

煤铝共生资源协同开采关键问题及对策

叶俊良

北京汇永控股集团 北京 100000

【摘要】本文在分析共伴生资源开发政策、法规基础上，开展煤炭与铝土矿资源开采关键指标参数对比，探讨煤铝共生资源协同开采设计亟待解决的建设标准、地面厂区布置及系统兼容性、开采时序、开采工艺及装备、安全保障等技术问题，提出矿山开采设计主要技术原则与对策，为煤铝共生资源协同开发提供技术参考。

【关键词】建设标准；系统兼容；开采时序；安全保障

在不断提升国内能源资源开发水平的过程中，工业企业采用煤铝资源协同开采的方式，为工业生产获取重要的资源与燃料，有助于一体化工程资源体系的建设。结合我国资源存储状况进行分析，可发现我国山西、河南等地的铝土资源属于沉积型矿种，且铝土矿多与煤矿形成上下分层的关系，与煤炭资源共生。对于煤铝共生资源的协同开发在我国尚处于探索阶段，由于两种资源赋存条件、开采方式、开采规模及技术标准的不同，煤铝共生资源协同开采矿山设计存在许多重要问题有待解决。

1 共伴生资源开发政策、法规

对于煤铝共生资源协同开发工作，需要充分地依据共伴生资源开发政策和法规进行开展。其中，《中华人民共和国矿产资源法》、《山西省矿产资源管理条例》、《山西省铝土矿资源开发利用规划》的相关条文中，明确规定了共伴生矿产资源在工业生产建设中的价值，并对共伴生矿产资源工作进行具体的规格，其中要求需进行统一规划和综合勘探，且要结合综合评价、开发、利用等手段，最大限度保证资源的利用率和产出率。其中，针对暂时无法进行综合开采和利用的矿产资源，以及存在部分资源价值的尾矿项目，要实施保护性的开采计划。

国务院安委会办公室安委办〔2015〕6号文《关于进一步加强与煤共（伴）生金属非金属矿山安全生产工作的通知》中，对煤铝共生资源协同开发工作做出了严格的限定，为煤铝共生资源协同开发制定了规范化的标准。其中，企业还需结合当地的煤矿开采规定，拟定煤共（伴）生矿山的最小开采规模标准，对煤铝共生资源协同开发工作设计和安全评价方面，需结合煤矿设计单位及安全评价单位制定的和给出的煤矿开采法规和标准履行。企业需要切实地按照煤矿开采的相关法规、标准及煤共（伴）生矿山的有关规定进行有序开采和安全监管。实施“上限执法”。

结合政策要求，企业在煤铝共生资源综合开发中，还需

编制《共生伴生矿产资源综合利用项目可行性研究报告》、《项目申请报告》等文件，及时地向当地政府进行申报，并得到政府及相关部门的审核批准后，形成备案，方可进行施工开采。其中，《山西省煤炭资源矿业权出让管理办法》中强调煤炭资源探矿权和采矿权可以勘查、开采许可证规定范围的煤炭及其共伴生资源。这也为煤铝共生资源协同开发提供了有效的政策支撑。

曹跃矿业于2014年取得国内首个煤铝联采采矿许可证。根据目前国家对煤与共（伴）生资源开采采矿证及安全许可证办理的相关政策，煤铝联采采矿许可证的办理，需做好一系列准备工作，具体的准备内容如下：（1）完成煤层与铝土矿地质勘探报告。并向当地政府提交审批，评审备案后备用。（2）委托有资质单位完成煤铝联采方案制定。其中包括联采的设计、资源开发利用方案、安全预评价报告、环评报告等，其中，需着重包含对划定矿区范围内的矿山地质环境保护及生态恢复治理方案。（3）制定联采的土地复垦方案相关文件。需将文件上报给当地政府，并得到政府的批复，再将文件上报省国土资源厅，并经过审核后，交由国土资源部审核，方可得到授权受理。（4）进行主采矿种核定。该项工作流程需由省安监局组织专家与煤监局共同完成，并根据确定的主采矿种办理相关手续。（5）获得煤矿安全监察机构颁证，对于非煤矿种的资源，需委托有资质单位进行预评价，并交由非煤矿山相关程序审查部门进行审查，方能获得联采安全生产许可。

因此，煤炭资源与铝土矿资源共生的矿区，需经过相关部门的程序审查及文件提交，方能获得联采生产需求，并上报政府对项目进行“合规性”审查、核准、审批及备案。而对于煤铝共生资源的协同开发，还需获得安全评价、安全监管等批复，方能启动项目进行联合开采。

2 煤铝资源开采技术经济指标对比

煤炭资源与地下铝土矿资源虽具有相似性，均为沉积型矿床，层状或似层状赋存形态，但却存在许多不同。

煤炭资源容重 $1.3\sim1.5\text{t}/\text{m}^3$, 硬度普氏系数 $1\sim2$, 赋存稳定, 节理、裂隙发育, 顶底板一般为中硬岩体, 有瓦斯、煤尘爆炸性、自燃倾向性、冲击地压等地质灾害, 大型矿床储量上亿吨及10亿吨以上, 331资源勘探网度 $500\times500\text{m}$, 设计生产能力 $1.20\text{Mt}/\text{a}$ 以上的矿井为大型矿井, 目前千万吨级特大型矿井屡见不鲜, 规范要求 $1.20\text{Mt}/\text{a}$ 以上的矿井服务年限 50a 以上, 大型矿井建设总投资一般在30亿以上, 工期 $2\sim3\text{年}$, 劳动定员 $1000\sim2000\text{人}$, 劳动生产率 $15\sim20\text{t}/\text{工}$, 采矿成本 $150\sim200\text{元}/\text{t}$, 吨煤售价 300元 (估)以上, 采矿方法国内一般采用长壁综合机械化开采, 采煤机机械割煤, 刮板输送机装运煤, 可伸缩胶带输送机运输, 液压支架支护, 崩落法处理采空区。为防止自燃、粉尘等, 地面储煤系统要求高。

与煤炭相比, 地下铝土矿资源容重大, $2.0\sim3.0\text{t}/\text{m}^3$, 硬度普氏系数高, $8\sim15$, 节理、裂隙不发育, 局部厚度变化大, 具有粘结性, 遇水易结拱, 顶底板软弱, 遇水易泥化, 无瓦斯、煤尘爆炸性、自燃倾向性、冲击地压等地质灾害, 大型矿床储量2000万吨以上, 331资源勘探网度密, $70\times70\text{m}$, 开采规模较小, 设计生产能力 $1.0\text{Mt}/\text{a}$ 以上的矿山为大型矿山, 服务年限较短, 规范要求 $1.0\text{Mt}/\text{a}$ 以上大型矿山服务年限为 20a 以上, 投资低, 大型矿山建设总投资一般在 $4\sim8\text{亿}$ 左右, 工期稍长, $3\sim4\text{年}$, 劳动定员少 $100\sim300\text{人}$, 劳动生产率 $10\sim20\text{t}/\text{工}$, 采矿成本 $60\sim120\text{元}/\text{t}$, 选矿后吨矿售价 200元 (估)左右, $2\sim3\text{t}$ 铝土矿可以产出 1t 氧化铝, 1t 氧化铝售价 2400元 左右, 直接成本 1900元 , 目前普遍采用爆破方式落矿, 扒渣机、电耙、铲运车装运矿, 矿车或汽车运输, 采场不支护或锚杆、单体支柱支护, 崩落法或空场法处理采空区。地面储矿系统要求相对低。

3 煤铝协同开采设计待解决的问题及对策

3.1 煤铝协同开采设计规范、标准

前文已经对煤铝共生资源协同开发的相关申报和文件批复进行了介绍, 而通过上文对煤炭资源与铝土矿资源关键指标参数对比, 两种资源矿床规模、资源勘探、开采条件及规模存在差异性。若对两种资源实行单独开采, 煤炭资源的开采需按照《煤炭工业矿井设计规范》进行设计执行。目前铝土矿地下开采在我国处于起步阶段, 沉积型铝土矿赋存条件与煤层相似, 但属于有色金属矿, 相关设计开采方案需按照《有色金属采矿设计规范》设计执行。且由于两种资源开采设计规范上存在较大差异, 如开采方法、开采装备及安全设施等, 均不相同。因此, 煤铝共生资源协同开采时完全套用矿井设计规范进行设计、建设对于铝土矿开采并不适宜, 存在诸多问题需要探讨和解决。

针对上述问题, 考虑到煤炭资源开采存在瓦斯、自燃、煤尘爆炸危险性等安全问题, 具有较大的开采安全风险,

因此, 一般进行的煤铝共生资源协同开发, 多按照《煤炭工业矿井设计规范》设计执行。充分考虑铝土矿资源的特殊性, 对不适宜采用矿井设计规范的方面, 应按照《有色金属采矿设计规范》进行设计。另外, 煤炭设计与有色金属矿设计、核准采用的一系列的标准、规程、规范均不相同, 笔者建议在工程设计实践过程中相关部门应组织编制适宜于煤炭与共伴生的有色金属资源协同开采相关规程、规范及标准, 作为共伴生资源综合开发利用的设计依据, 为矿山建设项目核准提供技术参考。

3.2 地面厂区布置及开采系统兼容性

在qq中, 地面厂区布置及生产系统建设是关键。由于这两种资源在加工方法及产品工艺流程上差异较大, 因此地面生产系统需形成全面化的兼顾。在协同开采地面布置方案设计时应充分考虑两种资源的差异性, 具体的建设策略如下: (1) 可共用建设部分, 可统一建设, 避免建设成本的浪费。(2) 不可共用部分, 可在地面生产系统及辅助设施建设中, 形成单独建设, 切实保障各资源生产建设功能, 并防止协同开采施工的相互干扰。

由于煤炭资源与铝土矿的差异性, 煤铝共生资源协同开采的提升、运输、通风、排水、供电、安全避险等系统采用联合布置或独立布置, 需进行深入探讨。开采系统联合布置或共用, 可以节省建设投资, 系统简单, 生产相对集中, 管理方便, 但存在两种资源开采时可能会存在相互影响的问题。开采系统独立布置, 两种资源开采系统相对独立, 没有干扰, 但可能会存在系统复杂, 管理难度大, 建设投资高的问题。因此, 在协同开采系统设计时, 应充分考虑两种资源的特性, 对矿山开采各系统进行详细研究, 对于兼容性较好的排水、供电、安全避险等系统, 应统筹考虑, 建议联合布置, 避免重复建设, 对于兼容性较低或不能兼容的提升、运输、通风等系统, 建议独立布置, 避免相互影响。

综上所述, 对于协同开采两种不同的资源, 地面厂区布置及系统兼容性是两种资源能否高效协同开采的系统保障, 要从经济性的角度进行综合性的设计, 考虑建设成本和时间成本, 选择折中的建设方案。

3.3 共生资源协同开采时序

铝土矿多位于煤系地层之下, 而煤炭资源往往在上层, 因此, 在协同开采时, 要注重开采顺序, 避免两种资源在协同开采时的相互影响。针对此问题, 一般可采用由上至下的顺序进行开采, 即先采煤后采铝土; 若需采用先采铝土后采煤的顺序进行开采, 当两种资源属于同一业主时, 需先由资质单位做上行开采的可行性研究, 并经有关单位组织专家评审通过后实施; 两种资源属于不同业主时, 需先由政府部门协调, 并组织有关专家论证协同开采时序。另外, 无论使用何种开采顺序, 均需保证避免同时开采,

防止安全事故的发生，且要保证各采区设置独立通风系统，避免安全隐患。

由于协同开采时序较复杂，需在开采设计前对整个矿山进行深入的勘测，并将矿区进行科学的划分，即安全区、影响区、风险区。不同的分区采用上行开采可行性判别方法包括比值法、“三带”判别法、围岩平衡法等对不同分区的地层岩性、矿床间距及厚度进行分析，确定不同分区的开采时序。

安全区：铝土矿开采厚度小，煤铝层间距大，该区域的岩层一般较为稳定，且无陈旧采空区，能够满足煤铝上行开采的条件；影响区：该区域的铝土矿在开采厚度上较大，且煤铝层间距较小，岩层存在不稳定因素，虽无民采扰动区影响，但需进行铝土矿开采技术创新，方能保证使用上行开采技术，一般采用下行开采的方式。风险区：该区域一般存在较大的开采隐患，且上覆民采扰动、老空区，部分区域有水患，需进行危害的消除，方可进行协同开采。

3.4 采矿方法、工艺及装备

由于铝土矿赋存于煤系地层之下，煤铝协同开采相互影响，协同开采时序方案影响采矿方法、工艺及装备的选型。因此，煤炭资源与铝土矿采矿方法、工艺及装备选型不仅要根据矿床赋存、开采条件等综合确定还应与煤铝开采时序统筹考虑，综合分析。

目前，煤炭资源地下开采多采用长壁综合机械化，铝土矿资源地下开采时多采用空场法和崩落法采矿，爆破落矿工艺。近年来，有些学者提出将煤矿地下开采方法及工艺引入铝土矿开采，采用长壁单层崩落法或长壁松动爆破综合机械化采矿法，垮落法处理采空区。但煤矿综采设备投资较高，且铝土矿开采存在硬度系数高，机械切割困难，岩体爆破块度难以控制、爆破飞石损坏支架等问题，长壁单层崩落法或长壁松动爆破综合机械化开采对铝土矿开采的适应性有待进一步探索研究。通过调研分析，笔者建议铝土矿硬度系数 $f > 8$ 的条件下，难以实现机械切割，采用爆破落矿； $f < 8$ 的条件下可以采用深孔与浅孔爆破相结合松动预裂矿石，然后采用大功率采煤机或连续采煤机等机械落矿；如果 $f < 4$ ，则可以实现机械化开采，但这种条件要求相对严格，要经过详细分析比较，选择一个合适的区域才可以试验。

综上所述，铝土矿资源开采时应在爆破落矿工艺基础上，吸收煤矿开采先进成熟技术及装备，优化生产工艺，改进采矿装备，采矿方法的选择与煤炭资源开采方法协调，避免相互影响，相互干扰。

3.5 共生资源协同开采安全保障系统

目前，煤炭资源开采存在瓦斯、自燃、煤尘爆炸危险性

等安全问题，而水患、顶板等灾害是两种资源开采共同面临的安全问题。共生资源协同开采时的安全问题应综合考虑，并建立健全科学有效的协同开采系统，切实保证协同开采的安全，在具体的协同开采设计中，要保证两种资源的有效开采和回采，且系统要按照煤矿开采安全标准进行设计，并充分兼顾铝土矿资源的安全开采规范。

铝土矿上部赋存有煤系地层，煤层产生的瓦斯可能对下部铝土矿开采构成严重的安全威胁。预防煤系地层的瓦斯沿岩层裂隙透出来，造成瓦斯积聚，从而发生安全事故。要加强瓦斯监测和强化通风，研究协同开采的瓦斯检测技术，优化通风系统，确保开采安全。

4 结语

国家政策、法规鼓励共伴生资源综合开发利用。但煤炭与铝土矿资源开采基本指标参数、开发建设技术标准差异较大，煤铝共生资源协同开采矿山设计过程中存在技术标准、规范统一性，开发建设系统及地面厂区布置兼容性，协同开采时序、开采工艺及装备协调性，协同开采的安全保障性等问题。具体的协同开采设计中，要针对性的解决协调问题，并将安全第一作为协同开采的原则，注重协同开采的环保性，避免充分建设，浪费工业资源。结合现阶段我国协同资源开采的现状，可发现共生资源协同开采技术尚需优化创新，煤炭与有色金属如何协同开采有待进一步研究。

参考文献：

- [1] 钱鸣高, 石平五, 许家林. 矿山压力与围岩控制 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2010.
- [2] 董自祥. 煤铝共生井田煤铝联合开采的可行性分析. 中国煤炭[J], 2015, 41 (03) : 66-72.
- [3] 曹焕举. 探索煤铝资源综合勘探开发利用之路. 能源技术与管理[J], 2007, 41 (12) : 106-112.
- [4] 孙红发, 杨文明等. 煤矿综采设备对铝土矿的适应性选型. 煤炭技术[J], 2014, 33 (06) : 258-260.
- [5] 张宏伟, 韩军等. 近距煤层群上行开采技术研究. 采矿与安全工程学报[J], 2013, 30 (01) : 63-67.
- [6] 张勇, 刘传安等. 煤层群上行开采对上覆煤层运移的影响. 煤炭学报[J], 2011, 36 (12) : 1990-1995.
- [7] 李志刚, 杨彦宏, 姬刘亭. 煤铝共生资源联合开发模式初探 [J]. 煤炭工程, 2017, 49 (10): 43 - 47.
- [8] 杨彦宏. 煤铝共生资源联合开采方案设计 [J]. 煤炭工程, 2017, 49(11): 6 - 9.
- [9] 杨彦宏, 赵军锋. 黄土梁峁区煤铝共生矿山工业场地选址 [J]. 煤炭技术, 2017, 36(11): 81 - 83.

作者简介：

叶俊良 (1991-) ,男, 江苏苏州人, 工程师。