

HAIZHOU
LUTIANKUANG
KUANGSHAN DIZHI
HUANJING ZHILI
LILUN YU JISHU

海州露天矿矿山地质环境治理
理论与技术

陈殿强 张维正 郝喆 侯永莉 周志广 编著

地质出版社

海州露天矿矿山地质环境治理 理论与技术

陈殿强 张维正 郝喆 侯永莉 周志广 编著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书共分 10 章。内容包括：海州露天矿及其重大矿山地质环境问题、工程地质勘察、岩石物理力学性质试验、边坡稳定性研究、北帮顺层岩质边坡工程治理、南帮逆层岩质边坡工程治理、水环境灾害分析及防治研究、生态修复技术研究、边坡稳定性监测、矿山地质环境治理工程竣工验收等诸多方面。本书强调工程实用性，所建立的研究思路和方法可为矿山地质环境治理研究、生产和教学有较大参考价值。

本书可供矿山、地质、岩土、安全、环境等系统的工程技术人员及相关专业的高校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

海州露天矿矿山地质环境治理理论与技术 / 陈殿强
等编著. — 北京：地质出版社，2016. 10
ISBN 978-7-116-10011-4

I. ①海… II. ①陈… III. ①露天矿—矿山地质—地
质环境—治理—阜新 IV. ①TD804

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 240584 号

责任编辑：吴宁魁 赵俊磊

责任校对：王洪强

出版发行：地质出版社

社址邮编：北京海淀区学院路 31 号，100083

电 话：(010)66554528(邮购部)；(010)66554627(编辑室)

网 址：<http://www.gph.com.cn>

传 真：(010)66554686

印 刷：北京地大天成印务有限公司

开 本：889mm×1194mm^{1/16}

印 张：22.5

字 数：680 千字

版 次：2016 年 10 月北京第 1 版

印 次：2016 年 10 月北京第 1 次印刷

定 价：68.00 元

书 号：ISBN 978-7-116-10011-4

(如对本书有建议或意见，敬请致电本社；如本书有印装问题，本社负责调换)

前 言

阜新海州露天矿是世界闻名的大型露天煤矿，于1953年7月1日正式投产，为当时亚洲最大的露天煤矿，也是新中国第一座大型机械化、电气化开采的露天煤矿，被誉为新中国工业化历程上的“金钉子”。历经半个多世纪的生产，海州露天矿累计为国家生产煤炭2.44亿吨，完成工业总产值96.98亿元，上缴利税33.45亿元，为我国煤炭事业发展和新中国经济建设做出了巨大贡献。党和国家领导人多次到海州露天矿视察，海州露天矿矿山图案也作为人民币背景和邮票被永久保留下来。2001年12月14日，阜新被国务院确定为第一个国家资源枯竭型城市；2005年7月1日，海州露天矿成为我国第一个闭坑的大型露天煤矿。

2005年海州露天矿闭坑后，被列为第一批国家矿山公园，并被国土资源部列入我国首批矿山地质环境综合治理项目。迄今为止，总投资约2.0亿元的海州露天矿北帮地质环境治理一期、二期和三期等工程已相继完成竣工验收，治理效果显著；2009年7月27日海州露天矿国家矿山公园在阜新正式开园；投资1.2亿元的针对海州露天矿南帮的资源枯竭城市中西部三期治理项目正在进行；投资约6.0亿元的德国贷款建设海州露天矿项目等3项工程即将实施；另外，总投资22.6亿元的海州露天矿总体治理项目也已经申报。

海州露天矿从筹建、投产、生产、闭坑到目前的矿山地质环境治理，历经60余年的矿山生命周期，见证了新中国煤炭资源开采、发展和采后治理的全过程。目前，闭坑后的海州露天矿遗留下长3.9km、宽1.8km、深350m的矿坑，仍存在着滑坡、地面沉陷、地裂缝、残煤自燃、植被破坏、水土流失、空气污染等矿山环境及地质灾害问题，严重威胁着周边居民、企事业单位的生命和财产安全。对海州露天矿矿山地质环境治理理论与技术开展综合研究，具有巨大的经济效益、环境效益和社会效益。

辽宁有色勘察研究院（辽宁有色基础工程公司）作为国内最早开展矿山地质环境研究及治理的专业队伍之一，一直是海州露天矿地质环境综合治理项目可研立项、勘察、设计、施工、监测和科学研究的主要承担单位。2012年，该单位申报的“国家矿山公园海州露天矿（北帮）矿山地质环境治理项目”获得国家优秀勘察设计银质奖。

本书是10余年来，辽宁有色勘察研究院对海州露天矿矿山地质环境治理项目的科研和工程实践成果的总结和提升。本书内容丰富，涉及海州露天矿矿山地质环境治理工程的勘察、试验、稳定分析、设计、施工、监测、评价、水污染、生态修复和竣工验收等诸多方面。主要内容包括：①海州露天矿及其重大矿山地质环境问题；②海州露天矿工程地质勘察；③海州露天矿岩石物理力学性质试验；④海州露天矿边坡稳定性研究；⑤海州露天矿北帮顺层岩质边坡工程治理；⑥海州露天矿南帮逆层岩质边坡工程治理；⑦海州露天矿水环境灾害分析及防治研究；⑧海州露天矿生态修复技术研究；⑨海州露天矿边坡稳定性监测；⑩海州露天矿矿山地质环境治理工程竣工验收。

矿山地质环境治理技术，是矿山环境工程和地质灾害领域的前沿研究方向，具有很高的学术价值与科研意义。本书特别强调工程实用性，提供了大量珍贵的现场照片、勘察试验数据、设计图和调查统计数据，力图提供一本可用于矿山地质环境治理研究、生产和教学的较为全面的参考书，研究成果也可为规范和标准编制提供重要依据，起到示范和引领作用。所建立的研究思路和方法对相关矿山地质环境治理工作也具有较大参考价值。本书可供矿山、地质、岩土、安全、环境等系统的广大科技工作者、工程技术人员及相关专业的高校师生、研究生参考。

本书研究工作得到辽宁省国土资源厅、辽宁工程技术大学、阜新市国土资源局、阜新市矿山环境

治理有限公司、海州露天矿业有限公司等单位的大力支持。本书撰写过程中，得到了宋宝俊院长、王宗林局长、王来贵教授、周春山主任、景晓光总工程师、韩双队长等领导和专家的帮助。李思晋工程师、田亚光高级工程师、刘旭高级工程师、白宗太教授级高级工程师、冀彦卓高级工程师、杨辉工程师、孙俊红教授级高级工程师、齐玉凯教授级高级工程师、曹兰柱教授、姚文生高级工程师、尹亮亮工程师、张颖工程师、张禹工程师等为本书著述提供了宝贵的资料和数据。在此表示衷心的感谢！

本书在写作过程中，参考了大量的相关文献资料，由于资料来源广、头绪众多，可能难以一一予以注明和核查，请有关作者给予谅解，并致以诚挚的谢意。

由于作者水平有限，书中错误在所难免，作者成果和观点如有不妥之处，真诚期望同行专家及阅读本书的读者不吝赐教，提出宝贵的批评和建议。

目 录

前 言

第 1 章 海州露天矿及其重大矿山地质环境问题	(1)
1.1 海州露天矿的建设历程	(1)
1.1.1 海州露天矿建设的历史进程	(1)
1.1.2 海州露天矿的发展现状	(2)
1.1.3 海州露天矿国家矿山公园建设	(3)
1.1.4 海州露天矿的发展展望	(5)
1.2 海州露天矿煤炭资源开采综述	(5)
1.2.1 区域成矿特征及地质背景	(5)
1.2.2 阜新的煤田地质特征	(8)
1.2.3 阜新矿区的煤炭资源开采	(10)
1.2.4 海州露天矿的煤炭资源开采	(10)
1.3 区域地理及地质条件	(11)
1.3.1 地理位置及交通	(11)
1.3.2 气象水文	(12)
1.3.3 地形地貌	(12)
1.3.4 地史演化	(14)
1.3.5 地层与地质构造	(15)
1.3.6 新构造运动与地震	(17)
1.3.7 工程地质特征	(17)
1.3.8 水文地质特征	(18)
1.4 海州露天矿的重大矿山地质环境问题	(21)
1.4.1 滑坡、泥石流	(22)
1.4.2 地表变形	(22)
1.4.3 残煤自燃	(22)
1.4.4 大气污染	(23)
1.4.5 水环境灾害	(24)
1.4.6 周边地采冲击地压	(24)
1.4.7 地下采空区	(24)
1.4.8 生态环境破坏	(25)
1.5 海州露天矿矿山地质环境治理工作简述	(25)
1.5.1 治理历程	(25)
1.5.2 典型治理工程	(25)
1.5.3 治理工作方案	(26)
第 2 章 海州露天矿工程地质勘察	(28)
2.1 露天矿工程地质勘察技术	(28)
2.1.1 工程地质测绘与调查	(28)

2.1.2	勘探与取样	(30)
2.1.3	岩土水试验与原位测试	(32)
2.2	海州露天矿的地质构造调查	(33)
2.2.1	地质构造特征	(33)
2.2.2	褶曲构造	(34)
2.2.3	断裂构造	(34)
2.2.4	弱层特征	(36)
2.2.5	工程地质分区	(37)
2.3	海州露天矿断层区工程地质勘察	(38)
2.3.1	勘察区概况	(38)
2.3.2	工程地质勘察	(38)
2.3.3	水文地质勘探	(39)
2.3.4	勘察结果分析	(41)
2.3.5	断层区环境地质调查及分析	(45)
2.4	海州露天矿北帮边坡工程地质勘察	(47)
2.4.1	工程地质勘察工作布置	(47)
2.4.2	勘察区工程地质及水文地质条件	(48)
2.4.3	勘察图件	(52)
2.4.4	环境地质调查及分析	(53)
2.5	海州露天矿南帮边坡工程地质勘察	(71)
2.5.1	工程地质勘察工作布置	(71)
2.5.2	勘察区工程地质及水文地质条件	(72)
2.5.3	勘察图件	(74)
2.5.4	环境地质调查及分析	(76)
第 3 章	海州露天矿岩石物理力学性质试验	(82)
3.1	含煤岩系的岩石物理力学性质	(82)
3.1.1	岩石物理力学性质指标	(82)
3.1.2	含煤岩系岩石物理力学性质影响因素	(84)
3.2	海州露天矿含煤岩系岩石物理力学性质试验	(86)
3.2.1	一般岩石物理力学性质试验	(86)
3.2.2	软弱层岩石物理力学性质试验	(92)
3.3	海州露天矿北帮(含断层)岩体强度试验	(101)
3.3.1	岩体原位试验	(101)
3.3.2	海州露天矿北帮(含断层)岩体大三轴抗剪强度试验	(115)
3.3.3	海州露天矿北帮(含断层)岩体强度综合评价	(122)
3.4	海州露天矿南帮岩石(体)力学性质试验	(127)
3.4.1	南帮浅部坚硬岩石的力学性质试验	(127)
3.4.2	南帮浅部软弱岩石(体)的力学性质试验	(129)
3.4.3	南帮深部岩石(体)力学性质试验	(130)
3.4.4	南帮岩石(体)抗剪强度试验指标的选取	(138)
第 4 章	海州露天矿边坡稳定性研究	(141)
4.1	边坡稳定性分析方法综述	(141)
4.1.1	极限平衡法	(141)
4.1.2	数值算法	(141)

4.1.3	不确定性分析法	(142)
4.2	海州露天矿边坡稳定的极限平衡分析	(142)
4.2.1	极限平衡法基本原理	(142)
4.2.2	海州矿边坡稳定性计算参数	(147)
4.2.3	海州露天矿北帮顺层边坡极限平衡分析	(147)
4.2.4	海州露天矿南帮逆层边坡极限平衡分析	(155)
4.3	海州露天矿边坡稳定的有限元数值分析	(162)
4.3.1	基本原理	(162)
4.3.2	海州露天矿南帮三维地质力学数值模型及参数确定	(163)
4.3.3	海州露天矿南帮三维边坡模型建立及模拟	(164)
4.3.4	海州露天矿南帮边坡残煤自燃数值模拟分析	(174)
4.3.5	小结	(181)
4.4	海州露天矿边坡稳定性的智能分析方法	(181)
4.4.1	基本原理	(182)
4.4.2	神经网络预测安全系数	(184)
4.4.3	神经网络预测滑坡位置	(186)
4.4.4	基于神经网络方法的边坡治理分析	(187)
4.4.5	小结	(188)
第5章	海州露天矿北帮顺层岩质边坡工程治理	(189)
5.1	顺层岩质边坡治理技术	(189)
5.1.1	抗滑挡墙	(189)
5.1.2	抗滑桩	(190)
5.1.3	锚杆(索)	(191)
5.1.4	防排水工程	(192)
5.1.5	减重反压工程	(193)
5.1.6	注浆加固	(193)
5.2	海州露天矿北帮顺层岩质边坡治理分析及设计	(194)
5.2.1	分析及设计思路	(194)
5.2.2	削坡平盘工程	(194)
5.2.3	锚索加压坡脚工程	(195)
5.2.4	排水疏干加压坡脚工程	(197)
5.2.5	抗滑桩工程	(198)
5.2.6	锚杆钢筋混凝土格构护坡工程	(200)
5.2.7	挡墙工程	(201)
5.2.8	截排水工程	(203)
5.2.9	注浆灭火工程	(205)
5.3	海州露天矿北帮顺层岩质边坡治理施工	(205)
5.3.1	施工组织设计编制	(205)
5.3.2	削坡平盘工程	(206)
5.3.3	锚索工程	(207)
5.3.4	抗滑桩工程	(208)
5.3.5	锚杆钢筋混凝土格构工程	(210)
5.3.6	挡墙工程	(212)
5.3.7	泄水孔工程	(213)

5.3.8	截排水工程	(215)
5.3.9	注浆灭火工程	(215)
第6章	海州露天矿南帮逆层岩质边坡工程治理	(217)
6.1	逆层岩质边坡治理技术	(217)
6.1.1	削坡压脚	(217)
6.1.2	坡脚加固	(218)
6.1.3	中部加固	(218)
6.1.4	坡面封闭	(219)
6.1.5	截排水系统	(219)
6.1.6	注浆加固	(219)
6.2	海州露天矿南帮逆层岩质边坡治理分析计算	(220)
6.2.1	削坡治理原则及方案	(220)
6.2.2	极限平衡分析	(220)
6.2.3	有限元分析	(225)
6.3	海州露天煤矿南帮逆层岩质边坡治理设计	(234)
6.3.1	削坡、平盘及压脚工程	(234)
6.3.2	锚索工程	(234)
6.3.3	挡土墙工程	(234)
6.3.4	注浆灭火工程	(235)
6.3.5	废弃矿井及采空区回填工程	(236)
6.3.6	截排水工程	(236)
6.4	海州露天矿南帮逆层岩质边坡治理施工	(238)
6.4.1	削坡平盘及压脚工程	(239)
6.4.2	锚索工程	(240)
6.4.3	挡土墙工程	(240)
6.4.4	注浆灭火工程	(240)
6.4.5	废弃矿井及采空区回填工程	(240)
6.4.6	截排水工程	(241)
第7章	海州露天矿水环境灾害分析及防治研究	(244)
7.1	地下水污染扩散规律研究	(244)
7.1.1	污染物迁移转化基本理论	(244)
7.1.2	海州矿区域地下水污染扩散规律数值模拟	(246)
7.2	露天边坡水渗流稳定研究	(249)
7.2.1	边坡稳定性分析方法	(249)
7.2.2	水位变化诱发的滑坡	(250)
7.2.3	静水压力和动水压力	(251)
7.2.4	稳定系数定义	(252)
7.2.5	模型的建立	(252)
7.2.6	小结	(258)
7.3	水环境灾害防治研究	(258)
7.3.1	现有防治系统	(258)
7.3.2	闭坑后停止抽水的聚水成湖预测	(260)
7.3.3	闭坑后的水环境灾害防治对策	(261)

第 8 章 海州露天矿生态修复技术研究	(262)
8.1 露天煤矿边坡生态修复治理技术综述	(262)
8.1.1 露天矿边坡绿化的意义及作用	(262)
8.1.2 边坡绿化设计原则及流程	(263)
8.1.3 边坡绿化主要方法及施工工艺	(265)
8.2 露天煤矿废弃地土地复垦综述	(278)
8.2.1 露天采煤引起的土壤生态退化	(279)
8.2.2 露天煤矿废弃地土地复垦技术	(280)
8.3 海州露天矿矿山环境生态修复治理	(281)
8.3.1 海州露天煤矿矿区土壤现状	(281)
8.3.2 海州露天矿北帮顺层边坡生态修复治理	(283)
8.3.3 海州露天矿南帮逆层边坡生态修复治理	(287)
8.3.4 海州露天矿排土场土地复垦设计	(291)
8.4 结论	(296)
第 9 章 海州露天矿边坡稳定性监测	(297)
9.1 露天矿边坡稳定性监测技术综述	(297)
9.1.1 露天矿边坡监测方法发展现状	(297)
9.1.2 露天矿边坡稳定性监测设备发展现状	(301)
9.1.3 现有监测方法及设备存在的问题剖析	(305)
9.2 海州露天矿边坡稳定性监测	(305)
9.2.1 监测目的	(305)
9.2.2 监测网点布设原则	(306)
9.2.3 地表位移监测方法与网点布设	(306)
9.2.4 深部位移监测方法与网点布设	(307)
9.2.5 应力监测方法与网点布设	(308)
9.2.6 地下水监测方法与网点布设	(313)
9.2.7 监测人员、仪器及周期	(313)
9.2.8 监测数据统计分析	(315)
9.3 海州露天矿边坡变形原因分析及采取措施	(320)
9.3.1 变形原因分析	(320)
9.3.2 应采取的措施	(320)
第 10 章 海州露天矿矿山地质环境治理工程竣工验收	(321)
10.1 竣工验收程序与组织要求.....	(321)
10.2 竣工验收内容及质量检验标准.....	(322)
10.2.1 土质边坡削坡平盘工程	(322)
10.2.2 岩质边坡削坡平盘工程	(322)
10.2.3 非预应力锚杆(索)工程.....	(323)
10.2.4 预应力锚杆(索)工程.....	(324)
10.2.5 砌体挡土墙工程	(324)
10.2.6 抗滑桩工程	(325)
10.2.7 边坡喷射混凝土防护工程.....	(326)
10.2.8 钢筋混凝土格构锚固工程.....	(326)
10.2.9 注浆灭火工程	(329)
10.2.10 回填压脚工程.....	(329)

10.2.11	砌石及混凝土边坡排水工程	(330)
10.3	工程质量检验评定方法	(331)
10.3.1	治理工程质量评定	(331)
10.3.2	分项工程质量评定	(331)
10.3.3	单位工程质量评定	(332)
10.4	治理工程量统计	(332)
10.4.1	一期工程 (2005~2008 年)	(332)
10.4.2	二期工程 (2009 年)	(333)
10.4.3	三期工程 (2011~2012 年)	(334)
10.5	治理图集	(334)
10.5.1	治理前图片	(334)
10.5.2	治理施工图片	(335)
10.5.3	治理现状图片	(338)
10.5.4	后续治理图片	(339)
10.6	治理影响及相关分析	(340)
10.6.1	治理影响分析	(340)
10.6.2	资金筹措分析	(341)
10.6.3	项目质量保证措施	(342)
结束语		(344)
参考文献		(346)
参考资料		(349)

第1章 海州露天矿及其重大矿山地质环境问题

1.1 海州露天矿的建设历程

1.1.1 海州露天矿建设的历史进程

海州煤田,发现于1913年,起初由民间用原始方法开采。1923年,归奉天省实业所管辖。“九一八”事变后,由南满铁道株式会社经营。1934年,归属满洲炭矿株式会社。1936年,由阜新矿业所管辖。1946年,归属国民党政府,改称阜新煤矿有限公司。1948年3月18日,阜新解放,中国共产党派人接收矿区。1949年,由孙家湾煤矿、太平煤矿合并为海州煤矿。

第一个五年计划期间,海州露天矿被列入我国大规模经济建设计划的156个重点工程项目之一,1950年开始建设,1953年7月1日正式投产并定名为海州露天煤矿,设计年产量300万t。整个露天矿设计由苏联列宁格勒煤炭设计院承担,是当时世界闻名、亚洲最大的露天煤矿。海州露天矿也是我国第一个现代化、机械化、电气化开采的露天煤矿,被誉为新中国工业化历程上的“金钉子”,代表着我国当时露天采煤科技发展的最高水平。

作为共和国露天煤矿的长子,海州露天矿见证了中国煤炭工业的发展历程。自建矿以来,朱德、董必武、胡耀邦、朱镕基、李岚清、温家宝等多位国家领导人曾到海州露天矿视察。1954年以“阜新露天煤矿”为标题的B-2邮票(图1.1),1960年以阜新露天煤矿电镐为图案的1960年版五元人民币(图1.2),中华世纪坛镌刻华夏五千年文明史的300m甬道的石壁,将海州露天矿的诞生日刻写其中。新中国成立以来,全国露天煤矿的生产技术、安全管理、质量标准化、现场管理等通用的专业管理标准及考评办法,基本上都是海州露天矿受原煤炭部、中国煤炭工业协会的委托而制定的。



图 1.1 1954 年版 B-2 邮票



图 1.2 1960 年版五元人民币

海州露天矿自投产以来,共为国家生产煤炭2.44亿t,剥离土石方8.47亿 m^3 ,为国家上缴利税33.45亿元;相继安置了44300人就业,养育了近10万职工家属;为全国培养推荐输送露天煤矿管理的各方面人才3840多人。

2005年7月1日,由于资源枯竭,海州露天矿成为我国第一个闭坑的大型露天煤矿,成为亚洲最大的废弃坑;2005年,海州露天矿被国土资源部列入首批国家矿山公园,并开始相应的矿山地质

环境治理工作；2009年，海州露天矿被国家旅游局批准为全国首家工业遗产旅游示范区。海州露天矿从筹建、投产、生产、闭坑到目前的环境治理，历经60余年的矿山生命周期，见证了新中国煤炭资源开采、发展和采后治理的全过程。

1.1.2 海州露天矿的发展现状

历经半个多世纪的开采，海州露天矿目前占地 26.82km^2 。包括矿坑区、排土场区、广场区和生活区等。其中，矿坑约占地 7.0km^2 （东西长 3.9km 、南北宽 1.8km ），图1.3为海州露天矿矿坑；垂直开采深度 350m ，坑底海拔 -175m ，是目前我国陆地最低点。最终到界边坡角南帮 $38^\circ38'$ 、北帮 $18^\circ\sim 20^\circ$ 。坑顶工业广场占地 3.84km^2 ，住宅及生活设施占地 2.18km^2 。

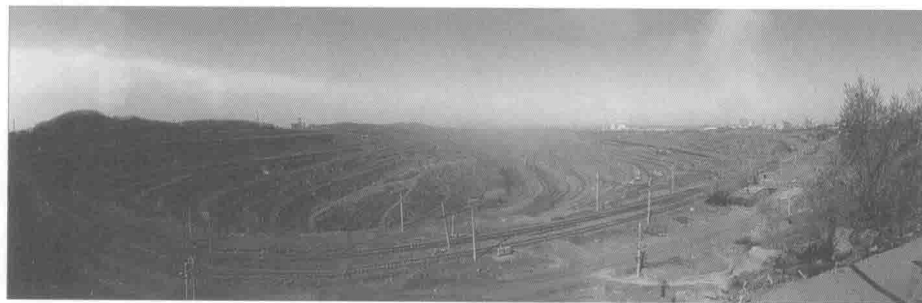


图 1.3 海州露天矿矿坑

开采形成堆积量1亿 m^3 以上的大型排土场（矸石山）3座，堆积量0.1亿 m^3 以上的中型矸石山4座，堆积量0.01亿 m^3 的小型矸石山5座。其中，海州露天矿排土场堆积占地面积 14.8km^2 ，高近百米，图1.4为海州露天矿排土场现状照片；孙家湾矸石山占地面积约 95245m^2 ，位于矿坑南、海州露天矿排土场北，离矿坑最近距离仅 200m ，图1.5为孙家湾矸石山现状照片。



图 1.4 海州露天矿排土场现状（局部）

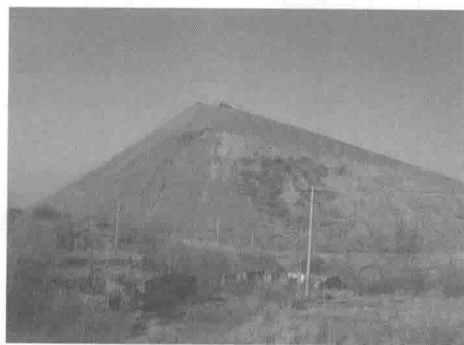


图 1.5 孙家湾矸石山现状（全貌）

海州露天矿东、南、西部被地采矿井包围：东南部是高德煤矿，南部是金鑫煤矿、鑫发煤矿、鑫鑫煤矿、正阳煤矿，西南部是高德一号井、七坑和五龙煤矿，西部是平安煤矿。海州露天矿矿坑以下及北帮边坡以下曾有孙家湾煤矿和高德煤矿进行多年的大规模地下开采作业，使得海州露天矿边帮大部分处于井工采动后的岩移扰动范围内。矿区西北部是阜新发电厂和阜新矿业集团机电修配厂，距矿坑北帮 500m ；北部是太平街道和高德街道。矿坑周围还有5万多居民、4所小学及3所中学、20余家工矿企业、 $86\text{万}\text{m}^2$ 民用建筑，分布在太平区和海州区。由于采矿引起的地表沉陷使得这些区的煤海街道、高德街道、孙家湾街道、工人村街道的居民已经有部分搬迁。

海州露天矿矿区平面图见图1.6所示。

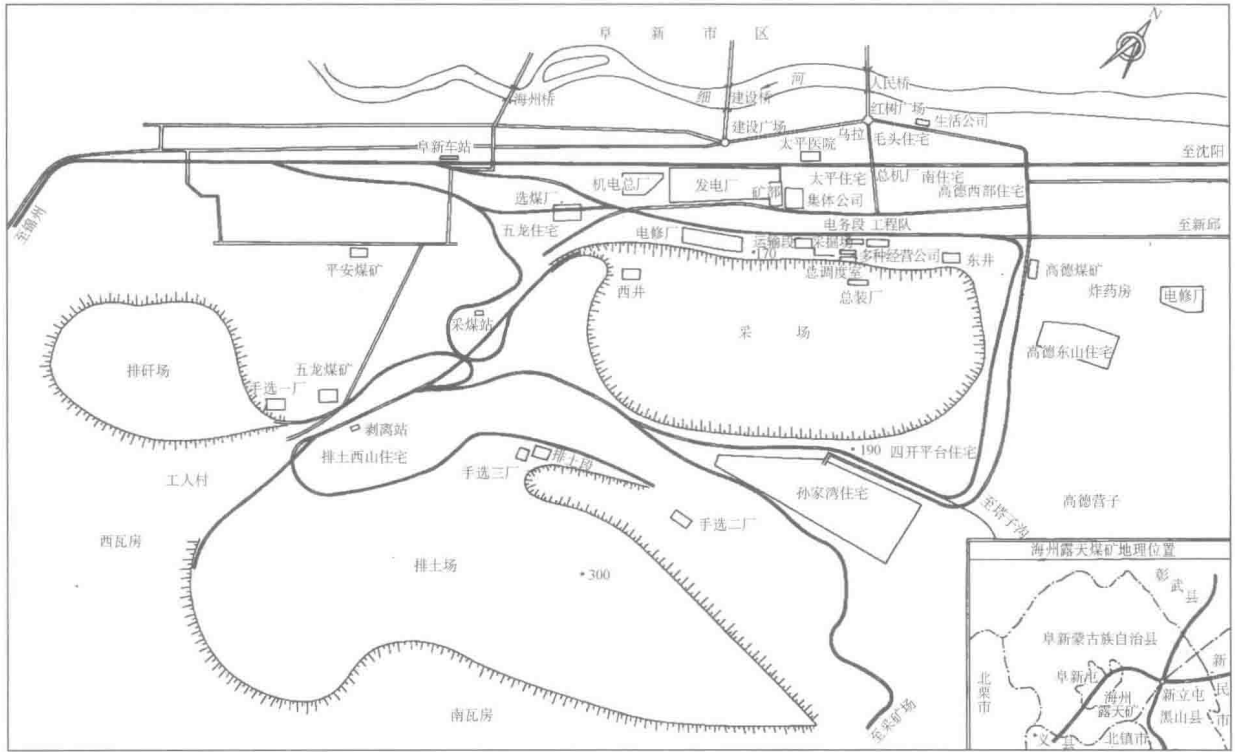


图 1.6 海州露天矿矿区平面图

1.1.3 海州露天矿国家矿山公园建设

海州露天矿具有极为重要的政治、经济和社会意义，留给人们一笔无比庞大的工业遗产。海州露天矿从 2005 年闭坑后，阜新市人民政府为了彻底整治废弃矿区，在国家发展和改革委员会、国土资源部等国家部委的资金支持下，先后对海州露天矿北帮、周边、南帮等区域进行大规模的整治，并取得了显著效果。2009 年 7 月 27 日，经历 4 年多时间建设的海州露天矿国家矿山公园在阜新正式开园。这是全国首批、辽宁唯一的国家矿山公园，被列为全国工业遗产旅游示范区。图 1.7 为海州露天矿国家矿山公园广场现状照片。



图 1.7 海州露天矿国家矿山公园

海州露天矿国家矿山公园是在露天采矿遗址上建立的集旅游观光、商务休闲、科普实践、工业怀旧、探险体验于一体的世界现代工业遗产旅游项目。图 1.8 为矿山公园的矿业遗址分布图。

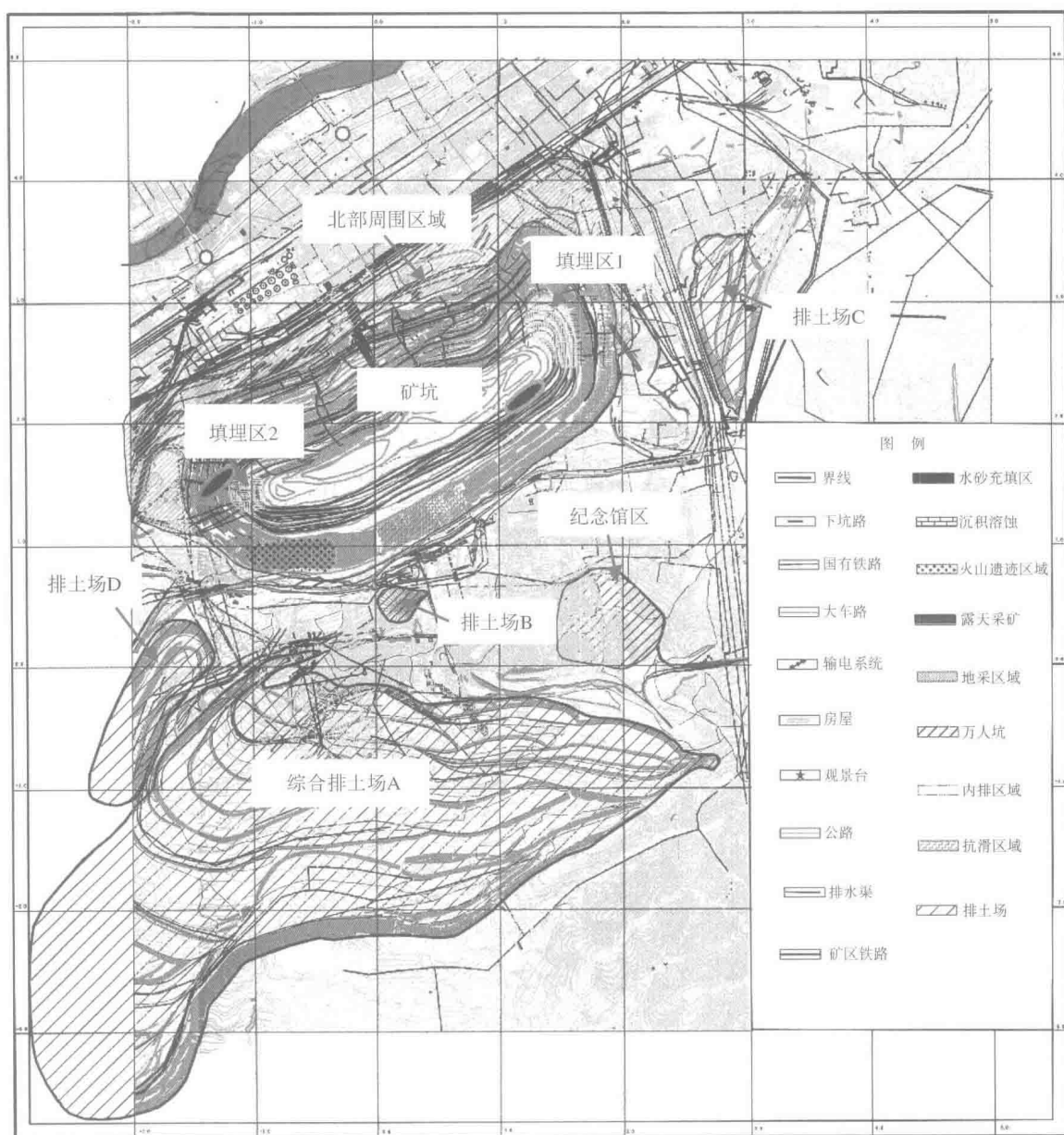


图 1.8 海州露天矿国家矿山公园矿业遗址分布图

长 3.9km、宽 1.8km、深 350m 的巨大矿坑建成的矿山公园能产生巨大的视觉震撼和心灵震撼。其中，矿山主题公园总面积 20 万 m²，包括正门、矿山文化广场、博物馆、纪念碑和观景台 5 部分，目前已全部竣工并对外开放；海州露天矿保存有新中国制造的第一台和最后一台蒸汽机车，现有的 186 台蒸汽机车和电机车数量为全国之最。矿山公园是展示中国现代工业百年发展史的百科全书，并成为游人工业生产深度体验的度假天堂。《辛亥革命》《建国大业》等影片中的重要战争场面，包括广州起义、黄花岗起义等大型场景也都是在海州露天矿完成拍摄的。

海州露天矿国家矿山公园是以废弃闭坑露天煤矿为资源构成的新的产业，理论上是创新、实践上是突破，是我国废弃露天煤矿再利用的典型代表。

1.1.4 海州露天矿的发展展望

目前,海州露天矿的前期治理已初见成效,但治理工程均集中在北帮重点区域,不能体现海州露天矿地质环境治理的整体性和协调性。针对海州露天矿矿坑南帮和周边排土场等区域,开展进一步的矿山地质环境治理,具有重要现实意义。海州露天矿整体综合治理后,一是可以确保边坡的稳定;二是可以消除煤自燃地质灾害;三是可以消除排放矸石的环境污染;四是可以剥离部分煤炭,避免资源浪费同时带来一定经济效益;五是可以通过生态恢复治理实现土地增值。同时,还可安置现有员工发挥海州露天矿管理、技术优势。因此,该项目的实施对地质环境治理、节约资源、促进阜新资源枯竭型城市转型、维持社会稳定将起到重要作用。

2014年11月25日,海州露天矿南帮矿山环境治理工程正式启动。作为建设“宜居阜新”的重要一环,治理工程完工后,烟尘弥漫的露天矿及周边地区将变成树木茂盛、设施齐全、景色优美、宜居宜业的旅游休闲重要场所。

为了建设宜居阜新,阜新市人民政府于2015年实施了“十大重点环境工程”,其中就包括露天矿治理。市政府主要领导认为,对露天矿进行综合治理,是对历史负责,也是对阜新人民负责,要全力以赴打好露天矿南帮治理“战役”,还阜新人民一片蓝天。治理好露天矿,将对资源枯竭型城市生态恢复、转型发展具有示范意义。

治理后,露天矿所在的阜新南部地区将更加适合居住,人口转移也会随之形成,城市格局可以向南北延伸,为城市发展拓展空间。此外,露天矿环境治理还将与工业遗址保护、矿山公园建设紧密结合,为阜新城市发展旅游产业提供广阔空间。

1.2 海州露天矿煤炭资源开采综述

1.2.1 区域成矿特征及地质背景

1.2.1.1 区域构造特征分析

东北地区地处古亚洲洋构造域与环太平洋构造域叠合部位,被西伯利亚板块、华北板块、太平洋板块所围绕,大地构造位于天山-兴蒙造山系的东部,其南侧赤峰-开源深断裂与华北板块相接,北侧通过蒙古-鄂霍茨克构造带与西伯利亚板块相接,东临西太平洋边缘海及弧-沟褶皱带。多数研究者认为,东北地区是多个地块(微板块)拼合成统一的复合板块。

东北地区构造特征主要表现由前中生代的小地块与多期的褶皱带拼贴而成的“镶嵌”构造的特点(程裕淇,1994;叶茂,1994;汪新文,2007;任战利,2010;刘永江,2010),基底刚性程度低。正因为如此,在后期晚中生代的区域伸展作用体制下,所形成的成煤盆地多为中、小型的断陷和拗陷盆地。形成的成煤盆地分带性明显,多数追踪基底断裂网络发育,以北东向为主,北西向次之。盆地的形成与火山活动有着密切的关系,成煤盆地多为半地堑、地堑和复式断陷三种构造样式,半地堑的数目最多。郭爱军根据赋煤构造单元的划分原则,将东北赋煤构造区分成3个赋煤构造亚区,11个赋煤构造带(图1.9;表1.1)。

其中,中部赋煤构造亚区为围绕着松辽盆地分布的断陷盆地组合,多数断陷面积较小,聚煤较好的盆地多位于松辽盆地的边缘,总体呈北北东向,构造变形中等。该赋煤构造亚区位于大兴安岭与张广才岭之间,为围绕着松辽盆地四周发育的4个赋煤构造带,分别为张广才岭断隆赋煤构造带、黑河-小兴安岭断拗赋煤构造带、松辽东部断阶赋煤构造带和松辽西南部断拗赋煤构造带。

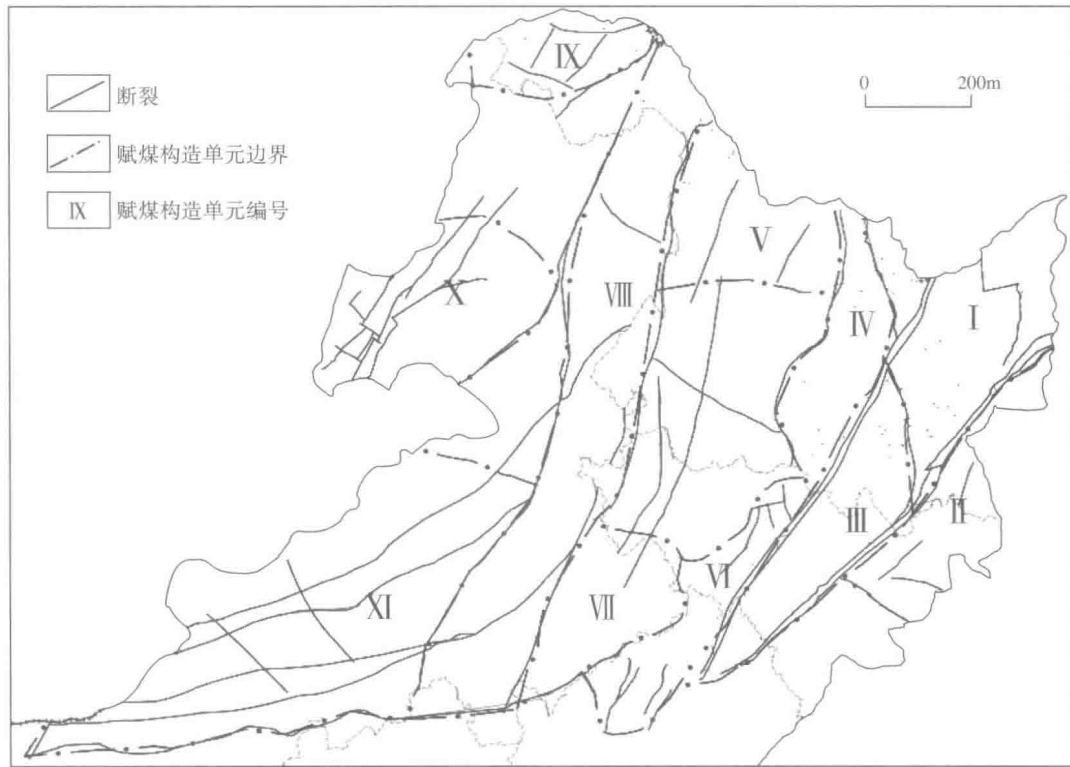


图 1.9 东北赋煤构造区赋煤构造单元划分示意图

表 1.1 东北赋煤构造区赋煤构造单元划分表

构造亚区	赋煤构造带	控制边界
东部亚区	I: 三江-穆稜断拗赋煤构造带	牡丹江断裂、敦密断裂
	II: 虎林-兴凯断陷赋煤构造带	敦密断裂
	III: 依舒-敦密断陷赋煤构造带	依舒断裂、敦密断裂、牡丹江断裂
中部亚区	IV: 张广才岭断隆赋煤构造带	哈尔滨-双河镇断裂、牡丹江断裂、依舒断裂
	V: 黑河-小兴安岭断拗赋煤构造带	松辽盆地北部边缘、嫩江断裂、哈尔滨-双河镇断裂
	VI: 松辽东部断阶赋煤构造带	依舒断裂、松辽盆地东部边缘
西部亚区	VII: 松辽西南部断拗赋煤构造带	松辽盆地南部边缘、嫩江断裂
	VIII: 大兴安岭断隆赋煤构造带	嫩江断裂、大兴安岭西坡
	IX: 漠河断陷赋煤构造带	漠河盆地范围
	X: 海拉尔断陷赋煤构造带	大兴安岭西坡、海拉尔盆地群断裂
	XI: 二连断陷赋煤构造带	大兴安岭西坡、赤峰-开源断裂西段

松辽东部断阶赋煤构造带西以松辽盆地边缘为界，东以伊舒断裂为界，沿着松辽盆地东部边缘呈北东向展布的多个成煤盆地。这些盆地的基底为松嫩地块，主要的成煤盆地包括辽宁境内的铁法、康平、阜新等煤田和吉林境内的四平-双辽、榆树等煤田。该断阶赋煤构造带是晚侏罗世-早白垩世裂陷作用形成的，呈北北东向展布的中生代断陷盆地。区内褶皱较为发育，多为平缓的向斜构造，其规模不一，两翼不对称，两向斜衔接部位常形成背斜构造，其翼部常伴有断层存在，但总体上呈宽缓的复式向斜。赋煤特点表现为，东部富煤而西部向深部或构造活动带附近发生明显的机械沉积分异，造成煤系变深、煤层分叉变薄。

阜新盆地为走向北东地堑型盆地，其盆地两侧为锯齿状一波状的同沉积断裂，断裂面倾向盆地内部，属正断层，浅部倾角较陡，向深部变缓，呈犁状。长 120km，宽 10~20km，面积约 2000km²，