

增訂本

工業鍋爐系統節能方案

實用指南



香港特別行政區政府
環境保護署
Environmental Protection Department

廣東省經濟和信息化委員會
Economic & Information Technology
Commission of Guangdong Province

技術顧問：



Hong Kong
Productivity Council
香港生產力促進局



廣州藍碧環境科學工程顧問有限公司

2010年

目录	
前言	1
清洁生产伙伴计划简介	2
第一篇 清洁生产的基本概念及发展趋势	4
1.1 清洁生产与传统的污染治理方法的不同之处	4
1.1.1 清洁生产的发展	4
1.1.2 清洁生产与末端治理	5
第二篇 工业锅炉简介	7
2.1 锅炉定义	7
2.2 锅炉系统组成	8
2.2.1 锅炉参数	8
2.2.2 锅炉分类	9
2.2.3 锅炉型号	10
2.2.4 锅炉的结构	11
2.2.5 锅炉的炉型	12
2.2.6 水管锅炉的结构组成	16
2.3 工业锅炉的使用概况	18
第三篇 工业锅炉节能方案	20
3.1 工业锅炉清洁生产评估内容	20
3.2 锅炉系统节能方案总览表	22
3.3 工业锅炉节能措施与实例	30
参考文献	75
附录	76
甲) 国内有关清洁生产、节能的法规	77
乙) 政府节能减排法规及减排的政策目标	81
丙) 国内锅炉的节能环保要求及法规	83

免责声明

本指南内的资料由广州蓝碧环境科学与工程顾问有限公司提供，并由伙伴计划的执行机构－香港生产力促进局编制。载于指南内的清单和范例只供一般参考。香港生产力促进局虽已尽力确保该等资料准确，但对于该等资料在任何特定情况下使用时的准确性或恰当性，并没有作出任何明示或隐含的陈述、申述、保证或担保。

对于因或就本指南所载的任何资料而引起的任何损失或损害，香港生产力促进局并不承担责任。香港生产力促进局保留权利，可随时运用其绝对酌情决定权，省略、暂停或编辑本指南所载的资料内容，而无须给予任何理由，亦无须事先通知。

使用者有责任自行评估本指南所载的一切资料，并宜加以核实，例如参阅服务供应商的工程项目经验，以及在根据该等资料行事之前征询意见。

前言

以往企业在改善其环保表现时，多采用被动的末端防治策略，着重装置处理排污设备。清洁生产突破这个模式，采用主动预防的方式，在生产工序的每一个环节上进行改善，包括在产品的设计、物料采购、工艺、流程等方面应用先进的技术和管理等，令环保工作成为一项提高利润的投资。众多成功的实例证明清洁生产一方面可以帮助企业从源头上减少污染物排放及节省后期的排污费用，另一方面透过减少原材料消耗和节约能源，降低生产成本，增加竞争力，从而提高利润，达致环境保护及经济效益两者兼容并存的双赢局面。

香港特别行政区政府于2008年4月18日开展了一项为期五年的「清洁生产伙伴计划」(www.cleanerproduction.hk)（下称「伙伴计划」），以资助的方式协助位于珠江三角洲地区的港资厂商采用清洁生产技术及作业方式，减少排放和节省能源，从而改善区域空气质素及降低生产成本。由于广东当局近年来一直收紧工业污水排放的规定，而且业界对治理水污染的需求甚殷，有鉴于此，自2010年起，本计划已进一步扩展支援范围，以涵盖减控污水排放技术。

香港生产力促进局过去曾编写《工业锅炉系统节能方案实用指南》于2007年在伙伴计划网上公布。为加强本指南的内容及成功实例，在广州蓝碧环境科学工程顾问有限公司的协助下，生产力局已将近年业界采用的清洁生产方案的实际经验增修在本指南内，以及参考国内外的技术资料，编写此《工业锅炉系统节能方案实用指南(增订版)》，供业界作参考之用。

清洁生产伙伴计划简介

香港特别行政区政府于 2008 年度开展一个为期 5 年的清洁生产伙伴计划，协助位于珠三角地区的港资厂商节约能源、减少原材料消耗、减少排污及降低生产成本。

该计划获立法会财务委员会通过拨款 9,306 万港元，推广及资助珠江三角洲地区的港资厂商采用清洁生产技术和工艺，厂商可获政府资助达 19 万港元。

主要项目概览及资助额：

项目	实地评估项目	示范项目	核证改善项目的成效
资助项目性质	资助参与的工厂获得环境技术服务公司协助，为工厂评估节能、减排、降耗及减控污水排放的空间，建议切实可行的清洁生产改善方案。	资助参与的工厂透过安装设备或改良生产工序，示范清洁生产的成效、涉及的成本及潜在的经济回报。	为已实施清洁生产方案的工厂提供独立第三方核证服务，评估成效，所有成功申请者皆可获颁嘉许状，以嘉许其在环保方面的付出。
每份申请的资助总额	政府资助 50% 的顾问费用，并以港币 15,000 元为每间厂的上限。	政府资助 50% 的费用，并以港币 160,000 元为每个项目的平均资助上限	政府全数资助、并以港币 15,000 元为每个项目的上限

申请资格：

申请机构必须是按照商业登记条例(第 310 章)在香港注册的机构并在珠江三角洲地区以独资、合资或「三来一补」形式经营工厂。

申請:

申請表格可在香港生產力促進局索取或于網頁下載，網址為：

www.cleanerproduction.hk

查詢:

電話：

(852) 2788 5588(香港) (86 755) 8615 6942(深圳) (86 769) 2299 2095(東莞)

電郵：

Enquiry@cleanerproduction.hk

第一篇 清洁生产的基本概念及发展趋势

能源、原材料、水、土地等自然资源是人类赖以生存和发展的基础，是经济社会可持续发展的重要物质保障。我国人均资源占有量不足，耕地、淡水、森林、石油、天然气和煤炭等资源的人均占有量远低于世界平均水平，资源供给不足已经成为经济社会发展和实现全面建设小康社会目标的重要制约因素。同时，由于我国许多行业和地区资源利用效率低、浪费大、污染重，目前我国单位国内生产总值能源、原材料和水资源消耗远高于世界平均水平。靠大量消耗资源支撑经济增长，不仅使资源约束矛盾更加突出，环境压力加大，也制约了经济增长质量和效益的进一步提高。

因此，大力开展节能降耗、节约用电活动，全面推行清洁生产，对缓解能源、资源供应紧张的“瓶颈”制约和环境压力，实现国民经济持续、快速、协调、健康发展，具有十分重要的现实意义和战略意义。

1.1 清洁生产与传统的污染治理方法的不同之处

1.1.1 清洁生产的发展

自 1992 年以来，联合国环境规划署已先后在坎特伯雷、巴黎、华沙、牛津、汉城和蒙特利尔举行了六次国际清洁生产高级研讨会。在 1998 年 10 月韩国汉城第五次国际清洁生产高级研讨会上，出台了《国际清洁生产宣言》，是对作为一种环境管理战略的清洁生产公开的承诺。自此清洁生产开始被国际社会所广泛认同，清洁生产开始被大力的推广。

所谓清洁生产，是人们思想和观念的一种转变，是环境保护战略由被动反应向主动行动的一种转变。联合国环境规划署将清洁生产定义为：

“清洁生产是一种创造性的思想，该思想将整体预防的环境战略持续应用于生产过程、产品和服务中，以增加生态效率和减少对人类及环境的风险。

——对生产过程，要求节约原材料和能源，淘汰有毒原材料，减少或降低废弃物的数量和毒性。

——对产品，要求减少从原材料提炼到产品最终处置的全生命周期的不利影响。

——对服务，要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。”

根据《中华人民共和国清洁生产促进法》的定义，本法所称清洁生产，是指不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用的措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或消除对人类健康和环境的危害。

1.1.2 清洁生产与末端治理

清洁生产作为污染预防的环境战略，是对传统的末端治理手段的根本变革，是污染防治的最佳模式。传统的末端治理与生产过程相脱节，即“先污染，后治理”，侧重点是“治”；清洁生产从产品设计开始，到生产过程的各个环节，通过不断地加强管理和技术进步，提高资源利用率，减少乃至消除污染物的产生，侧重点是“防”。传统的末端治理不仅投入多、治理难度大、运行成本高，而且往往只有环境效益，没有经济效益，企业没有积极性；清洁生产从源头抓起，实行生产全过程控制，在生产过程之中最大限度地消除污染物，不仅从根本上改善环境状况，而且降低能源、原材料和生产成本，经济效益提高，竞争力增强，能够实现经济与环境的“双赢”。清洁生产与传统的末端治理的最大区别在于找到了环境效益与经济效益相统一的结合点，能够调动企业防治工业污染的积极性。下表为清洁生产与末端治理的对比。

表 1 清洁生产与末端治理的比较

比较项目	清洁生产	末端治理（不含综合利用）
思考方法	在生产过程中消除污染物	污染物产生后再处理
产生时代	20 世纪 80 年代末期	20 世纪 70 年代
控制过程	生产全过程控制，产品生命周期全过程控制	污染物达标排放控制
控制效果	比较稳定	受产污量影响处理效果
产污量	明显减少	间接可推动减少
排污量	减少	减少
资源利用率	增加	无显著变化
资源耗用	减少	增加(治理污染消耗)
产品产量	增加	无显著变化
产品成本	降低	增加(治理污染费用)
经济效益	增加	减少(用于治理污染)
治理污染费用	减少	随排放标准严格，费用增加
污染转移	无	有可能
目标对象	全社会	企业及周围环境

第二篇 工业锅炉简介

2.1 锅炉定义

锅炉是一种把煤炭、石油或天然气等能源所储藏的化学能转变为热水或蒸气的重要热力设备。高温水和蒸气的热能可以直接应用在生产和生活中，例如轻工、纺织、化工、造纸、建材、空调等领域，也可以再转换成其它形式的能源，如电能、机械能等。发电用的锅炉一般称为电站锅炉，在各行业中以供热为主要任务的锅炉称为工业锅炉。

锅炉的工作过程：

1、燃料在炉膛内燃烧后不断地放出热量，燃烧产生的高温烟气通过热传播，将热量传递给锅炉受热面，然后通过烟道由烟囱排出。

2、锅炉受热面将吸收的热量传递给受热面内的炉水，使水加热产生成蒸气。

锅炉在运行中，由于炉水的循环流动，不断地将受热面吸收的热量带走，不仅使水气化为蒸气，而且使受热面得到良好的冷却，从而保证了锅炉受热面钢材在不超过许用温度的条件下安全工作。

2.2 锅炉系统组成

2.2.1 锅炉参数

锅炉的参数是表示锅炉蒸气产量和质量的指标。工业锅炉的主要参数是额定蒸发量、额定蒸气压力和额定蒸气温度。

1、额定蒸发量（吨/小时）

蒸气锅炉每小时所产生的蒸气量，又称为“出力”或“容量”。

额定蒸发量：蒸气锅炉在额定蒸气压力、额定蒸气温度和额定给水温度、使用设计燃料并保证热效率的条件下每小时所产生的蒸气量。

2、额定蒸气压力（MPa）

蒸气锅炉在规定的给水压力和负荷范围内连续运行时，应予保证的出口蒸气压力（表压力）。对于有过热器的蒸气锅炉，其额定蒸气压力是指过热器出口处的蒸气压力。对于无过热器的蒸气锅炉，其额定蒸气压力是指锅筒出口处的蒸气压力。

3、额定蒸气温度（℃）

蒸气锅炉在规定的负荷范围内，额定蒸气压力和额定给水温度下连续运行所必须保证的出口蒸气温度。对于有过热器的蒸气锅炉，其额定蒸气温度是指过热器出口处的过热蒸气温度；对于无过热器的蒸气锅炉，其额定蒸气温度是指锅炉额定蒸气压力下所对应的饱和温度。

2.2.2 锅炉分类

锅炉分类较多，可以从以下方式进行分类：

- 1、按燃烧方式：分为层燃炉、室燃炉、沸腾炉。
- 2、按用途：分为生活锅炉、工业锅炉、电站锅炉、车船用锅炉、机车锅炉。
- 3、按结构：分为水管锅炉、火管锅炉、水火管组合式锅炉。
- 4、按锅筒放置的方式：分为立式锅炉、卧式锅炉。
- 5、按工质：分为蒸气锅炉、热水锅炉、气水两用锅炉、有机热载体锅炉。
- 6、按燃料：分为燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉、余热锅炉、电加热锅炉、生物质锅炉、水煤浆锅炉、垃圾锅炉等。
- 7、按水循环分：自然循环、强制循环、混合循环。
- 8、按出口蒸气压力分为：
 - 低压锅炉 ($P < 2.5\text{MPa}$) ；
 - 中压锅炉 ($2.5 < P < 4.0\text{MPa}$) ；
 - 高压锅炉 ($4.0 < P = 10\text{MPa}$) ；
 - 超高压锅炉 ($10 < P = 13.7\text{MPa}$) ；
 - 亚临界锅炉 ($13.7 < P = 16.7\text{MPa}$) ；
 - 超临界锅炉 ($P = 22\text{MPa}$) ；工业锅炉通常为低压锅炉。
- 9、按锅筒数量分：单锅筒锅炉、双锅筒锅炉。
- 10、按燃烧定在锅炉内部或外部分：内燃式锅炉、外燃式锅炉。
- 11、按工质在蒸发系统的流动方式可分为自然循环锅炉、强制循环锅炉、直流锅炉等。
- 12、按制造级别分类：A级、B级、C级、D级、E级（按制造锅炉的压力分）。

2.2.3 锅炉型号

我国工业锅炉型号由三部分组成，各部分之间用短横线相连，如图 1 所示。

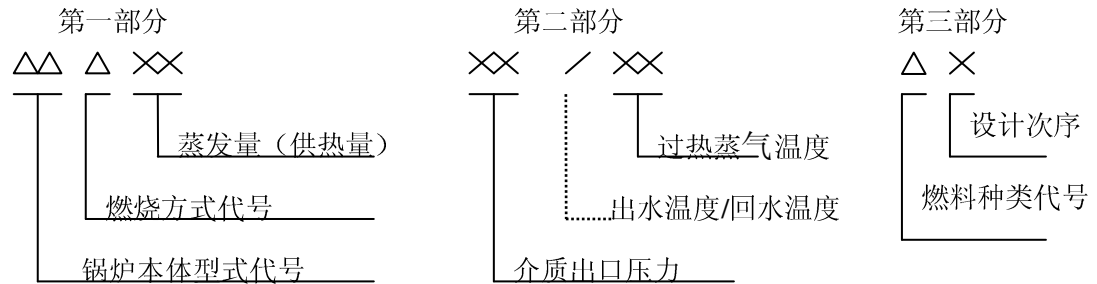


图 1 锅炉型号说明

型号的第一部分表示锅炉型式、燃烧方式和蒸发量。共分三段：第一段用两个汉语拼音字母代表锅炉本体型号，其意义见表 1；第二段用一个汉语拼音字母代表燃烧方式（废热锅炉无燃烧方式代号），其意义见表 2；第三段用阿拉伯数字表示蒸发量为若干吨/小时（热水锅炉用供热量表示，废热锅炉以受热面 m^2 表示）。

表 1 锅炉本体型式代号

火管锅炉		水管锅炉	
锅炉本体型号	代号	锅炉本体型式	代号
立式水管	LS (立、水)	单锅筒横置式 单锅筒纵置式	DL (单、立) DZ (单、纵)
立式火管	LH (立、火)	单锅筒立式 双锅筒纵置式	DH (单、横) SZ (双、纵)
卧式内燃	WN (卧、内)	单锅筒横置式 纵横锅筒式 强制循环式	SH (双、横) ZH (纵、横) QX (强、循)

表 2 燃烧式代号

燃烧方式	代号	燃烧方式	代号
固定炉排	G (固)	下饲式炉排	A (下)
活动手摇炉排	H (活)	往复退饲炉排	W (往)
链条炉排	L (链)	沸腾炉	F (沸)
抛煤机	P (抛)	半沸腾炉	B (半)
倒转炉排加抛煤机	D (倒)	室燃炉	S (室)
振动炉排	Z (振)	旋风炉	X (旋)

水管锅炉有快装、组装和散装三种型式。为了区别快装锅炉与其它两种型式，在型号的第一部分的第一段用 K (快) 代替锅筒数量代号，组成 KZ (快、纵)、KH (快、横) 和 KL (快、立) 三个型式代号。对纵横锅筒式也用 KZ (快、纵) 型式代号，强制循环式用 KQ (快、强) 型式代号。

型号的第二部分表示蒸气 (或热水) 参数，共分两段，中间以斜线分开。第一段用阿拉伯数字表示额定工作压力；第二段用阿拉伯数字表示过热蒸气 (或热水) 温度为若干。生产饱和蒸气的锅炉，无第二段和斜线。

型号的第三部分由两段组成，第一段以汉语拼音字母代表锅炉燃用燃料的种类，见表 3 所示。第二段表示锅炉设计次序。用阿拉伯数字连续顺序编制，如原型设计，则无第二段。

表 3 燃料品种代号

燃料品种	代号	燃料品种	代号
无烟煤	W (无)	油	Y (油)
贫煤	P (贫)	气	Q (气)
烟煤	A (烟)	木柴	M (木)
劣质烟煤	L (劣)	甘蔗渣	G (甘)
褐煤	H (褐)	煤矸石	S (石)

2.2.4 锅炉的结构

工业锅炉就其本体结构而言可分为火管锅炉、水管锅炉，以及水火管锅炉。

锅炉“顾名思义”就是由“锅”和“炉”两部分组成。“锅”是指盛水和气的部分，它的作用是吸收燃料放出的热量并把热量传给水，产生水蒸气；“炉”是指燃料和烟气的通道，它的作用是使燃料与空气混合、燃烧并释放出热量。

1、在火管（烟管）锅炉中，高温烟气在火管（也称炉胆或锅筒）和烟管中流动，以辐射传热和对流传热方式加热水产生蒸气。火管锅炉具有结构简单、运行水平和给水品质要求较低等优点。但是，由于结构上的限制，只能制成低参数、小容量的锅炉，钢材消耗也比较大。蒸发量小于或等于 20 吨/小时的燃油燃气锅炉常用卧式内燃三回程烟火管锅炉。该种炉型中，燃料在布置于锅筒内的火管（第一回程）中燃烧、传热，烟气从后部经第二回程烟管到前烟箱，再经第三回程烟管流入锅炉后部。这种锅炉不砌砖墙，外加费用少，占地面积少，移动方便。但烟管间距小、不易清洗水垢，故水质要求高。

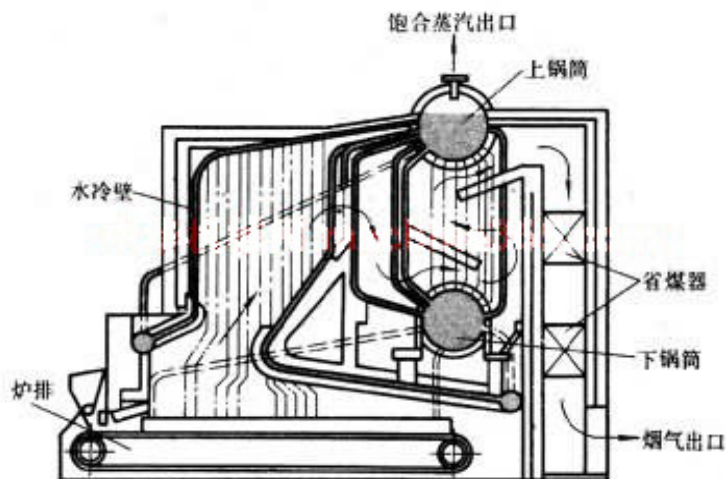
2、水管锅炉中，气水工质在管内流动，高温烟气在管外冲刷并以辐射传热和对流传热方式通过管壁加热管内的水。水管锅炉可以供热水和饱和蒸气，在装设蒸气过热器后可输出过热蒸气。为提高锅炉效率，可在尾部布置省煤器和空气预热器。

3、水火管锅炉是一种带水冷壁的卧式外燃型烟管锅炉。较为常用的为快装锅炉，链条炉排或固定炉排布置在锅筒的下方，锅筒中布置有两回程的烟管。这种锅炉容量一般小于等于 4 吨/小时，用于燃煤。这种锅炉的特点为结构紧凑，体积小，安装方便，热效率高，但烟管和水管易积烟垢和水垢，影响传热，因而对水质要求高，需要经常清除烟垢。

2.2.5 锅炉的炉型

1.层燃炉

在工业锅炉中层燃炉占主要地位，其特点是燃料在炉排铺成层状。空气主要从炉排下送入，流经燃料层并发生反应，燃料中可燃物的一部分可燃气体，在炉膛中燃烧，另一部分（主要为焦炭）在炉排燃烧。层燃炉按操作方法和炉排的种类不同，又可分为手烧炉、机械抛煤机炉、往复推动炉排炉、振动炉排炉和链条炉等形式。广东省内最常见的层燃炉是链条炉，详见层燃炉示意图。



层燃炉示意图

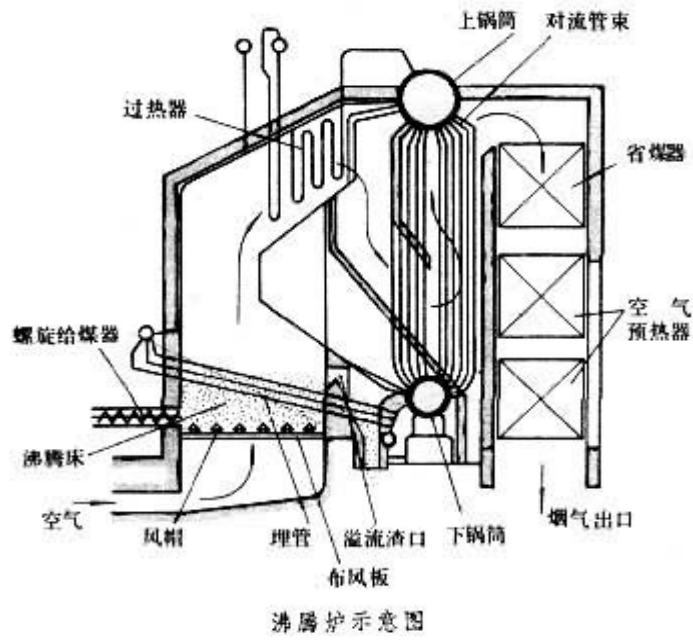
2. 室燃炉

燃料随气流喷入锅炉燃烧室内，以悬浮状态进行燃烧的炉子。其燃烧特点是：燃料在炉膛空间燃烧。燃烧所需空气随燃料一并喷入炉膛，与燃料充分混合起激烈化学反应，放出热量。因空气和燃料的接触面积大，燃料燃烧完全，锅炉热效率高。

燃用煤粉的室燃炉称为煤粉炉，燃用液体和气体燃料的炉子分别称为燃油炉和燃气炉。

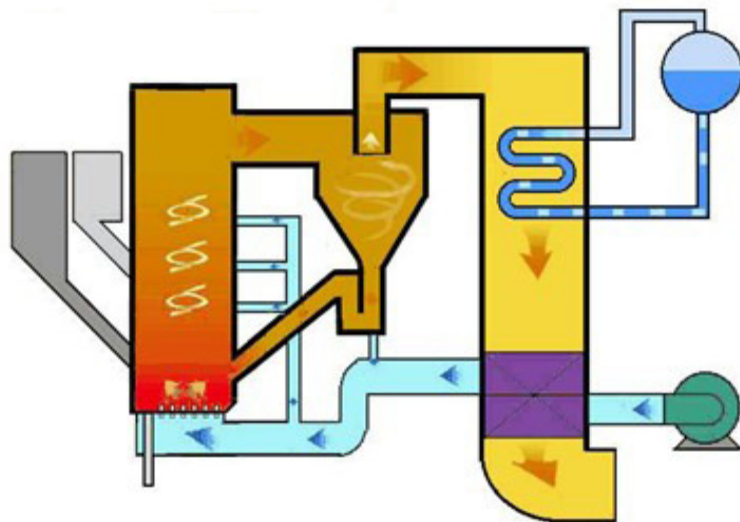
3. 沸腾炉

沸腾炉也称流化床锅炉。燃料在炉室中被由下而上送入的空气托起浮动翻腾而进行燃烧，是目前燃用劣质煤颇为有效的一种燃烧方式。第一代沸腾炉热效率较低，经过不断改进已发展成为目前推广使用的循环流化床锅炉，详见沸腾炉示意图。



4.循环流化床锅炉

循环流化床锅炉的炉膛运行在一种特殊的流体动力特性下，细颗粒被以超过平均粒径颗粒终端速度的气流输送通过炉膛，同时又有足够的颗粒返混以保证炉膛内的温度分布均匀。离开炉膛的大部分颗粒，由气固分离装置所捕集并以足够高的速率从靠近炉膛底部的回送口再循环送入炉膛，使炉膛内的颗粒返混维持在最低程度，详见循环流化床锅炉示意图。



循环流化床锅炉示意图

循环流化床锅炉燃烧的一次风(风量通常小于化学当量值)通过布风装置送入炉膛，二次风则在布风装置以上的一定高度从侧墙送入炉膛。燃料在炉膛中燃烧产生热量，这些热量一部分由布置在炉膛内的水冷或蒸气冷却受热面所吸收，余下部分则被称为尾部受热面的对流受热面所吸收。

循环流化床锅炉与其它形式锅炉的比较表

特性	炉排燃烧	鼓泡床	循环床	煤粉炉
床高或燃料燃烧区高度 (m)	0.2	1~2	15~40	27~45
截面风速 (m/s)	1.2	1.5~2.5	4~8	4~6
过量空气 (%)	20~30	20~25	10~20	15~30
截面热负荷 (MW/m ²)	0.5~1.5	0.5~1.5	3~5	4~6
煤的粒度 (mm)	6~32	6 以下	6 以下	0.1 以下
负荷调节比例	4: 1	3: 1	3~4: 1	
燃烧效率 (%)	85~90	90~96	95~99	99
NO ₂ 排放 (10 ⁻⁶)	400~600	300~400	50~200	400~600
炉内脱硫效率 (%)		80~90	80~90	低

循环流化床锅炉的优点：

1、燃料适应性广

实际上许多商用循环床锅炉可以燃用灰分为 40%~60%的高灰煤，也可以燃用挥发分为小于 10%的无烟煤。

2、燃烧效率高

循环流化床锅炉的燃烧效率可以达到 97.5%~99.5%。

3、高效脱硫

典型的循环流化床锅炉达到 90%脱硫效率时所需的脱硫剂化学当量比为 1.5~2.5。

4、NO_x 排放低

在循环流化床锅炉中的燃烧温度范围为(800~900℃)，空气中的氮一般不会氧化为 NO_x。循环硫化床锅炉的 NO_x 排放范围为(50~150)×10⁻⁶。

5、炉膛截面积小。

6、负荷调节比例大及负荷调节快。

循环流化床锅炉中由于截面气速高和吸热控制容易，使得其负荷调节很快。据报道，一些商用装置的负荷调节速率每分钟可达 4%。

2.2.6 水管锅炉的结构组成

锅炉中的炉膛、气包、燃烧器、水冷壁、对流管束、过热器、省煤器、空气预热器、构架和炉墙等主要部件构成生产蒸气的核心部分，称为锅炉本体。

除锅炉本体外，还配套的辅助设备有：

- (1) 燃料配送或制备系统；
- (2) 送、引风系统；
- (3) 给水系统；
- (4) 水处理系统；
- (5) 灰渣清除系统；
- (6) 脱硫除尘器系统；
- (7) 自动控制和监测系统等。

1. 炉膛

炉膛就是燃料与烟气燃烧的空间。炉膛的形状，大小是与炉排、喷燃器、燃烧机、投煤装置等相适应。工业锅炉的炉膛，由炉墙，前、后拱等组成，燃料在炉膛燃烧时充分放出热量，使布置在炉膛四周的水冷壁管吸收燃料和烟气放出的热量；并将高温烟气顺利地引向出口，送至对流受热面区域。

2. 气包

亦称上锅筒，是自然循环锅炉中最重要的受压组件，气包的作用主要有：

1、气包与下降管、水冷壁管、对流束管连接组成自然水循环系统。同时气包又接受省煤器输来的给水，向过热器输入饱和蒸气。所以是加热、蒸发、过热三过程的连接枢纽，保证锅炉正常的水循环。

2、气包内有一定的水量，具有一定的储热能力，在负荷变化时起储热器和蓄水器的作用，可以减缓气压变化的速度。

3、气包内部装有各种设备（如气水分离装置和连续排污装置等），以保证蒸气的品质。

4、气包上装有压力表、水位计、安全阀等附件，用来控制气包压力，监视锅内水位，保证锅炉安全运行

3. 水冷壁

水冷壁是锅炉的主要受热面，它由钢管组成，分布于锅炉炉膛的四周。水冷壁最初设置主要是为了保护炉墙、降低烟气温度的、防止受热面及炉墙上结渣，提高锅炉运行的安全可靠。而现代锅炉的炉膛内设置水冷壁是作为主要受热面，吸收炉膛内的高温辐射热量，完成管内水的气化任务。水冷壁管形式很多，主要分为光管式水冷壁和翼式水冷壁两种。

4. 对流管束

对流管束通常是由连接上、下锅筒间的管束构成。全部对流管束都布置在烟道中，受烟气的冲刷而换热，也称对流受热面，是另一种主要受热面。连接方式有胀接和焊接两种。对流管束排列方式有错排和顺排两种。错排管束的传热效果好，但清灰和检修不如顺排管束方便。其传热效果主要取决于烟气的流速。

5. 蒸气过热器

蒸气过热器是把饱和蒸气加热成一定温度的过热蒸气装置，由一组弯曲蛇形的无缝钢管和进出口集箱组成，工业锅炉中常用立式对流过热器。

6. 省煤器

省煤器是锅炉的尾部受热面，设置在对流管束后面的烟道中。省煤器是利用锅炉烟气余热而加热锅炉给水的一种换热设备。烟气在离开锅炉本体时，排烟温度在 200-300℃左右，仍然存在大量的热量，利用省煤器吸收烟气的余热，有效降低排烟温度，减少排烟热损失，提高了锅炉的热效率，节约了燃料消耗。

7. 空气预热器

空气预热器是利用锅炉烟气余热加热进入炉膛的冷空气的一种热交换器，一般布置在省煤器之后。在工业锅炉上，一般采用省煤器来降低排烟温度，采用空气预热器的不多，但在下述情况，应考虑使用空气预热器。

1、燃用煤粉的锅炉，煤粉要有热风干燥和输入炉膛；

2、锅炉燃用劣质煤，需要用热风来促进稳定燃烧；

3、锅炉产生的蒸气压力较低（0.5MPa）而回水温度较高（80℃以上）时，使用省煤器经济效果不大，宜选用空气预热器。

使用空气预热器，除提高锅炉的热效率外，还可提高炉温，改善炉内燃料的燃烧条件，增强炉内辐射的传热效果。

2.3 工业锅炉的使用概况

1、我国工业锅炉近况

工业锅炉是重要的热能动力设备，我国是当今世界锅炉生产和使用最多的国家，据国家发展和改革委员会介绍，至2007年止，我国工业锅炉平均年增长率为6.6%，我国在用锅炉有53.41万台，其中工业锅炉和生活锅炉总数为52.44万台，从燃料结构来看，燃煤锅炉约有48万台，占工业锅炉总容量的85%，以燃油和气体为能源的工业锅炉约占11%，电热锅炉约占2%，其它是沼气、生物质、甘蔗渣、黑液等为燃料的工业锅炉。主要分布在轻工、纺织、化工、建材、医药、冶金、机械、能源等行业。

近年来，随着工业锅炉的不断发展，我国工业锅炉的设计热效率和运行效率都得到提高，我国工业燃煤锅炉设计效率为70%–80%，燃油（气）锅炉设计热效率为80%–90%，接近国际水平；但是燃煤锅炉实际运行效率平均在60%–70%，甚至有的还在50%以下运行，比国外先进水平低15–20%；燃油（气）锅炉热效率平均在75%–85%之间，也低于设计效率。目前，我国工业锅炉与西方发达国家相比还存在一定的差距，美国、英国等发达国家燃煤工业锅炉（层燃）运行效率可达到80%–85%，日本燃油（燃气）锅炉热效率可达到95%。

2、影响工业锅炉节能降耗的主要因素

- (1) 生产锅炉的企业，节能环保意识未能与时俱进，锅炉的节能设计水平较低；
- (2) 使用锅炉的企业节能环保意识薄弱，锅炉节能管理水平偏低；
- (3) 锅炉操作人员操作技能有待提高，锅炉经济运作未达到要求；
- (4) 锅炉与辅机设备日常维护保养工作不够，影响锅炉正常运行；
- (5) 锅炉系统本身存在不足，锅炉、辅机、控制系统等设备效率偏低；
- (6) 对锅炉炉水质量重视程度不够，影响锅炉安全运行。

3、推进工业锅炉节能降耗减污的措施

- (1) 大力推广使用工业锅炉节能产品和节能技术；
- (2) 对能耗高、效率低的工业锅炉进行节能改造；
- (3) 提高锅炉节能管理人员和司炉工的综合素质和操作技能；
- (4) 加强对工业锅炉的维护保养，推行管理节能，使锅炉做到经济和安全运行；
- (5) 强化锅炉水处理管理工作，提高水质合格率，减少锅炉结垢腐蚀的发生，确保锅炉的安全性。

第三篇 工业锅炉节能方案

3.1 工业锅炉清洁生产评估内容

1、工业锅炉清洁生产评估方法

- (1) 燃料在那里消耗？废物在那里产生？
- (2) 燃料消耗情况如何？产生废物的情况如何？
- (3) 如何降低燃料消耗？如何减少废物产生？

2、工业锅炉清洁生产评估内容

工业锅炉清洁生产评估时，主要根据以下的国家标准和广东省标准对其产生的指标进行评价分析。

(1) 工业锅炉节能监测指标的评价分析

根据《工业锅炉节能监测方法》(GB/T15317-1994)的规定，工业锅炉节能监测指标主要有：

- ① 排烟温度
- ② 排烟处空气系数
- ③ 炉渣含碳量
- ④ 炉体外表面温度

(2) 工业锅炉大气污染物排放指标的评价分析

根据《广东省大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)的规定，工业锅炉大气污染物排放指标主要有：

- ① 二氧化硫
- ② 氮氧化物
- ③ 烟尘
- ④ 烟气黑度（林格曼黑度）
- ⑤ 烟尘初始排放浓度

⑥ 过量空气系数

⑦ 锅炉烟囱高度规定

(3) 工业锅炉经济运行指标的评价分析

《工业锅炉经济运行》(GB/T17954—2007)规定工业锅炉分为三个级别：一级运行、二级运行、三级运行，三级运行为达到经济运行的基本要求。但是对于2008年6月1日后新安装投运的锅炉，从锅炉使用证颁发之日起两年内以二级运行为达到经济运行的基本要求。

(4) 工业锅炉系统辅机耗电的评价分析

(5) 工业锅炉系统管理情况的评价分析(包括炉水处理设施、给水与锅水水质、锅炉清灰、除垢、防腐蚀等应符合国家标准规定)。

(6) 锅炉房管理(包括司炉工操作技能、规章制度、煤场等)评价分析。

3.2 锅炉系统节能方案总览表

序号	方案名称	方案归类	节能方案简介	节能成效	国内厂家采用情况	
1	<u>链条炉分层燃烧技术</u>	技术改造	链条炉分层燃烧技术是利用机械装置将燃煤按颗粒大小分离后进入炉排，大颗粒在下，小颗粒在上，有利于着火和底层大块煤引燃。解决了链条炉存在的煤种适应性差、燃烧效率低的问题。	灰渣含碳量下降 5%，锅炉热效率达到 80%，节煤率 10%。	-	部分使用
2	<u>链条炉炉拱改造</u>	技术改造	将链条炉改造为双人字型炉拱，具有很好的引燃、混合和保温促燃性能，有效改善燃烧状况，起到提高燃烧效率，减少燃煤消耗的作用。	锅炉燃烧效率提高 3%，锅炉蒸发量提高 10%，节煤率 4%。	-	部分使用
3	<u>锅炉炉排改造</u>	技术改造	使用精密铸造和加工的炉排，对炉排进行改造或更换，有效改善炉排漏煤和配风不均匀的问题，提高煤炭燃烬程度，减少漏煤率，降低机械不完全热损失。	减少漏煤率，降低煤耗，提高锅炉热效率 1%。	-	部分使用
4	<u>链条炉拨火机技术</u>	技术改造	使用链条炉拨火技术后，在炉膛主燃区自动拨动正在燃烧的煤层，并在送风的作用下达到松渣和半沸腾状态燃烧，解决链条炉的燃烧不良和排渣含碳量高的问题，有效保证链条炉的出力。	降低炉渣含碳量 5%，提高烟气温度约 100℃，节煤率 10%。	-	部分使用
5	<u>锅炉鼓引风机变频调速控制</u>	技术改造	锅炉鼓、引风机采用变频调速技术后，锅炉运行稳定，对鼓、引风机的控制及操作方便准确，节电效果明显。另外由于降低了鼓、引风机的转速，减少了机械磨损，延长机械寿命。	节电达 40%以上，节能效益：18 万人民币。	广泛使用	-

6	<u>锅炉给水泵变频调速控制</u>	技术改造	对锅炉给水泵采用变频调速控制进行改造后，水泵运行稳定，节电量达到 28%。	每年节电 80 万千瓦时，经济效益 50 多万人民币。	广泛使用	-
序号	方案名称	方案归类	节能方案简介	节能成效	国内厂家采用情况	
7	<u>燃油掺水乳化燃烧技术</u>	技术改造	燃油掺水乳化燃烧技术是将乳化水和燃油按一定比例混合用泵送入静态乳化器，利用文丘里的原理，流体经喷射-扩散-收缩-反复切割-混合的过程，把水分散成小于 10 微米的水珠，均匀地被油包住，成为一种油包水型的乳化油，使燃油雾化得到改善，燃油在炉内充分燃烧。	节油率为 13%， 每年节约燃油 702 吨。	-	部分使用
8	<u>煤粉锅炉等离子点火燃烧系统改造</u>	技术改造	采用等离子点火系统后能直接点燃烟煤（煤粉炉）、燃烧稳定、燃烧器不结焦、不烧损，性能稳定，火力大启动速度快，操作简单，锅炉在启、停及低负荷燃烧过程中完成取代油枪，锅炉运行稳定，节油效果显著。	年节约渣油 600 吨，经济效益 120 万人民币。加上节省低负荷助燃耗油费，直接经济效益达到 150 万人民币。	-	部分使用
9	<u>链条炉改造为循环流化床锅炉</u>	技术改造	将 10 吨/小时以上的机械化链条炉排锅炉改造成循环流化床锅炉，其特点是煤种适应性广，锅炉热效率高，其低温燃烧添加石灰石除硫效果好，符合环保要求，产生明显的经济和社会效益。	可燃用劣质烟煤、无烟煤、褐煤、矸石等煤种，热效率一般可达 85% 以上。	-	部分使用
10	<u>水煤浆蒸气锅炉</u>	技术改造	水煤浆锅炉系统，包括锅炉本体、雾化燃烧系统、供浆系统、引风除尘系统，以及仪表控制系统等几部分。锅炉本体采用角管式结构，锅筒纵向布置，锅筒前下方由水管组成大容积炉膛，受热面积大，换热充分，启动迅速，锅炉热效率可达 85% 以上。	约 1.8-2.1 吨水煤浆替代 1 吨燃油，燃料成本节约 600 人民币。水煤浆替代燃油和燃气具有很好的节能前景。	-	部分使用

序号	方案名称	方案归类	节能方案简介	节能成效	国内厂家采用情况	
11	<u>冷凝型燃气锅炉节能器</u>	技术改造	冷凝型燃气锅炉节能器可直接安装在现有锅炉烟道中，回收高温烟气中的能量，减少燃料消耗，经济效益十分明显，同时水蒸气的凝结吸收烟气中的氮氧化物和二氧化硫等污染物，对降低污染物排放起到环保的作用。	节省燃气 3%。	-	部分使用
12	<u>生物质燃料锅炉</u>	技术改造	生物质燃料锅炉是以生物质为燃料，具有自动给料、出渣，鼓、引风机变频调节，锅炉全自动运行，还可根据负荷变化自动调节燃料量，锅炉运行成本低，可替代燃油、燃煤、燃气蒸气锅炉。	产气成本节省约 40%，与重油相比，燃料成本节省 22%，节能效益显著。	-	部分使用
13	<u>锅炉常温远红外环保节能技术</u>	技术改造	采用锅炉常温远红外环保节能技术后，碳氢化合物的分子结构发生变化，燃料油在燃烧前充分雾化，喷到燃烧室内在低氧条件下得到充分燃烧，因而燃烧设备的鼓风量可以减少 15%至 20%，避免烟道中带走的热量，烟道温度下降 5℃至 10℃，保证燃油完全燃烧。	节油率:5%，提高锅炉热效率 1%。 废气净化效果:不冒黑烟；CO、NO _x 、HC 等有害成分大为下降，尾气净化率提高 40%。	-	部分使用
14	<u>富氧燃烧技术</u>	技术改造	富氧送风是一种新技术，它需要的设备不复杂，投资少，见效快；采用富氧燃烧技术后，锅炉燃烧的气体氧气量达到 25%以上时，锅炉启动升温时间缩短 1/2—2/3。富氧空气助燃，燃料得到充分燃烧。	节能率达 20%。锅炉燃烧效率提高 5%。	-	部分使用
15	<u>蒸气蓄热器</u>	技术改造	蓄热器是一种平衡工厂企业用气负荷波动的节能设备。某厂采用一台 60 立方米，2.5 MPa 压力，400℃过热蒸气蓄热器后，锅炉的出力、气	减少锅炉的运行容量，锅炉负荷稳定，热效率可以提高 2%，提高产	-	部分使用

序号	方案名称	方案归类	节能方案简介	节能成效	国内厂家采用情况	
			轮机工况和供气压力都非常稳定。	品质量。		
16	<u>锅炉烟气余热回收利用</u>	余热回收利用	在锅炉排烟管道上安装热管省煤器后，采用热管技术回收锅炉烟气余热，加热锅炉给水，使排烟温度从 230℃降到 100℃，将燃气锅炉给水温度从 30℃提升到 65℃，燃油锅炉给水温度从 30℃提升到 62.6℃，锅炉烟气余热得到充分回收。	年节约柴油 36 吨，年经济效益达 17 万人民币。年节约液化石油气 21807 立方米，年经济效益达 21 万人民币。	-	部分使用
17	<u>锅炉排污水热能回收利用</u>	余热回收利用	1、利用排污膨胀器和给水加热器回收热能。 2、过热的排污水一部分气化为蒸气（二次蒸气）引入给水箱加热锅炉给水，而另一部分热水，引到表面式热交换器中，加热炉水，这样绝大部份热量得到回收。	年节煤 53 吨，节能效益 3 万人民币。	-	部分使用
18	<u>开式蒸气冷凝水回收利用</u>	循环再用	采用开式系统回收冷凝水，系统装置简单，投资较少，与冷凝水直接排放相比，仍有一定的节能效果。	回收利用冷凝水 1000 吨/年，有效减少锅炉尾气排放。	-	部分使用
19	<u>闭式冷凝水回收利用</u>	循环再用	采用闭式冷凝水回收系统能充分回收冷凝水，提高锅炉给水温度，节省大量燃料，节能效益显著。该系统是由用气设备、疏水器、自动加压器、高效冷凝水回收器、特种冷凝水泵、除氧器与锅炉组成一个封闭式循环系统。	冷凝水回收率达 95%，节省燃料 20-25%，减少 SO ₂ 、NOX 和烟尘等排放量，减轻二次蒸气对环境的热污染。	-	部分使用
20	<u>锅炉排污水回收利用</u>	循环再用	在排污水缓冲罐后加装一套回收装置，将锅炉排污水全部回收，通过管道输送至锅炉烟气脱硫除尘循环水池中。因锅炉排污水碱度较高 pH 值：12~14，利用锅炉排污水减少氢氧化钠（烧碱）	降低锅炉脱硫、除尘的运行费用，减少烧碱用量 25%，减少污水的排放，节约用水量 3360	-	部分使用

序号	方案名称	方案归类	节能方案简介	节能成效	国内厂家采用情况	
			的使用量，有效节约环保处理费用。	立方米/年，年节能效益：11.82 万人民币。		
21	<u>锅炉除氧器乏气回收利用</u>	循环再用	采用了除氧器 KLAR 低位热能回收技术，利用锅炉给水除氧前温度低及喷射原理，将除氧器乏气全部回收利用，并提高了锅炉给水温度。	年回收蒸气 6700 吨，节能效益：年 45 万人民币。	-	部分使用
22	<u>链条炉炉渣回用</u>	循环再用	链条导热油炉的炉渣经破碎后，送入循环流化床锅炉内再燃烧，使炉渣中的可燃物燃烬，既节省燃煤消耗，又间接提高链条导热油炉效率。	年节省燃煤 1200 吨，间接提高链条导热油炉效率 2% 以上。	-	部分使用
23	<u>锅炉燃烧过程自动化控制与调节</u>	过程控制	采用锅炉燃烧自控仪，根据蒸气流量、压力、炉膛负压的信号，自动调节最佳的风煤比使锅炉燃烧处于良好状况，以实现稳定锅炉气压，维持炉膛总压，在设定的范围内，当燃料量改变时，自动调节送风量，实现锅炉燃烧最佳的风煤比，保证燃烧过程具有较高的经济性和安全性。	有效改善燃烧，提高锅炉工况的稳定，实现锅炉经济运行。提高锅炉燃烧效率 3%。	-	部分使用
24	<u>乳化焦浆（EGC）代油节能技术</u>	替代燃料	在不改变锅炉本体、水气系统情况下，对炉前加装一套乳化焦浆（EGC）稳燃装置和燃料供给、储存、控制、除尘系统，利用乳化焦浆替代燃油。	乳化焦浆替代重油，节能效益：252.5 万人民币/年	-	部分使用
25	<u>加强对排污阀的检查及维修保养</u>	设备维护	加强对排污阀的检查及维修保养，发现问题马上修复或更换，杜绝“跑、冒、滴、漏”的现象。	一年节省约 100 多吨标准煤。	广泛使用	-
26	<u>加强对疏水器的检查和维修保养</u>	设备维护	1、选用质量可靠的疏水器后，减少了漏气和浪费热量的现象。2、定期对疏水器加强检查和维修保养，发现问题立即收复或更换。	一年节约蒸气 10-15%。	广泛使用	-
27	<u>使用助燃脱硫添加剂</u>	设备维护	使用助燃剂可释放出大量氧，起到助燃的作用，对充分燃烧烟气中的一氧化碳和碳化物的去除	每月节煤 200 吨，扣除添加剂费用后节能效	-	部分使用

序号	方案名称	方案归类	节能方案简介	节能成效	国内厂家采用情况	
			具有一定效果。脱硫剂在燃烧后与煤中硫产生化学反应，渗入炉渣后起到固硫作用，使 SO ₂ 减少。	益 15 万人民币/年，SO ₂ 排放达到环保排放标准。		
28	<u>定期对锅炉清灰和除垢</u>	设备维护	定期对锅炉清灰和除垢后，能使受热面保持洁净度，可降低排烟温度，增强锅炉使用寿命。其主要作用是除渣、除灰、催化、防腐。	提高传热效果，锅炉热效率提高 2%。	广泛使用	-
29	<u>做好锅炉的密封和保温</u>	设备维护	定期对锅炉的保温层、人孔、手孔门和渣门等部位进行检查和维护，有效降低炉墙的散热温度和散热损失，确保锅炉的密闭性和保温性。	降低炉墙的散热损失 2%。	广泛使用	-
30	<u>锅炉定期检验和维护</u>	设备维护	定期对锅炉进行检验和维护，包括外部检验、内部检验、耐压试验和安全附件检验，对锅炉安全生产起到保证作用。	避免安全隐患，保证锅炉运行安全，提高锅炉寿命。	广泛使用	-
31	<u>采用除氧降氯技术</u>	设备维护	使用除氧剂在高温高压的情况下，有效地与锅炉炉内水中的残余氧结合，使锅炉不受氧的腐蚀，防止产生铁垢和铜垢，提高锅炉使用寿命，保证锅炉安全运行。降氯剂在高温高压的情况下，能与水中氯离子迅速结合，并通过锅炉的排污排走。	采用除氧降氯技术后减少锅炉次数，减少排污量 30%，每日节省炉水 6 吨，节能效益：700 人民币/日。	-	部分使用
32	<u>加强锅炉煤质管理</u>	节能管理措施	1、建立燃煤的分析化验制度，对每批购进的燃煤进行取样检验，把好质量关。2、建立锅炉的煤质和运行档案，保存锅炉每批煤质数据和运行数据。	改善锅炉燃烧状况，提高锅炉燃烧效率，解决了锅炉“冒黑烟”的问题，降低了 SO ₂ 、烟尘的排放量。	广泛使用	-

33	<u>平衡用气负荷</u>	节能管理措施	合理安排好生产用气，协调各车间的用气时间和用气量，使锅炉负荷趋于平稳，起到削峰作用，使锅炉达到经济运行。	年减少煤耗量约 500 吨，二氧化硫的年排放量减少 8.21 吨。	-	部分使用
序号	方案名称	方案归类	节能方案简介	节能成效	国内厂家采用情况	
34	<u>加强柴油化验管理</u>	节能管理措施	建立和健全了购进柴油的验收制度，加强柴油入库时的计量监控，避免品质下降和短斤缺两。配置相应的检测器材，严格把好质量关。	节油率 28%，蒸气单好下降 31%，减少 SO ₂ 排放量 12 吨。	广泛使用	-
35	<u>合理配煤</u>	节能管理措施	根据锅炉燃烧的设计参数，综合考虑燃煤的着火，燃烧、燃烬、清渣积灰及脱硫脱硝的各种因素，对不同品质的煤种（煤质以化验报告为准）按比例进行优化配制，尤其是低硫煤的配制，从源头减锅炉少 SO ₂ 的排放。	提高了煤炭利用率，改善着火稳定燃烧，提高燃烧效率，降低结渣减少停炉事故，降低污染物排放，减轻污染。	-	部分使用
36	<u>加强锅炉水质的管理</u>	节能管理措施	加强锅炉水质的管理，做好炉水的除氧工作，定期向锅内加药进行水质调节，有效降低水中钙镁类的含量，防止锅内积垢和腐蚀锅炉受热面。	提高锅炉给水水质，防止炉内积垢和腐蚀，确保了锅炉安全运行。	广泛使用	-
37	<u>解决“跑、冒、滴、漏”现象的办法</u>	节能管理措施	加强锅炉本体、辅机设备及水气系统的维修保养工作，发现泄漏之处及时抢修。选用质量可靠的疏水器、排污阀等器件。	节能率达 10—20%。	-	部分使用
38	<u>加强煤场管理</u>	节能管理措施	煤场实行科学管理，煤炭储存堆放要合理，煤场重视管理，才能保证煤炭的质量，减少煤炭的损耗，降低煤炭管理的成本。	减少燃煤的损耗，提高燃煤的质量，改善锅炉燃烧状况和产气能力。	-	部分使用
39	<u>加强司炉工技术素质培训</u>	节能管理措施	提高司炉工的技术素质、节能环保意识和工作责任心，是直接提高锅炉运行效率和做好节能降耗重要因素。	提高司炉工操作技能。对做好锅炉经济和安全运行有较大的收效。	-	部分使用

40	<u>建立和执行锅炉能耗考核指标、考评制度和奖惩制度</u>	节能管理措施	执行锅炉能耗考核指标和考评制度，推行节能环保激励机制和“节奖超罚”的奖惩制度，对节能降耗作出贡献的员工（班组）给予奖励、对能耗超标的员工（班组）予以罚款。	提高司炉工的工作责任心，刺激节能降耗减污增效的积极性，实现锅炉经济运行。	-	部分使用
----	--------------------------------	--------	---	--------------------------------------	---	------

3.3 工业锅炉节能措施与实例

以下介绍的相关节能减排方案，其中绝大部分方案已实际应用，供各行业的相关企业借鉴和参考。以下「可行性的分析」环节，★的数目越多，代表其可行性越高，3个★为最高数目。

方案 1

方案名称：链条炉分层燃烧技术

方案归类：技术改造

改善前：

链条炉给煤方式是依靠煤的重力自然下落，将大小颗粒的煤炭送入煤斗，由煤闸板控制煤层高度，从煤闸板下挤压进炉膛。这样的给煤方式存在以下问题：

1、煤层受到其自重和煤闸板的双重挤压下，形成煤层密实和透气性差，通风阻力比较大，燃烧时局部缺氧，造成燃烧不完全，煤渣含碳量高。

2、由于给煤自然落下，在炉排上分布不均匀，造成煤层配风量和形成的火床不均，局部出现“火口”，因而燃烧不均衡，煤的燃烬度低。

3、粗煤与细煤混在一起，最靠近炉排面的细粉煤极易漏到炉排下面，漏煤损失很大，同时由于上煤方式的问题，往往造成炉排两侧颗粒较大，漏风严重，而炉排中间则送风不足，炉膛过量空气系数较大。大量冷风进入炉膛，降低了炉膛温度。

改善后：

链条炉分层燃烧技术是利用机械装置将燃煤按颗粒大小分离后进入炉排，大颗粒在下，小颗粒在上，有利于着火和底层大块煤引燃。

1、煤在煤斗中经过滚筒疏松后下落在第一层筛子上，较大块的煤被筛子挡住后，沿筛子斜坡滚落到炉排上，其余的继续下落到第二层筛子上，中块煤被第二层筛子挡住后沿筛子斜坡滚落到炉排上，经过二次筛选后颗粒较小的煤或煤粉最后下落到炉排上，由于炉排在不断向后运动，便形成了大块煤在底层、中块煤在中层、小块煤及煤粉在上层这样一种合理的煤层。

2、燃煤能在炉膛内得到充分燃烧和燃烬。在一次风的作用下，细煤粉悬浮在空中形成悬浮燃烧，提高了炉膛温度。另外，通风比较均匀，避免了局部不通风或“火口”的现象，加大了煤的燃烧面积。煤层疏松，降低了通风阻力，节电效果明显，解决了链条炉存在的煤种适应性差、处理不足、燃烧效率低的问题。

节能成效：

灰渣含碳量下降 5%，锅炉热效率达到 80%，节煤率 10%。

投资额及回本期：1 年

厂家采用该方案的情况：

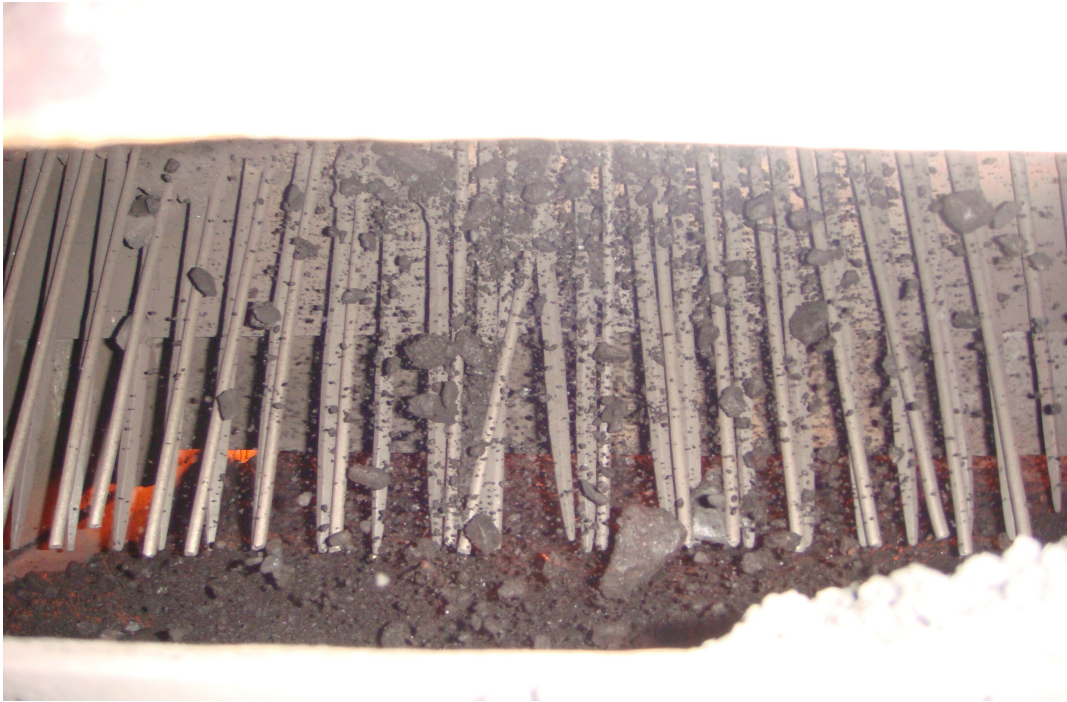
广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析：

技术：★★★ 经济：★★ 环境：★★

某化工厂链条炉安装分层燃烧技术给煤装置前后炉况参数对比

炉型	工况	热负荷 (%)	热效率 (%)	炉渣含碳量 (%)	火焰温度 °C	单耗 千克标煤 /吨	节能率 (%)
20 吨/小时 链条炉	前	50.05	67.21	28	1110	198.5	15.98
	后	80.25	78.53	13	1290	156.6	
4 吨/小时 链条炉	前	66.13	64.97	18	1060	138.5	11.41
	后	71.25	72.74	13	1220	122.7	



链条炉分层燃烧机械给煤装置

方案 2

方案名称：链条炉炉拱改造

方案归类：技术改造

改善前：

由于链条炉受供煤的煤种影响，不能燃用设计的煤种，造成燃烧状况不佳，运行过程中存在以下问题：

- 1、炉渣含碳量高，热效率低，煤耗大。
- 2、煤种适应性差，遇到劣质煤和下雨天，锅炉难以着火，出力大幅度下降。
- 3、有时还会出现“冒黑烟”的现象，造成污染环境。

改善后：

1、按链条炉实际使用煤种的特性，将锅炉改造为双人字型炉拱（前拱和后拱的组合），炉拱改造后锅炉运行时可以见到后拱的高温烟气快速冲向前拱区，并形成强烈旋转的火球，促使前后两部分烟气中的可燃气体和氧气充分混合而完全燃烧，发出白炽耀眼的高温火焰，而烟气中所携带的燃烧着的煤粒则随着气流旋转而像雨点般地纷纷散落在新煤上，对新煤起着明火引燃的作用。

2、采用双人字型炉拱具有很好的引燃、混合和保温促燃性能。有效改善燃烧状况，起到提高燃烧效率，减少燃煤消耗的作用。

节能成效:

提高煤种的适应能力，锅炉燃烧效率提高 3%，锅炉蒸发量提高 10%，节煤率 4%，锅炉的初始排尘浓度降低 20%。

某厂 6 吨/小时链条炉改造为双人字型炉拱后每年节煤 850 吨，节能效益约 60 万人民币。

投资额及回本期: 1 年

厂家采用该方案的情况:

广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案 3

方案名称: 锅炉炉排改造

方案归类: 技术改造

改善前:

锅炉长时间运行炉排容易受损，出现漏煤和配风不均匀现象，不但增加煤耗，还会降低锅炉热效率。

改善后:

1、使用精密铸造和加工的炉排，对炉排进行改造或更换，有效改善炉排漏煤和配风不均匀的问题，提高煤炭燃烬程度，减少漏煤率，降低机械不完全热损失。

2、容量较大的锅炉可以通过增加二次风系统来改善配风的使用效果，合理调节炉膛内的各段温度，使燃煤充分燃烧。

节能成效:

减少漏煤率，降低煤耗，提高锅炉热效率 1%。

投资额及回本期: 1 年

厂家采用该方案的情况:

广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析:

技术：★★★ **经济：**★★ **环境：**★★

方案 4

方案名称：链条炉拨火机技术

方案归类：技术改造

改善前：

由于链条炉存在煤种适应性差，燃烧状况不佳，热效率低，能耗较高的缺点，其原因是：锅炉从燃煤进入炉排至排渣的整个燃烧过程处于相对静止状态，加上燃烧产生的结渣覆盖在煤层表面，造成煤层通风不畅，煤炭不能完全燃烧，影响锅炉出力。

改善后：

使用链条炉拨火技术运行后，在炉膛主燃区自动拨动正在燃烧的煤层，并在送风的作用下达到松渣和半沸腾状态燃烧，解决链条炉燃烧不良和排渣含碳量高的问题，有效保证链条炉的出力，降低煤耗和工人的劳动强度。

节能成效：

降低炉渣含碳量 5%，提高烟气温度约 100℃，节煤率 10%。

投资额及回本期：1.5 年

厂家采用该方案的情况：

广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析：

技术：★★★ **经济：**★★ **环境：**★★

某粮油加工厂 15 吨/小时链条炉采用拨火机节能技术后，锅炉热效率由 64.85%，提高到 72.23%，每月节煤 153.63 吨，节煤率为 11.38%，节能效果明显。
--



轨道式悬臂智能拨火机在链条锅炉应用



未使用拨火机前锅炉炉膛主燃区的燃烧状况



使用拨火机后锅炉炉膛主燃区的燃烧状况明显改善

方案 5

方案名称：锅炉鼓引风机变频调速控制

方案归类：技术改造

改善前：

某橡胶厂使用一台 20 吨/小时锅炉，其鼓风机电机功率 30 千瓦，引风机电机功率 55 千瓦，鼓、引风机电机转速是固定不变，风量由闸板调节，司炉工操作较为频频复杂，调节精度较差，电能浪费较大。

改善后：

1、通过改变电机的供电频率，来改变电机的转速，进而达到改变负载的转速，这种调速方法称为变频调速。当锅炉负荷变化时，使用变频调速技术合理地调节送风和引风机的运行工况，不仅方便调节工艺，而且节约大量能源。

2、锅炉鼓、引风机采用变频调速技术进行改造后（如 20 吨/小时锅炉的鼓风机电机功率 30 千瓦，炉引风机电机功率 55 千瓦），锅炉运行稳定，对鼓、引风机的控制及操作方便准确，节约电能达 40%以上。另外由于降低了鼓、引风机的转速，减少了机械磨损，延长机械寿命，大大节省了维修时间及费用。

节能成效：

每天节电（按 24 小时计）： $(55+30) \times 40\% \times 24 = 816$ 千瓦时

每天节约电费：571.2（人民币）

每年节电（按 300 天计）：24.48 万千瓦时，节能效益：18 万人民币。

投资额及回本期：3 个月

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

已采用上述方案的工厂企业名称：广州广橡企业集团有限公司钻石车胎厂

可行性的分析：技术：★★★ 经济：★★ 环境：★



采用变频调速器控制锅炉鼓、引风机

方案 6

方案名称：锅炉给水泵变频调速控制

方案归类：技术改造

改善前：

某纸厂热电联产使用 2 台锅炉给水泵运行，该水泵由于压头偏高，且锅炉负荷变动较大，故提出对锅炉给水泵变频调速控制。

改善后：

该纸厂对锅炉给水泵采用变频调速控制进行改造后，水泵运行稳定，节电量达到 28%。

节能成效：

每年可以节电 80 万千瓦时，经济效益 50 多万人民币。

投资额及回本期： 1 年

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★★★ 经济：★★ 环境：★

方案 7

方案名称：燃油掺水乳化燃烧技术

方案归类：技术改造

改善前：

1、某啤酒厂一台 10 吨/小时燃油锅炉，燃用重油，因燃烧器雾化不良，未能充分燃烧，造成排放的烟灰油垢污染环境而受到附近居民投诉。厂方曾设法治理污染，但效果甚微。

2、锅炉燃油雾化不好，造成燃烧不完全，是排放的烟灰油垢污染环境的主要原因。

改善后：

1、燃油掺水乳化燃烧技术是将乳化水和燃油按一定比例混合用泵送入静态乳化器，利用文丘里的原理，流体经喷射-扩散-收缩-反复切割-混合的过程，把水分散成小于 10 微米的水珠，均匀地被油包住，成为一种油包水型的乳化油。

2、该乳化油利用“微爆”理论，使燃油雾化得到改善，燃油在炉内充分燃烧，既节约燃油，又消除了冒“黑烟”和油烟的污染问题。

节能成效：

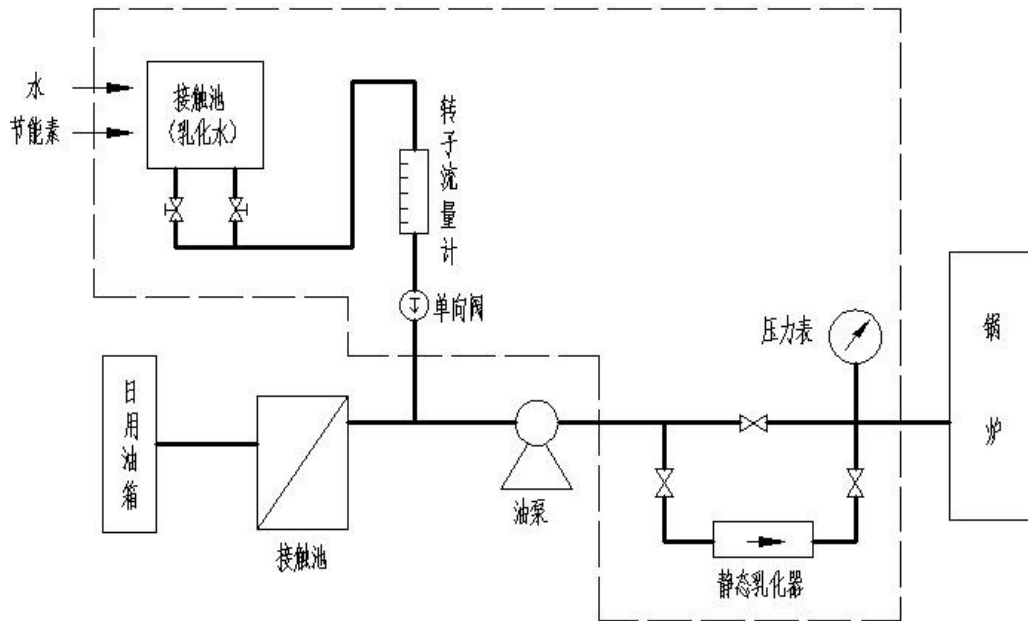
节油率为 13%，每年节约燃油 702 吨。

某啤酒厂 10 吨/小时燃油锅炉使用燃油掺水乳化燃烧技术后，既节约了燃油，又消除“冒黑烟”和烟灰油垢污染环境的现象，受到环保部门和居民的好评。

投资额及回本期： 1 年

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★★ 经济：★★ 环境：★★★



燃油掺水乳化燃烧工艺图

方案 8

方案名称：煤粉锅炉等离子点火燃烧系统改造

方案归类：技术改造

改善前：

煤粉锅炉每次的启、停及低负荷燃烧的助燃油增加了企业燃油消耗，长期下去会加大企业的运营成本，不利锅炉节油降耗。

改善后：

煤粉锅炉采用烟煤型等离子点火燃烧系统，经改造投入运行后，彻底取代了锅炉点火用油，某工厂煤粉锅炉（HG-41/100-YM2 型自然循环 h 型布置的固态排渣煤粉锅炉）燃用烟煤，采用四角布置直流燃烧切园燃烧，配备中间储仓式制粉系统，热风送粉，采用等离子点火系统后能直接点燃烟煤、燃烧稳定、燃烧器不结焦、不烧损，性能稳定，火力大启动速度快，操作简单，锅炉在启、停及低负荷燃烧过程中完成取代油枪，锅炉运行稳定，节油效果显著。

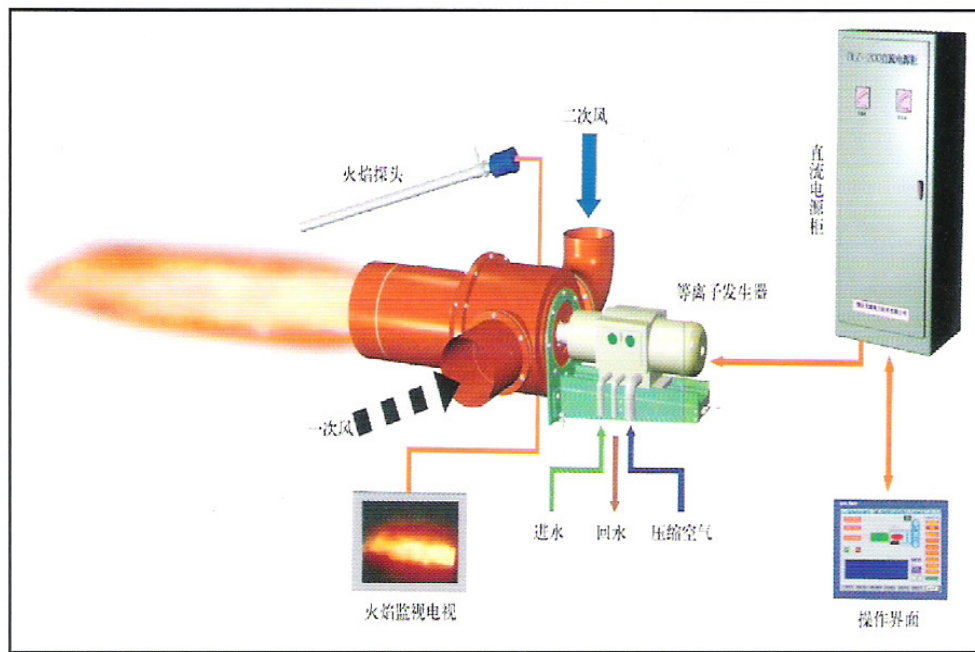
节能成效：

某工厂煤粉锅炉改造等离子燃烧系统后，年节约渣油 600 吨，经济效益 120 万人民币。加上节省低负荷助燃耗油费，直接经济效益达到 150 万人民币。

投资额及回本期：1.5 年。

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★★★ 经济：★★ 环境：★★



等离子点火燃烧系统

方案 9

方案名称：链条炉改造为循环流化床锅炉

方案归类：技术改造

改善前：

链条炉排锅炉存在煤种适应性差，燃烧状况不佳，锅炉热效率低，煤耗较大的问题。

改善后：

将 10 吨/小时以上的机械化链条炉排锅炉改造成循环流化床锅炉，其特点是煤种适应性广，锅炉热效率高，其低温燃烧添加石灰石除硫效果好，符合环保要求。虽然成本有所增加，但热效率和脱硫效率有很大提高，将会产生十分明显的经济和社会效益。

节能成效：

可燃用劣质烟煤、无烟煤、褐煤、矸石等煤种，热效率一般可达 85% 以上。

投资额及回本期: 3年

方案实施需注意的事项:

从目前技术看,循环流化床锅炉是一种比较节能环保的锅炉。但是,锅炉要有一定的容量,对除尘的要求比较高。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济:★★ 环境: ★★★



循环流化床锅炉

方案 10

方案名称: 水煤浆蒸气锅炉

方案归类: 技术改造

改善后:

1、水煤浆是一种由 35%左右的水、65%左右的煤以及 1%-2%的添加剂混合制备而成的新型煤基流体洁净燃料。水煤浆既保留了煤的燃烧特性,又具备了类似重油的液态燃烧特性。水煤浆外观象油,流动性好,储存稳定、运输方便,燃烧效率高,污染排放低。通过雾化燃烧可以达到类似重油的燃

烧效果，以水煤浆作为燃料的锅炉称为水煤浆锅炉。

2、根据我国的能源结构现状，发展水煤浆技术是一项长远的战略决策。水煤浆是一种安全、经济、环保、可靠、高效、低污染的新型燃料，燃烧效率可达到 98.5%以上，目前水煤浆锅炉已广泛用于工业锅炉之中。

3、一台完整的水煤浆锅炉系统，包括锅炉本体、雾化燃烧系统、供浆系统、引风除尘系统，以及仪表控制系统等几部分。锅炉本体采用角管式结构，锅筒纵向布置，锅筒前下方由水管组成大容积炉膛，受热面积大，换热充分，启动迅速，锅炉热效率可达 85%以上。采用新型的独创受热面结构，对流受热系统采取烟气上、下四回程冲刷烟管，具有自清扫功能，有效解决克服了烟管外圈易结灰的问题。

节能成效：

约 1.8-2.1 吨水煤浆替代 1 吨燃油，燃料成本可节约 600 人民币。目前，水煤浆替代燃油和燃气具有很好的节能前景。

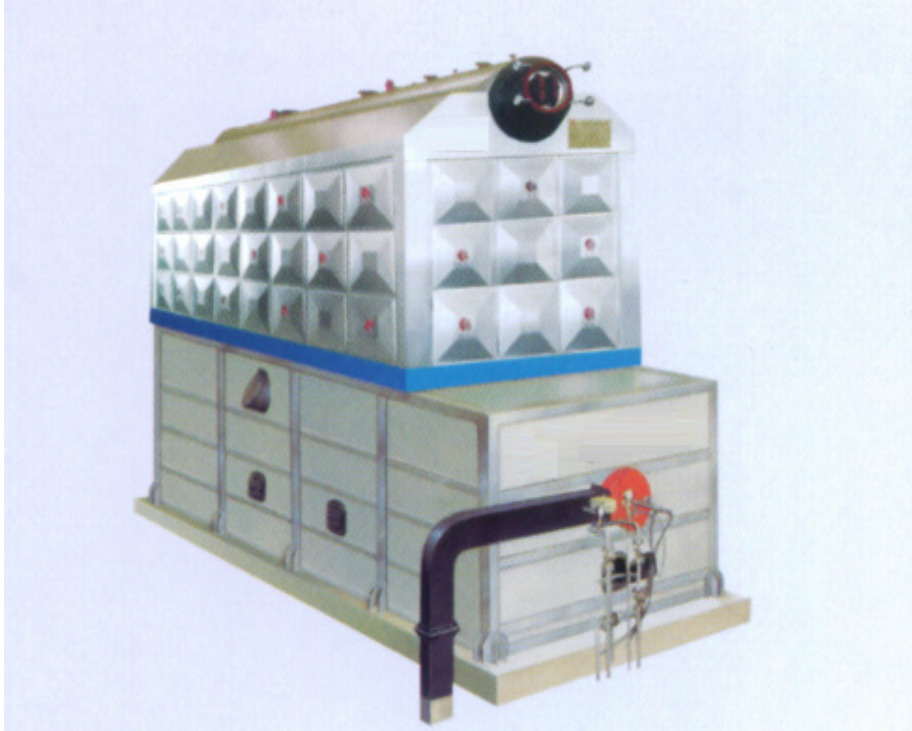
方案实施需注意的事项：

选用水煤浆蒸气锅炉时，要对水煤浆的供应、运输、配送、储存、价格等方面做好评估分析。

投资额及回本期：3 年

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★★★ 经济：★★ 环境：★★



水煤浆锅炉

方案 11

方案名称: 冷凝型燃气锅炉节能器

方案归类: 技术改造

改善前:

燃气锅炉排烟中含有高达 18%的水蒸气，其蕴含大量的潜热未被利用，排烟温度高，散热损失大。天然气燃烧后仍排放氮氧化物、少量二氧化硫等污染物。

改善后:

采用冷凝型燃气锅炉节能器直接安装在燃气锅炉烟道中，能回收高温烟气中的能量，减少燃料消耗，经济效益十分明显，同时水蒸气的凝结可吸收烟气中的氮氧化物和二氧化硫等污染物，对降低污染物排放起到环保的作用。

节能成效:

节省燃气 3%。

投资额及回本期:1.5 年

厂家采用该方案的情况：广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析：技术：★★ 经济：★★ 环境：★★

方案 12

方案名称：生物质燃料锅炉

方案归类：

改善后：

1、生物质燃料被称为绿色煤炭，是将农、林业的废弃物（如秸秆、锯末、甘蔗渣、稻糠等）作为原料，经过粉碎、干燥、机械加压和烘干等工艺（混合添加剂）加工而成。生物质燃料其能量密度较加工前要大十倍左右，由可燃质、无机物和水分组成，主要含有碳、氢、氧以及少量的氮、硫、灰分和水分等元素。生物质燃料，密度为 0.8-1.2，热值约 17.145(兆焦耳/千克)，约 2.5 吨生物质燃料抵 1 吨燃料油。生物质燃料呈颗粒状，便于储运，燃烧后排放的烟灰和 SO₂(二氧化硫)远低于重油，是一种适合于工业锅炉使用的新型洁净燃料。

2、生物质燃料锅炉是以生物质为燃料，锅炉采用立式或卧式结构，锅炉点火启动时，由燃烧器将液化气点燃，起助燃作用，使生物质燃料在短时间内稳定燃烧。生物质燃料锅炉具有自动送料、出渣，鼓、引风机变频调节，锅炉全自动运行，还可根据负荷变化自动调节燃料量，锅炉运行成本低，可替代燃油、燃煤、燃气蒸气锅炉。

使用生物质燃料与油、气的成本比较表

项 目	生物质燃料	天然气	柴 油	重 油
热值(兆焦耳/千克) (兆焦耳/立方米)	17.145	35.962	42.652	41.816
锅炉热效率(%)	89%	90%	90%	89%
燃料价格(元/吨)	1500	4000	6500	4700
蒸气单耗(千克/吨)	164.4	77.5	65.4	67.4
吨蒸气燃料费用(元/吨)	246.60	310.00	425.1	316.8
生物质燃料与油、气比较的费用节约率(%)	-	20.5%	42%	22%

节能成效:

1、某纺织厂技术改造前一直靠外单位供气，由于供气的费用高，蒸气品质与稳定性较差，极大影响企业的正常生产。采用生物质燃料锅炉后，产气成本节省约 40%，与重油相比，燃料成本节省 22%，节能效益显著。

2、由于生物质燃料含硫 $<0.01\%$ ，锅炉烟气排放无需脱硫处理，基本实现无硫排放，其它排放如氮氧化物排放值为 $108\text{mg}/\text{m}^3$ ，烟尘排放值为 $48\text{mg}/\text{m}^3$ ，均优于环保排放标准。

投资额及回本期: 2-3 年

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★ 经济: ★★ 环境: ★★★



生物质燃料锅炉示意图



生物质锅炉

方案 13

方案名称：锅炉常温远红外环保节能技术

方案归类：技术改造

改善前：

燃油锅炉在低负荷运行时，燃烧机频繁地在大火和小火的燃烧状况中交替运行，锅炉的给风量难以调节合适，使风油比难以控制，当入炉风量过大时会使空气系数过高，从而造成排烟热损失增大；而入炉风量不足时，又会使燃料燃烧不完全，降低燃烧效率，同时还会因燃料不能充分燃烧而造成“冒黑烟”污染大气。

改善后：

燃油锅炉采用常温远红外环保节能技术进行改造后，碳氢化合物的分子结构发生变化，燃料的粘度下降，燃料油在燃烧前充分雾化，喷到燃烧室内在低氧条件下得到充分燃烧，因而燃烧设备的鼓风量可以减少 15%至 20%，避免烟道中带走的热量，烟道温度下降 5℃至 10℃，保证燃油完全燃烧。

节能成效：

- 1、节油率 5%，提高锅炉热效率 1%。
2. 废气净化效果：不冒黑烟；废气中一氧化碳（CO）、氮氧化物（NO_x）、碳氢化合物（HC）等有害成分大为下降，尾气净化率提高 40%。

方案实施需注意的事项：

1. 常温远红外环保节能器的安装，要求节能器要尽量靠近燃烧机的高压油泵进口处。

2. 燃油滤清器需要经常清理，保证燃油的清洁品质，使油路畅通，节能器不受杂质污染。

投资额及回本期： 3 个月

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★★★ 经济：★★ 环境：★★★



锅炉常温远红外环保节油器

方案 14

方案名称： 富氧燃烧技术

方案归类： 技术改造

改善前：

传统锅炉普遍存在燃烧状况不佳，燃烧效率较低，炉温不高，煤耗较大和炉渣含碳量偏高等问题。

改善后：

富氧送风是一种新技术，它需要的设备不复杂，投资少，见效快，富氧是应用物理方法将空气中的氧气进行收集，使收集后气体中的富氧含量为 25%—30%。当锅炉采用富氧燃烧技术后，气体氧气量达到 25%以上时，锅炉启动升温时间缩短 1/2—2/3。富氧空气助燃，燃料得到充分燃烧，锅炉燃烧效率明显提高。

节能成效：

节能率达 20%，锅炉燃烧效率提高 5%。

投资额及回本期：0.5 年

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★★ 经济：★★ 环境：★★

方案 15

方案名称： 蒸气蓄热器

方案归类： 技术改造

改善前：

1、蓄热器是一种平衡工厂企业用气负荷波动的节能设备。是原国家计委重点推广的 48 项成熟推广的“节约资源措施”中的第 6 项。

2、用气负荷波动是造纸、纺织、食品、橡胶、医药、化工等许多行业中工业锅炉运行中经常遇到的一个问题。总的来说，用气负荷波动大会导致下列不良后果：气压波动大，严重时气中带水；锅炉效率降低；影响企业的产品质量；司炉劳动强度增大；辅机电耗增大。

3、某厂有一台 30 吨/小时 沸腾燃烧锅炉配一台 1500 千瓦抽凝气轮机供生产用电和用气。由于沸腾炉在负荷波动时容易发生结渣或熄火，所以要求出力稳定。

改善后：

某厂采用一台 60 立方米，2.5 兆帕 (MPa) 压力，400℃过热蒸气蓄热器后，

锅炉的出力、气轮机工况和供气压力都非常稳定。厂方认为，如果没有蓄热器不可能达到如此稳定的运行。

节能成效：

减少锅炉的运行容量，锅炉负荷稳定，热效率可以提高 2%，提高产品质量。

投资额及回本期：1 年

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★★★ 经济：★★ 环境：★

方案 16

方案名称： 锅炉烟气余热回收利用

方案归类： 余热回收利用

改善前：

1、通常燃油、燃气的工业锅炉由于其结构特点，没有配备省煤器作为锅炉尾部受热面，烟气余热未能回收利用，既浪费能源又污染环境。

2、某饮料厂共有锅炉 3 台，其中 7 吨/小时燃油锅炉 1 台，7 吨/小时、3 吨/小时燃气锅炉各一台，改造前排烟温度偏高，未能实现锅炉烟气余热回收利用。

改善后：

1、热管省煤器是由若干支热管组件按一定的方式排列组合而成。烟气流经热管的蒸发段时，热量使管内工质蒸发，进入热管的冷凝段，冷凝段是浸没在水中，热量很快从冷凝段传递给水，工质冷凝后再返回蒸发段。因此，尽管烟气与水是完全分开的，水却能迅速地被加热。热管省煤器完全适用于不带引风机的燃油燃气锅炉以及中、小型燃煤的工业锅炉，解决了烟气余热回收的难题。

2、某饮料厂在锅炉排烟管道上安装热管省煤器后，采用热管技术回收锅炉烟气余热，加热锅炉给水，使锅炉排烟温度从 230℃降到 100℃，将燃气锅炉给水温度从 30℃提升到 65℃，燃油锅炉给水温度从 30℃提升到 62.6℃，锅炉烟气余热得到充分回收。

节能成效：

1、燃油锅炉加装 HPW7-100-Y 热管省煤器后，可回收余热 22.8 万大卡/时，节约柴油 22.5 千克/小时，每年可节约柴油 36 吨，折合标煤 52 吨，年经济效益

达 17 万人民币。

2、燃气锅炉加装 HPW7-100-Q 和 HPW3-100-Q 热管省煤器后，可回收余热 35 万大卡/时，节约液化石油气 13.4 立方米/小时，每年可节约液化石油气 21807 立方米，折合标煤 81 吨，年经济效益达 21 万人民币。

3、每年共减排 CO₂(二氧化碳)约 284 吨。

投资额及回本期：1 年

厂家采用该方案的情况：广泛采用 部分厂家采用 有待采用

已采用上述方案的工厂企业名称：百事饮料(广州)有限公司

可行性的分析：技术：★★★ 经济：★★ 环境：★★★



锅炉烟气余热回收节能改造



锅炉烟气余热回收节能改造

方案 17

方案名称：锅炉排污水热能回收利用

方案归类：余热回收利用

改善前：

某工厂一台 4 吨/小时快装燃煤锅炉，压力为 1.3MPa，其排污率按 5% 计算则每小时排污水 200 千克，折损失热量 152880 千焦耳，每小时浪费燃煤 7.3 千克，按连续排污每天浪费燃煤 175 千克。

改善后：

1、利用排污膨胀器和给水加热器回收热能。

2、过热的排污水一部分气化为蒸气（二次蒸气）引入给水箱加热锅炉给水，而另一部分热水，引到表面式热交换器中，加热炉水，这样绝大部份热量得到回收。

节能成效：一年节煤 53 吨，节能效益 3 万人民币。

投资额及回本期：1 年

厂家采用该方案的情况：广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析：技术：★★ 经济：★ 环境：★

方案 18

方案名称：开式蒸气冷凝水回收利用

方案归类：循环再用

改善前：

某药厂现有锅炉两台（型号：WHS4-1.25-Q），由于制药车间和制冷设备每年有大量的冷凝水排走，造成企业能耗偏高和浪费水资源。

改善后：

1、采用冷凝水开式系统回收方法：开式系统冷凝水收集箱是开口式，与大气相通，由于冷凝水进入收集箱时压力突然降低，水温高于该压力对应的沸点，产生大量二次闪蒸气，剩余冷凝水温度大约是 100℃。加之开式回收方式会有空气进入冷凝水回收管道，容易引起管道腐蚀。但开式系统装置简单，投资较少，与冷凝水直接排放相比，仍有一定的节能效果。

2、某药厂首先在制药车间的三个用气点以及附近的溴化锂制冷设备产生的冷凝水进行改造，通过安装一套冷凝水回收系统，将冷凝水回收至锅炉软水箱内进行热交换，有效提高进入锅炉的给水温度（锅炉给水温度从常温加热到 70℃），锅炉冷凝水每年回收利用 1000 吨。

节能成效：

1、蒸气单耗由原来 81.7Nm³天然气/吨(蒸气)下降为 77.44 Nm³天然气/吨(蒸气)，节约天然气 5%。

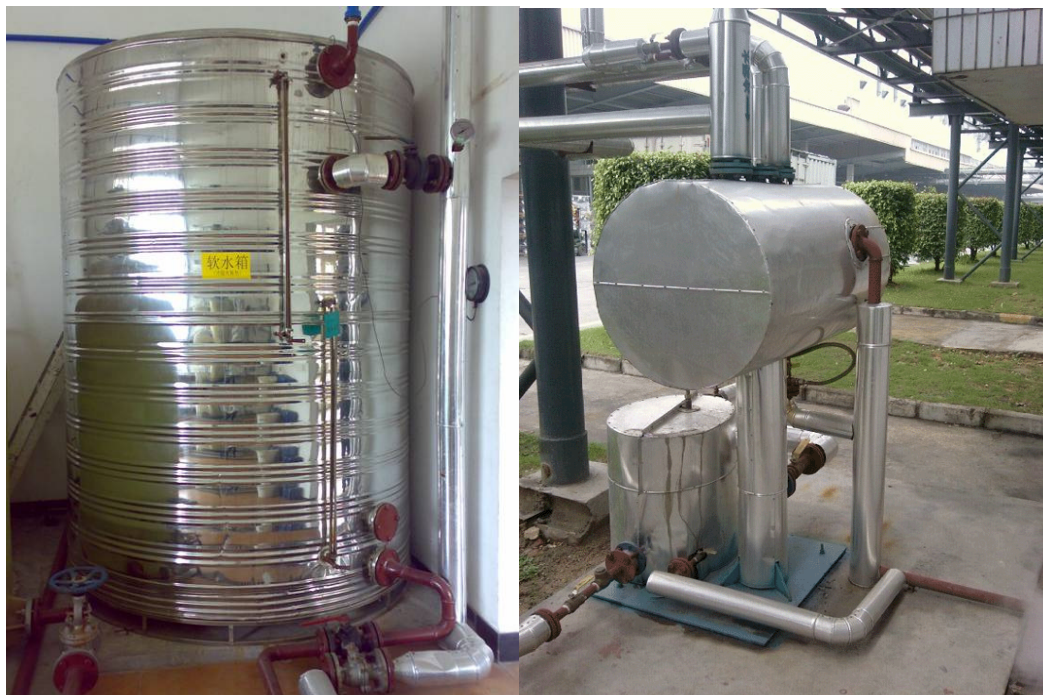
2、回收利用冷凝水 1000 吨/年，有效减少锅炉尾气排放。

投资额及回本期：1 年

厂家采用该方案的情况：广泛采用 部分厂家采用 有待采用

已采用上述方案的工厂企业名称：广州中一药业有限公司

可行性的分析：技术：★★ 经济：★★ 环境：★★



蒸气冷凝水开式回收系统

方案 19

方案名称：闭式锅炉冷凝水回收利用

方案归类：循环再用

改善前：

某橡胶厂生产车胎的设备需要消耗大量蒸气（平均约 10 吨/小时左右），由于没有蒸气冷凝水回收系统，使大量的冷凝水经疏水器直接排走，导致冷凝水浪费严重，同时也对工作环境造成较大的污染。粗略计算，某橡胶厂 10 吨/小时的蒸气锅炉，按年运行 4000 小时（折算为额定负荷），产蒸气 4 万吨，（若冷凝水回收率按 80% 计），一年损失 3.2 万吨的冷凝水，相当于损失 5300 吨的蒸气，假设每吨蒸气的成本为 100 人民币，则浪费 53 万人民币（未含水费、电费和污水处理费用）。

改善后：

1、采用闭式冷凝水回收系统能充分回收冷凝水，提高锅炉给水温度（冷凝水温度高达 110~120℃），节省大量燃料，节能效益显着。

2、该系统是由用气设备、疏水器、自动加压器、高效冷凝水回收器、特种冷凝水泵、除氧器与锅炉组成一个封闭式循环系统。该系统内部设有消除气蚀

的特殊装置和气水分离、调压快排、除污等内置部件，彻底解决了水泵气蚀，损坏叶轮等技术难题。

节能成效：

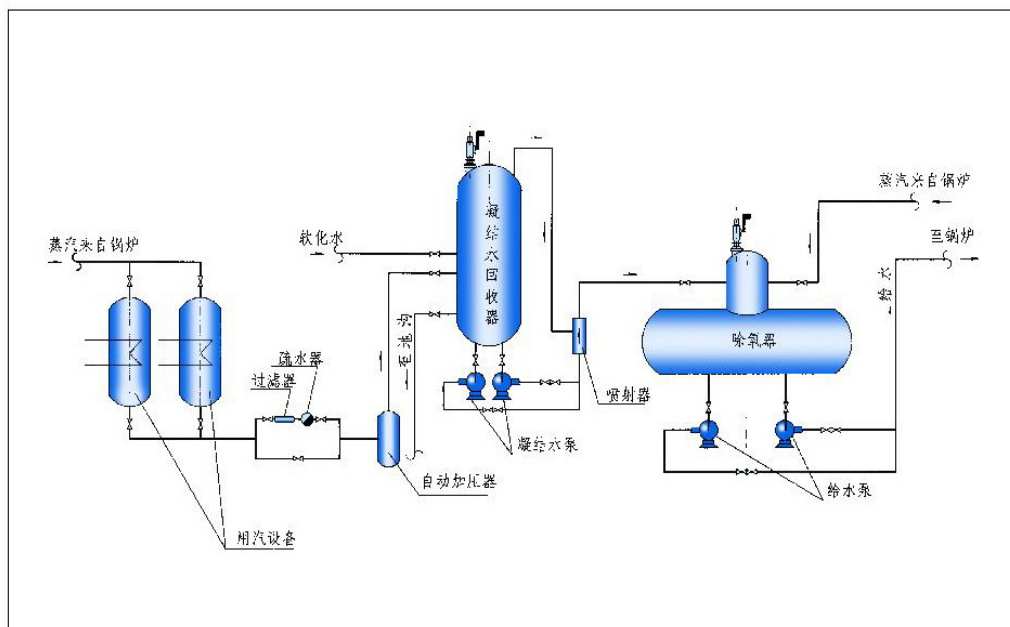
冷凝水回收率达 95%，节省锅炉燃料 20-25%，减少了 SO₂(二氧化硫)、NO_x(氮氧化物)和烟尘等有害物的排放量，减轻二次蒸气对环境的热污染。

某橡胶厂采用 SCR 闭式冷凝水回收系统后，每年回收锅炉冷凝水约 6 万吨，节约重油约 518 吨，节能效益约 235 万人民币。

投资额及回本期：0.5 年

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★★ 经济：★★★ 环境：★★



闭式冷凝水回收系统流程图



SCR 闭式冷凝水回收器

方案 20

方案名称: 锅炉排污水回收利用

方案归类: 循环再用

改善前:

某橡胶厂每年有大量的锅炉排污水经加药中和处理达到环保要求后，排入市政排水管，造成每年 3360 立方米的水资源浪费。

改善后:

在排污水缓冲罐后加装一套回收装置，将锅炉排污水全部回收，通过管道输送至锅炉烟气脱硫除尘循环水池中。因锅炉排污水碱度较高，PH 值：12~14，利用锅炉排污水减少氢氧化钠（烧碱）的使用量，有效节约环保处理费用。

节能成效:

1、利用锅炉排污水降低锅炉脱硫、除尘的运行费用，减少烧碱用量 25%，节约资金 11.03 万人民币/年。

2、减少污水的排放，节约用水量 3360 立方米/年，节约资金 0.79 万人民币/年。

3、年节能效益：11.82 万人民币/年。

投资额及回本期: 1 个月

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

已采用上述方案的工厂企业名称：广州广橡企业集团有限公司钻石车胎厂

可行性的分析： 技术：★★ 经济：★★ 环境：★★



锅炉排污水回收装置

方案 21

方案名称：锅炉除氧器乏气回收利用

方案归类：循环再用

改善前：

某热电厂锅炉（型号：B&WB-75/5.3-M）配有两台 100 吨/小时的除氧器，改造前除氧器每小时向大气排放乏气 0.8-1 吨/小时，造成大量的能源的浪费和环境的热污染。

改善后：

采用了除氧器 KLAR 低位热能回收技术，利用锅炉给水除氧前温度低及喷射原理，将除氧器乏气全部回收利用，并提高了锅炉给水温度。

节能成效：

1、自除氧器 KLAR 低位热能回收技术投入运行后，每小时回收 0.84 吨蒸气及冷凝水，一年可回收蒸气 6700 吨，经济效益每年达到 45 万人民币以上。

2、环保效益：一年可减少向大气排放热污染物 6700 吨。

投资额及回本期: 1.5 年

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

已采用上述方案的工厂企业名称: 广州珠江啤酒集团股份有限公司热电厂

可行性的分析: 技术: ★★ 经济: ★★ 环境: ★★★★★



<p>改造前，除氧器排气口排出大量蒸气。</p>	<p>改造后，除氧器乏气全部回收利用，排气口不再排气。</p>
--------------------------	---------------------------------



除氧器乏气回收装置

方案 22

方案名称：链条炉炉渣回用

方案归类：循环再用

改善前：

某纺织厂有 5 台链条导热油炉（10 吨/小时×5），总用煤量相当于一台 50 吨/小时的蒸气锅炉，这 5 台链条导热油炉产生的炉渣可燃物超过 10%，企业没有对炉渣可燃物进行再利用。

改善后：

将 5 台链条导热油炉的炉渣经破碎机破碎后，送入纺织厂的循环流化床锅炉内再燃烧，使炉渣中的可燃物燃尽，既可节省燃煤消耗，又能间接提高链条导热油炉效率。

节能的成效：

链条导热油炉炉渣回用（一年按 6000 小时计算），年节省燃煤 1200 吨，间接提高链条导热油炉效率 2%以上。

投资额及回本期： 0.2 年

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★★ 经济：★★ 环境：★★

方案 23

方案名称：锅炉燃烧过程自动化控制与调节

方案归类：过程控制

改善前：

工业锅炉的燃烧过程与燃料种类、供给系统、燃烧方式、负荷联接方式等有着密切关系，由于没有将上述关系有机结合起来进行自动化控制，锅炉燃烧过程仍然使用人工操作，很容易造成锅炉工况不稳，如锅炉的压力、流量、负荷等经常波动就会影响到锅炉的产气。

改善后：

采用锅炉燃烧自控仪，根据蒸气流量、压力、炉膛负压的信号，自动调节

最佳的风煤比使锅炉燃烧处于良好状况，以实现稳定锅炉气压，维持炉膛总压，在设定的范围内，当燃料量改变时，自动调节送风量，实现锅炉燃烧最佳的风煤比，保证燃烧过程具有较高的经济性和安全性。

节能成效：

有效改善燃烧，提高锅炉工况的稳定，实现锅炉经济运行，提高锅炉燃烧效率 3%。

投资额及回本期： 7 个月

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★★ 经济：★★ 环境：★★



锅炉自动化控制室

方案 24

方案名称： 乳化焦浆（EGC）代油节能技术

方案归类： 替代燃料

改善前：

某橡胶厂由于燃油价格不断上涨，企业能耗成本不断上升，严重削弱产品竞争力和获利能力。其次，锅炉烟气中二氧化硫排放浓度有偏高的趋势，对企业环保造成一定压力。

改善后：

某橡胶厂在用的 SZS20-2.45-Y₂ 燃油锅炉，在不改变锅炉本体、水气系统情况下，对炉前加装一套乳化焦浆（EGC）稳燃装置和燃料供给、储存、控制、除尘系统，利用乳化焦浆替代燃油。方案改造后将乳化焦浆燃烧所产生的高温烟气，通过炉膛加热锅炉的受热面，从而产生蒸气提供生产使用。

节能的成效：

1、2008 年产气量 37750.80 吨，乳化焦浆耗量 5794.75 吨，乳化焦浆单价 1140 人民币/吨，吨蒸气耗燃料费为 218.56 人民币。

2、当年重油平均单价 3756 人民币/吨计算，按吨蒸气耗油 76 公斤计算，吨蒸气耗燃油费为 285.45 人民币。

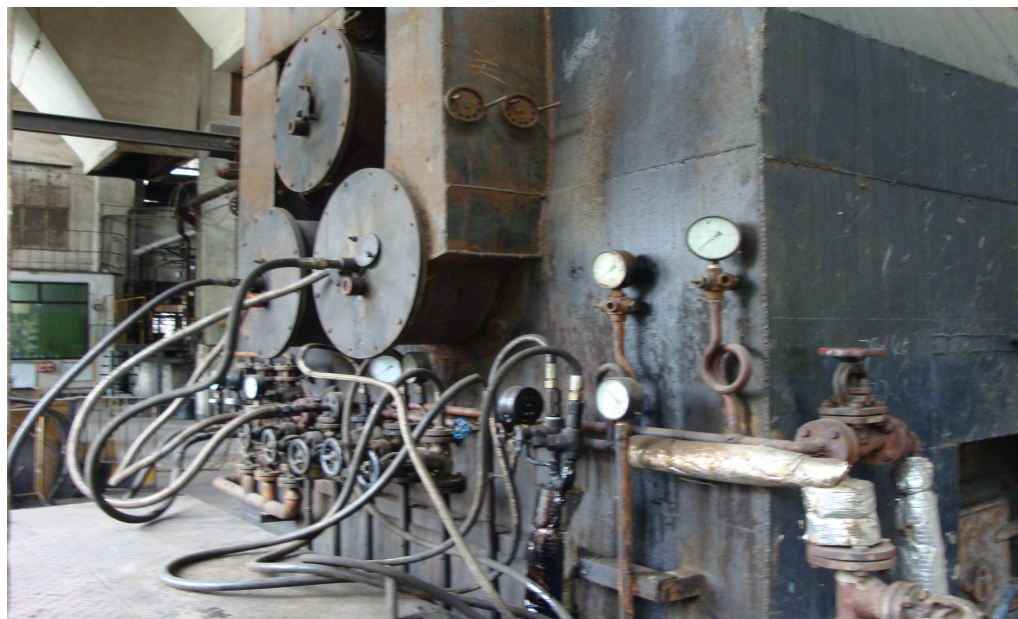
3、节能效益： $(285.45 - 218.56) \times 37750.80 = 252.5$ 万人民币/年

投资额及回本期： 9 个月

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

已采用上述方案的工厂企业名称： 广州广橡企业集团有限公司钻石车胎厂

可行性的分析： 技术：★★ 经济：★★ 环境：★



SZS20-2.45-Y₂ 燃油锅炉乳化焦浆燃烧系统

方案 25

方案名称：加强对排污阀的检查及维修保养

方案归类：设备维护

改善前：

锅炉系统及用气设备的“跑、冒、滴、漏”现象较为常见，也是最为容易忽视的问题，某工厂一台 2 吨/小时锅炉的排污阀关不严而漏水，每小时竟达 0.6 吨，该炉水的温度为 143℃，每小时因排污阀漏水造成的热量损失折合标准煤 12.66kg。

改善后：

加强对排污阀的检查及维修保养，发现问题马上修复或更换，杜绝企业“跑、冒、滴、漏”的现象。

节能成效：

排污阀完好，一年节省约 100 多吨标准煤。

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★ 经济：★★ 环境：★

附表：

排污阀全开时在 10s 内所流出的水量 单位：kg

排污口径 (mm)	工作压力 (kPa)				
	500	1000	1500	2000	2500
5	5.13	7.23	8.77	9.8	11.1
8	12.5	17.6	22	24.8	27.7
10	20.4	28.7	34.7	39.7	45
15	45.4	64	79.3	90	100
20	77.0	110	135	154	175
25	128	181	217	250	277
30	177	250	303	345	385

方案 26

方案名称：加强对疏水器的检查和维修保养

方案归类：设备维护

改善前：

疏水器的主要作用是阻气排水，除了把设备中的冷凝水排出外，还要起到阻止蒸气随冷凝水排走的作用。某工厂的有一部份疏水器失灵，不仅冷凝水排走了，而且还使到蒸气未经利用而随排走的冷凝水白白跑掉，造成严重漏气和浪费热量。一只排水量 50 千克/小时的疏水器失灵，每年浪费煤炭 9 吨。

改善后：

- 1、选用质量可靠的疏水器后，减少了漏气和浪费热量的现象。
- 2、定期对疏水器加强检查和维修保养，发现问题立即收复或更换。

节能成效：

疏水器完好，一年节约蒸气 10—15%。

投资额及回本期： 1-2 个月

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★ 经济：★★ 环境：★

附表：

各种型式疏水阀特性比较

疏水阀型式	浮球式	浮桶式	吊桶式	波纹管式	双金属片	脉冲式	热动力式
排水方式	连续	间断				接近连续	间歇
动作反应速度	快		慢			快	
排水温度	接近饱和		低于饱和			接近饱和	
排空气性能	要增加排气装置		好			能排出	
进口压气波动的影响	无	有	无	较小	有	无	
工作负荷变化适应性	好	差	好			良好	
是否要防冻	要防冻		不要防冻	防止安装在垂直管路	不要防冻	防止安装在垂直管路	
是否耐水击	不耐水击			耐水击			
体积	较大	大	比浮桶式小	小			
重量	较重	重	比浮桶式轻	轻			

方案 27

方案名称： 使用助燃脱硫添加剂

方案归类：设备维护

改善前：

1、通常锅炉燃烧过程经常受到煤质、煤层厚度、炉排转速、配风量以及锅炉工操作技术等因素的影响，使煤无法完全燃烧，锅炉燃烧效率和出力下降。

2、由于煤含有硫的成分，在燃烧过程中生产硫化物与二氧化硫，硫化物对金属产生腐蚀作用，而二氧化硫的若处理不完善，则容易造成对大气的污染。

改善后：

1、助燃脱硫添加剂是一种煤炭催化剂，使用助燃剂可提前煤的着火点，释放出大量氧，起到助燃的作用，对充分燃烧烟气中的一氧化碳和碳化物的去除具有一定效果。

2、脱硫剂在燃烧后与煤中硫产生化学反应，产生固态硫酸盐，脱硫剂渗入炉渣后起到固硫作用，使烟气的SO₂₂(二氧化硫)明显减少。

3、层燃炉在燃煤中添加0.3%的助燃脱硫添加剂，并混合15%的炉渣进行燃烧，达到节约煤炭和减少SO₂₂(二氧化硫)排放的效果。

节能成效：

以20吨/小时链条炉为例，每月节煤200吨，扣除添加剂费用后节能效益15万人民币/年，SO₂₂(二氧化硫)排放达到环保排放标准(煤渣固硫率在60%左右)。

投资额及回本期：1个月

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析：技术：★ 经济：★★ 环境：★

方案 28

方案名称：定期对锅炉清灰和除垢

方案归类：设备维护

改善前：

锅炉连续运行后，烟气会对水冷壁管、省煤器和空气预热器等受热面产生积灰或结垢，会使排烟温度升高，增加燃料消耗，影响锅炉寿命。

改善后：

1、定期对锅炉清灰和除垢后，能使受热面保持洁净度，可降低排烟温度，增强锅炉使用寿命。

2、在锅炉运行时，按要求投入定量的锅炉清灰剂后，进入炉膛内的清灰剂在高温下发生升华分解和锅炉受热面的结焦接触并渗透到受热面表面，发生微爆反应分解高温结焦，使受热面的结焦出现分解、脱落，有效减少和防止烟垢的产生。

3、清灰剂的主要成分为硝酸钠、硝酸钾和催化剂，其主要作用是除渣、除灰、催化、防腐。

节能成效：

提高传热效果，锅炉热效率提高 2%。

投资额及回本期： 1 个月

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术： ★ 经济： ★ 环境： ★

方案 29

方案名称： 做好锅炉的密封和保温

方案归类： 设备维护

改善前：

由于锅炉炉墙的密封和保温不好，造成锅炉的散热损失和空气系数偏高，也使炉墙的散热温度提高，影响了作业环境，降低了锅炉燃烧效率。

改善后：

1、对锅炉炉墙与蒸气管道的保温层以及人孔、手孔门和渣门等部位定期进行检查和维护，有效降低炉墙的散热温度和散热损失，保证锅炉的密闭和保温性能处于良好状态。

2、锅炉人员观察火候使用观察孔时，尽量减少打开炉门观察的次数，避免冷风进入炉膛；锅炉出现漏气、漏灰时，应及时采取有效方法做好维修，发现保温层剥落后，随时加固，提高锅炉密封保温性能，改善锅炉房环境温度。

节能成效：

降低炉墙的散热损失 2%。

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析：技术：★ 经济：★ 环境：★

某家漂染厂 10 吨/小时链条炉由于密封和保温不良导致散热损失 2%，相当浪费煤炭（按每日三班计算）约 1500 公斤，约 1000 人民币/日。

方案 30

方案名称：锅炉定期检验和维护

方案归类：设备维护

改善前：

锅炉的本体和安全附件缺乏必要的检验和维护措施，容易造成安全隐患，影响安全运行和正常生产；严重的还会影响锅炉的使用效率和寿命或产生安全事故。

改善后：

定期对锅炉进行检验和维护，包括外部检验、内部检验、耐压试验和安全附件检验，对锅炉安全生产起到保证作用。

1、外部检验：每年至少一次对在用锅炉运行进行在线检查及维护。

2、内部检查：每二年定期对在用锅炉作一次停机时的检验及维护。

3、耐压试验：对锅炉停机检验时所进行的超过最高工作压力的液压试验及维护（每六年进行一次）。

4、安全附件检验：对安全附件包括压力表和安全阀的检验和维护。安全阀每年检验一次，压力表每半年检验一次。

5、其它：除定期检验外，锅炉有下列情况时，也应进行内部检验。

（1）移装锅炉投运前；

（2）锅炉停止运行一年以上需要恢复运行前；

（3）受压组件经重大修理或改造后及重新运行一年后；

（4）根据上次内部检验结果和锅炉运行情况，对设备安全可靠有怀疑时，也要进行检验。

节能成效：

避免安全隐患，保证锅炉运行安全，提高锅炉使用寿命。

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★ 经济：★ 环境：★

方案 31

方案名称： 采用除氧降氯技术

方案归类： 设备维护

改善前：

锅炉炉内水中的残余氧和氯会对锅炉造成腐蚀和结垢，影响锅炉安全运行和寿命。

改善后：

1、除氧剂含有特殊的活性有机物，在高温高压的情况下，有效地与锅炉炉内水中的残余氧结合，形成惰性化合物，使锅炉不受到氧的腐蚀，防止锅炉内产生铁垢和铜垢，同时消除残余氧对锅炉的腐蚀，提高锅炉使用寿命，保证锅炉安全运行。

2、降氯剂是生物工程方法合成的大分子有机物，在高温高压的情况下，能与水中氯离子迅速结合，并通过锅炉的排污排走。

节能成效：

确保锅炉运行安全可靠，延长锅炉使用寿命，炉水含氧量符合国家标准。

以某橡胶厂一台 10 吨/小时链条炉为例，按三班运行计算，每班排污 2-3 次，每次排污 30 秒以上约 2 吨多水，使用除氧剂和除氯剂后，既减少了锅炉排污次数，又降低 30% 排污量，每日节省炉水 6 吨，节能效益 700 人民币/日。

投资额及回本期： 1 个月

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★ 经济：★ 环境：★

方案 32

方案名称： 加强锅炉煤质管理

方案归类： 节能管理措施

改善前：

某药业公司由于对购进燃煤的煤质缺乏了解，锅炉“冒黑烟”情况时有发生，虽然采用多种手段去控制，结果仍不理想，对周边环境造成一定影响，使企业承受较大的环保压力，企业为此伤透了脑筋。

改善后：

1、建立燃煤的分析化验制度，对每批购进的燃煤进行取样检验，作煤质分析，控制好煤炭的热值、水分、灰份、硫和固定碳的含量，从源头把好质量关，避免不合格的燃煤混入锅炉燃烧，给企业造成不应有的损失。

2、建立锅炉的煤质和运行档案，保存每批煤质数据。对燃煤的产地、质量、供煤商信息要记录入册，对锅炉运行各种数据（如压力、温度、产气量、鼓引风量、燃煤消耗量、炉渣排放量、SO₂(二氧化硫)、烟尘、烟色等）要归类存档，以备企业跟踪和分析以及作为节能整改依据。

节能成效：

有效改善锅炉燃烧状况，提高锅炉燃烧效率，解决了锅炉“冒黑烟”的问题，降低了SO₂(二氧化硫)、烟尘的排放量，使锅炉达标排放。

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

已采用上述方案的工厂企业名称：广州奇星药业有限公司

可行性的分析： 技术：★ 经济：★ 环境：★

方案 33

方案名称：平衡用气负荷

方案归类：节能管理措施

改善前：

某药业公司生产车间由于用气时间和用气量都不尽相同，造成 SHW4-13 锅炉供气不稳定，用气高峰时用气量出现供不应求，用气低峰时则用气量过剩，用气量最大时为 3.5 吨/小时，最小时为 1.5 吨/小时，负荷波动大造成锅炉产气单耗高，燃煤消耗量大，不符合锅炉经济运行要求。

改善后：

1、根据企业用气的负荷曲线，合理安排好生产用气，协调各车间的用气时间和用气量，使锅炉负荷趋于平稳，起到削峰作用，使锅炉达到经济运行。

2、平衡车间用气时间（天数），减少不必要的供气时间，使锅炉燃煤消耗量得到降低。

节能的成效：

某药业公司平衡用气负荷后，2008 年减少煤耗量约 500 吨，二氧化硫的年排放量减少 8.21 吨。

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

已采用上述方案的工厂企业名称： 广州奇星药业有限公司

可行性的分析： 技术：★ 经济：★ 环境：★

方案 34

方案名称： 加强柴油化验管理

方案归类： 节能管理措施

改善前：

某公司由于有段时间购进了品质低劣的 0 号柴油，造成锅炉 (WNS4-1.25-Y2) SO₂(二氧化硫) 排放浓度超标受罚，企业为此承受较大的环保压力。

改善后：

1、建立和健全了购进柴油的验收制度，加强柴油入库时的计量监督和控制，购进每批柴油的质量都要符合企业的要求，防止劣质柴油和短斤缺两的情况出现。

2、建立了必要的柴油化验手段，配置相应的检测器材，培训操作工人熟练掌握柴油的化验技术，对每批柴油做到快速检验色度、凝固点、比重、粘度等指标，发现问题及时处理，杜绝劣质柴油入库，严格把好质量关。

节能成效：

1、某公司加强柴油化验管理后，2008 年产品产量比 2004 年增长 25% 的情况下，耗用柴油减少 380 吨/年，节油率 28%，蒸气单耗下降 31%。

2、2009 年 SO₂(二氧化硫) 排放浓度为 76mg/m³ (低于环保标准) 减少 SO₂(二氧化硫) 排放量 12 吨。

投资额及回本期： 1 个月

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

已采用上述方案的工厂企业名称： 广东燕塘乳业有限公司

可行性的分析： 技术：★ 经济：★ 环境：★

方案 35

方案名称： 合理配煤

方案归类： 节能管理措施

改善前：

某纸厂由于每批购进的煤炭，其煤质成分如热值、水分、挥发份、硫、灰份等差异较大，影响锅炉的正常出力，甚至有时因购进了劣质煤，导致锅炉出现“冒黑气”或 SO₂(二氧化硫)排放超标现象，这些问题一直困扰企业正常生产。

改善后：

某纸厂根据锅炉燃烧的设计参数，综合考虑燃煤的着火，燃烧、燃烬、清渣积灰及脱硫脱硝的各种因素，对不同品质的煤种（煤质以化验报告为准）按比例进行优化配制，通过电脑控制和机械配制技术，配制出适应锅炉燃烧的煤种。尤其是低硫煤的配制，可以从源头减少锅炉 SO₂ 的排放。

节能成效：

- 1、提高了煤炭尤其是劣质煤的利用率，节约煤炭资源；
- 2、改善锅炉着火和稳定燃烧；
- 3、提高燃烧效率，节省燃煤的消耗量；
- 4、降低结渣减少停炉事故；
- 5、降低污染物排放，减轻环境污染。

某纸厂采用合理配煤后，2006 年以来坚持使用含硫 0.7% 的低硫煤，排放 SO₂ 总量得到有效控制。经环保部门监测，大大低于环保部门批复的 2006 年 SO₂ 排放总量指标，削减率达 66%。

投资额及回本期： 0.5 年

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★ 经济：★ 环境：★★

方案 36

方案名称：加强锅炉水质的管理

方案归类：节能管理措施

改善前：

部分工业锅炉没有按规定做好锅炉水质处理，容易出现水垢或者腐蚀锅炉受热面的现象，给企业的锅炉增加了安全隐患。

改善后：

1、加强锅炉水质的管理，做好炉水的除氧工作，定期向锅内加药进行水质调节，有效降低水中钙镁类的含量，防止锅内积垢和腐蚀锅炉受热面。

2、每班操作人员做好水质化验和记录，做好水处理设备的维修保养工作，保证锅炉给水水质达标。

节能成效：

按《锅炉水处理监督管理规则》（TSG G5001-2008）和《锅炉水处理检验规则》（TSG G5002-2008）的规定做好锅炉的水质处理后，有效提高锅炉给水水质，防止炉内积垢和腐蚀，确保了锅炉安全运行。

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★ 经济：★ 环境：★

方案 37

方案名称：解决“跑、冒、滴、漏”现象的办法

方案归类：节能管理措施

改善前：

工厂锅炉系统最容易发生跑、冒、滴、漏的现象，主要表现在锅炉和供热系统的法兰、阀门盘不紧、关不严，法兰垫料质量不佳，蒸气管道被锈蚀出现小孔、缺口、裂缝，阀门填料不足，疏水器以及阀门损坏后未及时更换等。

改善后：

根据国家有关部门的要求和规定，锅炉房或厂区的泄漏应小于（或等于）千分之二，为达到上述要求，不少工厂用户作出了努力。

1、加强锅炉本体、辅机设备及水气系统的维修保养工作，每天派出专职人员巡回检查，发现泄漏之处及时抢修。

2、法兰盘的松紧度要一致对称，垫料质量要根据热介质的状态来选择，蒸汽管道上的垫料厚度一般不应大于 2 毫米。

3、蒸汽直管道应有良好的伸缩节来吸收管段受热伸长，避免因热胀冷缩受力而使联接处发生歪斜，导致密封不严而漏气。

4、对各种阀门的填料应装填充足。在热状态下，受压到 0.2—0.3MPa 时，再紧一次盘根及接头螺丝，使其严密不冒气。

5、定期检查安全阀，安全阀是经常漏气的地方，安全阀的排气管是引到屋顶之外，长期冒气不易觉察，一旦出现漏气，就会浪费较多的蒸气。

6、选用质量可靠的疏水器、排污阀等器件。

节能成效：

杜绝“跑、冒、滴、漏”的现象，节能率达 10—20%。

厂家采用该方案的情况：

广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析：

技术：★ 经济：★ 环境：★

方案 38

方案名称：加强煤场管理

方案归类：节能管理措施

改善前：

个别工厂对煤炭储存堆放缺乏科学管理的认识，煤场设置不合理，出现煤炭露天堆放或混堆存放，没有设置档雨棚，煤炭受日晒雨淋后，水分增多，发热量下降，流失和损耗严重，影响了锅炉燃烧效果和正常产气。

改善后：

1、煤场实行科学管理，煤炭储存堆放要合理，煤场重视管理，才能保证煤炭的质量，减少煤炭的损耗，降低煤炭管理的成本。

2、煤场要具有防风 and 档雨的功能，煤场地面要平坦、坚固，能排水（有 1/1000 坡度的排水沟）和远离发热源，煤场储煤能力要有 30—50 天的储煤量，并且具备机械化作业。

3、煤场要设有计量器具，按品种堆放，所有入库的煤都要有煤质化验报告。

4、为防止储煤自燃，在煤堆中埋入通风筒，起通风散热作用。

5、定期检查和测量煤堆的温度，煤堆内部温度不得高于 60℃。

锅炉用煤时应取用存煤时间较长，温度较高处的煤。

6、煤场存放时间不宜太长，一般不要超过 6 个月，煤炭在煤场堆放一个月时间，发热量将下降 1.5%-3%。

7、为充分合理使用煤炭，根据锅炉的燃烧特性，将煤种按优劣品种作搭配后燃烧，对改进锅炉燃烧状况有良好作用。

8、存放时间较长的煤堆表面都要压实，防止空气渗透发生风化和减少对太阳辐射的吸收。

节能效益：

减少燃煤的损耗，提高燃煤的质量，改善锅炉燃烧状况和产气能力。

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★ 经济：★ 环境：★

方案 39

方案名称： 加强锅炉工技术素质培训

方案归类： 节能管理措施

改善前：

部分司炉人员操作技能不高，缺乏专业技术培训，一般只经过安全操作培训便上岗，造成锅炉操作水平较低。目前，锅炉人员节能和环保意识淡薄，操作技能不高，是直接影响锅炉经济运行和节能降耗的主要因素。

改善后：

1、定期对锅炉人员开展清洁生产、节能减排的宣传教育 and 培训，增强节能环保意识和工作责任心。

2、定期参加有关部门组织的锅炉操作技能和安全教育培训。使锅炉的操作技能和安全运行技术逐步得到提高。

3、自觉做好锅炉的节能降耗减污工作，努力完成锅炉运行的各项节能指标，使锅炉符合经济和安全运行的要求。

节能成效：

锅炉节能环保意识、工作责任心和操作技能的提高，对做好锅炉经济和安全运行有较大的收效。

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术： 经济：★ 环境：

方案 40

方案名称： 建立和执行锅炉能耗考核指标、考评制度和奖惩制度

方案归类： 节能管理措施

改善前：

由于个别工厂没有建立锅炉能耗考核指标和考评制度，锅炉能耗考核缺乏依据，能源消耗多与少一个样，存在吃“大锅饭”的思想，企业没有制定激励措施，对锅炉节能降耗缺乏动力，影响节能减排工作的开展。

改善后：

1、建立和执行锅炉能耗考核指标和考评制度，每年企业的节能目标要分解到各车间和班、组，企业按月度定期对锅炉各班组能耗指标完成情况进行考评（如蒸气单耗、产气指标、每班耗煤量、完成节能目标情况等），并与经济挂钩，对完成与超额完成指标的班组给予奖励。

2、建立企业节能管理机构，制定节能管理制度，推行节能环保激励机制，执行“节奖超罚”的奖惩制度，每年对节能减排作出贡献的班组（员工）给予表扬和奖励，对能耗超标的班组（员工）予以批评或处罚。

节能成效：

执行锅炉能耗考评制度和奖惩制度，能有效提高司炉工的工作责任心，刺

激节能降耗减污增效的积极性，实现锅炉经济运行。

厂家采用该方案的情况： 广泛采用 部分厂家采用 有待采用

可行性的分析： 技术：★ 经济：★ 环境：★

参考文献

- [1]中华人民共和国第一机械工业部.【工业锅炉基础知识】.科学普及出版社.1982
- [2]同济大学,湖南大学,重庆建筑工程学院.【锅炉及锅炉房设备】(第二版).中国建筑工业出版社.1985
- [3]林宗虎,张永熙.【锅炉手册】.机械工业出版社.1989
- [4]刘茂俊.【工业锅炉节能的控制技术】.兵器工业出版社.1993.
- [5]杨泽亮,马晓茜.【司炉工节能基础】.华南理工大学出版社.2001
- [6]鹿世金.【燃煤工业锅炉节能实用技术】.中国电力出版社.2000
- [7]杨泽亮,陈振林,杨承.【工业锅炉煤洁净工程】.动力工程,24(3) 426-430.2004.

附录

甲) 国内有关清洁生产、节能的法规

清洁生产法规

为了促进清洁生产，提高资源利用效率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，保障人体健康，促进经济与社会可持续发展，2002年6月29日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议审议并通过了《中华人民共和国清洁生产促进法》，首次以法律的形式确立清洁生产的地位并于2003年1月1日起实行。

为全面推行清洁生产，规范清洁生产审核行为，根据《中华人民共和国清洁生产促进法》和国务院有关部门的职责分工，国家发展和改革委员会、原国家环境保护总局制定并审议通过了《清洁生产审核暂行办法》，该办法自2004年10月1日起施行。

为规范有序地开展全国重点企业清洁生产审核工作，根据《中华人民共和国清洁生产促进法》、《清洁生产审核暂行办法》（国家发展和改革委员会、国家环境保护总局令第16号）的规定，原国家环境保护总局制定了《重点企业清洁生产审核程序的规定》，该规定于2005年12月13日起实施。

在总结清洁生产阶段性工作的基础上，为了进一步明确和细化清洁生产审核工作，准确评价清洁生产审核工作成效，国家相继颁布了42项清洁生产行业标准和24项清洁生产指标评价体系。

清洁生产评价指标体系

清洁生产评价指标体系

清洁生产评价指标体系

制革行业清洁生产评价指标体系
(试行)

包装行业清洁生产评价指标体系
(试行)

清洁生产评价指标体系		清洁生产评价指标体系	
水泥行业清洁生产评价指标体系 (试行)		制浆造纸行业清洁生产评价指标体系 (试行)	
硫酸行业清洁生产评价指标体系 (试行)		煤炭行业清洁生产评价指标体系 (试行)	
机械行业清洁生产评价指标体系 (试行)		电池行业清洁生产评价指标体系 (试行)	
发酵行业清洁生产评价指标体系 (试行)		铝行业清洁生产评价指标体系 (试行)	
纯碱行业清洁生产评价指标体系 (试行)		烧碱、聚氯乙烯行业清洁生产评价指标体系 (试行)	
涂料制造业清洁生产评价指标体系 (试行)		铬盐行业清洁生产评价指标体系 (试行)	
陶瓷行业清洁生产评价指标体系 (试行)		印染行业清洁生产评价指标体系 (试行)	
铅锌行业清洁生产评价指标体系 (试行)		电镀行业清洁生产评价指标体系 (试行)	
轮胎行业清洁生产评价指标体系 (试行)		氮肥行业清洁生产评价指标体系 (试行)	
磷肥行业清洁生产评价指标体系 (试行)		钢铁行业清洁生产评价指标体系 (试行)	
火电行业清洁生产评价指标体系 (试行)		电解金属锰行业清洁生产评价指标体系 (试行)	

清洁生产行业标准

清洁生产标准		清洁生产标准	
发布稿			
平板玻璃行业清洁生产标准		浮法玻璃行业清洁生产标准	
钢铁行业（中厚板轧钢）清洁生产标准		钢铁行业清洁生产标准	
彩色显像（示）管生产清洁生产标准		制革行业（猪皮革）清洁生产标准	
化纤行业（氨纶）清洁生产标准		纺织业（棉印染）清洁生产标准	
镍选矿行业清洁生产标准		炼焦行业清洁生产标准	
铁矿采选业清洁生产标准		人造板行业清洁生产标准	

清洁生产标准		清洁生产标准	
		(中密度纤维板)	
电解锰行业清洁生产标准		电镀行业清洁生产标准	
电解铝业清洁生产标准		氮肥制造业清洁生产标准	
造纸工业(硫酸盐化学木浆生产工艺)清洁生产标准		基本化学原料制造业(环氧乙烷/乙二醇)清洁生产标准	
造纸工业(漂白化学烧碱法麦草浆生产工艺)清洁生产标准		石油炼制业清洁生产标准	
造纸工业(漂白碱法蔗渣浆生产工艺)清洁生产标准		汽车制造业(涂装)清洁生产标准	
食用植物油工业(豆油和豆粕)清洁生产标准		啤酒制造业清洁生产标准	
乳制品制造业(纯牛乳及全脂乳粉)清洁生产标准		甘蔗制糖业清洁生产标准	
征求意见稿			
宾馆饭店行业清洁生产标准		化纤行业(涤纶)清洁生产标准	
酒精制造业清洁生产标准		分体式空调制造业清洁生产标准	
化纤行业(维纶)清洁生产标准		餐饮行业清洁生产标准	
化纤行业(腈纶)清洁生产标准		水泥行业清洁生产标准	
油脂工业清洁生产标准		燃煤电厂清洁生产标准	
烟草加工业清洁生产标准			

为支持引导企业开展清洁生产工作,国家经济贸易委员会相继公布了三批国家清洁生产技术导向目录。通过不断总结已成功实施的先进清洁生产技术和经验,并加以推广,推动清洁生产工作的全面开展。

2001年,广东省环保厅、经信委、科技厅联合出台《广东省清洁生产联合行动实施意见》(粤经贸资源[2001]972号),标志着广东清洁生产正式启动。

2009年1月12日，广东省经信委、省科技厅和省环保厅联合发布了《广东省清洁生产审核及验收办法》（粤经贸法规〔2009〕35号），进一步规范清洁生产审核行为和验收程序。

乙) 政府节能减排法规及减排的政策目标

为了推动社会节约能源、提高能源利用效率、保护和改善环境，促进经济社会全面协调可持续发展，2007年10月28日第十届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议审议并修订了1997年11月1日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过的《中华人民共和国节约能源法》，新修订的《中华人民共和国节约能源法》（中华人民共和国主席令第77号）于2008年4月1日起施行。

2007年5月23日，国务院发布了《关于印发节能减排综合性工作方案的通知》（国发[2007]15号），进一步明确了实现节能减排的目标任务。要求到2010年，万元国内生产总值能耗由2005年的1.22吨标准煤下降到1吨标准煤以下，降低20%左右；单位工业增加值用水量降低30%。“十一五”期间，主要污染物排放总量减少10%，到2010年，二氧化硫排放量由2005年的2549万吨减少到2295万吨，化学需氧量（COD）由1414万吨减少到1273万吨；全国设市城市污水处理率不低于70%，工业固体废物综合利用率达到60%以上。

2008年7月23日国务院第18次常务会议通过《公共机构节能条例》（中华人民共和国国务院令第531号），自2008年10月1日起施行。

为了促进循环经济发展，提高资源利用效率，保护和改善环境，实现可持续发展，国家颁布了《中华人民共和国循环经济促进法》（中华人民共和国主席令第4号），自2009年1月1日起施行。

根据《中华人民共和国节约能源法》和有关法律、法规，广东省结合本省实际情况，制定了《广东省节约能源条例》，该《条例》自2003年10月1日起施行。

为进一步贯彻落实《中华人民共和国清洁生产促进法》，加快发展循环经济，建设资源节约型、环境友好型社会，推动广东省经济社会又好又快发展，广东省人民政府发布了《关于加快推进清洁生产工作的意见》（粤府办〔2007〕77号）。该《意见》提出，到2010年，实现广东省万元GDP能耗（按2005年不变价格

计算)比 2005 年下降 16%，万元 GDP 的取水量下降到 200 吨，工业用水重复率达到 68%；全省化学需氧量（COD）和二氧化硫排放量均在 2005 年的基础上削减 15%。通过加快结构调整和技术进步，完善政策法规体系，引导企业开展清洁生产审核，力争广东省清洁生产达到国内先进水平，进一步加强清洁生产组织管理、生产标准、科技支撑、宣传培训、保障激励机制等方面建设，推进清洁生产从试点阶段向普及阶段转变，从工业领域向社会多领域转变，从企业层面向行业园区层面转变，推动清洁生产在全社会的广泛实施。到 2010 年，全省公布表彰 300 家清洁生产先进企业，依法对 500 家重点污染企业以及使用或排放有毒有害物质企业实施强制性清洁生产审核，列入省“双千节能行动”的重点耗能企业、省循环经济试点单位、资源综合利用企业全面开展清洁生产审核；在经国家审核公告的开发区中，选取 15 个基础较好的园区作为清洁生产示范园区；整合行业清洁生产技术，重点抓好广东省重污染行业技术攻关和节能减排技术推广；研发、推广 100 项以上先进的清洁生产技术、产品；在农业、交通运输、商贸流通、服务业等领域选择示范点作为清洁生产示范单位，在社会各个领域推进清洁生产工作。

2009 年初发布的《珠江三角洲地区改革发展规划纲要(2008-2020)》也提出要大力发展循环经济，坚持开发节约并重、节约优先，按照减量化、再利用、资源化的原则，大力推进节能节水节材，加强资源综合利用，全面推行清洁生产，形成低投入、低消耗、低排放和高效率的经济发展方式。到 2012 年每新增亿元地区生产总值所需新增建设用地量下降，单位生产总值能耗与世界先进水平的差距明显缩小，环境质量进一步改善。

丙) 国内锅炉的节能环保要求及法规

2007年我国煤炭产量为25.8亿吨，其中电站锅炉用煤约15亿吨，工业锅炉用煤约4.5亿吨，锅炉用煤量占煤炭总产量的85%，达到22亿吨。目前，我国工业锅炉排放CO₂达到6亿多t/a，排放SO₂为600万t/a，烟尘排放为800万t/a，工业锅炉能源消耗和污染排放均位居全国工业行业第二位，仅次于电站锅炉。

我国已于2001年同意执行了《京都议定书》，工业锅炉节能降耗减少排放必然放在重要的位置，为了减少工业锅炉对环境造成的影响，我国政府对工业锅炉提出了一系列的环保要求。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》明确提出，到2010年，单位国内生产总值能源消耗比2005年降低20%左右，主要污染物排放总量减少10%，同时将工业锅炉技术进步列为重点节能环保工作内容之一；国家发展和改革委员会制定的《节能中长期专项规划》也明确提出到2010年每万元GDP能耗由2002年的2.68吨标准煤下降到2.25吨标准煤，将燃煤工业锅炉改造列为“十一五”十大重点节能改造工程，并制定了工程示范实施方案，要求2010年通过先进技术改造和建立科学的管理的和运行机制，将我国工业燃煤锅炉运行效率提高到70%~80%。

当前，广东省正步入重化工业产业快速发展时期，能源需求和消耗都将快速增长，节能减排工作面临的形势和任务十分艰巨。根据《广东省国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》要求，到2010年，广东省万元GDP能耗（按2005年不变价格计算）比2005年下降16%，万元GDP的取水量下降到200吨，工业用水重复率达到68%；全省化学需氧量（COD）和二氧化硫排放量均在2005年的基础上削减15%。广东省能源利用效率若要能达到世界先进水平，每年需减少3000万吨标准煤的消耗，减少二氧化硫排放45万吨，烟尘45万吨。

此外，《广东省珠江三角洲大气污染防治办法》第十一条明确规定：燃煤、燃油电厂及使用工业锅炉、窑炉的单位应当按照国家和省的规定采取脱硫、固硫、除尘、脱氮或低氮燃烧技术，燃煤、燃油电厂及额定蒸发量大于65蒸吨的锅炉、窑炉应当安装大气污染物排放自动在线监测装置，与当地人民政府环境保护主管部门联网，并保证其正常运行。地级以上市人民政府应当根据本行政区内大气污染防治的需要淘汰高能耗、重污染的工业锅炉、窑炉，积极发展低能耗、轻污染或无污染的工业锅炉、窑炉；制订燃煤锅炉、窑炉改用清洁能源实施范围、期限

和补贴政策，减少燃煤污染。地级以上市人民政府应当根据大气污染防治的需要划定行政区域内燃料限制区，限制区内禁止新建普通燃煤、燃油锅炉。

我国工业锅炉系统清洁生产的法律法规主要有以下：

- 1、《中华人民共和国节约能源法》
- 2、《中华人民共和国环境保护法》
- 3、《中华人民共和国清洁生产促进法》
- 4、《广东省珠江三角洲大气污染防治办法》
- 5、《广东省节约能源条例》
- 6、《关于加快推进清洁生产工作的意见》（粤府（2007）77号）
- 7、《广东省节能减排综合性工作方案》粤府（2007）66号）
- 8、《工业锅炉生产节能监测方法》（GB/T15317-1994）
- 9、《工业锅炉经济运行》（GB/T17954-2007）
- 10、《大气污染物综合排放标准》（GB16397-1996）
- 11、《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2001）
- 12、《广东省大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）