

烟囱,再见!

美初创企业力推零排放化石燃料电厂

在美国得克萨斯州休斯敦能源枢纽和墨西哥湾之间横亘着一个不规则伸展的石油城:其中有大量的精炼厂、储油罐、电线和烟囱,这些设施都致力于将化石能源变成美元。它们正是休斯敦地区比美国任何其他地方排放的CO₂都多的原因。

但在这个CO₂热区的东部,一家新化石燃料电厂展示了弥补休斯敦超量温室气体足迹的潜在方法。这个设施看起来与之前的设备一样,占地相当于两个美式足球场的面积,充满了蜿蜒的管道和泵。它有一个涡轮机和燃烧室,但它不需要一样东西:烟囱。

零排放化石能源发电厂听起来有些矛盾。但当这个25兆瓦的示范厂在今年年底点火之后,它将在纯氧中燃烧天然气。其结果是大量几乎纯粹的CO₂,可以被抽走储存在地下或是灌入耗尽的油田中以产生更多油,这一过程叫做提高原油采收率(EOR)。这些方法可以让CO₂从大气中分离出来。

悸动的心

将CO₂从大气中分离出来一直是碳捕集和封存(CSS)策略的期望,气候专家认为,如果全世界要限制气候变化,那么这一策略非常必要。但与传统化石能源发电厂绑定在一起的CCS系统很难启动,因为CO₂仅构成其废气的一小部分比例。捕集CO₂可消耗一个发电厂多达30%的能源,从而抬高电价。

尽管如此,支持这个新发电厂的创业公司——NET Power表示,它希望能以每千瓦时约0.06美元的价格生产零排放的电。这大约相当于最先进的天然气电厂的电力成本,而且比大多数可再生能源价格更低。其能效的关键是一个新的热力循环系统,用CO₂交换传统发电厂中驱动涡轮机的蒸汽。

这个方案由一个看似不可能的三人组——一位退休的美国工程师和两名对日常工作感到厌倦的技术极客开创,它即将迎来一次更大的测试。NET Power表示,如果原型能够符合期望,那么它将继续推进一个全面的、300兆瓦的发电厂——足以为超过20万户家庭提供电能,这个发电厂计划斥资3亿美元在2021年启动。该公司和CCS专家均希望这项技术能够扩展,“如果能够100%实现目标,那么它将是游戏规则改变者。”伊利诺伊州卡本代尔环境非营利组织清洁空气任务组碳捕集专家John Thompson说。

今年62岁的NET Power首席执行官Bill Brown从未想过重塑能源市场。10年前,在纽约市做并购交易律师的Brown为摩根士丹利投资公司制定金融交易策略时,揣着一颗悸动的心,给旧时麻省理工学院的同窗好友、当时在科学应用国际公司(SAIC)工作的化学家Miles Palmer打电话,提议“一起去做点事”。2008年,在美国经济不景气的形势下,他们辞职在北卡罗来纳州达勒姆创建了一个名为“8河”的技术孵化器。

他们需要孵化一点东西,并打算在能源领域做点事。一开始,他们通过海藻制造生物能的尝试未取得成功。随后在2009年,奥巴马政府

得克萨斯州休斯敦附近的电厂原型正在测试一种零排放技术,其设计目的是与传统化石电能竞争。
图片来源:CHICAGO BRIDGE & IRON



的刺激政策在“清洁煤炭”项目上提供了数十亿美元的拨款,以减少煤炭CO₂的排放。Palmer知道,在全球范围内,煤炭并不会立即停止使用,而且它对气候存在威胁。“我想要解决这个问题。”他说。

“敌人”变“盟军”

清洁煤炭并不容易。煤炭释放的碳污染是天然气的两倍,而且CO₂还构成了传统发电厂14%的烟道气。然而,煤炭量大且价廉,在此之前关注其CO₂排放的人并不多。整体上,仅有38%的煤炭能源在生成电。“其他能源都被浪费了。”Brown说。

低能效使得公用设施转而使用天然气。尽管如此,Palmer依然聚焦煤炭这个气候变化的大问题。Palmer和Brown希望进一步提高能效。2009年,他们联系了英国工业巨头欧洲航空产品研发部门的化学工程师Rodney Allam,聘请其担任顾问。受到上世纪30年代俄罗斯研究的启发,Allam觉得自己看到了彻底重塑陈旧的蒸汽循环的机会。他想,忘掉锅炉吧,可以用CO₂本身来驱动一切,将“敌人”变成“盟军”。“你能够向前推动的唯一方法是开发全新的电力系统。”Allam说。

Allam设想CO₂在一个回路中循环流动,即在气体和超临界流体之间循环。在高温高压下,超临界CO₂会像气体那样填满一个容器,但却像液体那样流淌。

在Allam的布雷登循环(或称气涡轮机循环)中,CO₂被压缩到300倍大气压(相当于海洋中3000米深度的压力)。然而,燃料被点燃将CO₂加热到1150°C,这会使其变为超临界态。在CO₂驱动涡轮机之后,气体的压力会下降,它会再次变回正常的气态。CO₂然后重新被加压并回到该回路的最前端。仅有极少量多余的CO₂

(确切地说相当于燃烧燃料生成的量)被分流到一个管道中排走。

Palmer和Brown把Allam的循环作品送往美国工程企业巴威公司,以了解该系统能否在工业层面运行。“他们送来的有好消息也有坏消息。”Brown说。不利的一面是,Allam循环至少从一开始很难脱煤,因为煤炭首先需要被转化成一种合成气体,这会增加成本。而且,合成气体中的硫和汞也需要从废气中被过滤出来。其有利的一面是,工程师发现该技术能对天然气起作用,因为天然气可以直接燃烧而不产生多余的污染。

Brown和Palmer放弃了赢取政府清洁煤炭拨款的机会。相反,他们为了更大的荣誉而寻求私人投资:通过碳捕集改革能源产出。到2014年,8河已经从爱克斯龙电力公司和芝加哥桥梁钢铁公司获得了1.4亿美元的资助,现在这两大行业巨头共同拥有NET Power示范发电厂。2016年3月,该公司位于休斯顿外的小型试验厂起锚了。

“这是碳捕集领域最大的一件事。”麻省理工学院化学工程师、碳捕集专家Howard Herzog说,“它在理论上非常合理。我们很快将能看到它能否在现实中起作用。”

时间所剩不多

该系统的挑战之一是新的涡轮机,它需要在剧烈温度和压力下工作。2012年,NET Power与日本东芝集团签订协议,重组其中一个高温蒸汽涡轮机,使其可以运行超临界CO₂,这需要改变涡轮叶片的长度和角度。东芝还设计了一个新燃烧室,从而在大量热临界CO₂中混合与燃烧少量氧气和天然气,这个问题就像在用灭火器灭火的同时,设法让火燃烧。

重组后的燃烧室和涡轮机在2013年进行

测试,并于2016年11月被运送到示范工厂。现在,它们正在与该设施的其他组件融合,该发电厂在今年秋季将产能提升到满功率运行之前正在进行初步测试。“我100%相信它能够起作用。”Allam说。

Brown说,若真如此,NET Power将具有鼓励市场广泛采用该技术的优势。首先,不像来自天然气井的常规来源的CO₂,来自电厂的CO₂已经压缩,可以随时被注入地下提高原油采收率。

另一个优势是该电厂的规模。不仅热转换器更小,比大锅炉造价更低,其他很多构件也是如此。例如,25兆瓦的超临界CO₂涡轮机相当于等价汽轮机体积的约10%。整体看,NET Power发电厂有望相当于同等先进的碳捕集发电厂面积的1/4。这意味着更少的钢筋、混凝土以及更低的成本。“对于很多CCS项目来说,前期成本是巨大的。”加州劳伦斯利福摩尔国家实验室碳捕集专家Julio Friedmann说,“避免这些成本非常重要。”此外,不同于没有碳捕集的天然气管道,NET Power将能够出售CO₂用于EOR。

即便NET Power的技术像广告的那样,也并非所有人都会相信它。尽管如此,依然有专家看到了它的另一个优势所在。作为一种零排放的选择,NET Power将会让社区部署更多的可再生能源,而不需要加入脏负荷来源。加州旧金山自然资源保护委员会环境政策分析专家George Perida说,“无碳化石燃料电能甚至会让可再生能源部署更加积极。”

这正是Allam想要提高的一个能源组合。“我没有敲打可再生能源,但单靠其自身不能满足未来的电力需求。”他说。作为政府间气候变化专门委员会的一名长期委员,Allam说,对全世界和他本人来说,解决碳污染的时间所剩不多。“我现在76岁了。”他说,“我需要尽快地做这件事。” (晋楠编译)

走进金矿下的“地震心”

断层钻探帮科学家了解地震

钻探到能引发地震的断层并非易事。需要专业工具、技术人员和大量时间与金钱。而且,没有捷径。当然,或许有一条:在南非金矿安装一部高速电梯,向地心前进3千米。

近日,科学家计划在Moab Khotsong矿的底部钻一个750米深的洞。该矿井位于约翰内斯堡西南180公里处。3年前,一场5.5级地震袭击了这里。该地震源于矿井底部的之前未知的断层。之后,余震不断。

这个耗资160万美元的项目如果成功,有望揭示“新生”断层的内部运动。这些断层已经经历了首次地震,将有助于产生针对地震如何发展,以及人类活动如何无意触发它们的新理解。

这个名为“钻入地震区域”(DSeis)的国际项目由国际大陆科学钻探计划(ICDP)支持。上世纪90年代初,由德国牵头,在国际地学界的支持下,28个国家的250位专家出席并制订了ICDP。

此外,其他计划钻探活跃断层的项目,例如,美国加州圣安德列斯断层和新西兰阿尔派斯断层,已经耗资了数千万美元,并打出了1~2个洞。

而在南非矿井中,研究人员发现了一个快速和相对便宜的方式,以得到生成地震的破碎岩石的详细信息。“在日本,我们无法轻易地靠近震源。”日本东北大学地震学家Yasuo Yabe说,“人们平时会在矿井进进出出。”

DSeis已计划在其他数个矿井进行钻探。但项目进行并非一帆风顺,2014年8月,一场5.5级的阿克尼地震袭击了Moab Khotsong矿井的底部,并致1人死亡。不过,该事件让DSeis进入高速发展期。

阿克尼地震是该国50年来最大的一场地



科学家计划在南非Moab Khotsong金矿底部进行钻探。

图片来源:HIROSHI OGASAWARA

震。南非的金矿会发生频繁的小规模地震,这些地震由人们的爆破挖掘活动触发。但阿克尼地震震级更大、震源更深:与大多数诱发地震不同,它并不与矿井处于同一平面。而且,其岩石彼此水平滑动,而非像小地震那样垂直滑动。

这些秘密事件让矿井公司十分担忧,它们希望挖入更深的地下以寻找更多黄金,因此不希望受到意外地震的困扰。日本京都立命馆大学地震学家Hiroshi Ogasawara表示,他们接受了长期合作伙伴的说辞,决定将阿克尼断层纳

入DSeis的目标名单。

实际上,大多数钻探地震带的项目都以断层为目标,例如圣安德列斯断层。但DSeis合作者、斯坦福大学地球物理学家William Ellsworth表示,鉴于其安静的构造环境,人们有充分的理由相信,阿克尼地震是由一个曾经断裂过一次或多次的断层断裂所致。

此类断层可能缺乏“岩石粉”,这些“岩石粉”会在活动断层中堆积起来,从而使人们很难分辨单次地震是如何将能量分解成地震波,热

量、应变和粉碎岩石的。“我们有极大的机会揭开普通地震的神秘面纱。”Ellsworth说。

矿井是一个富有挑战性的工作环境。四周出奇的安静,空气中弥漫着辛辣的气味。“这里似乎有地狱的味道。”参与该项目的普林斯顿大学地球微生物学家Tullis Onstott说。

Onstott的目标是弄清地震能否促进深藏于岩石内部的微生物的生存。在一个他已尝试了10年的实验中,Onstott计划将一个自动取样系统安装在矿井中,该系统会被地震活动触发。

之前有研究显示,地震能释放氢气脉冲。这些氢气来源于岩石内部封存或地层断裂发生的化学反应。Onstott希望如果地震导致微生物繁荣,那么火星上的类似断层也将成为寻找生命的目标。“这将影响美国宇航局火星2020探测器着陆点的选择。”他说。

此外,矿山经营者似乎也得到自己一直在寻找的东西:有关人类活动如何触发地震的更清晰画面。在美国,石油和天然气开采污水的地下处理系统,已知能通过增加岩石孔隙压力而诱发地震。

不过,阿克尼大学地球物理学家Ze'ev Reches表示,孔隙压力不太可能是南非地震的诱因。但他也注意到阿克尼群岛地震震源位于之前未被标注的断层的岩石底部。

但对DSeis来说,仍然有很多困难。5月,操作者取消了在另一个矿井钻探的项目,因为相关操作会引发落石。但Ogasawara表示,他们有很多地震断层候选者,其中包括很多小且浅的断层,能让他们直抵震源。“我们希望展示震源的样子。”Ogasawara说。 (唐一尘编译)

科学线人

全球科技政策新闻与解析

脱欧让英国选举承诺黯然失色



保守党领袖特雷莎·梅参观一家工厂设施,她曾承诺在研发领域投入更多资金。
图片来源:Anthony Devlin/Reuters

在决定谁将带领英国进行脱欧谈判的英国选举举行之前,该国主要政党表现出了一个明显的共识。3个政党均在其宣言中承诺将在科学领域投入更多资金。伦敦科学和工程运动主任Sarah Main说,每个政党“为了英国的未来都把科学放在其议程的核心”。

然而,由于脱欧的不确定性悬在未来英国科学的上方,对于很多科研人员来说,这些承诺看起来似乎更像安慰剂。现在距离英国脱欧公投已近一年,但该国科学家仍不知晓这样的割裂对于科研资金以及未来与欧洲同事的合作意味着什么。同时,非英国籍欧洲科学家也不清楚他们未来的居民身份如何。

与其他科学大国相比,英国在研发领域的开支相对较小:仅占其国内生产总值(GDP)的1.7%。相较而言,德国占2.9%,美国占2.8%。但英国执政党保守党(民意测验显示该党将会赢得6月8日的选举)曾表示,它希望在10年内将英国研发开支增加到GDP的2.4%,更长期的目标则是增长到3%。其主要反对党工党则承诺到2030年将科研开支增加到3%,而在民意测验中位居第三位的自由民主党设定的“长期目标”则是将科学开支增加一倍。

在理论上,这些目标意味着英国科研领域将获得另外的数十亿英镑。但曼彻斯特商学院联盟科学政策研究专家Kieron Flanagan表示,所占GDP的比例并不是衡量一个国家科研健康与否的必要指标。“一些开玩笑的人曾指出,实现3%的目标最容易的方式是让经济崩溃。”他说,“这是真的,所以它实际上表明类似这样的比例毫无意义。”他补充说,其中很多研发开支来自于私人领域,政府对其并没有直接控制。(冯维维)

美科学网收购同行评议平台



Publons共同创始人Andrew Preston(左)和Clarivate分析首席执行官Jay Nadler。
图片来源:Courtesy of Clarivate

大型科学引文数据库科学网(Web of Science)下的Clarivate分析正在收购一家企业,该企业已经收集了近百万个同行评议记录,这一交易将会为组织系统的同行评议带来新的方式,并阻止伪造同行评议现象。

美国Clarivate公司在6月1日称已经收购了新西兰创业公司Publons,该公司鼓励科学家在线分享同行评议历史,从而通过评审活动获得荣誉。已经有超过15万人注册了Publons,而且他们已经在该网站分享了约80万个同行评议的细节。尽管很多期刊要求匿名评审,但Publons会私下核实评审,然后公开列举出科学家已经对特定期刊做出的评审数量。该公司还为同行评议人员提供培训,并收集发表后的评议。

此次收购的财务细节并未披露,宾夕法尼亚州费城Clarivate科学和学术研究部全球主任Jessica Turner说,这可能意味着Clarivate和Publons将会向科学资助者和出版商销售“定位、搜索、检索和联系同行评议人员的新方式”。她说,两家企业已经在提供一些期刊用于寻找同行评议者的服务。

目前,两家企业拥有的大型数据库已经跨越数千个学术期刊,包含了科学作者、引文模式以及同行评议网络的详细资料。这是一种很少见的综合模式,因为竞争性的科学出版商通常会为它们钟爱的同行评议者的详细资料保密。

Publons共同创始人Andrew Preston说,该公司尤其热衷于帮助出版商解决假同行评议的问题,并将继续作为独立商业体运行。一些期刊发现同行评议系统存在造假问题,且该问题在过去几年已经导致数百篇论文被撤稿。在类似情况下,作者通常会为的文章提供貌似存在的评审人,但却会提供由自己或朋友控制的伪造电子邮件地址,并通过该邮件发送自己的评议结果。

Preston指出,因为Publons在评审人注册网站时会核实他们的邮件地址,该公司正在有效地打造一个值得信赖、经过核实的评审人网络,其中会包含他们的同行评议记录。“我们能够解决同行评议中匿名和封闭造成的大量低效问题。”他说。Publons已经被用于分析同行评议的低效问题:例如,其中一篇文章表明,在2015年,仅有20%的科学家承担了大部分的同行评议工作。(晋楠)