

国家重点节能技术推广目录 (第四批)

国家发展和改革委员会

2011年12月

国家重点节能技术推广目录（第四批）

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	综采工作面高效机械化矸石充填技术	煤炭行业井工综采开采的矿井	采用自压式矸石充填机,以矸石充填巷道或采空区,替换出“三下”压煤,从而提高煤炭资源回采率和煤矸石的综合利用率,实现节能。	拥有煤矸石充填巷道、采空区及“三下压煤”等区域	年产 150 万吨的生产矿井单位建立多工作面矸石运输系统,优化矸石辅助运输系统	4076	128000	0.71 吨标煤 / 吨矸石 (按以矸换煤)	<1	10	128000	420
2	配电网全网无功优化及协调控制技术	电力行业县级供电企业配电网电压及无功协调控制及综合治理	全网电压无功监测,可以对变电站、线路、配变、客户端电压无功远程实时监测。全网电压无功协调控制,可实现变电站、线路、配变电站无功相邻协调、隔邻协调控制。既可满足本地无功需求,又能减少无功在电网中的流动,最大限度降低网损。	已建设调度自动化系统;建设线路、配变电压无功调控设备监测;建设客户端电压监测;电压无功调控设备具备遥测、遥控功能	一座 35kV 变电站及两条 10kV 配电线路改造	50	84 (年供电量约 2 亿 kWh)	平均综合线损率降低 0.8%	<1	16	50000	24

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

国家重点节能技术推广目录（第四批）

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	新型节能导线应用技术	电力行业 110kV 及以上架空输电线路	1) 钢芯高导电率硬铝绞线：通过细晶强化和颗粒强化减少微观缺陷对导电率的影响，提高导电率； 2) 铝合金芯铝绞线和全铝合金绞线：通过铝基体的合金化的配方组合，及加工工艺及热处理的控制，使其导电率、强度、延伸率上得到明显提高。	新建或技术改造的架空输电线路工程	新建 500kV 双回输电线路工程，4×JL/G1A-630/45 导线，全长 27 公里，输送容量 2100MW	与普通钢芯铝绞线相比投资额增加 390	487.6	18.07tce/(km·a)	<1	20	900000 (与普通钢芯铝绞线相比增加的投资额)	36	
4	超临界及超超临界发电机组引风机小汽轮机驱动技术	电力行业 火电厂	采取将引风机与脱硫增压风机合并的联合风机方式，并采用小汽轮机驱动，替代原有的电动机，可以大幅降低厂用电率。	燃煤发电厂大容量引风机	600MW 及 1000MW 火力发电机组		3350	4829	0.87gce/kWh	<1	20	450000	24
5	非稳态余热回收及饱和蒸汽发电技术	钢铁、有色金属、石化等行业生产过程中产生的不稳定余热资源回收	非稳态余热经高温除尘后进入余热锅炉，将热量传递给循环工质，循环工质吸收热量后变为蒸汽进入储热器，将非稳态的工况转化为稳态。稳态蒸汽进入机内除湿再热后进入饱和蒸汽汽轮机进行发电。	适用对于电炉或转炉等尾部烟气的流量和温度周期性变化的余热资源的回收	装机 4500kW 的转炉饱和蒸汽余热电站		3500	11500	-	5	20 (仅按在钢铁转炉和铜冶炼行业的应用进行估算)	100000	57

国家重点节能技术推广目录（第四批）

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)
6	加热炉黑体技术强化辐射节能技术	钢铁行业各种加热炉	将一定数量高辐射系数 (0.95 以上) 的黑体元件, 安装在轧钢加热炉内炉顶和侧墙, 增加辐射面积, 增加有效辐射, 提高加热质量, 降低燃料消耗。	炉膛温度 600℃ 以上的加热炉窑	150 万 t 中厚板轧钢加热炉	350	9817	6.54kgce/t	5	20	90000	80
7	煤气化多联产燃气轮机发电技术	化工行业煤化工领域	回收甲醇生产过程排放的弛放气中的氢气, 作为燃气轮机的燃料进行发电, 燃烧后排出的高温废气进入余热锅炉产生中低压蒸汽, 用于生产工艺, 实现节能。	采用燃料为煤气和放空尾气 (热值 2400 千卡, 属于中低热值) 进行发电	燃气轮机装机规模 76MW	120000	138200	31.9kgce/t 甲醇	<5	20	120000	140
8	新型导电铜瓦把持器电石炉节能技术	电石行业	采用新型导电铜瓦把持器技术, 有效保证电石炉高效、安全、低耗能运行。关键技术包括导电铜瓦把持器技术、短网结构设计技术、直燃式回转气烧石灰窑和隧道烘干窑炉气利用技术。	密闭式电石炉改造	2 台 21000kVA, 年产 9 万吨电石	12000	32670	113.4kg/t 电石 (与国家电石单位产品能耗限定值相比)	1	5	200000	17

国家重点节能技术推广目录（第四批）

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	新型吸收式热变换器技术	石化行业	利用石油化工生产过程中产生的低品位废热源作为驱动热源,通过吸收式热变换器技术将一部分热量转化成高品位热源回收加以利用,另一部分热源以更低温位排至大气环境中。	石油化工生产过程中的废热 80~200℃	5MW	610	1669	蒸汽 27300t/a	<5	10	7000	10
10	膨胀玻化微珠保温砂浆制备及应用技术	建材、铸造、陶瓷、石油化工以及农业、林业、交通、国防、军事、航空航天等诸多领域	以玻化微珠为保温组分,配以水泥、可再分散乳胶粉、抗裂纤维及憎水剂等材料制成单组分砂浆,作为建筑物外墙保温材料,具有优异的保温隔热和防火特性。	具有节能保温、防火要求的建筑	9.8 万 m ² 旧有建筑物综合节能改造中的 1600 m ² 外墙保温节能改造	13	18.4	与岩棉相比,膨胀玻化微珠保温砂浆的生产过程节能 14.19 kgce/m ³ 。使用过程中可节能 15%~30%	<1	10	825000	105

国家重点节能技术推广目录（第四批）

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	高固气比水泥悬浮预热分解技术	建材行业水泥熟料煅烧领域并可拓展应用于粉体的换热与反应工程	1) 采用高固气比预热技术, 大幅提高气固换热效率, 提升余热利用水平; 2) 采用外循环式高固气比分解炉技术, 实现小体积、低温分解炉内碳酸盐的高分解率且炉内热稳定性大幅提高, SO ₂ 和 NO _x 等有害气体的排放量大幅降低。	1) 改造现有新型干法水泥烧成系统; 2) 新建水泥熟料烧成系统	2500t/d 水泥熟料生产线	3500	19500	14. 3kgce/t. cl	<1	5	550000	90
12	铅蓄电池高效低能耗极板制造技术	轻工行业启动型、密封式、动力型铅蓄电池以及卷绕式、超级铅蓄电池	采用铅带连铸连轧、扩展式板栅与冲孔(网)式板栅相结合的新型金属冷加工技术, 可完全阻断铅蓄电池生产中可能产生的铅烟排放, 同时大大地降低能耗和铅耗。	采用铅带连铸连轧/连续冲网。其中摩托车电池铅带宽 110mm, 汽车电池带宽 160mm	摩托车电池生产线 25 万 kVAh 和汽车电池生产线 50 万 kVAh	2100	1527	降低单位电池产量能耗 0. 3 kWh/kVAh	2	25	250000	46

国家重点节能技术推广目录（第四批）

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	高红外发射率多孔陶瓷节能燃烧器技术	轻工行业各种燃气灶具和燃烧器领域	使用高红外发射率多孔陶瓷板替代传统的铜等高耗能稀缺金属材料,并采用完全预混无焰燃烧技术,实现了产品制造、使用和废弃全流程的环保节能和低排放。	民用与商用室内室外燃气灶、取暖、烧烤产品、工业加热采暖、干燥烘烤设备等	改造 480 台民用燃气灶	26.4	61.3	64kgce/台·年	3	城镇推广 30%, 农村地区推广 20%	60000	135
14	高效放电回馈式电池化成技术	轻工行业锂离子电池、镍氢电池、铅酸蓄电池生产过程中的电池极板化成和成品电池的化成充放电和补充电	蓄电池放电电能回馈到局部直流母线,放电电能通过局部母线互连,对其他充电设备提供电能。当蓄电池放电到公用母线的电能大于其他充电设备所需电能时,多余电能通过绿色逆变器对公司内部公用电网逆变,逆变电能以符合国家标准的方式返回电网。	具有一定规模的蓄电池制造企业	日产 2 万只蓄电池生产线	1286	1500	节电率 18%	<1	30	120000	180

国家重点节能技术推广目录（第四批）

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	合成纤维熔纺长丝环吹冷却技术	纺织行业 化纤	针对合成纤维熔纺长丝(特别是涤纶超细旦长丝)冷却过程,采用独立的外环吹风方法对丝条进行冷却,替代单侧吹风冷却,减少冷却风量 70%以上,显著降低了冷却环节能耗。	单丝纤度为 dpf=0.3	年产 10000 t 涤纶长丝 POY	1000	1050	105kgce/t 丝	10	40	50000	11
16	曲叶型系列离心风机技术	建材 (水泥)、电力 (火电)、钢铁、有色金属、化工等行业	采用等减速设计方法将叶片设计为等减速曲叶型;改变气流由轴向到径向的气流转折角度,改变进风口端壁线;提高风机效率,节能效果较好。	主要用于干法水泥生产线中的转炉风机、水泥磨风机、收尘风机、煤粉风机等	4500t/d 水泥窑生产线使用的窑尾风机、煤粉通风机、水泥磨尾风机	248	968	风机效率提高 4.5%	1	20	11000	80

国家重点节能技术推广目录（第四批）

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)
17	自密封旋转式管道补偿节能技术	通用机械 工业热网管道	1) 利用旋转补偿方式使补偿距离扩大 10 倍, 延长米大大缩短, 降低能量损耗; 2) 高温高压环面与端面的自密封型式及新型端面密封材料, 最高动态使用压力可达 30MPa, 减少了补偿器的使用数量; 3) 消除管道轴向应力, 降低高温高压管道对材质的要求, 降低了工程造价; 4) 可使管道实现无应力连接, 提高设备的安全性。	动力蒸汽管道 P ≤ 10MPa、TN ≤ 550℃、长度 L= 580 米	动力蒸汽管道 (9.8 MPa、550℃、长 558m、12Cr1MoV、Φ 426 × 36)	140	1350	可降低管道热损 5% (与传统管道补偿方式相比)	2	20	240000	140
18	动态冰蓄冷技术	建筑行业 各种中央空调系统及工艺用冷系统	采用制冷剂直接与水进行热交换, 使水结成絮状冰晶; 同时, 生成和溶化过程不需二次热交换, 由此大大提高了空调的能效。冰浆的孔隙远大于固态冰, 且与回水直接进行热交换, 负荷响应性能好。总体移峰填谷能力优于传统冰蓄冷技术。	中央空调	制冷机组额定功率 600RT, 蓄冷量 3600 RTh, 蓄冰槽 360m ³ 供冷面积 20000m ²	255	转移峰时电量 86 万 kWh	平均转移峰时电量 41000kWh/套·年	<1	5	2340000	全年转移峰时电量 52 亿 kWh, 减少电厂装机容量 1180 万 kW

国家重点节能技术推广目录（第四批）

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	中央空调全自动清洗节能系统技术	建筑行业各种建筑楼宇及工业厂房	采用纯物理方法，运用特殊球每天全自动清洗中央空调冷凝器36次，使中央空调冷凝器始终处于无任何结垢、清洁状态，杜绝人工化学水处理方法的使用。系统全自动运行，其自身不耗电，具有较好的节能减排效果。	中央空调及水载式热交换器	2台450冷吨、2台500冷吨、2台1100冷吨中央空调节能技术改造	100	546	平均每冷吨节约电耗15%以上	<1	5	320000	200
20	新型轮胎式集装箱门式起重机节能技术	交通行业港口、中转站装卸集装箱或件杂货等	1) 采用“四卷筒”组合驱动技术，实现整机重量的轻型化；2) 通过电力驱动，满足RTG机动性要求；3) 电动RTG采用变频调速、可编程控制器和现场总线控制组成电力驱动控制系统，实现调速、控制一体化。通过各项技术的组合实现节能降耗的目的。	无条件限制，适用条件同通用轮胎式集装箱门式起重机	8台轮胎式集装箱门式起重机	2322	1606	0.33kgce/TEU	2	20	60000	10

国家重点节能技术推广目录（第四批）

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	热管/蒸汽压缩复合制冷技术	通信、IT、金融等行业通讯基站、信息中心机房等	在同一设备载体上实现分离式热管技术和蒸汽压缩式制冷技术的复合，优势互补，最大限度地利用室外自然冷源，从而达到节能的目的。	全年或全年绝大部分时间需要制冷的建筑空间	总制冷量为 608kW 的机房制冷系统	300	379	年平均节电率 35%	<1	20	250000	30
22	过程能耗管控系统技术	建材、机械、交通等行业大型用能单位电、气、水等能源使用过程管理	电、水、气等能源过程参数实时测量并进行多测点时间同步，实现对用户生产设施主要用能设备的同步精确实时测量，对能源、用能设备与用能过程进行实时监测、分析和管控，发现并消除无效能耗，鉴别并管控低能效行为，以实现用能效率的持续改善。	规模以上用能单位电、气、水等能源使用过程	年产 20 万 TEU 的集装箱工厂用电系统及压缩空气系统的全负载用能过程管控	800	3990	生产能耗平均降低约 8%	<1	20	900000	260

附件

重点推广节能技术报告
(第四批)

目 录

1 综采工作面高效机械化矸石充填技术.....	1
2 配电网全网无功优化及协调控制技术.....	4
3 新型节能导线应用技术.....	8
4 超临界及超超临界发电机组引风机小汽轮机驱动技术.....	13
5 非稳态余热回收及饱和蒸汽发电技术.....	16
6 加热炉黑体技术强化辐射节能技术.....	19
7 煤气化多联产燃气轮机发电技术.....	22
8 新型导电铜瓦把持器电石炉节能技术.....	24
9 新型吸收式热变换器技术.....	27
10 膨胀玻化微珠保温砂浆制备及应用技术.....	30
11 高固气比水泥悬浮预热分解技术.....	35
12 铅蓄电池高效低能耗极板制造技术.....	38
13 高红外发射率多孔陶瓷节能燃烧器技术.....	41
14 高效放电回馈式电池化成技术.....	44
15 合成纤维熔纺长丝环吹冷却技术.....	47
16 曲叶型系列离心风机技术.....	50
17 自密封旋转式管道补偿节能技术.....	53
18 动态冰蓄冷技术.....	56
19 中央空调全自动清洗节能系统技术.....	59
20 新型轮胎式集装箱门式起重机节能技术.....	62
21 热管/蒸汽压缩复合制冷技术.....	67
22 过程能耗管控系统技术.....	70

1 综采工作面高效机械化矸石充填技术

一、**技术名称：**综采工作面高效机械化矸石充填技术

二、**适用范围：**煤炭行业 井工综采矿井

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

目前，据不完全统计，我国国有骨干大中型矿井“三下”（指建筑物下、铁路下和水体下）压煤量达到140亿吨以上，其中建筑物下压煤占整个“三下”压煤量的60%以上，水体下（包括承压废岩水上）压煤占28%左右，铁路下压煤占12%左右。据不完全统计，全国国有重点煤矿仅村下压煤约50亿吨。如果采用传统的条带开采法，“三下”压煤的采出率仅为30%左右。

另外，我国煤矿现有矸石山1600余座，堆积量约45亿吨，每年矸石产量约1.5~2亿吨。这些矸石不仅占用了大量耕地，也对环境造成了一定程度的污染。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

通过利用煤矸石充填巷道或采空区，使采空区顶底板得到有效控制，有效抑制地面塌陷，从而实现高回收率的煤炭资源开采和煤矸石的综合利用。

采空区的矸石充填依靠自压式矸石充填机自动完成。充填时，自压式矸石充填机的上刮板向下运输充填矸石；下刮板向上推平漏矸孔下漏的矸石，并使矸石充填密实、均匀。在矸石充填过程中，随着矸石充填高度的增加，自压式矸石充填机会随之上升，利用矸石充填运输机对矸石的反作用力来压实充填的矸石。

2. 关键技术

- 1) 具有自主知识产权的液压支架；
- 2) 自压式矸石充填机；
- 3) 可缩桥式皮带。

3. 工艺流程

利用综采工作面高效机械化矸石充填技术采煤的工艺流程见图1，其技术示意图见图2。



图 1 综采工作面高效机械化矸石充填技术采煤技术流程图

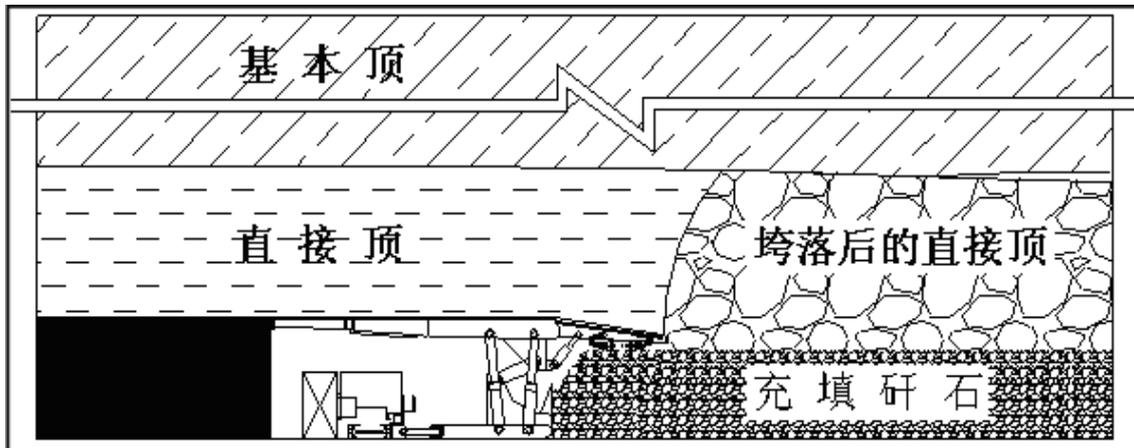


图 2 综采工作面高效机械化矸石充填技术示意图

五、主要技术指标：

- 1) 煤矸石综合利用率 100%；
- 2) 综采矸石充填工作面生产能力可达到 493 吨/日；
- 3) 煤炭回收率提高 25%。

六、技术应用情况：

“矿井综采工作面高效机械化矸石充填技术” 2008 年获得国家科技进步二等奖、山东省重大节能成果等奖项，并取得多项国家专利。

该技术已成功应用于翟镇煤矿 7201 和 7204 工作面，为我国煤矿“三下”压煤的规模性开采、井上下矸石的系统化井下处理提供了一条具有显著经济与社会效益的技术途径。该项技术不仅适用于“三下”采煤，而且也适用于其它行业条件适宜的综采面。

该技术发展了新的高效机械化开采工艺方式，将煤矿“掘、采”二元开采技术体系提升为“掘、采、处”的三元开采模式，解决了“掘、采”二元开采技术体系忽视采动对环境和资源的影响及损害问题，将矿井矸石的处理、“三下”压煤的开采、保护地表纳入煤矿开采的总体设计，可实现煤矿资源与环境的协调发展。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：新汶矿业集团有限责任公司

1) 建设规模：年生产原煤 150 万吨，7204 充填工作面以矸换煤量达 18 万吨。主要技改内容：将开采出的矸石运至充填面后，利用自主研发的新型实用专利液压支架和自压式矸石充填机来自动完成矸石充填和压实工作，主要设备包括矸石液压支架、自压式矸石充填机和运输皮带等。节能技改投资额 4076 万元，建设期 1 年。每年可节能 12.8 万 tce，年节能经济效益为 3257 万元，投资回收期 15 个月。

2) 建设规模：年生产原煤 150 万吨，7201 充填工作面以矸换煤量达 19 万吨。主要技改内容：将开采出的矸石运至充填面后，利用自主研发的新型实用专利液压支架和自压式矸石充填机来自动完成矸石充填和压实工作，主要设备包括矸石液压支架、自压式矸石充填机和运输皮带等。节能技改投资额 4178 万元，建设期 1 年。每年可节能 13.6 万 tce，年节能经济效益 3439 万元，投资回收期 15 个月。

八、推广前景和节能潜力：

一级煤矿“三下”压煤开采已成为制约矿区发展的重大技术难题。该项技术革新了煤矿开采技术，开创了综采工作面高效机械化矸石充填技术的新局面，填补了相关领域的空白，可有效提高“三下”压煤的回采率，减少煤矿生产对地表及生态环境的破坏。预计到 2015 年，该技术可在煤炭“三下”资源开采方面推广 10%，每年可回收约 588 万吨原煤，折 420 万 tce。

2 配电网全网无功优化及协调控制技术

一、**技术名称：**配电网全网无功优化及协调控制技术

二、**适用范围：**县级供电企业配电网电压及无功协调控制及综合治理

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

配电网处于电力系统的末端，传输距离长，降压层次多，点多面广，运行状态受运行方式和负荷变化的影响较大，这些状况导致配电网在一定区域和时段处于非经济运行状态，需要对电压和无功等指标进行协调控制。对配电网实施电压无功控制存在以下难点：

1) 由于目前配电网自动化、智能化程度远低于输电网，监测点及能控点比例低，且控制动作影响面广，故无法确知可控设备动作后对无监测设备运行状态的影响，只能通过限值或动作预算来保证；

2) 低压用户端无法实现电压控制，只能通过调整上级配变、线路调压器或母线电压达到改善低压用户电压质量的目的；

3) 设备动作依据除按本地监测量外，还要考虑上下级电网设备的运行状态，否则容易引起设备动作震荡；

4) 直接面向的用户改动频繁，用户负荷波动呈现较大的随机性，短期、超短期负荷预测难度增大。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

通过用户用电信息采集系统、10kV 配变无功补偿设备运行监控主站系统(基于 GPRS 无线通讯通道)、10kV 线路调压器运行监控主站系统(基于 GPRS 无线通讯通道)、10kV 线路无功补偿设备运行监控主站系统(基于 GPRS 无线通讯通道)、县调度自动化系统(SCADA) 等系统采集县网各节点遥测遥信量等实时数据，进行无功优化计算；并根据计算结果形成对有载调压变压器分接开关的调节、无功补偿设备投切等控制指令，各台配变分级头控制器、线路无功补偿设备控制器、线路调压器控制器、主变电压无功综合控制器等接收主站发来的遥控指令，实现相应的动作，从而实现对配网内各公配变、无功补偿设备、主变的集中管理、分级监视和分布式控制，实现配电网电压无功的优化运行和闭环控制。

2. 关键技术

1) 以电压调整为主，同时实现节能降损

降损的前提是电网安全稳定运行及满足用户对电能质量的需求，在具体实施过程中，一个周期的控制命令可能既包含分接头调整，又包括补偿装置动作，如果分接头及补偿装置同属一个设备，则先调整分接头，下一周期再动作补偿装置。

2) 电压自下而上判断，自上而下调整

这一要求需要两种措施来保证：一是通过短期、超短期负荷预测，合理分配开关在各时段的动作次数；二是如果低电压现象在一个区域内比较普遍，则优先调整该区域上级调压设备。

3) 无功自上而下判断，自下而上调整

无功自上而下判断，如果上级电网有无功补偿的需求，应首先向下级电网申请补偿，在下级电网无法满足补偿要求的情况下，再形成本地补偿的控制命令。而控制命令的执行应自下而上逐级进行。如此，既能满足本地无功需求，又能减少无功在电网中的流动，最大限度降低网损。

3. 工艺流程

全网无功优化及协调控制技术的工作流程见图1。

五、主要技术指标：

- 1) 变电站、线路、配变电压无功三级联调；
- 2) 电压无功监测范围可覆盖变电站、线路、配变、客户端；
- 3) 可实现闭环控制，开环建议，提高电压无功控制水平；
- 4) 容量315kVA（100kVA）；
- 5) 空载损耗480W（200W）；
- 6) 负载损耗3830（1500）；
- 7) 短路阻抗4.0；
- 8) 空载损耗1.4（0.7）。

六、技术应用情况：

该技术在安徽、山东、江苏、陕西、浙江、湖南、甘肃等地得到应用。技术经过中国软件评测中心、电力工业电力系统自动化设备质量检验检测中心国家电网公司信息网络安全实验室的安全测评，中国电力科学研究院软件工程实验室功能确认测试，2011年通过中国电力企业联合会成果鉴定。

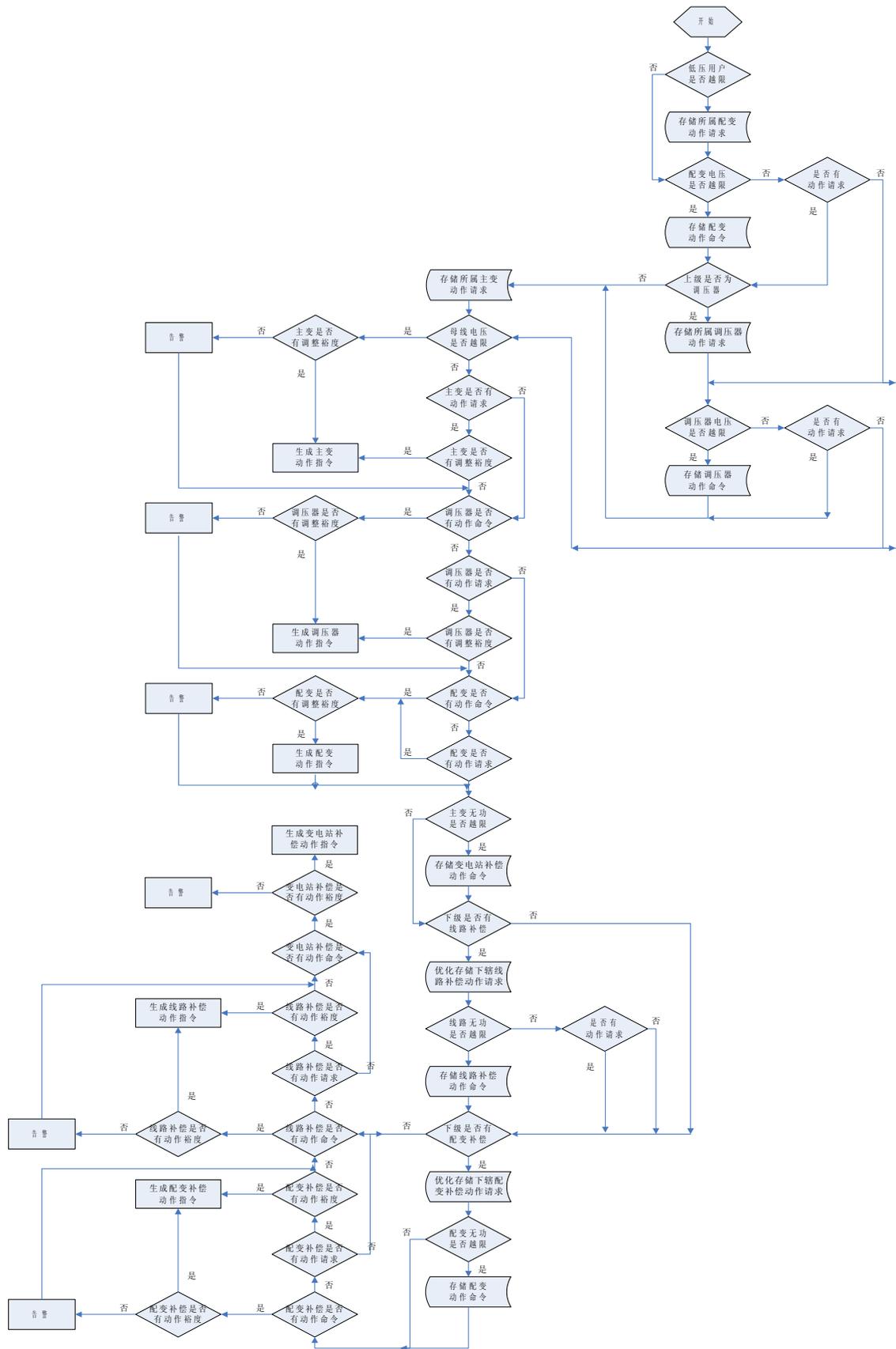


图1 配电网全网无功优化及协调控制技术流程图

七、典型用户及投资效益：

典型用户：安徽省电力公司、江西省电力公司、山东省电力公司、宁夏电力公司、上海电力公司、吉林省电力公司等

1) 建设规模： 35 千伏变电站及 2 条 10kV 输电母线。主要技改内容： 35 千伏变电站 10 千伏母线电压调控及变电站无功补偿调节；10 千伏线路电容器控制、配变分接头自动调节及低压电容器自动控制、配变台区首末段电压监测；10 千伏线路电容器自动控制、配变台区首末段电压监测。节能技改投资额 50 万元，建设期 3 个月。每年可节约电能 24 万度，折合标煤 84tce。按照每度电价 0.5 元计算，可节约费用 12 万元。投资回收期 4.2 年。

2) 建设规模： 10 座变电站、18 条 10kV 线路、60 余条 10kV 线路所带配变的无功优化补偿。主要技改内容：调整和改造变电站无功补偿、10kV 线路无功补偿、配变无功补偿。节能技改投资额 30 万元，建设期 2 个月。年可节约电能 30 万度，折合标煤 105tce。按照每度电价 0.5 元计算，可节约费用 15 万元。投资回收期 2 年。

八、推广前景和节能潜力：

该技术的推广应用可以有效提高县供电企业电网自动化水平和无功补偿能力，可监测低电压用户电压，改变传统主变调压仅保证“母线电压合格”所带来的局限性，实现在确保“母线电压合格范围内”充分利用其调压裕度，达到确保“客户端电压合格”的目标。在无功问题严重的电网，可实现无功优化补偿，减少无功电流引起的损耗。

我国县级供电企业约有 2698 个，虽然东部发达地区电网无功优化补偿水平较高，但与经济快速发展仍不相适应；中西部地区电网无功补偿相对滞后，优化提升空间很大。按照试点先行，逐步推广的原则，预计到 2015 年每个地级市电网改造一个县级供电企业，可形成的节能能力约为 24 万 tce/年。

3 新型节能导线应用技术

一、**技术名称：**新型节能导线应用技术

二、**适用范围：**110kV 及以上架空输电线路

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

目前，架空导线的导体材料都采用电工铝。因铝线材料的基本特性，我国架空导线铝导电率为 61%IACS（以电工退火铜的体积电阻率 $\rho = 0.017241 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 为 100%IACS）。根据中国电力企业联合会统计数据，2010 年我国输配电线损电量达 1710 亿 kWh，全国输配电线损率为 5.98%，折合 5985 万 tce。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

近年来，国内陆续研制出多种新型节能导线。与常规钢芯铝绞线相比，钢芯高导电率硬铝绞线、铝合金芯铝绞线和全铝合金绞线三种节能导线的电气和机械性能基本相同，但节能效果明显，在输电线路建设中具有普及推广和应用价值。

钢芯高导电率硬铝绞线：导线材料中杂质元素的比例是影响导线导电率的因素之一；同时材料内部的晶界、位错、固溶原子等微观缺陷也对铝导体导电率有不良影响，可通过细晶强化和颗粒强化减少微观缺陷对导电率的影响。

铝合金芯铝绞线和全铝合金绞线：合金单线主要材料成分由电工铝、镁、硅等材料合成，添加的元素主要是镁（Mg）和硅（Si），主要组成物为 Mg_2Si 。在热处理状态下， Mg_2Si 固溶于铝中，并通过人工时效进行硬化，将硅化镁 Mg_2Si 均匀地析出在合金单线的表面，使合金单线获得足够的强度和塑性。

钢芯高导电率硬铝绞线：采用 63%IACS 高导电率铝线（国际退火铜导电率为 100%IACS），替代普通钢芯铝绞线中的 61%IACS 铝线；铝合金芯铝绞线采用 53%IACS 高强度铝合金芯替代普通钢芯铝绞线中的钢芯和部分铝线，导线外部铝线与普通钢芯铝绞线铝线相同；中强度全铝合金绞线全部采用 58.5%IACS 中强度铝合金材料。

上述三种节能导线的整体直流电阻值降低，提高了其导电能力，从而降低了电能损耗。三种节能导线的技术原理见图 1。

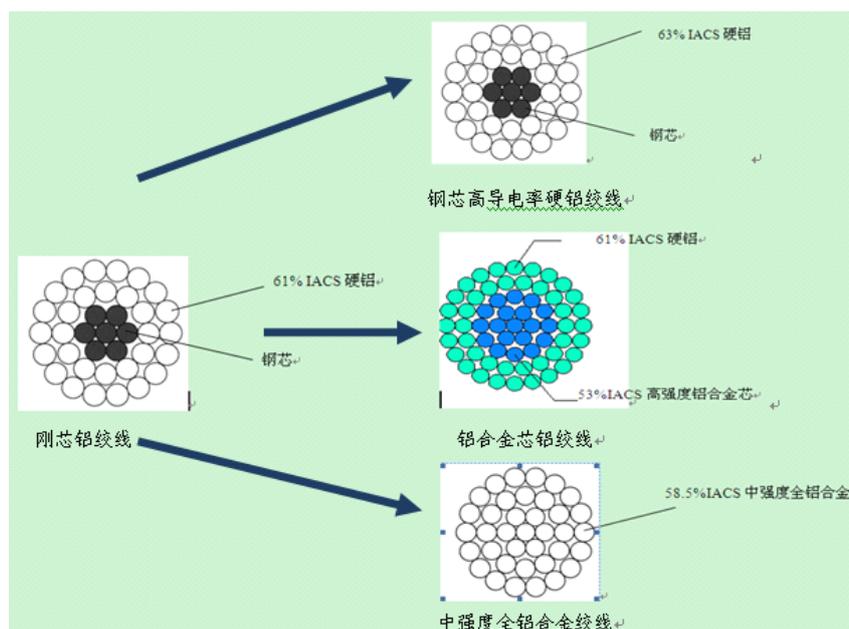


图1 三种节能型导线的原理示意图

2. 关键技术

1) 钢芯高导电率硬铝绞线：考虑导线材料中各元素对导电率的影响，控制各元素的比例，运用TiC等专用细化剂对晶粒进行细化及强化，合理设计模具和压缩率，减少拉拔工艺增加的残余应力，同时采用型线的拉拔及绞制工艺的控制，确保生产过程中型线不翻转、不翘边。

2) 铝合金芯铝绞线和全铝合金绞线：通过铝基体的合金化的配方组合，及加工工艺及热处理的控制，使其导电率、强度、延伸率上得到明显提高。

3. 工艺流程

三种节能导线工艺流程分别见图 2、图 3 和图 4。

五、主要技术指标：

1) 钢芯高导电率硬铝绞线的机械参数与普通钢芯铝绞线相同，铝合金芯铝绞线、全铝合金绞线拉力重量比（弧垂特性）与普通钢芯铝绞线基本相当；在同等截面下，三种节能导线直流电阻降低约 3%；

2) 在等外径条件下，与普通钢芯铝绞线相比，三种节能导线产生的电磁环境、表面电场强度、可听噪声和无线电干扰水平基本相同。

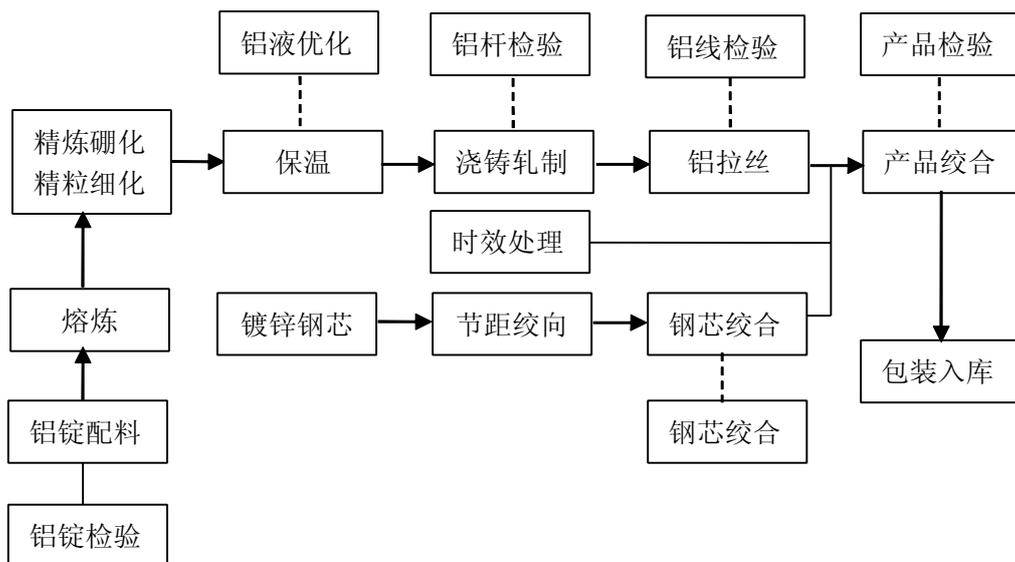


图 2 钢芯高导电率硬铝绞线主要工艺流程图

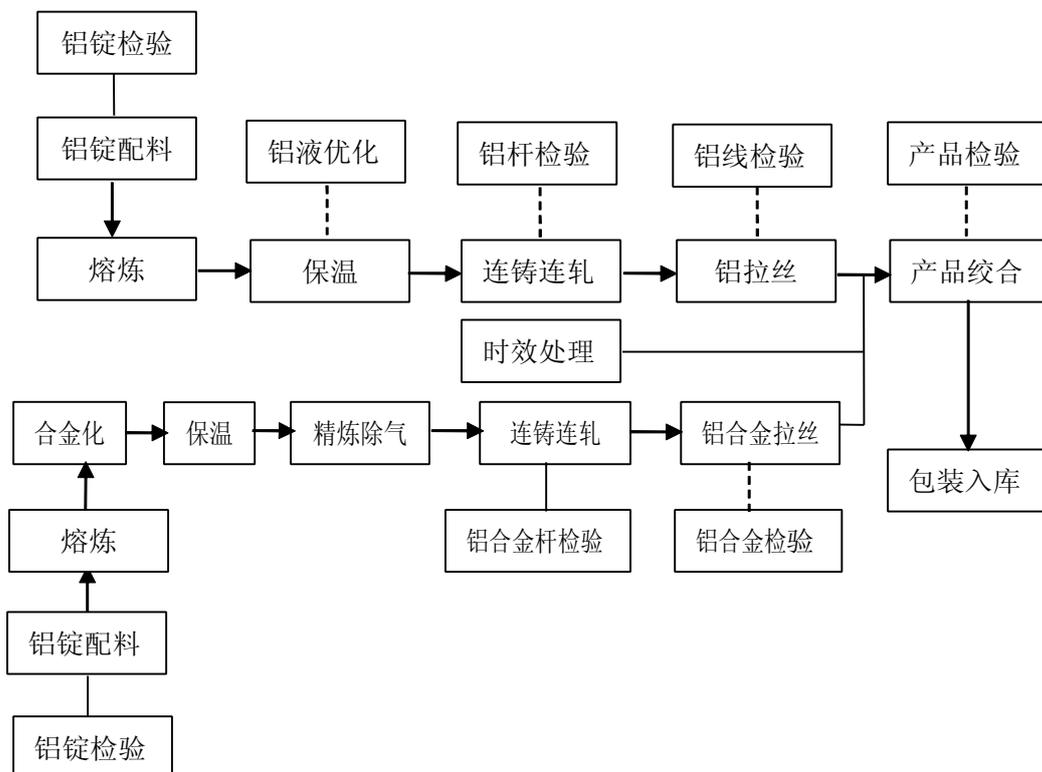


图 3 铝合金芯铝绞线主要工艺流程图

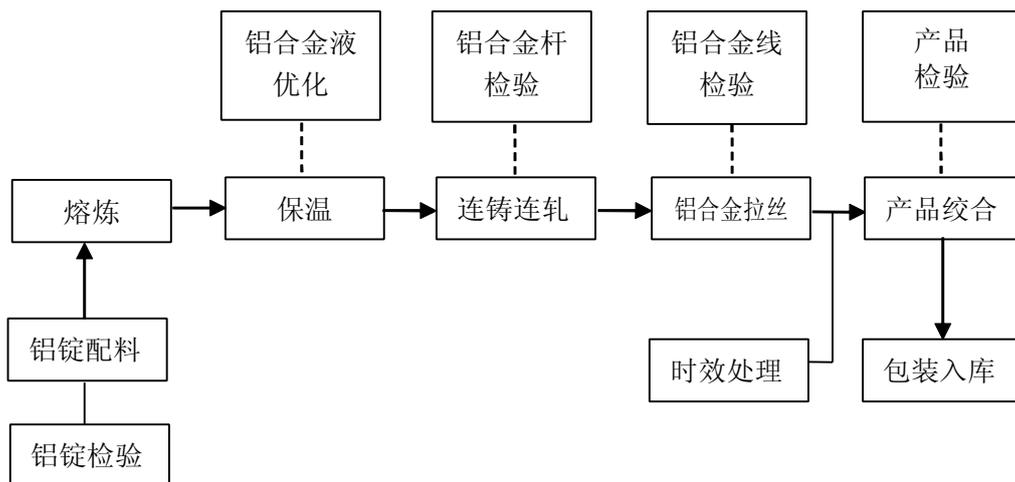


图 4 中强度全铝合金导线主要工艺流程图

六、技术应用情况：

钢芯高导电率硬铝绞线和中强度全铝合金绞线已通过中国电力企业联合会的鉴定。该技术已在江苏省电力公司 500kV 斗山至常熟南线路、220kV 南通西至常青线路中应用。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：江苏省电力公司

1) 建设规模：500kV 同塔双回输电线路，4×JL/G1A-630/45 导线，线路全长约 27km。主要建设内容：将原设计方案的常规钢芯铝绞线替换为等截面的高导电率硬铝 S/Z 型绞线，杆塔和金具不变，主要设备包括 JL (GD)/G1A-630/45 高导电率硬铝 S/Z 型绞线。与普通钢芯铝绞线相比投资额增加 390 万元，建设期 2 年。年可节约电 139.3 万 kWh，折合 487.6tce，年节约 41.8 万元，投资回收期 9.3 年。

2) 建设规模：220kV 同塔双回输电线路，2×LGJ-630/45 导线，线路全长约 9.5km。主要建设内容：将原设计方案的常规钢芯铝绞线替换为等截面的高导电率硬铝 S/Z 型绞线，杆塔和金具不变，主要设备包括 JL (GD)/G1A-630/45 高导电率硬铝 S/Z 型绞线。与普通钢芯铝绞线相比投资额增加 60 万元，建设期 2 年。年可节约电 23.8 万 kWh，折合 83.3tce，年节约 7.1 万元，投资回收期 8.5 年。

八、推广前景和节能潜力：

该技术是现有钢芯铝绞线的替代升级产品，各项机械性能参数没有变化。应用钢芯高导电率硬铝绞线可替代各种铝钢比值的普通钢芯铝绞线，节能效果明显。铝合金芯铝绞线、全铝合金绞线比较适合替代铝钢比值偏小的普通钢芯铝绞线，因此，能够采用常规导线的新建线路，均能采用该技术。

2010年我国输电线损电量 1710 亿 kWh，若到 2015 年，其中 20%输电线路能够采用该技术，损耗降低 3%，则总损耗可减少 10.26 亿 kWh，约为 36 万 tce。

4 超临界及超超临界发电机组引风机小汽轮机驱动技术

一、**技术名称：**超临界及超超临界发电机组引风机小汽轮机驱动技术

二、**适用范围：**电力行业火电厂

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

当前，我国电力行业节能环保标准日趋提高，要求电厂的脱硫系统与机组同时建设同时投产，引风机与脱硫增压风机合并将成为必然的发展趋势。对于超临界及超超临界燃煤发电厂机组，引风机与脱硫增压风机合并后驱动功率将达到8000~10000kW。若采用常规的电动机驱动，电机容量增大后将带来厂用电的增加、启动电流过大导致厂用电电压短时过低等问题。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

采用小汽轮机代替电动机驱动引风机方案，通过对汽轮机驱动引风机方案的可行性、可靠性、工艺方案、控制方案、节能效益的研究，结合引风机的转速和功率要求，对凝汽式汽轮机配套技术特点进行研究，经过技术经济的分析比较，确定最佳替代电机驱动的方案。

2. 关键技术

- 1) 小汽轮机代替电机驱动引风机；
- 2) 引风机与增压风机合并的联合风机节能优化方案；
- 3) 采用国产二级变速齿轮型，变传动比为7.3；联轴器“柔性连结”及两级变速；
- 4) 轴系振动研究；
- 5) 小汽轮机驱动引风机的全程自动化过程控制。

3. 工艺流程

该技术的系统原理见图 1。

五、**主要技术指标：**

- 1) 厂用电率由联合风机前的4.22%降低至3.10%；
- 2) 减少烟风道30米以上，烟道阻力明显降低，综合供电标煤耗降低0.47~0.90g/kW·h。

润 935 万元，投资回收期 3.6 年。

八、推广前景和节能潜力：

引风机和增压风机合并后采用汽轮机驱动引风机可以大幅降低厂用电率，有效降低供电煤耗，提高电厂的运行经济指标，降低机组能耗指标。小汽轮机可以经济可靠地实现转速调节，使风机在不同负荷下保持高效率开度运行，明显提高风机的运行效率。同时，可以避免大电机启动时启动电流对厂用电系统的影响。预计到 2015 年，该技术在电力行业超临界及超超临界燃煤发电机组中的推广比例可达 20%，形成的节能能力可达 24 万 tce/年。

5 非稳态余热回收及饱和蒸汽发电技术

一、**技术名称：**非稳态余热回收及饱和蒸汽发电技术

二、**适用范围：**钢铁、有色金属、石化等行业生产过程产生的不稳定、不连续余热资源回收

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

该节能技术主要应用于非稳态余热资源的回收利用。由于这类余热热量和参数不稳定、波动大导致回收困难，因此目前多数不稳定余热直接排放到环境中，未能得到有效利用。据不完全统计，仅在钢铁、有色冶炼行业，全国有至少有300万吨标准煤以上非稳态余热资源未得到充分利用。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

非稳态余热经高温除尘，余热锅炉将热量传递给循环工质，循环工质吸收热量后变为蒸汽进入储热器。储热器的作用是将非稳态的工况转化为稳态。稳态蒸汽进入汽轮机内除湿再热后，经饱和蒸汽轮机做功，乏汽进入凝汽器，在其内凝结为水，并经除氧后返回余热锅炉开始下一个循环，从而将非稳态余热资源转化为电能高效利用。

2. 关键技术

- 1) 非稳态热源余热回收及高效蓄能稳流技术；
- 2) 饱和蒸汽汽轮机去湿再热技术的改进和优化；
- 3) 空气直接凝汽新技术；
- 4) 高温除尘技术；
- 5) 余热发电系统集成与优化。

3. 工艺流程

该技术的工艺流程见图1。

五、**主要技术指标：**

1) 可回收温度在200~1000℃，波动范围达80%、流量波动达3倍的烟气余热资源；

2) 系统发电效率15%以上。

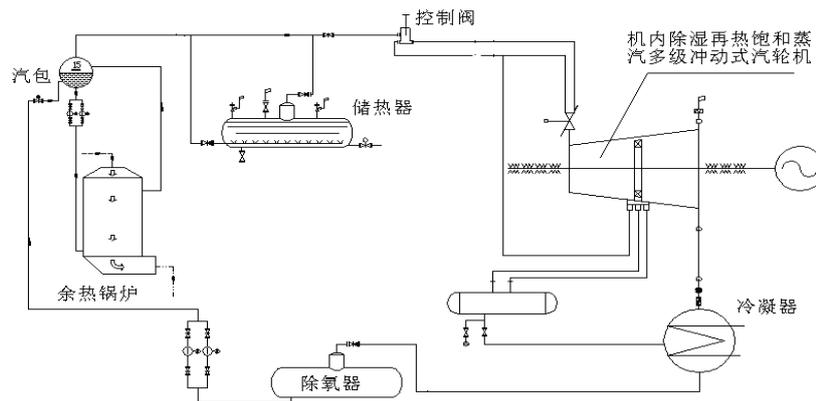


图 1 非稳态余热回收及饱和蒸汽发电技术系统流程图

六、技术应用情况：

该技术已经应用于多个工程项目。2009年，采用该技术的珠钢电炉烟气利用项目被中国节能服务产业委员会授予“中国节能服务产业优秀示范项目”。

该技术已经先后对钢铁的转炉饱和蒸汽、电炉饱和蒸汽、铅锌冶炼的饱和蒸汽及铜冶炼的饱和蒸汽进行利用，各实施案例均运行良好，技术比较成熟。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：济南钢铁股份有限公司、陕西东岭锌业有限责任公司

1) 建设规模：济南钢铁股份有限公司（济钢）一炼钢转炉饱和蒸汽 4.5MW 余热电站。主要技改内容：对转炉蓄热器进行改造，新建汽轮发电机，主要技改设备包括蓄热器、汽轮机和发电机。节能技改投资额 3500 万元，建设期 10 个月。每年可节能 11500 tce，年节能经济效益 874.8 万元，投资回收期 4 年。

2) 建设规模：陕西东岭锌业 13MW 饱和蒸汽余热发电工程。主要技改内容：对产生的饱和蒸汽进行收集，处理后，建设饱和蒸汽发电机组。主要技改设备包括蓄热器、汽轮机和发电机。节能技改投资额 9000 万元，建设期 1 年。年可节能 33200tce，年节能经济效益 2525 万元，投资回收期 3.6 年。

八、推广前景和节能潜力：

在工业生产中，根据工艺流程的需要，很多情况下会生产不连续、不稳定的蒸汽或饱和蒸汽，如钢铁行业的炼钢转炉、炼钢电炉，炼锌的沸腾炉、漩涡炉，

以及烟化炉等。这些蒸汽的参数较低，品质较差，采用常规的汽轮机效率很低，且容易发生水蚀；如果采用饱和蒸汽汽轮机结合蓄热式饱和蒸汽稳流系统技术，可以使发电系统正常运行，不受末级叶片水蚀和干度的限制，可充分利用非稳态的余热资源。

以钢铁转炉为例，国内有千余座转炉，如全部采用非稳态余热回收及饱和蒸汽发电技术，总装机容量可达 75 万 kW 左右。按照推广比例为 20% 估计，总装机容量约为 150MW，总投资 7 亿元，年节约标煤 40 万吨。

对于铜冶炼行业，我国每年铜产量约为 400 万吨左右，且保持持续增长，按照年产 10 万吨铜的冶炼厂可配套一个 8MW 的余热电站计算，整个市场容量可达 320MW 左右，若余热发电推广 20%，则容量约为 64MW，总投资约 3 亿元，年节约标煤 17 万吨。

6 加热炉黑体技术强化辐射节能技术

一、技术名称：加热炉黑体技术强化辐射节能技术

二、适用范围：钢铁行业各种加热炉

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状：

目前，各种工业炉窑均在采用多项节能技术来提高锅炉效率，如加热炉筑炉材料的优化（轻型）、炉膛结构的改动（诸如降低炉膛高度、增设炉膛内隔墙、以期增加气流扰动）、采用蓄热式燃烧技术、涂料技术、预热利用技术等，虽然也取得一些节能效果，但其效果均有限，要达到10%左右均比较困难。

2010年我国各品种热轧轧钢工序能耗比较（GJ/t）见表1。

表1 我国各品种热轧轧钢工序能耗比较（GJ/t）

序号	产品	能耗	国内先进	行业先进
1	大型	1.928	1.23	1.20
2	中型	1.548	1.35	1.20
3	小型	1.334	1.13	0.9
4	线材	1.631	1.14	0.9
5	中厚板	2.167	1.12	0.85
6	宽带	1.615	1.37	0.99
7	窄带	1.349	1.20	0.99

四、技术内容：

1. 技术原理

根据红外物理的黑体理论及燃料炉炉膛传热数学模型，制成集“增大炉膛面积、提高炉膛发射率和增加辐照度”三项功能于一体的工业标准黑体——黑体元件，将众多的黑体元件安装于炉膛内壁适当部位，与炉膛共同构成红外加热系统；既可增大传热面积，又可提高炉膛的发射率到0.95（1002℃），同时能对炉膛内的热射线进行有效调控，使之从漫射的无序状态调控到有序，直接射向钢坯，从而提高炉膛对钢坯辐射换热效率，取得较好的节能效果。

2. 关键技术

1) 高辐射系数黑体元件；

2) 黑体元件烧结安装固定技术。

3. 工艺流程

通过设计将一定数量高辐射系数(0.95以上)的黑体元件,安装在轧钢加热炉内炉顶和侧墙,增加辐射面积,增加有效辐射,提高加热质量,降低燃料消耗。黑体元件布置示意图见图1。其工艺流程为:施工准备→炉衬清理及局部修补→黑体元件布图划线→炉衬工艺小孔加工→黑体元件安装→对炉壁做保护性处理和红外涂装→施工现场清理→正常烘炉→调试→测试及验收。



图1 黑体元件布置示意图

五、主要技术指标:

- 1) 黑体原件辐射系数大于0.95;
- 2) 寿命大于3年;
- 3) 节能率10%~20%。

六、技术应用情况:

该技术已于2011年8月通过中国资源综合利用协会组织的技术鉴定。黑体技术已被成功应用改造上百台各种类型的加热炉、热处理炉,均取得了较好的节能效果,并受到国内多家大型钢铁企业的高度评价。目前已在首秦、沙钢、淮钢、莱钢等企业应用。

七、典型用户及投资效益:

典型用户:莱钢大型型钢有限公司,秦皇岛首秦金属材料有限公司

1) 建设规模：120 万吨 H 型钢加热炉。主要技改内容：在加热炉内壁炉顶的预热段、加热段、均热段等部位安装 17000 个黑体元件及红外加热系统，主要技术设备包括黑体元件和红外加热系统。节能技改投资额 300 万元，建设期 15 天。每年可节能 7962tce，年节能经济效益 700 万元，投资回收期约 5 个月。

2) 建设规模：150 万 t 中厚板轧钢加热炉。主要技改内容：在炉膛内增加 17000 个黑体元件及红外加热系统，主要技术设备包括黑体元件和红外加热系统。节能技改投资额 350 万元，建设期 18 天。每年可节能 9817tce，年节能经济效益 825.8 万元，投资回收期约 5 个月。

八、推广前景和节能潜力：

黑体强化辐射传热技术是提高加热炉热效率、获得节能效益的有效途径之一，也是高能耗加热炉群装备实现技术进步的重要手段之一。黑体技术是采用“黑体强化辐射传热节能”的节能机理，在加热炉热流的源头，对热射线进行有效调控，提高其加热能力和加热质量，降低能源消耗和钢坯氧化烧损，从而改善工业炉窑多项使用性能，可以使消耗各种能源（电、气、油、煤）的加热炉在现有的基础上再节约 10%~15%。

2010 年我国粗钢产量为 6.27 亿吨。预计到 2015 年，该技术在轧钢加热炉领域的推广比例可达 20%，总投入 9 亿元，节能能力约 80 万 tce/a。

7 煤气化多联产燃气轮机发电技术

一、技术名称：煤气化多联产燃气轮机发电技术

二、适用范围：化工行业煤化工领域

三、与该节能技术相关生产环节的能耗现状：

目前，我国60万吨/年以上的大型甲醇装置一般都配套建设H₂回收装置，回收生产甲醇过程中排放的弛放气中的H₂。根据回收装置的实际运行状况，整体能量回收率只有50%左右，而且实际甲醇生产过程中H₂回收装置的运转率一般都较低。

四、技术内容：

1. 技术原理

将空气通过前置的过滤系统进入17级压气机压缩到1.3MPa，同燃料气一起进入燃烧室混合燃烧，燃烧后的高温气体进入三级透平膨胀做功，推动叶轮旋转，转速为5163转/分，经负荷齿轮箱减速为3000转/分，带动发电机发电。燃烧效率可达到99.85%，机组热效率达32%以上，机组平均负荷率为85%。燃烧后排出的高温废气进入余热锅炉换热副产中低压蒸汽用于生产工艺，剩余约130℃的废气排入大气。

2. 关键技术

- 1) 多联产系统中低热值燃料燃气轮机技术；
- 2) 煤制气+弛放气燃气轮机燃烧室技术和控制系统技术。

3. 工艺流程

该技术的工艺流程见图1。

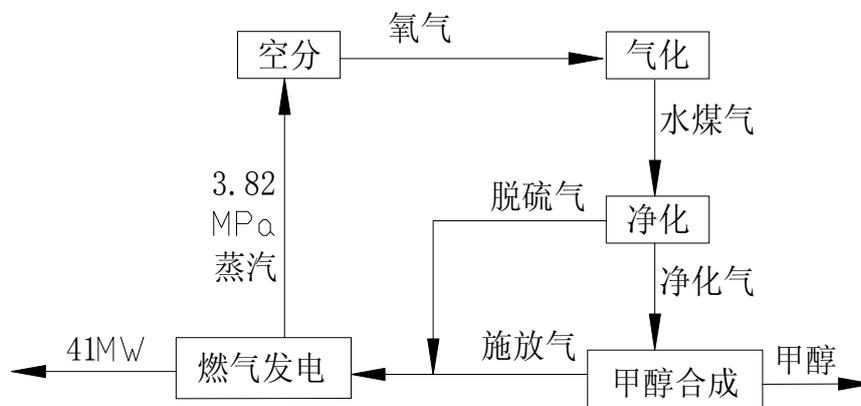


图1 煤气化多联产燃气轮机发电技术流程图

五、主要技术指标：

- 1) 燃烧效率可达到99.85%；
- 2) 机组热效率达32%以上；
- 3) 机组平均负荷率为85%。

六、技术应用情况：

该技术已通过中国石油和化学工业协会组织的鉴定。2008年10月，以“煤气化多联产燃气轮机发电技术”为核心的兖矿集团“煤气化发电与甲醇联产系统关键技术的研发与示范”获山东省科技进步一等奖。2009年7月，以该技术为核心内容的“高效洁净煤制甲醇与联合循环集成系统的研发和示范”项目荣获国家科学技术进步二等奖。

该技术通过对多联产系统中低热值燃料燃气轮机技术的研发，突破了40MW级煤制气重型燃气轮机中4大核心设计技术中的“煤制气+弛放气燃气轮机燃烧室技术”和“控制系统”2项技术，建成了适用于联产系统的40MW级燃气轮机工业示范。同时，燃料供应系统匹配与调节、燃气轮机现场测试调节及检测技术等煤制气燃气轮机技术又使装置具有燃料适应性广、节能效果显著、环保效果明显等优势。目前，该技术及其工业化示范装置已在兖矿国泰化工有限公司得到成功应用。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：兖矿集团有限公司

1) 建设规模：燃气轮机装机容量76MW。主要技改内容：年产24万吨甲醇生产线配套建设76MW燃气轮机发电。主要技改设备包括压气机、燃烧室、透平、负荷齿轮箱、发电机和辅机系统。节能技改投资额120000万元，建设期2年。每年可节能138229tce，实现销售收入13000万元，投资回收期约10年。

八、推广前景和节能潜力：

煤气化多联产燃气轮机发电技术是国家“十五”“863”攻关课题，具有我国自主知识产权的专利技术，是我国第一座联产系统示范工程，实现了我国IGCC和联产系统“零”的突破，为中国煤炭联产系统的深入科学研究和广泛的工程应用打下了基础。

我国大型甲醇生产线中一般配备H₂回收装置，约占国内甲醇产能的60%。按照2010年国内4000万吨的甲醇产能，如果实施煤气化多联产燃气轮机发电技术，预计2015年该技术推广可到20%，年节能能力可达140万tce。

8 新型导电铜瓦把持器电石炉节能技术

一、**技术名称：**新型导电铜瓦把持器电石炉节能技术

二、**适用范围：**电石行业

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

国标《电石单位产品能源消耗限额》(GB21343-2008)规定，电石生产装置单位产品电炉电耗限额先进值为 $\leq 3050\text{kWh/t}$ ，单位产品电炉电耗限额限定值为 $\leq 3400\text{kWh/t}$ 。

目前，国内电石生产企业多使用由国外引进的埃肯组合把持器密闭电石炉，能耗普遍较高，单位产品电炉电耗达到约 3200kWh/t 。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

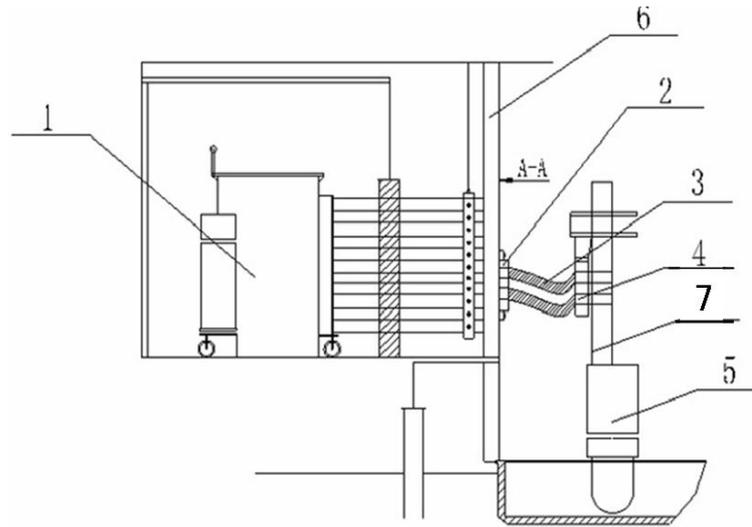
采用导电铜瓦把持器技术，有效地保证电石炉高效、安全、低耗能运行。同时，通过综合考虑短网、炉衬、电极质量等因素，合理确定电极直径、同心圆直径等关键参数，可保证电石炉反应区内合理的功率密度，确保电石炉高效、节能运行。

2. 关键技术

- 1) 导电铜瓦把持器技术；
- 2) 短网结构设计技术；
- 3) 直燃式回转气烧石灰窑、隧道烘干窑炉气利用技术。

3. 工艺流程

通过合理改变炉变层土建结构，使变压器二次出线端尽量靠近电石炉，并取消管状硬母线直接采用水冷电缆连接变压器二次端子与电极集电环。见图 1。



1变压器，2水冷电缆固定架，3一体化水冷电缆，4移动集电环，5电极，6墙体，7铜管

图1 新型短网结构示意图

新型导电铜瓦输电技术由于增大了实际导电面积，减少了裸露电极的长度，所以在确保安全传输电流的同时，降低了电石炉的运行电耗。见图2。

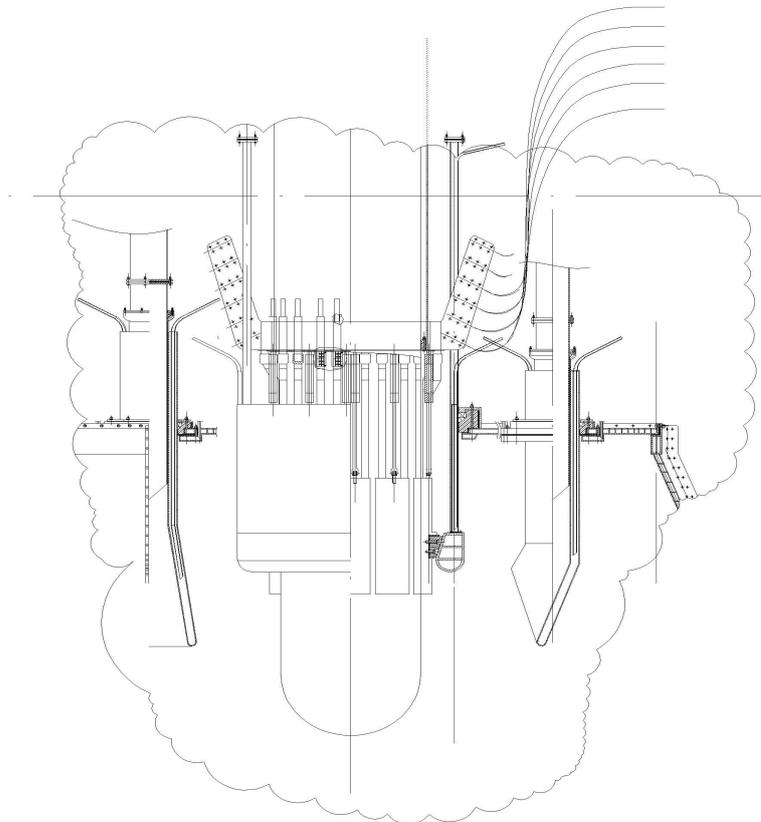


图2 新型导电铜瓦把持器结构示意图

五、主要技术指标：

- 1) 电极工作长度 1300mm;
- 2) 一次电流 320+5A;
- 3) 一次电压 36-37kV;
- 4) 二次线电压 180+5V;
- 5) 二次线电流 65~69kA;
- 6) 自然功率因数 0.88~0.9;
- 7) 有功功率 18000~19000kW;
- 8) 单位产品电炉电耗 3076kWh/t, 接近国家电炉电耗限额先进值。

六、技术应用情况：

现该技术已在陕西榆电阳光化工公司、陕西省府谷县天桥化工股份有限公司、黄河西滨化工集团等企业实施应用。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：陕西榆电阳光化工公司、陕西省府谷县天桥化工股份有限公司、黄河西滨化工集团

1) 建设规模：两台 90000 吨/年 21000 千伏安密闭电石炉。主要技改内容：将 16500 kVA 内燃式电石炉改造为 21000kVA 千伏安密闭式电石炉。节能技改投资额 1.2 亿元，建设期 1.5 年。每年可节能 32670tce，年节能经济效益 2000 万元，投资回收期 6 年。

2) 建设规模：60000 吨/年 33000kVA 密闭电石炉。主要技改内容：密闭电石炉导电铜瓦把持器改造及余热利用装置建设。节能技改投资额 7000 万元，建设期 1.5 年。每年可节能 6840tce，年节能经济效益 1027 万元，投资回收期 6.5 年。

八、推广前景和节能潜力：

近年来，随着电石行业淘汰落后产能力度不断加大，产业集中度不断提高，国内开放式电石炉已全部被淘汰；内燃式电石炉由于不能对尾气进行收集利用，能耗较大，产能比例不断下降；密闭式电石炉产能迅速增长，在行业总产量中所占比例不断提高，已从 2006 年的 8% 增长至 2009 年的 35%。

预计到 2015 年，我国电石产量将达到 3000 万吨。该技术预计可在全国电石行业推广 5%，总投入约 20 亿元，年节能能力可达约 17 万 tce。

9 新型吸收式热变换器技术

一、**技术名称：**新型吸收式热变换器技术

二、**适用范围：**石化行业 温度范围在 60~180℃的废热回收

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

目前在国内吸收式热变换器应用仍没有达到预期的程度，其适用温度范围的限制是主要原因之一。在石油化工以及某些特殊生产过程中会产生高温废热，其温度超过 150℃甚至达到 200℃。为了扩大吸收式热变换器应用范围，使其能从高温废热（最高大于 200℃）到低温废热（60~100℃）回收能量，实现废热源的全温度范围内的梯级利用。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

吸收式热转换器（Absorption Heat Transformer），简称AHT。吸收式热变换器以废热来驱动系统，通过吸收过程放出的相变潜热使其中一部分低品位热能的温位提高，送至用户使用，而另一部分转换为更低的温位排放到环境中，整个过程中无任何污染排放。

目前，主要实际应用的低温吸收式热变换器装置仅以中低温位废热来驱动系统（例如 60~100℃温度范围内的工业余热），通过吸收过程放出的相变潜热使其中一部分低品位热能的温位提高后重新加以利用，而另一部分转换为更低的温位排放到环境中。

高温吸收式热变换器的基本原理与低温吸收式热变换器相同，但是其高压区和低压区都是工作在正压环境下，由于高压区压力高，高低压区压差大，工质对再循环过程中的控制比低温吸收式热变换器困难。同时，由于系统操作温度高（最高大于 200℃），对设备的耐腐蚀性要求极高。该技术通过使用一种抗腐蚀性复合 SiO₂膜技术解决了高温吸收式热变换器的主要技术难点，输出可用热大于 200℃，从而扩大了吸收式热变换器的使用范围。如果将其与低温吸收式热变换器联合使用，可实现能量的梯级利用。

2. 关键技术

1) 基于界面效应改善冷凝液流动原理，设计制作了工艺简单的功能强化表面，其冷凝传热效率优于部分功能强化管型的传热性能。通过几种异形强化管强化溴化锂垂直管外降膜吸收的性能，强化了降膜传热传质过程。

2) 利用在线成膜工艺，在系统运行时自动生成耐腐蚀硅膜，解决了高温溴化锂溶液腐蚀问题。

3) 利用涂层分布管替代光滑铜管，增强了液膜自身的掺混效果，其掺混强化率为光滑铜管的1.2倍。

3. 工艺流程

工艺流程见图1。

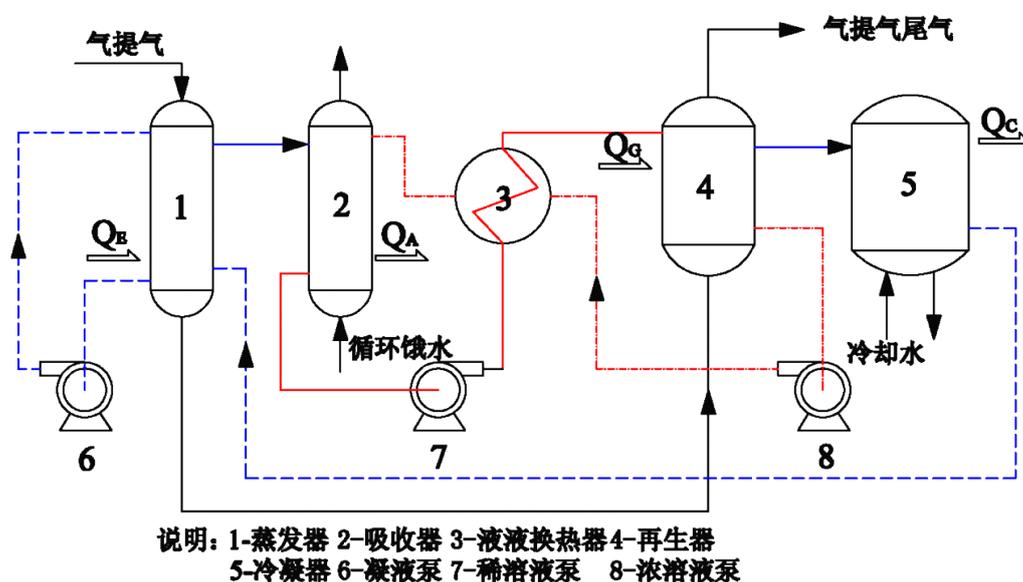


图 1 低温吸收式热变换器系统流程图

五、主要技术指标：

- 1) 输入废热温度范围：60~180℃，输出可用热温度范围：85~205℃；
- 2) 系统温升范围：25~35℃；
- 3) COP范围：0.4~0.48；
- 4) 各主要部件传热系数较光滑管提高30%；
- 5) 使用寿命超过10年。

六、技术应用情况：

1999年在燕化公司SBS凝聚工段建成了5MW 的AHT工业装置，是国内第一台AHT工业化装置。2002年11月在燕化公司合成橡胶厂顺丁橡胶凝聚工段建成了7MW

的AHT工业装置；2004年11月在上海高桥石化公司化工事业部合成橡胶装置上成功建成两套6MW的吸收式热泵。

目前，已成功研制出高温吸收式热变换器小型样机，各项性能均达到设计要求，从而扩大吸收式热变换器应用范围，形成了可应用于60~180℃全温度范围工业废热回收的吸收式热变换器装置，且完全拥有自主知识产权。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：北京燕山石化、上海高桥石化

1) 建设规模：SBS 凝聚工段功率为 5MW 的吸收式热变换器。主要技改内容：配备功率 5MW 的吸收式热变换器装置，回收凝聚釜顶产生的废热。主要技改设备：吸收器、再生器、蒸发器、冷凝器、热交换器。节能技改投资额 610 万元，建设期 6 个月。每年可节能 1669tce，年节能经济效益 346 万元，投资回收期约 2 年。

2) 建设规模：顺丁橡胶工段功率 7MW 的吸收式热变换器。主要技改内容：配备功率为 7MW 的吸收式热变换器装置，回收凝聚釜顶产生的废热。主要技改设备：吸收器、再生器、蒸发器、冷凝器、热交换器。节能技改投资额 1450 万元，建设期 6 个月。每年可节能 2337tce，年节能经济效益 700 万元，投资回收期 2 年。

八、推广前景和节能潜力：

我国化学工业能源利用效率比发达国家低10%-15%左右，一些产品单位能耗比发达国家高10%~20%。实现废热源全温度范围内的梯级利用，是提高能源利用效率的有效途径之一。预计到2015年，该技术在石化行业推广10%，总投入约7000万元，节能能力可达约10万tce/a。

10 膨胀玻化微珠保温砂浆制备及应用技术

一、**技术名称：**膨胀玻化微珠保温砂浆制备及应用技术

二、**适用范围：**建材、铸造、陶瓷、石油化工以及农业、林业、交通、国防、军事、航空航天等诸多领域

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

膨胀玻化微珠保温砂浆的生产过程能耗（包括所需水泥的能耗）为40.81 kgce/m³，其中，膨胀玻化微珠原材料（酸性玻璃质火山岩）的能耗忽略不计。

与普通砂浆相比，膨胀玻化微珠保温砂浆的生产过程节能22.33 kgce/m³。与岩棉相比，膨胀玻化微珠保温砂浆的生产过程节能14.19 kgce/m³。

在实际应用中，膨胀玻化微珠保温砂浆的导热系数0.032~0.048 W/(m²·K)，而岩棉材料为0.104 W/(m²·K)，用于外墙保温材料，前者比后者节能约20%。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

膨胀玻化微珠保温砂浆由膨胀玻化微珠、水泥、增强纤维及添加剂等材料混合而成。其主要原材料——膨胀玻化微珠是由特定组成的酸性玻璃质火山岩在一定的温度条件下软化、膨胀，并在高温状态下熔融玻化，形成表面封闭、内部多孔的类真空结构的轻质球形颗粒。膨胀玻化微珠独特的轻质、防火、保温隔热性能，使膨胀玻化微珠砂浆具有优异的保温隔热和防火特性。

2. 关键技术

膨胀玻化微珠保温砂浆生产的关键技术包括膨胀玻化微珠制备、砂浆生产一体化全自动生产技术及专业施工设备与技术。

1) 膨胀玻化微珠制备关键技术

多级电加热管式玻化炉是采用管状电加热管作为炉体，管套外壳采用成型耐高温保温壳体相配套组装，整个装备采用机械成型工装，可随时拆装检修，每节温区采用P. I. D独立自控调节。膨胀玻化微珠的生产过程分为：预热脱水、瞬时膨胀、连续玻化、冷却成型四个主要工序。通过调整每个过程的工艺参数，可得到不同容重、不同粒径的膨胀玻化微珠。

2) 膨胀玻化微珠保温砂浆制备关键技术

膨胀玻化微珠保温砂浆为干混砂浆。利用颗粒对流摩擦的原理，通过封闭式物料对流混合使干混砂浆中各种颗粒骨料作对流摩擦，并形成有效的立体搅拌，可有效保证物料混合均匀和纤维分散；通过表面有机物包覆改性，提高膨胀玻化微珠砂浆的韧性，从而降低膨胀玻化微珠在干混砂浆混合中的破碎率，解决膨胀玻化微珠的混合和砂浆制备中的破碎问题。

3) 膨胀玻化微珠保温砂浆的施工关键技术

采用蠕动泵输送模式，加水后砂浆的传送方式由传统螺杆推进的刚性结构推动砂浆前进方式变成主要为砂浆组元间柔性推动的形式，从而大大降低了膨胀玻化微珠的破损率，砂浆质量得到了很大的提高，解决了成品砂浆在加水搅拌及施工过程中膨胀玻化微珠易碎问题。

3. 工艺流程

工艺流程见图1和图2。

原砂经计量并检验合格后存放在仓库或料仓；再经 1#提升机提升进入分级筛进行分级；分级后原砂通过（原砂）给料机送入（原砂）预热炉预热；预热后原砂经 2#提升机进入膨胀玻化炉进行膨胀玻化，生成膨胀玻化微珠；膨胀玻化微珠经气力输送至膨胀玻化微珠储仓，然后经计量罐计量后进入待混合料仓，与其它物料（水泥、石膏等）一起进入混合机内搅拌混合均匀后，进入成品储料仓；干拌轻质砂浆成品经计量包装后入库。

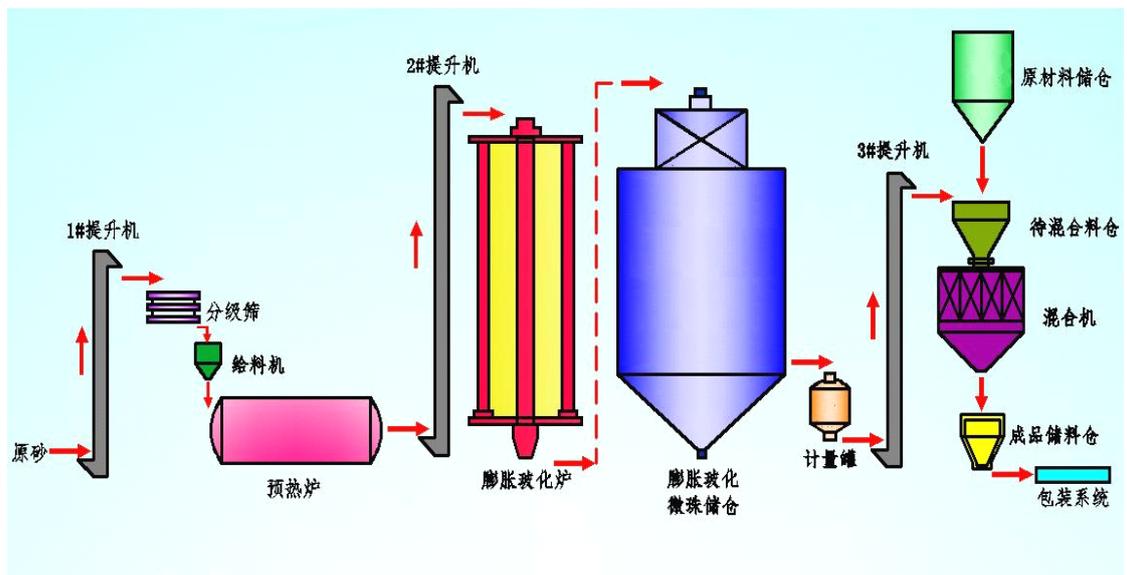


图 1 膨胀玻化微珠保温砂浆工艺流程示意图

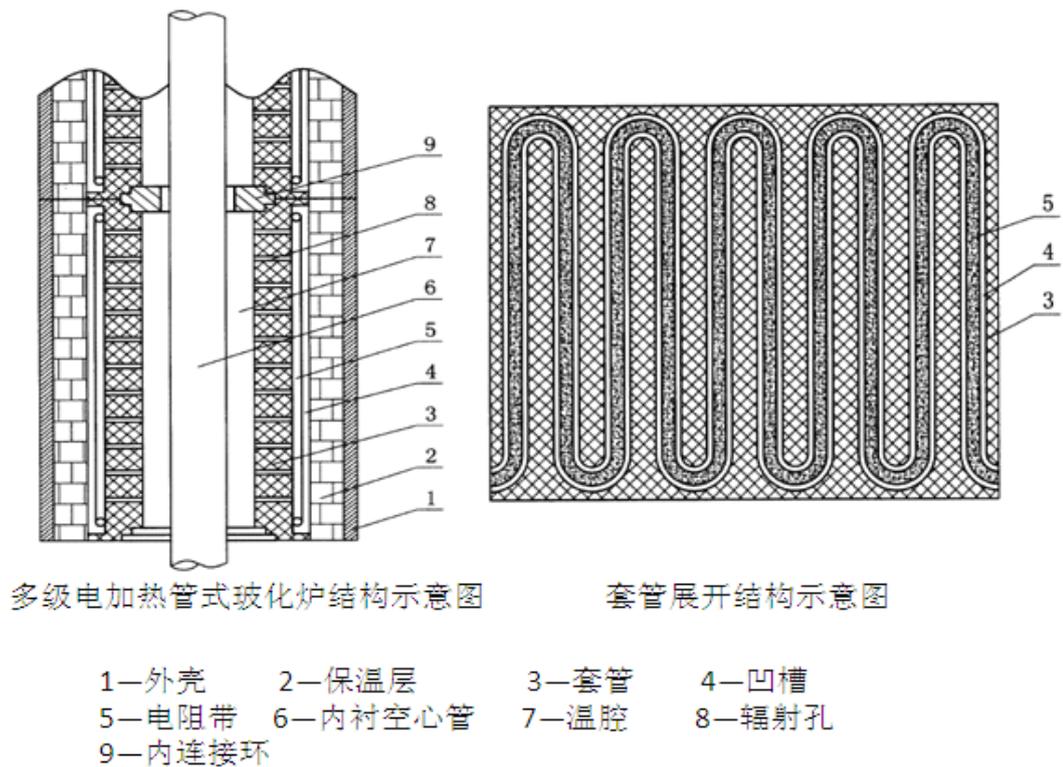


图2 多级电加热管式玻化炉结构示意图

五、主要技术指标：

膨胀玻化微珠的主要技术指标见表1，其性能主要表现为：

1) 导热系数小，绝热性好。所制备的膨胀玻化微珠为表面玻化封闭，呈不规则球状体的内部为多孔类真空结构的轻质绝热颗粒材料，其导热系数低，热工性能好。

2) 吸水率低。由于产品表面为全玻化封闭结构层，阻止了水分进入颗粒内部，吸水率低，大大提高了产品的综合性能。

3) 粒径范围广，适宜不同用途和产品制备。通过采用不同粒径的矿砂及对生产工艺参数的调整与控制，可得到不同粒径的膨胀玻化微珠颗粒。粒径最小为0.2mm、最大可达3mm，可满足不同的使用需求。

4) 和易性好。由于产品呈微球状，玻化后表面平整光滑、强度高，与其他胶结材料掺混使用，易于均匀分散，不易破碎，且具有很好的砂浆流动性，能满足各种机械喷涂施工。

表 1 膨胀玻化微珠的主要技术指标

技术性能	膨胀玻化微珠
堆积密度 (kg/m ³)	60—120
导热系数 (w/m.k)	0.032—0.048
球形率 (%)	>95
表面玻化率 (%)	>95
吸水率 (%)	20—50
合格品漂浮率 (%)	>98
强度 (%) (0.5MPa 重力下体积损失率)	30—46

六、技术应用情况：

2010 年 11 月，膨胀玻化微珠保温砂浆及其制备技术通过了山东省科技厅的科学技术成果鉴定，总体技术达到国际先进水平。目前该技术已应用于新建建筑和既有建筑的节能保温及部分工业领域的节能保温，节能效果良好。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：北京市西城区大觉胡同东楼和大觉胡同西楼等

1) 建设规模：建设面积约为 9.8 万 m²，其中有 5 座高层建筑 (18+1)，3 座多层建筑 (6+1)。所改造楼房始建于上世纪 60 年代，为砖墙结构，未设置集中供暖设施，冬季采暖以小煤炉为主，也未做建筑保温，仅在外墙表面涂刷了一层外墙涂料。主要技改内容：①建筑节能加固改造；②墙体保温改造：对墙体采用膨胀玻化微珠保温砂浆进行保温改造；③外墙饰面及外墙附属物整理。墙体节能保温改造面积为 1600m²，节能技改投资额为 13 万元，建设期 2 个月。年节能量为 18.4tce，取得节能经济效益 2.6 万元（按照目前居民用电价格 0.5 元/kWh 计算），投资回收期 5 年。

2) 建设规模：建设面积约为 9.8 万 m²，其中有 5 座高层建筑 (18+1)，3 座多层建筑 (6+1)。主要技改内容：采用膨胀玻化微珠墙体自保温系统作为外围护结构保温材料，填充墙部位采用膨胀玻化微珠自保温砌块加配套的专业砌筑型膨胀玻化微珠保温砂浆，形成的裸墙体达到节能要求。梁、柱、剪力墙采用燃烧性能为 A1 级的膨胀玻化微珠免拆保温模板，运用同体浇筑技术使保温模板与结构形成一体，既可替代木模板，又解决了热桥和防火问题。节能技改投资额 268 万元，建设期 427 天。每年可节能 274.4tce，年节能经济效益 38.65 万元（按

照目前居民用电价格 0.5 元/kWh 计算), 投资回收期 7 年。

八、推广前景和节能潜力:

“十二五”期间, 膨胀玻化微珠保温砂浆的市场需求量累计将达到 8250 万 m³, 总投资额达 82.5 亿元。到 2015 年, 膨胀玻化微珠保温砂浆在建筑领域的市场份额预计将达到 10%, 节能能力可达 105 万 tce/a。

11 高固气比水泥悬浮预热分解技术

一、**技术名称：**高固气比水泥悬浮预热分解技术

二、**适用范围：**建材行业 水泥熟料煅烧领域并可拓展应用于粉体的换热与反应工程

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

水泥工业能耗约占我国工业总能耗的 10%左右。目前，我国水泥熟料烧成环节的总能耗水平为每公斤熟料耗能超过 3260 千焦（780kcal/kg·cl）。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

高固气比预热器系统，使平行双系列气流与串行料流相结合，将每个预热器单元的固气质量比提高一倍以上，使水泥熟料生产热耗趋向于理论热耗。预热器的系统设置为 2-2-2-2-1 组合式五级旋风预热器的多级串联，出五级旋风筒的气体均等地通过平行设置的双系列各级预热器，而全部粉体从一个系列到另一个系列交替逐级喂入各预热器，各旋风预热器内的固气比提高到 2.0 左右，从而大幅提高预热器系统的换热效率，降低出预热器的废气温度。

外循环式高固气比分解炉系统，采取“体外循环”的办法，让一定量的出分解炉粗粒径物料重新返回分解炉，使分解率不够高的大颗粒二次、三次甚至四次反复通过炉内温度较高且燃烧放热较强烈的区域，继续分解，从而提升了出分解炉物料的分解率，降低回转窑内的热负荷，使回转窑的单位容积产量得到大幅提高；同时强化分解炉内的热稳定性，降低有害气体的排放量。

2. 关键技术

- 1) 高固气比预热器单元的性能优化，各列、各级预热单元合理匹配；
- 2) 粗物料的外循环，实现分解炉体系内的高固气比化；
- 3) 粗粉分离器内部旋流强度的设计、物料循环倍数的控制以及炉体对各种条件变化的适应性。

3. 工艺流程

工艺流程见图1。

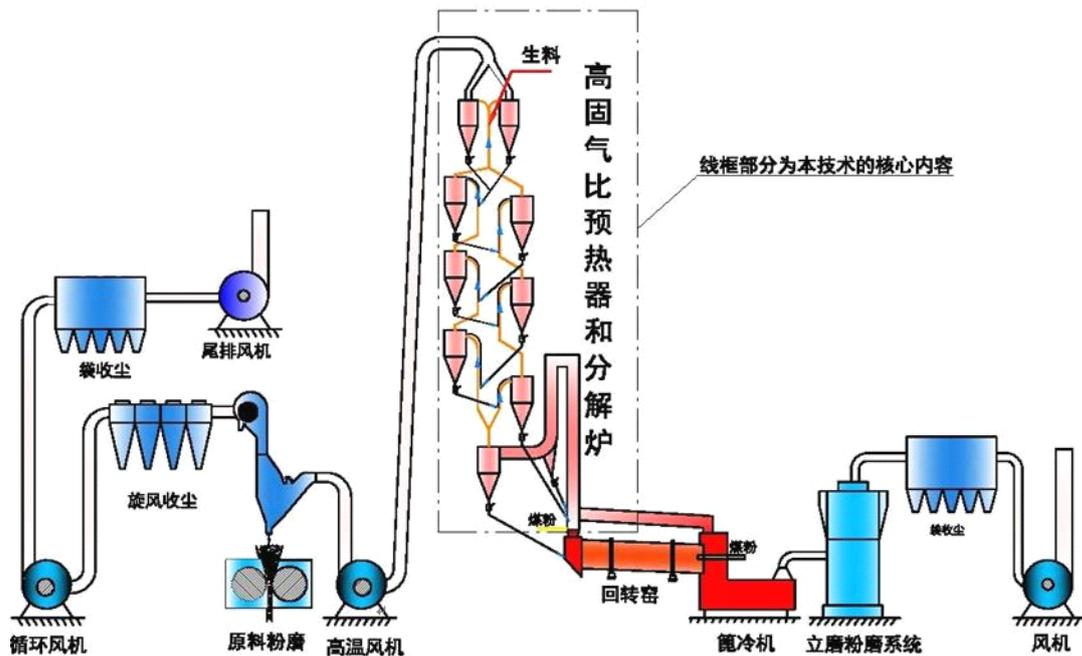


图 1 高固气比水泥悬浮预热分解技术系统流程图

水泥原料通过计量装置，定量喂入高固气比预热器系统的顶层预热单元，在各级各列预热单元内逐次与废烟气热交换，粉体物料预热至 780℃ 以上；进入外循环式高固气比分解炉系统，在悬浮态下完成碳酸盐的分解。通过五级旋风分离器气固分离后，物料进入回转窑内煅烧成熟料，经冷却机冷却破碎后由输送机送至熟料库。气体流向为冷空气由风机送入冷却机，在冷却熟料的同时，二次空气预热至 1100℃ 以上，进入回转窑，三次空气预热至 850℃ 以上，进入外循环式高固气比分解炉，经煤粉燃烧后变成热烟气，进入预热器系统，分两列与物料逐级热交换，换热后的烟气温度降至 260℃ 左右，由高温风机抽出，送至原料制备车间，用作原料烘干热源。

五、主要技术指标：

- 1) 窑尾废气温度小于 260℃；
- 2) 水泥熟料烧成的热耗低于每公斤熟料 2850kJ (680kCal)；
- 3) 吨熟料电耗小于 56kWh；
- 4) 窑系统运转率大于 90%；
- 5) 废气中 NO_x 含量小于 200ppm，SO₂ 含量小于 50ppm。

六、技术应用情况：

2011年5月，该技术已通过陕西省科学技术厅组织的技术鉴定。

该技术经历了由小到大的逐步发展过程(300t/d, 500t/d, 1000t/d, 1500t/d, 2500t/d 以及 3000t/d)，现已在陕西阳山庄水泥有限公司、三易水泥股份有限公司等水泥熟料生产线使用。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：陕西阳山庄水泥有限公司、三易水泥股份有限公司、云南水泥股份有限公司

1) 建设规模：日产 2500t 熟料的水泥熟料煅烧生产线。主要技改内容：采用高固气比预热分解技术设计水泥熟料烧成系统，主要技改设备高固气比预热器系统和外循环式高固气比分解炉系统。节能技改投资额 3500 万元，建设期 1 年。每年可节能 19500tce，年节能经济效益 3540 万元，投资回收期约 1 年。

2) 建设规模：日产 3000t 熟料的水泥熟料煅烧生产线。主要技改内容：采用高固气比预热分解技术设计水泥熟料烧成系统，主要技改设备高固气比预热器系统和外循环式高固气比分解炉系统。节能技改投资额 3500 万元，建设期 1 年。每年可节能 21600tce，年节能经济效益 3720 万元，投资回收期 10 个月。

八、推广前景和节能潜力：

该技术在节能减排、系统稳定性等方面有突出优势，吨熟料可比现有技术节约 14.3kg 标准煤，在行业内的推广前景和节能潜力很大。预计到 2015 年，可实现改造或新建现有产能 5% 的市场份额，总投入 55 亿元，年节能能力为 90 万 tce。

12 铅蓄电池高效低能耗极板制造技术

一、**技术名称：**铅蓄电池高效低能耗极板制造技术

二、**适用范围：**轻工行业 启动型、密封式、动力型铅蓄电池以及卷绕式铅蓄电池、超级电池

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

传统的极板板栅“重力浇铸”工艺需要将铅液保持在一定高温下（450~550℃）进行浇铸板栅，工艺和设备耗能高，生产效率低，同时产生的铅烟和废铅渣需要回收和特殊处理。板栅铸造是铅蓄电池生产中产生污染的源头之一，也是引起作业工人铅中毒最严重的工序。

铅蓄电池高效低能耗极板制造生产工艺与装备采用“铅带连铸连轧”、“拉网式板栅”、“冲孔（网）式板栅”、“连续和膏”、“连续涂膏”等工艺技术和装备结合，可以降低生产环节能耗 30%~50%。国际上，美、欧、日等国家的先进铅蓄电池制造企业中 90%的企业已经采用这种先进的技术和设备，而国内 98%以上的铅蓄电池制造企业仍采用传统的“重力浇铸”工艺和设备，采用这种新技术和设备的电池企业不到 2%。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

铅蓄电池极板制造主要工序为冷加工（熔铅除外）。其中，铅带连铸连轧工艺可以将铅液精确控制在接近熔点的温度范围（327~340℃），然后经快速冷却获得结晶细化的金属结构；后续连续压轧及拉网、冲孔等加工过程都是在室温下进行。该工艺避免了采用高温和对铅液的搅动，不会产生铅烟和铅渣，因此完全阻断了可能产生的铅烟排放，同时大大降低了能耗和铅耗。

2. 关键技术

- 1) 铅带连铸连轧技术；
- 2) 连续扩展网板栅制造技术；
- 3) 连续冲孔（网）板栅制造技术；
- 4) 实现铅渣、铅烟零排放或微排放的清洁制造设计。

3. 工艺流程

工艺流程见图1。

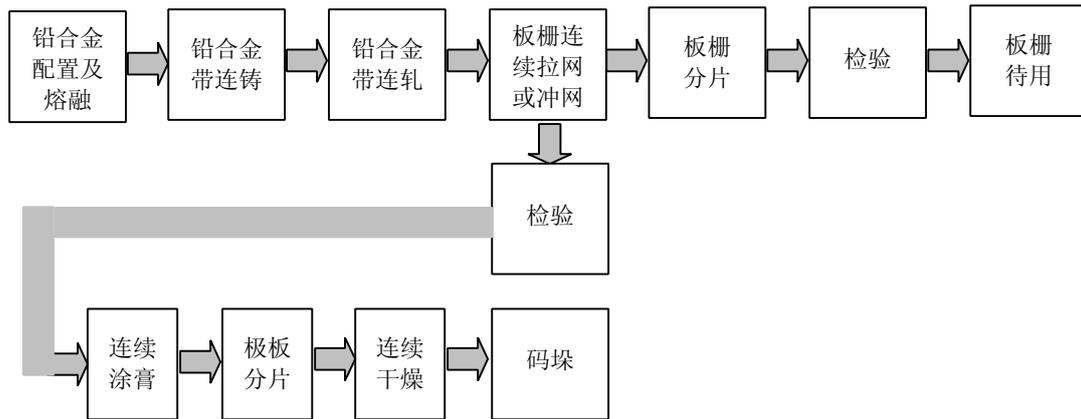


图 1 铅蓄电池高效低能耗极板制造工艺流程图

五、主要技术指标：

- 1) 铸带宽度：90mm-400mm；
- 2) 轧带宽度：≤380mm；
- 3) 轧带速度：15m/min、20m/min、25m/min（按基本厚度 1 mm 计算）；
- 4) 铅带厚度范围：≥0.6mm；
- 5) 拉网速度：≥15m；
- 6) 冲孔（网）速度：≥15m；
- 7) 涂膏速度：≥15m。

六、技术应用情况：

目前，国外从事拉网式、冲孔（网）式、连铸连轧等先进板栅和极板制造工艺和设备的企业约有十余家，比较活跃的公司有意大利 Sovema 和美国 Wirtz，具有三十多年从事该技术研究的历史，在设备成套性、适用电池品种、设备性能等方面都有很大的优势。而国内只有不足 10 家铅蓄电池企业通过引进国外先进设备进行生产，如保定风帆电池公司和湖北骆驼电池公司。

该技术已与华北蓄电池有限公司联合开发“ARD-CCRS-90 铅蓄电池极板制造清洁生产技术与装备”，与广东猛狮电源科技有限公司联合开发“ARD-CP-140 卷绕电池冲孔（网）设备”，与广东雄韬电源科技有限公司联合开发“ARD-CCRS-400 连铸连轧生产线和 ARD-CP-380 冲孔（网）生产线”。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：广东美美电池（台资）、猛狮电池

- 1) 建设规模：①年产 25 万 kVAh 摩托车电池生产线；②年产 50 万 kVAh 汽

车电池生产线。主要技改内容：摩托车电池生产线采用“连铸-连轧-冲压板栅生产线”取代原重力浇铸工艺和美国“WIRTZ”铸板机 8 套；新建密闭汽车电池生产线，采用 ARD-CCRS-160 系列“连铸-连轧-冲孔（网）板栅生产线”。节能技改投资额 2100 万元，建设期 1 年。每年可节能 1527tce，年节能经济效益 4000 万元，投资回收期约 6 个月。

2) 建设规模：年产量在 60 万 kVAh 密闭电池生产厂配套。主要技改内容：采用自动板栅连铸/连轧系统和连续膨胀拉网板栅加工设备部分取代原生产中使用重力浇铸工艺和设备。节能技改投资额 500 万元，建设期 1 年。每年可节能 418tce，年节能经济效益 1800 万元，投资回收期约 3 个月。

八、推广前景和节能潜力：

板栅连铸-连轧、连续膨胀拉网与连续冲孔（网）板栅技术是铅蓄电池制造业近年发展起来具有显著节能环保、高效低耗的最新电池极板制造技术。2009 年全国铅蓄电池总产量 12000 万 kVAh，如果采用该技术可以实现降低单位电池产量能耗（0.3 kWh/kVAh），降低单位电池产量耗铅量（ 5.0×10^{-3} t/kVAh）。

预计到 2015 年，该技术在国内外电池生产行业内推广比例可达 25%，规模为 250 套生产线，总投资 25 亿元，总节能能力约 46 万 tce/年。

13 高红外发射率多孔陶瓷节能燃烧器技术

一、**技术名称：**高红外发射率多孔陶瓷节能燃烧器技术

二、**适用范围：**各种民用、商用室内外燃气灶、燃气取暖器、燃气烧烤器、燃气热水器等产品，食品、涂装、纺织、鞋材、木材加工、陶瓷、冶金等工业加热、采暖、干燥、烘烤、锅炉等设备

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

目前，一般采用铜、铸铁以及合金等金属材料制造灶具燃烧器，开采、冶炼、加工以及运输过程能耗和污染大、成本高；以此材料制备的嵌入式燃气灶具热效率一般仅略高于 50%，能源利用率低。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

采用高红外发射率多孔陶瓷替代传统的铜、铁铬铝和镍铬合金等高耗能稀缺金属材料制备燃烧器；采用全预混无焰燃烧技术，把燃气燃烧产生大部分热量以红外线辐射的方式传递给受热体。通过采用完全预混式催化燃烧技术，精确控制空燃比，并使混合更均匀，既保证燃烧更完全，减少不充分燃烧带来的化学热损失，同时也减少过剩空气所带走的热量，并且可有效抑制一氧化碳和氮氧化物的生成。通过红外线辐射传热，燃烧面温度高，传递距离短，大大减少热量传递过程的物理热损失。燃烧器表面采用高辐射率红外涂层，并使涂层红外发射波长窗口与受热体红外吸收波长窗口尽可能匹配，进一步提高热量吸收效率。采用红外无焰燃烧技术，无明火，彻底消除炭黑产生的根源，也减少了锅底集炭造成的热效率下降的隐患。

2. 关键技术

- 1) 红外多孔陶瓷清洁生产技术；
- 2) 高红外发射率和高温度燃烧催化双效涂层生产加工技术；
- 3) 燃气全预混无焰燃烧技术；
- 4) 防意外熄火和回火安全防护技术。

3. 工艺流程

工艺流程见图 1。

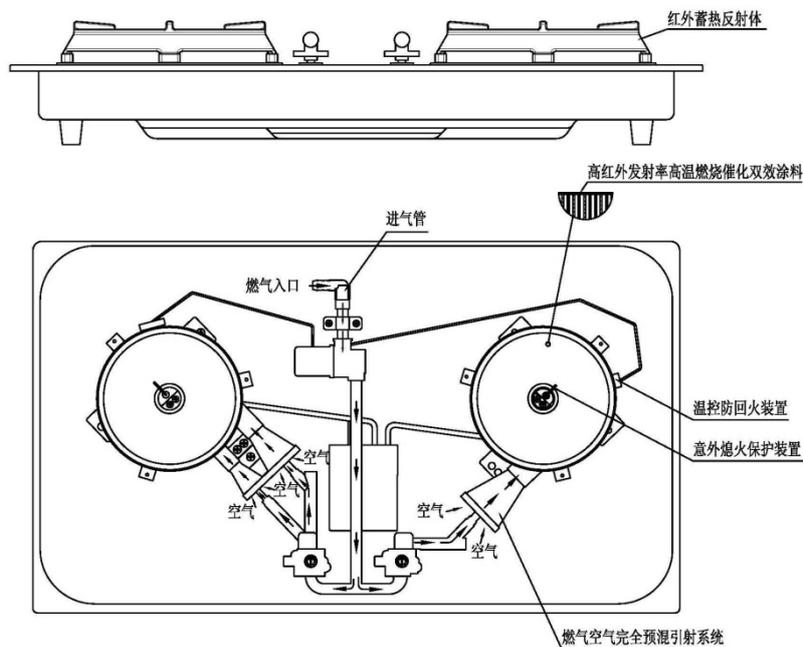


图 1 红外多孔陶瓷节能灶原理示意图

五、主要技术指标：

- 1) 红外涂层平均发射率达 0.89;
- 2) CO 浓度 < 0.01%;
- 3) NO_x 浓度 < 0.01%;
- 4) 节能灶热效率指标 > 65%;
- 5) 多孔陶瓷平均寿命 > 12000 小时，可正常使用 8 年。

六、技术应用情况：

该技术已通过广东省科技厅的技术成果鉴定，获得广东省科学技术奖励一等奖和广州市科学技术奖励一等奖，产品获得了中国节能认证与中国环保认证。

目前，高红外发射率多孔陶瓷节能燃烧器已在国内民用灶具上使用多。据不完全统计，用户保有量超过 650 万台，灶具热效率可达 65% 以上，比传统产品节能 15%~20%。每年销往美国、加拿大与欧洲等国外市场的产品超过 200 万件。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：陕西省人事厅家属区、河北沧州市嘉禾小区、江西景德镇发电厂、甘肃武威市富民社区、天津胡家园小区、河南坪山·永和苑新区等

- 1) 建设规模：小区用户 156 台普通家用燃气灶改造。主要技改内容：将普通

家用燃气灶替换为红外多孔陶瓷节能灶。节能技改投资额 4.4 万元，建设期 1 个月。每年可节能 12tce，年节能经济效益 1.8 万元，投资回收期 2.5 年。

2) 建设规模：小区普通家用燃气灶更换 480 台。主要技改内容：将普通家用燃气灶替换为红外多孔陶瓷节能灶。节能技改投资额 26.4 万元，建设期 25 天。每年可节能 61.3tce，年节能经济效益 11 万元，投资回收期 2.4 年。

八、推广前景和节能潜力：

据粗略统计，我国民用燃气灶（假设均使用天然气）平均每台每天耗气量为 0.5 公斤，全国每天耗气量达 9.3 万吨。目前大多数家庭用大气式灶具的热效率都在 50%左右，节能灶具的热效率可达 65%以上。从市场调查情况看，目前我国节能灶具在销售量及用户使用量比例不大，若加以推广，燃气灶具节能减排的潜力较大。

预计到 2015 年，我国城镇家庭中使用高红外发射率多孔陶瓷节能燃烧器的比例为 30%，农村推广使用比例为 20%，则每年可节省天然气 102 万吨，折标煤 135 万吨。

14 高效放电回馈式电池化成技术

一、**技术名称：**高效放电回馈式电池化成技术

二、**适用范围：**锂离子电池、镍氢电池、铅酸蓄电池生产过程中的电池极板化成和成品电池的化成充放电和补充电

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

目前，国内外铅酸蓄电池生产过程普遍采用的充放电技术主要有两种：

一种是采用可控硅为主的充放电技术。这种设备放电电能返回公用电网，放电回收效率低。充放电时，设备功率因数低，谐波含量高，对电网产生污染，增加输配电的电能损耗和额外的电网谐波损耗，另需增加电网处理设备对电网进行处理。设备输出直流电流含有较高的纹波，会引起电池发热和导线发热的增加。

另一种是采用高频开关电源方式的充电技术。采用高频开关电源方式的主电路对电池充电，采用电阻放电。充电谐波含量高，会增加额外输配电和谐波损耗；放电过程电能全部以电阻放电的方式消耗，浪费大。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

采用最新的数字控制和高效放电回馈式电池化成技术，回馈式充放电电源，使放电的利用率有较大提高；输出平滑直流电流对电池充电，减少了电池和输出导线的发热；采用变压器的多相整理技术提高功率因数及减少谐波，减少输配电损耗。

2. 关键技术

1) 蓄电池放电电能回馈到局部直流母线，放电电能通过局部母线互连，对其他充电设备提供电能。直流母线和公用电网相互隔离。

2) 当蓄电池放电到公用母线的电能大于其他充电设备所需电能时，多余电能通过绿色逆变器对公司内部公用电网逆变，然后以符合国家标准的方式返回电网。

3. 工艺流程

蓄电池化成过程中，蓄电池放电能量回收利用到设备局部直流母线，回收的能量供其他相互连接的充电设备充电。当放电电能无法被其他充电设备利用时，

多余电能以正弦波形式返回公用电网；采用高功率因数技术，降低电流谐波，减少电网输配电电能损耗；采用高频充放电技术减少输出电流纹波，减少电池发热量和输出导线损耗。具体工艺流程见图 1。

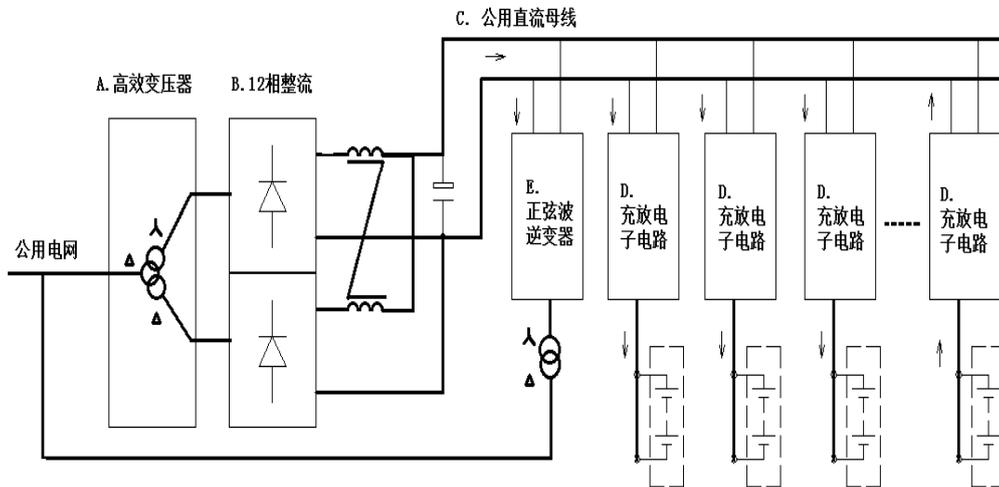


图 1 高效放电回馈式电池化成技术原理简图

五、主要技术指标：

- 1) 蓄电池放电能量回收，回收效率 $\geq 90\%$ ；
- 2) 高输入功率因数，平均功率因数 ≥ 0.93 ；
- 3) 低输入电流谐波，60%负载工作时，输入谐波含量 $\leq 5\%$ ；
- 4) 充放电输出纹波 $\leq 5\%$ （设备额定输出直流）。

六、技术应用情况：

该技术已通过沈阳蓄电池研究所专家组和行业协会产品鉴定，与 2010 年 10 月在浙江超威等公司进行了产品验证运行，于 2011 年 10 月 29 日通过了江苏省经信委组织的技术产品鉴定。该技术已为超威动力、天能集团、南都电源、理士国际等国内大型电池制造商所采用，技术性能指标稳定，节能效果显著。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：超威动力、浙江天能集团、南都电源、理士国际

1) 建设规模：日产电池 2 万只。主要技改内容：淘汰老式的可控硅化成充放电电源，采用先进的 IGBT 母线式全数字充电机 268 台。主要技改设备：高效放电回馈式化成充放电电源及其他蓄电池专用设备。节能技改投资额 1286 万元，建设期 7 个月。每年可节能 1500tce，年节能经济效益 350 万元，投资回收期 4

年。

2) 建设规模：日产电池 1.4 万只。主要技改内容：淘汰老式的可控硅化成充放电电源，采用先进的 IGBT 母线式全数字充电机 220 台。主要技改设备：高效放电回馈式化成充放电电源及其他蓄电池专用设备。节能技改投资额 1215 万元，建设期 6 个月。每年可节能 1080tce，年节能经济效益 250 万元，投资回收期 4 年。

八、推广前景和节能潜力：

截止 2010 年，全国有生产各类蓄电池的企业 3000 余家，各类电池总产量约 500 亿只，销售总额约 3000 亿元，占全球的一半。其中，采用该技术的企业约有 10 家，所占比例不到 1%。若该技术在电池行业全面推广普及，可比传统化成充电机节电 162 亿 kWh。预计到 2015 年推广比例达到 30%，可形成年节能能力 180 万 tce。

15 合成纤维熔纺长丝环吹冷却技术

一、**技术名称：**合成纤维熔纺长丝环吹冷却技术

二、**适用范围：**纺织行业的合成纤维熔纺长丝生产

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

合成纤维熔纺长丝生产过程中，冷却工序的平均耗能为 2000 kWh/吨丝，制冷风机组的装机容量平均在 600kW 左右，开机半年时间，单台耗电约 260 万度。通常的侧吹冷却风速一般为 0.5m/s，而环吹冷却只需 0.3m/s，同时出风面积也比侧吹冷却大 2 倍。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

针对合成纤维熔纺长丝（特别是涤纶超细旦长丝）冷却过程，采用独立的外环吹风方法对丝条进行冷却，达到对丝束冷却固化的作用。该装置技术改变了传统的熔纺长丝侧吹风冷却成型技术，风速均匀稳定，冷却丝束孔数是同面积侧吹喷丝板的两倍，并且丝束条干均匀，用风量小，可生产单丝纤度 $dpf=0.3$ 、孔数 288f 的产品。该技术减少了合成纤维熔纺长丝冷却过程的压缩空气使用量，显著降低了冷却环节能耗。

2. 关键技术

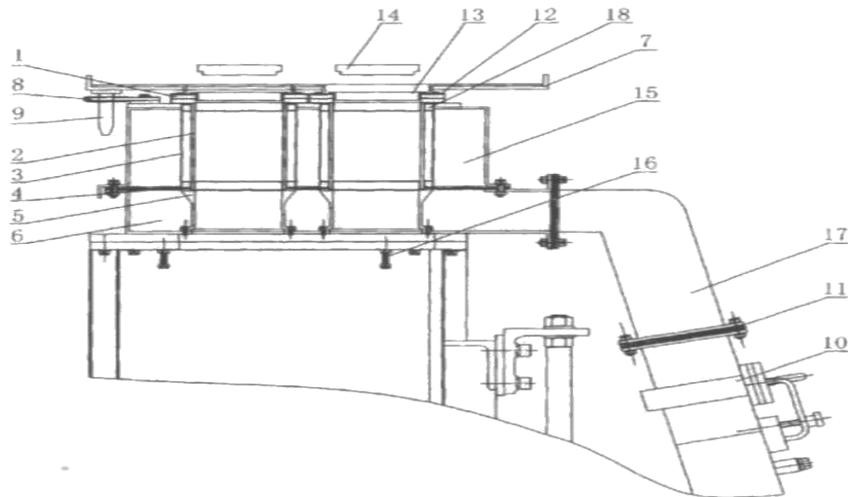
- 1) 单排外环吹风丝束冷却装置技术；
- 2) 双排外环吹风丝束冷却装置技术。

3. 工艺流程

工艺流程见图1。

五、**主要技术指标：**

该装置技术用风量仅为侧吹风量的 30%，可节约 70%的侧吹空调冷却风，节能效果显著。



1 硅海绵橡胶板, 2 过滤网筒, 3 圆筒型多孔板, 4 水平多孔板, 5 导向筒座, 6 进风箱, 7 薄压板, 8 定位孔板, 9 定位销轴, 10 过滤抽屉, 11 第一层多孔板, 12 不锈钢盖板, 13 环套, 14 喷丝板, 15 环吹风箱, 16 螺钉, 17 风道, 18 硅海绵橡胶密封环

图 1 双排外环吹风丝束冷却装置原理图

六、技术应用情况:

该技术于上世纪九十年代末在国外进行试验,本世纪初开始在我国工业化生产。环吹技术分为内环吹技术和外环吹技术。与内环吹技术相比,外环吹技术设备加工和操作较简单,产品品质稳定,因而得到大规模发展。该技术在熔体纺丝化纤生产中使用,生产高品质纺织品用的细旦丝,其产量约占涤纶长丝化纤总量 20%~50%。近十年来,该技术不断发展成熟,已在我国涤纶超细旦长丝领域推广使用,取得良好效果。

七、典型用户及投资效益:

典型用户:江苏锦凯化纤有限公司、吴江新民科技股份有限公司、江苏长乐化纤有限公司、浙江天圣控股化纤有限公司

1) 建设规模:年产 10000 吨涤纶长丝 POY。主要技改内容:年产 10000 吨涤纶长丝 POY 生产线(环吹系统)。节能技改投资额 1000 万元,建设期 1 年。减少吨丝耗电量 300kWh,每年总耗电量减少 300 万 kWh,折标煤 1050tce,年节能经济效益 210 万元,投资回收期 5 年。

2) 建设规模:年产 20000 吨涤纶长丝 POY。主要技改内容:年产 20000 吨涤纶长丝 POY 生产线(环吹系统)。节能技改投资额 2000 万元,建设期 1 年。减少吨丝耗电量 310kWh,每年总耗电量减少 620 万度,折标煤 2170tce,年节能经

济效益 440 万元，投资回收期 4.5 年。

八、推广前景和节能潜力：

近几年，我国涤纶长丝化纤生产中，高品质细旦丝的利润一直在高位运行，所以有 30% 的新项目为环吹细旦丝生产线。目前，该技术已在行业 10% 的企业推广应用并取得良好效果。预计到 2015 年，该技术在行业的推广比例可达 40%，总投资为 5 亿元，预计节能能力为 11 万 tce。

16 曲叶型系列离心风机技术

一、**技术名称：**曲叶型系列离心风机技术

二、**适用范围：**建材（水泥）、钢铁、电力（火电）、化工、有色金属等行业用于输送所需工质

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

上世纪80年代，直叶片系列风机技术从国外引进并广泛应用于水泥、钢铁、火电、化工等行业。按行业协会统计数据，截止2010年12月，全国工业在用离心风机总量为75000台，其中，1600kW电机的风机占30%以上，电机功率为950~2000kW之间。这些风机消耗大量的电能，全国1600kW在用风机的年耗电总量达2494亿kWh。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

1) 采用CFD (Computational Fluid Dynamics 计算流体动力学) 技术对旋转机械内部的流动进行数值模拟和性能预测，为改型提供依据；

2) 采用等减速设计方法将叶片设计为等减速曲叶型；

3) 改变气流由轴向到径向的气流转折角度，改变进风口端壁线；

4) 设计叶片的组合模具，以5档为一规格共用上、下底模，利用共用底模与叶片压模滑块来联接后压型，获得成型叶片，节省模具制造周期和成本；

5) 采用以计算机为基础的自动检测系统，可快速、准确测量气体压力、温度及流量等参数，测量精度高且数据可靠。

2. 关键技术

采取等减速流型设计的曲叶片，其叶轮内部流动损失小，静压梯度和相对速度子午分量变化均匀、有规律，从而其附面层损失、流动损失、出口混合损失和出口截面突扩损失均比普通叶片小。经初步验证可提高风机效率2%~4%。

3. 工艺流程

工艺流程图见 1。

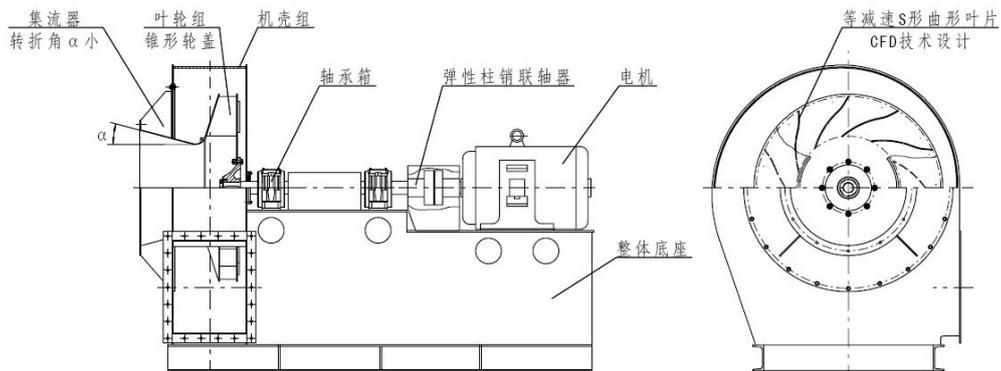


图 1 曲叶型离心风机结构示意图

五、主要技术指标：

- 1) 流量 20267 m³/h;
- 2) 压力 3955 Pa;
- 3) 轴功率 26.5;
- 4) 风机转速 1450 r/min;
- 5) 工作温度 20℃;
- 6) 全压效率 85.4%。

六、技术应用情况：

该技术于 2009 年通过重庆市经信委组织的“重庆市新产品新技术鉴定”，并入选工信部《节能机电设备（产品）推荐目录》。目前，已在华润水泥（武宣）有限公司熟料新型干法水泥生产线的窑尾、原料磨、输送煤粉、水泥磨尾的排风等工艺段及大冶有色金属有限公司的转炉和熔炼烟气收尘工艺段等应用。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：华润水泥（武宣）有限公司、大冶有色金属有限公司、常州水泥有限公司和宜宾天源特种水泥有限公司。

1) 建设规模：日产水泥 4500 吨熟料新型干法水泥生产线配套风机。主要技改内容：在原有日产水泥 4500 吨的生产能力的情况下，新增窑头和窑尾风机、原料磨风机、煤粉风机、循环风机、水泥磨风机等工艺设备，配套建设系统辅助装置、环保、消防和安全设施。主要技改设备：曲叶型风机（用于窑尾风机、煤粉通风机、水泥磨尾排风机）。节能技改投资额 248 万元，建设期 1 年 7 个月。

每年可节能 968tce，年节能经济效益 226 万元，投资回收期 1.1 年。

2) 建设规模：冶炼厂铜冶炼节能减排项目，在现有生产能力基础上，实现有效回收烟尘和充利用余热，节省热源的能源耗量。主要技改内容：新购收尘风机、电收尘器、旋风收尘器、烟道热交换器及烟尘过滤装置等；主要技改设备：离心通风机、收尘系统、热交换器、输送装置和电控设备。节能技改投资额 228 万元，建设期 2 年 9 个月。每年可节能 304tce，年节能经济效益 71 万元，投资回收期 3.2 年。

八、推广前景和节能潜力：

该产品可广泛应用于现有传统产业中的钢铁、水泥、有色金属、火电、化工、纺织和需要输送气态工质的各种工艺段。国内的市场需求量在 1.5 亿元/年左右，潜在用户包括新建和技改项目。“十二五”期间，该产品的市场容量保守估计为 24000~26000 台，预计到 2015 年推广比例为 20%，年节能能力约 80 万 tce。

17 自密封旋转式管道补偿节能技术

一、**技术名称：**自密封旋转式管道补偿节能技术

二、**适用范围：**通用机械 工业热网管道

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

管道输送受环境及输送介质温度变化影响，必然产生热胀冷缩，因此在管道设计中补偿节必不可少。

目前多种补偿器均依靠补偿节金属材料自身弹性变形进行补偿，补偿距离短。例如，高压、高温管道每隔 20~30 米设置一个，能耗大，热量和压力损失常高达 20%~30%，每公里管道能量损耗可达 8%以上，这是工业管道能量损失的主要原因，通常管道距离越长损耗越大。特别是对温度 $\geq 450^{\circ}\text{C}$ 、压力 $\geq 4.5\text{MPa}$ 的高温高压蒸汽管道，因管道内介质温度高、压力大，目前大多数采用能量损失较大的“ Π ”型补偿器，其补偿间距更短，造成的能量损失更大。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

管道用自密封旋转补偿器装置由若干旋转补偿器、弯头及短管组成，旋转补偿器与两端 90° 弯头连接成为一个旋转节，两旋转节之间与同一短管连接成横臂。当两旋转节各另一端 90° 弯头与前后直管焊接连接后，即安装完成一套管道用自密封旋转补偿器装置。采用该种补偿器，平均补偿距离由采用传统补偿技术的 20~40 米扩大为 200~500 米，补偿距离扩大了 10 倍，延长米大大缩短，弯头及管材使用数量减少，不需增加管材和弯头壁厚。同时，可有效克服热胀冷缩产生的二次应力，管道不产生蠕变，使用寿命长（可达到 25~30 年），管道运行安全，热量损失降到 3%以下，压力损失降到 5%以下，每公里管道能量损耗降到 3%以下，从而大幅度降低能量损失。

2. 关键技术

1) 管道用自密封旋转补偿器组对连接使管道无二次应力，消除管道轴向应力，降低了对管道本体材质的要求，降低工程造价 30%以上，大大节省设备间连接管道，提高了设备振动环境下的安全性；

2) 独创环面与端面的自密封型式及新型端面密封材料，最高动态使用压力

可达 30MPa，可实现管道长距离两端补偿，即 500 米直管段内中间无需设置补偿器，可大大减少补偿器的使用数量；

3) 旋转补偿器组消除管道轴向应力，降低高温高压管道对材质的要求，降低工程造价 40%以上；

4) 可使设备间管道实现无应力连接，提高设备的安全性。

3. 工艺流程

工艺流程见图1。

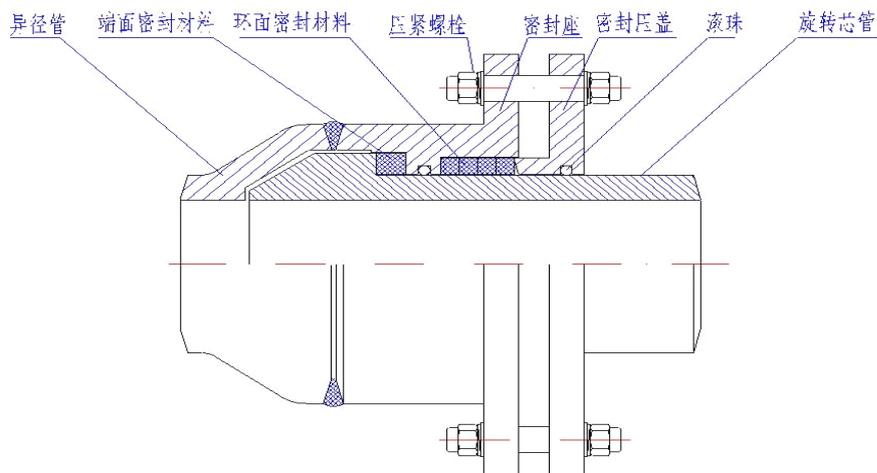


图 1 自密封旋转补偿器结构图

五、主要技术指标：

序号	名称		可达到的指标
1	公称通径 (mm)		50~3000
2	公称压力 (MPa)		$1.0 \leq PN \leq 30$
3	工作温度 (°C)	蒸汽管道用	≤ 605
4		热水管道用	≤ 130
5	补偿能力 (mm)		0~1800
6	管线补偿距离 (m)		200~500
7	密封材料耐温 (°C)		$-196^{\circ}\text{C} \sim 1600^{\circ}\text{C}$
8	密封材料抗压强度 (kg/cm^2)		32-5820
9	使用寿命 (年)		25~30
10	工程应用中的压力损失 (%)		≤ 3
11	工程应用中的温度损失 (%)		≤ 5
12	工程应用中的能量损失 (%)		≤ 3

六、技术应用情况：

该技术已通过国家质量监督检验检疫总局特种设备安全技术委员会及中国石油和化工自动化应用协会鉴定，获中国第一批高耗能特种设备节能技术及产品证书。

该技术已广泛用于工业各领域，如石化厂、炼油厂、核电站、钢铁厂、焦化厂、化工厂、化肥厂、油田等的长距离输送原油、高压天然气输送管道、发电厂主蒸汽管道以及高温高压给水管道等的热力管道上。目前，该项技术已在中石化、中石油、中海油、神华宁煤集团、中国华电、中电投、大唐集团、华能集团、国电集团、协鑫集团、首都钢铁集团、鞍山钢铁集团、武汉钢铁集团等单位及其下属企业得到成功应用。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：江苏灵谷化工有限公司、江苏双良科技有限公司热电分公司、江阴苏龙发电有限公司

1) 建设规模：年产 45 万吨合成氨/80 万吨尿素一期项目。主要技改内容：公用管道工程系统中，部分主蒸汽动力管道设计压力 $P=10.8\text{MPa}$ ，设计温度 $T=550\text{℃}$ ，规格 $\phi 426\times 36$ ，材质 12Cr1MoVG，直线长度为 580 米。节能技改投资额 140 万元，建设期 2 个月。每年可节能 1350tce，年节能经济效益约 135 万元，投资回收期约 1 年。

2) 建设规模：4×135MW 和 2×330MW 燃煤机组的供热管道。主要技改内容：总长 15 公里的城市供热热网管道补偿。节能技改投资额 8000 万元，建设期 2 年。每年可节能 24400tce，年节能经济效益 2440 万元，投资回收期 5.2 年。

八、推广前景和节能潜力：

管道用自密封旋转补偿器不仅解决了超高温高压、长距离、低损耗介质输送中的管道补偿问题，也可代替输送中低温介质的管道补偿器。目前，已经累计生产管道用自密封旋转补偿器约 8 万台。如果以 2 台为一组系统补偿型式，可补偿距离平均为 250 米左右来计算，则已经补偿的热力管道总长度约为 1.2 万千米。

预计全国对管道用自密封旋转补偿器的需求量将达 600 万台，市场规模约 1500 亿元。使用管道用自密封旋转补偿器可使供热管网的热损失下降到 2%~3% 左右，即比采用传统补偿方法的热损失减少 5%，按全国供汽 10 万吨/小时计算，预计到 2015 年，该技术推广比例达 20%，年节能能力可达 140 万 tce。

18 动态冰蓄冷技术

一、**技术名称：**动态冰蓄冷技术

二、**适用范围：**建筑行业 各种中央空调系统及工艺用冷系统

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

我国大部分地区处于温带和亚热带，每年空调使用时间较长，在南方地区甚至可达 8 个月。夏季高温时段空调用电负荷，特别是大型中央空调、区域供冷和地铁空调等空调负荷集中，是造成城市电力负荷峰谷差的主要原因，而冰蓄冷空调是实现用户侧调峰的有效技术之一。目前我国已有的蓄冰空调工程设备 70% 以上来自国外，且 99% 都属于静态蓄冰技术，主要包括盘管制冰、冰球制冰等传统静态制冰方式，其体积大、运行成本高、制冰效率低，平均制冷量只有空调工况制冷量的 50%。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

冰蓄冷中央空调是指在夜间低谷电力时段开启制冷主机，将建筑物所需的空调冷量部分或全部制备好，并以冰的形式储存于蓄冰装置中，在电力高峰时段将冰融化提供空调用冷（见图 1）。由于充分利用了夜间低谷电力，不仅使中央空调的运行费用大幅度降低，而且对电网具有显著的移峰填谷功能，提高了电网运行的经济性。动态冰蓄冷技术采用制冷剂直接与水进行热交换，使水结成絮状冰晶；同时，生成和溶化过程不需二次热交换，由此大大提高了空调的能效。冰浆的孔隙远大于固态冰，且与回水直接进行热交换，负荷响应性能很好。

2. 关键技术

1) 过冷却水稳定生成技术。过冷却水生成技术是冰浆冷却及蓄冷技术的核心。过冷却水是冰浆生成的基础，只有稳定生成过冷却水，才可以通过促晶等技术生成冰浆；

2) 超声波促晶技术。在生成过冷水后，只有通过促晶才能使过冷水快速生成冰浆，这就需要促晶技术。目前，国际上采用的技术有超声波促晶、电动阀促晶以及其他一些促晶技术；

3) 冰晶传播阻断技术。

3. 工艺流程

动态冰蓄冷技术可应用于新建系统以及既有系统的节能改造。新建系统需要根据冷量输送需求进行全新设计，其它过程相同，包括根据制冷机组的额定功率搭配制冰机组；根据负荷情况合理配置蓄冰槽，并根据应用场合配置不同的控制系统。

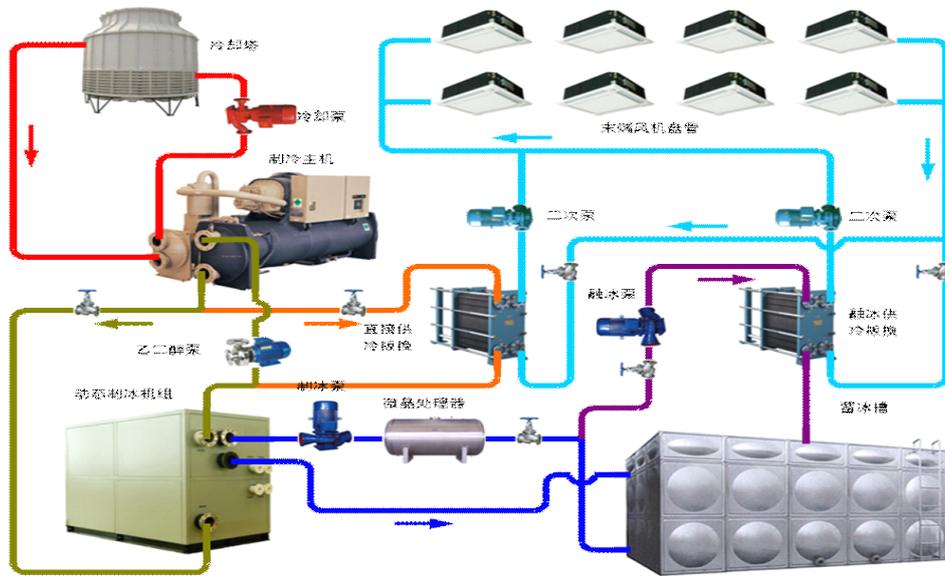


图 1 动态冰蓄冷系统流程图

五、主要技术指标：

- 1) 额定制冰工况下，主机蒸发温度 $\geq -6^{\circ}\text{C}$ ；
- 2) 制冰工况下，制冷主机单机能效(COP) >3.0 ；
- 3) 蓄冰槽最大蓄冰量 $\geq 45\%$ 。

六、技术应用情况：

目前，该技术在民用建筑、工业厂房已得到应用，如佛山高新区创新中心动态冰蓄冷系统、富士康集团办公楼动态冰蓄冷系统、清华紫光信息港、新百丽鞋业等实施了多项动态冰蓄冷工程。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：深圳富士康集团办公楼动态冰蓄冷系统、东莞帝光电子科技有限公司 100RT 制冷空调机组改造等

- 1) 建设规模：深圳富士康集团办公楼中央空调系统，供冷面积 2 万 m^2 ，制冷机组额定功率 600RT，蓄冷量 3600RTh，蓄冰槽 360 m^3 。主要技改内容：增加制

冰机组、蓄冰槽以及控制系统,主要技改设备:动态制冰机组一台、蓄冷槽 360m³、控制系统一套。节能技改投资额 255 万元,建设期 3 个月。年节能经济效益 86 万元,投资回收期 3 年。

2) 建设规模:东莞帝光电子科技有限公司 100RT 制冷空调机组改造,供冷面积 2000 m²。主要技改内容:增加制冰机组、蓄冰槽以及控制系统。节能技改投资额 100 万元,建设期 3 个月。年节能经济效益 22 万元,投资回收期 4.5 年。

八、推广前景和节能潜力:

2011 年全国高峰用电负荷约为 7.86 亿 kW,其中空调负荷占高峰负荷的 30%,全国现有大型中央空调约 250 万套,预计到 2015 年在全国推广 5%,约 12.5 万套空调可使用采用动态冰蓄冷技术,全年转移峰时电量约 52 亿 kWh,减少电厂装机容量 1180 万 kW,宏观节能潜力较大。

19 中央空调全自动清洗节能系统技术

一、**技术名称：**中央空调全自动清洗节能系统技术

二、**适用范围：**建筑行业 各种建筑楼宇及工业厂房

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

中央空调电耗占建筑楼宇总耗电量的 65%左右。在使用过程中冷凝管道如产生 0.3mm 厚的水垢或污垢，热交换损失为 21%，空调主机多耗电 10%；如产生 0.6mm 厚的水垢或污垢，热交换损失为 34%，多耗电 20%；产生 0.9mm 厚的水垢或污垢，热交换损失 44%，则多耗电 31%。在通常的空气水质状况下，一般结垢在 0.6~0.9mm 之间，多耗电在 20%~30%左右，而且每年每台中央空调的清洗，需要平均排放出至少 200 吨以上的高浓度化学有害污水。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

根据流体力学原理及程控原理，将软质特殊球送入冷凝器，对冷凝管道进行固定频率地自动反复擦洗，确保冷凝管壁始终处于无任何结垢的干净状态下运行，以达到节能目的。

2. 关键技术

1) 利用中央空调冷却循环水的自身动力（不需要外加任何动力），将具有擦洗功能的特殊球，以冷却循环系统之外的球注入器自动送入空调冷却系统中，对冷凝管壁进行自动擦洗。

2) 在冷却系统中，完成擦洗的特殊球从冷却系统中送回系统外的球注入器中作自我清洗动作，并自动排除出脏水。

3) 采用全物理方式 36 次全自动清洗冷凝管道，可全方位清洗所有冷凝管道。

3. 工艺流程

工艺流程见图1。

1) 电脑程序控制器启动清洗循环，将注射阀门打开，控制特殊球进入冷凝器循环系统；

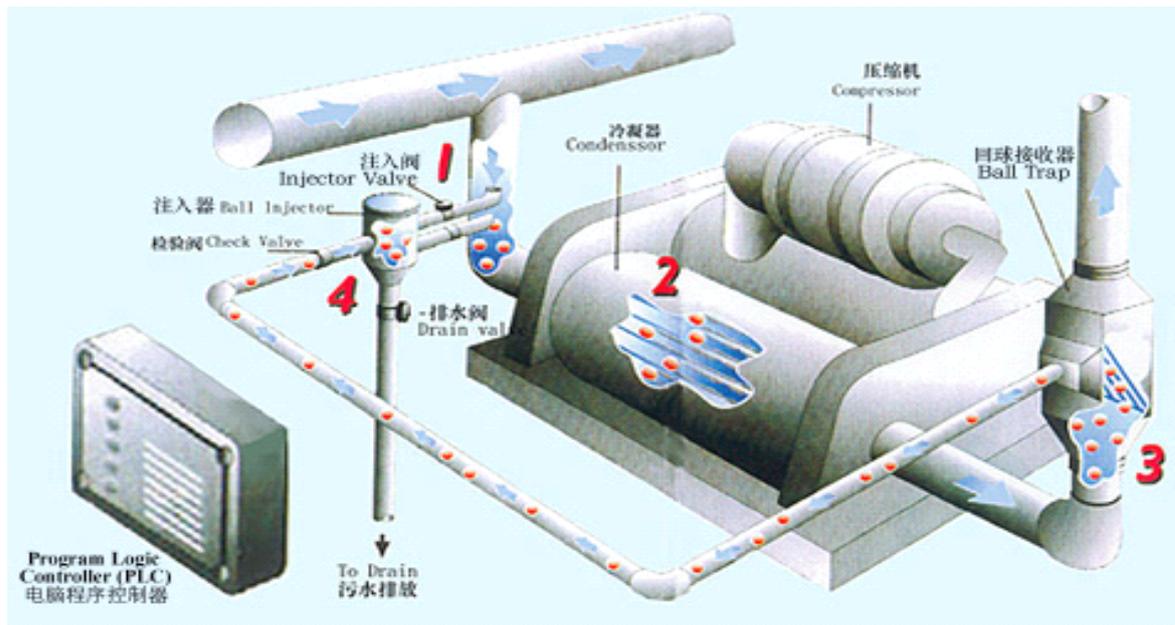


图 1 中央空调全自动清洗节能系统技术原理图

2) 尺寸比管道稍大的软质材料制成的特殊球通过冷凝器，将冷凝器管壁上的水垢和污垢带走；

3) 特殊球通过冷凝器后，被回收器接收；

4) 电脑程序控制器打开排水阀门，球自动回到球注入槽，槽中的水自动将特殊球进行清洗、排污、排水阀门关闭，完成一次循环。遵此电脑程序每天进行 36 次循环清洗。

五、主要技术指标：

1) 中央空调冷凝器的热交换率提高 20%~50%；

2) 中央空调节省 10%~30% 电能；

3) 使中央中央空调的趋近温度根据不同机型保持在 0.5~1.2 之间，长期保持空调厂家设计标准的最佳换热效果；

4) 通过电脑程序控制全自动管理运行，无需专人监管，无需另加动力源，并可控制全自动清洗冷凝器的次数。

六、技术应用情况：

该技术荣获 2008 年上海国际节能减排博览会获创新奖证书、第四届国家专利技术优秀发明一等奖、第五届国家科技成果进步奖一等奖。自 2003 年以来陆续投放市场应用，已在北京国贸大厦、北京饭店、国家体育总局属下运动训练场

馆等应用。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：北京国贸大厦、北京饭店、国家体育总局属下运动训练场馆、美国通用公司（上海）、德国大众（上海）、日本松下（上海）、上海上实集团、国际会展中心

1) 建设规模：北京国贸中心大厦的空调节能技改项目。主要技改内容：2 台 450 冷吨、2 台 500 冷吨、2 台 1100 冷吨中央空调节能技术改造。主要技改设备：中央空调全自动清洗系统。节能技改投资额 100 万元，建设期 10 天。每年可节能 546tce，年节能经济效益（累计开机 5000 小时）250 万元，投资回收期 5 个月。

2) 建设规模：上海松下半导体有限公司的空调节能技改项目。主要技改内容：3 台 500 冷吨的中央空调节能技术改造。主要技改设备：中央空调全自动清洗系统。节能技改投资额 50 万元，建设期 7 天。每年可节能 115tce，年节能经济效益（累计开机 5000 小时）53 万元，投资回收期近 1 年。

八、推广前景和节能潜力：

目前，全国约有 250 万台大型中央空调，主要分布在各城市建筑楼宇和工矿企业。预计到 2015 年，中央空调全自动清洗节能系统技术推广率达到 5%，约有 12.5 万台中央空调可进行改造，总投资 32 亿元，年节能能力约 200 万 tce，同时减少 2500 万吨高浓度有害污水排放（每台平均排污 200 吨）。

20 新型轮胎式集装箱门式起重机节能技术

一、**技术名称：**新型轮胎式集装箱门式起重机节能技术

二、**适用范围：**交通运输行业的港口、中转站装卸集装箱或件杂货等

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

通用型轮胎式集装箱门式起重机（RTG）是集装箱港口的重要设备，在现代化港口集装箱堆场中占据主导地位。它可以大范围灵活调动，具有空间利用率高、生产率高和全堆场机动的特点。但通用型 RTG 使用柴油发电机组为整机提供动力，存在造价高、日常使用维护成本高、能源消耗大和废气排放污染、噪声污染等缺点。据统计，通用性 RTG 作业每标箱能耗为 1.2~2.2 升柴油。

新型轮胎式集装箱门式起重机为大型机械设备，其生产过程的主要耗能是电。由于新型 RTG 为轻型化设备，整机重量降低约 1/3，所以在生产过程中可以节约大量能源。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

1) 采用“四卷筒”组合驱动技术

在总体设计上，新型 RTG 采用四组钢丝绳卷筒装置，依靠卷筒的正、反转，收放钢丝绳实现货物的起升和横向移动。驱动装置和卷筒安装在门架底梁上，与通用型 RTG（起升和小车运行机构都设置在小车上）相比，大幅降低小车质量和整机重心，优化了整机结构，实现了整机重量的轻型化。

2) 采用电力驱动

通用型 RTG 采用柴油发电机组提供动力，由于系统载荷是变化的、非线性的，因此通用型 RTG 在载荷较轻时，柴油机处于标定转速部分负荷运转，柴油发电机组效率较低。据统计，通用型 RTG 发动机启动后，用于装卸作业的时间不到 50%，其它时间为空耗，一台通用型 RTG 每小时空耗的柴油约 15 升。新型 RTG 工作电机和照明均采用市电为动力，只配备小功率柴-电机组柴油机作为转场使用，满足 RTG 机动性要求。

3) 电力驱动控制

电动 RTG 采用变频调速、可编程控制器（PLC）和现场总线控制组成电力驱

动控制系统，实现调速、控制一体化。整机的主要控制单元都以节点形式连接到总线上，实现数字信号通讯，具有快速、准确的特点。同时节省了各控制单元间的大量信号线，简化了硬件系统，降低了成本。

2. 关键技术

1) 总体参数的优化设计研究

借鉴通用型 RTG 等港口装卸设备的技术特点，对起重量、起升高度、跨距、起升速度、大车运行速度、供电方式、轮压等总体参数进行优化设计研究，使各参数合理匹配，达到整机技术性能先进、适用，实现自重轻、轮压低、造价省、节能减排等目标。

2) 整机结构轻型化与起升和小车运行一体化研究

为减轻整机重量，该技术采用四卷筒驱动方案，用于货物起升的起升机构与小车运行机构共用一套驱动装置，驱动机构布置在结构底梁上，运行小车上不设置任何动力装置，小车重量大为降低，为整机结构的全面优化提供了前提。

起升及小车运行机构采用四卷筒驱动方式。小车运行机构与起升机构共用同一套驱动装置，驱动机构固定安装在两侧底梁上，变频控制，分别驱动，通过两侧卷筒的不同转向对钢丝绳进行收放，配合特别设计的钢丝绳缠绕系统实现货物的升降和平移。在主梁轨道运行的小车上，只装有起升滑轮组、小车车轮和水平轮，不设驱动装置（小车重量仅相当于通用 RTG 的 1/3 左右）。

3) 电力驱动系统

结合通用型 RTG 与 RMG 的优点，对电力驱动技术进行研究，以电力驱动 RTG 完成集装箱装卸、搬运工作。

新型 RTG 起升和小车共用驱动系统。起升/小车驱动机构采用带 PG(编码器) 闭环矢量控制方式，从而有效实现全变频范围内的全转矩控制。对各驱动机构的交流变频驱动方式进行研究，使电机在各个工况下运行时充分利用其有效功率，保证在控制安全可靠的前提下节约能源。

新型 RTG 采用 Profibus 总线控制方式，PLC 分布模块和变频器作为节点串联在总线上，以数字信号通讯实现整机的一体化控制。在物理层上，各通信节点之间采用一根通信总线连接，省去了繁杂的控制线及信号线，节省了系统硬件的数量与投资以及安装、维护费用，提高了系统集成的可靠性。

3. 工艺流程

新型轮胎式集装箱门式起重机是电力驱动的、应用四卷筒组合控制技术的电动轻型轮胎式集装箱门式起重机。其装卸工艺流程同通用型 RTG，只是设备的起升和小车的运行原理不同，见图 1。实现了轻型化和节能。设备结构见图 2。

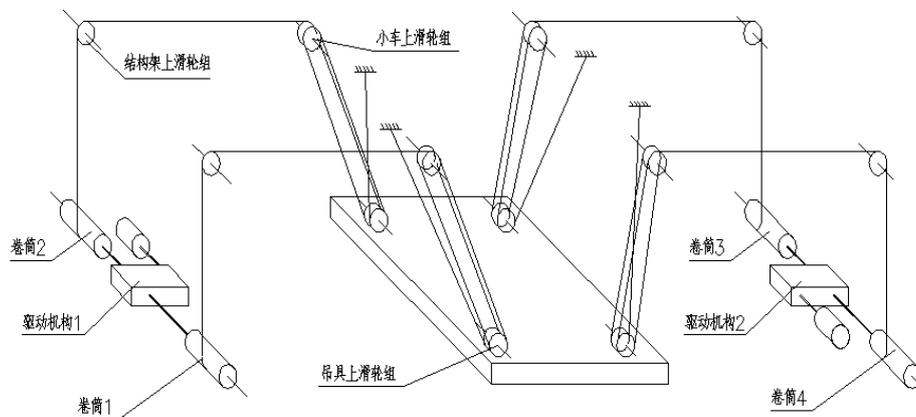


图 1 “四卷筒”组合驱动原理示意图

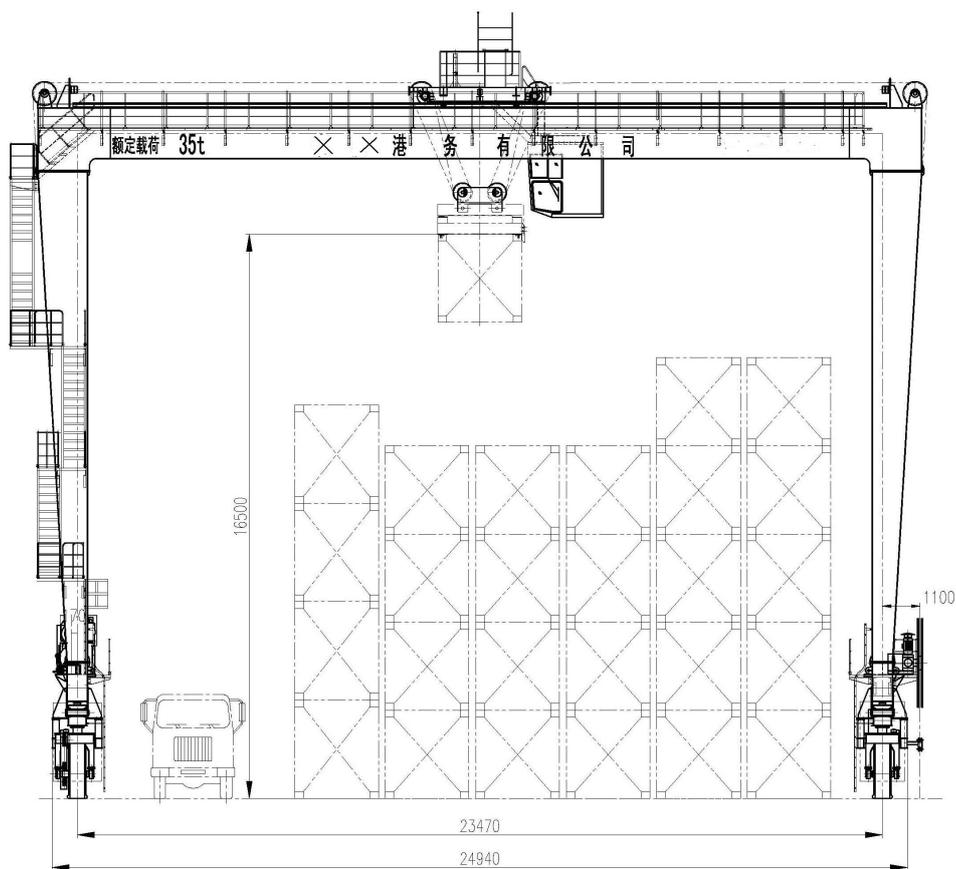


图 2 新型轮胎式集装箱门式起重机结构简图

五、主要技术指标：

主要技术指标见表 1。

表 1 主要技术指标

序号	名称		指标
1	额定起重量（吊具下）		30.5/35/40.5t
2	堆码层数（ISO 标准集装箱）		过 3 堆 4~过 5 堆 6
3	起升高度		16.5~18.3m
4	跨箱数（跨距）		17m （4 列箱+1 车道）
			20m （5 列箱+1 车道）
			23.47m （6 列箱+1 车道）
5	起升速度	重载	18~20m/min
			空载
6	小车运行速度		60~72m/min
7	大车运行速度		40~70m/min
8	装机容量		160kW
9	控制型式		交流变频

六、技术应用情况：

该项技术应用四卷筒控制为基础的起升与小车运行一体化技术，显著实现结构轻型化，经济性显著提高，是对通用型 RTG 的重大技术变革，在国内外尚属首次应用，处于国际先进水平。2007 年，该项技术通过交通部科技司组织的技术鉴定。经过 3 年多的使用，目前已在国内多个港口集装箱码头得到使用。

该技术设备自重和投资仅为通用型 RTG 的 60%，单箱操作能耗降低约 64%，堆场基础投资降低约 1/3，运行情况良好，实现了经济性、先进性、实用性和环保性的目标。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：广州鱼珠木材有限公司、肇庆港务有限公司、广东佛山南港码头有限公司

建设规模：集装箱码头年通过能力 40 万 TEU。主要技改内容：在原有件杂货堆场基础上进行扩建，新购置 RTG 设备，对堆场设备进行更新。节能技改投资额 2322 万元，建设期 3 年。每年可节能 1606tce，年节能经济效益 847 万元，

投资回收期 4 年。

八、推广前景和节能潜力：

新型 RTG 是对通用型 RTG 的重大技术创新，是对港口装卸设备轻型化、节能减排的成功尝试，可在我国集装箱码头，特别是支线港口中、小集装箱码头或中转站应用。该技术的成功实施，对于轻型化、节能型港口装卸设备设计和制造具有很好的借鉴意义。

新型 RTG 造价低、能耗小（至少能够实现节能 30%以上），特别适合集装箱码头和货站堆场（特别是中小集装箱码头）。目前，我国集装箱运输业发展迅速，据预测，未来 10 年集装箱运输能够保持 10%的增长速度。按照港口现有港机配套条件，国内港口码头每年需要新增 RTG 在 200 台以上。新型 RTG 技术具有优良的经济性、先进性、实用性以及节能环保特点，具有广阔的市场发展前景。

预计到 2015 年可在全国港口推广 20%，年节能能力可达 10 万 tce。

21 热管/蒸汽压缩复合制冷技术

一、**技术名称：**热管/蒸汽压缩复合制冷技术

二、**适用范围：**通信、IT、金融等行业 通讯基站、信息中心机房等

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

2009年，中国通信三大运营商电力消耗总量达到302亿度（年增幅约26%）。运营商传统通信设备、数据中心、通信基站耗电量约为262.4亿度，其中用于制冷的耗电量约为118.2亿度，但目前节能的制冷技术与设备应用偏少。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

热管/蒸汽压缩复合制冷技术是一种将分离式热管技术和蒸气压缩式制冷技术相互融合、优势互补、充分利用自然冷源的节能技术。

热管/蒸汽压缩复合制冷空调机组可以根据室内外温度和室内负荷情况，选择性地运行于制冷模式或热管模式，在保证室内降温要求的前提下达到节能运行。当室外温度较高或室内负荷过大时，复合空调机组运行于制冷模式，工作原理与一般空调相同，室内的热量通过蒸气压缩制冷循环散至室外空间，达到室内空间的降温冷却效果；当室外温度低于室内温度一定值时，压缩机关闭，机组自动进入热管模式，气态制冷剂上升至冷凝器中冷凝放热，最后成为冷凝液，在重力作用下回流至蒸发器，通过热管的自然循环将室内热量向室外传递。

在热管模式下，压缩机无需启动，耗能部件仅有风机，能耗极低；在制冷模式下，由于两种制冷技术复合性设计的优势，使得制冷能效比优于一般的空调，节能效果显著。

2. 关键技术

在同一设备载体上实现分离式热管技术与蒸气压缩式制冷技术的复合，最大限度地利用室外自然冷源。

3. 工艺流程

工艺流程见图1和图2。

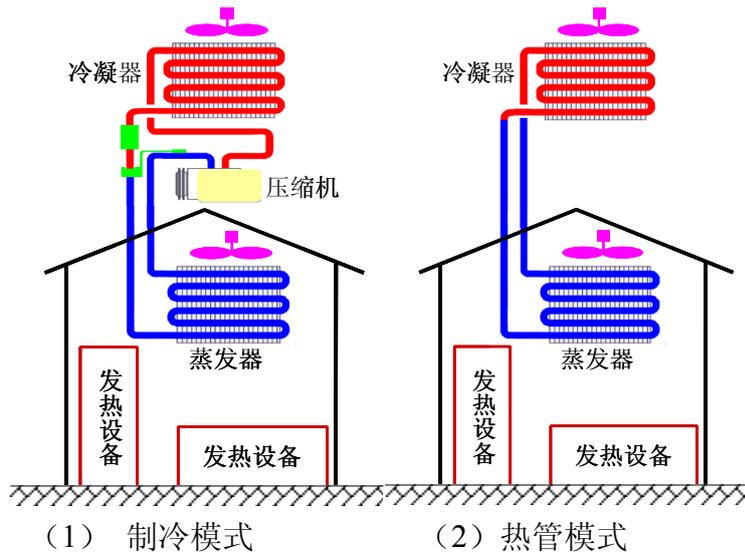


图 1 热管/蒸汽压缩复合制冷技术示意图

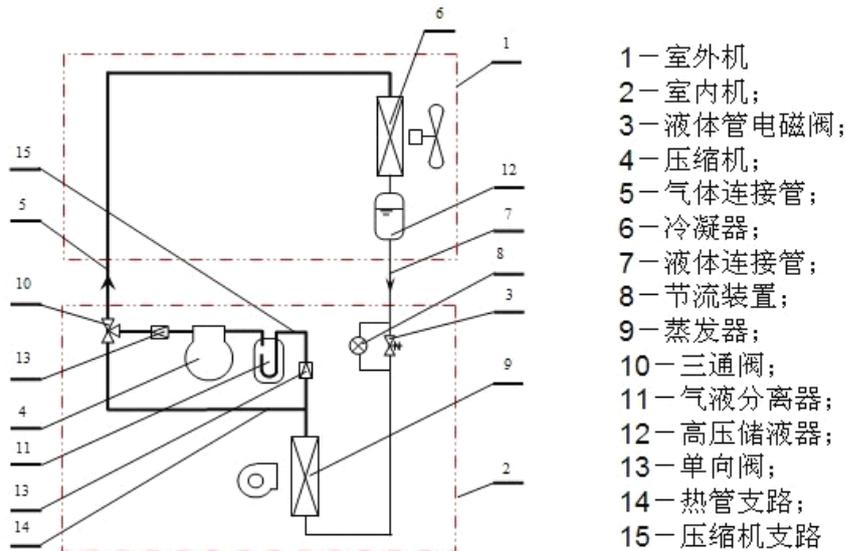


图 2 热管/蒸汽压缩复合制冷技术原理图

五、主要技术指标:

1) 热管模式满足“室内温度满足 15°C 以上, 室内外温差 10°C ”的条件时, COP可达5.8以上;

2) 热管模式满足“室内温度满足 15°C 以上, 室内外温差 20°C ”的条件时, COP可达11.4以上;

3) 制冷模式COP超过2.8以上, 即使在夏季也约有20%左右的节能率;

4) 充分利用自然冷源, 全年节能率超过35%。

六、技术应用情况:

该技术已在中国移动通信集团广东有限公司和中国电信股份有限公司浙江

分公司的试点进行应用。目前，该技术成熟，设备运行稳定，节能效果好。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：中国电信集团公司、中国移动通信集团公司、中国联合网络通信集团有限公司

1) 建设规模：中国移动通信集团广东有限公司的 12 处基站。主要技改内容：通过用热管/蒸汽压缩制冷复合空调机组替换基站内原空调的方案，对 12 处基站的制冷系统进行节能改造，同时配置能耗测量系统，对热管/蒸汽压缩制冷复合空调机组能耗进行监测。主要设备：12 台制冷量为 7kW 风冷式热管/蒸汽压缩制冷复合空调机组及节能量监测装置。节能技改投资额 33 万元，建设期 10 天。每年可节能 26.5tce，年节能经济效益 7.7 万元，投资回收期 2.6 年。

2) 建设规模：浙江电信景芳通信枢纽楼 1 号楼和 2 号楼共 8 个机房，覆盖数据机房、交换机房、传输机房、测试机房等众多类型的机房，制冷量达 608KW。主要技改内容：对机房内制冷系统进行改造，以总制冷量 608kW 的热管/蒸汽压缩制冷复合空调机组取代原空调系统，并配置机房环境与能耗监测系统，对热管/蒸汽压缩制冷复合空调机组能耗进行监控，测算节能量。主要设备：19 台总制冷量为 608kW 的热管/蒸汽压缩制冷复合空调机组及机房环境与能耗监测系统。节能技改投资额 300 万元，建设期 1 个月。每年可节能 379tce，年节能经济效益 92.3 万元，投资回收期 3.3 年。

八、推广前景和节能潜力：

通讯、IT、金融等行业的通信设备、数据中心、通信基站等每年需消耗大量电能用于制冷。2009 年，我国三大通信运营商用于制冷的耗电量达到 118.2 亿度。但目前各方面普遍采用传统制冷方式，节能的制冷技术与设备应用较少，热管/蒸汽压缩复合制冷技术几乎没有应用，因此该技术有较大的市场推广前景和节能潜力。

预计到 2015 年，该技术在行业内推广比例可达 20%，需投资 25 亿元，年节 9 亿度电，折合约 30 万吨标煤。

22 过程能耗管控系统技术

一、**技术名称：**过程能耗管控系统技术

二、**适用范围：**建材、机械和交通等行业大型用能单位的电、气、水等能源使用过程

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状：**

当前，我国主要工业用户能源使用管理主要集中在对总体能源消耗量和局部总量数据的监测与管理，缺乏对能源消耗过程细节（包括生产设施内部所有主要用能设备的实际能源使用效率、具体能源消耗过程以及单位产量的具体能耗构成）的监测和管理手段。与发达国家相比，这是造成我国能源管理水平低、单位产品能耗高的原因之一。

四、**技术内容：**

1. 技术原理

过程能耗管控技术采用基于嵌入式微处理器系统的同步实时智能测量技术，结合智能复合无线传感器技术和高速现场总线数据通讯技术，实现对用户的主要用能设备具体用能过程的实时监测与管控，消除生产设备实际用能过程中无效能耗，可降低整体设施能源消耗 10%~15%。

2. 关键技术

1) 电、水、气等能源过程参数实时测量采用嵌入式微处理器系统技术、复合无线传感器技术与卫星同步时钟技术进行多测点时间同步，实现对用户生产设施主要用能设备的同步精确实时测量；

2) 采用高速光纤以太网技术，实现大规模负载设备过程能耗实时数据同步传输；

3) 通过区域能耗数据栈对能源、用能设备与用能过程进行实时监测、分析和管控，发现并消除无效能耗，鉴别并管控低能效行为，以实现用能效率的持续改善，达到节能降耗的目的。

3. 工艺流程

工艺构成原理图参见图 1。

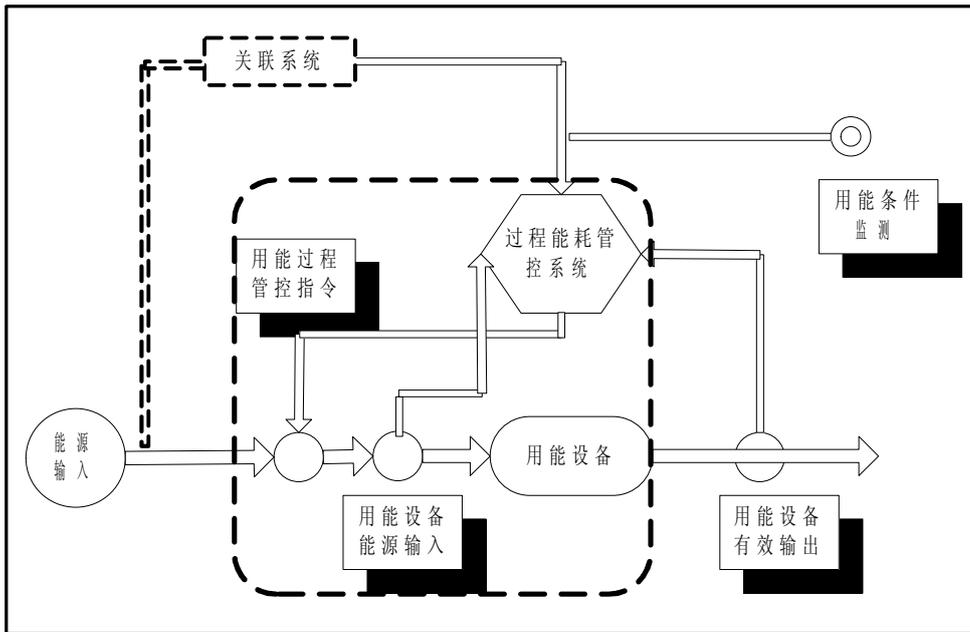


图 1 主要工艺环节构成原理图

五、主要技术指标

- 1) 不同区域的过程能耗数据同步误差允许值： ≤ 1 秒；
- 2) 过程能耗参数采集的最小允许时间间隔： ≤ 1 秒；
- 3) 过程能耗数据的精度：
 - 电能：具体负载点 $\leq 1\%$ ，总体采集点 $\leq 0.5\%$ ；
 - 其他能源介质（水、气等）： $\leq 1\%$ ；
 - 流量、压力、温度等非电类过程数据精度： $\leq 1\%$ ；
- 4) 多测点时间精度： ≤ 1 毫秒；
- 5) 数据通讯开放与兼容性：需要满足国标有关要求。

六、技术应用情况：

过程能耗管控系统所有硬件通过欧盟 LVD 和 EMC 认证，软件获得国际 CMMI 软件成熟度模型 III 级认证，已获得一项专利和多项计算机软件著作权。

目前该技术在国内外已应用于机械、建材和交通等行业大型用能单位的电、气、水等能源使用过程，包括上海虹桥交通枢纽、京沪高速铁路、中集集团和华润水泥等几十家用户。

七、典型用户及投资效益：

典型用户：中集集团东部工厂、京沪高速铁路上海虹桥站、奥林巴斯深圳工厂等

- 1) 建设规模：包括机场航站、城市铁路、高速铁路、地铁等部分功能区的

用电系统、给排水系统全负载用能过程管理控制。主要技改内容及设备：装设负载用电能效参数管控装置、负载用能条件参数传感器、能源数据栈设备、网络通讯设备和系统主站等，实现对整体设施用能过程的实时在线监测与管控。节能技改投资额 960 万元，建设期 7 个月。综合能耗降低约 8.5%，年节能 1428 吨标煤，年节能经济效益 326 万元，投资回收期 3 年。

2) 建设规模：年产 20 万 TEU 的集装箱工厂用电系统及压缩空气系统的全负载用能过程管控。主要技改内容及设备：对整个设施的空压机、焊接、冲压、油漆、打沙等负载增设电能过程参数监测装置，以及压缩空气与燃气等非电能源的计量设备、压力与温度智能传感装置、网络通讯设备、主站数据设备等。节能技改投资额 800 万元，建设期 6 个月。每年可节能 3990 吨标煤，年节能经济效益 912 万元，投资回收期 11 个月。

八、推广前景和节能潜力：

过程能耗管控系统技术的应用范围广泛，目前已在机械制造业、水泥制造业、交通枢纽等得到良好运用。预计到 2015 年，该技术可在交通行业推广 30%、机械制造与水泥行业推广 15%，总投资约 90 亿元人民币，形成年节能能力 260 万 tce。