



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119289745 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 10

(21) 申请号 202411483645.5

H02J 3/00 (2006.01)

(22) 申请日 2024.10.23

(71) 申请人 中国科学院大学

地址 100000 北京市怀柔区雁栖湖东路1号

申请人 北京卡本籁思建设有限公司

(72) 发明人 王大伟 陈诗雨 田浩 陈宁

谢伟岸 强一格

(74) 专利代理机构 北京方政卫士专利代理事务
所(普通合伙) 16080

专利代理师 顾薇

(51) Int. Cl.

F28D 20/00 (2006.01)

F03D 9/25 (2016.01)

F24S 20/40 (2018.01)

H02J 3/28 (2006.01)

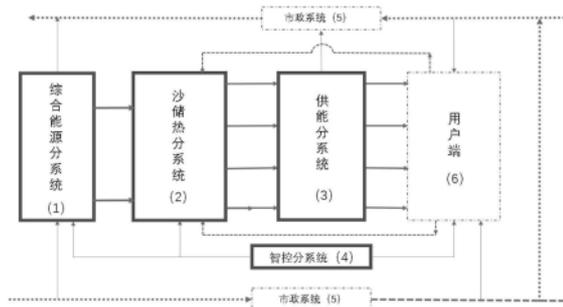
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种以沙为介质采集余热、余电的多能联供系统

(57) 摘要

本发明涉及一种可采集多种形式的余热、余电,以热能形式存储于沙子中,将其转化为高品质热能,再以冷、热、电、汽四种能源形式对外供能的多能联供系统。本发明可以实现城市中的弃能优化,废能多用,错峰储能,跨季储能,多能互补。本发明系统包括综合能源分系统、沙储能分系统、供能分系统、智控分系统。所述综合能源分系统包括供电子系统和供热子系统。沙储能分系统包括低温加热子系统和低温储热子系统、高温加热子系统和高温储热子系统、低温换热子系统和高温换热子系统。沙供能分系统包括供热子系统、供冷子系统、供电子系统、供汽子系统。智控分系统包括感知子系统、网络子系统、应用子系统。



1. 一种以沙子作为储热介质,用来收集城市多种形式的余热、余电,将之转化为高品位热能后,再以冷、热、电、汽四种形式对外供能的新系统。系统构成包括:综合能源分系统(1)、沙储能分系统(2)、供能分系统(3)、智能控制分系统(4)。

2. 根据权利要求1所述综合能源分系统(1)包含供热子系统(7)和供电子系统(8)。供热子系统(7)收集城市太阳能产热(26)、工业余热(27)、生物质热(28),其他余热(29)等。供电子系统(8)收集太阳能电(32)、风电(31)、其他余电(33)以及电网谷电(30)。

3. 根据权利要求2所述供电子系统(8)所述的太阳能电(32)部分包括光伏组件(PV)或热电联产阳光板组件(PV/T),并网逆变器、变压器、并网电能计量装置、用户母线、关口电能计量装置等。所述风力发电部分(31),包括风力发电机组、整流装置、蓄电池,还包括可与前述光伏发电系统共用的并网逆变器、变压器、并网电能计量装置、用户母线、关口电能计量装置。其中所述其他余电(33),包括发电机组、整流装置,变压器、并网电能计量装置、用户母线、关口电能计量装置。其中所述的谷电(30),是指电网内价格便宜时间段的电。与前述光电系统、风电系统、生物质电系统共用变压器、并网电能计量装置、用户母线、关口电能计量装置。

4. 根据权利要求2所述供热子系统(7)的太阳能热水部分(26),包括热电联产阳光板(PV/T)或太阳能热水器等光热组件,热能计量装置、缓冲保温水箱、集热循环泵、热泵机组、关口热能计量装置。供热子系统(7)的工业余热部分(27)包括热能计量装置、热泵机组、关口热能计量装置。供热子系统(7)的生物质热(28)部分,包括生物质余热能计量装置、热泵机组、关口热能计量装置。

5. 根据权利要求1所述沙储能分系统(2),包括沙加热子系统(9)、沙储热子系统(10)、沙供热子系统(11)三个部分。每部分还存在低温序列($\leq 100^{\circ}\text{C}$) (低温加热区34,低温储热区35,低温供热区36)、高温序列($\geq 100^{\circ}\text{C}$) (高温加热区37,高温储热区38,高温供热区39),低高温混合子系统(低高温混合加热区53,低高温混合储热51)三种类型。。

6. 根据权利要求5所述沙储能分系统,其外壳为金属结构,金属外壳安装保温层。容器内部金属管作为热交换管道,以导热油为热媒,与热交换机(54),低温热交换机(42),蒸汽热交换机(43)进行热交换。

7. 根据权利要求5所述,沙加热子系统(9)中,高温沙加热(34)和低高温混合加热(53)是通过电加热设备实现高温加热的,电来自于供电子系统(8)。

8. 根据权利要求1所述供能分系统(3),包括供热管路(13)、供冷管路(14)、供汽管路(15)和供电管路(16)。

9. 根据权利要求1所述智控分系统(4),包括感知子系统、网络传输子系统、远程智能控制子系统。感知子系统包括温度计、压力计、流量计、电表、水表、气压计、热量计、物位计等计量设备。网络子系统包括专用网络、移动网络、异构网融合、资源和存储管理、数据处理和存储等系统。远程智能控制应用子系统包括阀门、开闭器、监控设备,并具有设备异常报警处理、日志管理、安全管理、统计分析报表等功能。

一种以沙为介质采集余热、余电的多能联供系统

技术领域

[0001] 本发明属于新能源、储能功能领域的成果。发明以沙子作为储能介质,通过将城市余电、余热收集并转化为高位品热能,进而形成冷、热、电、汽四种供能的能力,为生产和生活服务。所述装备系统同时兼有为热力和电力系统的调峰功能。所述装备系统包括综合能源分系统、沙储能分系统、供能分系统、智能控制分系统结构。

背景技术

[0002] 弃电,是分布式太阳能发电系统和分布式风力发电系统常见行为,尤其在在我国限制光伏发电和风力发电上网的地区。此类弃电原因有三类。首先地区光照或风力资源禀赋优质,或季节性风力资源供应过量,大量光电或风电超过地区、城市或企业需求,或超过电网容纳能力,只能弃用。类似的弃电在我国西部地区十分普遍。第二,节假日休息或停产期间产生的光电或风电,或者晚上所产风电错过生产时间,如果没有储能设备或超过储能设备容量,只能弃用。第三,光电或者风电装机容量原本就超过企业实际需求,大量余电无法消纳,只能弃用。后两种情况的弃电在大型工厂十分常见。

[0003] 弃电,在市政电网中也经常发生。由于大型火电机组在夜间也保持发电状态,而夜间城市用电量远小于白天用电量,电能只能被弃用。国家为了鼓励大家多用夜间电能,各地晚间的电价常常低于白天电价,称为谷电。

[0004] 弃热,在工业生产中,工业余热十分常见。例如火电厂、钢铁厂等燃煤车间的余热,屠宰场或中央厨房类食品企业的烫池余热等。

[0005] 弃热,是太阳能热水设备和光伏光热一体化产品(PV/T)的常见行为。该类产品在夏季产生大量的余热无法消化。南方城市中居民为了防止该产品夏季产生大量热水,经常用遮蔽物对上述设备进行遮阳。即使在北方,太阳能热水设备在夏季也会产生大量的余热被废弃。

[0006] 上述弃电和弃热,一方面造成巨大的浪费,另一方面也限制了分布式新能源设备能力的充分发挥。为解决此问题,本发明提供一种灵活的储能装备系统,实现跨季储能、调峰储能,并通过改善能源品质,形成提供冷、热、电、汽四种能源形式的供能能力。本发明不仅将弃用的能量储存起来,也有利于各类新能源装备充分发挥效能。本发明可以迅速打开分布式新能源发展的瓶颈,最大拓宽新能源的市场。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种可采集多种形式的余热、余电,以热能形式存储于沙子中,将其转化为高品质热能,再以冷、热、电、汽四种能源形式对外供能的多能联供系统,以解决上述背景技术中提出的问题。

[0008] 本发明创新性首先在于以沙作为储能介质。国内外目前错峰储能和储存废能废热的常用介质是水、熔盐和镁砖。沙子相对于上述三种物质具有独特的优势。首先,水相比沙在于超过100°C即变为蒸汽,容器本身成为压力容器;其次是水易渗漏,有安全隐患。熔盐与

沙子相比,其缺点是系统温度低于190℃,熔盐即变为固体,因此始终保持高温运行,并且容器带有压力运行。再加上熔盐本身属于化学制品,成本较高。另外,熔盐全套装备复杂,难以小型化,因此熔盐很难广泛推广。镁砖与沙子相比的缺点在于,生产和运输需要专用的场地和设备,储热容器维修麻烦,成本也比沙子高很多。沙子相比上述介质,取材简单,成本低廉,传热性能好,熔点高达2200℃,具有良好流动性,比热容较高,因此沙子作为储热介质综合优势明显。

[0009] 本发明创新性之二是基于沙储能,实现冷、热、电、汽四联供。供热可服务于工业生产、民宅、办公、商业、农业设施等取暖。供蒸汽可以服务于工业蒸汽和工业高温热水;同时,蒸汽可以用来发电,可以通过热交换提供各类生产和生活热水。另外,用蒸汽和高温热水,还可以用作吸收式制冷的原动力。以上是四联供的基本构成和作用。

[0010] 本发明创新性之三是沙的能量来源以城市中废电、废热、余电、余热为主。常见吸收余热并再利用的设备是吸收式制冷机,但其只能吸收余热和废热,不能吸收余电。也不同于一般的电池储能,只能吸收电,而不能吸收热能。本发明电、热兼收。

[0011] 本发明可以实现城市中的弃能优化,废能多用,错峰储能,跨季储能,多能互补。

[0012] 本发明系统结构包括四个分系统,分别是综合能源分系统、沙储能分系统、供能分系统、智能控制分系统。

[0013] 所述综合能源分系统,包含供电子系统和供热子系统。

[0014] 所述沙储能分系统包括低温加热子系统和低温储热子系统、高温加热子系统和高温储热子系统、低温换热子系统和高温换热子系统。

[0015] 所述沙供能分系统包括供热管路、供冷管路、供电管路、供汽管路。

[0016] 所述智控分系统包括感知子系统、网络子系统、应用子系统。

[0017] 优选的,供热子系统包括:太阳能热水、工业余热、生物质余热,以及其他余热等。供热子系统原本负责为建筑、工业生产或农业设施提供稳定热源,其未使用部分作为本发明所述系统的热力来源。

[0018] 优选的,供电子系统包括:太阳能光电、风电、电网谷电和其他弃电。供电子系统原本负责为建筑、工业用电或农业设施提供稳定电力,其未使用部分作为本发明所述系统的电力来源。

[0019] 优选的,供电子系统,包括太阳能光电、风电、谷电等。这部分电,以直流和交流两种方式,,通过电加热的方式,以热能的形式储存于沙储能分系统,作为高温热源的来源。

[0020] 优选的,供电子系统的光伏发电部分,包括光伏组件(PV)或热电联产阳光板组件(PV/T),并网逆变器、变压器、并网电能计量装置、用户母线、关口电能计量装置等。

[0021] 优选的,风力发电部分,包括风力发电机组、整流装置、蓄电池,还包括可与前述光电系统共用的并网逆变器、变压器、并网电能计量装置、用户母线、关口电能计量装置。

[0022] 优选的,所述其他弃电部分,包括整流装置,变压器、并网电能计量装置、用户母线、关口电能计量装置。

[0023] 优选的,所述的谷电,为电网内廉价电,与变压器、并网电能计量装置、用户母线、关口电能计量装置等装备连接,接入本发明系统。

[0024] 所述供热子系统,包括光热产热、工业余热、生物质余热,其他余热,进入沙储能分系统,提供给沙低温热源。

- [0025] 优选的,光热产热部分,包括热电联产阳光板(PV/T)或太阳能热水器等光热组件,热能计量装置、缓冲保温水箱、集热循环泵、热泵机组、关口热能计量装置。
- [0026] 优选的,工业余热,是工业企业生产过程中产生的弃热,系统包括热能计量装置、热泵机组、关口热能计量装置。
- [0027] 优选的,生物质余热部分,包括生物质热能计量装置、热泵机组、关口热能计量装置。
- [0028] 所述沙储能分系统分为三个序列,分别为低温序列(储热部分 $\leq 100^{\circ}\text{C}$),高温序列(储热部分 $\geq 500^{\circ}\text{C}$),低高温混合序列(储热部分介于 100°C 到 500°C 之间)。
- [0029] 优选的,低温序列是以所述热力子系统为主要能源来源,以所述电力子系统为辅助。
- [0030] 优选的,高温序列是以所述电力子系统为主要能源来源,以所述热力子系统为辅助。
- [0031] 优选的,在实际运行中,低温序列是从低温沙加热,低温沙储热到低温沙供热。
- [0032] 优选的,高温换热可以独立运行,即从高温沙加热,高温沙储热,到高温沙供热,也可以协助进行低温换热。
- [0033] 优选的,沙储能分系统的低温序列和高温序列,在空间上可以各自独立。如果低温序列和高温序列在空间上合在一起,则在时间上依次由低温到高温,再降至低温。
- [0034] 优选的,当系统温度超过 700°C 的时候,所有加热设备停止运行,高温加热散热装置和高温沙储热散热装置自动开启,换热设备持续运行,直至温度降低至 500°C 以下。
- [0035] 所述的沙储能分系统的储罐外壳容器必须安装保温隔热材料。安装方式有三种:内保温、外保温、内外混合保温。
- [0036] 优选的,沙储能分系统的容器最高可承受温度控制在 900°C 以内。
- [0037] 优选的,高温沙供热,低温沙供热,低温沙加热,低高温混合沙加热的容器内部,以金属管作为热交换管道,以导热油为热媒。
- [0038] 优选的,当沙储能分系统从外部吸收能量并进行储能时候,低温沙加热与低高温混合加热内的导热油将热量通过金属管壁传导到沙子。
- [0039] 优选的,当储能分系统释放能量的时候,低温沙供热与高温沙供热内的沙子储存的热量经过金属管壁传导到导热油。
- [0040] 所述沙储能分系统的金属容器内部,用电加热装置作为电转化为热的工具。
- [0041] 优选的,电加热装置存在于高温沙加热和低高温混合沙加热区域。
- [0042] 所述的高温沙供热区的尾沙,转移进入高温沙散热区。高温沙散热后,通过传送设备,再次进入沙加热区。
- [0043] 高温沙储热区和低高温储热区的沙,温度较高,一般不可以直接排放。但如果遇到紧急情况,也可以转移进入高温沙散热区。高温沙散热后,通过传送设备,再次进入沙加热区。
- [0044] 高温沙供热区的尾沙,由于温度依然较高,可以转移进入低温沙供热区。
- [0045] 低温沙供热区的尾沙,可以进入低温沙散热区,再转移至沙加热区,重新使用。
- [0046] 沙散热区的设置、使用方式和安全管理原理、机制、过程,都在本发明保护范围。
- [0047] 所述的供热管路是包括低温供热管路和高温供热管路。热交换的载体是导热油。

- [0048] 优选的,在低温换热机组内,完成低温沙供热的热量向外部需热系统的热量传递。
- [0049] 优选的,低温换热机组形成低温热水($\leq 100^{\circ}\text{C}$),直接为工业生产、建筑取暖供热,或为工业生产和居民生活热水,还可以成为农业设施取暖或其他用热需求提供热源。
- [0050] 优选的,供热管路包括流量计、温度计、水泵、压力表等装备。
- [0051] 所述的供冷管路,是在低温换热机组或蒸汽换热机组获得高温热水或蒸汽后,进入吸收式制冷机,进而产生冷量,供应给外部需冷系统。
- [0052] 优选的,供冷管路是低温换热或高温换热,形成 65°C 以上热水或高温蒸汽,通过吸收式制冷机提供 $4\sim 13^{\circ}\text{C}$ 冷水,为工业生产、建筑空调、农业设施等提供冷量。
- [0053] 优选的,供冷管路包括流量计、温度计、水泵、压力表等装备。
- [0054] 所述的供汽管路,是在蒸汽换热机组形成高温水汽混合物($\geq 100^{\circ}\text{C}$)或蒸汽。
- [0055] 所述蒸汽,直接供应给外部蒸汽需求系统。
- [0056] 优选的,蒸汽冷凝后,通过回路连接低温换热机组或蒸汽换热机组。
- [0057] 优选的,蒸汽管路,包括流量计、温度计、压力表、蒸汽泵等装备。
- [0058] 所述的供电管路,是在蒸汽换热机组形高温蒸汽,以蒸汽推动汽轮机发电。
- [0059] 优选的,供电管路包括电流表、电压表、变压器、开关器具等装备。
- [0060] 优选的,供电管路可以配合电网进行深度调峰,也可以作为应急电源使用。
- [0061] 所述的感知子系统包括温度计、压力计、流量计、电表、水表、气压计、热量计等计量设备等。
- [0062] 优选的,各类电源向本系统内供电,均应安装电流表,交流电变直流电。
- [0063] 优选的,各类热源向本系统内供热,均应安装温度传感器和压力传感器。
- [0064] 优选的,各个子系统均应安装温度传感器和压力传感器。沙加热到沙储热,到沙供热,之间均应安装沙流量计。
- [0065] 所述的网络子系统包括专用网络、移动网络、异构网融合、远程控制、资源和存储管理、数据清洗、异构、分析、呈现和处理等系统。
- [0066] 所述的智能控制子系统包括阀门、开闭站、逆变器、汇流箱、稳压器、水箱、沙储能各部分自控设备等。
- [0067] 优选的,沙加热、沙储热、沙供热的全过程都能实现根据温度和热量自动进行进料、出料的处理,并能够实现远程操控。
- [0068] 优选的,供汽、供热、供电、供冷的各个过程都能实现根据用户订单,自动进行开闭和流量、能量计量,并能够实现远程操控。
- [0069] 优选的,通过智能控制系统,余热、余电的存储,在本发明系统内,能够实现自动完成,并远程操控。
- [0070] 优选的,供能分系统,所有热力装备、蒸汽装备、制冷装备,均应安装温度传感器,智能流量控制装置。所有电力装备,均应安装智能电表,稳压设备,智能开闭装置。
- [0071] 本发明所述各个系统,其中的水泵、热泵、电加热器、单向控制阀、智能流量计、智能能量计、智能散热阀门等,均应具有远程控制供能。
- [0072] 本发明所述各个设备,其安装位置、类型、功能整合及供能组合,都在本发明保护范围内。

附图说明

[0073] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0074] 附图1本发明的分系统规划图;

[0075] 附图2本发明的子系统规划图;

[0076] 附图3本发明的子系统构成图;

[0077] 附图4本发明的系统原理图。

具体实施方式

[0078] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例中的特征可以相互组合。下面参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0079] 所描述的实施例仅仅是本申请的一部分,而不是全部实施例。基于本申请中的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下,所获得其他实施例,都应属于本申请保护的范围。

[0080] 实施例1

[0081] 太阳能热水设备在日间产生热水。

[0082] 如果由于日照强度低或者外部环境温度低等因素,导致热水温度低,可以用电加热设备加热到设定温度,再通过热泵提升温度至低温沙加热区的设定温度。

[0083] 此部分热媒为水,水作为热量载体在换热器中,与沙低温沙加热区的热媒导热油进行换热。

[0084] 导热油将热量传递给低温沙加热区,当沙子温度达到 $55^{\circ}\text{C} \sim 95^{\circ}\text{C}$ 后,转移至低温沙储热区。

[0085] 沙储热区具有优良的保温隔热性能,可以实现热量的跨季节储存。

[0086] 当需要对外输出热量时候,将此部分沙子转移至低温沙供热区。

[0087] 低温沙供热区通过导热油管道与低温换热机组内的水进行换热。换热后的水可以直接供应外部需热系统,也可以经过制冷机为外部需冷系统提供冷量。

[0088] 如果低温换热机组供水温度达不到外部需热系统或制冷机的温度要求,可以通过增加热泵,或电加热设备来进一步提供温度。

[0089] 以上基于太阳能热水装备的低温沙加热、低温沙储热、低温沙供热,以及形成供热子系统、供冷子系统的过程和方法,也适用于工业余热和生物质余热,或其它形式的热源。

[0090] 所述实施例1中,以沙作为介质采集余热,并形成供热、供冷能力的全过程、原理、方法,都在本发明保护范围。

[0091] 实施例2

[0092] 太阳能光电设备,经过逆变器、汇流箱等设备,接入高温沙加热区的电加热设备,转化为热能,将高温沙加热区的沙子逐渐加温。此部分沙子加热到理想温度后(一般在 $100^{\circ}\text{C} \sim 590^{\circ}\text{C}$ 之间),转移至高温沙储热区。

[0093] 本发明的高温沙储热区具有优良的保温性能,可以实现跨季节储能。

[0094] 高温沙加热区和高温沙储热区,在温度达到警戒温度以后,自动开启加热区自动散热阀和高温沙储热区自动散热阀。

- [0095] 当系统需要对外功能的时候,将高温沙储热区的沙,转移至高温沙供热区。
- [0096] 在高温沙供热区,通过导热油,将热量传递到到蒸汽热交换机的水或蒸汽中。
- [0097] 蒸汽热交换机中的蒸汽以两种方式向外供能,一种是直接提供给外部蒸汽需求系统,另一种方式是推动汽轮发电机产生电能,为外部电力需求系统提供电力。
- [0098] 蒸汽热交换机在向外供应蒸汽环节,蒸汽也可以进入制冷机向外输出冷量。
- [0099] 蒸汽热交换机在推动汽轮发电机所发电,也可以返回到高温沙加热区或低高温沙混合加热区。
- [0100] 以上基于太阳能光电进行高温沙加热、低高温沙混合加热、高温沙储热、低高温沙混合储热、高温沙供热,再经过蒸汽热交换机组,形成蒸汽子系统和供电子系统的过程,也适用于风力发电,市政电网的谷电,以及其他余电。
- [0101] 所述实施例2中,以沙作为介质采集余电,转化为高品质热能,进而形成供汽、供冷、供电能力的全过程、原理、方法,都在本发明保护范围。
- [0102] 显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。例如,沙加热区,首先通过低温导热油加热,再经过电加热设备提温至高温,之后将高温沙转移至高温沙储热区。这种混合加热模式,也属于本专利保护范围。
- [0103] 基于本发明中的实施例,本领域及相关领域的普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都应属于本发明保护的范畴。本发明中未具体描述和解释说明的结构、装置以及操作方法,如无特别说明和限定,均按照本领域的常规手段进行实施。

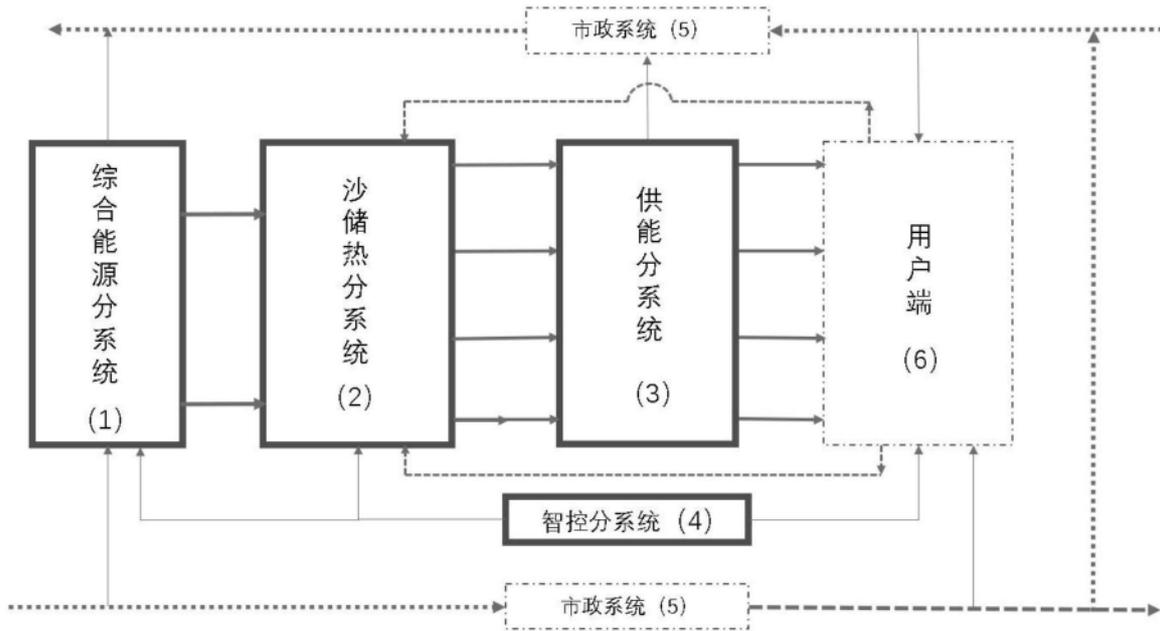


图1

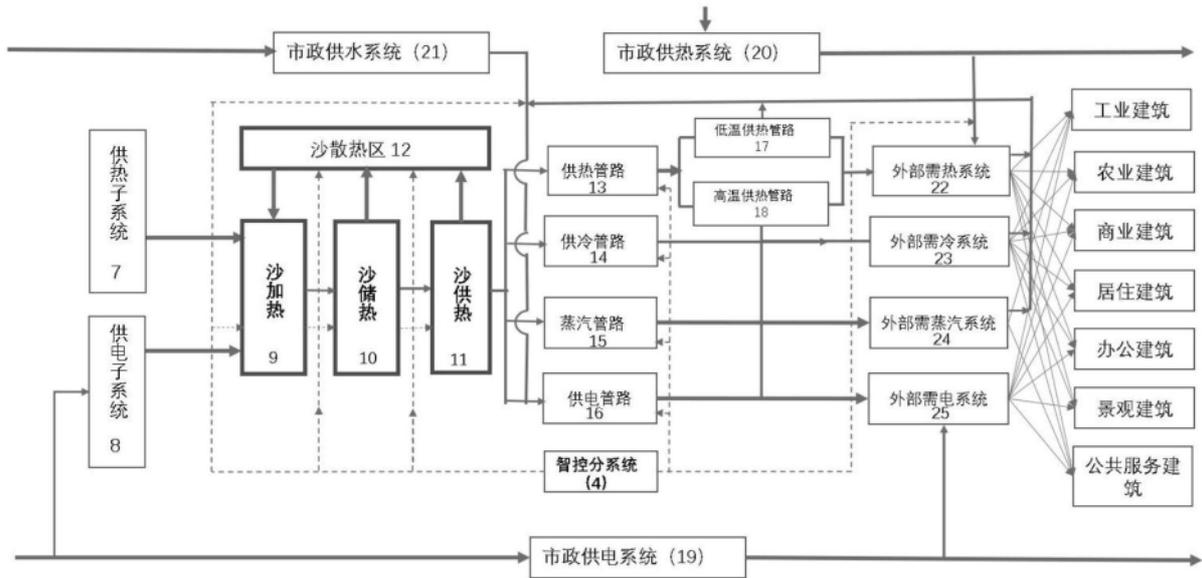


图2

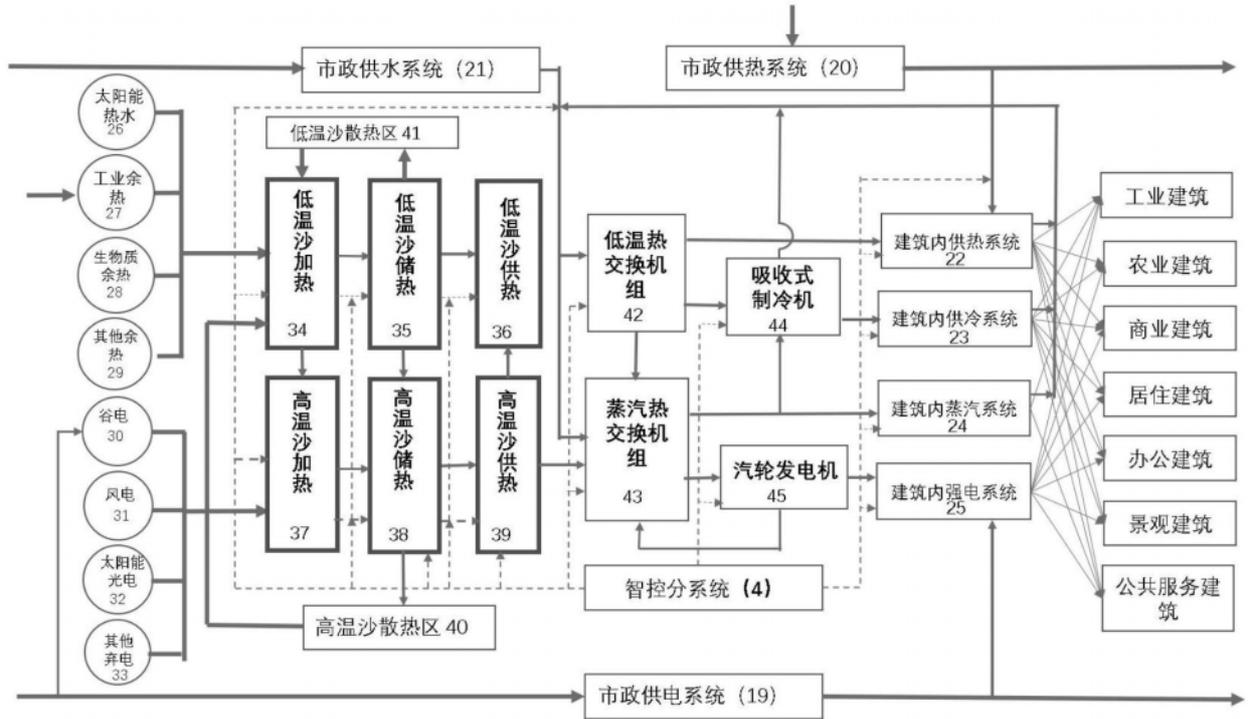


图3

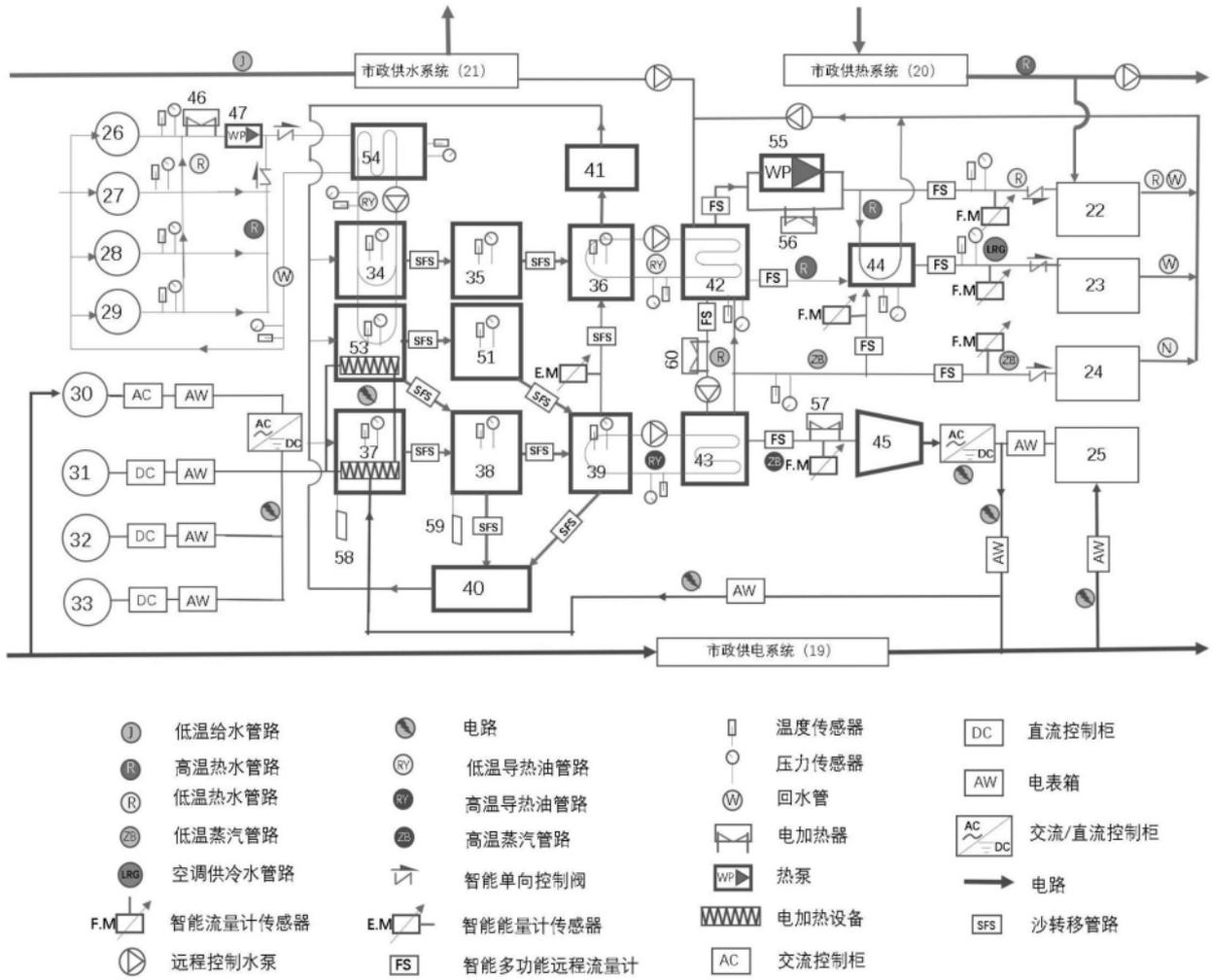


图4