

文章编号: 0254-5357(2009)03-0244-05

湘东龙王排钼多金属矿地质特征及辉钼矿铼-钼同位素定年

徐辉煌^{1,2}, 熊峥嵘³, 伍式崇², 陈郑辉^{1,4}, 屈文俊⁵

(1. 中国地质大学(北京), 北京 100083; 2. 湖南省地质矿产勘查开发局四一六队, 湖南 株洲 412007;
3. 浏阳市国土资源局, 湖南 浏阳 410300; 4. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037;
5. 国家地质实验测试中心, 北京 100037)

摘要: 湘东龙王排钼多金属矿是近年来中外合作勘查发现的具较大找矿潜力的地区。采集龙王排花岗岩体外接触带中的破碎带蚀变岩型钼多金属矿钻孔中的辉钼矿, 应用辉钼矿铼-钼同位素法测定, 获得了精确的辉钼矿铼-钼等时线年龄为 (146.3 ± 1.8) Ma。结果表明, 龙王排钼多金属矿区的成矿与隐伏的燕山早期花岗岩浆侵入活动有关, 对本地区的地质找矿具有重要的意义。

关键词: 龙王排钼多金属矿; 辉钼矿; 铼-钼同位素定年; 地质特征; 湘东

中图分类号: P579.3; P578.291 **文献标识码:** A

Geological Characteristics and Mineralization Age of the Longwangpai Molybdenum-polymetallic Deposit in East Hunan

XU Hui-huang^{1,2}, XIONG Zheng-rong³, WU Shi-chong², CHEN Zheng-hui^{1,4}, QU Wen-jun⁵

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China;
2. The 416 Team of Hunan Geological Survey, Zhuzhou 412007, China;
3. China Land Resources Bureau of Liuyang City, Liuyang 410300, China;
4. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;
5. National Research Center for Geoanalysis, Beijing 100037, China)

Abstract: The Longwangpai molybdenum-polymetallic deposit field in the East Hunan province is a new metallogenic region with great potential of mineral prospecting discovered through an international project. Authors collected the molybdenites from the drilling holes in the fracture zone-altered rock type molybdenum-polymetallic deposit in exocontact zone of the Longwangpai granite rock-body. Its isochron age is (146.3 ± 1.8) Ma, which suggests that its mineralization is related to the Early Yanshanian granite intrusive activities.

Key words: the Longwangpai molybdenum-polymetallic deposit; molybdenite; Re-Os isotopic dating; geological characteristics; East Hunan

湘东地区地处湘赣两省交界处, 大地构造位置上位于扬子板块与华夏板块间的钦州-钱塘结合带的中部偏北, 属于湘东新华夏系第二复式沉降带浏阳-衡东隆起带的北部, 区域内的成矿地质条件

较为优越, 是铜、铅、锌、钨、钼等矿的重要成矿带, 有浏阳市七宝山铜多金属矿等。浏阳市龙王排钼多金属矿是该地区近年来中外合作勘查发现的规模较大的钼多金属矿, 矿床类型为破碎带蚀变岩

收稿日期: 2009-03-29; 修订日期: 2009-04-15

基金项目: 国家科技支撑计划项目资助(2006BAB01B03); 国土资源地质大调查项目资助(1212010533303); 中国地质调查局项目资助(1212010813062)

作者简介: 徐辉煌(1963-), 男, 湖南汨罗市人, 高级工程师, 从事地质矿产勘查工作。E-mail: dikan416@163.com。

型,找矿潜力较大。在矿床类型、控岩控矿构造、成矿规律和找矿方面做了一定的工作;但到目前为止,还没有获得可靠的成矿年代学数据,这在一定程度上制约了对该矿床及区域成矿规律的研究及区域找矿勘探工作。区域上可对比的矿床相对较少,如本区北部的浏阳市七宝山铜多金属矿也没有确切的成矿年龄。为了获得精确的成矿年龄资料,本文采用辉钨矿进行铼-钨同位素测定,获得了高精度的年龄数据,该数据表明本区的主要成矿作用为燕山早期,该矿的形成也是南岭中生代大规模成岩成矿作用高峰期的产物。

1 矿区地质特征

矿区出露地层为中元古界冷家溪群雷神庙组(Pt_2l),岩性为灰色厚层状绢云母板岩、千枚状粉砂质板岩,为主要的赋矿围岩(见图1)。矿区构造以北东向断裂构造为主,为区内导矿构造,其次级平等的蚀变破碎带为区内的容矿构造。

本区的矿体主要产于龙王排岩体外接触带,与该岩体成矿关系较密切。区内岩体主要为花岗岩,出露面积约0.2 km²,钾长石K-Ar法年龄为118 Ma^[1],属中侏罗世三江口超单元岩前单元(J_2Y)。岩体侵入于中元古代冷家溪群之中,接触面产状较平缓,倾向围岩,倾角40°左右。外带岩性为细-中细粒黑云母二长花岗岩,以细粒结构为主,中粒者少,主要矿物成分有微斜长石及微斜微纹长石、斜长石、石英、黑云母等。内带岩性为细中粒斑状黑云母二长花岗岩,似斑状结构,斑晶以钾长石为主,少量石英,含量约20%。主要矿物成分为钾长石(38%)、斜长石(32%)、石英(24%)、黑云母(6%)。副矿物以锆石、独居石为主。锆石肉褐色,柱状晶体;独居石褐黄色,板状及柱状晶体。细中粒斑状黑云母二长花岗岩的主要岩石成分为SiO₂ 72.43%、TiO₂ 0.32%、Al₂O₃ 13.87%、Fe₂O₃ 1.08%、FeO 1.70%、MnO 0.08%、MgO 0.35%、CaO 1.37%、Na₂O 3.13%、K₂O 4.70%、P₂O₅ 0.10%、灼失量1.05%、总和101.98%。可以看到,岩体岩石酸碱性程度较高,SiO₂含量为72.43%,K₂O和Na₂O含量7.83%。据湖南省地质调查院1:5万文家市幅地质图中有关参数^[2],A/NCK=1.08, δ =2.08,属过铝过硅钙碱性岩类。CIPW标准矿物出现C值而无D_i值,分异指数较高(86.7),固结指数较低(3.19),反映岩浆有良好的分异性。岩体内有细粒黑(二)云母花岗岩脉(墙)、石英脉分布,前者近东西向产出,宽几厘米至1 mm,后者分布普遍,呈北东向、近南北向展布,

脉厚几毫米至1 m不等。岩体外接触带变质作用较强,热接触变质带宽1~3 km。近岩体一侧变质作用较强,岩石类型有堇青石黑云母石英角岩、石英云母片岩,宽800 m左右。外侧岩石为石英绢云母千枚岩、斑点状板岩等,但局部变质程度偏低,向南呈跳跃式变,推测岩体深部有向南隐伏延伸的可能。

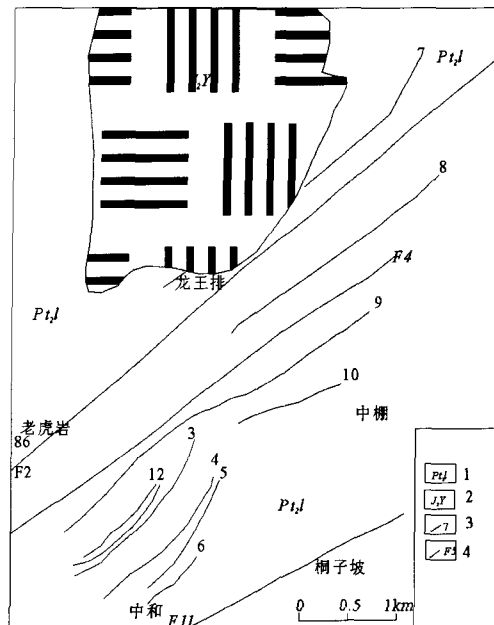


图1 湖南省浏阳市龙王排矿区钨多金属矿地质简图

Fig. 1 Simple geological map of the Longwangpai molybdenum-polymetallic deposit in Hunan province

1—中元古界冷家溪群雷神庙组; 2—中侏罗世三江口超单元岩前单元花岗岩; 3—矿(化)体及编号; 4—断层及编号。

2 矿体地质特征

本区矿化带类型主要为破碎带蚀变岩型,受北东向张扭性断裂控制,属高温热液裂隙充填型。其中1号矿体出露长210 m,走向北东45°,倾向南东,倾角30°,延深180 m;矿体厚0.80~4.73 m,品位Mo为0%~0.390%,WO₃为0.009%~0.243%。2号矿体地表仅1个工程见矿,为半隐伏矿体,控制长310 m左右,走向北东40°~50°,倾向南东,倾角26°~40°,延深110 m。矿体厚0.7~1.6 m,品位Mo为0.003%~0.22%,WO₃为0.001%~0.363%。3号破体为隐伏矿体,控制长100 m,走向北东30°~60°,倾向南东,倾角50°~70°,延深40 m。矿体厚度0.37~2.01 m,品位Mo为0.001%~0.35%,WO₃为0.005%~0.303%。10号矿体长670 m左右,走向

北东 $30^{\circ} \sim 70^{\circ}$, 倾向南东, 倾角 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。矿体厚度 $0.3 \sim 0.6$ m, 品位 Mo 为 $0.01\% \sim 0.02\%$, WO_3 为 $0.22\% \sim 0.62\%$ (见图 2 和图 3)。

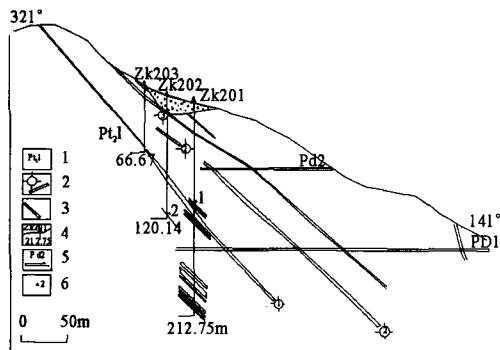


图 2 龙王排矿区钼多金属矿 2 号勘探线地质剖面图

Fig. 2 Geological section of No. 2 exploration line in the Longwangpai molybdenum-polymetallic deposit

1—中元古界冷家溪群雷神庙组; 2—钼多金属矿体及编号;
3—蚀变破碎带; 4—完工钻孔编号及孔深; 5—平硐及编号;
6—辉钼矿测年样品取样位置及编号。

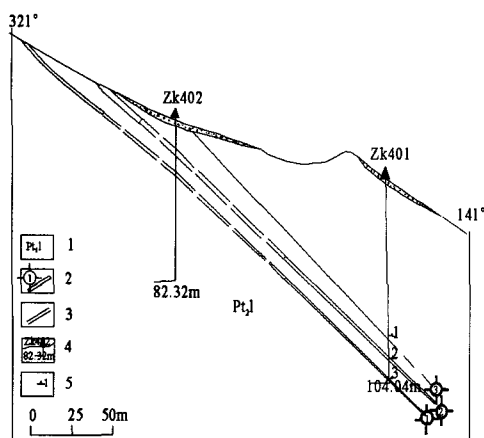


图 3 龙王排矿区钼多金属矿 4 号勘探线地质剖面图

Fig. 3 Geological section of No. 4 exploration line in the Longwangpai molybdenum-polymetallic deposit

1—中元古界冷家溪群雷神庙组; 2—钼多金属矿体及编号;
3—蚀变破碎带; 4—完工钻孔编号及孔深; 5—辉钼矿测年样品采样位置及编号。

此外, 钻孔 (ZK201) 深部见一组隐伏的钨钼矿体 (未编号), 在 36 m 的范围内共见有 6 条矿体, 厚 $0.43 \sim 4.44$ m, 总厚度 10.76 m, 品位 Mo 为 $0.115\% \sim 0.7\%$, WO_3 为 $0.023\% \sim 0.117\%$ 。

矿区主要矿石类型为石英脉型钼多金属矿石。矿石矿物有黄铜矿、辉铜矿、辉钼矿、白钨矿、黑钨矿、黄铁矿等。脉矿物为石英、长石、白云母。矿石矿物呈半自形—他形粒状分布于石英脉中。

3 结果与讨论

3.1 辉钼矿的成矿年龄

本次辉钼矿样品采自不同钻孔中不同孔深, 主要是辉钼矿—石英脉, 矿石中主要金属矿物为辉钼矿, 辉钼矿呈半自形, 有的结晶较粗大, 品位较富, 呈晶簇状, 有的样品中辉钼矿呈细粒浸染状。本次选择了在 3 个钻孔的不同位置采集样品进行测试, 样品编号分别为: LWP-ZK201-1、LWP-ZK201-2 (采集自钻孔 ZK201), LWP-ZK202-2 (采集自钻孔 ZK202), LWP-ZK401-1、LWP-ZK401-2、LWP-ZK401-3 (采集自钻孔 ZK401)。辉钼矿单矿物则是使用小型电钻直接在矿石标本上采集。

本次研究中的 Re-Os 同位素测试分析是在国家地质实验测试中心 Re-Os 同位素实验室进行。Re、Os 化学分离步骤和质谱测定等分析方法参见有关文献 [3-8]。从本次实验的 GBW 04435 标准物质 (HLP) 测试分析结果 [9] 可以看出分析质量是较好的。

从辉钼矿的 Re-Os 同位素分析结果 (见表 1) 可以看出, 辉钼矿的模式年龄为 (134.9 ± 2.6) Ma $\sim (148.6 \pm 2.1)$ Ma, 其加权平均值为 (147.6 ± 1.8) Ma, 在误差范围内近于一致。用 ISOPLOT 软件计算所测试 6 个点的等时线年龄为 (146.3 ± 1.8) Ma (加权平均方差 MSWD = 1.6), 模式年龄的加权平均值为 (147.6 ± 1.8) Ma (MSWD = 1.5), 两者在误差范围内是一致的 (见图 4 和图 5)。等时线年龄及加权平均模式年龄都比较可靠。等时线的截距为 0.068 ± 0.074 , 比较接近 0 点, 说明辉钼矿中不存在普通铼, ^{187}Os 都是 ^{187}Re 的衰变产物, 这符合计算模式年龄的条件, 因而也说明了所获得模式年龄也是有效的。

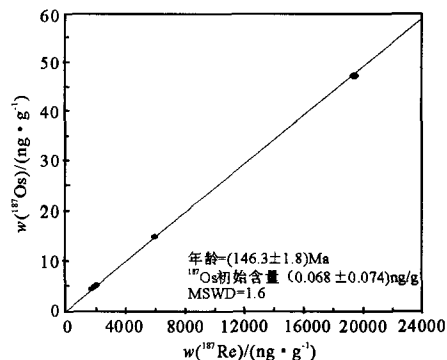


图 4 龙王排辉钼矿 Re-Os 等时线年龄

Fig. 4 Re-Os isochron age of molybdenites in the Longwangpai molybdenum-polymetallic deposit

表1 辉钨矿 Re-Os 同位素年龄测定^①

Table 1 Re-Os isotopic age determination of molybdenites in the Longwangpai molybdenum-polymetallic deposit

样品编号	样品质量 <i>m</i> /g	<i>w_B</i> /(ng · g ⁻¹)								模式年龄/Ma	
		Re		普 Os		¹⁸⁷ Re		¹⁸⁷ Os			
		测定值	不确定度	测定值	不确定度	测定值	不确定度	测定值	不确定度	测定值	不确定度
LWP – ZK201 – 1	0.05043	3112	42	0.0048	0.0107	1956	27	4.80	0.04	147.1	2.6
LWP – ZK201 – 2	0.05004	3310	33	0.0048	0.0054	2080	21	5.15	0.05	148.5	2.3
LWP – ZK202 – 2	0.05069	3050	26	0.0048	0.0162	1917	16	4.75	0.04	148.6	2.1
LWP – ZK401 – 1	0.05178	9478	79	0.0046	0.0051	5957	50	14.72	0.13	148.1	2.1
LWP – ZK401 – 2	0.03055	536.8	6.2	0.1700	0.0000	337.4	3.9	0.76	0.01	134.9	2.6
LWP – ZK401 – 3	0.03023	30903	360	2.1549	0.0267	19423	226	47.01	0.43	145.1	2.4

① Re、Os 含量的不确定度为绝对误差,包括样品和稀释剂的称量误差、稀释剂的标定误差,质谱测量的分馏校正误差、待分析样品同位素比值测量误差,置信度 95%。

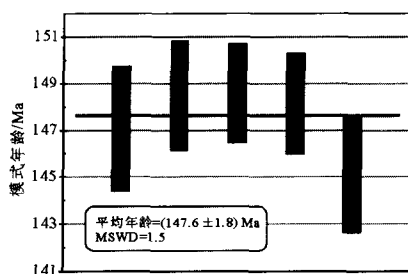


图5 龙王排辉钨矿 Re-Os 模式年龄加权平均值

Fig. 5 Re-Os weighted average of model ages of molybdenites in the Longwangpai molybdenum-polymetallic deposit

3.2 辉钨矿的成矿年代

到目前为止,湘东地区浏阳龙王排还没有可靠的成矿年龄数据,以往所确定的成矿年龄都是根据相关岩体的同位素年龄来测定的,即龙王排岩体成岩时代为燕山晚期,成岩年龄 118 Ma(据 1976 年湖南省地质矿产局 1:5 万区域地质调查报告,但岩体的年龄值仍值得斟酌),推测其成矿年龄属于燕山晚期。本次测定的辉钨矿 Re-Os 同位素年龄是对成矿时代的有效限定,测试结果表明成矿时代为 (146.3 ± 1.8) Ma,代表其成矿期次为燕山早期,因此与目前岩体的成岩时代存在差异。而龙王排岩体地表出露面积小,据最近的勘查成果,在离岩体接触面约 5 km 处 2、4 线之间施工的钻孔中 361 m 处见到了中粒斑状黑云母花岗岩,可能为燕山早期侵入的隐伏岩体,那么龙王排钨多金属矿的成矿作用应与隐伏燕山期花岗岩浆活动相关。

近年来,在南岭地区利用 Re-Os 同位素测年法获得了一些钨、锡、钼矿的成矿年龄数据,如湖南锡田锡多金属矿、广东石人嶂和师姑山钨锡矿分别为 (150 ± 2.7) Ma、 (159.1 ± 2.2) Ma 和 (154.2 ± 2.7) Ma^[10];湖南宝山铜-钼多金属矿床为 160

Ma^[11];江西淘锡坑钨矿为 (154.4 ± 3.8) Ma^[12];湖南柿竹园钨锡铋多金属矿为 (151.1 ± 3.5) Ma^[13];湖南瑶岗仙钨矿为 (154.9 ± 0.4) Ma^[14];桂东青石岭钨矿^[15];湖南九嶷山大垌锡矿 (151.3 ± 2.4) Ma^[10]等,均为南岭地区中生代大规模成矿作用的高峰期(150~160 Ma)的产物,而本区也是这一大规模成岩成矿作用高峰期的产物。龙王排矿区在最新中国成矿区带划分方案中位于扬子成矿省的Ⅲ-70 江南隆起东段 Au-Ag-Pb-Zn-W-Sn-V-萤石成矿带上,该带在中生代时处于华北成矿省和华南成矿省的过渡区^[16],也是进一步证实这个成矿带具有燕山早期成矿作用特征,为在本区开展类似于南岭地区的找矿提供了重要方向。

4 结语

应用辉钨矿 Re-Os 同位素测定,获得了龙王排钨多金属矿精确的辉钨矿 Re-Os 等时线年龄为 (146.3 ± 1.8) Ma。结果表明,龙王排钨多金属矿区的成矿与隐伏的燕山早期花岗岩浆侵入活动有关,对本地区的地质找矿具有重要的意义。

5 参考文献

- [1] 湖南省地质局区调队 1:20 万浏阳幅区域地质调查报告[R]. 1976:122.
- [2] 湖南省地质调查研究院 1:5 万文家市幅地质图说明书[Z]. 2000.
- [3] 杜安道,何红蓼,殷宁万,邹晓秋,孙亚莉,孙德忠,陈少珍,屈文俊. 辉钨矿的铼-钨同位素地质年龄测定方法研究[J]. 地质学报, 1994, 68(4): 339-347.
- [4] Du A, Wu S, Sun D, Wang S, Qu W, Markey R, Stain H, Morgan J, Malinovskiy D. Preparation and certification of Re-Os dating reference materials: Molybdenite HLP and JDC [J]. *Geostandard and*

- Geoanalytical Research*, 2004, 28(1): 41-52.
- [5] 杜安道, 赵敦敏, 王淑贤, 孙德忠, 刘敦一. Carius 管溶样和负离子热表面电离质谱准确测定辉钼矿铼-钨同位素地质年龄[J]. 岩矿测试, 2001, 20(4): 247-252.
- [6] 屈文俊, 杜安道. 高温密闭溶样电感耦合等离子体质谱准确测定辉钼矿铼-钨地质年龄[J]. 岩矿测试, 2003, 22(4): 254-257.
- [7] Shirey S B, Walker R J. Carius tube digestion for low-blank rhenium-osmium analysis [J]. *Analytical Chemistry*, 1995, 67: 2136-2141.
- [8] Smoliar M I, Walker R J, Morgan J W. Re-Os ages of group II A, III A, IV A and VI B iron meteorites [J]. *Science*, 1996, 271: 1099-1102.
- [9] 伍式崇, 龙伟平, 陈郑辉, 屈文俊. 湘东青石岭钨多金属矿地质特征及辉钼矿铼-钨同位素定年[J]. 岩矿测试, 2009, 28(3): 239-243.
- [10] 付建明, 李华芹, 屈文俊, 杨晓君, 魏君奇, 刘国庆, 马丽艳. 湘南九嶷山大垌坞锡矿的 Re-Os 同位素定年研究[J]. 中国地质, 2007, 34(4): 651-656.
- [11] 路远发, 马丽艳, 屈文俊, 梅玉萍, 陈希清. 湖南宝山铜-钼多金属矿床成岩成矿的 U-Pb 和 Re-Os 同位素定年研究[J]. 岩石学报, 2006, 22(10): 2483-2492.
- [12] 陈郑辉, 王登红, 屈文俊, 陈毓川, 王平安, 许建祥, 张家菁, 许敏林. 赣南崇义地区淘锡坑钨矿的地质特征与成矿时代[J]. 地质通报, 2006, 25(4): 496-501.
- [13] 李红艳, 毛景文, 孙亚莉. 柿竹园钨多金属矿床的 Re-Os 同位素等时线年龄研究[J]. 地质论评, 1996, 42(3): 261-267.
- [14] Peng Jiantang, Zhou Meifu, Hu Ruizhong, Shen Nengping, Yuan Shunda, Bi Xianwu, Du Andao, Qu Wenjun. Precise molybdenite Re-Os and mica Ar-Ar dating of the Mesozoic Yaogangxian tungsten deposit, central Nanling district, South China [J]. *Miner Deposita*, 2006, 41: 661-669.
- [15] 伍式崇, 龙伟平, 陈郑辉, 屈文俊. 湘东青石岭钨多金属矿地质特征及成矿时代研究[J]. 岩矿测试, 2009, 28(3): 239-243.
- [16] 徐志刚, 陈毓川, 王登红, 李厚民, 陈郑辉. 中国成矿区带划分方案[M]. 北京: 地质出版社, 2008: 103.

迎接挑战, 把握机遇, 自主创新

——“2009 中国科学仪器发展年会 (ACCSI 2009)”在京隆重召开

2009年4月9日,以“迎接挑战,把握机遇,自主创新”为主题,“2009 中国科学仪器发展年会 (ACCSI 2009)”在北京隆重召开。本届年会由中国仪器仪表行业协会、中国仪器仪表学会分析仪器分会、仪器信息网 (www.instrument.com.cn) 联合主办,中国分析测试协会协办,多个相关学会予以了大力支持。有来自科技部等有关政府部门、协会、学会的领导及科学仪器界知名专家,仪器研发、生产、经销、使用和采购单位的负责人,专业媒体记者等 500 余人参会。

中国分析测试协会副理事长王顺昌先生宣读了“2008 中国科学仪器及分析测试行业十大新闻”评选结果,对 2008 年中国科学仪器行业所发生的重大新闻事件进行了较为全面的盘点。

中国科学院理化技术研究所许祖彦院士为本届年会作了题为“DUV-DPL”的大会特邀报告,向与会者介绍了我国具有自主知识产权的核心技术——全固态深紫外激光器。

本届年会还邀请了多位业内知名专家对 2009 年行业市场需求和技术发展趋势作精彩报告:中国仪器仪表行业协会副理事长朱明凯先生对 2008 年科学仪器行业发展状况进行了详细的分析;中国仪器仪表学会蒋士强教授分析了我国食品安全检测中对科学仪器的需求,并对构建我国食品安全保障体系对科学仪器的市场总需求进行了预测;中国检验检疫科学研究院邹明强研究员对质检系统科学仪器的需求进行了分析,并结合质检系统的情况,介绍了一些质检仪器的研发新进展;中国环境监测总站原站长丁中元先生对中国环境监测仪器市场需求进行了详细的分析,并对环境监测仪器的技术发展趋势提出了展望。

“对我国质谱产业化的猜想”、“气相色谱进展”、“ICP-AES 最新技术进展和发展趋势”、“粒度仪技术现状和最新进展”、“电泳的最新技术和发展趋势分析”、“新型样品前处理技术及其在环境和食品分析中的应用”等报告介绍了近年来发展较为迅速的仪器最新进展。

此外,行业领军企业赛默飞世尔科技、珀金埃尔默、北京北分瑞利集团、江苏天瑞、聚光科技、北京普析通用的负责人向大家汇报了 2008 年企业所做的工作,并对 2009 年的仪器市场进行了展望。

年会还对从 133 家厂商申报的 269 台新仪器中评选出的 22 台“2008 科学仪器优秀新产品”进行了集中发布,对“2008 年度最受用户关注国内、外十大厂商”的排名名单进行了揭晓,并对“2008 年度最受关注十大国产、国外仪器”进行了公布。这些榜单可从一个侧面反映出各仪器公司在中国用户当中的认知度,以及 2008 年中国仪器市场上比较主流的产品型号,并较客观地体现了 2008 年中国仪器市场的整体状况及仪器技术的最新发展趋势。

每年一度的“中国科学仪器发展年会 (ACCSI)”是中国仪器行业的一次高层峰会,已成功举办了两届,今年是第三次,旨在进一步促进科学仪器“官、产、学、研、用”的有机结合,着力搭建仪器用户与国内外厂商、业界专家学者之间有效的互动交流平台,并力求对中国科学仪器发展进行较为全面的总结和展望,为仪器研发决策部门提供参考,促进我国科学仪器产业及相关行业的健康快速发展。

(仪器信息网供稿)