

附件

国家重点节能技术推广目录 (第五批)

国家发展和改革委员会

2012 年 12 月

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位 节能量	目前推广比例 (%)	预计 2015 年		
				适用的 技术条件	项目建设 规模	投资额 (万元)	项目 节能量 (tce/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)
1	煤矿矿井水超磁分离井下处理技术	煤炭行业 煤矿矿井水	对富含煤质悬浮物(直径 0.3mm 以下)的矿井水在井下直接净化处理,由此回收含一定热值的煤泥饼,并降低矿井水的密度,节约提升过程中的电耗。	井下矿井水处理	12000m ³ /d	600	2423	矿井水百米提升能耗降低约 7%	<1	10	93000	36
2	可控自动调容调压配电变压器技术	电力行业 10kV 配电网	利用组合式调压调容开关改变变压器线圈各抽头的接法和负荷开关状态,实现自动调容/调压、远程负控、三相有功不平衡调节、低压精细无功补偿等功能,实现变压器的节能运行。	GB1094.1-1996、 GB1094.2-1996、 GB1094.3-2003、 GB1094.5-2008、 GB/T6451-2008、 JB/T 10778-2007	10kV 配网线路 35 条,新建及改造智能化配电台区 215 台	1397	1800	8.4 tce/台·年	<1	5	520000	67

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

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位节能量	目前推广比例(%)	预计 2015 年		
				适用的技术条件	项目建设规模	投资额(万元)	项目节能量(tce/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)
3	全光纤电流/电压互感器技术	电力行业智能电网、数字化变电站建设	光纤电流互感器利用磁光法拉第效应,通过测量探测器处叠加的光强的变化,得出对应电流的大小。光纤电压互感器利用泡克尔斯效应,当光波通过晶体时,在两个轴上光波之间的相位差会随着电压或电场改变,利用相位差即可测出对应的电压变化值。	大型智能变电站	2×50MVA 110kV 智能变电站	1200	459	平均 50 tce/台·年	1	50	180000	100
4	<u>自然通风逆流湿式冷却塔风水匹配强化换热技术</u>	电力、冶金、石化等行业大型自然通风逆流湿式冷却塔强化换热改造	采用 CFD (计算流体动力学) 技术对冷却塔进风在塔内的分布(速度场、温度场及含湿量场等)进行全三维精确计算,根据进风的分布情况重新设计配水系统使塔内各处的布水与进风做到最佳匹配。	自然通风逆流湿式冷却塔	4500m ² 冷却塔	250	1981	1.2 gce/kWh	<1	10	20000	11

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位节能量	目前推广比例(%)	预计 2015 年		
				适用的技术条件	项目建设规模	投资额(万元)	项目节能量(tce/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)
5	冷却塔用离心式高效喷溅装置技术	电力行业 自然通风冷却塔	将传统喷头改造为离心式高效喷溅装置,利用切圆离心旋转原理,将水细化均匀喷洒并扩大范围,增加水气接触面积,提高换热效率。	工作水头 0.8~1.6m, 间距 1~1.25m	2 × 300MW 燃煤发电机组, 冷却塔面积 5500m ²	83	1815	1.155 gce/kWh	2	30	27600	60
6	棒材多线切分与控轧控冷节能技术	钢铁行业 小规格螺纹钢筋轧制	1. 多线切分轧制: 减少加热炉待坯时间及轧制道次, 提高轧制效率; 2. 控轧控冷轧制: 从轧前加热到轧后冷却整个过程实现最佳控制, 提高螺纹钢强度, 改善钢材塑性。	全连轧棒材生产线	80 万 t/a 棒材生产线	1000	4165	多线切分节能效果: 5.1kgce/t 钢	10 (指 Φ10-14mm 小规格螺纹钢的总产量)	40 (指 Φ10-14mm 小规格螺纹钢的总产量)	17000	11

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位 节能量	目前推广比例 (%)	预计 2015 年		
				适用的 技术条件	项目建设 规模	投资额 (万元)	项目 节能量 (tce/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)
7	钢水真空循环脱气工艺干式(机械)真空系统应用技术	钢铁行业炼钢	罗茨泵与干式螺杆泵相结合的机械真空泵系统。利用罗茨泵的超高抽气能力,对 RH 工艺废气“增压”来满足高抽气量的要求,利用干式螺杆泵的高压缩比将工艺废气压缩至大气压以上后排至大气,满足 RH 工艺真空度高、废气量大、快速抽真空的要求。	RH、VD 及 VOD 工艺所必需的动力源真空系统	210t RH 配套、在 67 Pa(A) 条件下抽气能力为 800 kg/h (20℃ 干空气)的干式机械真空系统	1750 (与传统的蒸汽喷射式真空系统相比增加的投资额)	20539	9.34 kgce/t 钢	<1	10	66000	8
8	炭素环式焙烧炉燃烧系统优化技术	钢铁行业炭素行业环式焙烧炉燃烧系统及炉盖节能改造	通过采集炉室温度和压力参数,自动调节煤气的用量和烟气量,对炉室温度进行精确控制,从而提高煤气、沥青烟的燃烧效率,减少热损失,实现节能减排。	(1) 煤气热值大于 1200kcal/Nm ³ , 煤气中粉尘、焦油含量小于 800mg/m ³ (粉尘、焦油含量为合测值); (2) 需蒸汽 1t/h	将一台 1.32 万 t/a 手动调温炭素焙烧炉改造为一台同产能、自动精确调温,节能型炭素一次焙烧炉	500	1950	焙烧品单位产品能耗下降 30%以上	<10	60	100000	39

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位 节能量	目前推广比例 (%)	预计 2015 年		
				适用的 技术条件	项目建设 规模	投资额 (万元)	项目 节能量 (tce/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)
9	环冷机液密封技术	钢铁行业 烧结工序烧 结矿冷却	1. 气液两相动平衡密封技术; 2. 热工过程仿真分析及优化技术; 3. 环向气液密封技术; 4. 高效气固传热技术; 5. 气流均衡散料处理综合技术; 6. 以台车为单元的复合静密封技术; 7. 高温烟气循环区液体防汽化技术。	传统环冷机改造为液密封环冷机	420 m ² 烧结环冷机	2500	4500	2.7 kWh/t 烧结矿	3	10	100000	10
10	旋切式高风温顶燃热风炉节能技术	钢铁行业 大型高炉的 热风炉改造	采用旋切式顶燃热风炉燃烧器,小孔径高效格子砖、多种孔型炉箅子、热风输送管道膨胀和拉紧装置,关节管、高热值煤气分时燃烧、数学模型控制等技术提高风温,降低高炉冶炼焦比,增加喷煤比,有效提高系统的热效率,降低热损失,达到节能的目的。	大型高炉 的热风炉	3200m ³ 高炉	14600	21000	7.96 kgce/t 铁	50% (大型 高炉) 12% (中小型 高炉)	80	1080000	118 (仅 1000 m ³ 以上大 高炉)

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位 节能量	目前推广比例 (%)	预计 2015 年		
				适用的 技术条件	项目建设 规模	投资额 (万元)	项目 节能量 (tce/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)
11	双侧吹竖炉熔池熔炼技术	有色金属行业 10-20 万 t 规模的铜、铅、镍火法冶炼熔炼工序	1. 采用双侧、多风道送风,吹新进物料与渣熔体的混合层; 2. 炉内完成熔渣和冰铜的分离; 3. 采用特殊的炉体结构和不粘结烟道; 4. 炉墙关键部位采用水冷铜水套挂渣技术; 5. 不锈钢水冷及铜水套水冷复合式风嘴; 6. 采用节能型贫化电炉。	硫化矿及含铜率达 20%以上的铜精矿冶炼	10 万 t/a 铜冶炼生产线	23000	26370 (与新建企业能耗限额准入值相比)	263.7 kgce/t 粗铜 (与新建企业能耗限额准入值相比)	3	10	380000	13
12	有色冶金高效节能电液控制集成创新技术	有色金属行业 铜、铅、锌等采用湿法冶金年产 5 万 t 电解精炼金属规模以上企业	采用虚拟样机、半实物联合仿真及电液比例伺服集成控制等现代设计及控制技术,自主研发的湿法冶金电解精炼过程中的关键技术装备,实现系列装备的大型化、高速化、连续化、自动化及节能化,提高了电解效率,降低电耗,达到高效节能的目的。	改造或新建	10 万 t/a 电铅生产线	1700	3313	33 kgce/t•Pb	<1	10	34000	12

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位节能量	目前推广比例（%）	预计 2015 年		
				适用的技术条件	项目建设规模	投资额（万元）	项目节能量（tce/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）
13	铝酸钠溶液微扰动平推流晶种分解节能技术	有色金属行业 氧化铝冶炼	采用基于过程特征的方法，根据铝酸钠溶液种分动力学过程特征，结合流体运动特性，采用微扰动与平推流结合方式，合理使用搅拌，消除多余搅拌的无效能耗，大幅降低氧化铝生产种分过程的电耗。	1. 喷射压缩空气整体翻料式氧化铝晶种分解槽； 2. 平底机械搅拌全混流氧化铝晶种分解槽； 3. “莱宁”搅拌式氧化铝晶种分解槽； 4. 新建拜耳法氧化铝晶种分解装备	40 万 t/a 氧化铝晶种分解生产线节能技术改造	500	7704	19.26 kgce/t·Al ₂ O ₃	≤5	30	7500	10
14	低温低电压铝电解新技术	有色金属行业 电解铝生产企业	根据低极距型槽结构设计、低温电解质体系及工艺、过程临界稳定控制、节能型电极材料制备等技术实现低温低电压下的铝电解新工艺。	槽容量 ≥ 200kA 电解铝生产系列	80 台 240kA 铝电解槽	15730	56700	500~1000 kWh/t·Al	≤5	50	700000	245

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位节能量	目前推广比例（%）	预计 2015 年		
				适用的技术条件	项目建设规模	投资额（万元）	项目节能量（tce/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）
15	高效复合型蒸发式冷却（凝）器技术	石化行业 甲醇、合成氨、尿素等生产过程中工艺气体冷却、冷凝	以蒸发冷却（凝）换热为主体，结合空冷式换热，优化组合后形成湿式空冷换热的复合型换热器。	各类原料、规模的甲醇、合成氨、尿素等生产	60 万 t/a 煤制甲醇项目换热器改造	900	1188	1.98 kgce/t 甲醇	30	70（在石化、煤化工行业）	25000	25
16	溶剂萃取法精制工业磷酸技术	石化行业 湿法精制磷酸	采用溶剂萃取法精制磷酸技术取代热法磷酸技术，有效降低生产过程中的电耗。	湿法净化磷酸及磷酸盐的生产装置	5 万 t/a 工业级磷酸生产线	6070	103500	2.07 tce/t P ₂ O ₅	5	50	60000	98
17	预应力高强混凝土管桩免蒸压技术	建材行业 预应力高强混凝土管桩（PHC 管桩）生产	通过使用特种矿物掺合料和专业外加剂，使管桩混凝土经过一次常压蒸压养护和短期自然养护即达到使用要求，并在短期内提高管桩混凝土的强度。	现有管桩生产技术	300 万 m/a PHC 管桩生产线	712	2718	每立方米管桩混凝土节约 12.9kgce	10	30	24000	25
18	层烧蓄热式机械化石灰立窑煅烧节能技术	建材行业 石灰生产	石灰立窑采用花瓶形内胆、上部环型烟道和简单合理的特有节能保温结构；同时风机系统采用了锁风装置、并结合水浴烟气处理装置、滤筒式除尘装置及信息自动化处理系统，降低了单位产品的生产能耗。	动力能源供应稳定	50 万 t/a 石灰的生产线	4500	15000	51 kgce/t 石灰	15	30	145000	88

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位节能量	目前推广比例（%）	预计 2015 年		
				适用的技术条件	项目建设规模	投资额（万元）	项目节能量（tce/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）
19	高效优化粉磨节能技术	建材、矿山等行业粉磨生产系统	采用高效冲击、挤压、碾压粉碎原理，配合适当的分级设备，使入磨物料粒度控制在 3mm 以下，并优化球磨机内部构造和研磨体级配方案，从而有效降低系统粉磨电耗。	改造或新建粉磨生产线系统	MB32130 水泥球磨机生产系统改造	470	4107	13.58 kgce/t 水泥	<1	10	141000	123
20	气凝胶超级绝热材料保温节能技术	建材行业陶瓷、玻璃、耐火材料等窑炉保温，原油贮罐及管道保温等	气凝胶超级绝热材料的绝热性能远远优于传统的绝热材料（导热系数低于 0.018 W/m·K），使用时表面能量损失极少，用该材料替代或部分替代传统绝热材料，可产生明显的节能效果或设计出更优秀的保温方案。同时，该材料为 A1 级不燃材料，安全环保，效果稳定，使用寿命长。	浮法玻璃窑炉、陶瓷窑炉等的保温	500t /d 浮法线（施工面积 900m ² ）	240	1174	1.26tce/m ² ·a	<3	40% （浮法玻璃、陶瓷等行业） 30% （有色金属、钢铁等行业）	30000	65

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位 节能量	目前推广比例 (%)	预计 2015 年		
				适用的 技术条件	项目建设 规模	投资额 (万元)	项目 节能量 (tce/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)
21	烧结砖隧道窑辐射换热式余热利用技术	建材行业 烧结砖隧道窑生产线	在烧结砖隧道窑冷却带安装辐射换热式余热锅炉，利用烧成后的砖坯余热生产过热蒸汽，余热锅炉利用后的低温烟气余热再用于砖坯干燥，从而实现隧道窑余热的梯级利用。产生的蒸汽直接用于生产、生活或推动汽轮机发电。	年产 6000 万块标砖以上的煤矸石烧结砖生产线，或年产 8000 万块标砖以上的页岩烧结砖生产线利用余热供汽或发电	1.2 亿标砖/a 生产线配置余热发电系统	1150	2760	230 kgce/万标砖	<1	10	100000	110
22	新型干法水泥窑生产运行节能监控优化系统技术	建材行业 新型干法水泥生产线	构建大规模节能减排监测网络，采集水泥窑炉废气；根据废气成分计算燃烧状态和能源消耗及排放量；利用专家系统提供操作指导，并优化调控生产工艺参数。	现场具有计算机网络基础设施	1 条 4500t/d 新型干法水泥生产线节能监控系统改造	98	13500	70 kcal/kg·cl	1	10	8000	140

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位 节能量	目前推广比例 (%)	预计 2015 年		
				适用的 技术条件	项目建设 规模	投资额 (万元)	项目 节能量 (tce/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)
23	金属涂装前常温 钝化处理节能技术	轻工行业 汽车、家电、 机电、建材 等金属制品 行业	采用钝化液替代磷化液对金属涂装表面进行前处理,在金属表面形成致密的钝化膜,产生优异的附着力和防腐能力。可替代中温磷化工艺,省略了磷化工艺中对槽液的升温环节,降低了能耗。	即可对现有涂装前处理车间进行简单改造,也可新建生产线	年处理防盗门 30 万樘	38	319	0.5 tce/km ² 金属表面	<5	20	10000	23
24	异麦芽酮糖发酵 工艺优化技术	轻工行业 蔗糖转化成 异麦芽酮糖 生产	采用克雷伯新菌代替普通菌种生产异麦芽酮糖,所得产品不需经离子交换树脂分离,直接由蔗糖转化液浓缩结晶,蔗糖转化率高,转化时间大幅缩短,有效降低生产能耗。	只在蔗糖生产工艺中增加蔗糖转化步骤,无需改变蔗糖生产其它工序设备	1000t/a 异麦芽酮糖	100	148	143kgce/t 异麦芽酮糖	2	10	7500	34
25	高效节能型锥形 同向双螺杆挤出 技术	轻工行业 塑料造粒、 各类管材、 型材、板/ 片材、木塑 混炼制品挤 出成型	将“锥形螺杆”和“同向旋转”相结合,使加工的物料进入机筒后环绕锥形双螺杆成“∞”字形运动,增加了塑化时间和密炼性能,从而在保证产品塑化质量的同时也能承受较大的挤出压力,达到节能高效的目的。	塑料造粒、 型材挤出 技术改造	10 台高效 节能型锥 形同向双 螺杆挤出 机,建成产 能 47 万 t 挤出造粒 生产线	300	1154	70kWh/t 挤出料	<5	30	200000	90

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位节能量	目前推广比例（%）	预计 2015 年		
				适用的技术条件	项目建设规模	投资额（万元）	项目节能量（tce/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）
26	双级高效永磁同步变频离心式冷水机技术	轻工行业家用/商用变频空调、冷冻及冷藏设备	1. 高速电机直驱双级叶轮技术, 可提高压缩机效率, 降低压缩机噪声; 2. 高速永磁同步变频调速电机及驱动系统, 可提升电机效率与功率因数; 3. 采用全工况宽频气动设计技术、自由曲面叶轮技术、低稠度叶片扩压器技术、双级压缩补气增焓技术等大幅提升压缩机全工况性能。	适用于建筑面积1万m ² 以上的集中供冷建筑	建筑面积4.4万m ² , 空调面积3.1万m ² , 空调负荷4570kW	240	236	平均约7.6kgce/m ² ·a	2	35	27000	19
27	<u>基于低压高频电解原理的循环水系统防垢提效节能技术</u>	<u>通用机械行业</u> <u>水冷中央空调机组、工业各类型循环水冷设备（换热器）</u>	<u>1. 低压高频电解技术, 快速降低水体还原电位;</u> <u>2. 通过三组高频电极周期转换提高电解效果;</u> <u>3. 通过负极水垢收集器捕捉水中的钙镁离子, 降低水的硬度, 从根本上解决结垢问题。</u>	中央空调、空压机、冰水机、注塑机等循环水冷却系统	7 台空压机, 8 台冰水机的冷却系统(总冷量需求为 6500 冷吨)	130	370	平均每冷吨节约电耗 15% 以上	<1	10	450000	260

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位节能量	目前推广比例(%)	预计 2015 年		
				适用的技术条件	项目建设规模	投资额(万元)	项目节能量(tce/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)
28	永磁涡流柔性传动节能技术	通用机械行业 石油、天然气、化工、造纸、发电、灌浆、海事、矿业、水泥、水和废水等制造行业的泵机、风机、传送带等设备	负载和电机间无刚性连接。安装在电机侧的导体转子在负载侧的永磁盘产生的磁场中旋转产生感应磁场并形成涡流,涡流产生感应磁场,并与永磁转子相互作用形成的扭矩带动负载转动,并通过调节永磁盘和导体之间的间隙实现对电机功率的自动调节。	高温、低温、潮湿、淋水、冰洞、粉尘、易受雷击、易燃、易爆及具有腐蚀性其他场所的电机驱动装置	两台 3kV, 300kW, 1500rpm/min 送风机驱动装置	110	312	单台节电率 30%	<1	8	450000	200
29	工业微波/电混合高温加热窑炉技术	通用机械行业 非金属材料高温加工	利用微波及电在不同加热温度范围内对材料进行高温烧结,具有加热速度快、加热均匀、安全高效、节能效果好等优点。	氮化钒等非金属材 料高温加工及合成	3000t/a 氧化钒的 6 条微波高温合成窑	4200	5760	4800kWh/t	<1	10	500000	100
30	数字化无模铸造精密成形技术	通用机械行业 汽车、工程机械、船舶、电力、交通、航空航天等领域复杂零部件	由三维 CAD 模型直接驱动数字化无模铸造精密成形机进行铸型加工制造,实现复杂金属件制造的柔性化、数字化、精密化,大幅缩短加工制造周期,节约金属材料,降低铸件能耗。	具备 CAD/CAE/CAM 应用基础以及从 CAD 到铸件的相关配套条件	年加工 3000t 复杂零部件铸造生产线	750	300	铸件每减重 1t, 熔炼切屑耗能减少 1tce	<1	10	75000	21

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位 节能量	目前推广比例 (%)	预计 2015 年		
				适用的 技术条件	项目建设 规模	投资额 (万元)	项目 节能量 (tce/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)
31	低压工业锅炉高温冷凝水除铁技术	通用机械行业 低压工业蒸汽锅炉	采用轻质陶瓷滤料、汽水复合逐点脉冲反冲洗系统、平衡器催化二价铁转化等关键技术，降低低压工业锅炉高温冷凝水中的铁离子含量，并重新回用。	冷凝水铁离子含量大于 0.3mg/l	冷凝水处理量 20t/h	60	1262	5.9 kgce/蒸吨	<1	10	49000	83
32	新型桥式起重机轻量化设计节能技术	通用机械行业 各种通用桥式起重机	起升机构采用模块设计、起重机主梁采用全偏轨设计、大小车驱动装置采用三合一减速器、起重机整机采用全变频配置等新型设计技术，使起重小车自重减轻 30%左右，有效降低设备运行能耗。	各种通用桥式起重机	24 × 96m 厂房，安装 2 台 80t 桥式起重机	390	70	3.5 tce/a·台	<1	20	2000000	35
33	发动机冷却系统优化节能技术	汽车行业 商用车辆，如客车、卡车和工程机械车辆	通过对发动机的水、气的恒温控制，及低能耗的新型驱动技术应用，综合降低整车能耗。	客车、卡车、工程机械车辆的发动机用冷却系统	1000 台公交通车车辆发动机冷却系统优化改造	1026	1998	单车节能率 5%	<1	55	600000	141
34	高速公路电子不停车收费技术	交通行业 高速公路收费领域	通过 DSRC 设备、密钥系统及双界面 CPU 技术、ETC 车道逻辑、ETC 运营模式等关键技术，实现车辆不停车收费。	高度公路收费站等	高速公路 37 个收费站，建设 ETC 车道 70 条	3500	1064	单条 ETC 车道节能量约为 15.67tce/a	36	60	146000	8

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位节能量	目前推广比例（%）	预计 2015 年		
				适用的技术条件	项目建设规模	投资额（万元）	项目节能量（tce/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）
35	高压变频数字化船用岸电系统技术	交通行业除油轮外所有大型远洋船舶	船舶靠港期间，停止使用船舶上的发电机，而改用陆地电源供电。	高压变频电源容量1~8MW	万吨级泊位实施岸上改造；在大型船舶上实施船上改造	600	622	—	1	50% (港口万吨级以上泊位) 35% (船舶)	150000	27
36	船舶轴带无刷双馈交流发电系统技术	交通行业内河及沿海船舶以及所有采用固定桨的海洋船舶	利用船舶主机的功率冗余，基于齿谐波转子绕组的无刷双馈电机技术，通过无刷双馈变频控制技术，实现在主机变速状态下稳压恒频轴带发电。	定距桨船舶	325 箱内河新型集装箱船安装 64kW 轴带发电机组	35.5	7	1.62kgce/h	<1	20	10575	12
37	混合动力交流传动调车机车技术	交通行业各铁路站、场（段）及地铁、城轨、冶金、石化、煤矿、电厂、港口等内部铁路的调车作业	采用多能源动力总成控制及再生制动能量回收、整车控制策略优化匹配、蓄电池组及能量管理系统、牵引变流控制系统等关键技术，使调车作业既可单独使用柴油发电机或蓄电池供电，也可同时使用二者供电，实现机车节油降耗的目的。	混合动力机车	100台混合动力系列机车生产线	10000	8100	81tce/a·车	<1	10	200000	16

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位节能量	目前推广比例（%）	预计 2015 年		
				适用的技术条件	项目建设规模	投资额（万元）	项目节能量（tce/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）
38	金属减摩修复技术	交通行业 铁路内燃机车柴油机	减摩修复剂以润滑油为载体向机械摩擦副介入功能材料，在摩擦副表面的相对运动过程中，在一定的载荷、速度、温度等技术条件下，优化表面摩擦学特性，降低摩擦系数和摩擦损耗，提高机械硬度性能，达到节能节材的应用效果。	可在机械设 备运行中在线、实时应用；也可作为机械零部件表面强化或再制造的微观加工技术	1 台 DF8B 型内燃机车	10	130	160 gce/万 t • km	3	50	28000	20
39	热泵技术之三—空气源热泵冷、暖、热水三联供系统技术	建筑行业 别墅、酒店、学校、医院、洗浴中心、工业建筑等	通过热泵提取空气中的热量并有机结合制冷、供暖、供生活热水三种运行方式，实现分别提供制冷、供暖、制冷，或提供制冷和生活热水，或供暖和生活热水等五种运行工况，可满足不同地区、不同用户的不同需求。	室外温度：-10℃~50℃ 室外湿度：5%~90%	8000m ² 建筑物中央空调和热水系统改造	180	963	—	5	20	780000	150
40	蒸汽节能输送技术	建筑行业 城镇供热	采用纳米绝热涂层、复合保温结构、抽真空技术、疏水技术等，有效降低蒸汽输送过程中的热损耗量，每公里散热损失低于 5%。	城市集中供热（蒸汽）	单线管长 21km，年供热量 314.3GJ	1000	6500	每公里蒸汽输送热损失低于 5%	<1	20	200000	280

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位节能量	目前推广比例（%）	预计 2015 年		
				适用的技术条件	项目建设规模	投资额（万元）	项目节能量（tce/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）
41	墙体用超薄绝热保温板技术	建筑行业 新建建筑节能保温、既有建筑节能改造	由填充芯材与真空保护表层复合而成，其中填充芯材主要是低导热系数的芯材填料，外层采用多层复合材料进行包覆，以保证保温板材的气密性，通过对整个板抽真空至内压低于一定值以下，然后进行密封。可以有效地避免空气对流引起的热传递，因此可大幅度降低导热系数，提高保温板的绝热性能。	有外墙保温需求的建筑墙体	10 万 m ² 建筑外墙保温	180	1638	16.38 kgce/m ² ·a	8	20	900000	245
42	磁悬浮变频离心式中央空调机组技术	建筑行业 各种建筑空调，如地铁、办公写字楼、酒店、学校、机场和工艺冷却等场所使用的空调系统	利用直流变频驱动技术、高效换热器技术、过冷器技术、基于工业微机的智能抗喘振技术，以及磁悬浮无油运转技术等，从根本上提高离心式中央空调的运行效率和性能稳定性。	新建和改造的建筑空调系统	总建筑面积 60000 m ² 的酒店，其中空调面积 52500m ²	500	298	单台平均节电率约 7%	<1	10	50000	39

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位节能量	目前推广比例（%）	预计 2015 年		
				适用的技术条件	项目建设规模	投资额（万元）	项目节能量（tce/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）
43	建筑（群落）能源动态管控优化系统技术	建筑行业建筑及工业、交通等领域的单栋建筑、建筑群落以及跨区域建筑群落（包括 IDC 机房）的节能减排	为建筑、工业、交通等各个领域建筑节能提供以云计算技术为基础的物联网能源动态管理控制优化解决方案，即通过云计算对大量分散在跨区域建筑中的大量用能及能耗节点进行能源数据的实时动态监控，实现区域、建筑和设备间的能源数据流和能源物质流的统计、分析和趋势预测，进行排序、优化、控制和合理调配，形成建筑群落、区域分布式能源和单栋建筑的整体能源控制、优化、服务与再分配。同时，感知区域间各类用能装置或设备的运行状况与故障报警，根据专业策略实现用能设备工艺、逻辑和过程的自适应控制优化，在满足正常需求下实现最大限度的节能减排。	具备电力供应及通讯网络的建筑	30 万 m ² 建筑群	850	1620	5.4kgce/m ² ·a	<1	10	600000	120

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位节能量	目前推广比例（%）	预计 2015 年		
				适用的技术条件	项目建设规模	投资额（万元）	项目节能量（tce/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）
44	通信用 240V 高压直流供电系统技术	信息行业工业、通讯、国防、医院、计算机业务终端、网络服务器、网络设备、数据存储设备等领域的数据机房、中向服务器等通信设备供电	利用电力电子技术将电网的交流电变换成与电网隔离的直流输出。采用模块化组建电源系统，具有设计周期短、可靠性高、系统升级容易等特点。整个供电系统具有高功率因数、低输入电流谐波畸变和高效率模块的特点。	有供电需求的数据机房的服务器、网络设备、数据存储设备等各种通信设备	1350kW 通信用 240V 直流供电系统	144	192	节电率30%左右	3	10	750000	30
45	基站载频设备智能节电技术	信息行业移动通信系统	实时监控无线基站小区载频在不同时段话务负荷的变化，采用硬件或软件控制方式，动态关断/开启空闲载频的功率放大器，或动态调整载频功率放大器的静态功耗，从而降低无线基站设备的整体能耗。	基站小区内配置多个载频	6.6 万个基站载频升级智能节电功能	660	888	13.5 kgce/载频·a	40	80	80000	22

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位节能量	目前推广比例(%)	预计 2015 年		
				适用的技术条件	项目建设规模	投资额(万元)	项目节能量(tce/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)
46	工业冷却循环水系统节能优化技术	工业冷却循环水系统 钢铁冶金、石油化工、热电、生化制药等相关领域	1. 循环水系统各换热设备、管网、泵站等的运行参数（包括压力、流量、温度等）精确采集技术； 2. 换热网络优化和管网水力优化数学模型建立； 3. 对流量、管网阻力、水泵运行效率等专家分析诊断及优化系统； 4. 多种针对性强的系列高效节能产品。	电力拖动 的循环水系统	1780m ³ 高炉鼓风机透平拖动装置冷却系统技改，配 6 台 900kW 冷却泵组	780	3048	节电率 12%~55%	<5	15	337500	155
47	蒸汽系统运行优化与节能技术	炼油、石化、钢铁等企业的动力车间，工业开发区与城市的热电企业	1. 模拟技术：以专用软件 PROSS 经二次开发，将蒸汽动力系统和蒸汽管网系统的运行状态以精确的数学模型表示； 2. 工程化方法：实时对蒸汽动力系统和蒸汽管网系统的实际工况作出评估，提出可行的优化措施，及能够达到的节能效果； 3. IT 技术：将上述成果集成到企业调度指挥系统，形成能源（蒸汽）管控子系统。	1. 技术资料齐全(过程及设备设计数据、目前运行数据)； 2. 生产运行的监测仪表工作正常； 3. 计算机局域网工作正常	蒸汽量 200t/h，蒸汽管网总长 14 公里	500	11600	10.6 kgce/t 蒸汽	30% (大热电、炼油、化工)， <1% (地方热电)	80% (炼油、石化) 10% (地方热电)	64000	158

国家重点节能技术推广目录（第五批）

序号	节能技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				单位 节能量	目前推广比例 (%)	预计 2015 年		
				适用的 技术条件	项目建设 规模	投资额 (万元)	项目 节能量 (tce/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)
48	粮食干燥系统节能技术	粮食行业	采用分层供煤装置提高燃烧效率；更换高效换热器；部分废气和烟气余热回收再利用；调整空气与烟气两相流走向；采用先进保温材料与保温方式；降低烟速，减少尘粒排放；采用湿式脱硫除尘设备。	适合于我国北方地区现有粮食干燥系统和新建粮食干燥系统	300t/d 粮食干燥系统	60	78	26.5 gce/kg 水	10	50 (北方粮食干燥系统)	14400	10
49	中低温太阳能工业热力应用系统技术	工业领域太阳能系统与燃煤、燃气、燃油工业锅炉结合使用	1. 通过提高中温全玻璃真空管吸收比和真空度、降低发射比、采用 CPC 反光板等技术提高集热器的热性能；工作温度为 80℃-120℃ 时集热器瞬时效率不低于 0.45； 2. 中温太阳能集热器检测系统和检测方法； 3. 大规模中温太阳能集热器阵列技术； 4. 多点温度、压力监控，多点防冻技术，系统自动控制技术； 5. 集热模块与锅炉结合。	为燃煤、燃气、燃油工业锅炉或其他工业用热系统提供 80℃ ~ 150℃ 的预热热水或蒸汽	总面积 5870 m ² 的太阳能集热模块配套储热系统为 10t 燃煤锅炉提供预热水	420	875	97 kgce/m ² · a	<1	10	500000	71

重点推广节能技术报告
(第五批)

目 录

1 煤矿矿井水超磁分离井下处理技术.....	1
2 可控自动调容调压配电变压器技术.....	4
3 全光纤电流/电压互感器技术.....	7
4 自然通风逆流湿式冷却塔风水匹配强化换热技术.....	10
5 冷却塔用离心式高效喷淋装置技术.....	12
6 棒材多线切分与控轧控冷节能技术.....	15
7 钢水真空循环脱气工艺干式（机械）真空系统应用技术.....	18
8 炭素环式焙烧炉燃烧系统优化技术.....	22
9 环冷机液密封技术.....	25
10 旋切式高风温顶燃热风炉节能技术.....	28
11 双侧吹竖炉熔池熔炼技术.....	31
12 有色冶金高效节能电液控制集成创新技术.....	35
13 铝酸钠溶液微扰动平推流晶种分解节能技术.....	38
14 低温低电压铝电解新技术.....	42
15 高效复合型蒸发式冷却（凝）器技术.....	45
16 溶剂萃取法精制工业磷酸技术.....	48
17 预应力高强混凝土管桩免蒸压技术.....	51
18 层烧蓄热式机械石灰立窑煅烧节能技术.....	53
19 高效优化粉磨节能技术.....	56
20 气凝胶超级绝热材料保温节能技术.....	59
21 烧结砖隧道窑辐射换热式余热利用技术.....	62
22 新型干法水泥窑生产运行节能监控优化系统技术.....	65
23 金属涂装前常温钝化处理节能技术.....	67
24 异麦芽酮糖发酵工艺优化技术.....	70
25 高效节能型锥形同向双螺杆挤出技术.....	73
26 双级高效永磁同步变频离心式冷水机技术.....	76
27 基于低压高频电解原理的循环水系统防垢提效节能技术.....	79
28 永磁涡流柔性传动节能技术.....	83
29 工业微波/电混合高温加热窑炉技术.....	86
30 数字化无模铸造精密成形技术.....	90
31 低压工业锅炉高温冷凝水除铁技术.....	93
32 新型桥式起重机轻量化设计节能技术.....	96

33 发动机冷却系统优化节能技术.....	99
34 高速公路电子不停车收费技术.....	102
35 高压变频数字化船用岸电系统技术.....	106
36 船舶轴带无刷双馈交流发电系统技术.....	109
37 混合动力交流传动调车机车技术.....	113
38 金属减摩修复技术.....	116
39 热泵技术之三 空气源热泵冷、暖、热水三联供技术.....	119
40 蒸汽节能输送技术.....	122
41 墙体用超薄绝热保温板技术.....	124
42 磁悬浮变频离心式中央空调机组技术.....	127
43 建筑(群落)能源动态管控优化系统技术.....	130
44 通信用 240V 高压直流供电系统技术.....	134
45 基站载频设备智能节电技术.....	137
46 工业冷却循环水系统节能优化技术.....	140
47 蒸汽系统运行优化与节能技术.....	144
48 粮食干燥系统节能技术.....	146
49 中低温太阳能工业热力应用系统技术.....	149

1 煤矿矿井水超磁分离井下处理技术

一、技术名称：煤矿矿井水超磁分离井下处理技术

二、适用范围：煤炭行业 煤矿井下矿井水

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前，我国煤炭行业矿井水处理工艺相对比较落后，部分生产条件较差的矿井甚至没有污水处理环节，水资源循环利用率相对较低。根据相关统计数据，截止到2010年，全国矿井水综合利用率仅为59%，不仅使矿井水中含有的煤泥资源大量浪费，而且对环境造成污染。

我国煤炭行业矿井水处理普遍采用井下沉淀、提升污水上井二次处理工艺技术，即在矿井下利用废弃坑道修建大体积水仓，将开采过程中产生的污水导入水仓自然沉淀，部分污水经沉淀后循环使用，剩余污水则用泵抽出地面进行净化处理。矿井水在提升过程中需消耗电能，按照设计要求，吨水百米电耗一般约为 $0.50\text{kWh}/(\text{t} \cdot \text{hm})$ ，而实际运行中的电耗常高于此值。由于吨水百米电耗与所提升矿井水的密度有直接关系，因此降低矿井水的密度即可节约提升能耗。

四、技术内容

1. 技术原理

煤矿矿井水超磁分离井下处理技术是一种利用永磁技术实现快速分离的新型高效矿井水处理技术。一方面，矿井水中所含的煤悬浮物本身不带磁性，通过该技术首先将不带磁性的含煤悬浮物赋予磁性，然后通过超磁分离机进行快速固液分离，使矿井水得到净化；另一方面，从矿井水中分离出来的煤泥渣，可通过磁种回收循环系统实现磁种的循环利用，同时产生低含水率的煤泥，经压滤系统得到煤泥饼，直接随矿车升井。

2. 关键技术

(1) 磁种材料选择。根据粒径、分散性、比重、比表面积、磁性能、絮凝性能、价格等选择合适的磁性材料作为磁种，用于非磁性悬浮物的分离。

(2) 混凝系统的工艺参数确定。通过投加混凝与絮凝药剂，使磁种能与非磁性悬浮物紧密结合，便于磁分离。在保证混凝效果的基础上，获得最短的混凝时间与絮凝时间，从而使设备小型化。

(3) 磁种制备投加回收装置的研制。该装置能将磁种定量地、高分散性地投加

到混凝箱中，参与反应；同时，又能从超磁分离机中分离出的煤泥渣中提取磁种，将磁粉尽可能地回收重复使用。

（4）超磁分离机设计。该分离机的分离性能优于冶金行业用的磁盘机，使分离后出水的悬浮物小于 25mg/l，以便达到高的水质要求，并能处理大流量污水，体积紧凑。

（5）合理的井下处理成套工艺设计。包括磁絮凝系统、磁分离系统、药剂制备投加系统和污泥压滤系统，具有短流程、大流量泥水分离特点，可直接将污染后的矿井水处理成为洁净的矿井水和煤泥饼。

3. 工艺流程

该技术的工艺流程见图1。

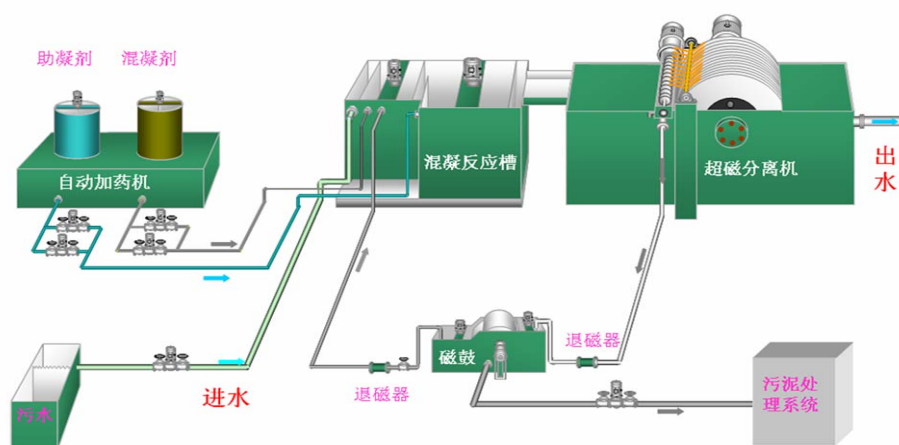


图 1 煤矿矿井水超磁分离井下处理技术工艺流程图

五、主要技术指标

主要适用于直径为 0.2mm-0.3mm 以下煤粉的提取和回收。

1. $SS \leq 25\text{mg/l}$;
2. $COD \leq 50\text{mg/l}$;
3. 石油类油 $\leq 5\text{mg/l}$;
4. $PH: 6 \sim 9$;
5. 煤泥含水率 $\leq 30\%$ 。

六、技术应用情况

该技术 2010 年 7 月通过四川省科技厅组织的成果鉴定，综合技术水平达到国际先进。“超磁分离技术在矿井水井下处理中的应用”于 2012 年 10 月通过中国煤炭工业协会成果鉴定，并在山东新巨龙能源公司龙固煤矿 810m 矿井水处理工程、山东新

汶矿业集团协庄煤矿 300m 矿井水处理工程、山东新汶矿业集团赵官煤矿 471m 矿井水处理工程等进行了实际应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：山东新巨龙能源公司龙固煤矿、山东新汶矿业集团协庄煤矿、山东新汶矿业集团赵官煤矿、山东新汶矿业集团浮城煤矿等

典型案例 1

建设规模：煤矿井深 400m，矿井水处理量 $12000\text{m}^3/\text{d}$ 。主要技改内容：取消井下沉淀池，直接将矿井水引入超磁分离处理系统，实现泥水分离，清水上井，泥饼直接随矿车升井。主要设备为超磁分离机、磁种循环回收设备、污泥脱水设备。节能技改投资额 600 万元，建设期 1 年。与常规技术相比每年可多回收 2202tce 的煤泥资源。年节约电量 63.1 万 kWh，折合标煤 221tce。合计节能 2423tce。每年节能经济效益为 401 万元。投资回收期 1.5 年。

典型案例 2

建设规模：煤矿井深 800m，矿井水处理量 $24000\text{m}^3/\text{d}$ 。主要技改内容：取消井下沉淀池，直接将矿井水引入超磁分离处理系统，实现泥水分离，清水上井，泥饼直接随矿车升井。主要设备为超磁分离机、磁种循环回收设备、和污泥脱水设备。节能技改投资额 1200 万元，建设期 1 年。与常规技术相比每年可多回收 4404tce 的煤泥资源。年节约电量 252.4 万 kWh，折合标煤 883tce。合计节能 5287tce。年节能经济效益为 802 万元。投资回收期 1.5 年。

八、推广前景和节能潜力

据中国煤炭加工利用协会相关数据显示，2010年，我国的煤矿矿井水量约为69亿 m^3 ，其中有41亿 m^3 的矿井水经过处理进行了利用，而其余28亿 m^3 矿井水则直接外排。随着国家对相关行业环境保护要求和标准的提高，预计到2015年，矿井水的综合利用率将提高到75%，现有煤矿产能中约有10%可进行矿井水处理技术改造或新建，总矿井水处理需求量为6.9亿 m^3 ，形成的年节能能力约为36万tce。

2 可控自动调容调压配电变压器技术

一、技术名称：可控自动调容调压配电变压器技术

二、适用范围：电力行业 10kV 配电台区

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

变压器是电力工业的主要设备之一，它在输送电能的同时也消耗电能。尽管变压器的效率已高达 96.0%~99.7%，但由于使用量大，应用范围广，而且目前我国仍有相当数量的高耗能变压器在电网中运行，消耗的电能十分惊人。在电网损耗中，变压器损耗占 60%以上。而所有变压器的自身损耗约占全国发电量的 4%以上，其中配电变压器损耗占变压器总损耗的 30%左右。因此，降低变压器能耗已日益成为电力系统节能工作的重点之一。

由于季节性、人员的流动性，以及居民用户昼夜时段性差异，我国配电网电网负荷波动较大，配电变压器容量和用电需求不匹配，一般企业专用变压器 70%以上时间空载或轻载运行，居民用公用变压器 80%以上时间空载和轻载运行，造成配变损耗较高。

四、技术内容

1. 技术原理

综合监测控制器通过参数监测，主动发出相关指令，控制组合式调压调容开关改变变压器线圈各抽头的接法和负荷开关状态，实现10kV配电变压器的自动调容调压和远程停送电功能，具有集成保护、36级精细无功补偿、有功三相不平衡调节和防盗计量等功能。

2. 关键技术

(1) 将永磁技术应用至调压开关、调容开关和负控开关，并进行扁平化一体式设计，研究出组合式永磁机构调压调容开关；

(2) 自动调容调压控制策略的研究；

(3) 研究36级级差2kvar的补偿单元，实现分相分级无功补偿和三相有功不平衡调节。

3. 工艺流程

自动调容调压组合式变压器的原理及内部结构示意见图 1、图 2。

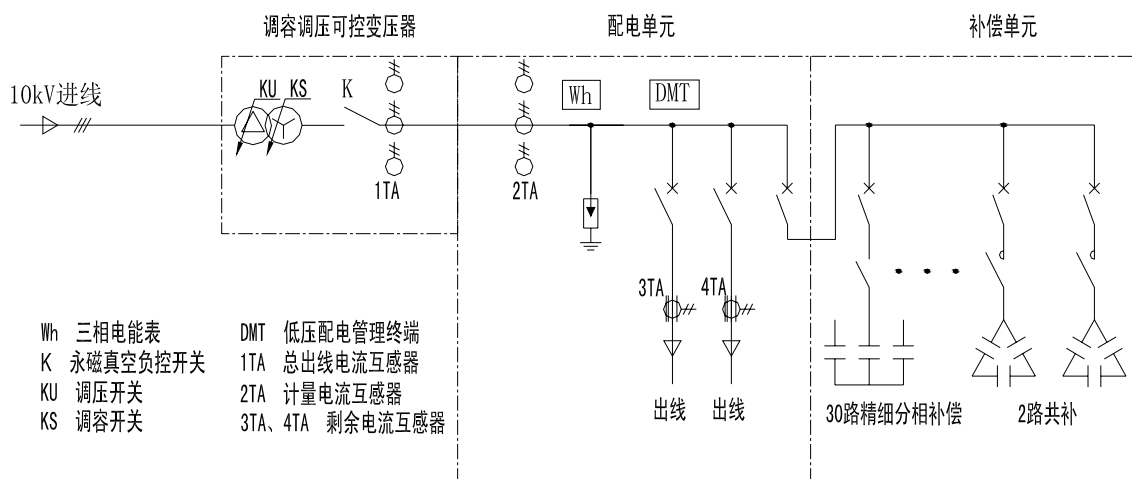


图 1 自动调容调压组合式变压器一次原理图

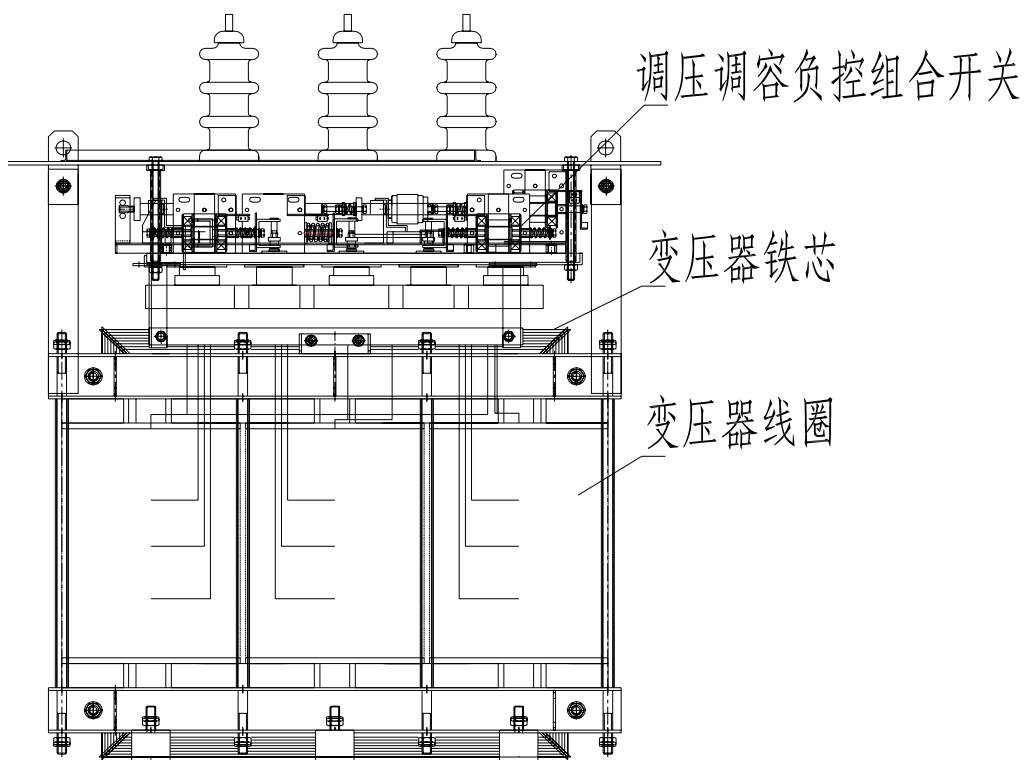


图 2 调压调容负控组合变压器内部示意图

五、主要技术指标

1. 与 S11 型变压器相比，运行总损耗降低 48%；
2. 与 S9 型变压器相比，运行总损耗降低 53%；
3. 36 级精细补偿年补偿节约电量 10000kWh。

六、技术应用情况

该技术 2012 年 3 月通过河南省科技厅组织的科技成果鉴定，并获得多项国家专利。已在河南、黑龙江等省市的配电网系统进行了推广应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：河南开封供电公司配网智能化系统工程、黑龙江绥化市农电局配网智能化系统工程

典型案例 1

建设规模：10kV 配网线路 35 条，昼夜负荷变化较大的 10kV 变电台区。主要技改内容：10kV 配网新建及改造智能化配电台区 215 台，主要设备为可控自动调容调压配电变压器。节能技改投资额 1397 万元，建设期 2 年。年节能 1800tce，年节能经济效益为 270 万元，投资回收期 6 年。

典型案例 2

建设规模：10kV 配网线路 31 条，昼夜负荷变化较大的 10kV 变电台区。主要技改内容：10kV 配网新建及改造智能化配电台区 195 台，主要设备为可控自动调容调压配电变压器。节能技改投资额 1267 万元，建设期 2 年。年节能 1640tce，年节能经济效益 246 万元，投资回收期 6 年。

八、推广前景和节能潜力

在我国，变压器的总损耗约占系统总发电量的 10%左右，如果损耗每降低 1%，每年可节约上百亿度电，因此降低变压器损耗是势在必行的节能措施。

通过该技术的推广应用，不仅可以解决配电网用户中普遍存在的电压不稳定问题，以及农村配电台区功率因数低、空载损耗大和配变三相负荷不平衡等问题，还可以进行智能可控操作，保证配电网台区的经济可靠运行，自动化控制和全面用电监控管理。预计到 2015 年，该技术在全国配电台区的推广比例可达 5%，形成的年节能能力约 67 万 tce。

3 全光纤电流/电压互感器技术

一、技术名称：全光纤电流/电压互感器技术

二、适用范围：电力行业 智能电网、数字化变电站建设

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

智能电网是国家“十二五”规划重点培育的七大战略性新兴产业之一，而电流互感器和电压互感器是智能电网的基础核心设备之一。目前，我国互感器的需求量以每年12%的速度增长。传统的电磁式电流互感器不仅需要消耗大量的铜、铝等有色金属材料，而且运行过程中能耗量巨大。

与传统互感器相比，全光纤电流互感器技术不需要消耗大量的铜、铝等有色金属，也不会对大气、水等造成污染，是节能环保的高科技产品，将成为未来传统互感器的替代产品。

四、技术内容

1. 技术原理

光纤电流互感器利用磁光法拉第效应，通电后，在通电导体周围的磁场作用下，两束光波的传播速度发生相对变化，即出现相位差，最终表现为探测器处叠加的光强发生变化。通过测量光强的大小，即可测出对应的电流大小；光纤电压互感器利用泡克尔斯效应，当光波通过晶体时，在两个轴上光波之间的相位差会随着电压或电场改变，通过监测光强的变化即可测出对应电压的大小。

2. 关键技术

- （1）相位置零与调制波复位双闭环控制（负反馈）技术；
- （2）全光纤电流互感器误差及抑制技术；
- （3）共光路、差动信号解调技术。

3. 工艺流程

全光纤电流互感器应用于电气系统，需要与电气设备一体化集成，并满足电气设备复杂环境条件要求，同时需解决一系列系统级关键工艺技术问题。主要关键工艺技术如下：

- （1）光纤测量装置气密工艺；
- （2）光纤复合绝缘子真空浇注常温固化工艺；
- （3）特种光纤光路制造工艺。

具体见图1、图2、图3、图4、图5。

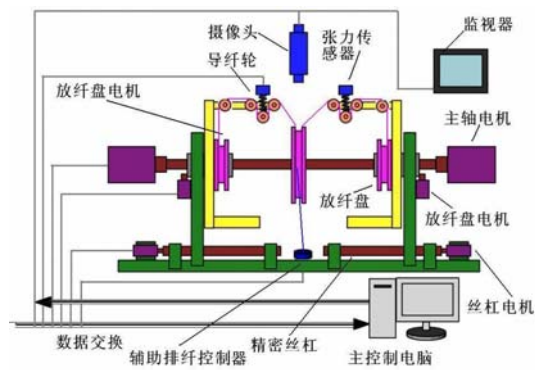


图 1 光纤绕环机工艺组成示意图

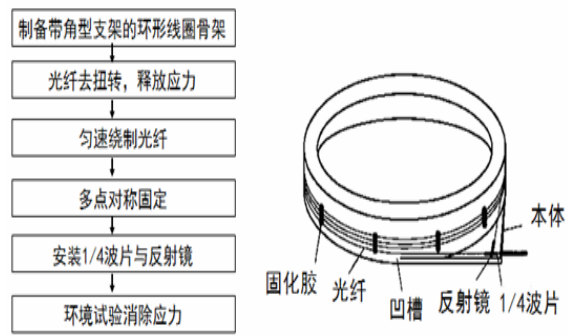


图 2 敏感环结构及绕制工艺流程

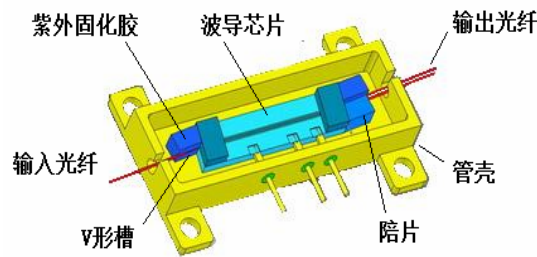


图 3 专用光电子器件结构

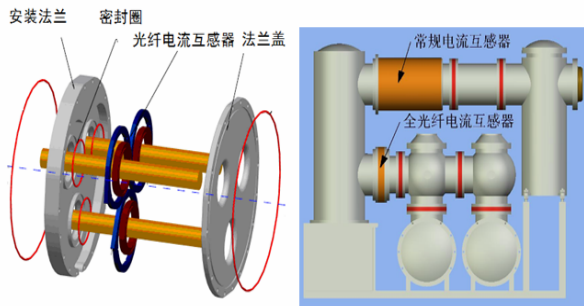


图 4 光纤电流互感器结构简图

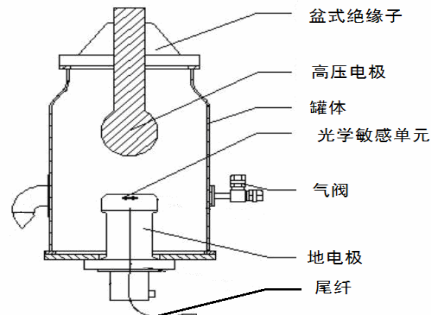


图 5 光纤电压互感器等势腔结构简图

五、主要技术指标

1. 光纤电流测量装置主要技术指标

- (1) 工作电压等级: 10 kV~1000 kV;
- (2) 测量范围: >170kA;
- (3) 准确级: IEC 0.2S;
- (4) 暂态性能: 63kA, 5TPE;
- (5) 工作温度范围: -40℃~+65℃。

2. 光学电压测量装置主要技术指标

- (1) 工作电压等级: 10 kV~500 kV;
- (2) 准确级: IEC 0.2;

(3) 保护准确级：3P；

(4) 工作温度范围：-40℃~+65℃。

六、技术应用情况

该技术已获得 8 项国家专利。2009 年 6 月，该技术通过江苏省信息产业厅组织的“NAE-GL 系列全光纤电子式电流互感器”科技成果鉴定；2011 年 12 月通过了中国航天科技集团公司组织的技术成果鉴定；2012 年 4 月“电气系统电学参量宽频域光纤精密测量及技术应用”通过了中国机械联合会组织的技术鉴定，其综合技术水平居国内领先、国际先进。

2008 年 4 月，该技术首次在安徽淮北大唐电厂成功应用，截止到目前，产品最长运行时间达 4 年，该技术已覆盖 10kV 至 750kV 电压等级，共计 49 个工程项目，数量超过 1650 相，并实现产品向发达国家出口。在高压电力领域，光纤电流互感器已应用于 48 个智能变电站，光纤电压测量装置应用于 6 个智能变电站工程项目，其中包含多个国家电网重大示范工程。

七、典型用户及投资效益

典型用户：国电南瑞科技股份有限公司、延安 750kV 智能变电站、何桥 110kV 智能变电站

典型案例 1

建设规模：1×2100 MVA 延安 750kV 智能变电站。主要技改内容：高压设备智能化，主要设备为全光纤电流/电压互感器。节能技改投资额 200 万元，建设期 1 年。每年可节能 1000tce，年节能经济效益为 68 万元，投资回收期 3 年。

典型案例 2

建设规模：2×50 MVA 何桥 110kV 智能变电站。主要技改内容：智能一次设备，主要设备包括全光纤电流/电压互感器。节能技改投资额 1200 万元，建设期约 1.5 年。每年可节能 459tce，年节能经济效益 240 万元，投资回收期 5 年。

八、推广前景和节能潜力

光纤电流/电压互感器主要应用在 110（66）kV 及以上电压等级的智能化变电站领域。根据国家电网公司《国家电网公司“十二五”智能化规划》，“十二五”期间，国家电网公司将新建 110（66）kV 及以上电压等级智能变电站 5100 座、变电站智能化改造约 1000 座。预计到 2015 年，国家电网公司经营区域 110（66）kV 及以上电压等级智能变电站将占变电站总座数的 30%左右。该技术的推广率可达 50%，形成的年节能能力约 100 万 tce。

4 自然通风逆流湿式冷却塔风水匹配强化换热技术

一、**技术名称：**自然通风逆流湿式冷却塔风水匹配强化换热技术

二、**适用范围：**电力行业（火电、核电）、冶金、石化等行业 大型自然通风逆流湿式冷却塔强化换热改造

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状**

自然通风逆流湿式冷却塔是火电厂冷端系统最重要的辅助设备，循环水温度对发电机组的发电煤耗有较大影响，以 300MW 机组为例：循环水温每升高 1℃将使机组煤耗增加 0.798g/kWh。目前在运冷却塔的配水方式设计均采用一维、均风的方式，其设计参数与实际运行参数相差较大。根据目前国内冷却塔的情况估计，循环水的温度仍有不低于 2℃的下降空间，节能潜力巨大。

四、**技术内容**

1. 技术原理

根据冷却塔换热能力决定于塔内进风与配水的“风水匹配”程度的原则，结合现场实测，采用CFD（计算流体动力学）技术对冷却塔进风在塔内的分布（速度场、温度场及含湿量场等）进行全三维精确计算，根据进风的分布通过重新设计配水系统使塔内各处的布水与进风做到尽可能匹配。一方面，可以充分利用进塔空气的换热能力；另一方面，因出塔空气的温度升高产生塔内湿空气与塔外空气的密度差（冷却塔的抽吸动力）增大，使进塔空气量增加；最后，由于进塔空气流速增加，增强了其对快速蒸发导致的空气过饱和形成的小液滴的携带能力，进而又增强了进塔空气的换热能力。基于上述三种途径，最终达到强化换热的效果。

2. 关键技术

- （1）冷却塔内空气各参数精确分布的冷却塔全三维CFD高网格建模计算技术；
- （2）基于“风水匹配”原则的冷却塔入塔水量分区不等量配水技术；
- （3）基于“风水匹配”原则的冷却塔填料分区不等高布置技术。

3. 工艺流程

在采用冷却塔全三维CFD高网格建模计算技术弄清塔内进风各参数场分布的前提下，重新设计布水系统，使其与进风相匹配，再根据布水情况重新设计调整填料的布置厚度，使其适应蒸发换热的要求。具体实施效果见图1。

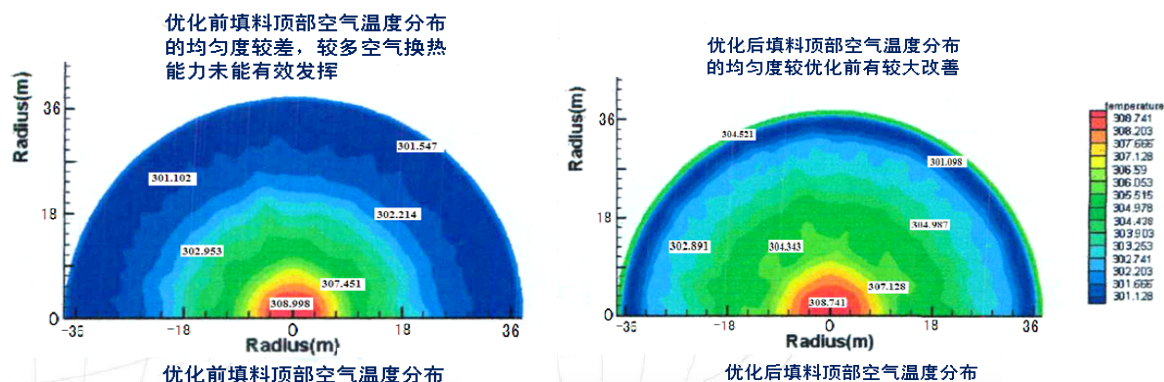


图1 自然通风逆流湿式冷却塔风水匹配强化换热技术实施效果对比图

五、主要技术指标

1. 换热效率与设计值相比提升不小于20%；
2. 降低冷却塔出水温度不低于1.5℃。

六、技术应用情况

该技术通过中国华电集团公司科技项目鉴定并获得中国华电集团公司科技进步二等奖。该技术已先后在华电、国电集团公司内多家电厂成功运用，8座300MW机组冷却塔已完成技改并投入运行，换热能力提升均超过130%，技术成熟可靠。

七、典型用户及投资效益

典型用户：华电昆明二电厂（2×300MW机组）、华电巡检司电厂（2×300MW机组）、国电小龙潭电厂（2×300MW机组）、国电阳宗海电厂（2×300MW机组）

典型案例1

建设规模：300MW机组冷却塔（4000m²）。主要技改内容：#2自然通风逆流湿式冷却塔“风水匹配”强化换热节能改造。节能技改投资额230万元，建设期20天。每年可节能2977tce，年节能经济效益为232万元，投资回收期1年。

典型案例2

建设规模：300MW机组冷却塔（4500m²）。主要技改内容：#7自然通风逆流湿式冷却塔“风水匹配”强化换热节能改造。节能技改投资额250万元，建设期20天。每年可节能1981tce，年节能经济效益155万元，投资回收期1.6年。

八、推广前景和节能潜力

预计到2015年可在全国电力行业自然通风逆流湿式冷却塔中推广10%，形成的年节能能力为11万tce。

5 冷却塔用离心式高效喷溅装置技术

一、技术名称：冷却塔用离心式高效喷溅装置技术

二、适用范围：电力行业 自然通风冷却塔

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

冷却塔是当前火力发电厂汽轮机凝汽器循环冷却水系统不可缺少的重要设备，在设计工况许可范围内，凝汽器进口水温降低 1°C ，发电机组的发电煤耗就可降低 1g 左右，而凝汽器进口水温的高低取决于冷却塔的冷却效率。其中，喷溅装置的喷溅效果直接影响冷却塔的冷却效率。传统的喷头装置在水的扩散方面存在着不细、不均匀等问题，冷却效果不理想，循环水温偏高 1.5°C 左右。据统计，目前大部分火电厂冷却塔的冷却能力都只能达到设计要求的 95% 左右，其节能降耗潜力很大。

四、技术内容

1. 技术原理

将传统喷头改造为离心式高效喷溅装置，切圆离心旋转原理，将水细化均匀喷洒并扩大范围，增加水气接触面积，从而提高换热效率。

2. 关键技术

在不加外力的条件下，利用配水管内的工作水头（压力）和喷溅装置结构设计的独到之处，使水流在结构的导向作用下冲击设置在喷嘴外围的转轮，转轮旋转产生离心力，使水滴沿一定的轨迹在空间完成二维运动的同时达到均匀细化，提高水气交换率，高效率地提高换热效果，降低循环水温度。其旋转部分采用了免润滑的进口轴承，延长设备使用寿命。

3. 工艺流程

冷却塔用离心式高效喷溅装置的结构见图 1。

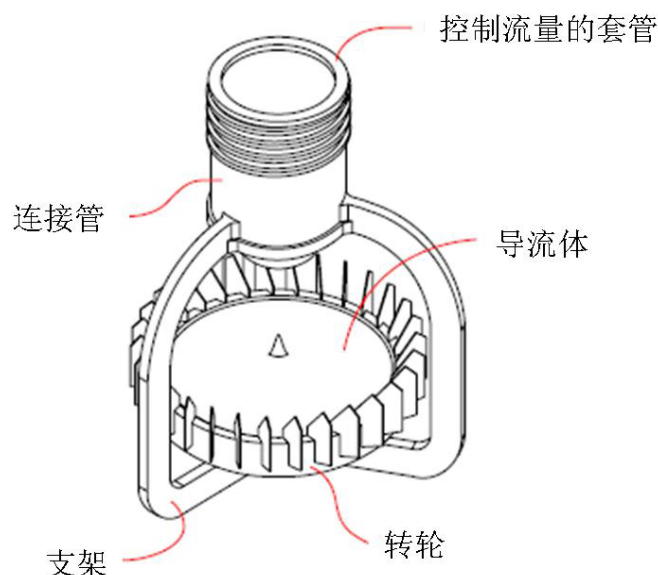


图 1 冷却塔用离心式高效喷溅装置结构简图

五、主要技术指标

1. 平均流量系数：0.873；
2. 溅水均匀分布系数：0.1~0.3；
3. 溅水分散半径：2.9~3.3m；
4. 平均发电煤耗可降低1.155gce/kWh。

六、技术应用情况

该技术已获得 1 项专利。2012 年在贵溪发电有限责任公司实施的#3 冷却塔改造项目通过了西安热工研究院的测试鉴定，出塔水温比改造前降低了 1.05℃。目前，该技术已在全国十余家电厂进行了应用，取得了较好的节能效果。

七、典型用户及投资效益

典型用户：陕西华能秦岭电厂、陕西新元发电有限公司、贵州纳雍发电厂、中电投江西新昌发电有限公司、中电投江西贵溪发电有限公司等。

典型案例 1

建设规模：2×300MW 燃煤发电机组，建设条件为 5500m² 逆流式自然通风冷却塔、槽管式配水。主要技改内容：将原 RC 型喷头装置型冷却塔全部改造为离心式高效喷溅装置冷却塔。节能技改投资额 83 万元，建设期 20 天。每年可节能 1815tce，年节能经济效益为 182 万元，投资回收期约 6 个月。

典型案例 2

建设规模：4×300MW 燃煤发电机组，建设条件为 4×4500 m² 逆流式自然通风冷却塔，管式配水。主要技改内容：将原装喷嘴为 XPH 型旋喷式 4 座冷却塔全部都改

造成离心式高效喷溅装置。节能技改投资额 304 万元，建设期 2 个月。每年可节能 5082tce，年节能经济效益 484 万元，投资回收期约 8 个月。

八、推广前景和节能潜力

目前全国火力发电机组采用自然通风冷却塔的总装机容量约 6 亿 kW，约拥有 900 万 m^2 自然通风冷却塔。预计到 2015 年，我国自然通风冷却塔的冷却面积将达 1100 万 m^2 ，若推广 30%，出塔水温按平均降低 1°C 计算，形成的年节能能力约为 60 万 tce。

6 棒材多线切分与控轧控冷节能技术

一、技术名称：棒材多线切分与控轧控冷节能技术

二、适用范围：钢铁行业 小规格螺纹钢轧制

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前，国内轧钢企业轧制小规格螺纹钢的能耗为 53kgce/t 钢；主要生产Ⅱ级螺纹钢，我国建筑领域今后将要求使用Ⅲ级或以上等级螺纹钢，所以提高螺纹钢强度及降低生产能耗是小规格螺纹钢的主要发展方向。

四、技术内容

1. 技术原理

多线切分技术是在型钢热轧机上利用特殊轧辊孔型和切分导卫装置将一根轧件沿纵向切成多根轧件，进而轧制出多根成品轧材。其中四/五切分导卫装置采用前后两组切分轮，前切分轮将多联钢坯外侧的两条钢先分离，后切分轮将中间的两联或三联钢坯再分离，从而实现四/五切分轧制。

控轧控冷技术是在热轧过程中，通过对轧材的变形控制和在机架间及成品后安装一种专门的水冷装置，让轧件在常温的水中穿过，对轧件进行快速冷却，从而达到提高钢材组织和性能的目的。

2. 关键技术

（1）多线切分技术

在多线切分装置前端设计了铲嘴和铲尖，解决了轧件缠辊及精确对中问题；采用蜗轮蜗杆无级调节技术；分料箱内采用滚动摩擦，保证轧件不易堵钢；开发了高耐磨、不粘钢，耐冲击，耐高温等关键零部件所需要的新材料；根据装备条件设计了相匹配的特殊的四/五切分孔型系统和相应的自动化控制系统。

（2）控轧控冷技术

采用特殊的纹式管，让轧件在穿水装置中运行更流畅，降低堵钢机率；关键零部件采用高耐磨的新材料；根据轧件速度、温度等对水流量、压力实现自动调节与控制。

3. 工艺流程

多线切分装置和控轧空冷装置的基本结构见图 1、2。

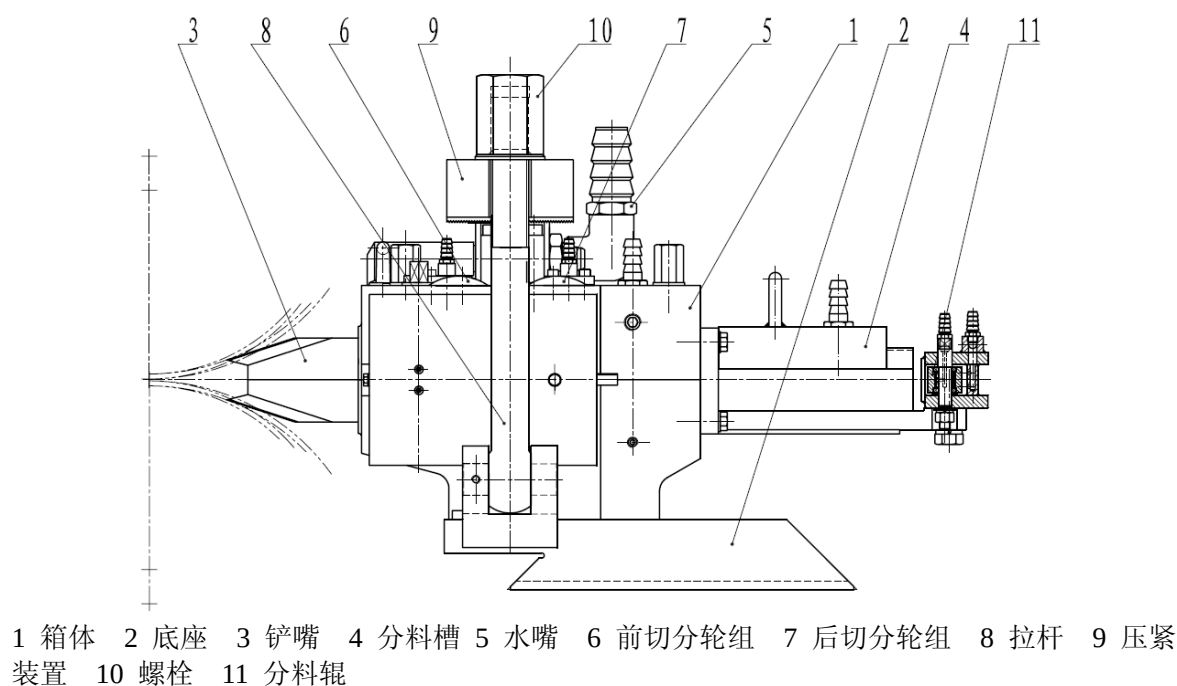


图 1 多线切分装置结构简图

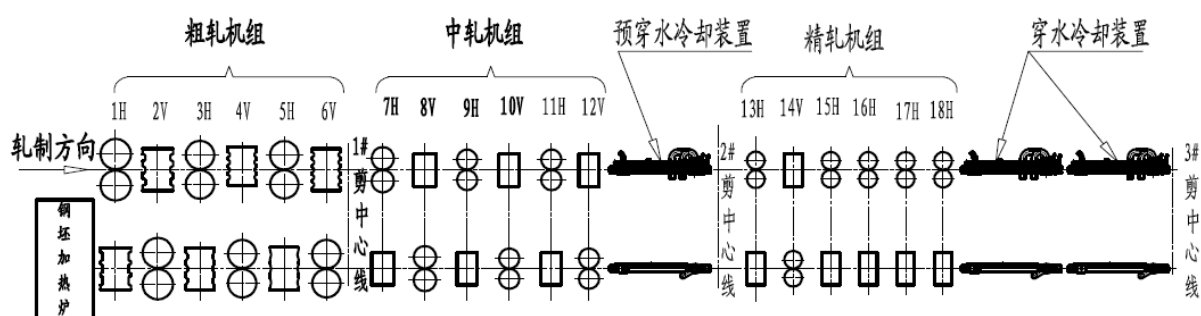


图 2 控轧空冷装置结构简图

五、主要技术指标

1. 减少加热炉待温时间，与两切分相比缩短约 20s/t 钢坯；
2. 提高轧制效率，与两切分相比提高 185%以上；
3. 节能率 10%以上；
4. 螺纹钢质量可提高 1~2 个等级，生产小规格产品可代替大规格产品，节约钢材 12%左右。

六、技术应用情况

该技术 2008 年获得安徽省科技进步二等奖，相关技术与装备已获得国家专利。目前，多线切分技术已成功运用于酒钢集团翼城钢铁公司、武钢玉溪钢铁公司、红河钢铁公司、江西萍钢集团、山东石横特钢集团、首钢长冶钢铁公司、水城钢铁公

司等。控轧控冷技术已成功运用于酒钢翼城钢铁公司、榆中钢铁公司；武钢玉溪钢铁公司、红河钢铁公司等，技术成熟可靠。

七、典型用户及投资效益

典型用户：昆钢集团、晋城福盛钢铁有限公司、萍钢集团等

典型案例 1

建设规模：年产 80 万吨螺纹钢轧钢线。主要技改内容：对原有用于轧制单线产品的生产线，改造为多线切分及控轧控冷轧制的生产线。主要设备增加多切分轧制设备，改造活套、导槽等辅助设备；增建轧机间的控轧控冷轧制设备，增加精轧成品后的控轧控冷轧制设备等。节能技改投资额 1000 万元，建设期 2 个月。每年可节能 4165tce，年节能经济效益为 620 万元，投资回收期约 1.5 年。

典型案例 2

建设规模：年产 80 万吨螺纹钢二切分轧制生产线改造。主要技改内容：轧制产品进行多线切分改造，对轧制过程进行控轧控冷技术改造，主要设备包括对轧制工艺进行修改，增加四/五切分轧制设备，按四/五切分要求改造活套、导槽等辅助设备；增建轧机间的控轧控冷轧制技术设备，增加精轧成品后的控轧控冷轧制技术设备。节能技改投资额 900 万元，建设期 1.5 个月。每年可节能 4080tce，年节能经济效益 600 万元，投资回收期 1.5 年。

八、推广前景和节能潜力

据统计，2011 年我国螺纹钢筋总产量 1.66 亿吨，其中 $\Phi 10-12\text{mm}$ 螺纹钢筋产量 1374 万吨， $\Phi 14\text{mm}$ 螺纹钢筋产量约 2500 万吨，占国内钢筋总产量的 23.3%。由于高强度钢筋具有强度高、节材、可降低混凝土的排筋密度等一系列特点，国家将加大 400MPa 及以上高强度钢筋的推广使用力度。预计未来 $\Phi 10\sim\Phi 14\text{mm}$ 钢筋消费量将有所增长，棒材多线切分与控轧控冷节能技术不仅节能节材，而且还可提高小规格螺纹钢筋的轧制强度，具有较好发展空间。预计到 2015 年，该技术可在小规格螺纹钢轧制生产线推广 40%，形成的年节能能力约为 11 万 tce。

7 钢水真空循环脱气工艺干式（机械）真空系统应用技术

一、**技术名称：**钢水真空循环脱气工艺干式（机械）真空系统应用技术

二、**适用范围：**钢铁行业 炼钢真空精炼技术领域的 RH、VD 及 VOD 工艺

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状**

目前，国内外的钢水真空循环脱气工艺（RH 工艺）所用真空系统均为湿式真空系统，即多级蒸汽喷射真空泵系统。近年来，国外 VD 及 VOD 工艺有较少部分采用干式机械真空系统，国内尚无先例。湿式真空系统的能耗和水耗约为干式机械真空系统的 10 倍。

四、**技术内容**

1. 技术原理

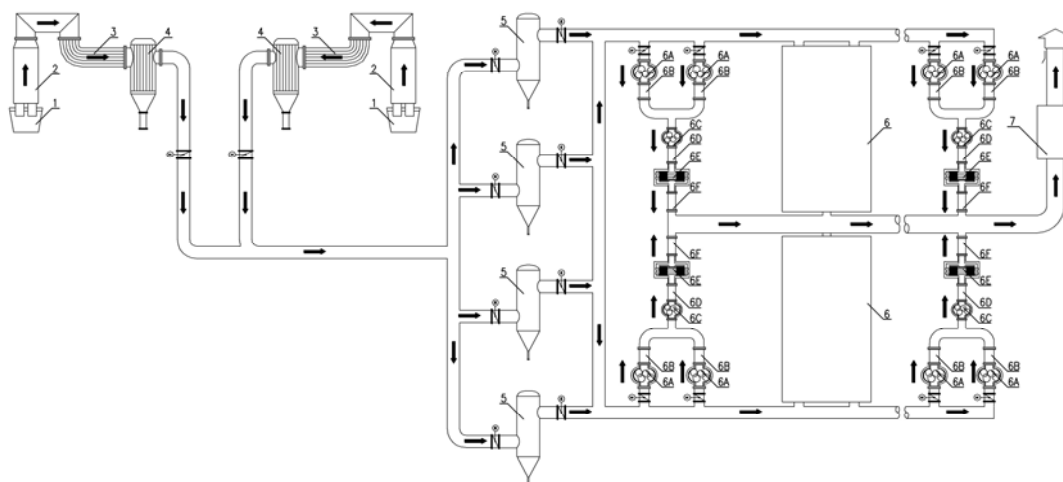
钢水真空循环脱气系统工艺（RH 工艺）是一种重要的钢水炉外精炼方法，具有脱气、脱碳、温度补偿、均匀钢水温度及成分、去除钢中夹杂物等功能。由于钢水真空循环脱气系统工艺要求的真空度高、废气量大，因此采用两级罗茨泵串联之后再与干式螺杆泵串联，组成真空泵组。该泵组是一种将罗茨泵与干式泵相结合的机械真空泵系统，利用罗茨泵的超高抽气能力对 RH 工艺废气“增压”来满足高抽气量的要求，利用干式螺杆泵的高压缩比将工艺废气“压缩”至大气压之上后排至大气，并满足快速抽真空的要求。

2. 关键技术

- （1）满足大型 RH 装置抽气能力的干式机械真空泵组的组态技术；
- （2）干式机械真空泵组安全运行技术；
- （3）适应 RH 高温、高 CO、含 O₂ 烟气过滤及除尘系统技术；
- （4）干式机械真空泵组与 RH 精炼模式的匹配控制技术。

3. 工艺流程

该技术的工艺流程见图 1。



1 钢水包 2 真空槽 3 水冷弯 4 气冷器 5 过滤器 6 真空泵组 6A 罗茨泵 6B 冷却器 6C 罗茨泵 6D 冷却器 6E – 螺杆泵 6F – 冷却器 7 – 废气处理器

图 1 干式机械真空系统流程简图

五、主要技术指标

该技术的主要指标见表 1。

表 1 RH 干式机械真空系统主要技术参数

序号	工艺参数	单位	数据
1	RH公称钢水处理量	t	210
2	RH最大钢水处理量	t	230
3	RH最小钢水处理量	t	190
4	年处理钢水量	10 ⁴ t	220
5	真空系统抽气能力@67PaA	kg/h (20℃ 干空气)	800
6	极限真空	PaA	18
7	从大气到67 Pa 抽气时间	min	4.34
8	初始氢≤4 ppm 时脱氢能力		0.9
9	脱碳能力	ppm	10
10	脱氮能力		40
11	真空泵组数量	套	18
12	真空泵组总装设功率	kw	2,610
13	真空泵组驱动方式	/	变频
14	真空泵组运行频率	Hz	5~60
15	真空泵组循环冷却水流量	t/h	234
16	真空系统用氮气流量	Nm ³ /h	565
17	吨钢耗电	kWh/t	2.15
18	吨钢耗氮气	Nm ³ /t	1.25
19	吨钢耗水	t/t	0.016
20	吨钢能耗折标煤	kgce/t	0.765

六、技术应用情况

该技术已成功申请了 2 项发明专利及 13 项实用新型专利。2011 年，该技术获得中国钢铁协会和中国金属协会颁发的冶金科学技术一等奖，入选《世界金属导报》评出的“2011 世界钢铁工业十大技术要闻”。2012 年，该技术又入选了第十五届北京科博会、中国能源战略高层论坛暨第三届节能中国推介活动评选出的“2012 节能中国十大应用新技术”。

目前，210t RH 干式机械真空系统已在重钢成功应用，投运以来，系统运行稳定、运行成本低，能耗、水耗较传统的多级蒸汽喷射泵真空系统降低约 90%，吨钢节能约 9.34kgce。该技术的成功应用，原则上可以实现“取消综合蒸汽管网”，转炉产生的饱和蒸汽回收后可全部用于发电。2012 年 6 月，山东莱芜钢铁公司也开始在其 110t VD 装置中采用干式机械真空系统。

七、典型用户及投资效益

典型用户：重庆钢铁（集团）有限责任公司

典型案例 1

建设规模：与 210t RH 配套、在 67PaA 条件下抽气能力为 800 kg/h (20℃干空气) 的干式机械真空系统。主要技改内容：新建干式机械真空系统，与传统的湿式真空系统相比，去掉了蒸汽供应系统（快烧锅炉或饱和蒸汽过热用燃气锅炉）、级间冷凝器、污水、污泥处理系统、庞大的循环冷却水系统。主要设备为气冷器 2 套、粉尘过滤器 4 套、真空泵组 18 套、氮气贮罐 1 台、氮气贮罐 1 台。节能技改投资额与传统的蒸汽喷射式真空系统相比增加 1750 万元，建设期 8 个月。每年可节能 20539tce，年节能经济效益为 1703 万元，投资回收期 1 年。

典型案例 2

建设规模：与 150t RH 配套，在 67PaA 条件下抽气能力为 507 kg/h (20℃干空气) 的干式机械真空系统。主要技改内容：新建干式机械真空系统，主要设备包括气冷器 1 套；粉尘过滤器 3 套；真空泵组 14 套（13 用 1 备）；氮气贮罐 2 台；变频器 56 台；DCS 控制系统 1 套。节能技改投资额与传统的蒸汽喷射式真空系统相比增加 1562 万元，建设期 1 年。每年可节能 14207tce，年节能经济效益 1037 万元，投资回收期 1.5 年。

八、推广前景和节能潜力

RH 真空精炼装置是钢水二次精炼系统中最为复杂的装置，其废气成分复杂，含有高浓度的 O₂ 和 CO。截至 2011 年，我国 RH 二次精炼装置总装设台数约有 80 余台

套，其中重点钢铁企业炉外精炼处理比例 71%，预计到 2015 年该技术的推广比例（仅考虑 RH 装置）约 10%，可形成的年节能能力约 8 万 tce。

8 炭素环式焙烧炉燃烧系统优化技术

一、技术名称：炭素环式焙烧炉燃烧系统优化技术

二、适用范围：钢铁行业 炭素环式焙烧炉燃烧系统及炉盖节能改造

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前，我国大部分炭素企业采用环式炉进行生制品的一次焙烧。由于燃料由火井上部的煤气入口水平喷入，煤气和炉内产生的沥青烟燃烧不充分，沥青烟产生量大，炉盖漏风，保温性差，能耗高，废气净化难度大。据统计，目前国内炭素企业的平均焙烧能耗约 340kgce/t。

四、技术内容

1. 技术原理

该技术采用新型的燃烧器，煤气自上而下进入火井，与自下而上的烟气及助燃空气混合，使燃烧更加充分，提高了燃烧效率；根据炉室温度和升温曲线自动调节煤气流量，使炉子温控更精确，减少燃料浪费；通过使更多的沥青烟参与燃烧，最大限度地节省燃料，减少沥青烟的产生和排放量；通过新型联通罩的自动调节，降低炉室负压，减少烟气量，降低烟气流速，提高传热效率，减少热损失；通过提高炉盖的密闭性和保温效果，减少热损失。

2. 关键技术

（1）采用先进的煤气燃烧器、可移动式燃烧架和烟气联通罩，通过采集炉室温度和系统压力参数，自动调节煤气用量和烟气量，实现对炉室温度的精确控制，提高煤气及沥青烟的燃烧效率，提高产品成品率。

（2）通过改变炉盖的部分结构及耐火材料，减轻了炉盖重量、提高保温和密封效果，延长使用寿命。

3. 工艺流程

炭素环式焙烧炉燃烧系统优化工艺流程见图1。

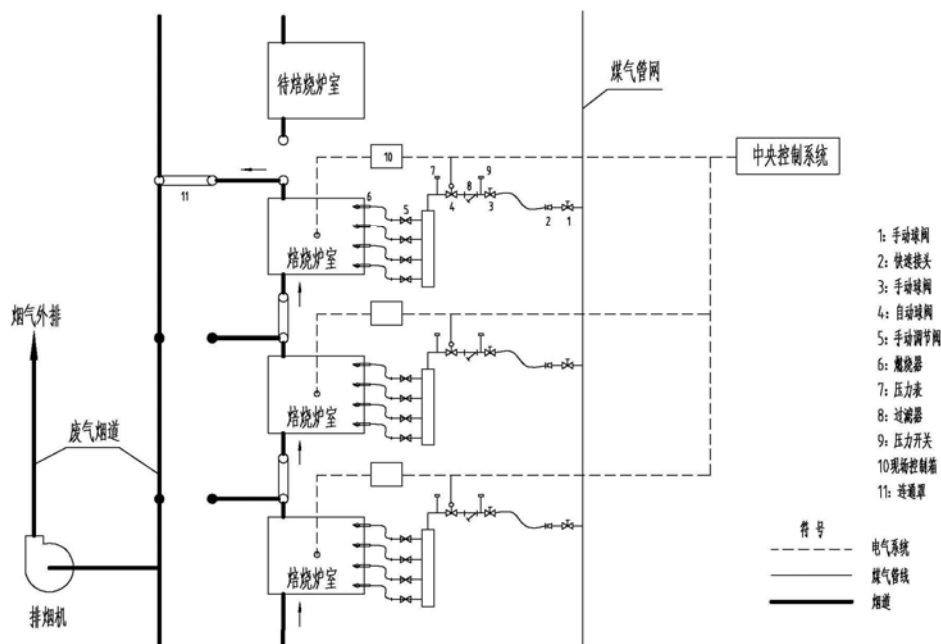


图 1 炭素环式焙烧炉燃烧系统优化工艺流程图

五、主要技术指标

焙烧品单位能耗（包括新增的蒸气及电力消耗）可降低约 39%。

六、技术应用情况

该技术于 2010 年通过中国炭素行业协会组织的科技成果鉴定，目前已在国内 30 多台炭素环式焙烧炉上使用，能耗平均下降 30%以上，节能效果显著。

七、典型用户及投资效益

典型用户：中钢集团吉林炭素股份有限公司、河北联冠电极股份有限公司

典型案例 1

建设规模：年产 1.32 万 t 石墨电极焙烧品的新型炭素焙烧炉，建设条件为煤气热值大于 $1200\text{kcal}/\text{Nm}^3$ ，煤气中粉尘、焦油含量小于 $800\text{mg}/\text{m}^3$ （粉尘、焦油含量为合测值），需蒸汽 $1\text{t}/\text{h}$ 。主要技改内容：拆除原有焙烧炉燃烧装置，对部分燃气管道进行改造，将原有固定式燃烧装置改造为可移动、自动控制的燃烧装置，新建计算机自动控制系统，改变炉盖的局部结构，更换耐火保温材料。主要设备包括 16 个可移动燃烧装置、16 个墙壁柜、64 个燃烧器、3 个联通罩、温度、压力测量仪表、计算机自动控制设施等。节能技改投资额 500 万元，建设期 3 个月。每年可节能 1950tce ，年节能经济效益 310 万元，投资回收期 1.6 年。

典型案例 2

建设规模：年产 7.8 万 t 焙烧品的新型炭素一次焙烧炉，改造前使用天然气。

主要技改内容：拆除原有焙烧炉燃烧装置，对部分燃气管道进行改造，将原有固定式燃烧装置改造为可移动、自动控制的燃烧装置，制做新型炉盖，主要设备包括 48 个可移动燃烧装置、48 个墙壁柜、192 个燃烧器、12 个联通罩、75 个新型炉盖，以及温度、压力测量仪表、计算机自动控制设施等。节能技改投资额 2000 万元，建设期 6 个月。每年产量按 7.8 万 t 计，年可节能 10000tce（扣除新增用汽、用电），年节能经济效益 2887 万元，投资回收期约 8 个月。

八、推广前景和节能潜力

目前我国炭素行业有环式焙烧炉约 400 台，已完成节能技术改造的不足 10%。预计到 2015 年，该技术的推广应用比例可达 60%，形成的年节能能力约 39 万 tce。

9 环冷机液密封技术

一、技术名称：环冷机液密封技术

二、适用范围：钢铁行业 烧结工序烧结矿冷却

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

我国现有烧结机 1200 余台,总面积约 110000m²。2011 年,我国粗钢产量为 6.83 亿 t,据此计算,冷却烧结矿所需电耗达到 50 亿 kWh。

目前,我国烧结矿冷却机绝大部分以鼓风冷却为主,以常温空气作为冷却介质,利用鼓风机的推动力,使常温空气持续穿过高温物料,并与其进行热交换,从而使高温物料快速冷却。经过破碎后的热烧结矿,其温度约 800℃,需将其冷却到 150℃ 以下供后续流程使用。目前国内外使用的环式冷却机主要采用橡胶件与环锥面接触密封,而环冷机的半径一般在 10~40m 之间,在制造及安装过程中,难以保证结构尺寸的精准,在长期运行过程中又不可避免地产生磨损和变形,导致密封效果下降,据统计,当前运行的环冷机漏风率平均为 30%左右,导致配置的鼓风机装机容量偏大,且不利于冷却风余热利用。

四、技术内容

1. 技术原理

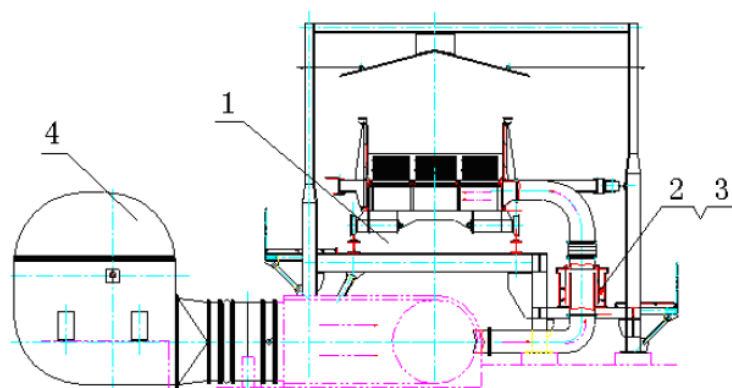
基于动密封机理、流体力学原理、气液两相动平衡密封原理,以及大型环状设备运动学和动力学,在高速气流的条件下,以水作密封介质构造液密封环冷机密封系统。

2. 关键技术

- (1) 气液两相动平衡密封技术;
- (2) 热工过程仿真分析及优化技术;
- (3) 环向气液密封技术;
- (4) 高效气固传热技术;
- (5) 气流均衡散料处理综合技术;
- (6) 以台车为单元的复合静密封技术;
- (7) 高温烟气循环区液体防汽化技术。

3. 工艺流程

环冷机液密封装置见图1。



1 双层台车 2 液密封环形风道设备 3 环形风道的环向密封装置 4 风机

图 1 环冷机液密封示意图

五、主要技术指标

1. 设备性能参数

- (1) 有效冷却面积：180~720m²；
- (2) 处理能力：360~1540t/h；
- (3) 有效冷却时间：35~75min；
- (4) 冷却矿温度低于120℃；
- (5) 吨烧结矿冷却风量：2100~2400m³/h；
- (6) 风机风压：4070~3648Pa。

2. 技术指标

总漏风率：<5%（其中：水密封漏风率约为0.5%；静密封漏风率<4.5%）。

3. 主要能耗指标

电耗：4.3kWh/t成品烧结矿。

六、技术应用情况

该项技术于2011年通过湖南省科技厅组织的成果鉴定，技术达到了国际领先水平，是当前国内外烧结矿冷却技术及装备上的一次重大突破。

该技术可广泛应用于烧结冷却作业领域，新建和改造的环冷机均可采用，目前，该技术已在国内多家烧结厂应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：湖南华菱涟钢钢铁有限公司, 南京钢铁股份有限公司, 济南钢铁股份有限公司, 陕西龙钢（集团）有限责任公司, 安阳钢铁股份有限公司, 唐钢集团燕山钢铁股份有限公司, 攀钢集团西昌新钢业有限公司等

典型案例 1

建设规模：420 m²烧结环冷机改造。主要技改内容：将传统环冷机改造为液密封环冷机，主要设备为液密封环冷机。节能技改投资额 2500 万元，建设期 6 个月。每年可节能 4500tce，年节能经济效益为 605 万元（仅考虑节约风机电耗），投资回收期约 4 年。

典型案例 2

建设规模：228 m²烧结环冷机。主要技改内容：将传统环冷机改造为液密封环冷机，主要设备为液密封环冷机。节能技改投资额 1800 万元，建设期 6 个月。每年可节能 2100tce，年节能经济效益 298 万元（仅考虑节约风机电耗），投资回收期约 6 年。

八、推广前景和节能潜力

我国每年有近 10 亿 t 热烧结矿需通过环冷机进行冷却，总有效冷却面积达 7.6 万 m²，目前在运行的环冷机基本上为传统环式冷却机，改造潜力较大。预计到 2015 年，该技术的推广应用比例可达 10%，形成的年节能能力为 10 万 tce。

10 旋切式高风温顶燃热风炉节能技术

一、技术名称：旋切式高风温顶燃热风炉节能技术

二、适用范围：钢铁行业 大型高炉的热风炉改造

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

据不完全统计，截止 2010 年 3 月，我国拥有高炉 1300 多座，其中 1000m³ 以上高炉 203 座。按国家钢铁产业发展政策的相关要求，以有效容积 1000m³ 作为高炉的准入条件，1000m³ 以下高炉将逐步淘汰，技术改造升级的市场潜力巨大。目前，我国 203 座 1000m³ 以上的高炉中，约有一半仍采用落后的传统内燃式热风炉，热风温度长期徘徊在 1100~1150℃，与国际先进水平相差约 100~150℃。

四、技术内容

1. 技术原理

采用旋切顶燃式热风炉，使热风的风温提高近 100℃，降低高炉冶炼焦比，增加喷煤比。同时，采用不同方式的余热回收方式，使助燃空气预热到 180℃~600℃，煤气预热到 200℃，提高热风炉的理论燃烧温度和送风温度，降低烟气中热量的浪费。采用顶燃式热风炉散热面积小，废气排放温度低于 150℃，系统热效率相应提高 10% 左右，大大降低热损失，节能效果明显。

2. 关键技术

- (1) 旋切式顶燃热风炉燃烧器；
- (2) 小孔径高效格子砖；
- (3) 多种孔型炉箅子；
- (4) 热风输送管道膨胀和拉紧装置；
- (5) 关节管、高热值煤气分时燃烧、数学模型控制等技术。

3. 工艺流程

旋切式高风温顶燃热风炉示意图见图1。

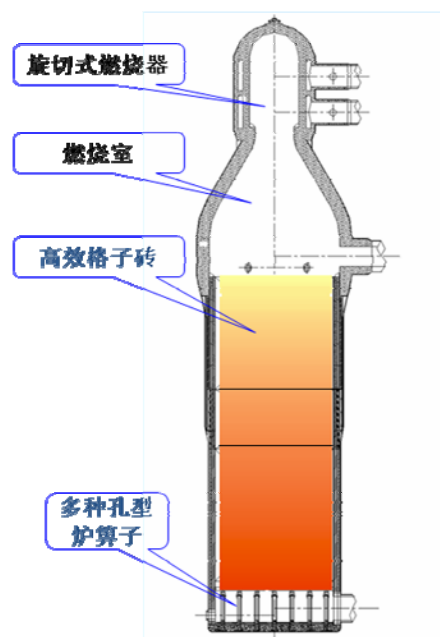


图 1 旋切式高温顶燃热风炉示意图

五、主要技术指标

1. 单一高炉煤气，无附加热源，平均热风温度 $\geq 1200^{\circ}\text{C}$ ，比常规热风炉风温提高 50°C 以上，附加燃烧炉或煤气富化时平均热风温度 $\geq 1280^{\circ}\text{C}$ ；
2. 热风炉系统热效率 $\geq 85\%$ ，比其他热风炉提高 $8\sim 12\%$ ，节省燃料 $8\sim 12\%$ ；
3. 拱顶温度与热风温度的差值为 $100\sim 140^{\circ}\text{C}$ ，比常规热风炉减小 $30\sim 60^{\circ}\text{C}$ ；
4. 蓄热室下部冷风分配均匀度 $\geq 95\%$ ，比常规热风炉提高 $5\sim 15\%$ 。

六、技术应用情况

该技术已获得多项专利。利用该技术实施改造的宝钢集团八钢 2500m^3 高炉工程荣获冶建协会优秀设计二等奖；兴澄特钢 3200m^3 高炉工程荣获冶建协会优秀设计一等奖。目前已在我国推广约 130 座高炉，其中 1500m^3 以上高炉 29 座，并已应用到 3200m^3 大型高炉，同时已实现向印度、伊朗等国家的技术出口，在实际应用中的节能效果比较显著。

七、典型用户及投资效益

典型用户：江阴兴澄特钢有限公司、本钢北台钢铁有限公司、宝钢新疆八一钢铁有限公司、宝钢宁波钢铁分公司、沧州纵横钢铁厂、湖北新冶钢铁有限公司、山东泰钢、攀钢西昌钢铁有限公司等。

典型案例 1

建设规模： 3200m^3 高炉，产能 260 万 t/a。主要技改内容：新建旋切式高温顶燃热风炉，主要设备包括旋切式顶燃热风炉燃烧器、小孔径高效格子砖、多种孔

型炉算子、热风输送管道膨胀和拉紧装置、关节管等。节能技改投资额 14600 万元，建设期 11 个月。每年可节能 21000 tce，年节能经济效益为 6491 万元，投资回收期约 2 年。

典型案例 2

建设规模：2500m³ 高炉，产能 200 万 t/a。主要技改内容：原有三座霍戈文内燃式热风炉技术改造，并新增一座旋切式顶燃热风炉。主要设备包括旋切式顶燃热风炉燃烧器、小孔径高效格子砖、多种孔型炉算子、热风输送管道膨胀和拉紧装置、热风管道关节管、冷风分配装置、换热器气流分配装置。节能技改投资额 6000 万元，建设期 5 个月。每年可节能 20000tce，年节能经济效益 1292 万元，投资回收期约 4 年。

八、推广前景和节能潜力

我国 1000m³ 以上高炉中还有近 100 座高炉可以推广实施旋切式顶燃热风炉技术改造，预计到 2015 年，该技术在高炉热风炉改造中的推广比例可达 80%，形成的年节能能力约为 118 万 tce。

11 双侧吹竖炉熔池熔炼技术

一、技术名称：双侧吹竖炉熔池熔炼技术

二、适用范围：有色金属行业 年产铜 10~20 万 t 的火法炼铜厂熔炼工序

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

铜冶炼能耗主要在粗铜生产工序（熔炼和吹炼），2011年我国粗铜综合能耗为 253.64kgce/t-粗铜。

四、技术内容

1. 技术原理

通过双侧、多风道将50%~90%浓度的富氧空气吹入熔炼炉内熔渣和新入炉物料的混合层，并直接接触和搅拌含有新进物料的熔体，在强烈而均匀的搅拌和高温作用下，使氧直接与炼铜物料中的铁和硫发生氧化反应。与传统熔炼方法相比，炉内反应更迅速、更均匀，鼓风压力更低，不但有效提高了熔炼效率，节能效果明显，而且大大减轻了熔炼过程中铁的过氧化现象，降低了熔渣中的磁铁含量，达到降低渣含铜的目的。炼铜物料熔化后，熔体可在炉内完成渣铜分离，并分别从炉内流出，从而实现了在熔体温度较高时渣、铜的分离，不但分离效果好，还实现了贫化炉只贫化熔渣，贫化效果好、贫化电耗低。

此外，采取特殊耐火材料浇筑烟道与余热锅炉对接，烟道不粘结，有效的改善了余热锅炉的工作条件，使锅炉膜式壁不易结渣、不易爆管，保证了生产的稳定性和安全性。同时，炉墙关键部位采用水冷铜水套挂渣保护技术，使炉墙耐高温耐冲刷，操作性能好、炉体寿命长，可减少了优质耐火材料的消耗；风嘴采用不锈钢和紫铜复合材料，安装在铜水套炉墙内，耐高温腐蚀；可采用高富氧浓度进行熔炼，效率高、烟气量小，且SO₂浓度高，不但制酸能耗低，还可实现三转三吸制酸，转化吸收率高，尾气达标排放效果好。另外，熔渣从炉内为连续溢流而出，冰铜为间断虹吸放出，操作简便易行，安全可靠。

2. 关键技术

（1）双侧、多风道送风：采用双侧吹熔池熔炼技术，在两侧炉墙中下部设有若干个风嘴（25.5m²炉型单侧16个），采取双侧、多风道送风；

（2）吹混合层：富氧空气吹的是新进物料与渣熔体的混合层；

（3）炉墙关键部位采用铜水套挂渣保护技术、风嘴采用不锈钢和紫铜复合材料，

并安装在铜水套炉墙内；

(4) 烟气出口与余热锅炉连接烟道采用特殊耐火材料浇注、砌筑；

(5) 炉体形状为上宽下窄的倒梯形结构，既满足了熔炼烟气有足够截面通道及熔体不粘结进料口的要求，又达到了熔体很快捕集铜精矿，以降低烟尘率的要求；同时还便于通过加长炉床进行扩产改造。最大炉床面积可达 40m^2 ，最大熔矿能力可达年熔矿100~120万t；

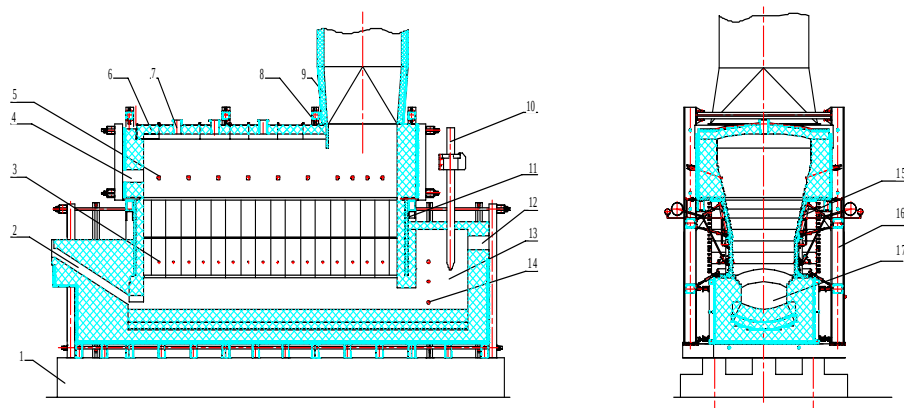
(6) 生产负荷调节范围较大：多风道、富氧浓度高，可通过调节风道使用个数和富氧浓度来调节生产负荷，调节范围可达50%~100%；

(7) 采用节能型贫化电炉。吨渣电耗低，弃渣含铜低。

3. 工艺流程

含水6%~10%的各类铜精矿和粒径为0~30mm的燃辅料，不需特殊制备，即可进入配料斗。经配料斗按设计数量计量、配料后，通过配料、输料、分料皮带将铜精矿与燃辅料混合均匀并输送到炉顶，通过设在炉顶的下料口靠重力自由落入炉内。进入炉内的炼铜物料很快被翻腾的熔体捕捉而融入熔体中，很少形成烟尘进入烟气中。同时，通过炉两侧的风嘴将50%~90%的富氧空气吹入熔体中，在富氧空气的强烈搅动和高温作用下，物料中的铁和硫迅速与富氧空气中的氧发生氧化反应。按工艺设计，在熔炼反应过程中，70%的铁被氧化形成氧化亚铁后与二氧化硅结合形成硅酸亚铁造渣，65%的硫被氧化形成二氧化硫后进入烟气，未被氧化的铁和硫与铜结合形成冰铜。其中，熔渣从放渣口连续溢流而出进入贫化炉，贫化后水淬；烟气经熔炼炉出口烟道进入余热锅炉，降温除重尘后经高温排烟机进入静电除尘器，除尘后进入制酸系统；冰铜连续经过渣层沉入炉底，再根据吹炼工序需要通过虹吸口间断放出。余热锅炉吸收烟气余热后生产中压蒸汽用于余热发电，发电后的余热蒸汽再用于电解生产。

双侧吹竖炉熔池熔炼技术见图1。



1 基础 2 铜铈虹吸放出口 3 高氧浓鼓风口 4 观察口 5 二次燃烧鼓风口 6 炉顶 7 加料口 8 烟道挡屏水套 9 上升烟道 10 渣室电极 11 炉体铜水套 12 熔渣溢流口 13 渣室 14 安全 15 炉体铜水套 16 钢结构 17 炉缸

图 1 双侧吹竖炉熔池熔炼技术简图

五、主要技术指标

序号	名称	单位	数 值
1	综合能耗	kgce/ t-粗铜	≤213.9
2	允许富氧浓度	%	50~90
3	冰铜品位	%	50~60
4	熔渣含铜	%	≤0.45
5	粗铜冶炼回收率	%	≥98.5

六、技术应用情况

该技术于 2009 年 6 月通过内蒙古自治区科学技术厅组织的科技成果鉴定，节能效果经过内蒙古自治区节能技术中心的检测。2007 年，该炉型及工艺技术首先应用于赤峰金峰铜业公司 10 万 t 铜冶炼技术改造项目，2008 年 5 月 1 日建成投产，运行稳定，指标优良。2010 年，杭州富春江冶炼有限公司采用该炉型及技术，建设 12 万 t 铜冶炼搬迁改造项目，现已完成施工设计，进入设备安装阶段。

七、典型用户及投资效益

典型用户：赤峰云铜有色金属有限公司、杭州富春江冶炼有限公司

典型案例 1

建设规模：年产 10 万 t 铜冶炼生产线。主要技改内容：双侧吹熔池熔炼炉代替

密闭鼓风炉，增建节能型贫化电炉、转炉渣选厂、7000m³/h 制氧站、余热锅炉、发电站、改建配供料系统。主要设备包括双侧吹熔池熔炼炉、节能型贫化电炉、中压余热锅炉，变压吸附法制氧机、氧压机，6000kVA/h 汽轮机及发电机，配料供料及仪控系统等。节能技改投资额 2.3 亿元，建设期 1 年。年节能量 26370tce（与新建铜冶炼企业能耗限额准入值相比），年节能经济效益 4071 万元，投资回收期约 5 年。

典型案例 2

建设规模：年产 12 万 t 铜冶炼搬迁改造扩建项目。主要技改内容：利用双侧吹熔池熔炼炉及工艺代替老厂的密闭鼓风炉熔炼工艺，主要设备包括双侧吹熔池熔炼炉、节能型贫化电炉、PS 转炉、回转式阳极炉、27 万 t 电解铜、42 万 t 硫酸、1.8 万 Nm³ 制氧及供配电系统。节能技改投资额 1.2 亿元，建设期 2 年。年节能量为 37932tce（与新建铜冶炼企业能耗限额准入值相比），年节能经济效益 5310 万元，投资回收期约 2 年。

八、推广前景和节能潜力

与传统密闭鼓风炉熔炼工艺相比，该技术具有明显的技术经济优势，属于先进的熔池熔炼工艺之一，可有效降低整体投资、综合能耗、弃渣含铜和熔矿成本等，提高环保效果，并具有操作简单、易于控制、生产安全等特点。该技术在铜冶炼，以及黄金及复杂矿的冶炼、镍精矿、铅精矿、锡精矿的冶炼有很好的发展前景。预计到 2015 年，该技术在铜冶炼行业的推广比例将达到 10%，形成的年节能能力约为 13 万 tce。

12 有色冶金高效节能电液控制集成创新技术

一、技术名称：有色冶金高效节能电液控制集成创新技术

二、适用范围：有色金属行业 铜、铅、锌等采用湿法冶金年产 5 万 t 电解精金属规模以上企业

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

冶炼是有色金属生产中耗能最大的环节。目前，我国有色行业能耗指标与国际先进水平相比，仍有较大差距。例如，国内的铜冶炼能耗先进水平为 366kgce/t，而世界先进水平为 300kgce/t；国内的铅冶炼能耗先进水平为 470kgce/t，而世界先进水平为 350kgce/t。

四、技术内容

1. 技术原理

采用虚拟样机、半实物联合仿真及电液比例伺服集成控制等现代设计及控制技术，自主创新研发电解精炼过程中的关键技术装备，实现了系列装备的大型化、高速化、连续化、自动化及节能化，以提高电解效率，降低电耗，达到高效节能的目的。

2. 关键技术

- (1) 智能化电液集成控制技术；
- (2) 虚拟样机及半实物仿真；
- (3) 设备状态监测及控制；
- (4) 纯水液压传动。

3. 工艺流程

电液控制铜电解阳极自动生产线工艺流程见图1。

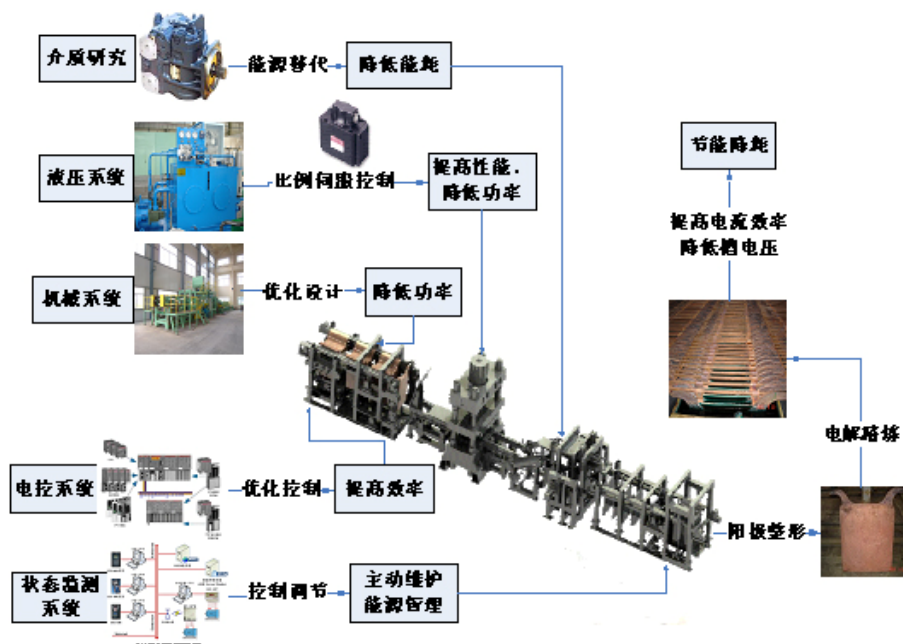


图 1 电液控制铜电解阳极自动生产线简图

五、主要技术指标

1. 智能化电液控制铜电解阳极自动生产线：

- (1) 电解短路率降低 80%；
- (2) 电耗降低约 2.8kWh/tCu；
- (3) 电解效率提高 3%。

2. 电液控制铅电解精炼生产线：

- (1) 电解短路率降低 80%；
- (2) 电耗降低 35~40kWh/tPb；
- (3) 电解效率提高 5%。

六、技术应用情况：

该技术的核心技术“电液控制铅电解阴极抽棒自动生产线、电液控制铅电解残极洗涤自动生产线、电液控制阴阳极旋转吊具”等作为主要自主创新技术装备，以及参与的“富氧顶吹—鼓风炉强化还原—大极板、长周期电解炼铅新工艺及产业化”项目，荣获 2009 年国家科技进步二等奖；参与的“大极板铅电解精炼新工艺及装备集成创新技术”项目，获 2008 年云南省科技进步一等奖；负责主持的“智能化电液控制铜电解阳极自动生产线”项目，获 2005 年云南省科技进步三等奖。有色金属电解精炼设备从 1999 年开始研发，至今已积累了深厚的研发技术和经验。其中，智能化电液控制铜电解阳极自动生产线已制作完成 5 套，先后大云南铜业集团公司、安徽铜陵有色金属集团公司、山东金玺铜业有限公司等企业投产，并出口中亚的哈萨克斯坦等国，最长的已使用近 10 年。电液控制铅电解精炼生产线中的残极洗刷机组、

阴极抽棒洗涤机组、阴阳极旋转吊具等技术成熟度较高，技术风险较低，已先后在云南驰宏锌锗股份有限公司、云南锡业股份有限公司、山东恒邦冶炼股份公司等企业投产，节能效果较好。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：云南驰宏锌锗股份有限公司、云铜集团公司

典型案例 1

建设规模：年产 10 万 t 电铜生产线。主要技改内容：采用该类技术装备对铜阳极进行制备，改善阳极品质，提高电效，降低能耗，提高技术装备水平，主要设备为智能化电液控制铜电解阳极自动生产线。节能技改投资额 650 万元，建设期 2 年。每年节约 841tce，年节能经济效益约为 642 万元，投资回收期约 1 年。

典型案例 2

建设规模：年产 10 万 t 电铅生产线。主要技改内容：采用大极板电解工艺及大型自动化生产线，改善阴阳极品质，提高电效，降低能耗，降低工人劳动强度，提高技术装备水平，主要设备为电液控制铅电解精炼生产线。节能技改投资额 1700 万元，建设期 2 年。每年可节约 3313tce，年节能经济效益约为 1656 万元，投资回收期约 1 年。

八、推广前景和节能潜力

目前已有 7 家有色金属冶炼企业采用该技术，并已成功投产。预计到 2015 年，该技术可在有色金属铜、铅冶炼企业中推广 10%，形成的年节能能力约 12 万 tce。

13 铝酸钠溶液微扰动平推流晶种分解节能技术

一、技术名称：铝酸钠溶液微扰动平推流晶种分解节能技术

二、适用范围： 有色金属行业 氧化铝冶炼

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

拜耳法生产氧化铝过程中，晶种分解是决定氧化铝质量和能耗的关键环节之一。目前全世界范围内的氧化铝厂采用的技术主要包括：（1）喷射压缩空气整体翻料式氧化铝晶种分解工艺技术及其种分槽，每台种分槽需喷射压力为500kPa的压缩空气量约200m³/h；（2）平底机械搅拌全混流氧化铝晶种分解工艺技术及其种分槽，每台种分槽配置功率75kW电机一台，直接消耗电能65.7万kWh/a。我国现有各类氧化铝种分槽约1300余台，均属于高能耗装备。

四、技术内容

1. 技术原理

采用基于过程特征的方法，通过研究过饱和铝酸钠溶液晶种分解反应的动力学过程和铝酸钠溶液浆料固-液两相流的流动与传输特性，根据铝酸钠溶液结晶反应动力学进程的需要，结合流体特性，合理分配机械能，采用微扰动与平推流结合方式，合理使用搅拌，消除多余搅拌无效能耗，实现氧化铝生产种分过程的大幅降耗。

2. 关键技术

- （1）针对目前不同类型的种分槽实现微扰动与平推流结合的设计技术；
- （2）种分槽内利于浆料流动反应的特殊空间结构；
- （3）N台种分槽实现串联生产的组合匹配。

3. 工艺流程

该技术的工艺流程和装置结构见图1、图2。

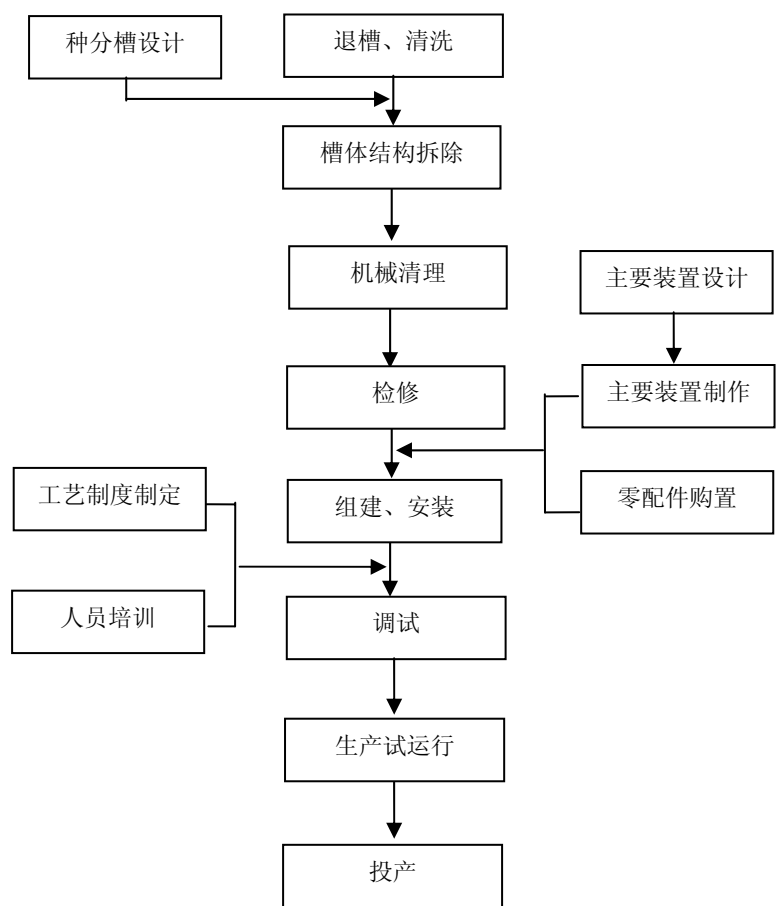
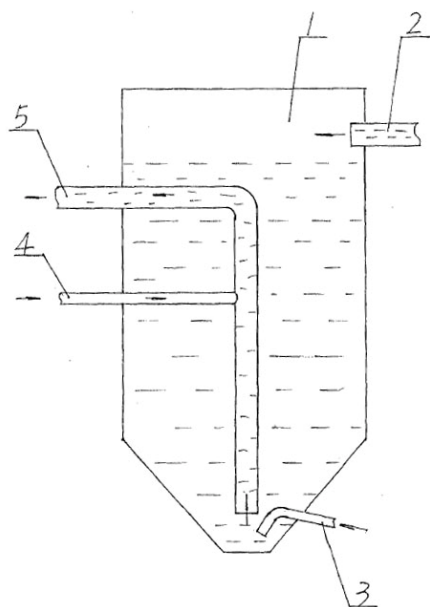


图 1 酸钠溶液微扰动平推流晶种分解技术流程图



1 分解反应槽；2 进料槽；3 扰动风管；4 提料风管；5 出料管

图 2 锥形底微扰动平推流氢氧化铝晶体结晶反应装置结构简图

五、主要技术指标

1. 主要技术参数:

- (1) 种分槽容积 (m^3): 1329~4500;
- (2) 单槽日处理能力 (m^3): 7000 以上;
- (3) 压缩空气耗量 (m^3/h): 25~30;
- (4) 承受最低风压 (kPa): 460;
- (5) 分解率 (%): 47~55。

2. 适用外部条件参数:

- (1) 使用环境温度 ($^{\circ}\text{C}$): $-30\sim 60$;
- (2) 抗风压波动 (kg): ± 1.5 ;
- (3) 最长允许停风时间(h): 0.5。

六、技术应用情况

2011 年 5 月“铝酸钠溶液微扰动平推流晶种分解技术及其装备”通过了中国有色金属工业协会组织的科技成果鉴定。目前, 该项技术已在中国铝业股份有限公司贵州分公司 40 万 t 喷射压缩空气整体翻料式晶种分解生产线进行了应用, 压缩空气消耗量同比减少 92.78%。同时由 $\phi 14\text{m}\times 35\text{m}$ 平底机械搅拌全混流种分槽组成的 80 万 t 氧化铝生产线上也投入了使用, 取得节约直接电耗 40%的良好效果。

七、典型用户及投资效益

典型用户: 中国铝业股份有限公司贵州分公司、中国铝业股份有限公司河南分公司

典型案例 1

建设规模: 40 万 t/a 氧化铝种分生产线节能技术改造。主要技改内容: 喷射压缩空气整体翻料式氧化铝晶种分解槽按照微扰动平推流技术设计、制作、安装, 主要设备为晶种分解槽。节能技改投资额 500 万元, 建设期 3 个月。每年可节能 7704tce, 年节能经济效益为 916 万元, 投资回收期约 6 个月。

典型案例 2

建设规模: 100 万 t/a 氧化铝种分生产线节能技术改造。主要技改内容: 喷射压缩空气整体翻料式氧化铝晶种分解槽按照微扰动平推流技术设计、制作、安装; 主要设备为晶种分解槽。节能技改投资额 1000 万元, 建设期 6 个月。每年可节能 1.67 万 tce, 年经济效益为 1909 万元, 投资回收期约 6 个月。

八、推广前景和节能潜力

目前，我国氧化铝产能约 3000 万 t/a。预计到 2015 年，该技术在行业内各类高耗能氧化铝晶种分解槽装备推广应用比例可达 30%，每年可节约电耗 3 亿 kWh，形成年节能能力约为 10 万 tce。

14 低温低电压铝电解新技术

一、技术名称：低温低电压铝电解新技术

二、适用范围：有色金属行业 电解铝生产企业

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

我国是世界铝工业生产第一大国。2011 年全国原铝产量 1806 万 t，产量和消费量均约占全球的 40%。目前，尽管我国铝工业节能减排达到了国际先进水平，但 2011 年我国吨铝综合平均电耗为 13913kWh，而理论上只需要 6330kWh，因此仍具有较大的节能减排潜力。

四、技术内容

1. 技术原理

该技术主要对低极距型槽结构与优化、低温电解质体系及工艺、过程临界稳定控制、节能型电极材料制备等方面进行集成创新应用。在 200kA 以上铝电解系列上集成推广应用该技术，实现了铝电解生产直流电耗由 2011 年平均 13100kWh/t 左右降低到 12500kWh/t 以下，减少碳氟化合物排放量约 50%。

2. 关键技术

- (1) 低温低电压条件下铝电解槽高效稳定运行技术；
- (2) 电解槽在低温低电压下稳定运行的槽结构与母线优化配置；
- (3) 维持电解槽在低温低电压下稳定运行的铝电解过程优化控制技术。

3. 工艺流程

低温低电压铝电解技术流程见图1。

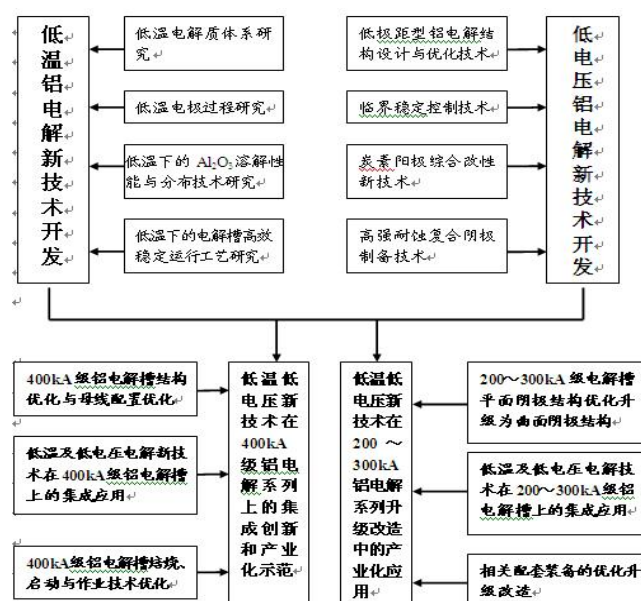


图 1 低温低电压铝电解技术流程图

五、主要技术指标

1. 槽电压 $3.70\sim 3.88\text{V}$;
2. 阳极效应系数 ≤ 0.02 次/槽日;
3. 电流效率 $\geq 93.0\%$;
4. 直流电耗 $\leq 12500\text{kWh/t-Al}$;
5. 槽寿命 ≥ 2500 天。

六、技术应用情况

该技术于2012年3月通过了中国有色金属工业协会组织的技术成果鉴定。目前，该技术已在云南铝业股份公司80台240kA铝电解槽上成功应用，吨铝直流电耗降低到12000kWh以下，达到国际领先水平；同时，河南中孚实业股份公司林丰铝电公司也对222台400kA铝电解槽开始进行节能技术改造。

七、典型用户及投资效益

典型用户：河南中孚实业股份有限公司林丰铝电公司、云南铝业股份有限公司
典型案例

建设规模：80 台 240kA 铝电解槽。主要技改内容：阴极改造、工艺优化与控制技术升级，主要设备包括电解槽、智能多环协同优化与控制系统。节能技改投资额15730 万元，建设期 8 个月。每年可节能 5.67 万 tce，年节能经济效益 8100 万元，投资回收期个 2 年。

八、推广前景和节能潜力

目前，该技术在全国全面推广应用的比例不足 5%，预计到 2015 年，可在铝冶炼行业推广 50%，形成的年节能能力约 245 万 tce。

15 高效复合型蒸发式冷却（凝）器技术

一、技术名称：高效复合型蒸发式冷却（凝）器技术

二、适用范围：石化行业 甲醇、合成氨、尿素等生产过程中工艺气体冷却、冷凝

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

冷却（凝）设备是广泛应用于工业领域的重要基础设备，也是工业耗能、耗水较高的设备。据统计，冷却（凝）设备耗能约占工业用能的13%-15%。

四、技术内容

1. 技术原理

蒸发式换热是利用水在蒸发时吸收潜热而使工质冷却（凝）的原理，工质在管内冷却（凝结）时放出的热量通过管壁传给管外的水膜，再通过水的蒸发将热量传递给空气。水膜和空气之间不但有热传递而且有质传递，蒸发时产生的水蒸气被空气带走。这种换热器的耗水量较少，空气流量也不大，比较适用于缺水地区。高效复合型冷却（凝）器以蒸发式换热机理为基础，以水和空气为冷却介质，同时运用蒸发式换热和空冷式换热对被冷却介质进行冷却（凝）的高效冷却（凝）设备，是对蒸发式冷却（凝）设备的重大改进和提升。

2. 关键技术

高效复合型蒸发式冷却（凝）器技术是将蒸发式换热和空冷式换热优化组合而成的高效冷却（凝）设备，其主要的关键技术如下：

- （1）高效复合型蒸发冷却（凝）技术；
- （2）多组分介质换热器设计、制造和检验技术；
- （3）高压复合型换热设备设计、制造和检验技术；
- （4）高压换热管束柔性化技术；
- （5）高压换热管束防震动固定技术；
- （6）换热管内部防结晶等堵塞清理技术。

3. 工艺流程

高温被冷却介质首先进入空冷换热部件，利用蒸发换热段产生的水蒸气与空气混合所形成的湿空气对空冷部件内的高温被冷却介质进行冷却，使高温被冷却介质得到预冷降温；降温后的被冷却介质再进入蒸发冷换热部件，循环冷却水通过喷淋在蒸发冷部件的管（板）表面形成连续均匀的薄水膜，管（板）外表面水膜的蒸发

使得空气穿过管（板）束后湿度增加而接近饱和，饱和湿空气在轴流风机超强风力作用下从设备上部排出，从而在换热部位形成负压区域，加速了管（板）外表面水膜的蒸发，实现强化管（板）外换热；饱和湿空气在排出设备前经过挡水板，夹带的水滴被挡水板收集循环利用。具体结构见图1。

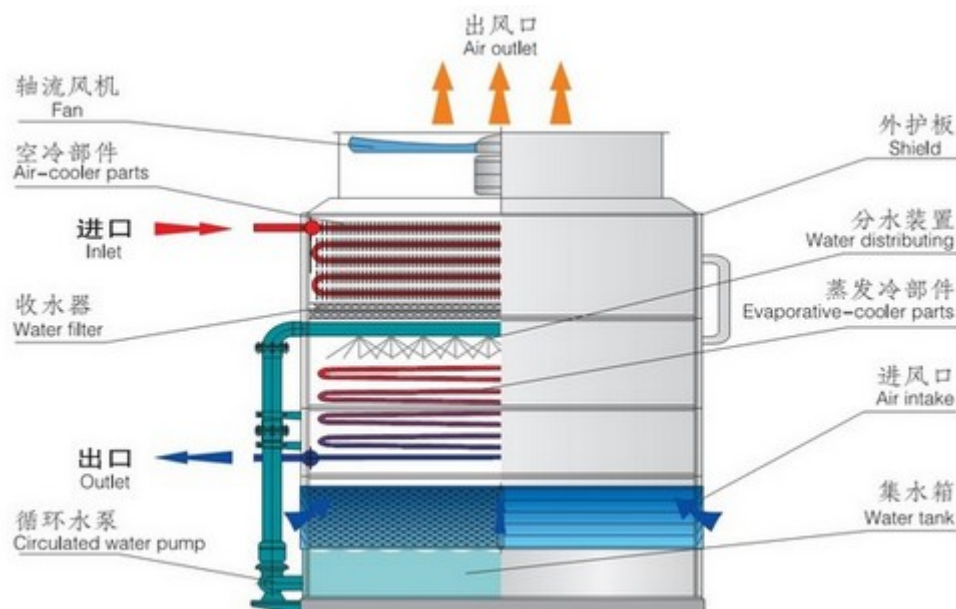


图 1 高效复合型冷却（凝）器基本结构图

五、主要技术指标

1. 与空冷相比，节电率 30~60%；
2. 空冷岛运行的满负荷率可达 95%以上；
3. 与传统水冷相比，节水率 40~50%。

六、技术应用情况

该技术于 2008 年 9 月通过河南省科技厅组织的科技成果鉴定，2009 年 3 月通过中国石油和化学工业协会组织的科技成果鉴定。2006 年首套高效复合型冷却（凝）器投入使用，至今已陆续应用于煤化工、石油化工、电力、冶金等工业领域和制冷行业。

七、典型用户及投资效益

典型用户：中国石化长岭分公司、中国石化扬州分公司、中化弘润石油化工有限公司、四川石达化工有限公司、山东晨曦石化有限公司等

典型案例 1

建设规模：60 万 t/a 煤制甲醇项目换热器改造，建设条件操作压力为 8.4Mpa (G)，进口温度 108℃，出口温度 40℃，总质量流量约为 336009kg/h，主要成份为甲醇合

成气体。主要技改内容：以复合蒸发冷却方案取代水冷器方案，主要设备为 7 台复合蒸发冷却器。节能技改投资额 900 万元，建设期 6 个月。每年可节能 1188tce，年节能经济效益为 232 万元，投资回收期约 4 年。

典型案例 2

建设规模：50 万 t/a 气体分馏装置，建设条件操作压力为 2.2Mpa(G)，进口温度 50℃，出口温度 40℃，总流量约为 6800kmol/h，主要成份为丙烯气体。主要技改内容：以复合蒸发冷却方案取代空冷器串水冷器方案，主要设备包括 9 台复合蒸发冷却器等。节能技改投资额 630 万元，建设期 6 个月。每年可节能 908tce，年节能经济效益 165 万元，投资回收期约 4 年。

八、推广前景和节能潜力

冷却（凝）设备广泛应用煤化工、石油化工、冶金、电力、制冷等行业，这些行业对冷却（凝）设备的需求具体主要包括两个方面：一方面是扩大产能、产业整合升级等新增固定资产投资带来的新增设备的需求；另一方面是受国家节能减排等政策推动，实施节能节水改造，进行设备更新的需求。预计到 2015 年，该技术可在石化、煤化工等行业推广到 70%，可形成年节能能力达 25 万 tce。

16 溶剂萃取法精制工业磷酸技术

一、技术名称：溶剂萃取法精制工业磷酸技术

二、适用范围：石化行业 湿法磷酸精制装置

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前，国内使用热法磷酸工艺生产一吨磷酸（折 100% P_2O_5 ）需要耗电 6303kWh，能耗较高。而湿法磷酸工艺由于减少了黄磷的燃烧阶段，大大降低了生产能耗，平均一吨磷酸（折 100% P_2O_5 ）的电耗只需要 400kWh 左右。

四、技术内容

1. 技术原理

经过预处理的湿法磷酸，再用萃取剂萃取，进行深度净化，得到杂质含量少的高纯度磷酸。

2. 关键技术

（1）根据湿法磷酸原料的浓度、粘度和杂质含量的变化情况，优化萃取剂配方和工艺操作参数，增强预处理、溶剂萃取、深度净化等工序设备的适应性；

（2）通过对核心设备振动筛板塔内部结构的优化，进一步改善内部传质，提高其设备生产强度和萃取率；

（3）化学净化法与溶剂萃取法相结合，充分发挥了二者的优势，提高了萃取效率。

3. 工艺流程

磷矿与硫酸萃取→稀磷酸→浓缩→浓磷酸→预处理→萃取→洗涤→反萃→浓缩→产品酸。具体见图 1。

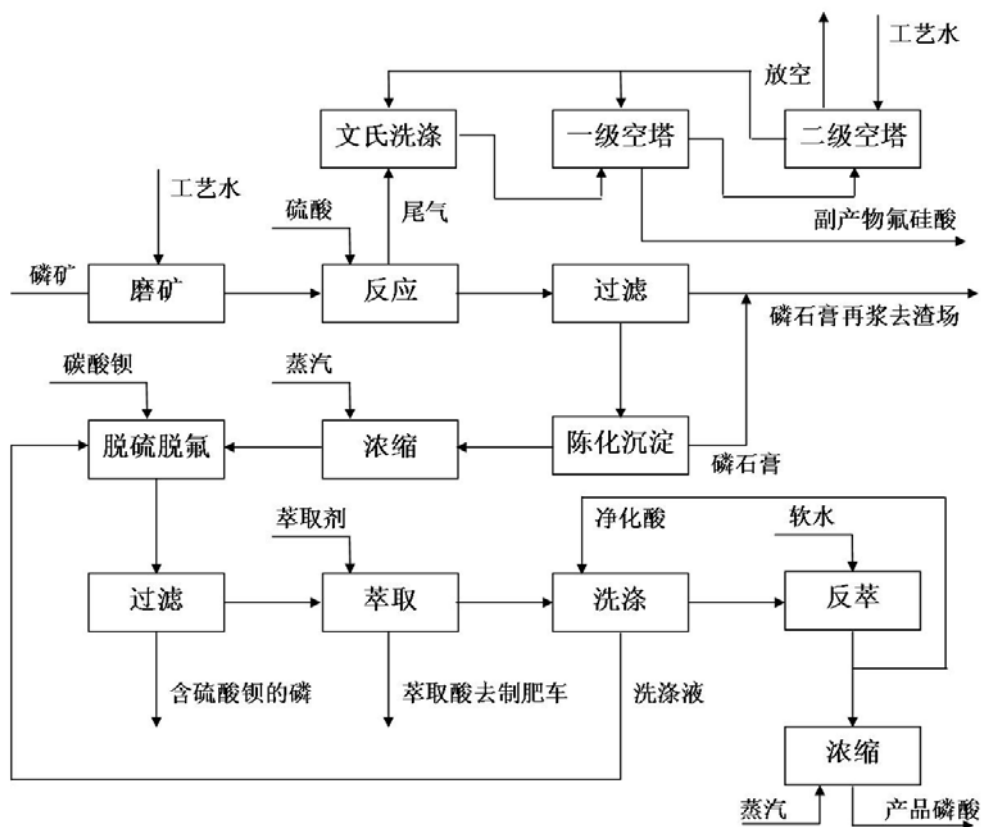


图 1 溶剂萃取法精制工业磷酸工艺流程图

五、主要技术指标

电耗低于 400kWh/tP₂O₅。

六、技术应用情况

该技术于 2006 年 7 月通过国家教育部组织的科技成果鉴定。目前，已成功在安徽六国化工、云天化国际、湖北兴发化工等企业进行了实施和应用，标志着我国溶剂法精制磷酸技术已实现了工业化。

七、典型用户及投资效益

典型用户：安徽六国化工股份有限公司，云南云天化国际化工股份有限公司

典型案例 1

建设规模：5 万 t/a 工业级磷酸（折 100%P₂O₅）。主要技改内容：建设磷酸萃取净化的装置及配套公用工程，主要设备包括萃取塔和沉降槽。节能技改投资额 6070 万元，建设期 15 个月。每年可节能 103500tce，年节能经济效益为 2880 万元，投资回收期 2.1 年。

典型案例 2

建设规模：10 万 t/a 工业级磷酸（折 100%P₂O₅）。主要技改内容：建设磷酸萃取

净化装置及配套公用工程，主要设备包括萃取塔和沉降槽。节能技改投资额 14880 万元，建设期 15 个月。每年可节能 20.5 万 tce，年节能经济效益 5760 万元，投资回收期 2.6 年。

八、推广前景和节能潜力

由于国内电能日趋紧张，原材料涨价等原因，采用热法磷酸技术生产工业磷酸及磷酸盐的利润越来越低。在此形势下，采用耗能少、生产成本低的湿法磷酸净化技术取代热法磷酸生产工业磷酸，必然是国内磷酸生产企业的最佳选择。预计到 2015 年，我国 50% 的热法磷酸生产线可由湿法磷酸生产技术替代，形成的年节能能力约为 98 万 tce。

17 预应力高强混凝土管桩免蒸压技术

一、技术名称：预应力高强混凝土管桩免蒸压技术

二、适用范围：建材行业 预应力高强混凝土管桩（PHC 管桩）生产

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

预应力高强度混凝土管桩的生产过程多采用常压蒸汽养护和高压蒸汽养护相结合的二次养护工艺。据统计，每立方米管桩混凝土养护能耗约为 40~60kgce。

四、技术内容

1. 技术原理

通过使用特种矿物掺合料和专业外加剂，使管桩混凝土经过一次常压蒸养（6~8小时），和短期自然养护（3~7天），即可达到使用要求（混凝土强度等级为C80）。

2. 关键技术

特种矿物掺合料的复配和专业外加剂的选取。要求掺合料和外加剂能够降低用水量，保持管桩混凝土的工作性，并能在短期提高管桩混凝土的强度。

3. 工艺流程

预应力高强混凝土管桩免蒸压技术工艺流程见图 1。

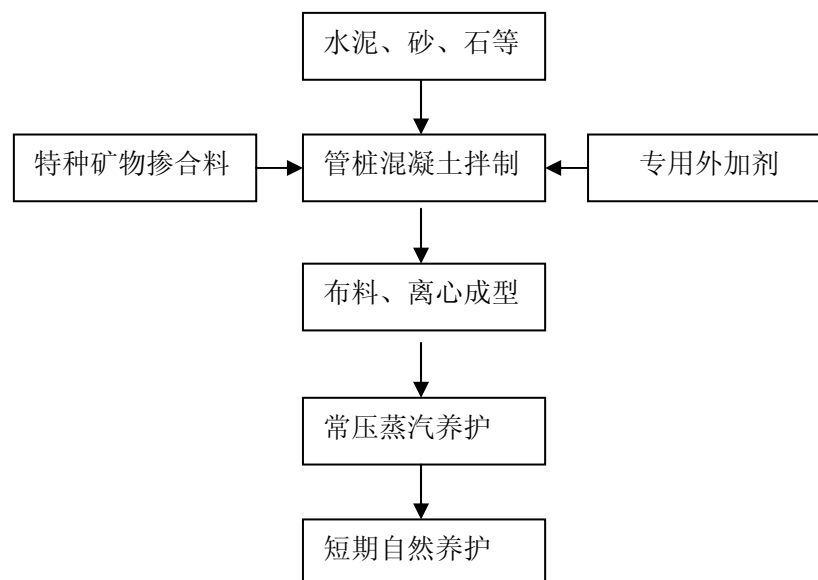


图 1 预应力高强混凝土管桩免蒸压技术工艺流程图

五、主要技术指标

预应力高强度混凝土管桩的总养护能耗降低 50%以上。

六、技术应用情况

该技术于 2009 年 5 月通过中国建材联合会组织的“免压蒸高耐久性 PHC 管桩的研制”项目鉴定。目前，已在江苏三和建设有限公司、广东三和管桩有限公司、长沙三和管桩有限公司、苏州三和管桩有限公司等进行了应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：江苏三和建设有限公司、中交三航第三工程有限公司、中交第三航务工程局有限公司浦东分公司等

典型案例 1

建设规模：年产 PHC 管桩 300 万 m 生产线。主要技改内容：免除高压设备，降低锅炉吨位，增加原材料储存罐，主要设备为原有管桩生产线设备。节能技改投资额 712 万元，建设期 6 个月。每年可节能 2718tce，年节能经济效益为 239 万元，投资回收期约 3 年。

典型案例 2

建设规模：一条直径（ $\phi 800-\phi 1200$ mm）整节长度 55mPHC 管桩生产线。主要技改内容：通过合理的混凝土原材料选择和配合比设计以及生产工艺流程的优化改进，取消高压蒸养，变二次蒸养为一次蒸养，主要设备包括新增模具 2 套、新增养护池 1 个、离心机一套。节能技改投资额 794 万元，建设期 1 年。每年可节能 2062tce，年节能经济效益 238 万元，投资回收期约 3.3 年。

八、推广前景和节能潜力

能耗过高和环境压力大已成为阻碍管桩行业发展的重要问题。该技术可降低 PHC 管桩 50%的养护能耗，节能效果明显，同时也可降低生产成本，减少环境污染。预计到 2015 年可在全国预应力高强混凝土管桩推广约 30%（总长度约 1 亿 m），形成的年节能能力为 25 万 tce。

18 层烧蓄热式机械石灰立窑煅烧节能技术

一、技术名称：层烧蓄热式机械石灰立窑煅烧节能技术

二、适用范围： 建材行业 石灰生产

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前我国贵州、福建、山东、四川、安徽、江西、广西等 30 多个省市地区的石灰生产企业中，约三分之二仍然在使用土窑及普通立窑。石灰烧成能耗约为 185 kgce/t，在个别落后地区，石灰烧成能耗超过 200 kgce/t，我国的石灰生产工艺仍处于能耗较高的水平。

四、技术内容

1. 技术原理

该技术采用花瓶式内胆，呈变径断面（曲线型），能使物料平稳下落，同时增加石灰石翻滚次数而得到更均匀的热交换。加料形式采用层料式，即按一定比例间歇式加一层石料，再加一层燃料，并根据窑断面不同部位的不同热交换需要来布煤，结合立窑的边风效应并采用差热布煤。

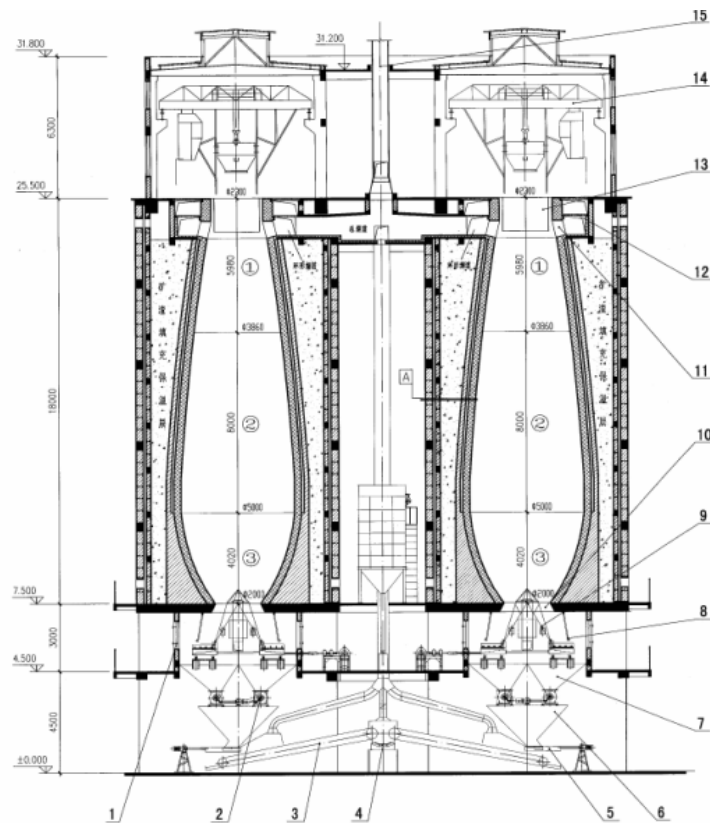
石灰石在足够长的预热带中与煅烧带来的热废气进行充分的蓄热换热，在进入煅烧带前，石灰石被预热至800~900℃。根据不同的产品品质和原燃料条件，通过调整工艺参数可使窑顶废气温度少于250℃，窑低出灰温度少于60℃，从而最大限度的节省了热耗，提高了燃料的利用率。

2. 关键技术

- （1）花瓶形内胆、上部环型烟道和简单合理特有的节能保温结构；
- （2）料钟、行车提升加料装置，底部复合炉排及往复式出灰机；
- （3）风机及锁风装置；
- （4）水浴烟气处理装置和滤筒式除尘装置；
- （5）信息自动化处理系统。

3. 工艺流程

层烧蓄热式石灰立窑结构见图 1。



1 检修门；2 电液动截漏阀；3 胶带输送机；4 胶带输送机；5 电液动平板阀；6 单料斗
7 双料斗；8 栅栏；9 复合炉排；10 炉座；11 烟道吸口；12 烟道盖板；13 上窑圈；14 料钟
加料机；15 烟囱

图 2 层烧蓄热式石灰立窑结构简图

五、主要技术指标

1. 吨石灰平均能耗为 145kgce；
2. 煤种适应范围广，低位发热量 5500~5800kcal/kg 的无烟煤均可使用。

六、技术应用情况

节能型石灰立窑于 1991 年通过审评，1994 年通过国家鉴定为标准设计，并在全中国推广。该技术属于节能型石灰窑的之一，已获得 4 项技术专利，目前已在全国二十余省市应用，且技术已出口东南亚。由于投资小，能耗低，效益好的特点，该技术已成为替代落后石灰土窑的主要节能型石灰窑。

七、典型用户及投资效益

典型用户：宜兴精诚山钙业有限公司、张家港市锦华炼钢辅助材料有限公司

典型案例 1

建设规模：50 万 t/a 石灰生产线。主要技改内容：改造窑内胆呈花瓶形，增加环形烟道、除尘设备、节能风机、上料系统等，主要设备包括往复出灰机、复合炉

排、节能风机、烟气除尘器、粉尘除尘器、上料系统、环形烟道等。节能技改投资额 4500 万元，建设期 6 个月。每年可节能 1.5 万 tce，年节能经济效益为 1500 万元，投资回收期 3 年。

典型案例 2

建设规模：80 万 t/a 石灰生产线。主要技改内容：改造窑内胆呈花瓶形，增加环形烟道、除尘设备、节能风机、上料系统等，主要设备包括往复出灰机、复合炉排、节能风机、烟气除尘器、粉尘除尘器、上料系统、环形烟道等。节能技改投资额 6500 万元，建设期 6 个月。每年可节能 2.4 万 tce，年节能经济效益 2400 万元，投资回收期约 2.5 年。

八、推广前景和节能潜力

“十二五”期间，为了确保石灰行业节能减排工作的完成，石灰立窑工艺流程与装备技术的完善与推广将成为石灰行业的主要措施。预计到 2015 年石灰行业将推广到 30%，总节能量约为 88 万 tce/a。

19 高效优化粉磨节能技术

一、技术名称：高效优化粉磨节能技术

二、适用范围： 建材、矿山等行业 粉磨生产系统

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前，我国建材、矿山、发电等行业粉磨生产系统仍以球磨机作为粉磨主机为主，物料的粉碎和研磨均在球磨机内完成。粉磨生产系统电耗一直较高，球磨机的电能有效利用率只有 1%-5%左右，效率非常低。建材行业水泥生产是粉磨应用较普遍的领域，以水泥企业为例，其粉磨电耗约占水泥企业总电耗的 2/3，球磨机系统吨水泥粉磨电耗（未加预粉碎系统）约 35~42kWh/t，采用增加预粉碎系统后，吨水泥粉磨电耗可达到 30kWh/t 以下，节能效果显著。

四、技术内容

1. 技术原理

采用高效冲击、挤压、碾压粉碎原理，配合适当的分级设备，使入磨物料粒度控制在 3mm 以下，并优化球磨机内部构造和研磨体级配方案，从而有效降低系统粉磨电耗。

2. 关键技术

（1）利用高效优化砾式粉磨机预粉碎物料；

充分利用冲击、挤压、碾压粉碎物料原理，构造科学合理，设备功率消耗低，电能有效利用率高。

（2）配套物料分级装置，确保入磨物料粒度小于 3mm；

（3）优化球磨机磨内构造和研磨体级配方案；

优化改造球磨机内部构造，采用新型隔仓板、出料篦板、导料锥、盲板等，增加活化衬板，改造更能提高研磨体粉磨效果的衬板等。

根据入磨物料的易磨性和粒度大小优化调整球磨机研磨体级配方案，提高研磨体粉磨效率，改善水泥颗粒结构，提高水泥比表面积，从而提高水泥强度，同等水泥熟料质量，可增加混合材料的掺入量。

3. 工艺流程

粉磨物料经过计量称计量配料后，通过金属探测仪和除铁器除去金属杂质，进入物料分选设备进行分选，细颗粒物料（粒度 $\leq 3\text{mm}$ ）进入球磨机进行研磨作业；粗

颗粒物料（粒度 $>3\text{mm}$ ）进入高效蓖式粉磨机进行破碎、粉磨，出高效蓖式粉磨机物料，再进入物料分选设备进行分选，分选后的细颗粒物料（粒度 $\leq 3\text{mm}$ ）进入球磨机进行研磨作业，粗颗粒物料（粒度 $>3\text{mm}$ ）返回高效蓖式粉磨机再进行粉碎。进入球磨机的物料经球磨机研磨后，达到一定细度和比表面积要求，出磨后进入成品库。该技术的工艺流程及主要设备结构见图1，图2。

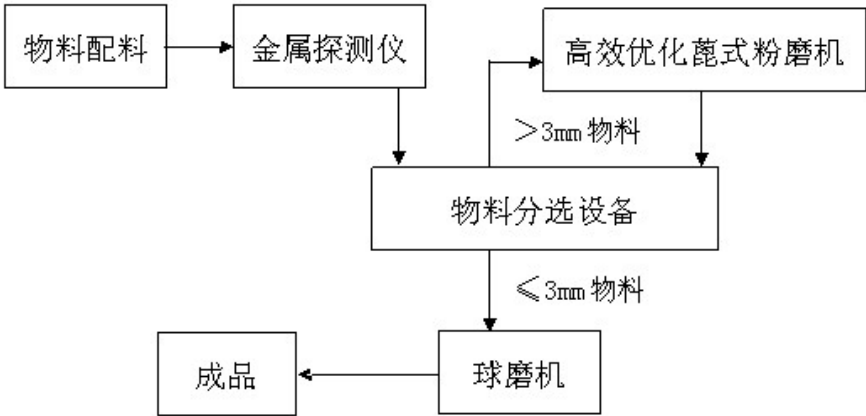


图 1 高效优化粉磨技术流程图

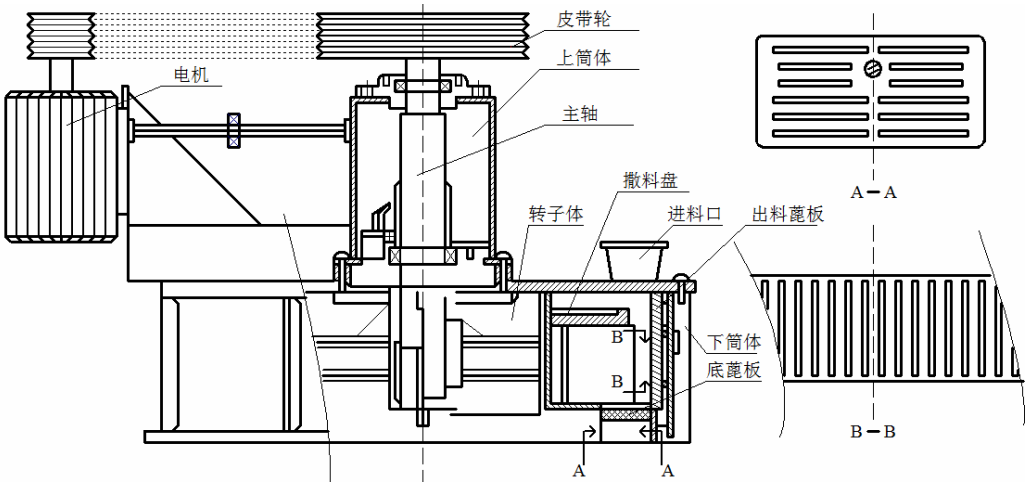


图 2 高效优化粉磨结构简图

五、主要技术指标

1. 入磨物料粒度控制 $\leq 3\text{mm}$;
2. 吨成品粉磨电耗下降 30%~40%;
3. 成品比表面积提高 5%以上;
4. 水泥熟料掺加量减少 5%以上;
5. 粉磨系统机物料消耗降低 30%以上。

六、技术应用情况

该技术已获得多项技术专利，且经过安徽省能源利用监测中心的节能效果认定。目前，该技术和设备已在全国多家水泥制造、矿山企业粉磨生产线应用。对水泥粉磨生产线进行技改，系统优化，使水泥磨机大幅提产，降低单位产品电耗，提高水泥比表面积，降低熟料掺加量，使企业产品更具市场竞争力。

七、典型用户及投资效益

典型用户：安徽聚龙新型节能建材有限公司、安徽宣城阳光水泥有限公司、江苏省张家港市金臣水泥有限公司、甘肃白银市银山水泥有限责任公司、广东开平容氏石英砂有限公司、河南新乡市东华水泥有限公司、浙江建德市虎城水泥有限公司等。

典型案例 1

建设规模：MB32130 水泥球磨机生产系统优化节能改造。主要技改内容：采用先进的改进型细碎挤压粉磨专利技术和工艺设备，对磨机的粉磨系统进行改造，主要设备包括高效节能粉磨机、磨内活化衬板、隔仓板、出料篦板、筛板改造。节能技改投资额 470 万元，建设期 4 个月。每年可节能 4107tce，年节能经济效益为 935 万元，投资回收期 7 个月。

典型案例 2

建设规模： $\phi 3.2 \times 13\text{m}$ 水泥磨 1 台， $\phi 2.4 \times 8\text{m}$ 生料磨 2 台磨前预粉碎改造。主要技改内容：采用先进的改进型细碎挤压粉磨专利技术和工艺设备，对磨机的粉磨系统进行改造，主要设备为高效节能粉磨机。节能技改投资额 510 万元，建设期 4 个月。每年可节能 3865tce，年节能经济效益 868 万元，投资回收期 8 个月。

八、推广前景和节能潜力

目前，国内建材行业、矿山行业 85%以上使用球磨机进行粉磨作业，球磨机生产系统大部分没有进行磨前预粉碎技改，市场前景广阔，节能潜力巨大。预计到 2015 年，采用该技术改造或新建的生产线可达约 300 台套，形成的年节能能力约为 123 万 tce。

20 气凝胶超级绝热材料保温节能技术

一、技术名称：气凝胶超级绝热材料保温节能技术

二、适用范围： 建材行业 陶瓷、玻璃、耐火材料等窑炉保温；原油贮罐及管道保温；化工、化肥设备管道保温等

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

1. 平板玻璃窑炉墙砌筑及保温、能耗情况

玻璃窑炉的炉体保温材料一般为轻质保温砖、磷酸盐珠光体、珍珠岩等，这些保温材料的导热系数较高，通常在 $0.05 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ （常温）以上，即使使用厚度较大，散热量仍然很大。玻璃窑炉体散热量可占玻璃熔化总能耗的 $1/3$ 。而美国、日本等发达国家仅通过提高保温材料性就能取得约 30% 的节能效果，与国外先进水平相比，我国璃窑炉能耗比国外高 30% 左右。

2. 陶瓷行业炉窑保温、能耗情况

目前，我国陶瓷行业的辊道窑都是标准化、系列化设计制造，辊道窑外壁散热热耗高达 20% 以上。我国陶瓷工业的能源利用率与国外相比差距较大，发达国家的能源利用率一般高达 50% 以上，而我国仅达到 28~30%。

四、技术内容

1. 技术原理

使用气凝胶超级绝热材料，替代或部分替代传统绝热材料。由于本材料的绝热性能远远优于传统的绝热材料，所以在使用时表面能量损失极少，具有明显的节能效果或可实现更优秀的保温设计方案。同时，气凝胶材料为 A1 级不燃材料，因此安全环保，使用效果稳定，寿命长。

2. 关键技术

（1）气凝胶中纳米级孔洞中的空气不能自由流动，消除了空气对流传热；

（2）气凝胶中高达 80% 以上的成分是空气，固体成分少，且热传导路径细长，从而大大减轻了固体热传导；

（3）纳米级孔洞的孔径（大部分为 20~50nm）小于空气分子自由程（70nm），大大减弱了空气分子发生碰撞而形成的热传导；

（4）存在大量的气固界面，并添加了特殊的遮光剂，大大阻隔了热辐射。

3. 工艺流程

气凝胶超级绝热保温材料的立体结构及分子结构见图1。

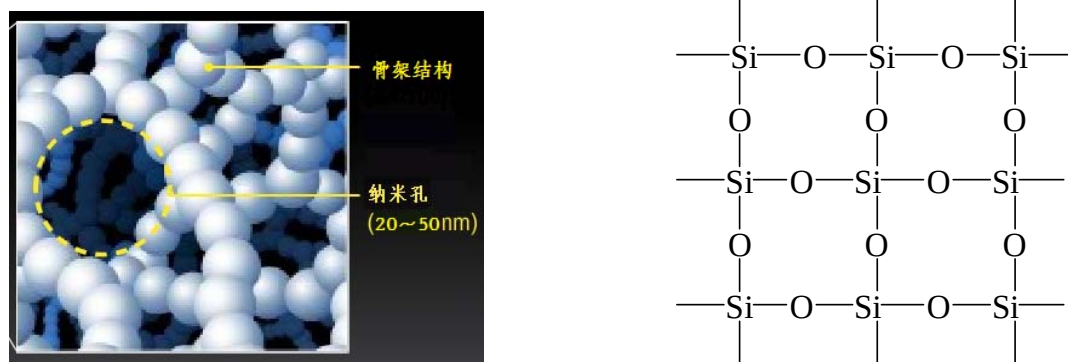


图 1 气凝胶超级绝热保温材料的立体结构图和分子结构图

五、主要技术指标

1. 适应从 $-273\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 范围的工程保温应用；
2. 导热系数 $0.015\sim 0.018\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ；
3. 完全憎水且防水，部分型号按需要可设计成透水汽，避免了传统保温材料吸潮而导致的隔热保温性能下降和对管道、设备的腐蚀等问题。

六、技术应用情况

该技术于 2012 年通过中国建材联合会组织的科技成果鉴定。目前，该技术已经在浮法玻璃生产线上、陶瓷生产线、油田蒸汽管道、原油贮罐的罐顶保温、光热发电高温管道保温上成功使用，节能效果明显。其中，在玻璃窑炉上使用后的散热率可下降 $6\%\sim 10\%$ 。

七、典型用户及投资效益

典型用户：江苏华尔润玻璃集团、江苏油田、克拉玛依油田、益科博能源（上海）有限公司、江西新阳陶瓷有限公司

典型案例 1

建设规模：500t/d 浮法玻璃生产线节能改造项目（改造后 510 t/d）。主要技改内容：在原外表面去除较少的角钢，将气凝胶材料及辅材安装上去，在其外表面使用角钢焊接固定好。施工不需停产，不影响生产。主要设备包括气凝胶超级绝热材料（高温型、中温型）、保温棉、玻纤毡和角钢等。节能技改投资额 240 万元，建设期 10 天。每年可节能 1174tce，年节能经济效益约为 200 万元，投资回收期约 1.2 年。

典型案例 2

建设规模：540t/d 浮法玻璃生产线节能改造项目。主要技改内容：在原外表面去除较少的角钢，将气凝胶材料及辅材安装上去，在其外表面使用角钢焊接固定好。施工不需停产，不影响生产。主要设备包括气凝胶超级绝热材料（高温型、中温型）、保温棉、玻纤毡和角钢等。节能技改投资额 214 万元，建设期 10 天。每年可节能 2008tce，年节能经济效益为 180 万元，投资回收期约为 1.2 年。

八、推广前景和节能潜力

预计到 2015 年可在浮法玻璃行业推广 50 条生产线，建筑陶瓷行业推广 5000 条生产线，有色金属、钢铁等行业可推广 30%，可形成的年节能能力为 65 万 tce。

21 烧结砖隧道窑辐射换热式余热利用技术

一、技术名称：烧结砖隧道窑辐射换热式余热利用技术

二、适用范围： 建材行业 烧结砖瓦隧道窑生产线

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前，我国烧结砖瓦隧道窑生产线消耗的一次能源（煤），除窑体散热、砖坯水分蒸发、烧结等必须消耗的能量外，随排烟热损失和产品冷却浪费的能量约占总能耗的 40~45%。如采用余热干燥砖坯的方式，可利用余热的 15%，另有 25~30%左右的余热不能得到充分利用；而采用制砖隧道窑辐射换热式余热利用技术，可将废弃的余热用于发电或供汽。砖瓦企业每生产一万标砖的用电量平均为 350~500kWh，采用隧道窑余热利用（发电）技术后，每生产一万标砖可以下降到 100kWh 以下。如果采用隧道窑余热产生蒸汽供热，每生产一万标砖可节约 390~500 kgce。

四、技术内容

1. 技术原理

将隧道窑 200~950℃ 砖坯余热通过辐射换热式余热锅炉产生 2.45MPa、400℃ 的蒸汽，余热锅炉利用后的 200℃ 以下的低温烟气余热再用于砖坯干燥，在不影响原生产工艺、不增加燃料消耗和不影响砖坯质量的前提下，实现隧道窑余热的梯级利用，产生的蒸汽直接用于生产、生活或推动汽轮机发电。

2. 关键技术

- （1）隧道式窑炉余热发电装置技术；
- （2）隧道式窑炉余热锅炉；
- （3）满足隧道窑生产工艺需要的分段换热技术。

3. 工艺流程

该技术的工艺流程见图1。

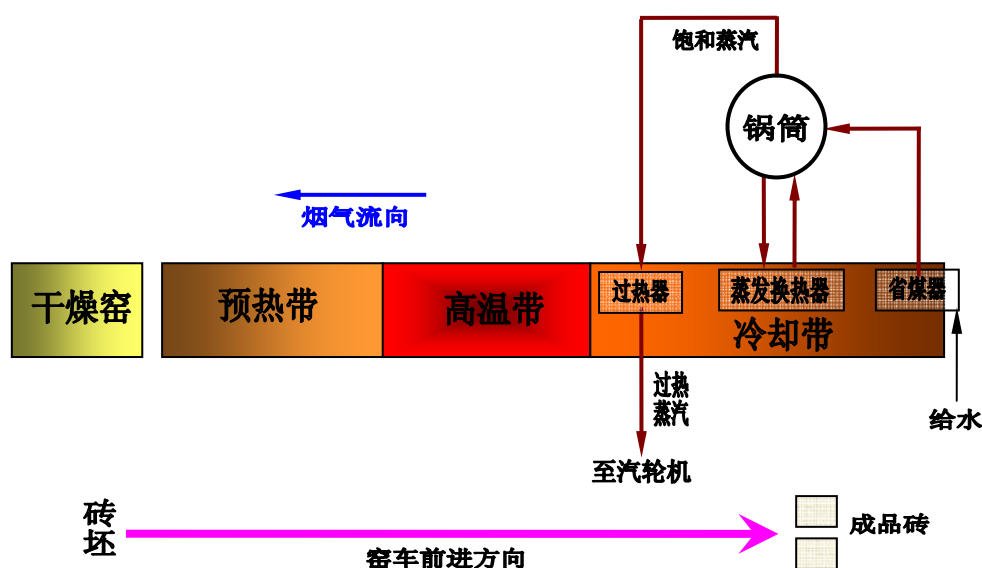


图 1 烧结砖隧道窑辐射换热式余热利用技术流程图

五、主要技术指标

1. 隧道窑余热利用率：>20%；
2. 每万标砖产汽量：4~5t 蒸汽（参数 2.45MPa、400℃）；
3. 每万标砖发电量：680~860kW；
4. 单位节能量：供汽时 390~500kgce/万标砖，发电时 235~300kgce/万标砖。

六、技术应用情况

该技术于 2011 年 5 月通过由农业部和联合国工业发展组织（UNIDO）组织、工信部、国家发展和改革委员会、中国砖瓦工业协会和西安墙体材料设计研究院等单位参加的现场鉴定、验收。

2010 年 2 月，该技术被国家发展和改革委员会、农业部和联合国工业发展组织共同执行的“联合国开发计划署—西班牙千年发展基金/中国气候变化伙伴框架”项目选定为隧道窑制砖余热利用示范技术，目前已在山东枣庄、山西灵石、河南平顶山、吉林长春等地的煤矸石烧结砖生产企业和河北石家庄的页岩烧结砖生产企业应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：山西聚义实业集团鑫融建材有限公司、河北中节能新型材料有限公司、辽源矿业九台新型墙体材料分公司等。

典型案例 1

建设规模：新建两条 6.90m 隧道窑，年产 1.2 亿标砖生产线配置 1.5MW 隧道窑余热发电工程，主要技改内容：在两条 6.90m 隧道窑上安装一台 8t/h（2.5MPa、400℃）隧道窑辐射换热式余热锅炉、一台 1.5MW 抽凝式汽轮发电机、一套 8t/h 锅炉水

处理装置以及配套的电气、热工、土建设施等，主要设备包括隧道窑余热锅炉、抽凝式汽轮机、发电机、控制柜、水处理设备、给水泵、循环水泵、冷却塔等。节能技改投资额 1150 万元，建设期 1 年。每年可节能 2760tce，年节能经济效益为 440 万元，投资回收期 4 年。

典型案例 2

建设规模：年产 1 亿标砖隧道窑配置 1MW 余热发电工程。主要技改内容：在两条 6.90m 隧道窑上安装一台 6t/h（2.5MPa、400℃）隧道窑辐射换热式余热锅炉、一台 1MW 凝汽式汽轮发电机、一套 8t/h 锅炉水处理装置以及配套的电气、热工、土建设施等，主要设备包括隧道窑余热锅炉、抽凝式汽轮机、发电机、控制柜、水处理设备、给水泵、循环水泵、冷却塔等。节能技改投资额 950 万元，建设期 6 个月。每年可节能 1966 万 tce，年节能经济效益 330 万元，投资回收期 4.5 年。

八、推广前景和节能潜力

目前，国内有制砖生产企业近七万户，已建成 2000 多条年产量在 6000 万标砖及以上的隧道窑制砖生产线。随着国家淘汰 24 门以下轮窑生产线、年产量在 3000 万标砖以下小型砖瓦企业等政策调控的实施，同时受劳动力成本上升的影响，未来将有更多的以轮窑生产工艺为主、目前约占行业 90%的小砖厂被淘汰，取而代之的是更多的大中型现代化隧道窑制砖生产线。如果保持现有的 10000 亿（折标准砖）产量，则需 15000 条年产量达 6000 万标砖/年以上的隧道窑制砖生产线。如在砖瓦行业全面推广余热发电技术，预计 2015 年该技术的推广率可达 10%，形成的年节能能力约为 110 万 tce。

22 新型干法水泥窑生产运行节能监控优化系统技术

一、技术名称：新型干法水泥窑生产运行节能监控优化系统技术

二、适用范围：建材行业 新型干法水泥生产线

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前，我国新型干法水泥生产线约 1500 条以上，2010 年产量达到 18.6 亿 t，耗煤超过 3 亿 t，约占全国煤炭消耗的 8%左右。水泥窑炉控制方法，一般采用操作工人凭经验观察，根据观察结果来确定处理，难以精确控制水泥窑炉的温度和其他参数，不仅直接影响水泥熟料的质量，而且造成能源的极大浪费。

四、技术内容

1. 技术原理

利用气体采样装置采集水泥窑炉废气，根据废气成分计算燃烧状态和能源消耗并利用专家系统提供操作指导。集成 3G、SHDSL、ZigBee 等通信技术，构建包括生产现场、中控室、数据中心和数据用户的大规模节能减排监测网络，将采样原始数据和分析结果发布到网络上；以多种形式的媒体承载信息，使企业技术和管理人员能够用计算机、掌上电脑和移动电话等各种终端装置随时、随地、随身获取所需要的最新信息，并根据这些信息调控生产工艺参数。

2. 关键技术

(1) 采用计算机系统分析水泥生产废气成分，判断窑炉燃烧状态，指导生产操作的节能监控技术；

(2) 大规模的水泥生产节能减排监测网络技术。

3. 工艺流程

该技术的系统流程见图 1。

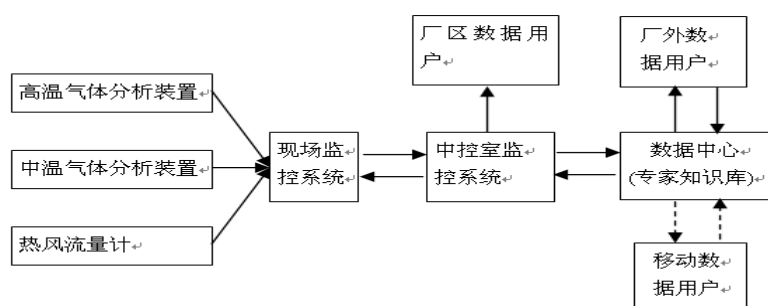


图 1 新型干法水泥生产节能监控优化系统流程图

五、主要技术指标

2500t/d 以上新型干法水泥窑熟料的平均烧成热耗可降低 70kcal/kg. cl。

六、技术应用情况

该技术于 2009 年获得国家专利，并获得了相关计算机软件著作权，2011 年 5 月通过了中国建筑材料联合会组织的技术鉴定。目前，该技术已先后在冀东水泥有限公司唐山一厂、唐山二厂、承德冀东水泥有限公司、承德天宝水泥有限公司等企业投入应用，使应用单位的水泥生产熟料热耗由 800 kcal/kg. cl 左右，降低到约 730kcal/kg. cl，节能效果明显。

七、典型用户及投资效益

典型用户：冀东水泥有限公司唐山一厂、唐山二厂、承德冀东水泥有限公司、承德天宝水泥有限公司

典型案例 1

建设规模：4500t/d 新型干法水泥生产线。主要技改内容：窑尾烟室安装高温气体分析装置，预热器出口安装中温气体分析装置，现场安装数据采集器和工控机，中控室安装工控机，数据中心安装服务器。现场工控机和中控室工控机之间通过企业局域网通信，中控室和数据中心通过互联网通信，主要设备包括气体采样装置，气体分析仪、工控机（2 台），数据采集器，服务器。节能技改投资额 98 万元，建设期 1 个月。每年可节能 13500tce，年节能经济效益为 800 万元，投资回收期 2 个月。

典型案例 2

建设规模：4000t/d 新型干法水泥生产线。主要技改内容：窑尾烟室安装高温气体分析装置，预热器出口安装中温气体分析装置，现场安装数据采集器和工控机，中控室安装工控机，数据中心安装服务器。现场工控机和中控室工控机之间通过无线数传电台通信，中控室和数据中心通过无线公用网络通信，主要设备包括气体采样装置，气体分析仪、工控机（2 台），数据采集器，服务器，ZigBee 数传电台，GPRS 数传电台等。节能技改投资额 99 万元，建设期 1 个月。每年可节能 12000tce，年节能经济效益 700 万元，投资回收期约 1.5 个月。

八、推广前景和节能潜力：

预计到 2015 年，该技术可在全国的新型干法生产线上推广 10%，约可应用于 100 条 4000t/d 新型干法水泥生产线，形成的年节能能力可达 140 万 tce。

23 金属涂装前常温锆化处理节能技术

一、技术名称：金属涂装前常温锆化处理节能技术

二、适用范围：轻工行业 汽车、家电、机电、建材、装备制造业、铝型材、彩涂板等金属制品行业

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前，我国用于金属涂装行业的磷化液年消耗量在 200 万 t 以上。由于常温磷化防腐性能指标不达标，所以约 60%企业使用中温磷化技术(50~60℃)，每吨磷化液升温并维持工段温度需 10.6tce，能耗较高。

四、技术内容

1. 技术原理

锆化技术采用氟锆酸作为主剂，利用氟锆酸的水解反应在金属基材表面形成一种化学性质稳定的无定型氧化物转化膜；转化膜依靠锆化物与金属基材牢固结合，同时，依靠锆化液中的高分子化合物与涂层强烈结合，从而获得高性能的金属表面皮膜，从而达到优异的附着力和防腐能力。其在冷轧板上的成膜机理如反应方程式(1)、(2)所示。



通过反应方程式(1)的腐蚀反应，HF 被消耗，使反应(2)的平衡向右移动形成 ZrO_2 ，膜的主要成分以 Zr 的氧化物和氢氧化物。在此过程中，Zr 的氧化物和氢氧化物的羟基可与高分子化合物结合，常温下可形成纳米尺寸厚度的有机—无机杂化膜。

该技术采用锆化液替代磷化液对金属表面进行预处理，省略了磷化工艺中对槽液进行加热处理的升温环节，降低了能耗。

2. 关键技术

在常温条件下，锆化技术对金属表面处理的效果超越传统的加热磷化处理工艺。国内外现有的常温锆化技术广泛存在金属件二次腐蚀或返锈问题，该技术首次将稀土元素铈引入锆化前处理工艺，锆化液在与高分子化合物成膜过程中，铈掺杂入复合锆化膜中，使形成的纳米厚度锆化膜在结构上更为致密均匀，可有效防止处理后金属件的二次氧化，解决了常温锆化技术推广中的过度腐蚀和返锈问题。在处理中

低档冷轧板时，返锈率小于0.5%，远低于国际平均水平（约40%）。

3. 工艺流程

金属涂装前常温钝化处理技术与传统磷化工艺的流程对比见图1、图2。

传统磷化工艺通常为：

预脱脂→脱脂→水洗→水洗→表调→中温磷化（需加热）→封闭→水洗→水洗→水洗→水洗→干燥；

采用钝化节能技术，其工艺通常简化为：

预脱脂→脱脂→水洗→水洗→常温钝化液处理（无需加热）→水洗→干燥。

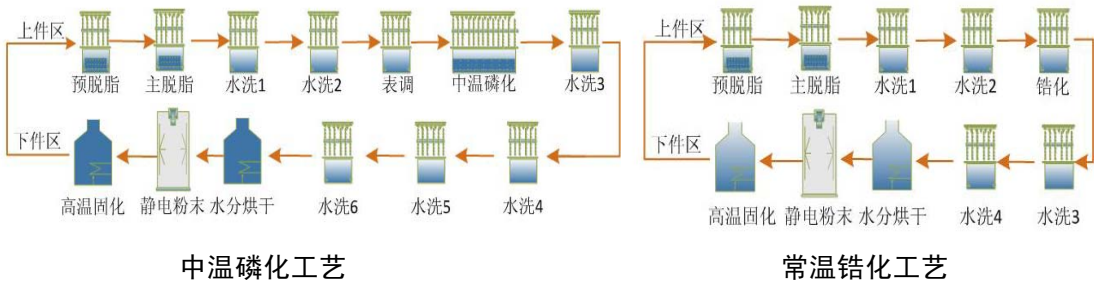


图 1 常温钝化工艺与中温磷化工艺的对比示意图

五、主要技术指标

1. 能耗：0.5tce/km²处理面积；
2. 工段操作温度：环境温度（5~35℃）；
3. 前处理槽容量：6t~200t；
4. 废水量（日）：<3t，以6t处理槽计；
5. 喷淋泵功率：44kW/h。

六、技术应用情况

该技术于2011年6月通过了辽宁省科技厅组织的科技成果鉴定，目前已在辽宁、浙江、江苏、山东、天津、广东等地进行了推广应用。该技术的核心产品先后通过了日本三洋、日本三菱重工、海尔集团、一汽集团、通标标准技术公司（SGS）的检测，检测结果符合标准规定，达到相关企业的性能指标要求。该技术相继在三菱重工海尔（青岛）空调机有限公司、海尔开立冷冻设备有限公司、德意电器有限公司、大连三洋冷链有限公司、一汽大连客车有限公司、大连爱丽丝有限公司、山东小鸭零售设备有限公司、中国步阳集团、丹东曙光集团、永康索福门业等四十多家知名企业中得到应用。经过3年多连续运行，证明金属表面的常温钝化处理技术成熟、生产稳定性好且显著降低了企业的能耗。

七、典型用户及投资效益

典型用户：三菱重工海尔（青岛）空调机有限公司、海尔开立冷冻设备有限公司、大连三洋冷链有限公司、一汽大连客车有限公司、步阳集团、德意电器有限公司、赛德隆国际电器（中国）有限公司、丹东曙光集团黄海客车有限责任公司、浙江索福门业等。

典型案例 1

建设规模：年处理防盗门 30 万樘。主要技改内容：原有中温磷化线改造，去除加热装置、设备清理，主要设备对原有磷化槽、喷淋设备的改造。节能技改投资额 38 万元，建设期 2 个月。每年需要使用常温锆化液 14t，与加温磷化工艺相比可节约 319tce，年节能经济效益为 32 万元，投资回收期约 1 年。

典型案例 2

建设规模：年产 300 万台冷藏设备，1200 万 m^2 涂装面积。主要技改内容：设备清理，首次投槽。主要设备是对喷淋设备进行改造。节能技改投资额 6 万元，建设期 1 个月。每年可节能 2023tce，年节能经济效益 172 万元，投资回收期约 1 个月。

八、推广前景和节能潜力

据估算，2010 年我国涂装的板材面积就达 300 亿 m^2 以上，未来 3-5 年内，60% 的中温磷化技术将更新为以锆化技术或硅烷化技术为代表的新型涂装前处理技术。该技术推广的领域涉及到金属制品的各个相关行业，如汽车、家电、机电、建材、装备制造业、铝型材、彩涂板等诸多行业，节能潜力较大。

预计到 2015 年，可在相关应用领域推广 20%，形成的年节能能力约为 23 万 tce。

24 异麦芽酮糖发酵工艺优化技术

一、技术名称： 异麦芽酮糖发酵工艺优化技术

二、适用范围： 轻工行业 蔗糖转化成异麦芽酮糖生产

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

异麦芽酮糖生产是以蔗糖为原料，经蔗糖异构酶催化蔗糖转化为异麦芽酮糖而实现的，目前比较常用的蔗糖异构酶生产菌包括*P. rubrum*, *S. plymuthica*、*Er. carotovora*、*Er. Rhapontici*等。虽然这些菌所产生的酶都能将蔗糖转化为异麦芽酮糖，但转化产物中的异麦芽酮糖产率仅在8%~86%范围内变化，而且在转化过程中还产生5~15%的副产物（葡萄糖和果糖），严重影响异麦芽酮糖的结晶和产品质量。因此，传统的异麦芽酮糖生产工艺包括酶制剂制备、蔗糖异构化、蔗糖酶或酵母分解残留蔗糖、离子交换树脂分离纯化、浓缩结晶等工序，生产工艺十分复杂。在传统工艺中，主要耗能环节包括转化时间和搅拌时间长、搅拌功率大、额外的酵母发酵消除蔗糖和树脂分离纯化工序等，单位产品平均能耗约为1.3tce/t。如果使用克雷伯新菌（*K. chinesensis*）生产异麦芽酮糖，仅需要蔗糖发酵转化和浓缩结晶两步工序，可使生产工艺简化，大幅度降低成本。

四、技术内容

1. 技术原理

通过使用蔗糖异构酶产生菌克雷伯新菌（*K. chinesensis*），并采用含有蔗糖异构酶的活性细胞碎片催化蔗糖转化，可使蔗糖转化率高达99.8%以上，不仅大幅缩短转化时间，需氧量明显降低，而且转化产物中不产生葡萄糖和果糖副产物，可实现无分离纯化工序直接浓缩结晶，简化了异麦芽酮糖的生产工艺。由于该技术减少了发酵和搅拌时间，降低了搅拌功率，因此实现了工序的节能。

2. 关键技术

（1）研发寻找到优秀的克雷伯新菌（*K. chinesensis*），使蔗糖转化率高达99.8%以上，且产物中不形成葡萄糖和果糖副产物；

（2）将酶制剂生产与蔗糖转化两步工序合并，采用同步工艺，将异麦芽酮糖的发酵转化时间由24h缩短为9h以内；

（3）采用无分离纯化直接浓缩结晶工艺，避免了酵母发酵和离子交换层析等异麦芽酮糖分离纯化步骤；

(4) 在蔗糖转化过程中，采用前期搅拌通风后期停止搅拌工艺，搅拌时间由传统转化工艺的24h以上，减少为少于5h。

3. 工艺流程

与传统工艺流程相比，异麦芽酮糖发酵优化工艺显著简化，仅包括蔗糖转化和浓缩结晶两步工序，如图1所示：

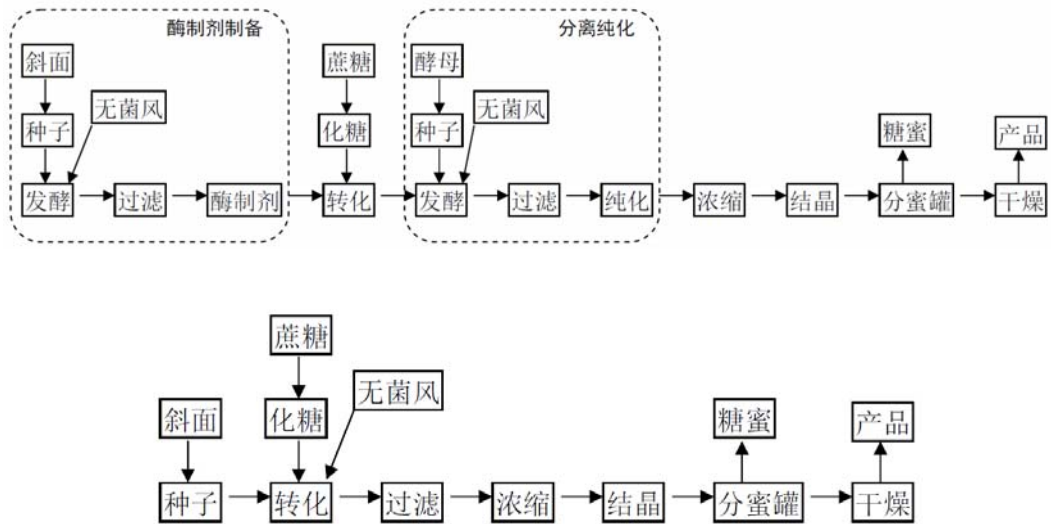


图1 异麦芽酮糖发酵优化工艺与传统生产工艺的流程对比图

五、主要技术指标

1. 发酵转化时间缩短 62.5%；
2. 搅拌时间缩短 79.2%；搅拌功率减少 40%；
3. 分离纯化减少 100%；
4. 每生产 1t 异麦芽酮糖节能 143kgce。

六、技术应用情况

2006 年 6 月，该技术通过大连市科技局主持的异麦芽酮糖生产菌的科技成果鉴定，并获得大连市科技进步一等奖。2007 年获得辽宁省科技进步二等奖。本技术已在 2 条异麦芽酮糖生产线上使用，节能效果明显。

七、典型用户及投资效益

典型用户：镇江欣隆生物有限公司、青岛琅琊台集团公司等

典型案例 1

建设规模：1000t/a 的异麦芽酮糖生产线。主要技改内容：新建异麦芽酮糖生产线，主要设备包括转化罐，结晶罐，分蜜罐和干燥器。节能技改投资额 100 万元，建设期 1 年。每年可节能 148tce，年节能经济效益为 47 万元，投资回收期约 2 年。

典型案例 2

建设规模：5000t/a 的异麦芽酮糖生产线。主要技改内容：新建异麦芽酮糖生产线，主要设备包括：转化罐，结晶罐，分蜜罐和干燥器。节能技改投资额 260 万元，建设期 1 年。每年可节能 715 tce，年节能经济效益 120 万元，投资回收期约 2 年。

八、推广前景和节能潜力

异麦芽酮糖生产只是在蔗糖生产工艺中增加了蔗糖转化步骤，其它工序可以完全借用蔗糖生产设备。因此，同一套设备既可以用于蔗糖生产，也可以用于异麦芽酮糖生产，可以根据市场需求，随时转换产品。预计到 2015 年，可在行业内推广约 10%，形成的年节能能力约为 34 万 tce。

25 高效节能型锥形同向双螺杆挤出技术

一、技术名称：高效节能型锥形同向双螺杆挤出技术

二、适用范围：轻工行业 塑料造粒、各类管材、型材、板/片材、木塑混炼制品挤出成型

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前国内常用的塑料挤出设备主要包括锥形异向双螺杆挤出机、平行同向双螺杆挤出机和单螺杆挤出机，这三类设备的实际比功率基本都在 $0.14 \text{ kW}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 以上。2011 年我国使用这三种挤出机的塑料制品产量约为 7000 万 t，仅挤出主机耗电就超过 80 亿 kWh。

四、技术内容

1. 技术原理

该技术结合了目前世界上两种双螺杆挤出机“锥形异向双螺杆挤出机”和“平行同向双螺杆挤出机”的功能结构优势，将“锥形螺杆”和“同向旋转”相结合，既保持了锥形异向双螺杆挤出机挤出力大的特点，又达到了平行同向双螺杆挤出机塑化性能好的特性，同时还可以满足螺杆低速旋转、低温等难度较大的加工要求，具有高产低能耗的特点。

2. 关键技术

(1) 锥形螺杆的同方向旋转使加工的物料进入机筒后环绕锥形双螺杆成“ ∞ ”字形运动，增加了塑化时间和密炼性能，从而保证了产品的塑化质量；

(2) 采用锥形螺杆可在减速分配箱末端有足够的空间可选用大规格推力轴承，以承担锥形螺杆的大挤出力，保持了锥形双螺杆挤出机良好的挤出力性能。

3. 工艺流程

塑料物料（包括各种粉粒、粒料、回收料等）经过定量喂料机加入机筒螺杆，再经过加热圈加热以及螺杆对物料的压缩、混炼，达到熔融状态，将物料挤出，根据加工需要配以不同的模具。节能型锥形同向双螺杆挤出机主要应用于物料挤出造形。该技术的工作原理和工艺流程见图1、图2、图3。

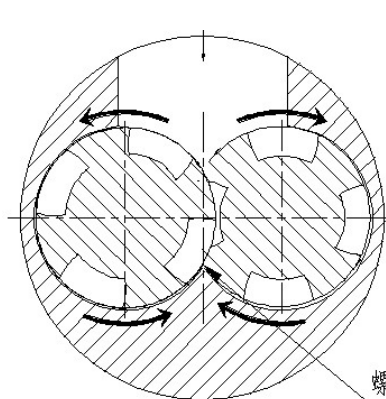


图 1 锥形异向双螺杆工作原理简图

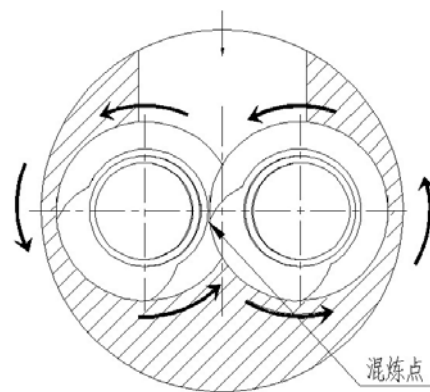


图 2 锥形同向双螺杆工作原理简图

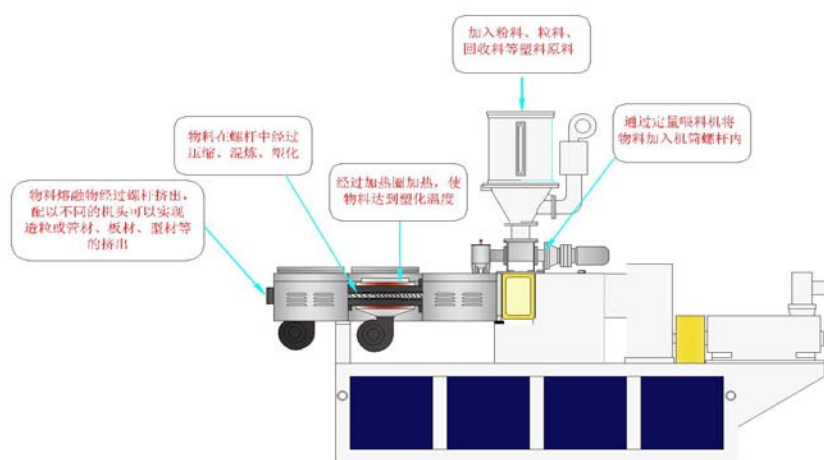


图 3 锥形同向双螺杆挤出机工艺流程图

五、主要技术指标

1. 螺杆直径 65/130;
2. 主机功率 75kw;
3. 产量 672kg/h;
4. 实际比功率仅为 0.07kw/(kg·h);
5. 同比产量增加一倍以上，节电率约 50%。

六、技术应用情况

该技术于 2008 年 1 月通过浙江省科技厅组织的科技成果鉴定，2007 年 6 月通过国家塑料机械产品质量监督检测中心对“锥形同向双螺杆挤出机”进行的检测。

目前，该技术已形成产业化，产品已应用于各种塑料造粒、型材挤出等方面。2010 年荣获塑料加工协会“最佳塑料机械产品优秀奖”、“最佳独特优秀设计产品奖”等称号。目前国内使用该技术实现的年产能约为 337 万 t，已处于大规模推广阶段。

七、典型用户及投资效益

典型用户：上海公元、上海心尔、福建隆盛轻工有限公司；武汉丰澜数控机械有限公司；兰溪中苔新材料有限公司、台湾汉洋、彩虹集团、紫江集团、广东泛昌、广东兴世、江苏联冠等百余家

典型案例 1

建设规模：10 台高效节能型锥形同向双螺杆挤出机，建成产能 47 万 t/a 的挤出造粒生产线。主要技改内容：针对硬质 PVC 窗帘料的特性，采用 10 台高效节能型锥形同向挤出机代替原来的 40 台能耗大、产量低的单螺杆挤出机，主要设备为 10 台高效节能型锥形同向双螺杆造粒机。节能技改投资额 300 万元，建设期 5 个月。每年可节能 1154tce，年节能经济效益为 300 万元，投资回收期 1 年。

典型案例 2

建设规模：60 台（套）高效节能型锥形同向双螺杆挤出机建成年产 120 万 m 双壁波纹管项目。主要技改内容：用高效节能型锥形同向双螺杆挤出机替代原来的单螺杆挤出机及锥形异向双螺杆挤出机，建成年产 120 万 m 的双壁波纹管生产线，主要设备包括 60 台（套）高效节能型锥形同向双螺杆挤出机。节能技改投资额 1800 万元，建设期 1 年。每年可节能 2505tce，年节能经济效益 700 万元，投资回收期约 2.5 年。

八、推广前景和节能潜力

预计到 2015 年，我国全年塑料总产量可达 1 亿 t 以上，若该技术可在业内推广至 30%，则可形成的年节能能力约 90 万 tce。

26 双级高效永磁同步变频离心式冷水机技术

一、技术名称：双级高效永磁同步变频离心式冷水机技术

二、适用范围：轻工行业 家用/商用变频空调、冷冻及冷藏设备

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

公共建筑空调能耗在我国全社会能耗中占有较大比例，而离心式冷水机组约占公共建筑能耗30%。以2011年为例，我国离心式冷水机组市场容量约4500台，其中：80%为普通定频离心机组，机组额定能效系数（COP）约5.0~6.0，全年综合能效系数IPLV一般为6.0~6.7左右，而变频离心机组的全年综合能效系数IPLV一般为9.0~10.0左右。因此，普及和推广变频离心机组仍然是建筑空调节能的一个重要途径。

四、技术内容：

1. 技术原理

（1）高速电机直驱双级叶轮

永磁同步变频电机直驱双级叶轮做功，取消了传统离心机必须的增速齿轮，降低压缩机的机械损失，降低了压缩机噪声。

（2）高速永磁同步变频调速电机及其驱动系统

采用大功率高速永磁同步变频电机及四象限绿色变频器驱动系统，电机功率400kW，转速12000rpm，功率因数达99.9%。

（3）全工况“宽频”气动设计技术

针对不同转速进行全工况的“宽频”设计，改变传统以额定工况为设计点的方法，并研制了适合全工况特性的“全自由曲面”叶轮与低稠度叶片扩压器，辅以双机压缩中间补气的制冷循环技术，实现了压缩机全工况下高效运行。

2. 关键技术

（1）高速电机直驱双级叶轮；

（2）全工况“宽频”气动设计技术；

（3）高速永磁同步变频调速电机及其驱动系统。

3. 工艺流程

双级高效永磁同步变频离心式冷水机技术的工艺流程见图1。来自蒸发器的制冷剂气体经永磁同步电机驱动的双级叶轮做功，压缩为高压气体进入冷凝器，在冷凝器内冷凝为高压液体，将两次节流后进入蒸发器，在蒸发内吸收冷冻水的热量蒸发，

从而实现对冷冻水制冷。机组通过电机变转速与进口导叶联合实现冷量的精确调节。

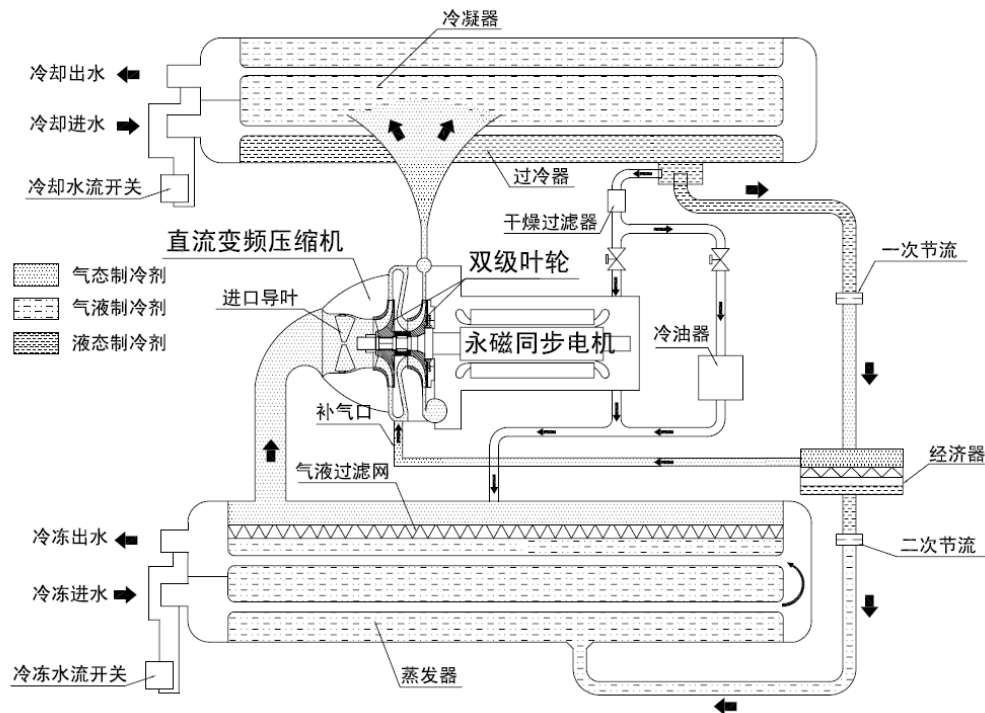


图 1 双级高效永磁同步变频离心式冷水机工艺流程图

五、主要技术指标

按 ARI550/590-2003 标准工况，主要技术指标如下：

1. 机组满负荷 COP 达到 6.73；
2. 机组综合部分负荷性能系数 IPLV 达到 11.2。

六、技术应用情况

该技术于 2011 年 12 月 17 日通过广东省科学技术厅组织的科技成果鉴定，并已申请专利 65 项，其中发明专利 46 项，实用新型 17 项，外观专利 2 项。目前，该技术已经应用于学校、办公楼、酒店、工厂等大中型建筑的集中供冷机组、中央空调，技术成熟可靠。

七、典型用户及投资效益

典型用户：清华大学金融学院、山东烟台大学生创业园、北京中福丽宫、舟山大宗商品交易中心、广西华成商业广场、广州龙归商业城、东澳岛南沙湾酒店、梧州国龙大酒店、温州正泰集团智能工业园、北京电子标签研发生产及数字化印刷基地等。

典型案例 1

建设规模：建筑面积 4.4 万 m²，空调面积 3.1 万 m²。主要技改内容：空调制冷总负荷约 4570kW，采用 2 台直流变频离心机组。节能技改投资额 240 万元，建设期

3 个月。每年可节能 236tce，年节能经济效益为 67.4 万元，投资回收期 3.6 年。

典型案例 2

建设规模：建筑面积 21000m²，空调面积 18657 m²。主要技改内容：直流变频离心机改造，主要设备包括 2 台直流变频离心机组。节能技改投资额 240 万元，建设期 3 个月。每年可节能 182tce，年节能经济效益 52.1 万元，投资回收期 4.6 年。

八、推广前景和节能潜力

2011 年我国离心机的销量约 4500 台，近 5 年来，每年增长速度达到 30%以上。相比常规离心机组，该技术全年节能可达 40%，具有较好的节能性，是未来离心机组发展的重要方向。预计到 2015 年，在离心机行业的推广比例可达 35%，形成的年节能能力约为 19 万 tce。

27 基于低压高频电解原理的循环水系统防垢提效节能技术

一、技术名称：基于低压高频电解原理的循环水系统防垢提效节能技术

二、适用范围：通用机械行业 水冷中央空调机组、工业各类型循环水冷设备（换热器）

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前，我国 90%以上的空调系统均采用化学药剂处理水垢或污垢，但是化学药剂不仅引起系统管道腐蚀，而且会造成大量酸性、含磷等的高浓度化学有害废水排放。据统计数据显示，中央空调电耗约占建筑楼宇总耗电量的 65%~75%。中央空调在实际运行过程中，一般普遍存在 0.3~0.6mm 的水垢。如果产生 0.3mm 厚的水垢或污垢，需多耗电 10%；如果产生 0.6mm 厚的水垢或污垢，则需多耗电 20%。因此，建筑空调及工厂冷却循环系统因水垢或污垢会无形中多耗电约 10%~20%。

四、技术内容

1. 技术原理

低压高频、变频的电解，使循环水(大分子团水)电解成具有强溶解性和渗透性的小分子还原水。小分子还原水具有溶解水垢的能力，能起到代替化学药剂的作用。浸在水中的负极水垢收集器，使溶解后带正电的钙镁离子在收集器上结晶析出，达到去除循环水中钙镁离子的目的，使水体硬度大大降低，减少了换热器表面发生结垢的机会，从而起到防垢、除垢的作用，提高了换热效率，实现换热器的节能运行。

(注：大分子团水由10个以上水分子组成，小分子水由低于5个水分子组成。普通水电位在+100mv以上，电解还原水为带有负电位(-250mv以下)的水)

2. 关键技术

- (1) 把市电变成特殊波形的低压高频电流输送到电极，产生高能量电解信号，快速产生具有强渗透性及溶解性的小分子水；
- (2) 可根据水质的差异智能改变信号强弱，达到最佳电解除垢效果；
- (3) 3组高频电极周期转换技术，提高电解水除垢效果；
- (4) 独立设置一个恒为负电的圆形水垢收集器，不间断吸附循环水系统中的水垢，使换热器长期保持无垢状态，实现节能运行。

3. 工艺流程

基于低压高频电解原理的循环水系统防垢提效技术原理及工艺流程见图1、图2。

(1) 大水分子团水在电极高速（300kHz/s）正负转换的作用力下，不断发生碰撞以及振动，被细化成小分子水。

(2) 大分子团水变成小分子还原水后，水分子间的空隙变大，同时被细化的小分子水由于结构变小，具有更强的渗透性及溶解能力，起到代替化学药剂的作用，在系统循环水不断循环的过程中，把换热器的水垢逐步溶解，从而提高换热效率。

(3) 水垢被溶解成 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 后，被水流带到固定的负极水垢收集器收集，避免在换热器重新结垢，使水体硬度保持在较低水平，换热器长期保持最佳换热效率，实现节能效果。

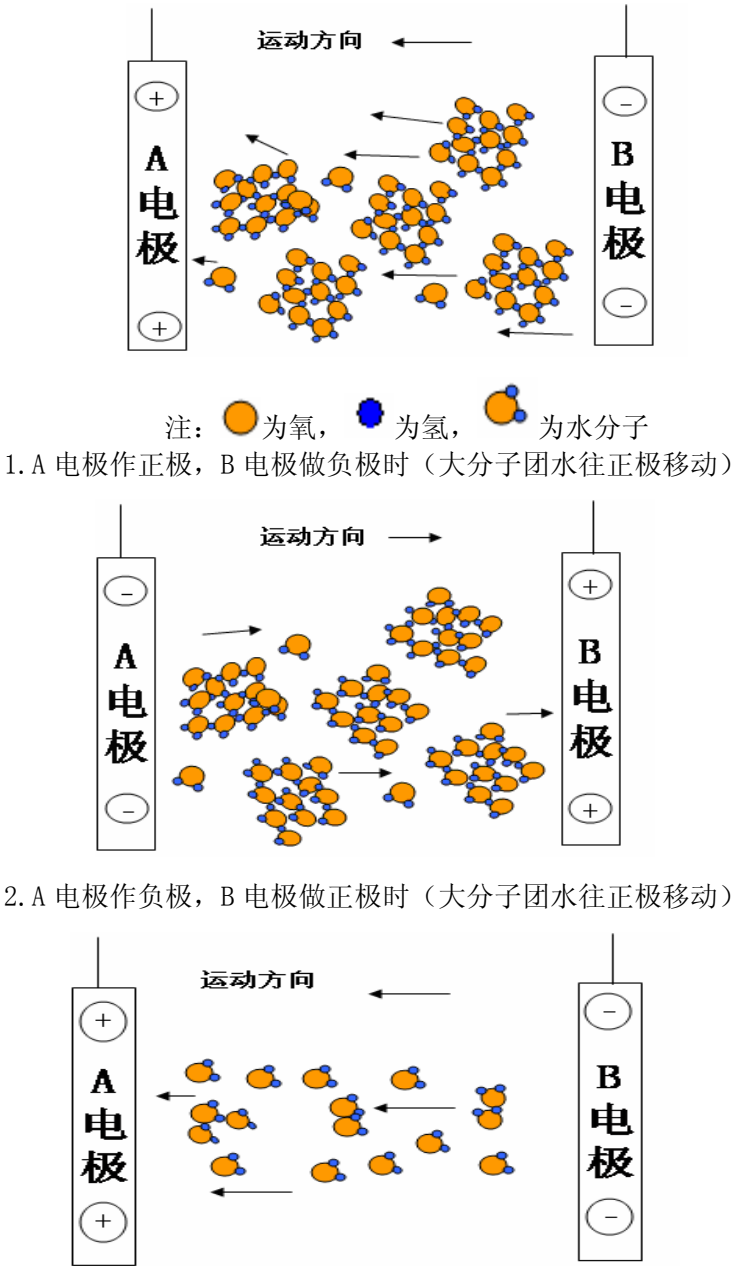


图 1 低压高频电解原理图

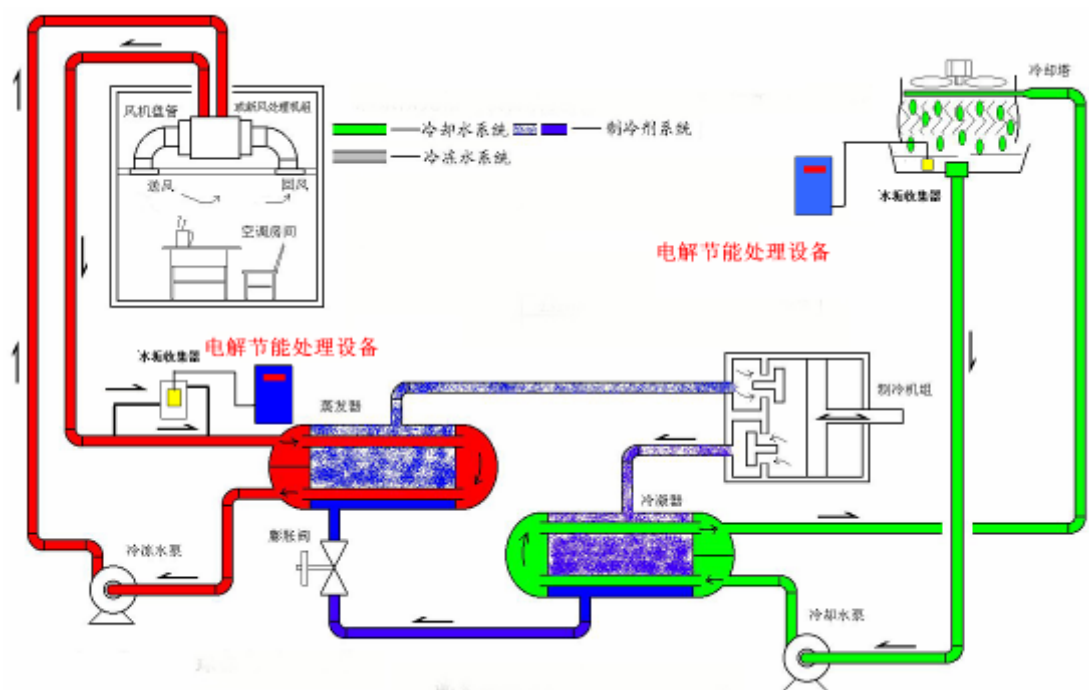


图 2 基于低压高频电解原理的循环水系统防垢提效技术流程图

五、主要技术指标

1. 处理后中央空调冷凝器的热交换率比传统化学药剂处理（或人工清理）方式提高30%以上；
2. 中央空调节电15%以上；
3. 用于冷却系统时，确保换热系统无垢无锈，使系统的趋近温度、制冷温差等接近空调厂家出厂标准，冷却系统长期处于最佳工作状态（根据不同机型，趋近温度在0.5~1.5℃，冷却水进出水温差5~7℃）；
4. 阻垢率>95%，灭藻率>95%。

六、技术应用情况

该技术于 2012 年 3 月通过广东省科技厅组织的技术成果鉴定，并被列入 2011 年广东省十大节能品牌。目前已在建筑空调、石油、化工、食品、电力、机械、造纸、电子等行业的中央空调、空压机、注塑机等冷却系统广泛应用，共使用 480 多台。同时，该技术设备已出口到香港、澳门、台湾、印尼、新加坡、美国等地区，实际应用效果较好。

七、典型用户及投资效益

典型用户：中国电信、中国石化、松下电工电子材料（广州）有限公司、广州广州白天鹅宾馆等。

典型案例 1

建设规模：7 台空压机，8 台冰水机冷却系统，总冷量需求为 6500 冷吨。主要技改内容：低压高频电解节能设备 15 台。节能技改投资额 130 万元，建设期 15 天。每年可节能 370tce，年节能经济效益为 95 万元，投资回收期约 1.3 年。

典型案例 2

建设规模：3 台 900 冷吨、3 台 1000 冷吨的冷水机组节能技术改造。主要技改内容：低压高频电解节能设备 12 台。节能技改投资额 110 万元，建设期 12 天。年可节能 340tce，年节能经济效益为 84 万元，投资回收期约 1.3 年。

八、推广前景和节能潜力

该技术设备广泛适用于板式换热器、管式换热器以及热水锅炉等，市场需求巨大。目前，全国约有 250 万台以上大型中央空调，400 万台工业循环水冷却（换热）设备，广泛分布在各城市建筑楼宇、工矿企业、民用热水锅炉等。预计到 2015 年，该技术可在相关领域推广到 10%，形成的年节能能力约 260 万 tce。

28 永磁涡流柔性传动节能技术

一、技术名称：永磁涡流柔性传动节能技术

二、适用范围：通用机械行业 石油、天然气、化工、造纸、发电、灌浆、海事、矿业、水泥、水和废水等制造行业的泵机、风机、传送带等设备

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前，全国现有各类电机系统总装机容量约 7 亿 kW，占全国总用电量的 60%。其中，风机、泵类、压缩机和空调制冷机的用电量分别占全国总用电量的 10.4%、20.9%、9.4%和 6%。一方面，电动机及被拖动设备普遍存在系统匹配不合理的问题，“大马拉小车”现象严重，使设备长期低负荷运行；另一方面，系统调节方式落后，运行效率比国外先进水平约低 10%~20%，相当于每年浪费电能约 5000 亿 kWh，节电潜力巨大。

四、技术内容

1. 技术原理

永磁涡流柔性传动节能装置主要由两部分组成：一部分由连接在负载侧的高强度永磁体转子组成；另一部分由连接在驱动侧的导体转子组成。导体转子和永磁转子是非接触的，可以自由地独立旋转。当导体转子旋转时，导体转子与永磁转子产生相对运动，交变磁场通过气隙在导体转子上产生涡流；同时，涡流产生感应磁场与永磁转子相互作用，从而带动永磁转子沿着与导体转子相同方向旋转，在负载侧输出轴上产生转矩，从而带动负载做旋转运动。通过调节永磁转子和导体转子之间的的气隙就可以控制输出转矩，从而获得可调整、可控制、可重复的负载转速，进而实现电机功率可控，达到节能的目的。

2. 关键技术

- (1) 转速范围：0~3000r/min；
- (2) 适配电机功率：30~2000kW；
- (3) 转矩范围：0~12000Nm；
- (4) 工作温度范围：0~98%；
- (5) 气隙调节范围：2~40mm。

3. 工艺流程

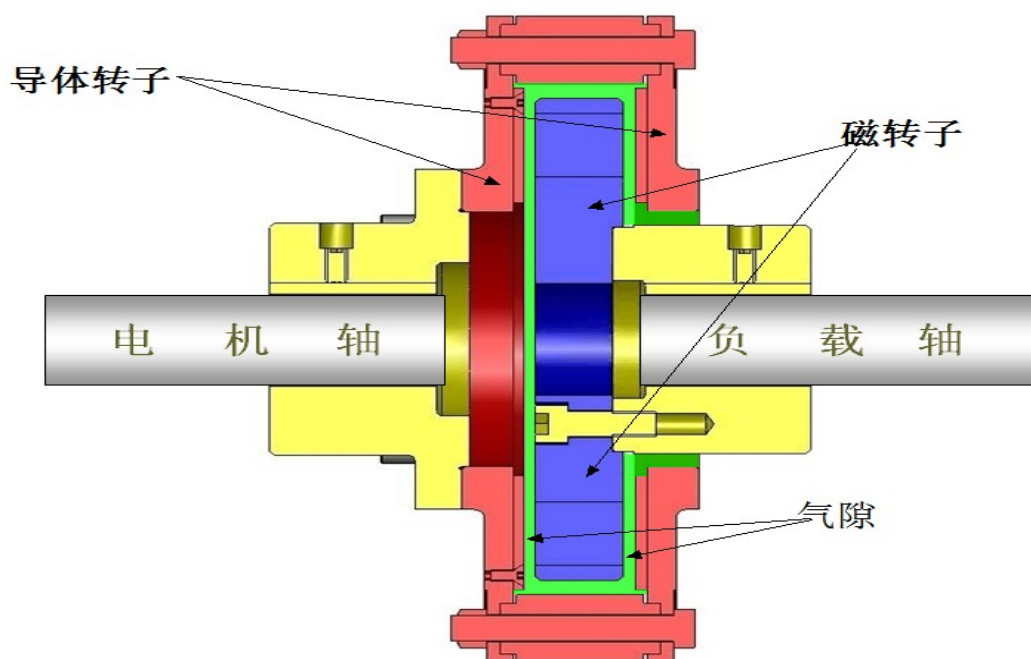


图 1 永磁调速驱动装置简图

五、主要技术指标

1. 转速范围：0~3000r/min；
2. 适配电机功率：30~2000kW；
3. 转矩范围：0~12000Nm；
4. 工作温度范围：0~98%；
5. 气隙调节范围：2mm~40mm。

六、技术应用情况

该技术已获得 4 项国家专利，其中 1 项发明专利和 3 项实用新型专利。2011 年该技术通过省级新产品、新技术的鉴定。该技术可广泛应用于发电、冶金、石化、水处理、采矿与水泥、造纸、暖通空调、海运等行业的泵、风机、离心机、输送带及其它电机驱动装置。目前，已成功在鞍钢、宝钢及海华发电等企业应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：鞍钢、宝钢、济钢、海华发电等企业

典型案例 1

建设规模：3kV、300kW，1500rpm/min 两台送风机。主要技改内容：在电机和送风机之间安装永磁涡流柔性传动装置，主要设备为 2 台永磁涡流柔性传动节能装置。节能技改投资额 110 万元，建设期 1 个月。年节能量 312tce，年节能经济效益为 70 万元，投资回收期约 1.6 年。

典型案例 2

建设规模：炼钢厂过滤器电压 10kV、功率为 180kW 的送水泵作业区。主要技改内容：在电机和水泵之间安装水冷型永磁涡流柔性传动节能装置，主要设备为 3 台水冷型永磁涡流柔性传动节能装置。节能技改投资额 144 万元，建设期约 20 天。每年可节省电能 84.9 万 kWh（电机工作时间按 300 天计算），折 297tce，年节能经济效益 63 万元，投资回收期约 2.3 年。

八、推广前景和节能潜力

据了解，目前全社会的能耗约有 70%集中在冶金、化工、煤炭、电力、建材工业等高耗能领域。其中工业电动机用电量约占总电量的三分之一，且一半用于风机、泵、压缩机的驱动，三分之二的风机、泵类机械在运行中需要调节流量。

风机用电量约占全国发电量的 10%。其中，矿山使用的风机占全国采矿用电总量的 30%，钢铁工业使用风机用电量占其生产总用电量的 20%，煤炭工业使用风机的用电量占煤炭总用电量的 17%。如果所有电机效率提高 5%，则全年可节约电量达 765 亿 kW，预计到 2015 年在相关行业可推广 8%，形成的年节能能力约为 200 万 tce。

29 工业微波/电混合高温加热窑炉技术

一、技术名称：工业微波/电混合高温加热窑炉技术

二、适用范围：通用机械行业 非金属材料高温加工

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前，我国工业窑炉大部分是燃煤、燃油、燃气窑炉，这些工业窑炉大量耗用一次能源，并对环境产生一定污染。与电炉相比，工业微波/电混合加热窑炉通常可节电 40%以上；与燃煤(焦)、燃油、燃气窑炉相比，能耗费用大致相当或略有降低，但减排效果显著。同时，工业微波窑炉装备通常可大幅改善加工材料的品质和大幅提高加工效率，设备自动化程度高，而其制造成本却与传统窑炉装备相当，因而具有广阔的市场应用前景。

四、技术内容

1. 技术原理

微波加热是利用微波电磁场中材料的介质损耗使材料整体加热至温度升高。在微波电磁场作用下，材料会产生一系列的介质极化，在极化过程中极性分子由原来的随机分布状态转向依照电场的极性排列取向，而在高频电磁场作用下，分子取向按交变电磁的频率不断变化，依靠材料本身吸收微波能转化为材料内部分子的动能和势能，进而实现材料内外同时均匀加热的原理。

传统加热热源是通过热辐射、传导、对流三种方式完成的，而微波加热则是通过物质内部粒子与高速交变的电磁波相互作用来完成的。这种相互作用引起物质中电介质的损耗，使电磁能转变为热能，高效、清洁。

微波/电混合高温加热技术可克服部分材料在低温状态下吸收微波差而升温速度慢等缺点，具备特点如下：

（1）优质：通过均匀穿透的能量作用大幅提高加工材料的品质。如采用微波高温合成技术可生产出世界上高品质的磁性材料、动力电池材料和氮化铁合金材料等；

（2）高效：通过整体同步的能量作用大幅缩短材料的加热或加工时间，提高加热或加工效率数倍乃至数百倍。如采用微波烧结技术生产氮化硅锰，可使效率提高 20 倍，生产成本降低 70%；

（3）节能：因材料加热或加工效率高而显著节能，与常规电加热窑炉相比，通常可省电 40% 以上，如烧制氮化硅锰，可节电 90% 左右；

(4) 改性：因微波加热存在非热催化效应，颠覆部分传统产品烧结工艺，如人造金刚石石墨+触媒，由原来真空状态下纯氢气烧结改变为常压状态下氮气烧结，可大大降低成本，提高设备使用的安全性；

(5) 应用范围广：充分利用纯微波高温加热技术与电加热的优势，克服部分材料在低温状态下吸收微波差而升温速度慢等缺点，应用范围大大提高。

2. 关键技术

(1) 高稳定性的微波源技术；

(2) 建立不同边界条件下微波腔体的微波模数结构计算与设计软件系统，确保微波与材料最佳偶合；

(3) 设计多种微波抑制及微波屏蔽器，设计出微波屏蔽装置，将电热元件引出线的微波辐射降低到 $100 \mu W/cm^2$ ；

(4) 采用专用于微波高温窑炉测温用热电偶，与常规热电偶相比，该技术引出线微波辐射少，测温精度高；

(5) 微波窑炉加热元件是微波源，布置在保温层外面，微波穿过保温层加热物料，要求微波窑炉的保温材料吸波性能差，在微波照射下自身发热小。研究开发出可适应微波烧结温度高于 $1600^\circ C$ 的保温材料，以及炉管、匣钵、推板、氧化铝空心球砖等耐火材料，是该技术完成的重要保障；

(6) 温度精确控制技术。采用温度曲线的控制，实际就是微波功率的控制，这要求一是做到微波功率的精确无级可调，二是闭环控制时间响应快。微波功率调节是非线性的，它由雷基图决定。本技术采用常规的PLC、触摸屏、经多种温度曲线计算，实现微波功率的控制。

3. 工艺流程

微波烧结炉工作原理与传统烧结炉对比见图1。

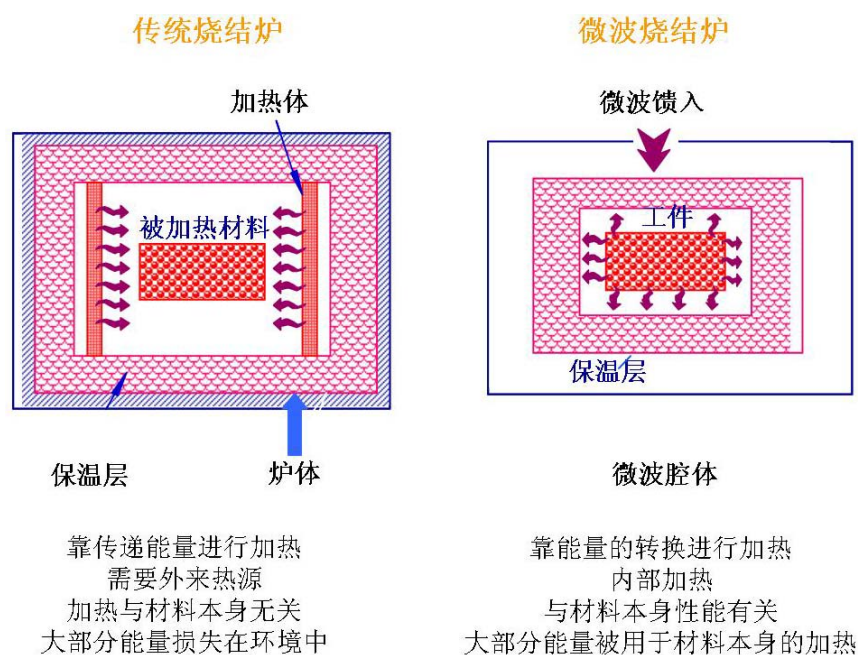


图 1 传统烧结炉与微波烧结炉工作原理对比图

五、主要技术指标

1. 微波输出频率：2.45GHz $\pm$ 25MHz；
2. 最高温度：1650℃；
3. 工作温度：1600℃；
4. 温度均匀度： $\pm$ 6℃；
5. 窑炉温度稳定度： $\pm$ 5℃；
6. 曲线控制精度： $\pm$ 2℃。

六、技术应用情况

该技术于2012年3月通过湖南科学技术厅组织的技术成果鉴定，并获得多项国家专利。2012年3月，“RWEG微波(电热)高温辊道窑、RWET微波(电热)高温辊道窑、RWS微波多功能实验炉”三项产品成功通过湖南经信委与湖南资源综合利用协会组织的产品鉴定。

与常规工业加热技术相比，该技术可大幅改善材料品质，并具有显著的高效、节能、环保等特点，节能率可达40%以上，且制造成本与常规技术相当，因而具有使用领域广、性价比高的竞争优势。目前，该技术已在湖北钟祥华邦科技有限公司、广东风华高新科技股份有限公司新宝华电子设备分公司、潮州市博大工艺品制作有限公司等企业应用，产品技术符合技术指标需求，技术成熟、稳定。

七、典型用户及投资效益

典型用户：湖北钟祥华邦科技有限公司、广东风华高新科技股份有限公司、潮

州市博大工艺品制作有限公司等

典型案例 1

建设规模：6 条 3000t/a 氮化钒微波高温合成窑炉。主要技改内容：利用微波（电热）代替电加热窑合成氮化钒，主要设备为微波（电热）高温推板窑。节能技改投资额 4200 万元，建设期 6 个月。每年可节能 5760tce，年节能经济效益为 1008 万元，投资回收期约 4 年。

典型案例 2

建设规模：2 条 1.8 万 m³/a 高档日用瓷、艺术瓷的微波高温素烧窑。主要技改内容：利用连续式微波（电热）高温辊道窑代替原有的间歇式液化气窑，主要设备为微波（电热）高温辊道窑 2 套。节能技改投资额 1100 万元，建设期 6 个月。每年可节能 1746tce，年节能经济效益 806 万元，投资回收期约 1.4 年。

八、推广前景和节能潜力

微波能的应用始于1947年第一台家用微波炉在美国的诞生，到现在已经六十多年，使用初期仅限于某些特殊领域，直到近二十年才得到迅猛发展。由于微波能应用技术具备显著的优质、高效、节能、环保的特点，随着微波装备制造技术的不断提高和材料的微波加工工艺技术的不断开发，全球微波能应用技术也将逐渐取代传统的蒸汽、烟气、热风、电加热实现微波干燥，同时微波高温技术也开始在微波冶金、微波烧结陶瓷、无机类新材料微波法制备等方面得到普遍的认可。预计到2015年，可在相关领域推广10%，形成的年节能能力约为100万tce。

30 数字化无模铸造精密成形技术

一、技术名称：数字化无模铸造精密成形技术

二、适用范围：通用机械行业 汽车、工程机械、船舶、电力、交通、航空航天等领域复杂零部件

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

铸造行业的能耗约占机械工业能耗的23%~62%，消耗的能源主要是焦炭、煤、电、氧气、水等。目前，我国铸造行业的能源利用率仅为17%，铸造生产的综合能耗是发达国家的2倍，节能潜力很大。然而，我国铸造行业清洁生产与环境保护的意识相对薄弱，能耗较大。据统计，中国制造业的铸件生产过程中材料和能源的投入约占产值的55%~70%，每生产1吨合格铸铁件的能耗约为550~700kgce，而国外为300~400kgce；生产1t合格铸钢件的能耗约为800~1000kgce，而国外为500~800kgce。同时，传统铸造需要模具，通过用木模或金属模翻制砂型制造铸件，存在工序多、制模周期长、成本高、资源浪费、废弃物排放多、数字化水平低等问题，且产品设计发生改动，需要重新制造模具，严重影响关键零部件的开发速度和成本，造成资源的重复浪费。

四、技术内容

1. 技术原理

数字化无模铸造精密成形是一种全新的复杂金属件快速制造方法,可实现复杂金属件制造的柔性化、数字化、精密化和绿色化。一方面，该技术省去了实体原型或者模具制造环节，可缩短铸造流程，提高金属件制造工艺的灵活性和可操作性，实现传统铸造行业的数字化制造；另一方面，该技术可直接加工出所需铸型，取消了拔模斜度，不需要工艺补正量，减少了零部件设计中加工余量，节约了木材和金属消耗，降低了铸件能耗。其基本原理为：首先根据铸型三维CAD模型进行分模，并结合加工参数进行砂型切削路径规划；对规划好的路径模拟仿真，确保不会发生刀具干涉和砂型破坏；将砂坯置于加工平台上加工，产生的废砂被喷嘴吹出的气体排除；最后将加工的铸型单元组合、浇注,得到合格的金属件。

2. 关键技术

- (1) 数字化无模铸造精密成形方法研究；
- (2) 开发出刀具冷却及废砂排除一体化系统；

- (3) 数字化无模铸造精密成形机加工专用刀具开发;
- (4) 数字化无模铸造精密成形机专用控制系统开发;
- (5) 数字化无模铸造精密成形设备开发。

3. 工艺流程

工艺流程为:计算机设计→铸型及浇冒口系统→三维CAD模型分模及优化→加工路径的模拟仿真→铸型的加工制造→组型(芯)→浇注。具体见图1。

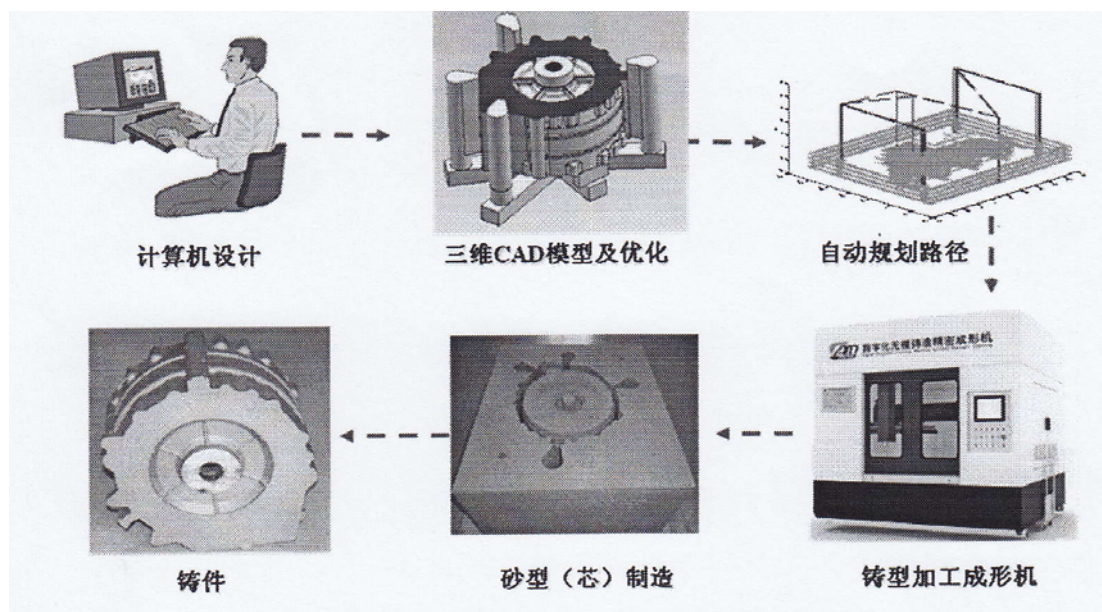


图 1 数字化无模铸造精密成形工艺流程图

五、主要技术指标

1. 最大加工范围达 1500mm×1000mm×400mm, 更大砂型可以分块加工再组合, 能够进行树脂砂、水玻璃砂、覆膜砂等不同砂型的加工, 也可用于石膏、聚苯乙烯的加工制造。

2. 不需要木模及模具, 缩短了铸造流程, 实现了传统铸造行业的数字化制造, 与传统有模铸造相比, 铸件开发时间缩短 50%~80%, 制造成本降低 30%~50%。

六、技术应用情况

该技术于 2011 年 3 月通过中国机械工业联合会组织的技术成果鉴定, 已获专利和软件 12 项, 其中发明专利 5 项。目前, 该技术已先后在中国一汽、中国一拖、广西玉柴、广西柳工、北京隆源、哈尔滨维恩瑞弛、北京星航机电厂、江苏技术师范学院等单位进行应用, 显著缩短新产品的开发周期和投产时间, 节约了模具制造费等相关开支, 提高了制造工艺的快捷性和灵活性, 在汽车、航空航天、国防军工等领域取得了显著的经济和社会效益。

七、典型用户及投资效益

典型用户：一汽铸造有限公司、中国一拖集团有限公司、广西玉柴等

典型案例 1

建设规模：年加工 50t 复杂零部件的铸造生产线。主要技改内容：利用基于数字化无模铸造精密成形设备，开展无模铸造精密成形工艺研究，实现柴油机缸体等复杂部件砂模的快速加工制造，从而取代进口金属模具制造精密型芯。主要设备为 2 台数字化无模铸造精密成形机。节能技改投资额 250 万元，建设期 1 年。每年可节约模具材料 2500t，节约模具加工耗能 30.75tce，年节能节材经济效益为 7500 万元，投资回收期 1 个月。

典型案例 2

建设规模：年加工 3000t 复杂零部件的铸造生产线。主要技改内容：利用基于数字化无模铸造精密成形设备，开展无模铸造精密成形工艺研究，实现复杂涡壳、传动箱体、机床床身等复杂零部件的无模铸造。主要设备包括 6 台数字化无模铸造精密成形机。节能技改投资额 750 万元，建设期 1 年。每年可节能 300tce，年节能节材经济效益 3000 万元，投资回收期 2 个月。

八、推广前景和节能潜力

据统计,国内现有铸造企业 22000 多家,汽车零部件制造企业 5000 多家,机床制造企业 2000 多家,工程机械制造企业约 2000 家。大量的企业在新产品开发和单件、小批量制造中,急需数字化无模铸造精密成形技术及装备。

预计 2015 年,我国铸件总产量将达到 5000 万 t 以上,如果该技术可在铸造行业推广 10%,形成的年节能能力可达到 21 万 tce。

31 低压工业锅炉高温冷凝水除铁技术

一、技术名称：低压工业锅炉高温冷凝水除铁技术

二、适用范围：通用机械行业 低压工业蒸汽锅炉

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

蒸汽冷凝水是含有高潜热的可利用资源，作为锅炉给水回收再利用可以节约10%~20%的能源消耗和50%~80%水资源。然而目前我国大多数低压工业锅炉由于其使用工艺的特殊性（间断用气），冷凝水中铁离子浓度较高，超过工业锅炉国家标准而不能回用，导致大量的蒸汽工业锅炉冷凝水得不到合理的回用，造成能源、水资源的浪费和环境污染。

四、技术内容

1. 技术原理

由于工业锅炉系统开放式的运行，冷凝水中铁主要是以凝胶状态的三价铁的形式存在，可通过富集、过滤的方式去除。该技术通过采用不规则的直径为1mm~3mm 的轻质陶瓷粒料作为滤料，利用滤料本身的大比表面积和多孔性及不规则外形堆积后产生的孔隙/缝隙，大量截留水中的铁离子化合物，可以有效去除冷凝水中的铁离子，确保出水铁离子浓度达到国家工业锅炉的给水标准，同时不会给高温冷凝水带入其他杂质。

二价铁是离子状态的，溶于水中很难去除。而考虑到冷凝水中二价铁的存在，该技术采用平衡罐的方式处理二价铁，即通过具有催化作用和极强的吸附能力的熟料，加速二价铁转化为三价铁，改变价键后的铁也可以通过过滤去除。

2. 关键技术

（1）滤料

过滤器填充的滤料是经过改性的陶瓷滤料，具有轻质多孔、表面粗糙、无定形、多棱角等特点，主要成分为氧化硅和氧化铝，配入一定比例的高分子材料，是在特殊工艺条件下高温烧结而成，为无规则形状，不含钙镁等元素，不会增加析出硬度。滤料的比重为1.2~1.5 g/cm³，比表面积18~20 m²/kg，内外平均孔隙率80%，抗剪切强度5.6 MPa，抗压强度7.0 MPa。滤料堆积后，棱角及大孔的纳污和过滤效果远远好于目前常用的普通滤料，如锰砂、石英砂、普通陶瓷粒等等。

（2）反洗效率

过滤系统是否能够长期稳定的运行，很重要的原因在于反洗技术。该技术反冲洗时，由下部布水器旁口喷咀喷出高压气体，形成一定直径的上流气柱，而四周的滤料下降补充空位。这样，第一是向上的气流，第二是由此带动的水流，第三是上下滤料运动的摩擦形成了三重剪切力，用机械方法，水流，气流的剪切力清除吸附杂质，去除颗粒之间的污物。

（3）水质平衡器

由于冷凝水收集量的不确定性、间断性和波峰性都会影响处理过程的稳定性，该技术通过对平衡器水位进行的液位控制，让工作水泵在液位允许的范围内工作，可以起到稳定流量的作用，同时还可以实现平衡温度的功能。

水质平衡器通过特殊的设计，采用一些有催化功能的特殊过滤材料，这种材料可将二价铁离子催化氧化为三价铁，且不会对过滤水渗透任何杂质。

（4）水处理能力调整方便

系统可以采用模块化组合方式，占地面积小很，多组模块可单独/整体进行清洗运行，装置每个自成一体单独清洗运行时不影响其他的正常运行。

适用的冷凝水处理流量范围广，每小时水处理量1吨至数百吨均可。

3. 工艺流程

该技术的工艺流程见图 1。

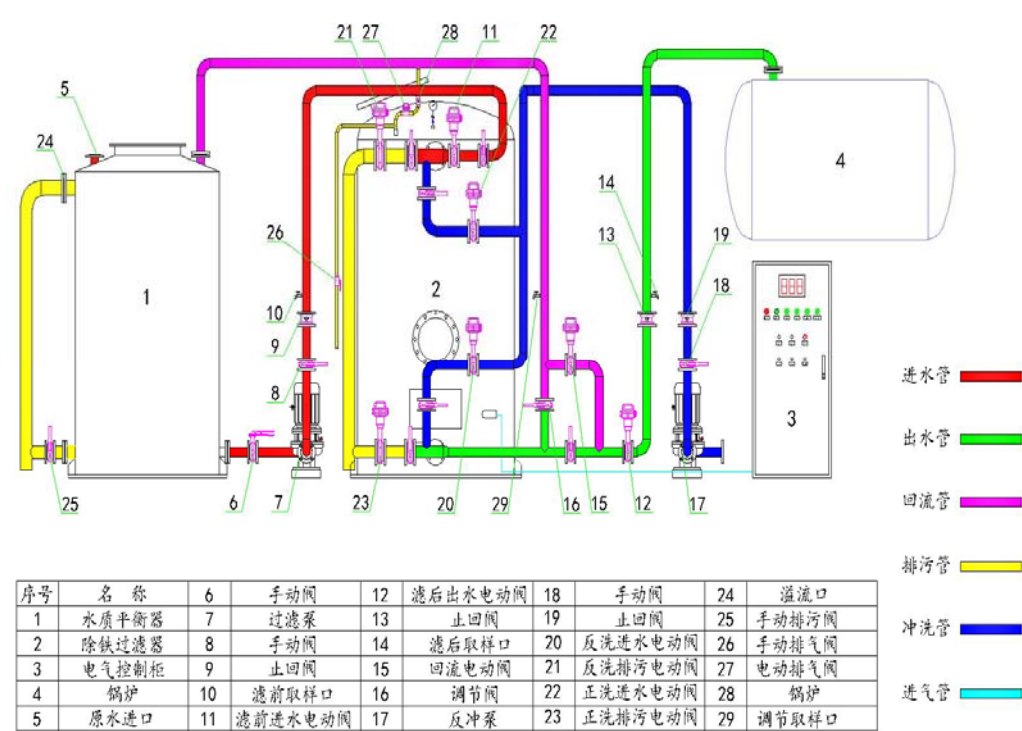


图 1 低压工业锅炉高温冷凝水除铁过滤系统工艺流程图

五、主要技术指标

1. 适用条件：进水铁离子含量 5-10mg/l；
2. 出水标准：铁离子含量 $\leq 0.3\text{mg/l}$ ，电导率增加低于 1%；
3. 工作水温： $<98^{\circ}\text{C}$ ；
4. 锅炉排污率： $<5\%$ 。

六、技术应用情况

该技术于 2005 年开始研制，通过 2-3 年的试用和改进，于 2009 年通过国家锅炉水处理质量监督检验中心的检测。目前在低压工业锅炉领域已有百余台过滤设备在使用，设备正常运行率在 90%以上。

七、典型用户及投资效益

典型用户：烟草行业：湖北中烟、湖南中烟、四川中烟，安徽中烟、13 个烟厂；中石化：长城润滑油 5 个分公司，催化剂公司等 10 家化工企业，中石油企业；军工企业：葫芦岛驳船重工，北京武警总部等；其它行业如食品饮料行业，医药行业，宾馆饭店，学校等。

典型案例 1

建设规模：处理冷凝水量 20t/h，建设条件具备冷凝水回收管线即可。主要技改内容：冷凝水回用，增加除铁过滤设备。节能技改投资额 60 万元，建设期 30 天。每年可节能 1262 tce，年节能经济效益为 220 万元，投资回收期约 3 个月。

典型案例 2

建设规模：处理冷凝水量 175t/h，建设条件具备冷凝水回收管线即可。主要技改内容：冷凝水回用，增加除铁过滤设备。节能技改投资额 500 万元，建设期 50 天。每年可节能 9168tce，年节能经济效益 3000 万元，投资回收期约 3 个月。

八、推广前景和节能潜力

蒸汽工业锅炉冷凝水回用后可作为优质的热源给水。回收冷凝水的热量并加以妥善利用，会明显减少锅炉燃料消耗，既提高锅炉给水温度，也可减少锅炉补给水量（软化水），降低蒸汽生产成本，并且由于锅炉的水质改善，还会减少锅炉的排污热损失，提高锅炉的使用效率，是锅炉供热过程中节能节水的有效措施。预计到 2015 年，可在全国低压工业锅炉推广 10%，形成的年节能能力约为 83 万 tce。

32 新型桥式起重机轻量化设计节能技术

一、技术名称：新型桥式起重机轻量化设计节能技术

二、适用范围：通用机械行业 各种通用桥式起重机

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

通用桥式起重机是一种应用量大面广的机械设备之一。现有通用桥式起重机，受传统的设计理念局限，产品自重过大，制造成本过高，运行耗能较高。采用现代设计理论及科学设计方法对传统产品进行轻量化设计，可实现节能、节材、节电的目的，是通用桥式起重机产品升级的重点任务之一。

四、技术内容

1. 技术原理

(1) 采用模块设计，将起升机构的电动机+减速器+制动器设计组成一个模块，分设17kW、32kW和63kW三个机型，灵活组织批量生产；根据不同起重量组合成14个吨位的起升机构；将车轮设计成 $\Phi 250\text{mm}$ 、 $\Phi 315\text{mm}$ 、 $\Phi 400\text{mm}$ 、 $\Phi 500\text{mm}$ 四个模块，按不同的起重量和跨度、最大承载能力可设计成四轮、八轮和十六轮等结构；

(2) 起重机的主梁采用全偏轨设计，小车运行轨道采用方钢；

(3) 大小车驱动装置采用三合一减速器（电子蝶刹制动器+圆柱电动机+减速器），结构紧凑、体积小、安装方便；

(4) 起重机整机采用全变频配置，具有超载保护、1:10调速功能、在线运行监控、故障显示及报警、PLC逻辑控制、起止动平稳等功能。

2. 关键技术

(1) 起升机构采用结构紧凑的起升减速电机，降低了小车高度；

(2) 采用国产高强度钢丝绳，优化了绳轮机构；

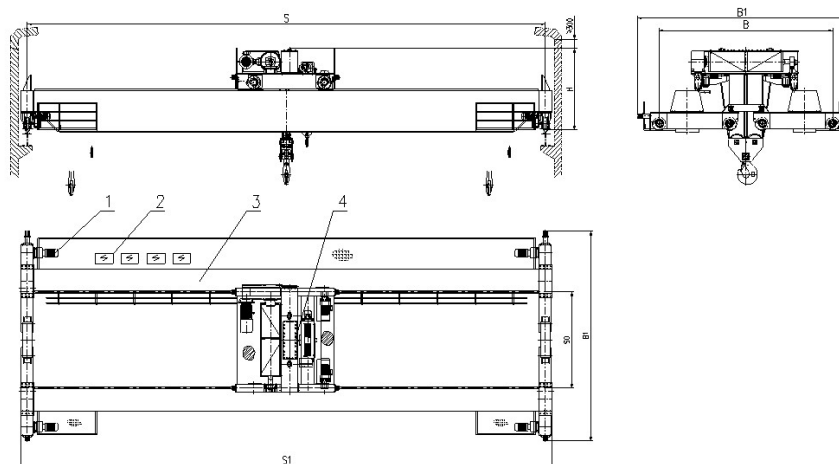
(3) 小车架采用三梁结构，简化了加工工艺；

(4) 主梁采用偏轨箱型梁，优化了截面结构尺寸，减轻了自重量；

(5) 采用变频驱动，噪声低于标准22分贝，运行平稳安全可靠

3. 工艺流程

新型桥式轻量化起重机结构见图1。



1. 大车行走机构 2. 起重机电气和控制系统 3. 桥架 4. 小车

图 1 新型桥式轻量化起重机结构简图

五、主要技术指标

1. 起重量 5~100t;
2. 起重机每台平均节电率约 37.9%;
3. 起重机每台平均节约钢材率 18.0%;
4. 起重机每台平均自重减轻 34.4%;
5. 在不改变原厂房的结构基础上起重量可提升 25%。

六、技术应用情况

该技术已获得 3 项实用新型专利，并于 2010 年通过了浙江经信委组织的技术成果鉴定。目前全国总共有 15 台该类型的设备在使用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：浙江省汇众粉末冶金有限公司、中超机器有限公司、浙江金奥兰有限公司等

典型案例 1

建设规模：24m×96m 生产车间。主要技改内容：采购 2 台起重量为 80t、跨度为 22.5m 的通用桥式起重机。节能技改投资额 390 万元，建设期 8 个月。每年可节能 70tce，年节能经济效益为 140 万元，投资回收期约 3 年。

典型案例 2

建设规模：18m×54m 生产车间。主要技改内容：老厂房增加 1 台新的 80t 桥式起重设备。节能技改投资额 100 万元，建设期 3 个月。每年可节能 30tce，年节能经济效益 95 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，该技术可在全国桥式起重机使用企业推广 20%，形成的年节能能力可达 35 万 tce 。

33 发动机冷却系统优化节能技术

一、技术名称：发动机冷却系统优化节能技术

二、适用范围：汽车行业 适用于各类商用车辆（客车、卡车、工程机械）

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

据统计，目前商用车辆冷却系统的能耗约占整车的 10%左右。

四、技术内容

1. 技术原理

传统冷却系统的“非温控”、“非按需散热”、“非独立换热器”等特点，是商用车辆油耗高的主要原因。

发动机冷却系统优化节能技术模拟了发动机台架实验工况的水、气温度条件，将台架试验时的良好条件“移植”到整车，使发动机在整车上得到良好应用。同时，采用了低能耗的新型驱动管理技术，综合降低了油耗。

2. 关键技术

采用优化控制技术，由 ECU 根据各换热器的专用传感器反馈的介质温度，按照恒温控制的策略，实时控制多个独立化布置，采用电驱风扇冷却源的换热系统温度恒定方案技术。

（1）冷却系统的产品架构设计技术，解决了困扰商用车冷却系统设计的“二元换热”理论数学模型问题；

（2）将发动机台架试验工况理想状态，成功“移植”于整车使用，整车维持最佳水、气温度，提高发动机热效率；

（3）先进的冷却系统设计架构、实时温度控制策略和独立换热器布置型式；

（4）全数字化、闭环式的电控系统控制设计方案，“PWM”脉宽调制波变频控制技术、数字化传感技术、“AVF”直流变频、变压、变流等变控技术。温控方式 ECU 化、变频化、实时化、恒温化；

（5）专用高效换热器设计技术。

3. 工艺流程

发动机冷却系统优化节能技术原理见图1。

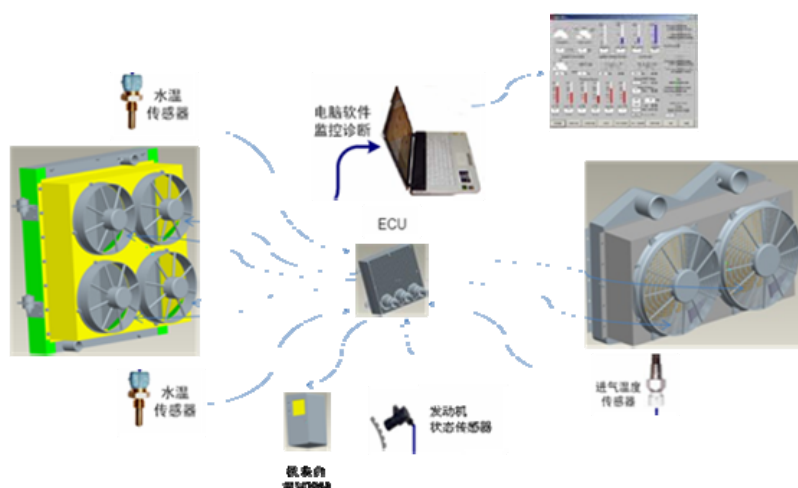


图 1 发动机冷却系统优化节能技术原理图

五、主要技术指标

1. 冷却系统功耗低于发动机功率的 2%;
2. 整车油耗降低 5%以上。

六、技术应用情况

该技术于 2012 年 3 月通过中国机械工业联合会组织的技术鉴定，已获得 20 余项国家专利。2008 年小批量装车，2009 年在国内 10 余家客车厂装配，到 2011 年为止，全国主要客车厂有 40 余家在装配使用。目前，已大批量应用于客车的公交车辆，市场总应用量已达 6000 多台，技术成熟可靠。

七、典型用户及投资效益

典型用户：北京公交集团、苏州公交集团

典型案例 1

建设规模：1000 台公交车发动机冷却系统优化改造。主要技改内容：对发动机冷却系统进行优化。节能技改投资额 1026 万元，建设期 2 年。每年可节能 1998tce，年节能经济效益为 829.6 万元，投资回收期约个 10 月。

典型案例 2

建设规模：500 台公交车（新车标配）发动机冷却系统优化改造改造。主要技改内容：对发动机冷却系统进行优化。节能技改投资额 442.5 万元，建设期 2 年。每年可节能 1279tce，年节能经济效益 685.6 万元，投资回收期约 8 个月。

八、推广前景和节能潜力

由于冷却系统对于发动机的动力性、经济性、可靠性具有综合性的影响，发动机冷却系统优化节能技术作为传统冷却系统的升级换代新技术，有效提升了发动机的性能，同时将大幅降低车辆燃料消耗、排放总量和车辆噪声。预计“十二五”期

间，该技术将在商用车（客车、卡车、工程机械车辆）领域推广至 55%，形成的年节能能力为 141 万 tce。

34 高速公路电子不停车收费技术

一、**技术名称：**高速公路电子不停车收费技术

二、**适用范围：**交通行业 高速公路收费领域

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状**

目前，高速公路主要的收费手段是人工收费。截止 2011 年底，全国高速公路通车总里程已经超过 8.6 万 km，全国民用汽车保有量也达到了 10,578 万辆，大中城市中汽车保有量达到 100 万辆以上的城市数量达 14 个。到“十二五”期末，预计高速公路里程将接近 11 万 km，民用车辆保有量将超过 1.5 亿辆。由于人工收费效率低下，随着高速公路车流量不断增加，收费站拥堵现象日益严重，不仅影响交通治安，降低社会生产效率，还导致了汽车油耗和尾气排放大幅增加。

四、**技术内容**

1. 技术原理

公路交通运输企业的能源成本主要来自于汽车油耗，汽车行驶过程的速度变化是汽车油耗增加的主要因素之一。高速公路电子不停车收费系统（ETC）主要通过收费站 ETC 车道上的微波天线与安装在车辆挡风玻璃上的车载电子标签之间的专用短程通信，在不需要司机停车和其他收费人员操作的情况下，通过微波实现车辆身份参数的快速自动识别和数据交换，获取通过车辆的类型和所属用户等数据，并由计算机控制系统指挥车辆通行，其通行费可以通过计算机网络系统直接从储值型 IC 卡中扣除或者通过记账型 IC 卡信息从用户在银行开设的专用账户上扣除，从而实现车辆的不停车收费。

使用电子不停车收费系统（ETC），大大减轻了高速公路交通堵塞和拥挤，有效提高了高速公路通行速度，在汽车发动机、载重量、几何外形和公路质量等因素不变的情况下，过往车辆制动减速、怠速待车和踩油门加速的频率得到了有效降低，即可以大幅度降低高速公路汽车能源消耗值和尾气排放值。

2. 关键技术

（1）DSRC 设备研制

ETC 专用短程通信设备由安装在车辆上的微型化车载单元 OBU 和路侧设备 RSU 构成。其中，车载单元 OBU 是一种具有微波通信功能和信息存储功能的移动设备识别装置，它以 5.8GHz 微波为传播介质，采用 5.8GHz 微波天线，包含调制解调器和

编码、解码电路，实现从 DSRC 物理层到 DSRC 数据链路层数据变换要求。车载单元 OBU 平时处在耗电低的休眠状态，只有进入路侧设备 RSU 的通信区域，被路侧设备 RSU 发射的 BST(Beacon Service Table)微波信号激活进入相应的工作状态；接收路侧设备 RSU 发出的控制信息和要求，转发下行链路载波，其载波已由二次副载波调制，实现上、下行链路的通讯。由于将采用微封装器件、SMD 焊接工艺和 ABS 高温改性 ABS 塑料外壳，使得整个车载单元 OBU 具有结构紧凑、体积小、安装方便的特点。

RSU 是 OBU 的读写控制器，由加密电路、编解码器电路和收、发独立的微波电路及核心单元——数字信号处理器等组成，以 DSRC 通讯标准的数据交换方式和微波无线传递手段，实现移动车载设备与路侧设备之间安全可靠的信息交换目的。路侧设备 RSU 电路采用模块化设计，选用微封装器件、SMD 焊接工艺，外壳采用不锈钢材料和全密封防水结构，以期达到交通道路现场使用要求。

(2) 密钥系统及双界面 CPU 技术

密钥系统是整个 ETC 解决方案的安全保障，它有自身行业的一些特殊要求。与该技术的密钥系统相关的关键技术及解决途径包括：双界面 CPU 卡开发技术、CPU 卡、母卡等密钥卡开发技术、密钥导出、导入及分散技术和 TAC 码认证技术。

(3) ETC 车道逻辑

ETC 车道逻辑主要包括过车逻辑、异常处理逻辑、设备检测与控制逻辑。

(4) ETC 运营模式的优化。

3. 工艺流程

该技术系统流程见图1、图2。

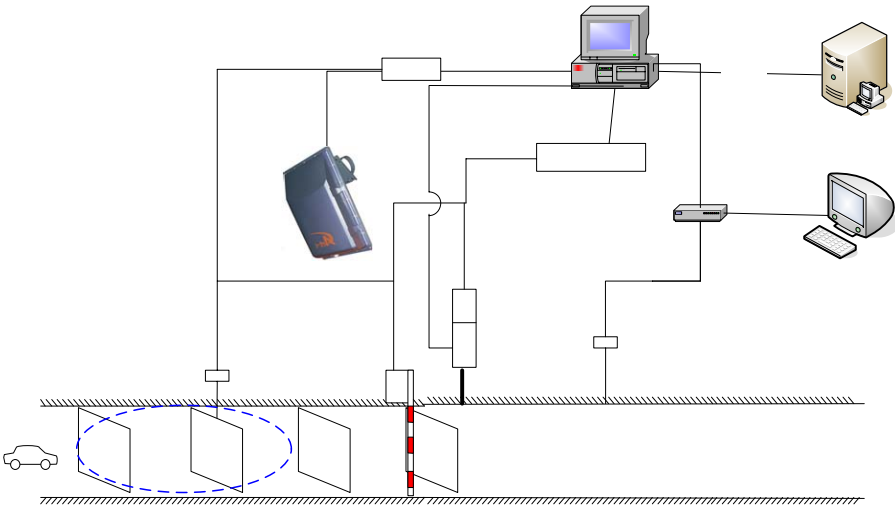


图 1 电子不停车收费系统结构图

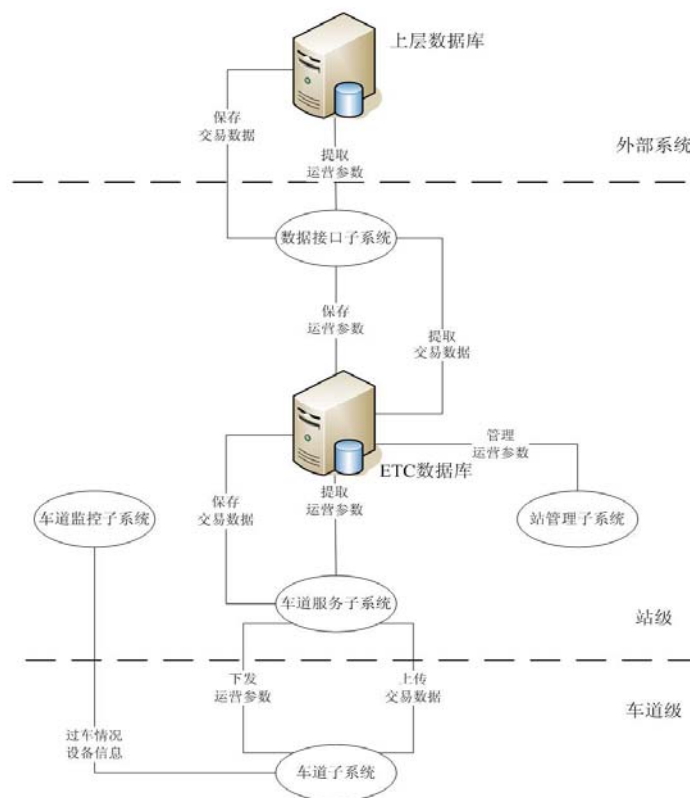


图 2 电子不停车收费系统原理简图

五、主要技术指标

1. 单车交易处理时间 $\leq 3s$;
2. 车道通行能力 ≥ 1200 辆/车道 $\cdot h$;
3. 过车速度最高可达 40km/h;
4. 可靠性: 每 10 万次交易不能有多于 3 次的错误;
5. 车道信息保存: 至少 6 万车次过车记录;
6. MTBF: 大于 1 万 h。

六、技术应用情况

该技术于 2011 年 5 月通过广东省交通运输厅组织的专家鉴定。2000 年 6 月，国家智能交通系统工程技术研究中心在第四届亚太区 ITS 年会上创造性地提出了组合式收费技术方案。2000 年底，交通部公路科学研究所确定京珠高速公路粤境南段（曲江-翁城段）采用组合式收费技术进行收费，将该项目作为组合式收费技术向全国推广的示范工程。同时，在广东省开始了 ETC 系统的推广应用工作。随着国家标准的发布和交通部门的大力宣传，ETC 建设也得到了蓬勃发展，继广东之后，先后有福建、湖北、甘肃、陕西、山西、湖南、重庆、四川、辽宁、云南、贵州、新疆等省市相继开始启动电子不停车收费项目的建设实施，技术成熟可靠。

七、典型用户及投资效益

典型用户：广深高速公路有限公司、深圳高速公路有限公司等

典型案例 1

建设规模：高速公路 37 个收费站，共建设 ETC 车道 70 条。主要技改内容：收费站土建改造，机电设备（包括微波读写控制器 RSU、车道计算机、电动栏杆、费额显示器、车牌识别器、车辆检测器等）的铺设和安装，以及软件系统的集成，软件系统由站级子系统和车道级子系统构成，其中车道级子系统包括：车道系统、车道监控系统、站管理系统和接口系统。主要设备包括微波读写控制器 RSU、车道计算机、电动栏杆、费额显示器、车牌识别器、车辆检测器等。节能技改投资额 3500 万元，建设期 5 年。年节能量约为 1064tce。节能经济效益 771 万元，投资回收期约 4.5 年。

典型案例 2

建设规模：26 个收费站，共建设 ETC 车道 52 条。主要技改内容：收费站土建改造，机电设备（包括微波读写控制器 RSU、车道计算机、电动栏杆、费额显示器、车牌识别器、车辆检测器等）的铺设和安装，以及软件系统的集成，软件系统由站级子系统和车道级子系统构成，其中车道级子系统包括：车道系统、车道监控系统、站管理系统和接口系统，主要设备包括微波读写控制器 RSU、车道计算机、电动栏杆、费额显示器、车牌识别器、车辆检测器等。节能技改投资额 2600 万元，建设期 5 年。年节能量约为 847 tce，节能经济效益为 614 万元，投资回收期约为 4.2 年。

八、推广前景和节能潜力

我国在上世纪 90 年代开始引入 ETC 系统，经过多年研究建设，近几年取得飞速发展。2009 年全国使用 OBU 不停车收费用户数共计 52 万，开通车道条数约为 1292 条；2010 年全国使用 OBU 不停车收费用户数约为 110 万，开通车道条数约为 1927 条；至 2011 年底，全国已有 22 个省市建设不停车收费系统，开通 ETC 车道约 3172 条，使用 OBU 不停车收费用户达到约 270 万。预计到 2015 年，全国高速公路 ETC 平均覆盖率（设置 ETC 车道的收费站数量占比）将达到 60%，ETC 车道数达到 6000 条以上，ETC 用户量提升至 500 万个，形成的年节能能力约为 8 万 tce。

35 高压变频数字化船用岸电系统技术

一、技术名称：高压变频数字化船用岸电系统技术

二、适用范围：交通行业 除油轮外所有大型远洋船舶

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

据统计，目前 5 万 t 船舶靠泊一昼夜使用辅机发电能耗为重油 4t，轻油 1t，折合 7.17tce。

四、技术内容

1. 技术原理

船舶靠港期间，停止使用船舶上的发电机，而改用陆地电源供电。港口提供岸电的功率应能保证满足船舶停泊后所必需的全部电力设施用电需求，主要包括生产设备（如舱口盖驱动装置、压载水泵等）、生活设施、安全设备以及其它设备。港口（提供岸电）和靠港船舶（接受岸电）各自专门带有一套岸电系统。

2. 关键技术

- （1）高压变频电源；
- （2）高压上船；
- （3）不间断供电；
- （4）自动控制。

3. 工艺流程

高压变频数字化船用岸电系统流程见图 1。

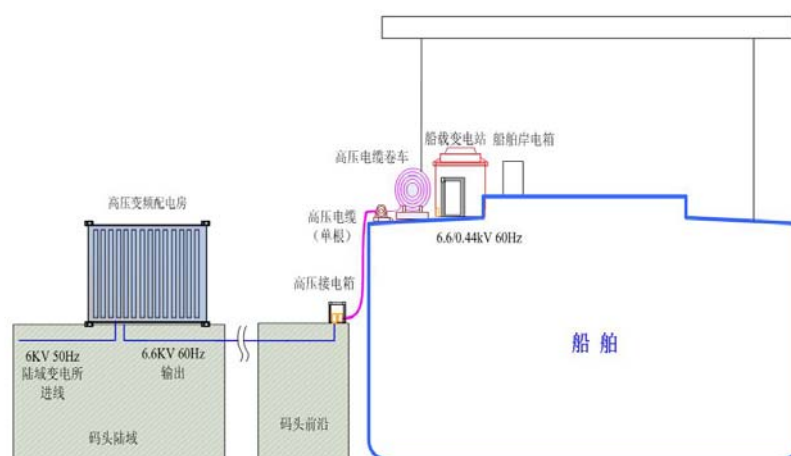


图 1 高压变频数字化船用岸电系统示意图

五、主要技术指标

1. 高压变频电源输入侧为 10kV 或 6kV 交流电源，内部进行 AC-DC-AC 转换，为 6n 脉波控整流输入，输出侧为 60Hz/6.6kV，为 2n+1 相电压输出，谐波电压和谐波电流含量满足 IEEStd519-1992 和 GB/T14549-93《电能质量公用电网谐波》技术要求；
2. 船载变电站输出为 60/50Hz/450V 船舶用电；
3. 系统总效率在 95%以上。

六、技术应用情况

该技术于 2011 年 4 月通过连云港市科技成果鉴定。该技术针对不同船型设计了不同的改造方案。例如，针对老船、老码头的改造，用电量 2MW 以内的第一系列产品，以连云港“中韩之星”轮船舶及连云港港 59 泊位为代表；针对新造散杂货船和新建码头，用电量 5MW 以内第二系列产品研发及产业化，以河北远洋的“富强中国”轮船舶及连云港港 58 泊位为代表，此外还在神华集团“神华 501”船舶及黄骅港得以实现；针对所有集装箱船，用电量在 5MW 以内的系列产品将在中海集运“新扬州”号集装箱班轮及上海港集装箱码头上实施。

七、典型用户及投资效益

典型用户：连云港港口集团有限公司、连云港中韩轮渡有限公司、河北远洋运输集团、神华集团

典型案例 1

建设规模：59 泊位实施岸上改造和大型船舶上实施船上改造。主要技改内容：59 泊位变电所旁建设高压变频电源 1 座，容量为 1500kVA(10kV-50Hz/6.6kV-60Hz)，电源以 6.6kV 上船，在码头靠海侧靠泊船舶尾部建设高压接电箱 1 个；在大型船舶上实施电气系统改造，安装船载变电站 1 套（6.6kV/440V）和高压电缆卷车各 1 个。主要设备包括高压变频电源 1 座、高压接线箱 1 只、高压电缆卷车 1 台、高压进出线柜 1 只、岸电控制屏 1 只等。节能技改投资额 600 万元，建设期 50 天。每年可节能 622tce，平均年节能经济效益为 179 万元元，平均投资回收期约 3.3 年。

典型案例 2

建设规模：200 泊位加装码头岸电系统和新造船舶上加装船舶岸电系统。主要技改内容：变电所内建设高压变频电源 1 座，容量为 1500kVA(10kV-50Hz/6.6kV-50Hz)，电源以 6.6kV 上船，在码头靠海侧靠泊船舶尾部建设高压接电箱 1 个；在新造船舶上安装船载变电站 1 套（6.6kV/450V）和高压电缆卷车各 1 个。主要设备包括高压变频电源 1 座、高压接线箱 1 只、高压电缆卷车 1 台、高压进出线柜 1 只、岸电控

制屏 1 只等。节能技改投资额 450 万元，建设期 30 天。每年可节能 594tce，年节能经济效益 150 万元，投资回收期约 3 年。

八、推广前景和节能潜力

在国内外推广应用船舶岸电技术，并将其完善成为国家标准乃至提升为世界标准，在新建造的码头和船舶中应用，最终使船舶靠港使用岸电将进入一个新的历史性阶段。交通运输部将推广应用靠港集装箱船和散货船岸电技术作为开展重点技术和典型经验推广应用工作的配套项目之一，并提出到 2015 年力争我国主要港口大型集装箱码头和散货码头完成相关技术改造的目标。预计到 2015 年，全国万吨级以上泊位使用该岸电技术预期比例将超过 50%，大型船舶预期推广比例将超过 35%，可形成的年节能能力约为 27 万 tce。

36 船舶轴带无刷双馈交流发电系统技术

一、技术名称：船舶轴带无刷双馈交流发电系统技术

二、适用范围：交通行业 内河与沿海船舶以及所有采用固定桨的海洋船舶

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前，船舶主要靠辅机柴油机组进行发电。辅机消耗柴油，而负责船舶推进的主机往往有冗余能量，如果主机不在满负荷下运行，则部分有功功率将被白白浪费掉。

四、技术内容

1. 技术原理

采用自主创新的无刷双馈电机和控制技术充分利用船舶主机的出力，在船舶主机带动固定螺旋桨推进船舶航行的同时，拖动轴带发电机发电，从而实现船舶正常航行时不使用辅机柴油发电机组发电，达到节省燃油的效果。该系统针对固定螺距桨推进船舶航行中主机转速不断变化的工况，通过双馈变频控制技术获得并提供稳压稳频的电力保障。

2. 关键技术

（1）新型无刷双馈电机转子结构形式，采用“变极”法将电机转子不同变极比换相绕组的出线端作异极反相序联接，从而产生不同的反向磁场，并分别与定子两套绕组耦合。采用“齿谐波”法，根据交流电机绕组理论，利用电机定子绕组的齿谐波磁动势绕组系数与基波磁动势绕组系数相同，低次齿谐波磁动势与基波磁动势旋转方向相反的原理，在满足转子绕组对称性的条件下，选择适宜的定子槽数和槽型，从而达到转子导体利用率高、谐波含量低、电机效率高的目的。由此可以灵活实现针对不同实际工况需求的无刷双馈电机设计方案；

（2）采用矢量控制技术，对两个空间旋转磁场进行定向控制，即对无刷双馈电机的功率绕组和变频绕组两个定子绕组的两个空间旋转磁场分别进行解耦控制，并通过两个空间旋转磁场的相互作用，将多个坐标系下的矢量信号归于一个坐标系下，通过对变频绕组的控制，即可分别实现对功率绕组和变频绕组两个定子绕组的频率、电压和电流控制；

（3）采用多频率叠加变频控制技术实现转速变化时稳压稳频。由于无刷双馈电机的特性决定了变频绕组中存在基波、次基波、谐波等多个不同频率的信号，采用

多频率叠加变频控制技术，是对联接变频绕组的变频驱动器同时输出除基波以外的次基波、谐波等多个频率叠加的变频电源，实现转速变化时稳压稳频。

3. 工艺流程

轴带无刷双馈交流发电系统开发流程及原理见图1、图2。

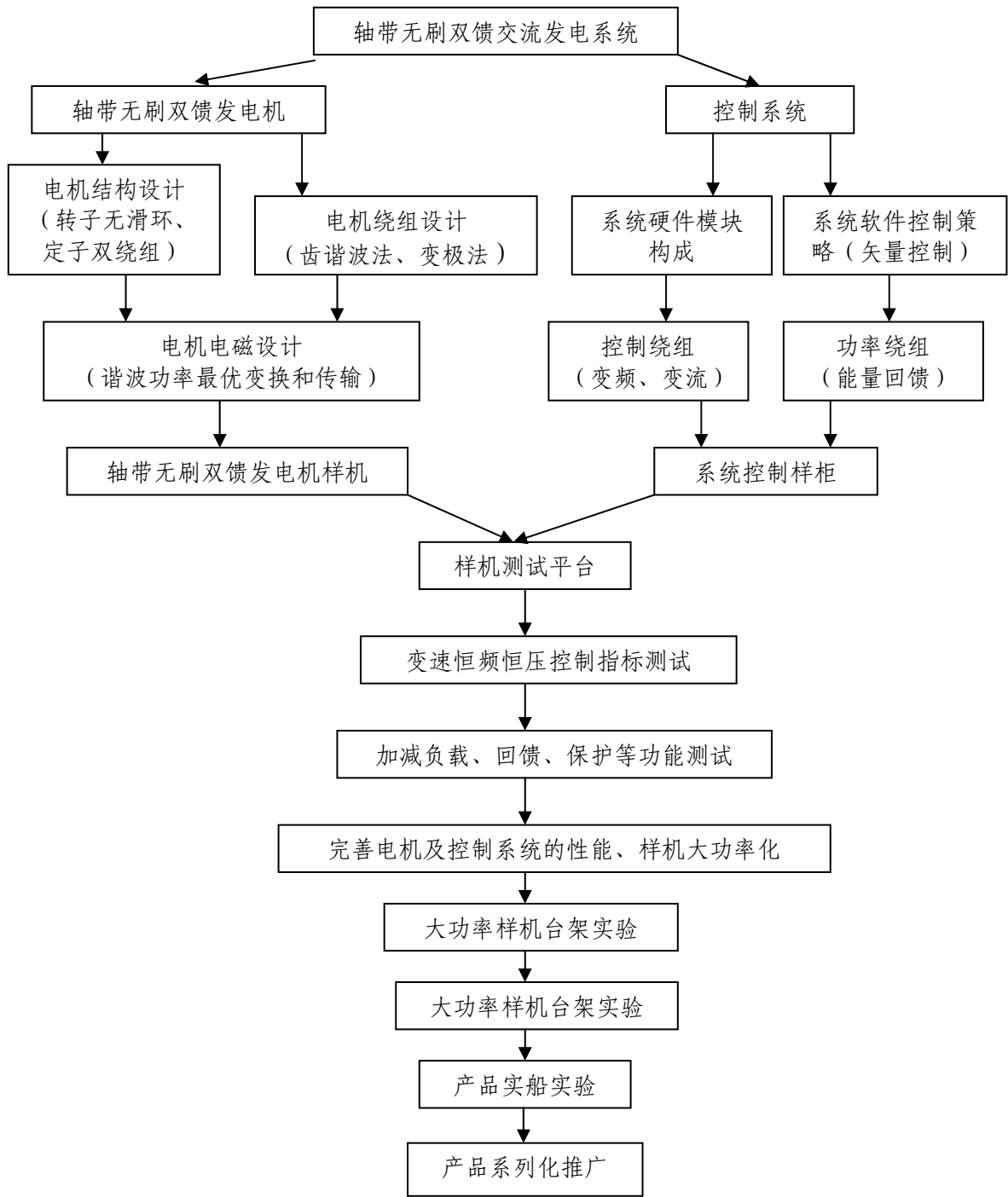


图 1 轴带无刷双馈交流发电系统开发流程图

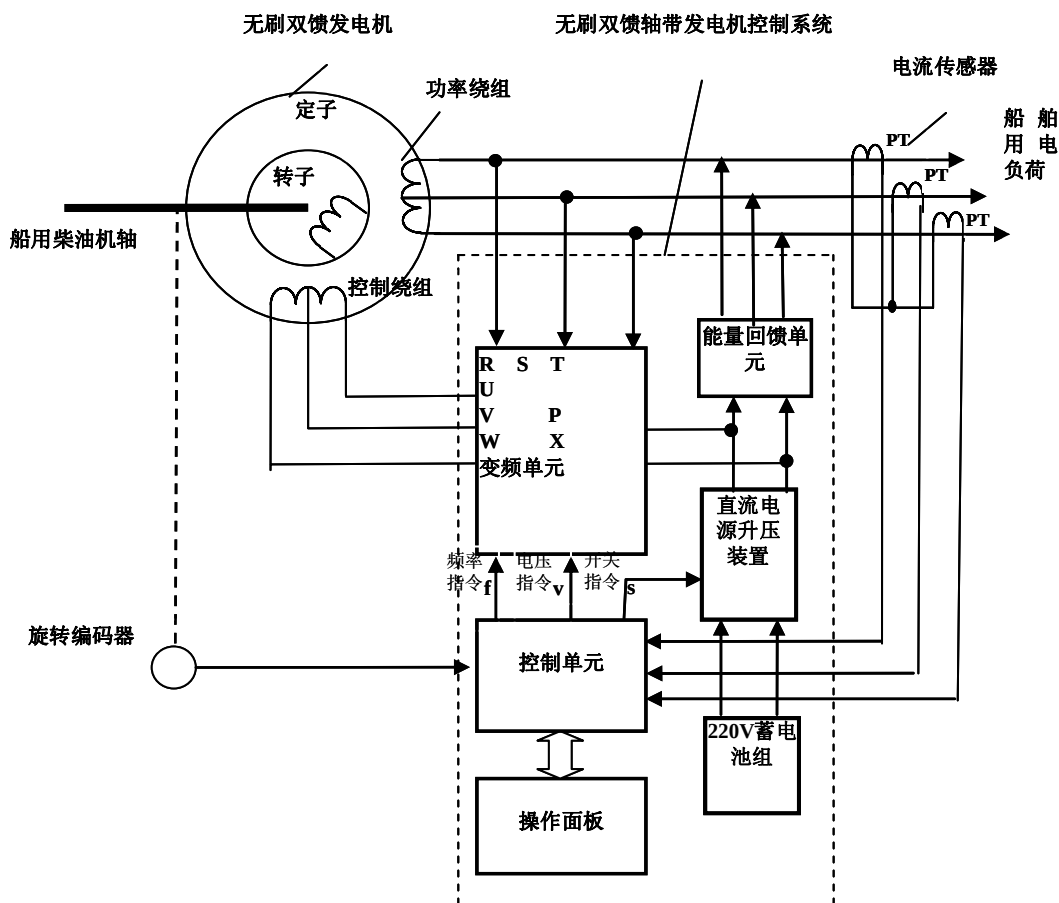


图2 轴带无刷双馈发电系统原理及架构图

五、主要技术指标

1. 在船舶主机转速范围内或由此调整速比的范围内，发电机输出 50/60(±1.5%)Hz 恒定频率；
2. 在船速范围内能够根据不同转速变频调整输出电压，从而改变控制绕组的励磁电流并实现恒压控制，使功率绕组输出稳压给定值 400/450(±2%)V；
3. 当船舶转速急加速和急减速时，允许电压瞬时波动±5%，且能在 3~5s 内恢复稳定，静差值±2%。励磁系统必须具备良好的动态特性和稳态特性；
4. 在全转速范围内对发电机自然同步点处对 50%发电容量的用电负荷进行突加突减，1~3s 调节至稳频稳压；
5. 能量回馈控制：母线直流电压达 DC830V-900V，220%额定电流过流保护。

六、技术应用情况

该技术于 2012 年 2 月通过湖北省科技厅组织的科技成果鉴定。目前，该技术已在重庆长江轮船公司 325TEU 型集装箱船上应用，运行稳定，使用情况良好。

七、典型用户及投资效益

典型用户：重庆长江轮船公司

典型案例 1

建设规模：325 箱内河新型集装箱船安装应用 64kW 轴带发电机。主要技改内容：在新建 325 箱船右主机进行轴带无刷双馈发电系统的安装，主要设备包括船舶无刷双馈轴带发电系统和高弹联轴器。节能技改投资额 35.5 万元，建设期 1 年。每年可节能约 7tce，年节能经济效益为 9.7 万元，投资回收期约 4 年。

典型案例 2

建设规模：5000DWT 内河自航船。主要技改内容：在新建 325 箱船右主机进行轴带无刷双馈发电系统的安装，主要设备包括船舶无刷双馈轴带发电系统和高弹联轴器。节能技改投资额 32.1 万元，建设期 1 年。每年可节能 6.4 tce，年节能经济效益 8.3 万元，投资回收期约 4 年。

八、推广前景和节能潜力

根据相关数据分析，目前，除远洋变距桨船舶以外，我国和国际内河以及沿海固定桨船舶至今还没有应用轴带发电实现节能减排、增收节支的案例。因此，船舶营运商、船舶设计企业和船舶设备及建造企业等将成为该技术推广应用的主要对象。预计到 2015 年，该技术可在船舶相关领域可推广至 20%，可形成的年节能能力约为 12 万 tce。

37 混合动力交流传动调车机车技术

一、**技术名称：**混合动力交流传动调车机车技术

二、**适用范围：**交通行业 各铁路站、场（段）及地铁、城轨、冶金、石化、煤矿、电厂、港口等内部铁路的调车作业

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状**

在我国铁路站、场承担调车任务的内燃机车（调车内燃机车），以及在钢铁、石化、煤炭、电厂、港口、码头等工矿企业内部承担铁路运输任务的内燃机车（工矿内燃机车），由于其工作的特殊性，柴油机满负荷工作时间只占 10%左右，约 30%的工作时间处于空载，且柴油机频繁地处于交变工作状态，在整个工作期间的平均使用功率只有额定功率的 $1/3 \sim 1/2$ ，其动力潜能得不到充分发挥，柴油浪费比较严重，且排放的废气污染环境。承担调车任务的内燃机车和工矿内燃机车一般运行在城市、工厂、码头等人员稠密区，降低排放对城市尾气减排具有重要意义。

四、**技术内容**

1. 技术原理

混合动力交流传动调车机车的动力是由较小的柴油发电机组和大功率蓄电池共同组成，牵引和辅助装置全部采用交流电机驱动，调车作业时既可以用柴油机发电机组供电，也可以用蓄电池组供电或两者同时供电，节能效果显著。

2. 关键技术

- （1）多能源动力总成控制及再生制动能量回收技术；
- （2）整车集成和整车控制策略优化匹配技术；
- （3）蓄电池组及能量管理系统技术；
- （4）牵引变流控制系统技术。

3. 工艺流程

混合动力交流传动调车机车原理见图 1。

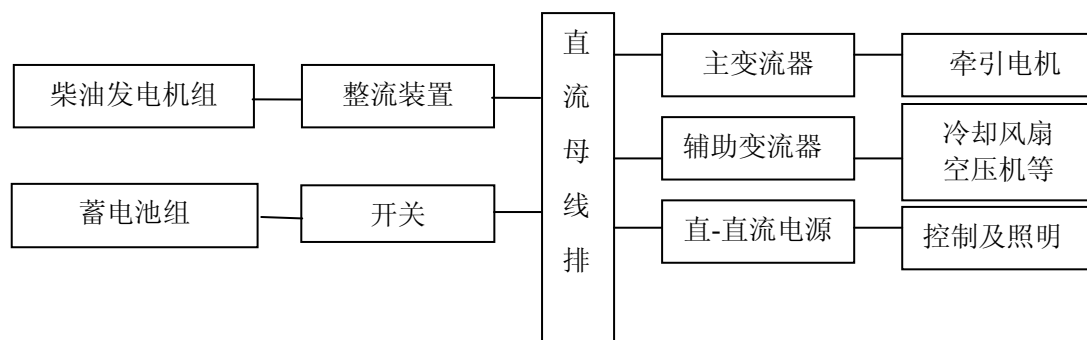


图 1 混合动力交流传动调车机车原理简图

五、主要技术指标

1. 装车功率为柴油发电机组 600kW，牵引蓄电池组 550kW；
2. 机车整备重量 92t；
3. 通过最小曲线半径 70m，机车最大运用速度 80km/h；
4. 起动牵引力大于 50kN，持续牵引力大于 210kN；
5. 整车牵引性能提高 20%~30%；
6. 节约柴油可达 30%~40%。

六、技术应用情况

该技术于 2012 年 10 月通过四川省科技厅组织的科技成果鉴定。混合动力技术在世界范围内都属于比较前沿技术，在国外，只有加拿大开始生产系列混合动力机车；在我国，混合动力汽车和纯电动汽车已日益得到推广应用，而在铁路机车领域，具有良好节油减排效果的混合动力机车将是铁路机车发展的趋势。目前，该技术已在资阳晨风天勤有限公司、武钢股份有限公司得到应用，节能效果显著。

七、典型用户及投资效益

典型用户：南车资阳机车有限公司、武钢股份有限公司

典型案例

建设规模：年产 100 台功率为 1150kW 的混合动力系列机车。主要技改内容：建设混合动力机车生产线，建立混合动力系列机车的配套体系，主要设备包括钢板预处理生产线、轮对电机试验台、数控折弯机、变流系统试验台、车载微机控制系统试验台、数控外圆磨床（车轴）、数控车轮车床、自动轮对压装机、三坐标划线仪、构架组焊工装、三坐标测量机、1000t 油压机等。节能技改投资额 10000 万元，建设期 4 年。100 台机车投入运营，每年可节能 8100tce，单台机车年节能经济效益为 50 万元，单台机车增量投资的回收期年约 2 年。

八、推广前景和节能潜力

目前，中国仅铁路站场和工矿企业的内燃调车机车就达数千台，如果全部更新为混合动力机车，将产生较大的节能经济效益。预计到 2015 年，混合动力机车可推广 2000 台，约占全国调车市场的 10%，形成的节能能力约为 16 万 tce。

38 金属减摩修复技术

一、技术名称：金属减摩修复技术

二、适用范围：交通行业 铁路内燃机车柴油机

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

我国是机械设备大国，在摩擦副运动件上的能源消耗十分可观。我国铁道部内燃机车保有量约有 11000 台，年燃油消耗约 550 万 t，其中因为摩擦导致的能耗可达 30 万 t 燃油以上。

四、技术内容

1. 技术原理

利用机械设备的润滑系统，将以功能材料为主要成分的摩安金属减摩修复剂介入到机械摩擦副；在摩擦副表面相对运动的过程中，利用既有的载荷、速度、温度等工况条件，金属减摩修复剂中的功能材料与摩擦副表面材料发生机械、物理、化学等综合作用，使表面的材料特性、表面形貌得到改性和优化，从而实现减少摩擦、降低摩擦损耗、节约机械设备能量消耗的效果。

2. 关键技术

减摩修复技术是依据材料学、物理学、化学、表面工程学、摩擦学等多学科基础理论而研发的节能技术。其关键技术包括：

- (1) 矿物原料的精细提纯、层片剥离及其纳米化加工制备技术；
- (2) 矿物原料的功能化表面改性及其插层-复合技术；
- (3) 减摩-修复功能材料的制备工艺及与载体的复合技术；
- (4) 摩擦学、表面工程分析技术。

3. 工艺流程

金属减摩修复技术原理见图1。

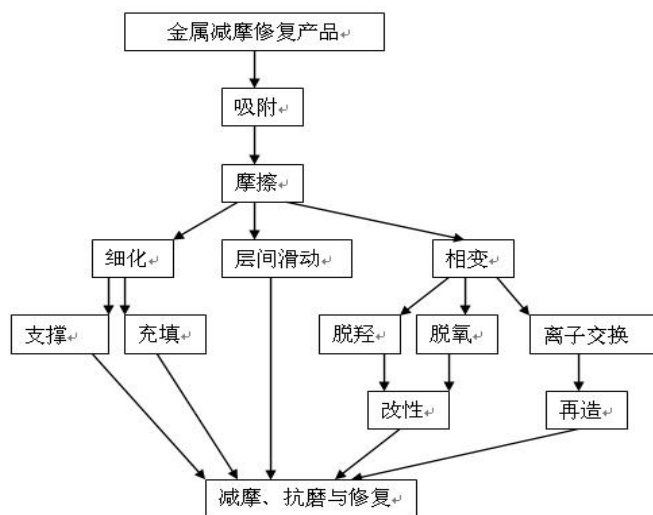


图 1 金属减摩修复原理示意图

五、主要技术指标

1. 摩擦系数降低 60%以上；
2. 表面硬度 HV 可达到 1000；
3. 发动机压缩压力可恢复 30%以上；
4. 热能动力机械节约燃油 2.5%以上；
5. 发动机气缸套寿命延长两倍以上。

六、技术应用情况

该技术于 2009 年获得国家发明专利，并通过中国非金属矿工业协会组织的技术鉴定。可广泛应用于各种热能动力机械、通用或专用机械、流程机械、大型机械部件、交通运输工具等其机械设备。至今，已在我国铁路、能源、交通、运输、工程机械等系统得到成功应用。

七、典型用户及投资效益

典型用户：郑州铁路局、广铁集团、乌鲁木齐铁路局、南宁铁路局、哈尔滨铁路局、北京铁路局等

典型案例 1

建设规模：1 台 DF8B 内燃机车。主要技改内容：添加金属减摩剂。节能技改投资额 10 万元，在 90 万 km 机车运行里程上使用，每年可节能 130tce，年节能经济效益为 58 万元，投资回收期约 2 个月。

典型案例 2

建设规模：1 台 DF4B 内燃机车。主要技改内容：添加金属减摩剂。节能技改投资额 10 万元，在 71 万 km 机车运行里程上使用，每年可节能 76.9tce，年节能经济

效益 34.3 万元，投资回收期约 4 个月。

八、推广前景和节能潜力

该技术在铁路内燃机车上应用，可有效减少燃油消耗，提高气缸使用寿命，减少缸内摩擦副中修频率，减少维修时间和费用。预计到 2015 年，可在铁路行业 50% 以上的机车上使用该技术，形成的年节能能力约 20 万 tce。

39 热泵技术之三 空气源热泵冷、暖、热水三联供技术

一、技术名称：空气源热泵冷、暖、热水三联供技术

二、适用范围：建筑行业 别墅、酒店、学校、医院、洗浴中心、工业建筑等

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

空气源热泵技术在国际上的应用十分广泛。在瑞典，自上世纪 90 年代起，75% 的新住宅均采用排气式空气热泵热水器作为家庭的主要热水供给设备。在新加坡，宾馆、学校、企事业等单位所提供的 60℃ 热水中，95% 是采用空气源热泵生产的。我国空气源热泵技术起步相对较晚，近年来随着我国节能减排政策的推进，该类技术的研发日益得到重视，并在华东、华南、华北等地区初步形成规模化的应用。

四、技术内容

1. 技术原理

利用压缩机驱动冷媒工质在独立密封的工作回路里循环。制热时，工质通过蒸发器从环境空气中吸收热量蒸发；制冷时，工质通过蒸发器从循环水中吸收热量蒸发，生产冷冻水，为制冷提供冷源。工质蒸汽经过压缩机吸入压缩成为高温高压气体，进入冷凝器向冷水释放热量，生成生活用热水及供暖用热水。再经过节流器实现降压，工质恢复初始状态。如此循环往复，直到各种水温达到设定的温度，压缩机才停止工作，实现供冷、供暖、供热水的功能。

2. 关键技术

（1）在供暖和供热水时，机组中的冷媒不断地从空气中吸收热量，通过压缩机提升后换热，制取供暖热水和生活热水；

（2）回收利用空调制冷时向外排放的废热，用于生产生活用热水，减少向空气中排放的热量。

3. 工艺流程

空气源热泵冷、暖、热水三联供技术原理见图1。

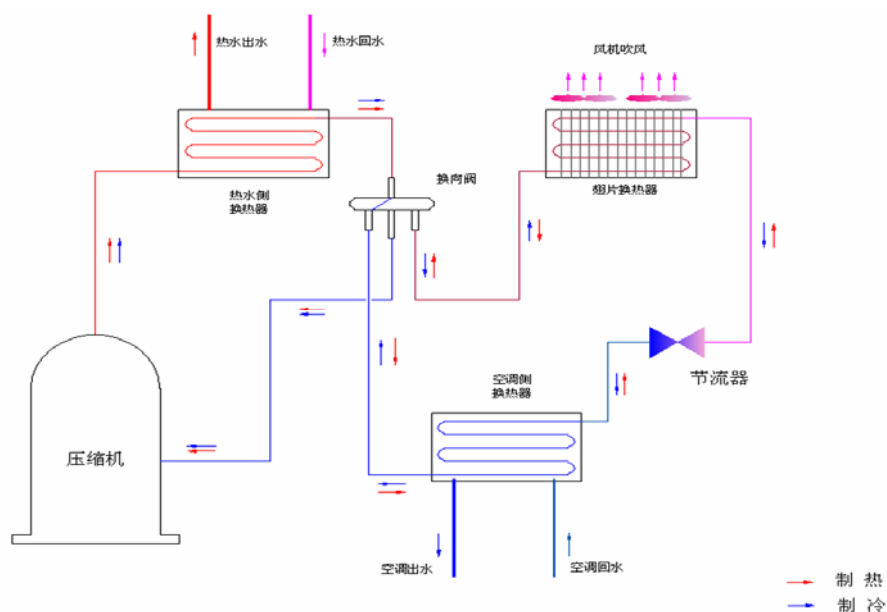


图1 空气源热泵冷、暖、热水三联供技术原理简图

五、主要技术指标

1. 制冷时：COP 系数可达 2.81；
2. 制热时：COP 系数可达 2.83。

六、技术应用情况

该技术于 2008 年 2 月通过建设部组织的“建设行业科技成果评估”。该技术通过对空调制冷技术、热泵制热技术、冷凝热回收技术的分解及再组合，成功实现在一台机组上集成制冷、供暖、生活热水三种功能，并分别提供冷、供暖、生活热水、制冷+生活热水、供暖+生活热水五种工况，可以满足不同地区、不同用户的不同需求。目前，该技术已应用于多个酒店及民用建筑。

七、典型用户及投资效益

典型用户：中南大酒店（商用机组）、武汉当代智慧城某住户（家装机组）

典型案例 1

建设规模：8000m² 建筑物中央空调和热水系统。主要技改内容：中央空调和热水系统，主要设备为空气源三联供机组。节能技改投资额 180 万元，建设期 3 个月。每年可节能 963tce，年节能经济效益为 178 万元，投资回收期约 1 年。

典型案例 2

建设规模：130m² 家庭空调及热水系统。主要技改内容：夏天制冷，冬天供暖，主要设备包括空气源三联供机组和电热水器。节能技改投资额 2 万元，建设期 15 天。每年可节能 2.1tce，年节能经济效益 4307 元，投资回收期约 5 年。

八、推广前景和节能潜力

在采暖、制冷、生活热水上提高能效是降低建筑能耗的重要途径。高度集成上述三项功能的空气源热泵冷暖热水机组（三联供）在制冷、供暖和生活热水的同时，还能对冷凝热进行高效回收，具有节能减排、降低建筑能耗的作用。预计到 2015 年，可在建筑行业推广 20%，年节能能力可达 150 万 tce。

40 蒸汽节能输送技术

一、技术名称：蒸汽节能输送技术

二、适用范围：建筑行业 城镇供热

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前国内蒸汽输送热能损耗一般在 10%~30%左右，输送半径也只有 8km 左右。蒸汽输送管道的单长热损失量相对较大，热损失率较高。

四、技术内容

1. 技术原理

针对蒸汽输送的散热强度不同，采用先进的保温材料及不同的保温结构（三重保温），降低蒸汽输送过程中的热能损耗。

第一层保温是纳米级绝热材料，由于纳米材料的零对流效应和无穷多面遮热效应，可使蒸汽输送管道的对流热损失和传导热损失大大下降，而且通过绝热材料多气孔的孔壁对热辐射的多次反射和吸收，降低了热辐射损失。

第二层保温采用复合保温结构，即优良的玻璃棉，在保证较好的绝热效果前提下，降低管道整体造价。

第三层保温是通过抽真空的方法，在玻璃棉保温层的外表面与外套钢管内表面之间形成一定真空度，再次降低热传导和热辐射，减少热损耗。

2. 关键技术

- （1）纳米绝热涂层；
- （2）复合保温结构；
- （3）抽真空技术；
- （4）疏水技术。

3. 工艺流程

蒸汽节能输送技术工艺流程及管道结构见图 1、图 2。

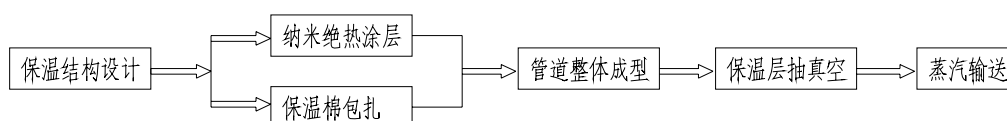
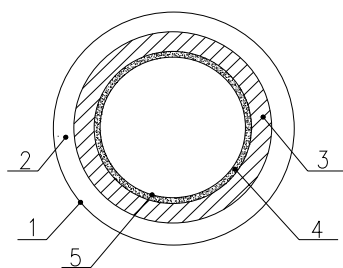


图 1 蒸汽节能输送技术工艺流程图



1、外套钢管；2、抽真空层；3、保温棉层；4、纳米绝热涂层；5、内工作钢管

图2 节能型蒸汽输送管道结构简图

五、主要技术指标

1. 保温层外表面温度 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ；
2. 每公里热能输送损耗 $\leq 5\%$ ；
3. 输送距离 $\geq 15\text{km}$ 。

六、技术应用情况

该技术于 2011 年 11 月通过湖北省科技厅组织的科技成果鉴定。目前，该技术已成功应用于黄石市集中供热项目，整体建设顺利，运行情况良好，节能效果显著。

七、典型用户及投资效益

典型用户：黄石市集中供热工程、宜兴协联热电联产工程等

典型案例 1

建设规模：单线管长 21km，最大供热量 171t/h，314.3 万 GJ/a。主要技改内容：增加管道纳米绝热涂层、对管网中所有蒸汽管道进行抽真空处理，主要设备包括纳米绝热涂料和抽真空机。节能技改投资额 1000 万元，建设期 1 年。每年可节能 6500tce，年节能经济效益为 630 万元，投资回收期约 1.6 年。

典型案例 2

建设规模：单线管长 8km、最大供热量 70t/h，126 万 GJ/a。主要技改内容：增加管道纳米绝热涂层、对管网中所有蒸汽管道进行抽真空处理，主要设备包括纳米绝热涂料和抽真空机。节能技改投资额 500 万元，建设期 1 年。每年可节能 2300tce，年节能经济效益为 204 万元，投资回收期约 2.5 年。

八、推广前景和节能潜力

预计到 2015 年，可在城镇供热领域推广 20%，形成的年节能能力约 280 万 tce。

41 墙体用超薄绝热保温板技术

一、技术名称：墙体用超薄绝热保温板技术

二、适用范围：建筑行业 新建建筑节能保温、既有建筑节能改造

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

目前，国内保温市场发展很快，主要用于建筑节能市场和工业保温市场。当前市场上保温材料主要包括以下几种：

（1）膨胀聚苯板（EPS 板）：导热系数 0.037-0.041，保温效果好，强度较差；

（2）挤塑聚苯板（XPS 板）：导热系数 0.028-0.03，保温效果更好，强度高，耐潮湿，使用时表面需要处理；

（3）岩棉板：导热系数 0.041-0.045，防火，阻燃吸湿性大，保温效果差；

（4）胶粉聚苯颗粒保温浆料：导热系数 0.057-0.06，阻燃性好，废品回收，保温效果不理想，对施工要求高，主要应用于建筑保温上；

（5）聚氨酯发泡材料：导热系数 0.025-0.028，防水性好，保温效果好，强度高；

（6）珍珠岩等浆料：导热系数 0.07-0.09，防火性好，耐高温保温效果差，吸水性高。

与国外主流外墙保温材料的各项性能相比，上述各种保温材料仍有一定差距，由于建筑保温材料应用的范围广、数量多，因此有较大的节能潜力。

四、技术内容

1. 技术原理

该保温材料主要由填充芯材与真空保护表层复合而成。其中，填充芯材主要是低导热系数的芯材填料，外层采用多层复合材料进行包覆，以保证整个保温板材的气密性。通过对整个板抽真空至内压低于一定值以下，可有效地避免空气对流引起的热传递，因此导热系数可大幅度降低。该保温板完全采用无机材料，不含有任何有毒性材料，具有环保和高效节能的特性。

2. 关键技术

（1）真空绝热芯；

（2）封装设备与薄抹灰施工技术。

3. 工艺流程

墙体用超薄绝热保温板工艺流程见图1。

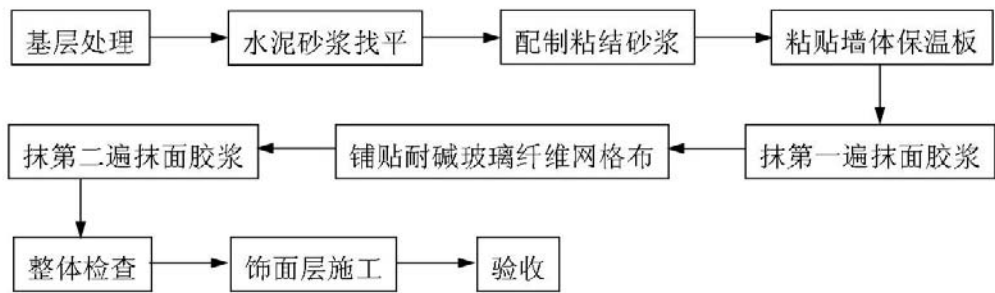


图1 墙体用超薄绝热保温板施工工艺流程图

五、主要技术指标

1. 导热系数低于 $0.008\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;
2. 属于 A 级防火材料，技术产品应用可以达到国家要求建筑节能标准;
3. 每平方米重量 3kg 。

六、技术应用情况

该技术产品已通过国家建筑材料质量监督检验中心检验，2010 年 1 月通过住房和城乡建设部科技发展促进中心组织的科技成果鉴定。目前，该技术产品的使用建筑面积约 200万 m^2 ，已形成生产、施工一整套技术体系，并在墨德馨大厦、新泰市 110 处置中心、青岛市奥帆中心、潍坊宝鼎花园、青岛坊子街等建筑物外保温工程中的应用，技术成熟可靠。

七、典型用户及投资效益

典型用户：万科集团、青岛海都集团、唐山市建设局、中国建筑技术集团有限公司等

典型案例 1

建设规模：建筑面积 10万 m^2 ，建设条件外墙干挂大理石。主要技改内容：保温面积 3万 m^2 。节能技改投资额 180 万元，建设期 5 个月。每年可节能 1638tce，年节能经济效益为 163.8 万元，投资回收期约 1 年。

典型案例 2

建设规模：建筑面积 70万 m^2 ，建设条件外墙乳胶漆。主要技改内容：保温面积 20万 m^2 。节能技改投资额 1200 万元，建设期 5 个月。每年可节能 1.15 万 tce，年节能经济效益 1150 万元，投资回收期约 1 年。

八、推广前景和节能潜力

随着国家对节能环保的要求，对建筑外墙节能保温材料要求也越来越严格，目

前新建建筑都要求进行保温材料安装，而且要求使用 A 级防火材料进行施工，因此使用该技术既满足了国家对节能环保的要求又满足了对安全防火的要求。

目前，我国既有建筑外墙保温需实施改造的约 130 亿 m^2 ，新增建筑需做保温处理的约有 100 亿 m^2 。预计到 2015 年，可推广实施的建筑面积约为 17 亿 m^2 ，可形成的年节能能力约为 245 万 tce。

42 磁悬浮变频离心式中央空调机组技术

一、**技术名称：**磁悬浮变频离心式中央空调机组技术

二、**适用范围：**建筑行业 各种建筑空调，如地铁、办公写字楼、酒店、学校、机场和工艺冷却等场所使用的空调系统

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状**

普通离心式中央空调满载能效一般约 5.5 左右，IPLV 值 约 7 左右，能效低，能耗高；其能量调节负荷一般为 50%-100%之间，低负荷存在喘振风险，运行过程中为避免喘振，需要额外消耗能源。此外，普通离心式中央空调噪音一般不低于 80 分贝，存在严重噪音干扰和振动，需要额外进行降噪和减震处理。

四、**技术内容**

1. 技术原理

由两个径向轴承和轴向轴承组成的数控磁轴承系统，由永久磁铁和电磁铁组成压缩机的运动部件悬浮在磁衬上进行无摩擦的运动，磁轴承上位置传感器为电机转子提供每分高达600万次的实时精准定位。利用直流变频驱动技术，高效换热器技术、过冷器技术以及基于工业微机的智能抗喘振技术，提高离心式中央空调的运行效率和性能稳定性，从而实现节能目的。

2. 关键技术

（1）磁悬浮无油运转技术，运行完全无摩擦，无机械损耗，比常规机组寿命提高1倍；无油运行，省去复杂润滑油系统，机组能效提高15%；

（2）全直流变频技术，实现负荷变化与机组完全匹配，实现10%-100%负荷自由调节，实现超高部分负荷能效；

（3）高效换热器技术，通过CFD 模拟验证，获得换热器管群换热最优，降低传热温差，提高能效；

（4）双级压缩机补气增焓+过冷器技术，充分发挥双级压缩效果，利用独立过冷器提高冷媒过冷效果，提高单位冷媒制冷能力；

（5）基于工业微机的智能抗喘振技术，利用工业级控制器实时采集压缩机运行状态，调整转速与IGV，确保机组稳定可靠运行。

3. 工艺流程

该技术的工艺流程及结构见图1、图2。

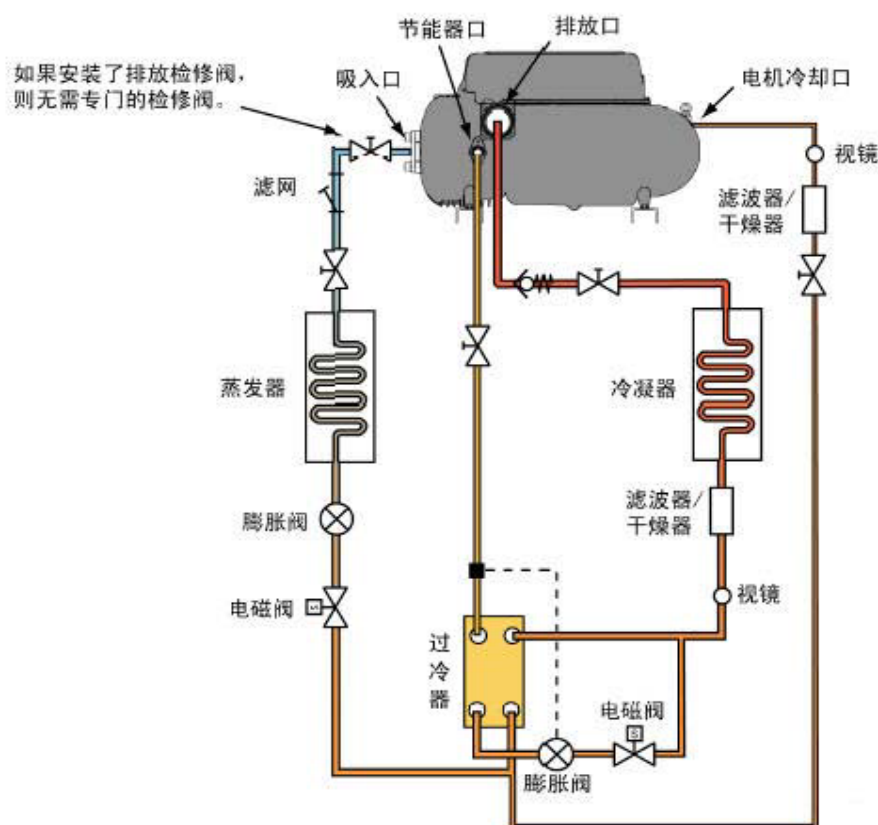


图 1 磁悬浮变频离心式中央空调机组工作流程图

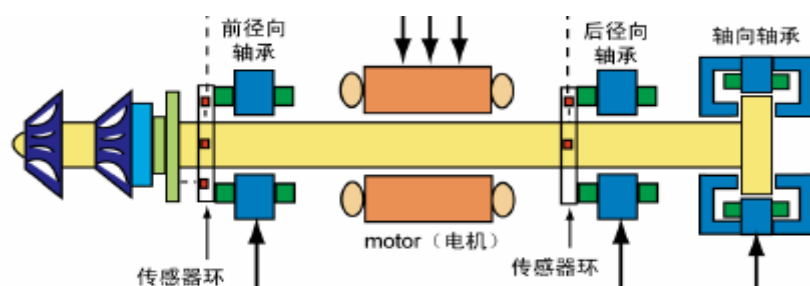


图 2 磁悬浮变频离心式中央空调机组结构简图

五、主要技术指标

按照 AHRI 550/590-2011 标准，主要技术指标如下：

1. 满负荷 COP 系数 6.05；
2. 机组的综合能效比 (IPLV) 11.1。

六、技术应用情况

该技术于 2009 年 6 月 通过由青岛市科技局组织“高能效磁悬浮离心水冷冷水机组”的评审，同时获得山东省科学技术三等奖及中国轻工业联合会科技进步三等奖。

该技术产品经过合肥通用机械研究院的检测，各项性能指标均高于国际水平，且性能稳定可靠，结构合理。首批产品于 2007 年应用于深圳招商地产项目，目前已经稳定运行 5 年。

七、典型用户及投资效益

典型用户：深圳招商地产，郑州凯芙建国酒店，北京地铁大葆台站，北京世贸百货，重庆霍尼韦尔工厂，海尔董事局大楼，胶州工业园区办公楼，南阳龙鑫国际大酒店等

典型案例 1

建设规模：占地面积 90000m²，建筑面积 19860m²。主要技改内容：空调制冷主机和冷却水系统，主要设备磁悬浮水冷机组 2 台。节能技改投资额 300 万元(常规机组投资 220 万元)，建设期 1 年。每年可节能 78tce，年节能经济效益为 27 万元，投资回收期约 3 年。

典型案例 2

建设规模：总建筑面积 60000m²，其中空调面积 52500m²。主要技改内容：新装磁悬浮水源热泵机组，主要设备包括磁悬浮水源热泵机组 2 台。节能技改投资额 500 万元(常规机组投资 390 万元)，建设期 1 年。每年可节能 298tce，年节能经济效益 102.8 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，该技术可在离心式中央空调领域推广至 10%，形成的年节能能力约 39 万 tce。

43 建筑(群落)能源动态管控优化系统技术

一、**技术名称：**建筑(群落)能源动态管控优化系统技术

二、**适用范围：**建筑行业 建筑及工业、交通等领域的单栋建筑、建筑群落以及跨区域建筑群落（包括 IDC 机房）的节能减排

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状**

2010年，我国建筑总能耗（不含生物质能）为6.77亿tce，占全国总能耗的20.9%。建筑总面积为453亿m²，单位面积能耗为14.5kgce/m²。公共建筑（不含北方采暖）的能耗达22.1kgce/m²，公共建筑面积约为79亿m²，占建筑总面积的17%，能耗（不含北方采暖）为1.74亿tce，占建筑总能耗的25.6%，其中电量消耗约为4200亿kWh，非电商品能耗（煤炭、燃气）为4020万tce，约为城镇住宅（不含北方采暖）的2倍，属于能耗较高的领域。

四、**技术内容**

1. 技术原理

该技术采用自动化、信息化技术和集中管理模式，对建筑能源系统的生产、输配和消耗环节实施集中扁平化的动态监控和数字化管理，改进和优化能源平衡，实现系统性的节能降耗。

即：通过云计算对大量分散在跨区域建筑中的成千上万个用能及能耗节点进行能源数据的实时动态监控，实现区域、建筑和设备间的能源数据流和能源物质流的统计、分析和趋势预测，进行排序、优化、控制和合理调配，反馈至IP物联网自适应控制系统，实现区域和建筑的整体能源管理和智能化控制功能，形成建筑群落、区域分布式能源和单栋建筑的整体能源控制、优化、服务与再分配。同时感知区域间各类用能装置或设备的运行状况与故障报警，根据专业策略实现用能设备工艺、逻辑和过程的自适应控制和优化，在满足正常需求下实现最大限度的节能减排。

2. 关键技术

- （1）区域和建筑多种形式能源追踪预测、协同控制与互补调度技术；
- （2）基于国际IEEE 1888中国自主知识产权标准的物联云终端监控技术；
- （3）基于国际IEEE 1888物联网精细化能源计量监测技术；
- （4）区域建筑电力需求侧分析、相应和平衡控制技术；
- （5）区域和建筑能源负荷特性和多级负荷管理技术；

- (6) 可视化区域和建筑能耗仿真、优化和再分配技术；
- (7) 建筑能源需求与消耗智能专家诊断技术；
- (8) 基于Saas(软件即服务)和Paas(平台即服务)技术的设备设施运行管理服务。

3. 工艺流程

系统通过现场物联网感知层监测包括能耗、环境和运行状态的实时动态参数，在 IP 控制网络层实现现场级别的过程控制、逻辑控制、工艺控制的基础上，将参数传输至现场系统应用层，并对所有参数与对应设备间的一一匹配和身份识别；

现场应用层融合建筑内部所有系统参数后，将初步节能优化策略信号发送至 IP 控制网络层实现初级节能目标，同时将所有参数信号通过网络层传输至智慧能源云管理服务及控制优化配置平台；

云平台对能耗参数、环境参数、及设备运行参数后作整体数据分析，并根据气象信息库、专家设计库、其他策略库等信息，进行区域能耗和建筑能耗的仿真计算，确定针对性的节能和再分配策略，发送至建筑系统应用层和区域能源调配系统，对区域建筑群落、单体建筑和分布式能源的进行综合优化、匹配及再分配，实现能源的按需供给和具体系统设备的节能优化，实现整体节能目标。

同时，提供海量数据存储平台，对所有参数及数据进行永久的存储、统计、分析及应用，实现建筑全生命周期运行管理的数据基础保障。并提供云计算安全防范、身份识别及防火墙技术，可提供国家涉密安全级别的信息防护安全体系，保障数据安全和专业化服务。具体见图1。

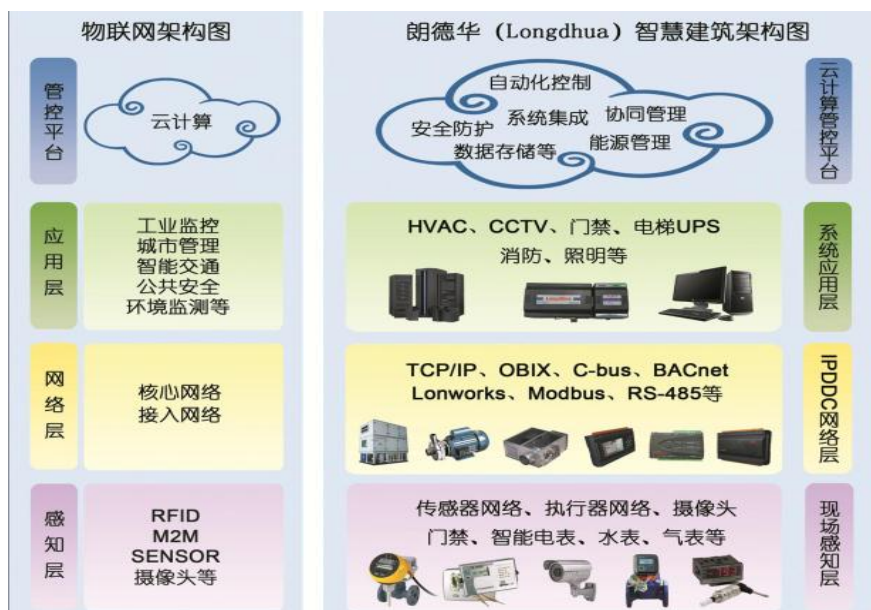


图 1 建筑(群落)能源动态管控优化系统架构图

五、主要技术指标

1. 系统实时数据库点数：无限量采集；
2. 实时响应时间：对任何实时分析操作的反应时间小于 10s；
3. 并发操作：支持并发操作终端数至少 30 个；
4. 数据综合误差率：小于 0.3%；
5. 数据存储周期：全生命周期内无限制；
6. 可靠性：任意存储节点查询不中断，100%容错率；
7. 体系架构：云计算系统、采用多节点冗余架构设计，性能按需延展。

六、技术应用情况

该技术已获得多项国家专利，并于2010年4月开始在全国范围内推广，技术推出后得到市场的广泛认可，目前已在多个建筑系统上推广使用，包括中关村软件园、中关村环保园、无锡惠山软件园、苏宁集团南京总部等区域及建筑群落智能化与能源管控、海南万丽酒店、北京创新大厦、北京机场希尔顿酒店、北京机场朗豪酒店等独栋建筑智能化与能源管控、中国（延庆）多种太阳能示范园的分布式能源信息化控制等，节能效果显著。

七、典型用户及投资效益

典型用户：苏宁集团南京总部园区、中关村软件园、北京创新大厦、无锡惠山软件园、北京延庆新能源基地等

典型案例1

建设规模：新建30万m²建筑。主要技改内容：为30万m²建筑群落搭建集团式云能源管理控制与优化配置平台，主要包括云计算管理信息系统，管理范围包括HR/SOA等业务流程集成、门禁系统、停车场系统、视频监控系统、安全防范系统、保安巡更系统、信息发布系统、楼宇自控系统、消防报警系统、机房环境监测系统、智能灯光系统、会议室中控系统共十三个专业子系统，最终实现总部综合能源管控模式。节能技改投资额850万元，建设期6个月。每年可节能1620tce，年节能经济效益为350万元，投资回收期约2.2年。

典型案例2

建设规模：20万m²三栋旧楼改造及两栋新楼建设等。主要技改内容：主要是区域建筑群落能源智慧化管理控制及用能设备节能改造。改造主要包括：区域云能源管理控制与优化配置平台、园区数字化管理系统、园区全生命周期管理系统、企业信息化服务平台、智能行为识别系统、公共广播系统、公共安防系统、楼宇视频

监控系统、一卡通系统的接入与升级系统、电子巡更系统、远程电梯监控系统、消防系统、访客登记管理系统、楼宇自控系统、智能车库管理系统等。节能技改投资额500万元，建设期6个月。每年可节能720tce，年节能经济效益150万元，投资回收期约3年。

八、推广前景和节能潜力：

1. 公共建筑

按照“十二五”期间，每年新建公共建筑3亿 m^2 ，每年既有公共建筑改造6000万 m^2 ，共有14.4亿 m^2 公共建筑需要实施建筑节能信息化技术改造，如果推广率达到10%，按照公共建筑单位面积能耗 $22.1\text{kgce}/\text{m}^2$ 计算，预计到2015年，该技术在公共建筑领域可实现的节能能力为54.1万tce/a。

2. 北方城镇采暖

2010年，北方城镇采暖能耗为1.63亿tce，北方城镇采暖面积为98亿 m^2 。“十二五”期间北方城镇采暖地区要实现既有居住建筑改造4亿 m^2 。按照每年改造8000万 m^2 ，每年新建4亿 m^2 计算，“十二五”期间共有19.2亿 m^2 北方城镇采暖建筑需要实施建筑节能信息化技术改造。如果推广率达到10%，按照北方城镇采暖单位面积能耗 $16.6\text{kgce}/\text{m}^2$ 计算，该技术在北方城镇采暖领域可实现节能量31.9万tce/a。

3. 城镇住宅（不含北方采暖）

2010年城镇住宅能耗（不含北方采暖）为1.64亿tce，城镇住宅面积达到144亿 m^2 。“十二五”期间北方城镇采暖地区要实现既有居住建筑改造4亿 m^2 ，夏热冬冷地区既有居住建筑节能改造5000万 m^2 。按照每年改造9000万 m^2 ，每年新建6亿 m^2 计算，“十二五”期间共有27.6亿 m^2 城镇住宅需要实施建筑节能信息化技术改造。如果推广率达到10%，按照单位面积能耗为 $11.4\text{kgce}/\text{m}^2$ ，预计到2015年，该技术在城镇住宅（不含北方采暖）领域可实现的节能能力为25.2万tce/a。

4. 农村住宅

2010年农村住宅能耗为1.77亿tce（不含生物质能），面积为230亿 m^2 ，按照每年新建农村住宅6亿 m^2 计算，“十二五”期间共有24亿 m^2 农村住宅需要实施建筑节能信息化技术改造。如果到2015年推广率达到10%，按照农村住宅单位面积能耗为 $7.7\text{kgce}/\text{m}^2$ 计算，该技术在农村住宅领域可实现的节能能力为9.24万tce/a。

综上所述，预计到2015年，可形成的年节能能力约120万tce。

44 通信用 240V 高压直流供电系统技术

一、**技术名称：**通信用 240V 高压直流供电系统技术

二、**适用范围：**信息行业 工业、通讯、国防、医院、计算机业务终端、网络服务器、网络设备、数据存储设备等领域的数据机房中向服务器等通信设备供电

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状**

2011 年中国电信生产用房耗电量超过 100 亿 kWh，其中数据中心和通信机房用电约 50 亿 kWh。由于 UPS 供电架构 N+1 的模式效率不高且不能工作在高效率区间，尤其是 UPS 电源中 DC-AC 转化环节的能耗较高，因此使 UPS 供电的平均效率低于 80%，造成了电能的浪费。

四、**技术内容**

1. 技术原理

IT 设备虽然输入的是交流电源，但核心部分还是 DC/DC 变换电路，只要输入一个范围合适的直流电压给 DC/DC 变换电路，就同样能安全满足 IT 设备工作。因为 IT 设备内部电源模块输入端没有工频变压器一类的器件，所以输入直流不会产生短路阻抗，通过 IT 设备原交流输入端子，直接在输入电路提供一个合适的直流电源，使得 IT 设备电源模块后面的工作原理与交流电源供电原理完全相同；在构建系统的同时合理配上蓄电池，辅以远程监控，构成一个可靠的直流供电系统，取代 UPS 交流供电系统。

2. 关键技术

直流供电系统采用悬浮供电，不改变 IT（IP）设备的结构，利用原 IT 设备交流输入端子，采用“L 接+，N 接-”的方式输入直流 240V 电源替换传统 UPS 电源，达到安全供电和节约能耗的双重效果。

3. 工艺流程

该技术工艺流程见图 1。

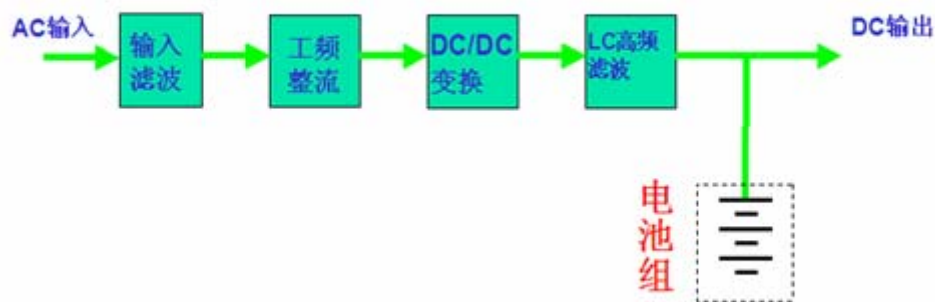


图 1 通信用 240V 直流供电系统技术流程图

五、主要技术指标

1. 交流输入

- (1) 交流电压 323V—475V（三相三线）；
- (2) 电网频率：50Hz ± 10%；
- (3) 交流过压告警：456V ± 5V；
- (4) 交流欠压告警：330V ± 5V；
- (5) PF：≥ 0.99；
- (6) THDI ≤ 5%。

2. 直流输出

- (1) 电压范围：204V—288V 连续可调；
- (2) 过压保护：290 ± 2V；
- (3) 欠压告警：225V ± 2V；
- (4) 稳压精度：≤ ± 0.5%；
- (5) 稳流精度：≤ ± 1%；
- (6) 峰峰值杂音电压：≤ 800mV。

3. 供电效率：≥ 95%

六、技术应用情况

该技术及成套设备已通过信息产业部通信电源产品质量监督检验中心检验及杭州市生产力促进中心的产品鉴定。目前，国内该产品的试用区域已分布于 12 个省、36 个地区，中国电信全网采用 240V 直流供电的 IT 负载设备，基本涵盖了所有在网使用 220V 交流输入的网络设备和 IT 设备，包含近 200 个规格型号的服务器磁盘阵列、小型机、以太网交换机、路由交换机、普通 PC、传输、防火墙、光猫、光交换

机等。240V 高压直流供电系统系统平均带载率约 54%，与被替换的交流 UPS 系统相比节电率达到近 30%，节能效果显著。

七、典型用户及投资效益

典型用户：湖北电信公司

典型案例 1

建设规模：1350kW 通信用 240V 直流供电系统，建设条件为交流输入，交流电压 323V~475V（三相三线）。主要技改内容：新增数据机房项目使用通信用 240V 直流供电系统取代 UPS 供电，主要设备共 4 套系统，每套含交流屏 1 个、整流屏 3 个（48 个模块）、直流屏 2 个。节能技改投资额 144 万元，建设期 3 个月。每年可节能 192tce，年节能经济效益为 48 万元，投资回收期 3 年。

典型案例 2

建设规模：20 套 240V 高压直流供电系统，建设条件为交流输入，交流电压 323V~475V（三相三线）。主要技改内容：新增数据机房项目使用通信用 240V 直流供电系统取代 UPS 供电，安装一体化组合式系统或分离式立式系统。主要设备包括交流配电部分、高频开关整流模块、蓄电池组、直流配电部分、监控单元以及绝缘监察装置等，节能技改投资额 800 万元，建设期 5 个月。每年可节能 220tce，年节能经济效益 160 万元，投资回收期约 5 年。

八、推广前景和节能潜力

我国通信行业发展迅速，初步估算，国内主要通信企业中国移动、中国电信、中国联通现有 UPS 约 10 万套，需要替换的老旧 UPS 设备约为 20%，即 2 万套，到“十二五”末期，UPS 的新增需求量为 22 万套，总共 24 万套，预计到 2015 年，该技术的推广率可达 10%，形成的年节能能力约为 30 万 tce。

45 基站载频设备智能节电技术

一、技术名称：基站载频设备智能节电技术

二、适用范围：信息行业 移动通信系统

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

根据相关统计，基站整体能耗约占全部通信网络能耗的 60%以上，基站主设备能耗约占基站整体能耗的 50%左右，基站主设备功耗普遍较高，大部分设备整机效率不超过 15%。

四、技术内容

1. 技术原理

基站主设备功耗主要由机柜功耗和载频功率两部分组成。机柜功耗主要包括控制板、风扇和合路器，能耗值在基站功耗中所占比例较少；载频功耗则是基站功耗的主要部分。

由于无线用户的移动特性，基站设备每天不同时间段的负荷具有较大差异，导致在没有话务时，载频依然满功率工作，从而造成能源浪费。

该技术通过实时评估基站小区载频上的话务量水平，根据判决结果将空闲资源转入关断状态（主要指对于载频单元中功放模块的关断）以达到节能目的。

2. 关键技术

功放模块是载频中向天馈发射功率的主要部分，通常情况下，无论是否有业务发生，功放模块都以满负荷状态工作。采用该技术后，系统能够根据业务负荷对功放模块进行瞬时关断和开启。功放模块能耗由静态能耗和动态能耗两部分组成，其中静态能耗由偏置电压控制，动态能耗由工作电压控制。智能节电技术通过关闭功放模块的工作电压和偏置电压降低功放模块的功耗，进一步降低载频功耗，从而实现基站整体能耗的降低。

3. 工艺流程

智能节电技术可以通过硬件或软件控制实现，其实现方式可分为基于时隙的PA关断和基于负荷的载频/PA关断。

（1）基于时隙的PA关断技术

由于功率放大器的器件线性特性限制，即使不发射功率，也需要施加一个固定的偏置电压，使得功放工作在线性区域，这部分功耗为功放静态功耗。功放功耗还

包括另外一部分功耗，即动态功耗，在有话务的情况下，动态功耗发生，且动态功耗越高载频输出功率越高；无话务情况下，动态功耗为0。基于时隙的PA关断是指在无话务的时隙（即动态功耗为0）的情况下，关闭PA的偏置电压，从而进一步节省功放的静态功耗的技术。见图1。

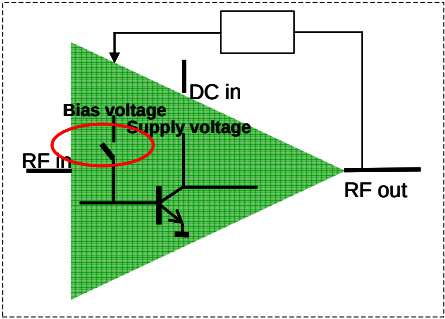


图 1 基于时隙的 PA 关断原理图

（2）基于负荷的载频/PA关断技术

基于负荷的载频关断是指基站控制器根据每载频话务情况进行判断，将空闲时长超过门限时间的载频所对应的功放工作电压关闭，当监控的话务负荷上升，超过一定门限时，基站控制器会立即激活被关断的载频，以满足话务需求。

基于负荷的PA关断是根据每个载频话务情况，将空闲时长超过门限时间（可设置）的载频对应的功放偏置电压关闭，在话务增长时重新打开功放偏置电压，以满足话务需求。见图2。

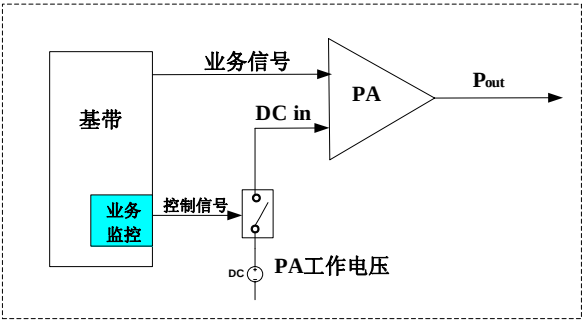


图 2 基于负荷的载频/PA 关断技术原理图

五、主要技术指标

1. 基于时隙的PA关断技术节电效果从12%~40%不等；
2. 基于负荷的PA/载频关断技术节电效果为3.4%~20%；
3. 平均每载频节省功耗范围从4W~36W不等（每载频年均节电35kWh~320kWh）。

六、技术应用情况

该技术已获得 4 项国家专利，截止到 2011 年底，中国通信行业 240V 直流系统应用已达到 332 个，总供电容量达到 15.36 万 A，功率为 3.67 万 kW，相当于交流 UPS

4.6 万 kVA 的供电能力。阿里巴巴、南京日博、江苏广电、腾讯、润迅（深圳）等企业都已采用 240V 供电系统，技术成熟可靠，该技术已成为电信及 IT 行业供电系统的主要发展趋势。

七、典型用户及投资效益

典型用户：中国移动通信集团河北有限公司

典型案例 1

建设规模：使用智能节电的 GSM 基站载频规模为 66000 个，建设条件为每个 GSM 小区内配置多个载波，现网设备均支持。主要技改内容：将 BSC 设备开启智能关载频功能，软件开启，无需硬件改动，主要设备包括基站控制器 BSC、基站 BTS、网管设备等。节能技改投资额 660 万元，建设期 2 年。每年可节能 888tce，年节能经济效益为 614 万元，投资回收期约 1 年。

典型案例 2

建设规模：使用智能节电的 TD-SCDMA 基站载频规模为 12000 个，建设条件每个 TD 站点配置多载波，现网设备均支持。主要技改内容：将 RNC 设备开启智能关载频功能，软件开启，无需硬件改动，主要设备包括 RNC、Node-B、网管设备等。节能技改投资额 170 万元，建设期 6 个月。每年可节能 323tce，年节能经济效益 223 万元，投资回收期约 9 个月。

八、推广前景和节能潜力

该技术可在电信行业各运营企业的移动通信网络全面推广，实现 2G、3G 移动通信基站设备的节能降耗。预计到 2015 年，该技术在移动通信领域推广比例将超过 80%，形成的年节能能力为 22 万 tce。

46 工业冷却循环水系统节能优化技术

一、**技术名称：**工业冷却循环水系统节能优化技术

二、**适用范围：**工业冷却循环水系统 钢铁冶金、石油化工、热电、生化制药等领域

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状**

循环水系统以水为介质用于工艺过程的冷（热）量交换和传送，在石油化工、钢铁冶金、机械电子、食品制药、热电、集中供暖、中央空调等领域，是必不可少的基本环节。循环水系统以水泵为动力源，其电能消耗较大，约占社会总用电量的15%左右。目前，我国循环水系统普遍存在能耗较高的现象，与先进国家相比，水泵单机效率约低5%以上，系统效率低20%以上。

四、**技术内容**

1. 技术原理

从流体力学基本原理可知，影响水泵功率的三大内在因素为：扬送的流量、扬程、运行效率。其中运行效率取决于水泵的效率性能，扬程用于克服管网阻力，流量用于工艺过程的冷（热）量交换和传送。从传热学基本原理可知，循环水量又取决于换热单元的热负荷、冷热流温差和传热系数。也即对某特定工艺的换热网络，若所移去的热量通过平衡后变少，换热器的热阻变少，循环水的供回水温差按设计规范要求在合理值内，那么流量就可以减少。根据上述原理，如果对某特定工艺，进行以下优化改造步骤，可从根本上解决循环水系统的高能耗问题：

（1）通过优化改造换热网络、消除因结垢或藻类滋生引起的热阻、做好管网的流量平衡并合理控制供回水温差，取得泵站最合理的扬送流量；

（2）通过配水管网优化，消除不利因素，如阀门损失、局部管路阻力偏大、并联管路性能差异大而引起的水力失衡、真空度控制不合理引起扰流等，从而降低管网阻力，取得水泵最合理的工作扬程；

（3）根据优化后的工作点参数（流量、扬程、效率、装置汽蚀余量），采用三元流技术设计出高效的水泵叶轮，以高效节能泵替换原有不匹配、低效率的水泵，确保泵站处于高效率运行状态；

（4）充分考虑因热负荷及环境温度变化引起的变工况运行，根据系统运行特征对泵站进行优化设计和管理。

2. 关键技术

(1) 循环水系统各换热设备、管网、泵站等的运行参数（包括压力、流量、温度、几何高度等）精确采集技术；

(2) 换热网络优化和管网水力优化数学模型建立；

(3) 对流量、管网阻力、水泵运行效率等专家分析诊断及优化系统。

(4) 水力平衡调节装置、高效节能泵等多种针对性强的系列高效节能产品。

3. 工艺流程

冷却循环水系统节能优化工艺主要包括以下环节：

(1) 循环水系统及换热网络流程图绘制、各换热设备额定技术参数及热负荷值进行勘探，校对，记录；

(2) 规定采集点的运行工况及环境参数采集；

(3) 高能耗原因诊断分析；

(4) 通过换热网络及配水管网优化设计，确定优化整改方案，确定合理循环水量及总管网最优阻力；

(5) 原泵站性能评价与泵站优化设计，高效节能泵最优工作参数确定；

(6) 定制生产高效节能泵；

(7) 换热网络及配水管网的不利因素优化整改与调整；

(8) 高效节能泵安装调试；

(9) 对间隙式生产系统（如聚苯烯生产装置等），根据变工况运行特征，制订相应调节控制策略，加装变频控制系统；

(10) 对循环水量较大（建议在 3000t/h 以上）或较复杂的系统，制订相应的在线监测与管理策略，安装循环水系统在线监控与能源管理系统。

循环水系统节能优化技术系统构架见图 1。

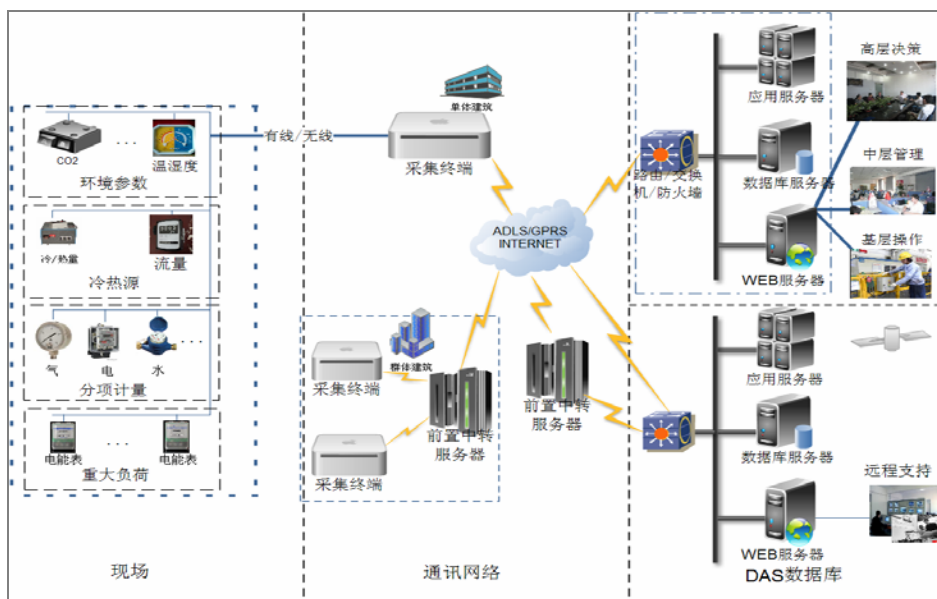


图 1 循环水系统节能优化技术系统架构图

五、主要技术指标

应用于工业冷却循环水系统节能改造节电率约为 12%~55%。

六、技术应用情况

该技术于 2005 年 7 月通过浙江省科技厅组织的成果鉴定，拥有自主知识产权，并已获得计算机软件著作权登记证书 5 项。经浙江能源监察总队能源监测站、沈阳市节能技术研究所等多家权威机构检测，该技术实际应用的节能效果著，已在全国成功应用于 860 余个循环水系统的节能改造，目前处于大范围推广阶段。

七、典型用户及投资效益

典型用户：上海石化、南京化工、扬子石化、中化集团、柳化股份、大化集团、上海医药集团、菱花味精、欧亚赐福集团、LG 甬兴化学、宝钢股份、首钢集团、上海大众汽车公司等。

典型案例 1

建设规模：30 万 t/a 合成氨循环水系统（循环水量 35000t/h），配 7 台冷却水泵，其中 2 台配功率为 2240kW，1 台配功率为 900 kW，4 台配功率为 1000kW，相应配 7 台冷却塔。主要技改内容：换热网络及配水管网的不利因素优化整改与调整，特别是解决了纯碱厂和加氯车间最不利点的水力平衡问题；评价原泵站性能，并进行优化设计，确定高效节能泵最优工作参数及叶轮的水力模型设计；通过系统改造更换 7 台高效节能泵。主要设备包括水力平衡提升调节装置 2 套；高效节能泵 7 台；循环水在线检测与能源管理系统 1 套。节能技改投资额 1470 万元，建设期 5 个月。每年可节能 4709tce，年节能经济效益为 573 万元。投资回收期 2.5 年。

典型案例 2

建设规模：1780m³高炉鼓风机透平拖动装置冷却系统技改，配 6 台 900kW 冷却泵（2 用 4 备）；主要技改内容：换热网络及配水管网的不利因素优化整改与调整，特别是解决了供水总管止回阀阻力异常现象；评价原泵站性能，并进行优化设计，确定高效节能泵最优工作参数及叶轮的水力模型设计；通过系统改造更换 6 台高效节能泵。主要设备包括 PLC 计量系统、止回阀 6 台、高效节能泵 6 台。节能技改投资额 780 万元，建设期 4 个月。每年可节能 3048tce，年节能经济效益 459 万元，投资回收期 1.7 年。

八、推广前景和节能潜力

根据目前已在全国成功实施的 800 余套循环水优化系统的节能效果分析，与原有循环水系统相比，该技术的节电率一般在 20%~85%。这表明目前我国工业循环水系统仍然存在能耗过高的情况，有较大的节能潜力。

预计到 2015 年该技术可在相关领域推广 15%，形成的年节能能力约 155 万 tce。

47 蒸汽系统运行优化与节能技术

一、技术名称：蒸汽系统运行优化与节能技术

二、适用范围：炼油、石化、钢铁等企业的动力车间，工业开发区与城市的热电企业

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

一般热电系统（考虑到热电联产）的热能利用率约为65%，比世界先进水平约低10%左右，蒸汽管网的热损率约为5%~20%。

四、技术内容

1. 技术原理

基于能量平衡的锅炉、汽轮机、除氧器等热电系统设备数学模型；基于基尔霍夫定律的管网水力学模型，以联立模块法表示热电系统的运行状况。

2. 关键技术

（1）模拟技术：以专用软件PROSS经二次开发，将蒸汽动力系统和蒸汽管网系统的运行状态以精确的数学模型表示；

（2）工程化方法：将上述数学模型作实时应用，对蒸汽动力系统和蒸汽管网系统实际工况作出评估，提出可行的优化措施，达到节能降耗的效果；

（3）IT技术：将技术集成到企业调度指挥系统，形成能源（蒸汽）管控子系统。

3. 工艺流程

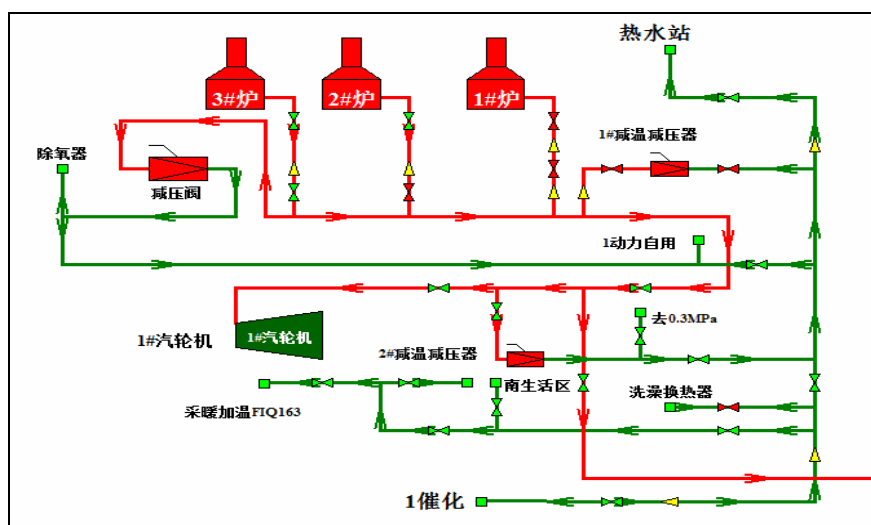


图1 蒸汽系统运行优化流程图

五、主要技术指标

1. 数学模型准确可靠，模拟计算结果与实测值偏差小于 5%；
2. 模拟计算速度快，每次计算不超过 10s；
3. 数学模型可扩展性强，能适应企业改扩建。

六、技术应用情况

该技术于 2005 年 11 月通过浙江省科技厅组织的技术鉴定，并已获得国家版权局的计算机软件著作权登记证书。目前，现已在中国石化济南分公司、中国石化广州分公司等 20 个大型企业和 5 个小型热电厂得到应用，技术成熟可靠。

七、典型用户及投资效益

典型用户：中国石化济南分公司、中国石化广州分公司

典型案例 1

建设规模：蒸汽量 200t/h，蒸汽管网总长 14km。主要技改内容：蒸汽管网智能化管理系统，管线保温改造等，主要设备包括服务器、客户端和保温材料等。节能技改投资额 500 万元，建设期 8 个月。每年可节能 1.16 万 tce，年节能经济效益为 2360 万元，投资回收期约 3 个月。

典型案例 2

建设规模：蒸汽量 1500t/h，蒸汽管网总长 80km。主要技改内容：开发建立蒸汽动力系统运行优化系统和蒸汽管网智能监测系统，并集成入公司 MES，形成能源（蒸汽）调度系统，主要设备包括服务器、客户端和保温材料等。节能技改投资额 1000 万元，建设期 2 年。每年可节能 3.62 万 tce，年节能经济效益 3801 万元，投资回收期约 3 个月。

八、推广前景和节能潜力

预计到 2015 年，该技术可在 80%的炼油、石化企业以及和 10%的地方小型热电厂推广应用，形成的年节能能力约为 158 万 tce。

48 粮食干燥系统节能技术

一、技术名称：粮食干燥系统节能技术

二、适用范围：粮食行业

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

在我国，粮食（玉米）烘干技术还处在初级发展阶段，传统的燃煤烘干技术热效率相对较低，约60%左右。而发达国家的粮食干燥系统90%以上采用燃气、燃油技术，燃烧效率相对较高，而且不需换热装置，由于采用了低温烘干和后冷却工艺，粮食温度低，排出的废气温度也低，总体热效率可达90%以上。二者差距较大。

四、技术内容

1. 技术原理

保持原有粮食干燥系统的平衡不变，将分层供煤、高效换热器、部分废气和烟气余热的回收利用、调整空气烟气走向、先进保温材料等节能技术进行有机结合并应用于粮食干燥系统中，在保证产量不降低、降水幅度提升和粮食烘干品质的前提下，达到节能减排的目的。

2. 关键技术

（1）采用分层供煤装置提高燃烧效率

采用分层给煤装置，使较大颗粒的煤块在煤层的下面贴近炉排，较小颗粒的碎煤和煤粉覆盖在煤层上部，使煤层透气性好，风阻小，改善燃烧条件，减少漏煤量，提高热风炉的热效率。

（2）更换高效换热器提高换热效率

换热器经过长时间运行，会产生列管脱炭、老化和漏烟等现象，从而导致部分列管堵塞，换热效率低，能耗大。此外，换热器列管管壁结焦和堵塞及砌筑式管壳也会对换热效率有很大影响。采用四回程换热器以及装配式换热器管壳，可有效提高换热器的换热效率。

（3）部分废气和烟气余热回收利用

尾部干燥段末端的废气温度一般在50℃左右，湿度在20%左右。将干燥段末端的废气进行回收利用，用管道送至换热器进风口，可有效提高换热器进风口的空气温度。

冷却段排出的废气温度约在30℃左右，且湿度小，将该热量回收利用，可以提

高换热器的进气温度，节约能源，并减轻换热器尾部烟管结硫。这些废气经沉降室后，通过管道送至换热器进风口，进入换热器再加热，继续用来干燥粮食。

热风炉烟囱排放的烟气温度一般在 $110^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，是干燥系统能量浪费的主要环节之一。通过合理的方式对该部分烟气余热进行利用，至少可回收5%左右的热量，节能效果显著。

（4）调整空气与烟气两相流走向

在粮食干燥系统的供热装置中增加倒流板等技术措施，使空气与烟气均匀分布于换热器的列管中，使其充分发挥效能，从而提高换热效率。

（5）采用先进的保温材料与保温方式

对粮食烘干系统中的部分设备进行全面保温处理，根据不同的部位，采用不同的导热系数小、耐高温且阻燃的保温材料，对热风炉、换热器、热风室和风机等设备进行保温隔热处理，减少热量损失，避免能源浪费。

3. 工艺流程

该技术流程见图 1。

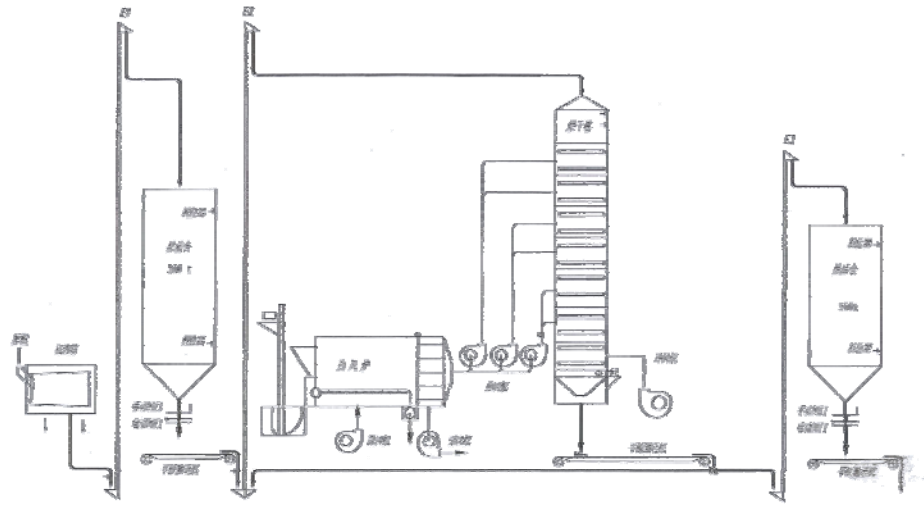


图 1 粮食干燥系统节能减排技术流程图

五、主要技术指标

- 1. 粮食干燥系统可节煤 15%左右；
- 2. 粉尘排放可降低 50%。

六、技术应用情况

该技术于2008年首先在辽宁辖区的抚顺、台安、丹东、阜新、开原、朝阳、建平、凌源和兴城等9个中央储备粮直属库进行节能减排技术改造示范，取得了良好的效果；2009年，在辽宁辖区8家直属库的玉米烘干机系统中推广应用；2010年，推广

应用面到中储粮黑龙江分公司和内蒙古分公司，使技术的应用库点达到30多家。自2009年以来，在中储粮总公司新建的粮食干燥系统中，全部采用了该项技术。到目前为止，已累计应用于38套玉米烘干机系统中，节能减排效果良好。

七、典型用户及投资效益

典型用户：中储粮管理总公司阜新直属库

典型案例 1

建设规模：300t/d 粮食干燥系统。主要技改内容：尾部干燥段废气回收利用，冷却段废气回收利用，烟气余热回收利用，设备保温处理。主要设备包括干燥废气余热回收装置、全部冷却废气回收装置、烟气余热回收利用装置、热风炉、换热器和热风机增设保温装置。节能技改投资额 60 万元，建设期 2 个月。每年可节能 78tce，年节能经济效益为 15 万元，投资回收期 4 年。

典型案例 2

建设规模：300t/d 粮食干燥系统。主要技改内容：更换四回程换热器，烟气余热回收利用，设备保温处理，增设分层煤斗。主要设备包括换热器、余热回收装置和分层煤斗。节能技改投资额 40 万元，建设期 2 个月。每年可节能 75tce，年节能经济效益 11 万元，投资回收期约 4 年。

八、推广前景和节能潜力

在我国整个东北地区，现有粮食干燥系统 3000 余套，每年烘干粮食约 3700 万 t，消耗煤炭约 148 万 t。预计到 2015 年，该技术可在北方粮食干燥系统中推广 50%，可形成的年节能能力约 10 万 tce。

49 中低温太阳能工业热力应用系统技术

一、技术名称：中低温太阳能工业热力应用系统技术

二、适用范围：工业领域太阳能系统与燃煤、燃气、燃油工业锅炉结合使用

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状

太阳能工业热力系统应用绿色清洁的太阳能，自身能源消耗低，可大量节约化石能源。该技术的核心部件—中温太阳能集热器，其集热效率约比普通集热器高10%左右，且能够满足太阳能工业热力系统通常需要的100℃以上的工作温度，而普通集热器一般在80℃以下。该技术的生产综合能耗与普通集热器相同，为每台集热器4.45kgce/m²，其成本与普通集热器相当，投资回收期更短，目前已可在全国推广应用。

四、技术内容

1. 技术原理

自来水经过软化处理后进入冷水箱，通过循环泵进入中温集热器，太阳照射到中温集热器上，由中温真空管将太阳辐射转化为热能，再由真空管内的铜管把热能传递给冷水，将水加热，热水通过循环泵输送到储热水箱，再经过蒸汽锅炉加热成高温蒸汽输送到厂区热力管网。

2. 关键技术

（1）高效的太阳能集热技术。该技术的核心部件—中温太阳能集热器，具有真空管集热性能优、热量损失少、产生能量多、产品寿命长等特点，与普通集热器相比，太阳热能利用效率更高；

（2）合理的能量传输阵列技术。作为大规模安装的太阳能工业热力系统，通过集热器阵列布置和管路系统的分配技术，达到将热能全部传输至锅炉水箱使用，避免热量在集热器内的损失；

（3）系统节能控制技术。通过温度、压力的多点分布式监测和采集分析，实现系统节能运行，减少系统运行的能耗，并将太阳能量及时转移至使用或存储终端。

3. 工艺流程

中低温太阳能工业热力应用系统技术流程见图1。

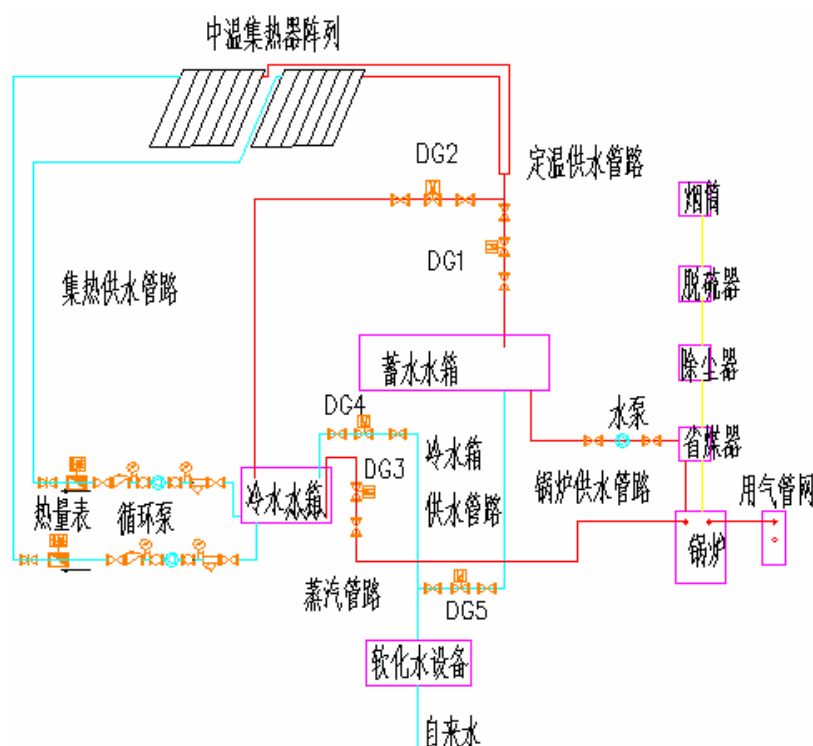


图 1 中低温太阳能工业热力应用系统技术流程图

五、主要技术指标

1. 中温太阳能集热器瞬时效率截距达到 0.691，高于普通集热器 8%，150℃时瞬时效率高于普通集热器 20%左右；
2. 整体节能量高于普通集热器 15%；
3. 系统日有用得热量 $7.7\text{MJ}/\text{m}^2$ ，高于同类国标技术要求 10%。

六、技术应用情况

该技术已经获得 3 项国家发明专利。2012 年 2 月，获得了由中国可再生能源学会颁发的科学技术一等奖。随着国家节能减排政策的推进，太阳能在工业领域的热利用已越来越受到重视，国内太阳能热水器生产企业也逐渐将重点从太阳能家用市场转移到太阳能工业应用领域，其中 $80^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$ 中温工业应用领域与太阳能结合的技术，将是未来太阳能热利用领域发展的主要趋势。

七、典型用户及投资效益

典型用户：济南永宁制药股份有限公司、上海青浦热电厂、荣城海之宝公司、平邑天宝化工、山东东平油脂厂、山东青年政治学院等。

典型案例 1

建设规模：10t/h 太阳能综合利用锅炉，共安装中温集热器 5870 m^2 。主要改造内容：利用中温真空管太阳能集热器及储热水箱组成的 5870m^2 总面积的太阳能集热

系统，向 10 吨燃煤锅炉提供 95℃左右的热水，经锅炉再加热成高温蒸汽，进入厂区蒸汽管网。主要设备包括中温太阳能集热系统、30t 冷水箱，100t 储热水箱，2 备 2 用共 4 台高温高压水泵，2 台控制柜等。节能技改投资 420 万元，建设期 1 个月。年可节约标煤 875tce，年节能经济效益 116 万元。投资回收期约 3.6 年。

典型案例 2

建设规模：60t/h 热电锅炉，安装太阳能集热器总面积 3557 m²。主要改造内容：利用太阳能将进锅炉的软化水升温后进入除氧设备，然后利用锅炉高温增压水泵将高温水泵入锅炉，再利用煤进行二次升温，加热至饱和蒸汽后输送到热力管网的系统。主要设备包括中温太阳能集热器及安装支架 1200 套，控制系统一套，循环泵 3 台，换热器 3 台等。节能技改投资 200 万元，建设期 25 天。年可节约标煤 328 tce，年节能经济效益 46 万元。投资回收期约 4.3 年。

八、推广前景和节能潜力

目前，我国工业用热温度大部分在 80 ℃~250 ℃之间，该技术比较适宜在此温区应用，若能得到全面推广，将能大大促进太阳能工业热利用的发展。预计到 2015 年，该技术可在工业相关领域推广 10%，形成的年节能能力约 71 万 tce。