◆新质生产力与产业态势◆

关于磷化工企业布局氟化工业务的思考

杨　磊

（新洋丰农业科技股份有限公司，湖北 荆门　448000）

［摘　要］随着磷矿伴生氟生产氟化氢技术的突破与成熟，磷矿逐渐成为新的氟来源。围绕磷矿伴生氟资源生产氟化氢，并继续向下游布局氟深加工产品，成为磷化工行业的发展趋势。分析驱动磷化工企业布局氟化工业务的重要因素，介绍磷化工企业布局氟化工业务的发展现状，探讨磷化工企业布局氟化工业务时面对的主要风险，包括产能过剩、行业周期性、技术风险和市场开发风险，并提出应对举措。

［关键词］磷化工；氟化工；磷氟耦合；现状；风险；举措

［中图分类号］TQ124.3　　［文献标志码］A　　［文章编号］2097-4566（2024）12-0001-05

Considerations on the integration of fluorine chemical business within phosphorus chemical enterprises

YANG Lei

（*Xinyangfeng Agricultural Technology Co.*, *Ltd.*, *Jingmen* 448000, *China*）

Abstract: With the breakthrough and maturity of the technology for producing hydrogen fluoride with phosphate rock associated fluorine, phosphate rock has gradually become a new source of fluorine. The production of hydrogen fluoride from phosphate rock associated fluorine resources and the continued downstream layout of fluorine deep processing products have become the development trend of the phosphorus chemical industry. The important factors driving the layout of fluorine chemical business in phosphorus chemical enterprises are analyzed, the current situation of fluorine chemical business layout in phosphorus chemical enterprises is introduced, the main risks faced by phosphorus chemical enterprises when laying out fluorine chemical business are explored, including overcapacity, industry cyclicality, technical risks and market development risks, and corresponding measures are proposed.

Key words: phosphorus chemical industry; fluorine chemical industry; phosphorus-fluorine integration; current situation; risks; measures

0　引言

随着磷矿伴生氟生产氟化氢技术的突破与成熟，磷矿逐渐成为新的氟来源[1]。围绕磷矿伴生氟资源生产氟化氢，并继续向下游布局氟深加工产品，成为磷化工行业的一个发展趋势。这不仅有利于推动磷化工企业打造新的业务板块，实现资源最大化利用，而且一定程度上推动了磷氟化工耦合发展，为我国氟化工行业的发展注入新的力量[2]。基于此，笔者围绕磷化工企业布局氟化工业务进行相关探讨。

1　氟化工行业概况

氟化工行业主要以萤石资源为起点，经由基础原材料氟化氢，向下游生产各类无机氟化物、氟碳化学品、含氟聚合物及含氟精细化学品等深加工产品[3]。含氟产品由于性能优异，被广泛应用于化工、机械、新能源、电子、航天、国防军工等多个领域，对我国经济发展有着至关重要的作用[4]。

近些年来，由于市场需求增加，行业项目投资火爆，氟化工行业进入产能迅速扩张时期。基础原材料端，根据北京百川盈孚科技有限公司（简称百川盈孚）统计，2023年我国氟化氢有效产能由2021年的248.4万t增加到327.4万t，增加31.80%。含氟深加工产品端，以六氟磷酸锂、聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯为例，根据百川盈孚统计，2021—2023年我国六氟磷酸锂有效产能由9.98万t/a增加到30.48万t/a，增加205.41%；同期，聚四氟乙烯有

［收稿日期］2024-09-23

［作者简介］杨　磊（1987-），男，湖北荆门人，新洋丰农业科技股份有限公司执行总裁，从事磷复肥企业管理和产业发展研究。E-mail：yanglei@yonfer.com

效产能由 15.18 万 t/a 增加到 19.91 万 t/a，增长 31.16%；聚偏氟乙烯有效产能由 6.8 万 t/a 增加到 12.35 万 t/a，增加 81.62%。除此之外，以浙江巨化股份有限公司、东岳集团有限公司等为代表的氟化工企业还存在较大规模的规划产能尚待投产。与此同时，在各类因素的驱动下，当前氟化工行业还出现了新的业态，即磷化工企业依托磷矿石伴生的氟资源，开始进入氟化工行业，并围绕氟化工产业链进行了诸多布局[5]。

2 磷化工企业布局氟化工业务的驱动因素

2.1 政策鼓励

政策支持磷化工产业链向氟化工行业延伸。2023 年 12 月，国家发展和改革委员会发布《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，明确将磷矿伴生资源综合利用纳入鼓励类目录；工业和信息化部等八部门印发《推进磷资源高效高值利用实施方案》（工信部联原〔2023〕259 号），明确提出要强化磷化工与氟化工耦合，大力开发高端含氟新材料，并具体指出“基于伴生资源加快扩大氟硅酸法无水氟化氢产能，延伸发展含氟中间体、含氟表面活性剂、含氟制冷剂、氟涂料、氟树脂、氟橡胶等。加快配套发展超净高纯氢氟酸、含氟气体等含氟电子化学品”；2024 年 7 月，工业和信息化部等九部门印发《精细化工产业创新发展实施方案（2024—2027 年）》（工信部联原〔2024〕136 号），亦提出“重点加强氟、硅、磷等矿产资源的高值利用，发展超净高纯氢氟酸，特种含氟单体，第四代含氟制冷剂等含氟化学品，高品质氟树脂、高性能氟橡胶等含氟新材料”。政策层面对于磷氟化工耦合发展的明确支持，显示了磷氟化工耦合发展的巨大潜力，有效驱动磷化工企业布局氟化工业务。

2.2 产业优势

磷化工企业完善的磷矿资源加工系统是其布局氟化工业务的重要基础。氟化氢是氟化工行业最重要的基础原材料，主要由萤石法生产所得。我国萤石资源属于战略性矿产资源，根据国联证券股份有限公司统计，我国萤石资源储量不到全球的 25%，但产量却接近全球的 2/3，单一型萤石矿的储采比仅剩 10 余年。萤石资源供给能力严重不足，一定程度上制约了我国氟化工产业的发展[6-7]。而氟硅酸法工艺的成熟与推广，使磷矿伴生氟成为萤石之外的又一重要的氟来源[8]，且氟硅酸法相较于萤石法，生产成本更低[9]。截至目前，贵州磷化（集团）有限责任公司（简称贵州磷化）、贵州川恒化工股份有限公司（简称川恒化工）、新洋丰农业科技股份有限公司（简称新洋丰）等大型磷化工企业已建成或宣布投资建设氟硅酸法氟化氢项目，拥有向氟化工行业拓展的重要基础。同时，大型磷化工企业围绕磷矿石到磷肥、磷酸进行了较为完善的产业布局，并配套建设了规模较大的硫酸等基础化工原料产能。因此，磷化工企业拓展氟化工业务时，既拥有成本低廉的氟化氢，还可围绕现有产业在生产端进行有效协同[10]。

2.3 市场潜力

氟化工行业是国家战略性新兴产业的重要组成部分，其市场规模保持强劲增长趋势。据浙江省氟化学工业协会统计，2020 年全球氟化工市场规模为 336 亿美元，预计 2025 年将达到 450 亿美元；我国 2020 年氟化工市场规模为 417 亿元，预计 2025 年将达到 759 亿元。同时，氟化工产品亦是发展新能源等新兴产业所需的配套材料，例如六氟磷酸锂、双氟磺酰亚胺锂、电子级氢氟酸、聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯、氟代碳酸乙烯酯等氟材料在锂电池、光伏等领域被广泛应用。此外，氟化工产业是典型的高技术含量、高附加值、高成长性行业[4]，其价值分配呈现出“微笑曲线”分布，越是中下游的产品附加值越高。把握氟化工及新能源市场发展机遇、追求高附加值产品成为驱动磷化工企业布局氟化工业务的重要动力。

2.4 主业支持

具有磷矿资源的大型磷化工企业拓展新业务时，稳定的主业可为其提供有力的支持。大型磷化工企业主营业务多为磷复肥。在当前复杂多变的国际形势下，粮食安全是“国之大者”。肥料作为粮食的“粮食”，既要满足 18 亿亩耕地红线的基本需求，又要满足经济作物种植比重增加带来的增量需求，是农业生产中不可或缺的重要物质。肥料长期稳定的刚性需求为磷复肥业务的发展提供了充足保障，使磷化工企业获得了稳定的发展和充足的资金支持[10-11]。

3 磷化工企业布局氟化工业务的发展现状

磷化工企业布局氟化工业务，主要依托磷矿伴生氟资源来生产氟化氢，继而以氟化氢为原料向下游延伸至氟深加工产品。截至目前，磷化工企业布局氟化氢业务仍处于起步阶段。其中，氟化氢布局方面，根据百川盈孚、氟化工公众号等公开信息统计，主要磷化工企业拥有及规划的氟硅酸法氟化氢

产能合计达54.5万t/a以上。其中，氟硅酸法氟化氢现有产能约21万t/a，在建或规划产能达33.5万t/a以上，从区域分布来看，氟硅酸法氟化氢项目分布与磷矿资源的分布基本契合，主要位于湖北、贵州、云南等地。其中，尤以湖北省最多，该省氟硅酸法氟化氢产能约占全国总产能的50%。从公司分布来看，贵州磷化是磷化工企业中布局氟硅酸法氟化氢产能时间最早、规模最大的企业，目前拥有氟硅酸法氟化氢产能21万t/a[5]；除此之外，新洋丰、湖北宜化化工股份有限公司（简称湖北宜化）、湖北祥云（集团）化工股份有限公司（简称湖北祥云）、川恒化工等大型磷化工企业均已在建设或规划布局氟硅酸法氟化氢项目[2,12]。我国主要磷化工企业氟硅酸法氟化氢现有产能及规划产能情况见表1。

表1　我国主要磷化工企业氟硅酸法氟化氢现有或规划产能情况

Table 1　Existing or planning capacity of hydrogen fluoride production by fluorosilicic acid method in major phosphorus chemical enterprises in China

公司名称	地点	现有或规划产能/（万t·a^{-1}）
贵州磷化(集团)有限责任公司	湖北宜昌	2.0
	福建龙岩	2.0
	贵州福泉	3.0
	贵州贵阳	7.0
	云南昆明	4.0
	云南安宁	3.0
	甘肃金昌	3.0
贵州川恒化工股份有限公司	广西崇左	2.0
	贵州瓮安	3.0
新洋丰农业科技股份有限公司	湖北荆门	3.0
云南氟磷电子科技有限公司	云南安宁	2.5
成都云图控股股份有限公司	湖北荆州	2.0
四川发展龙蟒股份有限公司	四川绵竹	1.0
湖北三宁化工股份有限公司	湖北宜昌	3.0
湖北海格斯新能源股份有限公司	湖北宜昌	2.0
湖北宜化化工股份有限公司	湖北宜昌	6.0
湖北祥云(集团)化工股份有限公司	湖北黄冈	6.0

注：根据公开信息，贵州磷化下属瓮福(集团)有限责任公司与湖北大峪口化工有限责任公司签署合作意向书，双方将在湖北钟祥市投资建设万吨级氟硅酸法制无水氟化氢/电子级氢氟酸项目，具体产能规模尚未明确。

氟深加工产品方面，根据公开信息统计，截至目前磷化工企业通过自主或合作等方式布局的氟深加工产品主要有电子级氢氟酸、六氟磷酸锂、双氟磺酰亚胺锂等[2,5]。其中，贵州磷化目前已拥有电子级氢氟酸、六氟磷酸锂等产品；云南云天化股份有限公司与多氟多新材料股份有限公司（简称多氟多）合资设立云南氟磷电子科技有限公司，建成了电子级氢氟酸、六氟磷酸锂产能；贵州磷化、湖北兴发化工集团股份有限公司与Forerunner Vision Holding Limited合资设立湖北兴力电子材料有限公司发展电子级氢氟酸，其品质可达半导体级；湖北祥云与中国五环工程有限公司（简称中国五环）合资设立中化学五环祥云磷氟新材料（湖北）有限公司，分期建设磷氟新材料项目，产品涉及电子级氢氟酸、氟化铵、双氟磺酰亚胺锂等含氟下游产品；湖北宜化与多氟多建立合作并计划围绕磷矿伴生氟生产的氟化氢，发展下游氟硅材料和电子化学品等全产业链。此外，贵州川恒化工亦提出围绕磷矿石中的磷、氟资源进行一体化开发，其中重点发展的氟系电池材料包括六氟磷酸锂、聚偏二氟乙烯（PVDF）；成都云图控股股份有限公司规划的华中新能源材料生产基地项目，也生产六氟磷酸锂产品。

4　磷化工企业布局氟化工业务的主要风险

4.1　产能过剩

我国氟化工行业经长期发展，已建立了包括无机氟化物、氟碳化学品、含氟高分子材料、含氟精细化学品的完整产品体系。根据中国氟硅有机材料工业协会统计，截至2023年年底，我国氟化工产品总产能超过1 000万t/a，总产量超过700万t，总产值超过5 000亿元，我国已成为全球最大的氟化工生产和消费国。但与此同时，我国氟化工仍面临着低端产能过剩、同质化竞争严重，高端产能尚待进一步发展等局面[4]。特别是近年来，随着新能源等行业需求增加，更多的企业进入氟化工行业，使氟化工全行业产能迅速扩张，譬如六氟磷酸锂、电子级氢氟酸、聚偏氟乙烯等产品产能均实现大幅度增加，规划产能巨大，加剧了行业“内卷”。在此情况下，磷化工企业布局氟化工业务将面临激烈的市场竞争，极有可能导致新的氟化工业务经营困难。

4.2　行业周期性

相较于磷复肥行业，氟化工行业周期性变化更为显著。这种显著性尤其体现在氟化工相关产品价格的大幅度剧烈变化上。据百川盈孚统计，除制冷剂因受政策配额管理影响而价格上涨外，其他氟化工产品价格大多下跌。譬如2022年2月六氟磷酸锂价格上涨到最高点57.5万元/t，截至2024年9月已跌落至5.4万元/t，跌幅达90.61%；2022年4月聚

偏氟乙烯价格上涨到最高点49.0万元/t，截至2024年9月已跌落至5.7万元/t，跌幅达88.37%；2021年10月聚四氟乙烯分散树脂价格上涨到最高点7.9万元/t，截至2024年9月已跌落至4.2万元/t，跌幅达46.84%。2021—2024年六氟磷酸锂、聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯产品价格变化趋势见图1。产品价格暴跌不仅使传统氟化工企业业绩下滑，更使新进入氟化工行业的企业面临经营困难甚至亏损。氟化工行业显著的周期性发展变化对磷化工企业布局氟化工业务而言是一个严峻的挑战。

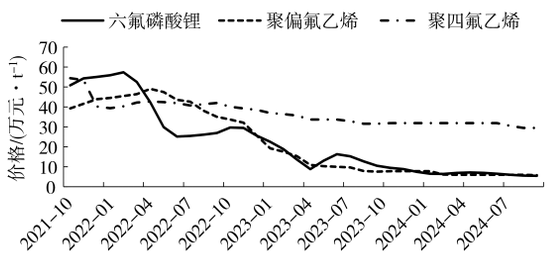

图1 2021—2024年六氟磷酸锂、聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯产品价格变化趋势

Fig. 1 Price trends of lithium hexafluorophosphate, polyvinylidene fluoride and polytetrafluoroethylene in 2021—2024

4.3 技术风险

氟化工是典型的高风险、高能耗、高污染行业，同时也是资金和技术密集型行业。氟化工产品在生产过程中，普遍具有易燃易爆、有毒有害、高温高压、连续作业等生产特点，对生产控制、安全生产、环保处理等方面具有严格要求[13]。同时，氟化工下游深加工产品亦具有极高的技术门槛，其工艺技术、精细化管理水平等决定着产品的生产质量与成本，通常需要企业进行一定时间的积累与沉淀。而磷化工企业往往缺乏氟化工领域深厚的技术积累以及相应的人才队伍建设，形成了磷化工企业布局氟化工业务的核心壁垒。

4.4 市场开发风险

氟化工下游消费市场对氟化工深加工产品的品质具有较高的要求，客户黏性较强，传统氟化工企业凭借技术及产品优势建立了稳固的客户关系。磷化工企业等新进入者布局氟深加工产品既面临着从研发到实现产业化的技术挑战，又在市场销售方面面临着客户渠道开发的难题，通常需要较大的销售投入。尤其是新能源、半导体等领域，氟化工产品需经过下游客户严格的产品认证，且越是高端应用领域，认证过程越复杂、耗时[14]。氟深加工产品市场开发事关磷化工企业布局氟化工业务的持续稳定发展。

5 应对举措

5.1 聚焦重点产品

氟化工下游产品包括无机氟化物、氟碳化学品、含氟高分子材料、含氟精细化学品等，每个类型又涉及多种产品，产品类型繁多。磷化工企业在布局氟化工业务时，既要综合考虑产品的发展阶段、市场供需、政策影响、技术发展、产品盈利能力以及所处区域的产业发展特征，还要结合企业自身在资金保障、原料供给能力、成本控制、技术积累及客户渠道等方面的优势，聚焦少数几个契合自身企业发展的氟化工产品进行布局，以集中力量实现重点产品突破，最大程度上避免布局多个新产品带来的投资风险。

5.2 加强外部合作

与具备技术或市场优势的氟化工企业进行合作，是磷化工企业布局氟化工业务的重要途径。譬如湖北宜化携手多氟多建设华中氟硅产业园项目、湖北祥云与中国五环合作建设磷氟新材料项目、云天化与多氟多合作建设磷肥副产氟硅资源综合利用项目等，均是磷化工企业对外寻求合作的典型案例。通过上述合作，使磷化工企业的资源优势、产业优势与合作方的技术优势、市场优势实现结合，帮助磷化工企业快速实现氟化工业务的布局。

5.3 加强技术研发

氟化工深加工产品具有技术门槛高、产品品质要求高等特点，对企业的技术积累提出了较高要求。而缺乏氟化工领域的技术积累是磷化工企业布局氟化工业务的最大短板。为此，磷化工企业需加强氟化工领域的技术研发，不仅是在研发资金的投入方面要加大，还要建立健全相应的技术研发体系。譬如新洋丰为面对发展新形势，大力推动“一院四所”建设，其中的精细化工研究所任务之一是重点针对氟化工开展基础性研究与技术攻关。

5.4 储备人才队伍

人才是企业发展的第一驱动力。磷化工企业发展氟化工业务，需有意识、有计划地通过外部引进、内部培养、校企定向培养等方式，建立起一支懂业务、懂市场、懂技术的氟化工领域的人才队伍，以应对未来拓展氟化工业务时面临的新的竞争业态[15]。

6 结论

磷氟耦合发展是当前磷化工行业的发展趋势，

亦是国家政策所鼓励的发展方向之一。同时，氟化工还与新能源行业紧密关联，拥有巨大的市场潜力。而丰富的磷矿资源、完整的磷化工产业链与稳定的主业支持，是磷化工企业布局氟化工业务的坚实基础。当前，大型磷化工企业主要以氟化氢为基础，向下游延伸六氟磷酸锂、电子级氢氟酸等氟化工产品，整体仍处于起步阶段。但不可忽视的是，磷化工企业布局氟化工业务也面临着氟化工产品产能过剩、行业周期性变化、缺乏技术积累、市场开发困难等系列风险，需要磷化工企业从产品选择、对外合作、技术研发、人才储备等方面进行完善与应对。

［参考文献］

［1］ 张永明.磷矿加工中副产氟硅酸制氢氟酸工艺技术及研究进展[J].河南化工,2023,40(9):12-15.
ZHANG Y M. Process Technology and Research Progress of Hydrofluoric Acid Production from By-Product Fluosilicic Acid in Phosphate Rock Processing [J]. Henan Chemical Industry, 2023, 40(9):12-15.

［2］ 刘海霞,杨华春,杨明霞.磷氟协同发展未来思考[J].生态产业科学与磷氟工程,2024,39(6):49-52.
LIU H X, YANG H C, YANG M X. Future considerations for the synergetic development of phosphorus and fluorine [J]. Eco-industry Science & Phosphorus Fluorine Engineering, 2024, 39(6):49-52.

［3］ 张方.我国萤石资源与氟化工产业发展形势分析[J].化学工业,2008,26(7):6-9.
ZHANG F. Fluorite Resource and the Development of China Fluorine Chemical Industry [J]. Chemical Industry, 2008, 26(7):6-9.

［4］ 赵立群.我国氟化工行业现状分析与建议[J].有机氟工业,2021(4):49-53.
ZHAO L Q. Present Situation Analysis and Suggestion of Fluorine Chemical Industry in China [J]. Organo-Fluorine Industry, 2021(4):49-53.

［5］ 刘帅杰.磷、氟化工产业的协同发展研究[J].现代化工,2024,44(3):1-4.
LIU S J. Synergistic development of phosphorus and fluorine chemical industry [J]. Modern Chemical Industry, 2024, 44(3):1-4.

［6］ 何宾宾,傅英,张儒学,等.湿法磷酸中伴生氟的赋存形态与回收现状及展望[J].磷肥与复肥,2023,38(12):30-36.
HE B B, FU Y, ZHANG R X, et al. Present situation and prospect of occurrence and recovery of associated fluorine in WPA [J]. Phosphate & Compound Fertilizer, 2023, 38(12):30-36.

［7］ 湛景震,高志勇,范才兵,等.我国萤石资源利用现状和战略规划分析[J].矿业研究与开发,2024,44(5):251-259.
ZHAN J Z, GAO Z Y, FAN C B, et al. Utilization Status and Strategic Planning of Fluorite Resources in China [J]. Mining Research and Development, 2024, 44(5):251-259.

［8］ 何宾宾.对我国磷氟协同发展的思考与建议[J].云南化工,2024,51(S1):20-24.
HE B B. Thoughts and Suggestions on the Coordinated Development of Phosphorus and Fluorine in China [J]. Yunnan Chemical Technology, 2024, 51(S1):20-24.

［9］ 张楠,王永怀,陈铅,等.磷矿石伴生氟资源高效利用技术研究进展[J].生态产业科学与磷氟工程,2024,39(8):52-55.
ZHANG N, WANG Y H, CHEN Q, et al. Research progress on efficient utilization technology of fluorine resources associated with phosphate rock [J]. Eco-industry Science & Phosphorus Fluorine Engineering, 2024, 39(8):52-55.

［10］ 王辛龙,钟艳君,许德华,等.我国磷化工产业现状、发展趋势及高质量发展路径[J].生态产业科学与磷氟工程,2024,39(7):9-21.
WANG X L, ZHONG Y J, XU D H, et al. Current situation, development trends and high-quality development pathways of China's phosphorus chemical industry [J]. Eco-industry Science & Phosphorus Fluorine Engineering, 2024, 39(7):9-21.

［11］ 王莹,方俊文,高鹏.2023年我国磷复肥行业运行情况及发展趋势[J].生态产业科学与磷氟工程,2024,39(7):1-8.
WANG Y, FANG J W, GAO P. Production and development trends of phosphate and compound fertilizer industry in China in 2023 [J]. Eco-industry Science & Phosphorus Fluorine Engineering, 2024, 39(7):1-8.

［12］ 刘帅杰,姜国庆,高璐阳.磷矿伴生氟资源生产氟化氢的前景分析[J].磷肥与复肥,2023,38(6):31-36.
LIU S J, JIANG G Q, GAO L Y. Prospect analysis of hydrogen fluoride production from fluorine resources associated with phosphate rock [J]. Phosphate & Compound Fertilizer, 2023, 38(6):31-36.

［13］ 陈富强.无机氟化工生产危险有害因素及安全措施[J].化工设计通讯,2020,46(1):168-169.
CHEN F Q. Analysis of Hazardous Factors and Safety Measures in Inorganic Fluorine Chemical Production [J]. Chemical Engineering Design Communications, 2020, 46(1):168-169.

［14］ 程僖龙.磷肥企业向氟化工布局探讨[J].生态产业科学与磷氟工程,2024,39(9):48-52.
CHENG X L. Layout of phosphate fertilizer enterprises towards fluorine chemical industry [J]. Eco-industry Science & Phosphorus Fluorine Engineering, 2024, 39(9):48-52.

［15］ 毛哲涵,王鹏."双碳"背景下氟化工行业发展路径研究[J].化工矿产地质,2023,45(2):164-169.
MAO Z H, WANG P. Research on the development path of fluorine chemical industry under the background of "Dual Carbon" [J]. Geology of Chemical Minerals, 2023, 45(2):164-169.