

# 工艺矿物学

PROCESS MINERALOGY

D.M. Hausen, W.C. Park 编

中国选矿科技情报网

冶金工业出版社  
11027

56.8  
210  
C.1

# 工艺矿物学

Process Mineralogy

(美) D. M. Hausen, W. C. Park 编

田福纯 赵涌泉 审校  
汤集刚 李长根

2010/7

中国选矿科技情报网



## 译 序

组织翻译美国矿业冶金和石油工程师协会冶金学会 (TMS-AIME) 工艺矿物学委员会1981年在AIME第110届年会召开以后出版的这本论文集的目的主要在于使国内同行能比较全面地了解国外工艺矿物学发展的概况。由于本文集所包括的数十篇论文涉及到不少工艺矿物学在工艺中的应用问题，因此，它对从事资源利用工艺研究的其它专业的工程技术人员也有一定的参考价值。

在我国，自从1979年成立了隶属于中国金属学会选矿学术委员会的工艺矿物学学术组织以来，先后于1980年和1982年召开了全国性的第一、二届工艺矿物学学术交流会，此后还举行了若干次专题讨论会，这与美国工艺矿物学委员会的正式成立时间（1979年）和所开展的学术活动内容可说是巧合了。我们指出这点并无由此作出其它不恰当的类比和引申的企图，但这件事起码表明：工艺矿物学在各个领域中的作用已经越来越为人们所重视，该学科的发展问题是带有普遍意义的事情。在这个时候积极介绍国外同行的研究成果当然也能起到推动我国工艺矿物学研究向前发展的作用。

译文中专业名词的翻译主要依据“英汉综合地质学词汇”（1970），尚无统一译名者一般以国内近年出版的“金属矿物显微镜鉴定”和“透明矿物显微镜鉴定表”两书中的中英矿物名称对照表为据，个别情况下由译者或校者根据“Glossary of Geology”（1972）自拟译名，对此将作相应说明；译文中删去了所有谢词而保留了全部参考文献条目，以便读者作进一步的查阅。

由于本书涉及的专业面较广而我们的知识水平有限，译文中不信、不达、不雅以致错误之处在所难免，望读者惠予指正。

1981年8月

# 目 录

译序	(i)
原序	<i>D.M.Hausen, W.C.Park</i> (1)
主题讲演: 应用矿物学的回顾	<i>P.F.Kerr</i> (3)
引言: 矿床开发中的工艺矿物学	<i>N.Schapiro, et.al.,</i> (18)

## \* 仪器、方法和概念 \*

金属提取中应用矿物学的重要意义	<i>C.Gasparrini</i> (22)
金属矿物研究中定量显微镜技术的应用	<i>R.D.Hagni</i> (34)
用先进的表面科学技术解决选矿问题	<i>M.T.Thomas et.al.,</i> (43)
选矿研究中的分析透射电子显微镜	<i>H.I.Fraser et.al.,</i> (61)
利用彩色照像术帮助解释电子探针x射线图象	<i>J.R.Hitchings</i> (70)

## \* 矿产勘探中的应用 \*

矿产勘探中矿物学的应用	<i>L.J.Miller</i> (75)
矿产勘探中定量矿物学的方法与应用	<i>D.M.Hausen</i> (78)
美国亚利桑那州Yavapai地区前寒武纪层状金矿化体的岩石、构造、化学和矿物学模式	<i>M.M.Swan et.al.,</i> (89)
东南密苏里矿区镍钴矿化作用过程中矿物和组分的变化	<i>D.R.Jessey</i> (101)
与Cu-Pb-Zn成矿有关的砂卡岩矿物学	<i>A.L.Paverd</i> (11)

## \* 选矿中的应用 \*

选矿研究中取样的重要性	<i>W.C.Hellyer</i> (122)
选矿和矿石显微镜研究: 一些有关方法的情况	<i>C.Canep, et.al.,</i> (123)
Brunswick矿冶公司选矿厂的细磨贱金属矿石浮选过程中方铅矿、黄铜矿和黝铜矿的行为	<i>W.Petruk, et.al.,</i> (129)
显微镜技术在选矿工艺中的实际应用	<i>R.B.Haagensen, et.al.,</i> (137)
硫化镍矿石的蚀变及其对浮选的影响	<i>M.Sizgoric</i> (145)
应用定量矿物学解决冶金问题	<i>J.W.Ahlichs</i> (151)
细磨铁矿石解离度的测定	<i>W.A.Hockings</i> (159)
用计算机处理显微镜计点数据 (一例)	<i>J.R.Odehirk, et.al.,</i> (165)

## \* 提取冶金学中的应用 \*

工艺矿物学在湿法冶金中的应用	<i>R.D.Macdonald</i> (176)
内华达卡林金矿含金黄铁矿矿石的工艺矿物学	<i>D.M.Hausen</i> (177)
含铜、镍针铁矿的合成, 鉴定和溶解行为	<i>P.Lussiez, et.al.,</i> (190)

难处理金矿石的扫描电镜和显微探针研究及其工艺意义	.....	<i>H. D. Freeman, et. al.,</i>	(199)
铀矿石的某些矿物学研究对金属提取和矿产勘探的意义	.....	<i>C. Gasparri, et. al.,</i>	(211)
就地浸出铜的参数及岩石学解释	.....	<i>W. J. Mallio, et. al.,</i>	(220)
就地浸出条件下液流通道的确定	.....	<i>P. M. DiGiacomo, et. al.,</i>	(229)
低熔盐法分离铜砷	.....	<i>A. Block-Bolton</i>	(234)

\* 矿山及工厂生产中的应用 \*

显微镜在浮选厂生产中的应用	.....	<i>F. L. Marley</i>	(241)
矿物学在地质和冶金样品的金组成研究中的一些应用	.....	<i>J. W. Ahlrichs</i>	(246)
工艺矿物学家在亚利桑那州圣马努埃尔的马格马铜公司矿山和和选厂生产中的作用	.....	<i>W. Mueller</i>	(257)
北卡罗来纳州金斯山福特矿物公司锂辉石选厂浮选产品中单体和连体锂辉石的显微镜分析	.....	<i>D. M. Hausen, et. al.,</i>	(264)
有助于镍的硫化矿选矿的定量矿物学	.....	<i>M. B. Sizgoric, et. al.,</i>	(272)
硫化矿浮选回路中定量显微境分析的实例	.....	<i>S. Naruk</i>	(278)
用圣曼纽埃尔选厂浮选尾矿清洗铜反射炉烟气	.....	<i>W. J. Guay</i>	(283)

\* 能源方面的应用：煤 \*

能源技术综述	.....	<i>J. E. McNulty</i>	(288)
工艺矿物学与能源问题的关系	.....	<i>J. A. Simon</i>	(292)
显微镜技术在煤—焦炭及其有关产品评价中的应用	.....	<i>A. H. Rhoades, et. al.,</i>	(294)
在评价干碎煤的磁选中煤岩学的应用	.....	<i>L. A. Harris, et. al.,</i>	(311)
煤的矿物质和煤的液化	.....	<i>B. C. Bockrath, et. al.,</i>	(319)

\* 能源方面的应用：油页岩、铀和地热系统 \*

油页岩蒸馏过程中的矿物变化	.....	<i>W. C. Park, et. al.,</i>	(329)
美国科罗拉多州罗根瓦什地区改进的就地蒸馏油页岩残留物中矿物组成和微量元素浸出行为之间的关系	.....	<i>E. J. Peterson, et. al.,</i>	(344)
铀矿物的矿相显微镜研究技术	.....	<i>R. D. Hagni</i>	(355)
某些铀矿床中铀与含煤物质或含油物质间共生性质的分析资料	.....	<i>A. H. Vassiliou</i>	(367)
在美国加利福尼亚州和墨西哥下加利福尼亚的舍尔顿槽区活动地热系统的研究中岩石学和地球化学的应用	.....	<i>W. A. Elders</i>	(379)
适用于测定热干岩地热系统的岩石—流体反应的实验方法	.....	<i>R. W. Charles, et. al.,</i>	(390)

\*其它方面的应用：耐火材料、沸石、火山灰、铝土矿和高岭土矿床\*

耐火材料用后试样的岩相检验.....	<i>R.P.Stevens</i> (405)
天然沸石的化学和物理性质及其潜在的工业用途.....	<i>T.H.Eyde</i> (411)
现代工艺矿物学技术在圣海伦斯火山灰鉴定中的应用.....	..... <i>J.N.Hartley, et.al.,</i> (418)
亚拉巴马州东南尤法拉地区铁质铝土矿中细粒铁相的矿物学和结构的研究.....	..... <i>R.D.Hagni, et.al.,</i> (433)
在评价佐治亚州高岭土矿石中作为分析工具的光学显微镜和扫描电镜.....	..... <i>C.M.Dentan,et.al.,</i> (440)

## 原 序

本文集载有1981年2月在伊利诺斯州芝加哥召开的美国矿业冶金和石油工程师协会年会上冶金学会会议期间举行的工艺矿物学专题讨论会的研究报告。除了在这次专题讨论会上提交的35篇论文外，我们还把1980年于拉斯维加斯和1979年于新奥尔良举行的冶金学会年会工艺矿物学分组会上提出的14篇文章也收入此处。

由于许多文章涉及到矿物学应用的广阔领域，所以举行了六个讨论会。其中一些是和冶金学会或矿业冶金和石油工程师协会的其它分会共同主持的。“工艺矿物学在湿法冶金中的应用”讨论会是与湿法冶金、化学选矿委员会共同主持的，与经济地质学家协会一起安排了联合会议，以讨论“工艺矿物学在矿产勘探中的应用”问题；与经济地质学家协会及矿业冶金和石油工程师协会的管理、能源和材料学会一起安排了“工艺矿物学在能源方面的应用”问题讨论会。此外“工艺矿物学在选矿方面的应用”、“工艺矿物学在采矿和工厂生产方面的应用”和“先进的矿物学研究方法和应用”三个讨论会是与矿业冶金和石油工程师协会的矿业工程师学会选矿部共同主持的，因为这些论文中的许多涉及到了选矿问题。

据收到的大批论文摘要来看，在矿物和能源工业中，从勘探、矿化点的发现、各种冶金试验和半工业试验到矿山和工厂各种故障的排除的各个阶段，工艺矿物学家似乎都能有所作为。在合成燃料和各种工业产品的生产中，工艺矿物学家也起着重要的作用。

为了评价矿区和矿山，研究和开发矿物和能源，以及提高工厂生产的效率，当代矿物工业高度依赖于工艺矿物学。考虑到矿物学应用范围的广泛性，工艺矿物学委员会于1980年8月向协会的冶金学会程序委员会主席M. Wadsworth博士提议召开这个会议，并得到了他的赞同。冶金学会的指导委员会在1980年10月28日予以正式批准，并安排在1981年2月召开的冶金学会的芝加哥年会上举行“工艺矿物学”专题讨论会和出版会议论文集。

编者借此机会归纳了下列有关冶金学会工艺矿物学委员会早期发展和从1978年起作为一个特别委员会以来获得迅速发展的、有历史意义的背景材料。

P. F. Kerr博士是美国最早的工艺矿物学先驱，他是美国安装第一批x射线衍射装置的人之一，并在本世纪廿年代早期即将它应用于解决工业和地质问题。

从五十年代末期以来，当许多工业部门的工程师开始认识到矿物学在美国和世界上的应用前景时，工艺矿物学在冶金工艺中的应用已经有了迅速的发展。七十年代中期，这些团体开始联合以作为美国矿业冶金和石油工程师协会的一个委员会。早期的倡导者包括N. Schapiro, W. J. Mallio和T. Wilder。1975年T. Wilder最先向采矿工程师协会建议成立一个工艺岩石学委员会或分会，并将有关定景岩石学和矿物学应用方面的论文选提交给矿物和能源材料专题讨论会。

Schapiro和Wilder他们求助于冶金学会并从执行主任A. R. Scott那里得到了热情的回答，1976—1977年B. Mallio和T. Wilder在纽约出席了一年一度的冶金学会指导委员会会议，并提出了成立冶金学会工艺岩石学分会的建议。工艺岩石学特别委员会是1978年批准成立的，由Mallio和Schapiro组织了1978年的第一次会议，而1979年2月新奥尔良冶金学会

年会则由 W Park 主持。冶金学会执行委员会于 1979 年 4 月正式承认了“工艺矿物学委员会”为一个正式委员会。

1980 年在冶金学会于拉斯维加斯召开的年会上由主席 W. Park 组织了工艺矿物学的三个分组会，1981 年芝加哥年会上 D. Hausen 主席组织了六个分组会，这六个分组会算作工艺矿物学的首届专题讨论会。1981 年上半年工艺矿物学委员会成为美国矿业冶金和石油工程师协会的冶金学会和采矿工程师学会的联合委员会。

将来的美国矿业冶金和石油工程师协会会议有希望成为经济地质学家、工厂冶金工程师和工艺矿物学家之间互相讨论勘探和生产问题的传统论坛。

D. M. Hausen

W. C. Park

1981. 6

(田福纯 汤集刚 李长根译校)



## 应用矿物学的回顾

P. F. Kerr

Kerr博士是哥伦比亚大学纽贝里的名誉教授和斯坦福大学的顾问教授，因他对矿物生长作出了多种不同的贡献而著称于世。其生前的最后一篇论文“应用矿物学的回顾”未能发表，就在国际会议前夕骤然病倒，并于1981年2月27日星期五与世长辞了。Kerr博士在过去半个世纪以来的技术“爆炸”中革新矿物学技术以满足矿物工业日益增长的需要这一早年经验对我们工艺矿物学者的“根源”和现在的作用进行了回顾与展望。为尊重他的众多贡献和他作为该国“应用矿物学之父”的崇高地位，我们觉得应将他的最后讲话原封不动地公开发表，以保留他在讲话中的那种炽热的情感和独特的幽默情调。（编者）

这不是一篇普通的专业论文，它大部分涉及到个人的经验。这些经验与工艺矿物学的历史背景有关。贵委员会要求我做这种回顾，起先我以加里福尼亚人富有的热情承诺了，此后这种热情却随着芝加哥冬天的降临而冷却下来。不过我还是要感谢贵会，并为某些疏忽和阐述不充分事先向你们表示歉意，而这些问题在一篇论文中必定会存在的。

我推广应用矿物学是1922年在斯坦福大学的事，当时物理学家刚刚证明了晶体粉末会以规则的方式反射x—射线。Rogers教授提出由粉碎的不透明矿物可获得有意义的x光反射。在



38岁时的P. F. Kerr



72岁时的P. F. Kerr



1980年10月站在阿利桑那州 Florence Bundy公司“Tight hole”钻机前面的Kerr博士，他把这种钻机称之为“阿利桑那石油钻机坟地的最高墓碑”，该钻机高超过185呎，已进尺20,000呎，穿过了整个坚硬的花岗岩。

物理系Websrer教授的帮助下，我安装了一台x光衍射仪。虽系粗制滥造却能进行工作。从1924年开始，我们得到了大量矿石矿物的鉴定图案<sup>[1,2,3]</sup>。今天，x光衍射仪已很普遍。并陆续采用鉴定矿物的卡片系统。

1924年我调任哥伦比亚大学后，安装了另一台x光衍射仪，20年代和30年代初期，它作为鉴定矿物的一种技术在几项研究中起到了重要作用<sup>[4-18]</sup>。1928年它引起了美国地质调查局Ross博士的注意，他想检验一下这种方法。给我送来了仅有标号的约有一打的粘土矿样，全部获得了x光图案，但有两种不同类型。Ross博士对此抱有怀疑，因此，又将这些样品送回来，只有编号不同。所获结果无异。因此而树立了信心，接着进行了大量粘土矿物的光学和x射线综合研究<sup>[19,20]</sup>。今天，由于有了对粘土矿物的x光、光学以及野外研究<sup>[19-36]</sup>而使矿物工业中的一些重要问题可以得到解决了。

20年代末期，美国一位辉钼矿生产者碰到了一问题。他提出了将钼精矿与石灰石一起煅烧以生产一种被认为是钼酸钙产品的工艺。这种产品可直接加到合金钢厂的平炉中。据说这样做可不必使用钼铁合金。然而，不久市场上出现了同一商号的另一种产品。这种产品在炼钢炉中也很见效。那么，这两种产品是否相同呢？要求当时在哥伦比亚大学从事岩相工作的Colony教授分析这两种产品。他要我测x光图以作为其研究工作的一部分。这两种竞争产品的x光衍射图相同。接着又进行了光学、物理和化学等一系列研究。这些试验曾在另外两个著名的实验室分别加以验证。当时，由于那个钼酸钙厂家申请了专利，因而他就递交了一份侵权诉讼书，经过联邦法庭的裁决，充分肯定了这两种产品的同一性。然而，通过对这个获有优先权的技术进行研究，又发现该发明早已为另一位更早的发明人获得了专利。尽管结局是令人失望的，但归根结底这两家还是发了财。

30年代初期，在纽约市的牛顿河下面Brooklyn和Astoria之间铺设地下铁道。牛顿河水体很深，足以浮起战舰。地下铁道要穿过曾经开采过陶土的Greenpoint区，该区早就楼房遍布。钻探揭示牛顿河床由坚固的陶土层构成。承包商的地质学家、哥伦比亚的Berkey博士提出，不用防护支架就能安全挖通穿过在粘土层下面的Ravenswood花岗岩闪长岩的隧道。这与Hudson河床下面通常的作业正相反，在那里必需有钢支架和压缩空气。牛顿河的承包者投标承建是想节省支架的开支。按承包者的计划隧道是打通了，但城市当局要求他安装支架并保持有压缩空气。实际上爆破在安装防护支架前就进行了。当隧道竣工时，承包者控告纽约市当局，以收回追加的支护费用。隧道正在掘进时，我有幸调查并采集了一些样品，如白色粘土、位于其下的一种绿色蛭石和坚硬的花岗闪长岩基体。该粘土被证明是一种优质高岭土。所采样品供实验室研究并发表了研究结果<sup>[23]</sup>。

大约8年后，Sanborne先生碰到了我，那时他是隧道承包主雇用的隧道工程师，他想了解我是否还保存有牛顿河地下铁道隧道的样品，牛顿河承包者的钻孔样品曾保存在岩芯库，该库被焚烧，其资料已付之一炬。Sanborne来访的结果是我带着样品出庭。这是一次陪审。当作出判决时，他们有意想指控样品。最终承包商打赢了这场官司。

30年代初期，我得知内华达的一家钨矿进行夏季招聘<sup>[24]</sup>。其中有一个与钨矿采矿有关的问题，就是快速识别颜色几乎一样的石英基质中的少量白钨矿。当我还在哥伦比亚我的办公室里办公时，一个人带着新制的附有4吋石英透镜的紫外聚光灯进来了，这台装置是手提式的，发出的紫外光束至少有50呎远。我嘱咐Heizer先生（去年夏天我曾访问过的那个钨矿的经理）保管好这套设备。第二年夏天Emminger先生（地方经理）和我用紫外光勘查内

华达州Esmeralda县Silver Dyke矿的石英脉，存在于石英脉中的白钨矿能像一个小闪光灯那样地发光。我相信1932年的那次勘查可能是首先用紫外光勘查钨矿的一次。事后相继进行过几次钨矿及有关矿化的研究〔65-74〕。

四十年代末期，常见于矿体周围的泥质岩石的蚀变顺序问题在美国西部地区已引起人们的注意了。经Sales和Meyer对蒙大拿州Butte地区的研究而大大加深了对这一概念的认识。简而言之，蚀变特性和顺序与其岩脉本身有空间联系。远离岩脉可能出现的矿物顺序是：绢云母、高岭石、伊利石、蒙脱石、绿泥石以及未蚀变的岩石。这些矿物大体上按所列顺序呈带状出现。各带厚度可以从几呎到几百呎不等。蚀变概念的应用可以证明应用矿物学对采矿作业很有帮助。

在蒙大拿州Butte地区拟定的这么好的原则似乎可同样适用于所谓的斑岩铜矿床。当时我同Gray博士讨论过这个问题，他是Kennecott铜公司的总地质工程师。通过他的合作，安排了对新墨西哥州Santa Rita 露天铜矿和由美国冶炼公司及新泽西锌公司共管的周围地区的研究。研究工作约始于1948年<sup>72</sup>，在Kulp、Paterson和Wright等博士<sup>78</sup>的协作下1950年4月发表了研究结果。还应指出，大约在同一时间里，Lovering博士在Tintic地区进行了蚀变研究。最近，Hausen博士在San Manuel完成了广泛的蚀变作用研究。

探索新墨西哥Santa Rita地区花岗闪长岩中蚀变作用的演变时，最有用的一种矿物是黑云母。其蚀变的主要阶段可用放大镜从露天矿的样品中观察到。当将这些现象绘制在矿山地质图上时如同品位图所揭示的那样，得到一个围绕矿体的图形。从对比中看到，该矿体似乎有明显的向南延伸的趋向。Moses先生那时是Santa Rita的矿山经理，他对这种征兆很感兴趣，因此立即决定将矿区向地向南扩展了相当一段距离。

还应附带指出，蚀变作用的研究决不限于野外观察<sup>77</sup>，类似目的的实验室工作也是必不可少的。在Santa Rita地区是这样做的，在其它地区也是这样做的。

继研究Santa Rita矿区后，又对亚利桑那州Tucson以西大约50哩的美国冶炼公司的银铃(Silver Bell)矿用租地进行了蚀变研究。该地区有许多早已废弃的老矿，但那时美国冶炼公司的Courtright先生，对冲击式钻机的作业进行严格管理，以考查开采作业是否合理。蚀变作用的研究包括老矿山附近区域。岩石类型是沉积岩和火成岩两种。有两个主要含铜矿区，即氧化矿和北西约3哩的El Tirol矿。研究结果已发表<sup>74</sup>并根据研究结果确立了开发方位，我确信这对矿山开发是很有帮助的。但是那时铜价大幅度上涨对露天开采很有益处，以致于使由蚀变研究所确立的开发方位的重要性变得无足轻重了。

大约就在那时，我察觉到某些参观者对部分哥伦比亚地区的矿物收藏很感兴趣。我们面临第二次世界大战，在哥伦比亚我们的办公大楼的底层楼为一项秘密工程所占据，象费米(Fermi)、尤里(Urey)、佩格勒姆(Pegram)和邓宁(Duning)这些人似乎都在其中。在我的办公室楼下堆了一堆奇异的碳棒堆。幸而这些碳堆的作用未为我所阐明。

不久，人们对铀的兴趣提高了，尽管那时就连这个词都受到保密。就是这种兴趣把我吸引到了美国、加拿大及非洲的扎伊尔等国的铀产地。日后我参加了在日内瓦召开的第一届和平利用原子能会议〔80, 81, 82〕。

尤他州Marysvale是列入重点研究的一个地区。这个地区为研究与铀矿化一起出现的蚀变提供了得天独厚的条件。Bethke, Brophy, Dahl, Green, Molloy和Wollard等博士(当时他们是研究生)和我合作进行这项工作，在Marysvale地区发现两种主要蚀变类型：据

推测一种为早期明矾石化，另一种为与铀共生的晚期粘土化。蚀变作用主要限于石英二长岩或与上面覆盖的流纹岩接触处的岩脉区域。有关本区的研究结果都已发表〔85—105〕。铀和铀矿床〔106—144〕以及含铀有机质矿石的其它研究〔145—149〕一直延续到70年代。

60年代和70年代初期，对粘土矿物的研究是多方面的。一是与Hausen博士合作对内华达州卡林金矿有关的泥质蚀变进行的研究〔150〕，其它是对沿Marysville一带含铀矿脉蚀变的研究〔151〕；对与铜矿床有关的蚀变的研究；与美国空军上尉Neal和Langer博士合作进行大盆地“干盐湖”表面的粘土矿物含量研究〔57,151〕；还有对露天矿和其它地区出现的滑坡中粘土所起的作用的研究〔50—63,152,153〕。

1960年我受挪威奥斯陆大学的Rosenguist教授推荐从事过敏粘土滑坡的研究。在北极滑坡是很多的，以过敏粘土为基础的平缓地区，即使是轻度的倾斜，也会突然滑移，在几分钟之内就可将房屋和其它障碍物推移很远。例如，奥斯陆附近一个农民，有一天看到沿着他的农场边界的小河堤坝有泥土渗出，他惊恐万状，连夜搬到邻居家过夜，第二天早上，他的房屋消失了，代之以几乎呎宽，约30呎深的陷坑。在河下游几哩处找到一头牛，它被一座桥挡住了，其它一切均化为乌有。

在斯堪的纳维亚过敏粘土的滑动是人们熟知的。研究查明加拿大、阿拉斯加和美国本土北部也有类似的粘土层〔59〕。滑动的和仍然保持稳定的粘土区的矿物，为应用矿物学提供了一个重大课题，这个问题在露天矿中肯定是十分重要的。

应用矿物学似乎没有一成不变的分界线，除上述实例外，我的这些应用矿物学方面的经验，有时通向化学、物理学、地质学、冶金学和矿物工程，但始终以矿物为根本，并且要不断努力以掌握有关矿物的更多知识〔154—216〕。有些什么矿物和如何利用它们，这是基本的任务，它需要把野外和实验室二者结合起来，脱离野外作业就一事无成。

(程希翻译 田福纯 汤集刚校)

#### P.F.Kerr著作目录

1. P.F.Kerr, "The Determination of Opaque Ore Minerals by X-Ray Diffraction Patterns," *Economic Geology*, 19 (1924) pp.1—34.
2. P.F.Kerr, "A Magnetic Sulphide Ore From Chicagof Island, Alaska," *Economic Geology*, 19 (1924) pp. 369—376.
3. P.F.Kerr, "A Simple Rotation Apparatus," *American Mineralogist*, 9 (1924) pp. 169—171.
4. P.F.Kerr, and H.G.Schenck, "Active Thrust Faults in San Benito County, California" *Geological Society of America Bulletin*, 36 (1925) pp.465—494. (Abs.) *pan-American Geologist*, 43 (1924) p.152.
5. P.F.Kerr, and C.K.Cabeen, "Electrical Conductivity of Ore-Minerals," *Economic Geology*, 20 (1925) pp.729—737. (Abs.) *American Mineralogist*, 10 (1925) p. 66.
6. P.F.Kerr, "A Simple Test for Pearls Discovered," *Jewelers' Circular*, 91 (1925) pp. 98—99, 101.
7. P.F.Kerr, and E.J.Zanetti, "The Dimorphism of Furfuryl Furoate," *American Chemical Society Journal*, 48 (1926) pp. 794—797.
8. P.F.Kerr, "The Significance of Strain Structure in Quartz from Ducktown, Tennessee," *American Mineralogist*, 11 (1926) pp. 206—209.
9. P.F.Kerr, "The Properties and Occurrence of Amber—How It May Be Identified," *Jewelers' Circular*, 94 (1927) pp. 191—199, 240.

10. P.F.Kerr, and H.C.Schenck, "Significance of the Matilija Overturn, " Geological Society of America Bulletin, 39 (1928) pp. 1087-1102. (Abs.) Pan-American Geologist, 49 (1928) pp. 77.
11. P.F.Kerr, "Simple Suggestions for Locating the True Position of a Flaw in a Gem, " Jewelers' Circular, 96 (1928) pp. 131, 133, 135.
12. P.F.Kerr, "An Artificial Gem-Stone Isomorphous With Spinel, " American Mineralogist, 14 (1929) pp. 259-264.
13. P.F.Kerr, "Studying Gems at Columbia University, " Jewelers' Circular, 100 (1930) pp. 32-33.
14. P.F.Kerr, H.G. Schenck, Siemon W. Muller, "Geology of the Ventura Quadrangle, California, " (Abs.) Geological Society of America Bulletin, 42 (1931) pp. 186-187. (Abs.) Pan American Geologist, 55 (1931) p. 64.
15. C.S. Ross, and P.F. Kerr, "The Manganese Minerals of a Vein near Bald Knob, North Carolina, " American Mineralogist, 17 (1932) pp. 1-18.
16. P.F.Kerr, "The Occurrence of Andalusite and Related Minerals at White Mountain, California, " Economic Geology, 27(1932)pp. 614-643.
17. P. F. Kerr, "Zinc Deposits near Franklin, New Jersey, " in Mineral Deposits of New Jersey and Eastern Pennsylvania, 16th International Geologic Congress, United States 1933, Guidebook 8, Excursion A-8(1933)pp. 2-15; also in, New York City and Vicinity, Guidebook 9 (1933)p. 139.
18. P. F. Kerr, "Courses in Precious Stones at Columbia University, " Gems and Gemology, 1 (1934)pp. 39-40.
19. C. S. Ross, and P. F. Kerr, "The Kaolin Minerals, " American Ceramic Society Journal, 13 (1930)pp. 151-160.
20. C. S. Ross, and P. F. Kerr, "The Clay Minerals and Their Identity, " Journal Sedimentary Petrology, 1(1931)pp. 55-56.
21. C. S. Ross, and P. F. Kerr, "Optical and x-ray Research on Clay Minerals, " (Abs. ) American Mineralogist, 13(1928)p. 110.
22. C. S. Ross, and P. F. Kerr, "Dickite, A Kaolin Mineral, " American Mineralogist, 15 (1930) pp. 34-39.
23. P. F. Kerr, "Kaolinite From a Brooklyn Subway Tunnel, " American Mineralogist, 15 (1930) pp. 144-158(Abs. ) (1930)p. 117.
24. E. T. Wherry, C. S. Ross, and P. F. Kerr. "Progress in the Study of Clay Minerals," Colloid Symposium Annual 7, Papers presented at the 7th Symposium on Colloid Chemistry, The Johns Hopkins University, June 1929, pp. 191-193, New York, John Wiley and Sons, 1930.
25. P. F. Kerr, "Bentonite from Ventura, California, " Economic Geology, 26 (1931) pp. 153-168.
26. C. S. Ross and P. F. Kerr, "The Kaolin Minerals, " U. S. Geological Survey Professional Paper, 165(1931)pp. 151-170. Russian translation, Kiev(1935)P. 51.
27. P. F. Kerr, "Kaolinite From the Terminal Moraine of Staten Island, " American Mineralogist, 17(1932)pp. 29-34.
28. P. F. Kerr, "Montmorillonite or Smectite as Constituents of Fuller's Earth and Bentonite, " American Mineralogist, 17(1932)pp. 192-198.
29. C. S. Ross, and P. F. Kerr, "The Clay Minerals. " (Abs. ) in Symposium on the physical Chemistry of the Alumina-Silica Refractories, American Ceramic Society Journal, 16(1933)pp. 57-58.
30. C. S. Ross, and P. F. Kerr, "Halloysite and Allophane, " U. S. Geological Survey Professional Paper, 165(1931)pp. 171-180.

- ssional Paper, 135(1934)pp. 135--148.
31. C. S. Ross, and P. F. Kerr, "Bentonite and Related Clays," (Abs.) Geological Society of America Proceedings for 1933 (1934)p. 389.
  32. R. H. Bray, R. E. Grim, and P. F. Kerr, "Application of Clay Minerals Technique to Illinois Clay and Shale," Geological Society America Bulletin, 46 (1935) pp. 1909--1926. (Abs.) titled "Technique for the Investigation of Argillaceous Sediments," Geological Society America Proceedings for 1934, (1935) p. 426. (Abs.) American Mineralogist, 28 (1935) pp. 232--203.
  33. P. F. Kerr, and E. N. Cameron, "Fuller's Earth of Bentonitic Origin from Tehachapi, California," American Mineralogist, 21 (1933)pp. 230--237.
  34. P. F. Kerr, "Attapulugus Clay," American Mineralogist, 22 (1937) pp. 534--530.
  35. P. Kerr, "A Decade of Research on the Nature of Clay," American Ceramic Society Journal, Ceramic Society Journal, 21 (1938) pp. 267--288. The Edward Orton, Jr. Memorial Lecture given at 40th annual meeting of the American Ceramic Society, New Orleans, Louisiana, March 30, 1938.
  36. P. F. Kerr, "A Pinitized Tuff of Ceramic Importance," American Ceramic Society Journal, 23 (1940) pp. 65--71.
  37. P. F. Kerr, and W. W. Lomerson, "An Occurrence of Pinite Rock," (Abs.) Geological Society of America Bulletin, 51(1940)p. 1933; American Mineralogist, 26(1941)pp. 198--199.
  38. P. F. Kerr, "Kaolinite after Beryl from Alto do Giz, Brazil," American Mineralogist, 31 (1946)pp. 435--442.
  39. P. F. Kerr, and Peggy-Kay Hamilton, "Glossary of Clay Mineral Names," American Petroleum Institute Project 19, Clay Mineral Standards, Preliminary Report 1, (1949) 68p. (Revised 1951)
  40. P. F. Kerr, and J. Laurence Kulp, "Reference Clay Localities, United States," American Petroleum Institute Project 19, Clay Mineral Standards, Preliminary Report 2, (1949) 102 p. Revised (1951).
  41. P. F. Kerr, J. Laurence Kulp, and Peggy-Kay Hamilton, "Differential Thermal Analyses of Reference Clay Mineral Specimens," American Petroleum Institute Project 19, Clay Mineral Standards, Preliminary Report 3, (1949)48 p.
  42. P. F. Kerr, M. S. Main, and Peggy-Kay Hamilton, "Occurrence and Microscopic Examination of Reference Clay Mineral Specimens, Part 1, Occurrence," American Petroleum Institute Project 19--Clay Mineral Standards, Preliminary Report 5 (1950)pp. 1--14.
  43. Donald W. Davis, T. G. Rochow, F. G. Rowe, M. Luther Fuller, Peggy-Kay Hamilton, and P. F. Kerr, "Electron Micrographs of Reference Clay Minerals," American Petroleum Institute Project 19, Clay Mineral Standards, Preliminary Report 6 (1950)17p.
  44. P. F. Kerr, Peggy-Kay Hamilton, R. J. Pahl, A. B. Bassett, and W. Elston, "X-ray Diffraction Measurements and Chemical Analyses, pH Data, Differential Thermal Analyses, and Optical Properties," pp. 1--39 in Analytical Data on Reference Clay Minerals American Petroleum Institute Project 19, Clay Mineral Standards, Preliminary Report 7, (1950).
  45. P. F. Kerr, and H. H. Adler, "Summary," pp. 143--146 in Infrared Spectra of Reference Clay Minerals, American Petroleum Institute Project 19, Clay Mineral Standards, Preliminary Report 8(1950).
  46. J. Green, and P. F. Kerr, "Pseudomorphous Illite After Biotite," (Abs.) Geological Society America Bulletin, 64(1953)p. 1129; American Mineralogist, 39(1954)p. 331.
  47. P. F. Kerr, "Formation and Occurrence of Clay Minerals," pp. 19--32 in Clays and Clay Technology(Proc. First Natl. Conf. on Clays and Clay Technology, Berkeley, California, July

- 21—25, 1952), California Division of Mines Bulletin, 169(1955).
48. P. F. Kerr, and Peggy-Kay Hamilton, "Chrome Mica-Clay, Temple Mountain, Utah," *American Mineralogist*, 43(1958)pp. 36—47.
  49. P. F. Kerr, "Discussion of 'Physico-Chemical Properties of Soils-Clay Minerals'," *American Society Civil Engineers, Soil Mechanics & Foundations Division, Proceedings*, 85 SM2 Paper 2910, (1959)pp. 73—78. Discussion of Paper no. 1958 by Ralph E. Grim, *proc. 85, SM2*, (1959) pp. 1—17.
  50. M. W. Molloy, and P. F. Kerr, "X-ray Spectrochemical Analysis: An Application to Certain Light Elements in Clay Minerals and Volcanic Glass," *American Mineralogist*, 45(1960)pp. 911—936; (Abs.) *Geological Society American Bulletin*, 70(1959)pp. 1616—1647.
  51. M. M. Molloy, and P. F. Kerr, "Diffractometer Patterns of A. P. I. Reference Clay Minerals," *American Mineralogist*, 43(1961)pp. 583—605.
  52. P. F. Kerr, and J. Barrington, "Clays of Deep Shale Zone, Caillou Island, Louisiana," *American Association Petroleum Geologists Bulletin*, 45(1961)pp. 1697—1712.
  53. P. F. Kerr, and R. S. Liebling, "Glacial and Post-Glacial Quick Clays," *U. S. Air Force Cambridge Research Laboratories, USAF-43-253(1963)*pp. 1—70.
  54. P. F. Kerr, "Quick Clay," *Scientific American*, 202(1963)pp. 132—133.
  55. N. Guven, and P. F. Kerr, "Weathering Effects On the Structures of Mica-type Clay Minerals," *U. S. Air Force, Cambridge Research Labs, USAF-CRL 65--129(1965)*31 p.
  56. N. Guven, and P. F. Kerr, "The Hydride Method for the Rapid Determination of 'Free' Water in Minerals," *U. S. Air Force Cambridge Research Labs, USAF-CRL 65--130(1965)*15 p.
  57. N. Guven, and P. F. Kerr, "Selected Great Basin Playa Clays," *U. S. Air Force, Cambridge Research Labs., USAF-CRL 65--131(1965)*35 p.
  58. R. S. Liebling, and P. F. Kerr, "Observations on Quick Clays," *Geological Society American Bulletin*, 70(1965)pp. 853—878.
  59. I. M. Drew, and P. F. Kerr, "Quick Clay Slides in the U. S. A.," *Engineering Geology, Recent Quick Clay Studies*, 5, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1967.
  60. J. T. Wilcox, and P. F. Kerr, "A Landslide Complex near Grants, New Mexico," *Scientific Report No. 5, Air Force Cambridge Research Laboratories, Cambridge, Mass., January 15, 1971.*
  61. P. F. Kerr, "Observations of Earth Movements on Excavated Slopes," *Scientific Report No. 6, Air Force Cambridge Research Laboratories, Cambridge, Mass., October 27, 1971.*
  62. R. A. Stroud, I. M. Drew, and P. F. Kerr, "Clay Mobility in Landslides, Ventura, California," *American Association of petroleum Geologists Bulletin*, 53(1971)pp. 267—291.
  63. I. M. Drew, and P. F. Kerr, "Clay Mobility in Ridge Route Landslides, Castaic, California," *American Association of Petrologists Bulletin*, 56(1972)pp. 2165—2184.
  63. I. M. Drew, and P. F. Kerr, "Clay Mobility in Ridge Route Landslides, Castaic, California,"
  64. P. F. Kerr, "Geology of the Tungsten Deposits near Mill City, Nevada," *University of Nevada Bulletin*, 28(1934)46p. (Abs.)titled "Tungsten Deposits at Mill City, Nevada" *American Mineralogist*, 18(1933)p. 115.
  65. P. F. Kerr, and P. Jenrey, "The Dumortierite Andalusite Mineralization at Oreana, Nevada," *Economic Geology*, 30(1935)pp. 287—300.
  66. P. F. Kerr, "Scheelite-beryl Deposit at Oreana" (Abs.) *American Mineralogist*, 20(1935)p. 207. *Geological Society American Proceedings for 1934 (1935)*pp. 428—429.
  67. P. F. Kerr, and E. Callaghan, "Scheelite-leuchtenbergite Vein in Paradise Range, Nevada," *Geological Society of America Bulletin*, 46(1935)pp. 1957—1971. (Abs.) *American Mineralogist*

- st, 21(1936)p. 198.
68. P. F. Kerr, "The Tungsten Mineralization at Silver Dyke, Nevada," *University Nevada Bulletin*, 30(1936)67p.
  69. P. F. Kerr, "Tungsten Mineralization at Oreana, Nevada," *Economic Geology*, 33 (1938)pp. 390—427. (Abs.) *American Mineralogist*, 23(1938) p. 173; *Geological Society America Proceedings for 1937(1938)* p. 92.
  70. P. F. Kerr, "Tungsten Arcs," (Abs.) *Geological Society America Bulletin*, 50 (1939)pp. 1916—1917; *American Mineralogist*, 25(1940)pp. 298—299.
  71. P. F. Kerr, "Tungsten-bearing Manganese Deposit at Golconda, Nevada," *Geological Society America Bulletin*, 51(1940)pp. 1359—1389(Abs.) (1940) p. 2026.
  72. P. F. Kerr, "Tungsteno de la Cordillera Norteamericano," *Bol. Minas (Lima,peru)* 14 (1941) pp. 19—40.
  73. P. F. Kerr, and F. Young, "Hydrotungsthe, A New Mineral from Oruro, Bolivia," *American Mineralogist*, 29(1944)pp. 1932—310 (Abs.) titled "A New Hydrous Tungsten Oxide from Oruro, Bolivia," *American Mineralogist*, 28 (1941)p. 199.
  74. P. F. Kerr, "Tungsten Mineralization in the United States," *Geological Society America Memoir*, 15(1946) 241 p.
  75. P. F. Kerr, "Alteration Studies," *American Mineralogist*, 32(1947)pp. 158—162. (Abs.) (1947)pp. 200—203; Presidential address, 27th annual meeting, *Mineralogical Society of America*, Chicago, Ill., December 26, 1946.
  76. P. F. Kerr, and J. Laurence Kulp, C. Meade Patterson, and R. Wright, "Hydrothermal Alteration at Santa Rita, New Mexico," *Geological Society America Bulletin*, 61 (1950) pp. 225—347. (Abs.) 58 (1947) p. 1200.
  77. P. F. Kerr, "Discussion of Alteration and its Application to Ore Search," pp. 328—336 in *Applied Geology, A Symposium*, Colorado School of Mines Quarterly 15 (1950) .
  78. D. L. Graf, and P. F. Kerr, "Trace-element Studies, Santa Rita, New Mexico," *Geological Society America Bulletin*, 61 (1950) pp. 1023—1052.
  79. P. F. Kerr, "Alteration Features at Silver Bell, Arizona," *Geological Society America Bulletin*, 62 (1951) pp. 451—480. (Abs. 60) (1964) p. 1901.
  80. P. F. Kerr, "United Nations Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy; Geological Aspects," *Geological Society America Bulletin*, 67 (1956) pp. 113—119. (Abs.) titled "Geological Observations from the Geneva Conference on Peaceful Uses of Atomic Energy," *Geological Society America Bulletin*, 56 (1955) p. 1584; *Economic Geology*, 50 (1955) pp. 782—783.
  81. P. F. Kerr, "The Natural Occurrence of Uranium and Thorium," pp. 5—59 in *International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva, 1955, Proc.*, 6, *Geology of Uranium (1956)* . Russian Translation in *Vsesoyuz. Sbornik Atomnaya Syr'yevykh Materialov. Moscow, Gosgeolotekhnizdat (1956)* pp. 119—219.
  82. P. F. Kerr, "Rock Alteration Criteria in the Search for Uranium," pp. 679—684 in *International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva, 1955, Proc.*, 6, *Geology of Uranium and Thorium (1956)* . Also, U. S. Geological Survey Professional Paper, 300 (1956) pp. 633—639. Russian translation: *Gosgeolotekhnizdat (1956)* 10p.
  83. P. F. Kerr, T. P. Anderson, Peggy-Kay Hamilton, and R. J. Pill, "Preliminary Memorandum, Marysvale, Utah," U. S. Atomic Energy Commission, RMO—797 (1951) p. 1—7.
  84. P. F. Kerr, and R. J. Pill, "X-ray Fluorescence Data on Marysvale Uraninite," U. S. Atomic Energy Commission, RMQ 797 (1951) pp. 8—23.
  85. J. Green and P. F. Kerr, "Preliminary Memorandum, East Slope Area, Marysvale, Utah,"



- U. S. Atomic Energy Commission, RMO-82, (1951) 20 p.
86. G. P. Brophy, and P. F. Kerr, "Preliminary Memorandum, Papsy's Hope Prospect, Marysvale, Utah," U. S. Atomic Energy Commission, RMO-833 (1951) 17 p.
  87. L. E. Woodard, and P. F. Kerr, "Preliminary Memorandum on the Dark Horse and Saturday Areas, Marysvale, Utah" U.S. Atomic Energy Commission, RMO-860, (1951) 15 p.
  88. G. P. Brophy, and P. F. Kerr, "Preliminary Memorandum on the Flat Tire Prospect, Marysvale," U. S. Atomic Energy Commission, RMO-863, (1951) 11 p.
  89. L. E. Woodard, and P. F. Kerr, "Preliminary Memorandum on the Beaver Creek Area, Marysvale, Utah," U. S. Atomic Energy Commission, RMO-885 (1952) 15 p.
  90. P. F. Kerr, G. P. Brophy, H. M. Dahl, J. Green, and L. E. Woodard, "A Geological Guide to the Marysvale Area," U. S. Atomic Energy Commission, RMO-924, Part 1, (1952) 57 p.
  91. P. F. Kerr, and Peggy-Kay Hamilton, "Alteration of a Vitrophyre Dike, Bullion Monocart Mine, Marysvale, Utah," U. S. Atomic Energy Commission RME-3046(1953) pp. 8-25.
  92. G. P. Brophy, and P. F. Kerr, "The La Veta Prospect near Marysvale, Utah," U. S. Atomic Energy Commission, RME-3046 (1953) pp. 26-44.
  93. G. P. Brophy, and P. F. Kerr, "Hydrous Uranium Molybdate in Marysvale Ore," U. S. Atomic Energy Commission, RME-3046 (1953) pp. 45-51.
  94. P. F. Kerr, W. L. Simpson, and Peggy-Kay Hamilton, "Deer Trail Area, Marysvale, Utah," U. S. Atomic Energy Commission, RME-3046 (1953) pp. 52-57.
  95. H. M. Dahl, and P. F. Kerr, "Radioactive Features of Vein Minerals, Prospector Mine, Marysvale, Utah," U. S. Atomic Energy Commission, RME-3046 (1953) pp. 64-72.
  96. J. Green, and P. F. Kerr, "Geochemical Aspects of Alteration, Marysvale, Utah," U. S. Atomic Energy Commission, RME-3046 (1953) pp. 73-99.
  97. Peggy Hamilton, and P. F. Kerr, "Uranophane and  $\beta$ -uranotite, Marysvale, Utah," U. S. Atomic Energy Commission, RME-3096 (1954) pp. 38-48.
  98. Peggy-Kay Hamilton, and P. F. Kerr, "Phosphuranylite at Marysvale, Utah," U. S. Atomic Energy Commission, RME-3096 (1954) pp. 49-51.
  99. P. F. Kerr, and Peggy-Kay Hamilton, "Pitchblende and Manganocalcite at the Deer Trail Mine, Marysvale, Utah," U. S. Atomic Energy Commission, RME-3096 (1954) pp. 52-55.
  100. P. M. Bethke, and P. F. Kerr, "Uranium Occurrences in the Older Sedimentary Rocks of the Marysvale District," U. S. Atomic Energy Commission, RME-3096 (1954) pp. 60-71.
  101. P. F. Kerr, G. P. Brophy, H. Dahl, J. Green, and L. E. Woodard, "Marysvale, Utah, Uranium Area—Geology, Volcanic Relations, and Hydrothermal Alteration," Geological Society America Special Paper, 61 (1957) p. 2120. (Abs.) titled "Alteration and Uranium Mineralization, Marysvale, Utah," Economic Geology, 47 (1952) pp. 772-773; Geological Society America Bulletin, 63 (1953) pp. 1270-1271; American Mineralogist, 38 (1953) p. 347. AIME, Min. Geological & Geophysical Div., Technical Papers 1953 Annual Meeting (1953) pp. 12-13.
  102. M. W. Molloy, and P. F. Kerr, "Tushar Uranium Area, Marysvale, Utah," Geological Society America Bulletin, 73 (1963) pp. 211-235.
  103. W. A. Bassett, O. A. Schaeffer, R. W. Stoenner, and P. F. Kerr, "Potassium-Argon Dating of the Late Tertiary Volcanic Rocks and Mineralization of Marysvale, Utah," Geological Society America Bulletin, 74 (1963) pp. 213-220; U. S. Atomic Energy Commission BNL-5555, 1963, 31 p; (Abs.) titled "K-Ar Ages, Marysvale, Utah--Tertiary Volcanic Rocks," Geological Society America Bulletin, 71 (1960) pp. 1822-1823.
  104. P. F. Kerr, "Geological Features of the Marysvale Uranium Area, Utah," pp. 125-135 in