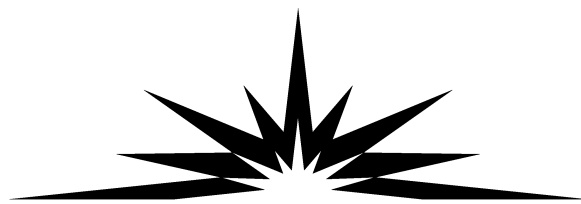


中国可持续能源项目

大卫与露茜尔·派克德基金会  
威廉与佛洛拉·休利特基金会  
能 源 基 金 会  
项目资助号：G-1006-12896



## 合同能源管理项目案例研究

国家发展和改革委员会能源研究所

2011年5月

# 目 录

案例一：某钢厂干熄焦项目改造.....	1
案例二：某钢钒公司配电系统节电改造.....	4
案例三：高压变频器在转炉炼钢除尘风机上的应用.....	7
案例四：某焦化公司焦炉煤气回收发电.....	10
案例五：某石化公司高温烟气余热回收利用.....	13
案例六：某化工股份有限公司烧碱节能改造项目.....	16
案例七：某化工集团公司电解槽改造.....	18
案例八：某水泥有限公司低温余热电站工程.....	21
案例九：某水泥公司低温余热电站项目.....	24
案例十：HINV 高压变频器在水泥厂生料磨风机中的应用.....	26
案例十一：某电厂采用等离子点火技术项目.....	30
案例十二：某实业公司高耗能变压器节能改造.....	33
案例十三：某锌业公司铜业公司机、泵变频调速改造.....	36
案例十四：某市热力总公司风机、水泵节能改造.....	39
案例十五：某市城区集中供热改造项目.....	42
案例十六：某液晶显示器公司中央空调系统改造.....	45
案例十七：某别墅区地温水环热泵空调系统.....	49
案例十八：某市市区路灯节电改造项目.....	52

# 案例一：某钢厂干熄焦项目改造

## 案例摘要

焦化行业的污染治理在国内、国际上都是一个难题，目前国内采用的是国家重点推广的干熄焦（CDQ）技术，它既能治理环境污染，又可实现节能降耗和增加效益。该项目针对某钢厂年产焦炭84.71万吨（设计产能，实际产能87.71万吨）的3座4.3m焦炉配备额定处理能力为110t/h的干熄焦装置1套，原有的湿熄焦系统作为备用。本项目计算资本金基数的总投资为19151万元，税后投资回收期为7.66年。此外，干熄焦装置产生的蒸汽为54.15t/h，压力9.5MPa，温度540℃，配置18MW的全凝式发电机组1套用来发电，年发电可达 $121.18 \times 10^6$ kWh，年回收焦粉1.6万吨，同时因焦炭质量提高，使高炉入炉焦比降低2%，炼铁生产能力提高1%，总CO<sub>2</sub>减排量可达16.124万吨/年。

## 项目业主

某钢铁科技股份有限公司是一家配套设施齐全，具有炼焦、烧结、炼铁、炼钢、轧钢全流程生产工艺，且拥有弹簧扁钢和汽车零部件产品特色优势的钢铁联合企业。年产弹簧扁钢 60 万吨、汽车板簧 13.5 万吨、稳定杆 40 万件、扭杆 20 万件、铁 230 万吨、钢 300 万吨、材（坯）295 万吨。公司拥有汽车零部件用钢→汽车零部件的产业链，拥有完整的“冶炼→轧制弹扁→板簧”产业链。该公司是中国 500 强企业之一，荣获“全国用户满意企业”、“省先进企业”、“省工业十强企业”、“省质量效益型先进企业”等荣誉称号。

## 项目实施前系统运行情况

该钢铁股份有限公司焦化厂于 2006 年 2 月建成 1 座 60 孔 4.3m 捣固焦炉，加上原有 2 座 JN4.3-80，63 孔型顶装焦炉，共 3 座焦炉。虽然两座老焦炉被中国炼焦行业协会评为“特级焦炉”。但从运转当初开始，大部分设备都没有设置防止粉尘及有害物质的环保设备。因此，向焦炉装煤、从焦炉推焦、煤炭干馏及用水熄焦时，会散发出许多含有有害物质的粉尘及气体。每年向大气排放含有硫化物、氮化物、二氧化碳等有害物质的湿法熄焦蒸气达 31 万吨、焦尘 1.4 吨。

## 项目内容

该项目建设地点位于钢厂现有厂区内，工程内容为建设处理能力为 110t/h 的干型熄焦装置一套，利用其所产生的蒸汽发电，配套建设锅炉 61.60t/h（高温高压），18MW 的凝汽式汽轮发电机组，包括：红焦运输系统、循环气体系统、冷焦运输系统、焦粉回收系统、主控楼、运焦系统、环境除尘地面站、电站、循环水泵房、除盐水处理站、供配电设施、电气仪表及自控设施等。建成后形成全年发电量  $121.18 \times 10^6$ kWh，外供电量  $103.62 \times 10^6$ kWh。

## 项目实施后的系统能耗变化

本工程干熄焦装置在生产过程中所消耗的能源介质有焦炭（烧损）、水、电、氮气等，能源产出主要是通过余热锅炉产生蒸汽供汽轮机组所发出的电力。

表 1 项目实施后系统能耗计算

序号	能源种类	实物量（年）	单位	折算系数	能耗	
					标煤（t）	GJ（标煤×29.27）
A	能源投入					
1	电	17560	10 <sup>3</sup> kWh	0.404	7094.24	207648.4
2	水（补水）	1127.18	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	0.1	112.72	3299.256
3	氮气	1432.44	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	0.05	71.62	2096.317
4	压缩空气	6679.22	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	0.04	271.85	7957.04
5	蒸汽	66571.2	t	0.11	7322.83	214339.3
6	焦炭（烧损）	7200	t	0.971	6991.2	204632.42
	合计				21846.46	639972.74
B	能源产出					
1	电	121180	10 <sup>3</sup> kWh	0.404	58291.2	1076183.42
2	焦粉	16000	t	0.971	15536	454738.72
	合计				73827.2	2160922.14
C=A-B	能源平衡				-51962.7	-15209494
干熄焦实际处理能力		96.71	t/h	年处理量	800758.8	按 345d/a 计算
吨焦回收能源					64.89kg 标煤	

## 项目收益

### 1. 干熄焦经济效益

干熄焦工程建成投产后，产生高温高压蒸汽直接送到电站发电，年发电量约 121.18×10<sup>6</sup>kWh，经济效益显著。同时因焦炭质量提高，使高炉入炉焦比降低 2%，炼铁生产能力提高 1%，从而获得延伸经济效益（约 11~13 元/t 焦炭）。

### 2. 干法熄焦与湿法熄焦焦炭性能对比

干法熄焦与湿法熄焦相比，焦炭的 M40 提高 2~4%；M10 改善 0.3~0.5%。

### 3. 干熄焦装置的节能效果

出炉红焦的显热约占炼焦能耗的 35~40%，如果将这部分能量回收并充分利用，可以大大降低生产成本，起到节能降耗的作用。采用干法熄焦可以回收约 80% 的红焦显热。日本钢铁联合企业对项目节能效果进行过分析，干熄焦装置的节能约占钢铁联合企业总节能的 50%。

### 4. 环境效益

出炉红焦的显热约占炼焦能耗的 35%~40%，采用干法熄焦可以回收约 80%

的红焦显热，并生产蒸汽和发电，而且还回收焦粉。以年发电量为  $121.81 \times 10^6$  kWh、回收焦粉 1.6 万吨/年计，其中发电量相当于节约 43856.1 吨标准煤（折算系数 0.36 kgce/kWh），回收焦粉量相当于节能 15536 吨标准煤。因此，项目建成后直接和间接年节能量总计约为 59392.1 吨标准煤。

项目建成后的总 CO<sub>2</sub> 减排量可达 16.124 万吨/年，其中节电量相对应的 CO<sub>2</sub> 减排量约为 10.5 万吨/年，回收焦粉对应的 CO<sub>2</sub> 减排量为 5.624 万吨/年。

### 投资情况

1. 合同额：19151 万元；
2. 资金来源：其中 10112 万元向银行贷款，贷款利率为 7.38%；1000 万元拟申请节能专项资金，其余为企业自筹解决；
3. 合同类型：节能效益分享型；
4. 项目简单投资回收期：7.66 年；
5. 项目收益率：该项目税后内部收益率可达 14.56%，自有资金内部收益率为 16.56%。

## 案例二：某钢钒公司配电系统节电改造

### 案例摘要

本案例是使用一种专用的电磁转换、交变型节电装置，为低压供电系统、用电设备提供最佳质量的电源，节约生产系统整体用电。项目总投资 780 万元，安装各种规格的节电器 15 台。每年节电 788.5 万千瓦时，折合标准煤 3146 吨；年节能效益 433.68 万元，年综合经济效益 500 万元，项目简单投资回收期 1.56 年；形成 1788 吨碳/年的二氧化碳和 57 吨/年及 44 吨/年的二氧化硫及总悬浮颗粒物减排能力；此外，每年可减少产生灰渣 450 吨。

### 项目业主

中国某钢铁集团是我国西部最大的钢铁生产基地，中国最大的钒制品和铁路用钢生产基地，中国品种结构最齐全的无缝钢管生产基地，中国最大的钛原料生产基地和中国唯一的氯化法钛白生产基地及世界第二大产钒企业。该钢铁集团以其世界领先的钒钛磁铁矿冶炼工艺技术，在我国钢铁工业中享有独特地位。企业管理规范，产品质量良好，国内外市场稳定，信誉度较高。

### 项目实施者

某节能科技发展有限公司，该公司是某集团公司旗下企业。集团公司涉及领域主要有：投资、房地产、咨询、工程建设、节能环保服务、高科技展示技术等。

该节能科技发展有限公司为中日技术合作企业，是专业从事节能、环保工程设计、咨询、施工为一体的国际化高科技专业公司，专门致力于高科技节能、环保产品与设备的研发、生产、销售，以及节能、环保工程的整体策划设计、施工与管理。

### 项目实施前系统耗能情况

业主年耗电量几十亿度，生产线供电系统近千条。供电电源质量较差，电压随电网波动而变化，谐波畸变分量一般都在 10% 以上，较高时达 30%~50%；用电低谷时段，供电电压可升至 420 伏；功率因数也较低，生产线末端只有 0.4；不仅浪费电能，而且缩短了设备使用寿命，同时增加了每年的维修费用。原系统耗能情况如表 1 所示。

表 1 原系统年耗能情况

变压器台数 (台)	负荷量 (kW)	日均使用时间 (h)	年使用日数 (d)	年用电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年耗能量 (10 <sup>4</sup> t <sub>ce</sub> /a)
15	15000	24	365	7885	3.15

### 项目内容

本案例于 2002 年 3 月开始实施，截止至 2005 年 12 月。具体内容是：

1. 在 15 条供电线路上串接选用综合节电装置 15 台（12 台共 7095 千伏安、3

台共 7615 千伏安);

## 2. 系统调试及试运行。

### 项目实施后系统耗能情况

本案例所安装的综合节电器，通过稳定、平衡供电电压，消减或消除部分高次谐波干扰等作用，改善供电系统电力品质，使业主生产用电大幅度降低，新系统耗能情况详见表 2 所示。

表 2 新系统年耗能情况

低压变压器 (台)	负荷量 (kW)	日均使用时间 (h)	年使用日数 (d)	年用电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年耗能量 (10 <sup>4</sup> t <sub>ce</sub> /a)
15	16500	24	365	7096.5	2.84

### 项目收益

#### 1. 年节能量及年节能效益

案例实施后，年节能量及年节能效益如表 3 所示。

表 3 年节能量及年节能效益

原系统年耗电 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	新系统年耗电 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年节电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年节能量 (t <sub>ce</sub> /a)	年节能效益 (10 <sup>4</sup> yuan/a)
7885	7096.5	788.5	3146	433.68

注：电价为 0.55 元/千瓦时。

由于案例的实施，改善了供电系统的供电质量，提高了生产系统设备运行品质，降低了设备损耗，减少维修费用，同时提高设备运行的稳定性和效率，合计约减少费用 66.32 万元。因此，案例的综合经济效益为 500 万元。

#### 2. 节能量的确认

本案例为节电率保证型合同，所以全部节电装置安装、调试完成后，业主邀请第三方检测机构对以上节电工程全部进行节电率测试，测试结果最高达到 13%，最低为 10%，满足了合同要求（8%）。

#### 3. 寿命期节能量

此类节电装置使用寿命按 10 年计，案例寿命期可节电 7885 万千瓦时，折 3.15 万吨标准煤。

#### 4. 环境效果

本案例节约的能源是电力，主要大气污染物的减排效果如表 4 所示。

表 4 主要大气污染物减排效果

年减排量			寿命期减排量		
CO <sub>2</sub> (t <sub>c</sub> /a)	SO <sub>2</sub> (t/a)	TSP (t/a)	CO <sub>2</sub> (t <sub>c</sub> )	SO <sub>2</sub> (t)	TSP (t)
1788	57	44	17880	570	440

## 投资情况

1. 合同额：780 万元；
2. 资金来源：案例实施者筹措；
3. 合同类型及支付方式：案例实施者（乙方）与业主（甲方）签订的是节能率保证型节能服务合同，即：保证平均节电率达到 8%。工程款支付方式如下：  
节能服务合同签订后，甲方向乙方支付投资总额的 30%；  
节电装置安装、调试、正常运行后 1 个月内，甲方向乙方支付投资总额的 40%；  
节电装置正常运行半年后，甲方向乙方支付投资总额的 20%；  
节电装置正常运行 1 年后，甲方向乙方支付投资总额的 10%。
4. 项目简单投资回收期：1.56 年。

## 寿命期业主的收益

案例实施后业主的收益从表 5 可见。

表 5 现金流量表 单位：万元

年度	0	1	2	3	4	.....	9	10
项目现金流	-780	500	500	500	500	.....	500	500
业主现金流	-234	32	422	500	500	.....	500	500



## 案例三：高压变频器在转炉炼钢除尘风机上的应用

### 案例摘要

本项目是对某炼钢厂的转炉炼钢除尘风机进行高压变频改造，总投资为 98 万元，投资回收期约为 1.33 年，项目完成后可达到 57% 的节电率，节电效益为 73 万元/年。

### 项目业主

该炼钢厂为 03 年投入的新钢厂，总资产规模较大，内部管理制度健全，管理水平较高。日产量 400 吨，2005 年产量为 14.3 万吨，产品以特殊型钢为主（80%）。

钢铁产业为资源性产业且产品特性较稳定，该公司预计未来三年内每年生产增长率约为 15%。该钢厂拥有公称 15 吨氧气顶吹转炉 2 座，其炼钢转炉除尘风机系统流程为：转炉吹炼过程中，炉口会排出大量棕红色烟气，烟气温度高、含有易燃气体和金属颗粒，按照我国 1996 年颁布的《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996），对烟气必须冷却、净化，由引风机将其排至烟囱放散或输送到煤气回收系统中备用。该除尘系统采用直接排放方式，烟道直径 1m，烟气输送管线约为 80m，风机型号 D700-13-2，电机功率 450kW/10kV。由于转炉周期性间断吹氧，为满足节能和环保要求，要求风机在整个炼钢工作周期内变速运行。

### 项目实施者

某股份有限公司注册资本 5255 万元，是由国家电力华中电网公司、中国长江三峡工程开发总公司、东风汽车等单位共同发起成立的股份制企业。主要致力于在电力电子技术平台上从事高压变频器、无功补偿等节能产品的研发、生产、销售、代理与服务，同时还涉足能源领域的节能投资。可提供具有专利与自主知识产权的、完全适合市场需求和用户特点的 SH-HVF 系列无谐波高压变频器及 SH-SVC 系列无功补偿产品，通过提高功率因数改善工况及应用环境，为用户带来显著的节能效益。产品覆盖了石化、冶金、电力、水泥等多种行业。

该公司多次获得世界银行的专项节能贷款。

### 项目实施前系统能耗情况

该炼钢厂的炼钢转炉除尘风机系统流程为：转炉吹炼过程中，炉口会排出大量棕红色烟气，烟气温度高、含有易燃气体和金属颗粒，按照我国 1996 年颁布的《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996），对烟气必须冷却、净化，由引风机将其排至烟囱放散或输送到煤气回收系统中备用。该除尘系统采用直接排

放方式，烟道直径 1m，烟气输送管线约为 80m，风机型号 D700-13-2，电机功率 450kW/10kV，每天平均电耗为 7700kWh。

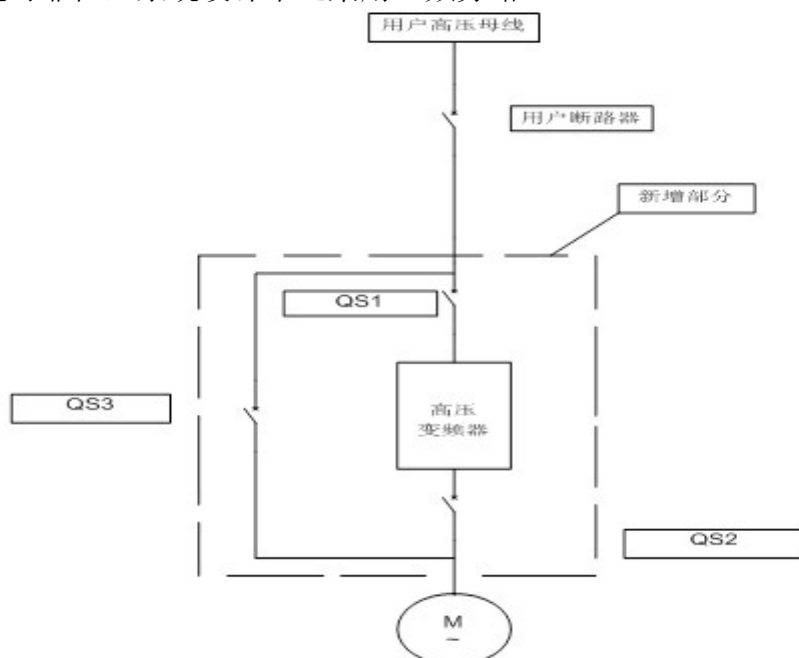
## 项目内容

### 1. 项目概况

本项目对该炼钢厂的转炉炼钢除尘风机进行高压变频改造，设备是由项目实施方提供的型号为 SH-HVF-Y10K/450 的高压变频器。

### 2. 技术原理

10kV 电源通过母线段网侧高压开关 DL 接入系统，采用多重化移相干式隔离变压器进行电源侧电气隔离，以减小对电网的谐波污染；变压器输出经功率柜逆变输出后直接驱动三相异步电动机，实现除尘风量的控制。为保证整个除尘风机系统可靠性，系统设计中还采用工频旁路。



图一 高压变频改造技术原理

### 项目实施后系统能耗状况

改造后该风机每天平均电耗为 3653kWh 左右。

从运行情况看,该高压变频调速装置,运行可靠,节电效果明显,达到了预期效果。经过工频和变频运行对比，测量和统计的炼钢转炉除风机改造后各项技术指标如表 1。

表 1 项目实施后系统技术指标

项目	工频	变频
启动时最大电流 (A)	>160	<40
日平均用电量 (kWh)	7700	4074
平均功率 (kW)	323	152

加速时间 (s)		14
高速时风机出口负压(Pa)	15000~17000	15000~17000

## 项目效益

### 1. 节能效益

节电效果明显。改造前,该风机每天平均电耗为 7700kWh,而改造后仅为 3653kWh 左右,平均每天节电 4047kWh,节电率达 57%,年节电效益为 73 万元。

### 2. 间接效益

(1)系统实现自动控制,操作简单。系统利用转炉炼钢过程中氧枪的工作信号作为风机高、低速运行的控制信号,实现了风机的高、低速自动控制,系统也可根据工作需要进行人工操作,且操作方便;

(2)系统安全可靠。具有较强的自我保护能力和故障自诊断能力,有过流保护、过电压保护、欠电压保护、高压电源缺相、接地保护等功能;

(3)设备运行可靠,维护费用低。由于采用变频调速控制,其装置具备软起动、软停止的功能,故在启动时对电网及设备没有冲击,因此延长了电机及风机的使用寿命。由于电机的平均转速大大降低,轴承的温度大大降低,其寿命也大大延长,提高了整个系统的可靠性,减少了因频繁更换轴承影响转炉正常生产。

### 3. 投资回收期

项目总体投资为 98 万元, 16 个月即可收回投资。设备使用年限长达 10 年,投资收益高达 600 余万元。

### 4. 推广潜力

实践证明,高压变频器对降低除尘风机的用电率、减少起动电流、提高功率因数、改进转炉炼钢工艺水平、提高自动化水平有很好的应用前景。

## 投资情况

1. 合同额: 98 万元;

2. 资金来源: 实施方投资;

3. 合同类型: 节能效益分享型,实施者在 4 年内从分享节能效应中收回投资;

4. 项目简单投资回收期: 1.33 年;

5. 投资收益: 600 余万元。

## 案例四：某焦化公司焦炉煤气回收发电

### 案例摘要

本案例是利用能源效率高的燃气—蒸汽联合循环发电系统，回收利用放散的焦炉煤气，生产电力和蒸汽供本企业使用，取代外购电力和蒸汽。项目投资 5 219.64 万元，建成 13 兆瓦发电能力和 26.04 万吉焦供热能力，项目投产后节能能力 42363 吨标准煤/年，形成 22 万吨碳/年、763 吨/年和 593 吨/年的二氧化碳、二氧化硫、总悬浮颗粒物的减排能力，年节能效益为 2320 万元，项目简单投资回收期为 2.25 年。

### 项目业主

某焦化有限公司于 2002 年组建，现有 80 孔焦炉设备，年产焦炭 40 万吨，焦油 2.2 万吨，副产焦炉煤气 1.2 亿立方米/年。正在兴建的年产 60 万吨焦炭的生产线即将投产。产品畅销，用户稳定，发展前景较好，企业信誉较高。

### 项目实施者

某省节能工程有限公司。

### 项目实施前系统耗能情况

原系统能耗情况见表 1。

1. 案例实施前，40 万吨/年的焦炉生产过程中副产焦炉煤气 1.08~1.22 亿立方米/年，其中 42% 供生产和生活使用，58% 通过火炬排入大气；
2. 60 万吨/年焦炉投产后，企业年生产用电量将达到 9000 万千瓦时，以 0.56 元千瓦时的价格从县供电公司购入；
3. 企业年生产用热量 26.04 万吉焦，以 65 元/吨的价格从县热电厂购入蒸汽 94536 吨。

表 1 原系统年耗能情况

年排放煤气 ( $10^4\text{m}^3/\text{a}$ )	折标准煤 ( $\text{t}_{\text{ce}}/\text{a}$ )	年外购电 ( $10^4\text{kWh}/\text{a}$ )	折标准煤 ( $\text{t}_{\text{ce}}/\text{a}$ )	年外购蒸汽 ( $\text{t}/\text{a}$ )	折标准煤 ( $\text{t}_{\text{ce}}/\text{a}$ )	年耗能量 ( $\text{t}_{\text{ce}}/\text{a}$ )
6480	35177	9000	35910	94536	10773	81861

### 项目内容

采用燃气—蒸汽联合循环发电及供热方案，即回收放散的焦炉煤气用于燃气轮机发电；燃气轮机排出的 400 摄氏度左右的烟气，送入余热锅炉生产 300 摄氏度的蒸汽，推动凝汽式汽轮发电机组发电，在余热锅炉输出总管上，装设一套蒸汽减温减压装置，将蒸汽降压到 0.8 兆帕，供生产使用。项目所用的设备均为技术成熟的定型产品，质量可靠，货源充足。所选技术方案均是当前能源效率最高的，在煤层气、油井伴生气、放散焦炉煤气、石化企业火炬气等放散可燃气体的回

收利用中有很大的推广潜力，工程内容如下：

1. 购建脱硫、脱氮为主的焦炉煤气净化设施；
2. 购建 5000 立方米煤气储存及 200 立方米/秒的煤气输送系统；
3. 购装 5 台 2000 千瓦燃气轮机发电机组及辅助设施；
4. 购装 5 台 6.5 吨/时余热锅炉及反渗透法锅炉给水等配套设施；
5. 购装 1 台 3000 千瓦凝汽式汽轮发电机组及配套系统；
6. 购装发电机组的输、配电及控制系统；
7. 购装 1 台 13.13 吨/时的蒸汽减温减压装置；
8. 系统调试及试运行。

项目于 2004 年 4 月签订节能服务合同，2004 年 6 月签订设备采购合同，2004 年末工程竣工验收。

### 项目实施后系统耗能情况

项目实施后，每年可回收焦炉煤气 6480 万立方米用于发电，建成发电装机容量 13000 千瓦，供热能力 13.13 吨/时。新系统耗能情况详见表 2 所示。

表 2 新系统年耗能情况

年发电量 ( $10^4\text{kWh/a}$ )	折标准煤 ( $t_{ce}/a$ )	年供热量 ( $t/a$ )	折标准煤 ( $t_{ce}/a$ )	年耗水量 ( $10^4\text{m}^3/a$ )	折标准煤 ( $t_{ce}/a$ )	年回收能量 ( $t_{ce}/a$ )
9360	37346	94536	10773	61.36	154	47965

### 项目收益

1. 年节能量及年节能效益

项目实施后，年节能量及年节能效益如表 3、4 所示。

2. 节能量的确认

案例建成的系统装有各种检测仪表，发电量、供电量、供汽量、用水量均可计量。在正常生产条件下，检测一个时段的供电量、供汽量和用水量，即可计算出年节能量。

表 3 年节能量

年发电量 ( $10^4\text{kWh/a}$ )	年供热量 ( $t/a$ )	厂用电量 ( $10^4\text{kWh/a}$ )	用水量 ( $10^4\text{m}^3/a$ )	年节能量 ( $t_{ce}/a$ )
9360	94536	1404	61.36	42363

表 4 年节能效益

年供电量 ( $10^4\text{kWh/a}$ )	节省外购电费 ( $10^4\text{yuan/a}$ )	年供汽量 ( $t/a$ )	节省外购汽费 ( $10^4\text{yuan/a}$ )	年节能费 ( $10^4\text{yuan/a}$ )	年运行费 ( $10^4\text{yuan/a}$ )	年节能效益 ( $10^4\text{yuan/a}$ )
7956	4455.36	94536	651.00	5106.36	2786.57	2319.79

### 3. 寿命期节能量

本案例所用设备寿命期为 15 年，寿命期可回收煤气 97200 万立方米用于发电和供热，寿命期节能量达 63.55 万吨标准煤。

### 4. 环境效果

本案例的环境效果有两个方面：一方面是减少外购电和外购蒸汽而减排的主要大气污染物，另一方面是减少焦炉煤气排放而减排的温室气体，主要大气污染物减排效果详见表 5。

表 5 主要大气污染物减排效果

	年减排量			寿命期减排量		
	CO <sub>2</sub> (t/a)	SO <sub>2</sub> (t/a)	TSP (t/a)	CO <sub>2</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	TSP (t)
减少外购电和外购蒸汽	25699	763	593	385485	11445	8895
减少焦炉煤气排放	199902			2998530		
合计	225601	763	593	3384015	11445	8895

### 投资情况

1. 合同额：5219.64 万元；
2. 资金来源：实施者投资，其中部分用世界银行资金，部分实施者自筹；
3. 合同类型：节能效益分享型，案例实施者在 3 年内从分享的节能效益中收回投资；
4. 项目简单投资回收期：2.25 年。

### 寿命期业主的收益

案例实施后业主的收益从表 6 可见。

表 6 现金流量表（单位：万元）

年度	0	1	2	3	4	5	.....	15
项目现金流	-5219.64	2319.79	2319.79	2319.79	2319.79	2319.79	.....	2319.79
业主现金流	0	579.91	579.91	579.91	2319.79	2319.79	.....	2319.79

## 案例五：某石化公司高温烟气余热回收利用

### 案例摘要

本案例是回收高温烟气余热生产蒸汽供生产使用的节能项目，利用余热生产蒸汽的主要设备是 6.5 吨/时余热锅炉一台。项目投资 489.62 万元，建成可实现 6595 吨标准煤/年的节能能力，形成 4713 吨碳/年的二氧化碳减排能力和 119 吨/年、92 吨/年的二氧化硫、总悬浮颗粒物减排能力；年获节能效益 232.48 万元，项目简单投资回收期为 2.11 年。

### 项目业主

某石化公司是特大型石油化工综合性企业，其产品、服务及经营均较优秀。所属丙烯腈厂系美国引进的生产设备，主要生产丙烯腈、乙腈等化纤原料。

### 项目实施者

某租赁有限公司，该公司前身是一家专业的节能工程有限公司，为所在省经贸委直属企业，同时是“世界银行（WB）/全球环境基金（GEF）中国节能促进项目”合作伙伴，中国首批三家示范合同能源管理机制的能源服务公司之一。该公司拥有国家商务部、国家税务总局正式批准的全国内资融资租赁业务合法资质，在中国首开“节能融租新模式”。

1996 至 2006 年间，秉承与世行的卓越合作，公司累计投资近 5 亿元，实施了 86 个节能减排项目，以百分之百的项目成功率，在中国成功示范推广了“合同能源管理”新机制，得到了世行和国家项目办的高度赞扬，并应联合国环境规划署和世行的邀请，远赴海外介绍。2007 年至今，公司创造性地把融资租赁引入节能服务产业。公司将融资租赁业务延伸至工业设备、工程机械、医疗设备、印刷设备、飞机、船舶、轨道交通、公用事业、能源环保等多个行业，以备受世行赞誉的专家团队，为广大企业、行政、公用事业提供融资、财务、税务、资本管理等方面的全方位解决方案。

### 项目实施前系统耗能情况

丙烯腈厂的工业废水含有腈类和氢氰酸等达到 13%，不允许排放，只能装设 1 台焚烧炉将其烧掉，每年消耗大量外购渣油和蒸汽，同时 950 摄氏度高温烟气的热量也直接放入大气，既浪费能源，又污染环境。原系统耗能情况如表 1 所示。

表 1 原系统年耗能情况

年耗渣油 (t/a)	年耗蒸汽 (t/a)	烟气温度 (℃)	年烟气量 (t/a)	年烟气排放热量 (GJ/a)
4375	6034	950	196653	199220

## 项目内容

本项目于 2002 年实施，方案是用余热锅炉将烟气余热大部分回收，生产 180 摄氏度蒸汽用于生产，使排烟温度降到 250 摄氏度。具体工程内容如下：

1. 购装 1 台 6.5 吨/时余热锅炉配 75 千瓦引风机 1 台；
2. 购装 7.5 千瓦锅炉给水泵 2 台，配装给水预热器；
3. 购装热工、电气配套检测仪器和控制系统；
4. 系统调试及试运行。

## 项目实施后系统耗能情况

项目实施后，烟气热量大部分被回收利用，生产蒸汽用于生产，顶替部分外购汽，新系统耗能情况详见表 2。

表 2 新系统年耗能情况

排烟温度 (°C)	年回收热量 (GJ/a)	年产蒸汽 (t/a)	年耗电 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年回收能量 (t <sub>ce</sub> /a)
250	149807	49686	57.75	6825

## 项目收益

1. 年节能量及年节能效益

案例实施后，年节能量及年节能效益见表 3。

表 3 年节能量及年节能效益

年产汽量 (t/a)	年节能量 (10 <sup>4</sup> t <sub>ce</sub> /a)	年耗电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	节省外购汽费 (10 <sup>4</sup> yuan/a)	系统运行费 (10 <sup>4</sup> yuan/a)	年节能效益 (10 <sup>4</sup> yuan/a)
49686	6595	57.75	337.87	105.39	232.48

注：汽价为 68 元/吨。

2. 节能量的确认

用新系统配装的检测仪表计量正常生产某一时段的蒸汽产量、消耗脱盐水量和用电量，即可计算出年节能量。

3. 案例寿命期节能量

案例设备寿命期按 10 年计，寿命期节能 6.6 万吨标准煤。

4. 环境效果

本案例主要大气污染物的减排效果情况详见表 4。

表 4 主要大气污染物减排效果

年减排量			寿命期减排量		
CO <sub>2</sub> (t/a)	SO <sub>2</sub> (t/a)	TSP (t/a)	CO <sub>2</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	TSP (t)
4713	119	92	47130	1190	920



## 投资情况

1. 合同额：489.62 万元；
2. 资金来源：案例实施者出资，其中部分用世界银行资金，部分案例实施者自筹；
3. 合同类型：节能效益分享型，实施者以分享节能效益的形式在 3 年内收回投资；
4. 项目简单投资回收期：2.11 年。

## 寿命期业主的收益

案例寿命期业主的收益从表 5 可见。

表 5 现金流量表 单位：万元

年度	0	1	2	3	4	.....	9	10
项目现金流	-489.62	232.48	232.48	232.48	232.48	.....	232.48	232.48
业主现金流	0	69.27	69.27	69.27	232.48	.....	232.48	232.48

## 案例六：某化工股份有限公司烧碱节能改造项目

### 案例摘要

该项目采用膜极距离子膜电解槽装置对现有的 24 万吨/年的隔膜法电解槽装置进行淘汰改造，本项目投运后，年可节电 4800 万 kWh，节约饱和蒸汽 76.8 万吨，节能效益显著。该项目总投资为 35000 万元，投资回收期为 5.09 年。

### 项目业主

某化工股份有限公司，始建于 1939 年，是一家以食盐电解为基础，以发展海洋化工、石油化工为目标，生产烧碱、聚氯乙烯树脂、环氧丙烷、聚醚、液体氯、合成盐酸等多种产品的综合性大型氯碱企业。该公司注册资本 65551.67 万元，控股股东是某化工有限责任公司，共持有 51% 的股份。

该化工股份有限公司在氯碱行业具有很高的行业地位，是中国氯碱行业的龙头企业之一，其烧碱产能规模位居全国第 2 位。该公司技术力量雄厚，现有国务院授衔专家 2 人，突出贡献专家 1 人，享受国务院津贴 13 人，公司中具有高级专业技术职务的有 117 人，其中教授级高工 7 人。该化工股份有限公司是国内最早采用离子膜电解工艺制碱的企业，至今已有 20 多年的运行操作和设备维护经验。该企业也是最先采用膜极距离子膜电解槽的企业之一，在其离子膜电解装置扩产中，率先引进了 1 台单台产能 2 万吨/年的高电流密度膜极距离子膜电解槽，并且运转良好。该股份有限公司现有烧碱产能 62 万吨/年，其中隔膜法 24 万吨/年，离子膜法 38 万吨/年。该公司 2009 年总资产 8.4 亿元，总负债 6.6 亿元，所有者权益 1.8 亿元。全年销售收入 60 亿元，实现利润 8901 万元。经营性净现金流入 7.8 亿元。该公司资产实力雄厚，现金流充足。

### 项目实施者

项目业主和项目实施者均为该化工股份有限公司。

### 项目内容

该项目采用膜极距离子膜电解槽装置对现有的 24 万吨/年的隔膜法电解槽装置进行淘汰改造。主要建设内容包括 8 台 3 万吨/年的高电流密度膜极距离子膜电解槽、1 套 30 万吨/年三效逆流降膜蒸发装置。同时配套建设二次盐水精制、淡盐水脱氯、整流系统和中间储罐等设施。公用工程和其他配套设施均依托现有装置。项目建成后，公司保持 62 万吨/年烧碱生产规模不变，生产工艺全部为离子膜电解法。

Ø 该项目选定的技术路线是烧碱行业中成熟、标准的工艺技术路线。目前新建的烧碱装置绝大部分采用此技术路线。该项目企业已经在其 38 万吨/年离子膜生产中进行了实践，积累了丰富的操作经验。项目涉及的核心装置是 3 万吨/年高

电流密度膜极距离子膜电解槽。此类装备在我国烧碱企业中已经有成功应用的案例，成熟可靠。其他装备如三效逆流降膜蒸发装置、二次盐水精制系统、淡盐水脱氯系统等均属于行业先进且成熟的装备。与行业此类装置设备的工程总造价、运行成本、投资回收期以及技术先进性等进行综合比较，本项目选定的技术方案具有较好的经济技术性能。

同样规模的离子膜法烧碱装置较隔膜法烧碱装置占地面积小，且原隔膜法装置厂房一侧有闲置土地，整个公共工程可依靠老装置填平补齐，因此本项目不需要新征土地。本企业拥有一支技术力量雄厚、生产经验丰富的管理和生产队伍，这对于加快工程的建设进度和尽早收回项目投资比较有利。综合来看，本项目如期完成并正常运行的保障性较高。

Ø 本项目分两期实施，每期建设周期为 12 个月，合计 24 个月，符合此类项目建设的一般规律和时间要求。

## 项目实施后收益

### 1. 经济效益

本项目投运后，年可节电 4800 万 kWh，节约饱和蒸汽 76.8 万吨。目前业主所在市工业电价 0.60 元/kWh，蒸汽成本 110 元/吨。本项目每年的节能效益为 11328 万元。本项目建设期为 2 年，仅从节能效益考虑，投资回收期为 5.09 年，节能效益显著。

### 2. 节能效益

本项目节能量主要来源于两个方面，一是电解单元电耗降低，二是蒸发单元蒸汽消耗减少。目前离子膜电解法制碱直流电耗是 2200~2300kWh/吨碱，与隔膜电解法相比，可节约 150~250kWh/吨碱；离子膜电解法出槽 NaOH 浓度较高，一般为 30~35%，隔膜电解法出槽 NaOH 浓度为 10~11%，前者后续蒸发用的蒸汽量远远少于后者。

对于本项目可研报告中节能量计算的评价：此计算过程包括了装置技术改造和产品结构调整两个因素带来的能耗量的变动，其计算的取值符合行业实际情况，计算过程和结果是正确的。但市场可能会有所变化，产品结构会随之调整，因此计算节能量时应剔除产品结构调整这一因素。

按照统一的计算方法和烧碱行业的具体情况，在剔除产品结构调整带来的能耗变动因素后，本项目年节电 4800 万 kWh，节饱和蒸汽 76.8 万吨，合计折标煤 9.408 万吨，减排二氧化碳约为 25.03 万吨。

## 投资情况

1. 合同额：35000 万元；
2. 资金来源：企业自筹；
3. 项目简单投资回收期：5.09 年。

## 案例七：某化工集团公司电解槽改造

### 案例摘要

本案例是采用改性隔膜和扩张阳极改造 210 台普通隔膜电解槽，并对其配套设施加以改造。工程投资 1710.90 万元，建成后可实现 2028 万千瓦时/年的节电能力，每年可获得节能效益 608.40 万元，项目简单投资回收期 2.81 年；此外，还可形成 4600 吨碳/年的二氧化碳减排能力和 146 吨/年及 113 吨/年的二氧化硫及总悬浮颗粒物的减排能力。

### 项目业主

某化工股份有限公司是以电解食盐水生产出烧碱、氯气和氢气，并以氯气为原料生产聚氯乙烯树脂、氯化石蜡、气相法白炭黑以及合成润滑油等多种系列产品的综合化公司。企业信誉好，效益良好。

### 项目实施者

某省节能技术发展有限责任公司是国家经贸委/世界银行/全球环境基金组织 (GEF) 中国节能促进项目三家示范公司之一。公司自成立以来，先后完成了锅炉及工业窑炉、电机拖动、冷凝水回收、供热管网改造、余热利用、楼宇自控、绿色照明等多项节能技术改造工程。

### 项目实施前系统耗能情况

原有的普通隔膜电解槽采用盒式阳极和普通石棉隔膜，已使用 20 多年，技术落后，设备陈旧，其主要缺点是电压随着电流负荷的提高而快速提高，耗电量。原系统耗能情况如表 1 所示。

表 1 原系统年耗能情况

年产量 (t/a)	电流 (kA)	电压 (V)	吨碱直流耗电量 (kWh/t)	年耗电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年耗能量 (t <sub>ce</sub> /a)
120000	56	3.48	2513.17	30158	120331

### 项目内容

本案例是采用了当前成熟的改性隔膜和扩张阳极技术改造 210 台普通隔膜电解槽，并对其配套设施加以改造，系统调试及试运行。

案例于 2003 年 8 月签订能源服务合同，在不影响生产的前提下陆续改造，于 2004 年结束。

#### 1. 技术原理

扩张阳极是在铜钛复合棒与钛网上焊 1 块具有弹性并设有凹槽的钛板，安装时用卡条卡在凹槽上，使阳极网呈收缩状态，便于阳极安装和阴阳极套装。隔膜套装后拔除卡条，阳极网袋弹开，阴阳极间采用 3 mm 聚四氟乙烯隔离棒隔

离，使扩张阳极与阴极间的极间距缩小到 3 mm，从而降低电压降。改性隔膜是在优质的石棉隔膜中加入一定量的耐高温、耐电槽环境化学腐蚀和机械磨损的热塑性聚合物，再通过干燥和高温烧结，冷却后纤维被聚合物粘在一起，生成坚韧的、具有弹性的、稳定的隔膜。

## 2. 技术特点

- (1) 扩张阳极与阴极间距的缩小，改性隔膜具有高强度、高弹性和高渗透性；
- (2) 改性隔膜溶胀率仅为 25%以下，大大低于普通隔膜的溶胀率（400%~800%）；
- (3) 改性膜单槽电压稳定，在运行周期内，受电流波动影响较小；
- (4) 在较高电流密度下，可降低单槽电压 0.2~0.25V；
- (5) 氯中含氢低且稳定。

## 3. 节能设备

目前，离子膜技术是最先进的电解槽技术，但是投资太大，一般的企业很难承受。而本案例所采用的技改方案已在国内得到了成功应用，技术成熟可靠，产品可获得性也较好，在电解行业的中小企业中有十分广阔的市场前景。

### 项目实施后系统耗能情况

案例实施后,新型电解槽槽电压降低，电流密度增加，加快了电化反应,减少了电耗,新系统耗能情况详见表 2 所示。

**表 2 新系统年耗能情况**

年产量 (t/a)	电流 (kA)	电压 (V)	吨碱直流耗电量 (kWh/t)	年耗电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年耗能量 (t <sub>ce</sub> /a)
120000	56	3.19	2344.17	28130	112239

### 项目效益

#### 1. 年节能量及年节能效益

案例实施后，年节能量及年节能效益如表 3 所示。

**表 3 年节能量及年节能效益**

原系统年耗电 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	新系统年耗电 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年节电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年节能量 (t <sub>ce</sub> /a)	年节能效益 (10 <sup>4</sup> yuan/a)
30158	28130	2028	8092	608.40

注：电价为 0.3 元/千瓦时。

#### 2. 节能量的确认

(1) 案例实施者与业主共同确认，以案例实施前 2002 年为基准年,以基准年烧碱的产量、耗电量以及运行情况作为基准线，分别计算出设备的基准单耗（吨碱直流电耗量），以此作为基准数据；

(2) 改造后双方共同委托法定监测单位，测定并计量出某一段时间内的烧碱产量及耗电量，由此计算出改造后设备的吨碱直流耗电量。折算出年耗电量，当实际电解产量不足基准年基准线的总产量时按基准年基准线的总产量计算；

(3) 将(2)中得出的结果与基准线比较即得出年节能量。

### 3. 寿命期节能量

案例使用的设备寿命期按 10 年计，寿命期节能量可达 80920 吨标准煤。

### 4. 环境效果

本案例主要大气污染物的减排效果如表 4 所示。

**表 4 主要大气污染物减排效果**

年减排量			寿命期减排量		
CO <sub>2</sub> (t/a)	SO <sub>2</sub> (t/a)	TSP (t/a)	CO <sub>2</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	TSP (t)
4600	146	113	4600	1460	1130

### 投资情况

1. 合同额：1710.90 万元；
2. 资金来源：案例实施者出资，其中部分用世界银行资金，部分实施者自筹；
3. 合同类型：节能效益分享型，实施者在 3 年内从分享节能效应中收回投资；
4. 项目简单投资回收期：2.81 年。

### 寿命期业主的收益

案例寿命期业主的收益见表 5。

**表 5 现金流量表 单位：万元**

年度	0	1	2	3	4	.....	10
项目现金流	-1710.90	608.40	608.40	608.40	608.40	.....	608.40
业主现金流	0	38.10	38.10	38.10	608.40	.....	608.40

## 案例八：某水泥有限公司低温余热电站工程

### 案例摘要

某水泥有限公司规划建设两条 5000t/d 水泥熟料生产线，目前其中第一条生产线已经投产，第二条正在建设中，计划于 2008 年初投产。为降低水泥生产成本、节约资源、改善环境，该公司计划对水泥生产线建设装机容量为 2×9MW 的余热电站，配套纯低温余热发电系统。项目为 2×5000t/d 生产线共配置 2 台窑头与 2 台窑尾余热锅炉，余热总量为 304.84GJ/h，采用单压技术方案，主蒸汽 1.25MPa, 313℃，供给 2 台 9MW 凝汽汽轮机发电机组，年发电量 131.56GWh，减少从电网购电 129.6GWh，其配置方案可行。发电项目投运后每年可实现节约标煤 4.66 吨，减少温室气体排放 12.1 万吨，投资回收期为 3.02 年（税前）。

### 项目业主

某水泥有限公司成立于 2003 年 9 月，注册资本 2.23 亿元，实收资本 3.6 亿元。公司占地面积 986 亩，现有员工 310 人，其中高中级职称专业人员 25 人，初级职称专业人员 34 人，具有大中专以上学历员工 249。

### 项目内容

1. 1#、2#水泥窑窑头冷却机废气余热锅炉（AQC1、AQC2）；
2. 1#、2#水泥窑窑尾预热器废气余热锅炉（SP1、SP2）；
3. 锅炉给水处理系统；
4. 汽轮发电机系统；
5. 电站循环水系统；
6. 站用电系统；
7. 电站自动控制系统；
8. 电站室外汽水系统；
9. 电站相关配套的通讯、给排水、照明等辅助系统。

### 项目实施前系统情况

公司现有一条 5000t/d 水泥生产线并正在新建一条 5000t/d 水泥生产线。本工程利用该水泥公司现有的一条 5000t/d 水泥熟料生产线（1#线）以及一条在建的 5000t/d 水泥生产线（2#线）生产过程中排掉的废气余热来发电。2007 年 3 月，项目实施方对已经投产的 5000t/d 生产线进行了热工标定。两条水泥生产线的生产能力和煤耗指标如表 1 所示。

表 1 某水泥有限公司两条水泥生产线生产能力及耗煤情况

	设计产量 (日产量: t)	实际产量 (日产量: t)	设计吨熟料 煤耗 (kg)	实际吨熟料煤耗(kg)
1#5000t/d 生产线	5000	5500	103.95	110.96
2#5000t/d 生产线	5000		103.95	

根据热工标定所得的水泥生产线废气参数,本工程余热条件如下:

1. 1# 5000t/d 水泥生产线窑头熟料冷却机中部取风余热 230000m<sup>3</sup>/h (标况), 温度: 380℃~93℃, 具有约 8639×10<sup>4</sup>kJ/h 的热量。
2. 1# 5000t/d 水泥生产线窑尾预热器废气余热量为 345000m<sup>3</sup>/h (标况) — 340℃~213℃ (排出的废气考虑用于生料烘干), 具有 6603×10<sup>4</sup>kJ/h 的热量;
3. 2# 5000t/d 水泥生产线窑头熟料冷却机中部取风余热 230000m<sup>3</sup>/h (标况), 温度: 380℃~93℃, 具有约 8639×10<sup>4</sup>kJ/h 的热量。
4. 2# 5000t/d 水泥生产线窑尾预热器废气余热量为 345000m<sup>3</sup>/h (标况) — 340℃~213℃ (排出的废气考虑用于生料烘干), 具有 6603×10<sup>4</sup>kJ/h 的热量; 以上窑头、窑尾四部分余热总量为 30484×10<sup>4</sup>kJ/h。

#### 项目实施后收益

1. 规模: 装机容量 2×9MW, 年发电量 13156 万 kWh, 年供电量 12170 万 kWh。
2. 经济效益: 以项目实施后为工厂节省的外购电电费、因外购电减少而节省的线路损耗摊派费用作为本项目的销售收入。详列如下:

减少外购电: 12170 万 kWh/a, 0.513 元/kWh (无税);

减少外购电线损: 788 万 kWh/a, 0.513 元/kWh (无税);

3. 对环境的减排作用

本工程的实施,对现有的环境状况有一定的减排作用,具体为以下几点:

##### (1) 减少粉尘的对外排放

由于余热锅炉的设置,对原水泥生产工艺系统废气的含尘有一定的降尘作用,降尘量共计约 28.2t/h,降低了进入窑尾除尘器的废气含尘浓度,改善了除尘器的工作条件,提高了除尘器的除尘效率,减少了粉尘的对外排放。

##### (2) 降低废气对外排放温度,减少热污染

由于余热锅炉对废气中热量的回收,降低了对外废气排放的温度,减少了对大气的热污染。余热系统投运后,以上窑头、窑尾四部分可少向环境排放热量约 28684×10<sup>4</sup>kJ/h。

##### (3) 相对于燃煤电站,减少 CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 的排放

由于本余热电站为纯余热回收电站,不用燃烧燃料就可发电,因此相对于一般燃煤电厂来讲,相当于减少了 43812 吨煤炭的燃烧,可减少 112450 吨 CO<sub>2</sub> 和



相应 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 的排放。

### 投资情况

1. 投资总额：项目总投资 10886 万元，其中：固定资产投资 10859 万元，铺底流动资金 27 万元；
2. 资金来源：本项目所需资金全部自筹。流动资金 62 万元为银行贷款，年利率 6.39%；
3. 利润分配：暂定企业缴纳所得税后利润，提取 10% 的法定盈余公积金（累计至资本金的 1/2 时不再提取）和 6% 的公益金后，用于分配；
4. 全投资内部收益率（所得税前）：50.48%；
5. 全投资投资回收期（所得税前）：3.02 年。

### 寿命期业主的收益

案例寿命期业主的收益见表 2。

表 2 寿命期业主收益 单位：万元

项目	生产期 20 年合计	平均每年
1. 销售收入（不含增值税）	132238	6612
2. 增值税及附加	22403	1120
3. 利润总额	103486	5174
4. 所得税	25871	1294
5. 法定盈余公积金	5614	---
6. 用于分配的利润	67343	3367

## 案例九：某水泥公司低温余热电站项目

### 案例摘要

水泥行业余热发电项目是利用水泥窑的废气余热生产电力，属典型的余热余压利用项目，已被列入国家“十大节能重点工程”，是产业政策鼓励的节能和资源综合利用项目，没有政策风险。该余热发电技术方案是利用两条 2500t/d 水泥生产线窑头和窑尾的余热资源，生产低压过热蒸汽进行发电的节能工程，装备四炉（两台 SP 锅炉和两台 AQC 锅炉）一机（一台汽轮机），项目总投资 6487 万元，单位装机投资 7208 元/kW，项目完成后节能量达到 2.20 万吨标煤/年，减排二氧化碳 6.45 万吨/年，项目税前投资回收期为 4.32 年（含建设期）。

### 项目业主

某水泥有限公司由某集团投资控股。该集团是某自治区最大的水泥生产企业，目前既有、在建水泥生产能力 400 万吨/年，具有一定的规模优势，是华北地区的大型水泥企业之一。

该企业生产线以新型干法水泥线为主，技术水平比较先进，产品质量好，主要供应大型工程和重点工程，市场占有率高，具有较强的市场竞争力。本余热发电项目所依附的主体生产线有较好的资源优势、交通优势和市场优势，企业生产总体平稳，发展态势良好，受市场影响产生大幅波动的可能性不大。

### 项目实施者

某市自动化工程有限公司，成立于 2000 年，主要从事工业自动化系统集成工程。该公司采用合同能源管理方式与某水泥公司合作建设的一水泥纯低温余热发电项目已于 2006 年底正式并网发电，具有实施类似项目的经验。该公司近三年资产稳步上升，资产负债率较低且比较稳定；销售收入、营业利润近三年持续增长，盈利能力较好。

本项目采用合同能源管理方式实施，即实施者（某自动化工程有限公司）先期通过自有资金和银行贷款投入资金为项目企业（某水泥有限公司）建设水泥余热发电项目，项目建成后，实施者与项目企业共享节能效益，并通过一定年限内节能效益的支付收回项目投资、偿还银行贷款并取得盈利。

### 项目内容

该余热发电技术方案是利用两条 2500t/d 水泥生产线窑头和窑尾的余热资源，生产低压过热蒸汽进行发电的节能工程，装备四炉（两台 SP 锅炉和两台 AQC 锅炉）一机（一台汽轮机），为典型的单压技术路线。

汽轮机装机功率为 9MW，平均发电功率 8708kW，年发电量达到 6688 万 kWh，吨熟料发电量达到 38kWh。窑尾（SP）锅炉出口废气温度 230℃，窑头（AQC）

锅炉出口废气温度 100℃。

采用单压技术路线，具有系统简单、运行可靠、技术成熟、投资节省等优点，但与双压、闪蒸等技术相比，又存在受生产波动影响大、余热利用效率偏低、吨熟料发电能力低等缺点。根据项目确定的“稳定可靠、技术先进、降低能耗、节约投资”设计原则，考虑企业在人员操作水平、实际运行经验以及投资方面的实际情况，可以认为：该项目的技术方案符合企业实际，技术和装备成熟，基本可行。同时，由于锅炉废气入口温度较高，导致该方案的吨熟料发电能力也较高，达到 38 kWh，已接近或达到双压、闪蒸技术路线的水平。

### 项目收益

该项目为提高能效的余热余压利用类项目，其节能效益即是项目的总产出，表现为利用余热生产的电量。因此，其节能效益占项目总效益的比例为 100%。该项目是在工厂现有基础上的技术改造项目，项目类型和采用的技术措施符合合格信贷标准。

按统一的计算方法，该项目建成后发电功率为 8708kW，年发电量为 6270 万 kWh，年外供电量 5768 万 kWh，减少电网购电量 6104 万 kWh。按 2007 年全国平均供电煤耗 360kgce/kWh 计算，该项目年节能量为 2.20 万吨标煤，年减排二氧化碳 6.45 万吨。

项目建设前，该企业每年约向电网购电 2 亿 kWh；项目建成后，可向电网少购电 6104 万 kWh，电力节约比例达到 30.5%（电力节约量占总电力消耗量的比值）。

### 投资情况

1. 合同额：6487 万元；
2. 资金来源：部分为业主自筹，部分为银行贷款；
3. 合同类型：节能效益分享型，案例实施者在 4 年内从分享的节能效益中收回投资；
4. 项目简单投资回收期：4.32 年。

## 案例十：HINV 高压变频器在水泥厂生料磨风机中的应用

### 案例摘要

本案例使用调速传动代替原有的定速传动，通过改变转速来调节流量和压力，取代传统的用风挡和阀门调节的方法来改造某水泥厂的生料磨风机，总投资为 126 万元，投资回收期为 3.3 年。项目完成后可实现 914400kWh 的年节电量，节能效果显著。

### 项目业主

某省水泥有限责任公司始建于 1985 年 9 月，1997 年 7 月实行产权制度改革，成为民营企业，2005 年 3 月注册成立某省水泥有限责任公司。2006 年 1 月 1 日开始运营，注册资本 10000 万元。公司占地 25 公顷，现有职工 180 人，其中高级管理人才 7 名，专业技术人员 32 人。主要产品：矿渣硅酸盐水泥 42.5 级、32.5 级，普通硅酸盐水泥 42.5 级、32.5 级，产品通过 ISO9001：2000 质量管理体系认证和产品认证，采用国际标准产品标志证书。生产经验丰富，技术力量雄厚。获得所在省建设厅颁发的“省工程用重点推广应用证书”，所在市“AA 级诚信单位”，所在市“守合同重信用单位”。

### 项目实施者

某水泥公司工程部、某节能科技公司。该节能科技公司是一家致力于电力电子技术及其相关产品的研发、制造、销售和服务的高科技上市公司,是国内电源行业首家上市企业,是国家人力资源和社会保障部授权的能源审计师和能源管理培训单位,也是国家发改委批准并公布的第一批面向全社会的节能服务公司之一。

该公司不断完善质量管理体系，通过了 ISO9001、ISO14001 和 GB/T28001 体系的认证。公司大力推行 5S 管理、精细化管理等先进的理念和方法，各项管理工作向着专业化、规范化方向不断进步。

该公司始终定位于以电力电子技术为核心的发展平台，凭借强大的技术创新能力，已开发出基于 AC/DC、DC/AC、AC/AC、DC/DC 技术平台下的百余种产品，技术领域不断拓展、产品系列不断丰富，为客户提供专业系统的解决方案。

### 项目实施前的系统情况

此项目实施的水泥厂共有三条生产线，其中两条生产线是已经服役多年的老生产线，历经沧桑，几经大小多次维修，由于设备老化机械松动造成经常停机检修，已无法满足正常的生产要求。因此该厂于 2004 年新建了一条生产线，投入以来大大提高了该厂的生产能力。尽管如此，仍然存在常年运行中多次由于机械

以及工艺影响导致停机停产的现象，同时水泥的质量也受到影响。此外，由于窑尾高温风机采用液阻调速装置，风门机械机构同样由于常年多次动作，开度最大只能在 95%左右。而且液阻调速装置在电机启动完成后，正常运行中总是出现转速不稳定的现象，经常出现转速上下波动，导致电机轴震动超标，引起风道机械松动。

改造前的系统耗能情况见表 1。

**表 1 改造前窑尾高温风机运行情况**

运行电流	30A-34A	电机转速	1200r/min
2 月份运行时间	672h	小时耗电量	387.5KWh
2 月份耗电量	260400 KWh		

## 项目内容

本项目使用某节能科技有限公司生产的 HINV 系列高压变频器对窑尾高温风机进行变频改造。

### 1. 技术原理

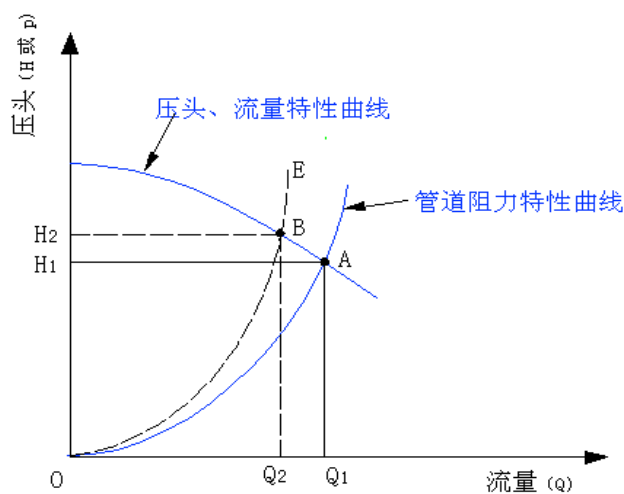
风机的流量、运行压力、吸收轴功率这三个基本参数与转速间的运算关系极其复杂，同时风机类负荷随环境变化参数也随之变化，在工程中一般根据风机的运行曲线，进行大致的参数运算，称之为风机相似理论：

风量  $Q$  与电机转速  $n$  成正比 ( $Q \propto n$ )

风压  $H$  与电机转速  $n$  的平方成正比 ( $H \propto n^2$ )

轴功率  $P$  与电机转速  $n$  的立方成正比 ( $P \propto n^3$ )

### 2. 变频调速节能的空间



为了获得适当的流量以满足运行工况的需要，最初采取变阀调节的方法(这一方法一直沿用至今，到现在仍有大量的泵与风机在使用这种方法控制流量)。

所谓“变阀调节”，就是通过改变风机风门的开启程度来调节风机的流量，有的称为“节流调节”。如上图所示，通过一定程度的关闭阀门，改变了管道阻力特性曲线，产生了新的管道阻力特性曲线 OE，同时，不改变风机的压头、流量特性曲线，工作点由 A 沿特性曲线移动到 B，流量由  $Q_1$  降到  $Q_2$ ，压头由  $H_1$  升至  $H_2$ ，这种方法虽然降低了流量  $Q$ ，但是并没有降低风机的能耗，同时，加大了设备的机械磨损。这是一种应当淘汰的调节方法，是我们使用变频器进行改造的对象。

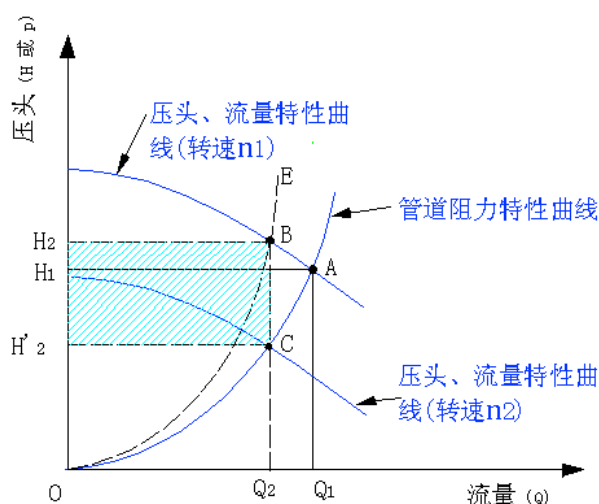
所谓“变速调节”就是通过改变风机的转速来调节泵与风机输送的流量以满足需要。如下图所示，风机的转速由  $n_1$  变为  $n_2$ ，此时产生一条新的压头、流量特性曲线，管道阻力特性曲线不改变，工作点从 A 沿阻力特性曲线移动到 C，流量由  $Q_1$  变为  $Q_2$ ，压头由  $H_1$  变为  $H'_2$ 。

由下图可见，在转速为  $n_2$  的压头、流量特性曲线下，功率消耗  $H'_2CQ_2O$  明显小于变阀调节功耗  $H_2BQ_2O$ 。

变速调节与变阀调节相比，能够大量减少功耗，下图中的  $H_2BCH'_2$  蓝色阴影区域就是变速后比变阀运行节约的功耗部分，同时变速能明显地减小系统的机械磨损。

改变风机的转速是通过改变泵与风机的驱动电机的转速来实现的。

改变电机转速的方法有多种，其中变频调速方式是当今电机调速的主流方向，也是本项目的实施方法。



变阀调节与变速调节工作曲线

2007年3月5日，在该节能科技股份有限公司技术人员的指导下，进行窑尾高温风机的变频改造安装。在高压变频器安装完成后，进行了各项目的测试与试验，均符合技术协议和用户的现场要求，于3月13日投入试运行，运行10天

满足生产要求。3月23日通过验收。

### 项目实施后的系统耗能情况及项目节能效益

改造后的系统耗能情况见表2。

表2 改造后窑尾高温风机

运行电流	20A-26A	电机转速	1180r/min
3月份运行时间	408h	小时耗电量	260.5KWh
3月份耗电量	106080KWh	小时节约电量	127 KWh
3月份节电量	51816KWh	节电率	32.77%
平均年运行时间	7200h	年节约电量	914400KWh
电费单价	0.42Yuan	年节约电费	384048Yuan

### 投资情况

1. 合同额：126万元；
2. 资金来源：项目实施者自筹；
3. 合同类型：节能效益分享型，实施者在3.3年内从分享节能效应中收回投资；
4. 项目简单投资回收期：3.3年。

## 案例十一：某电厂采用等离子点火技术项目

### 案例摘要

本案例对某电厂的 300MW 机组应用等离子点火技术。主机选用国产引进型超临界燃煤机组，本期同步考虑采用石灰石-石膏湿法烟气脱硫，并预留脱硝装置空间。该项目初期投资约为 800 万元，项目完成后可以为电厂节约大量的燃油，且运行成本只有燃油点火运行成本的 1/5，投资回收期约为 0.48 年。

### 项目业主

某电厂，是某电力股份有限公司附属公司。截至 2010 年 3 月，公司拥有权益发电装机容量 45912 兆瓦，可控发电装机容量为 49433 兆瓦，公司境内电厂广泛分布在中国 17 个省、市和自治区，是中国目前最大的上市发电公司之一。另外，公司在新加坡拥有一家全资营运电力公司。企业的资本雄厚，管理规范，信誉度高。

### 项目实施者

该项目的业主和实施者都是某电厂。

### 项目内容

本项目主要是对该电厂的 300MW 机组应用等离子点火技术，以达到节能目的的。

等离子点火是一种新型的锅炉启停与稳燃技术,可实现煤粉锅炉无油点火和低负荷稳燃,节省燃油资源,并大大节省运行费用,具有巨大的经济效益和社会效益。其点火机理是靠等离子体发生器发射的高温等离子体射流,直接点燃一次风煤粉,实现冷风点火。对配有电除尘器的机组,由于不用燃油点火,因此点火期间就可投运电除尘器,有良好的环保效益。

等离子点火装置的基本原理是以大功率电弧直接点燃煤粉(见图 1)。

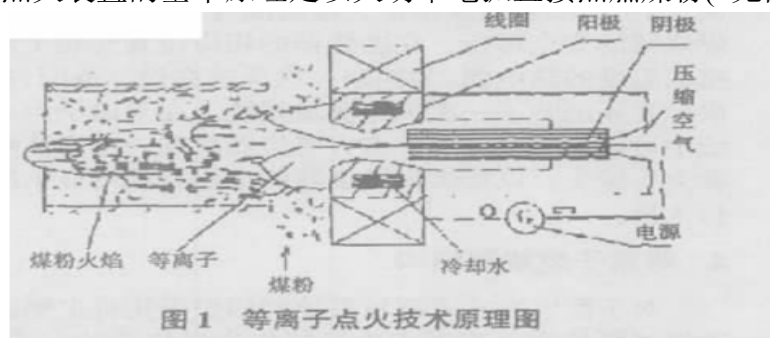


图 1 等离子点火技术原理图

电弧的电源由 200kW 的直流电源柜供给，在阴极和阳极间产生电弧，其功率在 50~150kW 间连续可调,中心温度可达 6000℃。一次风粉送入等离子点火装置经浓淡分离后,使浓煤粉进入电弧核心,在约 0.1s 内迅速着火,并稳定燃烧;



经浓淡分离后的淡煤粉在补入足够二次风的氧量支持下,借助于已燃烧的煤粉火焰接力燃烧,燃烧器向炉内喷出煤粉炬。在合理的风粉配比情况下,能良好地控制锅炉升温升压速度,在达到一定的炉膛温度下,投入其它燃烧器,安全可靠地启动锅炉。同时在锅炉低负荷情况下,可随时投入运行,起到良好的稳燃作用。该装置以压缩空气为载体获得约 200mm 的等离子体电弧点燃煤粉,燃烧器壁面以环围风包围火焰,起到冷却燃烧器壁面,防烧损、防结渣的作用,并用软化水对电极及线圈进行冷却。

## 项目实施后系统节能效益

### 1. 直接经济效益

(1)锅炉试运阶段运行费用比较。按照 300MW 汽轮发电机组调试运行要求,机组在试运期间(机组 168h 之前)要经过锅炉吹管、整定安全阀、汽机冲车、机组并网、电气试验、锅炉酸洗、机组带大负荷运行等许多阶段,此期间由于锅炉无法投运磨煤机或无法完全断油运行,因此要耗费大量的燃油。

(2)2 台 300MW 机组按常规试运所需燃油耗费计算(耗电费用未计):

燃油消耗: 8454t(按 2002 版预规计算) 燃油价格:0.467 万元/t,燃油耗费:  $0.467 \times 8454 = 3948$ (万元)

(3)2 台 300MW 机组等离子点火系统进行试运所需费用计算:

a.燃油耗费: 燃油消耗: 2000t,燃油价格: 0.467 万元/t, 燃油耗费:  $0.467 \times 2000 = 934$ (万元)

b.原煤耗费: 取燃油的低位发热量为 41800kJ/kg, 设计煤价格为 420 元/t, 设计煤种低位发热量为 21240kJ/kg,节约燃油数量为 6454t,则按发热量相等的原则所需的原煤费用为:

相当于煤量: $4.18 \times 10000 \times 6454 \times 1000 / 21240 / 1000 = 12701$ (吨)

燃煤费用:  $12701 \times 420 / 10000 = 533.44$ (万元)

c.耗电费用: 每台等离子运行耗电为 120kW, 共计耗电:  $8 \times 120 \times 408 = 391680$ (kWh), 厂用电价格以 0.25 元/kWh 计,耗电费用:  $391680 \times 0.25 = 97920$ (元), 应用等离子阴极消耗费用:  $2 \times 6 \times 408 = 4896$ (元), 应用等离子运行总费用:  $533.44 + 9.7920 + 0.4896 = 543.72$ (万元)

d.设备费用: 等离子点火系统初始投资约 800 万元。

综上所述,假设燃油系统初始投资不变,则试运期间 2 台 300MW 机组投用等离子点火系统就可以为电厂节约投资:  $3948 - 934 - 543.72 - 800 = 1670.28$ (万元)。

(4)锅炉正常运行阶段运行费用比较:

a.常规燃油点火:

常规点火用燃油的低位发热量: 41800kJ/kg

油枪平均出力:  $G=1750\text{kg/h}$

油枪点火热功率:  $Q=7.315 \times 10^7\text{kJ/h}$

油燃烧热效率:  $\eta=100\%$

燃油消耗价值:  $1.75 \times 4670=8173(\text{元})$ (油价按 4670 元/t 计算)。

b. 等离子点火:

等离子点火用煤粉的低位发热量:  $Q_{\text{net,ar}}=21240\text{kJ/kg}$

燃煤价值:  $420 \times 1.75 \times 41800/21240=1446(\text{元})$  (设计煤价格为 420 元/t)

等离子点火耗电量价值约为 35 元(电费按厂用电价格 0.25 元/kWh 计)

等离子点火消耗价值:  $1446+35=1481(\text{元})$

综上,等离子点火与燃油点火消耗比为:  $1481/8173=0.18$ , 也就是说, 锅炉投产后等离子点火的运行成本只有燃油点火运行成本的 1/5。

## 2. 间接经济效益及环保效益

采用等离子点火技术后,如果对燃油系统进行优化设计,则整个系统的初始投资减少,占地面积减小,燃油的运输费用降低,各方面均有利于降低电厂的成本,提高电厂的经济效益。此外,按照常规的试运方法,机组在试运期间要长期低负荷运行,此期间锅炉纯烧油或油煤混烧,尾部二次燃烧的可能性较大,同时为避免未燃尽的油滴粘污电除尘器的电极,锅炉电除尘器无法正常投入,大量烟尘直接排放到大气中,给环境带来严重的污染,同时烟气中的粉尘会对锅炉受热面和引风机叶片造成磨损,这些均给电厂带来间接的经济损失。采用等离子点火燃烧系统,电除尘器可以在锅炉点火初期正常投入,大大减少了粉尘的排放量,避免了环境污染,同时由于无油助燃锅炉尾部二次燃烧的可能性大大减小,带来了显著的环保效益和经济效益。另一方面等离子点火装置拉弧产生局部高温火核引燃煤粉混合物并释放热能的过程中,不会产生任何有害气体和其他污染物,不存在发生任何泄漏等污染环境的可能,在拉弧过程中产生的噪音经锅炉的屏蔽效应后对外无任何影响。

### 投资情况

1. 合同额: 800 万元;
2. 资金来源: 由案例实施者出资, 资金自筹;
3. 项目简单投资回收期: 0.48 年。

## 案例十二：某实业公司高耗能变压器节能改造

### 案例摘要

本案例是用常规技术对 146 台 18 种规格的老旧高损耗变压器共计 23615 千伏安进行拆散重组，以减小变压器的损耗，节约电能。此种做法比更新变压器节省投资，但性能和寿命稍差。项目投资 321.91 万元，建成后节电能力 202.1 万千瓦时/年，形成二氧化碳减排能力 458 吨碳/年，和 15 吨/年、11 吨/年二氧化硫、总悬浮颗粒物减排能力，年获综合经济效益 220.9 万元，项目简单投资回收期为 1.46 年。

### 项目业主

某实业总公司是清河农场、双河农场、天堂河农场、团河农场的管理机构。公司管理规范，信誉良好。

### 项目实施者

某节能技术有限责任公司，于 1996 年由三家股东单位投资、按照现代企业制度组建，是国家经贸委“世行/GEF 中国节能促进项目”在中国推广节能新机制而成立的示范性节能服务公司之一。该公司吸纳了国外节能服务公司（ESCO）的成功经验，采用合同能源管理方式经营项目，以节约能源为前提，以赢利为目的，在市场竞争中生存和发展。并通过示范在全国进一步推广以市场为导向的实施节能改造措施的新机制。

### 项目实施前系统耗能情况

业主所属各农场所使用的 146 台 18 种规格的高损耗变压器均已运行多年，设备陈旧，空载损耗和负载损耗都很大，年损耗电力严重，原系统耗能情况如表 1 所示。

表 1 原系统年耗能情况

变压器台数 (台)	装机容量 (kVA)	空载损耗 ( $10^4$ kWh/a)	负载损耗 ( $10^4$ kWh/a)	变压器损耗 ( $10^4$ kWh/a)	年损耗量 ( $t_{ce}/a$ )
146	23165	106.51	349.34	455.85	1819

### 项目内容

本案例实施于 1998 年，具体内容是将旧变压器拆散，利用其铜导线、矽钢片、油箱及变压器油，适当地增加些新材料，按照 S<sub>7</sub> 系列变压器的设计参数重新绕制变压器，旧变压器油进行除湿过滤处理，耐压试验合格后继续使用。

### 项目实施后系统耗能情况

项目实施后，变压器的规格减少，空载损耗和负载损耗均得到改善，新系统耗能情况详见表 2 所示。

表 2 新系统年耗能情况

变压器台数 (台)	装机容量 (kVA)	空载损耗 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	负载损耗 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	变压器损耗 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年损耗量 (t <sub>ce</sub> /a)
146	24 240	34.65	219.10	253.75	1012

项目收益

1. 年节能量及年节能效益

案例实施后，年节能量及年节能效益如表 3 所示

表 3 年节能量及年节能效益

原系统年耗电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	新系统年耗电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年节电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年节能量 (t <sub>ce</sub> /a)	年节能效益 (10 <sup>4</sup> yuan/a)
455.849	253.749	202.10	806	137.43

注：电价为 0.68 元/千瓦时。

此外，旧变压器可用材料折价 83.47 万元，因此，案例综合经济效益为 220.9 万元。

2. 节能量的确认

(1)案例实施者与业主共同确认，以改造前 146 台变压器年损耗电量为基准。而此数据是按照变压器出厂说明书中的空载损耗和负载损耗用下式计算得来：

$$\text{年损耗电量} = (\text{空载损耗} + \text{负载损耗} \times 0.8) \times 8760$$

(2)选择 2 台典型变压器，改造前、后各测量 1 个时段的耗电量，用其耗电量之差计算出这 2 台变压器的年节损耗电量，折算全部节电量。投运后逐台进行以上测量和计算，以核对年节电量。

3. 寿命期节能量

本案例所用节能设备寿命期可按 10 年计，寿命期内可节电 2000 万千瓦时。

4. 环境效果

案例实施后，节约了大量电能，主要大气污染物的减排效果如表 4 所示。

表 4 主要大气污染物减排效果

年减排量			寿命期减排量		
CO <sub>2</sub> (t <sub>c</sub> /a)	SO <sub>2</sub> (t/a)	TSP (t/a)	CO <sub>2</sub> (t <sub>c</sub> )	SO <sub>2</sub> (t)	TSP (t)
458	15	11	4 584	146	113

投资情况

1. 合同额：321.91 万元；

2. 资金来源：案例实施者出资，其中部分用世界银行资金，其余由案例实施者自筹；

3. 合同类型：节能效益分享型，案例实施者在 3 年内从分享节能效益中收回投资；
4. 项目简单投资回收期：1.46 年。

### 寿命期业主的收益

案例实施后业主的收益从表 5 可见。

表 5 现金流量表 单位：万元

年度	0	1	2	3	4	5	.....	9	10
项目现金流	-321.91	220.90	220.90	220.90	220.90	220.90	.....	220.90	220.90
业主现金流	0	113.60	113.60	113.60	220.90	220.90	.....	220.90	220.90

## 案例十三：某锌业公司铜业公司机、泵变频调速改造

### 案例摘要

本案例是在 1 台 1600 千瓦的高压风机和 13 台总共 840 千瓦的低压耐酸液下悬臂泵上，分别安装高压和低压变频调速装置，用电机的变频调速替代调节风机闸板阀或耐酸液阀门的开度，去控制风量和液体流量。项目投资 265.5 万元，年节电 531 万千瓦时，年节电效益 265.5 万元，项目简单投资回收期 1 年。形成二氧化碳、二氧化硫和总悬浮颗粒物的减排能力分别为 1204 吨碳/年、38 吨/年和 30 吨/年。

### 项目业主

某锌业公司铜业公司为国内大型有色金属冶炼企业。企业的经济状态良好，管理规范，信誉度高。

### 项目实施者

某省节能技术发展有限责任公司。该公司是世界银行/全球环境基金中国节能促进项目一期支持组建的三家示范性节能服务公司之一，任务是通过运用基于市场的合同能源管理机制，为客户实施节能项目，验证此类专业性节能服务公司在中国生存并取得发展的可能性。自 1996 年组建以来，已投资 5.08 亿元，实施了 274 个节能项目，针对所在省是个老工业基地，又处于寒冷地带，实施的节能项目以工业节能为主，兼顾了工业节能和建筑节能两个领域，现已发展为一家经济实力、运营能力均较强、信誉良好，以节能服务为主业的集团公司。

### 项目实施前的系统耗能情况

业主使用的高压风机和低压耐酸液下悬臂泵长年定速运转，通过调节风机闸板阀或耐酸液阀门的开度去控制风量和液体流量，这种调节方式既浪费电能，又增加维修工作量。原系统耗能情况见表 1。

表 1 原系统年耗能情况

机、泵名称	台数	机、泵总容量 (kW)	年工作时间 (h/a)	年耗电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年耗能量 (t <sub>ce</sub> /a)
高压风机	1	1600	8640	1105.9	4413
低压耐酸液下悬臂泵	13	840	8640	540.9	2158
合计	14	2440		1646.8	6571

### 项目内容

本案例是对 1 台 1600 千瓦的高压风机和 13 台总共 840 千瓦的低压耐酸液下

悬臂泵进行变频调速改造，改造内容为：

1. 购装高压变频调速装置 1 套；
2. 购装低压变频调速装置 13 套；
3. 对系统进行调试、测量和试运行。

案例项目于 2005 年 9 月开始实施，2005 年 12 月竣工验收。

### 项目实施后系统耗能情况

案例实施后，根据设计的要求，由电机的变频调速控制风量和液体流量，从而达到节能降耗的目的。新系统耗能情况见表 2。

**表 2 新系统年耗能情况**

机、泵名称	台数	机、泵总容量 (kW)	年工作时间 (h/a)	年耗电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年耗能量 (t <sub>ce</sub> /a)
高压风机	1	1600	8640	786.6	3139
低压耐酸液下悬臂泵	13	840	8640	329.2	1313
合计	14	2440		1115.8	4452

### 项目收益

1. 年节能量和年节能效益

案例实施后，年节能量和年节能效益如表 3 所示。

**表 3 年节能量和年节能效果**

原系统年耗电 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	新系统年耗电 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年节电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	电价 (yuan/kWh)	年节能效益 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年节能量 (t <sub>ce</sub> /a)
1646.8	1115.8	531.0	0.50	265.5	2119

2. 节能量的确认

- (1) 业主和实施者双方确认，以改造前 1 年的年耗电量和年工作时间为基准值；
- (2) 案例实施后，双方组成检查小组，选择几个正常的运行时段，对变频运行状态下风机和耐酸液下悬臂泵的时段耗电量进行测量；
- (3) 由年耗电量、年工作时间的基准值与改造后实测时段的耗电量和节电率，折算出年节电量。

3. 寿命期节能量

高、低压变频装置的寿命均按 10 年计算，寿命期的节电量为 5310 万千瓦时，折 21190 吨标准煤。

4. 环境效果

案例实施后，主要大气污染物减排效果详见表 4。

**表 4 主要大气污染物减排效果**

年减排量	寿命期减排量
------	--------

CO2(t/a)	SO2(t/a)	TSP	CO2(t/a)	SO2(t/a)	TSP
1204	38	30	12040	380	300

### 投资情况

1. 合同额：265.5 万元；
2. 资金来源：由案例实施者出资，资金自筹；
3. 合同类型：节电率保证型，在节电率达到合同指标并正常运行 1 年后，业主向案例实施者从年节能效益中支付全部合同款；
4. 项目简单投资回收期：1 年。

### 寿命期业主的收益

案例寿命期业主的收益从表 5 可见。

表 5 现金流量表 单位：万元

年度	0	1	2	3	4	.....	9	10
项目现金流	-265.5	265.5	265.5	265.5	265.5	.....	265.5	265.5
业主现金流	0	265.5	0	265.5	265.5	.....	265.5	265.5



## 案例十四：某市热力总公司风机、水泵节能改造

### 案例摘要

本案例包括两项内容，一是用 20 套共 1000 千瓦变频调速装置，取代传统的风机风量手动调节方式；二是利用新型节能型水泵替代老式清水泵。项目投资 458.37 万元，年节电 128.48 万千瓦时，折标准煤 513 吨/年，综合经济效益 152.79 万元，项目简单投资回收期为 3 年；项目建成后可实现减排：二氧化碳 292 吨碳/年、二氧化硫 9 吨/年、总悬浮颗粒物 7 吨/年。

### 项目业主

某市热力总公司属国家大型供暖企业，承担着所在城区 1028 万平方米、约 16 万用户供暖任务。企业管理规范，信誉度较高。

### 项目实施者

某省节能技术发展有限责任公司。该公司是世界银行/全球环境基金中国节能促进项目一期支持组建的三家示范性节能服务公司之一，任务是通过运用基于市场的合同能源管理机制，为客户实施节能项目，验证此类专业性节能服务公司在我国生存并取得发展的可能性。自 1996 年组建以来，已投资 5.08 亿元，实施了 274 个节能项目，针对所在省是个老工业基地，又处于寒冷地带，实施的节能项目以工业节能为主，兼顾了工业节能和建筑节能两个领域，现已发展为一家经济实力、运营能力均较强、信誉良好，以节能服务为主业的集团公司。

### 项目实施前系统耗能情况

业主锅炉的鼓、引风机 20 台均用闸板调节风量，所用循环水泵 25 台，均已落后、陈旧，能耗较高，原系统耗能情况见表 1

表 1 原系统年耗能情况

水泵总功率 (kW)	风机总功率 (kW)	运行时间 (h/a)	年耗电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年耗能量 (t <sub>ce</sub> /a)
849.5	906.5	3650	632.16	2522

### 项目内容

本案例一是对 20 台风机加装变频调速装置，二是更新 25 台水泵，具体内容如下：

1. 购装不同规格的低压变频装置 20 台给鼓、引风机调速；
2. 购装不同规格的高效水泵 25 台 850 千瓦，更新原用 25 台老旧水泵；
3. 系统调试及试运行

案例于 2004 年 5 月签订节能服务合同，同年 11 月竣工验收。

## 项目实施后系统耗能情况

项目实施后，锅炉风机可按负荷需要送风、引风，消除了闸板上的电能损失；新的水泵效率高、能耗低，新系统耗能情况详见表 2。

表 2 新系统及耗能情况

水泵总功率 (kW)	风机总功率 (kW)	运行时间 (h/a)	年耗电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年耗能量 (t <sub>ce</sub> /a)
849.5	906.5	3650	503.68	2009

## 项目收益

### 1. 年节能量及节能效益

案例实施后，年节能量及年节能效益详见表 3。

表 3 年节能量及年节能效益

原系统年耗电 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	新系统年耗电 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年节电量 (10 <sup>4</sup> kWh/a)	年节能量 (t <sub>ce</sub> /a)	年节能效益 (10 <sup>4</sup> kWh/a)
632.16	503.68	128.48	513	102.79

注：电价为 0.8 元/千瓦时。

此外，每年还减少维修费 50 万元，案例综合经济效益为 152.79 万元。

### 2. 节能量的确认

(1) 案例实施者与业主共同确认，以案例实施前 1 年风机、水泵的运行时间和耗能量为基础数据；

(2) 案例实施后，计量一个正常供暖时段风机、水泵的耗电量，折算出年耗电量，与基准数据比较，即得出年节能量。

### 3. 寿命期节能量

案例所用设备寿命期按 10 年计，案例寿命期可节电 1284.8 万千瓦时，折 5130 吨标准煤。

### 4. 环境效果

本案例实施后，主要大气污染物的减排效果如表 4 所示。

表 4 主要大气污染物减排效果

年减排量			寿命期减排量		
CO <sub>2</sub> (t/a)	SO <sub>2</sub> (t/a)	TSP	CO <sub>2</sub> (t/a)	SO <sub>2</sub> (t/a)	TSP
292	9	7	2920	90	70

## 投资情况

1. 合同额：458.37 万元；

2. 资金来源：由案例实施者出资，其中部分用世界银行资金，其余案例实施者自筹；

3. 合同类型：节能效益分享型，实施者在 4 个采暖期内从分享节能效益中收回投资；
4. 项目简单投资回收期：3 年。

### 寿命期业主的收益

案例寿命期业主的收益从表 5 可见。

**表 5 现金流量表 单位：万元**

年度	0	1	2	3	4	5	.....	10
项目现金流	-458.37	152.49	152.79	152.79	152.79	152.79	.....	152.79
业主现金流	0	38.2	38.2	38.2	38.2	152.79	.....	152.79

## 案例十五：某市城区集中供热改造项目

### 案例摘要

本案例是采用高温水、低温循环水管网替代现有蒸汽管网，并结合规划负荷的分布情况，新建部分高温热水管网。项目投资 13750 万元，投资回收期约为 6.09 年，主要工程有：某路段高温水管网建设，长度约 2.8 公里；1#站高温水管网改造，长度约 4.6 公里；循环水供热管网改造，长度约 6.2 公里；沿路高温水工程，长度约 5.6 公里。项目建成后，在厂内机组容量不增加的情况下可新增 300 万平方米的供热能力，新增总供热量为  $1.18 \times 10^8$  GJ，满足城区新增供热负荷的需要，有效缓解供需矛盾。项目能源综合利用效果显著，环境效益明显，减少了能源的消耗，降低了污染物的排放，年节约标煤 4.47 万吨，减少二氧化硫排放量 2500 余吨，减少粉尘排放量 5000 余吨。

### 项目业主

某热电厂作为热电联产企业，担负所在市东部城区为工业用户供应热力蒸汽，冬季采暖期为居民和公共建筑供暖的任务。公司拥有供热管网 35 公里，二次网 260 公里，可实现年发电能力 3.42 亿 kW/h，供热能力 330t/h。对于改善本市的大气环境、提高城市现代化水平和人民群众的生活质量发挥了积极作用，取得了良好的经济效益、社会效益、环保效益和节能效益。

企业总资产 38518 万元，净资产为 2.35 亿元。2006 年、2007 年、2008 年实现利润分别为 1120 万元、1018 万元、1169 万元，具有较强的综合实力。

### 项目实施前原蒸汽管网系统情况

随着该市区改造速度加快，工业及采暖热负荷快速增长，供需矛盾日益明显。目前热负荷基本为民用采暖及办公采暖，整齐输送采暖问题凸显，一是管网热损巨大，造成极大能源浪费；二是供热半径小，供热区域受限；三是高温、高压安全隐患较多。在目前燃煤价居高不下、水资源日趋紧张和水处理成本逐步增高的形势下，实施高温水供热替代蒸汽供热，可提高管网运行的安全性、降低管网热损、增强节水效果、增加经济效益。

### 项目内容

本次改造为了降低投资，尽可能的利用现有管网，暂不考虑对现热水管网进行全面改造，仅对现热水管网进行了供热负荷的校核计算，对于个别不满足要求的进行局部调整，确保用户用热得到保障。

按照国家相关政策，采暖负荷应该优先采用高温热水作为输送介质，其有利之处如下：

- (1) 热能利用率高，避免了蒸汽供热疏水系统的漏气损失以及凝结水回收损失等热能浪费。

- (2) 有利于调节，且由于水的热容量大，在短时水力工况失调时，不会引起显著的供热状况改变。
- (3) 热水输送距离远，供热半径比蒸汽系统大。
- (4) 利用热电厂作为热源时，可以充分利用汽轮机的低压抽气，得到较高的经济效益。

同时，本工程为了更有效的节约能源，从以下几个方面采取了措施：

- (1) 设计中贯彻执行国务院第四号节能指令和国务院节能管理暂行条例中的有关规定。水泵、变压器及电机等设备均选用节能产品。
- (2) 利用热电厂作为热源时，可以充分利用汽轮机的低压抽气，减少能源消耗，得到较高的经济效益。
- (3) 热能利用率高，避免了蒸汽供热疏水系统的漏气损失以及凝结水回收损失等热能浪费，达到节能的目的。
- (4) 循环水系统和换热站等均设置节能所必需的仪表。
- (5) 为了节能和保证良好的工作环境，外表面温度高于 50℃ 的设备和管道都进行了保温，主要保温材料为岩棉及硅酸铝板。
- (6) 热网采用流量控制阀，可以较为精确的实现热量的平衡，避免热网水失调而造成的能源浪费，可以节能 10% 左右。
- (7) 有利于调节，且由于水的热容量大，在短时水力工况失调时，不会引起显著的供热状况改变，同时热水输送距离远，供热半径比蒸汽系统大，节约了资源。

### 项目实施后新管网系统耗能量

项目实施后，新管网系统耗能情况详见表 1。

表 1 项目投产年份全年耗能量

序号	名称	技术规格	单位	每年
1	水	饮用水标准	m <sup>3</sup>	760
2	电	380/220W	kW/h	1544400

将消耗的电和水折算成标煤量，合计得到 189.95 吨的标准煤。

### 项目效益

#### 1. 节能效益

该项目为高温水、低温循环水管网供热替代蒸汽管网供热改造项目，通过该项目建设，可新增 300 万平方米的供热面积，新增的 300 万平方米的供热面积所消耗的标煤体现为该项目的节能量。

#### 2. 热网系统节能

本工程在技术上，尽量采用国内外先进的供热设备与技术，注入热网自动化

控制和计量，热力网用户入口采用流量控制平衡阀，实现均匀供热，按需供热，使热量得到充分有效的利用，从而实现节能，降低运行费用的目的。

根据本供热系统的特点，在不同阶段分别采用质调节的方式运行，由监控系统调节和指挥，改变供、回水温度，适应用户热负荷的变化，从而改善供热效果，提高热能利用率。

### 3. 本次改造节煤量计算

根据中华人民共和国国家标准《企业节能量计算方法》，结合本项目改造工程的实际情况，计算出本项目在一个采暖期的节煤量：

折合为标准煤（7000kcal/kg）计算：

一个采暖期节约标准煤量为：

$$G=1.18 \times 10^8 \times 10^9 / 4.186 / 7000 / 0.90 / 1 \times 10^6 \\ =44744.75 \text{ 吨}$$

### 4. 环境效果

由于该热电厂锅炉容量大、效率高，并采用高效除尘和脱硫装置，替代供热范围内原有的锅炉房后每年可减少大量的二氧化硫烟尘排放量，从而大大减轻了大气污染状况，详见表 2。

**表 2 主要大气污染物减排效果**

年减排量		寿命期减排量（30 年寿命）	
SO <sub>2</sub> (t/a)	TSP (t/a)	SO <sub>2</sub> (t/a)	TSP (t/a)
2500	5000	75000	15000

### 投资情况

1. 合同额：13750 万元；
2. 资金来源：企业自筹 1650 万元，市政配套 4500 万元，银行贷款 7600 万元；
3. 项目简单投资回收期：6.09 年；
4. 项目财务内部收益率：17.53%；
5. 盈亏平衡点：50.1%。

### 寿命期业主的收益

本项目正常可实现年营业收入 6300 万元，详见表 3。

**表 3 营业收入表**

序号	项目名称	数量	单价	合计（万元）
1	采暖收入	300 万 m <sup>2</sup>	21 元/ m <sup>2</sup>	6300
	合计			6300

## 案例十六：某液晶显示器公司中央空调系统改造

### 案例摘要

本案例采用大温差低流量 EWS、流量最优化 VPF 以及制冷机与冷却塔的优化组合运行 CTD 等手段，对某厂的中央空调系统进行改造，使整个系统运行处于最佳能效状态。EWS 通过增大冷冻水供回水温差降低了冷冻泵的流量，从而降低了水泵功耗；VPF 通过变频技术对水系统进行改造，根据负荷的变化动态调节冷冻冷却水泵的转速，降低水泵功耗；CTD 通过对冷却塔风机实施变频改造，使得冷却塔与制冷机整体运行在最佳工况点。经测算，冷冻站每年可节电 4252949kWh,可以减少能源消耗 15.3%，折合电费约为 274.3 万元，项目投资约 600 万元，投资回收期少于 3 年。

### 项目业主

该液晶显示器公司经营范围为 TFT-LCD 及其模块的设计、开发、制造、销售及售后服务，生产用于液晶显示器、笔记本电脑、PC、液晶电视等多种型号的显示屏及模块。公司占地 20 万平方米，总建筑面积约 16 万平方米，由办公楼、阵列厂房、成盒厂房、模块厂房、动力厂房、废水处理厂房和中央变电站等组成，其中洁净房面积约 8 万平方米。

### 项目实施者

某市节能服务中心是直属于所在市经济委员会领导的事业单位，承担所在市政府委托的节能环保相关工作，下属有一家节能技术服务公司。该公司是国家发改委/联合国工业发展组织“中国电机系统节能项目”的承办单位之一，负责组织实施所在地区风机、水泵、压缩机系统的节能示范项目。具备能源利用检验检测 CMA 资质和第三方节能评估咨询资质。

### 项目实施前系统情况

项目业主在 2006 年共消耗各种能源折标准煤 97966.31 吨，具体能源消费结构详见表 1。

表 1 2006 年能源消费结构

能源种类	实物量	等价值		当量值	
		吨标煤	%	吨标煤	%
电(万 kWh)	21112.76	85295.55	87.07	25947.58	74.36
蒸汽(t)	80268.00	11466.57	11.70	7741.86	22.19
天然气(万 Nm <sup>3</sup> )	92.65	1204.18	1.23	1204.18	3.45
合计		97966.31	100	34893.62	100

当年，公司的全部生产成本为 654060.7 万元，其中能源成本为 15871.887

万元，能源成本占全部生产成本的比例为 2.427%。

**表 2 系统流量统计表**

运行台数	运行天数	占全年比例%	冷却水补水 m <sup>3</sup> /h	可供水量 m <sup>3</sup> /h	实际供水量 m <sup>3</sup> /h	利用率%
4	118	32.3	26.8	2520	1600	63.5
5	110	30.1	40	3150	2050	65.1
6	51	14.2	50	3780	2400	63.5
7	86	23.4	61	4410	2700	61.2

通过表 2 数据可以发现，大约有 35%的冷冻水通过旁通调节直接回流至冷冻机进水管，造成这种现象的原因是：冷负荷的需求在不断变化，而水泵定流量运行，所供给的冷冻水量不变，为了达到冷量的供需平衡，只能旁通掉一部分流量（冷量）。

**项目内容**

1. 系统温差最佳化EWS（大温差低流量）

- (1) 主机冷冻水泵及冷却水泵加装变频器；
- (2) 增大冷冻水进出水温差，降低冷冻水流量，维持系统冷量不变，故维持AHU C/C 性能不变；
- (3) 增大冷却水温差，降低冷却水流量，维持冷却塔性能不变；
- (4) 系统温差最佳化主要节省冷冻水泵以及冷却水泵的耗电量，而不是单一设备的温差最佳化。同时考虑了主机性能及运转特性，以免导致主机喘振，或造成AHU C/C 及冷却塔能力降低。

**表3-1 系统温差最佳化比较**

冷冻机	冷量 USRT	功率 kW	蒸发器			冷凝器		
			出水	回水	温差	出水	回水	温差
R-101/103/104	2500	1312.1	10	16	6	37	32	5
	2500	1345	9.33	16.31	6.98	37.5	31.5	6
R-105/106	1245	682.2	10	16	6	37	32	5
	1245	697.9	9.3	16.3	7	37.5	31.5	6

**表3-2 系统温差最佳化比较**

冷冻机	冷量 USRT	功率 kW	蒸发器			1#冷凝器			2#冷凝器			
			出水	回水	温差	出水	回水	温差	出水	回水	温差	
R-102	现状	2500	1373.9	10	16	6	37	32	5	34.49	20	14.5
	节	2500	1352.5	9.33	16.31	6.98	37.5	31.5	6	34.49	20	14.4



增大冷冻水进出水温差，主要体现在将原有的6度温差增大至7度温差，在冷量不变的情况下，降低了冷冻水的出水流量，使系统冷冻水量减少到原来的6/7，这一数据就是本节能方案的关键技术支持。不过，这样对冷冻机而言运行工况发生了改变，能耗有所提高；同时，对原有的热回收的处理量没有影响。该公司的冷冻机组为串联结构，即：两台为一组，由于旁通阀门开启的原因，实际温差是由5℃增至7℃，对每台冷冻机而言其实仅增加了1℃的温差，因此，负荷的增加被均摊掉。

## 2. 系统流量最佳化VPF

(1) 加装变频器后的水泵除了降低流量外，同时可以随着负荷的变化而改变流量；

(2) 系统最末端环路以压差传感器作为控制一次泵频率的依据；

(3) 系统总管上加装一只流量计以控制旁通电动阀开度，保证主机在最小流量下仍可正常运行。

冷冻水流量和冷却水流量的减少促使水泵能耗大幅降低；冷却水流量的减少促使冷却塔负荷的降低，减少了能耗，使冷冻机整体耗电量得以降低，达到了节能的要求。

## 3. 制冷机及冷却塔能耗优化控制CTD

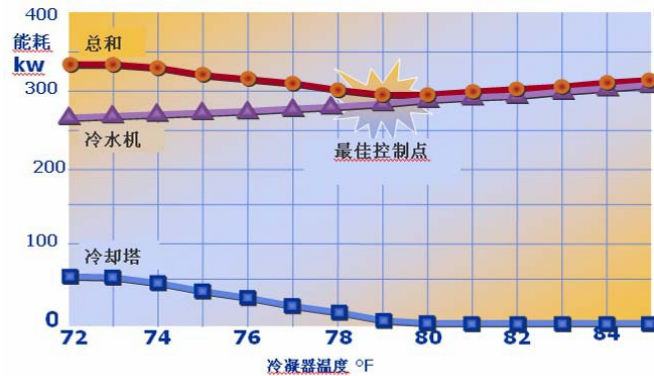


图1 冷却水温和制冷机及冷却塔关系图

### 项目实施后的系统情况

项目实施前后系统耗能情况比较，详见表4。

表4 能耗模拟比较表

	现状 (kWh)	EWS (kWh)	EWS+VPF (kWh)	EWS+VPF+CTO (kWh)	能耗节约率%
冷冻机	18500802	18960532	18960532	18960532	-2.5
水泵	7154784	5158464	3641476	3641476	49.1
冷却塔	2143375	2131367	2131367	944004	56.3

能耗合计	27798961	26250363	24722375	23546012	15.3
------	----------	----------	----------	----------	------

### 项目效益

1. 系统温差最佳化使冷冻机的负荷增加了2.5%;
2. 系统流量最佳化使冷冻水泵及冷却水泵的功耗降低了49.1%;
3. 冷却塔能耗优化控制使冷却塔风机的功耗降低了56.3%。

综合计算得出：每年冷冻站可节电4252949kWh，可以减少能源消耗15.3%，折合电费约为274.3万元（电价按照2006年电费均价0.645元/kWh计算），项目投资约600万元，投资回收期少于3年。

### 投资情况

1. 合同额：600 万元；
2. 资金来源：实施者自筹；
3. 合同类型：节能效益分享型，案例实施者在 3 年内从分享的节能效益中收回投资；
4. 项目简单投资回收期：3年。

## 案例十七：某别墅区地温水环热泵空调系统

### 案例摘要

本案例是使用 160 台总电功率为 704 千瓦的水源热泵和地耦管组成的地温水环热泵系统，取代户式油炉和户式中央空调，为 80 栋共 37812 平方米别墅供暖和供冷。项目投资 2106 万元，形成年节能量 1882 吨标煤，年节能效益 498.77 万元，比原设计方案多投入的资金，系统运行 1.5 年即可收回。此外，项目的实施可形成二氧化碳减排能力为 1122 吨碳/年。

### 项目业主

北京某房地产开发经营有限公司是一个建设、出租、出售商品房、物业管理及房地产开发咨询的综合性公司，经济实力雄厚，经营、管理规范，信誉较好。

### 项目实施者

北京某科技有限责任公司。该公司主要从事节能产品的研发、生产、销售和节能服务。公司拥有自动控制、过程控制、智能调速、绿色照明、相变材料、蓄冷蓄热、地源热泵等方面的专家和管理人才。此外公司有自己的热耦管钻孔队伍。

### 原系统及耗能情况

北京某别墅区建有 80 栋别墅，建筑面积从 390 平方米到 850 平方米、共 21 种户型，总建筑面积 37812 平方米。原设计每栋装 1 台燃油锅炉为冬季供暖，保持室内温度在 21 摄氏度，每栋装 1 台风冷户式空调为夏季供冷，保持室内温度在 26 摄氏度。冬季供暖 180 天，夏季供冷 155 天，原系统耗能情况如表 1 所示。

表 1 原系统年耗能情况

供暖			供冷			年耗能量 (t <sub>ce</sub> /a)
装机容量(kW)	年耗油量(t/a)	折标准煤(t <sub>ce</sub> /a)	装机容量(kW)	年耗油量(t/a)	折标准煤(t <sub>ce</sub> /a)	
1765	991.1	1444	1557.3	455.43	1817	3261

### 项目内容

本案例是用地温水环热泵空调机组，取代燃油锅炉和分体空调为 80 栋别墅供暖和供冷。于 2005 年实施成功，内容是：

1. 购装 160 台总装机容量 703.8 千瓦的热泵机组（每栋 2 台）；
2. 购装适当容量的地耦管及配套水循环系统；
3. 购装终端风机盘管、管网及控制器；
4. 系统调试及试运行。

### 新系统及耗能情况

新系统用土壤和少量电力取代柴油和电力做空调热源和冷源，新系统的能效

系数较燃油锅炉和分体空调高得多。新系统耗能情况详见表 2。

**表 2 新系统年耗能情况**

装机容量 (kW)	供暖耗电 (10 <sup>4</sup> kW/a)	供冷耗电 (10 <sup>4</sup> kW/a)	年耗电量 (10 <sup>4</sup> kW/a)	年耗能量 (t <sub>ce</sub> /a)
703.8	192.53	152.97	345.50	1379

### 项目收益

#### 1. 年节能量及年节能效益

项目完成后，年节能量及年节能效益详见表 3。

**表 3 年节能量及年节能效益**

原系统年耗能		新系统年耗电量 (10 <sup>4</sup> kW/a)	年节能量 (t <sub>ce</sub> /a)	年节能效益 (10 <sup>4</sup> yuan/a)
供暖耗油 (t/a)	供冷耗电 (10 <sup>4</sup> kW/a)			
991.1	455.43	345.5	1882	498.77

#### 2. 节能量的确认

(1) 案例实施者与业主共同确认，以原设计供暖时间和耗油量及供冷时间和耗电量为基准数据；

(2) 案例实施后，计量一个供暖时段和一个供冷时段的耗电量，折算出年耗电量；

(3) 将折算的年耗能量与基准数据比较，即得年节能量。

#### 3. 寿命期节能量

案例使用的设备寿命期按 10 年计，案例寿命期可节能 1.88 万吨标准煤。

#### 4. 环境效果

案例实施后，温室气体减排效果详见表 4。

**表 4 温室气体减排效果**

年减排量	寿命期减排量
CO <sub>2</sub> (t/a)	CO <sub>2</sub> (t <sub>c</sub> )
1122	11220

### 投资情况

1. 合同额：2106 万元，其中案例实施者出资 736 万元，业主出资 1370 万元；

2. 资金来源：案例实施者自筹；

3. 合同类型：节能效益分享型，案例实施者分享 2 年的全部节能效益；

4. 项目简单投资回收期：比原设计方案多投入的资金，系统运行 1.5 年即可收回。

## 寿命期业主的收益

案例寿命期业主的收益从表 5 可见。

表 5 现金流量表 单位：万元

年度	0	1	2	3	4	.....	9	10
项目现金流	-2106	498.77	498.77	498.77	498.77	.....	498.77	498.77
业主现金流	-1370	0	0	498.77	498.77	.....	500	500

## 案例十八：某市市区路灯节电改造项目

### 案例摘要

本案例是采用 J-SAVER 系列照明专用节电器 156 台（单机容量 23~150 千伏安），对某市市区路灯的供电系统进行节电技术改造，以达到优化路灯灯具供电电源的质量、节约电量、减少路灯维护费用的目的。项目总投资 276.2 万元，年节电量 570.57 万 kWh，年节电效益 408.96 万元。

### 项目业主

某市路灯管理所。其职责是：使用市财政的拨款，承担该市市区路灯和形象工程照明系统的维护和检修，保证路灯和形象工程的正常运行，减少治安和交通事故的隐患，维持社会安定，促进经济发展。其主要工作有：光效灯具的更换；照明系统各种设备的巡视、维护和修理；损坏设备的更新等。

### 项目实施者

某电器有限公司创建于 1991 年，是一家以节约能源、服务社会为宗旨，集开发、生产、销售和服务于一体的股份制企业；专业从事 J-SAVER 系列节电器的开发和生产。该公司除生产 J-SAVER 系列节电器以外，还为城市路灯管理、国家机关、工矿企业事业、商业经营等部门提供节能咨询服务，包括：节电改造方案设计、投资和节电效果评估等。

该公司主营业务收入来自 J-SAVER 系列节电器的销售收入（节电项目），2001-2004 年项目数、销售收入分别为 7 个/160 万元、16 个/350 万元、13 个/540 万元和 18 个/1750 万元，其中前 3 年均为照明节电项目。2001-2004 年，该公司共实施照明节电项目 46 个，投资额（销售额）2030 万元，其中路灯节电改造项目 11 个。

### 项目实施前系统能耗情况

#### 1. 系统概况

某市路灯管理所管理着所在市市区街道的路灯，总计 29944 盏，还负责管理市区形象工程的各种灯具 17769 盏，总计装机容量 9003kVA，所用灯具 70% 是高压钠灯。该项目只涉及本市区的 29944 盏路灯。

市区路灯供电系统的供电质量较差，用电低谷时段电压升高较多，超过 10% 的标准，甚至达到 245V 以上。路灯系统运行时间的 2/3 处于此时段，如此高的灯具电压，不仅浪费电能，使每年路灯电费高达 1600 多万元；还会缩短灯具的使用寿命，实际灯具的使用寿命平均只有 1 年（高压钠灯的设计寿命应达 12000 小时以上，1 个灯泡可使用 2~3 年），造成路灯系统的维修费大大增加，每年换灯具费用高达 300 万元。

#### 2. 年用电量

该项目涉及的市区路灯系统，灯具共 29944 盏，负荷量 5525.7kVA，全年平均每日使用 12 小时，全年使用情况、用电情况如表 1 所示。

表 1 项目实施前某市区路灯系统用电情况

灯具数 (盏)	负荷量(千 伏安)	日均使用时 间(小时)	年使用日 数(日)	年用电量(万 千瓦时)	电价(元/ 千瓦时)	年电费 (万元)
29944	5525.7	12	365	2319.39	0.708	1642.13

注：表内数据根据路灯管理所所提供的项目实施报告书及验收报告摘录计算而来。

### 3. 灯具消耗

由于灯具约有 2/3 的时间是过电压使用，导致灯具使用寿命大大缩短，平均每年更换一次，每年灯具更换费用高达 300 万元（含灯泡、镇流器购置及相关开支）。

## 项目内容

### 1. 项目概况

使用 J-SAVER 系列照明专用节电器 156 台（单机容量 23~150 千伏安），对该市市区路灯的供电系统进行节电技术改造，以优化路灯灯具供电电源的质量、节约电量、减少路灯维护费用。

2003 年 7 月 18 日，某市路灯管理所与该市某电器有限公司签订了节能服务合同，开始实施路灯节电改造项目；同年 12 月 17 日，该项目通过验收。

### 2. 技术原理

该项目中使用的 J-SAVER 系列节电器是某电器有限公司自己开发、生产的。J-SAVER 系列节电器采用电磁平衡及铁磁控制技术，采用进口高性能电磁材料制造，具有运行安全可靠、使用寿命长、抑制谐波干扰等优点，于 2003 年被《奥运建筑工程材料及设备》评审委员会审核，符合《奥运建筑工程材料及设备》入选条件，向奥运建筑工程及全国重大建筑工程项目推荐使用，同年被某省科委、某省企业联合会、某省建材协会等部门确认为某省名优科技产品和某省重点工程建设指定名优产品。

J-SAVER 系列节电器适用于大面积、大功率的照明场合，如城市光亮工程、道路照明、公路隧道、商场超市、车站码头、工矿企业等照明、动力或混合负载中。当其应用于照明系统时，对照明系统的供电电源进行调节和净化，供给灯具以最经济合理的电压与电源，同时，补偿无功减少无功损耗，抑制外来谐波、浪涌的干扰，平衡三相负荷，稳定工作电压，减少各种损耗，使照明系统在满足照明服务的前提下，消费最少的电能。该系列节电器既能为客户节约大量的电费支出；又能延长灯具和用电设备的使用寿命，减少用户的维护费用。

该电磁型节电技术与电子型节电技术相比，能有效地克服传统电子型节电器

功率小、稳定性差、使用寿命短等弊端，具有运行稳定可靠，使用寿命长（正常使用超过 10 年），无谐波干扰，安装、调试简单，使用方便等优点；缺点是体积和重量较大。

J-SAVER 系列节电器已在道路、隧道、广场、车站、机场、商场、机关、学校、宾馆、娱乐场所、体育场馆、工业厂房等各种照明系统中使用，节电效果显著，运行稳定可靠。

### 项目实施后系统耗能情况

该项目的主要内容是 156 台 J-SAVER 系列照明专用节电器的安装。这 156 台节电器全部安装、调试完成并投入运行后，实现了 20% 以上的平均节电率。经过一段时间的运行，项目甲方邀请权威的检测机构对项目实施后的节电效果进行了检测，结论是：所使用的节电器中“最低节电率为 20%，最高节电率为 34%，平均节电率为 24.6%；设备工作稳定可靠，节电作用明显，价格合理，符合合同规定的各项技术要求，同意通过验收”。

项目实施后该市区路灯用电情况如表 2 所示。

表 2 项目实施后该市区路灯系统用电情况

灯具数 (盏)	负荷量(千 伏安)	日均使用时 间(小时)	年使用日 数(日)	年用电量(万 千瓦时)	电价(元/ 千瓦时)	年电费 (万元)
29944	5525.7	12	365	1748.82	0.708	1238.16

注：表内数据根据路灯管理所提供的路灯节能实施报告和验收报告摘录计算得来。

### 项目效益

#### 1. 年节能量及年节能效益

$$\begin{aligned} \text{年节电量} &= \text{项目实施前路灯系统年用电量} - \text{项目实施后路灯系统年用电量} \\ &= 2319.39 - 1748.82 \\ &= 570.57 \text{ 万千瓦时} \end{aligned}$$

按 0.708 元/千瓦时的路灯收费电价计，则年节电效益为：

$$\begin{aligned} \text{年节电效益} &= 570.57 \times 0.708 \\ &= 408.96 \text{ 万元} \end{aligned}$$

#### 2. 其它效果

由于使用 J-SAVER 系列节电器，优化了路灯供电电源的质量，可以延长路灯灯具的使用寿命，至少可以从原来每年更换一次灯具延长到 2 年更换一次，每年可节约灯具更换费用 150 万元。

### 投资情况

1. 合同额：276.2 万元；
2. 资金来源：市政经费；
3. 合同类型：节能效益分享型；
4. 项目简单投资回收期：0.68 年。