

项目 18

# 轻质碳酸钙

(年产 10 万吨)



# 目 录

一、项目简介 .....	1
二、经济社会环境和投资政策 .....	2
1、经济社会发展现状及趋势 .....	2
2、柬埔寨投资政策环境 .....	7
三、市场前景分析 .....	11
1、柬埔寨经济社会发展预测 .....	11
2、碳酸钙市场需求分析 .....	12
四、建设规模及产品方案 .....	14
五、建设条件 .....	14
1、建设用地 .....	14
2、原燃料供应 .....	15
3、供电 .....	16
4、供热 .....	16
5、供水 .....	16
六、建设方案 .....	17
1、工艺技术方案 .....	17
2、工程方案 .....	23
七、劳动组织及安全 .....	23
1、工作制度 .....	23
2、劳动定员 .....	24
3、劳动安全 .....	25
八、环境保护 .....	26
1、污染源 .....	26
2、治理措施 .....	26
九、投资规模与经济效益 .....	28
1、投资估算 .....	28
2、生产成本 .....	29
3、销售收入 .....	29
4、经济效益 .....	29
十、投资分析建议 .....	30
1、投资分析 .....	31
2、投资建议 .....	32

## 一、项目简介

轻质碳酸钙又称沉淀碳酸钙(简称 PCC)，是将优质石灰石原料经窑炉煅烧生成生石灰，加水消化成石灰乳，再与二氧化碳气体进行碳化反应制得的。由于它的沉降体积(2.4-2.8mL/g)比用机械方法生产的重质碳酸钙沉降体积(1.1-1.9mL/g)大，因此被称为轻质碳酸钙。轻质碳酸钙无毒、无臭、无刺激性，通常为白色，其化学式为  $\text{CaCO}_3$ ，是工业碳酸钙的一个重要分支(产品)。

轻质碳酸钙可分类为：

- ①微粒级轻质碳酸钙：粒径 $\leq 15\mu\text{m}$ ，比表面积 $\geq 5\text{m}^2/\text{g}$
- ②微粉级轻质碳酸钙：粒径 $\leq 5\mu\text{m}$ ，比表面积 $\geq 10\text{m}^2/\text{g}$
- ③超细级轻质碳酸钙：粒径 0.1— $2\mu\text{m}$ ，比表面积 15— $20\text{m}^2/\text{g}$
- ④纳米级轻质碳酸钙：粒径 $\leq 0.1\mu\text{m}$ ，比表面积 $\geq 35\text{m}^2/\text{g}$

轻质碳酸钙是许多重要工业品的填充剂和助剂，大量应用于塑料、造纸、橡胶、涂料、油漆等行业，在油墨、食品、饲料、医药、牙膏、化妆品等行业也有广泛应用。塑料、橡胶、油墨等合成树脂材料在使用纳米级轻质碳酸钙填充后性能发生明显的突变，如塑料的韧性提高、抗冲击强度提高；橡胶拉伸性能明显提高，断裂伸长率提高几十倍，同时使 PVC 制品的手感和外观性能有了较大改善；在油墨中填充，可以通过纳米颗粒超细化和高分散性提高胶印油墨的透明性性能，充分保持油墨色彩的鲜艳度，加之纳米级颗粒在油墨树脂体系中可形成微观网状结构，具备良好的触变性。由于碳酸钙颗粒还具备廉价、环保的特点，故成为树脂胶印油墨不可或缺的骨架填料；在硅酮玻璃胶中

使用纳米碳酸钙,更加充分体现了纳米颗粒在提高有机高分子聚合物体系触变性和高弹性形变方面的优势,基本替代了高价的气相白炭黑产品,在硅酮胶中填充量达到 50%时,硅酮胶仍保持 300%以上的断裂伸长率。纳米碳酸钙是一种最易制得的纳米材料,与其他类型的纳米材料相比具有成本低的突出优点,商业化应用前景十分乐观。

轻质碳酸钙根据表面是否改性又可分为活性碳酸钙和非活性碳酸钙。活性碳酸钙是指用表面活性剂对轻质碳酸钙进行表面处理的产品。表面处理后的产品已由原来的亲水性变为亲油性,对树脂类的有机物具有良好的亲和力和分散性,通过彼此间类似化学键的结合,从而成为一个具有半补强性的填料。表面改性是无机填料由一般增量填料变为功能性填料所必须的加工手段之一,这也是粉体表面改性的主要目的。

本项目拟利用当地的优质石灰石资源,采用先进的生产工艺技术和装备,建设规模为年产 10 万吨轻质碳酸钙,产品包括普通轻质碳酸钙、造纸用优质碳酸钙、纳米级活性碳酸钙等系列品种。

## 二、经济社会环境和投资政策

### 1、经济社会发展现状及趋势

#### (1) 经济社会发展现状

##### 1) 经济发展概况

2018 年柬埔寨国内生产总值约合 239 亿美元,同比增长 7.3%,人均 GDP 达到近 1500 美元。

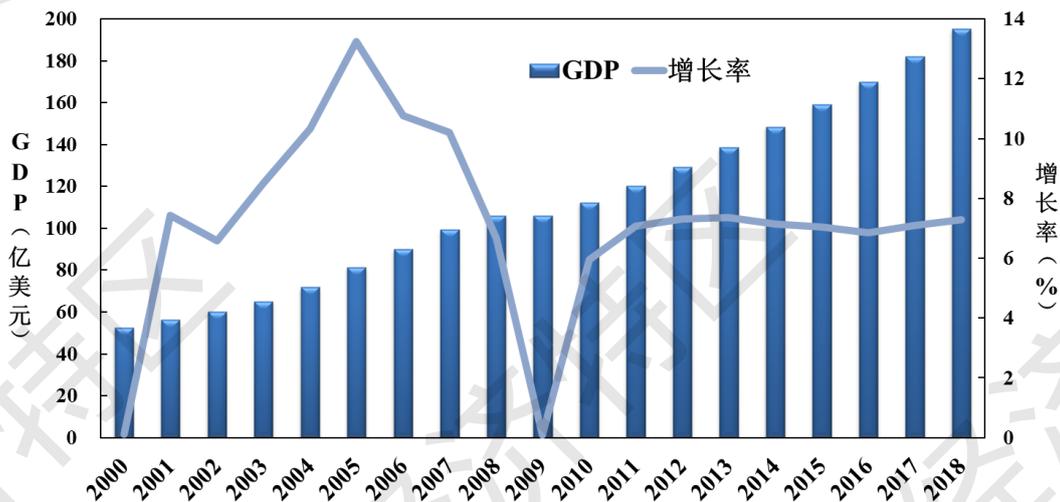


图 2-1 柬埔寨 2000 年以来 GDP 及增长率（2010 年美元不变价）

在洪森政府的领导下，柬埔寨保持着稳定的政治经济环境，积极融入区域、次区域合作，重点参与区域连通计划的软硬设施建设，加大吸引投资特别是私人领域参与国家建设，通过“四驾马车”（农业、以纺织和建筑为主导的工业、旅游业和外国直接投资）拉动经济稳步发展。2010 年以后，柬埔寨经济增速连续多年达到或超过 7%。

## 2) 人口及分布

2018 年末柬埔寨人口约 1600 万，人口的地理分布很不平衡，居民主要集中在中部平原地区；金边及其周围经济比较发达的省份人口最稠密，金边人口约 200 余万，在柬埔寨的华人约 100 万。

1995 年以来柬埔寨人口增长率保持在 1.5~3.0%，15 岁以下人口占比为 32.2%，人口结构年轻，预计 2025 年全国人口将达到 1800 万人。

## 3) 城镇化进程

柬埔寨是传统的农业国家，城镇人口比例较低，并且城市化进程缓慢。据初步统计，2018 年柬埔寨城镇化率为 23.3%左右，与 2000

年相比仅上升 4.7 个百分点，年均提升不足 0.3 个百分点。根据《柬埔寨城市和基础设施建设发展规划》，到 2050 年，柬埔寨城镇化率将达到 36%，据此预测，未来柬埔寨城镇化率每年增长 0.4 个百分点左右。预计未来十年城镇化进程将显著加快。

#### 4) 固定资产投资概况

柬埔寨经济基础较差，多年来固定资产投资基数相对较低，但整体呈现平稳增长的趋势。据世界银行数据，以 2010 年美元不变价计算，2010~2018 年的 18 年间，其固定资本形成总额由 7.5 亿美元上升至 43 亿美元，增长近 6 倍，近十年的增长率主要集中在 10~15% 左右，高于周边的泰国和越南。

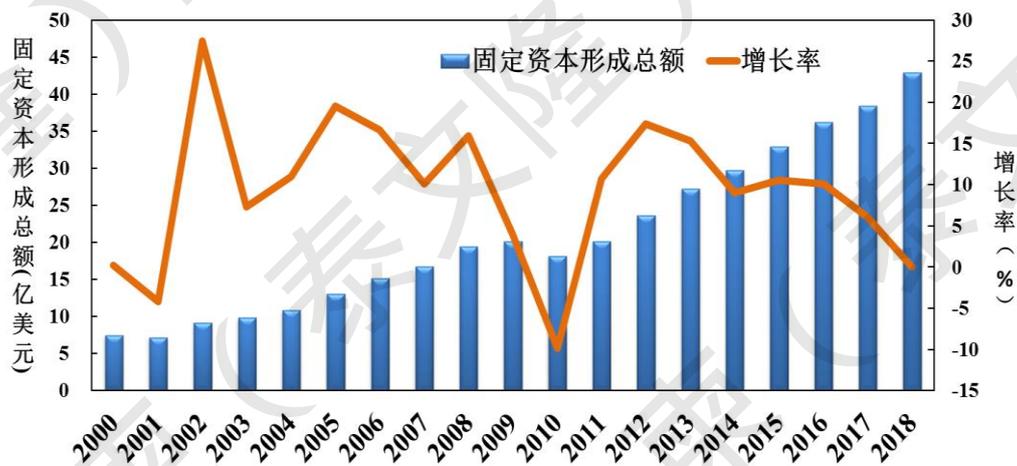


图 2-2 柬埔寨 2000 年以来固定资本形成总额及增长率

#### 5) 工业发展概况

2017 年，柬埔寨三大产业占 GDP 的比重分别为：农业 23.4%，工业 30.9%，服务业 39.7%。工业发展体系十分不完善，制衣业和建筑业是柬埔寨工业的两大支柱。2017 年全国工业增加值约为 67.4 亿美元，其中制造业增加值占 GDP 的比重仅占 16.2%。

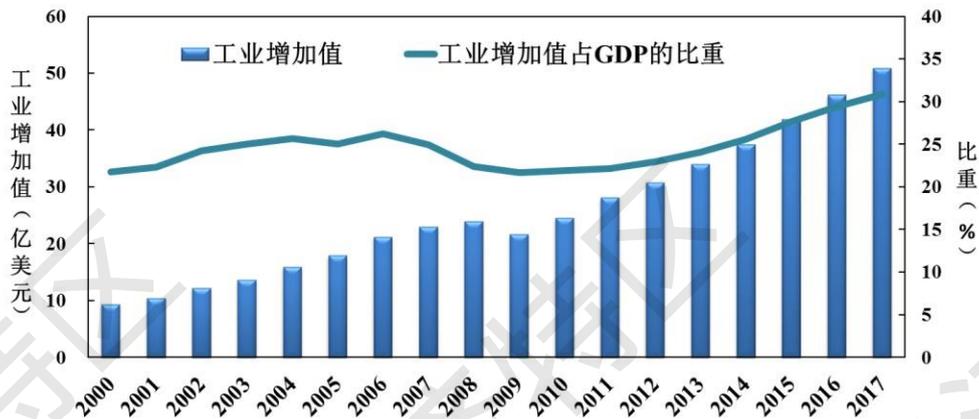


图 2-3 柬埔寨 2000 年以来工业增加值及占 GDP 的比重

为了实现柬埔寨于 2030 年晋升成为中等收入国家目标，柬埔寨政府发布了多项推进工业发展的政策和规划。已发布实施的《2015-2025 工业发展计划》提出，到 2025 年，使柬埔寨工业由劳动密集型向技术密集型转变，重点发展高附加值新型工业、制造业，医药、建材、包装、家具制造等领域中小企业。但从目前情况看，柬埔寨工业发展正面临电力供应不足、基础设施落后、物流成本昂贵、劳工缺乏技术和知识、私人工业项目融资困难等五大制约因素。

### 6) 进出口贸易

根据柬埔寨商业部信息，2018 年柬埔寨进出口贸易约 250 亿美元，同比增长 5.4%。其中，出口总额约为 112 亿美元，进口总额约为 137 亿美元，出口产品以纺织品和服装等为主，成衣业出口占柬埔寨总出口额的三分之二。根据柬埔寨商业部统计，柬埔寨主要出口市场为美国、英国、德国、日本、加拿大等；主要进口来源地为中国、泰国、越南等。

### 7) 工业项目税赋

在投资行业方面，柬埔寨鼓励投资的重点领域包括创新和高科技

产业、出口导向型、旅游业、农工业及加工业、基础设施及能源等。

柬埔寨对商业项目的税收相对宽松，2018 年总税率占商业利润的百分比为 21.7%，仅为中国的 1/3，相比于周边的越南和泰国也具有明显的优势。

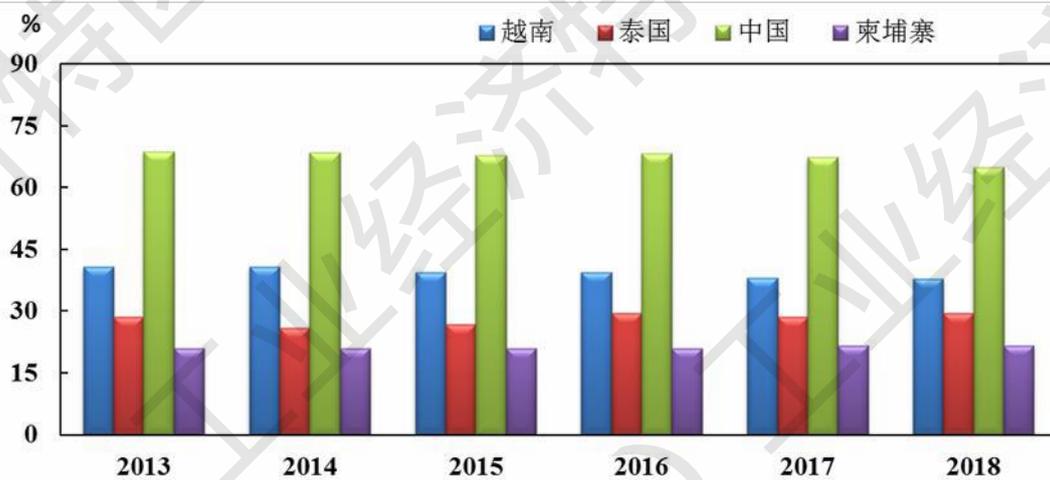


图 2-4 2013-2018 年越泰中柬四国总税率占商业利润的百分比

## 8) 政治环境

柬埔寨为君主立宪制国家，实行多党制，立法、司法和行政三权分立，主要政党包括人民党、奉新比克党和救国党，人民党全面掌控立法、司法、行政权力，洪森为政府首相，政局相对稳定。

### (2) 社会经济中长期发展趋势

据世界银行数据库数据分析，柬埔寨 20 年来经济年均增长率 7% 以上，经济增速排名世界第六。2018 年，洪森首相提出“柬埔寨将于 2030 年实现成为中高收入国家的目标”。

未来的 5~10 年，得益于柬埔寨稳定的政治环境和社会秩序，合理的政策措施和有效落实，特别是来自中国的大力支持，柬埔寨仍具有强劲的经济增长动力，在 2020 年之前，GDP 的增长率可保持在 7%

以上，2021~2025 年可能会出现周期性冲高回落，GDP 年增长率预计将保持在 6~7%之间。

## 2、柬埔寨投资政策环境

### (1) 法律法规

在过去的三十年，柬埔寨政府出台了一系列法律法规，与本规划实施相关的法律法规包括《劳工法》、《外汇法》、《矿业法》、《关于加强审查在柬外国劳工的联合通告》、《关于柬埔寨发展理事会组织与运作法令》、《关于特别经济区设立和管理的第 148 号法令》、《商业管理与商业注册法》、《外国人产权法》等。法律法规的出台对柬埔寨经济社会发展起到了较大的推动和促进作用。

### (2) 发展规划

在柬埔寨制定的发展规划中，与本规划实施相关的政策主要包括：《2015-2025 工业发展计划》、《四角战略》、《2016-2025 金融业发展战略》、《柬埔寨城市和基础设施建设发展规划》等。其中，《2015-2025 工业发展计划》提出了包括建材产业在内的工业发展目标和具体实施行动计划等，对促进柬埔寨工业发展具有一定的推动作用。

### (3) 投资政策

柬埔寨政府视外国直接投资为经济发展的主要动力。柬埔寨无专门的外商投资法，对外资与内资基本给予同等待遇，其政策主要体现在《投资法》（本法于 1994 年 8 月 4 日柬埔寨王国第一届国会特别会议通过，1997 年、1999 年两度修订）及其《修正法》（2003 年 2 月 3 日柬埔寨王国第二届国会通过）等相关法律规定中。

#### (4) 土地政策

柬埔寨《土地法》于 1992 年颁布，并于 2001 年 8 月修正。2001 年土地法修正案的主要目的是明确不动产所有权体制，以保障不动产所有权及相关权益。该法旨在建立现代化土地注册体系，以保障人民拥有土地的权利。

表 2-1 土地法规定的相关内容

分类	内容
主管部门	土地管理城市规划和建设部作为不动产权属证明文件的核发部门，并负责国有不动产的地籍管理工作。
土地拥有人	规定：禁止任何外国人(包括自然人和外商控制的法人)拥有土地，但合资企业可以拥有土地，其中外方合计持股比例最高不得超过49%。 规定仅限于柬埔寨自然人或法人可拥有土地所有权。柬埔寨籍法人是指柬埔寨公民或公司持有51%或以上股份的公司。
土地特许	柬埔寨土地特许分为三类:社会特许、经济特许及使用、开发或开采特许。社会特许受益人可在国有土地上修建住宅和/或开垦国有土地谋生。经济特许受益人可整理土地进行工业或农业开发。使用、开发或开采特许包括矿产开采特许、港口特许、机场特许、工业开发特许、渔业特许，不受2001年《土地法》管辖。土地特许仅在特许合同规定的时间内设定权利。土地特许面积不超过1万公顷，特许期限不超过99年。
土地租赁	土地租赁分为两种:无限期租赁和固定期限租赁。固定期限租赁包括短期可续租租赁和15年或以上长期租赁。长期租赁构成对不动产的诉权，该权利可用于等值回报或继承转让。

2012 年 9 月底，洪森首相宣布将从投资开发的第六年起对经济特许地征收租金，每公顷 5 万美元，并逐年增加 1%，并再次表示不

再新批经济特许地，直至其政治生涯结束。2014 年，柬埔寨政府开始对现有经济特许地开发情况进行清查，对于不按计划进行开发的公司，政府将收回其经济特许地。

### (5) 环保政策

柬埔寨国民议会于 1996 年 11 月 18 日通过了柬埔寨第一部《环境保护法》。环境保护部与柬埔寨其他有关部门制定了一系列环保规章：《关于环境影响评估程序的次级法令》、《关于垃圾和市中心固体废物管理的次级法令》、《关于水污染控制的次级法令》、《关于固体废物管理的次级法令》、《环境保护与自然资源管理法》、《关于空气和噪声污染管理的次级法令》，就柬埔寨领空、领水、领地内或地表上，在进口、生成、运输、再生、处理、储存、处置、排放环节，其污染物、废物和有毒有害物质的来源、类型和数量；以及噪音、震动的来源、类型和影响范围都进行了明确规定。

### (6) 税收政策

柬埔寨实行全国统一的税收制度，并采取属地税制。1997 年颁布的《税法》和 2003 年颁布的《税法修正法》为柬埔寨税收制度提供法律依据。现行赋税体系包括的主要税种是：利润税、最低税、预扣税、工资税、增值税、财产转移税、土地闲置税、专利税、进口税、出口税、特种税等。

表 2-3 柬埔寨税种税率表

税种	税率及介绍
利润税	利润税应税对象是居民纳税人来源于柬埔寨或国外的收入，及非居民纳税人来源于柬埔寨的收入。税额按照纳税人公司类型、业务类型、营业水平而确定使用实际税制、简化税制或预估税制计算。除0%和9%的投资优惠税率外，一般税率为20%，自然资源和油气资源类税率为30%。
最低税	最低税是与利润税不同的独立税种，采用实际税制的纳税人应缴纳最低税，合格投资项目除外。最低税率为年营业额的1%，包含除增值税外的全部赋税，应于年度利润清算时缴纳。利润税达到年度营业额1%以上的，纳税人仅缴纳利润税。
预扣税	居民纳税人以现金或实物方式支付的，按适用于未预扣税前支付金额的一定税率预扣，并缴纳税款。税率有15%、10%、6%和4%四种。从业居民纳税人向非居民纳税人支付利息、专利费、租金、提供管理或服务的报酬、红利等款项的，应按支付金额的14%预扣，并缴纳税款。
工资税	工资税是对履行工作职责获得工资按月征收的赋税。柬埔寨居民源于境内及境外的工资，及非居民源于柬埔寨境内的工资应缴纳工资税，由雇主根据以下分段累进税率表预扣。
增值税	增值税按照应税供应品应税价值的10%税率征收。应税供应品包括：柬埔寨纳税人提供的商品或服务；纳税人划拨自用品；以低于成本价格赠与或提供的商品或服务；进口至柬埔寨的商品。对于出口至柬埔寨境外的货物，或在柬埔寨境外提供的服务，不征收增值税。

表 2-4 税收优惠相关内容一览表

分类	相关内容
出口优惠	享受了欧盟“除武器外全部免税(EBA)”和美国普惠制(GSP)等优惠关税，使符合条件的产品可以免除配额和关税进入欧盟和美国市场。 柬埔寨投资委员会批准的出口型合格投资项目可享受免税期或特别折旧。其出口产品增值税享受退税或贷记出口产品的原材料。
出口商品当地含量及原产地原则	不限制使用进口原材料、零部件(对健康、环境或社会有害的原材料、零部件除外)。 在柬埔寨，出口商应重视普惠制的原产地规则要求。普惠制下出口至美国的产品，原产地规则对当地含量的最低要求为35%(符合条件的东盟成员国，即柬埔寨、泰国、印尼和菲律宾，在原产地规则要求中视为同一国家)。在“除武器外全部免税”下，原产地规则要求出口产品至少有40%的含量出自出口国。
关税税率	除天然橡胶、宝石、半成品或成品木材、海产品、沙石等5类产品外，一般出口货物不需缴纳关税。 所有货物在进入柬埔寨时均应缴纳进口税，投资法或其他特殊法规规定享受免税待遇的除外。进口关税主要由四种汇率组成：7%、15%、35%和50%。

### 三、市场前景分析

#### 1、柬埔寨经济社会发展预测

根据统计资料，2018 年柬埔寨人口 1624.6 万人，国内生产总值 239.1 亿美元，比上年增长 7.3%；人均国内生产总值 1494 美元。

近年来，柬埔寨人口以年均超过 1.5% 的速度快速增长，国内生产总值均保持 7% 以上的增长速度。根据柬埔寨国家银行公布的“2018 年宏观经济和银行业进展暨 2019 年视野”，得益于成衣业、建筑业与旅游业两位数增长，世界经济增长大环境、税收政策的扩张、货币政策，以及金融业与其他领域的发展，预计 2019 年柬埔寨经济将继续保持 7% 的增长，通货膨胀仍保持 2.6% 的低水平。

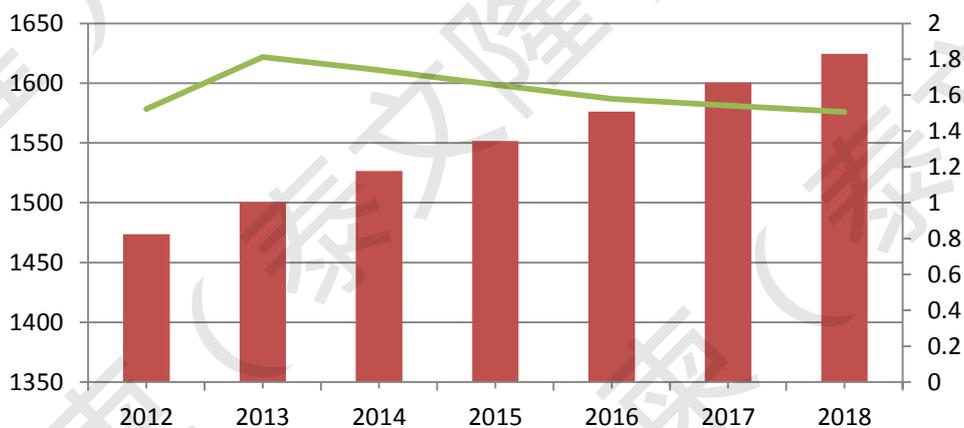


图 3-1: 2012-2018 年柬埔寨人口数量及增速

表 3-1 2012 年-2018 年柬埔寨宏观经济数据

年份	GDP 总额 (亿美元)	GDP 增长率 (%)	人均 GDP (美元)
2012	150.5	7.3	987
2013	161.6	7.4	1036
2014	173.1	7.1	1122
2015	185.2	7.0	1228
2016	198.2	7.0	1300
2017	222.8	6.9	1435
2018	239.1	7.3	1494

以 2018 年柬埔寨的人口规模为基数，采用线性回归模型进行测算，预测 2020 年柬埔寨人口规模为 1670 万人，2025 年将达到 1800 万人。由于政治与社会环境较为稳定，在柬埔寨各项经济政策的积极推动下，未来十年的柬埔寨仍将具有较好的经济活力，初步判断可保持较快的经济增长速度。

## 2、碳酸钙市场需求分析

### (1) 柬埔寨国内市场需求分析

柬埔寨的工业体系尚处于初级阶段，除了已知存在数家小型涂料和塑料生产企业外，涉及碳酸钙应用的其他下游产业相对缺乏，人均碳酸钙消费水平远低于世界平均水平。随着经济的发展和工业体系的建立，预计塑料和油漆涂料两个产业最有可能获得较快发展，对碳酸钙的消费产生一定拉动作用。

初步预测，柬埔寨 2020 年碳酸钙需求在 10~15 万吨左右，2025 年碳酸钙需求在 30~40 万吨左右。通过发展趋势判断，柬埔寨国内对碳酸钙的市场需求规模不大，其碳酸钙产业的发展将更多依赖出口市场的支撑。

### (2) 出口市场前景分析

#### 1) 世界碳酸钙消费概况

根据 Roskill 报道，2011~2016 年，全球碳酸钙的总需求量从 7400 万吨增加到 9000 万吨，年增长超过 3%。欧洲和北美是碳酸钙消费的传统市场，但随着生产力水平的提升，亚洲近年来成长为全球碳酸钙市场需求增长最快的区域，约占据全球总体市场需求的一半，而中国

碳酸钙消费需求又占据亚洲市场的 40% 左右,是全球最大的碳酸钙消费市场。

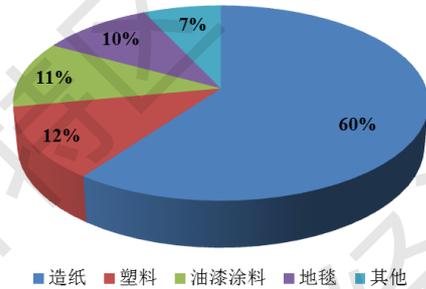
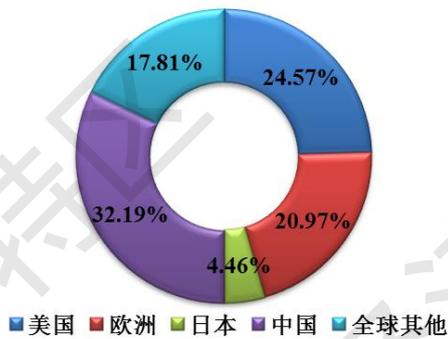


图 3-2 2016 年世界碳酸钙产量分布 图 3-3 2016 年世界碳酸钙消费结构比

亚洲碳酸钙需求量的增长主要得益于以下几个产业的支撑：

**造纸**——近十年来亚洲纸张产量年增长约 6%。为了减少昂贵的纸浆消耗及满足纸张高白度的需求,纸张中以碳酸钙为代表的矿物原料用量持续增加。

**塑料**——塑料工业是碳酸钙的第二大市场。在全球塑料行业中,亚洲占据研磨碳酸钙 (GCC) 全球市场份额的近 60%, 占据沉淀碳酸钙 (PCC) 的市场份额甚至超过 85%。

通过经济增长潜力来预判碳酸钙全球消费格局, 预计未来 5~10 年, 全球碳酸钙消费增长仍将聚焦于亚洲地区。从最终用途来看, 全球碳酸钙的增长仍将受造纸和塑料工业的拉动。得益于造纸工业和塑料工业对填料需要的增加, 全球碳酸钙总需求的年增长预计在 3% 以上, 亚洲地区会更高。

## 2) 柬埔寨碳酸钙出口市场前景

园区规划的碳酸钙产品未来将主要面向出口, 目标市场以东盟国家为主, 辐射亚洲其他重点国家。在市场开发方面, 主要利用地缘优

势、关税优势和成本优势等替代中国出口市场。

表 3-2 2018 年自中国进口碳酸钙的主要国家

国别/地区		进口量 (吨)	进口额 (万美元)
东盟国家	菲律宾	15704	207
	印度尼西亚	11242	220
	马来西亚	7459	144
	泰国	6585	153
	越南	6075	159
其他主要国家	孟加拉国	7783	108
	印度	2598	98

由上表可见，东盟国家中的菲律宾、印度尼西亚、马来西亚、泰国、越南等自中国进口的碳酸钙产品较多，将是柬埔寨碳酸钙产品的重点开发市场。东盟国家之外的孟加拉国和印度也可针对其进口需求实际情况，构建定向产品的出口贸易渠道。

综合考虑柬埔寨碳酸钙产品未来可开发的市场区域和总体市场规模，预计 2020 年出口市场规模约 2~3 万吨左右，2025 有望达到 4~5 万吨。

#### 四、建设规模及产品方案

项目建设规模为年产 10 万吨轻质碳酸钙系列产品。产品方案为：

年产普通轻质碳酸钙 4 万吨；

年产造纸用优质碳酸钙 3 万吨；

年产纳米级活性碳酸钙 3 万吨。

#### 五、建设条件

##### 1、建设用地

本项目选址于柬埔寨贡布（中柬）泰文隆工业经济特区内，建设  
用地面积 50 亩。

## 2、原燃料供应

石灰生产的主要原燃料是石灰石、无烟煤和锅炉用烟煤，此外，  
还有活化剂、晶型控制剂等辅助材料。主要原燃料年用量如下表。

表 5-1 主要原料和燃料消耗量

序号	物料名称	年用量（吨）	来源
1	石灰石	136000	本地
2	无烟煤	13600	进口
3	锅炉用烟煤	14500	进口
4	外加剂	600	进口

### (1) 石灰石

粒度: 50~80 毫米;

水分: <1%;

质量:

轻质碳酸钙生产对石灰石的质量要求较高，原则上，要求石灰石  
的氧化钙含量在 54%以上。各项指标的具体要求见下表：

表 5-2 轻质碳酸钙生产用石灰石要求

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

储量：

泰文隆工业经济特区内石灰石矿山储量达 3.4 亿吨，约占柬埔寨已探明储量的 50%以上。由于本项目石灰石用量较少，可从矿山中挑选符合质量要求的石灰石。

## (2) 煤炭

柬埔寨境内煤炭资源较少，煤质较差，项目生产所需煤炭拟从印度尼西亚或澳大利亚进口，经贡布港后陆运至园区。其中，轻质碳酸钙的中间产品氧化钙生产，要求无烟煤的低位发热量在 25080kJ/kg (6000kcal/kg) 以上，燃煤锅炉用对煤质的要求不高，一般低位发热量在 20900kJ/kg (5000kcal/kg) 以上的烟煤可满足要求。

## (3) 外加剂

本项目所需的外加剂（包括活化剂、晶型控制剂等）数量不大，年用量约 600 吨，可通过中国市场采购获得。

## 3、供电

项目装机总容量约 3000kW，年用电量约 1560 万 kWh。项目用电由园区自备电站供应。

## 4、供热

新建 1 台 10 吨蒸汽锅炉，可满足本项目生产用蒸汽要求。

## 5、供水

本项目用水量约 25 万吨。所需的生产和生活用水由园区统一供应。

## 六、建设方案

### 1、工艺技术方案

#### (1) 技术装备来源

本项目全部采用中国成套技术装备，通过海关进口。

#### (2) 技术方案选择

工艺技术方案以技术先进、性能可靠、节能降耗为原则，在确保设备运行可靠、产品质量和环保达标的前提下，优先选用高效节能设备，同时，采取有效措施控制，治理粉尘污染、减少物料生产损失，实现清洁文明生产。

纳米级碳酸钙生产工序与普通轻质碳酸钙生产工序基本相同，主要是在碳化方式上有别于普通轻质碳酸钙生产。自上世纪 80 年代以来，英国 ICI 公司、美国 Dupont 公司相继开发并形成了一批专利技术；进入 90 年代后，纳米级碳酸钙的研究开始向实用化阶段转化，其研究方向是探索纳米级碳酸钙制备的新方法、新技术以及纳米级碳酸钙在新领域的应用。碳化是纳米级碳酸钙的生产核心工序，常用的合成纳米碳酸钙的技术有：

间歇鼓泡式反应器，设备简单，在碳化时窑气从底部进入，该反应器尽管能耗低，但粒径分布不均匀，产品质量差，主要是普通轻钙产品。

连续喷雾反应器是在顶部安装空心压力式喷嘴，精制石灰乳在空心锥形压力式喷嘴的作用下，雾化成小液滴均匀地从顶部淋下，与底部进入的二氧化碳气体反应合成纳米碳酸钙。但该设备管路复杂、投

资多、操作难、能耗大，目前较少应用。

超重力反应器是利用设备的高速旋转产生超重力场，在此条件下完成石灰乳与二氧化碳的反应，尽管合成的粒子小而均匀，但设备的投资很大，生产能耗也大，在工业化生产中缺乏竞争优势而很少应用。

较为成熟的纳米碳酸钙的反应器为间歇鼓泡式搅拌反应器，在碳化时窑气从底部进入，通过机械搅拌，窑气与浆料充分混合，但该工艺条件也较难控制，粒径分布并不好。

用旋涡式气体分布器代替传统间歇鼓泡式搅拌反应器，是近年出现的比较成功的技术。该技术可随着窑气流量的增大而强化气液混合效果，避免搅拌式反应器随着窑气流量增大而降低混合效果的现象，从而使气体吸收更完全，碳化的粒子更均匀，且具有良好的节能效果。经上述比较分析，本项目拟采用该碳化工艺。

### (3) 工艺流程及简述

#### 1) 石灰石煅烧工序

把合格的原料和燃料按比例，用电子秤准确称量后，通过中间斗和皮带机进行均匀混合，由 1.5m 的单斗卷扬机沿着斜桥把混合料运至受料斗，通过电磁振动给料机均匀定量给料，由炉顶旋转布料器完成炉内布料。物料靠自重缓慢向下运动，相继通过预热带、煅烧带、冷却带。然后由圆盘出灰机和三段密封阀在不泄漏气体的情况下，将石灰石分别卸入不同的料仓。

石灰石煅烧过程的化学反应式为： $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

## 2) 石灰石窑气净化和压缩工序

由石灰窑送来的石灰气体经旋风除尘器除尘、喷淋塔降温、筛板塔净化、气水分离器分离后由 CO<sub>2</sub> 压缩机分别送至普通轻质碳酸钙、纳米级活性碳酸钙工序。

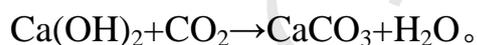
## 3) 石灰消化工序

从界区送来的块状石灰，经计量后投入消化槽，加入热水，在机械搅拌下，石灰转化为 Ca(OH)<sub>2</sub> 乳液，石灰消化过程的化学反应方程式如下： $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ 。

经筛选除掉杂质，流入搅拌池。消化槽中不溶性灰渣定时清理。粗灰乳经调整浓度后经悬液分离器，净化成精制乳液，其中一部分用料浆泵送至纳米级活性碳酸钙工序，另一部分经计量后用泵送至普通轻质碳酸钙工序。

## 4) 轻质碳酸钙工序

在碳化反应器里加入的精制乳液，化学反应方程式如下：



当反应物 PH 值下降至 7-8 时，标志着反应即将完成，碳化后反应液经增浓槽处理后，用料泵送入离心机脱水，工艺排出水回收至石灰消化工序循环使用。滤饼经粉碎后送入干燥机。干燥机导热油作为导热介质，干品经气流筛筛选后即可得到轻质碳酸钙成品，经包装后出售。

当生产优质造纸钙时，流程中碳化、离心、干燥、筛选、包装等工序与普通轻质碳酸钙是一样的，只是在碳化后增加一道均化工序。

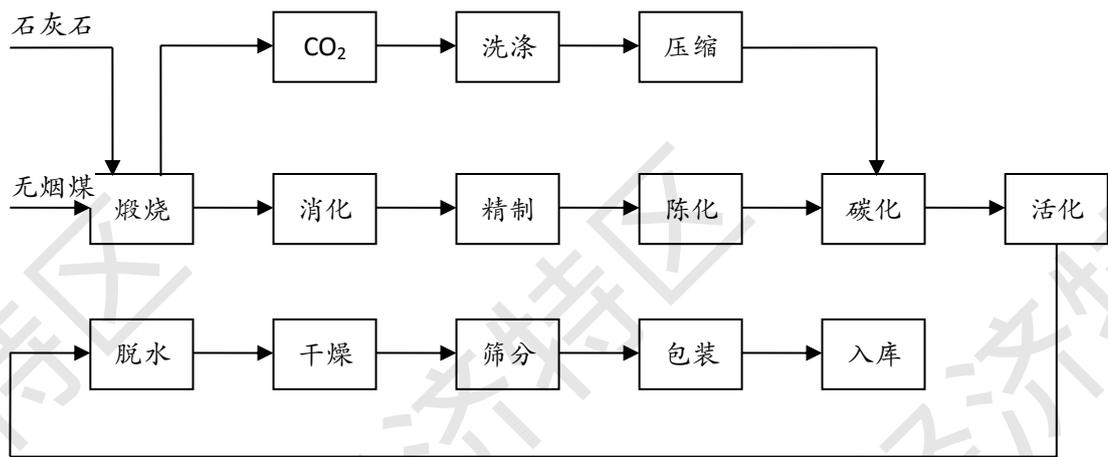


图 6-1：轻质碳酸钙生产工艺流程图

### 5) 纳米级活性碳酸钙工序

从消化工序送来的石灰乳需加入热水调至  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  浓度为 12%，经过悬液除渣器净化，然后经料浆送往料浆陈化槽。经陈化处理后送碳化釜，加入添加剂，控制一定的温度，同时通入  $\text{CO}_2$  进行碳化反应，生成的  $\text{CaCO}_3$  料浆流入均化槽，均化后送活化釜，在一定的温度下加入活化剂，活化完成后送压滤机脱水，脱出的水用于石灰消化，滤饼含水为 50-55%，送干燥器干燥至含水为 0.3-0.5%，产品再经解聚粉碎，筛选后进混合机混合均匀，成品经包装后入库。

#### (4) 产品质量标准

轻质碳酸钙（又称沉淀碳酸钙）生产参照《中国工业微细碳酸钙和工业微细活性碳酸钙》HG/2776-2010，《工业沉淀碳酸钙》HG/2226-2010，其指标分别列表 6-1、表 6-2。

表 6-1 工业微细碳酸钙和工业微细活性碳酸钙 HG/2776-2010

项目	指标		指标	
	工业微细沉淀碳酸钙		工业微细活性沉淀碳酸钙	
	优等品	一等品	一等品	合格品
碳酸钙 (CaCO <sub>3</sub> ) W/% ≥	98	97	95	53.8
PH 值 (10%悬浮物)	8.0-10			
105℃ 下挥发物 W/% ≤	0.4	0.6	0.3	0.5
盐酸不溶物 W/% ≤	0.1	0.2	0.1	0.2
铁 (Fe) W/% ≤	0.05	0.08	0.05	0.08
白度, W/% ≥	94	92	94	92
吸油值, g/100g ≤	100		70	
黑点/ (个/g)	5			
堆积密度, g/cm <sup>3</sup>	0.3-0.5			
比表面积, m <sup>2</sup> /g ≥	12	6	12	6
平均粒径, μm ≤	0.1-1.0	1.0-3.0	0.1-1.0	1.0-3.0
铅 <sup>a</sup> (Pb) W/%	0.0010			
铬 <sup>a</sup> (Cr) W/%	0.0005			
汞 <sup>a</sup> (Hg)W/%	0.0001			
镉 (Cd)W/%	0.0002			
砷 <sup>a</sup> (As)W/%	0.0003			
活化度 W/%				96
a 使用在食品包装纸、儿童玩具和电子产品填料生产上时需要控制这些指标				

表 6-2 工业沉淀碳酸钙 HG/2226-2010

项目	橡胶和塑料用		涂料用		造纸用	
	优等品	一等品	优等品	一等品	优等品	一等品
碳酸钙含量 (干基计), % ≥	98	97	98	97	98	97
PH 值 (10%悬浮液)	9.0~10.0	9.0~10.5	9.0~10.0	9.0~10.5	9.0~10.0	9.0~10.5
105℃ 下挥发物含量, % ≤	0.4	0.5	0.4	0.6	1	1
盐酸不容物含量, % ≤	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
沉降体积, ml/g ≥	2.8	2.4	2.8	2.6	2.8	2.6
锰含量, % ≤	0.005	0.008	0.006	0.008	0.006	0.008
铁含量, % ≤	0.05	0.08	0.05	0.08	0.05	0.08
筛余物	125μm 实验筛, ≤	全通过	0.005	全通过	0.005	全通过
	45μm 实验筛, % ≤	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4
白度, 度 ≥	94	92	95	93	94	92
吸油值 (g/100g), % ≤	80	100	-	-	-	-
黑点/ (个/g)	5					
铅 (Pb) W/% <sup>a</sup>	0.001					
铬 (Cr) W/% <sup>a</sup>	0.0005					
汞 (Hg)W/% <sup>a</sup>	0.0002					
镉 (Cd)W/%	0.0002					
砷 (As)W/% <sup>a</sup>	0.0002					
a 使用在食品包装纸、儿童玩具和电子产品填料生产上时需要控制这些指标						

## (5) 主要工艺设备

表 6-3 生产线主要工艺设备表

序号	名称	单位	数量	备注
<b>1</b>	<b>石灰窑煅烧工序</b>			
1.1	石灰窑	座	2	
1.2	罗茨风机	台	2	
1.3	袋式除尘器（烟气除尘）	套	2	
<b>2</b>	<b>沉淀钙工序</b>			
2.1	热水高位槽	台	2	
2.2	消化机	台	2	
2.3	搅拌池	台	8	
2.4	料浆泵	台	10	
2.5	旋液分离器	台	4	
2.6	陈化池	台	6	
2.7	窑气净化系统	台	2	
2.8	罗茨风机	台	2	
2.9	碳化槽	台	5	
2.10	脱水机	台	10	
2.11	高位槽	台	1	
2.12	圆盘给料机	台	2	
2.13	干燥机	套	2	
2.14	气流筛	套	2	
2.15	装包机	台	2	
2.16	脉冲布袋除尘器	套	2	
<b>3</b>	<b>纳米级活性碳酸钙工序</b>			
3.1	旋液分离器	台	4	
3.2	陈化池	台	20	
3.3	窑气净化系统	套	2	
3.4	罗茨风机	台	2	
3.5	碳化槽	台	10	
3.6	均化池	台	8	
3.7	搅拌池	台	2	
3.8	多级泵	台	2	
3.9	压滤机	台	2	
3.10	干燥机	套	2	
3.11	热风炉	套	2	
3.12	旋风磨	套	2	
3.13	气流筛	套	2	
3.14	布袋除尘器	台	2	

## 2、工程方案

本项目建设内容包括原料堆棚、原煤堆棚、成品库、沉淀钙车间、造纸钙车间、纳米钙车间、锅炉房等生产设施和配套的公用设施、辅助设施等，总建筑面积 20300m<sup>2</sup>。项目建设的主要内容如下：

表 6-4 项目主要建设内容

子项目编号	子项目名称
<b>1</b>	<b>主要生产设施</b>
1.1	沉淀钙、造纸钙车间
1.2	纳米钙车间
1.3	锅炉房
<b>2</b>	<b>辅助设施</b>
2.1	成品库
2.2	原料堆棚
2.3	原煤堆棚
<b>3</b>	<b>行政办公及生活设施</b>
3.1	办公及研发中心大楼
3.2	生活区设施
<b>4</b>	<b>公用工程及设施</b>
4.1	供配电系统
4.2	给排水
4.3	污水处理站
4.4	机修
4.5	总平面及运输
4.6	消防及绿化

## 七、劳动组织及安全

### 1、工作制度

严格遵守柬埔寨《劳工法》，执行关于在雇佣、解聘、工资、休假等方面的规定，依法签订雇佣合同，对员工进行必要的技能培训，按时足额发放员工工资，保障工人休假权利。妥善处理与工会的关系，加强沟通、争取理解、积极引导，尽量化解企业与工会矛盾，避免罢

工。

柬埔寨法定节假日偏多，除周六日正常休息以外，每年大约有28-30天的公共假日，对法定假日进行工作的职工，应予以调休及补发加班费的方式进行调整。

本项目按标准工作日300天/年、每天三班，每班工作时间8小时制。

## 2、劳动定员

生产岗位定员按工艺过程需要，采用岗位工和巡检工相结合的方式配置，实行三班连续周运转。管理部门及后勤保障部门，采用白天五天工作制。

本项目劳动定员162人，其中管理人员42人，生产人员120人。

表 7-1 生产岗位人员配置表

序号	部 门	人 数			轮 休	在 册 人 数
		白 天				
一	管理系统	白 天				42
1	总经理	1				1
2	副经理	2				2
3	财务经理	1				1
4	财务人员	5				5
5	化验室	12				12
6	销售人员	12				12
7	技术人员	9				9
二	生产及辅助系统	一 班	二 班	三 班		120
1	沉淀钙、造纸钙车间	10	10	10	10	40
3	纳米钙车间	8	8	8	8	32
4	装运车间	9	9	9	9	36
5	锅炉房	2	2	2	2	8
6	变电所	1	1	1	1	4

### 3、劳动安全

#### (1) 防设备事故、机械伤害和人体坠落

所有传动设备、传动件设有保护罩；振动筛、给料机设有密封罩，同时设有联锁装置，防止误操作引起设备事故；石灰竖窑检修和操作在高空作业区，操作平台、梯子、沟、孔设防护栏杆。

#### (2) 防尘

为了有效地控制粉尘的排入，减少其对周边环境的影响，本项目将采取“预防为主”的方针，从工艺设计上尽量减少生产中的扬尘环节，选择扬尘少的设备，在扬尘较多的位置采用高效的气箱脉冲袋式收尘器。

厂区内粉粒状物料的输送，尽量采用斗式提升机等密闭型式的输送设备。对于需要胶带输送机输送的物料尽量降低物料落差，加强密封，减少粉尘外逸和扬尘。

经收尘器对废气和扬尘进行净化处理后，净化后气体的含尘浓度小于  $20\text{mg}/\text{m}^3$ 。

#### (3) 防雷、防电伤

高度大于 15m 的建筑物、构筑物，如烟囱等均设置防雷保护设施。电气设备操作台及所有电气设备不带电的金属外壳采用接地保护，以防止触电事故。

#### (4) 噪声控制

在满足工艺设计前提下，尽量选用低噪声型号设备。

锅炉安全阀放散管、高噪声风机配备有消声器；风机及泵类设置

单独基础或减震措施，强振设备与管道间采取柔性连接，防止振动造成的危害；将噪声较大设备置于室内隔音，并采用隔声、吸声材料制作门窗、砌体等措施，降低噪声危害，防止噪声扩散和传播。

## 八、环境保护

### 1、污染源

生产过程中的主要污染物有粉尘、废水、废气、废渣、噪声等。

**粉尘。**粉尘排放主要来自于物料输送，石灰煅烧、选灰，产品干燥、筛选、包装等环节。其中，绝大多数是有组织排放的尘源，只有很少一部分是在物料装卸过程中自由发散的无组织排放尘源。

**废水。**生产废水主要有空压机冷却水，窑气洗涤排放的废水，以及脱水机排放的废水。另外，还有少量生活污水排放。

**废气。**石灰煅烧和锅炉燃烧产生的废气除含有粉尘外还有二氧化硫及二氧化氮等有害气体。

**废渣。**主要有化灰机、旋液分离器排出的灰渣，以及锅炉排出的炉渣。

**噪声。**主要来源于空压机、破碎机工作时产生的噪声。

### 2、治理措施

#### (1) 粉尘治理

**粉尘防治。**在石灰窑窑顶口设自动封闭窑盖，用空压机把石灰生产中产生的烟尘抽出，经旋风除尘、泡沫、水洗、气水分离塔四级除

尘后可以达标。

石灰窑出灰机采用机械振动出灰机，使卸灰和选灰统一在封闭空间内进行，确保粉尘不外漏。此外，在下料口处设置旋风除尘器进行除尘。

产品干燥拟用双浆叶回转列管组合式干燥机，采用导热油作为导热介质，可有效解决干燥环节产生的烟尘问题。

筛粉、包装过程中产生的粉尘，在扬尘点设吸风口，经气流筛和袋式收尘器收尘后达标排放。

经回收粉尘可作为水泥生产原料或配料、墙体材料配料使用。

**废水防治。**生产用水采用循环系统。其中，空压机冷却水经冷却池冷却后循环使用，或送往化灰工段作为石灰消化用水；窑气洗涤用水、浆液增浓和脱水工序排放的废水经沉降池后，循环使用。

部分产品如纳米碳酸钙生产过程的过滤和增浓产生的废水含有微晶，微晶的存在将影响产品的晶型导向和粒径分布大小，这些废水不能在纳米碳酸钙生产过程中循环利用，需通过管道运送到厂区废水处理装置进行水处理，处理后可用于普通轻质碳酸钙生产。

生活污水经生化处理后用于厂区绿化及喷洒道路降尘。

**废气处理。**石灰窑气含二氧化碳约 22%，窑气洗涤具有一定的脱硫作用，窑气净化后二氧化碳作为有用组份参与碳化反应，最终排放的废气含有少量的二氧化碳、一氧化碳、二氧化硫和氮氧化物，能满足环保要求。

锅炉烟气经除尘后，温度约 150℃。通过 30 米的烟囱排入大气。

**废渣处理。**化灰机和石灰净化装置排出的湿灰渣、以及锅炉排出的炉渣，可用于水泥生产的原料或配料。

**噪声防治。**产生噪音的设备（如空压机）设置在封闭的建筑内，或设置隔离屏障；空压机、筛粉装置加装消音器或采用消音隔音措施；个别在噪音岗位上巡检的工人要配备耳塞、耳罩等劳保用品。

## 九、投资规模与经济效益

### 1、投资估算

根据柬埔寨当地实际情况，结合项目建设规模、生产工艺等相关情况，估算项目投资 12000 万元，折合 1746.7 万美元（按 1 美元兑换 6.87 元计算）。

项目正常生产年需流动资金 1050 万元。

表 9-1 项目投资及流动资金估算

序号	费用名称	投资额（万元）	所占比例（%）
1	建设投资	12000	100.0%
1.1	建筑工程费	3310	27.6%
1.2	设备及工器具购置费	5376	44.8%
1.3	安装工程费	1013	8.4%
1.4	工程建设其他费用	1550	12.9%
1.5	基本预备费	571	4.8%
1.6	建设期利息	180	1.5%
2	流动资金	1050	
3	项目投入总资金	13050	

## 2、生产成本

根据柬埔寨各类生产要素价格，项目正常年份成本费用估算如下表。

表 9-2 项目成本费用估算

序号	项目	单价		年耗量		成本费用 万元
		单位	数量	单位	数量	
1	原辅材料					1173
1.1	石灰石	元/吨	30	万吨	13.6	408
1.2	包装袋	元/个	1.5	万个	250	375
1.3	活化剂					110
1.4	晶型控制剂					280
2	燃料及动力					4170
2.1	煤	元/吨	800	万吨	2.81	2248
2.2	电	元/度	1.2	万度	1560	1872
2.3	水	元/吨	2	万吨	25	50
3	工人工资及福利	中方：12 万元/年；柬方：2.4 万元/年				658
4	土地租金	万元/亩	0.5	亩	50	25
5	制造费用					1162
5.1	折旧费					840
5.2	修理费					215
5.3	其他制造费用					107
6	管理费用					280
7	成本费用合计					7468

## 3、销售收入

本项目正常生产年销售量为 10 万吨，按平均吨产品销售价格 1315.0 元计算。经计算，项目正常生产年销售收入为 13150 万元。

## 4、经济效益

经计算，项目正常生产年可实现利润 4762 万元，项目投资回收期约 2.63 年（不含建设期）。

表 9-3 项目主要经济效益指标汇总

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	年销售收入	万元	13150	
2	年增值税	万元	920	
3	年总成本费用	万元	7468	
4	年利润总额	万元	4762	
5	投资利润率	%	36.5	
6	投资回收期	年	2.63	不含建设期

## 十、项目实施的优劣势分析

### 1、有利条件

#### ——资源优势

泰文隆工业经济特区内石灰石资源丰富，储量约占柬埔寨已探明储量的 50%以上。

本项目石灰石用量较少，可以从矿山开采的石灰石中挑选符合质量要求的石灰石，实现优质矿石的高附加值利用。因此，项目实施从资源保障角度看具有一定的优势。

#### ——市场优势

柬埔寨尚处于工业化初级阶段。随着其经济发展和工业体系的完善，预计塑料和油漆涂料两个产业可获得较快发展，并对碳酸钙消费产生拉动作用，到 2025 年柬埔寨国内碳酸钙需求可提升至 30~40 万吨。此外，拟建项目还可利用其地缘优势和关税优势等有利条件，辐射菲律宾、印度尼西亚、马来西亚、泰国、越南等东盟国家市场。

### 2、不利因素

### ——基础设施条件相对薄弱

柬埔寨电力供应能力比较紧张，轻质碳酸钙生产的电力消耗量较大，良好的电力保障对企业的稳定生产十分重要。此外，柬埔寨交通运输设施相对落后，有待逐步改善并提高当地的物流运输效率。

### ——产业链配套较差

轻质碳酸钙生产所需的活化剂、晶型控制剂虽然数量不大，但主要依靠中国供应商供应。此外，本项目建设所需工艺技术装备及未来生产运营的设备维修配件等都需要从中国厂商进口解决，将在一定程度上增加了项目投资和生产运营成本。

## 十一、投资分析建议

### 1、投资分析

柬埔寨政局稳定，经济快速发展，市场自由开放，劳动力充足价廉，在该国经济特区投资建厂可享受更多的税收优惠，柬埔寨原产地产品出口欧美、东盟等国家和地区还可普遍享受关税优惠，为中国建材企业赴柬埔寨产能转移、投资建厂提供了有利环境。

本项目拟采用中国国内成熟的碳酸钙生产技术，建设年生产规模10万吨轻质碳酸钙系列产品项目。产品除满足柬埔寨自身需求外，还可销往菲律宾、印度尼西亚、马来西亚、泰国、越南等自中国进口的碳酸钙产品的国家，可应用于塑料、造纸、橡胶、涂料、油漆、油墨、食品、饲料、牙膏等诸多行业，具有较好的市场前景。

项目总投资 13050 万元，其中，建设投资 12000 万元，流动资金 1050 万元。项目年销售收入 13150 万元，投资利润率 36.5%，静态投资回收期 2.63 年，项目劳动定员 162 人，除少数管理人员和技术人员外，员工基本在当地雇佣、培训上岗。本项目投资价值较好，并具有良好的经济效益。

## 2、投资建议

中国企业在柬埔寨投资建厂，还需正视并规避投资风险。

首先，中国企业来柬埔寨投资要面对并解决好水土不服等问题。柬埔寨工业基础薄弱，劳动力素质偏低，政府机构办事效率不高，腐败行为常态化，在法律法规、土地政策、环境保护、劳动用工、文化风俗等方面与我国差别较大。

其次，中国企业投资决策前务必加强要做好柬埔寨市场调查和投资环境考察，谨慎决策。柬埔寨国家不大，经济发展水平较低，产业链配套不完善，市场容量有限，中国企业在柬埔寨投资建厂存在一定的运营和市场风险。

第三，为有效化解和规避投资风险，建议中国建材企业或投资者尽可能与在柬埔寨有中资背景的经济特区合作，在特区内投资建厂，依托特区运营管理机构提供的企业注册、土地、厂房租赁、融资、政府部门协调、招工培训、生活设施等配套服务，规避化解中国企业在柬埔寨投资建厂水土不服等各类问题，将投资和生产经营风险控制在合理范围。