

# 布智能热网 捕城市废热

## ——城市热网技术有望引发能源利用新变革

本报记者 刘霞 综合外电

### 新视野

据英国《新科学家》杂志网站4月15日报道,每年,全球各地因各种原因排放出的废热要耗费我们数十亿美元来处理,更让人类目前所面临的全球气候变暖问题“雪上加霜”。现在,科学家们提出了一个宏伟的计划——创建城市热网来捕捉这些废热并让其物尽其用。

像在全球很多地方的地铁内一样,伦敦地铁的隧道深处酷热异常,人们感觉犹如在炼狱一般。与其在这些多余的热量中热得发晕,还不如让它为人们所用。毕竟,我们并不缺废热。从发电厂到给水壶烧水、使用锅炉给房间供暖到为汽车提供动力,我们的能源系统中有超过50%以上的能量以废热的形式散落在我们周围。

重新捕捉这些废热不仅会让我们的钱包鼓起来,而且,也会让一些有破坏性的效应得以逆转——从我们的城镇和城市流出的废热正在影响我们的气候。已经有城市想出了办法,它们正在组建新的热网系统,其传递热的方式与城市的电网和水管的工作方式有异曲同工之处。这些热网能为下一次能源革命指出一条光明之路吗?

### 热量浪费令人咋舌

废热是个大问题。2008年,美国能源部发布的一份报告表明,美国工业每年作为废热损失的能源相当于500万美国人一年的能源使用量。其中,发电是“罪魁祸首”,仅仅发电工业排放出的废热就足以让日本每年的能源使用总量相形见绌。其他工业化国家的情况也好不了多少。

这份报告也指出,假如我们拥有正确的技术,就能收回几乎一半的废热,但是,知易行难。英国能源和气候变化部的首席科学顾问戴维·麦基表示:“我们常常会提到废热的数量,但是,没有提到质量。我们所说的‘废热’中,很大一部分实际上并非那么热,大约60%的废热的温度低于230摄氏度。尽管听起来很热,但这一温度并不足以启动涡轮机发电。”

科学家们提出的替代方案是,将这些热直接移到需要它的地方。这正是科学家们创建“同时发电发电厂”(专指工业废热发电或发电余热利用)的初衷。这些发电厂会捕获所有或者部分废热并通过一个管道网络将其作为蒸汽或热水送往周边的城市,而城市里的建筑物则利用这一网络来加热供水系统以便加热中央供暖系统。

很多国家正在鼓励创建“同时发电发电厂”。例如,在美国,一个同时发电发热计划有望每年节省100亿美元。而且,同时发电发电可以使电厂将其发电效率从30%提高到90%。

然而,与我们的家庭、办公室、路面上行驶的汽车和火车排放出的废热相比,来自于发电厂的废热仅仅是沧海一粟。与从发电厂这样集中单一的地方捕获废热相比,将不同来源的废热捕获起来的难度更大。而且,这些拥有纷繁复杂来源的废热并非那么热,有点名不副实。因此,回收这样的废热更需要技巧。

### 地源热泵难以扩展规模

碰巧,有一项新技术能用虹吸管从不冷不热的废热中汲取能量,其实,人们使用这项技术已经有一段时间了。自从上世纪40年代美国发明家罗伯特·韦伯认识到,他或许能够逆转制冷过程而从地面提取废热开始,地源热泵就一直在帮助住户节省能源。

这一系统利用了一个事实,那就是,地面是热的不良导体。在气候温和的地区,不管地表的温度是多少,在地下几米的地方,土壤一直保持在大约10摄氏度左右。地源热泵能利用这一稳定的温度,在冬天为房子供暖。

其工作原理非常简单。一个管道网络在房子内和埋藏在地下的线圈之间制造出一个环路,管道中流动着的是水和液体制冷剂组成的混合液。混合液体在通过埋藏于地下的管道流动时,能从10摄氏度的土壤那吸收热量。尽管你可能认为吸收的热量并非我们想象的那么热,然而,它能使混合液中的制冷剂挥发成气体。当这些气体循环回到房间时,会被“喂进”一台压缩机内,导致气体的温度大大增加。接着,人们就可以通过一个热交换

器来用这些热气加热水或空气管道。这一机制非常强大,足以有效地提供热源,即使在挪威和阿拉斯加那样的地方也不在话下。另外,它也很便宜。在英国,最好的系统能将账单减少30%,因为与传统用气或电加热方法相比,压缩气体来加热房间需要的能源更少。

但是,它们能做的还不止于此。在地源热泵上逆转这个过程,它能让你住的房间在夏天凉爽宜人。如果地面足够热,管道中的液体只会吸收建筑物内部的热而不会吸收地面的热。唯一的成本是让液体通过管道循环。英国奥雅纳工程顾问公司伦敦地区的合伙人斯蒂芬·希尔表示:“人们可以用它来做一个免费的冷却器。”

超高效的加热和冷却潜力或许能解释为什么热泵目前广泛流行。希尔说,2010年,英国热泵市场的市场规模已经增加到约5000万英镑,而且,大多数热泵都安装在新建住宅和商用建筑内。当这一机制大到一定规模时,会表现得更好。希尔说,例如,西班牙马德里的帕希非科地铁站就使用一个地源热泵来提供所有的加热和降温。



器来用这些热气加热水或空气管道。

但是还是存在问题,人们目前只能让这些系统大到现有程度,再大下去可能会碰钉子了。而且,不可能在城市的每个建筑物下埋地源热泵。首先,安装地源热泵需要将每个现有建筑的地基掀起。即使对新建建筑来说,这也是必不可少的,就像马德里地铁站的情况——人们必须向地下深挖几百米,才能安装足够长的管道来使热交换能够满足整栋办公建筑或住宅建筑的需要。

### 城市热网一箭双雕

因此,另一种替代方法应运而生,这或许也是一种更好的办法:使用热泵来重新捕获城市废热。就像地源热泵从地面获取热量一样,城市废热泵能大量收集聚集在城市地下的废热,从地铁系统到下水道系统,不一而足。

接着,人们可以使用一个管道系统和热交换系统,将其递送到任何需要它的地方,从而形成一个城市热网。

就像乘客们常常抱怨的那样,废热聚集在我们的大城市下的很多管道内。即使在冷天,伦敦地铁站台上的温度都可以高达20摄氏度。为了捕获这些废热,德国旭普林(Züblin)和瑞好(Rehau)公司同奥雅纳工程顾问公司携手合作,为管道设计出了一个衬垫,其功能就像地源热泵系统内埋藏的线圈,其会使用发动机和制动器产生的热以及来自于周围地面的热来加热制冷剂,随后再通过压缩。因为这会将管道运输来的大量能量转送到制冷剂,所以,这一过程也可以为管道降温。这个衬垫被放入奥地利维也纳一段新建高速公路

的54米长的隧道中,为隧道上方的市政建筑提供的热量多得足以让现有锅炉“下岗”。目前,工作人员仍然在对其进行优化,但在它“出生”后的第一个冬天,就成功地经受了零下15摄氏度的低温考验。

伦敦的交通可能很快会从中获益。伦敦目前正在建的一项耗资260亿美元的铁路项目(Crossrail工程)正考虑在其几个新管道内安放这种衬垫,以实现一箭双雕——既给管道降温,也给位于其上的建筑物提供热。然而,地铁隧道绝非城市废热的唯一来源。想想你今天早上洗的热水澡或周末洗的衣服。去年,流入美国下水道的热大约为3500亿千瓦时——与美国的水力发电总量相当。这些能量都排入了污水中,使得污水一直保持在15摄氏度。

全球有很多地方都在计划使用热泵来从废水中抓取一些能量。第一个使用不冷不热的下水道污水用于大规模给城市供暖的城市是挪威首都奥斯陆。奥斯陆通过使用污水源热泵,每小时从24000立方米污水中提取的热量,可供100万户家庭和建筑使用。这一系统可能是世界上最大的原生污水、雨水、雪水热泵系统,其能效比(COP)达到2.8,产生的热水温度能达到90摄氏度。热泵作为一种清洁、节能技术,将奥斯陆区域供热系统中使用可再生能源的比例提升到50%到70%。

其他国家也已经认识到这个潜在的全球金矿。据媒体报道,加拿大温哥华从2010年起,就开始使用污水来给奥运村供暖,这些污水为奥运村地区提供了其所需的热和热水的70%。温哥华市相关项目开发经理克里斯·贝博表示,废水供热系统就像是地热系统一样,很多地热系统是来源于地下的热能进行热交换,而废水供热系统是利用城市废水中的余热进行热交换。这足以以为大厦供暖并提供热水,阴雨天可采用天然气作为补充能源。

贝博承认,系统的新颖之处在于吸引了那些已经使

用木材或其他生物材料做可持续生物能源的城市,这类城市欧洲很普遍,全方位建立起废水供热循环系统受益地区会更广泛。目前,温哥华正打算对该热网进行扩展,接入其他热源,包括由本地的同时发电发电厂提供的废热等。

的确,热网越大,它汲取废热的对象就越广泛;同时发电发电厂、地铁隧道、下水道甚至数据中心。2008年4月,IBM首先在瑞士的苏黎世城,依靠GIB-Services AG技术,把数据中心的废热与公共游泳池联系起来,使得它们之间实现了能量交换。然后,又在苏黎世的Uitikon镇,通过同样的技术建立了一个热量交换中心,将电脑产生的废热透过热交换器送到隔壁的小区游泳池。这个小镇只要负担一部分建设成本,便能够获得免费的热的

水。这样的结果实现了双赢:小镇省下了加热水池的费用,而GIB-Services数据中心则省下了处理废热排放的费用。IBM公司这种废热处理的新技术卓有成效。仅在Uitikon小镇,这一装置每年可以消化掉2800兆瓦时的工业废热,可以提供给80个家庭一年的供暖与热水使用;这种废热的处理,使得数据库的电能有效利用率达到了90%以上,相当于130吨的炭能源被节省下来。很多城市也开始实验热泵的降温潜力。芬兰首都赫尔辛基使用废热来让散热器冰箱运行。这些设备可以看成是更复杂的热泵,但它们的基本理念是一样的:当液体流过热区时,里面的制冷剂会吸收热。推广之,人们就可以使用这个机制,从建筑物那儿吸收热,并将其倾倒入提纯过的废水中,从而给整个地区降温。

丹麦、瑞典和芬兰在使用热泵技术处理其城市废物方面领先全球。尤其是赫尔辛基还因为其大型的加热和冷却系统获奖,该系统的主要标志是长达1200公里的地下加热管道将该城市93%的加热地区连在了一起。

这个能源革新是否会“遍地开花”?我们拭目以待。安装必须的基础设施将需要极大的金钱投入和政治意愿。英国能源和气候变化部最近公布的一份报告抱怨称,在英国,尽管接近一半的热负荷位于热网在经济上可行的地区,但目前只有17.2万户家庭连上了热网。

热泵的高昂成本也意味着,在有些国家,即使热泵使用的能源比锅炉使用的能源少,但热泵产生的能源仍然要贵一些。美国加州理工学院的物理学家杰夫·斯奈德表示:“主要的问题就是能源的成本问题。”温哥华就是一个例子。因为温哥华的页岩气储量丰富,温哥华的下水道废热比天然气产生的热昂贵10%。但是,与波动起伏的能源市场不同,地源热泵的市场基本上会一直保持稳定。斯奈德表示:“随着能源成本的不断增加,人们从热泵那儿获取的就会越多。”

这一理念的各种改进版本已在各地使用。中国建造了巨大的烟囱来利用内蒙古沙漠的太阳热发电;西班牙和美国亚利桑那州也正在建造相关的模型。澳洲能源公司“环境任务”公司打算在美国亚利桑那州兴建一个约800米高的太阳能烟囱式发电站,巨塔内装有32个涡轮发电机,预期可为20万户供电。

而澳大利亚则打算在新南威尔士州建造一座目前世界上最大的太阳能烟囱式发电站,发电容量高达200兆瓦,超过了拟建的由80台风轮机组成的装机容量为130兆瓦的最大风力发电厂,足以满足大约20万个家庭的用电需求。电站有一个直径7公里的太阳能集热棚,并建一座1000米高的烟囱,占地将达38平方公里,有望成为澳大利亚乃至全球最高和最大的建筑物。

### 城市热网能有效控制气候变化

除了经济因素以外,还有另外一个重要的因素导致我们必须对城市热网寄予厚望,那就是气候变化。毕竟,如果我们没有回收利用这些废热的话,它并不会白白无故地消失。最新研究表明,这些热会在城市聚集并辐射进大气中,最终改变大气中的气流,将北美和欧亚大陆北部冬天的温度提高1摄氏度。最新发现为我们业已知的温室效应和城市热岛效应提供了佐证。

在英国,生热产生的二氧化碳占据了二氧化碳排放总量的三分之一,因此,除了减少能量总量外,城市热网甚至能削减温室气体的排放。确实,它们有望产生一种有效的循环。希尔说:“热泵会让碳更高效,因为热泵正使用低碳的电力来取代气体。”只要我们能发电变得更加环保,热泵将变成碳中和。

使用城市热泵在城市范围的电网中循环利用我们产生的各种废热,有望帮助削减造成气候变化的“三大元凶”,从这种意义上讲,这确实可以称得上是一次新的能源革命。

### 好风凭借力,助涡轮发电

废热就是金钱,但如何最大程度地利用这些废热一直困扰着我们。比如,电厂排放出的废热太温吞了,无法回收来发电。我们只是简单地通过使用冷却塔将其排入大气中打发了事。

可以对这些塔进行改造,让其利用它们排入大气中的废热发电吗?如果塔足够高的话,这一想法或许可行。这些塔能利用对流——随着废热在烟囱内不断上升,顶部的冷空气和底部的暖空气之间巨大的温差制造出强大的空气流,推动地面的涡轮来发电。

这些庞大的工程只有一个问题:烟囱不能太高。当美国普渡大学机械工程学教授兼电子地板项目学术顾问埃克哈德·格洛尔对几个项目进行评估时发现,即使只是为了获得一个典型的燃煤电厂产生的能量中一小部分,就需要一个850米高的烟囱,比目前世界上最高的建筑物还要高。他说:“资本成本实在是太过庞大。”

12年前,加拿大安大略省的一名工程师路易斯·米曹德提出了一个更好的想法。他表示,如果能制造一台能制造自给自足的涡流——龙卷风的机器,该机器就能将所有废热通过管道传递到对流层且仍通过向心力保持在那。这个想法吸引了很多人的注意,但感兴趣者寥寥无几。

然而最近,这一想法有了很多追随者。在线付款解决方案的全球领导者PayPal的创始人兼首席执行官皮特·泰尔名下的泰尔基金会给米曹德提供了35万美元让他制造模型。米曹德表示,他将为一个实用的50米高的烟囱,制造一个15公里、能够产生200兆瓦(百万瓦特)的龙卷风。米曹德表示:“这种烟囱或许具有潜力产生我们所需的所有能源。”

这一理念的各种改进版本已在各地使用。中国建造了巨大的烟囱来利用内蒙古沙漠的太阳热发电;西班牙和美国亚利桑那州也正在建造相关的模型。澳洲能源公司“环境任务”公司打算在美国亚利桑那州兴建一个约800米高的太阳能烟囱式发电站,巨塔内装有32个涡轮发电机,预期可为20万户供电。

而澳大利亚则打算在新南威尔士州建造一座目前世界上最大的太阳能烟囱式发电站,发电容量高达200兆瓦,超过了拟建的由80台风轮机组成的装机容量为130兆瓦的最大风力发电厂,足以满足大约20万个家庭的用电需求。电站有一个直径7公里的太阳能集热棚,并建一座1000米高的烟囱,占地将达38平方公里,有望成为澳大利亚乃至全球最高和最大的建筑物。

# “太阳驱动”号准备自西向东横穿美国



“太阳驱动”号定于2013年5月初进行自西向东穿越美国的飞行,这将是其2015年进行环球飞行前的最后一次长途飞行。世界最大太阳能飞机“太阳驱动”号由瑞士人贝特朗·皮卡和安德烈·博尔施伯格设计,翼展63.4米,与空客A340型飞机翼展相当,机翼上装有11628块150微米厚的太阳能电池板,为机上4台电动机供电。飞机重量只有1600公斤,相当于一辆普通小汽车。“太阳驱动”号于2010年4月首次试飞成功,当年7月7日实现昼夜试飞,2011年5月实现瑞士至比利时跨国飞行,2012年5月成功实现瑞士至北非国家摩洛哥的跨洲飞行。

