



煤炭储存结构

和环境保护

李金华 李文颖◎编著



河海大学出版社
HOHAI UNIVERSITY PRESS

煤炭储存结构和环境保护

李金华 李文颖 编著



河海大学出版社
HOHAI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书叙述了我国富煤贫油的能源资源特点;煤炭资源赋存与能源消费地域的错位布局形成了北煤南运、西煤东运的基本格局;露天堆存造成粉尘严重污染环境的现状。系统介绍了煤炭集运系统和露天堆场、防风网、封闭煤库、储煤筒仓、半球壳储煤仓等煤炭储存结构设计概况和工程实例。

对煤炭起尘规律和抑制粉尘污染课题进行了深入研究探讨,结合数值模拟分析和风洞试验,创建了一种半封闭风导流型抑尘散货料棚结构,提出了解决煤炭粉尘污染问题的有效途径,达到了满足环境保护要求,安全可靠,利用率高又节约投资成本的目的。

本书可供从事煤炭集运和储存结构的设计、建设管理、科研、教学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤炭储存结构和环境保护 / 李金华,李文颖编著.

—南京:河海大学出版社,2014.11

ISBN 978-7-5630-3656-1

I. ①煤… II. ①李… ②李… III. ①煤炭—储存

IV. ①TD564

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 052896 号

书 名 / 煤炭储存结构和环境保护

书 号 / ISBN 978-7-5630-3656-1

编 著 / 李金华 李文颖

责任编辑 / 杜文渊

责任校对 / 冀晓宁 杨 丽

封面设计 / 黄 煜

出版发行 / 河海大学出版社

地 址 / 南京市西康路 1 号(邮编: 210098)

电 话 / (025)83737852(总编室) (025)83722833(发行部)

网 址 / <http://www.hhup.com>

照 排 / 南京紫藤制版印务中心

印 刷 / 北京京华虎彩印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 20

字 数 / 480 千字

版 次 / 2014 年 11 月第 1 版

印 次 / 2014 年 11 月第 1 次印刷

定 价 / 58.00 元



作者简介

李金华 教授级高级工程师、国家一级注册结构工程师。1970年毕业于清华大学建筑学专业,从事建筑、结构设计40余年。曾任中交第一航务工程勘察设计院建筑设计所所长、院副总工程师、顾问总工程师。曾获得天津市“八五”立功奖章、商务部中国援外奉献金奖。

主持了国内数百项大型煤炭码头、矿石码头、水泥厂以及毛里塔尼亚友谊港、缅甸蒂洛瓦船厂等土建工程设计。分别在《建筑结构学报》《工程力学》《港工技术》等发表多篇论文。参加了多项天津大学博士学位论文评阅工作。

烟台西港池散化肥工程获国家优秀设计银奖;北戴河交海宾馆获交通部优秀设计三等奖;中港总公司大楼工程获天津市优秀设计三等奖。

参加编写的《海港工程设计手册》获中国港湾建设(集团)总公司科技进步一等奖、中国航海学会科技成果二等奖。《超深异型地连墙关键技术研究》创新成果达到了国际先进水平。

曾获得多项发明专利和实用新型专利。

序 言

改革开放以来,我国经济实现了持续快速增长,工业化和城市化进程迅速加快,实现了发达国家数百年才能完成的从贫穷落后的农业国向现代工业化国家的转变,取得了举世瞩目的伟大成就。目前,我国经济总量已达到世界第二位。在经济迅猛发展的同时,由于受到粗放型经济发展模式以及科技水平不高的制约,能源消耗高,利用率低、生态环境也付出了巨大代价。

煤炭是我国储量最多、产量最大、最经济的能源。我国富煤贫油的能源资源特点和综合国情决定了煤炭在国内能源消耗中仍将长期占主导地位。以煤为主的能源结构在未来相当长时期内仍将难以改变,煤炭生产对今后我国经济的持续发展仍将起着至关重要的作用。另一方面,煤炭资源集中在我国西、北部地区,东南沿海地区经济发达而能源稀缺,能源赋存与消费地域的错位布局,导致了北煤南运、西煤东运的基本格局。同时,我国还是铁矿石消耗和进口大国,每年需从澳大利亚、巴西等国进口约6亿t铁矿石,这种局面也将长期存在。

目前,煤炭、矿石等物料从采掘、集运、使用各个环节多数仍处于粗放型模式,在矿山、码头和其他集散地,煤炭、矿石等散装物料大多采用露天方式堆存,造成了严重的粉尘污染。尽管节能减排工作业已引起各界的关注,也取得一定的成效,但由于重发展轻环保,资金投入少、科技水平较薄弱等因素影响,粉尘污染治理成效不大。近年以来,重度空气污染、长时间的雾霾天气肆虐京、津、冀地区,笼罩华北、黄淮、东北大地,并已波及到长三角和珠三角沿海发达地区,甚至影响到海南岛地区。这不仅严重危害着人民群众的身心健康,同时造成了巨大的经济损失。煤炭、矿石等散装物料的粉尘污染是重要的大气污染源,治理煤炭、矿石等散装物料所造成的环境污染刻不容缓,已上升到关系国计民生的高度,具有重要的战略意义。

维护碧水蓝天的生态环境,功在当代,利在千秋。转变经济发展模式和思路,提高全社会的环境保护意识,加快新型清洁能源的开发利用,调整能源结构,提高能源利用率,实施严格的环保审批和污染追究制度。对煤炭、矿石等散装物料从采掘、集运、使用各个环节进行综合治理,控制粉尘污染,是十分值得研究的重要课题。

本书作者长期从事煤炭和矿石码头的工程设计,具有丰富的工程实践经验和深湛的理论素养。作者十分敏锐地抓住这一容易被人们忽视的重要课题,写

出了这本弥足珍贵的著作。本书引用了大量工程实例和科技创新研究成果,系统阐述了各类散装物料堆存结构体系,进行了大量的数值模拟分析和风洞试验,对煤炭起尘因素和煤炭起尘规律进行了深入研究,为治理粉尘污染提供了科学依据。同时,创新地提出了一种控制粉尘污染的半封闭风导流型抑尘散货料棚结构。本书可供从事散货集运行业相关的设计、管理与教学、科研单位参考。

明月清风无价,绿水蓝天至珍。为当代人与子孙后代创建、维系美好而宜居的人居环境,是建设小康社会的应有之义,也是从事人居环境规划、设计与建设者的光荣使命。而创建、维系美好而宜居的人居环境,是一个复杂的系统工程,必须顾及相关的方方面面,开展协同攻关,方能奏效。相信本书的出版,将会从一个独特的角度出发,为扫清尘霾,还我蓝天作出贡献!

中国科学院院士 吴硕贤

2013年10月于广州

前言

近 30 多年以来,随着我国经济持续快速增长,人民生活水平的不断提高,工业化、城市化进程加快,对能源的需求越来越大,能源一度成为制约国民经济发展的薄弱环节。进入 21 世纪后,在全面建设小康社会的过程中,伴随着我国新一轮的经济快速发展,能源消费同步增长,根据国际经验,这一时期人均能源消费量增长较快,需要更多能源支撑社会经济的发展,对能源的需求量势必稳步上升。我国富煤贫油的能源资源特点和综合国情决定了煤炭在国内能源消费中将长期占主导地位。2010 年我国国内煤炭消耗量达到 30 亿 t 左右,预计 2020 年将达 40 亿 t 以上。煤炭是我国储量最多、产量最大、最经济、最现实的可以利用的能源,作为我国的基础能源,以煤为主的能源结构在未来相当长时期内难以改变,在能源供应和消费中的地位今后仍难以动摇,煤炭生产对今后我国经济的持续发展仍将起着至关重要的作用。

另一方面,由于煤炭资源主要集中在我国西北部地区的自然布局与我国东南沿海地区经济发达而资源稀缺的状况,形成了北煤南运、西煤东运的基本格局。随着煤炭消费总量的增长,煤炭的铁路运量和港口吞吐量也将进一步增加。

同时,我国也是铁矿石消耗和进口大国,每年需从澳大利亚、巴西等国进口约 6 亿 t 铁矿石,随着经济的快速发展,这种局面仍将长期持续存在。

港口是交通运输大动脉的枢纽,是水上运输和陆上运输的连接点。散装物料运输的特点是大进大出,重点是安全性和高效率,因此基本上采用自动化、专业化的运输工艺。由于资金不足、过分追求利润、环保技术较薄弱等原因,煤炭、矿石等散装物料目前多采用露天堆存,从而造成了严重的粉尘污染,导致环保问题日益突出。近年以来,北京、天津、河北省多次出现长时间雾霾天气,直至波及到东部沿海工业发达地区,造成严重的经济损失,严重危害人民的身心健康。为子孙后代留下洁净的空气和蓝天,治理煤炭、矿石等散装物料露天堆存造成的环境污染刻不容缓,已经关系到国计民生,具有重要战略意义。

目前兴建的防风网结构,在有效遮挡范围内,对抑制粉尘起到了一定效果。但超过有效遮挡范围时,长时间运行后易在周边形成较大的粉尘扩散、堆积,污染环境,不能达到较高的环保要求。

采用筒仓、半球形仓、大型料棚等全封闭结构储存煤炭,有时会发生自燃现象,防火性能差,消防和防爆要求高;封闭煤棚面积受到制约,规模小、堆存量少,不同煤种不能存放在一个封闭储煤系统内,利用率不高,效率低;作业环境比较

差,工作条件恶劣;建设的成本高,投资大。

作者自1970年清华大学土建系毕业后,到中交第一航务工程勘察设计院工作,有幸在国家经济快速发展时期,参加了秦皇岛港、天津港、京唐港、曹妃甸港、锦州港、营口鲅鱼圈港、绥中港、黄骅港、日照港、江苏盐城滨海港、神华集团煤炭、国投中煤、中电投等煤炭码头和矿石码头工程设计。主持和参加了多项大型煤炭堆场、防风网、条形封闭煤库、72万t储煤筒仓群、半球壳储煤仓等多项大型国家重点煤炭储存和环境保护工程设计。对煤起尘规律和防止粉尘污染进行了深入研究和探讨,创建了一种半封闭风导流型抑尘散货料棚,可解决多种散货物料、超大规模散货物料堆存问题,解决了煤炭粉尘污染问题,满足环境保护要求。这种散货料棚安全可靠,利用率高又节约投资成本,可供类似工程建设参考。

本书引用了大量工程实例和科技创新研究成果,是作者参加煤炭储存和环境保护工程设计40多年的系统经验总结,以及中交第一航务工程勘察设计院和各协作单位在煤炭储存、环境保护工程方面设计和研究成果的结晶。有些内容是对煤炭储存和环境保护的一些研究和探讨,可供从事煤炭储存和环境保护工程设计人员参考。相信通过科技创新,会有更新型的散货堆存结构体系涌现出来,对粉尘污染治理作出更大的贡献。

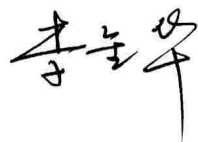
著名科学家、中国科学院院士吴硕贤博士百忙之中为本书作了序言,在编辑本书过程中,还得到了河海大学支持和帮助,河海大学刘汉龙教授、戴元志教授参加编写了第一章和第三章中的部分内容。格瑞(天津)科技发展有限公司张志强总经理参加编写了第二章中的有关内容。天津经济技术开发区热电公司李文颖高级工程师编写了第五章中的有关内容,并协助整理全书的工作。

作者参加了半封闭风导流型抑尘散货料棚数值模拟、物模风洞试验的工作,该工作由同济大学土木工程防灾国家重点实验室主任周志勇教授、艾辉林博士负责。在研究半封闭风导流型抑尘散货料棚和编辑本书过程中,得到了中交第一航务工程勘察设计院冯仲武、朱吉全、季则舟、范少杰、殷永龙,中交天津港湾设计院刘学武、甘星球、阚卫民、王燕等的支持和帮助。

同济大学土木工程防灾国家重点实验室、大连理工大学、交通运输部天津科学研究所进行的部分工程数值模拟分析和风洞试验,天津大学建筑工程学院尹越博士等进行的唐山港曹妃甸煤码头大型煤库屋盖风荷体型系数数值模拟分析,也为本书的编写提供了可靠的依据。

特此,表示衷心的感谢!

由于水平所限,书中有不当之处,恳请读者批评、指正。



2003年11月

目 录

前言	1
第 1 章 煤炭储运和露天堆存结构	1
1.1 煤炭是我国的基础能源	1
1.2 露天煤炭堆场应用概况	5
1.3 煤炭储运系统	7
1.4 陆域堆场的形成和基本设计要求	22
1.5 露天堆场地基加固处理	23
1.6 复合地基处理方法	36
1.7 堆场、道路的铺面结构	45
1.8 装卸设备——堆/取料机轨道基础	45
1.9 工程案例:北方某港口露天煤炭堆场结构设计	46
1.10 煤炭露天堆存粉尘污染和环境保护	53
第 2 章 煤炭粉尘污染和防风网结构	56
2.1 煤炭露天堆存对周围环境产生的污染	56
2.2 防风(抑尘)网技术的研究与应用概况	63
2.3 防风抑尘网减风降尘机理	67
2.4 防风网数模计算分析	68
2.5 防风网风洞试验	71
2.6 防风抑尘网生产工艺	72
2.7 工程实例	76
2.8 钢板网防碰撞与防锈蚀后期维护	84
2.9 现场实测实施	85
第 3 章 半球形封闭储煤仓	87
3.1 半球形封闭储煤仓应用概况	87
3.2 半球形仓堆、取料机构	87
3.3 半球形储煤仓结构	89
3.4 球形网壳结构计算分析	95
3.5 环形挡料墙结构	106
3.6 球形储煤仓地基加固处理	107
3.7 半球形储煤仓基础	115

3.8 工程案例	116
第4章 储煤筒仓的设计研究	124
4.1 国内外筒仓发展及应用概况	124
4.2 筒仓安全运行监控现状	125
4.3 筒仓内煤炭自燃的防治	126
4.4 筒仓安全运行监测系统	129
4.5 煤炭筒仓设计	131
4.6 煤炭筒仓出料口堵塞的原因及防堵措施	135
4.7 仓底支承结构	140
4.8 部分预应力仓壁结构设计	140
4.9 填料、衬板及耐磨材料	144
4.10 在软土地基上建设大容量筒仓的基础设计	146
4.11 工程实例:黄骅港三期工程 72 万 t 储煤筒仓	149
第5章 封闭型储煤料棚	165
5.1 封闭型储煤料棚的应用概况	165
5.2 大型封闭型煤棚结构体系	167
5.3 圆柱面网壳结构计算分析	171
5.4 圆柱面网壳数值模拟分析	181
5.5 工程实例:曹妃甸煤码头大型煤库设计	189
5.6 封闭型煤棚存在的问题	196
第6章 半封闭风导流抑尘型散货料棚	198
6.1 概述	198
6.2 半封闭风导流抑尘型散货料棚	199
6.3 半封闭料棚抑尘原理	201
6.4 半封闭料棚结构	201
6.5 半封闭风导流抑尘型散货料棚抗震计算	212
6.6 半封闭风导流抑尘型散货料棚结构的防腐和防火设计	215
6.7 北方某港口煤炭码头工程案例分析	216
6.8 多跨半封闭风导流抑尘型散货料棚结构	232
第7章 半封闭储煤棚数模分析及抑尘效果研究	234
7.1 半封闭储煤棚数模分析	234
7.2 透风板段透风率的影响	240
7.3 顶棚敞开率的影响	241
7.4 顶棚外形曲率的影响	242
7.5 透风板布置长度的影响	244
7.6 半封闭料棚断面分析	245

7.7	半封闭料棚风场三维分布及抑尘效果分析	246
7.8	改善半封闭料棚长轴风向下抑尘效果的措施	250
7.9	半封闭料棚截面封闭段改设透风板的研究	254
7.10	半封闭料棚抑尘选型数值模拟研究结论	257
7.11	半封闭料棚风荷载体型系数	258
第 8 章	半封闭散货料棚表面风压与风场分布风洞试验	272
8.1	概述	272
8.2	风洞设备及测量系统	277
8.3	试验概况	279
8.4	梯度风高度的参考风速和参考风压	282
8.5	用于结构设计的风洞试验结果及其统计分析	282
8.6	用于围护结构设计的风压试验结果	285
8.7	煤堆表面风速分布测试	286
8.8	半封闭料棚内部风场分布测试	290
8.9	半封闭料棚结构风振分析	293
8.10	结语	300
参考文献		305

第 1 章 煤炭储运和露天堆存结构

1.1 煤炭是我国的基础能源

我国正处于能源消耗强度最大的工业化发展中期,一方面,经济稳步增长必将导致能源消耗的持续增长,而且到能源消耗高峰期还有相当一段距离。另一方面,全球经济一体化出现的世界性分工促使加工业向我国转移,在加速了我国工业化发展的同时,也促进了我国能源消耗的快速增长。

我国幅员辽阔,资源丰富。但是缺乏可供我国经济高速发展的石油、天然气等能源,大量的石油、天然气需要从国外进口,而我国的经济发展、钢铁及冶金、建材、工业、火力发电、北方冬季供热、人民生活取暖等所需能源主要依靠煤炭,所以煤炭是我国的基础能源。我国煤炭资源的分布极不均衡,主要赋存*在中、西部地区,但消费基地主要集中在东部及东南地区。资源赋存与能源消费地域的错位布局形成了北煤南运、西煤东运的基本格局。为此,我国先后建成了大秦和朔黄两大煤炭运输通道,煤炭经铁路运至北方港口装船下水,再运往东部及东南地区。作为中国的基础能源,以煤为主的能源结构在未来相当长时期内难以改变。因此,随着经济的快速发展,这种运输格局仍将持续存在。

(1) 煤炭产销及调运现状

近年来,随着我国经济持续快速发展,工业化、城镇化进程加快,作为我国主要能源的煤炭,其生产量和消费量快速增长。我国煤炭生产量已从 2000 年的 12.99 亿 t 增加到 2008 年的 27.88 亿 t,年均增长 10.01%;煤炭消费量从 2000 年的 13.2 亿 t 增加到 2008 年的 28.5 亿 t,年均增长 10.1%,如表 1.1-1 所示。随着煤炭消费的不断增长,煤炭消费占一次能源消费的比重有逐渐提高的趋势,已由 2002 年的 66.3%上升到 2007 年 69.5%。

表 1.1-1 我国煤炭生产与消费情况 单位:亿 t

	1990 年	1995 年	2000 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
煤炭生产量	10.8	13.61	12.99	14.55	17.22	19.92	22.05	23.73	25.26	27.88
煤炭消费量	10.55	13.77	13.2	14.16	16.92	19.36	21.67	23.92	25.86	28.5
煤炭消费占 能源比重(%)	76.2	74.6	67.8	66.3	68.4	68	69.1	69.4	69.5	

来源:《中国统计年鉴(1991—2007)》,2008 年为快报数。

我国煤炭资源主要分布在“三西”(指山西、陕西、蒙西地区,下同)、河北、河南、山东、安

* “赋存”词意为天然埋藏。

徽、贵州、新疆等地,其中“三西”约占我国煤炭储量的 2/3,2008 年“三西”等 8 个主要煤炭生产省区煤炭产量超过 18 亿 t,其中“三西”地区产量约占全国的 47%。而我国煤炭的消费地区则主要分布在华北、华东、华中及华南等经济发达的沿海等地区。我国煤炭资源分布及消费的不均衡,使煤炭的生产与供应基本集中在中、西部地区,并且今后我国煤炭的生产有逐步向西北部地区转移的趋势,而煤炭消费则主要分布在东部经济发达地区,这种错位布局导致我国煤炭运输已经形成以“三西”煤炭基地为核心的“北煤南调、西煤东运”的总体格局,并相应建立了北、中、南三大铁路运输通道和秦皇岛、天津、唐山、黄骅、青岛、日照、连云港等 7 大主要煤炭下水港。2007 年,铁路运输煤炭 15.44 亿 t,公路调运煤炭 5.0 亿 t,内河港口煤炭吞吐量 2.44 亿 t,沿海港口完成煤炭吞吐量 8.19 亿 t,其中下水量 4.45 亿 t。我国曾经是世界第二煤炭出口大国,但因国内供应紧张,这种状况短期内不会有大的改善,预计今后十年内我国煤炭出口量难有增长。

我国的煤炭主要用于电力、冶金、化工、建材、交通运输等行业,以及人民生活 and 外贸出口。在煤炭消费中,火力发电所占比重最大,并一直呈上升趋势,2007 年开始超过总消费量的 1/2,如图 1.1-1 所示。

近年来我国煤炭进口量明显增加,2009 年我国煤炭进口量猛增至 1.32 亿 t,出口量大幅度减少到 2 240 万 t,由净出口转为净进口。发电所需的动力煤是我国最紧缺的煤炭品种,是目前我国进口的主要煤种。

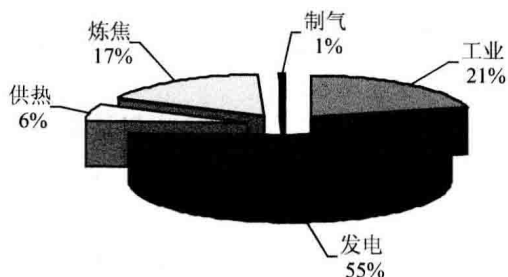


图 1.1-1 2007 年我国煤炭消费结构

随着我国经济社会的持续发展,对能源的需求也将呈现稳定增长局面,但随着节能等措施的落实、新能源的不断开发以及环保要求的不断提高,近年来煤炭需求快速增长的局面将会得到根本性扭转,呈较平稳的增长趋势。2011 年,全国煤炭生产、运输保持较快增长,市场需求旺盛。统计数据显示,2011 年 1—11 月,全国煤炭产量累计 34.62 亿 t,同比增长 11.6%。初步预计,2011 年全年的煤炭产量将超过 36 亿 t。全年进口煤炭 1.82 亿 t,同比增长 10.8%;出口煤炭 1 466 万 t,下降 23%;净进口 1.68 亿 t,增长 15.2%。

据行业初步统计,2011 年我国大型煤炭企业产量 21.8 亿 t,同比增长 10.9%;铁路煤炭发运 22.7 亿 t,增长 13.4%。主要港口煤炭发运 6.6 亿 t,增长 19%;电力、钢铁、建材和化工行业耗煤分别增长 11.4%、6.8%、7.4%和 13.5%。

在全国原煤产量整体继续保持较快增长的情况下,原煤产量进一步向蒙西、山西、陕西等“三西”地区集中。初步估计,2011 年全年蒙西、山西、陕西将分别完成原煤产量 69 100 万 t、85 600 万 t 和 40 000 万 t;“三西”地区原煤产量合计同比增加 3.26 亿 t 左右,增幅约为 20%。2011 年,新增煤炭产量主要集中在“三西”地区并非偶然现象,这与我国煤炭资源分布密切相关,这也意味着内蒙古、陕西煤炭外运压力进一步加大。可以预见的是,2012 年我国新增煤炭产量仍将主要集中在山西、内蒙古、陕西、新疆等省区,跨省区煤炭运输压力将进一步加大。

2) 全国煤炭消费量预测

2008 年 9 月由国家发改委综合运输研究所完成的《鄂尔多斯盆地交通运输专项规划》研

究报告,对我国煤炭消费量提出了高、低两个方案的预测值,如表 1.1-2 所示。该研究报告预测到 2015 年,其消费量为 32 亿~34 亿 t,2009—2015 年间的年均增长速度为 2.6%~3.7%;到 2020 年,消费量将达到 35 亿~38 亿 t,2016—2020 年间的年均增长速度为 1.8%~2.2%;到 2030 年,将达到 41 亿~43 亿 t,2021—2030 年间的年均增长速度为 1.2%~1.6%。

根据国家煤炭基地发展规划,未来将积极加快神东、陕北、黄陇(华亭)、晋北、晋中、晋东、鲁西、两淮、冀中、河南、云贵、蒙东(东北)、宁东 13 个大型煤炭基地的建设,以适应我国煤炭消费增长需求。根据国家煤炭工业“十二五”规划,2015 年全国能源需求总量为 38.8 亿~43.7 亿 t 标准煤,其中煤炭为 37.1 亿~42 亿 t(实物量),按煤炭占 65%±3%考虑,需求总量为 40 亿 t。

新增需求将主要来自电力行业和冶金行业,其他行业需求量变化不大,生活用煤将继续减少。

表 1.1-2 未来各年度我国煤炭消费量预测 单位:万 t

	2010 年预测		2015 年预测		2020 年预测		2030 年预测	
	低方案	高方案	低方案	高方案	低方案	高方案	低方案	高方案
京津冀	23 200	23 900	25 900	27 200	28 800	31 200	31 200	32 700
晋陕蒙宁	55 100	62 700	69 800	73 100	74 100	76 200	81 000	82 000
东北	26 700	27 300	28 300	29 600	30 200	33 200	33 800	35 200
华东	85 600	90 400	94 800	102 200	104 400	115 200	126 500	132 500
华南	47 900	50 300	54 500	58 700	59 200	65 900	73 100	78 000
西南	29 800	33 200	34 100	36 100	37 300	40 100	45 400	48 000
新甘青	11 700	12 200	12 600	13 100	16 000	18 200	19 000	21 600
合计	280 000	300 000	320 000	340 000	350 000	380 000	410 000	430 000

3) 另外,我国是世界第二煤炭出口大国,2003 年出口量达 9 403 万 t,2009 年递减到 4 543 万 t。根据国际煤炭市场形势分析,虽然今后我国煤炭的出口前景看好,但因国内供应紧张的状况短期内不会有大的改善,预计今后十年内我国煤炭出口量将难有增长。近年来我国煤炭进口量明显增加,由 2003 年的 1 110 万 t 增长到 2008 年的 4 543 万 t。2009 年因价格因素和国内供应紧张等原因,我国煤炭进口量猛增至 1.32 亿 t,出口量大幅度减少到 2 240 万 t,由净出口转为净进口。其中,发电所需的动力煤是我国最紧缺的煤炭品种,是目前我国进口的主要煤种,见表 1.1-3 至表 1.1-5。

表 1.1-3 2008—2009 年我国主要煤炭进口省份统计 单位:万 t

收货地区	2008 年	2009 年	同比增长
江苏	169.5	800.1	372.04%
上海	84.7	321.2	279.22%
福建	218.9	1 206.5	451.16%
广东	1 368.5	3 310.6	141.91%
广西	1 083	1 414.8	30.64%

续 表

收货地区	2008 年	2009 年	同比增长
河北	129.8	1 443.3	1 011.94%
山东	140.8	1 283.9	811.86%
浙江	244.3	875.8	258.49%
全国总计	4 365.6	13 207	202.52%

尽管我国的煤炭探明资源储量居世界第三位,但由于人口众多,人均可采储量仅为 134 t。目前我国的煤炭贸易政策已转向限制出口鼓励进口,出口退税取消,进口关税降为 0;在支持经济增长的同时节约能源资源,正常情况下,煤炭净进口的局面将长期存在。

表 1.1-4 2008—2009 年我国煤炭进口来源分地区统计 单位:万 t

来 源 地 区	2008 年		2009 年	
	数量	占总量比重	数量	占总量比重
总 计	4 365.60	100%	13 206.69	100%
亚 洲	3 840.74	87.98%	6 983.51	52.88%
其中:朝鲜	253.96	5.82%	360.12	2.73%
印尼	1 408.32	32.26%	3 540.62	26.81%
蒙古	412.86	9.46%	607.48	4.60%
越南	1 690.54	38.72%	2 408.25	18.24%
欧 洲	80.73	1.85%	1 212.55	9.18%
其中:俄罗斯联邦	77.76	1.78%	1 210.41	9.17%
美 洲	71.10	1.63%	511.91	3.88%
非 洲	0.00	0.00%	73.17	0.55%
大 洋 洲	373.03	8.54%	4 425.57	33.51%
其中:澳大利亚	354.40	8.12%	4 395.26	33.28%

表 1.1-5 近年我国煤炭进出口情况 单位:万 t

	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年
出口	7 168	6 327	5 317	4 543	2 240
进口	2 617	3 811	5 120	4 366	13 207
净出口	4 551	2 516	197	177	-10 967

4) 煤炭在我国能源消耗中已占有绝对的主导地位,在新技术推动的新式能源未出现之前,煤炭消耗在今后很长一段时期内仍将是社会经济发展对能源需求的主导形式。煤炭生产集中在我国中、西部地区的自然布局与我国煤炭消费重心在东南沿海和中南地区的局面,必然造成今后“北煤南运、西煤东运”的格局将长期存在,且有愈演愈烈之势。

根据以上分析,未来晋陕蒙地区仍将是我国最重要的煤炭产地和外调基地,而随着社会的发展,除新疆和贵州外,其他省份如山东、河南、湖南、四川等省都将陆续从煤炭外调省转变为煤炭调入省,沿海地区的煤炭消费还将会进一步增长。未来我国煤炭运输中,铁路、港口运输将仍然承担主角,内河运输也将发挥更大作用,主要供应沿河企业的煤炭需求。铁路主要将通过新建客运专线,实现客货分线,通过完善路网布局和西部开发性新线的建设以及对既有线的改造,建设大能力的煤运大通道,全面提高煤炭外运能力。

5) 南方沿海运输需求

未来南方沿海各省市的煤炭产消缺口巨大,预计到2015年后,南方沿海六省一市煤炭产量仅能维持在4 100万t左右,而2015年和2020年的煤炭消费量将分别达到8.55亿t和9.2亿t,产消缺口分别为8.14亿t和8.79亿t。这部分煤炭缺口除了考虑部分贵州、四川、湖南等地和外贸进口调入外,将主要来自于北方,以“北煤南运”为主。

未来我国南方沿海六省一市煤炭消费缺口问题的解决仍将主要以海运为主。随着《铁路中长期铁路网(2008)》的实施,铁路能力在2013年后将得到进一步释放,根据相关研究表明,2015年后南方沿海六省一市煤炭铁路调运能力将达到1亿t;江苏、广东和广西仍将继续充分利用内河优势,从山东、安徽、贵州等省积极调运煤炭,预计在3 000万t左右。因此,预测2015年和2020年南方沿海六省一市煤炭海运调入量将分别为6.84亿t和7.59亿t,均占其消费总量的80%以上;其中外贸煤炭海运进口量2015年后将在5 000万t以上。

我国煤炭供需季节性波动剧烈,每年南方都会出现两次左右电煤供应严重紧张的局面,这也造成了煤炭市场价格的深幅波动;我国进口煤炭主要来自澳大利亚、印尼,经济运输船型7万~15万t级,而吸纳进口煤炭的东南沿海电厂卸煤码头普遍在5万t级以下。为缓和煤炭季节性供需矛盾,保障供应,平抑价格,降低运输成本,有效利用资源,国家规划将在东南沿海建设若干个煤炭中转储备基地。

港口是交通运输大动脉的枢纽,是水上运输和陆上运输的连接点。在港口,散装物料运输的特点是大进大出,重点是安全性和高效率。因此,基本上采用自动化、专业化的运输工艺。根据物料特性,粮食、水泥等散装物料多采用筒仓存储,而煤炭、矿石等散装物料多采用露天堆存,煤炭露天堆存投资少,但也会造成严重的粉尘污染。随着人民生活水平的逐步提高,环保意识逐渐加强,如何治理煤炭露天堆存造成的环境污染已经提到议事日程。

煤炭堆存方式可划分为露天堆场和封闭堆场两大类。大规模煤炭堆存目前多数采用露天堆场,由于资金不足和技术上的原因,封闭堆场仅在部分行业和煤炭周转量较少时应用。

1.2 露天煤炭堆场应用概况

自20世纪70年代开始,我国陆续在秦皇岛港、青岛港、日照港、天津港、黄骅港、京唐港、曹妃甸等港建设了大型煤炭出口码头,堆场工艺均采用露天堆场堆存的型式,堆场上布置大型堆、取料设备及皮带机,以完成煤炭的卸料堆存和取料装船作业。

秦皇岛港煤五期工程(图1.2-1)设计年通过能力为5 000万t,堆场的堆存容量为400万t,露天堆场面积77万m²。铁路卸车采用翻车机卸车工艺,配备3台三翻式翻车机,接卸的车辆全部为旋转型车钩;码头布置4台移动伸缩式装船机,其额定能力为8 000 t/h。其中位于码头前端的两台装船机具有回转功能,可以用于两侧泊位的装船作业;堆场采用斗轮取