



内蒙古胜利煤田
NEIMENGGUSHENGLIMEITIAN
锆-煤矿床地质特征

杜 刚 著 ◎

煤炭工业出版社

内蒙古胜利煤田锆-煤矿床 地 质 特 征

杜 刚 著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

内蒙古胜利煤田锗-煤矿床地质特征/杜刚著. —北京:
煤炭工业出版社, 2008. 8

ISBN 978-7-5020-3342-2

I. 内… II. 杜… III. ①煤田地质-研究-内蒙古②锗
矿床-研究-内蒙古 IV. P618.11 P618.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 108761 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 9

字数 141 千字 印数 1—1,000

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

社内编号 6147 定价 25.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书研究了胜利煤田乌兰图嘎煤共生锆矿中锆含量沿煤层走向、倾向和垂向的变化规律；研究了锆含量与煤的灰分、挥发分、硫分的关系，进行了锆含量与其他微量元素的相关、聚类和回归分析；研究了锆含量与稀土元素地球化学参数的关系，以及盆地围岩、含锆煤及煤层顶底板稀土元素特征；参照烟煤的煤相参数提出褐煤的煤相参数，分析了锆含量与煤相参数的关系；利用煤灰指数、煤中矿物、煤中硫分等地球化学指标反应成矿环境。本书对胜利煤田乌兰图嘎煤共生锆矿的地质特征及富集规律、锆的赋存状态、锆的来源、锆富集成矿环境等进行了系统研究。

本书可供煤田地质学、矿床地质学、元素地球化学、环境学等领域的科研工作者参考。

前 言

早在 1871 年门捷列夫曾预言有一个“类硅”的元素，到 1886 年锗元素才被 C. A. Winkler 正式发现。自 1948 年美国贝尔实验室发明半导体锗晶体管后，锗在电子、红外光学仪器、光纤通讯、化工、医学、军事、航天等领域的用途越来越广泛。在 20 世纪 60 年代锗半导体占半导体器件的 90%。由于半导体硅生产技术的进步和大规模集成电路的出现，1969 年后锗在这一领域用量下降，到 80 年代只占半导体器件的 20%，占锗消费总量的 7% 左右。70 年代以后锗在红外方面的应用得到了飞速发展，到 1989 年全世界红外用锗占消费总量的 42%，成为锗的最大消费领域。由于信息产业的飞速发展，锗在光纤通讯上的年增长率高达 20%。1988 ~ 1996 年，日本在这一方面年增长率为 18.5% ~ 21.1%，其生产光纤量由 1978 年的 $2.2 \times 10^3 \text{ km}$ 猛增至 1985 年的 $1.028 \times 10^5 \text{ km}$ 。预计到 2010 年世界上主要地区将建成信息高速公路网，四氯化锗用量占消费总量的比例将由 1990 年的 16.8% 增至 34%。催化剂和荧光灯用二氧化锗自 1982 年起总体持平，占锗消费总量的 15% 左右。

世界锗市场主要在美国和日本。美国到 2000 年锗消费达到 55 ~ 65t，其中近一半以上是靠进口。由于日本的再生锗生产发达，预计到 2010 年总用锗量可能超过 50t。另外，欧洲和中国的锗市场由于光纤和医药而有较大的增加，我国今后的信息产业的大力发展，预计光纤用锗从 1987 年的 0.3% 将增至 2010 年的 7%，出口从 1987 年的 73% 降至 2010 年的 60% 左右。

据《中国金属通报》2006 年的报道，金属锗价格在经历了很长时间的平稳之后，从 2006 年 2 月底开始价格上涨。锗价攀升的原因是军事领域和红外设备制造业需求强劲，另外锗也开始在太阳能电池板和计算机芯片等新的领域得到应用，而锗的供应却明显不足。2006 年 7 月初金属锗价格上涨了 100 美元/kg，出口价格也上涨了 20 美元/kg。氧化锗价格亦水涨船高，出口价格也从 7 月初的 620 ~ 640 美元/kg，涨到了 640 ~ 660 美元/kg。锗市场供应短缺的局面在短时间内难以缓解，锗价仍会继续走高。

全世界探明的世界重金属矿产中锗储量为 $8.6 \times 10^3 \text{t}$ 。世界生产锗精矿、二氧化锗、金属锗的主要国家有 10 个，它们是比利时、美国、德国、法国、日本、意大利、刚果（金）、奥地利、俄罗斯和中国，生产锗精矿最多的是纳米比亚的楚梅布矿。我国锗资源较为丰富。据不完全统计，我国已探明锗储量约为 4 097 ~ 6 154t。我国锗的消费量很低，20 世纪 80 年代之前锗的消费主要用于半导体和仪表，80 年代后期随着通讯业的大力发展，锗的需求量有了很大增加。我国的锗主要出口日本、德国、美国、香港等经济发达国家和地区。我国海关统计资料显示，2006 年前 3 个月共出口金属锗 13.748kg。

锗在地壳中属“稀有元素”，主要以分散状态赋存在矿物里。由于锗具有亲硫地球化学属性，锗常富集在含锌、锡、铁和铜的硫化物矿物中。锗在煤中富集早已受到人们的重视。自然界的煤中无不含有微量锗，而且在特殊地质条件下，赋存在煤中的锗有可能富集，形成具有开发价值锗矿床，可称“锗-煤矿床”，是工业提取锗的一种重要矿床类型。在煤中伴生的有益元素中，锗是开发利用最好的元素。

涂光炽院士（2003）指出，分散元素成矿机制研究在我国获重大进展，临沧煤中富含锗就属于分散元素超常富集成矿的一个实例，其成矿机制是锗被有机质吸附成矿。20 世纪 90 年代内蒙古煤炭地质勘查院在锡林浩特市胜利煤田又发现锗-煤矿床，现已由“乌兰图嘎锗矿”开采，这是一个特大型锗-煤矿床。最近，在国际煤地质界有影响的学术刊物《International Journal of Coal Geology》发表了庄新国与杜刚等的文章（2006，66 期），以及戚华文、胡瑞忠、张启等的两篇文章（2007，71 期），论述乌兰图嘎富锗煤矿床的地球化学和矿物学特征，胜利煤田褐煤中微量元素的丰度与分布，乌兰图嘎煤中稀土元素地球化学特征。乌兰图嘎煤中锗的富集将引起世人关注。

作者曾参与内蒙古胜利煤田锗-煤矿床地质勘查，并先后在中国地质大学（北京）杨起院士和汤达祯教授，以及中国科学院广州地球化学研究所边缘海地质重点实验室夏斌教授的指导下对内蒙古胜利煤田锗-煤矿床地质特征做了系统研究，三位教授在项目研究的过程中，多次听取工作汇报，并对研究工作提出了很多中肯的建议和意见。作者在研究的过程中得到内蒙古煤田地质局科研项目（No. 2003002）及国家自然科学基金（No. 40572090、No. 40772095）的资助。同时得到中国地质大学（北京）杨起院士负责的国家自然科学基金重点项目（No. 49622090）、中国科学院广州地球化学研究所边缘海地质重点

实验室夏斌教授负责的国家自然科学基金重点项目（No. 40534019）、中国地质大学（北京）黄文辉教授负责的国家自然科学基金重点项目（No. 40572090、No. 40772095）和中国地质大学（武汉）庄新国教授负责的国家自然科学基金重点项目（No. 40572089）在野外采样、项目测试和成图等多方面的支持和帮助。本书的出版得到内蒙古自治区煤田地质局原局长王振林、现任局长莫若平、总工程师武文、组织人事部部长李学、中国地质大学（武汉）庄新国教授和程守田教授等领导老师的鼓励和支持，安徽理工大学唐修义教授、中国地质大学（北京）黄文辉教授及煤炭工业出版社的李佳编辑等专家对书稿进行了详细审阅，并提出了许多宝贵意见。内蒙古自治区煤田地质局煤炭地质调查院的李丽荣、李慧林等多名同志以及中国地质大学（北京）的万欢同志在数据统计和成图方面做了大量的工作。在此向各位领导、老师和同事致以深切的谢意。

本书是对多年研究成果的总结。对这一锺-煤矿床的研究必将进一步丰富人们对锺在煤中富集条件的认识，有利于探查更多的锺-煤矿床。

本书共六章。秦胜利、杨文彬、杜刚执笔第一章和第二章，杜刚、张强执笔第三章、第四章、第五章，全书由杜刚统稿。

本书作者由于水平和条件有限，在此领域取得的成果较为肤浅，难免存在不足之处，引述他人资料 and 观点也定有疏漏，恳请读者批评指正。

杜 刚

2008 年 6 月

目 次

第一章 煤中锆的丰度	1
第二章 内蒙古胜利煤田锆-煤矿床地质概况	9
第一节 二连盆地群地质概况	9
第二节 胜利煤田地质概况	19
第三节 乌兰图嘎锆-煤矿床地质概况	24
第三章 乌兰图嘎锆-煤矿床内锆的分布特征	31
第一节 锆-煤矿床的矿层在煤系地层层位和平面上的 分布特征	32
第二节 锆在矿层剖面上的分布特征	34
第四章 锆在煤中的赋存状态	44
第一节 概述	44
第二节 煤中锆含量与煤的灰分产率、挥发分析出率和 硫分含量之间的相关分析	48
第三节 煤中锆含量与煤岩显微组分、矿物及其他元素 相关性研究	54
第四节 煤中锆的逐级化学提取研究	78
第五章 锆-煤矿床形成的地质条件分析	82
第一节 概述	82
第二节 矿层顶底板及夹矸含锆情况及其意义	88
第三节 富锆煤和围岩中微量元素的聚类分析及其意义	89
第四节 富锆煤层煤相分析及其意义	93
第五节 地球化学指标反应成矿环境	102
第六节 富锆煤和围岩中稀土元素地球化学特征及其意义	108
第七节 成果与认识	126
参考文献	130

第一章 煤中锆的丰度

Goldschmidt 于 1930 年确定煤中含有锆。1933 年他和 Peters 从英国达勒姆矿区的烟煤煤灰中检测到锆含量高达 1.1%，这就使从煤灰中提炼锆成为可能。到 20 世纪 50 年代，英、美、澳大利亚、日本、前苏联等各国都重视对煤中锆的调查研究。我国也在 20 世纪 50 年代末到 60 年代初在全国开展过煤中锆资源调查。汪本善（1963），王国富（1965），黄永勤（1965），周义平（1974）等发表了我国早期陈述锆在煤中赋存与富集因素的论著。进入 80 年代后，对云南省临沧锆-煤矿床的研究促进了人们更加重视调查煤中的锆。我国煤田地质勘探部门已经把测试锆含量列为必测的煤质分析项目。

自然界所有煤中都含有锆，但是在多数煤里锆的丰度甚低，属于煤中的微量元素。国内外有关煤中含锆情况的报道很多。20 世纪 80 年代出版了 4 本专著：V. Valkovic 的《煤中痕量元素》（1983），尤道维奇（Я. Э. Юдович）的《煤中杂质元素》（1985），克莱尔（В. Р. Клер）的《煤中元素富集规律及其研究开发》（1988），和 D. J. Swain 的《煤中微量元素》（1990）。近年来，我国也出版了这方面的专著：唐修义与黄文辉合著的《中国煤中微量元素》（2004），以及任德贻、赵峰华、代世峰、张军营、雒昆利等著的《煤的微量元素地球化学》（2006）等。此外俄罗斯也出版了尤道维奇（Я. Э. Юдович）和凯特尼斯（М. П. Кетрис）合著的 2 本专著：《煤中锆》（2004），和《煤中微量元素评价》（2006）。这些专著汇集了当时的各种资料，提出煤锆的丰度值。

唐修义等（2004）提出我国多数煤中锆含量的范围处于 $0.5 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6}$ ，算术平均值是 4×10^{-6} 。任德贻等（2006）在统计我国不同时代煤中锆含量时还考虑各时代煤的储量在全国煤储量中占有的比例，进而求得全国煤中锆含量算术平均值为 2.97×10^{-6} 。

有些外国作者曾统计出所谓世界煤中锆的丰度值。Valkovic（1983）提供的世界煤中锆的丰度值是 5×10^{-6} ；Swain（1990）认为世界多数煤中锆含量

的平均值是 6×10^{-6} ；尤道维奇等在 2004 年的著作中提出世界烟煤和无烟煤 62 100 个样品的克拉克值是 $(2.6 \pm 0.2) \times 10^{-6}$ ，世界褐煤 10 300 个样品的克拉克值是 $(2.0 \pm 0.2) \times 10^{-6}$ 。由于这些作者掌握的中国资料很少，他们的统计结果主要反映欧美的资料情况。

美国学者 Finkelman 于 1993 年发表了美国煤中微量元素的含量值，其中 5 689 个样品的锆含量的算术平均值是 5.7×10^{-6} ，几何平均值是 0.59×10^{-6} 。这套数据的可贵之处在于其可靠性比较强。美国地质调查所按统一的采样与化验的方案，分析了采自全美国数以万计的样品，Finkelman 发表的数据就是这项工作的结果。

澳大利亚人 Dale 和 Lavrencic 也于 1993 年发表澳大利亚出口煤中微量元素的分析数据，锆的含量范围是 $(0.3 \sim 9.1) \times 10^{-6}$ ，平均 2.9×10^{-6} 。

捷克学者 Bouska 和 Pesek 专门统计了 31 个国家的 3587 个褐煤样品分析数据，得到的锆含量算术平均值是 2.55×10^{-6} ，几何平均值是 1.49×10^{-6} 。由此可见，虽然国内外具有开发价值的富锆煤几乎都属褐煤，但是绝大多数褐煤的含锆量并不高于烟煤和无烟煤。

表 1-1 ~ 表 1-7 列出了煤中锆含量的资料，这些数据反映了国内外煤中锆的丰度概况。

综上所述，自然界煤中无一不含有锆，其丰度一般不超过 10×10^{-6} ，绝大多数处于 $(2 \sim 5) \times 10^{-6}$ 。据黎彤(1992)资料，地壳中锆丰度的变化范围是 $(1.4 \sim 2.0) \times 10^{-6}$ ；又据 Rudnick 和 Gao(2004)，锆的地壳克拉克值是 $1.3 \mu\text{g/g}$ 。

表 1-1 中国各时代煤中的锆^[42]

成煤时代	样品数/个	含量范围/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	参与计算 储量权值	计算值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	算术平均值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	该时代煤在全国储量中 占的比例	煤中元素 含量分值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)
C ~ P	985	bdl ~ 80	9.822	32.938	3.35	0.381	1.276
P ₂	1 403	bdl ~ 30	2.551	7.532	2.95	0.075	0.221
T ₃	12	0.20 ~ 0.93	6.216	5.150	0.74	0.004	0.003
J ₁₋₂	765	bdl ~ 22.30	17.644	43.462	2.46	0.396	0.974
J ₃ ~ K ₁	18	0.20 ~ 4.50	4.287	16.701	3.90	0.121	0.472
E ~ N	12	0.30 ~ 2.40	0.621	0.594	0.96	0.023	0.022
总汇	3 195	bdl ~ 80	35.414	101.387	2.89	1.000	2.968

注：bdl—低于检测限。

表 1-2 中国若干煤田(矿区)煤中锗的含量^[47] $w(\text{Ge})/10^{-6}$

省、煤田(矿区、矿)	成煤时代 (层位)	煤类	样品数	范 围	算术 平均值	几何 平均值	资料来源
河北 唐山荆各庄	C~P	QM	1	2.99			庄新国(1999)
河北 蓟玉大高庄	P(大苗庄组)	QFM	102	1~4	2.8		张国斌(2002)
山西 平朔安太堡矿	C~P(太原组)	QM	8	0.48~0.78	0.61	0.56	庄新国(1998)
山东 兖州矿区	C~P	QM~FM	26	0.44~11.52	5.9	4.9	刘桂建(1999)
山东 济宁矿区	C~P	QM	30	1.69~9.11	5.1	4.5	刘桂建(1999)
山东 滕县矿区	C~P(太原组)	QM	553	~80.0	6.1		李春阳(1991)
山东 滕县矿区	C~P(山西组)	QM	293	~17.18	1.8		李春阳(1991)
山东 柴里矿	P(山西组)	QM	1	1.6			(1994)
山东 枣庄矿	C~P(太原组)	PM	1	1.5			(1994)
江苏 徐州垓城矿	C~P(太原组)	QM	1	2.1			(1994)
江苏 徐州垓城矿	P(山西组)	QM	1	1.7			(1994)
安徽 淮北煤田	P(山西组)	QM~WY	7	1.2~4.30	2.3	2.0	(1994)
安徽 淮北煤田	P(石盒子组)	QM~WY	5	1.7~4.3	3.0	2.8	(1994)
江西 沿沟,鸣山,桥头后矿	P ₂ (乐平组)	QM~FM	13		1.5		庄新国(2001)
贵州 水城汪家寨矿	P ₂ (龙潭组)	QM~FM	3	0.47~4.75	2.04	1.27	曾荣树(1998)
贵州 六盘水地区	P ₂ (龙潭组)	QM~WY	32		3.06		倪建宇(1998)
贵州 水城 11号煤层	P ₂ (龙潭组)	QM			2.54		倪建宇(1998)
贵州 水城 11号煤层	P ₂ (龙潭组)	FM			2.33		倪建宇(1998)
贵州 水城 11号煤层	P ₂ (龙潭组)	JM			7.66		倪建宇(1998)
贵州 六枝和水城	P ₂ (龙潭组)	QM~WY	45	0.4~3.4	1.7		庄新国(2001)
云南 东部部分矿区	P ₂ (宣威组)		1 334	微~22.0	3.66		周义平(1985)
江西 沿沟煤矿	T ₃ (安源组)	JM~WY	31		1.0		庄新国(2001)
山西 大同一矿	J ₁ (大同组)	RN	8	0.16~3.06	0.76		庄新国(1999)
内蒙古 伊敏五牧场	J ₃	HM~YM		~450.0	15.0		刘金钟(1992)
内蒙古 锡林浩特	J ₃ ~K ₂	HM		135.0~820.0	244.0		袁三畏(1999)
内蒙古 胜利煤田	J ₃ ~K ₂	HM		>400	>100		秦胜利(2001)
内蒙古 乌尼特煤田	J ₃ ~K ₂	HM		>100			秦胜利(2001)
鄂尔多斯盆地	J ₂ (延安组)	CY~RN			0.9	1.8	李河名(1993)
神府-东胜矿区	J ₂ (延安组)	CY	723	0.1~22.3	2.11		宴廷焕(1998)
内蒙古 东胜	J ₂ (延安组)	CY	18	0.00~7.0	2.8	2.0	李河名(1993)
宁夏 马家滩	J ₂ (延安组)	CY	6	1.00~11.4	3.47	2.46	李河名(1993)
甘肃 华亭	J ₂ (延安组)	CY	3	0.37~4.43	2.15	1.40	李河名(1993)
陕西 彬县	J ₂ (延安组)	CY	2	0.43,2.94	1.69		李河名(1993)
陕西 店头	J ₂ (延安组)	CY	8	0.00~4.70	1.80	1.24	李河名(1993)

表 1-2 (续)

省、煤田(矿区、矿)	成煤时代 (层位)	煤类	样品数	范 围	算术 平均值	几何 平均值	资料来源
陕西 榆横工区	J ₂ (延安组)	CY	11	0.00 ~ 15.00	5.90	5.42	李河名(1993)
辽宁 阜新海州矿	K ₁ (阜新组)	CY	6	0.2 ~ 0.9	0.45		Querol(1997)
云南 潞西	N	HM		20.0 ~ 800.0			周义平(1985)
云南 沧源	N	HM			56.0		周义平(1985)
云南 腾冲	N	HM		~ 1 730.0			周义平(1985)
云南 临沧	N	HM	13	<0.3 ~ 1 470.0	565.8	199.6	庄汉平(1997)
云南 临沧帮卖矿	N	HM	1	>3 000			(2000)
云南 小龙潭矿	N	HM	3	0.33 ~ 1.36	0.85	0.67	(2000)
广东 茂名	E ₃	HM		8.0 ~ 14.0			劳林娟(1994)

表 1-3 山东滕县煤田及邻近井田煤中锆的含量^[25] $w(\text{Ge})/10^{-6}$

矿 区	地 层	煤层	样品数	一般含量	最大含量	富集点数
滕 县 煤 田	山西组	3 上	135	1.48	14.70	1
		3 下	158	1.99	17.18	4
	太原组	4	1		17.18	1
		6	36	9.96	22.62	15
		8	1		24.12	1
		9	10	8.16	18.03	5
		12 下	133	2.90	17.00	5
		14	48	4.74	15.29	10
		15 上	25	7.78	14.00	6
		16	163	5.75	23.34	13
		17	126	7.76	80.00	39
		18 上	5	12.48	18.80	4
		18 下	5	21.14	36.70	3
合 计			846	4.59	80.00	
枣庄井田	太原组	17, 18		17.5 ~ 19.5		
朱子埠井田		17		11.7		
官桥井田		15 上		12.6 ~ 16.1		
巨野井田						
G-14 孔		18 下		13.34		
G-60 孔		18 下		12.88		

注：富集点的 $w(\text{Ge}) \geq 10 \times 10^{-6}$ 。

表 1-4 滇东部分矿区煤中锗的含量^[47]

$w(\text{Ge})/10^{-6}$

矿 区	样品数	含量范围	平均值	矿 区	样品数	含量范围	平均值
宝 山	36		30.0	后 所	121	1.0~8.0	4.0
马 场	20	2.0~6.0	4.0	煤炭湾	33	1.2~6.0	4.0
羊 场	7	2.0~5.0	3.5	徐家庄	193	0.4~11.0	3.0
赤那河	10	微~8.0	2.5	龙海沟	161	0.2~7.0	2.0
田 坝	92	0.2~5.5	3.0	小山坎	7	1.5~2.0	1.8
卡 居	19	2.0~10.0	5.5	云 山	45	0.3~3.0	1.8
罗 木	90	5.0~22.0	11.0	团 结	19	0.4~3.0	1.8
庆 云	225	0.3~8.0	2.8	恩 洪	9	0.8~3.5	1.8
老牛场	263	0.0~16.0	4.0	水草湾	20	0.6~3.5	1.9

表 1-5 鄂尔多斯盆地延安组第一段煤中锗的含量

$w(\text{Ge})/10^{-6}$

位置	煤层	钻孔号 (矿)	含量	位置	煤层	钻孔号 (矿)	含量	位置	煤层	钻孔号 (矿)	含量	位置	煤层	钻孔号 (矿)	含量
东胜 铜匠川	六煤组	470	0.00	东胜 柳塔	十五煤	6405	1.50	陕西 彬县	八煤	水帘乡	0.43	陕西 店头	二煤 层	6	2.40
		244	0.63			1509	6.00			彬县东	2.94			52	0.20
		800	3.40			1507	7.00							103	0.00
		97	0.15			1513	4.20			YH 102	8.00			15	3.30
		611	3.15			1511	3.50			ZK 104	3.80			66	2.80
		29	3.70							ZK 107	5.00			005	4.70
		99	1.20							ZK 204	0.00			仓村矿	0.73
		797	0.17			404	2.10			ZK 303	8.00			南川矿	0.30
		31	5.75			102	2.20			ZK 304	2.00				
		61	0.00			灵煤 45	11.4			ZK 507	2.93				
东胜 柳塔	五煤组	3111	6.00	宁夏 马家滩	十五煤	501	1.00	陕西 榆横工区	九煤 层	ZK 508	7.50	甘肃 华亭	十煤 层	C	4.43
		3109	3.00			512	2.00			ZK 509	3.30			2602	0.37
		4700	1.00			902	2.10			ZK 513	7.40			华亭矿	1.66
										ZK 711	15.0				

表 1-6 外国煤中锗的含量^[51]

$w(\text{Ge})/10^{-6}$

国家、煤田 (盆地、矿区)	成煤 时代	煤级	样品 数	范 围	算术 平均值	几何 平均值	资 料 来 源
加拿大 不列颠哥伦比亚	E ₂	L~S	16	59.5~89.9	77.0	76.5	Goodarzi (1987)
新斯科舍		BI	186	1~8			Swaine (1990)
美国 全国	E	L~A	5 689	~780	5.7	0.59	Finkelman (1993)
得克萨斯		L	60	0.4~25			White (1983)

表 1-6 (续)

国家、煤田 (盆地、矿区)	成煤 时代	煤级	样品 数	范 围	算术 平均值	几何 平均值	资 料 来 源
得克萨斯 吉本矿	E ₂	L	8	1.3 ~ 16.2	7.5	5.4	Warwick (1997)
美国西部	K ~ E		29	0.1 ~ 3	0.91	0.50	Gluskoter (1977)
美国东部	C ~ P	BI	644	<0.07 ~ 36			Zubovic (1979)
伊利诺伊盆地	C	BI	113	1 ~ 43	6.9	4.8	Gluskoter (1977)
伊利诺伊盆地	C	BI	108	0.5 ~ 43	6.6		Chou (1998)
阿巴拉契亚煤田	C		23	0.1 ~ 6	1.6	0.87	Gluskoter (1977)
阿拉斯加	K ~ R	L ~ BI		0.0 ~ 10			Merritt (1988)
澳大利亚 出口煤炭				0.3 ~ 9.1	2.9		Dale (1993)
拉特罗布, 维多利亚	R	BR	16	<0.02 ~ 0.03			Swaine (1990)
科利		S	22	<0.1 ~ 2			Davy (1984)
新南威尔士	P	BI	1 950	0.06 ~ 50			Swaine (1990)
新南威尔士州冈尼达	P	BI	35	bdl ~ 142.9	16.7		Ward (1999)
昆士兰	P	BI	450	<0.2 ~ 15			Swaine (1990)
昆士兰州巴腊拉巴	P	S ~ A	20	<0.5 ~ 0.9			Swaine (1990)
南非 威特班克煤田	P	BI	37	<0.5 ~ 22	2.1		Cairncross (1990)
英国 主要煤田	C	BI ~ A	24	0.3 ~ 13	4.4	3.2	Spears (1999)
20 个地区	C	BI	232	1 ~ 25			Taylor (1973)
英格兰北部 南威尔士	C	BI	26	0.07 ~ 25			Swaine (1990)
德国 鲁尔煤田	C	BI		~ 10	3.0		Mackowsky (1982)
波兰 4 个煤矿	R	BR	73	0.1 ~ 4.8			Swaine (1990)
捷克 北波希米亚盆地	N ₁	L	1 484	0.9 ~ 31.0	2.47	2.40	Bouska (1999)
土耳其 贝伊帕扎勒盆地	N ₁	L	12	1 ~ 13	4.8	3.7	Querol (1997)
穆拉盆地	N ₁	L	9	0.4 ~ 2.7	1.0	0.8	Querol (1999)
前苏联	C ~ N	BR ~ A		~ 3 000	1.5		Клер (1988)
前苏联	C ~ N	BR		1.3 ± 0.5			Юдович (1985)
前苏联	C ~ N	BI		2.2 ± 0.3			Юдович (1985)
乌克兰 利沃夫-沃伦	C ₁	BR			5		Шпирт (1990)
顿涅茨	C	BR ~ A			3.5		Шпирт (1990)
俄罗斯 莫斯科近郊	C ₁	BR			1.4		Шпирт (1990)
伯朝拉	P	BR ~ BI			1.0		Шпирт (1990)
车里雅宾斯克	T	BR			0.1		Шпирт (1990)
南乌拉尔	P	BR			0.7		Шпирт (1990)
库兹涅茨	C ₁₋₂	BI			0.3		Шпирт (1990)
坎斯科-阿钦斯克	J	BR			0.1		Шпирт (1990)

表 1-6 (续)

国家、煤田 (盆地、矿区)	成煤 时代	煤级	样品 数	范 围	算术 平均值	几何 平均值	资 料 来 源
伊尔库茨克	J	BI	4	<4 ~ 25	3.0		Шпирт (1990)
外贝加尔西部	J ~ K	BR			10.0		Поваленных (1995)
外贝加尔	J	BR			0.9		Шпирт (1990)
南雅库茨克	J	BI			0.6		Шпирт (1990)
远东滨海地区	P ~ N	BR			1.1		Шпирт (1990)
萨哈林	P	BR ~ BI			0.1		Шпирт (1990)
哈萨克斯坦 卡拉干达	C ₁	BI			0.2		Шпирт (1990)
乌兹别克斯坦 南费尔干纳	J	BR			2.0		Шпирт (1990)
吉尔吉斯斯坦 南伊塞克湖	J	BR			2.0		Шпирт (1990)
日本	N	L ~ BI	669	1 ~ 493	16.0		竹田荣藏 (1981)
印度 东北和西北部 7 个煤田 主要煤田	E ₂₋₃	BR	36	<1 ~ 15	6.0		Mukherjee (1992)
	P	BI	22	2 ~ 28	9.0		Mukherjee (1988)

表 1-7 云南临沧帮卖盆地样品中锆的含量^[68] $w(\text{Ge})/10^{-6}$

样品号	样品埋深	煤	碳质泥岩	样品号	样品埋深	煤	碳质泥岩
S20	地表	302	<0.3	Z8-8	127.37 ~ 127.77	1 470	974
S21	地表	19		Z8-9	128.14 ~ 128.64		
S23	地表	<0.3		Z8-2	132.3 ~ 132.5	259	
S24	地表	398		Z8-10	137.31 ~ 137.83	780	
Z8-3	11.69 ~ 11.91	12	<0.3	Z8-12	141.42 ~ 142.06		524
Z8-4	36.86 ~ 37.14			Z9-10	208.34 ~ 208.54	951	
Z8-13	37.14 ~ 37.15			Z9-7	213.00 ~ 213.22	1 081	
Z8-16	85.83 ~ 86.31			Z9-1	216.46 ~ 216.61	844	
Z8-5	86.31 ~ 86.94	2.6	1.4	Z9-3	217.35 ~ 217.50	703	
Z8-7	122.06 ~ 122.91			Z9-2	227.15 ~ 227.33	536	

可见，锆在煤中的丰度虽然大于在其他岩石中的丰度，但其克拉克值也不特别高。

值得注意的是，在一个矿区，甚至在一个煤层的内部，锆的分布往往不均。无论在剖面上，还是在平面上各点的锆含量都可能有较大差异。上述各表的数据显示，虽然从不少矿区个别样品检测到的锆含量较多，但是个别样品的测值常属偶然。只有当富锆煤成层或成片分布，并达到具有经济开发价值的规模，方可形成锆-煤矿床。表 1-7 反映了云南省临沧帮卖盆地锆-煤矿床的

煤样品中锆的含量。该矿床的多数样品的锆含量超过 100×10^{-6} ，甚至超过 $1\,000 \times 10^{-6}$ ，高达 $1\,470 \times 10^{-6}$ ；而且富锆煤集中分布在一定的层位（煤系底部含煤段）和有限地区（盆地西缘）；即使在锆-煤矿床内部也存在贫锆的部位。内蒙古胜利煤田锆-煤矿床也同样分布在一定的层位和很有限的地区。极其特殊的地质条件方能形成锆-煤矿床。

第二章 内蒙古胜利煤田锺 - 煤矿床 地质概况

内蒙古胜利煤田锺 - 煤矿床所在地区称乌兰图嘎，位于内蒙古胜利煤盆地的西部；胜利煤盆地又位于二连盆地群乌尼特坳陷。

第一节 二连盆地群地质概况

一、盆地构造特征

1. 大地构造位置

胜利煤盆地位于大兴安岭西麓，二连盆地群东端乌尼特坳陷。大地构造位置属天山—内蒙古中部—兴安地槽褶皱区（Ⅰ级），内蒙古中部地槽褶皱系（Ⅱ级），爱力格庙—锡林浩特中间地块（Ⅲ级）的中部。二连盆地实际上为一个断陷盆地群，由发育在海西褶皱基底之上、以白垩系巴彦花群含油、煤系为主体沉积的一群中小规模断陷型湖盆组合而成^[7]。每一个湖盆大体上都有各自独立的沉积体系和沉积中心，也有边缘相带。各盆地彼此长期分割，又曾短期连通。目前已发现这类小型断陷盆地 53 个（图 2-1）。从区域上看，二连盆地群与其北部的蒙古东戈壁盆地、中国的海拉尔盆地群，以及东部的松辽盆地、东南部的开鲁和赤峰盆地、西部的银根盆地和河套盆地等遥相呼应，在平面上构成了北东方向收敛的中新生代断陷盆地群。

二连盆地群总体走向北东，向西和西南逐渐变为北东东和近东西向。盆地群东西长约 1 000km，南北最宽 220km，窄处仅 20km，总面积逾 10^4km^2 。盆地内部充填白垩系巴彦花群的沉积地层最大厚度为 4 000 ~ 5 000m。在盆地群已累计发现煤炭储量 $708.3575 \times 10^8\text{t}$ 。其中 $2.6456 \times 10^8\text{t}$ 属长烟煤、气煤及其他变质程度较高的煤种，其余属褐煤。含煤矿区主要有白彦花煤田、胜利煤田、白音华煤田、霍林河煤田等。