2026年10月16日 星期五
编辑/蒋 寒 投稿邮箱：whjy@zgkpw.org.cn
科普时报

水排：世界最早水力冶铁鼓风机械

——中国古代重要科技发明创造（八十）

□ 王渝生

余生忆谭

水排，利用水流冲击水轮，通过连杆传动，将旋转运动转化为往复运动，带动皮囊持续鼓风，是世界上最早的水力冶铁鼓风机械。其发明取代了此前耗费大量人力畜力的人排、马排，提高了炉温和冶铁产量，推动了生铁冶炼的普及以及农具、兵器的大规模铸造；其连杆传动机构，堪称古代机械史上的重要创举。

水排初创于东汉。公元31年，杜诗任南阳太守，结合当地冶铁经验与水碓舂米技术，创制初代水排，首次以水力替代人力、畜力鼓风。冶铁效率为马排的3倍，主要用于铸造农器，是世界上最早的水力鼓风冶铁装置。

三国时期，监冶谒者韩暨针对当时人口锐减、劳力不足的现状，改良水排结构，并大力推广至魏国官营冶铁作坊，彻底淘汰低效的人排、马排。改良后的水排可不间断生产，冶铁收益大幅提升，为当时兵器制造提供了充足的铁料保障。

两晋南北朝时期，水排冶铸技术普及到各地作坊，不再局限于中原核心区域。水力机械技术快速发展，西晋杜预发明连机水碓，北魏崔亮在洛阳大规模建造水碾磨，水排的曲柄连杆传动原理被大量复用，进一步优化了鼓风的稳定性和持续性。

隋唐是水排应用的拓展阶段，其核心技术从冶铁领域向外延伸，与同期普及的水磨、水碓技术深度融合。唐代关中地区水碾磨数量激增，甚至挤占灌溉水源，朝廷曾一次性拆除80余座违规私建的水力作坊，侧面印证了当时水力机械技术的成熟与民间的普及程度。

宋元为水排技术的集大成时期。北宋传统皮橐（tuó）水排逐步退出主流冶铁场景，但水力机械技术步入全盛阶段。元代王祯在《农书》中完整复原、详细记载了一度失传的水排构造，明确将其分为立轮式和卧轮式两种成熟结构。同一时期，水转大纺车、水轮三事等复合水力机械相继问世，将水排开创的“水力—旋转运动—往复运动”传动逻辑推广至手工业各领域。

水排技术生命力极强，到20世纪70年代，国内部分偏远地区仍在沿用改良后的水排结构进行小规模冶铁作业。

欧洲直至13世纪才出现水力鼓风冶铁装置，较中国晚约1200年。学术界主流观点认为：欧洲水力鼓风冶铁为独立发展，暂无确凿证据证明源自中国水排西传。但中国水轮结合曲柄连杆、将旋转运动转化为往复运动的机械思想，借丝绸之路的水力机械、冶金技术交流，间接影响了欧亚大陆水力技术发展，这一观点得到中外学者的普遍认同。

（作者系国家教育咨询委员会委员、中国科技馆原馆长）



图①②：《水排》纪念封及内插页。 中国集邮有限公司供图

图③：“水排”篆刻章。 马国馨院士 刻

科海史迹

魏源与他的《海国图志》

□ 嵇立平



《海国图志》封面。 作者供图

世人多知魏源是晚清倡导革新的思想家，却少有人知他是中国近代第一位真正意义上的世界地理学家。

魏源原籍湖南省邵阳市隆回县（今金潭），嘉庆末年赴京，授为内阁中书，得以阅览宫中秘藏典籍。清乾嘉之际，京城不少学子埋头钻研八股时文，不问天下实务。魏源却潜心经世实学，深耕舆地（地理）研究。他与龚自珍等开明士人交游论学，针砭时弊，倡言务实救国，同为“开眼看世界”的时代先行者。

彼时，林则徐赴广东禁烟，兼任两广总督，直面海外列强，体察海防隐患。他认定唯有洞悉域外山川形势、国力民情，方能谋划御敌自强之策，十分赏识魏源的志向才识。1841年，鸦片战争失利，林则徐被革职发配伊犁。途经镇江，他得知神交已久的魏源正旅居此地，便连夜约见，抵足长谈。林则徐认为，晚清朝野固守天圆地方的陈旧认知，不识域外大势，正是国家积弱衰败的重要根源。他蒙罪流放，深知自己难以实现著书立论的抱负，便拿出耗费数年心血组织翻译、核验而成的《四洲志》手稿，连同亲手收集的海外舆图、外文资料，托付给魏源，希望他汇辑整理、考证增补，编撰一部完整的世界地理典籍，打破国人闭塞认知，唤醒朝野，探寻海防自强之道。

魏源在《海国图志·原叙》中记下这份重托：“一据前两广总督林尚书所译西夷之《四洲志》，再据历代史志及近日夷图夷语，钩稽贯串，前驱先路。”一夜肝胆相托，一生笔墨践行。魏源立下宏愿，挣脱传统舆地学说的桎梏，依托西洋实测资料，编撰一部史地巨著，为沉睡的清王朝描摹一幅相对真实完整的世界版图。

在《海国图志》之前，中国记述海外的典籍，大多算不上严格意义上的科学地理文献。古人记述异域，多依靠古籍转述、民间传闻，夹杂神鬼传说；传统舆图不讲比例尺、不标方位，固守“天圆地方、华夏居中”的认知，多是人文想象，缺少科学实测支撑。

为打破这一局限，魏源走出书斋，奔走上海、宁波、广州等通商口岸，走访远航归来的船工、通事与引水人。为厘清南洋群岛分布、洋流季风规律，他连日登门问询，记下航路里程、海岛方位与潮汐变化，以此校正古籍中千年忽略的海域方位谬误。他还数次游历澳门，结交西洋商人和学者，观摩西洋器械，搜集珍贵的原版经纬地图与航海测绘典籍。他点明该著与旧籍的区别：“彼皆以中土人谭西洋，此则以西洋人谭西洋也。”这正是传统地理学迈向近代科学的关键转折点，不再依靠主观臆想，而是采信域外实测与数理测绘的客观成果。

汇集见闻图谱只是起步，成就这部巨著的，是魏源十余年持续的勘校与重构。他以《四洲志》为基础，引入地圆学说、经纬网格、球面测绘原理；收录西方新知，阐释潮汐受日月引力作用形成，破除用神鬼解释潮汐的旧论；75幅舆图摒弃传统写意画法，采用西洋投影测绘技术，依经纬度标定海陆疆域；每处山川海岛有图有据，剔除虚妄附会，搭建起实证化的近代地理体系。全书几经修订，由最初50卷逐步扩至100卷。他在书中提出“师夷长技以制夷”的思想，主张学习西方舰船、火器制造等先进技艺，以科技自强抵御外侮，在当时可谓振聋发聩。

《海国图志》为近代中国推开认知世界的科学窗口，深刻启迪了后世洋务运动、维新运动的先行者，成为近代中国科学启蒙与救亡图存的重要典籍。梁启超评价：“中国学人知地圆之理、五洲之势、实测之法，实自此书始。”

（作者系中国科普作家协会会员）