

我对白云鄂博铁铌稀土矿床的研究过程及往见新识

白鸽

中国地质科学院矿产资源研究所, 北京, 100037

80年前,丁道衡先生奉命去西北进行古生物考查研究工作,取道乌蒙草原,突然看到荒漠大地上有一座高耸美丽的神山,作了旅游参观之举。走到山脚下,就看到很多黑黑的滚石,到山上,更见有大块致密的磁铁矿石和红绿条带相间的赤铁矿石,就这样偶然发现了白云鄂博大型铁矿床。

1935年,何作霖先生从丁道衡取回的萤石标本中,发现了两种稀土矿物。

新中国成立之前,日本人曾到白云鄂博作过考查,但未作实质性的开发,新中国成立后,它是我国勘探最早的第一个大型铁矿,241地质队于1954年就正式提交了主东铁矿的勘探报告,对稀土金属进行了组合样品的分析及资源评估。1958年包钢开始高炉试生产,在几年的炼钢生产过程中,发现钢材的质量时好时坏,究其原因,是矿石的物质成分研究不到位,上级部门决定要地质部再次组织力量上主东矿,详细查定铁矿石的物质成分及其赋存状态的定性定量研究。

需要强调的是,1957年,中、苏科学院地质研究所就合作开展了对白云鄂博铁铌稀土和稀有元素矿床的研究总结报告。中国科学院地质研究所一直继续在白云鄂博研究工作,发现了很多稀有稀土元素新矿物,在矿物学和地球化学研究方面取得了很大成绩。但还不能满足包钢生产所需要的能代表几大矿石类型的定性定量研究需要。

1963年地质部宋应副部长负责组建两支会战队伍,一支是105地质队,负责主东铁矿区的地质研究、测图、地表槽探取样和岩芯矿样的采取,原241地质队保存副样的分取。分矿石类型组合成4种类型6个大样,送呼和浩特市第二支会战军团,由全国19个实验室集中起来的126名各类岩石矿石化验分析、矿物鉴定和分选人员,对6个大样进行系统的物质成分、矿物定性定量研究,矿样最重的近1000 kg,最轻的也有375 kg。

我也很想去白云鄂博矿区实地学习锻炼,但又顾虑识浅力单,就把我的活思想向孟宪民副院长谈

了,他极表支持,并亲书一信交我面呈郭承基先生,请郭先生代为指教。1963年秋,我就开始了向中国科学院地质所的老师 and 同仁的学习过程,认识了许多岩石和矿物。

1964年,105地质队已建有化验室和岩矿鉴定室,我就主动参加到这两个实验室,共同研究小型物质成分样的分选鉴定工作,也向队上资料室借阅他们搜集到的有关白云鄂博矿床的各种资料。有一天借到一份原205地质队一个小分队在白陶地区(现称菠萝头地区)白云岩中普查稀土矿化的几页油印资料,主要是光谱分析数据,稀土品位并不高。我忽然发现有一个光谱数据的铌值较高,很感意外,因当时铌是国家急需矿种!第二天我就带着草图找到原205小分队的取样点,取回约15 kg的拣块样,请化验室负责人刘允庆工程师当天进行分析,结果 $Nb_2O_5 = 0.32\%$,超过当时评价指标3倍,但是查不出铌矿物。第二天请一工人同志同去取回更多矿样,刘工采取溶解白云石和铁矿物等大部分物质后再分析铌, Nb_2O_5 增至0.75%,于是把富集了的矿样带回北京研究,查明主要是铌铁矿,引起院所领导重视。刚好所里来了一批新同志,就成立了以袁忠信老师(曾任科大老师)为首的5人研究组返回105地质队,对东矿以东到菠萝头以东3.5 km的白云岩分布区作了取样研究,查明普遍含铌,除了铌铁矿以外,还有铌钙矿、易解石和褐铌矿等(矿床所,1965)。可见白云鄂博矿区白云岩中发现铌铁矿也是一个偶然。

1964年底,地质部局长会议期间,决定我们4人下放105地质队,由队上安排工作。我们返队时,队上已经组建了都拉哈拉地勘分队,承担东矿以东白云岩中铌稀土的勘查任务,我就承担了他们所送的光薄片鉴定任务,也常去工区实地对照化验结果研究,了解到菠萝头一带及其以西白云岩,与花岗岩无直接接触,中间有数十米到百米的暗色板岩所隔,渐渐产生了白云岩中的铌稀土矿化与花岗岩无关的思想,在星期天常和我所下放队上的4人到实地观察探讨。到1966年中期,在呼和浩特市进行的6个

物质成分分析研究大样任务已完成。105 地质队主东矿复查评价工作也基本结束。队上突然接到北京矿床所电报,令我们 4 人速回所参加文化大革命运动,这样就中断了我在白云鄂博整三年的学习、实践工作。

1972 年,在贵阳市召开了一次全国稀有元素地质会议。在会上,以王中刚为首的研究组提出了白云鄂博铁铈稀土矿床为沉积变质-热液交代作用成矿的观点(王中刚等,1973)。我们称其为变碳酸岩型矿床(地矿所稀有组,1973),意指其岩石、矿物、元素地球化学特征与典型碳酸岩型矿床一致,唯产状不同,属同生沉积,故称其为变碳酸岩型。会上有甘肃省第四地质队提交了一篇论文,称甘肃有一铈稀土矿床与白云鄂博矿床相似,也称其为与花岗岩有关的热液交代矿床(文集二,1974)。1973 年我组以丁孝石、葛朝华为首的研究小组就赴矿区工作,后接部局指示,与甘肃省第十实验室合作,共同承担矿区的物质成分大样的研究工作,我是最后一年赴矿区的,该矿床产于老变质岩区,矿带长 11 km,矿体厚 10~20 m,矿石分两种,一种以方解石为主,一是以黑云母为主共生有方解石和角闪石。组内同志对矿床成因认识有分歧,丁孝石同意队上与花岗岩有关的见解,葛朝华认为是海相火山喷溢沉积产物,经过实地进一步研究分析后,认为后一种认识更合理。于是使我想到白云鄂博矿床是否也是如此呢?继而回忆起在 105 地质队看薄片时,填万分之一矿区地质图的地质组同志,拿来一块 241 地质队时称为硅质板岩、105 地质队时改称为富钾板岩的片子,是否有火山物质,大家轮流看过,都无定论。因此认为应回去补作些工作。1976 年就赴白云鄂博参加讨论白云鄂博地层时代归属之便,就从东矿到西矿较系统地打了些富钾板岩标本,包括西矿区几块带粗面质条带的岩芯标本,后经薄片鉴定和化验分析,定其为隐晶粗面质霏细凝灰岩(地矿所稀有组,1977)。这一结果报道后,随后有冶金天津地质调查所孙未君等(1981)和包头冶金研究所的同志们(蔡艺忠等,1979)作了更深入的研究,包头冶金所的同志们查出暗色富钾板岩中含有机碳较高等。都认为是喷溢沉积火山凝灰岩。因此称白云鄂博矿床为海相火山喷溢沉积碳酸岩型铁铈稀土矿床。但其真正的幔源碳酸岩岩浆,尚需要有稳定同位素的佐证。1979 年就得到了冶金部天津地质调查所杨凤筠(1979)研究成果的支持,她详细研究了西矿和主东矿黄铁矿和方铅矿的硫同位素组成,西矿区的 $\delta^{34}\text{S}$ 值多接近于

0‰,并呈塔式分布效应,主东矿略差。她认为“其中硫和一部分成矿物质主要来自于深部,并可能与火山成因有关”。1983 年魏菊英老师及其学生上官志冠发表了白云鄂博围岩白云岩的氧、碳同位素的详细资料及分布图形,解释其分布不在典型岩浆碳酸岩分布区,而是受铁矿化强弱呈向图解的北东方向变化,白云岩不是碳酸岩。同一时期我在岩石学研究第二辑中读到北大刘本立老师写的有关云南新平县大红山海相火山喷溢沉积型的碳氧同位素研究的文章,其分布图形与白云鄂博矿床相似。解释是受到火山喷溢中心与边缘的热差所造成。我受其启发解释白云鄂博主东矿下盘白云岩和东西南侧白云岩碳氧同位素的差异是由中心地区碳氧同位素以深源为主,而外围地区的碳氧同位素混有较多海水造成。

1983 年,利用数学地质方法讨论一些地质问题很受重视,我也搜集了主东矿和西矿几个钻孔的铈稀土系统分析资料 100 多件,请李裕伟同志帮助处理,其主要结果为与铈的相关系数大于 0.5 的元素依次为 P、REE、F 和 Ba;与稀土元素的相关系数大于 0.5 的元素依次为 P、Ba、F、Nb;因子分析的第一因子包括铈、稀土元素、磷、氟和钡;而钽、钠、钾分属另外 3 个因子。我们又以白云岩中的一些元素的含量与地壳、花岗岩及碳酸盐岩石的平均值进行对比计算,较之花岗岩平均值高 30~120 倍,较之碳酸盐岩高出 1100~2000 倍,说明白云鄂博矿床的元素地球化学特点与花岗岩和沉积碳酸盐岩无关。

对白云鄂博矿床成因的认识,远非前面提到的几种,而与研究人员以往的工作经历有关,曾经从事基性超基性岩碳酸岩的学者,多认为是侵入碳酸岩,如 M. J. Le Bas、王希斌等(2002)、郝梓国等(2002);以研究沉积建造、地层古生物为主的学者多认为成矿与沉积作用有关,如孟庆润等(1982)、乔秀夫等(1997)、章雨旭等(2009),宋天锐研究员(2005)更提出华北元古宙富钾—富稀土沉积岩是白云鄂博大型稀土矿床的矿源层。曹荣龙等(1993)指出为幔源物质成矿,不少学者如杨子元等(1994)、肖荣阁等(2003a,2003b)、章雨旭等(2009)都认为是热水沉积成矿,赵景德先生(1991)认为与加里东期中朝地台北面板块的俯冲作用有关;姚德等(1998)更认为与陨石撞击有关。陈国达教授认为白云鄂博铁矿是一种古台凹(内海)半封闭的泻湖相沉积型矿床。

回顾我对白云鄂博矿床地质研究工作的点滴成绩,主要是受益于 3 个方面,一是受谢家荣老先生(1963)说白云鄂博矿床是碳酸岩型矿床的影响;二

是孟宪民老先生同生沉积学术思想的影响和两位老先生勇于实践的精神。另一个方面是受益于下放105地质队时,有意无意地接触了更多实际地质现象和测试数据,也积累了很多疑问变成了后来的研究课题。三是主要受到研究白云鄂博矿床的科学院系统的同志、冶金系统的同志们,在野外实际工作上的帮助,在学术见解上各抒己见、气氛友好的交流。

丁道衡先生发现白云鄂博矿床已经80年了。这80年中,对白云鄂博矿床的认识可分3个阶段:解放前20年,只把她当做一般铁矿对待,解放后的前30年仅仅关注主东铁矿床的研究,程裕淇先生称其为特种高温热液交代矿床。中国科学院地质研究所、地球化学研究所的同志们称其为钠氟交代作用成矿。后30年又都把注意力集中在对白云岩及碳酸岩脉的研究中,而忽视了同生沉积的岩浆碳酸岩型铌稀土矿床及西矿区同生沉积的白云岩型层状磁铁矿矿床与钠氟交代作用,且富重晶石和氟碳铈矿赤铁矿矿床的关系,他们是同源同时形成的?还是异源先后形成的?都不清楚。1964年以我为主所写的白云鄂博矿床地质特征及成因论证小册子则应改为白云鄂博矿田白云岩的地质特征及成因论证。上述问题的研究解决,责无旁贷地落在当今年富力强的对白云鄂博矿床感兴趣的地质学家、地球化学家和矿床学家身上了。也将引发又一场各抒己见的讨论。

注 释

- ① 蔡艺忠,等.1979.白云鄂博主东矿上盘富钾板岩物质成分研究报告(内部)。
- ② 矿床所.1965.白云鄂博矿区白云岩中铌矿化特征(内部)。
- ③ 内蒙古地质局实验室.1965.白云鄂博矿区主东铁矿体内物质成分及铌(钽)稀土等元素赋存状态实验报告(内部)。
- ④ 杨凤筠.1979.内蒙古白云鄂博稀土—稀有矿床同位素地质的初步研究(内部)。

参 考 文 献

白鸽,袁忠信.1983.白云鄂博矿床成因分析.见:中国地质科学院矿床地质研究所所刊,第4号.北京:地质出版社,1~17.

白鸽,袁忠信,吴澄宇,等.1996.白云鄂博矿床地质特征和成因论证.北京:地质出版社.

曹荣龙,朱寿华,王俊文.1993.白云鄂博铁-稀土矿床的物质来源和成因问题.见:第五届矿床会议论文集.北京:地质出版社,179~183.

陈辉.1993.白云鄂博矿床氢、氧同位素特征及其成因意义.见:第五届全国矿床会议论文集.北京:地质出版社,561~562.

成忠礼,桂训唐,王俊文.1983.白云鄂博黑色板岩的Rb-Sr同位素年代学研究.中国科学院地球化学研究所年报(1982~1983).贵

阳:贵州人民出版社,43~44.

丁梯平,蒋少勇,田世洪,等.2003.白云鄂博矿区赋矿“白云质大理岩”成因的稳定同位素证据.地球学报,24(6):535~542.

范宏瑞,胡芳芳,陈福坤,等.2006.白云鄂博超大型REE-Fe-Nb矿区碳酸盐墙的侵位年龄——兼答Le Bas博士的质疑.岩石学报,22(2):519~520.

方涛,裴愉卓.1997.白云鄂博铁矿床稀土矿物稳定同位素特征及意义.矿床地质,16:31~40.

费红彩,肖荣阁,侯增谦.2007.内蒙古白云鄂博Fe-Nb-REE矿床铁氧化物对矿床成因的指示意义.中国稀土学报,(3):334~343.

郝梓国,王希斌,李震,肖国望,张台荣.2002.白云鄂博碳酸岩型REE-Nb-Fe矿床——一个罕见的中元古代破火山机构成岩成矿实例.地质学报,76(4):525~540.

侯宗林.1989.白云鄂博铁-铌-稀土矿床基本地质特征、成矿作用、成矿模式.地质与勘探,25(7):1~5,22.

姜传武,张任祐,潘均,朱洪山,等.1982.白云鄂博铁矿床同位素地质研究.中国科学院地质研究所科研成果选集,第1集.北京:文物出版社.

李继亮,胡辅佑.1981.白云鄂博群中蛇纹岩质滑塌堆积.地质科学,(3):269~272.

李士勤.1983.再论内蒙古白云鄂博含稀有金属碳酸盐及其铌、稀土、铁矿床成因.见:中国北方板块构造文集(1),北京:地质出版社,156~185.

李毓英.1959.白云鄂博铁地质与勘探.北京:地质科学,(1).

孟庆昌.1981.与碳酸岩有关的白云鄂博矿床.地质与勘探,(3):10~17.

孟庆润.1982.论白云鄂博铁矿含矿围岩——白云岩的沉积成因及其沉积环境分析.地质论评,28(5):481~489.

内蒙古地质矿产局.1991.内蒙古区域地质志.北京:地质出版社.

乔秀夫,高林志,彭阳,章雨旭.1997.内蒙古腮林忽洞群综合地层和白云鄂博铁矿床赋矿微晶丘.地质学报,71(3):202~211.

任英忱,张英臣,张宗清.1994.白云鄂博稀土超大型矿床的成矿时代及其主要热事件.地球学报,(1~2):95~101.

宋天锐,万渝生,陈振宇.2005.关于华北元古宙富钾-富稀土沉积岩是白云鄂博大型稀土矿床矿源层的讨论.矿床地质,24(5):543~552.

陶克捷,杨主明,张培善.1998.白云鄂博矿区周围火成碳酸岩岩墙地质特征.地质科学,33(1):73~83.

涂光炽.1998.试论非常规超大型矿床的物质组成、地质背景、形成机制的某些独特性——初论非常规超大型矿床.中国科学,28(增刊):1~6.

王辑,李双庆.1987.狼山—白云鄂博裂谷系及其成矿特征.见:地质矿产部沈阳地质矿产研究所主编.中国北方板块构造论文集,第二集.北京:地质出版社.

王希斌,郝梓国,李震,肖国望,张台荣.2002.白云鄂博——一个罕见的碱性-碳酸岩杂岩的厘定.地质学报,76(4):501~524.

王中刚,李绍栎.1973.沉积变质-热液交代型稀土矿床地球化学.地球化学,(1):5~11.

魏菊英,上官志冠.1983.白云鄂博铁矿围岩白云岩的氧碳同位素组成及其成因.岩石学研究(第二辑).北京:地质出版社,14~21.

肖荣阁,史淑玲,安国英,张汉成,费红彩.2003a.内蒙古白云鄂博矿区富钾板岩的热液沉积成因特征.现代地质,17(3):281~286.

肖荣阁,费红彩,安国英,张汉成,侯万荣.2003b.内蒙古白云鄂博矿区白云岩岩石学及其成因研究.现代地质,17(3):287~293.

杨学明,杨晓勇,张培善,等.1998.碳酸岩石大陆岩石圈构造背景和地幔交代作用的指示岩石.地球物理学报,41(增刊):217~235.

杨子元,Drew L J.1994.论白云鄂博矿床含矿围岩——白云石的热液沉积成因.地质找矿论丛,9(1):39~48.

姚德,张丽洁,Wiltshire J,等. 1998. 中国内蒙古白云鄂博 Fe-Nb-REE 矿床地质特征与陨石撞击成因. 海洋地质与第四纪地质, 18(4):87~96.

袁忠信,白鸽,吴澄宇,等. 1995. 内蒙古白云鄂博矿区 Hg 火山岩岩石特征及其意义. 矿床地质,14(3):197~205.

张培善,陶克捷,杨主明,杨学明. 1998. 中国稀土矿物学. 北京:科学出版社,1~234.

张宗清,叶笑江,袁忠信,白鸽,等. 1991. 白云鄂博稀土矿床的形成年代:Sm-Nd 同位素数据. 岩石矿物学杂志,(1):80~83.

张宗清,袁忠信,唐索寒,白鸽,王进辉. 2009. 白云鄂博矿床年龄和地球化学. 北京:地质出版社,12.

章雨旭,杨占峰,张绮玲,柳建勇,吕洪波,姬志勇,等. 2009. 白云鄂博矿床及北京西山微晶丘地质. 地球化学研究. 北京:地质出版社.

重游白云鄂博

袁忠信

2000 年 8 月,30 年后重游内蒙白云鄂博矿山,昔日高高耸立的主、东矿,经连年开采,已成洼地,不是友人指明,几乎认不出来,有感山川变化之大,赋诗以记。

铌铁黑伴独居黄,
紫萤绿霓遍山岗。
岭后炮声隆隆响,
山前矿车阵阵忙。

丁氏走马见铁矿,
何翁举镜认土矿,
精心勘测求储量,
更赖众多地质郎。

稀土盛名四海扬,
中外学人争来访。
观察采样精分析,
“水”“火”互质争短长。

昨梦当然“会战场”,
今日不见主、东矿。
鄂博山神去何处?
留下游人说沧桑!