



GB/T 装配式能源站

汇报人：杨长武

===== 追求完美 创造卓越 =====

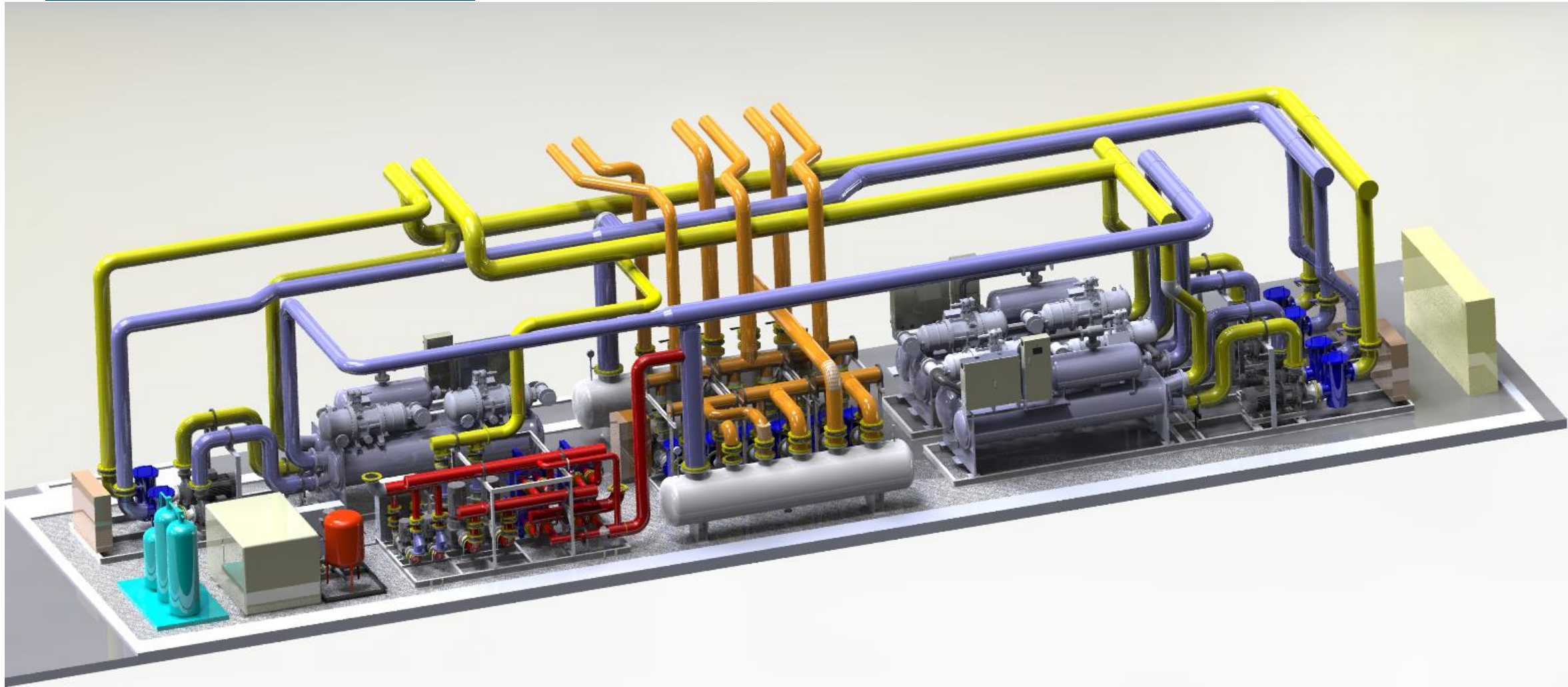
目录

1. 背景
2. 范围与定义
3. 装配率
4. 能源站一般要求
5. 能源站性能

1

背景

典型的暖通机房



典型的暖通空调机房包括冷热源、输配、控制等核心功能；以及为这些功能服务的辅助功能。机房的设备来着不同的制造商，由工程商在客户现场安装施工。

传统空调机房的效率

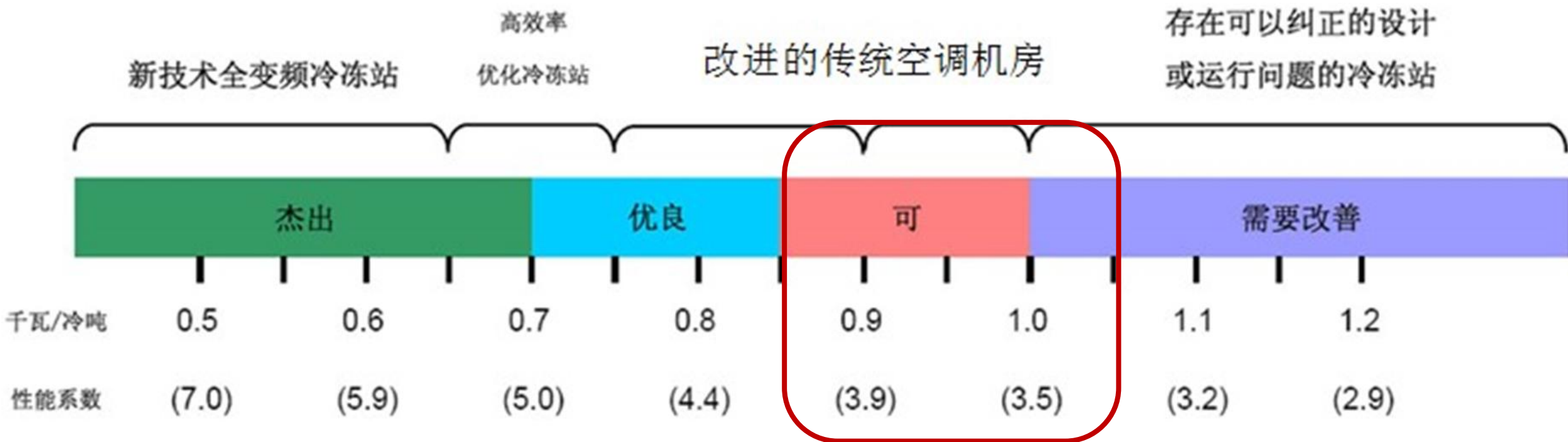


表 1 能效等级指标(一)

类型	名义制冷量 (CC) kW	能效等级			
		1	2	3	
		(IPLV) W/W	(IPLV) W/W	(COP) W/W	(IPLV) W/W
风冷式 或蒸发冷却式	CC≤50	3.80	3.60	2.50	2.80
	CC>50	4.00	3.70	2.70	2.90
水冷式	CC≤528	7.20	6.30	4.20	5.00
	528<CC≤1 163	7.50	7.00	4.70	5.50
	CC>1 163	8.10	7.60	5.20	5.90

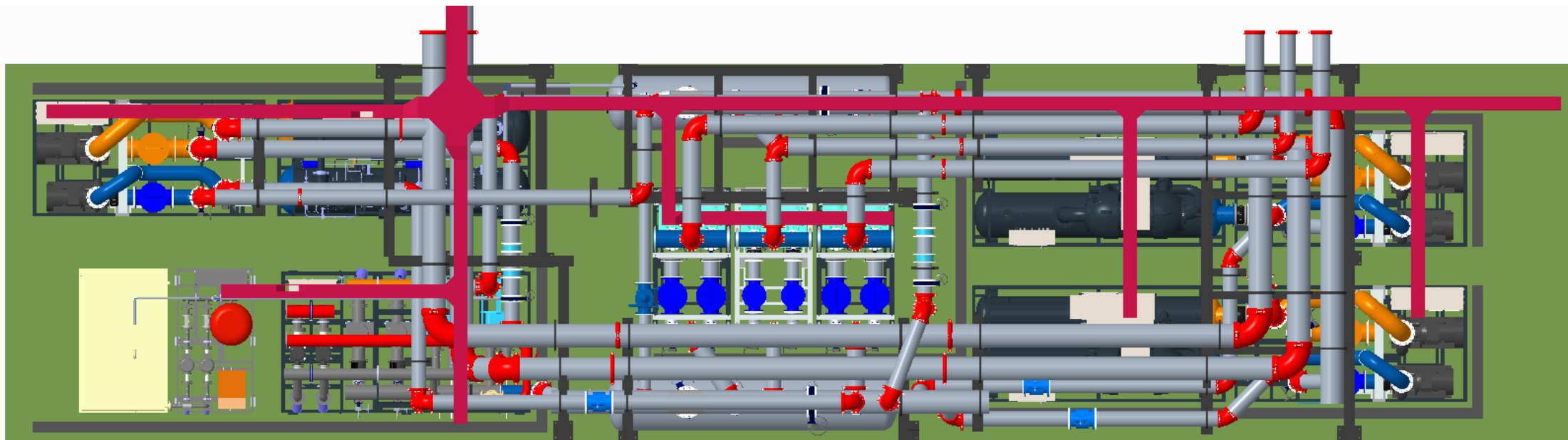
表 2 能效等级指标(二)

类型	名义制冷量 (CC) kW	能效等级			
		1	2	3	
		(COP) W/W	(COP) W/W	(COP) W/W	(IPLV) W/W
风冷式 或蒸发冷却式	CC≤50	3.20	3.00	2.50	2.80
	CC>50	3.40	3.20	2.70	2.90
水冷式	CC≤528	5.60	5.30	4.20	5.00
	528<CC≤1 163	6.00	5.60	4.70	5.50
	CC>1 163	6.30	5.80	5.20	5.90

2

范围与定义

范围与定义



1 范围

本标准规定了装配式能源站的设计、制造、安装、试验方法、检验规则、运输、贮存及使用要求。
本标准适用于为暖通空调系统及生产工艺过程提供冷源、热源以及冷热量媒质输配功能的装配式能源站。

3.1 能源站 energy station

为暖通空调系统及生产工艺过程提供冷源、热源以及冷热量媒质输配功能的集成系统或设施。

3.2 装配式能源站 prefabricated energy station

冷源、热源、输配、补水定压、水处理、配电及控制等全部或部分功能以模块形式在工厂制造，并在工程现场以模块组装方式集成建造的能源站。

3 装配率

装配率

3.2 装配率 prefabrication ratio

能源站中的冷热源、输配、水处理、管道、保温防腐和、配电及控制等组件或模块在工厂预制的综合比例。

5.2.2 能源站的装配率应不小于75%。

表A.1 能源站评分表

评价项目		评价要求	评价分值	最低分值
冷热源设备（20分）	冷水（热泵）机组和换热模块的装配化	80%≤比例≤100%	10~20	10
输配系统（40分）	输配模块装配化	80%≤比例≤100%	10~15	20
	管路系统的预制化	50%≤比例≤80%	10~15	
	补水、定压和水处理设备的装配化	50%≤比例≤80%	5~10	
防腐与绝热（10分）	防腐措施预制化	50%≤比例≤80%	2~5	5
	绝热措施预制化	50%≤比例≤80%	2~5	
电控系统（30分）	电力电缆的预制化	50%≤比例≤80%	5~10	15
	传感器与的预装化	50%≤比例≤80%	5~10	
	控制线缆的预装化	50%≤比例≤80%	5~10	

注：表中各项的分值采用内插法计算，计算结果保留小数点后1位。

A.2 计算方法

能源站的装配率按照（A-1）式计算：

$$A = \frac{P_1+P_2+P_3+P_4}{100} \times 100\% \quad (A-1)$$

式中：

- A：装配率；
- P₁：冷热源设备指标得分值；
- P₂：输配系统指标得分值；
- P₃：防腐与绝热指标得分值；
- P₄：电控系统指标得分值。

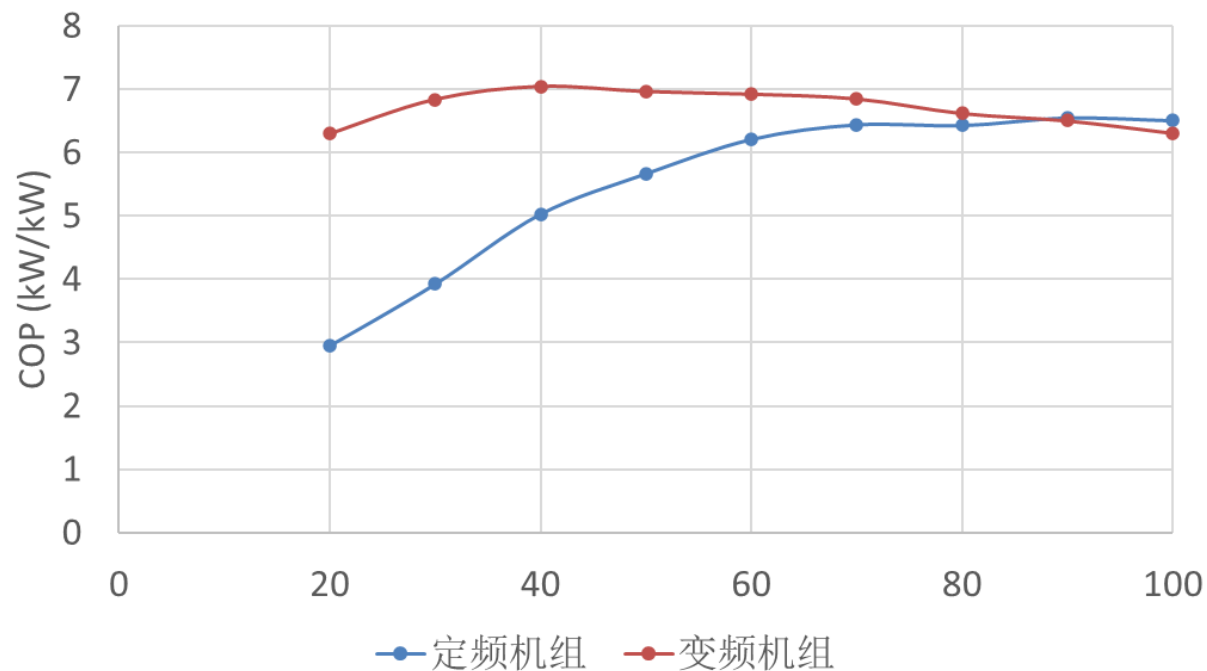
4

能源站一般要求

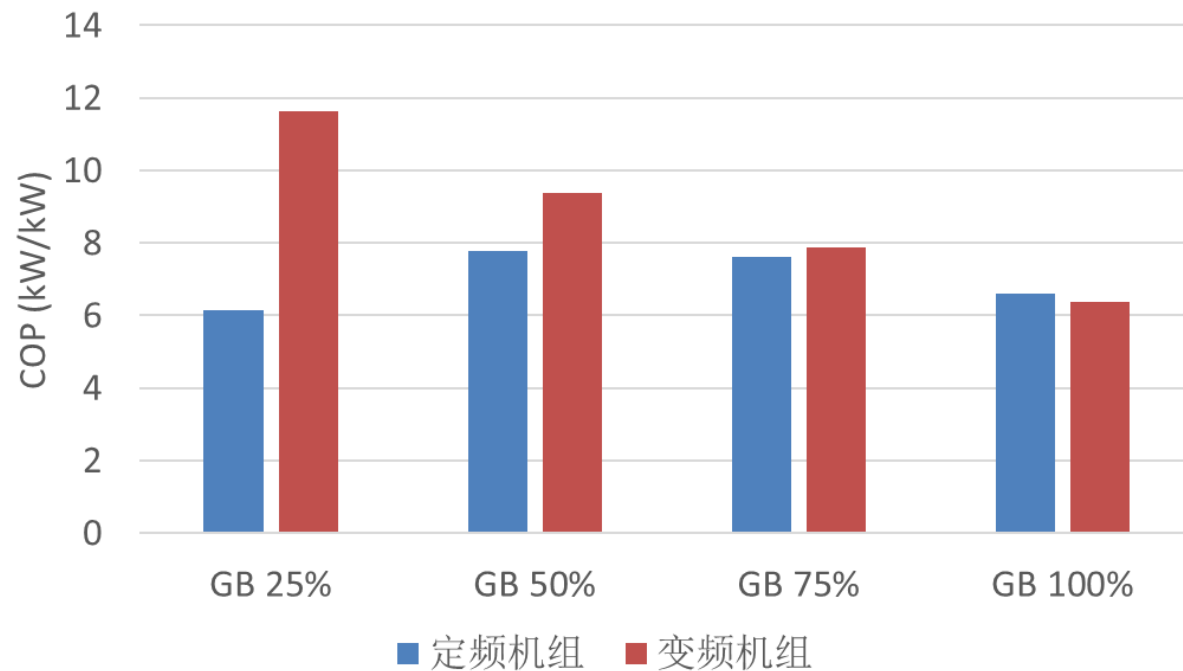
冷热源和换热模块

- ◆ 适应需求负荷变化规律
- ◆ 鼓励变频
- ◆ 同类型的模块应选用同等制冷（热）量的机组
- ◆ 冷热源模块的冷水（热泵）机组应满足GB/T 18430.1 和GB 19577
- ◆ 冷热源模块的水（地）源热泵机组应满足GB/T 19409和GB 30721
- ◆ 换热模块应符合GB 50736的相关规定。

螺杆冷水机组定水温降容能效测试数据

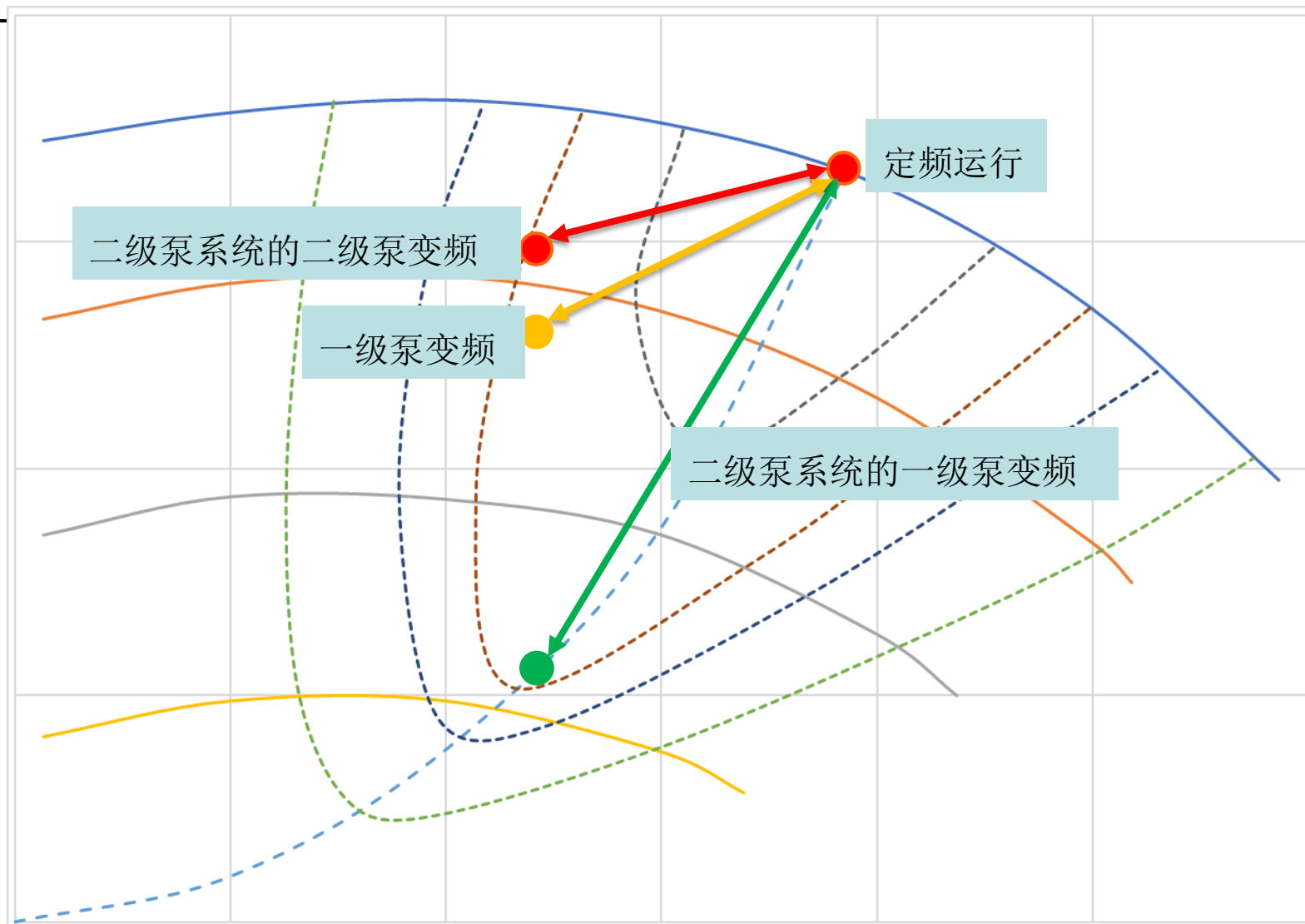
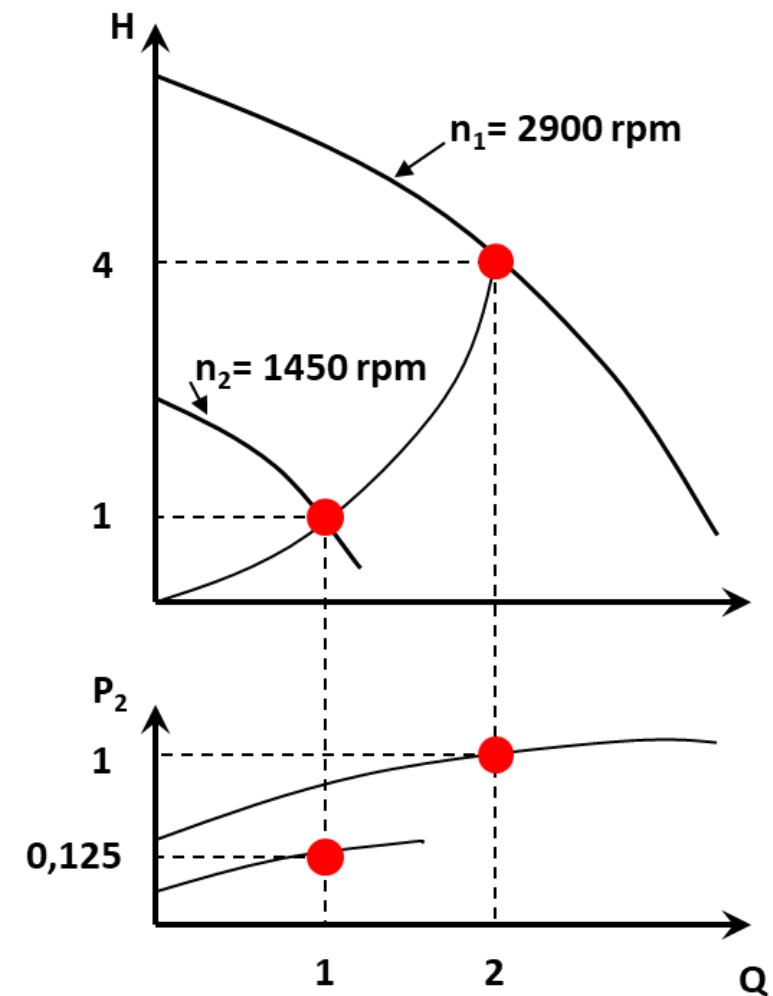


螺杆冷水机组国标工况降容能效测试数据



冷热水系统

- ◆ 不鼓励一级泵定流量系统
- ◆ 中小型能源站鼓励变流量一级泵系统
- ◆ 鼓励二级泵系统中一二级泵都变频



$$\frac{Q_n}{Q_x} = \frac{n_n}{n_x}; \quad \frac{H_n}{H_x} = \left(\frac{n_n}{n_x}\right)^2; \quad \frac{P_n}{P_x} = \left(\frac{n_n}{n_x}\right)^3; \quad \frac{\eta_n}{\eta_x} = 1$$

$$P = \frac{HQ}{\eta}$$

冷热水系统 – 系统负荷特性

**SPLV*加权系数采用与*IPLV*相同的确定方法

○ 根据ASHRAE温频法思想，考察参考地域位于第*j*温频段的供冷小时数 n_j

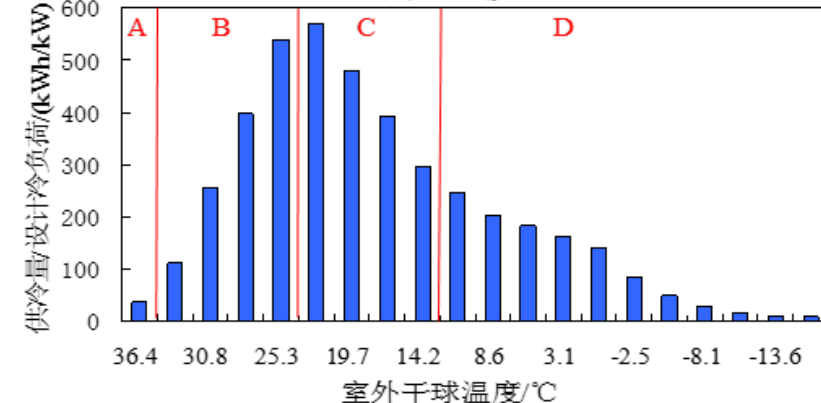
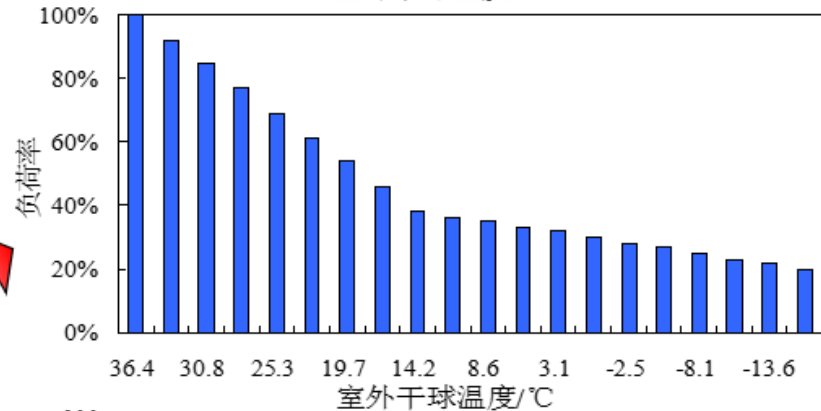
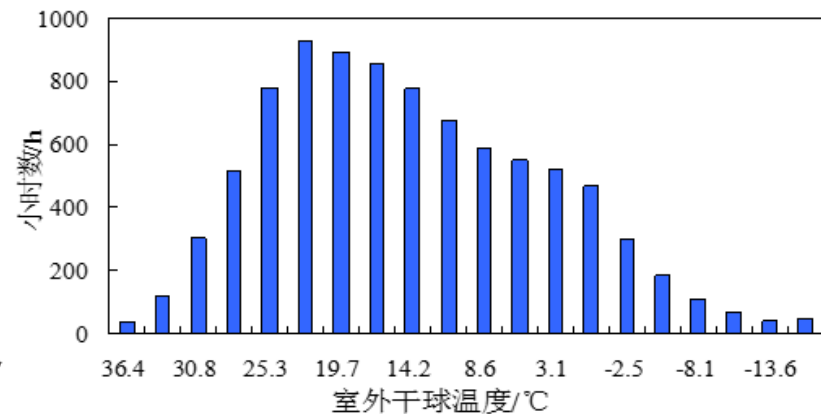
○ 在整个供冷季的第*j*温频段中，冷水机组需向建筑提供的冷量(kWh)

● $BL_j = DL \cdot BLR_j$ (kW)

● $\Phi_j = BL_j \cdot n_j = DL \cdot BLR_j \cdot n_j$ (kWh)

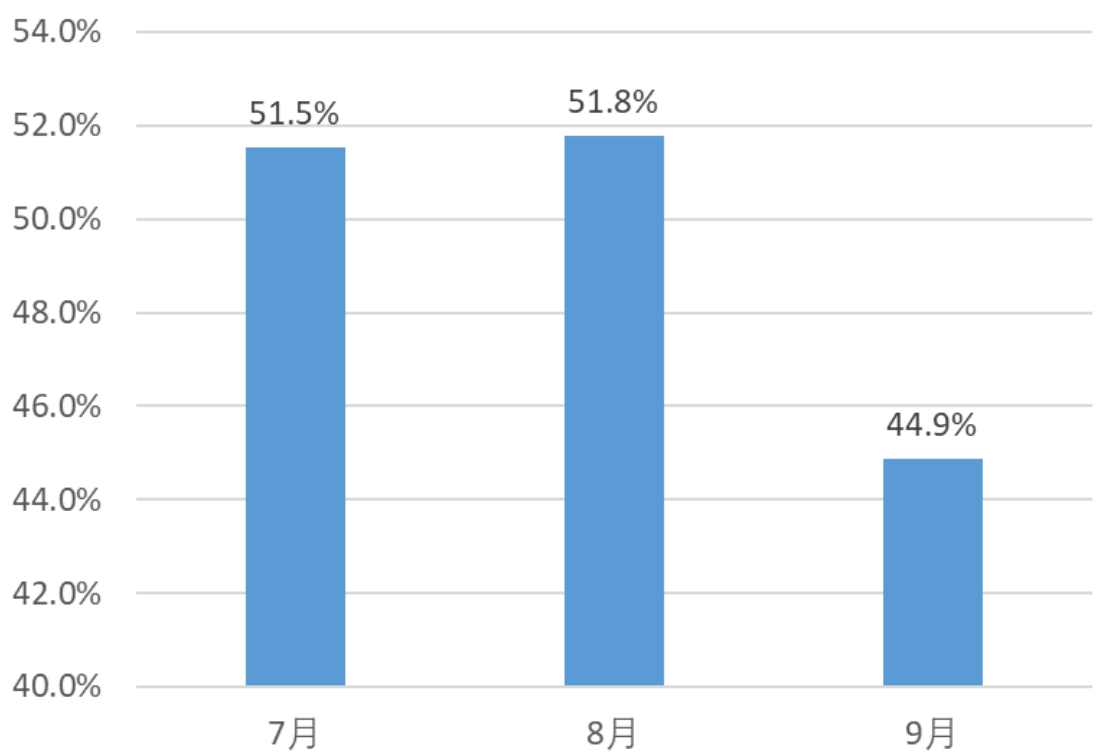
○ 供冷量与设计负荷之比

● $\Phi_j / DL = BLR_j \cdot n_j$ (h)

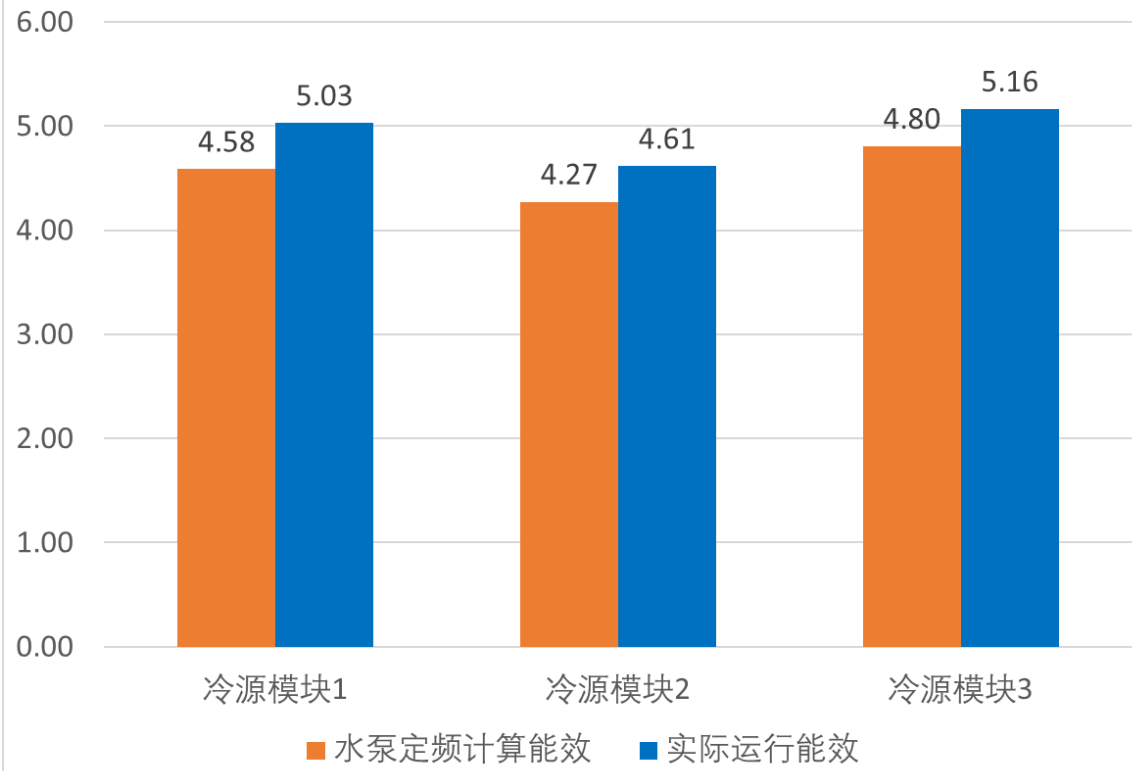


冷热水系统 – 系统负荷特性

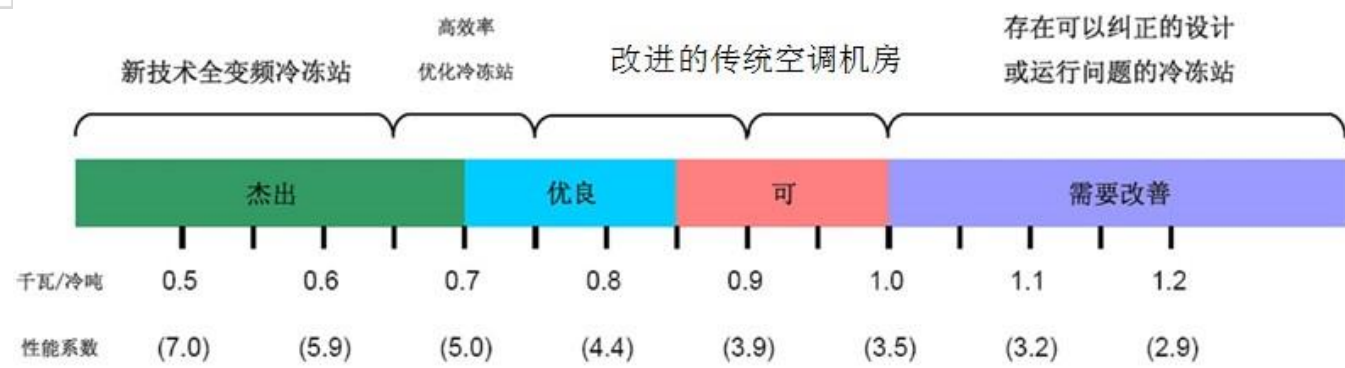
月平均负载率



能源站能效监测数据

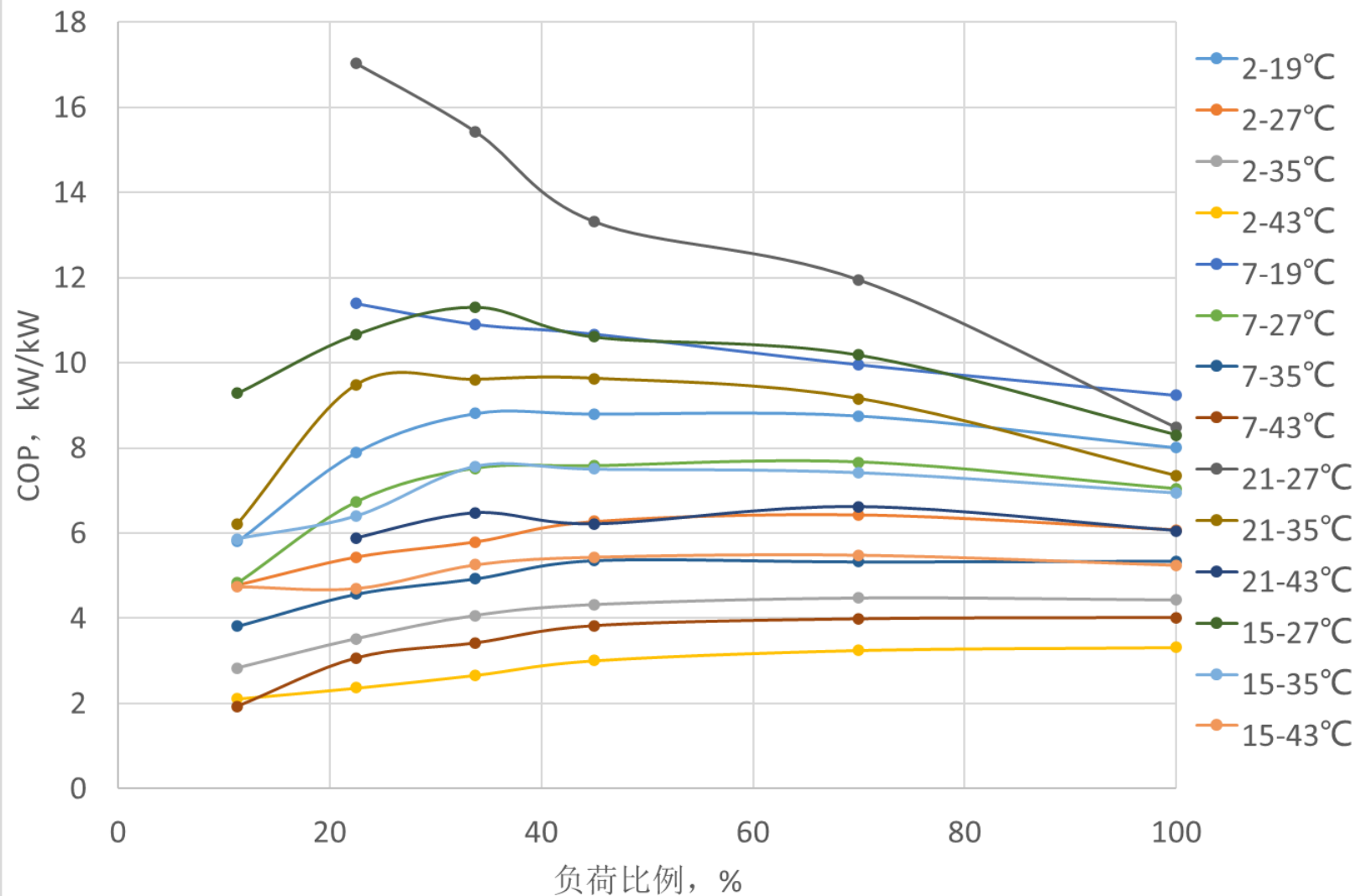


- 1. 郑州某蒸发冷能源站项目统计最热季月平均负载率仅50%上下，机组绝大部分时间运行在部分负荷；
- 2. 能源站采用机组和冷冻水泵一一对应的变流量一级泵设计，最热季平均能效在4.6~5.16kW/kW；
- 3. 最热季能源站总能效约为4.94kW/kW；
- 4. 假定用户侧水泵按照定频运行，能效降低到4.25~4.56 kW/kW，最热季能源站总能效降低约8%。



冷热水系统

冷水机组定出水温度降容性能试验数据



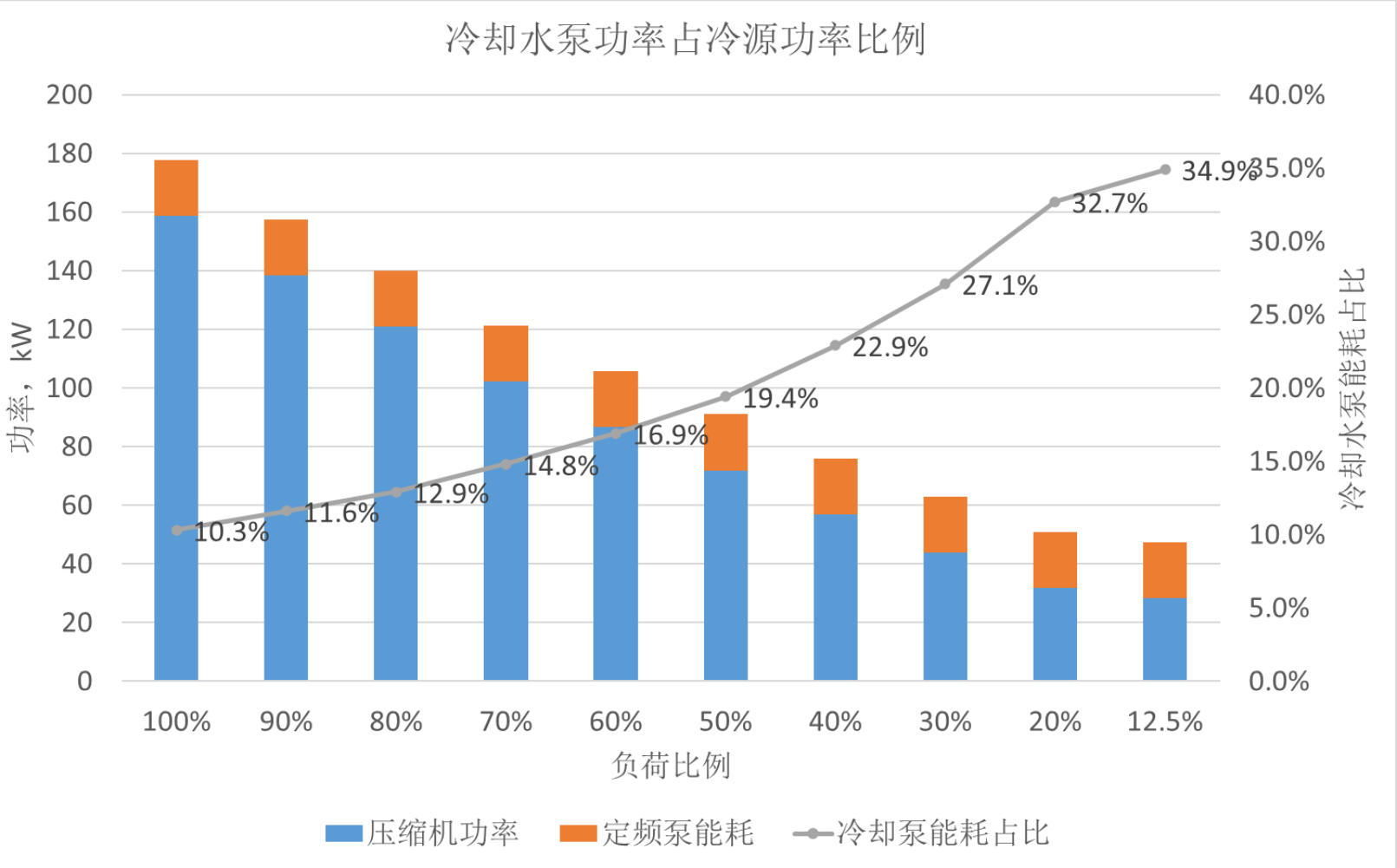
1. 以螺杆机组为例，冷水机组在不同压比下，降容性能变化趋势并不一致；
2. 高压比时，降容会导致冷水机组性能降低；
3. 低压比时，降容会带来性能的上升；
4. 压比越低（一般出现在过渡季节）降容的性能提升越高。

因此：

1. 在不同工况条件下，应该有不同的负荷组合的策略；
2. 只有在压比较大时（高负荷季节）适宜冷水机组数量调节负荷；
3. 在低压比工况，应尽量开启更多的机组，以提高能效；
4. 机组降容，增加台数，采取一级泵变流量，可以降低一级泵的扬程和功耗；
5. 一级泵一机一泵有利于水力平衡和符合平衡；
6. 相同大小机组并联可以保证在低负荷时水力和负荷更容易调节，实现高运行能效。

冷却水系统

- ◆ 冷却水系统不旁通
- ◆ 通过风扇调速控制水温，并降低冷却塔能耗
- ◆ 通过冷却泵变频实现低负荷时的高效运行



制冷量	1000	kW
压缩机功率	158.55	kW
水泵效率	0.75	
机组压降	6	m
冷却塔压降	5	m
管路压降	8	m
水流量	215	m3/h
进口水温	30	℃
定频泵能耗	19.1	kW
冷却塔耗功	7.5	kW

以1000kW冷水机组为例：

- ◆ 冷却水扬程较低的情况下；
- ◆ 冷水机组为变频螺杆；
- ◆ 定冷却水入口温；

机组在低负荷的工况，冷却水泵的工况占冷源总耗功比例约1/3；故冷却水泵变频，对系统节能非常关键。

5 能源站性能

能源站综合制冷性能系数（ECOP）

能源站综合制冷性能系数按（5）式计算，结果应符合表1的要求：

$$ECOP = \Sigma Q / (\Sigma p_c + \Sigma p_p + \Sigma p_t) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- Q——每台运行冷水（热泵）机组在能源站设计工况下的制冷量，单位为千瓦（kW）；
- p_c ——每台运行冷水（热泵）机组在能源站设计工况下的功率，单位为千瓦（kW）；
- p_p——每台运行冷却水泵的功率，单位为千瓦（kW）；
- p_t——每台运行冷却塔的功率，单位为千瓦（kW）。

表1 能源站综合制冷性能系数（ECOP）限定值 单位：kW/kW

类型	额定制冷量(kW)	综合制冷性能系数(kW/kW)					
		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
冷却塔式 或 蒸发冷却式	<528	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7
	528~1163	4.0	4.0	4.0	4.1	4.1	4.2
	1163~2110	4.1	4.2	4.2	4.4	4.4	4.5
	≥2110	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6
风冷	≤50	2.7	2.7	2.7	2.8	2.9	2.9
	>50	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0

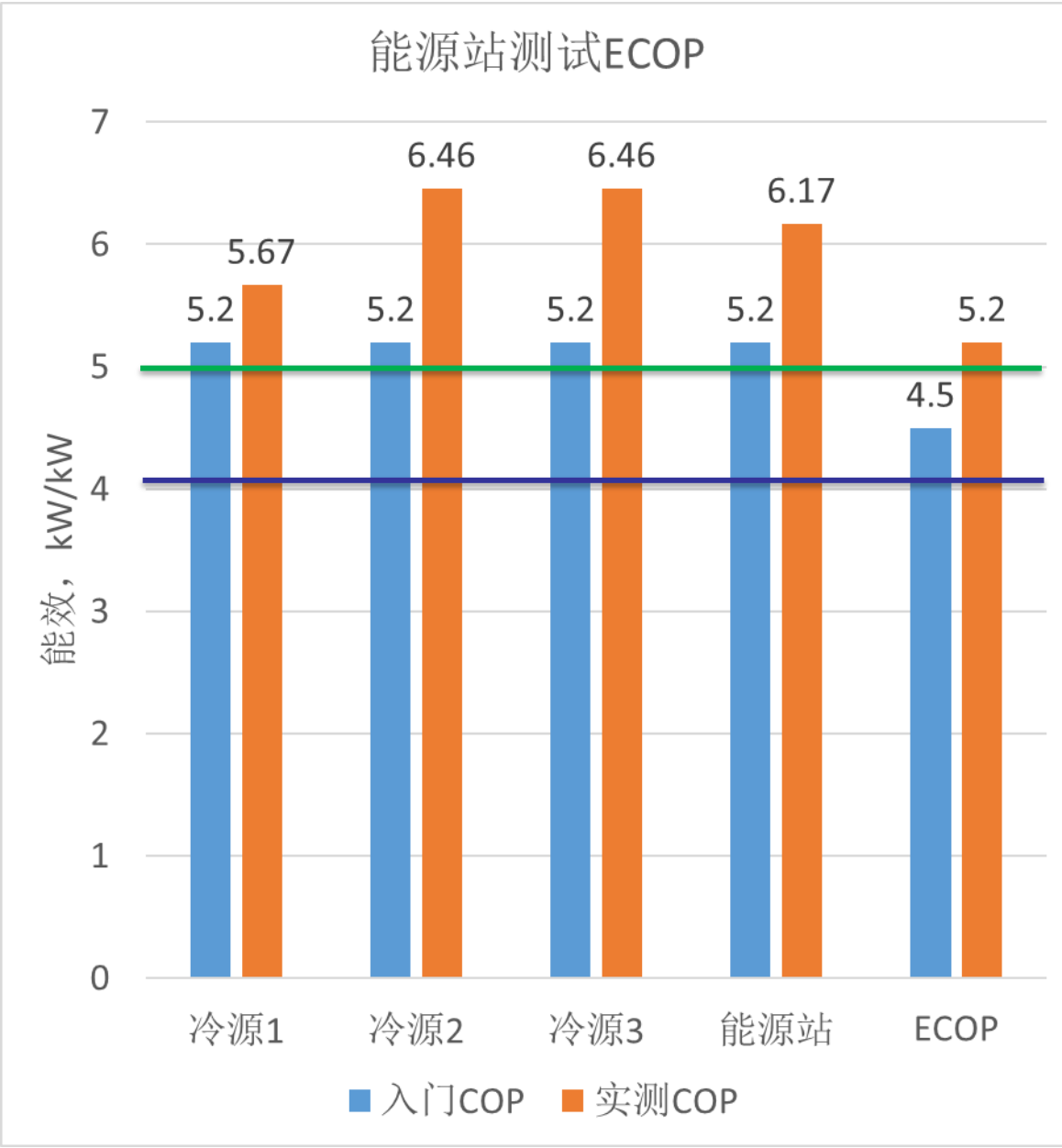
参考GB 50736和GB 50189：

- ◆ 冷却方式受环境条件限制，故需区分；
- ◆ 不同区域性能系数和经济性相关，故需区分；
- ◆ 蒸发冷却式与冷却塔式冷却都需要消耗水和电能，故应同等要求考核；
- ◆ 应根据能源站的冷量段选择高效的压缩机，故不对不同压缩机区别对待。

测试能源站综合制冷性能系数（ECOP）

测试能源站ECOP				
	冷源模块1	冷源模块2	冷源模块3	能源站合计
制冷量	2285	2285.4	2285.4	6855.8
功率	403	353.9	353.9	1110.8
主机COP	5.67	6.46	6.46	6.17
冷却泵功率	47.4	47.4	47.4	142.2
冷却塔功率	17.8	17.8	17.8	53.4
ECOP	5.2			

模拟机组COP 5.2 能源站计算ECOP				
	冷源模块1	冷源模块2	冷源模块3	能源站评价
制冷量	2285	2285.4	2285.4	6855.8
功率	439	439	439	1317
COP	5.2	5.2	5.2	5.2
冷却泵功率	47.4	47.4	47.4	142.2
冷却塔功率	18.5	18.5	18.5	55.5
ECOP	4.5			



能源站输配能效比

能源站输配能效比按（1）式计算，并应满足（2）式要求。对于二级泵或多级泵系统，其一级泵的扬程应全部计入能源站内消耗的扬程，其二级泵和（或）多级泵不计入能源站的考核。

$$ETER = 0.003096 \times \Sigma(G \times H_i / \eta_b) / Q \dots\dots\dots (1)$$

$$ETER \leq A \times R / \Delta T \dots\dots\dots (2)$$

其中：
一级泵系统的水泵扬程按（3）式计算：

$$H_i = H - H_e \dots\dots\dots (3)$$

二级和多级泵系统的水泵扬程按（4）式计算：

$$H_i = H \dots\dots\dots (4)$$

- 式中：
- ETER——能源站输配能效比；
 - G——每台运行一级泵的设计流量，单位为立方米每小时（m³/h）；
 - H_i——每台运行一级泵对应的设计工作点能源站内利用的扬程，单位为米（m）；
 - H——每台运行一级泵的扬程，单位为米（m）；
 - H_e——站外扬程，单位为米（m）；
 - η_b——每台运行水泵对应的设计工作点效率；
 - Q——设计冷（热）负荷，单位为千瓦（kW）；
 - ΔT——规定的计算供回水温差，单位为摄氏度（℃），按表2选取；
 - A——与水泵流量有关的计算系数，按表3选取；
 - R——与能源站水阻力有关的计算系数，按表4选取。

能源站输配能效比

表 2· · ΔT 值 (°C) ↵

冷水系统↵	热水系统↵			
	严寒↵	寒冷↵	夏热冬冷↵	夏热冬暖↵
5↵	15↵	15↵	10↵	5↵

表 3· · A 值↵

设计水泵流量 G ↵	$G \leq 60 \text{m}^3/\text{h}$ ↵	$60 \text{m}^3/\text{h} < G \leq 200 \text{m}^3/\text{h}$ ↵	$G > 200 \text{m}^3/\text{h}$ ↵
A· 值↵	0.004225↵	0.003858↵	0.003749↵

表 4· · R 值↵

系统组成↵	能源站冷热水共用管道 R 值↵	能源站冷热水不共用管道 R 值↵
空调冷（热）水系统↵	15↵	—↵
供暖热水系统↵	11↵	13↵

Thanks!

====追求完美 创造卓越=====