双层炉排燃烧铸铁锅炉

董　珊　张文彦

(哈尔滨建筑工程学院)

[提要]　先后六百余台改造后的双层炉排燃烧铸铁锅炉投入运行以来，历经八年的实践证明，其燃烧热效率可达70%，烟尘含量（不用除尘器）低于120毫克/米^3(标准状况)，耐腐蚀、运行、管理、维护简便，是一种较好的热源设备。本文对该炉的运行、特点及其存在问题进行了较详细的叙述。

主题词　铸铁　锅炉　双层燃烧

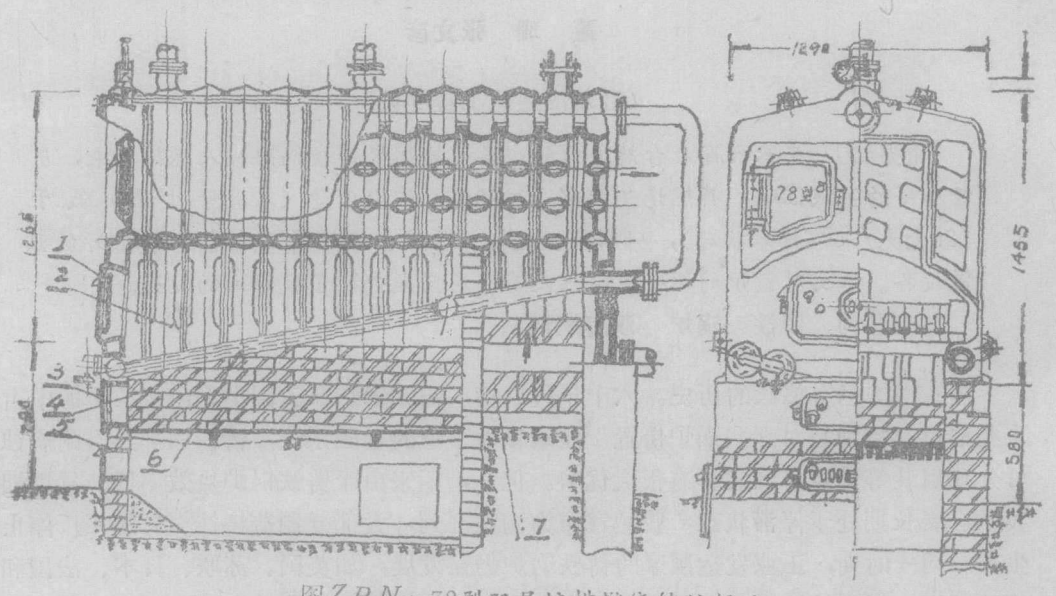
铸铁锅炉已有悠久的历史。六十年代以前，铸铁锅炉在我国小型采暖的热源中占有重要地位，特别是对那些锅炉房置于建筑物地下室的采暖系统，铸铁锅炉具有耐腐蚀，可分片组装等优点，使它具有很大优势。但是，后来由于铸铁锅炉热效率低、冒黑烟，技术进展长期处于停滞状态，曾被宣布为淘汰之列，大部分制造铸铁锅炉的工厂停止了生产。同一时期，工业发达国家的铸铁锅炉仍在发展，如英国、苏联、日本、法国和西德等国家，新型铸铁锅炉不断涌现。在苏联，铸铁锅炉占锅炉总台数的百分比还有上升趋势。由于燃料结构的改变，这些国家的铸铁锅炉由原以燃煤为主转变为以燃油和天然气为主。

我国有以万台计的铸铁锅炉，其中70%以上安装在地下室锅炉房中，绝大部分需要改造或更新。对于低效小型锅炉改造，使其达到既有65%以上的热效率，又能使烟尘含量低和不冒黑烟，不外采取如下几种途径：一种是将手烧炉改为机械燃烧设备，如螺旋下饲式炉排，抽板顶升等，目前对其研究和采用已获初步成效。但对机械燃烧设备的管理、运行和维护技术要求高，一些小型采暖锅炉房的条件离这些要求差距很大。在六十年代初期，螺旋下饲式炉排的推广使用已经历了一个起伏，现在应从设备的研制和运行管理水平两方面努力提高，吸取上次的经验教训，以逐步推广新的研制成果；另一种途径改为简易煤气炉，实践证明，制造和管理运行技术都曾达到预想的效率和消烟除尘指标，有些简易煤气炉经过几年的运行考验，但由于除渣工作条件恶劣，特别是对灰分大和灰软化温度低的煤，使除渣工作更为困难，有时燃烧过程结焦渣还会破坏燃烧工况。还会出现由于操作不当而爆燃，造成人身事故等原因，使之推广遇到困难。再一种途径就是为手烧炉找出其它的燃烧方式，近几年的实践证明，双层炉排燃烧是较为适宜的一种。解放前，日本的双层炉排锅炉曾在东北地区运行，不过燃用的是优质烟煤。六十年代初，在“技术革命和技术改造”运动中，也出现一些双层炉排锅炉，只是用于锅炉改造，未有正式产品。七十年代中期，双层炉排燃烧方式又在锅炉改造中出现。哈尔滨

本文收到日期：1987年2月12日

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

建筑工程学院在总结锅炉技术改造经验的基础上，与哈尔滨住宅公司修造厂（现为哈尔滨低压锅炉厂）在一九七八年共同研制出一种手烧的双层炉排燃烧铸铁锅炉——ZRN—78型锅炉，并经过热工测定和技术鉴定，列为正式产品，挽救了铸铁锅炉被淘汰的恶运。以后双层炉排燃烧钢制锅炉产品相继出现，但是，对处于狭窄、阴暗地下室锅炉房的锅炉更新，铸铁锅炉具有独特的优点。



图ZRN—78型双层炉排燃烧铸铁锅炉

1. 上炉门；2. 风室；3. 中炉门；4. 燃烧室；5. 下灰门；6. 管式水冷炉排；7. 燃尽室。

ZRN—78型铸铁锅炉如图所示。此炉仍为手烧炉，但是避免了一般手烧炉的周期性燃烧的严重缺点，给提高燃烧效率创造了条件，这是因为燃料同时在上、下两层炉排上进行燃烧。正常工作时，煤从上炉门1间断地投入，煤在上层炉排进行燃料的预热干燥、干馏、挥发物的燃烧，以及焦碳的氧化和还原过程，炉门1处于常开状态，空气基本上较为稳定地通过上燃料层，形成燃烧产物进入燃烧室4。燃烧室炉门（即中炉门）常闭，因而使燃烧室中形成较稳定的燃烧状态，克服了手烧炉的周期性燃烧规律。适当增加上层燃料层厚度，即可形成半煤气炉，可达到理想的消烟除尘效果。这种逆向燃烧，即空气流动方向与燃料着火扩展方向相反，使得燃料干燥时水蒸汽顺序通过燃料层中的氧化层和还原层。当水蒸汽通过氧化层时，其中一部分转化成H和OH。而H和OH为燃烧的活化中心，可促使燃烧速度加快。蒸汽经过还原层遇到较高浓度的一氧化碳时，在水蒸汽的参与下，一氧化碳的着火温度有所降低，有利于一氧化碳的燃烧[1]。下层炉排上之燃料层进行的是灰渣中焦碳燃烬过程，在正常燃烧工况时，下层炉排上之燃料是通过对上层燃料拨火落到下层炉排上，这里燃烧所需空气是由下灰门5进入。进入之空气一部分促使渣中焦碳燃烬。另一部分被加热后进入燃烧室，成为从上层炉排进入的半煤气可燃气体的二次风。上、下燃料层风量进行适当调节，就能恰当控制燃烧室中的过剩空气系数。上、下炉排相向进入的气流在燃烧室混合燃烧。由于气流速度不够强烈，不能在燃烧室很好混合，故在燃烧室出口后设一燃烬室，其内设水纹耐火砖，以便增加扰动，改善混合，保证了可燃气体的燃烬条件。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

双层燃烧铸铁锅炉的冷炉排是影响锅炉运行安全性和寿命的关键因素，由于它处于高温环境中，工作条件恶劣，同时也存在着炉排排管内表面氧腐蚀问题。但只要合理的组织水冷炉排的水循环回路，形成适当的水循环流速，换言之：一是正常工作时，水冷炉排之水循环流速足够大到能将热量即时带走，保证管壁不超温。在一般情况下，水循环速度在0.2米/秒以上即可。二是停炉压火时，虽然燃烧强度有所降低，但此时水循环强度也相对减弱，要校核其水速，以使金属不致过热。对热水锅炉而言，水不得汽化。后者除锅设计时正确处理水循环回路外，也可考虑借助采暖系统的自然循环压头以增强水冷炉排之水循环流速。再者，设计水冷炉排结构时，避免刚性连接，减小装配应力和因受热膨胀而产生的温度应力，就可使水冷炉排长期安全的工作。文献[3]指出，水冷炉排壁面温度在130—180℃范围内波动，在个别结焦工况下也只达到240℃左右。而金属壁面过热只有在450℃以上才能出现。说明水冷炉排可以形成安全的工作条件。关于氧腐蚀问题，因水冷炉排有一倾角，其方向与水流方向一致，在适当的水速配合下，水中释放之游离氧不宜粘附在水冷炉排排管内表面，减弱了氧的腐蚀性。

ZRN—78型铸铁锅炉投运八年多以来证明，锅炉运行的安全性经受了时间考验。但是，水冷炉排与锅炉本体的铸件相比，毕竟是影响安全运行的最薄弱环节。故该锅炉结构设计时考虑了水冷炉排的可换性。更换部位用螺栓连接。更换时不需动锅炉本体，适宜于小型锅炉房简单的管理、维修技术状况。

ZRN—78型铸铁锅炉已形成由104.67万千焦/时(25万千卡/时)至175.85千焦/时(42万千卡/时)的六种负荷的产品系列，锅炉片数有10片至16片。历经八年，约六百余台锅炉投运，实践中显示了它的优点。它的热效率可达70%，烟尘含量低于120毫克/米³(标准状况)。又是手烧炉，管理、运行、维护和检修都较简便。对煤种的适应性强，如褐煤和劣质烟煤等，亦可适应，虽然投煤口较一般手烧炉高，有些不便，但对投煤技术要求不高，投煤劳动强度低，因投煤口常开，煤层表面温度低，投煤从容。该锅炉另一特点是，若配置适当高的烟囱，可实现自然引风。若再配以自然循环采暖系统，可实现节能、烟尘含量低、无噪音、无需电作动力的采暖系统。对于锅炉房置于建筑物地下室的自然采暖系统和采暖季节短而夏季气候潮湿的地区很适宜。

双层炉排燃烧方式要求操作人员对燃料的燃烧知识有一定了解。这方面较一般手烧炉为高，因为送风调节比手烧炉复杂，上、下炉排给风量要根据上、下燃料层厚度、引风压头等因素综合考虑。故对运行操作人员需要专门训练。此种人工投煤的双层炉排燃烧方式的缺点是：燃烧室炉膛负压较一般手烧炉高，随着燃料层增厚而增高，若采用自然引风，相应需增加烟囱高度。另一缺点是水冷炉排可见热强度低，在同样负荷下，其炉排面积较一般手烧炉大。采用机械引风虽提高了炉排可见热强度，但仍较一般手烧炉为低，因而使单台锅炉容量提高受到限制。可望将来采用机械给煤和机械送、引风，使双层炉排燃烧技术不断发展。

采用双层炉排燃烧设备，无疑对于小容量供热锅炉提高燃烧效率、节约能源，同时使烟尘含量达到理想指标是较好的途径之一，应予以推广。而铸铁锅炉较钢制锅炉使用寿命长，以设备更新、原材料消耗、维修运行费用等综合因素考虑，双层燃烧铸铁锅炉较钢制锅炉更优越。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参 考 文 献

1. "燃烧学" 西安交通大学 许晋源、徐通模 1980
2. "双层炉排半煤气炉" 哈尔滨市环境保护办公室，哈尔滨建筑工程学院暖通与煤气教研室，哈尔滨市南岗区环境保护科，1978(消烟除尘资料汇编)
3. "双层燃烧水冷炉排的安全性" 程 韧 张子栋 阮根建 1982 哈尔滨工业大学科学研究报告
4. "双层燃烧锅炉的水力动力特性" 孙洪滨 陆惠霖 刘文铁 1982 哈尔滨工业大学科学研究报告

DOUBLE-GRATE-FIRING CAST IRON BOILER

Dong Shan

(Harbin Architectural Engineering Institute)

Abstract

The operation experience successively accumulated by 600 or so double-grate-firing cast iron boilers of an improved design during the past eight years has shown that, in addition to such merits as corrosion stability, ease of operation and maintenance, a combustion efficiciency of 70% can be attained by such boilers with dust content (no dust collector used) being kept at less than 120 mg/std M^3. With regard to this relatively efficient heat energy supply equipment this paper gives a detailed description of its specific operational features and some problems yet to be solved.

Key words: Boilers, cast iron, double grate firing

简 讯

目前发展地方电力的新动向
——改造工业锅炉来发电

尽管国家每年以500～600万千瓦的装机速度来发展我国的电力事业。但工农业急剧的发展，仍使很多地区严重缺电，拉闸限电严重影响工农业生产。为保持生产的增长，很多地区目前大量使用柴油发电机来弥补电力不足，进而又造成能源的浪费。

为此无锡市能源所提出利用现有的4t/h、6t/h及10t/h工业锅炉作为动力发电的建议，并提出了可行性分析报告。报告表明，该三种炉型有加装过热器的可能，结构简单，成本低，利用背压式小汽机，分别可得150、300、500千瓦的电力，背压达3kg/cm²，也可满足工业用汽的要求。

目前，无锡市正在落实用户，4t/h工业锅炉加装过热器的设计与生产将由江苏无锡市洛社锅炉厂负责。

利用工业锅炉发电，节油意义重大。江苏省的上述三种炉型工业锅炉约有2750台，若全面推广可代替全省100多万千瓦的柴油发电机，节省60万吨轻柴油。此外，在目前全国工业锅炉市场饱和、产品滞销、竞争激烈的情况下，发展带过热器的小锅炉，或批量改装工业锅炉，将为全国工业锅炉行业生产带来新的生机。这是目前工业锅炉生产中值得注意新动向。

卓 文

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net