



巴中曾口-金堂化工园区

产 业 规 划

(2022-2035 年)

1 规划总则

1.1 化工园区产业规划提出的背景和意义

1.1.1 全球正处在百年未有之战略机遇期

目前世界经济“存量之困、变量之乱”带来“危”中有“机”，“增量之动”奠定发展机遇。后疫情时代逆全球化回潮，民粹主义和贸易保护主义在各国抬头，大国博弈加剧带来存量之困。但同时各国在全方位竞争加剧，对高新技术、新材料、航空航天、新能源等的比拼和需求进一步加剧。由人工智能、生命科学、物联网、机器人、新能源、智能制造等等一系列创新所引领的第四次工业革命将生产力全球布局大调整，为企业发展先进制造业带来机遇。

1.1.2 循环经济和低碳经济建设指导思想的要求

当前，我国工业化进程正处于资源消耗的高峰期，资源匮乏、能源短缺、环境污染已成为我国经济可持续发展的严重障碍。以“效益”为单一目标建立起来的传统工业必须以“效益”和“环境”的双重优化为目标重新审视和改造。

不仅中国，当今世界各国都在努力实施可持续发展战略，探寻经济发展、环境保护和社会进步共赢的道路。根据国际上多年的实践经验表明，循环经济是一条有别于传统经济的发展模式，能有效解决众多环境问题，并支持未来经济高速发展的可持续发展之路。

发展循环经济，就是要以循环经济的理念作为指导思想，把清洁生产、生态工业、生态农业等措施整合起来，形成一套系统战略，以此来调整城市空间结构布局，调整和优化经济结构，通过城市各系统及其内部的物质循环使用，能量高效利用和信息充分共享，实现“低开采、高利用、低排放”的最佳结果，把经济活动对自然环境的影响降低到最小程度。

循环经济建设的基本思路：

a) 减量化、再利用、再循环（3R）是循环经济最重要的三个实际操作原则。

b) 运用 3R 原则，实现三个层面的物质闭环流动：

企业层面（小循环）：通过推行清洁生产，减少生产和服务中物料和能源的使用量，实现废弃物排放的最小化。

区域层面（中循环）：在工业区及区域层面发展生态工业，把上游生产过程的副产品或废物用作下游生产过程的原料，形成企业间的工业代谢和共生关系。

社会层面（大循环）：在社会层面推进绿色消费，建立废物分类回收体系，注重一、二、三产业间物质的循环和能量的梯级利用，最终建立循环型社会。

循环经济建设的目的：

循环经济的建设应当包括社会、经济和环境三个方面。其建设的目的，就是要追求人与自然的和谐，建立起良好的生态环境；要以实现良性循环为核心，把经济和社会建设成为循环型经济和循环型社会。实现未来经济和社会的高速度可持续发展。

1.1.3 国家及区域发展战略带来契机

“一带一路”、“西部大开发”、“双城经济圈”、“川东北一体化”等国家和区域发展战略，为地方发展带来契机。

1) “一带一路”战略机遇预期下，四川鼓励产业优化升级和优势产业发展。《四川省“十四五”工业发展规划》、《四川“十四五”战略性新兴产业发展规划》均鼓励天然气产业发展。促进特色优势资源新材料可持续发展。

2) 长江经济带“共抓大保护”战略催生产业新布局

四川实施长江经济带发展战略调整产业布局，加快川东北一体化发展，协同打造产业园区，建设东向开放重要门户和川渝结合部区域经济中心，打造全省第二经济增长极。重点发展食品饮料、先进材料、装备制造、电子信息等产业，培育国内领先的食品饮料、节能环保装备、智能终端、信息安全、工程机械、轨道交通、精细化工、新材料、通用航空和航空发动机研发制造等产业集群，建设全国天然气生产基地。

3) 新时代西部大开发战略带来产业发展契机

在我国的宏观区域格局中，西部地区相对于东部地区普遍在劳动力价格、土地价格方面具有明显的优势，这是吸引东部地区产业向内地转移的最大动力。

作为中国的重要战略部署之一，“西部大开发”给四川省带来新的历史机遇。

1.1.4 巴中发展化工产业恰逢多重国家战略机遇。

“一带一路”建设、西部大开发、长江经济带和成渝地区双城经济圈建设等国家战略交汇叠加，四川省委全面贯彻党的二十大精神，作出以“四化同步、城乡融合、五区共兴”为总抓手全面推进四川现代化建设的战略部署，指出要根据省不同区域发展水平和产业特点制定差异化政策，高水平推动区域协调发展，促进成都平原、川南、川东北、攀西经济区和川西北生态示范区协同共兴，推动欠发达地区跨越发展。

巴中地处西部成渝西三大城市几何中心，恰好是上述国家战略东西结合、南北交汇的重要辐射带，将迎来前所未有的战略机遇期。

巴中作为全国 20 个、全省唯一的革命老区重点城市，由于发展起步晚、基础差，无论是纵向与全国其他革命老区相比，还是横向与省内市州相比，巴中在工业发展方面都有很大差距。2022 年，巴中工业化率仅为 16.1%，工业增加值仅占全省工业 0.7%。

巴中工业园区建设起步较晚，当前现有园区工业经济规模较小，与川东北经济区的同类城市园区存在较大差距。园区级别较低，巴中国家级园区仍为“空白”，省级经开区仅有 2 个，对全市工业发展的支撑作用不足。因此，亟需顺应国家和省市级规划发展要求，申报化工园区，依托巴中现有产业基础和特色资源，用好用足各项支持政策，将工业园区作为重要抓手，招引优质项目入园，通过推动资源就地转化、促进巴中工业产业培育振兴，为巴中工业经济高质量发展提供平台支撑。

近年来，国家、省级层面均出台了相关文件支持革命老区振兴发展。提出强化中西部和东北地区承接产业转移能力建设，释放出逐步缩小区域差距、促进区域协调发展的强烈信号。

党中央国务院印发的《关于新时代支持革命老区振兴发展的意见》和《“十四五”特殊类型地区振兴发展规划》，明确支持革命老区振兴发展纳入国家重大区域战略和经济区，支持川陕革命老区发展清洁能源和绿色产业，融入成渝地区双城经济圈建设，鼓励革命老区培育建设省级及以上产业园区。

《四川省“十四五”川陕革命老区发展规划》支持巴中建设全国重要的石墨新材料产业基地，支持巴中建设革命老区振兴发展示范市，积极推动在优势矿产资源开发利用、天然气就地转化利用、农林特色资源产权改革等领域率先示范，支持巴中经济

开发区创建国家级经济技术开发区。

政府出台的《川东北“十四五”振兴发展规划》提出，要充分发挥巴中天然气资源优势，加快推动天然气就地转化利用。巴中市委市政府鲜明提出“工业兴市、制造强市”的发展战略，加快建设西南重要能源化工基地、西部先进碳材料基地和轻钙之都，推动政策、资源、资金向能源化工产业倾斜集聚。

国家和四川省相关重大支持政策，为巴中作为革命老区、特殊类型地区开发利用战略性资源、培育壮大绿色低碳优势产业、加快后发赶超振兴发展注入了强劲动能，给巴中提供了发展工业，实现资源就地转化利用的战略机遇期。

1.1.5 资源禀赋和产业基础条件支撑地区产业发展

巴中市地处四川盆地边缘地带，地质成矿条件好，矿产资源较为丰富。

天然气资源开发情况：通南巴区块天然气资源丰富，主要分布在通江县境内，天然气总资源量约 5803 亿方，现已探明储量 604.07 亿方。2023 年部署探井 8 口，新增探明储量 150 亿方；预计每年将以 150 亿至 200 亿方速度增加探明储量。2025 年产能达到 15 亿方、2030 年达到 30 亿方，具备规模化就地转化利用的条件。为巴中发展资源就地转化创造了有利条件。

气源保障情况：目前，为支持巴中地区发展需要，就天然气留存地方转化利用气源保障事宜，中石化中原油田已与巴中市政府达成一致，按照井口价向金堂区块供应天然气，中石油已复函同意提供气源指标保障，为巴中振兴发展工业提供有力支撑。

《中共四川省委关于以实现碳达峰碳中和为引领推动绿色低碳优势产业高质量发展的决定》，提出做优做强清洁能源产业，促进天然气资源综合利用。支持天然气主产地高质量发展绿色精细化工产业。而巴中天然气利用产业聚集效应已初显。

巴中市正在突破性发展能源工业，加快天然气深冷调峰项目和建设天然气输气管道复线工程建设，同时大力推动天然气与多种能源融合发展，目前巴中经开区有 50 兆瓦天然气分布式冷热电联产项目。能投公司正在加快推进巴中燃机项目。该项目拟建于通江县工业园，规划装机 $2 \times 450\text{MW}$ 燃机，建成投产后预计年发电量 25 亿千瓦时。2021 年 3 月，省发改委将该项目列为 2021 年四川省加快前期工作重点项目名称。预计项目实施后将产生大量尾气，尾气中富含二氧化碳约 85 万吨/年，采用碳捕集

工艺回收后又可作为资源加以综合利用。

除天然气资源外，巴中地区石灰岩、煤等矿产资源也具有较强开发价值，已探明资源储量石灰岩 3400 余万吨、煤炭 440 余万吨，拥有资源开发潜力，市场前景广阔。

巴中在碳材料产业具有很大的优势。

一是有资源优势。巴中市石墨具有量大品优的特殊优势，现有坪河、尖山、庙坪和吴家湾 4 座石墨矿，已探明坪河、尖山两矿山石墨矿石量为 8300 余万吨，预测巴中石墨远景储量在 3 亿吨以上。同时，巴中境内大部分石墨矿裸露地表或埋藏较浅、易于开采，石墨类型主要为晶质中细鳞片，适合发展锂电池天然石墨负极材料和石墨烯先进碳材料等产业。

二是有政策支持。《四川省“十四五”川陕革命老区发展规划》明确提出“支持巴中建设全国重要的石墨新材料产业基地”；《四川省“十四五”制造业高质量发展规划》在“十四五”先进材料产业空间布局中明确巴中市重点发展石墨材料等。《关于落实精准电价政策支持特色产业发展有关事项的通知》(川发改价格(2019)318 号)明确“将新型电池纳入精准电价支持范围，到户电价 0.35 元/kWh”。《巴中市“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要》中明确提出“大力发展以石墨负极材料为代表的新能源材料”。

三是有产业基础。巴中市目前已有专业从事人造金刚石用纯化石墨粉、特种石墨制品生产和负极材料加工的科技型企业--巴中意科碳素股份有限公司；四川路桥集团与南江矿业集团合资成立了从事石墨上游开采和下游精深加工一体化的集团企业--四川鑫展望碳材科技集团有限公司。

综上所述，资源禀赋和工业基础条件为巴中化工产业发展发挥自身优势，加快天然气、石墨等矿产资源就地转化和综合利用提供了机遇。

“十四五”时期是我国能源发展转型的重要战略机遇期，更是巴中天然气产业发展的重要窗口时期。为加快资源就地转化，巴中拟以地区丰富的天然气资源、石墨及石灰石资源、以及尾气回收二氧化碳等综合利用为基础，以新能源、新材料等产业为重点，将地区丰富资源就地转化作为提升巴中工业发展的重要途径，以一体化、园区化、集约化、大型化、现代化为理念建设巴中曾口-金堂化工园区，引进化工项目，推

动“碳达峰、碳中和”补充区域化工产业链不足，实现巴中地区油气勘探、能源化工联产配套和循环经济一体化发展。

1.1.6 探索高端化、差异化发展路线，拓展地区工业经济发展新空间

建设化工产业园区，使规划的项目在园区内集中开发建设有利于推行企业层面和区域层面的物质闭环流动。

企业层面：主要通过选用国内外先进的工艺技术，尽量减少生产中物料和能源的消耗量，实现废弃物排放的最小量，同时在生产过程中注重采用各种节能节水措施，进一步减少能源的消耗量。

区域层面：主要通过把上游生产过程的废物用作下游生产过程的原料，形成各生产系统间的工业代谢和共生关系。

发展低碳经济，是指在可持续发展理念指导下，通过技术创新、制度创新、产业转型、新能源开发等多种手段，尽可能地减少煤炭石油等高碳能源消耗，减少温室气体排放，达到经济社会发展与生态环境保护双赢的一种经济发展形态。发展低碳经济，一方面是积极承担环境保护责任，完成国家节能降耗指标的要求；另一方面是调整经济结构，提高能源利用效益，发展新兴工业，建设生态文明。这是摒弃以往先污染后治理、先低端后高端、先粗放后集约的发展模式的现实途径，是实现经济发展与资源环境保护双赢的必然选择。

低碳经济概念引入本规划中，主要体现在在规划项目和选择先进生产技术时，以低能耗、低排放和低污染为基础，并对排放的污染物进行综合利用和有效处理。有效控制二氧化碳这一温室气体的排放量。

目前，国内天然气化工企业，大多处在产业链条低端，存在产品结构单一、行业创新能力不足、企业布局分散及入园率不高、安全环保压力较大等问题。同时还面临着国内天然气供应不足、价格高以及政策限制等发展障碍。天然气化工势必进一步向天然气资源丰富、价格低廉的地区转移。因此，合理优化产业布局，加快产品结构升级已成为行业寻求突破的核心任务，其主要方向是差异化、高端化发展。一是要充分挖掘天然气资源精深加工主副产品的增值潜力，将其转化为下游产业链综合发展优势，丰富产品结构、提升产品附加值，实现与国内外天然气化工路线的差异化竞争；

二是在终端产品定位上，加大高技术含量、高附加值的化工新材料、专用化学品的比例，探索高端化发展路线。

1.1.7 发展天然气是助力碳中和的现实路径

绿色、低碳发展成为未来主旋律，是可持续发展的关键。高质高效是未来发展趋势。大力提升发展质量和效益，着力解决好发展不平衡、不充分问题，是推进供给侧结构性改革落实高质量发展、推进制造强国的战略性举措。

党的十九届五中全会明确指出，新发展阶段，要以高质量发展为主题，贯彻“创新、协调、绿色、开放、共享”新发展理念，加快构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局。

2020年9月，习近平主席在联合国大会上代表中国政府向世界宣布“碳达峰、碳中和”目标，顺应了绿色低碳可持续发展的全球大势，充分展示了中国负责任的大国担当，也将推动中国能源产业和经济结构转型升级以及发展范式的全面改变。

根据《政府工作报告》部署的“第七项重点工作”强调：扎实做好碳达峰、碳中和各项工作，制定2030年前碳排放达峰行动方案；明确“有序推进碳达峰、碳中和工作，积极发展新能源”。

当今世界能源的消费结构中，石油占30~32%，天然气24~26%，煤27~28%，其余为原子能、水能、风能等。根据化石能源的蕴藏量以及开采情况，许多专家预计到21世纪中叶，石油在能源的消费结构中占的比例将逐步减少，天然气的比重将大幅上升，煤炭比重基本持平。但总的能源形式趋势是从以石油为主逐步转化为以天然气和煤炭为主，这是21世纪能源消费的基本格局。

我国要做好“碳达峰、碳中和”的主要措施是加大能源结构的调整和优化。近年来我国一直是能源生产和消费第一大国，但我国的资源禀赋又决定了我国多年来一直以煤炭为主，在能源消费结构中煤炭占比仍在58%左右，天然气的占比仅为7~8%。目前，我国终端用煤比例是29%，世界水平仅为10%。所以加大能源结构的调整与优化、减煤减碳是关键。

在“碳达峰、碳中和”背景下，煤化工的碳排放存在单个排放源排放强度大、生产工艺过程中碳排放浓度较高的特征，且煤化工过程的碳排放强度远远高于全国平均

水平，为平均水平的 10-20 倍，因此我国发展煤化工产业面临较为严重的碳排放问题。在化肥行业，以天然气为原料生产的尿素每吨产生 1.2 吨 CO₂，以煤为原料，每吨尿素产生 2.394 吨 CO₂；在 PVC 行业，以煤为原料经焦炭生产电石制乙炔生产 PVC，直接碳排放为 2.23t-CO₂/t-PVC，而天然气制乙炔直接碳排放仅为 0.078t-CO₂/t-PVC，因此天然气承接煤化工的产能优势明显，是助力“碳达峰、碳中和”、促进国家能源结构调整和优化的重要途径。

上述重要战略决策和研究数据表明，天然气作为目前最现实的、可持续稳定供应的清洁能源和化工原料，开发利用天然气对改善我国能源结构、保护生态环境具有十分重要的意义。

由于天然气本身在清洁性、经济性以及安全性等方面都具有比较明显的特征，关系着国计民生以及国家的重要经济命脉，加之政策对外壁垒以及强调能源清洁性，使得天然气在能源消费结构中具有竞争优势。而以天然气为原料通过一系列加工和转化，可以生产出各种化学品，是制造塑料、橡胶、合成纤维等产品的重要原料，具有广泛的应用前景。因此，从天然气需求角度出发，当前和今后一个时期，我国天然气化工产业发展处于重要战略机遇期。

从国家到地方，成渝双城经济圈的国家战略，新时代西部大开发的政策红利，建设中国“气大庆”和川渝天然气千亿产能基地的规划愿景，无一不对天然气抱以巨大期望，川渝天然气产业发展已进入新的黄金时期。

1.2 规划方案编制的依据和规划的基本思路及原则

1.2.1 编制的依据

- 1) 《化工园区开发建设导则》(GB/T42078-2022)。
- 2) 《中共中央国务院关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》。
- 3) 《国务院关于新时代支持革命老区振兴发展的意见》。
- 4) 《四川省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》。
- 5) 《四川省“十四五”制造业高质量发展规划》。
- 6) 《四川省“十四五”川陕革命老区发展规划》。

- 7) 《四川省“十四五”特殊类型地区振兴发展规划》。
- 8) 《中共四川省委关于深入推进新型工业化加快建设现代化产业体系的决定》。
- 9) 《川东北经济区“十四五”振兴发展规划》。
- 10) 《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》。
- 11) 《巴中市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》。
- 12) 《巴中市巴州区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。
- 13) 《巴中市工业园区发展规划（2022-2027）》。
- 14) 《通江县国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标》。
- 15) 《中共巴中市委关于奋力后发赶超振兴发展加快建设“三市两地一枢纽”的决定》。
- 16) 《中共巴中市委关于深入推进创新驱动引领高质量发展的意见》。
- 17) 《巴中市“十四五”工业发展规划》。
- 18) 《巴中市工业园区发展规划（2022—2027 年）》。
- 19) 《四川省通江县城市总体规划（2011-2030）》。
- 20) 《巴中市石墨产业发展规划（2016-2025）》。
- 21) 中共巴中市委文件巴委发[2022]4 号《中共巴中市委巴中市人民政府关于推动工业高质量发展的意见》。
- 22) 《四川省化工园区认定管理办法》（川经信规[2023]3 号）。
- 23) 中华人民共和国国家发展和改革委员会令 15 号，2012 年 10 月 14 日《天然气利用政策》。
- 24) 国家发改委《产业结构调整指导目录（2019 年本）》。
- 25) 国务院令 682 号《建设项目环境保护管理条例》。
- 26) 《中华人民共和国长江保护法》。
- 27) 《长江经济带发展负面清单指南(试行)》。
- 28) 《四川省嘉陵江流域生态环境保护条例》。

29) 国家发改委、建设部发改投资(2006)1325号文发布的《建设项目经济评价方法与参数》。

30) 国石化规发(2000)412号《化工投资项目经济评价参数》。

1.2.2 产业规划方案编制的基本思路及原则

1) 本规划必须服从国家的能源政策、产业政策，具有较强的指导意义。

2) 以产业为根本，突出特色，根据园区所在地的建设条件、区域位置资料情况、市场需求特点，给园区定好位，并确定好产业链及特色产品。

3) 以市场为导向，以提高竞争力为出发点，主要以西南地区及华中地区为目标市场，选择生产适销对路的产品，产品的品种要适应市场需求的变化，产品无论在性能上，还是在价格上均应具有较强的竞争力。

4) 以资源优势为基础，充分利用国际及国内两个市场的有利条件，通过对本规划的产业链、建设规模进行合理规划，以循环经济、低碳经济为发展理念，结合巴中丰富的天然气、石墨和石灰石等资源，形成天然气化工、石墨烯及下游产业延伸，生产高附加值化工产品，形成差异化、多元化联动发展，走出一条有市场、科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、资源优势得到充分发挥的新型工业化路子，最终实现具有可持续性、绿色低碳发展战略。

5) 以政策为牵引，充分认识和发挥国家西部大开发的政策优势，用足用好国家相关政策，实现项目、专利、技术及资金的多元化。

将引进、开发、创新结合起来形成自己的优势，以达到增强自身综合实力的目的，这既是发展规划的出发点，也是发展规划实施过程中应当遵循的原则。本规划充分考虑了当地与其它地区相比的优势和劣势，力求扬长避短，重视中、远期和近期规划的结合。

6) 以技术为支撑，上下游一体化，走技术高起点，经济规模、产品深度加工的路子，注重发挥集聚效应，发展循环经济、低碳经济，实施可持续发展。

本规划充分考虑国际上行业的发展动态和进程，国内的产业政策和发展方向以及相关行业的未来走势、技术含量、产品质量、品味和企业管理都要上一个新的层次的要求，以清洁工艺为高起点，合理规划的经济规模、产品深度加工、发挥集聚效应，

以切实提高企业竞争力和发展潜力。

本规划以巴中市“十四五”国民经济和社会发展规划为依据，努力做好产业链的统筹规划，推行上下游一体化，实现循环经济和效益最大化。

7)以规划为引领，要有科学的发展规划，并与当地城市建设的规划和整个地区的经济发展规划统一起来，形成协调发展的格局；本规划既要具有现实的可操作性，尽快地发挥效益，又要能摸准产业发展的脉搏，具有一定的前瞻性。

8) 以集聚为目标，按现代企业制度和新的建设模式规划建设项目，集中布局、集约经营，集中建设与规划项目相配套的公用、辅助设施，严格控制占地和用人，不搞大而全、小而全。

9) 以环保为底线，坚持以人为本，树立全面、协调、可持续发展的科学发展观。处理好环境、经济和社会协调发展的关系，切实保护好当地的环境。充分考虑地区的环境容量，发展循环经济以及低碳经济。重视环境保护，规划的项目应是“三废”排放量小，对环境不会造成不良的影响，并对排放的“三废”进行全面治理，严格把关，使排放符合国家和地方的标准和规范。“三废”治理措施必须做到“三同时”。重视安全卫生消防，保护劳动者合法权益。

1.3 规划方案的主要内容

1.3.1 规划总体思路及定位

结合巴中新型工业发展方向，充分利用巴中地区丰富的天然气、石墨及石灰石等资源，并将天然气化工与碳捕集相结合，捕集回收利用发电厂烟气或周边化工企业尾气排放中的二氧化碳优势资源，生产高附加值化工产品，为国家有序推进“碳达峰、碳中和”工作作出贡献，最终实现绿色低碳发展。

1.3.2 规划方案主要内容

本规划方案的内容主要包括：

1) 产业规划方案提出的背景和规划的意义。

2) 产业发展内外部条件分析，包括国家化工产业政策、天然气化工产业发展现状及趋势分析、自然条件、区位条件、交通运输条件、基础设施条件、工业基础条件、

政策条件以及科技与人才条件分析。

- 3) 规划方案指导思想及产业发展目标。
- 4) 规划方案总体构想和产业发展定位以及规划方案产品结构链。
- 5) 从市场、规模、技术、环保、投资等多方面对规划项目进行介绍。
- 6) 规划实施方案包括规划项目划分、供水规划、供电规划以及运输规划等内容。
- 7) 对环境保护的论述，主要包括各装置“三废”治理措施的简要论述等。
- 8) 对规划项目的投资进行估算，并对规划项目产生的经济效益进行分析。
- 9) 从资金、政策、环境、资源、基础设施建设以及外部协作条件等多方面对规划实施的保障措施进行论述。
- 10) 对规划项目按轻重缓急进行建设时间排序，并对项目实施提出建议。

1.3.2 规划产业链发展方向

本次巴中曾口-金堂化工园区化工产业发展规划拟利用巴中和通江地区丰富的天然气、石墨和石灰石资源，并将天然气化工与碳捕集相结合，捕集回收利用发电厂烟气或周边化工企业尾气排放中的二氧化碳优势资源，以天然气化工新材料、石墨高性能材料生产和石墨烯材料应用及先进碳材料和新型电池及关键材料产业为主，配套发展其他特色新能源新材料产业，发展优质高效的循环经济模式，生产高附加值化工产品，形成巴中曾口-金堂化工园区与其他园区差异化、多元化联动发展。巴中曾口-金堂化工园区循环经济减碳示范产业链模式，可补充区域化工产业链不足，有效推进“碳达峰、碳中和”，最终实现绿色低碳发展。

(一) 曾口区块化工产业发展规划拟利用巴中丰富的天然气和石墨等资源，最终主要形成新能源新材料和天然气化工两大主产业链，分阶段分步推进：

方向一：新能源新材料产业链

曾口区块在新能源新材料产业发展上以石墨高性能材料生产和石墨烯材料应用及先进碳材料和新型电池及关键材料产业为主，配套发展其他特色新能源新材料产业。

具体包括依托本地特色石墨等矿产资源，顺应“双循环”、“成渝双城经济圈”国家战略发展要求，以区域协同配套为原则，以延伸发展为思路，围绕石墨新能源材

料生产和石墨烯材料应用，通过产业链式发展，打造以石墨烯为代表的前沿碳材料等高性能石墨及先进碳材料产业，并进一步以石墨材料、锂钾及碳纤维为重要抓手，从原材料端切入燃料电池关键零部件，逐步发展新型电池及关键材料，包括磷酸铁锂等锂电池正极材料、电解液、隔膜及其他辅材等锂电池产业链。

方向二：天然气化工产业链

近期可实施项目包括天然气液化项目。天然气液化项目是以巴中地区丰富的天然气资源为原料，实现天然气资源就地转化，构建 100 万方/天的天然气液化产品链。

中期则规划实施以天然气部分氧化制乙炔为基础，打造市场前景较为广阔的乙炔系列精细化学品产品链，最终产品可包括 PTMEG（纺织原料）、氨纶（弹性纤维）、PBAT（可降解材料）、PBT（工程塑料）、PBS（可降解塑料）、TPEE（弹性体）、NMP（电子级溶剂）等，从而实现巴中地区天然气资源的高附加值就地转化利用。

（二）为和曾口区块共同形成差异化、多元化联动发展，金堂区块将通江县丰富的天然气资源与碳捕集二氧化碳资源回收相结合，以形成原料互相平衡为目标，实现物料互供、资源共享的优质高效的循环经济模式，产业链以天然气化工产品链为主：

近期考虑实施碳捕集项目一期 20 万吨/年液体二氧化碳项目以及 10 万吨/年丙烯酸酯项目。

中远期考虑实施天然气与碳捕集二氧化碳重整制合成气项目，捕集天然气发电厂烟气或周边化工企业尾气排放中的二氧化碳综合回收后，和天然气进行重整，反应生成一氧化碳和氢气，以此拓展下游项目烯烃，进一步向下游拓展碳酸二甲酯（DMC）、乙二醇、聚碳酸亚丙酯（PPC）、聚丙烯（PP）、丙烯酸酯等。

1.4 规划范围和时限

本次巴中曾口-金堂化工园区包括曾口区块和金堂区块两个独立组团，规划总面积 287.3571 公顷。其中：曾口区块的规划范围为东至曾口镇寿星村团包梁、南至曾口镇寿星村磨盘寨、西至曾口镇寿星村双堰塘、北至曾口镇寿星村周家湾，总面积 191.8105 公顷；金堂区块的规划范围为东至诺江镇秋锦山村青山湾、南至广纳镇金堂村大弯梁、西至诺江镇亮垭村曹家沟、北至诺江镇秋锦山村佛儿岩，总面积 95.5466 公顷。



规划期限为 2022~2035 年。其中近期：2022~2027 年；中远期：2028~2035 年。

2 产业发展环境和发展条件

2.1 产业发展外部条件分析

2.1.1 天然气化工产业发展外部条件分析

2.1.1.1 产业政策条件及符合性分析

天然气属化石类能源，是不可再生资源。目前我国天然气消费结构欠合理，资源利用率也不高。国家发改委于 2012 年 12 月 1 日正式颁布实施《天然气利用政策》，综合考虑天然气利用的社会效益、环保效益和经济效益等各方面因素，并根据不同用户的用气特点，将天然气利用分为优先类、允许类、限制类和禁止类。其中，城市燃气的大部分属于优先类，天然气化工多在限制类，天然气制甲醇被列在禁止类。

但近年来，随着国内石油资源日益紧缺，同时油气资源不断探明和开发，使得天然气化工和清洁能源的发展越来越受到国家和企业的关注。国家相关产业政策、省市及地区发展规划和经济建设任务均支持天然气综合利用。

表 2.1.1-1 天然气利用产业政策

发布时间	文件名称	文件内容
2012.10.14	《天然气利用政策》（国家发改委令第 15 号）	天然气行业发展的基本原则为：“坚持统筹兼顾，整体考虑全国天然气利用的方向和领域，优化配置国内外资源；坚持区别对待，明确天然气利用顺序，保民生、保重点、保发展，并考虑不同地区的差异化政策；坚持量入为出，根据资源落实情况，有序发展天然气市场。”
2017.7.4	《关于印发〈加快推进天然气利用的意见〉的通知》（发改能源〔2017〕1217 号）	各地充分认识加快推进天然气利用的重要意义，以燃料清洁替代和新兴市场开拓为主要抓手，加快推进天然气在各领域的大规模高效科学利用，产业上中下游协调发展，天然气在一次能源消费中的占比显著提升，到 2030 年，力争将天然气在一次能源消费中的占比提高到 15% 左右。
2019.10.30	《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号）	“放空天然气回收利用与装置制造”、“液化天然气技术、装备开发与应用”、“天然气分布式能源技术开发与应用”、“重要用电负荷中心且天然气充足地区天然气调峰发电项目”等被列为鼓励类产业。
2021.12.3	工业和信息化部《“十四五”工业绿色发展规划》的通知（工信部规〔2021〕178 号）	加快能源消费低碳化转型。着力提高能源利用效率，构建清洁高效低碳的工业用能结构，将节能降碳增效作为控制工业领域二氧化碳排放的关键措施，持续提升能源消费低碳化水平。

为了统筹天然气资源利用，国家发改委于 2012 年 12 月 1 日正式颁布实施《天然

气利用政策》，综合考虑天然气利用的社会效益、环保效益和经济效益等各方面因素，并根据不同用户的用气特点，明确了天然气利用顺序，以保民生、保重点，保发展为重心，将天然气用户分为优先类、允许类、限制类和禁止类。其中，城市燃气和工业燃料等为优先类和允许类，除天然气制氢外的天然气化工被列入限制类和禁止类。该政策同时规定，除在新疆可适度发展限制类中的天然气化工项目外，其他天然气产地利用天然气亦应遵循产业政策。另外，与煤价相比，我国天然气价格相对较高，生产大宗基础类化工产品很难承受高价天然气。

《天然气利用政策》指出：在严格遵循天然气利用顺序基础上，鼓励应用先进工艺、技术和设备，加快淘汰天然气利用落后产能，发展高效利用项目。坚持以产定需，所有新建天然气利用项目（包括优先类）申报核准时必须落实气源，并签订购气合同，已用气项目供用气双方也要有合同保障。

2017 年国家印发了《加快推进天然气利用的意见》的通知，提出要加快推进天然气在城镇燃气、工业燃料、燃气发电、交通运输等领域的大规模高效科学利用，产业上中下游协调发展，天然气在一次能源消费中的占比显著提升。

我国“富煤、缺油、少气”的资源禀赋决定了我国不可能大规模发展天然气化工产业，但在资源产地适度发展高端天然气化工新材料产业是可行的，如在国家 2018 年版的《产业发展与转移指导目录》中，明确提出“川东北经济区包括广元、巴中、达州、南充、广安 5 市。重点发展石油天然气化工、食品饮料、丝纺服装产业，培育发展新能源汽车、生物医药、新材料等新兴产业”，以及在 2020 年 5 月党中央、国务院提出《关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》明确：“凡有条件在西部地区就地加工转化的能源、资源开发利用项目，支持在当地优先布局建设并优先审批核准”等，就是对资源产地的特殊考量。

本次巴中曾口-金堂化工园区产业规划天然气化工产业链系利用巴中地区丰富的天然气和石墨等资源，以及电厂和现有化工企业排放的二氧化碳加以回收利用，采用绿色先进的化工生产工艺，以发展高端化工新材料和精细化工产品为主线，将资源优势就地转化为产业优势和经济优势，属于综合利用资源、节能减排项目，符合 2019 年 10 月 30 日国家发展改革委发布的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华

人民共和国国家发展和改革委员会令 第 29 号) 有关条款的决定。

根据《产业结构调整指导目录(2019 年本)》，其鼓励类第十一条石化化工类第 10 条“.....高吸水性树脂、导电性树脂和可降解聚合物的开发与生产.....”，本规划天然气化工产业链最终产品中氨纶、TPEE、NMP 等功能性材料、PBAT、PBS 等可降解材料、PBT 等工程塑料被列为鼓励类项目。

综上，本规划以巴中地区丰富的天然气为原料，以发展高端化工新材料和精细化工产品为主线，将资源优势就地转化为产业优势和经济优势，产业链的规划符合国家天然气利用政策及国家产业结构调整指导目录等相关政策。

2.1.1.2 产业发展地方政策优势突出

根据中共巴中市委文件巴委发[2022]4 号《中共巴中市委巴中市人民政府关于推动工业高质量发展的意见》，为坚定不移实施巴中市“工业强市”战略，加快产业培育振兴，重塑产业结构，要求坚持突出主业，推动集群化发展，立足资源和工业基础，围绕打造产值超 100 亿新能源新材料产业集群目标，创新发展新能源新材料产业，坚持清洁化、低碳化，重点发展以天然气清洁能源、燃机调峰发电、风能发电为代表的新能源产业，着眼产业链分工协作，重点发展新材料产业，打造川东北清洁能源基地和西部先进碳材料基地，培育壮大主导产业。坚持差异布局、错位发展，构建“县域 1+1”工业体系，推动良性竞争、产业互补，优化区域工业布局，重点支持巴州区、通江县在内的各区县发展食品饮料、生物医药、机械制造、新能源新材料产业等。

根据巴中市“十四五”工业发展规划及工业园区发展规划，构建科学合理工业园区空间布局，落实市委“构建‘一城三区三副六廊多组团’城乡融合发展新格局和“积极推动县域差异化发展”部署，立足工业园区产业基础、要素禀赋、交通区位等条件，打造特色产业园，实现错位协同、抱团发展，持续提升细分产业显示度，强化工业载体支撑作用。要求抢抓国家提出“双碳”目标、大力发展新能源带来的历史机遇，立足巴中天然气、石墨等矿产资源优势，重点发展清洁能源、电池材料、天然气化工等领域，加快壮大新能源新材料产业，加快建设化工园区，构建一园多片工业园区空间布局，建成川东北清洁能源基地，打造西部先进碳材料基地。

其中在新能源新材料产业方面，主要在于实施“气化巴中”行动，加大天然气、

石油资源勘探开发和综合利用力度，用好天然气丰富资源，加快推进LNG、天然气调峰电站等项目建设，建成川东北清洁能源基地。

天然气化工方面，发挥天然气资源丰富优势，加快推动天然气就地转化利用，以化工园区建设为契机，抓住绿色低碳发展机遇，大力发展高附加值化工新材料和精细化工产品，着力实现天然气化工高端发展。

新材料方面，主要是依托地区石墨等矿产资源，建设巴中石墨原料基地等产业园，积极推进石墨深加工，打造能源化工新材料产业基地，打造西部先进碳材料基地。

巴中发展化工产业恰逢多重国家战略机遇。

“一带一路”建设、新时代推进西部大开发、成渝地区双城经济圈建设等国家战略交汇叠加，巴中地处西部成渝西三大城市几何中心，将迎来前所未有的战略机遇期。国家、省级层面均出台了新时代支持革命老区振兴发展的政策意见，提出强化中西部和东北地区承接产业转移能力建设，释放出逐步缩小区域差距、促进区域协调发展的强烈信号。这为巴中化工产业及园区的发展发挥自身优势，加快天然气、石墨等矿产资源就地转化和综合利用提供了机遇。

表 2.1.2-1 巴中天然气化工和新能源新材料产业发展政策依据一览表

文件名称	文件内容
国务院发布《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》	明确到 2035 年，纯电动汽车成为新销售车辆的主流，公共领域用车全面电动化。2021 年起，国家生态文明试验区、大气污染防治重点区域新增或更新公交、出租、物流配送等公共领域车辆，新能源汽车比例不低于 80%。
《西部地区鼓励类产业目录（2020 年本）》	鼓励类产业基础之上，针对四川地区特点提出支持发展石墨烯、锂电池负极材料、生物炭等新型碳材料以及太阳能、风能等新能源产业。
国务院《“十四五”特殊类型地区振兴发展规划》	巴中为川陕革命老区。建设成渝地区重要交通枢纽，清洁能源、绿色食品、生物医药产业基地，红色旅游目的地，生态文明示范区。支持川陕革命老区发展清洁能源和绿色产业，保护建设秦岭重要生态屏障，融入成渝地区双城经济圈建设。
《国务院关于新时代支持革命老区振兴发展的意见》（国发〔2021〕3 号）	将支持革命老区振兴发展纳入国家重大区域战略和经济区。重点城市提升功能品质、承接产业转移。鼓励大别山、川陕、湘鄂渝黔等革命老区对接长江经济带发展、成渝地区双城经济圈建设。
《四川省人民政府关于新时代支持革命老区振兴发展的实施意见》（川府发〔2021〕17 号）	在革命老区县开展百亿主导产业培育行动，鼓励革命老区培育建设省级及以上产业园区，支持川陕革命老区重点城市创建国家级开发区，鼓励革命老区重点生态功能区跨区域共建

文件名称	文件内容
	“飞地园区”。
《四川省“十四五”川陕革命老区发展规划》	支持巴中建设全国重要的石墨新材料产业基地，支持巴中建设革命老区振兴发展示范市，积极推动在优势矿产资源开发利用、天然气就地转化利用、农林特色资源产权改革等领域率先示范，支持巴中经济开发区创建国家级经济技术开发区。
《四川省国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》	“川南和川东北经济区城市”中提出，“巴中市开展川陕革命老区核心城市高质量发展试点，做强农副产品加工产业，建设新能源新材料产业园，打造成渝地区绿色产品供给地和产业协作配套基地，建设川陕革命老区振兴发展示范市。”
四川省《绿色化工产业培育方案》	<p>总体思路：加速化工新材料、精细化工产业发展，加快转型升级，大力发展循环经济，提高资源综合利用率。发展重点包括：化工新材料、精细化工、天然气化工（重点打通天然气制高附加值产品和延长产业链的工业化工艺路线，开发天然气制低碳烯烃和芳烃技术、新型碳一化工技术）等。</p> <p>主要任务：优化产业布局（川东北经济区主要依托川东北地区天然气、煤炭等资源禀赋优势，重点发展天然气化工以及化工新材料等资源综合利用）；改造提升传统产业，大力发展乙炔下游高附加值产品；围绕高端制造业需求发展基础化工，如重点发展高性能树脂等化工新材料。</p>
《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》	川渝地区统筹推进油气资源开发，建设国家天然气综合利用示范区、天然气千亿方产能基地，打造中国“气大庆”。
《川东北经济区“十四五”振兴发展规划》	打造能源化工新材料产业基地。重点发展石墨、玄武岩纤维、玻璃纤维、锂钾等新材料产业，建设广安和达州玄武岩纤维基地、巴中石墨原料基地、达州玻璃纤维产业园、广安精细化工产业园。充分发挥达州、巴中、广元等地天然气资源优势，加快推动天然气就地转化利用。
《中共四川省委关于以实现碳达峰碳中和为引领推动绿色低碳优势产业高质量发展的决定》	做优做强清洁能源产业。促进天然气资源综合利用。发挥天然气资源富集、装备技术成熟等优势，加快规划建设天然气调峰电站项目，力争“十四五”时期新增装机容量超过400万千瓦。有序推进天然气发电替代燃煤发电。支持天然气主产地高质量发展绿色精细化工产业。
中共四川省委 四川省人民政府《关于加快推进革命老区脱贫地区民族地区盆周山区振兴发展的意见》	<p>总体要求中主要目标提到：到2035年，“四类地区”综合实力和整体竞争力明显增强。</p> <p>实施特色优势产业培育行动要求发展区域特色主导产业时提到：推进特色资源、战略性矿产资源勘查和开发利用，支持包括石墨等向下游应用发展。打造一批中小企业特色产业集群，加快形成一批县域百亿级特色优势产业。支持符合条件的地区申报省级化工园区及扩区。</p> <p>要求推动能源清洁低碳高效利用时提到：大力推进天然气（页岩气）勘探开发，实施川中、川东北、川西等气田滚动开发。加快川南页岩气产能建设，加强能源安全保障。</p>
省委工作会议精神	促进区域协调发展，在高质量发展中逐步缩小区域差距，进一步壮大发展主干、做强次级支撑和经济发展优势区域，下更大力气加快省内欠发达地区、革命老区、民族地区、盆周山

文件名称	文件内容
	区发展。
省专题研究天然气产业发展会	大力发展天然气产业，对优化能源结构、实现“双碳”目标、提高人民生活水平具有重要战略意义。要加大勘探和开发利用力度，持续巩固提升天然气产量和产业规模，不断提升产业效益，高位谋划、纵深推进天然气产业高质量发展。强调要强化顶层设计，依托四川省天然气资源优势，修订完善产业发展规划，研究制定支持天然气产业高质量发展政策措施。
《巴中市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》	<p>积极争取天然气、石墨资源就地转化利用政策和产业布局，争取国省支持巴中建设清洁能源、先进碳材料产业园，发展具有地方特色的战略性新兴产业，增强巴中革命老区高质量发展内生动力。</p> <p>坚持主要成链集群发展，构建新型工业体系。实施加快石墨资源开发，大力发展以石墨负极材料为代表的新能源材料、以石墨乳或胶体石墨为代表的导电润滑材料、以特种石墨为基础的特碳材料、以氟化石墨为代表的石墨复合材料。积极推进霞石精深加工。到 2025 年，新材料产业产值达到 100 亿元。</p>

综合以上，巴中市发展化工产业，对促进巴中产业转型升级，带动发展天然气利用、化工新材料及新能源产业链，逐步形成具有显著集聚效应的经济型、环保型产业集群，具有突出的产业政策及地方政策优势，且符合全省国民经济和社会发展规划中提出的产业结构调整方向、推进产业园区创新发展等要求，符合《四川省国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》等上层位产业发展规划相关内容。

2.1.1.3 天然气化工发展现状及趋势分析

2.1.1.3.1 天然气化工发展现状

天然气作为一种优质的化工原料，在化学工业中占有重要地位，世界上不同程度发展了天然气化工的国家有 50 多个。目前年消费天然气量（不含 NGLs）约 1700 亿立方米，约占天然气消费总量的 5%。主要产品包括合成氨（尿素）、甲醇（二甲醚）、合成油、氢气和羰基合成气、乙炔、氢氰酸、二硫化碳、炭黑等多种一次加工产品及大量衍生物。

天然气（甲烷）是大规模制氢的最理想原料，目前世界上大部分的氢气是以天然气为原料生产的。氢气的主要消费领域是生产石油化工产品，包括合成氨、甲醇、石油炼制产品和其它化工产品等，三者占总消费量的 98%以上，另外还在食用油脂、金

属加工、电子、浮法玻璃、火箭等领域有较广泛的应用，但用户分散、用量小，约占总消费量的 1%~1.5%。

目前世界合成氨、甲醇以天然气为原料生产的均为 75%左右，国外绝大部分采用天然气原料，以煤为原料的主要在中国。氢氰酸、二硫化碳、乙炔的生产也以天然气为主要原料。虽然发展停滞，但仍保有多套生产装置。天然气还被广泛用于生产羰基合成气，用于合成大量的化工产品。天然气合成油（GTL）已建设有多套装置。

随着燃料规格的日趋严格和炼油原料的重质化，炼油厂加氢精制装置需要大量的氢气来生产低硫清洁燃料，正在刺激商品氢气供应需求的快速增长。

相当多的 NGLs（天然气凝析液）被用作化工原料。世界乙烯裂解原料中，乙烷需求年均增速为 5.4%，LPG 需求年均增速为 3.7%，而石脑油需求年均递减 6.9%。世界最大的乙烯生产国美国，75%的乙烯生产采用 NGLs 原料（其中乙烷原料为 64%）。中东地区近年 NGLs 的化工利用发展很快，主要是裂解制烯烃，脱氢芳构化制芳烃，丁烷化工利用等。

乙烯原料的轻质化，使得副产丙烯量减少，使其相对较乙烯紧缺。近年来随着世界非常规天然气资源开发获得突破，获得长期、稳定、相对低廉的丙烷资源成为可能，从而使丙烷脱氢制丙烯项目具有较强的市场竞争力，并由此引发业界巨头纷纷投资，一些项目选址在廉价丙烷资源丰富的地区（如美国），另有一些则选择在丙烯需求增长空间大的地区（如中国）。

虽然天然气化工在其发展过程中随天然气供求变化和价格波动有起有伏，但一直都相当受重视。近年，非常规天然气的大量开发，改变了世界天然气的供求态势，天然气化工在一些天然气丰富价廉的地区受关注程度正在提高。

我国天然气化工发展已有 40 多年的历史，建成了云天化、榆天化、川维厂、重庆扬子乙酰公司等一批竞争力较强的综合型企业，形成了一定生产规模。目前全国有十几个省、市、自治区发展了天然气化工，建有 100 多套天然气化工装置，主要的天然气化工产品我国均可生产，其中主导产品是合成氨、甲醇、氢气，其次为天然气制乙炔及衍生品、氢氰酸系列产品和二硫化碳系列产品等。

我国用做化工原料的天然气占天然气总消费量的比例虽然逐年下降，但仍远高于

世界平均水平，而绝对消费量也仍然有所增长。近年我国沿海地区还布局了一些利用进口的天然气及甲醇生产烯烃，利用进口的丙烷生产丙烯的装置。目前国内发展天然气化工的最大障碍是天然气供应不足、价格高以及政策限制。

2.1.1.3.2 天然气化工发展趋势分析

一、天然气供应增加促进其化工利用的发展

世界天然气资源丰富，勘探开采技术取得突破将使天然气的供应增加，随着天然气与石油价格比的降低，加上天然气不便运输的特点，天然气将会更多地用于生产各种化工产品或合成油。

二、进一步向天然气资源丰富、价格低廉的地区转移

西欧等一些传统的天然气化工发达地区，由于天然气供应紧张、价格上涨等原因，许多天然气化工装置已关闭，而中东等天然气丰富价廉的地区则新建了大量的天然气化工装置。美国页岩气的大规模开发，改变了其天然气供求态势，也吸引了大量的天然气化工项目投资。

三、传统的天然气化工产品仍占主导

合成氨、甲醇、氢气，包括 NGLs 用于石化产品生产，仍将是未来天然气化工的主要发展方向。

四、合成油、合成烯烃会有一定发展

天然气合成油、合成烯烃是利用边远地区天然气的一条重要途径，在石油价格高企时，对天然气丰富、价廉地区有一定吸引力。

五、某些非常规天然气的化工利用可能会得到一定发展

某些非常规的天然气，如煤矿甲烷、火炬气，加工成符合规格的天然气进入管网等利用比较困难，针对这部分气体已在开发一些适用的化工利用技术（如一步法合成甲醇和单细胞蛋白），今后有可能促进其化工利用。

六、技术进步将推动天然气化工发展

天然气化工领域的大量研发投入，将促进相关工艺技术的开发，提高天然气化工的竞争力，推动天然气化工进一步发展。开发的热点技术有：天然气直接转化技术；天然气二氧化碳重整、微通道重整反应器、膜反应器等天然气重整新技术；天然气制

轻烯烃新技术（如 MTO、MTP）；天然气经乙炔液相加氢制乙烯新技术；FT 合成油新技术（如应用微通道反应器的技术）；天然气经醋酸加氢合成乙醇；各过程的新型高效催化剂等。

七、天然气化工产品的精细化深加工

当受原料供应和国家政策限制时，单纯靠扩大规模发展天然气化工已比较困难，延长天然气初级化工产品链，提升产品的附加值必须向新材料和精细化工方向发展。围绕天然气资源，聚焦氢能产品、烯烃、芳烃新材料系列产品、乙炔系列精细化学品等产品，形成天然气下游新材料及精细化工产业链。

2.1.2 精细化工产业发展现状及趋势分析

2.1.2.1 精细化工产业发展现状

与基础化工相比，精细化工产品精细度更高、针对性更强、科技含量更大、附加值更高、更注重对技术的更新，属于技术密集型行业，能够体现一个国家综合技术水平，是当代高科技领域中的重要组成部分。

综观近 20 多年来世界化工发展历程，各国尤其是美国、欧洲、日本等化学工业发达国家及其著名的跨国化工公司，都十分重视发展精细化工，把精细化工作为调整化工产业结构、提高产品附加值、增强国际竞争力的有效举措，目前世界精细化工呈现快速发展态势，产业集中度进一步提高。截至目前，全球精细化学品品种已超过 10 万种。

我国十分重视精细化工产业的发展，精细化工已成为化工产业的重要发展方向之一。近几年来我国精细化工集中化、规模化进程较为显著，精细化工行业继续保持快速增长态势。

目前我国部分精细化学品已经可以满足国民经济发展的需要，部分精细化学品也实现了出口，并具有一定的国际竞争力，但整体精细化工率与欧、美、日等先进国家还有差距，关键设备和合成路径还依赖技术引进。

总体来看，我国精细化工产业仍面临着如下问题：

一、产品结构不合理，高端产品严重依赖进口

目前，国内生产的化工产品主要是通用型产品，缺乏针对细分市场的专用型产品，

化工新材料和专用化学品等高端产品主要依靠进口，整个行业处于优化升级的发展阶段，新领域精细化学品还有较大的提升空间。

二、产业集中化程度不高，信息化水平低

我国精细化工行业集中化程度较低，大型专业化的企业较少，难以产出高水平的精细化学品。另外，精细化工行业应该与信息技术发展高度融合，但目前国内精细化工行业尚未重视信息化，一定程度上制约了精细化工行业的良性发展。

三、生产技术水平普遍不高，技术研发后劲不足

我国精细化工行业较发达国家的精细化工行业，整体设备相对落后，技术研发周期较长，研发力度不够，资金投入不足，尚未形成完善的创新体系，创新性不够，未形成较强的核心竞争力。

四、环境污染已成为制约行业发展的因素之一

目前，我国精细化工行业的整体工艺技术水平比较低，处理“三废”的高成本已经成为精细化工行业沉重的经济负担，部分精细化工生产企业不重视或忽视环境污染问题，环境污染一定程度上已成为制约精细化工行业发展的因素之一。

2.1.2.2 精细化工产业发展趋势分析

精细化工产品具有产品种类繁多、应用领域广泛、工艺技术复杂、产品附加值高、产品对下游客户粘度较高等特点。近年来，借助于高新技术的进步，石油和化工行业向深加工方向发展，国内外精细化工行业也得到前所未有的快速发展。美国、西欧和日本等化工行业发达国家或地区的精细化工行业也较为发达，代表了当今世界精细化工的发展水平。由于精细化学品的难以替代性，其应用范围不断向纵深扩张，精细化工行业的快速发展已成为化工行业发展的必然趋势。

虽然，我国精细化工行业的核心技术与国际先进水平还存在一定差距，高性能、功能化和高附加值的精细化学品进口依存度仍然较高。相比发达国家的精细化率水平，我国的精细化工行业仍具有较大的提升空间。随着我国经济的稳定增长、工业化及信息化进程的不断深入、产业结构的调整升级，尤其是国家对精细化工行业的高度重视，未来我国精细化工行业将迎来良好机遇和广阔空间。

一、全球精细化工产业发展趋势分析

（一）明确未来创新方向，企业从战略上并购重组，发展理念清晰

美国、日本石化企业都把创新发展的重点放在对未来需求的预测上，在充分分析未来世界可能发生的、必然发生的高概率产业结构变化，按照行业未来发展的趋势，按照自己技术基础的优势，在抢占未来技术的制高点，抢抓未来发展的先机，赢得未来的竞争优势策略下，加紧培育未来可以独领风骚的技术制高点，形成具有核心竞争力的新的经济增长点。如美国页岩气的开发将会对全球化学工业发展的格局带来重大影响，在天然气化工技术突破中，甲烷制乙烯技术、乙烷制乙烯技术值得高度关注。

杜邦和陶氏合并重组为三个专业更为突出、优势更为显著、竞争力更为强大的公司。即以杜邦公司优势技术为主，组建一家农化、生物公司；以陶氏公司优势技术为主，组建一家化工新材料公司；以两家优势技术结合，组建一家专用化学品公司。由两家世界级的化工公司，组建成为三家更有竞争优势的世界级化工公司，充分体现了美国公司的战略眼光。

（二）精细化学品向专用化、系列化和环境友好型发展

精细化工与经济规模及经济发展的质量密切相关，未来全球精细与专用化学品消费将继续呈健康发展态势，精细化工未来的发展方向是要使得精细化学品更加具有安全性和便捷性，满足人类未来生活各方面需要，为人类创造更加舒适的生活环境，让人类生活更加精彩。世界精细化工发展的显著特征是：产业集群化，工艺清洁化、节能化，产品多样化、专用化、高性能化。

随着广大发展中国家工业化程度的提高，对精细与专用化学品的需求量将越来越大。预计未来五年全球精细与专用化学品的市场将以年均 3.1% 的速度增长，发展较快的领域有：原料药、酶制剂、专用聚合物、纳米材料、分离膜、特种涂料、电子化学品和催化剂等，但农药、染料和纺织化学品将呈下降趋势。

二、国内精细化工产业发展趋势分析

（一）化工新材料和高端专用化学品将引领未来市场

目前，我国部分传统化工产品已出现产能过剩问题，但是以化工新材料为代表的高端精细化学品仍然高比例依靠进口，我国化工新材料的国内自给率仅为 63% 左右，发展化工新材料是提升我国化学工业产品层次的重点任务，对于促进我国由化工产业

大国向化工产业强国转型升级具有重要意义。国内东部发达地区的精细化工产业基础雄厚、高端技术人才富集、上游原料配套和下游市场需求兼备，未来仍将大力发展化工新材料和高端专用化学品，继续引领我国化学工业转型升级。

（二）应用高新技术、设备和工艺，提升企业竞争优势

精细化工的发展提高了化学工业的加工深度。在技术优势决定竞争优势的今天，精细化工将是今后石化行业竞争的重点，杜邦（DuPont）、巴斯夫（BASF）、拜耳（Bayer）等国外大型化工公司都把精细化工作为核心业务的重要部分，把发展精细化工作为提升企业竞争能力的主要手段。2017年中石化对化工业务提出要坚持“基础+高端”，着力向中高端要竞争力，具体是瞄准替代进口、激活精细化工和突破新材料领域三个方面进行发力。可以预见未来国内“三桶油”及中化集团陆续加入精细化工行业会使该市场竞争更加激烈。例如，国内石油化工系统在精细化工科研开发方面，围绕催化剂、添加剂和各类助剂（简称“三剂”）等方面进行技术攻关，许多项目接近或达到国际水平。未来，国内精细化工企业应积极采用成熟新技术（如以膜分离、超临界液体分离、分子蒸馏为代表的新分离技术），利用计算机技术和组合化学技术进行分子设计，用创新性的思维和对客户、市场的把握生产出环保友好型的精细化学品。

（三）产业发展模式向智能化、清洁化、环境友好型转变

根据《财政部、工业和信息化部关于组织开展绿色制造系统集成工作的通知》要求，重点在机械、电子、化工、食品、纺织、家电、大型成套装备等行业，围绕绿色设计平台建设、绿色关键工艺突破、绿色供应链系统构建三个方向，推进绿色制造系统集成工作，结合《工业和信息化部办公厅关于开展绿色制造体系建设的通知》要求，政府已经开始推进绿色工厂等工作。智能制造和物联网技术已成为现代化企业未来的发展方式。自动化、连续化带来的仪表、电气等的投入及操作管理水平提升倒逼企业自我革命。自动化、连续化也是一些产量稍大一些的精细化工品种的发展方向，目前如加氢、硝化、水解、氯化、氨化、氧化、酯化、精馏、萃取、洗涤等均能实现连续化，操作人员大幅度减少，工艺水平和产品质量也大幅提高，成本相应下降，安全环保水平全面提升。

（四）拥抱信息化时代，以自主创新为动力，促进产品升级、技术进步

当前互联网、物联网的发展浪潮正以前所未有之态势改变着传统行业的面貌，物联网与传统精细化工行业的融合已经成为不可阻挡的趋势。互联网的影响不断蔓延，意味着对不同消费端的参与程度越来越高；而满足差异化的需求，是供给方的使命。因此，对于化工企业来说，应该适应这个新变化，专注起步阶段的特殊化学品，多提供差异化的产品，先发制人、谋求市场领导地位，获取高额利润。同时由于全球化工产业一体化加速，国家实施“一带一路”战略布局，国内精细化工企业走出去、先进技术和合作伙伴引进来的机会将显著增加，利用国内外两种资源、两个市场，做大做强，全面提升国际竞争力。

2.1.3 化工新材料产业发展现状及趋势分析

2.1.3.1 化工新材料产业发展现状

化工新材料涉及节能、环保、电子化学品等多个新材料领域，与传统材料相比，化工新材料具有质量轻、性能优异、功能性强、技术含量高、附加值高等特点。正因如此，化工新材料产业已成为新材料产业的重要组成部分，是化学工业中较具活力和发展潜力的新领域，代表着未来化学工业的发展方向。

化工新材料既属于高新技术领域又具备诸多加工制造业的特点，21世纪以来，随着产业竞争的日趋激烈和全球经济一体化的不断发展，欧、美、日等西方发达国家和地区的新材料企业，为利用发展中国家低廉的劳动力资源和土地资源、降低成本、追求高额利润和拓展发展中国家的相关市场，开始逐步将新材料生产及部分技术转移到发展中国家，全球新材料产业正在重新布局。这种产业转移和技术扩散，为发展中国家参与全球新材料产业的分工和跨越式发展提供了重要的机遇。在此背景下，我国的基础材料及工业品产量已跃居世界前列，在化工新材料领域取得了一定的进步，研发的新材料在很多领域得到了成功的应用并为我国很多行业的发展带来了福音，例如碳纤维复合材料、氟碳防腐涂料、多晶硅材料等化工新材料的研发因成功应用于实用领域而大大推动了我国经济的发展。但是，由于关键技术受制于人，高性能的化工材料、核心部件和重大装备仍严重依赖进口。当前，新材料领域出现的制造先于创造现象，说明我国面临一系列关键材料技术突破问题。因此，我国必须加快微电子和光电子材料和器件、新型功能材料、高性能结构材料、纳米材料和器件等领域的科技攻关，已

形成具有世界先进水平的新材料与智能绿色制造体系。

中国报告网发布的《2016—2022 年中国化工新材料产业发展态势及十三五投资方向分析报告》指出，我国化工新材料行业的高端产品自给率低，2019 年工程塑料消费量为 421 万吨，自给率只有 49%，特种橡胶自给率 30%；同期聚碳消费量 166 万吨，其中有 73% 依靠进口；更具有代表性的是高性能膜材料，市场容量约 450 亿元，综合自给率 43%。据海关数据统计，2019 年，我国化工材料贸易逆差为 1360.8 亿美元。在当前大环境下，化工产业必须向原料多元化、技术高端化、产品差异化、服务舒适化，以及生产专业化、绿色化、智能化方向转变。

从市场需求方面看，国内化工新材料产品的市场增长率近年来一直维持在 10% 以上，高于同期 GDP 增长率。某些重要的新材料品种市场增长率甚至超过 20%。如果再考虑到普通工业原材料、钢铁和有色金属价格上升的趋势以及市场上以塑代钢观念的强化，化工新材料在工程材料、日用品材料中的替代作用会不断增强，市场空间可望得到更大扩展。

2.1.3.2 化工新材料产业发展趋势分析

我国已成为世界化工新材料最活跃的市场，但是我国在各个领域都尚未完全满足国内需求。为此，化工新材料相关产品被明确列入《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006~2020 年）》基础原材料主题。

2017 年 1 月，工信部、发改委、科技部、财政部四部委联合印发《新材料产业发展指南》，以下简称“《指南》”。《指南》是“十三五”期间指导我国新材料产业发展的顶层设计，将引导新材料产业健康有序发展。为了体现分类施策的概念，《指南》提出三大重点发展方向，分别是先进基础材料、关键战略材料、前沿新材料，这三大方向基本囊括了化工新材料主要领域。

各领域主要发展方向如下：

先进基础材料。包含高端聚烯烃、特种合成橡胶、工程塑料及先进建筑材料、先进轻纺材料等。重点突破材料性能及成分控制、生产加工及应用等工艺技术，不断优化品种结构，提高质量稳定性和服役寿命。

关键战略材料。包含反渗透膜、全氟离子交换膜等高性能分离膜材料，高性能碳

纤维、芳纶纤维等高性能纤维及复合材料，高性能永磁、高效发光、高端催化等稀土功能材料。

前沿新材料。主要包含高分子增材制造材料、石墨烯等。积极做好前沿新材料领域知识产权布局，围绕重点领域开展应用示范，逐步扩大前沿新材料应用领域。

未来，我国化工新材料产业努力的总体方向是：提高国内已有品种质量水平，加快空白品种产业化进程，突破上游关键配套原料供应瓶颈，并延伸发展下游高端制品及应用推广。

2.1.4 石墨烯产业发展外部条件分析

石墨是现代工业发展的重要基础原料，加工合成战略性新材料，广泛应用于传统产业和战略性新兴产业。传统产业的不断发展，推进结构优化升级，使石墨产业保持较好的发展势头。同时，我国大力发展节能环保、清洁能源、生物医药、高端装备制造、新材料、新能源等战略新兴产业，拓展了石墨消费，从而带动石墨产业快速发展。并且我国关于石墨行业的政策也利好于行业发展。

近年来，国务院、国家发改委、工信部等多部门陆续印发了支持、规范石墨烯行业的发展政策，内容涉及石墨烯行业发展路线、石墨烯产业园的建设、石墨烯生产规模化等内容。

继在 2012 年《新材料产业“十二五”发展规划》和 2016 年《“十三五”材料领域科技创新专项规划》等规划相继实施后，石墨烯已经初步实现了产业化，在我国制造业发展中的重要战略地位，在电化学储能、海洋工程、柔性电子器件、重大环保技术装备、汽车、航天航空行业等领域都有较为广泛的应用。

2020 年，国家发改委发布了《国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》。《纲要》指出计划在 2021-2025 年期间进一步大力支持发展新材料产业，并力求实现产业独立自主。这一政策的转变标志着我国石墨烯行业从兴起走向独立高速发展，未来预计产业规模将进一步扩大。

为加强石墨烯行业基础标准和强制性标准制定，工信部在 2021 年 3 月发布《2021 年工业和信息化标准工作要点》，《要点》对高端钢铁材料、航空发动机用高温合金材料、化工新材料、民机铝材、石墨烯、电子专用材料、天然纤维材料、循环再利用

化学纤维材料等新材料和关键材料标准制定。

石墨烯产业目前的细分产品主要是石墨烯粉体和石墨烯薄膜。其中，石墨烯粉体主要应用于防腐涂料、锂电池、超级电容、导热塑料、消费电子散热片等。石墨烯薄膜可以应用在导热膜上，发挥其优异的导热性能，用于智能手机、平板电脑等设备的散热层；或利用石墨烯的导电透光以及高度柔性，可以用来制作柔性显示屏、可穿戴设备等。

此外，石墨烯对硅的替代有望带来半导体领域颠覆性的革命，成为下一代集成电路、超级计算机的基础材料。未来石墨烯的应用领域将会继续拓展，促进石墨烯行业进一步发展。

石墨烯材料集多种优异性能于一体，是主导未来高科技竞争的超级材料，广泛应用于电子信息、新能源、航空航天以及柔性电子等领域，可极大推动相关产业的快速发展和升级换代，市场前景巨大，有望催生产业规模千亿元。

预计在国家政策大力支持、中国经济稳定增长以及行业技术快速发展的背景下，我国石墨烯行业发展前景广阔。

2.2 内部条件分析

2.2.1 地理位置

本次巴中曾口-金堂化工园区拟按照一园多片工业园区模式进行规划，包括曾口区块和金堂区块两大组团。其中曾口区块位于巴中市巴州区曾口镇，金堂区块位于通江县诺江镇。

巴中位于成都、重庆、西安三大城市几何中心，承东启西、南北交汇，恩阳机场、高速公路通达四方，汉巴南高铁正加速建设，是四川北向东向开放的桥头堡，联结“一带一路”和成渝——关天经济区的重要节点。

巴中市地处四川盆地东北边缘大巴山系米仓山南麓，东邻达州，南接南充，西抵广元，北与陕西省汉中市接壤。处于东经 106°20'~107°49'，31°15'-32°45'，东西宽 126 公里，南北长 165 公里，辖三县两区（巴州区、恩阳区、平昌县、通江县、南江县），幅员面积 12325 平方公里。

通江位于四川省巴中市东北部，米仓山东段南麓大巴山缺口处，居北纬 $31^{\circ} 39' \sim 32^{\circ} 33'$ ，东经 $106^{\circ} 59' \sim 107^{\circ} 46'$ 之间。旧时有“依三巴之旧域，控全蜀之左隅”之称。县域东接万源市，南邻平昌县，西靠巴州、南江二区县，北连陕西省汉中市南郑区、西乡县、镇巴县。县人民政府驻地——壁州街道南街一号，南距达州市约 140 公里，距重庆市约 330 公里；西距巴中市约 70 公里，距成都市约 400 公里；东距万源市约 113 公里；北距陕西省镇巴县约 170 公里。

通江县域东西距 73.3 公里，南北距 98.5 公里，幅员面积 4119 平方公里。县境与相邻的 7 个县、市、区的 40 个乡镇接壤，县界总长 551.82 公里。其中与万源市接壤界长 131.48 公里，与平昌县接壤界长 160.94 公里，与巴州区接壤界长 50.98 公里，与南江县接壤界长 89.63 公里，与陕西省汉中市南郑区接壤界长 51.73 公里，与陕西省西乡县接壤界长 5.97 公里，与陕西省镇巴县接壤界长 61.09 公里。县界中含四川、陕西两省接壤之界，其中省界总长 118.79 公里。

2.2.2 地形地貌

巴中市因受大巴山构造控制，地势北高南低，并由西北向东南顿斜，加之河流切割，形成丘陵、中山、窄谷、中谷地貌，地形破碎，多孤立山丘，少完整山脉，山体多为典型的桌状山和单斜山。北部最高海拔 2507.6 米（南江县光雾山），南部最低海拔 208.3 米（平昌县黄梅溪），平均海拔南部 500 米，中部 700 米，北部 1000 米以上，最大相对高差 2299.3 米。

境内地貌复杂，河道蜿蜒，山体透迤，从南到北呈浅丘、深丘、低山和中山区分布，北部地势较高，山高坡陡，属米仓山脉。地势沿水系由北向南，南高到低渐缓，境内河流纵横，山岭起伏，地貌多变且破碎，属深切割中低山地貌，全市地形大致分为四类：北部高山岩溶地区，面积约占 20%，中部中山区约占 30%，中部低山区约占 33%，西南部深丘约占 17%，全市山地、丘陵占幅员面积的 89%。境内北部(南江县杨坝、赶场至通汇县平溪、铁溪以北)地层复杂：中、南部地层简单，主要是侏罗系、白垩系的地层（主要以砂、页岩互层形式出现），占幅员面积的 80%以上。

规划区主要为浅丘地貌，规划区地势受到周边山体的影响，整体呈现中部、西部较低，东部、南部、北部较高的特点，高程范围在 301~527m 之间，最低点位于西部

巴河流域，最高点位于小燕山项。规划区坡度主要在 15%以下和 25%以上，坡度在 15%以下的区域主要分布在谷地和台地，坡度在 25%以上的区域主要分布在山脊和小燕山区域。

通江县属中、低山区，包括中切割低山、中切割中山和深切割中山。呈“三山夹两谷”地形。地貌基本特征有三：低、中山界限明显，均受三个二级构造单元的构造线控制。涪阳—五龙山鼻状构造轴线，为县境低、中山的分界线，此线以南为中切割低山。川北台线与米仓山、大巴山交界线，形成县境中切割中山与深切割中山的分界线，此线以北为深切割中山。米仓山台穹中楼子庙—空山坝挠曲褶皱带之南端，为县境岩溶地貌的分界线，此线以北为中山岩溶地貌。切割深，多窄谷、峡谷。中切割低山切割一般 600 米，多“V”型谷、平底谷；中切割中山切割一般 700~900 米，多窄谷；深切割中山切割高达 1200 米以上，多峡谷。三级阶梯状构造，从北至南逐渐降低。北部深切割中山海拔 1500~2000 米；中部中切割中山海拔 1300~1500 米；南部中切割低山海拔 800~1000 米。

2.2.3 水利资源

2.2.3.1 水文地质

巴中市处于川北红层，构造平缓，岩层倾角大都在 5 度以下。地貌为低山—丘陵地形。由于大气环流的改变和人为因素的影响，年降雨总量逐渐下降，而蒸发量却在不断地增加。上述种种自然条件，不利于地下水的形成和富集。

巴中市分布有松散层孔隙水、碎屑岩孔隙裂隙水（层间水）和基岩裂隙水（包括构造裂隙水和风化网状裂隙水）三大类型，以基岩裂隙水为主。70%的泉点出露在砂岩或泥质粉砂岩的底部或泥岩的顶面，钻孔也多是砂岩顶部（面）发现水位上升或涌水，可见砂岩是主要的含水层。以此为基础，在裂隙较多的低端，地形低洼，有利于降雨渗入补给、汇集时，将促进地下水的进一步富集。

总的来说，巴中市处于川北红层，规划区地下水主要为水量中等甚至贫乏的红层松散层孔隙水、碎屑层孔隙裂隙水。巴中市市域大部分区域还分布有水量贫乏的基岩裂隙水。

2.2.3.2 水系

巴中市境内溪流众多，有大小溪流 1100 多条，主要河流有南江河、通江河、恩阳河及巴河。流域面积在 1000 平方公里以上的有 7 条，100 平方公里以上的有 45 条，50 平方公里以上的有 86 条，河流总长 4342 公里，河流基本是北南流向，树状分布，水位洪枯变幅大，部分小溪小河在枯水季节往往断流。除南江县北部的焦家河属嘉陵江一级支流外，其余均属渠江水系。多年平均水资源总量 71.68 亿立方米，水能理论蕴藏量 81.24 万千瓦。

巴河：巴河上游段在巴州区三江以上为南江河，发源于南江县玉泉乡平溪村的铁船山，横切于米仓山至大巴山的中山区海拔高程 1800m，在南江县境内由东北向西南流，经玉泉、南江县城、沙河、下两、至元潭出南江县，进入巴州区境内继续南流，经枣林，在大佛寺有巴中水文站控制流域面积 2732km²，多年平均流量 61.1m³/s，最大实测洪峰流量 10700m³/s，折东过巴中市城区北，曲折南至三江口水文站，以上流域面积 2880km²。

园区的接纳水体是巴河。巴河是四川省巴中市、达州市的主要河流之一，流经南江县、巴中市、平昌县、达川区、渠县境，至渠县三汇镇，注入渠江，是渠江的一级支流。

规划区所在区域主要地表水体为巴河，污水经规划的集中式污水站处理达标后排入巴河。

巴河流域属山溪性河流，调蓄能力较小，暴雨洪水特征明显，流程短，汇流快，易形成大洪水或特大洪水，峰高量大，陡涨陡落。水位流量关系比较稳定，水位变幅大部份都在 10~23m，一次洪水历时一般 6~24h，峰顶历时 0.1~1.5h。

巴州区曾口镇位于七里沱水文站上游约 23km 处，区问无大的支流加入，集水面积相差仅 98km²，占七里沱水文站集水面积的 1.5%。七里沱水文站 1998-2007 年的实测径流系列中选择典型年，近十年平均流量 98.13m³/s，近十年枯水期平均流量 22.4m³/s，最枯年份枯水期月平均流量 8.81m³/s (1998 年)。

巴河巴州区河段主要水源地包括：①巴河大佛寺水源地，位于巴州市中心城区上游，位于园区拟建排口上游约 45km；②曾口镇取水口(巴河)，位于曾口镇场镇上游，观音河汇入巴河口上游约 2km。位于园区拟建排口上游约 4.8km。园区排口至下游巴

中市出境断面河段约 87km 范围内无集中式饮用水源取水口分布。

通江县境内水系呈网状发育，河谷溪沟密布，宕（大巴中）、诺（小巴中）二水从北至南，纵贯北部中部区域。境内流域面积 50 平方公里以上的河流 27 条，其中流域面积在 100 平方公里以上的 14 条，流域面积在 1000 平方公里以上的 4 条。境内地表水多年平均径流总量为 26.9 亿立方米。其中境内地下水年出露量为 2.260 亿立方米。县过境地表水数量较大，多年平均年径量 32.8 亿立方米。县水能理论蕴藏总量 36.70 万千瓦，可开发水能资源 20.22 万千瓦，占总蕴藏量的 55%。

2.2.4 气候资源

巴中市属亚热带湿润季风气候区，四季分明，雨量充沛，光照适宜，无霜期 260 天-280 天。巴中市历年平均温度 16.9℃，极端最高气温 40.6℃，极端最低气温 5.3℃。平均相对湿度 79，年平均气压 966.4hpa。年平均降雨量 1120.7mm。年平均日照 1326.0 小时。四季分明，降水时空分布不均。

通江县境属中亚热带湿润季风气候区，春暖秋爽，夏热冬冷，降水集中，雨热同季，四季分明。历年平均气温 16.6℃；日照较充足，历年平均日照时数 1370 小时、无霜期 210 天。

通江中、东部高海拔地区风力年平均风速在 5.0m/s（米每秒）以上，风功率密度在 1 至 2 级之间。年太阳能总辐射为 3700 至 3910MJ/m²（兆焦耳每平方米），全县有符合发展条件土地约 8 万亩。

2.2.5 矿产及油气资源条件分析

巴中市地处四川盆地边缘地带，地质成矿条件好，矿产资源较为丰富。境内已发现矿产资源 50 种，分布 500 余处，主要分布于南江县、通江县。通过地质勘查探获有资源储量的 33 种，矿产地 30 多处，其中大型 2 处，中型 3 处，其余为小型。

特色矿产：矿产资源主要有煤炭、铁矿、铜矿、金矿、大理石、花岗石、霞石矿、石灰矿、石墨矿、天然气等 29 种，其中磁铁矿、霞石、石墨、花岗石是特色矿产。目前磁铁矿探明储量 267.9 万吨，基础储量 637.8 万吨，资源量 2969.5 万吨，在四川铁矿资源总量中量仅占 0.37%，但是在单一磁铁矿资源中却占近 10%；霞石矿床分布于南江县北部的坪河乡，为一大型碱性岩浆岩型矿床，地质勘查程度较高，已控制资

源量 805.6 万吨，其中基础储量已探明 91.9 万吨，开发条件较好，从矿石质量、开采条件等都在省内和国内具有比较优势；石墨分布于南江县北部坪河和杨坝地区，为变质岩型晶质石墨矿，有大型 2 处，中型 2 处，探明资源储量 253.9 万吨，资源量和矿石品质在省内都仅次于攀枝花，

本规划区不涉及压覆矿产情况。

天然气资源开发情况：本次巴中曾口-金堂化工园区曾口——金堂区块位于通南巴构造带天然气气藏区域。通南巴区块天然气资源丰富，主要分布在通江县境内，天然气总资源量约 5803 亿方，现已探明储量 604.07 亿方。2023 年部署探井 8 口，新增探明储量 150 亿方；预计每年将以 150 亿至 200 亿方速度增加探明储量。2025 年产能达到 15 亿方、2030 年达到 30 亿方。

通南巴区块天然气资源主要由中石化中原油田普光分公司和中石化西南油气分公司勘探开发，现有生产井 24 口、待产井 7 口、钻探 6 口。日产气量 62.89 万方，年产气量 2.29 亿方。

中石化中原油田普光分公司：已探明储量 515.23 亿方，现有生产井 16 口、待产井 6 口，日产气量 41.59 万方。“十四五”期间，计划部署预探井 4 口、评价井 11 口，新增探明天然气储量超过 300 亿方。投资 24.45 亿元，新布井 47 口，2023 年底实现年产能 4 亿方，2025 年达到年产能 10 亿方。已完成地面输气管道一期工程和二期工程，覆盖天然气井 35 口，三期项目正在实施之中，预计将再次覆盖天然气井 9 口。

中石化西南油气分公司：已探明储量 88.84 亿方，现有生产井 8 口、待产井 1 口，日产气量 21.3 万方。“十四五”期间，计划投资 7.55 亿元，新布井 15 口，2025 年底达到年产能 5 亿方，地面输气管道已覆盖天然气井 15 口。

气源保障情况：目前，为支持巴中地区发展需要，就天然气留存地方转化利用气源保障事宜，中石化中原油田已与巴中市政府达成一致，按照井口价向金堂区块供应天然气，已于 2022 年 10 月成功在天分公司四川销售中心开户，并同意在 16# 阀室碰口接管；中石油已复函巴中经开区，同意提供气源指标保障。

管线建设情况：目前 16# 阀室至金堂工业园区天然气管线建设项目已立项，正在开展前期工作，配气站建设已基本完工，能全力保障巴中曾口-金堂化工园区实施后天

然气需要。

除天然气资源外，巴中地区石灰岩、煤等矿产资源也具有较强开发价值，已探明资源储量石灰岩 3400 余万吨、煤炭 440 余万吨，拥有资源开发潜力，市场前景广阔。预估，全县具备开采条件石灰石矿石 8 亿吨，资源丰富，开发潜力巨大。据国土资源部矿产检测中心检测，巴中石灰石碳酸钙含量高，铁溪朱元片区多为一级二级优质资源，两河口片区部分资源氧化钙含量达到 54%以上，为特级资源。

目前，全县合法有效采矿权 19 宗，其中：石灰岩 8 宗(水泥用石灰岩 1 宗、建筑用石灰岩 7 宗)、砂岩 2 宗、煤矿 2 宗、页岩 6 宗、水泥配料用泥岩 1 宗。合法有效探矿权 2 宗，其中：煤矿 1 宗、铀矿 1 宗。

按照巴中第三轮矿产资源规划，2021 年巴中已公开出让建筑用石灰岩矿 4 宗，涉及资源储量 1400 余万吨。巴中第四轮矿产资源规划，拟规划建筑用石灰岩集中开采区 2 个、石灰岩普查区块 2 个、地热普查区块 3 个、建筑用砂岩开采区块 3 个、饰面用砂岩开采区块 1 个、砖瓦用页岩开采区块 4 个。

巴中石墨资源储量丰富，远景储量可观，为全国最大单体矿。因此巴中在碳材料产业上具有很大的发展优势。一是有资源优势。巴中市石墨具有量大品优的特殊优势，现有坪河、尖山、庙坪和吴家湾 4 座石墨矿，已探明坪河、尖山两矿山石墨矿石量为 8300 余万吨，预测巴中石墨远景储量在 3 亿吨以上。同时，巴中境内大部分石墨矿裸露地表或埋藏较浅、易于开采，石墨类型主要为晶质中细鳞片，适合发展锂电池天然石墨负极材料和石墨烯先进碳材料等产业。二是有政策支持。《四川省“十四五”川陕革命老区发展规划》明确提出“支持巴中建设全国重要的石墨新材料产业基地”；《四川省“十四五”制造业高质量发展规划》在“十四五”先进材料产业空间布局中明确巴中市重点发展石墨材料等。《关于落实精准电价政策支持特色产业发展有关事项的通知》(川发改价格(2019)318 号)明确“将新型电池纳入精准电价支持范围，到户电价 0.35 元/kWh”。《巴中市“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要》中明确提出“大力发展以石墨负极材料为代表的新能源材料”。三是有产业基础。巴中市目前已有专业从事人造金刚石用纯化石墨粉、特种石墨制品生产和负极材料加工的科技型企业--巴中意科碳素股份有限公司；四川路桥集团与南江矿业集团合资成立了从事石墨

上游开采和下游精深加工一体化的集团企业--四川鑫展望碳材科技集团有限公司。

2.2.7 工业发展基础

“十三五”期间，巴中立足工业化初级阶段，坚定不移实施产业兴市、工业强市战略，以高质量发展为突破口、项目投资为引领、招商引资为抓手，聚焦企业培育和服务，加快构建食品饮料、生物医药、新能源新材料、电子信息四大新型工业产业体系，工业经济发展总体平衡、稳中有进。

截至 2020 年末，全市有工业企业 1682 家，净增 851 家，带动就业 34 万人；规模以上工业企业 322 家，净增 82 家。围绕四大主导产业，引进工业投资项目 194 个，累计到位资金 194.22 亿元。培育了胡婆婆、国药天江、泰美克、鑫展望、意科碳等一批优质企业，促成了南矿集团、建丰林业、华油中蓝等企业与省内外知名企业深度合作，市场主体不断壮大。

园区建设成效明显。“十三五”期间，巴中全市工业园区建成面积 25.62 平方公里，成功创建省级经济开发区 1 个、省级农产品加工示范园区 3 个、省级新型工业化示范基地 2 个、省级特色产业示范基地 2 个，基本形成“一核多区”发展格局，工业布局由零散分布向集中集聚集群转变，产业集中度提高至 68%。

要素保障不断完善。已形成以曾口 500 千伏变电站为电源支撑的 220 千伏双环网骨干网络，满足当前工业用电需求。油气产业具备发展前景。全市工业园区互联网普及率达 100%、光纤宽带覆盖率 100%、通信基站覆盖率 100%，为企业两化融合改造奠定基础。同时，巴中有适龄劳动力 210 万人，具有潜在的劳动力供给优势，用工成本较低。

2.2.8 环境容量和能耗指标条件

规划区域环境容量充足，在落实各类污染物达标排放措施后区域的地表水和大气环境容量均可支撑规划区的发展。同时，巴中市政府也大力支持巴中曾口-金堂化工园区发展，市发改委将全力保障化工园区落地项目的能耗指标。

2.2.9 园区位条件

本次巴中曾口-金堂化工园区包括曾口区块和金堂区块两个独立组团，规划总面积 287.3571 公顷。其中：曾口区块位于巴中市巴州区曾口镇，规划范围为东至曾口镇寿

星村团包梁、南至曾口镇寿星村磨盘寨、西至曾口镇寿星村双堰塘、北至曾口镇寿星村周家湾，总面积 191.8105 公顷；金堂区块位于通江县诺江镇秋锦山村，规划范围为东至诺江镇秋锦山村青山湾、南至广纳镇金堂村大弯梁、西至诺江镇亮垭村曹家沟、北至诺江镇秋锦山村佛儿岩，总面积 95.5466 公顷。

2.3 发展劣势及面临的机遇与风险分析

2.3.1 发展劣势分析

(1) 专业人才资源不足

由于目前巴中地区化学工业基础较为薄弱，在一定程度上造成了专业科研、技术和管理人才缺乏，新材料及化工的技术力量比较薄弱，高级人力资源相对不足。

(2) 知名度欠缺，对外招商引资工作相对较弱

国内经济发达地区由于外资的大量进入，解决了发展资金不足的问题，同时，外资带来了许多新技术、新品种和新的发展机遇。而巴中化学工业目前基本处于发展初期阶段，且对外宣传力度不够，国内外投资者对巴中曾口-金堂化工园区项目的优势和潜力了解不够。化学工业的招商引资仍处于起步阶段，未能形成以商引商的良性循环和聚集效应。

2.3.2 化工产业发展 SWOT 数据分析

表 3-1 化工产业发展内部因素评价分析表

	影响因素	权重	得分(-5 ~ +5)	加权数
优势 (S)	拥有相对丰富的水、电资源	0.20	5	1
	较为便利的交通运输条件	0.15	4	0.6
	本地政府制定的一系列优惠政策	0.10	4	0.4
	小计			2.0
劣势(W)	化学工业基础薄弱	0.10	-3	-0.3
	缺乏知名度	0.05	-2	-0.1
	专业人才资源不足	0.10	-2	-0.2
	小计			-0.6
综合		1.00		1.4

表 3-2 化工产业发展外部因素评价分析表

	影响因素	权重	得分(-5 ~ +5)	加权数
--	------	----	-------------	-----

	影响因素	权重	得分(-5 ~ +5)	加权数
机会(O)	具有有利的地域优势,可抢先占领西南及华中市场	0.15	4	0.6
	国家宏观能源发展的战略要求	0.10	4	0.4
	西部大开发战略以及地区发展要求	0.10	4	0.4
	市场需求分析表明,该规划有较大的市场空间和获利机会	0.20	3	0.6
	小计			2.0
威胁(T)	存在周边地区其他同行的竞争威胁	0.10	-4	-0.4
	未来生产和利润可能受到天然气供应紧张和涨价等因素的影响	0.1	-1	-0.1
	未来的销售市场具有不确定性	0.15	-4	-0.6
	小计			-1.1
综合		1.00		0.9

通过以上分析可见,无论是从外部条件还是内部环境来看,巴中曾口-金堂化工园区发展化工产业的优势大于劣势,机会大于挑战,因此大力发展化工产业,建设化工园区的决策是正确的,且有良好的发展前景。

3 规划指导思想及产业发展目标

3.1 规划指导思想及规划原则

3.1.1 规划指导思想

(1) 以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实党的二十大精神，坚持节约资源和保护环境的基本国策，牢固树立创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，加快构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局。

(2) 以中央《关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》、《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》、国家发改委《产业结构调整指导目录（2019年本）》、四川省《绿色化工产业培育方案》、《四川省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》、《川东北经济区“十四五”振兴发展规划》、《中共四川省委 四川省人民政府关于加快推进革命老区脱贫地区民族地区盆周山区振兴发展的意见》等政策文件为指导，依托地区资源、区位、交通、基础设施等方面优势，以“布局合理化、产品高端化、资源节约化、生产清洁化”为目标，重点发展新能源新材料、天然气化工新材料两大产业，按照“六个一体化”开发建设理念高标准规划建设化工产业集群区，形成循环经济产业链，推动天然气资源从化工初级产品向精细化工、新材料等高端高附加值产业延伸，不断提升天然气二次、三次增值能力，提升川渝地区天然气资源综合利用水平，实现天然气全产业链价值最大化提升。

(3) 重点围绕巴中地区丰富的天然气资源和石墨、石灰石等特色资源，形成循环经济产业链，为国家有序推进“碳达峰、碳中和”工作作出贡献。

(4) 充分认识和发挥四川地区的政策优势，用足用好国家相关政策，更好的吸引外资，实现项目、专利、技术和资金的多元化。

(5) 以市场为导向，以提高产品竞争力为出发点，以西南地区以及华中等地区为目标市场，研究和分析市场，使规划产品的目标市场明确，在国内具有竞争力。

3.1.2 规划原则

(1) 符合国家相关产业政策。产品有特色，附加值高，产品市场竞争力强、市场前景较好、利于吸引投资者。

(2) 与巴中市“十四五工业发展规划”相适应。

(3) 适合巴中资源条件、能够充分发挥和利用当地优势，形成自身特色。

(4) 注重规模经济性，工艺技术方案的先进性，充分考虑未来竞争的需要。

(5) 项目的产品既要面向四川省又要面向中西部地区对化工产品的需求。立足巴中现有产业基础，带动地方相关产业向上、下游延伸和适当横向拓展。有利于优势产业的整合、配套，对地方经济发展起到促进作用。

(6) 对规划项目的费用和效益，本着实事求是、稳妥可靠的原则进行估算和评价。

3.2 产业发展目标

总体发展目标：

总体实现巴中天然气和石墨以及回收二氧化碳等资源综合利用以及产业化重大突破，巩固发展天然气及石墨下游精深化工产品。力争到近期 2027 年项目总投资达到 13 亿元，实现产值 26 亿元，实现利税总额 5 亿元。力争到远期 2035 年项目全部规划项目实施后总投资能达到 212 亿元，实现产值 371 亿元，实现利税总额 93 亿元，安置就业人员 3970 余人。

其中曾口区块总体实现巴中天然气和石墨资源综合利用以及产业化重大突破，巩固发展天然气及石墨下游精深化工产品，力争到 2035 年项目总投资达到 116 亿元，实现销售收入 248 亿元，实现利税总额 55 亿元。

金堂区块总体实现通江县天然气和回收二氧化碳资源综合利用以及产业化重大突破，巩固发展天然气精深化工产品，力争到 2035 年项目总投资达到 96 亿元，实现销售收入 123 亿元，实现利税总额 38 亿元。

4 规划总体构思及产业发展定位

4.1 规划方案总体构思

本规划认真贯彻党的二十大精神，在国家西部大开发战略和国务院关于加快发展低碳经济、循环经济战略指导思想指导下，按照“减量化、再利用、资源化”的原则，采取各种有效措施，以尽可能少的资源消耗和尽可能少的环境代价，取得最大的经济产出和最少的废物排放，实现经济、环境和社会效益相统一。未建成区以天然气就地转化为重点，发展天然气化工，走资源转换，绿色低碳循环发展的道路。

对巴中化工产业的发展规划，主要思路是对巴中地区丰富的天然气和石墨等资源的利用进行充分优化研究，并耦合当地电厂或化工企业尾气排放中捕集回收的二氧化碳资源，进行有效配置，选择低能耗、低污染，资源再生利用较好，清洁生产的技术。通过园区内各系统及其内部物质循环使用，能量高效利用和信息充分共享，把经济活动对自然环境的影响降低至最小程度，以达到人与自然、与经济共同和谐发展的目的。

现代天然气化工是属于技术密集型和投资密集型的产业，应采取最有利于提高经济效益的建设及运行方式。现代天然气化工的发展要坚持一体化、园区化、集约化、大型化、现代化，真正转变经济增长方式。

坚持一体化。利用地区丰富的天然气、石墨、石灰石和回收二氧化碳资源优势，走技术高起点、装置经济规模、产品深度加工、上下游一体化的路子，发展低碳经济和循环经济，实施可持续性发展，建设国内一流的循环经济园区。

坚持园区化、集约化。化学工业内在的固有特性适宜于综合利用和深加工。园区是项目群体的集称。园区内集中布置相关项目，可以充分、高效、合理利用各种资源，提高资源配置效率和效益，发挥集聚效应。

4.2 产业发展定位和目标

在国家能源与化学工业总体发展战略和产业政策的指导下，立足于国内、国外两大市场。充分利用地区天然气和石墨等资源优势，走技术高起点、装置经济规模、产品深度加工、上下游一体化的路子，注重发挥集聚效应，发展低碳经济和循环经济，

实施可持续性发展。

本发展规划充分考虑国际上行业的发展动态和进程，国内的产业政策和发展方向以及相关行业未来的走势、技术含量、产品质量、品位和企业管理都要上一个新台阶，以清洁工艺为高起点，合理规划各装置经济规模、产品深度加工、发挥集聚效应，以切实提高企业的竞争力和发展潜力。

本规划以新能源、新材料及精细化工等为主要产品，走资源转换、可持续、绿色低碳发展的道路。在原料和产品方案上做到上级产品是下级产品的原料，拓宽产品链，达到发展循环经济。采用高新技术和装备，建设高水平的项目，符合国家西部大开发经济可持续发展的要求。

5 产业发展规划方案及主要项目简介

5.1 概述

以“碳达峰、碳中和宏伟目标下的绿色革命”为主题，立志坚定不移走以生态优先、绿色低碳为导向的高质量发展新路子。

利用天然气和天然鳞片石墨、石灰石、发电及化工企业尾气排放回收后 CO₂ 资源优势，将天然气化工与碳捕集相结合，以形成原料互相平衡为目标，走技术高起点、装置经济规模、产品深度加工、上下游一体化的路子，实现物料互供、资源共享的优质高效的循环经济模式，生产高附加值化工产品，达到减碳、固碳的目的，发展绿色循环经济，实现可持续性发展，从而助推巴中化工产业转型升级，低碳发展。曾口区块和金堂区块共同构成巴中曾口-金堂化工园区一园多片工业园区差异化、多元化联动发展，最终实现绿色低碳发展实施可持续性发展，建设国内一流的天然气化工产业园区。

本规划方案最终主要形成新能源新材料产业链和天然气化工产业链两大主产业链：

表 5.1-1 巴中曾口-金堂化工园区化工产业发展规划产业链一览表

序号	产业链名称	天然气年耗量 (亿立方米)	年固碳量 (万吨)	备注
一	天然气化工产业链			
1	以天然气部分氧化制乙炔为基础，打造包括 PTMEG、氨纶、PBAT、PBT、PBS、TPEE、NMP 等精细化学品	4.20		曾口 区块
2	天然气液化	3.50		
3	天然气耦合二氧化碳重整制合成气及下游 DMC 联产乙二醇、聚丙烯、聚碳酸亚丙酯、丙烯酸酯等产品	10.00	56.46	金堂 区块
二	新能源新材料产业链			
1	以石墨高性能材料生产和石墨烯材料应用及先进碳材料和新型电池正极材料、电解液、隔膜及其他辅材等关键材料产业为主，配套发展其他特色新能源新材料产业	0.012		曾口 区块
	合计	17.712	56.46	

5.2 天然气化工产业链

新材料及精细化工产品精细度更高、针对性更强、科技含量更大、附加值更高、更注重对技术的更新，属于技术密集型行业，能够体现一个国家综合技术水平，是当代高科技领域中的重要组成部分。

乙炔在日常生产生活中，除了用于焊接切割以及生产炭黑外，还是一种非常重要的化工中间体，目前主要用于1,4-丁二醇、醋酸乙烯、PVA、合成纤维等。乙炔的生产方法主要包括电石法和天然气裂解法。目前我国工业生产乙炔主要是电石法，这种方法工艺比较成熟，但是目前仍存在较多问题。电石法工艺简单，投资较小，但是电石法生产乙炔，不仅在电石生产中能耗大、环境污染严重，而且在电石法存在电石渣（含重金属）难处理且污染大以及乙炔气净化过程中的废硫酸处理成本较高，有废硫酸处理自制的公司极少；在目前国家环保政策和形势下，电石法的发展空间将会越来越小。而天然气裂解法污染小，发展空间大。

天然气部分氧化生产乙炔的方法，首先在生产的层面上就有一定的生产保障，其次，在经济上也是成本投入比较低的。近些年里，在国际的大环境中，使用天然气部分氧化生产乙炔的方法已经形成了相当的规模，这种乙炔生产方法正在逐渐成为生产乙炔的主要方法。但是在我国，由于缺乏这种方法的生产工艺，所以我国在生产乙炔的过程中，长期的忽视天然气部分氧化生产乙炔的方法的存在，没有重视起来，导致我国在这方面的的发展较之国外先进发达国家有着很大的差距。随着近些年的科学技术的飞速发展，我国在天然气部分氧化生产乙炔的工艺上有了很大的提高，缩短了和国外先进国家在这方面的差距。

本规划曾口区块天然气化工乙炔系列产品链是以天然气部分氧化制乙炔为基础，打造市场前景较为广阔的乙炔下游系列产品链，最终产品可包括PTMEG（纺织原料）、氨纶（弹性纤维）、PBAT（可降解材料）、PBT（工程塑料）、PBS（可降解塑料）、TPEE（弹性体）、NMP（电子级溶剂）等。

乙炔系列产品链产品规模及产品方案详见下表所示。

表 5.2-1 曾口区块天然气制乙炔系列产品链规划方案及产品规模

(单位: 万吨/年)

一级产品	装置规模	天然气消耗量	三级产品	装置规模	一/二产品消耗量	五级产品	装置规模	三级产品消耗量	产品量
乙炔	6	4.2 亿 Nm ³ /年	BDO	20	乙炔: 6.45 甲醛: 26.3	氨纶	6	5.64	6
						NMP	6	6.14	6
						TPEE	2	1.22	2
						PBS	5	2.6	5
						PBAT	6	2.4	6
						PBT	5	2.0	5
			二级: 乙炔尾气 制甲醛	25	乙炔尾 气:5.7 亿 Nm ³ /年				

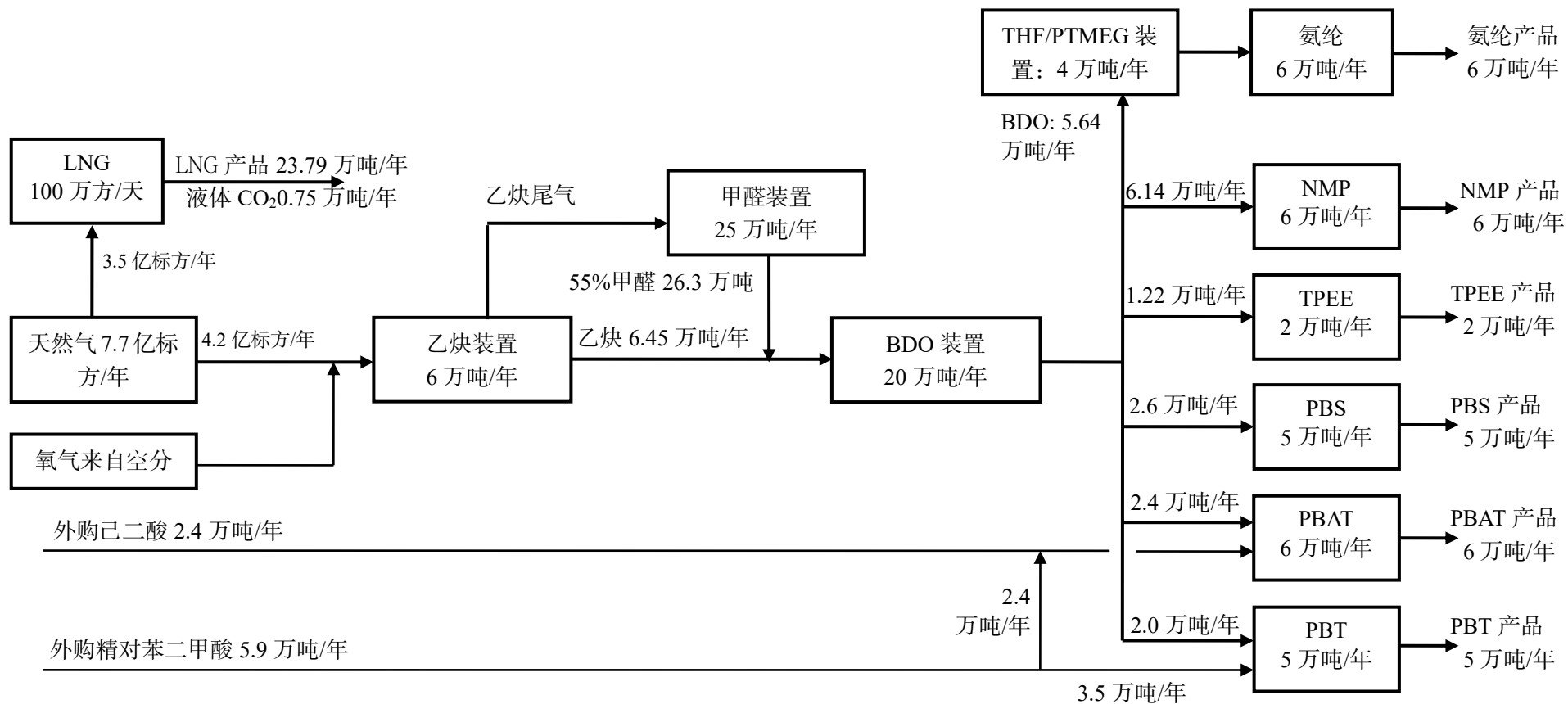


图 5.2-1 曾口区块天然气化工产业链项目示意图

金堂区块天然气化工产业链则以推动实现碳达峰、碳中和为契机，运用先进技术捕集天然气调峰电厂烟气及周边化工企业尾气排放中的二氧化碳资源，并充分发挥通江丰富的天然气资源和石灰石资源优势，重点布局天然气与二氧化碳重整制合成气，打造碳捕集与化工耦合发展产品链，积极发展碳酸亚丙酯，以及基于聚丙烯等原材料的汽车塑料、医用塑料等下游深加工产品。

本产业链核心技术为天然气耦合二氧化碳制合成气，然后合成气制丙烯技术。

其中天然气耦合 CO₂ 转化技术能够同时将天然气中烃类物质与来自于废气中捕集回收的温室气体 CO₂ 转化为合成气，以实现温室气体碳减排及资源化利用。

天然气+CO₂ 转化技术可根据 CO₂ 的补充量实现氢碳比的大范围调节，在获得更多 CO 情况下减少天然气消耗，同时采取加入蒸汽参与烷烃转化和加入催化剂加快反应速度的方式来制取满足氢碳比需求的合成气。

碳捕集后二氧化碳耦合天然气等烃类原料气体转化制合成气技术具有先进性和可靠性。目前国内已有多套类似装置投产并实现长周期正常运行。如河北迁安焦炉尾气+石灰窑尾气捕集 CO₂ 制 LNG 项目，该项目 2015 年建成投产，至今运行良好；山西瑞光热电公司利用发电厂烟气捕集生产 CO₂ 项目，16 年建成投产。目前正在进一步产业升级探索二氧化碳生产碳纳米管技术；河南安阳顺宝新型炭材料有限公司 11 万吨/年焦炉气+烟气捕集 CO₂ 制甲醇联产 LNG 装置，2023 年 2 月建成投产。

该技术所采用二氧化碳可来源于多种气源，如 CO₂ 脱碳气、烟道气、转炉气、煤层气、炼厂气等，均可利用来开发上述减碳、零碳、负碳的碳捕集-碳转化技术，实现碳资源高效转化以及分质利用，达到源头减碳、过程降碳、末端固碳的目标。

本规划金堂区块碳捕集装置所需原料气来自于周边企业如天然气调峰电厂烟气。通江县广纳镇金堂村拟建设天然气调峰发电厂一座，该发电厂装机容量 2×450 兆瓦，建成投产后预计年发电量 25 亿千瓦时，按发电效率 60% 计，全年耗天然气量 4.51×10⁸Nm³。天然气燃料后尾气排放量约 1.204×10¹⁰Nm³/a，其中含二氧化碳约 85 万吨，完全能够满足金堂区块天然气与二氧化碳重整利用产业链中碳捕集装置原料需求量。2021 年 3 月，省发改委将该项目列为 2021 年四川省加快前期工作重点项目名单。2023 年 1 月，省发改委将该项目纳入 2023 年四川省重点项目名单（新开工）。目前，正

在征地拆迁、场地平整等工作，近期即将开工建设。

而合成气制乙烯和丙烯等低碳烯烃工艺最早主要有两种，一是 MTO 技术，二是 MTP 技术。中国科学院大连化学物理研究所于 90 年代开始研发“合成气经二甲醚 (DME) 制烯烃工艺方法 (SDTO)”。该工艺包括两个阶段，第一阶段是在固定床中将合成气直接转化为二甲醚，第二阶段在流化床反应器中将二甲醚转化为低碳烯烃。大连化物所在此基础上继续进行 DMTO（在催化剂作用下）成套工业技术的开发，于 2010 年成功建设全球首套百万吨级工业化装置，并进一步开发 DMTO-II 工艺，2014 年 DMTO-II 工业示范装置在陕西蒲城清洁能源化工有限公司开车成功，生产出聚合级丙烯和乙烯。目前，在 DMTO-II 技术基础上，大连化物所通过对反应器和工艺过程的创新，采用新一代催化剂，进一步开发了 DMTO-III 技术。

综上，本规划推荐使用以天然气和碳捕集耦合后制得的合成气为原料，以二甲醚 (DMO) 为中间体，采取最新的 DMTO-III 工艺生产烯烃。

本条产业链最终规划产品包括 DMC 联产乙二醇、聚丙烯、聚碳酸亚丙酯、丙烯酸酯等在内的市场前景较为广阔的化工类产品。

本产业链规划方案实施完成后，实现总固碳量约 56.46 万吨/年。

其中近期考虑实施的 20 万吨/年的碳捕集项目，以及丙烯酸酯项目，为远期规划考虑实施的天然气与二氧化碳重整利用产业链打下基础。产品规模及方案详见下图 5.2-2 所示。

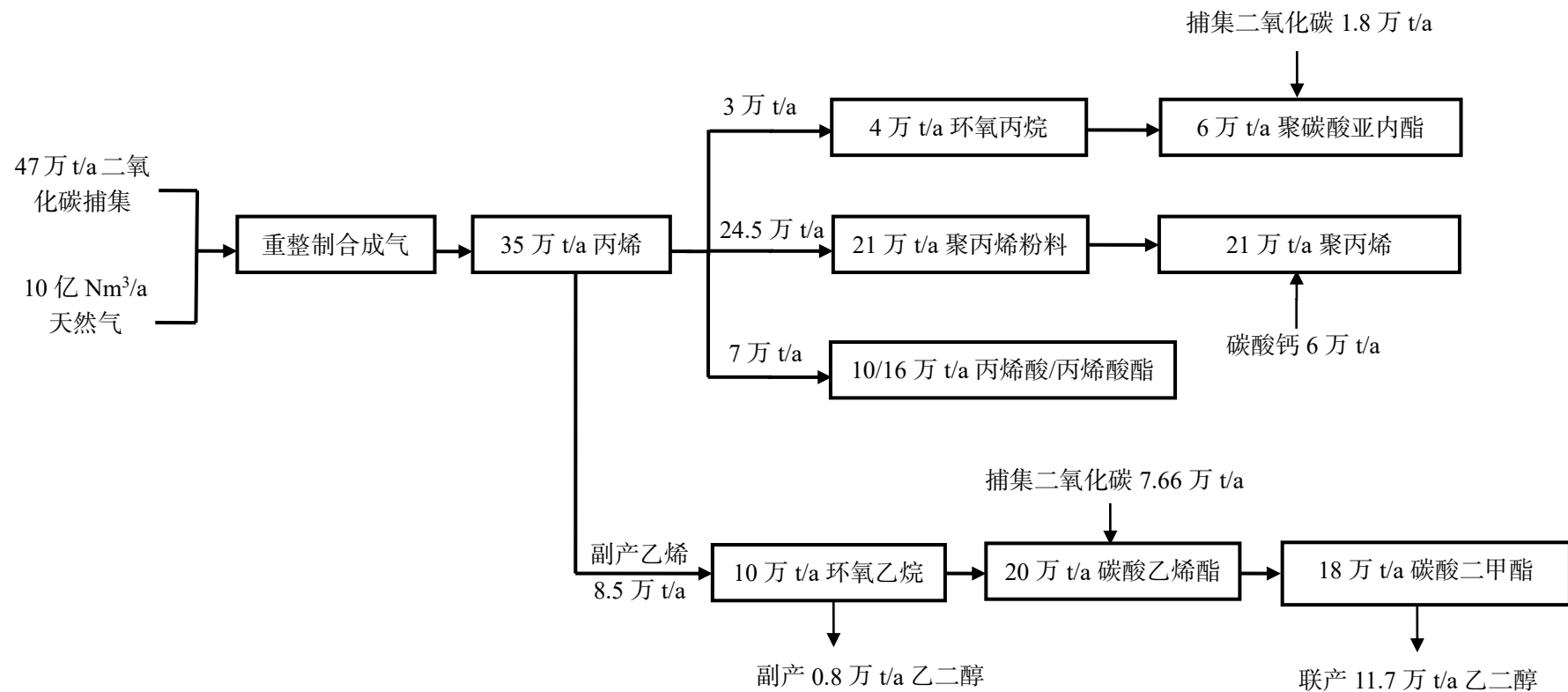


图 5.2-2 金堂区块天然气化工产业链示意图

5.3 新能源新材料产业链

曾口区块在新能源新材料产业发展上以石墨高性能材料生产和石墨烯材料应用及先进碳材料和新型电池及关键材料产业为主，配套发展其他特色新能源新材料产业。

具体包括依托本地特色石墨等矿产资源，顺应“双循环”、“成渝双城经济圈”国家战略发展要求，以区域协同配套为原则，以延伸发展为思路，围绕石墨新能源材料生产和石墨烯材料应用，通过产业链式发展，打造以石墨烯为代表的前沿碳材料等高性能石墨及先进碳材料产业，并进一步以石墨材料、锂钾及碳纤维为重要抓手，从原材料端切入燃料电池关键零部件，逐步发展新型电池及关键材料，包括锂电池正极材料、电解液、隔膜及其他辅材等锂电池产业链。

由于上述新能源新材料产业链涵盖内容广泛，应用链长且复杂，本规划暂拟以 100 吨/年石墨烯产业链为例，围绕该项目展开上、下游产业一体化发展论述。

石墨烯因具有优异的光学、电学、力学特性，在材料学、微纳加工、能源、生物医学和药物传递等方面具有重要的应用前景，被认为是一种未来革命性的材料，在锂电池导电浆料、涂料涂层、导热膜、柔性显示以及传感器方面都有应用。作为战略新材料，石墨烯的应用开始逐渐向产业化生产、规模化应用过渡。

在国家及地方政府的支持下，近几年我国石墨烯产业化在快速发展，初步构建起了以石墨烯原材料、研发、制备、应用为主体的产业链。

石墨烯产业链的上游为石墨矿资源和制备设备；中游为石墨烯粉体以及石墨烯薄膜生产；下游为锂电池材料、散热材料、防腐涂料、油墨涂料和超级电容等应用领域。



图5.3-1 石墨烯及新能源新材料产业链示意图

石墨烯下游应用主要分为两个方面：第一是石墨烯粉体下游应用，第二是石墨烯薄膜下游应用。其中石墨烯粉体可应用在新能源电池、复合材料、锂电池等方面，石

墨烯薄膜可应用在柔性显示屏和传感器等方面。

同样的，下游应用如正极材料、负极材料、电解液、隔膜及其他辅材等锂电池产业链项目也多且复杂，不一而足，本规划重点项目中暂拟以磷酸铁锂等正极材料和电解液项目为例，后续化工园区具体建设过程中，在不违反禁限控目录和相关政策文件要求原则基础上，可引进项目包括但不限于本规划报告中列举项目。

5.4 规划方案产品总体方案

表 5.4-1 巴中曾口-金堂化工园区化工产业规划重点方案一览表

序号	项目名称	产品规模	投资 (亿元)	年均产值 (亿元)	商品量(万 吨/年)	备注
(一)	曾口区块					
一	天然气化工产业链					
1	天然气液化项目	100 万方/天	6.50	11.2	24.54	最终产品
2	天然气制乙炔项目	6 万吨/年	8.10	7.59	—	一级产品
3	甲醛项目	25 万吨/年	7.08	4.50	—	二级产品
4	BDO 项目	20 万吨/年	18.67	24.18	—	三级产品
5	THF/PTMEG 装置	3/4 万吨/年	5.00	9.60	—	四级产品
6	氨纶项目	6 万吨/年	19.29	24.00	6	最终产品
7	NMP 项目	6 万吨/年	2.80	9.60	6	最终产品
8	TPEE 项目	2 万吨/年	3.10	8.00	2	最终产品
9	PBS 项目	5 万吨/年	3.50	12.00	5	最终产品
10	PBAT 项目	6 万吨/年	9.73	13.20	6	最终产品
11	PBT 项目	5 万吨/年	3.51	8.00	5	最终产品
二	新能源新材料产业链					
1	石墨烯产业链项目	100 吨/年	6.65	16.83	0.01	最终产品
2	电解液等电池材料项目	1.5 万吨/年	21.70	99.00	1.51	最终产品
	曾口区块合计		116	248		
(二)	金堂区块					
一	天然气化工产业链					
1	天然气与 CO ₂ 重整制丙烯项目	35 万吨/年	40.90	63.71	1.5	中间产品
2	环氧丙烷 (PO) 项目	4 万吨/年	5.70	5.90	0.14	中间产品
3	聚碳酸亚丙酯 (PPC) 项目	6 万吨/年	5.60	7.20	6	最终产品
4	聚丙烯 (PP) 项目	21 万吨/年	22.11	18.1	21	最终产品
5	丙烯酸/丙烯酸酯项目	10/16 万吨/年	2.95	13.60	16	最终产品
6	碳酸二甲酯并联产乙二醇项目	18/12 万吨/年	18.87	14.73	30	最终产品

序号	项目名称	产品规模	投资 (亿元)	年均产值 (亿元)	商品量(万 吨/年)	备注
	金堂区块合计		96	123	74.64	

5.5 曾口区块规划方案重点项目介绍

5.5.1 新能源新材料产业链项目

5.5.1.1 石墨烯产业链项目

5.5.1.1.1 市场分析

(一) 概述

石墨烯（Graphene）是从石墨材料中剥离出来的二维碳材料，是一种以 sp^2 杂化连接的碳原子紧密堆积成蜂窝状晶格结构的新材料，按照碳原子层数可分为单层石墨烯、多层石墨烯及石墨烯微片。其中单层石墨烯是指碳原子仅仅在二维平面以六角蜂巢结构排列构成的严格单层碳材料，是一种没有能隙具有线性能量分布的半导体。

石墨烯具有优异的光学、电学、力学特性，在材料学、微纳加工、能源、生物医学和药物传递等方面具有重要的应用前景，被认为是一种未来革命性的材料，在锂电池导电浆料、涂料涂层、导热膜、柔性显示以及传感器方面都有应用。作为战略新材料，石墨烯的应用开始逐渐向产业化生产、规模化应用过渡。

石墨烯广泛用于汽车和运输、航空航天、电子、军事和国防以及其它终端应用行业。预计到 2025 年，全球石墨烯市场规模将从 2020 年的 6.2 亿美元增至 14.79 亿美元，在该预测期内的复合年增长率达 19.0%。

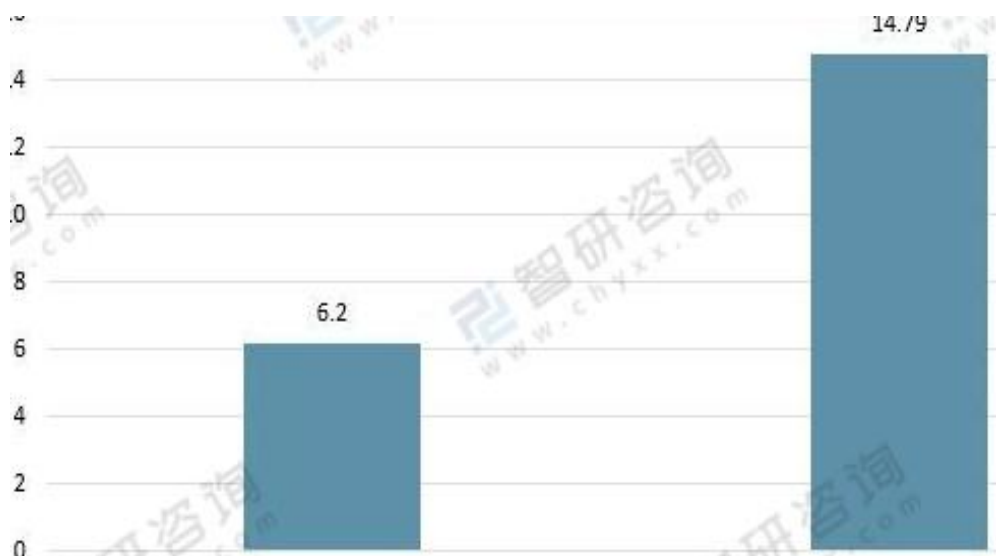


图5.5.1.1-1 未来全球石墨烯市场规模

（二）发展阶段

中国石墨烯行业起步较晚，行业发展至今主要经历了以下四个阶段：

第一阶段：材料发现阶段(2004 – 2012 年) 实验室首次成功制备出能稳定存在的石墨烯。石墨烯作为碳质新材料逐渐被科学家们所接受。

第二阶段：产业形成阶段(2013 – 2016 年) 在资金的支持下，中国逐渐出现了小规模石墨烯产业，但石墨烯材料的整体市场化和产业化尚未成熟，行业下游的应用尚未实现商用。

第三阶段：产业发展阶段(2013 – 2016) 国家机构相继出台了一系列法规政策以支持石墨烯行业的发展，中国政府在“十二五”规划、“十三五”规划等重要指导性文件中也将石墨烯纳入了新材料领域。

第四阶段：研究突破阶段(2016 – 至今) 中国在石墨烯材料的研究领域不断取得突破，石墨烯中高端产品相继问世。

（三）产业链及发展现状

在国家及地方政府的支持下，近几年我国石墨烯产业化在快速发展，初步构建起了以石墨烯原材料、研发、制备、应用为主体的产业链。

石墨烯产业链的上游为石墨矿资源和制备设备；中游为石墨烯粉体以及石墨烯薄膜生产；下游为锂电池材料、散热材料、防腐涂料、油墨涂料和超级电容等应用领域。



图5.5.1.1-2 石墨烯产业产业链示意图

石墨烯产业链上游的原料为石墨。中国是全球最大的石墨生产国，但可开采储量仅为全球第二，占世界总储量的 25%，静态可开采年限仅为 116 年，在全球主要的石墨生产国中，仅高于挪威。但中国是全球天然石墨的主要供给国，中国天然石墨全球供给占比超过 70%，为全球天然石墨下游市场发展创造了可观的资源供给。



图5.5.1.1-3 2013-2021年中国天然石墨产量

我国石墨资源分布广泛，主要分布在黑龙江、内蒙古、四川、山西、山东和河南等地。其中，黑龙江省已查明晶质石墨资源分布最多，占比为 47%。内蒙古占比 19%，四川占比 8%，山西占比 8%，山东占比 6%，河南占比 3%，其他省市共占比 9%。

2014-2021 年间，我国石墨烯相关企业的注册量总体呈增长趋势，2017 年之前石墨烯相关企业年注册量均在 3000 家以内；2018 年后石墨烯相关企业注册量均在 3000 家以上。2020 年石墨烯相关企业注册数量为 7408 家，同比增长了 108.91%，增长迅猛。2021 年石墨烯相关企业注册量为 13279 家，同比增长了 79.25%。

随着近年来石墨烯应用场景不断丰富与制备技术不断成熟，逐步与各个领域进行

融合发展，出现许多了新兴产业，开辟了新的市场。石墨烯行业从技术驱动转变为应用驱动，迎来发展新趋势，未来发展前景较好。据统计 2016 年我国石墨烯材料市场规模为 9560 万元，2021 年我国石墨烯材料市场规模增长至 54575 万元。



图5.5.1.1-4 2016-2021年我国石墨烯材料市场规模走势

(四) 石墨烯下游分布格局

石墨烯下游应用主要分为两个方面：第一是石墨烯粉体下游应用，第二是石墨烯薄膜下游应用。其中石墨烯粉体可应用在新能源电池、复合材料、锂电池等方面，石墨烯薄膜可应用在柔性显示屏和传感器等方面。

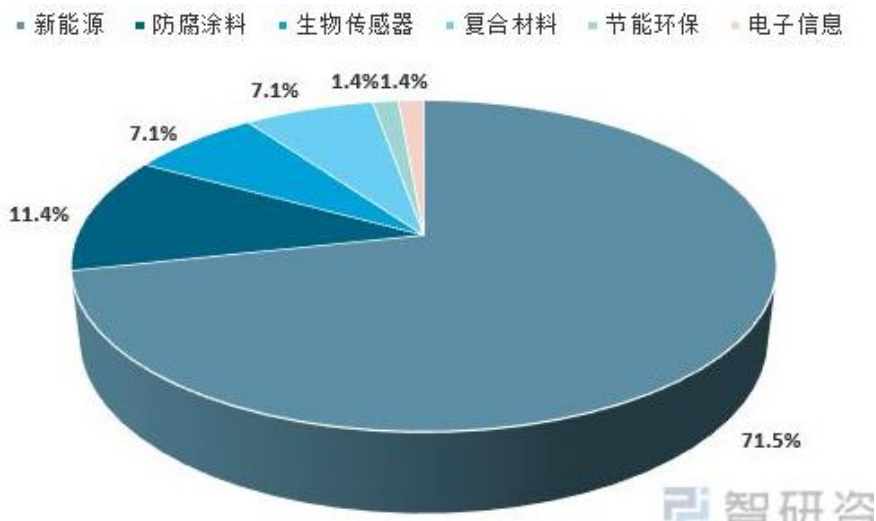


图5.5.1.1-5 我国石墨烯下游行业分布格局

(1) 超级电容器

超级电容器是指介于传统电容器和充电电池之间的一种新型储能装置，它既具有

电容器快速充放电的特性，同时又具有电池的储能特性，是一种拥有高能量密度的电化学电容器，比传统的电解电容容量高上数百倍至千倍不等。与蓄电池和传统物理电容器相比，超级电容器的特点主要体现在功率密度高、循环寿命长、工作温限宽、免维护、绿色环保等方面。但其缺点主要体现在能量密度低，仅为锂离子电池 30%左右（Wh/L），安全问题严重等方面。

石墨烯具有良好的导电性、高密度和比表面积，是超级电容的理想材料。发展石墨烯基电极材料，有效减少石墨烯片层聚集和堆叠以获得良好的体积比电容是构建新型石墨烯基超级电容器的关键。通过毛细管挤压，二维氧化石墨烯薄膜可以转变为具有褶皱表面的三维石墨烯；通过添加表面活性剂可在一定程度上缓解石墨烯的堆叠；通过官能团修饰或者与导电聚合物、金属氧化物和金属氢氧化物形成二元或三元复合材料，利用材料之间的协同作用能提高其电容性能。如何有效发挥石墨烯基电极高比电容，实现电极材料与电极制备过程有效放大是今后石墨烯基超级电容器应用基础研究的方向。

2021 年我国超级电容器的市场规模 176 亿元，其中交通运输用超级电容器市场规模占比 30.00%，工业用超级电容器市场规模占比 16.61%，新能源用超级电容器市场规模占比 47.93%，装备等其他应用领域市场规模占为 5.47%，2021 年我国超级电容器消费市场结构如下图所示：

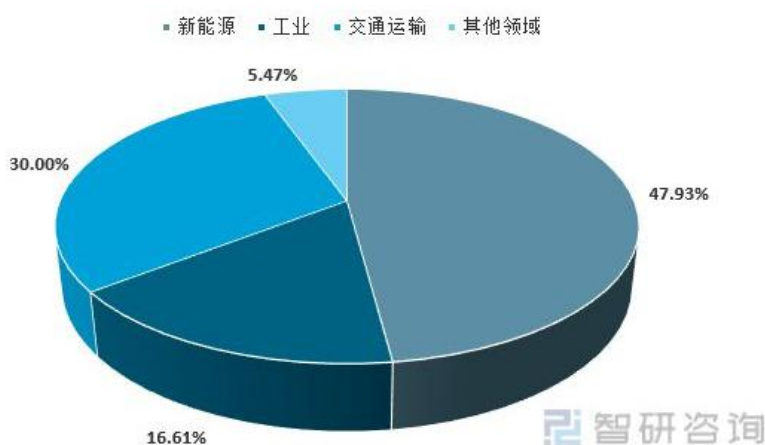


图 5.5.1.1-6 超级电容器行业下游应用分布格局

（2）传感器

石墨烯是良好的化学传感器制作材料。这个过程主要是通过石墨烯的表红外光束

激发等离子体面吸附性能来完成的，石墨烯化学探测器的灵敏度非常高。石墨烯独特的二维结构使它对周围的环境非常敏感。石墨烯是电化学生物传感器的理想材料，石墨烯制成的传感器在医学上具有良好的灵敏性。

我国传感器行业从 50 年代开始，随着结构型传感器以及固体型传感器的出现与应用，国家意识到传感器在产业界的重要地位，所以在 1986 年“七五”中将传感器技术确定为国家重点攻关项目，自此打开了国内研究传感器的实质发展阶段，通过不断推进研发，目前已经形成较为完整的传感器产业链。尤其是近年来，传感器作为物联网重要的组成部分，被提到了新的高度，催生研发热潮，市场地位凸显。

2014 年中国传感器市场规模为 982.6 亿元，2021 年达到了 2928.9 亿元。近几年我国传感器行业市场规模情况如下图所示：

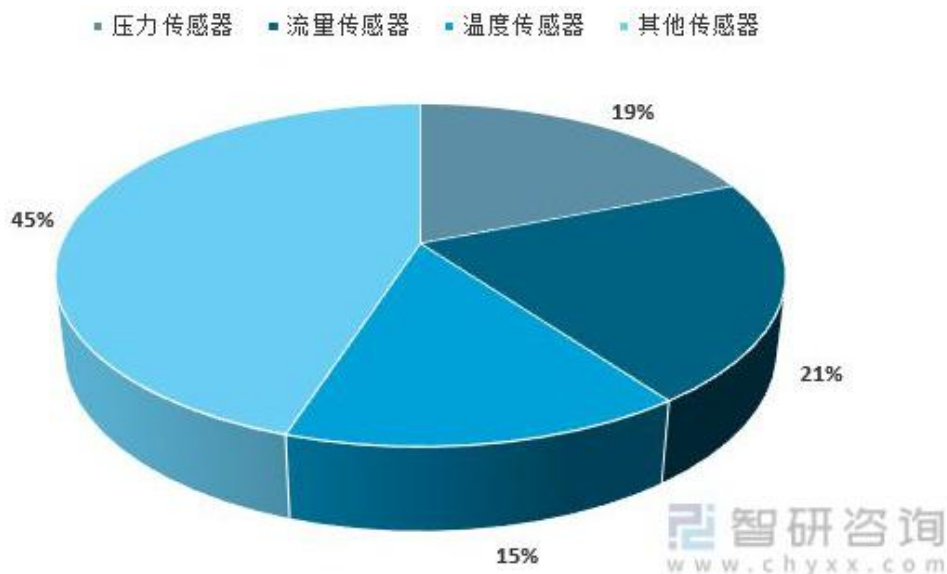


5.5.1.1-7 2014-2021 年中国传感器市场规模

目前，我国传感器的生产企业主要集中在长三角地区，并逐渐形成以北京、上海、南京、深圳、沈阳和西安等中心城市为主的区域空间布局。其中，主要传感器企业有接近一半的比例分布在长三角地区，其他依次为珠三角、京津地区、中部地区及东北地区等。

在传感器市场中，流量传感器、压力传感器和温度传感器所占比重较大。其中，流量传感器约占 21%，压力传感器占比 19%，温度传感器占比也在 10% 以上。不过，位移传感器、速度传感器、电量传感器、光纤传感器以及新型传感器等其他合计占比

也接近一半。



5.5.1.1-8 传感器细分产品占比

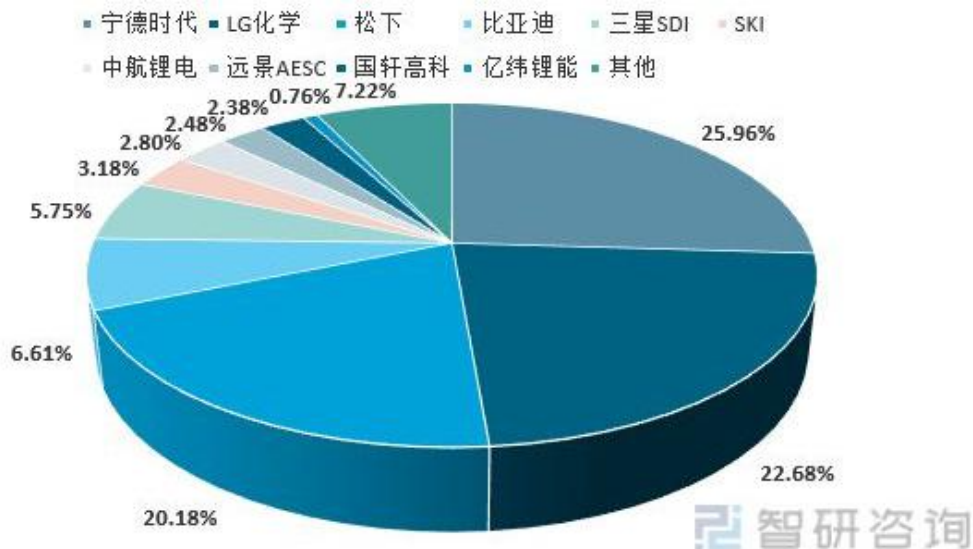
随着市场中医学，化学及可穿戴设备等方面对于石墨烯传感器越来越多的需求，以及石墨烯薄膜制作成本逐步下降，石墨烯传感器将越来越多地应用于市场中，发展潜力巨大。

（3）锂电池

锂电池导电剂的首要作用是提高电子电导率。导电剂在具活性物质之间、活性物质与集流体之间起到收集微电流的作用以减小电极的接触电阻，提高锂电池中电子的迁移速率，降低电池极化。此外，导电剂也可以提高极片加工性，促进电解液对极片的浸润，从而提高锂电池的使用寿命。常用的锂电池导电剂可以分为两类：第一类为传统导电剂（如炭黑、导电石墨、碳纤维等），第二类为新型导电剂（如碳纳米管、石墨烯及其混合导电浆料等）。

石墨烯作为新型导电剂，可以最大化地发挥导电剂等作用。这是由于其独特的片状结构，它与活性物质的接触为点-面接触而不是常规的点点接触形式，这样可以减少导电剂的用量，提升锂电池容量，其改性效果远高于天然石墨。

2020 年全球动力电池装机量 TOP10 企业依次是宁德时代、LG 能源、松下、比亚迪、三星 SDI、SKI、中航锂电、远景 AESC、国轩高科和亿纬锂能。全球动力电池装机 TOP10 企业合计装机量占全球动力电池装机总量的 92.78%，集中度进一步上升。



5.5.1.1-9 2020 年全球动力电池企业分布格局

锂离子电池为新型绿色环保电池，广泛应用于移动电话、笔记本电脑、PDA、助动车、摄像视听器材等。锂离子电池是指 Li⁺嵌入化合物为正、负极板的二次电池。锂离子电池根据电解质材料不同，可分为液态锂离子电池和聚合物锂离子电池两种，目前液态锂离子电池在锂离子电池整体市场中占据绝大多数市场份额。锂离子电池工作电压高（3.2-3.7V）、比能量高（140Wh/kg）、无记忆效应、无污染、自放电小、循环寿命长，是 21 世纪发展的理想电源，目前已在移动电话、摄像机、笔记本电脑、便携式电器上大量应用，并开始向电动汽车及替代领域市场快速扩张。

从需求结构来看，随着新能源汽车的持续发展，锂离子电池产销量迅速扩大，市场结构发生了显著的变化，动力电池高速增长，储能电池近几年开始迅速增长，3C 等其他领域受电动两轮车，电动手工具等领域影响，也处于明显的上升态势，占比有所回升。2021 年我国锂电池出货量达到 198.23Gwh，相比于 2020 年增长率超过 25%，发展态势惊人。



5.5.1.1-10 2016-2021 年锂电池出货量统计

随着人们环保意识的不断增强，二次电池凭借可循环使用的优势，其在电池行业中占据明显较大份额。锂离子电池作为一种二次电池，其相比于镍氢电池、铅酸电池等传统二次电池而言，在能量密度、循环次数等多个方面均具备明显优势。正是由于锂离子电池显著的性能优势，近年来锂离子电池在电池行业中的占比持续提升。中国及全球锂离子电池规模高速增长。

(五) 发展现状

石墨烯粉体是指利用物理或化学的方法将天然石墨石碾碎所形成的粉体，在多数情况下，石墨烯粉体是单层石墨烯和多层石墨烯的混合物；石墨烯薄膜是指利用化学气相沉淀法制备的石墨烯，具体过程是将碳氢化合物甲烷、乙醇等通入到高温加热的金属基底铜镍表面，反应持续一定时间后对基底进行冷却，冷却过程中在基底表面便会形成数层或单层石墨烯。石墨烯薄膜在制备过程中的原材料主要涉及铜镍金属片和甲烷、乙醇等氢氧化合物，不需要石墨材料参与。

从市场占比来看，石墨烯粉体占据了我国石墨烯产品的绝大部分市场，且石墨烯粉体的部分应用已经实现了商用，例如锂电储能行业。而石墨烯薄膜多用于手机屏或柔性屏领域，由于技术尚未成熟，石墨烯薄膜的应用市场仍处于技术研发阶段，市场份额相对较少。我国石墨烯行业中游与下游之间的协同发展趋势明显，下游应用范围和场景的扩大将带动中游石墨烯产量的提高，从而对整个行业的发展都起到助推作

用。

(1) 石墨烯粉体

石墨烯粉体主要是以添加剂的形式和别的材料形成混合或者复合材料（除了导热膜、超级电容器），让这些混合或者复合材料具备石墨烯的力学、电学、热学性能。石墨烯粉体可应用在材料学的各个领域，比如导电剂、超级电容、特种涂料、高效催化剂等。其中导电剂主要用作锂电池、新能源车、储能领域的正负极添加剂；超级电容主要应用于储能领域的电极材料；特种涂料主要应用于海工设备、舰船防腐涂料、高性能电缆、航天、精密仪器等磁屏蔽涂层、计算机、电子元器件的散热涂层、电动汽车的导电涂层等；而高效催化剂则主要应用于能源化工领域的光催化等。

近年来，我国石墨烯产业化应用取得了一定进展，上下游产业链已初步打通、下游应用领域不断拓展。2016 年我国石墨烯粉体市场规模为 8739 万元，2021 年我国石墨烯粉体市场规模增长至 49750 万元。



5.5.1.1-11 2016-2021 年我国石墨烯粉体市场规模

目前中国规模以上企业石墨烯粉体的生产能力多在 100 吨左右。我国宁波墨西、厦门凯瑞石墨烯粉体年产能可在 2000 吨以上。

表 5.5.1.1-1 中国代表性石墨烯企业石墨烯粉体产能汇总

企业名称	产能统计
------	------

宁波墨西	可年产 2000 吨
第六元素	目前年产 100 吨
厦门凯纳	可生产 500 吨石墨烯粉体、5000 吨石墨烯复合导电剂
先丰纳米	年产高品质石墨烯粉末 50 吨

(2) 石墨烯薄膜

石墨烯由于其超强的热稳定性、化学稳定性、机械稳定性以及高透光性和电子迁移率等优点，因而被认为是制造膜材料的最佳材料之一。石墨烯薄膜在电子、光子及光电设备领域的应用范围十分广泛，极具发展前景。

其中用于导热膜时，因其优异的导热性能，能将热量短时间内迅速转移，多用于智能手机、平板电脑、大功率电子设备、精密仪器；因为其良好的导电性与透光性，且力学性能好、高柔韧性，用作移动设备、显示终端、可穿戴设备的柔性显示；用作传感器时，因其石墨烯优异的导电性，且比表面大，电子传输快，常用于可穿戴设备、医疗、环境监测方面；因其极快的电子迁移率和热稳定性，常用于超级计算机、高频芯片、精密电子元件的集成电路。

石墨烯膜兼具高导热性和超柔性，其材料的问世，对柔软电子器件的发展意义重大，从航空航天到智能手机，这种新型石墨烯膜展现出令人振奋的应用远景。2016年我国石墨烯薄膜市场规模为 821 万元，2021 年我国石墨烯薄膜市场规模增长至 4645 万元左右。



5.5.1.1-12 2016-2021 年我国石墨烯薄膜市场规模走势

目前，中国石墨烯薄膜的产能约超过 650 万平方米左右，主要集中在常州地区。目前，重庆墨希的石墨烯薄膜年产能最高，可达 100 万平方米。

表 5.5.1.1-2 中国代表性石墨烯企业石墨烯薄膜产能汇总

企业名称	产能统计
第六元素	8 万平方米/年
二维碳素	20 万平方米/年
贝特瑞新材料集团股份有限公司	40 万平方米/年
重庆墨希	100 万平方米/年
碳元科技	263 万平方米/年

石墨烯的研究与应用开发持续升温，石墨和石墨烯有关的材料广泛应用于电池电极材料、半导体器件、透明显示屏、传感器、电容器、晶体管等方面。鉴于石墨烯材料优异的性能及其潜在的应用价值，在化学、材料、物理、生物、环境、能源等众多学科领域已取得了一系列重要进展。

（六）竞争格局

目前中国石墨烯行业正处于市场导入期，产品尚未成熟，行业利润率较低，但市场增长率较高。预计随着石墨烯制备技术的不断突破和下游应用的不断成熟，将进一步促进和推动石墨烯的应用发展及市场规模扩大。我国石墨烯产业链近年来已初步打通，上下游链条逐步完善，上游石墨矿开发技术不断创新，中游石墨制备方法不断改进，下游应用领域研发不断拓展。正是由于产业链不断发展，我国石墨烯市场规模有持续较快增长的趋势。石墨烯作为“新材料之王”，目前大规模制备方式仍存在缺陷，下游应用领域仍未被开发完全，所以仍保有较大的发展潜力。

目前我国已经形成京津冀鲁、长江三角洲和珠江三角洲的三大聚合区，多地分布式发展的石墨烯产业格局。从整体石墨烯产业链布局来看，中游领域：近年以来，石墨烯粉体和薄膜的生产规模进一步扩大，石墨烯产业化趋势日益强劲，多个石墨烯产业创新中心开始创立，例如常州第六元素、青岛昊鑫、宁波墨西等多家企业已拥有国内领先的石墨烯粉体生产线；长沙暖宇新材料科技公司年产量 100 万平方米的石墨烯膜生产线已开建，预计建成后将成为国内第二大石墨烯膜生产线。各地各种石墨烯制备技术不断突破创新，下游应用产业化也逐步拓展。

5.5.1.1.2 产品方案和生产规模

如前面图 5.5.1.1-2 的石墨烯产业链示意图所示,石墨烯产业链的上游为石墨矿资源和制备设备;中游为石墨烯粉体以及石墨烯薄膜生产;下游为锂电池材料、散热材料、防腐涂料、油墨涂料和超级电容等应用领域。

在国家及地方政府的支持下,近几年我国石墨烯产业化在快速发展,初步构建起了以石墨烯原材料、研发、制备、应用为主体的产业链。

本规划石墨烯产业链项目规划暂拟将核心项目石墨烯规模考虑为 100 吨/年(其中粉体 60 吨/年、浆液 40 吨/年),围绕该项目展开上、下游产业一体化发展。

5.5.1.1.3 技术方案选择

核心项目石墨烯的制备方法主要分为化学法和物理法进行制备。

(1) 化学法制备石墨烯

目前实验室用石墨烯主要通过化学方法来制备,该法最早以苯环或其它芳香体系为核,通过多步偶联反应使苯环或大芳香环上 6 个 C 均被取代,循环往复,使芳香体系变大,得到一定尺寸的平面结构的石墨烯。在此基础上人们不断加以改进,使得氧化石墨还原法成为最具有潜力和发展前途的合成石墨烯及其材料的方法。除此之外,化学气相沉积法和晶体外延生长法也可用于大规模制备高纯度的石墨烯。

1) 化学气相沉积法

化学气相沉积法的原理是将一种或多种气态物质导入到一个反应腔内发生化学反应,生成一种新的材料沉积在衬底表面。它是目前应用最广泛的一种大规模工业化制备半导体薄膜材料的技术。

Srivastava 等采用微波增强化学气相沉积法在包裹有 Ni 的 Si 衬底上生长出来 20nm 左右厚度的花瓣状的石墨片,并研究了微波功率大小对石墨片形貌的影响。获得了比之前的制备方法得到的厚度更小的石墨片,研究表明:微波功率越大,石墨片越小,但密度更大,此种方法制备的石墨片含有较多的 Ni 元素。Kim 等在 Si 衬底上添加一层厚度小于 300nm 的 Ni,然后在 1000°C 的甲烷、氢气和氩气的混合气流中加热这一物质,再将它迅速降至室温。这一过程能够在 Ni 层的上部沉积出 6—10 层石墨烯。通过此法制备的石墨烯电导率高、透明性好、电子迁移率高($\sim 3700\text{cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$),并且具有室温半整数量子 Hall 效应。用制作 Ni 层图形的方式,

能够制备出图形化的石墨烯薄膜，这些薄膜可以在保证质量的同时转移到不同的柔性衬底上。这种转移可通过两种方法实现：一是把 Ni 用溶剂腐蚀掉以使石墨烯薄膜漂浮在溶液表面，进而把石墨烯转移到任何所需的衬底上；另外一种则是用橡皮图章式的技术转移薄膜。化学气相沉积法可满足规模化制备高质量、大面积石墨烯的要求，但现阶段因其较高的成本、复杂的工艺以及精确的控制加工条件制约了这种方法制备石墨烯的发展，有待进一步研究。

2) 外延生长法

ClarieBerger 等利用此种方法制备出单层和多层石墨烯薄片并研究了其性能。通过加热，在单晶 6H-SiC 的 Si-terminated(00001)面上脱除 Si 制取石墨烯。将表面经过氧化或 H₂ 蚀刻后的样品在高真空下(UHV;basepressure 1.32×10^{-8} Pa)通过电子轰击加热到 1000℃以除掉表面的氧化物(多次去除氧化物以改善表面质量)，用俄歇电子能谱确定氧化物被完全去除后，升温至 1250-1450℃，恒温 1-20min。在 Si 表面的石墨薄片生长缓慢并且在达到高温后很快终止生长，而在 C 表面的石墨薄片并不受限，其厚度可达 5 到 100 层。形成的石墨烯薄片厚度由加热温度决定。这种方法可以得到两种石墨烯：一种是生长在 Si 层上的石墨烯，由于接触 Si 层，这种石墨烯的导电性能受到较大影响；另一种是生长在 C 层上的石墨烯，具有优良的导电能力。两者均受 SiC 衬底的影响很大。

这种方法条件苛刻(高温、高真空)、且制得的石墨烯不易从衬底上分离出来，不能用于大量制造石墨烯。

3) 氧化石墨还原法

氧化石墨还原法制备石墨烯是将石墨片分散在强氧化性混合酸中，例如浓硝酸和浓硫酸，然后加入高锰酸钾或氯酸钾等氧化剂氧化得到氧化石墨(GO)水溶胶，再经过超声处理得到氧化石墨烯，最后通过还原得到石墨烯。这是目前最常用的制备石墨烯的方法。石墨本身是一种憎水性的物质，然而氧化过程导致形成了大量的结构缺陷，这些缺陷即使经 1100℃退火也不能完全消除，因此 GO 表面和边缘存在大量的羟基、羧基、环氧等基团，是一种亲水性物质。由于这些官能团的存在，GO 容易与其它试剂发生反应，得到改性的氧化石墨烯。同时 GO 层间距(0.7~1.2nm)也较原始石墨的层

间距(0.335nm)大,有利于其它物质分子的插层。制备 GO 的办法一般有 3 种: Standenmaier 法、Brodie 法和 Hummers 法。制备的基本原理均为先用强质子酸处理石墨,形成石墨层间化合物,然后加入强氧化剂对其进行氧化。GO 还原的方法包括化学液相还原、热还原、等离子体法还原、氢电弧放电剥离、超临界水还原、光照还原、溶剂热还原、微波还原等。Stankovich 等首次将鳞片石墨氧化并分散于水中,然后再用水合肼将其还原,在还原过程中使用高分子量的聚苯乙烯磺酸钠(PSS)对氧化石墨层表面进行吸附包裹,避免团聚。由于 PSS 与石墨烯之间有较强的非共价键作用,阻止了石墨烯片层的聚集,使该复合物在水中具有较好的溶解性(1mg/mL),从而制备出了 PSS 包裹的改性氧化石墨单片。在此基础上,Stankovich 等制备出了具有低的渗滤值(约 0.1%体积分数)和优良的导电性能(0.1S/m)的改性单层石墨烯/聚苯乙烯复合材料。

这种方法环保、高效,成本较低,并且能大规模工业化生产。其缺陷在于强氧化剂会严重破坏石墨烯的电子结构以及晶体的完整性,影响电子性质,因而在一定程度上限制了其在精密的微电子领域的应用。

(2) 物理法制备石墨烯

物理方法通常是以廉价的石墨或膨胀石墨为原料,通过机械剥离法、取向附生法、液相或气相直接剥离法来制备单层或多层石墨烯。这些方法原料易得,操作相对简单,合成的石墨烯的纯度高、缺陷较少。

1) 机械剥离法

机械剥离法或微机械剥离法是最简单的一种方法,即直接将石墨烯薄片从较大的晶体上剥离下来。Novoselovt 等于 2004 年用一种极为简单的微机械剥离法成功地从高定向热解石墨上剥离并观测到单层石墨烯,验证了单层石墨烯的独立存在。具体工艺如下:首先利用氧等离子在 1mm 厚的高定向热解石墨表面进行离子刻蚀,当在表面刻蚀出宽 20 μm —2mm、5 μm 的微槽后,用光刻胶将其粘到玻璃衬底上,再用透明胶带反复撕揭,然后将多余的高定向热解石墨去除并将粘有微片的玻璃衬底放入丙酮溶液中进行超声,最后将单晶硅片放入丙酮溶剂中,利用范德华力或毛细管力将单层石墨烯“捞出”。但是这种方法存在一些缺点,如所获得的产物尺寸不易控制,无法可靠地制备出长度足够的石墨烯,因此不能满足工业化需求。

2) 取向附生法—晶膜生长

Peter W. Sutter 等使用稀有金属钨作为生长基质，利用基质的原子结构“种”出了石墨烯。首先在 1150°C 下让 C 原子渗入钨中，然后冷却至 850°C，之前吸收的大量碳原子就会浮到钨表面，在整个基质表面形成镜片形状的单层碳原子“孤岛”，“孤岛”逐渐长大，最终长成一层完整的石墨烯。第一层覆盖率达 80% 后，第二层开始生长，底层的石墨烯与基质间存在强烈的交互作用，第二层形成后就前一层与基质几乎完全分离，只剩下弱电耦合，这样制得了单层石墨烯薄片。但采用这种方法生产的石墨烯薄片往往厚度不均匀，且石墨烯和基质之间的黏合会影响制得的石墨烯薄片的特性。

3) 液相和气相直接剥离法

液相和气相直接剥离法指的是直接把石墨或膨胀石墨(EG)(一般通过快速升温至 1000°C 以上把表面含氧基团除去来获取)加在某种有机溶剂或水中，借助超声波、加热或气流的作用制备一定浓度的单层或多层石墨烯溶液。Coleman 等参照液相剥离碳纳米管的方式将墨分散在 N-甲基-吡咯烷酮(NMP)中，超声 1h 后单层石墨烯的产率为 1%，而长时间的超声(462h)可使石墨烯浓度高达 1.2mg/mL。研究表明，当溶剂与石墨烯的表面能相匹配时，溶剂与石墨烯之间的相互作用可以平衡剥离石墨烯所需的能量，能够较好地剥离石墨烯的溶剂表面张力范围为 40~50mJ/m²。利用气流的冲击作用能够提高剥离石墨片层的效率。

Janowska 等以膨胀石墨为原料，微波辐照下发现以氨水做溶剂能提高石墨烯的总产率(~8%)。深入研究证实高温下溶剂分解产生的氨气能渗入石墨片层中，当气压超过一定数值至足以克服石墨片层间的范德华力时就能使石墨剥离。

因以廉价的石墨或膨胀石墨为原料，制备过程不涉及化学变化，液相或气相直接剥离法制备石墨烯具有成本低、操作简单、产品质量高等优点，但也存在单层石墨烯产率不高、片层团聚严重、需进一步脱去稳定剂等缺陷。

本规划项目拟推荐氧化石墨法工艺生产石墨烯浆料产品和粉体产品。该工艺具有环保、高效，成本较低，并且能大规模工业化生产等特点，是目前应用较多的方法。采用浓硫酸作为石墨纯化插层用，生产环节产生的单一废酸可以采取碱液中和生成石

膏，回收作为园区建材企业使用，减少处理成本，符合清洁生产原辅材料循环利用的要求。

石墨烯粉体和石墨烯浆液生产工艺（含通用型和改性型两种石墨烯产品），石墨烯粉体是在石墨烯浆料干燥的基础上制得；改性型石墨烯产品是在通用型石墨烯的生产基础上添加助剂 2（聚丙烯酸钠）后制得。其中通用型石墨烯产品原材料：石墨、浓硫酸（98%）、添加剂 1 硫酸钠，改性型石墨烯原料为：石墨粉、添加剂 1 硫酸钠、浓硫酸（98%）、添加剂 2（聚丙烯酸钠）。

石墨是用于制备石墨烯的基础碳材料；浓硫酸的作用为进入石墨层间形成硫酸插层石墨。添加剂 1 硫酸钠是用于石墨烯催化和促进硫酸插层反应进行；添加剂 2（聚丙烯酸钠）是用于对通用型石墨烯进行改性处理，通过聚丙烯酸钠对通用型石墨烯纳米颗粒进行包覆和分散，形成改性型石墨烯材料，有利于材料的应用。

通用型石墨烯浆料及粉体的具体流程如下：

1) 反应：用真空管道将 98% 的浓硫酸抽至高位槽，再自流入反应釜内，并用流量计控制流量，开启搅拌装置充分搅拌并用热水加热至 90℃。已计量好的袋装石墨（相对密度 2.2mg/cm³）和助剂 1（硫酸钠）采用螺杆固体投料器分批加入盛有一定纯水和浓硫酸的反应釜内，常温搅拌 3-8 h 后将反应釜内物料进行过滤处理，过滤设备材质为 PP 材质，过滤方式为真空抽滤。

为了促进插层效果（提高插层量和插层速度），可以采取方法包括：引入助剂硫酸钠增强石墨烯的扩散和插层；提高反应体系温度；延长反应时间，优化添加剂硫酸钠的投加方式。石墨烯最终的插层效果主要取决于以上四方面工艺的整合。

2) 清洗：由于石墨烯生产过程中使用了浓硫酸，因此需要用水洗涤、过滤，本项目的过滤设备材质为 PP 材质，采用过滤方式为真空抽滤方式，将纯水稀释后的反应物料分批用真空槽抽滤，清洗完第一遍以后，再用纯水清洗 6 次，直至产物溶液 pH 在 6.5~10。清洗过程中产生的酸液废水进入酸性废水中和处理设施进行处理处置后回用。

3) 球磨：将清洗后的物料混合均匀，与纯水配制成一定比例，开启球磨机，将物料球磨到指定范围，球磨好的物料溶液采用泵输送至下一工序。球磨设备为常压设

备，功率控制在 15-50Kw，时间控制在 2-10h。球磨机是由水平的筒体，进出料空心轴及磨头等部分组成，筒体为长的圆筒，筒内装有研磨体，筒体为钢板制造，有钢制衬板与筒体固定，研磨体一般为铸制圆球，直径根据研磨物料的粒度确定，物料由球磨机进料端空心轴装入筒体内，当球磨机筒体转动时候，研磨体由于惯性和离心力作用，摩擦力的作用，使它附在筒体衬板上被筒体带走，当被带到一定的高度时候，由于其本身的重力作用而被抛落，下落的研磨体在筒体内的对物料击碎，进而完成球磨过程。

4) 浓缩：上述工艺得到的石墨烯溶液进行浓缩。通过真空抽滤方式进行浓缩真空压力 0.1MPa，可实现石墨烯的高效分离，从而得到石墨烯浆料，部分作为产品直接通过管道和泵输送转运至成品仓库，部分继续用于生产通用石墨烯粉体，该工序真空浓缩后的水蒸气通过水冷凝后重新用于浓硫酸洗涤工艺。

5) 用于生产通用型石墨烯粉体的浆料呈湿物料状态，需要对其进行除水分处理，推荐采用干燥设备对通用性石墨烯浆料进行干燥最终生成通用型石墨烯粉体。具体操作为：将石墨烯浆料配制成一定固含量的流动物料，开启干燥设备，用螺杆泵将物料泵入干燥设备塔内进行干燥处理，干燥温度为 90-150℃。干燥及包装过程中产生的工业粉尘通过除尘器除尘后经 18m 高排气筒。以上工艺流程产品为通用型石墨烯浆料及通用型石墨烯粉体。其中，石墨烯粉体通过真空系统抽至自动包装机，进行粉体包装。

改性型石墨烯浆料的具体流程如下：其中反应、清洗、球磨、浓缩过程与通用型石墨烯产品相同，浓缩后部分石墨烯浆料，通过管道和泵进行输送。搅拌具体温度为室温（约 25℃）。管道进入改性型石墨烯产品反应釜，同时采用固体投料器分批加入已计量好添加剂助剂 2（聚丙烯酸钠），搅拌具体温度为室温（约 25℃）。搅拌 3-8h 后，反应釜内物料产物为改性型石墨烯浆料，作为中间产品通过管道和泵进行直接输送至转运至成品仓库。

5.5.1.1.4 投资估算

规划拟实施 100 吨/年石墨烯产业链项目总投资估算约 1.9 亿。

5.5.1.1.5 结论与建议

从技术驱动到应用驱动，石墨烯产业发展迎来新阶段。我国石墨烯产业化发展势

头迅猛，各地企业积极投建石墨烯项目。石墨烯属于技术、人才和资金高度密集型的前沿新材料产业，只有跟下游应用深度融合，完全打开应用市场才能快速发展。石墨烯不仅与纺织鞋服、功能涂料、改性橡胶等传统产业发展关系密切，同时与电子信息、航空航天、新能源、生物医药等战略性新兴产业的发展也紧密相关，形成“共生共融、协同发展”的产业生态。“十四五”期间，我国石墨烯产业将进一步发挥改造提升传统产业、培育新兴产业的功能，与相关产业深度融合发展，加速推动我国石墨烯产业化进程，催生一批高速增长的石墨烯企业。

5.5.1.2 1.5 万吨/年电解液项目

5.5.1.2.1 市场分析

电解液作为锂离子电池的关键材料之一，被称为锂离子电池的“血液”，在电池正负极之间起传导电子的作用，是锂离子电池获得高电压、高比能等优点的保证。电解液一般是由电池级碳酸酯类有机溶剂、电解质锂盐和一些功能型添加剂等原料，在一定条件下，按配方比例配制而成的。

传统锂离子电池电解液主要用于传统电子消费类产品用锂离子电池上，包括普通钢壳电池、普通铝壳电池、普通圆柱电池；高性能锂离子电池电解液主要是用于智能电子类产品用锂离子电池，包括软包电池、高电压电池、聚合物电池以及脑残些高容量电池，动力电池锂离子电解液主要应用于电动工具、电动自行车、电动车及储能市场。

电解液是锂离子电池的四大主材之一，电解液行业的发展环境依托于锂离子电池行业的发展环境。锂离子电池应用范围主要包括新能源汽车动力电池领域、储能电池领域和3C（数码）领域。

从近年来新能源汽车产业和储能产业的国内外宏观政策可见，锂离子电池在这两个产业的应用均处于政策大力扶持并快速发展阶段，属于朝阳产业。锂离子电池在3C（数码）电池产业进入了平稳发展的成熟期。电解液产业的发展最终依托于这三个应用领域的产业发展。

权威机构预测，2021~2025年全球锂离子电池出货量年均增长率预测约为30%。动力电池年均增长率约为35%，数码电池年均增长率约为10%，储能电池年均增长率约为30%。到2025年全球锂电池出货量有望实现1000Gwh市场需求，电解液的市场需

求预计超过100万吨/年。

全球市场主要集中在中国、欧洲、北美以及日韩等区域，受宏观政策和市场驱动，尤其是新能源汽车和储能领域的快速发展，推动锂离子电池产业快速发展。而根据锂离子电池市场需求，预测电解液市场需求，根据不同正、负极材料体系的电解液需求量，预测电解液平均需求量为1100t/Gwh。据统计，2020年全球电解液出货量约为33.4万吨，预计到2025年国际电解液需求量总和约为113万吨，年复增长率约30%。

中国是电解液产业的主战场，2020年中国电解液出货量占全球电解液出货量的74.9%。

中国锂离子电池产业在“十四五”周期内仍将处于高速发展阶段，中国锂离子电池产业未来五年市场预测2025年出货量约473Gwh。根据锂离子电池市场需求，预测电解液市场需求。2020年中国电解液出货量约25万吨，其中中国市场需求21.7万吨，出口4.3万吨。预测到2025年中国锂离子电池电解液市场需求量约为52万吨。

5.5.1.2.2 产品方案和生产规模

本规划电解液项目生产规模暂按1.5万吨/年考虑实施。

5.5.1.2.3 工艺技术方案

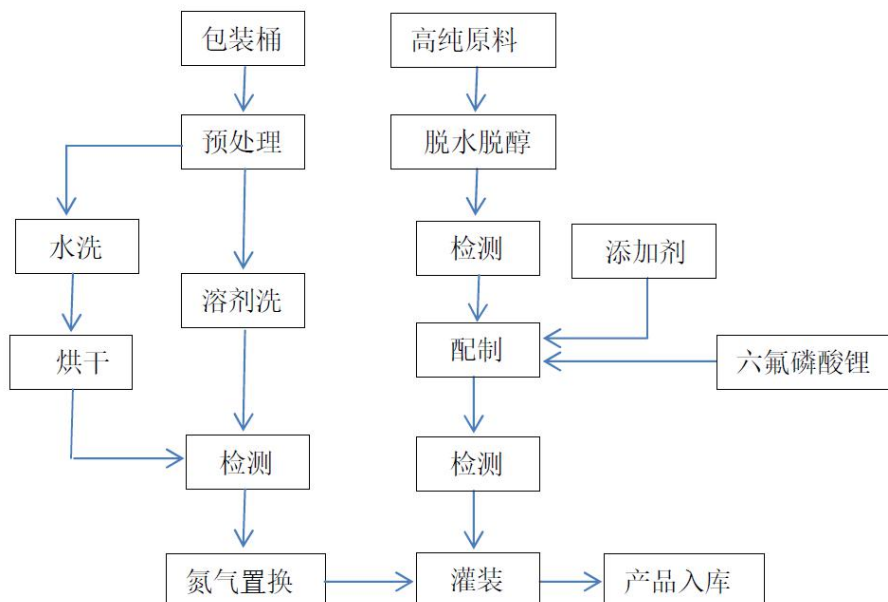


图5.5.1.2-1 电解液工艺流程简图

本规划电解液项目原料路线选择的原则以实用性、经济性、本地化为主。主要原

料碳酸二甲酯、碳酸乙烯酯等可考虑由金堂区块碳酸二甲酯项目提供，其余碳酸甲乙酯、碳酸二乙酯、丙酸丙酯、丙酸乙酯、添加剂等可由市场采购。

电解液的生产流程可分为以下几个过程：溶剂原料干燥净化、电液配制、产品灌装、包装桶清洁。

其中原料单剂干燥净化主要是为电液配制提供合格原料。将原料碳酸酯类溶剂从原料储罐进入原料中间罐中，分别经装填有5A分子筛的脱水、脱醇塔，达到单剂指标要求后，经分析检测合格后，进入低水原料储罐储存。

电解液配制时，是将低水单剂原料经计量进入电液配制釜，按一定的比例加入六氟磷酸锂后搅拌溶解，经冷冻介质冷却降温至 $\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，保证溶解过程的温度，溶解过程中配制釜内保持压力为 $0.01\sim 0.03\text{MPa}$ ，溶解基本完成后，按比例加入各种功能添加剂，搅拌溶解均匀后，经分析检测合格后过滤，进入产品储罐。

六氟磷酸锂等固体物料采用气力输送方式自动上料，具体为：标准包装桶倒料进入料仓，料仓称重后物料进入发送罐，然后发送罐将物料通过氮气输送至反应釜上方的缓存料仓，最后由缓存料仓放料至各反应釜。整个配制过程用氮气做保护气。

产品灌装时，采用自动上料、自动分拣缓存、自动灌装，然后下料复称，最后进行上托打包。

对货车进行卸料后人工将桶内存有料的桶剔除进行分拣剔除，然后对残液进行预处理、桶缓上线、拆卸、上料翻转、外壁清洗、内壁清洗、内壁漂洗、内壁除水、烘干、下料翻转、桶身风冷、法兰超声波清洗、法兰漂洗及风干、法兰烘干、风冷、洁净室装配、氮气置换、下线下库等操作。

5.5.1.2.4 投资估算

本规划 1.5 万吨/年电解液项目投资估算为 3 亿元。

5.5.1.2.5 结论与建议

本规划项目为锂离子电池上游产业，主要产品为锂离子电池的四大核心材料（正极、负极、隔膜、电解液）之一的电解液。

电解液作为锂离子电池的关键材料之一，被称为锂离子电池的“血液”，在电池正负极之间起传导电子的作用，是锂离子电池获得高电压、高比能等优点的保证。从

近年来新能源汽车产业和储能产业的国内外宏观政策可见，锂离子电池在这两个产业的应用均处于政策大力扶持并快速发展阶段，属于朝阳产业，市场前景良好，产品附加值高。

5.5.2 天然气化工产业链

5.5.2.1 乙炔系列 3/4 万吨/年 THF/PTMEG 项目

5.5.2.1.1 市场分析

聚四氢呋喃（Polytetramethylene ether glycol，简称 PTMEG）中文名称为聚四亚甲基醚乙二醇，又称为四氢呋喃均聚醚，是由 THF 经阳离子开环聚合生成的一种低分子聚合物，分子量约 500-3500，分子式为 $[(CH_2)_4O]_n$ 。PTMEG 是一种伯羟端基的线形聚醚二醇，在常温下为白色、蜡状的固体，熔化后为透明、无色液体。易溶解于醇、酯、酮、芳烃和氯化烃，不溶于脂肪烃和水。当分子量增加时，溶解度会降低。在室温下，PTMEG 都具有吸水性，其吸水性取决于分子量的大小，最高时可吸收 2% 的水份。

PTMEG 主要应用领域是生产氨纶、聚氨酯弹性体和酯醚共聚弹性体。国外 PTMEG 的最大消费市场是氨纶；其次是聚氨酯弹性体和酯醚共聚弹性体。分子量为 1900-2000 的 PTMEG 与二苯甲烷二异氰酸酯（MDI）反应，可以制成聚氨酯弹性纤维（氨纶），用作织物具有耐磨、耐水解、耐腐蚀、伸缩率高等特点；用 PTMEG 生产的聚氨酯弹性体和酯醚共聚弹性体材料也有许多突出的优点，如柔韧性好、耐磨、机械强度高、耐老化、耐化学腐蚀性好、抗水解性能优异、回弹性好等。目前国内 PTMEG 主要消费市场是氨纶；其次是聚氨酯弹性体。

2018 年，世界 PTMEG 生产能力 94.1 万吨/年，产量约 73 万吨，装置平均开工率 78.0%。近年来，世界 PTMEG 各大公司为了增加在世界的竞争能力，除了计划扩能外，还在产品售后服务、营销策略等方面加紧开展工作。未来几年世界 PTMEG 生产能力将有进一步的增长，预计 2025 年世界 PTMEG 生产能力将达到 130 万吨/年左右，2030 年生产能力将达到 150 万吨/年左右。

2018 年世界 PTMEG 表观消费量约 73 万吨。世界 PTMEG 各地区消费构成略有不同。2018 年世界 PTMEG 主要用于氨纶，消费量 50 万吨，占总消费量的 68.0%；

其次弹性体，消费量 16.8 万吨，占 23.0%。亚洲的氨纶生产发展很快，将近 80%的 PTMEG 用于氨纶。美国和西欧塑料加工行业比较发达，PTMEG 在特种高分子材料方面的消费占相当大的比例。预计 2025 年世界 PTMEG 需求量将达到 110 万吨左右，2018-2025 年间年均需求增长率 6.3%。预计 2030 年世界 PTMEG 需求量将达到 130 万吨左右，2025-2030 年间年均需求增长率 3.0%。世界 PTMEG 需求结构仍以氨纶为主。

2019 年，国内 PTMEG 生产能力达到 85.6 万吨/年，产量约 51.13 万吨。部分装置因当年投产，原料价格偏高和缺乏竞争力而处于停产状态，导致国内 PTMEG 装置平均开工率 56%。

预计到 2025 年国内 PTMEG 生产能力将达到 98 万吨/年左右，2030 年生产能力将达到 112 万吨/年左右

2019 年国内 PTMEG 表观消费量约 59.6 万吨。其主要应用于氨纶的生产，占总消费量的 84%；在其它非纤维应用领域主要集中在聚氨酯弹性体、聚氨酯浆料、涂料、胶粘剂、密封剂等。

预计 2025 年国内 PTMEG 需求量将达到 68.5 万吨，2019-2025 年间年均需求增长率 2.8%。预计 2030 年国内 PTMEG 需求量将达到 90 万吨，2025-2030 年间年均需求增长率 5.6%。氨纶仍是 PTMEG 最主要的需求领域，氨纶的快速发展将拉动 PTMEG 需求的快速增加。国内 PTMEG 市场供需存在缺口。

5.5.2.1.2 产品方案和生产规模

本规划 PTMEG 是天然气化工产业链中的中间产品项目，是以前端 THF、醋酐为原料在催化剂的作用下反应聚合，再经脱色、酯化、精制等工段生产 PTMEG，推荐采用韩国 PTG 公司技术。

本规划 PTMEG 产品方案拟定生产分子量为 1800 和 2000，以满足下游差别化氨纶生产的需要。

根据国内外 PTMEG 市场预测情况、以及下游装置的合理经济规模、工艺技术来源、项目投融资，同时结合国家产业政策等因素综合考虑，确定本 PTMEG 装置建设规模为 4 万吨/年。

按年操作时间为 8000 小时计，小时产量为 5 吨，日产量为 120 吨。

5.5.2.1.3 工艺技术方

目前世界上 PTMEG 的生产均由 THF 开环聚合而成，只是采用催化剂的类型有所不同，因而形成了不同的生产工艺。主要生产工艺包括氟磺酸法、杂多酸法和固体催化法。

到目前为止，由于 PTMEG 生产工艺技术复杂以及工艺条件苛刻等因素的制约，世界仅有美国、德国和日本等少数工业发达国家拥有 PTMEG 的工业化生产工艺技术。拥有生产工艺技术的公司有美国的 DuPont(现为 INVISTA 公司)、PENN、韩国 Korea PTG 公司、日本旭化成公司、意大利 CONSER 公司、BASF 等，其技术垄断国际 PTMEG 市场。中科院也成功开发了 PTMEG 生产技术。

我国对 PTMEG 工艺技术的研究开发起步较晚，“八五”期间进行立项攻关，河南省化学研究所、沈阳医药大学、北京大学、南开大学、中科院长春应化所和广州化学所等科研单位都先后开展了研究工作。例如，东北师范大学建有一套 500 吨/年的中试装置；辽宁华锦集团采用自己开发的杂多酸催化剂，建成一套 200 吨/年的 PTMEG 中试装置，生产出部分产品。

中科院自主开发的以杂多酸作为催化剂 PTMEG 工艺属国家“九五”重点科技攻关项目，实现了 THF 开环聚合一步合成 PTMEG，并已通过国家验收。中化国际(控股)股份有限公司采用中科院技术建设的年产 2 万吨 PTMEG 装置于 2004 年 11 月试车成功。该项目工艺路线采用中科院技术，关键设备从国外引进，其它由国内配套设计并自行建设。目前，中化国际已与中科院签订了技术转让协议，在国内独家受让 PTMEG 的工业化合成技术，并与中科院向国家专利局申请专利注册。

中化国际工艺技术以杂多酸为主催化剂，THF 经阳离子引发开环聚合，通过监控聚合过程分子量的分布，得到特定相对分子质量的 PTMEG 产品。

中化国际工艺路线主要为原料 THF、主催化剂、助催化剂水加入内设搅拌器的反应器生成 PTMEG，反应器出料含有产物 PTMEG、溶解或没有溶解的催化剂、未反应的 THF，出料经过沉降槽沉降分离以及第一闪蒸器闪蒸，分别回收催化剂和 THF。第一闪蒸器的出料送入带有搅拌器的萃取器内萃取回收催化剂(萃取剂采用甲苯)，萃

取器出料再经过液液分离、沉降分离、闪蒸、蒸馏工序回收催化剂和 THF。经过上述一系列分离操作的物料在经过薄膜蒸发器脱出萃取剂后得到最终产品 PTMEG。工艺过程中，符合要求的回收催化剂、萃取剂和 THF 循环返回到工艺流程中继续使用。

表 5.5.2.1-1 PTMEG 主要工艺技术比较

工艺路线	生产商	优点	缺点
FSA 工艺	DuPont PENN BASF	均相催化剂工艺，催化剂单一； 催化剂便宜，原料单一，不需 耗醋酐；技术成熟、可靠。	催化剂不能回收；系统腐蚀性大。工 艺流程较长，设备多，投资较大；酸 性废水要处理。
ACAN 工艺	INVISTA	生产成本可降低 20%，投资减 少 17%；催化剂循环使用；三 废少；已工业化。	系统腐蚀大；催化剂种类较多，为专 利催化剂；原料不单一。
	PTG	三废少；已工业化。	催化剂种类较多，为专利催化剂；专 利费高；系统腐蚀大；流程长；公用 工程消耗高；占地较大；投资较大。
	CONSER	三废少；催化剂循环使用。	尚未工业化。
	旭化成	设备腐蚀小；THF 和催化剂可 循环使用；流程短，占地少； 已工业化。	技术暂不转让；转化率低。
	BASF	设备腐蚀小；THF 和催化剂可 循环使用。	流程较长；技术暂不转让。

氟磺酸工艺经过多年的技术改进，已经成为非常成熟的 PTMEG 生产工艺，目前采用氟磺酸法的有 DuPont、BASF、PENN 等公司。上述三家公司工艺基本相同，都为均相催化剂工艺。氟磺酸工艺的优点是催化剂单一，催化剂价格便宜，原料单一，不耗醋酐催化剂，工业化经验丰富，技术成熟可靠；其缺点是系统腐蚀性较大，对设备材质的要求也较高，工艺流程较长，产生的酸性废水需要后续处理。

杂多酸工业化工艺技术的典型代表是日本旭化成工艺，目前技术不进行转让。此外，我国中科院和华锦集团也进行了杂多酸工艺技术的联合开发。

固体催化剂法生产工艺是近年开发的。该工艺流程简单、操作方便、催化剂寿命长、产品质量稳定，对环境的影响较小。

本规划推荐采用韩国 PTG 公司技术。

5.5.2.1.4 投资估算

本规划 4 万吨/年 PTMEG 项目投资估算约 5 亿元。

5.5.2.1.5 结论与建议

从市场分析情况来看,预计 2030 年国内 PTMEG 需求量将达到 90 万吨,2025-2030 年间年均需求增长率 5.6%。氨纶仍是 PTMEG 最主要的需求领域,氨纶的快速发展将拉动 PTMEG 需求的快速增加。国内 PTMEG 市场供需存在缺口。由于 PTMEG 产品附加值较高,未来几年计划再建和扩建的生产企业较多,未来几年内 PTMEG 生产能力会有较大的增长;但另一方面,氨纶等 PTMEG 下游产品的生产旺盛,预计短期内国内 PTMEG 供应紧张的局面还将延续。因此,本规划推荐采用韩国 PTG 公司技术建设 4 万吨/年 PTMEG 装置,即可作为下一级最终产品差别化氨纶的原料使用,也可作为主产品外售以满足国内市场对 PTMEG 的需求。

5.5.2.2 6 万吨/年氨纶项目

5.5.2.2.1 市场分析

(一) 概述

氨纶 (Spandex) (俗称“莱卡”; 英语: Lycra) 是一种弹力纤维, 由美国杜邦公司于 1959 年发明。其具有很强的弹性, 伸展度可达 500%, 且能回复原样, 比橡胶的强度更大, 也更耐磨。当它第一次面世的时候, 彻底改变了服装行业的许多领域。

在我国, 氨纶是聚氨基甲酸酯弹性纤维在我国的商品名称。氨纶于 1959 年开始工业化生产, 它主要编制有弹性的织物, 通常将氨纶丝与其他纤维纺成包芯纱后, 供织造使用。它可用于制造各种内衣、游泳衣、紧身衣、牛仔裤、运动服、带类的弹性部分等。氨纶制成的服装, 穿着舒适, 能适应身体各部分变形的需要, 并能减轻服装对身体的束缚感。

氨纶的主要物理和化学性质:

- 1) 形态聚酯型弹性纤维的截面呈蚕豆状, 聚醚型弹性纤维的截面呈三角形。
- 2) 强伸性和弹性氨纶的强度很低, 其长丝的断裂强度约 4 ~ 9cN/tex, 但氨纶的伸长很大, 断裂伸长率达 450% ~ 800%, 并且弹性很好。因此高伸长、高弹性是氨纶的最大特点。
- 3) 吸湿性和染色性氨纶吸湿性较差, 在一般大气条件下回潮率为 0.8% ~ 1% 左右。但其染色性能较好。
- 4) 其他性质氨纶的密度较好, 仅为 1 ~ 1.3g/cm³。此外, 氨纶的耐酸碱性、耐溶

剂性、耐光性、耐磨性都较好。

（二）生产现状分析

国内氨纶产能持续增长。2018 年国内氨纶产能达到 79.2 万吨,同比增速为 5.53%。2012 年至 2018 年,产能年复合增长率为 6.63%。国内氨纶产能将进一步增加。2018 年国内氨纶企业平均开工率为 80.36%,整体依然维持在较为合理的位置。氨纶产能分布主要集中在华东地区,占总产能的 82.1%。

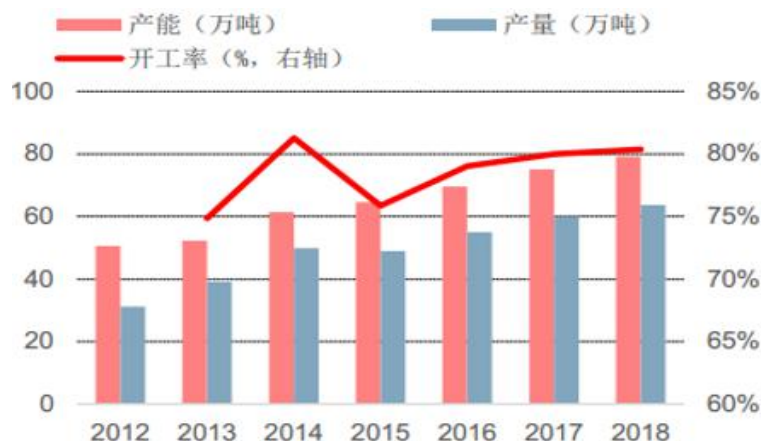


图 5.5.2.2-1 2012-2018 年国内氨纶供应情况

我国氨纶行业在 2020 年下半年复苏。2018 年国内氨纶总产能 79.2 万吨。2019 年新乡化纤新增 4 万吨产能,华峰氨纶新增 6 万吨产能、杜钟新奥神氨纶新增 1.2 万吨产能。2020 年投产概率大的为泰和新材的 1.5 万吨差别化氨纶,2021 年华峰氨纶新增 4 万吨产能。供给收缩方面,2019 年确认淘汰的产能为邦联氨纶 2.5 万吨,薛永兴 1.5 万吨,合计 4 万吨。2020 潜在淘汰对象四海氨纶 1.9 万吨、中柏氨纶(原开普特氨纶)1 万吨,合计 3 万吨。

氨纶行业集中度提升,头部企业持续受益。氨纶行业具有明显的头部效应,2019 年国内氨纶行业产能集中度(CR5)为 66.5%。目前市场上仍有大量小产能企业在生产,随着头部企业的持续扩产,具有规模优势的头部企业将以更低的成本占领市场,小企业老旧的产能将被淘汰,行业集中度会进一步提升。2021 年预计国内氨纶行业产能集中度 CR5 将达到 72.3%,有效市占率更高。相对来说,2017、2018 年的产能扩张比较理性,行业也有不错的利润空间。2019 年产能扩张则稍多(尤其是在纺服整体需求不佳的情况下),因此 2019 年利润承受压力,行业普通企业出现亏损。

表 5.5.2.2-1 2019 年国内氨纶生产企业

序号	企业名称	产能(万吨/年)	占比
1	华峰氨纶	18 (考虑2019年 在建3万吨 投产)	20.10%
2	晓星中国	14	15.60%
3	新乡化纤	12	13.40%
4	华海氨纶	8	8.90%
5	泰和新材(及越华)	7.5	8.40%
6	福建恒申	4	4.50%
7	江苏双良	3.2	3.60%
8	杜钟新奥神	3	3.40%
9	泰光化纤(常熟)	2.8	3.10%
10	清荣新材料	2.5	2.80%
11	英威达纤维(佛山)	2.5	2.80%
12	邦联氨纶	2.5	2.80%
13	舒尔姿	2.3	2.60%
14	四海氨纶	1.9	2.10%
15	厦门力隆	1.55	1.70%
16	浙江薛永兴	1.5	1.70%
17	浙江中柏	1	1.10%
18	山东如意	0.6	0.70%
19	淮安侨新新材料	0.35	0.40%
20	杭州旭化成	0.3	0.30%
合计	89.5	1	

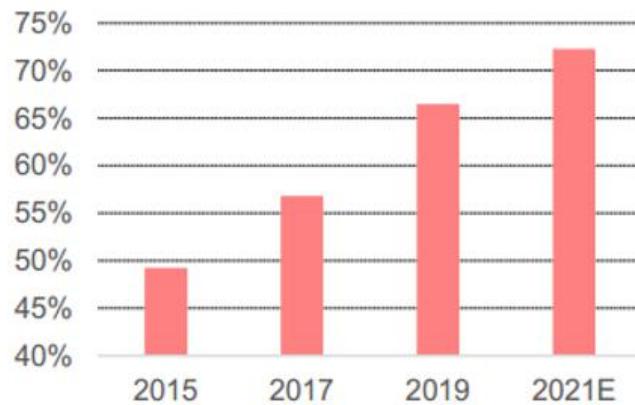


图 5.5.2.2-2 国内氨纶行业产能集中度 (CR5)

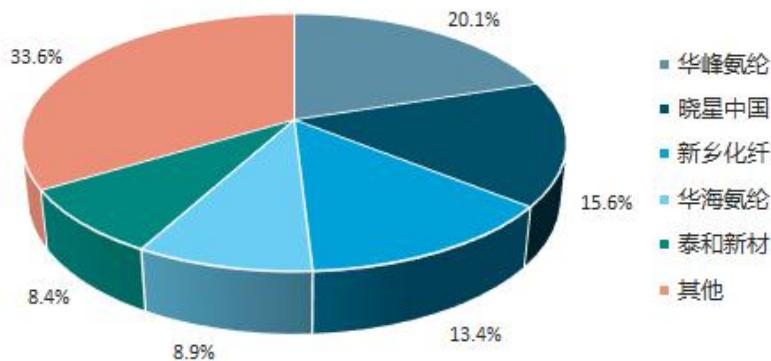


图 5.5.2.2-3 国内氨纶产能分布

单位:吨

2016年12月-2021年12月氨纶产能及未来增减趋势

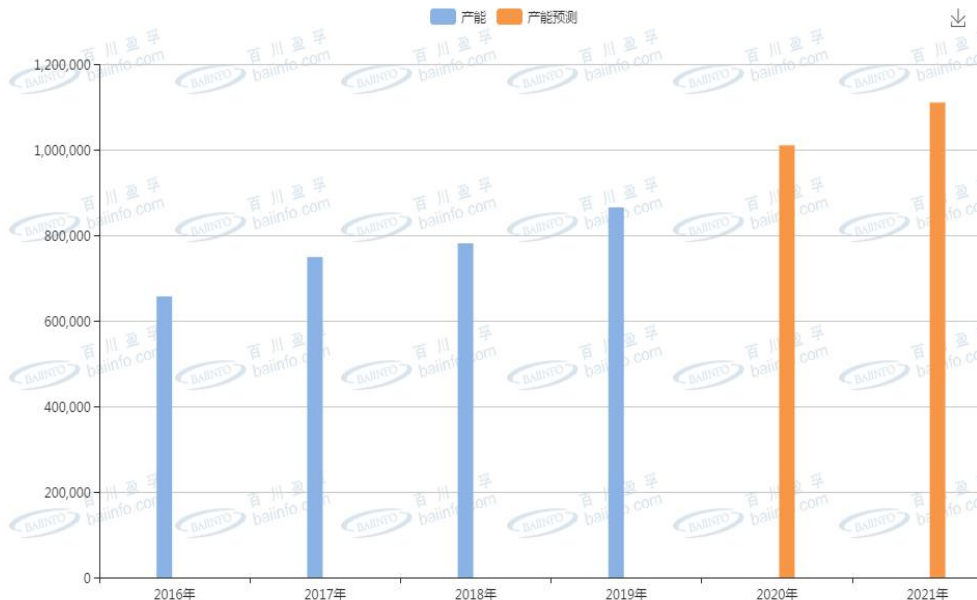


图 5.5.2.2-4 2016 年 12 月-2021 年 12 月国内氨纶产能增减趋势

从上图可以看出，我国氨纶产能、产量均逐年增长，未来几年仍维持继续增长趋势。

（三）需求分析及预测

国内氨纶表观消费量呈逐年上升趋势。2018 年国内氨纶表观消费量 60.71 万吨，同比增长 6.56%。经过 2016 年的回暖之后，国内氨纶表观消费量同比增速略有降低。2016-2018 年均复合增长率 9.55%，依然维持稳定增长。



图 5.5.2.2-5 2016-2018 年国内氨纶需求情况

氨纶主要应用在纺织服装领域。氨纶一般不单独使用，而是少量使用于织物中，改善织物性能，提升织物档次，含量一般在 3-30%左右，可根据不同产品的使用性能调整氨纶含量。例如，泳衣氨纶含量 20%左右，内衣 8-15%，瑜伽服 10-20%，压缩衣 15-30%，成衣 3-8%，丝袜 10-30%。

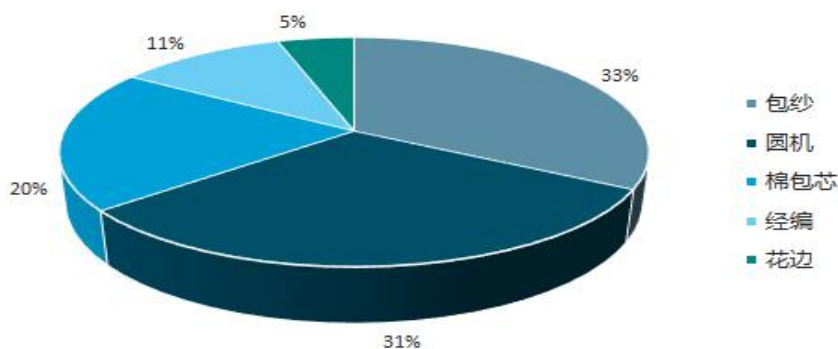


图 5.5.2.2-6 氨纶下游织造需求占比

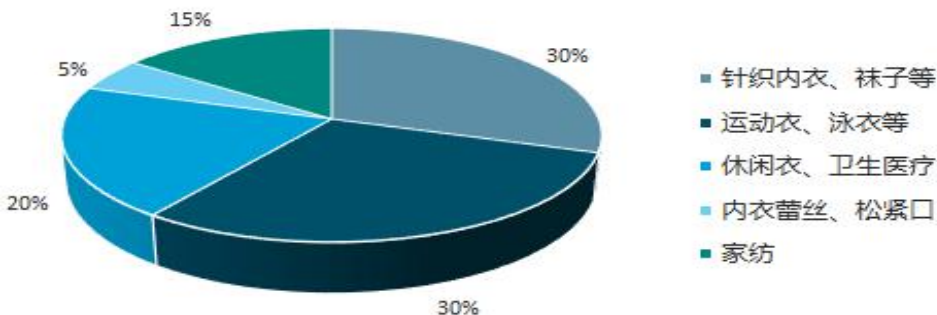


图 5.5.2.2-7 氨纶下游应用领域分布

氨纶下游织造应用范围十分广泛。包纱主要用于休闲服、牛仔裤等。圆机和经编

用于制作内衣、健美服、泳装、袜子等。其中经编常用于弹力面料的编织，含氨纶量通常为 18%，织物具有良好的横向弹力和纵向弹力。面料花边主要用于装饰花边、松紧带等。随着氨纶价格中枢的不断下移，以及消费需求的升级，氨纶在纺织品中的添加比例有望进一步提高。

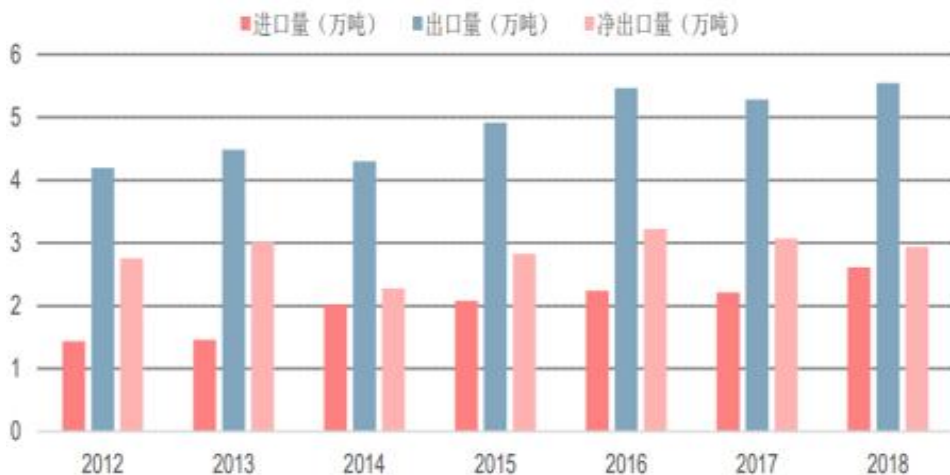


图 5.5.2.2-8 2012-2018 年国内氨纶进出口情况

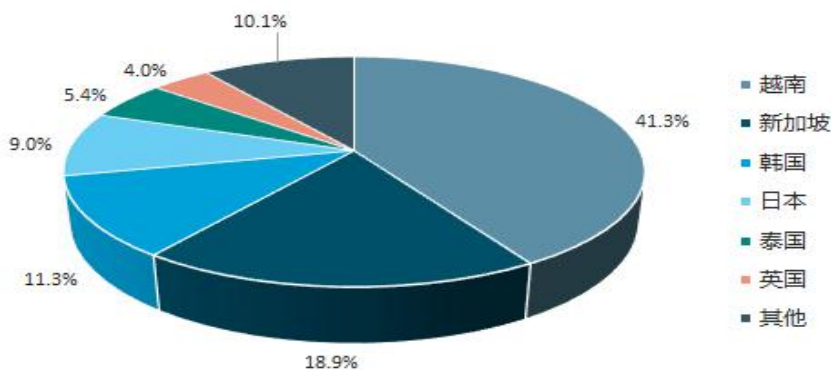


图 5.5.2.2-9 2018 年国内氨纶主要进口国

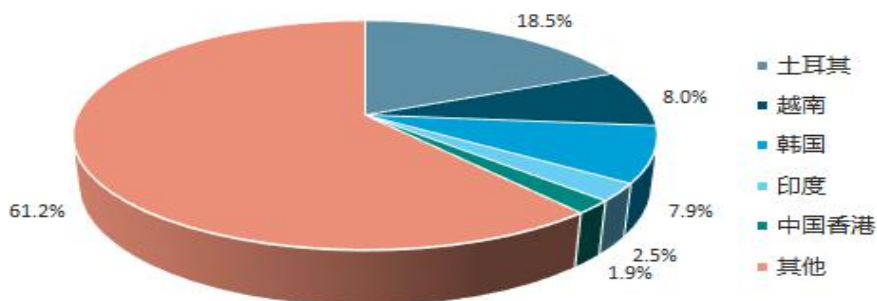


图 5.5.2.2-10 2018 年国内氨纶主要出口国

(四) 价格分析

氨纶作为“味精类”添加产品，一般少量掺入织物中，用弹力包芯纱，这种纱手

感好、外观类、用量少、弹性可控，易于按需纺制 25~2500 旦不同粗细的丝。所以应用领域广泛，需求群体众多。

前几年氨纶行业发迅猛，景气度较高，近年来我国氨纶不断下挫，利润不断收缩。2019 年行业利润依旧亏损，氨纶行业景气度略有下滑迹象，当前氨纶 40D 在 29000 元/吨，较年初的 32500 元/吨下滑了 11%左右，行业均利润在-1400 元/吨，较去年变有明显下滑。卓创分析氨纶弱势下行的原因，一方面产能持续扩张，供需失衡格局难改。另一方面下游终端市场需求跟进滞缓，刚需明显不及预期。此外，上游原料市场平稳运行，成本支撑压力不减，氨纶跌势远大于原料跌势。价格变化情况详见下图。

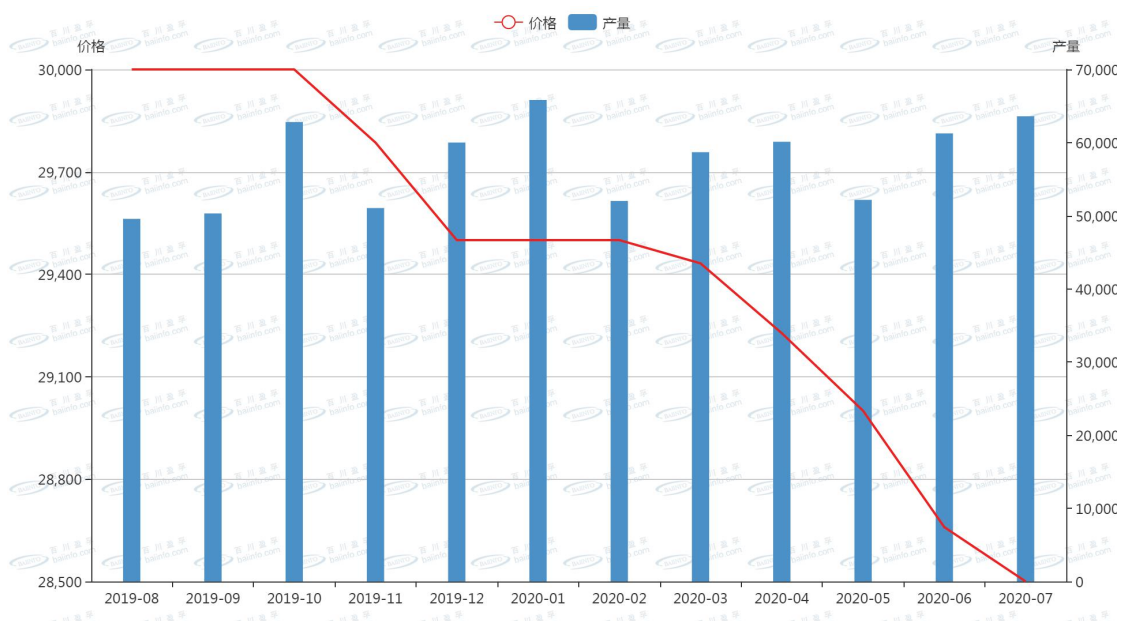


图 5.5.2.2-11 近两年国内氨纶价格变化趋势图

5.5.2.2.2 产品方案和生产规模

本项目是以聚四氢呋喃（PTMEG）以及二异氰酸酯（MDI）为主要原料，采用世界上先进的连续聚合、干法纺丝生产工艺生产差别化氨纶纤维产品。

根据国内外差别化氨纶纤维市场预测情况、装置的合理经济规模、工艺技术来源、项目投融资，同时结合国家产业政策等因素综合考虑，本规划确定氨纶纤维装置建设规模为 6 万吨/年。

目前我国氨纶产品分有光、半透明、消光丝，纤度分别为 20D、40D、70D、140D~560D 等，以 20D、40D、140D 为主导产品。

根据我国纺织业氨纶使用情况，本项目产品方案推荐如下：

20D 有光丝或半透明 20000 吨/年

40D 有光丝或半透明 30000 吨/年

140~560 有光丝或消光丝 10000 吨/年

以上品种 20D、40D、140D~560D 均能作经编、纬编，筒子之间的打卷张力误差范围不超过 3%，筒子之间的伸长变异系数不超过 8%。

5.5.2.2.3 工艺技术方案

目前，世界上氨纶的产量远远低于其它合成纤维，但其成功的工业化生产路线有四种，远多于其它合成纤维，而且各成体系，产品性能满足不同用户的要求，且各有特点，在市场中相互竞争。四种路线是：干法溶剂纺丝法、湿法溶剂纺丝法、化学反应纺丝法和熔融纺丝法。

1) 干法溶剂纺丝法

PTMEG 和 MDI 以 1: 2 的摩尔比在一定的反应温度及时间条件下形成预聚物，预聚物经溶剂溶解后，再加入二胺进行链增长反应，形成嵌段共聚物溶液，在经加入助剂后混合、过滤、脱泡等工序，制成性能均匀一致的纺丝原液。然后用计量泵定量均匀地压入喷丝头，纺丝液从喷丝板毛细孔中被挤出形成丝条细流，进入纺丝甬道，甬道中充有热空气（或热氮气），使丝条细流中的溶剂迅速挥发，并被空气（或氮气）带走，丝条浓度不断提高直至凝固，同时氨纶一般为复丝，在凝固前经过加捻器将其抱合，最后上油，卷绕成一定的卷装。

干法纺丝是目前世界上应用最广泛的氨纶纺丝方法。干法纺丝产量约为世界氨纶总产量的 80%。其纤度为 1.1~123tex，纺丝速度一般为 200~600m/min，有的甚至可高达 1200m/min。干法纺丝工艺技术成熟，制成的纤维质量和性能都很优良。杜邦、拜尔、东洋纺等及国内大部分厂家均采用溶液干法纺丝技术。

2) 湿法溶剂纺丝法

首先用 PTMEG 与 MDI 以干法纺丝类似的方法制成嵌段共聚物溶液，溶液经纺前准备，送至纺丝机，通过计量泵压入喷丝头。从喷丝板毛细孔中压出的原液细流进入凝固浴。凝固浴以温水（90℃以下）为凝固介质，原液细流中的溶剂向凝固浴扩散，原液细流中聚合物的浓度不断提高，形成纤维，再经洗涤干燥后进行卷绕。

湿法纺丝速度一般为 5~50m/min，纤度 0.55~7.7dtex。湿法纺丝工艺流程复杂，装置设备投资费用大，纺丝速度较低，生产成本低。该法已逐渐被淘汰。目前湿法纺丝的产量约占氨纶总产量的 10%左右。

3) 化学反应纺丝法

该法在由纺丝液转化成固态纤维时，必须经过化学反应或用化学反应控制成纤速率。化学反应纺丝法由单体或预聚物形成高聚物的反应过程与成纤过程同时进行。将两端含有 MDI 的聚醚或聚酯预聚物溶液，经喷丝头压出进入凝固浴，与凝固浴中的链增长剂反应，生成初生纤维。初生纤维卷绕后还应在加压的水中进行硬化处理，使初生纤维内部未起反应的部分进行交联，从而转变为具有三维结构的聚氨酯嵌段共聚物。

化学反应纺丝法的纺丝速度一般为 50~150m/min，纤度 0.56~38tex。该法因工艺复杂，纺丝速度低，生产成本低，设备投资大等问题也逐渐被淘汰。目前世界上化学反应纺丝法的产量约占氨纶总产量的 10%左右。

4) 熔融纺丝法

熔融纺丝法是利用高聚物熔融的流体进行纤维成形的一种方法，熔融纺丝只能适用于热稳定性良好的聚氨酯嵌段共聚物，如由 4, 4—甲撑二苯二异氰酸酯和 BDO 缩聚所获得的聚氨酯嵌段共聚物等。纺丝温度为 160~220°C，纺丝速度一般为 200~800m/min。氨纶的熔体纺丝主要经切片干燥→熔融→熔体细流形成→冷却→延伸→卷绕 6 步完成。由于在高温挤出过程中会有一些大分子降解，因此在挤出设备中还要添加一定的交联剂，使含有活性的-NCO 端基的分子链再重新连接起来。

由于熔融纺丝的工艺特点，其产品的断裂伸长率可以达到很高，但由于分子间作用力相对于其他方法生产的产品低，造成回复力小，弹性恢复差。所以熔融纺氨纶丝还仅能用于袜子等要求较低的用途，并且由于氨纶切片价格偏高，因此推广受到限制。

但是，我们也应该看到熔融纺氨纶丝在投资成本、环保方面的优势，如果能解决弹性恢复差的缺点，必将具有较高的竞争力，事实上，近几年，国外如钟纺等公司通过改进交联剂等已在熔融纺氨纶方面占有很强的优势，在某些方面已能与干法纺氨纶相媲美。因此国内厂商在大力发展干法纺的同时，应该持续加强熔融方面的研发投入，

接近国际氨纶技术发展的前沿。

上述四种工艺的聚合反应是基本相似的。熔融纺丝法是将原料制成热稳定性好的聚合物，并制成切片，进行熔融纺丝。化学反应纺丝法是将预聚物挤入水溶性或非水溶性的二胺中形成纤维。干、湿法溶剂纺丝法是将预聚物在链增长剂二胺的作用下，生成聚合物，然后制成一定浓度的聚合物溶液，再进行干、湿法纺丝。

由于干法溶剂纺丝法生产的氨纶纤维质量好，成本低，满足环保要求。目前干法纺丝工艺占世界上弹性纤维总产量的 80%，特别是干法路线适合差别化柔性氨纶生产线。固本规划推荐采用干法路线生产差别化氨纶纤维。

干法溶剂纺丝法生产工艺为连续聚合生产工艺，主要分为三个工序。

聚合工序：

聚合工序目的就是为纺丝工序制备符合纺丝工艺要求的纺丝原液。采用连续聚合工艺：首先合成预聚合物，然后加入链增长剂和终止剂进行反应，生成分子量在 20000~50000 之间的嵌段共聚物。

以 PTMEG 和 MDI 为主原料，通过齿轮泵、隔膜泵输送至质量流量计，把它们按一定的摩尔比混合，在预聚合反应器中进行热量交换和反应，生成两端含有异氰酸酯基的氨基甲酸酯预聚物。预聚合反应结束后，通过溶解混合机加入溶剂二甲基乙酰胺（DMAC），使之充分溶解。而后在扩链反应器中加入调配好的扩链/终止剂溶液，使它们充分混合和初步反应。添加剂投料通过混合机充分混合，后经过研磨机充分研磨，使之物料粒径达到一定标准后，加入到聚合物中，来改善氨纶丝条的物理性能；之后再进入聚合物储罐中进行进一步的扩链反应。采用这种连续聚合工艺，能够更好地稳定聚合物的质量，较长的反应线能使反应更加充分。

纺丝工序：

聚合物原液在纺前准备工作中，经过过滤器，进入纺丝贮槽。从纺丝槽送来的原液通过纺丝齿轮泵输送至纺丝组件。经喷丝板喷出后，进入纺丝甬道。热媒 SM 大约 250°C 左右，由纺丝甬道上部引入将溶剂 DMAC 蒸发出来。70%DMAC 蒸汽从纺丝甬道中上部抽出；30%DMAC 蒸汽+3%空气从纺丝甬道下部抽出。此时，原液凝固成丝束，经假捻器、导丝钩、油辊、卷绕机后，在卷绕头设备上卷成一定重量的筒子。

纺丝成型时所用的热风，是由专门设计的热媒系统供给的。纺丝甬道抽出的热风经热交换器，冷却器，将携带的气态 DMAC 冷凝；被冷凝的热风再经加热达到纺丝甬道要求的温度后，送至纺丝甬道使用，而被冷凝下来的液态 DMAC，在精制工序中处理后可重复使用。

精制工序：

从纺丝工序冷凝的液态 DMAC，因含水及杂质，不能直接用于聚合工序。必须经过精制工序，使其达到可以使用的工艺标准。

精制工序的蒸馏塔系统作用是蒸发掉液态 DMAC 中的水份；精馏塔系统主要作用是除去液态 DMAC 中的杂质。

经过精制后的 DMAC 再经过离子交换系统，物料的各项工艺指标均达到聚合可以使用的标准，放入聚合工序的 DMAC 贮罐中重新使用。

5.5.2.2.4 投资估算

本规划 6 万吨/年氨纶项目投资估算为 19.29 亿元。

5.5.2.2.5 结论与建议

氨纶的开发、生产和使用，不仅满足下游企业的需求，增加企业的利润空间，提高企业的竞争力，同时也增加了氨纶生产企业的市场竞争力，给整个氨纶行业带来巨大收益。在国家供给侧改革深入推进、环保政策收紧的形势下，氨纶具有广阔的差异化发展潜力，氨纶行业集中度将不断提升，龙头企业竞争优势明显，未来，低成本、环境友好、高附加值的功能化氨纶将会是开发的重点。因此，本规划推荐采用先进的连续聚合、干法纺丝生产工艺建设 6 万吨/年差别化氨纶装置。生产的差别化氨纶产品作为本规划的终极产品，以满足国内市场对差别化氨纶的需求。

5.5.2.3 6 万吨/年 NMP 项目

5.5.2.3.1 市场分析

NMP (N-甲基吡咯烷酮) 为无色透明油状液体，能溶解大多数有机与无机化合物极性气体、天然及合成高分子化合物。NMP 是性能优良的高级溶剂，具有选择性强、稳定性好、毒性低、沸点高、溶解力强、不易燃、可生物降解、可回收利用、使用安全、适用于多种配方用途等优点，在锂电、医药、农药、颜料、清洗剂、绝缘材料等

行业应用广泛。

锂离子电池是 NMP 的重要应用市场，在锂离子电池行业的拉动下，2020-2025 年，全球 NMP 市场规模将以 10%左右的增速快速增长。全球范围内，NMP 领先生产商主要有德国巴斯夫、美国亚什兰、日本三菱化学、比利时利安德巴赛尔等。

2019 年我国 NMP 产能约 58.0 万吨/年(含回收利用产能 8.5 万吨/年)。

长信化学是目前国内最大的 GBL、NMP 专业化生产企业，NMP 产能及产销量连续多年遥遥领先。其山东和安徽铜陵两个工厂合计 NMP 产能 12 万吨/年，另有回收加工产能 5.5 万吨/年。迈奇化学也是我国 NMP 的主要生产厂家，产能约 6 万吨/年，其生产的 NMP 产品纯度可达 99.9%，产品主要用于新能源动力电池。

2020 年长信化学安徽铜陵工厂完成二期工程，综合产能达到 25 万吨/年，其中合成产能 17 万吨/年，回收产能 8 万吨/年。新宙邦于 2018 年底宣布将由波兰子公司建设 4 万吨锂离子电池电解液、5 万吨 NMP 和 5000 吨导电浆项目，预期 NMP 产能将进一步提升。

目前西南地区产能最大的一家 NMP、GBL 化工生产企业是重庆市中润化学有限公司，其年产能 NMP 6 万吨及 GBL 2 万吨。

2019 年我国锂电池产量合计达到 131.6GWh，NMP 是锂电池溶剂中用量最大的。每 GWh 锂电池需要 NMP1700 吨。为了降低成本和满足环保要求，国内大多数动力电池生产企业均配套 NMP 回收装置，动力电池仅在投产当年增量需求较大，后续回收利用率按 90%考虑。按此测算，2019 年锂电池需要 NMP 约 14.5 万吨。2016 年这一数据仅为 11.1 万吨，2016-2019 年年均复合增长率高达 9.2%。

高分子材料行业领域规模测算。2019 年，我国聚苯硫醚产量约 2.5 万吨，按消耗定额吨聚苯硫醚消耗 NMP 约 0.22 吨计算，聚苯硫醚对 NMP 的消耗为 0.55 万吨。我国对位芳纶实际产能约 2000 吨，按吨产品消耗 0.1 吨 NMP 计算，消耗 NMP 约 0.02 万吨。2019 年高分子材料行业合计消耗 NMP 约 0.57 万吨。

另外，NMP 在绝缘材料行业中用于聚酰亚胺漆的反应和稀释溶剂，国内市场集中在华东和中西部，NMP 年需求约 8000 吨。NMP 在电子材料上用于 C、PCB、LED、半导体清洗，以超纯电子化学品为主。NMP 还用在石油化工，如丁二烯抽提、异戊

二烯萃取、合成气的脱硫、乙炔的回收、润滑油精制等；其他领域合计消费约 3.0 万吨。

根据上述测算，2019 年我国 NMP 消费量约 18.07 万吨。

未来锂电池仍将是拉动 NMP 需求增长的主要动力。其中锂电池主要由新能源汽车用动力电池拉动。根据国家最新发布的《新能源汽车产业发展规划》(2021-2035)，到 2025 年我国新能源汽车销量占比要达到 20%，年均复合增长率高达 31.95%。按新增产能平均投产计算，后续回收利用率按 90%考虑，到 2025 年我国 NMP 需求约 30 万吨。

2020 年 11 月国务院印发《新能源汽车产业发展规划（2021-2035）》，规划中提出，2025 年，我国新能源汽车新车销量占比将达到 25%左右，且我国新能源汽车动力电池、驱动电机、车用操作系统等关键技术取得重大突破，安全水平全面提升。这意味着与之关联的锂电池行业蓬勃高速发展已成趋势。随着锂电池行业的蓬勃发展，我国 NMP 行业的发展存在巨大的市场增长空间，期待蓬勃高速发展。

5.5.2.3.2 产品方案和生产规模

本规划 NMP 装置拟建规模为 6 万吨/年。需要以 BDO 为原料自产的 γ -丁内脂 (GBL)5.34 万吨/年，需外供一甲胺 1.89 万吨/年。

5.5.2.3.3 工艺技术方案

目前 N 甲基吡咯烷酮工业化生产工艺主要有 3 种：GBL 与单甲基胺反应合成 N-甲基吡咯烷酮、GBL 和混合胺反应合成 N-甲基吡咯烷酮、BDO 脱氢胺化制备 N-甲基吡咯烷酮。

GBL 与单甲基胺反应合成 N-甲基吡咯烷酮是最经典的合成方法，生产方式连续，投资成本低，原料转化率高，产品 NMP 的高选择性、产品纯度高(>99.5%)。

GBL 和混合胺反应合成 N-甲基吡咯烷酮投资低、产品纯度高(>99.5%)。

BDO 脱氢胺化制备 N-甲基吡咯烷酮，可减少工艺操作步骤、降低能源消耗。

本规划根据原料来源情况和工艺成熟性，选择以 γ -丁内酯与单甲基胺反应合成 N 甲基吡咯烷酮的最经典合成工艺。

5.5.2.3.4 投资估算

本规划 6 万吨/年 NMP 项目投资估算为 2.8 亿元。

5.5.2.3.5 结论与建议

未来锂电池仍将是拉动 NMP 需求增长的主要动力。其中锂电池主要由新能源汽车用动力电池拉动。根据国家最新发布的《新能源汽车产业发展规划》(2021-2035)，到 2025 年我国新能源汽车销量占比要达到 20%，年均复合增长率高达 31.95%。按新增产能平均投产计算，后续回收利用率按 90%考虑，到 2025 年我国 NMP 需求约 30 万吨。且随着我国新能源汽车动力电池、驱动电机、车用操作系统等关键技术取得重大突破，安全水平全面提升，这意味着与之关联的锂电池行业蓬勃高速发展已成趋势，因此我国 NMP 行业的发展存在巨大的市场增长空间，期待蓬勃高速发展。因此，本规划推荐建设 6 万吨/年 NMP 装置，以满足国内市场对 NMP 的需求。

5.5.2.4 2 万吨/年 TPEE 项目

5.5.2.4.1 市场分析

由于 TPEE（热塑性聚酯弹性体）具有突出的机械强度、优良的回弹性和宽广的使用温度等综合性能，很快在汽车制件、液压软管、电缆电线、电子元件（键盘按键）、工业制品、文体用品、透气性薄膜（鞋垫、衣服内衬）、轨道交通（铁轨减震材料）等领域得到了广泛的应用，其中在汽车工业中的应用最广，占 70%以上，主要用于生产传动系统橡胶（CVJ）防尘罩、安全气囊壳体、进气管、线缆以及汽车内饰件等。

目前 TPEE 的价格在 4~4.5 万元之间，全球每年的用量在 20~30 万吨左右。美国杜邦公司和日本东洋纺织公司率先于 1972 年开发出了 TPEE，商品名分别为 Hytrel 和 Pelprene。随后，塞拉尼斯（Celanese）、通用电气（GE）、伊斯曼（Eastman）、荷兰帝斯曼（DSM）、韩国 LG 化学、日本积水化学等公司相继开发出了各种牌号的 TPEE 产品。

国内的生产厂商主要有辽阳科隆精细化工股份有限公司、中蓝晨光化工研究院（5000 吨/年）、中纺投资发展股份有限公司（3000/年）、武汉东南祥泰化工有限公司（1000 吨/年）等、产能都较小，均不超过 5000 吨。拥有此技术和进行研究开发的还有北京市化学工业研究院、中科院化学所、天津石油化工研究院等单位，我国台湾的长春石油也有生产。

5.5.2.4.2 产品方案和生产规模

本规划中 2 万吨/年 TPEE 装置的产品方案是以以对苯二甲酸二甲酯(以下简称“DMT”)、BDO、PTMEG 为原料,通过酯交换反应、缩聚反应制备 TPEE 产品。

根据国内外 TPEE 市场预测情况、装置的合理经济规模、工艺技术来源、项目投融资,同时结合国家产业政策等因素综合考虑,本规划中暂定 TPEE 装置建设规模为 2 万吨/年。

5.5.2.4.3 工艺技术方案

1、原料选择

(1) 软段为聚醚或脂肪族聚酯

TPEE 中的硬段一般选择高硬度结晶性聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT),软段则选择非结晶性的聚醚(如聚乙二醇醚 PEG、聚丙二醇醚 PPG、聚四氢呋喃 PTMEG 等)或脂肪族聚酯(如聚丙交酯 PLA、聚乙交酯 PGA、聚己内酯 PCL 等)。

以聚醚为软段制备的 TPEE 耐寒性、柔软性及耐水解性较好,但耐光、耐热性较差;以脂肪族聚酯为软段制备的 TPEE 耐热老化性、耐候性较好,但耐水解性较差。

聚酯-聚醚型 TPEE 是通用型 TPEE,耐热性、耐低温性、耐化学性能和加工性能叫平衡,因此目前以聚醚为软段的 TPEE 应用最为广泛。

(2) 聚醚种类

软段可用的聚醚主要包括聚乙二醇醚 PEG、聚丙二醇醚 PPG 和聚四氢呋喃 PTMEG 等。当聚合物的特性粘度相同时,以 PBT 为硬段、PTMEG 作为软段比用 PEG 作软段时的聚醚酯的拉升强度和撕裂强度高,同时,在耐水解稳定性方面,用 PTMEG 作软段的聚醚酯大大优于 PEG 作软段的聚醚酯。

通过以上分析,合成性能较好的 TPEE 采用的原料为 DMT、BDO 和 PTMEG。

本规划中 TPEE 主要由 DMT、BDO 以及 PTMEG 通过酯交换反应,缩聚反应制备。

5.5.2.4.4 投资估算

本规划 2 万吨/年 TPEE 项目投资估算为 3.1 亿元。

5.5.2.4.5 结论与建议

TPEE 又称聚酯橡胶，是一类含有 PBT 聚酯硬段（结晶相，提供强度）和聚醚软段（连续段）的线性嵌段共聚物。TPEE 硬段的刚性、极性和结晶性使其具有突出的强度和较好的耐高温性、耐蠕变性、抗溶剂性及抗冲击性；软段聚醚的低玻璃化温度和饱和性使其具有优良的耐低温性和抗老化性。它兼具橡胶优良的弹性和热塑性塑料的易加工性。很快在汽车制件、液压软管、电缆电线、电子元件、工业制品、文体用品、透气性薄膜、轨道交通等领域得到了广泛的应用。因此本规划推荐采用对苯二甲酸二甲酯（以下简称“DMT”）、BDO、PTMEG 为原料，通过酯交换反应、缩聚反应制备 TPEE 产品。

5.6.2.5 5 万吨/年 PBS 项目

5.5.2.5.1 市场分析

随着白色污染问题和非可再生能源危机的日趋严重，开发和使用生物可降解塑料成为环缓解这一问题的有效途径之一。生物可降解塑料包括 PLA（聚乳酸）、PCL（聚己内酯）、PBS（聚丁二酸丁二醇酯）等，其中 PBS 由于具有较好的生物降解性能和耐热性能等，成为生物降解塑料家族中的佼佼者。

PBS 是由丁二酸和丁二醇经缩合聚合而得到的脂肪族聚酯，应用广泛，可制备一次性购物袋、生物医用高分子材料、包装瓶等。PBS 制品废弃物在泥土或者水中能够很快地降解，其降解产物无毒，原料丁二酸可由农作物生物发酵获得，是一种生态可循环的高分子合成材料。与 PCL 相比，PBS 拥有更高的熔点，具有优越的耐热性能及机械性能；与聚羟基丁酸酯（PHB）等降解材料相比，PBS 的价格相对较低，仅为 PHB 的三分之一左右，且在力学性能、加工性能等方面表现优异。随着经济的发展及民众环保意识的不断增强，以及国家相关政策的推动，未来 PBS 的市场需求规模将会快速增长。

我国 PBS 研究和产业化起步较晚，但发展速度较快。PBS 产业化项目于 2002 年列入中科院创新工程项目，并得到国家重视，于 2005 年被列为环境友好材料重点攻关内容之一，PBS 从而成为国家层面重点推动产业化的生物降解塑料，赢得了产业化先机，同时也成为国内生物降解塑料产业化的领跑者。目前，中科院理化研究所工程塑料国家工程研究中心和清华大学的技术研究处于国内前列，国内 PBS 生产规模较大

的安徽安庆和兴化公司、杭州鑫富药业、江苏邗江佳美高分子材料、山东汇盈新材料等均是采用中科院理化研究所和清华大学的技术专利。

随着政策红利的逐渐显现，PBS 较好的市场发展前景吸引了较多的投资者，近几年国内不少 PBS 项目纷纷上马，并且行业内资金投入规模和生产企业数量还有进一步增长的趋势。现阶段，国内部分大型企业的 PBS 的产能已超越国外知名企业，并且在技术上也处于已经赶超或是即将赶超的状态。

但是，国内 PBS 行业发展也面临一定的困境，一是国内可降解塑料的市场还没有真正形成，石油基塑料依托价格和渠道等优势，在塑料市场上仍占据绝对优势地位；二是国内 PBS 生产规模虽然迅速扩张，但是在产品品牌塑造、产品种类等方面还有较大的进步空间；三是国内可降解塑料市场开拓较深，需求规模较大，出口也成为国内 PBS 产品的主要销售渠道，但是国外对产品质量的要求也较高，行业标准较为严格，为国内 PBS 产品出口带来了较高的质量壁垒。

新思界行业分析师认为，随着我国 PBS 产业化发展规模的进一步扩大和生产技术的进一步成熟，价格因素对 PBS 行业发展的消极影响力将会逐渐减弱，届时，我国 PBS 行业发展速度将会进一步提升，国内市场普及率也将会越来越高。

随着我国限塑令的不断深化及全球对环境保护的重视，作为可降解塑料佼佼者的 PBS 需求量将会越来越大，其应用将会越来越广泛。预计到 2025 年，我国对 PBS 的需求量将达到 50 万吨/年，而目前我国 PBS 及其共聚物的生产能力仅为 10 万吨/年。

5.5.2.5.2 产品方案和生产规模

本规划 PBS 项目的产品方案是以 BDO 为原料，拟采用国内自主开发的连续生产工艺技术生产 PBS 产品。

根据国内外 PBS 市场预测情况、装置的合理经济规模、工艺技术来源、项目投融资，同时结合国家产业政策等因素综合考虑，本发展规划中确定 PBS 装置建设规模为 5 万吨/年。

5.5.2.5.3 工艺技术方案

目前国内生产 PBS 一般采用间歇法或者两步法，产能低，且产品质量不稳定，缩聚得到的 PBS 分子质量低，拉膜成膜性差，能耗高，副产物 THF 得不到有效处理，

废气处理设施落后，环境污染大。针对于此，国内有关单位相继开发出了 PBS 的连续生产工艺，生产稳定，产品品质优良，副产品 THF 回收纯度高，可作为产品出售，经济效益明显。

综上所述，本规划 PBS 项目推荐采用连续生产工艺。

5.5.2.5.4 投资估算

本规划 5 万吨/年 PBS 项目投资估算为 3.5 亿元。

5.5.2.5.5 结论与建议

随着我国限塑令的不断深化及全球对环境保护的重视，作为可降解塑料佼佼者的 PBS 需求量将会越来越大，其应用将会越来越广泛。预计到 2025 年，我国对 PBS 的需求量将达到 50 万吨/年，而目前我国 PBS 及其共聚物的生产能力仅为 10 万吨/年。因此，本规划推荐采用 PBS 的连续生产工艺建设 5 万吨/年 PBS 装置。生产的 PBS 产品作为本规划的终极产品，以满足国内市场对 PBS 的需求。

5.5.2.6 6 万吨/年 PBAT 项目

5.5.2.6.1 市场分析

（一）概述

PBAT（聚己二酸对苯二甲酸丁二醇酯）属于热塑性生物降解塑料，是己二酸丁二醇酯和对苯二甲酸丁二醇酯的共聚物，兼具 PBA 和 PBT 的特性，既有较好的延展性和断裂伸长率，也有较好的耐热性和冲击性能；此外，还具有优良的生物降解性，是生物降解塑料研究中非常活跃和市场应用最好降解材料之一。

（二）世界供需分析及预测

近年来，全球对非降解塑料袋频亮红灯，各国开始实施强有力的措施，特别是欧洲和美国。这两个地区既是全球最重要的塑料袋消费国，也是世界塑料袋进口大国。他们通过立法限制使用非降解塑料，这势必会给生物降解塑料行业带来巨大的发展机遇和广阔市场。

当然，降解塑料由于在某些性能方面仍有所欠缺，其不可能全部替代现在石化类普通塑料制品在某些领域的应用。对于降解塑料的市场空间，降解塑料应用于垃圾袋、地膜、购物袋等规模的前景比力看好，而据保守估计，未来中国将有 300 万吨的需求

量。因此，单就是中国市场就有数百亿的市场空间。

随着生物塑料材料技术性能的改进及其创新，在汽车、医疗和电子工业中将开拓新的应用，许多应用的驱动力将是生物塑料的无毒性，生物塑料将成为推向消费市场可持续的和环境友好的产品发展的主要因素，新市场和应用的开发也给供应商带来较高的效益。同时，随着生物降解塑料生产技术日趋成熟及应用领域拓宽，生物降解塑料需求将迎来中高速增长。到 2020 年底，全球生物降解塑料需求总量达到 322 万吨左右，年均增长率超过 16%，其中 PBAT 塑料需求将接近 52 万吨。预计到 2025 年，亚洲将成为生物塑料市场的领先地区，将占 32% 份额，其次是欧洲占 31%，美国占 28%。需求的快速增长，表明生物降解塑料产业正呈现出换挡提速的趋势。

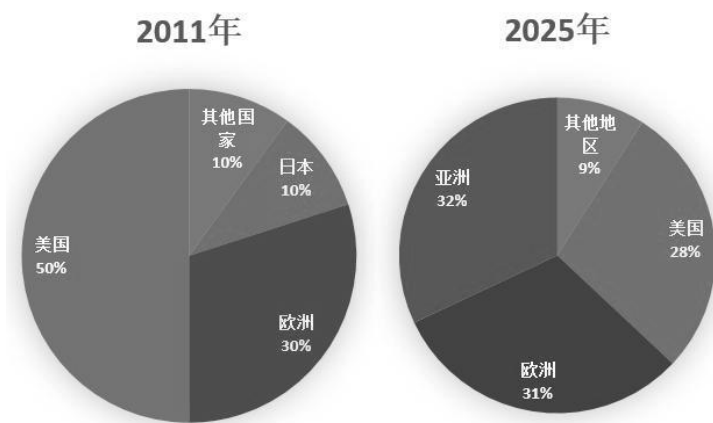


图 5.5.2.6-1 2011 年和 2025 年全球生物降解塑料需求分布对比（单位：%）

（三）世界市场供需现状

目前市场供应处于紧张状态，由于生物降解材料中聚乳酸 PLA 处于特别短缺状态，导致 PBAT/PBS 等其他材料价格上扬，形成爆发式增长。

全球目前建成 PBAT 装置产能逐年增加，并保持着较高的增长率。目前扩产公司有中国金发、蓝山屯河。

表 5.5.2.6-1 全球已建成 PBAT 装置产能（万吨/年）

序号	公司名称	产品	产能	其他
1	德国BASF	PBAT	14	
2	意大利BIO-T	PBAT、改性	2	
3	中国金发	PBAT、改性	2.5	在扩3万吨，未来三年扩至15万吨
4	中国汇盈	PBAT、PBS	2.5	集团资金链断投，停产待重组
5	中国金晖	PBAT	2	
6	中国鑫富	PBAT	1.3	

7	中国屯河	PBAT、PBS	6.7	五年规划30万吨
	合计	PBAT、PBS	31	

（四）世界市场供需预测

由于供需失衡，国内外生产厂家纷纷扩产，也有新的开发商价格投资，但由于技术瓶颈，新加入厂商无法在短期内形成产能。未来十年生物降解材料仍然处于需大于供的局面，价格会持续在高位运行。

表 5.5.2.6-2 降解塑料应用预测

应用	重点产品	需求量预测（仅以中国为例，中国塑料需求量约为世界的25%）
农膜	主要是棚膜和地膜，另外还包括遮阳网、防虫网、饲草用膜及农用无纺布等	棚膜年耗用量已达70万吨，覆盖面积5000万亩。地膜年消耗量约45万吨，覆盖面积在2.2亿亩以上
包装膜	一次性生活用膜、一次性医用薄膜	包装膜需求量达550万吨
生活塑料	方便面以及快餐碗、降解快餐盒、一次性泡沫塑料餐具	我国每年快餐盒用量在120亿只左右，方便面和快餐碗30亿只左右，一次性杯子80亿只左右，各种一次性托盘50亿只左右，总量约650万吨
医用塑料	一次性医用塑料	制药包装需求量将以每年4.3%的速度递增，将近80%的包装需求来自中国等八大药物生产国，其药用包装增长速度位居榜首，就品种而言，塑料泡罩式包装和塑料瓶包装需求量大幅增长
塑料泡沫	塑料泡沫包装	国内年需求量约90万吨左右

总之，在低碳经济时代，人们环保意识的提高及各政策的支持与贯彻实施，生物降解塑料产品因其环保性、经济性优势，必将成为新一代最具有发展前景的生物材料之一，也必将占据更多的市场份额。而包装领域仍将是生物降解塑料最大的应用市场。生物降解塑料产业将迎来发展新契机。

（五）国内市场分析预测

（1）国内市场供需现状

PBAT、PBS 是人工合成的一类生物降解树脂，由于其良好的加工性能和生物降解性能，而且其降解产物为二氧化碳和水，无任何污染，其成为薄膜类（聚乙烯类材料）材料替代产品中发展最迅速的一个品种。由于通用塑料对陆地和海洋的污染日渐显现，尤其是中国自身环保意识的提高，一方面建设青山绿水，一方面不再进口国外的固废品，也同时导致西方发达国家对提升环境清洁有迫切的要求。

国内鑫富药业有限公司自 2006 年开始引进中科院北京化物所 PBS 合成技术并放大，由于技术和市场原因，于 2009 年转而研发 PBAT 合成技术，由戴清文博士带领研发和生产团队，三年完成了小试、中试、万吨生产装置的建设、试验试生产等工作，而独特的一步法生产技术，使产品具有更好的加工性能和更高的断裂伸长率，而且避开了相关的技术专利壁垒，产品打入欧美市场，得到客户好评。随后国内广东金发、新疆屯河、山西金晖等公司相继开发生产 PBAT。目前国内已形成 10 万吨左右的产能。

表 5.5.2.6-3 我国 PBAT 产品供需现状表（万吨/年）

年份	产量	进口量	出口量	表观消费量
2015	4.0	0	2.5	4.0
2017	7.5	0	5	7.5
2019	10.5	0	7.2	10.5

表 5.5.2.6-4 我国 PBAT 产品消费地区分布表（万吨/年）

序号	地区名称	2015年	2017年	2019年
1	珠三角地区	0.5	0.6	0.9
2	华东地区	0.2	0.5	0.7
3	新疆地区	0.2	0.5	0.8
4	东北地区	0.5	0.6	0.6
5	其他地区	0.1	0.3	0.3

目前国内市场处于初期阶段，随着国家发改委禁止一次性塑料制品计划实施和各地禁塑的展开，以及地膜的升级换代，未来 10 年国内生物降解材料会有快速的增长。

（2）国内市场供需预测

我国自 2015 年开始首次在吉林省实施禁塑以来，生物降解材料进入发展的快车道。相继有河南、安徽、河北、海南等地发布禁塑的计划，尤其是海南计划在 2021 年开始全面禁塑。国家发改委也对禁止一次性塑料制品提出了时间表，大力推广生物降解材料替代现有塑料。

地膜市场：地膜的应用在中国已经 30 余年，对农业现代化和增产起了决定性的作用，目前国内地膜市场用量 150 万吨。但由于 PE 地膜的在使用过程中残留的碎片在土壤中日积月累，导致土壤污染日趋严重，土壤退化、农作物减产日趋明显。

几年在农业部门的主导下，联合国内生物降解材料生产企业，在新疆、甘肃、内

蒙、山东、

广东、海南、云南等地进行了不同农作物、不同地区、不同季节的广泛的试验，试验表明生物降解材料完全能满足现有农作物的种植要求，并且有增产的作用，而且能够降解，改善土质，增加土壤肥力，是一种地膜升级换代的理想材料。

超市购物袋、连卷袋、垃圾袋：由于超市购物的方便性，塑料购物袋极大的方便了人们的购买活动。垃圾的收集，尤其是厨余垃圾，由于垃圾袋的使用，带来了极大的方便、快捷性，已经深入到人类的生活中。但由于购物袋垃圾袋丢弃后，会对海洋环境、陆地环境形成白色污染，而且大量的袋子是一次性的，数量巨大，目前据相关统计数据表明国内超市与集贸市场购物袋垃圾袋的使用量达到每年 150~200 万吨。使用生物降解塑料袋替代普通的塑料袋，迫在眉睫。为此各国尤其是欧美发达国家纷纷出台禁止使用塑料的政策和时间表。中国在 2020 年初也出台相关禁塑令，到 2025 禁止相关塑料制品的生产，取而代之使用生物降解塑料。

个人护理用品（卫生巾/护垫/尿不湿/纸尿裤底膜）：目前全球卫生巾/护垫/尿不湿/纸尿裤底膜消耗量 52 万吨/年。卫生巾/尿不湿/纸尿裤都是使用后就扔掉，不存在回收价值，使用生物降解底膜替代传统塑料底膜具有现实性。

其它包装：工业包装膜、保鲜膜、缠绕膜、浴帽、手套、快递用包装等 PE 薄膜的绝大多数应用领域都可以使用 PBAT 及其共混材料。据相关部门统计，截止到 2016 年底，全国塑料薄膜类制品消费量达到 1419.5 万吨/年，在日益追求环境可持续发展的今天，这都将会成为 PBAT 的潜在市场。

由于快速的市场需求，国内相应的厂商也纷纷提出相应的扩产和新建计划。

表 5.5.2.6-5 2020 年国内 PBAT 扩产计划（万吨/年）

序号	公司名称	扩产计划	备注
1	浙江华峰环保材料有限公司	3	配套改性项目，预计2021年上半年投产
2	巴斯夫湛江	8	预计2022年第二季度出产
3	彤程新材料集团股份有限公司	3	项目已审批，装置3万吨，预计2021年出产品
4	山东瑞丰高分子材料股份有限公司	3	一期预计2021年6月30日竣工投产
5	营口康辉石化有限公司	3.3	2020年9月投产
6	河南恒泰源聚氨酯有限公司	3	同时5万吨 TPU 项目，10万吨鞋底原液
7	甘肃莫高聚合环保新材料有限公司	2	2019年8月8日开建



8	安徽雪郎生物科技股份有限公司	2	2020年4月开建
9	万华化学（四川）有限公司	3	2020年8月开工
	合计	30.3	

（3）目标市场分析

1) 目标市场选择和主要用户分析

生物降解塑料主要应用于包装、纤维、农业、医疗等领域，其中在包装行业的应用最为广泛。

目标市场主要是国内国外两部分，国内主要是地膜市场和膜袋类包装领域，国外市场主要选择欧洲市场以及全球禁塑地区。

2) 主要替代品分析

PBAT 是一类生物降解的膜类柔性材料，其独特的分子结构设计，较广泛的原料来源，使其成为市场上最具有竞争力的产品。作为目前最好的生物降解材料主导产品，其性能优势暂无其它产品可替代。

3) 产品进入国际市场的前景

欧美国家生物降解材料发展比国内早，尤其是中国不再从西方国家进口固废材料后，进一步刺激这些国家对生物降解材料的需求。近些年来，欧美发达国家对生物降解材料需求旺盛，目前国内 80%以上的生物降解材料出口。

5.5.2.6.2 产品方案和生产规模

本规划 PBAT 项目的产品方案是以以己二酸（AA）、对苯二甲酸（PTA）以及 BDO 为原料，拟采用国内自主开发的直接连续酯化熔融缩聚生产工艺技术生产 PBAT 产品。

根据国内外 PBAT 市场预测情况、装置的合理经济规模、工艺技术来源、项目投资融资，同时结合国家产业政策等因素综合考虑，本发展规划中确定 PBAT 装置建设规模为 6 万吨/年。

5.5.2.6.3 工艺技术方案

目前国外生产 PBAT 主要采用的是二步法，即通过引入扩链剂，增加分子质量。而扩链剂的引入将会对产品的品质产生影响，尤其是在食品领域的安全性能有影响。

针对于此，国内相关单位成功开发出直接连续酯化熔融缩聚工艺技术，不使用扩链剂，并且成功实现工业化生产，直接连续酯化熔融缩聚工艺技术工艺合理、流程短、生产效率高、投资少、产品质量稳定。原料消耗剂能量消耗低，生产过程中 BDO 能够直接回用，减少了对环境的污染。

本规划 20 万吨/年 PBAT 装置推荐采用国内自主开发的生产工艺。

该工艺装置的配置充分考虑最终产品性质的弹性要求，生产线由多台反应釜与螺杆挤出机串联而成。

在酯化部分，以 PTA 与 BDO 的酯化反应系统为主线，同时并联 AA 与 BDO 的酯化反应系统。在生产 PBAT 时，同时启用两组酯化反应系统。

两种原料的酯化反应采用负压条件，可减少副反应 THF (简称 THF)的生成，降低 BDO 单耗。酯化反应器的酯化物上面留有较大的空间，可将反应的雾沫夹带降到最低水平。

缩聚 1 反应器采用立式反应器，充分利用物料在不同位置与条件下的分布，实现快速脱挥，缩短反应时间。

缩聚 2 反应器为卧式反应器，使熔体在搅拌器上形成较大的蒸发表面，为缩聚反应提供最佳反应条件。

终缩聚反应器为卧式反应器，专为高粘度物料设计，刚性好，搅拌效率高，易于脱除小分子。

终缩聚反应器出来的物料用熔体泵送入螺杆挤出机，通过螺杆挤出机挤出造粒。螺杆机的加入，既可以起到均化 PBAT 树脂的作用，也可以实现在线共混改性（如生产 PBAT/PLA、PBAT/PBS、PBAT/PPC 共混改性料等）。与传统的改性料生产方式相比，可以大幅度降低改性料的加工成本。

工艺塔除了承担酯化反应器汽相物的分离外，还在 BDO 全回用流程中承担缩聚反应汽相冷凝物的分离。

BDO 在装置中按全回用设计。缩聚反应器的汽相凝液中含水量较高，送到工艺塔脱除水份，脱除水份后的塔釜液、终缩聚反应器的汽相凝液和 BDO 蒸汽喷射泵的蒸汽凝液经收集罐加入浆料调配槽进行配浆，无需再设置专用的 BDO 回收设施。

整套装置采用液相热媒加热，加热温度均匀且易于控制，也减少了装置内的异味和其它安全风险。

在工艺过程中，酯化和缩聚是同时进行的，但在酯化反应段，酯化反应占主导地位；在缩聚反应段，缩聚反应占主导地位。

连续 PBAT 装置分为以下 8 个系统：

——原、辅料配制系统

——酯化系统

——缩聚系统

——共混改性系统

——切粒系统

——缩聚真空系统

——THF 回收系统

——尾气处理系统

1) 原、辅料配制系统

BDO 日用罐备料

BDO (简称 BDO) 通过卸料泵卸到 BDO 储罐，再用输送泵送至 PBAT 聚合楼的各个用户，储罐用蒸汽盘管保温，贮存温度 40~60°C，压力为常压。

回收 BDO 的中间贮存和分送

脱除水份后的工艺塔釜液、缩聚反应器的汽相凝液和 BDO 蒸汽喷射泵的蒸汽凝液收集到回收 BDO 中间贮罐，经泵送到浆料配制系统中。贮罐用蒸汽盘管保温，贮存温度 40~60°C，压力为常压。

打浆

PTA (简称 PTA) /BDO 浆料由浆料制备罐批次调配，原料按一定摩尔比批次调配。先从 BDO 储罐 BDO 计量后加入浆料调制罐，再将 PTA 投入浆料制备罐中。PTA 和 BDO 经充分搅拌均匀后靠液位差送入浆料供应罐，浆料被螺杆泵连续输送至酯化 1 釜进料口。

AA (简称 AA) /BDO 浆料由浆料制备罐批次调配，原料按一定摩尔比批次调配。

先从 BDO 储罐 BDO 计量后加入浆料调制罐,再将 AA 投入浆料制备罐中。AA 和 BDO 经充分搅拌均匀后靠液位差送入浆料供应罐,浆料被螺杆泵连续输送至酯化 2 釜进料口。

2) 酯化系统

酯化 1 系统

注入酯化 1 反应釜的 PTA/BDO 浆料升温进行酯化,酯化在一定温度压力下进行。反应釜采用盘管加热和外夹套热媒加热,单独的二次热媒系统控制反应釜的温度,以满足反应的要求。DCS 系统根据酯化釜出口物料的温度调节进入盘管的液相热媒的流量,达到控制酯化温度的目的。DCS 通过调节出塔顶冷凝器尾气的流量控制酯化反应器的压力,酯化釜顶部的压力变送器和调节阀门构成控制回路,来稳定酯化釜的压力,酯化反应需要的真空由液环泵抽吸酯化冷凝器的尾气来提供。

酯化 2 系统

注入酯化 2 反应釜的 AA/BDO 浆料升温进行酯化,酯化在一定温度压力下进行。反应釜采用盘管加热和外夹套热媒加热,单独的二次热媒系统控制反应釜的温度,以满足反应的要求。DCS 系统根据酯化釜出口物料的温度调节进入盘管的液相热媒的流量,达到控制酯化温度的目的。DCS 通过调节出塔顶冷凝器尾气的流量控制酯化反应器的压力,酯化釜顶部的压力变送器和调节阀门构成控制回路,来稳定酯化釜的压力,酯化反应需要的真空由液环泵抽吸酯化冷凝器的尾气来提供。

酯化 3 系统

酯化 1 的酯化物和酯化 2 的酯化物分别通过酯化物泵送入到酯化 3 反应釜内进行混合酯化,酯化在一定温度压力下进行。酯化 3 反应釜采用内盘管加热和外夹套热媒加热,单独的二次热媒系统控制反应釜的温度,以满足反应的要求。DCS 系统根据酯化釜出口物料的温度调节进入盘管的液相热媒的流量,达到控制酯化温度的目的。DCS 通过调节出塔顶冷凝器尾气的流量控制酯化反应釜的压力,酯化釜顶部的压力变送器和调节阀门构成控制回路,来稳定酯化釜的压力,酯化反应需要的真空由液环泵抽吸酯化冷凝器的尾气来提供。

工艺塔系统

在酯化工序中，PTA、AA 与 BDO 酯化反应所产生出来的水和 BDO 环化反应的副产物 THF 及夹带出的 BDO 组成的酯化蒸气从酯化釜顶部的升气管进入分离塔进行分离。酯化蒸气从塔底进入分离塔后，蒸气穿过塔盘向上流动，与上一层塔盘流回的液体进行热交换，形成新的汽—液平衡，每一块塔盘都有自己的汽-液平衡。从下到上随着每层塔盘温度逐渐降低，气相中的重组分的含量逐渐减少。

从塔顶部排出的水和 THF 的蒸气进入塔顶冷凝器直接被冷却水冷凝后进入酯化水回流罐成为酯化水。酯化水回流罐中的酯化水一部分作回流调节塔顶部温度，其余流入到酯化水收集罐内，冷凝器中未被冷凝的 THF 蒸气进入到第二冷凝器继续被冷却，冷却后流入到酯化水收集罐中。之后溢流出至 THF 回收系统。采出的酯化水被

送到 THF 回收工序回收系统，提取 THF 之后的酯化水排入到厂区内的污水处理系统做处理。

3) 缩聚系统

在缩聚反应器中，生成具有聚酯特性的大分子链聚合物。缩聚反应有两个阶段即预缩聚和终缩聚。

缩聚 1 系统

来自酯化 3 釜的酯化物通过液位差进入缩聚 1 釜在一定温度压力下进行预缩聚反应。缩聚 1 为立式结构。

缩聚 1 反应在真空状态下进行，使缩聚脱出的小分子被不断移出，促使缩聚反应向正反应方向进行。

缩聚 1 釜采用夹套热媒来加热，单独的二次热媒系统控制反应釜的温度。以满足反应的要求。通过 DCS 控制盘管中的热媒流量来稳定预缩聚釜物料温度。

缩聚 2 系统

缩聚 1 工序送来的预聚物进入此设备在一定温度压力下进行缩聚反应。

预聚物由缩聚 2 釜底部进入，在内部网盘上成膜，在高真空条件下不断脱出小分子，进一步发生缩聚反应。反应脱出的小分子通过气相管线被真空系统抽出，不可凝的尾气被真空泵组抽走。

缩聚 2 反应在真空状态下进行，自控系统通过自动调节位于缩聚 2 釜工艺尾气管线上的调节阀开度来调整缩聚 2 真空，控制反应速度。

缩聚 2 釜采用夹套热媒来加热。单独的二次热媒系统回路控制反应釜的温度，以满足反应温度的要求。

终缩聚系统

缩聚 2 工序送来的预聚物进入此设备在一定温度压力下进行终缩聚反应。

预聚物由终缩聚釜底部进入，在双轴转动的齿轮间成膜，在高真空条件下不断脱出小分子，进一步发生缩聚反应。反应脱出的小分子通过气相管线被真空系统抽出，不可凝的尾气被真空泵组抽走。

缩聚 3 釜内部的特殊结构为高粘熔体的轴向流动和径向成膜脱挥提供了充分条件，提高了液相内小分子的脱出速率，达到迅速脱出小分子的目的，使得在高粘度情况下的缩聚反应能够顺利进行。

缩聚 3 反应在真空状态下进行，自控系统通过自动调节位于缩 3 釜工艺尾气管线上的调节阀开度来调整缩聚 3 真空，控制反应速度。

缩聚 3 釜采用夹套热媒来加热。单独的二次热媒系统回路控制反应釜的温度，以满足反应温度的要求。

4) 共混改性系统

终缩聚反应釜出口的聚酯熔体通过计量泵定量送入螺杆挤出机中。根据需要，在喂进 PBAT 树脂的同时，按一定比例喂入其他生物降解树脂和助剂等，经熔融混合、塑化后挤出。

5) 切粒系统

共混改性后的熔体，从螺杆挤出机挤出后经熔体泵送入换网器过滤，去掉凝聚粒子和杂质，之后送到切粒单元进行水下模切。

熔体出料泵根据产量设定转速，电机通过变频器调速。

切片输送及干燥系统

切片经风送系统送入干燥系统，之后由包装称重机包装、称重、封口，成规格重的料袋，运至产品仓库。

6) 缩聚真空系统

缩聚反应真空共用一套四级半蒸汽喷射系统。动力蒸汽由 BDO 蒸发器产生。四级半喷射泵附带有四级冷凝器，冷凝下来的 BDO 收集在 BDO 液封罐中。冷凝的 BDO 用 BDO 循环泵循环冷却使用，多余的部分送到回用 BDO 贮罐，参与浆料配制。

在 BDO 蒸汽喷射泵第四级后设有螺杆真空泵，排出 BDO 尾气。

终缩聚反应真空另用一套四级半蒸汽喷射系统。动力蒸汽由 BDO 蒸发器产生。四级半喷射泵附带有四级冷凝器，冷凝下来的 BDO 收集在 BDO 液封罐中。冷凝的 BDO 用 BDO 循环泵循环冷却使用，多余的部分送到回用 BDO 贮罐，参与浆料配制。在 BDO 蒸汽喷射泵第四级后设有螺杆真空泵，排出 BDO 尾气。

7) THF 回收系统

从酯化工艺塔顶部馏出的低沸点混合物(主要组份是 THF 和水)在 THF 回收工段，经三个塔蒸馏提纯回收纯度为 99.99%的 THF 作为副产品外销。

8) 尾气处理系统

PBAT 聚合装置和 THF 回收装置各设有一套尾气处理系统。

刮板冷凝器液封罐、BDO 蒸汽喷射泵液封罐、液环泵等的废气经过总管收集，进入到尾气淋洗塔，用水洗涤后，不凝气体直接放空或送热媒炉焚烧。洗涤水排入废水处理装置。

THF 回收装置中各 THF 储罐等的废气同样经入尾气淋洗塔处理后放空或送热媒炉焚烧。

5.5.2.6.4 投资估算

本规划 6 万吨/年 PBAT 项目投资估算为 9.73 亿元。

5.5.2.6.5 结论与建议

PBAT 属于热塑性生物降解塑料，是己二酸丁二醇酯和对苯二甲酸丁二醇酯的共聚物，兼具 PBA 和 PBT 的特性，既有较好的延展性和断裂伸长率，也有较好的耐热性和冲击性能；此外，还具有优良的生物降解性，是目前生物降解塑料研究中非常活跃和市场应用最好降解材料之一。

过去几年来，尽管 PBAT 可降解塑料行业发展不尽如人意，但随着技术的进步、政策环境改善以及消费者对环境保护意识的增强，该行业发展前景仍是十分乐观的。尤其 2023 年以来，PBAT 行业迎来了发展历史上最火爆的一年，由于工业化程度不断提高，PBAT 行业需求不断在增长，实际采购量持续增加。预计未来，PBAT 行业仍将是一项具有广阔发展前的新兴业态。

因此，本规划推荐采用直接连续酯化熔融缩聚生产工艺技术建设 6 万吨/年 PBAT 装置。生产的 PBAT 产品作为本规划的终极产品，以满足国内市场对 PBAT 的需求。

如何在这个蓬勃发展的行业抢占先机应是企业考虑的重要问题，建议后续建设单位加强品牌宣传，用自身技术和质量优势来竞争，严防出现质量问题，增强市场竞争力，并做好研究开发工作，开发新配方，满足市场发展的不断要求，拓宽市场占有率，增加行业竞争力。

5.5.2.7 5 万吨/年 PBT 项目

5.5.2.7.1 市场分析

2019 年全球现有 PBT(聚对苯二甲酸丁二酯)产能约 248 万吨，主要集中在亚洲、欧洲及中东地区。其中亚洲产能 184.2 万吨，占 74.5%，主要集中在中国大陆、中国台湾、日本等地，中国大陆产能 130 万吨，占亚洲产能约 71%，占全球总产能约 54%。

2006 年以前，国内 PBT 产能发展缓慢，2007 年~2011 年由于 PBT 行业利润良好，行业进入发展期，2012 年产能达到 32 万吨，2013 年产能集中爆发，当年底产能翻番，达到 63 万吨，2015 年达到 89 万吨，行业供需严重失衡，行业性亏损，2015 年~2017 年无新增产能；2015 年年底，随着 PBT 树脂在纺丝行业取得新突破以来，下游需求量大幅增加，过剩产能逐步得到化解。2017—2018 年行业利润良好，2018 年掀起新一轮扩张潮，2019 年新增产能 38 万吨，行业产能增至 130 万吨。

目前正在规划的产能有浙江桐昆 8 万吨、江阴和时利 6 万吨、宿迁鑫博 6 万吨、河南开详 10 万吨，预计近几年 PBT 产能将再次出现新一轮爆发。

PBT 行业 2016 年到 2018 年以来，由于 PBT 纺丝包芯纱的技术突破，使得 PBT 行业进入高速发展期，企业效益可观，2017 年国内 PBT 总产量约 72 万吨，总需求量为 75.1 万吨，2018 年国内 PBT 总产量约 84 万吨，总需求量为 85.4 万吨，基本达到

产销平衡。

PBT 主要应用于纺丝、光缆、工程塑料、色母粒、薄膜等领域，其中纺丝已经成为 PBT 最大的应用领域，占 PBT 消费总量的 40%，工程塑料为第二大应用，占比 25%，出口位居第三，占比 23%左右，光缆位居第四，占比 8%，色母立及薄膜占 4%。

短期来看，随着后续新增产能的建成投产，使得 PBT 行业仍将出现供大于求的局面，还存在下行风险，但远期来看市场并不悲观。

5.5.2.7.2 产品方案和生产规模

本规划中 5 万吨/年 PBT 项目的产品方案是以对苯二甲酸（以下简称“PTA”）以及 BDO 为原料，拟采用国内外目前普遍采用的直接酯化法生产工艺技术生产 PBT 产品。

根据国内外 PBT 市场预测情况、装置的合理经济规模、工艺技术来源、项目投融资，同时结合国家产业政策等因素综合考虑，本规划中确定 PBT 装置建设规模为 5 万吨/年。

5.5.2.7.3 工艺技术方案

目前，PBT 主要采用以下两种工艺路线：

（1）酯交换法，即以 DMT 与 BDO 先进行酯交换，再进行缩聚。酯交换反应过程中产生甲醇和由于 BDO 在高温下环化生成 THF。甲醇和 THF 的沸点相近，导致甲醇和 THF 的分离和回收较为困难。同时，甲醇和 THF 沸点低，对安全防爆的要求较高。在 20 世纪 90 年代以前，PBT 生产基本上采用酯交换法工艺。目前采用这种工艺装置生产 PBT 的较少。

（2）直接酯化法，这种工艺是 20 世纪 90 年代初开发的，用高纯度对苯二甲酸（以下简称“PTA”）与 BDO 直接酯化，再进行缩聚而制得 PBT。酯化反应过程中产生水，BDO 在高温下环化生成 THF。直接酯化法流程短（3 个反应釜），装置建设投资少。直接酯化产生的水和 THF 易于分离，回收生产的 THF 可以达到商业使用的纯度，经济附加值高，对环境的影响较小，加上高纯度 PTA 生产工艺的发展，PTA 生产装置大型化，成本降低，产品质量提高。20 世纪 90 年代后期以后建设的 PBT 生产装置基本上都是采用的这种工艺技术路线。

直接酯化法采用的原料 PTA 和 BDO 均为本规划自产中间产品，不需外购，可大大降低生产成本。

综上所述，本 PBT 生产装置推荐采用国内外目前普遍采用的直接酯化法生产工艺技术。

5.5.2.7.4 投资估算

本规划 5 万吨/年 PBT 项目投资估算为 3.51 亿元。

5.5.2.7.5 结论与建议

PBT 是五大通用工程塑料之一，具有耐高温、耐湿、耐磨、耐油、耐化学腐蚀、电绝缘性能好、热性能优良、机械性能和加工性能强、成型快等优点，已在电子电器、汽车工业、机械设备及光缆光纤等领域得到广泛应用。而且，PBT 树脂易于通过添加其他物质进行改性，从而获得更多功能。PBT 经增强改性后，可广泛用于汽车、电子电器、纺织、机械设备及精密仪表部件、通讯、照明及其他高科技领域。本规划采用国内外目前普遍采用的直接酯化法生产工艺技术生产 PBT 产品，采用的主原料 BDO 为本规划自产中间产品，不需外购，可大大降低生产成本。

目前我国每年仍需进口一定量高端改性 PBT 来满足需求，并且随着的年汽车行业对塑料的迅猛需求，我国塑料产业和汽车产业已形成“一荣从此荣、一损俱损”之势。国内塑料业已将目标转向 PBT 塑料改性，使用更轻、更强、更好的汽车配件来缓解油价过高的局面。

总体而言，中国 PBT 树脂市场需求在保持增长，市场缺口将继续存在。同时，PBT 树脂的下游客户提高了 PBT 市场需求量，对产品性能要求也持续提升。因此，具备上下游产业链一体化生产能力，且注重高端改性产品的研究开发的企业，将更具竞争优势。

5.5.2.8 100 万方/天的天然气液化项目

5.5.2.8.1 市场分析

一、LNG 市场分析

（1）LNG 产品性质及用途

LNG 是气态天然气经深度净化，在常压下冷却到-162℃后呈液态的天然气，其体

积约为气态时的 1/600。LNG 具有以下优点：

- 1) 有利于城市燃气负荷的调节。
- 2) 便于进行经济可靠的运输。用专门的槽车、轮船，将 LNG 运输到销售地，比地下管道气可节省大量投资，方便灵活，不受管网限制，适应性强。
- 3) 储存效率高、占地少、投资省。LNG 与气态天然气相比，储存压力低，安全可靠，体积小，容量轻，贮量大。
- 4) LNG 是优质的车用燃料。
- 5) 有利于保护环境，减少城市污染，属于国家重点扶持的新兴环保产业。

产品主要有以下几种用途：

1) 用作 LNG 小区气化的气源。由于 LNG 运输灵活高效，且小区气化工艺流程简单，建设投资省、见效快、方式灵活，价格比液化石油气 (LPG) 便宜、价格平稳、气化成本低，经济合理。对不同的用户可以采用相应的方案：

①LNG 撬装气化站

适用于小城镇居民及商业用户供气，中、小型工业用户集中供气；根据用户的用气量、用气压力、贮存周期要求来选配 LNG 贮槽的规格、建站规模、工作压力和配套方案等，具有建站时间短、占地面积小、投资节省的特点；同时，由于采用撬装结构，配套设备往往集结成便于拆迁的撬块，一旦用户中断合同，还便于拆迁到异地，重新组建新的供气站。

②LNG 瓶组气化站

适用于小区居民及小型商业用户供气，小型工业用户集中供气；根据用户的用气量、贮存周期以及距离母站（气瓶充装站）远近等条件来确定 LNG 瓶组的数量、建站规模和其他配套设备。具有灵活机动、占地面积小、配套设施简单、投资节省等特点；同时，具有拆装方便、安装建设迅速等特点，特别适合于小型供气的需求。

2) 用作城市管网供气的季节不均衡性调峰和事故调峰。由于 LNG 储存效率高，储运手段比气态天然气更灵活，具有较高的机动性。因此，在不具备地下储气库的天然气消费地区，LNG 调峰尤其经济。

3) 用作城市管道供气的补充气源。由于气源、地理条件的限制，采用 LNG 技术

是目前实现城镇气化的非管道输送的供气方式，通过汽车等运输工具将 LNG 运到用气地区，可以作为过渡气源或永久性气源。

4) 用作汽车燃料。LNG 比汽油、柴油、LPG 价格低，安全、环保，储存效率高，汽车续驶里程长，发动机寿命长，在发动机运行中释放的冷量可用于空调。

LNG 的应用工程技术远不止上面这些方面，随着 LNG 产业的发展，LNG 的应用工程技术必将随之得到更大的发展。

(2) LNG 国内外市场分析

1) 天然气国外市场分析

据 BP 公司发布的《世界能源统计年鉴 2020》数据统计，2019 年全球一次能源消费总量达到 583.90EJ，从燃料来源构成看，其中石油占 33.1%，天然气占 24.2%，煤炭占 27.0%，水电占 6.4%，核能占 4.3%，可再生能源占 5.0%。与上年相比，可再生能源比重提高了 0.5 个百分点，清洁能源比重提高了 0.7 个百分点至 39.9%。

由于天然气作为化石能源的清洁属性，以及全世界致力于环境保护和降低二氧化碳等温室气体排放的努力，近年来，全球天然气供给与需求量实现大幅增长。

在全球天然气储量勘探方面，2010 年以来，全球天然气已探明储量整体呈现震荡上行趋势，2019 年，全球已探明天然气储量达 190.3 万亿立方米，创历史新高。

2020 年受全球疫情影响，世界经济衰退，天然气公司的资本投入下降，天然气探明资源储备受到影响，全球已探明天然气储量下降至 188.1 万亿立方米。

从地区构成来看，目前，中东和独联体(CIS)地区已探明天然气储量稳居全球前二，占全球已探明储量的比重接近七成。2020 年，中东地区已探明天然气储量为 75.8 万亿立方米，占全球总量的 40.3%；独联体(CIS)地区已探明天然气储量为 56.6 亿立方米，占全球总量的 30.1%。

全球天然气产量自 2010 年以来保持持续增长势头，2020 年，受疫情影响，全球天然气产量增势未能延续，总产量为 38536.6 亿立方米，同比下降 3.3%。



图 5.5.2.8-1 2010-2020 年全球天然气产量变化趋势（单位：亿立方米）

目前，天然气主要产地包括储量资源丰富的中东和独联体(CIS)地区，以及天然气开采技术发达的北美地区。

具体到国家来看，2020 年，全球天然气产量超过千亿立方米的国家有九个，其中美国以 9146.2 亿立方米的天然气产量稳居第一；俄罗斯紧随其后，产量为 6384.9 亿立方米；伊朗、中国、卡塔尔、加拿大等 7 国产量均在 3 千亿立方米以下，与美俄天然气产量差距较大。

从天然气消费情况来看，2010 年以来，全球天然气消费总量保持平稳增长势头。2020 年，受全球新冠肺炎疫情疫情影响能源需求下降，天然气消费有所下滑，总消费量为 38227.8 亿立方米，同比下降 2.3%，为近十年来全球天然气消费量首次下降。

从地区构成来看，目前，亚太、北美、独联体以及欧洲四地为全球主要天然气消费地。具体到国家来看，美国天然气消费量稳居全球榜首，地位无可撼动。2020 年，美国天然气消费量为 8320.2 亿立方米，远超排在第二名的俄罗斯。

2) 国内天然气产业发展现状

近年来，国内环境治理，重视绿色发展，对于天然气的推广空前火热，带动整个天然气市场异常火热，目前，天然气市场快速发展，改革也逐渐进入深水区，吸引国内外众多客户的关注。

“十三五”期间，中国天然气消费持续快速增长。天然气消费量从 2015 年的 $1948 \times 10^8 \text{m}^3$ 增长至 2020 年的 $3280 \times 10^8 \text{m}^3$ ，年均增长 10.99%，各领域用气绝对量均有

增长。

2021 年，我国天然气经历 2020 年新冠疫情导致的市场低速增长后强劲反弹，供需两旺。天然气国内生产 2079 亿立方米，同比增长 7.7%，进口 1685 亿立方米，同比增长 20.7%，LNG 进口跃升为全球第一大国。全年天然气绝对消费量 3654 亿立方米，同比增长 12.4%，增量为 392 亿立方米，仅次于 2018 年，在近十年中增量第二，占一次能源消费总量的 9.1%。从消费结构看，城镇燃气占比 39%，工业燃料占比 36%，发电用气占比 17%，化工用气占比 8%。增幅最大的部门是城镇燃气，增幅为 15.0%，增量为 179 亿立方米，其次为燃气电厂，增幅为 13.5%，增量为 73 亿立方米。分省看，广东省用气量 350 亿立方米，净增 58 亿立方米，超过江苏省 313 亿立方米的用气量，成为我国用气量最大的省份。

3) 国内液化天然气 LNG 发展现状

2021 年初，“十四五”规划开启后，国家进一步明确提出了实现“碳达峰”、“碳中和”的目标，基于“双碳”道路，风力、光伏、氢能等新型可再生能源成为了潜力股。但目前我国此部分能源的开发技术局限性较大，连续稳定供应、大规模运用等方面均存在尚城攻克的难题，故在未来的很长一段时间内，天然气作为清洁的一次能源，仍然是最为现实的过渡能源。也正是在这一能源利用导向下，天然气保持着可期的发展空间且持续带动着 LNG 市场的发展成熟。

我国液化天然气行业处于快速发展阶段，产量从 2012 年的 127.7 万吨增长至 2021 年的 1545.1 万吨，2012-2021 年产量复合增长率为 31.92%。



图 5.5.2.8-2 2012-2021 年我国 LNG 产量及增速

从我国液化天然气产量区域分布来看，华北、西北、西南地区是我国液化天然气主产区，据统计，2021年我国华北地区、西北地区、西南地区 LNG 产量分别占比 40.02%、38.73%与 14.15%。

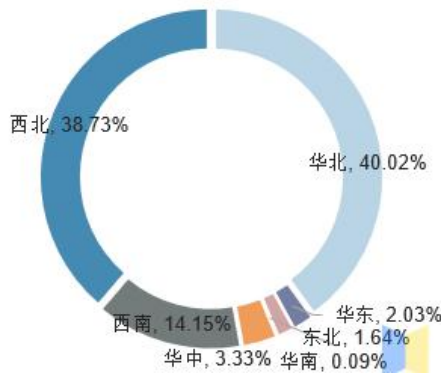


图 5.5.2.8-3 2021 年我国 LNG 产量区域分布情况



图 5.5.2.8-4 2021 年我国各省市 LNG 产量 Top10

我国天然气行业需求显著高于产量增速，据统计，我国液化天然气表观消费量从 2015 年的 2479.6 万吨增长至 2021 年的 9535.6 万吨，2015-2021 年 CAGR 为 25.2%，未来随着天然气的推广使用，消费量有望进一步提升。



图 5.5.2.8-5 2015-2021 年我国 LNG 表观消费量及增速

4) 国内液化天然气 LNG 进出口现状

受制于我国“富煤、缺油、少气”的能源国情，我国天然气产能规模长期不能满足消费需求增长，需求缺口持续扩大。2017 年开始，LNG 进口量超过 PNG，进口 LNG 在我国天然气供应中占比越来越高。

进口方面，2021 年我国液化天然气进口量超过日本成为全球最大的液化天然气进口国。这主要归因于中国经济发展稳健，天然气强劲的需求，加上长距离运输的增加有效提振了液化天然气的吨海里运输需求。

据统计，2021 年我国在营 22 个 LNG 接收站共进口液化天然气 7993.1 万吨，同比增长 19.07%，出口量为 2.6 万吨，同比下降 14.05%。我国进口 LNG 占总进口量的比重逐渐提升，2021 年进口 LNG 占总进口量达 64.5%，占我国总消费量达到 30.5%，LNG 成为我国多气源供应的重要形式。从长期来看，由于国产气增量有限，加之进口管道气渠道和数量基本稳定，进口 LNG 将是满足国内需求的主要方式。

同时，我国 LNG 接收站建设热情不减，在建、拟建 LNG 接收站 22 个。初步测算，2035 年 LNG 接卸能力可达 2.8 亿吨/年左右。



图 5.5.2.8-6 2015-2021 年我国 LNG 进出口数量统计



图 5.5.2.8-7 2021 年我国各省市液化天然气进口量 Top10

从我国各省市液化天然气进口量分布来看，北京是我国 LNG 最大进口地区，2021 年进口量为 4155.23 万吨，其次是江苏省与广东省，2021 年进口量分别为 977.98 万吨与 749.39 万吨。

5) 国内天然气产业发展趋势

天然气是优质高效、绿色清洁的低碳能源，是伴随经济发展、能源消费增长以及作为实现“双碳”目标的重要力量，承担着国家能源结构转型期间保障能源安全的使命。大力发展天然气行业也是未来国家不断推动油气管网体制改革，全面落实节能减排、环境保护和可持续发展的政策要求。在工业、建筑、交通、电力等多领域有序扩大天然气利用规模，能够助力能源碳达峰，推动构建清洁低碳、安全高效能源体系。

中长期看，推动天然气消费增长仍然是中国能源转型的主要方向。根据相关机构预测研究认为，“十四五”期间中国天然气消费量年均增长率仍将在 5% 以上，中情景下 2025 年消费量达 $4200 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，2035 年可达 $6000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 以上。

展望未来，预计一系列利好因素将推动中国液化天然气进口量的进下不增长。短期内，国内能源紧缺以及冬季天然气需求季节性增加将继续提供支撑。中长期来看，政府的减碳政策和陆续签订的液化天然气进口长期协议，将为中国液化天然气进口量的增长提供助力。此外，中国的再气化产能预计在 2022-2025 年快速扩张，目前约有 6000 万吨/年的产能已在建造中，另有 8200 万吨/年的产能已有建造计划。

得益于气源优势，预计“十四五”及未来较长时期，随着沿海 LNG 资源大规模引进，国家管网公司优化运营天然气资源，国内天然气化工用气将保持增长态势。

二、二氧化碳市场分析

在常温常压下是无色略带酸味的气体。在标准状态下，一立方米 CO₂ 气体重 1.9769kg，在一个标准大气压下，其升华温度为-78.5℃，临界温度为 31.1℃，临界压力为 7.3967MPa，相对分子质量为 44.01，不能燃烧，容易液化，密度是空气密度的 1.53 倍，在临界温度以下加压，可使 CO₂ 气体液化为无色的液体 CO₂。

根据 CO₂ 质量、用途不同，可分为工业级和食品级二种，根据 CO₂ 物理状态又可分为气态、液态、固态、干冰三种形式。

CO₂ 的应用比较广泛，主要用于化工、机械、食品、农业、医药、烟草等行业。气体 CO₂ 主要用作碳酸氢胺、尿素、纯碱和无机盐工业的原料，也用于钢铸件淬火。液体 CO₂ 主要用于冷却介质、金属焊接、制造干冰、生产饮料以及发酵工业、制糖工业和医疗卫生领域，还可用作大型铸钢防泡剂、植物生长促进剂、灭火剂等。近年来，液体 CO₂ 在石油开采方面作为新兴的驱油剂得到了广泛的使用（EOR）。固体 CO₂ 主要用于青霉素生产、食品贮存及低温运输等。

（1）CO₂ 主要用途

1) 工业级 CO₂ 主要用途

①气体保护焊。CO₂ 气体保护焊是我国焊接行业重点推广的技术项目之一，随着推广速度的递增 预计年增长幅度在 10%左右。

②灭火装置。随着人们生活水平的提高，宾馆、高级住宅、企事业单位对 CO₂ 灭火装置的配置也大幅度增长，CO₂ 在灭火器材中的用量也以年 8--12%的幅度增长。

③气肥。CO₂ 和水是植物光合作用的二种基本原料，农业生产产业化是农业现代化的唯一途径。粮食基地、蔬菜基地的建立为 CO₂ 作为气肥应用开辟了新的领域，预计其增长幅度也在 5%以上。

④目前在中药、食品、香料、石油化工、生物化工、石油开采等方面已取得突破性进展。该技术作为一种新型低成本技术，将越来越受到人们的青睐。

2) 食品级 CO₂ 主要用途

①饮料和啤酒行业。饮料和啤酒行业是食品级 CO₂ 主要市场。目前我国饮料和啤酒消费量低于发达国家，随着我国人民生活水平的日益提高，这一行业对食品级 CO₂

的需求将会以每年 15% 以上的速度增长。

②烟草行业。随着环保要求的提高以及对食品添加剂的严格要求，为食品级 CO₂ 进入烟草行业提供了很大的机遇。食品级 CO₂ 用于烟丝膨化可使每箱香烟节约 2.5-3.0kg 原料烟丝，而且烟丝膨化质量也有很大的提高。卷烟行业以年产 3000 万箱计算约需 CO₂190 万吨/年。

③防腐保鲜行业。食品级 CO₂ 或其制成的干冰还是食品、蔬菜、水果、水产品真正"绿色"产品防腐保鲜的首选，在速冻食品、冷藏运输、医疗冷冻、粮食的杀虫与贮存领域也可大显身手。

(2) 二氧化碳国内市场分析

1) 市场供应现状及预测

2020 年，全球 CO₂ 排放量为 319.8 亿吨，我国 CO₂ 排放量为 98.935 亿吨，占全球 CO₂ 总排放量的 30.93%，排名第一。在全球关注温室气体减排的背景下，我国针对温室气体排放的政策和监管愈加严格，导致拥有高含量 CO₂ 废气源的企业回收意愿增强，加上下游行业交易规模的扩展，从两个角度同时刺激了 CO₂ 产能与市场容量大幅提升，为 CO₂ 行业提供了新的发展动力。近年国内 CO₂ 消费市场快速增长，行业发展迅猛，产能增长也迎来高峰期。据中国工业气体工业协会统计，目前国内现有 CO₂ 生产企业 300 余家，总生产能力已超过 2000 万 t/a，市场规模达到 200 亿元。

目前国内商品 CO₂ 主要来源于两类企业：一类是以开采天然 CO₂ 气田来进行提纯、销售的企业，这类企业主要分布在江苏泰兴、山东淄博、吉林松原、黑龙江大庆等 CO₂ 气田附近。另一类是对回收 CO₂ 废气进行技术处理后再利用的企业，这类企业数量众多。CO₂ 回收企业大多利用工业副产的 CO₂ 气源作为原料，如酿酒厂、石灰窑、化肥厂等的尾气，炼铁厂、热电站等的烟道气等，装置分布广泛而零散。

2) 市场需求现状及预测

我国 CO₂ 市场形成较晚，80 年代初期我国 CO₂ 的年消费量仅为几万吨，主要用于碳酸类饮料。进入 90 年代，随着我国工农业经济的多元化发展，国内 CO₂ 需求量快速增长。我国二氧化碳主要应用在碳酸型饮料(含啤酒)、二氧化碳保护焊、冷冻保鲜、烟丝膨化等领域。2020 年，二氧化碳在泛食品领域(碳酸饮料、生鲜冷链、烟丝

膨化)的应用占比达 56%，工业领域(二氧化碳保护焊、合成化工、油田注压采油)等应用占比为 44%。

我国国内市场需求量、消费结构各省市差别较大。沿海开放城市、经济发达省份需求量较大，其消费结构因各省市工业结构不同而不同。从地区分布来看，我国 CO₂ 市场发展不平衡，相对而言东部及沿海地区和东北重工业密集地区 CO₂ 市场容量较大，而中西部地区需求相对较少。消费结构也因各地区的相关工业结构的不同而有着巨大差异。

①华东地区

以 CO₂ 生产与消费大省江苏为例，目前江苏省 CO₂ 回收企业已达 21 家(共 23 套装置)，设计能力 110 万 t/a，年产能 90 万 t。江苏省 CO₂ 消费结构为碳酸饮料占 27.77%、啤酒占 7.36%、冷冻占 7.61%、干冰占 3.74 %、卷烟占 10.67%、焊接保护气占 25.28%、粮食包装储运占 11.05 %、其他占 6.25 %。

②华北地区

山东也是全国 CO₂ 主要回收生产基地，全省 35 家回收企业。山东省的 CO₂ 消费结构为啤酒和碳酸饮料占 30%、烟草占 30%、冷冻和冷藏占 15%、焊接占 10%、油田驱油占 6%、气体肥料占 6%、医药和消防占 3%。目前山西省内及周边河北省 CO₂ 食品级生产有几家，供应商货源大多称产品能达到国标 GB1886.228-2016 食品级要求，但是实际上 CO₂ 产量低、品质不高、且质量不稳定，因此主要都销向工业领域。

③东北地区

东北是传统重工业密集地区，钢铁行业、造船行业、油田勘探开采等行业在整体经济结构中均占有重要比重。与此经济结构相对应的 CO₂ 消费结构也带有明显的重工业特色。东北地区的 CO₂ 消费结构为：油田驱油气约占 58%、焊接保护气约占 30%、食品保鲜行业约占 8%、其他占 4%。据调查了解，目前东北地区 CO₂ 用于大棚气体肥料只限于少量实验性质的探索应用。

④西南地区

重庆、四川、贵州 CO₂ 设计总产能约 140 万吨，实际生产销售量 40 余万吨，食品级 CO₂ 消费占比 28.77%，工业级 CO₂ 消费占比 71.23%，生产成本主要集中在电耗

上。因生产企业设计产能较大，供大于求，市场竞争越发激烈。加之生产操作因素、物流半径、生产企业及销售企业跨区域销售等因素影响，大多装置开工率未达到设计生产能力。其中，食品级 CO₂ 消费结构为啤酒占 49%、碳酸饮料占 41%、烟草占 6%、冷冻和冷藏占 4%。

食品级 CO₂ 或其制成的干冰是食品、果蔬、水产品防腐保鲜用的首选“绿色”产品，在储存速冻食品、冷藏运输、医疗冷冻等领域也应用广泛。根据 2017-2019 年 3 年间公路冷链运输车保有量复合增速 23% 估算，我国冷链运输行业需求增速在 20% 以上。目前我国冷链流通率在 22%-41%，与欧美日发达国家平均 95% 水平相比差距较大，未来 CO₂ 市场需求具有极大的提升空间。

超临界萃取技术在中药、食品、香料、石油化工、生物化工、环境化工等方面已取得突破性进展，作为一种新型低成本、易分离萃取技术，将越来越受到人们的青睐。

烟草行业也为食品级 CO₂ 的应用提供了很好机遇，随着环保要求提高以及对食品添加剂要求更趋严格，目前已逐步采用食品级 CO₂ 替代氟利昂进行烟丝膨化。采用食品级 CO₂ 膨化的烟丝不仅质量好，而且可使每箱香烟节约 2.5-3.0kg 原料烟丝。浙江卷烟厂已经在 2001 年将原氟利昂膨化设备全部改成了 CO₂ 膨化设备，我国不少烟厂近两年都相继将原来的氟利昂膨化设备改为 CO₂ 膨化设备，卷烟行业以年产 3000 万箱计算约需食品级 CO₂ 190 万吨/年。因此，食品级 CO₂ 在烟草工业具有十分良好的推广前景。

饮料和啤酒是食品级 CO₂ 的主要消费市场。2020 年我国居民人均可支配收入 3716 元，同比增长 6.2%，居民消费水平得到较大的改善。

2019 年，我国碳酸饮料、气保焊、冷链等领域所需食品级二氧化碳为 194 万吨，占总需求的比例为 86%；2020 年食品级二氧化碳总需求约为 226 万吨，2005-2020 年的复合增速约为 10%。2021 年我国食品级二氧化碳的市场空间约为 20 亿元/年左右。二氧化碳行业持续需求火热，资本利好二氧化碳领域，行业发展长期向好。

5.5.2.8.2 产品方案和生产规模

(1) 生产规模

规划处理天然气能力：3.5 亿 Nm³/a

(2) 产品方案

产品产量初步估算如下：

LNG 产品：100 万方/天

液体 CO₂ 产品：0.75 t/a

(3) 产品规划及质量指标

本项目 LNG 质量不低于国家技术监督局发布的中华人民共和国国家标准《天然气》（GB17820-2012）的一类气规定，满足民用、车用燃料的质量要求。

5.5.2.8.3 工艺技术方案

本规划 100 万方/天天然气液化装置工艺流程如下图所示：

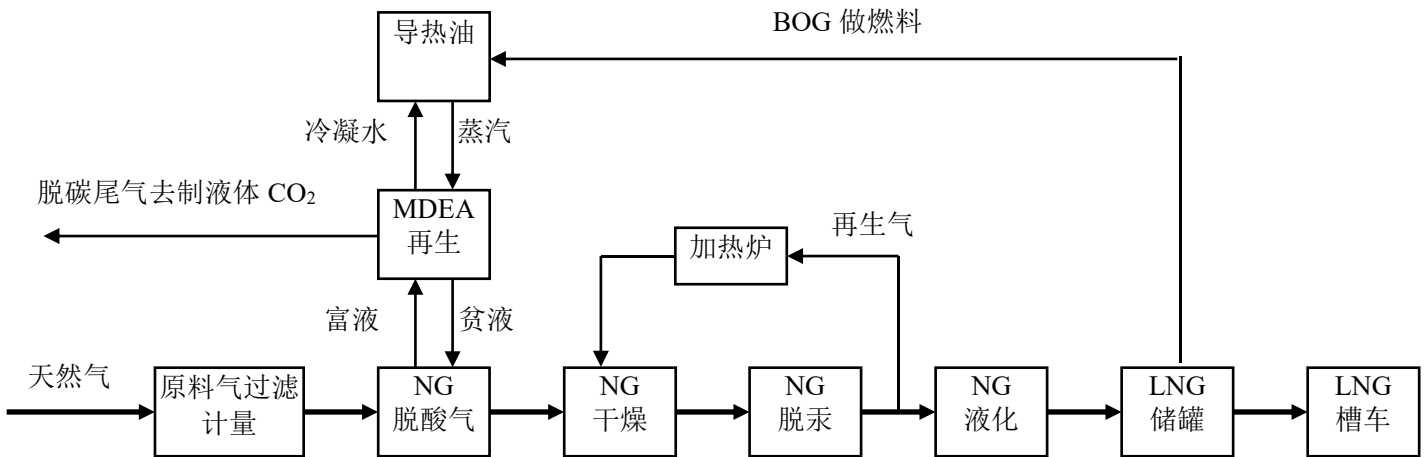
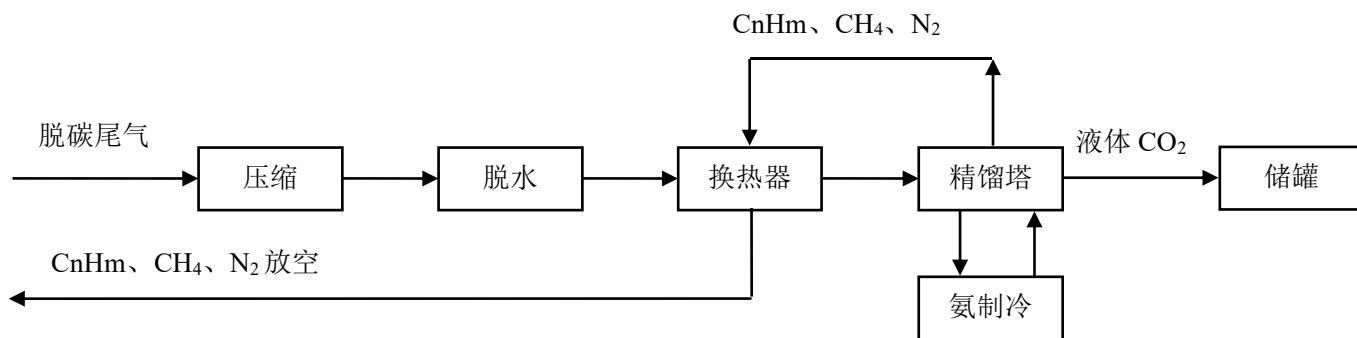


图 5.5.2.8-8 LNG 生产工艺流程示意图

同时利用副产脱碳尾气制液体 CO₂ 装置工艺流程如下图所示：


 图 5.5.2.8-9 液体 CO₂ 工艺流程示意图

◆原料气系统

用户提供的原料天然气经调压、计量后，进入进口分离器粗分杂质，经天然气压缩机压缩至 5.0MPa，冷却至 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ，然后经出口分离器分离后将天然气导入脱碳系统。

◆脱碳系统

为满足低温工作状态下的要求，经脱碳系统净化后的天然气中二氧化碳（CO₂）含量应低于 50ppm（vol）。

来自界区的天然气经原料气过滤器脱除机械杂质和少量油分后，进入吸收塔底部，与塔顶来的 MDEA 溶液逆流接触，CO₂ 气体被 MDEA 溶液吸收，净化气体在吸收塔上部经洗涤冷却经塔顶高效除沫器后，进入净化气冷却器降温至 40 $^{\circ}\text{C}$ ，再经净化气分离器和净化气过滤器分离水份及杂质后送出界区。

吸收 CO₂ 后的 MDEA 溶液称为富液，富液由吸收塔底减压至 0.5MPa 进入胺液闪蒸罐后，液相经贫富液换热器换热后经再生塔顶部喷淋入塔。在再生塔内，溶液中的 $\text{R}_2\text{CH}_3\text{NH}^+\cdot\text{HCO}_3^-$ 受热分解释放出 CO₂，CO₂ 随同大量的水蒸汽及少量的 MDEA 蒸汽经洗涤由塔顶流出，进入 CO₂ 水冷却器，与循环水进行热量交换，CO₂ 气体降温至 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ，然后去酸气分离器。在酸气分离器内，气体夹带的水份被分离，CO₂ 气体经管道送出界区。经酸气分离器分离出的冷凝液经酸水回流泵提升回流至再生塔顶，酸气就地放空。

由再生塔底部引出的贫液经贫富换热器降温后，进入胺液循环泵加压，贫液后冷却器冷却再经机械过滤器和活性炭过滤器除去杂质后进入吸收塔上部喷淋入塔。

再生塔加热的热源由来自导热油炉。

◆脱水系统

为满足低温工作状态的要求，经脱水系统净化后的天然气中水含量低于 1ppm。

脱水系统由两台分子筛干燥器、一台再生气加热器、一台再生气冷却器、一台再生气分离器、一台粉尘过滤器和两台再生气压缩机组成。

分子筛干燥器为两台切换使用，一台吸附，一台加热再生和冷吹。

从脱碳系统来的净化天然气进入干燥器通过 4A 分子筛吸附脱除其中的 H₂O 至小于 1ppm，进入粉尘过滤器，去除粉尘后进入脱汞系统；干燥器用再生气来自脱汞后的净化气。

在再生阶段：再生气经再生气加热器加热到~280℃后进入干燥器，解吸其中的 H₂O；在冷吹阶段：该气体旁通加热器进入干燥器，冷却分子筛床层；出干燥器后经再生气冷却器冷却到常温，并经再生气分离器分离后经再生气压缩机增压后返回脱水系统入口循环。

◆脱汞系统

由于汞对铝质换热器有腐蚀作用，因此需要设脱汞系统。经脱汞系统净化后的天然气中汞含量需降至 0.01μg/m³ 以下。

采用专用吸附剂吸附汞，可使用 3~5 年，不需再生。

从脱水系统来的净化天然气与经增压后的 BOG 混合，自上而下通过脱汞吸附器床层，采用专用吸附剂吸附脱除天然气中汞至小于 0.01μg/m³，再经粉尘过滤器脱除粉尘后，一股进入天然气液化系统，另一股作为再生气进入脱水系统。

脱汞系统由一台粉尘过滤器和一台脱汞吸附器组成。

◆天然气液化系统

采用混合冷剂三级节流制冷工艺流程。制冷剂由氮、甲烷、丙烷、异戊烷和乙烯组成。并采用重烃洗涤塔脱除苯、重烃及其它物质使之能满足天然气液化的要求。

天然气流路：经过预处理后合格的天然气进入液化冷箱，经过预冷换热器预冷，然后进入重烃洗涤塔脱除苯和重烃等，塔顶的天然气再经过换热器冷却后进入重烃分离罐分离，液相作为洗涤液由泵送入洗涤塔顶部，气相经过换热器冷却液化、过冷

然后经节流阀节流降压后进入 LNG 储罐中储存。

混合冷剂流路：从冷箱出来的混合冷剂经混合冷剂压缩机吸入罐后在进入混合冷剂压缩机一段压缩。然后冷却器冷却后进入段间分离器分离，气相在进入混合冷剂压缩机二段压缩，液相由冷剂泵增压后与冷剂压缩机压缩后的气体混合。混合的冷剂经冷却器冷却后再进入气液分离器分离，分离后的液相由混合冷剂输送泵输送到冷箱进入预冷换热器过冷然后节流；气相依次经过预冷换热器和主换热器冷却然后进入分离罐分离，分离后的液相在经过换热器过冷后节流，气相经过换热器冷却液化、过冷后再节流，然后返回换热器，为过冷换热器中天然气和混合冷剂的过冷提冷量。从过冷换热器返回的混合冷剂与主换热器出来节流的混合冷剂一起进入气液分离罐分离，分离的气相和液相分别进入预冷换热器后通过分配器分配混合后复热后出主换热器，然后再与从预冷换热器出来节流的轻烃进入气液分离器分离，分离后的气相和液相分别进入预冷换热器，通过预冷换热器内部均布器均布后复热出冷箱，再进入混合冷剂压缩机吸入罐，完成一个循环。

制冷剂的获得：混合制冷剂中的氮采用液氮贮槽中液氮通过空温式汽化器汽化为常温或变压吸附制氮装置制取，甲烷采用经净化并脱除重烃后的天然气，首次开车时甲烷可通过一期 LNG 产品汽化而来，其余烃类制冷剂通过外购储存到冷剂储存系统内。在正常运行中，由于制冷剂有少量的消耗，故需要定期少量补充制冷剂进入循环压缩系统，以维持制冷系统对流量及压力的要求。

循环压缩机干气密封设有冷剂回收装置，可将大量随干气密封泄漏的冷剂回收至压缩机入口处循环使用，大大减少了日常运行时冷剂的补充量。循环压缩机入口设冷剂吸入罐，可进行冷剂的配制和组分的调节，并且该罐及前后管路，虽正常运行时工作于低压，但系统设计按较高压力设计，以减少停车时冷剂的排放。

循环压缩机和冷箱设有安全阀保护装置，在天然气进冷箱前设有紧急切断阀，天然气出冷箱后的管道上设有安全阀保护装置。

◆液体二氧化碳系统

出脱碳系统装置后的脱碳尾气经过压缩机压缩到 2.1MPa.A。然后进入干燥系统干燥脱水，然后在经过粉尘过滤器过滤后进入再沸器冷却到-4℃左右，进入精馏塔精

馏，塔底的 CO₂ 进入储罐储存。塔顶气放空。精馏塔的冷量由氨制冷系统提供，再沸器的热量由原料气提供。

5.5.2.8.4 投资估算

本规划 100 万方/天的天然气液化及配套液体二氧化碳装置投资估算为 6.5 亿元。

5.5.2.8.5 结论与建议

本项目中生产装置属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》规定的“第一类鼓励类”中“七、石油、天然气”的“9、液化天然气技术开发与应用”范畴。符合国家的能源政策、产业政策、环保政策及建设单位的发展规划。

本项目采用深冷液化天然气技术，技术成熟，能耗低、三废少、质量高等特点，投产后可以长期稳定、安全、满负荷地运行。

利用当地管道天然气制液化天然气，可减少东西部地区 LNG 进口，减轻外汇负担，对改善国家能源安全程度有重大作用，市场前景也非常广阔。为此，本项目以当地丰富的天然气资源为切入点，利用管道天然气为原料，生产最终产品为液化天然气（LNG），同时回收脱碳尾气中的 CO₂ 制液体二氧化碳作为副产品，可实现较好的经济收益。

5.6 金堂区块规划方案重点项目介绍

5.6.1 天然气与二氧化碳重整制碳酸二甲酯联产乙二醇项目

5.6.1.1 市场分析

一、产品用途

（1）碳酸二甲酯用途

碳酸二甲酯简称DMC，是一种低毒、清洁、高效的溶剂，广泛应用于涂料、胶粘剂、电解液等领域，目前中国市场上碳酸二甲酯生产装置陆续投放，且生产工艺也逐渐多样化。由于碳酸二甲酯毒性较小，是一种具有发展前景的“绿色”化工产品。主要下游可分为由油品调和、涂料、胶黏剂、农药、医药中间构成的传统化工类下游；以及聚碳酸酯、电解液溶剂（电子级碳酸二甲酯、电子级碳酸甲乙酯、电子级碳酸二乙

酯)、异氰酸酯构成的新型下游。因碳酸二甲酯近两年受需求结构调整的影响,往往在三季度出现大幅上涨局面,传统溶剂类需求减弱,但高端涂料与胶黏剂仍维持刚需用量,部分低端产品则使用煤制副产碳酸二甲酯作为代替。整体看,碳酸二甲酯需求呈逐年增加的态势发展,并在逐渐向高端新型需求领域倾斜。

(2) 乙二醇用途

乙二醇又名甘醇是一种重要的石油化工基础有机原料,主要用于生产聚酯纤维、防冻剂、不饱和聚酯树脂、润滑剂、增塑剂、非离子表面活性剂以及炸药等,此外还可用于涂料、照像显影液、刹车液以及油墨等行业,用作过硼酸铵的溶剂和介质,用于生产特种溶剂乙二醇醚等,用途十分广泛。乙二醇是重要的精细化工原料,属于醇类产品中应用较为广泛的产品之一。

二、碳酸二甲酯市场分析

目前,国外 DMC 最大的消费领域为 PC (PC);其次是作为有机化学中间体,合成不同行业的多种产品;再次是在涂料、油漆、胶粘剂、油墨等。近年来,随着电动汽车的推广,DMC 在生产电池电解液也有广泛的应用,用于锂离子电池。另外,国外部分客户还用于 DMC 生产环丙沙星、合成农药中间体等。

我国 DMC 目前主要消费市场是油漆涂料行业和锂离子电池电解液,油漆涂料行业,约占国内 DMC 消费总量 50%以上,但随着国内非光气法 PC 生产装置的建设投产及电动汽车的全方面推进,国内 DMC 的消费结构会发生很大的变化,主要的消费市场将会在 PC 领域和锂离子电池电解液领域。

目前中国市场上 DMC 生产装置陆续投放,且生产工艺也逐渐多样化。2021 年中国 DMC 市场主力供应仍以环氧丙烷酯交换法工艺为主,合计产能 45.3 万吨/年,占总产能的 38%;华鲁恒升 2021 年 10 月新装置投产,其产能位居全国第二,占总产能的 25%;EO 酯交换法合计产能 22 万吨/年,占比总产能的 19%;甲醇气相羰基化工艺产能为 10 万吨/年,占比 8%,甲醇液相羰基化法装置 7 万吨/年,占比总产能的 8%;尿素法为中科惠安产能在 5 万吨/年,占比均占总产能的 6%。

由于 DMC 毒性很小,是一种具有发展前景的“绿色”化工产品。主要下游可分为由油品调和、涂料、胶黏剂、农药、医药中间构成的传统化工类下游,以及聚碳酸

酯、电解液溶剂（电子级碳酸二甲酯等）、异氰酸酯构成的新型下游。整体看，DMC需求呈逐年增加的态势发展，并在逐渐向高端新型需求领域倾斜。

三、乙二醇市场分析

现阶段中国乙二醇市场特色鲜明：基于聚酯行业的下游消费规模较大、中国产品自给率较低，煤制乙二醇工艺发展迅速，作为煤炭大国煤化工的深远发展使中国的煤制乙二醇得以规模化发展；同时，就目前中国乙二醇生产格局来看，以中石化、中石油、恒力石化、浙江石化为主的油头乙二醇装置占据市场份额的六成以上，而煤制乙二醇行业虽新增产能较为迅速，但由于该领域技术处于逐渐成长阶段，因此短期内市场存在产能增速较快但产量增速缓慢的不匹配状态。不过，伴随煤制乙二醇工艺的逐步优化，煤制乙二醇行业对中国产量的贡献度将逐步提高。

乙二醇位于聚酯产业链的中间环节，由原油常减压蒸馏得到石脑油，通过石脑油裂解生成乙烯，进而由乙烯作为原料合成乙二醇，乙二醇与 PTA 聚合得到 PET（包括聚酯切片、涤纶长丝、涤纶短纤、聚酯瓶片、聚酯薄膜），最终应用于纺织品服装、包装材料、饮料瓶等终端领域。此外乙二醇可通过合成气路线由煤炭、油田伴生气等原料通过制取 CO，再由 CO 催化偶联合成草酸酯，进行加氢生成乙二醇；以及 MTO 法制乙烯，进一步合成乙二醇。

近几年中国乙二醇行业在炼化一体化以及煤化工项目的推动下出现了快速的产能增长，2021 年中国乙二醇总产能突破 2000 万吨大关，在卫星石化、古雷石化等炼化一体化、乙烷裂解项目投产后，乙二醇市场供应的企业构成、区域结构都出现了较为明显的变化。同时新装置的投产也挤占了部分进口货源和国产货源的市场份额，2021 年乙二醇进口量出现明显缩减，同时部分国产老装置始终维持长停状态。

需求方面在全球疫情影响减弱后，乙二醇下游聚酯、终端服装家纺行业明显回暖，带动乙二醇需求进一步提升，但 2021 年四季度乙二醇需求受政策影响出现预期外的减弱，导致 2021 年乙二醇需求增速较 2017 年-2019 年有所回落。

价格方面，受 2021 年乙二醇低库存常态化以及成本端原料价格不断走高影响，乙二醇现货市场价格重心自年初的 4400 元/吨附近逐步提升至 7500 元/吨以上。然后在 2021 年 10 月下旬，原料端煤炭价格受政策调控影响出现明显回调，此阶段乙二醇

现货市场价格亦跟随持续回落至 5000 元/吨以下。

展望未来，在 2022 年乙二醇行业仍将面对较为集中的产能投放压力，同时 2022 年宏观经济预期较弱，终端需求增长仍存不确定性。2022 年中国乙二醇行业需要继续追踪乙二醇供应提升和需求表现情况，同时全球能源供应紧张带来的乙二醇价格驱动变化在 2022 年预计也将再度调整，需要密切关注。

5.6.1.2 产品方案和生产规模

根据碳酸二甲酯和乙二醇市场状况及国内外技术发展趋势以及产业政策，同时根据本次天然气重整二氧化碳制丙烯项目副产乙烯规模，本规划项目碳酸二甲酯生产规模确定为 18 万吨/年，联产乙二醇装置规模为 12 万吨/年。本规划 DMC 产品须符合 GB/T33107-2016 质量指标。

年操作时间按 8000 小时计。

5.6.1.3 工艺技术方案

本条产业链主要目的在于充分利用电厂发电烟气中捕集的二氧化碳，并结合当地的天然气资源，采用先进实用新技术，生产高附加值化工产品，打造碳捕集与化工耦合发展产品链，以达到减碳、固碳的目的，发展绿色循环经济，实现可持续性发展，从而助推巴中地区化工产业转型升级，低碳发展。

本条产业链最终产品包括聚丙烯、聚碳酸亚丙酯、丙烯酸酯以及 DMC 联产乙二醇等市场前景较为广阔的化工类产品。规划方案的气源均为天然气耦合电厂回收烟气中捕集的二氧化碳，重整制得合成气后制得丙烯，同时副产少量乙烯，再将丙烯、乙烯作为各规划项目作原料用。其工艺过程包括二氧化碳捕集装置、天然气与二氧化碳重整制合成气装置、合成气制丙烯装置。具体工艺过程简述如下：

(1) 二氧化碳捕集装置

来自发电厂富含 CO_2 烟气经风机增压后经水洗冷却，进入脱碳塔底部，与塔顶加入的醇胺贫吸收液逆向接触，吸收烟气中的 CO_2 成份，未被吸收的气体再返回到烟道系统；塔底为吸收 CO_2 后的富溶剂，经脱碳塔底泵加压并与贫吸收剂换热器换热升温后进入再生塔。

富吸收剂在再生塔内通过加热方式由塔顶脱除 CO_2 气体而再生，塔釜再沸器用蒸

汽作为再沸器热源。再生后的贫吸收剂经换热回收能量，再经再生塔底泵经冷却后返回吸收塔。再生塔顶排的 CO_2 气体含有水蒸汽和少量溶剂，经再生塔顶冷凝器冷凝后进入再生塔回流罐中，凝液全部作为回流由再生塔回流泵返回塔顶，未凝的气体则是产品 CO_2 气。 CO_2 产品气经由外管输送到气柜入口。

(2) 天然气与二氧化碳重整制合成气装置

原料天然气、 CO_2 混合后，与废热锅炉出口转化气换热至进入脱硫槽。脱硫后的混合原料气进入自热式重整系统，发生 $\text{CO}_2\text{-CH}_4\text{-H}_2\text{O}$ 的重整反应。重整系统出口的转化气经转化气废锅副产饱和蒸汽后再然后依次经气气换热器、除氧水加热器、原料气预热器、水冷器后，温度降至 40°C ，最后进入脱碳系统。脱除的 CO_2 经压缩机增压后返回原料系统循环使用，合成气送出界区。

(3) 合成气制烯烃

合成气制乙烯和丙烯等低碳烯烃最早始于 1976 年，根据研究的侧重点不同，该工艺主要有两种，一是 MTO 技术，二是 MTP 技术。MTO/MTP 工艺工业化研究已进行了许多年，国际上一些著名公司如美孚石油公司(Mobil)、巴斯夫公司(BASF)、埃克森石油公司(Exxon)、环球油品公司(UOP)、海德罗公司(NorskHydro)和德国鲁奇公司(Lurgi)等均对其投入了大量的精力。国内许多单位包括大连化物所、北京石科院、上海石油化工研究院、华东理工大学、清华大学等也都对其进行了长期的研究。具体工艺包括 Exxon Mobil 的 MTO 工艺、UOP/Hydro 的 MTO 工艺、Lurgi 的 MTP 工艺、大连化物所的 SDTO、DMTO 工艺、上海石油化工研究院的 SMTO 工艺、清华大学的循环流化床制丙烯(FMTP)技术等。

其中中国科学院大连化学物理研究所在 20 世纪 80 年代开始进行 MTO 研究工作，采用固定床反应器和中孔 ZSM-5 沸石催化剂。20 世纪 90 年代初开发了“合成气经二甲醚(DME)制烯烃工艺方法(SDTO)”。催化剂为 SAPO 系列分子筛催化剂。SDTO 工艺包括两个阶段，第一阶段是在固定床中将合成气转化为二甲醚，采用金属-沸石双功能催化剂 SD219-2，在 240°C 、 $3.4 \sim 3.7 \text{ MPa}$ 、气空时速 1000/h 条件下，连续平稳操作 1000h，DME 选择性 95%，CO 单程转化率 75%~78%。第二阶段在流化床反应器中将二甲醚转化为低碳烯烃，催化剂为基于 SAPO-34 的 DO123 或 DO300，价格仅

为 MTO-100 催化剂的 8%~15%，而新一代 DO300 催化剂价格仅相当于 DO123 催化剂的 68%。

2004 年，大连化物所、陕西新兴煤化工科技发展有限公司和中国石化洛阳石化工程公司合作，进行了 DMTO（在催化剂作用下）成套工业技术的开发。2010 年，采用 DMTO 的全球首套百万吨级工业化装置，在 DMTO 工艺基础上，大连化物所进一步开发了 DMTO-II 工艺，增加了 C4 以上重组分裂解单元。2014 年 12 月，DMTO-II 工业示范装置在陕西蒲城清洁能源化工有限公司开车成功，生产出聚合级丙烯和乙烯。在 DMTO-II 技术基础上，大连化物所通过对反应器和工艺过程的创新，采用新一代催化剂，进一步开发了 DMTO-III 技术。

本规划推荐使用以天然气和碳捕集耦合后制得的合成气为原料，以二甲醚(DMO)为中间体，采取最新的 DMTO-III (Dimethylether/Methanol To Olefins) 工艺生产烯烃。与 MTO 比，MTO 是主要生产乙烯的工艺技术，其产品主要是乙烯、丙烯和少量的正丁烯，乙烯、丙烯产品比例大概在 1 比 1 左右，具体的随操作条件会有差异。而 DMTO-III 工艺技术主要是以生产丙烯为主，其产品主要成分是碳三及碳四烃类和少量的乙烯，乙烯/丙烯产品比例可以达到 1 比 5 甚至 1 比 10。差异最主要是由于催化剂不同，另外操作条件也会有影响。

本规划碳酸二甲酯联产乙二醇装置推荐工艺路线为 EO 酯交换法合成 DMC 工艺路线。其中 EO（环氧乙烷）装置以本次天然气重整二氧化碳制合成气并制丙烯装置副产的乙烯为原料，EO 装置建设规模为 10 万吨/年，中间产品 EC（碳酸乙烯酯）装置建设规模为 20 万吨/年。

其具体工艺过程包括：

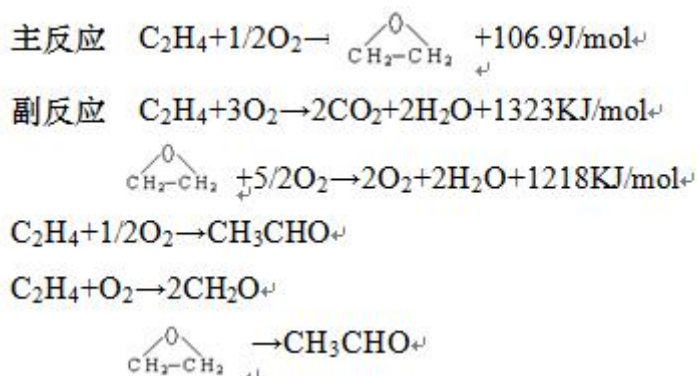
（1）乙烯制环氧乙烷工序

EO 的生产主要有氯醇法和乙烯直接氧化法，其中乙烯直接氧化法又包括空气法和氧气法。由于氯醇法制备 EO 存在污染严重、产品总收率较低且产品中含甲醛较高，在一定程度上限制了其用途，目前氯醇法已被淘汰，国内化工企业所有装置都是采用乙烯氧化法。

乙烯直接氧化法又分为空气直接氧化法和氧气直接氧化法。空气直接氧化法是由

Lefort 在 1931 年发明的，利用乙烯和氧在适当载体的银催化剂上作用制备出 EO，氧气直接氧化法是由 Shell 公司在 1958 年发明的，此方法直接以氧气作氧化剂，减少了反应系统中惰性气体的吸入量，可减少反应系统中反应器的台数，在一定程度上降低生产成本。

乙烯直接氧化法所用的催化剂为银催化剂。乙烯在银催化剂上气相氧化发生下列反应：



乙烯在银催化剂上氧化生成 EO，反应机理是：银对氧吸附，在银的表面产生两种吸附状态的氧（原子氧及分子氧）。当氧在银表面发生解离吸附时生成原子态吸附氧，原子态吸附氧与乙烯发生深度氧化生成二氧化碳和水。当银表面覆盖有抑制剂氯时，氧的解离吸附过程则受到一定程度的限制。当氧在银表面发生非解离吸附时则生成分子态吸附氧，它与乙烯作用生成 EO，同时脱出一个氧原子，这个原子态氧则与乙烯发生深度反应，生成二氧化碳和水。

工艺流程简述：

乙烯直接氧化法生产 EO 装置主要由乙烯氧化反应、循环气压缩、二氧化碳吸收、解吸、EO 吸收解吸和再吸收、二氧化碳脱除、EO 精馏等工艺过程构成。

乙烯和氧在银催化剂作用下，通过固定床反应器发生乙烯氧化反应，主反应生成 EO，主要副反应生成二氧化碳。用碳酸钾溶液吸收循环气中的二氧化碳。EO 用水吸收，然后解吸和再吸收，二氧化碳干燥，生产出不含乙烯、氨、二氧化碳等杂质的 EO 水溶液，产品 EO 通过水洗来回收，然后通过精制回收 EO。

（2）酯化工序

酯化工序包含两个串联的鼓泡塔反应器，EO 和过量的 CO₂ 在反应器中发生酯化

反应生成碳酸乙烯酯（EC）。新鲜二氧化碳（CO₂）与来自鼓泡塔反应器顶部的循环CO₂在罐混合，经压缩机压缩后，进入第一反应器。新鲜环氧乙烷（EO）经EO缓冲罐进料泵增压后与来自薄膜蒸发器的循环催化剂溶液、与补充新鲜催化剂溶液混合后进入第一反应器参与反应。大部分的EO在第一级反应器中转化为EC，一级反应器液相出口的反应混合物与顶部气相出口的CO₂进入二级反应器继续进行酯化反应。

（3）EC分离工序

EC分离工序包括低压闪蒸罐、真空闪蒸罐、薄膜蒸发器以及EC精馏塔。第二反应器上部采出液相先后经低压闪蒸罐和真空闪蒸罐的气液分离。脱除部分轻组分的粗EC产品送至薄膜蒸发器中，加热后的粗EC产品在薄膜蒸发器中部分汽化，顶部采出EC气相，然后经换热器冷凝后进入EC凝液罐，该冷凝液为工业级的EC产品，可送至工业级EC储罐、EC精馏塔以及DMC反应精馏塔。

（4）酯交换工序

碳酸乙烯酯与甲醇在反应精馏塔内反应生成EG和DMC，反应精馏塔常压操作，甲醇和DMC以共沸物的形式从塔顶采出，进入加压精馏塔。反应精馏塔釜为EG、DMC和部分轻组分甲醇及少量未反应的EC，进入EG脱轻塔。

（5）DMC分离工序

共沸物分离单元由加压精馏塔、甲醇精馏塔、DMC精馏塔和DMC精制塔组成，加压精馏塔利用甲醇和DMC在不同压力下的共沸组成不同的原理，通过变压精馏分离得到DMC产品。塔釜得到工业级的DMC产品送至DMC精制，精制塔顶轻组分与加压精馏塔釜富DMC物料混合后返回DMC精馏塔，精制塔中侧线采出DMC降温后去电子级DMC罐区，釜液经降温后进入工业级DMC储罐。

（6）EG分离工序

EG脱轻塔塔顶采出轻组分甲醇和DMC的混合物，进入加压精馏塔再次分离。EG脱水塔釜液进入EG精馏塔，从塔顶脱除剩余的水及其他轻组分，塔中侧线采出EG产品，合格的EG产品送至罐区。

5.6.1.4 投资估算

本规划天然气与碳捕集重整制合成气及下游产品链中，天然气与碳捕集重整制合

成气，合成气再进一步制 35 万吨/年丙烯装置整体投资估算为 40.90 亿元。

以乙烯为原料，经中间产品环氧乙烷、碳酸乙烯酯，最后得到碳酸二甲酯联产乙二醇装置，投资估算为 18.87 亿元。

5.6.1.5 结论与建议

本规划项目产品 DMC 作为一种低毒、环保性能优异、用途广泛的化工原料，同时也是重要的有机合成中间体。在非光气法 PC（PC）和锂离子电池产业和涂料绿色溶剂等大力推动下，近几年我国 DMC 的需求将会持续走高，随着国家出台很多鼓励 DMC 项目的产业政策，DMC 市场前景较好。

5.6.2 21 万吨/年聚丙烯（PP）项目

5.6.2.1 市场分析

聚丙烯是丙烯加聚反应而成的聚合物，白色蜡状材料，外观透明而轻，无色、无臭、无毒，是一种性能优良的热塑性合成树脂。具有耐化学性、耐热性、电绝缘性、高强度机械性能和良好的高耐磨加工性能等，这使得聚丙烯自问世以来，便迅速在机械、汽车、电子电器、建筑、纺织、包装、农林渔业和食品工业等众多领域得到广泛的开发应用。近年来，随着我国包装、电子、汽车等工业的快速发展，极大地促进了我国工业的发展。而且因为其具有可塑性，聚丙烯材料正逐步替代木制产品，高强度韧性和高耐磨性能已逐步取代金属的机械功能。另外聚丙烯具有良好的接枝和复合功能，在混凝土、纺织、包装和农林渔业方面具有巨大的应用空间。

本项目以来自合成气制烯烃装置的高纯度丙烯为主要原料，丙烯为共聚单体，采用高活性催化剂在 62℃~80℃及低于 4.0MPa 的压力下经气相反应生产聚丙烯，再经干燥、混炼、挤压、造粒、筛分、均化成聚丙烯颗粒，可用作工程塑料，适用于制电视机、收音机外壳、电器绝缘材料、防腐管道、板材、贮槽等，也用于生产扁丝、纤维、包装薄膜等。

自 20 世纪 90 年代中期伴随着我国出口贸易的迅猛增长，以及房地产市场的快速发展，中国聚丙烯生产和消费驶入快车道。需求的急剧上升，带来了产能力的爆炸式增长，经过 40 多年的发展，目前已经基本上形成了溶剂法、液相本体 - 气相法、间歇式液相本体法、气相法等多种生产工艺并举，大中小型生产规模共存的生产格局。

聚丙烯下游的主要产品有拉丝、共聚注塑、均聚注塑、纤维、BOPP 等，分别占比 33%、23.5%、14%、9.5%和 8.03%。聚丙烯终端应用包括电视机、收音机外壳、电器绝缘材料、防腐管道、板材、贮槽等。

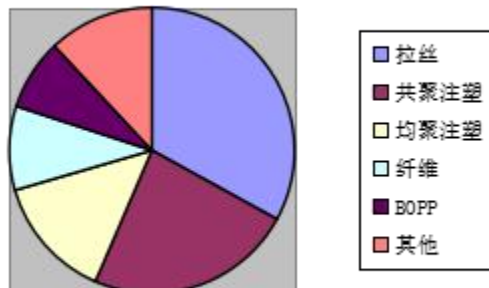


图 5.6.2-1 聚丙烯下游产品

产能方面，据统计，我国 2015 年有效产能在 1778 万吨，2016 年略有增长，在 2018 万吨，2017 年、2018 年，2019 年增速平缓，有效产能分别为 2144 万吨、2244 万吨和 2446 万吨。



图 5.6.2-2 2015-2019 年聚丙烯产能

聚丙烯消费方面，据统计，我国 2015 年表观消费量在 2009 万吨，2016 年略有增长，在 2046 万吨，2017 年、2018 年，2019 年增速强劲，分别为 2266 万吨、2388 万吨和 2549 万吨，到 2020 年底，聚丙烯表观消费量达到 3000 万吨。

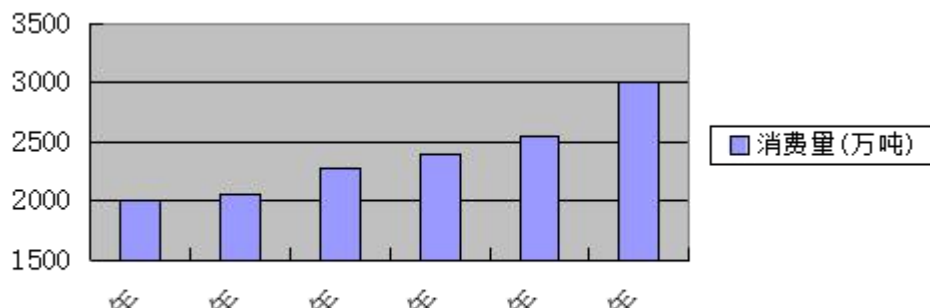


图 5.6.2-3 2015-2020 年聚丙烯消费量

2017 年来聚丙烯价格较为稳定,最高和最低价格均出现在 2020 年,最高为 13000 元/吨,最低价格出现在 2017 年,为 7739 元/吨。

本规划项目生产的高端聚丙烯粉料可主要用于汽车制造业,改性聚丙烯可以制造汽车上的许多内外部部件,如汽车方向盘、仪表盘、保险杠等。由于聚丙烯的相对密度小,制作交通工具的零件可以大大减轻其重量,从而节约大量能源。目前全部零件都用塑料为原料制成的汽车即“全塑”汽车已经问世,而这类汽车的许多零件是用聚丙烯树脂制造的。

5.6.2.2 产品方案和生产规模

本项目利用天然气重整二氧化碳制合成气并制丙烯装置的高纯度丙烯为主要原料,丙烯为共聚单体,生产高端聚丙烯粉料产品,再加入碳酸钙制得最终改性聚丙烯产品,其装置规模定为 21 万吨/年。

5.6.2.3 工艺技术方案

聚丙烯的生产工艺主要经历了溶剂法、溶液法,液相本体法(含液相气相组合式)和气相法几个发展阶段。世界上用于生产聚丙烯的工艺方法按类别划分主要有以下几大类:溶剂法、溶液法,液相本体法(含液相气相组合式)和气相法。各工艺特点简介如下:

1) 溶剂聚合法

溶剂法(又称浆液法或泥浆法、淤浆法)是最早采用的聚丙烯生产工艺,但由于有脱灰和溶剂回收工序,流程长,较复杂等缺点,随着催化剂研究技术的进步,从八十年代起,溶剂法已趋于停滞状态,逐渐为液相本体法所取代。

工艺特点:

(1) 丙烯单体溶解在惰性液相溶剂中(如己烷中),在催化剂作用下进行溶剂聚合,聚合物以固体颗粒状态悬浮在溶剂中,采用釜式搅拌反应器;

(2) 有脱灰和溶剂回收工序,流程长,较复杂,装置投资大,能耗高。但生产易控制,产品质量好;(3) 以离心过滤方法分离聚丙烯颗粒再经气流沸腾干燥和挤压造粒。

2) 溶液聚合法工艺特点:

(1) 使用高沸点直链烃作溶剂,在高于聚丙烯熔点的温度下操作,所得聚合物全部溶解在溶剂中呈均相分布;

(2) 高温气提方法蒸发脱除溶剂得熔融聚丙烯,再挤出造粒得粒料产品;

(3) 生产厂家只有美国柯达公司一家。

3) 液相本体法

含液相气相组合式,液相本体法聚丙烯生产工艺是聚丙烯生产中后期发展起来的新工艺。该生产工艺是聚丙烯 1957 年开始工业化生产七年之后问世的。

采用液相本体法生产聚丙烯,是在反应体系中不加任何其他溶剂,将催化剂直接分散在液相丙烯中进行丙烯液相本体聚合反应。聚合物从液相丙烯中不断析出,以细颗粒状悬浮在液相丙烯中。随着反应时间的增长,聚合物颗粒在液相丙烯中的浓度增高。当丙烯转化率达到一定程度时,经闪蒸回收未聚合的丙烯单体,即得到粉料聚丙烯产品。这是一种比较简单和先进的聚丙烯工业生产方法。液相本体法工艺代表着八十年代国际上聚丙烯生产的新技术、新水平。

工艺特点:

(1) 系统中不加溶剂,丙烯单体以液相状态在釜式反应器中进行液相本体聚合,乙烯丙烯在流化床反应器中进行气相共聚;

(2) 流程简单,设备少、投资省,动力消耗及生产成本低;

(3) 均聚采用釜式搅拌反应器(Hypol 工艺),或环管反应器(Spheripol 工艺),无规共聚和嵌段共聚均在搅拌式流化床中进行。

采用液相本体法的典型代表是 BASSELL 公司的 Spherizone 液相本体法工艺。Spherizone 是一种气相循环技术,采用齐格勒-纳塔催化剂,可生产出保持韧性和加工

性能同时又具有高结晶度、刚性和更加均一的聚合体。它可在单一反应器中制得高度均一的多单体树脂或双峰均聚物。Spherizone 循环反应有二个互通的区域，不同的区域起到由其它工艺的气相和液相环管反应器所起的作用。这两个区域能产生具有不同相对分子质量或单体组成分布的树脂，扩大了聚丙烯的性能范围。

该工艺的核心设备为 MZCR（多区循环反应器系统）反应器 R230 系统。反应器由提升管和下降管两部分组成。在提升管内聚合物通过反应气体向上吹，形成流化，并送入下降管的上部经过旋风分离器后，粉料在收集在下降管内。反应气体由离心式压缩机通过外部的管线循环，反应热依靠在外部循环管线上的循环器冷却器来移出。反应器产品通过安装在下降管下部的阀门排出。排出的粉料经过高压和低压脱气后，在生产均聚物和无规共聚物时，直接进行汽蒸和干燥，得到粉料产品。生产抗冲产品时，经过高压脱气后的粉料排入气相流化床反应器。该反应器仍采用 Spheripol II 气相反应器系统。共聚反应器为立式圆筒式容器，上、下为球形封头，下部为沸腾床，主体材料为不锈钢，内表面抛光。

4) 气相本体法

采用气相本体法的典型代表是 DOW 化学公司 Unipol 气相工艺。Unipol 气相聚丙烯工艺是美国联碳公司（UCCP）和壳牌公司于二十世纪八十年代开发的一种气相流化床聚丙烯工艺，是将应用在聚乙烯生产上的流化床工艺移植到聚丙烯生产中，并获得成功。该工艺采用高效催化剂体系，主催化剂为高效载体催化剂，助催化剂为三乙基铝、给电子体。

UNIPOL 工艺具有简单、灵活、经济和安全的特点；该工艺只用很少的设备就能生产出包括均聚物、无规共聚物和抗冲共聚物在内的全范围产品，可在较大操作范围内调节操作条件而使产品性能保持均一。因为使用的设备数量少而使维修工作量小，装置的可靠性提高。由于流化床反应动力学本身的限制，加上操作压力低使系统中物料的贮量减小，使得该工艺比其它工艺操作安全，不存在事故失控时设备超压的危险。

此工艺没有液体废料排出，排放到大气的烃类也很少，因此对环境的影响非常小，与其它工艺相比，该工艺更容易达到环保、健康和安全的各种严格规范。该工艺的另一显著特点是可以配合超冷凝态操作，即所谓的超冷凝态气相流化床工艺（SCM）。

该技术通过将反应器内液相的比例提高到 45%，可使现有的生产能力提高 200%。由于液体含量多少不是流化床不稳定、形成聚合物结块的基本因素，因此该技术关键的操作变量是膨胀床的密度及膨胀松密度与沉降松密度的比例。由于超冷凝态操作能够最有效地移走反应热，它能使反应器在体积不增加的情况下提高 2 倍以上的生产能力，对于投资的节省是非常可观的。抗冲共聚产品的乙烯含量可高达 17%（橡胶含量大于 30%）的抗冲共聚产品。

该工艺的核心设备为气相流化床反应器、循环气压缩机、循环气冷却器和挤压造粒机组。流化床反应器是空心式容器，其顶部带有扩大段，底部带有分布器，第一反应器操作压力为 3.5MPaG，温度 67°C，第二反应器操作压力为 2.1MPaG，温度 70°C；循环气压缩机为单级、恒速、离心式压缩机。

本项目采用已经国产化的气相本体法，以高纯度丙烯为主要原料，丙烯为共聚单体，采用高活性催化剂在 62°C~80°C 及低于 4.0MPa 的压力下经气相反应生产聚丙烯粉料，再经干燥、混炼、挤压、造粒、筛分、均化成聚丙烯颗粒。

5.6.2.4 投资估算

本项目 21 万吨/年聚丙烯装置投资估算为 22.11 亿元。

5.6.2.5 结论与建议

本规划项目产品高端改性聚丙烯可被广泛应用在小家电外壳、空调室外机、各种电子电器部件、工程结构部件等。

本规划项目就地利用通江地区丰富的石灰石资源，将碳酸钙填充改性聚丙烯以后，可明显提高聚丙烯的机械性能，使产品刚性、黏度及耐热性得到提高，模塑产品韧性、模量得到提高，热变形温度小。总体而言，PP+碳酸钙后的优点主要有：增加尺寸稳定性、增加材料的刚度、增加材料的耐热性能，降低材料成本。这是本规划项目的比较优势。

5.6.3 4 万吨/年丙烯制环氧丙烷（PO）装置

5.6.3.1 市场分析

（1）产品用途

环氧丙烷，又名氧化丙烯、甲基环氧乙烷，是非常重要的有机化合物原料，是仅

次于聚丙烯和丙烯腈的第三大丙烯类衍生物。主要用于生产聚醚、丙二醇等。它也是第四代洗涤剂非离子表面活性剂、油田破乳剂、农药乳化剂等的主要原料。环氧丙烷的衍生物广泛用于汽车、建筑、食品、烟草、医药及化妆品等行业。已生产的下游产品近百种，是精细化工产品的重要原料。

1) 聚醚多元醇

聚醚多元醇是从环氧丙烷衍生而来的，是含有两个或多个羟基(OH)的有机材料，有些聚醚品种含有微米级聚物理粒子悬浮物。

聚醚多元醇最大用途是生产聚氨酯塑料，其次用作表面活性剂，如泡沫稳定剂、造纸工业消泡剂、原油破乳剂、油井酸处理润湿剂及高效低泡洗涤剂等；也用做润滑剂、液压流体、热交换流体及淬火剂、乳胶发泡剂、多种切削和牵伸剂组分及专用溶剂等。

国内环氧丙烷主要用于生产聚醚多元醇(PPG)。由于起始剂种类的不同，生产的聚醚可分为软泡聚醚、硬泡聚醚和弹性体聚醚。软泡聚醚，主要用做聚氨酯软泡，用于做床垫、沙发、家具及汽车坐垫等；硬泡聚醚主要用做聚氨酯硬泡，用于保温、冰箱等；弹性体聚醚主要用做聚氨酯弹性体，用于运动跑道、涂料、粘合剂、密封剂等。

2) 丙二醇

环氧丙烷的第二大用途是用于生产丙二醇、醇醚、碳酸丙烯酯，进而可制造贮槽、浴室设备、船壳等。丙二醇是单丙二醇(MPG)、二丙二醇(DPG)和三丙二醇(TPG)的通称。

丙二醇是制造不饱和聚酯树脂、环氧树脂、聚氨酯树脂的原料；也是生产表面活性剂如乳化剂和破乳剂的中间体；由于其毒性小，因此还可用作食品色素、香料、化妆品的溶剂；亦可作烟草湿润剂、防霉剂和水果催熟防腐剂；在医药工业上，在医药工业中，丙二醇广泛用作液体或油膏形式药品的辅助剂和保湿剂；在食品工业中，丙二醇脂肪酸酯可作食品乳化剂，丙二醇还是调味和色素的优良溶剂；在油漆、颜料、日用化学方面，丙二醇主要用于生产增塑剂、溶剂和增粘剂(如用于牙膏)等。

3) 丙二醇醚

丙二醇醚是一种用途广泛的低毒性有机溶剂，广泛用于涂料行业、刹车液、防冻剂、喷气发动机燃油添加剂、地板抛光剂、印刷油墨、电子化学品、清洁剂、选矿剂、

皮革加工、PS 版用感光液、短效增塑剂、染料、农药等领域。同时二元醇醚还大量用于合成醇醚醋酸酯。

另外，环氧丙烷还少量用于涂料、非离子型表面活性剂、油田破乳剂、阻燃剂、农药乳化剂及润湿剂等行业。环氧丙烷也可直接用作干果的打包熏蒸剂和食品诸如可可、调料、螺丝肉、淀粉和树胶的散装熏蒸剂。

(2) 产品市场情况分析

环氧丙烷下游的主要产品有聚醚多元醇、丙二醇甲醚及碳酸二甲酯、丙二醇醚等，分别占比 75%、15%、7%。环氧丙烷终端应用包括家具、家电、汽车、建筑保温材料、涂料等领域，下游衍生产品数量庞大而且应用逐渐丰富。



图 5.6.3-1 环氧丙烷下游产品

从全球环氧丙烷产能分布来看，全球环氧丙烷产业集中度很高，亚洲地区产能集中在中国、沙特阿拉伯、新加坡、日本、泰国和韩国，欧美地区产能集中在陶氏杜邦、利安德巴塞尔、壳牌、亨斯迈和巴斯夫几家化工巨头。我国是世界上最大的环氧丙烷生产国家，产能占比全球 30%。产能方面，据统计，我国 2015-2016 年环氧丙烷有效产能在 320 万吨/年，2017 年产能达到 327 万吨/年，同比增长 7.9%，2018 年部分落后产能退出，行业无新增产能，2019 年行业产能小幅上升至 331.5 万吨；产量方面，我国环氧丙烷近五年产量呈缓慢增长趋势，据统计，截至 2019 年我国环氧丙烷产量为 285 万吨，全年开工率为 86%。

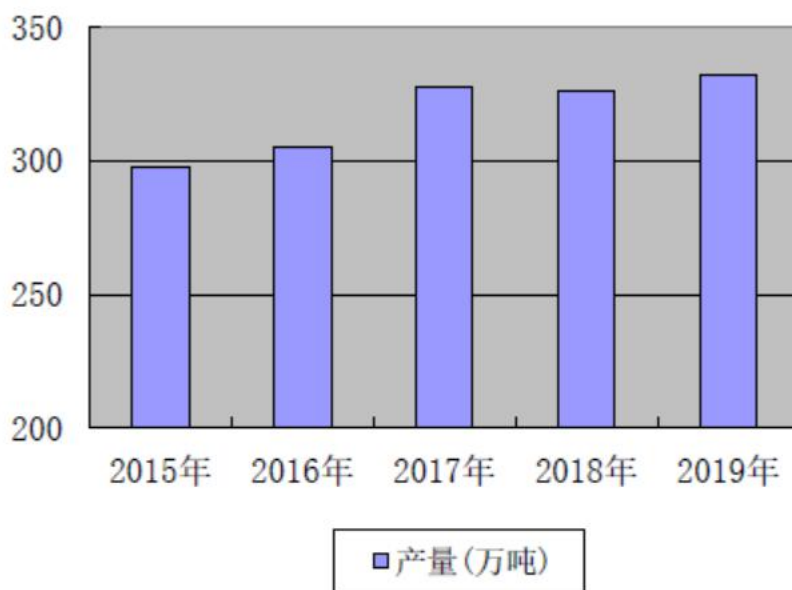


图 5.6.3-2 2015-2019 年环氧丙烷产能

2018-2019 年，我国环氧丙烷的表观消费量从 308.3 万吨增长到 332.2 万吨，产品自给率达到 85.7%，较 2018 年的 90.9%略有下降；随着国内消费习惯的改变和升级，预计到 2020 年我国环氧丙烷消费量将超过 340 万吨。

进出口数量方面，2015-2018 年，我国环氧丙烷进口依存度波动下降，截至 2019 年我国环氧丙烷进口量急剧上升，达到 47.39 万吨，同比增长 68.11%。主要原因是韩国 S-oil 新增产能对中国投放力度加大，以及中国作为亚太地区聚氨酯内需体量最大国，其它国外 PO 供应商也在不断加深对中国 PO 投放率；2019 年我国环氧丙烷出口量仅为 0.18 万吨。进出口金额方面，据统计，截至 2019 年我国环氧丙烷进口额为 5.47 亿美元，同比增长 42.05%，出口额为 252 万美元。

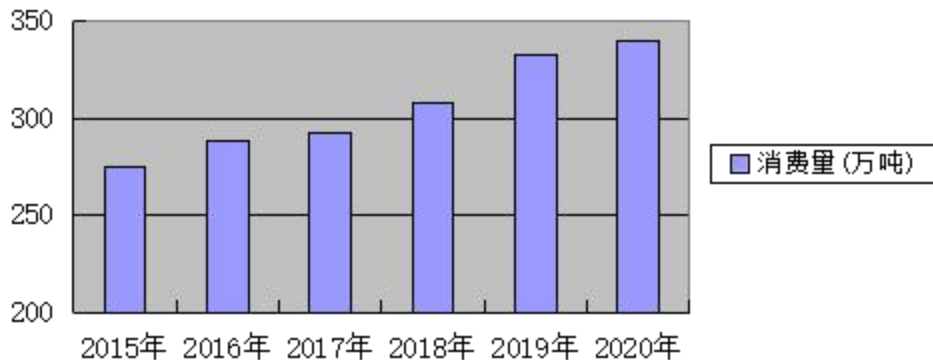


图 5.6.3-3 2015-2020 年环氧丙烷消费量

本规划项目产品环氧丙烷产品主要用于供本规划项目中聚碳酸亚丙酯项目做原料用。

5.6.3.2 产品方案和生产规模

本项目采用的工艺路线是：采用 HP-PO 合成法工艺，用过氧化氢直接氧化丙烯生产环氧丙烷，根据规划聚碳酸亚丙酯产品规模配套环氧丙烷装置规模为 4 万吨/年。

5.6.3.3 工艺技术方案

环氧丙烷生产方法有氯醇法、共氧化法、CH-PPO、HP-PO 及空气直接氧化法。

(1) 氯醇法是传统的环氧丙烷工业化生产方法，丙烯和氯气在水存在下转化成氯丙醇，然后氯丙醇与过量的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 或 NaOH 发生淤浆反应，脱去 HCl 得到环氧丙烷。

氯醇法的优点是流程比较短、工艺成熟、对原料丙烯纯度的要求不高、对设备要求不高，投资约为过氧化法的 1/2。由于无联产品，所以没有联产品会造成的市场问题。

缺点是过程要消耗大量氯，因而装置宜建在氯碱厂附近。其中传统氯醇法皂化时产生大量含氯污水和废渣，三废严重，处理费用大；而改良氯醇法用电解液中的 NaOH 进行皂化，消除了石灰皂化引起的弊端，但需和氯碱厂组合，并需对用过的电解液进行处理。

(2) 共氧化法

共氧化法又称联产法、间接氧化法，是在催化剂存在下，用有机氢过氧化物氧化丙烯生产环氧丙烷，目前已实现工业化的有三种方法：PO/TBA 法、PO/SM 法和 CHP 法。

(3) 双氧水直接氧化法 (HP-PO)

用 H_2O_2 直接氧化丙烯生成 PO, 生产过程中只生成环氧丙烷和水, 工艺流程简单, 产品收率高。

氯醇法由于存在设备腐蚀严重、生产污水量大等问题, 已列入《产业结构调整指导目录(2019 年本)》限制类, 于 2015 年起禁止新建氯醇法装置。空气(或氧气)直接氧化法技术处试验阶段, 技术还不成熟, 离工业化推广可能尚需时日。因此, 共氧化法与 HP-PO 是未来我国环氧丙烷生产的主要技术, 从近两年在建及规划项目来看, 国内两种方法是齐头并进, 约各占一半。

中国大连化学物理研究所从事过氧化氢法技术的研究。2002 年, 大连化物所与中石化签订了中试合作合同, 2005 年上半年大连化物所"反应控制相转移催化丙烯氧化制环氧丙烷小试研究"通过了由中石化组织的技术鉴定。2008 年 8 月, 大连化物所研发的双氧水直接氧化丙烯制环氧丙烷技术通过了由辽宁省科技厅组织的鉴定。

本报告建议选用 HP-PO 合成法工艺。该技术现已在吉林神华集团化学工业有限公司 30 万吨/年和湖南长盛石化有限公司 20 万吨/年项目上得以应用。

5.6.3.4 投资估算

本规划项目 4 万吨/年丙烯制环氧丙烷装置投资估算为 6.5 亿元。

5.6.3.5 结论与建议

本规划环氧丙烷生产采用先进的双氧水直接氧化法工艺, 而环氧丙烷的原料丙烯、氢气等均是自产, 其成本较低, 利润空间较高, 具有一定市场竞争优势, 并且本规划的环氧丙烷产品还可以作为原料生产市场前景较为广阔的环氧丙烷下游产品聚醚多元醇, 因此, 本项目市场风险较小, 抗风险的能力也较强, 有较好的经济效益。

5.6.4 6 万吨/年聚碳酸亚丙酯 (PPC) 项目

5.6.4.1 市场分析

进入 21 世纪以来, 随着科技进步和社会生产力的极大提高, 人类社会创造了前所未有的物质财富, 加速推进了文明发展的进程, 但同时, 人口剧增、资源过度消耗、环境污染、生态破坏等成为全球性重大问题, 严重阻碍着经济社会的持续发展。为此, 我国一直对解决资源、环境、社会等问题做着不懈的努力。

2007年10月，党的十七大首次把资源环境问题列为我国面临的首要问题，指出今后的目标是循环经济形成较大规模，可再生能源比重显著上升，主要污染物排放得到有效控制，生态环境质量明显改善。党的十八大、十九大提出了“推进绿色发展、循环发展、低碳发展”的方向。

《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》指出，到2020年形成生物化工产品、生物降解材料和生物工艺的规模化发展能力，生物降解产品在工业化学品中的比例提高到12%。开展区域性综合应用示范，实现区域生物基塑料制品、包装材料等替代50%以上的传统石化塑料制品。《新材料产业“十三五”发展规划》和《生物基材料产业科技发展“十三五”专项规划》明确提出要发展生物降解材料。国家工信部《工业强基工程实施指南（2016-2020年）》将生物降解材料列入重点支持方向。

2017年11月，国家发改委、邮政局、科技部、工信部、环保部等十部委联合发布了《关于协同推进快递业绿色包装工作的指导意见》，出台了《推进快递业绿色包装工作的实施方案》，明确提出包装材料要实现绿色化、减量化、可循环目标，到2020年可降解的绿色包装材料应用比例提高到50%。

2017年11月29日，国家食品药品监督管理总局发布了《网络餐饮服务食品安全监督管理办法》（2018年1月1日起施行），鼓励网络餐饮服务第三方平台提供者使用可降解食品容器、餐具和包装材料。

2017年12月20日，住建部印发了《关于加快推进部分重点城市生活垃圾分类工作的通知》，完善生活垃圾收费。

2018年3月2日，国务院公布了《快递暂行条例》，明确提出国家鼓励经营快递业务的企业和寄件人使用可降解、可重复利用的环保包装材料，鼓励经营快递业务的企业采取措施回收快件包装材料，实现包装材料的减量化利用和再利用。

2018年6月16日中共中央国务院《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》指出，促进经济绿色低碳循环发展，推进能源资源全面节约，引导公众绿色生活。

2020年1月16日，国家发展改革委和生态环境部发布《关于进一步加强塑料污染治理的意见》（发改环资〔2020〕80号），也称新版限塑令，规划了三个阶段的限

塑实施目标，以及对四个重点领域（塑料袋、一次性塑料餐具、宾馆酒店一次性用品、快递塑料包装和农地膜）的不可降解塑料使用进行限制：

到 2020 年底，率先在部分地区、部分领域禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用。

到 2022 年底，一次性塑料制品消费量明显减少，替代产品得到推广，塑料废弃物资源化能源化利用比例大幅提升；在塑料污染问题突出的领域和电商、快递、外卖等新兴领域，形成一批可复制、可推广的塑料减量和绿色物流模式。

到 2025 年底，塑料制品生产、流通、消费和回收处置等环节的管理制度基本建立，多元共治体系基本形成，替代产品开发应用水平进一步提升，重点城市塑料垃圾填埋量大幅降低，塑料污染得到有效控制。

2020 年 7 月 17 日国家发展改革委、生态环境部、工业和信息化部、住房城乡建设部、农业农村部、商务部、文化和旅游部、市场监管总局、供销合作总社共同发布了《关于扎实推进塑料污染治理工作的通知》（发改环资〔2020〕1146 号）。

“禁塑令”出台后，省级“禁塑”政策出台明显加快，据不完全统计，目前 24 个省份也陆续发布了当地的“禁塑令”。各省的禁塑节奏类似，均为 2020 年在几个主要城市试点，2022 年推广全省，2025 年达成全省禁塑的目标。根据中央及地方政策内容，未来 2-5 年内，禁塑政策即将在全国大范围铺开，可降解塑料行业有望实现高速发展。

可降解塑料可以很好地解决一次性塑料的污染问题，但受单价高和环保意识不足的限制，2018 年全球对可降解塑料的需求仅为 36 万吨，占塑料总产量的不到 1%。一次性塑料产品、湿垃圾袋、难以回收的易碎传统塑料薄膜、外卖和快递包装以及饭盒都带来了可降解塑料的大量替代需求。

仅上述需求就带来了总计数百万吨的可降解塑料替代空间，而 2018 年国内可降解塑料需求仅为 4.2 万吨，替代空间巨大，国内生物降解材料产能（含约 80 万吨计划新增产能）缺口很大。

聚碳酸亚丙酯（PPC）是我国生物可降解塑料产业的组成部分之一，近年来 PPC 占生物降解塑料产业规模比重的 5%左右，2019 年我国生物可降解塑料市场规模为 61.47 亿元，PPC 市场规模为 3.07 亿元，PPC 占比为 4.99%。

2019 年我国聚碳酸亚丙酯（PPC）产量为 1.94 万吨，2014 年以来我国聚碳酸亚丙酯（PPC）产量复合增长率为 23.33%；2019 年我国聚碳酸亚丙酯（PPC）需求量为 1.85 万吨，2014 年以来我国聚碳酸亚丙酯（PPC）需求量复合增长率为 23.27%。

中国政府在 2020 第七十五届联合国大会明确表明 2030 年前争取实现“碳达峰”，2060 年前争取实现“碳中和”。因此“十四五”将成为碳达峰的关键期、窗口期。

世界及我国产业政策加速推出，叠加效应正在显现，生物降解材料产业迎来历史上最佳发展机遇。

聚碳酸亚丙酯（PPC）由二氧化碳和环氧丙烷共聚而成，下游可以应用在保鲜膜、可降解泡沫材料、一次性餐具、一次性医用、食品包装材料等领域。改性 PPC 分子链具有一定的极性，玻璃化转变温度低于常温，表现出一定的流通性和弹性，可应用于黏结剂、发泡材料以及多层共挤高阻隔性薄膜等。

综合上述，以 PPC 为代表的生物降解材料产业是一项节能、循环、绿色、环保的朝阳产业，对节能减排、资源再生、保护生态、清除污染可带来显著的社会和环境效益，可为建设资源节约型、环境友好型、发展循环经济、解决“白色垃圾”污染做出一定的贡献，具有建设的必要性。

5.6.4.2 产品方案和生产规模

本项目采用的工艺路线是：以二氧化碳和环氧丙烷等单体为原料采用聚合方法生产聚碳酸亚丙酯（PPC）。

本规划 PPC 装置建设规模为 6 万吨/年，联产 0.5 万吨/年丙二醇。本规划 PPC 产品质量标准执行国标 GB/T 31124—2014。

5.6.4.3 工艺技术方案

利用不同来源低成本二氧化碳气体，经过提纯后和环氧丙烷作为主要原料，围绕高效、低成本催化剂的组合和载体负载技术做出突破；大幅提高催化剂合成效率，建成全封闭的高效、低成本的生产线。技术路线如下：

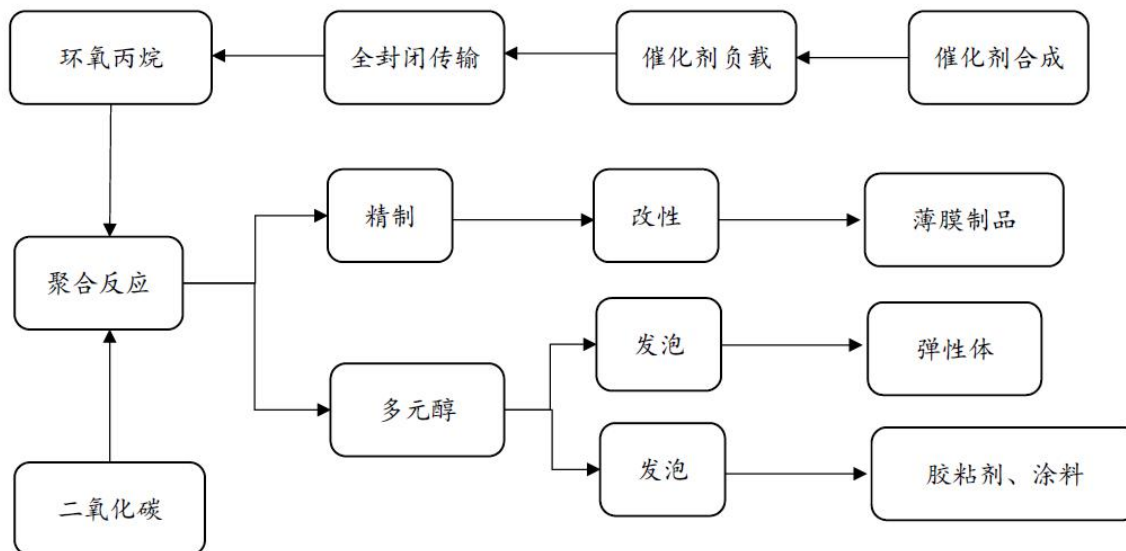


图 5.6.1.1-1 技术路线工艺框图

5.6.4.4 投资估算

本规划项目 6 万吨/年聚碳酸亚丙酯装置投资估算为 5.6 亿元。

5.6.4.5 结论与建议

近年来，受国际和国内禁塑政策的推动，随着原料生产和制品加工技术的进步，可生物降解材料备受关注，成为可持续、循环经济发展的焦点。项目符合国家产业发展、节能减排、可持续发展政策，产品用途广泛，且为国内市场短缺品种，是一个技术含量高、附加值高的项目。项目建设无论是从能源替代、二氧化碳减少，还是从环境保护以及解决“三农”问题上，都具有重要意义。

5.6.5 10 万吨/年丙烯酸酯装置

5.6.5.1 市场分析

2010 年世界丙烯酸酯产能 451 万吨，产量 390 万吨，到 2017 年，全球产能达到 680 万吨，产量 490 万吨，年均复合增长率为 3.3%。德国巴斯夫、美国陶氏化学、法国阿科玛是世界丙烯酸酯主要供应商，三家企业产能达到 260 万吨。

我国大规模开发丙烯酸酯始于 20 世纪 70 年代，北京东方化工厂从日本触媒化学公司引进了丙烯酸及酯的成套装置，采用丙烯两步氧化法工艺，于 1984 年建成投产。之后我国丙烯酸酯行业发展较快，到 2010 年，全国丙烯酸酯产能 124.1 万吨，产量 102.3 万吨。到 2018 年，全国丙烯酸酯产能达到 364.2 万吨，产量约 200 万吨。

以丙烯酸酯下游来看，涂料占比达 36%，胶粘剂达到 31%，纺织占比达 11%。预计 2020~2025 年，丙烯酸酯需求平均增速为 4.5%。

涂料行业有望拉动 1.4%的丙烯酸酯市场需求。涂料是丙烯酸酯下游的重要需求市场，我国涂料市场产量逐年上升，2012~2017 五年平均增速为 11.2%，2017 年产量达到 2041 万吨。2018 年涂料产量达到 2200 万吨，增速 7.8%。从房地产行业来看，经过两年低迷之后，从新房屋开工面积来看，经历 14~15 年的大幅下滑，16 年开始企稳回升，18 年呈现上升趋势，开发商一方面为了预售回笼资金不再囤地，另一方面处于补库存需求加快建设速度。房屋竣工面积与新开工面积发生背离，呈现下滑趋势，而家具销售额的下滑也证明了房地产销售压力较大。考虑到新开工面积的增量预期 2020 年之后涂料需求将会回升。我们预计，20~25 年涂料增速达到 4%左右，从而带动 2020~2025 丙烯酸酯的需求平均增长达 1.4%左右。

胶粘剂行业稳步发展有望提升丙烯酸酯需求。预计“十四五”期间胶粘剂和胶粘带行业产量年平均增长率为 8%左右。近几年电商业务飞速发展带动快递量保持高速增长，18 年仍保持在 25%以上，可拉动胶粘剂需求增速 9%。预计 2020~2025 年平均增速为 8%，由此可拉动 2020~2025 年丙烯酸酯的需求增长达 2.5%左右。

纺织行业增速下滑。纺织行业自 2016 年下半年开始复苏，经历两年景气后开始进入增速下行通道。纺织行业高景气时可以保持 10%以上的增速，低景气时也有 5%的增速。以低点 5%计算，2020~2025 年可以拉动丙烯酸酯需求增长达 0.6%。

综上所述，预计 2020~2025 年，丙烯酸酯需求平均增速为 4.5%。至 2025 年，国内对丙烯酸酯的需求将达到 270 万吨左右。

5.6.5.2 产品方案和生产规模

本规划中 10 万吨/年丙烯酸酯装置的产品方案是以丙烯为原料制得丙烯酸，再以丙烯酸和甲醇、丁醇和辛醇为原料，在阳离子交换树脂作为催化剂的作用下，反应生成丙烯酸酯产品。

根据国内外丙烯酸酯市场预测情况、装置的合理经济规模、工艺技术来源、项目投资融资同时结合国家产业政策等因素综合考虑，本发展规划建议丙烯酸装置的建设规模为 10 万吨/年，最终丙烯酸酯装置的建设规模为 16 万吨/年（其中：丙烯酸甲酯为 4

万吨/年，丙烯酸丁酯为 8 万吨/年，丙烯酸辛酯为 4 万吨/年）。

5.6.5.3 工艺技术方案

目前世界上丙烯酸工业装置主流方法是丙烯直接氧化法工艺。该方法以丙烯和空气中的氧气为原料，按一定酯比通过反应器催化剂床层进行反应生成丙烯酸。反应分两段进行。第一步丙烯氧化生成丙烯醛，第二步丙烯醛氧化生成丙烯酸。反应属于强放热反应。

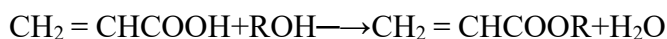
生成的丙烯酸通过吸收塔用水吸收成丙烯酸（49wt%~74wt%）水溶液（不同生产装置丙烯酸的浓度不同），再通过气提塔除去在第二段未反应的丙烯醛和副产物，除去副产物的丙烯酸水溶液，送入第二步进行丙烯酸精制，丙烯酸再和醇直接酯化生产丙烯酸酯。

其中最常用的醇类为丁醇、乙醇、甲醇、辛醇等。丙烯酸直接酯化是目前唯一用于丙烯酸酯生产的途径，有些少量高级酯则通过酯交换反应生产。美国塞拉尼斯公司曾用乙烯和丙烯酸生产丙烯酸乙酯，但该工厂被卖给了陶氏并于 2008 年关闭。

生产丙烯酸酯的酯化方法有：

（1）直接酯化

丙烯酸与相应的醇在硫酸或离子交换树脂存在下，连续酯化生成丙烯酸酯：

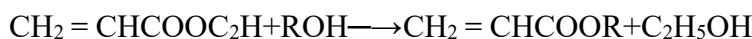


在丙烯酸生产过程中若反应产物不用水吸收，而用相应的醇代替，则可同时进行酯化，得到相应的丙烯酸酯。

生产丙烯酸酯时，酯化级丙烯酸与乙醇按比例进入酯化反应器，在催化床中进行酯化反应。产物进入酯分离塔，从塔顶得到含丙烯酸酯、醇和水的混合物。该混合物进入萃取塔萃取分离出醇。塔顶含丙烯酸酯和少量水的馏出物进入脱氢塔，共沸蒸出水相。丙烯酸酯进入精制塔，由塔顶得到产品丙烯酸酯，送往中间罐。

（2）酯交换

通过甲酯或乙酯在酸性催化剂存在下，与高级醇进行酯交换可制得高级酯：



综上所述，本规划推荐采用丙烯酸和醇直接酯化生产丙烯酸酯的生产工艺。

5.6.5.4 投资估算

本规划项目丙烯酸酯装置投资估算为 2.95 亿元。

5.6.5.5 结论与建议

丙烯酸酯可用于生产丙烯酸系的聚合物和共聚物，它们用作塑料、胶粘剂、纺织助剂和丙烯酸树脂涂料等，也可作为皮革用化学品、纸张的处理剂等。从目前丙烯酸酯下游来看，涂料占比达 36%，胶粘剂达到 31%，纺织占比达 11%。预计未来几年内丙烯酸酯需求平均增速为 4.5%。因此，本规划推荐采用丙烯酸和醇直接酯化生产丙烯酸酯的生产工艺建设 10 万吨/年丙烯酸酯装置，生产的丙烯酸酯产品作为本规划的最终产品之一，以满足国内市场对丙烯酸酯的需求。

6 总图运输和公用工程规划

6.1 总图布置规划方案

6.1.1 产业布置原则

- 1) 符合工艺流程，满足上下游衔接，保证物料流向顺畅
- 2) 生产设施相对集中布置
- 3) 遵守国家现行的规范
- 4) 便于原料和成品的运输

6.1.2 竖向设计原则

- 1) 满足生产工艺对高程的要求
- 2) 满足运输装卸对竖向标高的要求
- 3) 便于排水

6.1.3 园区总体布局

遵循布置原则,结合巴中曾口-金堂化工园区曾口区块和金堂区块的具体条件及本规划布局要求,进行产业布置。根据巴中化工产业发展要求,园区内主要布局新能源新材料和天然气化工产品两大主产业链化工项目。

曾口区块规划范围内包含生产区、基础设施及公用工程区、物流运输区、其他功能区,总面积 191.8105 公顷。

其中生产区:包含园区内各个化工项目主厂区,主要用地性质为工业用地,面积为 141.0507 公顷。基础设施及公用工程区:规划范围内主要包括供水、供热工程、道路交通设施等,主要用地性质为公用设施用地、道路与交通设施用地,面积为 21.8607 公顷。物流运输区:主要为园区成品仓库和危化停车场,主要用地性质为社会停车场用地和物流仓储用地,面积为 7.6645 公顷。其他功能区:主要为园区的开敞空间、隔离空间等用地,主要用地性质为防护绿地,面积为 21.2346 公顷。

规划范围外主要为基础设施及公用工程、园区管委会等。基础设施包括供电工程、排水工程、防洪排涝设施、电信和安防工程、应急救援设施(包括园区消防站、园区气防站、园区医疗救护站、应急物资库等)、事故应急池、环境监测站等,主要用地性质

为公用设施用地。

曾口区块园区管委会用于园区综合办公和应急指挥救援，用地性质为公共管理与公共服务设施用地，面积为 0.2299 公顷，位于曾口区块东南侧。

金堂区块规划范围内包含生产区、基础设施及公用工程区、其他功能区，总面积 95.5466 公顷。

其中生产区：包含园区内各个化工项目主厂区，主要用地性质为工业用地，面积为 75.2740 公顷。基础设施及公用工程区：规划范围内主要为道路与交通设施用地，用地面积为 9.9591 公顷。其他功能区：主要为园区范围内的开敞空间、隔离空间等用地，主要用地性质为防护绿地，面积为 10.3135 公顷。

规划范围外主要为园区提供基础设施供应和公共服务的基础设施及公用工程区、危化停车场、园区管委会等。基础设施及公用工程区，主要包括动力工程、给排水工程、防洪排涝设施、电信和安防工程、应急救援设施(包括园区消防站、园区气防站、园区医疗救护站、应急物资库等)、事故应急池、环境监测站等，主要用地性质为公用设施用地。园区规划范围外危化停车场面积 3.3370 公顷，园区管委会和应急指挥中心占地面积 0.0511 公顷。

6.1.4 道路

曾口区块规划区道路形成“一纵一环多射”的道路骨架。一纵：纵向主干道路，路幅宽度 32 米。一环：规划区内形成的环状交通道路，路幅宽度 14 米。多射：多条联系各组团的内部道路，路幅宽度 14—18 米。园区道路划分为主干路、次干路、支路三级。主干路道路宽度为 32 米，双向四车道。次干道道路宽度为 18 米，双向两车道，支路道路宽度为 14 米，双向两车道。

金堂区块规划区道路形成“一环三纵”的道路骨架。一环：环状主干道路，园区与外部道路连接主要通道，路幅宽度 18 米。三纵：规划区内三条纵向道路，经一街、经二街、经三街，路幅宽度 14 米、18 米、14 米。园区道路划分为主干路、次干路两级，主干道红线宽 18 米、双向两车道，次干道红线宽 14 米、双向两车道。

6.1.5 绿化

产业项目内绿化主要布置在厂前区、综合楼等四周。其他要求如下：

1) 在生产装置附近不应种植含油脂较多及易着火的树种，不应种植飞扬毛絮的树木，应选择水分较多的树种，宜广植地被植物和草皮，同时应保证消防通道的宽度和净空高度，保证不影响消防操作。

2) 工艺装置与周围消防道之间不宜种植绿篱或茂密的灌木丛。

3) 消防车道两侧的绿化，应符合消防车安全行驶和消防作业的要求。在道路弯道的横净距和交叉口的视距三角形范围内的绿化，为保证行车安全，应有足够的会车视距，一般不小于 20m。绿化布置不应遮挡行车视线，植物高度不宜超过 0.7m。

4) 管架的两侧 1 米外宜稀种植耐修剪、根系浅的灌木，其下方可种植花卉及草皮。

5) 道路两侧种植的行道树中心与道路路面边缘、建构物之间的最小水平间距分别应为 1m，3~5m。

6) 按照《化工园区开发建设导则（GB/T 42078-2022）》相关要求，绿地与广场用地不高于 12%，规划区规划整体绿地率 10.98%，其中曾口区块绿地率 11.07%，金堂区块绿地率 10.79%。

6.2 运输规划

6.2.1 运输方式的确定

本规划项目的产品主要是以西南地区及华中等地区为目标市场，结合本规划建设地址的交通运输条件。建议本规划项目产品的运输主要以铁路和公路运输为主。对于较远客户，主要考虑铁路运输；对于较近且需求量要求不是很大的用户，主要考虑公路运输。

本规划运输包括厂外和厂内运输，厂外运输主要包括各种原材料和最终产品的运输，厂内运输主要包括各种中间产品的运输。

6.2.2 交通运输条件

本次巴中曾口-金堂化工园区曾口区块化工产业规划项目选址地位于巴中市巴州区曾口镇。巴州区曾口镇现有巴达铁路、省道 409 线穿园而过，园区内外交通便捷，

直连银昆高速、巴万高速，可以有效满足园区运力需求。

金堂区块位于成渝经济区的东北侧，紧邻经济区内的达州市与南充市。具有交互成渝西三大城市的区位优势，也是北向出川、东向达海线重要交通节点了川陕渝毗邻区域重要通道。金堂区块交通运输条件良好，规划区整体位于通平路、通江河以北，通江县工业园以西，通江县城以南，主要依靠巴万高速、广渝高速、通平路和 S201 路进行对外联系。

6.2.3 厂外运输

曾口区块规划项目的厂外运输总量为 150.87 万吨/年，其中，运入量 84.81 万吨/年，运出量 66.06 万吨/年，主要以铁路和公路运输为主。

表 6.2-1 曾口区块规划项目厂外运输量一览表

序号	项目名称	装置规模	运输量 (万 t/a)		运输方式
			运入	运出	
1	石墨烯产业链项目	100 吨/年	0.59	0.01	天然气管网；公路
2	电解液等电池材料项目	1.5 万吨/年	13.49	11.51	铁路+公路
3	天然气液化项目	100 万方/天	25.11	24.54	天然气管网；公路
4	天然气制乙炔项目	6 万吨/年	30.13	—	天然气管网
5	氨纶项目	6 万吨/年	—	6	铁路+公路
6	NMP 项目	6 万吨/年	1.89	6	铁路+公路
7	TPEE 项目	2 万吨/年	1.7	2	铁路+公路
8	PBS 项目	5 万吨/年	3.6	5	铁路+公路
9	PBAT 项目	6 万吨/年	4.8	6.0	铁路+公路
10	PBT 项目	5 万吨/年	3.5	5	铁路+公路
合计			84.81	66.06	

金堂区块规划项目的厂外运输总量为 157.03 万吨/年，其中，运入量 82.39 万吨/年，运出量 74.64 万吨/年，主要以公路运输为主。

表 6.2-2 金堂区块规划项目厂外运输量一览表

序号	项目名称	装置规模	运输量 (万 t/a)		运输方式
			运入	运出	
1	天然气与 CO ₂ 重整制丙烯项目	35 万吨/年	71.90	1.5	天然气管网；公路
2	环氧丙烷 (PO) 装置	4 万吨/年	0.76	0.14	公路
3	聚碳酸亚丙酯 (PPC) 项目	6 万吨/年	—	6	公路
4	聚丙烯 (PP) 项目	21 万吨/年	0.06	21	公路
5	丙烯酸/丙烯酸酯项目	10/16 万吨/年	9.55	16	公路
6	碳酸二甲酯并联产乙二醇项目	18/12 万吨/年	0.12	30	公路
合计			82.39	74.64	

6.2.4 厂内运输

本规划厂内运输包括各上下游装置之间的液体、气体和固体物料的运输，其中液体和气体物料的运输主要通过管道输送，固体物料的输送主要通过皮带输送。

表 6.2-3 曾口区块规划项目厂内运输量一览表

序号	项目名称	装置规模	运输物料	运输量	备注
1	石墨烯产业链项目	100 吨/年	天然气	120 万标方/年	来自天然气供应管道
2	天然气制乙炔项目	6 万吨/年	天然气	4.2 亿标方/年	来自天然气供应管道
3	甲醛项目	25 万吨/年	乙炔尾气	5.69 亿标方/年	来自乙炔装置
4	BDO 项目	20 万吨/年	55%甲醛	26.3 万吨/年	来自甲醛装置
5			乙炔	6.45 万吨/年	来自乙炔装置
	THF/PTMEG 项目	3/4 万吨/年	BDO	5.64 万吨/年	来自 BDO 装置
6	氨纶项目	6 万吨/年	PTMEG	4.59 万吨/年	来自 PTMEG 装置
7	NMP 项目	6 万吨/年	BDO	6.14 万吨/年	来自 BDO 装置
8	TPEE 项目	2 万吨/年	BDO	1.22 万吨/年	来自 BDO 装置
9	PBS 项目	5 万吨/年	BDO	2.6 万吨/年	来自 BDO 装置
10	PBAT 项目	6 万吨/年	BDO	2.4 万吨/年	来自 BDO 装置
11	PBT 项目	5 万吨/年	BDO	2.0 万吨/年	来自 BDO 装置

表 6.2-4 金堂区块规划项目厂内运输量一览表

序号	项目名称	装置规模	运输物料	运输量 (万 t/a)	备注
1	天然气与 CO ₂ 重整制丙烯项目	35 万吨/年	含二氧化碳 尾气	47	来自电厂
2	聚丙烯 (PP) 项目	21 万吨/年	丙烯	24.5	来自丙烯装置
3	环氧丙烷 (PO) 装置	4 万吨/年	丙烯	3.10	来自天然气与 CO ₂ 重整制烯烃装置
4	聚碳酸亚丙酯 (PPC) 项目	6 万吨/年	二氧化碳	1.8	
			环氧丙烷	3.9	来自环氧丙烷装置
5	丙烯酸/丙烯酸酯项目	10/16 万吨/年	丙烯	7	来自丙烯装置
6	碳酸二甲酯并联产乙二醇项目	22/14 万吨/年	乙烯	10.66	来自丙烯装置
			二氧化碳	9	
合计				106.96	

6.2.5 交通运输规划

根据对本化工产业规划厂外运输量的统计和对主要产品目标市场的分析，本规划建议在规划化工产业的同时，把对外交通运输规划放在一个重要的位置上，提升运输效率。

6.3 供水规划

6.3.1 用水量估算

据初步估算，曾口区块近期规划新鲜用水需用 206 m³/h (4944t/d)，待规划项目全部建成以后，曾口区块共需新鲜水 882m³/h (21168t/d)，脱盐水 302m³/h，循环水 54145m³/h，冷冻水 5733m³/h。

表 6.3-1 曾口区块规划项目用水量一览表 (m³/h)

序号	项目名称	装置规模	新鲜水	脱盐水	循环水	冷冻水
1	石墨烯产业链项目	100 吨/年	40	15	3000	
2	电解液等电池材料项目	1.5 万吨/年	59			
3	天然气液化项目	100 万方/天	107	5	4000	
4	天然气制乙炔项目	6 万吨/年	155	155	15480	4128
5	甲醛项目	25 万吨/年	164	39	5600	
6	BDO 项目	20 万吨/年	159	0	11150	325
7	THF/PTMEG 项目	3/4 万吨/年	47	0	2360	24
8	氨纶项目	6 万吨/年	55	74	4500	
9	NMP 项目	6 万吨/年	19	0	1980	
10	TPEE 项目	2 万吨/年	9	3	620	
11	PBS 项目	5 万吨/年	24	4	1120	
12	PBAT 项目	6 万吨/年	39	5	4200	1200
13	PBT 项目	5 万吨/年	5	2	135	56
	合计		882	302	54145	5733

金堂区块近期规划新鲜用水需用 162 m³/h (3888t/d)，待规划项目全部建成以后，共需新鲜水 456m³/h (10944t/d)，脱盐水 38m³/h，循环水 43734m³/h。

表 6.3-2 金堂区块规划项目用水量一览表 (m³/h)

序号	项目名称	装置规模	新鲜水	脱盐水	循环水	备注
1	天然气与 CO ₂ 重整制丙烯项目	35 万吨/年	206	15	21000	
2	聚丙烯 (PP) 项目	21 万吨/年	5		1755	
3	环氧丙烷 (PO) 装置	4 万吨/年	29	2	2755	
4	聚碳酸亚丙酯 (PPC) 项目	6 万吨/年	9	6	300	
5	丙烯酸/丙烯酸酯项目	10/16 万吨/年	112	13	9600	
6	碳酸二甲酯并联产乙二醇项目	22/14 万吨/年	95	17	8324	
	合计		456	38	43734	

6.3.2 供水规划

曾口区块生活用水结合现状生活供水管线情况，远期规划园区生活用水由曾口镇现状自来水厂通过现有生活供水管线改造供给，工业用水由新建自来水厂供给。曾口

区块规划在园区西北部新建自来水厂一处，占地面积 2.9483 公顷，供水规模为 2.4 万吨/日。满足曾口区块工业用水需求。水源取自巴河，取水口设置在 S409 西侧。原水通过水泵直接送至水厂处理，输水管总体顺应现有道路方向。

金堂区块生活用水和工业用水均由新建自来水厂供给。在金堂区块规划在园区东侧新建自来水厂一处，占地面积 2.0541 公顷，供水规模为 1.2 万吨/日，满足金堂区块总用水量需求。水源取自通江河河水，取水口设置在通平路东侧。

6.3.3 管网规划

园区供水干管主要布置在园区交通主次干道下，与公共管廊分别位于道路两侧。为提高供水可靠性，给水干管采用大环套小环的管网布置方式，在园区边缘地带和小区内采用树枝状管网，规划曾口区块最大给水管管径 800mm，最小给水管管径 500mm；规划金堂区块最大给水管管径 600mm，最小给水管管径 400mm。

供水管网根据用户的用水要求合理分布于整个园区，以满足各用户对水量、水压的要求，在考虑施工维修方便的原则下，尽可能缩短供水管线的总长度，并且供水管道尽可能以最短距离到达各用水户。给水管线统一布置在道路中心线以东、以南。

6.3.4 保障措施

综上所述，从园区供水现状、供水规划以及园区各自用水量估算等情况综合分析，园区供水基本满足化工园区规划项目需求，为保证项目顺利进行，对于未来，本规划提出以下保障措施：

1、通过加强水资源管理、统一调度、综合平衡和全面规划供、用、排处理水的各项设计，达到一水多用，综合利用和重复循环使用，降低产品耗水指标。

2、园区污水处理率达 100%。

6.3.5 排水工程

排水体制宜采用雨、污分流制。各入驻企业废水原则上须经厂内预处理至《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准或相应行业标准或园区污水处理厂进水要求后方可进入园区污水处理厂处理。曾口、金堂区块均为新建污水处理厂，污水处理工艺拟采用水解酸化+A/O+二沉池+高密度沉淀+臭氧催化氧化+曝气生物滤池处理工艺。污水处理厂处理后的出水水质需达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》

(GB18918-2002)一级 A 标准，曾口区块废水通过规划污水处理厂统一处理，共用曾口场镇污水处理厂排口，减少污染物排放，降低对河段水环境的影响。

排水管渠尽量采用重力流，管渠顺地形坡向敷设，不设排水提升泵站。化工项目生活污水管道布置需要遵循污水管线在能自流的条件下线路最短，管径最小，埋深最浅的原则。

排水管道必须具有足够的强度，以承受外部的荷载和内部的水压，外部荷载包括土壤的重量——静荷载，以及由于车辆运行所造成的动荷载。压力管及倒虹管一般要考虑内部水压。自流管道发生淤塞或污水管渠系统的检查井内充水时，也可能引起内部水压。此外，为了保证排水管道在运输和施工中不致破裂，管道必须具有足够的强度。

目前用于污水管道的管材有钢管、钢筋混凝土管、排水 UPVC 管、HDPE 双壁波纹管、HDPE 通用增强型结构壁管和球墨铸铁管、现就各种排水管材的优缺点比较如下：

1) 混凝土管和钢筋混凝土管

混凝土管和钢筋混凝土管具有便于就地取材、制造方便（可在专门的工厂预制，也可在现场浇制）、价格低廉等特点，非常适合于用作排除城市污水和雨水。混凝土管和钢筋混凝土管虽具有抵抗酸、碱侵蚀及抗渗性能稍差、管节短、接头多、施工相对复杂的缺点，但结合工程实际，该种管材的性能价格比优点更为突显。

2) 排水 UPVC 管

排水 UPVC 管具有质量轻、运输方便、内壁光滑、输水量大、材质卫生，对水质无污染、耐腐蚀、使用寿命长、水密性好等优点。但该种管材抗冲击、震动能力较差（尤其管径较大时），价格也较混凝土管高，结合本地实际情况，该种管材不适合用作本工程的城市排水管道。

3) HDPE 双壁波纹管

HDPE 双壁波纹管具有柔顺好、抗冲击、抗地震、抗磨损性能好，寿命长、抗腐蚀、卫生性能好，管壁光滑、输送能力大、重量轻、方便施工等优点，但 HDPE 双壁波纹管采用的是中空缠绕结构，结构厚度小，在施工回填和使用过程中由于受压力

和地形的变化，很容易拉裂，成弹簧状，故此种管道更适合于南方水位较高地带使用，场地不会下沉，直接用砂回填，不用夯实。

4) HDPE 通用增强型结构壁管

HDPE 通用增强型结构壁管具有柔顺好、抗冲击、抗地震、抗磨损性能好，奉命长、抗腐蚀、卫生性能好，管壁光滑、输送能力大、重量轻、方便施工等优点，同时管外壁采用钢肋增强管壁结构，让聚乙烯和钢材的性能都得到更好的发挥，抗压强度增强。

5) 球墨铸铁管

球墨铸铁管管具有耐腐蚀、耐热、抗冻性好、轻质高强、摩阻力小、运输安装方便、奉命长等诸多优点，但单价高，尤其是大管径管道单价高于钢筋混凝土管的数倍，故常用作承压供水管道。

合理的选择管材，对提高管道使用寿命影响很大。经过管材的性能及价格因素的比较，HDPE 通用增强型结构壁管水力条件好，寿命长，施工和运输方便，综合造价低，可作为重力流污水管网管材。球墨铸铁管高强度、高延伸、抗腐蚀性能好，综合造价较低，可作为压力污水管网管材。

针对项目区域地形平缓、个别管线埋深较大，施工季节短等实际因素，选择 HDPE 通用增强型结构壁管性价比最高。

6.4 供电规划

6.4.1 用电量估算

据初步估算，待规划项目全部建成以后，曾口区块每小时共需用电 162870kWh，金堂区块每小时共需用电 50133kWh。

表 6.4-1 曾口区块规划项目用电量一览表

序号	项目名称	装置规模	小时用电量 (kWh)
1	石墨烯产业链项目	100 吨/年	200
2	电解液等电池材料项目	1.5 万吨/年	39900
3	天然气液化项目	100 万方/天	20272
4	天然气制乙炔项目	6 万吨/年	33270
5	甲醛项目	25 万吨/年	13650



序号	项目名称	装置规模	小时用电量 (kWh)
6	BDO 项目	20 万吨/年	9750
7	THF/PTMEG 项目	3/4 万吨/年	2237
8	氨纶项目	6 万吨/年	33750
9	NMP 项目	6 万吨/年	2340
10	TPEE 项目	2 万吨/年	1344
11	PBS 项目	5 万吨/年	2250
12	PBAT 项目	6 万吨/年	3375
13	PBT 项目	5 万吨/年	532
合计			162870

表 6.4-2 金堂区块规划项目用电量一览表

序号	项目名称	装置规模	小时用电量 (kWh)
1	天然气与 CO ₂ 重整制丙烯项目	35 万吨/年	16038
2	聚丙烯 (PP) 项目	21 万吨/年	8060
3	环氧丙烷 (PO) 装置	4 万吨/年	4025
4	聚碳酸亚丙酯 (PPC) 项目	6 万吨/年	2815
5	丙烯酸/丙烯酸酯项目	10/16 万吨/年	13936
6	碳酸二甲酯并联产乙二醇项目	18/12 万吨/年	5259
合计			50133

6.4.2 供电规划

预计巴中曾口-金堂化工园区曾口区块化工产业规划年用电量约 13.03 亿千瓦时，金堂区块规划年用电量约 4.01 亿千瓦时。

电源规划：巴中曾口-金堂化工园区曾口区块附近有 220 千伏变电站 1 座(220 千伏兴文变电站)、110 千伏变电站 1 座(110 千伏谢家变电站)、35 千伏变电站 1 座(35 千伏曾口变电站)。鉴于园区产业规划项目是分批引进、分批建设、分批投运，当前园区既有电力设施能够满足规划项目中绝大部分用电需求。

为进一步提高化工园区供电可靠性，在化工园区曾口区块西北侧规划新建 220 千伏曾口变电站 1 座，占地面积 1.3801 公顷，变电站接入巴中 500KV 变电站，由变电站引出两条母线为曾口区块供电，作为曾口区块未来产业项目用电主要供电来源，同时外部兴文 220 千伏变电站、谢家 110KV 变电站可为园区供电。曾口区块规划可形成多电源供电网络，可全面保障园区曾口区块所有规划产业项目用电及供电稳定。

园区金堂区块附近现有 110 千伏高明变电站、110 千伏通江变电站，其中高明变电站为双电源供电，分别为 110 千伏草高线和 110 高家线。110 千伏通江变电站为双

电源供电，分别为 110 千伏草通线和 110 千伏高江线。

金堂区块规划通过 110 千伏高明变电站、110 千伏通江变电站为园区供电，能满足多电源供电网络，形成多电源供电格局，可全面保障园区金堂区块所有规划产业项目用电及供电稳定。

6.4.3 供配电方案

(1) 配电电压选择

根据各装置的负荷情况，生产装置用电负荷配电电压等级如下：

200 KW 及以上电动机：10 千伏

200 KW 以下电动机：380 伏

照明电源：380/220 伏

中压配电网采用 10kV，为提高供电的可靠性，10kV 配电网采用环网接线。

110kV 系统按单母线分段接线设计，采用 2 回路接入。

10kV 系统按单母线分段接线设计。

(2) 无功功率补偿

根据《全国供电规则》的规定要求，电力用户的功率因数不低于 0.9，本工程用电负荷的功率因数约为 0.8，需无功功率补偿，可在 110kV、10kV 及 380V 侧母线设置无功补偿装置，经过补偿后，使其功率因数达到 0.92 以上。

新建地埋电缆电源电压为 10kV，配出线路采用交联铠装电力电缆直埋地敷设。高压电源引入由当地供电部门最终确定。高压电源化工园区供电主干线，沿主干道敷设，供给化工企业用电。

规划项目电力工程主要涉及 10KV 电力电力电缆的铺设：

1) 电力通道：设计采用排管埋地敷设，其纵坡与道路纵坡一致。管顶标高为-1.2 米，主干道分三层铺设，每层 3 根电力管；次干道分两层铺设，每层 3 根电力管。管道沟底作素混凝土垫层，回填土在管道缝隙部位采用中砂。在线路转角、分支处应设电缆人孔井，在直线段上，为便于拉引电缆也应设置一定数量的电缆人孔井，人孔井间的距离不应大于 100m。路面下电力管线穿越需加钢管保护。

2) 人孔井：设计在主干管沟直线段间距不超过 100 米。人孔井用于电缆敷设时

牵拉、盘留、制作和容纳中间对接头，以及用于少量电缆施工时沟内进人通风，人孔井按需要设三种形式：直通型、直通分歧型（三通）型和四通型。人孔井采用砖砌结构，井底作素混凝土垫层，上顶为预制或现浇钢筋混凝土盖板。人孔井盖采用双层带锁铸铁井盖，井盖铸字“电力”字样。每井内安装 3 层式电缆支架 10 付用于缆线敷设悬挂支撑。

3) 管线材料的选用原则：采用 HWT-150 碳素螺旋管电缆专用保护管或具有同等质量，接口性能和敷设附件的产品，产品各项指标应符合国家和行业标准。

电缆应在环境温度不低于 0℃ 条件下敷设时，无须预先加温。电缆敷设落差不受限制，电缆敷设最小弯曲半径不小于 15 倍电缆外径，电缆芯长期允许工作温度不得超过 90℃。短路时（最长持续时间不超过 5s）线芯温度不得超过 250℃。

项目电缆线路站内部分采取电缆沟敷设，站外部分采取穿管敷设；支架上电缆间净距以及电缆排管间净距为电缆外径值，电缆与其他线路、通道、建筑物的水平和交叉净距按 DL/T5221-2005《电力电缆线路设计技术规定》。

电缆敷设时的牵引力和侧压力应符合规程规定，定货长度超过 300 米的电缆均要求制作单侧或双侧牵引头。

电力电缆敷设采用排管埋地敷设，其纵坡与道路纵坡一致。管顶标高为-1.2 米，主干道分三层铺设，每层 3 根电力管；次干道分两层铺设，每层 3 根电力管。管道沟底作素混凝土垫层，回填土在管道缝隙部位采用中砂。在线路转角、分支处应设电缆人孔井，在直线段上，为便于拉引电缆也应设置一定数量的电缆人孔井，人孔井间的距离不应大于 100m。路面下电力管线穿越需加钢管保护。

设计在主干管沟直线段间距不超过 100 米。人孔井用于电缆敷设时牵拉、盘留、制作和容纳中间对接头，以及用于少量电缆施工时沟内进人通风，人孔井按需要设三种形式：直通型、直通分歧型（三通）型和四通型。人孔井采用砖砌结构，井底作素混凝土垫层，上顶为预制或现浇钢筋混凝土盖板。人孔井盖采用双层带锁铸铁井盖，井盖铸字“电力”字样。每井内安装 3 层式电缆支架 10 付用于缆线敷设悬挂支撑。

为防止外力破坏，电缆排管管顶距离地面的深度按直埋考虑，分别为一般路面 0.7m、车行道 1.0m；电缆排管不应平行设于其他管线的正上方或正下方，电力电缆相

互之间允许最小间距以及电力电缆与其他管线、构筑物基础等最小允许间距应符合 DL/T5221-2005《电力电缆线路设计技术规定》，如局部地段达不到规定者，应采取必要的保护措施；尽量避免与煤气、污水等管道同侧平行设置。

电缆排管水平间距为 100mm，垂直间距为 200mm，采用细砂填充压实；排管以上 200mm 处设置宽度不小于排管两侧 50mm 的 C20 混凝土护板，横过路排管可采用混凝土护板或浆砌片石保护；一般路面护板厚 100mm，横过路混凝土护板厚 200mm。

6.5 其他公用工程规划

除水和电以外，本规划其他公用工程，如蒸汽、仪表空气和氮气，据初步估算，待规划项目全部建成以后，曾口区块共需低压蒸汽 104t/h，中压蒸汽 205t/h，仪表空气 4450Nm³/h，氮气 4700Nm³/h。

表 6.5-1 曾口区块其他公用工程需用量一览表

序号	项目名称	装置规模	低压蒸汽 (t/h)	中压蒸汽 (t/h)	仪表空气 (Nm ³ /h)	氮气 (Nm ³ /h)
1	石墨烯产业链项目	100 吨/年	15		200	100
2	电解液等电池材料项目	1.5 万吨/年	24		700	1100
3	天然气液化项目	100 万方/天			500	500
4	天然气制乙炔项目	6 万吨/年	1	60	700	1200
5	甲醛项目	25 万吨/年			300	300
6	BDO 项目	20 万吨/年		140	600	700
7	THF/PTMEG 项目	3/4 万吨/年	25	5	200	200
8	氨纶项目	6 万吨/年	0		300	100
9	NMP 项目	6 万吨/年	21		200	100
10	TPEE 项目	2 万吨/年	3		150	100
11	PBS 项目	5 万吨/年	4		200	100
12	PBAT 项目	6 万吨/年	6		200	100
13	PBT 项目	5 万吨/年	5		200	100
	合计		104	205	4450	4700

金堂区块共需低压蒸汽 186t/h，中压蒸汽 34t/h，仪表空气 4550Nm³/h，氮气 2900Nm³/h。

表 6.5-2 金堂区块其他公用工程需用量一览表

序号	项目名称	装置规模	低压蒸汽 (t/h)	中压蒸汽 (t/h)	仪表空气 (Nm ³ /h)	氮气 (Nm ³ /h)
----	------	------	---------------	---------------	------------------------------	----------------------------



序号	项目名称	装置规模	低压蒸汽 (t/h)	中压蒸汽 (t/h)	仪表空气 (Nm ³ /h)	氮气 (Nm ³ /h)
1	天然气与 CO ₂ 重整制丙烯项目	35 万吨/年	125		3000	1500
2	聚丙烯 (PP) 项目	21 万吨/年	8		350	300
3	环氧丙烷 (PO) 装置	4 万吨/年	6	19	200	500
4	聚碳酸亚丙酯 (PPC) 项目	6 万吨/年	4		300	200
5	丙烯酸/丙烯酸酯项目	10/16 万吨/年	4			
6	碳酸二甲酯并联产乙二醇项目	18/12 万吨/年	39	15	700	400
合计			186	34	4550	2900

本规划项目所需的氮气，在本规划各个区内自建合适规模的空分装置供应，提供园区各装置用氮。仪表空气以分项目建设为主。

本规划项目所需的中、低压蒸汽对于耗蒸汽量大的项目等可随装置建设蒸汽供热系统。另在曾口区块设置一处集中供热中心，区块以集中供热为主，园区企业生产余热为补充。集中供热中心供热规模暂按照 150 吨/小时进行测算，后续在满足环境容量管控要求的情况下，根据入驻企业实际情况实施分期建设。集中供热中心占地面积 1.4373 公顷。金堂区块规模较小，供热来源以入驻企业自行解决为主，以金堂路北侧天然气调峰发电项目产生余热为补充。

气源供应：

本规划项目所需的氮气，在本规划各个区内自建合适规模的空分装置供应，提供园区各装置用氮，仪表空气以分项目建设为主。

曾口区块以中国石油化工股份有限公司川东北—川西输气联络管道预留阀门，通过曾口区块西北侧保留的原有天然气门站供气，该天然气门站占地面积 0.3728 公顷。

金堂区块以南侧拟建设天然气调峰发电厂燃料后尾气为二氧化碳气源，发电厂二氧化碳年产生量约 85 万吨，能够满足金堂区块天然气与二氧化碳重整利用产业链中碳捕集装置原料需求量。

金堂区块所需天然气以川东北—川西输气联络线预留阀门，通过金堂区块南侧金堂工业园内天然气门站供气，该天然气门站占地面积 0.5142 公顷。



7 环境保护规划

7.1 概述

7.1.1 规划指导思想

认真贯彻党的十九大精神，本次巴中化工产业规划以天然气、石墨、磷矿等资源为基础，以天然气与化工耦合为主要发展方向，以化工新材料等为主要产品，走资源转换、可持续、绿色低碳发展的道路。

与此同时，必须坚持环境建设、经济建设和城市建设同步规划、同步实施、同步发展的方针，促进地区资源综合利用的环境、经济、社会各方面协调持续地发展，使化工产业园区保持良好的环境质量和投资环境，并与当地城市总体规划保持一致。

7.1.2 规划的目的

通过对拟建巴中曾口-金堂化工园区产业规划环境现状的调查，资源收集和分析，结合当地自然环境特征，水文气象特点以及巴中天然气化工综合利用产业园区环保发展规划，规划了对“三废”污染物排放情况和处理措施，为巴中化工产业园区建设新的项目提供适宜控制依据，提出环保方面的实施对策建议。

7.1.3 规划的原则

坚持全面规划、合理布局、突出重点的原则，保障环境与经济协调发展，实现循环经济。

坚持以提高经济效益、社会效益、环境效益为核心的原则，遵循经济规律和生态规律，使有限的资金发挥最大效益。

坚持实事求是、因地制宜的原则，从实际出发，力求规划合理、科学、实用、可操作。

7.2 执行的环保标准

7.2.1 国家环保政策、法规及文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015.1.1 施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018.12.29 施行）；

- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018.10.26 修订）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018.1.1 施行）；
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020.4.29 修订）；
- (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2022.6.5 施行）；
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019.1.1 施行）；
- (8) 《中华人民共和国长江保护法》（2021.3.1 施行）
- (9) 《中华人民共和国水法》（2016.7.1 施行）；
- (10) 《全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》（2018 年）；
- (11) 国务院《关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕1 号）；
- (12) 国务院《关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31 号）；
- (13) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》部令第 16 号；
- (14) 关于《规划环境影响加强空间管制、总量管控和环境准入的指导意见（试行）》（环办环评[2016]14 号）；
- (15) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》环发〔2012〕77 号；
- (16) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》环发〔2012〕98 号；
- (17) 《长江保护修复攻坚战行动计划》（环水体[2018]181 号）；
- (18) 《关于加强长江黄金水道环境污染防治治理的指导意见的通知》国家发展改革委、环境保护部，发改环资[2016]370 号；
- (19) 国务院关于修改《建设项目环境保护管理条例》的决定，国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行。

7.2.2 地方环保政策、法规及文件

- (1) 《四川省<中华人民共和国环境影响评价法>实施办法》2008 年 1 月 1 日实施；
- (2) 《四川省〈中华人民共和国大气污染防治法〉实施办法》2019 年 1 月 1 日施行；

(3) 《四川省固体废物污染环境防治条例》2013年9月25日四川省第十二届人民代表大会常务委员会第五次会议通过，2014年1月1日施行；

(4) 四川省人民政府《关于印发水污染防治行动计划四川省工作方案的通知》川府发〔2015〕59号；

(5) 四川省人民政府《关于印发土壤污染防治行动计划四川省工作方案的通知》川府发〔2016〕63号；

(6) 《四川省饮用水水源保护管理条例》（2019年修正）2012年1月1日实施；

(7) 四川省环境保护厅《四川省重点行业挥发性有机物综合整治方案》；

(8) 《四川省挥发性有机物污染防治实施方案（2018-2020年）》川环发〔2018〕44号；

(9) 四川省大气、水、土壤污染防治“三大战役”领导小组办公室《四川省蓝天保卫行动方案（2017-2020年）》（川污防“三大战役”办〔2017〕33号）；

(10) 中共四川省委四川省人民政府《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的实施意见》；

(11) 《四川省环境污染防治“三大战役”实施方案》（川委厅〔2016〕92号）；

(12) 《四川省打赢蓝天保卫战等九个实施方案》（川府发〔2019〕4号）；

(13) 《四川省工业园区（工业集聚区）工业废水处理设施建设三年行动计划》（川经信办〔2017〕390号）；

(14) 四川省人民政府关于印发四川省生态保护红线方案的通知（川府发〔2018〕24号）；

(15) 四川省人民政府关于印发《四川省“十四五”生态环境保护规划》的通知（川府发〔2020〕2号）；

(16) 《四川省嘉陵江流域生态环境保护条例》；

(17) 巴中市巴州区“十四五”生态环境保护规划（2021-2025年）（巴州府发〔2021〕26号）；

(18) 《通江县“十四五”生态环境保护规划》（通府办函〔2022〕64号）；

(19)《巴中市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(巴府发[2021]5号)。

7.3 环境保护规划

7.3.1 曾口区块天然气化工产业链产污环节分析

废水：废水可分为反应生成水、工艺物料洗涤水、工艺设备及管道清洗水、直接加热或作为反应介质的蒸汽冷凝水、地面冲洗水和生产区域污染雨水等，主要污染物包括 pH、COD、SS、氨氮、氯离子、甲醇、甲醛、石油类等。

废气：按照排放源分，可分为燃烧源、工艺源和面源。燃烧源主要有工艺加热炉、裂解炉等烟气；工艺源包括氧化反应、酯交换反应、缩聚反应工艺尾气、固体颗粒物料输送尾气等；面源包括储罐呼吸排气、设备阀门泄露、采样过程、序批式反应器的进料、出料及惰性气体保护过程、设备阀门检维修过程、非正常工况等。就本次曾口区块规划区规划的天然气精细化学品产业链而言，主要污染物包括颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、CO、VOCs、甲醇、甲醛、碳黑尘等。

固废：主要为过滤杂质、氧化炉再生炉产生的残炭，以及大量的危险废物，包括溶剂再生蒸发器蒸发后的水和聚合物混合浆料、甲醇装置废脱硫剂、废催化剂(钨、铜、铁铬、铁钼、铂金等)、PSA 制氢装置产生的废吸附剂、甲醇过滤器少量杂质(石蜡)、预精馏塔甲醇回收塔废液(杂醇油)、BYD 废催化剂、BDO 加氢催化剂、废活性炭、有机废液、污水处理站污泥、含有或沾染毒性感染性危险废物的废弃包装物容器过滤吸附介质等。

7.3.2 金堂区块天然气化工产业链产污环节分析

废水：废水可分为生产废水、清净废水、生活污水、地面冲洗水和生产区域污染雨水等，主要污染物包括 pH、COD、SS、BOD5、氨氮、氯离子、甲醇、石油类等。

废气：按照排放源分，可分为燃烧源、工艺源和面源。燃烧源主要有工艺加热炉、裂解炉等烟气；工艺源包括天然气与二氧化碳重整制合成气、低温甲醇洗、甲醇合成、MTO、烯烃分离、碳酸二甲酯联产乙二醇、聚碳酸亚丙酯(PPC)、聚烯烃等工艺尾气、固体颗粒物料输送尾气等；面源包括储罐呼吸排气、设备阀门泄露、采样过程、

序批式反应器的进料、出料及惰性气体保护过程、设备阀门检维修过程、非正常工况等。就本次金堂区块规划区规划的天然气化工产业链而言，主要污染物包括颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、CO、VOCs、甲醇、氨、硫化氢、碳黑尘等。

固废：包括干净的废吸附剂、废瓷球、落地料等一般工业固废和废催化剂、粘有污染物的废瓷球、分子筛、废活性炭、含贵金属（可回收金属）废催化剂、废焦粉、废离子交换树脂、废液、废油、废盐等危险废物。

7.3.3 新能源新材料产业链产污环节分析

废水：主要来源于石墨烯以及电解液等生产过程中过滤废液以及各装置区工艺设备及管道清洗水、地坪冲洗水和生产区域污染雨水等。废水主要污染物为 pH、COD、BOD、SS、石油类、总磷、氨氮、挥发酚、苯并[α]芘等。

废气：大气污染物主要有 SO₂、NO_x、颗粒物、H₂S、NH₃、VOCs 等。

固废：主要有废催化剂、废边角料、废酸、废碱、废包装材料、废水站污泥等。

7.3.4 “三废”治理措施及预期效果

“三废”处理措施总体规划为：采用分散处理和集中处理相结合的处理方式，尽量做到“变废为宝”、循环利用。

其中，废气采取分散处理的方式，在各自排放口前设置净化处理措施，使排放废气达到国家允许的排放标准。

污水处理措施采用分散处理和集中处理相结合的处理方式，设置集中污水处理厂，提高废水重复利用率。

废渣综合利用，无害化处理，避免造成二次污染。

7.3.4.1 废气治理措施及预期效果

各产业规划项目产生废气均采取了相应的治理措施，使外排气体对大气环境造成的影响较小，具体措施采取如下：

1) 对于某些装置产生的废气中含有较多的可燃物质，主要含 CO、H₂ 等以 C、H 为主的有机气体，通常返回系统作为锅炉燃烧气体循环再利用；对其热值含量较低的可燃气体则直接送火炬燃烧生成 H₂O 和 CO₂ 再排放，不产生二次污染。

2) 生产过程中生产的废气种类较多，组成较复杂，因此，根据不同性质的废气

采取不同的治理方法：对比重大于 1 的油品污染气体，收集后送入排气洗净塔下部，污染物质被水吸收，洗净后的气体从塔顶部排入大气，洗涤废水则定期送至装置污水处理工序；轻油产品主要成分为苯类，贮槽放散的废气通常选用洗油作为吸收剂，或选用活性炭作为吸附剂，废气中的苯类等有害物质被吸附后，可使污染气体得以净化。

经治理措施后，外排气体均能达到大气污染综合排放标准（GB16297-1996）中二级标准限值。

7.3.4.2 废水治理措施及预期效果

本规划各装置产生工艺废水，同时还产生设备、地坪冲洗水、检修废水和界区内生活用水等。废水中主要污染物 COD、BOD、SS、石油类、挥发酚等。规划园区设园区雨水、厂区生活污水、厂区废水系统，各系统自成独立管网。废水实行清污分流：规划区雨水设有独立的排水系统，并新建雨水泵房，规划区所有雨水统一由雨水泵房排放；所有工业、生活污水经分散、分类处理和集中处理相结合的方式处理后，根据处理后的水质情况合理安排回用水途径。

使用分散、分类处理和集中处理相结合方式的好处在于：使简单污水经初步处理后即可达到本装置回用水质要求，可有效地减少污水处理运行成本；使集中污水处理厂入水水质更稳定，避免对污水处理站造成太大的冲击，影响污水处理效果和出水水质。

各类污水处理方案与回用途径如下：

1) 酸碱废水：对产生酸碱废水的装置，在各装置区设置中和池，经酸碱中和处理达到回用水水质要求的返回装置循环利用，多余排水汇入集中污水处理厂。

2) 含油废水：对于含油废水，设置隔油池或油水分离装置，处理后集中于复用水池，多余排水汇入集中污水处理厂。

3) 生活污水：各装置区设置化粪池，生活污水经化粪池初步处理后再汇入集中污水处理厂。

4) 集中建设污水处理厂：

各入驻企业废水原则上须经厂内预处理至《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 三级标准或相应行业标准或园区污水处理厂进水要求后方可进入园区污水处理厂处

理。曾口、金堂区块均为新建污水处理厂，污水处理工艺拟采用水解酸化+A/O+二沉池+高密度沉淀+臭氧催化氧化+曝气生物滤池处理工艺。污水处理厂处理后的出水水质需达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准，曾口区块废水通过规划污水处理厂统一处理，共用曾口场镇污水处理厂排口，减少污染物排放，降低对河段水环境的影响。

7.3.4.3 废液治理措施及预期效果

本规划中部分装置会产生废液，其主要成份为有机物，由 C、H、O 三种元素组成。废液可送焚烧炉焚烧处理，燃烧后产生的烟气中主要成份为 CO₂、H₂O 和少量 CO，因此不会产生二次污染。据国外资料报道，COD 含量较高（高达十几万毫克/升）、热值在于 2500kcal/kg 的高浓度废液，用焚烧法处理比其它方法更合理、经济。

7.3.4.4 废渣治理措施及预期效果

工业固体废物是指在工业生产过程中产生的固体废物，而不同工业类型所产生的固体废物种类和性质会迥然不同。工业固废中有部分可综合利用（如氧化再生炉残炭可外卖再生利用），不能利用的部分按照国家有关规定进行安全处置。

固体废物处理是指将固体废物转变成适于运输、利用、贮存或最终处置形态的过程，应按照固废处理“三化”（无害化、减量化和资源化）进行。规划区生活垃圾采用集中收集送垃圾处理场卫生填埋或焚烧处理；危险固体废物将按有关规定，要求企业规范暂存，定期交由有相应危险废物处置资质的单位处置；一般工业固体废物尽量采用各种物理、化学、生物等方法综合回收利用。不能回收利用的部分，应按照国家有关规定进行安全处置。

本次规划曾口区块天然气制乙炔产业链产生炭黑 3200 吨，处置方案为送附近相关厂家作原料用。除此之外，曾口区块产生固废量为 5800 吨/年，金堂区块产生固废量为 3000 吨/年，主要为各装置失活废催化剂吸附剂等，定期更换下来后由有资质单位集中收集处置。

根据规划环评调查，川东北地区持证危险废物经营企业完全可以接纳本次规划区产生的危险废物，且有能力对规划区产生的各类危险废物进行处置。本次规划实施过程中，入驻各企业应按照相应环保要求确保各类危废妥善收集、暂存及处置。园区管

委会同时建立危废管理机制，对产生危废的企业进行监管，对重点排污单位的固废处置及堆放措施进行针对性的管理。

按照规划环评要求，入区企业危险废物暂存应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》要求落实。对未明确是否具有危险特性的废渣、污水处理产生的污泥等，应进行危险废物鉴别，在鉴别结论出来之前暂按危险废物管理。

为防止下渗引起二次污染，各规划项目装置区废渣堆场及园区统一危险废物转运站均应严格按照相关规范设计并实施防渗措施，露天渣场四周均设置排洪沟，拦截雨水进入渣场，渣场内设排水沟和沉淀池，雨水排出渣场先经沉淀池处理后再汇入集中污水处理厂。

规划装置产生的废渣均采取了有效的治理措施，做到了资源综合利用，不会对外界环境造成影响。

7.3.5 噪声

噪声主要来自各装置泵、压缩机、鼓风机等电机设备及火炬。可在订货时要求厂商安装消声器或加套消声罩，并在设计中尽量将机泵设备安装在单独的隔音房内，在操作中不设固定岗位，只作巡回检查，并在厂区周围及高噪声设备附近种植降噪植物。

7.4 环境影响分析

7.4.1 大气环境影响分析

本规划所在区域大气环境质量现状尚好，环境容量相对较大，且该区域地势较平坦、开阔、风速大，有利于大气污染物的稀释扩散，加之化工产业园区的项目必须严格执行环境影响评价制度，各装置排出的废气污染物必须做到达标排放，因此，该园区建设建成后大气污染物的排放对周围环境的影响不大，完全可控制在环境允许的范围内，达到环境控制的目的。

7.4.2 水环境影响分析

本规划园区产生的生产废水、初期雨水和厂区生活污水通过分散、分类及集中处理达标后外排。各规划项目废水在厂区内处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准或相应行业标准或园区污水处理厂进水要求后方可进

入园区规划污水处理厂，污水处理厂处理后的出水水质巴中市地方标准的相关排放要求。最终外排废水对受纳水体水质影响较小，不会改变受纳水体目前的水质功能。

7.4.3 声环境影响分析

控制噪声源是降低生产噪声对环境的影响最有效的方法，各规划项目拟在设备订货时，向供货方提出防治噪声的要求，一般设备噪声不得超过 90dB(A)，并在总图布置时合理安排高噪声设备，设计时采取隔音、减振等防噪措施，加之规划的化工产业园区地势开阔，周围无噪声敏感点，因此对外界声环境影响较小。

综上所述，由于园区拟建的项目，具有起点高、技术先进、管理水平高、所产生的“三废”均采用一系列先进、成熟的环保处理措施，废气、废水、废渣经处理后均能达标排放，可满足当地环境保护总体规划的要求。在严格贯彻执行“三同时”、认真履行“环境影响评价”制度，坚持达标排放、总量控制和清洁生产的原则的前提下，化工园区所排污染物对环境的影响是完全可以控制在允许的范围内。也就是说，从环境保护角度来看，该化工产业园区的规划是可行的。

7.5 绿化规划

厂前区绿化以整体美观、大方为主。主厂房及厂区道路等区域绿化应考虑降尘、遮阳、防火的需要，分别种植不同的树木、草坪等，树种的选择应以适宜当地气候、生长力强，耐油防火的乔木、灌木为主。

7.6 环境控制目标

本规划的化工产业园区建成后，环保工作应以防治水污染为重点，搞好环境综合治理，以保护水资源，改善生态环境。水污染防治以保护饮用水源为重点，深化工业污水的治理和管理。大气污染防治则以推广使用清洁能源和低碳工艺为主，加强对工业尾气的治理，减轻废气污染二氧化碳的排放。固体废弃物以妥善处理工业危险废物和推行生活垃圾无害化处理为重点，提高工业固废的综合回收利用率，防止固废对人体和农田的污染。

7.6.1 环境空气质量控制目标

根据功能区划，本规划天然气化工生产园区所处地域定为“一般工业区”，划归于《环境空气质量标准》（GB3095-1996）中的“二类区”，因此该地区环境空气质量的保护目标是环境空气常规指标的允许浓度必须符合《环境空气质量标准》二级标准的要求。任何工业项目在此竣工投产后，不能对该区域环境空气质量产生明显影响，从而发生级差下降变化。

7.6.2 地表水水质控制目标

本规划项目在竣工投产后，外排废水不能对市政污水管网或接纳水体水质产生负面影响。

7.6.3 声环境控制目标

本规划产业园区为《声环境质量标准》（GB3096-2008）的3类标准适用区，因此该区域声环境质量的保护目标为《声环境质量标准》3类标准。厂界噪音须达到《工业企业厂界环境噪声标准》（GB12348-2008）的III类标准。

7.7 污染物排放总量控制

根据国家规定的总量控制要求，以本规划内的项目投入运行后最终排入环境中的废气、废水污染物种类与数量为基础，以排污可能影响的大气、水等环境要素的区域为主要对象，根据该规划内项目的工程特点和环境特征确定实施总量控制的主要污染物，对污染物采取切实有效措施进行处理、处置，做到污染物排放达标。

7.8 环境保护措施综述

（1）优先引进技术先进、能耗低、污染轻的新工艺，积极推进清洁生产。

本规划的产业园区拟建的生产装置需选择工艺路线先进可靠、能耗低、污染轻的新工艺、新技术、新设备，从根本上消除或减少污染，并积极推行清洁生产，实施工业生产从原料到产品的全过程控制。

（2）认真贯彻执行“三同时”方针

防治污染和生态破坏的环保设施，应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。此外，在引进主体生产装置的同时，拟引进国内外先进的“三废”治理设施，产业园区

将分期统一规划建设公用处理设施（如污水处理厂等），并在各装置预处理单元对其排放的污染物进行处理，并提高循环利用率，不能循环再利用的拟送园区集中处理设施进一步处理。

（3）严格执行有关的标准和法规

对生产过程中产生的“三废”首先考虑回收利用方案，尽可能循环利用，充分利用各种原材料和能量，并严格控制排入环境的污染物的浓度和数量。既要达到国家排放标准，又要满足总量控制的要求。

（4）合理布局以减少污染

将污染危害较大的装置布置在化工区常年主导风的下风向，成为一个独立的区域，避免相互影响和污染，产生有毒、有害气体、粉尘和强噪声的装置与居民区之间，应保持足够的卫生防护距离。

（5）采取有效措施，避免和抑制污染物的无组织排放

污染物的无组织排放是造成环境污染的重要因素，必须加强管理，提高设备和管道的气密性，以减少跑、冒、滴、漏，对易挥发物质化学品的贮存设施，设密封、喷淋等防止挥发物质逸出的措施。

（6）加强绿化，改善和美化环境

绿化具有多种防护功能，对改善环境质量具有重要作用，除可降低噪声、调节小气候外，还可降低含尘量，净化空气，因而园区要做好绿化规划工作，绿化系数要达到 20%以上，在生产区、生活区、装置间、厂前区、道路两侧进行绿化，种植抗污染的花草树木，以达到美化环境、吸尘降噪、保护水土等目的。

（7）加强施工期扬尘影响的防治

园区施工期开挖土方，建筑材料装卸、使用和运输过程中产生的粉尘、扬尘污染，应在主要的作业区和运输干道上采取洒水等措施保持地面的潮湿，以防止和减少施工扬尘对环境空气的污染，为避免扬尘，要求施工单位加强管理建材堆放和混凝土拌合，水泥应放在散装水泥罐中，在下部放料口设置盖防尘袋。

8 安全防灾规划

8.1 消防规划

消防规划贯彻“预防为主、防消结合”方针，严格遵循有关消防、防火设计规范和标准，根据工程的规模、火灾的危险性程度、现有和临近单位消防力量，合理地设置消防设施。按一线设防，二线驻点，建立一个高效实用、安全可靠的消防体系和先进的消防通信网络，做到安全生产和方便使用，在消防救援、管理模式上与国际接轨，预防火灾和减少火灾危害、保护公民人身、公共财产的安全。

8.1.1 主要消防设施规划

8.1.1.1 消防站

消防站设置要求在接警后 5 分钟内到达责任区边缘，责任区面积一般为 4~7 平方公里，根据责任区用地性质、建筑物疏密、人口疏密确定消防站责任区面积。

8.1.1.2 消防通道

(1) 消防通道是指可供消防车行驶，净宽度不小于 6 米、净空高度不小于 5 米的道路，消防车通道依靠园区道路网系统，停车场应设置在疏散条件较好处，并加强园区交通道路管理，坚决取缔各种违章占道行为。

(2) 道路建设标准（宽度、负载、净空高度、转弯半径）须保证火灾时各种消防车辆能够快速行驶，及时赶到火灾现场，为灭火救援赢得时间。

(3) 消防道路不得设置路障或影响道路通行的其它设施。

(4) 园区消防道路的建设应与装置建设同步。

8.1.1.3 应急疏散地

规划将利用周边区域空地、绿地，作为火灾时的应急疏散地和临时避难场所。

8.1.2 消防体系

园区消防规划应纳入城市总体规划与其他市政基础设施统一规划、统一设计、统一建设的要求，结合园区发展的具体情况，本着布局合理、急需先行、分期分批逐步实施的原则，建成设备、功能齐全、指挥灵活、反应迅速的消防体系，形成由区域、园区、企业三级组成的完善的消防体系。形成区域、园区和企业三级联防、联控、联

消的管理机制；根据火灾事故重大性等级，影响区域范围和处理事故所涉及到的消防机构和资源进行分级，各行其责。

8.2 安全体系规划

8.2.1 规划目标

坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产管理方针，实施安全生产一体化管理，到 2030 年，建成安全生产综合监管和应急救援指挥平台；建立安全一票否决意识机制，坚决遏制重特大事故发生，实现园区安全发展。

8.2.2 安全防范措施

8.2.2.1 安全管理

园区应当设置专门的安全生产管理机构，配备满足园区安全管理需要的人员，包括具有化工安全生产实践经验的人员。建立安全生产事故应急救援体系，完善园区、生产经营企业应急救援指挥机构，充实应急救援专家队伍，加强救援基地和重点队伍建设，健全事故应急救援体制机制，适应应急救援工作的需要。

园区安全生产事故应急救援组织体系由园区管委会、企业安全生产事故应急领导机构、综合协调指挥机构、专业协调指挥机构、应急支持保障部门、应急救援阶段和生产经营单位组成。

园区建成投用后，每 5 年开展一次园区整体性安全风险评价，建立风险分级管控和隐患排查制度，针对“两重点一重大”的企业应设专门的信息管理档案，并随着项目的进驻、建设，及时更新完善；园区内企业实施“三同时”制度的覆盖率、安全验收评价报告的完成比率、危化品生产企业安全标准化达标率应达到 100%。

8.2.2.2 园区封闭化管理

按照“分类控制、分级管理、分步实施”要求，结合园区产业结构、产业链特点、产业布局等实际情况，逐步推进园区封闭化管理。可采用视频监控及在线监测方式，从技术上实现园区整体可视可控，建设园区监控预警中心，采取设置路口监控、企业监控、警戒线等方式，对园区实施全方位可视可控；采用硬件封闭加视频监控方式，实现重大危险源和关键生产区域的封闭管理，在主要交通干道上设置安检站，建立园

区门禁系统，严格控制人员、运输车辆进入园区。进出园区的运输车辆都要安装带有定位功能的监控终端，由园区安全生产管理机构实施统一监控管理。

8.2.2.3 建立安全生产综合监管和应急救援指挥平台

园区编制生产安全事故应急预案，并建立适合本园区发展的生产安全事故应急预案体系，构建安全生产综合监管和应急救援指挥平台，对园区内企业安全生产状况、重大危险源、关键生产区域实施动态监控及预警；建设园区应急物资库，建立应急物资储备保障制度；建立与园区周边社区危险性告知和应急联动体系，及时发布预警信息，落实防范和应急处置措施。

8.2.2.4 设置气体防护站

在曾口区块及金堂区块分别规划一处园区气体防护站，与消防站合建。园区内使用、产生急性毒性为极度危害、高度危害的有毒气体或形成有毒气体重大危险源的大、中型企业应设置气体防护站，小型企业应设置气体防护点。气体防护站的具体设置按《气体防护站设计规范》SYT6772-2009 的规定进行设计。

气体防护站人员在接警后赶到事故现场的时间不宜超过 5min。气体防护站到防护范围内事故地点的行车距离不得超过 2.5km。

8.2.2.5 设置应急事故水池

曾口区块及金堂区块在分别汇入巴河、通江前设置应急事故水池。各入驻园区的化工企业及建设项目应另设置应急事故水池。

8.2.2.6 建设危化品运输车辆专用停车场

为防范危化品运输风险，园区危险化学品运输车道应避开国道，并设置园区危险化学品车辆专用停车场、洗车场，实行限时限速行驶。运用物联网技术对危险化学品车辆进行实时监控。

巴中曾口-金堂化工园区拟在曾口区块规划一处危险品停车场，位于曾口区块新源大道与规划纬六路交口处，占地约 3.36 公顷；在金堂区块规划一处危险品停车场，位于金堂区块西南侧金堂路进入园区入口处附近，占地约 3.34 公顷。园区内危险化学品运输车辆，停放于园区危险化学品运输车辆停车场。同时要求园区内所有入驻企业必须设置专业车辆停车区域，并做好相关防护措施。

8.2.2.7 建立明显的应急标识体系

参考国内外先进园区的经验，明显的应急标识至少应包括：应急疏散路线标识、紧急集合点标识、风向标识、应急救援物资标识（如应急堵雨水口沙袋标识）。

8.3 防震规划

8.3.1 抗震规划

曾口区块及金堂区块抗震设防烈度均为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g。规划区内建设工程，要按照地震动参数进行抗震设防。

对新建、扩建、和改建工程中的重大建设工程和可能发生次生灾害的建设工程，必须进行地震安全性评价，并由此确定抗震设防要求，进行抗震设防；同时对高压线、变电站等按要求加强防护措施；对地下管网系统设施应组织力量进行检查，发现隐患，及时进行处理；对重要桥梁，应进行地震安全性评价，根据评价结论进行抗震设防。

结合用地布局规划，紧急避震疏散场所选择防护绿地、周边农田等开敞空间，人均有效面积不小于 1.5 m²，用地不小于 0.1h m²，服务半径不大于 500m；固定避震疏散场所选择公园、停车场、空地、绿化隔离带等，人均有效面积不小于 2 m²，用地不小于 1h m²，服务半径 2 - 3km。

以新源大道、金堂路、金春路等主干路作为人员疏散和物资运输的主要救援通道，救援通道需保证震后 7m 以上的宽度，道路中线至建筑红线距离应大于建筑高度的一半。

8.3.2 抗震措施

强化建设工程的抗震设防。建设项目选址，要选择抗震有利地段，尽量避免液化土等地质不良地带，对可能发生液化的场地，必须采取相应的地基加固及构建措施；所有新建工程必须按照抗震设防要求和抗震设计规范进行抗震设计和施工。

提高城市生命线工程及重要工程抗御地震及其衍生灾害的能力。对园区道路、通信、供电、供水及消防、医疗等系统应按规范标准进行设防；实行重要工程项目地震安全评价制度。对重大建设项目及可能产生严重次生灾害的大中型建设工程，应进行地震安全评价，并按评价结果进行抗震设防。

搞好园区抗震设施的建设。在园区规划建设中要认真规划好公园绿地等用地，平时作为休闲场所，震时作为避震疏散场地；抓好避震疏散通道建设，道路规划要考虑震时避难、疏散和救援的需要，保证必要的通道宽度并有多个出入口，严格控制两侧建筑的高度，为震时人员疏散和抢险救灾提供可靠保障。

做好次生灾害的防御。完善抗震及防范其衍生灾害的有效体系，应特别注意对地震可能诱发的崩塌、滑坡等地质灾害及水涝灾害的防范。加强对地震可能引发的火灾、爆炸、毒害物质扩散的防御。采取相应的工程加固措施，提高抗震防灾能力。

8.3 人防规划

结合曾口区块、金堂区块的园区管理中心用地布置综合防灾指挥中心。

人员疏散按照以疏散为主，掩蔽为辅的原则。规划主要交通性干道及主干道作为人防的主要疏散通道，并严格控制疏散通道两侧的建筑高度，确保交通通畅。城镇的重点防护目标为政府机关及防空指挥中心、桥梁、站场和通讯、电力、供水等重要部门。市政管线的敷设应与人防工程相结合，以提高综合防御能力。重要目标防护可采取的措施：伪装防护、加固防护、设障（干扰）防护、疏散转移和信息防护。

8.4 地质灾害防治规划

8.4.1 防治目标

通过加强汛前、汛期地质检查，建立健全地质灾害检测预报系统，完善地质灾害预案，达到防灾、减灾、消灾之目的，保障经济持续、稳定、健康发展。

8.4.2 防治措施

加强对高切坡、深开挖建设工程的管理，作好合理定点、科学勘察设计、规范施工、认真监理、严格验收、定期检查以及后期跟踪监测的工作，发现问题，及时处理。

本次规划缺乏必要的地质灾害报告，实际建设中必须经专业部门的地质勘探，符合相关规范要求，取得相关证件后方可施工建设。

规划区用地必须按照《地质灾害危险性评估报告》相关规定进行控制。其中：地质灾害危险性小的区域，规划建设基本不受限制，但建设行为需根据资源和环境条件，

科学合理地确定开发模式、规模和强度。地质灾害危险性中等区，应尽量避免高切坡、深开挖的建设活动，确因建设需要而进行该等建设活动的，必须委托具有资质的单位进行设计与地质灾害危险性评估，经有权机关批准后方可实施。建构筑物布局应减轻引发因素对地质环境问题发生可能性的影响，并兼顾地质环境保护与地质灾害防治。

目前规划区未发现滑坡等地质灾害，但应该在规划中考虑排洪、泄洪等功能。

本规划区范围内的所有建设活动必须严格按照最新地质灾害评估报告执行。在各项工程项目方案批准之前，必须先进行详细的地质勘探，以进一步核实确定工程项目的建设条件和应采取的防治措施。

8.5 防气象灾害规划

实行安全第一、预防为主、防治结合的原则，切实保护气象探测环境和设施。规划区所有建筑必须按防雷规范进行设计，设置安全的避雷装置。实行定期检测雷电防护装置制度。采取必要的建筑抗风措施。

8.6 生命线系统防灾规划

园区的对外交通系统、供水系统、供电系统、通信系统、医疗卫生系统、粮食供应系统和消防系统是生命线系统的主要内容，应按照各系统国家有关防灾的标准要求进行抗震设防，保证发生地震和其他灾害时各系统能够基本正常。

8.6.1 交通系统规划

园区道路按照规划保证其宽度，在疏散通道的两侧按照要求控制建筑高度，属于重点保护的桥梁必须达到7度设防的要求。逐步完善有线、无线相结合的交通通讯网络，配备一定数量的机动性能较好的车辆，提高震时的交通指挥、调度、路查能力。

8.6.2 供水系统规划

本区内应逐步达到双水源供水，园区内主干管全部采用柔性接头，完善供水管网系统，确保震后医疗救护、供电、消防用水。

8.6.3 通信系统规划

通信系统在抗震防灾中除按照有关规定设防外，应采取多种通信手段，有线、无

线、微波和卫星通信相结合，相互连通，互为通用，互为备用，提高通信安全性，保证园区与巴中市城区的联系畅通。

8.6.4 消防系统规划

在园区内配备消防车和必要的救生工具。对抗震重点工程、加油站、重点指挥系统的建筑所在地以及生命线工程等关键场所，要专门制订特殊的消防措施。

8.6.5 医疗系统规划

医疗单位要增加药品储备量，达到平常月用量的二倍，尤其要增加急救药品和急救包的储备；开展传染病尤其是突发性强传染性疾病的防治和卫生宣传教育工作。

9 投资预测和效益估算

9.1 规划项目的投资预测

本发展规划项目将在巴中曾口-金堂化工园区曾口区块和金堂区块两个片区实施。规划的项目具有市场前景看好，环境友好等特点。

本规划项目总体规划投资估算为 212 亿元，其中建设投资 192 亿元，铺底流动资金 13 亿元。其中曾口区块规划项目总体投资估算为 116 亿元，其中建设投资 103 亿元，铺底流动资金 8.65 亿元。金堂区块投资估算为 96 亿元，建设投资 89 亿元，铺底流动资金 3.86 亿元。

本发展规划工程建设投资见下表：

表 9-1 巴中曾口-金堂化工园区产业规划项目总投资估算表（单位：亿元）

序号	项目名称	装置规模	总投资	建设投资	铺底流动资金
一	曾口区块				
1	石墨烯产业链项目	100 吨/年	6.65	5.64	0.87
2	电解液等电池材料项目	1.5 万吨/年	21.7	17.89	3.16
3	天然气液化项目	100 万方/天	6.50	5.40	0.34
4	天然气制乙炔项目	6 万吨/年	8.10	7.61	0.25
5	甲醛项目	25 万吨/年	7.08	6.68	0.19
6	BDO 项目	20 万吨/年	18.67	17.35	0.76
7	THF/PTMEG 项目	3/4 万吨/年	5.00	4.46	0.39
8	氨纶项目	6 万吨/年	19.29	17.97	0.74
9	NMP 项目	6 万吨/年	2.80	2.37	0.35
10	TPEE 项目	2 万吨/年	3.10	2.69	0.32
11	PBS 项目	5 万吨/年	3.50	2.92	0.47
12	PBAT 项目	6 万吨/年	9.73	8.95	0.49
13	PBT 项目	5 万吨/年	3.51	3.09	0.32
	小计		116	103	8.65
二	金堂区块				
1	天然气与 CO ₂ 重整制丙烯项目	35 万吨/年	40.90	37.88	1.79
2	聚丙烯（PP）项目	21 万吨/年	22.11	20.78	0.67
3	环氧丙烷（PO）装置	4 万吨/年	5.70	5.50	0.20
4	聚碳酸亚丙酯（PPC）项目	6 万吨/年	5.60	5.20	0.20
5	丙烯酸/丙烯酸酯项目	10/16 万吨/年	2.95	2.32	0.54
6	碳酸二甲酯并联产乙二醇项目	18/12 万吨/年	18.87	17.95	0.36
	小计		96	89	3.86
	合计		212	192	13

9.2 财务评价指标估算

根据对上述各规划产品的初步财务评价框算，本发展规划实施完成后，预计的项目的静态经济评价指标如下表：

表 9-2 规划项目静态经济评价指标表（单位：亿元）

序号	项目名称	规模	年均销售收入	年均总成本	年均利税	年均利润	投资利率,%	投资利润率,%	投资收益率,%	投资回收期,年
一	曾口区块									
1	石墨烯产业链项目	100吨/年	16.83	12.42	4.31	3.38	59.47	47.58	49.27	4.10
2	电解液等电池材料项目	1.5万吨/年	99.00	80.5	20.50	21.56	84.21	63.16	39.20	3.58
3	天然气液化项目	100万方/天	11.2	6.8	4.4	3.3	67.69	50.77	85.3	3.97
4	天然气制乙炔项目	6万吨/年	7.59	5.51	2.08	1.66	25.68	20.54	26.38	6.87
5	甲醛项目	25万吨/年	4.50	4.20	0.30	0.24	18.58	15.23	16.29	9.80
6	BDO项目	20万吨/年	24.18	16.88	7.31	5.84	39.13	31.30	57.89	5.19
7	THF/PTMEG项目	3/4万吨/年	9.60	8.67	0.93	0.74	18.60	14.88	23.08	5.19
8	氨纶项目	6万吨/年	24.00	16.50	7.50	6.00	38.88	31.10	20.18	5.22
	NMP项目	6万吨/年	9.60	7.80	1.8	1.44	64.29	51.43	53.18	3.94
10	TPEE项目	2万吨/年	8.00	7.00	1.00	0.80	32.26	25.81	27.39	5.88
11	PBS项目	5万吨/年	12.00	10.50	1.5	1.20	42.86	34.29	36.18	4.92
12	PBAT项目	6万吨/年	13.20	10.80	2.4	1.92	24.67	19.73	21.39	7.07
13	PBT项目	5万吨/年	8.00	7.00	1.00	0.80	28.49	22.79	31.19	6.39
	小计		248	195	55	49				
二	金堂区块									
1	天然气与CO ₂ 重整制丙烯项目	35万吨/年	63.71	39.85	23.86	17.90	58.34	43.75	45.36	3.79
2	聚丙烯（PP）项目	21万吨/年	18.10	14.90	3.20	2.40	14.47	10.85	13.21	10.71

序号	项目名称	规模	年均销售收入	年均总成本	年均利税	年均利润	投资利税率,%	投资利润率,%	投资收益率,%	投资回收期,年
3	环氧丙烷(PO)装置	4万吨/年	5.90	4.84	1.06	0.80	18.60	13.95	15.68	8.67
4	聚碳酸亚丙酯(PPC)项目	6万吨/年	7.20	6.06	1.14	0.86	20.36	15.27	16.32	8.05
5	丙烯酸/丙烯酸酯项目	10/16万吨/年	13.60	12.10	1.50	1.13	50.85	38.14	40.23	4.12
6	碳酸二甲酯并联产乙二醇项目	18/12万吨/年	14.73	7.92	6.81	5.11	36.09	27.07	30.15	5.19
	小计		123	86	38	28				
	合计		371	280	93	77				

9.3 社会效益浅析

本规划的实施，对巴中化工产业的开发和利用将起到积极的推动作用。本规划符合国家振兴西部的发展战略，符合国务院关于加快发展低碳经济、循环经济战略指导思想。

本规划实施后，将会为当地新一轮经济腾飞创造条件，为繁荣市场，提高人民生活水平和质量带来积极的促进作用。

随着本规划的建设和生产，将为当地人员就业创造更多的机会，对于解决当地劳动力过剩、促进社会的稳定和安定团结将会起到积极的促进作用。

随着现代化、大型化企业的建设和外资的引进，对提高管理水平、技术水平和人员的素质也会起到积极的推动作用。

发展与环境是一对相辅相存的矛盾，既要促进经济的发展，又要保护好环境是一项非常重要的课题。本规划的化工项目，实行集中建设规划，并按其物料特性、对环境的影响分区域布置实行“同时规划，同时设计，同时施工”。如建立环境检测系统和监督机构，及时、有效地控制和治理环境，达到在发展经济地同时，保护好环境的目的。

本发展规划工程总建设投资为 192 亿元，在工程建设期间将为当地的建筑业、施工安装企业、地方建材工业以及与此相关的第三产业提供了广阔的发展空间。



本发展规划实施后，每年将为国家和地方增加税收收入，初步估算，全部工程实施后可新增加销售收入：371 亿元，利税总额 93 亿元。

10 保障措施

10.1 落实资金保障

巴中全市组建 10 亿元工业发展基金，两个区块共申报 13 亿元化工园区建设专项债、包装 27 亿元 EOD 融资项目，支持化工园区基础设施建设。另外，在巴州区、通江县 120 亿元财政转移支付中，可整合相关资金近 20 亿元用于园区建设。

10.2 落实用地保障

市委、市政府整合全市用地指标，优先保障化工园区建设。采取独立选址、运用土地增减挂钩结余指标、乡村振兴专项弹性指标等方式，保障化工园区基础设施建设用地。同时，两区块及时将规划范围外可利用土地 5 平方公里内的基本农田逐步调出，达到化工园区扩区条件。

10.3 落实要素保障

一是供水方面，两区块单独规划建设工业供水厂，满足工业供水需求。依托原有水厂、敷设管网，满足园区生活用水需求，达到双管路、环形供水标准。

二是供电方面，落实供电线路电力廊道、预留可用间隔，满足入驻企业双电源用电需求。曾口区块规划建设 110 千伏以上变电站，满足未来园区更多用电需求。

三是用能指标方面，鼓励企业采购节能产品、开展节能技术改造，降低单位能耗。同时，整合全市用能指标，支持化工园区企业用能需求。

四是天然气保障方面，支持中原用电通南巴气田加大天然气开采力度，力争 2025 年产能达到 15 亿方、2023 年产能达到 30 亿方。积极向中原油田争取更多新增天然气地方留存指标，以井口价直供化工园区。自建输气管网、降低天然气管输成本。

五是交通运输方面，尽快启动巴州区至通江县 G347 国道改建项目、经开区至曾口镇快速通道建设项目，构建园区之间内畅外快交通运输体系。

10.4 落实管理机制

一是“一园两区块”管理模式方面。两区块分别成立化工园区应急管理局(正科级、

行政机构),配置6名以上具有化工背景安全监管人员,落实园区安全生产、应急救援、环境保护工作职责,兜牢安全生产、生态环境责任底线。

二是项目招引方面。摒弃“捡进篮子都是菜”招商引资理念,坚持“后发也要高起点”工作思路,立足资源优势,紧扣主导产业,招大引强,建设百亿级化工园区。

三是园区管理方面。要建立、健全规划管理部门,配备强有力、精干的队伍。适当集中园区管理权限,集中规划审批、项目核准,实施集中、统一的规划管理。处理好规划与各专业管理部门的关系,使规划部门成为园区决策的参谋。

10.5 落实环保责任

园区建设应强化环境保护意识,所有新建、改建、扩建项目建设都要严格执行环境影响评价制度,严格实施污染物排放总量控制。明确准入门槛,限制“两高”项目入园建设,禁止新建可能导致区域环境质量恶化的项目。

11 负面清单

巴中曾口-金堂化工园区将按照负面清单落实园区入驻企业准入制度。此负面清单适合于巴中曾口-金堂化工园区拟入园企业：

为贯彻落实《危险化学品安全综合治理方案》（国办发〔2016〕88号）、应急管理部关于印发《化工园区安全风险排查治理导则（试行）》和《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78号）等相关文件要求，园区按照国家发改委《产业结构调整指导目录（2019年本）》，国家工信部《各类监控化学品名录》（中华人民共和国工信部令第52号），原环保部、外交部、国家发改委、科技部、工信部、原住建部、原农业部、商务部、原卫计委、海关总署、原质检总局、原安全监管总局《关于〈关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约〉新增列九种持久性有机污染物的〈关于附件A、附件B和附件C修正案〉和新增列硫丹的〈关于附件A修正案〉生效的公告》（2014年第21号），原环保部、外交部、国家发改委、科技部、工信部、财政部、原住建部、商务部、海关总署、原国家质量监督检验检疫总局、原国家安全生产监督管理总局《关于〈《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》新增列六溴环十二烷修正案〉生效的公告》（2016年第84号），中华人民共和国原农业部公告《国家明令禁止使用的农药》（2002年第199号），国家发改委、原农业部、原国家工商总局、原国家检验检疫总局、原国家环保总局、原国家安监总局《关于停止甲胺磷等五种高毒农药生产流通使用的公告》（2008年第1号），原国家环保总局《关于禁止全氯氟烃（CFCs）物质生产的公告》（2007年第43号），《四川省危险化学品“禁限控”目录（第一批）》等行业管理文件，制定园区“禁限控”目录，该目录适用巴中曾口-金堂化工园区区域内涉及危险化学品生产、储存经营（店面零食、加油站除外）、使用的企业，适用于危险化学品生产、储存、经营、使用等环节，但不适用于危险化学品的运输、废弃危险化学品处置等环节。目录由总则、总体要求、禁止部分、限制部分、控制部分和附则组成。

一、禁止部分

在巴中曾口-金堂化工园区内依法对列入《目录》禁止部分的危险化学品及生产工

艺或装置，实施如下禁止性措施：

（一）禁止危险化学品生产、储存、经营（含票据经营）、使用，符合国家标准《化学试剂包装及标志》（GB15346）的试剂除外；禁止使用禁止类危险化学品生产工艺或装置。国家有豁免规定的，从其规定。

（二）豁免、许可使用禁止类危险化学品的，以及途径巴中市运输禁止类危险化学品的，原则上应做到从生产单位到使用单位点对点运输，避免中转装卸和储存造成的安全风险。承运单位应具有危险化学品运输相应资质并严格按照公安部门指定的区域、路段和时段配送。

（三）禁止个人购买、销售、使用、储存此类危险化学品。

二、限制部分

在巴中曾口-金堂化工园区依法对列入《目录》限制部分的危险化学品及生产工艺或装置实施如下限制性措施：

（一）除巴中曾口-金堂化工园区产业链补链、延链、强链以及不提高限制类危险化学品既有产能、储量的隐患治理项目外，限制审批生产限制类危险化学品的新、改、扩建项目；限制审批限制类危险化学品生产工艺或装置。生产限制类危险化学品的新建项目应严格按照《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（国家原安全监管总局令第45号发布，第79号修正）实施。

（二）使用限制类危险化学品的精细化工（含医药化工）建设项目（产品、中间产品不属于危险化学品的），若构成重大危险源或涉及重点监管危险化工工艺，应满足危险化学品建设项目安全设施设计有关要求，其设计单位应具备工程设计综合甲级资质或化工石化行业工程设计甲级资质或相应化工石化医药专业甲级资质。

三、控制部分

根据危险化学品风险特征，在巴中曾口-金堂化工园区内依法对列入《目录》控制部分的危险化学品针对性实施特别控制措施。

除此之外，实行严格的安全准入制度。充分利用行政审批手段，在危险化学品企业建设项目的立项、规划、建设，相关行政许可证照新领、换发、延期、注销和企业化工装置拆除等关键环节，依法从紧从严实施安全生产条件审查审批。建立完善涉及

公众利益、影响公共安全的危险化学品重大建设项目公众参与机制。在危险化学品建设项目立项阶段，对涉及“两重点一重大”（重点监管的危险工艺、重点监管的危险化学品和危险化学品重大危险源）的危险化学品建设项目，探索实施科发、自规、环保、住建、交运、社会事务、应急、气象等相关部门联合审批制度。新建危险化学品生产、储存项目应进入规划的巴中曾口-金堂化工园区。涉及重点监管危险化工工艺或危险化学品重大危险源的新建化工项目应设在化工园区。研究推行招商引资安全风险评估制度，严格高风险项目审核把关。

综上，拟进入巴中曾口-金堂化工园区必须严格遵守《产业结构调整指导目录(2019年本)》、《外商投资准入特别管理措施(负面清单)(2021年版)》等法律法规及政策明确的限制类、淘汰类、禁止类项目，法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目，以及明令淘汰的安全生产落后工艺及装备项目不得入园。

入园项目应符合巴中曾口-金堂化工园区产业发展定位和“禁限控”目录，符合化工园区产业发展规划，优先引入围绕本化工园区主导产业延链、强链、补链项目。

12 规划实施与建议

12.1 规划实施

12.1.1 工艺技术

本规划所有项目都推荐采用国内、国外的先进技术，这些技术都具有工艺先进可靠，产品质量好、消耗定额低、“三废”排放量少等优点。

12.1.2 经济评价

本规划曾口区块和金堂区块所有项目投产后共需投资 212 亿元，经初步估算，规划项目若全部建成，可实现年均销售收入约 371 亿元，年均利税总额 93 亿元，能够创造良好的经济效益和社会效益。

12.1.3 规划实施

根据规划项目的投资、技术来源、技术成熟度、市场情况以及规划项目上下游的关联度等各种因素，将规划项目按轻重缓急实施，规划项目总建设时间为 2022 年~2035 年。

12.2 建议

为实现产业规划的目标，保证规划能够顺利地实施，需要各方面的不懈努力，更重要的是要有切合实际的对策和强有力的各项措施。

12.2.1 项目实施建议

a) 抓紧实施骨干项目的建设

巴中化工产业规划项目的顺利推进，在很大程度上取决于龙头项目的建设。只有在龙头项目顺利启动的基础上，规划项目才能顺利实施。

b) 积极组织招商，利用西部大开发的政策和区位优势、天然气资源优势吸引投资者

充分利用当地的天然气资源优势、政策优势及西南及华中地区的市场空间，吸引国内外投资。同时加强对区域市场的分析和定位，结合相关行业发展，选择市场容量大、技术先进可靠、能耗低、“三废”排放量少、经济效益好的新材料及精细化工产品。

c) 高度重视节能

在后期项目具体设计和实施过程中，应高度重视节水和节电。

d) 做好市场分析和调研工作

本规划规划的重点产品都是目前市场前景较好、有一定经济效益的产品。当然不排除其中一些产品在规划和建设完成后市场发生变化，这就要求建设单位在项目立项之初，充分做好项目技术进展和国内外市场的调查和研究工作，对那些市场已出现供大于求态势的产品，要谨慎建设！对于已经建成且市场发生变化的项目，应积极开发下游产品。

12.2.2 组织机构建议

a) 成立具有专业背景的企业化的化工产业园区开发公司

建立专业化的化工产业园区开发管理机构，采取经营化方式。这样使得开发区得以更加公开、透明的方式进行企业化运作，也有利于各类投资者以各种方式参与园区内建设与决策。

b) 建立公开透明的园区管理办法

建立公开透明的园区管理办法，建立制度并统一开发及管理权责，由于园区开发涉及面广、相关法律甚多，因此要简化相关开发手续，加强管理服务，建立制度，提高工作的透明度和工作效率。

c) 创造良好的留住人才吸引人才的环境和条件

为适应化工产业园区高技术、国际化发展战略的需要，在人力资源配置上借鉴国内通行做法，建立和完善相应的吸引人才留住人才的政策和配套措施，积极引进高素质人才。采用长期聘用、短期聘请等多种方式，引进熟悉化工生产的专业人才、招商引资人才，精通业务和管理的复合型人才，组成一支高素质的园区经营管理团队。

d) 建立科学规范的考核体系和平等竞争的机制，建立有效的激励机制

化工产业园区可借鉴外资企业和国内管理依靠企业的先进经验，结合自身实际建立科学规范的考评体系，对员工的工作表现和能力进行跟踪、指导和反馈，实施科学的工作分析和全面绩效管理，将员工的选拔、晋级、任用与业绩考评紧密结合，减少人为因素的制约，结合公平竞争的机会。对为园区引进国内先进技术、资金的单位和



个人，要有切实可行的激励政策。