



火电行业



前 言

国家节能中心制定能效评价技术依据的主要目的是为全国节能中心系统有关工作提供依据，例如，固定资产投资项目节能评估和审查、“中国能效之星”评价、能源审计等。同时，随着能效评价技术依据的不断修订和完善，希望能为相关行业、企业及机构统一规范地开展能效评价工作提供帮助，并为形成国家标准提供参考。

能效评价技术依据，其核心内容是能效评价指标体系的设置，主要包含能效评价指标和指标值两个部分。其中，指标的设置参考了国家能耗限额标准、地方能耗限额标准（限额文件）、行业能耗限额标准，以及相关行业和企业的统计指标；指标值的确定参考了国家能耗限额标准、行业能耗限额标准、地方能耗限额标准，以及国家节能中心和地方节能中心所掌握的能效数据、行业协会和相关科研机构的统计数据、典型企业的实际运行数据等。此外，能效评价技术依据还对指标体系的具体应用进行了解释。

《火电行业能效评价技术依据》由国家节能中心组织制定。在制定过程中得到了西安交通大学热流科学与工程教育部重点实验室及陶文铨院士团队的大力支持和协助，也得到了华北电力大学能动学院李惊涛副教授的帮助，在此表示感谢。

1 适用范围

本技术依据适用于机组容量在 600MW 级及以上等级、发电装置为纯凝燃

煤发电机组的能效评价，包括固定资产投资项目的节能评估和审查，以及现役机组的能效评价等。

2 规范性引用文件

本技术依据引用了下列文件的条款。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本技术依据。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本技术依据。

GB/T 2589—2008 综合能耗计算通则

GB 21258 常规燃煤发电机组单位产品能源消耗限额

GB/T 21369—2008 火力发电企业能源计量器具配备管理要求

DL/T - 904—2004 火力发电厂技术经济指标计算方法

DL/T 5153—2002 火力发电厂厂用电设计技术规定

DB 21/1620—2008 火力发电厂供电标煤耗限额及计算方法

DB 37/737—2007 燃煤电厂供电煤耗限额

3 指标体系术语和定义

下列术语和定义适用于本技术依据。

3.1 能量的当量值

按照物理学电热当量、热功当量、电功当量换算的各种能源所含的实际能量。

3.2 标准煤量

在统计期内，用于生产所耗用的各种燃料折算的标准燃煤量。

注：包括生产系统、辅助生产系统和附属生产系统设施的各种能源消耗量和损失量，不包括非生产使用、基建和技改等项目建设消耗的、副产品综合利用使用的和向外转输的能源量。

3.3 供电量

在统计期内，机组向电网和电厂非生产用电提供的电能量。

3.4 供电标准煤耗率

在统计期内，发电机组提供单位供电量所平均耗用的标准煤量，其中包括生产直接消耗的能源量，以及分摊到该产品的辅助生产系统、附属生产设施的能耗量和体系内的能源损失量等间接消耗的能源量。

3.5 发电标准煤耗率

在统计期内，发电机组每发出单位电能平均耗用的全部燃料折算至标准煤的燃料量，其中包括统计期内的耗用燃料总量，但须扣除非生产用燃料量。

3.6 发电厂用电率

在统计期内，统计机组（全厂）的发电辅机设备自用电量占统计期单元机组（全厂）发电量的百分比。

4 评价指标和计算方法

4.1 能效评价指标

火电行业能效评价指标包括：反映全厂整体能源利用水平的核心指标，即供电标准煤耗率；反映火电厂工序设备能效水平的参考指标，即发电标准煤耗率、发电厂用电率。如图 1 所示。

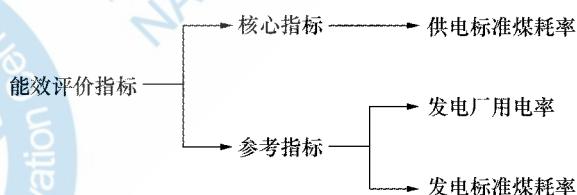


图 1 火电厂能效评价指标

4.2 核心指标（供电标准煤耗率）的计算方法

4.2.1 设计值：

$$b_{g(s)} = \frac{b_{f(s)}}{1 - \frac{L_{cy(s)}}{100}} \quad (1)$$

式中：

$b_{g(s)}$ ——供电标准煤耗率设计值，gce/ (kW · h)；

$b_{f(s)}$ ——发电标准煤耗率设计值，gce/ (kW · h)；

$L_{cy(s)}$ ——发电厂用电率设计值，%。

4.2.2 估算运行值：

$$b_{g(g)} = \frac{b_{f(g)}}{1 - \frac{L_{cy(g)}}{100}} \quad (2)$$

式中：

$b_{g(g)}$ ——供电标准煤耗率估算运行值，gce/ (kW · h)；

$b_{f(g)}$ ——发电标准煤耗率估算运行值，gce/ (kW · h)；

$L_{cy(g)}$ ——发电厂用电率估算运行值，%。

4.2.3 实际运行值：

$$b_{g(y)} = \frac{B_b}{W_g} \times 10^6 \quad (3)$$

式中：

$b_{g(y)}$ ——供电标准煤耗率实际运行值，gce/ (kW · h)；

B_b ——统计期内发电标准煤耗量，t；

W_g ——统计期内供电量，kW · h。

4.3 参考指标的计算方法

4.3.1 发电标准煤耗率

4.3.1.1 设计值：

$$b_{f(s)} = \frac{q_{(s)}}{29.271 \eta_{gl(s)} \eta_{gd}} \times 10^4 \quad (4)$$

式中：

$b_{f(s)}$ ——发电标准煤耗率设计值，gce/ (kW · h)；

$q_{(s)}$ ——汽轮机热耗率设计值, $\text{kJ}/(\text{kW} \cdot \text{h})$;

$\eta_{gl(s)}$ ——锅炉效率设计值, %;

η_{gd} ——管道效率, 一般取为 99%。

注: 标准煤热值、锅炉热效率, 均采用燃料低位热值, 下同。

4.3.1.2 估算运行值:

$$b_{f(g)} = \frac{\sum_{i=1}^3 \left(\frac{q_{i(s)} H_{yx-(i)(g)}}{29.271 \eta_{gl-(i)(s)} \eta_{gd} (1 - \eta_{ss})} \times 10^4 \right)_i}{H_{yx-year(g)}} \quad (5)$$

式中:

$b_{f(g)}$ ——发电标准煤耗率估算运行值, $\text{gce}/(\text{kW} \cdot \text{h})$;

i —— $i = 1, 2, 3$ 分别对应 50% 负荷、75% 负荷和 100% 负荷, 式 (5) 分子中的各参数对应不同负荷情况选取;

$q_{i(s)}$ —— i 值所对应负荷下的汽轮机热耗率设计值, 该热耗率指汽电机组热耗量与机组有功功率的比值, $\text{kJ}/(\text{kW} \cdot \text{h})$;

$H_{yx-(i)(g)}$ —— i 值所对应负荷下的运行小时数估算值, 具体数值建议照附录 A 中数据选取, h;

$\eta_{gl-(i)(s)}$ —— i 值所对应负荷下的锅炉效率设计值;

η_{gd} ——管道效率, 估算值一般取为 99%;

η_{ss} ——厂内损失, 按经验值取为 2%;

$H_{yx-year(g)}$ ——发电设备年运行小时数估算值, 具体数值建议结合发电设利用小时数, 可参照附录 A 中数据选取, h。

注: 以上公式效率类指标计算中取百分号之前的数字。

4.3.1.3 实际运行值:

$$b_{f(y)} = \frac{B_b}{W_f} \times 10^6 \quad (6)$$

式中:

$b_{f(y)}$ ——统计期内发电标准煤耗率实际运行值, gce/ (kW · h);

B_b ——统计期内发电标准煤耗量, t;

W_f ——统计期内发电量, kW · h。

(1) 发电标准煤耗量 B_b 计算公式:

$$B_b = B_h - B_k \quad (7)$$

式中:

B_b ——统计期内发电标准煤耗量, t;

B_h ——统计期内耗用燃料总量(折至标准煤), 包括燃煤、油与其他燃料之和, t;

B_k ——统计期内应扣除的非生产用燃料量(折至标准煤), t。

注: 对实际消耗的一次能源, 低位热值应该以实测为准。

(2) 非生产用燃料量:

①新设备或大修后设备的烘炉、煮炉、暖机、空载运行的燃料;

②新设备在未移交生产前的带负荷试运行期间耗用的燃料;

③计划大修以及基建、更改工程施工用的燃料;

④发电机做调相运行时耗用的燃料;

⑤厂外运输用自备机车、船舶等耗用的燃料;

⑥修配车间、副业、综合利用及非生产用(食堂、宿舍、幼儿园、学校、医院、服务公司和办公室等)的燃料。

4.3.2 发电厂用电率

4.3.2.1 设计值(参照《火力发电厂厂用电设计技术规定》DL/T 5153—2002):

$$L_{cy(s)} = \frac{S_c \cos \varphi_{aw}}{P_e} \times 100 \quad (8)$$

式中:

$L_{cy(s)}$ ——发电厂用电率设计值, %;

S_c ——厂用电计算负荷, kVA;

$\cos\varphi_{av}$ ——电动机在运行功率时的平均功率因数, 一般取 0.8;

P_e ——发电机的额定功率, kW。

4.3.2.2 估算运行值

(参照《火力发电厂厂用电设计技术规定》 DL/T 5153—2002) :

$$L_{cy(s)} = \frac{S_c \cos\varphi_{av}}{P_e} \times 100 \quad (9)$$

式中:

$L_{cy(g)}$ ——发电厂用电率估算运行值, %;

S_c ——厂用电计算负荷, kVA;

$\cos\varphi_{av}$ ——电动机在运行功率时的平均功率因数, 一般取 0.8;

P_e ——发电机的额定功率, kW。

4.3.2.3 实际运行值:

$$L_{cy(y)} = \frac{W_{cy}}{W_f} \times 100 \quad (10)$$

式中:

$L_{cy}(y)$ ——发电厂用电率实际运行值, %;

W_{cy} ——统计期内发电厂用电量, kW·h;

W_f ——统计期内的发电量, 指发电机轴端输出功率, kW·h。

其中, 厂用电量 W_{cy} 是指统计期内发电厂所有发电设备所消耗的总用电量。

(1) 计算方法:

$$W_{cy} = W_h - W_{ke} \quad (11)$$

式中:

W_h ——统计期内厂内总耗电量, kW·h;

W_{ke} ——统计期内应扣除的耗电量， $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

(2) 下列用电量不计入厂用电的计算：

- ①新设备或大修后设备的烘炉、煮炉、暖机、空载运行的电量；
- ②新设备在未正式移交生产前的带负荷试运行期间耗用的电量；
- ③计划大修以及基建、更改工程施工用的电量；
- ④发电机做调相机运行时耗用的电量；
- ⑤厂外运输用自备机车、船舶等耗用的电量；
- ⑥输配电用的升、降压变压器（不包括厂用变压器）、变波机、调相机等消耗的电量；
- ⑦修配车间、副业、综合利用及非生产用（食堂、宿舍、幼儿园、学校、医院、服务公司和办公室）的电量。

(3) 下列用电量应计入厂用电的计算：

热电系统、脱硫系统、脱硝系统的辅机。

注：

- ①现役机组统计期一般是一年。
- ②本技术依据中出现的参数计算应符合 GB/T 2589《综合能耗计算通则》的规定，机组煤耗计算按 DL/T 904《火力发电厂技术经济指标计算方法》执行。
- ③上述计算方法中，多个指标有多个计算方法，其选择原则为：
 - a) 评价固定资产投资项目节能评估和审查项目，按设计值和估算运行值公式计算；
 - b) 评价“能效之星”项目，按实际运行值公式计算。

5 能效评价指标值

根据火力发电机组的指标计算结果（新建机组根据设计值，现役机组根据运行值），依据表 1 ~ 表 3，判定该机组的能效等级。

表 1 供电标准煤耗率

容量级别 (类型)	压力参数	能效级别	运行值 [gce/ (kW · h)]	设计值 [gce/ (kW · h)]
1000MW	超超临界	A	276	267.28
		B	280.33	277.41
		C	285	
		D	288.35	
600MW	超超临界	A	288.20	278.11
		B	288.53	282.68
		C	292.04	
		D	295.99	
	超临界	A	296.20	285.37
		B	298.08	294.82
		C	302.01	
		D	306.11	

注：空冷机组调整系数为 1.04 ~ 1.05。

表 2 发电标准煤耗率

容量级别 (类型)	压力参数	能效级别	运行值 [gce/ (kW · h)]	设计值 [gce/ (kW · h)]
1000MW	超超临界	A	271.56	256.28
		B	272.32	267.30
		C	273.80	
		D	277.50	
600MW	超超临界	A	273.69	266.65
		B	276.51	272.41
		C	279.62	
		D	282.81	
	超临界	A	283.67	277.28
		B	285.43	284.04
		C	288.10	
		D	292.29	

表 3 **发电厂用电率**

容量级别 (类型)	压力参数	能效级别	运行值 (%)	设计值 (%)
1000MW	超超临界	A	2.60	2.67
		B	3.00	3.78
		C	3.87	
		D	4.09	
600MW	超超临界	A	3.75	3.34
		B	3.78	4.37
		C	4.13	
		D	4.39	
	超临界	A	3.32	4.29
		B	3.88	5.427
		C	4.33	
		D	4.89	

注：

- (1) 固定资产投资项目的能效评价指标用设计值和运行值两组值进行对比评价，现役机组的能效评价指标用实际运行值进行对比评价。
- (2) 能效评价指标运行值中，A 值为全国同类火电机组能效最高水平，B 值为全国同类火电机组能效前 5% 水平，C 值为全国同类火电机组能效前 20% 水平，D 值为全国同类火电机组能效平均水平。计算值与指标值的对应关系为：计算值小于或等于 B 值为国内领先；计算值大于 B 值、小于或等于 C 值为国内先进；计算值大于 C 值、小于或等于 D 值为国内一般；计算值大于 D 值为国内落后。
- (3) 能效评价指标设计值中，A 值为目前通过国家节能中心评审的同规模机组能效最高水平，B 值为平均水平。计算值与指标值的对应关系为：计算值小于或等于 B 值为国内先进水平。

6 能效评价指标体系的应用

6.1 固定资产投资项目节能评估和审查

火电项目的固定资产投资项目节能评估文件，应提供核心指标和参考指标的计算值及计算过程。

在固定资产投资项目节能评审中，主要采用供电标准煤耗率指标判断项目总体能效水平。具体判断能效等级时，需根据设计值和估算运行值来评价，最终的评价结果按两者所评价能效水平较差的一个选取。机组能效水平判断方法如表 4、表 5 所示。

节能评估报告书中，除供电标准煤耗外的其他参考指标用于项目评审中“项目主要能效指标水平”等部分进行对标分析。

表 4 能效水平判断方法（供电标准煤耗率设计值）

计算值与指标值关系	$B \geq X$
能效等级	国内先进

注：1. X 为待评价机组供电标准煤耗率的计算值。

2. 指标值（包括设计值和估算运行值）选取参考表 1，空冷机组调整系数为 1.04 ~ 1.05。

表 5 能效水平判断方法（供电标准煤耗率估算运行值）

计算值与指标值关系	$B \geq X$	$B < X \leq C$	$C < X \leq D$	$X > D$
能效等级	国内领先	国内先进	国内一般	国内落后

注：1. X 为待评价机组供电标准煤耗率的计算值。

2. 指标值（包括设计值和估算运行值）选取参考表 1，空冷机组调整系数为 1.04 ~ 1.05。

6.2 “中国能效之星”评价

“中国能效之星”评价指标体系（工业领域）中的“能效水平状况”指标（3.2）可采用本技术依据。火电机组以供电标准煤耗率为总体能效水平评价指标。申报“中国能效之星”的火电企业，应在申报材料中明确列出供电标准煤耗率指标，指标值应采用实际测试数据，测试和监测方法应按有关标准执行，并委托第三方机构进行检测与测算。

根据“中国能效之星”评分规则，在行业平均水平（D 值）与最高水平（A 值）之间划分为 12 个区间，分别给予不同分值。具体标准如表 6 所示。

6.3 能源审计

能源审计报告中应当包含所有核心指标和参考指标，指标值应采用实际

表 6 火电机组“能效之星”星级评定方案

容量级别	压力参数	供电标准煤耗率值 X (gce/kW · h)	得分
1000MW	超超临界	$X \geq 288.35$	0
		$287.513 < X \leq 288.35$	1
		$286.675 < X \leq 287.513$	2
		$285.838 < X \leq 286.675$	3
		$285 < X \leq 285.838$	5
		$283.443 < X \leq 285$	7
		$281.887 < X \leq 283.443$	9
		$280.33 < X \leq 281.887$	12
		$278.887 < X \leq 280.33$	15
		$277.443 < X \leq 278.887$	18
		$276 < X \leq 277.443$	21
		$X \leq 276$	25
600MW	超超临界	$X \geq 295.99$	0
		$295.0025 < X \leq 295.99$	1
		$294.015 < X \leq 295.0025$	2
		$293.0275 < X \leq 294.015$	3
		$292.04 < X \leq 293.0275$	5
		$290.87 < X \leq 292.04$	7
		$289.7 < X \leq 290.87$	9
		$288.53 < X \leq 289.7$	12
		$288.42 < X \leq 288.53$	15
		$288.31 < X \leq 288.42$	18
		$288.2 < X \leq 288.31$	21
		$X \leq 288.2$	25

测试数据，数据测试和监测按照国家标准方法执行，并委托第三方检测机构进行检测与统计。

能源审计机构应依据各指标所处的区间，综合考虑该火电企业的能效水平，分析能源利用中存在的问题，判断问题产生的原因，查找节能潜力，提出改进措施和建议。

6.3.1 影响因素

(1) 燃料质量指标。燃料质量指标有低位发热量、水份、硫份、灰分、挥发份等。

(2) 锅炉效率。锅炉能效指标主要是指锅炉效率，影响锅炉效率的有排烟热损失、化学不完全燃烧热损失、机械不完全燃烧热损失、散热损失、灰渣物理热损失。其主要影响指标有排烟温度、排烟氧量、空气预热器漏风率、飞灰含碳量、炉渣含碳量、进风温度、吹灰器投入率、入炉煤质、煤粉细度、燃油量等。

(3) 汽轮机热耗率。汽轮发电机组的能耗指标主要指汽轮机热耗率。其主要影响指标有主蒸汽参数、再热蒸汽参数、缸效率、排气温度、凝汽器真空度、真空严密性、凝汽器端差、循环水入口温度、循环水温升、给水温度、加热器端差、高加投入率等。

(4) 厂用电率。机组厂用电指标主要是指厂用电率。影响厂用电率的主要指标有送风机耗电率、引风机耗电率、一次风机耗电率、二次风机耗电率、磨煤机耗电率、给水泵耗电率、循环水泵用电率、凝结水泵耗电率、输煤耗电率、除灰/尘耗电率、脱硫/脱硝耗电率、空冷系统耗电率等。

(5) 管道效率。管道效率为汽轮机从锅炉得到的热量占锅炉输出热量的百分比，内容包括纯粹的管道损失、机组排污、汽水损失等未被汽机有效利用的热量。

火电主要指标体系详见表 7。

表 7 主要指标体系

序号	指标分级	分类	指标名称	单位
1	一级指标	综合	供电煤耗	g/kW · h
2	二级指标	厂用电	厂用电率	%
3	二级指标	汽机	汽机热耗率	kJ/kW · h
4	二级指标	锅炉	锅炉效率	%

续表

序号	指标分级	分类	指标名称	单位
5	锅炉专业三级指标	锅炉	空预器漏风率	%
6	锅炉专业三级指标	锅炉	排烟温度	℃
7	锅炉专业三级指标	锅炉	低位发热量	kJ/kg
8	锅炉专业三级指标	锅炉	排烟氧量	%
9	锅炉专业三级指标	锅炉	飞灰可燃物	%
10	锅炉专业三级指标	锅炉	炉渣可燃物	%
11	汽机专业三级指标	汽机本体效率	高压缸内效率	%
12	汽机专业三级指标	汽机本体效率	中压缸内效率	%
13	汽机专业三级指标	汽机本体效率	低压缸内效率	%
14	汽机专业三级指标	汽机本体效率	调节级效率	%
15	汽机专业三级指标	汽机本体效率	小机用汽量	%
16	汽机专业三级指标	蒸汽参数	主汽温度	℃
17	汽机专业三级指标	蒸汽参数	主汽压力	MPa
18	汽机专业三级指标	蒸汽参数	再热汽温度	℃
19	汽机专业三级指标	蒸汽参数	再热汽压损率	%
20	汽机专业三级指标	蒸汽参数	过热减温水量	t/h
21	汽机专业三级指标	蒸汽参数	再热减温水量	t/h
22	汽机专业三级指标	真空度	背压	kPa
23	汽机专业三级指标	真空度	凝汽器过冷度	%
24	汽机专业三级指标	真空度	凝汽器端差	℃
25	汽机专业三级指标	真空度	循环水温升	℃
26	汽机专业三级指标	回热系统	给水温度	℃
27	汽机专业三级指标	回热系统	高加旁路泄漏率	%
28	汽机专业三级指标	回热系统	#1 高加上端差	℃
29	汽机专业三级指标	回热系统	#1 高加下端差	℃
30	汽机专业三级指标	回热系统	#2 高加上端差	℃
31	汽机专业三级指标	回热系统	#2 高加下端差	℃
32	汽机专业三级指标	回热系统	#3 高加上端差	℃
33	汽机专业三级指标	回热系统	#3 高加下端差	℃
34	汽机专业三级指标	回热系统	#5 低加上端差	℃
35	汽机专业三级指标	回热系统	#5 低加下端差	℃
36	汽机专业三级指标	回热系统	#6 低加上端差	℃
37	汽机专业三级指标	回热系统	#6 低加下端差	℃
38	汽机专业三级指标	回热系统	#7 低加上端差	℃

续表

序号	指标分级	分类	指标名称	单位
39	汽机专业三级指标	回热系统	#7 低加下端差	℃
40	汽机专业三级指标	回热系统	#8 低加上端差	℃
41	汽机专业三级指标	回热系统	#8 低加下端差	℃
42	厂用电三级指标	厂用电	引风机耗电率	%
43	厂用电三级指标	厂用电	一次风机耗电率	%
44	厂用电三级指标	厂用电	二次风机耗电率	%
45	厂用电三级指标	厂用电	制粉系统耗电率	%
46	厂用电三级指标	厂用电	磨煤机耗电率	%
47	厂用电三级指标	厂用电	排粉机耗电率	%
48	厂用电三级指标	厂用电	给水泵耗电率	%
49	厂用电三级指标	厂用电	循环水泵耗电率	%
50	厂用电三级指标	厂用电	凝结水泵耗电率	%
51	厂用电三级指标	厂用电	电除尘耗电率	%
52	厂用电三级指标	厂用电	脱硫耗电率	%
53	厂用电三级指标	厂用电	增压风机耗电率	%
54	厂用电三级指标	厂用电	脱硝耗电率	%
55	厂用电三级指标	厂用电	输煤耗电率	%
56	厂用电三级指标	厂用电	公用系统耗电率	%

6.3.2 改进措施

火电项目重点节能技术如表 8 所示。

表 8 火电项目重点节能技术（参考）

序号	节能技术名称	适用范围及技术条件	主要技术内容
1	汽轮机通流间隙调整与汽封改造	国产 600MW 超（超）临界汽轮机	调整通流部分径向间隙，并合实缸进行检验；全面改造汽轮机汽封结构。汽轮机高、中压部分可采用弹性可调汽封，包括平衡盘汽封和隔板汽封，低压缸轴端汽封可采用接触式汽封或常规汽封，低压缸隔板汽封可采用蜂窝式汽封或铁素体浮动齿汽封或常规汽封，可达到揭缸增效、大幅度降低汽机热耗的效果

续表

序号	节能技术名称	适用范围及技术条件	主要技术内容
2	超临界及超超临界发电机组引风机小汽轮机驱动技术	燃煤发电厂大容量引风机	采取将引风机与脱硫增压风机合并的联合风机方式，并采用小汽轮机驱动，替代电动机，可以大幅降低厂用电率
3	火电厂烟气综合优化系统余热深度回收技术	排烟温度较高的火电机组	在除尘器之后的烟道中布置烟气冷却器，降低排烟温度。回收的烟气余热用于加热主凝结水，以提高给水温度或者加热冷空气，提高锅炉进风温度，从而减少回热系统或者暖风器的抽汽量，提高机组发电出力，降低发电煤耗，提高机组运行经济性，节约能源
4	脱硫岛烟气余热回收技术	2×1000MW 机组石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统	取消脱硫系统传统的 GGH，通过在吸收塔前加装烟气冷却器，利用烟气热量加热机组给水
5	燃煤锅炉气化微油点火技术	适用于干燥无灰基挥发分含量高于 18% 的贫煤、烟煤、褐煤的锅炉	利用压缩空气的高速射流将燃料油直接击碎，雾化成超细油滴进行燃烧，用燃烧产生的热量对燃料加热
6	燃煤锅炉等离子煤粉点火技术	煤粉锅炉	等离子发生器是利用空气做等离子的载体，用直流接触引弧放电的方法制造功率达 150kW 的等离子体，同时采用磁压缩及等离子体输送至需要进行点火的部位，完成持续长时间的点火和稳燃
7	电站锅炉空气预热器柔性接触式密封技术	火力发电锅炉空气预热器	采用柔性金属密封组件，直接与空预器的密封板进行接触，从而降低运行电耗，提高除尘效率
8	电站锅炉用邻机蒸汽加热启动技术	直流锅炉机组的冷态启动	采用蒸汽替代燃油和燃煤对锅炉进行整体预加热，使锅炉在点火时已处于一个“热炉、热风”的热环境，从而大大降低燃油点火强度，大幅缩短燃油时间，使锅炉启动耗油量下降一个数量级

续表

序号	节能技术名称	适用范围及技术条件	主要技术内容
9	高压变频调速技术	高压电机、风机的变频调速改造	高压变频调速技术采用单元串联多电平技术或者 IGBT 元件直接串联高压变频器等技术，实现变频调速系统的高输出功率（功率因数 > 0.95），同时消除对电网谐波的污染。对中高压、大功率风机、水泵的节电降耗作用明显，平均节电率在 30% 以上
10	火电厂凝汽器真空保持节能系统技术	各种规格的火力发电机组水冷式凝汽器	通过替代汽轮机凝汽器传统的清洗方法，包括胶球清洗装置，彻底解决凝汽器污垢问题，长期保持凝汽器冷却管清洁，改善端差和真空度，降低汽轮机煤耗和冷却水泵能耗
11	纯凝汽轮机组改造实现热电联产技术	125MW ~ 600MW 纯凝汽轮机组	纯凝汽轮机组的导汽管打孔抽汽，实现热电联产
12	给水泵选型优化	新建 300MW 级、600MW 级纯凝发电机组宜优先选用 100% 容量汽动给水泵	小汽机效率高，且目前 300MW、600MW 机组启动给水泵国产化设备已成熟，新设计机组应优先选用 100% 容量汽动给水泵。机组没有启动汽源时，设一台启动电动给水泵。对于有启动汽源（如邻机汽源）的机组，通过汽动给水泵启机
13	除氧器选型优化	新机组设计时可优先选用内置式除氧器	内置式除氧器具有出水含氧量低、排气损失小、结构紧凑、体积小、重量轻、安装简单、优质高效、安全可靠等特点，是较好的节能提效设备
14	凝结水泵变频	300MW ~ 1000MW 机组	高压凝结水泵电机采用变频装置，在机组调峰运行时可降低节流损失，达到提效节能效果

续表

序号	节能技术名称	适用范围及技术条件	主要技术内容
15	风冷干式除渣系统	机组容量覆盖50MW~1000MW，尤其适于煤质条件好的机组	风冷干式除渣具有系统简单、年运行费用低、占地少、灰渣利用范围广、无废水排放、对环境污染小、节能减排等突出特点。但从运行情况看，对灰渣量较大或煤质变化大的机组，由于冷却风量变化，会影响锅炉燃烧效率
16	电除尘器使用高频电源	适用于300MW~1000MW机组	电除尘器使用高频电源。由于高频电源在纯直流供电方式时，电压波动小，电晕电压高，电晕电流大，从而增加了电晕功率。同时，在烟尘带有足够电荷的前提下，大幅度减小了电除尘器电场供电耗，达到提效节能的目的
17	加强管道和阀门保温	适用于各级容量机组	管道及阀门保温技术直接影响电厂能效，降低保温外表面温度设计值，有利于降低蒸汽损耗，但会对保温材料厚度、管道布置、支吊架结构产生影响
18	电厂照明节能方法	适用于各类电厂	从光源、镇流器、灯具等方面综合考虑电厂照明，选用节能、安全、耐用的照明器具
19	磨煤机动态分离器	磨煤机	可有效减少细煤粉在磨煤机内部的循环次数，大大提高研磨效率和磨煤机能力，从而改善煤粉细度和锅炉燃烧状况，提高锅炉效率。适用于研磨低挥发份煤，或磨机的研磨能力下降时使系统能够处于常规状态，或低 NOX 燃烧器改造

附录 A

发电设备年运行小时分配表

发电设备年运行小时分配表

年利用小时 H (h)	年运行小时 $Hyx - year$ (h)	100% 负荷运行小时 $Hyx - 100$ (h)	75% 负荷运行小时 $Hyx - 75$ (h)	50% 负荷运行小时 $Hyx - 50$ (h)
6500	7500	4500	2000	1000
6000	7500	3500	2000	2000
5500	7500	2500	2000	3000
5000	7000	2000	2000	3000
4500	6500	1500	2000	3000



