

高等学校规划教材

洁净煤技术概论

赵利安 许振良 编著



东北大学出版社
Northeastern University Press

高等学校规划教材

洁净煤技术概论

赵利安 许振良 编著



东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 赵利安 许振良 2011

图书在版编目 (CIP) 数据

洁净煤技术概论 / 赵利安, 许振良编著. — 沈阳 : 东北大学出版社,
2011.6

ISBN 978-7-81102-941-3

I. ①洁… II. ①赵… ②许… III. ①清洁煤—技术 IV. ①TD942

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 100343 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress.com

http: // www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳市市政二公司印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 170mm × 228mm

印 张: 11

字 数: 209 千字

出版时间: 2011 年 6 月第 1 版

印刷时间: 2011 年 6 月第 1 次印刷

组稿编辑: 张德喜

责任编辑: 郎 坤

责任校对: 一 方

封面设计: 唯 美

责任出版: 唐敏智

ISBN 978-7-81102-941-3

定 价: 20.00 元

前 言

最近数十年来，洁净煤技术作为提高煤炭利用效率、减少环境污染的重要手段，在世界各国正受到越来越多的关注。中国以煤炭为主要一次能源的状况在未来相当长的时间内不会改变，而随着煤炭开采强度越来越大，煤炭开发利用造成的环境污染问题也日益严重。因此，大力发展洁净煤技术，具有十分重要的现实意义，是当前中国矿物能源发展的唯一选择。

近几年来，随着经济的发展和环保观念的增强，在国家相关政策扶持下，洁净煤领域取得了较快发展。中国是当今世界上唯一能够在整个产业链中进行洁净煤技术投资的国家，而且已经成为世界上最大的洁净煤市场，世界上各种先进的洁净煤技术在我国相继被应用于生产。可喜的是，一些关键的大型设备已实现国产化，一批具有重大影响且具有自主知识产权的先进洁净煤技术已被研发出来。

本书根据我国洁净煤技术的发展现状和推广应用实际，按照简单和适用原则，力求用最简单的篇幅，将洁净煤技术的主要内容及其发展状况介绍给读者。本书共 15 章，主要内容包括煤炭洗选、动力配煤、型煤技术、水煤浆技术、煤炭气化技术、煤炭液化技术、烟气净化技术、煤层气开发利用技术、洁净煤发电技术、燃料电池与磁流体发电技术、煤炭清洁开采技术、煤炭运输和储存污染防治技术、碳固定与封存技术、煤基多联产技术等。本书第 1 章和第 5 章由许振良教授编写，其余各章由赵利安讲师编写。

由于洁净煤技术涉及的内容跨度大，专业面广，且该技术发展日新月异，限于作者的知识水平和能力，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2011 年 3 月

目 录

第 1 章 能源和环境问题	1
1.1 能源和环境	1
1.1.1 能 源	1
1.1.2 环境及环境问题	1
1.1.3 能源与环境的关系	2
1.2 煤炭常规利用的危害及对策	3
1.2.1 煤炭常规利用对环境的危害	3
1.2.2 解决煤炭常规利用环境污染的对策	5
第 2 章 洁净煤技术	7
2.1 洁净煤技术构成	7
2.1.1 燃烧前处理	7
2.1.2 燃烧中处理	7
2.1.3 燃烧后处理	7
2.1.4 转化技术	7
2.1.5 洁净煤技术构成中各部分间关系	8
2.2 国内、外洁净煤技术发展概况	8
2.2.1 国内洁净煤技术发展概况	8
2.2.2 国外洁净煤技术发展概况	8
2.3 我国发展洁净煤技术的必要性及重点	10
2.3.1 我国发展洁净煤技术的必要性	10
2.3.2 我国当前发展洁净煤技术的重点	12
第 3 章 选煤和配煤	18
3.1 选煤的分类及意义	18
3.1.1 选煤方法的分类	18
3.1.2 煤炭洗选的作用	19

3.2 湿法选煤	21
3.2.1 跳汰选煤	21
3.2.2 重介质选煤	23
3.2.3 浮游选煤	24
3.3 干法选煤	26
3.3.1 干法选煤优点	26
3.3.2 干法选煤分类	26
3.4 其他选煤法	29
3.4.1 化学选煤法（化学脱硫）	29
3.4.2 微生物选煤法	30
3.5 动力配煤技术	32
3.5.1 动力配煤技术及其意义	32
3.5.2 各类锅炉对煤质的要求	33
3.5.3 层燃炉不同炉种对煤质的要求	34
3.5.4 锅炉型号及所适用煤种	35
3.5.5 动力配煤工艺与配煤方案	35
第4章 型煤	38
4.1 型煤分类及有关主要指标	38
4.1.1 型煤概念及分类	38
4.1.2 型煤常规技术指标	40
4.2 型煤成型过程及型煤工艺	41
4.2.1 型煤成型过程	41
4.2.2 型煤工艺	42
4.3 型煤黏结剂	43
4.3.1 型煤黏结剂要求	43
4.3.2 黏结剂的选择原则	44
4.3.3 型煤黏结剂种类	44
4.4 几种型煤技术及型煤技术发展前景	45
4.4.1 生物质型煤	45
4.4.2 型焦技术	46
4.4.3 其他型煤技术	46
4.4.4 型煤技术发展前景	46

第5章 水煤浆技术	49
5.1 水煤浆技术特点	49
5.1.1 水煤浆物理特性	49
5.1.2 水煤浆特点	49
5.2 水煤浆制备及添加剂技术	51
5.2.1 煤种选择	51
5.2.2 级配技术	51
5.2.3 制浆工艺	52
5.2.4 制浆设备	52
5.2.5 水煤浆添加剂技术	52
5.3 水煤浆技术发展情况及前景	53
5.3.1 国外水煤浆技术的发展情况	53
5.3.2 国内水煤浆技术的发展情况	54
5.3.3 中国发展水煤浆技术的前景	55
第6章 煤炭气化	56
6.1 煤炭气化原理	56
6.1.1 煤炭气化定义和实质	56
6.1.2 煤炭气化的基本原理	57
6.2 煤炭气化分类	57
6.2.1 移动床(固定床)气化	58
6.2.2 流化床气化	59
6.2.3 气流床气化	60
6.2.4 熔融床气化	62
第7章 煤炭地下气化	63
7.1 煤炭地下气化原理	63
7.2 煤炭地下气化方法及生产技术	64
7.2.1 煤炭地下气化方法分类	64
7.2.2 地下气化准备工作	65
7.2.3 主要的气化生产工艺	66
7.3 煤炭地下气化优点及适用条件	68
7.3.1 煤炭地下气化的优点	68

7.3.2 煤炭地下气化的适用条件	68
7.4 国内外煤炭地下气化发展	69
7.4.1 国外煤炭地下气化的发展状况	69
7.4.2 中国煤炭地下气化发展简况及成果	72
第8章 煤炭液化技术	75
8.1 煤炭液化技术分类及意义	75
8.1.1 煤炭液化技术定义及其分类	75
8.1.2 我国煤炭液化的意义	76
8.2 国内外煤炭液化发展情况	77
8.2.1 国外煤炭液化技术现状	77
8.2.2 中国煤炭液化现状	78
8.3 典型的煤炭液化工艺	80
8.3.1 典型的直接液化工艺	80
8.3.2 典型的间接液化工艺	82
8.4 我国煤炭液化发展前景	84
第9章 烟气净化技术	86
9.1 烟气除尘技术	86
9.1.1 旋风除尘器	86
9.1.2 湿式除尘器	87
9.1.3 袋式除尘器	88
9.1.4 电除尘器	89
9.2 氮氧化物主要危害及形成	90
9.2.1 氮氧化物主要危害	90
9.2.2 氮氧化物形成方式	91
9.3 低氮氧化物燃烧技术	91
9.3.1 低氮氧化物燃烧技术定义	91
9.3.2 低氮氧化物燃烧技术种类	91
9.4 煤炭中硫的危害性及煤炭脱硫技术	95
9.4.1 煤炭中硫的危害性	95
9.4.2 煤炭脱硫技术	96

第 10 章 煤层气	101
10.1 煤层气特征	101
10.1.1 煤层气	101
10.1.2 煤层气的组成	101
10.1.3 煤层气特征	101
10.1.4 煤层气分类	102
10.1.5 煤层气的危害及利用价值	102
10.2 煤层气开发方法	102
10.2.1 煤层气地面钻井开发技术	103
10.2.2 煤层气地下抽采	110
10.2.3 采煤采气一体化方法	112
第 11 章 洁净煤发电技术	115
11.1 洁净煤发电技术概述	115
11.2 洁净煤发电技术主要形式	115
11.2.1 超超临界发电技术	115
11.2.2 整体煤气化联合循环技术	117
11.2.3 循环流化床燃烧技术	117
11.2.4 增压流化床燃气-蒸汽联合循环发电技术.....	119
11.2.5 常规燃煤电站脱硫、脱硝技术	120
第 12 章 燃料电池和磁流体发电技术	123
12.1 燃料电池发展概况	123
12.1.1 国外燃料电池发展简况	123
12.1.2 国内燃料电池发展概况	123
12.2 燃料电池原理及特点	124
12.2.1 燃料电池原理	125
12.2.2 燃料电池优点	126
12.2.3 燃料电池存在的问题	126
12.3 磁流体发电技术	127
12.3.1 磁流体发电原理	127
12.3.2 磁流体发电特点及展望	128

第 13 章 煤炭清洁开采的措施与途径	130
13.1 煤炭开采对环境的污染与破坏	130
13.1.1 煤炭开采造成地表塌陷	130
13.1.2 煤炭开采产生废石污染	130
13.1.3 煤炭开采的有害气体污染	131
13.1.4 煤炭开采产生废水污染	131
13.1.5 煤矿开采中的噪声污染	132
13.1.6 煤矿开采中的粉尘污染	132
13.1.7 煤炭开采破坏地下水径流	132
13.2 煤炭清洁开采的方法和措施	133
13.2.1 井下矸石减排	133
13.2.2 井下废气、粉尘污染控制	134
13.2.3 井下污水处理	135
13.2.4 地表塌陷控制	136
13.2.5 煤矿噪声控制	136
13.2.6 保水开采	137
第 14 章 煤炭运输和储存污染及其预防	139
14.1 煤炭铁路运输	139
14.1.1 铁路运煤特点	139
14.1.2 铁路运煤的环境污染问题	139
14.1.3 铁路运煤污染应对措施	140
14.2 公路运输煤炭	140
14.2.1 公路运煤特点	140
14.2.2 公路运煤的环境污染	140
14.2.3 公路运煤污染应对措施	141
14.3 水路运煤	142
14.3.1 水路运煤特点	142
14.3.2 运煤码头的环境污染	143
14.3.3 运煤码头的环境污染应对措施	144
14.4 浆体管道输煤	144
14.4.1 传统运煤方式存在的问题	144
14.4.2 浆体管道输送煤炭特点	145

14.4.3	浆体管道运煤系统构成	146
14.4.4	国内外浆体管道输煤概况	147
14.4.5	浆体管道输煤环境危害及应对措施	149
14.5	储煤场环境污染及其防治措施	150
14.5.1	储煤场环境污染	150
14.5.2	储煤场环境污染应对措施	151
第 15 章	未来洁净煤技术的发展方向	152
15.1	碳捕集与封存技术	152
15.1.1	碳捕集与封存技术及其构成	152
15.1.2	二氧化碳捕集技术	152
15.1.3	二氧化碳运输	153
15.1.4	二氧化碳封存	154
15.1.5	我国碳捕集与封存技术发展概况	156
15.2	整体煤气化联合循环发电	157
15.2.1	整体煤气化联合循环技术的特点	157
15.2.2	IGCC 发电技术发展概况	157
15.3	煤基多联产	160
15.3.1	煤基多联产技术特点	160
15.3.2	煤基多联产技术原理	161
15.3.3	我国发展煤基多联产的意义	161
15.3.4	我国煤基多联产的发展	162

第1章 能源和环境问题

1.1 能源和环境

1.1.1 能源

能源就是能量的来源。能源是历史发展和社会进步的物质基础，它直接关系到国民经济繁荣和人民生活的改善。从严格意义上讲，能源是人类生存的基础，人类和动物要从木材、草类、肉类等生命物质上提取能量（生物质能）。

对能源的分类多种多样，如可分为一次能源和二次能源，常规能源和新能源，可再生能源和不可再生能源等，如图 1-1 所示。

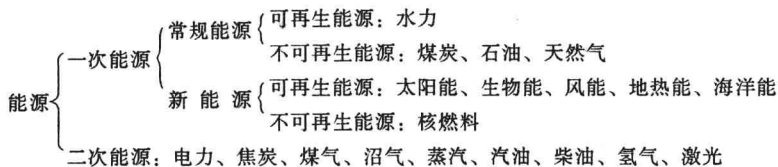


图 1-1 能源的分类

一次能源是指直接取自自然界、没有经过加工转换的各种能量和资源，它包括：原煤、原油、天然气、油页岩、核能、太阳能、水力、风力、波浪能、潮汐能、地热、生物质能和海洋温差能等。其中煤炭、石油和天然气是千百万年前动植物遗骸在地下经过漫长的地质年代形成的，又称为化石能源，它们是当今世界一次能源的三大支柱，构成了全球能源家族结构的基本框架。

由一次能源经过加工转换后得到的能源产品，称为二次能源，例如：电力、蒸汽、煤气、汽油、柴油、重油、液化石油气、酒精、沼气、氢气和焦炭等。

目前，人类使用的主要能源有：煤炭、石油、天然气、核能、水能、太阳能、风能、地热和生物质能等。

1.1.2 环境及环境问题

环境是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的

总体,包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、风景名胜区、自然保护区、城市和乡村等。

环境问题是指由自然力和人类活动作用于周围环境所引起的环境质量变化,以及这种变化对人类的生产、生活和健康造成的影响。

从引起环境问题的根源考虑,环境问题可分为两类。由自然力引起的为原生环境问题,又称第一类环境问题。它主要是指地震、洪涝、干旱、滑坡等自然灾害问题。对于这类环境问题,目前人类的抵御能力还很薄弱。由人类活动引起的为次生环境问题,也叫第二类环境问题,它又可分为环境污染和生态环境破坏两类。

石油、煤炭、天然气燃烧产生的二氧化碳是温室气体,它的大量排放将会造成地球表面温度逐年升高。这将引起两极和格陵兰的冰盖融化,海平面上升,北半球高纬度大陆的冻土带融化或变薄和大范围地区沼泽化。此外,海洋变暖后海水体积膨胀还会引起海平面升高。 CO_2 增加不仅使全球变暖,还将造成全球大气环流调整和气候带向极地扩展,导致包括我国北方在内的中纬度地区降水减少,气候趋于干旱化。

化石燃料中一般都包含杂质,特别是硫、氮、磷、砷等,燃烧产物呈酸性,容易造成大气污染和形成酸雨。

城市大气污染主要来自化石燃料的燃烧和汽车尾气的排放。产生和排放的主要污染物有一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、燃烧不完全的烃类、铅化合物等。

环境问题是一个全球性的问题。污染物可以在生物基因中停留相当长的时间,并且通过扩散或漂移输送到离污染源相当远的地方。因此,需要一个全球性的组织来管理、规划我们的环境。

1.1.3 能源与环境的关系

人类在生存发展的过程中,通过各种手段和技术对能源不断地进行开发和转换,对能量进行利用和再利用,以提高人类自身的生存能力和生活质量。从某种程度上来说,当今人类的生活已离不开能源,因为人类不断向自然索取能源,并加以利用。而环境是人类生存的基本物质条件,破坏环境就是在破坏人类自己的生活。多年来,由于能源的粗放利用而导致的环境问题已经严重地影响了人类的生活质量,日益引起了人们的注意。于是,人们不禁要发出疑问,能否在开采和利用能源的同时又不破坏人类赖以生存的环境呢?相关专家给出了如下的答案:开发无污染的新能源;充分利用能源,节约能源;保护环境,保护资源;制定法律法规,提高公民的环境意识。

如果人类都有爱护能源和保护环境的意识，人类将同自然和谐相处，人类社会将不断向前发展。

1.2 煤炭常规利用的危害及对策

1.2.1 煤炭常规利用对环境的危害

我国煤炭消费的一个主要特点是原煤的大量直接燃烧，大约有 62% 的原煤没有经过洗选或净化处理就直接燃烧了。由于煤炭大量直接燃烧，燃煤质量差，燃烧效率低，加重了“煤烟型污染”，使空气质量变得更差。

煤炭燃烧要产生二氧化硫、一氧化碳、烟尘、放射性飘尘、氮氧化物、二氧化碳等。其中，二氧化硫易形成酸雨，二氧化碳能引起温室效应。

1.2.1.1 酸雨及其危害

酸雨是指 pH 值小于 5.6 的雨水、冻雨、雪、雹、露等大气降水。大量环境监测资料表明，由于大气层中的酸性物质增加，地球大部分地区上空的云水正在变酸，如不加以控制，酸雨区的面积将继续扩大，给人类带来的危害也将与日俱增。现已确认，大气中的二氧化硫和二氧化氮是形成酸雨的主要物质。

酸雨给地球生态环境和人类社会经济造成严重的影响和破坏。研究表明，酸雨对土壤、水体、森林、建筑、名胜古迹等均会造成严重危害，不仅造成重大经济损失，更危及人类生存和发展。酸雨使土壤酸化，肥力降低。有毒物质会毒害作物根系，甚至会杀死根毛，导致作物发育不良或死亡。酸雨还可能杀死水中的浮游生物，减少鱼类食物来源，破坏水生生态系统。酸雨污染河流、湖泊和地下水，直接或间接危害人体健康。酸雨对森林的危害更不容忽视，酸雨淋洗植物表面，直接伤害或通过土壤间接伤害植物，最终会导致森林衰亡。酸雨对金属、石料、水泥、木材等建筑材料均有很强的腐蚀作用，因而对电线、铁轨、桥梁、房屋等均会造成严重损害。

1.2.1.2 全球气候变暖和温室效应

众所周知，温室具有让阳光射入和阻止热量外逸的功能。地球大气中的一些微量气体，如二氧化碳、一氧化碳、水蒸气、甲烷等，它们也有类似于温室的功能，即让太阳短波辐射自由通过，同时强烈吸收地面和空气反射出的长波辐射，阻碍热量外逸，从而造成近地层大气增温。这种增温作用被称为“温室效应”，这些微量气体被称为温室气体。近几十年以来，由于化石燃料的大量燃烧，以及森林减少等原因，大气中二氧化碳等温室气体的浓度显著增高。在

所有的化石燃料中，煤的含碳量最高，燃烧时产生的二氧化碳也最多，燃煤排放的二氧化碳量占总排放量的 80% 左右。

相关研究表明，二氧化碳是世界公认的全球气候变暖的主要根源。目前全球平均气温比 1000 年前上升了 $0.3 \sim 0.6^{\circ}\text{C}$ ；据预测，由于能源需求不断增加，二氧化碳排放量也将不断增大，到 2050 年全球平均气温可能会上升 $1.5 \sim 4.5^{\circ}\text{C}$ 。温室效应和气候变暖严重威胁全球的生态系统和人类生存。在我国，由于气温上升导致约 50% 的冰川退缩和变薄，雪线上升，冰川后退。近 300 多年来冰川面积减少了 27.4%，其结果是北方荒漠面积大大增加，耕地面积减少。近 50 年以来，我国沿海海平面平均每年上升 2.6mm，海平面上升将使沿海城市受到威胁，沿海低地被淹没，海水倒灌，排水不畅，土地盐渍化。同时，气候变暖还导致极端气候事件，如暴雨、干旱、沙尘暴、“厄尔尼诺”等现象的发生频率和强度相应增加。

1.2.1.3 烟尘排放及其危害

目前，我国燃煤烟尘排放量占排放总量的 70% 左右。烟尘主要以颗粒物的形式在大气中悬浮和飘移。烟尘中直径小于 $10\mu\text{m}$ 的固态和液态颗粒物是“可吸入颗粒物”的重要组成部分，它们粒小体轻，可长期飘浮在空气中，还可吸附各种金属粉尘、病原微生物以及苯并芘等致癌物。这些可吸入颗粒物随人的呼吸进入体内，或滞留在呼吸道不同部位，或进入肺泡，对人体健康造成极大危害。烟尘还可以降低大气透明度，影响植物的光合作用。

1.2.1.4 氮氧化物和光化学烟雾

煤炭燃烧排放的氮氧化物主要有 NO 和 NO_2 。氮氧化物中对人体健康危害最大的是 NO_2 ，主要是破坏呼吸系统，可引起支气管炎和肺气肿。当 NO 浓度较大时对人的毒性很大，它可与血液中血红蛋白结合成亚硝酸基血红蛋白或高铁血红蛋白，从而降低血液输氧能力，引起组织缺氧，甚至损害中枢神经系统。氮氧化物还可直接侵入呼吸道深部的细支气管和肺泡，诱发哮喘病。

大气中的氮氧化物和挥发性有机物 (VOC) 达到一定浓度后，在太阳光照射下，经过一系列复杂的光化学反应，可生成含有臭氧、醛类、硝酸酯类化合物的“光化学烟雾”。光化学烟雾是一种具有强烈刺激性的淡蓝色烟雾，可使空气质量恶化，对人体健康和生态系统造成损害。

氮氧化物在大气中还可形成酸雨，同 SO_2 形成的酸雨一起，加重对环境的危害。

1.2.2 解决煤炭常规利用环境污染的对策

1.2.2.1 改善能源结构, 大力发展新能源与可再生能源

传统的火力发电可造成严重的水、大气、固废污染。特别是大气污染中的粉尘、二氧化硫、氮氧化物等对人体的伤害尤为严重。火力发电排放的二氧化碳是温室气体的“主力”。

有关专家指出, 以增加核能发电来应对温室效应, 现实性并不强, 开发清洁与可再生能源是更为有效的出路。就我国的能源结构来看, 首先应加快开发水电。我国可供开发的水能资源为 3.79 亿 kW, 但目前开发利用程度还不高。水能是可以再生的清洁能源, 运行费用低, 无大气污染问题, 加快水电发展有利于改善我国电力工业结构, 降低煤炭消费量。其次应扩大天然气的发电比重, 根据国际能源机构 (IEA) 的资料, IEA 会员国未来的发电结构, 天然气发电的比重将由 2005 年的 19.6% 增至 2011 年的 23%~24%, 而核能发电的比重则不断降低。

1.2.2.2 重视环境保护, 促进和谐发展

美国、日本等经济发达国家, 每年在环保方面的投入往往能够占到 GDP 的 3% 左右。

就我国现阶段而言, 经济发展不是唯一的发展形态, 更不是最终的发展形态, 增长方式也不再是以 GDP 的数字增长为根本方向。发展应该是在与自然和谐相处下, 社会的整体发展和人的全面发展。环保是我们发展的首要前提, 这有赖于国家、企业和个人。按照一般国际惯例, 环保投入应该占 GDP 的 2%, 我国近年来每年的投入为 1.5% 左右。可见, 国家在环保方面的投入还需加大。

1.2.2.3 节能减排

我国电力、钢铁、有色、建材、石油加工、化工等行业是能源消耗和污染物排放的主体。遏制这些高耗能、高污染行业过快增长, 是推进节能减排工作的当务之急。我国火力发电能耗高、污染重的主要原因是结构“小型化”。传统小锅炉分散供热效率只有 60% 左右, 工业窑炉平均运行热效率为 40%~50%, 热电联产锅炉集中供热效率可达到 90%。所以应该大力发展热电联产, 取代民用、工用小锅炉。

针对我国燃煤污染严重的实际情况, 提高煤炭资源的使用效率和技术进步最为重要, 可从以下几方面着手: 一是工业锅炉大型化。我国约有 60 万台工业锅炉, 年耗煤约 4 亿吨, 但锅炉平均热效率仅 60% 左右, 原因是锅炉容量

小、效率低、污染大、煤耗高。我国应采取热电联供、集中供热或分片供热系统以取代分散的小锅炉。二是火电机组现代化。我国供电平均煤耗比工业发达国家约高 1/3，主要原因是火电机组设备落后，效率低。因此，需更新改造中压中等容量机组，改造小型机组，更重要的是尽快发展亚临界和超临界机组，降低煤耗。三是城市煤气化。全国城镇居民炊事用煤一年达 6500 万吨以上，但是利用效率仅为 15%，若改用煤气，其效率可提高到 50%。

1.2.2.4 实施洁净煤技术

当前中国能源以煤炭为主，在一段较长时间内这种局面难以改变。煤炭传统利用过程中污染严重，而且排放大量温室气体。推广利用洁净煤技术可大幅度提高煤炭利用效率、减少环境污染。发展洁净煤技术，是当前中国能源发展的现实选择和必然要求。

从长远看，新能源和可再生能源要大量取代化石能源是一项十分艰巨的任务，绝非一朝一夕可以实现。预计 21 世纪的上半叶煤炭仍将是我国能源的主体。在这段过渡时期，必须依靠洁净煤技术，提高能源利用效率，减少环境污染及温室气体排放。