

# 天津市区域能源站

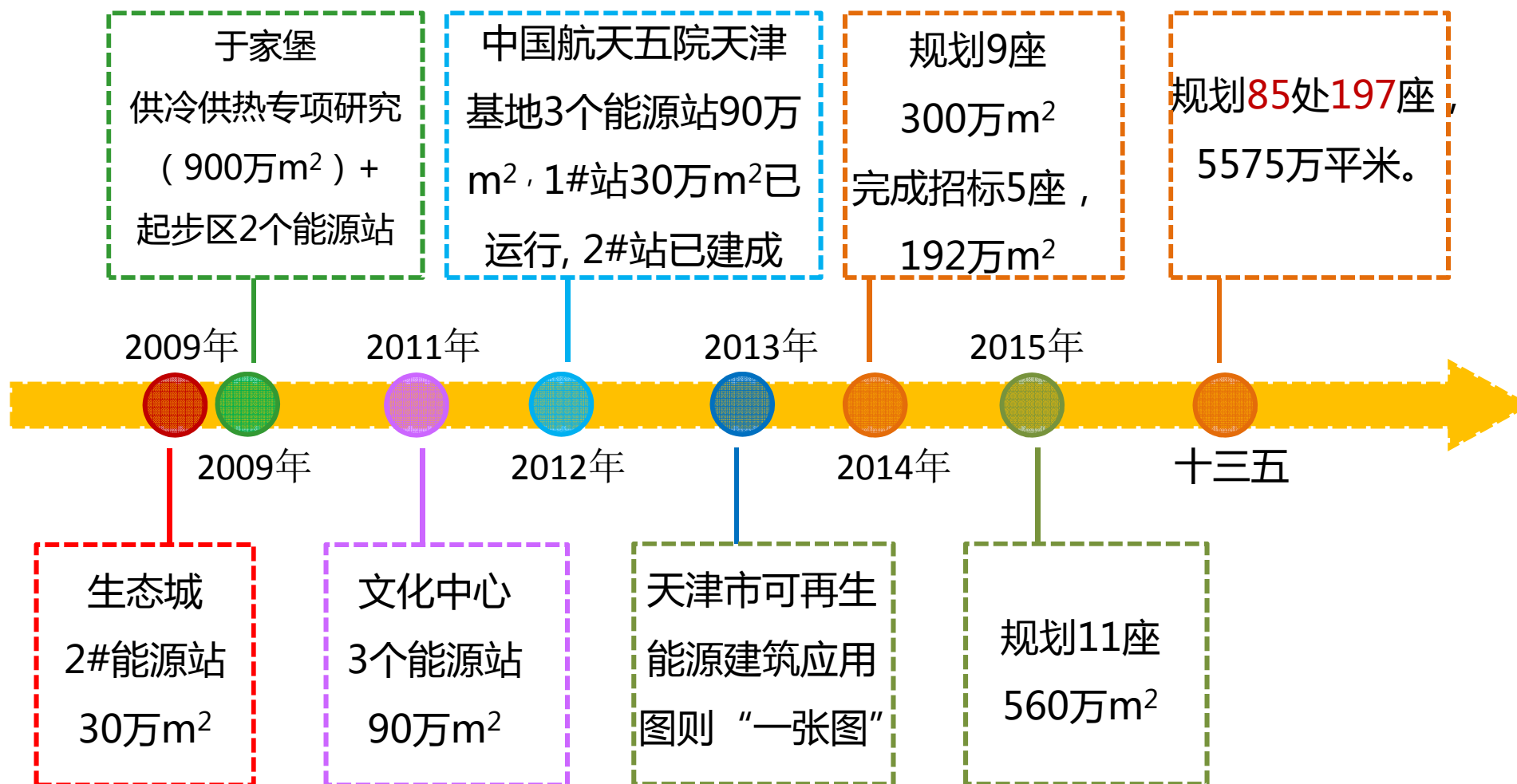
## —— 规划与实践

天津市建筑设计院  
伍小亭

## 主要内容

- ✦ 发展
- ✦ 运作模式
- ✦ 技术形式
- ✦ 研究与实践

## 发展



## 发展——2014年

- **单体自建能源站** — 5座  
天津大学新校区1#、3#，  
南开大学新校区1#，  
滨海汽车园1座，  
东丽湖国家电网客服中心1座。



天津大学新校区能源站设计







发展 —— 2014年

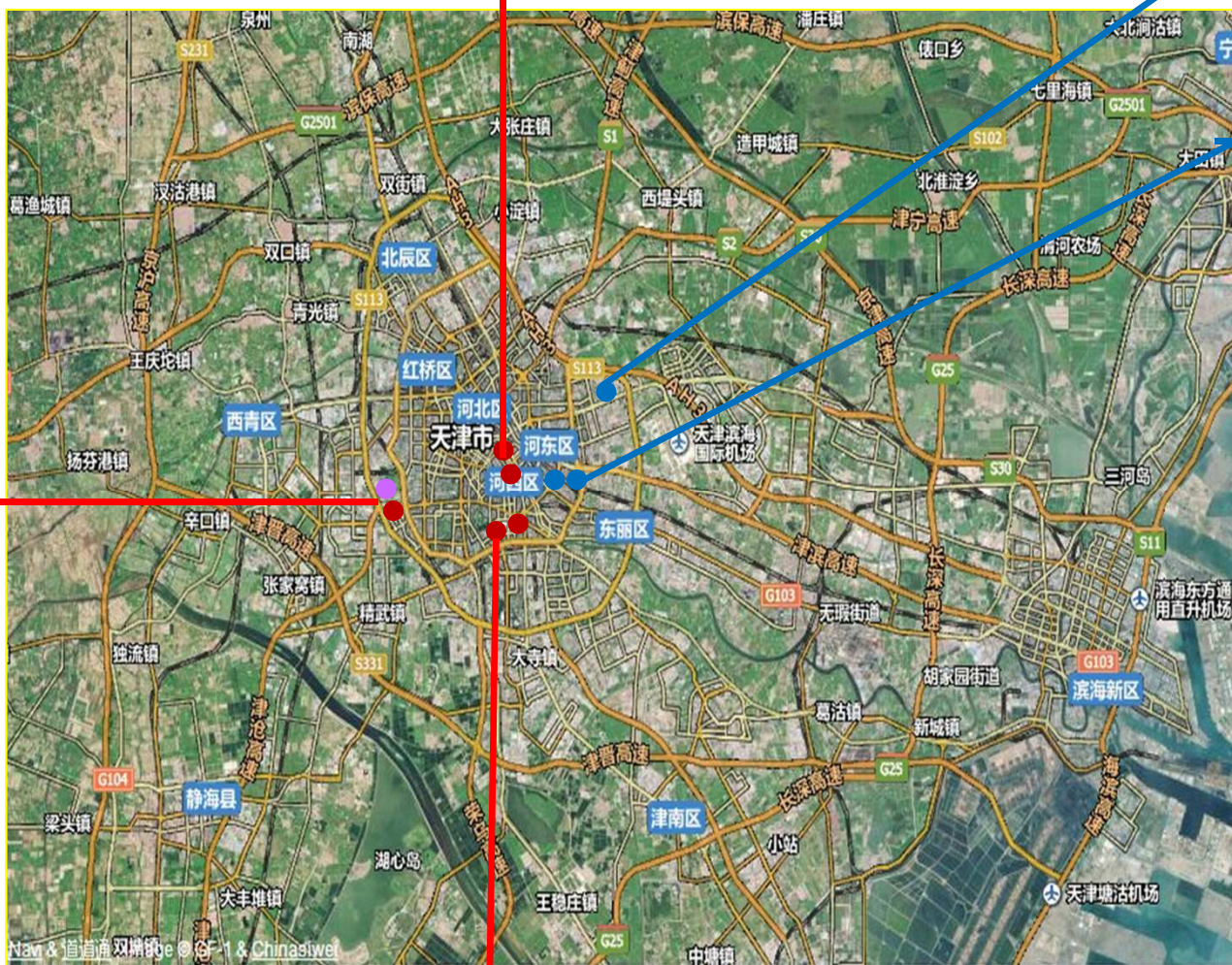
解放南路1#、2#  
40+55=95万平米

张贵庄能源站

天钢柳林1#、2#  
20+14=34万平米

侯台1#、2#  
74+47=121  
万平米

- 已完成招标
- 尚未招标
- 未实施

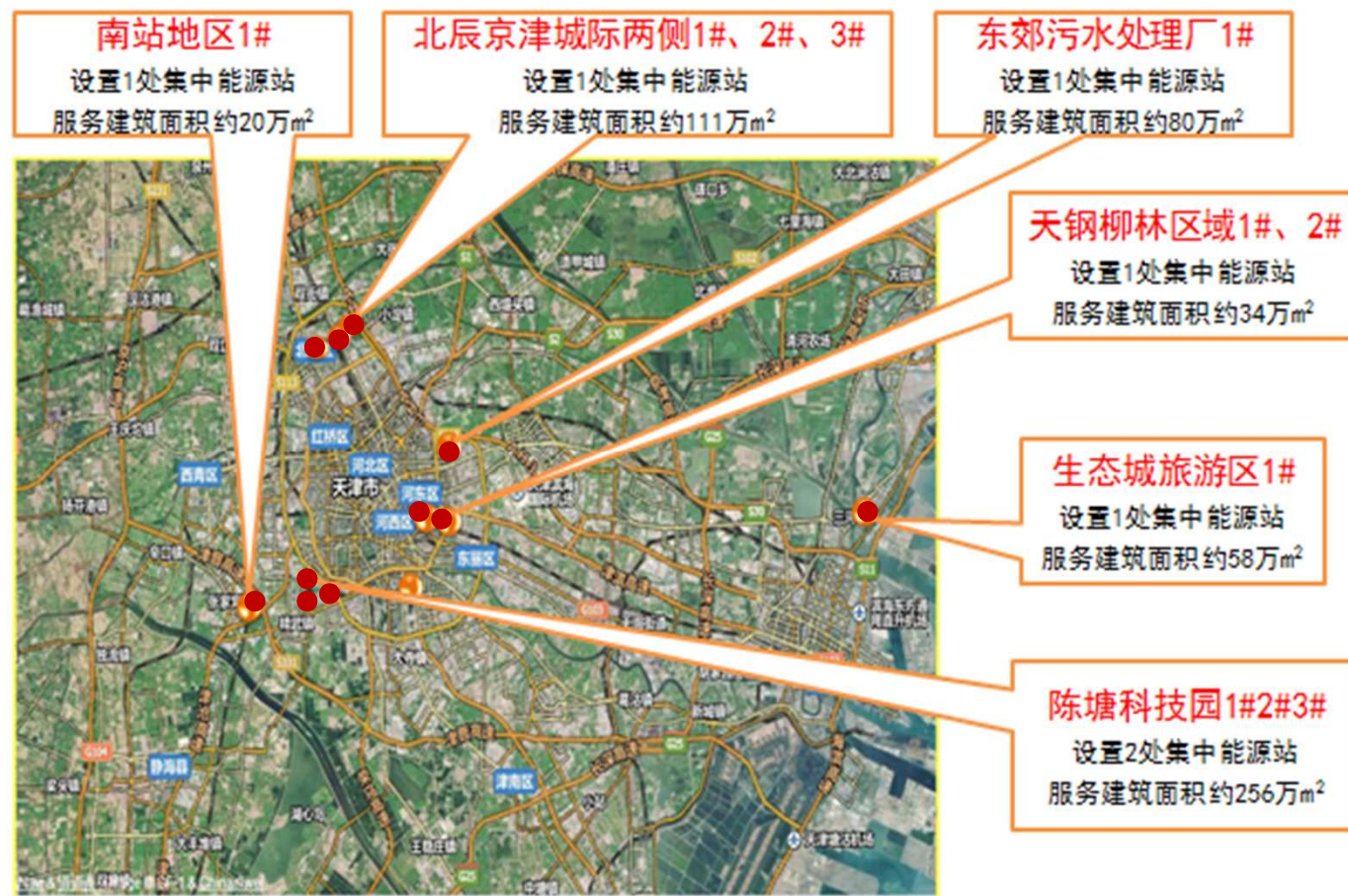


黑牛城道1#、2# 20+30=50万平米



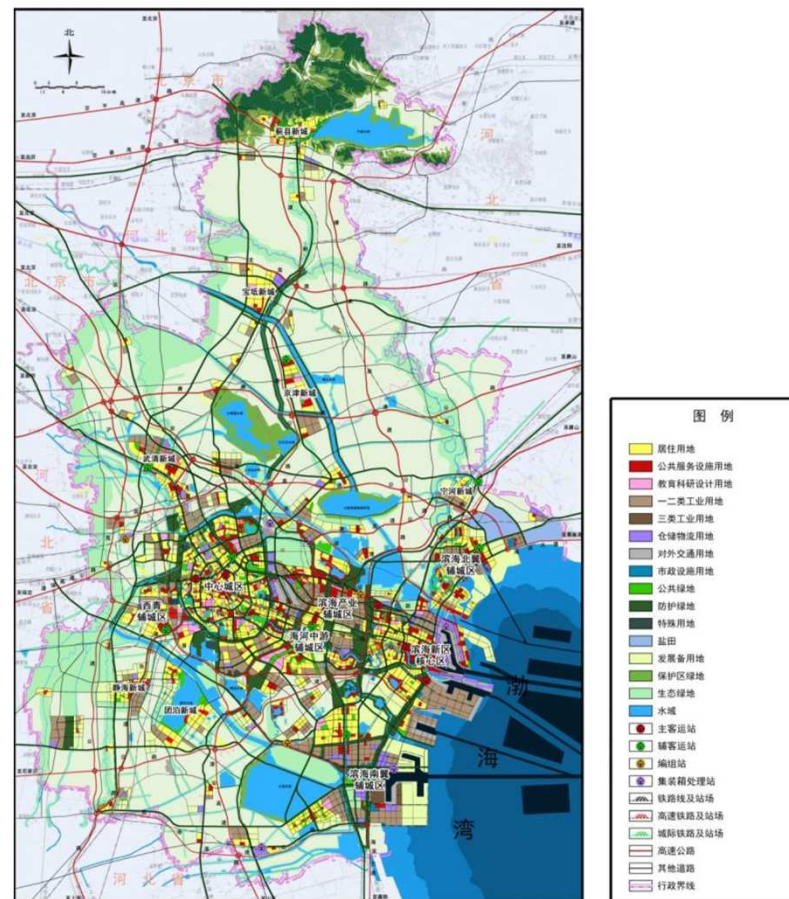
## 发展——2015年

➤ 2015年区域集中能源站：规划 11 座。



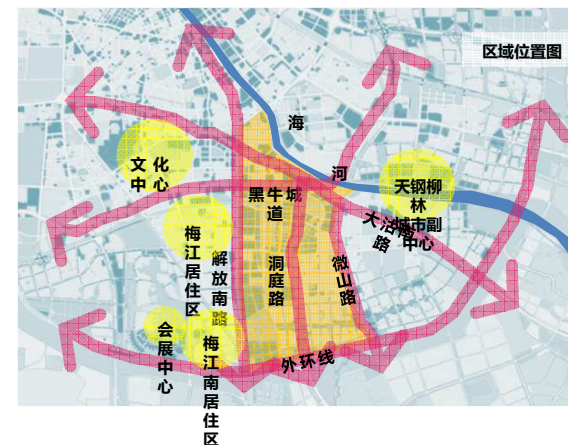
## 发展——十三五规划

- 共计设置能源站85处197座，  
总供热面积约5575万平米。



## 区域能源规划

- 非城市级的，仅为**园区级**的；
- 非总体能源规划，仅为基于**可再生能源**的**供冷供热**的规划；
- 以**工程规划**（基于次城市级或城市级总体规划）为基础，  
为**区域能源站**的建设提供前提和依据。





## 能源站运作模式

- ✓ 业主自建自营
- ✓ 自建他营
- ✓ 特许经营

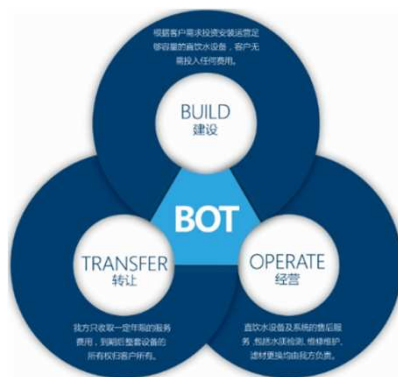


## 运作模式——特许经营

特许经营，指由一家能源公司独立承担投资、建设、运营的全过程服务。

➤ 意义：作为项目投资商的能源公司全过程服务，通过高效的专业化节能服务，真正实现区域内的节能减排，同时向用户收取相应的能源使用费，实现公司的投资回报。

### ➤ 投融资模式



建设-经营-移交 (BOT)



公私合营制 (PPP)

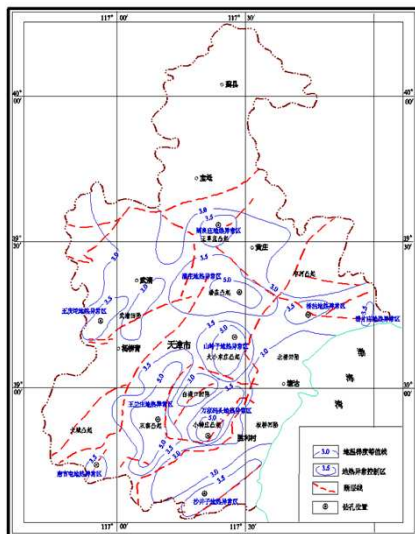
## 运作模式——特许经营

### ➤ 运作流程

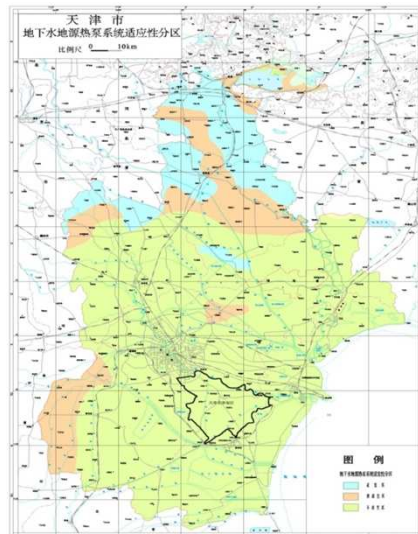




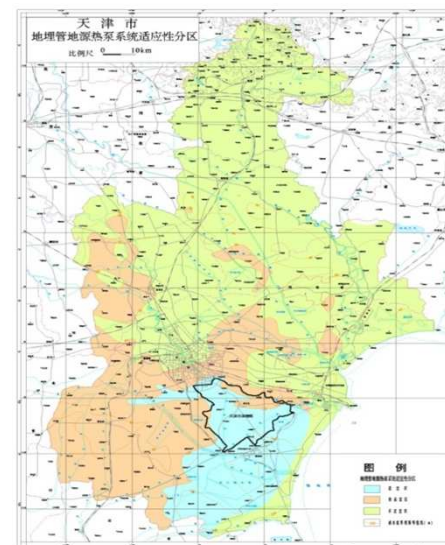
## 技术形式 —— 资源条件



深层地热异常区分布图



地下水地源热泵系统适应性分区



埋管地源热泵系统适应性分区

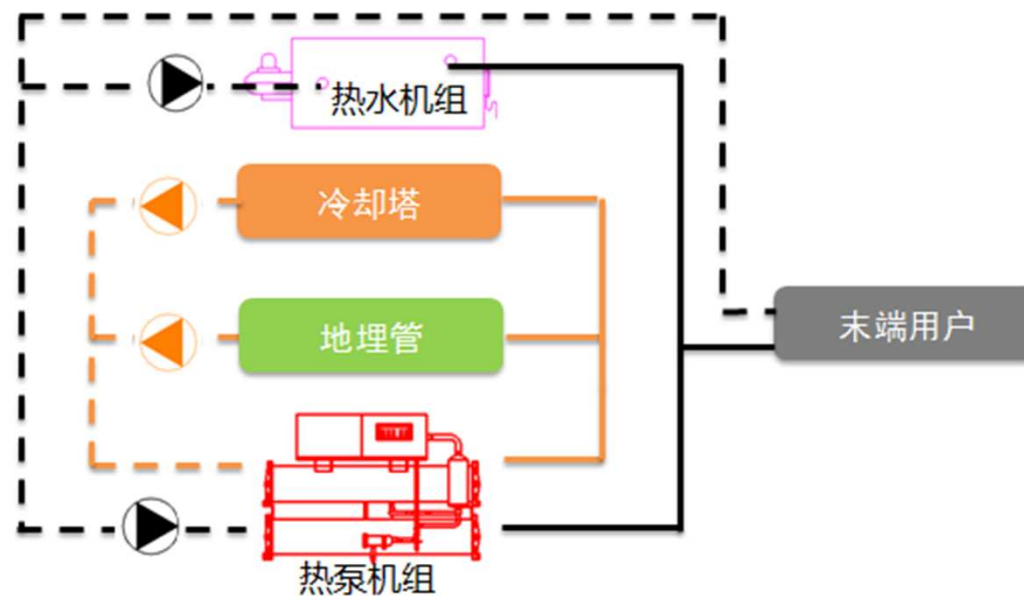
- 天津市处于属于**断陷盆地型中低温地热资源**，具有热储类型全、热储分布广、资源潜力大的特征；
- 处于适宜采用浅层地能开采方式区域；

## 技术形式 —— 多种系统耦合应用

1. 设有冷、热调峰的土壤源热泵系统;  
( 地源热泵+冷却塔+燃气锅炉 )
2. 带调峰的复合式三工况地源热泵系统 ;  
( 地源热泵+冰蓄冷+冷却塔+热网 )
3. 带调峰的地源热泵耦合水蓄能系统 ;  
( 地源热泵+水蓄能+冷却塔+燃气锅炉 )
4. 深层地热能耦合设有冷、热调峰的土壤源热泵系统 ;  
( 深层地热梯级利用+地源热泵+冷却塔+燃气锅炉 )
5. 结合城市污水厂的污水源热泵系统 ;

## 技术形式 —— 多种系统耦合应用

- 设有冷、热调峰的土壤源热泵系统;
- 技术构成：埋管地源热泵+冷却塔+燃气锅炉
- 系统示意：

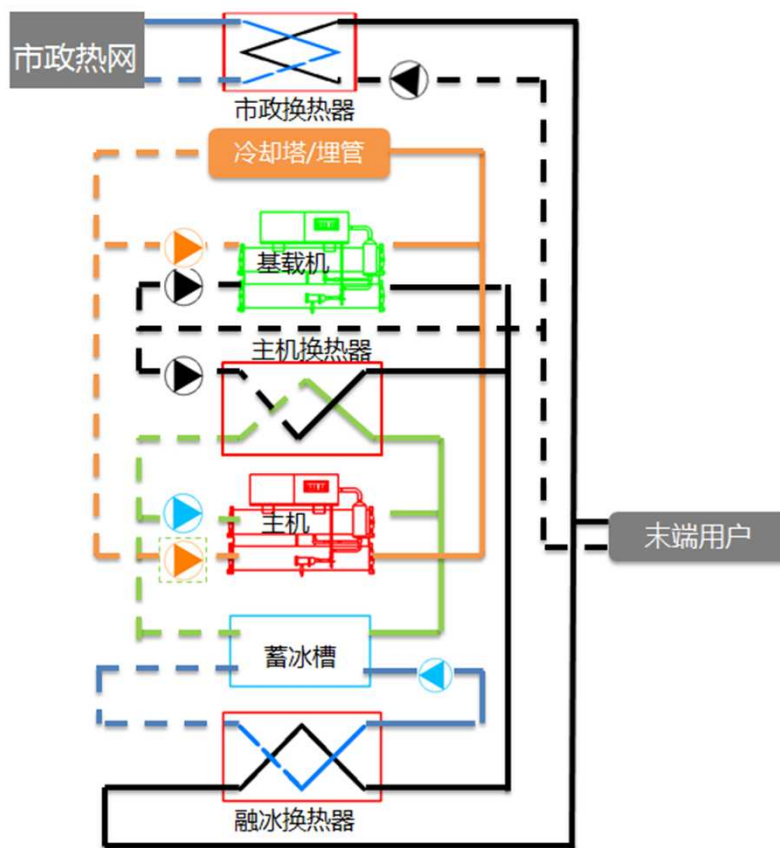


- 代表项目：天津大学新校区A、C能源站



## 技术形式 —— 多种系统耦合应用

- 带调峰的复合式三工况地源热泵系统；
- 技术构成：埋管地源热泵+冰蓄冷+冷却塔+热网
- 系统示意：



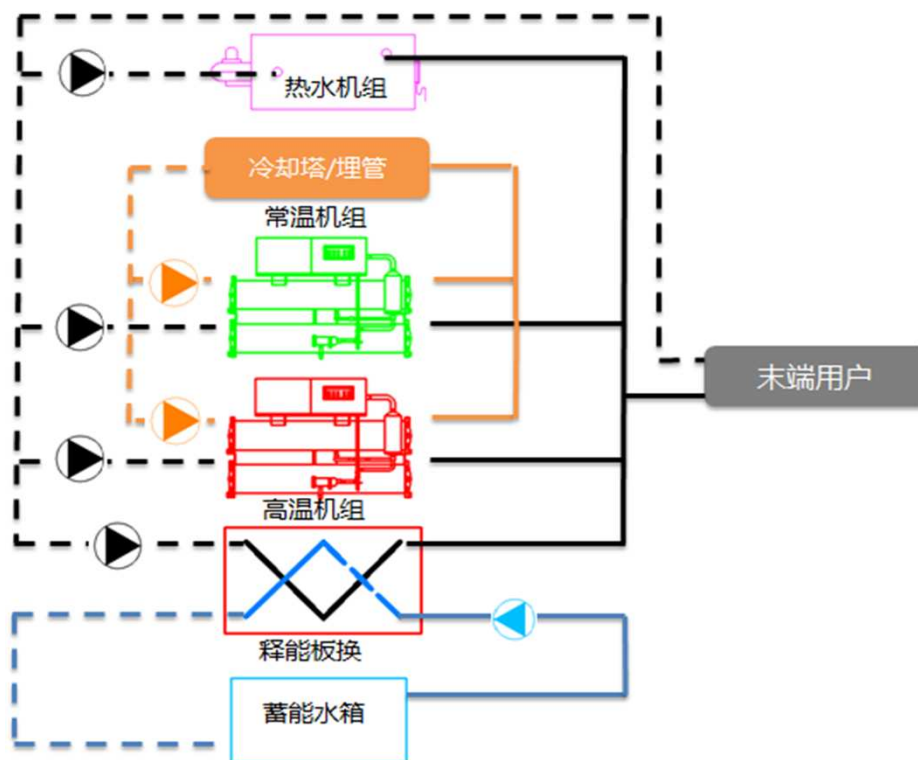
- 代表项目：文化中心能源站

## 技术形式 —— 多种系统耦合应用

➤ 带调峰的地源热泵耦合水蓄能系统；

• 技术构成：埋管地源热泵+水蓄能+冷却塔+燃气锅炉

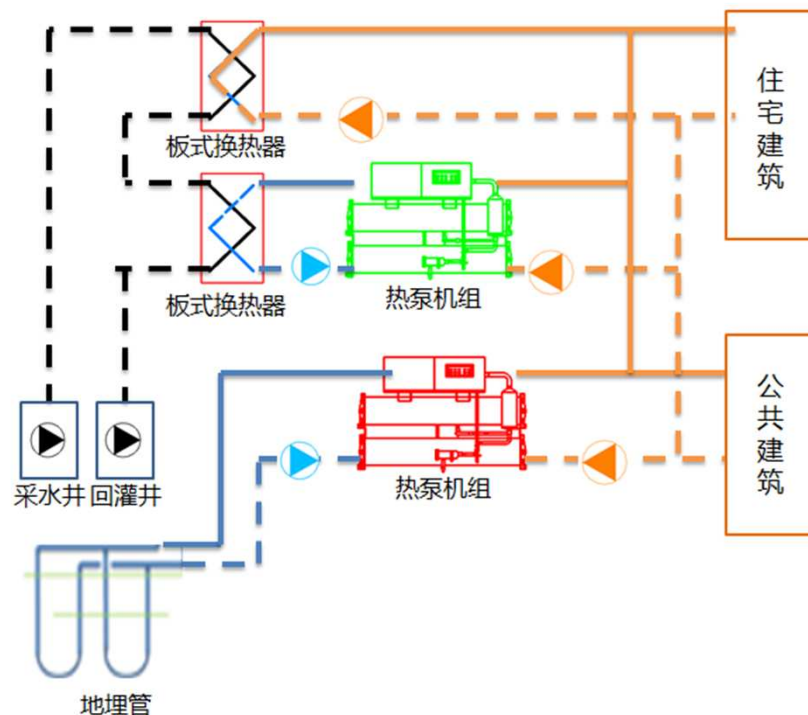
• 系统示意：



• 代表项目：黑牛城道1#、2#能源站

## 技术形式 —— 多种系统耦合应用

- 深层地热能耦合设有冷、热调峰的土壤源热泵系统；
- 技术构成：深层地热梯级利用+地源热泵+冷却塔+燃气锅炉
- 系统示意：



- 代表项目：解放南路1#、2#能源站

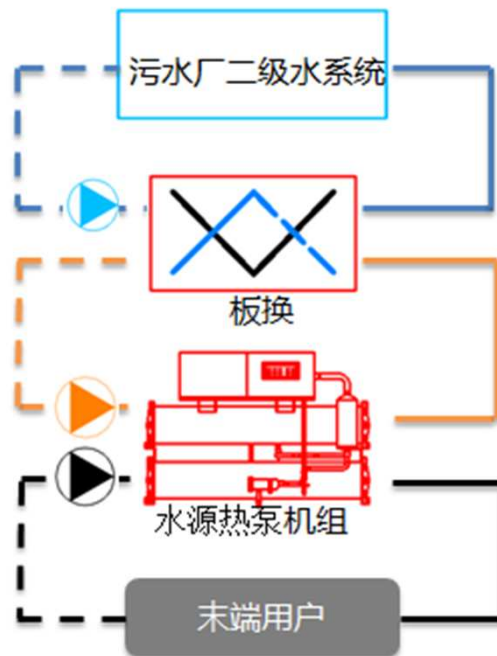


## 技术形式 —— 多种系统耦合应用

### ➤ 结合城市污水厂的污水源热泵系统

• 技术构成：污水源热泵

• 系统示意：



• 代表项目：东郊污水厂1#能源站

## 技术形式 —— 主要影响因素

资源条件 —— 地热、浅层地能、城市污水、工业余热

对象特征 —— 住宅、公建（办公/商业/文化/医疗）

适宜性 —— 由对象特征决定

经济评价 —— 财务意义上经济评价

## 研究与实践

### ■ 规划与设计原则：

1. 技术方案成熟、可靠，从建筑能源应用角度体现可持续发展理念；
2. 充分利用项目所在地资源条件，合理利用可再生能源，避免市政资源浪费，实现节能、节水、低碳；
3. 符合建筑规划特点，降低项目建设对环境的不利影响（**热岛效应**），最大限度减少冷、热源设施对景观的影响（**第五立面**）；
4. 符合行业管理要求，利于实施；
5. 通过集约化、专业化降低能源系统的初投资与运行费用；
6. 基于全生命周期成本评价技术方案优劣。



## 研究与实践

- 基于模拟与运行数据长期观测的区域（冷、热）负荷预测；

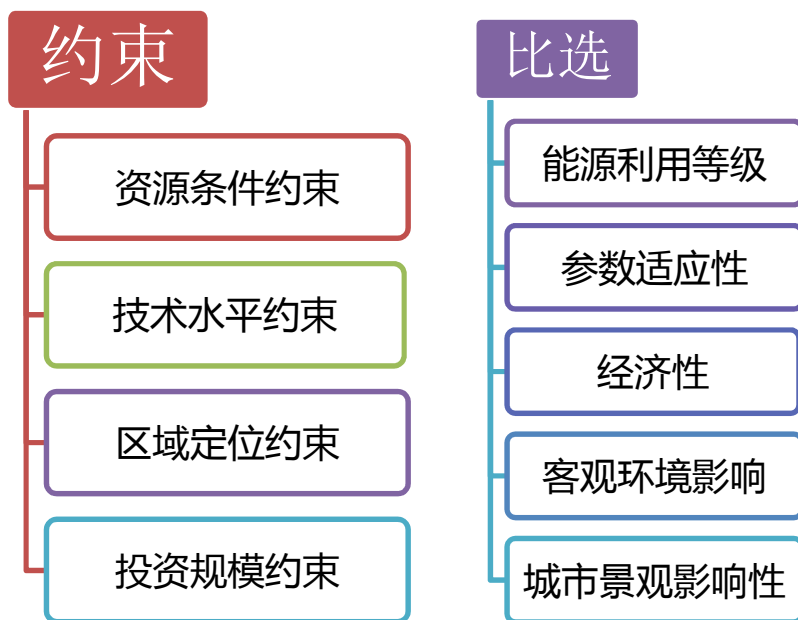
区域能源站传统负荷获得方法：

- 面积指标估算法 —— 过于粗糙，往往偏大很多
- 提资法 —— 单体最大负荷叠加，负荷过大
- 单纯模拟法 —— 看似准确，但边界条件为单体末端所设



## 研究与实践

### ■ 多重约束条件下多方案比选



某项目冷热源方案多因素比选汇总表

冷、热源形式		电冷机+ 市政热网	电冷机(冰蓄冷)+ 市政热网	燃气直燃 溴化锂 冷、温水机组	补燃型燃气 冷、热、电 三联供	埋管 地源热泵	电冷机+ 市政热网+ 燃气热水机组
能源利用等级		60	73.3	73.3	86.6	100	60
权重赋值		0.15					
参数适应性		70	100	60	70	70	70
权重赋值		0.25					
经济性	办公	60	63	72	93	100	
	商业	76	87	60	91	100	
	酒店			60	98	78	100
权重赋值		0.4					
客观环境影响		84.2	83.9	66.1	70	90.1	67.7
权重赋值		0.15					
城市景观		90	92	60	60	100	66
权重赋值		0.05					
得分	办公	67.6	78.5	67.5	81.0	91.0	
	商业	73.9	88.0	62.9	80.4	91.0	
	酒店			62.9	83.3	82.3	80.0

## 研究与实践

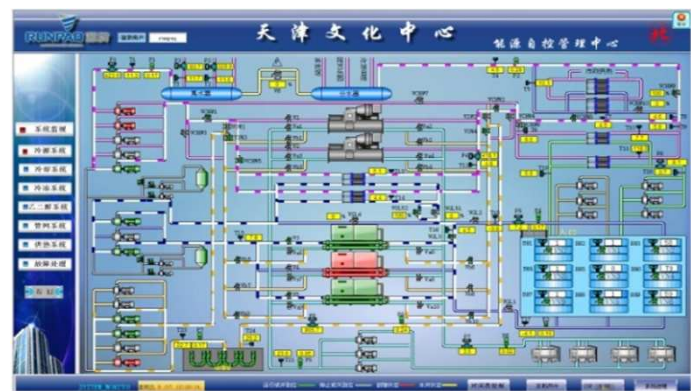
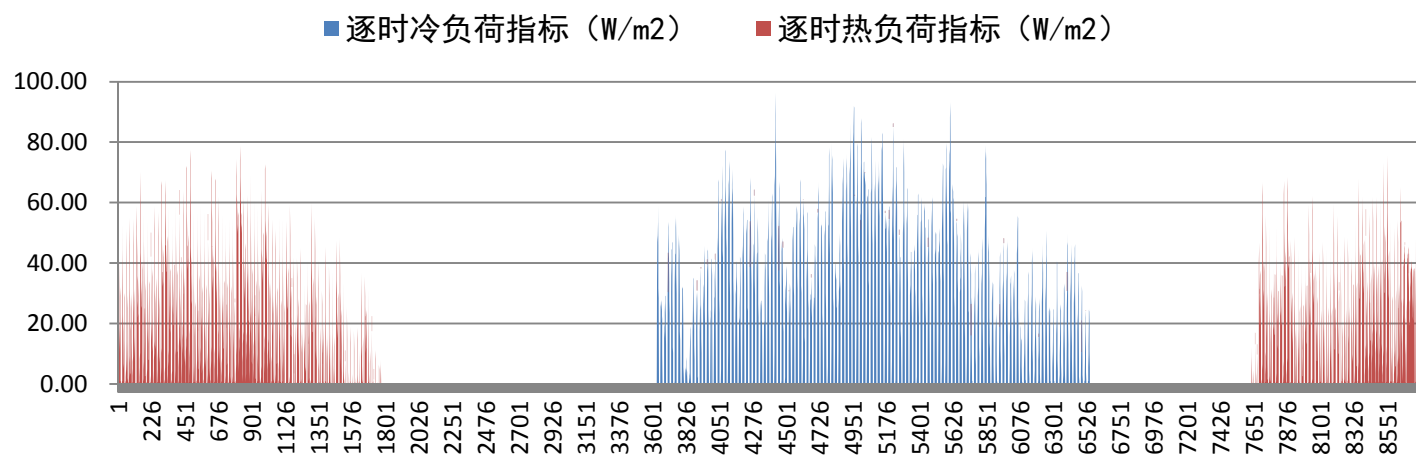
### ■ 提高能源站效率的关键技术

- 准确的负荷预测 —— 提高能源站效率的关键所在
- 能源形式 —— 优先充分利用**高效、经济**的能源形式，并优化利用方式；
- 优化配置 —— 主机、水泵的配置考虑**部分负荷运行**策略；
- 参数优化 —— 源侧参数、用户侧参数、地热梯级利用各级参数等
- 高效设备 —— 主机、水泵、调峰热源设备



## 研究与实践

### ■ 基于负荷预测与自适应的能源系统智能运行

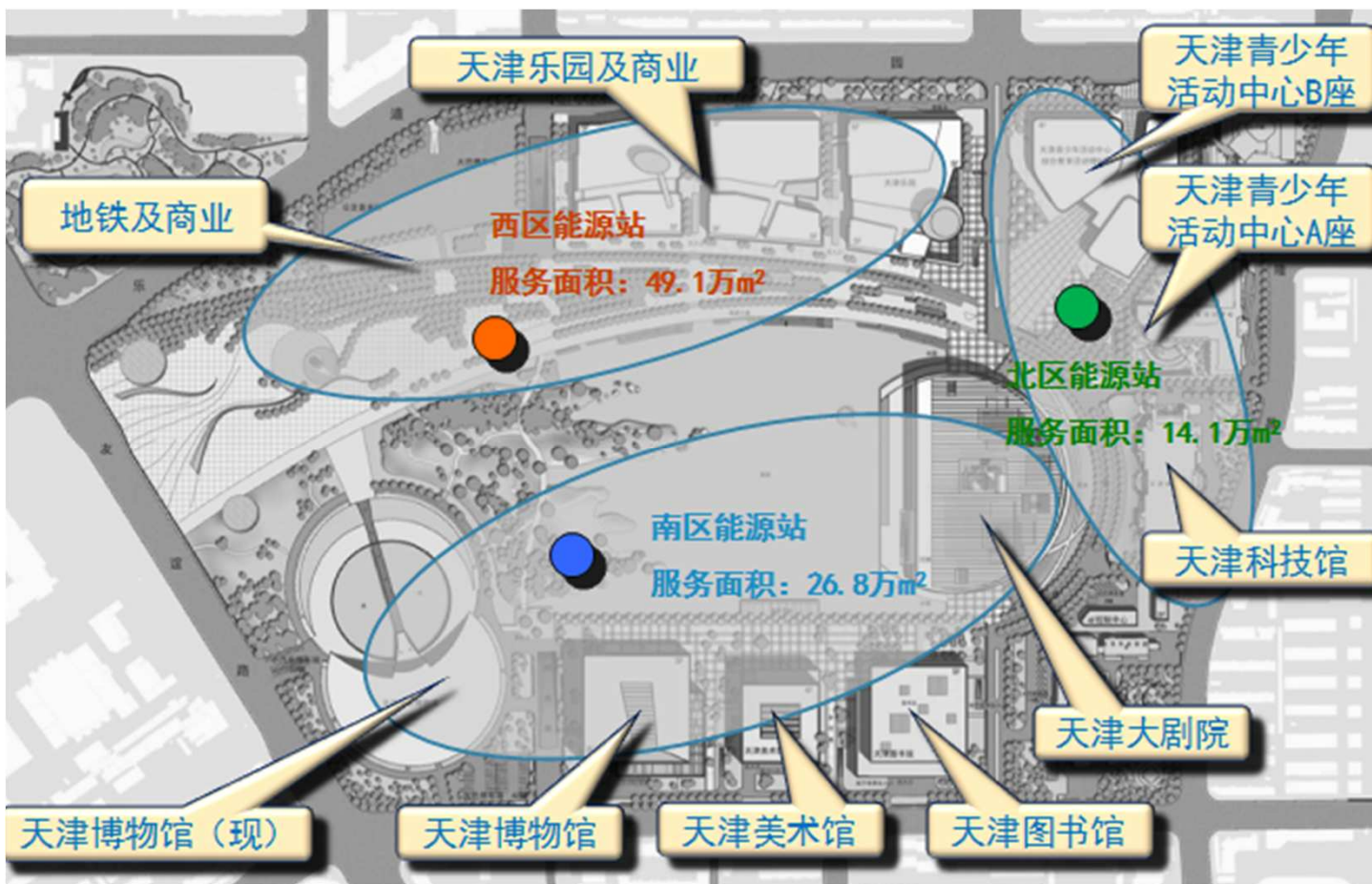


## 实践 —— 文化中心集中能源站





规划设置三处集中能源站：**南区站**、**北区站**、**西区站**

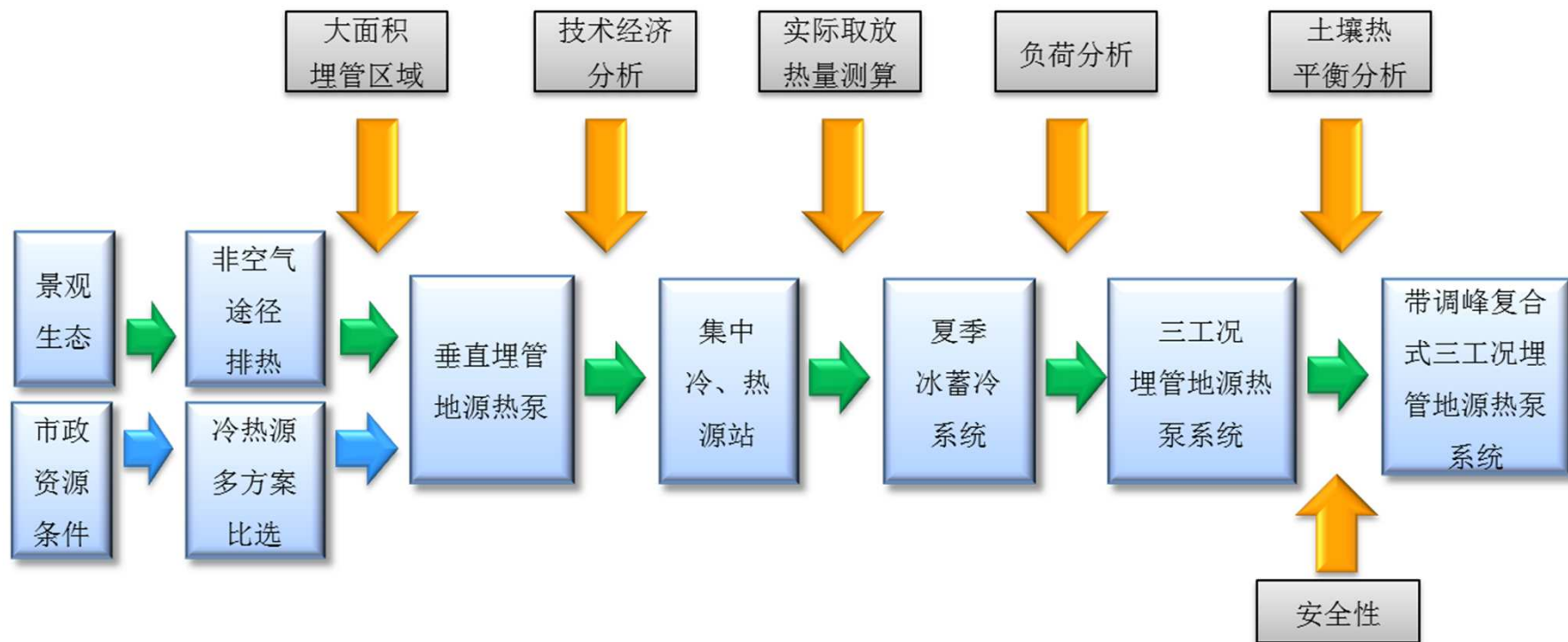


## ➤ 负荷

冷、热源站名称	服务建筑面积 ( 万m <sup>2</sup> )	冷负荷 ( MW )	热负荷 ( MW )
北区能源站	14.9	18.48	10.58
西区能源站	49.07	44.33	25.4
南区能源站	26.81	27.35	19.10
总计	90.0	90.16	55.08

- ✓ 平均冷负荷指标：100.2W/m<sup>2</sup>
- ✓ 平均热负荷指标：61.2W/m<sup>2</sup>

## ➤ 总体思路



## ➤ 总体方案

带冷、热调峰的复合式三工况地源热泵系统

- 冷调峰 —— 冷却塔
- 热调峰 —— 市政热网 ( 25% )

➤ 复合式 —— 复合以冰蓄冷系统

➤ 三工况 —— 制冷、制热、制冰

➤ 地源热泵 —— 南区、北区：垂直埋管土壤源热泵系统  
西区：浅层地下水水源热泵系统

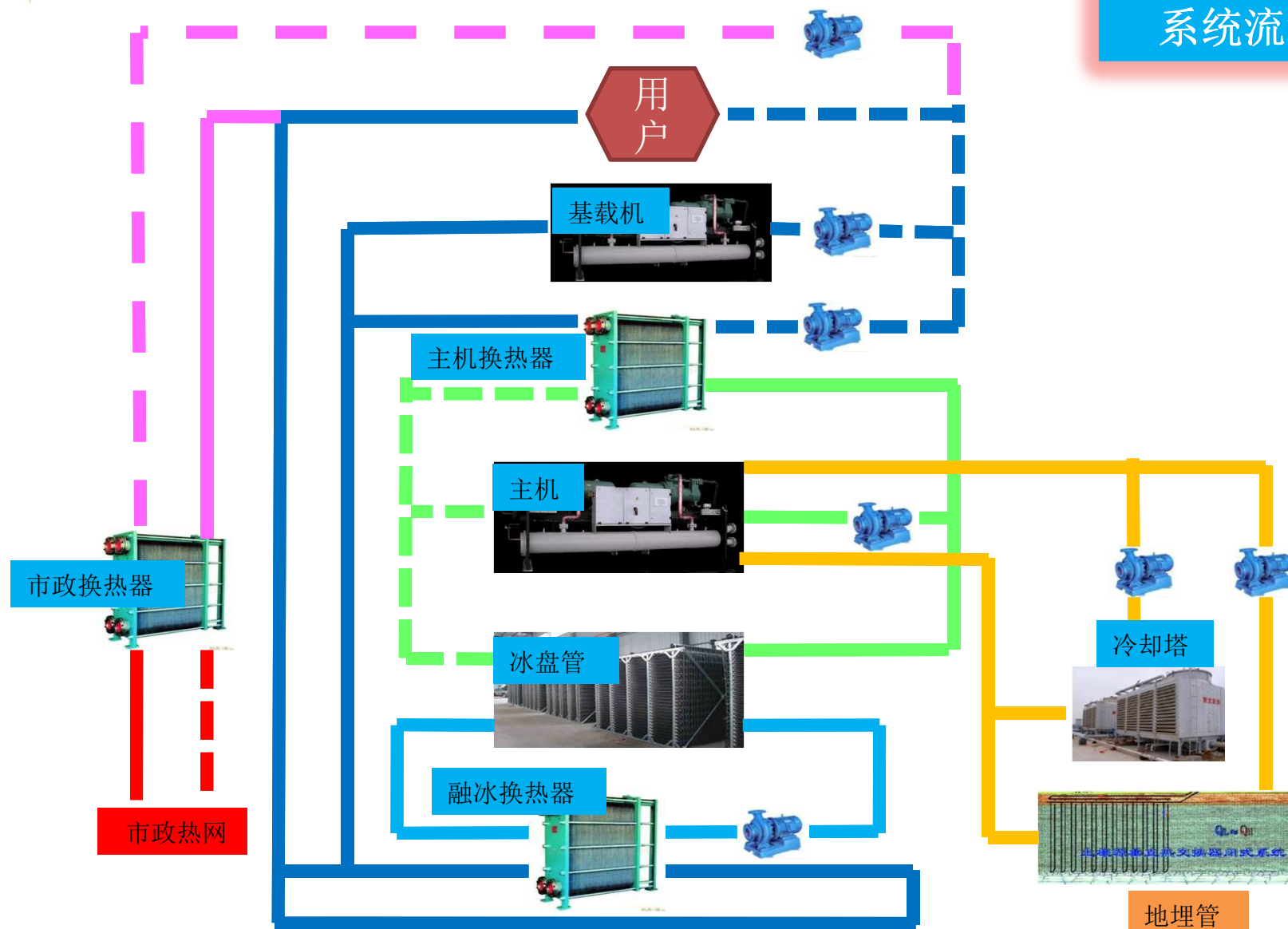


## ► 埋管与浅井

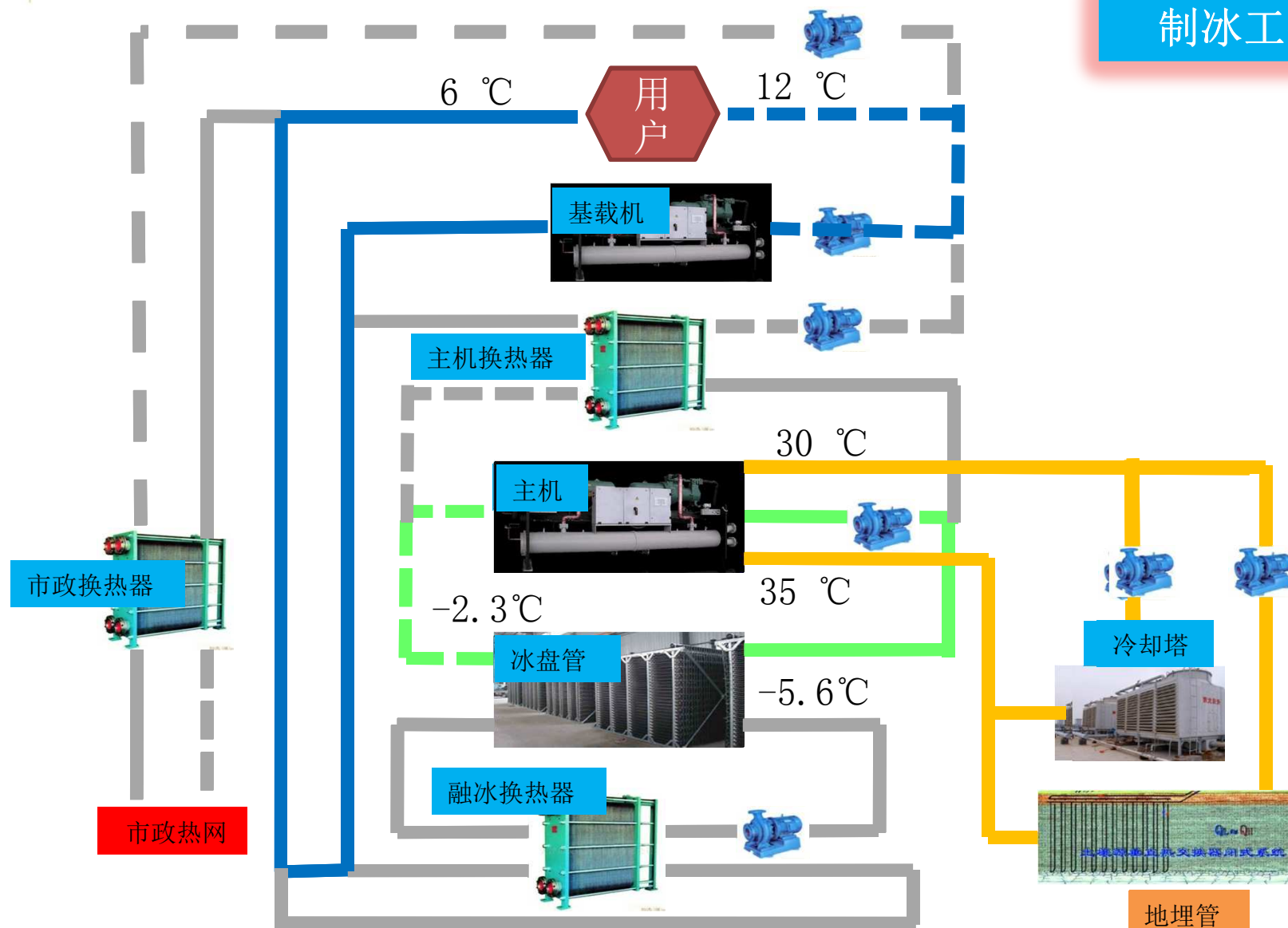




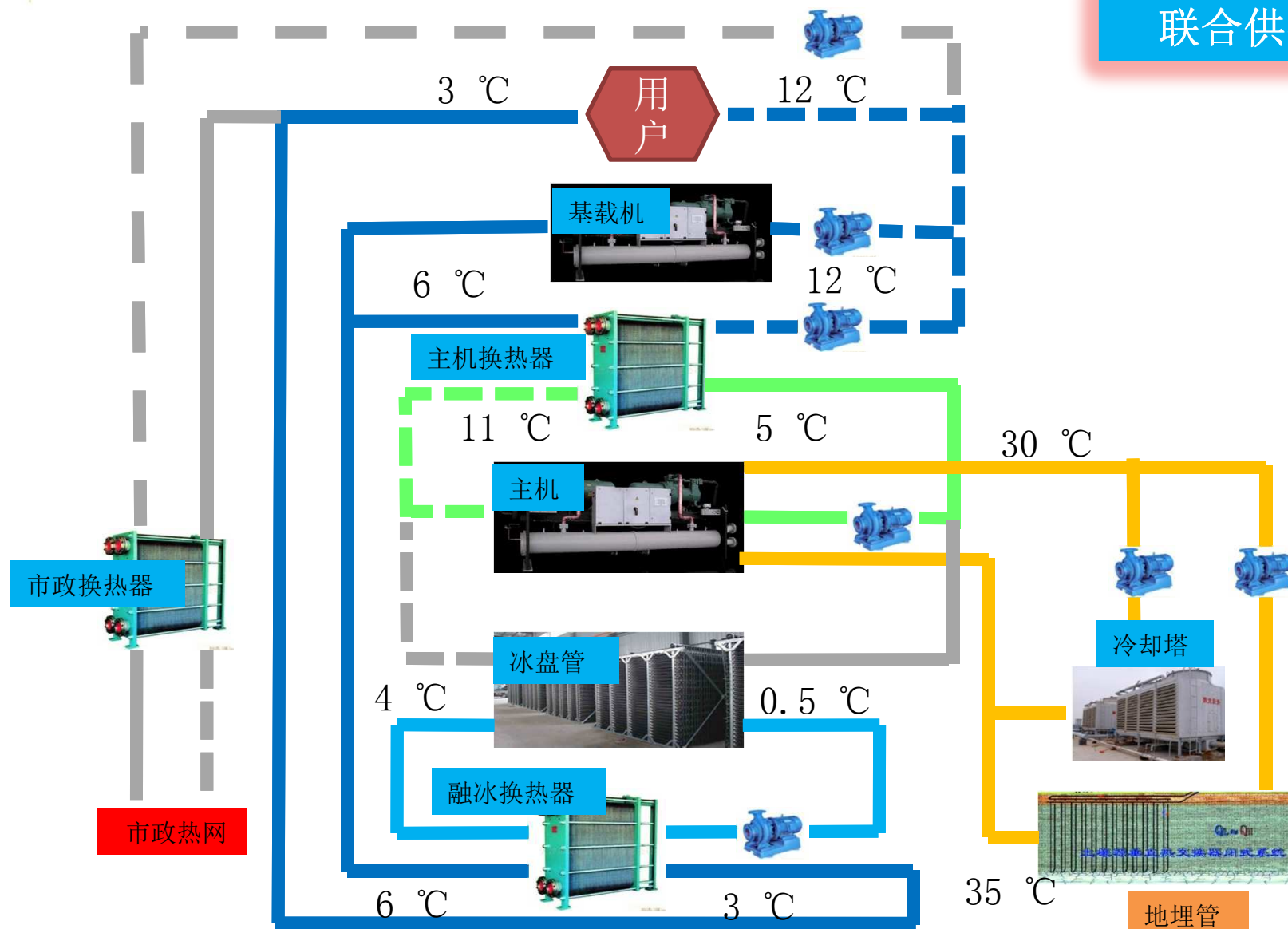
## 系统流程



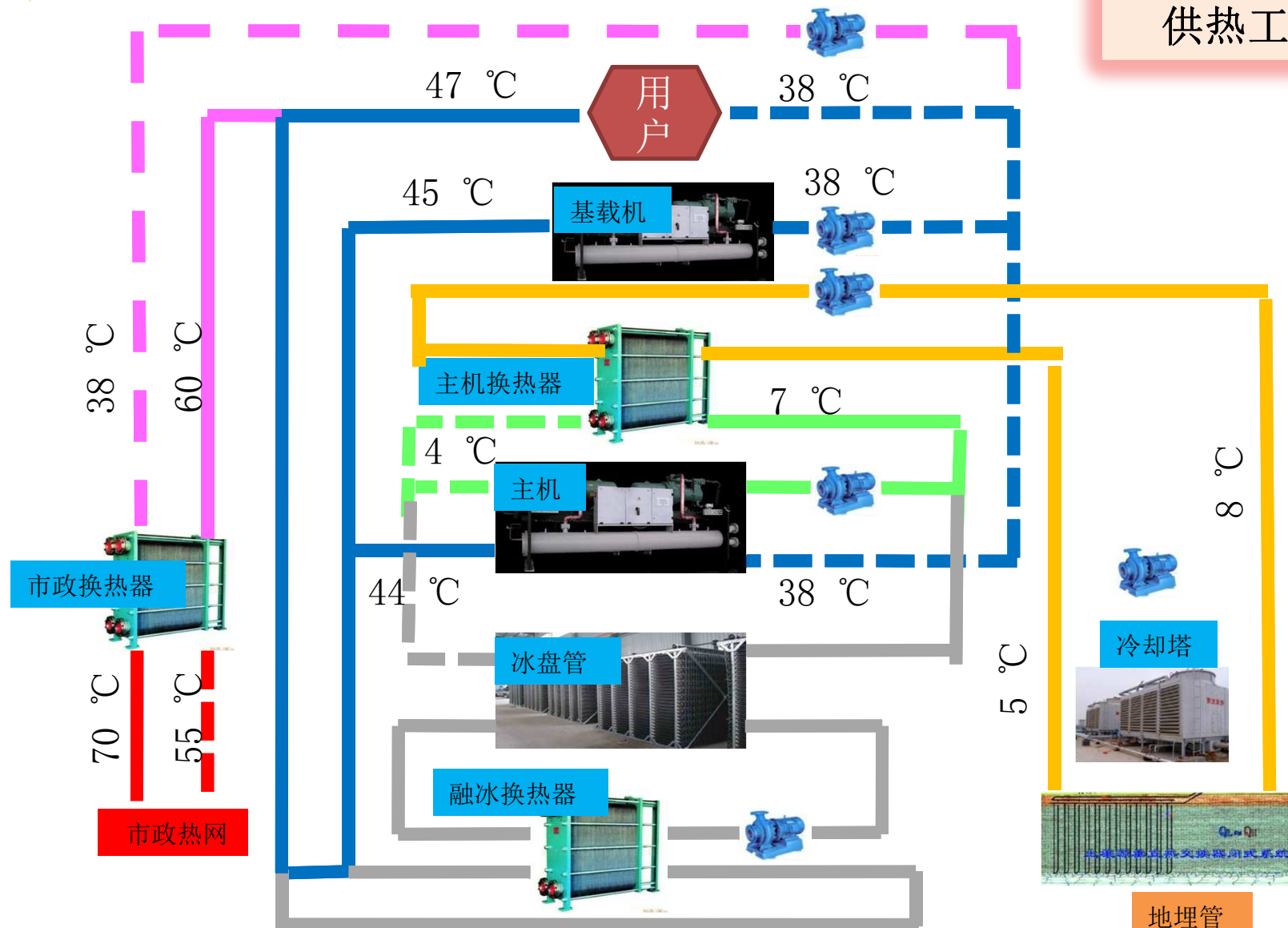
## 制冰工况



## 联合供冷



## 供热工况



地埋管

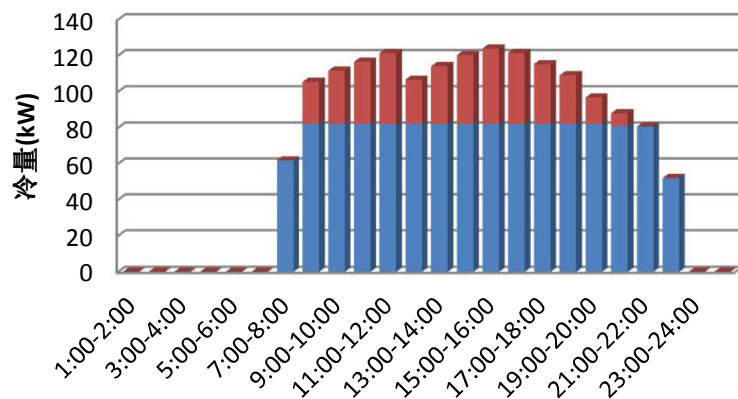
## ➤ 主要设备配置

站房	空调负荷冷/热 ( kW )		蓄冷量 ( kWh/RTh )	调峰 冷却塔 (m <sup>3</sup> /h)	调峰 热负荷 (kW)	调峰换热器负 荷 ( kW )
	冷	热				
西	44330	25401	119465/34000	4500	7341	8442
南	27351	20457	77000/21900	1500	5215	5997
北	18476	10579	57685/16406	1000	2679	3081

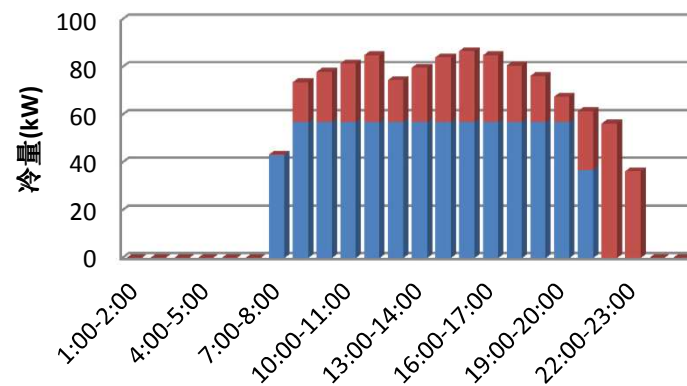
站房	空调负荷冷/热 ( kW )		设计日 冷负荷 ( kWh )	三工况主机负荷 冷/冰/热 ( kW )			台 数	基载主机负荷冷/热 ( kW )		台 数
	冷	热		冷	冰	热		冷	热	
西	44330	25401	505488	3650	2263	4015	6	2217	2438	2
南	27351	20457	360478	2865	1776	3150	5	2100	2310	2
北	18476	10579	209998	2326	1442	3200	5	——		—



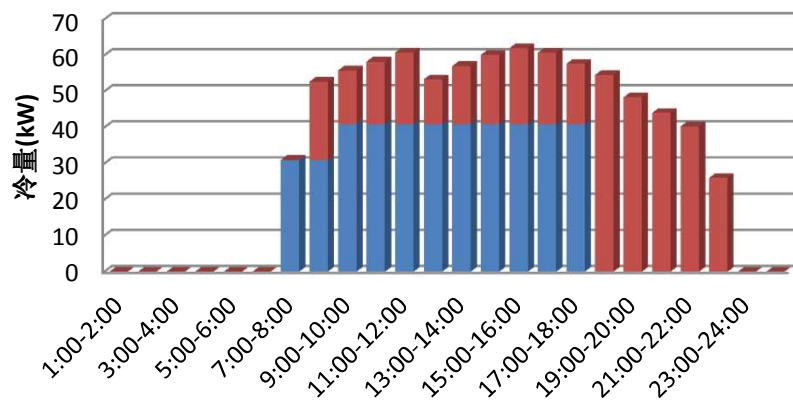
## 逐时负荷分布与融冰供冷匹配（以北区站为例）



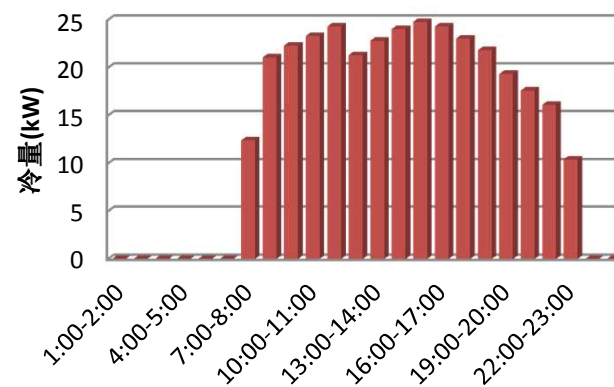
100%负荷



75%负荷



50%负荷



25%负荷

## ► 管网布置





## ➤ 实践 —— 文化中心

- 安全、高效、低碳、经济，运行了4年；
- 经独立第三方研究，供冷/热季系统综合能效 $>3$ （含一次泵）；



## 体会

- 尽管进行了详细的负荷计算，但冷热负荷容量依然偏大，约15%~25%；
- 尽管经过认真的水力计算，实际运行数据表明水泵扬程依然偏高；
- 尽管对于闭式水系统不应有“并联损失”，实际运行表明并联运行台数超过三台时，并联损失明显；
- 大规模井群并未出现想象的核心区域显著恶化的现象；
- 尽管土壤换热器24小时工作，但换热效果依然能够保证；
- 土壤换热器的恢复能力比想象的好，没有明显的季节热堆积现象出现；
- 浅层地下水经尽管采用“以灌定采、一采一灌”形式设置，但回灌情况依然不理想；
- 蓄能系统地采用确有明显的经济效益；
- 实测系统COP与设计工况系统COP之比为0.9；

谢谢！