

装配式高效制冷机房设计及案例分析

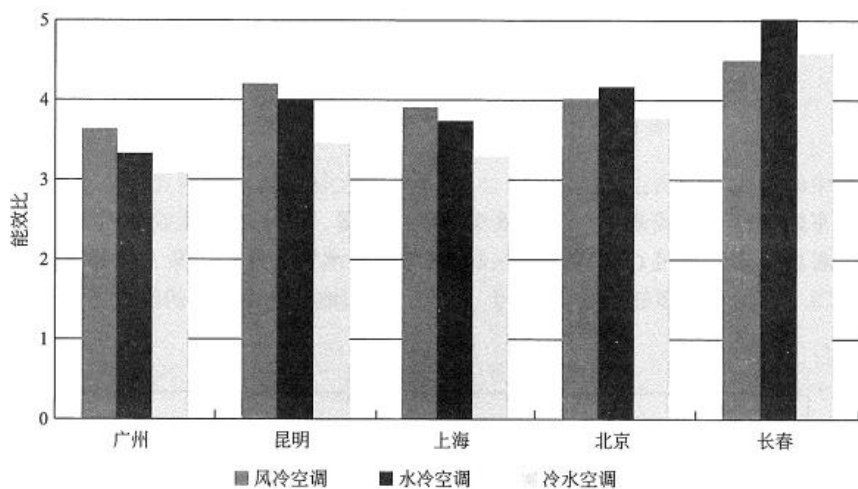
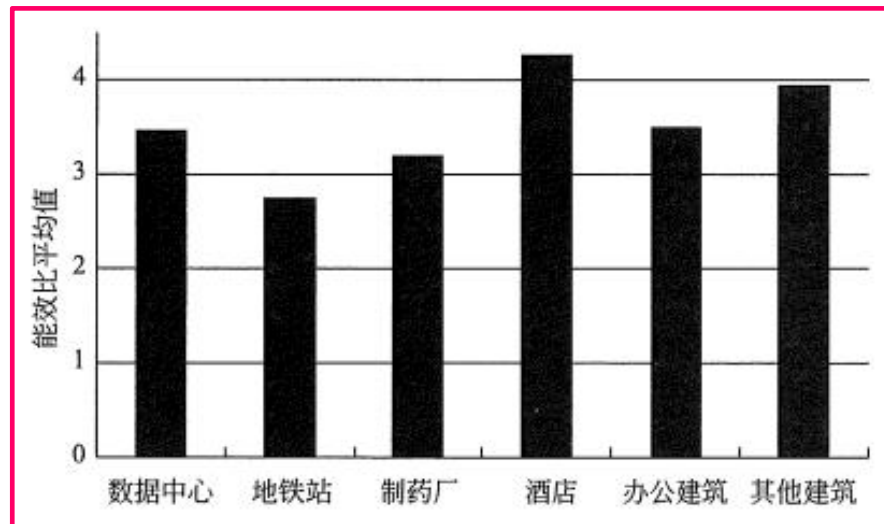


中信建筑设计研究总院有限公司

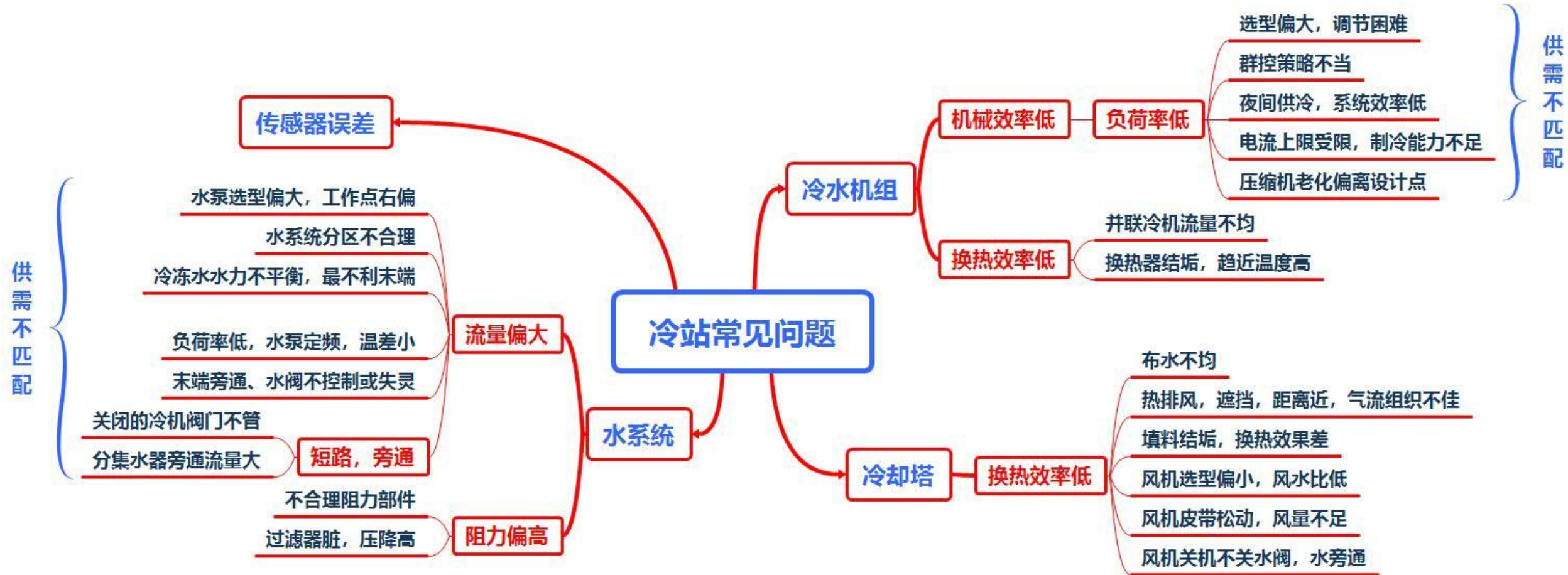
建筑科学研究院 院长 雷建平

- 现有制冷机房现状与问题
- 国内外高效机房设计标准
- 数字化高效机房设计方法
- 高效机房案例与数据分析

- 能效水平长期处于较低水平：绝大多数包括办公、医院、地铁站、机场、商业综合体等绝大多数项目冷源系统全年能效比在3.0~3.5左右，能效水平低下，同国际能效领先水平相比急需提高。
- 关键技术发展面临重要瓶颈，设计、建造、设备、运维等方面存在“系统匹配及协调性差”，“数字化及智慧化技术程度低”，“高效设备与系统整体集成性弱”，“全过程高效机房标准体系缺失”等问题。
- 标准化体系处于空白状态“无法可依”。多年来，我国节能标准主要围绕着建筑整体制定，针对于高效机房的专门标准一直是相对空白，导致制冷机房发展缓慢。



其它建筑EER (医院、图书馆及商场)

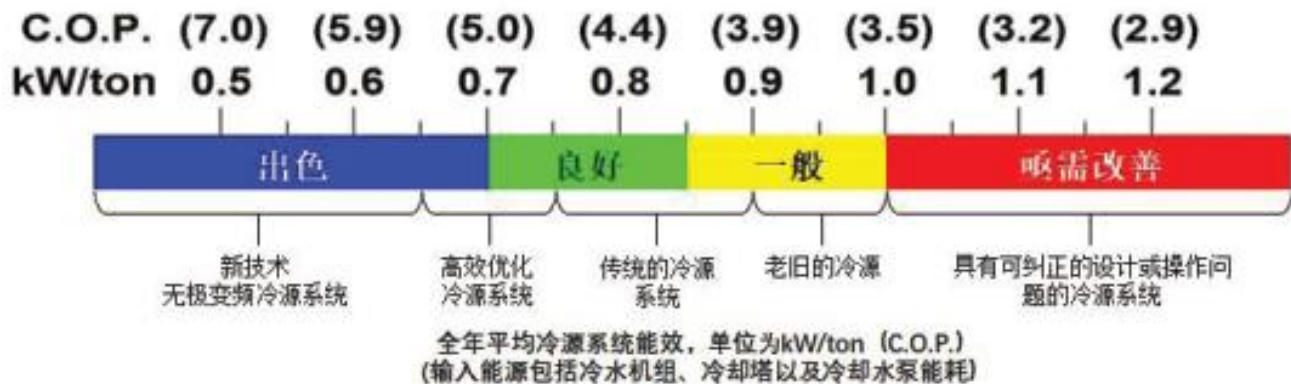


冷机装机容量普遍偏大 $1/3 \sim 1/2$ ，造成闲置、系统匹配不合理，冷机长时间低负荷运行，能效低。两套水系统高估管网阻力，水泵扬程选择过大，水泵与管网不匹配，过量的扬程消耗在阀门或不合理阻力部件上；部分负荷，水系统供回水温差小于设计值，水流量没有相应调节减少，增加泵耗。

- 我国是全球最大的制冷产品生产、消费和出口国，制冷产业年产值达 8000 亿元，吸纳就业超过 300 万人（2019年）。
- 家用空调产量全球占比超过 80%。
- 我国制冷用电量占全社会用电量 15%以上，年均增速近 20%；大中城市空调用电负荷约占夏季高峰负荷的 60%，主要**制冷产品节能空间达 30-50%**。
- 中国已向国际承诺积极履行《联合国气候变化框架公约》及其《巴黎协定》，提高制冷行业能效标准。
- 国家发展改革委等七部委于2019年6月联合发布《绿色高效制冷行动方案》，提出实施**绿色高效制冷行动**，到2030年大型公共建筑**制冷能效提升30%**，**制冷总体能效水平提升25%以上**。
- 到2022年，家用空调、多联机等制冷产品的市场能效水平提升30%以上，绿色高效制冷产品市场占有率提高20%，实现**年节电约1000亿千瓦时**。
- 到2030年，大型公共建筑**制冷能效提升年节电4000亿千瓦时30%**，**制冷总体能效水平提升25%以上**，绿色高效制冷产品市场占有率提高40%以上，实现左右。

美国指标

美国ASHRAE规定的制冷机房能效分级



新加坡指标

新加坡BCA《空调系统设计运行规范》SS553:2016

级别	总装机<500RT	总装机>500RT
铂金级	5.17	5.41
金+级	5.02	5.17
金级	4.40	5.17

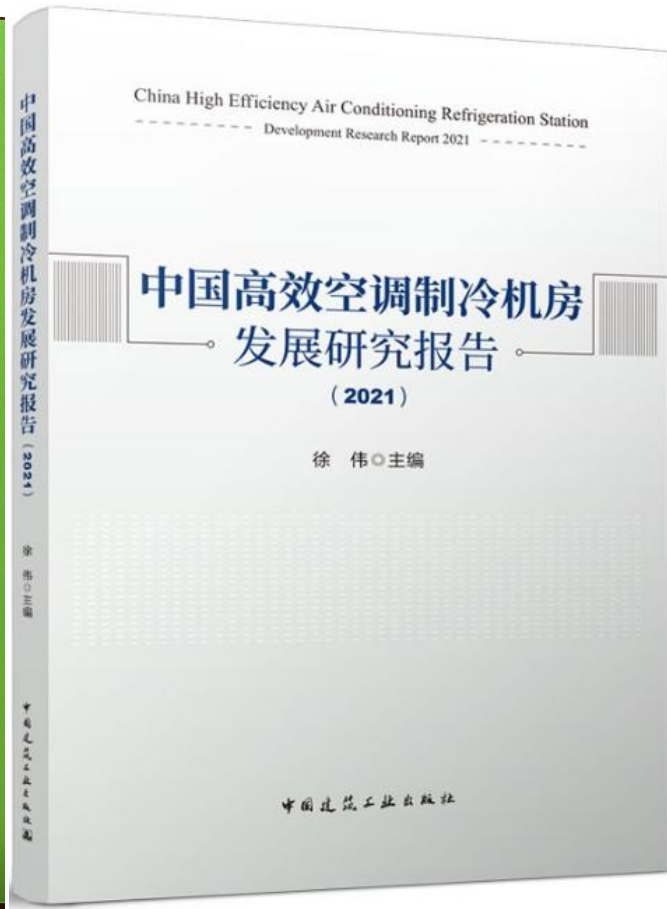
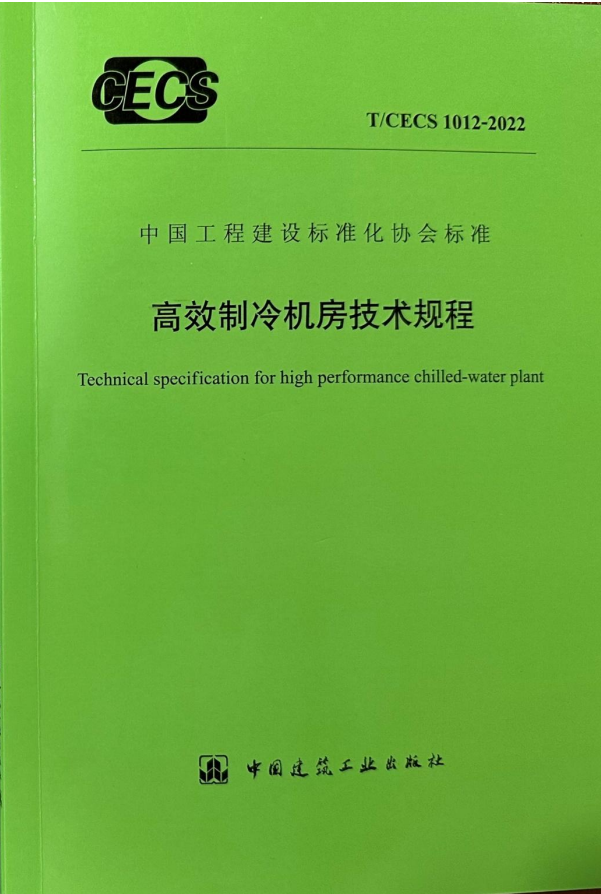
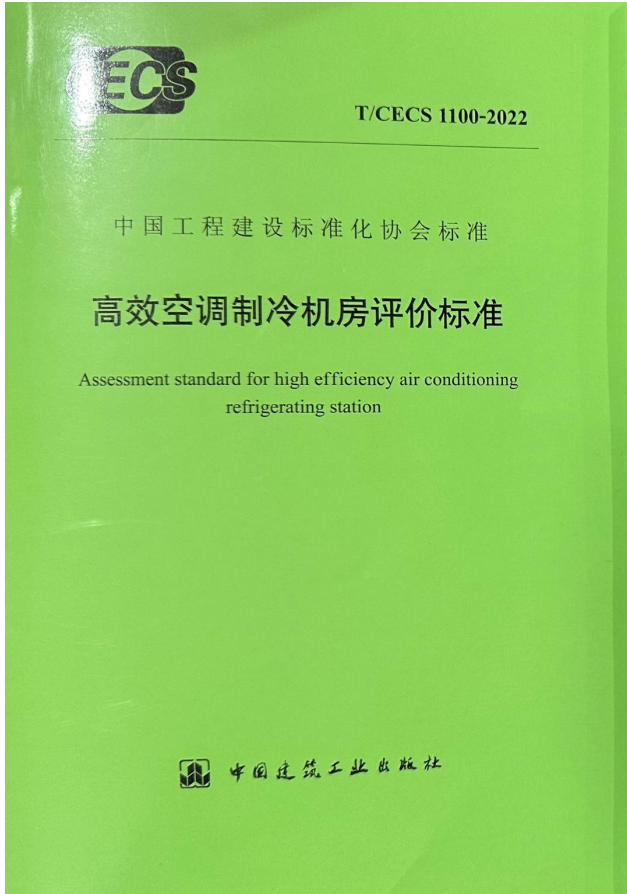
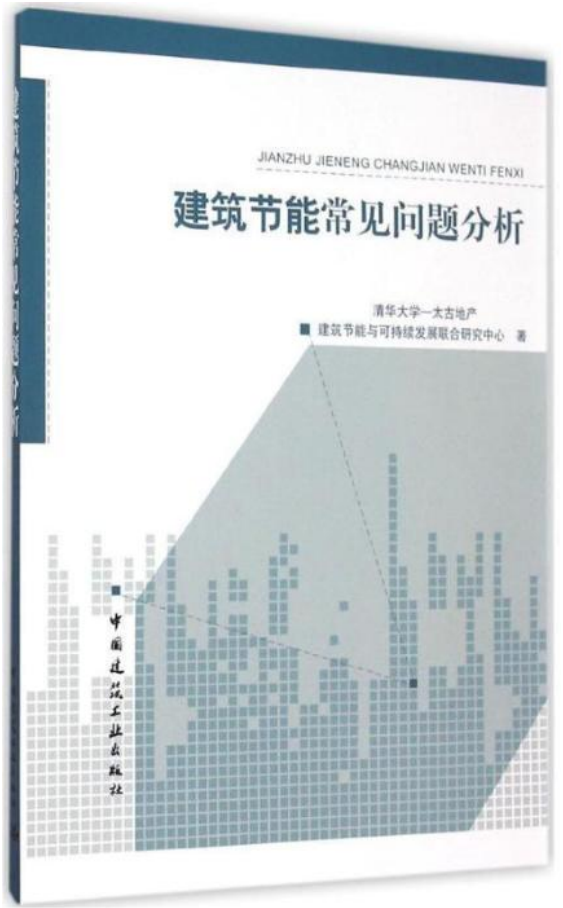
设计指标

《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015的规定

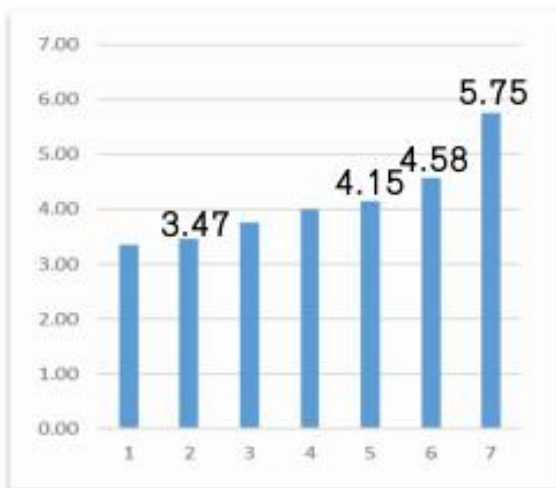
类型	名义制冷量 CC (kW)	设计工况下综合制冷性能系数SCOP (W/W)					
		严寒 A、B区	严寒 C区	温和 地区	寒冷 地区	夏热冬冷 地区	夏热冬暖 地区
离心式	CC ≤ 1163	4	4	4	4.1	4.1	4.2
	1163 < CC ≤ 2110	4.1	4.2	4.2	4.4	4.4	4.5
	CC > 2110	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6

广东省《集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准》DBJ/T 15-129-2017

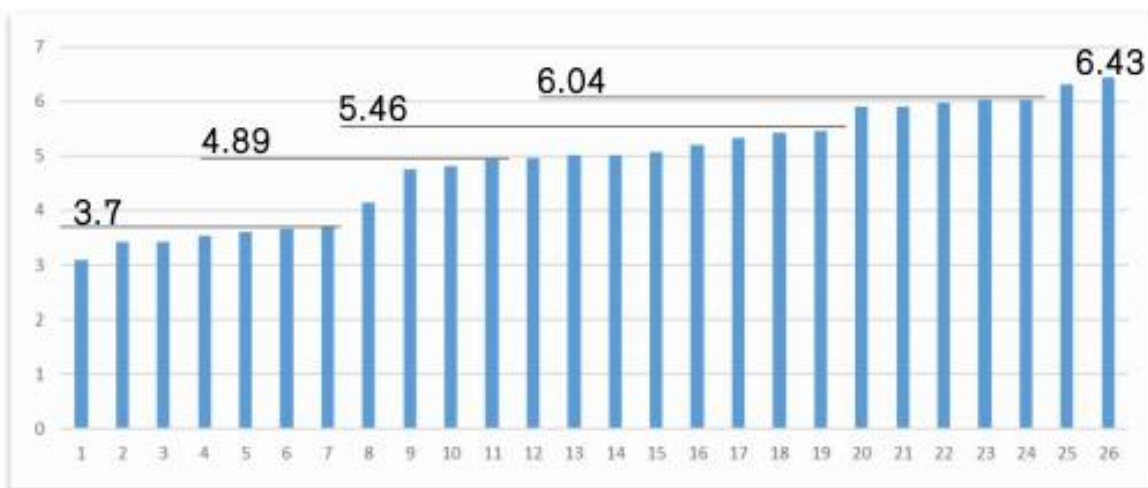
系统额定制冷量 (kW)	系统能效等级	系统能效最低要求
< 1758	三级	3.2
	二级	3.8
	一级	4.6
≥ 1758	三级	3.5
	二级	4.1
	一级	5.0



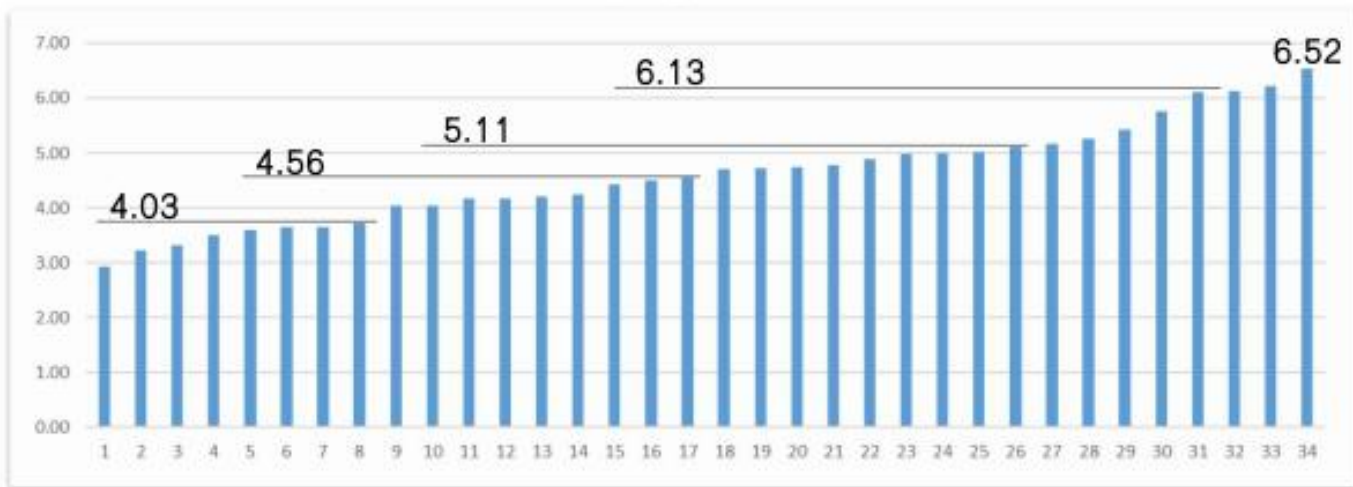
寒冷地区



夏热冬暖地区



夏热冬冷地区



调研案例能效均值

办公建筑: 5.05

商业综合体: 4.98

轨道交通: 4.79

酒店建筑: 4.67

住宅建筑: 3.83

医院建筑: 3.55

数据中心: 4.33

文体建筑: 3.66

指标	能效等级指标						
	气候分区	Ⅲ级		Ⅱ级		Ⅰ级	
		标准值	理论值	标准值	理论值	标准值	理论值
冷源系统全年能效比	严寒/寒冷地区	≥4.5	≥4.8	≥5.0	≥5.1	≥5.5	≥5.6
	夏热冬冷地区	≥4.6	≥4.8	≥5.1	≥5.1	≥5.6	≥5.6
	夏热冬暖地区	≥4.7	≥4.7	≥5.2	≥5.0	≥5.7	≥5.7

主控项

1. 设备能效满足现行标准要求
2. 冷源系统全年能效比

辅助项

1. 水系统性能：冷冻水输送系数、冷却水输送系数；
2. 自动控制：变水温调节、水泵变频、冷水机组台数控制、设备远程控制、系统自动连锁等；
3. 运维管理：系统异常故障诊断、能效指标分析、开展能效评估等；
4. 新技术应用：机房智慧管控、污垢热阻监测、数据挖掘分析等。

理论计算依据

- ❑ 冷水机组能效参照：GB 50189《公共建筑节能设计标准》以及《冷水机组能效限定等级》中的冷水机组能效值的最低要求、2级、1级能效值；
- ❑ 冷却塔效率参照：《机械通风冷却塔 第1部分：中小型开式冷却塔》中1、2、3级冷却塔的效率；
- ❑ 水泵效率参照：GB 50189《公共建筑节能设计标准》，当 $60 < \text{水泵流量} \leq 200$ 时，水泵平均效率取69%，大于200时，取71%；
- ❑ 冷冻水、冷却水供回温差为 4.0°C 、 4.5°C 和 5.0°C ，冷冻水泵扬程33m，冷却水泵扬程28m。



气候分区	子区	代表城市	系统<1750KW		引领级≥1750KW	
			一级	引领级	一级	引领级
夏热冬暖	I	海口、琼海、东方、阳江、南宁	4.7	5.0	4.9	5.5
	II	广州、深圳、福州、厦门、河池	4.9	5.3	5.2	5.8
夏热冬冷	I	上海、重庆、南京、杭州、武汉、长沙、南昌	4.9	5.3	5.3	5.8
	II	成都、绵阳、遵义、陇西、淮阴	5.1	5.7	5.7	6.3
温和地区	I	贵阳、思茅、澜沧、临沧	5.2	5.8	5.9	6.1
	II	昆明、腾冲、蒙自、兴义、西昌	5.4	6.2	6.4	6.7
寒冷地区	I	北京、天津、济南、石家庄、西安、郑州	5.1	5.8	5.8	6.3
	II	太原、喀什、延安、拉萨、兰州、银川	6.5	7.4	6.5	7.4
严寒地区	I	哈尔滨、长春、沈阳、呼和浩特、大同	5.5	6.2	6.5	7.0
	II	乌鲁木齐、克拉玛依、酒泉、鄂尔多斯、西宁	5.5	6.3	6.7	7.6



水系统性能评价指标

指标	内容	星级指标要求		
		一星	二星	三星
水系统性能	冷水输送系数 ≥ 44	/	至少满足1项	满足2项
	冷却水输送系数 ≥ 38			

新技术应用评价指标

指标	内容	星级指标要求		
		一星	二星	三星
新技术应用	采用自适应控制、模糊控制、模型控制等新型控制技术，实现机房系统及设备的智慧管控运行	/	至少满足1项	至少满足2项
	采用冷凝器水侧污垢热阻实时在线监测识别技术，实现冷凝器长期高效换热			
	以实际运行数据驱动，实现数据挖掘分析和能效持续优化			
	采用机器人智能巡检技术，实现机房的无人运维巡检			
	采用云化运维管理技术，合理利用数据处理资源，实现机房运维成本优化，提升机房运维效率及质量			

自动控制评价指标

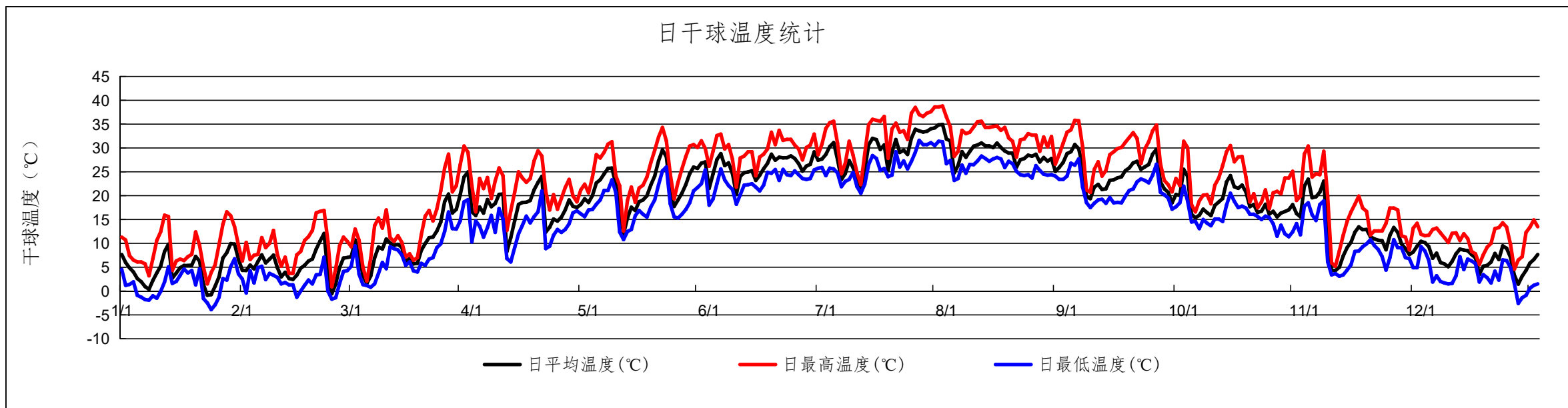
指标	内容	星级指标要求		
		一星	二星	三星
自动控制	实现系统自动连锁控制	至少满足2项	至少满足3项	至少满足4项
	实现冷水机组运行台数自动调节			
	实现冷水泵自动变频控制			
	实现冷却塔优化控制			
	实现冷冻/冷却系统变水温控制			
	实现系统自动寻优控制			

运维管理评价指标

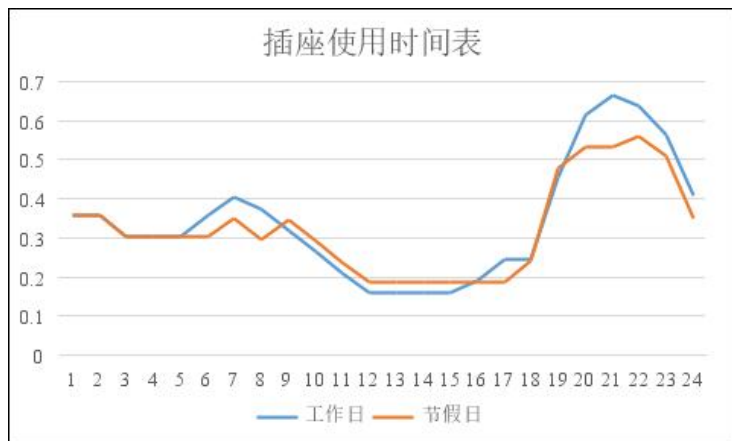
指标	内容	星级指标要求		
		一星	二星	三星
运维管理	实现系统异常故障诊断、报警和分析功能	至少满足1项	至少满足2项	至少满足3项
	实现重点用能设备的能效指标分析功能			
	实现近1年内开展了能效评估或节能量审核等工作			
	实现主动巡检工单派发、			
	报表查询等智能运推功能			

- ❑ 技术评价总要求：《高效空调制冷机房评价标准》T/CECS 1100-2022 (EER: 4.5~5.7)
- ❑ 技术标准：《高效制冷机房技术规程》T/CECS 1012-2022
- ❑ 检测方面：《空调冷源系统能效检测标准》T/CECS 549-2018
- ❑ 计量分析方面：《绿色建材评价标准 控制与计量设备》T/CECS 10063-2019
- ❑ 产品方面：《机电一体化装配式空调冷冻站》T/CECS 10102-2020 (EER: 4.2~4.6)
- ❑ 智能控制运行方面：《高效空调制冷机房智能控制技术规程》正在编制中
- ❑ 运维方面：《绿色建筑运行维护技术规程》JGJ/T 391-2016

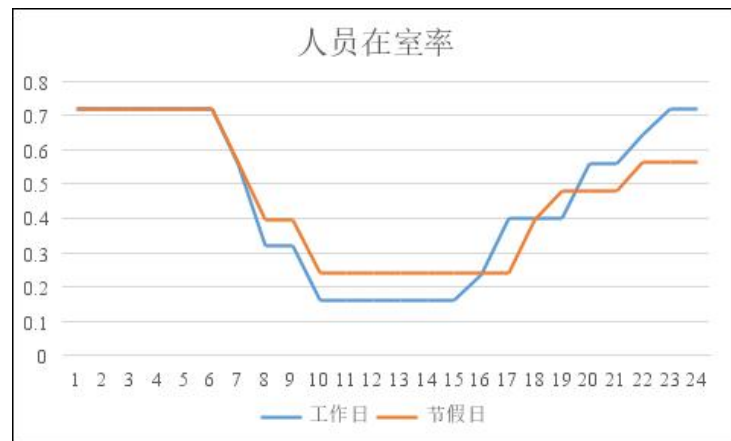
日干球温度统计



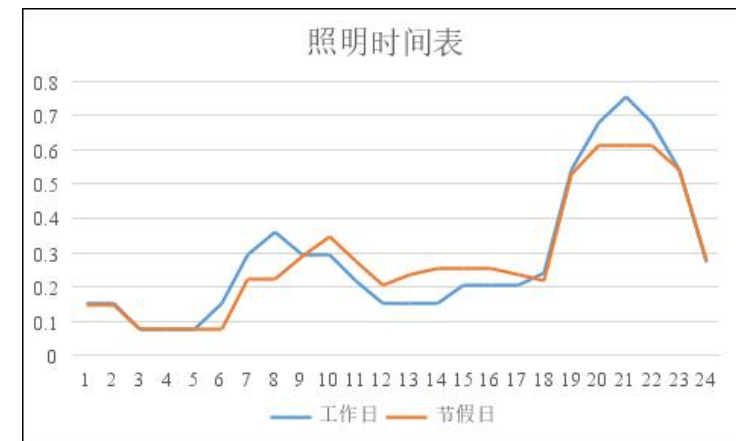
插座使用时间表

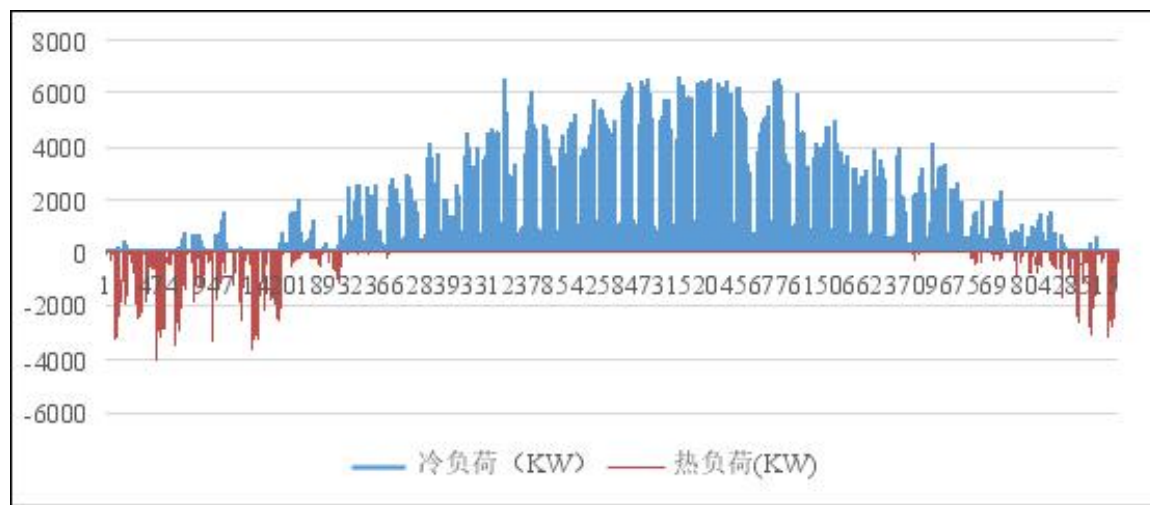


人员在室率

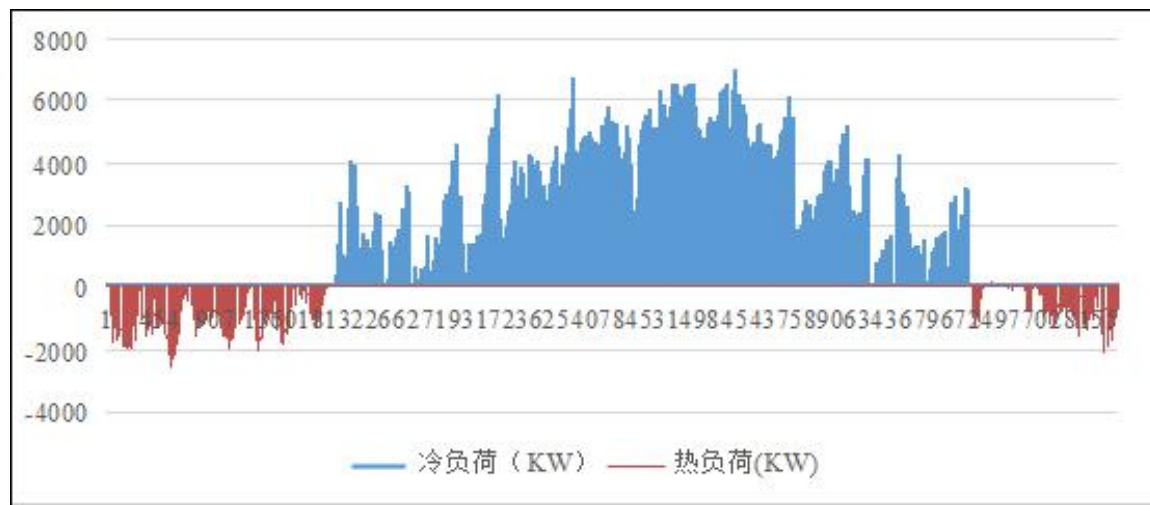


照明时间表

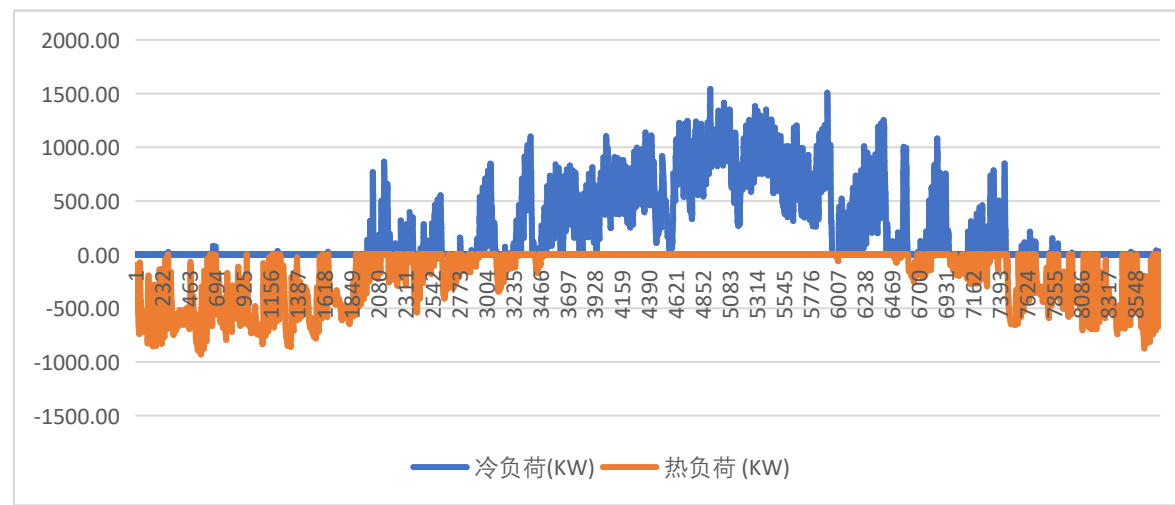




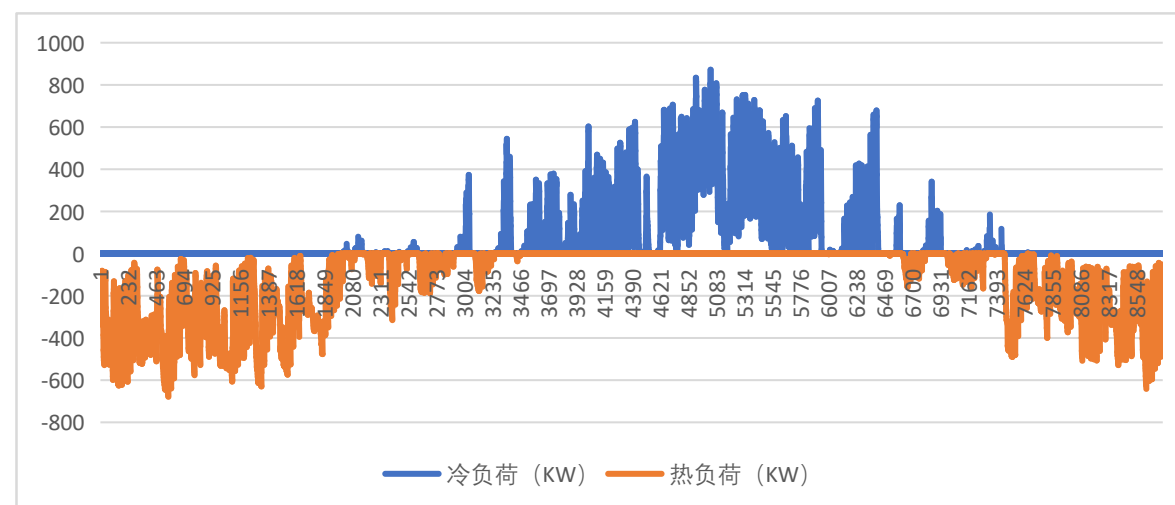
办公



商业

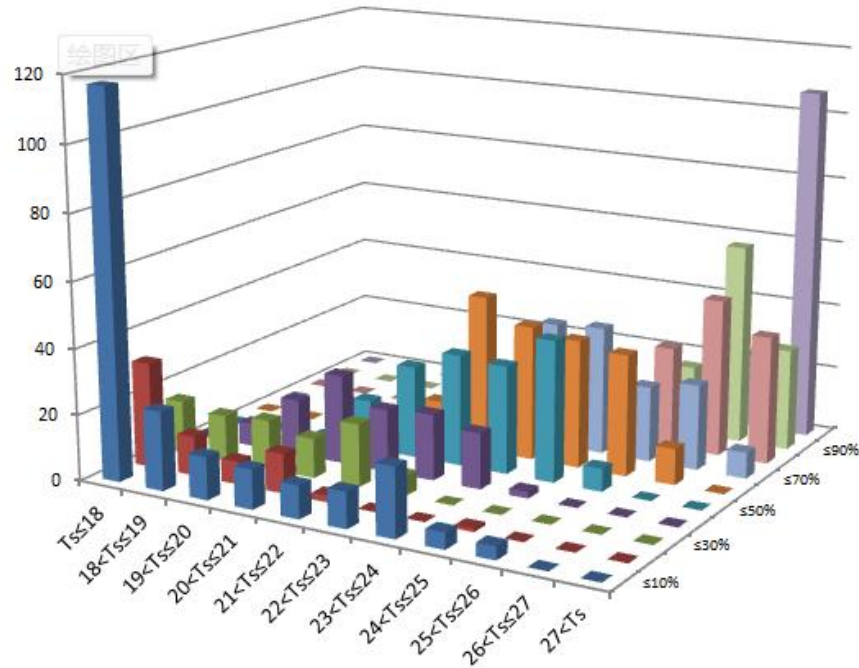


酒店

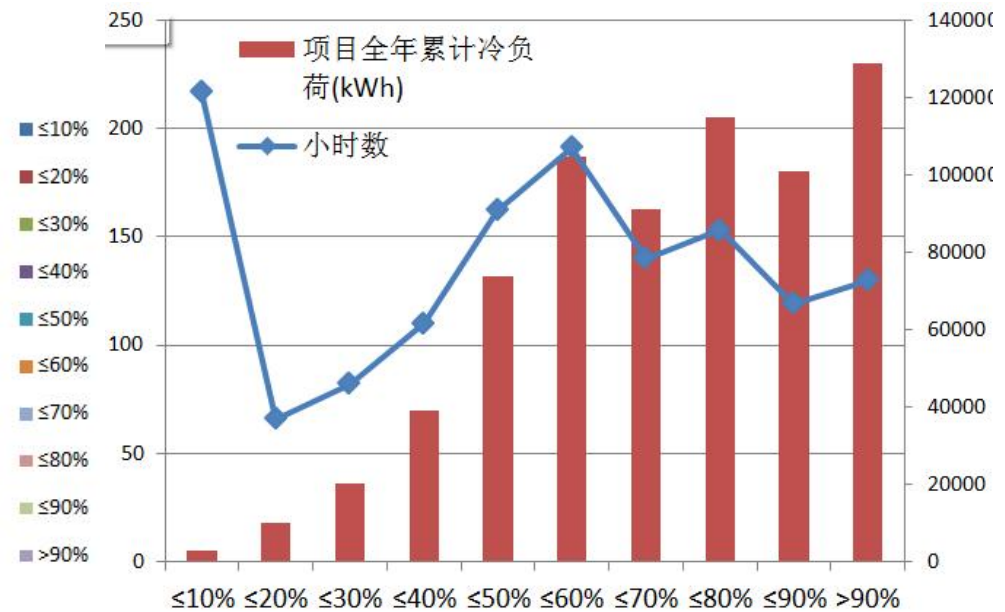


住宅

按湿球温度分级分负荷率统计的热负荷分布表 (小时数) (夏季: 6月1日至10月15日)										
	≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	>90%
小时数	217	66	82	110	162	191	140	153	119	130
小时百分比	0.16	0.05	0.06	0.08	0.12	0.14	0.10	0.11	0.09	0.09
年累计冷负荷(kWh)	2982	10005	20151	39094	73775	104754	90993	115002	100990	128656



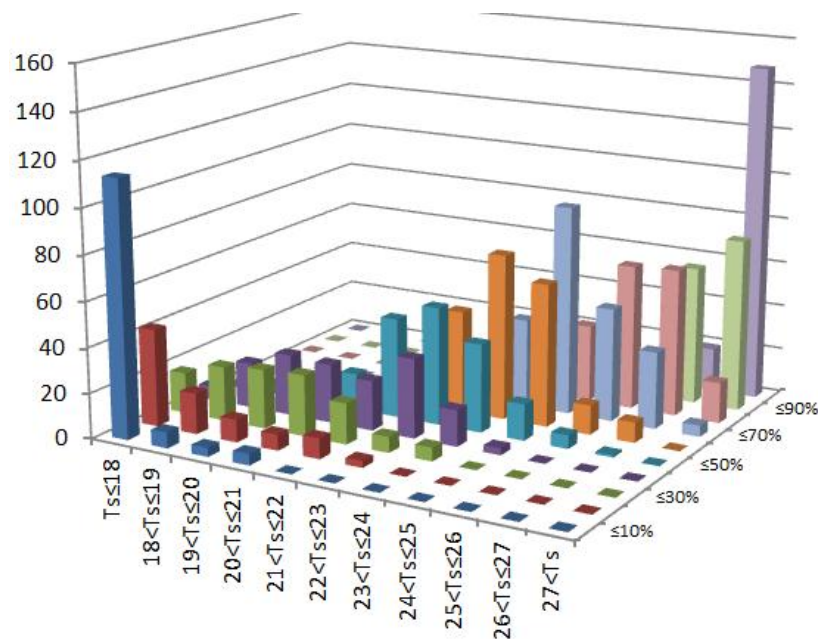
部分负荷小时数 (湿球温度分级)



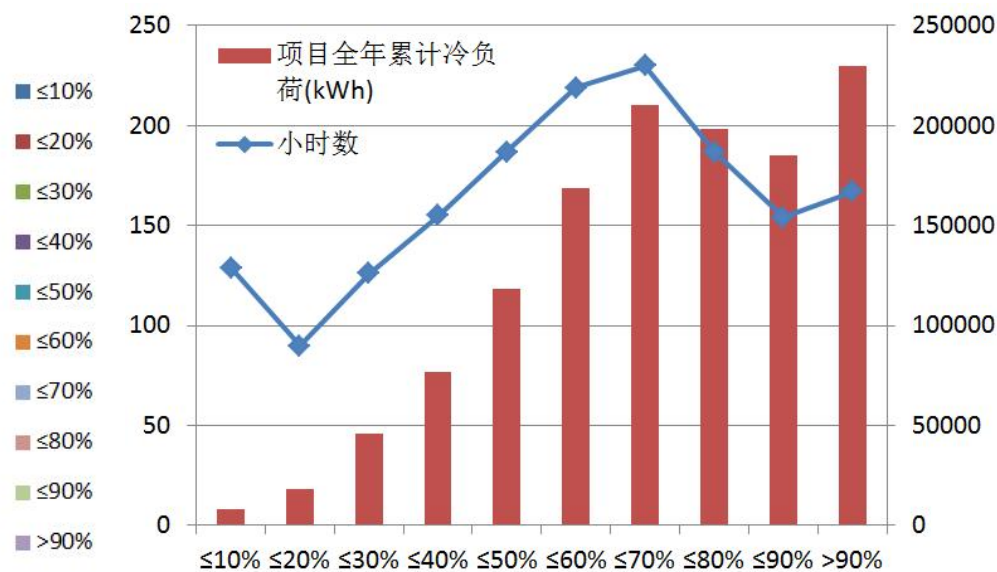
年冷负荷及部分负荷小时数 (负荷率分级)



	≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	>90%
小时数	129	90	126	155	187	219	230	187	154	167
小时百分比	0.08	0.05	0.08	0.09	0.11	0.13	0.14	0.11	0.09	0.10
年累计冷负荷(kWh)	7847	18342	45607	76687	118400	168531	210048	198030	184770	229911

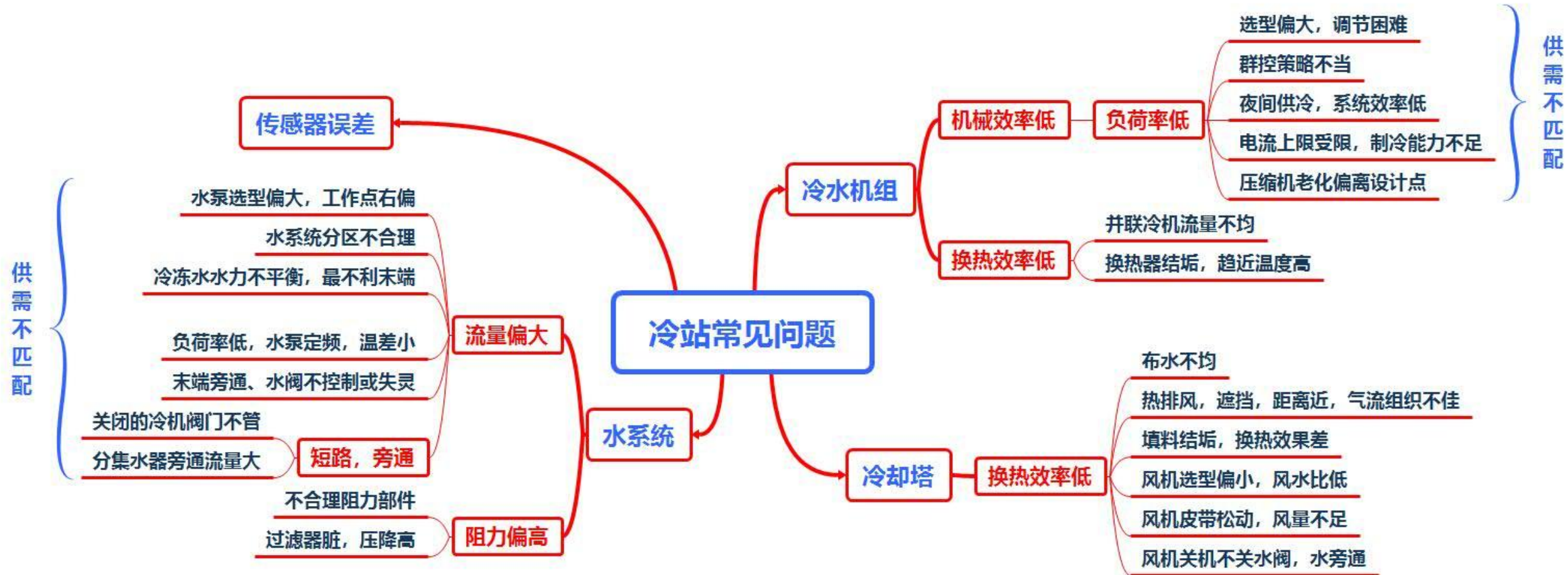


部分负荷小时数 (湿球温度分级)



年冷负荷及部分负荷小时数 (负荷率分级)

- 系统高效设计与配置
 - 合理采用高效设备与节能措施;
- 空调负荷分析与系统构架
 - 综合系统的冷热负荷需求特征, 合理规划系统结构, 进行综合能源利用;
- 最优的控制策略
 - 控制系统构架、能效模型建立与算法预设;
- 项目实施与保障体系
 - 包含采购管理、建设管理、调试管理等全建设过程管理;
- 项目验收与运营调适
 - 竣工验收、热力平衡、水力平衡调试, 系统调试;
- 能效验收与持续优化
 - 机房运维持续跟进、二次调试及持续优化调整。





	测试频率 (HZ)	测试流量 (m3/h)	过滤器前压力 (MPa)	过滤器后压力 (MPa)	过滤器前后 压差值 (MPa)
角式整 流过滤 器)	25	715	0.028	0.027	0.001
	30	900/ 891	0.026	0.025	0.001
	35	1085/ 1137	0.024	0.021	0.003
	40	1280/ 1275	0.022	0.017	0.005
	45	1477/ 1462	0.020	0.013	0.007
	50	1656/ 1615	0.018	0.010	0.008



防结露电控一体阀

- **零流量启动**，启动轴功率为额定轴功率的50%左右；
- **零流量关泵**，先关阀后停泵，停泵无水锤，泵不逆转；
- **意外停电防水锤**；
- **节能效果显著**，水头损失小于同类阀门**30%**以上；
- **驱动气缸防结露**；
- **实现与水泵机电一体化控制**。

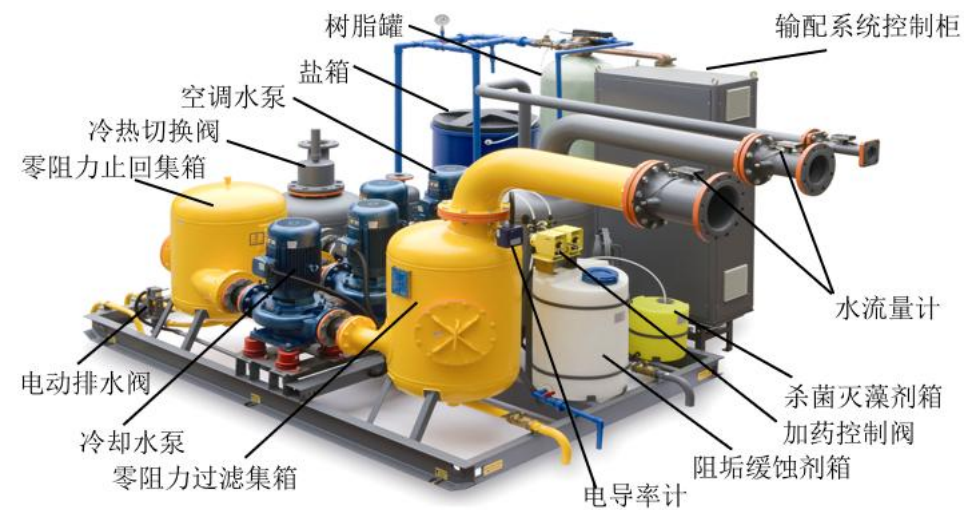
合肥通用机电产品检测院有限公司
Hefei General Machinery & Electrical Products Inspection Institute
国家泵阀产品质量监督检验中心
National Quality Supervision and Inspection Centre of Pump and Valve Products

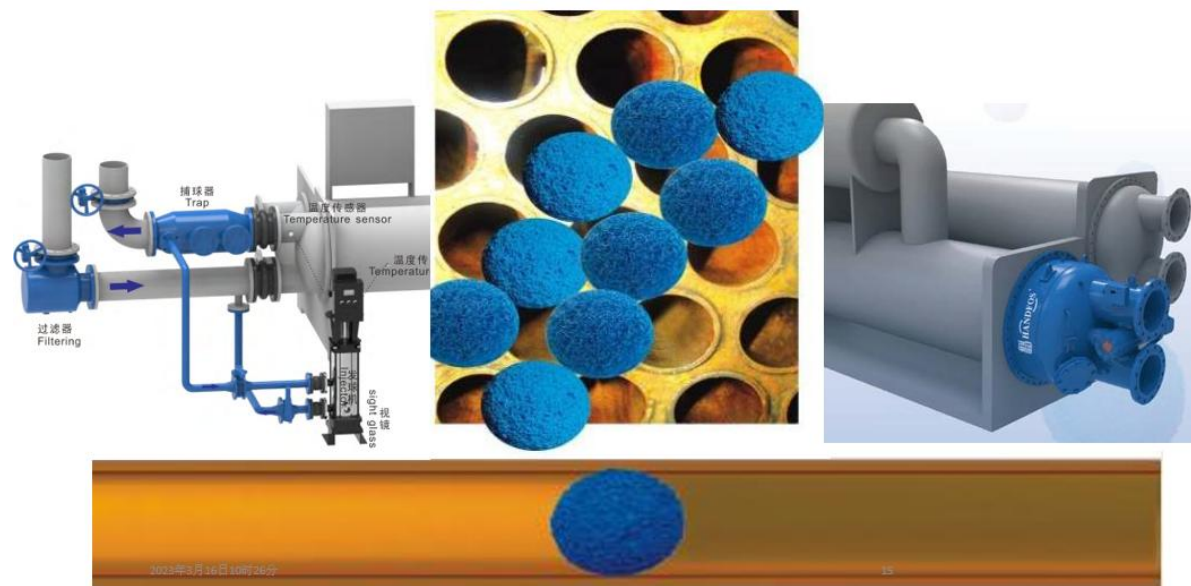
检验报告 Inspection Report

№: 2016FM022B 共4页 第3页 Page 3 of 4 pages

检验结果(附表) 检验日期: 2016年1月11日
Inspection results Date of test:

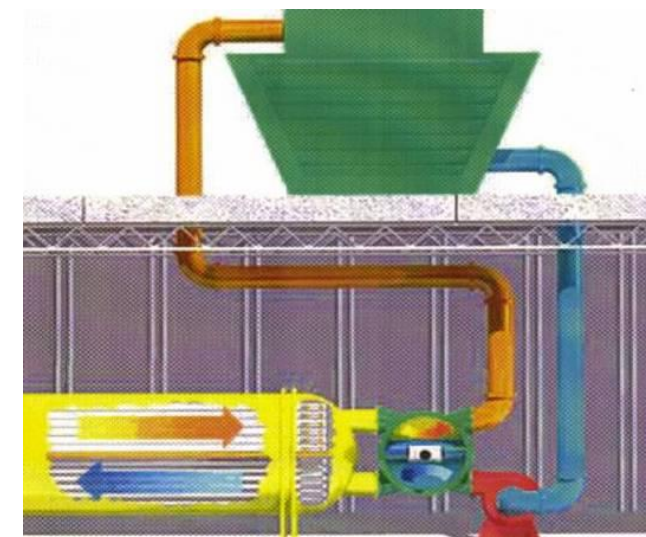
序号 No.	水流量 n/s Flow rate	净压差 kPa Net loss	流量系数 Kv Flow coefficient	流阻系数 C Flow resistance coefficient
1	0.21	0.08	1880.90	3.66
2	0.42	0.20	2376.94	2.29
3	0.59	0.35	2557.44	1.98
4	0.81	0.65	2550.15	1.99
5	0.99	0.97	2564.76	1.97
6	1.23	1.51	2541.46	2.01
7	1.40	1.92	2577.15	1.95
8	1.60	2.53	2558.16	1.98
9	1.81	3.33	2527.36	2.03
10	2.00	3.94	2565.31	1.97
11	2.11	4.36	2577.51	1.95
12	2.20	4.73	2569.82	1.96
13	2.30	5.23	2564.15	1.97
14	2.40	5.66	2565.28	1.97
15	2.50	6.15	2569.44	1.96
16	2.61	6.87	2533.32	2.02
17	2.71	7.48	2519.96	2.04
18	2.80	8.03	2518.24	2.04
19	2.89	8.31	2553.85	1.99
20	3.00	9.08	2531.11	2.02
21	3.10	9.73	2530.70	2.02
22	3.21	10.33	2539.49	2.01
23	3.30	10.70	2567.34	1.96
24	3.40	11.43	2555.88	1.98
25	3.50	12.33	2539.15	2.01
26	3.60	12.93	2545.73	2.00
备注 Remarks	试验介质温度: 7.6℃~8.0℃。			





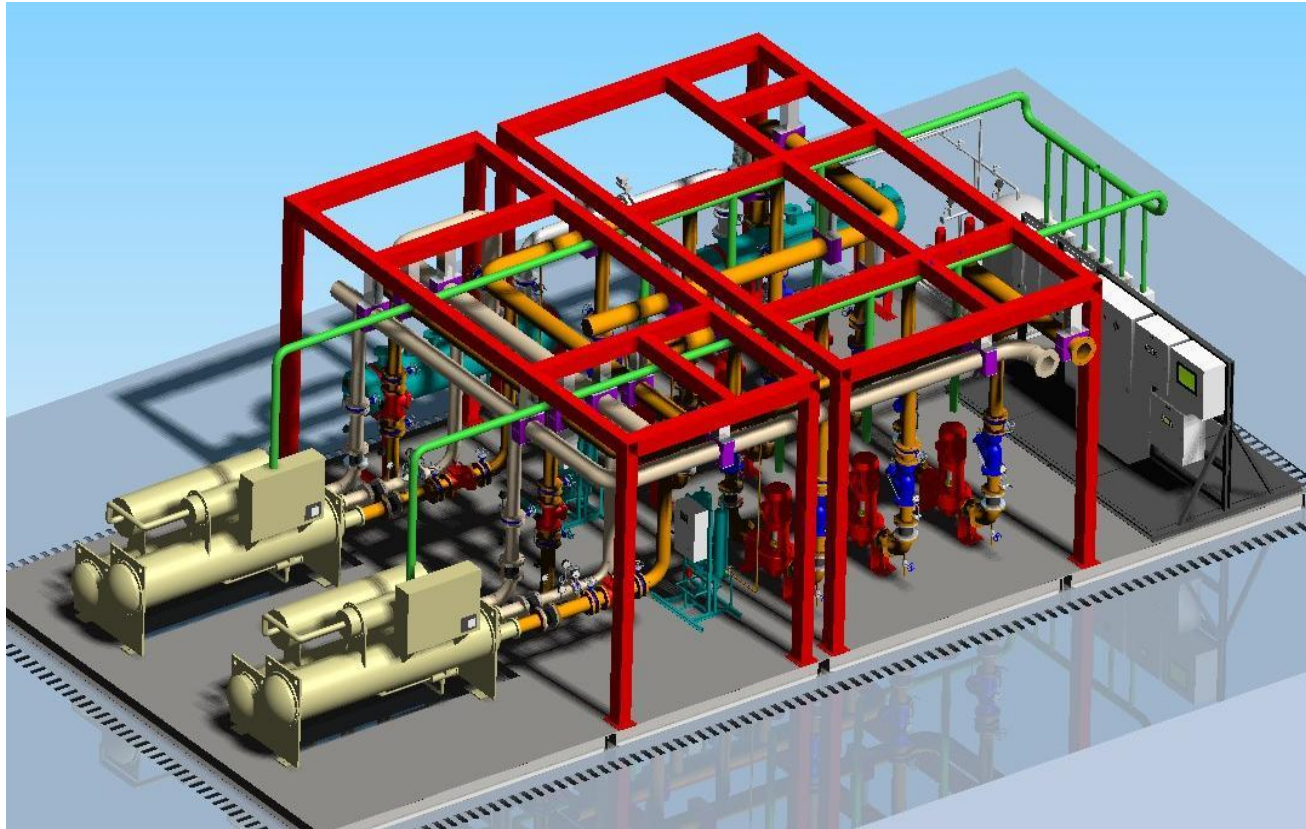
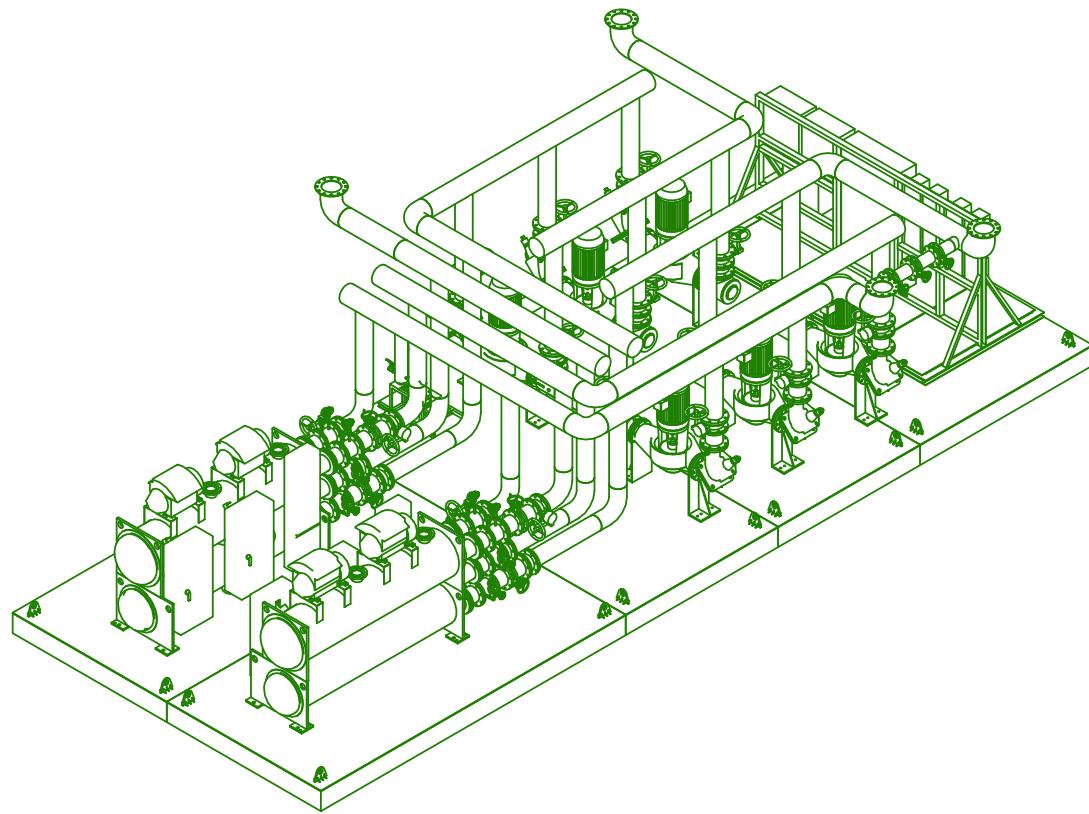
水量分布器

利用U型管的原理，在同一水平面高度的大气压力下，液面近似一致，让每个支管路的液面相对一致，各支管分水均匀





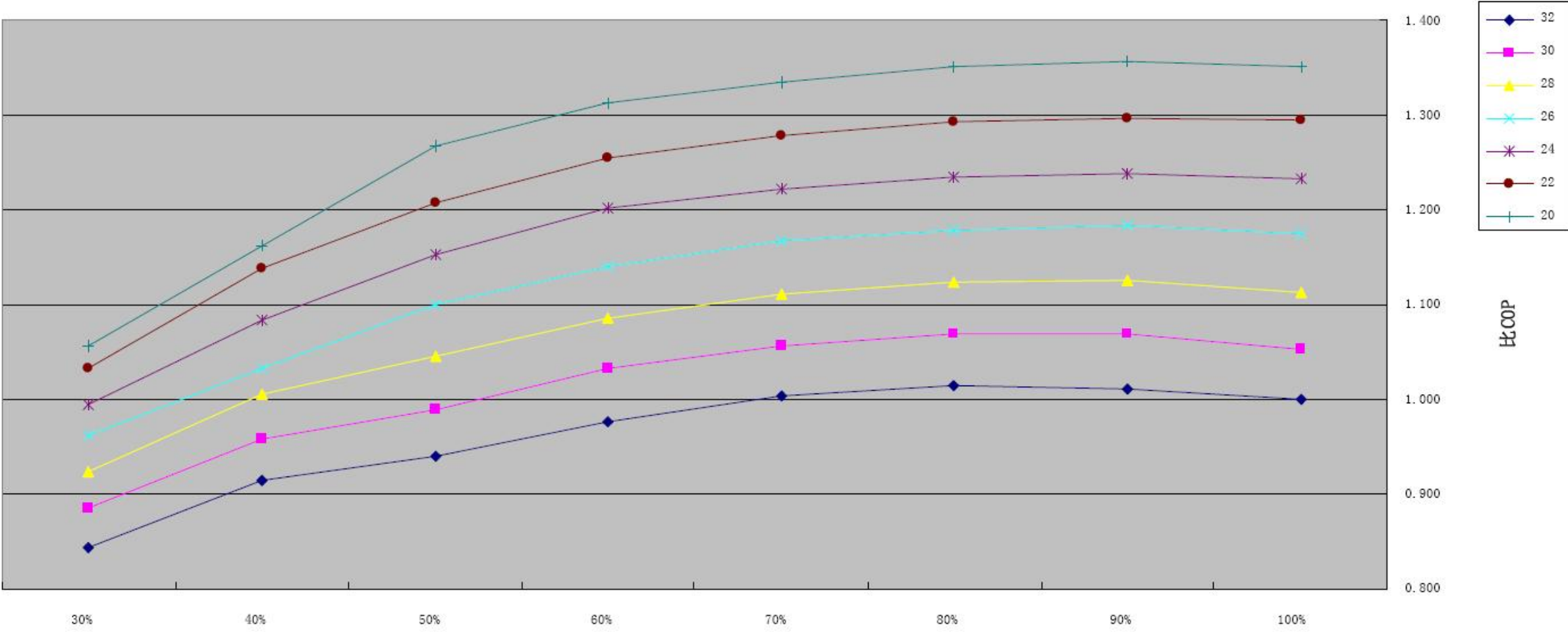
- 新馆总建筑面积**22140**m²，地下1层,地上3层，建筑总高度为22.5m；地下一层设序厅、车库、设备用房、藏品库房及馆办公用房，地上每层设两个展厅，共6个，其中多功能展厅设在一层，一层同时另设有一座200人的学术报告厅；地上各层核心区域为休息与交通空间。
- 该项目采用**全变频集成式冷冻站**，冷冻站配置2台单台制冷量为900kW的**变频磁悬浮离心式冷水机组**，冷冻水泵与冷却水泵为立式直接耦合型，按两用一备的模式配置，冷却塔采用闭式塔横流塔。
- 制冷系统所有设备的电机均按变频设计，并且**分4个模块在工厂预制**并调试完成后在现场组装而成，形成了国内首创的集成式冷冻站。
- 冷冻水供回水温度设计为7°C/12°C，冷却水供回水温度设计为32/37°C。
- 集中空调热源采用**电热水锅炉蓄热**，省去了常规锅炉房的烟囱，实现无烟无污染无噪音的绿色理念。采用1台产热量为1050kW的常压电热水锅,按全量蓄热的模式设计。



- 与传统冷源控制系统相比，本项目“超高效全变频集成冷冻站控制系统”有如下特点：
- ①传统冷源控制系统以实现机组的群控与启停为主要目标，本项目冷站控制系统可以控制冷水机组实际输出制冷量的大小（要求冷水机组公开其可以读写的相关代码接口）：
 - 通过**设定冷水机组的最大电流**来控制冷水机组的冷量输出。
 - 通过**设定冷水机组的出水温度**来提高冷水机组的效率。
- ②传统冷源控制系统是**被动式“反馈”**类控制系统，其信号不断反馈滞后会出现振荡不稳，本项目冷源的控制采用**主动式“前馈”**模式，智能、主动地按需来给建筑物供冷。
- ③传统冷源控制系统对冷冻站内各子设备的控制是一种**简单的叠加关系**，本项目冷源的控制是集成式的，冷冻站内所有设备均处于**“统一指挥”**之下，其控制逻辑的核心是在满足系统供冷的前提下，系统的总电力消耗量最小。

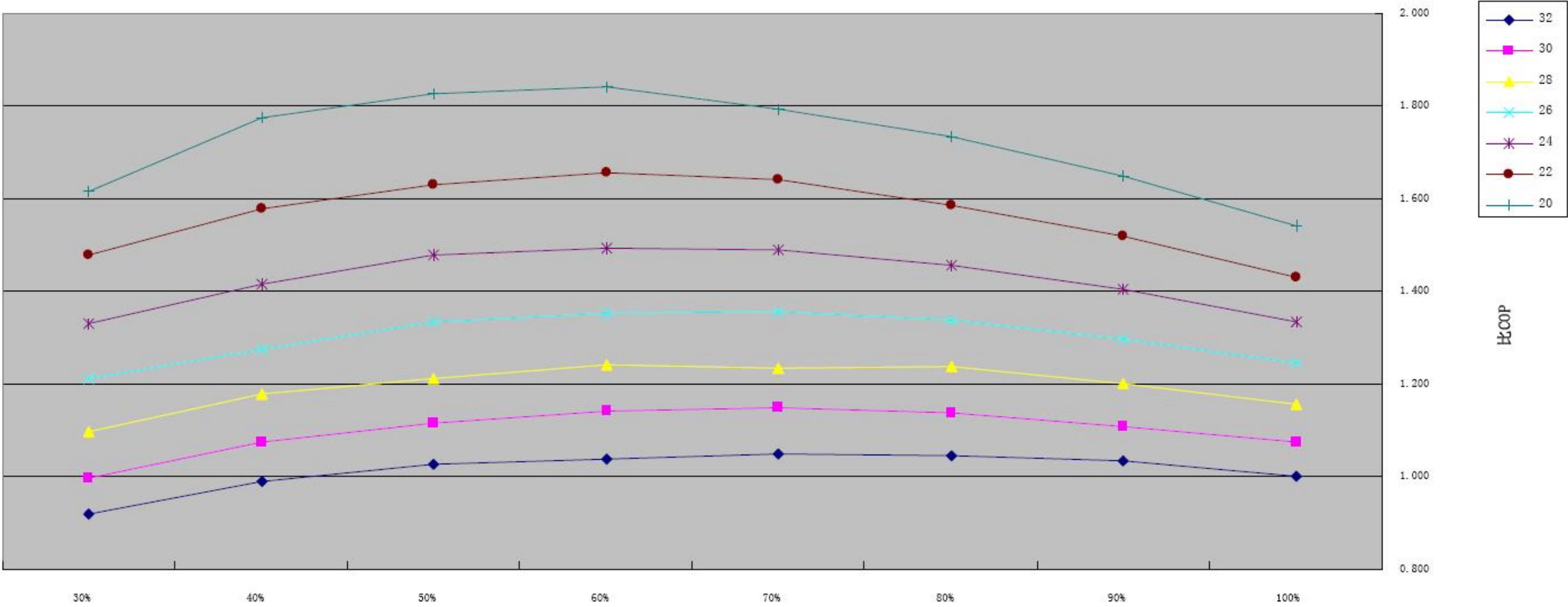


定频离心机在不同冷却水温下COP曲线





变频离心机在不同冷却水温下COP曲线

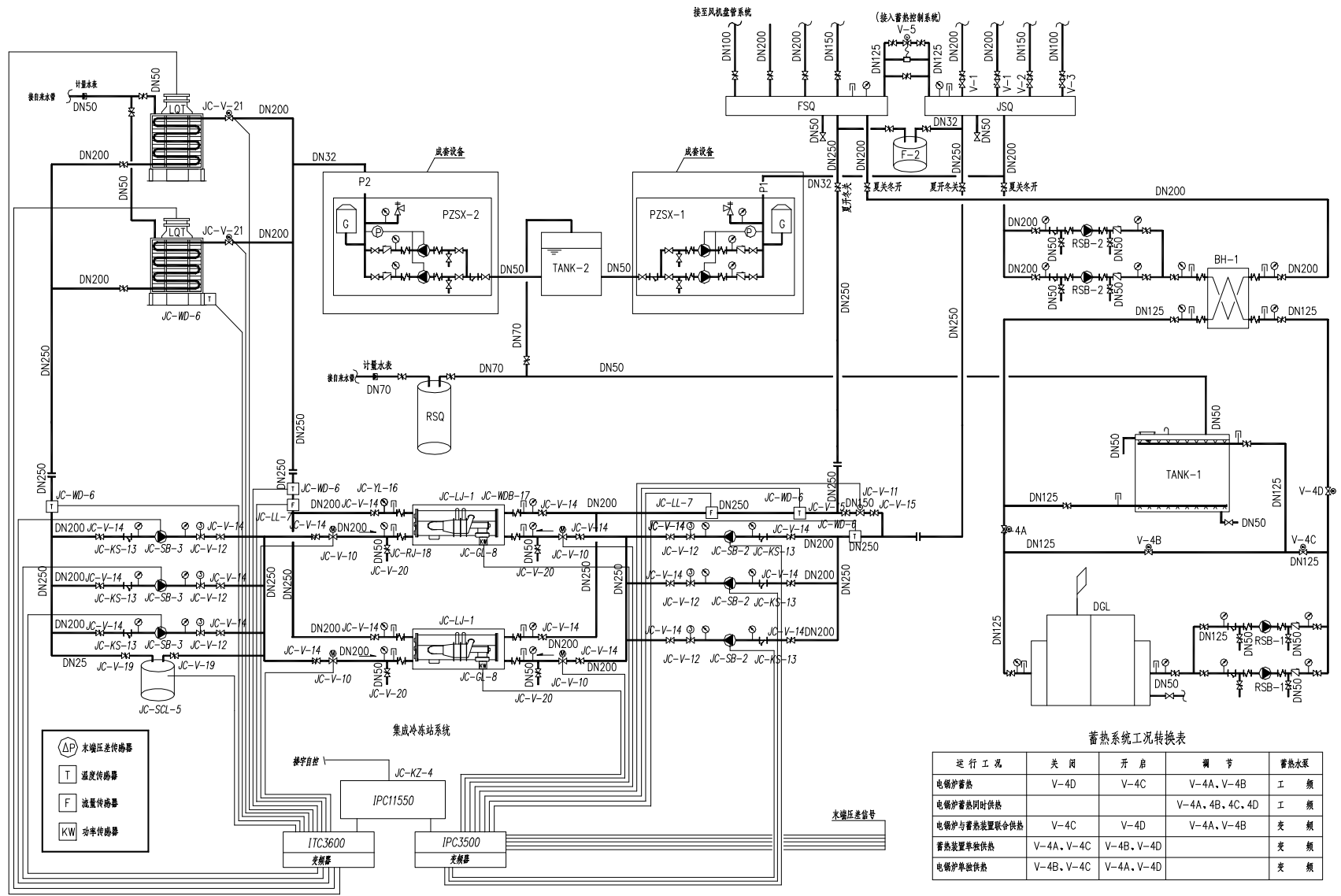




序号	项目	符号	单位	数据来源及计算公式	数据
1	平均回水温度	t_1	°C	测试	11.62
2	平均出水温度	t_2	°C	测试	9.28
3	冷冻水平均流量	Q	m^3/h	测试	141.38
4	冷冻主机平均功率	P_1	kW	测试	53.39
5	冷冻水、冷却水循环水泵及冷却塔风机平均功率	P_2	kW	测试	21.37
6	冷冻站平均负荷率	K	%	计算	21.9
7	冷冻站 COP	COP	kW/kW	计算	5.14

□ 2012年9月，武汉市节能监察中心对本项目冷冻站运行参数进行了检测，出具了《武汉辛亥革命博物馆集成式冷冻站能效测试》报告，表明集成式全变频冷冻站系统能效系数为**5.14**。

□ **高效机房的二星级**。



蓄热系统工况转换表

运行工况	关闭	开启	调节	蓄热水泵
电锅炉蓄热	V-4D	V-4C	V-4A, V-4B	工 频
电锅炉蓄热同时供热			V-4A, 4B, 4C, 4D	工 频
电锅炉与蓄热装置联合供热	V-4C	V-4D	V-4A, V-4B	变 频
蓄热装置单独供热	V-4A, V-4C	V-4B, V-4D		变 频
电锅炉单独供热	V-4B, V-4C	V-4A, V-4D		变 频

空调冷热源系统图





系统COP	总冷量 (Tons)	冷机kW	冷冻水泵kW	冷却水泵kW	冷却塔kW	系统kW	冷冻水供水温 度(度)	冷冻水回水温度 (度)
5.19	72.60	31.50	7.20	8.10	2.40	49.20	9.80	11.20
5.13	71.70	31.50	7.20	8.10	2.40	49.20	9.80	11.20
4.94	69.46	31.50	7.20	8.40	2.40	49.50	9.80	11.20
4.94	69.46	31.50	7.20	8.40	2.40	49.50	9.80	11.20
5.19	72.60	31.50	7.20	8.10	2.40	49.20	9.80	11.20
5.34	76.82	32.30	7.20	8.70	2.40	50.60	9.70	11.20
5.16	72.60	31.50	7.20	8.40	2.40	49.50	9.70	11.10
5.09	71.70	31.50	7.20	8.40	2.40	49.50	9.70	11.10
5.20	72.60	31.50	7.20	8.10	2.30	49.10	9.70	11.10
5.10	71.70	31.50	7.20	8.40	2.30	49.40	9.70	11.10
5.05	72.60	32.30	7.20	8.70	2.40	50.60	9.70	11.10
5.16	72.15	31.50	7.20	8.10	2.40	49.20	9.70	11.10
5.19	72.60	31.50	7.20	8.10	2.40	49.20	9.70	11.10
5.53	77.30	31.50	7.20	8.10	2.40	49.20	9.60	11.10
5.49	76.82	31.50	7.20	8.10	2.40	49.20	9.60	11.10
3.15	77.78	63.00	7.20	12.30	4.40	86.90	9.60	11.10
5.65	77.78	30.70	7.20	8.10	2.40	48.40	9.60	11.10
5.53	77.30	31.50	7.20	8.10	2.40	49.20	9.60	11.10
5.53	77.30	31.50	7.20	8.10	2.40	49.20	9.60	11.10
5.56	77.30	31.50	7.20	7.80	2.40	48.90	9.60	11.10
5.56	77.78	31.50	7.20	8.10	2.40	49.20	9.60	11.10
6.02	78.74	31.50	7.20	5.10	2.20	46.00	9.60	11.10



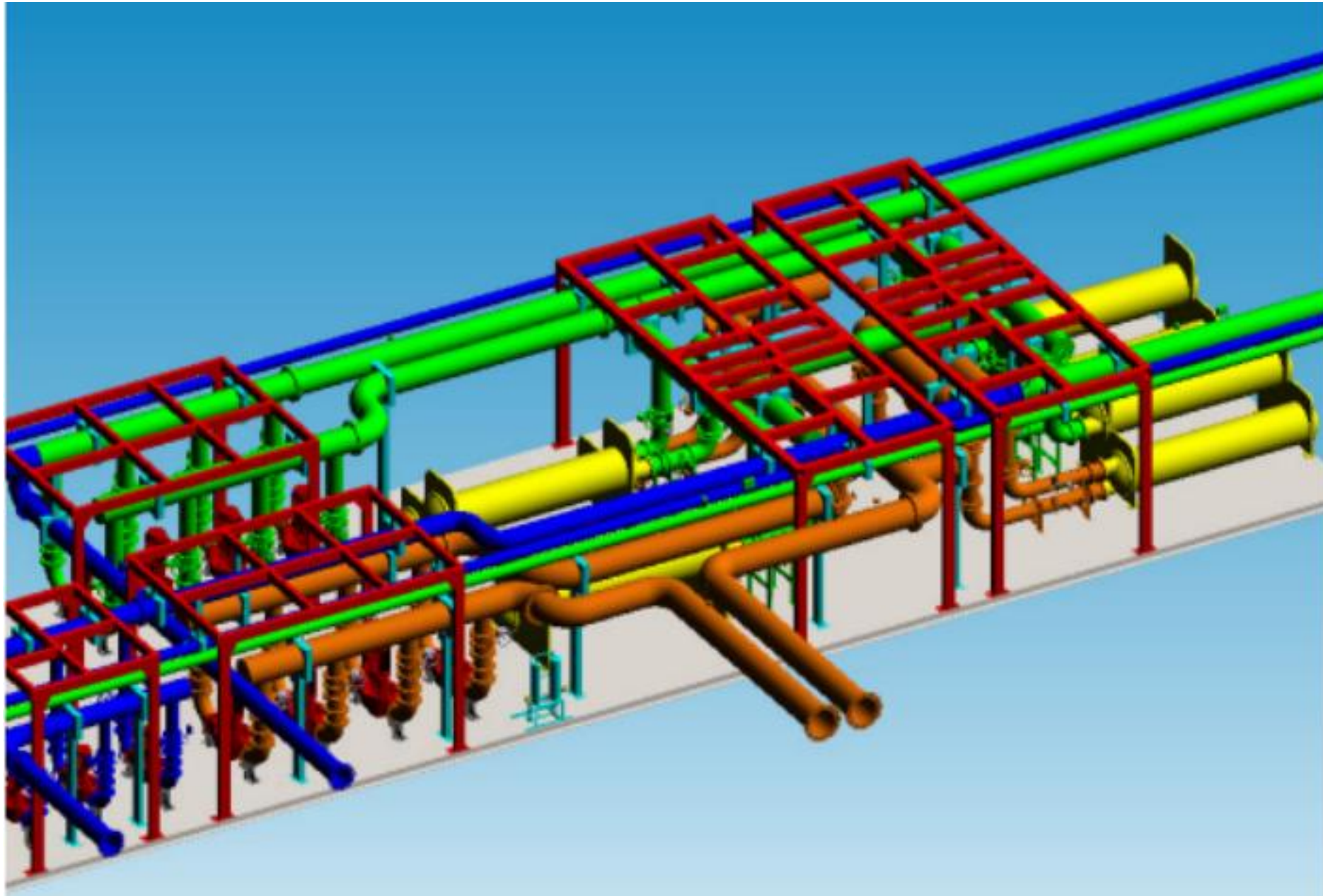
2013年7月22日，习近平总书记视察武汉市民之家。之后，总书记在武汉主持召开湖北省领导干部座谈会，在谈到对考察点的印象时说：“武汉市民之家很恢弘、很宽敞。为老百姓服务的场所、便民利民的场所搞得好一点，看着心里舒服。”

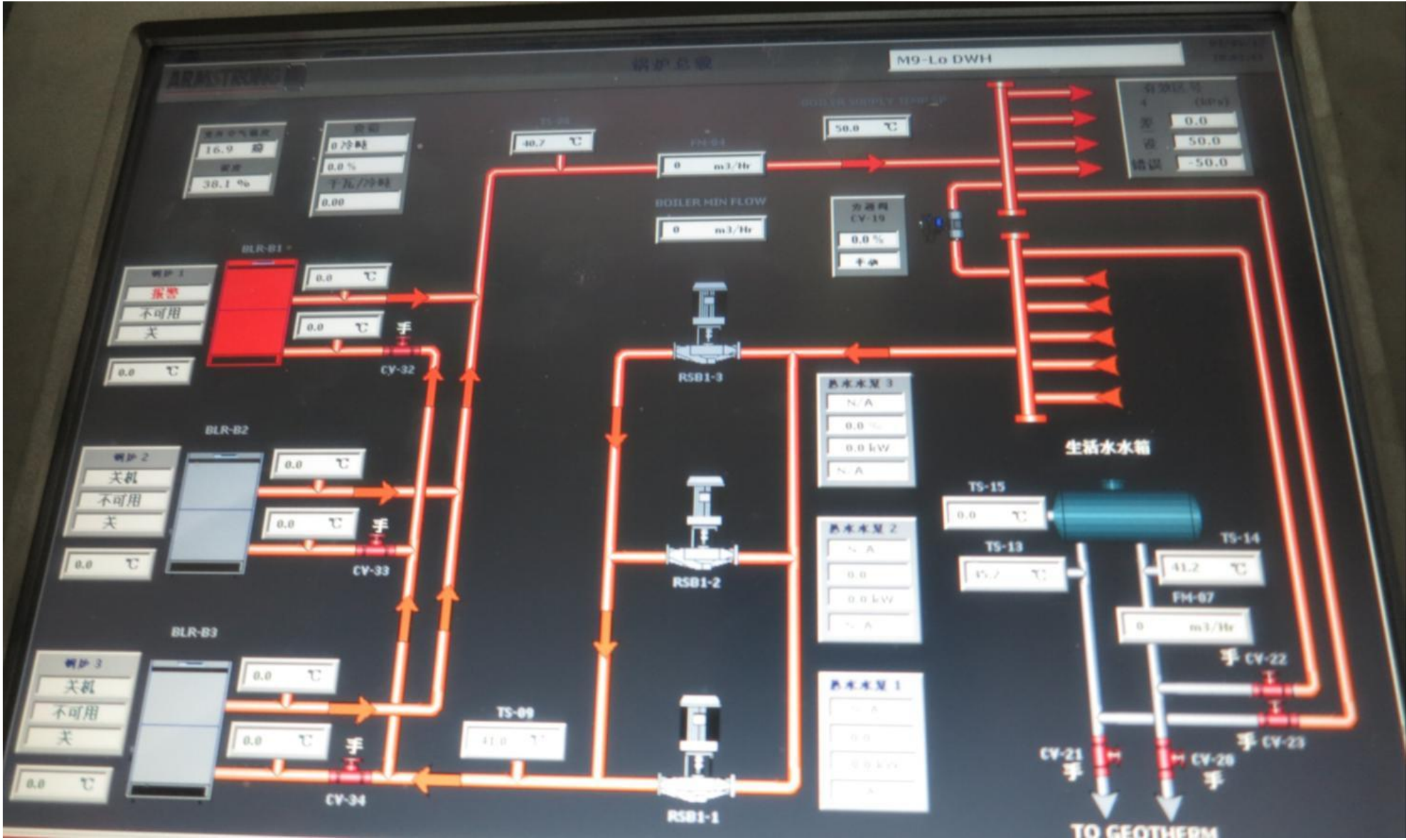


总用地面积	99170m ²
建筑占地面积	19878m ²
总建筑面积	123423m ²
地上总建筑面积	88474m ²
地下总建筑面积	34949m ²
建筑密度	20.04%
容积率	0.89%
绿地率	38.66%

功能区	冷负荷 (kW)	热负荷 (kW)
规划展示厅	2560	1800
审批办公区	7260	5800
中庭	930	650
卫生热水辅助加热负荷	/	600
总计	10750	8850

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	变频离心式冷水机组	冷量:2462kW 冷冻水 :12°C/7°C 流量 423m ³ /h 压降 80kPa 承压1.6MPa COP>5.5 IPLV>9.0 冷却水 :32°C/37°C 流量 501m ³ /h 压降 80kPa 输入功率 445kW 承压1.6MPa	台	4	700RT
2	螺杆式地源热泵机组(全热回收型)	空调制冷工况: 冷量1000kW,蒸发器7/12°C,172m ³ /h,压降<60KPa; 冷凝器32.5/37.5°C, 206m ³ /h,压降<60KPa,N=200kW,COP>5.2,IPLV>6.0 空调制热工况: 热量1050kW,蒸发器12/8°C,174m ³ /h,压降<70KPa; 冷凝器45/50°C, 181m ³ /h,压降<50KPa,N=240kW,COP>4.4 全热回收工况: 热量1040kW,蒸发器12/8°C,166m ³ /h,压降<70KPa; 冷凝器50/55°C, 179m ³ /h,压降 <60KPa,N=270kW,COP>3.9	台	1	300RT 占制热量 (11.3%)
3	卧式常压内置式燃气热水锅炉	额定产热量: 2790kW, 热效率不小于90.5%, 额定供回水温度: 60/50°C, 额定电功率: 9KW, 内置盘管承压为1.6Mpa, 天然气消耗量 315M ³ /H (热值按8500kcal/Nm ³), 压力7-15Kpa; 烟道出口自带密闭手动风阀	台	3	



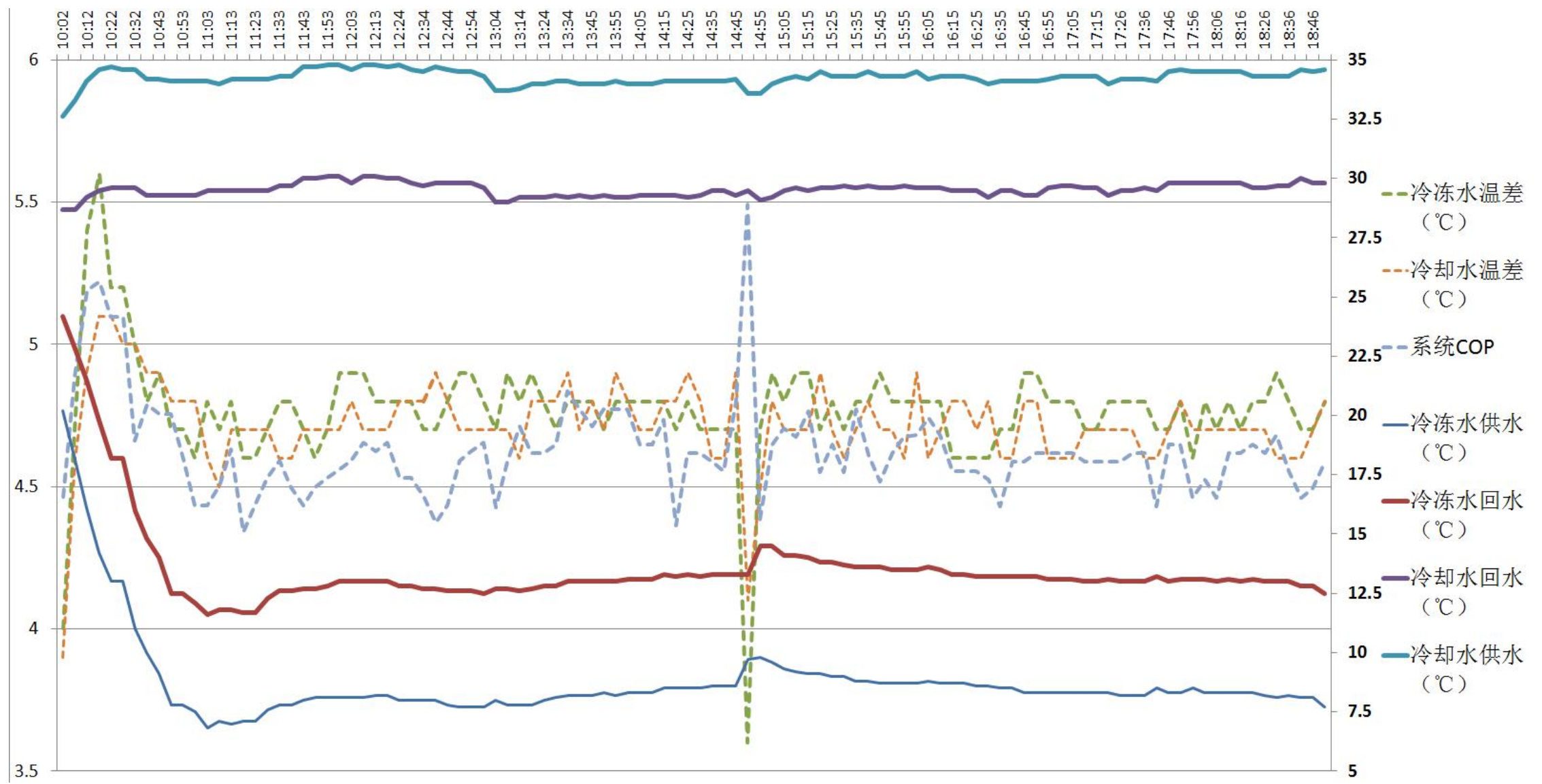






时间	冷冻水供 (°C)	冷冻水回 (°C)	冷冻水差 (°C)	冷却水回 (°C)	冷却水供 (°C)	冷却水差 (°C)	系统 COP
10:07	18.1	22.8	4.7	28.7	33.3	4.6	4.89
10:17	14.2	19.8	5.6	29.5	34.6	5.1	5.22
10:27	13	18.2	5.2	29.6	34.6	5	5.10
10:37	10	14.8	4.8	29.3	34.2	4.9	4.79
10:48	7.8	12.5	4.7	29.3	34.1	4.8	4.76
10:58	7.5	12.1	4.6	29.3	34.1	4.8	4.43
11:08	7.1	11.8	4.7	29.5	34	4.5	4.50
11:18	7.1	11.7	4.6	29.5	34.2	4.7	4.34
11:28	7.6	12.3	4.7	29.5	34.2	4.7	4.53
11:38	7.8	12.6	4.8	29.7	34.3	4.6	4.50
11:48	8.1	12.7	4.6	30	34.7	4.7	4.50
11:58	8.1	13	4.9	30.1	34.8	4.7	4.56
12:08	8.1	13	4.9	30.1	34.8	4.7	4.65
12:18	8.2	13	4.8	30	34.7	4.7	4.65
12:29	8	12.8	4.8	29.8	34.6	4.8	4.53
12:39	8	12.7	4.7	29.8	34.7	4.9	4.37
12:49	7.7	12.6	4.9	29.8	34.5	4.7	4.59
13:04	8	12.7	4.7	29	33.7	4.7	4.43
13:14	7.8	12.6	4.8	29.2	33.8	4.6	4.71
13:24	8	12.8	4.8	29.2	34	4.8	4.62
13:34	8.2	13	4.8	29.2	34.1	4.9	4.84
13:45	8.2	13	4.8	29.2	34	4.8	4.71
13:55	8.2	13	4.8	29.2	34.1	4.9	4.77
14:05	8.3	13.1	4.8	29.3	34	4.7	4.65

时间	冷冻水供 (°C)	冷冻水回 (°C)	冷冻水差 (°C)	冷却水回 (°C)	冷却水供 (°C)	冷却水差 (°C)	系统 COP
14:25	8.5	13.3	4.8	29.2	34.1	4.9	4.62
14:35	8.6	13.3	4.7	29.5	34.1	4.6	4.59
14:45	8.6	13.3	4.7	29.3	34.2	4.9	4.80
14:55	9.8	14.5	4.7	29.1	33.6	4.5	4.38
15:05	9.3	14.1	4.8	29.5	34.2	4.7	4.70
15:15	9.1	14	4.9	29.5	34.2	4.7	4.77
15:25	9	13.8	4.8	29.6	34.3	4.7	4.65
15:35	8.8	13.6	4.8	29.6	34.3	4.7	4.77
15:45	8.7	13.6	4.9	29.6	34.3	4.7	4.52
16:00	8.7	13.5	4.8	29.6	34.5	4.9	4.68
16:10	8.7	13.5	4.8	29.6	34.3	4.7	4.68
16:20	8.7	13.3	4.6	29.5	34.3	4.8	4.55
16:30	8.6	13.2	4.6	29.2	34	4.8	4.52
16:40	8.5	13.2	4.7	29.5	34.1	4.6	4.59
16:50	8.3	13.2	4.9	29.3	34.1	4.8	4.62
17:00	8.3	13.1	4.8	29.7	34.3	4.6	4.62
17:10	8.3	13	4.7	29.6	34.3	4.7	4.59
17:21	8.3	13.1	4.8	29.3	34	4.7	4.59
17:31	8.2	13	4.8	29.5	34.2	4.7	4.62
17:41	8.5	13.2	4.7	29.5	34.1	4.6	4.43
17:51	8.3	13.1	4.8	29.8	34.6	4.8	4.65
18:01	8.3	13.1	4.8	29.8	34.5	4.7	4.52
18:11	8.3	13.1	4.8	29.8	34.5	4.7	4.62
18:21	8.3	13.1	4.8	29.6	34.3	4.7	4.65



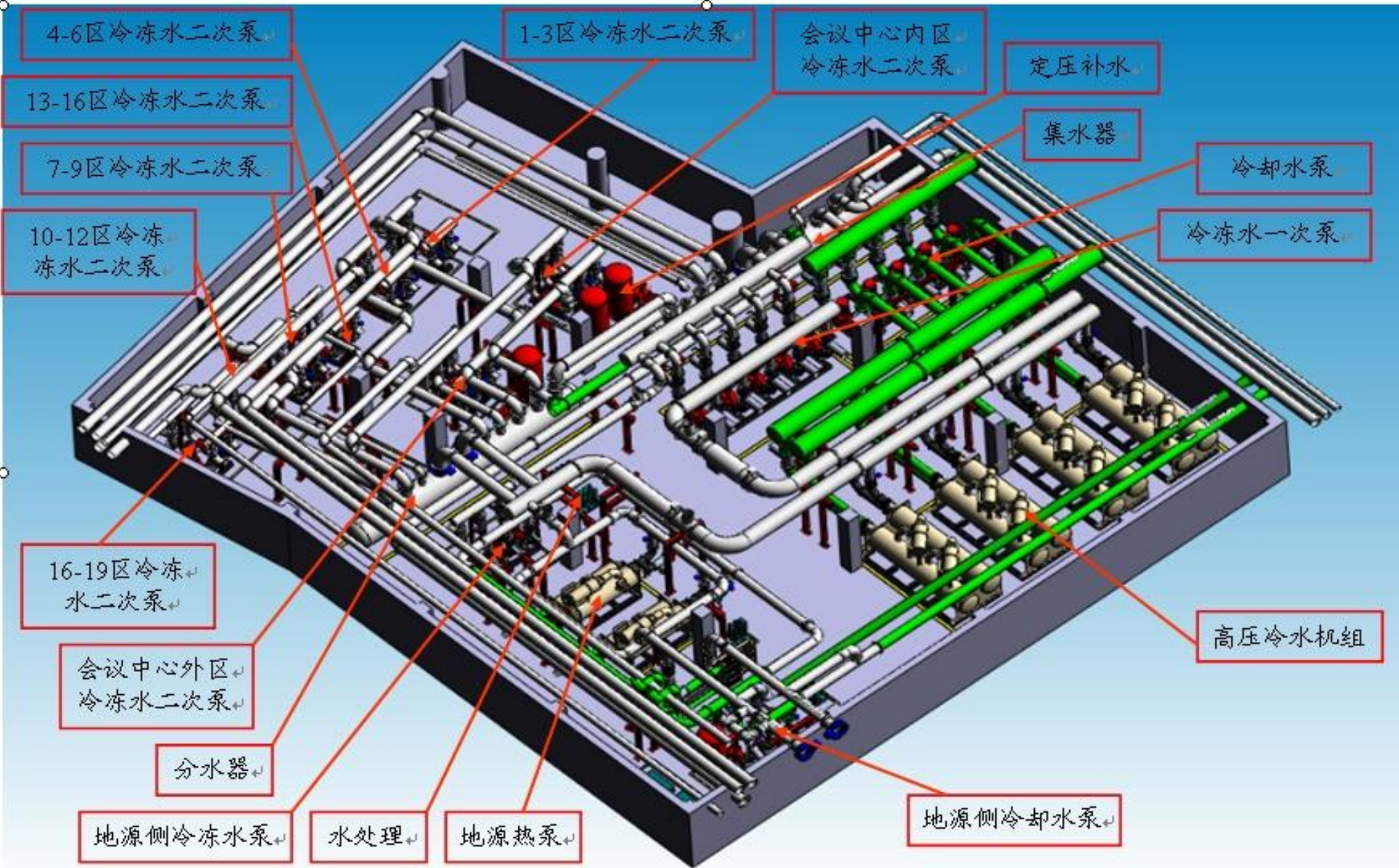
市民之家水温、温差及COP趋势图 (7月10日: 负荷率~50%)



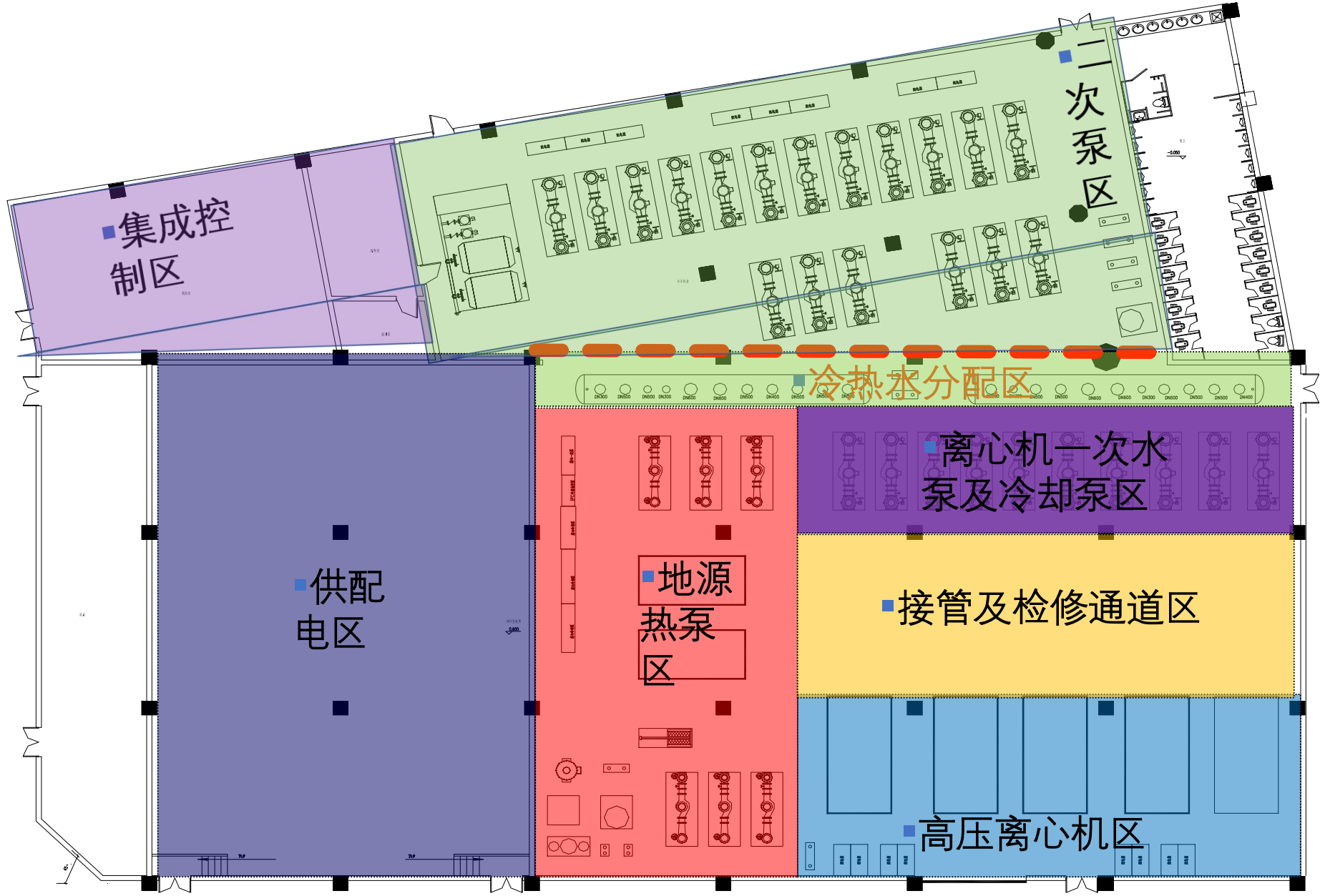
- 武汉国际博览中心一期工程的展馆区建筑总规模**45.75万**平方米，建筑层数为2层，由**12个展厅**、车库及商业用房构成。
- 国际会议中心建筑总规模8.34万平方米，建筑层数为6层，由33个会议厅和1个大宴会厅构成。包含会议厅、宴会厅、休息厅（含走道）、接待室、门厅在内的空调区域建筑面积为5.5万平方米。
- 展馆区内12个展厅的建筑面积为**23.7万平方米**，商业区建筑面积为2.55万平方米，空调区总冷负荷为**47760kW**（其中商业部分冷负荷2220kW、热负荷1180kW）。国际会议中心空调总冷负荷为10200kW，总热负荷为6030kW。
- 展馆的商业部分和国际会议中心为冷暖双制式空调系统，采用地源热泵系统，展馆部分为单冷式空调系统；冷热源中心内设**4台制冷量为2100冷吨**（7386kW、双机头）高电压（10kV）离心式冷水机组、**2台制冷量为850RT**（制冷量2989kW、制热量2800kW）的离心式地源热泵机组。



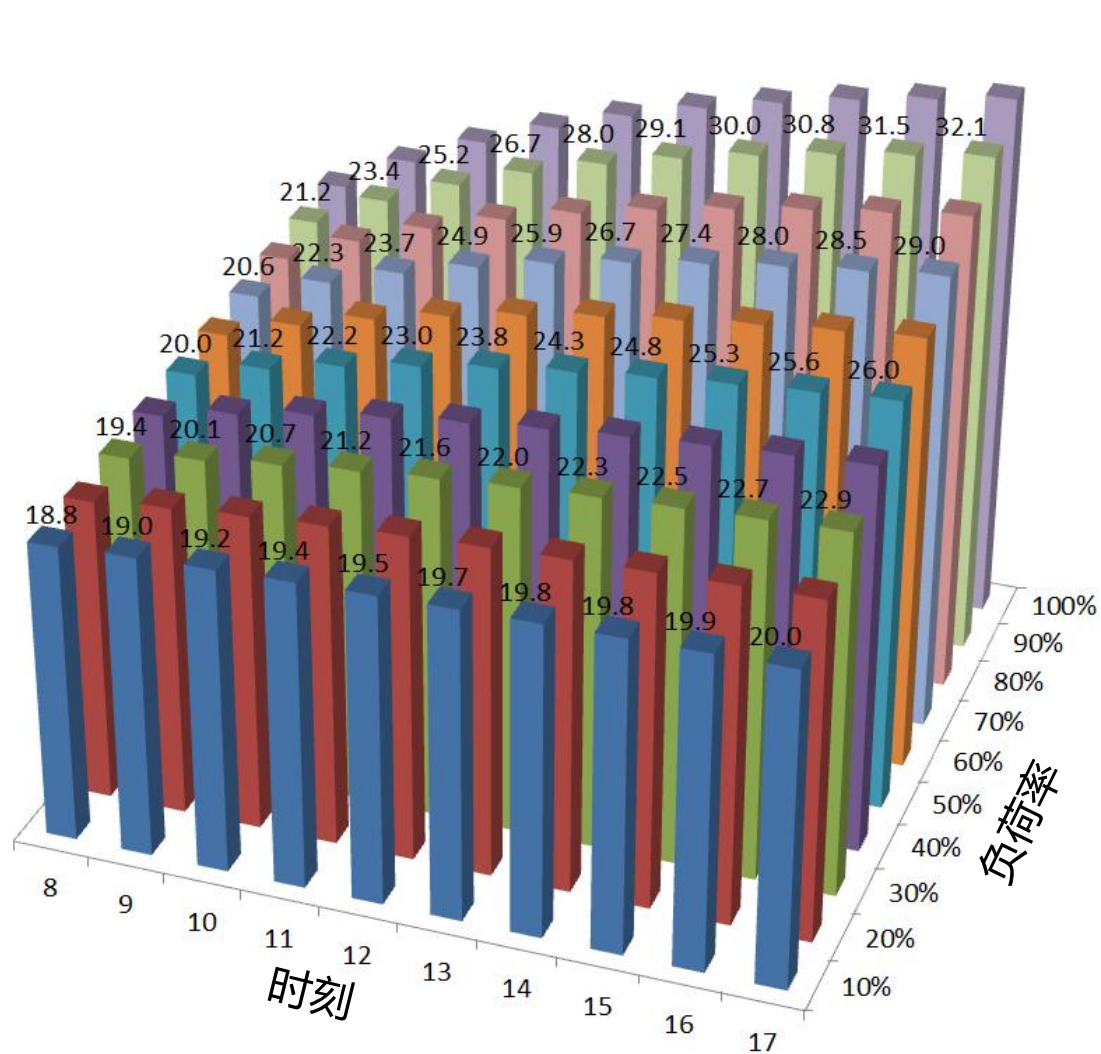
»»4 高效机房案例与数据分析



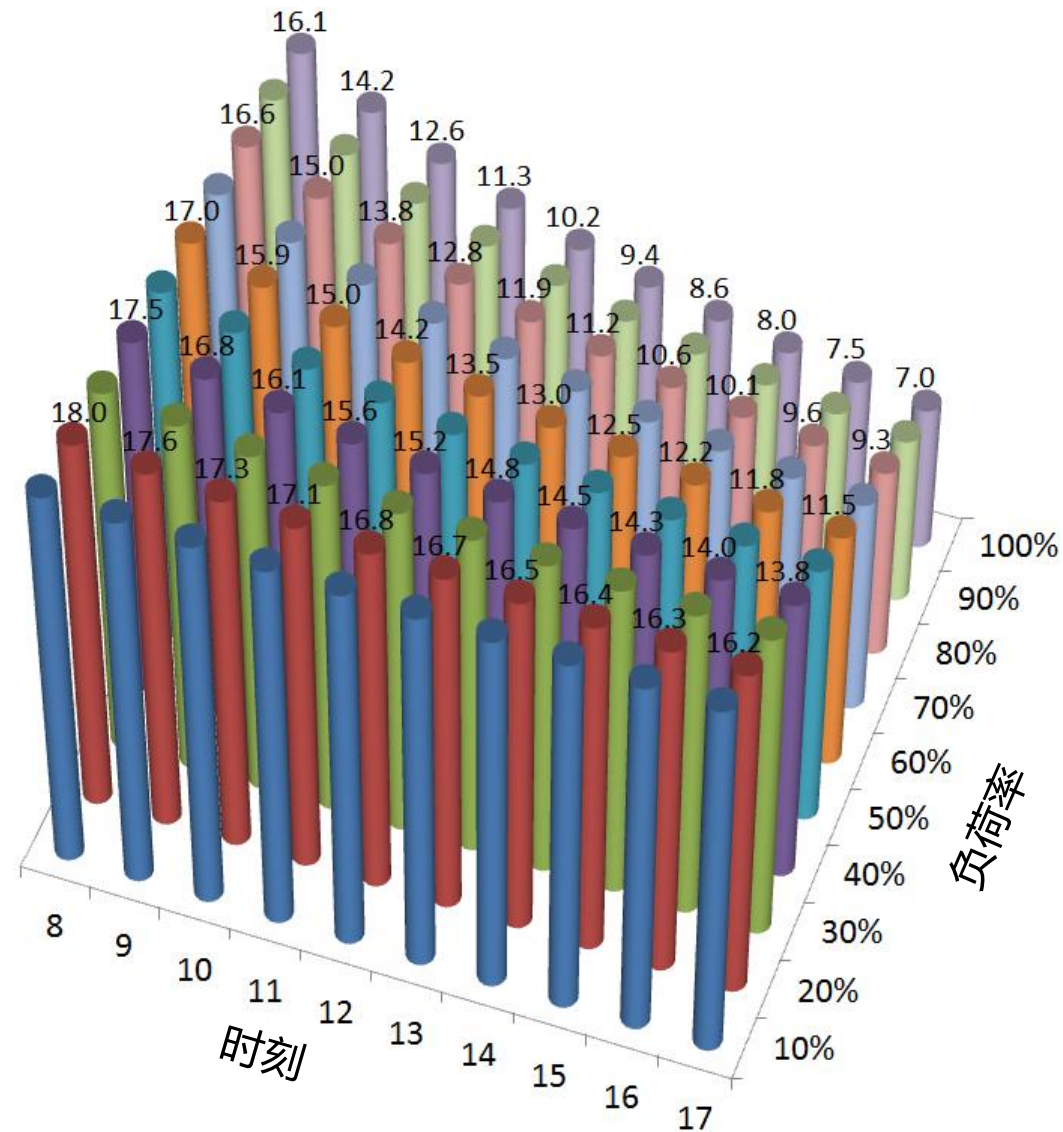
- ❑ 36M (10000冷吨) 高效集成冷冻站
- ❑ 4台2100RT 高电压离心式机组
- ❑ 2台850RT地源热泵机组







制冷工况



制热工况

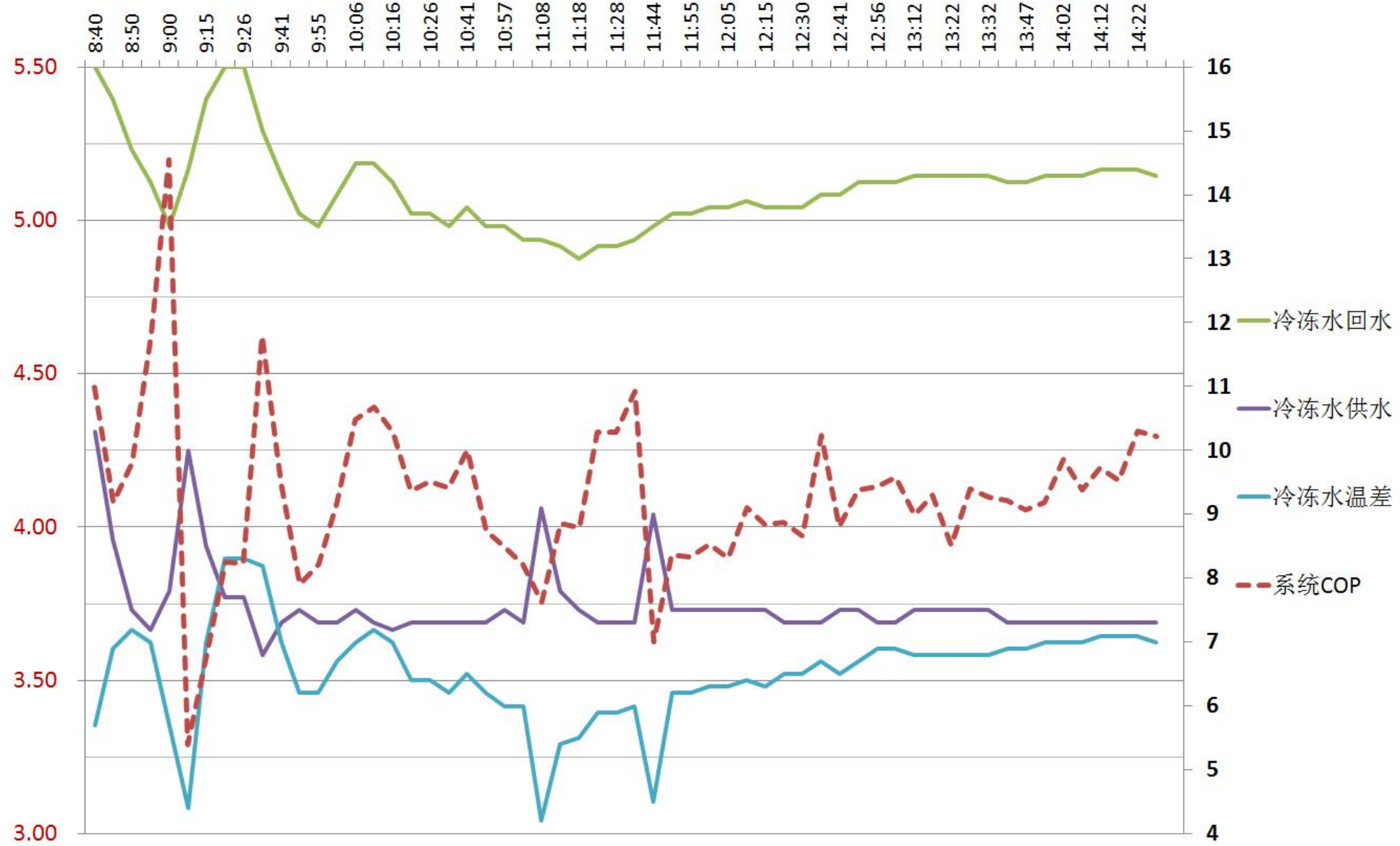
»»4 高效机房案例与数据分析

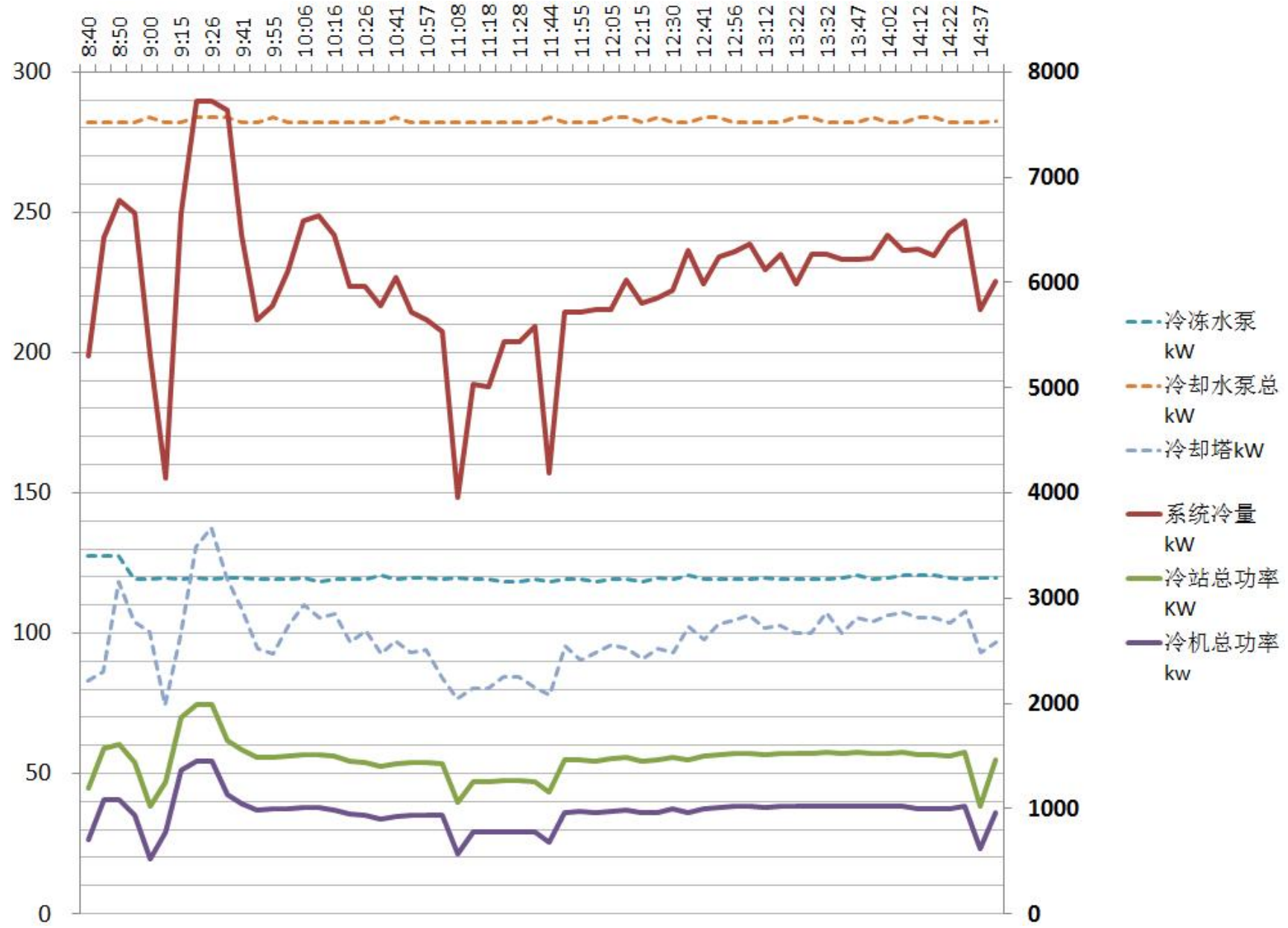
运行参数 (9月23日: 负荷率~17%)

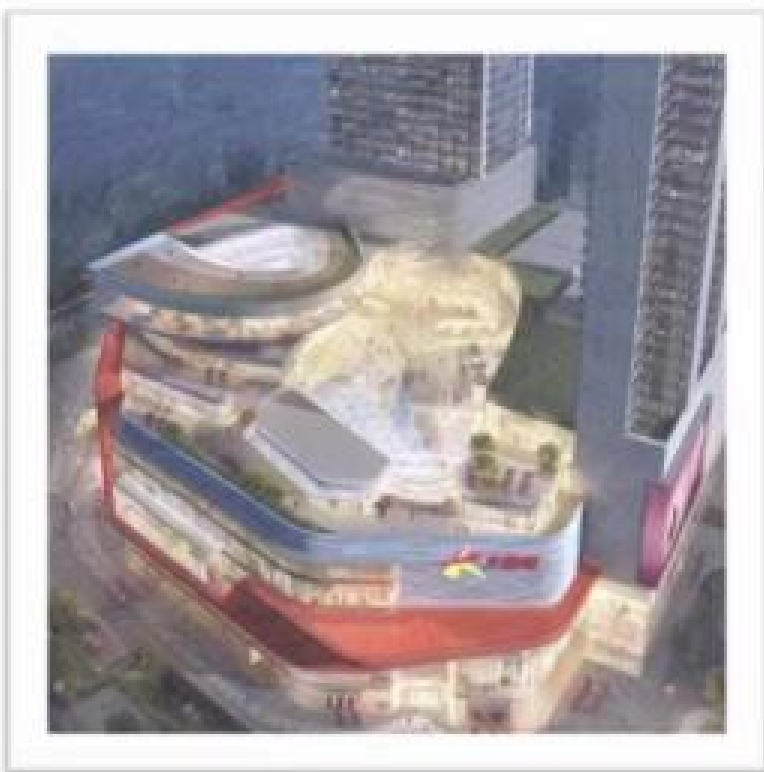


中信设计

时间	系统COP	系统总制冷量 (tons)	冷冻站设备总功率 KW	冷机总功率 kw	冷冻水泵总功率 kw	冷却水泵总功率 kw	冷却塔总功率 kw	4-6区二次泵功率 (2台) kw	10-12区二次泵功率 (2台) kw	冷冻水回水温度 (度)	冷冻水供水温度 (度)
8:40:11	4.46	1509	1190.9	698.5	72.7	282.0	83.1	26.4	28.2	16.0	10.3
8:45:16	4.08	1827	1574.3	1078.8	72.7	282.0	86.2	26.4	28.2	15.5	8.6
8:50:18	4.21	1927	1610.0	1082.4	72.7	282.0	118.3	26.4	28.2	14.7	7.5
8:55:21	4.62	1895	1441.4	936.1	64.5	282.0	104.2	26.4	28.2	14.2	7.2
9:00:21	5.20	1509	1021.0	517.3	64.5	284.0	100.6	26.4	28.2	13.5	7.8
9:05:29	3.29	1178	1258.5	782.5	65.2	282.0	74.2	26.4	28.2	14.4	10.0
9:15:39	3.58	1895	1860.6	1360.4	64.5	282.0	99.1	26.4	28.2	15.5	8.5
9:21:06	3.89	2197	1988.1	1453.6	65.2	284.0	130.7	26.4	28.2	16.0	7.7
9:26:09	3.88	2197	1990.7	1450.0	64.5	284.0	137.6	26.4	28.2	16.0	7.7
9:31:11	4.62	2171	1651.6	1128.2	65.2	284.0	119.6	26.4	28.2	15.0	6.8
9:41:12	4.15	1834	1555.9	1046.0	65.2	282.0	108.1	26.4	28.2	14.3	7.3
9:50:42	3.81	1606	1480.8	985.4	64.5	282.0	94.3	26.4	28.2	13.7	7.5
9:55:52	3.88	1641	1488.5	992.8	64.5	284.0	92.6	26.4	28.2	13.5	7.3
10:01:30	4.07	1736	1498.5	994.6	64.5	282.0	102.8	26.4	28.2	14.0	7.3
10:06:33	4.35	1874	1515.5	1003.8	65.2	282.0	109.9	26.4	28.2	14.5	7.5
10:11:34	4.39	1887	1511.4	1005.7	63.7	282.0	105.4	26.4	28.2	14.5	7.3
10:16:36	4.31	1834	1497.0	989.2	64.5	282.0	106.7	26.4	28.2	14.2	7.2
10:21:40	4.12	1694	1446.9	948.9	64.5	282.0	96.9	26.4	28.2	13.7	7.3
10:26:43	4.15	1694	1436.3	934.4	64.5	282.0	100.8	26.4	28.2	13.7	7.3
10:36:34	4.13	1641	1398.7	903.3	66	282.0	92.8	26.4	28.2	13.5	7.3
10:41:42	4.25	1721	1423.8	923.4	64.5	284.0	97.3	26.4	28.2	13.8	7.3
10:52:00	3.99	1625	1432.9	938.0	65.2	282.0	93.1	26.4	28.2	13.5	7.3
10:57:50	3.94	1606	1435.5	939.7	65.2	282.0	94.0	26.4	28.2	13.5	7.5







	设计预测或目标值	实际运行值
尖峰冷负荷	16151 kW (装机17580kW)	16857 kW
年总供冷量	1592万kWhc	1597万kWhc
单位空调面积供冷量	170 kWhc/m ² .a	170 kWhc/m ² .a
全年平均EER	>5.20	5.54
全年冷站总电费	< 340万元	290万元
单位面积供冷电费	< 25元/m ² .a	21元/m ² .a
单位冷量电费	< 0.2元/kWhc	0.18元/kWhc

商业建筑面积

13.65 万m²

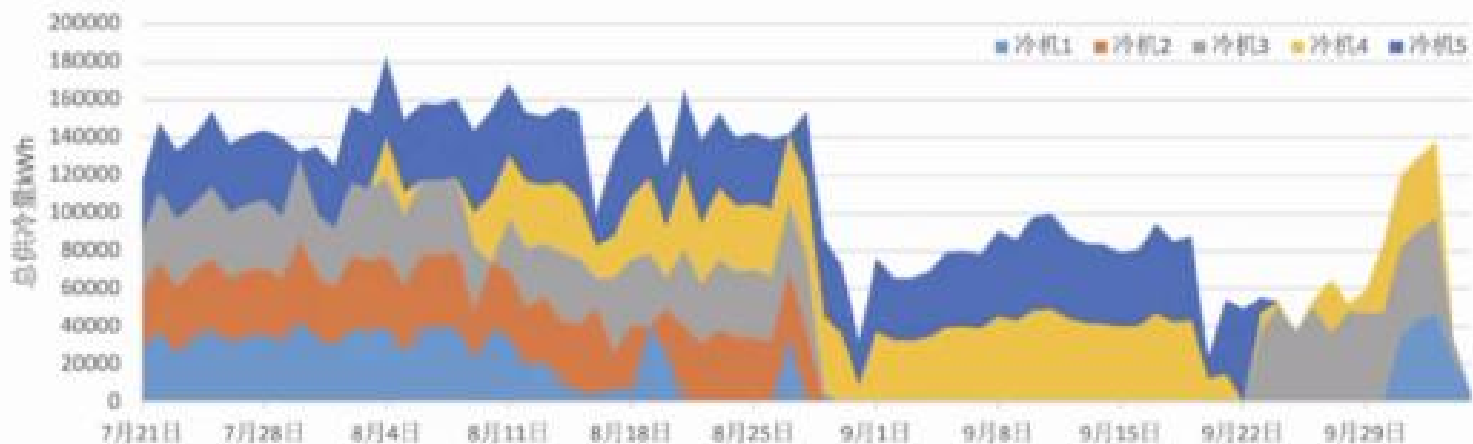
空调面积

9.37 万m²

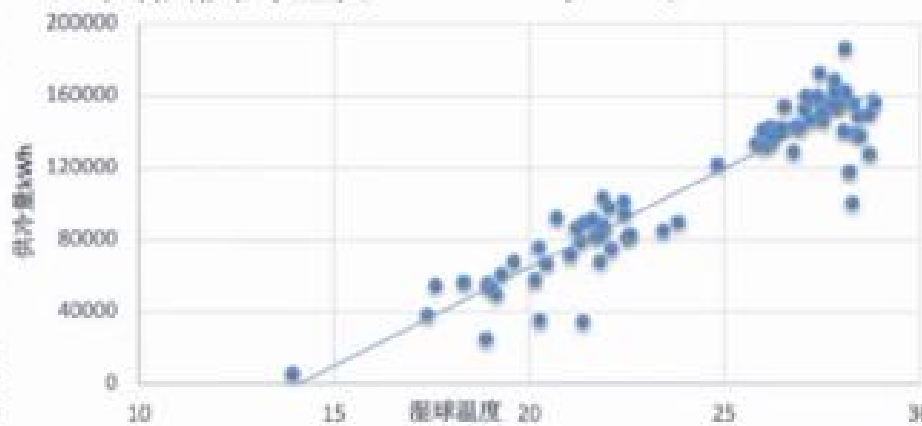
特性	数量	制冷量/kW	功率/kW	COP		数量	流量(m ³ /h)	扬程/m	电机功率/kW
1#-4# 定频	4	3517	583	6.48					
5# 变频	1	3517	594	5.92	冷冻泵	6	660	28	75
冷冻水温 °C	7/12				冷却泵	6	770	24	75
		冷却水温 °C		32/37					



供冷量与湿球温度正相关



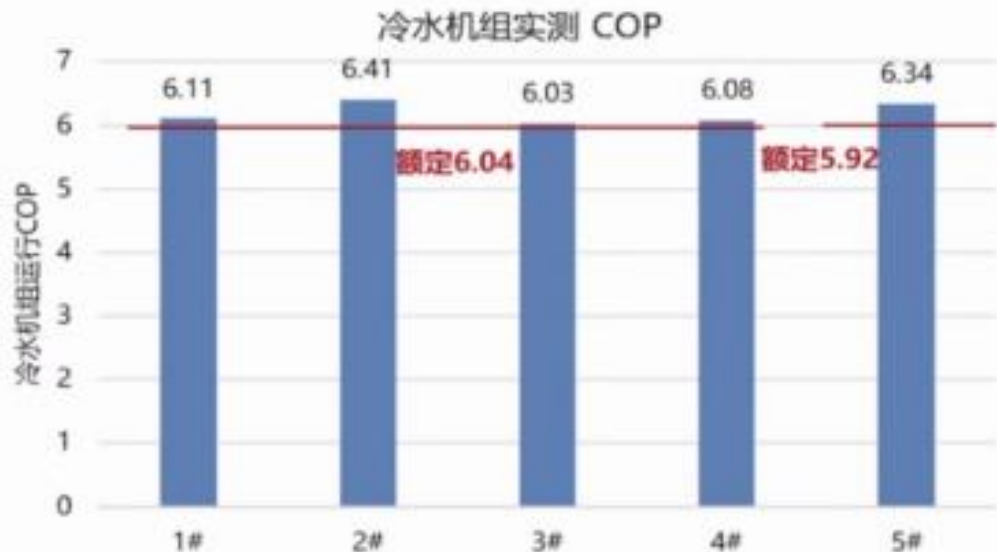
- 五月正式供冷, BA系统7月21日开始记录数据, 尖峰供冷量为16857.98kW, 折合单位面积冷负荷 179.91W/m²。
- 根据供冷量及用电量推算出供冷季总供冷量为1596.72kWh, 折合空调面积单位供冷170.41kWh/m², 设计单位空调面积供冷量为170kWh/m²。





提升变工况运行性能, 改善冷凝器换热温度

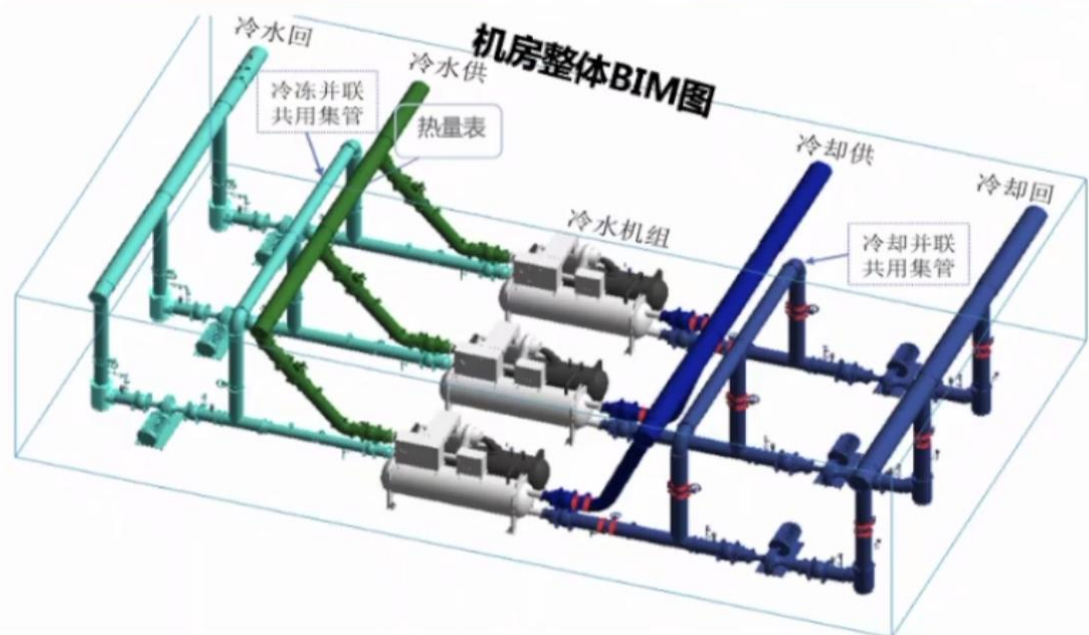
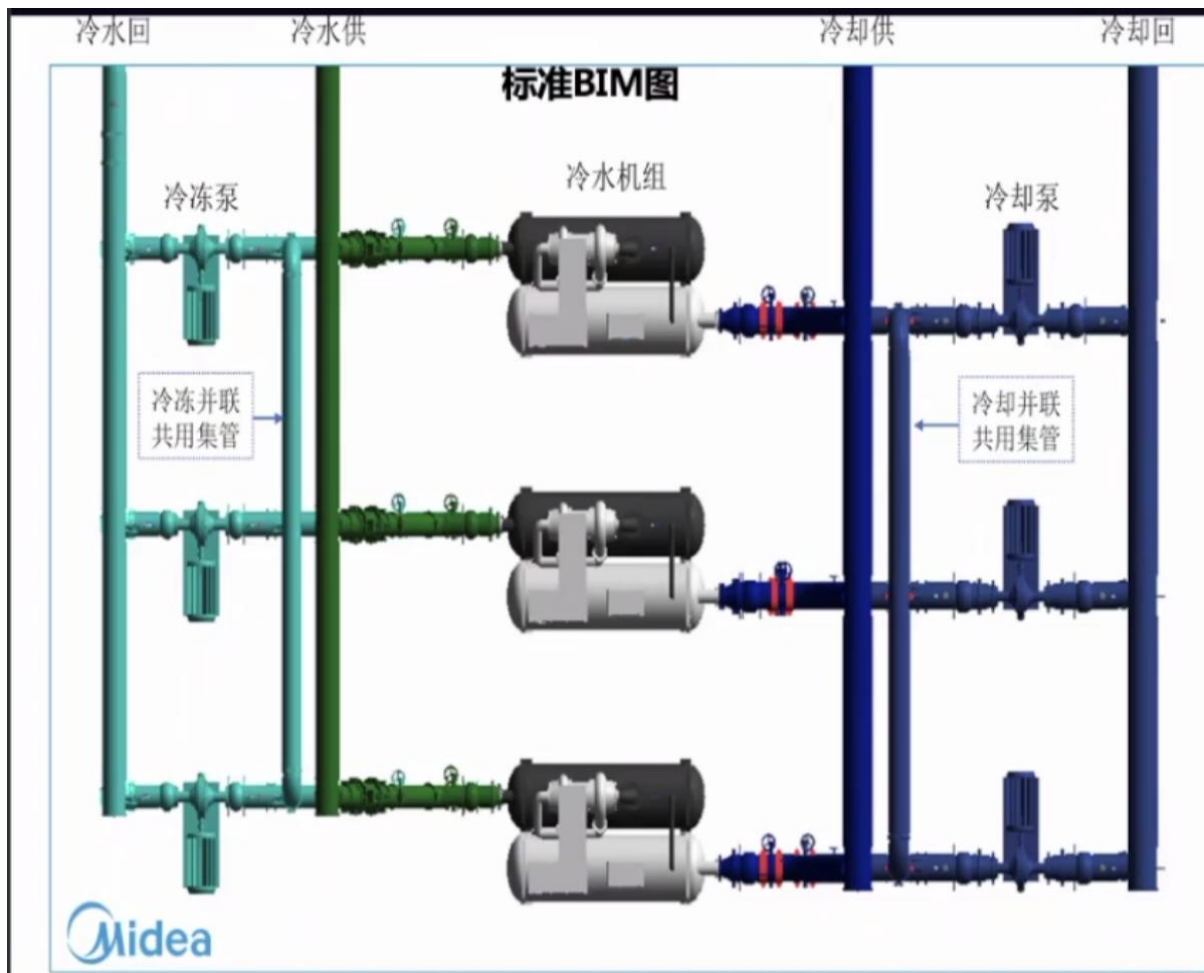
武汉大悦城



重庆大悦城











能效日历

急需改善 0 | 一般 3.5 | 良好 4.1 | 优秀 5

2022-08

E(日能效)kW/kW		C(制冷量)kWh		P(日耗电量)kWh		M(供冷单价)元/千瓦时	
周一	周二	周三	周四	周五	周六	周日	
1	2	3	4	5	6	7	
E:5.03 C:33517.50 P:6662.25 M:0.14	E:5.13 C:37026.00 P:7223.13 M:0.14	E:5.15 C:33767.50 P:6551.88 M:0.13	E:5.05 C:32761.50 P:6488.75 M:0.14	E:5.15 C:35491.50 P:6886.75 M:0.14	E:5.20 C:32679.00 P:6289.75 M:0.13	E:4.90 C:33473.00 P:6826.50 M:0.14	
8	9	10	11	12	13	14	
E:5.21 C:34956.00 P:6709.25 M:0.14	E:5.15 C:32598.50 P:6324.75 M:0.13	E:5.15 C:30097.00 P:5846.63 M:0.14	E:4.81 C:26007.50 P:5401.50 M:0.15	E:4.94 C:23253.00 P:4705.00 M:0.14	E:4.84 C:24985.00 P:5160.25 M:0.15	E:4.94 C:25052.00 P:5069.25 M:0.15	
15	16	17	18	19	20	21	
E:4.90 C:29134.50 P:5950.88 M:0.14	E:5.06 C:32151.00 P:6356.63 M:0.14	E:4.99 C:34114.00 P:6833.63 M:0.14	E:5.15 C:35045.50 P:6804.38 M:0.14	E:5.03 C:22423.50 P:4455.75 M:0.12	E:5.08 C:5772.00 P:1136.88 M:0.15	E:4.97 C:29294.50 P:5899.13 M:0.14	
22	23	24	25	26	27	28	
E:4.99 C:29554.50 P:5927.25 M:0.15	E:4.75 C:34447.00 P:7254.88 M:0.16	E:4.82 C:32698.00 P:6777.50 M:0.15	E:5.09 C:31875.00 P:6258.25 M:0.15	E:5.05 C:34229.50 P:6782.00 M:0.15	E:4.86 C:32754.00 P:6734.00 M:0.15	E:4.83 C:29675.00 P:6145.75 M:0.15	
29	30	31	1	2	3	4	
E:4.80 C:34336.00 P:7153.38 M:0.15	E:5.07 C:35561.00 P:7016.88 M:0.15	E:4.86 C:33836.00 P:6963.13 M:0.15					

变频水泵, 定频冷却塔
(深圳毅隆科技)



项目名称：东京海运大厦 Tokio Marine Centre
项目地点：新加坡
项目评级：新加坡空调界最佳的制冷机房能效（新）
机房能效： $EER: 7.0kW/kW$

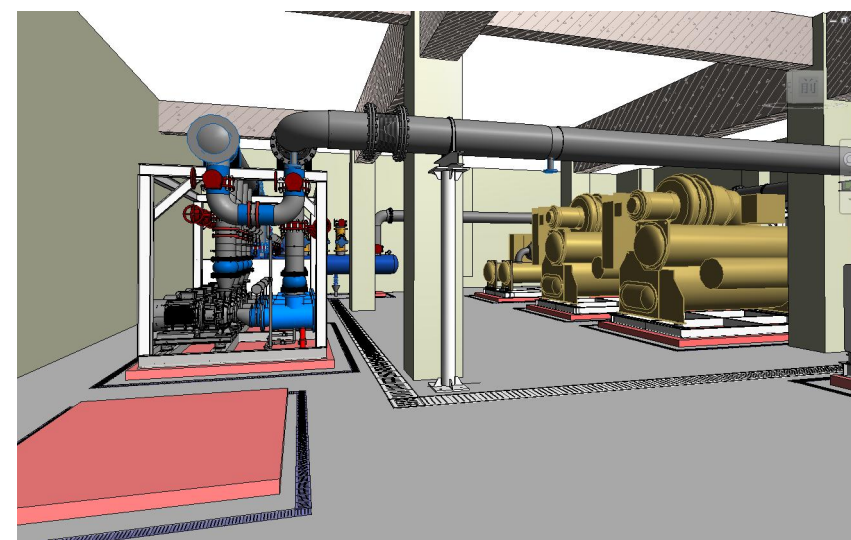
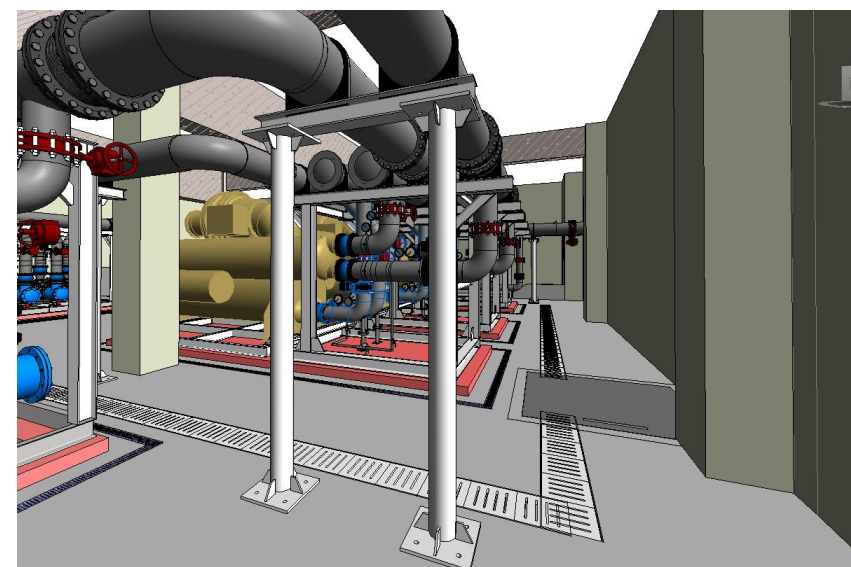
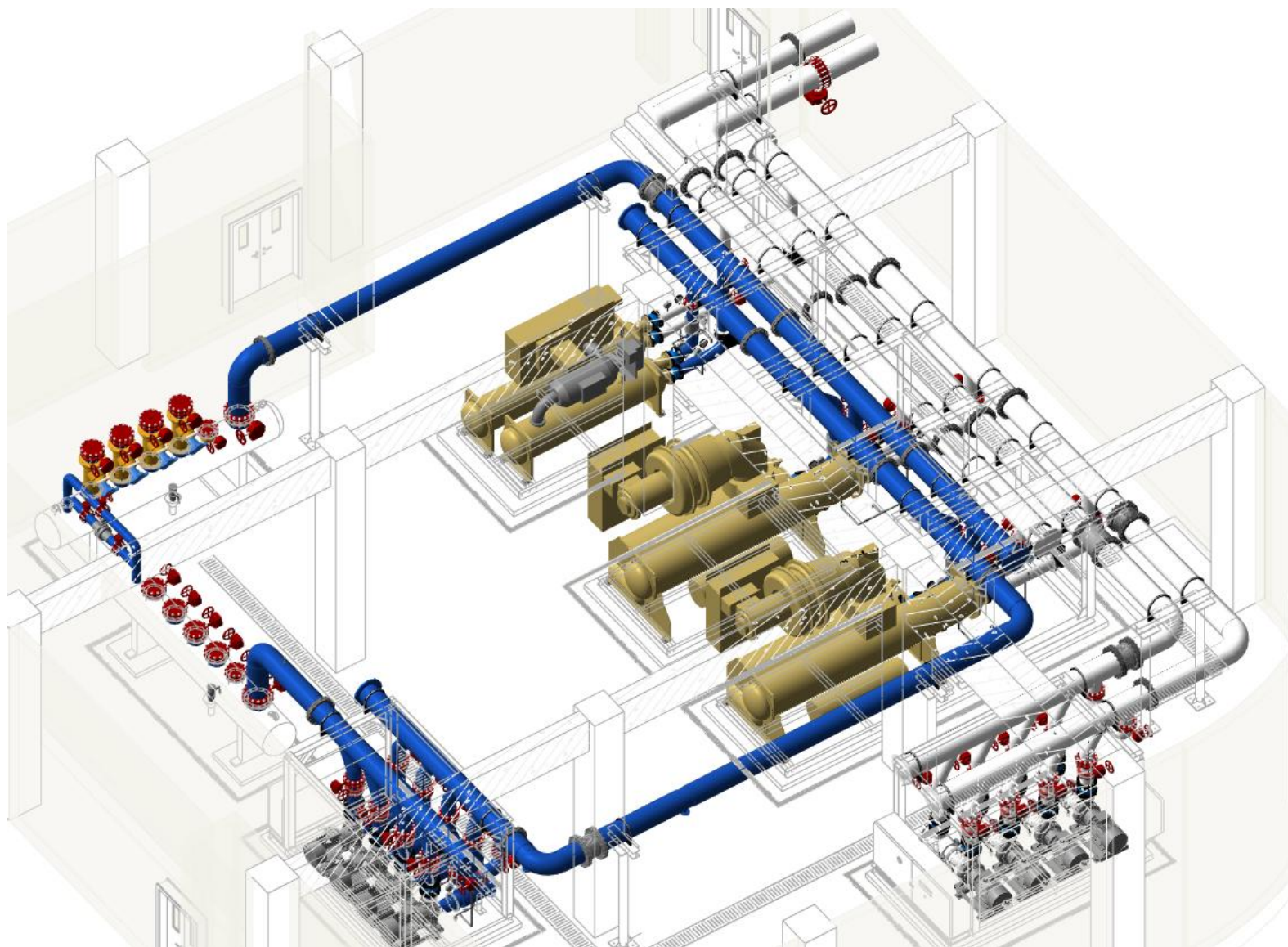


项目名称：天河商旅（越秀地产）
项目地点：广州市
工程简介：装机容量4700冷吨（能效提升30%）
机房能效： $EER: 5.86kW/kW$



类型	制冷工质	制冷量	蒸发器					冷凝器					压缩机	国标工况 COP
			水量	进/出水温度	最大水阻力	工作压力	污垢系数	水量	进/出水温度	最大水阻力	工作压力	污垢系数	装机功率	
			kW	m ³ /h	°C	kPa	MPa	m ² .°C/kW	m ³ /h	°C	kPa	MPa	m ² .°C/kW	
变频离心式冷水机组	R134A 或 R123	2813	402	12/6	≤35	1.6	0.0176	480	32/38	≤71	1.0	0.044	486	6.3
变频磁悬浮	R134A	1048	150	12/6	≤35	1.6	0.0176	176	32/38	≤71	1.0	0.044	199	6.1

序号	设备名称	最高介质温度	流量	扬程	泵体工作压力	转速	电源	电机功率	噪声	最低效率	数量	备注
		°C	m ³ /h	mH ₂ O	Mpa	rpm	φ-V-Hz	kW	dB(A)	%		
1	冷冻水泵	<60	250	38	1.6	≤1450	3-380-50	37	≤70	81	4	4用,变频电机
2	冷却水泵	<60	312	32	1.6	≤1450	3-380-50	37	≤70	81	4	4用,变频电机





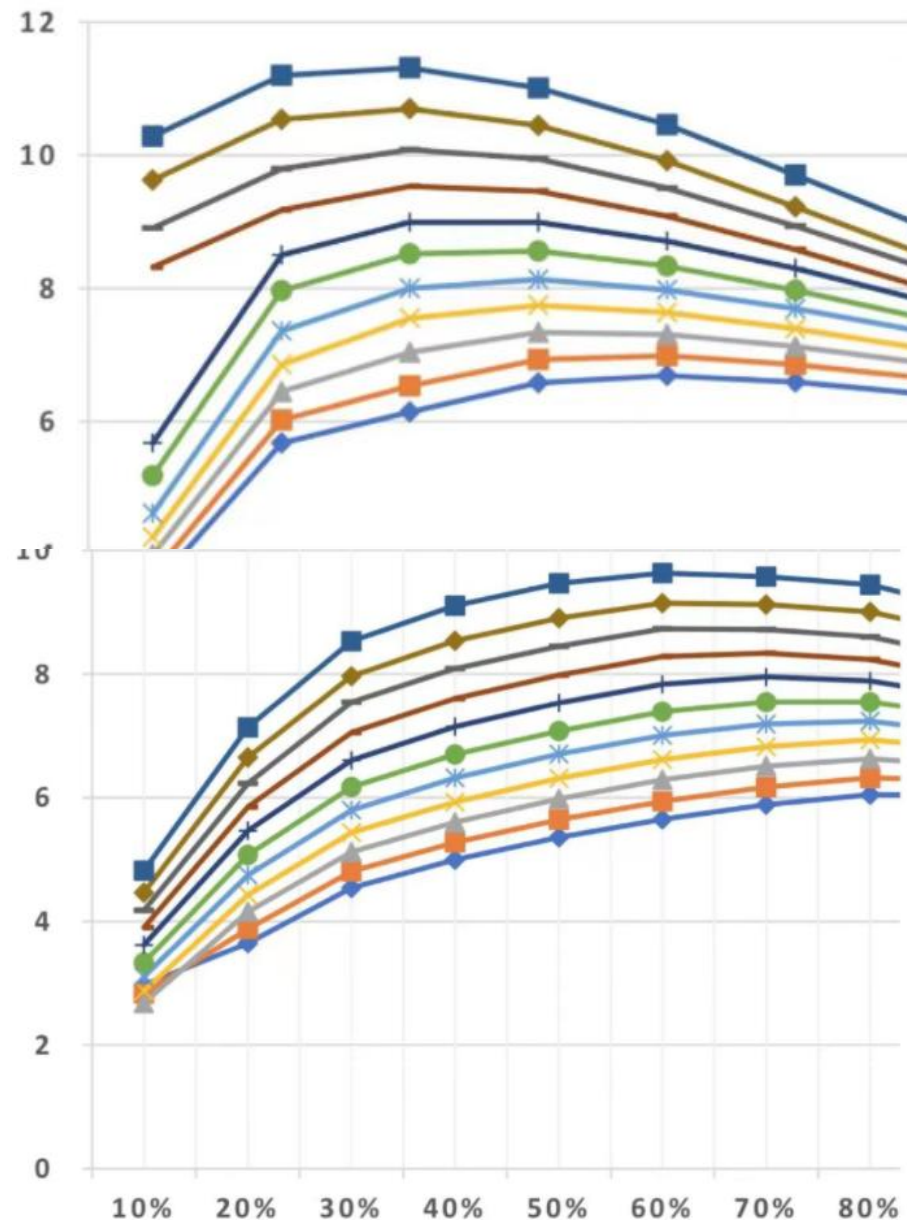


300RT磁悬浮机组NPLV曲线

	25%	50%	75%	100%
5-30/26/23/19	9.90	8.90	7.42	5.91
6-30/26/23/19	10.63	9.36	7.76	6.14
7-30/26/23/19	11.44	9.87	8.11	6.38
8-30/26/23/19	12.32	10.42	8.49	6.63
9-30/26/23/19	13.35	11.04	8.90	6.91
10-30/26/23/19	14.57	11.72	9.36	7.19
11-30/26/23/19	16.07	12.50	9.86	7.50
12-30/26/23/19	17.88	13.37	10.39	7.83
13-30/26/23/19	20.13	14.36	10.96	8.18
14-30/26/23/19	23.01	15.51	11.60	8.57
15-30/26/23/19	26.46	16.85	12.31	8.99

800RT磁悬浮机组NPLV曲线

	25%	50%	75%	100%
5-30/26/23/19	8.24	7.62	6.95	5.70
6-30/26/23/19	8.76	8.01	7.24	5.92
7-30/26/23/19	9.36	8.45	7.53	6.14
8-30/26/23/19	10.04	8.92	7.83	6.38
9-30/26/23/19	10.81	9.45	8.16	6.63
10-30/26/23/19	11.52	10.04	8.58	6.93
11-30/26/23/19	11.75	10.66	8.97	7.22
12-30/26/23/19	12.03	11.35	9.42	7.51
13-30/26/23/19	12.26	12.13	9.89	7.82
14-30/26/23/19	12.92	13.02	10.44	8.14
15-30/26/23/19	13.06	14.96	11.50	8.38



谢谢你的聆听

THANKS