

# 评析新的《火电厂大气污染物排放标准》

许方洁 长策智库首席电力专家

2011年9月21日，经过第三次修订的《火电厂大气污染物排放标准》（简称新标准）正式发布<sup>[1]</sup>。新标准将从2012年1月1日起实施。

## 一、新标准简介

新标准规定的火力发电锅炉及燃气轮机组大气污染物排放浓度限值如下表：

表 1.火力发电锅炉及燃气轮机大气污染物排放限值

单位 毫克/立方米（烟气黑度除外）

序号	燃料和热能转化设施类型	污染物项目	适用条件	限值	特别限值(3)	污染物排放监控位置
1	燃煤锅炉	烟尘	全部	30	20	烟囱或烟道
		二氧化硫	新建锅炉	100	50	
				200(1)		
			现有锅炉	200		
				400(1)		
		氮氧化物(以二氧化氮计)	全部	100	100	
200(2)						
汞及其化合物	全部	0.03	0.03			
2	以油为燃料的锅炉或燃气轮机组	烟尘	全部	30	20	
		二氧化硫	新建锅炉及燃气轮机组	100	50	
			现有锅炉及燃气轮机组	200		
		氮氧化物(以二氧化氮计)	新建燃油锅炉	100	100	
			现有燃油锅炉	200		

			燃气轮机组	120	120	
3	以气体为燃料的锅炉或燃气轮机组	烟尘	天然气锅炉及燃气轮机组	5	5	
			其他气体燃料锅炉及燃气轮机组	10		
		二氧化硫	天然气锅炉及燃气轮机组	35	35	
			其他气体燃料锅炉及燃气轮机组	100		
		氮氧化物(以二氧化氮计)	天然气锅炉	100	100	
			其他气体燃料锅炉	200		
			天然气燃气轮机组	50	50	
			其他气体燃料燃气轮机组	120		
4	燃煤锅炉, 已油、气体为燃料的锅炉或燃气轮机组	烟气黑度(林格曼黑度, 级)	全部	1	1	烟囱排放口

注：（1）位于广西壮族自治区、重庆市、四川省和贵州省的火力发电锅炉执行该限值。  
（2）采用 W 型火焰炉膛的火力发电锅炉，现有循环流化床火力发电锅炉，以及 2003 年 12 月 31 日前建成投产或通过建设项目环境影响报告书审批的火力发电锅炉执行该限值。  
（3）重点地区的火力发电锅炉及燃气轮机组执行表中规定的大气污染物特别排放限值。

纵观新标准，可以看出它的亮点主要有：

### 1、新标准大幅降低了污染物排放的限值。

以燃煤锅炉为例，新标准规定：

- SO<sub>2</sub> 的排放限值

新建燃煤锅炉为 100mg/m<sup>3</sup>，其中燃煤硫分较高地区的锅炉为 200mg/m<sup>3</sup>；  
现有锅炉的排放限值为 200mg/m<sup>3</sup>，其中燃煤硫分较高地区的锅炉为 400mg/m<sup>3</sup>；  
重点地区的燃煤锅炉全部为 50mg/m<sup>3</sup>。

- NO<sub>2</sub> 的排放限值

所有燃煤锅炉，无论是否在重点地区，均为 100mg/m<sup>3</sup>；  
但采用 W 型火焰炉膛的火力发电锅炉，现有循环流化床火力发电锅炉，以及 2003 年 12 月 31 日前建成投产或通过建设项目环境影响报告书审批的火力发电锅炉执行 200 mg/m<sup>3</sup>。

- 烟尘排放限值  
非重点地区为 30 mg/m<sup>3</sup>，重点地区为 20 mg/m<sup>3</sup>。
- 新增汞及其化合物为污染物控制项目  
排放限值全部为 0.03 mg/m<sup>3</sup>。

## 2、明确了标准实施的时间点：

- 2012 年 1 月 1 日前建成或已获得环评批复的为现有锅炉，适用较宽松的限值；，此后建设的均为新建锅炉，适用严格的限值；
- 2014 年 7 月 1 日起新建、现有锅炉的排放限值统一为新建锅炉的限值；
- 2015 年 1 月 1 日起执行有关汞及其化合物的排放限值。

## 二、 新标准引发的争论

新标准发布后立即引起激烈的争论，争论的焦点是：

### 1、新标准要求是否过严

有一种意见认为：新标准比旧标准严格 4 倍，比 09 年征求意见稿也严格了 1 倍，过于严厉<sup>[3][4]</sup>。

表. 2 新标准（新建锅炉）排放限值比较表：

单位 毫克/立方米

	03 年标准	09 年征求意见稿	新标准（2012）	美国（2005）	欧盟（2002）	日本
SO <sub>2</sub>	400	200	100	184/100*	200	200
NO <sub>2</sub>	450-1100	200	100	135/100*	200	200
粉尘	50	30	30	20/PM <sub>10</sub> , 30-50*	30	50-120

\*《美国火电厂污染物监测和控制情况及对我国的启示》数据<sup>[2]</sup>

从上表可以看出新标准中的粉尘限值和美、欧、日等发达国家相近，而 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>2</sub> 限值都比上述国家低 1 倍（\*或与美国标准相同）。但上述国家的限值是 2002 或 2005 年提出的，按照以往惯例他们每过 10 年左右会从新修订标准，提出更严的要求。因此可以预计我国的新标准将会和他们的不久的将来的新标准处于大致相当的水平。

因此可以说新标准是一个偏于严格的、但也是应努力去达到的标准。反之，如果我们仍然采用 09 年征求意见稿中的限值，则我们在 2012-2020 年（或更长）的期间内仍然只能达到发达国家 2002 年的水平，继续落后发达国家 10 年。

事实上，新标准也不是一项高不可及的标准，华能北京热电厂的燃煤锅炉，早在 2007 年就采用当时国内技术的脱硫、脱硝和电除尘装置，做到 SO<sub>2</sub><15 毫克/米<sup>3</sup>，NO<sub>2</sub><50 毫克/米<sup>3</sup>，粉尘<15 毫克/米<sup>3</sup>，达到了新标准规定的最严格的重点地区排放特别限值<sup>[5]</sup>。

## 2、电力企业现有技术能否达到新标准

近年来，国内烟气净化技术有了很大进步，依靠国内技术已经基本上可以达到新标准的要求。

### ● 粉尘：

03 版火力发电污染物控制标准颁布后，新建发电锅炉均按粉尘排放<50 毫克/米<sup>3</sup>设计，目前国内 4 电场静电除尘器效率一般都可达到 99%以上，对于含灰量<15%的煤来说，已可以达到新标准要求。对于含灰量更高的煤则可以增加电场数目，或采用电除尘+布袋的方式提高除尘效率，这些都已经是成熟技术。更何况今后燃煤发电锅炉在除尘器后都要加装脱硫装置，在脱硫的同时也起到进一步除尘的作用，因而新标准 30 毫克/米<sup>3</sup>的排放限值在现有技术条件下是完全可以达到的。

### ● SO<sub>2</sub>：

目前国内主流的“石灰石—石膏湿法脱硫”技术的脱硫效率一般均可达到 95%，在众多的设备招标中，供货方都能给以承诺，在验收试验中也多能达到后超过。

在此脱硫效率下，对含硫量<1%（脱硫前烟气中 SO<sub>2</sub><2000 毫克/米<sup>3</sup>）的煤种，目前的脱硫技术可以达到新标准的要求。对广西、重庆、四川、云南等地使用的含硫量<2%的高硫煤，新标准的要求也放宽到 SO<sub>2</sub> <200 毫克/米<sup>3</sup>，因而也可满足新标准的要求。但对含硫量>2%的煤种，要达到新标准要求就有困难，必须采用配煤等措施降低入炉煤的含硫量。

现在的问题是，当设备老化，管理不到位，或煤质下降时，脱硫效率会下降，达到新标准的排放限值有一定困难。新标准的实施确实对脱硫设施制造厂商提高产品质量，发电厂加强设备维护管理和燃料管理提出了更高的要求。

### ● NO<sub>2</sub>：

我国发电锅炉 NO<sub>2</sub> 排放的控制工作起步较晚，03 年标准中 NO<sub>2</sub> 的排放限值是

450-1100 毫克/米<sup>3</sup>，国内主要通过采用低氮燃烧器、分级燃烧等技术来降低 NO<sub>2</sub> 的排放。对于挥发份>12%的贫煤、烟煤，NO<sub>2</sub> 的排放都可以<450 毫克/米<sup>3</sup>（烟煤一般可<350 毫克/米<sup>3</sup>）。2000 年以后国内一大批电厂加装了 SCR 烟气脱硝装置，从运行情况看采用 3 层（2+1）催化剂的脱硝装置的脱硝效率一般都可达到 80% 以上。因此采用低氮燃烧器+SCR 烟气脱硝装置技术后，NO<sub>2</sub> 的排放是可以达到新标准的限值的。

- 汞及其化合物

汞及其化合物是环境中毒性很强的重金属元素之一，它具有持久性、长距离迁移性和生物富集性。中国本土的汞污染情况已经非常严重。20 世纪 80 年代，中国松花江沿岸渔民中曾经发现甲基汞慢性中毒病例，随后又发生天津蓟运河和辽宁锦州湾汞污染公害事件；2007 年，贵阳市水源地之一的百花湖，其底泥汞含量被查出严重超标。此外，许多研究发现，汞污染源附近出产的水稻和蔬菜里也发现了甲基汞富集的现象。<sup>[7]</sup>

中国的汞及其化合物污染的控制工作刚刚起步，汞污染源不清，没有全国或者行业的汞排放统计数据，尚未建立一定规模的汞污染监测网，缺少有限的防治技术，公众对汞污染的环境意识普遍缺乏。

国家已着手开展对汞污染的防治工作。2009 年《国务院办公厅转发环境保护等部门关于加强重金属污染防治工作的指导意见的通知》（国办发〔2009〕61 号），批复了《重金属污染综合防治“十二五”规划》（国函〔2011〕13 号）。环保部业已着手开展全国汞污染排放源现状调查。

一般认为汞及其化合物污染重要来源是煤的燃烧，1999 年的资料表明，我国燃煤电厂的汞排放量约为 68 吨，占全国总汞排放量的 12.7%。燃煤中汞的控制方法分为三种：燃烧前控制，燃烧中控制和燃烧后控制。目前还没有专门针对脱汞的成熟技术，主要是利用现有的烟气控制设备脱汞<sup>[7]</sup>。在新标准中增加了对汞排放的限制为 0.03 毫克/米<sup>3</sup>，但由于缺乏必要的基础资料，对此标准的合理性目前还难以评价。

此限值将在 2015 年 1 月 1 日开始生效，距今只有 3 年时间，要做完有关准备工作，难度太大，这项限值恐难以按时达到。

### 3、新标准将极大地增加发电厂的投资成本和运行成本，会否从经济上压垮他们

- 对于新建电厂。

由于静电除尘、湿法脱硫已成电厂基本配置，国内的设备技术水平已基本上可以满足新标准的要求，即使要做些改进（如增加除尘器电场数目，改进脱硫装置以提高效率），也不会对电厂造价和以后的运行费用造成太大影响。

脱硝装置是要新增的，其所需投资大约在 150-200 元/千瓦，相当于要在原电厂造价 5000-6000 元/千瓦上增加 3-4%，由此大约要推动标杆电价上升 0.75-1%，约 0.25-0.35 分/千瓦时。脱硝装置的运新费用最近因氨水（尿素）和

催化剂涨价推动有所上升，大约要增加一项脱销电价 1.2-1.5 分/千瓦时，两项合计要推动上网电价上升 1.3-1.8 分/千瓦时。

- **对于改、扩建电厂。**

情况比较复杂，与改、扩建条件有关。

**首先看除尘设施：**现有锅炉的静电除尘器的除尘效率一般均可达到 99%，排放浓度可控制在<50 毫克/米<sup>3</sup>，在此基础上加装脱硫设施后，排放浓度可控制在<30 毫克/米<sup>3</sup>，一般不必进行大的改造。

**其次看脱硫设施：**截至 2010 年我国现有锅炉中已投运烟气脱硫设施的有 5.6 亿千瓦，其中有一半约 3 亿千瓦是 2008-2010 期间投入运行的（见表 3），而且绝大部分是 2009-2010 年投产的。这些机组采用的技术比较先进，设备状况相对较好，估计只须作少量的改进即可满足新标准的要求。

表 3. 十一五期间脱硫机组投产情况

	05	06	07	08	09	2010
脱硫机组(亿千瓦)	0.5	1.5	2.7	3.8	4.7	5.6

另外的约 3 亿千瓦老旧的脱硫装置可能要要进行大的改造甚至重建。由于重建受场地限止，又要先拆除原有设备，改造的工期较长、所需投资比新建大。

**最后看脱硝设施：**

2010 年底前投产的带脱硫装置的 5.6 亿千瓦火电厂中，已有约 1 亿千瓦装了脱硝装置<sup>[7]</sup>。2004 年起按照 03 年版标准的要求，在新建电厂设计中都预留了脱硝装置的空间，其容量大约也有 1 亿千瓦左右。

由此，在已有带脱硫设施的，需加装脱硝设施的火电厂约有 4.6 亿千瓦，而其中约 1 亿千瓦是有预留脱硝空间的。

另有大约 2 亿千瓦虽没有预留空间但仍有足够的场地可以重新布置除尘、脱硫、脱销设施的。

还有至少 1.6 亿千瓦是没有足够场地，无法加装脱硝设施的。

对于已预留有脱硝空间的，加装脱硝设施所需投资和对电价的推动，与新装脱销设施基本等相同。

对于没有预留脱硝空间的，加装脱硝设施所需投资和对电价的推动，则视具体情况有很大差别，其中相当一部分是要将原有除尘和脱硫设施推倒，重新统一加装除尘、脱硫和脱销设施，所需投资估计在 450-600 元/千瓦，由此将推标杆电价的推动在 3-6 分/千瓦时。

综上所述：

截至 2010 年底，我国火电装机容量为 7.07 亿千瓦，其中 5.6 亿千瓦已装有脱硫设施，需按新标准要求加装脱硝设施。其余 1.4 亿千瓦尚未装脱硫设施的基

本上是 30 万千瓦以下老旧机组，是否要按新标准的要求进行脱硫、脱硝改造可个案处理；

5.6 亿千瓦需加装脱硝设施的，其中有 1 亿千瓦已装有脱硝设施。这 1 亿千瓦机组绝大部分是近 3 年内投产的，设备健康情况较好，绝大部分只须对已有设施进行必要的技术改造以提高各项性能即可达到新标准的要求，所需投资可在折旧和大修费用中列支，运行费用中已有脱硫电价，但须出台 1.2-1.5 分/千瓦时的脱硝加价；

另有约 1 亿千瓦机组是预留有脱硝空间的，加装脱硝设施与新装作需投资基本相同。其所需投资大约在 150-200 元/千瓦，总投资在 150-200 亿元。这相当于要在原电厂造价 5000-6000 元/千瓦上增加 2-4%，由此大约要推动这部分机组上网电价上升 0.5-1%，约 0.20-0.30 分/千瓦时。还须出台 1.2-1.5 分/千瓦时的脱硝加价；

还有大约 2 亿千瓦虽没有预留空间但仍有足够的场地可以重新布置除尘、脱硫、脱硝设施的。所需投资估计在 450-600 元/千瓦，总投资为 900-1200 亿元。由此将推动其上网电价 0.75-1.05 分/千瓦时，还须出台 1.2-1.5 分/千瓦时的脱硝加价。

其余约 1.6 亿千瓦则由于没有足够场地难以按新标准要求改造。

### 三、 总结

1、新标准是足够严格的、有前瞻性的、通过努力可以达到的标准。

2、对新建火电厂，由于增加脱硝设施所需投资大约在 150-200 元/千瓦，相当于要在原电厂造价 5000-6000 元/千瓦上增加 3-4%，由此大约要推动标杆电价上升 0.75-1%，约 0.25-0.35 分/千瓦时，同时需出台 1.2-1.5 分/千瓦时的脱硝加价，合计将推动电价上升 1.5-1.8 分/千瓦时。

3、对已有燃煤锅炉，截至 2010 年底，我国火电装机容量为 7.07 亿千瓦，其中 5.6 亿千瓦已装有脱硫设施，需按新标准要求加装脱硝设施。其余 1.4 亿千瓦尚未装脱硫设施的基本上是 30 万千瓦以下老旧机组，是否要进行脱硫、脱硝改造可个案处理；

4、5.6 亿千瓦需加装脱硝设施的，其中有 1 亿千瓦已装有脱硝设施。其余 4.6 亿千瓦中约有 3 亿千瓦具备改造条件，其余约 1.6 亿千瓦因受场地等条件限制，难以进行改造。

5、对按新标准要求需加装脱硝设施的约 3 亿千瓦机组，所需投资约 1050-1400 亿元，这些机组的上网电价将上升 0.55-1 分/千瓦时，并须出台 1.2-1.5 分/千瓦时的脱硫加价。

6、已有机组的改造难以在 2014 年 7 月 1 日前完成，可考虑将以有过路的达标期限推迟 1.5 年到 2016 年 1 月 1 日。

7、中国的汞及其化合物污染的控制工作刚刚起步，新标准的限值尚需论证，也难以在 2015 年 1 月 1 日前达标，也可考虑将达标期限推迟到 2016 年 1 月 1 日。

#### 参考文献

- [1] 《火电厂污染物排放标准 2011》，国家环保部
- [2] 《美国火电厂污染物排放检测和控制基本情况及其对我国的启示》，稽查局王云波
- [3] 《火电厂污染物排放标准 2003》，国家环保部
- [4] 《征求意见稿版火电厂污染物排放标准 2009》，国家环保部
- [5] 《中国华能》，2011 年第 7 期，中国华能集团公司
- [6] 《中国汞污染势在必行》，21 世纪经济报道，王英，2011-11-04
- [7] 《中国燃煤电厂大气污染物控制现状 2009》，中电联、美国环保协会