

新年新规正式施行 能源环保有望双赢

垃圾焚烧发电 辞旧迎新

■本报记者 李惠钰

新年的第一天,垃圾焚烧发电行业也迎来了一纸新规。

2020 年 1 月 1 日起,生态环境部印发的《生活垃圾焚烧发电厂自动监测数据应用管理规定》(简称《规定》)正式施行。1 月 2 日开始向社会公开各垃圾焚烧厂烟气等 5 项常规污染物日均值和炉膛温度的自动监测数据,接受公众监督。

这也意味着,垃圾焚烧发电被套上了“紧箍咒”,一旦发现违规,就要接受处罚。面对严苛的环保标准,国内呈星火燎原之势的垃圾分类,反而助了一臂之力。

“垃圾焚烧发电厂最头疼的就是湿垃圾的处理,分离出来的渗滤液还要投入很多钱把它变成无害的水排放出去,有些地方甚至要求达到“零排放”。如果在前端就把湿垃圾分离出去,这对垃圾焚烧发电厂来说非常有利。”浙能锦江控股有限公司投资总监刘田说,“垃圾湿度下降,垃圾焚烧发电厂排放的二噁英也有了明显的下降。”

目前,我国已是名副其实的垃圾焚烧大国,垃圾焚烧发电装机容量、发电量均居世界第一。预计到 2020 年,国内垃圾焚烧产能将达到 60 万吨 / 日,年处理总量近 2 亿吨,垃圾发电装机容量将达到 1200 万千瓦。

在最严监管的施压和垃圾分类的助力下,以往不被公众接受的垃圾焚烧发电,有望在新的一年里获得能源与环保的双赢。

垃圾分类送“福利”

我国垃圾处理行业虽然比发达国家晚起步约 30 年,但却具有“起步晚、起点低、发展快”的特点,在国家政策的支持下,垃圾焚烧发电开始步入高速发展阶段。

“到 2020 年,中国垃圾焚烧处理规模甚至相当于中国以外所有国家之和。”在日前于北京召开的 2019(第十三届)固废战略论坛上,上海康恒环境股份有限公司董事长兼 CEO 龙吉生表示,由于垃圾收运量增加、老旧焚烧厂改扩建等需求,国内垃圾焚烧行业的增速可以持续至 2025 年,行业总规模估计将超过 100 万吨 / 日。

而在垃圾焚烧发电高速发展的同时,环保也成为该产业不得不迈过的一道坎。此次《规定》就提出以颗粒物、氮氧化物、二氧化硫、氯

化氢、一氧化碳等 5 项常规污染物自动监测日均值数据作为考核指标。垃圾焚烧发电厂若日均值超标天数累计 5 天以上,在予以处罚的同时,还将限制生产或者停产整治。

面对环保部门严格的管控,垃圾分类的利好效应开始显现。“随着垃圾分类的不断推进,物质流和能源结构也随之改变。分类以后,垃圾焚烧的热值也在发生变化。”E20 环境平台董事长傅涛对《中国科学报》称,“垃圾分类之后,很多不适合焚烧的垃圾,或者可以勉强进行焚烧的有机垃圾、厨余垃圾都被分离了出来。”

这也对垃圾焚烧发电的排放产生了直接影响。“垃圾干湿分离之后,降低了进厂垃圾的含水率,有利于提高垃圾的热值,减少了废气的产生,并提高了垃圾焚烧设备的安全性和使用寿命。”绿色动力环保集团股份有限公司总裁乔德卫对记者表示,湿垃圾分离得越彻底,吨垃圾发电量提升得就越显著。如果有害垃圾能够分离出来,烟气中重金属的含量也会下降。

“生活垃圾是一种潜在的可再生资源,应该被清洁利用。做好热解环节、实现物料的均匀化是保证燃烧质量、控制排放的重要手段。”同济大学热能与环境研究所所长陈德珍也指出,如果垃圾中水分含量较高,气化工艺就较难实现,垃圾分类则为垃圾的热解气化处理提供了重要契机。

革新技术迎接挑战

国家监管层释放出的明确信号是,垃圾焚烧发电厂必须在“无害化”的前提下,才能更好地实现“减量化”与“资源化”。

“环保监管制度化、飞行检查常态化,不定时间、不打招呼、不听汇报,用最快的速度直达监测现场,直接抽测、直接曝光。”乔德卫坦言,严格的环保监管已经把垃圾焚烧发电厂逼进死角。

而垃圾分类虽然对垃圾焚烧发电的减排产生有利影响,但也存在诸多挑战。乔德卫指出,垃圾分类之后,短期内垃圾进厂的总量会减少。此外,垃圾热值提高也会对焚烧的工况设备产生一定的影响。

在乔德卫看来,垃圾焚烧发电要想良性发展,也不能仅靠垃圾分类,还需要继续推动技术革新,比如采用中间再热、高效汽轮机等先



进的技术和设备,提高吨垃圾焚烧的发电量。

此外,他还建议垃圾焚烧发电应该积极推进热电联产,使发电与供暖两不误。“开展生物质发电热电联产符合国家产业政策,是面对国家补贴退坡,有效提升经营效益、改善现金流的重要手段,同时也促使垃圾焚烧企业进行二次创业。”

值得一提的是,目前大城市的垃圾焚烧项目已经基本建设到位,并建立了成熟的商业模式,而小城市及县城的垃圾问题却尚未解决。在陈德珍看来,大型焚烧项目并不适合这些小城市地区,热解工艺才是中小型生活垃圾处理过程中的重要环节。

“目前国际上的成熟工艺及案例证实,在垃圾焚烧过程中,一定要利用热解这个环节将不均匀的废物均匀化。”陈德珍用实验表明,热解气化工艺在小型垃圾焚烧炉应用中,热解和炭化气耦合燃烧时对应的本底污染物排放最低。因此,她建议,中小型垃圾焚烧发电厂为了使达标排放代价降到最低,应该采用热解和炭化气耦合燃烧,而不是直接焚烧。

透明监管巩固“公信力”

业界预计,2019-2020 年(或延伸至 2021

年)将是垃圾焚烧发电项目的投产旺年,市场规模以千亿计。

为促使生活垃圾焚烧发电厂排放达标,缓解“邻避效应”,此次《规定》也将生态环境监管引入社会监督机制,逼迫垃圾焚烧发电企业练好“内功”,实现从“要我守法”到“我要守法”的转变。

生态环境部环境执法局副局长隋筱婵表示,此次《规定》填补了自动监测数据直接用于行政处罚的空白,并在全国范围内率先全面应用,有望实现对生活垃圾焚烧发电厂的实时监管,让行业监管更加透明。

据记者了解,2017 年全国所有投运的生活垃圾焚烧发电厂都被要求实施“装、竖、联”,即安装自动监测设备,在厂区门口竖立电子显示屏公布数据,与生态环境部门联网。生态环境部新闻发言人刘友宾表示,截至目前,与生态环境部联网的垃圾焚烧厂已经达到 401 家。到 2020 年年底,争取将所有生活垃圾焚烧发电企业全部对社会公众开放。

而公开数据,不仅在于加强垃圾焚烧发电监管力度,也在于巩固“公信力”。这也被业界认为是“赢得信任的重要方式”。另外,业内人士称,这一次先行探路成功之后,接下来或将推广到电力、化工等行业。

■资讯

南网能源院发布

《中国能源发展报告(2019 年)》

本报讯 近日,南方电网能源发展研究院发布《中国能源发展报告(2019 年)》(简称《报告》)。《报告》指出,我国能源消费结构持续优化,炭消费比重下降,天然气、核能和可再生能源比重上升。2018 年我国能源消费总量 46.4 亿吨标准煤,占全球一次能源消费总量的 23.6%,连续十年居全球第一位,增速较 2017 年提高 0.4 个百分点。

不过,《报告》也指出,目前我国能源发展仍存在非化石能源发展保障机制不完善、化石能源清洁化利用水平较低、能源对外依存度较高、能源核心技术自主研发能力有待提高等问题。

针对这些问题,《报告》提出了一系列建议,包括加快提高风、光、水、电等可再生能源消纳水平,加快推进煤基燃料和化学品对油气的部分替代,积极参与能源安全国际合作,加强能源领域核心技术研究等。 (李惠钰)

元坝气田投产五年产气 160 亿方

本报讯 2019 年 12 月 30 日,记者从中国石化新闻办获悉,全球首个 7000 余米超深高含硫生物礁大气田——元坝气田实现安全平稳运营五周年,累产天然气 160 亿立方米,累产硫磺 124 万吨。目前中国石化西南石油局正全力做好冬季天然气保供工作,元坝气田满负荷运行,日产天然气 1120 万立方米。

元坝气田是世界首个超深高含硫生物礁大气田,具有超深、高温、高含硫、多压力系统等特点,是世界上建设难度大、风险高的气田之一,开发建设和平稳运营难度大、风险高。元坝气田于 2011 年 8 月启动开发建设,2014 年底前期试采项目投产,2016 年底全面投产,获国家优质工程奖。目前,元坝气田具有年产 40 亿立方米原料气、34 亿立方米净化气、30 万吨硫磺生产能力。

据介绍,为了实现高效开发,中国石化西南石油局针对元坝气田特点,研发绿色高效开发技术,解决了气田开发系列难题,开发效果好于预期。近期完钻的元坝 104-1H 井测试获日产气 61 万立方米,进一步夯实了元坝气田稳产基础。 (计红梅)



“管上催碳”缓解温室效应

■本报见习记者 池涵

英国童话故事《三只小熊》中,一位名为 Goldilock 的金发姑娘不小心闯进了熊屋。在偷吃过三碗粥后,金发姑娘觉得既不太冷也不太热的粥口感最好。“恰到好处”的选择最优,也被称为“金发姑娘”原则。

在全球温室效应日益加剧的今天,科学家也一直遵循着类似的原则,试图为高效转化二氧化碳(CO₂)找到一种“恰到好处”的催化剂。

近日,南方科技大学材料科学与工程系教授梁永晖团队与耶鲁大学化学系副教授王海梁团队合作,首次利用固定在碳纳米管(CNT)管壁上的分子催化剂酞菁钴(CoPc),实现了 CO₂ 到甲醇的高效转化,为“金发姑娘”烹饪出了一碗理想的“粥”。

他们在《自然》上发表的研究结果显示,该催化剂甲醇转化的法拉第效率(电极传输一定数量的电荷所能得到的实际生成物与理论生成物的百分比) > 40%、甲醇分电流密度 > 10mA/cm²。相比以往文献报道过的数据,这一结果达到了数量级的提升。

催化中的“金发姑娘”原则

燃烧化石燃料后排放 CO₂ 是目前形成温室效应的主要原因,电还原 CO₂ 得到甲醇等燃料是实现可持续发展的一种潜在途径。在这一过程中,电催化剂是制约能量转化效率以及经济性的关键。遗憾的是,目前在 CO₂ 到甲醇转化中仍缺少性能优异的电催化剂。

记者了解到,CO₂ 被还原的过程中,首先会还原为一氧化碳(CO)。此时,如果催化剂的 CO 结合能太弱,CO 就容易离开催化剂表面,成为主要的反应产物;如果催化剂的 CO 结合能太强,CO 的进一步还原就会变得困难,从而需要更负的电位,此时水分解产生的氢气往往占为主导。

王海梁告诉记者,催化领域也有类似的“金发姑娘”原则,即 Sabatier 原则。如果催化剂的 CO 结合能“恰到好处”,使 CO 保持与催化位点的结合,就能将 CO₂ 深度还原为碳氢化合物或醇类。

根据最近对金属-氮 4 (M-N₄) 分子结构的计算研究表明,同铁和镍的类似结构相比,CO 结合能在 Co-N₄ 上

“恰到好处”。因此,含有 Co-N₄ 结构的 CoPc 有望进一步实现深度还原过程。

据梁永晖介绍,CoPc 分子的 4 个 Co-N 配位键结构可以很好地稳定中间的钴,使得它不易从分子中脱离而导致失去活性。早在上世纪 80 年代,CoPc 就被发现可以催化 CO₂ 到 CO 的电还原。

文章第一作者、耶鲁大学化学系博士生吴越申告诉《中国科学报》,在这个课题立项之前,他曾经在一个包含 CoPc 的催化剂体系的产物里偶然观测到甲醇,只是当时的产量和催化选择性都非常小,让他误以为是实验误差或是污染。直到课题立项时他才恍然大悟,然后调出之前的数据和王海梁讨论,开始仔细地设计实验。

“通过不断努力改善催化剂性能和电化学反应池的设计,有望实现可再生的甲醇燃料生产。”

“为了验证甲醇作为催化产物(以及其选择性)的真实性和重复性,王老师多次询问我具体的实验条件,并和我讨论了许多可能导致假阳性的因素。”吴越申说,“梁永晖课题组成员江占也在他们的实验室进行了重复。”

碳纳米管解决分子催化剂分散问题

梁永晖告诉《中国科学报》,贵金属催化剂导电性好、催化活性高,并且具有较好的稳定性。不过,这类催化剂一般成本高、储量少,难以大规模使用。

而分子催化剂具有来源广泛、结构明确且易调控的特点。这有利于研究催化性能与结构关系,深入了解反应机理。但是,分子电催化剂本身导电性较差、容易堆积,表现出的催化性能往往不高。

“过去人们一般会通过滴涂或浸涂的方法将分子电催化剂负载到电极上。”梁永晖说,“由于分子一般导电性差且容

易聚集,导致测得的催化性能往往较差,并且会影响分子本征催化性能的表露。采用与碳材料混合的方式虽然可以提高导电性,但是分子容易聚集的问题并没有得到很好的解决。”

此次课题组则采用全新的方法。梁永晖告诉记者,团队前期的研究工作发现 CoPc 与碳纳米管在超声与搅拌下可以很好地分散在有机溶剂中。由于两者都具有较大的共轭结构可以很好地结合,最后通过溶剂洗涤将没有固定在碳纳米管上的分子去除,得到 CoPc 分子分散在碳纳米管管壁上的复合物。

“这种结构有效克服了 CoPc 分子聚集以及不导电的问题,大大提高了 CO₂ 还原成 CO 的电催化性能。”梁永晖说。

最终,团队发现 CoPc/CNT 复合催化剂在更大的过电位下可以实现 CO₂ 还原获得甲醇的六电子还原反应。在中性电解液中和 -0.94 V (相较于标准氢电极) 的电位下,可以使甲醇转化法拉第效率及甲醇分电流密度获得数量级的提升。

工业应用仍有距离

梁永晖等人此次的成果发表后,丹麦奥尔胡斯大学化学系教授 Kim Daasbjerg 在《自然》发表点评文章指出,在这项研究的基础上,通过不断努力改善催化剂性能和电化学反应池的设计,有望实现可再生的甲醇燃料生产。

这意味着,在全球温室气体排放问题日益严峻的今天,人们可以利用更高效的催化剂从空气中捕获 CO₂, 从而降低捕获过程的成本。

不过,梁永晖告诉记者,这项成果距离应用还有一段路程。“要实现工业应用,催化效率、电流密度都要更高,电流密度要达到每平方厘米几百毫安。”

“我们下一步工作重点是进一步提高催化剂的性能,尤其是甲醇转化的选择性。”王海梁说,“此外,还要结合理论计算与原位表征深入了解反应的机理,优化催化剂的设计,进一步将催化剂集成到反应器中,测试大电流密度下的性能。”

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1760-8>

■视点

当前,气候变化压力加剧,各国都在积极寻找应对之策,优化能源结构成为全球共识。对我国而言,石油、天然气对外依存度越来越高,能源需求增长与资源环境约束之间的矛盾也日益突出。

我国如何面对优化能源结构这样一道数学题?中国能源研究会可再生能源专委会主任委员李俊峰给出的答案是“高比例发展可再生能源”。日前,他在 2019 中国能源研究会年会上指出,我国除了要夯实煤炭基础之外,还要加大力度发展可再生能源,提高可再生能源比例。

“当前,我国可再生能源电力增长迅速,实现了跨越式增长。”李俊峰称,《可再生能源法》实施的 13 年间,非水的可再生能源发电平均每年涨 0.8 到 0.9 个百分点,每年约增加 1 千亿度电,从过去的可有可无变为举足轻重。

此外,李俊峰指出,我国可再生能源装备实力也在不断增强,关键技术基本实现国产化。特别是光伏,国产产品已占全球市场的 70%,并且推动了全球光伏发电成本的大幅下降。

不过,可再生能源在进入高比例发展阶段的同时,也面临着诸多挑战。比如,如何融入能源系统,电网与电源发展如何协调都是问题。

而非技术成本也在一定程度上制约着可再生能源的进一步发展。“光伏和风电都需要大量的土地,其在大规模发展的同时,还要和生态文明建设划出的红线相适应、相协调,这需要政府部门做很多工作。”李俊峰说。

不仅如此,非电应用是扩大可再生能源应用场景、实现能源多元化应用、保障能源安全的重要支柱。然而,太阳能热利用、生物液体燃料、地热等技术难以完成“十三五”规划目标,相关政策也多以鼓励为主,对产业发展的支持力度较低。

为解决上述问题,就需要在机制上进行研究,从制度上作出安排。李俊峰认为,可再生能源的发展是一个系统工程,国家层面需要统一协调,将可再生能源布局与能源系统构建、经济发展大局相结合,在构建清洁低碳、安全高效的能源体系的目标下全面推进可再生能源的发展。

李俊峰表示,必须坚定可再生能源由高速增长向高比例发展的正确方向,坚持技术导向,以技术提升推动产业发展,同时要积极努力地适应并利用数字化和智能化浪潮,加速关键核心技术的攻克。

■源创

电动车迎来大型可移动充电宝



电动车续航里程一直是众多车主出行焦虑的问题。日前,丰田推出了一款概念车型 e-Chargeair,该车可为其他电动车型充电,相当于一台大型可移动的充电宝。

据悉,e-Chargeair 采用非接触式充电系统,无需占用车辆内部空间,行驶时可将拖在电动车后方,实现边行驶边充电的场景。

此外,e-Chargeair 还能为城市供电,车辆同时配备了多项功能,包括空气净化器和 WiFi,并且采用了氢燃料电池技术,可通过特殊充电桩为自身补充燃料。 (李木子)

国内首座 V3 超级充电桩开放



2019 年 12 月 27 日,特斯拉在上海建成国内首座 V3 超级充电桩,并正式对外开放。此举标志着 V3 超级充电桩正式进入中国市场。相比于 V2 充电桩,V3 充电桩拥有更快的充电速度、更轻的液冷充电线,及多车充电不分流等多重优势。

据了解,V3 超级充电桩可支持最高 250kW 的峰值充电功率,其性能相比于 V2 超级充电桩提升一倍多。V3 充电桩运用全新架构和电力电子元器件,可以对电池以其能承受的最大功率进行充电。 (盛夏)