# 中国带式焙烧机球团发展历程及最新进展

张 旦，邓 睿，任 伟，徐梦杰
（中钢设备有限公司，北京 100080）

**摘要**：高炉炉料大比例配加球团矿，是高炉绿色低碳转型的有效途径之一。为促进带式焙烧机球团工艺进一步发展，以适应当前全球碳减排的形势，本文在对中国带式焙烧机球团发展历程进行梳理的基础上，阐述了中国带式焙烧机球团经历了引进国外成型技术与自主技术创新的不同路径探索，发现其已进入了自主技术高速发展期。在当前绿色、低碳、智能的时代背景下，中国带式焙烧机球团正在进行更进一步创新探索，并已开发了一种节能型带式焙烧机球团工艺，可优化球团预热焙烧过程，实现球团矿绿色低碳制备。

**关键词**：高炉炉料；绿色低碳；带式焙烧机；球团；节能；热风系统
**中图分类号**：TF046.6 **文献标志码**：A **文章编号**：1000－8764(2026)01－0094－07
**doi**：10.13403/j.sjqt.2026.01.006

# Development history and latest progress of straight-grate pellet technology in China

ZHANG Dan, DENG Rui, REN Wei, XU Meng Jie
(Sinosteel Equipment & Engineering Co., Ltd., Beijing 100080, China)

**Abstract**: Adding pellets to blast furnace burden in a large proportion is one of the most effective ways for the green and low-carbon transition of blast furnaces. In order to promote further development of straight-grate pellet technology and adapt to the current global situation of carbon emission reduction, this paper summarizes the development history of straight-grate pellet in China, and then expounds that the straight-grate pellet technology of China has gone through different paths of exploration, including the importing of foreign technology and independent technological innovation, and finds that this technology has now entered a period of rapid independent technological development. Under the current background of green, low-carbon and intelligent times, the straight-grate pellet technology of China is undergoing further innovation and exploration, and an energy-saving straight-grate pellet process has been developed to optimize the preheating and roasting process, and achieve green and low-carbon preparation of pellet.

**Key words**: blast furnace burden; green and low carbon; straight-grate; pellet; energy-saving; hot-air heating system

多年来，我国钢铁行业以长流程炼铁占据主导地位，高炉炉料结构一直以高配比烧结矿为主，球团矿配比长期低于 20%。随着国家“双碳”战略的实施，作为碳排放重点领域的钢铁冶金行业，开始加速绿色低碳转型发展，使得绿色、低碳的造块工艺受到越来越多的关注。京唐、河钢、建龙西钢、鞍钢、西钢钒等企业开始打破传统，大幅提高球团矿配比到 40% 以上，并取得了显著经济、社会效益。实践证明，高炉实行精料原则，大比例配加球团矿，是高炉绿色低碳转型的有效途径之一，同时能较好的控制生铁成本。

随着 2026 年 1 月欧盟碳边境调节机制(CBAM)正式征税进入倒计时，国外市场将进一步促进国内钢铁行业低碳、绿色冶炼，进而加快

**收稿日期**：2025－11－11；**修回日期**：2025－12－18
**作者简介**：张 旦(1981—)，男，高级工程师，从事球团生产、工程设计等方面的工作。
**通信作者**：徐梦杰(1993—)，男，工程师，从事矿物加工工艺技术与设备方面的研究。

高炉炉料结构调整，绿色、低碳的球团工艺将再次迎来蓬勃发展期。

目前已商业运行的球团工艺主要有 3 种，即竖炉球团、链算机—回转窑球团和带式焙烧机球团[1]。竖炉球团存在生产规模小、产品质量不均匀、能耗高等问题，已加速淘汰；链算机—回转窑球团对原料的适应性较差、产品品种受限、回转窑易结圈，且维修作业工作量大，发展受限[2]；带式焙烧机球团具有原料适应性强、产品种类多、生产效率高、大型化便利、智能化水平高、环境友好等优势，发展前景广阔。

2010 年年底到目前(2025 年)，短短十几年时间，中国带式焙烧机球团工艺得到大力发展，累计新建带式焙烧机球团总产能超 7 700 万 t；同时，部分竖炉球团、链算机—回转窑球团、烧结生产线拆除改建带式球团生产线。本文在简述带式焙烧机球团在我国发展历程的基础上，介绍带式焙烧机球团的创新技术与应用，以期为其进一步推广应用提供借鉴与参考。

## 1　我国带式焙烧机球团发展历程

带式焙烧机球团在国内的发展历程大致可分为初次尝试、路径探索和高速发展三个阶段。

### 1.1　第一阶段——引进技术的初次尝试

20 世纪 50 年代，带式焙烧机工艺在美国首次工业生产便获得巨大成功，立即在全球范围内掀起了一波建设热潮。60 年代后期，在中日两国尚未正式建交时，通过“民间贸易”渠道，成功从日本日立造船公司引进我国首套带式焙烧机产线，即包钢 162 $m^2$带式焙烧机。该产线于 1973 年 6 月建成投产，采用西德鲁奇 - 德腊沃(Lurgi-Dravo)技术，工艺流程如图 1 所示。受包钢本地铁精矿含氟量高，生产中产生大量含氟废气，导致生产产期不正常，同时，因鼓干段废气泄露污染环境、成品球冷却效果差、室内粉尘浓度增加等原因，先后在 1986、1995 年两次对工艺风系统进行改造，并最终于 1995 年达到设计产能[3]，改造后的工艺流程如图 2 所示[4]。虽然最终达到了设计产能，但该产线工序能耗高达 34 kgce/t[5]，最终于 2014 年 12 月 31 日淘汰关停。

20 世纪 80 年代初，鞍钢从澳大利亚罗布河球团引进一台 321.6 $m^2$带式焙烧机，工艺流程如图 3 所示[6]。项目于 1989 年 7 月正式转入生产，投产初期由于燃烧器结构不合理，燃烧室耐材品质差，

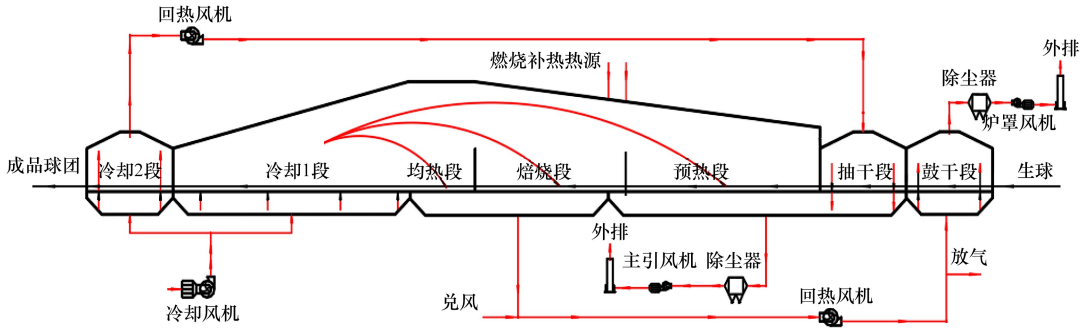



图 1　包钢 162 $m^2$带式焙烧机球团原设计工艺分段及风系统流程

**Fig. 1　Original process zoning and gas system flow of the 162 $m^2$ straight-grate pelletizing system at Baotou Steel**

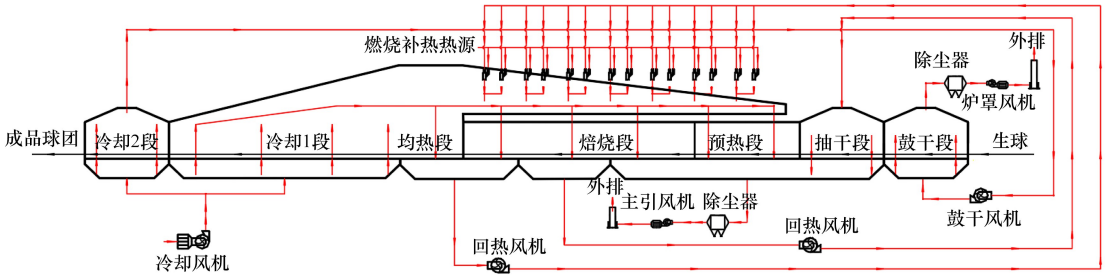



图 2　包钢 162 $m^2$带式焙烧机球团两次改造后工艺分段及风系统流程

**Fig. 2　Process zoning and gas system flow of the 162 $m^2$ straight-grate pelletizing system at Baotou Steel after two upgrades**

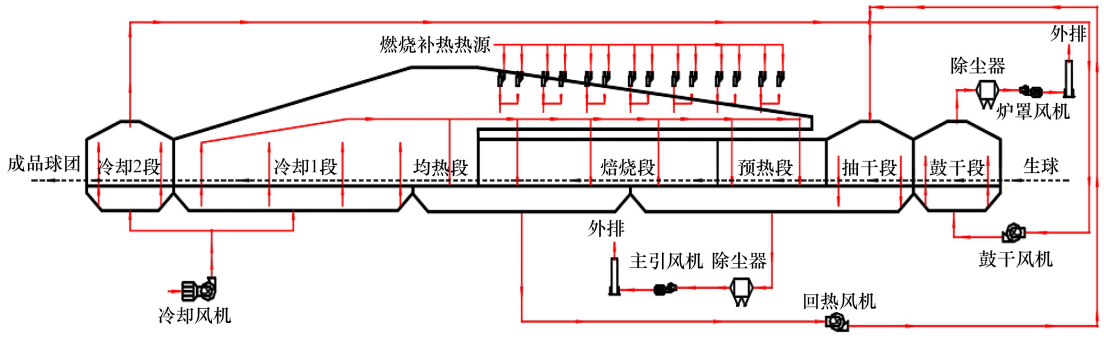



**图 3 鞍钢 321.6 m² 带式焙烧机球团工艺分段及风系统流程**

**Fig. 3 Process zoning and gas system flow of the 321.6 m² straight-grate pelletizing system at Ansteel**

多次导致局部烧塌，频繁停机检修，投产一年后对焙烧机进行技术改造[7]，改造后，产能、作业率逐年提高，1996 年产能达到 210 万 t(设计能力 200 万 t/a)。

### 1.2 第二阶段——道路曲折的路径探索

20 世纪建成的两条带式球团生产线，受当时国内装备配套能力薄弱，高热值气体燃料资源短缺等因素制约，难以持续稳定生产，使得业界对这一工艺产生了较大质疑。20 世纪 90 年代至 21 世纪初，我国钢铁产能爆发式增长，却无一条带式焙烧机球团落地。而竖炉球团和链算机—回转窑球团发展迅速，遍及全国。直到 2010 年，首钢京唐建设的 400 万 t/a 带式焙烧机球团产线投产[8]，取得良好效果，带式焙烧机重新被国人认识和接受。2015 年包钢建成了 500 万 t/a 带式焙烧机球团生产线[9]。上述两条产线核心技术和装备均引进自国外，建设费用高，技术受制于人，使这一技术难以广泛推广。

2016 年 3 月，中钢设备有限公司采用完全自主技术和核心装备的首条带式焙烧机产线——中东 SISCO 250 万 t/a 带式焙烧机球团正式投产，并迅速达产达效，实现了中国自主带式球团技术的突破，一举打破了欧美企业在这一领域的长期垄断。该技术于 2017 年 10 月 17 日通过由中国钢铁工业协会组织的科技成果鉴定，获评为国际先进水平。2018 年 11 月，中钢设备有限公司采用这一技术的第二条产线——托沙利钢铁工业公司(Tosyali)阿尔及利亚 400 万 t/a 带式焙烧机球团项目建成投产，进一步夯实了自主技术基础，受到国内外广泛关注。

### 1.3 第三阶段——自主技术的高速发展

2018 年，在见证了自主带式球团技术和装备优势后，河钢唐钢、福建三钢、广西钢铁等国内重点钢企纷纷与中钢设备有限公司达成合作意向，EPC(设计、采购、施工)总承包建设带式球团产线。中国球团行业进入带式焙烧机球团发展快车道。截止 2025 年，全国累计新增带式球团生产线 23 条，单条产线规模 200 ~ 500 万 t/a，总产能 7 780万 t/a。

在此时期，带式焙烧机球团在产品多样化方面不断完善成熟，尤其中高硅铁精粉制备碱性球团技术的突破，智能制造技术赋能，进一步推动了带式球团技术进步。带式焙烧机工艺适应大型化的优势，推动单条球团规模从链算机—回转窑球团以 60 ~240 万 t/a 为主，提升至带式焙烧机球团以 300 ~ 500 万 t/a 为主，工序能耗则由30 kgce/t以上，大幅度降低至 17 ~24 kgce/t。

## 2 带式焙烧机球团的技术创新与应用

在实现自主技术“零”的突破后，中钢设备有限公司以低碳、绿色、智能为宗旨，不断创新实践，形成了国际领先的带式球团技术体系。

### 2.1 技术创新

传统的热风流程实现了系统的热风循环，但是总体热效率没有做到梯级高效利用，为实现热能极致利用，提高燃料利用率，降低工序能耗，中钢设备有限公司提出了烟气显热梯级高效利用的节能型创新工艺，该工艺流程如图 4 所示。其以冶金流程工程学理论和动态精准设计方法为指导[10]，按流程需求精准设计，采用三段冷却，对

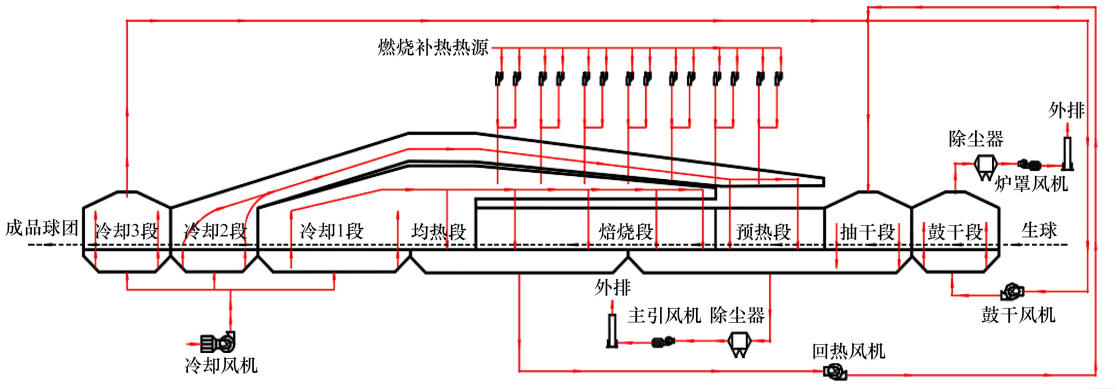



**图 4　节能型带式焙烧机球团工艺风系统流程**

**Fig. 4　Gas flow diagram of the energy-efficient straight-grate pelletizing process**

系统热风按循环所需进行精准细分，提升热能利用效率。

工艺主要特点与核心优势：热能以工艺风为载体在系统内高效自循环，将外排热能降至最低；通过梯级细分工艺风温，有效分配烟气显热，大大提高燃气利用率，降低燃耗；冷却 1 段高温热风温度从约 930 ℃提升至约 1 030 ℃，返回至焙烧段循环利用，热风温度提升后，将减少焙烧段所需补热量；冷却 2 段中温回热风约为 650 ℃，更适宜球团预热需要，避免了为防止炉罩温度陡升而兑入更多低温风引起的能量浪费。从生产实践看，创新工艺球团矿耗热量减少约 $9\times10^4$ kJ/t。

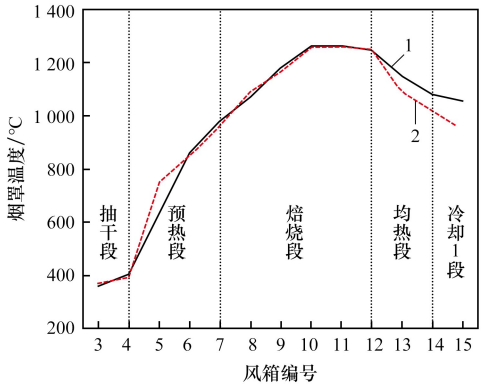
## 2.2　创新工艺应用效果

烟气显热梯级高效利用节能型带式焙烧机实际投入应用后，与主流带式焙烧机球团工艺对比，最直观的改变是烟罩温度曲线变化。两种工艺烟罩实测温度曲线如图 5 所示。从图 5 可以看出，节能型带式焙烧机达到了预期目的。一冷段烟罩烟气温度较主流型高约 100 ℃，预热段开始烟罩温度较主流型低约 100 ℃。达到了提高回流焙烧段烟气的温度，降低回流预热段烟气的温度，提高热风循环利用效率的目的。

### 2.2.1　节能型带式焙烧机球团工艺对 FeO 氧化过程的影响

节能型带式焙烧机球团工艺与主流带式焙烧机球团工艺风箱 $O_2$体积浓度实测值如图 6 所示。

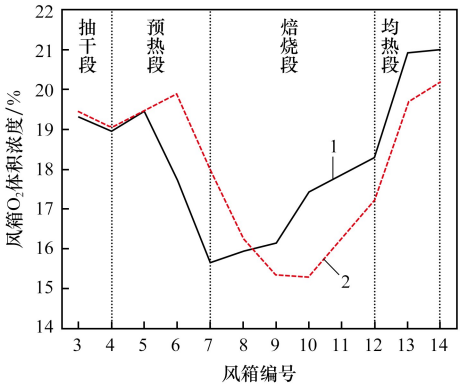
由图 6 可知，进入预热段后，节能型带式焙烧风箱氧气体积分数出现短时、轻微上升趋势至约19. 5% 后开始大幅度下降，主流带式焙烧风箱




1—节能型带式焙烧机；2—主流带式焙烧机。

**图 5　节能型带式焙烧与主流带式焙烧工艺烟罩温度实测值**

**Fig. 5　Measured hood temperature comparison between energy-efficient and conventional straight-grate processes**




1—节能型带式焙烧机；2—主流带式焙烧机。

**图 6　节能型带式焙烧与主流带式焙烧工艺风箱 $O_2$体积浓度实测值**

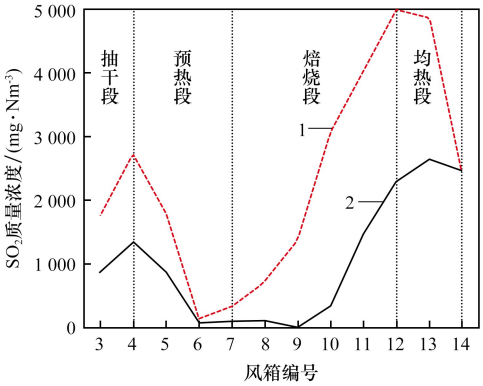
**Fig. 6　Measured $O_2$ volume concentration in the windboxes of energy-efficient straight-grate and conventional straight-grate processes**

氧体积分数出现较长时间、明显上升趋势至约20%后开始大幅度下降。其主要原因：① 节能型带式焙烧抽干段热源为冷却 2 段约 700 ℃回热风，少量配加回热风机低温风，预热段烟罩紧邻抽干段的温度即可达到约 650 ℃，与抽干段 400 ℃形成平滑温度场；主流带式焙烧抽干段热源为冷却 1 段约 900 ℃回热风，需大量配加回热风机低温风，预热段烟罩紧邻抽干段的温度可达到约 750 ℃，抽干段与预热段之间温度场出现了较大的跃升，导致球团表面快速氧化形成致密氧化膜，阻碍氧气渗入球团内部，减缓球团整体氧化速度。节能型带式焙烧预热段、抽干段烟罩更平滑的温度场(图 5)，有助于减缓球团进入预热段初期快速升温引起的表面快速氧化、形成外层氧化膜，使氧气可有效渗入球团内部，充分氧化。② 进入预热段后，两种工艺的球团均开始快速氧化，风箱氧体积分数从约 19.5% 快速降至预热段、焙烧段交界处的 16% 左右，节能型带式焙烧氧化开始及峰值均较主流带式焙烧提前 1 到 2 个风箱。③ 进入焙烧段后，主流带式焙烧氧体积分数以固定速度增加，至均热段稳定在约 20% 左右，显示此过程球团氧化速度下降但仍在持续；节能型带式焙烧在焙烧段中部 9 号至 12 号风箱氧体积分数稳定在 17%~18% 之间，进入均热段靠近约 21%，分析节能型带式焙烧机球团氧化在焙烧中部约 9 号风箱位置完成大部分氧化，而后在均热段仅有少部分氧化仍在持续。已有研究表明，氧化球团生产在干燥、预热、焙烧、冷却全过程均有氧化反应发生[11]，与带式焙烧风箱氧含量实测显示的“均热段仍有球团发生氧化反应”相吻合。

因此，由以上分析可知，进入预热段后，球团内氧化达到顶峰，氧气消耗量最大，节能型带式焙烧机在 7 号风箱，主流带式焙烧机在 9 ~ 10 号风箱，证明节能型带式焙烧机较早开始氧化、并较快达到氧化峰值；进入均热段后，风箱氧气体积分数，节能型带式焙烧机较主流带式焙烧机高约 1%，说明在预热段、焙烧段节能型带式焙烧机氧化度更高，进而证明控制预热段与抽干段的温差、形成平滑温度场有助于球团的快速均匀氧化。

### 2.2.2 节能型带式焙烧机球团工艺对 $SO_2$ 生成的影响

节能型带式焙烧与主流带式焙烧工艺风箱 $SO_2$ 质量浓度实测值如图 7 所示。如图 7 可知，在抽干段、预热段风箱烟气中含有少量 $SO_2$，从 9 号风箱处开始，风箱烟气中的 $SO_2$ 含量开始快速升高，在焙烧段、均热段交界处的 12、13 号风箱达到最高峰。两种焙烧工艺烟罩温度在 9 号风箱处均上升至约 1 200 ℃(图 5)，而球团中 $SO_2$ 在达到约 1 200 ℃时开始快速析出。




1—节能型带式焙烧机；2—主流带式焙烧机。

**图 7 节能型带式焙烧与主流带式焙烧工艺风箱 $SO_2$ 质量浓度实测值**

**Fig. 7 Measured $SO_2$ mass concentration in windboxes of energy-efficient and conventional straight-grate processes**

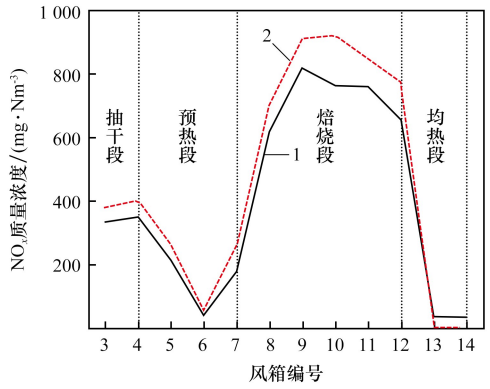
铁精矿中的硫主要以 $FeS_2$、$CuFeS_2$ 等硫化物形式存在，并在大于 280 ℃时开始氧化，大于 556 ℃时 $FeS_2$ 开始分解并伴随硫的燃烧，硫酸盐分解需要较高的温度和较长的时间，其分解一般发生在料层温度约 1 200 ℃产生液相时的熔融带界面[12]。

两种焙烧工艺中，$FeS_2$ 在预热段大量氧化生成铁氧化物和硫氧化物，但没有大量释放 $SO_2$，分析应是与球团中的熔剂反应生成硫酸盐。进入焙烧段后，料层温度达到约 1 200 ℃，$SO_2$ 开始析出。主流带式焙烧进入焙烧段即开始释放 $SO_2$，进一步验证，其预热段较高的温度场使得料温在预热段即接近 1 200 ℃；节能型带式焙烧进入焙烧段中部 9 号风箱才开始释放 $SO_2$，说明其预热段温度相对较低，料温也相对较低，进入焙烧段经过一段时间蓄热后，料温才达到 1 200 ℃，正好印证了图 5 中预热段烟罩温度曲线，节能型带式焙烧机

较主流温度上升更平缓的变化趋势。

2.2.3　节能型带式焙烧机球团工艺对 $NO_x$ 的影响

带式球团燃料主要是焦炉煤气或天然气，燃料中氮含量非常少，带式焙烧机球团工艺烟气中 $NO_x$ 主要是氮气在高温环境下与氧气反应生成的热力型。降低火焰带温度以及缩短高温停留时间是降低热力型 $NO_x$ 排放的基本原理[12]。节能型带式焙烧与主流带式焙烧工艺风箱 $NO_x$ 质量浓度实测值如图 8 所示。




1—节能型带式焙烧机；2—主流带式焙烧机。

**图 8　节能型带式焙烧与主流带式焙烧工艺风箱 $NO_x$ 质量浓度实测值**

**Fig. 8　Measured $NO_x$ mass concentration in windboxes of energy-efficient and conventional straight-grate processes**

由图 8 可知，$NO_x$ 生成基本是在焙烧段产生的，抽干段、预热段风箱烟气中的 $NO_x$ 应为焙烧段回热风带入。节能型带式焙烧机球团工艺焙烧段风箱烟气 $NO_x$ 质量浓度略低于主流带式焙烧机球团工艺。其主要原因：节能型带式焙烧机球团工艺，因冷却 1 段循环回焙烧热风温度较主流带式焙烧机球团工艺的冷却 1 段热风温度提高了约 100 ℃(如图 5 所示)，在将其热风加热至焙烧段所需约 1 250 ℃时，节能型带式焙烧机球团工艺的冷却 1 段回热风只需在火焰高温度停留更短时间，从而减少了热力型 $NO_x$ 的生成。

## 3　结论与展望

随着国内炼铁事业的发展，带式焙烧机球团工艺已成为高炉炼铁低碳生产的重要选择之一。创新型带式焙烧机球团工艺在能源利用效率、污染物减排及高效生产等方面效果明显，为实现炼铁双碳目标提供了重要技术路径。节能型带式焙烧机球团工艺实践为其进一步发展指明了方向：① 根据焙烧工艺流程所需温度，最大限度提升焙烧循环回用热风温度、减小燃气燃烧补热量，提升热利用效率。② 工程设计需精准，宜根据不同工艺段需求，准确匹配循环回用热风温度，避免因温度过高而大量兑入低温风量，或温度偏低而过度消耗燃料。③ 精准控制预热段循环用热风温度，确保预热段温度场平滑提升，避免出现温度场的快速跃升。④ 提高循环至焙烧段的热风温度，降低燃烧室火焰温度，有助于减少热力型 $NO_x$ 的生成量。

## 参考文献：

[1]　董齐,杨帅康,李欢,等. 带式焙烧机球团技术的应用与前景探析[J]. 中国设备工程,2025(10):247－249.
DONG Qi, YANG Shuaikang, LI Huan, et al. Application and prospect of pelletizing technology in belt roaster[J]. China Plant Engineering, 2025(10): 247－249.

[2]　张旦,杨金保,朱辛州. 高产稳产情况下的窑况控制[J]. 烧结球团,2012,37(5):32－35.
ZHANG Dan, YANG Jinbao, ZHU Xinzhou. Control of kiln performance in high output and stable production condition[J]. Sintering and Pelletizing, 2012, 37(5): 32－35.

[3]　孟建忠,党荣富. 包钢球团带式焙烧机由重油改烧混合煤气[J]. 烧结球团,1997,22(3):50－52.
MENG Jianzhong, DANG Rongfu. The belt roaster for pelletizing at Baotou Steel changed from heavy oil to mixed gas[J]. Sintering and Pelletizing, 1997, 22(3): 50－52.

[4]　周启贤. 包钢 162 $m^2$ 带式焙烧机工艺改造[J]. 包钢科技,1996,22(3):102－106.
ZHOU Qixian. Technological transformation of 162 $m^2$ belt roaster in Baotou Steel[J]. Science & Technology of Baotou Steel (Group) Corporation, 1996, 22(3): 102－106.

[5]　高春贵,马彦珍,史亚平,等. 包钢 162 $m^2$ 带式球团焙烧炉技术改造及生产实践[C]//2008 全国能源与热工学术年会论文集. 贵阳:中国金属学会能源与热工分会,2008:396－399.
GAO Chunggui, MA Yanzhen, SHI Yaping, et al. Technical upgrades and production practice of the

162 m² belt pelletizing furnace at Baotou Steel[C]// Proceedings of the 2008 National Conference on Energy andThermal Engineering. Guiyang: Energy and Thermal Engineering Branch of the Chinese Institute of Metals, 2008:396 – 399.

[6] 孙俊波,于淑娟. 鞍钢球团生产工艺的发展与高炉炉料结构的进步[J]. 鞍钢技术,2005(6):5 – 7.
SUN Junbo, YU Shujuan. Development of pellet production technique and BF burden structure in angang [J]. Angang Technology,2005(6):5 – 7.

[7] 李学曾,梁迪超. 鞍钢球团焙烧炉的技术改造与效果[J]. 烧结球团,1995,20(5):44 – 48.
LI Xuezeng,LIANG Dichao. Technical transformation and effect of pellet roaster in Angang[J]. Sintering and Pelletizing,1995,20(5):44 – 48.

[8] 张福明,张卫华,青格勒,等. 大型带式焙烧机球团技术装备设计与应用[J]. 烧结球团,2021,46(1):66 – 75.
ZHANG Fuming, ZHANG Weihua, QING Gele, et al. Design and application on pelletizing technologies and equipments in large-scale belt type roasting machine[J]. Sintering and Pelletizing,2021,46(1):66 – 75.

[9] 季文东,贾西明,赵俊峰,等. 大型带式焙烧机高产低耗技术的发展与应用[J]. 矿业工程,2019,17(6):30 – 33.
JI Wendong, JIA Ximing, ZHAO Junfeng, et al. Development and application of high production and low consumption technology for large-scale straight-grate induration machine[J]. Mining Engineering, 2019, 17(6):30 – 33.

[10] 殷瑞钰. 冶金流程集成理论与方法[M]. 北京:冶金工业出版社,2013.
YIN Ruiyu. Theory and method of metallurgical process integration[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2013.

[11] 胡长松. 首钢高炉新炉料结构下球团技术的探索与应用[J]. 中国冶金,2021,31(6):54 – 60.
HU Changsong. Exploration and application of pelletizing technology under new burden structure of blast furnace in Shougang[J]. China Metallurgy,2021,31(6):54 – 60.

[12] 叶恒棣,范晓慧. 烧结球团节能减排先进技术[M]. 北京:冶金工业出版社,2020.
YE Hengdi,FAN Xiaohui. Advanced technology of energy saving and emission reduction for sintering and pelletizing[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2020.

## 烧结之理——湘钢总工程师汤乐云30余年烧结之心法

【碳火第一】凡烧结之道，炭为先天之母。其质轻虚而性烈，入炉则化阳精，吐焰作轮囷状。每见炉膛炭火不足，纵有精矿亦如胶泥不凝。故老匠云："炭势既张，金石自熔。"

【风力第二】炉膛呼吸全凭风道。风弱则炭卧如死灰，风疾则火窜若惊龙。妙在调其冲和：风过炭层作飒飒声，恰如春涧鸣冰，此乃火候正宜之兆。近世巧者置风箱于悬处，以察气脉之通塞。

【水法第三】水之为用，其妙在隐。初洒矿料如蒙雾露，既蒸则为气脉穿行料隙。水多则淤塞风路，水寡则料燥飞烟。老匠尝观料面水光，以指弹试，得"润而不流"之诀。

【矿品第四】至若矿质优劣，譬若五谷之种。精矿如糯，其性绵而易化；贫矿如籼，需强火久攻。然炭火得法，风道周正，水气调和，则顽矿亦能点铁成金。

【结语】余观当代冶工，多惑于矿品计较，殊不知炭、风、水三者得宜，犹庖丁解牛，官知止而神欲行。天工妙理，尽在火候呼吸间耳。