

矿物材料

我国碳酸钙产业发展与资源梯级高值高效利用思考

田健^{1,2,3,4,5}, 刘旻^{1,2,3}, 胡攀^{1,2,3,5,6}, 朱艳超^{1,2,3,4,5}, 张祥^{1,2,3}, 古卫乐^{1,2,3}, 胡唐辉^{1,2,3,4,5}, 岳光永^{4,5}

- 1. 湖北大学 材料科学与工程学院,湖北 武汉 430062;
- 2. 功能材料绿色制备与应用教育部重点实验室,湖北 武汉 430062;
- 3. 工业废弃物绿色产业化应用技术湖北省工程研究中心,湖北 武汉 430062;
- 4. 玉林师范学院 碳酸钙产业发展研究院,广西 玉林 537000;
- 5. 湖北湖大天沐新能源材料工业研究设计院有限公司,湖北 武汉 430062;
- 6. 中国地质大学(北京) 地球科学与资源学院,北京 100083

中图分类号:TD872 文献标识码:A 文章编号:1001-0076(2020)06-0109-08
DOI:10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2020.07.011

摘要 碳酸盐矿物在我国工业体系中占据非常重要的位置。以目前应用最广泛的碳酸钙矿物资源为例,结合作者团队近十年从事碳酸钙产业规划、技术、工艺和装备等的研究经历,分析了我国碳酸钙资源研究现状及存在问题,并依据资源高值高效利用相关法律法规政策、碳酸钙相关产业国家行业标准和团队自身从事的碳酸钙产业工程实践经验,从矿山整合、绿色开采、梯级高值高效利用、优化配置制度及园区规划发展等5个方面进行了具体阐述,为我国碳酸钙资源的开采、利用和相关产业的高质量健康发展建言献策,践行资源的自然属性、社会属性和环境属性和谐科学统一发展。

关键词 碳酸钙;梯级利用;高值高效;绿色矿山

引言

2020年伊始,全球经济呈现增速降缓甚至倒退的趋势,具体体现在技术及产品同质化严重,产品及市场竞争激烈,各国都亟需进行技术和产品的转型升级,高质量绿色发展已经成为21世纪产业发展的必经之路。矿产资源作为现代工业的食粮,其对现代工业的发展作用至关重要。快速工业发展利用矿产资源的自然属性充分发挥其社会属性来提高人们的物质生活水平,但忽略了矿产资源的环境属性,造成大量的资源浪费和环境污染。新时代对矿产资源的利用提出更高的要求,特别是人们对生活环境要求更加注重的情况下,如何做到矿产资源利用过程中自然属性、社会属性和环境属性的和谐统一科学发展成为新时代资源型产业发展必须考虑的问题。

碳酸盐矿物是目前最具工业应用价值的矿产资源之一,其中以钙、镁碳酸盐矿物分布最为广泛,另有少量的锰、锌、铜、锶等碳酸盐矿物,在我国工业体系中占

据十分重要的位置,尤其以碳酸钙的开采和应用最为广泛。碳酸钙资源主要有石灰石、方解石、大理石、白云石、白垩、珊瑚及贝壳等,其中以石灰石蕴藏最多。碳酸钙资源在我国分布广泛,尤其在我国华北地区、四川、安徽、云南、广西、贵州等地蕴藏量巨大且品质优越。我国石灰岩资源储备量大,据《中国矿产资源报告2019》显示^[1],全国已查明的水泥用灰岩储量达到了1 432.37亿t,资源相对集中,基本可以满足当前的生产需求,但随着部分地区对石灰岩资源需求的持续扩大,局部地区将会出现资源短缺或无储备资源可采的现象^[2]。据国家统计局统计数据显示,2019年全国累计水泥产量超过23亿t^[3],同比增长6.90%,累计消耗石灰岩约28亿t以上。按此开采趋势,我国已探明的具备经济开采价值的石灰岩资源将于2030年耗尽^[4]。

碳酸钙资源作为工业生产应用最为广泛的碳酸盐矿物原料之一,因其具有优异独特的物理化学性质且来源广泛、价格低廉,已广泛应用于道路、建材、冶金、橡胶、塑料、造纸、涂料等行业^[5-11]。在道路及建筑行

收稿日期:2020-10-27
基金项目:广西创新驱动发展专项(2018AA21013);湖北大学青年科学基金(201911304000001)
作者简介:田健(1967-),男,博士,教授。主要研究领域:环境能源新材料及固废资源化利用。E-mail:tianjian@hubu.edu.cn。
通信作者:胡攀(1988-),男,博士,讲师。主要研究领域:环境能源新材料及固废资源化利用。E-mail:hupan@hubu.edu.cn。

业大多作为砂石骨料直接应用,同时其也是水泥熟料的主要原料之一。较优质石灰岩通过煅烧生产建筑石灰、冶金熔剂等氧化钙产品,高端且附加值较高产品目前以重质碳酸钙、轻质(纳米)碳酸钙为主,主要在橡胶、塑料、造纸、涂料等行业应用广泛^[12]。短时间内,碳酸钙产品对于我国工业基础框架的巨大作用是无法取代的。但我国碳酸钙资源的利用和碳酸钙产业,多属小规模粗放式发展,行业内碳酸钙资源高质低用、附加值低,同时缺乏高端产品技术及装备,导致高端产品严重依赖进口等问题长期存在。进入 2020 年以来,在国际市场形势及国家政策调控下,迫切需要探索出一条适合我国的碳酸钙产业高质量健康绿色发展的道路。

针对上述国内碳酸钙资源存在的粗放利用、高质低用、产业链短缺等问题,本文从矿山整合、绿色开采、梯级利用原则、优化配给及园区协同发展五个层面系统详细描述了碳酸钙产业梯级高值高效利用的方法和原则,为我国碳酸钙资源优质优用、高效利用等针对性具体原则及政策的建立提供重要的支撑。

1 碳酸钙产业发展现状

1.1 国外碳酸钙产业发展现状

由于造纸、涂料、塑料、橡胶等材料工业的快速发展,市场对重质碳酸钙、轻质(纳米)碳酸钙等碳酸钙产品需求量越来越大。世界碳酸钙的生产能力在过去 10 年以年均增长率 5%~8% 的速度增长。据中国粉体网统计(图 1),2011 年,世界碳酸钙产量约 1 亿 t,其中重质碳酸钙超过 8 000 万 t,轻质碳酸钙超过 1 700 万 t;2015 年世界碳酸钙产量超 1.1 亿 t,其中重质碳酸钙可达 9 000 万 t,而中国重质碳酸钙约为 1 500 万 t^[13];2019 年全球碳酸钙产量达到 1.2 亿 t 以上^[14]。



图 1 世界碳酸钙产量趋势(数据来源:中国粉体网)
Fig. 1 The production trend of world calcium carbonate

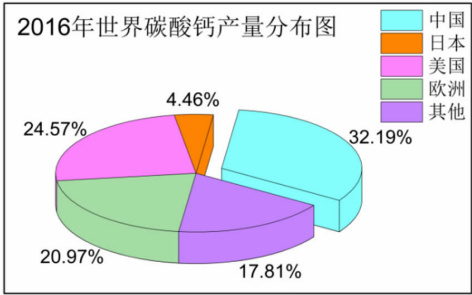


图 2 2016 年世界碳酸钙产量分布图(数据来源:中国粉体网)
Fig. 2 Distribution map of world calcium carbonate production in 2016

目前,碳酸钙主要生产国有中国、日本、美国和欧洲等国家和地区,据恒洲博智化工 & 新材料研究中心 2017 年 11 月整理数据显示(图 2),2016 年中国的碳酸钙产量占比已达到 32.19%,并且仍有进一步上升空间^[15]。

1.2 国内碳酸钙产业发展现状

中国碳酸钙产量及消费呈现快速增长态势,2008~2018 年,两者年均增长率均在 10% 以上。2018 年我国碳酸钙总产量达 3 550 万 t,重质碳酸钙产量达 2 300 万 t,其中食品、药品级碳酸钙约占 10%;轻质碳酸钙产量超过 1 200 万 t,其中活性碳酸钙约占 15%,超细纳米碳酸钙约占 20%。我国碳酸钙消费结构中塑料、造纸、涂料和橡胶四项约占碳酸钙消费总量的 85% 左右,特别是造纸行业为碳酸钙的需求最大的应用领域,2018 年中国造纸行业消耗了 1 000 多万 t 碳酸钙,占比近三分之一^[16]。目前我国碳酸钙原料主要生产地有广西贺州、浙江建德、广东连州、安徽池州、浙江衢州、河北井陉、河南南召、江西永丰、湖南临武、四川宝兴等,整体来看,碳酸钙行业集中度非常低,企业规模普遍较小。2018 年我国碳酸钙产业区域结构分布见图 3 所示,华东、华南和华北地区是我国碳酸钙产业主要的消费区域^[16]。

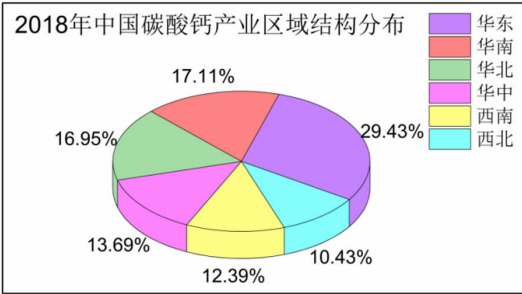


图 3 2018 年中国碳酸钙产业区域结构分布(数据来源:中研普华研究院)
Fig. 3 Distribution of Regional Structure of China's Calcium Carbonate Industry in 2018

1.3 国内外碳酸钙产业发展历程

当前碳酸钙产品竞争领域主要集中在轻质碳酸钙与纳米碳酸钙领域中,表面改性纳米碳酸钙作为纳米碳酸钙产品中技术含量最高的产品之一,更是各国产业布局中的重点。最早在 1850 年,英国伯翰斯特奇公司就已采用复分解法生产轻质碳酸钙,但该方法产品价格十分昂贵。1909 年日本白石恒二发明了石灰乳和二氧化碳碳化生产轻质碳酸钙,尤其在 1925 年采用硬脂酸钠进行表面改性的产品“白艳华”,推进了轻质碳酸钙在橡胶、塑料、有机高分子领域的应用,大大拓展了轻质碳酸钙的应用市场,如今日本碳酸钙生产企业具备生产不同粒度、不同表面改性的碳酸钙产品高达 50 多种,在产品研发上处于国际领先地位^[17]。美国特种矿物有限公司(SMI)是美国、也是全球最大的轻质碳酸钙生产商,其下卫星式工厂超过 100 多家,直接在造纸厂内建造轻质碳酸钙生产线,产品无需过滤、干燥、包装,通过管道直接通入纸浆中混合搅拌,既提高了纸张的质量又能降低生产成本。英国、意大利、德国等欧洲发达国家则在生产碳酸钙的不同领域有各自优势,如英国在高档涂料和汽车塑钙上具备优势,意大利西姆公司(CIM)在石灰窑、消化装置、包装上享誉全球。

相对国外,我国轻质碳酸钙和纳米碳酸钙研究、生产起步较晚,国内碳酸钙企业最早起步于 1931 年—上海大中华制钙厂,自 1980 年后,从开始的引进西方和日本生产线到自主研制,从生产单一品种的轻质碳酸钙到进军纳米碳酸钙,逐渐在高端碳酸钙市场上占有一席之地。截至 2014 年,我国轻质碳酸钙产量早已突破 1 000 万 t/年,超越美国成为全球第一,但在纳米碳酸钙领域,尤其在高端油墨、塑料、橡胶产品应用领域纳米碳酸钙仍深度依赖进口。据中国海关数据显示,2019 年中国碳酸钙进口数量为 49 113 t,同比增长 3%,我国在高端纳米钙领域存在较大缺口。为了弥补此前布局缺口,一批大型纳米碳酸钙项目正在筹备之中,或刚进入投产阶段,如四川金顶年产 20 万 t 纳米碳酸钙项目、广西远大建材年产 5 万 t 纳米碳酸钙项目、广西双成建材年产 10 万 t 纳米碳酸钙项目,项目建成投产后将有效引导我国逐步缓解对高端纳米碳酸钙产品的进口依赖程度。

2 碳酸钙产业发展面临的问题

由于我国的石灰岩开采和碳酸钙加工企业基本是自发地从小到大、从少到多逐步发展起来的,据《MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2020》统计数据显示^[18],2020 年我国氧化钙产量占世界总产量的

69.76%,俨然是碳酸钙产品生产大国,但受资源、技术、资金、场地、成本控制等限制,很多企业生产技术落后,存在产业层次低、资源消耗高、环境污染重、土地和能源集约节约程度低、高端人才匮乏、企业自主创新能力不足等诸多问题,仍不是碳酸钙产品生产强国。作者从多年来所从事碳酸钙产业相关技术、工艺及装备开发的经验基础上^[19-20],总结出目前我国碳酸钙产业面临的主要问题如下:

2.1 碳酸钙资源配置不合理

许多地区优质石灰岩资源丰富,但大多数被生产低端水泥及冶金熔剂用氧化钙的大型企业掌控,导致大量优质石灰岩资源被低附加值利用,造成巨大浪费。许多新兴的轻质(纳米)碳酸钙企业无法分配或购买到优质的石灰岩原料,这大大限制了高端碳酸钙产业的发展,无法发挥优质石灰岩资源的优势。

2.2 碳酸钙产业链发展不完善

企业数量多、规模小、单企产能低。据统计,除生产活性氧化钙外,轻质碳酸钙及纳米碳酸钙企业规模目前大多为 10 万 t 左右的产能,规模较小,缺乏成规模、高水平的示范性企业和项目。目前在建和在产的企业产品均为石灰石骨料及氧化钙等产品,主要用于建材、水泥、冶金等行业,同质竞争严重,属于低层次、低附加值的产品,生产过程能耗高、污染重,抗市场风险能力弱。

2.3 生产技术水平落后

大部分产品结构不合理、生产工艺和装备落后,自动控制和信息化水平低下。生产工艺和装备的落后导致高能耗、高污染、高排放,以及产品质量低且不稳定等问题严重。另外,碳酸钙企业没有建立“产学研用”合作机制及相应的研发机构,绝大多数企业没有研发部门,自主创新能力亟需增强;新工艺、新装备、新产品研发相对滞后,产品技术含量低下;尚未有自己的高科技品牌,知名度和影响范围还较为有限。

3 碳酸钙产业高质量健康发展策略和建议

3.1 推进石灰岩矿山区整合

对矿产资源进行整合是集中解决矿山开发布局不合理,实现资源规模化、集约化开发的重要手段,是从源头有效治理矿业秩序混乱的基础性工作,是调整矿业结构、促进矿业经济增长方式转变的有效途径,对建设资源节约型环境友好型社会,走新型工业化道路具有重大意义。碳酸钙产业要实现高值高效健康发展,

必须首先要对石灰岩矿山进行整合,统一管理,统一开采,优化配置,防止优矿低用,造成优质石灰岩资源的浪费。经过作者多年来参与碳酸钙产业规划的经验,要实现矿山区域整合,需从以下 3 点开展相关工作。

(1)推进地质勘探,增加和探明石灰岩资源储备及品位分布。由于历史原因,我国大部分石灰岩资源的分布和矿山的储量、品种、品位、产状、裂隙以及矿体发育情况等缺乏详细的数据,对于矿山的真实储量、品种、品位以及矿体内部结构等未能完全掌握,无法制订科学准确的开采方案,极大地制约了石灰岩资源统一智能化绿色开采、优化配给及梯级高值高效开发利用。因此,应全面开展区域范围内的矿产资源地质勘探工作,掌握详细的石灰岩资源储量、品位及分布等情况,为后续碳酸钙产业发展提供充足的资源储备。在国家、省、市有关政策的指导下,积极争取国家、省和市级矿产资源普查资金、全面开展县域矿产资源的普查、勘探工作,鼓励开展公益性矿产资源调查、勘探工作。

(2)组建国有控股矿产投资公司,开展矿产资源的统一开采、统一优化配置、统一管理工作,并以此为平台引进大型高端矿产开采企业,依法对矿区内矿权进行有偿整合,加大资源储备,尤其是储量大、品位高的优质石灰岩资源。取缔环保、开采规模、开采技术、工艺及装备不达标的小型采石场。

(3)深化石灰岩矿产资源整合及绿色矿山开采示范区建设。为促进碳酸钙产业高质量健康发展,实现碳酸钙资源的统一管理,统一开采,优化配置,就必须深化石灰岩矿产资源的整合和绿色矿山开采示范区建设。整合过程要求以下几点:①建立矿业权注销或回收补偿制度。对矿区内所有石灰岩资源进行高效整合,统一管理,对矿区内已具有矿业权的企业,由政府主导与所有权人进行协商补偿,或对相关企业的矿业权进行注销,收回矿业权但保留原有矿权人的相应权益,确保矿区范围内矿业权的完整性。②制定石灰岩资源按需梯级优化配置原则。矿区范围内的石灰岩资源开采工作应遵循统一管理、统一开采、按需优化配置原则。由开采方根据资源品位和县域范围内碳酸钙深加工企业的规模及产品结构进行优化配置,优先配给区域内经济结构转型或产品高质量发展相关生产企业。同时,保留部分资源储量以满足后续新型产业建设的需要,最大限度做到资源服务于企业,服务于经济发展。③出台矿区土地补偿标准。由政府职能部门负责与群众协商沟通,对矿区范围的土地性质进行调规变更,对已有建筑物按照国家及地方政府规定进行补偿搬迁,确保矿区范围内无住户、无农田。

3.2 完善石灰岩矿山绿色开采

石灰岩矿山开采企业必须树立科学发展观,把建

设绿色矿山贯彻于矿山生产全过程中,即从矿山勘查、矿山规划、建设、开采、加工直至矿山闭坑、土地复垦和生态环境恢复重建全过程,采用先进的技术设备,实施严格的智能化科学管理,实现资源充分合理的开发利用、保护环境、安全生产和矿业经济可持续发展的目标,将企业建设成为忠实履行社会责任的现代化企业。

3.2.1 规范化开采

根据 DZ/T 0318—2018《水泥灰岩绿色矿山建设规范》^[21]和 GB 16423—2006《金属非金属矿山安全规程》^[22]要求,遵循绿色开采,贯彻“采剥并举、剥离先行、贫富兼采”的方针,设计石灰岩矿山绿色开采方案。

(1)石灰岩矿山开采应严格按照开发利用方案及设计开采,采用自上而下水平台阶开采和分层开采相结合的方式,控制开采台阶高度和分层高度均不得超过 15 m,矿山开采要严格按照“边开采、边治理”的要求进行。

(2)矿山在开采至终了边坡时,必须采用预裂爆破或光面爆破等控制爆破措施,保证终了边坡的稳定及完整性,为下一步“边开采、边治理、边绿化”打好基础。

(3)通过完善爆破工艺、调整工作面推进方向,避免边角矿损失等措施,保证矿山开采回采率不低于 96.5%。

3.2.2 先进开采工艺及装备

采矿工艺与设备方面,绿色矿山应优先采用效率高、废物产生量小,且对矿区生态环境破坏小的采矿工艺技术与装备。要求采用国际先进的穿孔—爆破—铲装—运输的开采工艺,引进当前较先进的高风压一体式潜孔钻机代替普通潜孔钻机,采用统一型号的矿山专用自卸汽车,提高矿山生产效率,开采装备采用国内外先进装备。

3.3 建立石灰岩资源梯级高值高效利用原则

建立石灰岩资源梯级高值高效利用原则,核心就是在紧密围绕国家矿产资源节约和高效利用意见的基础上,遵循现有石灰岩资源利用的国家/行业标准和规范,结合目前产业发展的具体情况,进一步建立和完善石灰岩资源高值高效利用标准规范体系。

针对石灰岩资源开采和利用,现有标准主要参照国土资源部发布的 DZ/T 0213—2002《冶金、化工石灰岩及白云岩、水泥原料矿产地质勘查规范》^[23]对水泥、黑色冶金熔剂石灰岩、有色冶金熔剂石灰岩等行业用石灰岩要求进行规定,其具体指标见表 1~表 4 所示。

表 1 水泥原料用石灰质原料的要求^[23]

Table 1 Requirements of calcareous raw materials for cement raw materials

类别	化学成分质量分数/%					
	CaO	MgO	K ₂ O + Na ₂ O	SO ₃	游离氧化硅 f-SiO ₂	
					石英质	燧石质
I 级品	≥48	≤3	≤0.6	≤1	≤6	≤4
II 级品	≤45	≤3.5	≤0.8	≤1	≤6	≤4

表 2 黑色冶金熔剂石灰岩化学成分一般要求^[23]

Table 2 General requirements for the chemical composition of black metallurgical flux limestone

类别	品位界限	化学成分质量分数 %					
		CaO	CaO + MgO	MgO	SiO ₂	P	S
石灰岩	边界品位	≥48	--	≤3.0	≤4.0	≤0.04	≤0.15
	工业品位	≥50	--	≤3.0	≤4.0	≤0.04	≤0.15

表 3 有色冶金熔剂石灰岩化学成分一般要求^[23] /%

Table 3 General Requirements for Chemical Composition of Limestone as Flux for Nonferrous Metallurgy

品位界限	有色冶金熔剂石灰		
	CaO	MgO	SiO ₂
边界品位	≥50	≤1.5	≤2.0
工业品位	≥53	≤1.5	≤2.0

表 4 轻质碳酸钙生产用石灰石要求^[24]

Table 4 Requirements of limestone for light calcium carbonate production

项目	要求	项目	要求
CaCO ₃ /(或 CaO%)	≥96.5(≥54)	Mn/%	<0.0045
MgCO ₃ /(MgO%)	<1.46(<0.7)	P + S	微量
SiO ₂ /%	<1.5	粒度/mm	75 ~ 150
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ /%	<0.4	抗压强度/MPa	≥117.68

当石灰岩中 CaO ≥48% ,MgO ≤3% ,即可达到水泥用石灰质原料 I 级品要求;当石灰岩矿 CaO ≤45% ,MgO ≤3.5% ,即可达到水泥用石灰质原料 II 级品要求。当石灰岩工业品位 CaO ≥50% ,边界品位 CaO ≥48% ,可达到黑色冶金熔剂用石灰岩的要求;当石灰岩工业品位 CaO ≥53% ,边界品位 CaO ≥50% ,可达到有

色冶金熔剂用石灰岩的要求。同时根据专家和有关企业生产经验,轻质(纳米)碳酸钙的生产对原料石灰岩资源要求见表 4 所示,其要求石灰岩矿原料中 CaO ≥54% ,MgO ≤0.7% 。

但上述标准仅仅对于各个行业和相关产品的石灰岩品位的最低要求进行了规定,对于品位上限并没有具体要求,这很大程度上阻碍了石灰岩资源的高值高效利用推进。目前我国矿业发展的现状,矿山采矿权证一经颁发,企业在开采矿产资源的活动中,依法对矿产资源所享有的开采、利用、收益和管理的权利,但企业一般产品较单一,各种品位石灰岩资源都被用于一种或两种产品的生产,会导致大量优质的石灰岩资源被用于生产市场需求量大、工艺及投资门槛低的低附加值的产品,尤其以建筑砂石和水泥行业。建筑砂石大多关注其力学性能,不注重其矿石品位要求,且由于其投资小、需求量大、见效快等特点,大量的优质石灰岩经简单的破碎、整形、筛选等工艺就可制成砂石骨料,是石灰岩资源消耗的最主要途径之一。据国家统计局数据显示,2019 年我国水泥产量已超过 23 亿 t,年消耗石灰岩 28 亿 t 以上^[3]。水泥行业目前 80% 以上为央企/国企及大型民营企业,控制着 90% 以上的石灰岩资源的采矿权,这就导致了 90% 以上的石灰岩资源可能都将被用于低价值的水泥的生产。

针对我国石灰岩资源开采和利用的现状,要做到石灰岩资源的梯级高值高效利用,必须要实现矿山整合和绿色开采,在遵循石灰岩资源利用现有的国家/行业标准和规范基础上,结合目前产业发展和产品技术工艺的具体情况,进一步建立和细分每种产品所需石灰岩品位的上限,最大限度地发挥高品位石灰岩资源价值。作者结合多年来从事碳酸钙产业技术、工艺及装备的开发及产业化经验,制定了按照石灰岩中 CaO 含量的梯度变化,将含量大于 54% 的优质石灰岩用于生产高附加值的轻质碳酸钙和纳米碳酸钙产品,主要应用于高端塑料、造纸、涂料、医药、电子、食品等行业;将含量处于 49% ~ 53% 之间的中间品质石灰岩用于生产活性氧化钙和由此消化得到的氢氧化钙,主要应用于冶金熔剂、化工及食品深加工等行业;将含量小于 48% 的低品质石灰岩用于水泥行业和建筑行业。根据石灰岩资源氧化钙含量不同,将石灰岩原料梯级分配给各相关产业,做到资源优质优用,吃干榨尽,价值及环境效应最大化的全闭合产业链。依照上述规则制定的石灰岩梯级高值高效利用原则见图 4 所示。

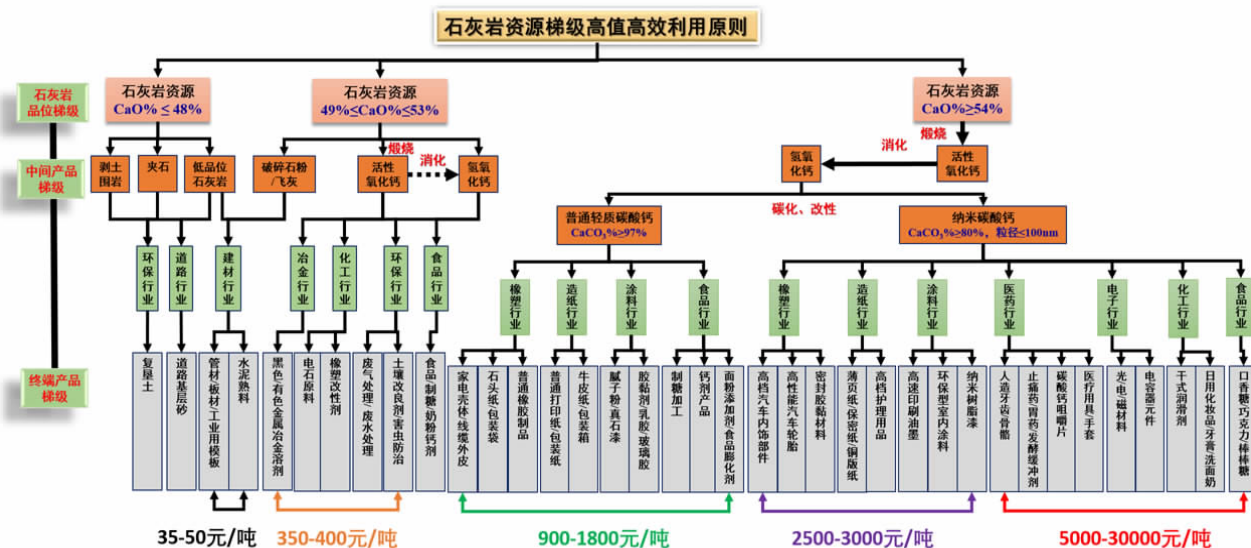


图4 石灰岩资源梯级高值高效利用原则

Fig. 4 The principle of high-value and high-efficiency utilization of limestone resources

3.4 构建石灰岩资源优化配置制度

石灰岩资源优化配置制度是最大限度地防止优矿低用,提高优质石灰岩资源的利用价值,加速碳酸钙产业向高质量方向发展的强力保障。石灰岩资源优化配置必须遵循以下原则:

(1) 产品市场需求原则。根据碳酸钙产品市场需求,合理设定企业生产规模,配置碳酸钙资源储量。

(2) 产品需求原料品位供应原则。在满足碳酸钙产品原料品位要求和经济性生产的前提下,划定产品相对应的碳酸钙原料品位区间,最大程度做到优质优用。

(3) 产品产量配置原则。按照企业生产产品产量,配置生产等产量产品所需碳酸钙资源,避免大量碳酸钙资源被低价外卖或用于其它低端碳酸钙产品生产。

(4) 区域经济性配置原则。在充分考虑区域开采及运输成本等因素前提下,进行碳酸钙资源区域经济性配置。

3.5 碳酸钙产业园区规划及发展原则

合理的碳酸钙园区产业链的布局对碳酸钙产业的高质量健康发展尤其重要。目前我国碳酸钙产业园区普遍存在企业规模小、产品低端、附加值低、生产工艺及装备较落后、同质化竞争严重、分布及产业链不健全等问题,无法打造出具有显著品牌效应的碳酸钙产品。针对上述碳酸钙园区发展存在的问题,作者认为必须坚持“四项发展”原则。

(1) 成链发展原则。坚持把培育完善优势产业链

作为碳酸钙园区发展的重要途径,构建深化碳酸钙产业链整合发展机制,推进企业、项目之间的产业链延伸,建立相互配套,形成相互关联、相互支撑、相互促进的发展格局。

(2) 集约发展原则。通过对碳酸钙产业集中布局,聚集发展,推动优势产业为主、辅助产业配套、废气、废渣及废水的后消纳处理产业链闭环发展循环发展模式,有效保护环境、实现碳酸钙资源节约利用、综合利用、循环利用,推进碳酸钙产业的发展模式转变。

(3) 聚集发展原则。围绕碳酸钙产业主体,重点支持和树立优势产业链“链核”的龙头重点企业,推动形成既竞争又合作的碳酸钙产业聚集发展态势,增强对产业园外产业的吸纳、集聚和辐射带动能力,建立以“点”带“面”进而辐射周边的发展模式。

(4) 合作发展原则。坚持把碳酸钙产业园区作为合作开放的平台,主动承接重点区域优质碳酸钙相关产业转移。立足省内区域产业和经济合作,支持跨区域建立关联产业园区,探索新型碳酸钙产业园区建设模式和运行管理机制。

4 展望

随着我国经济走向高质量健康发展,高端碳酸钙产品在塑料、橡胶、涂料、造纸等行业的需求量将会急剧增加,今后很长一段时间内碳酸钙产业具有广阔的发展前景。但从2019年开始,全球经济呈现增速放缓,全球技术和产品同质化导致全球市场竞争强烈,高端碳酸钙产业核心技术及装备国外限制更为严格,这对需求高端碳酸钙产品的企业提出了新的挑战,但这也给我国的高端碳酸钙产品行业提供了机遇,国产的

高档纳米碳酸钙、超微细碳酸钙、医用级和食品级碳酸钙产品的开发必将加快进度;同时功能化、专用化也是今后碳酸钙产品发展的方向;另外改良碳酸钙粉体性质的新型表面活性剂开发也是碳酸钙产业亟需攻克难题。

在抓住上述碳酸钙产业的主要发展方向的同时,更要注重碳酸钙产业资源的自然属性、社会属性和环境属性的和谐科学统一。要从碳酸钙产业链源头做到善待资源,坚持绿色开采、集约利用、优化配置、梯级利用;链中碳酸钙产品生产工艺及装备做到绿色化、智能化、规模化;链尾做到精细化、专用化、功能化及系列化。同时,加大政府引导及支持力度,加强企业与企业、企业与科研院所的强强联合,充分发挥优势,相信我国的碳酸钙行业发展未来可期。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国自然资源部. 中国矿产资源报告 2019[M]. 北京:地质出版社,2019.
- [2] 刘发荣,杨风辰. 我国水泥用石灰岩矿产资源现状与需求预测研究[J]. 中国非金属矿工业导刊,2004(2):44-48.
- [3] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2019.
- [4] 姜显峰,隋晓军,刘文字. 石灰石的资源节约与综合利用[J]. 水泥,2018(5):37-38.
- [5] 谷彩红. 石灰岩矿物与化学组成及其在沥青路面结构中的应用研究[D]. 重庆:重庆交通大学,2014.
- [6] 陈楠. 建筑石材技术及运用初探[D]. 南京:东南大学,2005.
- [7] 马军. 我国钢铁工业冶金石灰技术进步回顾与展望[J]. 中国钢铁业,2011(6):17-19,26.
- [8] 黄家明,葛南. 碳酸钙在我国橡胶工业中的应用及研究进展[J]. 橡胶工业,2006(10):625-630.
- [9] 刘英俊. 第九届全国粉体工程学术会暨相关设备、产品交流会论文专辑[C]. 《中国非金属矿工业导刊》编辑部:中国非金属矿工业导刊编辑部,2003:10-16.
- [10] 沈静. 沉淀碳酸钙填料的改性及其在造纸中的应用研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2010.

- [11] 周铭,侯翠红. 碳酸钙在涂料中的研究现状与发展趋势[J]. 中国非金属矿工业导刊,2006(2):3-6.
- [12] BARHOUM AHMED, RAHIER HUBERT, ABOU - ZAIED RAGAB ESMAIL, et al. Effect of cationic and anionic surfactants on the application of calcium carbonate nanoparticles in paper coating. [J]. ACS applied materials & interfaces, 2014, 6(4): 2734-2744.
- [13] 中国粉体网. 面对激烈的市场竞争,中国重钙产业何去何从[EB/OL]. (2019-06-11)/[2020-06-16]. <https://news.cnpowder.com.cn/50916.html>.
- [14] 中国粉体网. 围绕短板强基础“吃干用尽”碳酸钙[EB/OL]. (2018-09-25)/[2020-06-16]. <https://news.cnpowder.com.cn/47618.html>.
- [15] QYResearch. 2023 年,全球碳酸钙市场规模将达到 23720.33 百万美元[EB/OL]. (2018-04-02)/[2020-06-16]. https://www.sohu.com/a/227023380_763925.
- [16] 中研网. 碳酸钙行业领先企业排名、碳酸钙行业各细分市场结构分析、2020 碳酸钙产业链规模预测[EB/OL]. (2020-4-26)/[2020-06-16]. <http://www.chinairn.com/scfx/20200426/155029984.shtml>.
- [17] DOWON KIM, JUYEON LEE, SOOMIN LEE, et al. Surface modification of calcium carbonate nanoparticles by fluorosurfactant[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2017, 536: 213-223.
- [18] USGS. Mineral commodity summaries 2020[M]. Washiton, DC 20402-0001; U. S. Government Publishing Office, 2020: 96-97.
- [19] 湖北大学. 一种富氧煅烧制备活性氧化钙的工艺方法: 201910993643.3[P]. 2019-12-31.
- [20] 湖北大学. 一种提高石灰回转窑尾气二氧化碳浓度的方法: 201810747739.7[P]. 2020-01-14.
- [21] 全国国土资源标准化技术委员会. DZ/T 0318-2018, 水泥灰岩绿色矿山建设规范[S]. 北京:地质出版社,2018.
- [22] 国家安全生产监督管理总局. GB/T16423-2006, 金属非金属矿山安全规程[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [23] 全国地质矿产标准化技术委员会. DZ/T 0213-2002, 冶金、化工石灰岩及白云岩、水泥原料矿产地地质勘查规范[S]. 北京:地质出版社,2003.
- [24] 颜鑫,卢云峰. 轻质系列碳酸钙关键技术[M]. 北京:化学工业出版社,2016:36-43.

Thoughts on the Development of Calcium Carbonate Industry and the High – value and High – efficiency Utilization of Resources in China

TIAN Jian^{1,2,3,4,5*}, LIU Min^{1,2,3}, HU Pan^{1,2,3,5,6}, ZHU Yanchao^{1,2,3,4,5}, ZHANG Xiang^{1,2,3}, GU Weile^{1,2,3}, HU Tanghui^{1,2,3,4,5}, YUE Guangyong^{4,5}

1. School of Materials Science and Engineering, Hubei University, Wuhan 430062, China;

2. Key Laboratory of green preparation and application of functional materials, Ministry of education, Wuhan 430062, China;

3. Application technology of green industrialization of industrial waste Hubei Engineering Research Center, Wuhan 430062, China;

4. Yulin Normal University, Research Institute of calcium carbonate industry development, Yulin 537000, China;

5. Hubei Huda Tianshu New Energy Materials Industry Research and Design Institute Co., Ltd., Wuhan 430062, China;

6. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China

Abstract: Carbonate mineral is one of the most valuable mineral resources for industrial applications, among which calcium and magnesium carbonate minerals are widely distributed, and a small amount of manganese, zinc, copper, strontium, and other carbonate minerals play a very important role in the industrial system of our country. Taking the most widely used mineral resources of calcium carbonate as an example, the author's team analyzed the current situation and existing problems of the research on calcium carbonate resources in China based on the experience of the research on the planning, technology, process and equipment of calcium carbonate industry in recent ten years. Further, mine integration, green mining, cascade high – value, and high – efficiency utilization, optimization of the distribution system and park planning and development are described in detail according to the relevant laws and regulations on the high – value and efficient utilization of resources, the relevant national industry standards of calcium carbonate and the carbonation team itself engaged in the practical experience of calcium industry engineering, which provides the suggestion for the exploitation and utilization of calcium carbonate resources and the healthy development of high – quality industry in China. Further, realizing the harmonious unified scientific development of the natural attribute, social attribute, and environmental attribute of CaCO_3 resources.

Key words: CaCO_3 ; cascade utilization; high value and efficient; green mine

引用格式:田键,刘旻,胡攀,朱艳超,张祥,古卫乐,胡唐辉,岳光永.我国碳酸钙产业发展与资源梯级高值高效利用思考[J].矿产保护与利用,2020,40(6):109–116.

Tian J, Liu M, Hu P, Zhu YC, Zhang X, Gu WL, Hu TH, and Yue GY. Thoughts on the development of calcium carbonate industry and the high – value and high – efficiency utilization of resources in China[J]. Conservation and utilization of mineral resources, 2020, 40(6): 109 – 116.

投稿网址: <http://kebh.cbpt.cnki.net>

E – mail: kebh@chinajournal.net.cn