

·科学顿悟·
文/潜伟

现代材料科学的起点:复制大马士革钢剑



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,兼任中国科学技术史学会金属史专业委员会秘书长、中国科学学与科技政策研究会理事、《科学学研究》副主编。电子信箱:williamq@263.net。

大马士革钢剑因其坚韧锋利著称于世,特别是其通体美丽的花纹,备受欧洲人推崇。最早提到大马士革钢剑的英国人是莫克松(Joseph Moxon, 1627-1691),他于1677年提到旅行者从叙利亚大马士革带来的大马士革钢剑是用质量最好的铸钢经过锻打得到的。自法国人雷欧姆(Ferchault de Réaumur, 1683-1757)于18世纪开始对这种特殊材料进行研究以来,大马士革钢剑的研究与复制,直到今天仍然是热门的话题。

18世纪晚期,在孟买东印度公司任职的斯科特(Helenus Scott, 1758-11821)发现本地人使用一些“蛋糕”形状的坩埚冶炼的钢,便将收得的一些坩埚钢锭交给时任英国皇家学会主席的班克斯爵士(Sir Joseph Banks, 1743-1802)。这开启了英国人关于乌兹钢和大马士革钢的研究热潮。班克斯将这些“蛋糕”送回英国检验,以期搞清楚这种印度产坩埚钢的高质量的秘密。

皇家学会会员皮尔森(George Pearson, 1751-1828)首先研究了这些“蛋糕”,并于1795年在英国皇家学会作了一个报告,第一次认识到这是一种钢而不是铁,并且首次使用“乌兹”(wootz)这个名词。但是,他并没有将乌兹钢与大马士革钢剑的花纹联系起来。

1804年,冶金学家穆舍特(David Mushet, 1772-1847)从班克斯那里得到

了5块“蛋糕”。他详细描述了“蛋糕”的外观,指出它锻造得如此之好,是因为高碳钢的缘故。在他的报告中也用了“乌兹”的字眼,但是并没有与任何大马士革钢剑的花纹联系起来。

1818年,著名的刀具生产商斯托达特(James Stodart, 1748-1833)将班克斯的一块“蛋糕”交给他的助手法拉第(Michael Faraday, 1791-1867)。法拉第检查了这种钢中是否含有铁与碳以外的元素,同时也分析了一块英国本地产的钢样品作为对比实验。然后,他试图在实验室中通过加合金元素来复制这种乌兹钢,但是失败了。在他发表于1819年的文章中,也没有提到任何大马士革钢剑的花纹。显然,他当时实验的目的不是试图复制这种花纹,而是试图通过对比印度乌兹钢来改进英国本地产钢的质量。这次著名的实验是世界上最早进行的合金钢研究,铁匠之子法拉第也因此误打误撞成为世界“合金钢之父”。后来,法拉第的研究兴趣逐渐转移到铁磁性方面,开创了电磁学研究领域,成为世界著名的科学家。

1820年斯托达特和法拉第联合发表了一篇关于合金钢的文章,这是第一篇将乌兹钢和大马士革钢剑花纹联系起来的文章。但是需要注意的是,法拉第等将乌兹钢与大马士革花纹联系起来是建立在复制实验的基础上,他并没有使用进口的乌兹钢。他的对乌兹钢产生大马士革花纹的假定,直接导致了持续到今天的混乱。

1837年前的某个时间,英国的刀剑制造家威尔金森(Henry Wilkinson, 1802-1867),也对这种花纹产生了浓厚的兴趣。他是第一个明确提出没有锻打的钢表面可见的晶体与成形刀剑的花纹的关系的欧洲人。他在《皇家亚洲学会杂志》发表了请求提供印度乌兹钢材料的信息。接着,他使用了从印度和巴基斯坦边界卡齐(Cutch)来的样品,也有从南印度萨勒姆(Salem)来的样品。通过一些实验研究,他比较了不同来源的钢样品,提出了大马士革钢剑主要是使用北印度和中亚地区生产的布拉特钢(pulad)这种坩埚钢工艺。

可以看出,乌兹钢与大马士革钢剑花

纹的联系是在19世纪20年代得出的,但是这种联系并没有建立在一种严格的民族志观察基础上,仅仅是欧洲人通过复制试验得到的。而真正能够用坩埚钢生产大马士革钢剑花纹的是来自印度巴基斯坦交界处的样品。另外,在北印度,还在使用pulad这个与古波斯语有联系的词汇,也说明这种工艺与波斯有一定的联系。但是,英、法学术界受到法拉第、布莱恩特等大师们的影响,忽略了威尔金森的重要实验结果,使得完全解开大马士革钢剑之谜桂冠终于被俄罗斯科学家成功获得。

阿诺索夫(Pavel Anosov, 1797-1851)是19世纪俄罗斯著名的冶金学家,他利用金相显微镜研究中亚生产的布拉特钢,并在其与大马士革钢剑花纹关系的基础上,于1840年左右就真正完全复制出大马士革钢剑来了。他还对5种花纹进行了分类,分析得到亚共析钢和过共析钢都能产生大马士革钢剑花纹的。

复制大马士革钢剑的工艺方法实际上在19世纪已经被完全发掘出来了,但是阿诺索夫等的技艺似乎由于原始实验研究文献缺失而失传,因此整个20世纪仍有许多学者孜孜不倦地进行大马士革钢剑之谜的研究。正如美国著名材料学家史密斯(Cyril Stanley Smith, 1903-1992)指出,从18世纪开始的对大马士革钢剑花纹显示机理的研究,促进了材料的制备与加工从简单工艺走向科学,催生出金相学的诞生,并进而发展成了现代材料科学。

参考文献

- [1] Faraday M. An analysis of wootz, or indian steel [J]. *Quarterly Journal of Science*, 1819(7): 288-290.
- [2] Wilkinson H. On the cause of the external pattern or watering of the damascus sword-blades [J]. *Journal of the Royal Asiatic Society*, 1837(4): 187-93.
- [3] Smith C S. A history of metallography [M]. Chicago: University of Chicago Press, 1960.
- [3] 李延祥. 乌兹钢与大马士革剑 [J]. *金属世界*, 1998(6): 24-25.

(责任编辑 王芷)