

空气压缩

转速调节降低压缩空气成本

由于许多生产设备在工作时都需要压缩空气，因此一家耐火材料生产厂商使用 3 台直接驱动且转速可调的螺杆式压缩机代替了 4 台使用了 30 多年，采用负载怠速调节技术的老式空压机。这一技术的改造可每年节省约 35 000 欧元的电力能源费用。

文 | Christian Rau

陶土是一种非常特殊的原材料，它凭借着相对较高的粘土含量能够把单独的石英颗粒粘在一起，让本来非常松散的材料具有很好的可塑性。这种混合物的一种重要特性就是它的耐火性能。北普法尔茨地区的 Eisenberg 市有着

欧洲最大的陶土矿。“我们经常在这里开采陶土，加工耐火材料的产品。” Rohstoff 市 EKW 公司的 Axel Deubert 先生说。

全部使用压缩空气

这家企业生产耐火混凝土、中碱性

和酸性的半塑性材料、干式减振材料及维护保养和喷涂中使用的专用材料。他们的产品在钢铁工业领域、工业化铝生产过程、工业领域生产水泥时、石灰生产过程及在环保、能源和化工领域中都有应用。在 Eisenberg 市，他们还使用自



图 1 无论是输送设备、混合搅拌设备、定量控制设备、上料设备、码垛机或者包装设备，几乎 EKW 公司的所有设备都需要使用压缩空气

已生产的耐火混凝土生产水泥制品。

空气中含有细微的沙粒。Axel Deubert 先生带领大家参观工厂时介绍了企业使用的各种设备。他说：“我们生产消耗的能源很多。因此我们高度关注高效节能的生产工艺技术。输送设备、混合搅拌设备、定量控制设备、上料设备、码垛机或包装设备，几乎所有的设备在生产工作时都需要使用压缩空气（图 1）。”

EKW 公司原来使用的是 4 台运行了近 30 年的负载急速调节压缩机。这些空压机的维护保养由 EKW 公司的维修车间及相邻的 Fußgönheim 市 G. Wegener 公司负责。这些压缩机要不断的维修，成本支出的上升渐渐让企业有些无法承受。“再加上压缩空气的生产和使用准备两道工序不在一个车间内完成，这些都是必须改变的生产现状。” Wegener 公司负责技术服务的 Manfred Rankel 先生说。最后，一台压缩机彻底损坏，必须借用一台压缩机来维持生产时，耐火材料厂决策者决定实施技术改造方案。

除了压缩机的维护保养和技术服务外，G.Wegener 公司还从事项目管理和设备物资的采购业务。在经营这些业务时，他们与 Köngen 市的 Almig 压缩机厂、Essen 市 FST 过滤技术公司结成了密切的合作伙伴。很快，Rankel 先生就得出了这样的结论：使用转速可调的直驱式空气压缩机是最合适的。耐火材料厂 EKW 公司的压缩空气需求量变化幅度很大；因为耐火材料生产设备不属于运行非常精准的设备。“与负载急速调节的老式空压机相比，转速可调的空压机最高节能可达 30%。” Rankel 先生说道。因此，耐火材料厂最终决定购置 3 台 Variable 130 型螺杆式空压机。这种喷油润滑的螺杆式压缩机可以在 $4.3 \sim 20 \text{ m}^3/\text{min}$ 之间调节供气量。压缩空气的使用准备能力为 $60 \text{ m}^3/\text{min}$ 。输出的压缩空气压力可以在 $5 \sim 13 \text{ bar}$ 无级调节。每台压缩机的驱动功率为 130 kW（图 2）。



图 2 三台 Variable 系列的螺杆式空气压缩机满足了负载变化的要求。压缩机后安装使用的是 FST 公司研发生产的前级过滤器和后级过滤器、压缩空气冷干机和吸附式干燥机

始终保持按需供气

新压缩机的控制系统采用的是 Almig 公司的 Air Control P 系统。这一系统可以同时管理在基本载荷工况下运行的 5 台空压机。空压机站的操作者可以通过触摸屏和 2 个功能键完成这些压缩机的控制调节。它能够对压缩机所有与工作运行有关的重要参数进行连续监控。由于这一控制系统能够同步完成 3 台空压机的控制，因此可以充分利用好转速调节的节能优势（图 3）。“压缩机所提供的压缩空气压力和流量是耐火材料生产过程中实际需要的压力和流量。压力和流量都能保持稳定。当需求量提高到最大转速时，另一台压缩机会自动起动或 3 台同时工作。” Rankel 先生说。它们始终保持一定的转速储备，因此不会因一台空压机的起动或者停止而影响整个系统的压力稳定。当 3 台压缩机都在主负荷工况下运行时，它们的转速也是相同的。在供气量较少的工况中，可以减少到只有一台压缩机在工作。这也就自动地减少了能源消耗。由于压缩机在中速范围内运行，因此能源消耗和所产生的噪声都较低。这样空压机零部件的负荷也较低，对延长压缩机的使用寿命

命有着积极的意义和作用。

新型压缩机帮助企业落实 ISO 50.001 标准

“我们的系统采集了所有能源流的数据和所有设备、装备和生产过程的能源消耗总量。” Deubert 先生说。利用这种高效节能的压缩空气生产方案，现在 EKW 公司的能源费用大幅度降低，这是技术改造带来的另一个收益。“我们的资源承担着 KMU 节能义务，按照 ISO 50.001 标准进行节能认证。” EKW 公司的设备维护保养人员说道。在落实了节能管理系统后，能源消耗可以减少 20% 或者更多。若企业实现了这一目标，还能从联邦政府的促进计划中获得收益，税收明显减少。“新的空压机帮助我们满足技术标准的规定和要求。最特别的是冷却干燥机，在这一系列的压缩机中，它是一台单独的设备。” Deubert 先生说。它的工作参数都按各台空压机进行匹配。而之前的设备无法做到，因此提供的压缩空气总是含有水分，导致了不同设备出现锈蚀。干燥的压缩空气对延长耐火材料生产设备的使用寿命有着积极的作用。3 台空压机压缩出来的压缩空气首



图 3 Variable 系列转速可调的节能型螺杆压缩机适合于在压缩空气波动大的工况中使用

先汇总在一根直径大的汇总管中。在这一汇总管中压缩空气得到了冷却，经循环分离器把冷凝出来的水分离出来。在夏季生产时，初步冷却的压缩空气再经初过滤器、冷却干燥器和精过滤器处理，这些压缩空气准备设备都是由 FST 公司研发生。

仅在冬季生产才使用吸附式干燥器

在冬季生产时，开起吸附式干燥器。该吸附式干燥器的压力点最低为 -25℃。这在节能方面有着很强的优势：因为只有在天冷的时候才需要这种质量的压缩空气。其他气候条件下，压缩空气的质量足以满足控制元器件的要求。通过吸

附式干燥机的露点控制也能够明显的节约能源，因为干燥器真实的吸附循环能够自动的调整匹配。也就是说，循环干燥的次数自动与生产工作要求保持一致；再生空气的需求量和能源费用均最小化。

出厂时，这些空气压缩机都配备了热交换器和采暖温度至 70℃ 的水温调节器。可将这些热能存储起来，如存储到冬季用于生产车间的采暖和供热。另外，也可以利用这些热能对耐火材料制品进行预烘干。另外，也可以在电力驱动的制冷机中利用这些热能使制冷剂蒸发。但这一步工作目前尚在计划之中。

集中管理的新建空压机站

为了能够对新的空压机实行集中

管理，EKW 公司建造了一个全新的空压机站（图 4）。Rankel 先生承接了空压机站的建造和施工任务：“我们在那里安装好了空气压缩机，进行了调试和验收。所有的压缩空气管道都重新布置了一番，主供气管道配置成环形结构。”由于这些管道使用的材料都是不锈钢材料，有着非常光滑的表面，因此也有着很好的耐气候性能。部分管道为露天敷设。整个管道系统减少了阻力，因此管道系统带来的压力损失很小。包括空压机站建筑在内的基础设施是由 Deubert 先生设计的，他也设计了包含了采集压缩空气消耗和电力消耗计数器在内的控制系统。Deubert 先生非常满意：“随着 Almig 公司空压机和 FST 公司压缩空气准备设备的使用，我们不仅一年能够节约大量的能源费用，且目前的压缩空气供应可靠性也大大提高。”当然，延长了的维护保养周期也有着重要的意义。这不仅涉及到空气压缩机，也涉及到所有使用压缩空气的耐火材料生产设备。“从第一次检测到最后的验收，整个技改项目进展的非常顺利。”Deubert 先生说。由于压缩空气的供应是如此的顺畅，还有可以利用的资源，因此计划把全厂的压缩空气系统都纳入其中。届时，Almig 公司生产的空压机就会是两班制运行，可以减少 3 台功率为 7.5 kW 单独运行的空压机，而 EKW 公司将来也会有更多的剩余能量可以使用。[MM]



图 4 EKW 公司为新的空气压缩机建造了新的空压机站