

湘西地区钾、镁、钒矿资源特点及开发利用现状

贺令邦, 杨绍祥

(湖南省地质矿产勘查开发局405队, 湖南 吉首 416007)

摘要: 本文从钾镁钒的工农业生产用途、钾镁钒矿的类型、钾镁钒矿的市场供需状况, 较全面阐述了钾、镁、钒矿开发利用的广阔市场前景; 并较详细的叙述了湘西地区钾矿、镁矿及钒矿地质特征、分布规律、巨大的资源潜力; 最后从湘西地区钾、镁、钒矿资源开发利用现状讨论了钾、镁、钒矿资源开发利用瓶颈, 提出了破解湘西钾、镁、钒矿开发利用瓶颈的建议, 指出开发利用钾镁钒矿过程中、有利于环境保护的生产工艺流程比较复杂, 技术含量高, 难于模仿生产, 为开发利用钾镁钒矿的企业占领一定的市场份额取得先机, 有胆识的企业家应该看到目前国内钾、镁、钒市场广阔, 充分利用本地的丰富资源, 联合高校及科研机构, 去开发利用具有高新技术、高附加值的应用产品, 才能在市场风浪中立于不败之地。

关键词: 开发利用; 钾镁钒矿资源; 湘西地区

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2021.02.021

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2021) 02-0125-07

钾、镁、钒矿是赋存于三种不同沉积岩中的沉积矿产, 在经济不发达的湘西地区分布有巨大资源量。这三种矿产在工农方面应用广阔, 需求量巨大, 尤其是钾, 每年进口量很大。由于地处较为偏僻的湘西, 提取钾、镁、钒的工艺流程, 有的十分落后而影响环境保护, 或者还没有成熟的提取钾、镁、钒的工艺流程, 使至今日, 仍没有开发利用。为了振兴湘西经济, 本文主要是从市场前景、钾镁钒矿类型、资源量分布三方面进行分析, 并提出了开发利用建议。

1 钾、镁、钒矿开发利用前景十分广阔

1.1 钾、镁、钒供需现状

1.1.1 钾矿供需现状

2019年6月氯化钾价格行情价格动态: 氯化钾: 进口钾2300-2350元/t左右。边贸市场成交较冷清, 市场供应量较为紧俏, 价格坚挺。国产钾价格维稳, 价格2200-2250元/t左右。进口钾肥,

250-265美元/短t。硫酸钾: 市场挺价企稳, 出厂价2800-3100元/t左右。钾矿: 广西出厂价195元/t。

1.1.2 镁矿供需现状

最近十年, 全球镁消费呈快速增长势头。相信随着世界经济的复苏, 预计未来十年全球对镁矿的需求将越来越大。截至目前, 镁质原料的市场紧缺情况尚未得到缓解, 濮耐股份的镁质原料库存量不能保证全部客户未来2个月的产品供应, 持续向下游客户转嫁成本上升的压力势在必行。

矿道网公布的今年9月30至11月5日镁锭价格为15000~15900元/t, 镁矿石价格300元/t。

1.1.3 钒矿供需现状

20世纪以来, 新型清洁电池钒氧化还原液流电池的研发越来越成熟。钒电池是现在市场发展势头较强的绿色环保蓄电池之一, 有着非常多的应用领域。如可作为高层建筑、机场等备用电源, 可作为太阳能等发电系统的配套储能装置, 为航运提供电力等。与其他化学电池相比, 钒电

收稿日期: 2019-12-09; 改回日期: 2020-03-16

作者简介: 贺令邦(1963-), 男, 高级地质工程师, 主要从事地质找矿工作。

池安全性高, 工作时间更长、更稳定, 连续充放电次数可达数千次。因受资源限制, 美国、日本等发达国家钒电池的应用并未在本国掀起热潮。

“十三五”以来, 我国产业结构升级, 新兴产业迅速发展, 企业的研发能力也明显越来越高。我国四川攀枝花钒电池的研发已进入应用阶段, 且我国钒资源储量丰富, 钒电池的发展是大势所趋, 未来需求也会大幅上涨。因此面对当前市场紧张, 未来大量需求的钒资源, 我国应合理开采, 扩大进口, 保证资源的有效供应。

1.2 钾、镁、钒矿的类型

钾矿有两大类型: 钾盐矿和钾岩矿。钾盐矿属于可溶性钾矿, 在我国主要分布于青海省, 可溶性钾盐矿资源保有储量不足 2.5 亿 t, 目前我国属于极缺乏矿种。但不溶性的钾岩矿资源却很丰富, 主要包括: 海相硫酸盐岩沉积型杂卤石矿床、伟晶岩型、钾长花岗岩型、含钾页岩型等。在湘西地区含钾页岩矿为湖南省钾矿资源之最。湘西地区的含钾页岩矿层位稳定, 储量巨大, 易于勘探和开采。

我国是世界上镁矿资源最为丰富的国家之一, 总储量占世界的 22.5%, 居世界第一。镁矿主要类型有: 菱镁矿、含镁白云岩、盐湖区镁盐以及海水等。我国已探明菱镁矿储量 34 亿 t, 居世界之首: 含镁白云岩资源储量达 40 亿 t 以上。湘西地区的含镁白云岩矿层位稳定, 储量巨大, 易于勘探和露天开采。

钒矿主要类型为: 钒钛磁铁矿和含钒石煤之中, 含钒石煤是中国特有的钒资源, 石煤中含 V_2O_5 达 0.8% 以上。湘西地区的含钒石煤矿层位稳定, 储量巨大, 易于勘探和开采。

因此, 开发利用湘西钾、镁、钒矿, 对壮大湘西自治州的矿产业、振兴农业、变资源优势为经济优势都具有非常重要的现实意义。

2 湘西钾、镁、钒矿资源十分丰富

这三种沉积矿产的资源量, 比较起来, 以含

镁白云岩矿最大, 可以说是取之不尽, 用之不竭; 其次为含钾页岩矿; 钒矿资源量占第三位。

2.1 含钾页岩矿资源概况

(1) 含钾页岩矿分布: 含钾页岩矿点目前已达 33 处, 主要分布于凤凰、吉首、保靖、花垣, 在龙山、永顺一带也有分布。在凤凰竿子坪、三拱桥、吉首己略、寨阳、社塘坡、双塘、保靖复兴、水银、水田、花垣麻栗场、排碧开展过地质调查工作, 双塘、社塘坡地质调查程度稍高, 其中已开展初步普查工作的大型矿床有 2 处, 中型规模的 1 处, 其他均为踏勘检查。

(2) 含钾页岩矿层呈稳定层状, 赋存于寒武系中统敖溪组下段, 岩性主要为黑色页岩。敖溪组在湘西分布广泛, 赋存其中的含钾页岩矿露头线呈北东方向贯穿整个湘西地区。

(3) 含钾页岩矿厚度较稳定, 钾矿层的厚度一般变化在 5 ~ 20 m 之间。最厚可达 27 m。K₂O 含量在 7.70% ~ 8.87% 之间, 最高可达 9.46%。

(4) 矿石的矿物成分及结构构造: 含钾页岩的矿物组分主要由炭泥质粘土矿物组成, 其含量 60% ~ 85% 之间, 白云石 30% ~ 5%, 其次为隐晶质及粉石英, 占 5% ~ 7%, 黄铁矿与褶铁矿 <1%, 有机质 <1%, 白云母 <1%, 绢云母 <1%。粘土矿物为水云母, 具显微鳞片结构、泥质结构。鳞片一般在 0.01 mm, 具光性定向, 垂向上相间偏集, 加之氧化铁质不均匀分布, 使岩石构成显微层状构造。少量褐铁矿沿微层面呈线状分布。

(5) 含钾页岩储量: 经 2 份普查报告、13 份踏勘简报对钾矿储量概算, 远景储量为 8.15 亿 t。

(6) 工业评价: 含钾页岩层厚度及品位稳定, 矿石结构简单, 储量巨大, 矿层露头线长达数百公里, 易于井下和露天开采, 如能开发利用, 将是湘西地区最有发展前途的矿种之一。

2.2 含镁白云岩矿资源概况

2.2.1 含镁白云岩矿分布

含镁白云岩矿主要分布于花垣、保靖、龙山、永顺、吉首、凤凰等地。能作为矿产的含镁白云

岩赋存层位有寒武系中上统娄山关群、寒武系上统追屯组，中统敖溪组上段和下统清虚洞组上段。这些含镁白云岩矿地层在湘西分布广泛，赋存于中统敖溪组上段和下统清虚洞组上段含镁白云岩露头线呈北东方向贯穿整个湘西地区，比较适合地开开采；赋存于中上统娄山关群、寒武系上统追屯组的含镁白云岩矿厚度超过一公里，而且大面积出露地表，适合露天开采。

经工作的矿产地共 18 处，都是具有一定远景地质储量的大中型矿床。其中已开展普查评价 4 处，即朱砂垌含镁白云岩矿、上岩盘含镁白云岩矿，小排吾含镁白云岩矿、保靖麻园洞含镁白云岩矿。

2.2.2 各矿床产出的共同特点

(1) 矿层呈层状产出，层位稳定。

(2) 矿层均出露地表，埋藏浅，适合露天开采，且剥采比很小。

(3) 厚度巨大，矿石有用组分稳定，资源量十分丰富。

(4) 矿床成因均属浅海沉积成因。

2.2.3 矿床实例

上岩盘含镁白云岩矿床：矿区构造简单，出露地层有寒武系中统花桥组、敖溪组。其岩性为一套碳酸盐岩沉积。

矿层呈层状，赋存于寒武系中统敖溪组上段上亚段，岩性为灰色厚层粉细晶云岩。总厚 94.59 m。沿走向长大于 1000 m，矿层倾向北西，倾角 10~20°，局部可达 44°，为稳定的沉积层状矿床。

矿石矿物成分主要为白云石，含量 90%~100%，石英（硅质小球）1%，黄铁矿 <1%，泥质加有机质为 1%，极少量水镁石。矿石为细粉晶结构，层状构造。充填物为岩石后期的白云石脉。白云石为半自形-他形晶，由于粒级差异，外观岩石具纹层构造。

在矿石中，MgO 最高含量 23.26%，最低含量为 20.75%，平均 22.11%，SiO₂ 3.65%，Fe₂O₃ 0.31%，CaO 29.11%，Al₂O₃ 0.99%。

该矿床已控制 333+334 资源约 2 千万 t，可达

中型矿床规模。

2.3 钒矿资源概况

2.3.1 钒矿分布

目前钒矿共有 39 处，大型钒矿 2 处，中型钒矿 7 处，小型钒矿 3 处，矿点 27 处。地质勘查程度：详查 5 处；普查 11 处，矿点检查 8 处，踏勘 15 处。

2.3.2 钒矿地质特征

(1) 钒矿床（点）为沉积成因，其分布主要受岩相古地理控制，褶皱、断裂构造与成矿作用无关。

(2) 钒矿床的赋存层位主要为寒武系下统牛蹄塘组下部，少数钒矿赋存于震旦系灯影坡组顶部。赋存钒矿的牛蹄塘组、震旦系灯影坡组在湘西分布广泛。

(3) 钒矿床的矿体形态主要呈层状产出，少数呈透镜状产出。矿体产状与其顶、底板岩层一致。区域上存在三个矿层。以第二矿层的厚度较大，品位较高，二者均较稳定。

(4) 钒矿床的矿层厚度最大可达 11.15 m，最小为 0.71 m，一般为 2 m 左右。V₂O₅ 含量最高为 1.78%，最低为 0.51%，一般为 0.7%~1%。矿层厚度及品位在横向上较稳定，变化较小。

(5) 含矿岩系：黑色含炭质页岩、黑色含炭质页岩夹黑色薄层硅质岩或互层。钒矿底板、矿层至顶板岩性呈渐变过渡，三者无明显界线。

(6) 在矿层及底板中，银矿化较为普遍，含银量尤以米塔和筒台为高，可达 9.3~34.5 g/t。银矿化厚度可达 1.31~4.71 m。

(7) 关于钒的赋存状态，岩矿鉴定测试资料认为含钒水云母是主要含钒矿物，经 X 光衍射及差热分析等项测试，此种矿物含 V₂O₅ 达 5.11%。仅有为数不多的钒为炭质及有机质吸附。

(8) 钒矿床矿层层位稳定，矿体和围岩整合产出，岩矿类型具明显的同生沉积的结构构造，如页理、微细层理、磷结核等。因此，钒矿床属于页岩型同生沉积矿床。

2.3.3 矿床实例

红坪钒矿床：矿区内出露有第四系、寒武系下统石牌组、牛蹄塘组、震旦系上统灯影组、下统陡山沱组及南华系上统南沱组。其岩性主要为一套浅一半深海相碎屑岩沉积及海相冰水沉积。该矿区内构造以断裂构造为主，褶皱变形构造次之，且规模小，幅宽一般小于100 m。地层倾角一般 $3 \sim 5^\circ$ ，局部 $10 \sim 22^\circ$ 。钒矿层波状起伏，倾向变化大，且倾角较缓。矿区已查明断层8条，规模大小不一。断层走向北东，倾角 $60 \sim 86^\circ$ 。断距较小，多显张性正断层特征。

钒矿分三层赋存于寒武系下统牛蹄塘组底部。矿层中含大量磷结核和泥质云岩透镜体。矿层与围岩呈渐变过渡，二者之间无明显的界线。

矿体形态及其厚度和品位的变化：

I矿层：位于牛蹄塘组底界以上1~4 m，矿体形态为层状，矿层产状与围岩一致，倾角 $5 \sim 20^\circ$ 。矿层厚度和品位比较稳定。矿层最大厚度2.75 m，最小0.78 m，平均1.66 m。矿石品位 V_2O_5 最高1.50%，最低0.80%，平均1.07%。

II矿层：距牛蹄塘组底界以上1.23 m至9.60 m，距I矿层间隔0.23~7.20 m，平均2.71 m。矿体形态呈透镜状。本矿区共有四个透镜体。透镜体中心最大厚度1.95 m，一般1.04 m。该矿层品位为0.80~1.03%，平均0.90%。

III矿层：与II矿层间隔0.92~5.58 m，平均2.51 m。矿层形态呈层状，矿层产状与围岩一致，倾角 $5 \sim 10^\circ$ 。该矿层总的特征是：厚度较大，厚度变化也大。III矿层厚0.82%~7.07 m，平均2.11 m，品位0.83%~1.14%，平均品位1.02%。

矿石特征：根据野外观察和岩石鉴定资料，该矿区矿石为粉砂质页岩、含炭质页岩，以微层状构造为主，具呈微鳞片状结构。岩石由粘土矿物和粉砂石英组成，其次见少量的泥状石英、有机质、炭质和云母片。粘土矿物主要是水云母（含钒），含量占60%，直径一般小于0.05 mm。这些水云母顺层呈微波状起伏的丝状、线状密集排列。

陆源石英粉砂含量约30%~35%，颗粒大小一般在小于0.3 m。这些石英砂粒和部分泥状石英顺层不均匀地散布在粘土矿物的集合体空隙之间。在粘土矿物分布稍稀处，石英粉砂则呈细长的透镜状富集。上述粘土矿物被有机质渲染，少量炭质呈稀疏的粒状富集。粉砂质页岩和含炭质页岩含 V_2O_5 最高可达2.54%~2.66%。

在粉砂质页岩和含炭质页岩中夹有含有机质硅质岩，具隐晶质结构。主要有隐晶石英（90%）组成。含少量有机质（2%~3%），炭质（<1%），泥质（<1%），胶磷矿（3%），云母（偶见），硅质骨针（3%）。隐晶石英多呈细小似球状集合体紧密堆积而成，粒径大小在0.1 mm左右，这些隐晶石英被暗褐色的有机质所渲染。含有机质硅质岩含 V_2O_5 0.13%~0.22%。

红坪矿区地质构造简单，地层和矿层产状平缓，钒矿层位于当地侵蚀基准面之上，水文地质条件简单。经过普查工作，探明该矿区钒矿333+334资源量（ V_2O_5 ）17万t，为一个中型钒矿床。

3 湘西钾、镁、钒矿开发利用现状

3.1 湘西含钾页岩矿

钾矿是发展农业必需的战略资源。我国可溶性钾盐资源匮乏，生产能力不足，难以满足我国农业对钾肥的需求，开发不溶性钾矿具有重要的战略意义。前已述及，湘西含钾页岩矿资源量巨大。但对其开发利用，目前仍处于停止状态。

本世纪初，湘西某股份有限公司曾委托某大学试图对含钾页岩矿进行开发利用生产工艺的研究，结果没有取得成功。笔者这次研究认为存在两个方面的问题：一是合作单位不合适，这所大学的长处是研究金属矿产，而含钾页岩矿主要用于化工行业，应该选择化工研究所；二是矿石入选品位定得太高。经估算，每提高 K_2O 1%的品位，资源量就会缩小10%，地质勘探成本也会相应增加10%。

目前对含有钾长石的不溶性含钾岩矿中提取

钾技术工艺已经有：直接法、湿化学法、热分解法和生物法四类。但对如何在含钾页岩矿中提取钾技术工艺报道很少。贵州省天柱县邦洞磷肥厂、湖北省宋滋磷肥厂、四川峨媚高桥磷肥厂等厂家，都成功地利用富钾页岩生产钙镁磷钾复合肥的实验。尤其湖南怀化卢阳磷肥厂利用新晃中寨富钾页岩生产的钙镁磷钾复合肥其成本与生产钙镁磷肥差不多。

开发利用不溶性的含钾页岩矿资源，创新综合开发利用生产工艺，用于生产我国稀缺的钾肥，使其转变为我国高产农业所需要的有效钾资源，在我国钾肥缺口甚大，可溶性钾资源严重稀缺的前提下，对支持农业和国民经济发展具有重要的意义。另外，应积极创新探索新工艺，综合利用不溶性钾矿中的各种有价元素，利用不溶性钾矿中所含的钾、铝、铁以及硅等有价值的元素生产硫酸钾、氢氧化铝、氢氧化铁以及二氧化硅等，或者用不溶性钾矿制备矿物肥，均可大大提高不溶性钾矿的综合利用率，有效降低了各种产品的生产成本，具有显著综合经济效益。

3.2 湘西含镁白云岩矿

在我国，目前主要是开发利用菱镁矿。含镁白云岩矿开发利用较少。在湘西，本世纪初，仅只有湘西镁厂具有年产1500 t金属镁生产能力；保靖化工三厂利用轻质硫酸镁、氧化镁生产中排出的大量废渣，制成年产3000 t的含镁碳酸钙。湘西含镁白云岩矿资源巨大，既可实行井下洞采，更可露天开采，是一种取之不竭、用之不尽的矿产资源。

目前对菱镁矿中提取镁技术工艺已经有：国际上多采用静电选矿法、氯化熔盐电解法、皮江法生产金属镁。我国于1965年进行了菱镁矿的浮选矿实验，提纯可获得MgO含量98.13%的超高纯镁砂。但对如何在含镁白云岩矿中提取镁的技术工艺报道很少。湘西镁厂以硅铁作为还原剂，采用横罐外热法（皮江法）从含镁白云岩中提取镁。

镁是一种轻金属，其性坚韧，因此镁合金韧性好、质坚；同时不生锈。这些特点决定了它有较多的用途。现今，镁主要用于制造镁铝合金、制作压铸件和用于钢铁冶炼中脱硫。这三面的用量占总消耗量的77%。其中用于汽车工业占一半以上，它既可减少能耗，也能减少污染，这是新技术及环境保护方面所追求的目标。现在世界上些大型汽车生产公司纷纷转向采用金属镁及其合金，应用前景广阔。

3.3 湘西页岩型钒矿

上世纪八十、九十年代，在湘西就对红坪、东方红两地页岩型钒矿就开展过地质普查工作，并进行了小规模的开发利用。由于对环境造成了较大的污染因而被关闭。

本世纪初，在湘西地区对页岩型钒矿进行了大规模的地质勘查工作，相继发现了大、中型岩头寨钒矿、白岩钒矿、夯沙钒矿、塘沱钒矿、火把冲钒矿、上村钒矿等。但尚未开发利用。

目前已知的提取钒的工艺主要有：(1) 氯化钠钠化焙烧-水浸出-离子交换-沉钒流程。钠化焙烧是以前大多数钒厂采用的流程，由于污染严重，该方法已被列入国家限令淘汰项目目录。(2) 磨矿-硫酸浸取-萃取-硫酸反萃-沉钒流程。酸浸法提钒的优点是可以规模化生产，机械化程度高。对钒的回收率也相对较高，达70%左右。但其缺点很多。所有设备必需进行防腐处理，工程造价高，维护费用大。矿石里的所有酸溶成分包括各种有害重金属成分也一同浸出，混入浸出液，在萃取钒之后，这些有害重金属成分经简单处理后随水排放，造成水体严重污染。目前该工艺已基本被淘汰。(3) 钙法焙烧酸浸或碱浸。该工艺结合了平炉焙烧和酸浸工艺的优势，同时也继承了以上两种工艺的缺点。该工艺虽然减少了Cl₂、HCl、SO₂等有害气体对环境的污染。但转化率不高，操作难度大，对石煤性质的选择性要求高。以石灰石作为添加剂，部分解决了因氯化钠而产生的污染，

但工艺流程长, 成本高, 也同样存在大量有害重金属废水排放的问题。(4) 复合添加剂焙烧提钒工艺过程: 将煤矸石与复合添加剂混合经立炉焙烧, 将钒矿中的钒转化为可溶性钒: 然后进入逆流循环堆浸罐用清水将可溶性钒逐步浸出并富集。最后用铵盐将钒沉淀出来, 焙烧沉淀物得 V_2O_5 。其优点在于氯盐用量比传统钠盐法少 80%~85%。气态污染物也减少 80%~85%, 且焙烧温度较低、焙烧时间较短、资源回收率较高: 缺点是成本较高。

4 破解湘西钾、镁、钒矿开发利用瓶颈

4.1 研究提取钾、镁、钒的工艺流程是开发利用的关键

研究提取钾、镁、钒的工艺流程是开发利用应注意下几点:

A) 矿石入选品位的选定

在选定矿石入选品位时, 既要考虑提取钾、镁、钒的经济效益, 更要兼顾矿产资源的利用问题。经估算, 因为每提高一个百分点(钒为 0.1%) 的矿石入选品位, 资源量就要缩减 10%, 地质勘查费用也要增加 10%。如何最大限度的降低矿石入选品位, 是研究提取钾、镁、钒的工艺流程的首要任务。

B) 提取钾、镁、钒工艺流程的选定

钾、镁、钒的用途归纳起来就要两大类: 提取金属和这些金属的化工产品。总结以前研究提取钾、镁、钒的工艺流程单位, 选定有研究基础的研究单位进行工艺流程技术开发。

4.2 提取钾、镁、钒的工艺流程一定要将环境保护放在首位

矿山开采与提取钾、镁、钒金属或其化合物的过程中, 不可避免的要产生废渣、废水和废气(简称“三废”)。对于废渣的处理要简单一些, 井下开采则用于回填, 露天开采则用泥土掩埋。废水和废气的处理要复杂一些, 但其技术难度不会比提取钾、镁、钒的工艺流程技术更难一些吧。从湘西铅锌、锰矿开发利用情况来看, 前期环境

保护搞得不好, 主要原因是开采矿山企业小而多, 环境保护监管困难; 后期进行整合成规模开采的矿山企业后, 环境保护情况要好得多。

4.3 研究提取钾、镁、钒的工艺流程需要国家注入引导资金

目前矿山开采企业主要是私人性质的股份制, 现在就资源勘查、矿山开采、选矿提取这三块, 需要耗费大量的资金, 根本无力投入研究提取有用矿产品的工艺流程和精深加工的技术研究中。因此, 需要国家注入引导资金来研究提取有用矿产品的工艺流程和精深加工的技术研究。

5 结 论

(1) 湘西地区钾、镁、钒矿资源量巨大, 尤其是含镁白云岩矿取之不尽, 用之不竭。而且市场销售前景广阔。只要破除了开发利用瓶颈, 既发展了当地的社会经济, 也缓解了我国应用市场的紧缺。

(2) 目前国内钾、镁、钒产品市场广阔, 湘西地区资源丰富, 开发利用及产品研发空间巨大, 值得有识之士抢占先机。政府相关机构和有胆识的企业家, 应该联合科研机构或高校, 积极开发新方法、新技术、高附加值的应用新产品, 使丰富的资源得到科学有效的利用。

参考文献:

- [1] 张素素, 高璐阳. 不溶性钾资源综合利用现状及前景分析 [J]. 广东化工, 2019 (1): 98-99.
ZHANG S S, GAO L Y. Current situation and prospect of comprehensive utilization of insoluble potassium resources [J]. Guangdong Chemical Industry, 2019(1):98-99.
- [2] 鲍正襄. 湘西麻园洞炼镁用白云岩矿及其开发利用 [J]. 中国非金属矿工业导刊, 2001(4): 29-30.
BAO Z X. Development and utilization of dolomite ore for magnesium smelting in Mayuandong, western Hunan [J]. China Nonmetallic Mineral Industry Guide, 2001(4): 29-30.
- [3] 李学宇, 林浩宇. 煤钒矿加工生产 V_2O_5 技术现状与展望 [J]. 化工矿物与加工, 2011 (4): 38-40.
LI X Z, LIN H Y. Current situation and prospect of V_2O_5 technology in coal vanadium ore processing [J]. Chemical

Minerals and Processing, 2011 (4): 38-40.

[4] 口文, 崔文婧. 我国钒矿资源开发利用现状及建议 [J]. 合作经济与科技, 2019 (610): 54-56.

KOU W, CUI W J. Status and suggestions on exploitation and utilization of vanadium ore resources in China [J]. Cooperative Economy & Science, 2019 (610): 54-56.

[5] 孙际茂. 湖南寒武系黑色页岩型钒矿及相关问题探讨 [J]. 2011年湖南科技论坛国土资源分论坛论文集(下).

SUN J M. Discussion on cambrian black shale-type vanadium deposits in Hunan and related issues [J]. Proceedings of 2011 Hunan Science and Technology Forum Land and Resources Sub-Forum (II).

[6] 刘杰. 难溶性钾矿资源制备钾肥研究现状及展望 [J]. 有色矿冶, 2005 (7): 172-174.

LIU J. Research status and prospects of potassium fertilizer preparation from insoluble potassium mineral resources [J]. Nonferrous Metals and Metallurgy, 2005 (7): 172-174.

[7] 陈天宇. 酸化对富有机质页岩孔隙结构影响的实验研究 [J]. 中国矿业. 2019 28(9): 102-110.

CHEN T Y. Experimental study on the effect of acidification

on the pore structure of organic-rich shale [J]. China Mining Science. 2019 28(9): 102-110.

[8] 湖南省地质矿产勘查开发局四〇五队. 吉首双塘社塘坡含钾页岩区普查报告 [R]. 1972.

Team 405 of Hunan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development. Survey report of potassium-bearing shale in Shuangtangshe Tangpo, Jishou [R]. 1972.

[9] 湖南省地质矿产勘查开发局四〇五队. 湖南省吉首市红坪矿区钒矿详细普查地质报告 [R]. 1988年.

Team 405 of Hunan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development. Geological report of detailed survey of vanadium deposit in Hongping mining area, Jishou city, Hunan province [R]. 1988.

[10] 湖南省地质矿产勘查开发局四〇五队. 湖南省古丈县白岩矿区钒矿详查报告 [R]. 2018年.

Team 405 of Hunan Geology and Mineral Exploration and Development Bureau. Vanadium mine survey report of Baiyan mining area in Guzhang county, Hunan Province [R]. 2018.

Characteristics of Potassium, Magnesium, and Vanadium Resources in Western Hunan and Their Development and Utilization Status Quo

He Lingbang, Yang Shaoxiang

(Hunan Province Geology and Mineral Exploration and Development Bureau 405 Geological Team, Jishou, Hunan, China)

Abstract: This article comprehensively expounds the broad market prospects for the development and utilization of potassium, magnesium, and vanadium from the industrial and agricultural production uses of potassium, magnesium, and vanadium, the types of potassium, magnesium, and vanadium ore, and the market supply and demand of potassium, magnesium, and vanadium ore. It also describes in more detail the geological characteristics, distribution rules, and huge resource potential of potash, magnesium, and vanadium deposits in western Hunan. Finally, from the current situation of the development, utilization of potassium, magnesium, and vanadium resources in western Hunan, the bottlenecks of the development, utilization, and utilization of potassium, magnesium, and vanadium resources were discussed and put forward the suggestions to break the bottleneck of development, utilization of potassium, magnesium and vanadium in western Hunan. It is also pointed out that during the process of development and utilization of potassium-magnesium-vanadium ore, production process beneficial environmental protection is more complicated, high technical content, difficult to imitate production. It gains an opportunity for enterprises who develop and utilize potassium, magnesium and vanadium ore to occupy a certain market share, bold entrepreneurs should see the vast domestic market for potassium, magnesium, and vanadium, making full use of the rich local resources and cooperate with universities and research institutions, developing and using application products with high technology and high added value can we be invincible in the market storm.

Keywords: Development and utilization; Potassium; Magnesium and vanadium resources; Western Hunan