

大奎山近零碳产业园建设方案研究

山东省科学院生态研究所

2025 年 8 月 5 日

目 录

1.大奎山项目简介	1
2.主导产业发展情况	5
2.1 鲜花产业发展情况	5
2.2 医药产业发展情况	6
2.2 新能源产业发展情况	7
3.园区节能潜力及能源消费情况分析	11
3.1 园区节能潜力分析	11
3.2 主导产业能源消费情况	12
4.新能源建设及出力潜力分析	18
4.1 光伏电站建设及出力	18
4.2 风力发电建设及出力	19
4.3 储能设施建设及出力	20
4.4 其他新能源建设及出力	22
5.能源优化匹配方案	23
5.1 能源优化匹配目标	23
5.2 能源低碳供需方案	25
6.经济社会效益分析	35
6.1 经济性分析	35
6.2 社会效益分析	40

1.大奎山项目简介

大奎山产业园位于山东省淄博市淄川区昆仑镇大奎山矿区内（以下简称“大奎山产业园”、“园区”、“项目”），淄川区是拥有百年煤炭开采史的老工业城市，全区现存 195 处闭坑矿井及 64 处废弃矿山，涉及工矿用地和未利用地 3.4 万余亩，此部分矿井及矿山无法直接利用、治理难度大、生态修复成本高。其次，从淄川区产业及能源发展现状看，全区产业以水泥、建陶、化工等产业为主，产业结构偏重，同时能源产出效益水平不高，亟需进行绿色低碳转型发展，近年来，淄川区统筹谋划，创新“能源+产业”一体化发展模式，大奎山产业园是淄川区政府引导“能源+产业”一体化高质量发展的先导区。

园区充分利用闭坑矿井及废弃矿山，规划建设“农光互补电站+废旧矿井分布式抽水蓄能电站+矿井水余热利用系统+高端设施农业”的一体化项目，项目主要组成如下图。



图 1-1 淄川区大奎山产业园要素组成图

项目是基于当地资源禀赋和市场需求，形成的“能源+产业”发展综合体，利用矿山荒地资源建设农光互补电站，同时为促进新能源就地消纳，引进以鲜花为主的高端设施农业，鲜花产业市场需求大，且能够与当地资源形成配套；利用矿井水资源及矿山高度差优势，建设分布式抽水蓄能电站，与园区光伏发电形成配套；利用矿井水余热资源配套热泵系统为设施农业实现供暖供冷，打造智慧农业综合体，同时利用矿井水为设施农业实现补水，促进矿山矿井生态修复。光伏电站为园区提供清洁电力，热泵系统为设施农业提供清洁热力，各要素紧密联系，形成“光储冷热-多能互补-智慧协同”能源综合利用新模式。

淄川区科学谋划能源发展，以打造多能互补近零碳产业园为切入点，推动全区废旧资源再利用，深入推进全区能源赋能产业绿色低碳高质量发展。截至 2024 年 7 月，淄川区重点打造的大奎山项目试点已初步成型，基于大奎山产业园项目，需要继续深化研究，深挖园区节能降碳潜力，推动园区能源供给自我平衡，实现（近）零碳建设目标。

大奎山产业园占地面积约 66.97 公顷（约 1000 亩），产业主要是鲜花农业、鲜花物流包装产业、医药化工产业、新能源产业等。园区内医药化工产业成熟，山东金城昆仑药业有限公司（以下简称“金城医药”）在园区内，金城医药主要从事医药中间体、基础化学原料、原料药等产品的研发、

生产与销售，是集研产销于一体的创新型医药健康产业企业。

表 1-1 园区各主体功能区面积

项目主体功能区	面积（公顷）	项目主体功能区	面积（公顷）
金城医药化工有限公司	12	项目运营中心	1.61
农光互补示范区	14.4	育苗区	0.66
撂荒地生态修复示范区	12	露天玫瑰种植区	1.82
“花能互补”示范区——鲜花大棚 1 期	1.3	占补平衡区	1.40
“花能互补”示范区——鲜花大棚 2 期	10	滴灌功能区	1.67
矿井抽水蓄能区	4.17	智慧热泵站	0.84
鲜花生物固碳示范	0.12	道路及其他	4.84
合计	66.97		

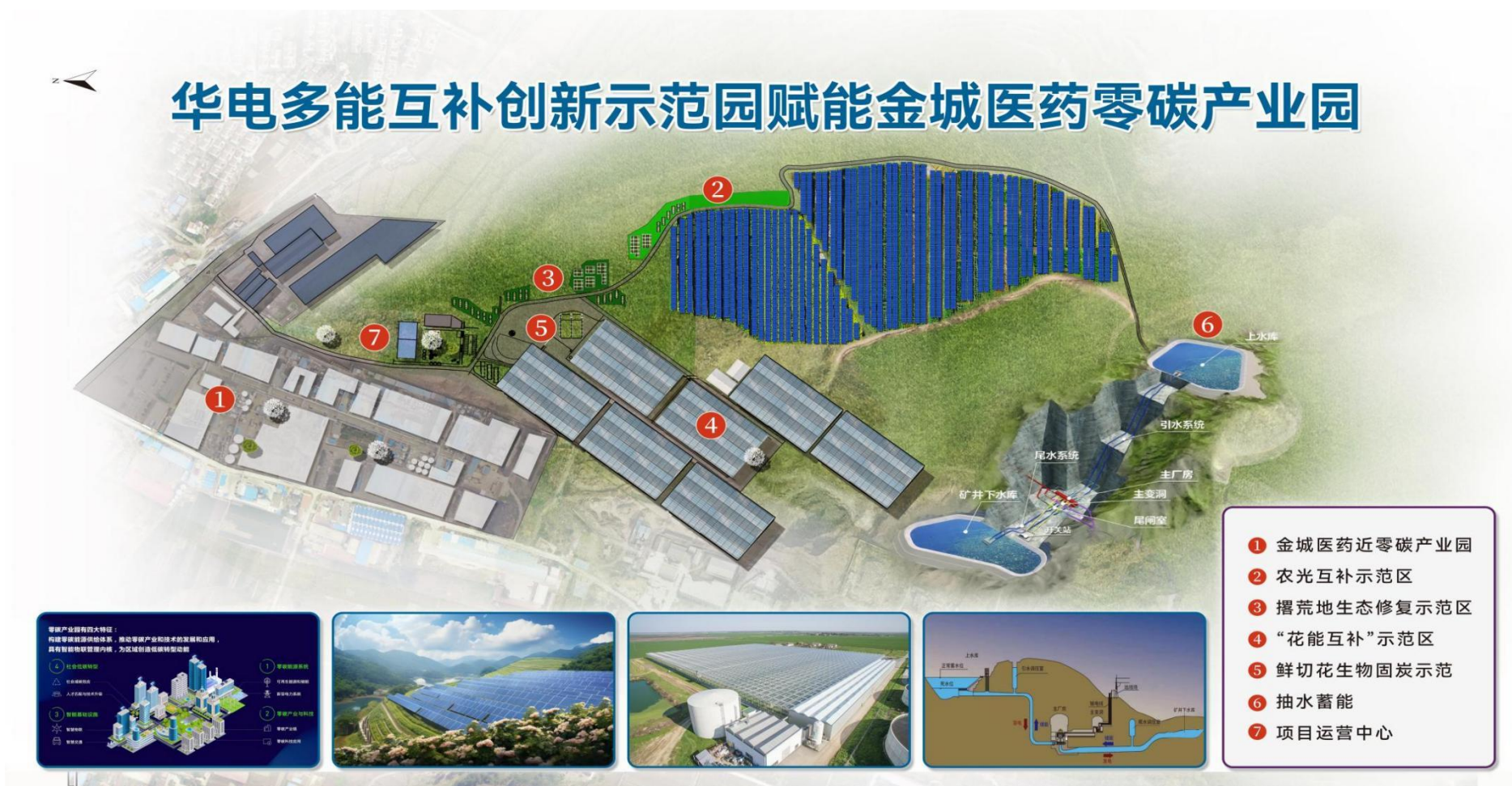


图 1-2 淄川区大奎山产业园项目效果图

2.主导产业发展情况

2.1 鲜花产业发展情况

淄川区是集多种资源优势为一体的区域，淄川政府充分考虑鲜花市场需求、产业与当地资源配套、项目投资收益等情况，引进扶持了以鲜花产业为主的高端设施农业项目。根据园区地质条件及可利用面积，总规划建设 11.3 万平方米鲜花温室及 200 亩室外鲜花，截至 2024 年 7 月，鲜花温室一期 1.3 万平方米鲜花温室产业已全部完工，相关配套的种植系统、水肥一体机、浇灌系统、控制系统已全部建设完成，鲜花温室项目一期总投资 3000 万元，年产鲜花 400 万只。预计项目二期将于 2026 年完工，可年产鲜花 3600 万只。

项目与当地绿电资源、余热资源、水资源及交通资源形成配套，同时带动周边服务业发展，解决周边就业劳动力。

项目与能源资源形成配套，鲜花生长的适宜环境是一个综合性的条件集合（恒温、恒湿、充足光照），园区大量且低价的绿电资源和矿井水余热资源，为鲜花生长提供了充足的可再生能源输入，为打造“零碳玫瑰”奠定了基础，同时低价的新能源是鲜花具有成本优势、提高市场竞争力的基础。

项目与水资源形成配套，鲜花生长过程水分易流失，需要充足的灌溉补水，丰富的矿井水资源可为鲜花产业水肥一体化设施提供补水，同时可一定程度促进矿井水生态修复。

项目与交通资源形成配套，淄川区位于鲁中地区，西距济南 1 小时

车程，东距青岛港 210 公里，北到北京 2.5 小时车程，南到上海 5 小时车程，济潍、临临、滨莱 3 条高速在淄川境内形成“双十字”，具有较好交通运输条件，利于鲜花运输销售。

项目与劳动力资源形成配套，项目所在地存在大量下岗再就业群体，该群体普遍面临年龄偏大、技能滞后、就业竞争力弱等现实困境。本项目通过定向吸纳当地劳动力，重点解决下岗人员再就业难题，在实现项目用工需求的同时，切实履行促进就业的社会责任。

项目促进产业融合发展，以鲜花种植为切入点构建新经济生态圈模式，充分带动鲜花深加工、包装产业链、永生花加工产业链为代表的第二产业及电商直播、冷链物流、农文旅结合为代表的第三产业融合发展，同时项目将推进利用二氧化碳作为气肥，提高玫瑰生长质量。

目前，大奎山鲜花温室二期项目正在积极施工建设，投资方为淄川政府城投平台及其他社会资本，计划继续投资 2.2 亿元，新建 10 万平方米鲜花温室及 200 亩室外玫瑰，预计 2026 年初完成的鲜花种植和销售。

2.2 医药产业发展情况

园区内医药产业主要依托金城医药，金城医药成立于 2020 年，厂区位于山东省淄博市淄川区昆仑镇晟地路，即大奎山产业园的西南侧，企业类型为有限责任公司（自然人投资或控股的法人独资），主要从事医药中间体、基础化学原料、原料药等产品的研发、生产与销售，是集研产销于一体

的创新型医药健康企业。

从金城医药用能情况来看，企业年用能约为 5490 吨标准煤，其中天然气年消耗量约为 45 万立方米，全部来源于外购，折合 575 吨标准煤，占比约为 10%，年用电量约 4000 万千瓦时，全部来源于外购，折合 4915 吨标准煤，占比约为 90%。企业年二氧化碳排放量约为 2.38 万吨，其中外购电力二氧化碳排放量约为 2.28 万吨，占比 96%；天然气消耗二氧化碳排放量约为 996 吨，占比 4%。

2.2 新能源产业发展情况

为满足园区低碳用能需求，赋能产业低价绿电，同步推进废旧矿区生态修复工作，规划利用采煤沉陷地、废旧矿山、闭坑矿井等资源为园区配套新能源发电设施，包括光伏、风电、电化学储能、矿井分布式抽水蓄能等，通过研究产业用能需求、新能源出力特性、矿区资源禀赋等，匹配了相应新能源装机规模及消纳模式。

2.2.1 鲜花产业配套光伏装机情况

园区计划新建 11.3 兆瓦农光互补电站为鲜花产业配套，分 2 期建设，一期建设 6 兆瓦，二期建设 5.3 兆瓦，年发电量约为 1300 万千瓦时，光伏绿电主要为鲜花温室供电，采用“自发自用”模式。从鲜花产业用电量与光伏供电匹配情况看，11.3 万平方米鲜花温室年耗电量约 1330 万度，按照淄博市光伏发电年利用小时数 1150 小时估算，11.3 兆瓦光伏

年发电量 1300 万度，基本能够实现园区鲜花产业用能的供需平衡，但光伏发电存在时间上的不匹配，需要配套储能设施，下一步园区将建设电化学储能、抽水蓄能、储热水池等平衡用电。

2.2.3 金城医药配套风光装机情况

金城医药企业年用电量占企业能源消费总量的 90%左右，企业生产过程需要低价绿电，降低电价的同时降低产品碳足迹。《国家发展改革委 国家能源局关于有序推动绿电直连发展有关事项的通知》（发改能源〔2025〕650 号）提出：允许风电、太阳能发电、生物质发电等新能源不直接接入公共电网，通过直连线路向单一电力用户供给绿电。金城医药属于有降碳刚性需求的出口外向型企业，可以利用周边新能源资源探索开展存量负荷绿电直连。根据企业用电负荷及风光出力特性，经能源供需方案研究，后续园区将建设 6 兆瓦光伏电站及 10 兆瓦风电，为金城医药实现绿电直连，每年可以为金城医药提供绿电 2990 万千瓦时，约占企业总用电量的 75%。

2.2.2 园区储能设施项目装机情况

建设矿井抽水蓄能电站。利用矿山及矿井高度差优势、矿井水资源优势建设抽水蓄能电站，矿井抽水蓄能电站可提高区域电力调峰调频能力，进一步提升电网柔性和韧性，抽水蓄能电站下水库充分利用已关闭煤矿采空区的坑道集水

作为下水库和水源地，上水库位于大奎山南侧相对平缓的坡地，为人工开挖成库。大奎山产业园抽水蓄能电站为半地上式，后期将继续探索开发地下式抽水蓄能电站，以降低建设成本，提高土地集约利用率。

目前抽水蓄能电站 100 千瓦试验机组已经建设完成，下一步将在试验机组的基础上扩容，将抽水蓄能电站装机容量扩容到 12 兆瓦，分为两期建设，一期利用试验机组的下水库先扩容到 2 兆瓦 $\times$ 4 小时，一期主要是用于园区鲜花温室用电负荷调节；二期在上水库的东侧重新开挖下水库，建设 10 兆瓦 $\times$ 4 小时抽水蓄能电站，二期抽水蓄能电站主要是作为独立储能，通过充放网电实现盈利。

推进电化学储能项目建设。受限于闭坑矿区未知的地下条件，抽水蓄能电站无法进一步扩大，需要配套电化学储能作为补充，在研究分析光伏发电和园区用电特性的基础上，为充分促进新能源的就地消纳，园区规划建设 2 兆瓦 $\times$ 4 小时电化学储能电站为园区鲜花产业进行配套，后期规划建设 2 兆瓦 $\times$ 4 小时的电化学储能为金城医药进行配套。

表 2-1 园区产业发展情况汇总表

项目	产业总体规模
鲜花产业	11.3 万平方米鲜花温室+200 亩室外景观鲜花
医药化工产业	年耗电量 4000 万度，实现年产值 1.8 亿元
新能源产业	11.3 兆瓦光伏直供鲜花，6 兆瓦光伏+10 兆瓦风电直供金城； 12 兆瓦矿井抽水蓄能电站（2 兆瓦为园区鲜花生产自用，10 兆瓦接入电网进行收益） 2 兆瓦×4 小时电化学储能为园区鲜花产业配套； 2 兆瓦×4 小时电化学储能为园区鲜花产业配套。

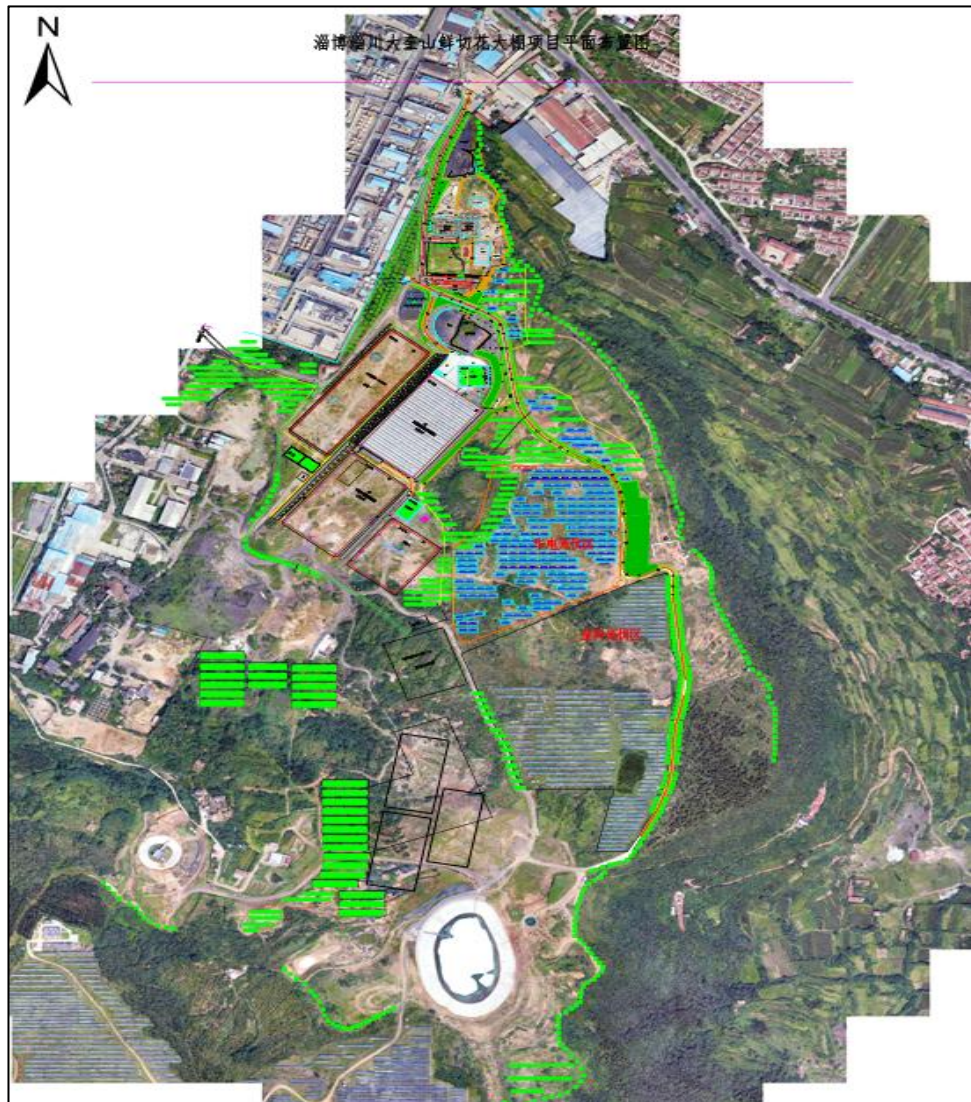


图 2-1 淄川大奎山光伏电站布置平面图

3.园区节能潜力及能源消费情况分析

3.1 园区节能潜力分析

截至 2025 年 4 月，1.3 万平方米鲜花温室运行周期已经达到 1 年，根据鲜花温室的实际运维经验，可以通过降低冷热负荷、减少设备运行时间、耦合其他新能源等多种方式降低温室的电耗，约可较原设计方案节能 30%。

3.1.1 鲜花温室节能潜力研究

降低鲜花温室冷热源负荷，鲜花温室结合当地资源及气候条件，优化原设计方案，夏季采用“轴流风机+湿帘”、增加卷帘窗开度等方式为鲜花温室降温，冬季采用增加侧面保温结构、调整轴流风机位置、优化侧边窗开度等方式降低热负荷，同时供暖方式由风机盘管供热改为地盘管供热，提高供热效率，综上可以使温室的冷热负荷较原设计方案降低 25%。**减少耗能设备运行时间**，根据鲜花市场需求，减少照明、热泵、冷库等设备运行时间，从而降低鲜花温室电耗，一期鲜花温室通过不断试验优化运行方式，设备耗电量较原设计方案降低 10%。项目二期将采用改进方案进行建设运营。**耦合生物质能源应用**，园区有一定的生物质资源，包括矿井开采遗留的煤矸石矿山（煤矸石的热值大约为 3000 大卡/千克），鲜花生长的废弃枝杆、园区树木修剪的枝干等等，通过新上固废资源综合利用锅炉，耦合矿井水源热泵进行供暖，降低供暖电耗。通过上述多种方式降低温室能耗，1.3 万平

方米鲜花温室年可将电耗将降低 30%。

表 3-1 1.3 万平方米鲜花温室优化前后电力消耗情况

项目	优化前（原设计方案）	优化后
年度耗电量 （万千瓦时）	221	154
降幅 （%）	30%	

3.1.2 金城医药节能潜力研究

金城医药能源消费主要是电力和天然气，其中电力消费占比约为 90%，是节能的关键，在 2024 年企业通过采用更换高效磁悬浮电机、电力需求侧管理、电能质量优化提升等方式，可使企业电耗降低 5%左右。

3.2 主导产业能源消费情况

3.2.1 鲜花温室能耗情况

园区内设施农业项目主要是鲜花温室，温室能耗种类主要是电力，主要耗电设备有水源热泵机组、水泵、照明设施、通风设施、灌溉设施、冷库设备等。项目一期 1.3 万平方米鲜花温室，设备电功率约为 917 千瓦，通过电表实际测量耗电量，项目年用电量 154 万千瓦时，折合 189 吨标准煤。项目统计了从 2024 年 4 月开始，到 2025 年 3 月一年内的温室耗电量，如下图所示。

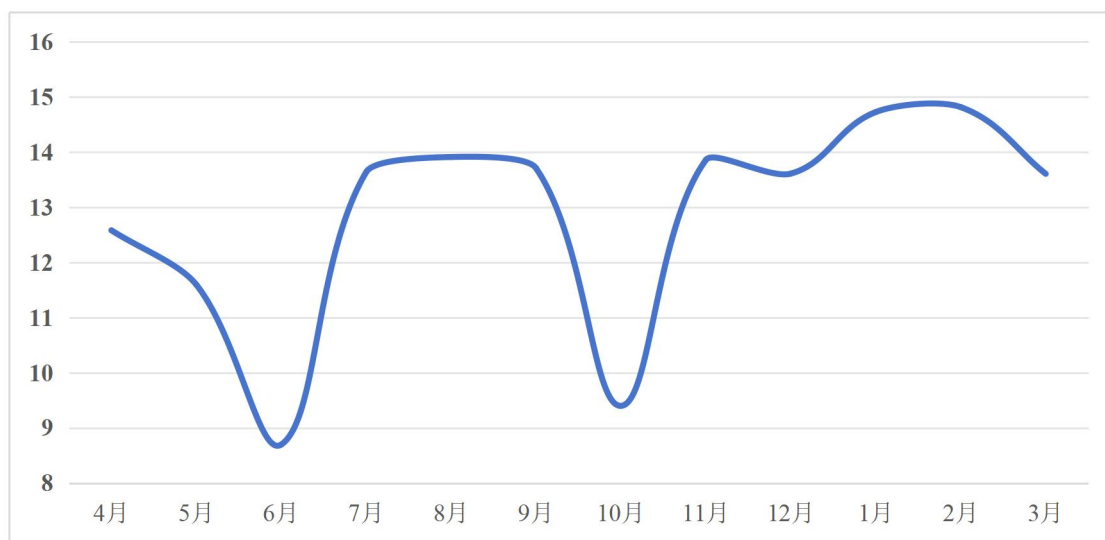


图 3-1 鲜花温室一期项目年耗电曲线（万千瓦时）

鲜花温室耗电量主要集中在供热高峰期的 11 月、12 月、1 月、2 月，以及 7-9 月的供冷高峰期，过渡季的 6 月和 10 月电耗相对较低。未来鲜花温室建设规模将达到 11.3 万平方米，预计园区鲜花产业年耗电量将达到 1335 万千瓦时。为对不同季节的能源供应情况进行详细研究，选取了鲜花一期项目 12 月份和 8 月份的典型日代表供暖季和供冷季，分别进行了用电量的实时分析，用电量曲线如下图。

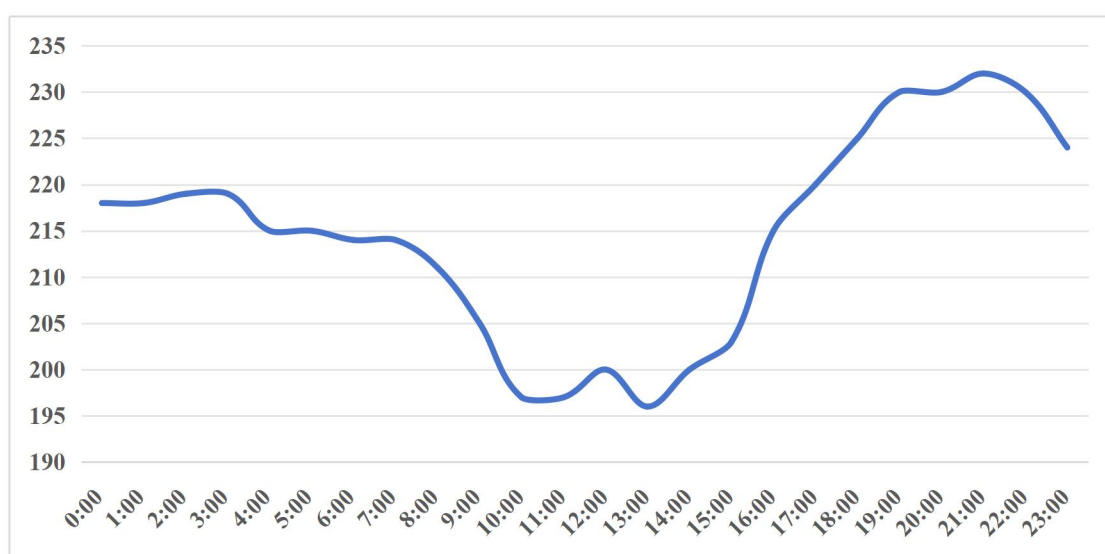


图 3-2 12 月份供暖季典型日鲜花温室耗电情况（千瓦时）

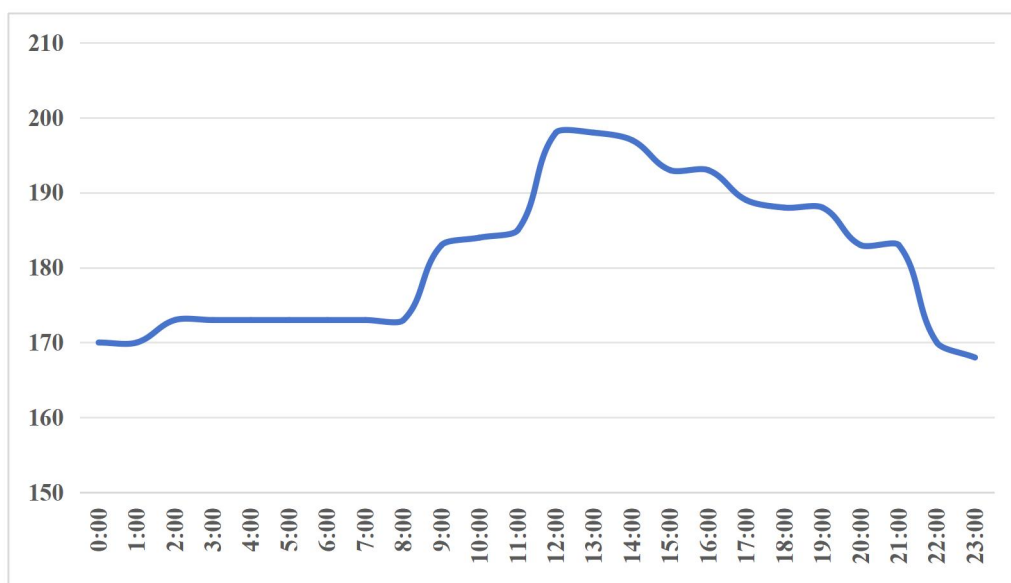


图 3-3 8 月份供冷季典型日鲜花温室耗电情况（千瓦时）

供暖季用电高峰时间集中在 17:00 到次日 7 点，用电低谷集中在午间光照情况较好时间段；供冷季用电高峰集中在午间 11:00-16:00 高温时间段，用电低谷集中在夜间。

3.2.2 金城医药能耗情况

金城医药能耗主要为电力和天然气，从金城医药月度耗电量曲线看，由于化工产品市场需求量的波动，金城医药月度用电量也存在波动，通过实时监测，金城医药每日用电情况呈现一定的周期性变化，取 3 月、6 月、9 月、12 月份的典型日平均值作为金城医药典型日内的耗电量。

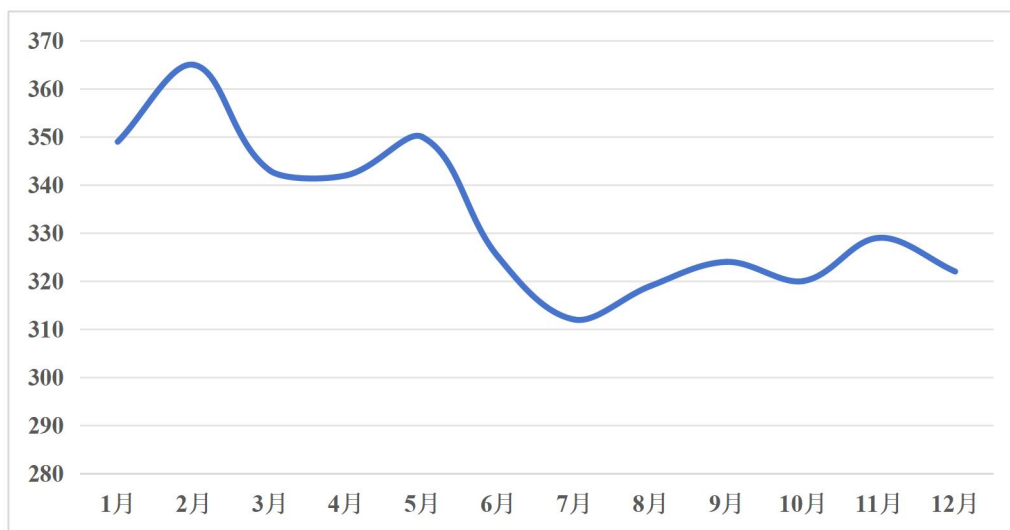


图 3-4 金城医药 2024 年月度用电量（万千瓦时）

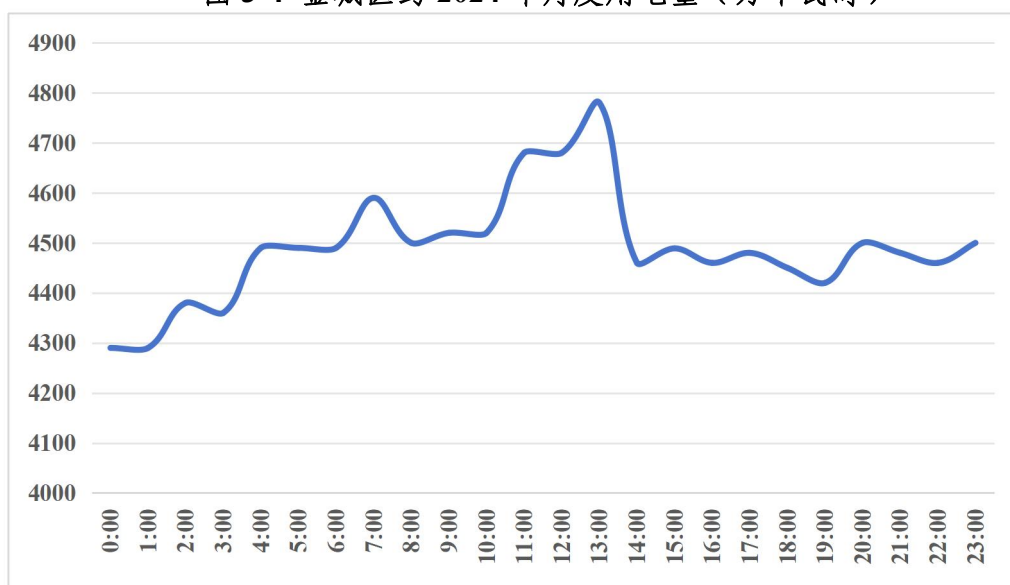


图 3-5 金城医药典型日用电量（千瓦时）

3.2.3 园区整体电耗情况

园区内天然气、余热等占比较小，能源消耗主要是电力，园区年总耗电量如图 3-6 所示，园区年耗电量约为 4150 万千瓦时。供暖季园区典型日耗电量如图 3-7 所示，供冷季典型日耗电量如图 3-8 所示。

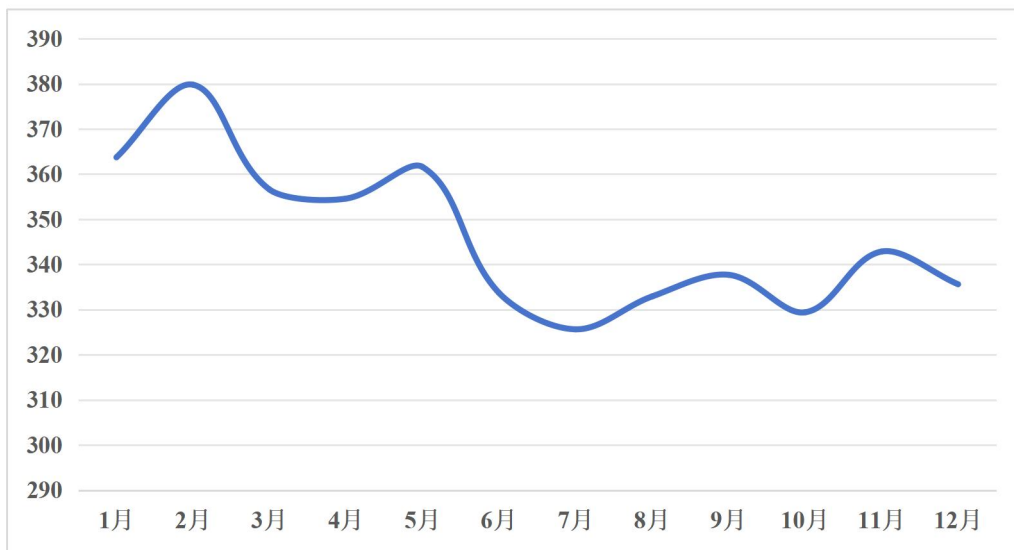


图 3-6 园区总用电量（千瓦时）

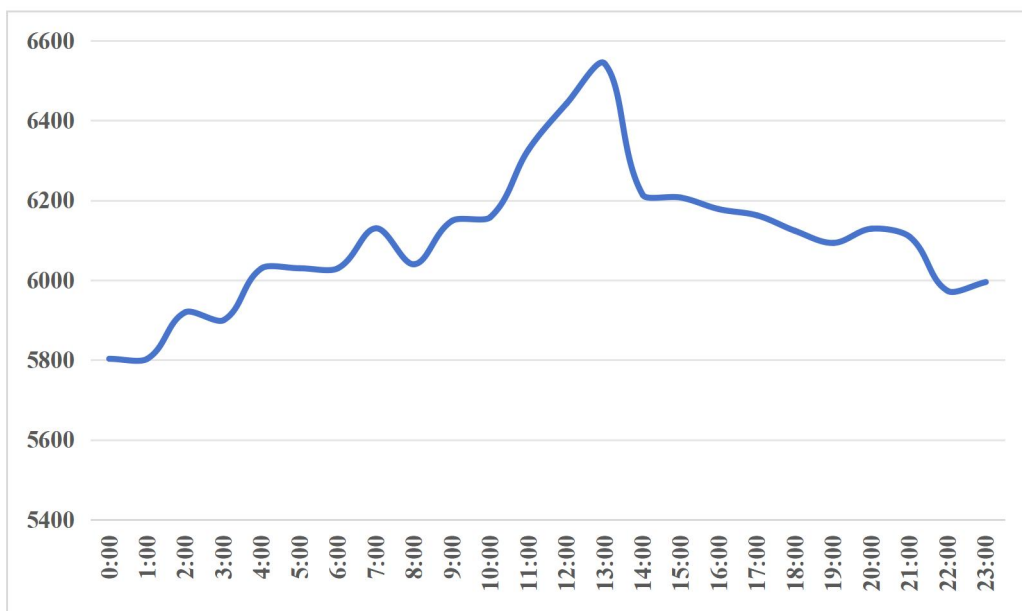


图 3-7 供冷季典型日园区耗电量（千瓦时）

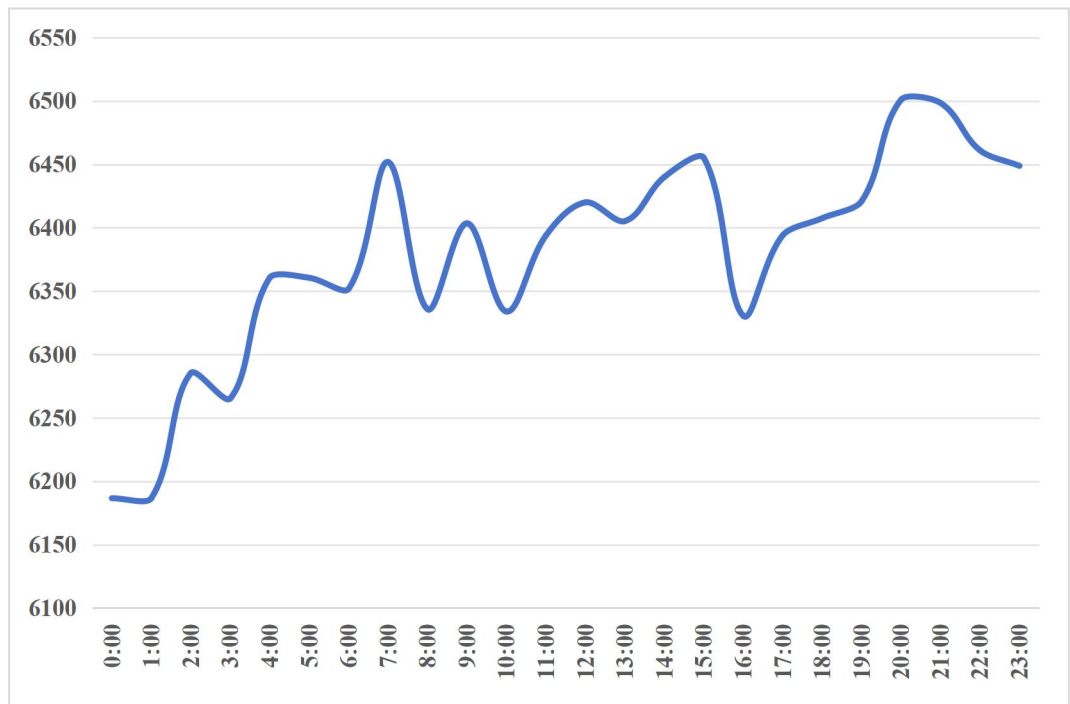


图 3-8 供暖季典型日耗电量（千瓦时）

4.新能源建设及出力潜力分析

4.1 光伏电站建设及出力

充分利用园区面积建设光伏电站。利用园区采煤沉陷地、废旧矿山等资源建设光伏电站，根据一期鲜花温室运行耗电情况看，在节能运行模式下，每万平方米鲜花温室耗电量约为 1180 万千瓦时，大奎山区域地处北温带，光照资源较多，年均有效利用小时数 1150 小时，理想状态下，1 兆瓦光伏电站发电量为 115 万千瓦时，1 兆瓦光伏即可满足 1 万平方米鲜花温室及其相关配套系统的用电。按照“以荷定源”的原则，园区建设 11.3 兆瓦光伏电站为鲜花产业用电量，年发电量约为 1300 万千瓦时。同时，金城医药用电平均负荷约为 4 兆瓦，园区建设 6 兆瓦光伏电站，推动为金城医药绿电直连。

光伏电站规划分 3 期项目建设，一期、二期、三期光伏电站建设分别为 6 兆瓦、5.3 兆瓦、6 兆瓦，共建设 17.3 兆瓦光伏电站，为与园区能源匹配方案相衔接，结合山东 5 段式分时电价政策，光伏发电情况预测如下。

表 4-1 园区光伏装机及发电情况

项目	装机量 (兆瓦)	发电量 (万千瓦时)	消纳形式
园区内光伏一期	6	690	自发自用
园区内光伏二期	5.3	610	自发自用
园区内光伏三期	6	690	绿电直连

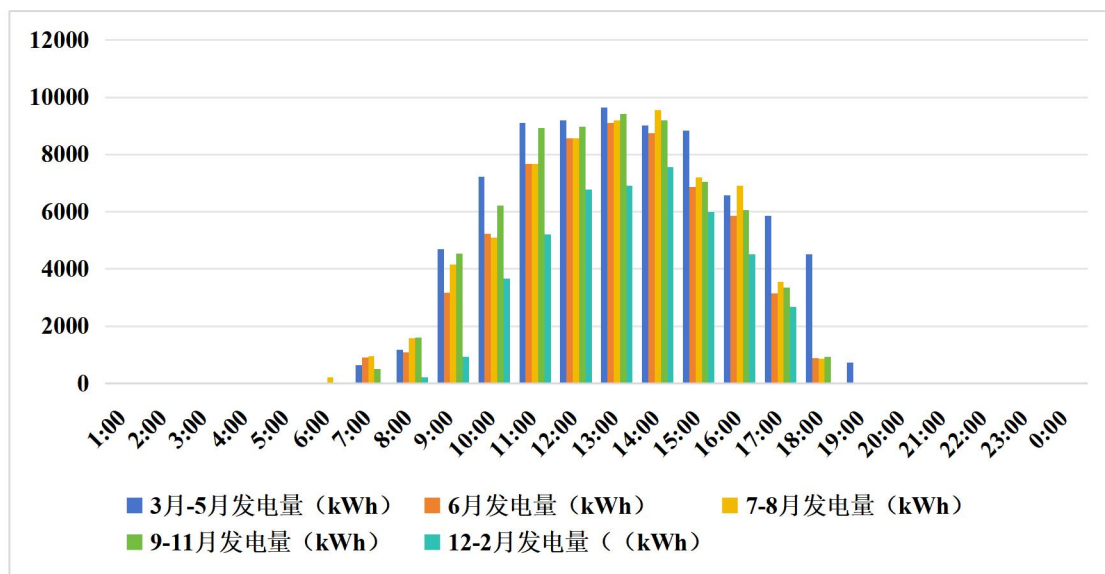


图 4-1 园区不同月份典型日光伏发电情况

4.2 风力发电建设及出力

大奎山产业园有丰富的风力资源，年平均风速超过 7.05 米/秒，根据园区建设规划，园区面积可建设风力发电设施，可实现风电装机 10 兆瓦，可实现年发绿电 2500 万千瓦时，《淄博市 2025 年政府工作报告》提出：淄博市 2025 年要启动陆上风电试点项目，力争新能源装机容量突破 500 万千瓦。

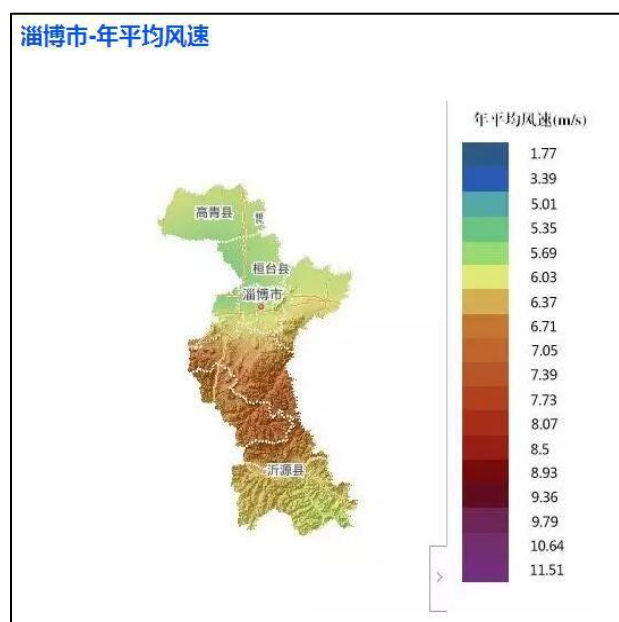


图 4-2 淄博市风力资源分布图

国家发展改革委、国家能源局印发《关于有序推动绿电直连发展有关事项的通知》中提出：有降碳刚性需求的出口外向型企业利用周边新能源资源探索开展存量负荷绿电直连。园区要积极争取淄博市陆上风电试点，赋能园区绿色低碳高质量发展。

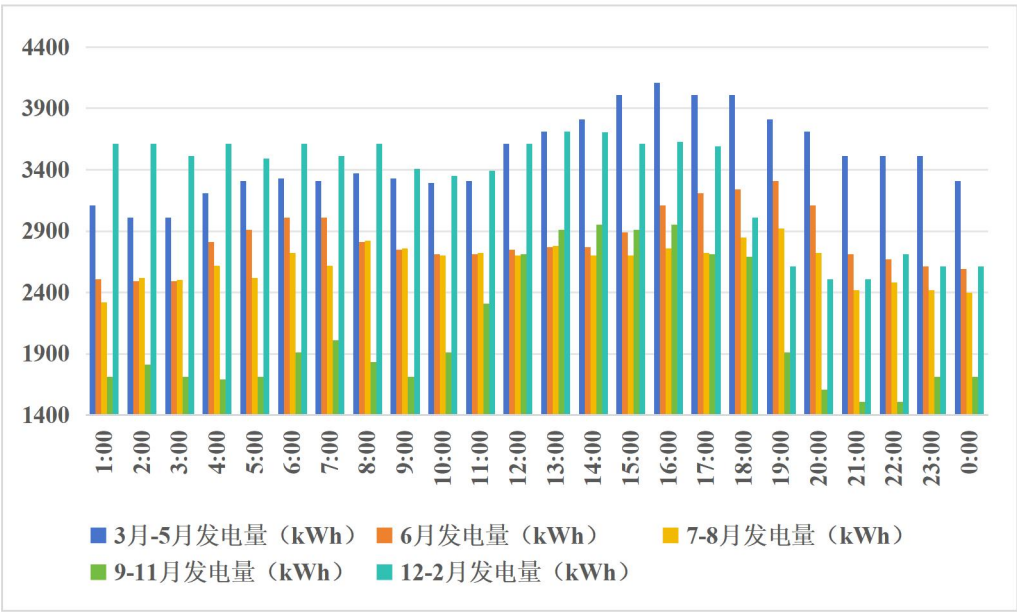


图 4-3 不同月份典型日 10 兆瓦风电装机发电情况

4.3 储能设施建设及出力

发挥抽水蓄能电站作用。充分利用园区资源建设储能电站，提高区域电力调峰能力。矿井抽蓄能电站一方面可以为园区新能源项目提供调峰服务，助力打造源网荷储一体化，其次可以充放网电，为园区提供低价电力，实现峰谷电价差套利，不仅盘活了废弃矿井水资源，更开创了矿区生态修复与清洁能源开发相结合的新模式，具有显著的环保效益和经济效益。目前抽水蓄能电站 100 千瓦试验机组已建设完成，下一步将在试验机组的基础上扩容，未来将建设 12 兆瓦 × 4

小时抽水蓄能电站，园区的 12 兆瓦 × 4 小时的抽水蓄能项目已经被山东省能源局列入新型储能新技术类项目名单，未来大奎山矿井抽水蓄能电站可以享受两部制电价，包括容量电价和电量电价，可以大幅提高矿井抽水蓄能电站的收益，提高投资回报率。根据园区用能负荷情况，园区建设 2 兆瓦 × 4 小时抽蓄蓄能为园区鲜花产业服务，按照 85% 的电站运行效率，抽水蓄能电站可通过 8 兆瓦时的绿电储存放出 6.8 兆瓦时的绿电。同时 10 兆瓦抽水蓄能电站接入电网，可以具备 8.5 兆瓦的电力调节能力，主要通过峰谷电价差实现盈利。

发挥电化学储能电站作用。园区将建设 2 兆瓦 × 4 小时电化学储能为园区鲜花产业配套，按照 90% 的储能效率，大约可以实现 8 兆瓦时的储电，7.2 兆瓦时的放电。同时，园区将建设 2 兆瓦 × 4 小时电化学储能为金城医药配套，同样可以实现 7.2 兆瓦时的储能调节能力。

发挥储热水池作用。为降低温室用电成本，温室内将建设储热水池，采用“光伏电+余热热泵”为水池加热，夜间通过水池热量为温室供热，据测算，光伏发电除了储能及可以直接利用外，每天需要储热水池调峰 6 兆瓦时，根据温室供热负荷，以及目前供暖末端热水供应温度（50℃），蓄热水池的温升约为 15℃，据此推算 1 万平方米温室最佳配置 500 立方米水池。同时，将结合山东省“五段式”分时电价，充分利用温室内储热水池、优化制热时间，理论对比下，由

于利用午间光伏大发时间段的电量，储热水池方案可以较水源热泵直接供热降成本 10%左右。

4.4 其他新能源建设及出力

矿井水余热利用。园区拥有丰富的矿井水，矿井水温度常年维持在 15℃左右，利用矿井水余热，配套水源热泵向鲜花温室供冷、供热，维持温室恒温恒湿，热泵供热效率能达到 6.0 左右。园区将投资 1600 万元同步建设 12 兆瓦热泵系统，热泵系统与温室同步建成，截至 2024 年 6 月，已经完成与鲜花温室一期配套的热泵系统建设工作，热泵系统装机容量为 1.5 兆瓦（2 台 760 千瓦制热量的水源热泵机组），包括热泵机组、水泵系统、补水定压系统等。水源热泵系统。

生物质及固废资源综合利用。园区生物质及固废资源包括煤矿开采遗留的煤矸石矿山（热值大约为 3000 大卡/千克），鲜花生长的废弃枝杆、园区树木修剪的枝干、周边生物质资源等等，园区通过建设固废资源综合利用锅炉（2 台 1.4 兆瓦固废综合利用生物质锅炉），在电价高峰期耦合水源热泵进行供暖，降低热泵系统供暖电耗。

5.能源优化匹配方案

5.1 能源优化匹配目标

园区电力消费占园区综合能源消费总量的 90%，考虑天然气、余热、生物质及固废等资源来源单一，且天然气的用量及价格较为稳定，仅对园区电力供应方案进行优化匹配。在不影响用电稳定的前提下，以电费最省、最大化消纳新能源为目标进行优化，结合 2025 年山东省分时电价，优化匹配园区内各供能设施出力时间。

表 5-1 山东工商业用电分时电价

时间	12 月、1-2 月	3-5 月	6 月	7 月-8 月	9 月-11 月
00:00-01:00	平	平	平	平	平
01:00-02:00	平	平	平	谷	平
02:00-03:00	谷	平	平	谷	平
03:00-04:00	谷	平	平	谷	平
04:00-05:00	谷	平	平	谷	平
05:00-06:00	谷	平	平	谷	平
06:00-07:00	平	平	平	平	平
07:00-08:00	峰	平	谷	平	平
08:00-09:00	峰	平	谷	平	平
09:00-10:00	平	平	谷	平	平
10:00-11:00	谷	谷	谷	平	谷
11:00-12:00	深谷	深谷	谷	平	深谷
12:00-13:00	深谷	深谷	平	平	深谷
13:00-14:00	深谷	深谷	平	平	深谷
14:00-15:00	谷	谷	平	平	谷
15:00-16:00	平	平	平	平	平
16:00-17:00	尖峰	平	峰	峰	峰
17:00-18:00	尖峰	尖峰	尖峰	尖峰	尖峰
18:00-19:00	尖峰	尖峰	尖峰	尖峰	尖峰
19:00-20:00	峰	尖峰	尖峰	尖峰	峰
20:00-21:00	峰	峰	尖峰	尖峰	峰
21:00-22:00	平	峰	尖峰	尖峰	平
22:00-23:00	平	平	峰	峰	平
23:00-24:00	平	平	平	平	平

表 5-2 山东农业用电分时电价

时间	12 月、1-2 月	3-5 月	6 月	7 月-8 月	9 月-11 月
00:00-01:00	谷	谷	谷	谷	谷
01:00-02:00	谷	谷	谷	谷	谷
02:00-03:00	谷	谷	谷	谷	谷
03:00-04:00	谷	谷	谷	谷	谷
04:00-05:00	谷	谷	谷	谷	谷
05:00-06:00	谷	谷	谷	谷	谷
06:00-07:00	谷	谷	谷	谷	谷
07:00-08:00	峰	平	谷	平	平
08:00-09:00	峰	平	谷	平	平
09:00-10:00	平	平	谷	平	平
10:00-11:00	谷	谷	谷	平	谷
11:00-12:00	深谷	深谷	谷	平	深谷
12:00-13:00	深谷	深谷	平	平	深谷
13:00-14:00	深谷	深谷	平	平	深谷
14:00-15:00	谷	谷	平	平	谷
15:00-16:00	平	平	平	平	平
16:00-17:00	尖峰	平	峰	峰	峰
17:00-18:00	尖峰	尖峰	尖峰	尖峰	尖峰
18:00-19:00	尖峰	尖峰	尖峰	尖峰	尖峰
19:00-20:00	峰	尖峰	尖峰	尖峰	峰
20:00-21:00	峰	峰	尖峰	尖峰	峰
21:00-22:00	平	峰	尖峰	尖峰	平
22:00-23:00	平	平	峰	峰	平
23:00-24:00	谷	谷	谷	谷	谷

结合纳入分时电价政策执行范围的项目，计算山东省 2024 年峰谷平电价，如表 5.1-3 所示。

表 5-3 工商业和农业用电价格

分类	尖峰时段	高峰时段	平时时段	低谷时段	深谷时段
工商业电价	1.200	1.000	0.710	0.350	0.250
农业电价	0.858	0.695	0.525	0.335	0.192

由于不同季节的各类电价小时数不同，园区内月度用电量也存在一定的波动，需要分不同时段研究能源供应方案，园区内金城医药用电属于工商业用电，鲜花用电属于农业用

电，两者用电属性不同，需要分工业和农业 2 个板块研究供电方案。

5.2 能源低碳供需方案

5.2.1 低碳农业能源供应方案

鲜花温室二期（11.3 万平方米）年耗电量将达到 1335 万千瓦时左右。温室电力供应原则为：在光伏发电时间段内，优先绿电直接消纳，剩余绿电通过电化学储能和抽水蓄能进行储存，同时冬季通过应用储热水池将夜间加热耗电转移到光伏发电时段，以最大化实现绿电消纳。温室供暖和制冷两个时段的耗电量较大，分供暖和制冷两个季节研究电力供应方案。

供暖季：0:00-4:00 时间段内，耗电量主要有温室照明、冷库等设备，热量供应来源于储热水池。5:00-7:00 时间段内，电力供应主要依靠网电（属于网电谷价时间段），电化学储能和抽水蓄能作为补充，同时少部分光伏发电直接消纳。7:00-17:00 时间段内，电力供应主要依靠光伏电，多余光伏电利用电化学储能和抽水蓄能储存，少部分光伏发电加热储热水池。18:00-23:00 时间段内，电力供应主要依靠储能和部分网电。供暖季约有 7.6%的光伏电损失掉。

表 5-4 供暖季典型日电力供应汇总

项目	单位	数量
温室总耗电量	千瓦时	44910.4
用网电量	千瓦时	4974.8

项目	单位	数量
光伏发电量	千瓦时	43641.0
光伏自发自用量	千瓦时	41935.6
光伏电直接损失量	千瓦时	1705.4
光伏电储能间接损失量	千瓦时	2000
光伏电损失比例	%	7.6%

表 5-5 供暖季电力供应方案

电量单位 (kWh)										
时间	电力需求			电力供应		储能设施				
	总耗电量	温室加热耗电量	补光及其他耗电量	网电+	光伏电+	抽水蓄能充电	电化学储能充电	储热水池加热	抽水蓄能放电+	电化学储能放电+
0:00	569	0	569	69	0					500
1:00	569	0	569	69	0					500
2:00	572	0	572	372	0				200	
3:00	572	0	572	572	0					
4:00	561	0	561	561	0					
5:00	1871	1309	561	171	0				1700	
6:00	1862	1303	559	1505	357					
7:00	1862	1303	559	399	663					800
8:00	1836	1285	551	-	2651		800			
9:00	1784	1070	713	-	4078	2000	200			
10:00	1714	943	771	-	5148	2000	1400			
11:00	2227	1225	1002	-	5199		2000	513		
12:00	2921	1607	1315	-	5454	2000	500	1181		

电量单位 (kWh)										
时间	电力需求			电力供应		储能设施				
	总耗电量	温室加热耗电量	补光及其他耗电量	网电+	光伏电+	抽水蓄能充电	电化学储能充电	储热水池加热	抽水蓄能放电+	电化学储能放电+
13:00	2857	1571	1285	-	5097	2000	200	1151		
14:00	3684	2210	1474	-	4995		1300	1944		
15:00	3609	2165	1444	-	3721		100	1843		
16:00	1871	1122	748	-	3313		1000			
17:00	2000	1400	600	-	2549		500			
18:00	2003	1402	601	88	415				1500	
19:00	2001	1401	600	301	0				1700	
20:00	2001	1401	600	301	0				1700	
21:00	2018	1413	606	218	0					1800
22:00	2001	1401	600	201	0					1800
23:00	1949	1364	585	149	0					1800
合计	4491	26895	18015.	4975	43641	8000	8000	6632.	6800	7200

制冷季：0:00-5:00 时间段内，电力供应主要依靠网电和储能放电。6:00-7:00 时间段内，电力供应主要依靠网电和光伏电。8:00-16:00 时间段内，电力供应主要依靠光伏电，同时多余光伏电利用电化学储能和抽水蓄能储存。17:00-23:00 时间段内，电力供应主要依靠储能和网电。制冷季光伏发电约有 13.6% 的电量损失掉。

表 5-6 制冷季典型日电力供应汇总

项目	单位	数量
温室总耗电量	千瓦时	38724
用网电量	千瓦时	7540
光伏发电量	千瓦时	37290
光伏自发自用量	千瓦时	33183.8
光伏电直接损失量	千瓦时	4106.5
光伏电储能间接损失量	千瓦时	2000
光伏电损失比例	%	13.6

表 5-7 制冷季电力供应方案

电量单位 (kWh)										
时间	电力需求			电力供应		储能设施				
	总耗电 量	温室加热耗 电量	补光及其他 耗电量	网电+	光伏电+	抽水蓄能充电	电化学储能充 电	储热水池 加热	抽水蓄能放 电+	电化学储能 放电+
0:00	1513	908	605	13	0				1000	500
1:00	1513	908	605	13	0				1000	500
2:00	1540	924	616	240	0					1300
3:00	1540	924	616	240	0					1300
4:00	1540	924	616	1540	0					
5:00	1540	924	616	1427	113					
6:00	1540	924	616	1003	536.75					
7:00	1540	924	616	652	888.18					
8:00	1540	924	616	0	2350		500			
9:00	1629	1140	489	0	2982		1000			
10:00	1638	1146	491	0	4533	2000				
11:00	1647	1153	494	0	4843	1000	2000			
12:00	1762	1234	529	0	5198	2000	500			

电量单位 (kWh)										
时间	电力需求			电力供应		储能设施				
	总耗电量	温室加热耗电量	补光及其他耗电量	网电+	光伏电+	抽水蓄能充电	电化学储能充电	储热水池加热	抽水蓄能放电+	电化学储能放电+
13:00	1762	1234	529	0	5396	2000	1000			
14:00	1753	1227	526	0	4068		2000			
15:00	1718	1202	515	0	3899	1000	1000			
16:00	1718	1202	515	0	2005					
17:00	1682	1177	505	1202	480.25					
18:00	1673	1004	669	73	0				1600	
19:00	1673	1004	669	73	0				1600	
20:00	1629	977	651	29	0				1600	
21:00	1629	977	651	429	0					1200
22:00	1513	908	605	313	0					1200
23:00	1495	897	598	295	0					1200
合计	38724	24765	13959	7540	37290	8000	8000		6800	7200

5.2.2 低碳工业能源供应方案

金城医药年用电量约为 4000 万千瓦时，根据金城医药用电负荷情况及区域能源资源情况配置“6 兆瓦光伏+10 兆瓦风电+2 兆瓦×4 小时储能”。6 兆瓦光伏平均发电功率约为 2.7 兆瓦，10 兆瓦风电平均发电功率约为 4 兆瓦，新能源发电功率约为 6.7 兆瓦，金城医药用电负荷约为 4.5 兆瓦，需要配置 2 兆瓦储能电站以平衡用电。金城医药典型日电力供应方案如下表 5-8 所示，根据电力供应方案，从上午 8 点到 17 点，在光伏和风电出力时间段，新能源电力可以满足金城医药用电，不需要网电进行补充，多余新能源电通过储能进行储存，但新能源发电量仍有部分多余电量需要浪费，据测算，每天约有 6045 千瓦时新能源电损失，占新能源发电量的 5.6%。

表 5-8 金城医药典型日电力供应方案

时间	总耗电量 (kWh)	光伏供电 (kWh)	风电供电 (kWh)	网电供电 (kWh)	储能充电 (kWh)	储能放电 (kWh)
0:00	4290	0	3110	180		1000
1:00	4290	0	3010	280		1000
2:00	4380	0	3010	370		1000
3:00	4360	0	3210	150		1000
4:00	4490	0	3310	180		1000
5:00	4490	0	3330	160		1000
6:00	4490	189	3310	991		
7:00	4590	352	3370	868		
8:00	4500	1407	3330			
9:00	4520	2165	3294			
10:00	4520	2734	3310		1000	
11:00	4680	2761	3610		1000	
12:00	4680	2896	3710		1000	
13:00	4780	2707	3810		1000	

时间	总耗电量 (kWh)	光伏供电 (kWh)	风电供电 (kWh)	网电供电 (kWh)	储能充电 (kWh)	储能放电 (kWh)
14:00	4460	2652	4010		2000	
15:00	4489	1976	4110		1000	
16:00	4460	1759	4010		1000	
17:00	4480	1353	4010			
18:00	4450	221	3810	420		
19:00	4420	0	3710	710		
20:00	4500	0	3510	990		
21:00	4480	0	3510	970		
22:00	4460	0	3510	750		200
23:00	4500	0	3310	190		1000
合计	107759	23172	84224	84225	8000	7200

5.2.3 低碳园区整体供应方案

根据低碳农业供应方案及工业供应方案，结合园区全年运行情况，总结园区整体电力供应方案如下图。园区内 10 兆瓦抽水蓄能电站仅进行电网峰谷套利，不参与园区用电平衡。鲜花温室每年需要外购 230 万千瓦时网电，占鲜花产业总用电量的 17%，新能源可以提供 83%的用电量，由于新能源发电时间与鲜花产业用电时间的矛盾，约有 185 万千瓦时电损（包括光伏电直接损失 114 万千瓦时，储能电站损失 71 万千瓦时），占光伏发电量的 14%。金城医药每年需要外购网电 1010 万千瓦时，占金城医药总用电量的 25%，新能源可以提供 75%的用电量，金城医药约有 208 万千瓦时电损失掉（包括光伏电直接损失 179 万千瓦时，储能电站损失 29 万千瓦时），占新能源发电量的 6.5%。园区年度电力供应平衡图如下图所示。

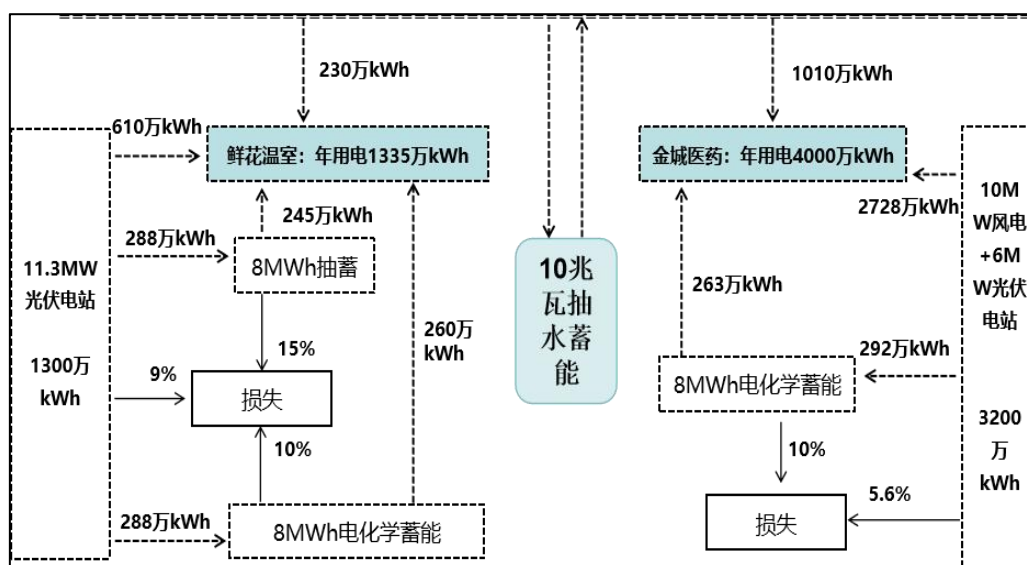


图 5-1 园区年度整体电力供应平衡图

总的来看，园区总用电量约 5335 万千瓦时，园区新能源总发电量 4500 万千瓦时，其中损失量为 393 万千瓦时，自用量为 4107 万千瓦时，园区新能源电力占总用电的 77%。若进一步提高储能电站的规模，可以提高新能源电力占比，但整体经济性将下降。根据园区农业项目用电情况，经济最优条件下的“能量配方”为：1 万平方米鲜花温室配套 1 兆瓦光伏电站，配置 $35\% \times 4$ 小时的储能设施，同时配套 500 立方米的储热水池，实现新能源电力的最大化消纳，配套 1.1 兆瓦矿井余热热泵系统，同时视情况配套 1-2 兆瓦生物质锅炉助力热泵系统供热。

由于 10 兆瓦抽水蓄能电站的建设周期较长，为尽快推进园区绿电消费占比提高，故考虑电化学储能为园区服务，同时 10 兆瓦抽水蓄能电站接入电网后，峰谷价差更大，可以更快速推进项目回收。

6.经济社会效益分析

6.1 经济性分析

6.1.1 鲜花产业经济性分析

鲜花产业具有较好的经济效益。大奎山将全面建设 11.3 万平方米鲜花温室，初步估计，11.3 万平方米鲜花产业总投资 2.6 亿元，可实现年产值 1.15 亿元（根据鲜花温室一期实际数据，每万平方米可年产鲜花 310 万只，11.3 万平方米鲜花项目完工后，园区可实现年产鲜花 3600 万只，每只平均售价 3.2 元，产值 1.15 亿元），年利润超 5400 万元，（每只鲜花生产成本 0.5 元，销售、运输、花损等成本约为 1.2 元，每只鲜花的净利润约 1.5 元，利润率大约 60%），投资回收期 5 年以内。

表 6-1 鲜花温室项目效益分析表

项目名称	单位	数量
项目规模	万 m ²	11.3
初投资	万元	26000
年产值	万元	11500
年经营成本费	万元	1250
项目静态回收期	年	4.94
项目动态回收期	年	5.98
年平均利润总额	万元	5400
年投资回报率（总投资）	%	20.8%

6.1.2 风电光伏经济性分析

园区将规划建设光伏 17.3 兆瓦光伏电站(包括为鲜花产业供电 11.3 兆瓦光伏,以及为金城医药供电的 6 兆瓦光伏), 10 兆瓦风电,初步估计,光伏总投资 2600 万元,风电总投资 3200 万元,新能源可实现年发绿电 4500 万千瓦时电量。在绿电直连条件下,可以实现年利润超过 900 万元,投资回收期 5 年以内。

表 6-2 园区新能源发电设施经济效益分析表

项目	单位	数量
新能源装机规模	兆瓦	27.3
光伏电站系统成本	元/瓦	1.5
风力电站系统成本	元/瓦	3.2
新能源总年发电量	万千瓦时	4500
电价(直供电价)	元/千瓦时	0.5
新能源总投资	万元	5800
项目静态回收期	年	4.29
项目动态回收期	年	5.78
年平均经营成本	万元	70
年平均利润总额	万元	902
年投资回报率(总投资)	%	15.5%

6.1.3 储能电站经济性分析

电化学储能经济性分析。园区共建设 16 兆瓦时电化学储能电站,储能系统按照 25 年运行周期,第 13 年更换一次电芯,电化学储能电站成本为 0.6 元/瓦时,项目收益情况如

下表所示：

表 6-3 园区电化化学储能电站经济效益分析表

项目	单位	数量
储能电站装机规模	兆瓦时	16 (2 兆瓦 × 4 小时 × 2 套)
电站系统成本	元/瓦时	0.6
电站效率	%	90
电价差	元/千瓦时	0.3
总投资	万元	960
项目静态回收期	年	6.1
项目动态回收期	年	7.3
年平均经营成本	万元	5
年平均利润总额	万元	170
年投资回报率（总投资）	%	13%

矿井抽水蓄能电站经济性分析。园区矿井抽水蓄能电站的装机容量 12 兆瓦 × 4 小时，总投资 7000 万元（扣除试验机组等前期技术探索投资），矿井抽水蓄能电站项目每千瓦装机容量的造价为 5800 元/千瓦，在可以享受两部制电机基础上，矿井抽水蓄能电站的收入约为 1150 万元/年，投资回收期 7 年左右。

表 6-4 抽水蓄能项目初投资表

序号	工程或费用名称	建安工程 费 (万元)	设备购置 费 (万元)	独立 费用	合计 (万 元)
1	工程部分投资				6165.68
	第一部分 建筑工程	3241.13			3541.13
	上水库建设	2044.69			2044.69
	下水库建设	835.56			835.56
	输水管道建设	660.88			660.88
	第二部分 机电设备及安装工程		1225.65		1225.65
	第三部分 金属结构设备及安装工程	264.25			264.25
	第四部分 施工临时工程	160.17			160.17
	第五部分 独立费用			728.25	728.25
	基本预备费及其他			246.23	246.23
2	建设征地移民补偿投资	7.2			7.2
3	环境保护工程投资				428.01
4	水土保持工程投资				399.32
5	工程投资总计				7000.21

表 6-5 抽水蓄能电站发电效益分析表

项目	数量	单位
装机规模	兆瓦	12
电站系统成本	元/千瓦	5.8
总投资	万元	7000
项目静态回收期	年	6.9
项目动态回收期	年	7.8
年平均销售收入	万元	1250
年平均经营成本（不包含电力损失成本）	万元	150
年平均利润总额	万元	1100
年投资回报率（总投资）	%	15.7%

6.1.4 项目整体经济性分析

项目投资主要集中在光伏电站、鲜花温室、抽水蓄能电站等方面，其中鲜花温室项目投资最大，回报率最高，园区总投资收益分析如表 6-6 所示。园区整体投资回收期 7 年左右，总投资回报率 16%左右，投资收益较好。

表 6-6 项目组成要素收益分析

要素	新能源发电设施	鲜花温室	电化学储能电站	抽水蓄能电站	园区整体
初始投资（万元）	5800	26000	960	7000	39350
年平均利润总额（万元）	902	5400	170	1100	6200
项目静态回收期（年）	4.29	4.9	6.1	6.9	6.8
项目动态回收期（年）	5.78	5.98	7.3	7.8	7.2
总投资年投资回报率（%）	13.3%	20.8%	13%	15.7%	16%

6.2 社会效益分析

除经济效益外，项目同时具有较好的社会效益，包括提供再就业岗位、节能减排、产业带动、经验模式复制推广等方面。

项目可为当地提供多个再就业岗位。据统计，项目一期 1.3 万平方米鲜花温室可以解决 30 人次再就业。预计到 2028 年，项目二期全部完工后，每年能够带动附近居民再就业 200 人次（每 1 万平方米鲜花温室需要鲜花种植、采摘及包装人员 10 个人，设备运营维护人员 4 人，管理人员 2 人，销售人员 2 名），且大部分就业人员对学历、年龄的要求不高，经过简单技能培训便可上岗。淄川区大奎山产业园位于废旧矿区，周边下岗煤矿工人较多，大多为 50 岁左右的中年劳动力，中年劳动力在就业市场上面临体力下降、年龄歧视、技能更新等需求挑战，但他们拥有丰富的经验和技能，适合从事安全保卫、农业种植、环保义工等特定工作岗位。近年来，淄川区共接收原国家、省、市属破产改制企业职工、家属约 6 万人，其中，所有煤炭开采企业关停后，接收失业人员达到 1200 余人。项目解决了当地居民再就业问题，提高了居民经济收益。

项目具有较好的减排效益。项目一期完工后（实现 2.6 兆瓦光伏自发自用），可实现年减少二氧化碳排放 2100 吨，项目二期完工后（实现 11.3 兆瓦光伏自发自用），可实现年

减少二氧化碳排放 9400 吨。大奎山项目全部完工后，综合考虑为金城医药供能的新能源基础设施，项目年消纳新能源电力约为 4100 万千瓦时，每年可减少 CO₂ 排放量约 2.4 万吨。此外，项目每年可减少大量的灰渣及烟尘排放。

项目具有较好的生态修复效益。淄川废旧矿区的灌溉条件差，土地贫瘠，石漠化倾向严重，在劳动力迁移和农村“空心化”发展趋势下，出现大量无人管理的撂荒地，不能产生任何经济效益，对生态环境已造成负面影响。项目荒地生态修复计划投资 1200 万元，修复 600 撂荒地，使用全球先进的水肥一体化灌溉系统，结合农光互补设施及鲜花种植项目，以改善土壤环境，增加绿化面积，实现对撂荒地的生态修复，同时项目充分利用地下矿井水，可实现对矿井水的生态修复。据测算，项目每年可为当地政府节省超百万元的生态修复治理投资。

项目将在淄川同类地区进一步复制推广。淄川区大奎山产业园项目建设完成后，投资方及政府将总结经验教训，以更高质量复制推广，未来将在淄川区昆仑镇、西河镇、岭子镇、罗村镇等废旧矿区建设多能互补项目，规划建设 60 万平方米以上鲜花温室项目，同步建设 80 兆瓦“光伏+”项目，配备余热热泵及电化学储能，实现“多能互补+鲜花”模式推广。同时将在岭子镇的鸿丰煤矿建设 20 兆瓦废旧矿井抽水蓄能电站项目。