

MT

中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T ×××—200×

煤中碱金属（钾、钠）含量分级

Classification for alkali metal (potassium, sodium) content in  
coal

(送审稿)

200×-××-××发布

200×-××-××实施

中华人民共和国国家安全生产监督管理总局

## 前 言

本标准主要是根据中国煤中碱金属（钾、钠）含量分布的基本特征而制定。本标准可作为评价中国煤炭资源碱金属（钾、钠）含量分布特性的技术标准，也可作为评价煤炭产品质量的参考依据。

本标准由中国煤炭工业协会提出。

本标准由全国煤炭标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：煤炭科学研究总院北京煤化工研究分院。

本标准主要起草人：丁华

本标准为首次制定。

# 中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T ×××-200×

## 煤中碱金属（钾、钠）含量分级

### Classification for alkali metal (potassium, sodium) content in coal

#### 1 范围

本标准规定了煤中碱金属（钾、钠）含量分级的级别名称、代号和碱金属（钾、钠）含量范围。

本标准适用于煤的勘查、生产和加工利用中碱金属（钾、钠）含量的分级，煤炭产品中碱金属（钾、钠）含量水平评价也可参照本标准执行。

#### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 212 煤的工业分析方法

GB/T 1574 煤灰成分分析方法

GB/T 4634 煤灰中钾、钠、铁、钙、镁、锰的测定方法（原子吸收分光光度法）

MT/T1014 煤灰中主要及微量元素的测定方法——电感耦合等离子体原子发射光谱法

#### 3 技术要求

##### 3.1 分级代号的命名原则

煤中碱金属（钾、钠）含量分级代号用“特低、低、中、高”的英文字头与碱金属英文缩写的首字头组成。

SLAM：特低碱煤，LAM：低碱煤，MAM：中碱煤，HAM：高碱煤。

##### 3.2 煤中碱金属（钾、钠）含量分级

煤中碱金属（钾、钠）含量按表1分级。

表1 煤中碱金属（钾、钠）含量分级

级别名称	代号	碱金属（钾、钠）含量范围（%）
特低碱煤	SLAM	≤0.10
低碱煤	LAM	>0.10~0.30
中碱煤	MAM	>0.30~0.50
高碱煤	HAM	>0.50

#### 4 试验方法

将分析煤样按 GB/T 212 中的缓慢灰化法的规定烧制成灰，煤灰中碱金属（钾、钠）的含量按 GB/T1574、GB/T4634 或 MT/T1014 进行测定，按下列公式将煤灰中碱金属（钾、钠）的含量折算成煤中的碱金属（钾、钠）含量。计算方法如下：

煤中钾和钠总量（以干燥基计）的计算方法

$$(K+Na)_d = (0.830K_2O + 0.742Na_2O) \times A_d \div 100$$

式中： $(K+Na)_d$ ——煤中钾和钠总量（以干燥基计），单位为质量百分数（%）

0.830——钾占氧化钾的系数；

$K_2O$  ——煤灰中氧化钾的含量，单位为质量百分数（%）；

0.742——钠占氧化钠的系数；

$Na_2O$  ——煤灰中氧化钠的含量，单位为质量百分数（%）；

$A_d$ ——煤的干燥基灰分，单位为质量百分数（%）。

---

# 《煤中碱金属（钾、钠）含量分级》

## 煤炭行业标准制订说明

煤炭科学研究总院北京煤化工研究分院

2007年8月

# 《煤中碱金属（钾、钠）含量分级》行业标准制订说明

## 1. 制订行标《煤中碱金属（钾、钠）含量分级》的必要性

煤中碱金属（钾、钠）在煤炭利用过程中的危害性不容忽视。煤中碱金属（钾、钠）的存在可以加剧高炉内和炼铁过程中的碳溶反应。同时煤灰中含有钾、钠等碱性氧化物，还可对锅炉水冷壁造成腐蚀和玷污。工业锅炉及燃气轮机新技术对煤中钾、钠含量均有严格限制。

钾、钠在高炉内对碳溶反应的催化作用最为显著。在高炉内，矿石和焦炭带入的碱金属盐类会分解，并进一步被碳还原和汽化成钾、钠蒸汽。这些气态的钾、钠随煤气上升至炉顶，经过一系列的变化，只有少部分随煤气带出，如此形成钾、钠等碱金属在高炉内的循环和富集。研究结果表明，循环碱量可达入炉焦炭和矿石碱量的6倍，高炉内焦炭的钾、钠含量可高达3%以上，这就足以对焦炭的碳溶反应起催化作用。由此得出结论，要降低碱金属对高炉生产的影响，一方面应提高随炉渣的排出碱量，另一方面应减少炉料的带入碱量。

目前的研究结果认为，碱金属、碱土金属对焦炭的劣化作用是由以下三种原因导致的：一是由于碱金属、碱土金属在高温下可直接与焦炭结构作用，与焦炭中层片排列有序化程度较高的结构形成层间化合物，使层间距离增大，产生剧烈的体积膨胀，导致气孔壁疏松，裂纹增多；二是由于碱金属、碱土金属对碳溶反应的催化作用，改变了焦炭的气化反应方式；三是碱金属、碱土金属可降低碳溶反应的开始反应温度和激烈反应温度。碱金属、碱土金属的存在大大加剧了碳溶反应的进行，使得焦炭的反应性增加，而反应后强度降低。

此外，煤气化工艺对煤灰熔融性温度也有严格要求，而煤中钾、钠含量是影响煤灰熔融性的重要因素之一。在煤灰熔融性的评价中， $K_2O$ 、 $Na_2O$ 均是碱性氧化物，是降低煤灰熔融性的主要组分。

因此，为了更好地评价我国煤中碱金属（钾、钠）含量，科学地指导煤炭的高效洁净利用，非常有必要对我国煤中碱金属（钾、钠）含量进行详细和深入研究，同时结合煤利用过程对煤中碱金属（钾、钠）含量的要求，对我国煤中碱金属（钾、钠）含量进行科学的分级，这对于科学地判断和评价我国煤中钾、钠元素的危害性和影响具有重要意义，特别是它还可以为有关领导部门、生产部门制定煤炭资源开发及减少环境污染等方面的方针、政策提供依据，并为广大的煤炭

用户科学合理的评价和利用煤炭资源以及煤炭贸易特别是煤炭进出口贸易提供技术依据。

煤中碱金属（钾、钠）含量分级对于合理评价中国煤炭资源特性、保证我国煤炭资源的洁净有效利用、促进煤炭进出口贸易，具有重要的理论与现实意义。

## 2 分级原则

制定科学的煤中碱金属（钾、钠）含量分级方案，应从煤炭资源特性和煤炭利用过程中对碱金属（钾、钠）含量的要求两方面入手。在对我国煤中钾元素及钠元素含量进行统计分析的基础上，结合煤的加工利用中钾、钠的危害，制定科学合理的我国煤中钾、钠含量的分级标准。

本标准可作为评价中国煤炭资源中碱金属（钾、钠）含量分布的技术标准。适用于煤炭的勘探、生产和加工利用中对褐煤、烟煤和无烟煤中对碱金属（钾、钠）含量的分级。

## 3 中国煤中碱金属（钾、钠）含量分布总体特征

按照《中国煤种资源数据库》，对全国各地 322 个矿区，1740 个煤层煤样数据进行统计，统计分析表明，中国煤中碱金属（钾、钠）含量分布范围为 0~2.40%，算术平均含量为 0.28%，标准差为 0.29。按不同聚煤区煤炭探明储量加权平均含量为 0.26%。考虑到样品的数量、分布及中国煤田地质总体特征，在目前条件下，用按不同聚煤区煤炭储量加权平均计算得到的煤中碱金属（钾、钠）平均含量更有代表性。中国煤中碱金属（钾、钠）含量分布见表 1，大多数煤中碱金属（钾、钠）含量集中分布在 0.05%~0.5%。

表 1 中国不同煤层煤中碱金属（钾、钠）含量分布

含量范围，%	0~≤0.05	0.05~≤0.1	0.1~≤0.15	0.15~≤0.2
样品分布，%	10.8	15.29	15.86	13.22
含量范围，%	0.2~≤0.3	0.3~≤0.5	0.5~≤1	>1
样品分布，%	15.23	13.62	12.47	3.51

### 3.1 中国不同成煤时代煤中碱金属（钾、钠）含量分布

按不同成煤时代：早第三纪 E、晚第三纪 N、早-中侏罗世 J<sub>1-2</sub>、晚侏罗-早白垩世 J<sub>3</sub>-K<sub>1</sub>、晚三叠世 T<sub>3</sub>、晚二叠世 P<sub>2</sub>、早二叠世 P<sub>1</sub>、晚石炭世 C<sub>3</sub>、早石炭世 C<sub>1</sub>，对 1740 个煤样中的碱金属（钾、钠）含量进行统计分析。统计结果见表 3，由表可知：中国煤中碱金属（钾、钠）含量与成煤时代密切相关，不同成煤时代煤中

碱金属（钾、钠）含量差异显著，晚侏罗-早白垩世  $J_3-K_1$ 、晚三叠世  $T_3$ 、第三纪 E+N 碱金属（钾、钠）含量较高，算术平均值均大于 0.40%。早石炭世  $C_1$ 、晚石炭世  $C_3$  及早二叠世  $P_1$  煤中碱金属（钾、钠）含量相对较低，碱金属（钾、钠）含量在 0.20% 以下。晚侏罗-早白垩世  $J_3-K_1$ 、早二叠世  $P_1$  煤中碱金属（钾、钠）含量分布范围较广。早石炭世  $C_1$ 、晚石炭世  $C_3$  及早二叠世  $P_1$  煤中碱金属（钾、钠）含量分布的标准差相对较小，反映了这些成煤时代的煤中碱金属（钾、钠）含量分布较均衡。

表 2 中国不同成煤时代煤中碱金属（钾、钠）含量分布(%)

成煤时代	算术平均	标准差	最小值	最大值	样品数(个)
E+N	0.46	0.35	0.02	1.31	45
$J_{1-2}$	0.24	0.21	0.02	0.90	208
$J_3-K_1$	0.56	0.39	0.05	2.21	295
$T_3$	0.43	0.31	0.05	1.18	92
$P_2$	0.26	0.23	0	1.14	298
$P_1$	0.18	0.20	0.01	2.40	379
$C_3$	0.15	0.14	0.01	0.88	369
$C_1$	0.19	0.12	0.02	0.49	54

表 3 中国不同成煤时代煤中碱金属（钾、钠）含量样品分布(%)

成煤时代	0~≤0.1	0.1~≤0.2	0.2~≤0.3	0.3~≤0.5	0.5~≤1	>1
E+N	17.78	13.33	8.89	17.78	33.33	8.89
$J_{1-2}$	29.81	27.40	13.94	14.90	13.94	0
$J_3-K_1$	3.39	12.88	13.56	25.08	30.85	14.24
$T_3$	10.87	15.22	22.83	17.39	26.09	7.61
$P_2$	17.11	40.60	17.11	13.42	10.07	1.68
$P_1$	32.19	39.58	15.30	8.44	3.69	0.79
$C_3$	48.78	26.29	14.09	7.05	3.79	0
$C_1$	20.37	42.59	18.52	18.52	0	0

从表 3 可见，古生代煤中，二叠世  $P_1$  煤中碱金属（钾、钠）含量超过 70% 集中在 0~0.2%，晚二叠世  $P_2$ 、华南早石炭世  $C_1$  煤中碱金属（钾、钠）含量有 40% 以上分布在 0.1%~0.2%，华北石炭世  $C_3$  煤中碱金属（钾、钠）含量超过 45% 分布在 0~0.1%。华南早石炭世  $C_1$  煤中碱金属（钾、钠）含量大于 0.5% 的样品很少。古生代煤总体来看，煤中碱金属（钾、钠）含量分布频率主要集中在 0~0.2%。中生代煤中，早-中侏罗世  $J_{1-2}$  煤中碱金属（钾、钠）含量超过 50% 主要集中在



在 0~0.2%。晚三叠世 T<sub>3</sub>、晚侏罗-早白垩世 J<sub>3</sub>-K<sub>1</sub> 煤中碱金属（钾、钠）含量均有超过 30%分布在 0.5%~1%。新生代第三纪 E+N 煤中碱金属（钾、钠）含量分布相对较为均衡，煤中碱金属（钾、钠）含量在 0.5%~1%分布的样品占到样品总数的 30%以上。

### 3.2 中国不同聚煤区煤中碱金属（钾、钠）含量分布

表 4 为中国不同聚煤区煤中碱金属含量分布范围及算术平均值，东北 J<sub>3</sub>-K<sub>1</sub> 聚煤区煤中碱金属（钾、钠）含量明显高于西北 J<sub>1-2</sub> 和华北 C<sub>3</sub>-P<sub>1</sub> 聚煤区。可见，中国煤中碱金属（钾、钠）含量分布的地理、地质特征差异显著，东北聚煤区碱金属（钾、钠）含量较高，且分布范围较广。西北区碱金属（钾、钠）含量相对较低，分布范围相对较窄，且标准差数值较小，表明煤中碱金属（钾、钠）在此聚煤区分布较均衡。

表 4 中国不同聚煤区煤中碱金属（钾、钠）含量分布(%)

聚煤区	算术平均	标准差	最小值	最大值	样品数(个)
华南	0.30	0.26	0	1.18	421
东北 J <sub>3</sub> -K <sub>1</sub>	0.56	0.39	0.03	2.21	322
华北 C <sub>3</sub> -P <sub>1</sub>	0.17	0.17	0.01	2.40	793
华北 J <sub>1-2</sub>	0.29	0.23	0.02	0.90	130
西北 J <sub>1-2</sub>	0.14	0.12	0.03	0.76	74

表 5 中国各聚煤区煤中碱金属（钾、钠）含量样品分布(%)

聚煤区	0~≤0.1	0.1~≤0.2	0.2~≤0.3	0.3~≤0.5	0.5~≤1	>1
华南	16.15	34.92	17.58	14.49	14.01	2.85
东北 J <sub>3</sub> -K <sub>1</sub>	4.04	12.11	13.04	24.84	31.68	14.29
华北 C <sub>3</sub> -P <sub>1</sub>	39.34	33.42	15.13	8.20	3.53	0.38
华北 J <sub>1-2</sub>	23.85	20.77	14.62	20.00	20.77	0
西北 J <sub>1-2</sub>	40.54	37.84	13.51	6.76	1.35	0

表 5 列出了各聚煤区煤中碱金属（钾、钠）含量样品的分布频率。其中西北 J<sub>1-2</sub> 聚煤区和华北 C<sub>3</sub>-P<sub>1</sub> 聚煤区有超过 70%分布在 0~0.2%。华南聚煤区碱金属（钾、钠）含量主要分布在 0.1%~0.3%，含量大于 1%的仅占 2.85%。东北 J<sub>3</sub>-K<sub>1</sub> 聚煤区煤中碱金属（钾、钠）含量主要分布在 0.3%~1%，碱金属含量小于 0.1%的所占比例较小。华北聚煤区碱金属（钾、钠）含量分布较集中在 0~0.2%，其中华北 J<sub>1-2</sub> 聚煤区煤中碱金属（钾、钠）含量有 20.77%分布在 0.5%~1%。西北 J<sub>1-2</sub> 聚煤区煤中碱金属（钾、钠）含量大于 0.3%以上的较少。

### 3.3 中国不同煤类煤中碱金属（钾、钠）含量分布

对中国 1740 个煤样的碱金属（钾、钠）含量按 13 个煤类（褐煤 HM、长焰煤 CY、不黏煤 BN、弱黏煤 RN、气煤 QM、气肥煤 QF、1/3 焦煤 1/3JM、肥煤 FM、焦煤 JM、瘦煤 SM、贫瘦煤 PS、贫煤 PM、无烟煤 WY）进行统计，统计结果列于表 6。由表可以看出：长焰煤中碱金属（钾、钠）含量最高，算术平均值为 0.57%。气肥煤最低，算术平均值在 0.12%。焦煤中碱金属（钾、钠）含量分布范围最广。气肥煤和肥煤中的碱金属（钾、钠）含量分布较均衡。

表 6 中国不同煤类煤中碱金属（钾、钠）含量分布(%)

煤类	算术平均	标准差	最小值	最大值	样品数 (个)
HM	0.36	0.24	0.02	1.31	93
CY	0.57	0.39	0.04	1.47	61
BN	0.26	0.35	0.03	1.25	69
RN	0.23	0.27	0.02	1.78	59
QM	0.27	0.31	0.02	2.21	218
QF	0.12	0.14	0.01	0.65	82
1/3JM	0.24	0.23	0.01	1.29	316
FM	0.13	0.16	0.02	1.34	106
JM	0.29	0.36	0.01	2.40	234
SM	0.16	0.13	0.03	0.67	51
PS	0.33	0.28	0.04	1.13	60
PM	0.31	0.29	0	1.18	60
WY	0.34	0.24	0.04	1.05	331

表 7 中国不同煤类煤中碱金属（钾、钠）含量的样品分布 (%)

煤类	0~≤0.1	0.1~≤0.2	0.2~≤0.3	0.3~≤0.5	0.5~≤1	>1
HM	10.75	18.28	15.05	31.18	22.58	2.15
CY	4.92	13.11	13.11	21.31	29.51	18.03
BN	52.17	23.19	0	2.90	15.94	5.79
RN	32.20	25.42	20.34	8.47	11.86	1.69
QM	27.98	30.73	12.84	13.3	11.01	4.13
QF	62.20	18.29	14.63	0	4.88	0
1/3JM	27.22	31.65	18.67	13.61	6.01	2.85
FM	55.66	29.25	8.49	4.72	0.94	0.94
JM	29.49	32.48	13.25	8.55	9.83	6.41
SM	33.33	47.06	9.80	5.88	3.92	0
PS	15.00	28.33	23.33	10.00	20.00	3.33
PM	23.33	25.00	21.67	13.33	11.67	5.00

WY	6.04	31.72	18.13	22.36	20.54	1.21
----	------	-------	-------	-------	-------	------

表 7 列出了不同煤类煤中碱金属（钾、钠）含量的分布频率。从表中可以看出，褐煤碱金属（钾、钠）含量有 30% 以上分布在 0.3%~0.5%，碱金属含量大于 1% 的分布较少；中变质程度烟煤碱金属（钾、钠）含量主要分布在 0~0.2%，其中气肥煤中碱金属（钾、钠）含量有超过 60% 分布在 0~0.1%，总体来看，中变质烟煤中碱金属（钾、钠）大于 0.5% 的分布相对较少。无烟煤中碱金属（钾、钠）含量主要集中在 0.1%~0.5%。

#### 4 地球中钾、钠元素的丰度

地球及其各个圈层钠的丰度 ( $\times 10^{-6}$ ): 地球为  $4.9 \times 10^3$ , 下地幔为  $5.7 \times 10^3$ , 上地幔为  $9.1 \times 10^3$ , 地壳为  $2.3 \times 10^4$ , 地球上的钠愈向地球表层含量愈大。钠是自然界丰度较高的元素之一。在地壳中钠的丰度仅次于氧、硅、铝、铁、钙、镁占第七位。

地球及其各个圈层钾的丰度 ( $\times 10^{-6}$ ): 整个地球为  $8.3 \times 10^2$ , 下地幔为  $3 \times 10^2$ , 上地幔为  $2.3 \times 10^3$ , 地壳为  $1.7 \times 10^4$ , 在地球分异过程中钾如同钠等碱金属一样, 在向地壳聚集。

根据统计分析表明, 中国煤中碱金属（钾、钠）算术平均含量为 0.28%, 按不同聚煤区煤炭探明储量加权平均含量为 0.26%。因此, 与地壳中的钾、钠元素含量相比, 中国煤层中煤的碱金属（钾、钠）含量相对较低。

#### 5 中国煤中碱金属（钾、钠）含量分级

综合上述情况, 根据我国煤中碱金属（钾、钠）含量的分布特点, 结合我国煤炭利用过程中对碱金属（钾、钠）含量的要求, 本次标准制定工作中, 把我国煤中的碱金属（钾、钠）含量分为特低碱金属（钾、钠）含量煤、低碱金属（钾、钠）含量煤、中碱金属（钾、钠）含量煤、高碱金属（钾、钠）含量煤 4 个等级, 各级别的煤中碱金属（钾、钠）含量依次为  $\leq 0.10\%$ ;  $>0.10\% \sim 0.30\%$ ;  $>0.30\% \sim 0.50\%$ ;  $>0.50\%$ 。煤中碱金属（钾、钠）含量分级代号用“特低、低、中、高”的英文字头与碱金属英文缩写的首字头组成。即 SLAM: 特低碱煤, LAM: 低碱煤, MAM: 中碱煤, HAM: 高碱煤。

具体分级情况见表 8。其中特低碱煤是指煤中碱金属（钾、钠）含量在 0.10% 以下的煤, 主要分布在华北 C<sub>3</sub>-P<sub>1</sub>、华北 J<sub>1-2</sub>、西北 J<sub>1-2</sub> 聚煤区, 煤类以不黏煤、

肥煤和气肥煤为主。低碱煤是指碱金属（钾、钠）含量在 0.10%~0.30%的煤，主要分布在华南、华北 C<sub>3</sub>-P<sub>1</sub> 和东北聚煤区，煤类以贫瘦煤、瘦煤、1/3 焦煤和无烟煤为主。中碱煤是指煤中碱金属（钾、钠）含量在 0.30%~0.50%的煤，主要分布于东北及华北 J<sub>1-2</sub> 聚煤区，煤类以褐煤、长焰煤和无烟煤为主。高碱煤指煤中碱金属（钾、钠）含量大于 0.50%的煤，主要分布在东北聚煤区，煤类以褐煤、长焰煤和贫瘦煤为主。

根据各聚煤区煤炭探明储量，对各聚煤区煤中碱金属（钾、钠）含量及样品含量分布频率进行计算，中国特低碱煤、低碱煤、中碱煤和高碱煤所占的比例分别为 28.43%、42.61%、14.04%、14.90%。

表 8 煤中碱金属（钾、钠）含量分级

级别名称	代号	碱金属（钾、钠）含量范围（%）
特低碱煤	SLAM	≤0.10
低碱煤	LAM	>0.10~0.30
中碱煤	MAM	>0.30~0.50
高碱煤	HAM	>0.50

## 参考文献

1. 黎彤，化学元素的地球丰度，地球化学，第 3 期，1976
2. 牟保磊，元素地球化学，北京大学出版社，1994 年 4 月，第一版
3. 毛节华，许惠龙，中国煤炭资源预测与评价，北京，科学出版社，1999