

# 区域能源规划实践与问题思考

江苏省住房和城乡建设厅科技发展中心 王登云

**2015年11月 上海**

## **Part\_1 政策背景**

---

## **Part\_2 思路方法**

---

## **Part\_3 实践成效**

---

## **Part\_4 问题思考**

---

# Part\_1 政策背景



## 省政府办公厅关于印发《江苏省“十二五”能源发展规划》的通知（苏政办发〔2012〕71号）

- **变革供能方式**：以分布式能源、热电联产、智能电网为重点，全面推动供能方式变革，努力提高电力、天然气、可再生能源等清洁能源比重，提高能源使用效率。
- **分布式能源**：按照“统筹规划、分散布局，区别对待、就近利用，多能协同、系统集成”的思路，发展分布式能源。以天然气、企业废弃能源和地热等为主，结合建筑光伏应用，发展楼宇型、区域型分布式能源系统。
- **热电联产**：按照“以热为主、依热定电，规划先行、布局合理”的原则，有序发展热电联产。在热负荷强度高的主城核心区发展天然气为燃料的热电联产。鼓励发展余热余压、废弃能源为主要燃料的小型热电联产。
- .....

## Part\_1 政策背景



### 省政府办公厅关于印发《江苏省绿色建筑行动实施方案》的通知（苏政办发〔2013〕103号）

- 进一步推动太阳能、浅层地能、生物质能等可再生能源在建筑中的应用，合理开发利用浅层地能等其他可再生能源，开展可再生能源资源评估工作，确立地源、水源、污水源热泵应用适宜地区
- 鼓励各地编制区域能源规划，并做好与城乡建设规划的有机衔接。

## Part\_1 政策背景



《江苏省绿色建筑发展条例》已由江苏省第十二届人民代表大会常务委员会第十五次会议于2015年3月27日通过，自2015年7月1日起已正式施行。

- 编制城市、镇总体规划应当遵循绿色生态发展理念，落实生态环保、**可再生能源利用**、水资源综合利用、土地节约集约利用等要求。
- 县级以上地方人民政府应当组织编制本行政区域绿色建筑、**能源综合利用**、水资源综合利用、固体废弃物综合利用、绿色交通等专项规划，按照规定报批后实施。将专项规划的相关要求纳入控制性详细规划。

## Part\_1 政策背景



# Part\_1 政策背景

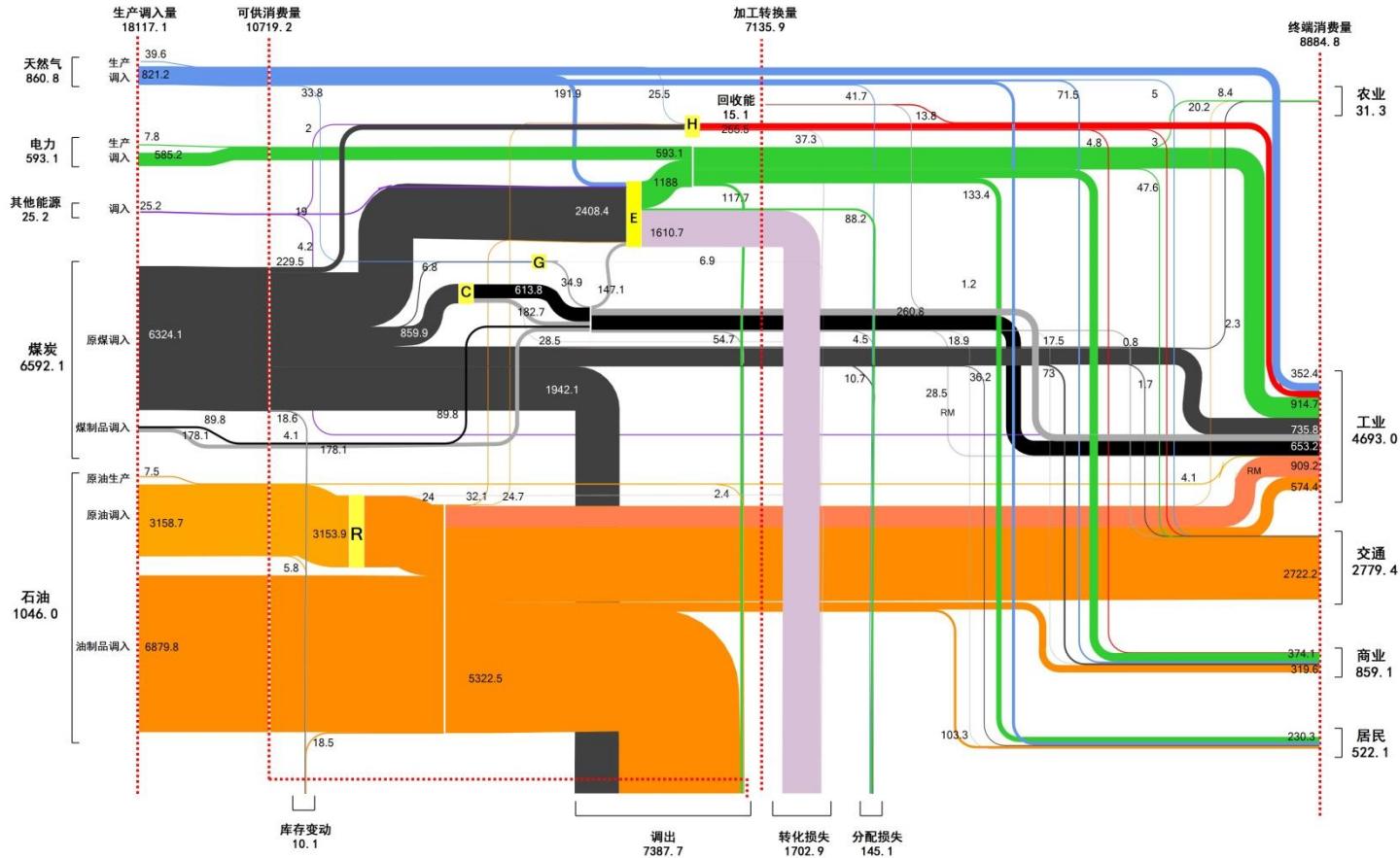


# Part\_1 政策背景



# Part\_1 政策背景

正在编制的江苏“十三五”能源发展规划：



来源：复旦大学能源流向与碳排放因子数据库  
<http://202.120.227.3/dvn/dv/FDED>

版权所有©复旦能源

## 发展目标

- 能源结构进一步优化调整；
- 大幅提高可再生能源比重；
- ✓ 集中与分布并重、集中送出与就地消纳相结合；
- ✓ 风能、太阳能、地热能等；

## **Part\_1 政策背景**

---

## **Part\_2 思路方法**

---

## **Part\_3 实践成效**

---

## **Part\_4 问题思考**

---

## Part\_2 思路方法

- 绿色生态专项规划（包括能源规划）形式演变经历以下三个阶段：



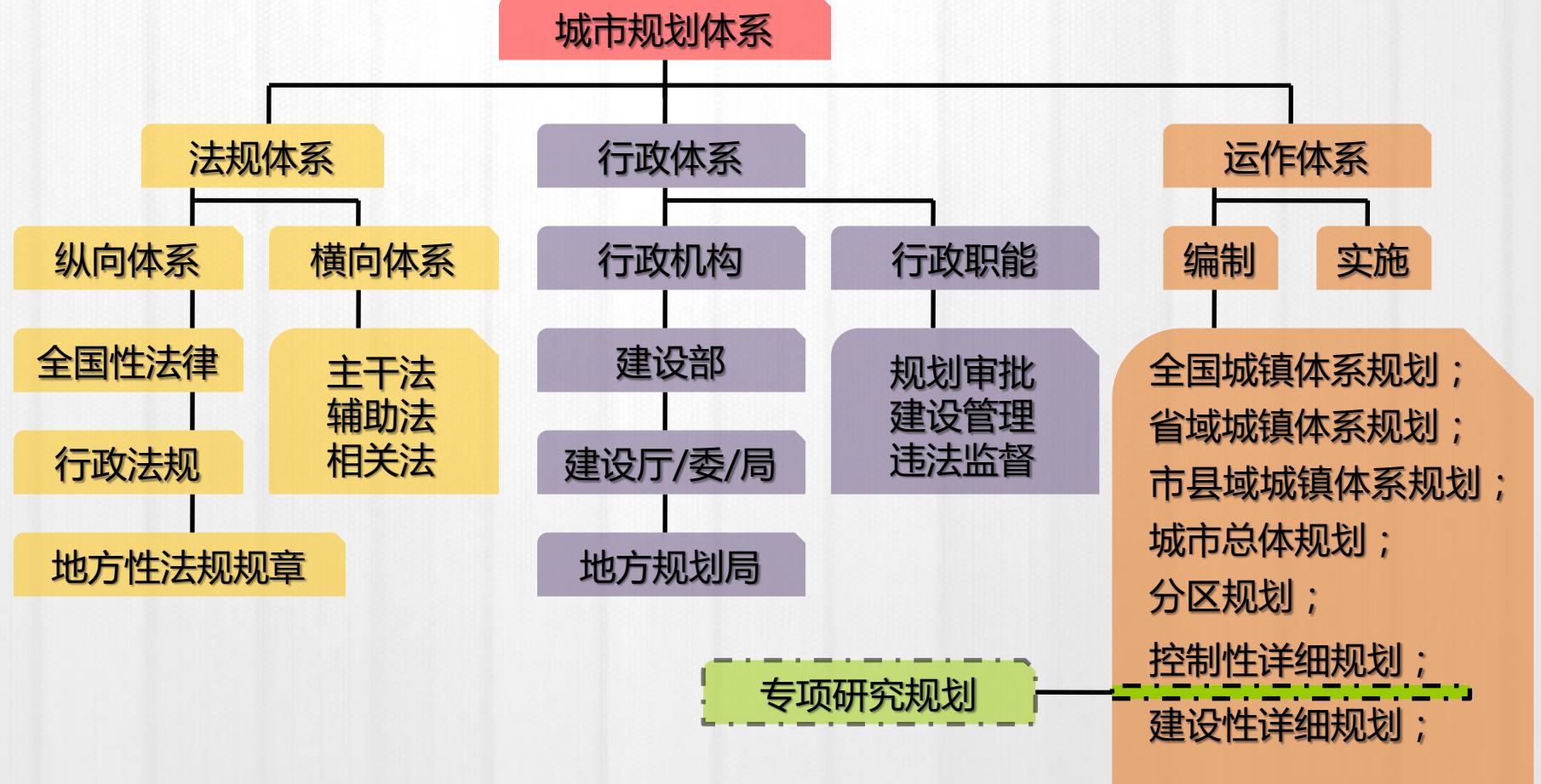
第一阶段：  
位于现行规划体系以外的绿色生  
态专项规划

第二阶段：  
纳入现行规划体系的绿色生态  
专项

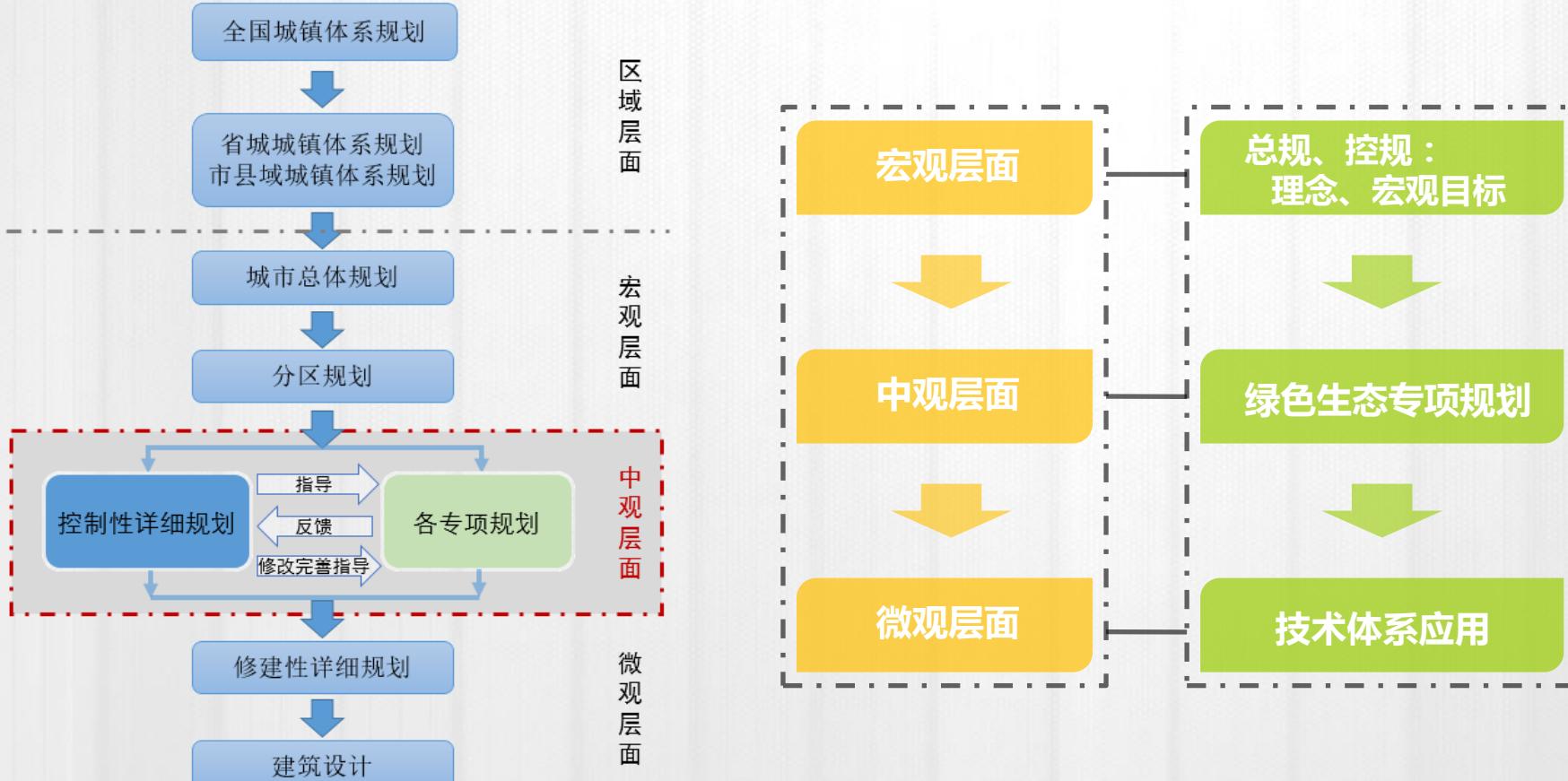
第三阶段：  
融入低碳理念的现行规划体系

## Part\_2 思路方法

### □ 专项规划研究定位:



## Part\_2 思路方法



加强宏观层面的规划原则和目标体系与微观层面的技术应用之间的衔接

## Part\_2 思路方法

### 能源规划的原则

- 1 能源的选择要因地制宜地遵循低碳能源、可再生能源最大化
- 2 能源规划与市政设施规划相结合，基础设施功能最大化
- 3 能源梯级利用，品质对口，节能效率最大化
- 4 能源系统规划和建筑用能系统的匹配优化，经济效益最大化



## Part\_2 思路方法

### 能源规划的思路

#### 概念方案层 (总规)

减少用能需求

常规能源高效利用

可再生能源充分利用

.....

#### 指标体系层 (控规)

能耗结构及强度指标

建筑节能指标

系统能源效率

可再生能源应用比例

.....

#### 技术方案层 (专项规划)

供热专项规划

燃气专项规划

供电专项规划

可再生能源专项规划

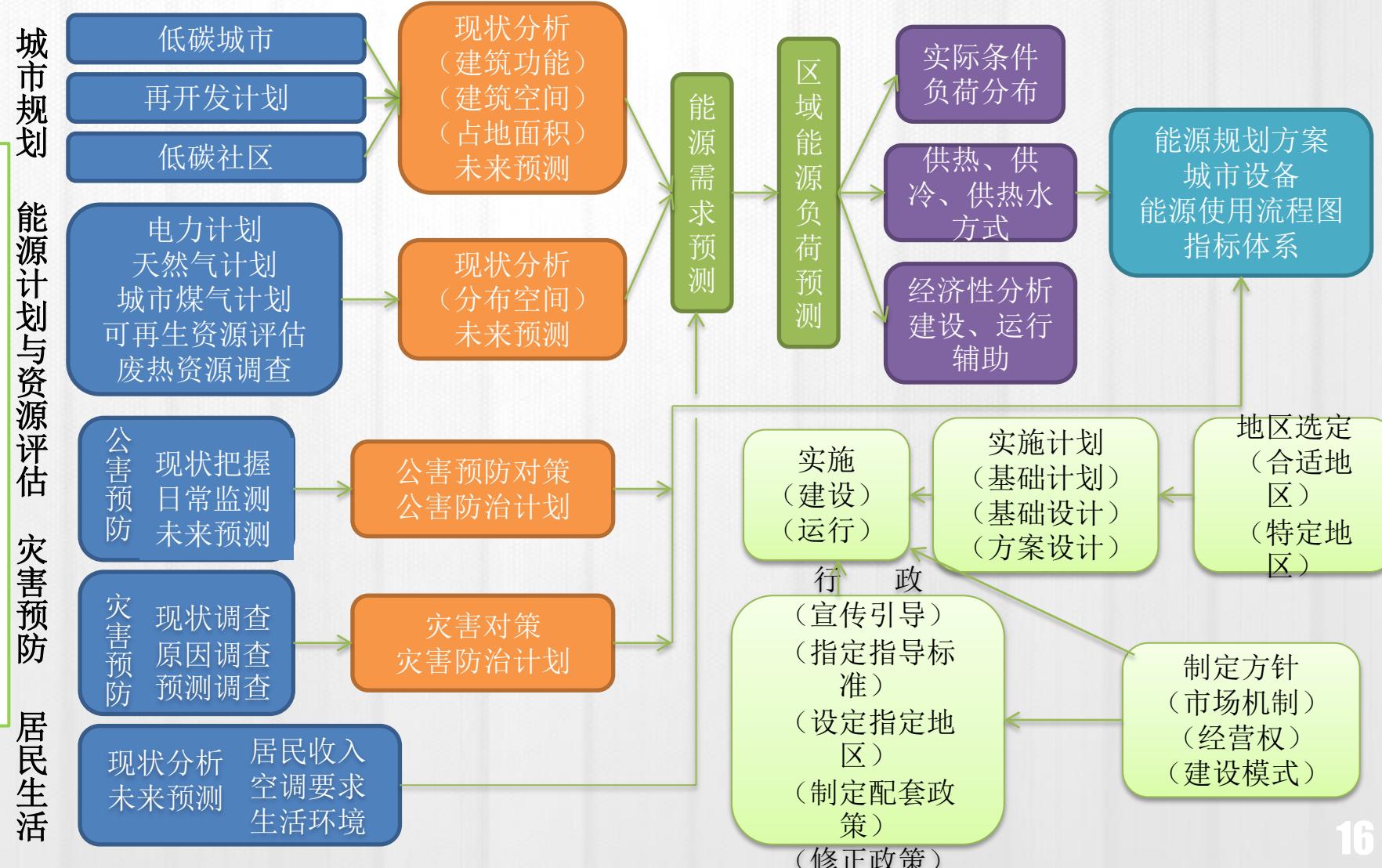
.....

建筑区域能源系统是一个多元、复杂的系统工程，难以建立完整的系统模型来描述区域能源问题。因此，首先应逐步建立城市建筑供热、空调、燃气和电力需求的各能源系统模型，然后对城市能源系统的不同方案进行模拟计算，引入情景分析法进行比较和分析，得到最佳的规划方案。

## Part\_2 思路方法

### 能源规划流程

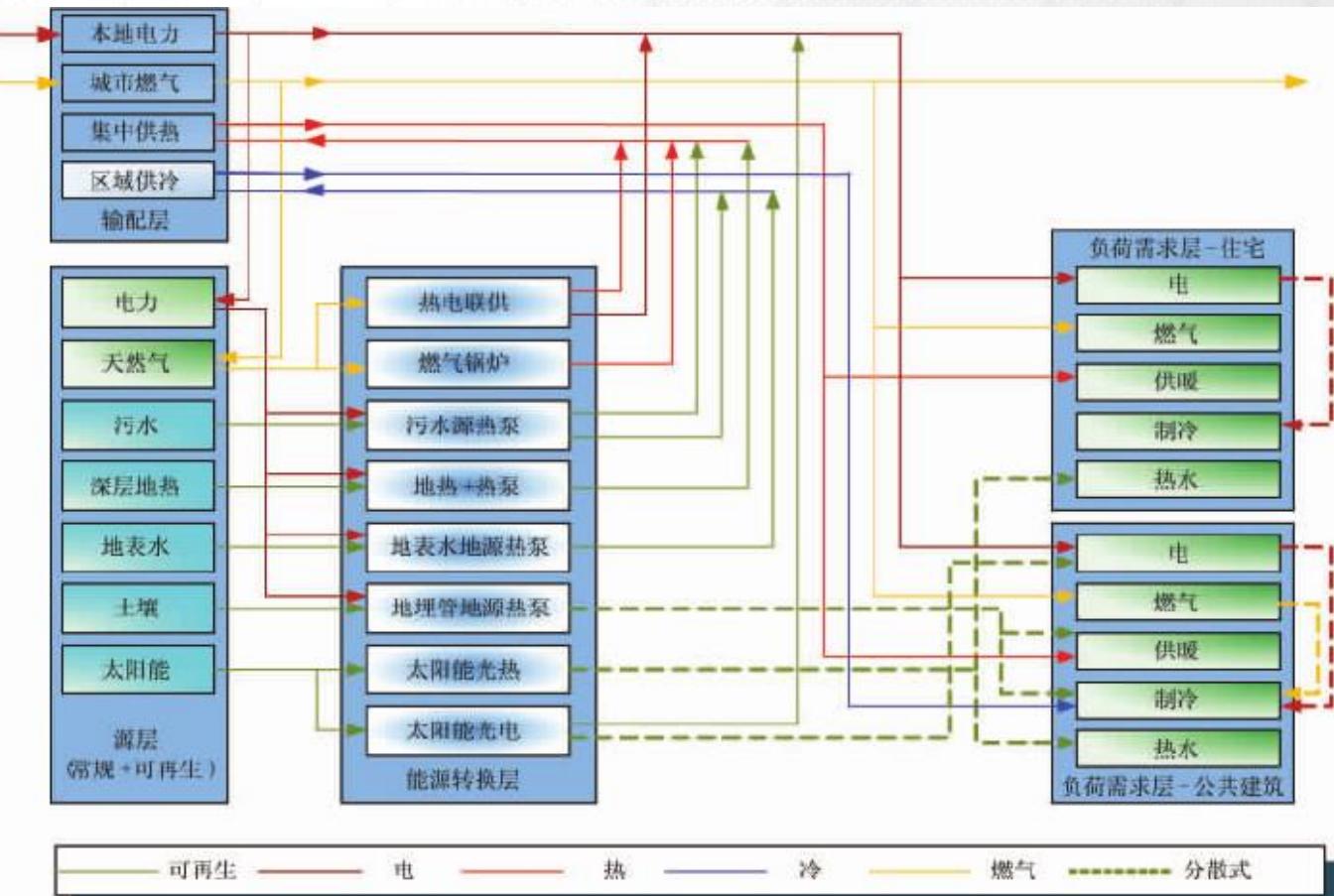
将城市规划、能源计划与资源量评估、灾害预防和居民生活四个方面有机结合，从实际出发进行规划和设计。  
将四个方面的系统建立起  
来后结合建筑功能和布局进行  
用能预测。



## Part\_2 思路方法

### 能源供应系统

从能源预测（包括能源需求预测和能源资源量预测）着手，探讨适合规划区域内的能源系统技术利用，在指标体系的引导下合理调整能源结构，得到规划区域的总体建筑能源战略，根据规划区域各个地块的性质及用能情况，通过分析、计算将以上的能源量化指标细化到每一个小地块上，得到分地块能源分配，最后规划区域整体的能源供应系统。

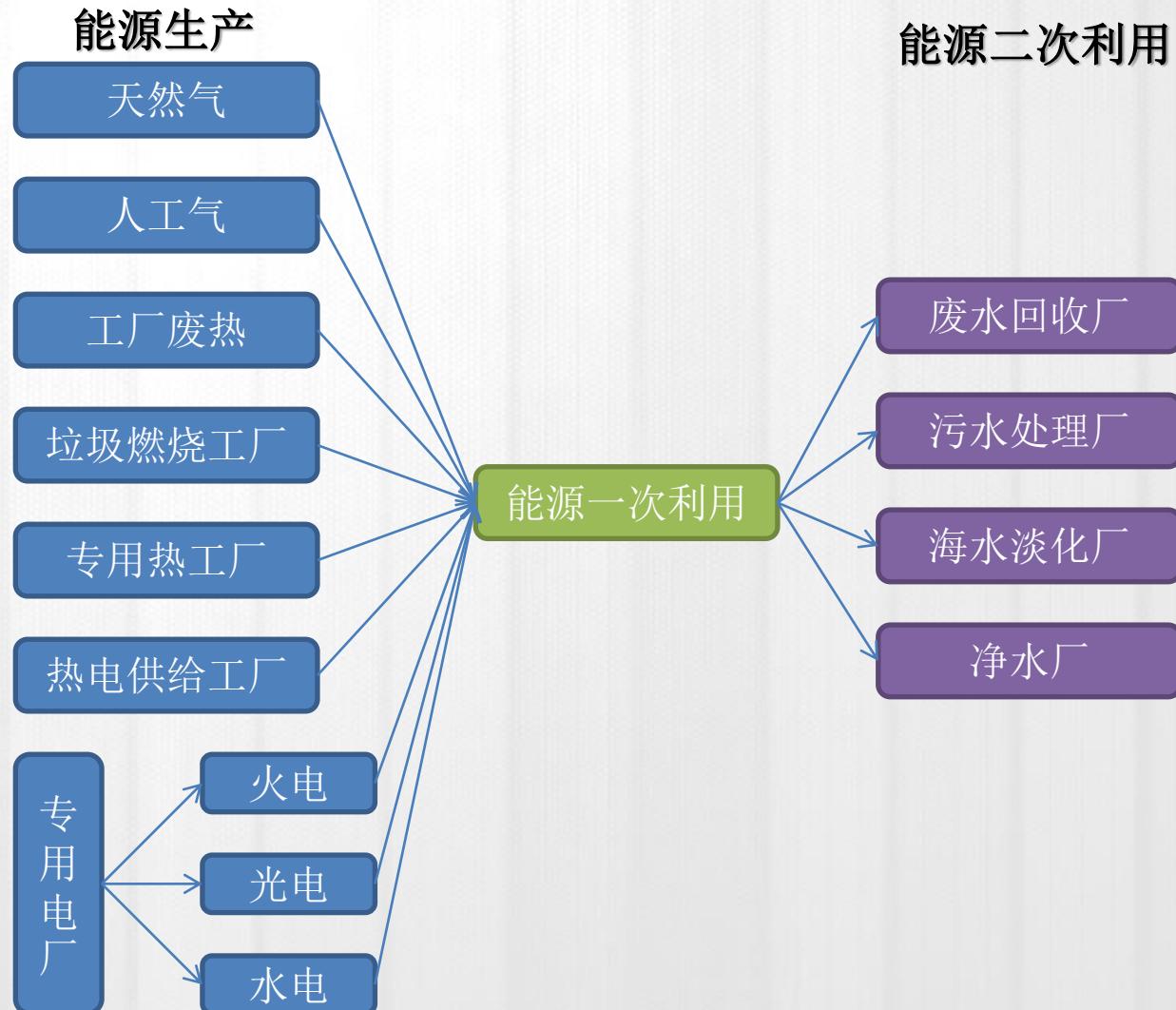


## Part\_2 思路方法

### 城市设备

城市设备是城市能源规划中重要的组成因素，包括热力厂、电厂、水厂、垃圾处理站等。在进行低碳城市建筑区域能源设备设计时，应依据建筑物的规模以及使用目的，在城市规划之初决定其大概性质。但与此相矛盾的是城市设备规划与建筑物的规划不同。由于城市规划是从中心向周边地区慢慢扩大，因而随着城市的扩大，城市设备的规划变得极为困难。

城市设备的规划必须对将来其建筑物可能的城市化进行先行研究。也就是说，**在城市规划中，包含城市设备的城市能源规划必须进行优先考虑。**



## Part\_2 思路方法

### 能源规划注意项

1

低碳城市进行建筑区域能源规划，需改变传统规划中各专业“各自为战”的传统做法，将城市供水、供热、供电、供气等涉及能源的**各项规划统一考虑**；

2

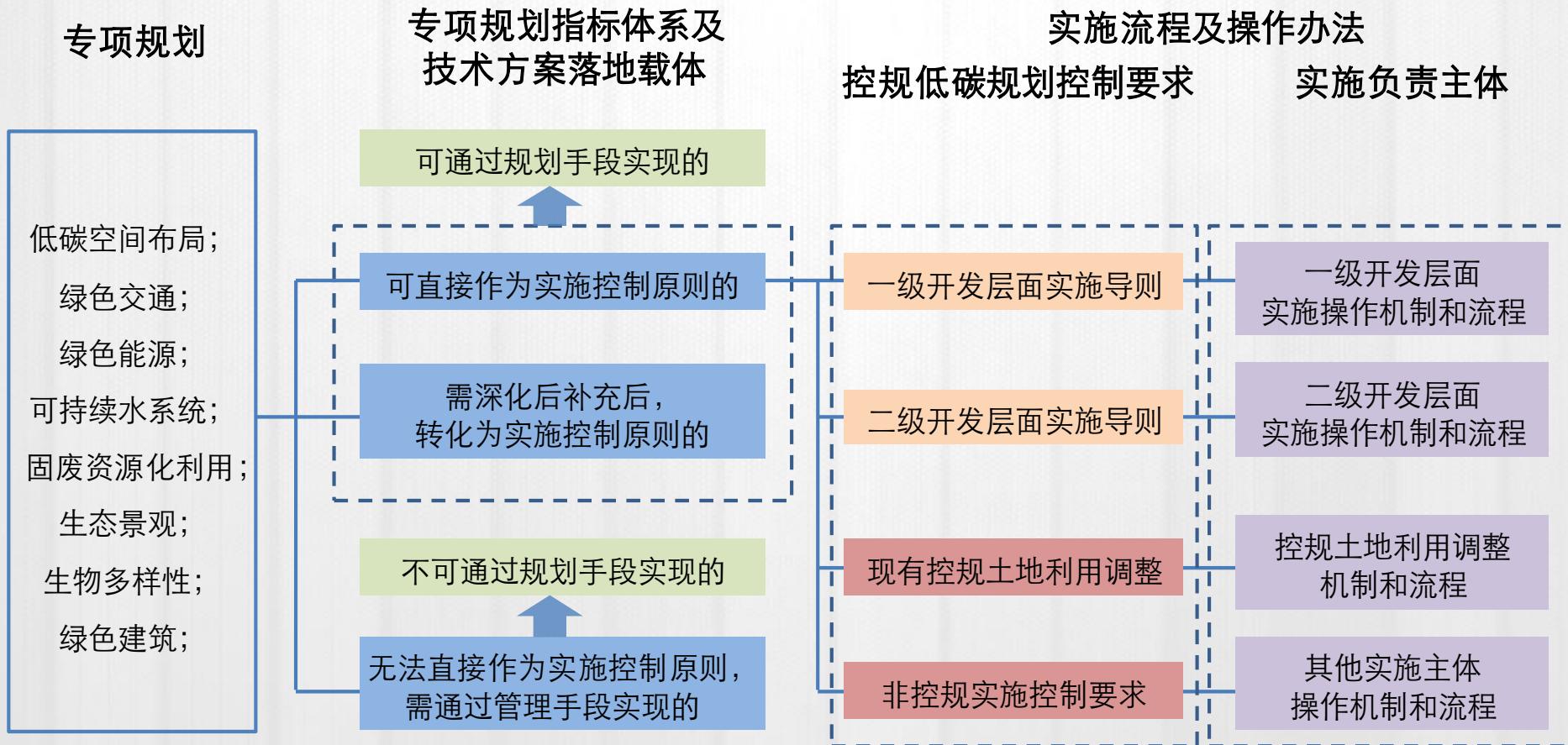
建筑区域能源规划是一项多元、复杂的系统工程，规划时需结合城市规划、能源计划与状况、灾害预防、居民生活等因素**综合分析**；

3

选择建筑区域能源时，需考虑能源的**多元性、可替代性和低碳性**。

## Part\_2 思路方法

区域能源规划与区域其它专项规划是并列关系，各专项规划实施流程如下图所示。



## **Part\_1 政策背景**

---

## **Part\_2 思路方法**

---

## **Part\_3 实践成效**

---

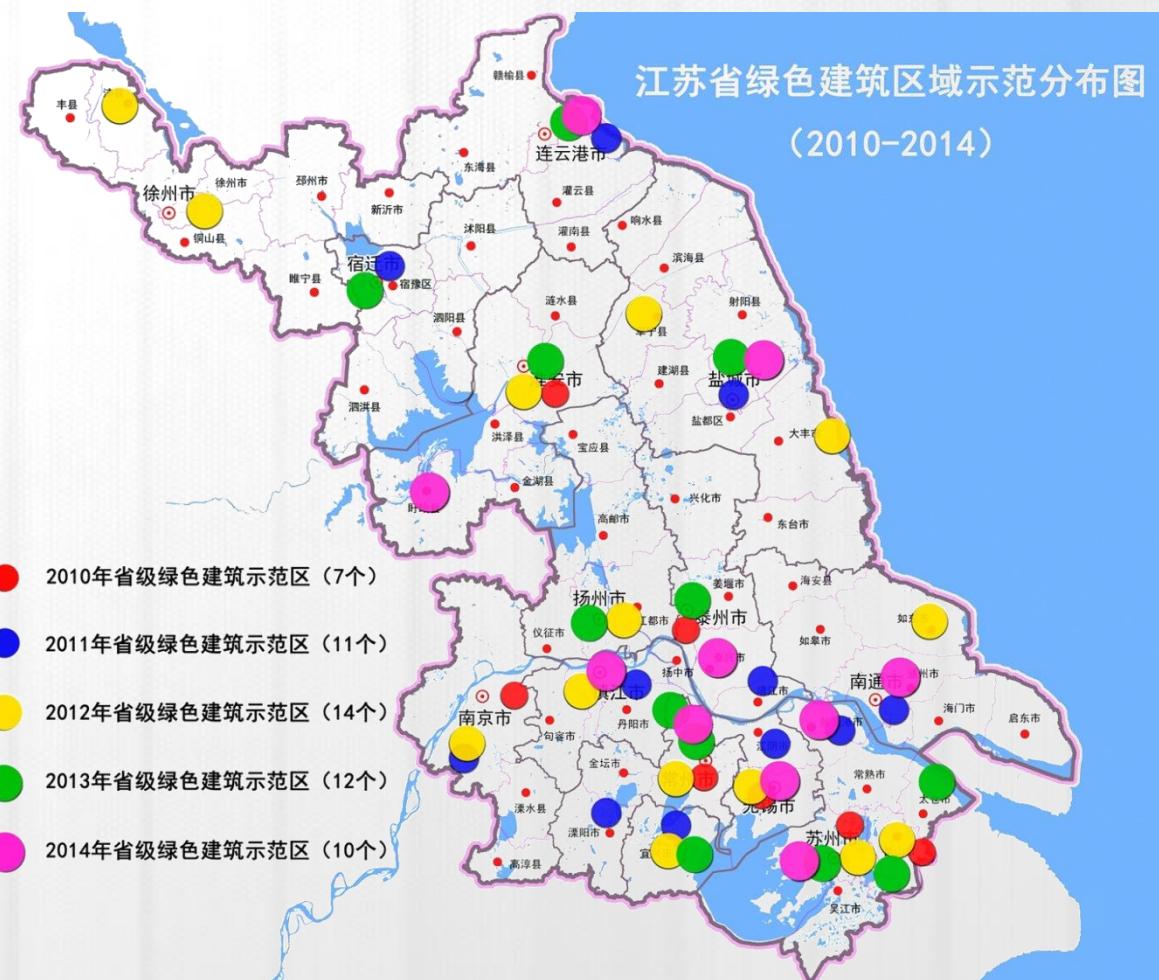
## **Part\_4 问题思考**

---

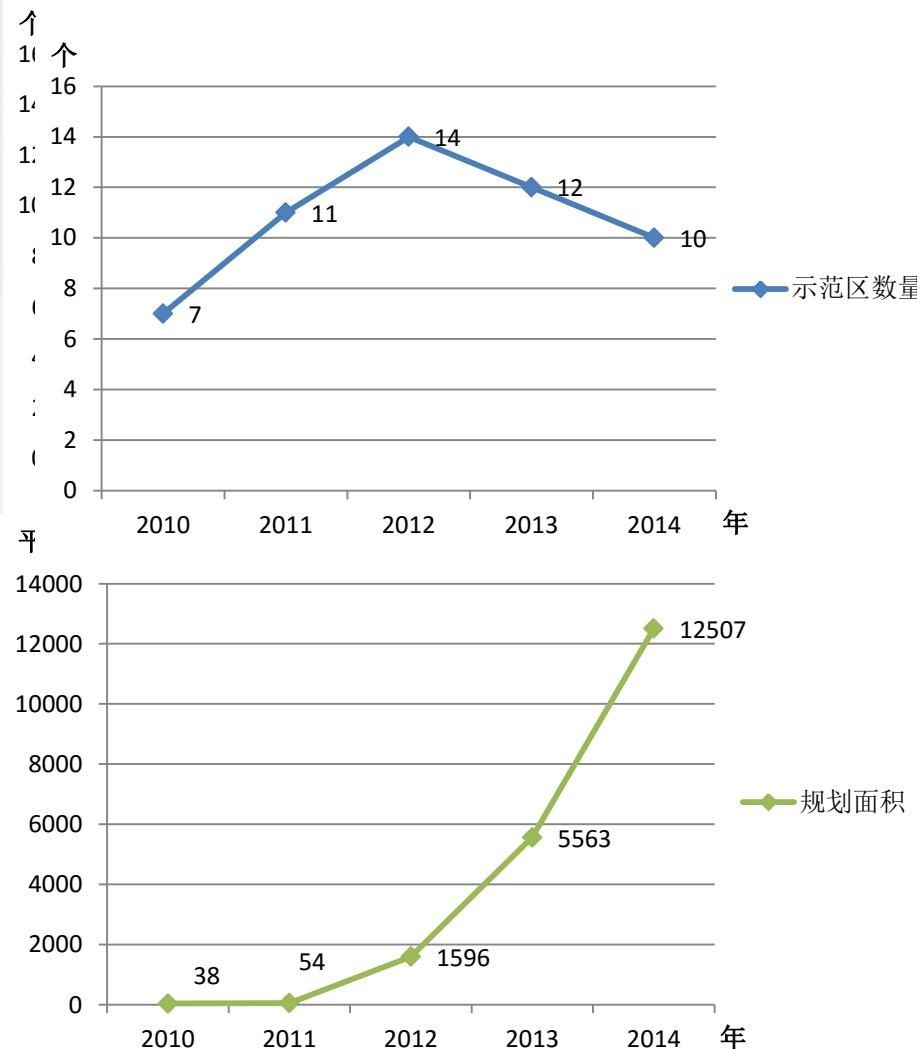
## Part\_3 实践成效

- 江苏省绿色生态城区通过近五年实践探索，逐步形成了具有地方特色的绿色生态城区技术路线和工作推进机制。**城区建设前期注重城市规划的绿色生态专项系统设计**，明确规划目标，对城区建设提出技术要求。
- 截至2014年底，全省示范区积极开展绿色生态专项规划，共开展了约**200多项**基于绿色生态理念的专项规划编制，其中**区域能源规划40多项**。
- **明确专项规划编制程序**，整合宏观层面的理念目标与微观层面的技术应用。

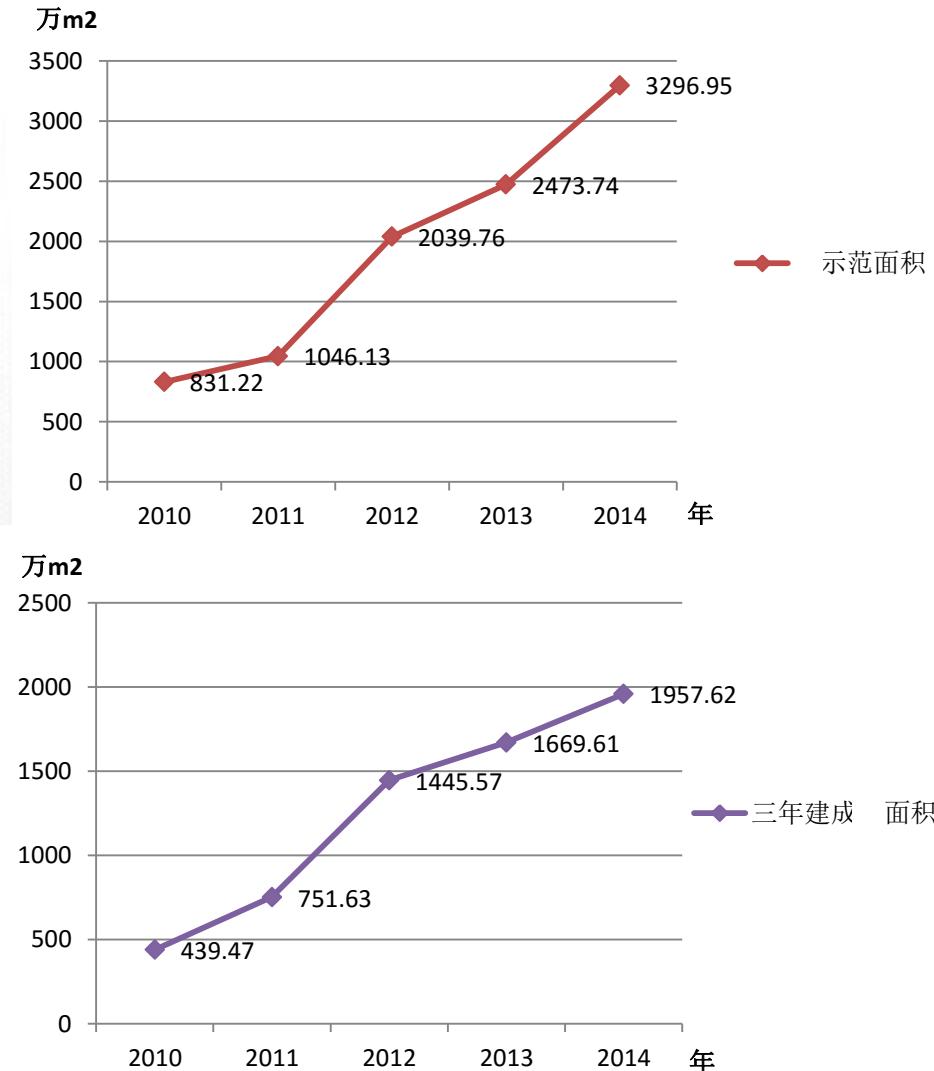
## 江苏省绿色建筑区域示范建设成效



## Part\_3 实践成效



## 江苏省绿色建筑区域示范建设成效



江苏省区域示范建设面积逐年显著增加

## Part\_3 实践成效

### 江苏省绿色建筑区域示范建设成效

截至2014年示范区建设成果			
示范区数量	54 (个)	全装修保障房	32 (个)
			322 (万m <sup>2</sup> )
规划面积	19758 (平方公里)	全装修商品房	31 (个)
			424 (万m <sup>2</sup> )
总示范面积	9687.5 (万m <sup>2</sup> )	市政综合管廊	40 (公里 )
三年建成总面积 (万m <sup>2</sup> )	6263.9 (万m <sup>2</sup> )	节能灯具总量	21.9 (万盏 )
地下空间	1898 (万m <sup>2</sup> )	雨水回收项目	270 (个 )
村庄改造	103 (个 )	再生水回用量	65.3 (万吨/年 )
可再生能源项目	339 (个)	透水地面面积	50 (平方公里 )
	2864(万m <sup>2</sup> )		
能源站	15(个 )	大型城市垃圾资源化利用工程	15 (个)

## Part\_3 实践成效

### 泰州医药高新技术产业开发区

“智慧化、多元化、规模化、商业化”的能源网络

**智慧化。** 搭建智慧能源管理平台，实时监控能源站运行情况，对供能区域进行建筑能耗的优化和管理。

**多元化。** 多元化利用地表水热能、土壤浅层地热能、天然气、蒸汽等多种形式的可再生能源和常规清洁能源

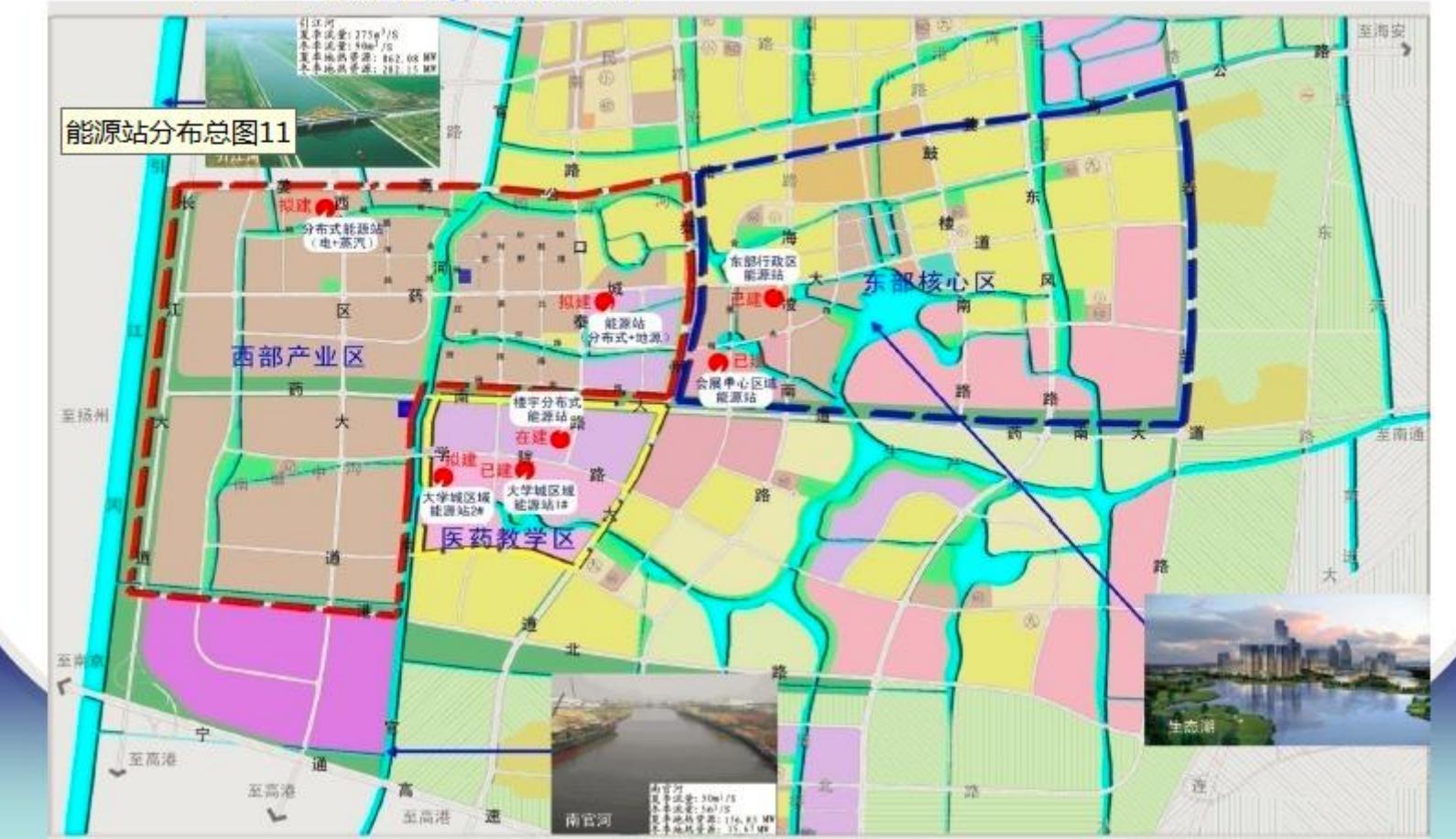
**规模化。** 分区规划建设5个区域能源站，总供能面积为200万 $m^2$ ，区域能源站建设的数量及规模居全省前列。

**商业化。** 积极探索区域能源站商业化运作模式，由政府出资成立运营主体引导市场化发展方向，通过合资等方式扶持民营资本进入，实现商业化市场化运作

### 泰州医药城区域能源站



#### 3、区域供能规划



#### 3.1、规划区域供能

- 1、依据“资源高效、环境友好、生态宜居”的发展理念；实现区域供能网络化发展模式，走智慧能源发展之路；
- 2、科学开展能源规模化利用、集约化管理、高效化运行；
- 3、针对区域的能源资源情况和不同的用能需求，利用建筑物用能特性的互补性，合理调整用能结构；坚持低<sup>口</sup>，实现温度对口、梯级利用；满足节能省地型要求；
- 4、因地制宜，坚持能源多样化，统筹能源资源配置、积极采用蓄能技术，科学规划区域供能系统；合理的输水距离是关键；
- 5、大力推广可再生能源应用技术、提高能源综合利用效率。

#### 3.2、设计区域供能

- 1、力求区域供能设计的精细化、人性化、规范化、科学化；
- 2、发挥区域供能的优势，采用成熟技术，合理的性价比和盈亏平衡点，降低输配水系统的能耗，提升输水管道保温性能；
- 3、因地制宜，集中建筑连片区，适宜的供能半径；
- 4、操控性能、稳定性好的智能化系统，适宜的需量决定供量的逻辑对应关系；室外环境温度和供能温度的对应关系；
- 5、科学、合理、高效利用可再生能源，提高能源综合利用效率，采用蓄能技术，错峰运行、降低运行成本，建设能效电厂。

#### 3. 3、建设区域能源站

- 1、针对不同的用能特性，分区规划建设数个区域供能站。
- 2、医药教学区规划建设大学城能源站二座、分布式能源站一座。
- 3、东部核心区规划建设东部行政区能源站、会展中心能源站以及数个区域能源站。
- 4、西部产业区规划建设**150MW**分布式能源站，楼宇分布式能源系统和水、地源热泵系统能源站。

#### 3、东部行政区能源站

- 1) 供能范围：为高新区行政中心、公检法、海关以及周边商业约35万M<sup>2</sup>的建筑，提供空调冷暖水、生活热水。
- 2) 投资规模：能源站总投资额为4000万元，为全地下建筑，面积约1200平方米。
- 3) 建设主体：由园区华裕公司建设，并负责运行、管理、服务。



4) 供能容量：  
供冷负荷20MW，  
供热负荷14MW，  
6MW水蓄能装置。  
采用地源热泵系  
统、水源热泵系  
统夏季并联/冬  
季串联；光热集  
成应用系统，实  
现区域供能。



机房内设置4台离心式热泵机组与1台全热回收螺杆式热泵机组。2011年11月试运行。

## Part\_3 实践成效

### 泰州医药城区域能源站



机房图



能源管理控制平台

## Part\_3 实践成效

### 泰州医药城区域能源站

#### 能源站操控平台与管理中心

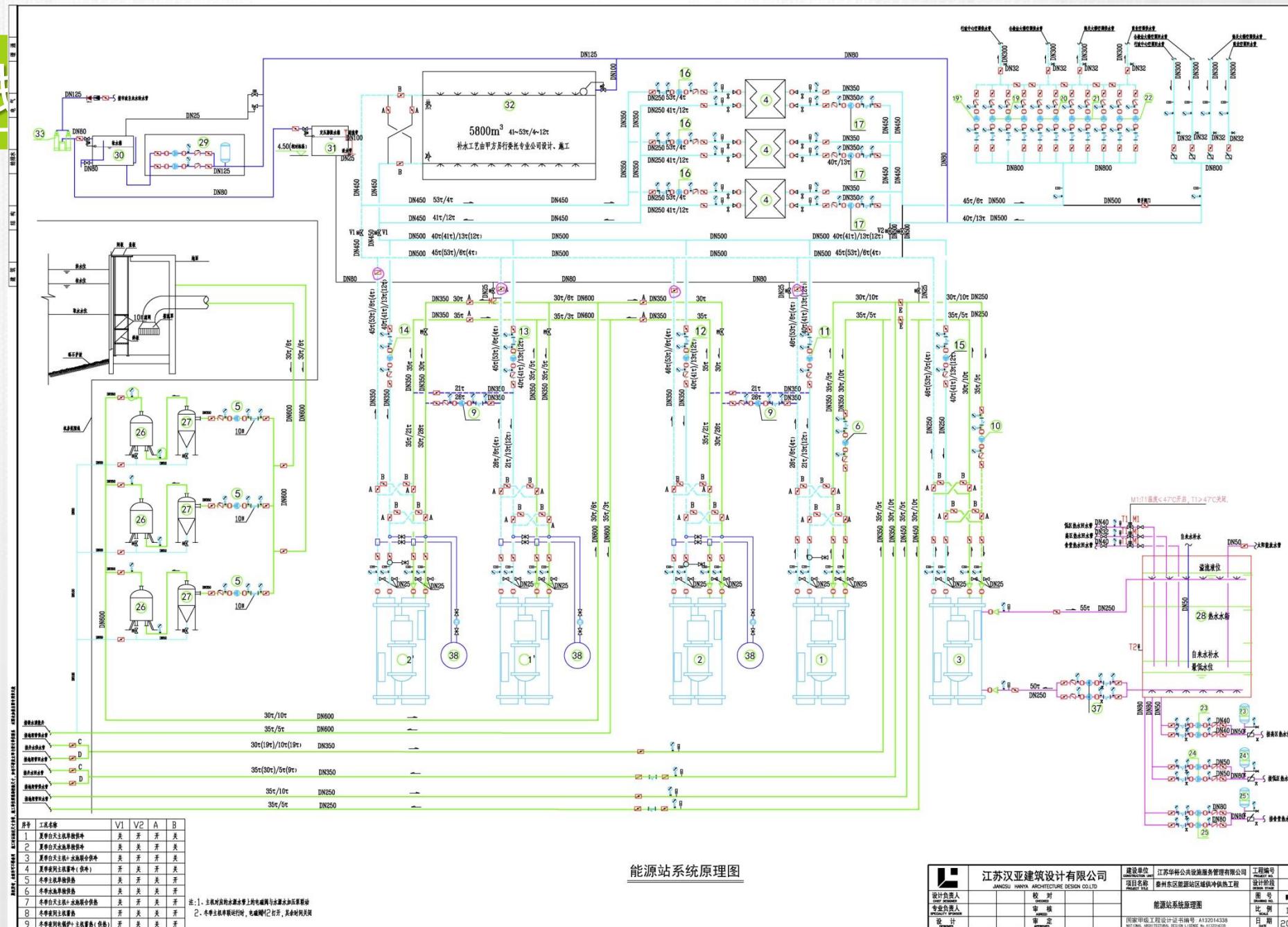


#### 4、运作方式-东部行政区能源站

- 1) 建设主体: 江苏华裕公共设施管理服务有限公司。
- 2) 商业模式: 为周边建筑群提供空调冷暖水和卫生热水服务, 收取能源接入费(按设计负荷0.8元/w)和能源使用费(0.4元/kwh, 按用户平均COP=2.17的标准收取), 力求用户、节能服务公司、政府三个层面的多赢。
- 3) 运行管理: 华裕公司负责服务好用户, 运行好、管理好能源站。
- 4) 技术支撑: 与南京工业大学、河海新能源、知名厂商广泛开展科研合作, 力争精细化, 不断完善能源站工艺技术路径。

# Part\_3 实践

## 东部能源站 系统原理图



## Part\_3 实践成效

### 能源站运行概况

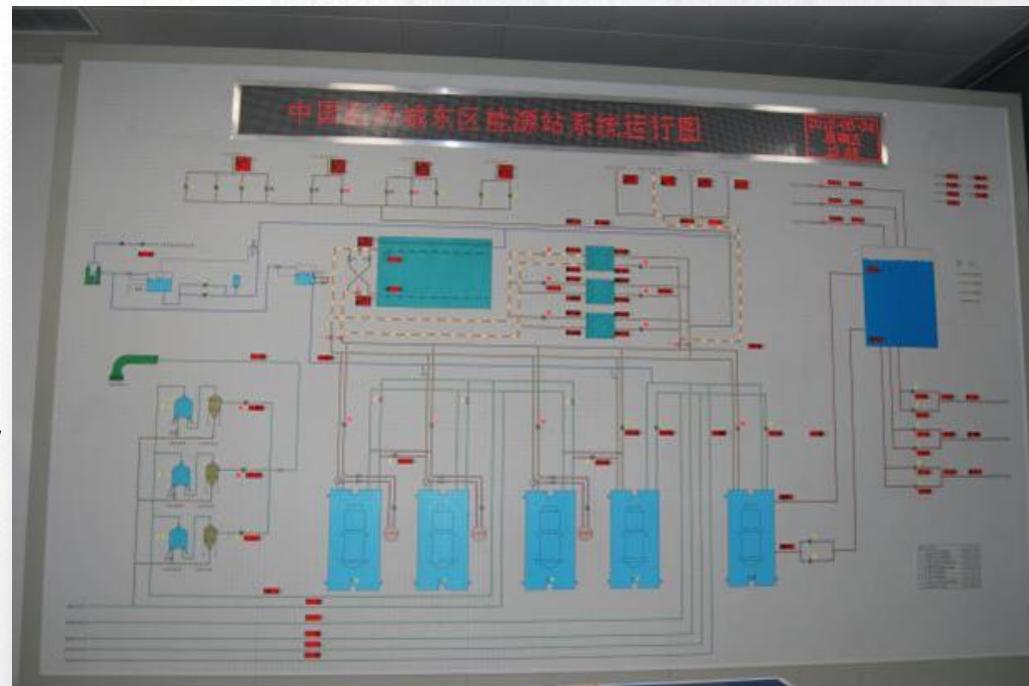
泰州医药城东部能源站，目前为4栋办公楼共计**18.9万m<sup>2</sup>**办公建筑进行集中供冷，最远运输配管道为476米，根据能源站提供数据，目前4栋楼的入驻率各为80%，50%，50%和90%。目前设计的冷负荷峰值为37W/ m<sup>2</sup>，和设计值相比，**实际冷负荷水平偏低。**

### 泰州医药城区域能源站运行效果实测



#### 冷站系统

- 冷站的主要运行时间夜间0:00~8:00期间开启冷机，在供冷的同时，利用5800m<sup>3</sup>的蓄水池进行水蓄冷，白天通过根据回水温度改变板换数量的方式，充分利用所蓄冷量，在非常热的工作日，下午3:00左右再开启冷机补充供给。
- 水泵在白天8:00-18:00运行在40~45Hz，夜间降频至30~35Hz。
- 冷源侧的调节包括了台数与开启时间。在负荷较小的供冷季初期，隔天蓄冷，并且缩减夜间开启冷机的小时数。在负荷较大的供冷季中期，夜间开启两台冷机共同蓄冷。



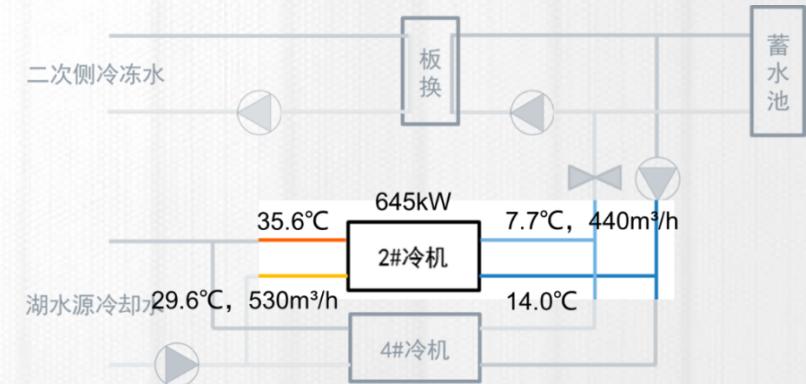
冷站系统控制面板

## Part\_3 实践成效

### 泰州医药城区域能源站运行效果实测

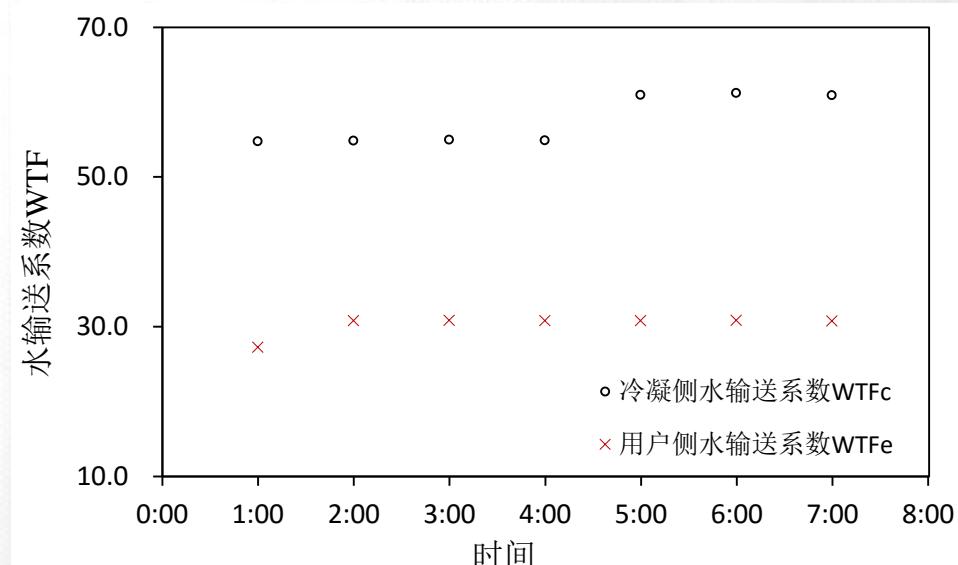
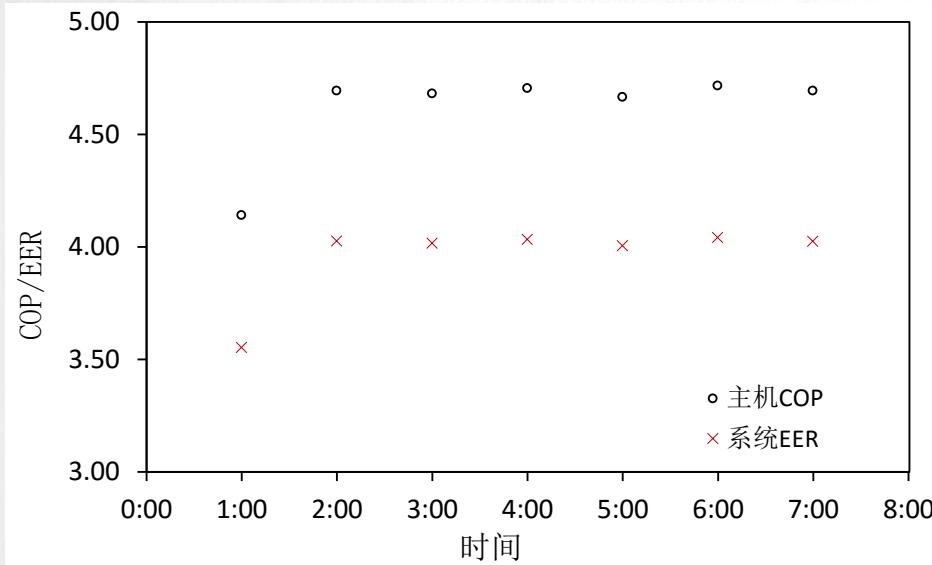
#### 冷机瞬时测试结果

- 测试时间为8月20日1:00，冷机开启一小时，**COP=5.02**；4#主机的**COP=5.37**。两台冷机的负荷均均达到90%以上，对比冷机的**额定COP为6.2**（额定制冷量4MW）。



## Part\_3 实践成效

### 泰州医药城区域能源站运行效果实测

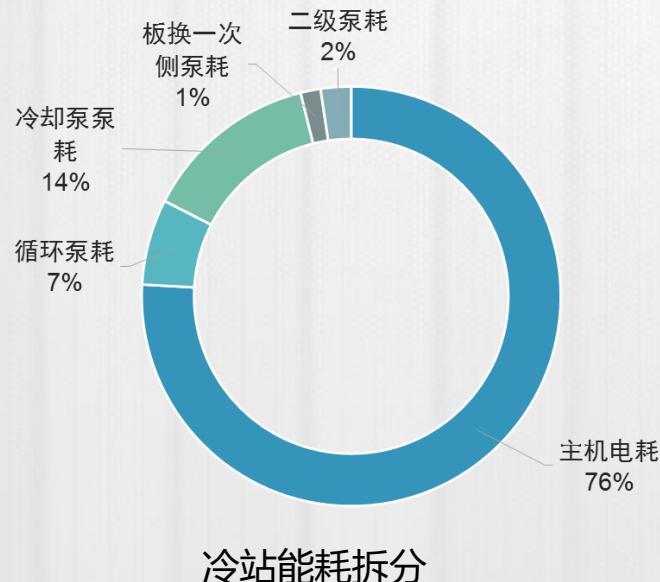


- 测试日稳定工况下，主机**COP**约为4.7，系统**EER**约为4.0。
- 分析水泵输送所占能耗，冷凝侧水输送系数**WTFc**约为5.8，用户侧水输送系数**WTFe**约为3.2。

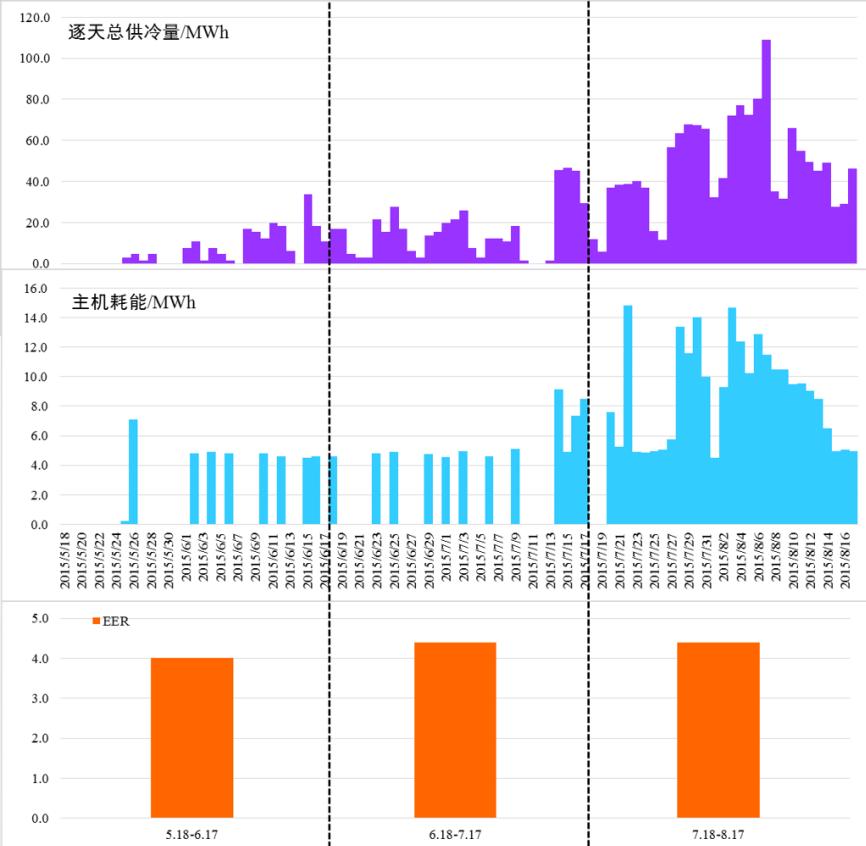
## Part\_3 实践成效

### 冷站长期运行情况

- 以上数据根据7月18日至8月17日冷站自控系统记录数据计算，系统EER ( EER=供冷量/ ( 冷机电耗 +水泵电耗 ) ) 为4.4。



### 泰州医药城区域能源站运行效果实测



- 从2015年供冷季前三个月的情况来看，蓄冷确实能够做到台数和运行时间的调节，并且在供冷季全时间内都能够维持较高的COP水平 (>4.9)，同时三个月平均EER可以达到4.3，蓄冷的方式很大程度上优化了系统的运行状态，并且此集中供冷范围 (<476m) 使得输配能耗在冷站运行电耗中占比小，两点结合来看，冷站长期运行处于较好状态。

## Part\_3 实践成效

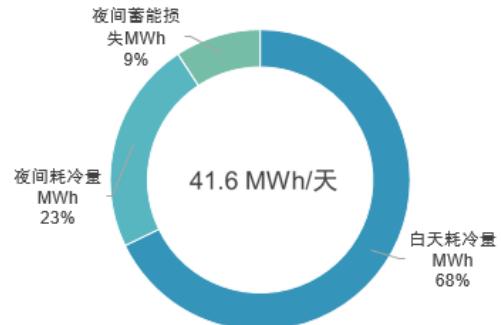
### 泰州医药城区域能源站运行效果实测

#### 蓄冷效果评估

➤ 从整体来看，**蓄冷的损失在10%左右**，低负荷时由于蓄冷水池放冷时间更长，损失略大，但是考虑到经济效益（电价：峰0.87元/kWh，谷0.39元/kWh），**蓄冷可以说是经济的选择。**

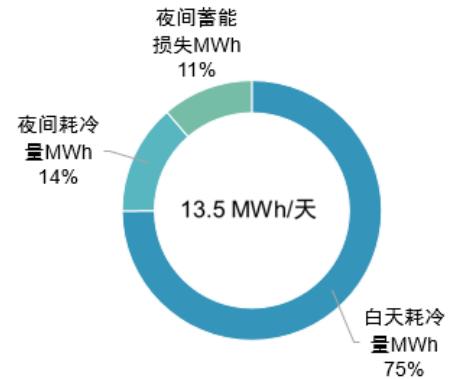
#### 8月12日-8月18日（高负荷）

一周之内	
夜间制冷量	321.0MWh
白天耗冷量	217.7MWh
夜间耗冷量	73.7MWh
夜间蓄能损失	<b>29.6MWh</b>
夜间蓄能损失	<b>9%</b>



#### 7月1日-7月8日（低负荷）

一周之内	
夜间制冷量	122.2MWh
白天耗冷量	91.5MWh
夜间耗冷量	16.8MWh
夜间蓄能损失	<b>13.9MWh</b>
夜间蓄能损失	<b>11%</b>

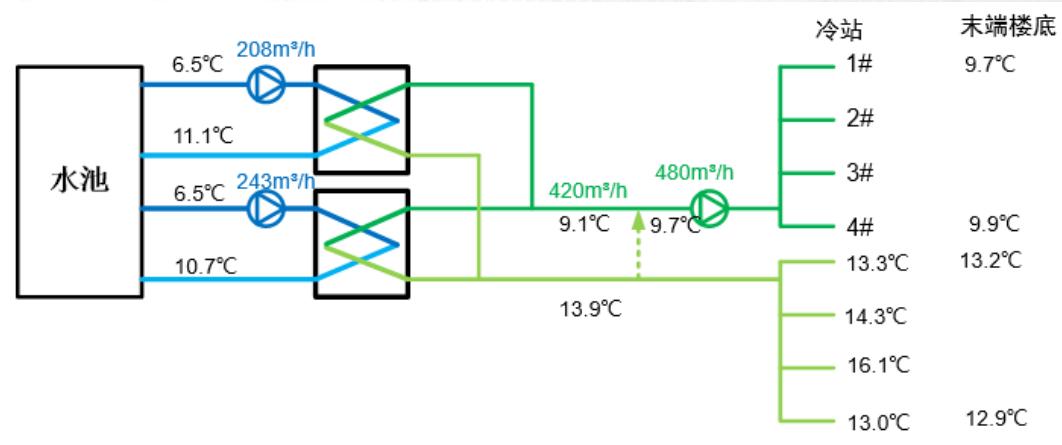


## Part\_3 实践成效

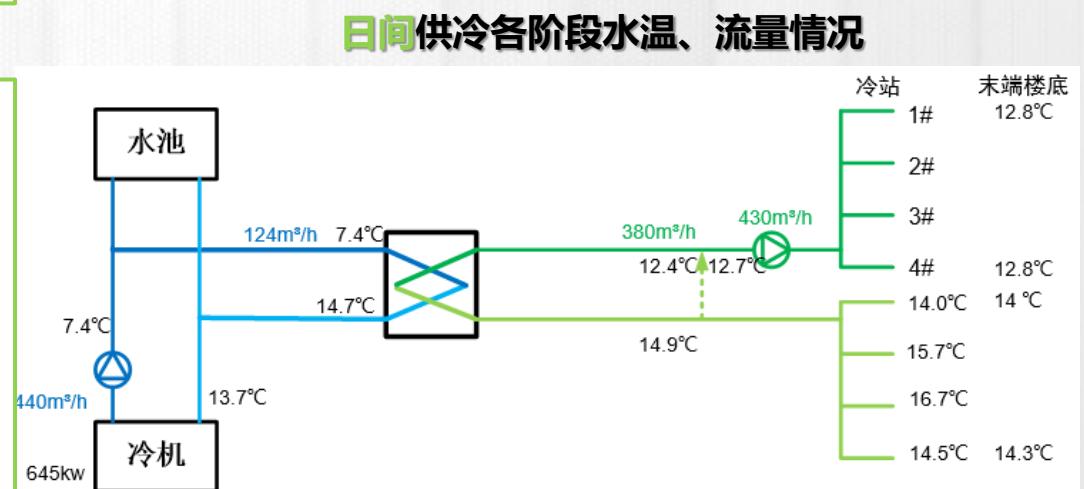
### 泰州医药城区域能源站运行效果实测

#### 冷冻水瞬时情况

- 从图中可以看出，一次冷冻水平均供回水温差为 $4.4^{\circ}\text{C}$ ，二次冷冻水侧供回水温差为 $4.8^{\circ}\text{C}$ 。其中，二次冷冻水在二级泵前存在约 $60\text{m}^3/\text{h}$ 的旁通（由二次回水进入二次供水）



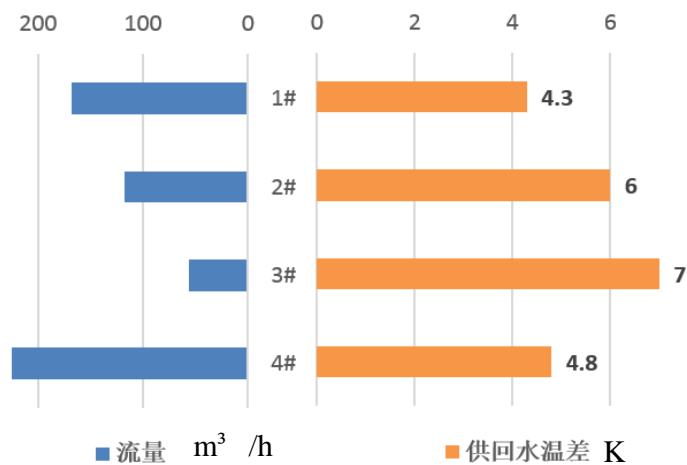
- 冷机此刻制冷量为3234kw，功耗645kw，制冷COP为5.0。板换一次侧冷冻水平均供回水温差为 $7.3^{\circ}\text{C}$ ，二次侧冷冻水供回水温差为 $2.5^{\circ}\text{C}$ 。其中，二次冷冻水在二级泵前存在约 $50\text{m}^3/\text{h}$ 的旁通（由二次回水进入二次供水）



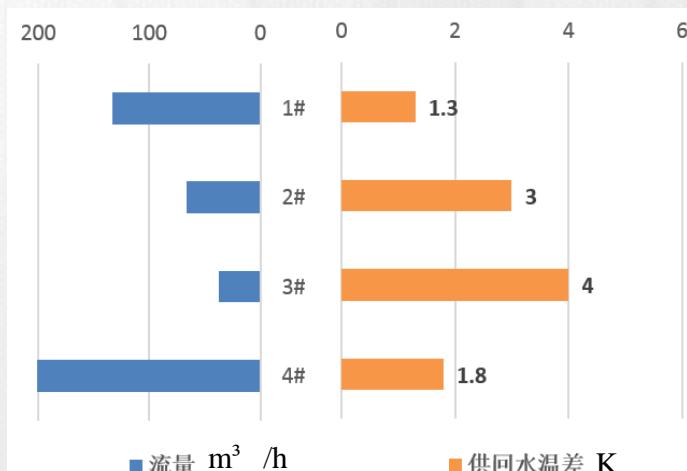
夜间供冷、蓄冷各阶段水温、流量情况

#### 日夜水力分配

- 从整体来看，较设计供回水温差 $7^{\circ}\text{C}$ （二次网 $6^{\circ}\text{C}$ 供， $13^{\circ}\text{C}$ 回）而言，**日夜均呈现“大流量小温差”**，夜间尤为明显，这主要是由于当前各区使用率不均，负荷变化不确定，偏离设计造成的。而在夜间，水泵变频范围有限，不能够无限制变小，调节到 $30\text{Hz}$ 依然流量偏大明显。
- 从右图可以看出，日间各区二次冷冻水流量略大于夜间。而从各区供回水温差来看，日间供回水温差明显低于夜间，日间平均供回水温差为 $5.1^{\circ}\text{C}$ ，夜间平均供回水温差为 $2.0^{\circ}\text{C}$ ，这与夜间冷负荷明显低于日间相符合。对于各区供回水温差的最大差异，日夜均为 $2.7^{\circ}\text{C}$ 。



(a) 日间供冷水力分配及供回水温差

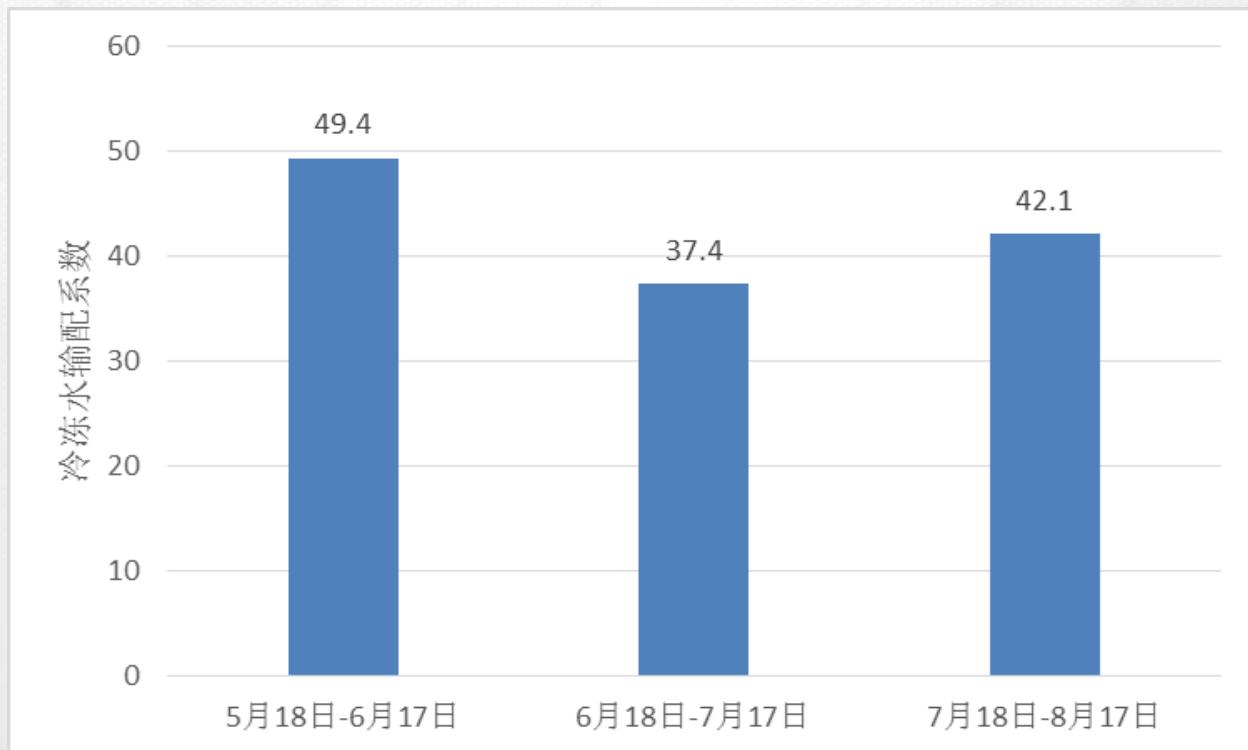


(b) 夜间供冷水力分配及供回水温差

#### 长期运行效果

- 供冷季以来冷冻水输配均值为42，与部分符合工况一次水系统冷冻水输配系数参考值21相比，**冷冻水输配情况较好**，但夜间仍存在流量偏大的现象。

供冷季前三个月冷冻水输配系数

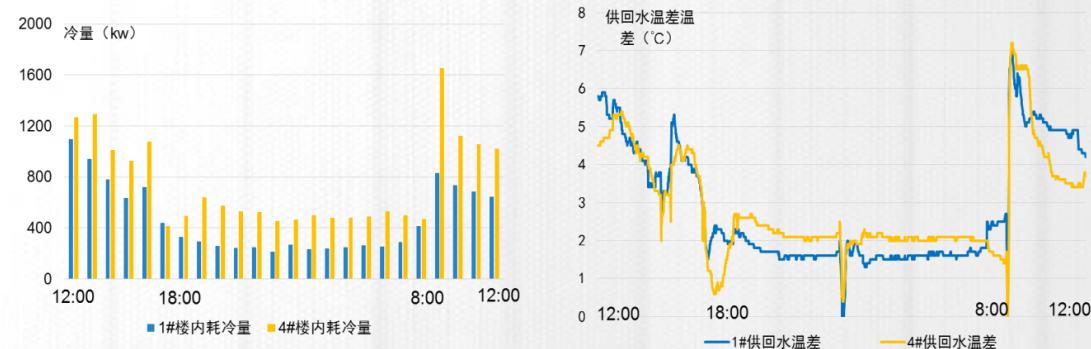


## Part\_3 实践成效

### 泰州医药城区域能源站运行效果实测

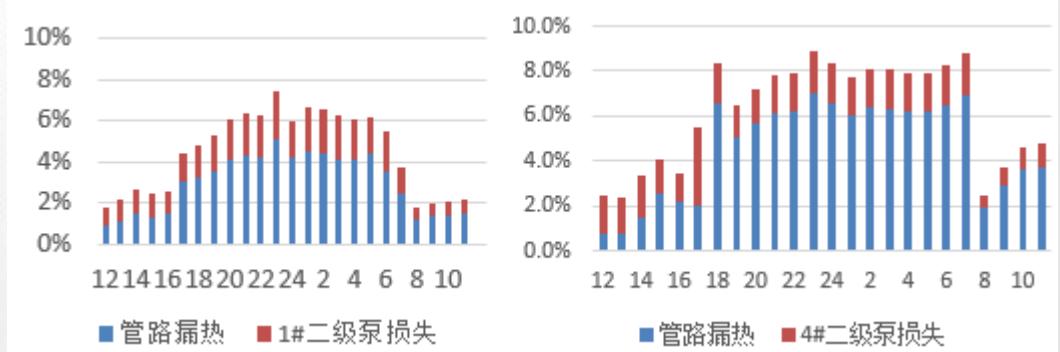
#### 管网输配损失

- 从图中可以看出，相同时段1#、4#的耗冷量变化趋势相近、供回水温差变化趋势相近，日间供回水温差明显高于夜间，其中，日间（8:00-17:00）平均供回水温差为4.6°C，夜间平均供回水温差为1.9°C



1#、4#楼内冷量及供回水温差

- 4#（远距离）沿程损失占比略大于2#（近距离）；比较同一幅图的不同时刻可以看出，夜间供冷量少时输配损失占比大。

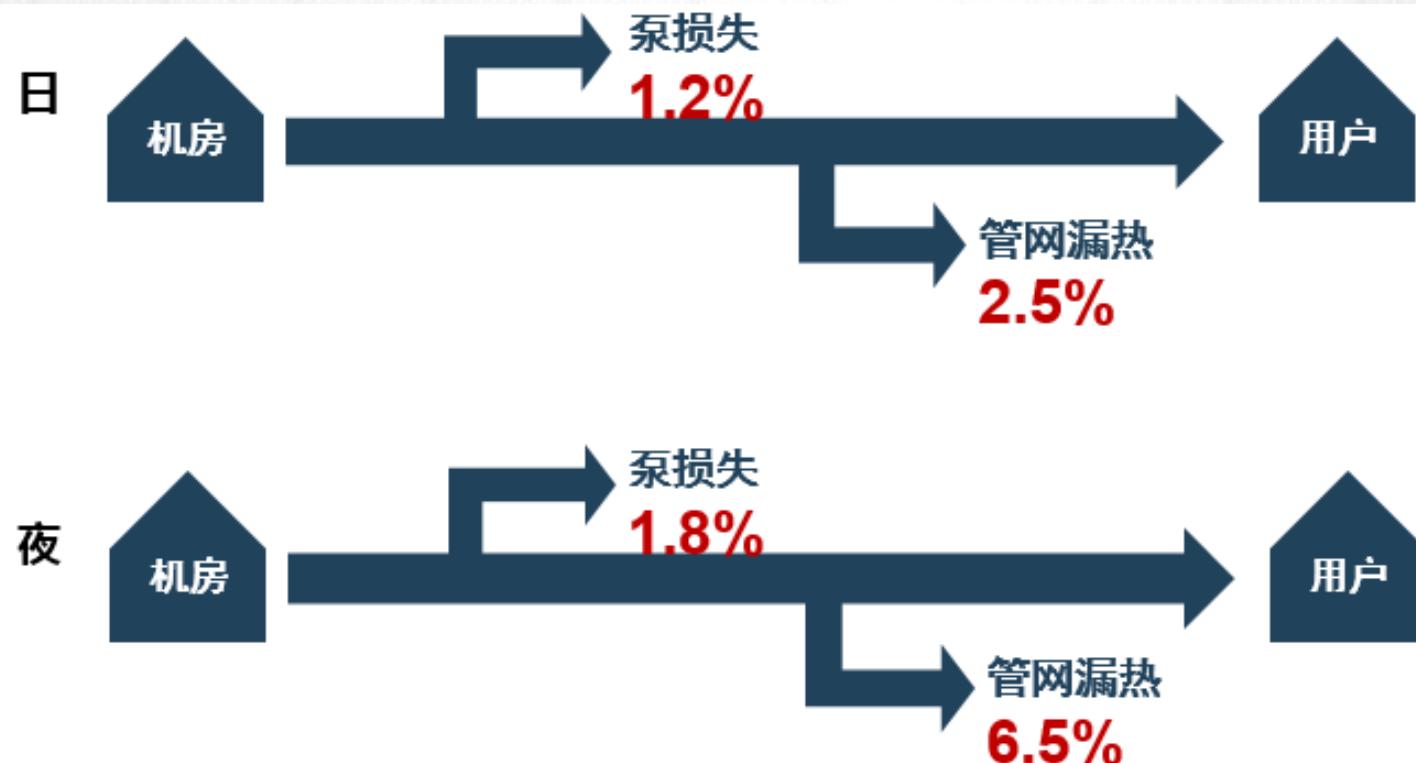


1#、4#楼内冷量输配损失

## Part\_3 实践成效

### 泰州医药城区域能源站运行效果实测

- 日间输配泵造成总供冷量的1.2%的损失，沿程管路造成总供冷量的2.5%的损失；夜间输配泵造成总供冷量的1.8%的损失，沿程管路造成总供冷量的6.5%的损失。夜间，在冷负荷较低的情况下，冷量损失占比大于日间



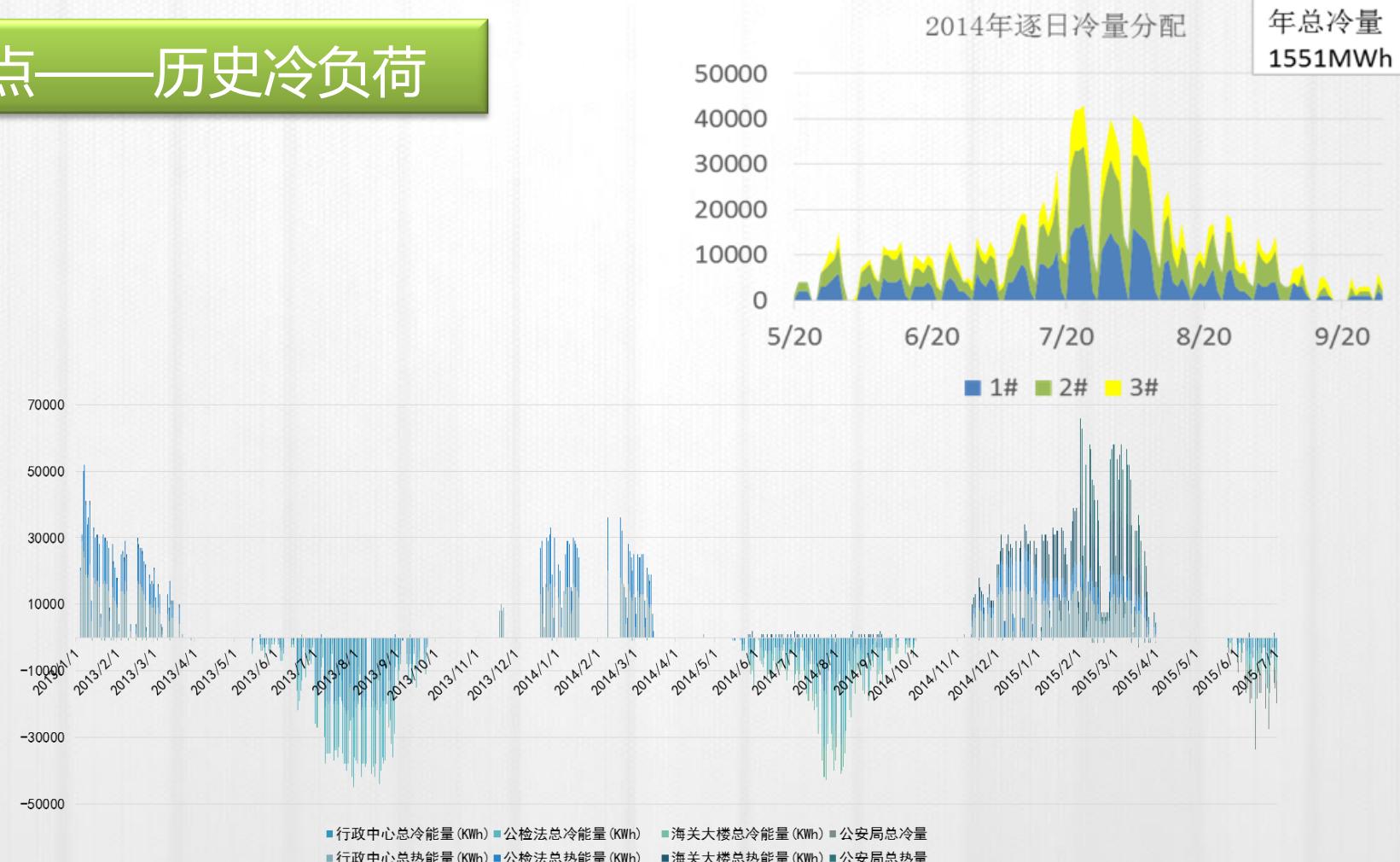
二次冷冻水日夜冷量输配损失构成

## Part\_3 实践成效

### 末端负荷特点——历史冷负荷

## 泰州医药城区域能源站运行效果实测

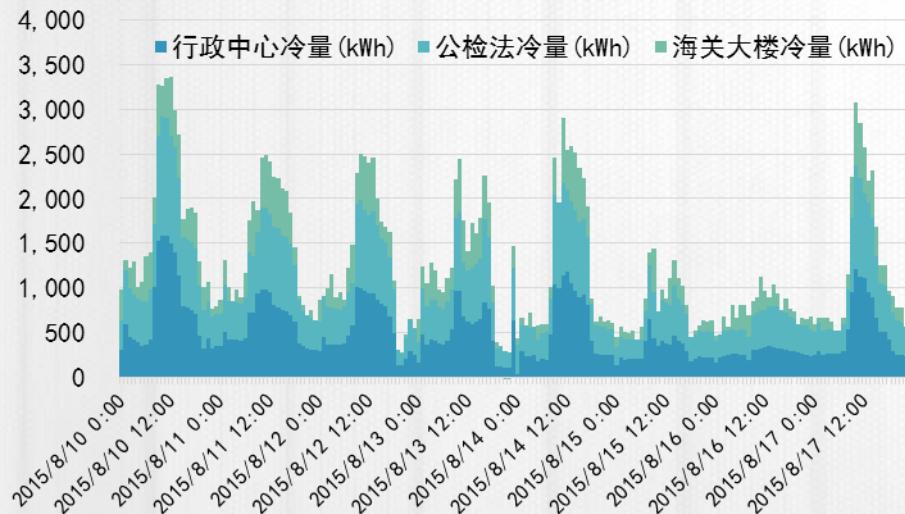
2014年逐日冷负荷



## Part\_3 实践成效

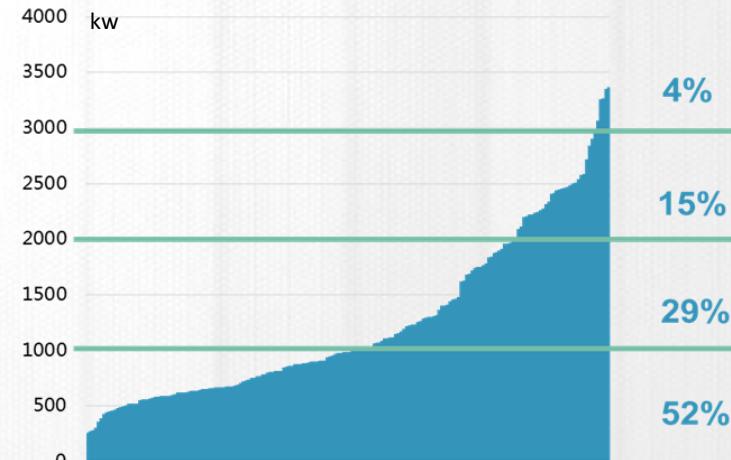
### 泰州医药城区域能源站运行效果实测

#### 末端负荷特点——负荷日变化



2015.8.10-8.18 BA系统1-3#逐时耗冷量

- 一周内的1#、2#、3#的冷量消耗情况，从图中可以看出，三个分区的逐时冷量消耗变化较为剧烈，昼夜负荷差异大，日间负荷约为夜间的2.5倍



总冷量消耗延时图

- 三区总冷量有52%的时段小于1000kw，29%的时段在1000kw到2000kw之间，15%的时段在2000kw到3000kw之间，仅有4%的时段大于3000kw。但是大于3000kw的冷量消耗多集中在中午偏下午的时间，为楼内人员聚集时间，处理好该小部分的冷量供应时段也较为重要

# 汇报大纲

**Part\_1 政策背景**

---

**Part\_2 思路方法**

---

**Part\_3 实践成效**

---

**Part\_4 问题思考**

---

## Part\_4 问题思考

### 能源专项规划理论方面

- 理论创新、与现有法定规划体系的融合亟需解决

### 规划编制导则方面

- 应包含哪些内容、规划思路、方法亟需建立和完善

### 规划技术路线和产业

- 需要深入研究能源互联网、复合能源系统技术，智能控制技术等技术和产业需要进步。

## Part\_4 问题思考

### 政策支持

- 资金支持：区域能源站相比传统空调系统建设增量投资较大，单靠能源收费来平衡投资，回收期太长（约8-10年），应予以扶持，支持节能服务产业的发展。
- 税费优惠：合同能源管理税费优惠政策目前仅限于节能分享型项目；对大投资、大节约的节能保证型和能源托管型项目应予以税费优惠政策，否则会造成节能企业负担过重，不利于节能服务业产业的发展。

### 提高区域供能安全性

- 建设地下综合管廊，提高地下管网系统的安全性。实行统筹管理、统一规划、统一施工、统一运行以及好的商业运营模式，建设地下综合管廊则需要更多的政策支撑。

## Part\_4 问题思考

### 气价优惠有利于发展分布式能源站

- 利用天然气发展分布式能源系统实现冷热电三联产，是科学、合理利用天然气的最有效途径之一，是城市第二代能源系统的发展之路。给予气价优惠有利于能源多元化和发展清洁能源。实现温度对口、梯级利用，提高能源综合利用效率

### 支持广义的合同能源管理模式

- 鼓励合同能源管理模式中的能源托管型、能源保证型项目，通过采用新能源和可再生能源技术，建设区域能源站，集中提供电力、空调和蒸汽服务，实现节能、环保、低碳、生态的能源供应系统。

**谢 谢 !**