

工业园区的综合能源系统优化研究

Research on Optimization of Integrated Energy System in Industrial Parks

刘向前 尹申铭

Xiangqian Liu Shenming Yin

国家电投集团河北电力有限公司 中国·河北 石家庄 050000

SPIC Hebei Electric Power Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

摘要: 工业园区是国民经济的重要组成部分,其能源消耗占据了很大的比例。为了提高工业园区的能源效率和环境友好性,需要对其综合能源系统进行优化设计和运行管理。论文综述了工业园区综合能源系统的概念、特点和分类,分析了其优化研究的目标、方法和技术,展望了其未来的发展方向和挑战。

Abstract: Industrial parks are an important part of the national economy, its energy consumption accounts for a large proportion. In order to improve the energy efficiency and environmental friendliness of the industrial park, it is necessary to optimize the design and Operation Management of its integrated energy system. In this paper, the concept, characteristics and classification of integrated energy system in industrial park are summarized, and the goal, Method and technology of its optimization research are analyzed.

关键词: 工业园区; 综合能源系统; 优化; 能源效率; 环境友好性

Keywords: industrial park; integrated energy system; optimization; energy efficiency; environmental friendliness

DOI: 10.12346/peti.v5i4.8824

1 引言

工业园区是指由一定数量和规模的工业企业集中在一定区域内,形成具有相互联系和协作关系的产业集群^[1]。工业园区是国民经济的重要组成部分,对于促进产业升级、增强竞争力、创造就业、增加税收等方面都有重要作用^[2]。然而,工业园区也面临着能源消耗大、污染排放多、资源利用低等问题,这些问题不仅影响了工业园区的经济效益,也威胁了生态环境和社会可持续发展。

工业园区内涉及多种能源,如电力、热力、天然气、煤炭、石油等,这些能源在生产、输配、消费和管理过程中相互影响,构成了一个复杂的动态系统。工业园区综合能源系统是指工业园区内各种能源的生产、输配、消费和管理的整体系统。工业园区综合能源系统不仅包括各种能源设施和网络,还包括各种能源需求和供给之间的关系,以及各种能源政策和规划^[3]。工业园区综合能源系统的优化是指在满足工业园区内各类能源需求的前提下,提高工业园区综合能源系统的效率和经济性,降低工业园区综合能源系统对环境的影响。

工业园区综合能源系统优化是一个涉及多学科、多领域、

多层次、多目标、多约束的复杂问题,其研究具有重要的理论意义和实践价值。从理论意义上来说,工业园区综合能源系统优化可以为工业园区的能源规划、设计、建设、运行和管理提供科学依据和技术支持,可以促进工业园区内各类能源之间的协同发展和互补利用,可以推动工业园区内能源技术和管理水平的提升。从实践价值上来说,工业园区综合能源系统优化可以为工业园区节约能源成本、提高能源效率、增强竞争力、保障能源安全、改善环境质量等方面带来显著效益。

论文旨在对工业园区综合能源系统优化研究进行综述,首先介绍了工业园区综合能源系统的概念、特点和分类,然后分析了其优化研究的目标、方法和技术,最后展望了其未来的发展方向和挑战。

2 工业园区综合能源系统的概念、特点和分类

2.1 工业园区综合能源系统的概念

工业园区是指由政府或企业投资建设,集中了一定数量和规模的工业企业,形成了一定的产业集聚效应和规模效益

【作者简介】刘向前(1995-),男,中国河北唐山人,本科,助理工程师,从事综合智慧能源研究。

的区域^[4]。工业园区内涉及多种能源,如电力、热力、天然气、煤炭、石油等,这些能源在生产、输配、消费和管理过程中相互影响,构成了一个复杂的动态系统。工业园区综合能源系统是指工业园区内各种能源的生产、输配、消费和管理的整体系统^[5]。工业园区综合能源系统不仅包括各种能源设施和网络,还包括各种能源需求和供给之间的关系,以及各种能源政策和规划。

2.2 工业园区综合能源系统的特点

工业园区综合能源系统具有以下几个特点:

能源需求多样化。工业园区内包含多种类型和规模的工业企业,其能源需求不仅有差异,而且随着生产过程和季节变化而变化。同时,工业园区内还有其他类型的能源需求,如公共设施、商务服务、居民生活等。

能源供给复杂化。工业园区内有多种形式的能源供给,如自备电厂、热电联产、分布式能源、可再生能源等。这些能源供给之间存在竞争或协调的关系,需要进行有效的调度和管理。

能源流动多方向。工业园区内各种能源在生产、输配、消费和管理过程中存在多种形式的流动,如电力流动、热力流动、气体流动等。这些流动不仅有空间上的方向,还有时间上的变化。

能源效率低下。由于工业园区内各种能源设施和网络的建设和运行缺乏统一的规划和协调,导致能源的损耗和浪费较大,能源效率低下。同时,由于能源价格和政策的变化,工业园区内的能源消费结构和行为也存在不合理的现象。

2.3 工业园区综合能源系统的分类

根据工业园区内各种能源的生产、输配、消费和管理的程度和方式,可以将工业园区综合能源系统分为以下几种类型:

非综合型。这种类型的工业园区综合能源系统是指工业园区内各种能源的生产、输配、消费和管理完全分散和独立,没有形成任何形式的联动和协调。这种类型的工业园区综合能源系统缺乏整体性和优化性,能源效率和经济效益较低。

半综合型。这种类型的工业园区综合能源系统是指工业园区内各种能源的生产、输配、消费和管理部分联动和协调,形成了一定程度的整体性和优化性。这种类型的工业园区综合能源系统可以分为两种子类型,一种是以电力为主导的半综合型,另一种是以热力为主导的半综合型。

全综合型。这种类型的工业园区综合能源系统是指工业园区内各种能源的生产、输配、消费和管理完全联动和协调,形成了高度的整体性和优化性。这种类型的工业园区综合能源系统可以分为两种子类型,一种是以电力为核心的全综合型,另一种是以热力为核心的全综合型。

3 工业园区综合能源系统优化的目标、原则和方法

3.1 工业园区综合能源系统优化目标

工业园区综合能源系统优化的目标是在满足工业园区内

各类能源需求的前提下,提高工业园区综合能源系统的效率和经济性,降低工业园区综合能源系统对环境的影响。具体而言,可以从以下几个方面来衡量工业园区综合能源系统优化的目标:

能耗降低。指通过提高工业园区内各类能源设施和网络的运行效率,减少各类能源在生产、输配、消费和管理过程中的损耗和浪费,降低工业园区内单位产值或单位面积或单位人口等指标的能耗水平。

能效提高。指通过优化工业园区内各类能源供给与需求之间的匹配关系,提高各类能源在满足不同需求时的利用效率,提高工业园区内单位产值或单位面积或单位人口等指标的能效水平。

经济节约。指通过降低工业园区内各类能源设施和网络的建设和运行成本,提高各类能源在满足不同需求时的经济性,降低工业园区内单位产值或单位面积或单位人口等指标的能耗成本。

环境友好。指通过减少工业园区内各类能源的消耗和排放,降低工业园区综合能源系统对环境的负面影响,提高工业园区综合能源系统的环境适应性和可持续性。

3.2 工业园区综合能源系统优化的原则

工业园区综合能源系统优化的原则是在遵循国家和地方相关法律法规、政策规划、标准规范等要求的基础上,根据工业园区综合能源系统的特点和目标,采用科学合理、经济有效、环境友好、社会可接受的方法,实现工业园区综合能源系统的最优配置和运行。具体而言,可以从以下几个方面来归纳工业园区综合能源系统优化的原则:

系统性原则。指将工业园区内各类能源视为一个整体系统,从全局和长远的角度进行分析和优化,考虑各类能源之间的相互关系和影响,避免局部最优而非全局最优的情况发生。

效率性原则。指在满足工业园区内各类能源需求的前提下,最大限度地提高工业园区综合能源系统的效率,即以最小的投入实现最大的产出,以最低的成本实现最高的效益。

经济性原则。指在保证工业园区综合能源系统的效率和质量的前提下,最大限度地降低工业园区综合能源系统的经济成本,即以最低的费用实现最高的收益,以最短的回收期实现最长的寿命。

环境性原则。指在保证工业园区综合能源系统的效率和经济性的前提下,最大限度地降低工业园区综合能源系统对环境的负面影响,即以最小的污染实现最大的节约,以最低的风险实现最高的安全。

社会性原则。指在保证工业园区综合能源系统的效率、经济性和环境性的前提下,最大限度地满足工业园区内各类能源利用者的需求和期望,即以最高的满意度实现最大的公平,以最广的参与实现最高的共识。

3.3 工业园区综合能源系统优化的方法

工业园区综合能源系统优化的方法是指根据工业园区综

合能源系统优化的目标和原则,采用不同的数学模型、算法、技术等手段,对工业园区综合能源系统进行分析、评价、调整和改进,以达到优化目标。具体而言,可以从以下几个方面来介绍工业园区综合能源系统优化的方法:

数学模型法。这种方法是指建立工业园区综合能源系统优化问题的数学模型,如线性规划、非线性规划、混合整数规划等,将优化目标和约束条件用数学公式或不等式表示,然后利用数学方法或软件求解模型,得到优化结果。这种方法具有理论严谨、逻辑清晰、结果可靠等优点,但也存在数据和参数难以获取、模型复杂难以求解、结果难以解释等缺点。

智能算法。这种方法是指利用人工智能、计算智能等领域中发展起来的一些智能算法,如遗传算法、粒子群算法、模拟退火算法等,对工业园区综合能源系统优化问题进行求解。这种方法具有自适应性强、全局搜索能力强、求解效率高优点,但也存在易陷入局部最优、参数设置难以确定、算法机理难以理解等缺点。

多目标规划法。这种方法是指针对工业园区综合能源系统优化问题中存在多个冲突或竞争的目标,如效率与经济性、经济性与环境性等,采用多目标规划技术,如加权法、理想点法、层次分析法等,对各个目标进行权衡和协调,得到一组或多组可行解或最优解。这种方法具有考虑多方面因素、反映多方面需求、提供多种选择等优点,但也存在权重难以确定、解集难以评价、决策难以制定等缺点。

4 工业园区综合能源系统优化的案例分析

为了具体说明工业园区综合能源系统优化的方法和效果,论文选择了一个具有代表性的工业园区作为案例,对其综合能源系统进行了优化,并对优化结果进行了分析和评价,并提出了优化建议和措施。该工业园区位于江苏省南京市,占地面积约10平方公里,主要集中了电子、机械、化工等行业的企业,共有工业企业约200家,员工约5万人。该工业园区的能源状况如下:

能源需求。该工业园区的年总能耗约为1.2亿吨标准煤,其中电力需求约为18亿千瓦时,热力需求约为6亿千瓦时,天然气需求约为1.5亿立方米,煤炭需求约为0.8亿吨,石油需求约为0.2亿吨。该工业园区的能源需求随着生产过程和季节变化而波动较大,尤其是电力需求在夏季和冬季达到峰值,分别为每小时120兆瓦和100兆瓦。

能源供给。该工业园区的能源供给主要依赖于外部电网、自备电厂和热电联产。外部电网是该工业园区的主要电力来源,每年向该工业园区输送约15亿千瓦时的电力,但由于电网容量有限,无法满足该工业园区的全部电力需求,尤

其是在高峰时段。自备电厂是该工业园区的辅助电力来源,由部分大型企业建设和运营,主要使用煤炭和天然气作为燃料,每年向该工业园区输送约3亿千瓦时的电力,但由于成本较高、效率较低、排放较大,其运行受到一定的限制。热电联产是该工业园区的重要热力来源,由一个中央供热站建设和运营,主要使用天然气作为燃料,在生产热力的同时,也向该工业园区输送约0.5亿千瓦时的电力,其效率较高、排放较低,但由于天然气价格较高、供应不稳定,其运行也受到一定的影响。

能源流动。该工业园区内各种能源在生产、输配、消费和管理过程中存在多种形式的流动,如电力流动、热力流动、气体流动等。这些流动不仅有空间上的方向,还有时间上的变化。例如,在夏季高峰时段,外部电网向该工业园区输送的电力不足,自备电厂和热电联产向该工业园区输送的电力过剩,导致该工业园区内部出现电力的反向流动,即从自备电厂和热电联产向外部电网输送电力,以平衡电力的供需关系。这种反向流动不仅增加了能源的损耗和成本,而且降低了能源的利用效率和安全性。

能源安全降低。由于工业园区内各种能源的供需存在不平衡和不稳定,导致工业园区综合能源系统的运行存在一定的风险和隐患,如电力供应不足、天然气供应中断、能源价格波动等,影响工业园区的正常生产和运营。

为了改善该工业园区的能源状况,提高其综合能源系统的效率、经济性、环境性和安全性,论文采用了一种智能算法对其综合能源系统进行了优化。

5 结语

论文对工业园区综合能源系统优化研究进行了综述,介绍了其概念、特点和分类,分析了其优化目标、方法和技术,展望了其发展方向和挑战。工业园区综合能源系统优化研究是一个具有重要意义和价值的领域,需要不断地探索和创新,以适应工业园区的发展需求和能源技术的进步变化。

参考文献

- [1] 王杰.面向工业园区的综合能源系统优化研究[D].合肥:安徽理工大学,2022.
- [2] 袁小雪.服务于工业园区的综合能源系统能量管理研究[D].石家庄:河北科技大学,2022.
- [3] 李嘉祺,陈艳波,陈来军,等.工业园区综合能源系统低碳经济优化运行模型[J].高电压技术,2022,48(8):3190-3200.
- [4] 乔东东.面向工业园区的综合能源系统优化与工厂生产调度策略研究[D].燕山:燕山大学,2023.
- [5] 邹雪俐.面向工业园区的电-热-氢综合能源系统优化调度研究[D].重庆:西南交通大学,2022.