

电子探针的研制现状与分析

葛祥坤

(核工业北京地质研究院, 北京 100029)

摘要: 电子探针分析具有微区、原位、无损、分析速度快、分析元素范围广、定量分析准确度高等特点, 是固体物质微区原位元素组成定量分析的主要技术手段, 广泛应用于材料、地质、冶金、矿产、电子、生物、考古、空间科学等领域, 但我国的电子探针长期依赖于进口, 存在着“卡脖子”的风险。本文回顾了电子探针的研制历史, 梳理了国内外电子探针的研制现状, 总结了我国电子探针研制存在的问题和短板, 指出了电子探针研制的发展趋势, 以期为我国电子探针的研制提供借鉴。

关键词: 电子探针; 研制现状; 日本电子; 日本岛津; 法国卡梅卡

中图分类号: P631.3 **文献标识码:** A **doi:** 10.12128/j.issn.1672-6979.2023.09.003

引文格式: 葛祥坤. 电子探针的研制现状与分析[J]. 山东国土资源, 2023, 39(9): 17-22. GE Xiangkun. Present Condition and Analysis on the Development of Electron Probe[J]. Shandong Land and Resources, 2023, 39(9): 17-22.

0 引言

电子探针(EPMA)是一种基于一束高能电子与物质相互作用的原理基础上发展起来的一门现代化仪器分析技术, 即一束聚焦的高能电子束轰击样品时, 会产生特征 X 射线、背散射电子、二次电子等反映样品成分、形貌信息的信号。通过检测各种特征 X 射线的波长或者能量及其强度, 可以进行样品元素组成的定性、定量分析; 通过检测背散射电子, 可以形成反映样品平均原子序数的背散射电子图像, 帮助区分不同元素组成的区域; 通过检测二次电子, 可以形成反映样品形貌信息的二次电子图像等。

电子探针分析具有微区、原位、无损、分析速度快、分析元素范围广、定量分析准确度高等特点, 是固体物质微区原位元素组成定量分析的主要技术手段, 与当前广泛应用的激光烧蚀电感耦合等离子体质谱(LA-ICP-MS)技术和二次离子质谱(SIMS)技术相互补充(表 1), 广泛应用于地质^[1-4]、材料^[5-10]、冶金^[11-12]、矿产^[13-15]、宝石^[16-17]考古^[18]等领

域。仪器厂商主要有法国卡梅卡公司、日本电子公司和日本岛津公司, 其中法国卡梅卡公司已于 2022 年 5 月宣布停止常规电子探针的销售。电子探针的结构复杂, 技术门槛高, 目前我国还不具备生产电子探针的技术能力, 完全依赖于进口, 但随着我国大型仪器设备研制水平的不断提高以及国家对“卡脖子”技术的支持力度不断加大, 我国的电子探针研制将会提上日程。本文重点梳理电子探针的研制历史与现状, 以期为我国将来的研制提供借鉴。

表 1 当前广泛应用的微区分析技术特点一览表

分析仪器	分析对象	空间分辨率	精度	仪器普及情况	样品损坏程度
EPMA	元素	1 μ m	一般	普及	损坏很小
HR-SIMS	同位素	3~20 μ m	最高	很少	一般损坏
LA-ICP-MS	元素、同位素	10~100 μ m	较高	较普及	较大

1 研制历史回顾

电子探针技术是电子光学技术与 X 光光谱分析技术结合的产物, 其基本原理早在 1913 年就被 Moseley 发现, 即 Moseley 发现反映元素种类的特

收稿日期: 2023-06-16; 修订日期: 2023-07-04; 编辑: 陶卫卫

基金项目: 中国核工业地质局地勘费项目: 鄂尔多斯盆地特拉敖包矿床地浸水文地质条件及铀矿石物质成分特征研究(项目编号: 测 D2308)

作者简介: 葛祥坤(1980—), 男, 辽宁葫芦岛人, 正高级工程师, 主要从事矿物学和微束分析研究; E-mail: gxk0621@163.com

征 X 射线的频率与发射 X 射线元素的原子序数平方之间存在线性关系,这就是著名的莫塞莱定律,其表达式为公式(1):

$$\nu = C(Z - \sigma)^2 \quad (1)$$

式中: ν 为特征 X 射线的频率; Z 为原子序数; C 和 σ 为常数。同年,Bragg W. H. 和 Bragg W. L. 又创立了著名的布拉格定律公式(2):

$$2d \sin\theta = n\lambda \quad (2)$$

式中: d 为晶体的晶面间距,单位为 \AA ; θ 为 X 射线的人射角; λ 为 X 射线的波长,单位为 \AA ; n 是正整数。莫塞莱定律和布拉格定律奠定了电子探针分析的理论基础,加上 20 世纪三、四十年代电子显微镜发展过程中逐步完善起来的电子光学技术以及随后 Johann 和 Johansson 设计和制造的弯晶 X 射线谱仪等,所有这些都为电子探针的出现打下了物理基础和实验技术基础^[19]。

第一个描述电子探针分析原理的是美国无线电公司实验室(Princeton)的 Hillier,1941 年他提出将聚焦的电子束作为发射 X 射线光谱仪的激发源,采用照相法记录物质微区发射的 X 射线光谱及其强度,并于 1947 年获得美国专利(NO. 2419029)。1949 年,法国巴黎大学的 Castaing 在著名 X 射线衍射专家 Guinier 教授的指导下,成功地在静电机透射电镜的基础上改造成电子探针,并在同年的欧洲电子显微学会议上介绍了该仪器^[19]。该仪器用直径 $1\mu\text{m}$ 左右、电流 0. n 微安的聚焦电子束作激发源,用盖革计数管检测由样品发出的 X 射线进行一般的定性分析,利用 Johansson 全聚焦分光光谱仪使定量分析成为可能。Castaing 于 1951 年写出了第一篇关于电子探针研制的博士论文^[20],论文中介绍了他所改造的电子探针细节,提出了电子探针元素定量分析的基本原理,论证了在样品表面的确定区域进行化学分析是可行的。他建立并发展了电子探针分析的物理理论,使人们可以把测得的 X 射线强度转化为化学成分;他提出了一个基于强度比较的分析方法,也就是将样品中某元素所产生的特征 X 射线强度与标样中相同元素在相同分析条件下所产生的特征 X 射线强度相比较,2 个强度的比值正比于所分析区域内该元素的质量浓度。同时,他还较完整地介绍了吸收、原子序数、荧光(特征谱荧光及连续谱荧光)修正测量结果的方法,并介绍了用经验系数、实验曲线、理论公式、实验测定等混合

办法进行修正的方法。现代电子探针的定量修正方法尽管作了许多改进,但他当时提出的一些基本原理仍然适用。1955 年,Castaing 在法国物理学会的一次会议上,展出了电子探针的原型机,1956 年由法国 CAMECA 公司制成商品,1958 年问世,取名为 MS-85。当时的电子探针是静止型的,电子束没有扫描功能。为了表彰 Castaing 的功绩,人们于 1963 年把用探针发现的新矿物(Cu,Fe)(Mo,Pb,Bi)₂S₅ 命名为(Castaingite),而我国则据成分命名为硫钼铜矿^[19]。

20 世纪 50 年代,无论是欧洲还是美国,有几种电子探针同时处于实验室研制阶段。1953 年,前苏联的 Боровский(Borovskii)^[20] 也独立研制了一台设计上完全不同的使用电磁透镜的电子探针,他用移动样品的办法使电子探针具备线扫描的本领,且由于 Боровский 过去长期从事 X 光光谱学及冶金学方面的研究,他指出了这种新仪器在快速建立相图及根据谱线系结构的变化揭示各种元素所处的化学、物理状态方面的潜在能力^[20]。1956 年,Cosslett 和 Duncumb 将飞点扫描技术引入电子探针仪,电子束以电视光栅方式扫描,并在英国剑桥大学卡文迪许实验室设计并制造了第一台扫描电子探针,从而实现了在电子探针仪器上能使电子束在样品表面进行二维面扫描。他们用背散射电子或特征 X 射线等信号来调制显像管的亮度从而得到样品表面形貌和元素的面分布信息。这种电子探针不仅能用于定点定量分析,还能进行表面形貌特征和元素分布情况的观察和记录,使电子探针具有通常的定量分析仪器不可比拟的独特优越性,扩大了电子探针的应用范围。该类型仪器于 1960 年由剑桥仪器公司生产。此外,1957 年,Birks 和 Brooks 以及加利福尼亚大学的 Wittry 也都制造出了他们的第一台电子探针。Wittry 还首先指出 X 光用大角度出射的好处,他创用的 52.5° 出射角至今还为日本岛津公司的电子探针所使用^[20]。在美国,第一台电子探针商品仪器是由应用研究实验室生产^[21]。

当 Castaing 的工作成就传播到日本后,在 1957—1958 年间,日本东京大学的芥川武就召集各方的研究人员,利用文部省的研究经费,组织起关于 X 射线显微分析的研究班,并开始向全国普及。芥川武病逝后,主要代表人物有五弓勇雄(东京大学)以及榊米一郎(名古屋大学)、篠田军治(大阪大学)

等人,他们将这项工作继承下来,组织上也扩大为“X 射线显微分析仪研究会”,使得日本对电子探针的研究蓬勃发展。日本电子公司于 1961 年生产出商业 1 号机^[22]。

20 世纪 50 年代,电子探针硬件方面得到了空前的发展,到了 60 年代,人们将重点放在了电子探针分析结果的数据修正方面,并基本形成了电子探针数据的修正方法,一直沿用至今。其发展过程大致如下:

1951 年,Castaing 提出他推导的特征谱荧光修正公式和用实验曲线作吸收修正的办法及不成功的 α 系数原子序数修正法。1953 年,Castaing 和 Descamps 用实测了 $\Phi(\rho z)$ 曲线,提出了估计连续谱荧光修正大小的实验方法。1962 年,Poole 和 Thomas 创立了第一个可供实际应用的原子序数修正方法,明确指出原子序数效应是由于各种元素的背散射效应和阻止本领的不同而引起的。同一年 Héroc 给出了一个复杂而严格的连续谱荧光修正表达式。1963 年,Philibert 用半经验半理论的办法推导了第一个吸收修正的解析表达式,这个公式为大家所沿用直至今日。1965 年,Reed 提出特征谱荧光修正公式,这个公式以其方便和准确而一直为人们所采用。1966 年,Duncumb 和 Shields 提出 Philibert 吸收修正表达式里用的参数 σ 和谱线的临界激发电压有关,通过这一修改使吸收修正的精度大为提高。1967 年,Springer 给出了一个连续谱荧光的近似表达式,使连续谱荧光的修正开始成为一项有实用价值的修正。同一年,Heinrich 通过优选,给出了现在常用的吸收修正公式中的 σ 和 h 表达式。1968 年,Duncumb-Reed 及 Philibert-Tixier 各自完成了他们的原子序数修正公式,这 2 个公式是现在用得最广泛的原子序数修正公式^[20]。

20 世纪 70 年代开始,电子探针和扫描电镜的功能逐步组合为一体,同时应用计算机控制分析过程和进行数据处理。80 年代后期,电子探针开始具有彩色图像处理 and 图像分析功能,计算机容量扩大,分析速度和数据处理时间大幅缩短。90 年代中期,电子探针的结构发生了很大改进,控制面板已经没有了令人眼花缭乱的各种调节旋钮,完全由计算机控制,特别是波谱和样品台的移动有了新的改进,编码定位,通过鼠标可以准确定位波谱和样品台位置。进入 21 世纪,电子探针的控制系统已完全由普通商

用计算机代替,电子探针图像分辨率进一步提高,操作更加便捷和智能,分析元素范围更宽等特点。

2 国外研制现状

20 世纪 80 年代,生产电子探针的厂家较多,如日本、法国、美国等,但目前世界上生产电子探针的厂家仅有 3 家,分别为日本岛津公司(SHIMADZU)、日本电子公司(JEOL)和法国卡梅卡公司(CAMECA)。

2.1 日本岛津公司

日本岛津公司在 20 世纪 60 年代先后生产了多款电子探针,代表型号为 EMX-1、EMX-2/2A 等;70 年代生产了具有扫描功能的 EMX-SM/SM7 型电子探针;80 年代生产了由计算机控制的自动化电子探针,如 EPM-810Q、EPMA-8705、EPMA-C1、EPMA-V6 等,针对操作复杂、价格昂贵的劣势,日本岛津于 1989 年推出了小型化的 EPMA-C1 型电子探针;90 年代,先后生产了 EPMA-2000、EPMA-1400、EPMA-1500、EPMA-2300 和 EPMA-1600 等型号的电子探针,自动化程度逐步提高,尤其是 EPMA-1600 在中国占据一定的市场份额;进入 21 世纪,在 EPMA-1600 的基础上,推出了 CeB6 灯丝的 EPMA-1610,二次电子图像分辨率进一步提高。目前,日本岛津最新型号的钨灯丝电子探针为 EPMA-1720,CeB6 灯丝电子探针为 EPMA-1720H,并在 2016 年推出了场发射电子探针 EPMA-8050G。

2.2 日本电子公司

日本电子公司 1961 年开始生产第一代电子探针,命名为商业 1 号机,后来又陆续生产了 JXA-2、JXA-3 和 JXA-5 等型号的电子探针;1971 年开发出扫描电镜和电子探针结合的 JXA-50A;1982 年推出由计算机控制的彩色面分布图的 JCMA-733(JCXA-733),之后又陆续推出了与能谱仪结合的 JXA-8600 和 JXA-8621 以及 JXA-8800/8900 系列。90 年代,推出了电子光学系统自动化功能(如自动合轴、自动找饱和点)、高衍射效率的分光晶体、2 种罗兰圆半径、高精度谱仪驱动及样品台驱动、分析功能多、分析速度快及定量分析准确度高的 8100/8200(带有一体化能谱仪,波谱和能谱可同时分析)系列,实现了一个鼠标和一个键盘即可完成电

子探针的全部操作,但此时,电子探针的控制仍为工作站。进入 21 世纪,日本电子开始推出完全由普通计算机控制的 JXA - 8230,电子枪可配置钨灯丝和 LaB6 灯丝,同时还推出了场发射电子探针,电子枪为场发射灯丝,代表型号为 JXA - 8500F/JXA - 8530F/JXA - 8530F Plus 系列,增加了四晶体谱仪和面积分光晶体;近年又最新推出了 JXA - iHP100 钨灯丝电子探针和 JXA - iHP200F 场发射电子探针,改变了系统操作界面,增加了自动进样和全景导航定位系统,操作更加方便快捷。

近年来,日本电子公司推出了能够测试 Li、Be 等超轻元素的软 X 射线谱仪。该谱仪通过组合新开发的衍射光栅和高灵敏度 X 射线 CCD 相机,实现了极高的能量分辨率,它的能量分辨率为 0.3eV,远高于能谱仪(EDS)和波谱仪(WDS)的分辨率,可对超轻元素进行定量分析。

2.3 法国卡梅卡公司

法国卡梅卡公司是最早开发商用电子探针的厂家,先后推出了多代电子探针。早在 1958 年推出第一批商用 MS - 85 型电子探针,1964 年推出 MS - 46 型电子探针;1974 年推出具有扫描功能的 Camebax 型电子探针;1986 年推出由计算机控制的 SX50 型电子探针;1994 年推出了自动化程度更高的 SX100 型电子探针;1998 年推出了低能探针,并于 2009 年推出了最新型号为 EX - 300 的低能探针,市面上较少见;目前卡梅卡公司的最新型号电子探针为 SX Five 钨灯丝电子探针和 SX Five FE 场发射电子探针,均为 2011 年推出,但该款场发射电子探针推出不久后就由于性能不高而停产,钨灯丝电子探针也在近期宣布停产。近些年,卡梅卡公司针对放射性物质可为客户定制放射性物质专用机型,现在仍在售卖。

3 国内研制现状

我国电子探针研制与透射电子电镜和扫描电子电镜(统称电子显微镜)的研制息息相关。自 1956 年起,长春科学仪器实验室(后称为长春光学精密机械研究所)、南京教学仪器厂、上海精密医疗器械厂(后改名为上海电子光学技术研究所)、中国科学院科学仪器厂(现称为北京中科科仪股份有限公司, KYKY)等单位先后研制了多种型号的透射电子显

微镜^[23-31]。遗憾的是,随着国外进口仪器的冲击,国产透射电镜在设备性能和稳定性方面处于劣势,在 20 世纪八、九十年代初,相关单位先后陆续停止了透射电镜的研发和生产,我国透射电镜产业自此一蹶不振,直到现在也未能恢复。

国内电子探针的研发较透射电镜和扫描电镜的研发严重落后,历史上仅仿制过一台电子探针,后期在此基础上进行了改进,另外研制了 1 台电子探针。1958—1959 年,长春光学精密机械研究所在初期研制透射电镜的过程中仿制了一台电子探针;研究团队合并至北京科学仪器厂后,1965—1966 年间在前期工作的基础上完成了一个改进模型。1967 年,电子探针的研制工作转移到了江南光学仪器厂,并成功研制了配有同轴光学显微镜和 4 个垂直波长色散谱仪的 XW - 01 型电子探针。该仪器的出射线 53°,罗兰圆半径 250 mm,加速电压为 5~50 kV,可分析 5B~92U。1989 年,东北轻合金加工成材研究所的唐桂林^[32]报导了国产 XW - 01 型电子探针的定量分析过程及结果,但并未详细报导该仪器的组成和研制细节。1994 年和 2005 年,中国地质大学曾分别进行了电子探针微机控制系统和波谱仪控制系统的研制^[33]。除了上述关于电子探针的研制经历,其他再无建树。

令人欣慰的是,近年来国内扫描电镜产业呈现出了欣欣向荣的景象。北京中科科仪股份有限公司是目前国内唯一一家推出系列扫描电镜的厂家,且至今发展良好。此外,成立于 2015 年的聚束科技(北京)有限公司于 2017 年正式推出高通量扫描电镜。成立于 2016 年底的国仪量子(合肥)技术有限公司近年也先后发布了国产钨灯丝扫描电镜(SEM3100)和场发射扫描电镜(SEM5000),技术指标也与国际同类产品接近。近日,钢研纳克检测技术股份有限公司、钢研投资有限公司、亦庄国投及核心团队共同出资创立了纳克微束(北京)有限公司,该公司也将致力于高分辨场发射扫描电镜、高通量(场发射)扫描电镜、透射电镜等产品的研发。由于扫描电镜与电子探针的原理相似,这些高科技公司的研究基础雄厚,无疑为电子探针的研制积累了雄厚的技术储备,如果有足够的资金支持,相信在不久的将来国人能够用上我国自己生产的电子探针,解决“卡脖子”难题。

4 存在的问题

(1)国内电子探针的研制经验很少,且都是在 20 世纪五、六十年代完成的,当时的技术储备也基本消失殆尽。

(2)电子探针的产业发展不如扫描电镜,根本原因是其技术研发难度大,价格昂贵,经济效益低,企业研发意愿不高,造成国内电子探针的研发几乎为零。

(3)进口设备的冲击,也是国产仪器难以发展的主要因素之一。

5 发展趋势

(1)任何大型仪器设备都会向着更加自动化、智能化的方向发展。

(2)一机多能,即在一种仪器设备上,通过添加附件,能够实现多种功能,如已实现的加配阴极荧光探测器、背散射电子衍射探测器,今后还可以考虑加配拉曼光谱仪、自动矿物分析等附件,以期实现更多的功能。

(3)定量修正方法的改进,尤其是针对轻元素的定量分析修正方法还需要更进一步的发展。

参考文献:

- [1] 于晓卫,王来明,刘汉栋,等. 胶东地区早白垩世郭家岭期花岗岩[J]. 山东国土资源,2021,37(9):12-25.
- [2] 李治平,皮桥辉. 老寨湾金矿热液独居石地球化学特征及地质意义[J]. 山东国土资源,2021,37(5):17-25.
- [3] 徐畅,尹京武,肖克炎,等. 新疆阿合塔拉铜矿砂卡岩矿物学特征及其地质意义[J]. 岩矿测试,2022,41(4):575-585.
- [4] 李文忠,袁桂林,宋生春,等. 青海下柳沟铜铅锌矿床地质特征与硫化物电子探针分析[J]. 地质与勘探,2019,55(2):447-460.
- [5] 赵同新,崔会杰,张敏,等. 三元正极材料改性研究中的电子探针表征[J]. 汽车零部件,2022(6):64-70.
- [6] 赵同新,吉见聪,孙友宝,等. 电子探针在铁钨硼磁性材料表征中的应用[J]. 物理测试,2022,40(1):20-26.
- [7] 冯柳. 电子探针在金属材料分析中的应用研究[J]. 中国金属通报,2020(7):185-186.
- [8] 李明辉,郝鲜辉,吴基金,等. 电子探针波谱仪和能谱仪在材料分析中的应用及对比[J]. 电子显微学报,2020,39(2):218-223.
- [9] 赵同新. 烧结 Nd-Fe-B 磁性材料晶界扩散 Tb 的电子探针表征[J]. 物理测试,2019,37(2):20-22.

- [10] 王顺祥,方建华,彭宏业. 电子探针在摩擦学研究中的应用[J]. 合成润滑材料,2019,46(4):18-21.
- [11] 李华昌,王东杰,冯先进,等. 我国冶金分析定量检测仪器的发展趋势[J]. 冶金分析,2022,42(8):1-12.
- [12] 郭立波,李朋,武强,等. 扫描电镜及能谱分析在钢铁冶金中的应用[J]. 物理测试,2018,36(1):30-36.
- [13] 吴敏,张燕挥,于建涛,等. 山东乳山金青顶金矿床金的赋存状态研究[J]. 山东国土资源,2022,38(6):16-20.
- [14] 康恺,吕军阳,胡秉谦,等. 山东省乳山市西涝口金矿床金矿物学特征及其意义[J]. 山东国土资源,2022,38(2):27-33.
- [15] 张凤英,黄巧燕. 电子探针在工艺矿物学研究中的应用[J]. 地质论评,2023,69(S1):457-460.
- [16] 王小莉,郭俊刚,马驰,等. 一种伊利石仿独山玉的宝石学研究[J]. 矿产保护与利用,2018(6):70-72,76.
- [17] 罗琴凤,戴苏兰,陈大鹏,等. 天然与染色红玉髓的宝石学鉴定特征及实验室快速检测流程[J]. 矿物岩石,2020,40(3):6-19.
- [18] 刘龙. 景德镇考古七十年述评[J]. 景德镇陶瓷,2022,50(6):83-90.
- [19] 周剑雄,毛水和. 电子探针分析[M]. 北京:地质出版社,1988:449.
- [20] 徐萃章. 电子探针分析原理[M]. 北京:科学出版社,1990:510.
- [21] 里德著,林天辉,章靖国. 电子探针显微分析[M]. 上海:上海科学技术出版社,1980:389.
- [22] 内山郁,渡边融,纪本静雄,著. 电子探针 X 射线显微分析仪[M]. 刘济民,译. 北京:国防工业出版社,1982:250.
- [23] YAO J. Development and production of electron microscopes in China—A historical survey[J]. 电子显微学报,2002,21(3):345-358.
- [24] 钱临照,何寿安. 铝单晶体滑移的电子显微镜观察(一)(二)[J]. 物理学报,1955,11(3):287-292.
- [25] 黄兰友. 早期电子显微镜制造的回忆[J]. 电子显微学报,1996,15(2/4):344-352.
- [26] 姚骏恩. 我国超显微镜的研制与发展[J]. 电子显微学报,1996,15(2/4):353-370.
- [27] HUANG L Y. Reflections on the making of early electron microscopes in China[J]. Optik,1992,92(1):23-26.
- [28] 姚骏恩. XD-100 型电子显微镜[J]. 科学仪器(增刊),1965,1(1):1-11.
- [29] 姚骏恩,曾朝伟. 电子显微镜物镜极靴及其材料问题[J]. 科学仪器,1965,3(3):116-121.
- [30] 黄兰友,王克定,金鹤鸣,等. DX-4 透射式电子显微镜设计与调试[J]. 仪器仪表学报,1981,2(2):1.
- [31] 王克定,王映昶,刘绪平. 用微计算机控制透射电子显微镜[J]. 电子显微学报,1984,3(4):153.
- [32] 唐桂林. 国产 XW-01 型电子探针用于定量分析[J]. 轻金属,1989(10):59-63.
- [33] 侯剑舒,金星. 电子探针波谱仪控制系统的研制[J]. 微计算机信息,2005,21(12/1):138-140.

Present Condition of the Development of Electron Probe Micro—analyzer

GE Xiangkun

(Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing 100029, China)

Abstract: Electron probe micro—analyzer has the characteristics of micro—area, in—situ, non—destructive, fast analysis speed, wide range of elements analyzed and high accuracy in quantitative analysis. It is the primary technical means for quantitative analysis of the elemental composition in situ at the micro—area of solid materials. It is widely applied in various fields, including materials, geology, metallurgy, mining, electronics, biology, archaeology and space science. However, electron probe micro—analyzer has long relied on imports, and has a risk of dependence. In this paper, historical development of electron probe micro—analyzer has been reviewed, present condition of domestic and foreign electron probe micro—analyzer development have been summarized, the problems and shortcomings of electron probe micro—analyzer development in China have been identified, and the development trends in electron probe micro—analyzer has been pointed out. It will provide valuable insights for the research and development of electron probe micro—analyzer in China.

Key words: Electron probe micro—analyzer; present condition of the development; Shimadzu in Japan; Cameca in France; Shandong province