

要低碳 先低氮

火电厂锅炉纯氧燃烧是节能减排的关键

YAO DITAN XIAN DIDAN

HUODIANCHANG GUOLU CHUNYANG RANSHAO SHI
JIE NENG JIANPAI DE GUANJIAN

黄生竹 黄海龙 编著



中国环境科学出版社

要低碳，先低氮

——火电厂锅炉纯氧燃烧是节能减排的关键

黄生竹 黄海龙 编著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

要低碳, 先低氮: 火电厂锅炉纯氧燃烧是节能减排的关键/黄生竹, 黄海龙编著. —北京: 中国环境科学出版社, 2012.6

ISBN 978-7-5111-1036-7

I. ①要… II. ①黄…②黄… III. ①火电厂—锅炉燃烧—节能—研究 IV. ①TM621.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 125313 号

责任编辑 刘 璐

责任校对 尹 芳

封面设计 彭 杉

出版发行 中国环境科学出版社

(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)

网 址: <http://www.cesp.com.cn>

电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn

联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)

发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京市联华印刷厂

经 销 各地新华书店

版 次 2012 年 6 月第 1 版

印 次 2012 年 6 月第 1 次印刷

开 本 787×1092 1/32

印 张 4.875

字 数 88 千字

定 价 15.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究】

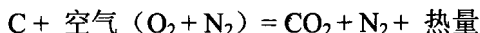
内容提要

空气是人类生活所必需的，能源是我们普通关心的问题之一，环境与人类的活动紧密相关。空气、能源的利用与开发以及环境的污染与控制之间有着重要的联系。书中分析了人类利用热能的历史及其规律性，又从目前利用热能的情况出发，分析了近代热机（锅炉、柴油机、汽油机）效率不高的主要原因之一是由于利用空气燃烧，而空气中大量氮气所带走的热量是热机效率降低的重要原因所在，因此也造成了环境的热污染、化学污染和粉尘污染。同时还根据内燃机、近代化工、冶金工业、气压传动、环境保护、生物学科等情况，提出了提高能源利用率的积极措施——纯氧燃烧和综合利用空气。指出了动力工业的一种前景，设想了开发能源的一个新途径——利用氨在纯氧中燃烧。说明了能源浪费与环境保护的关系。

前 言

低碳不过是当代人们对于气候变暖所发出的无奈呼喊，也是一种应对能源紧张的朴素的节约行为。低碳从消费的角度看是不可能的：第一，要提高人民生活水平，就意味着消耗更多的衣食住行的商品，生产更多的消费商品必将消耗更多的电力，最终导致能耗的增加；第二，人口的增加一定会消耗更多的生活必需品，必然也要增加能耗。美国人口占世界人口的 5%，每年消耗的能源、原料却占世界的 40%。但是，低碳从技术的角度看是可行的。全球气候变暖和能源紧张，我们人类究竟错在哪里？本书通过大量计算给出的答案是气候变暖和能源紧张实际上是一对双胞胎，其实质是我们人类不合理的大肆挥霍浪费既便宜又易得的宝贵资源——空气所致。我们人类热能的基本来源是在空气中燃烧碳（氢）物质，而空气中不起作用的氮气却占空气的大多数，氮气在燃烧中带走了大量的热量，污染了环境，使气候变暖，也降低了燃烧的温度，极大地降低了热效率，造成了能源的浪费，大气燃烧也污染了大气环境。从化学反应的基

本原理看：



氮气不起作用，氮气占空气体积的 78%，只起捣乱的作用，必须清除。氧气占空气体积的 21%，氧气和碳是反应物，要想得到更多的热量，提高氧气的浓度与提高煤（油）的质量是一样重要的，即增加反应物浓度有利于反应向右进行，从某种意义上说，空气是资源也是能源，氧气也可看作燃料，而且是第一燃料，是燃烧反应的必要条件。这样一来，问题就容易解决了。我国能源用煤占 70%，油占 20%。所以要向空气要能源，地面火电站及锅炉供热时采用纯氧燃烧就可以提高热效率，节约大量煤、油和天然气，也降低了大气的热污染。先低氮才能做到后低碳，所以我们说想低碳还要先低氮，才能事如人愿，才能科学地利用热能以达到人与自然的和谐，只要我们改变思路，问题就能解决。当代科学技术已经为我们人类解决头痛的气候变暖问题提供了充分的条件，深冷空分制氧技术是成熟的，制造高温锅炉的材料是现成的，纯氧技术已经在造船和炼钢工业中得到了很好的应用。纯氧燃烧是节能减排的必由之路，也是一次热力学技术革命。这场技术革命的开始以远程火箭和战略导弹的发射成功为标志，从此热能利用从大气燃烧走向纯氧燃烧。之后相继出现纯氧乙炔气火焰切割钢材技术、转炉纯氧顶吹炼钢技术等。发电厂锅炉纯氧燃烧是这场技术革命的延续，这是必然趋势，千万别再等

待。大自然为人类的生存准备了一切必要的物质条件，但不能浪费。聪明的人类必将解决自己面临的一切问题。还必须指出的是，热电站锅炉、冬季供热锅炉、工业供汽锅炉是热污染的罪魁祸首，也是节能的重点。电力是国家的经济命脉，电力足则工业稳。电力工业耗煤最多，也是热污染的主要行业。在电气化时代的今天，电力工业是节能的关键，是减排的核心，是节能减排的源头和中心，在目前的技术条件下节能减排是可以做到的。发电厂的节能减排是纲，其余各行各业的节能减排是目，纲举目张，其余各行各业会随着当时技术状况的先进程度而不断改进，我们就不必太操心了。因为在市场经济中，各行各业没有傻瓜不采用先进的节能技术去生产产品，增加产量，减低成本去参加竞争。全国火电站锅炉如果实施纯氧燃烧可以节煤 2 亿吨以上是保守的估计。还可以减轻运输压力。根据计算锅炉燃烧温度从 160°C 到 $1\,000^{\circ}\text{C}$ 能量损失为 $6\%\sim 47\%$ 。电力工业火电厂锅炉及其他供热锅炉实施纯氧燃烧可节能减排，还可以增产（电）增收。这是一笔大买卖、大生意，何苦而不为呢？希望引起国家有关部门的重视。

- 主要论点：
- 1 纯氧燃烧是节能减排的必由之路；
 - 2 综合利用空气节能大有可为；
 3. 能源浪费和环境污染是双胞胎。

- 建议：1. 研制纯氧燃烧的新一代锅炉、内燃机，节约能源发展动力工业；
2. 建立空气分离中心，综合利用空气节约能源。发展生产，减轻污染；
3. 研制新型空气分离设备。

目 录

第 1 章	从人类利用热能的历史寻找节能的途径.....	1
1.1	人类利用热能的历史	1
1.2	人类利用热能的规律性	5
1.3	人类利用热能和使用金属材料的分期与社会形态的对应关系.....	6
1.4	能源的重要性	8
1.5	从人类利用热能的历史看节能的途径	12
第 2 章	一种普通而特殊的气体——空气	14
第 3 章	一个常见而重要的现象——烟、烟囱和烟气	18
第 4 章	煤燃烧过程中由于空气中氮气所造成的能源浪费	22
4.1	烟气温度为 160℃ 时, 烟气中氮气所浪费的热量.....	26

4.2	烟气温度为 400°C 时, 烟气中氮气所浪费的热量.....	27
4.3	烟气温度为 600°C 时, 烟气中氮气所浪费的热量.....	28
4.4	民用煤灶浪费的热量情况	29
4.5	空气中水蒸气带走的热量	32
4.6	小结	37
第 5 章	柴油机燃烧过程中因空气中的氮气带走的热量所造成的能源浪费	39
5.1	过剩空气量为 30% 时的情况	43
5.2	过剩空气量为 70% 时的情况	48
第 6 章	汽油机排出的废气中氮气和水蒸气带走的热量	54
6.1	过剩空气系数为 0.85 时, 因氮气浪费的热量.....	54
6.2	过剩空气系数为 1.1 时, 因氮气浪费能量的情况.....	59
第 7 章	内燃机实际工作时燃料的利用情况	63
第 8 章	热机效率低的主要原因	66
第 9 章	向空气要能源	68

9.1	向空气要效率、要能源	68
9.2	氧气的制法	71
9.3	节能形式与科学技术的关系	72
第 10 章	一种奇妙的新型物质——分子筛	74
10.1	分子筛简介	74
10.2	分子筛富氧原理	74
10.3	分子筛富氧过程	75
10.4	富氧操作中的几个问题	77
第 11 章	纯氧的制取为锅炉的高效率创造了条件.....	79
11.1	实行锅炉吹氧燃烧可以节约能源.....	80
11.2	小体积、大功率、高效率锅炉的使用为 集中供热开辟了广阔的前景	82
11.3	取消城市的烟囱及锅炉烟气的处理原理的 设想	82
第 12 章	柴油机富氧燃烧时的设想	86
12.1	柴油机富氧燃烧时的情况	86
12.2	含 75%氧气的空气时的情况	89
12.3	各种情况下功率变化的情况	92
12.4	柴油机的前景	93

第 13 章	热机富氧或纯氧燃烧节能与国民经济的关系	95
第 14 章	气压传动技术和燃料气化在热机节能中的重要作用	98
第 15 章	能源浪费与环境污染的关系	104
15.1	热机的粉尘污染	104
15.2	热机的化学污染	105
15.3	热机对环境的热污染	106
15.4	能源浪费与环境污染的关系	109
第 16 章	利用热能的新途径	111
16.1	能量的来源	111
16.2	可燃元素碳的循环	112
16.3	氢和氧的循环	113
16.4	碳、氢、氧循环与环境保护的关系	114
16.5	氮的循环	118
16.6	利用氨作为能源	120
16.7	热能技术的研究方向	122
第 17 章	合理规划、综合利用空气	123
17.1	煤的综合利用	124
17.2	石油的综合利用	124
17.3	综合利用自然资源——空气	125

17.4 综合利用空气的途径——建立空气分离中心	129
第 18 章 关于研制富氧鼓风设备的设想	131
18.1 物质的磁性	132
18.2 实验引证和假定	133
18.3 研制富氧鼓风设备的两种设想	135
结 束 语	138
参考文献	139

第1章 从人类利用热能的历史寻找节能的途径

1.1 人类利用热能的历史

地球上自从有了人类以来，经历了极其漫长的历史时期。如果依赖人类利用热能的形式，可以把人类社会分为若干阶段。

在很早的时候，人类不知道用火，吃生冷的食物。人类思维也处于低级愚昧的阶段，这可称为人类不用火的阶段（相当于原始社会时期）。

人类的祖先发现火大约在 50 万年以前。毫无疑问，最初他们曾遭遇到雷电所点燃的林火，吓得四散逃窜，直到好奇心克服恐惧以后，他们才发现火的价值。大火过后，有些人被那平静地燃烧着的余火所吸引，跑到火堆旁玩一玩，朝火里添些树枝，看看那摇晃的火焰，倒也自得其乐。夜晚，他们注意到火的光亮和温度，注意到火能阻止其他动物的靠近。自然现象给予的启示和人类生产活动的体验，使人们终于学会用石头相互摩擦起

火，用火温暖居住的营地和洞穴，用火烧烤猎物，使肉较易咀嚼，味道更好，等等。人类慢慢学会了用火。

火给了人类社会很大的好处，为人类提供了取之不尽的能量，正因为如此，它被视为人类最重大的一项发明。火的利用加速了人类脱离动物状态的进程。人类社会由于火的使用而结束了愚昧、黑暗的时代。

人类在使用火的实践中逐渐认识到加大风量（如摇动扇子或其他物体，振动空气生风）可以使火烧得更旺，又由于热值高的木炭的利用，使火的温度比烧柴草时高得多，终于使火的温度高到可以冶炼出熔点较低的青铜（铜和锡的合金）。铜的熔点是 $1\,083^{\circ}\text{C}$ ，青铜的熔点低于铜，更易制得。青铜可以由高品位的氧化铜矿或碳酸铜矿来制取。又因为铜、银、金的化学性质很不活泼（熔点也低），可以以单质状态存在于自然界，所以从青铜时代或石器时代就可能有金、银器的使用。因为铜比金、银有较高的硬度，有利于做成生产工具、生活用具和武器。所以，当时青铜器被人们普遍采用，发展了生产，人类社会便进入了青铜器时代。这个时期可以称为人类用火的低温阶段（相当于奴隶社会时期）。

随着生产的发展和人们聪明才智的增长，人类在用火的实践中发明了风箱之类的鼓风工具，加上熔炼炉结构的不断改进和冶炼技术的逐步提高以及热值高的煤和焦炭的使用，高级人工鼓风冶炼炉就可以达到更高的温度从而炼出铁来，铁的熔点是 $1\,535^{\circ}\text{C}$ 。铁器的使用，大大发展了生产，改善了生活，人类社会进入了铁器时

代。这个时期可以称为人类用火的高温阶段。此阶段中人类认识到人工鼓风可以帮助燃烧（相当于封建社会时期）。

由于冶炼技术的进一步发展和科学技术水平的不断提高，铁质金属材料的大规模生产使机器制造成为可能，而大机器生产进而导致了工业革命的完成，资本主义的出现才会成为必然。

在前面三个阶段中，燃烧形式对人类新使用的生产工具起决定作用。

随着生产和各门科学技术的发展，以 1774 年发现氧气为分水岭，人类认识到燃烧的本质是可燃之素与氧气的化合反应。又由于电的发明和应用以及石油的开采和使用，燃烧形式进入机械鼓风阶段。近世纪以来，由于片面追求热机的大功率和某些特殊需要，对燃烧过程普遍采用过剩空气，即使用鼓风机和增压器，机械鼓风几乎到了滥用的地步，从而造成了能源的大量浪费和对环境的严重污染。从发现氧气到目前这段时间，可以称为人类利用氧气燃烧的初级阶段。这是生产大发展的阶段，也是资本主义发展阶段，即社会主义革命和建设的阶段（相当于近代史阶段）。

从人类利用热能的历史可以看出，随着科学技术的生产的发展，人类利用热能将进入崭新的阶段——富氧（或纯氧）高级燃烧阶段和电、磁阶段。富氧（或纯氧）高级燃烧阶段已经开始，纯氧顶吹转炉炼钢就是一例。这个时期相当于钛器时代。

值得指出的是，在近代和将来利用热能的不同阶段中，已经不像前三个阶段那样，燃烧形式对当时社会所主要使用的生产工具和生活用具有着直接的影响和决定作用。人类社会进入 20 世纪的发达时期以后，人类所主要使用的生产工具和生活用具的金属材料已不是单纯的燃烧形式所能决定，还要依赖于当时其他科学技术的发展状况。例如：铝的熔点是 600°C ，如果单从熔点高低（物理性质）和热能利用形式的角度来说，低温容易获得。人类社会应先使用铝器而不是青铜器，人类社会按新使用的生产工具划分应先是铝器时代而不是青铜器时代。实际情况并非如此的原因是因为铝的化学性质非常活泼，以致用一般冶炼金属的简单方法（物理方法）不能从铝土矿中直接制得金属铝，要制得铝首先必须用化学方法提纯铝土矿。也就是说，金属铝的制取不仅取决于冶炼温度的高低，还取决于铝矿提纯和纯铝制取技术的难易，即与铝的化学性质也有很大的关系。直到 1868 年，由于电化学的发展和恰到好处的催化剂的发现，廉价而纯净的铝的制取才成为现实，使制铝工业迅速发展，人们才普遍使用铝器从而进入了铝器时代（相当于近代史阶段）。

又如：钛在自然界的分布较广，含量也很丰富（占第十位），熔点是 1675°C ，比铁的熔点高不了多少。如果单从物理性质（熔点）来考虑，在铁器时代以后应当是钛器时代而不应该是铝器时代。但是，钛的化学性质比铝更活泼，很难制得纯钛，所以钛的生产困难，价格