每60s输出模拟量值控制快速换向装置，以延长换向阀的使用时间，并实现切换控制效果。

在满足运行条件的情况下，包括检查燃气压力和送风压力是否正常。当条件满足时，按下点火按钮以启动点火变压器，使其接通电源进行点火操作。同时，火焰检测器安装在蓄热烘烤器的烧嘴上，用于检测是否有火焰产生。一旦点火成功，系统进入烘烤状态。如果在烘烤过程中发生失火，则会触发声光报警，并立即关闭燃气切断阀，以避免事故进一步发生，此时系统进入吹扫状态。对于常明火烧嘴的火焰检测，采用红外线火焰检测技术，从而实现对整个烘烤过程中的火焰监控。

在着火状态下，操作人员可以打开主燃气切断阀，并手动调节燃气调节阀的开度来控制燃气流量。同时，还可以手动调节空气调节阀的开度，以实现对天燃气和空气流量的控制。

在自动方式下，操作人员可以打开主燃气切断阀，启动烘烤程序。随后，系统会自动跟踪烘烤曲线，并开始进行烘烤。当烘烤时间到达后，系统会自动进入保温模式。

在以下情况下，系统将触发声光报警并进行相应处理。

1）当燃气压力低于3kPa或鼓风压力低于3kPa时，系统会关闭燃气切断阀，并进行报警提示。

2）如果在烘烤过程中发生熄火现象，则系统会触发声光报警并自动关闭燃气切断阀。

3）当热电偶发生断线时，系统会立即发出声光报警提示。

4）如果空然比严重失调，系统会触发声光报警，并同时关闭燃气切断阀。

5）当环境中的CO含量超过监测标准时，系统将发出声光报警并切断燃气阀门。

发生上述报警后，必须人工按下故障复位按钮进行确认和故障排除，然后可以重新进行手动或自动操作。

烘烤时间到达时，系统将进入保温燃烧控制状态，即二位控制状态。同时，系统会向调节器输出低限燃气量和空气量信号，并点亮保温状态指示灯。

目前，由青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司开发的数据采集记录分析系统已经在烘烤监控分析系统中投入使用。该系统能够实时显示现场的烘烤信息，包括烘烤类型、烘烤开始时间、烘烤结束时间等数据，这使得现场操作人员可以在操作室全程监视烘烤过程。

节能倒立式铁液浇包生产应用现场如图4所示。

图4　节能铁液浇包生产应用现场

4　节能倒立式铁水浇包烘烤装置应用优势

经过对传统钢包烘烤设备的改造，实现了各种钢包的全自动按设定温度曲线烘烤，确保烘烤温度曲线与预设值的吻合性在±45℃以内；在翻转台位置使用测温枪对钢包的包底、包中部和包盖进行温度测试。结果表明，包底平均温度稳定在950℃左右，并且包底、包中部和包盖之间的温差控制在100℃以内；实现了自动点火、吹扫和火焰检测功能，能够在发生失火时迅速切断天然气供应，从而确保系统的安全性；在烘烤器方面，有效地解决了

火焰外逸问题，主烧嘴的火焰形态良好，长度大，没有脱火现象，且燃烧充分；提高了钢包的烘烤温度，使钢液温降得到有效减小，且温度分布更加均匀[4]。

将原来的手动调节方式改为全自动控制，大大提高了操作的便捷性和精确度；引入了上位机监视系统，使钢包调度人员能够实时获取每个烘烤位的工作状态信息。同时，实现了无纸化烘烤数据纪录，包括钢包号、烘烤类型、烘烤时间、天燃气消耗量及烘烤终点温度等重要指标。通过这些改进，实现了更高效、更智能的钢包烘烤管理系统，实现了有效提高铸件质量的目标[5]。

5 结束语

1）节能倒立式铁液浇包烘烤装置的设计，使铁液浇包的烘烤温度提高快、温度均匀，有效减少了铁液温降，解决了烘烤时间长、烘烤升温慢，以及能耗高等问题。

2）智能控制柜能够根据预先设定的烘烤曲线控制烘烤进度和状态，在控制柜的显示屏上，实时显示现场的烘烤信息，可以对铁液浇包的烘烤状态进行实时监控，人员占用少，降低了现场人员操作强度，工作效率高，并可对烘烤过程进行及时反馈。

参考文献：

[1] 吴何畏，郑元一，管飞. 节能浇包烘烤装置设计[J]. 铸造技术，2018，39（7）：1485-1488.
[2] 汪海峰. 新型浇包烘烤器的开发与应用[J]. 金属加工（热加工），2012（13）：76-77.
[3] 陈洁，顾俭，李安东. 复合型蓄热式燃烧技术的开发与应用[J]. 中国设备工程，2008（7）：11-13.
[4] 张志明，林桂源，陈娟英，等. 蓄热式高炉煤气钢包烘烤装置的试验研究[J]. 炼钢，2001（4）：55-59.
[5] 蒋志良，张定科. 卧式钢包烘烤器的设计和应用[J]. 江苏冶金，1992（6）：57-59.

MW 20240728

（上接第123页）

技术及应用进展[J]. 特种铸造及有色合金，2023，43（10）：1297-1311.
[2] 陈煌. 计算机模拟辅助技术在铸造工艺设计中的应用[J]. 铸造，2023，72（10）：1387.
[3] 杨行，郭莹，林相，等. 机床底座ProCAST数值模拟及铸造工艺优化[J]. 兵器材料科学与工程，2021，44（6）：6-9.
[4] 张亮，蔡佳骏，夏双喜，等. 基于正交试验的高压蒸汽室铸钢件铸造工艺模拟优化研究[J]. 金属加工（热加工），2023（9）：109-114.
[5] 刘瑞杰，王成军，刘志魏. 基于ProCAST轴座砂型铸造数值模拟研究[J]. 铸造技术，2016，37（1）：87-90.
[6] 蔡佳骏，张亮，夏双喜，等. 高压蒸汽室铸钢件砂型铸造工艺模拟研究[J]. 金属加工（热加工），2024（5）：109-115，121.
[7] 程行东，王亚南，张红奇，等. 大型发动机油盘灰铸铁件的工艺优化[J]. 现代铸铁，2022，42（3）：17-21.
[8] 黄雪红，季德生. 基于ProCAST球墨铸铁支座的铸造工艺优化[J]. 现代铸铁，2022，42（4）：29-35.
[9] 王永振，李乐川，殷亚军，等. 数值模拟热物性参数反求技术研究及其在轨道交通铸件中的应用[J]. 轨道交通材料，2023，2（2）：7-11.
[10] 申恩强，樊自田，龙威，等. 车钩钩舌的铸造工艺模拟与优化[J]. 铸造，2011，60（8）：765-768.
[11] 邵雄. 基于CAE分析的铸钢件冒口优化技术的研究[D]. 武汉：华中科技大学，2011.
[12] 中国机械工程学会铸造分会. 铸造手册（第5卷）：铸造工艺[M]. 北京：机械工业出版社，2021：359.

MW 20240708