



高炉热风炉交错热并联 风温自动控制系统

亿美博科技有限公司
国家仿真控制工程技术研究中心

2009年8月

亿美博科技 —— 工业数字化先锋



- 亿美博科技有限公司作为国家“十五”重点科技攻关项目、国家火炬计划项目、二项国防重点攻关项目、1999年度和2003年度“国家级重点新产品”计划项目和国家“科技创新基金”项目承担企业，以工业数字传动技术为先锋，致力于传统工业控制的改革和创新，带领中国传统工业进入世界科技前沿。
- 亿美博科技成功地将工业数字化产品在冶金、军事、能源、化工等领域中广泛推广和应用，获得国家冶金工业局国际先进水平鉴定，国家经贸委国家级新产品证书，国家信息产业部双软认证。为支持工业数字科技产业化发展，国家科技部无偿向亿美博科技有限公司提供了科技创新基金，并将数字液压技术列为国家“十五”重点科技攻关项目。
- 亿美博科技拥有享受国务院特殊津贴的国家级专家和一批不断创新的优秀人才，在工业数字科技领域中始终保持着领先地位，为工业界不断提供着优秀的工业数字科技产品。
- 亿美博科技不仅拥有领先的工业数字技术，2002年还通过ISO9001:2000认证。公司采用国际通行的规范进行公司管理、质量控制及客户服务，在虚心向同行们学习的同时，亿美博科技作为您最亲密的伙伴和朋友，与您共同获得成功和进步。

国家仿真控制工程技术研究中心



- 国家仿真控制工程技术研究中心是以仿真技术、控制技术为核心建立的、全国唯一的国家级仿真控制技术研究 中心，于1997年5月组建，2000年通过科技部正式验收。
- “中心”成立以来，承担了国家重要任务，如国家“九五”攻关计划、国家“十五”攻关计划，863计划等，特别对急需的研究课题，如“核快堆”及“高温气冷堆”等的研究，提供了必要的技术支持。在仿真技术上先后获得了国家级奖项的有2项；省部级科技进步奖16项；市级科技进步奖3项。在仿真的核心技术上，形成了我国知识产权的仿真支撑开发平台，从而全面推动了我国仿真科技和产业的发展，开发出多种仿真技术高科技产品，创造多项全国纪录，其中300MW/600MW核电站全范围仿真机的科技成果具有里程碑意义，填补了国内空白，实现了进口替代。在线仿真技术产品的推出为行业企业的优化管理、节能增效建立了“仿真、控制、信息”三位一体的企业整体解决方案。在线仿真系统的研制成功是仿真技术的一大技术进步，在线仿真系统在冶金钢铁行业的应用，涵盖了能源的供应、消耗、动态调整、综合管理，真正有效的提高能源利用效率，实现节能降耗，从而进一步提高企业竞争力，实现良好的社会效益、企业效益、环境效益。
- “中心”代表仿真水平的仿真控制技术研究应用实体，联合了全国同类技术开发研制力量。是国内能够提供多种类型仿真控制系统的重要研制基地，每年能够提供十几套仿真控制系统。成为亚洲地区最富实力、规模最大的大型仿真控制技术产品开发基地。带动了国内仿真技术应用，带动了仿真技术的进步和产业化。

交错热并联送风控制系统



技术呈现

交错热并联送风控制的意义



- 高炉稳定的高风温是提高利用系数、降低焦比、提高喷煤量和稳定高炉炉况的直接措施。1200 ~ 1300°C风温是21世纪现代化高炉的重要标志。我国高炉风温长期徘徊在1050~1150°C左右，近几年风温虽有所提高，但与国外相比，还是处在较低的风温水平，这种风温状况已成为进一步提高喷煤量、改善高炉指标的最主要障碍。因此，提高高炉风温具有很大的迫切性和必要性。大型高炉热风炉交错热并联送风技术是在不改变热风炉拱顶和废气温度前提下，有效提高风温30-60°C的控制方法。
- 通过计算可得出，如果有效稳定的提高高炉50°C的风温，可使得每生产一吨生铁节约大约10公斤焦炭，对于一座3200立方米高炉，年产生铁280万吨来计算，每年可节约焦炭约2.8万吨。价值超过数千万元。

交错热并联送风控制的优点



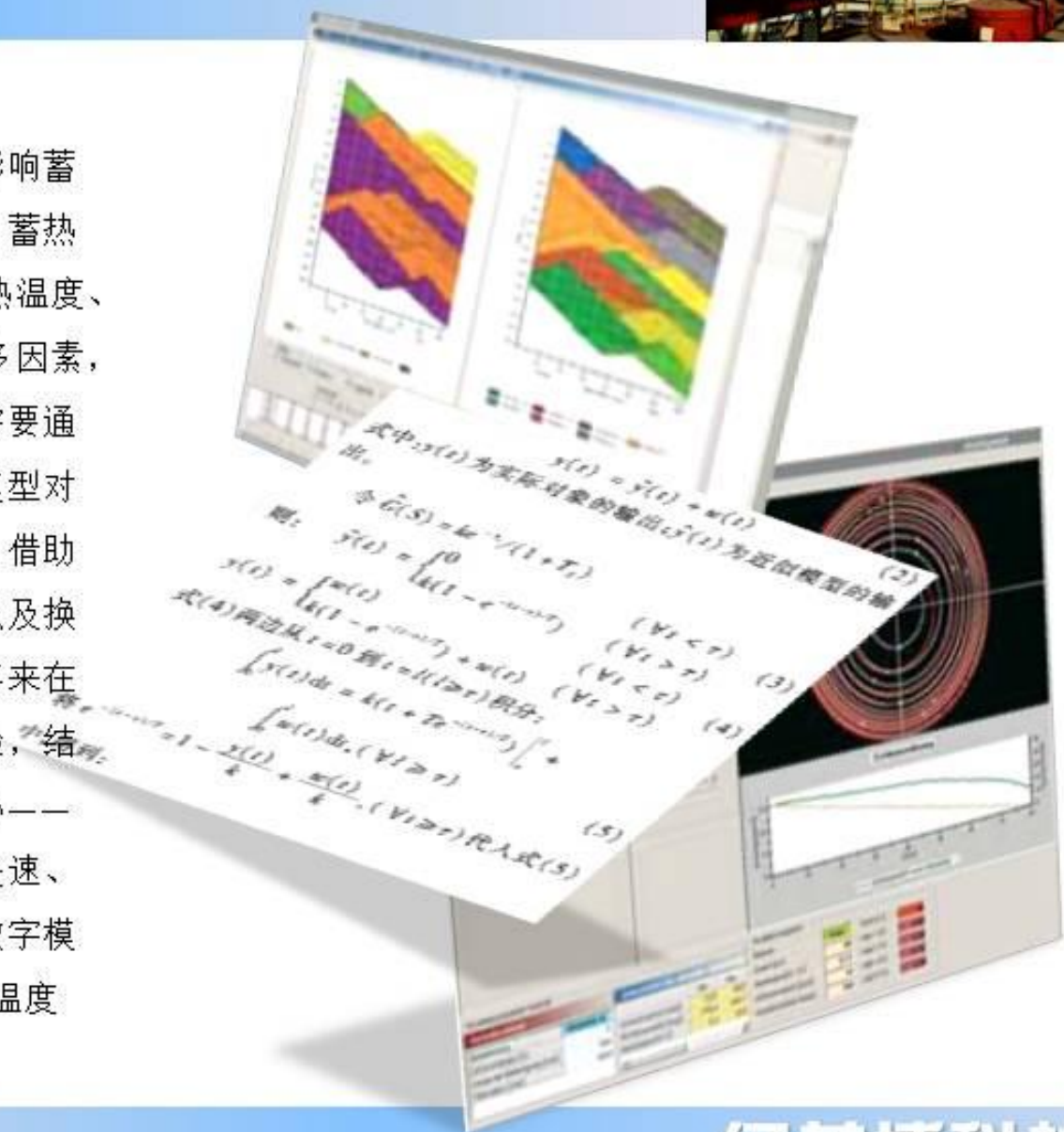
- 不增加燃烧总热值、不改变拱顶和废气温度而提高送风温度，降低焦比，增加喷煤量，节约成本；
- 缩小送风温度误差在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 范围内，改善炉况，有利高炉稳定运行；
- 能使热风炉在低于高炉入炉风温的情况下继续送风，因而延长了送风期，换炉所需时间相对减少，提高了热风炉使用效率；
- 送风开始和终了时，蓄热室格砖的温差大，故单位蓄热室格砖的蓄热能力增加，使风温可以进一步提高，或相同风温时可缩小蓄热面积；
- 在燃烧期，由于烟气与格砖的温差大，故热交换效率高，热效率也高。试验数据表明，交错并联送风温度效率比单独送风高4%左右；
- 根据高炉冶炼要求任意设定风温，控制系统自动调节；
- 不再由混风阀向热风主管混入冷风，有效利用了低风温热风炉余热，降低了能源损耗；
- 两座热风炉同时送风，降低流道风阻，换炉时风量风压波动更小；

交错热并联送风控制系统构成



- **多变量参数热风炉数字模型**

热风炉是一个很大的惯性和滞后系统，而影响蓄热和送风的因素又众多，它们包括：炉容、蓄热体、燃烧器、煤气热值、煤气量、煤气预热温度、送风量、空气湿度、管道热损失、等等众多因素，因此要想稳定精确的控制送风温度，我们需要通过建立准确的、多变量参数的热风炉数字模型对蓄热和送风趋势进行预测，根据预测结果，借助神经元矩阵模型推演，获得对燃烧和送风以及换炉等步骤的控制决策依据。亿美博借助多年来在军工、冶金、能源等领域中积累的大量经验，结合国内最具实力的国家级仿真控制研究中心——亚洲仿真中心，共同构建了一套具有响应快速、数据自动更新和优化、结果准确的热风炉数字模型。该模型已经在武钢5高炉交错并联送风温度自动控制系统实施中得到验证。



交错热并联送风控制系统构成

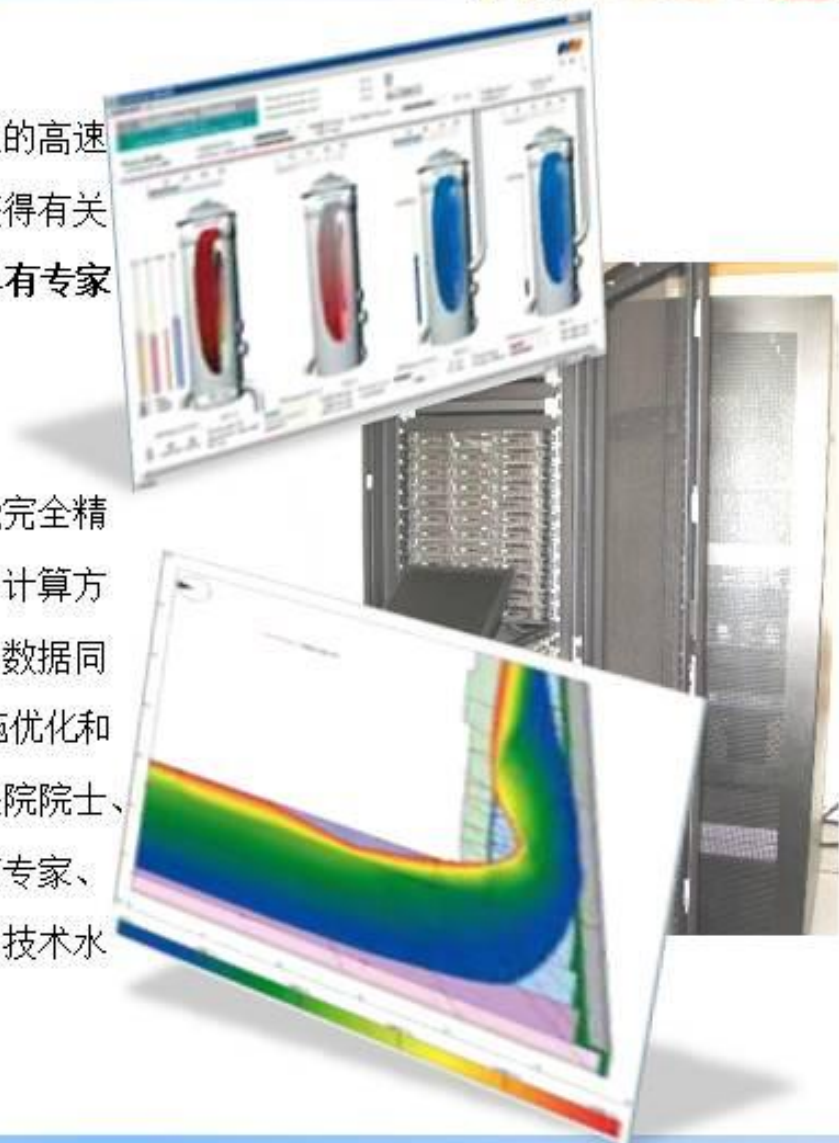


- **神经元矩阵模型推演机**

建立了多变量参数热风炉数字模型后，将各个变量送入载有模型的高速计算机（工作站或小型机），通过神经元矩阵模型推演算法，获得有关于热风炉燃烧、送风和换炉等过程的预知量，该预知量再送入**具有专家知识库的热风炉自适应智能调节算法**，以实现精确的风温控制。

- **具有专家知识库的热风炉自适应智能调节算法**

通过对模型实施的神经元矩阵推演计算后得出的决策参数并不能完全精确的体现热风炉长期使用后的状况，还需要进一步精细化处理和计算方可对最终的风温进行精确控制，同时这些精细化处理和计算后的数据同时反馈至前端的多变量参数热风炉数字模型，用以对模型的实施优化和修正。亿美博在构建专家知识库时，不仅收纳了国内知名的工程院院士、炼铁工艺、设计专家等的丰富知识外，还吸收了宝贵的现场工艺专家、操作使用人员的广泛经验，结合亿美博多年冶金领域卓越的控制技术水平，构建了一套国际先进水平的控制算法。



交错热并联送风控制系统构成

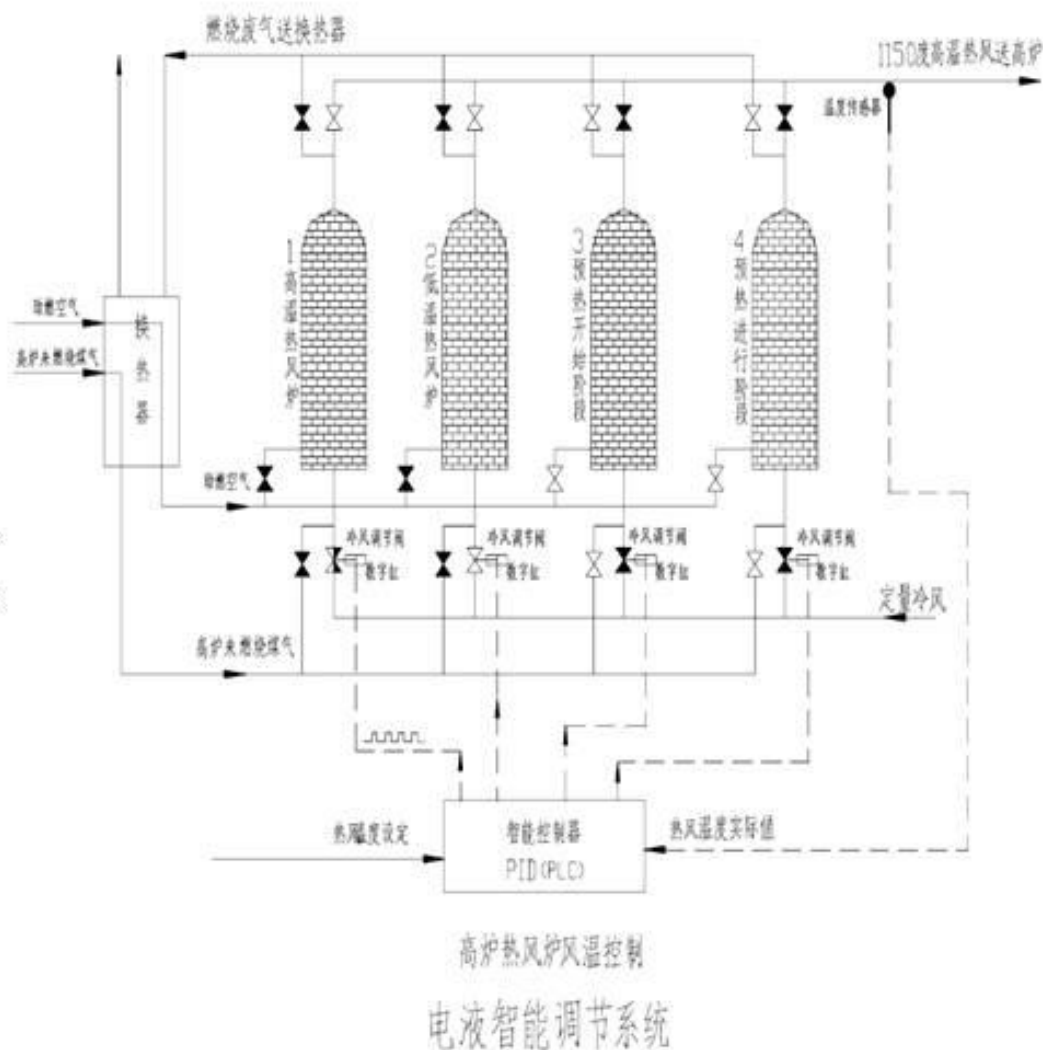


- **数字式高精度冷风流量调节阀**

因为冷风阀不但直径大、惯性大，而且在全行程中严重非线性，在两头开和关小角度时非常不灵敏，而在中部时又太过灵敏，因而必须能够精确微调阀门翻板实现微调，为此我们采用能够精确微调冷风调节阀开度的大力量数字液压油缸作为执行元件，不仅其高精度的定位能力保证了阀门的精度，其大力量的输出更是可靠性的重要保证，另由于液压油缸驱动避免了电动机带动减速机驱动时的机械旷量，其微调精度极高，这是高精度稳定风温的根本保障。

- **西门子PLC系统**

世界公认的优秀工业控制设备S7-300PLC不仅保证了全套系统的稳定运行，更提供了超大运算和信息吞吐以及可靠的逻辑控制能力。通过工业以太或者Profib-bus网络，系统简单溶入高炉热风炉现有控制系统。



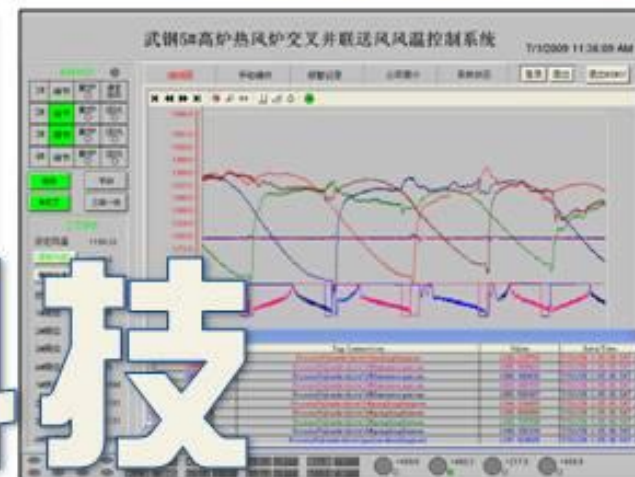
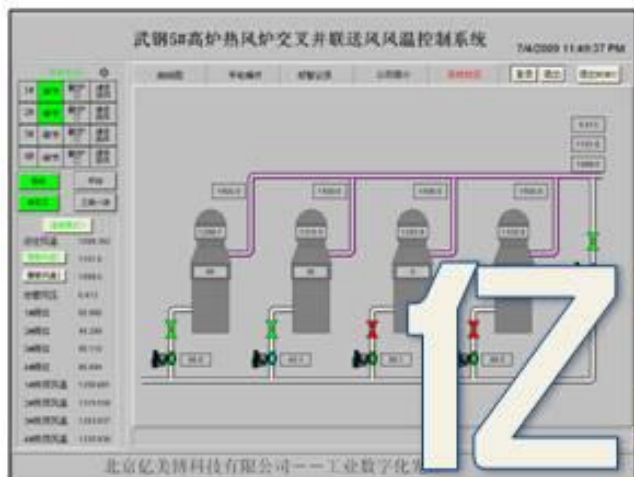
交错热并联送风控制系统构成



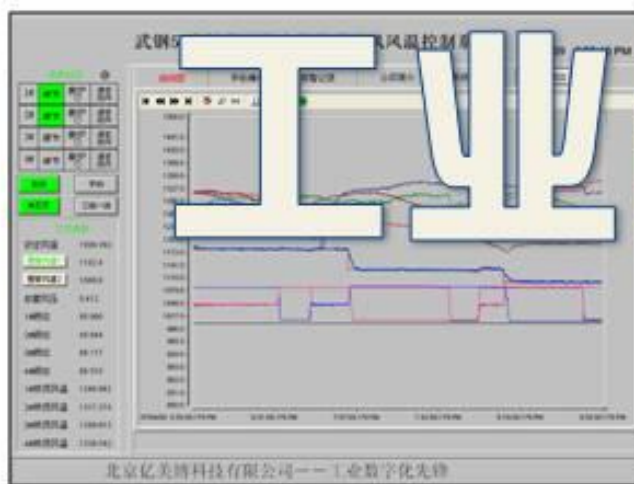
- 技术参数

送风方式	单、双交错热并联；单、双交错冷并联；三烧一送
温度控制范围	900-1400℃
温度控制误差	+/-5℃（90%有效率）
冷风调节阀直径	适合用户冷风管道尺寸
冷风调节阀精度	0.00001度
液压系统工作压力	10-16MPa

交错热并联送风控制系统实施



亿美博科技



工业数字化先锋



亿美博科技有限公司 国家仿真控制工程技术研究中心

北京100054, 丰台, 菜户营东街甲88号, 鹏润2B2906 电话: 010-63331966 网址: www.aemetec.com
广东省珠海市519015, 石花西路56号亚仿大厦 电话: 0756-3324700 网址: <http://www.aftechnology.com>