

·科学顿悟·
文/方一兵

焦炭炼铁的发明与英国工业革命



本文作者 方一兵, 中国科学院自然科学史研究所博士后。

栏目主持人 潜伟, 北京科技大学科学技术与文明研究中心教授。电子信箱: williamq@263.net。

工业领域的技术创新是导致 18 世纪英国工业革命的根本因素,而人们最先想到的技术创新是纺织机和蒸汽机。但在经济学家眼里,18 世纪发生的由木炭炼铁向焦炭炼铁的变革,其意义不小于纺织机和蒸汽机的发明,甚至更为深远。

早在 17 世纪最初的 10 年,英国的木材资源供应已经非常短缺,燃料的饥荒成为阻碍炼铁业发展的关键问题,解决问题的唯一途径就是找到一种合适的燃料替代木炭炼铁。当时,煤炭作为燃料已在玻璃、制砖等行业得到广泛应用,因此用煤代替木炭便成了唯一的选择。

用煤作为燃料替代看起来十分简单,但该过程却花费了大半个世纪的时间。期间许多人进行了各种尝试,其中最为著名的是英国人杜德利(Dud Dudley, 1599–1684)。杜德利出身于贵族,受过良好的教育。20 岁时他掌管了其父杜德利勋爵的三家铁厂、一座炼铁炉和两座锻造炉,并开始试验用矿煤代替木炭炼铁。为此,杜德利申请到了两项专利(1621 年和 1638 年),但实际上并未获成功,因为用厚煤块和煤屑做燃料,煤块所含的硫会导致生铁的热脆性,使之无法锻造成形^[1]。

将煤炼成焦炭是解决杜德利遇到的问题的最终办法。

17 世纪后半期,虽然英国已有人开始尝试用焦炭来炼铁,但将其真正实现的是 18 世纪初的亚伯拉罕·达比(Abra-

ham Darby, 1676–1717)。达比早年在伯明翰的一家麦芽糖厂做学徒,1699 年他学徒期满后搬到了布里斯托尔(Bristol),在那里他和别人一起开办公司制造家用的铜锅。后因铜的成本高,达比决定尝试用铁铸锅并获得成功,还申请了专利。

1708 年达比离开了布里斯托尔的公司,来到希罗普郡(Shropshire)的科尔布鲁克代尔(Coalbrookdale)创办了自己的铁厂。在麦芽糖厂的经历让达比有使用焦炭的经验,他租下了一座已经废弃多年的炼铁炉,进行焦炭炼铁的试验。其试验的详情已无记载,但他一定是发现了焦炭不如木炭那么容易燃烧,有必要改进鼓风机和调整炉内结构以获得更充足的空气。因此,他改进了高炉的内径使之适应焦炭炼铁,并为高炉安装了一套新的鼓风机。改进后的高炉于 1709 年成功用焦炭炼出生铁^[1]。值得一提的是,这不是一个能事先预设的成功,而是一个不断试错的过程,这也是英国工业革命时期技术创新的重要特征。由于无法看到炉内发生的情况,因此只有出铁后才能知道事前设定的调整是否可行,若结果不理想,只能在停炉后再进行进一步调整和试验。除了对炉子的调整后,在炉子工作时还需进行其他方面的试验,如风压的调整、焦炭和铁矿石的配比等。因此,达比的成功必然是在复杂而漫长的试错中实现的。

达比的成功还体现出,在英国工业革命时期,技术创新主要来自于企业家或工程师为解决生产问题和盈利的欲望,这就是我们现在所说的“企业家精神”(en-

trepreneurship)。在近代,由“企业家精神”导致的技术创新往往先于科学发现而成为工业化的引擎,推动工业革命在各生产领域全面展开。

焦炭炼铁的成功只是英国炼铁业革命的起点,它使炼铁业开始摆脱对木材的依赖,科尔布鲁克代尔因此成为 18 世纪英国重要的炼铁中心,达比的公司成为英国各种大型铸铁件的主要供应商。但其他问题也随之而来,首先是动力问题,达比的高炉是以上下水池的水的落差形成动力来鼓风的,但在干旱的夏天上水池蓄水不足,需将水运送到上水池。1732 年,达比二世修建了用马来输送水的轨道,到 1742 年,马车被纽克门蒸汽机代替,此时的蒸汽机仅用于将水提升到上水池,高炉鼓风的动力仍然来自水轮机。直到 1776 年,在希罗普郡研制出了直接将博尔登-瓦特蒸汽机用于鼓风的方法,蒸汽机因此代替了水力鼓风在高炉炼铁中得到应用^[2]。至此,炼铁业不仅摆脱了对木材的依赖,也摆脱了对水力的依赖,从而获得了充分的发展空间。机械化大大扩大了市场对铁的需求,包括铸铁和熟铁。更重要地是,焦炭炼铁引发的冶铁业革命在带来铁业繁荣的同时,使英国冶铁业迅速向中西部和南威尔士产煤区集中^[3],并拉动英国煤矿业进一步繁荣。廉价的铸铁和熟铁使新型的动力机械得以大规模生产和应用,并使铁构件在工程建筑领域代替木材而得到广泛应用。不仅如此,价廉质优的熟铁使铁路建设的大发展成为可能。焦炭炼铁的发明引发以钢铁业及相关行业的巨大发展,人类也由此被带入了“钢铁时代”,英国的工业革命因此得以全面展开。

参考文献

- [1] Gale W K V. The black country iron industry: A technical history [M]. London: The Iron and Steel Institute, 1966.
- [2] Tylecote R F. A history of metallurgy[M]. London: Metals Society, 1976.
- [3] 卡洛·M·奇波拉(意). 欧洲经济史(第三卷) [M]. 北京: 商务印书馆, 1989.

(责任编辑 王芷)



亚伯拉罕·达比