

由图 5 的偏光显微图片（放大倍数为 200 倍）可以看出，在 0.5 MPa 条件下，挥发分逸出速度较快，生焦出现少部分气孔，但是体系生成完全融并的中间相，定向排列较好。在 1.5 MPa 条件下，体系也生成完全融并的中间相，定向排列较优。在 2.5 MPa 条件下，体系虽生成完全融并的中间相，但是定向排列较差，这是由于体系中的挥发分气体逸出较慢，存在于体系中，使体系粘度较低，定向排列困难。

由图 6 的 SEM 图像（放大倍数为 1200 倍）可以看出，随着压力的增大，体系中挥发分逸出速度减慢，虽然针状焦呈现片层结构，定向排列也较好，但是体系挥发分的增多使针状焦片层结构致密性下降，结构疏松。因此在制备针状焦过程中，压力不宜过大，以免体系中滞留过多的挥发分，使焦结构疏松，压力以 1.5 MPa 左右为宜。

晶胞参数计算结果见表 3。由表 3 可知，在不同压力条件下制备的针状焦的 2θ 衍射同样在 26° 与 43° 附近具有石墨晶体的特征峰，说明其结构也是类石墨结构，且 26° 附近的衍射峰的强度非常强。表明针状焦的石墨化度较大，定向排列较好。

表 3 不同压力下针状焦的 XRD 参数

压力/MPa	$2\theta/^\circ$	d_{002}/nm	L_c/nm	O_g	$G/\%$
0.5	26.103	0.3422	1.591	0.940	20.93
1.5	26.106	0.3421	1.593	0.941	22.09
2.5	26.147	0.3423	1.594	0.940	19.77

4 结论

(1) 碳化温度、恒温时间和压力是影响针状焦结构的 3 个主要因素。碳化温度为 $470^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ 、

恒温时间为 7 h、压力为 1.5 MPa 的条件是制备优质针状焦的最佳参数选择。

(2) 碳化温度过低使碳化反应速度缓慢，致使中间相生成和转化的速度也较慢，使针状焦出现非定向排列。碳化反应温度过高，反应速度过快，气流拉焦阶段气流产生量过大，容易导致针状焦定向排列紊乱。

(3) 碳化反应中必须保证体系有足够的反应时间，来完成中间相的生成、长大和融并，否则不完全融并的中间相难以制备出优质的针状焦。

(4) 为保证针状焦的收率，必须保证一定的反应压力。反应压力过低使体系挥发分和气体逸出过快，体系粘度过高，不利于中间相的生长和融并，过高的反应压力使体系中挥发分和气体滞留过多，破坏针状焦的致密结构。

参考文献：

- [1] 李玉财，张文超，王丽．我国针状焦的生产与应用[J]．碳素技术，2011（1）
- [2] 马远荣，程相林，陈一鸣．针状焦技术研究进展[J]．化工中间体，2010（12）
- [3] 孙艳锐．针状焦的制备与性能评价[D]．北京化工大学，2010
- [4] 黄爱华．促进煤沥青碳质中间相有序化生长的研究[D]．上海师范大学，2008
- [5] 胡建宏，王永刚，程相林等．萃取条件对制备煤系针状焦原料的影响[J]．中国煤炭，2015（3）
- [6] 王赓．煤焦油稠环芳烃沥青树脂的合成与表征[D]．北京化工大学，2010

作者简介：胡建宏（1971—），男，河南郑州人，硕士研究生，主要研究方向为煤基炭材料。

（责任编辑 陶 赛）

炼焦煤中长期合同签订 有利于改善煤炭市场秩序

日前，山西焦煤集团与河钢、首钢、鞍钢、宝钢、马钢、华菱钢六大钢铁集团签订了 2017 年炼焦煤中长期合同。这是继前期神华、中煤与五大电力集团签订动力煤中长期合同后又一领域的重大突破，有利于进一步稳定和改善煤炭市场秩序。

国家发改委副主任连维良说，国家鼓励支持煤钢双方签订中长期合同，对于签订中长期合同并诚信履约的企业，有关方面将在运力上予以优先保障，在安排先进产能释放时予以倾斜；对因不可抗力等因素造成合同无法执行的，将予以积极协调，尽量减轻煤钢双方损失；将加强相关市场主体信用建设和信用监管，营造合同执行的良好社会环境。

中长期合同的关键在于执行，执行的关键在于合理的条款设计。据了解，此次双方商定了“基准价加级差”的灵活定价方式，在基准价基础上对数量大、运距远、还款快的客户给予一定程度优惠。