



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105676819 B

(45)授权公告日 2019.01.25

(21)申请号 201610034327.X

(22)申请日 2016.01.19

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105676819 A

(43)申请公布日 2016.06.15

(73)专利权人 国家电网公司  
地址 210000 江苏省南京市高新区高新路  
20号  
专利权人 国电南瑞科技股份有限公司  
国网天津市电力公司电力科学研究  
院  
国电南瑞南京控制系统有限公司

(72)发明人 黄莉 王旭东 杨永标 霍现旭  
王冬 陈鸿亮

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所  
(普通合伙) 32204

代理人 张弛

(51)Int.Cl.  
G05B 19/418(2006.01)

(56)对比文件  
US 2013/0166043 A1,2013.06.27,  
CN 104035409 A,2014.09.10,  
CN 103256119 A,2013.08.21,  
CN 204880853 U,2015.12.16,

审查员 王涛

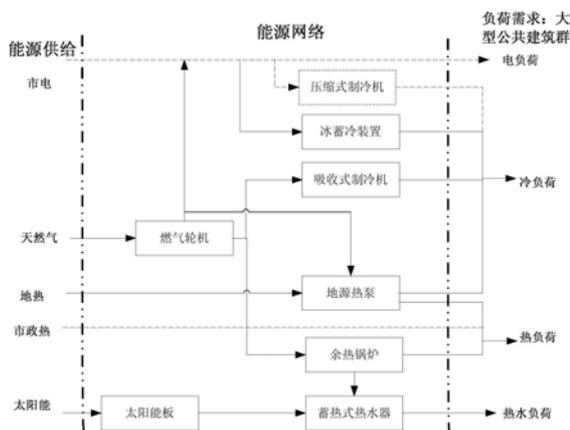
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种多元能源优化配置系统及其优化运行方法

(57)摘要

本发明公开了一种多元能源优化配置系统及其优化运行方法,该多元能源优化配置系统包括能源供给模块、能源转换网络及负荷需求模块,能源供给模块包括多种能源供给类型,能源转换网络包括多种转换设备,多种转换设备将多种能源供给类型转换为对应的多种负荷,从分布式供能及优化用能角度,通过能源供给模块、能源转换网络及负荷需求模块,结合各供能设备的协调优化控制,实现了灵活高效的能源转换网络,并实现了高效率、低成本、低排放,为大型公共建筑群提供了电、冷、热、热水等全套能源负荷需求。



1. 一种多元能源优化配置系统,其特征在于,包括能源供给模块、能源转换网络及负荷需求模块,所述能源供给模块包括多种能源供给类型,所述能源转换网络包括多种转换设备,所述负荷需求模块包括公共建筑群,对应多种负荷,所述多种转换设备将多种能源供给类型转换为对应的多种负荷;

所述能源转换网络包括电转换设备、冷转换设备、热转换设备及热水转换设备,将多种能源供给类型对应转换为电负荷、冷负荷、热负荷及热水负荷;

所述电转换设备包括燃气轮机;所述冷转换设备包括冰蓄冷装置、吸收式制冷机、地源热泵、压缩式制冷机中的一种或多种;所述热转换设备包括地源热泵和/或余热锅炉;所述热水转换设备包括太阳能板、余热锅炉、蓄热式热水器中的一种或多种;

所述燃气轮机的容量配置为:

额定发电功率 $PE-turb-rat$ >应急电源总负荷 $PE-eme$ ,最大发电功率 $PE-turb-max$ >夏季最高尖峰负荷 $PE-pea$ ,所述夏季最高尖峰负荷 $PE-pea$ 为冰蓄冷设备最大速率融冰的所需电功率与原用户的最高电负荷之和;

所述吸收式制冷机的容量配置为:根据燃气轮机的余热排放量配置,最大回收余热;

所述冰蓄冷装置的容量配置为:

最大制冷功率 $PC-ice$ >=最高冷负荷需求 $PC$ 与吸收式制冷机最大制冷功率 $PC-ref$ 之差,蓄冷量 $WC-ice$ >=上午的冷负荷需求量 $WC-am$ 与吸收式制冷机上午的制冷量 $WC-ref-am$ 之差,蓄冷量 $WC-ice$ >=尖峰时段的冷负荷需求量 $WC-am$ 与吸收式制冷机尖峰时段的制冷量 $WC-ref-am$ 之差;

最高原则为:土壤能量攫取量带来的冷负荷与热负荷不平衡而造成的土壤层中冷热堆积,不能导致土壤层温度的不可恢复性,使得失去可提取能量的能力;

最大制冷功率 $PC-gro$ >=建筑群晚高峰的最高冷负荷需求 $PC-pm$ 与吸收式制冷机最大制冷功率 $PC-ref-pm$ 之差;

日制冷总量 $WC-gro$ >=建筑群下午的冷负荷需求量 $WC-pm$ 与吸收式制冷机下午的制冷量 $WC-ref-pm$ 之差;

所述余热锅炉的容量配置为:根据燃气轮机的余热排放量配置,最大回收余热;

所述太阳能板根据最大热水负荷需求设计。

2. 如权利要求1所述的一种多元能源优化配置系统,其特征在于:所述多元能源优化配置系统应用于公共建筑群,所述公共建筑群包括办公楼、商场、酒店、综合体、写字楼中的一种或多种。

3. 如权利要求1所述的一种多元能源优化配置系统,其特征在于:所述多种能源供给类型包括一次化石能源、二次转换能源及清洁能源,所述一次化石能源包括天然气、煤炭、石油中的一种或多种;所述二次转换能源包括公用电和/或市政热,所述清洁能源包括地热和/或光照;所述一次化石能源与清洁能源为主要能源供给类型,所述二次转换能源为后备补给能源。

4. 如权利要求1所述的一种多元能源优化配置系统,其特征在于:所述冰蓄冷装置,采用夜晚蓄冰、白天融冰供冷的方式,并由所述燃气轮机发电和谷时的公用电供电;所述吸收式制冷机为燃气三联供的一部分,为所述冷负荷的主要来源,其用于回收所述燃气轮机工作过程产生的余热;所述地源热泵由燃气轮机提供少量供电,充分转换为地热,并转换为夏

季所需的冷负荷或冬季所需的热负荷;所述压缩式制冷机是冷负荷的备用来源,在冰蓄冷装置和吸收式制冷机都无法满足用户冷负荷需求时被启动。

5.如权利要求1所述的一种多元能源优化配置系统,其特征在于:所述余热锅炉为燃气三联供的一部分,为所述热负荷的主要来源及热水负荷的部分来源,并回收燃气轮机工作过程产生的余热;所述太阳能板为热水负荷的主要能源;所述蓄热式热水器设有热水器储存功能及电加热功能。

6.一种使用如权利要求1-5中任意一项所述的多元能源优化配置系统的运行方法,其特征在于,应用于公共建筑群中,包括如下步骤:

(1)、调研公共建筑群的历史用能需求及历史负荷需求,分析公共建筑群不同季节、不同时段负荷变化情况及不同时段当日最高峰值负荷,预测公共建筑群中长期负荷增长需求,对能源转换网络中多种转换设备进行容量规划配置;

(2)、能源网络设备部署阶段,调研建筑群中各楼宇建筑的冷热电负荷需求、负荷分布及楼宇结构,部署各设备的空间位置,结合用户的负荷需求及供能设备,进行冷、热管网设计,将各供能设备与管网接口连接组合;

(3)、能源网络优化运行阶段,结合当前的季节、气候选择优化运行方式,进行建筑群短期负荷预测,基于负荷预测结果,进一步细化各类能源设备的运行功率,对当日用能数据进行用能分析评价,结合用能评价对运行方式做进一步细节优化。

7.如权利要求6所述的运行方法,其特征在于,所述步骤(3)中,结合当前的季节、气候选择优化运行方式具体为:

当为夏季时,则:

S1、上午至高峰时段,以电定热,燃气轮机按用户的所有电负荷需求开启,吸收式制冷机提供部分冷负荷,其余部分冷负荷由冰蓄冷装置融冰提供;

S2、下午至晚高峰时段,以电定热,燃气轮机按用户的所有电负荷需求开启,吸收式制冷机提供部分冷负荷,其余部分冷负荷由地源热泵机组提供;

S3、晚间谷时段,以热定电,燃气轮机开启量足够吸收式制冷机提供所有的冷负荷需求,电负荷不足电网不给,冰蓄冷装置蓄冰;

S4、所有时段热水负荷均有太阳能热水器提供,不足部分源于余热锅炉,其余由电加热补给;

当为冬季时,则:

S1、白天峰电价时段,以电定热,燃气轮机按用户的所有电负荷需求开启,余热锅炉提供部分热负荷,其余部分热负荷由地源热泵提供,不足热负荷由市政供热提供;

S2、晚间谷电价时段,以热定电,燃气轮机开启量足够余热锅炉提供所有的热负荷需求,电负荷不足电网补给;

S3、所有时段热水负荷均有太阳能热水器提供,不足部分源于余热锅炉,其余由电加热补给;

当为过渡季时,则:

S1、过渡季节冷负荷或热负荷需求量少,所以白天及夜晚均以热定电,不足电力由电网补给,

S2、所有时段热水负荷均有太阳能热水器提供,不足部分源于余热锅炉。

## 一种多元能源优化配置系统及其优化运行方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于节能技术领域,尤其涉及一种面向大型公共建筑群的多元能源优化配置系统及其优化运行方法。

### 背景技术

[0002] 大型集中式公共建筑群是单立的或相互连接的一群建筑,例如医院、学校、政府办公楼(群)、城市综合体等,此类公共建筑存在稳定的冷热电负荷需求,仅靠电力供能,难以实现能量梯级利用,且能源整体利用效率低;建筑群的节能是我国节能减排工作中的一项重点工作,国内已开展了低成本建筑能耗监测、多能互补智能控制、能源与负荷双向友好互动、建筑群能效综合管理等多项关键技术研究及试点。

[0003] 分布式冷热电三联供系统为能源梯级利用提供了可能,因为其规模小、布置距用户较近,通过不同循环的紧密结合,可以提供多种形式(冷、热及电)的能源,也降低了远距离输送的困难,实现了能量的梯级利用,可以大大提高能源的整体利用率。同时可削电峰、填气谷,促进能源结构合理分配,是城市最有发展潜力的能源供应模式之一。

[0004] 冰蓄冷空调是利用夜间低谷负荷电力制冰储存在蓄冰装置中,白天融冰将所储存冷量释放出来,减少电网高峰时段空调用电负荷及空调系统装机容量,它代表着当今世界中央空调的发展方向。在发达国家,60%以上的建筑物都已使用冰蓄冷技术。美国芝加哥一个城市区域供冷系统,600多万平方米的建筑共有4个冷站,城市集中供冷。从美、日、韩等国家应用的情况看,冰蓄冷技术在空调负荷集中、峰谷差大、建筑物相对聚集的地区或区域都可推广使用。目前我国每年新建建筑面积约20亿平方米,其中,城市新增住宅建筑和公共建筑约8亿~9亿平方米,为冰蓄冷技术的推广应用提供了巨大市场。

[0005] 地源热泵是一种先进的可再生能源利用技术,地源热泵是陆地浅层能源通过输入少量的高品位能源(如电能)实现由低品位热能向高品位热能转移,与锅炉(电、燃料)供热系统相比,地源热泵要比电锅炉加热节省三分之二以上的电能,比燃料锅炉节省约二分之一的能量;地源热泵的制冷、制热系数可达3.5~4.4,与传统的空气源热泵相比,要高出40%左右,其运行费用为普通中央空调的50~60%。该项技术已在美国和北欧取得了较快的发展,该项技术将会成为21世纪最有效的供热和供冷空调技术。

[0006] 因此,业界亟需综合使用冰蓄冷、地源热泵这两类先进用能技术,设计出一种高效低成本多元能源优化配置系统及其优化运行方法。

### 发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明以冷热电三联供系统为核心,从分布式供能及优化用能角度,综合使用冰蓄冷、地源热泵这两类先进的用能技术,设计出一种高效低成本的大型公共建筑群多元能源优化配置方案及优化运行方式,实现各供能设备的协调优化控制。

[0008] 为实现本发明的目的,本发明提出了一种多元能源优化配置系统,该优化配置系统包括能源供给模块、能源转换网络及负荷需求模块,所述能源供给模块包括多种能源供

给类型,所述能源转换网络包括多种转换设备,所述负荷需求包括公共建筑群,对应多种负荷,所述多种转换设备将多种能源供给类型转换为对应的多种负荷。

[0009] 与现有技术相比,本发明具有如下的技术优势:

[0010] 以冷热电三联供系统为核心,从分布式供能及优化用能角度,通过能源供给模块、能源转换网络及负荷需求模块,结合各供能设备的协调优化控制,实现灵活高效的能源转换网络。另外,给出了相关能源转换设备的容量配置方法,并给出了冬夏及过渡季节的典型优化运行方式,实现了高能效、低成本、低排放,为大型公共建筑群提供了电、冷、热、热水等全套能源负荷需求。

## 附图说明

[0011] 图1是本发明中多元能源优化配置系统组成架构图。

[0012] 图2是本发明中多元能源优化运行方法流程图。

## 具体实施方式

[0013] 下面结合附图和具体实施方式,进一步阐明本发明,应理解下述具体实施方式仅用于说明本发明而不用来限制本发明的范围,在阅读了本发明之后,本领域技术人员对本发明的各种等价形式的修改均落于本申请所附权利要求所限定的范围。

[0014] 请参阅图1所示,本发明提出了一种多元能源优化系统,该优化配置系统包括能源供给模块、能源转换网络及负荷需求模块,所述能源供给模块包括多种能源供给类型,所述能源转换网络包括多种转换设备,所述负荷需求包括公共建筑群,对应多种负荷,所述多种转换设备将多种能源供给类型转换为对应的多种负荷。

[0015] 本发明中的多元能源优化配置系统,负荷需求优选是大型的公共建筑群,公共建筑群包括办公楼、商场、酒店、综合体、写字楼等多种公共楼宇的集中式建筑群,这些公共建筑群,冷、热、电负荷需求相对稳定,且规律性强。

[0016] 具体地,多种能源供给类型包括一次化石能源、二次转换能源及清洁能源,一次化石能源包括天然气、煤炭、石油等,二次转换能源包括公用电、市政热等,清洁能源包括地热、光照等,一次化石能源与清洁能源为主要的能源供给类型,二次转换能源为后备补给能源。

[0017] 具体地,能源转换网络包括电转换设备、冷转换设备、热转换设备及热水转换设备,可将上述的多种能源供给类型对应转换为电负荷、冷负荷、热负荷及热水负荷。其中,电转换设备包括燃气轮机,冷转换设备包括冰蓄冷装置、吸收式制冷机、地源热泵、压缩式制冷机等,热转换设备包括地源热泵、余热锅炉等,热水转换设备包括太阳能板、余热锅炉、蓄热式热水器等。其中,燃气轮机由多台不同容量的机组组成,可达到较大的机组容量与较高的机组效率,燃气轮机为主要电力,同时给冰蓄冷装置、地源热泵供电,燃气轮机与大电网连接的方式是并网不上网。

[0018] 下面,将具体介绍各转换设备:

[0019] 冰蓄冷装置,采用夜晚蓄冰、白天融冰供冷的方式,削峰填谷,缓解夏季高峰负荷,同时结合公司峰谷电价、尖峰电价的政策,降低运行成本,并由燃气轮机发电和谷时的公用电供电。

[0020] 吸收式制冷机为燃气三联供的一部分,为冷负荷的主要来源,其用于回收燃气轮机工作过程产生的余热,可以提升能源利用水平。

[0021] 地源热泵由燃气轮机提供少量供电,可以充分转换为地热,并转换为夏季所需的冷负荷或冬季所需的热负荷。

[0022] 压缩式制冷机是冷负荷的备用来源,在冰蓄冷装置和吸收式制冷机都无法满足用户冷负荷需求时被启动。

[0023] 余热锅炉为燃气三联供的一部分,为热负荷的主要来源及热水负荷的部分来源,并回收燃气轮机工作过程产生的余热。

[0024] 太阳能板为热水负荷的主要能源,蓄热式热水器设有热水器储存功能及电加热功能。

[0025] 下面,介绍能源转换网络中转换设备的容量配置方法:

[0026] (1) 燃气轮机的容量配置为:

[0027] 额定发电功率 $P_{E-turb-rat}$ >应急电源总负荷 $P_{E-eme}$ ,最大发电功率 $P_{E-turb-max}$ >夏季最高尖峰负荷 $P_{E-pea}$ ,所述夏季最高尖峰负荷 $P_{E-pea}$ 为冰蓄冷设备最大速率融冰的所需电功率与原用户的最高电负荷之和;

[0028] (2) 吸收式制冷机的容量配置为:根据燃气轮机的余热排放量配置,最大回收余热;

[0029] (3) 冰蓄冷装置的容量配置为:

[0030] 最大制冷功率 $P_{C-ice}$ >=最高冷负荷需求 $P_C$ 与吸收式制冷机最大制冷功率 $P_{C-ref}$ 之差,蓄冷量 $W_{C-ice}$ >=上午的冷负荷需求量 $W_{C-am}$ 与吸收式制冷机上午的制冷量 $W_{C-ref-am}$ 之差,蓄冷量 $W_{C-ice}$ >=尖峰时段的冷负荷需求量 $W_{C-am}$ 与吸收式制冷机尖峰时段的制冷量 $W_{C-ref-am}$ 之差;

[0031] 最高原则为:土壤能量攫取量带来的冷负荷与热负荷不平衡而造成的土壤层中冷热堆积,不能导致土壤层温度的不可恢复性,使得失去可提取能量的能力;

[0032] 最大制冷功率 $P_{C-gro}$ >=建筑群晚高峰的最高冷负荷需求 $P_{C-pm}$ 与吸收式制冷机最大制冷功率 $P_{C-ref-pm}$ 之差;

[0033] 日制冷总量 $W_{C-gro}$ >=建筑群下午的冷负荷需求量 $W_{C-pm}$ 与吸收式制冷机下午的制冷量 $W_{C-ref-pm}$ 之差;

[0034] (4) 余热锅炉的容量配置为:根据燃气轮机的余热排放量配置,最大回收余热;

[0035] (5) 太阳能板根据最大热水负荷需求设计。

[0036] 请参阅图2所示,本发明提出的利用如上所述的多元能源优化配置系统的多元能源优化运行方法,应用于公共建筑群中,主要包括以下步骤:

[0037] (1)、能源网络设备容量规划配置阶段:

[0038] 调研供能公共建筑群的历史用能需求及历史负荷需求,分析公共建筑群不同季节、不同时段负荷变化情况,及不同时段当日最高峰值负荷等;

[0039] 根据建筑群的发展规划,预测该建筑群未来五年、十年的中长期负荷增长需求;

[0040] 根据上述的各个转换设备的容量配置方法,去依次配置三联供(燃气轮机、吸收式制冷机、余热锅炉)、地源热泵、冰蓄冷设备、太阳能板的容量大小;

[0041] (2)、能源网络设备部署阶段:

- [0042] 调研建筑群中各楼宇建筑的冷热电负荷需求,负荷分布及楼宇结构;
- [0043] 部署各设备的空间位置;
- [0044] 结合用户的负荷需求及供能设备,进行冷、热管网设计;
- [0045] 将各供能设备及管网接口连接组合,实现能源网络设备组网;
- [0046] (3)、能源网络优化运行阶段:
- [0047] 结合当前的季节、气候选择典型的优化运行方式;
- [0048] 建筑群短期负荷预测,基于负荷预测结果,进一步细化各类能源设备的运行功率;
- [0049] 对当日用能数据进行用能分析评价,从经济性、能源效率、碳排放等三个方面进行评价;
- [0050] 结合用能评价对运行方式进一步进行细节优化。
- [0051] 上述步骤(3)中,结合当前的季节、气候选择优化运行方式具体分为三种:
- [0052] 第一、当为夏季时,则:
- [0053] S1、上午至高峰时段,以电定热,燃气轮机按用户的所有电负荷需求开启,吸收式制冷机提供部分冷负荷,其余部分冷负荷由冰蓄冷装置融冰提供;
- [0054] S2、下午至晚高峰时段,以电定热,燃气轮机按用户的所有电负荷需求开启,吸收式制冷机提供部分冷负荷,其余部分冷负荷由地源热泵机组提供;
- [0055] S3、晚间谷时段,以热定电,燃气轮机开启量足够吸收式制冷机提供所有的冷负荷需求,电负荷不足电网不给,冰蓄冷装置蓄冰;
- [0056] S4、所有时段的热负荷均有太阳能热水器提供,不足部分源于余热锅炉,其余由电加热补给;
- [0057] 第二、当为冬季时,则:
- [0058] S1、白天峰电价时段,以电定热,燃气轮机按用户的所有电负荷需求开启,余热锅炉提供部分热负荷,其余部分热负荷由地源热泵提供,不足热负荷由市政供热提供;
- [0059] S2、晚间谷电价时段,以热定电,燃气轮机开启量足够余热锅炉提供所有的热负荷需求,电负荷不足电网补给;
- [0060] S3、所有时段的热负荷均有太阳能热水器提供,不足部分源于余热锅炉,其余由电加热补给;
- [0061] 第三、当为过渡季时,则:
- [0062] 过度季节冷负荷或热负荷需求量少,所以白天及夜晚均以热定电,不足电力由电网补给,所有时段的热负荷均有太阳能热水器提供,不足部分源于余热锅炉。

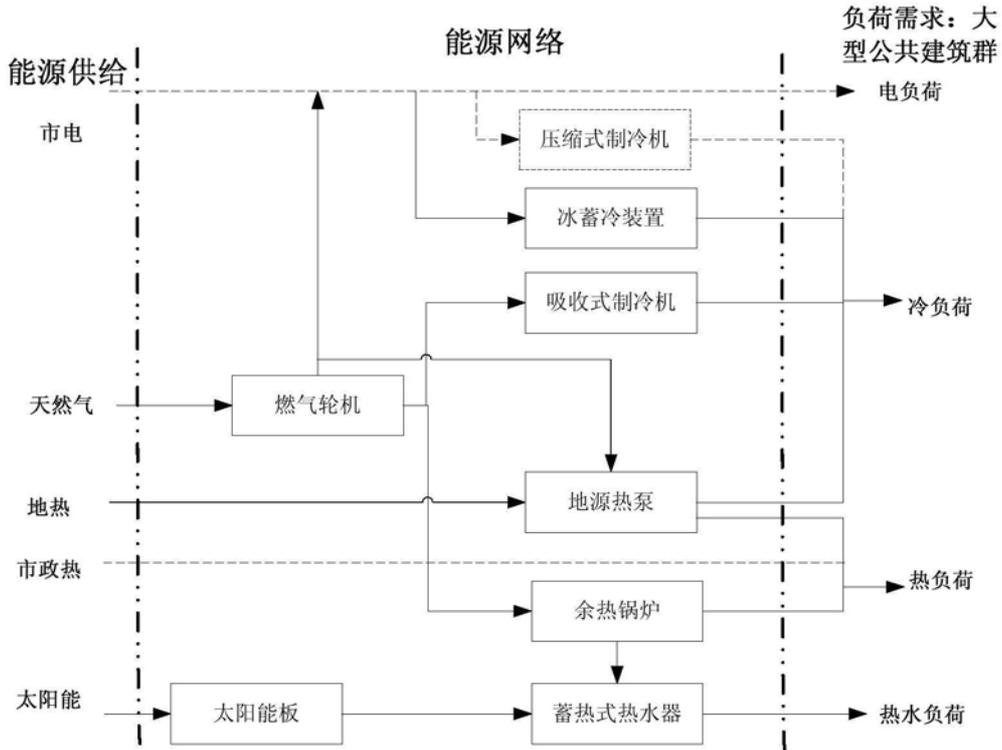


图1

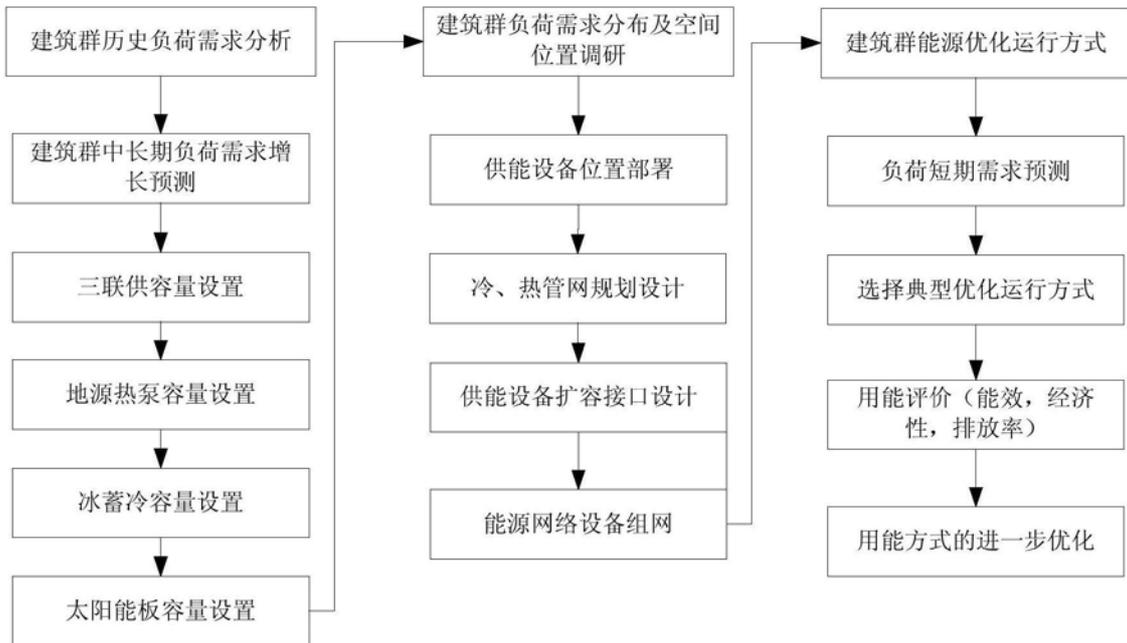


图2