

目 录

第一章 总论	2
项目背景及改造的必要性	2
项目范围	4
项目建设指导思想	4
建设条件	5
厂区条件	5
气象条件	5
地质条件	6
原水水质	6
研究结论	7
第二章 改造方案	7
蒸汽系统	7
炉型选择	7
循环流化床锅炉工作原理	9
锅炉主要技术参数	1 1
主要设备结构	1 2
锅炉本体水、汽侧流程	1 6
锅炉烟气、灰侧流程	1 6
辅助设备风机参数	1 7
给水系统	1 7
煤运系统	1 7
烟气除尘	1 7
排灰、排渣	2 0
第三章 燃料消耗	2 0
燃料品种	2 0
燃料消耗量	2 1
第四章 总图布置	2 1

总图布置	2 1
工厂运输	2 2
第五章 供配电	2 2
项目用电负荷	2 2
电源	2 3
第六章 环境保护	2 3
主要污染源	2 3
噪音污染	2 3
环境影响分析	2 3
烟气治理措施及对大气的影响分析	2 3
.....	2 5
.....	2 5
灰渣综合利用途径分析	2 6
二次扬尘的治理	2 8
.....	2 8
第七章 节能	2 8
第八章 生产组织和劳动定员	2 9
生产组织	2 9
劳动定员	2 9
第九章 投资估算	3 0
第十章 效益分析	3 1
成本	3 1
55t/h循环流化床锅炉的运行成本分析	3 3
效益分析	3 3

第一章 总论

项目背景及改造的必要性

企业改制后组建的集团有限责任公司的前身为###化肥厂，始建于 1957 年，1964 年投产。目前共有一二、三、四期三套合成氨装置，合成氨总设计能力 24 万吨/年。硝酸铵年生产能力 15 万吨、纯碱 5 万吨、氯化铵 5 万吨、甲醇 4 万吨、浓硝酸 2 万吨。由于受氨加工能力限制，目前合成氨总氨产量为 20 万吨/年。

随着企业改制后资金的注入，企业充满了活力，为了获得更大的经济效益，公司领导决定加大技改投资力度，产生规模效应，对落后的工艺及设备进行节能技术改造。

为合成氨生产、加工提供蒸汽来源的 1#~6#蒸汽锅炉总设计能力 110 吨/时，3#、4#炉为链条炉，1#、2#、5#、6#炉为沸腾炉。

1#~6#蒸汽锅炉为 60—80 年代产品，炉型老、能耗高、热效率低、烟尘排放浓度高、烟气黑度时有超标、实际产汽能力不足，且年久失修，无论从节能还是环保角度考虑都很有必要进行改造。

该项目建成后可达到如下社会效益和环境效益：

1、环境治理

(1) 严格控制燃料煤中 $S_{ar} < \%$ ，积极推广 $S_{ar} < \%$ 的低硫煤。企业与晋煤集团合作后，燃料煤使用晋城煤，来源有保障；采用

炉内固硫剂使烟气中 SO_2 由 $722\text{mg}/\text{Nm}^3$ 降为 $400\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，年减少 SO_2 排放量 292 吨。

(2) 配合###市“蓝天白云工程”，由于新锅炉采用新工艺，锅炉内高效除尘加锅炉外四级电除尘，使烟尘排放浓度由 $316\text{mg}/\text{Nm}^3$ 降为 $185\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下，年减少烟尘排放总量 107 吨。

改造前后灰渣、烟气排放对比表

项目名称	改造以前	改造以后
排烟量 (Nm^3/h)	$\times 10^4$	$\times 10^4$
排烟温度 ($^\circ\text{C}$)	188	145
二氧化硫 (mg/Nm^3)	722	<400
含尘量 (mg/Nm^3)	316	<185
排灰渣量 (kg/t)	52	36
排渣含碳 (%)	26	<8
烟气黑度	2	≤ 1

(3) 本次将原 45m 高烟筒改建为 120 米高烟囱，使有害物质进一步扩散稀释，降低对周围环境污染的强度。

2、缓解市政供热压力

目前我市集中供热发展较快，热力公司供热能力有限，无法满足集中供热对热源的需求。我厂由热电厂供汽 $15\sim 55\text{t}/\text{h}$ ，采暖期仅供 $15\text{t}/\text{h}$ 。项目投产后，由于新系统蒸汽品质提高，可缓解由于供热不足对工厂的影响。

随着体育北大街路段的改造，市里要求我公司将长达 1000 多米的蒸汽管道埋入地下，否则就停止供汽，对生产造成影响。

3、节能

(1) 由于新型锅炉热效率高， 90% ， $\times 10^4 \text{kcal/t}$ 下降到 $69 \times 10^4 \text{kcal/t}$ ，下降了 23% 。

(2) 由于煤耗下降，并掺烧炉渣，（不含掺的造气炉渣）。并且排出的废渣由于含 $C < 8\%$ ，可作为生产优质水泥的原料，使废渣二次再利用，基本做到不向环境排放废渣。

4、经济效益

本次改造由于能耗下降，燃料有效利用率提高，降低蒸汽成本；并由于灰渣综合利用的好。年可增加效益 1293 万元，为企业创造可观收益。

项目范围

1#~6#蒸汽锅炉节能技术改造，总产汽能力 110 吨/时。

项目建设指导思想

1、结合国情和工厂的具体情况，采用的技术力求先进适用、稳妥可靠。

2、充分利用现有的公用工程与辅助工程设施。节省改造投资、加快项目建设进度。

3、吸取国内外锅炉建设的先进经验，结合工厂的实际情况，采取生产装置露天化布置。

4、主体工程与环境保护、安全生产、工业卫生同步考虑，以消除生产对环境的污染及对职工健康的危害。

5、充分考虑在项目的实施过程中，尽量不影响现有系统的

生产。

建设条件

厂区条件

###市交通发达，京广线纵贯南北，石太、石德线横贯东西，三条铁路在此交汇。公路交通也十分便利，京广公路和高速公路通过###市，全省各县与###市均有公路相连，汽车运输四通八达。

厂区座落在###市东北郊城乡结合部，已有铁路专用线 10 股，通过设在石德线上的工业站，可与全国各地联系。工厂现有机动车辆 23 辆，调车机车 2 辆，60 吨车皮 50 辆，可满足本项目的要求。

气象条件

1、气温

年平均气温	℃
月平均最高气温	—℃
月平均最低气温	— —℃

2、湿度

年平均相对湿度	61%
月平均最高相对湿度	80—85%
月平均最低相对湿度	40—46%

3、雨

月平均最高降雨量 525mm

小时最高降雨量

4、雪

最大积雪厚度 14cm

雪载荷

最大冻土深度 0.53m

5、风

最大风速 23m / s

主导风向 东南

6、气压

年平均气压 $\times 10^5$ Pa

绝对最高气压 $\times 10^5$ Pa

绝对最低气压 $\times 10^5$ Pa

地质条件

地震烈度 七度

厂区地耐力 $\times 10^5$ — $\times 10^5$ N / m²

厂区地下水位 26m 以下

原水水质

游离 CO₂ mg / l

总固体 mg / l

Ca mg / l

Fe	mg / l
Cl ⁻	mg / l
SO ₄ ²⁻	mg / l
总硬度	/ 1
总碱度	/ 1

研究结论

经研究分析，本改造项目所采用的产汽技术是成熟、稳妥、可靠的。通过节能技术改造，使新上锅炉达到燃烧效率高、煤种适应性广、负荷调节范围大、污染物排放浓度低的效果；而且，由于高品位蒸汽的产生，也缓解了市政供热紧张。因此，具有良好的经济效益和社会效益，本项目是可行的。

第二章 改造方案

蒸汽系统

炉型选择

蒸汽锅炉的型式主要有链条炉、沸腾炉、煤粉炉和循环流化床锅炉。

链条炉燃烧效率低、煤种适应性差、污染物排放浓度高，不利于环保。

沸腾炉是循环流化床锅炉的前身，该炉型具有可燃用劣质燃

料的特点，但锅炉燃烧效率低、脱硫效率低、污染物排放浓度高，同时，沸腾炉还存在着埋管、炉墙及锅炉受热面磨损较严重的问题。

煤粉炉燃烧效率可高达 90% 以上，但负荷调节范围窄，对环境的污染也严重。

循环流化床锅炉是一种新型、高效、低污染、洁净燃烧的锅炉。其主要特点是锅炉炉膛内含有大量的物料，在燃烧过程中大量的物料被烟气携带到炉膛上部，经过布置在炉膛出口的分离器，将物料与烟气分开，并经过非机械式回送阀将物料回送至床内，多次循环燃烧。由于物料浓度高，具有很大的热容量和良好的物料混合，一般每公斤烟气可携带若干公斤的物料，这些循环物料带来了高传热系数，使锅炉热负荷调节范围广，对燃料的适应性强。循环流化床锅炉采用比鼓泡床更高的流化速度，而不像鼓泡床一样有一个明显的界面，由于床内强烈的湍流和物料循环，增加了燃料在炉膛内的停留时间，因此比鼓泡床具有更高的燃烧效率，在低负荷下能稳定运行，而无需增加辅助燃料。

循环流化床锅炉运行温度通常在 850~900℃ 之间，是一个理想的脱硫温度区间，采用炉内脱硫技术，向炉内加入石灰石作为脱硫剂，燃料及脱硫剂经多次循环，反复进行低温燃烧和脱硫反应，加之炉内湍流运动剧烈，Ca/，可以使脱硫效率达到 80~90% 左右，SO₂ 的排放量大大降低。同时循环流化床采用分级送风燃烧，使燃烧始终在低过量空气下进行，从而大大降低了 NO_x 的生

成和排放。循环流化床锅炉还具有高燃烧效率、可以燃用劣质燃料、锅炉负荷调节性好、灰渣易于综合利用等优点，因此在世界范围内得到了迅速发展。随着环保要求日益严格，普遍认为，循环流化床是目前最实用和可行的高效低污染燃煤设备之一。

因此，本次改造拟选用两台 55 吨/时次高压循环流化床锅炉替代原有链条炉和沸腾炉。

循环流化床锅炉工作原理

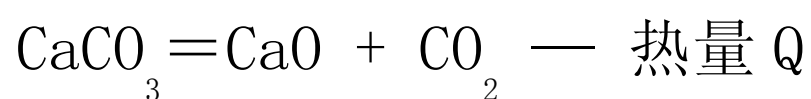
循环流化床锅炉采用流态化的燃烧方式，是一种介于煤粉炉悬浮燃烧和链条炉固定燃烧之间的燃烧方式，即通常所讲的半悬浮燃烧方式。所谓的流态化是指固体颗粒在空气的作用下处于流动状态，从而具有许多流体性质的状态。在循环流化床锅炉炉内存在着大量的床料(物料)，这些床料在锅炉一次风、二次风的作用下处于流化状态，并实现炉膛内的内循环和炉外的外循环，从而实现燃料不断的往复循环燃烧。

与其他锅炉相比，循环流化床锅炉增加了物料循环回路部分即分离器回料阀。分离器的作用在于实现气固两相分离，将烟气中夹带的绝大多数固体颗粒分离下来；回料阀的作用一是将分离器分离下来的固体颗粒返送回炉膛，实现锅炉燃料及石灰石的往复循环燃烧和反应；一是通过循环物料在回料阀进料管内形成一定的料位，实现料封，防止炉内的正压烟气反窜进入负压的分离器内造成烟气短路，破坏分离器内的正常气固两相流动

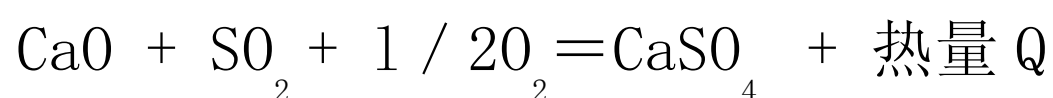
及炉内正常的燃烧和传热。冷渣器的作用是将炉内排出的高温底渣冷却到 150℃ 以下，从而有利于底渣的输送和处理。

一般循环流化床锅炉处在 850—950℃ 的工作温度下，在此温度下石灰石可充分发生焙烧反应，使碳酸钙分解为氧化钙，氧化钙与煤燃烧产生的二氧化硫进行盐化反应，生成硫酸钙，以固体形式排出达到脱硫的目的。

石灰石焙烧反应方程式：



脱硫反应方程式：



因此循环流化床锅炉可实现炉内高效廉价脱硫，一般脱硫率均在 90% 以上。同时，出于较低的炉内燃烧温度，循环流化床锅炉中生成的 NO_x 主要由燃料 NO_x 构成即燃料中的 N 转化成的 NO_x；而热力 NO_x 即空气中的 N 转化成的 NO_x 生成量很小；同时循环流化床锅炉采用分级送风的方式即一次风从布风板下送入，二次风分层从炉膛下部密相区送入，可以有效地抑制 NO_x 的生成。因此循环流化床锅炉中的污染物排放很低。

在锅炉运行时，炉内的床料主要由给煤中的灰、未反应的石灰石、石灰石脱硫反应产物等构成，这些床料在从布风板下送入的一次风、和从布风板上送入二次风的作用下处于流化状态，部分颗粒被烟气夹带在炉膛内向上运动，在炉膛的不同高度一部分固体颗粒将沿着炉膛边壁下落，形成物料的内循环；其余固体颗

粒被烟气夹带进入分离器，进行气固两相分离，绝大多数颗粒被分离下来，通过回料阀直接返送回炉膛，形成物料的外循环。这样燃料及石灰石可在炉内进行多次的往复循环燃烧和反应，所以循环流化床锅炉具有很高的脱硫效率，同时石灰石耗量很低。

在循环流化床锅炉中，一般根据物料浓度的不同将炉膛分为密相区、过渡区和稀相区三部分，密相区中固体颗粒浓度较大，具有很大的热容量，因此在给煤进入密相区后，可以顺利实现着火，因此循环流化床锅炉可以燃用无烟煤、矸石等劣质燃料，还具有很大的锅炉负荷调节范围；与密相区相比，稀相区的物料浓度很小，稀相区是燃料的燃烧、燃尽段，同时完成炉内气固两相介质与蒸发受热面的换热，以保证锅炉的出力及炉内温度的控制。

正是由于循环流化床锅炉具有燃料适应性广、脱硫效率高、氮氧化物排放低、负荷调节比大和负荷调节快等突出优点。自循环流化床燃烧技术出现以来，循环流化床锅炉已在世界范围内得到广泛的应用。

锅炉主要技术参数

额定蒸发量	55t/h
额定蒸汽压力	
额定蒸汽温度	485℃
给水温度	150℃

排烟温度

~

145℃

锅炉设计效率

>90%

锅炉外形尺寸

高×宽×深=33850×12000×16248mm。

主要设备结构

循环流化床锅炉本体由燃烧设备、给煤装置、石灰石粉仓、床下点火装置、分离和返料装置、水冷系统、过热器、省煤器、空气预热器、钢架、平台扶梯、炉墙等组成。各部分结构简述如下：

1. 燃烧装置：

流化床布风板采用水冷布风板结构，；布风板上布置了 665 只风帽，风帽间风板上填保温混凝土和耐火混凝土。

空气分为一次风及二次风，一、二次风之比为 60：40，一次风从炉膛水冷风室二侧进入，经布风板风帽小孔进入燃烧室。二次风在布风板上高度方向分二层送入。

布风板上布置了二只 $\Phi 219$ 的放渣管，可接冷渣机（用户自理）。

2. 给煤装置

炉前供至给煤管，煤通过落煤管送入燃烧室。落料管上布置有送煤风和播煤风，以防给煤堵塞。送煤风和播煤风接一次冷风，约为总风量的 4%，每只送风管、播煤风管应布置一只风门（设

设计院设计),以调节送煤风量。给料口在离风帽约 1500mm 处进入燃烧室。石灰石可通过与煤混合进入燃烧室,也可通过二次风管喷入燃烧室。

3. 床下点火装置

采用水冷布风板、油枪床下点火技术,油枪在床下预燃室内先燃烧,然后和冷空气混合成 $<800^{\circ}\text{C}$ 的高温烟气,再经风室进入燃烧室加热物料,点火初期为了预热锅炉本体,可调节较低的烟气温度,然后视料层温度再逐渐调高温度。油压 \sim ,油量 $150\sim 350\text{Kg/h}$,采用轻柴油;油枪采用机械雾化的方式。

4. 分离及返料装置

采用高温旋风分离器装置,分离装置布置在炉膛出口,分离器入口烟温 $850\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。在分离器下部布置了返料装置。分离下来的飞灰经返料装置送回炉膛继续燃烧。返料口离风帽高约 1200mm。返料风应接风门及流量计(设计院设计),用来调节风量。经过分离器分离的烟气从分离器出口筒,流经水平烟道进入尾部烟道加热尾部受热面。

5. 锅筒及其内部装置

锅筒内径 1380mm,壁厚 60 mm,材料 20g,锅筒内部装置由旋风分离装置、顶部百叶窗、加药管、排污管、再循环管、紧急放水管等组成。锅筒上还设置有高、低读水位表、压力表、安全阀、放气阀、自用蒸汽阀等附件。锅筒中心线以下 50 mm 为正常水位,距离正常水位上下 75 mm 为越限报警线,距离正常水位上

下 120 mm 为限值报警线。

6. 水冷系统

炉膛水冷壁采用全悬吊膜式壁结构，炉室分左、右、前、后六个回路，前后墙水冷壁各二个回路；膜式壁管径为 $\Phi 60 \times 5$ ，（前、后墙水冷壁在水冷风室区域为 $\Phi 51 \times 5$ ），节距为 100mm。炉膛四周布置刚性梁，有足够的承载能力。下降管采用先集中后分散的结构，由锅筒引出二根直径 $\Phi 325 \times 16$ 的集中下降管，一直到炉前下部，然后再从集中下降管引出分散下降管，分散下降管均为 $\Phi 108 \times$ ，前、后墙各为四根，二侧墙为三根。汽水连接管直径，二侧墙为 $\Phi 133 \times 6$ ，各三根，前后墙为 $\Phi 133 \times 6$ ，共八根。在水冷壁易磨损部位采用焊鳍片、焊销钉敷耐磨材料等方法防磨。

7. 过热器系统

过热器系统布置在尾部烟道中，分高温段及低温段二段。烟气先经高温段后经低温段。高温段过热器管径 $\Phi 22 \times 4$ ，节距 100mm，采用逆流布置方式，管子材质为 12Cr1MoVG。低温段管径 $\Phi 32 \times 4$ ，节距 100 mm，采用逆流布置方式，管子材质上组为 15CrMoG；下组为 20G/GB5310 锅炉管子。

高、低段过热器迎烟气冲刷第一排管，设有防磨盖板。

为调节过热汽温，在高、低段过热器之间布置了喷水减温器。

过热器汇汽集箱上装有压力表、温度计、安全阀、向空排汽阀、蒸汽旁通阀、疏水阀等附件。

高、低温过热器管支承方式采用管吊管的形式，由每一排悬吊管来吊一排高温过热器管子、二排低温过热器管子。

8. 省煤器系统

在尾部烟道过热器系统后面，布置了上、下二组省煤器，为防止磨损，上、下组省煤器采用膜式省煤器结构，错列，横向节距为 80 mm，纵向节距为 45 mm，管径为 $\Phi 32 \times 4$ 。为防止磨损，上、下组省煤器迎烟气冲刷第一、二排管子加装防磨盖板，弯头处加装防磨罩。

省煤器管子支承在两侧护板上。

9. 空气预热器

由于空气压力高，为防止漏风，采用卧式空气预热器，空气在管内，烟气在管外，采用顺排布置，管径 $\Phi 40 \times$ 。迎烟气冲刷前二排及侧面各一排管子采用 $\Phi 42 \times$ ，以防止磨损。

预热器管箱分三段，最上一只管箱为二次风预热器，横向节距均为 63mm，纵向节距为 60mm，下二只管箱为一次风管箱，横向节距均为 68mm，纵向节距均为 60 mm。最下一组预热器管子采用考登管。

10. 炉墙

布风板以上浓相区炉内墙采用浇注高强度耐磨可塑料；水冷壁外侧采用敷管炉墙结构，外加外护板。高温旋风筒、水平烟道及尾部烟道采用轻型炉墙、护板结构。本锅炉针对循环流化床锅炉的特点，在炉室、高温旋风筒等部位选用高强度耐磨可塑料、高强度耐

磨砖，以保证锅炉安全可靠运行，用户对此应给予足够的重视。

11. 密封结构

在炉膛出口与高温旋风筒入口处，采用柔性非金属膨胀节，保证此处密封性能。在过热器、省煤器穿墙管等处均设有膨胀密封结构。

锅炉本体水、汽侧流程

给水→省煤器进口集箱→省煤器管束→省煤器出口集箱→锅筒→下降管→水冷壁下集箱→上升管→水冷壁上集箱→汽水连接管→锅筒→饱和蒸汽引出管→吊挂管入口集箱→吊挂管管束→低温过热器入口集箱→低温过热器管束→低温过热出口集箱→喷水减温器→高温过热器进口集箱→高温过热器管束→高温过热器出口集箱→连接管→汇汽集箱

锅炉烟气、灰侧流程

给煤→燃烧室燃烧的烟气和循环灰→炉膛→高温旋风分离器→转向

↓ ↑ ↓ 灰
排 ← 返料器 ←
渣

室→高温过热器→低温过热器→省煤器→二次风空气预热器→一次风空气预热器→除尘器→烟囱

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/388036104027007004>