

# 中国煤中硫的分布特征及成因\*

胡 军<sup>1)</sup> 郑宝山<sup>2)</sup> 王明仕<sup>1)</sup> Finkleman R B<sup>3)</sup>

**摘 要** 通过对全国 26 个省、市、自治区采集的 290 个煤样中全硫含量进行分析测试,从不同地质时期、不同变质程度、不同地区以及四大聚煤区等方面,系统分析和考查了中国煤中硫的分布状况.结果表明,我国煤主要以中、低硫煤为主,煤中硫分储量加权平均值为 0.94%.高硫煤及特高硫煤来自石炭和二叠纪,其他各时期煤均属于中、低硫煤.随着煤炭变质程度的增高,硫分有增高趋势,主要是由不同的成煤时期沉积环境影响造成.各大聚煤区煤中硫分含量差别很大,自北向南有逐渐增高趋势.

**关键词** 煤,硫分,分布,煤阶,地质时期,聚煤区

**中图分类号** TQ531

## 0 引 言

中国是世界上最大的煤炭生产国和消费国.煤炭作为我国最主要的能源,在今后的几十年中不会有大的改变.<sup>[1,2]</sup>而硫是煤炭使用过程最主要的环境危害元素之一,长期以来,一直是人们研究的重点.<sup>[3]</sup>国家也制定了相应的政策法规以及发展洁净煤技术来减少燃煤引起的环境污染.<sup>[1]</sup>但到目前为止,最主要的方法还是通过煤炭选煤及烟气脱硫等技术来减少其对环境造成的污染.在我国,原煤入选率很低,不到 30%,烟气脱硫资金投入比较高,其利用率也比较低.<sup>[1,4]</sup>正确认识 and 掌握我国煤中硫的分布情况,对制定煤炭开发、利用的相关政策法规,评价我国燃煤环境污染及控制等具有重要的指导意义.陈鹏等<sup>[5]</sup>对中国煤中硫的分布特征进行了研究,这是有关煤中硫分研究最早的报道.李文华等<sup>[6-8]</sup>曾通过《中国煤种资源数据库》对中国煤中硫的分布进行过系统的研究,但未见其样品选取及分布情况等的相关报道.本文通过在全国 26 个省、市、自治区进行系统采样,对煤中硫的含量进行集中分析测定,可与前人的研究工作进行对比,希望能对中国煤中硫的含量及分布有更加深入的了解.

## 1 样品采集与分析测定

按照国标方法 (GB481-93),根据中国煤田的

分布、煤炭储量和成煤时期,兼顾不同煤阶,在全国 26 个省、市、自治区内,采集了共 290 个样品,所有样品均用塑料袋进行封装以防止污染和风化.样品中全硫含量采用美国标准方法 ASTM D-4239 进行测定,测定工作均在美国地调所 (USGS) 实验室完成.

## 2 结果与讨论

煤中硫主要来自于成煤植物及海水,其含量高低与成煤时期的沉积环境关系密切,一般滨海相及海陆交互相煤其全硫含量会较高,陆相沉积的煤全硫含量一般会较低.<sup>[9]</sup>下面按照不同成煤时代、不同煤阶、不同地区以及四大聚煤区,分别对煤中硫的含量及分布进行探讨.在研究中,引用 NCB<sup>[3]</sup>煤种类划分标准 (见表 1) 来对煤中硫分进行分类.

表 1 NCB 煤中硫分种类划分标准

Table 1 The NCB (formerly National Coal Board) sulphur categories status of sulphur in coal

Total sulphur %	Comment
< 0.50	Very low
0.51~ 1.00	Low
1.01~ 1.50	Moderately low
1.51~ 2.00	Moderate
2.01~ 2.50	Moderately high
2.51~ 4.00	High
> 4.00	Very high

\* 国家自然科学基金重点资助项目 (40133010).

1) 博士生; 2) 教授、博士生导师,中国科学院地球化学研究所,环境地球化学国家重点实验室,550002 贵阳; 3) 教授, National Center, US Geological Survey, Reston VA, 20192 USA

收稿日期: 2005-04-19; 修回日期: 2005-07-11

## 2.1 中国煤中硫的含量分布

对来自全国的 290 个煤样的全硫数据进行分  
析,其分布见图 1.所有煤样中硫分算术平均值为  
1.18%.硫分大多集中在 0~1.25% 范围以内.在所  
采集的样品中,低硫煤和超低硫煤 ( $S < 1.0\%$ ) 占  
67.9%,中硫煤 (1.0%~2.5%) 占 11.7%,高硫煤

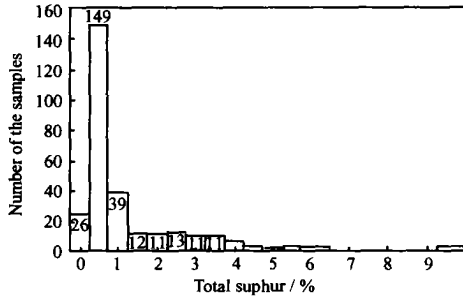


图 1 中国煤中全硫含量分布

Fig. 1 The contents of total sulphur in Chinese coals

( $S > 2.5\%$ ) 占 16.2%.结果表明,我国煤以低硫煤  
和超低硫煤为主,高硫煤和特高硫煤所占比例较小.

表 2 中国不同成煤时代煤中全硫的分布 (%)

Table 2 The distribution of sulphur in Chinese coals with different geological ages (%)

Geological ages	Range	Arithmetic mean	Geometric mean	Standard deviation	Number of samples
Late Tertiary	0.41~1.90	0.84	0.73	0.54	6
Early Tertiary	0.15~1.49	0.56	0.43	0.45	8
Late Jurassic	0.07~1.63	0.39	0.30	0.36	22
Middle Jurassic	0.13~1.40	0.62	0.53	0.34	30
Early Jurassic	0.12~2.29	0.57	0.38	0.61	13
Late Triassic	0.34~0.94	0.56	0.54	0.16	11
Late Permian	0.09~9.33	2.10	1.23	1.98	56
Early Permian	0.09~5.49	0.80	0.56	0.96	84
Late Carboniferous	0.23~4.48	1.77	1.30	1.24	57
Middle Carboniferous	-	3.27	-	-	1
Early Carboniferous	0.50~3.07	1.79	1.24	1.82	2
Total	0.07~9.33	1.18	0.72	1.34	290

从表 2 中不同成煤期最高硫分含量可以看出,  
我国高硫煤 ( $2.5\% < S < 4.0\%$ ) 及特高硫煤 ( $S >$   
 $3.0\%$ ) 主要来自石炭和二叠纪煤,这段时期所形成  
的煤中硫分算术平均值和几何平均值都相对其他成  
煤时期形成的煤中硫分要高的多,除早二叠纪煤外,  
硫分算术平均值均在 1.7% 以上.中生代及新生代  
各个时期煤均属于中、低硫煤.在我们采集到的 90  
个样品中,低硫煤 ( $S < 1.0\%$ ) 占 86.7%,中硫煤  
(1.0%~2.0%) 占 12.2%,仅出现一个煤样的硫分  
含量为 2.29%,这段时期煤中硫分算术平均值均不  
超过 1.0%.不同成煤时期形成的煤中硫分的差异  
主要是由不同时期聚煤盆地的沉积环境差异所造  
成,从下面的分析中可以看出.

这一点与李文华<sup>[6]</sup>的研究结果基本一致.我们利用  
煤炭储量对煤中全硫含量进行加权求平均值,得出  
中国煤中的全硫平均含量为 0.94%.这比李文华<sup>[7]</sup>  
曾以《中国煤种资源数据库》为基础计算出的中国煤  
炭硫平均含量 1.1% 稍低.李瑞<sup>[8]</sup>以《中国煤种资  
源数据库》为基础,给出了我国不同煤种储量及其平  
均硫含量,我们通过其数据计算出全硫平均含量为  
0.89%.这与所计算的结果比较接近.

## 2.2 不同地质时代煤中硫的分布

中国是一个具有丰富煤炭资源的国家,其聚煤  
期范围也比较大,从晚古生代石炭和二叠纪到新生  
代第三纪都有可开采煤层.不同聚煤时期的海陆分  
布,古气候的干燥湿润以及古植物的繁衍生长等影  
响了我国煤田的形成和分布,也造成了煤质的差异.  
尤其是在成煤过程中的海进海退对煤中的硫分影响  
很大.

采集的样品来自 11 个不同的聚煤时期,不同聚  
煤时期煤中平均硫含量见表 2.

我国是从进入石炭纪以后才开始出现一定规模  
的含煤沉积的.<sup>[10]</sup>早石炭纪初期,我国大部分地区  
淹没在海水中,仅在华南,如广西、广东、湖南、黔西  
南以及云南东部等某些地区出现了一些海陆交互相  
及陆相沉积地层,因而形成了一些小规模含煤沉  
积<sup>[10,11]</sup>,这一时期的煤样仅有 2 个,分别来自桂西北  
红茂寺门煤系和湘西南冷水江测水煤系,含硫量分  
别为 3.07% 和 0.50%.中石炭纪,中国大陆广泛海  
侵,含煤沉积也最少,样品中仅有 1 个,来自太原西  
山煤田,含硫量高达 3.27%.晚石炭时期,由于海水  
的时进时退,在广阔的滨海地带形成了华北、西北部  
分、华东和中南一些地区的晚石炭世太原统煤系,此  
煤系占全国保有储量的 21.7%<sup>[10]</sup>,这部分煤样共

57个, 42%的煤样硫分含量超过了 2.0%, 最高含硫量达到了 4.48%, 其硫分算术平均值高达 1.77%。

到了早二叠纪, 在未被海水淹没的地区形成了以华北为中心的山西统煤系, 占全国保有储量的 13.8%<sup>[10]</sup>, 这部分煤受海水影响小, 硫分含量一般在 1.0% 以下, 多属于低硫、特低硫煤; 华南两湖一带在海退期间也形成了一定规模的早二叠世煤系, 这部分煤硫分含量很高, 最高含量达到 5.49%, 样品来自湖北蒲圻。总的来说, 早二叠纪煤受海水影响较小, 从表 2 可以看出, 硫分算术平均值也只有 0.79%。晚二叠纪, 华北及西北气候趋于干燥, 仅在华南及西南一带形成了巨厚的海陆交互相龙潭组煤系, 聚煤储量约占全国 7.7%<sup>[10]</sup>, 由于受海水影响较大, 最高硫分含量达 9.33%, 算术平均值高达 2.10%。

进入三叠纪, 气候普遍干燥, 直到三叠纪晚期由于印支运动, 使我国南方气候变得潮湿, 由此, 在四川、云南、江西、湖南和广东等地形成了一定规模的煤田, 但总聚煤量只占全国的 0.3%, 因此, 所采集的样品也只有 11 个, 最高硫含量也仅有 0.94%, 均属于低硫煤。侏罗纪初期, 华南气候转为干燥, 北方变得温暖潮湿, 植物大量繁殖, 因而形成了我国最多的煤炭资源, 占全国储量的 51.4%<sup>[10]</sup>。采集样品总

表 3 中国不同煤阶煤中全硫分布情况 (%)

Table 3 The distribution of total sulphur in Chinese coals with different coal ranks (%)

Coal ranks	Range	Arithmetic mean	Geometric mean	Standard deviation	Number of samples
HM	0.15~ 1.90	0.71	0.51	0.58	15
CY	0.07~ 2.29	0.51	0.40	0.44	23
BN	0.31~ 0.67	0.52	0.50	0.16	5
RN	0.16~ 1.40	0.76	0.65	0.37	17
QM	0.12~ 3.62	0.81	0.59	0.77	39
FM	0.11~ 9.33	1.32	0.76	1.66	52
JM	0.11~ 4.02	1.17	0.74	1.17	39
SM	0.19~ 5.16	1.40	0.83	1.48	34
PM	0.29~ 5.91	1.93	1.20	1.77	16
WY	0.09~ 5.70	1.61	0.96	1.60	50
Total	0.07~ 9.33	1.18	0.72	1.34	290

煤在变质的过程中, 煤中的脂肪族硫和硫醇等会降解生成  $H_2S$  气体释放出来, 黄铁矿硫在高温作用下也会降解生成  $H_2S$ <sup>[9]</sup>, 因而, 煤在变质过程中, 硫分含量在一定程度上会降低, 与上述现象正好相反。因此, 我们认为, 造成我国煤中全硫含量随变质程度的增加而增加的主要原因不是煤炭的变质程度, 而是来自其成煤时期沉积环境的影响。我们知道, 煤的变质程度在很大程度上依赖于成煤时期的早晚, 在所采集的样品中, 侏罗纪及第三纪煤样主要

数 65 个, 硫分算术平均值 0.5% 左右, 大部分煤样品属于特低硫煤。

第三纪煤炭主要沉积在云南省境内大小不等的内陆盆地内, 一部分分布在东北及沿海地区, 这部分煤中硫分最高值为 1.90%, 硫分算术平均值在 0.60% 左右, 大部分属于低、特低硫煤。

从上述分析可以清楚地看到, 海水作用的影响是造成不同时期煤炭中硫分含量高低最主要的原因。所采集的样品很好地反映了这一规律。

### 2.3 不同煤阶的煤中全硫的分布

煤中硫与其煤阶之间的关系在很多的文献中已经被讨论过。<sup>[7, 8, 12]</sup>从分析得出的数据(见表 3)可以看到, 我国煤中全硫含量随着煤的变质程度的增高有不断增高的趋势。低煤阶的褐煤(HM)、长焰煤(CY)、不黏煤(BN)及弱黏煤(RN)其硫分算术平均值分别为 0.71%、0.51%、0.52% 和 0.76%, 均小于 1%。随着变质程度的增高, 气煤(QM)、肥煤(FM)、焦煤(JM)和瘦煤(SM)硫分算术平均值不断增高, 分别为 0.81%、1.32%、1.16% 和 1.40%, 到贫煤(PM)和无烟煤(WY)时, 硫分算术平均值已达到 1.93% 和 1.61%。这一趋势与通过我国煤种资源数据库计算的情况基本一致。<sup>[7, 8]</sup>

是褐煤、不黏煤、弱黏煤及气煤, 仅有少数几个样品达到肥煤和焦煤阶段。从上面的分析可以看到, 侏罗纪煤及第三纪的煤均属于低、特低硫煤, 高变质的煤主要来自石炭和二叠纪, 主要分布在华南及华北地区, 受海水影响较大, 硫分含量也偏高, 因而可能造成了随煤阶的增高硫分含量不断增高的假象。

### 2.4 同一地质时代和不同变质程度煤中硫的分布

上面对不同变质程度煤中硫分含量进行了研究, 发现随着变质程度的增加, 硫分含量也表现出逐

渐增高的趋势.但是这并不能说明煤的变质程度与硫分含量之间有着密切的关系.我们知道,煤的变质程度与温度、压力及成煤时间有关.从所采集的样品中可以看出煤的变质程度与成煤时期之间有着很大的关系.

在所采集的样品中,第三纪 14个煤样,均属于低变质煤,最高变质程度只达到气煤;侏罗纪煤 65个样品中,煤样变质程度最高达到了焦煤,但样品数只有 4个,肥煤样品数也只有 5个,基本上还是低变

质煤;三叠纪由于煤炭资源比较少,样品数也只有 11个,最高变质程度达到贫煤;作为我国煤炭储量最多的石炭和二叠纪煤,采集样品数分别为 60个和 140个,其煤变质程度也从低变质气煤到高变质无烟煤均存在.下面分别对石炭和二叠纪煤中不同变质程度煤中硫分含量的比较来探讨煤的变质程度与全硫含量之间的关系.

从表 4和表 5中可以看出,同一时代煤的变质程度与其煤中全硫含量之间关系不明显,从而也证

表 4 中国石炭纪不同煤阶煤中全硫分布情况 (%)

Table 4 The total sulphur contents in Chinese Carboniferous coals with different coal ranks (%)

Coal ranks	Range	Arithmetic mean	Geometric mean	Standard deviation	Number of samples
CY	0.23~ 0.55	0.44	1.41	0.18	3
QM	0.35~ 3.62	1.37	0.99	1.10	12
FM	0.49~ 4.04	2.38	1.97	1.26	10
JM	0.29~ 3.15	1.35	0.95	1.17	7
SM	0.33~ 2.99	1.44	1.16	0.95	10
PM	0.47~ 4.48	2.48	2.0	1.41	7
WY	0.50~ 4.28	2.25	1.89	1.26	11
Total	0.23~ 4.48	1.79	1.33	1.24	60

表 5 中国二叠纪不同煤阶煤中全硫分布情况 (%)

Table 5 The total sulphur contents in Chinese Permian coals with different coal ranks (%)

Coal ranks	Range	Arithmetic mean	Geometric mean	Standard deviation	Number of samples
QM	0.25~ 2.03	0.64	0.57	0.40	15
FM	0.16~ 9.33	1.26	0.69	1.86	32
JM	0.11~ 4.02	1.28	0.83	1.23	27
SM	0.19~ 5.16	1.53	0.81	1.75	21
PM	0.29~ 5.91	1.64	0.85	2.07	8
WY	0.09~ 5.70	1.49	0.85	1.67	37
Total	0.09~ 9.33	1.32	0.77	1.59	140

实了上面的结论,煤中硫分的高低与成煤时期沉积环境之间关系密切,我国煤中硫分含量随变质程度的增高而逐渐增高的趋势是不同成煤时期不同地区受到海水及气候环境影响所造成的假象.

## 2.5 中国不同地区煤中硫的分布

对来自全国 26个省、市地区煤中硫的含量分析(见第 5页表 6),在重庆、湖北采集的煤中硫分最小值都达到了 2.39%和 4.70%,属于中、高硫煤;另外,在广西、贵州、湖南、河南、山西等地区也都采集到了特高硫煤( $S > 4.0\%$ );在安徽、河南、江西、陕西、山东和四川等地都采集了高硫煤( $S > 3.0\%$ );在北京、黑龙江、甘肃、吉林和新疆等地区煤中硫分含量均在 1.0%以下,属于低、特低硫煤.

各个地区煤中硫分算术平均值差异也比较大,黑龙江、吉林等平均硫含量分别为 0.22%和 0.33%,都为特低硫煤.而在煤炭资源相对贫乏的湖

北、重庆、广西、贵州、湖南等地区,其煤炭中硫分算术平均值分别为: 5.05%、3.35%、2.85%、2.36%和 2.03%,均超过了 2.0%.总体上讲,从北向南中国煤中硫分含量有不断增加的趋势.<sup>[5]</sup>正因为如此,郝吉明等<sup>[13]</sup>报道,我国四川、贵州、湖南、湖北、江西、广西、福建等地降水 pH均在 4.5以下.

## 2.6 不同聚煤区煤中硫的含量

根据不同的地质构造特征等差异,将我国煤田划分为六大聚煤区,华北石炭-二叠聚煤区、华南晚二叠聚煤区、东北内蒙古晚侏罗聚煤区、西北早中侏罗聚煤区以及滇藏中、新生代聚煤区和台湾第三纪聚煤区.<sup>[11]</sup>在采集的样品中没有滇藏中、新生代聚煤区和台湾第三纪聚煤区的样品,只有前四大聚煤区.通过对全国四大聚煤区的硫分含量分析(见第 5页表 7),可以看到,由北向南有硫分含量逐渐增高的趋势.西北、东北聚煤区煤中硫含量算术平均值分

表 6 中国不同地区煤中全硫的分布 (%)

Table 6 The total sulphur contents in coals from different province in China(%)

Province	Range	Arithmetic mean	Geometric mean	Standard deviation	Number of samples
Anhui	0.16~ 3.76	0.71	0.46	1.0	11
Beijing	-	0.17	-	-	1
Fujian	0.10~ 0.94	0.53	0.36	0.43	3
Gansu	0.31~ 0.67	0.51	0.49	0.15	5
Guangdong	0.48~ 0.77	0.63	0.60	0.21	2
Guangxi	0.92~ 5.91	2.85	2.23	2.23	4
Guizhou	0.27~ 5.70	2.36	1.51	1.94	17
Hebei	0.16~ 1.90	0.72	0.58	0.50	15
Heilongjiang	0.11~ 0.29	0.22	0.21	0.06	10
Henan	0.22~ 4.38	0.86	0.57	1.03	23
Hubei	4.70~ 5.49	5.05	5.04	0.40	3
Hunan	0.50~ 9.33	2.03	1.13	2.94	9
Jiangsu	0.41~ 2.54	1.11	0.86	0.91	5
Jiangxi	0.19~ 3.15	1.40	0.94	1.17	7
Jilin	0.15~ 0.50	0.33	0.29	0.16	5
Liaoning	0.12~ 2.10	0.64	0.48	0.60	9
Neimenggu	0.07~ 1.63	0.51	0.38	0.42	16
Ningxia	0.13~ 2.66	1.31	0.69	1.29	4
Qinghai	-	0.19	-	-	1
Shanxi	0.34~ 3.65	1.32	0.87	1.31	9
Shandong	0.30~ 3.70	0.98	0.75	0.89	18
Shanxi	0.22~ 4.48	1.22	0.84	1.12	84
Sichuan	0.44~ 3.54	0.86	0.65	1.01	9
Xinjiang	0.21~ 0.90	0.52	0.46	0.28	5
Yunnan	0.11~ 1.90	0.88	0.59	0.62	7
Chongqing	2.39~ 4.16	3.35	3.29	0.65	8
Total	0.07~ 9.33	1.18	0.72	1.34	290

表 7 中国不同聚煤区中全硫的分布 (%)

Table 7 Contents of total sulfur in coals from four coal-cumulating areas in China(%)

Coal-cumulating area	Range	Arithmetic mean	Geometric mean	Standard deviation	Number of samples
Northeastern China	0.07~ 2.10	0.44	0.32	0.45	32
Northern China	0.13~ 4.48	1.03	0.71	1.03	180
Southern China	0.09~ 9.33	2.00	1.22	1.90	69
Northwestern China	0.19~ 0.90	0.46	0.41	0.24	9
Total	0.07~ 9.33	1.18	0.72	1.34	290

别为 0.46% 和 0.44%，华北聚煤区算术平均值为 1.03%，而华南聚煤区硫分算术平均值高达 2.00%，比东北、西北及华北聚煤区硫分含量要高得多。主要也是因为华南聚煤区主要成煤时期——早石炭、晚二叠，都是在海水时进时退过程中形成的海陆交相含煤岩系，因而硫分含量最高。华北石炭、二叠纪聚煤区成煤过程中也受到了海水的影响，硫分也偏高。西北及东北聚煤区含煤盆地主要在侏罗纪形成，属内陆沉积，受海水影响很少，硫分含量最低。

上述研究结果与李文华<sup>[7]</sup>通过《中国煤种资源数据库》研究的结果基本一致，只是西北聚煤区硫分平均含量相差较大。

### 3 结 论

1) 我国煤主要以中、低硫煤为主，煤中硫分储量加权平均值为 0.94%，较李文华<sup>[10]</sup>得出的 1.11% 稍低。与我们根据李瑞一文中给出的数据计算出的全硫平均含量 0.89% 比较接近，相差只有 0.05%。

2) 不同成煤时期煤中硫分差异很大，高硫煤、特高硫煤均来自石炭、二叠纪。除早二叠纪煤外，算术平均值均在 1.7% 以上。中生代及新生代各个时期煤均属于中、低硫煤，最高硫分基本不超过为 2.0%，算术平均值都小于 1.0%。

3) 随变质程度的不断增加,全硫含量呈上升趋势,肥煤、焦煤、瘦煤、贫煤和无烟煤,其算术平均值都在 1.0% 以上。但是,全硫含量的增高与煤的变质程度之间并没有直接关系,主要因为不同成煤时期沉积环境影响所造成的假象。

4) 不同地区煤中硫分含量相差比较大,总的来说,北方各省较南方各省硫分含量普遍偏低。

5) 不同聚煤区煤中硫分含量变化很大,从北向南逐渐增高。

6) 煤中硫分高低主要与海水作用有关,华南

华北石炭、二叠纪煤变质程度相应高,受海水影响较大,因而含硫量也高。西北、东北成煤时间较晚,变质程度相应偏低,受海水影响较小,其硫分含量也相应较低。

7) 通过对所采集的 290 个煤样硫的分布状况的研究,所得出的结论与前人的研究结果多数一致,一方面验证了前人的结论;另一方面说明所采集的 290 个煤样基本代表了中国煤炭的基本状况,对它们的研究可以得出对中国煤质的大致无偏倚的结果。

### 参 考 文 献

- [1] 谌伦建,王西岳. 洁净煤技术与中国大气污染控制. 焦作大学学报, 2003, 1(1): 42-44
- [2] 成玉琪,俞珠峰. 中国洁净煤技术发展现状及发展思路. 见: 第二届洁净煤技术国际研讨会论文集, 1999. 25-31
- [3] Spears D A, Rippon J H, Cavender P F. Geological Controls on the Sulphur Distribution in British Carboniferous Coals a Review and Reappraisal. International Journal of Coal Geology, 1999, 40: 59-81
- [4] 岑可法,池 勇. 洁净煤技术的研究和进展. 动力工程, 1997, 17(5): 15-20
- [5] Chen Peng, Chen Wenmin. Study on the Distribution Characteristics of Sulphur in Chinese Coals. Fuel, 1986, 65(9): 1305-1309
- [6] 李文华,翟 炯. 中国动力煤的灰分硫分和发热量. 煤炭转化, 1994, 17(1): 12-25
- [7] 李文华,翟 炯. 中国煤中硫的分布及控制硫污染对策. 煤炭转化, 1994, 17(4): 1-10
- [8] 李 瑞. 中国煤中硫的分布. 洁净煤技术, 1998, 4(1): 44-48
- [9] 尤先锋,刘生玉,吴争鸣等. 煤热解过程中氮和硫化物分配及生成机理. 煤炭转化, 2001, 24(3): 1-5
- [10] 陈亚飞,姜 英,陈文敏等. 煤炭化验结果的审核与计算. 北京: 煤炭工业出版社, 2003
- [11] 王煦曾,朱榔如,王 杰等. 中国煤田的形成与分布. 北京: 科学出版社, 1992
- [12] 何京东,宋书宇,孙 镇等. 我国煤炭中硫的分布及脱硫发展方向. 国外金属矿选矿, 1995(5): 30-33
- [13] 郝吉明,贺克斌. 中国燃煤二氧化硫污染控制战略. 中国环境科学, 1996, 16(3): 208-212

## DISTRIBUTION AND FORMING CAUSE OF SULPHUR IN CHINESE COALS

Hu Jun Zheng Baoshan Wang Mingshi and Finkleman R B\*

(State Key Lab of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, CAS, 550002 Guiyang;

\* National Center, U. S. Geological Survey, Reston VA, 20192, USA)

**ABSTRACT** In this paper, we determined the total sulphur contents of two hundred and ninety coal samples which were taken from twenty six provinces, municipalities and autonomous regions in China. Then we analysed the distribution of total sulphur in coals with different geological ages, different coal ranks, different regions, different coal-cumulating areas. The results show that the coals with moderate to low sulphur contents are primary in our country. The mean of total sulphur content with weight by reserves is 0.94%. The coals with high and very high sulphur content are mostly from Carboniferous and Permian, and in the other geological ages coals are almost moderate and low sulphur content coal. The contents of sulphur are increasing by coal ranks, which is caused by sedimentary environment of different coal-cumulating ages. The contents of sulphur in four coal-cumulating areas coal have much difference, which is increasing gradually from north to south.

**KEY WORDS** coal, sulfur, distribution, coal rank, geological age, coal-cumulating area