

附件 2

2018 年度中国区域电网二氧化碳基准线排放因子 BM 计算说明

1. CDM EB 通过的 BM 排放因子计算方法

对 BM 排放因子的计算，清洁发展机制执行理事会（CDM EB）通过的《电力系统排放因子计算工具》（07.0 版）只给出了一种方法，首先需要从最近年度开始向过去更早年份追溯，找出最近投产的 5 个发电机组，或占电网总发电量 20% 的新建发电机组群，取两者中发电量最大的一组作为样本机组；然后以每个样本机组的供电量为权重，对这 m 个样本机组的单位供电量排放因子进行加权平均从而求得 BM 排放因子，公式如下：

$$EF_{grid,BM,y} = \frac{\sum_m (EG_{m,y} \times EF_{EL,m,y})}{\sum_m EG_{m,y}} \quad (1)$$

式中：

$EF_{grid,BM,y}$ 是第 y 年减排项目所在电力系统的容量边际排放因子 BM (tCO_2/MWh)；

$EG_{m,y}$ 是第 m 个样本机组在第 y 年的净发电量 (MWh)；

$EF_{EL,m,y}$ 是第 m 个样本机组在第 y 年的单位供电量排放因子 (tCO_2/MWh)；

m 是计算 BM 所选取的新增机组样本群；

y 是能够获得发电历史数据的最近年度。

对如何选择和更新计算 BM 排放因子的数据年份，根据《电力系统排放因子计算工具》（07.0 版），减排项目开发方有以下两种选项：（1）在第一个计入期，基于项目设计文件（PDD）提交时可得的最新数据事前（Ex-ante）计算；在第二个计入期，基于计入期更新时可得的最新数据更新；第三个计入期沿用第二个计入期的排放因子；（2）在第一计入期内按项目活动注册年或注册年可得的最新信息逐年事后更新 BM 排放因子；在第二个计入期内按选项（1）的方法事前计算 BM 排放因子，第三个计入期沿用第二个计入期的排放因子。

2. CDM EB 通过的方法对中国的适用性

根据《电力系统排放因子计算工具》（07.0 版）关于 BM 排放因子的计算方法和相关公式，计算 BM 排放因子需要电网中新增机组的净发电量、燃料类型及燃料消耗量、燃料排放因子等电厂一级的数据。然而，公开可获的有关中国电网的信息来源主要有《中国能源统计年鉴》《中国电力年鉴》以及《电力工业统计资料汇编》等资料，这些公开的统计资料通常只披露电网每一类电厂（即水电、煤电、油电、气电、核电等分类）汇总的相关数据，《电力工业统计资料汇编》虽然能查到少量电厂级的数据但信息不完整。因为得不到电网中电厂一级的新增机组的完整数据，2005 年 10 月 CDM EB 就中国当时一些拟议的 CDM 项目在应

用 AM0005 和 AMS-I.D 方法学时同意或建议采用如下的变通做法计算 BM 排放因子：

- 1) 同意使用过去1-3年间新增容量来选择确定计算BM排放因子的新增机组样本群 m 。即，替代地用过去1-3年间的年新增容量叠加作为确定样本的基础，无论叠加到哪一年，直至使新增容量叠加到最接近于总装机容量的20%为止；
- 2) 同意使用装机容量代替年发电量作为新增机组样本的权重；
- 3) 建议使用中国省级/地区级或国家级电网中最先进的商业化技术的发电效率水平，作为一种保守计算，来估算新增机组样本的单位供电量排放因子。

对照公式（1）并通过下列的数学公式变换和约简过程，我们可以发现上述变通方法隐含了一个重要的假设或者说前提条件，即每个新增机组样本在第 y 年的发电利用小时数必须大致相同从而可以相互约去：

$$\begin{aligned} EF_{grid,BM,y} &= \frac{\sum_m (EG_{m,y} \times EF_{EL,m,y})}{\sum_m EG_{m,y}} \\ &= \frac{\sum [(CAP_m \times H_{m,y}) \times EF_{EL,m,y}]}{\sum_m (CAP_m \times H_{m,y})} \\ &\approx \frac{\sum_m (CAP_m \times EF_{EL,m,y})}{\sum_m CAP_m} (2) \end{aligned}$$

式中：

CAP_m 是第 m 个“新增电厂”样本的装机容量(MW)；

$H_{m,y}$ 是第 m 个“新增电厂”样本在 y 年的发电利用小时数 (h)。

国家主管部门以往发布的 2006-2017 年六大区域电网 BM 排放因子即采用了上述变通方法。然而，实际情况表明不同类型机组的发电利用小时数相差很大，例如煤电的发电利用小时数可能是风电或太阳能发电的 2-5 倍，以装机容量代替发电量确定样本机组及其权重难以反映它们的真实发电贡献。因此，变通做法无论权威性还是科学性方面均不如“电力系统排放因子计算工具”原本的 BM 排放因子计算方法。

本次研究发现了一种回归到《电力系统排放因子计算工具》原本方法的可行方案。中国近年来在温室气体基础数据统计体系建设方面已取得了显著成效，公开可得电网相关数据和信息也更加丰富和细化，例如《中国电力年鉴》对新增装机的发电技术分类已细化到水电、燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电、其他火电、核电、风电、太阳能发电、其他，并且能够给出分省级地域分发电技术分类的新增装机数据，从《中国电力年鉴》和《电力工业统计资料汇编》还可以查到各类机组的发电利用小时数。上述数据信息为我们回归到《电力系统排放因子计算工具》原本的 BM 排放因子计算方法提供了一种可行性：即通过把同一省域、同年新增的同类机组打捆后视为一个“新增电厂”，每个“新增电厂”在最近年度（例如 2016 年）的发电量根据其装机容量以及所在省域该年（例如 2016 年）同类机组的平均利用小时数估算得到，经过这种数据处理后我们就能够按发电量叠加来选择确定计算 BM 排放因子

的“新增电厂”样本群 m ，并能够按发电量作为“新增电厂”样本的权重来计算 BM 排放因子，从而进一步回归到《电力系统排放因子计算工具》(07.0 版)原本的 BM 排放因子计算方法。

3. 本次 BM 排放因子计算所采用的方法

本次 2018 年六大区域电网 BM 排放因子的计算采用了《电力系统排放因子计算工具》(07.0 版)原本的 BM 排放因子计算方法，见上述公式(1)。其中对新增机组样本的确定，进行了一定程度上的样本归并处理。这是因为公开的统计资料中无法查阅到每一个新增机组的发电量数据、能耗数据或热效率数据，本次计算将过去年份的新增机组按年份、省域以及发电技术分类，把同一省域、同年新增的同类机组打捆后视为一个“新增电厂”，每个“新增电厂”在最近年度 y 的发电量 $EG_{m,y}$ 根据其装机容量及其在 y 年的发电利用小时数估算得到，公式如下：

$$EG_{m,y} = CAP_m \times H_{m,y} \quad (3)$$

式中：

$EG_{m,y}$ 是第 m 个“新增电厂”在 y 年的净发电量 (MWh)；

CAP_m 是第 m 个“新增电厂”样本的装机容量(MW)；

$H_{m,y}$ 是第 m 个“新增电厂”样本在 y 年的发电利用小时数 (h)，按其所在省域同类机组在 y 年的平均利用小时数取值；

y 是能够获得发电历史数据的最近年份。对 2018 年 BM 的计算， y 为 2016 年；

m 是计算 BM 所用到的“新增电厂”样本。由于同一省域(A)、同年(t)新增的同类机组(k)被打捆成一个“新增电厂”，因此 CAP_m 等于一个既定省域(A)在一个既定年份(t)的一个既定机组类型(k)的新增装机统计数据：

$$CAP_m = CAP_m |_{m=(A,t,k)} = CAP_{A,t,k} \quad (4)$$

式中：

CAP_m 是第 m 个“新增电厂”样本的装机容量(MW)， m 相当于一个(A,t,k)的既定组合；

$CAP_{A,t,k}$ 是某个既定省域(A)、既定年份(t)、既定机组类型(k)的新增装机统计数据；

A 是区域电网所覆盖的各个省级地域 (省、自治区、直辖市)；

t 是“新增电厂”的取样年份，对 2018 年各区域电网 BM 的计算， t 分别等于 2016，2015，……，直至“新增电厂”样本的累计发电量到达 2016 年该区域电网总发电量的 20% 为止；

k 是“新增电厂”的发电技术分类，分为：水电、燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电、其他火电、核电、风电、太阳能发电、其他。

经过上述数据处理后我们就能够按发电量叠加来选择确定计算 BM 排放因子的“新增电厂”样本群 m 。参照《电力系统排放因子计算工具》关于确定计算 BM 的新增机组样本的流程图 (见电力系统排放因子计算工具 Figure 4)，各区域电网“新增电厂”的样本选取是从最近年份 y (对

2018年BM的计算，y为2016年）的“新增电厂”开始向更早年份的“新增电厂”逐年叠加，直至累计发电量达到该区域电网2016年总发电量的20%为止，取样流程如图1所示：

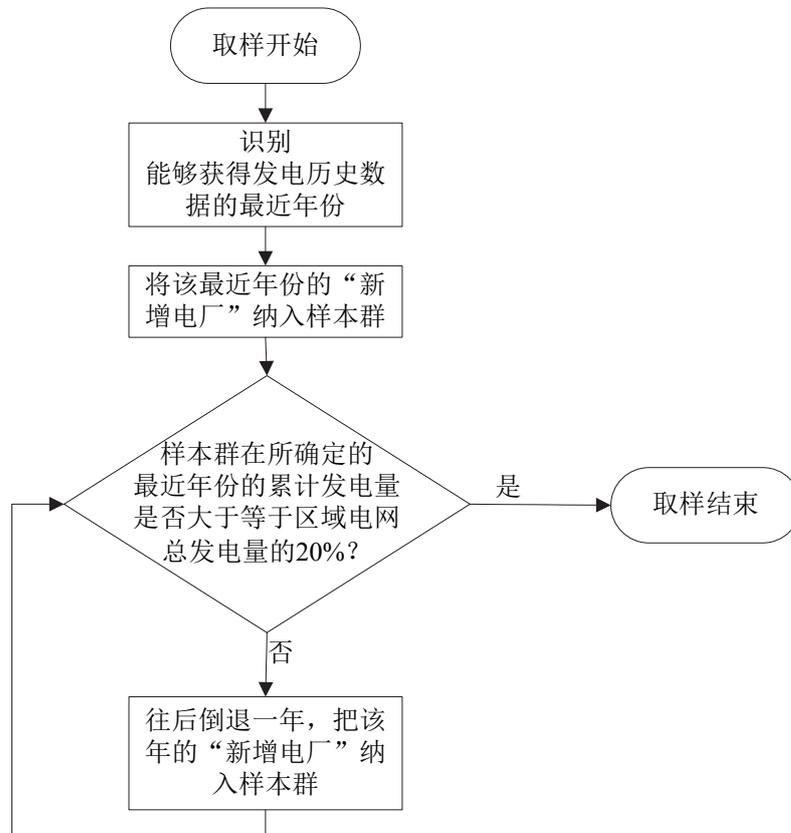


图1 计算BM所用到的“新增电厂”样本取样流程

4. BM 计算的关键参数说明

计算BM的另一个关键参数是各个“新增电厂”样本在y年的单位电量排放因子 $EF_{EL,m,y}$ 。该参数按照《电力系统排放因子计算工具》中“6.4.1.1.1 确定 $EF_{EL,m,y}$ ”的选项A2计算，公式如下：

$$EF_{EL,m,y} = \frac{EF_{CO_2,m,i,y} \times 3.6}{\eta_{m,y}} \quad (5)$$

式中：

$EF_{CO_2,m,i,y}$ 是第m个“新增电厂”样本所对应的燃料消费类型i的平均CO₂排放因子(tCO₂/GJ)；

$\eta_{m,y}$ 是第m个“新增电厂”样本在y年的平均供电热效率（无量纲）；

i是第m个“新增电厂”样本所对应的燃料类型；

3.6 是电的热功当量的换算系数 (GJ/MWh)。

根据公式(5)，“新增电厂”样本的发电技术分类中水电、核电、风电、太阳能发电、其他火电¹、其他²的单位电量排放因子均为 0。对燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电的单位电量排放因子，基于公式(5)并按保守性原则采用商业化最佳技术的供电热效率计算得到，公式如下：

$$EF_{Best,m,y} = \frac{EF_{CO2,m,i,y} \times 3.6}{\eta_{Best,m,y}} \quad (6)$$

式中：

$EF_{Best,m,y}$ 分别指燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电“新增电厂”样本采用 y 年商业化最佳技术的供电热效率计算得到的单位电量排放因子 (tCO₂/MWh)；

$\eta_{Best,m,y}$ 分别指燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电技术在 y 年商业化最佳技术的供电热效率 (无量纲)；

m 在此分别指某年某省域燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电“新增电厂”样本。

煤炭、天然气、燃料油、垃圾燃料的平均 CO₂ 排放因子取自《2006 年 IPCC 国家清单编制指南》能源卷第一章表 1.4，并按保守性原则选取 95%置信区间下限值，其中垃圾燃料的平均 CO₂ 排放因子仅限于非生物质碳部分。

对燃煤机组商业化最佳技术的供电热效率，根据中国电力企业联合会《二 0 一六年电力工业统计资料汇编》，2016 年全国新增 600 MW 级及以上煤电项目共计 26.12 GW，其中 1000 MW 级机组共计 11 套，占 43.34%，600 MW 级机组共计 23 套，占 56.66%。在上述 34 套新增机组中，31 套可查到供电煤耗数据，选取其中供电煤耗最低的前 10 套机组作为商业化最佳技术案例，并按装机容量加权平均得到供电煤耗为 277.58 gce/kWh，相当于供电热效率为 44.31%。

对垃圾焚烧发电机组商业化最佳技术的供电热效率，根据《二 0 一六年电力工业统计资料汇编》，2016 年全国新增垃圾焚烧发电机组 18 台共计 265MW，其中仅 8 台机组可查到供电能耗数据，以装机容量为权重得出它们加权平均的供电能耗为 476.90gce/kWh，相当于供电热效率为 25.79%。

由于新增机组数量有限甚至没有，燃气、燃油机组商业化最佳技术供电热效率继续沿用过去几年《中国区域电网基准线排放因子》一直采用的最佳效率值 (两者均为 52.9%)，供电能耗相当于 232.3 gce/kWh。

¹ “其他火电” 主要指余热余压、秸秆、蔗渣、林木质发电。

² “其他” 主要指地热能、海洋能等发电。

表 1 燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电机组商业化最佳技术的供电热效率及
计算得到的单位电量 CO₂ 排放因子

变量		最佳供电热效率 (%)	燃料 CO ₂ 排放因子 (tCO ₂ /GJ)	单位电量排放因子 (tCO ₂ /MWh)
		A	B	D=B×3.6/A
燃煤机组	$EF_{Best,coal,y}$	44.31	87.3×10^{-3}	0.7093
燃气机组	$EF_{Best,gas,y}$	52.9	54.3×10^{-3}	0.3695
燃油机组	$EF_{Best,oil,y}$	52.9	75.5×10^{-3}	0.5138
垃圾发电	$EF_{Best,waste,y}$	25.79	73.3×10^{-3}	1.0232

5. BM 计算过程及中间结果

5.1 华北电网计算过程及中间结果

第一步：确定新增电厂样本

		华北电网 2016 年总发电量						
单位		北京	天津	河北	山西	内蒙	山东	合计
火电	亿 kWh	419	591	2196	2309	3375	4671	13561
水电	亿 kWh	12	0	24	39	27	13.9	115.9
核电	亿 kWh							0
风电	亿 kWh	3	6	216	135	464	147	971
太阳能发电	亿 kWh	1.1	3	40	27	83	31	185.1
其他	亿 kWh							0
合计	亿 kWh	436	600	2476	2511	3950	4863	14836

数据来源：《2017 中国电力年鉴》

		华北电网 2016 年发电机组平均利用小时数							
单位		北京	天津	河北	山西	内蒙	山东		
火电	小时	4320	4314	4974	3800	4532	5187		
其中：燃煤	小时	4031	4382	5021	3803	4558	5235		
其中：燃气	小时	4372	4001	651	3468	116	6498		
其中：燃油	小时	2636							
其中：垃圾焚烧发电	小时	5579	4624	4662	5768	2040	4883		
其中：其他火电	小时	5613	4487	4211	5369	4135	4331		
水电	小时	1234	0	1242	1575	1152	1348		

华北电网 2015 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂 (万 kW)					发电量 (亿 kWh)							
	北京	天津	河北	山西	内蒙	山东	北京	天津	河北	山西	内蒙	山东	合计
火电	95	2	168.6	319.6	114	274	41.5	0.9	83.1	123.2	51.6	140.4	440.8
其中: 燃煤			150	200	106	240	0.0	0.0	75.3	76.1	48.3	125.6	325.3
其中: 燃气	95			89.6			41.5	0.0	0.0	31.1	0.0	0.0	72.6
其中: 燃油							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中: 垃圾焚烧发电							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中: 其他火电		2	18.6	30	8	34	0.0	0.9	7.8	16.1	3.3	14.7	42.9
水电					60		0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	0.0	6.9
核电							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
风电			84	223	335	83	0.0	0.0	17.4	43.2	61.3	15.5	137.4
太阳能发电	5	6	137.2	91	49	40	0.5	0.3	16.8	13.3	7.0	4.3	42.0
其他							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	100	8	389.8	633.6	558	397	42.0	1.2	117.3	179.7	126.8	160.1	627.1

数据来源: 新增电厂容量来源于《2016 中国电力年鉴》; 新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

华北电网 2014 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂 (万 kW)					发电量 (亿 kWh)							
	北京	天津	河北	山西	内蒙	山东	北京	天津	河北	山西	内蒙	山东	合计
火电	379	156	78.9	355.4	127	178	165.7	65.1	38.9	133.8	56.7	90.1	550.3
其中: 燃煤		70	70	259	99	140	0.0	30.7	35.1	98.5	45.1	73.3	282.7

其中：燃气	379	86	86.4	165.7	34.4	0.0	30.0	0.0	0.0	230.1
其中：燃油				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中：垃圾焚烧发电				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	2.9
其中：其他火电				0.0	0.0	3.7	5.4	11.6	13.9	34.6
水电				0.0	0.0	0.1	0.3	7.9	0.0	8.4
核电				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
风电				0.0	0.0	32.7	34.3	32.4	17.2	116.6
太阳能发电		2	47	0.0	0.1	9.4	6.9	16.4	1.6	34.4
其他				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	379	158	581.4	165.7	65.2	81.2	175.3	113.4	108.9	709.6

数据来源：新增电厂容量来源于《2015 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

华北电网 2013 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂 (万 kW)						发电量 (亿 kWh)						
	北京	天津	河北	山西	内蒙	山东	北京	天津	河北	山西	内蒙	山东	合计
火电	84	0	191.2	187	241	333	36.7	0.0	96.0	71.1	108.5	170.7	483.0
其中：燃煤			190	187	229	290	0.0	0.0	95.4	71.1	104.4	151.8	422.7
其中：燃气	84						36.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.7
其中：燃油							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中：垃圾焚烧发电			1.2		4	5	0.0	0.0	0.6	0.0	0.8	2.4	3.8
其中：其他火电					8	38	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	16.5	19.8
水电							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
核电							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

风电	3	71	81	207	123	0.0	0.6	14.7	15.7	37.9	23.0	91.9
太阳能发电		16	5	100	9	0.0	0.0	2.0	0.7	14.3	1.0	17.9
其他						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	84	3	278.2	273	465	36.7	0.6	112.6	87.5	160.6	194.7	592.8

数据来源：新增电厂容量来源于《2014 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

华北电网 2016 年及以前新增电厂在 2016 年的发电量及样本确定表

	2016 当年新增 电厂发电量 亿 kWh	2015 当年新增 电厂发电量 亿 kWh	2014 当年新增 电厂发电量 亿 kWh	2013 当年新增 电厂发电量 亿 kWh	2015-2016 期间 新增电厂发电量 亿 kWh	2014-2016 期间 新增电厂发电量 亿 kWh	2013-2016 期间 新增电厂发电量 亿 kWh
火电	893.4	440.8	550.3	483.0	1334.2	1884.5	2367.5
其中：燃煤	780.1	325.3	282.7	422.7	1105.4	1388.1	1810.8
其中：燃气	37.2	72.6	230.1	36.7	109.9	339.9	376.6
其中：燃油	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中：垃圾焚烧发电	1.4	0.0	2.9	3.8	1.4	4.3	8.1
其中：其他火电	74.7	42.9	34.6	19.8	117.6	152.2	171.9
水电	0.0	6.9	8.4	0.0	6.9	15.3	15.3
核电	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
风电	117.5	137.4	116.6	91.9	254.9	371.4	463.3
太阳能发电	102.5	42.0	34.4	17.9	144.6	179.0	196.9
其他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	1113.4	627.1	709.6	592.8	1740.6	2450.2	3043.0
占 2016 年总发电量百分比	7.50%				11.73%	16.52%	20.51%

第二步：计算新增电厂样本的发电技术构成

华北电网 2013-2016 期间新增电厂样本的发电技术构成		新增电厂样本发电技术构成
2013-2016 期间新增电厂发电量		
亿 kWh		
燃煤	1810.8	59.51%
燃气	376.6	12.38%
燃油	0.0	0.00%
垃圾焚烧发电	8.1	0.27%
其他火电	171.9	5.65%
水电	15.3	0.50%
核电	0.0	0.00%
风电	463.3	15.22%
太阳能发电	196.9	6.47%
其他	0.0	0.00%
合计	3043.0	100.00%

第三步：计算电网 BM 排放因子

根据新增电厂样本的发电技术构成以及燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电商业化最佳技术的单位电量排放因子，按公式（1）计算得到华北电网 2018 年 BM 排放因子为 0.4706。

5.2 东北电网 BM 计算过程及中间结果

第一步：确定新增电厂样本

东北电网 2016 年总发电量					
	单位	辽宁	吉林	黑龙江	合计
火电	亿 kWh	1344	588	808	2740
水电	亿 kWh	56	85	23	164
核电	亿 kWh	200			200
风电	亿 kWh	129	67	88	284
太阳能发电	亿 kWh	4	3	1.3	8.3
其他	亿 kWh				0
合计	亿 kWh	1733	743	919	3395

数据来源：《2017 中国电力年鉴》

东北电网 2016 年发电机组平均利用小时数

	单位	辽宁	吉林	黑龙江
火电	小时	4331	3286	3922
其中：燃煤	小时	4332	3227	3887
其中：燃气	小时	1993		2775
其中：燃油	小时	3309		1733
其中：垃圾焚烧发电	小时	7993	3926	3750
其中：其他火电	小时	4635	4485	4934
水电	小时	1911	2214	2167
核电	小时	4982		
风电	小时	1929	1333	1666

太阳能发电

小时

1189

1187

1467

其他

小时

数据来源：火电、水电、核电、风电、太阳能发电来源于《2017 中国电力年鉴》；燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电、其他火电来源于《二 0 一六年电力工业统计资料汇编》；“其他”根据《2017 中国电力年鉴》中的发电量及装机容量反推。

东北电网 2016 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)			新增电厂发电量 (亿 kWh)		
	辽宁	吉林	黑龙江	辽宁	吉林	黑龙江
火电	1	11	59	0.5	4.9	25.4
其中：燃煤			35	0.0	0.0	13.6
其中：燃气				0.0	0.0	0.0
其中：燃油				0.0	0.0	0.0
其中：垃圾焚烧发电				0.0	0.0	0.0
其中：其他火电	1	11	24	0.5	4.9	11.8
水电				0.0	0.0	0.0
核电	112			55.8	0.0	0.0
风电	14	22	66	2.7	2.9	11.0
太阳能发电	21	52	14	2.5	6.2	2.1
其他				0.0	0.0	0.0
合计	148	85	139	61.5	14.0	38.5

数据来源：新增电厂容量来源于《2017 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

东北电网 2015 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)			新增电厂发电量 (亿 kWh)		
	辽宁	吉林	黑龙江	辽宁	吉林	黑龙江
火电	1	14	91	0.5	6.3	37.6
其中: 燃煤			70	0.0	0.0	27.2
其中: 燃气				0.0	0.0	0.0
其中: 燃油				0.0	0.0	0.0
其中: 垃圾焚烧发电				0.0	0.0	0.0
其中: 其他火电	1	14	21	0.5	6.3	10.4
水电			4.4	0.0	0.0	1.0
核电	112			55.8	0.0	0.0
风电	34	88	42	6.6	11.7	7.0
太阳能发电	7		0.3	0.8	0.0	0.0
其他				0.0	0.0	0.0
合计	154	102	137.7	63.7	18.0	45.6

数据来源: 新增电厂容量来源于《2016 中国电力年鉴》; 新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

东北电网 2014 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)			新增电厂发电量 (亿 kWh)		
	辽宁	吉林	黑龙江	辽宁	吉林	黑龙江
火电	72	86	88	31.3	29.7	36.0
其中: 燃煤	70	70	70	30.3	22.6	27.2
其中: 燃气				0.0	0.0	0.0
合计	154	154	154	61.6	52.3	63.2

其中：燃油				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中：垃圾焚烧发电		1		0.0	0.0	0.4	0.4	1.2	1.2
其中：其他火电	2	14	17	0.9	6.3	8.4	0.0	5.2	15.6
水电	20	6	0.1	3.8	1.3	0.0	0.0	5.8	5.8
核电	112			55.8	0.0	0.0	14.3	28.6	28.6
风电	49	36	86	9.5	4.8	0.0	0.0	1.2	1.2
太阳能发电	4	6	0.1	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
其他				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	257	134	174.2	100.8	36.5	50.3	50.3	187.6	187.6

数据来源：新增电厂容量来源于《2015 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

东北电网 2013 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)			新增电厂发电量 (亿 kWh)			
	辽宁	吉林	黑龙江	辽宁	吉林	黑龙江	合计
火电	26	17	126	12.1	6.5	51.7	70.2
其中：燃煤		9	100	0.0	2.9	38.9	41.8
其中：燃气				0.0	0.0	0.0	0.0
其中：燃油				0.0	0.0	0.0	0.0
其中：垃圾焚烧发电				0.0	0.0	0.0	0.0
其中：其他火电	26	8	26	12.1	3.6	12.8	28.5
水电		3	2	0.0	0.7	0.4	1.1
核电	112			55.8	0.0	0.0	55.8
风电	66	43	63	12.7	5.7	10.5	29.0

太阳能发电	2	1	1	0.2	0.1	0.1	0.5
其他				0.0	0.0	0.0	0.0
合计	206	64	192	80.8	13.0	62.8	156.6

数据来源：新增电厂容量来源于《2014 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

东北电网 2012 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)			新增电厂发电量 (亿 kWh)			
	辽宁	吉林	黑龙江	辽宁	吉林	黑龙江	合计
火电	257	112	15	112.4	37.1	7.0	156.5
其中：燃煤	221	104		95.7	33.6	0.0	129.3
其中：燃气			2	0.0	0.0	0.6	0.6
其中：燃油				0.0	0.0	0.0	0.0
其中：垃圾焚烧发电				0.0	0.0	0.0	0.0
其中：其他火电	36	8	13	16.7	3.6	6.4	26.7
水电	95	9	0.4	18.2	2.0	0.1	20.2
核电				0.0	0.0	0.0	0.0
风电	69	39	71	13.3	5.2	11.8	30.3
太阳能发电	1			0.1	0.0	0.0	0.1
其他				0.0	0.0	0.0	0.0
合计	422	160	86.4	144.0	44.3	18.9	207.2

数据来源：新增电厂容量来源于《2013 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

东北电网2016年及以前新增电厂在2016年的发电量及样本确定表

	2016 当年 新增电厂 发电量 亿 kWh	2015 当年 新增电厂 发电量 亿 kWh	2014 当年 新增电厂 发电量 亿 kWh	2013 当年 新增电厂 发电量 亿 kWh	2012 当年 新增电厂 发电量 亿 kWh	2015-2016 期间 新增电厂发电 量 亿 kWh	2014-2016 期间 新增电厂发电 量 亿 kWh	2013-2016 期间 新增电厂发电 量 亿 kWh	2012-2016 期间 新增电厂发电 量 亿 kWh
火电	30.8	44.3	96.9	70.2	156.5	75.2	172.0	242.3	398.8
其中：燃煤	13.6	27.2	80.1	41.8	129.3	40.8	120.9	162.7	292.0
其中：燃气	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6
其中：燃油	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中：垃圾焚烧发电	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2	1.2
其中：其他火电	17.2	17.1	15.6	28.5	26.7	34.3	49.9	78.4	105.1
水电	0.0	1.0	5.2	1.1	20.2	1.0	6.1	7.2	27.5
核电	55.8	55.8	55.8	55.8	0.0	111.6	167.4	223.2	223.2
风电	16.6	25.3	28.6	29.0	30.3	41.9	70.5	99.5	129.8
太阳能发电	10.7	0.9	1.2	0.5	0.1	11.6	12.8	13.3	13.4
其他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	114.0	127.2	187.6	156.6	207.2	241.2	428.8	585.4	792.7
占 2016 年总发电量 百分比	3.36%					7.11%	12.63%	17.24%	23.35%

第二步：计算新增电厂样本的发电技术构成

东北电网 2012-2016 期间新增电厂样本的发电技术构成		新增电厂样本发电技术构成
2012-2016 期间新增电厂发电量		
亿 kWh		
燃煤	292.0	36.84%
燃气	0.6	0.07%
燃油	0.0	0.00%
垃圾焚烧发电	1.2	0.15%
其他火电	105.1	13.26%
水电	27.5	3.46%
核电	223.2	28.16%
风电	129.8	16.37%
太阳能发电	13.4	1.69%
其他	0.0	0.00%
合计	792.7	100.00%

第三步：计算电网 BM 排放因子

根据新增电厂样本发电技术构成以及燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电商业化最佳技术的单位电量排放因子，按公式（1）计算得到东北电网 2018 年 BM 排放因子为 0.2631。

5.3 华东电网 BM 计算过程及中间结果

第一步：确定新增电厂样本

华东电网 2016 年总发电量						
单位	上海	江苏	浙江	安徽	福建	合计
火电	818	4438	2366	2135	915	10672
水电		17	274	63	631	985
核电		153	504		407	1064
风电	14	98	23	34	50	219
太阳能发电	1	47	22	21	1	92
其他			0.1			0.1
合计	832	4754	3190	2253	2005	13034

数据来源：《2017 中国电力年鉴》

华东电网 2016 年发电机组平均利用小时数						
单位	上海	江苏	浙江	安徽	福建	
火电	3610	5093	3921	4487	3161	
其中：燃煤	4382	5272	4548	4425	3262	
其中：燃气	1798	3203	1270	3883	1740	
其中：燃油	103		0			
其中：垃圾焚烧发电	7152	6670	6379	6393	6212	
其中：其他火电	5314	6614	6013	5759	6084	
水电		1524	2504	2045	4776	
核电		7562	7661		6947	
风电	2162	1980	2161	2109	2503	

太阳能发电	小时	1087	743	1087	959	870	635
其他	小时				2500		

数据来源：风电、水电、核电、风电、太阳能发电来源于《2017 中国电力年鉴》；燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电、其他火电来源于《二〇一六年电力工业统计资料汇编》；“其他”根据《2017 中国电力年鉴》中的发电量及装机容量反推。

华东电网 2016 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)					新增电厂发电量 (亿 kWh)					合计
	上海	江苏	浙江	安徽	福建	上海	江苏	浙江	安徽	福建	
火电	11	380.3	64	301	33	4.8	203.6	38.6	133.9	20.1	400.9
其中：燃煤		137		296		0.0	72.2	0.0	131.0	0.0	203.2
其中：燃气	3	86.6				0.5	27.7	0.0	0.0	0.0	28.3
其中：燃油						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中：垃圾焚烧发电		0.6	3		1	0.0	0.4	1.9	0.0	0.6	2.9
其中：其他火电	8	156.1	61	5	32	4.3	103.2	36.7	2.9	19.5	166.5
水电		0.4	177	5	6	0.0	0.1	44.3	1.0	2.9	48.3
核电					218	0.0	0.0	0.0	0.0	151.4	151.4
风电	20	94.9	27	45	62	4.3	18.8	5.8	9.5	15.5	54.0
太阳能发电	15	169.8	228	153	20	1.1	18.5	21.9	13.3	1.3	56.0
其他						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	46	645.4	496	504	339	10.2	240.9	110.6	157.7	191.2	710.6

数据来源：新增电厂容量来源于《2017 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

华东电网 2015 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)					新增电厂发电量 (亿 kWh)					
	上海	江苏	浙江	安徽	福建	上海	江苏	浙江	安徽	福建	合计
火电	124.1	490.2	524	732	211	28.3	218.7	191.6	325.8	71.9	836.4
其中: 燃煤	22	238	338	718	200	9.6	125.5	153.7	317.7	65.2	671.8
其中: 燃气	101.1	215.6	156			18.2	69.1	19.8	0.0	0.0	107.0
其中: 燃油						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中: 垃圾焚烧发电		1.6			1	0.0	1.1	0.0	0.0	0.6	1.7
其中: 其他火电	1	35	30	14	10	0.5	23.1	18.0	8.1	6.1	55.9
水电		0.1	36		22	0.0	0.0	9.0	0.0	10.5	19.5
核电			109		218	0.0	0.0	83.5	0.0	151.4	234.9
风电	25	68	28.7	49	20	5.4	13.5	6.2	10.3	5.0	40.4
太阳能发电		128	64	50.3	3	0.0	13.9	6.1	4.4	0.2	24.6
其他						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	149.1	686.3	761.7	831.3	474	33.8	246.1	296.4	340.5	239.1	1155.9

数据来源: 新增电厂容量来源于《2016 中国电力年鉴》; 新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

华东电网 2014 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)					新增电厂发电量 (亿 kWh)					
	上海	江苏	浙江	安徽	福建	上海	江苏	浙江	安徽	福建	合计
火电	7	221.4	794	317	2	4.5	118.8	298.0	146.2	1.2	568.6
其中: 燃煤		205	597	264		0.0	108.1	271.5	116.8	0.0	496.4
其中: 燃气		0.4	194	8		0.0	0.1	24.6	3.1	0.0	27.9

其中：燃油					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中：垃圾焚烧发电	4	6			2.9	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0
其中：其他火电	3	39	3	2	1.6	10.6	1.8	22.5	1.2	0.0	0.0	37.7	0.0
水电		6.8	7		0.0	0.0	1.8	1.4	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0
核电		109	109	218	0.0	0.0	83.5	0.0	151.4	0.0	0.0	234.9	0.0
风电	5	63	18.9	52	1.1	12.5	4.1	11.0	2.5	0.0	0.0	31.1	0.0
太阳能发电	6	137	20	33.2	0.4	14.9	1.9	2.9	0.2	0.0	0.0	20.3	0.0
其他					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	18	421.7	948.9	409	6.0	146.2	389.2	161.5	155.4	155.4	155.4	858.2	858.2

数据来源：新增电厂容量来源于《2015 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

华东电网 2016 年及以前新增电厂在 2016 年的发电量及样本确定表

	2016 当年		2015 当年		2014 当年		2015-2016 期间		2014-2016 期间	
	新增电厂发电量 亿 kWh									
火电	400.9	836.4	836.4	568.6	1237.3	1806.0				
其中：燃煤	203.2	671.8	671.8	496.4	875.0	1371.4				
其中：燃气	28.3	107.0	107.0	27.9	135.3	163.2				
其中：燃油	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
其中：垃圾焚烧发电	2.9	1.7	1.7	6.7	4.6	11.3				
其中：其他火电	166.5	55.9	55.9	37.7	222.4	260.0				
水电	48.3	19.5	19.5	3.2	67.8	71.0				
核电	151.4	234.9	234.9	234.9	386.4	621.3				
风电	54.0	40.4	40.4	31.1	94.4	125.5				

太阳能发电	56.0	24.6	20.3	80.6	101.0
其他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	710.6	1155.9	858.2	1866.5	2724.8
占 2016 年总发电量百分比	5.45%			14.32%	20.91%

第二步：计算新增电厂样本的发电技术构成

华东电网 2014-2016 期间新增电厂样本的发电技术构成

2014-2016 期间新增电厂发电量

亿 kWh

燃煤	1371.4				50.33%
燃气	163.2				5.99%
燃油	0.0				0.00%
垃圾焚烧发电	11.3				0.42%
其他火电	260.0				9.54%
水电	71.0				2.61%
核电	621.3				22.80%
风电	125.5				4.61%
太阳能发电	101.0				3.71%
其他	0.0				0.00%
合计	2724.8				100.00%

第三步：计算电网 BM 排放因子

根据新增电厂样本发电技术构成以及燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电商业化最佳技术的单位电量排放因子，按公式（1）计算得到华东电网 2018 年 BM 排放因子为 0.3834。

5.4 华中电网 BM 计算过程及中间结果

第一步：确定新增电厂样本

华中电网 2016 年总发电量							
单位	江西	河南	湖北	湖南	重庆	四川	合计
火电	857	2474	1048	732	431	349	5891
水电	199	93	1399	560	247	2989	5487
核电							0
风电	19	18	35	39	5	21	137
太阳能发电	11	12	11	2	0	11	47
其他							0
合计	1085	2596	2494	1334	683	3370	11562

数据来源：《2017 中国电力年鉴》

华中电网 2016 年发电机组平均利用小时数

单位	江西	河南	湖北	湖南	重庆	四川
火电						
其中：燃煤	4560	3855	3985	3270	3340	2121
其中：燃气	4417	3903	3957	3021	3425	1941
其中：燃油	4603	2088	3662	6120	2198	1754
其中：垃圾焚烧发电		5007	6126	3968	6787	4951
其中：其他火电	3684	3717	4424	5840	5578	4904
水电	3807	2228	3869	3621	3729	4234
核电						
风电	2114	1902	2063	2125	2023	2247

太阳能发电	小时	687	696	916	664	0	1488
其他	小时						

数据来源：火电、水电、核电、风电、太阳能发电来源于《2017 中国电力年鉴》；燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电、其他火电来源于《二〇一六年电力工业统计资料汇编》；“其他”根据《2017 中国电力年鉴》中的发电量及装机容量反推。

华中电网 2016 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)						新增电厂发电量 (亿 kWh)						
	江西	河南	湖北	湖南	重庆	四川	江西	河南	湖北	湖南	重庆	四川	合计
火电	115	102	122	9.4	132.5	30	52.8	39.4	49.1	5.1	48.4	13.8	208.6
其中：燃煤	100	80	108	1.5	120	3	44.2	31.2	42.7	0.5	41.1	0.6	160.3
其中：燃气							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中：燃油							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中：垃圾焚烧发电	1		1		2.7	2	0.4	0.0	0.6	0.0	1.8	1.0	3.8
其中：其他火电	14	22	13	7.9	9.8	25	8.3	8.2	5.8	4.6	5.5	12.3	44.6
水电	121		13	27	10.6	308	46.1	0.0	5.0	9.8	4.0	130.4	195.2
核电							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
风电	27	34	83	86	10	68	5.7	6.5	17.1	18.3	2.0	15.3	64.9
太阳能发电	137	250	158	13	0.9	83	9.4	17.4	14.5	0.9	0.0	12.4	54.5
其他							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	400	386	376	135.4	154	489	114.0	63.3	85.7	34.0	54.4	171.9	523.2

数据来源：新增电厂容量来源于《2017 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

华中电网 2015 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂 (万 kW)					发电量 (亿 kWh)							
	江西	河南	湖北	湖南	重庆	四川	江西	河南	湖北	湖南	重庆	四川	合计
火电	252	659	81.8	156.2	284	78	114.3	256.7	31.5	51.1	99.0	17.5	570.3
其中: 燃煤	232	634	38	142	276	70	102.5	247.5	15.0	42.9	94.5	13.6	516.0
其中: 燃气			37.8				0.0	0.0	13.8	0.0	0.0	0.0	13.8
其中: 燃油							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中: 垃圾焚烧发电				1.2			0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7
其中: 其他火电	20	25	6	13	8	8	11.9	9.3	2.7	7.6	4.5	3.9	39.8
水电	13	2	32	21	10	632	4.9	0.4	12.4	7.6	3.7	267.6	296.7
核电							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
风电	23	40	49	101	23	58	4.9	7.6	10.1	21.5	4.7	13.0	61.7
太阳能发电	15	13	42.9	2		29	1.0	0.9	3.9	0.1	0.0	4.3	10.3
其他							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	303	714	205.7	280.2	317	797	125.2	265.7	58.0	80.3	107.4	302.4	939.0

数据来源: 新增电厂容量来源于《2016 中国电力年鉴》; 新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

华中电网 2014 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂 (万 kW)					发电量 (亿 kWh)							
	江西	河南	湖北	湖南	重庆	四川	江西	河南	湖北	湖南	重庆	四川	合计
火电	9	104	247	79	229	12.4	4.1	39.8	99.0	28.1	67.0	6.1	244.1
其中: 燃煤		60	221	64	136		0.0	23.4	87.4	19.3	46.6	0.0	176.8
其中: 燃气	9				93		4.1	0.0	0.0	0.0	20.4	0.0	24.6

太阳能发电	2	3.9	3	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	0.9			
其他				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
合计	40	160	170.9	53.1	103	1011.2	12.4	61.0	63.2	19.7	36.1	407.5	599.9

数据来源：新增电厂容量来源于《2014 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

华中电网 2016 年及以前新增电厂在 2016 年的发电量及样本确定表

	2016 当年		2015 当年		2014 当年		2013 当年		2015-2016 期间		2014-2016 期间		2013-2016 期间	
	新增电厂发电量 亿 kWh													
火电	208.6	570.3	244.1	172.5	778.9	1023.0	1195.4							
其中：燃煤	160.3	516.0	176.8	133.5	676.2	853.0	986.6							
其中：燃气	0.0	13.8	24.6	0.0	13.8	38.4	38.4							
其中：燃油	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
其中：垃圾焚烧发电	3.8	0.7	1.2	2.5	4.5	5.6	8.1							
其中：其他火电	44.6	39.8	41.5	36.4	84.4	125.9	162.3							
水电	195.2	296.7	372.7	409.3	491.9	864.6	1274.0							
核电	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
风电	64.9	61.7	35.3	17.2	126.6	161.9	179.1							
太阳能发电	54.5	10.3	3.7	0.9	64.8	68.5	69.5							
其他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
合计	523.2	939.0	655.8	599.9	1462.2	2118.1	2718.0							
占 2016 年总发电量百分比	4.53%			12.65%	18.32%	23.51%								

第二步：计算新增电厂样本的发电技术构成

华中电网 2013-2016 期间新增电厂样本的发电技术构成		新增电厂样本发电技术构成
2013-2016 期间新增电厂发电量		
亿 kWh		
燃煤	986.6	36.30%
燃气	38.4	1.41%
燃油	0.0	0.00%
垃圾焚烧发电	8.1	0.30%
其他火电	162.3	5.97%
水电	1274.0	46.87%
核电	0.0	0.00%
风电	179.1	6.59%
太阳能发电	69.5	2.56%
其他	0.0	0.00%
合计	2718.0	100.00%

第三步：计算电网 BM 排放因子

根据新增电厂样本发电技术构成以及燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电商业化最佳技术的单位电量排放因子，按公式（1）计算得到华中电网 2018 年 BM 排放因子为 0.2658。

5.5 西北电网 BM 计算过程及中间结果

第一步：确定新增电厂样本

2016 年西北电网总发电量						
	陕西	甘肃	青海	宁夏	新疆	合计
火电	1346	699	151	989	2195	5380
水电	69	314	302	14	211	910
核电						0
风电	28	136	10	129	220	523
太阳能发电	20	60	90	55	67	292
其他						0
合计	1464	1209	553	1187	2693	7106

数据来源：《2017 中国电力年鉴》

西北电网 2016 年发电机组平均利用小时数						
	单位	陕西	甘肃	青海	宁夏	新疆
火电						
其中：燃煤	小时	4491	3612	3989	4904	4768
其中：燃气	小时	4499	3644	4362	5045	4780
其中：燃油	小时		479	190	1813	3794
其中：垃圾焚烧发电	小时	2321				
其中：其他火电	小时	3802	1911		6275	4638
水电	小时	2437	3534	2572	3356	3452
核电	小时					

风电	小时	1951	1088	1726	1553	1290
太阳能发电	小时	1245	1000	1428	1270	886
其他	小时					

数据来源：火电、水电、核电、风电、太阳能发电来源于《2017 中国电力年鉴》；燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电、其他火电来源于《二〇一六年电力工业统计资料汇编》；“其他”根据《2017 中国电力年鉴》中的发电量及装机容量反推。

西北电网 2016 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)						新增电厂发电量 (亿 kWh)						合计
	陕西	甘肃	青海	宁夏	新疆		陕西	甘肃	青海	宁夏	新疆		
火电	148	40	113	180	395		63.9	15.3	44.1	90.7	184.6		398.6
其中：燃煤	110	33	101	175	282		49.5	12.0	44.1	88.3	134.8		328.7
其中：燃气					31		0.0	0.0	0.0	0.0	11.8		11.8
其中：燃油							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
其中：垃圾焚烧发电		5					0.0	2.9	0.0	0.0	0.0		2.9
其中：其他火电	38	2	12	5	82		14.4	0.4	0.0	2.4	38.0		55.2
水电	15	9	46		98		3.7	3.2	11.8	0.0	33.8		52.5
核电							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
风电	91	25	30	177	262		17.8	2.7	5.2	27.5	33.8		86.9
太阳能发电	194	78	131	217	330		24.2	7.8	18.7	27.6	29.2		107.5
其他							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
合计	448	152	320	574	1085		109.5	29.0	79.8	145.7	281.5		645.4

数据来源：新增电厂容量来源于《2017 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

西北电网 2015 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)					新增电厂发电量 (亿 kWh)					
	陕西	甘肃	青海	宁夏	新疆	陕西	甘肃	青海	宁夏	新疆	合计
火电	385	75	101.3	178	549	170.8	14.3	44.1	88.0	261.4	578.5
其中: 燃煤	350		101	118	477	157.5	0.0	44.1	59.5	228.0	489.1
其中: 燃气						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中: 燃油						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中: 垃圾焚烧发电			0.3			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中: 其他火电	35	75	0	60	72	13.3	14.3	0.0	28.4	33.4	89.5
水电	13	24	28		37	3.2	8.5	7.2	0.0	12.8	31.6
核电						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
风电	42	264	25	321	743	8.2	28.7	4.3	49.9	95.8	186.9
太阳能发电	48	130	131	134	206	6.0	13.0	18.7	17.0	18.3	73.0
其他						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	488	493	285.3	633	1535	188.1	64.5	74.3	154.8	388.3	870.0

数据来源: 新增电厂容量来源于《2016 中国电力年鉴》; 新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

西北电网 2016 年及以前新增电厂在 2016 年的发电量及样本确定表

	2016 当年新增电厂发电量		2015 当年新增电厂发电量		2015-2016 期间新增电厂发电量	
	亿 kWh	亿 kWh	亿 kWh	亿 kWh	亿 kWh	亿 kWh
火电	398.6	578.5	977.1			
其中: 燃煤	328.7	489.1	817.7			
其中: 燃气	11.8	0.0	11.8			
其中: 燃油	0.0	0.0	0.0			

其中：垃圾焚烧发电	2.9	0.0	2.9
其中：其他火电	55.2	89.5	144.7
水电	52.5	31.6	84.1
核电	0.0	0.0	0.0
风电	86.9	186.9	273.9
太阳能发电	107.5	73.0	180.4
其他	0.0	0.0	0.0
合计	645.4	870.0	1515.5
占 2016 年总发电量百分比	9.08%		21.33%

第二步：计算新增电厂样本的发电技术构成

西北电网 2015-2016 期间新增电厂样本的发电技术构成

2015-2016 期间新增电厂发电量

亿 kWh

燃煤	817.7	53.96%
燃气	11.8	0.78%
燃油	0.0	0.00%
垃圾发电	2.9	0.19%
其他火电	144.7	9.55%
水电	84.1	5.55%
核电	0.0	0.00%
风电	273.9	18.07%
太阳能发电	180.4	11.90%
其他	0.0	0.00%
合计	1515.5	100.00%

第三步：计算电网 **BM** 排放因子
根据新增电厂样本发电技术构成以及燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电商业化最佳技术的单位电量排放因子，按公式（1）计算得到西北电网 2018 年 **BM** 排放因子为 **0.3876**。

5.6 南方电网 BM 计算过程及中间结果

第一步：确定新增电厂样本

南方电网 2016 年总发电量						
单位	广东	广西	贵州	云南	海南	合计
火电	2850	559	1171	253	197	5030
水电	423	600	727	2268	23	4041
核电	705	103			60	868
风电	50	13	55	149	6	273
太阳能发电	8	1.1	1.1	23	3	36.2
其他	0.2					0.2
合计	4036	1276	1955	2693	288	10248

数据来源：《2017 中国电力年鉴》

南方电网 2016 年发电机组平均利用小时数						
单位	广东	广西	贵州	云南	海南	
火电	3723	3008	3980	1418	4241	
其中：燃煤	3854	2707	3982	1309	4679	
其中：燃气	3164	808		4158	1423	
其中：燃油	3815					
其中：垃圾焚烧发电	5942	4411	5627	5189	6785	
其中：其他火电	4406	3869	5387	2897	6813	
水电	3631	3803	3315	3792	2577	
核电	7516	7184	1806		6264	
风电	1928	2359		2243	1801	

太阳能发电 小时 728 959 1006 1227 1070
其他 小时 1000

数据来源：火电、水电、核电、风电、太阳能发电来源于《2017 中国电力年鉴》；燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电、其他火电来源于《二 0 一六年电力工业统计资料汇编》；“其他”根据《2017 中国电力年鉴》中的发电量及装机容量反推。

南方电网 2016 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)					新增电厂发电量 (亿 kWh)					
	广东	广西	贵州	云南	海南	广东	广西	贵州	云南	海南	合计
火电	60	528	318	0	0	23.1	157.9	126.6	0.0	0.0	307.6
其中：燃煤	60	402	318			23.1	108.8	126.6	0.0	0.0	258.6
其中：燃气						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中：燃油						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中：垃圾焚烧发电		6				0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	2.6
其中：其他火电		120				0.0	46.4	0.0	0.0	0.0	46.4
水电	96	14	9	180		34.9	5.3	3.0	68.3	0.0	111.4
核电	109	217			65	81.9	155.9	0.0	0.0	40.7	278.5
风电	16	35	32	97		3.1	8.3	5.8	21.8	0.0	38.9
太阳能发电	19	4		12	1	1.4	0.4	0.0	1.5	0.1	3.3
其他						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	300	798	359	289	66	144.4	327.8	135.4	91.5	40.8	739.8

数据来源：新增电厂容量来源于《2017 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

南方电网 2015 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)					新增电厂发电量 (亿 kWh)					
	广东	广西	贵州	云南	海南	广东	广西	贵州	云南	海南	合计
火电	415	37	198	0	70	159.9	14.3	78.8	0.0	32.8	285.9
其中: 燃煤	415		198		70	159.9	0.0	78.8	0.0	32.8	271.5
其中: 燃气						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中: 燃油						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中: 垃圾焚烧发电						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中: 其他火电		37				0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	14.3
水电	32	3	77	268		11.6	1.1	25.5	101.6	0.0	139.9
核电	109				65	81.9	0.0	0.0	0.0	40.7	122.6
风电	25	30	89	225		4.8	7.1	16.1	50.5	0.0	78.4
太阳能发电	4	9	3	22	7	0.3	0.9	0.3	2.7	0.7	4.9
其他						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	585	79	367	515	142	258.6	23.4	120.7	154.8	74.2	631.7

数据来源: 新增电厂容量来源于《2016 中国电力年鉴》; 新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

南方电网 2014 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量

	新增电厂容量 (万 kW)					新增电厂发电量 (亿 kWh)					
	广东	广西	贵州	云南	海南	广东	广西	贵州	云南	海南	合计
火电	78	12	159	0	0	24.7	1.0	63.7	0.0	0.0	89.4
其中: 燃煤			156			0.0	0.0	62.1	0.0	0.0	62.1
其中: 燃气	78	12				24.7	1.0	0.0	0.0	0.0	25.6

其中：燃油				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中：垃圾焚烧发电				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其中：其他火电	3	19	946	6	0.0	1.6	6.3	358.7	1.5	0.0	0.0	0.0	1.6
水电		32			0.0	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	378.7
核电	109				81.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.9
风电	30	47	130		5.8	0.0	8.5	29.2	0.0	0.0	0.0	0.0	43.4
太阳能发电	3		5	3.1	0.2	0.0	0.0	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	1.2
其他					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	220	44	225	1081	112.6	13.1	78.5	388.5	1.9	1.9	388.5	1.9	594.6

数据来源：新增电厂容量来源于《2015 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

南方电网 2013 当年新增电厂及其在 2016 年的发电量													
	新增电厂容量 (万 kW)				新增电厂发电量 (亿 kWh)								
	广东	广西	贵州	云南	海南	广东	广西	贵州	云南	海南	合计		
火电	196	3.1	282	1.2	0	75.5	0.0	112.3	0.6	0.0	188.5		
其中：燃煤	196		282			75.5	0.0	112.3	0.0	0.0	187.8		
其中：燃气		0.1				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
其中：燃油		3				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
其中：垃圾焚烧发电				1.2		0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.6		
其中：其他火电						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
水电	9	41	159	1629		3.3	15.6	52.7	617.7	0.0	689.3		
核电						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
风电	20	5	105	64		3.9	1.2	19.0	14.4	0.0	38.4		

太阳能发电	2	11	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	1.5
其他				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	227	49.1	1705.2	82.8	16.8	184.0	634.0	0.0	0.0	917.6

数据来源：新增电厂容量来源于《2014 中国电力年鉴》；新增电厂发电量根据容量及平均利用小时数计算得到

南方电网 2016 年及以前新增电厂在 2016 年的发电量及样本确定表

	2016 当年		2015 当年		2014 当年		2013 当年		2015-2016 期间		2014-2016 期间		2013-2016 期间	
	新增电厂发电量 亿 kWh													
火电	307.6	285.9	89.4	188.5	593.5	682.9	871.3							
其中：燃煤	258.6	271.5	62.1	187.8	530.1	592.2	780.1							
其中：燃气	0.0	0.0	25.6	0.0	0.0	25.6	25.7							
其中：燃油	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
其中：垃圾焚烧发电	2.6	0.0	0.0	0.6	2.6	2.6	3.3							
其中：其他火电	46.4	14.3	1.6	0.0	60.7	62.4	62.4							
水电	111.4	139.9	378.7	689.3	251.3	630.1	1319.4							
核电	278.5	122.6	81.9	0.0	401.2	483.1	483.1							
风电	38.9	78.4	43.4	38.4	117.3	160.7	199.1							
太阳能发电	3.3	4.9	1.2	1.5	8.3	9.4	10.9							
其他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
合计	739.8	631.7	594.6	917.6	1371.6	1966.2	2883.8							
占 2016 年总发电量百分比	7.22%				13.38%	19.19%	28.14%							

第二步：计算新增电厂样本的发电技术构成

南方电网 2013-2016 期间新增电厂样本的发电技术构成		新增电厂样本发电技术构成
2013-2016 期间新增电厂发电量		
亿 kWh		
燃煤	780.1	27.05%
燃气	25.7	0.89%
燃油	0.0	0.00%
垃圾发电	3.3	0.11%
其他火电	62.4	2.16%
水电	1319.4	45.75%
核电	483.1	16.75%
风电	199.1	6.90%
太阳能发电	10.9	0.38%
其他	0.0	0.00%
合计	2883.8	100.00%

第三步：计算电网 BM 排放因子

根据新增电厂样本发电技术构成以及燃煤、燃气、燃油、垃圾焚烧发电商业化最佳技术的单位电量排放因子，按公式 (1) 计算得到南方电网 2018 年 BM 排放因子为 0.1963。

6. BM 计算结果

2018年度六大区域电网BM排放因子计算结果汇总如下：

表 2 2018 年度六大区域电网容量边界排放因子 BM 计算结果

电网名称	$EF_{grid,BM,y}$ (tCO ₂ /MWh)
华北区域电网	0.4706
东北区域电网	0.2631
华东区域电网	0.3834
华中区域电网	0.2658
西北区域电网	0.3876
南方区域电网	0.1963