

**ENERGY PERFORMANCE
CONTRACTING CASES 2019**

合同能源管理优秀项目

2019 **案例集**

中国节能协会节能服务产业委员会

2019年12月





中国节能协会节能服务产业委员会

ESCO COMMITTEE OF CHINA ENERGY CONSERVATION ASSOCIATION

中国节能协会节能服务产业委员会（EMCA）于2003年12月经国家民政部批准成立，是在国家发展改革委、财政部、世界银行、全球环境基金的大力支持下，致力于推广“合同能源管理”市场化节能机制，培育并引领全国节能服务产业发展而成立的节能服务行业组织。

EMCA 长期与国家发展改革委能源研究所、国家节能中心、中国标准化研究院、中国质量认证中心、中国科学院人才交流开发中心、国际能源署、国际金融公司、中美能源合作项目、能源基金会、美国环保协会、美国劳伦斯伯克利国家实验室、美国太平洋西北国家实验室、美国节能联盟、德国国际合作机构、法国开发署、瑞士 TOP10 节能中心、瑞典环境科学研究院、芬兰能源俱乐部、亚太 ESCO 产业联盟、台湾 ESCO 公会、日本三井住友金融集团、浦发银行、华夏银行、盛京银行、北京银行、国网节能服务有限公司、国网电子商务有限公司、北京百瑞律师事务所、中标合信（北京）认证有限公司等机构保持着良好的合作关系。会员单位涵盖国有、民营、外资以及中外合资的节能服务公司 1200 多家。



立足六大公共服务平台 + 一个中心 引领、支持产业可持续发展



微信公众号 ID: emca20031230

联系方式:

电话: (8610) 636000181 63600015

传真: (8610) 63600459

网址: www.emca.cn

邮箱: emca@emca.cn

地址: 北京市西城区复兴门外大街 A2 号中化大厦 520 室



目 录

 第一篇 工业领域	5
冶金行业	6
天津荣程联合钢铁集团有限公司煤气综合利用工程	6
临沂中盛金属科技有限公司电机系统节能项目	12
化工行业	17
黄陵矿业煤矸石发电有限公司 2×300MW 机组大型电机增设高效变频节能装置项目	17
安徽华塑股份有限公司氯碱厂循环水系统整体优化节能改造项目	23
瓮福达州化工有限公司磷酸浓缩蒸汽余压利用项目	27
江苏奥克化学有限公司疏水阀改造节能项目	32
建材行业	36
萍乡利升科技有限公司天然气锅炉节能改造蒸汽托管项目	36
制造行业	41
北方特种能源集团西安庆华公司火工品生产区供热系统改造合同能源管理项目	41
天津立中集团压缩空气系统能源托管合同能源管理项目	49
 第二篇 建筑领域	54
公共机构	55
柳州市公安局空调节能控制改造合同能源管理项目	55
深圳机场航站楼照明系统节能改造项目	62
厦门市中医院空调照明节电改造合同能源管理项目	68
北京市阳光校园金太阳整体工程项目	77
青岛大学公共建筑节能改造项目	80
河南省人民医院建筑能耗总包项目	85

苏州璨鸿光电有限公司冰机房节能改造项目.....	89
商业建筑	96
天津一商股份有限公司友谊商厦供暖通风空调系统改造能源托管项目.....	96
中泰国际广场中央空调综合节能改造（二期）项目.....	105
上海外滩三号综合节能改造合同能源管理项目.....	112
中纺联合国际商贸城水蓄冷蓄热项目.....	119
工业建筑	123
中航锂电科技有限公司空调系统节能改造合同能源管理项目.....	123
开发晶照明（厦门）有限公司空调系统节能改造合同能源管理项目.....	128
 第三篇 公共设施领域	134
集中供热.....	135
新疆天富能源股份有限公司供热分公司集中供热工程节能改造合同能源管理项目.....	135
沧海新城燃气锅炉余热回收及消白烟项目.....	145
市政照明.....	151
宁波大榭开发区规划建设局路灯合同能源管理项目.....	151
银川市城市照明节能改造与智慧升级项目.....	155
其他公共设施.....	160
西气东输一线延川压气站燃机余热利用 1×7.5MW 发电项目.....	160

| 第一篇 | 工业领域

冶金行业

天津荣程联合钢铁集团有限公司煤气综合利用工程

一、项目名称

天津荣程联合钢铁集团有限公司煤气综合利用工程合同能源管理项目

二、项目业主

天津荣程联合钢铁集团有限公司是中国大型民营钢铁企业之一，总资产已达 94 亿元，具备了年产烧结矿 476 万吨、生铁 342 万吨、钢 316 万吨、材 226 万吨的综合生产能力。现有 1 座 25MW 中温中压煤气发电机组，高炉配有两台汽动鼓风机（鼓风机配套中温中压煤气锅炉蒸发量分别为 50t/h 和 100t/h），同时还有一部分高炉煤气和转炉煤气富余放散。

三、项目实施单位

四川点石能源股份有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

技术原理：将长流程钢铁生产过程中产生的富余焦炉、高炉或转炉煤气送入煤气锅炉燃烧，使煤气化学能转化为热能以产生蒸汽，蒸汽再通过汽轮机转化为发电机轴旋转的机械能，最后再通过发电机将机械能转化为电能。

适用领域：独立的焦化企业、长流程钢铁生产企业。

（二）节能改造具体内容

天津荣程联合钢铁集团富余煤气回收利用系统配置有 1 座 25MW 中温中压煤气发电机组，高炉配有两台汽动鼓风机（鼓风机配套中温中压煤气锅炉蒸发量

分别为 50t/h 和 100t/h)，同时还有一部分高炉煤气和转炉煤气富余放散。由于中温中压煤气发电及其它煤气用户的煤气使用效率都较低，加之还有一部分高炉煤气和转炉煤气富余放散，故综合高效清洁利用这些富余煤气对企业的降本增效十分必要。

本项目建设主要内容为：1×210t/h 超高温超高压煤气锅炉+1×65MW 中间一次再热凝汽式汽轮机+1×70MW 发电机组及公用配套公辅设施；为使 65MW 机组高效经济运行而实施的包括但不限于全厂所有热风炉、钢包和中间包烘烤器、转炉煤气极限回收及轧钢加热炉煤气节约的技改项目。

（三）项目实施情况

开工时间：2018 年 8 月 30 日。

并网发电时间：2019 年 7 月 19 日。

运行情况：项目自 2019 年 7 月 19 日并网发电以来，机组运行平稳，设备正常。煤气单耗、蒸汽单耗、各类介质单耗均到达设计要求。项目团队在日常管理工作中主要从安全责任意识、运行规范、机制建设、人员素质四个角度，对加强发电厂运行管理路径问题，从增强运行人员的安全责任意识提高专业技能、加强制度落地工作力度、完善运行管理规范、严格执行“两票四制”、加强文明卫生管理工作，制定可操作、可执行的文明卫生监督管理制度奖惩制度等方面着手，确保电站安全、稳定、经济运行。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

本项目实施前后煤气系统情况及主要参数如下表：

序号	工序	具体装备	改造措施	煤气消耗量 (Nm ³ /h)			净增加	
				改造前	改造后	节省量	功率 (kW)	年送电量 (万 kW·h)
1	炼铁工序	热风炉	智能控制 富氧 (或全氧) 燃烧	292832	264944	27888	9454	7139
2	转炉工序	3×120 吨转炉	CO 低浓度回收 技术	54541	59995	5454	3199	2559
3	轧钢工序	钢包、中间包	智能控制 富氧 (或全氧) 燃烧 黑体	11534	8074	3460	1994	1506
4		棒材加热炉		547	492	55	32	24
5		带钢加热炉		2525	2273	253	146	110
6		带钢 1 扎加热炉		38372	34535	3837	1301	982
7		带钢 2 扎加热炉		37235	33512	3724	1262	953
8		1#高线加热炉		15977	14379	1598	542	409
9		2#高线加热炉		22055	19850	2206	748	565
10		棒材		24506	22055	2451	831	627
11	现有中温	20T 锅炉	建成后停用	6548		6548	3773	3019
12	中压锅炉	25T 锅炉		4593		4593	2647	2117
13	设备及管 损	25MW 发电	停用、用于调峰	110843		110843	36310	24403
14		管损、放散	回收	8152		9152	2763	2087
总计				--	--	191750	65000	46500

高温超高压煤气发电机组设计气耗为 2.95Nm³/kW·h。

2. 节能量计算方法及项目年节能量

原 25MW 中温中压煤气发电机组年发电的送电量约 1.55 亿 kW·h，本项目实施后年送电量为 4.65 亿 kW·h，年新增送电量为 3.1 亿 kW·h，按折标系数 330gce/kW·h 计算，年节能量为 102300 吨标准煤。

(二) 年节能效益

本项目电价为 0.65 元/kW·h，年节能效益 2 亿元左右。

六、技术方案

1. 主机选型

本工程利用钢铁生产中伴生的剩余气体燃料，建设一套高温超高压煤气发电机组。

2. 主机型号及主要技术参数

主机设备主要技术参数如下：

(1) 锅炉

锅炉型号：G210/13.7-1 型锅炉

锅炉型式：超高温超高压参数汽包炉、自然循环、单炉膛、一次中间再热

最大连续蒸发量 (BMCR)	210t/h
过热器出口蒸汽压力 (表压)	13.7MPa
过热蒸汽温度	571℃
汽包压力 (表压)	15.3MPa
允许汽包超压压力 (表压)	16.0MPa
再热蒸汽 (与汽轮机 THA 工况对应)	
再热蒸汽流量	153.1t/h
再热蒸汽进/出口压力	2.82/2.68MPa
再热蒸汽进/出口温度	360.6/571℃
给水温度 (省煤器入口)	250.2℃
锅炉排烟温度 (空预器出口)	≤200℃
锅炉排烟温度 (煤加出口)	≤145℃

(2) 汽轮机

型号：N65-13.24/566/566

型式：超高温超高压、中间一次再热、单轴、双缸单排汽、凝汽式

额定参数：

功率	65 MW
主汽门前蒸汽压力	13.24 MPa.a
主汽门前蒸汽温度	566°C
主蒸汽流量	189.1t/h
再热蒸汽流量	153.1t/h
再热蒸汽进口压力	2.685 MPa.a
再热蒸汽进口温度	566°C
高压缸排汽压力	2.984 MPa.a
排汽压力	4.9kPa.a
冷却水温（设计水温）	20°C
给水回热级数（2高加+1除氧+4低加）	7级
额定转速	3000r/min

（3）发电机

型号：QF-70-2-10.5

额定功率	70MW
冷却方式	空内冷
额定功率因数	0.8
额定电压	10.5kV
额定转速	3000r/min

额定频率	50Hz
绝缘等级	F 级（按 B 级考核）

3. 设计条件

3.1 燃料特性

锅炉设计燃料为：高炉煤气+转炉煤气。

3.2 燃料工况

锅炉燃料设计工况为：高炉煤气 80%+转炉煤气 20%。

锅炉燃料校核工况为：高炉煤气 100%。

3.3 锅炉点火和启动用燃料

锅炉点火按液化石油气设计。锅炉点火装置，配套自动高能电子点火设备。

4. 辅机及其它公共系统

包括：热力系统、燃烧系统、燃料供应系统、烟气净化系统、电气及仪器仪表控制系统、供水系统、暖通及消防系统等。

七、商业模式

该项目采用节能效益分享型的合同能源管理模式，合同期限为 10 年。项目合同期内，节能服务公司负责本项目的运营，项目设备所有权归节能服务所有；项目合同期结束，项目资产无偿移交给用能单位。

八、投资额及融资渠道

本项目投资额共 2.3 亿元，其中 1.3 亿元为公司自有资金，1 亿元来自银行贷款。

临沂中盛金属科技有限公司电机系统节能项目

一、项目名称

临沂中盛金属科技有限公司电机系统节能合同能源管理项目

二、项目业主

临沂中盛金属科技有限公司

三、项目实施单位

北京动力源科技股份有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

交流变频调速是现代集电力电子、自动控制、微电子学和电机学等技术之精华的一项高新技术。它以其优异的调速性能、显著的节电效果和广泛的适用性而被公认是国际上应用最广、效率最高、最理想的电气传动方案。

交流变频调速技术是 90 年代迅速发展起来的一种新型电力传动调速技术，应用了先进的电力电子技术、计算机控制技术、现代通信技术和电气、电机拖动等综合性领域的学科技术，其技术和性能胜过其他任何一种调速方式，变频调速以其调速效率高，启动能耗低，调速范围宽，可实现无级调速，动态响应速度快，调速精度很高，操作简便，保护功能完善，易于实现生产工艺控制自动化，运行安全可靠、维修维护方便，安装场地条件比较灵活，应用范围广泛，使之成为企业采用电机节能方式的首选。

（二）节能改造具体内容

改造前高压风机都采用风门调节方式，能量损失较大，通过变频节能改造后能够产生较大的节能效益。

改造内容如下：

设备名称	设备参数	数量	拖动方式
矿槽除尘风机	1400kW/10kV	2	手动—拖—
喷煤主引风机	800 kW/10kV	2	手动—拖—
配料除尘风机	710 kW/10kV	1	手动—拖—
机尾除尘风机	1000 kW/10kV	2	手动—拖—
1#筛分除尘风机	315 kW/10kV	1	手动—拖—
2#筛分除尘风机	355 kW/10kV	1	手动—拖—
成品仓除尘风机	315 kW/10kV	1	手动—拖—
燃破除尘风机	315 kW/10kV	1	手动—拖—
助燃风机	500kW/10kV	3	手动—拖—
余热发电循环风机	1800kW/10kV	2	手动—拖—
精炼二次除尘风机	3200 kW/10kV	1	手动—拖—

（三）项目实施情况

本项目 2018 年 2 月开始建设，2018 年 5 月 21 日完成竣工验收，2018 年 7 月 25 日完成设备性能验收，基本达到设计标准。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

项目名称：电机变频改造项目（合同编号：39-03-17-002）

时间：2019.8.1（10:00）-2019.9.1（10:00）

设备名称	合同能源期	分享比例	额定功率 (KW)	本期变频运行时间 (h)	工频小时耗电量 Kw·h	工频月电量 Kw·h	倍率	起码	止码	变频器运行耗电量 (Kw·h)	节电量 (Kw·h)	节电效益 (元)	月不足600小时补足 (元)	合计 (元)
2#机尾除尘	第13期	0.8	1000	735.13	829.58	609849.15	3000	2484.38	2630.50	438360	171489.15			
成品仓除尘	第13期	0.8	315	743.37	252.78	187909.07	2000	1074.06	1129.49	110860	77049.07			
2#循环风机	第12期	0.8	1800	604.39	526.17	318011.89	4200	7583.89	7628.48	187278	130733.89			
1#喷煤主引风机	第13期	0.8	800	618.76	639.49	395690.83	2000	2324.36	2477.64	306560	89130.83			
2#喷煤主引风机	第13期	0.8	800	678.08	656.08	444874.73	2000	2301.06	2461.98	321840	123034.73			
1#机尾除尘	第14期	0.8	1000	610.53	852.92	520733.25	3000	2465.39	2586.38	362970	157763.25			
配料除尘	第14期	0.8	710	733.52	482.92	354231.48	3000	1265.8	1332.97	201510	152721.48			
燃破除尘	第14期	0.8	315	734.39	190.00	139534.10	2000	637.31	655.10	35580	103954.10			
1#筛分除尘	第14期	0.8	315	734.75	207.22	152254.90	2000	953.81	1005.94	104260	47994.90			
2#筛分除尘	第14期	0.8	355	734.03	243.89	179022.58	2000	1037.35	1095.03	115360	63662.58			
1#循环风机	第10期	0.8	1800	501.01	928.08	464977.36	4200	7143.53	7167.03	98700	366277.36			
4#矿槽除尘	第6期	0.8	1400	744.00	1317.50	980220.00	3000	4754.45	5082.83	985140	-4920.00			
汇总	—			8171.96	7126.63					3268418	1478891.34			

甲 方：临沂中盛金属科技有限公司
 经办人：[Signature]
 生产厂长：
 设备厂长：
 事业部负责人：

乙 方：北京动力源科技股份有限公司
 经办人：张海波
 审核人：邵国强



单台设备月实际节电量=（加装变频器前设备双方共同确认的工频小时耗电量—加装变频器后设备双方共同确认的变频小时耗电量）×当月变频器运行时间

单台设备月节电效益=单台设备每月节电量×电价

改造后1个月实测节电量为147.89万kW·h，全年预计节电1774.67万kW·h，按照电力折标系数330gce/kW·h，项目年节能量预计为5856吨标准煤。

（二）年节能效益

本合同电价为0.65元/kW·h（含税），节能效益分享期为五年。

本项目变频改造后，双方约定每日历月内设备运行时间不低于600小时，如果当月运行时间不足600小时，按600小时计算；如果当月运行时间超过600小时，按实际运行时间计算，年节能效益964万元。

六、技术方案

本项目拟对临沂新江泉金属材料科技有限公司17台高压风机电机进行改造，

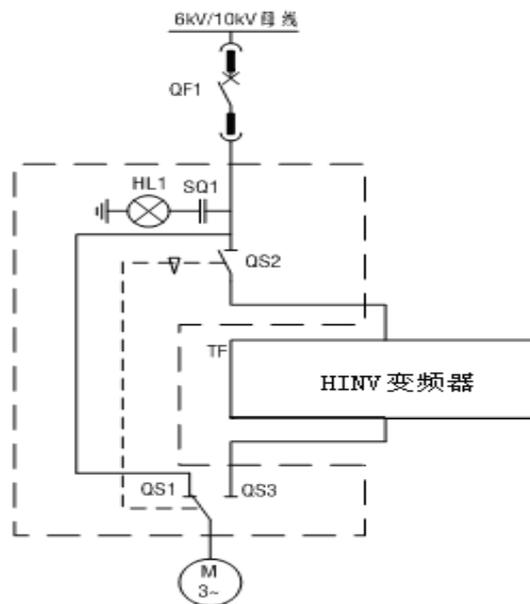
增加适配高压变频器，通过高压变频器调节风机电机，具体改造方案如下：

设备名称	设备参数	适配变频器	数量	拖动方式
矿槽除尘风机	1400kW/10kV	DHINV-10/115	2	手动一拖一
喷煤主引风机	800 kW/10kV	DHINV-10/80	2	手动一拖一
配料除尘风机	710 kW/10kV	DHINV-10/80	1	手动一拖一
机尾除尘风机	1000 kW/10kV	DHINV-10/80	2	手动一拖一
1#筛分除尘风机	315 kW/10kV	DHINV-10/40	1	手动一拖一
2#筛分除尘风机	355 kW/10kV	DHINV-10/40	1	手动一拖一
成品仓除尘风机	315 kW/10kV	DHINV-10/40	1	手动一拖一
燃破除尘风机	315 kW/10kV	DHINV-10/40	1	手动一拖一
助燃风机	500kW/10kV	DHINV-10/40	3	手动一拖一
余热发电循环风机	1800kW/10kV	DHINV-10/150	2	手动一拖一
精炼二次除尘风机	3200 kW/10kV	HINV-10/4500BAC	1	手动一拖一

一拖一手动旁路方案如下：

当变频器出现故障或检修时，手动将变频器切换到工频继续生产。其主电路

原理图如下：



一拖一手动旁路方案

注：TF 为用户图中等效变频系统。

变频系统旁路方案说明：

变频运行时：断开 QS₁，闭合 QS₂ 和 QS₃；

旁路运行时：断开 QS₂ 和 QS₃，闭合 QS₁；

10kV 电源经用户输入真空开关 QF₁，通过变频装置进线刀闸 QS₂ 到变频调速装置，变频装置输出经出线刀闸 QS₃ 送至电动机；10kV 电源还可以经旁路刀闸 QS₁ 直接起动电动机。变频装置的输出刀闸 QS₃ 和旁路刀闸 QS₁ 互相闭锁，即 QS₂ 和 QS₁ 不能同时闭合。

七、商业模式

该项目采用节能效益分享型合同能源管理模式，节能效益分享期为五年(60个月整)，具体的分期分享比例如下：节能效益分享期的第 1 个月至第 36 个月甲方分享 20%，乙方分享 80% 的节能效益；节能效益分享期的第 37 个月至第 48 个月甲方分享 45%、乙方分享 55 % 的节能效益；节能效益分享期的第 49 个月至第 60 个月甲方分享 50%、乙方分享 50 % 的节能效益；在合同期内，北京动力源科技股份有限公司负责设备安装、调试和工程施工，合同节能效益分享期满后，动力源可继续对改造项目设备提供有偿售后服务，有偿售后服务费用的收取方式与标准，届时由双方另行协商确定。

八、投资额及融资渠道

本项目投资概算预计为人民币玖佰万元，其中设备投资约 520 万元，工程施工及其他外配约 380 万元，全部由节能服务公司筹措。

化工行业

黄陵矿业煤矸石发电有限公司 2×300MW 机组大型电机增设高效变频节能装置项目

一、项目名称

黄陵矿业煤矸石发电有限公司 2×300MW 机组大型电机（锅炉 A 侧一、二次风机）增设高效变频节能装置合同能源管理项目

二、项目业主

黄陵矿业煤矸石发电有限公司始建于 1989 年 9 月，现已成为煤、电、路、建筑建材、生态农业等产业多元互补、循环发展的大型现代能源化工企业。公司现有：四对矿井，总产能 1550 万吨；总装机容量 730MW 的煤矸石电厂；年运输能力 2000 万吨、长 50 公里的铁路专用线；年产 1 亿块粉煤灰制砖厂和参股建设的 100 万吨粉煤灰水泥项目；正在筹建 2×660MW 燃煤电厂。目前公司总资产 300 亿元，员工 8528 人。

三、项目实施单位

广州智光节能有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

从流体力学的原理得知，使用感应电动机驱动的风机、水泵负载，轴功率 P 与流量 Q ，扬程 H 的关系为： $P \propto Q \times H$

当电动机的转速由 n_1 变化到 n_2 时， Q 、 H 、 P 与转速的关系如下：

$$Q_2 = Q_1 \times \frac{n_2}{n_1}$$

$$H_2 = H_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

$$P_2 = P_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3$$

可见流量 Q 和电机的转速 n 是成正比关系的，而所需的轴功率 P 与转速的立方成正比关系。所以当需要 80% 的额定流量时，通过调节电机的转速至额定转速的 80%，即调节频率到 40Hz 即可，这时所需功率将仅为原来的 51.2%。

如图 1，从风机、水泵的运行曲线图来分析采用变频调速后的节能效果。

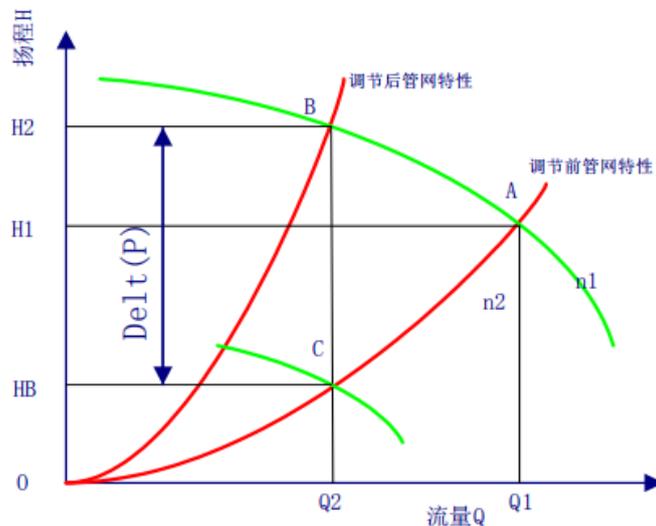


图 1 风机、水泵的运行曲线图

当所需风量、流量从 Q_1 减小到 Q_2 时，如果采用调节阀门的办法，管网阻力将会增加，管网特性曲线上移，系统的运行工况点从 A 点变到新的运行工况点 B 点运行，所需轴功率 P_2 与面积 $H_2 \times Q_2$ 成正比；如果采用调速控制方式，风机、水泵转速由 n_1 下降到 n_2 ，其管网特性并不发生改变，但风机、水泵的特性曲线将下移，因此其运行工况点 A 点移至 C 点。此时所需轴功率 P_3 与面积 $H_B \times Q_2$ 成正比。从理论上分析，所节约的轴功率 $\text{Delt}(P)$ 与 $(H_2 - H_B) \times$

(C-B) 的面积成正比。

考虑减速后效率下降和调速装置的附加损耗，通过实践的统计，风机泵类通过调速控制可以节能降耗。

(二) 节能改造具体内容

改造前黄陵煤矸石发电有限公司单台机组配备 2 台一次风机、2 台二次风机，一次、二次风机皆采用液力偶合器进行调节。一次、二次风机的额定容量按机组 MCR 的 1.1 倍选取，配备的电动机在额定工况下运行才有最经济的运行效率，而实际上即便在机组 ECR 负荷下，电动机也会偏离最佳工作点，效率下降而产生额外的电功率损失。

并且在液偶调速方式下，泵轮与电机的转速始终是恒定的，利用泵轮和涡轮之间的腔室工作油的充满度来调节一次风机的转速，所以是间接液压滑差调速，一次风机轴功率的变化在电动机侧并不遵循“泵与风机的比率定律”，电动机额外产生了功率损耗。

本次改造内容是将#1、#2 机组 A 侧一、二次风机原液力偶合器拆除，电动机前移，加工联轴器连接电动机和风机，通过一、二次风机电动机配备的高压变频器，调节电动机频率控制一、二次风机转速，总体改造内容包括加工新增联轴器、油路系统改造、油泵电源控制系统改造、DCS 组态修改、现场系统的布置方式改造。

(三) 项目实施情况

项目于 2018 年 5 月 31 日开始进行风机变频改造，2018 年 11 月 14 日竣工。竣工以来，改造后的一次、二次风机运行正常、稳定，风机变频改造项目实现了立项预期。1#机组年运行时间按 5589 小时；2#机组年运行时间按 6381 小时，

年节能量可达 1189.56 万 kW·h。

五、项目年节能量及年节能效益

(一) 年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

负荷 (MW)	一次风机改造前耗 电量 (kW·h)	二次风机改造前耗 电量 (kW·h)	负荷 (MW)	一次风机改 造后节能率	二次风机改 造后节能率
150	1578.195	766.434	150	32.30%	41.96%
160	1606.118	853.779	165	32.15%	40.67%
170	1634.264	942.144	180	32.00%	39.38%
180	1662.633	1031.529	195	31.51%	36.92%
190	1686.005	1092.134	210	31.02%	34.47%
200	1709.537	1153.398	225	30.03%	32.35%
210	1733.230	1215.320	240	29.04%	30.23%
220	1755.311	1275.884	255	27.85%	28.57%
230	1777.531	1337.082	270	26.67%	26.91%
240	1799.890	1398.915	285	26.28%	25.70%
250	1886.735	1430.935	300	25.90%	24.50%
260	1974.471	1463.234			
270	2063.099	1495.811			
280	2097.562	1568.444			
290	2132.082	1641.813			
300	2166.959	1715.918			

2. 节能量计算方法及项目年节能量

节电量：节电量为项目改造前耗电量（改造前基准电量乘以机组运行时间）减去项目改造后耗电量（通过安装电度表读取），再减去新增设备耗电量。

①改造前基准电量：改造后机组平均负荷[发电量/（机组额定功率×机组运行时间）]对应上表中的基准电耗。

②新增设备耗电量：改造后新增辅助设备由于功率较小，可以按照辅助设备额定功率的 0.75 计算。

项目年节能量：1189.56 万 kW·h。

折标准煤为：1189.56 万 kW·h×3.30tce/万·kW·h=3925.55tce

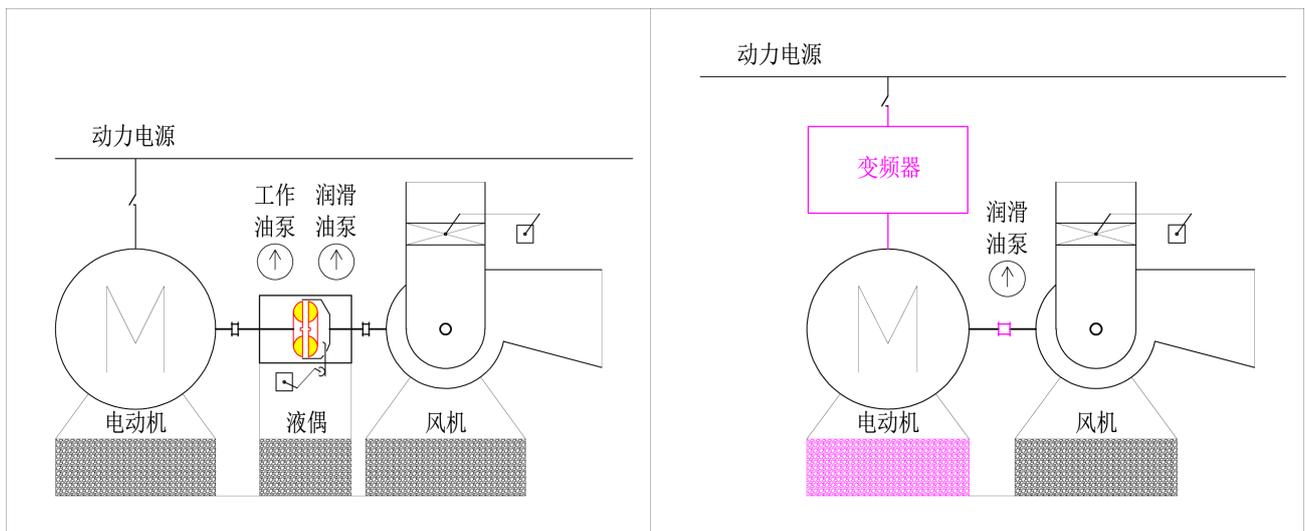
（二）年节能效益

年节能效益：1189.56 万 kW·h×0.26 元/千瓦时=309.29 万元。

电价：电价 0.26 元/千瓦时，电价不作调整，固定不变。

六、技术方案

将#1、#2 机组 A 侧一、二次风机原液力偶合器拆除，电动机前移，加工联轴器连接电动机和风机，通过一、二次风机电动机配备的高压变频器，调节电动机频率控制一、二次风机转速，总体改造内容包括加工新增联轴器、油路系统改造、油泵电源控制系统改造、DCS 组态修改、现场系统的布置方式改造，改造示意图如下：



1. 为#1、#2 机组 A 侧 2 台一次风机电动机各自增加一台 Zinvert-A6H4500/06Y 高压变频器，2 台二次风机电动机各自增加一台 Zinvert-A5H3500/06Y 高压变频器；

2. 拆除#1、#2 机组 A 侧 2 台一次、二次风机原液力偶合器，每台一次、二次风机新增润滑油站（设计两台油泵，电源从 A、B 段各自取，一用一备），保证

改造后一次、二次风机润滑油系统稳定、安全。

3. 破拆后新建电动机基础；
4. 电动机移近风机；
5. 为电动机和风机新配制联轴器。

七、商业模式

项目采用节能效益分享型合同能源管理模式实施，合同期 60 个月。在节能效益分享期内，节能服务公司（乙方）和用能单位（甲方）共同分享节能效益。第 1 至 24 个月，甲方分享 10%，乙方分享 90%；第 25 至 36 个月，甲方分享 20%，乙方分享 80%；第 37 至 48 个月，甲方分享 30%，乙方分享 70%；第 49 个月之后，甲方分享 70%，乙方分享 30%。

该项目节能效益分享期结束后，项目财产的所有权无偿转让给用能单位，且用能单位享有项目后续全部节能效益。

八、投资额及融资渠道

该项目总投资 804.88 万元，由节能服务公司使用自有资金投资。

安徽华塑股份有限公司氯碱厂循环水系统整体优化节能改造项目

一、项目名称

安徽华塑股份有限公司氯碱厂循环水系统整体优化节能改造项目

二、项目业主

安徽华塑股份有限公司地处国务院确立的皖江经济带,主厂区占地 390 公顷,具有年产 100 万吨聚氯乙烯、140 万吨电石、76 万吨烧碱、250 万吨电石渣制水泥的能力。氯碱厂循环水系统,供给 VCM、烧碱、PVC 三个车间使用,设计流量 25000m³/h。

三、项目实施单位

西安格睿能源动力科技有限公司

四、案例内容

(一) 技术原理及使用领域

“一种循环冷却水系统的整体优化技术”(专利号: 201410058809)是以大型敞开式工业循环水系统为整改对象,将整个循环水系统中的装置,换热器、管网、冷却塔、机泵阀门及调控策略等五个方面作为统一的有机体进行系统优化。在确保系统安全的前提下,提升系统运行的整体性能,同时实现节能降耗。该专利技术目前已经用于中石化、中海油、地方龙头企业等大型炼油、化工企业单位,取得良好的节电效益。

(二) 节能改造具体内容

改造前系统存在:

1. 机泵效率低;
2. 系统回水流阻大;

3. 自动调节阀门多，存在压力波动；
4. 极端工况供水温度高；
5. 水量分配不合理等问题。

通过定制高效水泵，水泵额定工况扬程 48 米，8000m/h

释放回水流阻，增加变频设备稳压，增加水池温度监控，调整风机叶片角度，合理调节换热器流量，优化流量分配等工作，将系统压差控制到 30 米 H₂O，在保证系统换热器流量的前提下，节能率做到 23.1%，月度节电量达到 105 万 kW·h。

（三）项目实施情况

项目自签订合同之日起，于 2019 年 2 月 15 日开始进入工程施工阶段，烧碱自动阀已经安装完毕，并投入正常运行；带压开孔和安装检测仪表已安装完毕，并正常投入使用，三台大泵一台小泵已经施工完毕，并正常投入使用，2019 年 10 月改造工作基本完成。目前正在执行节能分享期，进行技术服务阶段，目前平均月度节能量达到 105 万 kW·h，预期全年节能量 1024 万 kW·h，超过合同预期目标 724 万 kW·h/年。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前系统（设备）用能情况及用能参数

改造前四台大泵额定扬程 54.3 米、流量 7700m/h，配套电机功率 1600kW。一台小泵，额定扬程 55 米、流量 3500m/h，配套电机功率 800kW。系统年耗电量 5352.26 万 kW·h。

2. 节电量计算方法及项目年节电量（吨标准煤）

改造后的节电量按月计算，月节电量计算如下：

月节电量=改造前对应月基础耗电量-改造后月实际耗电量+新增装置月用水量×0.2440度/吨(吨水耗电量)-因甲方更换风机叶片前后节能的电量

或:

月节电量=改造前对应月基础耗电量-改造后月实际耗电量-停运装置月用水量×0.2440度/吨(吨水耗电量)-因甲方更换风机叶片前后节能的电量

因甲方更换风机叶片前后节能的电量=(更换风机叶片前风机小时耗电量-更换风机叶片后小时耗电量)×风机运行时间×开台数

年节能量:合同约定年节电量不少于724万kW·h(实际预计超过1000万kW·h,折合标准煤2389.2吨)。

(二) 年节能效益

合同约定按照电价0.5元/kW·h进行结算,年节电效益为362万元。

六、技术方案

1. 水泵效率优化

根据系统运行的压力与整个循环水系统实际所需的流量,开发专有技术“基于三维CAD-CFD联合的叶片泵整体优化技术”,设计并加工制造高性能循环水泵,其效率可达88%以上。

2. 系统流阻优化

以系统运行性能最优为原则,对流量和系统管网阻力建模分析,去除不合理流阻,得到总管网阻力及最优循环水量,进而确定每台水泵的最佳扬程和流量。

3. 增加变频调速系统,解决水泵配级问题

利用高压变频技术,可以通过改变水泵转速,调整水泵流量,使水泵供出的流量和系统需要的流量相匹配,达到降低能耗的目的。

4. 供水温度优化

调整风叶角度，通过系统塔热平衡调整，优化供水温度，提高换热器换热效果。

5. 系统水量合理化分配

采用带压开孔方式，在换热器进口阀后和出口阀前加装压力和温度监测仪表。合同期内，定期对换热器实际运行规律统计，并向甲方提供换热器运行报表。具体统计数据包括：工艺出口温度、循环水进出口温度、循环水进出口压力、换热器流量和换热器运行性能预测，具体需加装监测仪表的换热器在合同签订后甲乙双方共同确定。

七、商业模式

项目采用节能效益分享型的合同能源管理模式，节能服务公司（乙方）全额提供设备和服务，后期产生的节能效益双方按比例分成，项目的合同期是五年，1-3 年甲方分享比 20%、乙方分享比 80%，4-5 年甲方分享比 40%、乙方分享比 60%。

八、投资额和融资渠道

项目投资额 704 万元，为节能服务公司全额投资。

瓮福达州化工有限公司磷酸浓缩蒸汽余压利用项目

一、项目名称

瓮福达州化工有限责任公司磷酸浓缩蒸汽余压利用项目

二、项目业主

瓮福达州化工有限责任公司成立于 2008 年 12 月，注册资本为 12 亿元人民币，坐落于四川达州经开区内，占地 3000 余亩，总投资 50 亿元。现有磷酸二铵装置三套，装置关键设备从法国引进，采用二水法 R-P 双槽工艺和美国霍尼韦尔公司 TDC3000 集散控制系统，装置技术处于国内先进水平。现有 3 套磷酸浓缩装置运行，约 150t/h 的 $0.55\pm 0.03\text{MPa (a)}$ 、 $185\pm 10^\circ\text{C}$ 的蒸汽通过 3 台减压阀后，降至 0.21MPa(a) 、 122°C 后送至各浓缩置。

三、项目实施单位

安徽节源环保科技有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

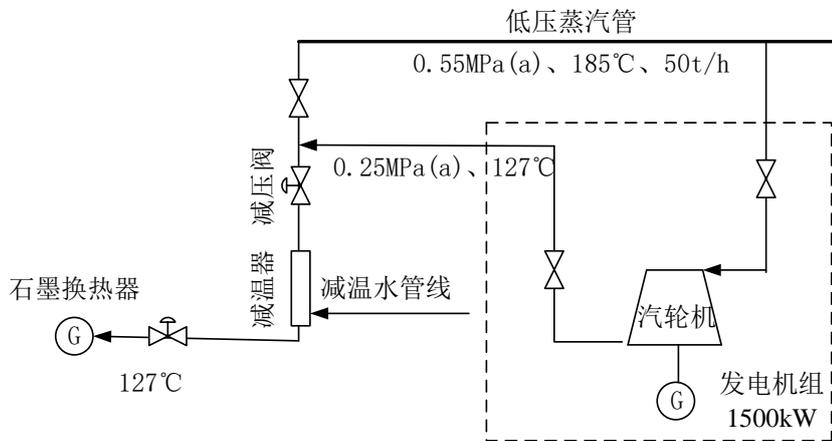
蒸汽通过减压阀进行减压的过程中，会白白损失大量的做功能力，所以一般在中高压蒸汽减压到中低压蒸汽领域中，均会采用汽轮机组进行回收该部分能量。但是在磷酸生产过程中， $0.4\text{-}0.6\text{MPa}$ 左右的低压蒸汽再减压到 $0.1\text{-}0.2\text{MPa}$ ，却很少有效利用该部分压力能，一方面是以前设备的能效比太低，另一方面是生产企业怕影响正常生产。通过系统性的摸索、考察和设计，本项目成功将背压汽轮发电机组应用在磷酸生产领域。

（二）节能改造具体内容

瓮福达州化工有 3 套磷酸浓缩系统装置，低压蒸汽没有利用，白白浪费；根

据现场情况，本项目设置 3 套余热发电机组，每套最大进汽量为 55t/h、额定为 50t/h 蒸汽推动 1500kW 的汽轮机组，额定功率 1280kW，额定排气温度为 127°C。

正常生产期间 50t/h、185°C、0.55MPa 蒸汽通过单台汽轮机做功后，以 127°C、0.25MPa 蒸汽状态进入原减温减压器前的低压蒸汽管，经减压后，以合适的蒸汽状态通入磷酸浓缩换热器，当换热器阻力上升时，通过调节减压阀来调节蒸汽压力，做到稳定生产；经汽轮机停运时通过调节阀恢复到原有供汽状态，同时汽轮机进出口蒸汽阀门关闭，以便汽轮机检查、检修。



单套浓缩装置蒸气管道改造流程图

（三）项目实施情况

节能服务公司自 2017 年初开始进行商务对接，前期为客户提供免费节能诊断、项目设计，最终确定以合同能源管理模式进行全额投资建设。项目于 2017 年 9 月开工建设，2018 年 4 月竣工，目前运行稳定，每两个月结算一次。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

瓮福达州化工有 3 套磷酸浓缩系统装置，低压蒸汽没有利用，白白浪费；低压蒸汽主要参数如下表示。

热源	进汽参数	排汽要求	蒸汽流量变化情况
磷酸浓缩（3台）	0.55MPa(a),185°C	0.21MPa(a),122°C	单台 42-55 t/h

根据现场情况，本项目设置 3 套余热发电机组，每套最大进汽量为 55t/h、额定为 50t/h 蒸汽推动 1500kW 的汽轮机组,额定功率 1280kW，额定排气温度为 127°C。

2. 节能量计算方法及项目年节能量

改造后全年发电量为 2764.8 万 kW·h，自用电及其他费用按总发电量的 20% 计，即全年供电量为 2211.84 万 kW·h，每 kW·h 折标准煤 0.33kg，则项目全年节能量为 7299.072tce。

（二）年节能效益

该项目合同电价为 0.41 元/kW·h，扣除自用电等费用后，年节能效益 906.8544 万元。

六、技术方案

1. 主机方案

本项目采用 3 套汽轮发电机组回收 3 套磷酸浓缩装置蒸汽余热余压。

1) 汽轮机组设计选型

根据现场情况，本项目设置 3 套余热发电机组，每套最大进汽量为 55t/h、额定为 50t/h 蒸汽推动 1500kW 的汽轮机组,额定功率 1280kW，额定排气温度为 127°C。

2) 蒸汽管道流程设计

正常生产期间 50t/h、185°C、0.55MPa 蒸汽通过单台汽轮机做功后，以 127°C、0.25MPa 蒸汽状态进入原减温减压器前的低压蒸汽管，经减压后，以合适的蒸汽状态通入磷酸浓缩换热器，当换热器阻力上升时，通过调节减压阀来调节蒸汽压

力，做到稳定生产；经汽轮机停运时通过调节阀恢复到原有供汽状态，同时汽轮机进出口蒸汽阀门关闭，以便汽轮机检查、检修。汽轮机排汽管线按 DN500 设计。

3) 发电机并网设计

本项目选用 10kV 异步发电机组，考虑到各高压配电室的容量，并满足电力就近消耗而不上网至其他高压配电室，将 3 台磷酸浓缩发电机（装机容量为 4800kW，额定功率为 3840kW）并入高压配电室备用开关柜，通过自动并网装置接入 10kV 母线。

2. 装机方案

结合蒸汽现状，建议选用背压汽轮发电机组 B1.5-0.55/0.25，参数如下表所示。

汽轮发电机组主要参数

序号	项目	单位	参数
1	汽轮机额定功率	kW	1500
2	发电机额定功率	kW	1600
3	蒸汽压力	MPa	0.55 ± 0.03 (a)
4	进汽温度	°C	185±10
5	额定进汽量	t/h	50
6	最大进汽量	t/h	55
7	排汽压力	MPa	0.25 (a)
8	排汽温度	°C	127
9	发电机电压	kV	10
10	额定转速	r/min	3000
11	旋转方向		从汽轮机端看顺时针
12	冷却方式		水冷
13	调节系统		Woodward505

3. 工程设计指标

本项目利用现有的 3 套磷酸浓缩装置蒸汽余热余压用于推动异步电机发电，项目的工程设计指标如下：

	单台机组	三台合计	备注
发电机额定容量	1600kW	4800kW	
有效利用小时数	7200h/年	7200h/年	

小时发电量	1280kW	3840kW	平均负荷
年发电量	921.6 万 kW·h	2764.8 万 kW·h	
自用电率	≤3.3%	≤3.3%	
年供电量	891.2 万 kW·h	2673.6 万 kW·h	
蒸汽量	1t/h	3t/h	新增
年用蒸汽量	0.72 万 t	2.16 万 t	

七、商业模式

本项目采用节能效益分享型的合同能源管理模式，合同期为 49 个月，节能效益分享比例为：用能单位/节能服务公司=20%/80%，在合同期内，设备所有权及运营维护属于节能服务公司。

八、投资额及融资渠道

本项目投资额共 2470.77 万元，其中均为节能服务公司自有资金。

江苏奥克化学有限公司疏水阀改造节能项目

一、项目名称

江苏奥克化学有限公司疏水阀改造节能项目

二、项目业主

江苏奥克化学有限公司两台换热器 E213、E504 换热器上所用蒸汽疏水阀，原采用传统机械式疏水阀，用于自动排出凝结水。该疏水阀在生产运行时存在蒸汽泄露情况（部分蒸汽随冷凝水一起排出），蒸汽浪费情况比较严重。

三、项目实施单位

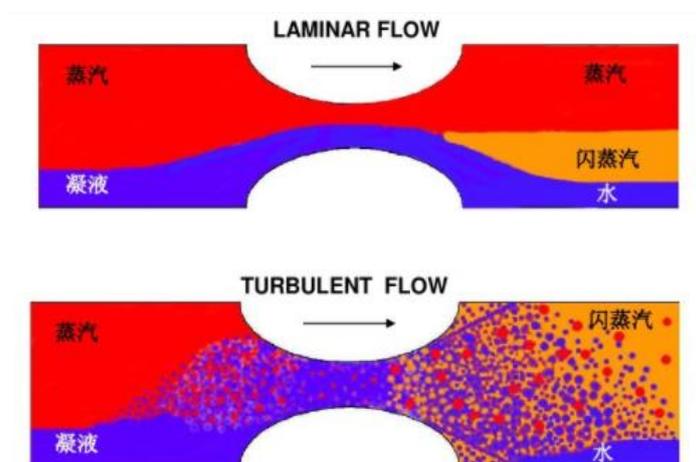
江苏惠泽润尔能源科技有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

STEAMLOC 文丘里式疏水器原理为利用蒸汽和水的密度差，通过高密度的冷凝水将低密度的蒸汽挤开，优先排出凝结水，并在阀的另一端产生闪蒸汽，形成反向压力，从而保证阀两端压力的平衡，排出冷凝水而阻止蒸汽损失。

从层流到湍流闪蒸蒸汽的扩散情况见下图：



（二）节能改造具体内容

江苏奥克化学有限公司两台换热器 E213、E504 换热器上所用蒸汽疏水阀，原采用传统机械式疏水阀，用于自动排出凝结水。该疏水阀在生产运行时存在蒸汽泄露情况（部分蒸汽随冷凝水一起排出），蒸汽浪费情况比较严重。

将 E213、E504 换热器原用机械式疏水阀更换为两台 STEAMLOC 文丘里式疏水器后，两台换热器蒸汽用量同改造前相比明显减少，疏水器位置再无蒸汽泄露情况，且无需日常维护，系统运行稳定。连接方式为法兰连接。

鉴于上述情况，分别将 E-213 及 E-504 后原疏水器 ST-2101 及 ST-5051 更换为 STEAMLOC 文丘里蒸汽锁，项目周期预计 3 个月。

（三）项目实施情况

项目实施时间为 2018 年 1 月-2018 年 3 月，于 2018 年 7 月 25 日竣工，项目稳定运行。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

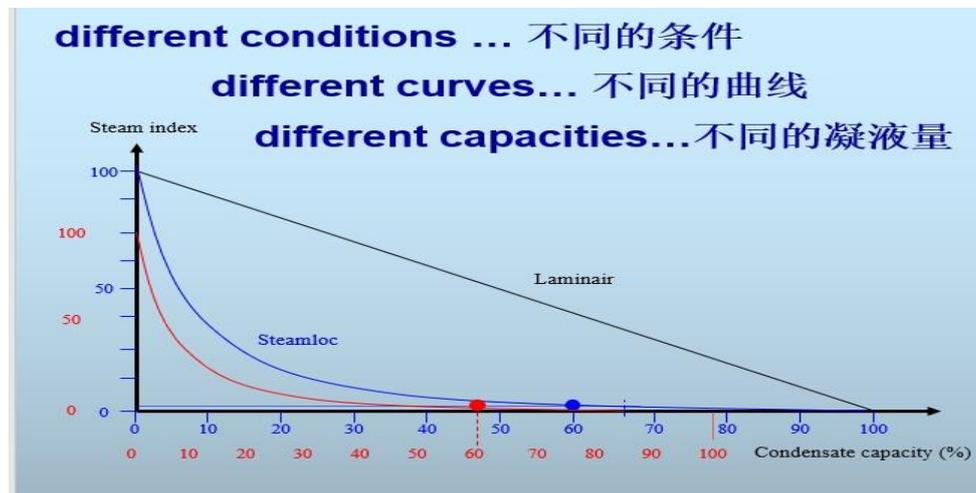
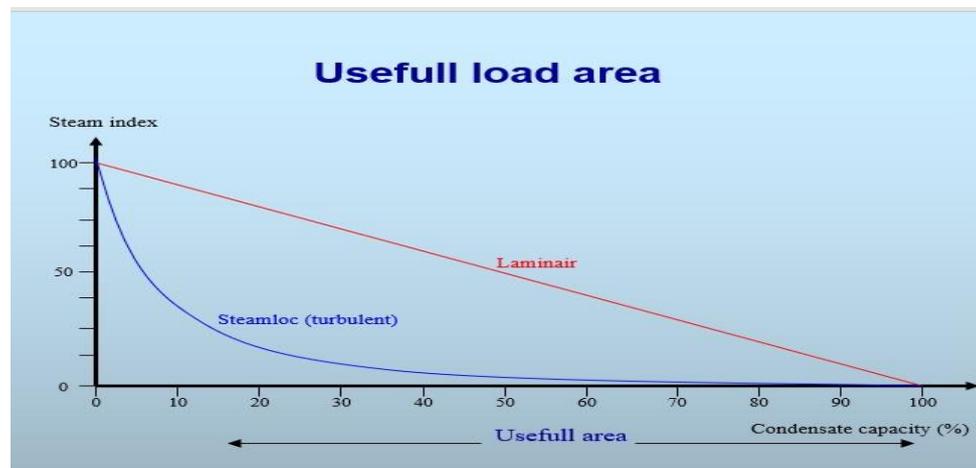
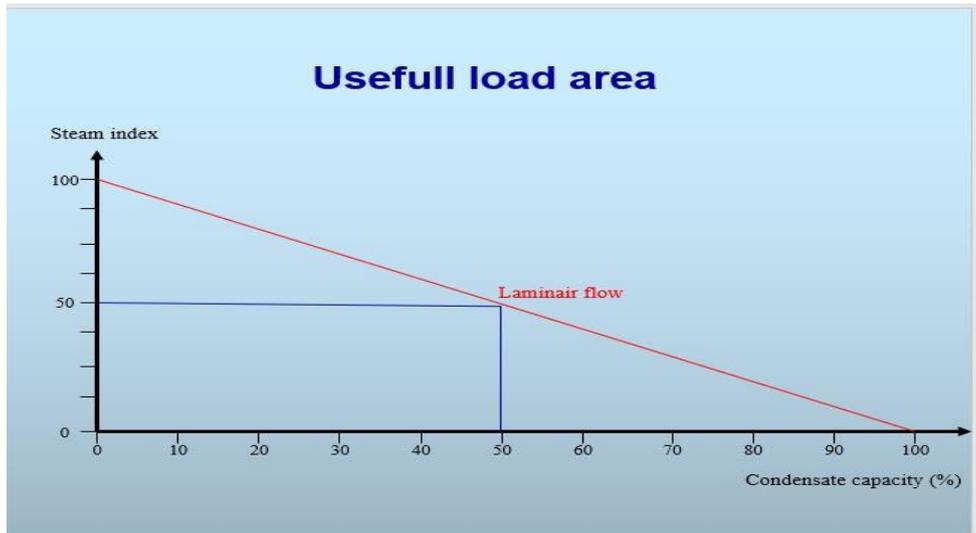
改造前 E213 蒸汽用量 5.44t/h，E504 蒸汽用量 2.82t/h；改造后年节约蒸汽 9280t，折标准煤 880.37tce。

（二）年节能效益

年节约蒸汽 9280t，该公司目前外购蒸汽价格 180 元/吨，每年节约 167 万元。

六、技术方案

STEAMLOC 文丘里式蒸汽锁的工作时其范围调整见以下各图，其合适孔径及弧度设计，使得其工作范围可以在一定的区域内自动运行阻汽功能，使得其运行简单，性能好，易于操作。



STEAMLOC 文丘里式蒸汽锁的结构

STEAMLOC 文丘里式蒸汽锁材质选择不锈钢，根据原疏水阀使用地点的蒸汽压力、温度、汽量等参数设计文丘里式蒸汽锁的内孔径及喇叭口弧度的精确设计，使得蒸汽锁能够很好的起到阻汽疏水功能，同时避免蒸汽锁运行时的侵蚀，

其喇叭口设计在套管内，在生产负荷有变化时，改变喇叭口即可，改造投资小，简单易行。下图为工艺生产中的蒸汽管线中使用的 STEAMLOC 文丘里式蒸汽锁。



七、商业模式

节能效益分享的比例各 50%，第六年全部移交用能单位。

节能效益分享比例如下：

年限	节能公司（惠泽能源）	客户方（奥克化学）
第一年	50%	50%
第二年	50%	50%
第三年	50%	50%
第四年	50%	50%
第五年	50%	50%
第六年	移交	100%

八、投资额及融资渠道

本项目投资额共 66 万元，全部节能服务公司自筹。

建材行业

萍乡利升科技有限公司天然气锅炉节能改造蒸汽托管项目

一、项目名称

萍乡利升科技有限公司天然气锅炉节能改造蒸汽托管合同能源管理项目

二、项目业主

萍乡市利升科技有限公司位于江西省萍乡市湘东区陶瓷产业基地，隶属于竹木加工行业。该企业生产线回水温度为 70 摄氏度，需求蒸汽压力 0.5MPa，整体运行 24 小时不停机。原有一台 6 吨天然气锅炉，排烟温度 160 摄氏度，天然气能耗在 92.44 立方/蒸吨蒸汽，蒸汽干度平均约 90%左右。该地区没有氮氧化物排放硬指标，天然气锅炉未做检测。

三、项目实施单位

浙江鼎坤能源科技有限公司（原名浙江蓝鼎节能科技有限公司）。

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

贯流式蒸汽热源机通过加热软化水的方式，使水快速变成蒸汽，可用于印染、化工、医药、冶炼、包装、洗涤、供暖、食品等各个需要使用蒸汽热能的行业。

（二）节能改造具体内容

由于天然气锅炉内部设计与制造的问题，从锅炉的能耗、安全运行，每年的年检等情况来分析，建议采用模块化的贯流式蒸汽热源机，以提高锅炉的单台运行负荷率：从 60%提高至 95%，热效率从 95%提升至 95%。

贯流式蒸汽热源机能够实现低氮排放，符合 30mg/Nm³以下的国家排放标准。

贯流式蒸汽热源机含水量低于 30 升，为非特种设备，不需年检，安全运行，根据企业用能情况，产品满足企业蒸汽压力需求，排烟温度降低至 60 摄氏度，蒸汽干度达 95%以上。能够将燃料成本降低至 75 Nm³/蒸吨。

（三）项目实施情况

项目签订日期：2018 年 11 月 15 日，生产周期：75 天（不含安装周期）；

实际到货时间：2018 年 12 月 6 日；

项目安装竣工时间：2019 年 12 月 10 日。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

项目	改造前数值	改造后数值
蒸汽压力 (Mpa)	0.5	0.6
回水温度	70	70
水容积	>1000L	<30L
产气时间 (min)	60	5
热效率	85%	95%
负荷率	60%	95%
氮氧化物 (mg/Nm ³)	未知	22
排烟温度 (°C)	160	70
蒸汽干度	90%	95%
能耗 (Nm ³ /蒸吨)	92.66	74.03

2. 节能量计算方法及项目年节能量

节能量通过以下公式计算：（技改前每蒸吨蒸汽消耗天然气数-技改后每蒸吨蒸汽消耗天然气数）×年蒸汽用量×标准煤系数=年节能量（kgce）

下表为技改后天然气工况确认：

序号	抄录日期	蒸汽读数	天然气读数	水表读数	每吨蒸汽用量
1	2018.11.7	55.5	5942.82	57	104.26
2	2018.11.8	78.8	7534.98	82	91.89
3	2018.11.9	76.8	7190.04	78	92.18

4	2018.11.10	89.8	7863.31	91	86.41
5	2018.11.11	84	7653.39	87	87.97
6	2018.11.12	71	6806.71	73	93.27
合计		455.4	42995.25	468	
确认值		94.41		78	92.66
单位蒸气耗用燃料	天然气用量 42995.25 Nm ³ ÷进水总量 468 吨 =92.66 Nm ³ /吨。 年用蒸汽量不少于 25000 吨			确认签字：	
蒸气用量折算	最大用气量高峰时段		7 蒸吨/小时		
	平时每小时最大用气量		6 蒸吨/小时		

结合上述技改后能耗确认，年蒸汽用量约为 4.5 万吨（按实际情况结算），年节能量计算公式为：

$$(92.66-74.03) \times 45000 \times 1.33 = 1115005.5 \text{ (kgce)} = 1115 \text{ (tce)}$$

年节能量约 1115 吨标准煤。

（二）年节能效益

燃料为管道天然气（热值不低于 8500 大卡/Nm³），燃料价格以当地管网公司天然气挂牌价格为基准价格，目前为 3.07 元人民币/立方。价格波动（上涨或下降），真气结算价格调整幅度按天然气价格调整幅度上下条恒，具体价格以协商为准。

节能效益分享：按技改前天然气每蒸吨实际用量减去技改后天然气每蒸吨实际用量，所节约的天然气进行分享，分享比例为甲方（用能企业）40%，乙方（鼎坤能源）60%。即甲方 40% 为 16.58 元/蒸吨，乙方 60% 为 24.87 元进行分享。

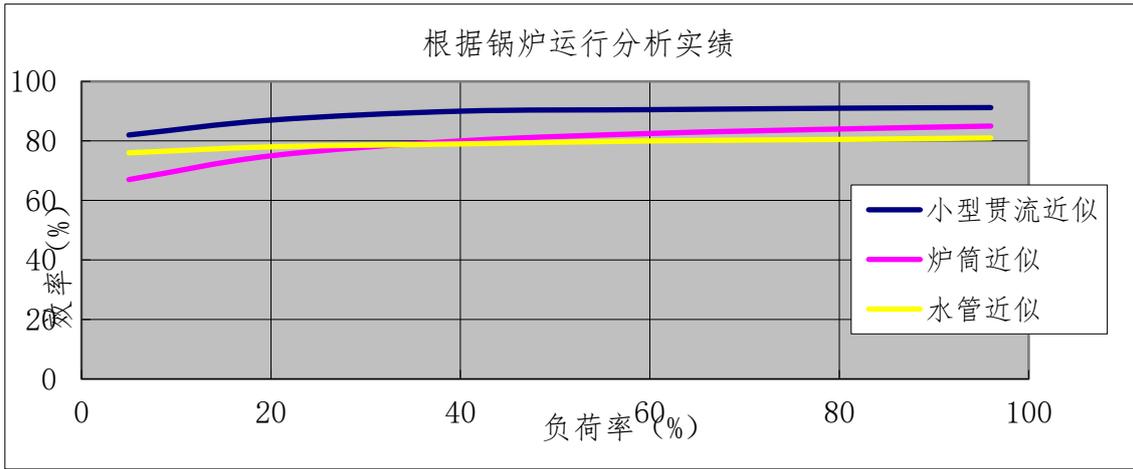
该蒸汽最终结算价格为 $75 \times 3.07 + 24.87 = 255.12$ 元/蒸吨结算（实际价格根据天然气上下浮动）。根据年用气量，最终年收益在 $255.12 \times 45000 = 1616$ 万元。

六、技术方案

1. 贯流式蒸汽热源机与改造前普通天然气锅炉情况对比

对比内容	贯流式蒸汽热源机	改造前普通蒸汽锅炉
水容积	<30L	>1000L
安全性	安全-不属于特种设备监管范围，水容积小，没有爆炸风险。	有安全隐患，属于国家特种设备 监管范围，由于水容量大，一旦爆炸，危险系数很大。
排烟温度	采用了特殊的从供水、汽化到蒸发全过程专利技术，烟囱排烟温度 70 度左右，充分吸收热能。	烟囱排烟温度超过 160 度以上，设备未配置余热回收装置。（安装预热回收装置后烟囱排烟温度一般在 110---150 度）
热效率	始终保持热能效高达 95% 以上。	热效率最多达到 85% 左右。
模块化	可根据用户蒸汽的需求增设多台机组并联运行集中控制系统。还可分区域布置及在线控制，随开随供，减少管道损耗提高蒸汽热能利用率。	由于是特种设备，无法分开运行，无法调节负荷，运行效率一般较低，甚至低于 50% 以下，运行成本大。
产蒸汽时间	蒸发器从启动到供应，管道出口处满足压力的蒸汽只需 5 分钟，节约预热费用和时间。蒸汽温度可控可调、蒸汽压力自动调节控制，节能自己掌握。	普通锅炉一般需要提前开机一小时左右把水烧开产生蒸汽
锅炉房要求	无要求-可放置楼顶、地下室、用蒸汽的设备边上，福鼎机组可以就地摆放，因此可以避免管道传输损耗	常规蒸气锅炉不能与生产设备一起摆放，因此会产生很大的管道传输损耗，专用锅炉房，不能放楼顶、地下室，占地面积大
安装要求	免报装-按常规机电设备安装，接通水、电气、燃料即可调试使用	需要特种设备安装资质的公司安装，安装前需要到质监局告知备案，安装后需验收合格后才能使用。
管理人员要求	无需专人管理、节省人工费用	国家强制要求有持证司炉工值班，一般需 2~3 人
设备年检	无需年检	每年定期年检
环保排放	专利燃烧技术、排烟温度低、NO 含量低于国家最低标准。	常规燃烧、排烟温度高、NO 含量高。
燃料成本	低：省天然气高达 15%---30%	高
远程监控服务	利用物联网+技术在线监控、跟踪蒸发器运行状况、用能情况分析；机组配有计算机集中管理通讯接口、方便实现运行报表打印、《贯流式蒸汽发生器》运行参数存档	无

2. 贯式贯流式蒸汽热源机、水管式锅炉、普通天然气锅炉



生产负荷率与锅炉运行效率的关系

改造前天然气锅炉平均负荷率在 60%，该情况下能耗为 83%，根据市场实测，采用贯流式蒸汽热源机的热效率比天然气锅炉提高 5%~7%。



七、商业模式

该项目采用能源费用托管型模式，以“先投资，再收益”为合作理念，将整个热能系统托管维护，为企业提供良好的运行服务，也为节能服务公司规模化运作提供商业基础。

八、投资额及融资渠道

本项目投资额 250 万，由节能服务公司全额投资。

制造行业

北方特种能源集团西安庆华公司火工品生产区供热系统改造合同能源管理项目

一、项目名称

北方特种能源集团有限公司西安庆华公司火工品生产区供热系统改造合同能源管理项目

二、项目业主

西安庆华公司始建于 1953 年，是国家“一五”时期 156 个重点建设项目之一，注册资本为 10578 万元，资产总额达 14 亿元，占地面积 290 万平方米，现有员工 2500 余名，其中各类工程技术人员 500 余名。地处陕西省西安市灞桥区田洪正街一号，主要经营火工品、热电池等军品的生产业务。2010 年底，按照兵器工业集团战略部署，庆华公司重组并入北方特种能源集团有限公司，军品板块更名为“北方特种能源集团西安庆华公司”。

三、项目实施单位

北京北方节能环保有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

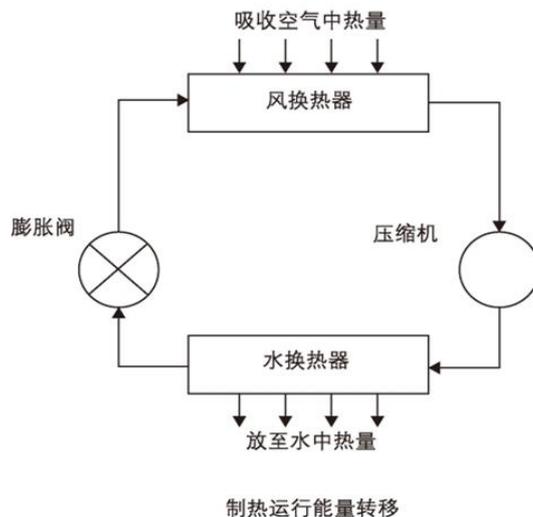
结合现有能源品种，从减少投资的角度和用户实际情况出发，拟采用超低温空气源热泵分散改造的方式对有需求的建筑物进行采暖、生活热水改造，具备施工条件的相邻建筑可共用一套热泵系统进行改造。依据各采暖建筑物分布、外部供热管道布置及现场综合因素等情况，目前考虑需建造超低温空气源热泵采暖系

统 29 套,空气源热泵生活热水系统 18 套,各系统最终划分情况或根据安全要求、施工难度等有所调整。根据企业研讨结果,对非药品烘干工艺拟采用电蒸汽发生器进行分散式改造,末端制热工艺不发生改变;药品烘干工艺采用电热水发生器进行改造(401-1 烘干间采用水浴烘箱进行改造),末端散热管路及设备进行适应性替代改造。目前考虑需建造直接电加热供热系统 14 个,系统设备就近各生产用汽工房动力间主供气管道布置,系统建造于室外,需搭建简易防雨棚。

(二) 节能改造具体内容

1. 采暖系统改造

►分析原有燃煤锅炉换热站供回水温度参数,采用能效比更高一级的超低温空气源热水机组,可利用电能驱动,将室外低品位的热能提升至 60°C(最高可达 65°C),与末端散热系统的采暖热源设计温度相符,末端采用热水暖气片的工房室内不用改造,极大程度的减少改造成本及施工周期。空气源热泵机组在制热运行时,液态制冷剂在风换热器中气化,吸收空气中的热量,低温低压的气态制冷机经压缩机压缩后变为高温高压气体送至水换热器。由于制冷剂的温度高于水温度。制冷机从气体冷却为液体,液体制冷剂经膨胀阀节流后进入风换热器中,低压液态制冷剂再次气化,完成一次循环。在这个循环过程中,随着制冷剂状态的变动,实现了热量从空气侧向水侧的转移。相比纯电加热的方案,采用低温空气源热泵可节能 50~75%以上。



➤采用空气源热泵热源系统分散式布置，系统靠近采暖建筑物建造，邻近建筑可共建一套系统，不需要利用原有供热管网，解决了供热管网热损失严重、维护成本高、采暖末端效果差等诸多问题。

➤对各建筑分系统采暖，可根据各建筑用途单独调节机组运行负荷，在非生产时间段可适当降低机组负荷，保证工房采暖满足 5~10°C 的不冻结温度，极大程度上减少采暖运行费用。

2. 生活热水系统改造

原有生活热水系统采用蒸汽直混式的传统换热方式，热效率差。因企业浴室较为散热，为保证各个车间的生活热水，非采暖季整个蒸汽管网仍需全部投用，浪费极大。使用空气源热泵生活热水机组生产 55/60°C 热水，可直接供应工艺澡堂生活热水，降低大温差供能造成的热量损失。

3. 分散式小规模生产用热系统改造

根据企业火工区小规模生产用热现状，热源主要用于各车间药品生产及产品存贮过程中的热烘干工艺，大多为间歇性使用，并且各热能使用车间用汽时间段、用气量均不一样，电蒸汽发生器、电热水炉及防爆水浴烘箱正好为小型供热设备，

可根据各车间具体的热能使用负荷配置机组，随开随用，开机后几分钟即可满足生产工艺用热需求，彻底避免非生产时间段机组运行造成的热能浪费。并设置备用机组，全面保障军工生产。

（三）项目实施情况

该项目于 2018 年 6 月签订合同，2018 年 7 月进入现场施工，至 2018 年 11 月竣工并投入运行。共建造空气源热泵采暖系统 28 套、空气源热泵冷暖双供系统 1 套、生活热水系统 18 套，生产蒸汽供应系统 11 套、高温热水供应系统 3 套。安装空气源热泵冷暖型机组 73 台，空气源热泵生活热水机组 26 台，蒸汽发生器 29 台，高温热水发生器 6 台。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前能耗

根据企业改造前近三年（2015 年、2016 年、2017 年）燃煤锅炉的能源消耗量并取平均值：年平均耗煤量 20975 t，年平均耗电量 3150000 kW·h。

因企业统计数据包括厂内的火工品生产区及厂外的生活福利区两个区域的供热，此次改造仅涉及火工品生产区 35 个建筑物采暖、15 个生活热水工房热水改造、14 个生产用热工房用汽改造。

根据本项目改造区域的供暖面积、建筑物采暖耗热量指标等数据分析计算，厂内火工品生产区 35 个建筑物采暖、15 个生活热水工房热水和 14 个生产用热负荷占总供负荷的 32.5%，故核算基准均按统计数据的 32.5%进行折算。

改造前能源消耗量：

$$\text{燃煤消耗量} = 20975 \times 32.5\% = 6816.88 \text{t}$$

电消耗量=315×32.5%=102.38 万 kW·h

折标准煤为 4869.3+102.38×3.3=5207.154tce

2. 改造后能耗

经过 2018 年 11 月 15 日-2019 年 11 月 14 日的实际运行，火工区供热系统耗电量为 600 万 kW·h。

改造前能源消耗量：

电消耗量=600 万 kW·h×3.3 =1980 万 tce

综上，项目实施后，年节能量为：5207.15-1980=3227.15tce

(二) 年节能效益

1. 原燃煤锅炉供热系统运行费用

因 2018 年 10 月 30 日因燃煤锅炉关停，故导致 2018 年锅炉用煤等数据下降。所以用 2016 和 2017 年平均量进行核算。

	用水量（吨）	用电量（度）	用煤量（吨）	软水（吨）
2016	194057	3010000	22217	194057
2017	234292	3290000	19733	187523
平均值	214175	3150000	20975	190790

费用支出合计后，燃煤锅炉每年支出费用为 3165.1 万元，按照 32.5%折算后为 1028.66 万元。

2. 供热系统改造后运行费用

费用支出合计后，项目实施后每年支出费用为 495.59 万元。

综上，项目实施后，年节能效益为：1028.66-495.59=533.07 万元。

六、技术方案

1. 采暖系统改造

本着充分利用现有条件的原则选取超低温空气源热水机组作为工房采暖的

热源，机组出水温度为 60/50 度，满足末端热水散热器采暖要求，部分采用蒸汽散热器建筑需对室内散热系统进行改造。

各采暖建筑在满足耗热量需求的情况下，选取多台机组并联的供热方式，既可根据室外温度调节机组开启率，减少用电负荷，还可增加系统可靠性，若有机组维修或损坏时，另外几台机组仍可继续运转，保证工房基本采暖需求。

同时，考虑部分采暖系统较小，为避免系统频繁启动，对主机数量为 3 台以下的采暖系统管路中串联一个的蓄热水箱，满足系统的平稳运行要求，同时此蓄热水箱可作为备用热源；采暖系统同时配置两台循环水泵，一用一备；

由于企业采用自备井作为水源，水质较硬，因此采暖补水系统设置全自动连续供水软水器、软化水箱及补水定压措施。

系统中水箱采用成品保温不锈钢水箱，保温性能良好，温降控制在 2°C 以内。

2. 生活热水系统改造

本着充分利用现有条件的原则选取低温空气源热水机组，机组运行环境温度应满足西安地区全年温度变化范围 (-12.8~41.8)，出水温度为 60/50 度。

由于企业采用自备井作为水源，水质较硬，因此生活热水补水系统设置硅磷晶软水器、既满足机组运行需求，也能够提供适合洗浴的水质。

系统中设置足够容积的生活热水水箱，利用夜间谷电开启热泵机组生产 55°C 热水存于水箱中，供白天使用，采用成品保温不锈钢水箱，保温性能良好，温降控制在 2°C 以内。

由于生活热水机组大多工作于夜间温度较低时段，为使制水温度达到洗浴要求，机组内部应增加电辅助加热装置，满足冬季寒冷工况下的制热需求(45°C)及压缩机系统故障时的检修需要。

3. 生产用热系统改造

由于企业采用自备井作为水源，水质较硬，因此补水系统设置软水器，保证机组安全可靠运行。

各工房生产用汽点均由动力间主管道分支路引入，蒸汽发生器机组可放置在动力间就近位置，其它废除的用汽点供汽支管设应置截止阀关闭供汽。

通过对冷凝水、蒸汽、锅炉给水、水源水样和管网系统工况分析，冷凝水 pH 在 5.4~6.0 之间，呈黑褐色、铁锈杂质较多，总铁质量浓度大于 3mg/L（电蒸汽发生器标准要求小于 0.3mg/L），判断为蒸汽系统中的 CO₂ 溶于冷凝水中形成 H₂CO₃，腐蚀金属材料，是造成回水水质差的主要原因，高的铁离子浓度，会同二价金属钙镁一样在锅炉中堆积成垢，形成的氧化铁水垢，会引起垢下腐蚀发生，垢层的传热效率与炉管的传热效率相差很大，会缩短电蒸汽发生器寿命或引起爆管危险。为了避免直排冷凝水造成的能源浪费，对于集中冷凝水回收系统通常采用传统的化学药剂法提高蒸汽管网中的冷凝水 pH，通过在蒸汽出口投加皮膜胺和挥发性氨的方式，在回水管线内成膜或提高回水的 pH，来阻断腐蚀的发生，以提高回水水质，使之达到回用标准。在采用化学处理后，水质有很大改善，显著降低了蒸汽管网的腐蚀。

由于厂区生产用汽系统布置分散，统一处理难度较大，为了回收的冷凝水水质稳定，可在各冷凝水回收系统末端，可安装一套有效的除铁锰水处理装置或经过沉淀池（凝结水箱）后再次利用。

七、商业模式

项目采用合同能源管理节能效益分享型商业模式，节能服务公司负责项目设计评审、设备采购、安装工程等全部项目费用，合同能源管理效益分享期 5 年。

合同能源管理效益分享期内节能公司分享项目收益合计 2691.36 万元，用能企业分享节能收益合计 590.79 万元，合同能源管理分享期后节能收益全部归企业所有，质保期（5 年）内节能服务公司负责无偿维修正常使用损坏的设备。全寿命期内企业分享总节能收益 5185.80 万元。

八、投资额及融资渠道

均为节能服务公司自有资金。

天津立中集团压缩空气系统能源托管合同能源管理项目

一、项目名称

天津立中集团压缩空气系统能源托管与合同能源管理（BOL+合同能源管理）
综合节能服务项目

二、项目业主

天津立中集团股份有限公司成立于 1984 年，是一家专业研发、制造铸造铝合金、变形铝合金、微纳米级功能母合金、智能金属模具、汽车铝合金车轮和自动化冶金装备的跨国集团公司，产品主要应用于汽车、高铁、电力电子、航天航空、船舶、军工等领域。2005 年，立中集团旗下的立中车轮公司在新加坡交易所主板上市。2015 年销售收入超 150 亿元，是国内最大的汽车铝合金车轮制造企业之一。

三、项目实施单位

爱景节能科技（上海）有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

技术原理：

1. 工业物联网+节能：通过工业物联网对压缩空气系统中设备运行参数、工况变化等数据进行采集，上传至云平台，通过云平台对数据进行大数据分析和智能管理，实现空压站 24h 监测与预测报警，使空压站供气压力在 $\pm 0.01\text{MPa}$ 最小压力带运行。

2. 设备定制：根据项目用气特点，定制超高效机型；根据后处理需求，采用

定制后处理设备（过滤器、冷干机、吸干机），大量减少气耗与压损，改善循环冷却系统水质，降低排气温度，提升压缩空气系统的整体能效。

3. 基于云平台的精益运维：以数据为驱动，精细化管理企业能耗；对标管理，预防性维护泄露及排气异常，减少泄漏点；根据足量的历史数据采集、专家数据库建立、历史运行规律，根据生产规律变化对设备的运行进行自动调整。

适用领域：纺织、冶金、轮毂等各行业工厂压缩空气系统。

（二）节能改造具体内容

立中集团空压站原有 10 台空压机，8 开 2 备。母管压力 6bar，部分压缩空气经冷干机干燥后使用。



空压站改前系统流程图

1. 空压机系统改前存在的问题

（1）设备能效低：空压站空压机限于出厂时技术因素，设备均为三级能效产品，能耗很高。

（2）常开设备均为工频机，无容调设备，可能会出现开七台设备气量不够，开八台设备气量多余的现象，存在能源浪费。

（3）保养工作量大，并且费用高。

(4) 压缩空气系统无智能控制装置，空压机的启停与轮换需要人工调整。

2. 节能改造内容

(1) 新增 6 台 AT 系列空压机；(2) 新增定制后处理系统；(3) 增加空压机联控系统；(4) 增设云服务平台。

3. 节能改造后取得效果

完成空压系统改造后，取得 25%以上的节能率，后续在运行过程中进一步挖掘节能潜力，优化运行，又取得 14%的节能率。

参照《压缩空气站能效分级指南 T/CGMA 033001-2018》，选取 2019 年 5 月 15 日当天检测计量数据，进行压缩空气站综合输功效率、压缩空气站输功效率测算。测试当天室外平均温度为 26℃，压缩空气站综合输功效率测算为 66.98%，对照《压缩空气站能效分级指南 T/CGMA033001-2018》表 1-压缩空气站能效等级（供气压力露点 $\geq 3^{\circ}\text{C}$ ），得出项目空压站能效等级优于 1 级标准 61%。

(三) 项目实施情况

本项目于 2017 年 11 月 1 日开工，于 2017 年 11 月 21 日完工，截止 2019 年底已稳定运行 2 年。

五、项目年节能量及年节能效益

(一) 年节能量

空压站节能项目改造完成后，产气量单耗降低到 0.0921kWh/m³，年节电约 359.84 万 kWh，项目节能量为 1187 吨标准煤。

后续运行过程中，节能服务公司通过管理和运行优化等手段进一步挖掘节能潜力，二次挖潜后年节电量为 49 万 kWh，这部分年节能量为 161 吨标准煤。

项目总年节能量为 1348 吨标准煤。

（二）年节能效益

年节能效益 295 万元。

六、技术方案

通过对车轮压缩空气系统设备状态、管道布置网络、生产工艺的数据掌握以及其他相关数据，经整理和调研，掌握了压缩空气系统的基本用能情况。并制定改造方案与措施：

1. 根据现场配电电缆、排气管、循环冷却水管、余热回收循环油管的位置及大小，定制相类似外形布局的节能空压机，采用逐一替换的方式，在不影响生产用气的前提下进行节能改造。

2. 定制 ATT3000 机型 220kW 两级压缩空压机 6 台，额定排气压力 7bar，额定排气量 50m³/min；其中两台为永磁变频高效电机，可实现系统排气量的整体无级调节，4 台工频电机选用 YE3 系统高效电机，电机效率均高于 96%；剩余原有空压机部分能效较好的作为备机保留，待新设备维保时开启。

3. 空压站内将所有的排污系统拆除，定制、新建一套自动化集中排污系统，包含但不限于节能排污装置、自动化控制装置、数据分析装置，实现空压站内气体损失降低 90%以上。

4. 将原微热式吸干机全部拆除，定制、新建若干套节能型吸干机，在不低于原有露点的前提下，最大化减少设备气损，减少一定幅度吸干机设备能耗。

5. 将原压缩空气管网实施系统性泄露检测，对存在的泄露点及不合适的排污点进行堵漏改造。

6. 采用定制增压设备，将原吸干机后的气体压力提升至 0.8Mpa，以满足生产工艺需求。

7. 项目实施时，对立中车轮全厂压缩空气管道逐级排查检漏，发现泄漏点及时标记补漏。

8. 若车间用气量增大，后期根据实际需要增加节能空压机数量。

七、商业模式

本项目采用能源费用托管型与合同能源管理的综合模式。合同期为 5 年，合同期内节能服务公司负责项目的运营维护。合同期内，节能服务公司按照约定气价为用能单位提供生产所需压缩空气。

八、投资额及融资渠道

本项目投资额约 600 万元，全部为节能服务公司自有资金。

| 第二篇 | 建筑领域

公共机构

柳州市公安局空调节能控制改造合同能源管理项目

一、项目名称

柳州市公安局空调节能控制改造合同能源管理项目

二、项目业主

柳州市公安局位于柳州市学院路与桂柳路交叉处，于 2016 年投入使用。总建筑面积约 8 万 m²（其中地下室约 1.2 万 m²），包含主楼、南楼、北楼、服务南楼、服务北楼和报告厅共 6 栋建筑。

本项目建立的柳州市公安局空调集成优化管理控制系统，可实现柳州市公安局从办公大院→建筑→房间的 VRV 空调、风冷热泵空调、空调末端设备运行优化及精细化管理控制。通过对柳州公安局空调系统进行综合节能控制改造，以绿色运维的管理思路和互联网+的技术手段相结合，实现空调系统全自动化运行监测和管理，在保障空调舒适性基础上，有效降低空调能耗，使所改造空调系统达到全年总电耗下降 20.5% 以上的总体目标。

三、项目实施单位

广州远正智能科技股份有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

技术原理：中央空调节能集成优化管理控制系统采用自主研发的荣获 2013 年度广东省专利金奖和第十五届中国专利优秀奖的 i-MEC 专利技术，将科学管理理念(M)、设备优化(E)和先进的控制技术(C)有机融合，实现中央空调冷源能效

优化控制、末端精细化管理控制及区域建筑群中央空调集中监控，实现中央空调系统的高效节能运行。

1) 冷源能效优化控制：采用物联网技术以及强化学习、SVM、深度神经网络等预测与控制技术，通过对中央空调冷源系统所有运行参数采集和能效分析，依据室外气象参数及冷负荷的动态变化，对制冷主机、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、各类阀门进行自动优化控制与调节，在保证冷量按需供应和末端舒适性的前提下，实现了冷源系统节能、高效、可靠运行。

2) 末端精细化管理控制：采用物联网技术以及强化学习、SVM、深度神经网络等预测与控制技术，通过对供冷范围内所有独立空间的空调参数和状态实时检测，依据人体热舒适性原理及室外气象参数实时状态，对所有空调机、风机盘管、新风机等空调末端设备进行联网控制与调节，动态调节各末端设备运行参数，实现了数量庞大、位置分散的末端设备全自动、精细化管理控制。

3) 中央空调系统集中监控管理：采用互联网、物联网等多网络数据传输技术，以及多协议转换技术，实现从城市→区域→建筑→房间的多层次中央空调集中监管及节能优化控制。

适用领域：适用于各类有中央空调节能需求的行政办公建筑、科教建筑、医疗建筑、商业建筑、酒店建筑、场馆建筑、交通建筑、通信建筑等公共建筑，以及电子信息业、汽车制造业、精密制造业、生物医药业等工业建筑。

（二）节能改造具体内容

本次节能改造主要从空调设备的自动启停控制、室内温度优化设定、设备故障诊断和能耗统计分析等方面着手，搭建柳州市公安局空调集成优化管理控制系统，实现空调系统高效节能、安全可靠运行。

1. 空调自动启停控制

根据室外气候条件、工作日/非工作日、工作时间/非工作时间、加班及执勤安排等方面实现空调自动控制，大幅度降低空调管理人员工作量，提高管理者工作效率，同时也使节能最大化。

2. 空调温度自动设定

根据气候补偿、人体舒适性理论、室内温度分布情况、特殊区域温度补偿等方面实现空调温度自动、合理设定，最终达到节能且舒适的目的。

3. 空调设备智能诊断

查清 VRV（多联机）空调系统室外机、室内机通信对应关系，通过通信手段实现设备故障报警、操作日志、运行日志、维护保养提示等功能，从而实现空调设备智能诊断。

4. 设备能效监测及能耗统计分析

根据建筑功能、运行设备等方面的能耗分类实现对设备能耗统计、分析及对比，进一步挖掘空调的节能潜力。

（三）项目实施情况

项目开工时间：2018 年 12 月 15 日

项目竣工时间：2018 年 12 月 29 日

项目实施过程包括招投标阶段及项目建设期、节能效益分享期。2018 年 12 月完成项目招投标工作，确定中标单位；2018 年 12 月 7 日双方签订合同能源管理合同；2018 年 12 月 29 日项目通过验收并确定节能效益分享期，节能效益分享期从 2019 年 1 月 1 日至 2026 年 12 月共 8 年，期间双方按约定比例共同分享节能效益，并由节能服务公司提供运行管理、售后维护等。

项目实施完成后至今已运行近 11 个月，并达到了预期效果。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

柳州市公安局为近年新建项目，从 2016 年开始逐步投入使用，2016 年全年耗电量约 825 万 kW·h；2017 年全年耗电量约 962.68 万 kW·h。根据第三方检测机构广西大学设计研究院民用建筑能效测评中心核算得出舒适性空调能耗基准即改造前空调系统电耗 487.8236 万 kW·h。

2. 节能量计算方法及项目年节能量

根据第三方检测机构广西大学设计研究院民用建筑能效测评中心按测量算法及账单分析法，核定改造前空调系统电耗 487.8236 万 kW·h，改造后电耗为 333.8615 万 kW·h，改造节电量为 153.962 万 kW·h，折合 477.28 吨标准煤，综合节电率为 31.56%。

（二）年节能效益

根据第三方检测机构广西大学设计研究院民用建筑能效测评中心核定，改造后节电量为 153.962 万 kW·h，按电价 1 元/kW·h，年节能效益 153 万元。

六、技术方案

1. 改造前存在的问题

柳州市公安局空调系统主要包括多联机空调机组和风冷热泵机组，多联机空调为室内舒适性区域空气内循环提供冷/热源，风冷热泵主要用于处理新风。多联机空调机组安装较为灵活，无需专人管理，但同时也容易造成空调漏关的浪费现象；多联机空调俗称“一拖多”，室外机为变频节能运行，名义工况下能效比一般为 3.2 左右，部分负荷下能效比可达 5.6，节能潜力显著。风冷热泵机组名义工况下能效比一般为 3.2 左右，由于风冷热泵机组主要为新风机提供冷/热源，因此，通过科学合理设置运行参数，可有效提高系统整体运行能效，节能潜力较大。柳

州市公安局空调系统数量庞大，用电功率大，作为柳州公安局最大的耗能系统设施之一，进行空调系统节能控制改造对降低整个建筑能耗具有立杆显影的效果。

通过对柳州市公安局空调系统的现场考察以及提供的相关能耗数据统计资料，对公安局空调系统运行管理及能源消耗进行整体分析，发现由于缺乏相匹配的空调自动化管理控制系统，公安局空调系统的运行缺乏有效的管控手段，具有较大的节能潜力，各栋建筑均采用多联机空调及风冷热泵+新风柜系统，空调系统主要存在一些共性问题，整体表现如下：

（1）多联机空调系统主要存在问题

问题一：多联机空调系统设备多、安装分散，而且室外机和室内机对应关系复杂，难以理清。由于缺乏配套的空调监控系统，为了保障室内每个空调房间的用冷需求，室外机往往只能保持 24 小时运行状态，难以实现按需供冷，存在较大的浪费。

问题二：空调房间的温度由办公室工作人员自由设置，缺乏统一监控手段，无法根据季节气候变化和室外天气温度变化自动调节最舒适的室内温度设定值。

问题三：缺乏空调设备维护保养的智能化管理及空调用电计量，不利于空调系统的长期运行维护和空调节能潜力的挖掘。

（2）风冷热泵机组运行管理主要存在问题

问题一：除报告大厅外所有空调新风机组及落地风柜均采用模块式风冷冷水（热泵）机组提供冷源，目前的运行管理手段尚未融合先进的优化控制理念，无法实现精细化的优化管理，无法对空调运行参数进行自动优化控制，风冷热泵机组的效率尚未充分发挥。

问题二：风冷热泵机组的开启和停止需要工作人员现场操作，设备分布较为分散，若同一时间多个系统需要开启，工作人员只能提前开启空调，造成能源浪

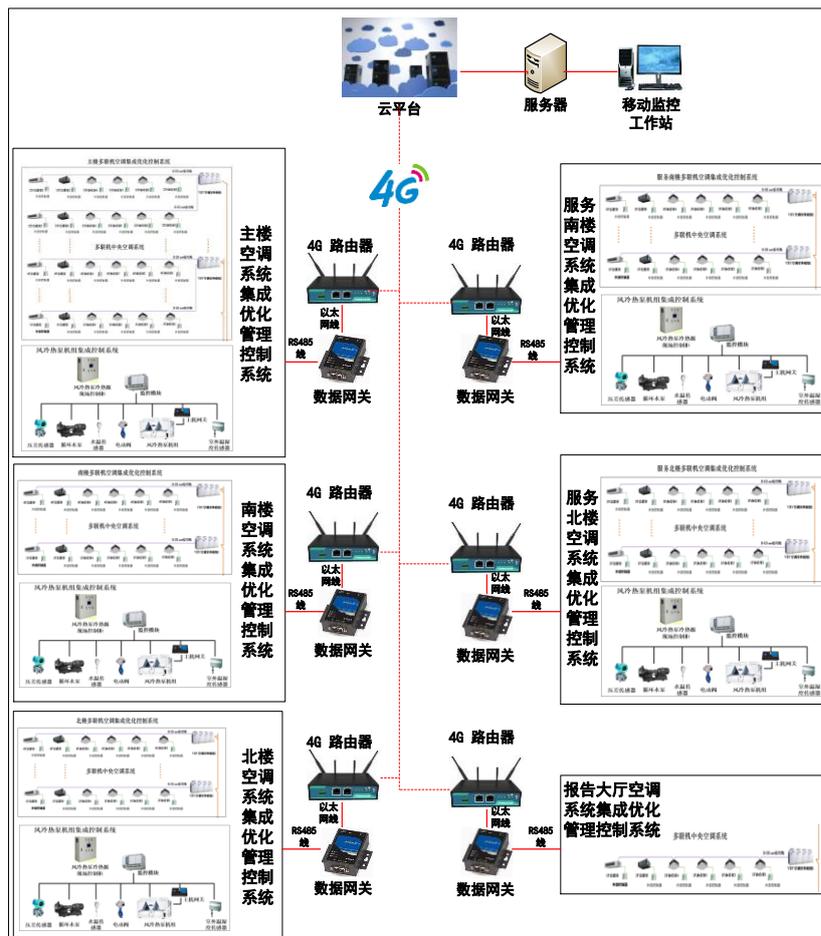
费。

问题三：风冷热泵机组和循环水泵的启停与增减机控制仍需人工判断并操作，设备运行管理过于依赖管理人员的经验与责任感，且人工管理精确性不高，难以均衡“满足末端用冷需求”与实现空调节能之间的关系。

(3) 新风机/落地风柜运行管理主要存在问题

目前末端新风机及落地风柜已安装 BA 控制系统，但并没有完善集中控制功能，仅完成了现场接线和现场操控，无法实现集中监管和远程监控，各楼栋楼层新风机均需人工启停控制，由于新风机数量大，安装分散，管理人员工作量大，管理复杂。

2. 改造工艺流程



3. 关键参数

1) 可根据建筑空调负荷动态调节冷量供应，并实现末端设备精细化管理；

2) 基于人体动态热舒适性理论进行节能;

3) 节能指标: 使所改造空调系统达到全年总电耗下降 20.5%以上的总体目标。

4. 改造后效果

实现了空调系统全自动化运行监测和管理, 在保障空调舒适性基础上, 有效的降低了空调能耗, 使所改造空调系统达到全年总电耗下降 31.56%。

七、商业模式

项目采用节能效益分享型合同能源管理模式, 项目合同期(节能效益分享期) 8 年。节能效益分享的比例:

前 3 年: 90%: 10% (节能服务公司: 业主单位)

后 5 年: 70%: 30% (节能服务公司: 业主单位)

合同期内设备所有权属于节能服务公司, 并由节能服务公司负责设备的日常运营维护; 合同期结束之后, 本项目设备所有权将无偿转让给业主单位, 节能服务公司保证转让时设备正常运行。

八、投资额及融资渠道

本项目总投资 380.1795 万元, 全部为节能服务公司自有资金。

深圳机场航站楼照明系统节能改造项目

一、项目名称

深圳机场航站楼照明系统节能改造项目

二、项目业主

深圳宝安国际机场是中国境内第一个实现海、陆、空联运的现代化国际空港，也是中国境内第一个采用过境运输方式的国际机场。其中，仅 T3 航站楼内部面积就达到 46 万平方米，国内排名第四。深圳机场航站楼照明系统年能耗约 1622 万 kW·h。

三、项目实施单位

深圳市华慧能节能科技有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

LED，英文全称为 Light Emitting Diode，又称发光二极管。它的基本结构是一块电致发光的半导体材料，是一种固态的半导体器件，它可以直接把电转化为光。置于一个有引线的架子上，然后四周用环氧树脂密封，起到保护内部芯线的作用，抗震性能好。在提高原照明系统照度前提下，采用光效高、寿命长、光衰小的 LED 光源，采用“一对一”替换原有灯具，不改变原有线路，不增加设备，以达到节能目的。

（二）节能改造具体内容

改造对象：深圳机场航站楼照明灯具及能耗系统。

深圳机场 T3 航站楼四、五层主楼大空间、航站楼四层离港平台、三层指廊大空间、三层东西翼廊、二层行李提取厅、二层迎客大厅、二层到达区域、二层

东西翼廊、二层指廊应急照明、二层东西翼廊应急照明、一层国际到达、一、三层联检区域、国内远机位出发到达、国际远机位出发、行李系统设备区、登机桥、航站楼一层周边、GTC 连廊及各层洗手间的传统照明灯具更换为高效的 LED 标杆照明产品。本次改造灯具总数量为 39418 盏，改造范围内传统照明灯具采用 LED 灯具进行节能替换改造，并安装能耗监测系统。

更换 LED 灯具数量：39418 套。

更换 LED 灯具种类：7 类 12 个型号（LED 六角灯、LED 工矿灯、LED 圆柱筒灯、LED 灯管、LED 筒灯、LED 投光灯、LED 彩灯）；

更换区域：四层出发大厅相关区域（含安检区域）、三层国内国际候机区域、二层国内国际到达区域（含指廊区域）、行李提取大厅和二层控制区外区域、一层区域、负一层行李分拣区域、公共洗手间、航站楼外围灯具；

照度及功率测试结果：LED 灯具平均照度 \geq 传统灯具平均照度的 110%。

（三）项目实施情况

本项目于 2017 年 9 月 28 日开工，2018 年 8 月 27 日竣工验收，满足合同要求。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

能耗监测系统投入使用之前：改造前每月灯具能耗= Σ 改造前单灯功率 \times 该种灯具数量 $\times 97\%$ \times 该种灯具每月开灯时间（即每种灯具能耗求和）；

改造后每月灯具能耗= Σ 改造后单灯功率 \times 该种灯具数量 $\times 97\%$ \times 该种灯具每月开灯时间（即每种灯具能耗求和）；

注：公式中的 97%为灯具完好率；每种灯具开灯时间由招标人提供；灯具单灯功率为第三方检测机构抽样测试得出的平均单灯功率。

月节能效益（即节约的电费）=[改造前每月灯具能耗-改造后每月灯具能耗]×电费平均单价。

2. 节能量计算方法及项目年节能量

自项目验收合格交付招标人使用之日起，开始计算节能效益。

能耗监测系统投入使用之后：月节能效益（即节约的电费）= \sum_i 能耗监测系统统计量的每个区域单种灯具月能耗×电费平均单价/该种灯具的节能率公式中的 i 为对每个区域中每种灯具求和。

序号	项目	现有灯具	LED 灯具	节能减排量
1	标准煤（吨）	8695.78	2331.43	6364.35
2	碳粉尘排放（吨）	4412.78	1183.11	3229.67
3	二氧化碳排放（吨）	16174.80	4336.63	11838.17
4	二氧化硫排放（吨）	5353.74	1435.39	3918.35
5	氮氧化物排放（吨）	243.35	65.25	178.10

（二）年节能效益

改造前照明系统		改造后照明系统		节能数据			
年能耗费用 (万元)	1214	年能耗费用 (万元)	325	年节能费用 (万元)	888	节能率	73%

六、技术方案

LED 照明节能改造是指把以前传统的照明产品，如商场、超市、工厂、社区、道路、大厦、工业区、生产线等的第一代白炽灯、第二代荧光灯、第三代节能灯等传统照明光源替换成第四代 LED 光源照明；以到达节省耗电量的效果。同时加装能耗监测系统，以实现对节能改造后的各区域照明灯具的能耗监测。节能改造实施路径分为三方面：技术节能路径、管理节能路径和行为节能路径。

(1) 技术节能路径：是指采取更先进的 LED 照明技术来实现节约能源的目的。具体可理解为，根据现有灯具用能情况、能源类型分析能耗现状，找出节能空间，采取更换 LED 灯具的措施降低能耗，达到节约能源的目的。并且随着 LED 照明技术发展，其有如下优势是传统灯具无法比拟的：

(2) 环保灯具，节能减排：传统的日光灯中含有大量的水银蒸汽，如果破碎水银蒸汽则会挥发到大气中。但 LED 日光灯则根本不使用水银，且 LED 产品也不含铅，对环境起到保护作用。LED 日光灯公认为二十一世纪的绿色照明，未来的照明主流。

(3) 高效转换，减少发热：传统的灯具，白炽灯发光效率 15%左右，日光灯发光效率 50%左右，但是，LED 灯具的发光效率有 90%左右。也就是说传统灯具会产生大量的热能浪费掉，而 LED 灯具则是把大部分电能转换为光能，极大地减少了能源的浪费。而且对文件，衣物不会产生退色现象。

(4) 清静舒适，没有噪音：我们都知道荧光灯管，启动是使用过程中会产生惊人的电流声，但是，LED 灯具不会产生噪音，对于使用精密电子仪器的场合为上佳之选。适合于办公之类的场合。

(5) 光线柔和，保护眼睛：传统的日光灯使用的是交流电，所以每秒钟会产生 100-120 次的频闪。LED 灯具是把交流电直接转换为直流电，不会产生闪烁现象，保护眼睛。

(6) 无紫外线，没有蚊虫：LED 灯具不会产生紫外线，因此不会象传统的灯具那样，有很多蚊虫围绕在灯源旁。室内会变得更加干净卫生整洁。

(7) 电压可调 80V-245V：传统的日光灯是通过整流器释放的高电压来点亮的，当电压降低时则无法点亮。而 LED 灯具在一定范围的电压之内都能点

亮，还能调整光亮度。

(8) 节省能源，寿命更长：LED 日光灯的耗电量是传统日光灯的三分之一以下。荧光灯的理论寿命大约是 1 万小时，但是 LED 的寿命可以达到 10 万小时，是荧光灯的十倍。所以 LED 灯具长期使用而无需更换，减少人工费用。更适用于难以更换的场合。

(9) 坚固牢靠，长久使用：LED 灯体本身使用的是环氧树脂而非传统的玻璃，更坚固牢靠。结合机场实际情况，采用 LED 灯具进行“一对一替换”节能改造是经济可行的。

2. 管理节能路径：在实现了第一步技术节能的前提下，采取管理手段来进一步挖掘节能潜力。具体就是指通过对用能设备进行科学管理以实现节能。

在本项目中，建立完善的用能管理体系，配套完整的能源监控系统是实现管理节能路径的重要方式。管理节能必须和技术节能相互配合，如果只投资设备不加强管理，则也不能实现设备应该发挥的节能效果，同样，只是依靠管理节能而不投资相关设备，进行相关技术措施也是不能实现最佳节能效果的。例如通过照明管理预案、策略等，实现按需照明，从而达到节能的目的；或完善能源计量数理统计，严格能耗指标考核。

3. 行为节能路径：开展节能宣传，培养用户良好的用能习惯，增强全员节能意识，以达到从使用者主观行为上的节能目的。

七、商业模式

采用节能效益分享型合同能源管理模式，项目合同期 63 个月，其中节能效益分享期 5 年，设备所有权为用能单位，节能服务公司负责合同期内的运营维护，合同期满后移交用能单位。

节能效益分享的比例为：前三年：节能服务公司分享 80%；第四年：节能服务公司分享 38%；第五年：节能服务公司分享 10%。

八、投资额及融资渠道

节能服务公司自有资金投资 500 万，其余由灯具供应商垫资，在效益分享期内按期支付。

厦门市中医院空调照明节电改造合同能源管理项目

一、项目名称

厦门市中医院空调照明节电改造合同能源管理项目

二、项目业主

厦门市中医院位于厦门市仙岳路 1739 号，建筑面积 7.7 万平方米，共 2 栋建筑，分别为医院大楼（门诊部和住院部）和培训楼。现有职工 2044 名，其中高级专业技术人员 260 名，博士 23 名，硕士 249 名，编制床位 1200 张，是福建省乃至海西经济区中规模最大的中医院之一。

三、项目实施单位

深圳市紫衡技术有限公司

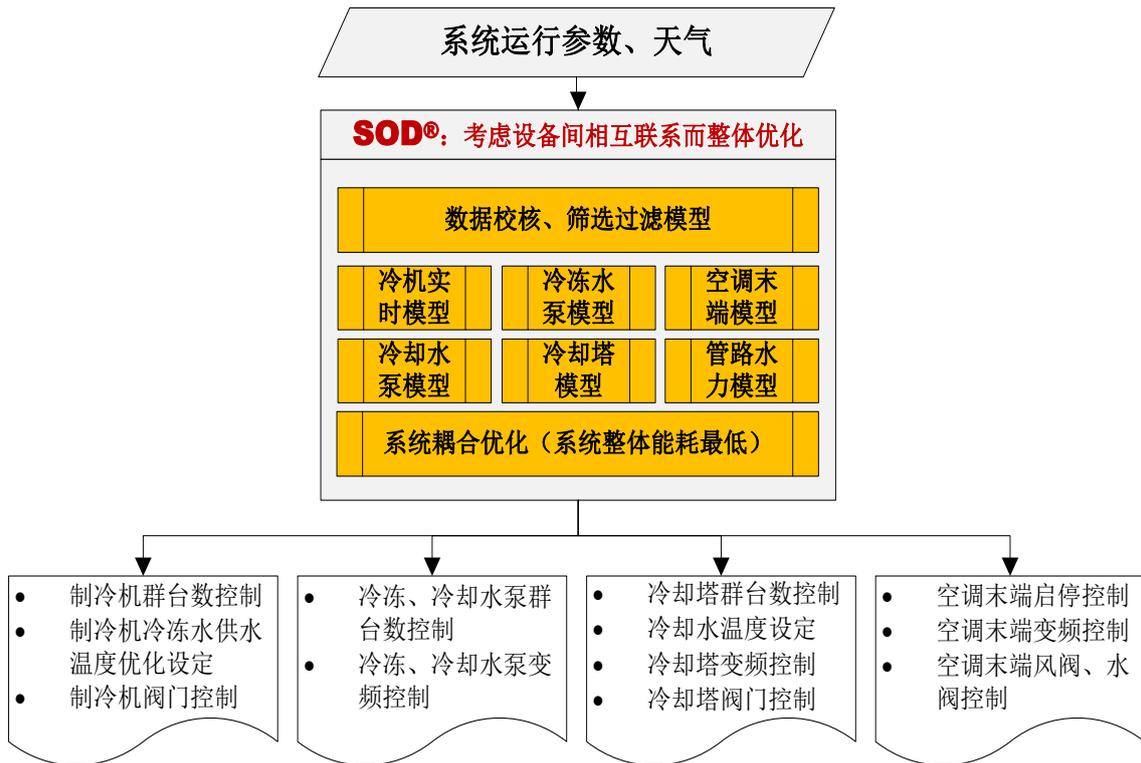
四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

1. 能源管理 365 平台

能源管理 365 平台针对单体建筑进行开发设计，设计开发主要考虑单一用户类型的使用。针对建筑业主管理员对系统使用的需要，主要实现如下功能：





2. 照明 LED 技术

LED 照明灯具具有以下几点主要优势：

高效节能：LED 灯相比节能灯（荧光灯）节电 60%以上；

超长寿命：半导体芯片发光，无灯丝，无玻璃泡，不怕震动，不易破碎，使用寿命可达五万小时；

健康：光线健康，光线中不含紫外线和红外线，不产生辐射；

绿色环保：不含汞和氙等有害元素，利于回收和再利用，而且不会产生电磁干扰；

光效率高：同等电能转化为可见光的量更大。

3. 空气源热泵系统改造技术

空气源热泵热水机组是一种可以替代锅炉不受资源限制的节能环保热水供应装置，它采用绿色无污染的冷煤，吸取空气中的热量，通过压缩机做功，生产出 50 度以上的生活热水。

（二）节能改造具体内容

1. 搭建能源管理平台

节能改造内容总体上是搭建紫衡能源管理 365 平台，将照明、中央空调、信息机房系统统一纳入系统监控，在实现节能管控的同时进一步加强日常运维管理。

2. 中央空调系统改造

厦门市中医院新增 1 套中央空调整体优化控制系统，冷冻水泵新增 2 套 75kW 变频动力柜，每套变频动力柜可以在 2 台水泵之间自由切换，保证 2 台水泵变频运行的同时，另 2 台水泵工频备用，实现冷冻水泵变频优化控制；冷却水泵新增 2 套 75kW 变频动力柜，每套变频动力柜可以在 2 台水泵之间自由切换，保证 2 台水泵变频运行的同时，另 2 台水泵工频备用，实现冷却水泵变频优化控制；新增水温度传感器 4 只，分别安装在冷水机组供回水总管，保证冷冻冷却水进出水温度控制；新增压力传感器 2 只，分别安装在最不利环路末端，保证冷冻水进出水压力控制。

以上水泵、变频动力柜和传感器等装置全部接入新增的整体优化控制系统，结合主机群控、水泵变频、冷却塔风机变频等技术，实现各个设备以及整体系统的节能运行。

3. 净化空调系统改造

新增 1 套空调整体优化控制系统，冷冻水泵新增 1 套 2×22kW 变频动力柜，新增水温度传感器 2 只，分别安装在风冷机组供回水总管，保证冷冻水进出水温度控制；新增压力传感器 2 只，分别安装在最不利末端管道，保证冷冻水进出水压力控制；

以上水泵、变频动力柜和传感器等装置全部接入新增的整体优化控制系统，

结合主机群控、水泵变频等技术，实现各个设备以及整体系统的节能运行；

净化空调系统有 24 台组合式风柜，本次改造将重新调试手术室空调系统，将手术室风柜接入新增的空调整体优化控制系统，实现风机的节能运行。

4. 大楼照明系统改造

在不降低照明质量、不影响照明需求的前提下，将大楼 10504 盏以日光灯、筒灯为主的传统灯具全部更换为新一代长寿、高效节能、环保的 LED 照明灯具产品，更换的灯具功率较之前下降 60%以上。将地下停车场部分灯具更换为红外感应 LED 灯，当车、人在车库活动时，感应灯管呈全亮状态，现场具有充足的照度。当无车无人时，感应灯管熄灭，其他常亮灯具足以满足现场维持安全和监控所需的最低亮度。

5. 热水系统改造

厦门市中医院医院大楼有一套太阳能+电锅炉热水系统，目前太阳能已损坏，热水由电锅炉供应。热水锅炉有 2 台，额定热功率 0.23MW，额定出水温度 65℃，额定回水温度 15℃。配备 1 台集热水箱，尺寸约 4×4×2m，1 台蓄热水箱，尺寸约 4×4×2.6m，4 台 0.75kW 热水回水泵，2 台 2.2kW 加热循环泵，2 台 1.5kW 太阳能热水循环泵已暂停使用，所有设备位于屋面锅炉房，现在医院大楼的热水制备全为电热锅炉设备，24 小时工作，耗能巨大。根据项目情况，将采用空气源热泵热水机组为热水供应系统。空气源热泵热水机组是一种可以替代锅炉不受资源限制的节能环保热水供应装置，它采用绿色无污染的冷媒，吸取空气中的热量，通过压缩机的做功，生产出 50 度以上的生活热水。不但节能、环保而且运行安全、无需人工管理，也是目前综合运行效益最佳热水系统。

（三）项目实施情况

2018年4月,项目完成改造并顺利通过竣工验收,年节电量超过200万kW·h,直接经济效益150万以上。该项目被评为厦门市公共建筑节能改造示范项目。

五、项目年节能量及年节能效益

(一) 年节能量

1. 改造前后系统(设备)用能情况及主要参数

厦门市中医院2013~2015年度平均用电量为926.67万kW·h,其中各主要用能设备及其用能情况如下:

- 1) 中央空调系统年用电量约为320.4万kW·h;
- 2) 净化空调年用电量约为79.7万kW·h;
- 3) 照明灯具年用电量约为148.1万kW·h;
- 4) 生活水泵年用电量约为18.1万kW·h;
- 5) 电热锅炉制备热水,年用电量约为43.2万kW·h;
- 6) 电梯年用电量约为29.9万kW·h;
- 7) 开水器年用电约为20.1万kW·h。

综上所述,厦门市中医院能耗中央空调系统占比约35%,净化空调系统占比约8%,照明灯具用电占比约16%,生活水泵用电占比约2%,热水系统用电占比约5%,电梯用电占比约3%,开水器用电占比约2%,其他用电占比约29%。

2. 节能量计算方法及项目年节能量

第三方节能量测评结果显示,改造后厦门市中医院年节电量为2175464kW·h,折标准煤为717.9吨标准煤。

序号	改造内容	改造措施	实施量 (单位)	分项节能量 (kW·h)	节能率 (%)
1	空调系统	①制冷站群控优化控制，水泵、冷却塔风机增加变频控制；②净化空调热源风冷热泵机组整体优化控制，水泵增加变频控制；③组合式空调机组风机变频优化改造。	2 套	1453264	15.7
2	照明系统	LED 灯替代原有照明灯具	10504 盏	537627	5.8
3	生活热水系统	采用空气源热泵热水系统替代电热锅炉热水系统	1 套	184573	2
合计				2175464	23.5

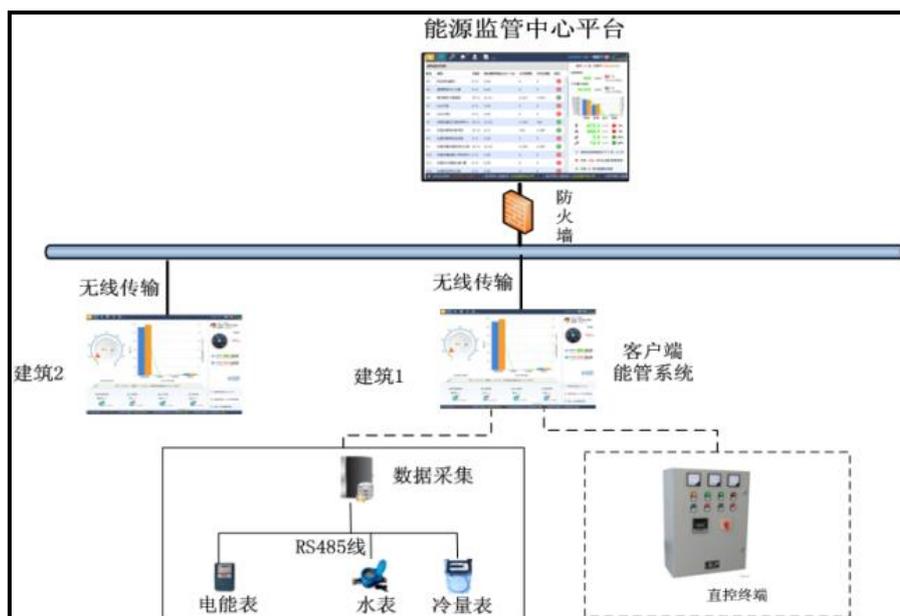
(二) 年节能效益

经测评计算，改造后厦门市中医院总年节电量为 2175464kW·h，年总节电费 =2175464kW·h ×0.7 元/kW·h =152.28 万元（按电价 0.7 元/kW·h 计算）。

六、技术方案

1. 搭建能源管理平台：节能改造内容总体上是搭建紫衡能源管理 365 平台，将照明、中央空调、信息机房系统统一纳入系统监控，在实现节能管控的同时进一步加强日常运维管理。

系统平台结构如下图所示，楼宇级别服务器安装能源监管中心平台，通过无线传输与现场级别上位机通讯，现场上位机安装客户端能管系统，其通过连接的数据采集器进行监测数据采集（包括电能表、智能水表、冷量表等，连接直控终端对用能设备进行启停等控制。



平台可以完成建筑能耗数据、环境参数、冷站运行参数的采集、接收、处理、展示，对采集通讯出现异常的设备进行报警，对建筑能耗超标的建筑进行能耗报警，对冷站设备进行监控、展示、报警，以及科室的能耗定额管理。

通过加载系统智能优化技术 **SOD®** 技术，追求系统层的"整体"优化节能，而非非常规优化控制的单个设备或局部节能。其考虑各个设备之间、水系统与风系统之间控制的相互影响与联系，将中央空调系统作为一个整体来考虑，以整个系统能效最高为控制优化目标，通过采集系统运行参数，动态建立系统设备，包括冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、管路水力及风系统能耗等模型，对系统进行优化联合计算，寻优求解出：保证需求的情况下，实现系统最低能耗时各设备的最优运行工况，从而实现“系统”层次的节能优化控制。

2. 中央空调系统：厦门市中医院新增 1 套中央空调整体优化控制系统，水泵、变频动力柜和传感器等装置全部接入新增的整体优化控制系统，结合主机群控、水泵变频、冷却塔风机变频等技术，实现各个设备以及整体系统的节能运行。

冷冻站群控的优化控制，结合智能优化算法对冷冻机房全系统进行建模，可

实现不同实时工况下冷冻站各设备的启停优化控制及各设备的协调运行。另外，可根据建筑物人员使用情况，提前开启和关闭空调设备，达到舒适节能目的。提供电力需求控制，在峰值电力需求出现前，通过预设定的原则切换或停止设备，实现峰值电力负荷最大限度减少。冬季和过渡季节利用室外天然冷源，停开或少开制冷主机。

3. 净化空调系统：新增 1 套空调整体优化控制系统，水泵、变频动力柜和传感器等装置全部接入新增的整体优化控制系统，结合主机群控、水泵变频等技术，实现各个设备以及整体系统的节能运行；净化空调系统有 24 台组合式风柜，本次改造将重新调试手术室空调系统，将手术室风柜接入新增的空调整体优化控制系统，实现风机的节能运行。

手术室净化空调热源设备为风冷热泵机组，风冷机组的优化控制，结合智能优化算法对空调全系统进行建模，可实现不同实时工况下风冷机组各设备的启停优化控制及各设备的协调运行。另外，可根据建筑物人员使用情况，提前开启和关闭空调设备，达到舒适节能目的。提供电力需求控制，在峰值电力需求出现前，通过预设定的原则切换或停止设备，实现峰值电力负荷最大限度减少。冬季和过渡季节利用室外天然冷源，停开或少开制冷主机。

4. 大楼照明系统：在不降低照明质量、不影响照明需求的前提下，将大楼 15920 盏以日光灯、筒灯为主的传统灯具全部更换为新一代长寿、高效节能、环保的 LED 照明灯具产品，更换的灯具功率较之前下降 60%以上。将地下停车场部分灯具更换为红外感应 LED 灯，当车、人在车库活动时，感应灯管呈全亮状态，现场具有充足的照度。当无车无人时，感应灯管熄灭，其他常亮灯具足以满足现场维持安全和监控所需的最低亮度。

5. 中央热水系统：根据项目情况，将采用空气源热泵热水机组为热水供应系统。空气源热水系统不但节能、环保而且运行安全、无需人工管理，也是目前综合运行效益最佳的热水系统。

七、商业模式

分享年限为 6 年，分享期间，甲乙双方的节能量分享按比例为 3:7。甲方（业主）分享全年总节能量的 30%，乙方（节能服务公司）分享全年总节能量的 70%。

八、投资额及融资渠道

节能服务公司承担全部投资。

北京市阳光校园金太阳整体工程项目

一、项目名称

北京市阳光校园金太阳整体工程项目

二、项目业主

北京市内各区县 298 所中、小学教学楼及宿舍楼。

三、项目实施单位

北京源深节能技术有限责任公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

太阳能电池板在阳光照射下会产生直流电，产生的直流电经过导线进入并网逆变器，并网逆变器会根据当时商业电网的电压、频率、相位自动将接入的直流电转换成与商业电网具有相同电特性的交流电，从而实现并网发电。

太阳能电池是一种大有前途的新型电源，具有持久性、清洁性、和灵活性三大优点：太阳能电池寿命长，只要太阳存在，太阳能电池就可以一次投资、长期使用；与火力发电、核能发电相比，太阳能电池不会引起环境污染；太阳能电池安装规模可以大中小并举，大到百万千瓦的中型电站，小到只供一户用的太阳能电池组。

交、直流配电柜对系统的直流输入及交流输出进行合理的分配链接，采用三相低压并入电网。在配电柜中设有二次防雷保护、电计量等装置。

（二）项目实施情况

“北京市百兆瓦阳光校园金太阳光伏屋顶工程”项目共计建设安装 31 兆瓦。自 2011 年开始，在市教委、各区/县教委的配合下，确定辖区内拟实施学校名单

并召开项目启动会，源深公司向学校介绍项目的背景、意义、实施细则等。2012年设计与施工准备工作均完成后，项目正式开始陆续实施，截止2019年，298所学校已全部建设完成。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

本项目年发电量大约为3000万kW·h，按照每1kW·h电节约3.30吨标准煤、减少污染排放0.997千克二氧化碳、0.03千克二氧化硫、0.015千克氮氧化物计算，每年可节约标准煤约9900吨、减排二氧化碳约2.991万吨、减排二氧化硫约900千克、减排氮氧化物约450千克。

（二）年节能效益

学校用电量约为总发电量的75%，用电单价为0.5003元，年节能效益为11,256,750元；剩余约25%电量并入电网，电量单价为0.3598元，年节能效益为2,698,500元，共计13,955,250元。

六、技术方案

采用自发自用分布式发电模式，“多个发电单元结合，分散、集中并网相结合”的并网发电方案，采用380V电压等级并网接入模式。考虑到屋面类型及大小的差异性，采取根据建筑物用电负荷的情况，在并网时选择就近并入所在建筑的配电系统。

本项目屋顶形式多样，设计考虑风荷载，且为建筑美观安全和节约空间、节约成本考虑，针对不同屋顶条件制定相应的技术方案。

七、商业模式

本项目采用节能效益分享型合同能源管理模式。采用学校自用、余电上网

模式，项目前 15 年内所有收入及运营维护成本为节能服务公司负责，后续收入及运维将全权交与校方。

八、投资额及融资渠道

本项目投资额共 25,400 万元，其中 10,000 万为节能服务公司自有资金，15,400 万元来自世界银行银行节能贷款。

青岛大学公共建筑节能改造项目

一、项目名称

青岛大学公共建筑节能改造（管网分时分区节能技术、燃气锅炉节能改造、照明节能改造、空调磁悬浮机组改造）项目

二、项目业主

青岛大学共 3 个校区，浮山校区位于青岛市宁夏路 308 号；松山校区位于青岛市市北区登州路 38 号；金家岭校区位于青岛市崂山区科大支路 62 号，建筑性质属于自用，该单位尚未实施过相关节能改造。

三、项目实施单位

青岛国工能源科技有限公司

四、案例内容

校园原有建筑为非节能建筑，建筑水、暖、电配套设施智能化程度低，能源损耗大，具有很大节能空间。为改善建筑能耗和提高校园配套设施运行效率，通过合同能源管理模式对公共建筑的供暖、空调、照明等一系列配套设施进行综合节能改造，实现智慧供热、高效制冷、LED 智能照明、精确能源管控的目标。改造措施包括：

1. 灯具更换为 LED 灯；
2. 照明系统的智能控制；
3. 换热站系统已经增加了气候补偿系统；
4. 用能分项计量监测系统；
5. 更换磁悬浮制冷机组一台+更换循环泵；
6. 管网平衡及分时分区控制系统；；
7. 供热节能监管平台。

五、项目年节能量

用能类型	折标准煤系数	改造前耗用总量	改造后耗用总量	节能量	节能量折标煤量 kgce
照明电耗 kW·h	0.3	4826610	1998411	2828199	848459.7
供热热耗 GJ	34.12	256175.87	203753.86	52422.01	1791349.474
供热电耗 kW·h	0.3	824040	549360	274680	82404
空调电耗 kW·h	0.3	204912	132350.4	72561.6	50112
合计					2772325.174

项目总节能率=2772325.17÷10557133.59×100%=26.26%。

项目年节能量 2772tce。

六、技术方案

1. 照明节能改造

(1) 青岛大学三个校区公共建筑室内照明共有传统灯具（日光灯、白炽灯）43519只，改造采用知名品牌LED灯，按照原有教室照明灯具功率、光效设计，采用不低于原先照明光效对应功率的LED。每个房间详细统计原有灯具的总功率和进行照明节能改造后的房间照明LED灯具总功率，即可快速计算出节电效益。

(2) 改造目标：提高原有教室照度，为教职工、学生提供更加明亮舒适的照明环境，无有害物质和有害光线，光线柔和，无闪烁。节省能源消耗、使用寿命更长，避免频繁换灯带来的不便。

(3) 投资及节能效益分析：以现有统计公共建筑室内照明数量为基础（43519只），更换LED照明灯，不改变原有现有安装方式（T8玻璃管、吸顶灯、球泡灯），每只灯及安装费用为72元。

共需投资：43519 只×72 元/只=3133368 元。

因青岛大学公共建筑原有日光灯、白炽灯功率不一，按照最低平均功率 30W/只，照明时间 5h/d 计算，原有 34519 只照明灯总功率为 1305kW。

保守计算每天照明耗电量：1305kW/h×5h=6525kW

每天照明用电费用：6525kW×0.5 元/kW=3262.5 元

每月照明用电费用（30 天计算）：3262.5 元×30 天/月=97875 元/月

每年照明用电费用（10 个月计算）：97875 元/月×10 月/年=978750 元/年

安装 LED 照明灯后的节电率按照最低 40% 计算，则每年可节省照明电费：
978750 元/年×40%=391500 元；

若再加以考虑办公楼等行政类建筑的照明工作时间远远大于每天 5 个小时及寒暑假，电费以 0.75 元/kW 计算，每年节省电费不低于 45 万元。

2. 制冷系统节能改造

原有制冷量 179kW 螺杆式制冷机组 2 台（电功率 179kW/台），冷冻、冷却水泵各 3 台（电机功率 22kW/台），更换高效磁悬浮空调机组一台（电功率 157kW/台），更换高效水泵 4 台（冷冻、冷却各 2 台），清洗循环系统。

设备名称	总功率(kW)	年运行时间(h)	使用率 (%)	耗电量 (kW·h)	节能率 (%)	节能量 (kW·h)
螺杆式制冷机组	179	720	100	128880	35.411	45637.83
循环泵	88	720	100	76032	35.411	26923.77
节能量合计	72561.6 kW·h					

改造前的总电量：179kW×10h/次×12 次/月×6 个月+88kW×12h/次×12 次/月×6 个月=204912 kW·h

改造后的总电量：157kW×10h/次×12 次/月×6 个月+（88kW×12h/次×12 次/月×6 个月）×70%=132350.4 kW·h

总节电量： $=204912 \text{ kW}\cdot\text{h}-132350.4 \text{ kW}\cdot\text{h}=72561.6 \text{ kW}\cdot\text{h}$ ；

总节能率 $=72561.6 \text{ kW}\cdot\text{h}\div 204912 \text{ kW}\cdot\text{h}\times 100\%=35.41\%$ ；

3. 供热系统节能改造

金家岭校区改造前锅炉热效率较低，供暖管网系统存在水利失衡问题，室内温度分布不均，并且青岛大学存在办公楼和教学楼、图书馆、学生公寓，存在不同的供暖运行规律，此前无优化对策。通过对锅炉进行更换，提高了热效率，并增设了供热管网分时分区控制装置。中心校区改造前水泵全天 24h 满负荷运行，改造后更换高效格兰富水泵满负荷运行每天 16h。

七、商业模式

本项目采用节能效益分享型。

供暖节能效益分享比例

供热年度		2017-2019 年度	2019-2021 年度	2021-2023 年度
期限 (年)		2	2	2
收益分配比例	甲方	30%	40%	50%
	乙方	70%	60%	50%

说明：供热改造节能效益返还在每年的供热季结束后 10 个工作日内出具节能量数据。

照明节能效益分享比例

使用时间		第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年
期限 (年)		1	1	1	1
收益返还比例	甲方	30%	30%	30%	30%
	乙方	70%	70%	70%	70%

说明：照明节能效益返还以半年为一个返还周期，节能量按照双方事先确定的方案执行。

八、投资额及融资渠道

项目投资额共 1380 万元，全部由节能服务公司投资。

河南省人民医院建筑能耗总包项目

一、项目名称

河南省人民医院建筑能耗总包项目

二、项目业主

河南省人民医院是河南省最大的省级综合性医院之一，是国家卫生部首批命名的“三级甲等”医院和全国“百佳医院”。医院在 2008 年引进远大非电空调，2009 年 11 月远大开始负责全院中央空调和采暖系统的合同能源管理，一期供应空调面积 17 万 m²，暖气面积 19 万 m²，二期供应空调面积 17.9 万 m²。为打造新型精细化节能管理模式，携手共创绿色低碳节约型医院，远大提出对医院电耗进行能耗总包合同能源管理服务。

三、项目实施单位

远大能源利用管理有限公司

四、案例内容

在满足医院公共区域及办公楼宇正常使用的前提下，开展河南省人民医院项目综合节能改造，改造范围包括但不限于：生活用水系统、照明系统、分项计量及能耗管理软件平台等。通过实施建筑节能改造技术及增加高效照明系统等等，节省能源费用。服务期间的节能收益采用效益分享型，持续不断地降低医院整体能耗。

1. 照明系统 LED 节能灯具改造

2017 年全院医疗区及科教楼未进行节能灯改造的灯具数量大约 66743 只，分散在 1#病房楼南北楼、门诊医技楼、感染科、东院病房楼、科教大厦、2 号楼及 3 号楼等等区域的病房床头、走廊、病房吊顶灯带、卫生间及镜前灯、大厅照

明等等位置。灯具的现状是大量的普通日光灯、筒灯等。

初步估算全院医疗区、科教楼未装修区及 2#楼、3#楼未进行改造的灯具总数量为 66743 只，总功率为 1465897W。

通过统计，医院原来灯具总功率为 1465897W，通过选用 LED 产品进行替换改造，改造后的总功率为 775621W，减少了 690276W，省电率达 47%。

节能效益分析

	总功率 (W)	年使用电费(元)	节省电费 (元)
改造前	1465897	4815471	2267557
改造后	775621	2547914	

备注：1、每天电灯 12 小时，每年按 365 天计算，电费按照 0.75 元/度

备注：每天电灯 12 小时，每年按 365 天计算，电费按照 0.75 元/度，考虑到医院项目用灯时间和不同部门及科室实际情况，按照 0.9 的系数计算实际省电费为 204 万元。LED 灯每年的维护费用极低，而传统节能灯则存在频繁的更换光源，其使用寿命最高才 8000 小时，每年可为医院节省现有灯具的日常更换和维修费用约 150 万元。

2. 建筑能耗监控系统改造

1) 对接原有计量系统，不重复增加计量设备，更换少部分计量故障表计，并增加未计量监控的用电回路进行用电平衡分析管理，投资较少可无缝对接通讯采集；

2) 统一后勤用水、用电、用气信息管理、物业报修维修流程管理等多子系统的管理平台。

3) 实现全院能耗数据采集、传输，使用自动化采集计量，进行节能分析预警。

4) 提高全院用能设备经济运行，提供能源管理手段，挖掘节能潜力。

3. 生活用水水泵变频改造

医院原有生活水泵未变频或变频损坏、功能缺失等问题，大部分生活水泵都是有控制柜（其中有一台是变频控制），但仍有部分生活泵未实行变频控制或部

分变频器损坏无法正常使用。

改造实施方案

楼宇	现状	改造方案
1#北楼		维修高区 22kW 变频器
2#楼		增加 1 台 5.5kW 变频器
科教楼		增加 1 台 18.5 kW 变频器
东院病房楼		维修高区 18.5kW 变频器；维修中区 15kW 变频器
南高层		增加 1 台 55kW 变频器

(三) 项目实施情况

1. 照明系统 LED 节能灯具改造项目

项目开工时间：2019 年 1 月 1 日

项目竣工时间：2019年6月30日

运行情况：改造完成后，灯具维修量明显下降，灯具照度明显提升，在改造过程中已经逐步节电，产生明显的节能效益，照明负荷明显下降，使医院用电负荷显著下降。

2. 生活用水水泵变频改造项目

项目开工时间：2019年8月16日

项目竣工时间：2019年8月20日

运行情况：改造后，泵组运行稳定，泵组随用水负荷降低而降低，实现节能运行，实现节电节能，降低供电负荷。

五、项目年节能量及年节能效益

通过上述各项节能改造，实现医院整体节能降耗，投资及年节能量汇总如下：

序号	项目	投资（万元）	节能量（万元）
1	LED 节能灯具改造	550	204
2	建筑能耗监控平台	550	/
3	生活水泵变频改造	25	16
4	合计	1125	220

六、商业模式

项目合同能源管理模式为节能效益分享型建筑能耗费用总包，节能效益分享比例。项目合同期 10 年。

七、投资额及融资渠道

总投资 1125 万元，包括 LED 节能灯、建筑能耗监控平台（含三级电表监测）、水电表改造、水泵变频改造等投资，全部为节能服务公司自有资金。

苏州璨鸿光电有限公司冰机房节能改造项目

一、项目名称

苏州璨鸿光电有限公司冰机房节能改造项目

二、项目业主

苏州璨鸿光电有限公司位于苏州市吴江区经济开发区庞金路 668 号，主要生产显示器所需的背光板、LGP 印刷，是全球最大专业液晶显示器光学零组件生产制造厂商，产品远销东南亚及欧美地区。

三、项目实施单位

江苏心日源建筑节能科技股份有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

原空调机组从 2005 年开始投入运行，设备老化，效率低下，不能满足服务需求，且空调系统运行和维护成本较高，应更换为更先进高效的设备。随着技术的不断进步，目前效率最高的是磁悬浮离心式冷水机组，其轴与轴承之间采用磁悬浮的原理，轴完全悬空，与轴承之间无接触，无摩擦，无需润滑油等，消除机械摩擦的同时，提高换热效率，提高能效。磁悬浮冰机的压缩机采用全变频设计，可在 2%~100%负荷区间无极调节，负荷率越低，效率越高，全年平均能效可达 9 以上，较现有的普通离心机能效可提高一倍以上。

（二）节能改造具体内容

该项目节能改造主要包括综合设备节能和综合管理节能两大方面。其中综合设备节能主要包括了采暖通风空调系统节能改造、监测与控制系统节能改造，综合管理节能主要是基于能耗监测平台的智慧能源管理与节能物管服务。

具体措施包括：

- 高效磁悬浮离心式冷水机组替换；
- 增设管理及能源管理系统。
- 水泵增设变频器；

总体目标为在保证舒适性要求的前提下，通过以下技术最大限度降低整个中央空调系统能耗。

（三）项目实施情况

项目建设期：2018年10月至2018年12月

工程改造完成并交付业主使用，满足业主对制冷冰机的使用要求，验收当日，机组运行平均能效为6.5。



五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

项目建筑功能包括无尘生产车间、办公用房和宿舍等，能源需求主要是水、电和燃油，本次方案主要针对空调系统和生活热水系统考虑节电和节省燃油。空调系统电能主要用作驱动压缩机制冷、水泵输送能耗、冷却塔风扇散热能耗、空

调箱风机等，生活热水采用燃油锅炉加热，主要能耗为燃油。

空调冷源采用三台 700RT 离心式冷水机组，冷却端依靠冷却塔散热，冷冻侧采用二次泵系统，一次泵工频运行并与各台离心机对应，二次泵工频运行；冬季空调热源采用锅炉，锅炉参数不详。空调末端设备主要是 AHU、MAU 和 FCU，根据设计图纸，空调末端设备回水管上安装有电动三通阀。空调冷源部分，目前采用的是工频的常规离心式冷水机组，使用年限较长，效率衰减，且维护费用较高。原有离心冷水机组。每年运行 240 天，每天运行 16 小时，平均负荷率 60%，总运行时间为 3840 小时。

运行费用对比如下：

序号	项 次	普通离心机
1	总负荷 (kW)	2462
2	运行时间 (h)	3840
3	总制冷量 (kW·h)	5672448
4	综合效率 IPLV	4.5
5	主机总耗电量 (kW·h)	1260544.00
6	费用 (万元)	108.41

如上表，原有机组每年运行费用为 108.41 万元。

2. 节能量计算方法及项目年节能量

本项目的能耗计算基于以下条件：

a. 空调系统每年运行 240 天，每天运行 16 小时，平均负荷率 60%，总运行时间为 3840 小时。

b. 室外气温低于 20°C 的时间为 180 天。

按照上述节能量计算方法，确认本次节能改造前后运行费用对比如下：

序号	项 次	普通离心机	磁悬浮离心机
1	总负荷 (kW)	2462	2462
2	运行时间 (h)	3840	3840
3	总制冷量 (kW·h)	5672448	5672448
4	综合效率 IPLV	4.5	9

5	主机总耗电量 (kW·h)	1260544.00	630272.00
6	费用 (万元)	108.41	54.20
7	每年费用差值 (万元)	54.20	
8	能源单价差值 (元/kW·h)	0.10	

(二) 年节能效益

原有机组每年运行费用为 108.41 万元，磁悬浮机组运行费用为 54.20 元，每年费用差值为 54.20 元，节费率为 $54.20/108.41=50\%$ 。

六、技术方案

1. 高效磁悬浮离心式冷水机组替换

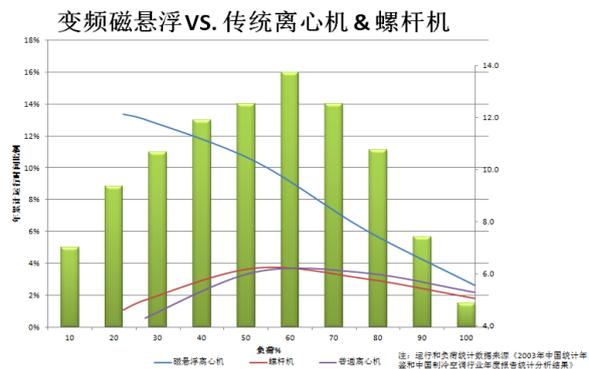
700RT 离心式冷水机组，效率低下，维保费用高，本方案采用一台磁悬浮机组代替其中一台冷水机组，旧冷水机组拆卸，作为新建厂房备用机。

磁悬浮离心机利用磁悬浮的原理，电机的轴始终处于悬浮状态，与轴承之间没有接触，在运行过程中不存在机械摩擦，并且不需要润滑油，电机采用全变频设计，使得机组在运行过程中，可以按照实际负荷的大小自动调节输出，因此，机组在部分负荷时，能效特别高。



空调新风系统是运行环境的保障，磁悬浮离心式冷水机组是将先进的磁悬浮技术应用于制冷压缩机，从而大幅提升制冷主机的性能。

	磁悬浮机组	离心机组	螺杆机组	活塞机组	涡旋机组
压缩形式	速度式	速度式	容积式	容积式	容积式
冷量范围	60~1400RT	200~2000RT	100~400RT	50~200RT	10~100RT
IPLV	9.0~10.0	6.0~7.0	5.0~6.0	2.5~3.0	3.5~4.0
启动电流	2A	1000A	1000A	500A	100A
运行维护	几乎免维护	油系统维护、机械部件维护			
噪音	72dBA	85~90dBA	80~85dBA	80~85dBA	80~85dBA



2. 增设管理及能源管理系统

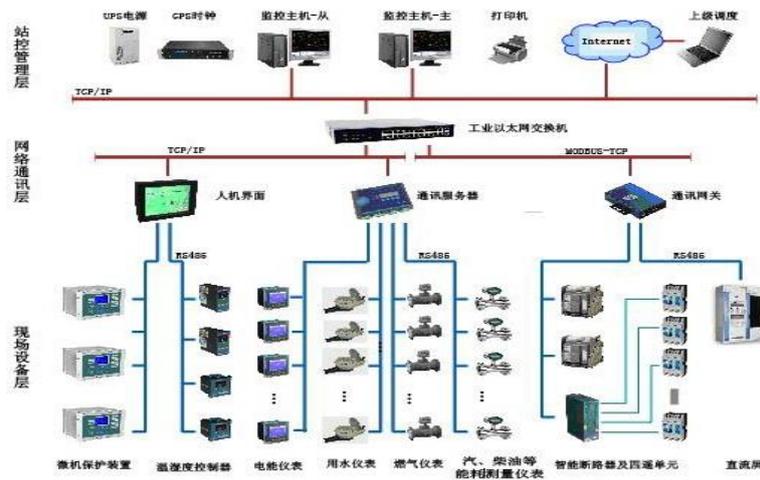
监控管理系是整体机房的神经中枢。机房控制室，要求以最少的维护人员，运用最优化的运营维护手段，来实时监控每一个机房中设备所处的物理环境。其中，门禁系统、安保系统等要对整个机房进行无死角的全方位监控。此外，整体机房集中监控系统，包括了对机房内各种设备(配电盘、发电机、UPS、空调机组、门禁、消防探头、监视图像等)及环境参数的监测。为此，我们建议增设管理及能源管理系统。

- a. 空调能源管理
- b. 室内机柜温度湿度布点收集
- c. 室外环境温度湿度收集
- d. 所有能源设施的集中管理、运维

本项目此次节能改造，将根据项目的实际需要，安装分项计量装置、监测和控制系统，从而有效实现系统能耗监测与统计，该系统对整体管理有利。同时磁悬浮离心机实现单独自动控制，用 PLC 计算机自动控制水泵和主机投入的台数，并能实时监测换热器温度变化，通过软件分析诊断提供系统综合效率。

分项计量方面主要进行各楼层的能耗监测与统计，同时对空调系统实现自动控制。

整个系统由数据采集装置（仪表）、数据采集器、数据采集总站、数据中心机房服务器、用户端能耗采集管理系统软件和各种通信网络组成。能耗数据由各类智能仪表实时采集到数据采集器上，然后实时数据汇总到工作总站（工控机），同时实时数据上报。



3. 增设冷冻、冷却水泵变流量控制系统

原项目中所有冷冻、冷却水泵均由工作人员根据使用情况手动启停，运行中，水泵处于工频状态，无法实现变流量调节功能，不能随空调负荷的变化做出相应的调节，存在能量浪费问题。本次改造拟增加变频器，以达到最大化的系统节能。

本次改造拟对冷冻、冷却水泵增设基于负荷随动的变流量控制系统，其核心控制策略是温差结合压差控制，同时确保主机流量保护。即通过现场测试找出系统中最不利工况点所需的压力；设定主机的冷冻/却水流量保护值，并以同时满足最不利工况点所需的压力以及主机冷冻/却水流量保护值这两个条件作为冷冻/却水泵变频的下限值。在两个条件都满足的情况下，以冷冻/却水实际供回水温差与设计供回水温差的偏离值作为依据，实时调整水泵的运行参数，使实际供回水温差与设计供回水温差趋于一致，实现在系统安全运行、满足使用要求的前提下，输配系统能耗最低的目的。



七、商业模式

本项目采取合同能源管理节能分享型模式。合同期限为 8 年合同中可约定每年的用冷量不低于 550 万 kW·h，若各年度总用量低于 550 万 kW·h，也按照 550 万 kW·h 来计费；若用量高于 550 万 kW·h，则节能服务单位总计收费金额达到 390 万元时，合同提前终止，后续的节能收益全部归用能单位。

八、投资额及融资渠道

本项目总投资约为 236 万元，其中磁悬浮系统 212 万元，水泵变频及能源监测系统 24 万元。全部投资由节能服务公司自筹。

商业建筑

天津一商股份有限公司友谊商厦供暖通风空调系统改造能源托管项目

一、项目名称

天津一商股份有限公司友谊商厦供暖通风空调系统改造能源托管项目

二、项目业主

天津友谊商厦是友谊高端百货群的核心店，也是天津市第一家高档百货店，坐落于天津市涉外金融区河西区友谊路 21 号。主体建筑高度 21.5 米，建筑层数为 4 层，总建筑面积近 3 万平方米。以经营国内外高档名牌商品为主，是天津百货零售领域的龙头企业，被誉为“津门商业第一厦”。

商场的供冷系统冷源采用螺杆式冷水机组，办公楼供冷系统冷源由活塞式冷水机组提供。供热系统均采用电热水锅炉，通过板式换热器换热后供给商场末端组合式空调机组和风机盘管。2018 年度基准年建筑能耗：耗电量 9701350kW·h，耗水量 35240 吨。

三、项目实施单位

天津锋尚智慧能源科技发展有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

1. 空气源热泵技术

空气源热泵技术通过从空气中获取低温热源，经设备高效集热整合后成为高温热源，用以供冷、供暖和供生活热水，是一种可以替代锅炉且不受资源限制的装置。

影响空气源热泵运行的主要因素为室外温湿度。冬季供热工况，室外温度越高用户需要供水温度越低，机组供热量越大，其能效越高；夏季供冷工况，室外温度越低用户需要供水温度越高，机组供冷量越大，其能效越高。

空气源热泵相较于常规能源系统，适用于峰平谷电价实施政策的地方，具有较好的经济效益。

2. 电驱动制冷技术

一般制冷机的制冷原理压缩机的作用是把压力较低的蒸汽压缩成压力较高的蒸汽，使蒸汽的体积减小，压力升高。

压缩机吸入从蒸发器出来的较低压力的工质蒸汽，使之压力升高后送入冷凝器，在冷凝器中冷凝成压力较高的液体，经节流阀节流后，成为压力较低的液体后，送入蒸发器，在蒸发器中吸热蒸发而成为压力较低的蒸汽，再送入压缩机的入口，从而完成制冷循环。

据统计 95%以上的空调用户选用电制冷方式，使用电制冷方式是大势所趋。

（二）节能改造具体内容

1. 改造前存在的问题

北侧能源站冷水机组出厂日期均为 2005 年，已接近使用年限，机组老化严重，效率低下，维修保养费用逐年增加。

能源站内部分水泵参数偏大，水泵自身耗电功率偏大，能源浪费；水泵电机效率较低，导致能耗较大。

屋顶冷却塔为圆形逆流玻璃钢冷却塔基本是淘汰塔形，漂水严重，水资源浪费较大；塔体老化严重，冷却效果衰减严重，导致机组能耗较高。

电热水锅炉自身热效率低下，耗电功率较大，能耗较高；通过低谷电价储热，

节钱不节能。

末端系统管路锈蚀情况严重、室外管路保温层破坏严重；目前部分冷热管路系统还处于中断状态，导致部分商铺无法供冷供热。

末端系统水力平衡失调，四层部分区域，商户反映温度较高，无法满足正常冷热需求。

2. 改造系统工艺流程及关键参数

供冷系统北侧能源站内将现有 1 台日立品牌多机头螺杆式冷水机组改造为 1 台开利品牌变频螺杆式冷水机组（制冷量：1625kW，输入功率：256.4kW），另 1 台约克螺杆式冷水机组保留。

将能源站内现有的其中 2 台冷水循环泵更换 2 台荏原品牌冷水循环泵（流量：300m³/h，扬程：30m，功率：30kW）；现有的其中 2 台冷却水循环泵更换 2 台荏原品牌冷却水循环泵（流量：380m³/h，扬程：20m，功率：30kW）；冷水和冷却水循环泵，均采用国标二级能效电机，保证设备高效节能。

将屋顶现有 2 台圆形逆流玻璃钢冷却塔（处理水量：400m³/h，功率：11kW）改造为 2 台元亨品牌方形横流玻璃钢冷却塔（处理水量：400m³/h，功率：11kW），改造后冷却塔漂水率小于 3‰。

将两个能源站内管路进行改造整合，保证 4 台机组可以同时给商场所有区域供冷，加强系统调节性和设备备用性。

供热系统在屋顶增加 10 台清华同方品牌空气源热泵机组（单台供热量为：146kW，制热输入功率：44kW）；

热水输配系统增加 2 台荏原品牌热水循环泵（流量：200m³/h，扬程：24m，功率：22kW），采用国标二级能效电机，保证设备高效节能；

组织专业技术团队入驻现场，加强末端及室外管路修缮，保证各商铺冷热系统正常运行；加强末端系统水力平衡调节，保证整个空调系统供需平衡；加强日常维护保养，保证在现有条件下组合式空调机组将足够的冷量输送至各需求区域。

对四层空调机房进行改造，加大组合式空调机组的冷量输出及湿度处理，尽量降低环境相对湿度，最终满足商铺冷热需求。

搭建“智慧能源运营平台”，利用物联网+大数据驱动实现智能化运营管理，实针现了建筑能源从过程导向性管理到结果导向的定量型管理,数据分析结果实现从客户到客户的最直接利用。

规范化标识应用、提高标准化管理水平，按照 7S 模式建设标准化能源站。

（三）项目实施情况

改造工期：2019 年 5 月 13 日至 2019 年 6 月 28 日；

能源托管运营期：2019 年 7 月 1 日至 2029 年 7 月 1 日；

截止 2019 年底已经顺利运行 6 个月。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

a. 改造前设备参数

机房位置	设备名称	参数	数量
南侧机房	日立螺杆式冷水机组	Q=1944kW,N=379kW	1 台
	日立螺杆式冷水机组	Q=972kW,N=189.5kW	1 台
	大日立冷冻水泵	N=45kW	1 台
	大日立冷却水泵	N=45kW	1 台
	小日立冷冻水泵	N=30kW	1 台
	小日立冷却水泵	N=22kW	1 台
北侧机房	约克螺杆式冷水机组	Q=1519kW,N=269kW	1 台
	日立螺杆式冷水机组	N=75kW×5	1 台
	约克冷冻水泵	N=37kW	1 台

	约克冷却水泵	N=37kW	1 台
	日立冷冻水泵	N=37kW	1 台
	日立冷却水泵	N=45kW	1 台
	补水泵	N=4kW	2 台
屋顶	方形冷却塔	N=4kW×3	1 台
	圆形冷却塔	Q=600m ³ /h, N=15kW	1 台
	圆形冷却塔	Q=400m ³ /h, N=11kW	2 台
	活塞式冷水机组	Q=223.6kW, N=58.4kW	1 台
	冷冻水泵	N=4kW	1 台
	冷却水泵	N=4kW	1 台
	冷却塔	N=3kW	1 台
锅炉房	商厦电锅炉	Q=0.7MW, N=756kW	3 台
	一次侧循环泵	N=5.5kW	2 台
	B 座二次侧循环泵	N=15kW	2 台
	办公楼电锅炉	Q=0.29MW, N=294kW	1 台
	一次侧循环泵	N=2.2kW	2 台
	二次侧循环泵	N=4kW	2 台

b. 改造后设备参数

机房位置	设备名称	参数	数量
南侧机房	日立螺杆式冷水机组	Q=1944kW, N=379kW	1 台
	日立螺杆式冷水机组	Q=972kW, N=189.5kW	1 台
	大日立冷冻水泵	N=45kW	1 台
	大日立冷却水泵	N=45kW	1 台
	小日立冷冻水泵	N=30kW	1 台
	小日立冷却水泵	N=22kW	1 台
北侧机房	开利螺杆式冷水机组	Q=1625kW, N=256.4kW	1 台
	日立螺杆式冷水机组	N=75kW×5	1 台
	冷水循环泵	L=300m ³ /h, H=28m, N=30kW	2 台
	冷却水循环泵	L=380m ³ /h, H=20m, N=30kW	2 台
	补水泵	N=4kW	2 台
屋顶	方形冷却塔	N=4kW×3	1 台
	方形冷却塔	Q=450m ³ /h, N=11kW	2 台
	空气源热泵机组	Qr=146kW, N=44kW	10 台
	热水循环泵	L=200m ³ /h, H=24m, N=22kW	2 台
锅炉房	商厦电锅炉	Q=0.7MW, N=756kW	3 台
	一次侧循环泵	N=5.5kW	2 台
	B 座二次侧循环泵	N=15kW	2 台

2. 节能量计算方法及项目年节能量

项目基准年建筑电耗 970 万 kW，改造后可实现节电量 163 万 kW，折合标准煤 537 吨。

(二) 年节能效益

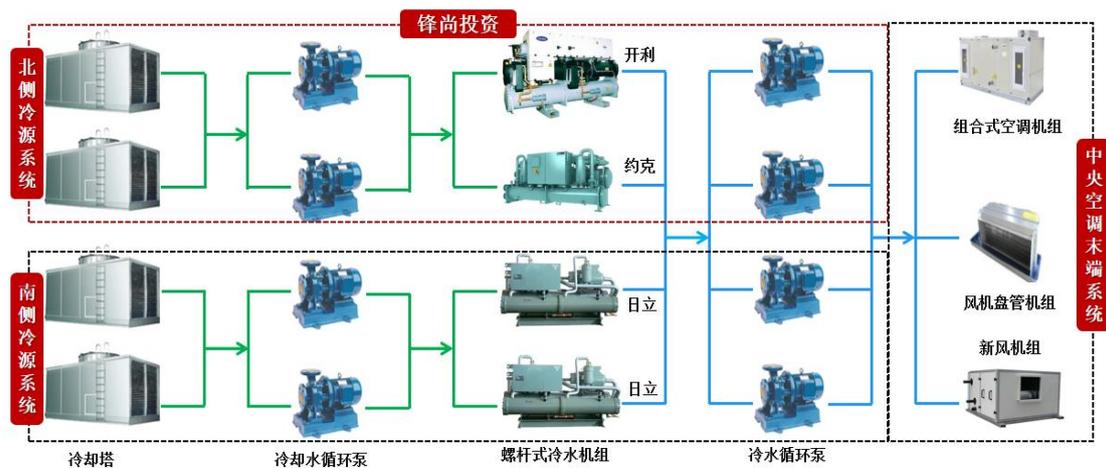
本项目电价 0.81 元/kW·h,年节能效益 130 万元。

六、技术方案

1. 冷源系统改造

供冷系统北侧能源站内将现有 1 台日立品牌多机头螺杆式冷水机组改造为 1 台开利品牌变频螺杆式冷水机组（制冷量：1625kW，输入功率：256.4kW），另 1 台约克螺杆式冷水机组保留。

南侧冷源站现有 2 台日立螺杆式冷水机组保留。



冷源系统工艺流程示意图

变频螺杆式冷水机组采用机载变频驱动技术，满负荷能效比为 6.34、部分负荷效率比传统定频机组高 30% 以上，因此 IPLV (AHRI) 高达 10.1，可满足各种负荷情况下的冷量需求，为双一级能效机组。

将能源站内现有的其中 2 台冷水循环泵更换 2 台荏原品牌冷水循环泵（流量：300m³/h，扬程：30m，功率：30kW）；现有的其中 2 台冷却水循环泵更换 2

台荏原品牌冷却水循环泵（流量：380m³/h，扬程：20m，功率：30kW）；冷水和冷却水循环泵，均采用国标二级能效电机，保证设备高效节能。

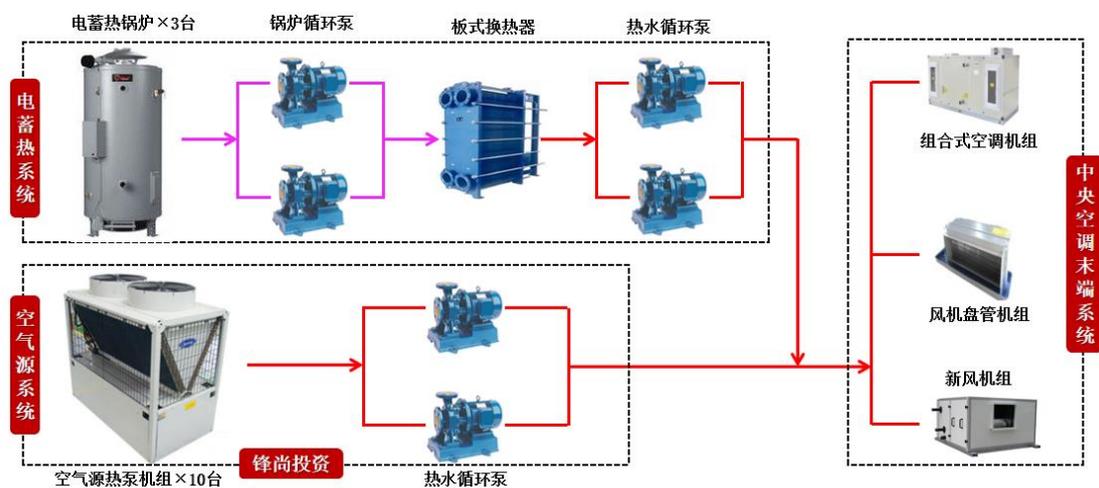
将屋顶现有 2 台圆形逆流玻璃钢冷却塔（处理水量：400m³/h，功率：11kW）改造为 2 台元亨品牌方形横流玻璃钢冷却塔（处理水量：400m³/h，功率：11kW），改造后冷却塔漂水率小于 3‰。

将两个能源站内管路进行改造整合，保证 4 台机组可以同时给商场所有区域供冷，加强系统调节性和设备备用性。

2. 热源系统改造

保留商场供热系统的现有 3 台电热水锅炉系统和储热系统，继续充分利用低谷电价储热，降低能源费用。

供热系统在屋顶增加 10 台空气源热泵机组（单台供热量为：146kW，制热输入功率：44kW），增加部分总供热量为 1460kW，总耗电功率为 440kW。



热源系统工艺流程示意图

空气源热泵机组适用环境温度 $-30^{\circ}\text{C}\sim 48^{\circ}\text{C}$ ，最高出水温度可达 65°C ，完全可以满足商厦的供暖要求；该机组单台重量为 1070kg，单机外形尺寸为 $2185\text{mm}\times 1260\text{mm}\times H=2317\text{mm}$ ，完全可以放置于商厦屋顶。

热水输配系统增加 2 台荏原品牌热水循环泵（流量：200m³/h，扬程：24m，功率：22kW）；热水循环泵采用国标二级能效电机，保证设备高效节能。

外墙增加热水供回水管路（DN200），连接屋顶空气源热泵系统和热源能源站内电锅炉储热系统。

3. 末端系统改造

针对末端系统管路锈蚀情况严重、室外管路保温层破坏严重，且目前部分冷热管路系统还处于中断状态，导致部分商铺无法供冷供热现状，锋尚将组织专业技术团队入驻现场，加强末端及室外管路修缮，保证各商铺的冷热系统正常运行。

为了解决四层商业区域夏季温湿度较高，无法满足商铺的冷热需求，考虑对空调机房进行改造，加大组合式空调机组的冷量输出及湿度处理，，尽量降低环境相对湿度，最终满足商铺冷热需求。

加强末端系统水力平衡调节，保证整个空调系统供需平衡；加强日常维护保养工作，保证在现有条件下组合式空调机组将足够的冷量输送至各需求区域。

4. 智慧运营平台

针对项目供冷供热情况，搭建“智慧能源运营平台”，利用物联网+大数据驱动实现智能化运营管理，实现了建筑能源从过程导向性管理到结果导向的定量型管理,数据分析结果实现从客户到客户的最直接利用。

智能管控，优化运行，科学调度降能耗，减少用能安全隐患，促进节能降耗，建立与建筑相应的能耗标杆。“智慧能源运营平台”能够对建筑冷、暖系统的能源消耗（水、电、气等）进行在线能源监测，实时掌控能耗水平和能源使用效率，使能源系统时刻处于高效节能运行状态。

软件系统模块搭建：能源监测平台、数据分析模型、节能操作指令、设备巡

检中心等；利用物联网+大数据驱动实现智能化运营管理，实现了建筑能源从过程导向性管理到结果导向的定量型管理,数据分析结果实现从客户到客户的最直接利用。

硬件系统搭建：安装采集装置对能源站内制冷机组和空气源热泵机组、水泵、冷却塔等设备相关运行参数及运行状态采集；配电柜上安装数字电能表、自来水补水管路上安装智能化水表，满足水、电能耗的数据采集；其他温度传感器、压力传感器、超声波流量计、DTU、气象站等装置的安装，满足各项温度、压力、流量等其他所需参数采集。

5. 标准化能源站建设

能源站标准化是企业文化建设的重要组成部分，为规范化标识应用、提高标准化管理水平、提升医院形象，按照 7S 管理模式，建设标准化能源站。主要内容包括：地面贴砖或自流平，管道刷漆，设备设施标牌标识，制度上墙，安全标识，标准化办公区、员工休息区、学习区等。

七、商业模式

能源费用托管型，托管期限 10 年。合同期内设备所有权及运营维护归节能服务公司所有，并由节能服务公司负责运营管理及维护保养。

八、投资额及融资渠道

本项目投资额共 387 万元，全部为节能服务公司自有资金。

中泰国际广场中央空调综合节能改造（二期）项目

一、项目名称

中泰国际广场中央空调综合节能改造（二期）项目

二、项目业主

广州中泰物业服务有限公司。本项目实施地点为广州中泰国际广场，中泰国际广场于 2001 年正式投入使用，总建筑面积近 20 万平方米，空调供冷面积约 18 万平方米，楼高 46 层。

三、项目实施单位

广州远正智能科技股份有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

技术原理：采用物联网技术以及强化学习 SVM、深度神经网络等预测与控制技术，通过分时分区控温的节能优化控制、室内动态热舒适性优化调节，对供冷范围内所有独立空间的空调参数和状态实时检测；依据人体热舒适性原理及室外气象参数实时状态，对所有空调机、风机盘管、新风机等空调末端设备进行无线联网控制与调节，动态调节各末端设备运行参数；实现数量庞大、位置分散的末端设备全自动、精细化管理控制。

适用领域：适用于各类有中央空调节能需求的行政办公建筑、科教建筑、医疗建筑、商业建筑、酒店建筑、场馆建筑、交通建筑、通信建筑等公共建筑，以及电子信息业、汽车制造业、精密制造业、生物医药业等工业建筑。

（二）节能改造具体内容

1. 建设中央空调末端精细化管理控制系统，对中泰广场裙楼内末端设备实施

精细化管理控制，实现冷源系统和末端空调设备的协调运行，动态优化调节各类末端设备的运行参数，合理管控冷量输出，在保障室内热舒适性前提下减少冷量浪费；并对裙楼内末端空调机组进行调研测试、优化。

2. 更换原 4 号 1100RT 麦克维尔主机为 800RT 高效磁悬浮主机，其部分负荷下运行能效优异，以后夜间主要靠新主机供冷，当新主机需要维护或维修时也可以通过 5 号、6 号旧主机顶替，另外，新主机还可顶替原来 550RT~800RT 负荷需求时段开启 3 号或 4 号大麦克维尔主机，新主机保持高能效运行既能够满足供冷需求，又实现了节能。

3. 对 2 号约克主机的配电改造，将 2 号约克主机的配电改到原 5 号小麦克维尔主机变压器上，对母排额定电流进行改造以适合 2 号约克主机。完成后可以通过运行 1、2 号两台约克主机来满足夏季最大负荷的供冷，空调系统能耗将会有较大幅度下降。

（三）项目实施情况

开工时间：2017 年 12 月 12 日

竣工时间：2018 年 6 月 27 日

运行情况：项目于 2018 年 7 月进入节能效益分享期，节能系统运行情况良好，截至 2018 年 12 月累计实现节电 101.09 万元，空调系统整体节电率达到 31.90%。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

1、2 号两台运行效率较高的约克主机从同一变压器取电，而夏季高峰时变压器无法提供两台主机同时投入使用，导致高峰期需要开一台约克、一台大麦克维尔和一台小麦克维尔主机，从而总体效率降低，耗电量增加。

由于娱乐场所的营业时间与主体建筑有差异，商场停业后，主要靠 5、6 号

两台小麦克维尔主机供冷，但该两台主机运行不稳定，发生故障时需要用大主机顶替，效率降低从而增加能耗。

裙楼风柜机的电动阀基本损坏，温控系统失效，导致冷冻水分配给低楼层的量不受控制，使得高层板换二次出水温度偏高，而一次供回水温差很大，板换的一次供水不足，不但影响高楼层舒适性，还限制了冷源内冷冻泵的变频空间，造成不必要的能耗。

末端空调机组实际运行功率远低于额定功率，可能存在皮带松弛等问题，严重影响末端空调机组工作效率，造成能耗浪费。

中央空调末端设备缺乏统一精细化调控技术手段，尤其是无法与冷源进行联动调节。

2. 节能量计算方法及项目年节能量

项目于 2018 年 7 月进入节能效益分享期，节能系统运行情况良好，截至 2018 年 12 月累计实现节电 101.09 万元，空调系统整体节电率达到 31.90%，具体节能情况如下：

月份	实际用电量 (kW·h)	节约电量 (kW·h)	节约电费 (元)	节电率	甲方分享金额 (元)	乙方分享金额 (元)
07-09 月	1989000.00	814196.00	610809.84	29.05%	122161.97	488647.87
10-12 月	887500.00	533298.00	400080.16	37.54%	80016.03	320064.13
小计	2876500.00	1347494.00	1010890.00	31.90%	202178.00	808712.00

按中央空调冷源系统年用电量 642.09 万 kW·h 作为改造前能耗基准值，项目完成后空调系统整体节电率 31.90% 计算，年节电量为 204.83 万 kW·h，折合节约标准煤为 675.94 吨。

(二) 年节能效益

按中央空调冷源系统年用电量 642.09 万 kW·h 作为改造前能耗基准值，项目完成后空调系统整体节电率 31.90% 计算，年节电量为 204.83 万 kW·h，节能效益为 153.66 万元/年（按电费单价 0.7502 元/kW·h 计算）。

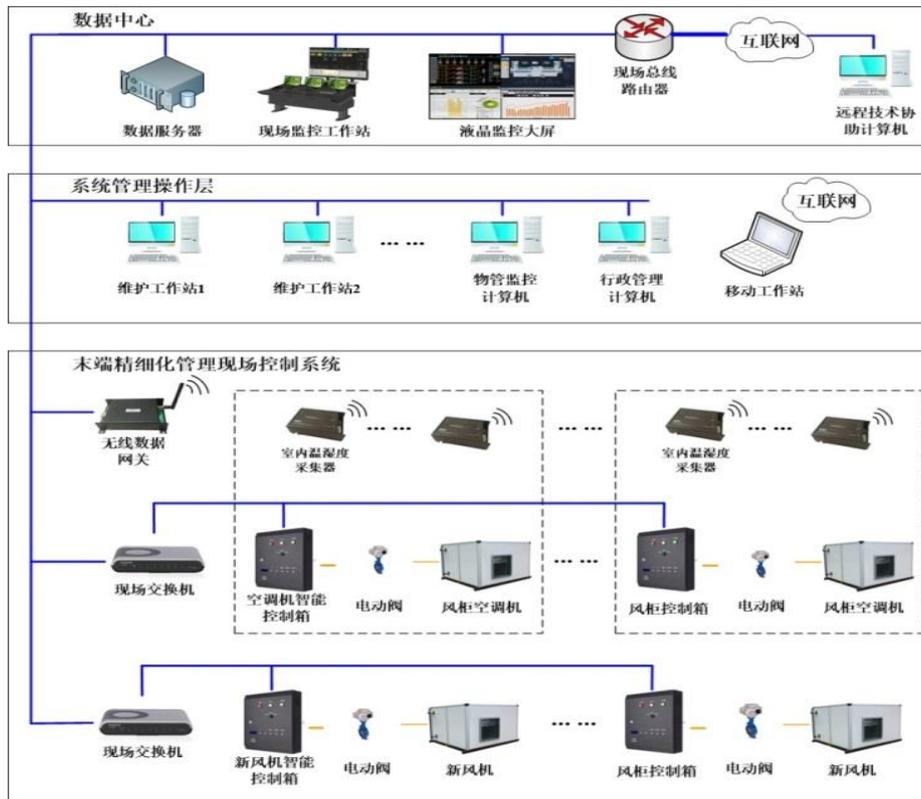
六、技术方案

1. 中央空调末端精细化管理控制系统建设

建设中央空调末端精细化管理控制系统，对中泰广场裙楼内末端设备实施精细化管理控制，并对裙楼内末端空调机组进行调研测试、优化。

末端精细化管理控制系统通过现场通信总线与冷源系统联动，对供冷范围内所有独立空间的空调参数和状态实时检测，依据人体热舒适性原理及室外气象参数实时状态，对所有风柜、新风机等空调末端设备进行联网控制与调节，实现冷源系统和末端空调设备的协调运行，动态优化调节各类末端设备的运行参数，合理管控冷量输出，在保障室内热舒适性前提下减少冷量浪费。

末端精细化管理控制系统硬件设备主要包括末端空调机智能控制箱、空调机变频控制箱、室内温湿度采集器、无线数据网关等。系统网络架构示意图如下：



中央空调末端节能优化管理控制系统硬件分布示意图



楼层管理控制界面



室温优化设定界面



风柜管理控制界面



中央空调末端精细化管理控制系统远程监控软件人机界面



风柜控制箱



电动执行阀



温湿度传感器及数据采集器

中央空调末端节能改造现场照片

2. 更换制冷主机

根据对中泰广场空调运行记录分析，冬季、过渡节及工作日夜间空调负荷在 675RT 以下，根据现场了解和沟通，并进行耗电量分析计算后，结合变频磁悬浮

主机的性能特性，本项目将 4 号 1100RT 麦克维尔主机更换为 800RT 变频磁悬浮主机，提高低负荷时制冷机组的 COP，可有效减少耗电量。新主机制冷范围大（25%~100%），部分负荷下运行效率更高，可提高综合运行效率。



主机更换现场照片

3. 制冷主机配电改造

根据中泰国际广场中央空调系统节能改造需求，将 2 号约克主机的配电改到原 5 号小麦克维尔主机变压器上，对母排额定电流进行改造以适合 2 号约克主机。完成后可以通过运行 1、2 号两台约克主机来满足夏季最大负荷的供冷，空调系统能耗将会有较大幅度下降。



主机配电改造现场照片

改造完成后将原来的运行方案：一台约克主机、一台麦克维尔大主机和一台小麦克维尔主机改为两台约克主机。一方面系统能效将得到很大的提高，将获得一定的节能量。另一方面，2 台大约克主机可同时开启运行，中央空调供冷保障能力提升，大大提高了整个中央空调系统的可靠性。

七、商业模式

项目模式：节能效益分享型合同能源管理模式。

项目周期：包括建设期和节能效益分享期，其中 2017 年 12 月-2018 年 6 月为建设期，包括项目合同签订、设计、施工安装、系统调试及试运行、验收等；2018 年 7 月至 2025 年 6 月为节能效益分享期，包括项目运行管理、售后维护及节能效益分享等。

节能效益分享比例：项目建设单位/节能服务单位=2/8。

八、投资额及融资渠道

项目总投资 384.3 万元，全部由节能服务公司采用合同能源管理模式投资。

上海外滩三号综合节能改造合同能源管理项目

一、项目名称

上海外滩三号综合节能改造合同能源管理项目

二、项目业主

外滩三号为上海市优秀历史建筑，始建于 1916 年，共计 1.2 万 m²，至今已经有 102 年历史。

现有空调系统由 2 台溴化锂+2 台风冷热泵组成，夏季主要开启溴化锂机组，高温月份需满载开启风冷热泵进行补充，风冷热泵翅片已严重结垢，系统效率低下，且制冷系统、采暖系统的输配系统均为工频控制。

现有热水系统由 2 台真空热水锅炉+容积式换热器的结构进行热水的供应，因热水系统使用时间长，具有效率衰减，排放超标。

建筑内空调系统采用空调箱集中送风，共有 20 台 AHU+PAU，且均为工频运行，末端未配置变频装置。

三、项目实施单位

国联江森自控绿色科技（无锡）有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

本次改造的主要手段有三类：首先，采用高效节能设备，替换其原有老旧设备，实现设备节能；同时，针对业主用能特点，降低费用较高的一次能源的使用，转为更为经济、清洁的电力能源作为主要消耗能源，从而实现费用的降低；最后，对原有粗放管理甚至不管理的用能设备进行改造，通过自控手段实现系统高效节能的运行。

（二）节能改造具体内容

本项目为针对上海外滩三号的建筑进行空调系统、热水系统、空调末端、厨房排油烟风机及照明系统等专项节能服务，建议采用的主要节能的技术手段和措施如下所述：

1) 空调系统：针对现有溴化锂机组空调系统进行节能改造，主要采用机房智能群控系统(含泵系统及冷却塔变频调节技术)、磁悬浮冷水机组+溴化锂联合供能的结构，建设高效智慧机房系统；

2) 热水系统：针对现有真空热水锅炉热水系统进行节能改造，采用空气源热泵热水机组+低氮冷凝式真空热水锅炉联合供热，并加设蓄热水箱，对建筑的热热水进行集中供应，建设高效热水供应系统；

3) 空调末端：对常年使用的楼层新风空调箱采用变频控制，并对通风系统控制系统进行升级改造，实现智能化控制，以降低空调箱运行能耗；

4) 排烟风机智能控制：根据厨房的使用规律，合理利用风机变频技术和定时控制技术，智能调控风机运行，减低风机运行功率；

5) 照明系统：对部分公共区域照明灯具进行高效光源替代，扩大大厦 LED 光源的使用区域；

6) 其他：对现有的管道保温等缺失部位进行修复，以进一步降低能源费用支出；对现有的通风系统的新风空调机箱和送风管道进行专业清洗，提高系统的热交换效率，降低能源消耗。

（三）项目实施情况

项目于 2019 年 4 月 30 日开始进场施工，于 2019 年 6 月 28 日竣工验收，目前已顺利运行 6 个月。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

系统		原有系统	节能设计方案	品牌
空调系统	夏季制冷	溴化锂机组+风冷热泵	磁悬浮冷水机组	约克
	冬季采暖	溴化锂机组	溴化锂机组	
	输配系统	定频	高效水泵更换+变频	格兰富/威乐
	控制系统		机房群控	江森自控
生活热水		天然气热水锅炉	空气源热泵+高效冷凝锅炉+蓄热水箱	约克+力聚
空调末端	MAU	定频	大功率，长时间运行设备变频控制	ABB/A 施耐德/丹佛斯
	PAU	定频	时间设置功能	
	控制系统	江森 NETWORK 系统	最新 BA 控制系统升级	
排油烟风机		定频+手动控制	变频+定时控制+手动复位	ABB/施耐德/丹佛斯
照明系统		传统灯具	LED 高效光源	飞利浦
其他		保温结构	局部保温修复	

2. 节能量计算方法及项目年节能量

本项目实施后，其节能效益的验证为在同等营业面积、用能结构下的验证，其办法如下：

项目节能效益=[(基准年用电量+基准年用气量)- (改造后年用电量+改造后年用气量)]×能源单价+调整量

其中：基准年用电量为 2017 年用电量；基准用气量为 2017 年用气量(不含厨房用气量，2017 年个别月份因装修需修正后作为基准值)；

本项目节能改造部分的年节能效益为 183.6 万元、实现节能量 583.7 吨标准煤。

(二) 年节能效益

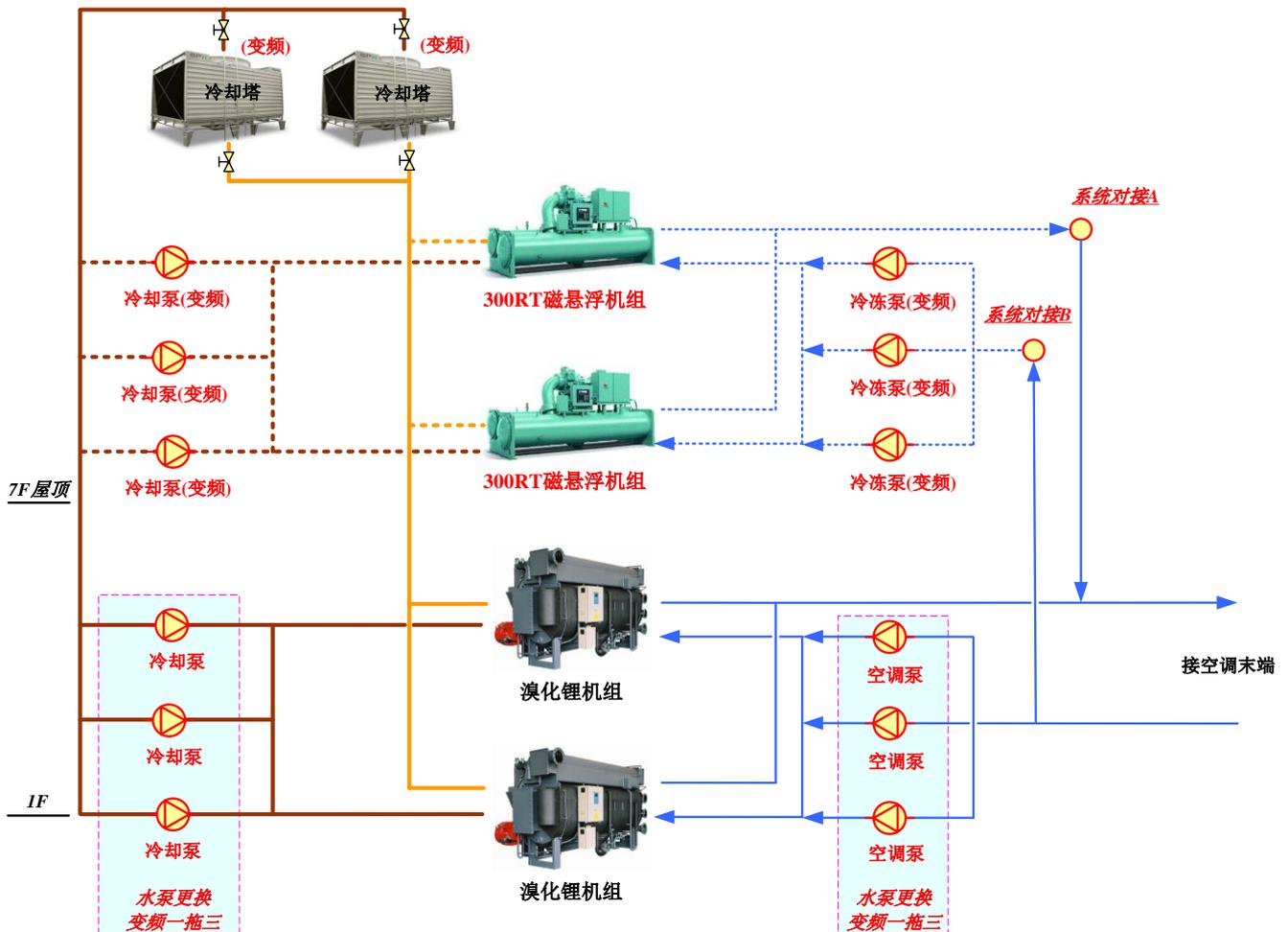
每月支付节能效益分享时，以当月各种能源账单(电费和燃气费)的不含税单价，作为应付金额的计算依据。本项目的年节能效益为 RMB183.6 万元。

六、技术方案

1. 空调系统

原有空调系统由 2 台 985kW 溴化锂+2 台 600kW 风冷热泵组成，夏季主要开启溴化锂机组，因一台溴化锂机组已使用多年（基本不使用），高温月份需满载开启风冷热泵进行补充，风冷热泵使用喷雾系统，翅片已严重结垢，系统效率低下，且制冷系统、采暖系统的输配系统均为工频控制。

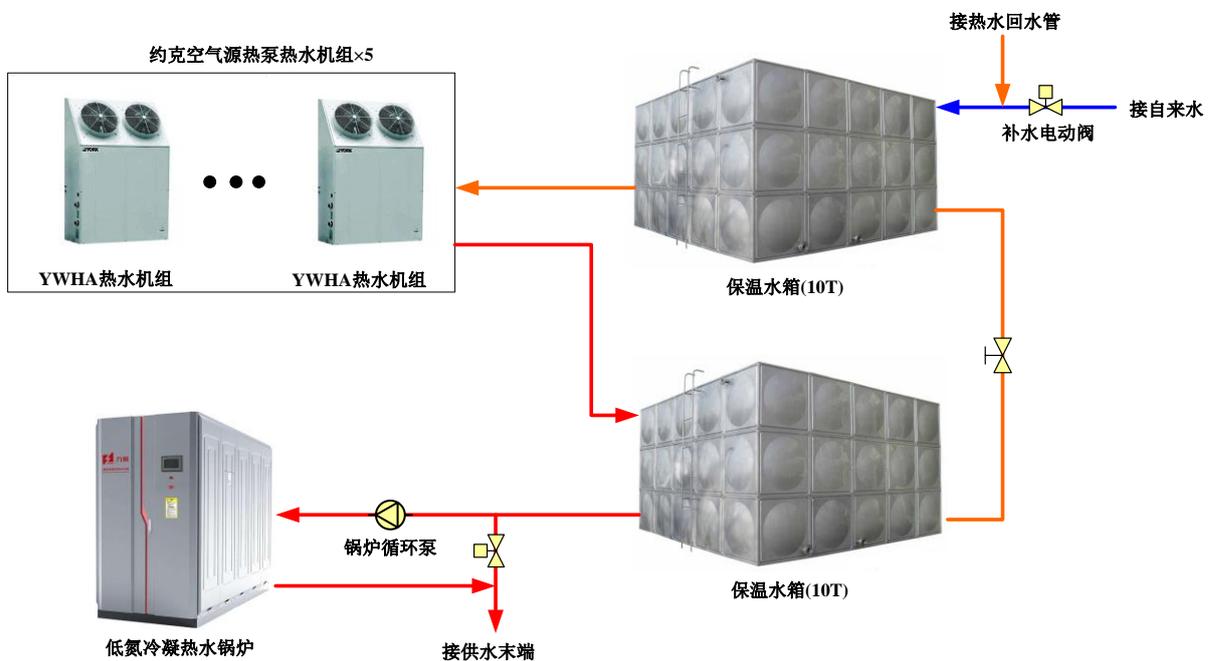
节能设计：超高效设备的利用：采用约克高效磁悬浮冷水机组替代夏季提供制冷负荷；变频控制：新增磁悬浮系统水泵采用全变频控制，并对冷却塔进行变频改造；高效水泵替代：对原有溴化锂机组的输配系统进行高效水泵的替代，并加装变频控制；冷冻机房智能群控系统：对原有空调设备进行智能控制，采用江森自控机房群控系统，实现机房的智能化管理和高效运行。



2. 热水系统

原有热水系统由 2 台 460kW 真空热水锅炉+容积式换热器的结构进行热水的供应，因热水系统使用时间长，具有效率衰减，且氮氧化物排放无法满足最新上海市标准，需更换设备进行改造。

节能设计：超高效设备的利用：采用约克空气源热泵热水机组替代原锅炉作为热水主热源；蓄热措施：在屋顶新增 20T 蓄热水箱，结合业态进行谷电蓄热；低氮冷凝热水锅炉利用：在锅炉房新增低氮冷凝热水锅炉，作为补充热源和应急热源，以充分保障热水系统的供应稳定和解决系统排放的合规性。



3. 空调末端

建筑内空调系统采用空调箱集中送风，共有 20 台 AHU+PAU，且均为工频运行，末端未配置变频装置，BA 采用江森最早期系统，具有如下问题：1.空调箱无法根据末端需求和业态变化，智能控制运行风量，造成冷/热量及风机的电量浪费；现有 BA 的大部分原件均已停产，系统维护成本大。

节能设计：对通风系统进行节能改造，对电机功率在 5kW 以上的空调箱进行变频控制，其他进行定时控制；对通风系统的 BA 控制进行升级改造，实现智

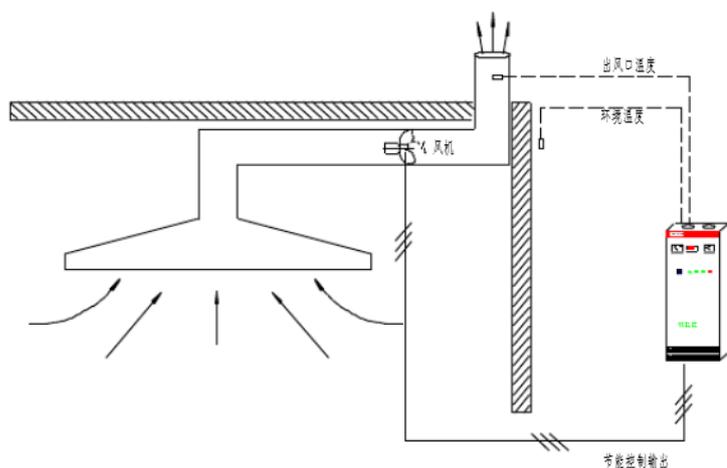
能化控制。



4. 厨房排烟风机

厨房的油烟大，且油烟需要经由长管道，但在一般设计时，厨房风机是按照所有灶具满负荷运行时的排风量加安全系数选型的，且工作在定速状态。而实际工作时，哪怕是一台灶具运行，也要将抽排风系统定频定速开启。据统计，大型厨房的满负荷运行时间约只占厨房工作时间的 1/3 左右，这就造成了电能的浪费。

节能设计：对厨房排油烟风机系统进行变频控制+时间控制，并在厨房间更换控制面板，增加停止和智能运行功能，以便厨房运行人员本地控制。



厨房风机系统节能示意图

5. LED 高效照明

原厨房、后勤办公区、设备间等公共区域仍然采用传统荧光灯，其单灯功率大，且使用寿命短，需更换。

节能设计：采用高效 LED 光源进行替代，以降低照明系统使用电量，提高灯具的使用寿命，减少灯具的更换次数，节约电费支出。

七、商业模式

本项目采用节能效益分享型，节能服务公司还承担项目的技术设计、工程实施以及后期的设备维护。合同期结束后，项目节能设备的产权以赠予的形式，归业主方所有。项目实施完成后，按照合同约定的分享模式和分享年限，在分享期内业主按月/季支付能源服务费

改造项目分享模式：

第 1 年-第 8 年 节能公司：80% 业主：20%

第 9 年-第 10 年 节能公司：75% 业主：25%

第 11 年-节能系统免费移交业主，节能公司退出分享及运维

八、投资额及融资渠道

本项目投资额共 868.9 万元，均为节能服务公司自有资金。

中纺联合国际商贸城水蓄冷蓄热项目

一、项目名称

中纺联合国际商贸城水蓄冷蓄热项目

二、项目业主

中纺服装城由青岛市中纺四季青实业股份有限公司投资兴建，位于青岛即墨市鹤山路 1617 号，其中一期中纺国际服装城占地面积 158 亩，建筑面积 38 万平方米，主要建设女装馆、男装馆、精品孕童馆、国际品牌保税购物街（日韩商品中国总部）等功能区，以多首层 MALL 式市场、环绕式体验性商业街、国际化的时尚建筑形象等设计规划理念，打造一个复合型、创新型、国际型、时尚型的纺织服装商贸综合体。

三、项目实施单位

青岛海之新能源有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

本项目采用水蓄冷（热）中央空调系统。水蓄冷（热）中央空调系统是采用水为介质，利用离心式冷水机组（电极锅炉）将夜间电网多余的谷段电力与水的显热相结合来蓄冷（热），以低/高温水形式储存冷（热）量，并在用电高峰时段使用储存的低（高）温水作为冷（热）源的空调系统。

根据中纺国际商贸城中央空调系统运行特点，参考当前国家及地区相关政策的前提下，本能源站夏季采用离心式冷水机组蓄冷，冬季电极锅炉蓄热的复合式系统。在满足用户的使用需求的同时，最大程度的降低运行成本，达到节能减排的效果。

(二) 节能改造具体内容

本项目属于新建项目，于 2017 年 7 月份开始建设，包括离心式冷水机组、电极锅炉、蓄能水池等设备及辅助设备的建设，于 2017 年 12 月完成施工验收，并于 2018 年 1 月正式投入使用。截止目前，该能源站已运行两个完整制冷/采暖季，运行效果良好。



五、项目年节能量及年节能效益

(一) 年节能量

1. 主要用能设备

能源站主要用能设备

序号	设备名称	规格	单位	数量
1	电极锅炉	6MW 10kV	台	2
2	离心式冷水机组	制冷量 1000RT	台	5
3	蓄放热水泵	Q=260m ³ /h H=42m W=45kW	台	4
4	冷却水循环泵	Q=550m ³ /h H=55m W=90kW	台	5
5	冷冻水一次泵	Q=705m ³ /h H=20m W=75kW	台	5
5	冷冻水二次泵	Q=720m ³ /h H=28m W=75kW	台	6

2. 节能量

本项目采用蓄热供暖方案，年耗电（谷电）量约 1344 万 kW·h，相当于 4435.2 吨标准煤。

（二）年节能效益

冬季供暖：与市政供暖相比，采用谷电蓄热方式进行采暖，年节省费用约 360 万元。

夏季制冷：与传统冷水机组直接供冷相比，采用谷电蓄冷方式，本项目年节省费用约 140 万元。

项目所在地能源价格表

附件

山东省电网销售电价表
(工商业及其它用电)

用电分类		电压等级	电度电价(元/千瓦时)				基本电价	
			尖峰电价	高峰电价	平段电价	低谷电价	最大需量 元/千瓦·月	变压器容量 元/千伏安·月
工商业 及其它用电	单一制电 价	不满 1 千伏	1.0394	0.9203	0.6226	0.3249		
		1-10 千伏	1.0161	0.8998	0.6089	0.3180		
		35 千伏及以上	0.9927	0.8791	0.5951	0.3111		
	两部制电 价	1-10 千伏	1.0289	0.9113	0.6172	0.3232	38	28
		35-110 千伏以下	1.0034	0.8888	0.6022	0.3157	38	28
		110-220 千伏以下	0.9779	0.8663	0.5872	0.3082	38	28
	220 千伏及以上	0.9524	0.8438	0.5722	0.3007	38	28	

备注：
1. 上表所列价格，含国家重大水利工程建设基金 0.196875 分钱、大中型水库移民后期扶持资金 0.62 分钱、可再生能源电价附加 1.9 分钱。
2. 高峰时段：8:30-11:30，16:00-21:00；低谷时段：23:00-7:00；其余时段为平时段。尖峰电价在 6-8 月实施(为便于操作，按 7-9 月抄见电量执行)。尖峰时段：10:30-11:30，19:00-21:00。

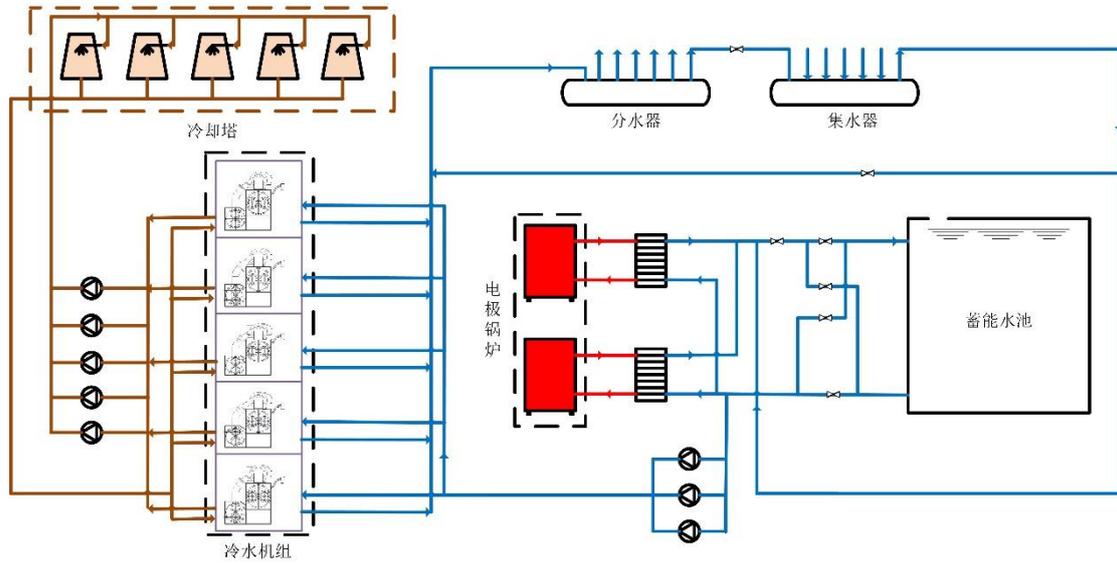
本项目用电价格取“单一电价制”中“5 千伏及以上”用电价格。

六、技术方案

1. 设计原则：冬季供热采用全量蓄热模式，即夜间蓄能水池蓄热量可满足日间商场供热需求；夏季供冷时，优先使用夜间蓄冷用于削峰，不足部分由离心式冷水机组供冷；

2. 供热设计：根据商场日总热负荷需求，采用 2 台 6MW 电极锅炉，谷电时段全负荷蓄热，次日由蓄热水池为商场供热；

3. 制冷设计：根据商场日总冷负荷需求，夜间采用 2 台 1000RT 离心式冷水机组，谷电时段将蓄能水池水温降低至 4~5℃，次日为商场供冷（优先削峰），冷量不足部分，开启离心式冷水机组供冷。



水蓄冷蓄热中央空调系统流程图

七、商业模式

本项目采用 BOT+节能效益分享型模式进行操作。项目合同期 15 年，前 5 年为项目投资回收期，用能单位不分享节能效益；待投资方收回项目初投资后，用能单位、节能服务公司按照 3:7 的比例进行节能效益分享。合同期内，项目设备资产归属节能服务公司所有，待合同期满后，投资方将设备无偿转让给用能单位。

八、投资额及融资渠道

本项目投资金额为 2440 万元，其中 800 万元为节能服务公司自有资金，1640 万元来自浦发银行项目贷款。

工业建筑

中航锂电科技有限公司空调系统节能改造合同能源管理项目

一、项目名称

中航锂电科技有限公司空调系统节能改造合同能源管理项目

二、项目业主

中航锂电科技有限公司是专业从事新能源电池、电源系统研发、生产及销售的高科技企业，致力于为全球客户提供完整的产品解决方案和完善的全生命周期服务。目前，公司已设立常州、洛阳、厦门三大产业基地，未来，公司年产能将超过 100GWh，成为全球领先的动力电池制造商和全球优秀汽车公司战略供应商。2017 年中航锂电在空调、空压、除湿等三大能源供应系统上的电力消耗为 4300 万 kW·h、标准煤量为 12900 吨。

三、项目实施单位

上海碳索能源服务股份有限公司（原上海碳索能源环境服务有限公司）

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

本项目采用“水源热泵机组”替代原“溴化锂双效冷热水机组”提供非工艺空调热源，新系统的制热能效远高于双效溴化锂机组的制热能效、供热成本远低于溴化锂冷水机组，并且可为工艺空调系统提供免费冷源，因此比双效溴化锂系统供热更节能、节费；在冬季极端天气下，可采用溴化锂双效冷热水机组作为水源热泵的补充热源。

本项目采用“水源热泵机组+高效离心机组”（简称“新系统”）提供工艺和非

工艺空调冷源；该“水源热泵机组+高效离心机组”组合式系统与 J01、J02、J03 建筑周边分散的风冷螺杆系统联合使用，在极端情况下，联合供冷；考虑冬季冷水负载较低、室外湿球温度较低，采用自由冷却供冷，大大降低冬季工艺空调冷水系统的能耗；另，新系统的制冷能效远高于“溴化锂冷水机组+分散风冷螺杆冷水机组”的能效、供冷成本远低于“溴化锂冷水机组+分散的风冷螺杆冷水机组”系统，因此新系统比原工艺/非工艺空调冷水系统更节能、节费。

该项目改造原理及管道对接位置如图 1 所示。

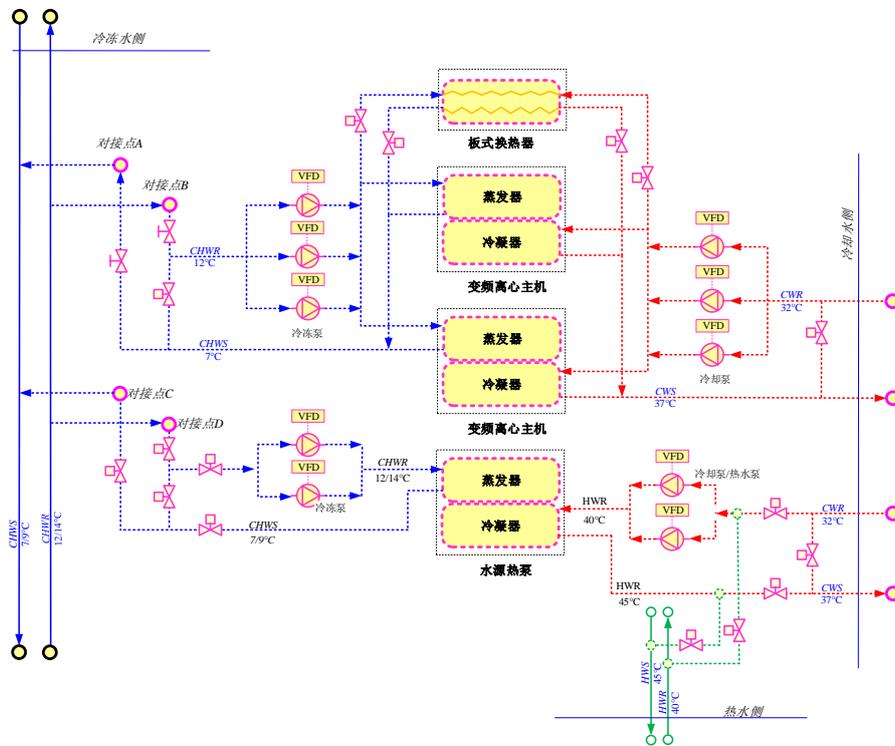


图 1 改造系统原理图

(二) 节能改造具体内容

根据项目现场实际情况，J01 电池生产厂房、J02 办公+电池生产厂房、J03 电池化成和装配车间共 15 套（冷量在 800~1600kW）分散风冷螺杆系统和 J04 溴化锂机房 2 台 3500kW 直燃式溴化机组，年电力消耗量为 1040 万 kW·h、燃气消耗量为 23.24 万 Nm³。现通过采用高温水源热泵机组、高效变频离心机组、自由冷

却系统等多项节能技术进行冷热源替代，在集中化/智能化增高的基础上、降低运行能耗。通过上述综合能源系统改造后，降低空调系统运行费用约 50%、年节约费用为 464.18 万元、年节能量 1946 吨标准煤。

(三) 项目实施情况

本项目开工时间为 2019 年 6 月 24 日，竣工时间为 2019 年 11 月 20 日；高温水源热泵的制热工况的运行时间为每年的 11 月~次年 3 月、制冷工况随末端工艺和办公需求实时调整；高效变频冷水机组全年运行制冷工况，而自由冷却则在每年的 12 月~次年 1 月；系统运行情况良好，节能显著。

五、项目年节能量及年节能效益

(一) 年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

月份	天数	原非工艺系统		原工艺系统		新系统		节能量	节费
		溴化锂主机	辅机	主机	辅机	主机	辅机		
		Nm3	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh		
天							tce	万元	
1	31	90378	52022	181844	211226	320089	63736	136	33.51
2	28	40995	34705	98911	157338	145191	16209	92	21.76
3	31	16569	31963	420784	217972	304187	87410	105	23.43
4	30	1071	779	527494	220906	297604	90293	110	23.66
5	31	74701	66867	695233	224421	523423	144093	193	45.01
6	30	83977	80729	439257	175767	398248	86196	172	41.09
7	31	213990	180857	1260632	217399	1093326	628689	259	65.90
8	31	198362	189137	1240896	204647	1053663	583901	257	64.68
9	30	98890	107739	767484	203948	607983	200891	210	49.77
10	31	75816	76477	532837	214923	435251	99636	185	43.46
11	30	11440	16151	392233	199556	266527	84590	92	20.31
12	31	50951	48198	316554	223131	292466	63754	136	31.61
合计	365	957140	885623	6874158	2850039	5737959	2149396	1946	464.18

2. 节能量计算方法及项目年节能量

项目节能方案检讨时，采用 2017 年年度空调系统的耗电量、燃气消耗数据为基准，根据改造前后，空调设备、系统的能效、负载情况进行节能量测算；由

上表可知，改造后项目的年节能量为 1946 吨标准煤。

（二）年节能效益

当地企业平均电力单价为 0.65 元/kW·h、燃气单价为 3.27 元/Nm³，年节能效益为 464.18 万元。

六、技术方案

在原有直燃机溴化锂机房内，新增两台超高效的变频离心式冷水机组、一台高温水源热泵机组以及对应的水泵等辅助设备设施，并且匹配以精细化运行控制策略的机房群控系统；原直燃式溴化锂机组、分散的风冷螺杆式冷水机组保持不变作为该中心能源供应系统的备用机组，在极端天气条件下予以补充末端对冷热源的需求；将分散式的能源供应系统改造为集中式的能源供应系统，使得运维管理集中化/智能化程度较高、而且对比于原能源供应系统能耗可大幅度降低。新增设备设施的布置情况如图 2 所示；各生产车间管道的对接方案如图 3 所所示。

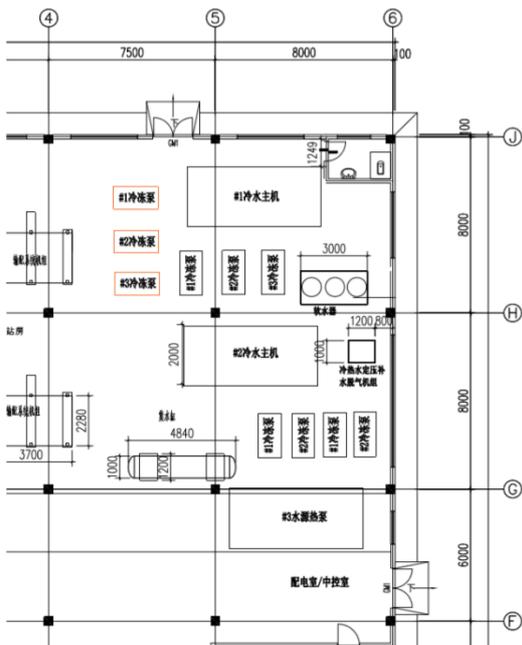


图 2 设备布置图

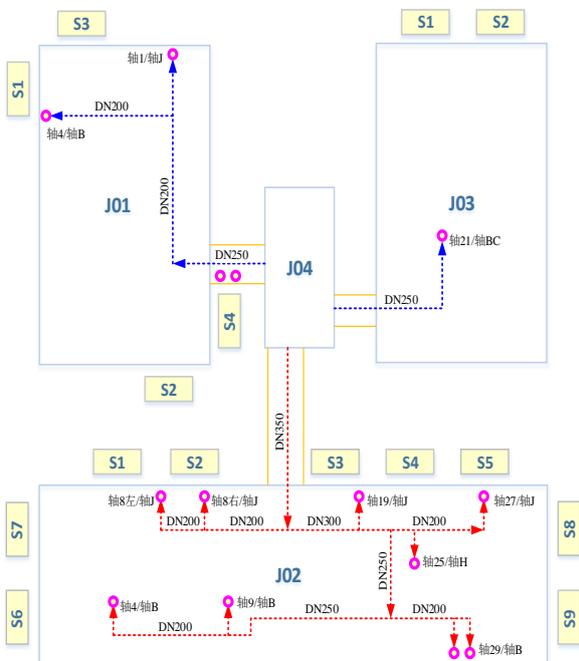


图 3 管道对接方案

七、商业模式

本项目采用节能效益分享型合同能源管理模式，项目合同期为 5 年，用能单位与节能服务公司的分享比例为 20%：80%，在节能款项收至 1856.72 万元时合同终止，节能效益和项目投资设备完全归用能单位所有；在合同服务期限内，节能服务公司新投资设备设施所有权归节能服务公司，运营维护由节能服务公司承担，合同期满后设备所有权转由用能单位所有、并由用能单位承担新增设备设施的运营维护。

八、投资额及融资渠道

本项目总投资额为 950 万元，全部来自节能服务公司内部自有资金。

开发晶照明（厦门）有限公司空调系统节能改造合同能源管理项目

一、项目名称

开发晶照明（厦门）有限公司空调系统节能改造合同能源管理项目

二、项目业主

开发晶照明（厦门）有限公司成立于 2011 年 4 月，是福建省政府确认的 LED 行业龙头企业之一。开发晶定位为“LED 整体解决方案提供商”，业务范围涵盖 LED 外延片、芯片、封装模组、照明应用、汽车照明光源等产业链环节，具有上下游协同开发、快速响应、整体供应链成本低、为客户提供 LED 整体解决方案的能力。

原有设备机组能效较低，工频运行，并且系统控制逻辑较为落后，停留在手动控制的阶段，无法实现系统的高效运行。并且未进行分项计量，信息化程度较低。

三、项目实施单位

国联江森自控绿色科技（无锡）有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

本项目根据现有机房空调系统的设备配置情况和运行的实际需求，对现有机房空调系统进行专项节能改造，主要包含以下三个方面：

1. 低温冷冻系统：采用新增变频离心式冷水机组替代原有冷水机组，拆除现 CH-04 机组，利用其冷冻水泵及管路系统，并更换现冷却水泵为变频冷却水泵，同时增加相应变频配电柜；拆除原有#3 冰机，并对其水管增加固定支架；

2. 中温冷冻系统：采用新增变频离心式冷水机组替代部分原有冷水机组，并

相应增加对应的变频冷冻水泵及变频冷却水泵，同时对现有运行参数进行合理调整；同时拆除现热泵机组；

3. 机房群控系统优化：对现有机房群控进行优化，使新增加冷水机组接入机房群控，并增加相应的计量系统。

该方案在不影响客户用能模式的情况下，对机房整体进行能效提升，不对客户的用能模式及用能情况造成过大影响，却能有效提升能源的利用率，降低用能成本。

（二）节能改造具体内容

改造后，低温系统以约克主机供冷，其余机组作为备机；中温系统以约克主机作为主冷源，在约克主机供冷量不足的情况下开启特灵主机作为补充。且低温系统供水温度为 $8\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，与目前运行保持一致；中温系统供水温度为 $14\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，与设计值保持一致。

本项目改造前后，其末端供冷量和末端供冷范围应保持基本一致，机房空调系统的主要用途和运行规律如下：

1. 低温冷冻系统：主要为一般空调及空调箱冷却盘管用，全年稳定运行一台，其冷水机组出水温度设定为 $8\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

2. 中温冷冻系统：主要为 PCW 冷却及空调箱预冷盘管用，全年稳定运行 1-2 台，其冷水机组出水温度设定为 $14\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

3. 中温热水系统：主要为空调冬季加热负荷用，热源为热回收冰机热回收水，因厦门天气全年较暖，全年基本不使用。

（三）项目实施情况

项目于 2019 年 2 月 18 日开始进场施工，于 2019 年 4 月 30 日竣工验收，目

前已顺利运行 6 个月。

五、项目年节能量及年节能效益

(一) 年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

原系统主机清单：

序号	项目	品牌	制冷量 (kW)	输入功率 (kW)	名义 COP	台数	备注
1	离心式冷水机组	McQuay	3516	642.7	5.47	1	定频，带热回收
2	离心式冷水机组	McQuay	1758	312.6	5.62	1	定频，带热回收
3	离心式冷水机组	McQuay	3516	629.1	5.59	1	定频
4	离心式冷水机组	TRANE	3516	531	6.62	1	定频
5	离心式冷水机组	TRANE	3516	462	7.61	1	定频，带热回收

新增主机：

序号	名称	型号	制冷量 (kW)	输入功率 (kW)	NPLV	COP
1	变频离心式冷水机组 (低温)	YKK3K0H95EWH+VSD	3516	656.1	9.583	5.359
2	变频离心式冷水机组 (中温)	YKH3F9P95ESH+VSD	3516	484.5	13.58	7.256

原水泵清单：

序号	项目	品牌	流量(m ³ /h)	扬程(m)	功率(kW)	台数	备注
1	热回收水泵	Acme	628	15	37	1	CH-02
2	冷却泵	Acme	728	30	90	1	CH-02
3	冷冻泵	Acme	430	50	90	1	CH-02
4	热回收水泵	Acme	437	15	30	1	CH-03
5	冷却泵	Acme	364	30	45	1	CH-03
6	冷冻泵	Acme	215	50	55	1	CH-03
7	冷却泵	Acme	728	30	90	1	CH-04
8	冷冻泵	Acme	430	50	90	1	CH-04
9	热回收水泵	Acme	628	15	37	1	CH-05
10	冷却泵	Acme	728	30	90	1	CH-05
11	冷冻泵	Acme	430	50	90	1	CH-05
12	冷却泵	Acme	728	30	90	1	CH-06
13	冷冻泵	Acme	430	50	90	1	CH-06
14	热回收二次泵	Acme	645	40	110	2	

新增水泵清单：

序号	名称	流量(m ³ /h)	扬程(m)	功率(kW)	台数(台)	参考品牌
1	中温冷冻水泵	432	50	75	1	格兰富、威乐、 ACME
2	中温冷却水泵	686	30	75	1	
3	低温冷却水泵	728	30	90	1	

2. 节能量计算方法及项目年节能量

在效益分享的第一年内，按季度选取室外温度基本一致的测量验证日 4 天，按原系统和节能系统分别连续运行 2 天，并记录末端供应冷量和耗电量，并分别计算原系统和节能系统的机房空调系统能效，节能系统的机房空调系统能效相比原系统的机房空调系统能效的下降率即为当季节能率。

其计算公式如下：

节能率=节能系统机房空调系统能效/原系统机房空调系统能效-1=[节能系统供冷量/节能系统机房空调系统耗电量]/[原系统供冷量/原系统机房空调系统耗电量]-1

则改造后机房空调系统的节能效益为：

机房空调系统节能效益=当季机房空调系统实际运行电费/(1-节能率)-当季机房空调系统实际运行电费。

本项目通过专项节能改造后，预计可提升机房运行能效 20.47%，节约电量 251.16 万 kW·h，降低运行成本约 164.09 万元。

(二) 年节能效益

本项目结算能源价格采用浮动单价制，即与结算期甲方实际支付的能源含税单价一致。年节约电量 251.16 万 kW·h，折合降低运行成本约 164.09 万元。

六、技术方案

本项目根据现有机房空调系统的设备配置情况和运行的实际需求，对现有机房空调系统进行专项节能改造，主要包含以下三个方面：

1. 低温冷冻系统：采用新增变频离心式冷水机组替代原有冷水机组，拆除现 CH-04 机组，利用其冷冻水泵及管路系统，并更换现冷却水泵为变频冷却水泵，同时增加相应变频配电柜；拆除原有#3 冰机，并对其水管增加固定支架；

2. 中温冷冻系统：采用新增变频离心式冷水机组替代部分原有冷水机组，并相应增加对应的变频冷冻水泵及变频冷却水泵，同时对现有运行参数进行合理调整；同时拆除现热泵机组；

3. 机房群控系统优化：对现有机房群控进行优化，使新增加冷水机组接入机房群控，并增加相应的计量系统。

改造后，低温系统以约克主机供冷，其余机组作为备机；中温系统以约克主机作为主冷源，在约克主机供冷量不足的情况下开启特灵主机作为补充。且低温系统供水温度为 $8\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，与目前运行保持一致；中温系统供水温度为 $14\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，与设计值保持一致。

因考虑到中温冷冻系统和低温冷冻系统的使用量与末端产能、天气情况关联较大，本项目以 2017 年 CUB 动力站机房空调系统的用电量作为参考，用于本项目节能效益的校核使用，其包括机房空调系统的冷水机组及其对应水泵。

甲方应设专人对设备进行操作和巡检，保障设备的正常运行和降低运行费用。乙方负责对甲方的运营操作人员进行足够的培训，并配合甲方的运管、操作工作。本着项目节能效益最大化和保障业主供能质量的前提下，运营管理方案如下：

设定水温：

低温冷冻系统：机组出水温度设定为 $8\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；

中温冷冻系统：机组出水温度设定为 $14\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

水泵控制：根据季节和气温，灵活控制水泵运行台数，避免水泵电能浪费。一般情况下，应调节水泵运行台数和组合，同时通过水泵控制柜智能运行。

七、商业模式

本项目采用节能效益分享型，节能服务公司还承担项目的技术设计、工程实施以及后期的设备维护。合同期结束后，项目节能设备的产权以赠予的形式，归业主方所有。项目实施完成后，按照合同约定的分享模式和分享年限，在分享期内业主按月/季支付能源服务费。

在分享期 8 年内，总分享额度不超过 1033.8 万元；若因其他因素（节能率、产能电价等）的变化，带来节能效益的减少，则顺延项目分享期（顺延后的分享比例为业主分享 30%，节能服务公司分享 70%），且顺延时间不超过 2 年，即总体分享期不超过 10 年，在 10 年内总分享额度达到 1033.8 万元时，合同分享结束；若总分享期达到 10 年，且分享额度不足 1033.8 万元时，10 年分享期满则合同分享结束。

八、投资额及融资渠道

本项目投资额共 450.00 万元，均为节能服务公司自有资金。

| 第三篇 | 公共设施领域

集中供热

新疆天富能源股份有限公司供热分公司集中供热工程节能改造合同能源管理项目

一、项目名称

新疆天富能源股份有限公司供热分公司集中供热工程节能改造合同能源管理项目

二、项目业主

本项目业主单位为新疆天富能源股份有限公司，该公司是一家以电力、热力生产、销售及天然气销售为主体，发、供、调一体化的综合性能源企业。其中，新疆天富能源股份有限公司供热分公司为本合同能源管理项目的具体实施单位，主要承担石河子市区及周边团场的热力供应；市区工业用户的蒸汽供应；供热设施（特种设备除外）的建设、维护与管理；“三供一业”改造等。

石河子市区现有集中供热面积 2545 万平方米，300 个换热站，500 套供热系统。原有东热电、西热电、南热电、天河电厂 4 座热源，2017 年为响应关停小热电的政策号召，关停东、西热电 4 台 135MW 机组，由南热电、天河电厂 4 台 330MW 机组和 2 台 660MW 机组提供城市集中供热负荷。

三、项目实施单位

同方节能工程技术有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

本项目结合石河子热网和热源的特点，通过网源匹配与水力计算结果，制定

了环状管网下的多热源联网供热方案与分布式变频技术改善管网输配能力的供热运行方案，实现了“一城一网”的网源综合调度与调整。结合网源综合调度方案，通过多热源联网的水力汇交点可灵活调整的特点，实时匹配各热源之间的负荷分配，优先利用低品位余热，延长余热回收系统的运行时长，提高热源系统的综合能效，实现多热源联网绿色调度。通过网源解耦调节的手段，解决一次网热量均匀调配的问题，再通过负荷预测功能，结合室温采集器反馈的室温水平，对热源进行按需调度的调整。搭建同方物联网云平台，消除小区内水力失调和“大流量小温差”运行问题。

该技术主要应用于城市集中供热领域。

（二）节能改造具体内容

1. 存在的问题

石河子供热管网存在“大高差、长距离、高温压”等特点，全市区管网最大高差达到 190m，两主力热源向市区输热距离长达 15km，严寒期部分老旧管网及换热站压力达到 1.3-1.4MPa(设计压力 1.6MPa)、一网供水温度达到 125℃上限，网源综合调整能力已达上限。在东、西热电关停后，石河子市集中供热面临管网输送能力饱和、热源供热能力接近饱和等状况，需重新根据热负荷分布，进行热源、热网的热量匹配。热力热网运行调度问题等。

2. 改造内容与节能手段

根据热源和热负荷的改变，通过对全市管网进行水力计算后，制定了多热源联网结合分布式变频的供热技术方案，利用全网平衡软件和 EZ 智能供热操作平台，优化热网调度调整，主要进行了以下方面的节能改造：

- a. 监控中心上位软件增设室温采集系统，以便更好的掌握用户供热质量，同

时可作为热源调度的参考；

b. 换热站内老旧和缺失的自控设备（温压变、变频器、自控柜等）进行更换；

c. 换热站安装一网电动调节阀和分布式变频泵，利用全网平衡分优软件和EZ智能供热操作平台进行均匀性调节，依据室外温度（同时参考放置到用户侧室温采集器）进行精准调控，可在短时间内实现全网平衡的均匀调控；

d. 多热源联网绿色调度，依据室外温度变化和供水温度要求，延长热源余热回收系统的供热时长，优先利用低品位热源用于集中供热，减少高品位蒸汽的浪费，提高余热回收率与热电系统的网源综合能效。整个采暖季为南热电增加40万GJ乏汽余热回收热量，为天河电厂增加1900万kW·h发电量，提高了热源经济效益；

e. 对二次网水力失调较大的小区进行二网平衡改造，搭建同方物联网云平台，消除小区内水力失调和“大流量小温差”运行等问题，提高用户的供热质量，降低供热系统能耗；

f. 热源循环泵与换热站分布式变频灵活调整，提高管网输送能力，保证严寒期正常供热，降低管网系统的输送电耗；

g. 在项目合作期间，节能服务公司派驻现场工程师，对运行人员进行专业知识培训，提高技术水平与培养节能意识，同时编制运行管理考核制度，提高热源调度及各站运行人员节能降耗的积极性。

（三）项目实施情况

本项目自2017年开始施工，已完成换热站内自控设备（温压变、变频器、分布式变频、电动阀等）改造、智慧供热操作平台和PLC系统程序标准化改造、室温采集检测系统建设、部分二次网水力平衡改造等。

改造完成后，已达到 300 个换热站的安全稳定运行，272 个已实施自控系统的换热站的无人值守，并进行远程数据监控，系统运行情况良好。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

表 1 改造前的热耗及室外平均温度情况

折算总耗热量 (万 GJ)	供热面积 (万 m ²)	平米热耗 (GJ/m ²)	采暖期室外平均温度 (°C)
1343	1947	0.69	-4.30

表 2 改造后（2018-2019 采暖季）的热耗及室外平均温度情况

折算总耗热量 (万 GJ)	供热面积 (万 m ²)	平米热耗 (GJ/m ²)	采暖期室外平均温度 (°C)
1509	2545	0.5931	-5.73

注：2018-2019 采暖季实际供热面积为 2545 万 m²，但由于部分新建换热站不属于本合同能源管理项目改造范围内，故在节能效益计算中，以双方认定的节能效益结算面积 22797162.02 m²计算。

2. 节能量计算方法及项目年节能量

基准热单耗，是指依据前三个采暖季供热热单耗、采暖季室外平均温度推算出往年运行情况下本采暖季的热单耗。

根据合同公式：

$$A_{R0} = 577.28 - 26.24t_s \text{ (MJ/m}^2 \cdot \text{采暖季)}$$

式中：

A_{R0} 为基准热单耗。

t_s 为本采暖季室外平均温度，-5.73°C。

计算结果：

$$A_{R0} = 577.28 - 26.24 \times (-5.73) = 727.6 \text{ (MJ/m}^2 \cdot \text{采暖季)}$$

节热量计算：

$$\begin{aligned}\text{每平方米节热量} &= \text{基准热单耗 } A_{R0} - \text{实际热单耗 } A_R \\ &= 727.6 - 593.1 \\ &= 134.5 \text{ (MJ/m}^2 \cdot \text{采暖季)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{节热量} &= \text{每平方米节热量} \times \text{结算面积 } S_{R0} \\ &= 134.5 \times 22797162.02 \div 1000 \\ &= 3066218 \text{ (GJ)}\end{aligned}$$

考虑锅炉效率 85%，节热量折合标准煤 123238 吨。

（二）年节能效益

2018-2019 年采暖季累计节省供热热量 3066218GJ，以项目改造前的能耗作为节能基准，节能率达 18.5%。按热源厂结算热单价 13.27 元/GJ 计算，总节能效益为 40688713 元。

六、技术方案

1. 供热系统智能化管理平台

供热系统智能化能源管理平台是供热企业提升科学化管理水平不可缺少的工具。数字化、智能化是今后管理的必由之路。是通过管理节能的有效手段。是供热企业能耗计量、统计、分析的基础。只有充分了解各类分项能耗才能准确判断能量浪费在哪里。是采取节能改造技术措施的依据。

通过专家系统可以给出科学的负荷预测，制定低能耗的运行方案和运行参数。是指导供热企业安全、低耗、经济运行的有力助手。

供热系统智能化管理平台可以依据企业现有的热网监控系统经改造建立。

2. 热网均匀性调节控制

供热系统智能化管理平台是一个管控一体化的平台。通过平台中“热网优化控制模块”，实现热网全自动运行，科学有效地解决一次网的水力失调，解决各个换热站的过量供热问题。

通过智能化能源管理平台获取热网数据，并进行分析、计算，得出实际温度的修正值，配合全网平衡软件，最终获得最适于石河子热网的均匀性控制策略。

3. 多热源联网集中供热技术

为了持续推进城市综合能源的节能减排工作，满足国务院对大型热电厂发电煤耗的要求，在小型热电机组关停后，通过水力计算软件，综合考虑现有热源供热能力，结合环状管网输配特点、地势高差对管网水压的影响，重新分配热网的供热负荷。

多热源联网供热技术，可实现热源水力交汇点的动态平衡，减少各热源负荷区域调整时的阀门切换操作，减少管网运行的工作量；多热源联网后，全部热网联通，可实现“一点定压，多点补水”的补水稳压效果，极大的保障了管网运行的安全稳定性；相比各热源独立供热，多热源联网加强各热源之间的互备互补特性，在单一热源故障或管网故障时，可灵活转变负荷分配，降低供热故障对冬季居民用热的影响。结合不同热源供热效率和余热回收改造程度，多热源联网后，随着初末寒期至严寒期的负荷变化及水温变化情况，优先利用低品位余热资源和高效能热源，提高热源的负荷率和各个热源整体的综合效率，提高网源一体的综合效能，达到节能减排的目的。

4. 分布式变频泵改善末端供热质量

分布式变频泵系统，即在一次网供回水差压不足的换热站的站内回水管上增设变频加压泵。分布式变频泵的方案，系统无用功消耗小，运行费用低。各站回

水加压泵的运行，只需满足本站运行的资用压头即可。在部分负荷时，由于各用户负荷变化的不一致性，仍可调节本站回水加压泵的转速以满足网络运行需求即可，基本无阀门的节流损失。

分布式变频泵系统结合一次网调节阀系统，以有源式条件和节流式调节相结合的方式，利用全网平衡软件，综合调整一次网的水力平衡，达到均匀供热的目的，解决了传统集中供热系统一次网水力失调以及热源循环泵扬程高、输出流量不足、管网供水压力偏高等问题，达到了换热站一次网流量按需供应的目的。

5. 解决二次网水力失衡

供热二次网平衡改造的目的在于消除供热二次网系统的水平热力失调，保证整个系统供热的均匀性，从而避免部分热用户室内过热而其他热用户室温不达标现象，因此在同样满足用户的供热需求的条件下，可以大大节省二次网的供热量。如果各热用户的室内温度可以测量，那么使各热用户的室内温度彼此相同作为调节目标，由于不可能大范围测量室内温度，因此只能寻找反映室内温度的测量参数作为控制目标。由稳态下的热平衡方程可以得到，散热器向房间的供热量与房间向室外的散热量相同，即：

$$KF_r \left(\frac{t_g + t_h}{2} - t_s \right) = KF_b (t_s - t_0)$$

式中： KF_r ：散热器的传热系数与传热面积的乘积， $W/^\circ C$ ；

KF_b ：建筑物的传热系数与传热面积的乘积（包括冷风渗入的影响）， $W/^\circ C$ ；

t_g 、 t_h 、 t_s 、 t_0 ：分别为二次网的供回水温度、室内温度和室外温度， $^\circ C$ 。

由上式可解出：

$$t_s = \frac{1}{KF_b + KF_r} \left(\frac{1}{2} KF_r t_g + \frac{1}{2} KF_r t_h + KF_b t_0 \right)$$

$$t_s = \frac{1}{\left(\frac{KF_b}{KF_r} + 1\right)} \cdot \frac{(t_g + t_h)}{2} + \frac{1}{\frac{KF_r}{KF_b} + 1} \cdot t_0$$

即在稳定供热工况下，室温为二次网供回水平均温度和室外温度的函数，权重系数由建筑物的综合传热系数 KF_b 与散热器的综合传热系数 KF_r 之比决定，由于二次网所负责的建筑物的 KF_b 与 KF_r 之值相差不大，则各楼栋的二次网供回水平均温度 $(t_g+t_h)/2$ 基本上反映了各楼栋的供热平均室温，如果将各楼栋的二次网供回水平均温度调为一致，则可以近似认为各楼栋的室内温度是彼此均匀的。

以各楼栋的二次网供回水平均温度彼此一致作为二次网的调节目标，对各楼栋二次网回水调节阀进行调节，可以保证各楼栋间的均匀供热，避免由于冷热不均，为了保证偏冷用户达到室温要求而造成过热用户的能源浪费。因此二次网平衡调节是保证供热要求条件下的最节能的调节方式，也是使热力公司获得最大经济效益的调节方式。

6. 二次网变流量运行

在采用平衡阀解决了二级网的水力失调的基础上，换热站的循环水泵可以采用随室外温度而变化的变流量运行。真正实现二级网的质、量并调。

由于二次网的流量与循环水泵的耗电成三次方关系，若流量减少 20%，循环水泵的耗电就可减少 50%。再加上解决了二级网的水力失调，总的额定循环流量可以减少，供回水温差可以加大，就可实现换热站的耗电大幅度减少。

从目前所给的资料来看，大部分换热站的耗电量已经很低，但也存在一些换热站耗电量过高，通过改造可以完善。同时，在加入远传电表后，统计数据将比人工抄表数据更加精确。对于学校、办公楼、商场等公共建筑，可区别不同情况采用间歇供热或分时段供热的方法减少耗热量和耗电量。

7. 室内温度采集系统

室内温度是衡量供热质量的关键参数，以往凭多年管理经验和主观猜测评估供热质量，加装室内温度采集系统，可实时掌握供热质量，为热源调度提供数据支撑。

通过在典型用户室内安装无线测量仪器并建立远程监测系统，对用户室温进行远程实时监测，并具备报警、历史数据查询，趋势分析、统计等多项功能。通过监测系统可以及时准确的掌握用户室温的变化，为热网的控制提供可靠的依据，同时，通过对用户室温变化曲线的分析对未来温度变化和燃料供给进行预测，可以有效提高供热行业的管理水平，对于保证供热系统优质供热、安全运行、经济节能、环境保护具有十分重要的作用，具有良好的社会效益和经济效益。

通过选择典型用户布置室温测点，建立无线远程监测系统对部分小区供热用户室内温度进行实时监测，改变看天供热的传统习惯，指导热源调度，实现供热系统的智能化与供热系统管理水平的提高。

8. 完善能耗数据的采集

通过改造各个换热站自控设备，通过通讯方式获取热量表的瞬时量、累计量等关键参数，加装远传电能表、远传流量计并实现数据上传获取各个换热站的热耗、电耗、水耗等关键数据，通过供热系统智能化能源管理平台对数据进行统计与分析，并计算出关键参数，配合其它软件，实现精确控制与调节。

七、商业模式

项目采用节能效益分享型的合同能源管理模式，合同期为 8 年，在项目改造完成后，每年的节能效益中，甲、乙双方前四年的节能效益合同分享比例为（甲方：乙方）10%：90%，后四年的节能效益分享比例为（甲方：乙方）40%：60%。

注：此项目若能争取到国家节能补贴，甲、乙双方具体协商。

在本合同到期并且新疆天富能源股份有限公司付清本合同项下全部款项（包括但不限于投资款、节能效益款、可能发生的违约金等）之前，本项目下的所有由同方节能工程技术有限公司采购的设备、设施和仪器等财产（简称“项目财产”）的所有权属于乙方。本合同顺利履行完毕之后，该项目财产的所有权将无偿转让给甲方。

八、投资额及融资渠道

本项目投资额共 8000 万元，为节能服务公司自有资金。

沧海新城燃气锅炉余热回收及消白烟项目

一、项目名称

沧海新城燃气锅炉余热回收及消白烟项目

二、项目业主

青岛沧海新城热力有限公司位于山东省青岛市李沧区四流北路 78 号，其供热范围主要是该站周边区域。沧海新城热力现有两台 220 吨的天然气锅炉，涵盖的供热范围有 300 万平方米，是全省目前最大的使用天然气锅炉集中供热的企业。改造前运行 1 台锅炉可满足供热需求，但热力公司周边后期供热需求旺盛，锅炉排烟温度为 110℃，存在极大的余热回收潜力。

三、项目实施单位

青岛能安恒信科技有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

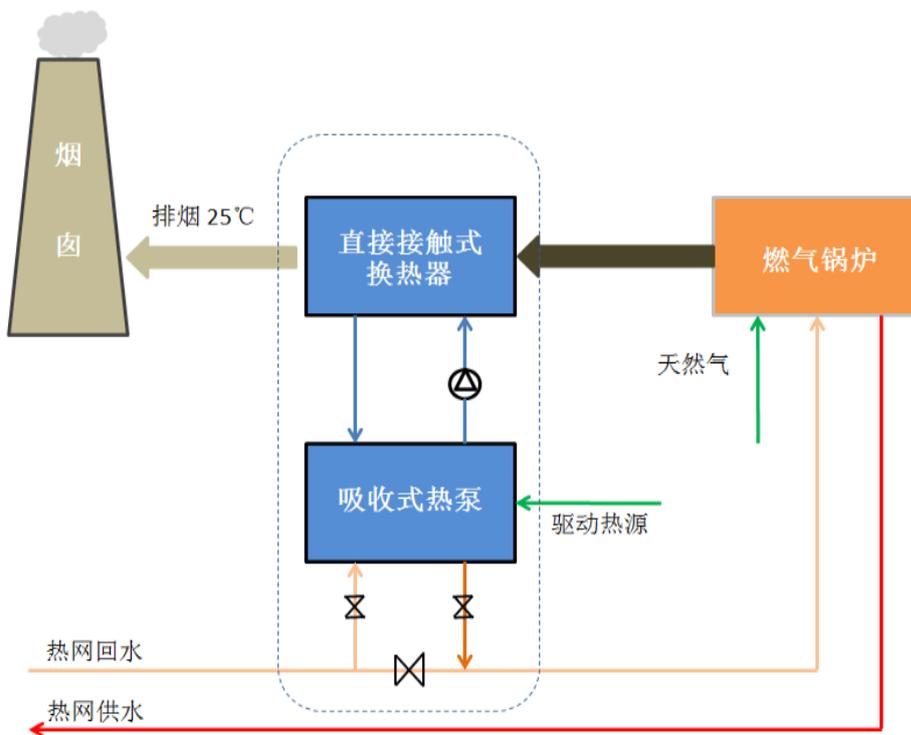
天然气的主要成分是甲烷(CH_4)，其燃烧后排出的烟气中含有大量的水蒸气，其露点温度在 55℃左右。烟气中的水蒸气汽化潜热占天然气低位发热值的 10%左右，若能将此冷凝热回收利用，则可使天然气的利用效率提高 10%以上。通过计算，烟气的显热段排烟温度每降低 20℃，锅炉效率提高 1%，而潜热段温度每降低 3~5℃，锅炉效率就提高 1%。常规的烟气余热回收技术是利用烟气与热网水换热或者烟气与空气换热，回收余热量的多少受制于热网的回水温度和空气的进口温度。通常热网的回水温度高于 40℃，导致烟气很大一部分冷凝热无法回收；而空气与烟气换热，在潜热段空气每升高 4~7℃，烟气温度降低 1℃，且空气换热器换热效果较差，因此也很难回收烟气的冷凝热。

在此条件下，“烟气余热深度回收利用技术”利用吸收式热泵产生的低温冷水与烟气进行直接接触式换热，将烟气温度降至 25℃甚至更低再排放至环境中，回收的热量通过吸收式热泵供出，用于加热热网回水。热泵产生的低温冷水温度远低于烟气露点温度，因此，可以将大部分烟气冷凝热量回收。技术效果有：

- (1) 使天然气的利用效率提高 10%以上；
- (2) 烟气温度的降低可以有效解决烟囱冒“白烟”的现象；
- (3) 烟气冷凝过程产生的冷凝水可以回收再利用，具有节水效果；
- (4) 低温冷水对烟气的二次洗涤作用可将烟气中 NO_x 降低 8%以上。

余热回收系统中，设置有自行研发的水处理设备，且烟气、余热水接触部分设备本身采用防腐材料，解决了系统腐蚀的问题。

该技术的流程如下图所示（虚线框内为本技术改造内容）：



烟气余热深度回收技术流程图

（二）节能改造具体内容

由于锅炉排烟温度较高，为 110℃，因此，系统设计时对烟气梯级降温：

首先在节能器内，利用热网回水与烟气换热，由于热网回水温度为 55℃，因此，只能将烟气温度降至 60℃，此时回收烟气显热，可提高燃气利用率 2.3%；

其次利用吸收式热泵+喷淋塔的方式对烟气进行深度降温，将排烟温度降至 25℃，深度回收烟气中水蒸气汽化潜热，提高燃气利用率 10.5%；

通过烟气梯级降温方式，最终可提高燃气利用率 12.8%。同时，由于烟气中水蒸气含量大大降低，可基本消除烟囱“冒白烟”现象。

通过计算，当系统最大供热负荷维持不变，即最大供热负荷为 154MW 时，当烟气温度由 110℃降至 25℃时，共可回收烟气余热 18.6MW。其中，通过节能器可回收烟气余热 3.4MW（烟气温度：110-60℃）；通过吸收式热泵+喷淋塔的方式可回收烟气余热 15.2MW（烟气温度：60-25℃）。为保证余热回收系统在较长时间内处于满负荷运行状态，实现系统最佳的经济性，最终确定吸收式热泵余热回收量为 9MW。即系统总余热回收量为 12.4MW。

（三）项目实施情况

该项目于 2018 年底准备进场，2019 年初项目调试完成，2019 年供暖季低负荷稳定运行。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

本项目设备包含烟气余热回收机组 1 台，节能器 1 台，锅炉喷淋塔 1 台，节能器热水泵 2 台，中介水泵 2 台，加碱装置 1 套。通过详细计算，设备选型，系

统主要设备配置表如下：

锅炉房系统主要设备配置表

项目	型号	数量	单位	备注
吸收式热泵	余热回收量：9MW	1	台	
节能器	余热回收量：4MW	1	台	锅炉对应一台
节能器热水泵	Q=400m ³ /h h=12.5m P=22kW·h	2	台	变频控制，一用一备
锅炉喷淋塔	H=10m, D=6.5m	1	台	锅炉对应一台
中介水泵	Q=850m ³ /h h=46m P=200kW·h	2	台	不锈钢泵 变频控制，一用一备
加碱装置	P=0.5kW·h	1	套	

2. 节能量计算方法及项目年节能量

针对燃气锅炉燃烧产生的高温烟气进行余热回收，采用喷淋塔和吸收式热泵机组相结合的方式，余热回收效果显著，同时高效实现消除排放白烟的需求。该项目年平均余热回收量为 10.3 万 GJ，折算节约标准煤 0.35 万吨标准煤，可减少 CO₂/NO_x/SO₂ 综合排放共计约 0.9 万吨；为企业节省燃气消耗量约 324.75 万 N m³，节省燃气费用约 7 万元，所有回收的余热全部用于加热热网回收及补水。

经济效益分析-按平均负荷 100t 核算

项目	单位	改造前	改造后	备注
锅炉供热量	万 GJ	85.28	76.01	
回收余热量	万 GJ	--	9.27	
节省燃气耗量	万 Nm ³	--	283.5	
节省燃气费用	万元	--	836.3	
凝结水量	万吨	--	3.0	满足二网补水要求
加碱费用	万元	--	5	
新增电耗	万 kW·h	--	89.5	热泵+中介水泵+节能器热水泵+加碱泵
电费	万元	--	73.9	系统负荷率 0.7
净收益	万元	--	757.4	

节能减排效益

污染物	减排量
减排 CO ₂ (吨/年)	4836.4
减排 NO _x (吨/年)	5.0

（二）年节能效益

该项目年节省燃气消耗量约 324.75 万 Nm³，燃气单价 2.95 元/Nm³，年节能效益 764 万元。

六、技术方案

改造前燃气锅炉的燃烧效率为 90%左右，排烟温度在 130℃左右，约有 10%的热量通过排烟进入环境中，如果考虑到烟气中水蒸气的汽化潜热，燃气锅炉的排烟损失约占天然气高位热值的 20%左右，若能将这部分热量回收将会节约大量的燃气和提高天然气的燃烧效率。同时，天然气的主要成份是甲烷，燃烧后生成 CO₂+2H₂O，二氧化碳是无色的气体，人类肉眼看是不见的。要想消灭白色烟羽现象就必须减少排烟中的水分，降低水蒸气在烟气中的相对湿度。

该技术充分利用锅炉燃烧产生的高温烟气，通过安装烟气余热回收专用机组（吸收式热泵机组）和直接接触式换热器（喷淋塔），吸收式热泵采用蒸汽驱动，系统利用热泵机组产生的低温冷水（中介水）在喷淋塔中与烟气进行直接接触换热，将烟气热量带入热泵机组，机组利用驱动能源热量和烟气热量加热热网回水，从而实现回收烟气余热，变向降低锅炉排烟损失，提高燃料的利用率。

该技术可将烟气温度有效降至 25℃以下，回收烟气热量，提高燃料利用率 10%以上。降温后的烟气中水蒸气含量大幅度降低，从而达到消除白烟的效果，回收的烟气冷凝水可用作二次网补水。同时通过中介水对烟气的洗涤过程，可将烟气中 NO_x 降低 8%以上，最终实现节能、减排、消白烟的多重效果。

七、商业模式

该项目属于合同能源管理模式的节能效益分享型，效益分享期 5 年。双方受益按实际节能收益分配。合同期内，设备的所有权归节能服务公司所有，合同期

满后，设备归业主所有。

八、投资额及融资渠道

该项目投资约 2000 万元，为节能服务公司自筹。

市政照明

宁波大榭开发区规划建设局路灯合同能源管理项目

一、项目名称

宁波大榭开发区规划建设局路灯合同能源管理项目

二、项目业主

宁波大榭开发区规划建设局，是大榭开发区管委会的重要职能部门之一，是负责全区的市政公用设施的管理、养护工作的唯一部门，负责全区城市道路、桥梁、地下通道的照明设施和部分广场、公共绿地及开放式公园等处已移交的照明设施和景观亮化设施的日常巡查、养护和维修等。

三、项目实施单位

广东荣文能源科技集团有限公司

四、案例内容

本项目节能改造由改造企业提供符合相关要求的 LED 路灯进行整套更换，并应用路灯管理系统，通过建设管理基站，应用管理软件，以合同能源管理的合作模式对大榭开发区 2450 盏路灯实施节能改造，应用高效环保 LED 路灯替换现场使用的低光效路灯。项目改造完成后，节能服务公司将在合同期内对本项目进行能源管理，确保项目在整个合同期内的节能及照明效果等各项指标符合要求，保证项目高效正常运行。

项目竣工后经大榭开发区规划局建设局验收，验收结果为亮灯率不低于 99%，节能率在 70%以上，符合项目要求。

本项目于 2018 年 7 月 28 日开工，2018 年 8 月 31 日完工，试运行 2 周后

再 9 月 14 日完成竣工验收开始收取节能收益，本项目已正常运行 14 个月，收取节能收益 1 期（每年一期进行收费）。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

本项目实际需改造路灯 2450 盏,经项目优化,以物联网智能 LED 路灯低功率灯具替换原高功率传统钠灯,根据节能量确认单数据可知,2018 年 9 月-2019 年 8 月,12 个月共节约电能 184 万千瓦时,折算成标准煤为 607.2 吨标准煤。平均月节约电能 15 万千瓦时,平均节能率 72%,年产生节能收益 131 万元。

六、技术方案

1. 灯具替换

选用已进入广东省 LED 标杆目录产品,所有技术参数完全符合招标文件要求的物联网智能 LED 路灯,按照招标文件及国家相关的技术规范和照度标准要求,通过现场勘察并应用选用的灯具参数进行各道路照度模拟计算得出替换的 LED 路灯功率,然后在招标范围建设样板段安装样板灯具进行现场效果检测,确保改造后的 LED 路灯各项技术参数符合招标文件要求,路面照度满足《城市道路照明设计标准》的要求,再对本次招标的 2450 套路灯(具体数量以实际为准)按招标文件要求予以整灯更换,实际使用时再加上物联网智能路灯控制系统配套使用。

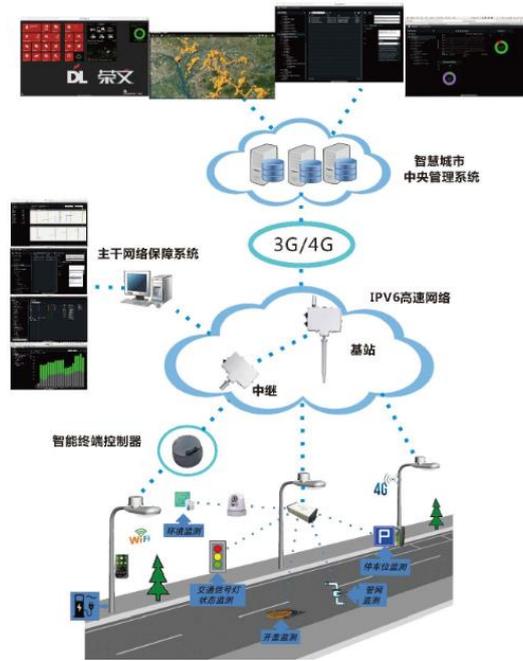
2. 管理系统

增设物联网智能路灯控制基站,并使用具有自主知识产权的物联网智能路灯控制系统,实现大榭开发区改造的 2450 盏路灯的智慧化管理。具体实施和软硬件设备组成主要如下所述:

① 每套 LED 路灯均配置一个基于 IPv6 Mesh 无线照明控制器，可以实现 LED 路灯和物联网控制基站之间的良好通讯，保证每套灯具的工作信息可以上传给控制基站，同时，控制基站将控制中心的所有指令下传给每套灯具，实现路灯信息化管理及控制的各项功能。

② 以原有路灯配电控制箱控制的路灯作为单个管理单元，在每个路灯管理单元新装一套物联网控制基站，实现对路灯实施以单元分开独立管理，避免发生因小故障引发大面积路灯不亮的故障发生；通过物联网控制基站，采用 IPv6 Mesh 通讯技术与中国移动、联通、电信等 3G 公共网络通讯的组合，实现路灯总控制中心与每盏路灯之间的通信，从而达到对每一盏路灯实施精细化管理的要求。

③ 通过建立基于企业级云技术的物联网智能路灯控制系统数据库及监控中心，运用具有独立知识产权的系统软件，打造了功能强大，覆盖范围广的路灯智能控制管理平台；使授权用户随时随地通过使用 Windows、MacOSX、Android 等操作系统的上网终端登录系统即可以实施对管理范围内的所有路灯进行远程智能化管理。



智能路灯管理系统总体结构示意图

七、商业模式

本项目采用节能效益分享型合同能源管理模式，合同期 10 年，合同期内节能收益 10%归业主所有，90%归节能服务公司所有。

在本项目合同到期并且甲方付清本合同约定全部节能收益之前，本项目下的所有由项目实施方采购并安装的设备、设施和仪器等财产（简称“项目财产”）的所有权属于项目实施方。本合同顺利履行完毕之后，该等项目财产的所有权将无偿转让给甲方，乙方应保证该等项目财产正常运行。

所有灯具在合同约定维护保养期间内使用的维护、保养由乙方负责，并由乙方承担维护保养的费用。但因人为或不可抗力因素导致损毁的灯杆及供电电缆均不属于乙方免费维修的范围。

八、投资额及融资渠道

本项目投资额共 400 万元，全额为节能服务公司自有资金。

银川市城市照明节能改造与智慧升级项目

一、项目名称

银川市城市照明节能改造与智慧升级项目

二、项目业主

银川市路灯管理处是经银川市机构改革领导小组批准成立，直属市城乡建委领导，主要负责全市照明亮化规划的编制和实施及全市照明亮化工程的建设施工任务。本项目实施路段包括银川市兴庆区、金凤区、西夏区及银川市绕城高速，原道路照明主要采用高压钠灯，约 37906 盏，每年用能量达 6069.357 万 kW·h。

三、项目实施单位

江西省通用节能科技有限公司

四、案例内容

（一）技术原理及适用领域

该项目采用了公司参与研发、具有自主知识产权且荣获国家技术发明奖一等奖的硅衬底 LED 技术，同时使用了智能回路控制技术，主要由产品设备节能与管理节能两部分组成。

1. 产品设备节能

该项目使用的是一款专为合同能源管理定制的 LED 路灯——硅衬底牛仔系列路灯，采用硅衬底 LED 作为发光源，硅衬底直涂技术对基板发射依赖性极小，即便是基板底部被污染发黑，光子损失也远低于同类产品，始终保证灯具的出光率，超高整灯光效达到 110lm/W。

2. 管理节能

项目采用用于路段智能照明的 LED 智能监控管理系统，包括照明智能监控

管理软件、智能控台、单灯控制器、LED 驱动四个部分。该系统能够自动或手动的管理一个或多个路段内的数千到数万个 LED 照明设备，实现单灯远程精细化 0~100%调光，真正做到“按需照明”智慧管理，在 LED 节能的基础上二次节能。

（二）节能改造具体内容

本项目主要是将现有的传统高压钠灯路灯灯头替换为带单灯控制器的 LED 路灯灯头，并在控制箱处加装智能控制系统，从而实现远程调光及故障报警等功能，不涉及现有的灯杆结构及线路等的变更。灯具改造数量约 43110 盏，主要对银川市兴庆区、金凤区、西夏区及银川市绕城高速进行节能改造。

改造使用的 43169 盏 LED 灯具采用硅衬底 LED 光源，灯具光效高，项目实施后，照明效果更好，经检测项目总体节电率达 79.81%，每年节约用电量达 4842 万千瓦时，年节约电费约 2605 万元，年节约标准煤约 19368 吨。

（三）项目实施情况

该项目于 2018 年 10 月 10 日中标，11 月初完成合同签订，11 月 3 日开始施工安装，2019 年 1 月 12 日完成安装和调试工作，2019 年 1 月 17 日取得验收报告并正式启动节能服务运营，截至到目前，项目运营情况好，光源运行平稳，使用状态良好。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

1. 改造前后系统（设备）用能情况及主要参数

改造前基准能耗电费计算表

序号	产品名称	改造前功率 (W)	灯具数量 (盏)	每天耗电量 (kW·h)	每天电费 (元)	每年耗电量 (kW·h)	每年电费 (元)
1	高压钠灯	100	44.00	53.24	28.64	19,432.60	10,454.74
2	高压钠灯	110	1,032.00	1,373.59	738.99	501,361.08	269,732.26

3	高压钠灯	130	60.00	94.38	50.78	34,448.70	18,533.40
4	高压钠灯	150	414.00	751.41	404.26	274,264.65	147,554.38
5	高压钠灯	250	24,683.00	74,666.08	40,170.35	27,253,117.38	14,662,177.15
6	高压钠灯	360	592.00	2,578.75	1,387.37	941,244.48	506,389.53
7	高压钠灯	400	5,202.00	25,177.68	13,545.59	9,189,853.20	4,944,141.02
8	高压钠灯	500	5,078.00	30,721.90	16,528.38	11,213,493.50	6,032,859.50
9	高压钠灯	800	801.00	7,753.68	4,171.48	2,830,093.20	1,522,590.14
10	无极灯	250	6,515.00	19,707.88	10,602.84	7,193,374.38	3,870,035.41
11	无极灯	500	584.00	3,533.20	1,900.86	1,289,618.00	693,814.48
小计			45,005.00	166,411.78	89,529.54	60,740,301.16	32,678,282.02

改造后每年电费计算表

序号	产品名称	改造后功率 (W)	灯具数量 (盏)	每天耗电量 (kW·h)	每天电费 (元)	每年耗电量 (kW·h)	每年电费 (元)
1	LED 路灯	50	9059	4,982.45	2,680.56	1,818,594.25	978,403.71
2	LED 路灯	80	4124	3,629.12	1,952.47	1,324,628.80	712,650.29
3	LED 路灯	100	2492	2,741.20	1,474.77	1,000,538.00	538,289.44
4	LED 路灯	120	7438	9,818.16	5,282.17	3,583,628.40	1,927,992.08
5	LED 路灯	150	11681	19,273.65	10,369.22	7,034,882.25	3,784,766.65
6	LED 路灯	180	4605	9,117.90	4,905.43	3,328,033.50	1,790,482.02
7	LED 路灯	200	1508	3,317.60	1,784.87	1,210,924.00	651,477.11
8	LED 路灯	240	3182	8,400.48	4,519.46	3,066,175.20	1,649,602.26
9	LED 路灯	300	118	389.40	209.50	142,131.00	76,466.48
10	LED 路灯	320	456	1,605.12	863.55	585,868.80	315,197.41
11	LED 路灯	120	238	314.16	169.02	114,668.40	61,691.60
12	LED 路灯	180	104	205.92	110.78	75,160.80	40,436.51
小计			45,005.00	63,795.16	34,321.80	23,285,233.40	12,527,455.57

2. 节能量计算方法及项目年节能量

第三方检测单位对该项目改造前后灯具进行了负载能耗对比测试，测试在稳定工况下进行，分别测出 LED 路灯、投光灯与高压钠灯（改造前测量）在相同时段内负载消耗的有功电量。经测试计算，照明节能改造前年总耗电量为 60740301.16kW·h（按照照明节能改造灯具数量和合同规定亮灯时间计算）；改造后年总耗电量为 23285233.40 kW·h（按照照明节能改造灯具数量和合同规定亮灯时间计算），年节电量 48422050.60kW·h，综合节电效率达 79.81%，相当于节约

标准煤 15979 吨。

（二）年节能效益

该项目改造后年节电量为 48422050.60 kW·h，当地电价 0.538 元/kW·h，年节能效益约 2605 万元。

六、技术方案

1. 灯具布置方案

在满足道路照明标准前提下，对原高耗能灯具以 LED 照明灯具进行替换，从而实现节约能耗的目的：

1) 对原功率 100W，110W，130W，150W 钠灯或无极灯，替换 LED 功率为 60W-100W；

2) 对原功率 250W，360W 钠灯或无极灯，替换 LED 功率为 120W-200W；

3) 对原功率 400W、500、800W 钠灯或无极灯，替换 LED 功率为 240W-320W。

2. 智能控制管理系统

项目改造采用由照明智能监控管理软件、智能控台、单灯控制器、LED 驱动四部分产品组成的 LED 智能监控管理系统，可以实现自动或手动的管理一个或多个路段内的数千到数万个 LED 照明设备。

七、商业模式

本项目采用节能效益分享型合同能源管理模式，对银川市合同能源管理项目进行节能改造。项目合同服务期为 10 年，自 2019 年 2 月 1 日正式进入节能服务期运营。效益分享期内，节能服务公司分享 100% 的项目节能效益，期内节能服务公司负责所有照明灯具、调光系统等的维护并对业主的设备管控进行监督，合

同期满后，项目所安装设备全部无偿转让业主。

八、投资额及融资渠道

本项目投资额共 7890 万元，其中 1890 万为节能服务公司自有资金，6000 万为银行贷款。

其他公共设施

西气东输一线延川压气站燃机余热利用 1×7.5MW 发电项目

一、项目名称

西气东输一线延川压气站燃机余热利用 1×7.5MW 发电项目

二、项目业主

中国石油西气东输延川压气站

三、项目实施单位

延川天壕力拓新能源有限公司

四、案例内容

项目利用压气站燃气轮机压缩机排放的高温废气来实现发电，有效回收了外排的高温废气；锅炉选用双压立式余热锅炉，汽轮机选用补气式汽轮机，提高热力循环系统效率，保证余热最佳利用；合理布置尾气管道，主蒸汽管道、补气管道，有效降低压力损失，设备平面布置采取位差，减少输送泵设备，降低用电量；汽轮机组采用双压空冷凝汽式汽轮机，具有运行稳定、耗水率低的特点；汽轮机的通流部分采用先进的三维流、四维流设计计算，对汽轮机内部的动、静叶片进行优化设计，减少汽轮机内损失；汽轮机的高、低压轴封采用迷宫式封轴，降低汽轮机的漏汽损失；汽轮机本体喷嘴采用全圆周或部分进汽，减少汽轮机的节流损失；选用的机电设备均采用高效率、低能耗节能设备。

高温废气余热回收利用的节能减排项目可广泛用于水泥、玻璃、钢铁、天然气、焦化等多个行业领域。

项目于 2016 年 3 月开工建设，2018 年 9 月竣工。于 2018 年 11 月 20 日正式

投入运行，项目运行期间生产设施和环保设施运行正常。

五、项目年节能量及年节能效益

（一）年节能量

本项目利用中国石油西气东输延川压气站燃气轮机压机排放烟气废热来实现发电，年向电网输送电量 3000 万 kW·h,年节约标准煤 9900 吨。

（二）年节能效益

按陕西省标准煤单价 409 元/吨计算，年节能效益 753 余万元。

六、商业模式

本项目为节能效益分享型的合同能源管理模式。

七、投资额及融资渠道

本项目投资额共 4979 万元，全部为节能服务公司自有资金。