

能效电厂规模化

国家发改委能源研究所

周伏秋 研究员

2012.6.27

内 容

- 能效电厂概念
- 能效电厂资源潜力分析
- 能效电厂实施绩效评估
- 典型能效电厂项目案例

能效电厂概念

● 电力需求侧管理（DSM）

- ◆ 由政府主导，以经济激励为主要手段，引导和刺激广大电力用户优化用电方式、提高终端用电效率、实现重大电力节约的系统工程

● DSM工作基本内容

- ◆ 负荷管理
- ◆ 能效管理
- ◆ 有序用电

能效电厂概念

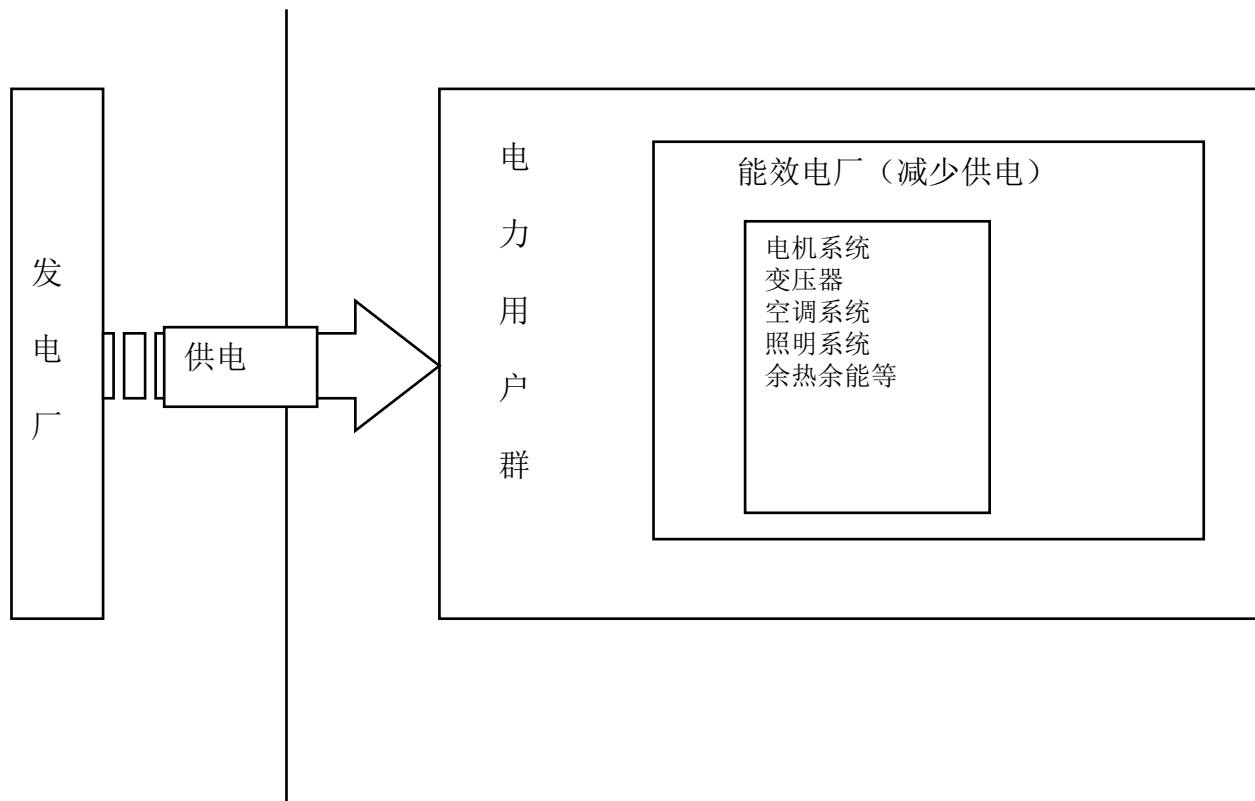
● 能效电厂（EPP）

- ◆ 通过采用高效用电设备和产品、优化用电方式等途径，形成某个地区、行业或企业电力需求节约的一揽子行动方案，将减少的需求视同“虚拟电厂”提供电力电量，实现能源节约和污染物减排
- ◆ 能效电厂属于电力需求侧管理范畴，通过统筹考虑开源节流和增加供给，实现最低成本电力服务
- ◆ 能效电厂概念的引入，形象描绘了提高能效的作用，简化了供应侧和需求侧资源选择的比较，使得具有成本优势的电力需求侧管理资源更容易被纳入电力服务的选择范围

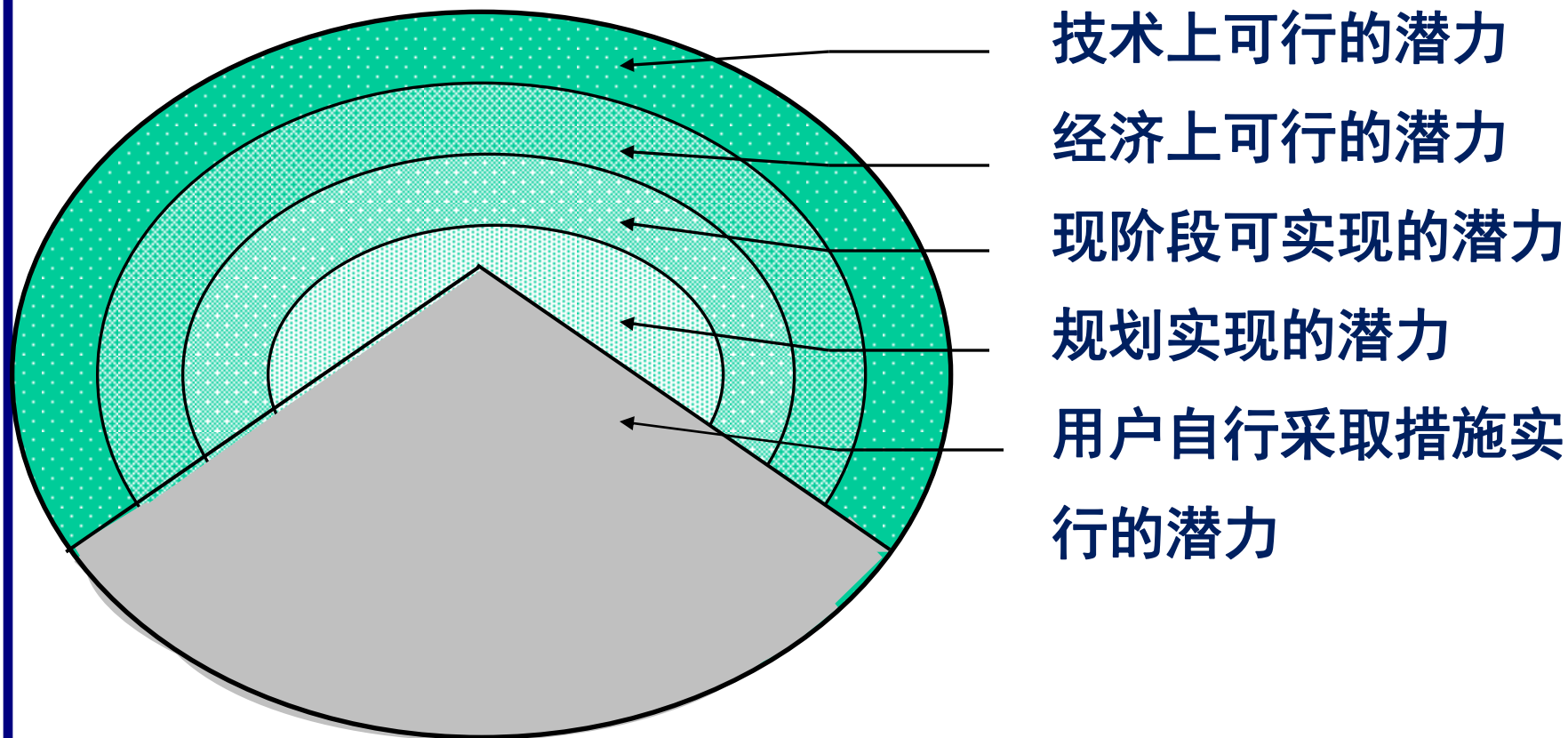
狭义/广义能效电厂

- 狭义能效电厂：将各种节电项目实施的节电效果打包成一定规模的能效电厂（虚拟电厂）。
 - ◆ 电机系统节电
 - ◆ 变压器节电
 - ◆ 空调系统节电
 - ◆ 照明系统节电
- 广义能效电厂：扩充了“能效电厂”的概念，不仅仅将节电项目，而且将其它节能项目纳入能效电厂的范畴。
 - ◆ 余压余能利用
 - ◆ 可燃废气发电
 - ◆ 其它

能效电厂等效于发电厂



能效电厂资源潜力分析



EPP资源潜力分析

•EPP资源界定

- 输配电系统节电
- 电机系统节电
- 窑炉节电改造
- 余热余压利用
- 建筑节能
- 绿色照明
- 热泵
- 管理节电
- 其它

EPP资源潜力分析

•EPP资源潜力

- 存量部分：2010年现有生产和生活用电设施的EPP资源潜力

- 增量部分：“十二五”新增生产和生活用电设施的EPP资源潜力

能效电厂资源潜力分析

6kV和10kV电机	拖动设备类别	属于淘汰的电机		Y系列电机		YX系列电机		已安装变频调速		
		台数	功率 (kW)	台数	功率 (kW)	台数	功率 (kW)	台数	功率	电机类型 (Y, YX)
	水泵									
	风机									
	空压机									
	工艺设备									
380V电机	拖动设备类别	台数	功率 (kW)	台数	功率 (kW)	台数	功率 (kW)	台数	功率	电机类型 (Y, YX)
	水泵									
	风机									
	空压机									
	工艺设备									

建筑名称: _____ 楼 建筑面积: _____ m², 建成年代: _____ 年, 空调面积: _____ m²

主机部分

主机品牌	主机型号	数量(台)	主机类型 螺杆/活塞/离心	冷媒类型	制冷量(RT)	电机功率(kW)	年运行时间(天)	已使用年限(年)	初投资和安装成本(万元)
现有									
拟更换									

辅机部分

名称	型号	数量(台)	流量(m ³ /h)	扬程(m)	有无变频控制	电机功率(kW)	年运行时间(天)	已使用年限(年)	初投资和安装成本(万元)
冷冻水泵—现有									
冷冻水泵—拟更换									
冷却水泵—现有									
冷却水泵—拟更换									
冷却塔—现有									
冷却塔—拟更换									
空调箱—现有									

能效电厂资源潜力分析

生产车间照明情况调查表

车间序号	车间高度, m	车间面积m ²	高压汞灯		金属卤化物灯		其它光源 (请标明)	
			数量, 只	单灯功率, W	数量, 只	单灯功率, W	数量, 只	单灯功率, W
1								
2								
3								
4								
5								
总计	-----			----		-----		-----

能效电厂资源潜力分析

办公（及商业）场所照明调查表

序号	面积 m ²	直管型荧光灯数量，只						紧凑型 荧光灯 数量， 只	白炽灯数量，只			
		40W T12	36WT8		18W T8		T5		25W	40W	60W	100 W
			电感	电子	电感	电子						
1												
2												
3												
4												
5												
总计												

能效电厂资源潜力分析

“十二五”全国能效电厂资源潜力 单位：亿kWh

全国	~6000					
一产	n.a.	~2500	~350	~400	~80	n.a.
二产	n.a.					
钢铁	>500					
水泥	>500					
化工						
合成氨	>35.75					
烧碱	>35					
纯碱	>3.78					
乙烯	>2.1					
电石	>23.4					
其它	n.a.					
有色	>63					
其它	n.a.					
三产	n.a.					
居民	n.a.					
		电机(系统)	照明器具	空调器	变压器	其它

能效电厂实施绩效评估

EPP装机	万kW	1000
EPP年平均利用时间	h	5000
年终端节电量	亿kWh	500
终端售电量/电网供电量		0.935
年减少电网供电量	亿kWh	535
供电煤耗	gce/kWh	333
年节约标准煤	万tce	1,781
售电平均价格	元/kWh	0.63
年节电经济效益	亿元	315
节约电力装机	万kW	1,000
单位电力建设投资	元/kW	8,000
节约电力建设投资	亿元	800
单位电厂用水	m ³ /s.GW	0.68
年节约电厂用水	万m ³	12,240
单位电力建设用地	m ² /kW	0.3
节约电力建设用地	万m ²	300

能效电厂实施绩效评估

电力建设用钢材	t/kW	0.15
节约电力建设用钢材	万t	150
电力建设用水泥	t/kW	0.3
节约电力建设用水泥	万t	300
电力CO ₂ 排放因子	g/kWh	862
年减排CO ₂	万t-CO ₂	4,610
电力SO ₂ 排放因子	g/kWh	2.14
年减排SO ₂	万t	11.44
电力NO _x 排放因子	g/kWh	2.48
年减排NO _x	万t	13.26
电力烟尘排放因子	g/kWh	0.47
年减排烟尘	万t	2.51

50-600MW机组厂区建设用地统计值与推荐值对照表

序号		分区项目														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计		
档	容量 (MW)	用地 指标 (hm ²)	主厂房区	配电装置区	水工设施区	化学水处理区	运卸煤设施区	储煤设施区	储油设施区	辅助生产和附属建筑区	污水处理区	高浓除灰或干除灰设施区	净水设施区	厂前区	厂用总用地 (hm ²)	单位容量用地 (m ² /kw)
			1	4×50	统计值	3.31	1.17	0.43	0.54		1.96	0.39	5.42			
		推荐值	3.40	0.73	0.43	1.45	0.50	2.19	0.35	3.80				1.40	13.25	0.663
2	4×100	统计值	4.80	2.80	0.49	0.88		0.60	0.88	7.29		0.23	1.11	3.88	25.96	0.649
		推荐值	4.50	2.10	0.52	0.80	0.60	3.93	0.60	4.60				1.60	19.25	0.481
3	4×200	统计值	8.40	4.04	0.56	1.32		6.72	1.04	9.12	0.5			5.24	36.94	0.462
		推荐值	7.20	2.64	0.56	1.00	0.70	5.30	1.00	6.60	0.4			1.80	27.20	0.340
4	4×300	统计值	9.17	6.99	1.86	1.13		7.71	1.30	7.32	1.31	1.77	1.05	5.22	44.83	0.374
		推荐值	8.00	6.69	1.40	1.12	0.90	6.88	1.20	7.30	0.96	2.45		2.00	38.90	0.324
5	4×600	统计值	15.44	11.29	2.56	2.23		17.12	1.56	10.74	1.72	2.08		6.20	70.94	0.300
		推荐值	13.43	6.90	1.60	1.60	1.10	14.46	1.60	8.10	0.96	3.50		2.20	55.45	0.231

大型火电厂水耗

机组冷却方式	设计耗水指标相关标准规定 (m ³ /s.GW)			实际运行年平均耗水量 (kg/kwh)		
	火力发电厂节水导则DL/T 783	《取水定额》GB/T18916.1-2002	《火力发电厂设计规范》GB50660-2011	2000年	2005年	2010年
淡水循环	0.6-0.8	≤0.8	≤0.7	4.13 (1.147 m ³ /s.GW)	3.09 (0.86m ³ /s.GW)	2.45 (0.68m ³ /s.GW)
海水循环	0.06-0.12	≤0.12	≤0.1			
空冷机组	0.13-0.2	---	≤0.06-0.12			
		注：单机容量在300MW机组以上				

电量节约量的统计范围（电网企业）

- 四项节约量：

- 电网企业自身节约量

- 所属节能服务公司实施社会项目节约量

- 购买社会服务节约量

- 推动社会节电所节约的电力电量

电量节约量的统计范围（电网企业）

•合格项目（数据可监测、可核查）：

——输配电系统节电

——电机系统节电

——绿色照明

——空调节电

——锅炉（窑炉）节能改造

——余热余压利用

——建筑节能

——热泵

——管理节能

电量节约量的统计范围（电网企业）

- 不合格项目：

- 以商业运营为主要目的的新能源发电项目

- 电量节约量难以合理认定和审核的项目

- 通过实施有序用电减少的电量

电量节约量统计计算（电网企业）

•合格项目：

——按项目验收后形成的年节电能力计算

——实施电力需求侧管理项目过程中实现的其他能源节约量，按照每年国家统计局公布的折标煤系数折算为相应的节电量。

能源名称	平均低位发热量	折标准煤系数
原煤	5000千卡/千克	0.7143千克标准煤/千克
洗精煤	6300千卡/千克	0.9000千克标准煤/千克
其他洗煤		
洗中煤	2000千卡/千克	0.2857千克标准煤/千克
煤泥	2000-3000千卡/千克	0.2857-0.4286千克标准煤/千克
焦炭	6800千卡/千克	0.9714
原油	10000千卡/千克	1.4286千克标准煤/千克
燃料油	10000千卡/千克	1.4286千克标准煤/千克
汽油	10300千卡/千克	1.4714千克标准煤/千克
煤油	10300千卡/千克	1.4714千克标准煤/千克
柴油	10200千卡/千克	1.4571千克标准煤/千克
液化石油气	12000千卡/千克	1.7143千克标准煤/千克
炼厂干气	11000千卡/千克	1.5714千克标准煤/千克
天然气	7700-9310千卡/立方米	1.1-1.3300千克标准煤/立方米
焦炉煤气	4000-4300千卡/立方米	0.5714-0.6143千克标准煤/立方米
其他煤气		
发生煤气	1250千卡/立方米	0.1786千克标准煤/立方米
重油催化裂解煤气	4600千卡/立方米	0.6571千克标准煤/立方米
重油热裂解煤气	8500千卡/立方米	1.2143千克标准煤/立方米
焦碳制气	3900千卡/立方米	0.5571千克标准煤/立方米
压力气化煤气	3600千卡/立方米	0.5143千克标准煤/立方米
水煤气	2500千卡/立方米	0.3571千克标准煤/立方米
炼焦油	8000千卡/千克	1.1429千克标准煤/千克
粗苯	10000千卡/千克	1.4286千克标准煤/千克
热力(当量)		0.03412千克标准煤/百万焦耳

电量节约量统计计算

$$Q = \sum_{a=1}^i k_a \cdot A_a + \sum_{b=1}^j k_b \cdot B_b + \sum_{c=1}^m k_c \cdot C_c + \lambda \cdot \sum_{d=1}^p k_d \cdot D_d + \sum_{e=1}^q k_e \cdot E_e$$

——1: 项目电量节约能力经过第三方节能量
审核机构审核或实现在线监测

——0.8: 项目电量节约能力未经过第三方节能量
审核机构审核或未实现在线监测

——0.1: 助推电力用户实现的节电量量。

•C: $\leq 40\%$; D: $\leq 5\%$

典型EPP项目案例

序号	项目	投资, 万元	年节电量, 万kWh	单位节电能力投资, 元/kWh	单位节电能力投资, 元/tce
1	配电系统节电改造	780	788.5	0.99	2,971
2	生料磨风机变频改造	126	91.44	1.38	4,138
3	变压器节电改造	321.91	202.1	1.59	4,783
4	机泵变频调速	265.5	531	0.50	1,502
5	中央空调系统节电改造	600	425.3	1.41	4,237
6	路灯节电改造	276.2	570.57	0.48	1,454
7	永磁电机替代低效电机	8.4	4.9418	1.70	5,104
8	冷却塔风机动力改水轮机	30	23.302	1.29	3,866
9	化工厂电解槽改造	1710.9	2028	0.84	2,533
10	热电厂给水泵变频改造	80	76	1.05	3,161

高压变频节能改造项目

编号	高压变频节能改造项目	合同总额 万元	回收年限
1	杭州 xx 水泥有限公司 1×400kW	140.00	每年 7000 小时, 收 140 万元为止
2	某钢铁集团 xx 厂 1×500kW	75.00	40 个月
3	绍兴 xx 水泥有限公司 1×1500kW	256.00	每年 5000 小时, 收 256 万元为止
4	浙江 xx 建材有限公司 1×1500kW	268.00	每年 6000 小时, 收 268 万元为止
5	杭州 xx 水泥有限公司 1×1500kW	260.00	每年 6000 小时, 收 260 万元为止
6	武汉 xx 热电股份有限公司 2×1000kW	375.00	33000 小时
7	Xx 钢铁有限公司	204.00	16 个月

配电系统节能改造项目

- 项目数：19个
- 平均投资规模：231.77万元
- 万元投资年节能能力：6.35 tce
- 万元投资年节能效益：7500元

空调系统节能改造项目

	广州中信广场	上海紫江彩印	深圳中兴通讯	成都国际会展中心	
项目总投资(万元)	178	54	42	80	
项目预计节能收益(万元)	596	167	153	273	
投资回收期(月)	8	10	6	10	
项目收款期(年)	3	3	2.5	3	
年节能效益	节电量(万度)	275	127	149	105
	节电金额(万元)	272	76	97	99

照明节电改造项目

项目名称	投资 (万元)	项目效益 (万元)	年节电量 (万千瓦时)	折标准煤 (tce/年)	年减排量 (t-c)	
北京 EMCo	1 养鸡场	6.68	9.7	13.656	55	31
	2 商厦	42.15	40.21	56.31	225	128
	3 养鸡场	69.74	148.04	435.4	1737	987
	4 商厦	31.17	18.14	29.4	117	67
	5 度假村	56.85	65.06	81.32	325	184
	6 商场	97.15	70.08	70.08	280	159
	7 商城	25.01	28	41.18	164	93
	8 科贸公司	31.95	36.19	48.25	193	109
	9 物业公司	25.6	28.98	38.64	154	88
	10 汽车公司	32.74	37.09	49.45	197	112
辽宁 EMCo	1 酒店	38.33	60.08	100.13	400	227
	2 商厦	36.99	51.18	73.11	292	166
	3 大学	54.59	70.38	103.5	413	235
	4 纺织厂	50.1	99.69	165.72	669.5	397
	5 保险公司	29	15.51	17.23	69	39
	6 办公楼	21	11.06	12.15	49	28
	7 电信公司	78.3	51.82	79.72	318	181
山东 EMCo	1 医院	87.39	94.37	167.44	668	380

水泥厂低温余热发电项目

五级预热器 水泥生产线规模 (t/d)		2000	2500	4000	5000
余热发电 装机规模 (MW)		3.0~4.5	4.5~5.0	6.5~7.5	7.5~9.0
投资估算 (万元)		2100~ 3500	3300~ 3700	4100~ 5500	6000~ 7000
成本构成	生产成本	~40%	~39%	~38%	~36%
	折旧成本 (15年)	~56%	~57%	~58%	~59%
0.11~0.15 元/kwh	财务成本 (流动 资金利息)	~4%	~4%	~4%	~4%
投资回收期 (年)		≤3.5	≤3.5	≤3.5	≤3.5

可燃废气发电项目

可燃废气发电项目

序号	项目名称	装机容量(KW)	燃气类型	项目投资额 (万元)
1	辽宁抚顺二期电站	4000	页岩瓦斯	1050
2	河北顺鑫电站	1500	焦炉煤气	450
3	河北欲泰电站	2000	焦炉煤气	560
4	辽宁阜新五龙电站	4000	瓦斯	900
5	内蒙兴容电站	1500	蓝炭气	300
6	陕西神木腾龙电站	4000	蓝炭气	630
7	山西柳林金源电站	4000	瓦斯	520
8	山西乐昌二期电站	2500	焦化尾气	470
9	辽宁艾友电站	2000	低浓度瓦斯	660