

研 究 名 称	:	大气污染防治技术产业-颗粒物的控制专利竞争 情报分析
研究承担单位	:	北京国之专利预警咨询中心
研究负责人	:	于立彪
主要研究人员	:	宋欢、樊培伟、佟婧怡、李鹏、李晶晶、王义刚、 时彦卫、李欣、王扬平
研究起止时间	:	2014.5 至 2014.11

摘 要

随着工业的不断发展，排放的颗粒污染物的数量越来越多，大气中粉尘的浓度也越来越大，粉尘对人们的生活环境和人体健康的危害也越来越大。改进除尘技术，提高除尘效果，已经成为当前我国粉尘防治政策中最重要的一部分。

本课题涉及大气污染防治技术产业颗粒物的控制领域的专利竞争情报分析。课题包括全球专利竞争情况分析和中国专利竞争情报分析两大部分内容，分别从竞争环境，专利竞争环境，和主要竞争者出发分析得出该行业的竞争情报信息。竞争环境从市场、政策、经济出发分析各国的行业状况，专利竞争环境和主要竞争者主要基于专利统计数据挖掘各国、各大公司的专利技术情况，包括生命周期发展状况，技术热点空白点，海外市场布局，企业研发方向。最后，对我国的颗粒物控制领域从技术、市场和专利布局三方面提出了建议。

关键词：颗粒物 专利 除尘 机械 静电 湿法 过滤

目 录

第一章 颗粒物的控制领域概述	1
第一节 颗粒物的控制技术介绍	1
第二节 颗粒物的控制产业发展	4
第二章 颗粒物的控制全球专利竞争情报分析	7
第一节 全球总体竞争状况	7
一、政治环境	7
二、经济环境	8
三、技术环境	9
第二节 专利竞争环境	11
一、总体专利申请概况	11
二、专利技术分布概括	13
三、专利技术研究热点	15
第三节 全球主要竞争者	17
一、全球主要竞争者专利概况	17
二、全球主要竞争者技术分析	18
三、全球主要竞争者市场分析	20
第三章 颗粒物的控制中国专利竞争情报分析	22
第一节 总体竞争环境	22
一、政治环境	22
二、经济环境	22
三、技术环境	23
第二节 专利竞争环境	24
一、国内专利市场概况	24
二、国内专利情况分布	24
三、国内专利技术周期	27
第三节 主要竞争者	29
一、国内主要申请人概括	29
二、国内申请技术信息	29
第四章 颗粒物的控制领域竞争启示及产业发展建议	31
第一节 技术启示及建议	31
一、积极学习日韩领先技术	31
二、把握复合除尘整体趋势	31
第二节 市场启示及建议	33
一、重视本土市场	33
二、考虑地区差异	34
第三节 专利布局启示及建议	35
一、紧跟技术发展新趋势	35
二、提升研究找到新突破	35
参考文献	36

第一章 颗粒物的控制领域概述

第一节 颗粒物的控制技术介绍

颗粒物是大气中危害最大的污染物，我国大多数地区空气首要污染物就是颗粒物。每个成年人平均每天呼吸空气 15m^3 ，保证人们呼吸到清洁干净的空气是最重要的环保任务之一。由于颗粒物表面的吸附作用，其组分非常复杂，其中含有多种有毒有害化学成分，对大气环境造成诸多不良影响，并危及人体健康^[1]。颗粒物按粒径大小又分为降尘、TSP（总悬浮颗粒物）、PM₁₀（可吸入颗粒物）、粗颗粒物和细颗粒物。总悬浮颗粒物是直径小于 $100\mu\text{m}$ 的颗粒物，按粒径大小，它可分为好多种^[2]。不同粒径的颗粒物可在不同的呼吸道部位沉积。 $10\sim 100\mu\text{m}$ 的颗粒物被阻挡在鼻腔外， $2.5\sim 10\mu\text{m}$ 的颗粒物大部分被鼻咽区截留， $0.01\sim 2.5\mu\text{m}$ 的颗粒物主要沉积在支气管和肺部，特别是 $0.1\mu\text{m}$ 左右的颗粒物沉积在肺部，甚至可穿过肺泡进入血液中，对人体健康危害最大。

2000 年以来，我国环境研究者已对近 30 个城市的大气颗粒物进行了源解析工作。扬尘是我国大部分地区可吸入颗粒物（PM₁₀）的重要来源。扬尘是指地表松散物质在自然力或人力作用下进入到环境空气中形成的大气颗粒物，其主要包括土壤风沙尘、道路扬尘、建筑水泥尘等。煤烟尘在全国范围内有较大贡献，受能源结构影响，煤烟尘对我国城市的 PM₁₀ 浓度都有重要贡献。研究结果显示我国绝大多数城市煤烟尘对 PM₁₀ 的年均贡献在 15%-30% 之间，中小城市的贡献尤为突出，煤烟尘污染呈现明显的冬高夏低的季节变化，采暖期和非采暖期煤烟尘占 PM₁₀ 的比例分别为 5%-30% 和 20%-45%。工业源排放是工业城市 PM₁₀ 的重要来源，工业生产过程种类繁多，生产过程都会产生种类不同的大气颗粒物，多数集中在细和超细颗粒物。机动车排放的贡献日趋重要，从 1990 年到 2009 年，全国机动车保有量从 500 万辆猛增到 1.86 亿辆，汽车尾气排放也随之成为大气环境的主要污染源之一。机动车排放主要源于燃料在汽缸中的不完全燃烧而产生的有机物、碳黑、CO 等污染物，以及由于大气中的氮气在汽缸中被氧化而成的 NO_x。与煤烟尘相比，机动车排放的颗粒物的碳黑比例更高。区域生物质燃烧的贡献不容忽视，我国的农业生产每年会产生大量的秸秆等农作物残体。这些农作物残体一部分被农村居民作为燃料燃烧，另一部分则直接在收割之际即被焚烧。由于燃烧条件非常简单，这些生物质的燃烧会产生大量颗粒态与气态污染物。二次颗粒物已经成为在主要城市和城市群地区大气颗粒物重要来源，工业生产、各类燃烧过程都会产生大量

气态污染物，如 SO_2 、 NO_x 、挥发性有机物等。气态前体物（二氧化硫、氮氧化物）经过气态氧化、非均相氧化以及液相氧化等各类氧化途径，生成气态硫酸与气态硝酸，并与大气中的碱性气体（如农业生产释放的氨气）反应生成硫酸铵与硝酸铵，进入颗粒态。部分挥发性有机物也会被氧化成低挥发性物质，通过凝结等方式进入颗粒态^[3]。

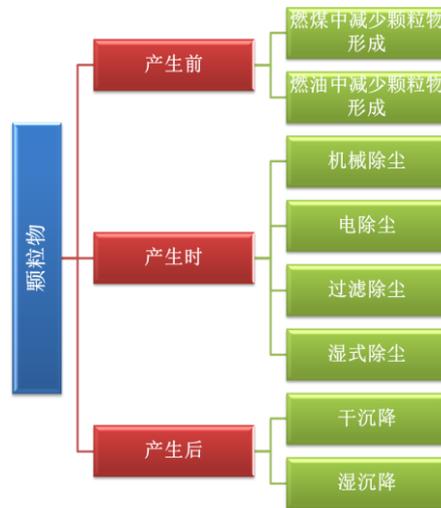


图 1 颗粒物控制技术分支

对于颗粒物控制，根据其产生时机的不同，可以在颗粒物产生前、颗粒物产生时、颗粒物产生后加以去除控制。对于颗粒物的产生，化石燃料的燃烧，尤其是煤的燃烧是空气中可吸入颗粒物的主要来源。煤燃烧过程中形成的颗粒物根据排放形态不同可分为一次颗粒物和二次颗粒物。一次颗粒物是直接由燃烧源排放到大气中的，多为固体状颗粒，也有液体状或液体包裹固体内核形成的颗粒。而二次颗粒物则是由排放出的气态前躯体在大气中间接转化形成的。根据颗粒物飞灰中 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 Fe_2O_3 和 SO_3 的含量，一般将燃煤或燃油飞灰分为硅质、铝质、硅铝质(还可细分为硅铝质、钙—硅铝质、铁—硅铝质)、铁质和钙质等类型。利用电子探针对燃油与燃煤排放的可吸入颗粒物进行单个颗粒的成分分析发现，燃油排放的可吸入颗粒物类型有硅铝质和钙—硅铝质两种颗粒，燃煤排放的可吸入颗粒物类型有硅质、硅铝质、铁质、铁—硅铝质和钙质 5 种颗粒。燃烧前控制即是在煤粉燃烧之前，通过煤种选择和煤粒加工的方式，降低煤粉在燃烧过程中颗粒物的生成和排放。对于燃油而言，产生前控制燃油颗粒物排放主要是提高燃油品质。燃油油品是降低排放的基础，燃油中含硫量高会增加汽车尾气排放。硫是燃烧过程中形成可溶性有机物、硫化物、硫酸与硫酸盐的根源，碳烟微粒主要是由未充分燃烧的燃油所产生的。

在颗粒物产生时控制颗粒物的技术分为机械式除尘技术、电除尘技术、过滤除尘技术和湿式除尘技术。机械式除尘技术包括重力沉降室、惯性除尘器、旋风除尘器等。电除尘是烟

气中灰尘尘粒通过高压静电场时，与电极间的正负离子和电子发生碰撞，带上电子和离子的尘粒在电场力的作用下向异性电极运动并积附在异性电极上，使电极上的灰尘落入收集灰斗中，使通过电除尘器的烟气得到净化，达到保护大气，保护环境的目的。过滤除尘是利用多孔介质来进行的。当含尘气流通过多孔介质时，粒子黏附在介质上，而与气体分离。借助于水或其他液体与含尘烟气接触，利用液网、液膜或液滴使烟气得到净化的技术称为湿式除尘技术。

对于颗粒物产生后控制技术，主要为干法沉降和湿法沉降。德国鲁奇公司和蒂森钢厂在 60 年代末联合开发了转炉煤气干法除尘技术，简称 LT 技术，后奥钢联对转炉干法除尘技术做了改进，简称 DDS 技术。转炉煤气干法除尘技术在国际上已被认定为今后的发展方向。湿法除尘技术是含尘气体由引风机通过风管送入除尘塔下部，由于断面变大，流速降低，并且粗颗粒粉尘先在气流中沉降，较细粉尘随气流上升，喷淋下来水珠与粉尘气流逆向运动，粉尘被湿润自重不断增加，在重力作用下，克服气流的升力而下降成泥浆水，通过下部管道进入沉淀池，达到除尘的目的。

第二节 颗粒物的控制产业发展

18世纪工业革命以来，从英国到欧洲大陆再到美国，一根根大烟囱、一颗颗煤炭推动着这些国家的经济高速发展，但同时，环境污染也给他们留下了严重的后遗症。1813年冬，历史上有记录的最早的空气污染案例在英国爆发。此后，掺杂着大量二氧化硫、臭氧、氮氧化物、颗粒物的空气所形成的雾霾，开始沿着工业革命的轨迹在欧美国家的城市里引发危机：1952年英国“伦敦烟雾事件”，1962年、1985年德国“鲁尔雾霾危机”，1953年、1963年、1966年美国“雾霾杀人事件”……大气污染物中的悬浮颗粒物会对人体健康产生直接的负面影响，从而受到各国政府及有关部门的高度重视。

对于欧洲：交通运输是大气颗粒物及先驱物的主要来源之一。为减少大气颗粒物及先驱物排放，欧洲在交通运输领域采取了如下措施：（1）随着对大气颗粒物污染研究认识的不断进步，从1992年开始，制定对排放限制越来越严的汽车废气排放标准（Euro 1-6）并逐步予以施行。（2）发布指令对燃料质量进行规定，转而使用含硫量较低的燃料。（3）使用柴油车替代汽油车。与汽油车相比较，柴油车颗粒物排放较小，同时车辆寿命和价格有一定优势。根据2010年欧盟27国新车市场的数据，柴油车的份额已超过了50%。（4）在车辆上安装颗粒过滤器、催化剂转换器等减排装置。（5）发展电动车、混合动力车辆和其他清洁燃料车辆，有预测称，欧洲2020年的电动车市场份额将达到4%。（6）推进“智能交通”项目，发展公共交通，控制车辆数量，减少城市拥堵。

以下是欧洲在大气颗粒物污染治理方面存在的一些较为突出的问题：

（1）相当多的地区仍然存在大气颗粒物污染超标的现象。根据欧盟的数据，2010年，欧盟有21%的城市人口生活在大气颗粒物污染的环境中。

（2）大气颗粒物污染仍在给欧洲带来巨大的经济损失。根据较新的数据，2009年，欧洲空气污染导致的健康问题和环境危害造成的经济损失超过了1000亿欧元，人均200-300欧元。

（3）各国大气颗粒物污染治理发展不平衡。

（4）由于经济困难，清洁能源补贴等治理措施受到了影响^[4]。

对于美国：针对颗粒物的重点源排放突出、二次颗粒物贡献大以及远距离传输等特性，美国联邦政府以强化重点源减排、多污染物协同控制、区域联合治理为主要思路，在清洁空气体系下制定了多项清洁空气专项条例，有针对性的对不同行业、不同区域的颗粒物以及颗粒物的前体物（SO₂、NO_x等）的排放进行了严格控制。同时，联邦政府针对企业制定了

严厉的违规处罚机制，有力地保障了颗粒物污染防治政策的贯彻落实。

(1) 开展重点行业颗粒物减排，控制重点源一次和二次排放

美国的人为颗粒物排放源主要包括道路和建筑扬尘、燃料燃烧、工业工艺、移动源等。近几年来，随着电厂最佳可用技术改造（BART）的全面实现，电厂对颗粒物污染的影响逐渐减小，道路交通导致的颗粒物排放贡献则逐渐显现，美国对颗粒物排放源的控制重心开始逐渐转向了移动源。自20世纪90年代初至今，美国联邦政府颁布实施了汽车排放标准和汽油硫计划、清洁空气非公路柴油设备条例、清洁空气柴油卡车与柴油公交车条例、机车发动机以及船舶柴油发动机排放标准等一系列移动源相关的清洁空气下游条例，对设备制造商、燃油供应商以及使用者均提出了严格的技术与行为标准。

(2) 重点保护区治理和区域联防综合进行，改善区域阴霾污染

在阴霾问题的治理上，美国采取了重点保护区治理和区域治理综合进行的方法。根据空气质量状况以及区域功能划分，美国环保署在全国范围内指定了156个一级地区（国家公园和野生动植物保护区）作为阴霾问题的重点治理对象。同时根据地域和空气质量，全国范围内成立了五个民间区域治理联盟（WRAP、CENRAP、LADCO、MANE-VU、VISTAS），该五大联盟接受美国联邦政府的资金支持对各自区域内的颗粒物污染进行整治。

(3) 严格处罚机制，有力保障政策落实

为了保障颗粒物治理工作的贯彻执行，有效推进相关环境政策的落实，美国联邦政府针对政府机构和企业单位均制定了严厉的处罚制度^[5]。

对于日本：日本的颗粒物污染防治措施主要体现在以下四个方面：

(1) 强化环境监测

日本的空气质量监测主要由地方政府执行。

(2) 工业污染防治

在日本，颗粒物污染的主要来源为工厂与机动车。工厂的国家排污标准由环境省制定，但各县有权在自己的辖区内制定更为严格的排污标准。县政府与大城市的市政府有责任保障排污标准的执行。任何人新建工厂都需要向当地政府上报拟使用的设备。

(3) 机动车污染防治

针对机动车尾气造成的颗粒物污染，日本环境省于2002年将颗粒物浓度限值加入到了机动车与其他类型发动机（如建筑用机械）的尾气排放标准中，并联合其他相关省厅来保障这些标准得以顺利执行。

(4) 大力推行煤炭清洁利用技术

20世纪70年代爆发的2次石油危机促使日本把煤炭作为代替石油的能源放在重要的位置上，希望能够加大对其利用的力度。增加煤炭消费量的关键是控制燃煤污染。2006年5月，日本在出台的新国家能源概要中明确提出，要促进煤炭气化联合发电技术、煤炭强化燃料电池联合发电技术的开发和普及^[6]。

第二章 颗粒物的控制全球专利竞争情报分析

第一节 全球总体竞争状况

一、政治环境

从1973年欧共体时代开始，欧洲出台了一系列的环境行动计划（Environment Action Programme, EAP）。欧盟的第五环境行动计划（1993-2000年）和第六环境行动计划（2002-2012年）是近20年来欧洲采取一系列与大气颗粒物及其先驱物相关的政策和措施的指导纲领。2005年，欧盟根据第六环境行动计划推出空气污染主题战略（EU Thematic Strategy on Air Pollution），制定了到2020年相对于2000年空气质量改善的长期治理目标。其中，要将大气颗粒物污染中造成的人类寿命期望损失降低47%，这要求与大气颗粒物及其先驱物达到如下治理目标：SO₂排放降低82%，NO_x排放降低60%，NH₃排放降低51%，VOC排放降低27%，PM_{2.5}（一次颗粒）排放降低59%。

1980年7月15日，欧盟推出了第一个关于空气质量中SO₂和空气悬浮颗粒物浓度进行限定的指令（80/779/EEC）。欧盟空气质量框架指令（96/62/EC）及其后续指令制定了大气颗粒物相关的空气质量标准，见下表1所示。

表1 欧盟大气颗粒物空气质量标准

项目	浓度/($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)	说明	
PM ₁₀	日平均	50	于2005年1月1日达到，一年内不能超过35天超过标准限额。
	年平均	40	于2005年1月1日生效。
PM _{2.5}		25	于2010年1月1日生效，目标指标没有强制性。
	年平均	25	于2015年1月1日生效。
		20	于2020年1月1日生效（将于2013重新评估）。

目前，欧盟对PM₁₀设立的日平均和年平均的浓度标准，均已生效；对PM_{2.5}设立的年平均浓度标准，将于2015年1月1日生效，还未设立PM_{2.5}的日平均浓度标准。

美国环保署于1971年首次设立有关颗粒物的国家环境空气质量标准（1971 NAAQS），并分别于1987年、1997年、2006年和2012年对标准进行了修订。美国对颗粒物污染的控制经历了从TSP、PM₁₀到PM_{2.5}的历程，当前以PM_{2.5}的控制为主。自上世纪70年代至今，NAAQS对颗粒物质量浓度的要求逐步加严，2006NAAQS中将PM_{2.5}的24小时平均浓度限值由1997年的65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 加严至35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，2012年标准修订时PM_{2.5}的年均浓度首要标准限值由1997年的15.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 加严至12.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （颗粒物空气质量标准变化历程详见下表2）。

表2 美国大气颗粒物空气质量标准

标准发布时间及编号	首要标准/次要标准	因子	平均时间	限值($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1971. 4. 30 36 FR 8186	首要标准	TSP	24 小时	260
			年	75
1987. 7. 1 52 FR 24634	次要标准	TSP	24 小时	150
			年	50
1997. 7. 18 62 FR 38652	首要标准和次要标准	PM ₁₀	24 小时	150
			年	50
		PM _{2.5}	24 小时	65
			年	15.0
2006. 10. 17 71 FR 61144	首要标准和次要标准	PM _{2.5}	24 小时	35
			年	15.0
		PM ₁₀	24 小时	150
			年	50
2012. 12. 14 78 FR 3086	首要标准	PM _{2.5}	年	12.0
			次要标准	年
	首要标准和次要标准		24 小时	35
			首要标准和次要标准	PM ₁₀

世界其他国家也都有自己的标准和计划目标" 如下表3所示。

表3 部分国家空气质量标准及长远规划

国家	目前空气质量标准 PM10	长远规划
英国	50 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ (24 小时平均)	目标是在 2005 年使其 99%的时间都不超过 50 $\mu\text{m}/\text{m}^3$
芬兰	70 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ (24 小时平均)	正在计划新的环境空气质量标准,同时考虑制定 PM10 和 PM2.5 的空气质量标准
德国	未知	制定 PM 的标准
土耳其	150 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ (24 小时平均)	待定
日本	200 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ (1 小时平均)	正在对有关机动车辆污染的问题进行研究,其中包括颗粒物的详细研究
	100 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ (24 小时平均)	

二、经济环境

19世纪,英国进入工业急速发展期,伦敦工厂所产生废气形成极浓的灰黄色烟雾。20世纪50年代最为严重。1968年以后,英国又出台了一系列的空气污染防控法案,这些法案针对各种废气排放进行了严格约束,并制定了明确的处罚措施,有效减少了烟尘和颗粒物。在2003年,伦敦市政府开始对进入市中心的私家车征收“拥堵费”。2008年,伦敦政府推行了低污染排放区政策,目的是为了加快污染严重车辆的更换速度,促进老旧车辆加装减排装置,降低车辆的污染排放,使伦敦的空气质量得到改善。在低污染排放区内行驶的车辆必须达到一定的排放标准,否则将会被征收费用。近年来,以自行车为标志的“绿色交通”在英国异军突起,越来越多的伦敦市民选择自行车作为代步工具。伦敦市长曾说,“这个计划的目标是要转变伦敦成为骑自行车和步行的城市。在未来的10年内,我们将投资5亿英镑在提高自行车和步行的计划上。”伦敦市政府对发展自行车这一交通方式的投资逐年上升。目前,伦敦已有350多条自行车专用道。人们甚至可以在总长8000公里的自行车专用道上穿越整个英国。

从英国开始、西方发达国家自20世纪50年代实施了几十年的外部治理弊端越来越明显。在越来越加剧的世界能源环境危机的倒逼作用下，如何从根源治理危机，成为当代世界发展的新潮流。特别是2008年金融危机之后兴起的新能源革命，这个潮流更加明显，在这方面英国开始了一些新探索。一是英国政府会经济因素双重作用，非常重视调整能源结构，重视利用可再生能源。政府在2007年5月公布了《英国能源白皮书》，规定了英国可再生能源的利用和开发目标，即2020年将煤炭在英国能源总量中的比重由35%降低到20%，核能比重由19%降为5%，可再生能源的比重将由目前的6%扩大到35%，远远超出了欧盟对各成员国要求的可再生能源占本国能源20%比重的基本要求。二是政府采取优惠措施鼓励企业投资利用绿色能源。通过各种激励和惩罚机制，促使企业进行节能减排。如通过征收气候变化税、设立碳基金、建立碳排放交易制度等。最后，采取其他手段实施减排，比如利用税收政策鼓励家庭进行节能减排，推出“绿色家庭”计划，鼓励购买绿色汽车等。

美国的许多城市在经济快速增长的同时，同样也付出了巨大的环境代价。历史上，纽约市曾数度经历严重空气污染。2007年，纽约市推出了一个名为“纽约规划”的25年规划，旨在通过132个不同领域的项目，将纽约建设成一个绿色环保都市。美国《清洁空气法》实施后，许多工业企业的环保成本开始大大增加。互联网、金融等服务业逐渐取代制造业成为美国许多大城市的主要产业。一度林立的工厂在纽约市昆士区、布鲁克林区逐渐踪迹难寻，雾霾等空气污染问题得到逐步改善。美国的空气质量管理目标是达标，而标准按照法律规定需五年核定一次，根据已有研究评估空气污染和人体健康的关系，确定是否修订。美国大气管理另一项重要的制度是排污许可制度，即排污单位需要申领排污许可证，批准后才能排污^[7]。

三、技术环境

除尘技术目前最主要的是颗粒物产生时进行除尘，包括机械式除尘技术、电除尘技术、湿式除尘技术和过滤除尘技术。

机械式除尘技术包括重力沉降室、惯性除尘器、旋风除尘器等。重力沉降室除尘效率低，主要适用处理中等气量的常温或高温气体。惯性除尘是利用气流中粉尘惯性力大于气体的惯性力而使粉尘与气体分离的除尘技术。旋风除尘技术是利用含尘气体旋转时所产生的离心力将粉尘从气流中分离出来的一种干式气-固相分离装置，具有结构简单、操作维修方便、对粉尘负荷适应性强、分离效率高等特点。

电除尘是烟气中灰尘尘粒通过高压静电场时，与电极间的正负离子和电子发生碰撞，带上电子和离子的尘粒在电场力的作用下向异性电极运动并积附在异性电极上，使电极上的灰

尘落入收集灰斗中，使通过电除尘器的烟气得到净化，达到保护大气，保护环境的目的。电除尘除尘效率高、阻力损失小、处理烟气量大、能捕集腐蚀性很强的物质、对不同粒径的烟尘有很好的分类富集作用；但是对制造、安装和运行水平要求较高、钢材消耗量大、占地面积大。

借助于水或其他液体与含尘烟气接触，利用液网、液膜或液滴使烟气得到净化的技术称为湿式除尘技术。湿式除尘器的机理是含尘气流通过水或其他液体，利用惯性碰撞、拦截和扩散等，尘粒留在水或其他液体内，而干净气体则通过水或其他液体。湿法除尘流程简单、运行可靠、除尘废水可循环回用。

过滤除尘是利用多孔介质来进行的。当含尘气流通过多孔介质时，粒子黏附在介质上，而与气体分离。在过滤式除尘器中，袋式除尘器的除尘效率最高，捕集粒径范围最大，能适应高温、高湿、高浓度、微细粉尘、吸湿性粉尘、易燃易爆粉尘等不利工况条件。因此，它的应用范围也最为广泛。

在除尘技术中，除尘装置的组合和配置，不仅要考虑除尘器的除尘效率，还要考虑它的处理气体量、压力损失、设备基建投资与运转管理费用、使用寿命和占地面积或占用空间体积等因素。

第二节 专利竞争环境

一、总体专利申请概况

就全球的专利竞争环境而言，颗粒物领域的专利申请主要分布在日本、美国、中国和欧洲，在整体申请量方面，日本独占鳌头，占有全球市场的 27%，远远超出排在第二位的美国、排在第三位的中国。

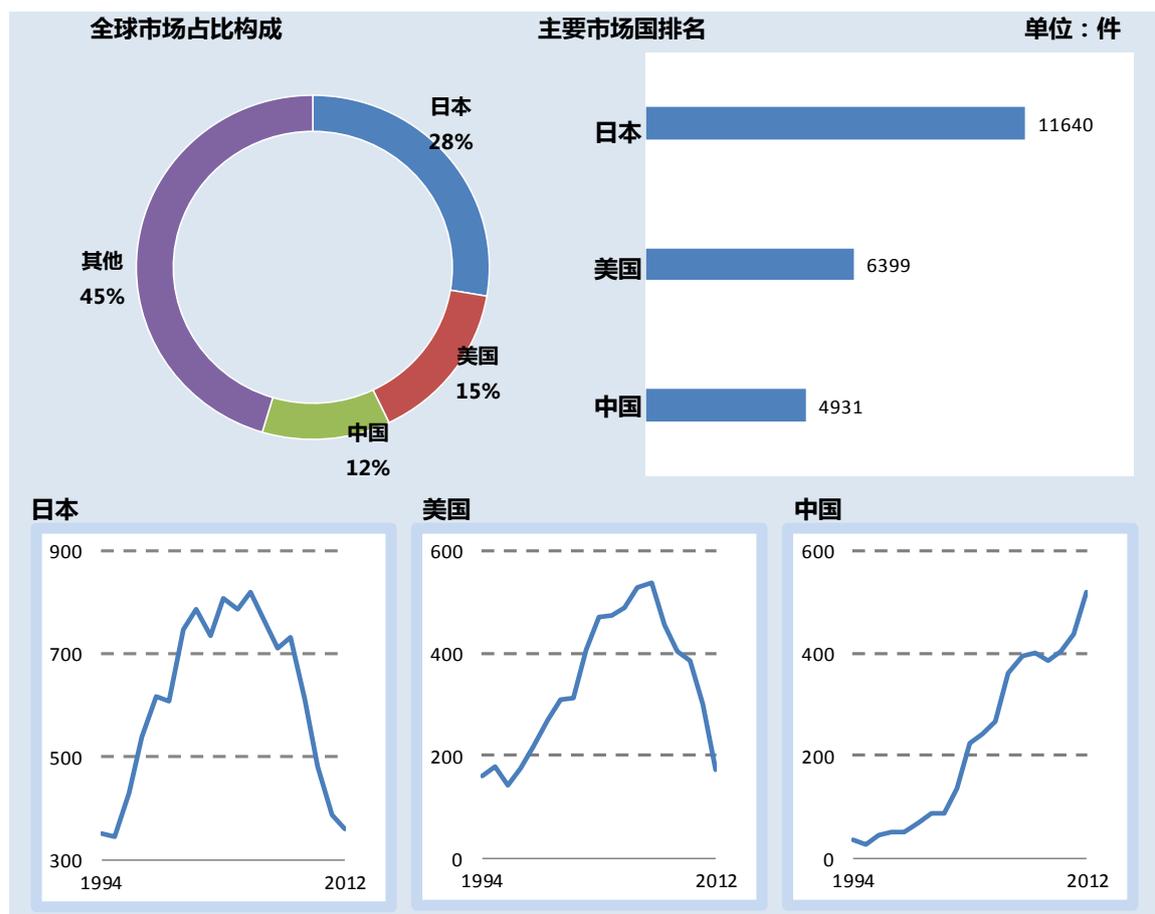


图 2 颗粒物控制全球专利技术市场情况

图 2 颗粒物控制全球专利技术市场情况显示了日、美、中三国 1994-2012 年在颗粒物领域的专利申请年度变化。日本每年均有庞大的申请量，在 2003-2005 年达到了其专利申请的顶峰，随后逐步放缓。美国也经历了同样的增长至顶峰，随后放缓的过程，其在 2006-2007 年达到了其本领域专利申请的顶峰。对于中国而言，颗粒物领域专利申请的步伐并未放缓，截止 2013 年，仍然处于稳步增长的阶段，并且其年申请量在 2013 年增至 649 件，超过了美国、欧洲在其顶峰时的申请量，接近日本的最高申请量。可以说在颗粒物领域，中国的专利技术发展正在快速增长。

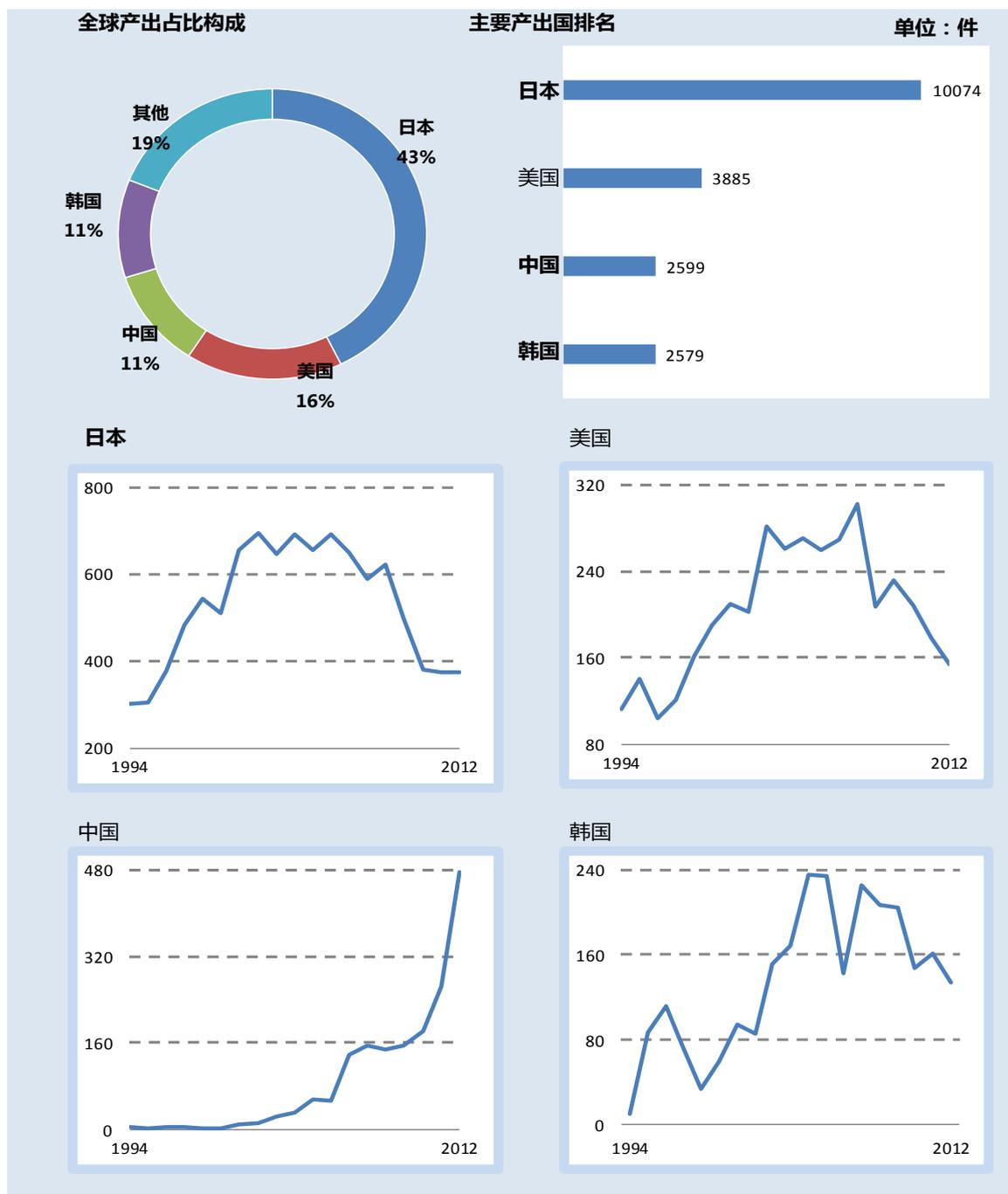


图3 颗粒物控制全球专利技术产出情况

在技术产出方面，排名前四的国家依次是日本、美国、韩国、中国，这四个国家专利产出总量达 80%。与技术的市场占有相比，前两位日本、美国没有发生变化，其后中国、韩国的位次发生了变化。

从技术产出的角度看，日本作为技术产出的第一输出国，其技术产出一直遥遥领先其他各国，每年的专利申请量均在 300 件以上。这与其专利申请的首要位置是一致的。在 2000-2006 年，其专利技术产出达到顶峰，每年的专利申请量均保持 650 件以上。在 2008 年之后，专利申请量有所下滑，但仍然保持了其数量的领先地位。美国的技术产出量从 1997

年开始逐步上升，2002年到2007年申请量基本就在280-300件之间波动，申请量一直保持稳定，随后申请量逐渐降低。中国可以说是颗粒物领域的后起之秀，在2006年，迎来了该领域发展的第一波迅速发展，在2011年，中国在颗粒物领域的技术产出更是进行了迅速发展时期，其申请量的年增长率保持在50%以上。

二、专利技术分布概括

根据颗粒物大小可分为总悬浮颗粒物（TSP）和可吸入颗粒物（PM10），对其进行治理的净化设备统称为除尘器。

根据颗粒污染物净化机理的不同，可将净化设备分为以下四大类：（1）机械式除尘器。利用质量力（如重力、离心力等）的作用使颗粒物与气流分离并被捕集的装置。包括重力沉降室、惯性除尘器和旋风除尘器等。这类除尘器的特点是结构简单、造价低、维护方便，但除尘效率不高，往往用于要求不高的场合，或作多级除尘系统中的前级预除尘。（2）过滤式除尘器。使含气流通通过织物或多孔的填料层进行过滤分离的装置，包括袋式除尘器和颗粒层除尘器。根据选用的滤料和设计参数不同，袋式除尘器的效率可高达99.9%。（3）湿式除尘器。利用液滴或液膜洗涤含空气流使粉尘与气流分离的装置，包括低能除尘器和高能文氏管除尘器。这类除尘器的特点是主要用水作为除尘介质，除尘效率较高，主要缺点是会产生含尘污水，需要进行处理，以消除二次污染。（4）静电除尘器。利用静电力作为捕尘机理的装置，包括干式静电除尘器和湿式静电除尘器。这类除尘器的特点是除尘效率高，消耗动力少，主要缺点是占地面积大、钢材消耗多、一次性投资高。在实际应用中，每种类型的除尘器根据其本身结构特点的不同，还可以分成若干小类，如袋式除尘器可分为低压喷吹脉冲袋式除尘器、对喷脉冲袋式除尘器等^[8]。

表4 颗粒物领域二级分支申请量分布

二级分支	机械法	静电法	过滤法	湿法
申请量	913	2910	12046	4424
占比	4.5%	14.3%	59.4%	21.8%

由表4可以看出，对于除尘技术的具体分支，过滤除尘占据目前市场的主导地位，申请量为12046件，占比59.4%。湿法除尘、静电除尘、机械除尘位列其后，分别仅有4424件、2910件、913件，三者总结占比40.6%。可见除尘技术的二级分支分化明显，主要以过滤式除尘为主。对于湿法除尘、静电除尘、机械除尘，均面临一定的技术瓶颈，需要突破，从而才有可能在专利申请方面获得进一步的增长。

图4分别显示了过滤除尘、湿法除尘、静电除尘、机械除尘在市场量、产出量方面的分

布。总体而言，在过滤除尘、湿法除尘、静电除尘技术方面，市场量、产出量排名前三的国家/地区均是日本、美国、中国。在机械除尘技术方面，排名前三的国家/地区是美国、中国、日本。对于市场量/产出量的比值，四项技术的前三位均是印度、加拿大和澳大利亚，其可以作为待开发的后期市场。

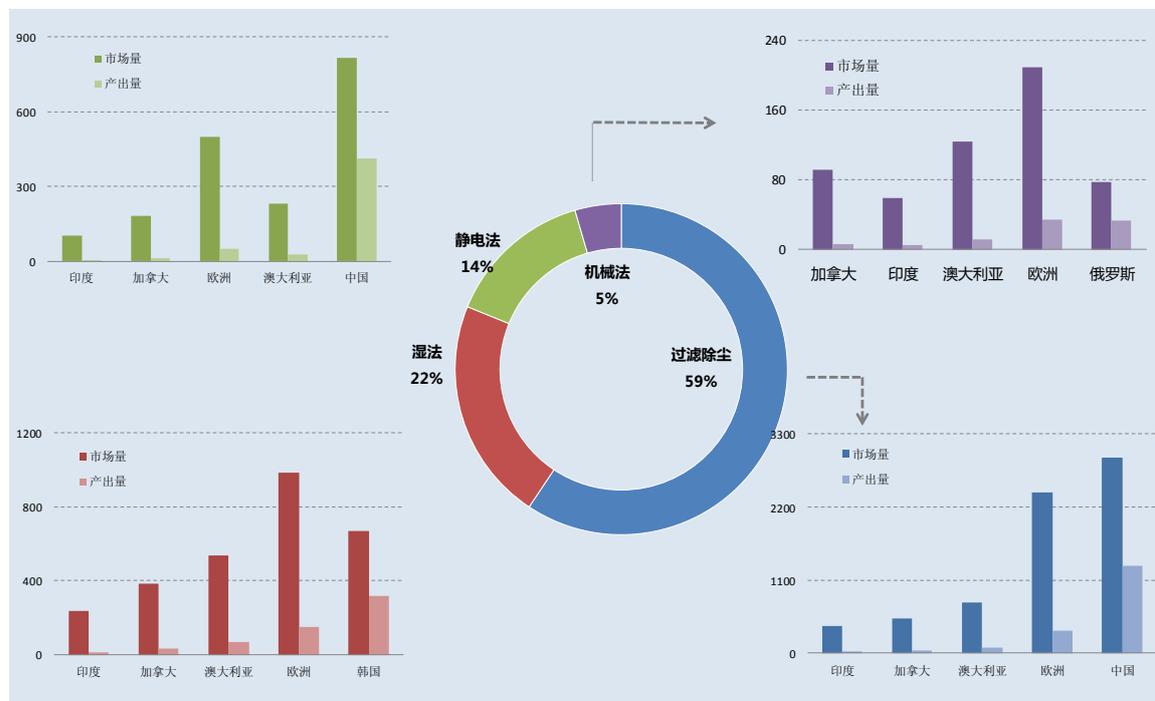


图4 各技术分支各国/地区市场量、产出量

对于澳大利亚的空气质量，澳大利亚联邦政府 28 日发表的一份报告显示，过去 10 年里澳大利亚的空气质量显著下降，这份名为《全国污染物清单》的报告指出，过去十年间，澳大利亚大气中颗粒所包含的有毒成分如铅、砷、氟化物的含量增加了 1.5 倍至 2 倍。报告显示，2012 年至 2013 年，大气中共有 83 万吨可吸入颗粒污染物 PM10，其中 38 万吨来自于煤矿。澳大利亚有国家和各州的空气质量立法。主要空气污染物的空气质量标准大体执行国标 (NEPM)。各州空气质量分级制、报告制则可能有些区别。澳大利亚维州空气质量指数涵盖可吸入颗粒物 (PM10)、二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳和臭氧等五种主要空气污染物，也涵盖能见度降低。二氧化硫等 4 种污染物的指数计算执行澳大利亚国标 (NEPM)。PM10 的 24 小时浓度限值执行国标 ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$)，小时浓度限值执行州标 ($80\mu\text{g}/\text{m}^3$)。能见度降低指数执行州标(SEPP)。

三、专利技术研究热点

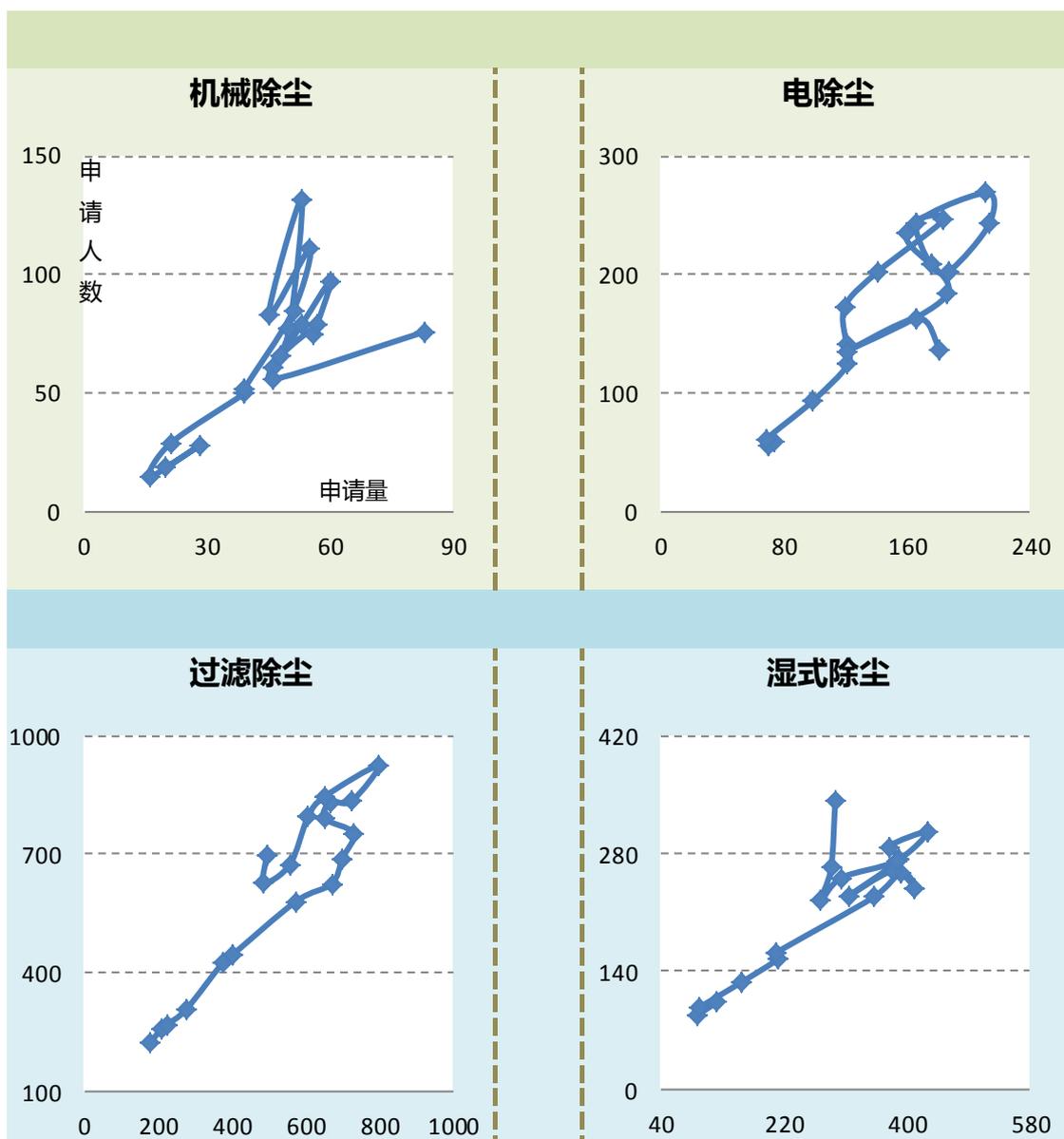


图 5 颗粒物控制领域各分支全球专利技术生命周期

对于颗粒除尘，在全球的专利竞争中，过滤除尘是传统技术，自 1995 年起，过滤除尘技术迅速发展，在 2003-2007 年达到了其技术的高峰期，整个高峰期申请一直保持高申请量，同时申请人也稳定于高位，随后申请量、申请人均有一定数量的下降，这也就是说过滤除尘技术发展成熟，企业的发展已经完成了兼并或者淘汰过程，格局已经稳定。

对于除尘新兴技术，如机械除尘、静电除尘、湿法除尘，其技术发展变化较快，生命周期并无明显规律，这也表明整个技术还处于发展期。从近几年的发展趋势上看，随着新兴技术的发展，申请量随年有所波动，而申请人数却逐渐下降，这表明虽然新兴技术领域处于发展期，但是也将不断涌现出越来越多具备竞争实力的企业，尤其是静电除尘和湿法除尘，技

术进步不断涌现，工艺革新层出不穷，这些新工艺新设备的产业化，将极大促进静电除尘和湿法除尘的发展，进而提高去除颗粒物灰尘的处理效率和能力，其市场前景也是不言而喻的，但目前仅从申请量的角度而言，由于传统的过滤法处理技术成熟且多样化，申请量远远大于新兴除尘处理技术，其仍然占据市场主体地位。但是如果技术没有突破，技术的发展将进入衰退期。当技术老化后，会有不少的企业退出。

通过对近 5 年分类号排名的分析发现，排名靠前的分类号，主要为：B01D53/78、B01D53/86、B01D53/94、B01D53/34、B01D53/48、B01D53/14、B01D53/77、B01D53/52 等，主要是通过不同的方式对废气进行，包括：液相方法尤其是利用气液接触、催化方法、吸收作用等。并且在除尘过程中，对具体化学组成的污染物进行去除也是除尘技术发展的热点，比如发动机废气的催化处理（B01D 53/94）、废气的化学或生物净化（B01D 53/34）、除去硫化物（B01D 53/48）、除去氮氧化物（B01D 53/56）。

对于各技术分支而言，热点研究如下：

对于机械除尘领域，技术热点是 B01D50/00 用于从气体或蒸汽中分离粒子的组合器械、B01D45/12 和 B01D45/16 利用离心力从气体或蒸汽中分离弥散的粒子、B01D53/78 和 B01D53/14 利用液体吸收的方法。

对于静电除尘，技术热点是 B01D50/00 用于从气体或蒸汽中分离粒子的组合器械、B01D53/86 用催化方法净化废气、A61L9/22 用离子化对空气消毒、灭菌或除臭。

对于过滤除尘领域，技术热点是 B01D53/94 通过催化方法处理发动机尾气、B01D50/00 用于从气体或蒸汽中分离粒子的组合器械、F01N3/023 用于过滤器再生。

对于湿式除尘领域，技术热点是 B01D50/00 用于从气体或蒸汽中分离粒子的组合器械、B01D53/78 和 B01D47/06 利用气液接触净化废气、B01D53/86 用催化方法净化废气。

第三节 全球主要竞争者

一、全球主要竞争者专利概况

		专利概况			
		总申请量	授权率	进入国家总数	发明人数量
日本 	丰田	950	56.00%	18	2276
	松下	545	31.00%	16	963
	本田	390	71.00%	24	1693
	大金	268	40.00%	14	521
	夏普	261	32.00%	15	508
	日立	72	50.00%	7	186
韩国 	现代	443	38.00%	7	384
	LG	296	57.00%	14	646
荷兰 	飞利浦	16	43.00%	16	124
美国 	霍尼韦尔	27	18.00%	12	209

表 4 颗粒物控制领域全球主要竞争者概况

除尘技术主要申请人是日本、韩国的企业。申请量排名前十名中日本占据 6 席，包括丰田、松下、本田、大金、夏普和日立，韩国占据 2 席，现代位于第 3 位，LG 位于第 6 位。这些企业在除尘技术方面不仅申请量大，而且进入较多国家，可以说日韩在除尘技术方面占据着前沿领先地位以及霸主位置，其在全球范围内具有绝对的强势和优势。

在这些企业中，日本的丰田、本田、日立，以及韩国的 LG，其不仅申请量大，而且授权率均超过 50%，由此可见这些公司在除尘技术方面具有较强的研发能力，而且重视知识产权，其专利质量很高。

荷兰的飞利浦和美国的霍尼韦尔在除尘技术领域也占有一席之地，但是与日韩企业相比，在除尘技术方面只能说是小巫见大巫。这与日韩、欧美本身的地理位置、大气环境也有一定的关系。日韩经济较欧美而言，发展起步晚，目前正在经历着大气污染治理与环境保护的关键时期。中国的经济也与此类似。

二、全球主要竞争者技术分析

表 5 全球主要竞争者专利技术分析

		①	②	③	④	⑤
日本	丰田	催化处理尾气	机器排气处理	催化处理排气	过滤器再生	催化净化废气
		130	106	247	87	35
	松下	空气通风	过滤分离	加热处理	空气调节装置 ¹⁰	空气消毒灭菌或除臭
		22	53	11		14
	本田	内燃机滤清器	催化处理尾气	内燃机空气输送装置	排气处理装置	车辆其它附件
		43	18	18	15	12
	大金	空气调节通风	空气的消毒灭菌或除臭	用辐照处理空气	过滤分离	静电处理
		26	14	11	22	9
	夏普	应用物理现象净化空气	离子化装置	空气调节通风	放电装置	过滤分离
		146	80	67	49	41
	日立	催化剂	过滤材料	陶瓷制品	特定结构过滤器	过滤分离
	10	9	5	5	4	
韩国	现代	内燃机滤清器	车辆内部空气过滤器	内燃机空气输送装置	车辆内部空气加热冷却通风处理装置	内燃机滤清器
		112	16	26	9	9
	LG	过滤分离	过滤净化	空气调节增湿通风	室内空气调节	静电处理
	157	21	10	8	7	
荷兰	飞利浦	吸尘器的过滤器	用气态物质净化空气	离子化处理空气	过滤材料	离心分离
		1	1	1	1	1
美国	霍尼韦尔	自持式过滤材料	机械分离	有机过滤材料	无机过滤材料	离心分离
		3	3	2	2	2

对颗粒物控制领域的全球主要竞争者的专利信息进行统计，参见表 5 全球主要竞争者专利技术分析，可见大部分的公司或集团将该领域的研究重点放在过滤除尘技术上，并且对于过滤除尘技术的各个工艺环节如过滤器、过滤材料、催化处理等均有所关注。并且对于空气的除尘处理也成为了主要竞争者的技术关注重点，如空气通风、净化空气等。对于新兴技术，如静电除尘，虽然相关技术发展还未成熟，但却显示出部分主要竞争者如大金、LG 均已经开始对新兴技术领域的研发和布局。

在颗粒物控制的主要竞争者中，日本丰田公司对于过滤除尘的催化处理排气、催化处理

尾气关注较高，机器排气处理、过滤器再生技术也在其申请中占有相当的部分，而催化净化废气技术的专利申请量相对很少。对于夏普，其更加重视净化空气的研究，包括应用物理现象、离子化、放电等。其他的日本企业在除尘技术的各个方面均有研究，但并没有非常突出的研究方法，可以说比较均衡地重视相关技术。对于韩国的 LG 和现代，其中过滤除尘方面也表现突出，如现代的滤清器、LG 的过滤分离，在其申请总量中占据了绝对的地位，可见二者对相关技术的重视程度。

三、全球主要竞争者市场分析

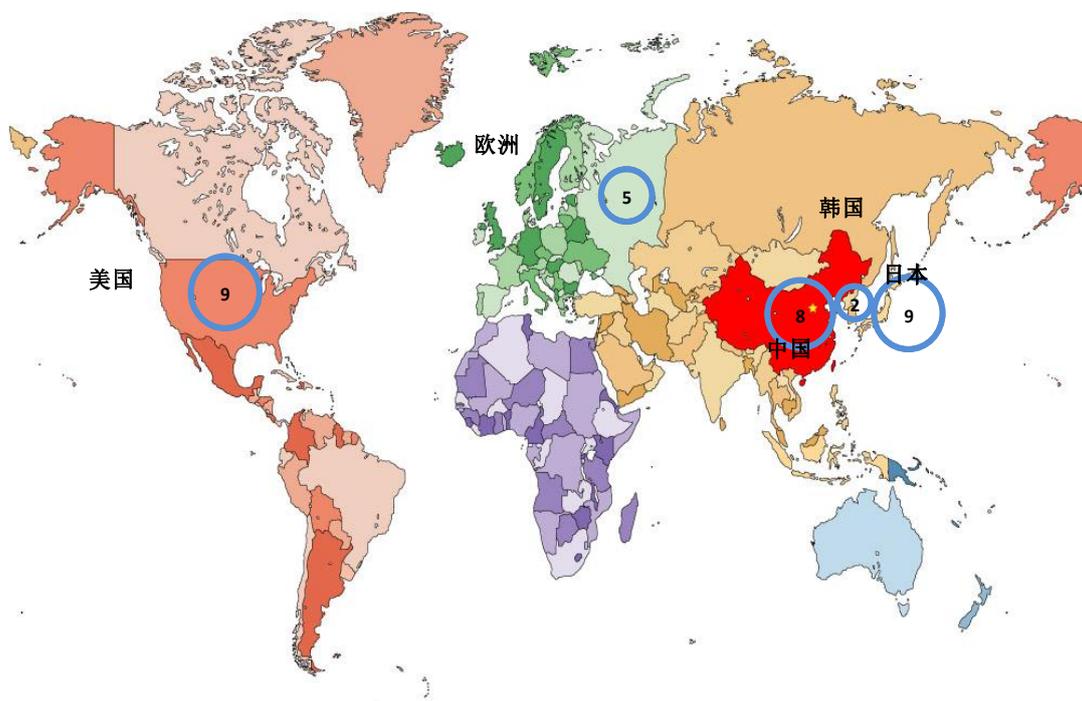


图 6 全球主要竞争者的专利市场分析

对于颗粒物控制，全球主要竞争者的市场布局非常集中，主要位于美国、日本和中国。在全球前十位的主要竞争者，在美国、日本和中国市场进行专利布局的分别是 9 位、9 位和 8 位。美国作为发达国家的代表，对于大气污染防治包括颗粒物的控制均在不断发展，标准不断提升。中国则是发展中国家的代表，迅速发展的工业以及人们生活水平的日益提高，对于大气污染以及颗粒物控制的需求也越来越强烈。日本则是全球前十位主要竞争者的本土国，相应主要竞争者的合理布局也是十分合理的。

由表 5 全球主要竞争者专利信息的市场分布，可见，除本国市场外，在海外专利市场的布局策略上，全球主要竞争者的第一布局是欧洲，其次是美国和中国，第二布局是中国，其次是美国，在第三布局上是美国和日本。这与各地的经济发展、空气污染治理是密不可分的。

在具体技术方面，对于欧洲专利申请，主要是催化处理尾气；对于美国市场，内燃机滤清、催化处理尾气和过滤基本均衡；对于中国市场，内燃机处理、过滤分离占据了首要位置。

表 5 全球主要竞争者专利信息的市场分布

公司	丰田	松下	本田	大金	夏普	日立	现代	LG	飞利浦	霍尼韦尔
本国数量										
技术领域	催化处理尾气	空气通风	内燃机滤清器	空气通风	离子化处理空气	过滤材料	内燃机滤清器	过滤分离	静电效应	惯性分离
数量	916	542	380	268	259	66	442	261	9	24
领域1	催化处理尾气	空气通风	内燃机滤清器	空气通风	离子化处理空气	过滤材料	内燃机滤清器	过滤分离	静电效应	惯性分离
数量	122	22	42	26	119	9	112	156	7	5
领域2	机器排气处理	过滤分离	催化处理尾气	辐照处理空气	离子化装置	催化剂	车辆内部空气过滤	室内空气净化	吸尘器的过滤器	过滤分离
数量	102	53	18	20	80	7	16	11	5	4
领域3	机器排气处理	加热处理	内燃机滤清器	过滤分离	空气的通风	辐照处理空气方法	内燃机空气输送	空气调节装置	离心分离	吸附处理废气
数量	75	11	17	22	66	6	14	10	3	4
海外1申请量										
数量	197	21	115	28	41	21	30	56	14	12
领域1	催化处理尾气	空气调节装置	内燃机滤清器	辐照处理空气方法	离子化处理空气	催化剂	催化处理尾气	过滤分离	过滤分离	过滤材料
数量	77	2	42	8	23	8	18	17	6	4
领域2	机器排气处理	过滤分离	催化处理尾气	催化剂	空气的通风	过滤材料	催化过滤分离	室内空气净化	吸尘器的过滤器	纤维制层絮
数量	54	2	9	3	19	7	13	13	6	4
领域3	机器排气处理	空气的消毒灭菌或	排气处理装置	空气的除臭组合物	离子化装置	过滤分离	催化处理排气	吸尘器的过滤器	离心分离	惯性分离
数量	51	1	9	2	17	7	2	3	3	3
海外2数量										
数量	194	20	90	24	28	19	24	25	11	11
领域1	催化处理尾气	空气的消毒灭菌或	内燃机滤清器	辐照处理空气	离子化处理空气	过滤材料	催化处理尾气	过滤分离	吸尘器的过滤器	过滤材料
数量	62	1	35	6	15	7	16	7	6	7
领域2	机器排气处理	过滤材料	内燃机上滤清器	催化剂	空气的通风	催化剂	催化过滤分离	室内空气净化	用静电效应分离	纤维制层絮
数量	44	1	11	3	10	5	11	4	5	4
领域3	机器排气处理	过滤分离	自行车的其它附件	空气的除臭组合物	离子化装置	过滤分离	催化处理	吸尘器的过滤器	离心分离	呼吸面具或防护帽
数量	44	4	10	2	10	5	10	2	3	2
海外3数量										
数量	166	15	68	18	26	19	19	17	9	5
领域1	催化处理尾气	空气的消毒灭菌或	催化处理尾气	辐照处理空气	离子化处理空气	过滤材料	催化处理尾气	过滤材料	用静电效应分离	过滤材料
数量	44	1	10	6	14	8	13	5	7	7
领域2	机器排气处理	过滤材料	内燃机滤清器	空气的除臭组合物	空气的通风	过滤分离	机器排气处理	过滤分离	吸尘器的过滤器	纤维制层絮
数量	24	1	10	2	8	5	9	3	5	4
领域3	机器排气处理	离心分离	排气处理装置	催化剂	离子化装置	催化剂	催化处理	吸尘器的过滤器	离心分离	固体吸附剂
数量	23	1	7	2	8	5	9	1	3	2

第三章 颗粒物的控制中国专利竞争情报分析

第一节 总体竞争环境

随着大气污染防治工作的推进，我国大气环境质量逐步改善，但是可吸入颗粒物仍然是影响多数城市空气质量的首要污染物。而且随着城市化、工业化进程的加快，细颗粒物污染日益突出，严重影响区域大气能见度和公众健康。全面加强颗粒物污染防治已成为我国“十二五”期间大气污染防治的主要任务^[9]。

一、政治环境

我国自上世纪 70 年代开始，将消烟除尘作为环境保护的重点工作，对工业和生活排放的烟尘和工业粉尘制定相应的控制措施，尤其是工业行业烟粉尘排放取得初步成效。但颗粒物来源和构成非常复杂，目前单纯控制烟尘和工业粉尘排放不能解决颗粒物污染问题，且电力、工业锅炉及工业窑炉的烟粉尘排放控制水平已经不能满足环境管理需求。

2013 年 8 月 30 日，国家环境保护部发布了国内首个《大气颗粒物来源解析技术指南（试行）》。这一指南的发布意味着对当前的灰霾天气防治工作，尤其是对多个城市之间联防联控控大气污染，提供了重要直接的技术支撑。

2013 年 9 月 12 日，国务院发布《大气污染防治行动计划》，这是我国发布的第二个大气污染防治专项规划，也即众口相传的大气“国十条”。《行动计划》提出的新目标为：到 2017 年全国地级及以上城市可吸入颗粒物浓度比 2012 年下降 10% 以上，优良天数逐年提高；京津冀、长三角、珠三角等区域细颗粒物浓度分别下降 25%、20%、15% 左右，其中北京市细颗粒物年均浓度控制在 60 微克/立方米左右，新规划的起止时间为 2013-2017 年。

二、经济环境

2013 年以来，我国中东部地区反复出现雾霾，大气污染十分严重，给工业生产、交通运输和群众的健康带来了较大的影响。尤其是在京津冀、长三角、珠三角出现的频次和程度最为严重。日前，中央财政已安排 50 亿元资金，全部用于京津冀及周边地区大气污染防治工作，具体包括京津冀晋鲁和内蒙古六个省份，并重点向治理任务重的河北省倾斜。

2013 年 9 月 17 日，财政部、科技部、工信部、国家发改委发布《关于继续开展新能源汽车推广应用工作的通知》（以下简称《通知》），明确 2013~2015 年的新能源汽车补贴政策。根据《通知》，2013~2015 年，特大型城市或重点区域新能源汽车累计推广量不低于

10 000 辆，其他城市或区域累计推广量不低于 5000 辆。推广应用的车辆中外地品牌数量不得低于 30%。新增或更新的公交、公务、物流、环卫车辆中新能源汽车比例不低于 30%。

三、技术环境

我国颗粒物来源和构成非常复杂，不仅包括电力、工业锅炉及工业窑炉的烟粉尘，还有城市扬尘、移动源颗粒物等。对于电力行业烟尘，随着《火电厂大气污染物排放标准》的逐步加严，火电厂除尘设备由上世纪 70 年代初的低效水膜除尘器和机械除尘器逐步升级改造为高效静电除尘器，火电厂除尘技术水平不断提升。为改善区域环境质量，国务院办公厅转发《关于开展区域大气污染联防联控改善环境质量的指导意见》（国发〔33〕号）中明确要求，所有火电、工业锅炉需要采用袋式除尘等高效除尘技术。

对于工业锅炉烟尘，我国的烟尘控制水平相当滞后。目前我国工业锅炉的主流除尘设备是旋风除尘器，小于 10t/h 的锅炉基本上配置了单管或多管旋风除尘器，大于 10t/h 的部分锅炉配置了多筒、多管旋风除尘器或者湿式除尘器，但是这些除尘设备除尘效率较低，难以满足日趋严格的污染控制要求。

当前我国正处于城市基础设施建设的高峰期，建筑、拆迁、道路施工及堆料、运输遗撒等施工过程产生的建筑尘和道路扬尘，以及城市周围生态环境的恶化，导致城市扬尘污染呈现进一步加重趋势。

机动车不仅是一次颗粒物的主要来源，也是二次细粒子主要前体物的重要贡献者。根据全国第一次污染源普查结果，截止到 2009 年底，全国机动车保有量接近 1.4 亿辆，颗粒物排放量为 56.1 万吨，加强机动车颗粒物排放以及氮氧化物、碳氢化合物的综合控制，已成为我国大气颗粒物污染防治的重要任务。

第二节 专利竞争环境

一、国内专利市场概况

根据中国专利申请的检索及统计结果，就中国的专利竞争环境而言，我国在颗粒物领域专利申请量一直处于增长阶段，相关技术的市场参与者除中国自身外，主要包括日本、美国、中国台湾、韩国。除了前 5 名外，其他国家和地区的申请量均不大，只有几十件。

对于我国市场来说本国申请量占据主导地位，国外申请虽然存在一定数量，但并未对我国专利布局造成影响。无论是专利制度还是领域内的发展均起步较晚，从整体技术环境来看，整体技术水平明显落后于日、美、韩等国家和地区。虽然国外专利布局在我国并不明显，但是专利审查过程中是相对于全球公开的技术作为对比，使得一些没有在国内申请，但是已经在国外公开的技术，成为我国专利申请的阻碍，研发者在研发时不应局限于国内公开的技术，更加应该把眼界开阔，去关注世界范围内的现有技术，有的放矢的进行研发以及专利申请工作，对于已有技术进行了解减少重复开发。

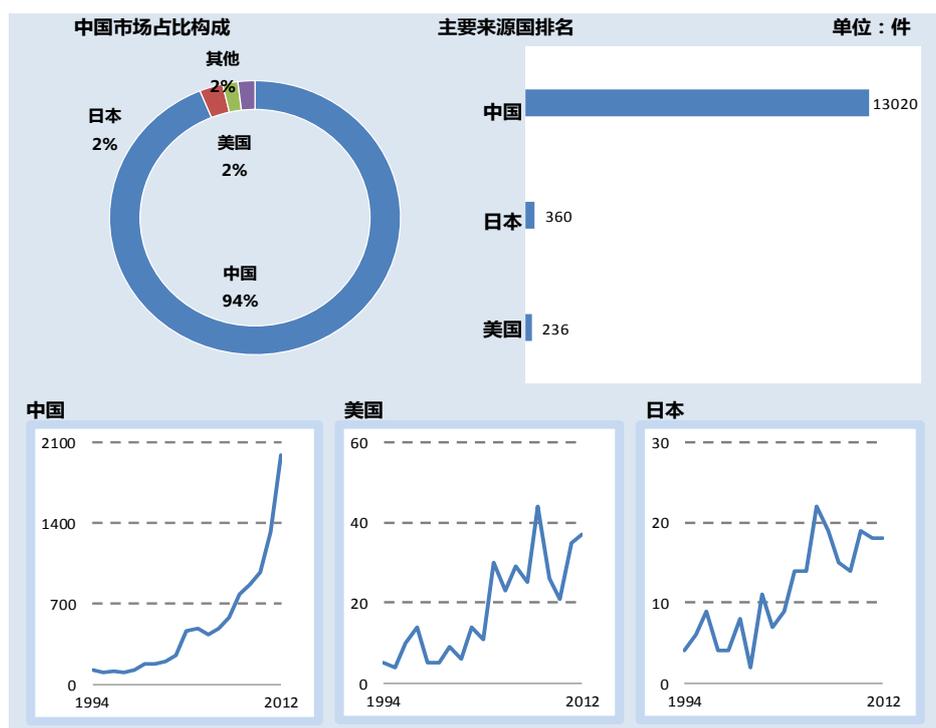


图 7 颗粒物控制领域国内专利技术市场情况

二、国内专利情况分布

就国内各省市的专利竞争环境而言，颗粒物领域的专利申请主要分布在东南沿海各省，包括江苏、广东、浙江，以及北京，上述四省市颗粒物领域专利申请比例占国内总申请量的

将近一半，对于中西部内陆地区，比如山西、重庆等地，颗粒物领域研究薄弱。

首先，沿海各省以及北京是我国经济发展较高的地区，这对于其投入一定的资金进行颗粒物领域的除尘技术研究具备一定的优势。再者，随着上述地区经济的快速增长，不断增长的能源消耗和机动车辆加重了其大气环境的负担，城市空气污染特别是颗粒物去除已经作为一个主要的环境问题正迅速地凸现出来。中国气象局国家气候中心监测数据显示，2011年9月1日至12月20日，我国中东部地区共发生了12次较大范围的雾霾天气，不仅持续时间长，而且影响范围广，研究表明空气颗粒物是造成空气污染和雾霾天气的主要原因^[10]。

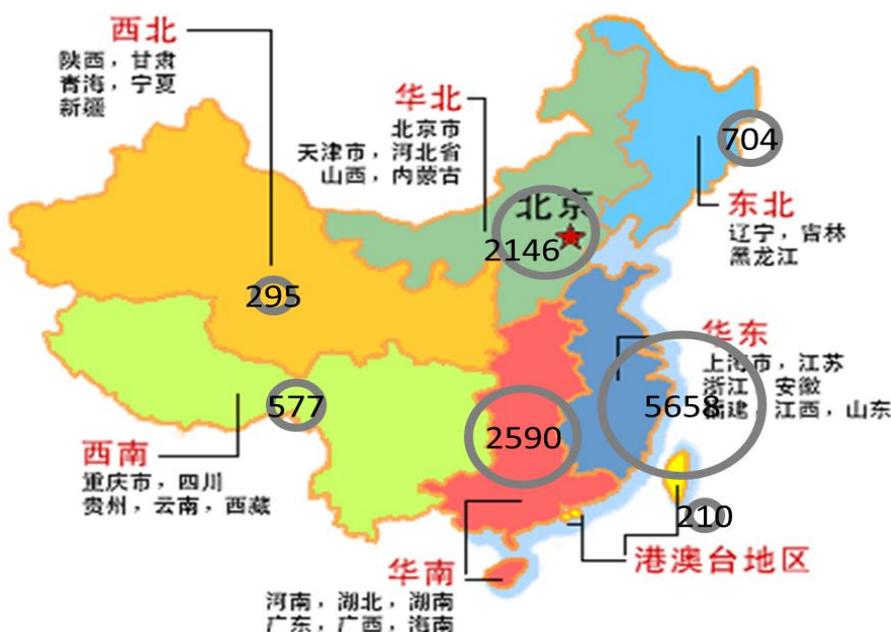


图8 颗粒物控制领域国内专利分布情况

《江苏省大气颗粒物污染防治管理办法》（以下简称《办法》）已正式出台，于2013年8月1日起实施，这是江苏省首部大气颗粒物污染防治的地方性法律。《办法》作为控制大气颗粒物污染的指导性文件，旨在从源头减少直接排放的固态颗粒物，保护人体健康，改善空气清洁度，提高大气能见度；明确颗粒物污染防治工作涉及的相关部门职责，建立部门联动机制，实现相关管理权和治污监管责任的统一。如为有效抑制扬尘污染，首次明确了工程建设单位承担施工扬尘的污染防治责任。为了控制机动车排气污染，确定了机动车区域限行制度，并禁止排放黑烟等可视污染物的机动车在城市道路行驶。要求向大气排放烟尘、粉尘的工业企业，将无组织排放转变为有组织达标排放。

广东省人民政府关于印发广东省大气污染防治行动方案（2014—2017年）的通知，到2017年，力争珠三角区域细颗粒物年均浓度在全国重点控制区域率先达标，全省空气质量

明显好转，重污染天气较大幅度减少，优良天数逐年提高，全省可吸入颗粒物年均浓度比 2012 年下降 10%，珠三角地区各城市二氧化硫、二氧化氮和可吸入颗粒物年均浓度达标；珠三角区域细颗粒物年均浓度比 2012 年下降 15%左右，臭氧污染形势有所改善；与 2012 年细颗粒物年均浓度相比，广州、佛山（含顺德区）、东莞市下降 20%，深圳、中山、江门、肇庆市下降 15%；珠海、惠州市细颗粒物年均浓度不超过 35 微克/立方米；珠三角地区以外的城市环境空气质量达到国家标准要求，可吸入颗粒物年均浓度不超过 60 微克/立方米、细颗粒物年均浓度不超过 35 微克/立方米。

浙江省人民政府关于印发浙江省大气污染防治行动计划（2013—2017 年）的通知，以能源和产业结构调整、机动车排气污染防治、工业废气污染整治、城乡废气治理等为突破口，坚持源头治理、综合防治，倡导绿色低碳生产生活方式，建立政府统领、企业施治、市场驱动、公众参与的大气污染防治新机制。通过五年时间的努力，全省环境空气质量明显改善，重污染天气大幅减少；到 2017 年，全省细颗粒物（PM2.5）浓度在 2012 年基础上下降 20% 以上。

北京市 2013-2017 年清洁空气行动计划，经过五年努力，全市空气质量明显改善，重污染天数较大幅度减少。到 2017 年，全市空气中的细颗粒物年均浓度比 2012 年下降 25% 以上，控制在 60 微克/立方米左右。其中：

——怀柔区、密云县、延庆县空气中的细颗粒物年均浓度下降 25% 以上，控制在 50 微克/立方米左右；

——顺义区、昌平区、平谷区空气中的细颗粒物年均浓度下降 25% 以上，控制在 55 微克/立方米左右；

——东城区、西城区、朝阳区、海淀区、丰台区、石景山区空气中的细颗粒物年均浓度下降 30% 以上，控制在 60 微克/立方米左右；

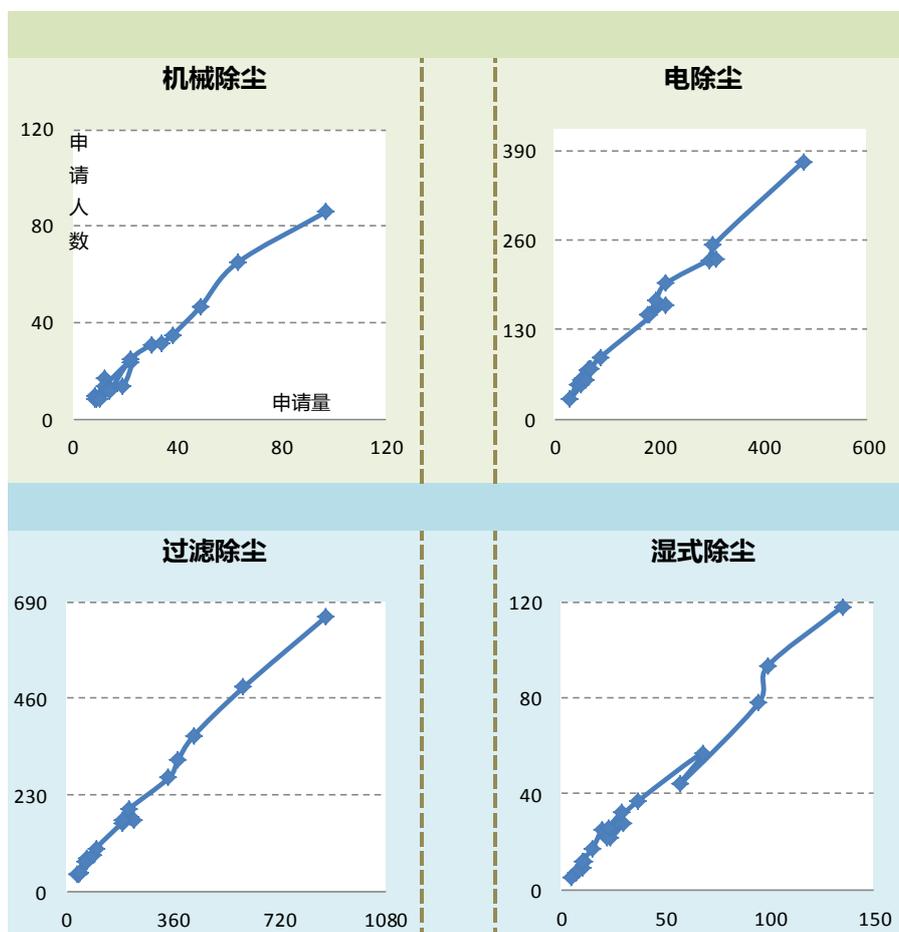
——门头沟区、房山区、通州区、大兴区和北京经济技术开发区空气中的细颗粒物年均浓度下降 30% 以上，控制在 65 微克/立方米左右。

2013 北京能源论坛召开，对于北京的空气治理，北京市发改委副主任刘印春阐述了政府的治理目标和举措。北京市下一步会继续减少煤的使用，全面关停现在的燃煤机组，集中推进采暖锅炉的清洁改造。与此同时，北京时还在调整能源结构，加大散煤治理，对现有 400 多万吨散煤进行分类处理；对核心区、平房区的散煤实现煤改电，目前北京已经完成 23 万户煤改电，还剩两三万户正在改造中。对城乡结合部采取通过城市化改造，拆除违规建筑等方式共同推进能源结构调整。北京市还会推进用优质无烟煤替代现有煤炭，每更换一吨，

市政府会给予 200 元补助。在农村地区，不仅要推进煤改电、煤改气试点，同样会推动优质煤使用。刘印春透露，北京市近期会发布一个文件，出台一系列优惠政策，如对大型锅炉改造方面的投资，政府可补助近一半资金，对改进热泵系统的工作也会有投资支持，还会加快一些区域性能源中心的建设。北京市计划，到 2017 年天然气的消费比重从现在的 14% 上升到 35%，届时电在能源体系中的比重降至 30%，燃气从而成为能源消费结构中的第一大能源。

三、国内专利技术周期

图 9 颗粒物控制领域各分支国内专利技术生命周期



对于颗粒除尘，在我国的专利竞争中，过滤除尘、静电除尘、湿式除尘、机械除尘均处于快速发展时期。但过滤除尘作为传统技术，申请量明显占据首位，整个申请一直保持高申请量，同时申请人也稳定于高位。

对于除尘新兴技术，如机械除尘、静电除尘、湿法除尘，其技术发展变化较快，湿式除尘和静电除尘的生命周期虽然略有波动，但整体而言也是出于稳步快速发展期。从近几年的发展趋势上看，随着新兴技术的发展，申请量随年有所波动，而申请人有时会有波动，这

表明虽然新兴技术领域处于发展期，但是也将不断涌现出越来越多具备竞争实力的企业，尤其是静电除尘和湿法除尘，技术进步不断涌现，工艺革新层出不穷，这些新工艺新设备的产业化，将极大促进静电除尘和湿法除尘的发展，进而提高去除颗粒物灰尘的处理效率和能力，其市场前景也是不言而喻的，但目前仅从申请量的角度而言，由于传统的过滤法处理技术成熟且多样化，申请量远远大于新兴除尘处理技术，其仍然占据市场主体地位。但是如果技术没有突破，技术的发展将进入衰退期。当技术老化后，会有不少的企业退出。

第三节 主要竞争者

一、国内主要申请人概括

除尘技术主要申请人是日本、韩国的企业。申请量排名前十名中日本占据 6 席，包括丰田、松下、本田、大金、夏普和日立，韩国占据 2 席，现代位于第 3 位，LG 位于第 6 位。这些企业在除尘技术方面不仅申请量大，而且进入较多国家，可以说日韩在除尘技术方面占据着前沿领先地位以及霸主位置。考虑到地理位置的临近以及我国对于颗粒物控制技术的强烈需求，日韩企业在我国市场上已经有了明显的布局。

表 6 国内主要申请人专利概况

	专利概况		
	总申请量	授权率	发明人数量
格力	61	0.82	68
亚都	22	82.00%	5
美的	24	0.75	45
海尔	71	41.00%	66
清华	60	0.7	117
浙大	73	44.00%	120

对于我国国内的主要申请人，其申请量与日韩企业相比并没有优势，但也有所发展。我国主要的申请人是浙江大学、海尔、格力和清华大学，可见是企业以及高校并存。对于高校，浙江大学、清华大学，凭借其强大的发明人团队，在专利申请数量上明显占优。对于海尔、格力，其发明人数量虽然略逊一筹，但专利申请的质量并不差，尤其是格力，其专利授权高达 82%。

在我国的主要申请人中，亚都具有明显的特点，就是发明人集中，专利申请质量高。这说明亚都在于颗粒物控制方面的某一领域具有很强的领先优势，其研发团队不容小觑。

二、国内申请技术信息

对于国内申请人的专利申请的专利技术，具体可见表 7 国内主要申请人的专利技术信息。整体而言，虽然我国主要申请人的专利申请数量并不高，但其对于颗粒物控制的各个领域却均有涉及，包括静电除尘、空气调节、催化净化废气、过滤分离等。对于清华大学而言，其技术领域主要是气体的处理，包括颗粒物的物理方法分离，包括过滤分离。对于浙江大学，其技术领域则主要是液体分离或者气液净化。

对于国内主要竞争者的各个企业，如格力、海尔、亚都和美的，相应技术领域均是在于空气的净化处理。格力，公司名称为珠海格力电器股份有限公司，自 1991 年成立起一直致

力于空调业务。海尔成立于 1984 年，作为家用电器制造商，海尔在冰箱、空调、小家电等 17 种家用电器方面均有研发，与颗粒物控制相关的主要是空调业务。亚都，即北京亚都科技股份有限公司，成立于 1987 年，在空气品质领域起步早、规模大，在室内环保产业领域处于领先地位，其空气净化器、加湿器、除尘器等均有研发应用。美的创业于 1968 年，1980 年进入家电业，主要家电产品包括空调（家用空调、商用空调、大型中央空调）、空气清新机、灶具、消毒柜等。在颗粒物控制方法，格力、海尔、美的与之相关的技术产品主要是空调，但三者的技术侧重各有不同，格力重在静电分离领域；美的重在物理方法分离，特别是与过滤分离相关技术领域，海尔则侧重在空气调节。对于亚都，与格力、海尔、美的不同，其主要技术领域是室内空气的净化处理，这与其主营业务空气净化器密切相关，并且亚都的专利申请授权率高达 80%，可见在该领域，亚都具有较好的创新团队。

表 7 国内主要申请人的专利技术信息

竞争者	①		②		③					
	领域	数量	领域	数量	领域	数量	领域	数量	领域	数量
格力	用静电效应分离	38	空气调节的室内装置	24	过滤器的配置或安装	14	控制或安全装置的配置或安	9	用静电效应分离	7
亚都	空气净化处理	11	过滤分离	6	车辆内部空气过滤	3	用辐照净化空气	2	利用液体分离	2
美的	物理方法分离	9	过滤器的配置或安装	6	空气净化处理	5	过滤分离	5	空气调节的室内装置	4
海尔	空气调节通用部件	14	室内空气调节通用装置	10	空气调节的室内装置	8	空气增湿	4	制冷装置的一般结构特征	3
浙大	组合器械	7	利用液体分离	6	利用气液接触净化废气	6	气体的净化处理	5	催化净化废气	5
清华	物理方法分离	24	催化净化废气	11	组合器械	10	气体的净化处理	8	离子分离器	5
浙大	组合器械	7	利用液体分离	6	利用气液接触净化废气	6	气体的净化处理	5	催化净化废气	5

第四章 颗粒物的控制领域竞争启示及产业发展建议

第一节 技术启示及建议

一、积极学习日韩领先技术

从全球竞争者数据可以看出，排名前十的基本都是日韩大型企业。这些企业在颗粒物除尘领域拥有绝对的霸主地位，其专利申请量以及授权量远远领先其他国家和地区的专利申请量和授权量。依据其各自的知识产权战略，这些企业在颗粒物除尘领域拥有大量的基础专利技术以及核心专利，并且不断进行技术创新。依据其强大的经济以及科技实力，不断向全球各地进行专利技术输出，扩张和占据市场。

虽然我国在颗粒物除尘领域的专利申请总量不足，但 2003 年之后，我国在颗粒物除尘领域的专利申请开始进行快速增长期。为了进一步提升企业竞争力，国内企业或公司在引进国外先进技术的同时，还应当借鉴国外企业发展经验，加大对技术创新的投入力度，大力培养创新型研发人才，储备相关技术，克服技术障碍，寻找空白技术点，在专利申请上保持数量的同时增加专利申请的技术含量，为实施开拓性知识产权战略储备。

二、把握复合除尘整体趋势

除尘技术分为机械式除尘技术、电除尘技术、湿式除尘技术和过滤除尘技术。然而。随着工业的不断发展，排放的颗粒污染物的数量越来越多，大气中粉尘的浓度也越来越大，粉尘对人们的生活环境和人体健康的危害也越来越大。对除尘设备的性能及可靠性提出了更高的要求。在实际的除尘过程中，并不是单一的一种除尘技术就能够完成除尘效果，这就需要将各种除尘技术结合起来，开发出复合式除尘器。

目前，粉尘引起的环境问题也越来越受到人们的重视。我国的除尘技术，在我国日益加重的大气颗粒物污染形势下，发展迅速，有以下几种发展趋势：（1）除尘设备趋向高效率化；（2）逐步发展处理大烟气量的设备；（3）着重研究提高现有高效除尘器的性能；（4）发展新型的除尘设备；（5）发展家用小型除尘器。

发达国家在除尘理论和技术上的研究趋向于 3 个方面：（1）对传统高效除尘技术进行更深更系统的研究，如静电除尘；（2）为了适应更高的环保要求，追求高效率、高品质除尘，而注重各类除尘机理和技术的结合；（3）强调除尘脱硫一体化。同时国外对电除尘理论方面研究也比较重视。

整体而言，在除尘技术中，除尘装置的组合和配置，不仅要考虑除尘器的除尘效率，还要考虑它的处理气体量、压力损失、设备基建投资与运转管理费用、使用寿命和占地面积或占用空间体积等因素；复合式除尘技术是除尘技术的未来发展趋势。而据市场而言，高效的家用小型除尘器将越来越受到欢迎。比如对于颗粒物的控制器，其发展大致经历了 3 个时期：以过滤除尘和吸附等物理性能设计的第一代净化器，增加了静电除尘、离子发生器、臭氧发生器等功能的第二代净化器和采用高效催化技术的第三代净化器；高效小型化已经成了衡量第三代净化器的关键参数。

第二节 市场启示及建议

一、重视本土市场

2011 年我国共发布环境保护标准多达 60 余项，同时出台了《国家环境保护“十二五”规划》（下称“规划”）。在防治污染包括颗粒物除尘方面，技术水平升级以及产业结构调整已经成为必然。“规划”确定 7 项环境监测指标，并进一步明确了“十二五”期间我国环保行业的发展方向。在“规划”中，强度要深化颗粒物污染控制。包括加强工业烟粉尘控制，推进燃煤电厂、水泥厂除尘设施改造，钢铁行业现役烧结（球团）设备要全部采用高效除尘器，加强工艺过程除尘设施建设。20 蒸吨（含）以上的燃煤锅炉要安装高效除尘器，鼓励其他中小型燃煤工业锅炉使用低灰分煤或清洁能源。加强施工工地、渣土运输及道路等扬尘控制。我们预计，大气污染治理包括颗粒物去除将成为环保工作的重中之重。

对于颗粒除尘器，同一种类型的除尘器对于不同特点的污染源，在设计、运行、管理上均会存在较大的差别。通常情况下，除尘技术的净化效果是比较稳定的。不同类型净化设备有其自身的特点和特殊的适用性。净化设备类型的选取最重要的参考标准是总除尘效率和分级除尘效率。通常对于同一种除尘设备，效率越高，相应的一次性投资也越高。

表 6 除尘器性能比较表

除尘器	净化程度	最小捕集粒径 μm	总效率 $\%$	分级效率 $\eta_{10} \%$	
旋风除尘器	重力沉降室	粗净化	50~ 100	< 50.0	-
	惯性除尘器	粗净化	20~ 50	50.0~ 70.0	-
	中效旋风除尘器	粗、中净化	20~ 40	60.0~ 85.0	-
	高效旋风除尘器	中净化	5~ 10	80.0~ 90.0	单筒 55~ 70 多管 70~ 80
湿式除尘器	水浴除尘器	粗净化	3~ 5	85.0~ 95.0	-
	立式旋风水膜除尘器	粗、中净化	1~ 2	90.0~ 98.0	65~ 80
	卧式旋风水膜除尘器	粗、中净化	1~ 2	90.0~ 99.0	65~ 80
	泡沫除尘器	粗、中净化	2	80.0~ 95.0	-
	冲击除尘器	粗、中净化	0.5~ 1.0	95.0~ 98.0	85~ 90
	文丘里除尘器	细净化	0.1~ 0.3	90.0~ 99.5	93~ 96
电除尘器	袋式除尘器	细净化	< 0.1	98.0~ 99.9	95.0~ 99.5
	湿式电除尘器	细净化	< 0.1	90.0~ 99.8	95~ 99
	干式电除尘器	细净化	< 0.1	90.0~ 99.8	95~ 99

对国内本土市场而言，我国地区经济发展差异显著，对于颗粒物控制标准不同，结合各地具体政策，合理选择相应效率的除尘器，发展相应的技术是其关键。沿海各省以及北京是我国经济发展较高的地区，这对于其投入一定的资金进行颗粒物领域的除尘技术研究具备一定的优势，同时沿海各省如江苏、广东等均对颗粒物控制提出了明确的规划发展。在沿海各省应侧重于高效除尘器的发展与研究。文丘里除尘器、袋式除尘器和静电除尘器属于高效除尘器，3 者对于 TSP 和 PM10 的去除效率相近。从基建投资角度来看，静电除尘器造价最高，袋式除尘器次之，而文丘里除尘器最低；从运行费用来看，文丘里除尘器和袋式除尘器的运

行费用较高，静电除尘器较低。对于中西部地区，一方面要考虑欠发达地区工业发展的需要，还要综合考虑我国目前颗粒物的控制现状和趋势，可以合理考虑低、中效除尘器，低、中效的机械式除尘和湿式除尘，基建投资和运行费用较低。低效除尘器，特别是旋风除尘器亦可作为多级除尘系统中的第 1 级除尘装置。中效除尘设备中湿式除尘器的治理成本比旋风除尘器略高。

二、考虑地区差异

大气颗粒物指除气体之外的所有包含在大气中的物质，包括所有各种各样的固体或液体气溶胶。一个地区的颗粒物浓度和成分与当地的发展程度，地理位置和绿化率等因素有密切关系，例如，中国吉林市的主要成分是扬尘、土壤风沙尘和建筑尘；青岛市空气颗粒物的主要成分有土壤扬尘和燃煤飞灰、硫酸钙和其他硫酸盐类的二次颗粒物、有机物质颗粒物、盐类。

不同粒径的颗粒物在空气中的停留时间和传输距离不同。粒径越小的颗粒物，在空气中停留的时间越长，传输和影响的范围越广，例如细颗粒物可在空气中停留几天到几十天，传输的距离有几百到几千公里。中国气象局国家气候中心监测数据显示，2011 年 9 月 1 日至 12 月 20 日，我国中东部地区共发生了 12 次较大范围的雾霾天气，不仅持续时间长，而且影响范围广，研究表明空气颗粒物是造成空气污染和雾霾天气的主要原因。

由于地区差异，所使用的除尘技术必然要有所区别，同时又要考虑到颗粒物特别是细小颗粒物的流动性，我国越来越广泛的地区受到了雾霾天气的影响。细小粒子在大气中飘浮的范围从几公里到几十公里，甚至上千公里，通过水平或垂直输送至远处，造成了越来越严重的区域性污染。因此，在颗粒物的控制颗粒物去除方面，三代技术可以说应根据地区各有侧重。第一代颗粒物的控制以过滤除尘和吸附等物理性能设计为主，对于扬尘、风沙尘等大颗粒的去除具有高效、低成本的特点。第二代颗粒物的控制设备增加了静电除尘、离子发生器、臭氧发生器等功能，第三代颗粒物的控制器采用高效催化技术。第二代、第三代颗粒物的控制器更加注重细小颗粒的去除效率以及同时具备的消毒能力，更适用于雾霾污染严重的地区和城市。合理注重城市差异，智慧性统一全国市场，是颗粒物控制短期经济目标和持续发展长期目标的协调关键所在。

第三节 专利布局启示及建议

一、紧跟技术发展新趋势

随着现代工业的发展，排放到大气中的粉尘的量越来越多，除尘技术也在不断地发展。发达国家在除尘理论和技术上的研究趋向于 3 个方面：（1）对传统高效除尘技术进行更深更系统的研究，如静电除尘；（2）为了适应更高的环保要求，追求高效率、高品质除尘，而注重各类除尘机理和技术的结合；（3）强调除尘脱硫一体化。同时国外对电除尘理论方面研究也比较重视。

对于我国企业，在发展自身基础技术的同时也应紧跟发达国家除尘技术的发展趋势，加强相关研究，可以通过校企联合、与发达国家龙头企业合作等方式不断创新、提升技术能力，改进除尘技术、提高除尘效果，为下一步的市场拓展奠定基础。

二、提升研究找到新突破

我国在颗粒物的控制技术方面的研究起步较晚，而许多发达国家的研究机构和公司已经申请了很多和核心技术相关的专利。只有全面了解这一技术的发展历程和研究热点，寻找到发达国家研究机构和公司技术的薄弱点，不断突破技术，才能使我国的相关研究机构和企业获得技术性竞争优势，为企业的创新创业带来活力。

国外的公司在颗粒物的控制领域研发能力较强，特别是日本和韩国的公司。颗粒物的控制涉及的主要技术领域包括颗粒物的过滤和静电分离，部分还涉及到过滤材料和催化材料。

我国目前非常重视空气污染的治理特别是颗粒物的控制，在大力发展工业的情况下，对环境造成的影响也不容忽视，经济发展的重点放在加快促进经济增长方式的转型。在除尘技术中，除尘装置的组合和配置、复合除尘技术尚处于发展初期，也是目前颗粒物控制的薄弱环节，我国企业可以在该方面加强研究与布局。

参考文献

- [1] 尹洧. 大气颗粒物及其组成研究进展[J]. 现代仪器, 第 18 卷第 2 期, 2012 年, 第 1-5 页
- [2] 张秀清. 空气中颗粒物的危害及其防治[J]. 山西气象, 第 3 期, 2007 年 9 月, 第 27-28 页
- [3] 胡敏 等. 我国大气颗粒物来源及特征分析[J]. 环境与可持续发展, 2011 年第 5 期, 第 15-19 页
- [4] 尹盛鑫 等. 欧洲大气颗粒物污染治理[J]. 全球科技经济瞭望, 第 28 卷第 9 期, 2013 年 9 月, 第 23-28 页
- [5] 汪旭颖 等. 美国颗粒物污染防治政策对中国的启示[J]. 环境与可持续发展, 2014 年第 1 期, 第 22-27 页
- [6] 刘乃瑞. 日本颗粒物污染防治政策分析及其对我国的启示[J]. 环境与可持续发展, 2014 年第 2 期, 第 54-56 页
- [7] 壮歌德. 环境与经济的融合——PM2.5 为例[J]. 世界环境, 第 1 期, 2012 年, 第 26-28 页
- [8] 李依丽 等. 颗粒污染物净化技术经济分析[J]. 煤炭学报, 第 32 卷第 11 期, 2007 年 11 月
- [9] 严刚 等. 十二五我国大气颗粒物污染防治对策[J]. 环境与可持续发展, 第 36 卷第 5 期, 2011 年, 第 20-24 页
- [10] 宋英石 等. 城市空气颗粒物的来源、影响和控制研究进展[J]. 环境科学与技术, 第 S2 期, 2013 年 12 月, 第 214-222 页