

中国空气质量管理知识系列（2012年3月）

排污交易在空气质量管理中的应用

Catherine WITHERSPOON
Christopher JAMES
Max DUPUY
赵立建

作者

Catherine WITHERSPOON, 前美国加州空气资源委员会执行长官

Catherine 女士是前美国加州空气资源委员会执行长官，她在任期间曾管理 1,100 多名员工及 3.5 亿美元的年度预算。她曾参与 AB32 法案 (Assembly Bill 32)、2006 年加州重要气候法案 (California's Landmark Global Warming Solutions Act of 2006) 及 1988 年加州清洁空气法案 (California Clean Air Act of 1988) 等法案的起草工作。她在国家、州及地方层面具有 26 年以上的空气质量管理经验，并于 2008 年创建自己的咨询公司。目前，她是气候工作基金会 (ClimateWorks Foundation) 的顾问及非二氧化碳温室气体（包括黑炭、甲烷、地面臭氧等）控制项目负责人。

编委

Christopher JAMES, 美国电力监管援助计划，高级专家

Max DUPUY, 美国电力监管援助计划，经济研究员与中国区域项目协调员
赵立建，能源基金会中国可持续能源项目，环境管理项目主管

排污交易在空气质量管理中的应用

排污交易作为一种空气质量管理手段，已在全球得到应用。中国自 20 世纪 80 年代起开始对排污交易制度进行研究，并开展了二氧化硫和水污染物的排放交易试点工作。目前，中国正准备全面推进这一制度在环境管理中的应用，尤其是准备将其作为实现“十二五”减排目标和控制工业增长的重要手段。本文对排污交易在空气质量管理中的应用进行了回顾，论述了如何合理设计制度体系，有效地发挥排污交易的作用，使全社会获得最大的经济效益和环境效益。

排污交易制度也被应用于温室气体减排，然而用于温室气体减排的排污交易和用于空气质量管理的排污交易在制度上存在一定差异，这主要是由于温室气体和空气污染物的物理性质有所不同。首先，由于温室气体是影响全球的污染物，其交易双方在空间距离上可以没有限制；而在以空气质量管理为目的的排污交易中，交易双方一般都在同一个空气污染区域。其次，温室气体的寿命可长达数百年，而空气污染物的寿命一般仅有几小时至几天。此外，两种排污交易制度依据的法律框架也有区别，应用于温室气体减排的排污交易是基于联合国气候变化框架公约（UNFCCC）下的国际协议进行管理，而应用于空气质量管理的排污交易是由国家或地方政府进行管理。本文仅针对应用于空气质量管理的排污交易制度进行讨论。

排污交易的目的

理论上，通过排污交易制度，可以使环境表现优于平均水平的企业得到经济奖励。因此，通过实施合理可行的排污交易制度，应该可以在以下几个方面对企业进行推动：

- 寻求成本更低的污染物末端治理技术；
- 积极实施污染防治策略，从前端减少污染物产生量；
- 提前达到既定的减排目标；
- 超额完成减排目标；
- 推动污染物减排技术创新；
- 开发更精确的污染物排放量测量方法。

美国是到目前为止实施大气污染物排污交易制度时间最长、范围最广、成效最显著的国家。通过以“酸雨计划”为代表的排污交易制度的实施，美国成功

地推动了污染治理技术的进步，如某些烟气脱硫机组的脱硫效率达到了 97%，远远高于“酸雨计划”初期的技术水平。在此基础上，全社会的总体减排成本得以降低，也使得政府可以要求企业在一定的成本基础上达到更高的减排目标，改善空气质量。如美国今年通过的跨州空气污染法案（CSAPR）要求电力部门继续实施排放交易制度，使 2014 年的二氧化硫和氮氧化物排放量在 2005 年的基础上分别进一步削减 73%和 54%，以保障绝大多数地区达到空气质量标准。

然而在实施过程中，排污交易制度的效果有可能不甚理想。有一些交易制度对污染物减排目标的设定过于保守，企业无需进一步减排就能达到；有一些交易制度设计得过于复杂，给企业在减排量的测算和报告，以及交易过程中造成了很多不必要的负担。为了规避在实施中产生这些问题，排污交易制度的设计必须非常严密，并平衡企业的压力和收益，达到既促进减排工作，又广泛吸引企业参与的目的。

成功的排污交易制度必须对基线情景排放量、减排目标、减排期限、减排量的核算过程以及处罚措施等要素进行明确的要求；最重要的是，要对市场内可用于交易的排放量或减排量进行准确把握，以保证在合理的价位上提供充足的交易量。此外，还需明确一系列政策细节，如排污交易体系、涵盖的污染源范围（包括污染源的类型和所在的区域）、排放量的初始分配方法、以及对达标企业的激励政策等。为了保障对排污交易进行有效监管，对排放量的测量、监测、报告以及跟踪系统也需要在制度的设计过程中加以明确。

排污交易的主要类型

从广义上讲，用于空气质量管理排污交易制度有三类：一是针对项目的排放量抵消政策；二是部门平均排放水平达标的机制；三是针对特定污染物的“总量控制与排放交易”。虽然这三类制度中都有了“基线排放量”、“排放许可”、“减排银行”等概念，但它们在设计和实施过程中都存在着一定差异。

对于所有的排污交易制度而言，减排额作为交易的核心，在法律上必须满足以下 4 个条件：

- 真实性：减排额必须是通过实施具体且可辨识的措施，造成的实际排放量的削减。
- 可实施性：产生减排额的措施必须在政策执行者的监控之内，必须通过合同保证这些措施永久改变了排放源的运行特征。
- 可计量性：减排额的核算方法必须准确客观、公开透明、广泛适用，用于验证减排量的原始数据必须充足而准确。

- 永久性：对应于减排额，减排的主体必须实施关停，或者放弃其全部或部分的排污权。

此外，排污交易制度所包含的对象必须满足以下两个条件。一是交易的污染物的危害主要是造成区域性污染而非局地污染，这样才能避免污染转移的问题；二是对于污染物的削减，存在多种不同的技术手段和不同的成本，这样企业才能在削减自身的污染物排放和购买排放限额之间进行选择，形成交易的动力。

排放量抵消政策

美国从上世纪 70 年代中期开始将排放量抵消政策用于空气质量未达标区域的环境管理，以扭转其空气质量的恶化趋势。在这些区域内，对于未达空气质量标准的污染物及其前体物，每个新建的重点污染源项目必须购买等于或大于其排放量的抵消指标；已有污染源的重点改扩建项目也需要购买相应的排放量抵消指标。排放量抵消指标一般来源于积极推进污染控制的企业，这些企业自愿削减其污染物排放量，并将削减的这部分排放量作为抵消指标出售，用于抵消区域内新建或改造项目的新增排放量。如果新建或改造项目处于臭氧超标区域，则抵消指标需要包括氮氧化物和挥发性有机物；如果这些项目处于颗粒物超标区域，则抵消指标需要包括直接排放的一次颗粒物以及二次颗粒物的气态前体物，如二氧化硫和氮氧化物等。抵消指标的交易适用于单个排污设备的排放，如一个大型锅炉，也适用于一个企业中多个排污设备的排放之和。对于后者，由于所有排污设备的排放被集中在一起进行计算和交易，如同多个气泡融合成一个大气泡，因此一般被称为“气泡”交易。抵消指标的交易在新增污染物排放量的买方企业和提供抵消指标的卖方企业之间进行，由政府进行审核并确认其合法有效。这些交易仅在买方企业的新建或改造项目开始生产运行前进行一次，通过交易获得的抵消指标对项目终身有效。

政府自身也可以“增长限额”或“公共指标”的形式提供抵消指标。在这种情况下，政府把通过行政指令实现的污染物减排量预留下来，用于抵消符合一定条件的项目的新增排放量。这些抵消指标可以优先分配给公共服务业、小型企业或地区优先发展的行业。中国可以在已有的“十二五”减排计划基础上，对某些行业提出更高的减排需求，用于提供“增长限额”，或者预留通过淘汰落后产能所取得的排放量，并用于抵消符合清洁生产要求的项目的新增排放。

这种交易制度中，最大的难点在于抵消指标的界定。如果政府要求一个企业减排 10%，那么这 10%的减排量不能作为抵消指标用于交易，只有超过 10%减排的部分才能用于交易。因此，管理部门必须明确对每一个污染源的减排要

求以及这个污染源实际的减排量，避免高估抵消指标。这也意味着在减排要求很高的地区，企业的大部分减排成果被用于满足管理部门提出的减排要求，可进一步用于交易的抵消指标将非常有限。

在大多数情况下，排放量抵消政策被用于防止污染的大气环境进一步恶化。由于美国禁止通过行政指令实现的减排量参与交易，因此很多工业污染源为了得到足够的排放量抵消指标，往往被迫撤离污染严重的区域。

对于中国，在制定类似的政策之前，必须确定政策的主要目标。如果仅仅是为了防止大气环境恶化，则可以将所有的污染物减排量都作为抵消指标出售，从而使区域的排放总量不增加；如果是打算在实施总量控制政策的同时使用抵消政策，那么必须对两个政策的减排量分别进行核算，区分总量控制目标所要求的减排量以及在此基础上的进一步减排量，仅有后者才能作为抵消指标进行交易。中国在“十二五”期间的总量控制政策主要针对二氧化硫和氮氧化物，与此同时，中国可以考虑对挥发性有机物实施抵消指标交易政策，也可考虑在实施新的大气颗粒物排放标准的同时，对大气颗粒物开展抵消指标交易的试点工作。

部门平均达标机制

在美国的溶剂、涂料和消费品制造部门，普遍使用部门平均排放和交易机制控制部门整体的污染物排放量。这种机制被统称为“替代达标计划”，其基本思想是，某些生产工序排放较高，而其他工序排放较低，环境管理的目的是保证整条生产线的总体排放不超过排放限值，而不必要求每一个生产环节都达标。此外，部门内整体排放较低的企业也可将其多余的排放指标交易给其他企业。

部门平均达标机制尤其适用于控制数量多、规模小的企业的挥发性有机物排放。例如针对桶装漆的挥发性有机物排放控制，管理部门可要求水性漆占桶装漆总产量的 90% 以上；对于日常消费品，同样可要求高挥发性的产品和低挥发性的产品产量保持一定的比例，以保证单位产品的平均排放水平达标。这种机制在美国也被用于一些大型工业源的管理，如石化、化工、木质家具制造、印刷和其他排放挥发性有机物的部门。由于很多挥发性有机物都有毒性，平均达标机制仅被用于限定的污染源之间，这样可以避免有毒物质的排放转移，但是即便有这样的限制，这种机制也给生产企业提供了一定的灵活性，降低了挥发性有机物的总体控制成本。对于中国这样的正快速推进挥发性有机物控制的国家，这种机制有可能发挥巨大作用。

平均达标机制也被广泛用于重型柴油车和柴油机械的改造项目。基于每辆车和机械都安装细颗粒物过滤器，并使用低硫柴油的假设，美国 and 加州政府设定了污染物减排目标，并分别针对重型柴油车、火车机车、重型柴油移动机械等，制订了相应的平均排放标准以及交易制度。为了使自己车队的平均排放水平达到此标准，企业可选择使用“替代达标计划”，将一部分车辆改用天然气等清洁能源，或是淘汰一部分排放恶劣的老旧车辆。此外，针对小型汽油机械，美国也建立了类似的排污交易制度。

需要注意的是，使用部门平均达标机制所产生的减排额仅能在该部门内部进行交易，既不应用于给工业源提供排放量抵消指标，也不应纳入总量减排与排污交易的系统中。

“总量控制与排污交易”制度

“总量控制与排污交易”制度一般用于限制某组特定排放源的污染物排放。到目前为止，美国最典型“总量控制与排污交易”案例有 3 个：用于控制火电厂二氧化硫和氮氧化物排放的“酸雨计划”，在美国东部实施的针对大型锅炉和电厂的“臭氧传输委员会氮氧化物总量控制计划”，以及在南海岸空气质量管理区实施的“区域清洁空气激励市场计划”。

“总量控制与排污交易”制度中，首先由政府部门设定排放总量控制目标，由此限定在某个具体时间段内允许的大气污染物排放量最高值。这个控制目标可以等于历史排放量，以防止排放总量的增加，或者低于历史排放量，以促使排放总量逐年减少。基于总量控制目标，政府向企业分配排放限额。如果某企业的实际排放量低于其排放限额，则可将其实际排放量与排放限额的差值出售给其他企业；实际排放量超出其排放限额的企业可以购买其他企业出售的排放量，以满足自己更高的排放需求。随着时间推移，政府可以通过减少排放限额的总量，使企业的总体污染物排放量逐渐降低。

美国的 3 个案例表明，“总量控制与排污交易”的目标设定可基于多种因素，如区域的减排政治要求、减排技术的削减潜力、空气质量模拟分析结果等，但是无论如何，“总量控制与排污交易”的目标一定要能够积极推动空气质量的改善。“总量控制与排放交易”制度的执行计划可以是 5 年、10 年或更长时间，最重要的一点是要明确分步骤的总量控制目标，这样才能使企业制定相应的技术路径，以满足不同时期的达标要求。

总量控制的目标设定后，最关键的技术环节是排放限额的分配。企业会向政府施压，以争取在初始分配中得到尽可能多的排放限额。政府需要正确应对

这些压力，不能将基线排放量设置得过高，否则在计划开始实施的前几年，将不会产生任何减排效果。“区域清洁空气激励市场计划”的失败就是基线排放量过高的一个典型案例。

“总量控制与排污交易”制度的三个案例

酸雨计划的目标是使 2010 年的火电厂污染物排放量比 1980 年减少 50%。计划中的两阶段措施分别于 1995 年 1 月和 2000 年 1 月开始实施，并成功达到了计划目标。美国于 1990 年通过的清洁空气法修正案允许企业选择不同的技术路线达到减排目标，如使用低硫煤、更换能源和安装烟气脱硫设施等，这给酸雨计划的“总量控制与排污交易”制度实施奠定了基础。虽然环保社团认为基于市场手段的减排效果不如直接使用行政指令的减排效果，如欧洲在同时期使用行政指令，使火电厂的排放量降低了 70%，但是大多数人都同意美国酸雨计划所允许的灵活减排方式使减排成本比预期减少了一半以上，制度本身是非常成功的。

在区域清洁空气激励市场计划中，基于所有污染源都安装污染控制措施所应具有的减排能力，南岸区设定了减排目标。计划的实施从 1994 年起，要求企业在 9 年时间内达到减排目标。可是，由于给企业分配的初始排放限额过高，几乎所有企业在 2001 年前都无需进行减排；此外，由于对水泥行业的污染减排工程效果过于乐观，使得最终的排放限额太低，难以达到。在纠正了这些失误后，计划的总体控制目标宽松了许多。此外，2001 年的能源危机造成排放指标价格飙升，一夜之间从每吨 2000 美元涨至每吨 12 万美元。为了应对这一情况，政府将电厂从交易体系中撤出，并使用行政指令要求其尽早安装污染控制设备。总体而言，几乎所有人都认为这个计划是一次失败的排污交易制度实践。

为了在 1999 年到 2003 年间将美国东北部的夏季氮氧化物排放量削减超过 50%，臭氧传输委员会（OTC）提出了覆盖 12 个州以及哥伦比亚特区的氮氧化物总量控制计划。通过分析大气污染物的州际传输对区域臭氧浓度造成的影响，各州在区域氮氧化物减排目标的基础上协调并确定了减排分配方案。此后，臭氧传输委员会建立了排污交易系统，用于各州间进行排污交易，所有额定功率不低于 15MW 的工业锅炉和电厂锅炉都被包含在此系统中。2002 年，氮氧化物州执行计划（NOx SIP call）取代了这个计划，并将覆盖范围扩大到了 21 个州，而且提出了 2008 年夏季氮氧化物排放量在 1990 年基础上减排 70% 的目标。2009 年，美国环保署进一步提出了清洁空气州际法案（CAIR），设置了 2015 年的减排目标，但是这个法案未能得以实施。2010 年，美国环保署提出了跨州空气污染法案（CSAPR）并于 2011 年通过。此法案代替了前述的所有计划，覆盖了 28 个州，将在 2014 年得到实施。虽然现在无法确定这个法案是否能达到最终目标，但是迄今为止，在美国的夏季氮氧化物排放控制中，排污交易都发挥了作用。

政府也需要决定排放限额是采用免费还是拍卖的方式发放给污染企业。从已有的“总量控制与排污交易”制度来看，对于已有企业，一般是无偿给予排放限额。中国政府正准备淘汰大量的落后产能，对于列入淘汰名单的企业，政府可以考虑不发放排放限额。如果政府选择使用拍卖的方式发放排放限额，那么必须要明确拍卖所得高额收入的用途，这可以包括增加政府与环境管理方面的能力建设、给中小企业提供减排津贴、用于清洁能源替代、增设环境空气质量监测点、加强相关科学研究等。迄今为止，以拍卖的方式分配排放限额仅在温室气体的排放交易制度中有所应用，尚未见于用于空气质量管理的“总量控制与排污交易”制度。在中国，由于排污费水平比较低，推行排污权有偿使用（拍卖是其中一种方式），有利于污染成本的内部化，更进一步地促进企业深度减排和淘汰落后产能。

此外，对于新建源的处理方法也是“总量控制与排污交易”制度中需要斟酌的关键点。如前所述，“总量控制与排污交易”是将一定量的污染源包含在一个封闭系统内，排放限额的分配和交易都在系统内进行。然而，随着经济的发展，会出现新的污染源，为了防止这些源的新增排放量影响总量目标，需要完全将新的排放源置于“总量控制与排污交易”体系之外（即外部化解决方案），或者系统地将其纳入体系（即内部化解决方案）。在外部化解决方案中，新增源的排放许可独立于“总量控制与排污交易”系统之外，并对其提出不低于已有排放源的控制要求；在内部化解决方案中，政府将新增源的排放一并放到总量控制的目标中加以考虑，在基线排放量的计算中加入新增源的排放。在内部化解决方案中，总量指标会分配给更多的企业，这意味着已有的排放源必须减排更多的污染物，从而增加已有排放源的减排压力。

在实施排污交易的过程中，应该允许部分企业使用“择入条款”或“择出条款”。一些本不被排污交易制度所覆盖的小企业可能希望进入排污交易市场，从而避免安装减排设备的高额投入，或出售其超额减排的部分；一些原本被覆盖在排污交易制度中的企业可能希望退出市场，以规避交易费用。对于企业进入和退出排污交易市场的要求，需要进行灵活处理，重要的是要防止企业通过择地交易以规避其本应承担的减排责任，也要防止由于一次引入过多的交易者对市场带来的冲击。

排污交易制度的保障措施与条件

校核过程中的错误和欺诈现象都会严重影响排污交易制度的效果。如果交易仅停留在纸面上，并未完全落实，则不能改善空气质量，甚至可能造成空气

质量恶化。在排污交易制度的设计过程中，应该充分考虑到各种因素，以在实际操作过程中规避问题。以下 14 点是保障排污交易制度顺利实施的重要因素，需要在制度设计过程中加以充分考虑。

1. 明确的职责

所有排污交易制度都应该由一个政府部门负责组织实施，交易需要建立在唯一的排放账户列表基础上，且只能存在唯一的交易核准机构，其他政府部门可以在交易中进行辅助或提供支持。在排污交易制度启动以前，需要通过立法等手段对这个唯一的排放交易管理部门进行授权。就中国而言，可由环境保护部制订与排污交易相关的法规，明确交易管理机构，并授权地方环境保护局实施。

2. 可靠的基线排放量

如果基线排放量设置过高，会造成减排效果高于实际的假象，这将极大影响排污交易的实施效果。因此，在交易发生前，政府必须对基线排放量进行准确测算。对于排放量抵消政策而言，需要基于足够的历史记录，确定抵消指标提供方的历史排放量和抵消指标量；对于“总量控制与排污交易”而言，需要选定一个时间段（如日历年），准确地对所有相关污染源的 actual 排放量进行加和。此外，企业从自身的发展空间考虑，往往会要求在未来拥有更多的排放指标，政府需要宏观把握这些需求，防止目标年的基线排放量设定过高。

3. 积极的减排目标

为了使排污交易制度切实有效地改善空气质量，必须充分利用市场的驱动力持续削减污染物的排放量。对于“总量控制与排污交易”以及部门平均达标机制，可通过逐渐降低最大允许排放量或加严部门平均标准的方式实现，如在第 1 年允许排放基线排放量的 100%，而在第 3 年只允许排放基线排放量的 80%。排放量抵消政策一般基于排放量的等量置换，使污染物排放总量不增加，但是通过调整抵消制度，实施减量置换（如规定每 1 吨的排放增量需要用 1.2 吨的抵消指标），也可以减少污染物排放总量。

4. 避免重复计算减排量

用于交易的减排指标必须将已有的减排需求排除在外。比如，中国已经对一些工业排放源提出了排放限值，那么只有在满足限值的基础上，进一步的减排量才可作为减排指标进行交易；中国也对某些落后产能提出了淘汰要求，如果这些淘汰产生的减排量被作为减排指标进行交易，则淘汰产生的减排效果就

会被大大削弱。在另一方面，在现有政策要求之外的自愿减排或自愿淘汰所产生的减排量则可用于交易。

5. 准确的监测

排污交易制度给企业以充分的自由选择最适合自身的方式以满足排放限额的要求，而此自由都是建立在准确监测的基础上。在美国实施排污交易制度的经验中，对污染源的监测提出了非常严格而具体的要求，并将对污染物排放量的准确监测和按时报告作为排污交易制度得以落实的重要保障，将连续排放监测系统作为保证基线排放量和污染源实际排放量准确可靠的重要技术手段。排污交易主要集中在排放氮氧化物和二氧化硫的大型点源，主要原因之一就是这些源的排放可以用连续排放监测系统进行监测。

在应用连续排放监测系统的同时，为了保证监测系统的运行质量，主管部门需要对系统进行严格的认证和定期的核查。根据美国的经验，一是根据燃料使用记录、运行工况（如温度和空气过剩系数）等数据对连续排放监测系统的监测数据进行校核，确认监测数据处于合理的范围内；二是在系统安装初期进行一段时间（如 7 天）的校准，此后以每年 1 至 2 次的频率使用标准气体和标准方法对污连续排放监测系统进行校核；三是根据校核结果对连续排放监测系统的负偏差进行补偿。认证和核查制度的实施既有效地避免了企业的排放数据造假，又激励企业从自身角度出发，提高连续排放监测系统的运行质量。

6. 信息追踪

管理部门需掌握所有排放交易的交易方信息，以保障交易的合法性。排放量抵消政策往往通过排污许可证的发放实现信息追踪，在新项目所取得的许可证上应明确指出其污染物排放指标的来源，提供排放量抵消指标的污染源如果实施关停，则放弃其排污许可证，如果仅仅交易出部分排放指标，则应相应地降低其排污许可证的排放指标。对于部门平均达标机制，信息追踪在针对排放源的规章（如 2013 年车型的机动车排放标准）中即有体现。对于“总量控制和排污交易”制度，需要建立更加详尽的在线追踪系统，以实现短期内大量交易信息的追踪和管理。

7. 制度的落实

制度的落实是保证排污交易市场稳定的关键因素。对于行政指令制度，往往通过实地核查保证制度落实；而对于排污交易制度，制度的落实主要依赖于各类纸质和电子记录，因此，相关条款必须清晰而且切实可行。政府必须明确

排放交易制度中的几个关键因素，如排放量的核算方法，是否引入第三方审计，核算和审计人员对于企业相关记录的查阅权力等。当制度在落实中出现问题时，政府需要立即行动，填补可能的漏洞，以保护排放交易参与者对交易市场的信心。

制度落实中非常关键的一点是确认各方职责，尤其是政府的职责。在美国的排污交易制度中，美国环保局的职责被限定在交易框架设计、初始排污权分配、监测数据的核查和分析、交易记录的追踪以及排污交易制度的评估上，而对企业选择何种方式达到排污许可的要求并不过问。这样既大大节省了排污交易系统的管理成本，仅以 30 余人成功运行和管理了整个系统，又在减排手段上给予企业充分的自由，使其能够根据自身情况选择最经济可行的方式达到排放限额的要求。

8. 严格的处罚

与其他空气质量管理政策相同，排污交易制度应使用累进的处罚方式，在一个普遍适用于各种违规的处罚标准基础上，根据违规的性质和程度，提高处罚力度。最低的经济处罚一般应该不低于安装和使用污染排放控制设备的费用，在“总量控制和排污交易”的制度中，最低的经济处罚可以是排污交易市场基准价格的 2 至 3 倍。在实际的处罚中，处罚金额必须高于企业超额排放所得到的收益，否则超额排放的企业即使受到处罚，在经济上仍然有利。为了保护排污交易市场中的购买方不受欺诈，政府可增加卖家的法律责任，在对其进行处罚的同时，命令其也承担购买方应受的处罚。对于违反排污交易规则的公司，可以吊销其交易资格，并直接使用行政指令的方式对其污染物减排提出要求。

9. 时空均衡

大气污染存在着时空差异，并会在特定的季节或每天特定的时间体现出较高的污染物浓度。排污交易必须考虑到此差异，并尽可能减少交易后的排放对人群的影响。在交易中，优先考虑把位于上风向或人口稠密区的污染物排放许可交易给下风向和远离人群的污染源；在中国，还可以考虑在特定区域内（如京津冀地区）实施排污交易。

如果政府考虑实施多污染物间的排污交易，则需要事先进行空气质量模拟，以确定交易的发生不会使空气质量恶化。虽然不可能对所有的交易都单独进行模拟，但是可以通过使用空气质量模型进行敏感性分析。如分析臭氧污染对氮氧化物和挥发性有机物排放的敏感程度，以确定区域内氮氧化物和挥发性有机物间的排放交易规则。

在时间方面，需保证通过购买排放指标而产生的新增排放和通过出售排放指标而实现的减排不存在较大的时间跨度。如果减排的企业在第 1 年就卖出了排放指标并实现减排，而获得指标的企业在第 4 年才开始使用这个指标，则有可能使公众感觉大气环境在第 4 年有所下降。政府可定期排查超时未使用的指标，并将其作废，以避免这种现象的发生。

10. 市场的流动性

囤积排放指标是排污交易制度在实施中需要解决的第二大问题。有的企业会购买市面上的所有排放指标，用于限制其竞争者的发展，或者留作自己将来扩建的储备指标。政府无法完全消除企业囤积排放指标的行为，但是可以采取行动对其加以限制。如对超时未使用的指标进行定期排查并宣布其作废，或者在“总量控制与排污交易”的系统内，规定每个企业购买排放指标的上限。

11. 透明的制度

公开和透明是防止欺诈行为、保障排污交易市场稳定的重要条件。企业和公众都极为关注排放交易的内容，保证市场透明可以促进公众对交易系统的信任。对于参加交易的企业而言，除了商业机密信息（如其产品的化学配方等），所有相关信息都应公开透明。

12. 后备政策

相对行政指令而言，“总量控制与排污交易”制度有很多优势，然而，这个制度并非对所有排放源都适用。政府有权利和义务选择最高效的方式改善空气质量，对于“总量控制与排污交易”制度不适用的污染源，政府需要准备并使用其他的行政或经济手段进行控制，以改善整体空气质量。

13. 激励机制

在成功的排污交易制度中，尤其是在“总量控制与排污交易”制度的实施中，激励机制是必不可少的。在美国的经验中，激励机制反映在两个方面，一是鼓励企业尽早应用污染物减排技术并稳定运行，二是鼓励企业提高对联系排放监测数据系统的管理和运行水平，提高数据质量。可以在排污交易制度的设计和监测数据的收集和校核细则中，把这两者与认定的企业污染物排放量挂钩，使提前应用污染物减排技术和监测数据质量好的企业有相对较多的排放限额用于出售，从而促进企业污染物的减排和环境质量的改善。

14. 信息技术的应用

无论是企业污染物排放量的监测和报告，还是排污权的交易，都涉及到大量的数据传输、核对、有效性判断和统计。充分应用信息技术，使用软件对数据的传输和质量控制进行管理，是维持“总量控制与排污交易”体系稳定运行的必要条件。在美国的经验中，排放监测数据在上传前和上传后都经过软件系统中上百个等式的逻辑判断，以验证排放、工况、燃料等数据准确有效；数据系统还能通过对多个电厂的数据进行统计分析，提出其中的异常数据作为现场校核的重点对象；排污交易系统能够追踪每一个排放限额的交易历史，避免重复计算和数据造假。总之，信息技术已经成为排污交易制度中数据系统的重要保障。

排污交易制度的效果评估

对排污交易制度的效果评估主要基于两点：一是空气质量与减排是否达到既定目标，二是排污交易体制是否高效运作。

从理论上讲，排污交易制度可以比传统的措施更快、更多地改善空气质量。因此，在评价排污交易效果时，是否达到减排目标是首要指标，是否降低了社会的整体减排成本是次要指标。排污交易制度的根本目的是改善空气质量，只有当排污交易制度的实施按既定目标达到减排污染物，改善空气质量的目的，才有可能定性为成功的制度，在其他方面进行定量评价。在评价过程中，需要计算排污交易制度的实施成本，包括监测费用、排污交易系统管理成本、交易费用、减排设施的投资和运行费用、以及排污交易制度的设计与管理费用等，并将其与使用传统的行政指令制度所需成本进行比较。

在评价排污交易体制是否高效运作时，最基本的指标是交易量。如果交易量不足，则无法体现排污交易制度的经济性。在评价过程中，政府需要重点审视以下几个方面：交易费用是否过高，企业是否囤积了排放指标，初始设定的目标年基线排放量是否过高等。只有在这些方面进行审慎评估，才能确定排污交易制度中的问题并加以修正。此外，只有使用完善的制度和细则，明确所有用于交易的排放指标特征，如排放量、排放时间、排放点位置等，才能避免对交易实施逐一的手动审核，提高交易的效率。因此，在开始执行排污交易制度以前，必须在制度和细则方面进行充分的准备。

历史经验表明，排污交易制度既促进了空气质量的改善，又降低了污染物排放控制成本。如果中国能学习其他国家的排污交易经验，并有力地实施保障措施，排污交易也一定能在中国的空气质量改善中发挥重大作用。