



# 准确核算每一吨排放： 企业外购电力温室气体排放因子解析

GETTING EVERY TON OF EMISSIONS RIGHT:  
AN ANALYSIS OF EMISSION FACTORS FOR PURCHASED ELECTRICITY IN CHINA

宋然平 朱晶晶 侯萍 王洪涛 著

## 执行摘要

目前，在计算和使用企业外购电力的温室气体排放因子时广泛存在一系列的误区，这些误区影响了企业温室气体核算的质量。根据本文的计算，若使用错误的因子，部分地区企业核算2010年外购电力排放量时可出现高估49.3%排放的误差。

核算结果误差导致产生错误的减排标杆和信号，将由此产生重大的不利影响，包括误导政府部门对评估现状、制定措施和评估效果的分析，影响减排政策的公平性和公正性，削弱地方政府发展低碳电力的积极性，误导企业对生产技术的选择以及弱化来自能源结构较为优化地区的企业的国际竞争力等。

针对存在的误区，本文围绕企业核算温室气体排放的外购电力排放因子进行探讨，提出了应使用电力供应排放因子，在计算时应考虑涵盖全部电力类型、应考虑电网的划分和电网间电力交换、应对热电联产的排在热力和电力之间进行分配等意见。在此基础上，作者列出了具体计算公式，并根据公开数据计算出一套适用于中国企业的分区域、分年限（2006年~2011年）外购电力排放因子。

最后，本文作者对政府和研究机构计算外购电力排放因子，以及企业选取外购电力排放因子提出了具体的建议。

## 目录

执行摘要 .....	1
问题 .....	2
“范围”的定义与属性 .....	2
外购电力排放因子的计算范畴 .....	3
计算公式、应用结果及数据质量说明 .....	6
结论和建议 .....	10
附录1：中国区域电网企业外购电力排放因子 （2006-2011年） .....	11
附录2：中国区域电网企业外购电力排放因子计算表 ...	14
注释 .....	14

**Disclaimer:** WRI working papers contain preliminary research, analysis, findings, and recommendations. They are circulated to stimulate timely discussion and critical feedback and to influence ongoing debate on emerging issues. Most working papers are eventually published in another form and their content may be revised.

**引用建议:** 宋然平、朱晶晶、侯萍等.准确核算每一吨排放：企业外购电力温室气体排放因子解析.工作论文.北京：世界资源研究所 2013. <http://www.wri.org/publication/analysis-of-emission-factors-for-purchased-electricity-in-china>

## 问题

“欲管理，先测量”，企业无论是根据政府要求采取减排行动，还是自愿进行温室气体管理，首先都需要核算企业的温室气体排放。企业温室气体排放量化最常用的是排放因子估算法，即用活动水平数据乘以排放因子得出对应的排放量。因此，量化时使用的排放因子是否准确、恰当，极大地影响着温室气体排放的核算质量。

目前，在计算和使用外购电力排放因子时存在一系列误区，包括采用清洁发展机制（CDM）项目的电量边际排放因子（OM）或组合边际排放因子（CM），将电网输电损耗的排放量计入终端用电企业的清单，不考虑电网净受入电力的排放，或者忽视热电联产情况下电力和热力的排放分配等问题。

有意见认为，只要一个国家或区域内的企业统一使用一套外购电力排放因子，即使排放因子本身有问题，也无伤大雅。但本文作者认为，使用不恰当的外购电力排放因子，将导致温室气体“测量、报告、核查”的失真，产生错误的减排标杆和信号，有重大的不利影响。主要影响包括：

- 误导政府部门对评估现状、制定措施和评估效果的分析。不同行业、不同企业、不同技术和不同产品的直接排放（如燃煤等）和能源间接排放（用电等）<sup>1</sup>的比例是不同的。例如，使用高炉炼铁的企业和使用电炉炼铁的企业，即使规模相当，用电量也会有较大差距。若使用不恰当的外购电力排放因子，会误导政府对这两种企业温室气体排放量的认识。
- 影响减排政策的公平性和公正性。如果实施碳排放权交易或征收终端碳税等政策，并将用电等能源间接排放划入交易或税收边界<sup>2</sup>，不恰当的外购电力排放因子将直接影响这些政策的公平性和公正性。
- 不利于低碳电力发展。若在评估地区电力低碳发展情况时使用不恰当的排放因子，其结果无法准确反映各地区可再生能源电力发展的客观情况<sup>3</sup>，不利于调动地方政府的积极性支持低碳电力的发展。
- 误导企业对生产技术的选择。由于不同企业直接排放和间接排放的比例不同，使用不恰当的电力排放因子将直接影响企业了解自身排放情况和识别减排重点的准确性，从而可能误导企业的减排行动。
- 不利于能源结构较为优化地区的企业的国际竞争。国际客户和采购商对气候变化问题越来越重视，对供应商生产运营过程的温室气体排放也非常关心。对于能源结构较为优化地区的企业，使用不恰当的排放因子核算得到的温室气体数据有可能高于实际值<sup>4</sup>，使其在竞争中处于不利地位。

本文围绕企业核算温室气体排放时一类重要的排放因子——外购电力排放因子——进行探讨，提供了一套（2006年~2011

年）适用于中国企业的“外购电力排放因子”，并对政府和研究机构计算排放因子以及企业选取排放因子提出了建议。

本文所述的排放因子以世界资源研究所和世界可持续发展工商理事会开发的《温室气体核算体系：企业报告与核算标准》（简称《企业标准》）和国际标准化组织开发的《ISO 14064-1:2006组织层面温室气体排放及消减的量化及报告指导性规范》（简称ISO 14064-1）的要求作为准则。这两个标准对使用恰当的外购电力排放因子都作出了要求，并且采用一致的核算框架。国内研究机构以《企业标准》和ISO 14064-1为基础开发针对地区或行业的企业温室气体核算和报告方法或核算外购电力所导致的排放时，均可以参考本文的结论。

本文不涉及企业购买可再生能源电力证书的排放量核算问题，有兴趣的读者可以参考世界资源研究所即将出版的相关指南。<sup>5</sup>

## “范围”的定义与属性

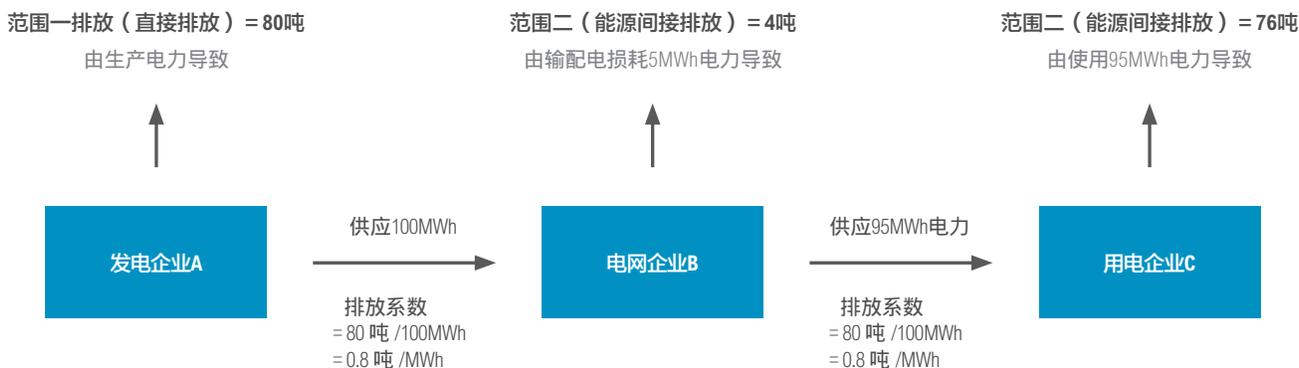
要核算外购电力所带来的排放，首先要澄清企业温室气体核算中“范围”的概念。根据《企业标准》和ISO 14064-1的定义，依据企业是否拥有或控制排放源，温室气体排放可以分为直接排放和间接排放。其中，直接排放被划定为范围一排放，指由企业直接控制或拥有的排放源所产生的排放。间接排放是指由企业活动导致的、但发生在其他公司拥有或控制的排放源的排放。《企业标准》将间接排放进一步区分为范围二排放和范围三排放。范围二排放是指企业外购的电力、蒸汽、热力或冷力产生的温室气体排放（在ISO 14064-1中称为“能源间接排放”），范围三排放则包括其他所有间接排放（ISO 14064-1中称为“其他间接排放”）。

《企业标准》和ISO 14064-1要求企业核算范围一和范围二排放，因此外购电力排放因子（即范围二电力排放因子）是企业进行温室气体核算时必不可缺的数据。

由于范围是根据排放源的控制权或所有权而划分的，因此某个能源生产企业的范围一排放就会是另外一个企业的范围二或者范围三排放。例如，发电产生的排放，对电厂来讲是范围一排放，但对使用该电厂电力的用户来说则是范围二排放。根据《企业标准》，电网企业在输配电过程中的电力损失，被看作是电网企业使用的外购电量，归入电网企业的范围二进行核算。图1的案例展示了电力生产企业、电网企业和用电企业之间的排放核算关系。

在图1例子中，发电企业A在范围一报告电力生产的直接排放80吨，A出售给电网企业B的100MWh电力已经扣除了A的厂自用电。B购入100MWh电力，在输配过程中损耗5MWh电力，则这部分损耗对应的4吨排放计入B的范围二，余下的95MWh电力出售给最终用户C，对应的76吨排放计入C的范围二中。

图 1 | 电力生产、传输和使用的范围一和范围二排放核算



来源：改编自《温室气体核算体系：企业核算与报告标准》第四章图4

由上述定义可以推导出，所有发电企业的范围一排放，等于所有电网和用电企业范围二排放的总和。对于一个企业而言，同一排放不会在该企业的不同范围内重复出现，即若某部分排放被核算为企业的范围一，则不会在本企业的范围二或三中再包含这部分排放。

对于范围一和范围二，同一排放同一个范围内，只会出现在一家企业里而不会重复出现在不同企业中。例如发电的直接排放，只会出现在某发电企业的范围一中，而不会重复出现在其他企业的范围一中。同理，使用外购电力带来的范围二排放，只会出现在使用该电力的企业的范围二中，而不会重复出现在其他企业的范围二中。值得注意的是，同一排放可以重复出现在多家企业的范围三中。范围三排放不是《企业标准》和ISO 14064-1中要求的核算内容，本文只关注范围二电力排放因子，在此不赘述范围三排放因子，有关内容可以参考《温室气体核算体系：企业价值链（范围三）核算与报告标准》。

## 外购电力排放因子的计算范畴

在厘清了“范围”的概念之后，为了做到正确计算外购电力排放因子，还需要在以下几个方面进一步澄清外购电力排放因子的具体计算范畴。

### 电力供应排放因子与电力消耗排放因子

电网输配电时会产生电力损耗，而使用不同类型的电力排放因子会导致输配电损耗的范围二排放由输配电企业承担或由用电

企业承担。《企业标准》附录A《核算外购电力的间接排放》中列举了两种电力排放因子，分别为电力供应排放因子和电力消耗排放因子。

电力供应排放因子等于电力生产的直接温室气体排放量除以供电量。供电量指电厂发电量扣除厂用电量后向电网输送的净供电量。<sup>6</sup> 电力消耗排放因子等于生产电力的直接温室气体排放量除以终端用户消耗的电量。两者的关系可以用下式表示：

$$\begin{aligned} & \text{电力消耗排放因子} \times \text{电力消费量} \\ &= \text{电力供应排放因子} \times \text{电力供应量} \\ &= \text{电力供应排放因子} \times (\text{电力消费量} + \text{输配损耗量}) \end{aligned}$$

根据《企业标准》第四章中对范围二的定义，电力输配损耗应由拥有或控制电力输配业务的企业核算范围二排放。使用电力供应排放因子，可以比较简便地将电力消费和输配损耗的范围二排放分开。因此《企业标准》附录A《核算外购电力的间接排放》中指出，应选用电力供应排放因子作为外购电力排放因子进行企业的范围二排放核算。

### 热电联产的排放分配

对于热电联产设施，一部分排放归因于热力生产而非电力生产，因此应在电力和热力产品之间进行排放分配，然后将这两部分排放量分别用于计算电力排放因子和热力排放因子。排放在供热和供电间的分配可以反映出热电联产设施（电厂层面或机组层面）比单一发电电厂能源总体转换效率高、能源产品（供热或发电）排放因子低的特点，同时也避免下游用户重复计算范围二排放。例如，美国环保署的eGRID数据库中记录的

发电排放是已经减去供热排放、仅针对电力的排放数据。<sup>7</sup> 国内外对热电联产总能耗所采用的分配方法包括热量法、实际焓降法、作功能力法等<sup>8</sup>，相关机构可以统一使用符合实际情况的方法，依据能耗分配的结果分配排放量。某些地区的热电厂在全部发电厂中的比例很低，可能将热电联产的排放全部归于发电或者供热，以简化数据处理过程，但这样会不同程度地增加排放因子与真实情况的偏差。

## 涵盖的电力类型

根据ISO 14064-1中4.3.5.b的要求，企业使用的排放因子对于其购买的电力类型（排放源）应是恰当的。如果企业从电网购电，无法识别购买的电力具体来自何种类型的发电设施，则电网内所有类型的电力都应考虑在内。

目前，国内很多企业核算范围二电力排放时采用国家发展和改革委员会（以下简称国家发改委）定期公布“中国区域电网基准线排放因子”（以下简称“基准线排放因子”）中的电量边际排放因子（OM）、容量边际排放因子（BM）或组合边际排放因子（CM）。本文作者认为这是不恰当的。

OM指现存电厂群的边际排放因子，BM指未来可能兴建的电厂群的边际排放因子，而CM则代表电网基准情景（Baseline Scenario）的边际排放因子，由OM和BM的加权平均得来。<sup>9</sup> 基准情景指在不考虑气候减缓行动的情况下，未来最可能发生的假设性排放情况。<sup>10</sup>

由于企业温室气体核算的对象是历史上已经发生的客观排放，所以代表未来可能兴建电厂群排放的BM和代表电网未来假设性排放的CM都不能恰当地反映企业核算中范围二外购电力的排放情况。

就概念而言，OM反映的是现存边际（即在项目增加用电需求时最后开始供电，在项目减少用电需求时最先停止供电）的电厂的排放情况。<sup>11</sup> 由于OM的计算比较复杂，而通常认为燃料成本较高的电厂——如火电厂——较易受到CDM项目的影响<sup>12</sup>，因此“基准线排放因子”根据“电力系统排放因子计算工具”（02.2.1版）中步骤3（a）“简单OM”方法中选项B计算出来的OM只计算了火力发电量，将水电、风电、太阳能和核电等低成本或必须运行的电厂/发电机组的供应的电量排除在外。<sup>13</sup> 如果使用OM作为外购电力排放因子，即认为企业所用的电力全部来自于火电等非低成本或非必须运行的电厂/发电机组，这样扭曲了企业外购电力温室气体排放的客观事实，尤其是当企业所在地区水电、风电、核电的发电量比例相对较高时，使用OM因子更容易高估企业的范围二排放量，因此是不恰当的。

根据ISO 14064-1中4.3.5.e的要求，排放因子与温室气体清单的预定用途应该是一致的。“基准线排放因子”是为了准确、方便地开发CDM项目而计算得来的，一些数据取值的合理性源

4.3.5 如使用活动水平数据量化温室气体排放或移除，核算单位选择或编制的排放因子和移除因子应符合：

- A) 由受认可的来源推导而来
- B) 对于考虑的温室气体源和汇是恰当的
- C) 在量化时是最新更新的
- D) 将量化的不确定性考虑在内，计算方式能产生准确和复制的结果；和
- E) 与温室气体清单的预定用途一致的

核算单位应解释其选择或编制的排放因子的恰当性，包括确定其来源和与温室气体清单预定用途的恰当性。

如果核算单位之前使用的排放因子或移除因子发生变化，核算单位作出解释，并在适当情况下重算基准年的温室气体清单。

来源：翻译自ISO 14064-1:2006英文版

于项目层面核算的CDM方法学要求，预定用途并非企业组织层面的核算。比如，除了只考虑火电发电量外，简单OM因子使用《2006年IPCC国家温室气体清单指南》中化石能源的CO<sub>2</sub>排放因子95%置信区间最低值。<sup>14</sup> 取置信区间最低值的作法可能系统地导致相关计算结果偏低。作为估算基准情景的参数，较低的计算结果使CDM项目减排量估算趋于保守（即较小的减排量），符合CDM的保守性原则。但在企业层面进行核算时，取排放因子最低值趋于低估企业带来的影响，不符合企业温室气体核算中的准确性原则。<sup>15</sup> 因此从这个角度看，使用OM计算企业排放也不符合ISO 14064-1的要求。

美国企业核算外购电力排放时通常使用美国环保署发布的eGRID数据库<sup>16</sup>；英国企业则通常使用英国环境、食品和农业事务部以及能源和气候变化部共同发布的英国电力排放因子<sup>17</sup>。这些因子都将太阳能、风能、核能、地热和火电一起等纳入计算，再次印证了外购电力排放因子应包括火电、水电、风电、核电以及其他可再生能源电力的结论。

## 电网的划分和电量交换

根据《企业标准》第六章的指南，范围二排放主要由供应商特定的、本地电网或其他主体发布的排放因子计算而来。在大多数情况下，如果特定来源或者特定设施的排放因子可得，一般优于宽泛或通用的排放因子。<sup>18</sup> 结合ISO 14064-1中4.3.5.b的要求，可以理解成若企业采购的电力有明确的供应商，企业清单

编制中使用的外购电力排放因子应为该供应商的电力供应排放因子，即电力排放因子越有针对性，计算得到的排放量越能准确反映企业的范围二排放影响。例如某些油田或工业园区的的用电全部来自于区域内非本企业的电厂，这些用电企业或设施计算范围二排放时应使用该电厂的供电排放因子。

若企业从电网公司采购电力，无法追溯这部分电力具体来自哪个发电厂，这种情况下使用的电力排放因子应反映电网所供电力的整体排放情况。若不同电网间存在电量交换，交换电量显著且各电网的电力生产排放情况显著不同，那么计算电网的电力排放因子时应考虑交换电量对排放因子的影响。

此时，需要清晰地界定一个电网的区域界线以及确定电网间的电量交换。电网的区域界线划分涉及在国家、跨省区域、省、地、县哪个层面上计算电力排放因子。上述层面的选择需要分析数据可得性、排放因子用途（用于全国、省级还是市级的温室气体报告或排放交易）、数据管理和更新的可持续性等因素。根据ISO 14064-1中4.3.5.b和《企业标准》第六章的指南，理论上可以在任何层面上划分电网区域。例如，可以根据一个城市的能源平衡表和温室气体清单数据计算出该市电厂的排放，加上受入电量的对应排放量，然后除以该市的总供电量，计算出本市的企业外购电力排放因子。然而在实际操作中，不同用电企业各自使用电网区域划分不一致的电力排放因子容易产生混淆，也不利于客观、一致地统计用电企业的范围二排放。因此，如表1所示，一些国家的管理部门一般会提出推荐性或强制性使用的电网划分范围

和相应的排放因子，如美国环保署推荐企业使用eGRID数据库中26个次区域对应的排放因子。<sup>19</sup>此外，受到数据和执行层面的限制时，在电网间交换电量不大的情况下，也存在核算上忽略电网间电量交换的例子（参见表1）。

在中国，电网实行统一调度、分级管理，电网主要由国家电网和南方电网组成<sup>23</sup>，分别由国家电网公司和南方电网公司运营。然后根据电网公司的组织结构，国家电网可以划分为东北、华北、西北、华中、华东五大分部，在五大分部下可进一步划分各省市的电网（例如北京市电力公司经营管理的北京电网）。从电网公司组织的角度，除了少数情况外<sup>24</sup>，各级电网公司的经营区域和行政区域有着确定和清晰的对应关系。

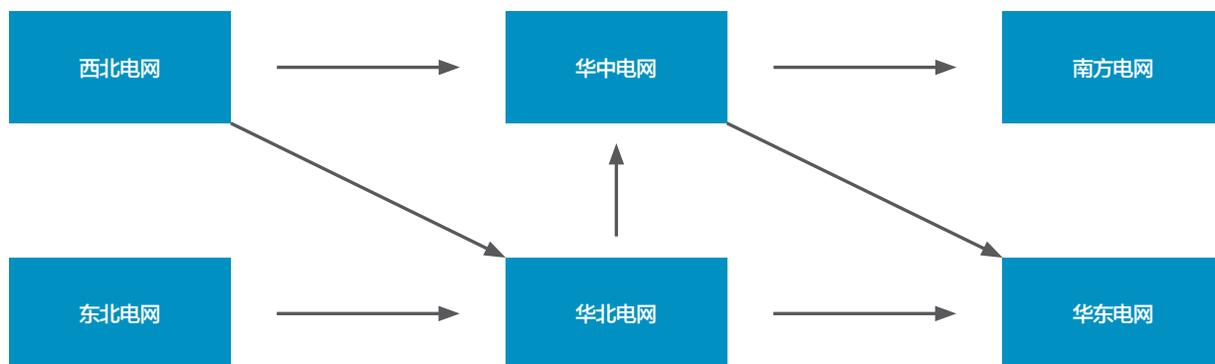
“基准线排放因子”按行政区域地界，将全国电网划分为西北、东北、华北、华中、华东、南方等六大区域电网，同时考虑了区域电网间的电量交换。本文作者认为这样的划分是恰当的。

首先，除少数情况之外，区域电网的划分与国家电网公司和南方电网公司的企业结构相对应。与国家层面排放因子（即全国一个排放因子）或电网公司层面排放因子（即国家电网公司和南方电网公司两个排放因子）相比，区域电网层面的排放因子更贴近用电企业范围二排放的实际情况。其次，据本文作者计算，2006至2011年各区域电网的电力自给率<sup>25</sup>最低为93%，说明各区域电网之间具有相对独立性，适合分开进行计算。最后，区域电网使用行政区域作为边界划分，与《能源年鉴》和《电力工业统计资料汇编》等数据源的统计口径一致，可以提供较好的数据计算基础。<sup>26</sup>

表 1 | 部分国家计算企业外购电力排放因子的电网区域划分

国家和排放因子开发机构	排放因子的区域划分	是否考虑电网间电量交换及原因
美国环保署	eGRID数据库将美国的电力市场划分为26个次区域（subregion），每个次区域是基于电力公司或电网公司的管理和运营区域来划分的，因此次区域的边界并不严格和行政区域边界对应。 <sup>20</sup>	排放因子未考虑不同次区域间电力调配。eGRID未考虑次区域间电量交换的主要原因是数据不足，但次区域的划分已经最小化了区域间电量交换的问题 <sup>21</sup>
英国环境、食品和农业事务部/ 英国能源及气候变化部	全国电网	2010年之前不考虑从国外调入的电量，从2011年起考虑从法国净输入的电力。
澳大利亚能源与气候变化部	按州或领土或主要电网划分，一共7个区域	考虑了电网间电量交换和相应的排放 <sup>22</sup>

图 2 | 2011年区域电网的净电力交换方向示意图



除了电量交换的流向和数量，电力的性质也是一个重要因素。例如华中电网向华东电网和华北电网输送三峡地下电站的电力，而从华北和西北受入的电力主要是火电。理论上，应追溯电网间送出、受入的电力的性质，以客观地将排放归因于具体的电力消耗。由于数据的局限性，本文未对交换电量的性质进行细分，只考虑净电量交换和电网平均排放情况。

图2为2011年各区域电网净电力交换示意图。西北电网和东北电网为净送出电网，因此先计算这两个电网的电力排放因子，然后计算华北电网自身的排放以及从西北电网、东北电网受入的电力对应的排放，把这两部分排放加和后除以华北电网的总供电量，得到华北电网的电力排放因子。其他区域电网的计算以此类推，具体计算公式参见第四章内容。

## 计算公式、应用结果及数据质量说明

根据上文结论，企业外购电力的排放核算应使用电力供应排放因子，即不应将电力传输过程中的线损电量排除在外。企业外购电力排放因子的计算应（1）涵盖各种电力类型，即考虑火电、水电、风电、核电在内的电力供应数据；（2）考虑电网的划分和电网间的电力交换。这需要综合计算两个电网之间一年的电力交换，受入电量大于送出电量的电网为此组电网中的净受入电网，然后据此总结出目标年份的区域电网间电力净流向图（参考图2）。先计算无净受入电量的区域电网，然后依次计算有净受入电量的区域电网的排放因子；（3）对热电联产的排放在热力和电力之间进行分配，即选用的能耗数据应反映热力和电力产品的能耗分配。

计算结果的准确性依赖于使用合理的公式，并选用合适的电网边界、计算顺序和数据源。

## 外购电力排放因子计算公式

电力系统排放量和电网排放因子的计算公式如下文所示。

公式一 电网经营区域内电力系统的直接排放量

$$W_{\text{grid, GHG, } y} = \sum_i (FC_{i, y} \times LHV_{i, y} \times EF_{\text{GHG, } i, y}) \div 100$$

式中

$W_{\text{grid, GHG, } y}$  第y年本电网经营区域内的电力系统的温室气体直接排放量，吨

$FC_{i, y}$  第y年本电网发电系统燃料i的消耗量，万吨或亿立方米

$LHV_{i, y}$  第y年燃料i的平均低位发热量，兆焦/吨或兆焦/万立方米

$EF_{\text{GHG, } i, y}$  第y年燃料i的温室气体排放因子

注：对于CO<sub>2</sub>，选用公式二进行计算；对于CH<sub>4</sub>和N<sub>2</sub>O，采用缺省值，单位为克CH<sub>4</sub>/兆焦或克N<sub>2</sub>O/兆焦

GHG 温室气体种类，包括CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和N<sub>2</sub>O

i 第y年本电力系统消耗的矿物燃料种类

y 取第y年一年的数据

100 单位转换系数

公式二 燃料的二氧化碳排放因子

$$EF_{CO_2, i, y} = Carbon_{i, y} \times OR_{i, y} \times \frac{44}{12}$$

式中

$EF_{CO_2, i, y}$	第y年燃料i的温室气体排放因子，克 CO <sub>2</sub> /兆焦
$Carbon_{i, y}$	第y年燃料i的单位热值含碳量，克碳/兆焦
$OR_{i, y}$	第y年燃料i的氧化率，%
$\frac{44}{12}$	碳转变到二氧化碳的系数

公式三 无净受入电力情况下的电网温室气体排放因子

$$EF_{grid, GHG, y} = \frac{W_{grid, GHG, y}}{EG_y}$$

式中

$EF_{grid, GHG, y}$	第y年本电网的温室气体排放因子，吨 CO <sub>2</sub> /万千瓦时或吨 CH <sub>4</sub> /万千瓦时或吨 N <sub>2</sub> O/万千瓦时
$EG_y$	第y年本电网经营区域内所有电力系统的供电量，万千瓦时

公式四 存在净受入电力情况下的电网温室气体排放因子

$$EF_{grid, GHG, y} = \frac{W_{grid, GHG, y} + \sum_j (EF_{grid, GHG, y, j} \times EG_{y, j})}{EG_y + \sum_j EG_{y, j}}$$

式中

$EF_{grid, GHG, y}$	第y年本电网的温室气体排放因子，吨 CO <sub>2</sub> /万千瓦时或吨 CH <sub>4</sub> /万千瓦时或吨 N <sub>2</sub> O/万千瓦时
$W_{grid, GHG, y}$	第y年本电网经营区域内的电力系统的温室气体直接排放量，吨
$EF_{grid, GHG, y, j}$	第y年向本电网净送出电力的电网j的温室气体排放因子，吨 CO <sub>2</sub> /万千瓦时或吨 CH <sub>4</sub> /万千瓦时或吨 N <sub>2</sub> O/万千瓦时

注：本参数计算方法参照公式三或四

$EG_{y, j}$	第y年电网j向本电网净送出的电力，万千瓦时
注：当电网j从本电网净受入电力时， $EG_{y, j}$ 记为0	
j	向本电网净送出电量的其他电网

### 外购电力排放因子计算公式的应用及结果

根据上文结论，本文沿用“基准线排放因子”的区域电网划分，统一划分为东北、华北、华东、华中、西北和南方六大区域电网，不包括西藏自治区、香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾省。2009年之前，海南省为孤立岛屿电网，因此2006年、2007年和2008年海南电网的排放因子单独计算，自2009年开始海南省纳入南方电网，采用南方电网的排放因子。上述电网的地理范围如图3所示<sup>27</sup>：

图 3 | 区域电网覆盖范围

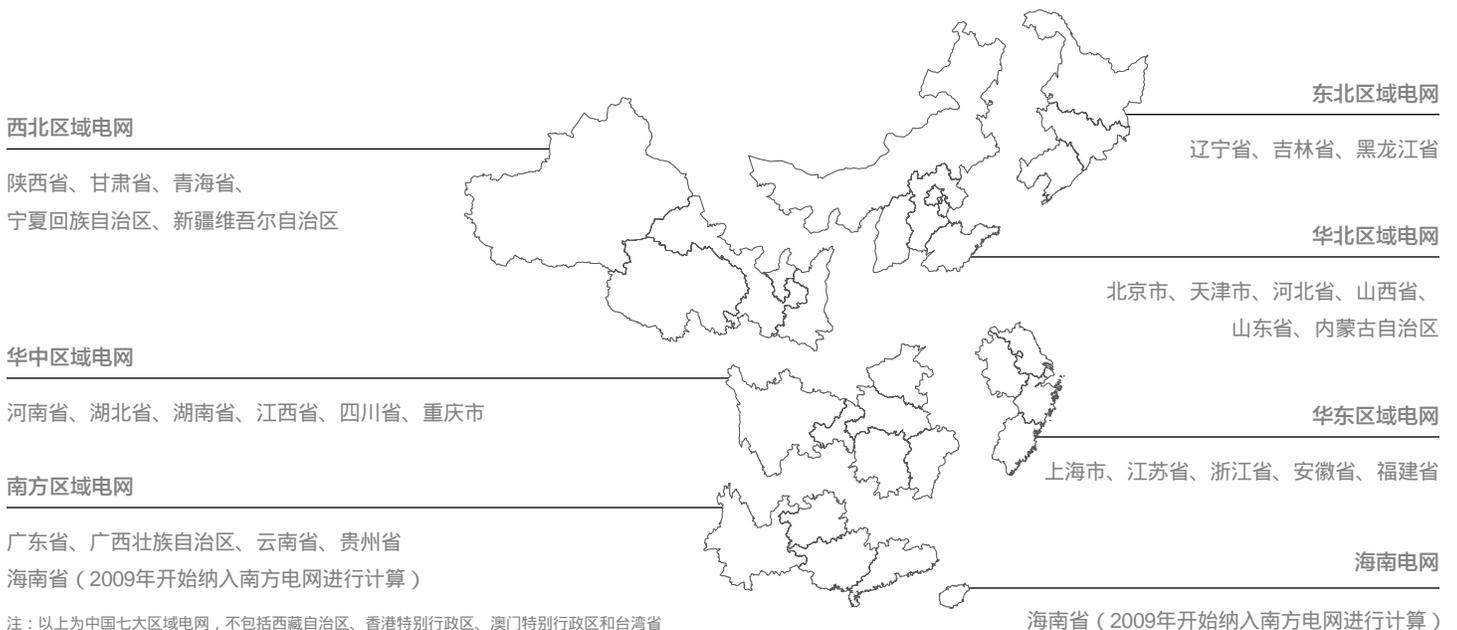
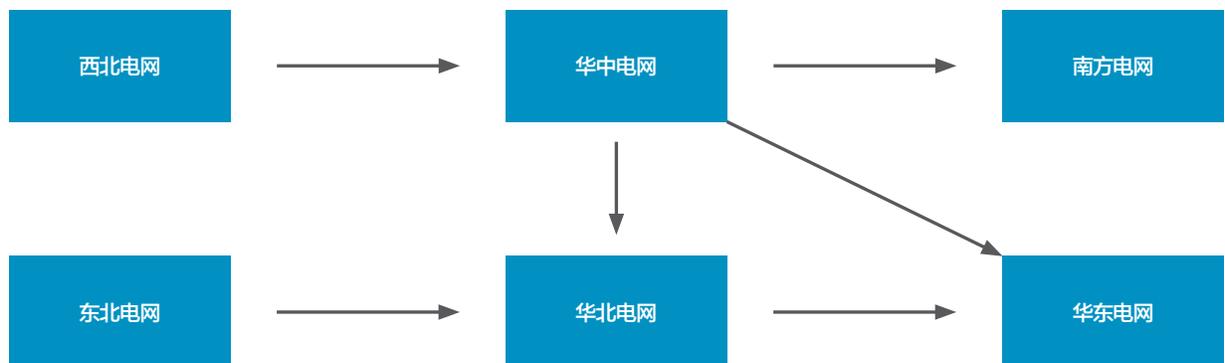
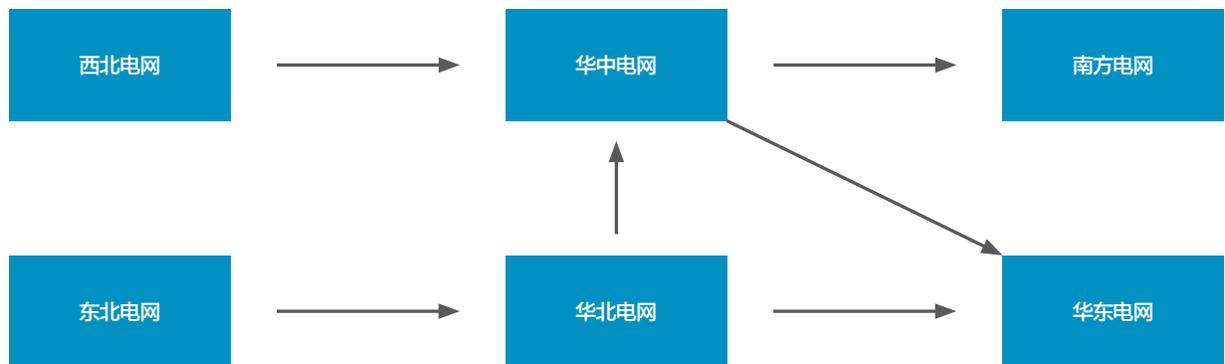


图 4 | 中国区域电网间电量交换净流量方向示意

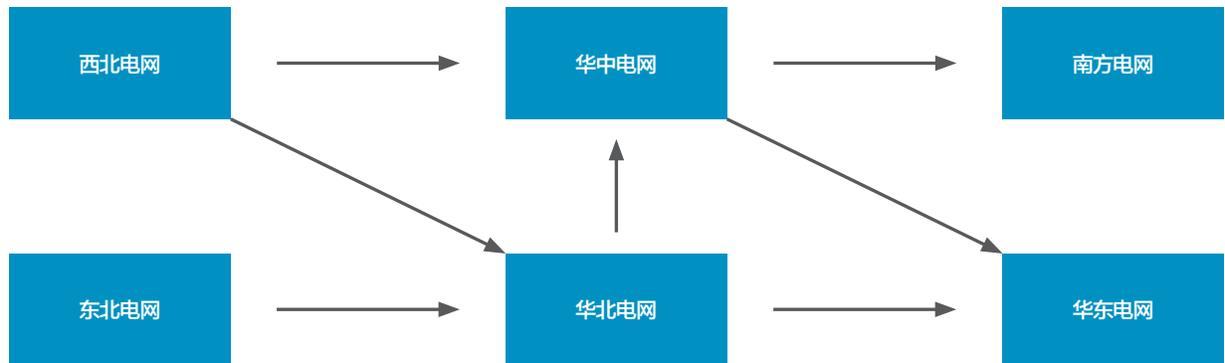
2006年—2007年



2008年—2009年



2010年—2011年



来源：根据2006年《电力工业统计资料提要》、2007-2011年《电力工业统计资料汇编》数据编写

图4框中表示计算区域电网排放因子的顺序。一般情况下电网间的交换电量净流向较为稳定，但历年来电量交换的净流向也发生了一些变化。针对区域电网之间的电量交换，参照第三章的结论、公式和图4的内容，首先计算不存在净受入电量的西北电网和东北电网的电力供应排放因子，然后选择只从这两个电网净受入的电网进行计算，依次计算出其他电网的电力供应排放因子。

基于2006年《电力工业统计资料提要》和2007-2011年《电力工业统计资料汇编》中提供的电网间电量交换数据、厂自用电率，2006-2010年《中国电力年鉴》提供的各省发电量、厂自用电率，2007-2012年《中国能源统计年鉴》中各省火力发电的燃料消耗量，《省级温室气体清单编制指南（试行）》中的矿物燃料CO<sub>2</sub>排放因子缺省值，《中国能源统计年鉴》、《重点用能单位能源利用状况报告》和《公共机构能源资源消耗统计制度》中矿物燃料默认热值，以及IPCC《2006年IPCC国家温室气体清单指南》中能源行业矿物燃料CH<sub>4</sub>与N<sub>2</sub>O的排放因子缺省值<sup>28</sup>，计算出可用于企业范围二排放核算的外购电力排放因子。计算CO<sub>2</sub>当量使用的是《气候变化2007：联合国政府间气候变化专门委员会第四次评估报告》中提出的100年全球变暖潜势值。表2为2011年中国各区域电网电力排

放因子计算结果，其他年份的计算结果可以参照本文附录1。

### 外购电力排放因子数据质量说明

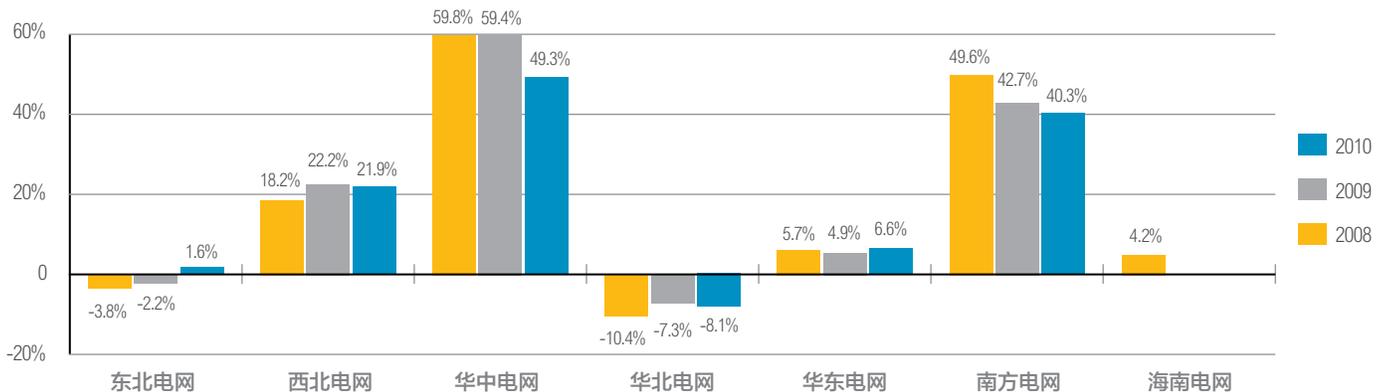
图5为本文计算得到的企业外购电力排放因子（以下简称“本文排放因子”）和基准线排放因子中简单OM因子的三年加权平均值（以下简称“简单OM因子”）比较的结果。由于“简单OM因子”只包括CO<sub>2</sub>，比较中只选取本文排放因子的CO<sub>2</sub>排放数据。图5数据详见附录2计算表。

本文排放因子在大多数区域电网中比简单OM因子要低，图5中的柱状分布显示2008年至2010年，西北电网、华中电网、华东电网和南方电网的排放因子均小于简单OM因子。主要是因为简单OM因子排除了火电以外的其他类型供电量，而在华东、华中、南方和西北等地区，水电、核电和风电等“低成本或必须运营”机组供电量占总供电量比例较大。例如2008年华中电网的本文排放因子和简单OM因子的差别比例达到59.8%，除了两套因子运算中使用的单位热值含碳量、氧化率等数值有差异的原因外，主要是由于该年华中电网的水电、风电、核电供电量占本地电厂供电总量的比例达到了

表 2 | 2011年中国区域电网企业外购电力排放因子

区域电网	CO <sub>2</sub> 排放因子 t CO <sub>2</sub> /10MWh	CH <sub>4</sub> 排放因子 g CH <sub>4</sub> /10MWh	N <sub>2</sub> O排放因子 g N <sub>2</sub> O/10MWh	CO <sub>2</sub> 当量排放因子 t CO <sub>2e</sub> /10MWh
东北电网	11.3672	118.5489	173.5464	11.4218
西北电网	8.1189	86.5064	126.9188	8.1589
华中电网	7.0300	72.3134	104.5046	7.0629
华北电网	11.2816	116.8759	169.2222	11.3349
华东电网	7.8427	85.0532	119.8505	7.8835
南方电网	6.6937	71.7514	100.4371	6.7254

图 5 | 本文排放因子和简单OM因子的比较（差别比例，%）



\*差别比例=（简单OM因子-本文排放因子）/本文排放因子；2008年的简单OM因子是2006年至2008年OM因子的加权平均值，2009年和2010年同理。

41%。而在部分电网的某些年份，如东北电网（2008-2009）和华北电网（2008-2010），本文的排放因子较高，主要原因是在东北和华北地区，水电、风电和核电的供电量占该区域电网供电量的比例较低。与此同时，导致计算结果差异的另一个主要因素是燃料参数取值不同。本文采用了国家发改委发布的《省级温室气体清单编制指南（试行）》的燃料碳含量排放因子，以及《中国能源统计年鉴》和《重点用能单位能源利用状况报告》中提供的燃料热值，而简单OM因子使用的则为《2006年IPCC国家温室气体清单指南》提供的化石能源的CO<sub>2</sub>排放因子95%信度区间最低值。此外，本文排放因子为当年数据，而简单OM因子为简单OM的三年加权平均值。

尽管本文使用了尽可能精确的方法进行排放因子计算，仍有下列不确定因素。

- 本文计算采用的数据来源广泛，包括来自《电力工业统计资料汇编》和《中国能源统计年鉴》的活动水平数据，来自《中国能源统计年鉴》、《省级温室气体清单编制指南（试行）》、《重点用能单位能源利用状况报告》、《2006年IPCC国家温室气体清单指南》和《公共机构能源资源消耗统计制度》的计算参数等。数据来源的数据质量会直接影响本文排放因子的计算结果。
- 本文假设《中国能源统计年鉴》和《电力工业统计资料汇编》已将热电联产和回收余热、余压等发电上网的电量计入火电，同时假设其对应的燃料消耗已进行分配并计入火力发电的燃料消耗。<sup>29</sup>
- 《能源统计年鉴》中对生产电力投入的“其他能源”并没有清楚定义，无法确定其他排放因子，因此本文未计算由“其他能源”生产电力导致的排放。按热值计算，估算出从2006年至2011年，火力发电中“其他能源”分别占总发电燃料热值的0.34%~0.45%，因此不会对本文得出的计算结果产生显著影响。
- 本文假设风电、核电和水电的发电过程没有产生任何温室气体直接排放，这样可能会低估电力生产导致的排放。
- 由于《电力工业统计资料汇编》统计口径的变化，本文附带的计算表格在计算输入电网的电量时，不包括“其他”类型的电力，这样很可能低估供电总量。排除“其他”类型电力的原因有二：一是2006年至2011年，“其他”电力约占全国发电量的0.004%至0.117%之间，影响有限；二是其他电力缺乏排放因子和厂用电率数据。此外能源统计年鉴中未对生物质燃料作单独统计，因此目前的计算中并不包括生物质燃烧的温室气体排放。<sup>30</sup>
- 本文对火电和水电的厂用电率取6000kW及以上机组的平均值，可能会与实际情况有所偏差。部分省市某些年份的火电、水电、核电的厂用电率不可得，只能使用最近年份或省市的数据代替。各省市的风电厂用电率数据是根据2008年龙源集团风电综合厂用电率4.22%取值。<sup>31</sup>此外，本文的供电量基于发电量和厂用电率计算而得，应用综合厂用电率。然而由于数据可得性原因，本文使用《中国电力统计年鉴》及《电力行业统计资料汇编》中的厂用电率（生产厂用电率）替代。

## 结论和建议

本文根据《企业标准》和ISO 14064-1的要求，详细解析了企业温室气体核算的外购电力排放因子的概念和计算范畴，列举公式并计算了中国区域电网企业外购电力排放因子，适合中国企业核算时使用。

对于政府机构和参与政府机构决策研究的单位，本文建议：

- 为了增强企业温室气体核算数据的一致性，政府机构宜尽快制定并发布用于企业层面核算的外购电力排放因子，并设立定期更新制度。
  - 排放因子电网区域的划分可参照区域电网的划分方法，也可以更小的地域范围（省、市）或根据电网企业实际地理覆盖边界（如蒙东、蒙西）进行划分，但划分方法应具有 consistency。
  - 无论是计算区域电网排放因子还是更小区域范围的电网排放因子，都应以供电因子作为企业外购电力因子、涵盖所有电力类型、考虑电网间的电力交换并对热电联产的排在热力和电力之间进行分配。同时，应统一热电联产企业分配热力和电力产品排放的方法，以确保数据的一致性和准确性。
  - 参照国际经验，建立电厂层面的温室气体报告机制，采用“自下而上”的途径，综合电厂级报告数据制定外购电力排放因子。这样既加强了排放因子的数据质量，也为电力行业减排提供了更细致的数据基础。
- 对于进行企业温室气体核算的企业、咨询公司、认证服务公司和支持企业温室气体核算的研究单位，本文建议：
- “中国区域电网基准线排放因子”中的电量边际排放因子（OM）、容量边际排放因子（BM）或组合边际因子（CM）不适用于企业层面的温室气体核算。在国家或地方政府机构发布用于企业层面的范围二电力排放因子之前，企业可以根据用电设施的具体地理位置，使用本文附录1中列出的因子。为增强企业温室气体核算的一致性，当国家或地方政府机构发布针对用电设施所在地理区域的适用于企业层面核算的范围二排放因子时，企业宜使用国家或地方政府发布的排放因子。
  - 在数据条件允许的前提下，在国家或地方政府机构发布用于企业层面核算的外购电力排放因子前，核算企业可以计算或使用对于用电设施更具针对性的、覆盖区域比区域电网更小的外购电力排放因子。计算排放因子时应将本文第三章中列举的因素都纳入计算范畴。
  - 根据《企业标准》和ISO 14064-1中对于企业温室气体核算的“透明性”原则，无论企业使用何种因子，都应给予清楚说明。

## 附录1 :中国区域电网企业外购电力排放因子(2006-2011年)

## 2006年

电网	覆盖范围	CO <sub>2</sub> 排放因子 t CO <sub>2</sub> /10MWh	CH <sub>4</sub> 排放因子 g CH <sub>4</sub> /10MWh	N <sub>2</sub> O排放因子 g N <sub>2</sub> O/10MWh	CO <sub>2</sub> 当量排放因子 t CO <sub>2e</sub> /10MWh
东北区域电网	辽宁省、吉林省、黑龙江省	11.9424	130.4796	184.6768	12.0007
西北区域电网	陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区	8.4090	89.8306	131.4507	8.4504
华中区域电网	河南省、湖北省、湖南省、江西省、四川省、重庆市	7.8340	84.1492	122.0859	7.8725
华北区域电网	北京市、天津市、河北省、山西省、山东省、内蒙古自治区	10.9421	118.6352	169.7981	10.9956
华东区域电网	上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省	8.6143	97.7429	130.2607	8.6556
南方区域电网	广东省、广西壮族自治区、云南省、贵州省	7.5167	94.1274	113.7826	7.5529
海南电网	海南省	7.7720	98.0973	96.1443	7.8031

## 2007年

电网	覆盖范围	CO <sub>2</sub> 排放因子 t CO <sub>2</sub> /10MWh	CH <sub>4</sub> 排放因子 g CH <sub>4</sub> /10MWh	N <sub>2</sub> O排放因子 g N <sub>2</sub> O/10MWh	CO <sub>2</sub> 当量排放因子 t CO <sub>2e</sub> /10MWh
东北区域电网	辽宁省、吉林省、黑龙江省	11.3885	125.3113	175.0165	11.4438
西北区域电网	陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区	8.6123	92.7833	133.6412	8.6544
华中区域电网	河南省、湖北省、湖南省、江西省、四川省、重庆市	7.6449	82.9818	118.5734	7.6824
华北区域电网	北京市、天津市、河北省、山西省、山东省、内蒙古自治区	10.6969	117.1162	164.5239	10.7488
华东区域电网	上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省	8.3635	93.7908	126.8550	8.4037
南方区域电网	广东省、广西壮族自治区、云南省、贵州省	7.3733	88.3276	110.8124	7.4085
海南电网	海南省	7.5806	89.0466	103.9664	7.6138

## 2008年

电网	覆盖范围	CO <sub>2</sub> 排放因子 t CO <sub>2</sub> /10MWh	CH <sub>4</sub> 排放因子 g CH <sub>4</sub> /10MWh	N <sub>2</sub> O排放因子 g N <sub>2</sub> O/10MWh	CO <sub>2</sub> 当量排放因子 t CO <sub>2</sub> e/10MWh
东北区域电网	辽宁省、吉林省、黑龙江省	11.5452	126.5902	177.9825	11.6014
西北区域电网	陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区	8.4165	90.5728	130.7957	8.4577
华中区域电网	河南省、湖北省、湖南省、江西省、四川省、重庆市	6.8040	73.8955	105.2490	6.8372
华北区域电网	北京市、天津市、河北省、山西省、山东省、内蒙古自治区	11.0674	121.8201	169.2641	11.1209
华东区域电网	上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省	8.1278	90.3503	123.7285	8.1670
南方区域电网	广东省、广西壮族自治区、云南省、贵州省	6.5253	76.9393	97.7720	6.5564
海南电网	海南省	7.6533	89.9649	103.9529	7.6865

## 2009年

电网	覆盖范围	CO <sub>2</sub> 排放因子 t CO <sub>2</sub> /10MWh	CH <sub>4</sub> 排放因子 g CH <sub>4</sub> /10MWh	N <sub>2</sub> O排放因子 g N <sub>2</sub> O/10MWh	CO <sub>2</sub> 当量排放因子 t CO <sub>2</sub> e/10MWh
东北区域电网	辽宁省、吉林省、黑龙江省	11.0962	122.4148	169.8296	11.1499
西北区域电网	陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区	8.1856	88.0316	127.1638	8.2257
华中区域电网	河南省、湖北省、湖南省、江西省、四川省、重庆市	6.4595	70.7697	98.9748	6.4908
华北区域电网	北京市、天津市、河北省、山西省、山东省、内蒙古自治区	10.5740	117.4268	160.8184	10.6249
华东区域电网	上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省	7.9759	88.7688	120.8819	8.0142
南方区域电网	广东省、广西壮族自治区、云南省、贵州省、海南省	6.6513	75.9291	99.9591	6.6830

2010年

电网	覆盖范围	CO <sub>2</sub> 排放因子 t CO <sub>2</sub> /10MWh	CH <sub>4</sub> 排放因子 g CH <sub>4</sub> /10MWh	N <sub>2</sub> O排放因子 g N <sub>2</sub> O/10MWh	CO <sub>2</sub> 当量排放因子 t CO <sub>2e</sub> /10MWh
东北区域电网	辽宁省、吉林省、黑龙江省	10.7601	112.1206	163.2735	10.8115
西北区域电网	陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区	8.1356	86.1619	126.2426	8.1754
华中区域电网	河南省、湖北省、湖南省、江西省、四川省、重庆市	6.6604	69.1006	98.6481	6.6915
华北区域电网	北京市、天津市、河北省、山西省、山东省、内蒙古自治区	10.9077	112.4693	161.8392	10.9587
华东区域电网	上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省	7.7357	81.4981	114.2228	7.7718
南方区域电网	广东省、广西壮族自治区、云南省、贵州省、海南省	6.6609	72.1332	99.3678	6.6923

2011年

电网	覆盖范围	CO <sub>2</sub> 排放因子 t CO <sub>2</sub> /10MWh	CH <sub>4</sub> 排放因子 g CH <sub>4</sub> /10MWh	N <sub>2</sub> O排放因子 g N <sub>2</sub> O/10MWh	CO <sub>2</sub> 当量排放因子 t CO <sub>2e</sub> /10MWh
东北区域电网	辽宁省、吉林省、黑龙江省	11.3672	118.5489	173.5464	11.4218
西北区域电网	陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区	8.1189	86.5064	126.9188	8.1589
华中区域电网	河南省、湖北省、湖南省、江西省、四川省、重庆市	7.0300	72.3134	104.5046	7.0629
华北区域电网	北京市、天津市、河北省、山西省、山东省、内蒙古自治区	11.2816	116.8759	169.2222	11.3349
华东区域电网	上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省	7.8427	85.0532	119.8505	7.8805
南方区域电网	广东省、广西壮族自治区、云南省、贵州省、海南省	6.6937	71.7514	100.4371	6.7254

## 附录2 :中国区域电网企业外购电力 排放因子计算表

本文使用的“中国区域电网企业外购电力排放因子计算表”可从以下网址下载：

<http://www.wri.org/publication/analysis-of-emission-factors-for-purchased-electricity-in-china>

## 注释

- <sup>1</sup> 直接排放与能源间接排放的定义见第二部分。
- <sup>2</sup> 如北京的碳排放权交易试点将用电间接排放划入交易范围。
- <sup>3</sup> 例如，使用CDM的OM排放因子将水电、核电、风电和太阳能等电量排除在外，导致地方发展可再生能源的成果无法体现。
- <sup>4</sup> 详见本文图5的比较
- <sup>5</sup> 更多信息，可参考网址：<http://www.ghgprotocol.org/feature/ghg-protocol-power-accounting-guidelines>。
- <sup>6</sup> 《企业标准》英文原文为Emissions Factor from Generation（“产电排放因子”，EFG）是对“产电量”定义的不同理解。《企业标准》第四章的专栏3中显示，Generated Electricity（产电量）= 电网购买并在传输过程中消耗的电量+终端消费者使用的电量。此外，第四章图4以供电量计算EFG，可见《企业标准》中的Generated Electricity“产电量”实为扣除综合厂用电量后的净产电量，即国内所指的供电量，EFG实际为国内概念中的供电量排放因子。
- <sup>7</sup> The Emissions & Generation Resource Integrated Database for 2012 (eGRID2012) Technical Support Document. April 2012. <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/egrid/index.html>. 参见第12页对“Adjusted Emission Estimates”的解释。热电间的排放分配使用电力分配系数（electric allocation factor），具体说明见第14页。
- <sup>8</sup> 方常. 热电联产热电分摊方法探讨. 热电技术2010年第3期（总107期）。
- <sup>9</sup> CDM Executive Board. Tool to Calculate the Emission Factor for an Electricity System (Version 02.2.1): 2012. <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-07-v2.2.1.pdf> 最后访问2013年4月1日。
- <sup>10</sup> World Resources Institute, World Business Council for Sustainable Development. The GHG Protocol for Project Accounting, 2004:P88
- <sup>11</sup> World Resources Institute, World Business Council for Sustainable Development. The GHG Protocol for Project Accounting, 2004:P13
- <sup>12</sup> 刘德顺. 经批准的可再生能源发电并网项目整合的基准线方法学（04修正版）要点分析. 2005.
- <sup>13</sup> 国家发展和改革委员会应对气候变化司. 2012 中国区域电网基准线排放因子. <http://cdm.ccchina.gov.cn/WebSite/CDM/UpFile/File2975.pdf> 最后访问2013年4月2日。
- <sup>14</sup> 国家发展和改革委员会应对气候变化司. 2012 中国区域电网基准线排放因子. <http://cdm.ccchina.gov.cn/WebSite/CDM/UpFile/File2975.pdf> 最后访问2013年4月2日。

<sup>15</sup> 在ISO 14064-1和《企业标准》中，都明确将准确性作为企业核算应遵守的原则之一。

<sup>16</sup> 美国eGRID说明详见链接：<http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/egrid/index.html>。最后访问：2013年4月22日。

<sup>17</sup> Department of Energy & Climate Change, Department of Environment and Rural Affairs. 2012 Guidelines to Defra/DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors. <https://www.gov.uk/government/publications/2012-guidelines-to-defra-decc-s-ghg-conversion-factors-for-company-reporting-methodology-paper-for-emission-factors>。最后访问：2013年4月22日。

<sup>18</sup> World Resources Institute, World Business Council for Sustainable Development. GHG Protocol A Corporate Reporting and Accounting Standard. 2004. P42

<sup>19</sup> eGRID数据涵盖锅炉层面、电厂层面、电力管理区域（Power Control Area）等多个层面的排放数据，EPA推荐使用次区域层面的排放因子用于企业范围二排放核算，参见eGRID 2012 Version 1.0 Year 2009 GHG Annual Output Emission Rates，链接：[http://www.epa.gov/cleanenergy/documents/egridzips/eGRID2012V1\\_0\\_year09\\_GHGOutputrates.pdf](http://www.epa.gov/cleanenergy/documents/egridzips/eGRID2012V1_0_year09_GHGOutputrates.pdf)

<sup>20</sup> TranSystems|E.H. Pechan. The Emissions & Generation Resource Integrated Database for 2012 (eGRID2012) Technical Support Document. April 2012. P24

<sup>21</sup> Art Diem. Guidance on the Use of eGRID Output Emission Rates, Presentation on 18th International Emission Inventory Conference Session 5: 2009.4

<sup>22</sup> National Greenhouse and Energy Reporting System Measurement: Technical Guidelines for the estimation of greenhouse gas emissions by facilities in Australia. July 2012. P428

<sup>23</sup> 2011年，国家电网公司和南方电网公司经营区域的装机容量占全国装机容量的95%以上。该数据根据南方电网基本情况（[http://www.csg.cn/gynw/gsjj/201108/t20110819\\_30678.html](http://www.csg.cn/gynw/gsjj/201108/t20110819_30678.html)）、《国家电网公司2011年电力市场交易年报》、《2011电力工业统计资料汇编》计算而得。

<sup>24</sup> 部分地区存在独立电网，例如蒙西地区电网不属于国家电网，国网东北分部不完全负责内蒙古自治区内所有的电力传输。

<sup>25</sup> 电力自给率=本地电厂供电量/（本地电厂供电量-本地送外地电量+外地送本地电量）

<sup>26</sup> 因为以省级为单位进行统计的能耗和电力供应数据最为完备，所以对蒙西地区电网等少数电网公司与行政区域不一致的，仍按行政区域划分入对应的区域电网。

<sup>27</sup> 宋然平，杨舒，孙焱.能源消耗引起的温室气体排放计算工具指南（2.0版）。北京：世界资源研究所 2012. P31.

<sup>28</sup> 计算参数的取值请见附录2提供的EXCEL表格。

<sup>29</sup> 工业企业对生产过程中产生的余热进行回收发电，应基于物理或经济等指标在工业产品和余热发电产品间进行排放的分配。

<sup>30</sup> 计算电力排放因子时，关于生物质燃烧发电的CO<sub>2</sub>排放在不同的国家有不同的处理方法。美国eGRID数据库和英国Defra文件的处理方法是将生物质燃料的CO<sub>2</sub>排放按零计。对于垃圾填埋场和废水处理产生的甲烷回收发电的情况，eGRID认为这些甲烷即使不用于发电也会被收集后点火处理，或者认为生物分解过程即使不产生甲烷也会产生其他温室气体，因此将这部分“可再生”甲烷发电的排放记为零；英国Defra将来自生物气（原文为biogas，例如来自污水处理的气体）和生物燃料的直接CO<sub>2</sub>排放设置为零。鉴于目前中国能源年鉴中未对生物质燃料数据作单独记录（包括在“其他能源”这一项中），因此本文将这部分CO<sub>2</sub>排放按零核算。具体信息参见(eGRID 2012) Technical Support Document以及链接：<http://www.ukconversionfactorscarbonsmart.co.uk/Filter.aspx?year=27>

<sup>31</sup> 在2010年和2011年的《电力工业统计资料汇编》中无省级的风电厂用电率数据，只有风电厂用电率数据，此外也有一些风电厂无此厂级数据。同一省市的该数据范围可能较大，例如，2010年内蒙古的风电厂用电率为0.6%至6.6%。因此本文作者采用龙源集团2009年报告的用电率4.22%代替。2009年该集团风机装机容量约占全国的四分之一，是较具代表性的数据。——龙源集团风电装机容量突破3000MW. 华北电力技术，2009，8: 41.

## 关于作者

**宋然平**是世界资源研究所中国气候与能源团队主管，负责气候与能源领域（非城市）相关战略的设计、执行以及日常管理。作为温室气体核算的专家，他同时也支持温室气体核算体系在中国工作的开展。邮件：[rsong@wri.org](mailto:rsong@wri.org)

**朱晶晶**是世界资源研究所中国气候与能源项目的研究助理，主要参与电力行业温室气体排放核算项目及供应链温室气体管理项目。邮件：[jzhu@wri.org](mailto:jzhu@wri.org)

**侯萍**是亿科环境科技有限公司LCA分析师，GHG Protocol 产品碳足迹培训师。从事生命周期评价与研究，参与中国核心生命周期数据库CLCD和软件工具eBalance的开发。邮件：[hp@itke.com.cn](mailto:hp@itke.com.cn)

**王洪涛**是四川大学建筑与环境学院副教授，从事生命周期评价研究与应用近20年，主持开发了“中国生命周期核心数据库（CLCD）”、“生命周期节能减排评价方法（ECER）”等。担任联合国环境署（UNEP）生命周期倡议能力建设工作组主席，国际环境毒理与化学学会（SETAC）亚太理事会执行委员，中国低碳产品认证技术委员会委员等。邮件：[wanght@scu.edu.cn](mailto:wanght@scu.edu.cn)

## 致谢

在此向为本文的编写提供了宝贵、深入、专业的建议和意见的专家和同行们表示诚挚的感谢（按拼音顺序）：

刘佳	上海市信息中心
孙国忠	通标标准技术服务有限公司
田文婷	莱茵技术（上海）有限公司
邢璐	国网能源研究院

在本文编写的过程中，世界资源研究所各位领导和专家大力支持并给予指导。在此特别向世界资源研究所科学与研究副主席Janet Ranganathan、中国区首席代表李来来，以及房伟权、尹蕾、蒋小谦、徐嘉忆、宋婧和Hyacinth Billings等同事表示感谢。

## 关于世界资源研究所

世界资源研究所致力于研究环境与社会经济的共同发展。我们将研究成果转化为实际行动，在全球范围内与政府、企业和公民社会合作，共同为保护地球和改善民生提供革新性的解决方案。

### 解决紧迫的可持续性难题

正因为可持续发展对满足人类今天的需求和实现明天的愿望至关重要，世界资源研究所为保护地球，促进发展，促进社会公平提供锐意进取的解决方案。

### 制定切实战略迎接变革

为应对变革，世界资源研究所制定了切实可行的战略并辅以有效的实现工具，以此推动进步。我们促进政府转变工作方式、出台新的政策；企业改变经营方式、开发新的产品；人们改变行为模式、接受新的做法，并以此来衡量我们是否成功。

### 全球行动

今天人类面临的问题是无国界的，因此我们在全球开展行动。我们热心于沟通，是因为世界各地的人们都因思想得到启发，因知识获得力量，并因更深入的了解而产生改变。我们通过准确、公正、独立的工作为地球的可持续发展开拓创新之路。

WITH SUPPORT FROM:



This report is made possible by the generous support of the American people through the United States Agency for International Development (USAID). The contents are the responsibility of the authors and do not necessarily reflect the views of USAID or the United States Government.



Copyright 2013 World Resources Institute. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivative Works 3.0 License. To view a copy of the license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>