20t/h差速循环流化床生物质锅炉的运行

刘影

(安徽国祯生态科技有限公司，安徽阜阳236000)

摘要：本文介
绍了20t/h差速循环流化床锅炉的
结构特点：锅炉采用差速床设计、分级送风控制NO_x
排放，膜式水冷壁防止漏风、水冷旋风分离器防止分离器内结焦以及螺纹烟管省煤器及防腐空气预热器，运行结果表明，锅炉出力充足，各项排放指标满足国家环保排放标准。

国内外生物质应用现状

生物质能是重要的可再生能源，具有绿色、低碳、清洁、可再生等特点，加快生物质能开发利用，是改善环境质量

[1]。芬兰生物质热电联产已有20多年的历史，生物质在2001年占到可再生能源的85%，

2007年，热电联产发电量已占到国内总发电量的29%。生物质热电联产技术在瑞典也得到了充分的利用，Kristiansta d生物质热电厂采用循
环流化床，以木材为燃料，额定发电量为13.5
MW，额定供热量为35MW[2]
。目前生物质供热发电占瑞典全国能源消费总量的16.5%，占供热能源消费总量的68.5%。丹麦BWE公司的48t/h、75t/h及130t/h水冷振动炉排炉技术是国际上领先的生物质燃烧发电技术，在世界范围内得到推广应用。丹麦热电联产发电量占到其年发电量的70%，在供电、供热方面占有重要的份额[3]。

我国生物质锅炉的研发起步于上世纪80年代末，其中，哈尔滨工业大学循环流化床课题组在上世纪90年代初在国内率先研究生物质流化床锅炉，先后成功开发了2t/h、4t/h、6t/h、10t/h、12.5t/h、14t/h、15t/h、20t/h、30t/h、35t/h、50 t/h、75t/h、90t/h、130t/h燃稻谷壳、废木与木屑、甘蔗渣、玉米秸秆、酒糟、糠醛渣及棕榈空果穗、烟梗等生物质流化床锅炉60多台[4−5]
，其中出口国外的有21台。2005年后开发的生物质发电锅炉20余台，容量为：10t/h、20t/h、30t/h、35t/h、75t/h、90t/h及130t/h。近几年，国内一些小型工业锅炉厂生产往复炉排生物质成型颗粒的工业锅炉，锅炉出力为2～10t/h(1.4～7MW)为主[6−9]。

在35t/h以下锅
炉全面禁煤形势下，生物质锅炉
以运行成本相对较低，采用布袋除尘器后烟尘及SO_2
排放浓度自然满足环保排放标准而受
到用户青睐，尤其是循环流化床生物质锅炉[10]，采用分级燃烧NO_x排放浓度小于200mg/m^3
，自然满足国家环保排放标准，因此是生物质用户的首选。我公司采购一台20t/h差速循环流化床锅炉，由哈尔滨工业大学循环流化床课题组研发，安徽博瑞特热能设备有限公司制造，于2017年12月投入使用，效果良好，下面介绍该炉结构及运行情况。

1炉型的选择

现有的生物质锅炉有炉排炉(链条炉，往复炉排炉)和循环流化床锅炉。选择炉排炉还是循环流化床，需要从多个方面进行比较。由于农业秸秆灰熔点低至1000℃左右，采用链条炉和往复炉排容易在炉排上结渣，所以，丹麦BWE公司采用水冷振动炉排，解决炉排上结渣，同时一旦有渣块可以通过振动炉排清除，而水冷振动炉排技术国内还不太成熟，并且造价昂贵。其次从热效率来考虑，炉排炉飞灰及炉渣含碳量高，与循环流化床相比，热效率低3%～5%。

此外，炉排炉NO_x排放浓度高达350～450mg/m^3
，需要配合SNCR脱硝才能勉强达到200mg/m^3，而循环流化床一般低于200mg/m^3

，能够自然满足环保排放标准，因此，在环保要求较高的当下，选择循环流化床成为必然。常规循环流化床给料点是正压，要通过引风机将炉膛出口负压拉至－800～－600Pa，从而将给料点维持在－50Pa左右才能保证给料点不向外冒烟，实际运行过程中经常出现给料点向外冒烟现象。差速循环流化床具有给料点是负压，不会向外冒烟，而且炉膛出口负压为－150Pa左右，相比常规循环流化床，引风机节能效果显著；此外，由于生物质与床料密度相差较大，导致常规循环流化床密相区床料与生物质混合效果较差，而差速循环床底部高速床与低速床之间会形成内循环，将高密度的床料与低密度的生物质均匀混合，有利于燃尽。鉴于此，本炉选择差速循环流化床生物质锅炉。

2 20t/h差速循环流化床锅炉结构与运行效果

2.1锅炉结构

差速循环流化床由高速床和低速床组成，高速床与低速床之间具有高差，高速床的流化速度一般是低速床的2倍，高速床不布置埋管，因此不存在埋管磨损；低速床布置埋管，由于大颗粒主要分布在主床内，细颗粒主要在低速床内，使得低速床流化速度在1.5～2m/s条件下就能良好流化，从而使得低速床内的埋管磨损大幅降低(原因有两个：一是颗粒平均粒径小，二是流化速度低)，所以，低速床内埋管防磨时间超过3万t，4年才需要大修一次。低速床内布置埋管，有利于控制密相区温度在750～850°C，很好地解决了生物质燃烧结渣问题。图1是20t/h差速循环流化床总图。

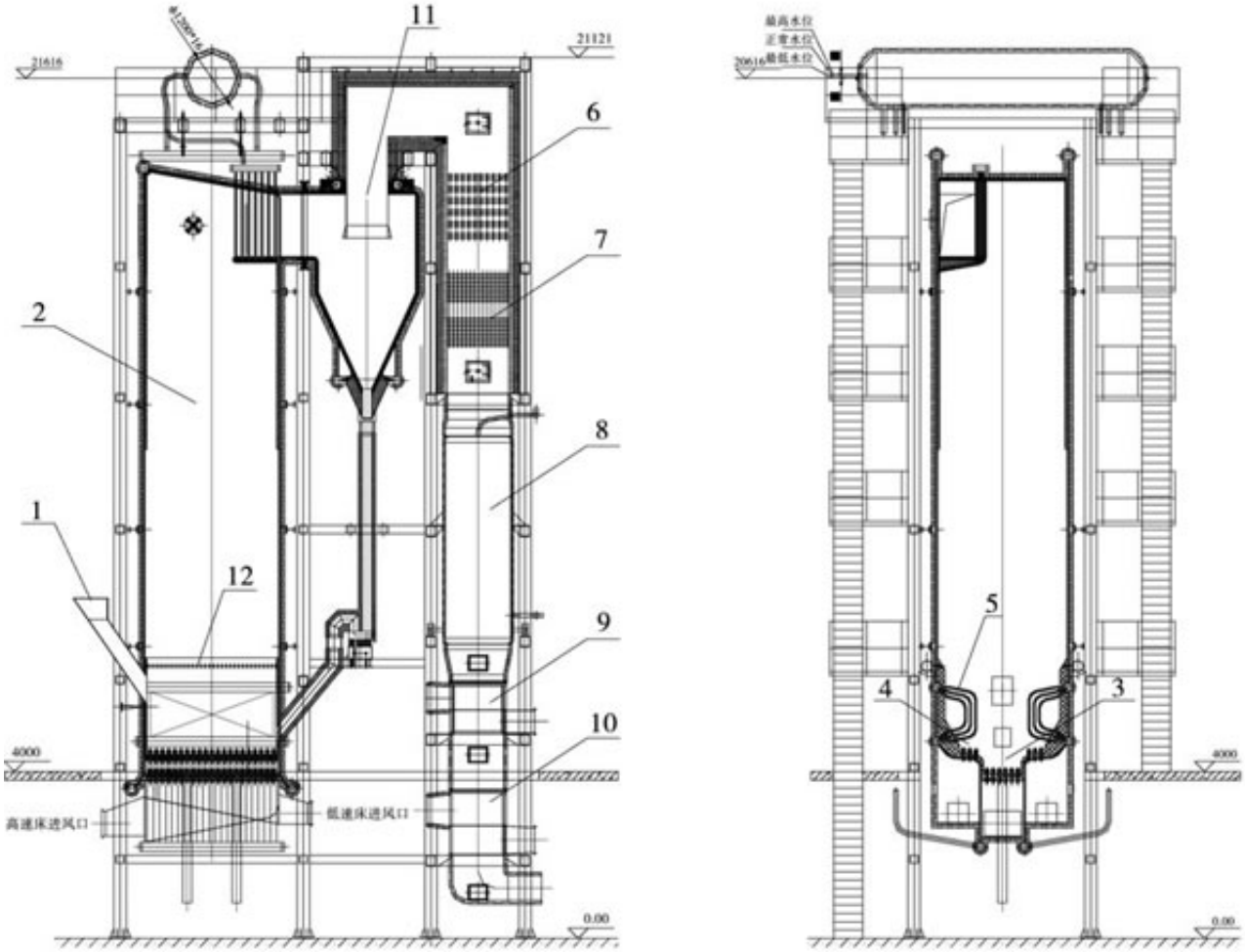

图1　20 t/h 差速循环流化床生物质锅炉总图

1－给料口;2－炉膛;3－高速床;4－低速床;5－埋管;6－过热器;7－蒸发受热面;8－螺纹烟管省煤器;9－二次风空预器;10－一次风空预器;11－水冷旋风分离器;12－三次风管

2.2锅炉的基本参数

锅炉出力D=20t/h，压力：1.25MPa，给水温度：104°C，过热蒸汽温度：300°C，排烟温度150°C，设计热效率：88%

，燃料：各种生物质散料，元素分析如表1所示。

表1　生物质元素分析

Car	Har	Oar	Nar	Sar	Mar	Aar	Qar. net
28.32%	2.80%	24.43%	0.49%	0.05%	35.0%	8.91%	2 202

锅炉沿深度方向K1K2距离：4460mm，K2K3距离：3100mm，K3K4距离：2500mm，锅炉沿宽度方向K5K6中心距离：4300mm，锅筒中心线标高：20616mm。

2.3锅炉结构特点

(1)高速床与低速床组合，形成内循环，解决床料与生物质均匀混合；

(2)负压给料，解决给料口冒烟难题；

(3)采用膜式壁，解决炉膛漏风问题；

(4)立式水冷旋风分离器，防止分离器结焦；

(5)采用螺纹烟管省煤器，减少受热面积灰，提高传热效率；

(6)空气预热器低温段采用ND钢，解决空预器腐蚀难题。

2.4尾气排放控制措施及运行效果

采用分级燃烧控制NO_x排放，一次风通过高速床进入炉内参与燃烧，二次风一部分通过低速床进入低速床参与燃烧，另一部分通过三次风管喷入埋管上方稀相区燃烧。一次风量：二次风量：三次风量=45：25：30，自2017年12月投入运行以来，NO_x排放浓度低于150mg/m^3。

由于燃料中含硫量很低，所以SO_2排放浓度低于100mg/m^3。本炉在空气预热器后布置布袋除尘器，烟尘排放浓度低于30mg/m^3。

锅炉在满负荷工况下，排烟温度为140℃，锅炉热效率达到88.5%。

3结论

20t/h差速循环流化床的运行结果表明，锅炉出力充足，额定工况下达到设计热效率，污染物排放浓度满足国家环保排放标准，可以直接燃烧生物质散料，具有燃烧效率高，运行成本低，值得大力推广。

参考文献

[1]王圣，徐静馨.我国农林生物质发电现状及相关问题思考[J].环境保护，2018(23)：61－63.

[2]袁振宏，罗文，吕鹏梅，等.生物质能产业现状及发展前景[J].化工进展，2009，28(10)：1687－1692.

[3]吴金卓，马琳，林文树.生物质发电技术和经济性研究综述[J].森林工程，2012，28(5)：102－106.

[4]别如山，李炳熙，陆慧林，等.燃生物废料流化床锅炉[J].热能动力工程，2000，15(4)：344－347.

[5]别如山.生物质供热国内外现状发展前景与建议[J].工业锅炉，2018(1)：1－8.

[6]刘萍，王勇，李云金，等.DZG1.5－1.0－M小型高效快装生物质锅炉的研发[J].工业锅炉，2016(2)：23－26.

[7]张智深，郑进标，毛军，等.DZL6－1.0－BMF卧式燃颗粒链条炉排蒸汽锅炉的设计[J].工业锅炉，2016(4)：26－29.

[8]史向华，王涛，张方春.SZW10－1.25－M型生物质锅炉的设计[J].工业锅炉，2010(4)：17－19.

[9]王晓鹏，刘圣勇.生物质成型燃料链条蒸汽锅炉的设计和性能试[J].河南科学，2016，34(4)：563－568.

[10]别如山，杨文，宋兴飞.采用流化床或低倍率循环流化床燃烧生物质发电的建议[J].工业锅炉，2010(2)：1－3.

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/152024.html