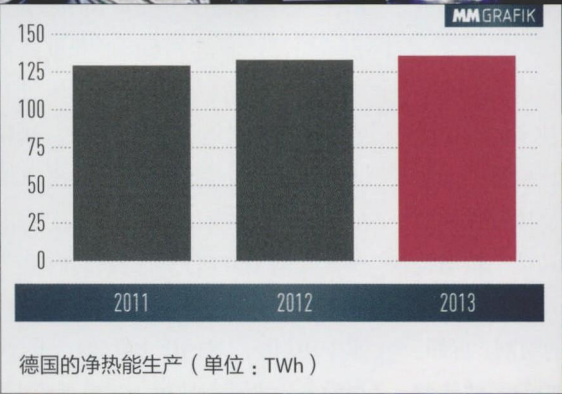




再利用

来自热气的能源

无论是热水、烘干、压缩空气或者简简单单的电动机，工业企业的许多生产过程都会产生热能，不管它们是使用过的热能或者仅仅是生产过程中不可避免的副产品。最常见的是把这些热能排放到周围环境大气中或者冷却一下。但谁要是能够巧妙地利用这些热能，将会节约许多资金甚至还能赚钱。

文 | Stephane Itasse

这些数字就像是奇迹，例如宝马公司雷根斯堡市的汽车生产厂，冬季仅从空气设备回收热能再利用，就可以节约 1270 kW 的热能。Schmersal 公司通过改进燃烧排气，采用更好的燃烧性能够从冷凝水的热能回收再利用中节约 $5 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 的能源，相当于该公司一次能源总量的 10% ~ 15%。另外，它们在 Wuppertal 市的新厂中又因新型压缩机采用的热能回收再利用系统——一项非常简单的技术措施，就节约 $6 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 的能源。生产领域中的压缩空气系统同样也配备了热能回收再利用设备，并对外提供热能，这又能节约大约 $9 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 的能源。在许多新增设备中，由于采用了节能技术而明显地缩短了设备的投资回收期，空气压缩机热能利用后，使它的投资回收期常常不到一年。

但热能回收再利用并不仅仅局限于新设备，因为热能回收再利用技术的供应商也为现有设备补充安装，这类系统提供了成套解决方案。例如，GEA HeatExchangers 公司就燃气涡轮机和锅炉设备和其他应用，提供了适合于热能回收再利用的新安装系统和补充安装系统。正如生产厂家所介绍的那样，利用热能回收再利用系统能够从排出的废气中回收很高的能源。该公司热能回收再

利用系统的特点是：带有耐腐蚀、耐高温涂层 Polaul、高温防腐保护层 HTCS 翅片管的热交换器。这些翅片管可以用价格低廉的轻合金材料制造出来，如用铝合金材料制造，借助于耐高温防腐保护层可以在最高温度 200 °C 的环境中使

较大的温度差 使热能回收再利用更加吸引人

温度差越大，热能回收再利用系统的回收效果越好。在温度差较大的情况下，冷态的介质可以吸收到更多的热能，但在翅片管所形成的冷凝水的长期附着会导致锈蚀。迄今为止，市场上常见的涂层材料一般都不能承受较大温差的环境，在酸性的气体环境中也不能很好地抗腐蚀。

温度较低时，如在金属切削加工或者磨削工位上，Niederstotzingen 市的 Büchel 有限责任公司研发生产了一种适合于这些设备通风换气的热能回收再利用系统。原则上，生产加工车间的室内空气每小时要更换 3 ~ 6 次，只有这样才能经济地去掉生产车间内气味和气体中的金属成分。

夏天的空气更换不成问题，但在寒冷的冬季不能简简单单地把寒冷的室外



图2 Boge 公司研发生产的外置式热能回收再利用系统，能够安装到现有的螺杆式空气压缩机中，无论哪一年生产的、功率是多少、生产厂家是谁

冷空气引入生产车间。因为冷空气进入车间内后会产生所谓的“穿堂风”，不仅使车间内部的温度环境变差，而且也会在被加工的零件上产生不利后果。因此，进入车间内的新鲜空气温度不得低于 16 °C ~ 17 °C。这时，中央换气设备就成为必不可少的设备了，它不仅对空气中的杂物进行过滤，而且也对冷空气进行加热，通过热交换器利用加工机床排出空气的温度对吸入的新鲜冷空气进行加热。

在工业生产领域，几乎没有多少生产设备像空压机使用得这样普遍了，而它也提供了热能回收再利用的巨大潜力。“空气压缩过程中使用的全部能源中有 94% 转换为可以利用的热能，而且空气压缩机所适用的热能回收再利用系统也非常容易制造。” Bielefeld 市 Boge 压缩机厂的市场领导人 Matthias Eichler 说，“回收来的热能主要用于采暖和工业用水的加热以及对需要热能的生产车间供暖，每年能够实现的节约额度可达 30%。” 因此，压缩机生产厂不仅在空压机站中集成了热能回收再利用系统，而且也生产制造单独的热能回收再利用系统就不足为奇了，2011 年时 Boge 公司就与 Doutherm 公司一起开发了一种外置式的、可以方便安装到其他压缩机生产厂家产品中使用的热能回收再利用系统。压缩机除了生产压缩空气之外还生产热水。“大多数情况下，补装这一系统的投资费用会在几个月的时间里收回来。” Eichler 说。



图1 Schersal 公司新型制冷设备能够在工作时产生较高的制冷温度、省略使用冷水

Dransfeld 地区的 Ferdinand Täfler 公司的实例能够清楚地体现出使用热能回收再利用系统到底能够节约多少能源。该公司的母公司 Leipold 集团公司称，利用一套新的热能回收和仓储方案把燃气的消耗量减少了 1/4，这一热能回收系统把空压机排出去的空气都吸到一起，经热交换器输入到地下的热能存储器中，这一系统回收到的能源相当于全部消耗电力能源的 70%。

1 × 10⁴ l 容积的蓄热器
实现了热能存储

为补偿、平衡散热高峰和建筑物采暖高峰的时间差，需要的蓄热器容积为 1 × 10⁴ l。实现这种热能存储的诀窍就是把工厂的温度环境监控、调节系统也纳入到热能回收再利用系统之中。“这就使我们实现了最佳的蓄热器存储和供暖。” Dransfeld 市生产厂的技术副厂长 Rüdiger Heine 说道。

这种热能回收再利用系统的投资为 4.5 万欧元，再加上 2.5 万欧元的采暖锅炉。这笔投资的回收不仅仅局限于降低了消耗。据 Heine 说：“在能源费用计算中有着重要影响的燃气消耗基准值可以减少 150 kW · h，就这一点来讲，减少燃气用量后可以让我们节约 2 万欧元以

上。”另一个消耗热能相对较多的生产领域是表面处理技术领域，在这一技术领域也可以回收大量的能源。与 Osnabrück 高等院校合作的 BVL 表面处理技术公司就是一个很好的实例，该公司能耗最大的（几乎 90%）清理设备的能源消耗明显降低了。

零件清洗中的热能回收

人们经常讨论零件清洗时的热能和热水回收再利用的问题。这里的关键是，大多数零件清洗时都会在热空气中出现冷凝水，从而产生相对较高的湿度，这也就抬高了热能回收再利用设备的采购成本。据 BVL 公司介绍，这种设备的投资回收期常常是 1.5 万工作小时。

喷漆技术领域也有着类似的情况，正如 Emsland 市 Schulte 喷漆中心所展示的那样，利用一台旋转式热交换器，把排出空气中的热能重新回输给吸入的新鲜空气以节约能源。“通过热能回收再利用我们节约了大概 20% 的热能。” Schulte 公司的领导人 Herbert Schulte 自豪地说道。

回收来的热能不是一定要再次投入需要热能的生产过程中，人们也可以用它来发电，可以像 Franken Guss Kitzingen 或者 Elbe Stahlwerke Feralpi

(ESF) 等公司热能回收再利用项目中所采用的 ORC 有机朗肯循环系统。在联邦政府环境保护部的资助下 Franken Guss 使用了一种新型的综合设备，能够利用排气中余热的设备。

在余热发电时要根据不同的温度水平制定相应的方案，因为不同的余热发电



图 4 “从国家节能活动计划讨论的过程来看，作为余热利用的调节工具在很大程度上，还是低估了政策的调节作用。” VIK 工业能源和电力行业协会的领导人 Barbara Minderjahn 说道

技术都有着自己最佳的应用范围。“当然，在各种型式的余热利用中都应给投资者提供经济性好的热能回收再利用设备。”工业能源和电力行业协会 VIK 协会的领导人 Barbara Minderjahn 说道。而可能的经济性因素有室内附加处有着合适的散热器或者冷却散热器等。很高的投资费用当然也是一个重要的影响因素，并带来一个问题：通过政府的促进措施能否刺激余热利用。

政策妨碍了德国的废热利用

这一问题是一个政策性很强的问题。“从国家节能活动计划讨论的前前后后来看，作为余热利用的调节工具在很大程度上还是低估了政策的调节作用。” Minderjahn 说道。在加大工业余热利用的时候没有相关政策框架内实际可用的投资鼓励，这就使德国相当大的一部分能源没有得到利用，因为在目前的政策框架内很难经济地利用好余热。“在正确地利用了促进工具之后，利用余热发电能够为实现德国的气候目标做出重要贡献。” Steamdirve 的领导人继续解释说道。当前，计划将要对 KWKG 热 - 电耦合法的修订，即促进热 - 电耦合内容的修订将会有助于能源政策的稳定，并提高人们对能源政策的信任度。MM



图 3 首次在 Täfler 公司中发挥效益的 1 × 10⁴ l 的热能存储器