

(292)

沸腾 燃烧技 术的新 发展

田子平 编译
煤炭工业出版社



沸腾燃烧技术的新发展

田 子 平 编译

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书收集有关沸腾燃烧技术方面的论文30篇,反映八十年代以来世界上开发沸腾燃烧技术的最新成果。除了介绍向大型化发展的几台典型机组、循环床和增压床的进展外,本书着重阐述一些具体的关键技术:锅炉大型化的设计思想与结构,锅炉的动态特性和自动控制,提高燃烧效率,燃烧与传热特性,磨损机理及其影响因素,脱硫降硝机理及新型脱硫剂的研制。

本书可供从事沸腾燃烧锅炉试验研究、设计、运行的技术人员使用,也可作为大专院校有关专业师生的教学参考书。

责任编辑:周 润 身

沸腾燃烧技术的新发展

周润身 主编

煤炭工业出版社

(北京安定门外大街151号)

煤炭工业出版社印刷厂

新华书店北京发行所



开本 850×1168mm 1/32 印张 12⁵/₈

字数 330千字 印数 1—1,200

1989年8月第1版 1989年8月第1次印刷

ISBN 7-5020-0069-7/TD·10

书号2923 定价 6.30元

前 言

1985年我编译出版了《沸腾燃烧的理论与实践》一书，介绍了国外沸腾燃烧技术一般原理，和对有关几个主要问题和炉型设计结构布置以及运行的探讨。为了促进中外技术交流，尽可能把国外沸腾燃烧技术的发展水平和动向及时介绍给国内读者，又编了这本文集。

我国近几年来在国家的组织协调下，通过科研、设计、制造、使用等有关单位的共同努力，取得了进展，使沸腾燃烧锅炉的性能和水平有所提高，在充分利用我国的劣质燃料资源方面发挥了积极作用，取得显著的经济效益。

不过，在基础理论方面和沸腾燃烧锅炉向大型化发展方面，与国外相比还有差距。此外，在运行水平和自动化程度、脱硫脱硝除尘以满足排放标准的要求、辅助系统的研究与辅机设备配套、机组部件的防止磨损、提高燃烧效率等方面都有不少课题需要进一步深入研究。

八十年代以来，世界各国对沸腾燃烧技术的开发研究更为重视。从范围来说，不仅各发达国家的各大锅炉制造厂家、有关大专院校和研究单位在开发沸腾燃烧锅炉方面投入越来越多的人力、物力和财力；而且发展中国家在研制或使用沸腾燃烧锅炉上也表现出更大的兴趣和迫切的要求。从发展水平看，经过六十至七十年代十多年的实验室内机理试验与理论探讨以及先行机组上的实践；又从半工业性和工业性试验中获得大量的工程数据和运行经验，使沸腾燃烧锅炉的性能和经济性有了大幅度提高，向大型化发展方面的一些具体结构也渐趋成熟。特别是燃烧效率的提高，和在 SO_2 和 NO_x 的排放控制上又能满足严格的环境保护要求，使得沸腾燃烧锅炉进入商业应用的阶段。现在世界上已有50家锅

炉制造公司生产沸腾燃烧锅炉，销往25个国家或地区。

国外在发展电站用大型沸腾燃烧锅炉方面进展迅速。西德VKW工厂制造的安装在菲律宾西布电厂的2台160t/h沸腾燃烧锅炉、日本川崎公司制造的120t/h沸腾燃烧锅炉均已运行2~3年。目前美国正向100MW等级的各种沸腾燃烧锅炉发展。例如：把位于明尼苏达州本斯维尔的黑狗电厂Black Dog中的一台100MW容量的煤粉燃烧锅炉改成125MW的沸腾燃烧锅炉，扩大燃料范围，减少大气污染，并把机组运行寿命延长25年。田纳西流域管理局在肖尼电厂建一台160MW沸腾燃烧锅炉，耗资2.2亿美元，由燃烧工程公司（CE）研制。还在努克拉电厂花8600万美元改造费，建一台110MW循环床沸腾燃烧锅炉，锅炉出力420t/h，是由美国Pyropower公司采用芬兰奥斯龙的设计而制造的。在美国能源部规划、美国电力研究所支持下，他们正在拟订一个十年发展研究计划，目标为证实沸腾燃烧技术在大型电站锅炉上的使用。美国认为沸腾燃烧锅炉将被选作一种主要的新一代锅炉。

国外在学术活动上也很活跃。除了国际沸腾床燃烧会议已举行8届外，不少国家在国内召开本国的学术交流会或二国或多国参加的学术会议。我国在这方面的大型活动就有：1983年8月在北京由清华大学和美国McGraw-Hill出版公司共同主办的“国际沸腾燃烧及应用技术学术会议”。1985年10月在南昌由动力工程学会主持召开的第二届沸腾燃烧技术学术交流会。

国外的沸腾燃烧技术，在大型化方面，在一些关键技术方面诸如：锅炉结构布置、自动控制水平，提高燃烧效率，解决燃烧和传热的具体技术问题，研究沉浸管腐蚀和磨损方面，循环床及增压床的新技术等都有不少新的发展、值得国内借鉴。为此，编译本书供国内科研、教学、制造、运行等部门的有关技术人员参考。

本书介绍以下几方面内容的文章。

1. 沸腾燃烧锅炉之所以得到如此迅速的发展，是与世界上总的能源开发利用情况和各国的能源政策分不开的。通过介绍各

国有关企业如何结合本国国情和顺应世界技术发展的潮流，来了解其技术政策、发展背景及新技术的开发过程，从中得到启迪。

2. 选择介绍一些国家有代表性的机组，包括先行机组，工业性实证机组和正在研制中的机组，特别是向大型化发展的几台典型机组，反映国外目前已经达到的技术水平及其发展趋势。

3. 循环床沸腾燃烧锅炉因具有燃烧效率高、可满足严格的排放要求、易于大型化等优点，处于与常规煤粉燃烧锅炉竞争的地位。特选译介绍各国在这方面的进展，不同类型的结构特点，技术参数，以及试验研究的结果。此外，增压沸腾床燃烧锅炉也是有前途的一个发展方面，有关国家最近取得的试验研究成果也予以介绍。

4. 对于沸腾燃烧锅炉的一些关键技术，各国继续在试验室或工业机组上进行开发研究。本书着重介绍以下方面：锅炉的动态特性与自动控制技术，提高燃烧效率，磨损机理及其影响因素，传热和燃烧特性，脱硫降硝机理及新型脱硫剂的研制，锅炉大型化的设计思想与结构等。

5. 本书最后收入编译者本人的2篇论文。介绍我国电站沸腾燃烧锅炉的发展概况，在一些关键技术问题上取得的成果，以及在除尘方面的特点、要求和措施。

为了节省篇幅，部分文章采用节译的办法，删去原文中意义不大的内容，特此说明。

由于编译者水平有限，书中难免有缺点和错误，诚恳希望读者批评指正。

编译者

1983年11月

目 录

1. 沸腾燃烧锅炉在全世界取得商业地位	1
2. 工业和发电用沸腾燃烧锅炉的发展和实际应用	19
3. 美国黑狗电厂的沸腾燃烧锅炉	40
4. 日本三井铝公司若松工场的120t/h沸腾燃烧锅炉	48
5. TVA 20MW常压沸腾燃烧锅炉先行机组的运行 经验	62
6. 崎户沸腾燃烧锅炉介绍	70
7. IHI-FW沸腾燃烧锅炉及运行实绩	83
8. 20t/h沸腾燃烧锅炉先行机组性能试验	97
9. 常压沸腾燃烧技术在电站锅炉上的应用	120
10. 循环床沸腾燃烧锅炉的基础研究	136
11. 适用多种固体燃料的沸腾床燃烧	166
12. 循环沸腾床延长机组寿命	180
13. 固体颗粒循环沸腾燃烧锅炉	187
14. 各种沸腾燃烧的方式	199
15. 高热流循环床沸腾燃烧锅炉	211
16. 瑞典进行的多床燃烧示范试验	221
17. 瑞典进行全尺寸增压沸腾燃烧装置部件试验	224
18. 格里姆索普增压沸腾床燃烧试验装置	230
19. 电站用页岩沸腾燃烧锅炉的运行	237
20. 煤种和燃烧方式对燃煤沸腾燃烧特性的影响	247
21. 沸腾燃烧锅炉的动态特性及控制	255
22. 燃煤沸腾燃烧锅炉的仪表	274
23. 沸腾燃烧装置中受热面的磨损	284
24. 沸腾燃烧锅炉床内沉渣管磨损特性的试验研究	296

25. 煤和石灰石碎粒气力输送用气流分配器.....	314
26. 沸腾床内管束的传热特性.....	324
27. 沸腾燃烧锅炉用再生型脱硫剂.....	340
28. 水泥熟料作为燃煤沸腾燃烧锅炉用脱硫剂的适 用性.....	354
29. 沸腾燃烧锅炉的除尘问题.....	363
30. 我国电站沸腾燃烧锅炉的发展.....	370

1. 沸 腾 燃 烧 锅 炉 在 全 世 界 取 得 商 业 地 位

〔美〕 B. 希 威 格

〔摘 要〕 美国 电站行业对三个采用世界上最大沸腾燃烧锅炉的实证工程进行投资,表现出他们对常压沸腾燃烧技术的信赖。工业界正充满信心为工艺用汽和联合发电订购机组。燃用劣质燃料的机组容量有的超过2000001b/hr。

1984年,常压沸腾燃烧技术应用于蒸汽锅炉发电,得到很大的促进,这表现在三台容量为100到160MW实证机组的建造上。这三台机组是用科罗拉多·尤特电气联合公司、北方州电力公司、田纳西流域管理局及其他合作单位共同承担的3亿美元以上投资建造的。美国电站行业对这种锅炉表示信任,(传统惯例为买方公司愿意接受新技术)这对许多工业评论家来说,意味着沸腾燃烧锅炉的商业化。

沸腾燃烧锅炉迅速商业化最令人吃惊的也许就是循环沸腾床(CFB)系统对工业界的吸引力。这系统与装在乔治城大学的第一台用鼓泡沸腾床燃煤水管型蒸汽锅炉发电仅隔6年。

在美国,虽然只有二台循环沸腾床还在运行,分别装在加利福尼亚州贝克斯菲尔德的石油勘探供应公司和得克萨斯州尤雷尔德的科诺科公司,每台出力为50000 1b/hr。运行时间由于油田生产压缩而减少。这样的锅炉,美国公司目前至少已订购8台每台出力大于400000 1b/hr。另外他们还订了一些容量大于100000 1b/hr的锅炉。考虑到国外循环床沸腾燃烧锅炉(最大为270000 1b/hr)在燃煤运行方面经验较少,对以煤为基本燃料的美国来

说，在循环床沸腾燃烧锅炉上投资作为工业能源是令人吃惊的。

但是，水平高的工程师，普遍认为循环沸腾床值得重视。这些锅炉同业已熟悉的鼓泡沸腾床锅炉比较，它能在更高的燃烧效率和更低的过量空气水平下运行，并且有更加完善的给料系统，只要用少量的石灰石来捕获 SO_2 ，并可以采用分级燃烧技术来控制 NO_x 。

美国在循环沸腾床方面的兴趣是由高热流动力公司引起的。过去可能没有受到常规锅炉制造厂的重视和寄予期望。现在情况不同了，拔白葛·威尔考克斯公司、燃烧工程公司、赖莱抛煤机公司等每个公司都接受循环床沸腾燃烧锅炉的订货，或者同国外制造厂家一起进行合作生产。甚至象基勒/多特-奥利弗锅炉公司，以前不主动公开在这方面的商业活动，而在卖了六台机组给阿彻·丹尼尔斯中部土地公司在农阿华州和伊利诺伊州的工厂后，就一直出卖自行设计的循环沸腾床锅炉。福斯特·惠勒能源公司最近也宣布打算出卖该公司自行设计的循环床沸腾燃烧锅炉。

一、第一台电站用循环床沸腾燃烧锅炉

位于蒙特罗斯县西部的努克拉电厂，正由科罗拉多·尤特公司安装美国第一台循环床沸腾燃烧锅炉（图1-1），作为延长寿命的工程的一部分。工程要求：（1）机组容量从原来的36MW增加到110MW，投资为每kW 840美元；（2）增加电厂净放热率15%；（3）降低燃料成本30%；（4）减少污染物排放量。

分担这个电厂8600万美元工程财政风险的单位有：锅炉制造者高热流动力公司、工程设计者斯蒂恩斯催化物环球公司、燃料供应者粒状煤供应公司、汽轮发电机制造者西屋电气公司。电力研究所和国家农村电气联合会也对这项工程作出了贡献。

改进提高计划在1986年完成。主要内容包括改造三台原有抛煤机锅炉成为一台容量为925000 lb/hr（参数为1510psig/1005F）循环床沸腾燃烧锅炉，增加一台出力75MW新的汽轮机，抽汽给继续保留的三台12MW汽轮发电机组（参数为600psig/825F）。

为努克拉工程，电厂曾对若干种类型的锅炉进行过评议。其

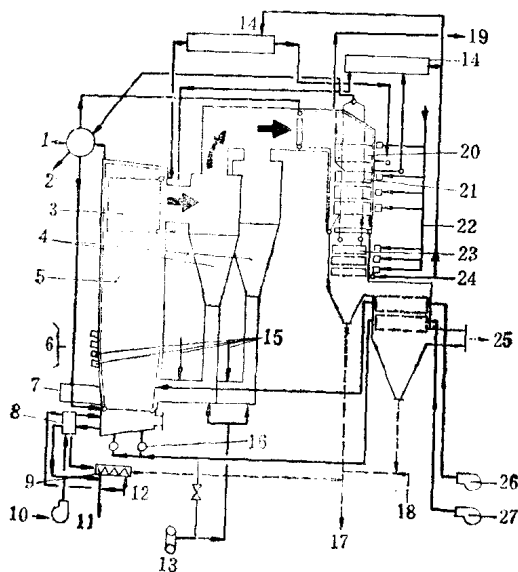


图 1-1 中心电站用第一台沸腾燃烧锅炉，出力 925000 lb/hr，

参数 1510 sig/1005F，将由科罗拉多·尤特电气联合公司安装

1—汽包；2—到排污箱；3—辐射过热器；4—热态旋风分离器；5—燃烧室；
6—煤进口（4个）；7—气体燃烧器；8—一级底渣冷却器（4个）；9—二级底渣冷却器（4个）；10—底渣冷却风机；11—去低压给水加热器；12—冷却水进口；13—高压风机；14—过热蒸汽减温器（2个）；15—石灰石进口；16—管道式燃烧器；17—去灰斗；18—从布袋除尘器来的飞灰；19—蒸汽去汽轮发电机组；20—末级过热器；21—第一级过热器；22—蒸汽到吹灰器；23—省煤器；24—给水进口；25—烟气到布袋除尘器；26—二次风机；
27—一次风机

所以选中循环床沸腾燃烧锅炉是由于它费用少，效率高，能燃用当地劣质煤，并且能达到严格的排放标准。它燃用的是高灰分的煤。

努克拉的新锅炉投入运转，将是世界上最大的循环床沸腾燃烧锅炉，也是新建的任何种类的沸腾燃烧锅炉中最大的。它的工作方式是：在燃烧室内用高速空气把煤和捕获 SO_2 用的石灰石床料流化，以高的扰动度把固体颗粒充满整个高度的水冷壁炉膛内。在把热量传给膜式水冷壁、辐射过热器之后，使带有颗粒的

烟气流进入高温旋风除尘器，如图1-1所示。

未用过的石灰石连同未燃尽燃料的固体颗粒再回到燃烧室，通过一个非机械式环形密封阀与新鲜的燃料和石灰石混合。烟气流再经过对流受热面、空气预热器和布袋式除尘器，从烟囱排出。这样，燃料和石灰石在炉内能停留较长时间，经过连续循环，保证了高的燃烧效率和脱除 SO_2 效率。

燃烧室下部有布风板和底部除渣系统。在满负荷时，约有一半热量在炉内吸收，传递到水冷壁和辐射过热器上，其余的热量传给对流过热器、省煤器和空气预热器。对流烟道与其他许多燃用固体燃料锅炉不同，其独特之处在于有除尘设备需要时还可装有吹灰装置。最后应当指出，从风板下的风室提供的一次风，进行初始流化，在炉膛里加送二次风进行二级燃烧，以便尽最大可能把碳燃尽并使 NO_x 的生成量减到最少限度。

燃料供给系统可供给8小时用的原煤储存；破碎好的石灰石（1000目）储量可供用24小时。

通过改进，装置的烟囱排放量可望达到：117t/yr的烟尘，1948t/yr的 NO_x ，1559t/yr的 SO_2 ，而原来的装置，负荷仅为新系统的 $\frac{1}{3}$ ，排放的污染物数量却很大，其数值为204t/yr的烟尘，911t/yr的 NO_x ，2826t/yr的 SO_2 。

工厂看到了有价值的试验数据有了信心，循环床沸腾燃烧锅炉能够有效地除去 SO_2 。例如当燃用 $0 \sim \frac{1}{4}$ in、俄亥俄No.6煤（含硫量5.14%，含灰分13.4%，发热量12520Btu/lb），用100~300目洛韦尔维尔石灰石（含93%的碳酸钙，1.6%的碳酸镁）作为脱硫剂时，它运行工况是：燃烧温度1525 F，过量空气系数8.5%，当钙硫比为1.4时，脱硫率为92%；燃烧效率为99.2%。用劣质巴西煤（含硫量1.4%，含灰分46.9%），燃烧温度1580 F，钙硫比为0.6时，脱硫率79.6%（部分 SO_2 由灰自身捕获），燃烧效率98.9%。

二、最大的常压沸腾燃烧锅炉工程

在距明尼玻利斯市区15英里的北方州电力公司的黑狗电厂，把2号锅炉改建成沸腾燃烧锅炉。它与努克拉工程有几个不同之处。最重要的不同在于，把原有的炉膛和对流烟道拆除一部分后，用鼓泡型沸腾床锅炉代替了原有的煤粉燃烧锅炉。电厂想通过这项改造工程找到一项经济有效的技术，来解决中西部上空的酸雨。此外，北方州电力公司还想提高现有机组的出力 and 利用率并延长其寿命。

电力研究所对此项工程很感兴趣，曾出资参与一部分经济可行性研究工作，并宣称在1945到1965年间建造的200多台锅炉，总容量超过20000MW，将是改造成沸腾燃烧方式的对象。

福斯特·惠勒能源公司是该沸腾床系统的供货单位。1984年9月，在电厂和斯通·韦伯斯特工程公司指导下，开始了2号机组的拆除工作。重建的锅炉在1986年春季投入运转，将是世界上最大的沸腾燃烧锅炉。更重要的是，黑狗电厂2号机组将1) 比原来的发电能力提高40MW；2) 延长寿命25年；3) 对环境污染更少；4) 比现有锅炉可燃用更大范围的燃料。北方州电力公司对于这项5000万美元工程有信心（或每kW投资400美元，是新设备价格的三分之一），是因为法兰西岛工厂把抛煤机锅炉改造成沸腾燃烧锅炉取得成功。

象其他电力公司一样，北方州电力公司曾担心由于环境管理规定，强制燃用伊利诺煤和西部低硫煤的混合煤发电能力会被迫降低，使得1954年秋建造的100MW 2号机组被迫降低负荷到 8^5 MW。但改造成常压沸腾燃烧锅炉后，情况不是这样，出力提高到125MW，同时降低 SO_2 排放80%，降低 NO_x 排放50%，烟尘排放减小到 $0.03 \text{ lb}/10^9 \text{ Btu}$ ，最后一项是现行的新污染源管理的标准。汽轮发电机组和辅机系统当然也要提高出力，以达到更高的机组出力。

原设计2号机组锅炉生产360000 lb/hr的1770psig，1000F蒸汽，改造后的锅炉将生产 $1.05 \times 10^6 \text{ lb/hr}$ 的1525psig，1000 F的

蒸汽，燃用难烧的萨皮·克里克煤。因注意到它引起沾污和结渣问题，使用了这种低硫（0.9~1.2%）高碱性化合物的燃料。经法兰西岛电厂试烧，取得满意的结果。选用价格最合理的脱硫剂的试验还在继续。

由于原有锅炉设计上的缺点和结构限制，以及北方州电力公司增加机组出力的需要，为促进改造工程（见图1-2），有一些特殊要求这也是任何这类改造工程所要求的。在黑狗电厂，包括以下要求：

1) 床截面流速最大为10ft/s，使未燃的煤和未反应的石灰石的带出减到最低限度。这个限制很重要，为的是把飞灰再循环率降低到接近抛煤机锅炉所用的水平。在黑狗电厂必须这样做，因为在机组最大连续负荷（MCR）运行工况下，对流部分允许的最大烟气速度为50ft/s。还因为需要限制烟尘浓度在现有电气除尘器只作最少改进就能接受的水平。

2) 在锅炉出口与空气预热器进口之间增加多管式除尘器，使含碳量高的飞灰再循环，减小电气除尘器进口的烟尘浓度。

3) 使用负压给煤（抛煤机）和给石灰石系统。把过量空气进口（即二次风——译注）布置在给煤机入口上方，使给煤区域的细煤粉播散。

4) 用一台漏风小的单级再生式空气预热器代替原有的二台，以满足改造后更高的压力降、流量、颗粒负荷等方面的要求。

5) 增装新的送风机并改装原有的引风机，以满足沸腾燃烧锅炉系统更高的静压和流量要求。

6) 把炉膛四周密封起来，以适应原有炉膛与新建沸腾床系统之间联接处不同的热膨胀。密封结构是一种水封机械式与滑动接头的复合型布置。它在密封面标高处能平衡炉内烟气侧压力与大气压力，减少漏泄。

7) 备有烟气调节剂喷入口，一旦需要，可以用来改善电气除尘器的工作条件。

8) 对原有锅炉的和电气除尘器烟气侧的承压护板，以及烟

气管道和空气管道进行加固。

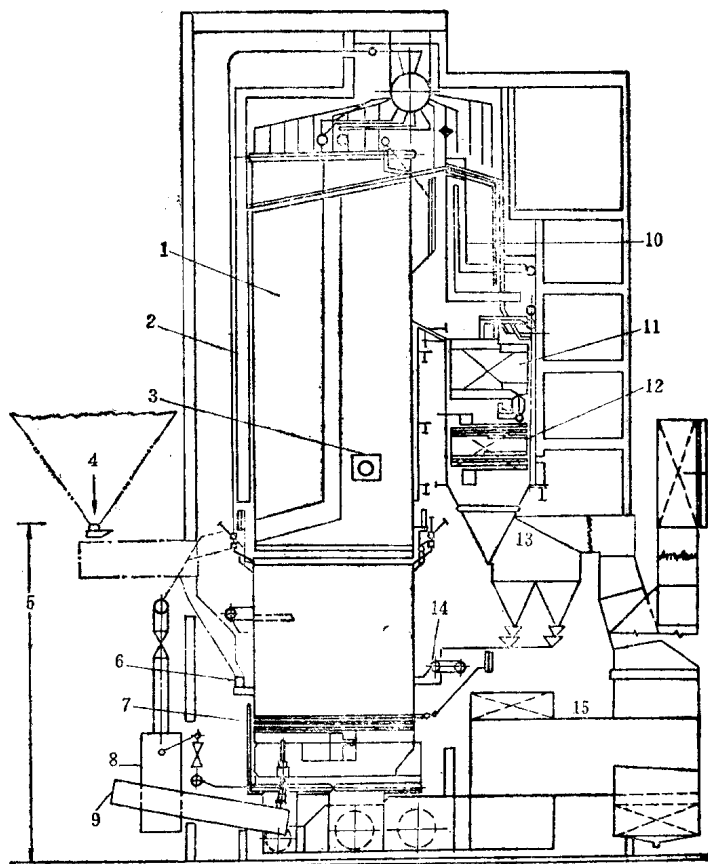


图 1-2 北方州电力公司黑狗电厂在1986年将2号炉由煤粉燃烧锅炉改造成世界上最大的沸腾燃烧锅炉

1—炉膛侧水冷壁；2—幅射受热面；3—悬浮段燃烧器；4—给煤进口；
5—新改造部分；6—抛煤机；7—床内沉浸管；8—循环泵；9—螺旋式灰渣
冷却器；10—末级过热器；11—第一级过热器；12—省煤器；13—机械式除
尘器；14—二次风机；15—空气预热器

三、另一个带头人TVA

田纳西流域管理局（TVA）作为向电站规模验证沸腾燃烧技

术走近的第一步就是在肯塔基州帕杜卡的肖尼电厂中花了6800万美元建立了一台20MW的先行机组（图1-3）。这台机组从1982年5月第一次投煤燃烧以来，已经正常运行8500小时。

受到过去几年开发沸腾燃烧技术取得成就的鼓舞，田纳西流域管理局会同电力研究所、肯塔基州、迪尤克动力公司、燃烧工程公司和其他一些单位，为肖尼电厂设计一台鼓泡床沸腾燃烧锅炉，给原有的10号汽轮发电机组提供足够的蒸汽，发出160MW电力。这项2亿2千万美元经费的工程项目（包括改进试验，评价性试验计划）预计在1989年完成。

先行装置表明，采用床下送入燃料和石灰石的方法，钙硫比为2.0到2.5，再循环比为2.0到2.5（循环物料重量与新加入炉内的燃料之比），有可能达到90%的 SO_2 脱硫率。仅在8年前，钙硫比为5才能得到90%的除 SO_2 效率（无再循环）。田纳西流域管理局的先行机组同时具备床下和床上给料系统。床上给料方式表明，它有着同样积极的脱硫可能，但整台锅炉的运行不如采用床下给料方式好。因为燃料从床上方送入，还必须在床下喷射对细粉严加控制才能达到97%的燃烧效率。

在控制 NO_x 排放方面也做了类似的改进。莫诺盖赫拉电力公司在西弗吉尼亚州里弗斯维尔电厂的300000 lb/hr 实证机组（现已停用）上得到的数据是，生成 NO_x 为0.6 lb/ 10^6Btu 。在所有的试验条件下，田纳西流域管理局先行机组运行的 NO_x 水平远低于环保规定的限制值，在3%过量 O_2 的情况下，排放量小于0.25 lb/ 10^6Btu 。

在设备和另部件方面，20MW试验机组进行了如下改进：

1) 相当简单的床上方给料系统，以很高的利用率运行了约1000试验小时。但要得到稳定的燃料尺寸筛分组成是不可能的。控制细煤粉量，需要有专门的燃料制备系统。

2) 起初的床下给料系统不很可靠，常被高水分和大颗粒的煤堵塞。还有，送料泵和管道磨损，也是问题。于是，对系统进行了重新设计，使用耐磨材料，降低输送速度，以及其他改进，

提高了可靠性。

3) 床内沉浸管、支吊件的磨损和腐蚀, 都在允许的限度之内。对床内蒸发管束SA-210-A1、过热器管SA-213、管子支吊件TR-304H, 在500小时期间的磨损情况进行过检测。

160MW机组计划用一台平衡通风、鼓泡床沸腾燃烧的汽包锅炉, 以1800Psig/1000F参数的主蒸汽供给原有的高压汽轮机, 而以450psig/1000F参数的再热蒸汽供给低压汽轮机。锅炉燃用高硫烟煤。在悬浮段处的膨胀节头使机组顶部和底部的支撑件结合起来, 象黑狗电厂2号机组那样。脱硫剂则从床下送入。

设计单个鼓泡床(或叠床)的电站锅炉, 需要考虑床下给煤系统。原因在于床上方给煤需要一个长而狭的炉膛, 以保证抛煤机送出的煤能均匀播散, 即对播散距离有限制。因此, 对160MW锅炉炉膛, 单个床平面要设计为 $70 \times 36\text{ft}$ 。这样, 一台500MW机组的长度就有半个足球场甚至更长。相反, 如用底部给煤系统, 则对任何尺寸的炉膛可以做到煤和石灰石均匀分配, 就可采用更经济的形状。

田纳西流域管理局考虑的给料系统是与燃烧工程公司和动力回收系统公司共同设计的, 是能源公司装在得克萨斯沥青砂石公司的鼓泡床沸腾燃烧锅炉的一种改进型式。当能源公司破产时动力回收系统公司买下了能源公司的沸腾床部门。如图1-4所示的系统, 使用破碎机和烘干机来把煤破碎成特定的规格 $0 \sim \frac{1}{4}$

in, 并使表面水分降低到3%以下。后面一个要求, 只要原煤的表面水分在16%和以下, 就能容易地达到。

准备好分别储存的煤和石灰石, 分别从料仓, 经测重的压力给料机和混和料斗, 送入12个燃料分配器。从分配器的放大图上可以看出, 它实际上是一个流化给料器, 有一根中心进口管和10根直径 $2\frac{1}{2}\text{in}$ 的出口燃料管, 这些出口管同心地布置在进口管上。

燃料输送用风机使分配器内压力为3.5和4psig之间, 足以使煤和