

书脊文字从上向下为：硕士学位论文 论文题目 姓名
中国矿业大学(北京) 20XX 年 X 月。字号小四号，汉字
宋体，英文与数字为 Times New Roman



中国矿业大学 (北京)

China University of Mining & Technology, Beijing

硕士学位论文

煤中伴生元素的地质地球化学习性与富集模式

论文打印方法：封皮颜色为浅黄色；页面设置，边距上 3.0cm，下 3.0cm，左 3.0cm、右 3.0cm，页眉 2.0cm，页脚 2.0cm，A4 纸左侧装订；打印方法，封一、题名页、独创性声明页单面打印，摘要之后的部分（含），双面打印；正文部分每一章应从奇数页开始，各章之间使用“分节符”进行分隔，摘要、Abstract、参考文献、致谢、作者简介也从奇数页开始

论文题目，黑体，英文与数字为 Times New Roman，小二，居中，1.5 倍行距，不多于 25 个字，一行不够时，可排两行，

作者：_____
学院：_____
学号：_____
学科专业：_____
导师：_____

作者信息，楷体 GB2312，数字和字母为 Times New Roman，三号，居中，1.5 倍行距

20XX 年 X 月

一般春季毕业生写 1 月，夏季毕业生写 6 月，宋体，数字为 Times New Roman，三号，居中

中图分类号： xxxxxx

单位代码： 11413

密 级：

中图分类号、密级、单位代码，宋体，四号，多倍行距1.25，两端对齐

硕 士 学 位 论 文

标题“硕士学位论文”，黑体，小一，居中，每个字之间空一格

中文题目： 煤中伴生元素的地质地球化学习性与富集模式

英文题目： Geological-geochemical Behaviors and Enrichment Models of Associated Elements in Coal

中文题目，楷体 GB2312，四号，英文题目，Times New Roman，四号，均为1.5倍行距

作 者：

学 号：

学科专业：

研究方向：

导 师：

职 称：

论文提交日期： 20xx 年 xx 月 x 日 论文答辩日期： 20xx 年 xx 月 x 日

学位授予日期： 20xx 年 xx 月 x 日

下划线所填信息，楷体 GB2312，四号，段前0.5行，段后0行，1.5倍行距；论文提交日期，按照首次交论文到学院进行资格审查的日期填写，论文答辩日期，据实填写，学位授予日期是校学位会召开会议日期，最终提交论文前另行通知

中国矿业大学（北京）

独创性声明

三号黑体，1.5 倍行距，段前 12 磅（1 行），段后 6 磅（0.5 行）；

本人声明所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得中国矿业大学（北京）或其他教学机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

作者签名：_____日期：_____

关于论文使用授权的说明

三号黑体，1.5 倍行距，段前 12 磅（1 行），段后 6 磅（0.5 行）；

本人完全了解中国矿业大学（北京）有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留送交论文的复印件，允许论文被查阅或借阅；学校可以公布论文的全部或部分内容，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文。

（保密的论文在解密后应遵守此规定）

作者签名：_____导师签名：_____日期：_____

奇数页页眉，楷体 GB2312，五号，居中，内容为本章序号、本章名称，段前、段后均为 0 行，单倍行距

摘要

摘 要

本文研究了煤中伴生元素的地质地球化学习性和成因机理，元素的 7 种成因模式。讨论了煤中稀土元素的赋存分配模式和机

.....
.....
.....应用 TOF-SIMS 研究了高硫煤中黄铁矿化的杆状菌落指出菌落在生物成因黄铁矿的形成过程中，并给予了由火山灰、屑组成特殊组构的岩石命名和分类方案。在风氧化作用对煤中伴生元素运移方面，指出 U、Mo、Cu 等在还原障和氧化障中具有高度的运移能力，具有较高的活性，而在还原障中可形成次生堆积。

关键词：煤，伴生元素，地质地球化学习性，富集模式

中文摘要：(1) 标题“摘要”，黑体，三号，1.5 倍行距，居中，段前 12 磅 (1 行)，段后 6 磅 (0.5 行)；
(2) 摘要正文，宋体，小四，多倍行距 1.25，大约 300 字左右；
(3) “关键词”黑体，小四，缩进 2 字符；关键词内容，数目 3-5 个，宋体，小四，词间用逗号间隔，末尾不加标点，请尽量采用《汉语主题词表》或各专业主题词表提供的规范词；此行段前 0.5 行，段后 0 行，多倍行距 1.25

Abstract

The geological-geochemical behaviors and seven genetic types of associated elements in coals of the differences of associated elements in coals from North and Southwest China. The distributing models and mechanisve sources of PGEs in coals are present, and the distribution of PGEs is characterized by Pt-Pd pattern.....

..... By using the technology of TOF-SIMS, the study contrast of U, Mo, and Cu in the reductive and the oxidized barrier. The oxidized barrier leads to the high activation of above elements, and the reductive barrier leads to the secondary accumulation.

Key Words: coal, associated elements, geological-geochemical behaviours, enrichment models

英文摘要：(1) 标题“Abstract”，字体 Times New Roman，三号，1.5 倍行距，居中段前 12 磅 (1 行)，段后 6 磅 (0.5 行)；(2) 英文摘要正文，字体 Times New Roman，小四，多倍行距 1.25，内容与“中文摘要”对应；(3) Key Words 与中文“关键词”一致，字体 Times New Roman，小四

目 录

1 引言	1
1.1 煤中有害元素对环境和人体健康的危害	1
1.2 煤中伴生元素的有关术语和分类	2
1.3 国内外研究现状及发展趋势	6
1.4 研究思路、技术路线及主要工作量	9
1.5 本章小结.....	10
2 华北地台晚古生代煤中伴生元素地质地球化学习性	11
2.1 河北峰峰矿区煤中的伴生元素	11
2.1.1 河北峰峰矿区煤中的伴生元素分布.....	11
2.2 鄂尔多斯盆地煤中的伴生元素	17
2.3 华北地台晚古生代煤中元素的赋存状态和分布	17
2.4 华北与西南聚煤盆地煤中伴生元素的分布差异的原因..	29
2.5 本章小结.....	31
3 煤中稀土元素	39
3.1 稀土元素的测试方法	39
3.2 煤中稀土元素的含量	40
3.3 煤中稀土元素的分配特征	41
3.4 稀土元素的赋存状态	48
3.5 本章小结.....	50
4 煤中铂族元素	57
4.1 煤中铂族的检测方法	57
4.2 煤中铂族元素的背景值与分配模式	58
4.3 煤中铂族元素的来源与异常的地质成因	62
4.3.1 煤中铂族元素的赋存状态浅议	65
4.4 本章小结.....	69

5 煤中伴生元素富集的地质成因和模式.....	71
5.1 陆源富集作用和岩浆热液作用	71
5.2 沉积的生物作用	75
5.3 深循环热液流体作用	77
5.3.1 同沉积火山灰作用和风化氧化作用初探	83
5.4 本章小结.....	85
6 结论与展望.....	97
参考文献	100
致谢	110
作者简介.....	112
附录 A.....	114

目录：（1）标题“目录”，黑体，三号，1.5 倍行距，居中（段前段后均为 12 磅）；一级标题，宋体，小四，字体加粗，1.5 倍行距，段前 0.5 行，段后 0 行；二、三级标题和页码，宋体，小四，数字、字母字体一律采用 Times New Roman，1.5 倍行距；参考文献、致谢、作者简介、附录，宋体，小四，加粗，1.5 倍行距，段前、段后均为 0 行；

（2）请按 word “索引目录” 标签下的“自动目录” 功能设置目录，在每次打印前在目录中任何位置点右键选“更新域”“更新整个目录”来自动更新此目录；目录从第一章开始，前边因页眉需要设置了标题，实际使用时更新后去掉前边部分，即删除前边四项（独创性声明页、摘要、Abstract、目录）即可；每章须有本章小结

一级标题，黑体（英文和数字用 Arial），三号，居中，1.5 倍行距，段前 12 磅（1 行），段后 6 磅（0.5 行）

1 引言

奇数页页眉，楷体 GB2312（英文和数字用 Times New Roman），五号，居中，内容为本章序号、本章名称，段前、段后均为 0 行，单倍行距

煤炭是我国最主要的一次能源，近年煤炭产量有所缩减，但2000年产量仍保持在10亿吨。由于煤炭在我国化石能源资源量中占95%，石油和天然气的储采比低，分别为21和40，因此估计到二十一世纪中叶，煤炭在一次能源结构中所占的比例仍难低于50%。所以煤的地球化学性质，特别是煤中有害元素及有害有机化合物及其对大气、土壤和水域的环境危害，对人体健康的影响，日益受到重视^[1-3,5]。煤中伴生元素环境地球化学的研究可为我国煤炭资源、环境与可持续发展的决策提供一定的科学依据。

二级标题，黑体，四号，居左，1.5 倍行距，段前 12 磅（1 行），段后 6 磅（0.5 行）

1.1 煤中有害元素对环境和人体健康的危害

正文，宋体，小四，数字和字母 Times New Roman，多倍行距 1.25，每段落首行缩进 2 字符，段前、段后均为 0 行

煤中有害元素引起的生物中毒和环境污染在许多用煤国家都已发生。如美国大气硒污染主要来源是燃煤，燃煤引起的大气硒排放量占总量的 62%。燃煤过程向大气的排汞量占了人为总量的大部分，成为大气中汞的最大污染源。大气汞通过干湿沉降返回到表生生态环境中，加速了汞在水生生态系统食物链中富集强度和速度，对人类的生存构成了潜在威胁。在北欧和北美，酸雨沉降区的一些偏远湖泊中，一些鱼体中汞含量高的惊人，远远超过了世界卫生组织规定的饮用水中汞含量标准。美国近 10 年来集中研究了燃煤造成中砷的主要来源，著名的伦敦上空的烟雾，其大气中的砷含有原捷克斯洛伐克燃煤电厂排放的 Pb、As 已造成附近儿童年正研究燃煤造成的 As 污染，并拟降低大气及水域中可逆

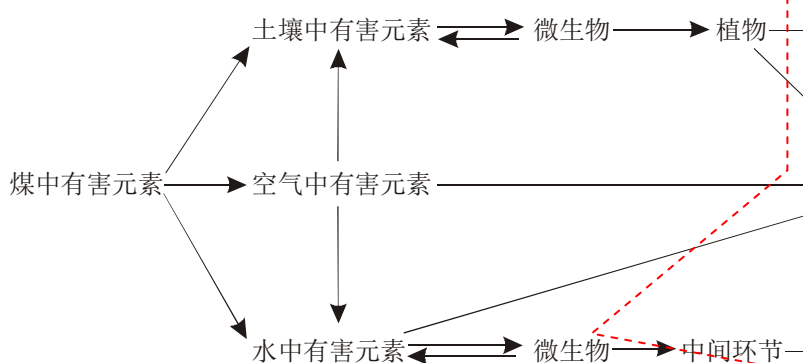


图1.1 煤中化学元素从环境到有机体作用路线
Fig.1.1 Sketch map of ways of chemical elements on organism

图，（1）图中字体宋体，五号，数字、字母字体一律采用 Times New Roman（2）图与图名居中排列，上文段后、下文段前与其均保留 0.5 行间隔，图名应当在图的下方，宋体，五号，居中，英文图名为 Times New Roman，五号，居中，图及图名要放在同一页中；（3）编号应分章编号，如图 2.1 (Fig. 2.1)、图 2.2 (Fig. 2.2)；（4）图的大小尽量以一页的页面为限，一旦超限要加续图；图的宽度不应超过所设行宽，多个图排在同一页，应尽量同宽、上下对齐；（5）如图较大需要横排，则页眉在左，页码在右（奇数页页眉在靠近书脊、装订侧，页码在外侧；偶数页页眉在外侧，页码在靠近书脊装订侧）；（6）图中若有附注，一律用阿拉伯数字和右半圆括号按顺序编排，如注 1），附注写在图的下方

页码，字体 Times New Roman，五号，居中，正文和后置部分用阿拉伯数字编连续码

1.2 煤中伴生元素的有关术语和分类

1.2.1 元素的含量分类

在常见的地球化学文献中，人们常将 O、Si、Al、Fe、Ca、Mg、Na、K 和 Ti 等 9 种元素（它们的地壳丰度共占 99% 左右）称之为常量元素或主要元素，而把这 9 种元素以外的元素统称为微量元素或痕量元素、杂质元素、副元素、稀有元素、次要元素等（Trace, Minor, Micro, Rare, Oligo Elements），它们在岩石中含量一般在 1% 或 0.1% 以下。

目前还没有建立微量元素地球化学分类的统一标准，分类方案也因研究对象和目的不同而异。目前普遍采用程介克（1986）的分类方案（表 1.1）^[3]。

表 1.1 元素含量的术语及其含量界限(程介克, 1986)

Tab. 1.1 Terms of elements and their content limits (Cheng Kejie, 1986)

含量		有关术语
(%)	($\mu\text{g/g}$)	
1~100	$10^4 \sim 10^6$	常量元素 (Major Element 或 Macroelement)
0.01~1	100~10000	微量元素 (Minor Element 或 Microelement)
0.0001~0.01	1~100	痕量元素 (Trace Element)
< 0.0001	< 1	超痕量元素

然而，常量元素和微量元素的区分是相对的。煤是物质成分极其复杂的固体可燃有机岩，从煤样品、燃煤产物和煤层气中可检测到 66 种元素，从煤样品、燃煤产物和煤层气中可供统计的元素共 88 种），只有 Ac 和 Pa 这两种元素在煤中未曾检测到。在所检测到的元素中，Mg、Al、Si、S、K、Ca 和 Fe 等 12 种元素在煤中的含量一般超过 0.1%；其它元素统称为微量元素（minor elements）（图 1.2）。对于煤中微量元素的检测方法，更谈不上某元素在各种赋存状态下的迁移和富集规律，正如前所述，煤是一种特殊的岩石，在某些并不富集的元素得以富集后对环境或人类健康造成的危害，主要涉及到煤洁净利用技术的工艺方面。

发展趋势：一是开始研究全球煤中有害元素分布规律，如捷克著名学者

偶数页页眉，楷体 GB2312，五号，居中，内容为中国矿业大学（北京）硕士学位论文，段前、段后均为 0 行，单倍行距

三级标题，字体黑体，小四，居左，1.5 倍行距，段前段后 6 磅（0.5 行）

表，(1) 表中字体宋体，五号，数字、字母字体一律采用 Times New Roman 2) 表与表名居中排列，上文段后、下文段前与其均保留 0.5 行间隔，表名应在表的上方，宋体，五号，居中，英文表名为 Times New Roman，五号，居中，表内文字需统一，宋体，五号，表与表名要放在同一页中；(3) 编号应分章编号，如表 1.1(Tab. 1.1)、表 1.2(Tab. 1.2)；(4) 表格一般为三线或四线表，也可采用本学科专业通用的、符合行业规范的表格形式，表格顶线和底线为 1.5 磅，中间线为 1 磅；(5) 表应尽量不跨页编排，当个别表过长并在一页列示不下时，可以转页接排加续表，如续表 1.2，置于表右上方；表宽度不应超过所设行宽，多个表排在同一页，应尽量同宽、上下对齐；(6) 如表较大需要横排，则页眉在左，页码在右（奇数页页眉在靠近书脊、装订侧，页码在外侧；偶数页页眉在外侧，页码在靠近书脊装订侧）；(7) 表中若有附图，一律用阿拉伯数字和右半圆括号按顺序编排，如注 1)，写在表的下方

Bouška 等（1999）总结了全球 31 个国家褐煤中硫及微量元素含量的分布，主要有毒有害元素的样品都在千个以上（其中我国仅 10 个左右）^[51]；美国著名的专家 Finkelman 正在力争建立全球煤中毒害元素的地球化学数据库；二是研究煤中有害物质对人类健康的影响，美国 Orem 等（1999）对巴尔的摩半岛上褐煤淋出的有害有机化合物对地方性肾脏病的影响等^[89]；2001 年在捷克会议上，就有一些煤中毒害元素与病理学关系方面的新研究者极大兴趣^[90]。三是一些学者开始注重低温热液流体作用化学行为，把流体动力学的原理应用于煤中物质，特别是和富集规律的研究。注重流/岩反应、流/流反应以及沉积岩有机物—水—岩石多相反应和有细菌参与的生物有机化学和转化的主要载体，任德贻等（1999）剖析了几种煤中伴生特点^[88]，无不与流体有关。近年来低温地球化学的快速发展思路 and 可靠的理论参考。

总结国内外研究现状和发展趋势，作者认为煤中伴生元素地球化学的研究在以下几个方面需进一步加强：

（1）我国学者比较系统、深入的研究煤中毒害元素局限于华北的东部和中南部、贵州省、四川省及东北个别煤田，积累了不少煤中毒害元素分布的基础数据，掌握了一些有害元素的局部的富集规律，但与先进国家相比，全国积累的系统研究数据较少，并且多数集中于煤中伴生元素高异常区，往往使人产生误解，认为中国煤中毒害元素普遍偏高。因此，全面评价我国煤炭资源及其环境效应，充分合理地利用丰富的煤炭资源，已有的研究成果和数据仍显不足。

（2）对煤中毒害微量元素在有机质聚积、成岩、各种变质作用、热液作用过程中的富集机理及其地质背景探讨尚显不足。对源岩、围岩、岩浆热液活动产物的地球化学研究有待深入。我国黔西、滇东、湘南等地岩浆、构造热液作用是导致局部地区煤中毒害元素富集的主要因素。华北地区区域岩浆热变质作用是决定煤级分布的主因，但其对煤中毒害元素富集的影响研究甚少。所以从含煤盆地（煤产地）所处的区域地质、地球化学背景和地质发展史角度进行理论总结，归纳出煤中毒害元素富集的成因类型或地质模式，尚须深入研讨。

表 1.2 1989-2005 年统计表

Tab. 1.2 The data in coal mine from 1989 to 2005

年份	合计		1 以上		其中：3 以上	
	数 1	数 2	数 3	数 4	数 5	数 6
1989		7625	40	631	2	87
1990		7360	51	941	5	227
1991		6412	36	751	5	308
1992		5992	42	821	6	244
1993	3859	6244	50	989	8	383
1994	4021	7239	70	1297	9	448
1995	3619	6907	59	1042	6	289
1996	2655	6556	73	1378	8	419
1997	3288	7083	95	1930	16	761
1998	2867	6302	79	1541	10	495
1999	3216	6469	75	1235	8	316
2000	2720	5796	75	1405	6	370
2001	3082	5670	49	1015	8	373
2002	4344	6995	56	1167	9	417
2003	4088	6702	51	1061	7	360

.....

.....

.....

.....

翻页需写：续表 1.2

续表 1.2

年份	合计		1 以上		其中：3 以上	
	数 1	数 2	数 3	数 4	数 5	数 6
	3641	6027	42	1008	7	487
	3306	5938	58	1739	11	961

（备注：本表数据来自国家有关统计资料）

1.4.2 技术路线

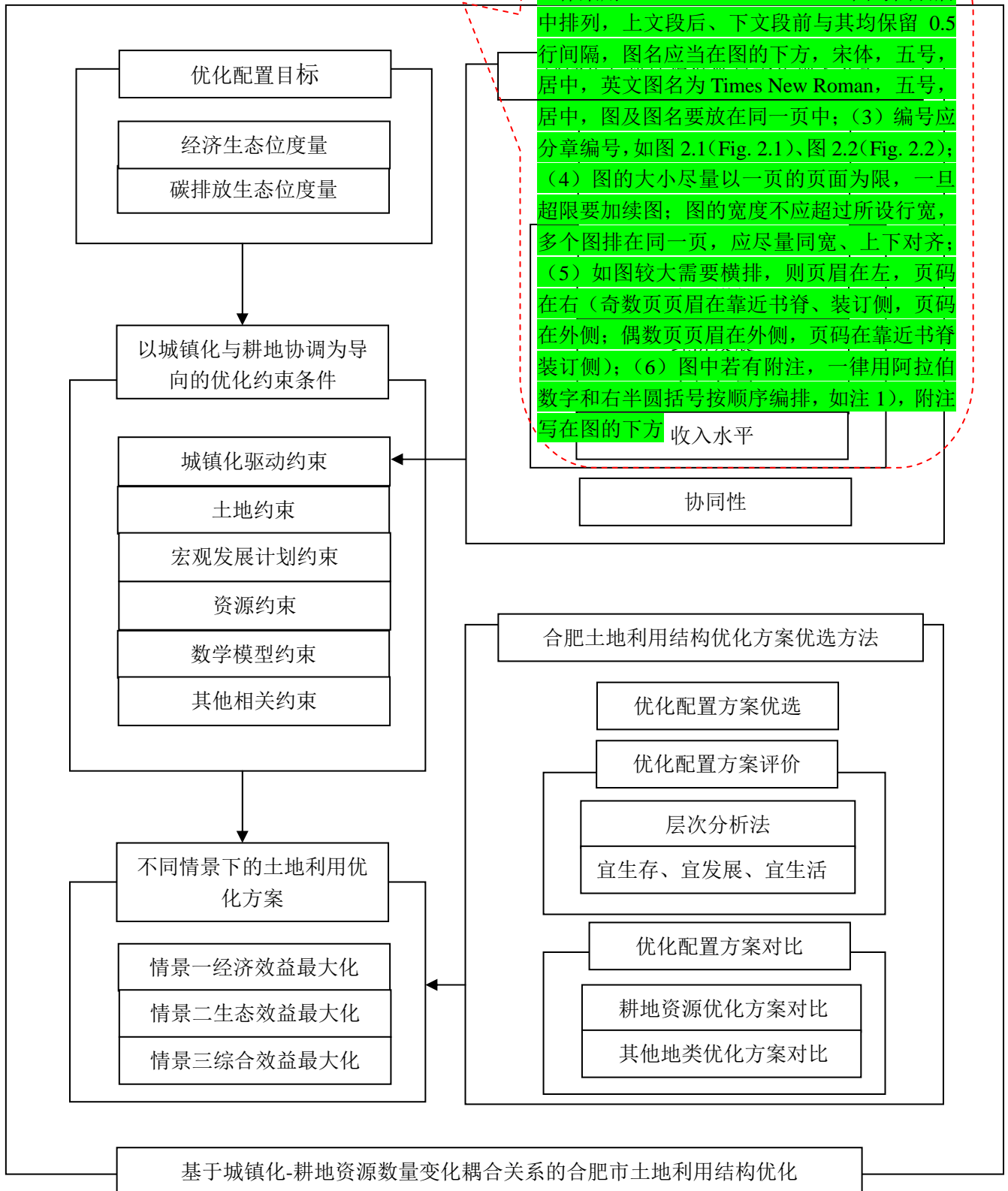


图 1.1 技术路线图

Fig.1.1 The technology roadmap

3 违章行为的心理原因问卷调查与因子分析研究

3.1 违章行为原因问卷编制与测试

3.1.1 违章行为主要原因归纳

通过对国内外已有的有关个体违章行为研究的成果和事故案例及专家意见，将违章行为的主要原因归纳成如下十二个：

.....
.....

上述计算方法所求出的主成分数量多时，可与原有指标相等。此时就反映了原有指标的全部信息，但没有减少指标，并非我们的目的。我们的目标是尽量用少数几个主成分反映原指标的绝大多数的信息。如果 $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_p$ ($p \leq n$) 的累计贡献率已达到 85% 以上，这意味着前 p 个主成分已能反映原有变量的绝大部分信息。

在主成分分析中将涉及到下列名词，先分别说明：

(1) 相关矩阵

即原指标 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ 首先标准化，然后求两两之间的相关系数组成的矩阵：

公式，使用公式编辑器录入，公式序号应按章编号，公式编号在行末列出，如(3.3)、(3.4)；公式居中，公式编号右对齐

$$\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & \dots & r_{2m} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & \dots & r_{3m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{m3} & \dots & r_{mm} \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

(2) 特征根

即根据上述矩阵得到的特征矩阵：

$$\begin{bmatrix} r_{11}-\lambda & r_{12} & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22}-\lambda & r_{2m} \\ r_{31} & r_{32} & r_{3m} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{mm}-\lambda \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

使上述行列等于零，可得 λ 的 n 次方程，称为特征方程：

$$\lambda^m - C_1 \lambda^{m-1} + C_2 \lambda^{m-2} + \dots + (-1)^{m-1} C_{m-1} \lambda + (-1)^m C_m = 0 \quad (3.5)$$

可解得 m 个特征根，并使其按大到小排序，得到：

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \geq \dots \geq \lambda_m \geq 0 \quad (3.6)$$

(3) 特征根的贡献率

主成分 Z_k 的贡献率为：

$$\frac{\lambda_k}{\sum_{i=1}^m \lambda_i} \quad (3.7)$$

前 q 个主成分 Y_1, Y_2, \dots, Y_p 的累计贡献率为：

$$\frac{\sum_{i=1}^p \lambda_i}{\sum_{i=1}^m \lambda_i} \quad (3.8)$$

6 结论与展望

充分运用煤地球化学、煤岩学、煤田地质学、岩石学和矿物学等理论知识，通过大量的精密测试和系统分析，较为详细研究了煤中伴生元素的地质地球化学习性和成因机理，归纳了煤中伴生元素富集的地质模式。有如下认识：

(1) 通过对华北聚煤盆地一些典型矿区晚古生代煤中伴生元素的综合研究，并在充分收集前人研究工作的基础上，发现除局部地区外，华北聚煤盆地晚古生代煤中明显有害元素含导因素。从现在掌握的资料来看，后期的岩浆热液和岩浆接触变质对煤的变质程度起了巨大作用，而对有害微量元素在煤中的富集作用仅在少数地区得到证实。

(2) 对全国晚古生代 226 个煤样中稀土元素的含量进行了统计，分析了煤中稀土元素的分布特征。研究发现，煤中稀土元素的含量主要受控于陆源碎屑的供给，山西组煤中稀土元这和煤层中稀土元素的赋存状态不同，表明不同的沉积环境以及相同的沉积环境对不同的物质中的稀土元素的分馏效应是不同的。

.....
.....

(6) 研究发现，煤中稀土元素的含量主要受控于陆源碎屑的供给，山西组煤中稀土元这和煤层中稀土元素的赋存状态不同，表明不同的沉积环境以及相同的沉积环境对不同的物质中的稀土元素的分馏效应是不同的。

通过大量系统的研究工作，作者取得了一些有意义的认识。首次详细讨论了煤中铂族元素的含量和地质成因，在低温热液流体对煤中伴生元素的再分配作用等方面提出了新的见解和思路；探索性研究了同沉积火山灰作用对煤中伴生元素的富集和存在形态的影响，提出了新的岩石分类和命名方案。但仍然存在不少的问题和不足之处尚待更深入研究和探讨：①在铂族元素赋存状态方面，本次研究尚显论据不充分，只是采用数理统计的方法得出了煤中铂族元素与矿物的亲和性，尚须采用高分辨率离子探针、质子探针、微区同位素分析等技术进行详细研究。②在同沉积火山灰对煤中伴生元素富集作用方面，贵州织金 9 煤层中的基性火山灰虽经国内一些知名专家得以认证，但仍缺乏充分的野外实地考察工作和火山灰确凿物证；沉碳质火山灰胶凝体、正常煤显微组分、陆源碎屑物质这三者之间是一种怎样的成分、结构构造关系；织金矿区 9 煤层及其中的风氧化煤砾是否属于同一煤层等问题值得深入探索研究。作者愿意在经费有保证的情况下，继续以上研究工作，希望最终能得到一个圆满的结论。

参 考 文 献

参考文献标题，一级标题，黑体（英文和数字用 Arial），三号，居中，1.5倍行距，段前 12 磅（1 行），段后 6 磅（0.5 行）

- [1] 代世峰,任德贻,唐跃刚,等. 高硫煤中硫的地质演化模式——以内蒙古乌达矿区为例[J]. 地质论评,2001,47(4):383-387.
- [2] Kostova I, Petrov O, Kortenski J. Mineralogy, geochemistry and pyrite content of Bulgarian subbituminous coals, Pernik Basin[J]. Geological Society, London, Special Publications, 1996, 109(1): 301-314.
- [3] 叶连俊. 生物有机质成矿作用和成矿背景[M]. 北京:海洋出版社,1998:75-84.
- [4] Stach E, Mackowsky M, Teichmuller M, et al. Stach's Textbook of Coal Petrology[J]. Borntraeger, Stuttgart, 1982:12-89.
- [5] 代世峰,马凤学. 乌达矿区高硫煤中菌藻类体的发现及意义[J]. 中国矿业大学学报,1999,28(1):57-60.
- [6] Chou C L. Geologic factors affecting the abundance, distribution, and speciation of sulfur in coals[C].//Geology of Fossil Fuels, Proc 30th Int Geol Congress. 1997: 47-57.
- [7] 郑宝山. 地方性氟中毒及工业氟污染研究[M]. 北京:中国环境科学出版社,1992:169-172.
- [8] 代世峰. 煤中伴生元素的地质地球化学习性与富集模式[D]. 北京:中国矿业大学(北京), 2002.

参考文献，请参考 GB7714-2005《文后参考文献着录规则》及《中国学术期刊（光盘版）检索与评价数据规范》规定：（1）字体宋体（数字和英文用 Times New Roman），小四，居左，多倍行距 1.25，段前、段后均为 0；（2）采用顺序编码制，在引文中按引用文献出现的先后以阿拉伯数字连续编码，序号置于方括号内，所列文献折行应左缩进与第一行的首字（母）对齐；（3）不同文献类型（专著、连续出版物、析出文献、专利文献、电子文献等）的著录格式不同，请参照标准，规范著录；著录用文字、字符、标点符号（. : ; // () [] /）请规范使用，全角、半角状态应统一设置；（4）所引文献作者不多于 3 人时，作者应全部列出，含作者多于 3 人时，只列前 3 人，其后加“等”或与之相应的词；文献版本，第一版不著录，其他版本需说明版次，如（第二版）；从专著中析出的文献与源文献的关系用“//”表示，从报刊中析出的文献与源文献的关系用“.”表示，从期刊中析出的文献需在刊名后注明年份、卷、期、部分号、页码，以阿拉伯数字和标点符号表示，而不是以汉字或英文缩写表示，具体格式为：年，卷（期）：页码 1-页码 2，关于引文参考文献的著录与标注请参照标准 10.1.3 与 10.2.4；（5）具体格式示例请参照 GB/T7714-2005 附录 A

致 谢

20XX 年 XX 月，终于提交了这篇硕士学位论文。论文的完成首先要归功于所有指导我、帮助我和支持我的老师和同学，特别是我的导师.....。

致谢，标题，一级标题，黑体（英文和数字用 Arial），三号，居中，1.5 倍行距，段前 12 磅（1 行），段后 6 磅（0.5 行）

致谢正文，宋体，小四，多倍行距 1.25，每段落首行缩进 2 字符，段前、段后均为 0 行

作者简介

XXX, 男 (XXXX-), 1994 年毕业于 XXXX, 获学士学位; XXXX 年毕业于 XXXX, 攻读硕士学位, 专业为 XXXX, 研究方向为 XXXX。

作者简介, (1) 标题“作者简介”, 一级标题, 黑体 (英文和数字用 Arial), 三号, 居中, 1.5 倍行距, 段前 12 磅 (1 行), 段后 6 磅 (0.5 行); (2) 作者姓名, 楷体 GB2312, 小四, 加粗, 缩进 2 字符; (3) 作者简介正文, 宋体, 小四, 多倍行距 1.25, 段前、段后为 0

在学期间发表的学术论文

注: 学位论文作者, 加粗。

1. XXX, Ren Deyi, Yang Jianye et al. TOF-SIMS hydrocarbon-generating potential of mineral-bituminous Geological Sinica, 2000, 74(1) (SCI 收录)(学位论文第*章)
2. XXX, Ren Deyi. Influences of the heat flow on the occurrences of the associated-elements in coal. 9th Coal Geology Conference, Prague 2001
3. XXX. The action and significance of low organism in the formation of high-sulfur coal. Scientia Geologica Sinica, 2000, 9(3)
4. XXX, Tang Yuegang, Li Baochun. Relationship between coal rank and washability of high-sulfur coal. Journal of China University of Mining Technology, 2000, 10(1)
5. XXX, 任德贻, 唐跃刚等. 高硫煤中硫的赋存形式及分布规律. 地质论评, 2001, 47(4) (学位论文第*章)
6. XXX, 任德贻, 艾天杰等. 乌达矿区主采煤层中硫的赋存形式及分布规律. 中国矿业大学学报, 2000, 29(3) (EI 收录)
7. XXX, 艾天杰, 焦方立等. 内蒙古乌达矿区煤中硫的同位素组成及演化特征. 岩石学报, 2000, 16(2) (SCI 收录)
8. XXX, 唐跃刚, 杨建业等. 烃源岩生烃性的飞行时间二次离子质谱研究. 中国矿业大学学报, 2000, 29(6) (EI 收录)

在学期间发表的学术论文、在学期间参加科研项目、主要获奖, (1) 标题, 均为楷体 GB2312, 四号, 1.5 倍行距, 段前 0 磅, 段后 11 磅; (2) 正文, 宋体, 小四,

学术论文, 仅列出博士生攻读学位期间已见发表或已被录用的, 并与学位论文或所学专业有关的学术论文, 还要注明属于学位论文内容的部分 (章节), 尚未刊载但已经接到正式录用函的学术论文, 在每一篇后加括号注明已被××××杂志录用。(不要写预计发表时间); 在学期间参加科研项目、主要获奖的内容据实填写, 格式如下所示

在学期间参加科研项目

1. 国家自然科学基金项目“煤中有害元素富集成因类型-以鄂尔多斯晚古生代煤为例”主要研究人员。项目编号: 40072054。2001 年 1 月-2003 年 12 月。
2. 煤炭科学基金项目“煤中硫的污染抑制性与可选性评价的地质成因”课题负责人。项目编号: 97 地 10205。1998 年 1 月-2000 年 12 月。
3. 国家自然科学基金项目“沥青质体和矿物沥青基质的来源, 形成期次及生烃性

研究”主要研究人员。编号：49772132。1998 年 1 月-2000 年 12 月

主要获奖

1. “煤的洁净利用地质技术”于 2001 年获得教育部中国高校科技进步一等奖（排名第 2）。
2. 2001 年获第十三届邝寿埜奖学金。