

国家重点节能技术推广目录 (第六批)

国家发展和改革委员会

2013年12月

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
1	超低浓度煤矿乏风瓦斯氧化利用技术	煤炭行业	针对矿井乏风瓦斯风排量巨大、浓度低、难以利用的特点，以蓄热逆流氧化反应技术为基础，利用煤矿乏风瓦斯氧化床和热量回收设备，回收利用低浓度矿井乏风及瓦斯。	有稳定的乏风瓦斯气源，瓦斯浓度大于 0.3%	5 台 60000m ³ /h 乏风氧化装置	7000	10080	285314	<1	5	130000	21	115
2	皮带机变频能效系统技术	煤炭行业	通过安装在皮带机上的料流传感器和 PLC 智能网络系统，监测胶带上运送煤炭的情况，结合变频技术，实现多台电机运行时的功率平衡，最大程度降低皮带机的无功损耗，提高皮带输送机的整体运行效率。	矿山、煤炭、冶金、化工、建材、粮食、运输等行业的皮带输送机	200 万 t 产能煤矿用皮带输送机变频控制系统	300	12000	31680	<10	40	6000	30	79

*注：总投入指 2011—2015 年期间，推广率达到预计比例时，投入的资金总量。（下同）

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
3	大型供热机组双背压双转子互换循环水供热技术	电力行业 供热机组	供热工况运行时，机组使用动静叶片级数相对减少的高背压低压转子，凝汽器运行高背压（30 kPa～45kPa），排汽温度提高至 80℃左右，利用循环水供热；非采暖期，再将原设计的低压转子恢复，排汽背压恢复至 4.9kPa，机组全年综合运行效率得到了较大提高。	适合在供热负荷需求较大的地区使用	135MW 机组双背压双转子互换循环水供热技术改造	5875	48659	128460	6	10	150000	90	237
4	回转式空气预热器密封节能技术	电力行业 火力发电	利用转子热端径向自补偿间隙密封片和基于压力监测的自动漏风回收技术降低了空气预热器的漏风率，提高了锅炉系统的效率，降低了供电煤耗。	已安装回转式空气预热器的 300MW～1000MW 超临界、超超临界火力发电机组	2×640MW 火力发电机组的回转式空气预热器	500	5150	13596	5	10	10000	10	26

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
5	燃气轮机值班燃料替代技术	钢铁行业CCPP应用领域	通过对燃汽轮机燃烧系统的模拟，建立合理的燃烧模型，扩大了燃气轮机运行所需燃料热值的范围，利用高炉煤气替代焦炉煤气，减少了检修次数，提高了整体循环的效率，降低了氮、硫氧化物排放量。	钢铁企业已建的CCPP系统	3×50 MW 燃气—蒸汽联合循环发电系统	870	14704	38818	5	20	22781	47	124
6	冶金余热余压能量回收同轴机组应用技术	钢铁行业余热余压能量回收	煤气透平与电动机同轴驱动高炉鼓风机组技术 (BPRT)，是把高炉煤气的余压余热转化为机械能的节能装置。	400 m ³ ~5000m ³ 的干式或湿式中大型高炉系统	2座 1060m ³ 高炉余压系统改造	3000	27149	67682	30	50	100000	90	237
			烧结合余热能量回收驱动技术 (SHRT)，是利用烧结合余热产生的蒸汽驱动烧结合主抽风机，使烧结合余热汽轮机、烧结合主抽风机以及同步电动机同轴串联布置，形成烧结合余热与烧结合主抽风机能量回收三机组。	130m ² ~400m ² 冶金烧结合等中大型烧结合机	328m ² 烧结合机改造	5000	13824	36495	3	20	200000	40	105

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
7	高辐射覆层技术	钢铁行业	在蓄热体表面涂覆一层发射率高于基体的覆层，以提高蓄热体热吸收及热辐射效率，进而减少加热时间，降低排烟温度，提高热风炉入口风温，降低燃料消耗。	在已建或在建高炉热风炉、焦炉企业应用	5500m ³ 高炉 4 座热风炉和 2 座预热炉的格子砖改造	807	18777	49571	8	20	38900	65	143
		石化行业	利用高发射率节能材料，增加衬里反射辐射热和炉管吸收能力，提高加热炉的热利用率，减少燃料消耗。	化工加热炉	100 万 t/a 延迟焦化炉耐火衬里及管道	520	2700	7128	15	30	20000	11	29
8	粗铜自氧化还原精炼技术	有色金属行业铜冶炼	通过鼓入惰性气体搅拌粗铜液，创造反应动力学条件，增强粗铜液中自身氧和杂质接触机会，直接利用粗铜液中自身氧和杂质反应，达到一步脱杂除氧目的，取消了传统火法炼铜的氧化还原作业过程，实现了节能减排。	各种传统火法精炼炉	两台 630 吨大型阳极炉改造	1200	39393 (以年产 40 万吨阴极铜规模计)	100000 (以年产 40 万吨阴极铜规模计)	20 (年产 20 万吨阴极铜以上企业)	50 (年产 20 万吨阴极铜以上企业)	18750	54	143

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
9	新型蓄热竖罐还原炉炼镁技术	有色金属行业 镁冶炼	通过模块化还原炉体设计，研制出新型立式还原罐，实现了机械化装料、取镁和自动化排渣系统，降低了单位产品能耗。	利用皮江法炼镁的企业	年产 1 万 t 结晶镁	2463 (不含还原罐)	18000 (与蓄热横罐还原炉相比)	47520	<1	20	93594	68	215
10	石化企业能源平衡与优化调度技术	石化行业	采用能源产耗预测、能源管网模拟、能源多周期动态优化调度等核心技术实现石化企业多能源系统（燃料气、氢气、蒸汽、电力、水系统等）的优化调度和运行，提高能源管控一体化水平和能源利用效率。	企业具有 DCS 系统，主要能源计量数据传输到 DCS 系统	2000 万 t/a 原油炼制能力企业的 37 套装置及其能源系统优化改造	1500	10370	27376	10	30	225000	160	422

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
11	新型水泥预粉磨系统节能技术	建材行业 水泥生产线	采用料床粉磨原理，利用施加于磨辊的辊动及运行产生的剪切力，对料床中的物料产生高效碾磨，再通过后续的自流振动筛进行分级，使得进球磨机粒径控制在 2mm 以下，并对球磨机内部衬板、隔仓及分仓长度和研磨体级配进行了优化改进，从而有效降低系统粉磨电耗。	水泥生产线球磨机粉磨改造	年产 60 万 t 水泥粉磨生产线	280	1470	3880	<1	20	450000	80	211
12	浮法玻璃炉窑纯氧燃烧装备技术	建材行业 浮法玻璃生产线	开发了纯氧燃烧喷枪及其配套系统，实现燃烧产生的火焰温度呈梯度分布，辐射能力增加，燃烧更充分，传热效率提高，实现了产品单位能耗的降低。	有稳定氧气来源的浮法玻璃生产线	600t/d 浮法玻璃生产线	625	4200	11090	3	10	21000	13	33

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
13	建筑陶瓷薄型化节能技术	建材行业 陶瓷工业	大规格陶瓷薄板生产技术。采用特制的陶瓷薄板成型装备，包括双活塞大吨位压机，无模腔布料系统，小辊距辊道窑，高效薄板抛光磨边线等，通过控制原料配方组成和烧成制度来生产超薄陶瓷。在保证生坯强度的基础上，把砖坯的厚度降低到 3.5mm~5mm 左右，实现节材节能的目的。	适用于湿法制浆，喷雾干燥，半干压成型，辊道窑烧成的新建陶瓷砖生产线	年产薄型瓷质砖 100 万 m ²	1500	1962	5180	<1	10	190000	20	53
			超薄陶瓷砖工业化生产技术。通过控制原料配方组成和烧成制度来生产超薄陶瓷。在保证生坯强度的基础上，把砖坯的厚度降低到 4.5mm~6mm 左右。超薄砖由于薄，传热快而均匀，烧成温度和周期可以降低和缩短，这样就使烟气中的有害物质降低 20%-30%。生产超薄陶瓷使用的原料比原来减少 40%-60%，能源使用可以节约至少 30% 左右。	现有或新建陶瓷砖生产线	年产薄型陶瓷砖 800 万 m ²	500	10000	26400	<1	20	195000	100	264

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
14	全自动连续煮糖技术	轻工行业制糖工业	采用全自动连续煮糖罐代替现有间歇煮糖罐，连续煮糖罐内糖膏液位低，循环好，加热蒸汽压力低，减少了制糖过程的蒸汽用量，实现煮糖过程的连续化和自动化，解决我国糖厂间断煮糖生产波动大、不稳定的问题。	甘蔗糖厂或甜菜糖厂传统煮糖工艺改造	甘蔗糖厂 12000t/d 生产线	1820	6060	16000	2	40	100000	33	87
15	热泵的双级增焓提效技术	轻工行业民用及商用制热需求场所	将压缩过程从一次压缩分解为两次压缩，增加了闪蒸器和一级节流装置，通过减小每一级的压比，增加二级的冷媒吸气量，提高低温环境下的制热能力和高温环境下的制冷能力，从而解决低温制热能力差、高温制冷能效低的问题。	空调和空气能热水器	居民小区 432 套住宅热水器改造	346	560	1478	<1	5	780000	90	238

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
16	玻璃瓶罐轻量化生产技术	轻工行业 日用玻璃	优化玻璃配方，优化瓶型设计，提高窑炉自动化控制水平和精度，提高玻璃液熔化质量和均匀度，使用良好材质的玻璃模具和压吹法行列式制瓶机等降低相同容积（盛装量）玻璃瓶的重量，减少了原材料和能源消耗。	非承压型玻璃瓶罐生产	年产 10 万 t 轻量化酱油瓶	12000	5500	14520	3	20	400000	20	53
17	基于感应耦合的无极荧光照明技术	轻工行业 照明场所	根据电磁感应耦合放电原理，电磁场能量以感应方式耦合到灯泡内，使灯泡内的气体被击穿，形成等离子体，受激原子返回基态时，产生紫外线，激发灯泡内壁荧光粉发出可见光，相对于由电能变成热能再变成光能的传统发光原理，减少了热能损耗，并且灯泡显色性高，可替代高压钠灯或金卤灯，具有降低功率，节约电能的作用。	工矿、场馆、道路、隧道等领域的照明	8 条道路 共 5164 套用于新建道路照明的灯具	6800	990	2614	3	10	550000	180	475

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
18	超低浴比高温高压纱线染色机节能染整装备技术	纺织行业 印染行业 纱线、棉纱、羊毛、化纤、等 织物染色	研发设计超低浴比高温高压纱线染色机，采用离心泵和轴流泵的三级叶轮泵和短流程冲击式脉流染色技术，实现超低浴比（1:3）高效率染色，节省热水，节约了加热用蒸汽，解决了传统染色机浴比大、能耗高、排放大等问题。	纱线染色机改造	31 台超低浴比（1:8 以上） 高温高压纱线染色机技术改造	3410	14300	37750	1	15	90000	150	400
19	磁悬浮离心式鼓风机技术	通用机械 行业 污水处理	将鼓风机叶轮直接安装在电机轴延伸端上，转子垂直悬浮于主动式磁性轴承控制器上，不需要增速器及联轴器，实现由高速电机直接驱动，由变频器来调速的单级高速离心式鼓风机，减少机械损耗，提高风机效率，节约电能。	石油石化、 化工、环 保、冶金、 纺织、污 水处理 的行业等 涉及新建 或改造 鼓风机	污水站 8 台磁 悬浮离 心式鼓 风机改 造	350	857	2260	<1	5	100000	26	69

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
20	两级喷油高效螺杆空气压缩机节能技术	通用机械行业空气压缩机领域	采用两级压缩，一方面降低了每一级的压缩比，提高了容积效率，另一方面油气混合物在一级排气进入二级吸气前，可充分混合，起到级间冷却的作用，进而提高了压缩机的能效。	新建空气压缩机	1台 250kW 压缩机改造	52	126	332	<1	6	140000	120	317
21	变频优化控制系统节能技术	电力、冶金、机械等行业	根据计算机模糊控制理论，自动适时监测电机、变频器和负载的运行情况，并根据专家库系统进行运行寻优，使三者达到最佳匹配，达到节电和减少谐波污染的效果。	已安装变频装置的风机、水泵系统	煤化工锅炉系统5台风机，总功率1900kW	500	700	1848	5	10	21340	11	29

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
22	节能铜包铝管母线技术	通用机械行业 电网、石油、化工、矿山、冶炼、钢铁、水泥等所有需要电能的用户	根据不同导体集肤效应不同，将原有铜排或铜管母线制作成铜包铝管结构，管子外侧是集肤效应强的铜，内侧是集肤效应小的铝，一方面节约了铜材；另一方面，实现电流的合理分布，降低母线的阻抗，减少了线损。	额定电压 1kV~35kV 挤包绝缘 电力电缆及附件	2900m 铜包铝管母线改造	960	1098	2898	10	30	200000	30	79
23	智能真空渗碳淬火技术	通用机械行业 齿轮、轴承、轴等机械零件的渗碳及淬火等热处理工艺	把信息化和自动化智能控制引入真空渗碳工艺，实现自动检测和精细化控制，提高了工件渗碳品质，减少了热能及辅料的添加。	有渗碳热处理工艺需求的企业应用	装炉量 150kg~200kg 真空渗碳设备炉	30	29	388	<1	15	54000	10	26
24	锅炉燃烧温度测控及性能优化系统技术	通用机械行业	锅炉在线监测装置及经济运行系统以先进的监测技术和设备准确采集相关数据，以煤-风-温度的合理匹配为基础，优化锅炉燃烧，提高锅炉效率，降低锅炉煤耗。	各种负荷的燃煤发电机组	2×300 MW 机组	492	4100	10824	<1	10	30000	28	74

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
25	分布式能源冷热电联供技术	建筑行业 大型楼宇 建筑	用能建筑就近建设能源站，采用天然气作为主要能源发电，发电机产生的高温烟气通过换热器及吸收式制冷机给建筑物供热（冷），从而实现能源梯级利用，综合能源利用率最高可达85%，同时可减少NO _x 、SO ₂ 等污染物的排放。	1. 有较为稳定的冷热负荷及电负荷； 2. 有稳定可靠的天然气供应； 3. 有相应的场地可供建设	15.1 万 m ² 的建筑物热电联供	5550	1302	3437	<1	10 (大型商用建筑)	150000	96	253
26	基于实际运行数据的冷热源设备智能优化控制技术	建筑行业	采用人工智能神经网络技术，基于历史数据和实时数据，使用神经网络算法建立能耗设备在不同的干扰量下的非线性动态模型，在保证系统正常运行，并满足负荷要求、空气质量等级要求下，对系统实时监控和动态调节，合理分配能源，提高耗能设备的能源利用效率。	大型公共建筑的节能改造	15.8 万 m ² 商业建筑的中央空调系统及换热站改造	110	320	845	<1	10	300000	32	84

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
27	分布式水泵供热系统节能技术	建筑行业 建筑供热	分别在锅炉房内设一级主循环泵，在各换热站设二次循环泵，结合气候补偿器提供的数据，对供热系统运行的水力曲线进行实时调整，减少一级主循环泵的输送能耗，同时有效降低锅炉的运行压力，确保系统的优化运行，满足在不同工况下的运行调节要求。	区域燃煤锅炉房集中供热系统改造	供热面积 111.3 万 m ³ 的 燃煤锅炉 热力系统 改造	115	1277	3371	<1	10	112500	100	264
28	基于人体热源的室内智能控制节能技术	建筑行业	采用基于人体热源侦测技术的智慧管理及自动控制技术对建筑单元内照明、插座及空调实施基于节能理念的自动控制。控制组件包括控制器、数码控制面板、红外控制器、人体侦测/照度传感器、温湿度传感器等。	对于新建建筑采用有线方式；对于既有建筑宜采用无线控制方式	建筑面积 15196m ²	65.8	110	290	<1	10	40000	142	375

国家重点节能技术推广目录（第六批）

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目					目前推广比例 (%)	预计 2015 年			
				适用的技术条件	建设规模	投资额 (万元)	节能量 (tce/a)	减排量 (tCO ₂ /a)		该技术在行业内的推广比例 (%)	总投入* (万元)	节能能力 (万tce/a)	碳减排能力 (万tCO ₂)
29	通信用耐高温型阀控式密封电池节能技术	通信行业	集成耐腐蚀的三元合金及晶界工程技术、氢氧辅助复合技术和独创的耐高温刚性高分子 ABS 材料技术，研发的耐高温型阀控式密封电池额定工作温度由 25℃ 提高到 35℃。因此，可将基站空调启动温度设定值提高 10℃，大幅降低空调运行时间，减少空调电耗。	全年平均温度高于 25℃ 的室内基站；最高温度不超过 75℃ 的户外基站	C 网通信基站，基站功率 3000 kW ~ 5000kW	1.8	1.4	3.8	<1	20	500000	60	158

重点推广节能技术报告
(第六批)

目 录

1 超低浓度煤矿乏风瓦斯氧化利用技术	1
2 皮带机变频能效系统技术	4
3 大型供热机组双背压双转子互换循环水供热技术	7
4 回转式空气预热器密封节能技术	10
5 燃气轮机值班燃料替代技术	13
6-1 冶金余热余压能量回收同轴机组应用技术（一）	17
6-2 冶金余热余压能量回收同轴机组应用技术（二）	21
7-1 高辐射覆层技术（一）	24
7-2 高辐射覆层技术（二）	27
8 粗铜自氧化还原精炼技术	30
9 新型蓄热竖罐还原炉炼镁技术	33
10 石化企业能源平衡与优化调度技术	36
11 新型水泥预粉磨系统节能技术	39
12 浮法玻璃炉窑纯氧燃烧装备技术	42
13-1 建筑陶瓷薄型化节能技术（一）	45
13-2 建筑陶瓷薄型化节能技术（二）	48
14 全自动连续煮糖技术	50
15 热泵的双级增焓提效技术	52
16 玻璃瓶罐轻量化生产技术	56
17 基于感应耦合的无极荧光照明技术	59
18 超低浴比高温高压纱线染色机节能染整装备技术	62
19 磁悬浮离心式鼓风机技术	66
20 两级喷油高效螺杆空气压缩机节能技术	69
21 变频优化控制系统节能技术	72
22 节能铜包铝管母线技术	74
23 智能真空渗碳淬火技术	77
24 锅炉燃烧温度测控及性能优化系统技术	80
25 分布式能源冷热电联供技术	83
26 基于实际运行数据的冷热源设备智能优化控制技术	86
27 分布式水泵供热系统节能技术	89
28 基于人体热源的室内智能控制节能技术	92
29 通信用耐高温型阀控式密封电池节能技术	95

1 超低浓度煤矿乏风瓦斯氧化利用技术

一、**技术名称：**超低浓度煤矿乏风瓦斯氧化利用技术

二、**所属领域及适用范围：**煤炭行业 乏风、超低浓度瓦斯以及垃圾填埋场等排出的低浓度甲烷或其它挥发性有机化合物

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

煤矿通风瓦斯俗称“乏风”，所含甲烷浓度在 0.75%以下。据统计，我国煤矿每年排放的甲烷中，矿井乏风占 80%左右，约为 150 亿 m^3 ，其产生的温室气体效应约为 2 亿 tCO_2 当量。乏风回收利用的技术问题一直没有得到很好的解决，大量乏风直接排放不仅浪费了能源，而且对环境也会产生不容忽视的影响。

四、**技术内容**

1. 技术原理

该技术采用逆流氧化反应技术（不添加催化剂）对煤矿乏风中的甲烷进行氧化反应处理，也可将低浓度抽排瓦斯兑入乏风中一并氧化处理，提高乏风的利用效率。氧化装置主要由固定式逆流氧化床和控制系统两部分构成。通过排气蓄热、进气预热、进排气交换逆循环，实现通风瓦斯周期性自热氧化反应。同时，通过采用适合在周期性双向逆流冷、热交变状态下稳定可靠提取氧化床内氧化热量的蒸汽锅炉系统，产生饱和蒸汽用于制热或产生过热蒸汽发电。

2. 关键技术

- (1) 蜂窝陶瓷组合式大尺度立式氧化床技术；
- (2) 瓦斯氧化热量提取技术；
- (3) 乏风瓦斯浓度调节技术；
- (4) 乏风流量分配技术；
- (5) 大通径整体式角行程乏风气体换向技术；
- (6) 氧化床温度场准稳态控制技术。

3. 工艺流程

将煤矿抽排瓦斯口排出的抽排瓦斯、煤矿回风井排出的乏风相混合，达到乏风氧化装置所需的乏风浓度，乏风中的甲烷在乏风氧化装置内发生氧化反应并放出热量，反应后的气体从乏风氧化装置的排风口直接排出，产出的废气成份主要为二氧化碳和水。甲烷氧化放出的热量经过取热系统取热，用于供热或者发电。具体工艺流程见图 1，氧化

床原理见图 2。

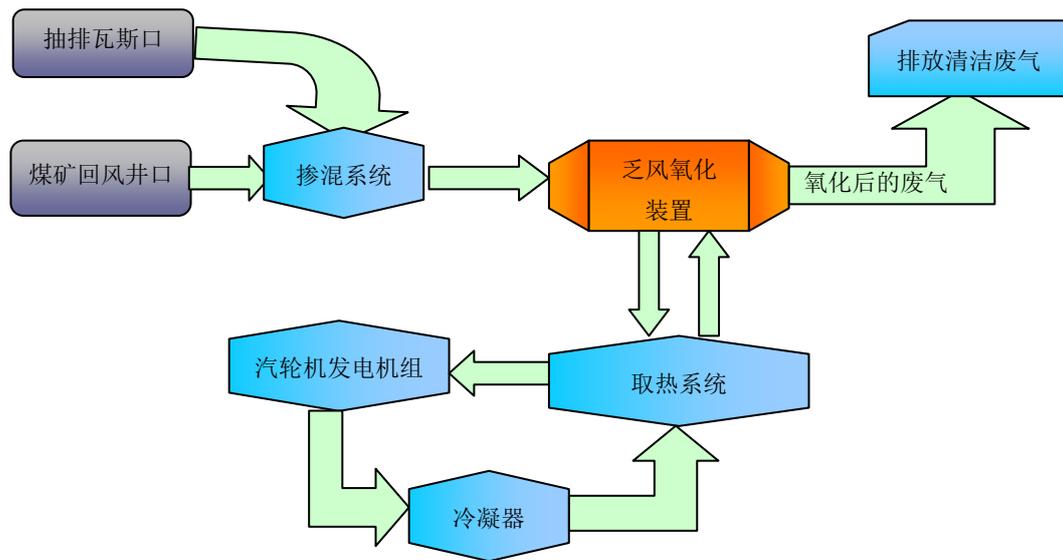


图 1 超低浓度煤矿乏风瓦斯氧化工艺流程图

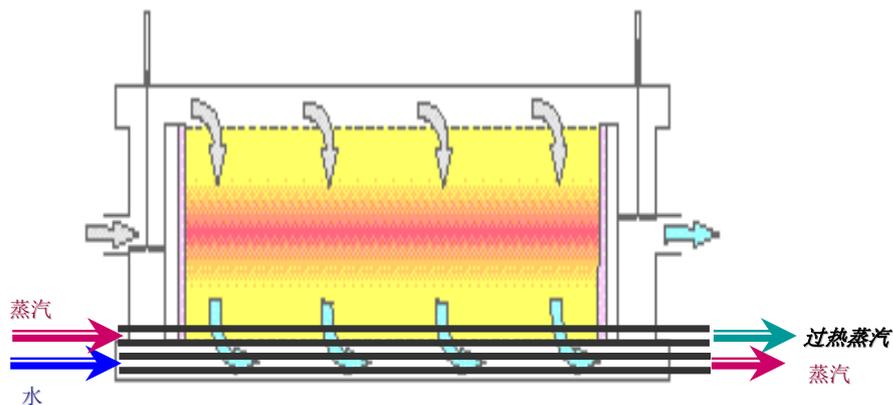


图 2 乏风氧化床原理简图

五、主要技术指标

1. 单台热逆流氧化装置处理煤矿乏风能力可达 $60000\text{m}^3/\text{h}$;
2. 稳定运行的最低瓦斯浓度 0.3% ;
3. 甲烷氧化率 $\geq 97\%$;
4. 进出口气体温差 $\leq 40^\circ\text{C}$;
5. 能够产生过热蒸汽，过热蒸汽的压力 $\geq 2.5\text{MPa}$ ，温度 $\geq 400^\circ\text{C}$ ，压力和温度波动幅度 $\leq \pm 5\%$ ；或者能够产生饱和蒸汽，饱和蒸汽的压力 $\geq 0.8\text{MPa}$ ，温度 $\geq 170^\circ\text{C}$ ，压力和温度波动幅度 $\leq \pm 5\%$;
6. 瓦斯浓度调节绝对精度为 0.1% 。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术在研发过程中共获得发明专利 6 项，实用新型专利 13 项。2010 年 11 月 27

日，“40000m³/h 立式煤矿乏风瓦斯氧化装置”项目通过了由中国煤炭工业协会组织的技术鉴定。2012 年，“煤矿乏风瓦斯氧化利用关键技术与设备开发”通过了国家“863 计划”课题验收。

2010 年，40000m³/h 乏风氧化装置在冀中能源集团邯郸矿业集团有限公司下属的陶二煤矿进行了长达 8 个月的工业示范性运行。2012 年上半年，60000m³/h 乏风氧化装置在邯矿集团下属煤矿进行了为期三个月的试运行，并成功制取了稳定的过热蒸汽，可以配套汽轮机发电。这些示范项目的成功运行，表明了目前国内乏风氧化装置的技术已经基本成熟，可以进行推广应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：邯郸矿业集团有限公司、邯郸矿业集团有限公司等。

典型案例 1

案例名称：邯郸矿业集团有限公司聚隆煤矿 60000m³/h 乏风氧化装置示范运行项目

建设规模：5 台 60000m³/h 乏风氧化装置。建设条件：甲烷浓度在 6%~8%，抽排站抽排量在 20000m³/h 左右的瓦斯抽排站，且煤矿能提供洁净水源，符合建设乏风氧化装置的条件。主要技改内容：建设厂房、蓄水池、瓦斯输送管路。主要设备为 60000m³/h 乏风氧化装置、风机、水泵、汽包等。技改投资额 7000 万元，建设期 1.5 年。年节能量 10080tce，年减排量 285314tCO₂。年节能经济效益为 1319 万元（考虑 CDM 收益，经济效益为 2998 万元），减排成本为 245.34 元/t，投资回收期 5.3 年（考虑 CDM 收益，投资回收期为 2 年）。

八、推广前景和节能减排潜力

该技术到2015年预期推广比例为5%，可形成的年节能能力为21万tce，年碳减排能力为115万tCO₂。

2 皮带机变频能效系统技术

一、**技术名称：**皮带机变频能效系统技术

二、**所属领域及适用范围：**煤炭行业 矿山电气自动化

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

在大中型煤矿企业的生产中，需要大量使用皮带运输机（以下简称皮带机）来完成煤炭的输送。传统运输控制方法是以中央控制器PLC通过变频器控制各条皮带机的启停顺序，当皮带机达到额定带速后，变频器会失去对电动机的控制作用，皮带机将按照设计带速恒速运行，从而在空载、轻载等情况下造成电能的浪费。

目前国内大型矿业集团的吨煤生产综合耗电量约为40kWh（最高达80kWh），选煤耗电量约为8kWh/t，中小型矿业集团受资源条件和生产设备的限制，能耗更高。

四、**技术内容**

1. 技术原理

皮带变频能效系统在胶带输送机上安装料流传感器，通过PLC网络系统智能检测和计算胶带上运送煤炭的情况，并与变频器相配合，实现皮带机的节能运行，最大程度地降低皮带机的无功损耗，提高皮带输送机的整体运行效率。该能效系统是集保护与节能控制于一体的电控系统，将控制系统、保护系统、通讯系统和视频监控系统融合到一起，构成一个完整的操作、调度、保护及监视网络，通过多级驱动功率平衡技术，保证多台电机运行时出力一致，实现对整个运输系统的优化运行控制。

2. 关键技术

- (1) PLC 网络系统智能检测和计算、整个运输系统的优化控制；
- (2) 变频多机拖动功率平衡及多条皮带协调；
- (3) 地面到井下多条皮带及远距离协调连动实现“煤多快转，煤少慢转”、“顺煤流起车”、“有煤开车，无煤停车”。

3. 工艺流程

皮带机变频能效系统工艺流程见图 1。

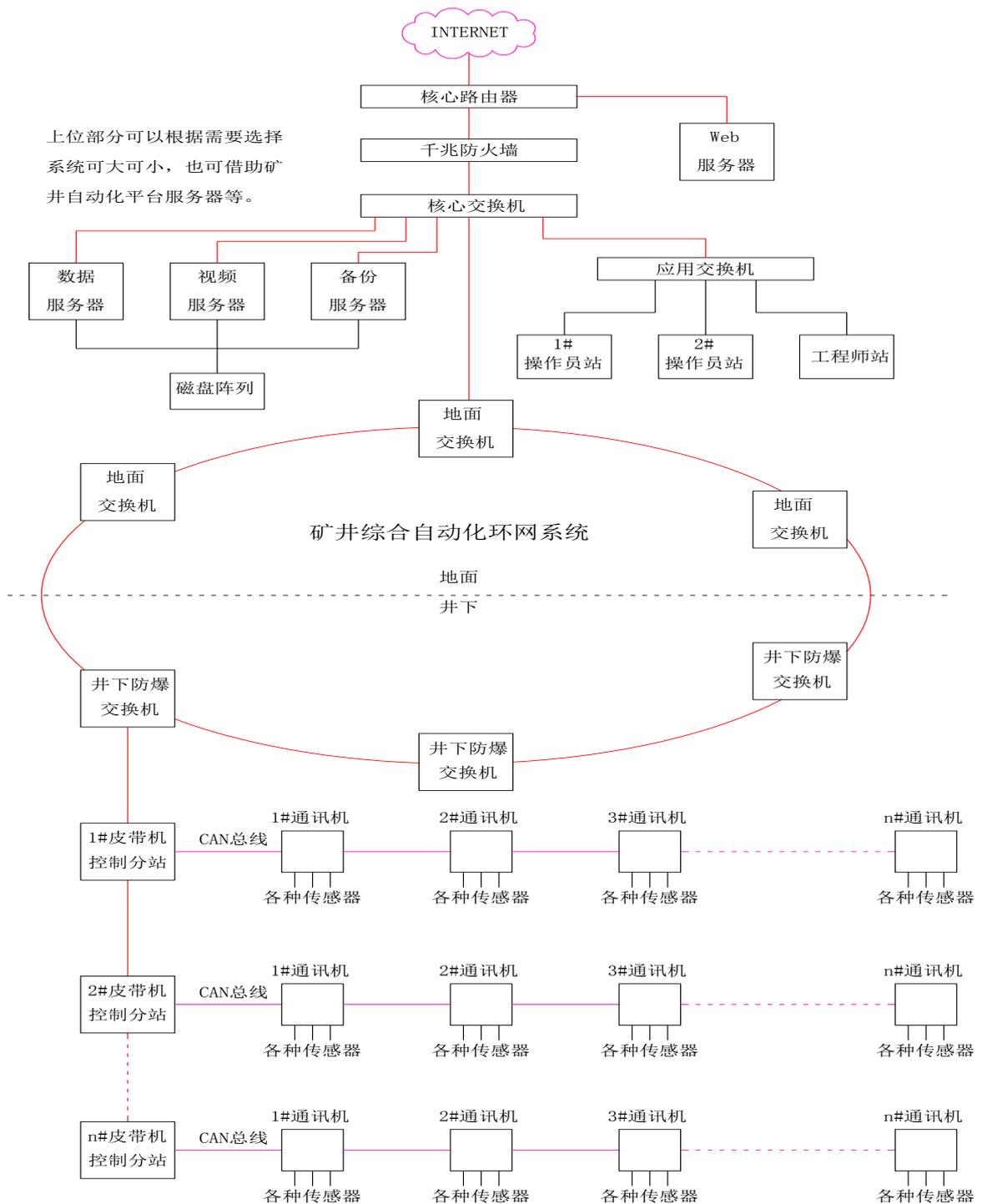


图 1 皮带机变频能效系统工艺流程图

五、主要技术指标

1. 具有过负载能力，能在 150%额定输出下维持 1 分钟；
2. 变频器零速运行时，变频的启动转矩大于 1.5 倍额定转矩；
3. 在 20%~100%的负载变化情况内达到或超过 0.95 的功率因数，并且电流谐波少，无需功率因数补偿/谐波抑制装置；

4. 内置功率平衡调节，可与各类变送器形成闭环控制系统；

5. 变频器可以采用就地起动、停止控制方式，也可以利用 PLC 或外部其他设备进行远程控制；通过通讯（RS485、Modbus、Profibus），可同时控制 32 台变频器主机，从机可更多。

六、技术应用及产业化情况

目前，变频器已经在煤矿行业中得到广泛的应用，尤其是在主扇风机、局扇风机、提升机、压风机、渣浆泵等负载，其节能效果显著。但在皮带机领域将变频调速、信息化技术、自动化技术相结合，最终实现皮带机的低能耗运行的技术，目前并未得到大范围应用。皮带机变频能效系统在借鉴国外先进技术的基础上，整合了相关领域的技术，开发出自动化程度高，安全可靠的皮带输送系统，可在煤炭、冶金、电力、化工、建材等众多领域广泛应用，具有较大的节能潜力。

七、典型用户及投资效益

典型用户：陕西崔家沟煤矿、山西沁城煤矿、吉林通化八宝煤矿。

典型案例 1

案例名称：陕西崔家沟煤矿项目

建设规模：200 万 t 产能。主要技改内容：主运皮带(一条)能效优化。主要设备为皮带机变频系统等。技改投资额 300 万元，建设期 1 个月。年节能量 12000tce（设备寿命 20 年），年减排量 31680tCO₂。年节能经济效益为 150 万元，投资回收期 2 年。

典型案例 2

案例名称：吉林通化八宝煤矿项目

建设规模：300 万 t 产能。主要技改内容：主运皮带(一条)能效优化。主要设备为皮带机变频系统等。技改投资额 350 万元，建设期 1 个月。年节能量 13100tce，年减排量 34584tCO₂。年节能经济效益为 146 万元，投资回收期约 2 年。

八、推广前景和节能减排潜力

皮带机变频能效系统具有提高生产效率、调速节能、降低事故率、减少故障处理时间、减少现场操作人员等优点，与 CST（可控启动装置）相比，避免了油污染环境，降低起动冲击延长设备寿命，具有较好的节能经济效益。2015 年预期可在矿山皮带机中推广 40%，形成的年节能能力约为 30 万 tce，年碳减排能力 79 万 tCO₂。

3 大型供热机组双背压双转子互换循环水供热技术

一、**技术名称：**大型供热机组双背压双转子互换循环水供热技术

二、**所属领域及适用范围：**电力行业 供热机组

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

低真空供热是我国城镇一种效率较高的供热方式。目前，国内低真空循环水供热改造工作基本停留在对低压转子和对应的隔板进行一次性改造上，没有改变供热季效益非常好而非供热季效益非常差的两极分化的局面。而通过对低压缸进行高背压改造实现机组低真空运行、循环水供热的技术，虽然在供热期内低真空循环水供热工况汽轮机排汽余热全部被利用，冷源损失降低为零，能够获得最大节能经济效益，但在非采暖期，纯凝运行工况下机组热耗率要高于纯凝工况，且机组出力不足，从而造成机组改造后全年综合经济效益指标没有明显改善。

四、**技术内容**

1. 技术原理

利用双背压双转子互换循环水供热技术，汽轮机在供热工况运行时，使用新设计的动静叶片级数相对减少的高背压低压转子，使凝汽器运行于高背压（30kPa~45kPa）条件下，对应排汽温度可提高至 80℃左右，利用循环水供热；而在非采暖期，再复装原低压转子，排汽背压恢复至 4.9kPa，机组完全恢复至原纯凝正常背压运行工况。机组全年综合经济效益指标得到明显改善。

2. 关键技术

（1）低压缸通流部分进行优化设计改造，主要包括：新低压转子采用的先进设计技术，低压整锻转子，全部 2×4 级隔板设计，三维扭叶片设计的低压转子动叶片，新型低压转子轴封设计等；

（2）中低压缸联轴器、低压缸和发电机联轴器液压螺栓改造；

（3）中低压缸连通管供热抽汽改造；

（4）低压转子轴封优化设计；

（5）中低、低发联轴器液压螺栓改造；

（6）凝汽器部分优化改造，主要包括：新型蜗壳形状水室，凝汽器热补偿设计等。

3. 工艺流程

在采暖供热期间，机组高背压工况运行，机组纯凝工况下所需要的冷水塔及循环水

泵退出运行，将凝汽器的循环水系统切换至热网循环泵建立起来的热水管网循环水回路，形成新的“热-水”交换系统。循环水回路切换完成后，进入凝汽器的水流量降至 6000t/h~9000t/h，凝汽器背压由 5kPa~7kPa 左右升至 30kPa~45kPa，低压缸排汽温度由 30℃~40℃升至 69℃~78℃（背压对应的饱和温度）。经过凝汽器的第一次加热，热网循环水回水温度由 60℃提升至 66℃~75℃（凝汽器端差 3℃），然后经热网循环泵升压后送入首站热网加热器，将热网供水温度进一步加热至 85℃~90℃后供向一次热网。具体工艺流程见图 1，双转子简图见图 2。

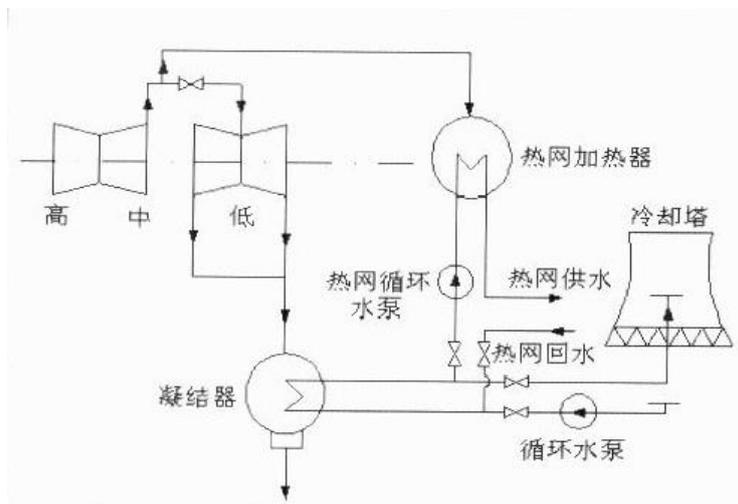


图 1 双背压双转子互换循环水供热工艺流程图



图 2 双转子示意图

五、主要技术指标

135MW 热电联产机组，综合全年供热、纯凝加权平均发电煤耗可达 266.3g/kWh。

六、技术应用现状及产业化情况

2012 年，华电国际十里泉发电厂#5 汽轮机高背压供热改造项目通过了山东电力研究院的性能考核试验，该技术目前已经在华电国际十里泉电厂 5 号机组、华电章丘发电有限公司 2 号机组、华电青岛发电有限公司 2 号机组等进行了应用，具有较好的节能减排效益。

七、典型用户及投资效益

典型用户：华电国际十里泉发电厂、华电章丘发电有限公司。

典型案例 1

案例名称：华电国际十里泉电厂#5 机组双背压双转子互换供热改造

建设规模：135MW 机组。建设条件：年供热量不小于 160 万 GJ，循环水流量不低于 6000t/h。主要技改内容：低压通流部分改造、联通管打孔抽汽供热改造和凝汽器改造等。主要设备为低压缸 2×4 转子和隔板部件、加强型凝汽器、两台 1100m² 换热器等。技改投资额 5875 万元，建设期 2 个月。年节能量 48659 tce，年碳减排量 128460tCO₂。年节能经济效益 2670 万元，投资回收期约 2 年。

典型案例 2

案例名称：华电章丘发电有限责任公司 135MW 机组双背压双转子互换循环水供热技术改造

建设规模：135MW 机组。建设条件：年供热量不小于 160 万 GJ，循环水流量不低于 6000t/h，主要技改内容：低压通流部分改造、联通管打孔抽汽供热改造和凝汽器改造等。主要设备为低压缸 2×4 转子和隔板部件、加强型凝汽器、两台 1100m² 换热器等。技改投资额 4217 万元，建设期 2 个月。年节能量 45000tce，年碳减排量 220000tCO₂。年节能经济效益 2219 万元，投资回收期约 2 年。

八、推广前景和节能减排潜力

该技术主要适合供热热负荷稳定且供热规模较大的 100MW~300MW 热电联产机组。预计至 2015 年，在热电联产行业的推广比例可达 10%（约 30 台），累计投入约 15 亿元，形成的年节能能力约为 90 万 tce，年减排能力约 237 万 tCO₂。

4 回转式空气预热器密封节能技术

一、技术名称：回转式空气预热器密封节能技术

二、所属领域及适用范围：火力发电 300MW 以上锅炉机组的回转式空气预热器

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

目前,我国 300 MW 及以上的火力发电机组共计 1000 多台,总装机容量约为 147030MW,空气预热器的平均漏风率在 6%~10%,且使用寿命相对较短。如果频繁更换密封装置,会降低电厂年利用小时数,影响发电厂的总体效率。

四、技术内容

1. 技术原理

(1) 改进“堵”的方式：由于空气预热器转子蘑菇状热变形,造成热端变形密封间隙增大。采用自补偿径向密封片的方式,可以达到密封间隙趋于零,实现扇形板与密封片的非接触式密封,是可靠、稳定的自密封新技术。

(2) 采用回收系统：空气预热器设备同时串联在锅炉的烟、风系统中,在空气侧与烟气侧压差的作用下,空气向烟气侧泄漏。空气预热器密封回收系统技术在预热器内部建立立体密封机构,泄漏风被设备外回收装置全部回收,进入烟道的泄漏空气几乎为零。

(3) 自动化控制：密封回收自动控制系统通过对进、出口烟气压力的检测,经过控制逻辑处理,通过各入口风门开度的调整,自动调整各部位的漏风回收量。因此,密封回收系统能够做到无论锅炉负荷如何变化,其设备漏风率始终控制在设定范围内。

2. 关键技术

(1) 转子热端径向自补偿间隙密封片；

(2) 泄漏风回收系统；

(3) 对回转式空气预热器泄漏风的密封与疏导区域进行一体化设计,形成独特、完整的控制系统。

3. 工艺流程

回转式空气预热器密封节能技术工艺流程见图 1,关键设备简图见图 2 和图 3。

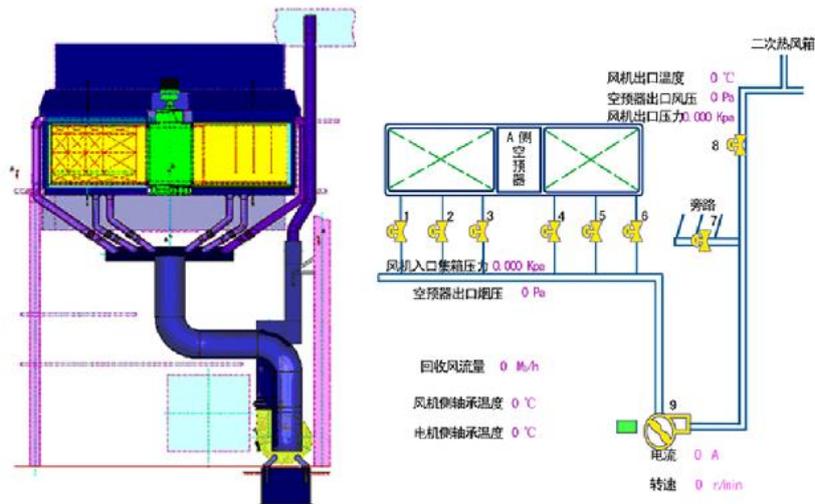


图1 回转式空气预热器密封节能技术工艺流程

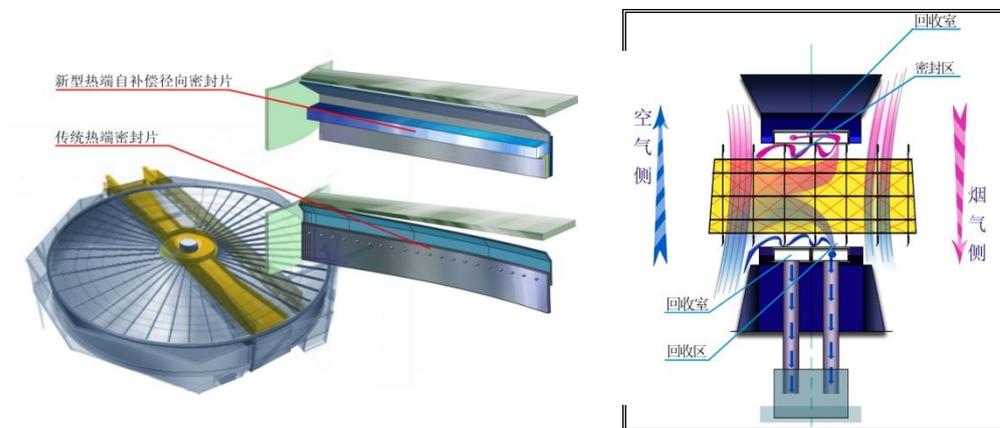


图2 内部径向补偿间隙密封片示意

图3 漏风回收系统简图

五、主要技术指标

1. 无论锅炉负荷如何变化，回转式空预器漏风率始终保持在 1.5%~3.5% 范围内；
2. 产品设计寿命不低于 15 年，其可靠性和稳定性能满足锅炉长期运行的要求；
3. 自动化投用率 100%，且在不停炉条件下能够维修、更换元件。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术已获得 2 项国家发明专利和 1 项实用新型专利，并于 2013 年 1 月通过了中国电机工程学会组织的科学技术成果鉴定。目前，该系统已在全国 19 家大型火电厂推广应用 21 台（套），节能效果显著，具有很好的节能经济效益。

七、典型用户及投资效益

典型用户：阜阳华润电力有限公司、华润电力（菏泽）有限公司、中电投河南电力有限公司开封发电分公司等。

典型案例 1

案例名称：阜阳华润电力有限公司 640MW 锅炉机组空气预热器密封回收系统技术改

造项目

建设规模：#2 机组进行空气预热器密封回收系统技术改造。主要技改内容：治理空气预热器热风泄漏，主要设备为扇形板、自补偿径向密封片、变频风机及控制柜、压力变送器、流量测量仪。技改投资额 500 万元，建设期 4 个月（其中安装周期 45 天）。年节能量 5150tce, 年碳减排量 13596tCO₂。年节能经济效益 246 万元，投资回收期约 2 年。

典型案例 2

案例名称：中电投河南电力有限公司开封发电分公司#1 600MW 锅炉烟气脱硝工程配套空气预热器回收式密封系统改造。

建设规模：1#机组进行空气预热器密封回收系统技术改造。主要技改内容：治理空气预热器热风泄漏，主要设备为扇形板、自补偿径向密封片、变频风机及控制柜、压力变送器、流量测量仪、动力及计算机电缆。技改投资额 650 万元，建设期 5 个月（其中安装周期 60 天）。年节能量 6180tce, 年碳减排量 16315tCO₂，年节能经济效益 314 万元，投资回收期约 2 年。

八、推广前景和节能减排潜力

预计 2015 年，在全行业推广比例可达 10%，形成年节能能力约 10 万 tce，碳减排能力约为 26 万 tCO₂。

5 燃气轮机值班燃料替代技术

一、技术名称：燃气轮机值班燃料替代技术

二、所属领域及适用范围：钢铁行业 CCPP 应用领域

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

近年来，燃气-蒸汽联合循环发电机组（CCPP）在钢铁企业得到广泛的应用。通过燃用中、低热值煤气（以高炉煤气为主，掺入部分焦炉煤气和转炉煤气），将副产放散的工业煤气转化为电能，具有显著的高效节能和环保效果。

目前，国内钢铁企业在运的 50MW 级别燃气-蒸汽联合循环发电机组（CCPP）的热电转化效率普遍较低，其中 GE50MW 级别机组热电转化效率约 30%，三菱 50MW 级别机组热电转化效率约 37.6%。国内大部分企业在运的机组效率还不能达到以上标准。

CCPP 对燃料热值及质量要求较高，不能单独使用低热值的高炉煤气作为燃料，必须掺烧热值相对较高的焦炉煤气或转炉煤气。一方面，焦炉煤气价格远高于高炉煤气，造成燃料成本居高不下。一般情况下，装机 50MW 的燃气轮机，作为值班燃料的焦炉煤气平均消耗量约为 $1000 \text{ m}^3/\text{h} \sim 1200 \text{ m}^3/\text{h}$ ，如果年运行小时按 8000h 计算，每年值班燃料消耗量约为 800 万 $\text{m}^3 \sim 960 \text{ 万 m}^3$ ，造成优质能源的大量浪费；另一方面，焦炉煤气由于其自身特性，品质难以达到燃气轮机的燃料规范，很容易致使燃气轮机排气 SO_2 超标，不仅达不到环保要求，而且会引起余热锅炉烟道酸露腐蚀，出现频繁爆管的现象。

四、技术内容

1. 技术原理

该技术通过对燃气轮机燃烧室流体预混、扩散燃烧进行研究，建立燃烧计算模型，模拟燃烧室工况，调整过量空气系数，按《燃气轮机排放标准》计算燃料更改后燃烧室燃烧温度，确保最佳过量空气系数，降低燃烧温度以及 NO_x 、 SO_2 的生成量；同时，通过焦炉煤气（COG）及高炉煤气（BFG）联动逻辑系统研究，将值班燃料切换过程中及切换后的燃烧波动偏差控制在合理范围之内，实现对热值范围的相应修改，增强燃气轮机对燃料的适应性，增加高炉煤气用量，提高联合循环发电机组出力。在极限工况下，如燃气轮机负荷小于 5MW，热值低于 $2990 \text{ kJ}/\text{Nm}^3\text{-wet}$ ，大气温度低于 -12°C 等情况下，需增加相应保护连锁，防止回火、熄火等事故发生，保证安全运行。

2. 关键技术

- (1) 基于燃烧及流场分析的建模技术；
- (2) 燃气轮机燃烧稳定技术；
- (3) 燃气轮机低氮燃烧技术；
- (4) 焦炉煤气 (COG) 及高炉煤气 (BFG) 联动系统技术；
- (5) 变几何低氮燃烧技术；
- (6) 燃烧室压力波动及加速度监测技术。

3. 工艺流程

燃气轮机值班燃料替代技术的工艺流程见图 1 和图 2。

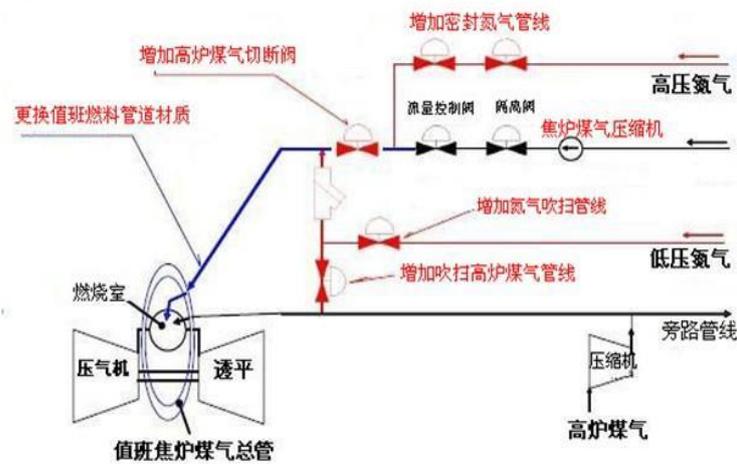


图 1 燃气轮机值班燃料替代技术工艺流程图

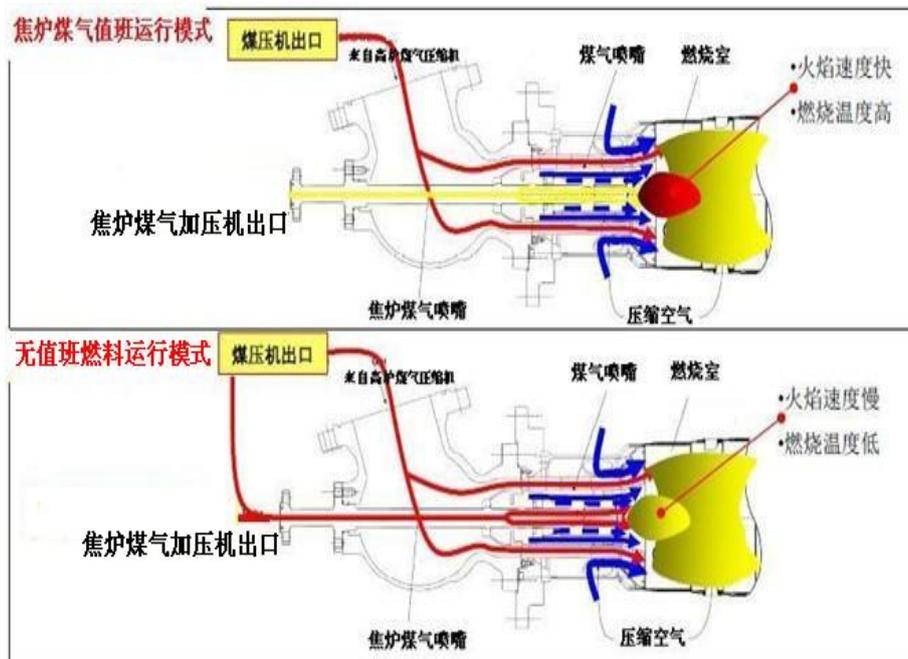


图 2 值班燃料替代技术与焦炉煤气值班运行对比图

五、主要技术指标

按单套 50MW 联合循环 CCPP 计算：

1. 联合循环效率提高 0.5%，增加发电量 1200 万 kWh；
2. 提高了燃气轮机燃料热值允许范围，从 3090~3650 kJ/Nm³-Wet 改为 2890~3770 kJ/Nm³-Wet；
3. 平均减少燃气轮机非计划停机 60 次/年，年利用小时数超过 8000h。

六、技术应用及产业化情况

该技术获得国家实用新型专利 4 项，并于 2013 年 2 月获得“中国资源综合利用协会”科学技术二等奖。

近年来，新型高效的燃气—蒸汽联合循环发电技术（CCPP）广泛应用于各大型钢铁企业，因其热效率高、节能环保效果显著，受到各钢铁企业的青睐，目前全国大型钢铁企业的 CCPP 数量已达约 30 余台套。CCPP 发电厂虽工艺先进、热效率高，但生产、维护费用高，且对系统要求苛刻，常常制约自备电厂的稳定运行。其中，最大的制约因素就是煤气质量，尤其是焦炉煤气质量达不到燃气轮机的要求，导致设备事故频繁发生。燃气轮机值班燃料替代技术从根本上解决了焦炉煤气质量差引起设备事故的问题，可保证系统稳定、高效运行。该技术已经在涟钢、沙钢等得到应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：涟钢动力厂、沙钢能源中心、太钢热电厂。

典型案例 1

案例名称：涟钢燃气—蒸汽联合循环发电项目燃机值班燃料技术改造

建设规模：4×50MW 燃气—蒸汽联合循环发电机组改造。建设条件：具备燃气—蒸汽联合循环发电机组。主要技改内容：取消值班燃料，应用零值班燃料技术。主要设备为吹扫 BFG 供应阀、吹扫 BFG 切断阀、高压氮气密封阀、吹扫过滤器、差压变送器等。技改投资额 1080 万元，建设期 2 个月。年节能量 19605tce，年碳减排量 51757tCO₂，年增加发电经济效益 2566 万元，投资回收期约 4 个月。

典型案例 2

案例名称：沙钢燃气—蒸汽联合循环发电项目燃机值班燃料技术改造

建设规模：3×50MW 燃气—蒸汽联合循环发电机组改造。建设条件：具备燃气—蒸汽联合循环发电机组。主要技改内容：取消值班燃料，应用零值班燃料技术。主要设备为吹扫 BFG 供应阀、吹扫 BFG 切断阀、高压氮气密封阀、吹扫过滤器、差压变送器等。技改投资额 870 万元，建设期 2 个月。年节能量 14704tce，年碳减排量 38818 tCO₂，

年增加发电经济效益 1900 万元, 投资回收期约 5 个月。

八、推广前景和节能减排潜力

到 2015 年, 预期推广比例可达 20%, 可形成的年节能能力为 47 万 tce, 碳减排能力约 124 万 tCO₂。

6-1 冶金余热余压能量回收同轴机组应用技术（一）

煤气透平与电动机同轴驱动高炉鼓风机技术

一、**技术名称：**煤气透平与电动机同轴驱动高炉鼓风机技术

二、**适用范围：**冶金行业 余热余压能量回收

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

据统计，2013 年上半年我国重点钢铁企业炼铁工序能耗均值为 399.96kgce/t，但不同企业之间炼铁工序能耗最高值(474.22 kgce/t)与最低值(325.51 kgce/t)相差悬殊，企业间技术发展不平衡，还有很大的节能潜力。炼铁工序能耗约占钢铁联合企业总能耗的 49.4%，对吨钢综合能耗有较大的影响，因此，炼铁工序的余热及余压力回收和利用是钢铁企业降耗的重要措施之一。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

高炉鼓风机组是为高炉冶炼提供动力风源的核心机组，高炉煤气能量回收发电机组（TRT）是回收高炉煤气余压、余热的能量回收机组，早期国内外将这两类机组安装在不同厂房，独立配置，自成系统。

煤气透平与电动机同轴驱动高炉鼓风机技术（BPRT）创新性地提出了煤气透平和高炉鼓风机同轴的技术解决方案。由于煤气透平和高炉鼓风机都是旋转机械，用煤气透平直接驱动高炉鼓风机，将两台旋转机械装置组合成一台机组，既能向高炉供风，又能回收煤气余压、余热。BPRT 机组兼备两套机组的功能，又使原有的庞大系统简化合并，取消发电机，合并自控、润滑油、动力油系统等，并将回收的能量直接补充到轴系上，避免能量转换的损失，可提高装置效率，减少环境污染和能量浪费，稳定炉顶压力，改善高炉生产条件，降低产品成本。

2. 关键技术

（1）煤气透平、鼓风机、电动机串联及同轴的优化设计

在冶金高炉动力系统中，首次将高炉鼓风的主流程与煤气能量回收的辅流程合并为一个流程进行优化控制。技术核心包括：五段长轴系的分析计算、两套机组的联合工况集中控制、电动机与煤气透平驱动切换的专用技术等；

（2）系统合成与功能优化配置

取消发电机，取消高压发配电系统，将煤气回收的能量直接作为旋转机械能补充在

轴系上，同机同轴驱动鼓风机，避免机械能转电能及电能转机械能的二次效率损失。润滑油站、动力油站均进行合并；一套自控系统可控制二套机组；

(3) 将纯电动机拖动高炉鼓风机模式，改为电动和煤气透平联合驱动的双能源驱动的高炉鼓风机。由单驱动改为双驱动，提高了机组运行的可靠性；

(4) 应用离合器在线啮合与脱开功能增强机组安全裕度。当高炉顺行时，离合器啮合，把透平回收的功率传递给高炉鼓风机；当透平机本身有故障，或炉况不顺、休风、煤气量小时，离合器自动将高炉煤气透平在线脱开，保证高炉正常的安全生产。

3. 工艺流程

机组主要由电动机、齿轮箱、轴流压缩机、变速离合器、煤气能量回收透平及辅助系统同组成。其中，轴流压缩机由电机通过齿轮箱驱动，为高炉提供风源；当高炉正常运行后，把煤气导入透平膨胀机中膨胀做功，由透平膨胀机和电动机共同驱动高炉鼓风机，从而降低电动机输出功率，实现对高炉煤气能量的直接回收利用，达到节能目的。

高炉鼓风机作为一个独立的系统来设计，可以保证鼓风机不论在什么情况下都可以在包括最大工况内的各种工况下运行，不影响高炉的正常生产。当高炉正常运行后由煤气透平和电动机共同驱动高炉鼓风机，可有效降低电动机的输出功率。同时，对高炉顶压的稳定主要靠煤气透平的静叶调节来实现，控制系统能够发出完整的控制信号，包括转速调节、负荷调节、自动升速、自动停机以及与高炉减压阀组的切换等所有的功能，确保任何情况下高炉顶压的稳定，不影响高炉正常生产。该技术的工艺流程见图 1。

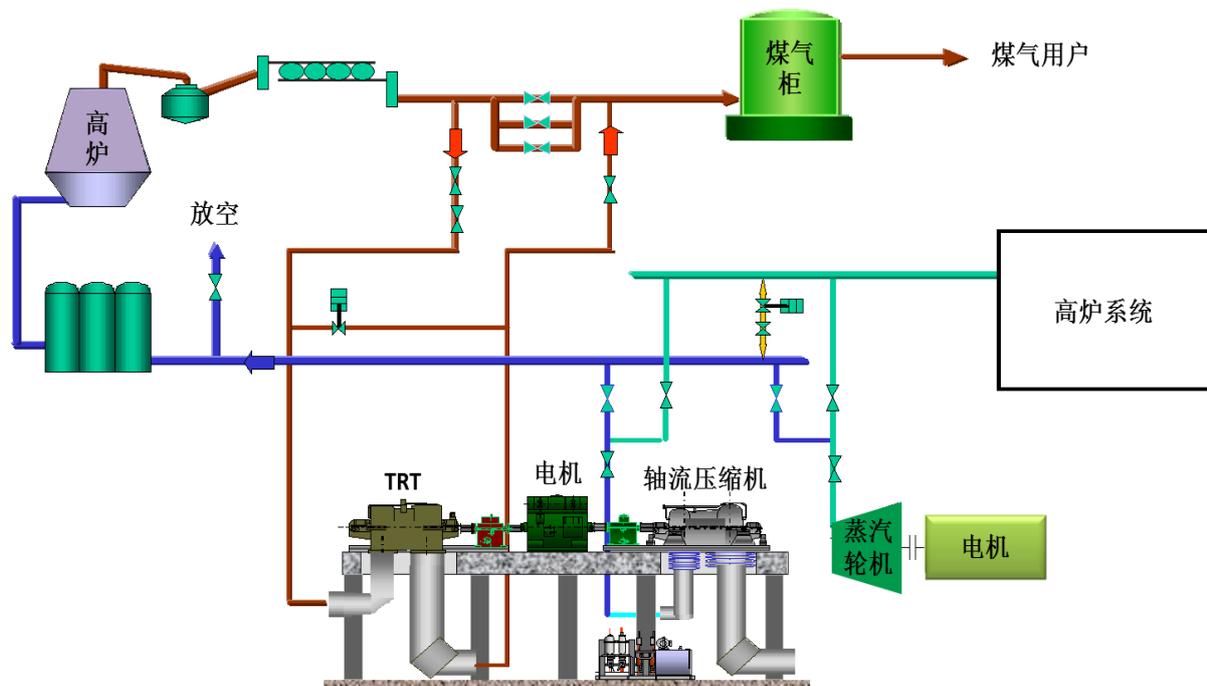


图 1 BPRT 机组工艺流程图

五、主要技术指标

1. 高炉煤气流量：50 万 Nm³/h；
2. 进口压力：150kPa；
3. 煤气透平转速：3000rpm~3600rpm；
4. 输出功率：100MW。

六、技术应用情况

BPRT 技术在 2005 年通过了陕西省科技成果鉴定，2009 年荣获陕西省科学技术一等奖，拥有 3 项实用新型发明专利。目前，BPRT 机组已有 150 多个应用案例，适用范围已从 450m³高炉发展发展到到 2300m³高炉，正向着系列化、标准化、国产化、大型化的方向发展，具有非常广阔的市场推广前景。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：霸州新利钢铁有限公司、威远钢铁有限公司等。

典型案例 1

案例名称：霸州新利钢铁有限公司项目

建设规模：新建 1060m³高炉（2 座），高炉年产 130 万 t。主要技改内容：采用 BPRT 机组，鼓风机为 AV63-13，电机功率 19000kW/10kV，透平回收功率 8400kW。主要设备为高炉鼓风机、变速离合器、透平膨胀机、电动机/汽轮机、大型阀门、润滑油站、动力油站等。技改投资额约 3000 万元，建设期 2 年。每年按 8000h 运行时间计算，年可回收电能 6720 万 kWh，年节能量 27149tce，年减排量 67682tCO₂，节能经济效益 3360 万元，投资回收期约 1 年。

典型案例 2

案例名称：威远钢铁有限公司项目

建设规模：新建 1750m³高炉（2 座）。主要技改内容：采用 BPRT 机组，鼓风机为 AV71-16，电机功率 27000kW/10kV，透平回收功率 14200kW。主要设备为高炉鼓风机、变速离合器、透平膨胀机、电动机/汽轮机、大型阀门、润滑油站、动力油站等。技改投资额约 4800 万元。建设期 2 年。每年按 8000h 运行时间计算，年可回收电能 11360 万 kWh，年节能量约 45894tce，年碳减排量 121160t CO₂，节能经济效益 5680 万元，投资回收期约 1 年。

八、推广前景和节能潜力：

目前，随着国家对重大技术装备国产化的支持，BPRT 以其系统简单，初投资少，能源利用效率高的特点得到广泛应用，而且将逐步向大型化发展。BPRT 技术提高了机

组运行的安全可靠性能，增强机组的安全可靠度，提高了整机效率，减少效率转换损失，可广泛适用于钢铁、有色金属、化工等各个不同工业领域中。预计到 2015 年，可在相关行业推广 50%，形成的年节能能力为 90 万 tce，年减排能力为 237 万 tCO₂。

6-2 冶金余热余压能量回收同轴机组应用技术（二）

烧结余热能量回收驱动技术

一、技术名称：烧结余热能量回收驱动技术

二、适用范围：冶金行业 余压余热能量回收

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状：

冶金流程的烧结工序能耗约占吨钢能耗的10%以上，冷却机排出的废气带走的热量，其热能大约为烧结矿烧成系统热耗量的35%，充分利用这部分热量可显著降低烧结工序能耗。在钢铁企业烧结流程中，烧结主抽风机容量占到总装机容量的30%~50%。由于烧结生产中部分附属设备运转率低，且选择的电机容量偏大，主抽风机耗电量占到50%~70%。同时，我国烧结工序余热利用率还不足30%，与发达国家相比差距非常大，每吨烧结矿的平均能耗要高20kgce。

四、技术内容：

1、技术原理

烧结余热能量回收驱动技术（SHRT）在原有的电机驱动的烧结主抽风机和烧结余热能量回收发电系统技术的基础上，将两种系统集成配置，形成烧结余热回收汽轮机与电动机同轴驱动烧结主抽风机的新型联合能量回收机组。取消了发电机及发配电系统，合并自控系统、润滑油系统、调节油系统等，可避免能量转换的损失环节，增加能量回收，确保装置在各种工况下都不会影响到烧结生产线的正常运行，并且能最大限度回收利用烧结烟气余热的能量。当整套机组正常运行时，烧结工艺各种工况对烧结主抽风机风量的需求主要通过烧结主抽风机的调节门来实现，不论任何情况，烧结主抽风机组都是一套独立的系统，可以完全满足烧结工艺正常运行的各种工况。

2. 关键技术

（1）烧结余热产生的废热通过余热锅炉产生蒸汽，再通过汽轮机转换为机械能，直接作用在轴系上，与电动机同轴驱动烧结主抽风机，提高能源利用效率；

（2）机组采用大型变速离合器，能够使烧结汽轮机与机组实现在线啮合、在线脱开；

（3）三机联合机组软件设计及组态、轴系稳定性计算。

3. 工艺流程

一般烧结厂烧结烟气平均温度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$ ，机尾温度达 $300^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ 。烧结机尾风箱

及冷却机密闭段的烟气除尘后，加热余热锅炉以回收低品位余热，产生过热蒸汽推动汽轮机做功，汽轮机通过变速离合器与双出轴驱动的烧结主抽风机连接，烧结主抽风机的另一侧与同步电动机连接。机组中余热汽轮机及同步电动同轴驱动烧结主抽风机做功，降低电机电流从而达到节能的目的。该技术系统的工艺流程见图 1。

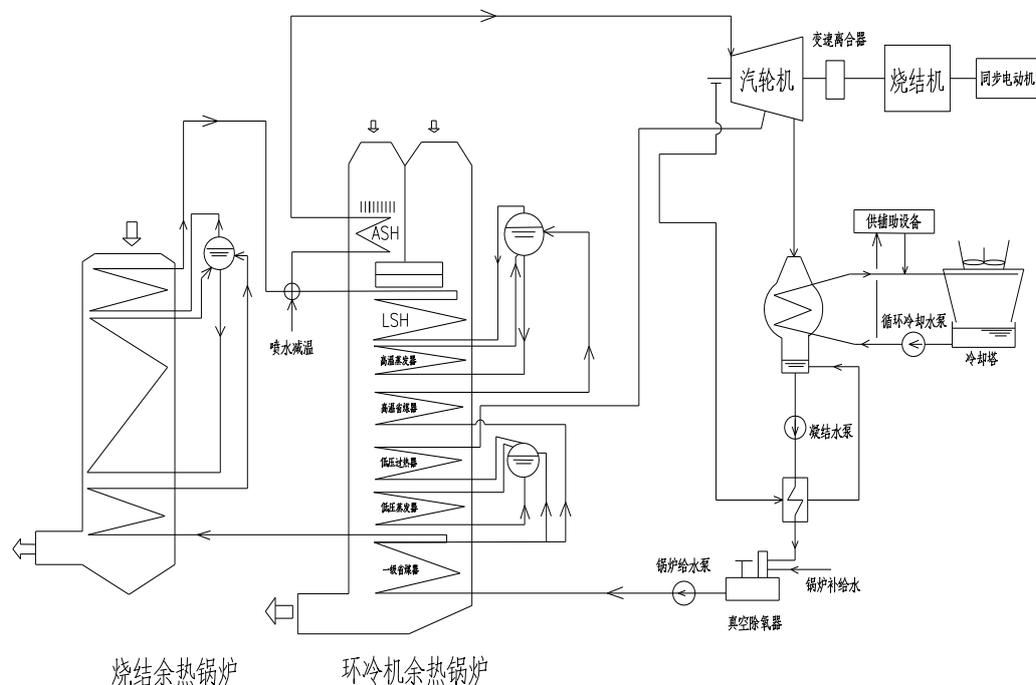


图 1 SHRT 技术系统工艺流程图

五、主要技术指标

1. 烧结环冷系统：220m²；
2. 配套余热回收汽轮机：5000kW；
3. 烧结主抽风机的流量：22000m³/min；
4. 电机：8000kW，余能利用效率提高 5%。

六、技术应用情况

该技术已获得 2 项目实用新型专利。自 2010 年开展研究以来，到目前已成功完成机组系统技术及关键技术的研究，先后完成江苏滨鑫、山西通才、联鑫钢铁等 6 个项目的技术设计，以及山西通才 SHRT 机组、盐城市联鑫 SHRT 机组的现场调试及投运，节能效果显著。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：山西通才工贸有限公司、盐城市联鑫钢铁有限公司。

典型案例 1

案例名称：山西通才工贸有限公司项目

建设规模：328m²冶金烧结等低品位热能回收及烧结主抽风机，回收功率 5000kW。
主要技改内容：SHRT 机组、汽轮机、变速器、烧结主抽风机、同步电动机、润滑调节油站、余热回收系统、土建、厂房、工艺管道等。技改投资额 5000 万元，建设期 1.5 年。机组投运后，电动机电流可从 380A 降至 200A，回收余热能量为 3200kW。当蒸汽正常后，可回收余热能量 5400kW，年节能量达 13824tce，年碳减排量 36495tCO₂，年节能经济效益 4870 万元，投资回收期约 1 年。

典型案例 2

案例名称：盐城市联鑫钢铁有限公司项目

建设规模：220m²冶金烧结等低品位热能回收及烧结主抽风机，回收功率 4350kW。
主要建设内容：SHRT 机组、汽轮机、变速器、烧结主抽风机、同步电动机、润滑调节油站、余热回收系统、土建、厂房、工艺管道等。技改投资额 5000 万元，项目建设期 1.5 年。机组投运后，SHRT 将烧结余热能量回收直接作用在轴系上，驱动烧结主抽风机运行，降低电动机功率约 62%，年节能量 10240tce，年碳减排量 27033tCO₂，年节能经济效益 4900 万元，投资回收期约 1 年。

八、推广前景和节能潜力：

预计到 2015 年，该技术可在钢铁行业推广到 20%，形成的年节能能力约 40 万 tce，年碳减排能力 105 万 tCO₂。

7-1 高辐射覆层技术（一）

耐高温纳米级高辐射覆层技术

一、技术名称：耐高温纳米级高辐射覆层技术

二、所属领域及适用范围：钢铁行业

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

钢铁工业是我国的能耗大户，其中高炉和焦炉系统能耗约占全钢铁工业总能耗的70%左右。据统计，高炉热风炉能耗约占炼铁总能耗的45%，按7亿t铁产量计算，其能耗高达6000万tce，焦炉能耗为2600万tce。高炉热风炉和焦炉系统的节能减排潜力巨大。

四、技术内容

1. 技术原理

高辐射覆层材料具有高辐射、高吸收的特性，将其涂覆在复杂结构的高炉热风炉与焦炉的蓄热体表面及燃烧室内壁，可以提高蓄热体和燃烧室立火道表面的发射率（从涂覆前的0.7~0.8提高到0.90以上），强化高温环境下固体表面与气体间的辐射传热，提高蓄热体的表面温度，加大表里温度梯度，增加了蓄热量，提升能源利用效率，降低燃料消耗。

2. 关键技术

（1）粉体超细化技术；

（2）表面前处理技术；

（3）高温胶制备技术。

3. 工艺流程

按照高辐射覆层材料配方称量各组分，将粉体材料混合均匀后，经超细化处理，制成微纳米级的高辐射覆层粉体材料。根据配方精确称量CMC溶液、PA80胶、水玻璃和水，混合制成高温胶。将高温胶倒入制备好的超细粉体材料中，使用胶磨机研磨混合，并静置发酵24h以上，完成高辐射覆层涂料的配制。

在使用高辐射覆层材料前，需要对耐材基体进行前处理，喷涂一层前处理液以降低耐材基体的表面张力，提高涂料与耐材基体的吸附力。前处理液干燥后，将高辐射覆层涂料通过浸泡渗透或喷涂等方式包覆于耐材基体表面，形成一层发射率大于0.9、厚度约为0.3mm的致密覆层，起到保护耐材、防止渣化的效果。高辐射覆层技术在高炉热风

炉上的应用如图 1 所示。

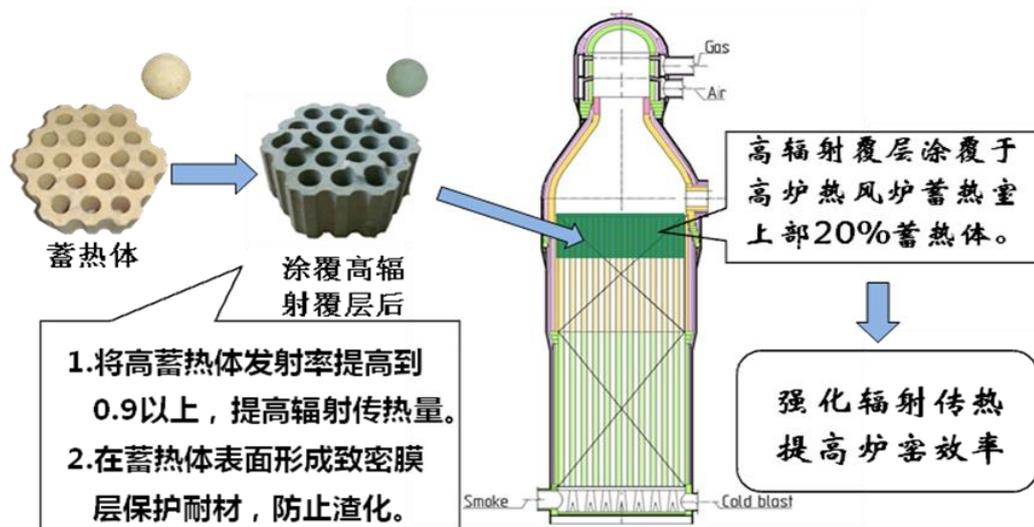


图 1 高辐射覆层材料应用示意图

五、主要技术指标

1. 发射率 ≥ 0.9 ;
2. 附着力 ≥ 2 级;
3. 耐火度: 1700°C ;
4. 容重: $(1.4 \sim 2.0) \times 10^3 \text{kg/m}^3$;
5. 提高高炉热风炉风温 10°C 以上;
6. 节约煤气消耗量 3% 以上。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术已在覆层结构、材料制备、施工工艺、窑炉节能技术方面获国家发明专利 4 项，获日本专利、俄罗斯专利各 1 项。2011 年 8 月，“高效蓄热体覆层技术在球式热风炉节能改造中的应用”通过了山东省的省级技术鉴定。2012 年 12 月，“高辐射覆层技术在焦炉上的应用研究”通过了由山东省科技厅组织的省级科技成果鉴定。目前已在全国 60 余家钢铁企业的 331 座高炉热风炉和焦炉上应用，实现节焦 94.9 万 t（折合 93.8 万 tce），减少二氧化碳排放 247.6 万 t。

七、典型用户及投资效益

典型用户：首钢京唐（曹妃甸）、鞍钢、济钢、邯钢、沙钢、日照钢铁公司等。

典型案例 1

案例名称：高辐射覆层技术在首钢京唐 2#5500 m^3 高炉热风炉的应用

建设规模：36.5 万块格子砖表面涂覆高辐射覆层。建设条件：在高炉热风炉新建或大修时应用。主要技改内容：2#5500 m^3 高炉的 4 座热风炉上部 50 层格子砖和 2 座预

热炉上部 25 层格子砖采用高辐射覆层技术。技改投资额 807 万元，建设期 1 年。年节能量 18777tce，年减排量 49571tCO₂。项目经济效益 1095 万元，投资回收期 9 个月。

典型案例 2

案例名称：高辐射覆层技术在鞍钢新 5#2580m³ 高炉热风炉的应用

建设规模：17.9 万块格子砖涂覆高辐射覆层。建设条件：在热风炉新建或大修时应用。主要技改内容：5#2580m³ 高炉的 3 座热风炉上部 50 层硅质格子砖采用高辐射覆层技术。技改投资额 300 万元，建设期 1 年。年节能量 5855tce，年减排量 14210.6 tCO₂。年节能经济效益为 835 万元，投资回收期约 5 个月。

八、推广前景和节能减排潜力

目前全国有高炉1400余座，热风炉4000余座，产能7亿吨；焦炉约3000座，产能3.8亿吨。预计2015年，该技术在国内外高炉热风炉上推广比例可达20%，每年可节约高炉煤气约50亿m³；在焦炉推广比例达5%，可节约焦炉煤气约1亿m³。在钢铁冶金行业可形成年节能能力65万tce，年减排潜力143万tCO₂。

7-2 高辐射覆层技术（二）

高辐射陶瓷覆层技术

一、技术名称：高辐射陶瓷覆层技术

二、所属领域及适用范围：石化行业

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

加热炉是石油炼制、石油化工、化肥工业中的重要加热设备，加热炉燃料消耗在炼油化工装置中占有很大比例。炼油厂加热炉的燃料消耗占全厂能耗的 40%左右，乙烯裂解炉的能耗占乙烯装置总能耗的 50%~60%。降低加热炉的能耗是石化、化工等企业节能的重点方向。

四、技术内容

1. 技术原理

根据基尔霍夫辐射定律，材料的发射率和吸收率相等。当物体表面的发射率提高后，它的热辐射和热吸收能力都得到增强。在高温条件下，热量传递以辐射为主，当被加热物体表面喷涂陶瓷涂层后，被加热体吸收和发射热量的能力提高，提升了辐射传热效率。

加热炉是石油化工生产主要装置，其关键部位为辐射室。加热炉 70%以上的能量在辐射室里传递。在辐射室内，炉管一方面要吸收燃料燃烧的直接辐射热，另一方面也吸收炉衬反射的辐射热，由炉衬传递给炉管的辐射热占总供热的 60%左右。炉体耐火内衬材料的发射率通常在 0.5~0.8，对红外线的吸收、反射和辐射能力较弱。通过喷涂高发射率陶瓷涂层，增强加热炉内衬对炉管的有效辐射，提高炉管对辐射热的吸收能力，有效提高加热炉的热利用效率，降低了燃料消耗，同时由于辐射传热效率提高，改善了加热炉内的温度均匀性。

2. 关键技术

- (1) 高发射率陶瓷材料制备技术；
- (2) 金属陶瓷匹配的热膨胀系数调节技术。

3. 工艺流程

加热炉衬里施工流程：

- (1) 耐火衬里表面损坏部分修补；
- (2) 喷涂炉衬辐射陶瓷涂层，厚度 0.20mm 左右；
- (3) 开炉升温固化。

加热炉炉管施工流程：

- (1) 炉管喷砂除油除锈；
- (2) 喷涂炉管辐射陶瓷涂层，厚度 0.10mm 左右；
- (3) 开炉升温固化。

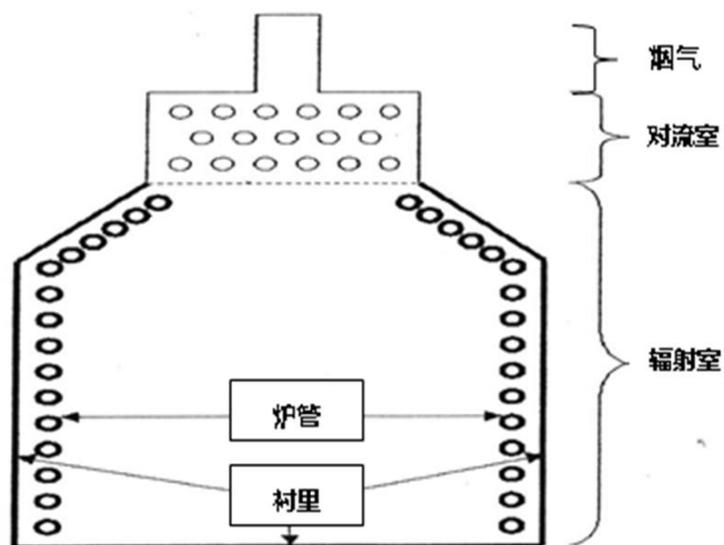


图 1 石化加热炉示意图

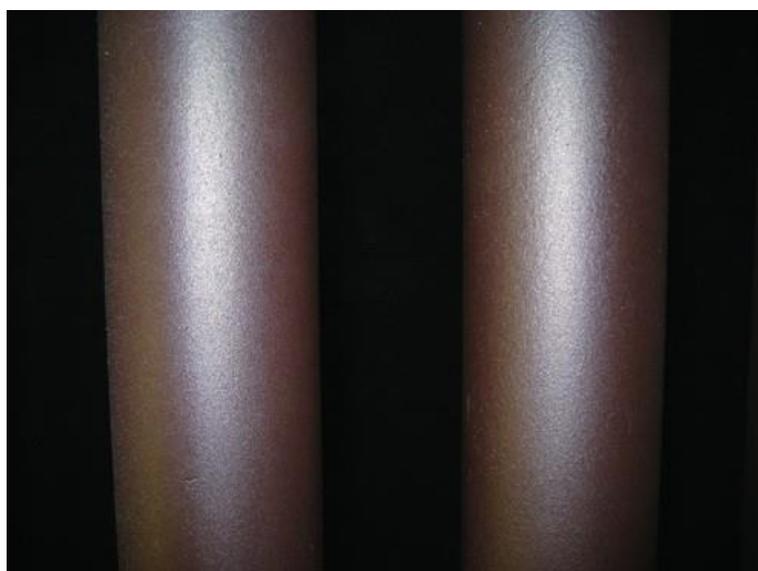


图 2 高发射率陶瓷涂层应用于加热炉管表面

五、主要技术指标

1. 节能率 $\geq 3\%$ ；
2. 最高使用温度 1500℃；
3. 外壁温度、排烟温度降低 10%以上；
4. 延长衬里和炉管使用寿命 1 个检修周期（4 年）。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术已获 1 项发明专利，并于 2012 年通过国家红外及工业电热产品质量监督检验中心检测和黑龙江省精细化工产品质量监督检验站检测。

2008 年 9 月至 2013 年 11 月，高发射率陶瓷涂层技术在全国各炼化企业的 40 多台加热炉上广泛应用，包括常减压炉、四合一重整炉、制氢转换炉、热油进料加热炉、汽油加氢加热炉、PX 加热炉等，覆盖了石油化工企业典型的加热炉类型。

七、典型用户及投资效益

典型用户：辽河石化、锦西石化、辽阳石化、锦州石化、抚顺石化、大连石化、庆阳石化、长庆石化、大港石化等。

典型案例 1

案例名称：中国石油辽河石化公司 100 万 t 延迟焦化炉陶瓷喷涂项目

建设规模：100 万 t 延迟焦化炉。建设条件：装置停炉。主要技改内容：进行加热炉辐射室耐火衬里表面陶瓷喷涂和加热炉辐射室工艺管道表面陶瓷喷涂。主要设备为喷涂机、空压机等。技改投资额 520 万元，建设期 25 天。年节能量为 2700tce，年减排量 7128tCO₂。年节能经济效益 257 万元。投资回收期约 2 年。

典型案例 2

案例名称：中国石油辽阳石化 550 万 t/年常减压炉陶瓷喷涂项目

建设规模：550 万 t/年常减压炉。建设条件：装置停炉。主要技改内容：进行加热炉辐射室耐火衬里表面陶瓷喷涂和加热炉辐射室工艺管道表面陶瓷喷涂。主要设备为喷涂机、空压机等。技改投资额 440 万元，建设期 7 天。年节能量为 4130tce，年减排量 10903tCO₂。每年可获得经济效益 525 万元。投资回收期约 1 年。

八、推广前景和节能减排潜力

高发射率陶瓷涂层技术可广泛应用于石化等行业的各类加热炉，尤其适合应用于负荷在 15MW 以上的加热炉。全国适合实施涂层技术改造的加热炉约 5000 台，预计到 2015 年推广比例约 30%，可形成年节能能力 11 万 tce，年减排潜力 29 万 tCO₂。

8 粗铜自氧化还原精炼技术

一、技术名称：粗铜自氧化还原精炼技术

二、所属领域及适用范围：有色金属行业 铜冶炼

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

传统火法精炼工艺包括氧化和还原两个主要作业过程，其主要目的是脱除粗铜液中的 Fe、Pb、Zn、As、Sb、Bi、Sn、S、O 等杂质。目前，世界所有铜冶炼厂的粗铜火法精炼都是采用氧化还原工艺。其具体做法：吹炼炉产出的粗铜进入阳极炉后，先通入空气或氧气进行氧化作业，氧化作业终点判断是以铜液中的含硫量为依据，当铜液中的含硫降到 0.005% 以下时，停止通入空气或氧气，氧化作业结束。然后，倒完渣后开始用还原剂进行还原作业，当铜液中的含氧降到 0.2% 以下时，还原作业结束。生产实践表明，因粗铜液中杂质量相对 Cu 量来说非常少，深氧化脱杂效率并不高，绝大部分氧化剂与铜反应生成 Cu_2O ，当深氧化作业将硫降到 0.005% 以下时，铜液含氧量高达 0.8%~1.5%，而且铜液上面有大量以 Cu_2O 为主的渣层，为此，必须用大量还原剂（天然气）进行深还原将氧降到 0.2% 以下。而在还原作业时，因还原剂在铜液停留时间很短，还原效率极低，即使还原效果最好的天然气其还原效率也不超过 40%，大量没有反应的炭黑溢出铜液进入大气，造成对环境的严重污染。

四、技术内容

1. 技术原理

取消了火法炼铜生产工艺的氧化和还原两个作业过程，通过鼓入惰性气体搅拌铜液，创造良好的反应动力学条件，利用铜液中自身的氧和杂质反应，达到一步脱杂除氧的目的；实现了还原剂(天然气)的零消耗，不仅节约了能源，而且从根本上解决了粗铜火法精炼普遍存在的黑烟污染和二氧化碳排放问题。

2. 关键技术

- (1) 吹炼炉粗铜终点控制技术；
- (2) 惰性气体搅拌传质传热技术。

3. 工艺流程

传统粗铜精炼技术与粗铜自氧化还原精炼技术的工艺流程对比见图 1、图 2。

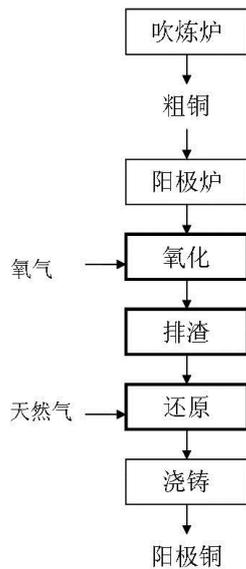


图 1 传统火法精炼工艺流程图

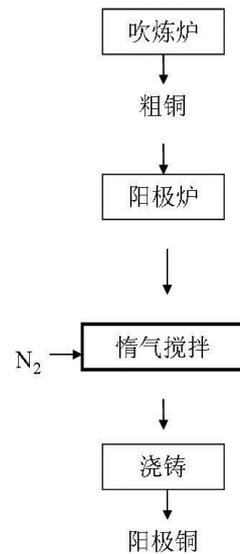


图 2 粗铜自氧化还原精炼工艺流程图

五、主要技术指标

1. 产出的阳极板 $\text{Cu} \geq 99.5\%$ 、 $\text{S} \leq 0.005\%$ 、 $\text{O} \leq 0.2\%$;
2. 火法精炼时间由原来的 10h 以上降至 1h 以内;
3. 还原天然气消耗量为 0。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术已获得国家发明专利 3 项，并通过国家重有色金属质量监督检验中心检测，产品质量符合国家标准。技术成果于 2008 年 2 月应用于山东省重点工程—祥光铜业有限公司。目前，已与中国黄金集团公司、加拿大艾丰豪公司等多家国内外大型铜冶炼企业签订了技术转让合同。

七、典型用户及投资效益

典型用户：阳谷祥光铜业有限公司、中国黄金集团公司、加拿大艾丰豪公司等。

典型案例 1

案例名称：阳谷祥光铜业有限公司阳极炉节能技术改造项目

建设规模：年产 50 万 t 阴极铜工程。主要技改内容：主要对 2 台 630t 阳极炉进行工艺和风口改造。工艺改造包括惰性气体搅拌作业、自氧化还原作业；风口改造为开发新型风口，包括调整风口的位置和数量、改进风口角度、风口砖结构改进。主要设备为 2 台阳极炉和 2 台圆盘浇铸机等。技改投资额 1200 万元，建设期 1 年。以年产 40 万 t 阴极铜企业规模计，年节能量为 39393tce，年二氧化碳减排量约 100000tCO₂，年节能经济效益 4800 万元，投资回收期约 3 个月。

典型案例 2

案例名称：中国黄金集团公司河南中原黄金冶炼厂整体搬迁升级改造项目

建设规模：年产阴极铜 20 万 t、黄金 60t。主要技改内容：建造符合自氧化还原工艺要求的阳极炉及配套设施，采用自氧化还原工艺作业制度。主要设备为 1 台阳极炉和 1 台圆盘浇铸机等。项目投资额 1200 万元，建设期 2 年。与采用传统氧化还原工艺技术相较，年节能量 22000tce，年减排量 58080tCO₂，年节能经济效益 2880 万元，投资回收期约 5 个月。

八、推广前景和节能减排潜力

中国2012年度阴极铜产量为582万t，其中80%产自10余家规模以上（20万t/a）企业。预计至2015年可推广到8家企业，涉及粗铜的产能500万t，总投资额约1.87亿元，形成的年节能能力为54万tce，年减排能力为143万tCO₂。

9 新型蓄热竖罐还原炉炼镁技术

一、技术名称：新型蓄热竖罐还原炉炼镁技术

二、所属领域及适用范围：有色金属行业 镁冶炼

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

目前，镁冶炼行业普遍采用横罐还原炉技术，其能耗指标为 3.0tce/t 结晶镁（还原工序），碳排放指标为 7.92tCO₂/t 结晶镁。我国镁冶炼企业单位产品能耗限额限定值为 8.3tce/t 镁，先进值为 4.9tce/t 镁。

四、技术内容

1. 技术原理

新型蓄热竖罐还原炉炼镁技术采用模块化高架炉体设计，机械化装料、取镁和排渣系统，长寿保温的筑炉新工艺，内置式蓄热小球烧嘴，以及利用上下罐口相通、内外罐组合的竖式还原罐和顶吸导流式除尘装置，通过优化炉内燃烧，最终实现单位产品能耗的下降。

2. 关键技术

模块化还原炉体设计，新型竖式还原罐研制，机械化装料、取镁和排渣系统。

3. 工艺流程

该技术工艺流程为还原炉料（原料）→装布料器→机械化装料→自动控温和环保设施的节能立式还原炉→机械取结晶镁→自动化排渣→热能利用→渣滓利用（耐火材料、胶凝材料等）。新型蓄热竖罐还原炉结构见图 1。

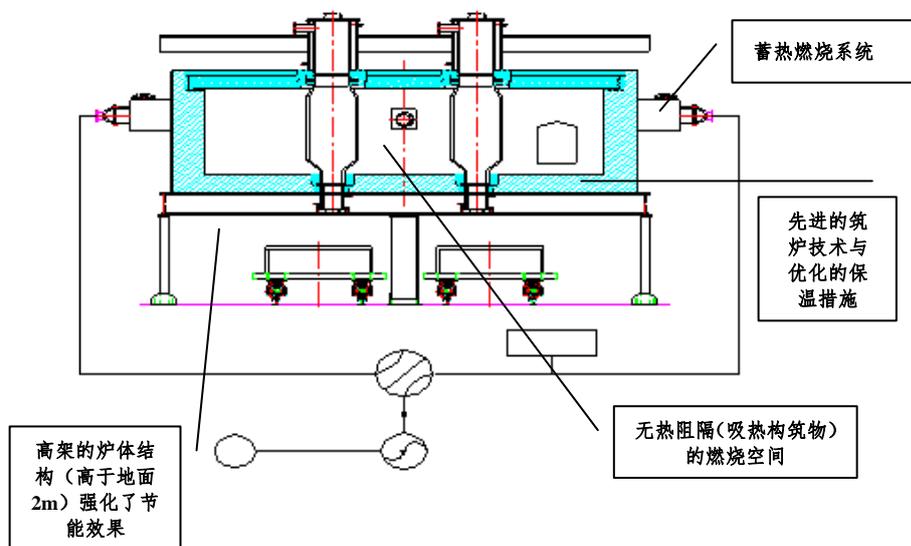


图 1 新型蓄热竖罐还原炉结构简图

五、主要技术指标

1. 空（燃）气预热温度： $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ ；
2. 炉体内温度： $1200^{\circ}\text{C}\sim 1220^{\circ}\text{C}$ ；
3. 燃料消耗（折标煤）： 1206 kgce/t-Mg （结晶镁）；
4. 换向阀使用寿命： ≥ 5 年；
5. 温度偏差： $\pm 15^{\circ}\text{C}$ ；
6. 排烟温度： $< 112^{\circ}\text{C}$ ；
7. 系统检修周期：2年；
8. 单罐产量： $60\text{kg}\sim 70\text{kg}$ ；
9. 还原罐使用寿命： ≥ 120 天。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术于2010年11月通过山西省科技厅组织的科技成果鉴定，获得2项国家发明专利。新型蓄热竖罐还原炉炼镁技术，是金属镁绿色冶炼设备与工艺技术的核心组成部分，已被工信部确定为技术改造重点推广技术和节能减排重点技术应用示范内容。该技术于2011年在韩国POSCO位于Gangwon-do的工厂，完成了年产1万t新型蓄热竖罐还原炉炼镁技术的工业化项目。于2010年承担了鹤壁地恩地新材料科技有限公司年产5万吨高品质镁及精深加工项目，项目一期的年产1万t新型蓄热竖罐还原系统（设备）工程已竣工投产。

七、典型用户及投资效益

典型用户：鹤壁地恩地新材料科技有限公司、韩国POSCO位于Gangwon-do的工厂。

典型案例1

案例名称：河南鹤壁地恩地新材料科技有限公司年产1万t蓄热竖罐还原炉项目

建设规模：年产1万t金属镁。建设条件：已配套建设原料煅烧、炉料加工和精炼等设施（车间）。主要技改内容：模块化还原炉体建设、新型立式还原罐开发、优化的HTAC蓄热燃烧技术改造、机械化作业及自动排渣系统等。主要设备为还原炉体、竖式还原罐系统、自动控温的蓄热燃烧系统、真空系统、循环水冷却系统、机械装料与自动排渣设备等。技改投资额2463万元（不含还原罐），建设期1年。年节能量约18000tce，年减排量47520tCO₂，年节能经济效益2052万元，投资回收期约1.2年。

典型案例2

案例名称：韩国POSCO位于Gangwon-do的工厂的年产1万t竖式镁还原设备改造

建设规模：年产1万t金属镁。建设条件：模块化还原炉体建设、新型立式还原罐

开发、优化的 HTAC 蓄热燃烧技术改造、机械化作业及自动排渣系统等。主要设备为还原炉体、竖式还原罐系统、自动控温的蓄热燃烧系统、真空系统、循环水冷却系统、机械装料与自动排渣设备等。技改投资额 8800 万美元，建设期 1 年。年节能量 1.8 万 tce，年减排量 4.7 万 tCO₂。年节能经济效益 1760 万美元，投资回收期约 5 年。

八、推广前景和节能减排潜力

到2015年，我国金属镁的年生产能力保守估算至少为190万t。以此计算，按照20%的预期推广比例，总投资额约9亿元。形成的年节能能力为68万tce，年碳减排能力为215万tCO₂。

10 石化企业能源平衡与优化调度技术

一、**技术名称：**石化企业能源平衡与优化调度技术

二、**所属领域及适用范围：**石化、化工、钢铁、有色、电力、建材等行业

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

我国石化、化工、钢铁、有色等高耗能行业的能源结构复杂，所涉及的能源种类繁多，能源之间相互关联。为了加强能源管理，实现能源的合理调度和控制，高耗能行业不断在管理节能方面进行探索，但与发达国家相比，能源管理总体水平仍然不高。能源监控平台和优化平台的契合度仍有待加强，多能源系统的优化调度和智能模拟仍在发展之中。因此，高耗能领域的管理节能仍然存在巨大潜力和空间。

四、**技术内容**

1. 技术原理

在企业具备能源计量检测仪表和 DCS 自动化系统的支撑下，通过大型实时数据库，采集各种生产和能源数据，建设能源综合监控系统平台，并采用能源产耗预测、能源管网模拟、能源多周期动态优化调度等核心技术，建立能源产耗预测模型、能源管网模拟模型和能源系统优化调度模型，在能源平衡与优化调度平台上自动给出各种能源介质的优化调度和分配方案，实现工业企业主要能源系统（燃料气、氢气、蒸汽、电力、水系统等）的优化调度和运行，提高企业能源综合利用效率和能源管理水平。

2. 关键技术

- (1) 实时数据库与能源综合监控平台技术；
- (2) 综合软测量与时间序列思想的能源产耗预测技术；
- (3) 多能源介质管网智能模拟技术；
- (4) 基于能源产耗预测数据和管网模拟平台的能源系统多周期动态优化调度技术。

3. 工艺流程

该技术的基本工艺流程如图 1 所示。

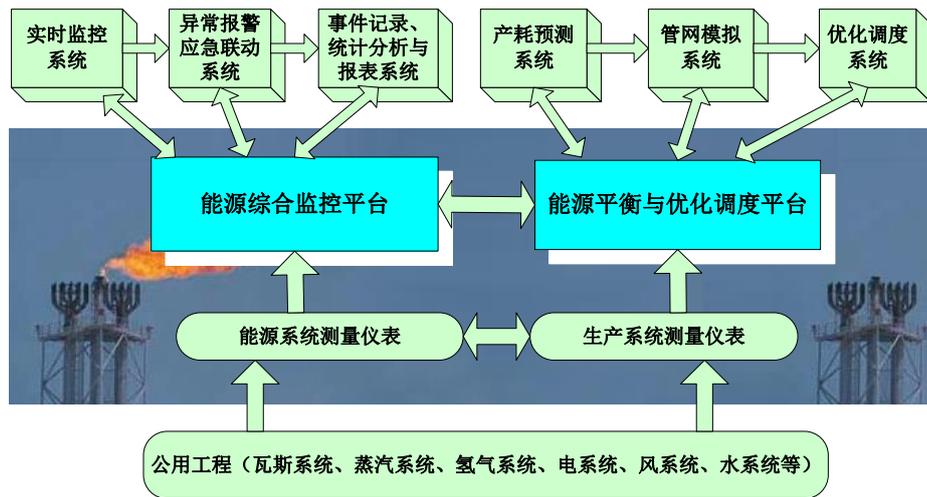


图 1 石化企业能源平衡与优化调度技术工艺流程图

五、主要技术指标

1. 主要能源介质产耗预测精度大于 95%;
2. 主要能源介质管网模拟精度大于 95%;
3. 能源优化调度模型计算结果与实际匹配度大于 95%;
4. 综合能耗降低 1.5%以上;
5. 废气排放量减少 5%以上。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术于 2010 年获得 1 项国家发明专利及相关软件产品登记证书。2011 年度获得中国自动化产业“十大最具竞争力创新产品”，2012 年新疆天业能源管理中心项目通过国家工信部验收。

工业企业能源平衡与优化调度技术首先在炼油和石化行业取得突破，针对石化企业最主要的能源系统-瓦斯、氢气和蒸汽系统，建设了能源平衡与优化调度系统，通过减少瓦斯和蒸汽放散，节约轻烃和氢气资源，取得了显著的经济效益。能源平衡与优化调度技术推广到化工和钢铁企业，综合能耗普遍降低 1%~3%，节能减排效果显著。目前的产业化正处于起步阶段，已推广几十家企业。

七、典型用户及投资效益

典型用户：新疆天业（集团）有限公司、中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司等。

典型案例 1

案例名称：新疆天业能源平衡与优化调度系统

建设规模：国内最大的氯碱生产基地，具备 120 万 t 聚氯乙烯树脂、100 万 t 离子

膜烧碱、200 万 t 电石、400 万 t 新型干法电石渣制水泥、140 万 kW 热电等的生产能力，项目覆盖 13 家生产企业的生产装置和能源系统。建设条件：企业具有 DCS 系统，主要能源计量数据传输到 DCS 系统。主要技改内容：增加能源计量仪表，实现数据采集和并传输到 DCS 系统；实施能源平衡与优化调度系统，通过大型实时数据库，采集各种生产和能源数据，建设能源综合监控系统平台，并通过建立能源产耗预测模型、能源管网模拟模型和能源系统优化调度模型，自动给出各种能源介质的优化调度和分配方案，提高能源的综合利用和管理水平。主要设备为流量计、服务器、服务器与 DCS 系统通讯的 OPC 接口、能源平衡与优化调度软件等。技改投资额 2000 万元，建设期 1.5 年。年节能量 21000tce，年减排量 55440tCO₂，年节能经济效益 1000 万元，投资回收期约 2 年。

典型案例 2

案例名称：镇海炼化能源平衡与优化调度系统

建设规模：针对国内最大的 2000 万 t/a 原油炼制能力的炼油企业的 37 套装置及其能源系统（瓦斯、氢气、蒸汽等系统），实施能源平衡与优化调度系统。建设条件：企业具有 DCS 系统，主要能源计量数据传输到 DCS 系统。主要技改内容：增加能源计量仪表，实现数据采集和并传输到 DCS 系统；实施能源平衡与优化调度系统，通过大型实时数据库，采集各种生产和能源数据，建设能源综合监控系统平台，并通过建立能源产耗预测模型、能源管网模拟模型和能源系统优化调度模型，自动给出各种能源介质的优化调度和分配方案，提高能源的综合利用和管理水平。主要设备为流量计、服务器、服务器与 DCS 系统通讯的 OPC 接口、能源平衡与优化调度软件等。技改投资额 1500 万元，建设期 2 年。年节能量 10370tce，年减排量 27376tCO₂，年节能经济效益 1450 万元，投资回收期约 1 年。

八、推广前景和节能减排潜力

预计 2015 年，在千家耗能最大企业中的 30% 中实施推广能源平衡与优化调度技术，预期可形成的年节能能力约 160 万 tce，年碳减排能力 422 万 tCO₂。

11 新型水泥预粉磨系统节能技术

一、**技术名称：**新型水泥预粉磨系统节能技术

二、**所属领域及适用范围：**建材行业

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

目前，在国内建材、矿山等行业粉磨生产系统中，仍以球磨机作为研磨物料的主机，球磨机单机生产的能耗极高，达 35kWh/t~40kWh/t，消耗大量电耗。同时，水泥生产中球磨机粉磨电耗约占水泥企业总用电量的 70%，因此粉磨系统的节能改造是水泥企业节能减排的重点环节。

四、**技术内容**

1. 技术原理

采用高效节能的料床粉磨原理，依靠油缸施加于磨辊的辊动及运行产生的剪切力，对料床中的物料产生高效的碾磨作业，再通过后续的节能低耗自流振动筛进行分级，使进球磨机的粒径控制在2mm以下，进料中0.08mm以下的细粉含量超过20%以上，并对后续球磨机内部衬板、隔仓及分仓长度和研磨体级配进行了优化改进，从而有效降低系统粉磨电耗，达到节能减排的目的。

2. 关键技术

(1) 通过料床粉磨原理，对物料进行辊压和剪切作用，实现高效预粉磨，设备功率消耗少，做功有效作用率大大提高；

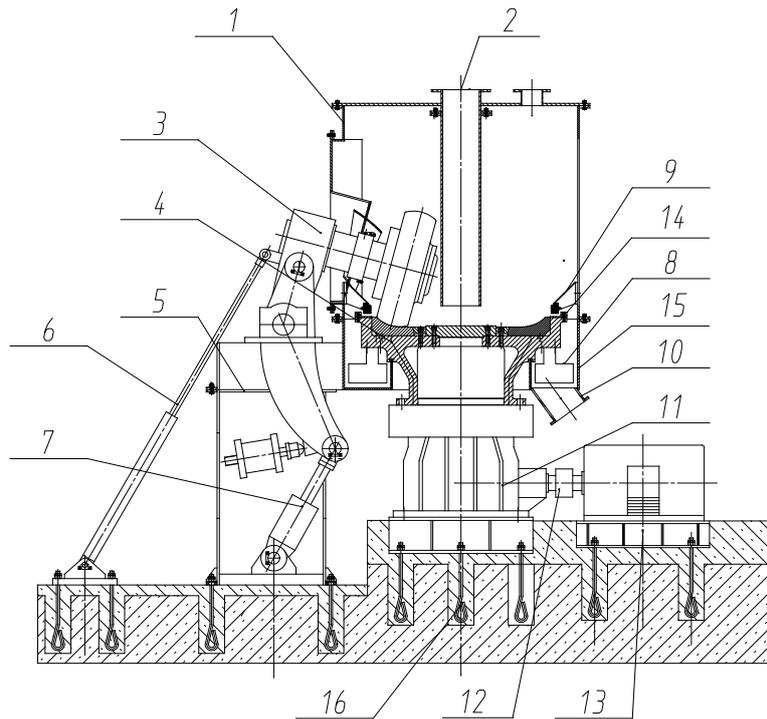
(2) 自流振动筛取代气流选粉设备，通过自身的重力、适量的振动和特殊的防堵结构，具有高效率的筛分功能和流动功能，且箱体不振动，对基础无要求，确保了入球磨机入磨粒度小于 2mm；

(3) 根据物料经过自流振动筛的分级后的特性，优化了球磨机各仓的衬板形状和隔仓结构形式，并采用二仓结构并配合合理的研磨体，提高研磨效率，改善水泥颗粒分布，提高水泥比表面积，大大提高水泥产量，降低粉磨电耗。

3. 工艺流程

粉磨物料经过计量称计量配料后的混合料，通过斗提机进入预粉磨内进行粉磨作业，粉磨后的细物料进入自流振动筛实现分级，分级后大于 2mm 的粗物料通过斗提机返回预粉磨重新粉磨，分级后小于 2mm 的细物料进入球磨机研磨作业。进入球磨机的物料经球磨机研磨后，达到成品要求后出磨，成品通过输送设备输入后面的成品库中。具体

设备结构见图 1，工艺流程图见图 2。



1 上壳体 2 进料口 3 碾压辊 4 碾压盘 5 支座 6 检修装置 7 工作缸 8 刮板 9 内筛分装置 10 出料口 11 减速机 12 联轴器 13 电机 14 动环 15 下壳体 16 地脚螺栓

图 1 预粉磨结构图

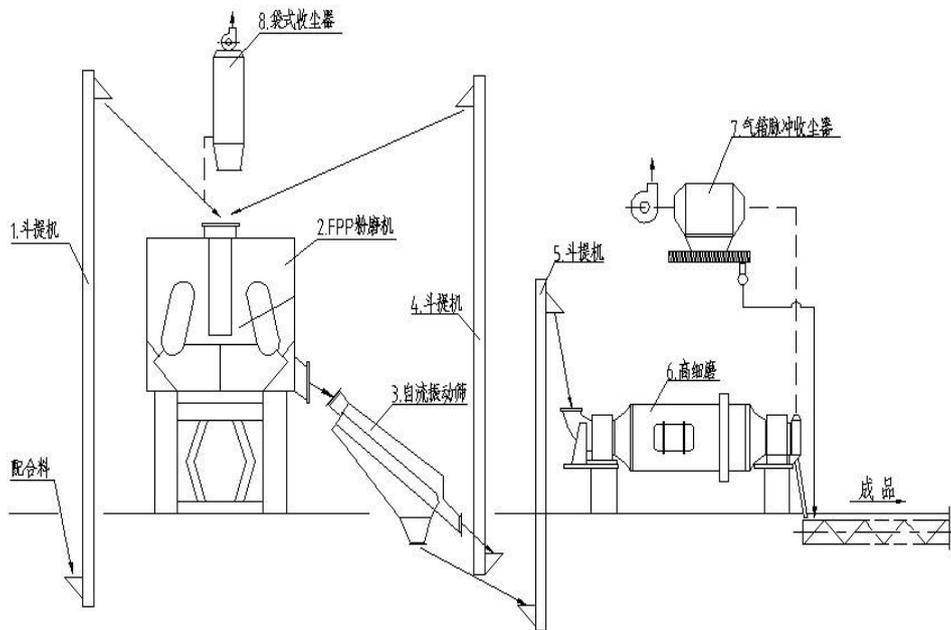


图 2 新型预粉磨技术工艺流程图

五、主要技术指标

1. 入球磨机物料粒度控制 $\leq 2\text{mm}$ ，小于 0.08mm 细粉含量大于 20%；
2. 水泥粉磨系统电耗小于 28kWh/t ，吨成品粉磨电耗下降 30%以上；
3. 粉尘排放浓度小于 30mg/Nm^3 。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术于 2010 年 3 月通过了中国建材联合会组织的新技术新产品鉴定，并已成功进行产业化实施，水泥粉磨从工艺设计、设备选型、设备设计制造、设备安装调试到达产达标，把水泥预粉磨、自流振动筛、改进型球磨机组成的水泥预粉磨系统整体向市场推广应用。目前，该技术已在浙江安吉宏大粉磨水泥有限公司、山西汾阳市水泥有限公司、安徽天长市千秋混凝土有限公司、贵州省仁怀市建台水泥厂、新疆喀什红旗水泥有限公司、仁寿建宝水泥有限公司等多家企业应用，取得了较好的节能效果。

七、典型用户及投资效益

典型用户：浙江安吉宏大粉磨水泥有限公司、山西汾阳市水泥有限公司、安徽天长市千秋混凝土有限公司、贵州省仁怀市建台水泥厂等。

典型案例 1

案例名称：浙江安吉宏大 $\phi 3.2 \times 13\text{m}$ 球磨机粉磨改造项目

建设规模：年产 60 万 t 水泥粉磨生产线。主要技改内容： $\phi 3.2 \times 13\text{m}$ 球磨机，增设预粉磨系统。主要设备为预粉磨设备、自流振动筛等。技改投资额 280 万元，建设期 5 个月。年节能量 1470tce，年减排量 3880tCO₂，年节能经济效益 420 万元，投资回收期 8 个月。

典型案例 2

案例名称：仁寿汪洋建宝水泥有限公司新建年产水泥粉磨生产线项目

建设规模：年产 180 万 t 水泥粉磨生产线。建设条件：新建水泥粉磨生产线，主要建设内容：新建两台 $\phi 3.8 \times 13\text{m}$ 球磨机、两台预粉磨及两台自流振动筛等。主要设备为 2 台预粉磨、2 台自流振动筛。技改投资额 1000 万元，建设期 6 个月。年节能量 5040tce，年减排 13306tCO₂，年节能经济效益 1500 万元，投资回收期 8 个月。

八、推广前景和节能减排潜力

预计到 2015 年，可在建材行业球磨系统改造领域推广 20%，形成的年节能能力为 80 万 tce；年碳减排能力 211 万 tCO₂。

12 浮法玻璃炉窑纯氧燃烧装备技术

一、技术名称：浮法玻璃窑炉纯氧燃烧装备技术

二、所属领域及适用范围：建材行业 浮法玻璃生产线

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

目前我国浮法玻璃生产线有 270 多条，单线产量从 300t/d~1200t/d 不等。以熔化能力 600t/d，燃料为天然气浮法玻璃窑炉为例，日耗天然气量为 $11.0 \times 10^4 \text{ Nm}^3$ ，日排 CO_2 为 238t，排 SO_2 0.552t，排 NO_x 0.86t，不仅能耗偏高，也对环境造成了一定程度的污染。

四、技术内容

1. 技术原理

浮法玻璃熔窑纯氧助燃系统包括两个方面：在投料口与 1 号小炉之间增设一对纯氧燃烧喷枪（俗称 0 号小炉），在原燃料喷枪底部加入纯氧进行助燃（俗称氧气底吹）。

0 号小炉位于窑炉投料口与 1 号小炉之间，玻璃窑炉这段区间没有火焰覆盖，既浪费玻璃熔窑熔化面积，又增加能量的消耗。0 号小炉的纯氧和燃料燃烧反应速度快，火焰辐射强，由于该位置玻璃液面被配合料覆盖，配合料黑度比玻璃液的黑度大得多，其吸热能力也比玻璃液的吸热能力强，因此传热效果更高。纯氧喷枪燃烧产生烟气量少，火焰动量小，不会将配合料粉尘吹起，相反配合料表面快速形成“釉层”，减少配合料的飞料。实践证明，高温强制熔化有利于节能降耗，提高玻璃的质量和产量。

在原燃料喷枪底部通入氧气，氧气从燃料喷枪底部加入，解决传统燃烧方式该位置燃烧缺氧的问题。高纯度氧气燃烧速度快，温度高，辐射能力强，有利于玻璃熔化、澄清和均化，因此可以减少燃料上部空气量，从而降低空间火焰温度，使温度呈梯度分布，起到保护窑炉火焰空间胸墙、大碓作用，大大延长窑炉的使用寿命，同时也大幅降低尾气中 NO_x 含量。燃料喷枪底部的氧气还可以燃烧掉对面燃料喷枪未燃尽燃料，避免燃料带入玻璃窑炉蓄热室，烧坏格子体，从而延长窑炉格子体使用寿命。

2. 关键技术

- (1) 解决了纯氧喷枪系统火焰长短和刚度调整问题，实现在不同窑体的使用；
- (2) 通过研发满足不同要求的配套喷嘴砖，解决了喷嘴砖材质、更换和耐碱液冲刷的问题。

3. 工艺流程

浮法玻璃窑炉纯氧燃烧装备技术工艺流程见图 1，与传统燃烧方式的对比图见图 2。

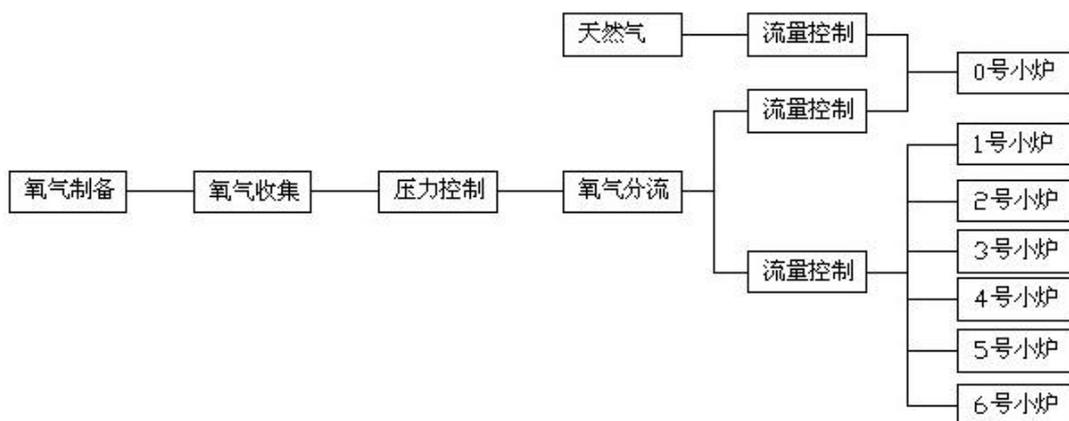


图 1 浮法玻璃纯氧燃烧工艺流程图

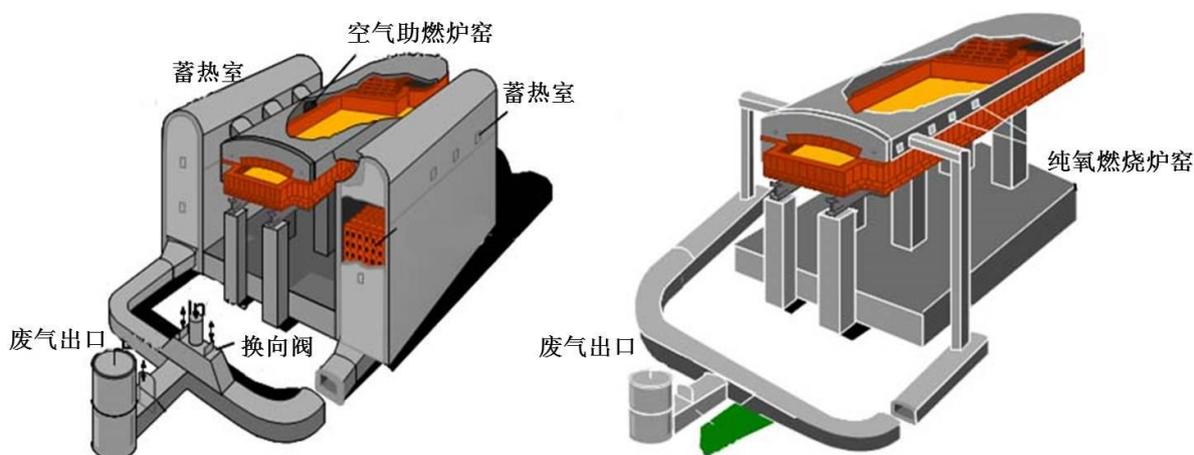


图 2 空气助燃技术与纯氧燃烧技术工艺对比图

五、主要技术指标

1. 提高玻璃熔窑的拉引量 5%~10%;
2. 节省燃料 3%~8%;
3. 减少气泡和结石，提高成品率 0.5%~3%。

六、技术应用现状及产业化情况

“玻璃熔窑全氧燃烧技术的研究”是“十一五”国家科技支撑计划课题的成果之一，已获得 2 项发明专利，并于 2011 年通过中国建筑材料联合会组织的科技成果鉴定。目前已成功应用于山东金晶节能玻璃有限公司、江苏苏华达新材料有限公司、河北大光明实业集团有限公司等 5 条浮法玻璃生产线，节能效果显著。

七、典型用户及投资效益

典型用户：山东金晶节能玻璃有限公司、江苏苏华达新材料有限公司、河北大光明集团公司、宁波康力玻璃有限公司等。

典型案例 1

案例名称：山东金晶节能玻璃有限公司玻璃生产线 0#喷枪纯氧助燃系统项目

建设规模：600t/d 浮法玻璃生产线。建设条件：预留双高空分塔的制氧接口。主要技改内容：改造双高空分设备、氧气天然气主盘和流量控制盘、0#枪位置窑炉开孔。主要设备为双高空分设备、氧气燃料流量控制系统、0#氧枪及配套喷嘴砖等。技改投资额 625 万元，建设期 6 个月。年节能量 4200tce，年减排量 11090tCO₂，年节能经济效益 620 万元，投资回收期约 1 年。

典型案例 2

案例名称：宁波康力玻璃有限公司浮法二线 0#喷枪纯氧助燃系统及氧气底吹助燃系统项目

建设规模：600t/d 浮法玻璃生产线。建设条件：预留双高空分塔的制氧接口、0#枪和底吹氧枪位置窑炉。主要技改内容：改造双高空分设备、氧气重油主盘和流量控制盘、氧气底吹流量控制及换向系统、电气控制柜与窑炉总控制系统的衔接等。主要设备为双高空分设备、氧气燃料流量控制系统、0#氧枪及配套喷嘴砖、底吹氧枪及喷嘴砖。技改投资额 780 万元，建设期 6 个月。年节能量 4400tce，年减排量 11616tCO₂。通过该技术的应用，使窑炉的生产能力达到 700t/d，提高产量 16%，烟气中 NO_x 的排放浓度从 2200mg/Nm³降低到约 1500 mg/Nm³，降低约 32%。年节能经济效益 600 万元，投资回收期约 1.3 年。

八、推广前景和节能减排潜力

预计到2015年，全国按20条600t浮法生产线使用该技术计算，推广比例可达10%，形成的年节能能力约13万tce，年碳减排能力33万tCO₂。

13-1 建筑陶瓷薄型化节能技术（一）

大规格陶瓷薄板生产技术

一、技术名称：大规格陶瓷薄板生产技术

二、所属领域及适用范围：建材行业 建筑陶瓷

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

传统陶瓷制造行业是资源和能源消耗较高的领域。目前我国年产陶瓷墙地砖 90 亿 m^2 ，原材料消耗约 2.9 亿 t，电耗约 522 亿 kWh，耗水 16 亿 t。传统陶瓷生产的综合能耗为 $4.747kgce/m^2$ ，单位碳排放量为 $12.75 kg/m^2$ 。

四、技术内容

1. 技术原理

在传统陶瓷生产流程的基础上，采用特殊的陶瓷配方，利用特制的陶瓷薄板成型装备——双活塞大吨位压机、装饰装备——无模腔布料系统、烧成装备——小辊距辊道窑、抛光修边装备——高效薄板抛光磨边线等，生产出的大规格（最大 $900 \times 1800mm$ ）陶瓷板厚度只有 $3.5mm \sim 5mm$ ，只有传统陶瓷板材厚度的 $1/3$ ，从而节省原材料 $2/3$ ，节省烧结燃料超过 40%，减少废气排放近 30%。

2. 关键技术

（1）大规格陶瓷薄板布料系统及模具的研发

运用全新布料和输送工艺，整体系统采用模块化设计，同时实现丝网、微分、分区微料和线条等多种装饰，在使用同一台压机、不更换模具的情况下，完成多级分次布料，实现复杂装饰图案和厚度最少 $3mm \sim 5mm$ 的薄板的布料；

（2）大规格陶瓷薄板液压成型工艺及装备的研发

研发满足与大规格陶瓷薄板布料系统配套工作，既可以压制普通厚度，又可以压制厚度为 $3mm \sim 5mm$ 的薄型陶瓷砖的压砖机，其压制砖坯最大规格为 $900 \times 2000mm$ ；

（3）大规格陶瓷薄板烧制工艺及装备研发

采用自主生产的纳米保温材料，降低窑炉的外表温度，实现能源节约同时减少断面温度差，消除薄板烧制过程中变形的发生，满足薄板烧制工艺要求；

（4）大规格陶瓷薄板抛光工艺及装备的研发

包括陶瓷薄板倒角机、粗抛机、精抛机和磨边机的研发，实现大规格陶瓷薄板的高效、低破损率的抛光；

(5) 大规格陶瓷薄板包装装备的研发

包括翻砖机、叠垛机、包装机、捆扎机、转台及码包机的研发，实现大规格陶瓷薄板的全自动化包装作业。

3. 工艺流程

大规格陶瓷薄板的生产工艺流程图如图 1 所示。

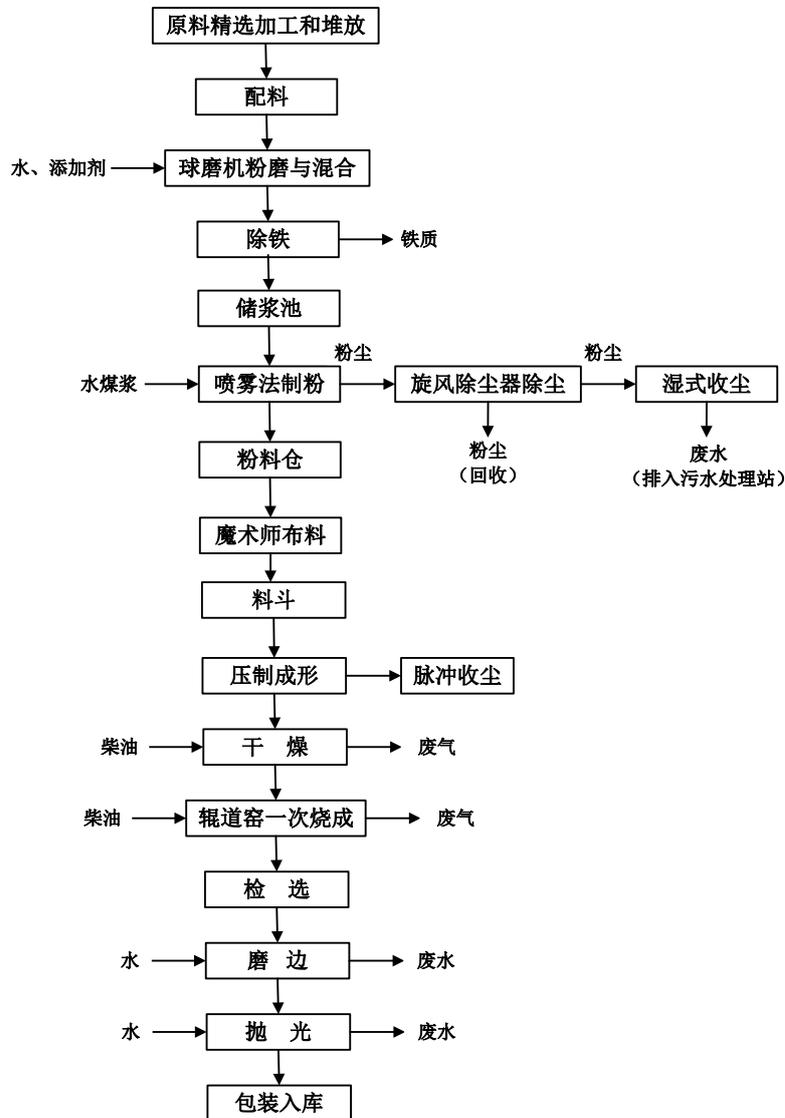


图1 大规格陶瓷薄板的生产工艺流程图

五、主要技术指标

1. 陶瓷板规格： $\geq 900\text{mm} \times 1800\text{mm}$ ；
2. 瓷板厚度：3mm~5.5mm 可调；
3. 最高烧成温度： $< 1250^{\circ}\text{C}$ ；
4. 烧成周期： $< 60\text{min}$ ；
5. 大规格陶瓷薄板的各项指标均符合相关国家标准规定。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术的各项核心装备已于 2012 年 12 月通过了省级科技成果鉴定，获得 15 项国家发明专利。目前，该技术已经在广东蒙娜丽莎陶瓷有限公司和山东德惠来装饰瓷板有限公司投产使用，节能减排效果明显，具有良好的社会效益。

七、典型用户及投资效益

典型用户：广东蒙娜丽莎陶瓷有限公司、山东德惠来装饰瓷板有限公司。

典型案例 1

案例名称：广东蒙娜丽莎陶瓷有限公司项目

建设规模：日产量 3500 平方米。建设条件：大中型规模的陶瓷墙地砖生产企业。

主要技改内容：生产线建设。主要设备包括墙地砖布料及模具系统、全自动液压压砖机、高效节能辊道窑、大规格陶瓷薄板抛光线、大规格陶瓷砖自动包装线，并配套相关的水电、能源、仓储、运输等条件。技改投资额 1500 万元，建设期 4 个月。年节能量 1962tce，年减排量 5180tCO₂，年节能经济效益 1154 万元，投资回收期约 1.3 年。

典型案例 2

案例名称：山东德惠来装饰瓷板有限公司项目

建设规模：日产量 2900 平方米。建设条件：大中型规模的陶瓷墙地砖生产企业。

主要技改内容：生产线建设，主要设备包括墙地砖布料及模具系统、全自动液压压砖机、高效节能辊道窑、大规格陶瓷薄板抛光线、大规格陶瓷砖自动包装线，并配套相关的水电、能源、仓储、运输等条件。技改投资额 1150 万元，建设期 3 个月。年节能量 1300tce，年减排量 3432tCO₂，年节能经济效益 957 万元，投资回收期约 1.2 年。

八、推广前景和节能减排潜力

大规格陶瓷薄板技术与装备的推广应用，将能大幅度降低建筑陶瓷砖能源和资源消耗，实现环境友好，使建筑陶瓷行业得到良性的发展。以我国年产90亿m²陶瓷砖计算，预计到2015年，可在建筑陶瓷领域推广10%，形成的年节能能力约20万tce，形成年碳减排能力53万tCO₂。

13-2 建筑陶瓷薄型化节能技术（二）

超薄陶质砖生产技术

一、技术名称：超薄陶质砖生产技术

二、所属领域及适用范围：建材行业 建筑陶瓷

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

传统陶瓷制造行业资源和能源消耗较高的领域。目前，我国年产陶瓷墙地砖 90 亿 m^2 ；原材料消耗约 1.08 亿 t，电耗约 200 亿 kWh，油耗 0.112 亿 t(折柴油计算)。传统陶瓷的综合能耗为 $4.747kgce/m^2$ ；单位碳排放量为 $12.6 kgCO_2/m^2$ 。

四、技术内容

1. 技术原理

增大塑性原料在陶质砖坯体配方中的用量，引入高温性能好的锂瓷石等方法，解决成型过程中生坯强度问题和产品烧成后的物理强度问题，从而将陶质砖的成品厚度减薄近一半，而不影响其产品的基本性能，达到节约资源的能源的目的。

2. 关键技术

研发了超薄砖工艺配方：粘土 35%~40%，长石 25%~30%，锂瓷石 8%~13%，铝矿 5%~10%，白砂 15%~20%，并在原有传统陶质砖生产工艺上进行改造，实现超薄陶质砖的生产。

3. 工艺流程

超薄陶质砖生产技术工艺流程见图 1。

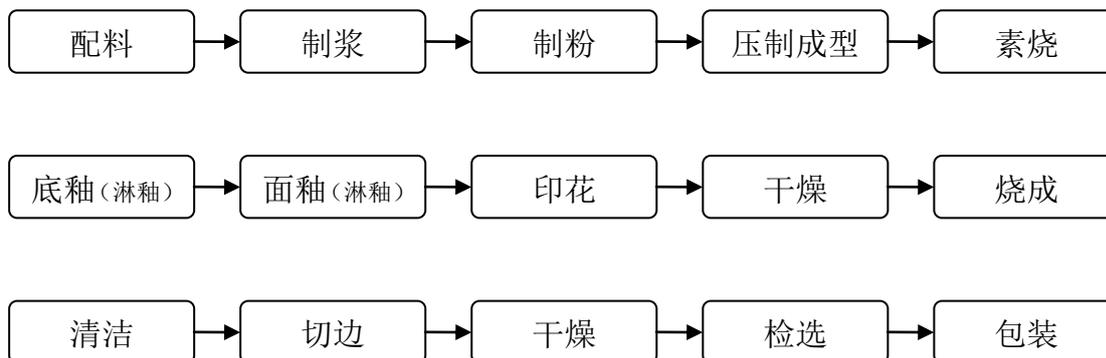


图 1 超薄陶质砖生产技术工艺流程图

五、主要技术指标

1. 陶质砖的破坏强度：400N~550N（国家标准 350N）；
2. 断裂模数：21MPa~26MPa（国家标准 15）；

3. 吸水率：13%~18%（国家标准>10%）；

4. 成品砖厚度：4.5mm~6mm，辐射内照射指数 IRa0.2（国家标准 1），外照射指数 IY0.4（国家标准 1.3），能够达到建筑陶瓷 A 类的标准。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术于 2012 年通过四川省科技厅组织的科技成果鉴定，获得 2 项国家实用新型专利。目前已经在四川省鑫源陶瓷有限责任公司，白塔新联兴陶瓷集团等企业应用，节能减排效益较好。

七、典型用户及投资效益

典型用户：四川省鑫源陶瓷有限责任公司，白塔新联兴陶瓷集团项目等。

典型案例 1

案例名称：四川省鑫源陶瓷有限责任公司

建设规模：年产 800 万 m²超薄砖。建设条件：原有年产 800 万 m²陶质砖生产线，主要技改内容：调整生产工艺配方，改造压机成型模具、推料器、生坯砖转送平台系统，窑炉烧嘴等。技改投资额 500 万元，建设期 3 个月。年节能量 10000tce，年减排量 26400tCO₂，年节能经济效益 480 万元，投资回收期约 1 年。

典型案例 2

案例名称：四川白塔新联兴陶瓷集团有限责任公司改造项目

建设规模：年产 700 万 m²超薄陶质砖。主要技改内容：调整生产工艺配方，改造压机成型模具、推料器、生坯砖转送平台系统，窑炉烧嘴等。技改投资额 450 万元，建设期 3 个月。年节能量 11000tce，年减排量 29040tCO₂，年节能经济效益 460 万元，投资回收期约 1 年。

八、推广前景和节能减排潜力

目前，全国有1300条左右的传统陶质砖生产线，其中20%的生产线可进行陶质砖超薄化的生产，预期到2015年，可形成的年节能能力约100万tce，年碳减排能力为264万tCO₂。

14 全自动连续煮糖技术

一、技术名称：全自动连续煮糖技术

二、所属领域及适用范围：轻工行业 甘蔗糖厂和甜菜糖厂

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

煮糖（结晶）工段是制糖生产中的重要环节，耗汽量占全厂 60%。煮糖工段不仅决定产品的最终质量，还影响着回收率及节能降耗的效果。国内制糖企业绝大多数采用间歇结晶罐，依靠人工操作，自动化水平低。为提高效率，节约能源，采用结晶生产连续化、自动化和信息化管理是重要的措施之一。2012 年，我国甘蔗糖厂平均吨糖能耗为 414kgce, 甜菜糖厂平均吨糖能耗为 567kgce。

四、技术内容

1. 技术原理

通过利用新型连续煮糖罐（包括立式和卧式）代替现有间歇煮糖罐，罐内糖膏液位低，循环好，加热蒸汽压力仅需 0.09MPa，即可满足生产需要，又可有效降低制糖过程中的耗汽量。实现煮糖过程的连续化和自动化，解决了我国糖厂间断煮糖生产波动大、不稳定的问题。

2. 关键技术

连续结晶罐和自动控制系统。

3. 工艺流程

立式连续煮糖技术结构和流程见图 1 所示。

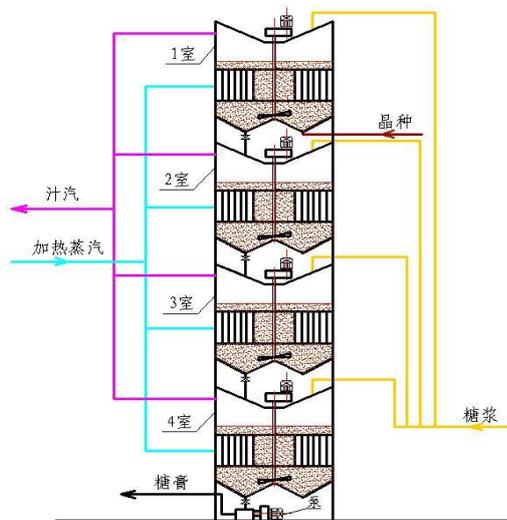


图 1 立式连续煮糖罐结构示意图

五、主要技术指标

1. 甘蔗糖厂吨糖节能约 30kgce;
2. 甜菜糖厂吨糖节能约 35kgce。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术于 2010 年 11 月通过了新疆兵团科技局的科技成果鉴定，目前已在新疆绿原糖业公司的糖厂应用。由于立式连续煮糖罐具有煮糖所需蒸汽压力较低、各个结晶室过饱和度控制稳定、可实现长时间不停机清洗、晶体质量均匀、占地面积少等优点，因此可广泛应用于我国的制糖行业。

七、典型用户及投资效益

典型用户：新疆绿原糖业公司、广西大新县雷平永鑫糖业有限公司。

典型案例 1

案例名称：新疆绿原糖业公司煮糖生产线改造项目

建设规模：日处理甜菜 5000t。主要技改内容：现有间歇式结晶罐改为立式连续结晶罐，并配以相应的自控装置。主要设备为采用立式连续结晶罐，连续助晶机等。技改投资额 1100 万元，建设期 1 年。年节能量 8000tce，年减排量 21120tCO₂，年节能经济效益 220 万元，投资回收期约 5 年。

典型案例 2

案例名称：广西大新县雷平永鑫糖业有限公司新建煮糖生产线项目

建设规模：日处理甘蔗 12000t/d(榨期按 120 天计)。主要技改内容：新建一套立式连续煮糖罐，结晶罐总容积 185m³，用于丙糖膏，配套自动控制系统等。主要设备为立式连续煮糖罐及配套自动控制系统。技改投资额 1820 万元，建设期 8 个月。年节能量 6060tce，年减排量为 16000tCO₂，年节能经济效益 340 万元，投资回收期约 5 年。

八、推广前景和节能减排潜力

预计到 2015 年，在全国甘蔗糖厂和甜菜糖厂中的推广比例可达 40%，形成的年节能能力为 33 万 tce，年减排能力 87 万 tCO₂。

15 热泵的双级增焓提效技术

一、技术名称：热泵的双级增焓提效技术

二、所属领域及适用范围：轻工行业 民用及商用制热需求场所

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

我国家用热水器主要可分为电热水器、燃气热水器、太阳能热水器和热泵热水器等四类。根据 2012 年相关统计分析，我国各类热水器的能耗累计约为 1390 万 tce，碳排放量约为 3670 万 tCO₂，详见表 1。

表 1 热水器能耗及碳排放数据表

序号	类别	2012 销售规模(万台/套)	消耗能源 (万 tce)	碳排放量 (万 tCO ₂)
1	电热水器	1450	870	2297
2	燃气热水	1099	229	605
3	太阳能热水器	1001	283	747
4	热泵热水器	47	8	21
5	合计	3597	1390	3670

(注：上述计算是以一年 365 天，每天每台套热水器加热 15℃到 55℃的热水 100L 计算能耗和碳排放量。
燃气热水器能耗计算：液化石油气热值 43200kJ/kg，相当于 1.63kgce 热值。)

四、技术内容

1. 技术原理

(1) 双级增焓转子式压缩机技术

双级压缩系统与普通单级压缩系统相比，压缩过程从一次压缩分解为两次压缩，增加闪蒸器和一级节流装置，双级增焓转子式变频压缩机的两个气缸分别承担低压级压缩和高压级压缩，单个气缸的压缩比得到大幅降低。通过上下气缸工作容积及结构的合理设计，可使压缩机在高压比工况下，其容积效率比单级压缩机得到明显提高，进一步加强双级增焓压缩机制冷、制热能力的优势。

(2) 变频控制技术

采取双级增焓变频压缩机和带闪蒸器的双电子膨胀阀串联喷焓系统，结合控制中压腔的喷射量和主回路循环冷媒量，适时控制压缩机运行频率，实现各种工况下系统以最

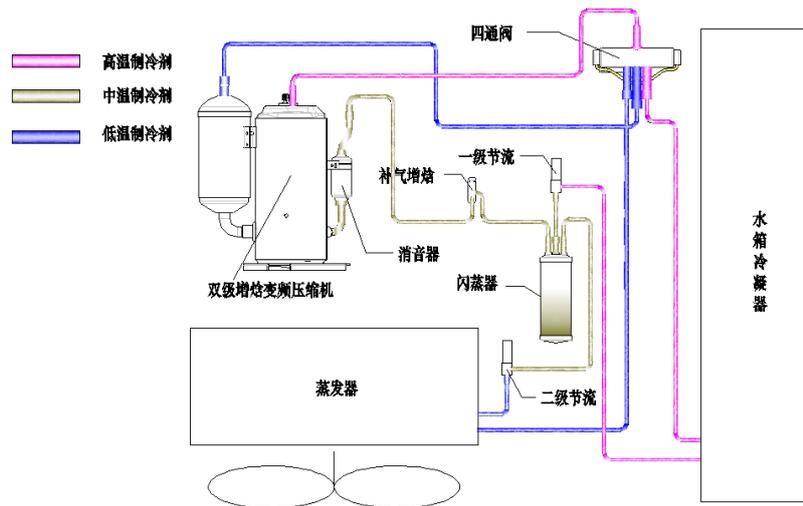


图 2 利用双级焓增变频压缩机的热泵热水器设备工艺流程图

五、主要技术指标

1. 系统 COP 可达 5.44W/W;
2. 在-15℃环境温度下，制热最大 COP 可达 3.0W/W。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术于 2012 年 12 月通过广东省科学技术厅组织的技术鉴定，获得国家发明专利 4 项和实用新型专利 19 项。目前该技术已进入产业化阶段，在制造成本上，双级增焓变频热泵较同等能力的热泵成本增加不到 5%，具备很好的产业化推广应用条件。

七、典型用户及投资效益

典型用户：中山阳光花园小区、江西红星小区等。

典型案例 1

案例名称：中山阳光花园热水器改造项目

建设规模：432 套住房改造。主要技改内容：双级增焓变频热泵热水器替换电热水器。主要设备为双级增焓变频热泵热水器等。技改投资额 346 万元，建设期 3 个月。年节能量 560tce，年减排量 1478tCO₂，年节能经济效益 112 万元，投资回收期约 3 年。

典型案例 2

案例名称：江西红星小区燃煤锅炉热水工程改造项目项目

建设规模：564 套住房改造。建设条件：小区原供热水方式为燃煤锅炉集中供热水方式。主要技改内容：双级增焓变频热水器替换燃煤锅炉，主要设备为双级增焓变频热水器等。技改投资额 451 万元，建设期 2 个月。年节能量 610tce，年减排量 1610tCO₂。年节能经济效益 90 万元，投资回收期约 5 年。

八、推广前景和节能减排潜力

目前，我国电热水器制热水占热水器总销量的40%，销售量大约在650万台、预计到2015年，在热水器领域的推广比例可达5%，形成的年节能能力为90万tce，年碳减排能力为238万tCO₂。

16 玻璃瓶罐轻量化生产技术

一、技术名称：玻璃瓶罐轻量化生产技术

二、所属领域及适用范围：轻工行业 日用玻璃

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

据统计，2010年规模以上日用玻璃行业生产玻璃瓶1993.14万t。预计在“十二五”期间，日用玻璃行业生产量年平均增长率在8%~10%。预计到2015年，我国日用玻璃瓶年产能将达2500万t。

“十二五”期间，我国日用玻璃行业吨玻璃产品的能耗约为440kgce，按照2010年日用玻璃实际产能和能耗指标测算，目前我国日用玻璃行业实际能耗约为874万tce。

我国现有玻璃瓶的盛装水平为1.0t玻璃瓶盛装1.1t食品或饮料，一般是440g玻璃瓶重盛装500g/500ml食品或饮料。因此，在保证产品质量和满足用户使用条件及要求的前提下，降低相同容积（盛装量）玻璃瓶的重量，将大大减少原材料和能源的消耗，有效实现社会资源的节约，并从根本上实现节能减排。

四、技术内容

1. 技术原理

通过优化玻璃配方，提高窑炉自动化控制水平和精度，提高玻璃液熔化质量和均匀度，优化瓶型设计，使用良好材质的玻璃模具和先进压吹法行列式制瓶机等一系列技术和手段，使玻璃在瓶罐各部位分布均匀，以达到减少瓶壁、瓶底的厚度，总体减轻瓶罐重要的目的。

2. 关键技术

玻璃配方、控制精度、模具和瓶型的设计、行列机、精密控制供料道。

3. 工艺流程

玻璃瓶罐轻量化生产技术工艺流程见图1。

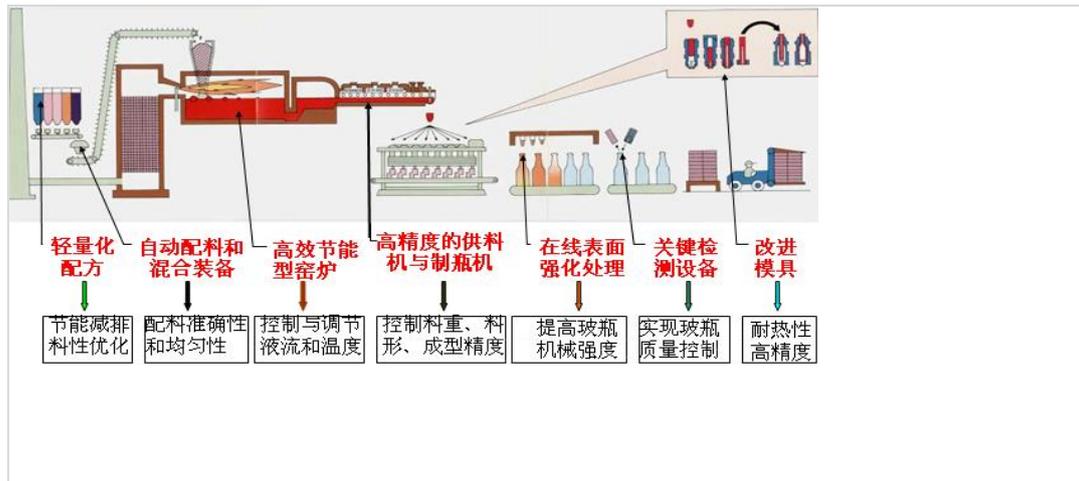


图 1 玻璃瓶罐轻量化生产工艺流程图

五、主要技术指标

1. 产品环切均匀度达到 B⁻ 以上，相对密度差 $\leq 5 \times 10^{-4}$ ；
2. 瓶罐轻量化度值小于等于 1；
3. 可回收瓶罐轻量化度 $L = 0.44 \times \text{瓶重 (g)} / \text{满口容量}^{(0.81)} \text{ (ml)}$ ；
4. 一次性瓶罐轻量化度 $L = 0.44 \times \text{瓶重 (g)} / \text{满口容量}^{(0.77)} \text{ (ml)}$ ；

六、技术应用现状及产业化情况

该技术于 2005 年 1 月通过了山东省科技成果鉴定。我国是玻璃瓶罐生产大国，绝大部分企业采用的是传统的吹吹法行列机制瓶方式，目前仅有少部分企业积极引进或研究开发玻璃瓶罐轻量化生产技术，并取得了一定的成效。在发达国家，大部分瓶罐的生产已基本实现了轻量化，因此该技术在我国的推广潜力较大。

七、典型用户及投资效益

典型用户：广东佛山华兴玻璃有限公司，广东三水华兴玻璃有限公司等。

典型案例 1

案例名称：佛山华兴 1# 炉 10 万 t 项目

建设规模：新建一座年产 10 万 t 轻量化酱油瓶窑炉。主要技改内容：4 条轻量化玻璃瓶罐生产线。主要设备为自动化配料设备、高效节能窑炉、伺服控制行列式制瓶机、摄像检验机等。技改投资额 12000 万元，建设期 1 年。年节能量 5500tce，年减排量 14520tCO₂。年节能经济效益 2400 万元，投资回收期约 5 年。

典型案例 2

案例名称：广东三水华兴轻量化啤酒瓶项目

建设规模：年产 12 万 t 窑炉。主要技改内容：4 条轻量化瓶罐生产线等。技改投资额 15000 万元，建设期 1 年。年节能量 6600tce，年减排量 17424tCO₂。年节能经济

效益 3000 万元，投资回收期约 5 年。

八、推广前景和节能减排潜力

轻量化玻璃瓶在满足使用要求和保证产品质量的前提下，通过降低玻璃瓶重量的方法，可使单位容量的玻璃瓶降低重量20%~40%，实现单位容积玻璃制品能耗降低15%~30%。预计到2015年，全国将有20%约600万千升的内装物可使用轻量化玻璃瓶罐进行包装，可产生的年节能能力约为20万tce，年碳减排能力53万tCO₂。

17 基于感应耦合的无极荧光照明技术

一、技术名称：基于感应耦合的无极荧光照明技术

二、所属领域及适用范围：轻工行业 工矿、场馆、道路、隧道等领域照明

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

2012年，我国全社会用电量为49591亿kWh，照明用电占全社会用电量的13%左右，照明用电量约为6447亿kWh，照明领域的节能减排潜力很大。

四、技术内容

1. 技术原理

根据电磁感应耦合放电原理，电磁场的能量以感应方式耦合到灯泡内，使灯泡内气体被击穿，形成等离子体。等离子体受激发原子返回基态时，辐射出253.7nm的紫外线，激发灯泡内壁的荧光粉产生可见光，改变了传统光源由电能转变为热能再转变为光能的发光原理，减少了热能损耗，并具有光衰小、眩光小、显色性高、稳定性好、瞬时启动等特点，可应用在工程照明等领域，替代传统的高压汞灯、高压钠灯及金属卤化物灯，降低功率，节约电能。此外，由于灯泡内没有灯丝，且电路采用高频电子开关电路，延长了灯泡的工作寿命。

2. 关键技术

- (1) 高耦合率的结构设计技术；
- (2) EMC 模组、电路结构设计技术；
- (3) 大功率电子镇流器开关电源技术；
- (4) 汞齐和辅助汞齐技术。

3. 工艺流程

该项技术的工作原理见图1和图2。

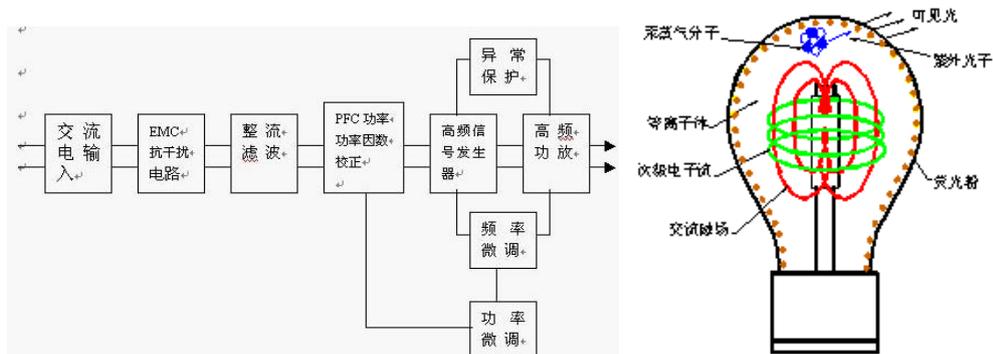


图1 内耦合无极灯工作原理图

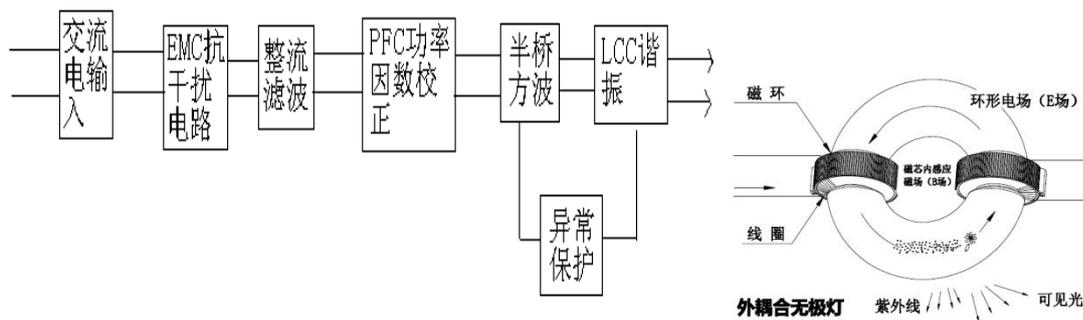


图 2 外耦合无极灯工作原理图

五、主要技术指标

1. 内耦合无极灯光效 ≥ 70 lm/W;
2. 外耦合无极灯光效 ≥ 90 lm/W 以上;
3. 光通维持率达到 85%/1 万 h 以上, 70%/6 万 h 以上。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术已通过国内外多项产品认证, 拥有无极灯相关实用新型专利技术 29 项。目前, 无极灯的国家标准和行业标准已颁布 7 项, 还有 3 项相关标准正在起草, 国内无极灯生产企业已有数百家, 最大的无极灯生产基地具有 7 条无极灯生产线, 拥有年产 100 万套无极灯的生产能力, 无极灯产业的发展已趋于规模化和规范化。

七、典型用户及投资效益

典型用户: 银川望远工业园、成都现代工业港等。

典型案例 1

案例名称: 银川望远工业园道路亮化工程项目

建设规模: 8 条道路, 共计 51 公里, 包括灯杆、灯具及项目施工。建设条件: 新建照明工程, 包含节能光源安装及相关工程施工。主要技改内容: 使用无极灯 5164 套用于新建道路照明。主要设备为无极灯光源、专用灯具、灯杆等。技改投资额 6800 万元, 其中节能灯具费 664 万元, 建设期 1 年。年节能量 990tce, 年减排量 2614tCO₂, 年节能经济收益 130 万元。投资回收期约 5 年。

典型案例 2

案例名称: 成都现代工业港道路节能改造项目

建设规模: 18 条道路, 共计 46 公里的道路节能改造。建设条件: 灯具替换。主要技改内容: 使用 1052 套无极灯替换原有钠灯用于道路节能改造。主要设备为无极灯光源、专用灯具等。技改投资额 775 万元, 其中节能灯具费 167 万元, 建设期 3 个月。年节能量 202tce, 年减排量 533tCO₂, 年节能经济收益 49 万元。投资回收期约 3.4 年。

八、推广前景和节能减排潜力

据统计，我国无极灯的产量逐年增加，到2015年可达1000万套左右。无极灯可替代传统的高压汞灯、高压钠灯及金属卤化物灯等，应用于工矿、场馆、道路、隧道等领域的照明。预计到2015年推广比例可达10%，形成的年节能能力180万tce，年减排潜力475万tCO₂。

18 超低浴比高温高压纱线染色机节能染整装备技术

一、**技术名称：**超低浴比高温高压纱线染色机节能染整装备技术

二、**所属领域及适用范围：**纺织行业 纱线、棉纱、羊毛、化纤等织物染色

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

筒子纱线染色机是染整行业中的重要设备，其作用是进行纱线和化纤染色。染色机的工艺技术不仅直接影响纺织服装面料的质量，而且是染整行业中实施节能减排的重要环节。目前，国内印染企业使用的染色机普遍存在工艺落后、浴比大（约为 1:8）、能耗高（每吨纱线耗电约 550kWh、耗蒸汽 4.5t）、使用染料助剂多、染色周期长、污染物排放大、操作繁琐等问题，节能减排潜力巨大。

四、**技术内容**

1. 技术原理

该技术采用离心/轴流式三级叶轮泵和短流程冲击式脉流染色技术，实现超低浴比（1:3）的高效率染色。冲击式脉流染色可在超低浴比下进行，由于染液不浸泡纱锭，可减少染料助剂的用量；因纱锭与染液不浸泡在水中，减少了纱锭渗透阻力，使染色交换速度加快，有利于纱线均匀染色，并缩短染纱时间。同时，由于该技术大幅降低了浴比，减少了循环水泵的电耗和加热蒸汽的使用量，从而实现节能减排的目的。

2. 关键技术

- （1）离心/轴流式三级叶轮泵染色技术；
- （2）短流程冲击式脉流染色技术；
- （3）可调流调压纱架装置。

3. 工艺流程

超低浴比高温高压纱线染色机设备见图 1，三级叶轮泵见图 2，冲击式脉流染色原理见图 3，纱架等结构图见图 4。

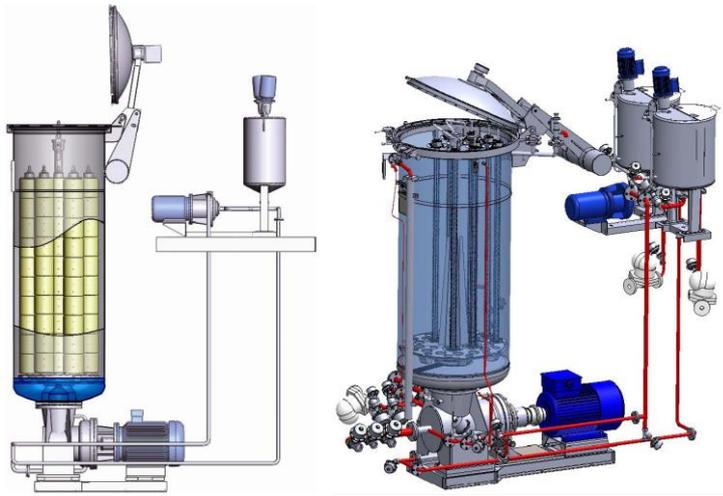


图 1 超低浴比高温高压纱线染色机设备图



图 2 三级叶轮泵图

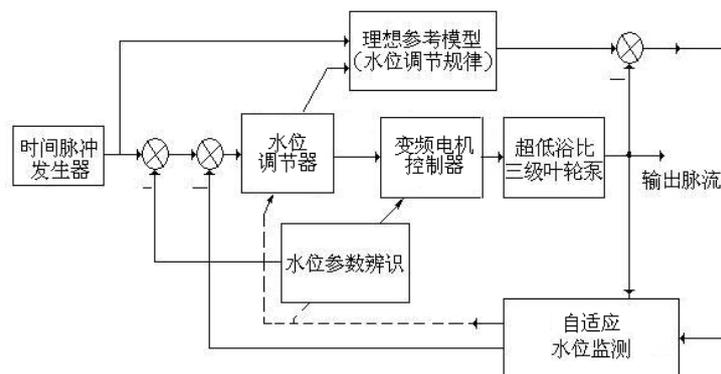


图 3 冲击式脉流染色原理图

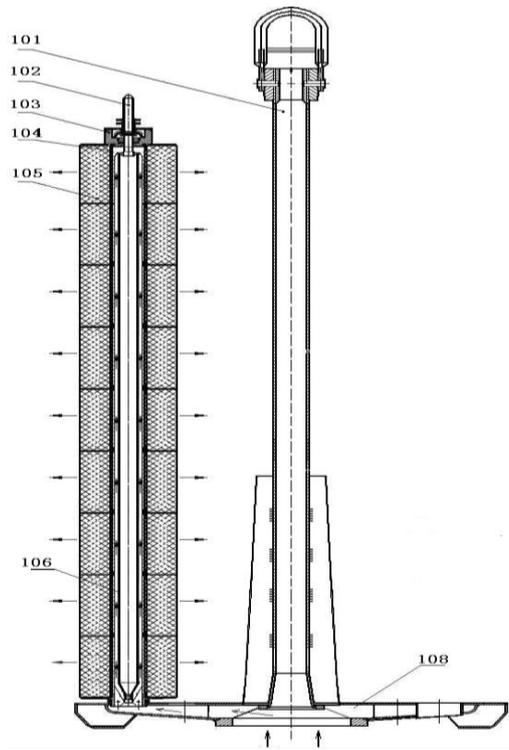


图4 纱架、吊环、纱杆（光身水鼓）、纱盘、重力锁头结构图

五、主要技术指标

1. 染色机浴比可低至 1:3;
2. 耗水量 \leq 45 吨/吨棉纱;
3. 耗蒸汽量 \leq 2.5~3t/t 棉纱;
4. 耗电量 \leq 350kWh/t 棉纱;
5. 染纱工艺周期时间小于 8h。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术已获得专利 20 项，其中 4 项为发明专利，并于 2011 年通过了广东省经济和信息委员会组织的技术鉴定。目前，已在全国推广应用 178 台（套），具有良好的经济和社会效益。

七、典型用户及投资效益

典型用户：佛山市顺德区金丰漂染有限公司、海盐县求新纺织印染有限公司、桐乡市新达丝绸炼染有限公司。

典型案例 1

案例名称：佛山市顺德区金丰漂染有限公司纱线染色机技术改造项目

建设规模：31 台超低浴比高温高压纱线染色机，年产 27900t 纱线。主要技改内容：31 台德国 THEN 型染色机进行技术改造。主要设备为超低浴比高温高压纱线染色机等。

技改投资额 3410 万元，建设期 1 年。年节能量 14300tce，年减排量 37750tCO₂。每年可获得经济效益 6100 万元，投资回收期约 6 个月。

典型案例 2

案例名称：海盐县求新纺织印染有限公司纱线染色机技术改造项目

建设规模：30 台超低浴比高温高压纱线染色机，年产 27000t 纱线。主要技改内容：对 31 台德国 THEN 型染色机进行技术改造。主要设备为超低浴比高温高压纱线染色机等。技改投资额 3300 万元，建设期 1 年。年节能量 13845tce，年减排量 36550tCO₂。每年可获得经济效益 5983 万元，投资回收期约 6 个月。

八、推广前景和节能减排潜力

目前我国纱线染色年产量约 2035 万 t。预计到 2015 年，该技术在我国印染行业的推广比例可达到 15%，可形成的年节能能力为 150 万 tce，年碳减排能力 400 万 tCO₂。

19 磁悬浮离心式鼓风机技术

一、技术名称：磁悬浮离心式鼓风机技术

二、所属领域及适用范围：通用机械行业 污水处理等领域

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

风机是一种高耗能设备，其用电约占全国发电总量的 10%，其中离心式风机用电约占风机用电总量的 50%。离心风机以节能、高效、故障率低等优势，广泛应用在我国各行业领域，但由于风机转速的限制，不能提供更高级别的风压，使离心风机的使用在一定程度上受到制约。特别是在污水处理工艺行业中，如果可以提高离心风机风压，可以有效降低污水处理厂的运营成本，进而降低污水处置费用。

四、技术内容

1. 技术原理

磁悬浮离心式鼓风机是一种采用磁悬浮轴承的透平设备，其结构有两大特点：首先，鼓风机叶轮直接安装在电机轴延伸端上，转子垂直悬浮于主动式磁性轴承控制器上，无需增速器及联轴器，即可实现由高速电机直接驱动；其次，风机通过变频器调节电机转速实现风机单级高速转动。该技术采用一体化设计，集高速电机、变频器、磁性轴承控制系统和配有微处理器的控制盘等于一体，其核心是磁悬浮轴承和永磁电机技术。其中，同步永磁电机采用了无机械磨损的磁悬浮轴承技术，最大程度地降低了机械传动损耗，工作转速可达 36000rpm。此外，对同步永磁电机采用了专用变频器驱动，变频器驱动效率可达 98.1%。由于结构的改变可减少风机机械能损失，增大风机风压，提高风机效率，从而实现节能的目的。

2. 关键技术

- (1) 磁悬浮风机集成设计；
- (2) 高速磁悬浮轴承技术；
- (3) 中大功率高速永磁电机及其变频调速设计技术；
- (4) 高效离心叶轮制造技术。

3. 工艺流程

磁悬浮离心式鼓风机工作原理和结构示意图分别如图 1 和图 2 所示。

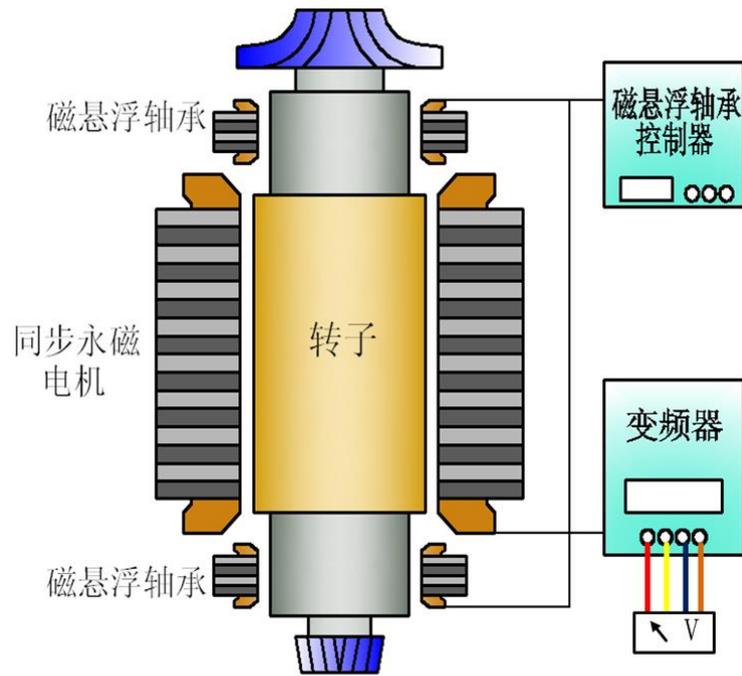


图 1 磁悬浮离心式鼓风机原理简图

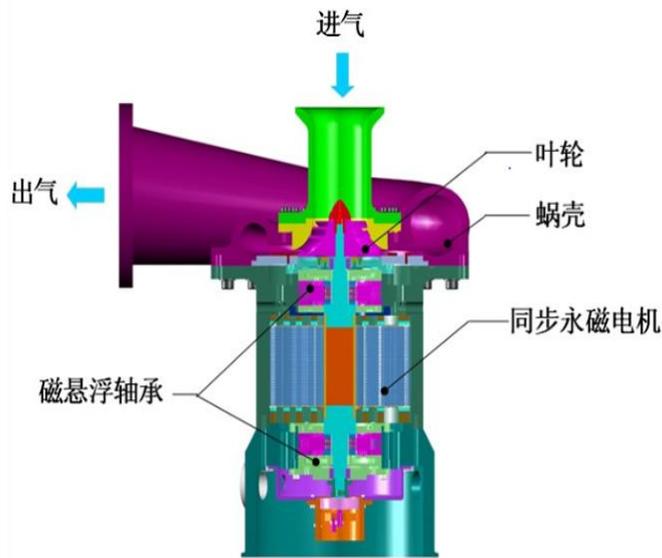


图 2 磁悬浮离心式鼓风机主机结构示意图

五、主要技术指标

1. 单机入口流量在 $30\text{m}^3\sim 100\text{m}^3/\text{min}$, 出口压力 $30\text{ kPa}\sim 90\text{kPa}$, 与同等工况输出的罗茨风机相比, 平均节能 25%以上;
2. 电机采用高速永磁电机, 功率为 $40\text{kW}\sim 150\text{kW}$, 额定转速 $18000\text{ r}/\text{min}\sim 40000\text{r}/\text{min}$;
3. 轴承采用主动磁悬浮轴承, 轴承功耗 $<1\text{kW}$;
4. 变频器的效率达到 97%, 整机效率达到 70%;

5. 高速离心叶轮效率超过 84%。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术于 2011 年通过江苏省质量技术监督风机产品检测站检测，已获得授权专利 10 余项，其中 4 项为发明专利。目前，75kW 磁悬浮离心式鼓风机产品已在国内 10 多个项目中成功运用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：宁波三菱化学有限公司、南京江宁空港污水处理厂、成都科雅污水处理厂等。

典型案例 1

案例名称：宁波三菱化学有限公司污水站项目

建设规模：污水站处理量 300m³/h。主要技改内容：把罗茨风机替换成磁悬浮风机。主要设备为磁悬浮离心式鼓风机 8 台。技改投资额 350 万元，建设期 3 个月。年节能量 857tce，年减排量 2260tCO₂。每年可节约电费 184 万元，投资回收期 1.9 年。

典型案例 2

案例名称：宁波万华聚氨酯有限公司技改项目

建设规模：6 台额定功率 110kW 的罗茨鼓风机更换为磁悬浮离心式鼓风机。主要技改内容：把罗茨风机替换成磁悬浮风机，由于磁悬浮离心式鼓风机风量可以调节，原单台流量 55m³/min，实际运行功率 96.6kW，改造后同等工况条件下，鼓风机实际运行功率为 73.9kW，总功率减少 136.2kW。主要设备为磁悬浮离心式鼓风机 6 台等。技改投资额 280 万元，建设期 3 个月。年节能量 381tce，年减排量 1006tCO₂。每年可节约电费 82 万元，投资回收期 3.4 年。

八、推广前景和节能减排潜力

预计到 2015 年，该技术在中高功率离心风机领域中的推广比例可达到 5%，年节电量约 7.34 亿 kWh，可形成的年节能能力 26 万 tce，年碳减排能力 69 万 tCO₂。

20 两级喷油高效螺杆空气压缩机节能技术

一、**技术名称：**两级喷油高效螺杆空气压缩机节能技术

二、**所属领域及适用范围：**通用机械行业 空气压缩机领域

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

空气压缩机是一种高耗能设备，在工业上应用十分广泛，其用电量约占我国发电总量的 7%。容积型空气压缩机可分为回转式和反反复活塞式两种，螺杆压缩机是回转式压缩机的一种，在钢铁、矿山、制冷等领域。目前，我国 160kW 以上的螺杆压缩机能效等级相对较低，只有个别产品可以达到 II 级能效，绝大多数产品处于 III 级能效水平，具有较大的节能潜力。

四、**技术内容**

1. 技术原理

喷油螺杆空气压缩机采用两级压缩来提高压缩机的能效，主要原理分为两个方面：一是每一级压比的降低，提高了容积效率，降低了每一级的内外泄露；二是在油气混合物从一级排气进入二级吸气之前，可充分混合，起到级间冷却的作用。经充分混合的油气混合物进入压缩机的第二级进行压缩，可以使第二级的压缩过程更为接近等温过程，由此提高压缩机的能效。

2. 关键技术

(1) 高效转子型线技术；

(2) 级间冷却关键技术：在压缩气体通道上安装有多个喷射孔形成雾状喷射帘，以实现快速降温；

(3) 系统结构优化技术，其中包含压比分配优化技术、排气空口优化技术、喷油量优化技术等。

3. 工艺流程

该技术的工艺流程主要包括压缩空气流程、润滑油流程和控制管路流程。具体工艺流程见图 1。

(1) 压缩空气流程：空气通过进气过滤器将大气中的灰尘或杂质滤除后，由进气控制阀进入压缩机一级主机，在压缩过程中与喷入的冷却润滑油混合，经压缩后的混合气体从一级压缩腔排入联接腔，在联接腔内与喷入润滑油混合冷却，进入二级主机进气腔，并经过压缩、提高压力，从两级压缩腔排入油气分离罐。

(2) 润滑油流程：油气桶内的润滑油被压出，经温控阀、油冷却器，冷却后再经油过滤器除去杂质颗粒，然后分成两路。一路从机体下端喷入一级压缩室，冷却压缩空气，并通到一级及两级机体两端，润滑轴承组；另一路通过管路，喷入联接腔，降低一级压缩气体温度。而后各部分的润滑油再聚集于压缩室底部，由排气口排出。与油混合的压缩空气排入油气桶后，绝大部分的油沉淀于油气筒的底部，其余的含油雾空气再经过油细分离器，进一步滤下剩余的油，并参与下一个循环。

(3) 控制管路流程：起动→负载运行→卸载运行。

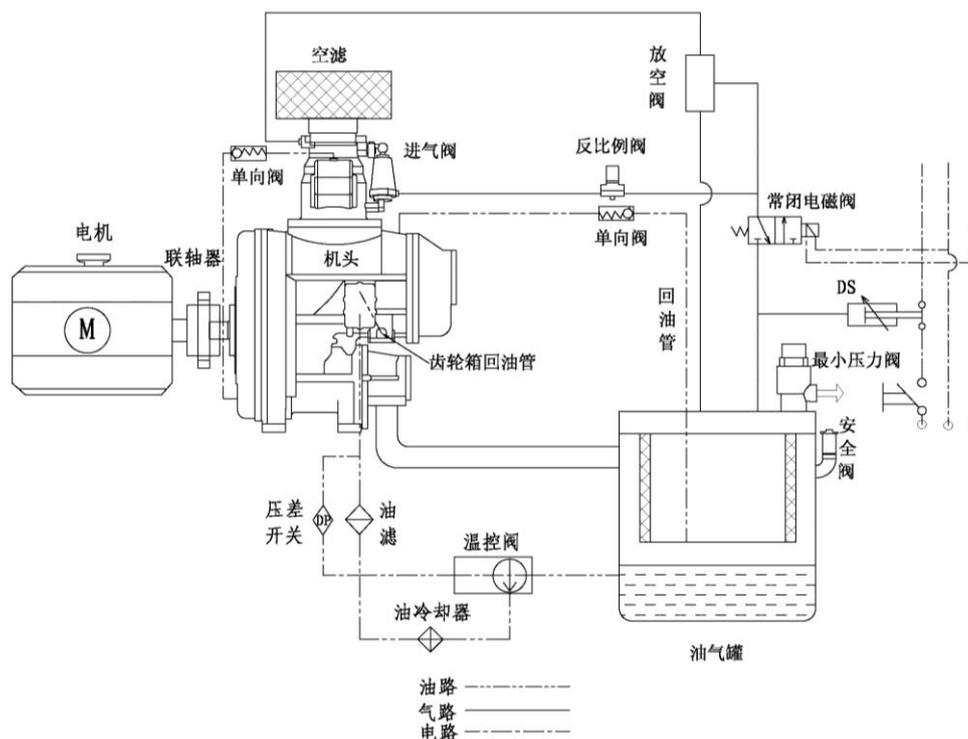


图 1 两级喷油螺杆空气压缩机节能技术工艺流程图

五、主要技术指标

1. 产品达到 GB19153-2009 标准的 I 级能效；
2. 比 II 级能效省电 15%；
3. 比 III 级能效省电 30%。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术于 2013 年通过浙江省机械工业联合会组织的科技成果鉴定，并通过合肥通用机械产品检测院 I 级能效检测，并获得 1 项实用新型专利。目前，已在衢州氟化学有限公司、青岛双星轮胎工业有限公司等企业应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：衢州氟化学有限公司、青岛双星轮胎工业有限公司。

典型案例 1

案例名称：衢州氟化学有限公司压缩机系统改造项目

建设规模：250kW 压缩机改造。主要技改内容：采用螺杆空气压缩机代替原有空压机组。主要设备为螺杆空气压缩机等。技改投资额 52 万元，建设期约 15 天。年节能量 126tce，年减排量 332tCO₂，投资回收期 2.2 年。

典型案例 2

案例名称：青岛双星轮胎工业有限公司压缩空气系统节能改造项目

建设规模：6 台 250kW 空压机改造。主要技改内容：采用螺杆空气压缩机代替原有空压机，主要设备为螺杆空气压缩机等。技改投资额 556 万元，建设期 40 天。年节能量 756tce，年减排量 1996tCO₂，投资回收期 3.8 年

八、推广前景和节能减排潜力

据统计，全国大功率空气压缩机大约为 20 万台，假设按每台平均功率为 200kW，平均节能 18%，每年使用 8000h，到 2015 年按推广比例 6%计算，每年可节约电量 35 亿 kWh，可形成的年节能量约为 120 万 tce，碳减排能力 317 万 tCO₂。

21 变频优化控制系统节能技术

一、技术名称：变频优化控制系统节能技术

二、所属领域及适用范围：电力、冶金、机械等行业

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

我国电力节能产品市场需求巨大，每年市场规模在几千亿元以上，且以每年 10% 的速度增长。由于钢铁、建材、石油化工等高能耗企业的动力设备通常设计参数较大，存在较大的能源浪费现象。电动机系统节能工程是我国“十二五”期间推行的十大重点节能工程之一，采用变频优化控制系统技术具有较大的节能空间。

四、技术内容：

1. 技术原理

该技术根据计算机模糊控制理论，自动检测并计算系统负荷量的大小，根据负载变化情况实时调整变频器、电机、负载的运行曲线，使三者始终在最佳状态下运行，对原系统进行精细的优化控制，确保在满足系统需求的前提下大幅度的提升系统效率，达到最佳节电效果。

2. 关键技术

(1) 计算机离散及稳态误差控制技术；

(2) 抗干扰、稳态 PLC 模块设计。

3. 工艺流程

变频器、电机、风机在任一时刻的运行曲线都不是完全吻合的，通过对三者运行曲线进行优化，让设备始终在一个最佳效率区间内运行。变频优化控制系统在满足工艺需求的速度前提下，选择三者最佳工作频率点，将整体效率达到最高，其最佳工作点如图 1 阴影部分所示。

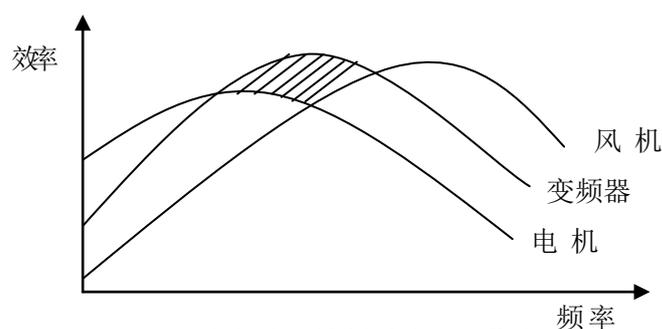


图 1 变频优化控制系统运行曲线图

五、主要技术指标：

1. 电压范围：0.38kV~10kV；
2. 负载范围 15kW~20000kW；
3. 效率 0.95 以上；
4. 系统数据采集、控制及动态响应时间<0.1 秒；
5. 在变频器基础上提升节电率 10%。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术已获得 2 项发明专利授权和 1 项软件著作权证书，并于 2010 年通过国家电控配电设备质量监督检验中心性能检测。目前已经在钢铁、电力等领域得到应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：孝义市兴安化工有限公司、山西同世达煤化工有限公司等。

典型案例 1

案例名称：孝义市兴安化工有限公司二期四条生产线项目

建设规模：58 台风机和水泵，总功率 13514kW。主要技改内容：四条生产线的风机、水泵配置变频优化控制系统。技改投资额 2100 万元，建设期约 3 个月，年综合节电折合标准煤约 10457tce，碳减排量 27606tCO₂。该项目可实现年节能收益 1100 万元，投资回收期为 1.9 年。

典型案例 2

案例名称：山西同世达煤化工有限公司甲醛系统项目

建设规模：5 台风机总功率 1900kW。主要技改内容：在锅炉风机上安装变频优化控制装置、传感器、变送器和控制系统等。技改投资额 500 万元，建设期约 2 个月。综合节能量为 700tce，碳减排量 1848tCO₂。该项目可实现年节能收益 200 万元，投资回收期为 1.9 年。

八、推广前景和节能潜力：

预计到 2015 年，该技术在我国电机变频领域的推广比例可达 10%，每年可节约电量约 3.2 亿 kWh，可形成年节能量 11 万 tce，年减排量 29 万 tCO₂。

22 节能铜包铝管母线技术

一、**技术名称：**节能铜包铝管母线技术

二、**所属领域及适用范围：**通用机械行业 电网、发电、石油、化工、矿山、冶炼、钢铁、水泥等用电企业

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

母线是电力系统的重要元件，起着汇集、分配和传送电能的作用，是输配电的枢纽，主要用于发电机、变压器等的电能传输，其工作的可靠性将影响到电力系统的安全运行。目前，国内外变电所高压配电装置的连接，以及变压器等电气设备和相应配电装置的连接大都采用矩形或圆形截面的裸导线或绞线。由于母线在运行中通过的电流密度较高，发热量大，导致线损较大。另外，国内母线生产企业生产的矩形等传统母线使用有色金属的量较大，消耗资源严重。随着国家智能电网的建设和我国电力的发展需求，开发新型节能绝缘母线是必然的趋势。

四、**技术内容**

1. 技术原理

根据集肤效应，电流在传输过程中主要集中在导线外侧靠近表面的一个薄层，导线内部实际电流很小。不同金属具有不同的集肤效应，铜的电流密度不均匀系数为8.6，铝的电流密度不均匀系数为4.8，铜的集肤效应比铝更强，当形成铜包铝结构时，铜在外侧分摊的电流较多，铝在内侧分摊电流较多。因此，这种铜管在外、铝管在内的结构增加了导线的有效截面，降低了导体阻抗（相对常规实心导体铜排母线，交流阻抗可降低17%），减少了发热量，降低了线路电能损耗，节约了电能。此外，该技术解决了因传统母线高温运行老化造成的安全隐患，同时节省了铜材，减低了成本。

2. 关键技术

- (1) 铜铝配比算法技术；
- (2) 导线加工集成技术；
- (3) 导线融合搭接技术。

3. 工艺流程

节能铜包铝管母线主要用作将发电机或变压器进出线端子与开关相连接。产品由铜包铝管（在铜管内以复合铝合金管作支撑）、绝缘层、半导电层、接地屏蔽层、绝缘护套组成。主要绝缘材料为高密度聚乙烯，绝缘表层电位为零。具体铜包铝管母线的内

部结构、产品和平面图分别见图1、图2和图3。

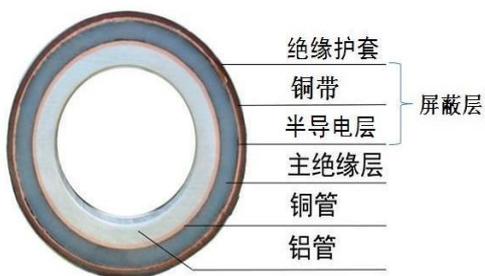


图 1 铜包铝管母线内部结构图



图 2 铜包铝管母线产品图

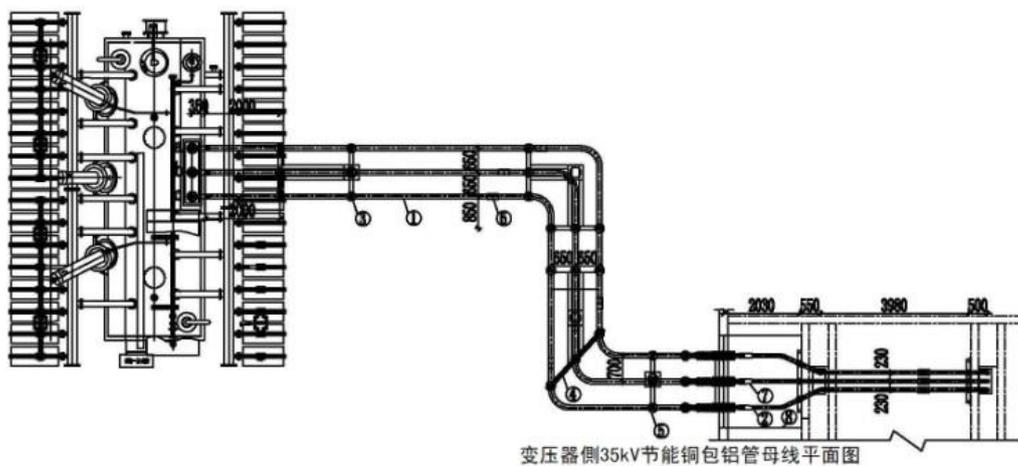


图 3 铜包铝管母线平面图

五、主要技术指标

1. 比铜排母线节省电能 12%以上；
2. 比铜排母线节约铜材 27%以上；

3. 温升低于 30K;

4. 产品寿命 30 年。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术已获得发明专利 1 项，实用新型专利 1 项。2013 年 12 月通过了由中国工业节能与清洁生产协会组织的科技成果鉴定。目前铜包铝管母线累计安装使用超过 10000 多组约 20 多万 m，已在电力、石油、化工、矿山、钢铁、水泥等领域进行了应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：安徽淮化股份公司、兖矿新疆煤化工有限公司等

典型案例 1

案例名称：安徽淮化股份公司发电厂项目

建设规模：节能铜包铝管母线 2900m（2000A）。主要技改内容：取消支柱绝缘子，直接用金属架作为支撑，把原有母线更换为节能铜包铝管母线。主要设备为节能铜包铝管母线等。技改投资额 960 万元，建设期 20 个月。项目年节能量 1098tce，年减排量 2898tCO₂，年节能经济效益为 88 万元，节材效益 350 万元，项目投资回收期约 2 年。

典型案例 2

案例名称：兖矿新疆煤化工有限公司发电厂项目

建设规模：节能铜包铝管母线 1430 米（3150A）。主要技改内容：取消支柱绝缘子，直接用金属架作为支撑，把原有母线更换为节能铜包铝管母线。主要设备为节能铜包铝管母线等。技改投资额 572 万元，建设期 6 个月。年节能量 543tce，年减排量 1434tCO₂，节能经济效益为 43 万元，节材效益 130 万元，项目投资回收期为 3.3 年。

八、推广前景和节能减排潜力

根据相关统计数据，2012 年常市场上各种类型的母线产值约 100 亿元，总产量约 1.5 万 km~2 万 km，平均规格为 0.6cm×0.8cm，线损约 3%。预计到 2015 年，该技术在传统母线改造领域的推广比例可达 30%，形成的年节能能力 30 万 tce，年减排潜力 79 万 tCO₂。

23 智能真空渗碳淬火技术

一、技术名称：智能真空渗碳淬火技术

二、所属领域及适用范围：通用机械行业 有渗碳热处理工艺需求的企业

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

2012 年我国热处理生产总量约为 2000 万 t，其中渗碳处理约占 1/8，在 250 万 t 左右。渗碳处理的主要设备包括井式炉、箱式多用炉和真空渗碳炉，其中井式渗碳约 125 万 t、箱式渗碳约 123 万 t、真空渗碳约 1.25 万 t。井式炉单位电耗最高，箱式多用炉次之，真空渗碳炉最低。根据 JB/T50182-1999《箱式多用热处理炉能耗分等》，箱式多用炉的一等可比单耗指标应小于等于 440kWh/t，而真空渗碳炉的可比单耗为 265kWh/t。真空渗碳炉相对箱式多用炉节能量约 61kgce/t，减排量约 161kgCO₂/t。

四、技术内容

1. 技术原理

真空渗碳是一种真空热处理工艺。由于渗碳在真空环境中进行，可以精确控制碳势，工件表面洁净，有利于碳原子的吸附和扩散，实现高温渗碳速度的提高。相对于普通渗碳，可将渗碳时间缩短 50%以上，大幅节约电能。在真空环境下，还可有效避免氧化性气体与工件表面合金元素发生晶间氧化，提高工件的耐磨性和疲劳性能，同时实现对细孔等内表面的渗碳，使整批工件获得均匀一致的表面碳浓度和渗碳层厚度。

智能型真空渗碳淬火炉采用计算机控制系统对温度、时间、渗碳气体流量和压力四个重要参数进行精确控制，保证炉体内温度均匀性和气氛均匀性良好，使渗碳工件获得最小的渗层深度误差和合理的晶相组织分布。同时在计算机控制下，渗碳剂可由多通路多喷嘴以精确流量进入炉内，分布面广且均匀，充分发生裂解和渗碳反应，不会产生过多游离碳，有效减少碳黑对炉体的污染。

2. 关键技术

- (1) 气氛流量控制技术；
- (2) 减少炭黑污染技术。

3. 工艺流程

工件→清洗→生成或编制工艺→装炉→真空渗碳→淬火或冷却。其结构图及自动控制系统示意图分别见图 1 和图 2。

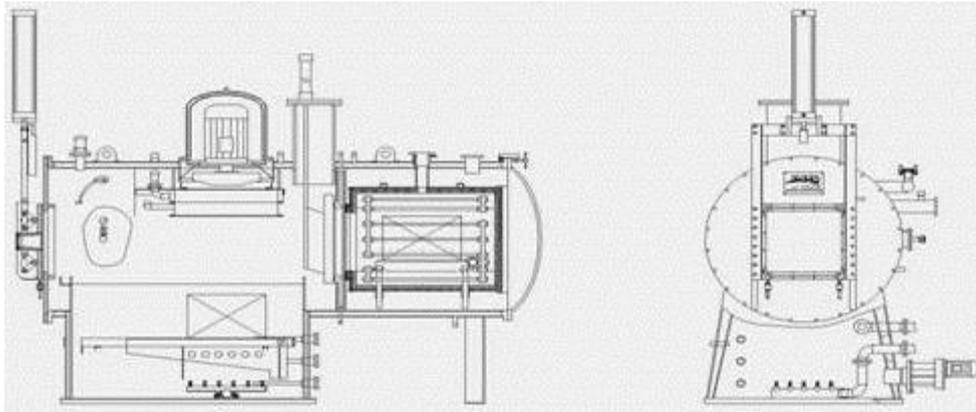


图 1 智能真空渗碳淬火炉结构图

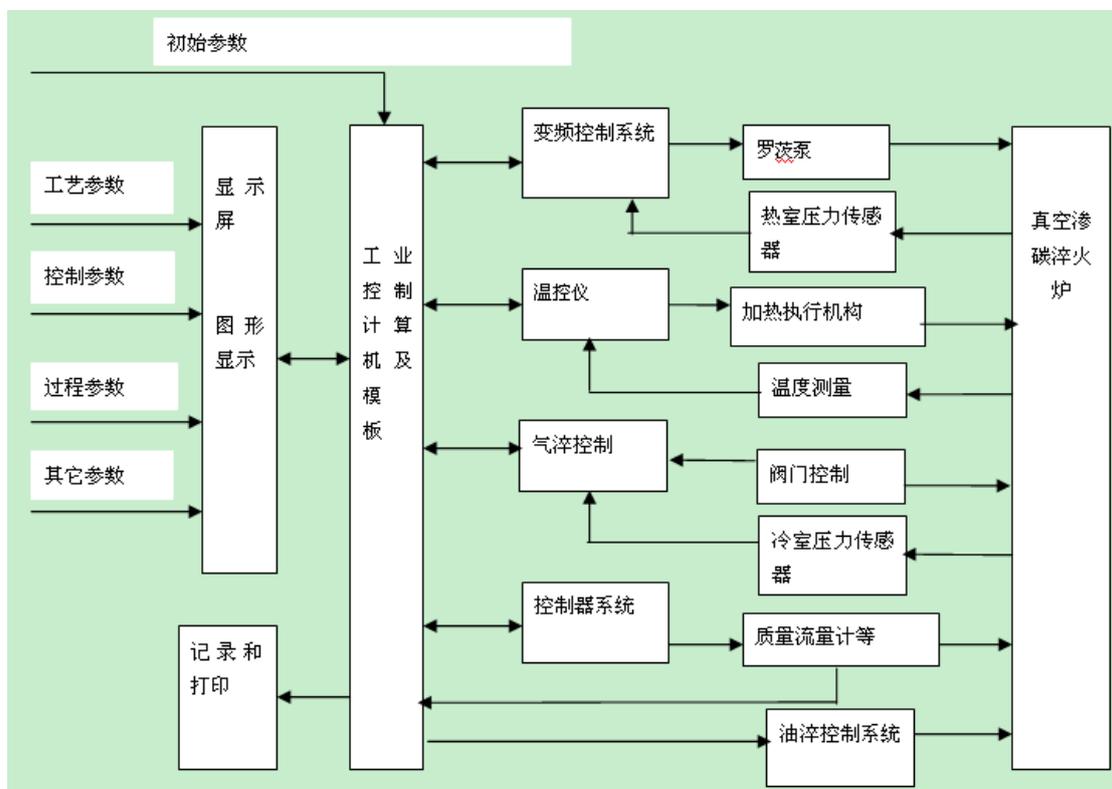


图 2 智能真空渗碳淬火炉自动控制系统示意图

五、主要技术指标

1. 电耗：265kWh/t；
2. 最高工作温度：1300℃；
3. 炉温均匀性：≤±5℃；
4. 极限真空度：≤4×10⁻¹Pa；
5. 压升率：≤0.65 Pa/h；
6. 淬火转移时间：≤25S；
7. 气体压力：≤12bar；

8. 硬化层深度偏差： $\leq \pm 0.1\text{mm}$ 。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术于 2010 年通过国家电炉质量监督检验中心的检验，2012 年通过了中国热处理行业协会组织的鉴定。目前已有 10 余台智能真空渗碳淬火炉在国内机械行业中应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：山东龙口春龙集团公司气动机械厂，东莞市禾盛金属科技有限公司等
典型案例 1

案例名称：山东龙口春龙集团公司气动机械厂真空渗碳项目

建设规模：1 台日处理 150kg~200kg 的智能真空渗碳炉。主要技改内容：用智能真空渗碳炉替换箱式多用炉渗碳。主要设备为智能真空渗碳炉。技改投资额 156 万元，建设期 6 个月。年节能量 30tce，年减排量 79tCO₂，年经济效益约 8.7 万元，加工高端精密工件带来的经济效益 10.8 万元。投资回收期约 8 年。

典型案例 2

案例名称：东莞市禾盛金属科技有限公司真空渗碳项目

建设规模：1 台日处理 150kg~200kg 的智能真空渗碳炉。主要技改内容：用智能真空渗碳炉替换箱式多用炉渗碳。主要设备为智能真空渗碳炉。技改投资额 120 万元，建设期 5 个月。年节能量 28tce，年减排量 74tCO₂，每年节电产生的经济效益约 6 万元，加工高端精密工件带来的经济效益约 7.5 万元，投资回收期约 8.8 年。

八、推广前景和节能减排潜力

目前，国内热处理行业中真空渗碳占全部渗碳处理的比例很小，不足 1%。随着国内市场的迅速发展，真空渗碳淬火炉年需求将越来越多。预计到 2015 年，该技术的推广比例可达 15%，形成的年节能能力 10 万 tce，年减排潜力 26 万 tCO₂。

24 锅炉燃烧温度测控及性能优化系统技术

一、技术名称：锅炉燃烧温度测控及性能优化系统技术

二、所属领域及适用范围：通用机械行业

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

2012 年我国燃煤机组平均供电煤耗为 326gce/kWh，高于发达国家平均水平。目前国内发电锅炉的参数监控及自动化程度还不高，特别是在机组负荷变化、燃用煤种有偏差时，很难保持机组在理想状态下运行，造成锅炉效率降低，发电成本增加。

四、技术内容

1. 技术原理

该系统以先进的测控技术和设备准确采集相关数据，以煤-风-温度合理匹配为基础，优化锅炉系统燃烧，提高锅炉整体效率，降低锅炉煤耗。

2. 关键技术

- (1) 精确检测锅炉内动态烟气温度技术；
- (2) 高精度在线烟气分析技术；
- (3) 定向无线数据传输技术；
- (4) 煤粉浓度及流速、煤粉细度在线监测技术；
- (5) 煤粉平均分配、调平技术；
- (6) 锅炉煤-风-温度合理调整寻优技术。

3. 工艺流程

该技术通过对烟气温度、煤粉细度等进行在线监测采集锅炉运行数据并储存到数据库，并根据数据库内已有实际运行数据设计优化方案，进行由单变量到多变量的锅炉试验。试验后由经济运行系统建立锅炉的数学模型，同时采用自训练方式不断对锅炉模型进行完善，以达到最优方案选择进而进行锅炉调试。调试后结果可通过部分闭环控制或发布运行指导意见达到优化燃烧的目的。此外，系统在运行期间会不断补充验证，优化实验模型实现模型的动态管理。具体工作流程见图 1。

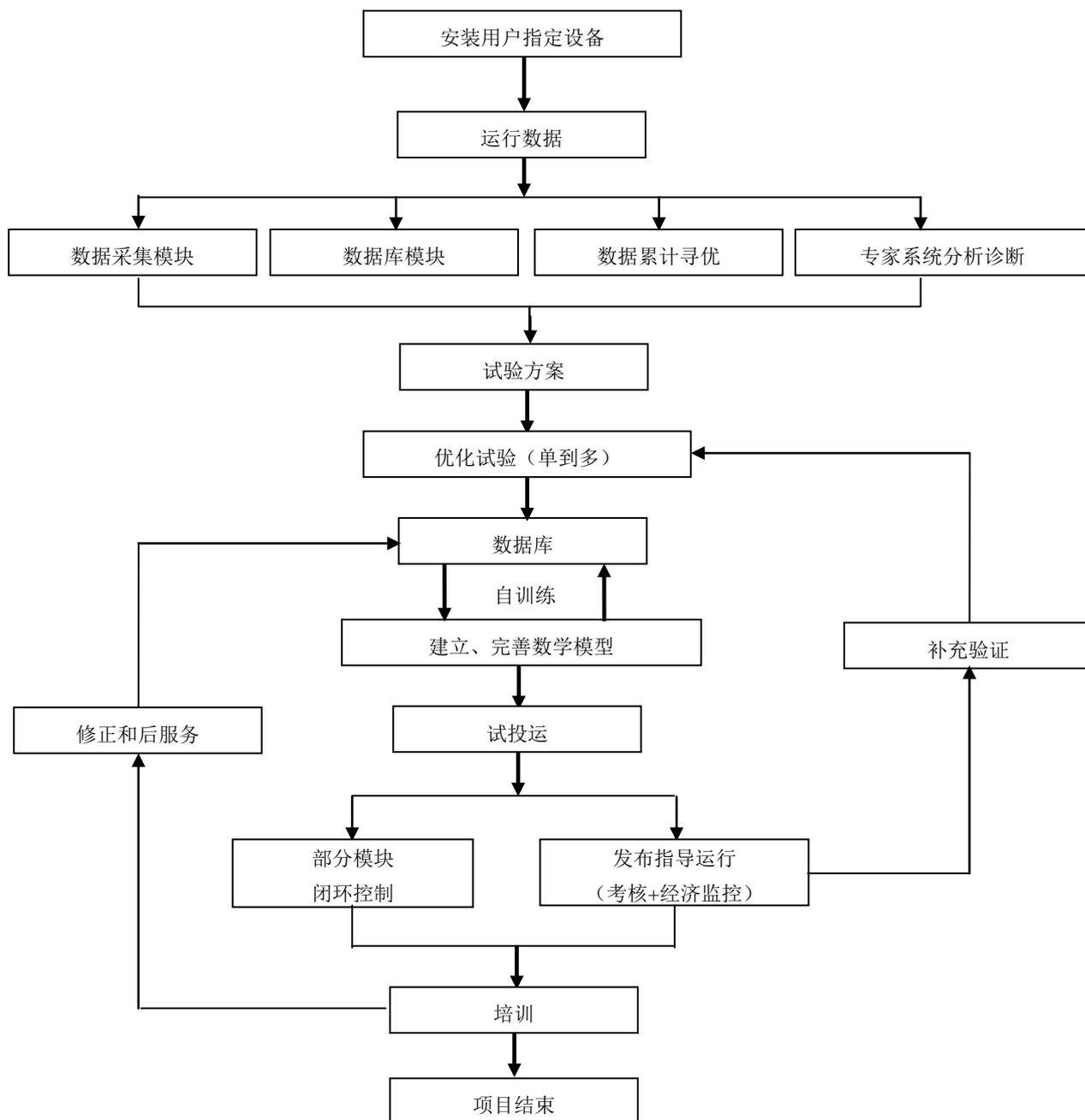


图 1 锅炉节能监测及系统优化流程图

五、主要技术指标

1. 提高锅炉效率： $\geq 0.3\%$;
2. 降低供电煤耗： $\geq 1\text{gce/kWh}$;
3. 测温精度： $\pm 5\%$;
4. 信息发布周期： $< 10\text{s}$;
5. 降低 NO_x 排放： $\geq 5\%$ 。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术于 2012 年获得计算机软件著作权登记证书 1 项，实用新型专利 9 项。经华

电集团、华电电科院、西安热工院等多家机构验证，实际应用的节能效果显著（不低于1gce/kWh），目前处于大范围推广阶段，已经成功应用于多台亚临界、超临界等燃煤锅炉（6MW~600MW）和循环流化床锅炉。

七、典型用户及投资效益

典型用户：牡丹江第二发电厂、天津军电热电有限公司、四川华电珙县发电有限公司、云南华电镇雄发电有限公司、贵州华电大方发电有限公司等。

典型案例 1

案例名称：牡丹江第二发电厂#8、#9机组锅炉性能优化项目

建设规模：牡丹江第二发电厂四期2×300MW热电联产机组。主要技改内容：安装火电机组智能运行优化及管理系统、安装小指标绩效考核软件、安装远红外炉膛出口烟气温度监控装置、安装性能优化服务器。技改投资额492万元，建设期6个月。每年可节标煤4100tce，年碳减排量10824tCO₂，年节能经济效益为266万元，投资回收期1.9年。

典型案例 2

案例名称：珙县电厂一期2×600MW工程锅炉燃烧调整优化项目

建设规模：四川华电珙县发电有限公司一期600MW超临界“W”型燃煤汽轮发电机组。主要技改内容：安装火电机组智能运行优化及管理系统、小指标绩效考核软件、远红外炉膛出口烟气温度监控装置、性能优化服务器等。技改投资额368万元，建设期6个月。每年可节能4500tce，年减排量11880 tCO₂，年节能经济效益为270万元，投资回收期1.4年。

八、推广前景和节能减排潜力

预计到2015年，该技术在相关领域的推广比例可达10%，每年节约电量约8亿kWh，可形成年节能能力28万tce，年碳减排能力74万tCO₂。

25 分布式能源冷热电联供技术

一、技术名称：分布式能源冷热电联供技术

二、所属领域及适用范围：建筑行业 大型楼宇建筑

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

常规模式冷、热、电的供应由大型电厂通过燃煤实现，2012 年，我国供电煤耗为 326g/kWh，平均供电效率 39%。而且远距离电力输送过程中的线损超过总发电量的 6%。分布式能源技术可以就近利用能源，尤其是热电冷三联产系统，可以实现冷、热、电供应的有效组合，其综合能效可达到甚至超过 75%，节能减排的效果显著。

四、技术内容

1. 技术原理

该技术采用一次能源天然气作为主要能源发电，发电机产生的高温尾气用来制冷与采暖，从而实现能源的梯级利用，综合能源利用率可达 85%。

2. 关键技术

- (1) 溴化锂吸收式余热设备技术；
- (2) 多能组合系统集成技术；
- (3) 精确冷热电配比技术；
- (4) 冷热电自动控制核心技术。

3. 工艺流程

该技术可分为夏季和冬季两种工况，其工艺流程见图 1。

夏季工况：燃气内燃发电机组发电向建筑供电，同时产生 500℃ 的高温烟气进入非电空调机组的高温发生器，98℃ 的缸套水进入非电空调机组的低温发生器进行制冷。

冬季工况：燃气内燃发电机组发电向建筑供电，同时产生 500℃ 的高温烟气进入非电空调机组的高温发生器，98℃ 的缸套水通过水水板式换热器进行制热。

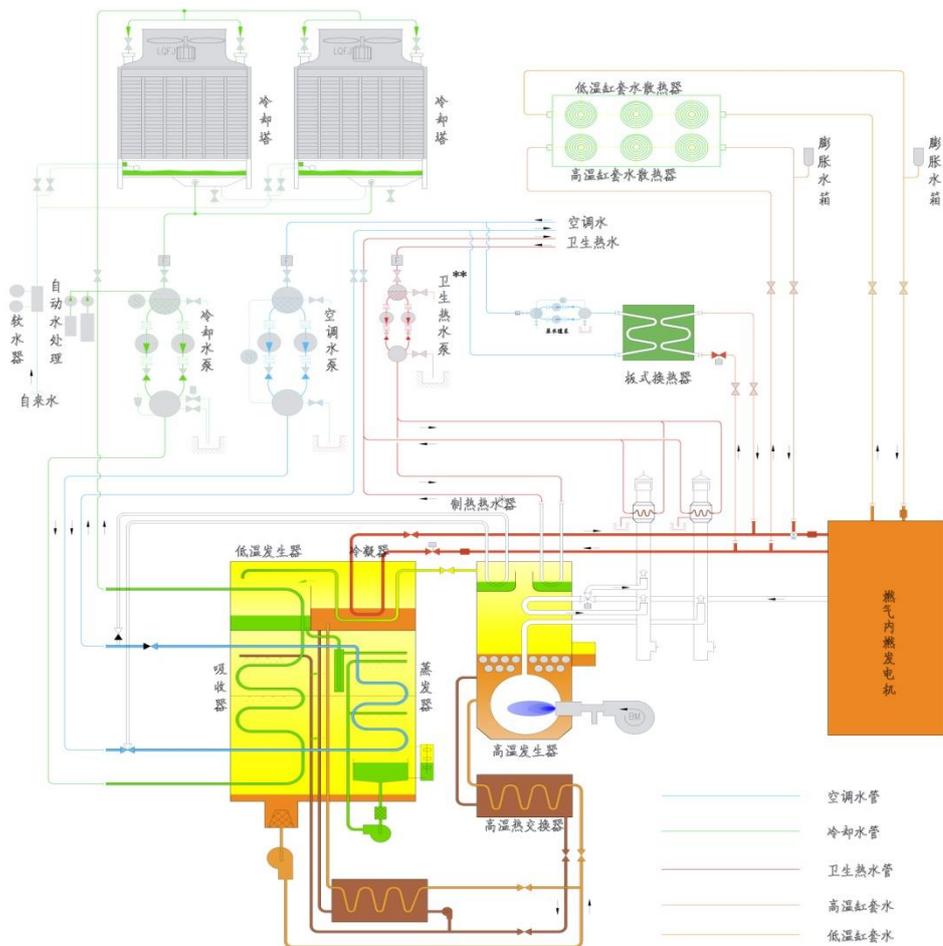


图 1 冷热电联共工艺流程图

五、主要技术指标

1. 综合能源利用率不低于 75%；
2. 年平均节能量大于 9.6kgce/m²。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术是北京市 2013 年高新技术成果转化项目之一，并获得 1 项发明专利。目前，该技术已经在北京燃气集团大厦、清华大学节能楼、长沙黄花国际机场等多个项目上成功实施。

七、典型用户及投资效益

典型用户：北京燃气集团大厦、清华大学节能楼、珠江啤酒厂、中新苏州工业园区月亮湾、长沙黄花国际机场 T2 航站楼、航天五院、北京东方石化有机化工厂。

典型案例 1

案例名称：航天五院 1 期工程项目

建设规模：航天五院 1 期建筑面积 15.1 万 m²。主要技改内容：机房配置 2 台 1160kW 发电机组配 1 台 800 万大卡余热机组、1 台 800 万大卡燃气机组、1 台 500 万大卡燃气

机组，为整个园区供冷，供热以及部分电力。主要设备：发电机、余热制冷机组、天然气制冷机组、水泵若干、散热器等。技改投资额 5550 万元，建设期 1 年。项目的实施后每年可以形成节能量 1302tce，减排量 3437tCO₂。该项目每年获得经济效益为 750 万元，投资回收期 7.4 年。

典型案例 2

案例名称：长沙黄花国际机场 T2 航站楼分布式冷热电供项目

建设规模：总建筑面积 15.4 万 m²，建设条件有较为稳定的冷热负荷及电负荷、有稳定可靠的天然气供应和有相应的场地可供建设。主要技改内容：机房配置 2 台 1163 发电机，1 台余热机组。主要设备为发电机、余热制冷机组、天然气制冷机组、水泵若干、散热器等。技改投资额 7274 万元，建设期 1 年。项目的实施后每年可以形成节能量 1998tce，减排量 5228tCO₂。该项目每年获得经济效益为 1020 万元，投资回收期 7.2 年。

八、推广前景和节能减排潜力

到2015年，预计该技术在大型商用建筑中的推广比例可达10%，可形成的节能能力为96万tce，碳减排潜力为253万tCO₂。

26 基于实际运行数据的冷热源设备智能优化控制技术

一、**技术名称：**基于实际运行数据的冷热源设备智能优化控制技术

二、**所属领域及适用范围：**建筑行业

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

目前，我国城乡既有建筑总面积已超过 400 亿 m^2 ，并以每年 20 亿 m^2 的速度增长，其中有超过 1/3 的建筑需要进行节能改造，面积超过 100 亿 m^2 。建筑用能中 40%~60% 与空调和锅炉系统相关，而我国空调和锅炉系统在供应动态冷热负荷时往往处于“高效机组、低效运行”的状态，提高空调和锅炉系统的效率对于我国的节能减排具有重要意义。

四、**技术内容**

1. 技术原理

该技术通过传感器及通讯接口进行数据采集、传送和分析计算，并根据计算结果优化控制主机设备。核心技术是基于神经网络的控制优化技术，实现一个多目标优化管理，即在保证目标负荷不变的前提下，尽可能提高能耗设备的效率。

2. 关键技术

- (1) 可逆性系统操作技术：随时切换回原系统，交叉对比计量节能量；
- (2) 稳定性工作技术：随着数据量的积累，节能量尾部提升；
- (3) 高效节能技术：施工周期平均 15 天，施工不影响设备运行；
- (4) 安全生产技术：不改造原设备参数，保证原系统完整性。

3. 工艺流程

该技术采用人工智能神经网络技术，基于历史数据和实时数据，使用神经网络算法建立能耗设备在不同的干扰量（负荷，环境温度、湿度、照度、压力）下，能耗设备各可调量与能耗设备运行性能之间的非线性动态模型，在保证系统正常运行，并满足负荷要求、空气质量等级要求下实施节能优化改造，对系统实时监测控制，动态调节，实现系统的供需平衡，提高能耗设备的能源利用效率，达到节能的目的。该技术的工作示意图见图1。

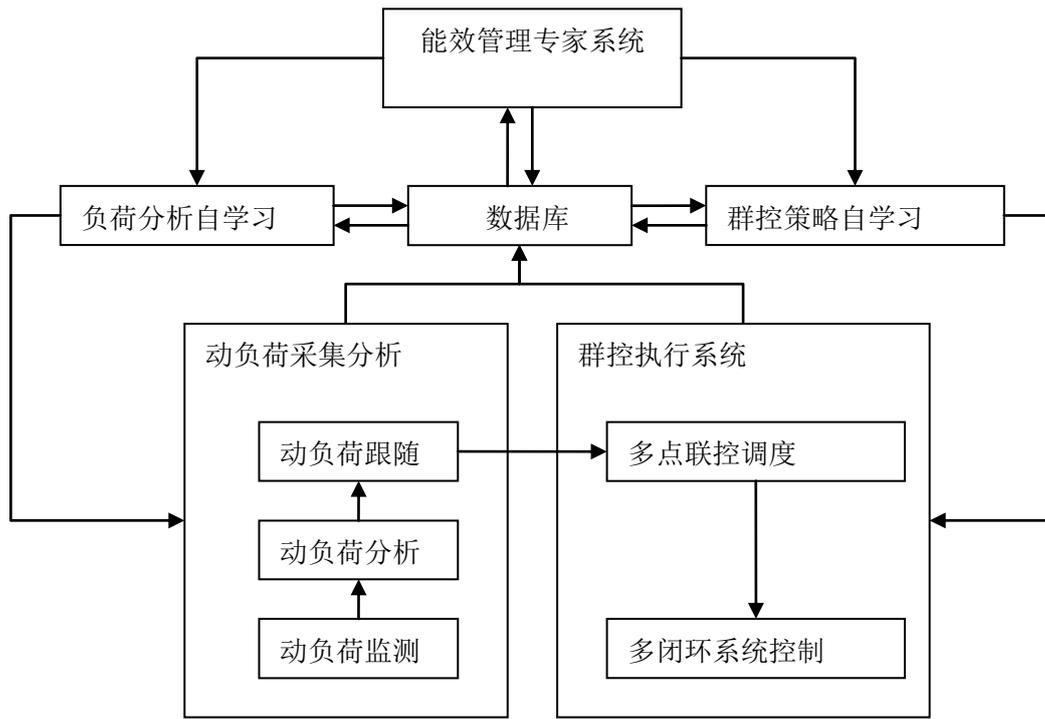


图 1 基于实际运行数据的冷热源设备智能优化控制系统示意图

五、主要技术指标

1. 控制精度达到 $\pm 0.5\%$;
2. 能耗设备的节能率在 15%~45%;
3. 系统兼容性强, 适合目前国内主要制冷和制热设备。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术已获得 6 项国家级的软件著作权证书和 2 项实用新型专利, 并被列为“十二五”国家科技支撑计划课题, 同时已得到 IBM、PICC 等大型机构的认可。目前, 已在北京、上海、江苏等地多个项目上实施运行。

七、典型用户及投资效益

典型用户: 北京的世贸天阶中央空调系统、上海、沈阳的红星美凯龙直燃机系统、山西太原煤乡酒店直燃机及锅炉系统、苏州冠云大酒店风冷热泵系统、上海皇廷国际大酒店中央空调及锅炉系统、苏州诺华制药中央空调系统等。

典型案例 1

案例名称: 世贸天阶制冷系统改造项目

建设规模: 建筑面积 15.8 万 m^2 的商业楼宇。主要技改内容: 使用 4 台 1320 冷吨和 2 台 500 冷吨的离心式制冷机作为冷源, 配套空调自动化控制系统, 并采用时间与温度结合的调节方式对末端装置、新风机和空调机进行自控系统调节; 采用 3 台板式换热器进行采暖改造, 同时采用 2 台容积式换热器供应生活热水。主要设备为中央空调能耗系

统的能源运营管理系统，包括节能策略软件、RIC 控制器、室内温度传感器、室外照度传感器和电表等软硬件设备等。技改投资额 110 万元，建设期 3 个月。年节能量 320tce，年减排量 845tCO₂。年可获得节能收益为 98 万元，投资回收期 1.2 年。

典型案例 2

案例名称：上海绿地和创大厦制冷系统改造项目

建设规模：建筑面积为 5.9 万 m²的商业楼宇。主要技改内容：对 3 台制冷功率为 2330kW 的溴化锂直燃机系统进行改造。主要设备为循环泵变频柜，节能策略软件、RIC 控制器、室内温度传感器、室外照度传感器和电表等。技改投资额 108 万元，建设期 3 个月。年节能量 308tce，年减排量 844.2tCO₂。年节能收益为 108 万元，投资回收期 1 年。

八、推广前景和节能减排潜力

到2015年，预计该技术在大型公共建筑及商业建筑中的推广比例可达10%，可形成的年节能能力为32万tce，碳减排潜力为84万tCO₂。

27 分布式水泵供热系统节能技术

一、**技术名称：**分布式水泵供热系统节能技术

二、**所属领域及适用范围：**建筑行业

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

我国城镇集中供热规模逐年增大，供热面积以每年 10% 以上的速度递增，导致城镇原有的热网系统热源超负荷运行、水利和热力平衡失调等问题产生。分布式水泵供热系统可以调节水利平衡，减少管网在热媒输送过程中的电耗，也可以改善管网的热力平衡，提高供热能力。不仅适用于旧网改造，还适用于新建供热系统。

四、**技术内容**

1. 技术原理

该技术通过在锅炉房内设一级主循环泵，在各换热站设二级循环泵，在循环水泵加装变频调速控制装置等手段，结合温度补偿器提供的数据，实现在供热负荷变化时，改变供热调节方式，减少一级主循环泵的输送能耗，降低供热成本。同时有效降低锅炉的运行压力，确保系统的优化运行，满足在不同工况下的运行调节要求。

2. 关键技术

- (1) 零压差点的流量平衡调节技术；
- (2) 分布式水泵定压优化调控技术；
- (3) 气候补偿调节技术；
- (4) 水泵系统精细化调节技术。

3. 工艺流程

分布式水泵热网监控系统在热源、换热站或混水站加装循环泵，“以泵代阀”来实现热量的调节，可节省耗热量 15%，节电 30% 以上。分布式水泵热网监控系统由现场控制设备、通信网络和监控中心组成。现场控制设备依据调度指令采用模糊控制的方式实现气候补偿调节；监控中心通过公共通讯网对分布式水泵供热系统进行整体性的监控，自动调节全网平衡，保证分布式水泵供热系统的稳定节能运行。分布式水泵供热系统工作原理见图 1。

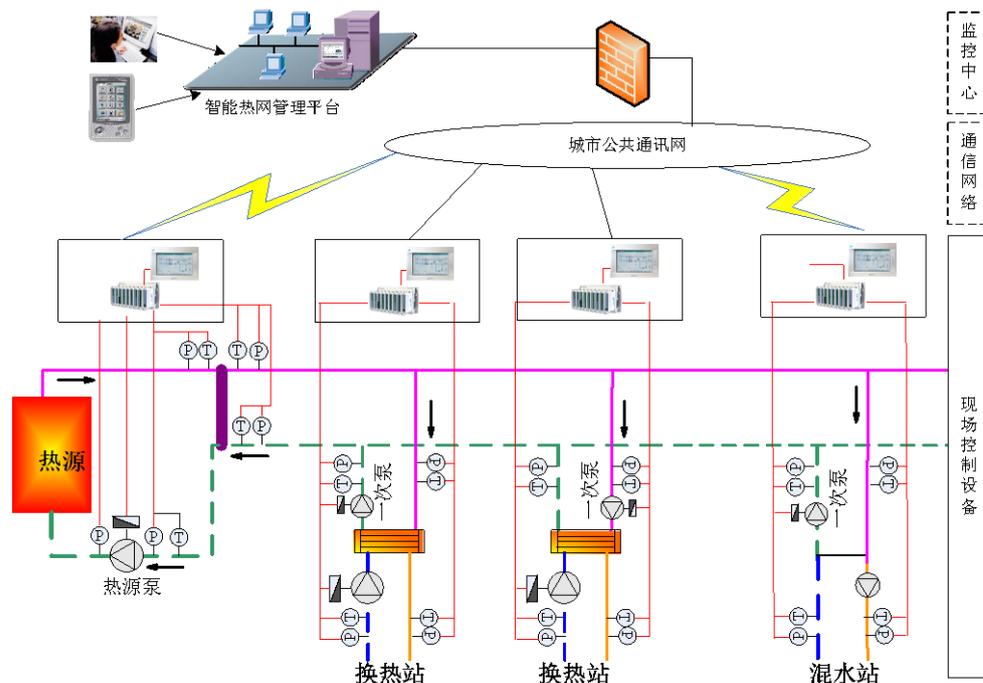


图 1 分布式水泵供热系统图

五、主要技术指标

1. 热源循环泵和热力站一次泵节能率 15%；
2. 降低运行电耗降低 30%以上；
3. 温度控制精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，系统稳定时间小于 8min。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术已获得发明专利 1 项目、实用新型专利 1 项目，并于 2012 年通过住房和城乡建设部科技发展促进中心组织的成果鉴定。目前，分布式水泵热网监控系统已在 23 个供热系统，近 1 亿 m^2 的供热面积上得到应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：翠林燃煤锅炉供热系统改造项目、阳泉市热力系统改造项目等。

典型案例 1

案例名称：翠林燃煤锅炉供热系统改造项目

建设规模：供热面积 111.3 万 m^2 的燃煤锅炉热力系统改造。主要技改内容：采用气候补偿控制柜，实现 11 个换热站一次管网加压泵的气候补偿自动控制等功能；增加锅炉房运行数据采集、自动故障报警和一次主循环泵和旁通电动阀的自动控制装置；配套采用锅炉和换热站的远程集中监测和调度系统。主要设备为气候补偿控制柜、锅炉房现场控制柜、变频柜（含变频器）、水道温度/压力传感器等。技改投资额 115 万元，建设期 3 个月。年节能量 1277tce，年减排量 3371tCO₂。年节能收益为 153 万元，投资回收

期为 1 年。

典型案例 2

案例名称：阳泉市热力系统改造项目

建设规模：供热面积 645 万 m² 的热力系统改造。主要技改内容：采用现场控制柜，实现 31 个分布式水泵换热站的数据采集、本地自动控制、和故障自动报警等功能；增加热电厂首站的数据采集、自动故障报警装置等；配套采用锅炉和换热站的远程集中监测和调度系统。主要设备有现场控制柜、变频柜（含变频器）、水道温度/压力传感器等。技改投资额 723 万元，建设期 3 个月。年节能量 16874 tce，年减排量 44547tCO₂。年节能收益为 153 万元，投资回收期为 1 年。

八、推广前景和节能减排潜力

到2015年，该技术预计推广比例可达10%，应用建筑面积约10亿m²，可形成的年节能能力为100万tce，碳减排潜力为264万tCO₂。

28 基于人体热源的室内智能控制节能技术

一、技术名称：基于人体热源的室内智能控制节能技术

二、所属领域及适用范围：建筑行业

三、与技术相关的能耗及碳排放现状

近几年，我国建筑能耗不断升高，2012年底，我国建筑能耗已超过7亿tce，增长幅度约为2000年时的2倍，建筑面积同期从277亿m²增长到457亿m²。公共建筑每年能耗约为1.4217亿tce，折合的碳排放量为3.0465亿tCO₂。

根据有关资料显示，公共机构办公设备（如电脑、显示器、打印机和传真机等）的待机能耗约占总用电量的1%；公共机构每年能耗总量约为1.92亿tce，其中电力消耗占34%。据此推算，仅公共机构每年待机能耗就达65.28万tce，折合碳排放量为139.89万tCO₂。全部公共建筑的总体待机能耗和碳排放数据将远超以上统计数据。

四、技术内容

1. 技术原理

该技术采用热成像技术、RF射频技术和红外技术对人体移动热源进行监测，由配合环境及气象参数采集、预置时间策略、用能管理策略与能耗数据分析模型构成智能化室内节能控制系统。通过人体检测与统计技术实现对建筑室内人体负荷的监测，判断室内人员情况；结合建筑能耗模型，对室内照明、冷量的需求量进行评估；再结合环境和气象数据、预置的时间管理策略以及能源管理措施中可量化的数据，确定室内照明、冷量的合理用量；由现场工作站计算出相应的控制逻辑组态，下发至室内控制器去驱动照明供电回路、冷源末端装置或室内供电插座的供电回路；采用“人走-灯/空调关”、“非工作时间断电”、“人多-多开灯/人少-少开灯”、“人多-多供冷/人少-少供冷”、“光照强-不开灯”、“阳面少开灯-阴面多开灯”、“早晨/过度季节-自然新风取代空调供冷”、“空调自动限温管理”等节能控制逻辑和措施，减少不合理用电时间，杜绝待机能耗，以达到在满足建筑设计（使用）要求前提下节省电能的目的。

2. 关键技术

（1）人体识别与统计技术：采用各种成熟的人体检测硬件，设计专用软件进行高准确率的人体识别与人数统计；

（2）先进的逻辑算法、能源模型和组态管理集成技术；

（3）红外接口自动编译及上传技术：自动甄别、上传和学习红外编码，使红外控

制器可兼容市场上所有在用红外接口协议；

(4) 自动无线自组网技术：实现建筑内各个建筑单元红外控制器、无线传感器等硬件的自动组网，以便统一配置参数、实时下发控制逻辑和实施集中管理；

(5) 移动智能终端接入技术：支持市场上常见手机系统，实现对建筑及室内能耗的监测、数据查询、分析展示，以及一键式管控。

3. 工艺流程

该技术通过传感器设备对室内人员情况进行识别和室内环境参数、气候参数采集，将识别和采集的数据进行分析，并通过执行设备控制室内用能设备，如照明设备、空调末端等，其工艺流程见图1。

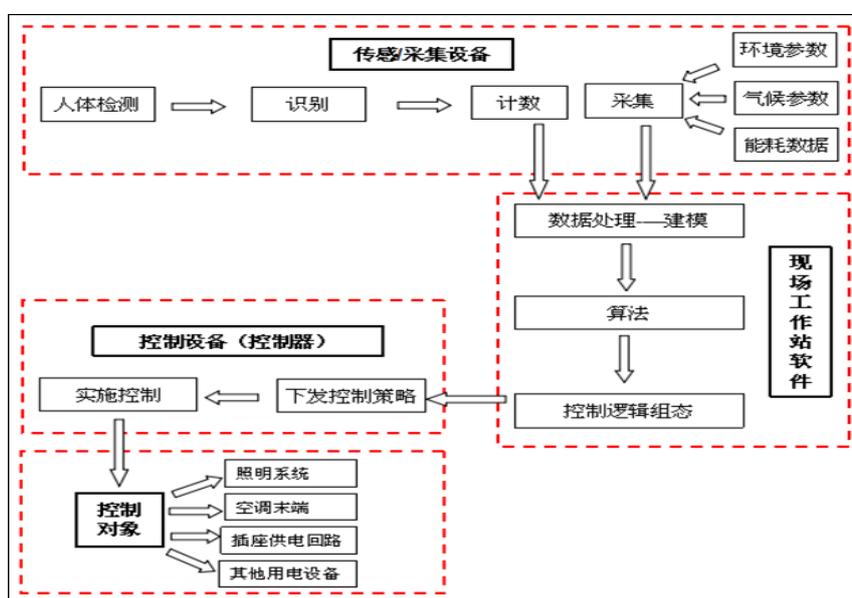


图 1 基于人体热源的室内智能控制节能技术流程图

五、主要技术指标

1. 系统性指标：商用及办公建筑室内电耗节省 10%以上；
2. 人体监测/计数
 - (1) 红外技术：大型空间误差率 $<15\%$ ，独门小空间误差率 $<5\%$ ；
 - (2) RF 射频技术：大型空间误差率 $<5\%$ ，独门小空间误差率 $<1\%$ ；
 - (3) 视频热成像技术：大型空间误差率 $<2\%$ ，独门小空间准确率 100%；
 - (4) 微波人体侦测技术：10m 范围内，准确率 100%。
3. 红外控制器：
 - (1) 红外遥控角度： $<\pm 15^\circ$ ；
 - (2) 遥控正对距离：1.5m~10m。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术已获得了软件著作权证书 1 项，并申报发明专利 2 项、实用新型专利 3 项。该技术已成功应用于珠海国际科技大厦节能项目、珠海第一高中节能项目、广州正佳广场节能项目、广州万豪酒店节能项目、广州合银广场节能项目、珠海报业大厦节能项目，并已通过验收，具有较好的节能效果。

七、典型用户及投资效益

典型用户：珠海国际科技大厦、珠海第一高中、广州正佳广场、广州万豪酒店、广州合银广场、珠海报业大厦等。

典型案例 1

项目名称：珠海节能减排大厦智慧办公系统建设项目

建设规模：地上建筑面积为 15196.24 m²。主要技改内容：建设智慧办公室节能系统，包括照明系统节能控制、室内办公设备节能控制和室内空调末端节能控制。主要设备：现场工作站、控制器、红外控制器、数字面板、温湿度传感器、人体侦测/计数传感器、照度传感器和联网型空调温控面板等。技改投资额 65.8 万元，建设期 2 个月。年节能量为 110tce，年减排量 290tCO₂。项目每年可获得节能收益 26.6 万元，投资回收期为 2.5 年。

典型案例 2

项目名称：珠海国际科技大厦智慧节能建设项目

项目建设规模：地上建筑面积为 32718 m²。主要技改内容：办公室照明、空调和插座供电节能控制，主要设备为现场工作站、控制器、联网型温控器、智能照明开关、温湿度传感器、照度传感器等。技改投资额 111 万元，建设期 4 个月。年节能量 180tce，年减排量 475tCO₂。项目每年可获得节能收益 51 万元，投资回收期为 2.2 年。

八、推广前景和节能减排潜力

到 2015 年，该技术预计推广比例可达 10%，可形成年节能能力 142 万 tce，年减排能力 375 万 tCO₂。

29 通信用耐高温型阀控式密封电池节能技术

一、**技术名称：**通信用耐高温型阀控式密封电池节能技术

二、**所属领域及适用范围：**通信行业室内及户外基站

三、**与该技术相关产业的能耗及碳排放现状**

据统计，通信行业的能耗 80%以上是电力消耗，基站的电力消耗约占通信行业的 62%，而每年空调耗能占到基站耗能的 50%左右。基站的温控节能对于通信行业的节能减排至关重要。对于通信基站而言，空调温度每调高 1℃，可节约用电 6%~8%，如果温度提高 10℃，整个机房的电耗将降低 50%以上。

四、**技术内容**

1. 技术原理

普通阀控式密封铅酸蓄电池的标称使用温度为 25℃，在高温条件下会由于正极板栅腐蚀、失水干涸、热失控、负极硫酸盐化等问题失效。长期运行时，温度每升高 10℃，使用寿命约降低一半。为保证蓄电池正常工作，需要配备专用工业空调，将运行温度长年设置为 25℃，消耗了大量电能。耐高温型阀控式密封电池节能技术采用耐腐蚀铅锡硅三元合金技术提高了电池板栅的耐腐蚀性，利用氢氧辅助复合技术解决了负极充电不足的问题，使用特殊的耐高温外壳材料及先进的耐压、耐冲击结构设计，解决了电池热失控问题，开发出适合在 35℃~40℃ 高温环境下长期正常使用的高温型阀控式密封铅酸蓄电池，极限使用温度可达到 75℃。通过高温型阀控密封电池的使用，可将基站空调温度提高 10℃，大幅降低空调运行时间，减少空调电耗。

2. 关键技术

- (1) 耐腐蚀合金技术；
- (2) 耐高温电池外壳材料技术；
- (3) 铅膏配方及极板化成技术；
- (4) 独特的氢氧辅助复合技术；
- (5) 先进的电池结构设计。

3. 工艺流程

该技术的电池结构见图 1 所示，通讯基站工作原理见图 2。

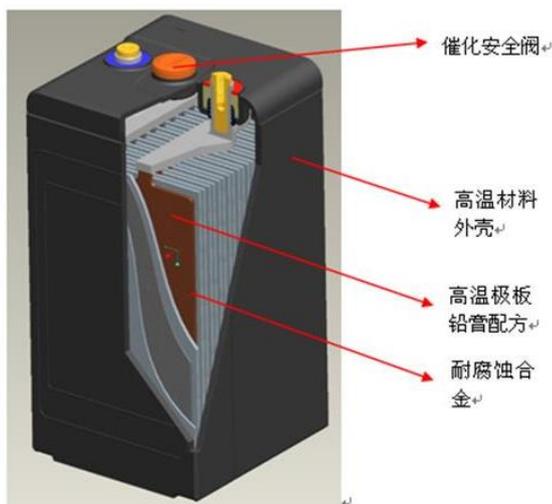


图 1 耐高温型阀控式密封电池结构图



图 2 耐高温型密封电池应用于通信基站示意图

五、主要技术指标

1. 产品符合 IEC60896-2004 以及通信行业 YD/T799-2010《通信用阀控式密封铅酸蓄电池》的技术要求；
2. 35°C 工作环境温度，设计浮充寿命 ≥ 10 年；
3. 电池最高可承受工作环境温度：75°C；
4. 55°C 工作环境温度，80%DOD 循环寿命大于 12 次大循环，每次大循环包含 11 次 80%DOD 放电循环。

六、技术应用现状及产业化情况

该技术获得阀控式铅酸蓄电池领域的发明专利 2 项，实用新型专利 1 项，2011 年 5 月通过工信部科技司组织的科技成果鉴定，铅酸蓄电池的额定工作环境温度提高到 35°C，达到了国际先进水平。目前在中国移动通信集团公司、中国联合网络通信集团有

限公司、沃达丰集团股份有限公司、法国电信集团等国内外通信运营商实际应用的通信基站数量已超过 8000 个，运行情况良好。

七、典型用户及投资效益

典型用户：中国移动通信集团公司、中国联合网络通信集团有限公司、沃达丰集团股份有限公司、法国电信集团等。

典型案例 1

案例名称：中国电信六安分公司园林处基站

建设规模：C 网基站改造，基站功率 3000kW~5000kW。主要技改内容：用高温电池代替普通电池，同时新增新风系统，以便基站空调升温。主要设备为无线设备，传输设备，开关电源，空调，高温蓄电池等。技改投资额 1.8 万元，建设期 1 年。年节能量 1.4 tce，年减排量 3.8tCO₂。年经济效益为 8160 元，投资回收期约 2.5 年。

典型案例 2

案例名称：四川移动达州分公司通川区火车站基站

建设规模：C 网基站改造，基站功率 3000kW~5000kW。主要技改内容：用高温电池代替普通电池。主要设备为无线设备，传输设备，开关电源，空调，高温蓄电池等。技改投资额 1.8 万元，建设期 1 年。年节能量 2.8tce，年减排量 7.4 tCO₂。年经济效益为 8160 元，投资回收期约 2.5 年。

八、推广前景和节能减排潜力

目前我国通信基站约150万座，基站空调的节能潜力很大。该技术到2015年预期推广比例20%，可形成的年节能能力为60万tce，年减排潜力为158万tCO₂。