

地质统计学在煤田勘探钻井优化中的应用

陈辉辉*

(安徽省煤田地质局第三勘探队,安徽 宿州 234000)

摘要:为了研究某探区煤质的综合资料及其与成煤环境的关系。利用勘探过程中钻孔以及可采煤层中提取的614份样品,对煤质进行了水分、挥发性物质、灰分产率、热值以及微量元素Ga、Ge、V、U、Th、Cl和As的含量进行研究,以此提供煤质的技术性能资料。分析了3种不同沉积环境下山西组含煤地层、下石盒子组勘探地层和上石盒子组勘探地层中煤质沉积特征。结果表明:含水率、挥发物和灰分产率均呈地层上升趋势,而发热量变化趋势与地层上升趋势相反,灰分产率和发热量之间存在反比例趋势,而水分与灰分产率也是反比例关系,而按照断层边界划分的钻孔取出的样品煤质参数不易受地质环境的影响。认为岩浆活动和地下水循环等其他因素在一定程度上影响煤质参数。

关键词:地质;勘探;发热量;煤质

中图分类号:TD15 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2024)08-0118-03

每个煤层都有独特的煤质特征,这是由许多因素共同决定的。早期煤炭在地层中形成的主要因素包括当时的沉积环境、气候变化、煤源物质以及周围的水文条件等。这些因素最终为煤层的矿物组成和化学成分形成一套独立的遗传密码,可以表现出沉积物在煤化过程中各个时间段的变化过程。煤的不均匀性以及在地层上的变化表明煤质分布会产生一定不均匀性。利用勘探过程中钻孔以及可采煤层中提取的614份样品,对煤质进行系统的调查。该研究提供了煤炭质量信息,包括近似灰分产率、微量元素丰度、分析水分、发热量和挥发分等。

1 地质背景

整个探测区域大部分为第四纪和第三系地层,只有在该区域边缘两侧位置出现奥陶系、震旦系和寒武系等旧地层。上石炭统一下二叠统为主要含煤层序,上覆200~500m新生代沉积地层。面积约45km²。估计可采煤炭资源量947Mt。探区整体地质构造为较宽较平的褶皱和少量向四方延伸的断裂。

钻孔数据显示,二叠系有28个煤层,平均总厚度约为964.4m;石炭系有9个煤层。太原组由7~9层薄煤层组成。二叠纪地层主要组成部分有上石盒子组最大厚度162.1m;下石盒子组最大厚度为554.7m;山西组最大厚度为82.3m;石千峰组最大厚度256.2m。上石盒子组

11、13-1、16-2、17-1煤层进行重新拆分为11-2、11-1,下石盒子组5、6、7-2、8煤层进行重新拆分为4、5-1、5-2、4-2、4-1。山西组具有较高的开采价值,总可采厚度约22m。通过对井眼进行测井分析,获取的曲线显示,3、4号煤层形成期岩浆侵入,受到一定的影响。

探区主体构造受北为F₂₀₁逆断层和南为F₇₂逆断层的制约,为考察沿断层钻孔的煤质,将断层划分为4条线。第一排钻孔编号为7-5、7-3、7-2和7-1;第二排钻孔编号为11-6、10-6、10-5、10-4、10-3和10-1;第三排钻孔编号为15-4、16-1和17-1;第四排钻孔编号为66-23、NT1、NT2和NT4。

2 样品采集和分析方法

在勘探过程中,从钻孔采集共采集样本614份,所采样品的厚度要达到所在煤层厚度的75%以上。煤样品被风干,研磨通过一个200目的筛,进行近似、最终、化学和矿物学分析。使用标准程序首先进行初步分析,然后进行最终分析。在电炉中815℃制备条件下产生高温灰。采用中国煤显微组分和矿物测定国家标准(GB8899-88),在反射显微镜下对抛光煤块进行点计数测定显微组分组成。采用X射线衍射和扫描电镜对煤和灰分中的矿物进行了测定。将得到的样品放入HNO₃:HCl:HF(3:1:1)的酸混合物中,然后使用微波照射消化。煤层中主要元素包括Si、S、Ti、Al、Fe、Mg、

* 收稿日期:2023-03-01

作者简介:陈辉辉(1988-),男(汉族),安徽宿州人,工程师,现从事地质专业技术工作。

K、Ca、Na、Mn,需要采用电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-AES)测定,而煤层中所含微量元素包括Ga、As、V、U、Ge、Th则需要使用电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)来进行测定,Cl采用离子色谱仪(IC)测定。大多数元素的精密度相对标准偏差为5%。

3 结果与讨论

3.1 水分

水分含量是评价煤炭质量经济价值的一项关键指标。煤炭水分含量的提高导致其燃烧提供的热值降

低。探区煤层含水率风干为0.38%~3.38%,经勘查煤层3、4-1、4-2的煤炭中水分含量较低,其中的原因是岩浆在煤炭形成过程中侵入,而带入大量的热量,热量降低了煤的含水率,提高了煤的等级。

将各地质背景线(Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ)的水分进行对比,如图1所示,结果差异较小,在1.33%~1.50%之间。各断层含水率差异较小,不超过0.2%。区域性断裂通过为盆地流体提供通道而改变盆地的含水率。研究表明,断层与煤中含水率的分布无关。

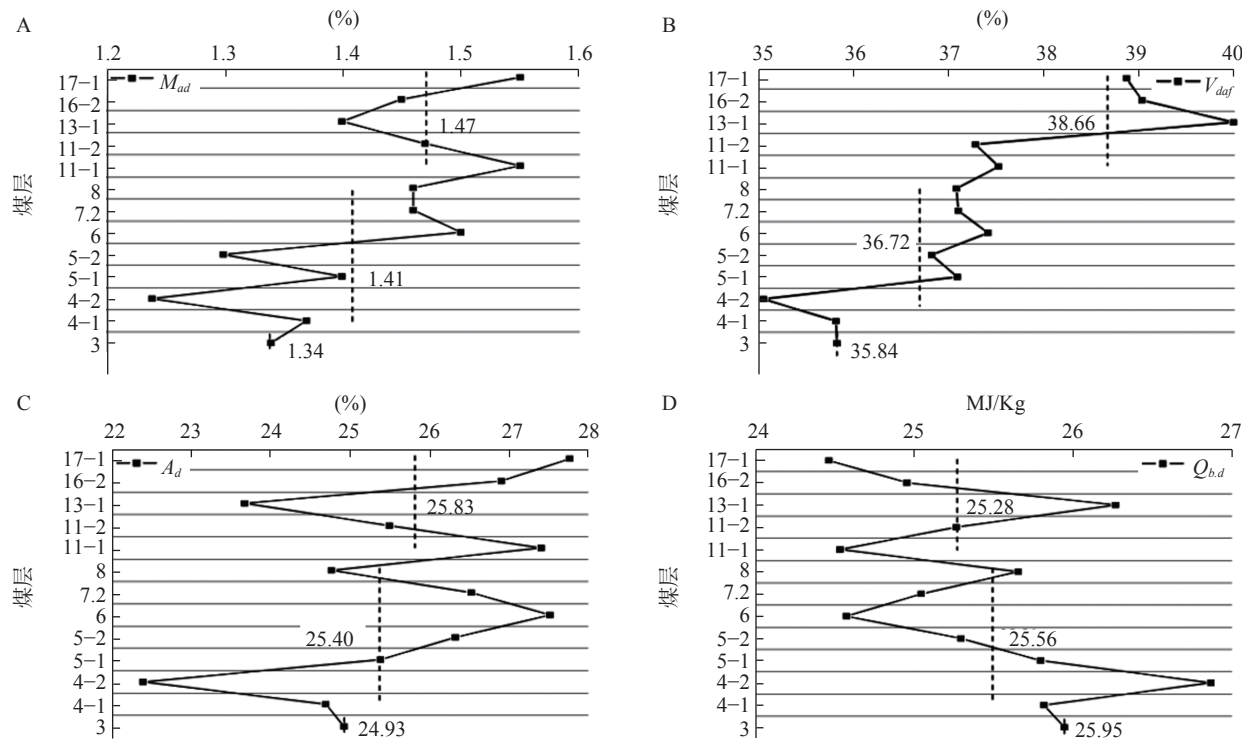


图1 煤层水分对比

3.2 挥发性物质

挥发性物质(V_{daf})是指煤在热解过程中有机质挥发性产物(液体或气体)的产率。该区域煤炭经过热解,挥发分在9.5%~46.5%之间,属中高挥发性沥青,在干无灰条件下平均为37.5%。4-2煤层 V_{daf} 值最低,与岩浆侵入有关,岩浆活动引起煤阶的转变,导致煤中有机质的挥发。3号煤层中夹有黑色泥岩,其中含有丰富的珊瑚化石和白色云母碎片。下石盒子组中,海相化石变得稀少,被各种植物化石所取代,仅在6煤层上覆泥岩中发现了布鲁化石。在下石盒子组与上石盒子组交界面,观察到云母层合岩的分散分布。海相化石的稀少可能与下石盒子组沉积环境的频繁波动有关。四排断层钻孔获取样本的挥发物值与其他区域获取的挥发值

相比变化不大,说明反向断层的产生与煤炭挥发值分布无关。

3.3 灰分产率(A_d)

煤的灰分产率是评价煤质的重要指标。煤炭中灰分含量过高会增加运输系统的负担,同时也会使得煤炭的热值受到一定影响,在煤炭生产和燃烧过程中对环境造成更大的危害。位于低层的上石盒子组煤样中灰分产量为25.8%,与位于中上层的下石盒子组煤样灰分产量为25.4%和山西组煤样灰分产量为24.9%相比比较高。可见,探区3个地层间的沉积学特征存在一定的梯度变化。由于碎屑输入的增加,导致底层煤炭灰分率较高。岩浆侵入、地下水等次生因素可能是 A_d 重分布的原因。

3.4 热值($Q_{b,d}$)

发热量主要表示可燃元素碳和氢的含量。煤的等级主要是根据在无水分和矿物质基础上的热值。用氧弹技术测定的煤层干热值为18.3~31.8MJ/kg。山西组26.0MJ/kg、下石盒子组25.6MJ/kg和上石盒子组25.3MJ/kg的平均发热量与“地层向上增加”的趋势相反,呈现“地层向上减少”的趋势,其中山西组平均发热量最高。灰分产量与发热量呈负同步变化,表明煤炭热值受到矿物的严重破坏, V_{daf} 的不稳定变化削弱了其与 $Q_{b,d}$ 的相关性。

3.5 微量元素测定

通过对煤样中的7种微量元素Ga、Ge、As、U、Th、V、Cl进行探测,找到局部高值,对数据进行分析。对Th、U、As、Cl和V元素的分析具有环保意义,Ga和Ge具有重要的经济价值和地球化学意义,As和Cl等挥发性元素在燃烧过程中很容易释放到大气中,并很容易凝结在大气粉尘中。探层中这些元素的平均含量均在世界平均范围内,除Ga外其他元素均显著低于其他煤的平均值。该区域内Ga含量高值为13.6mg/g,但该值低于安全限值30mg/g。

4 结论

研究表明:岩浆的侵入带入大量的热量,热量降低了煤的含水率,提高了煤的等级,断层与煤中含水率的分布无关。挥发性与岩浆侵入有关,岩浆活动引起煤阶的转变,导致煤中有机质的挥发,反向断层与挥发性

物质分布无关。灰分产量与发热量呈负同步变化,表明煤炭热值受到矿物的严重破坏,挥发性物质的不稳定变化削弱了其热值的相关性。测定7种微量元素Ga、Ge、V、U、Th、Cl和As,这些元素的浓度在世界平均煤的范围内,其中Ga含量较高。

参考文献:

- [1] 李斌,邓思思,蔡思婷,陈琳敏,崔春兰,罗群.大数据时代煤田勘探钻孔地质空间数据库设计与实现[J].自然资源信息化,2022(1):19-24.
- [2] 李斌,孙岩,罗群.大数据时代智能化煤田地质勘查报告的实现——以煤层煤质为例[J].韩山师范学院学报,2021,42(6):21-31.
- [3] 煤田地质与勘探技术浅议[C]//2021年重庆市矿山学会年会优秀论文集,2021:258-261.
- [4] 窦新钊,张文永,孙贵,丁海.煤田地质资料深度开发及其在煤系气勘探中的应用[J].中国煤层气,2021,18(2):39-42.
- [5] 孙岩,李斌,罗群.煤田地质勘探地理信息系统空间数据库管理系统设计[J].科学技术与工程,2021,21(1):95-102.
- [6] 张洪,张继平.用地质统计法优选煤田勘探程度的探讨[J].露天采矿技术,2020,35(5):5-8.
- [7] 封伟.煤田测井曲线综合对比在子长矿区勘探中的应用[D].长安大学,2016.
- [8] 张小芳,李强,刘晓波,徐红霞.GeoEast多属性综合分析技术在煤田勘探中的应用[J].石油地球物理勘探,2014,49(S1):198-201.

(上接第117页)

参考文献:

- [1] 翟裕生,姚书振,林新多.长江中下游地区铁铜矿床的类型、形成条件和成矿演化[J].地球科学—武汉地质学院学报,1983(4):95-106.
- [2] 张建,莫吉勋,陈东,等.宁镇地区内生金属矿床类型及成矿系列[J].江苏地质,1993(3-4):140-147.
- [3] 王之田,秦克章.中国铜矿床类型、成矿环境及其时空分布特点[J].地质学报,1988(3):257-267.
- [4] 陈根生,顾金祥.盘龙岗铜钼矿床蚀变与矿化特征[J].江苏地质,1988(3):32-35.
- [5] 崔峰.联合剖面歧变解释法在盘龙岗矿区的应用[J].江苏地质,1991(1):46-49.
- [6] 江仲才.宁镇地区铜矿床地质—地球物理—地球化学模型及找矿标志[J].江苏地质,1992,16(3-4):235-238.
- [7] 陈福鑫,唐建华,居延海.宁镇地区内生矿产找矿标志及找矿方向[J].江苏地质,1993,17(3-4):148-153.
- [8] 刘因,李功成.长江中下游地区铜矿体综合找矿模型[J].资源调查与环境,2011,32(1):17-22.
- [9] 王小龙,曾键年,马昌前,等.宁镇地区燕山期侵入岩锆石U-Pb定年:长江中下游新一期成岩成矿作用的年代学证据[J].地质前缘,2014,21(6):289-301.
- [10] 陆振裕,尹灵强,施翔,等.江苏仑山金矿地质特征与矿床成因探讨[J].矿产勘查,2018(5):858-864.
- [11] 姚宝宽.江苏句容铜山铜钼矿地质特征、成矿规律与矿床成因研究[J].西部探矿工程,2022(1):132-137.
- [12] 姚宝宽.江苏镇江某矽卡岩型铁矿的矿床成因分析与找矿标志研究[J].西部探矿工程,2022(2):164-166.
- [13] 陶奎元,薛怀民,毛建仁,等.中国东南沿海大(中)型浅成中低温热液矿床—斑岩型矿床评价的地质准则成矿模式及其找矿意义[J].火山地质与矿产,1996(17):26-40.
- [14] 高天钧,黄仁生.福建省上杭紫金山矿田铜金银矿床类型及对比[J].火山地质与矿产,1998(19):283-294.
- [15] 阮诗昆,龚建生,李文,等.紫金山矿田五子骑龙铜矿床地质特征及成因探讨[J].有色金属(矿山部分),2009(11):37-42.