

治理空气污染让太阳能“多收三五斗”

■本报记者 计红梅

治理空气污染，不仅会改善环境质量，还会带来巨大的经济价值。

近日，瑞士苏黎世联邦理工大学大气与气候科学学院院长 Martin Wild 教授课题组在《自然-能源》杂志发表文章，对中国 119 个观测站在 1960 年至 2015 年间的太阳能辐射观测数据后发现，由于空气污染，中国的太阳能潜力在 1960 年至 2015 年间平均下降了 11%~15%。如果地面太阳辐射恢复至上世纪 60 年代水平，中国的太阳能发电能力将增长 12%至 13%。相关研究成果近日发表于《自然-能源》杂志。

“这一发现清楚地表明了空气污染将会怎样阻碍太阳能的发展，同时也为空气质量恢复至上世纪 60 年代良好水平提供了一个充足的理由。”论文第一作者 Bart Sweets 告诉《中国科学报》。

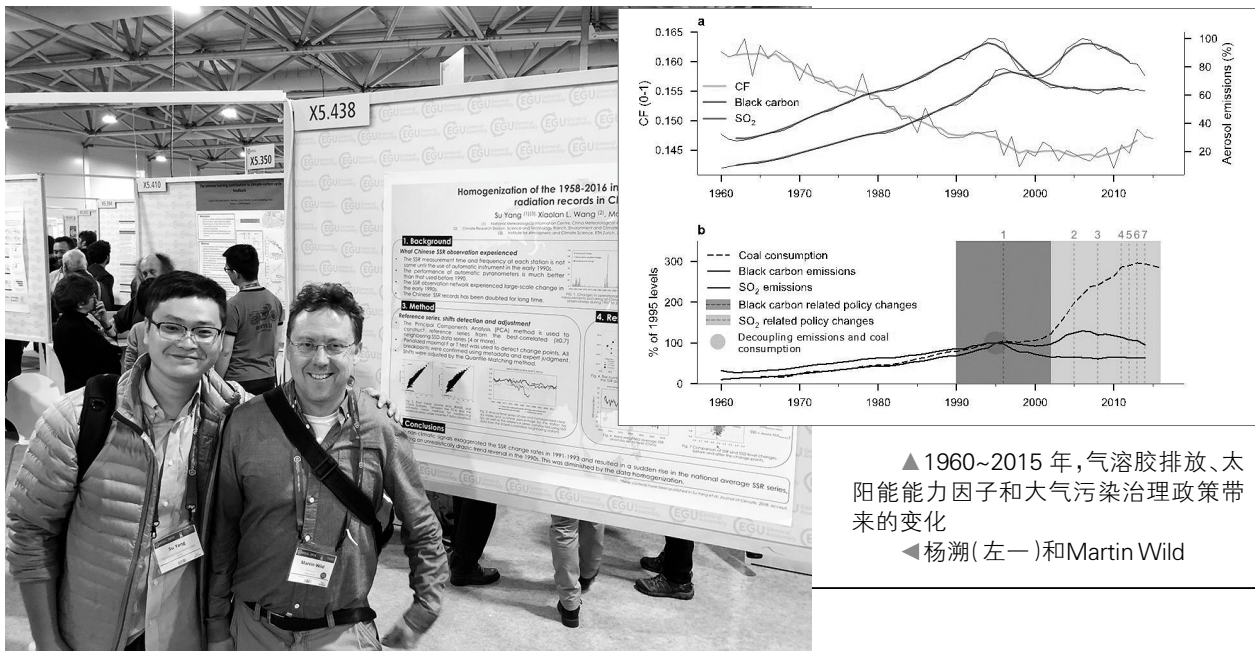
太阳辐射与空气污染相关

“我们做这一研究的初衷就是为了告诉大家，治理空气污染不仅可以改善空气质量，也能产生巨大的经济价值。”论文作者之一、中国气象局国家气象信息中心高级工程师杨溯告诉《中国科学报》。

他告诉记者，这项研究是他和 Sweets 在苏黎世联邦理工大学 Wild 课题组访学期间共同完成的工作成果。对于空气污染和太阳辐射的关系，他在读博期间就已开始关注。

而 Sweets 告诉《中国科学报》，中国的太阳能装机容量位居全球第一，而且未来还有继续发展的趋势。另外，中国的屋顶分布式光伏电站近年来也发展迅速。与之相伴的是，在中国高密度人口地区，空气污染情况非常严重。种种因素，使得研究空气污染和太阳能之间的关系成为主要课题之一，也引起了他的关注。

过去 20 年里，全球太阳能光伏发电规模不断扩张。从 2000 年到 2017 年，世界范围内太阳能装机容量从 4



吉瓦增长到了 385 吉瓦，不断超出人们的预期。中国对于太阳能光伏的投资同样巨大，装机容量从 2010 年的 1 吉瓦发展到 2017 年底的 130 吉瓦。截至 2017 年，中国已经占据了全球新增装机容量的一半多，并超过了原计划 2020 年实现 110 吉瓦的目标，正在向 2030 年装机容量 400 吉瓦的目标迈进。中国政府希望借此可以早日落实其在《巴黎协定》中所作出的承诺，让 20% 的电力来自可再生能源成为现实。

而这项研究之所以确定空气污染对于太阳能生产有直接影响，则起源于杨溯此前和同事所做的一个成果。杨溯告诉《中国科学报》，长期以来，太阳辐射都被认为是恒定不变的，然而，越来越多的证据表明，过去 60 年里，太阳辐射发生了显著的变化。

杨溯和合作伙伴基于我国 119 个地面观测站的太阳总辐射、云量等长期观测数据，分析了地面太阳辐射

(SSR) 变化特征及云在不同时期对 SSR 的影响。结果显示，1958~2016 年间我国 SSR 经历了先下降后上升的变化过程，其中 1958~2005 年 SSR 显著下降(“变暗”)，2005 年~2016 年后 SSR 开始上升(“变亮”)。而这与中国积极主动地采取措施减少空气污染，特别是消除作为主要来源的燃煤对空气的影响息息相关。

治理空气污染的经济价值

Sweets 等人发现，过去 60 年，太阳辐射的减少严重影响了太阳能的生产。而且，这一影响还随着中国太阳能光伏产业的发展日益增加。如果分别以 1961 年~1965 年(基准值)及 2011 年~2015 年(变暗期)这两个阶段作为参考标准，那么到 2030 年中国的太阳能发电量最高将达到 422 吉瓦，最低则是 300 吉瓦，其中分布式太阳

能光伏所占比重也将由 45% 下降到 20%，差距不可谓不大。

他们的研究表明，由于空气污染，中国的“光电潜力”在 1960 年至 2015 年期间平均下降了 11%~15%。如果太阳光照强度恢复至上世纪 60 年代水平，到 2030 年中国的太阳能发电则将增长 12%至 13%，即新增发电 510 亿~740 亿千瓦时。“而这一‘电力红利’将会使中国公共事业部门多获利 47 亿美元到 67 亿美元。”Sweets 说。

他以 2016 年的中国太阳能光伏发电为例。如果按照当年的装机容量，在太阳光照强度恢复至上世纪 60 年代水平的情况下，将会新增 140 亿千瓦时的“电力红利”，即 19 亿美元的经济价值。与之相对应的是，以基准值作为参照，局部受影响最为严重的地区太阳能能力因子下降了 20%~28%。

基于这样的研究，中国的太阳能产业应该注意什么问题呢？对此，

中科院院士陈俊武：搞创新要严谨求实

■本报记者 李惠钰

在中国，70% 的汽油是通过催化裂化技术加工而成的，这项技术的奠基人就是 92 岁的中国科学院院士陈俊武。7 月 16 日，中国石化在北京总部举行陈俊武同志先进事迹报告会，用身边的典型教育引导广大党员干部。陈俊武在洛阳通过视频发表了感言：“我很幸运，70 年的职业生涯，机遇+勤奋+个人才智，为国家的石油石化行业发展做出了一些贡献，在社会的这个大舞台，努力演好了自己的人生剧本。”

陈俊武 1927 年 3 月出生，1949 年 12 月参加工作，1954 年 4 月加入中国共产党，是我国著名的炼油工程技术专家、催化裂化工程技术奠基人、煤化工技术专家，曾荣获过全国五一劳动奖章、全国优秀共产党员、全国劳动模范、中国工程勘察设计大师等称号及“何梁何利基金”科学与技术进步奖。

他回顾自己一生的历程后表示：“我今年已经 92 岁了，我的工龄与共和国同龄——70 年，党龄 65 年。我目睹了旧中国的民不聊生、经济凋敝时代，经历了新中国一穷二白、百业待兴的艰苦岁月，也见证了国家日益强大、科技创新的时期，我选择了科技报国之路。”

在他看来，格局大才能做大事，因此我们要志存高远。“人生在世不过七八十年，其中能保持健康的身体和良好的思维能力，一般也不过四五十年。人生苦短，我一定要对得起社会的‘奉献’大于索取，人生才活得有意义，一生才灿烂辉煌。”令他欣慰的是，“作为一名科技工作者，我工作到 92 岁，如果按 60 岁退休计算，我为自己的‘石化梦’多工作了 30 多年。”

报告会上，陈俊武的六位同事和学生，分享了与他相处时收获的点点滴滴。中国石化洛阳工程公司首席专家刘昱给大家讲了这样一个小故事：1995 年的一个午夜，一个紧急电话打到了陈俊武家里。原来，是千里之外的九江石化炼油厂催化裂化装置运行不正常，各种分析判断处理后仍不奏效，眼看只有停工了。有人建议，不如请教一下陈俊武再做决定。陈俊武询问了现场情况和仪表参数，判断是装置内一个阀门没有被真正打开。现场人员重新检查、打开阀门，装置很快运行正常，大家一片惊叹：“这个院士真是神算啊！”

在刘昱看来，陈俊武院士的“神算”不是偶然的，是来自于扎实的理论功底、丰富的现场经验，以及对装置结构的了然于心。她告诉大家，陈俊武常常告诫他们，做工程设计的，在现场工作的时间不够，是干不好的。也正因此，每到一个现场，他都必须做两件事——钻两器、爬高塔。只有这样，才能近距离观察每一台设备、每一根管线。“做技术、搞创新就是要严谨，就是要求实，这是我们从事院院士身上学到的。”刘昱说。

钢铁工业超低排放应“差别化管控”

■本报记者 李惠钰

“超低排放是钢铁行业绿色发展的新起点。超低排放升级改造将带来投资规模、研发创新和钢铁制造全系统、全过程、全产业链的绿色变革，这必然要求我们进一步创新技术、提升管理水平，也必将引领钢铁传统制造业的革命性变革。”

7 月 13 日，中国钢铁工业协会党委书记何文波在 2019(第十届)中国钢铁节能减排论坛上表示，“社会的激励机制一定要导向那些环保水平先进的企业。我们必须牢固树立绿色发展理念，使之成为破解中国钢铁业前进过程中所遇困境和难题的发展指引，成为中国钢铁业实现更高质量、更有效率、更加公平、更可持续的发展动力。”

超低排放并非易事

为助力打赢“蓝天保卫战”，今年 4 月国家生态环境部等五部委联合发布了《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》(简称《意见》)。《意见》不仅对末端治理后的超低排放指标提出了明确要求，还加强了全过程、全系统、全产业链的污染治理要求。何文波表示，这些有关要求也代表了当今时代全球钢铁业最严格的生态环境保护排放指标和要求。

但他也同时指出，目前《意见》在具体实施中还存在不少技术难题，如烟气脱硫、脱硝、除尘技术能否长期稳定达到超低排放标准尚需时间验证；高炉煤气精脱硫等技术仍需要创新突破，这些都需要行业内外共同协作、联合攻关。

不仅如此，钢铁协会在调研过程中，也听到很多企业的诉求和反映：治理新技术的创新和应用颇具难度和风险，改造投资巨大、运行费用高昂。

一些环保投入较大的钢铁企业反映，为了实现超低排放，他们的环保运行成本已经达到了每吨 260 元到 270 元的水平。按照这个水平计算，全国一年生产 9 亿吨到 10 亿吨钢铁所支付的环保成本可能会接近中国西部一个省的 GDP。

“下令限产很容易，早晨起来就可以做得到。但是，清洁生产要

投入、要创造、要坚持不懈，甚至要忍辱负重，社会上未必都理解。”何文波说，“从长远看，从高质量发展全局出发，超低排放改造的贯彻实施对促进钢铁行业绿色发展有利，更对打赢蓝天保卫战有利。因此，钢铁行业在推进超低排放升级改造、践行绿色发展过程中必须要有责任、有担当。”

对此，何文波进一步呼吁，各级政府要实施超低排放改造的企业应给予更多的激励，并实施更加有效的“差别化的管控”。“推行超低排放是钢铁行业绿色发展的必要举措，局部地区的阶段性限产也是当前发展阶段不得已的保护性措施。在不得已限产过程中，对不同环保水平的企业实施‘差别化管理’是至关重要的，监管机制一定要鼓励创新者，保护先进生产力。”

他认为，实施钢铁行业超低排放，一定要明确责任主体，做好责任分解、落实和评价，要保证资金投入，严把工程质量，加强运行管理，关注新技术、新工艺的应用与完善。开展全系统诊断及优化，结合企业实际情况制订超低排放提升改造计划，稳中求进，高质量实施超低排放改造。

更要关心清洁产能是否足够

钢铁产业在迎来高质量转型发展重要机遇的同时，也面临更加严苛的环境挑战。今年以来，随着需求的增长，钢铁产量也同步有较大幅度增加，这反而成为业内经常讨论的较为负面的话题，影响公众认知和公共政策的制定。

“今年前五个月，中国钢铁行业粗钢生产增加了 10.2%，引起了全社会的高度关注，钢铁业自身也显得很紧张。不知道从什么时候开始，钢铁企业为了满足国民经济体系生产建设需求而增加生产，变成了一件很不好意思的事情。”何文波无奈地说。

统计数据表明，今年前五个月钢铁增产了 3744 万吨，增量的 98% 都用于满足国内钢铁消费需求，其中 2/3 是满足建设领域的消费需求。当前的现实是，如果没有钢铁产量的高增长，目前的基本建设规模是无法实现的，除非



“中国钢铁工业协会党委书记何文波呼吁，各级政府要实施超低排放改造的企业应给予更多的激励，并实施更加有效的‘差别化的管控’。监管机制一定要鼓励创新者，保护先进生产力。”

他指出，“除了产能是否过剩，当前更关心的是清洁产能是否足够。”何文波强调，在钢铁需求一定的情况下，让实现了超低排放标准的生产企业充分发挥，同时限制排放较高的产能才是降低环境影响的正确做法。他认为，产能利用率高低是经济问题，而实际排放水平高低才是环境和生态问题。

“从当期来看，产能多了可以停下来，停下来就没有排放了。而只要有需求就必须生产，需求多少就要生产多少，谁在生产，就不仅仅是市场能够解决的问题，与政府的公正监管直接相关。社会的激励机制一定要导向那些环保水平先进的企业。”何文波说，“从长期来看，相信市场的力量一定会解决产能与需求的匹配问题，也就是所谓产能过剩问题，多余的产能终究会被市场所淘汰。”

何文波特别强调，那些为实现绿色生产、超低排放而持续投入，不断创新、积极开发和运用环保新技术、新工艺、新设备的工程师、科学家和企业应该得到社会的广泛尊重。他们冲在蓝天保卫战的第一线，不惜承担巨大风险。他们的勇气令人敬佩，他们的付出应该得到回报。全社会在享受钢铁创造的社会财富的同时，应该感谢他们的付出和贡献。

Sweets 表示，目前中国已然进入了正确的发展轨道，即在大力发展太阳能光伏产业的同时，采取有效手段治理空气污染。“虽然对于未来作出预测是很困难的一件事，但鉴于中国目前在这两方面都取得了很大的成功，我们期待未来还会如此发展，并取得可预期的收获。”Sweets 说。

下一个研究目标

在进行这项研究的过程中，Sweets 和杨溯发现，西藏和青海这两个中国人口密度较小且工业企业较少的地方同样出现了太阳能能力因子下降的现象。因此，接下来，他们可能会继续进行太阳辐射“变暗”和低风速之间相关关系的研究，因为这一因素也会影响太阳能生产的稳定性及总体产能。

除此之外，“下一个研究对象可能是印度。”Sweets 告诉记者。在他看来，无论是就所处的太阳能发展阶段还是空气污染现状而言，印度和中国都有很多相似性。

对于 Sweets 和杨溯等人的研究成果，中国气象科学研究院研究员张华认为，其主要价值在于能把当前对地表太阳辐射变化趋势研究的科学成果转化为对中国太阳能可利用的能力。“这是中国绿色能源利用的一部分，也是中国政府和相关企业非常关心的问题。”张华说。

不过，她同时指出，目前该研究结论的前提是把中国地区地表太阳辐射自上世纪 60 年代以来的变化趋势因为人为(燃煤)气溶胶排放，但实际上这个原因还有很多不确定性，例如云的变化是否在其中起了很大的影响。

“即便如此，该论文仍然为中国的太阳能利用提供了非常有价值的参考。”张华说。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41560-019-0412-4>

汽车尾气是引发雾霾等大气污染的重要成因之一，为改善环境质量、推进生态文明建设，近年来，我国汽油柴油质量升级步伐不断提速。身处北京市西南角，承担首都成品油保供重任的中国石化燕山石化公司(以下简称“燕山石化”)一直走在我国汽油柴油质量升级的前列，而面对能源转型的新挑战，燕山石化也开启了自身的转型发展之旅。

我国车用汽油质量升级大致可分为三个阶段：第一阶段是完成车用汽油的无铅化。第二阶段主要是降低汽油的硫含量。以北京为例，硫含量指标已从 2000 年的不高于 800mg/kg 大幅下降至目前的不高于 10mg/kg，有效降低了汽车尾气中的硫氧化物。第二阶段主要是降低汽油的烯烃、芳烃含量。

在汽油柴油质量升级方面，北京一直走在全国前列。参与京 VI 汽油柴油标准起草的燕山石化首席专家宋以常告诉记者：“在汽油柴油质量方面，北京地方标准严于国家标准，京标是国标的‘风向标’。为满足北京地区高质量成品油的供应，燕山石化一直‘敢为全国先’，始终扮演汽油柴油质量升级‘全国第一家’的角色，持续走在我国成品油质量升级的最前沿。”

据介绍，燕山石化的油品升级之旅开启于上世纪 90 年代，在短短 20 年里完成了“六连跳”。1997 年，燕山石化在全国率先实现无铅汽油的供应；2000 年，燕山石化提前生产出满足 GB17930—1999 标准的汽油供应市场；2004 年，北京首次制定高于国家标准的地方标准京标 A，短短一年后再次升级为更为严格的京标 B(硫含量不高于 150mg/kg)，燕山石化紧跟步伐产出合格油品，达到欧 III 标准。2007 年，北京夏季奥运会举办前夕，燕山石化在北京市场率先实现了欧 IV 标准油品的供应，提前兑现了我国对国际奥委会的承诺。2012 年、2017 年，燕山石化又实现了京 VI 和京 VI 油品供应的两次升级，较全国全面供应国 VI 和国 VI 油品的时间分别提前了 5 年、2 年。

燕山石化在汽油柴油升级方面取得了显著的成效，车用汽油硫、苯、烯烃、芳烃含量均实现大幅下降。不过，在宋以常看来，随着人们生活质量的提高，汽油柴油质量升级只有起点，没有终点。他认为，汽油柴油升级下一步的方向是进一步降低汽油的烯烃、芳烃含量以及柴油的多环芳烃含量。

燕山石化在汽油柴油升级方面的步步领先离不开科研技术人员的前瞻眼光与辛苦付出，催化汽油吸附脱硫技术就是一个很典型的例子。这是 2005 年燕山石化为满足 2008 年奥运会期间的油品升级需求从美国引进的技术。当时北京供应的油品硫含量要求是不高于 150mg/kg，而该催化汽油吸附脱硫技术装置可将催化汽油硫含量降至 10mg/kg 以下，这不仅保证了奥运会期间欧 IV 标准(硫含量不高于 50mg/kg)的升级，也为进一步升级到欧 V 标准(硫含量不高于 10mg/kg)做好了技术准备。

然而，该技术在引进之初尚不成熟。当时美国同类装置连续运行周期只有 180 天，燕山石化首套此装置于 2007 年 6 月投产，通过技术消化吸收再创新，成功将该装置连续运行周期提升至 16 个月，为该装置快速推广应用奠定了基础。目前国内已有 36 套此项技术装置投产，成为催化汽油脱硫的主流技术。

根据北京成品油需求结构的特点，燕山石化成品油生产以汽油为主，目前汽油月产量在 25 万吨左右，满足了北京 60% 以上的汽油消费需求，柴油月产量约 14 万吨，燕山石化柴油汽比约 0.55，远低于 2018 年全国炼厂柴油汽比平均 1.25 的水平。此外，燕山石化保持高品质航空煤油生产的巨大潜力，为市场提供更多更优质的航油。

2017 年 9 月，国家十五部委下发《关于扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油的实施方案》，提出到 2020 年在全国范围内推广使用车用乙醇汽油，基本实现全覆盖。目前，北京周边的天津、河北等省市均已出台相关推广政策。尽管北京尚未出台配套政策，但燕山石化已为此做好了准备。

根据有关技术要求，车用乙醇汽油中不得人为加入其他有机含氧化合物，这意味着可能危害地下水的 MTBE 将不能再作为汽油调和组分。如未来北京推行乙醇汽油，作为汽油调和组分的烷基化汽油可能会出现缺口。为此，燕山石化计划建设一套烷基化装置，以满足未来汽油生产调和要求。

随着能源转型的推进，我国柴油、汽油消费先后步入平台期，传统石油石化企业面临着转型发展的巨大压力。据介绍，为适应市场的变化，燕山石化炼油系统以市场为导向，与化工更紧密地结合，通过生产更多高端的满足社会需求的化工产品，生产低附加值产品，提高吨油产品价值和生产效益。目前燕山石化已推出超滤膜、全系列 3D 打印耗材产品、粉末橡胶等高端材料，应用前景广阔。

■本报记者 高长安

汽油柴油质量升级只有起点没有终点