



绿色校园 2.0

再调适

运行数据应用简介



议程

1 回顾

2 数据收集和应用

- a) 数据记录仪和便携式仪器
- b) 我们想知道什么？
- c) 数据在性能测量中的应用
- d) 2个例子

3 数据分析

- a) 数据分析方法
- b) 系统表现
- c) 潜在节能机会
- d) 运行和设计条件之间的偏差
- e) 投资价值

4 愿景

- ☐ 制定时间表
- ☐ 订立目标
- ☐ 开放透明
- ☐ 共同参与





回顾

回顾

调查阶段

1. 收集数据

2. 分析数据

3. 识别潜在的节能机会

4. 为建议的节能机会的测量与
验证方法协定

5. 选择实施节能机会

今日焦点



数据收集和应用

数据记录仪

冷水机组

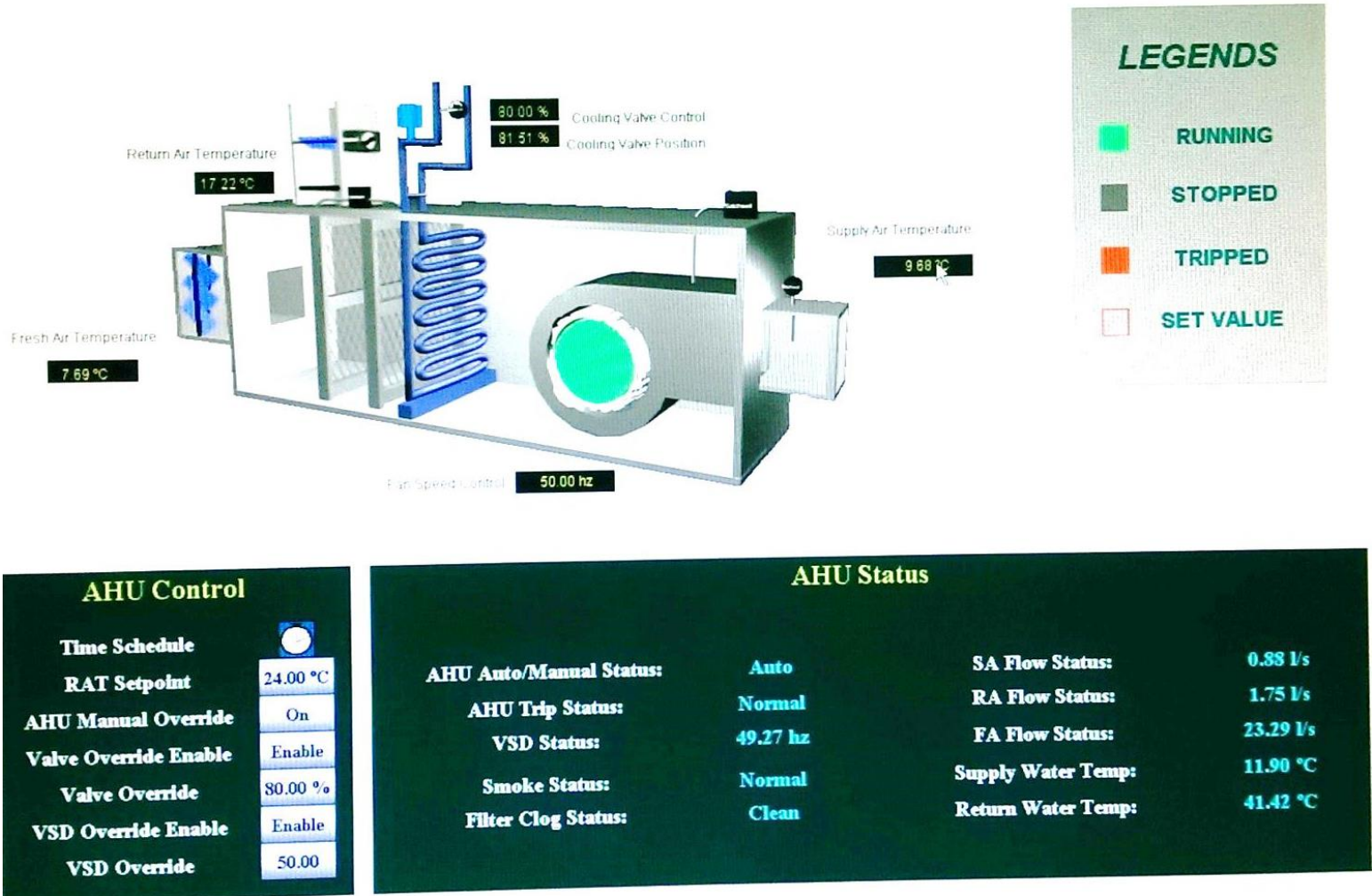


平衡阀转数



压力阀

空气侧



建筑管理系统面板

电气



功率分析仪

冷水机组



照度计

温度和相对湿度记录仪



功率分析仪

我们想知道什么？

CHILLER 1 LOG SHEET																											
Date : 1-九月-09																											
CHILLER NO.1	HOURS		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	Chiller Water Outlet Temp. Spt.	°C	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	
	Chiller Water Outlet Temp.	°C	13.5	12.9	12.3	11.6	11.3	11.0	11.0	10.8	11.4	11.8	11.4	11.2	11.0	11.0	10.9	11.0	11.3	11.3	11.5	11.6	12.0	11.3	11.8	11.3	
	Chiller Water Inlet Temp.	°C	11.7	12.2	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	10.3	12.2	12.4	12.5	12.5	12.5	12.4	12.5	12.8	12.7	12.7	12.8	12.9	12.4	11.7	12.1	12.2	
	Chiller Water Flow Rate	L/S	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	1	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	2	7	-4	-4	
	Evaporator Ref. Temp.	°C	13.8	14.2	14.5	14.6	14.7	14.8	14.8	11.6	11.8	12.5	13.0	13.4	13.7	13.9	14.2	14.3	14.5	14.6	14.8	14.9	12.5	12.0	12.3	12.9	
	Evaporator Ref. Pressure	kPa	669																684	687	690	692	639	628	634	647	
	Cond. Water Outlet Temp.	°C	25.1	冷水机记录表															25.1	25.2	25.3	25.4	25.3	25.3	25.3	25.2	
	Cond. Water Inlet Temp.	°C	24.6																24.6	24.6	24.6	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	
	Cond. Water Flow Rate	L/S	4																3	4	3	3	3	4	4	3	
	Condenser Ref. Temp.	°C	13.8	14.2	14.4	14.6	14.7	14.7	14.7	11.6	11.8	12.5	12.9	13.3	13.7	13.9	14.2	14.3	14.5	14.6	14.7	14.8	12.5	11.9	12.3	12.8	
	Condenser Ref. Pressure	kPa	669	677	684	687	687	689	689	619	623	639	649	657	664	669	677	679	684	687	689	692	637	626	634	646	
	Oil Sump Temperature	°C	46.5	46.3	46.2	46.2	46.2	46.2	46.2	46.3	46.1	46.1	46.3	46.3	46.3	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.4	46.4	46.5	46.5	
	Discharge Temperature	°C	25.2	25.0	25.0	24.8	24.8	24.8	24.7	24.7	24.6	25.0	25.2	25.3	25.6	25.6	25.7	25.7	25.9	25.9	26.1	26.1	25.9	25.9	25.4	25.2	
	Oil Diff. Pressure	kPa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Chiller On/Off Status		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off								TP/DSH/ AC/003/A HU- 01.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/003/A HU- 02.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/003/A HU- 03.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/003/A HU- 04.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/005/A HU- CVL- /OPN-.CL	TP/ AC			
	Voltage	kV	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3																
	Current	A	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1																
	Motor Current	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
	Power Factor	Cos	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	25/1/2010 10:00				25/1/2010 18:00										64.875	
	Power Input	kW										26/1/2010 1:00				26/1/2010 9:00											59.469
	Cooling Load	Ton										26/1/2010 1:15				26/1/2010 9:15											56
	COP											26/1/2010 1:30				26/1/2010 9:30											57.25
	Efficiency (kW/Ton)											26/1/2010 1:45				26/1/2010 9:45											57.406
	Condenser Approach	°C										26/1/2010 2:00				26/1/2010 10:00		0	0		0	0					58.406
											26/1/2010 2:15				26/1/2010 10:15		0	0		0	0					57.969	
											26/1/2010 2:30				26/1/2010 10:30		0	0		0	0					59.156	
											26/1/2010 2:45				26/1/2010 10:45		0	0		0	0					58.688	
											26/1/2010 3:00				26/1/2010 11:00		0	0		0	0					56.781	
Remark :																											

Local	Time	6198097	6298476	6302968	6346938	6679009	6347974	6679008	6347082	6303000	6303019
27/11/2010	1:30:00	34606	27200	210507	998865	764747	176007	4749246	942611	1285224	3410839
27/11/2010	2:00:00	34606	27200	210517	998865	764757	176010	4749258	942612	1285232	3410908
27/11/2010	2:30:00	34606	27200	210528	998865	764766	176013	4749269	942613	1285241	3410976
27/11/2010	3:00:00	34606	27200	210539	998865	764776	176016	4749281	942613	1285250	3411045
27/11/2010	3:30:00	34606	27200	210540	998865	764786	176020	4749292	942614	1285259	3411113
27/11/2010	4:00:00	34606	27200	210540	998865	764796	176023	4749304	942615	1285267	3411181
27/11/2010	4:30:00	34606	27200	210540	998865	764806	176026	4749315	942616	1285276	3411250
27/11/2010	5:00:00	34606	27200	210540	998865	764816	176029	4749327	942617	1285285	3411317
27/11/2010	5:30:00	3460								285294	3411386
27/11/2010	6:00:00	3460								285303	3411454
27/11/2010	6:30:00	3460								285311	3411521
27/11/2010	7:00:00	34606	27200	210540	998865	764856	176042	4749373	942620	1285320	3411589
27/11/2010	7:30:00	34606	27200	210540	998878	764870	176045	4749385	942621	1285331	3411659
27/11/2010	8:00:00	34607	27201	210540	998896	764884	176048	4749436	942652	1285363	3411742
27/11/2010	8:30:00	34608	27202	210540	998914	764899	176051	4749479	942673	1285391	3411755
27/11/2010	9:00:00	34609	27202	210540	998931	764913	176055	4749521	942692	1285418	3411760
27/11/2010	9:30:00	34610	27203	210545	998949	764928	176058	4749561	942711	1285445	3411769
27/11/2010	10:00:00	34611	27204	210550	998967	764942	176061	4749600	942731	1285472	3411778
27/11/2010	10:30:00	34612	27205	210555	998984	764956	176064	4749640	942751	1285499	3411786
27/11/2010	11:00:00	34613	27206	210560	998999	764970	176067	4749681	942772	1285526	3411795
27/11/2010	11:30:00	34614	27207	210565	999014	764984	176071	4749730	942793	1285552	3411805
27/11/2010	12:00:00	34615	27208	210570	999029	764998	176074	4749782	942813	1285579	3411812
27/11/2010	12:30:00	34616	27209	210575	999044	765012	176077	4749834	942833	1285605	3411818
27/11/2010	13:00:00	34617	27210	210580	999059	765026	176080	4749885	942853	1285632	3411825
27/11/2010	13:30:00	34618	27211	210585	999074	765040	176084	4749937	942872	1285659	3411831
27/11/2010	14:00:00	34619	27212	210590	999089	765054	176087	4749989	942891	1285686	3411837
27/11/2010	14:30:00	34620	27213	210595	999104	765068	176090	4750035	942901	1285701	3411843
27/11/2010	15:00:00	34621	27214	210600	999119	765082	176093	4750077	942906	1285713	3411849
27/11/2010	15:30:00	34622	27215	210605	999134	765095	176097	4750119	942912	1285725	3411855
27/11/2010	16:00:00	34623	27216	210610	999149	765106	176100	4750162	942917	1285737	3411861
27/11/2010	16:30:00	34624	27217	210615	999164	765118	176103	4750205	942923	1285749	3411867
27/11/2010	17:00:00	34625	27218	210620	999179	765129	176106	4750247	942928	1285761	3411873

建筑管理系统运行数据

Time		TP/DSH/ AC/003/A HU- 01.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/003/A HU- 02.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/003/A HU- 03.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/003/A HU- 04.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/005/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/006/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/007/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/008/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/009/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/010/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/011/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/012/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/013/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/014/A HU-.CVL- /OPN-.CL
25/1/2010 10:00	25/1/2010 18:00					64.875	43.25	57.688	60.344	44.5	63.844	67.5	54.063	57.719	54.875
26/1/2010 1:00	26/1/2010 9:00					59.469	39	48.594	60.719	43	62.281	56.156	47.563	48.219	52.156
26/1/2010 1:15	26/1/2010 9:15					56	40.031	49.781	55.75	43.625	64.625	58.156	48.75	48.75	54.5
26/1/2010 1:30	26/1/2010 9:30					57.25	39.563	50.75	54.75	48	62.25	58.125	50.781	51.594	55.063
26/1/2010 1:45	26/1/2010 9:45					57.406	40.375	53.656	56.938	43.063	63.406	58.938	48.688	54.625	55.625
26/1/2010 2:00	26/1/2010 10:00	0	0	0	0	58.406	41.031	52.438	57.594	47.938	66.25	60.531	47.906	52.688	51.938
26/1/2010 2:15	26/1/2010 10:15	0	0	0	0	57.969	40.594	54.031	58.594	43.438	67.188	61.906	50.125	53.281	52.719
26/1/2010 2:30	26/1/2010 10:30	0	0	0	0	59.156	40.781	54.219	55.5	43.281	64.125	66.625	51.969	53.188	52.813
26/1/2010 2:45	26/1/2010 10:45	0	0	0	0	58.688	40.656	52.25	60.656	46.844	66.75	64.938	48.313	56.375	54.406
26/1/2010 3:00	26/1/2010 11:00	0	0	0	0	56.781	39.813	53.688	63.781	45.938	64.563	65.563	49.594	52.844	56.469
26/1/2010 3:15	26/1/2010 11:15	0	0	0	0	57.406	39.875	52.219	62.469	48.625	65.313	66	53.563	52.969	55.094
26/1/2010 3:30	26/1/2010 11:30	0	0	0	0	59.219	40.438	54.281	57.188	47.156	63.469	67.375	48.875	55.438	54.5
26/1/2010 3:45	26/1/2010 11:45	0	0	0	0	60.344	38.969	52.25	63.469	45.75	67	66.375	49.406	53.188	56.875
26/1/2010 4:00	26/1/2010 12:00	0	0	0	0	60.375	39.875	54.938	59.344	44.469	66.25	66	51	53.281	56.5
26/1/2010 4:15	26/1/2010 12:15	0	0	0	0	61.063	39.75	53.688	62.219	43.469	65.188	66.5	50.469	56.781	56.813
26/1/2010 4:30	26/1/2010 12:30	0	0	0	0	54.969	39.938	52.563	54.969	42.594	64.188	67.563	48.844	57.625	56.531
26/1/2010 4:45	26/1/2010 12:45											5.75	50.469	55.125	55.313
26/1/2010 5:00	26/1/2010 13:00											813	50.25	54.25	54.188
26/1/2010 5:15	26/1/2010 13:15											813	49.688	54.594	52.063
26/1/2010 5:30	26/1/2010 13:30											719	51.438	51.906	53.25
26/1/2010 5:45	26/1/2010 13:45	0	0	0	0	59.3	40.438	51.938	54.188	45.934	62.913	62.344	51.75	56.938	52
26/1/2010 6:00	26/1/2010 14:00	0	0	0	0	58.875	39.125	52.75	54	48.188	65.625	61.344	52.594	56.375	52.844
26/1/2010 6:15	26/1/2010 14:15	0	0	0	0	59.531	39.094	53.094	55.188	44.688	62.813	62.438	50.031	53.688	54.813
26/1/2010 6:30	26/1/2010 14:30	0	0	0	0	61.063	40.906	56.188	57.313	46.563	64.625	65.5	51.969	54.031	55.063
26/1/2010 6:45	26/1/2010 14:45	0	0	0	0	60.75	41.594	54.688	56.844	42.219	65.688	64.313	52.531	56.531	52.906
26/1/2010 7:00	26/1/2010 15:00	0	0	0	0	62.344	40.469	53.875	58.594	43.813	64.313	64.125	52.5	57.594	54.719
26/1/2010 7:15	26/1/2010 15:15	0	0	0	0	60	43	56.344	58.156	47.344	64.5	66.188	55.406	57.063	54.719
26/1/2010 7:30	26/1/2010 15:30	0	0	0	0	61.938	43.406	57.469	56.656	47.375	67.625	65.188	53.656	53.281	55.844
26/1/2010 7:45	26/1/2010 15:45	0	0	0	0	59.313	43.125	56.844	54.969	48.281	67.688	67.188	53.031	53.688	53.75
26/1/2010 8:00	26/1/2010 16:00	0	0	0	0	57.75	43.125	57.781	61.5	45.406	65.25	68.063	53.813	55.938	53.781
26/1/2010 8:15	26/1/2010 16:15	0	0	0	0	58.719	41.625	55.719	52.281	46.156	65.375	64.563	53.156	55.094	53.469
26/1/2010 8:30	26/1/2010 16:30	0	0	0	0	59.656	40.406	57.5	53.875	44.938	65.313	67.5	53.25	56.781	53.75
26/1/2010 8:45	26/1/2010 16:45	0	0	0	0	59.25	41.188	55	55.469	43.719	65.313	66.688	54.125	54.688	53.813

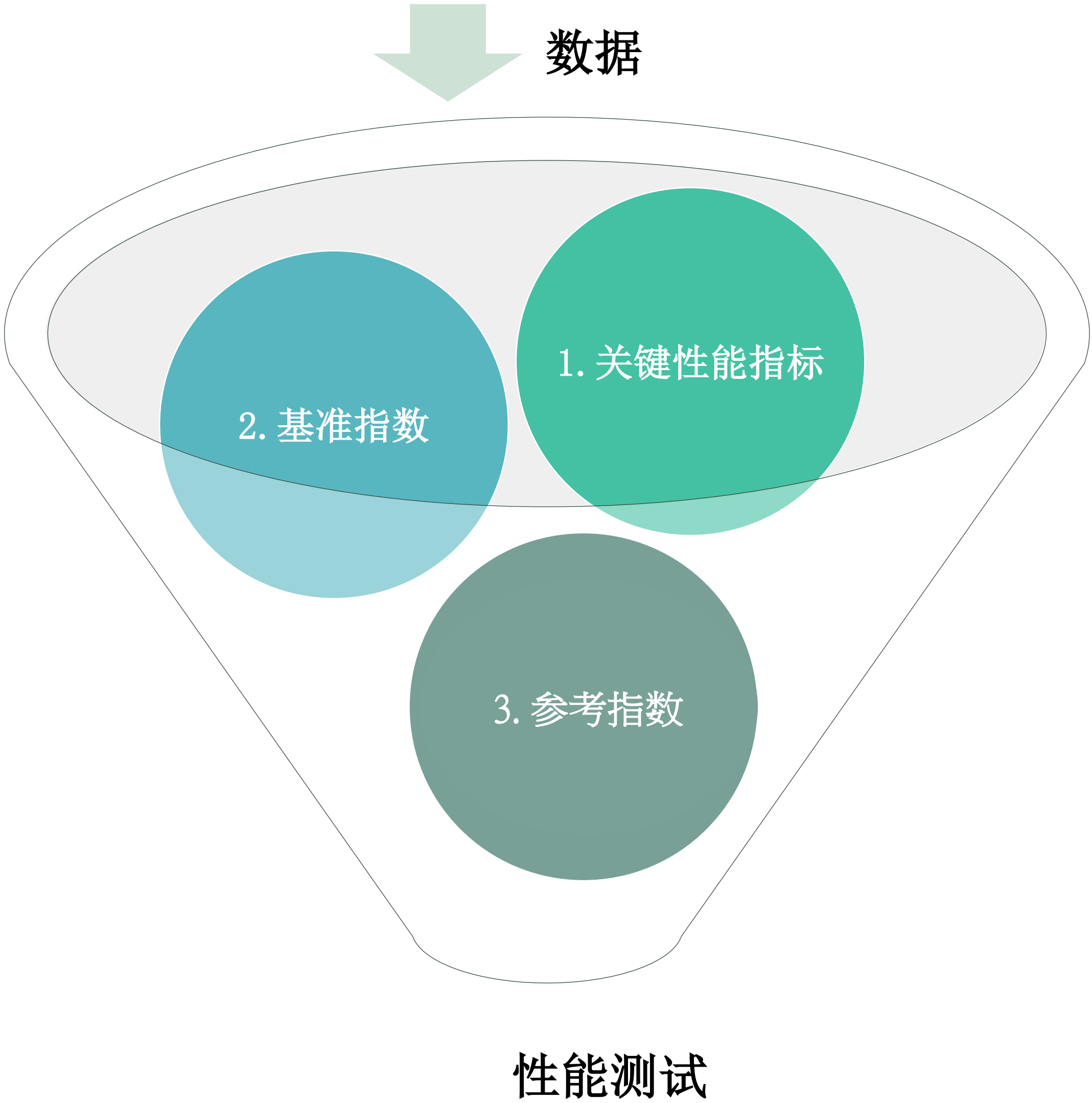
我们想知道什么？



我们想知道什么？



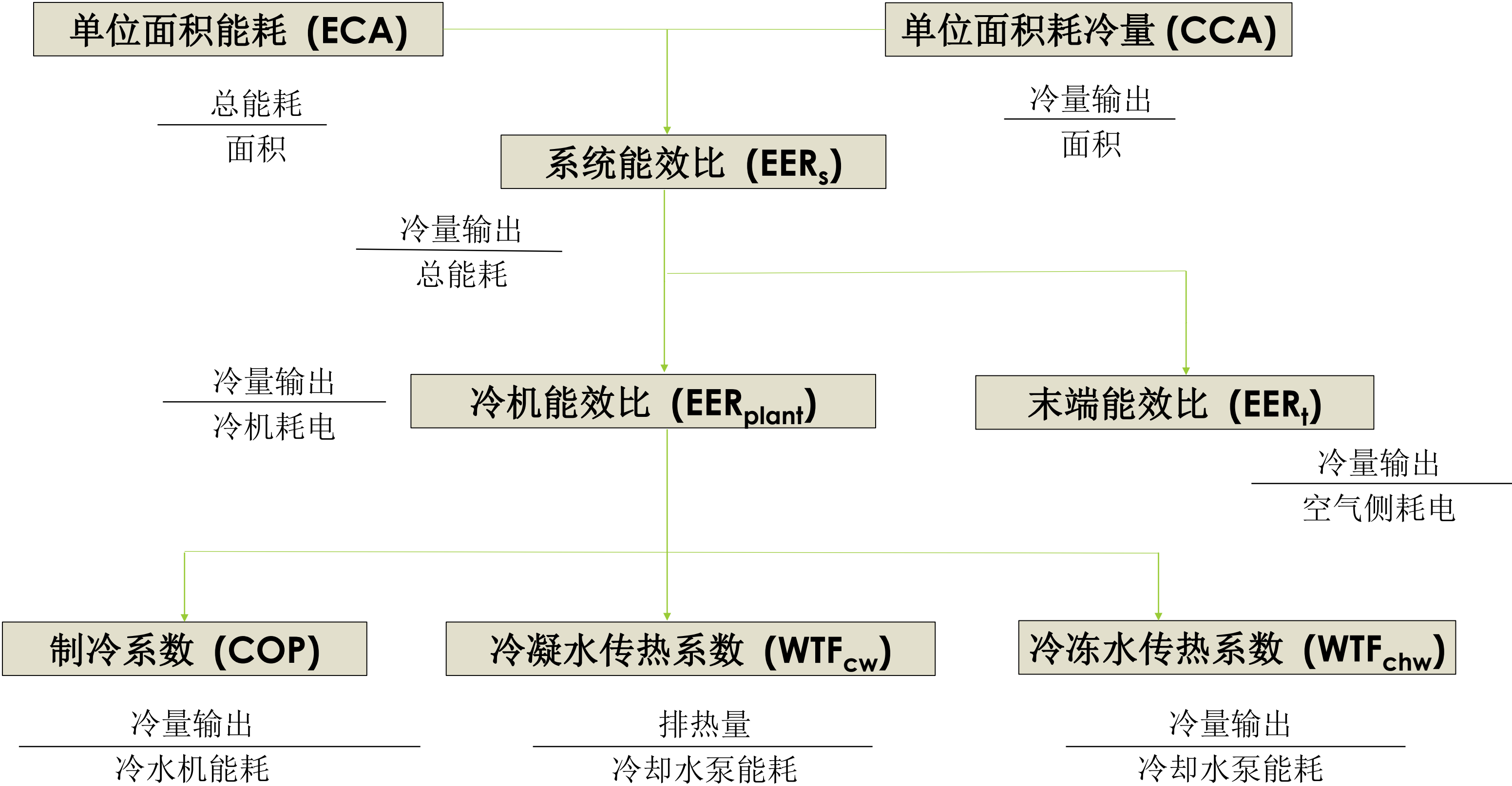
数据在性能测量中的应用



1. 关键性能指标



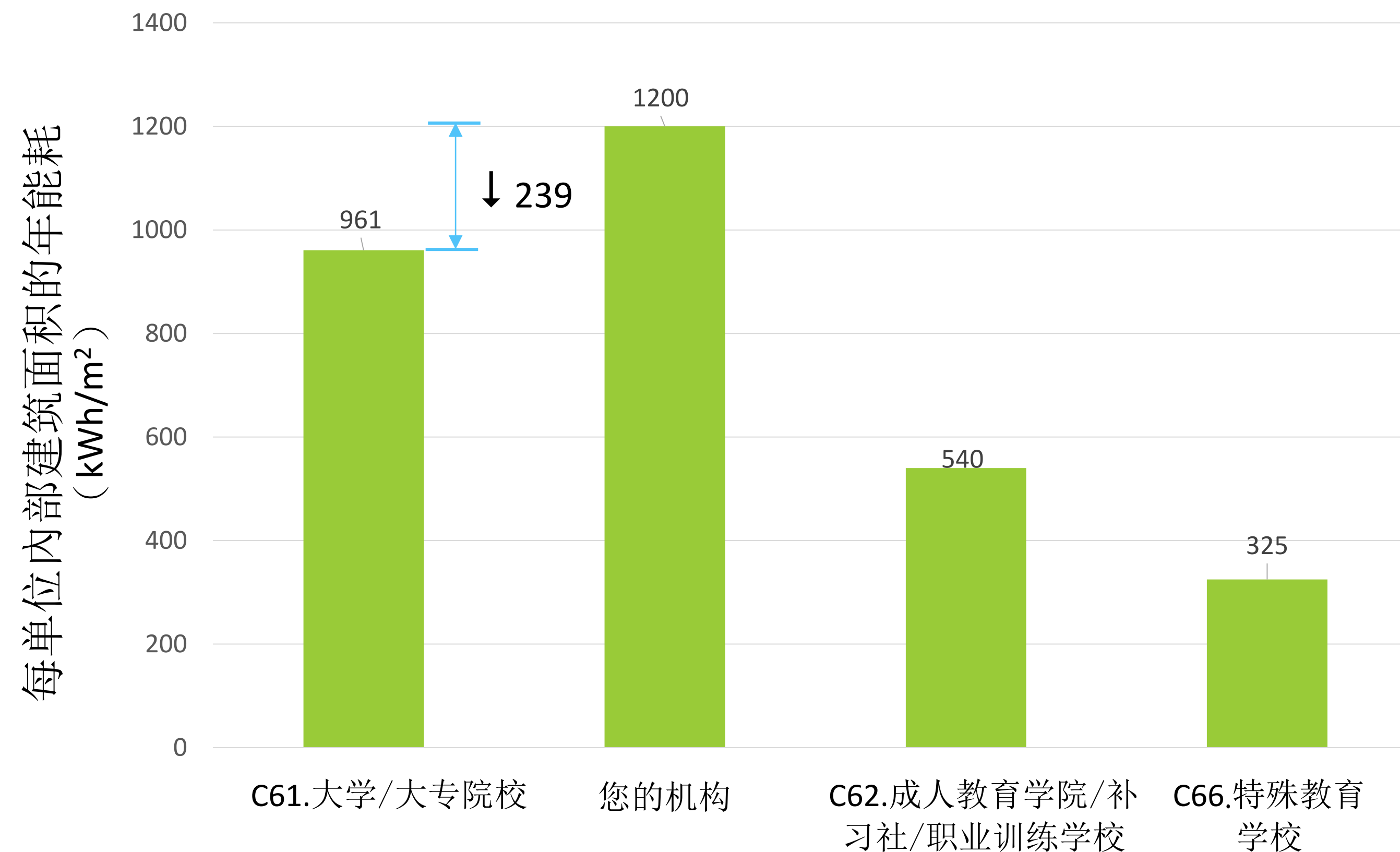
公司或行业用来比较性能以实现其战略和运行目标的一组可量化度量。



2. 基准指数



一个可量化的值或确定的比率，可以被用来做建筑、整套设备或系统之间整体性能的比较并以此来评估其效率。

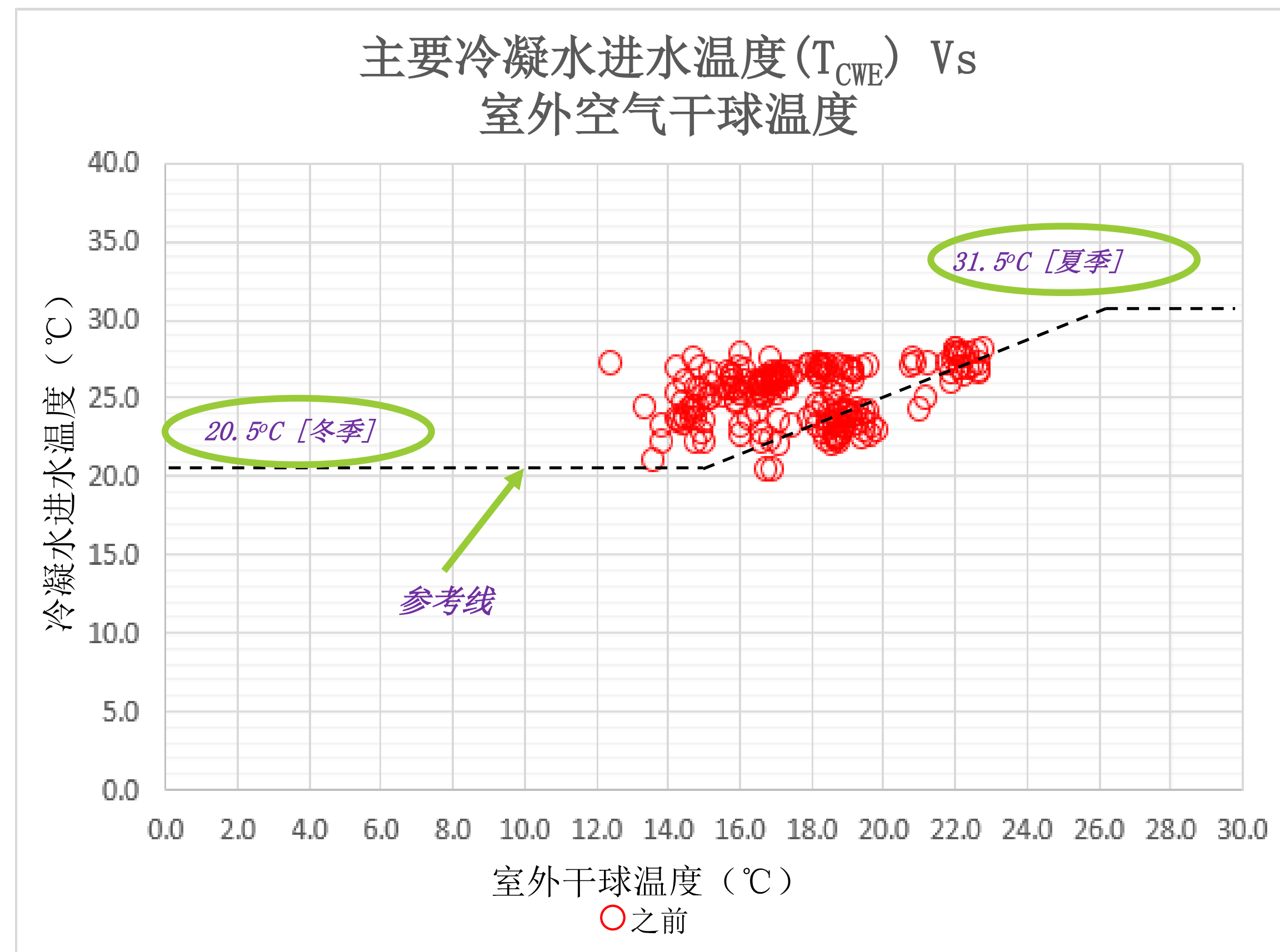


- C61，C62和C66的每单位内部建筑面积的年度能耗（MJ / m²）资料来源：
<https://ecib.emsd.gov.hk/index.php/cn/energy-utilisation-index-cn/com-energy-utilization-index-cn>

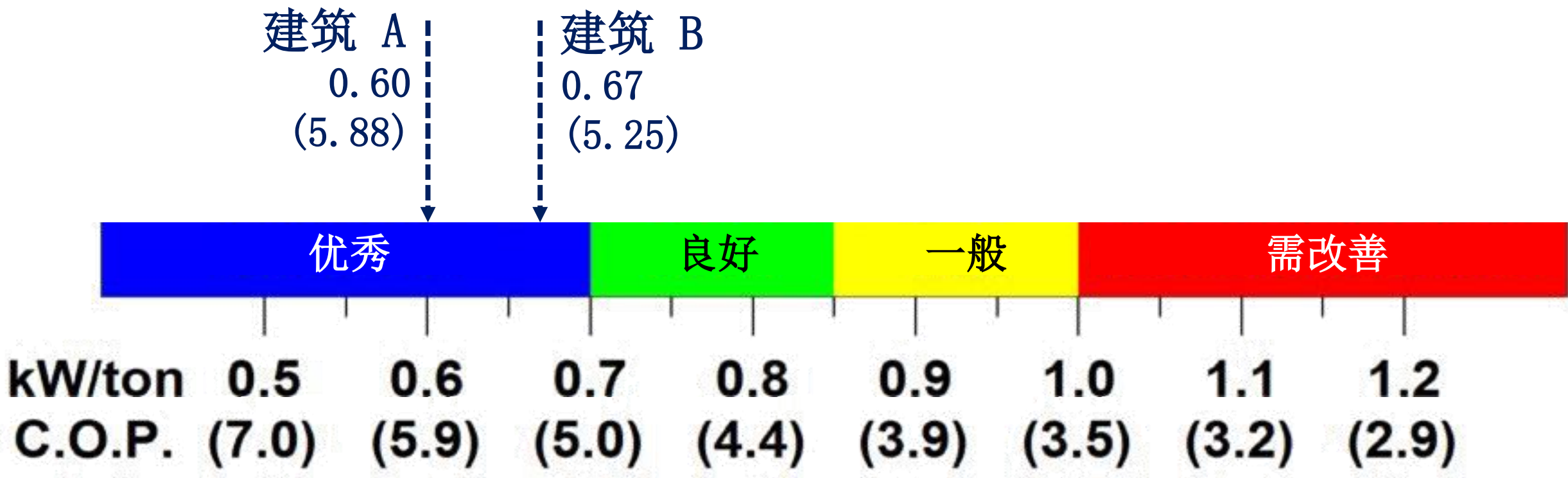
3. 参考指数



一组测量值或者可量化比率可以被用作拟合出一条用来指导在建筑、整套设备或系统适当运行效率范围内的运行参数应该所处的“参考线”。

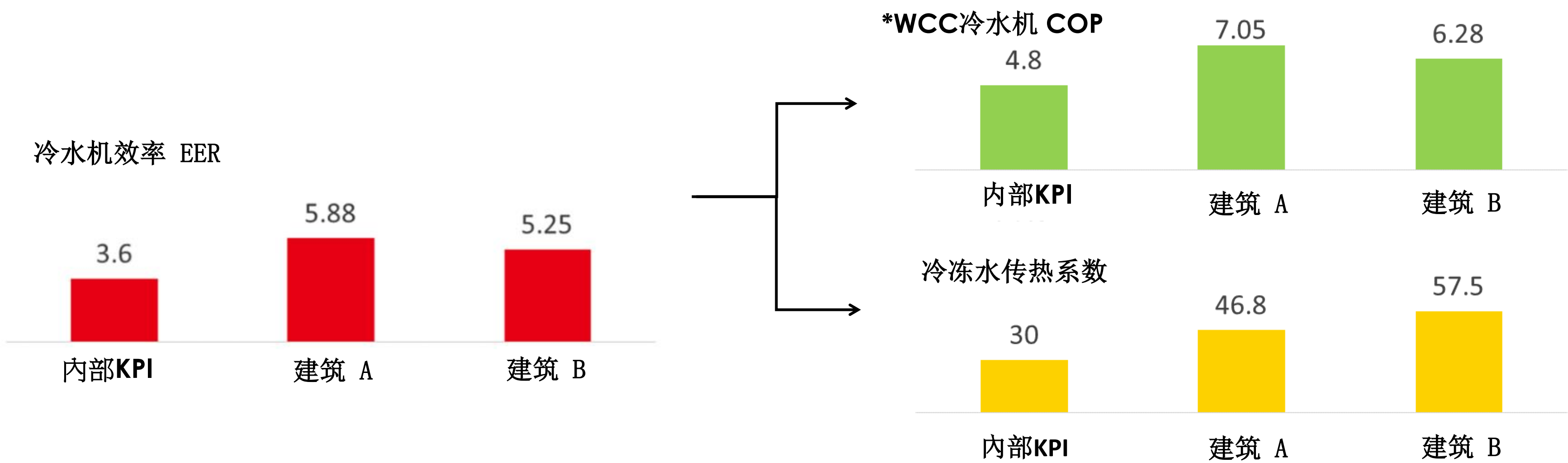


例子：评价冷水机组效率



来源：THU

冷水机效率 EER = $\frac{\text{冷量输出}}{\text{冷水机能耗}}$

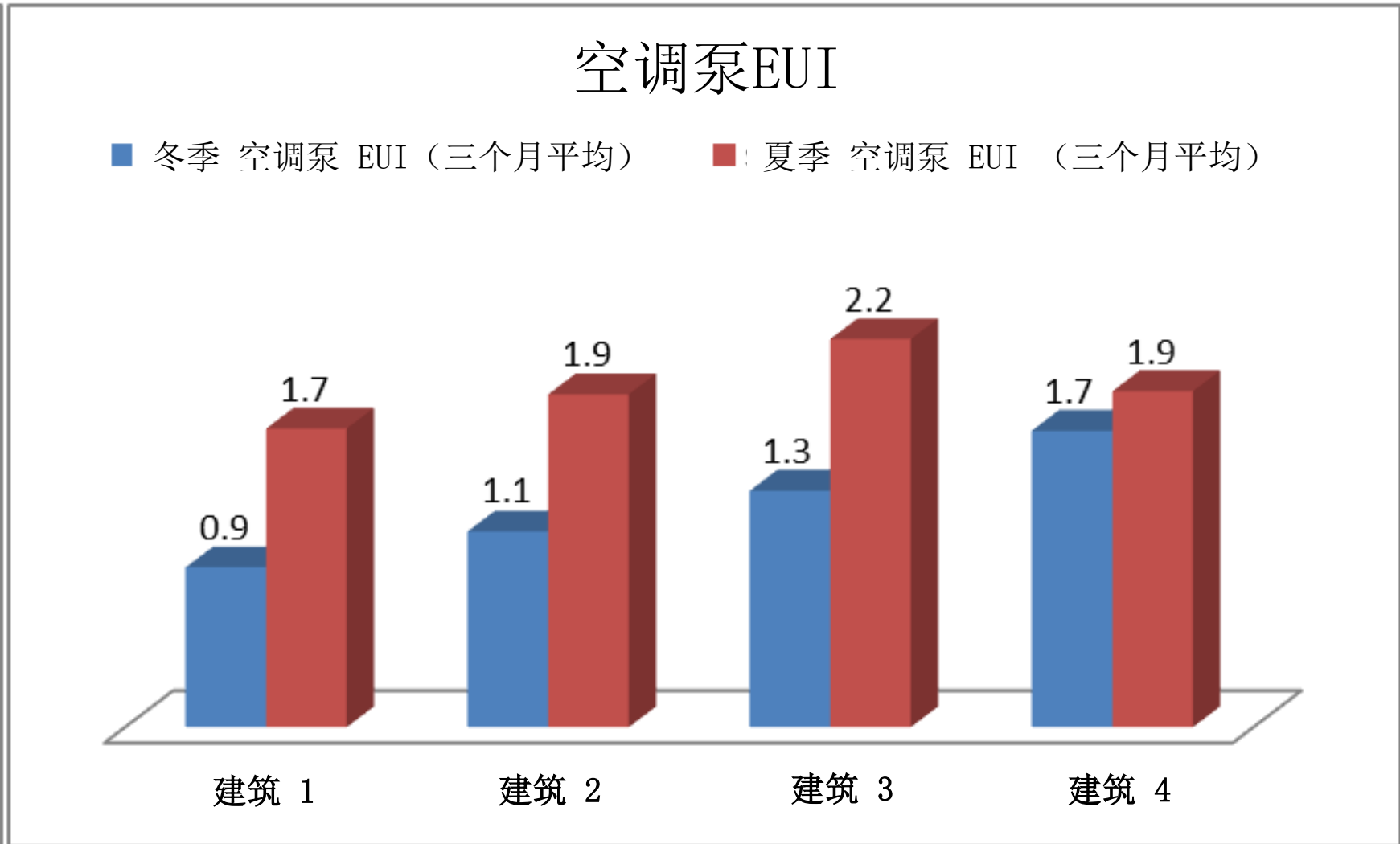
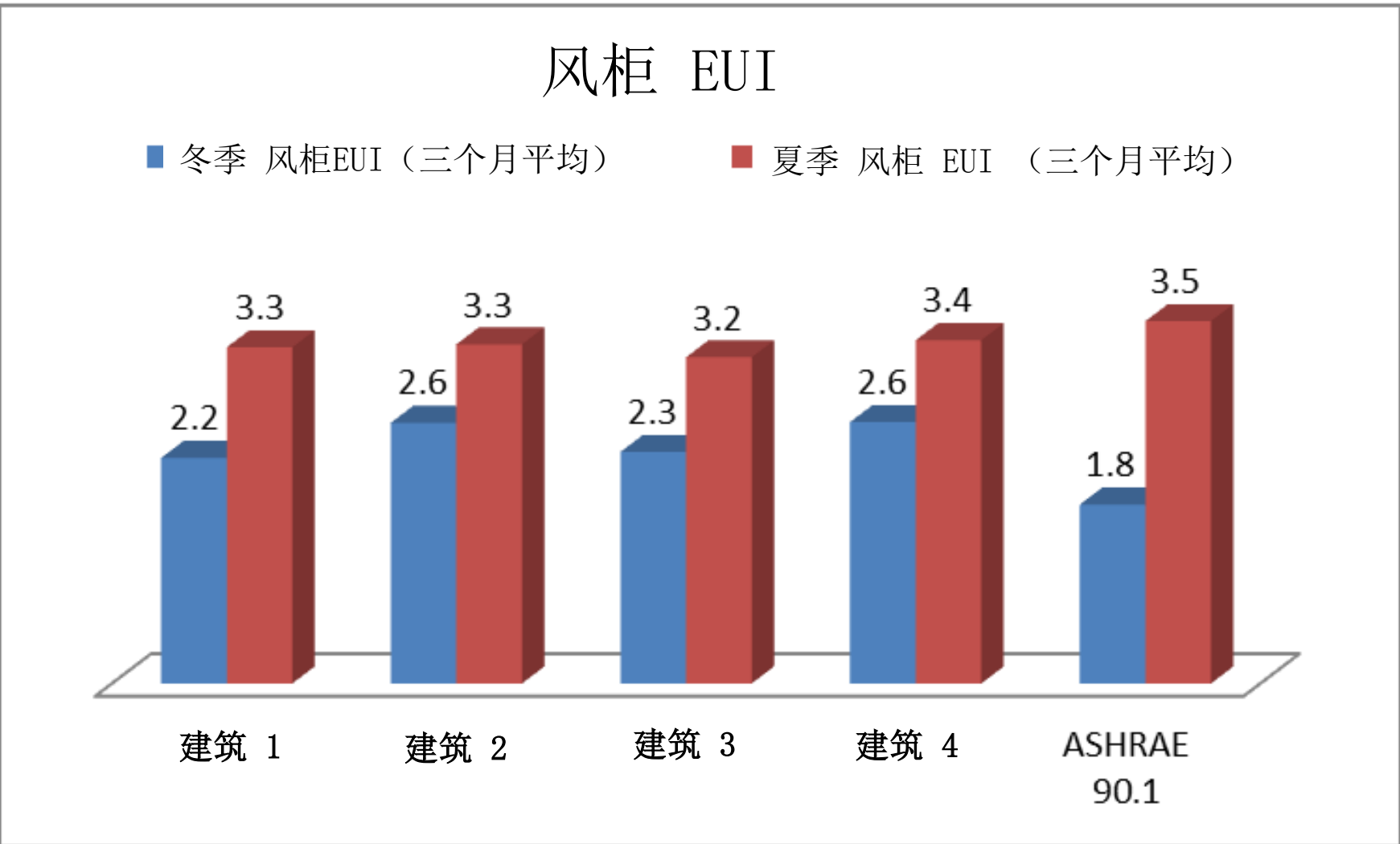
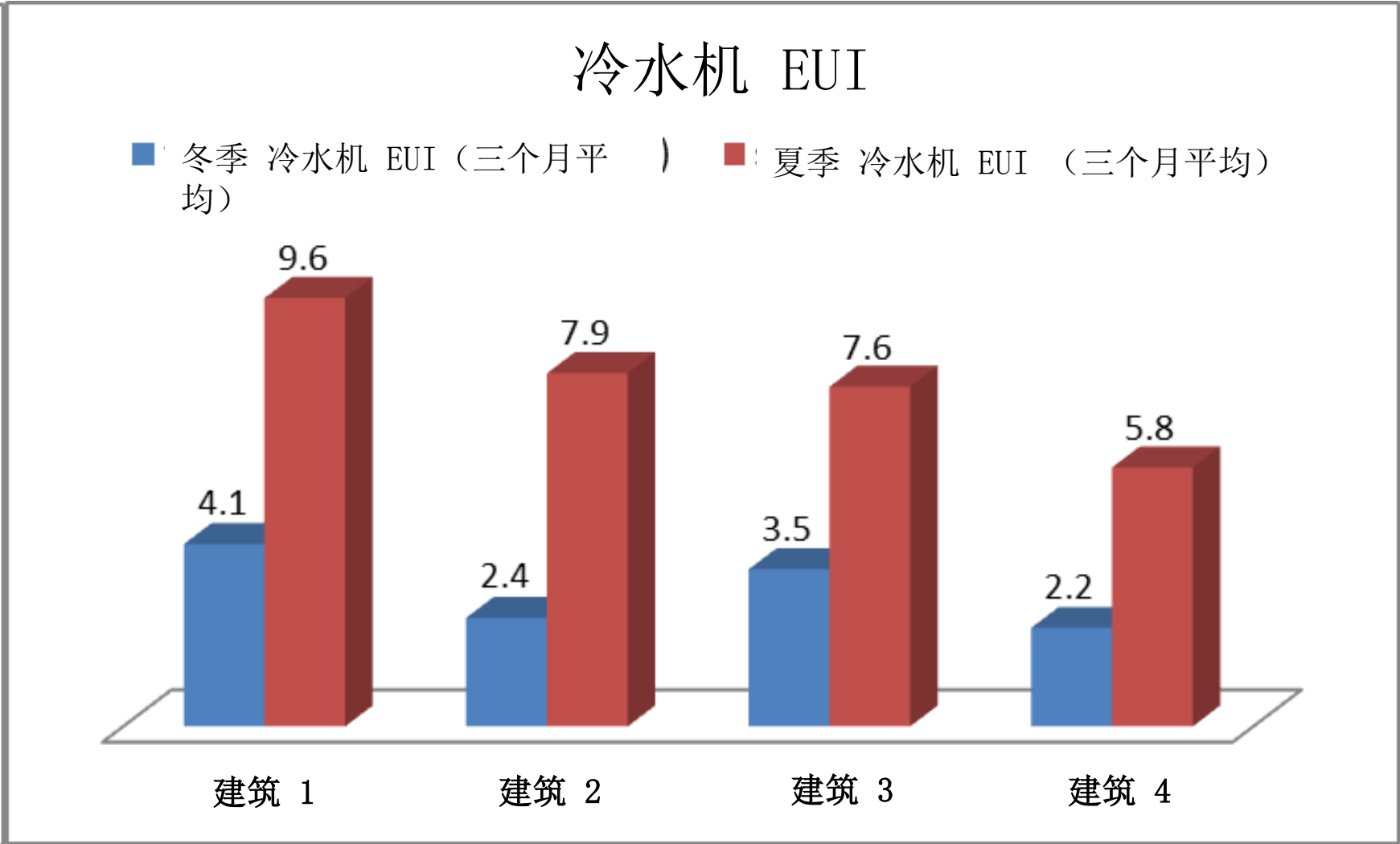
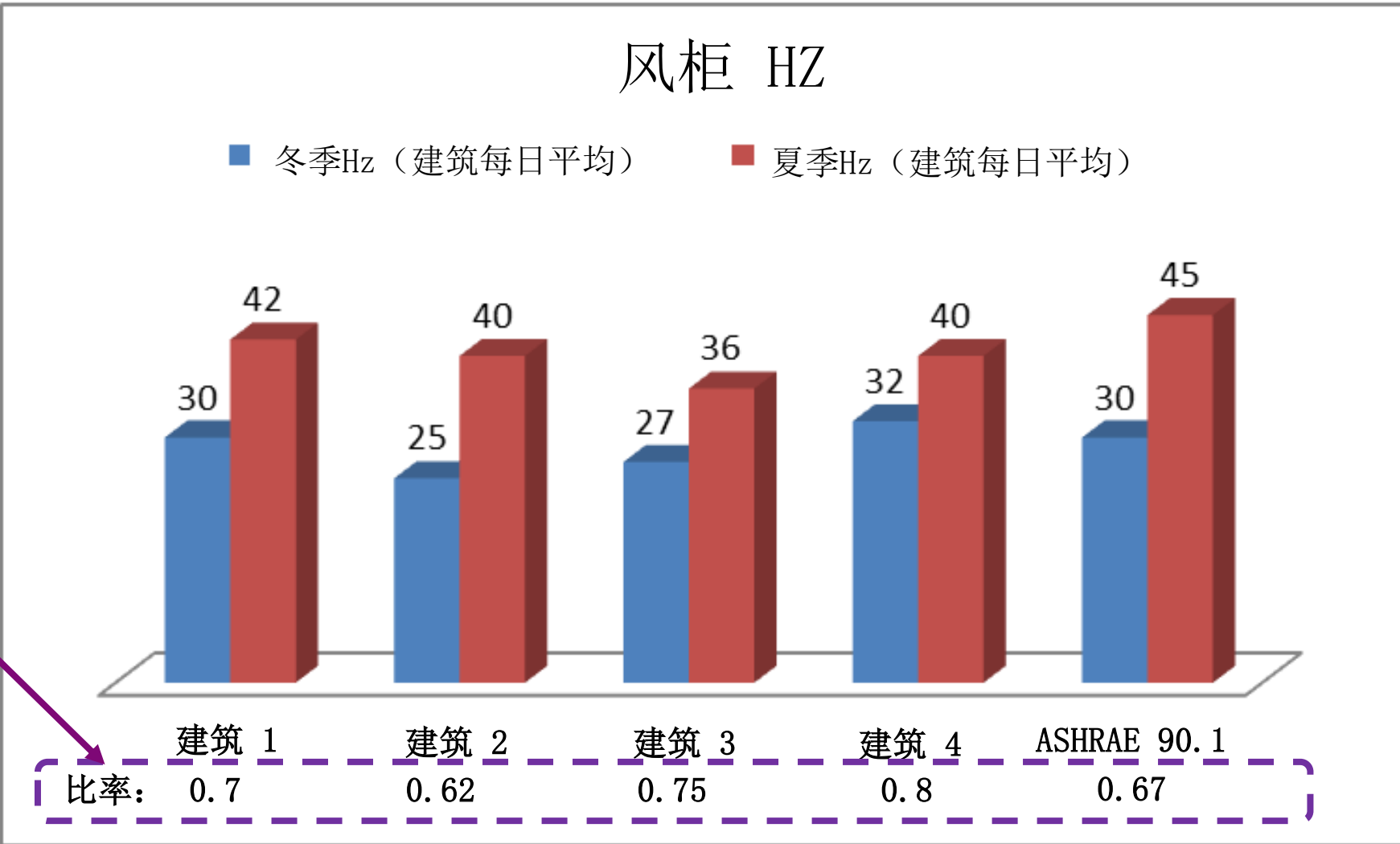


*根据参考资料BEC2018，小于500kW的冷水机最小COP值：

- 螺旋式：4.8
- 变频控制螺旋式：4.7
- 离心式：5.4
- 变频控制离心式：5.3

例子：评价设备效率

计算比率





数据分析

数据分析

1. 时间序列分析

2. 散点图

3. 回归方程

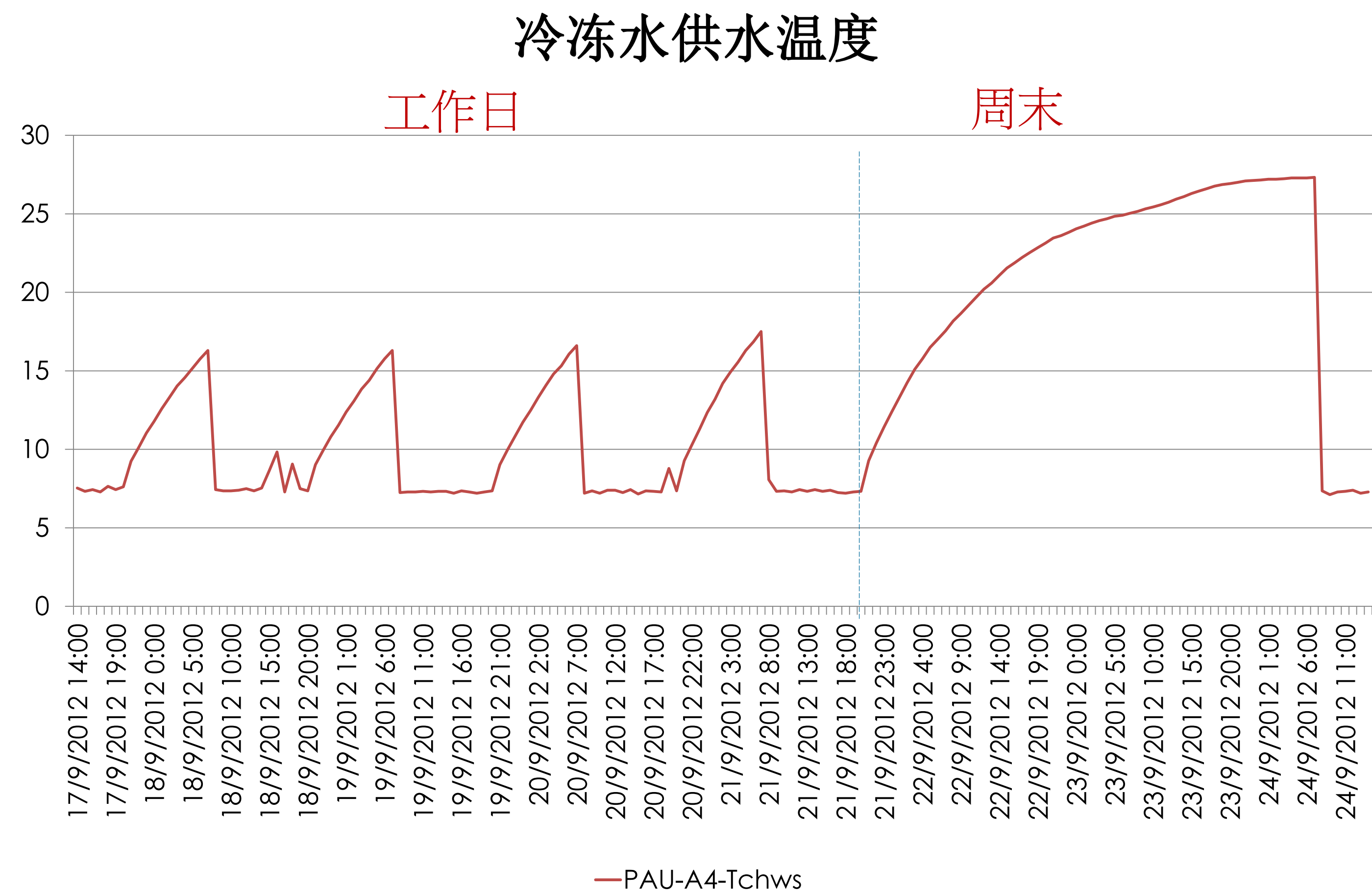
5. 温频数(BIN)法

6. 专业建议

时间序列分析



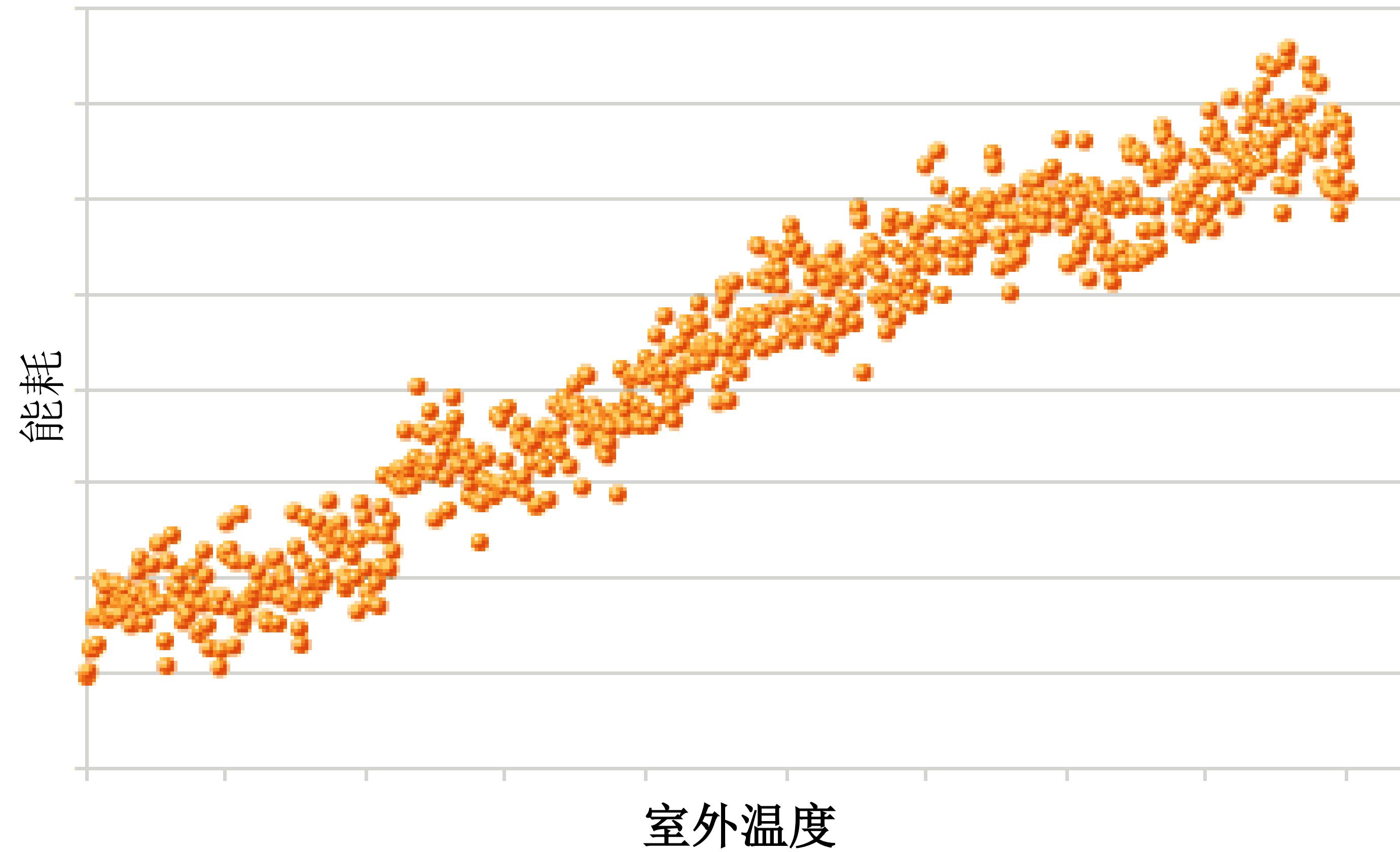
对测量结果进行统计学研究可以识别控制能力和故障。时间序列分析可用来了解时间线上的变化规律。



散点图



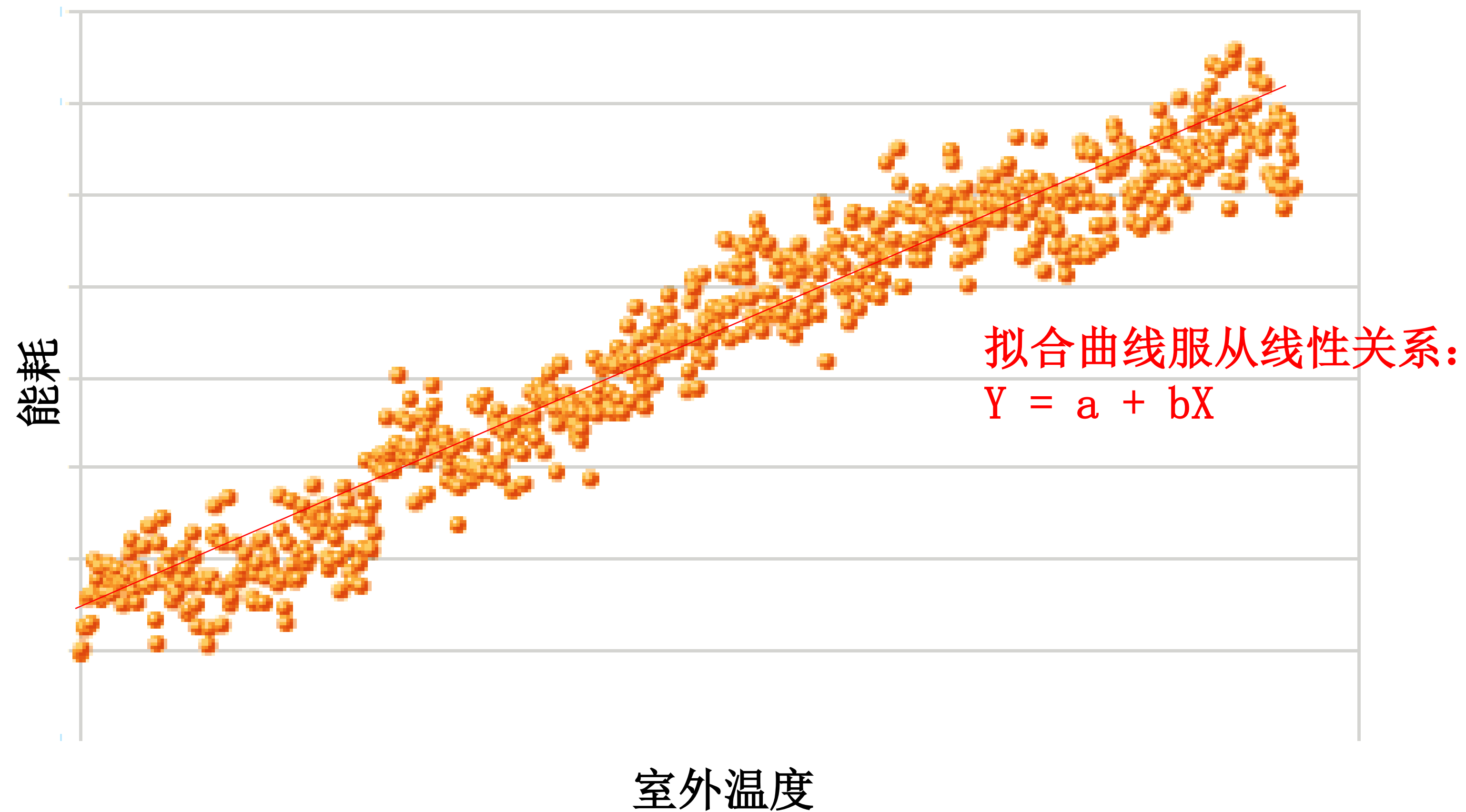
一张散点图可以显示自变量和因变量之间的关系



回归方程



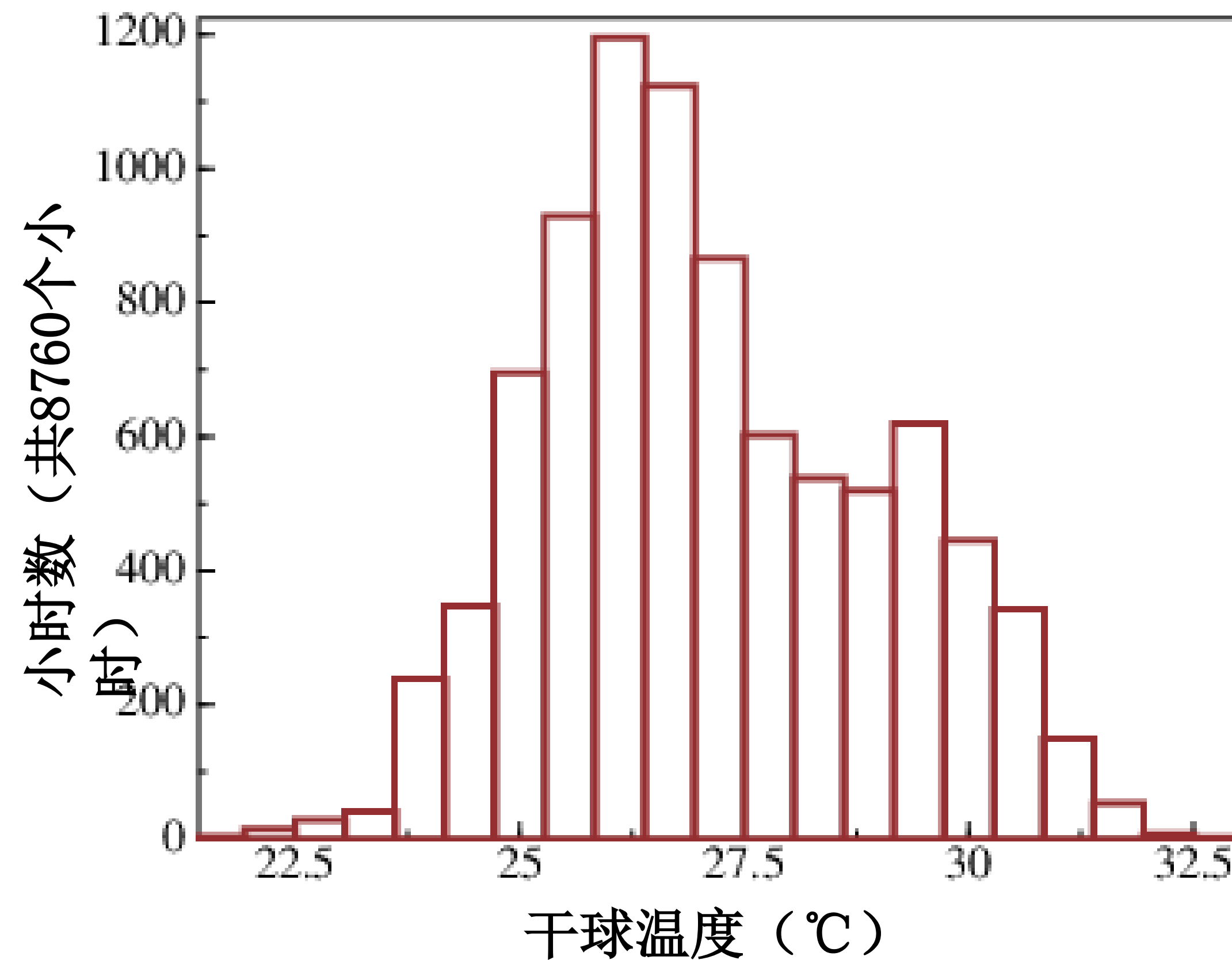
这种统计学测量可以尝试判定因变量（由Y表示）与自变量（由X表示）之间关系的紧密度。



温频数(BIN)法



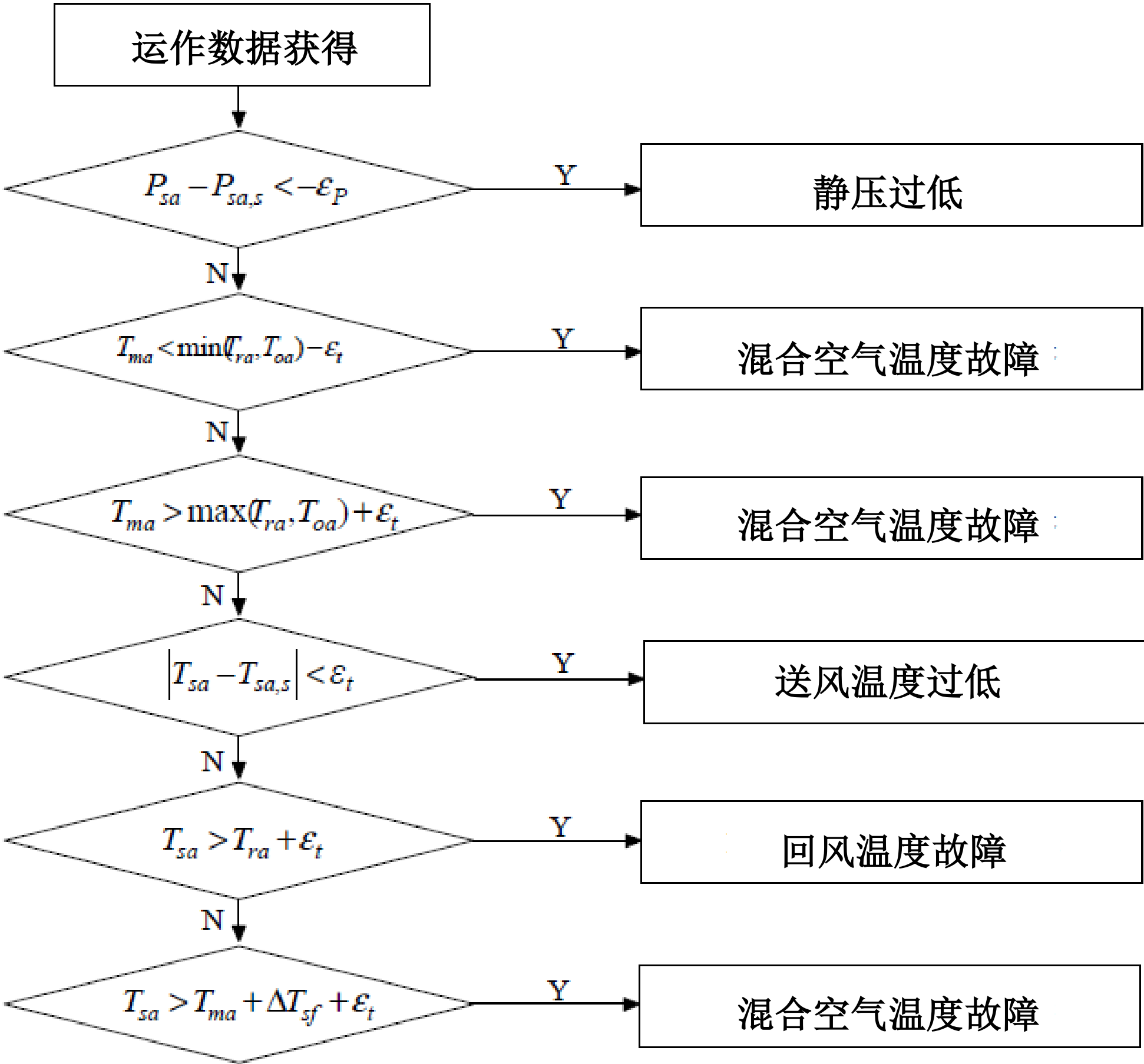
这种方法可以用瞬时负荷计算，通过统计不同室外干球温度下的瞬时负荷，并乘以该温度出现的小时数来预测冷/热负荷。



专业建议



一个基于规则的方法通过事先**设置一系列规则**去规定是人工智能的最简形式。它表现了知识而不是一系列规则表述做什么或者在不同情况下的推断。



系统表现

工具

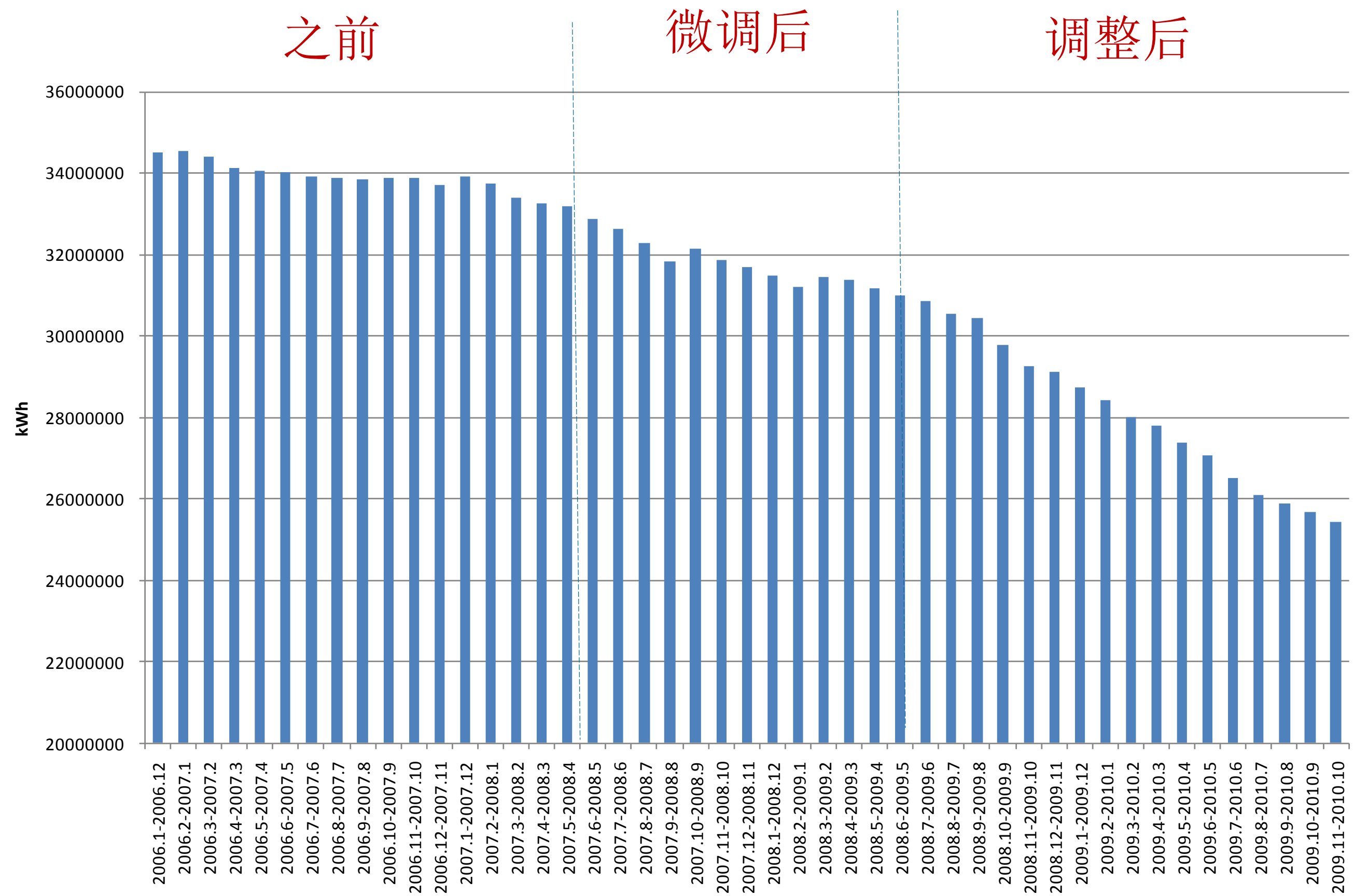
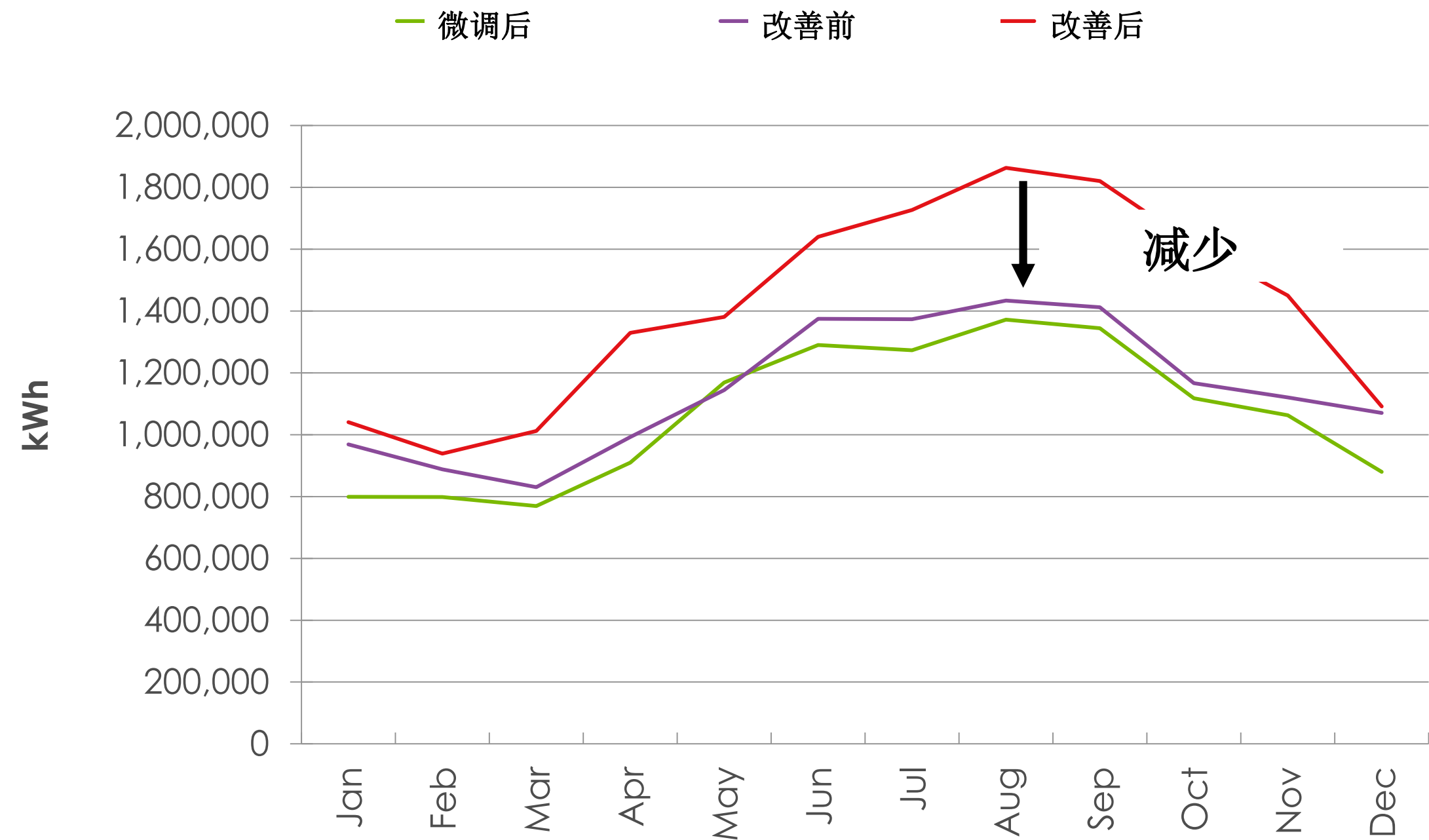
- 时间序列分析

数据如何提供帮助

- 监控运行表现



比较过去年份和基线



潜在的节能机会

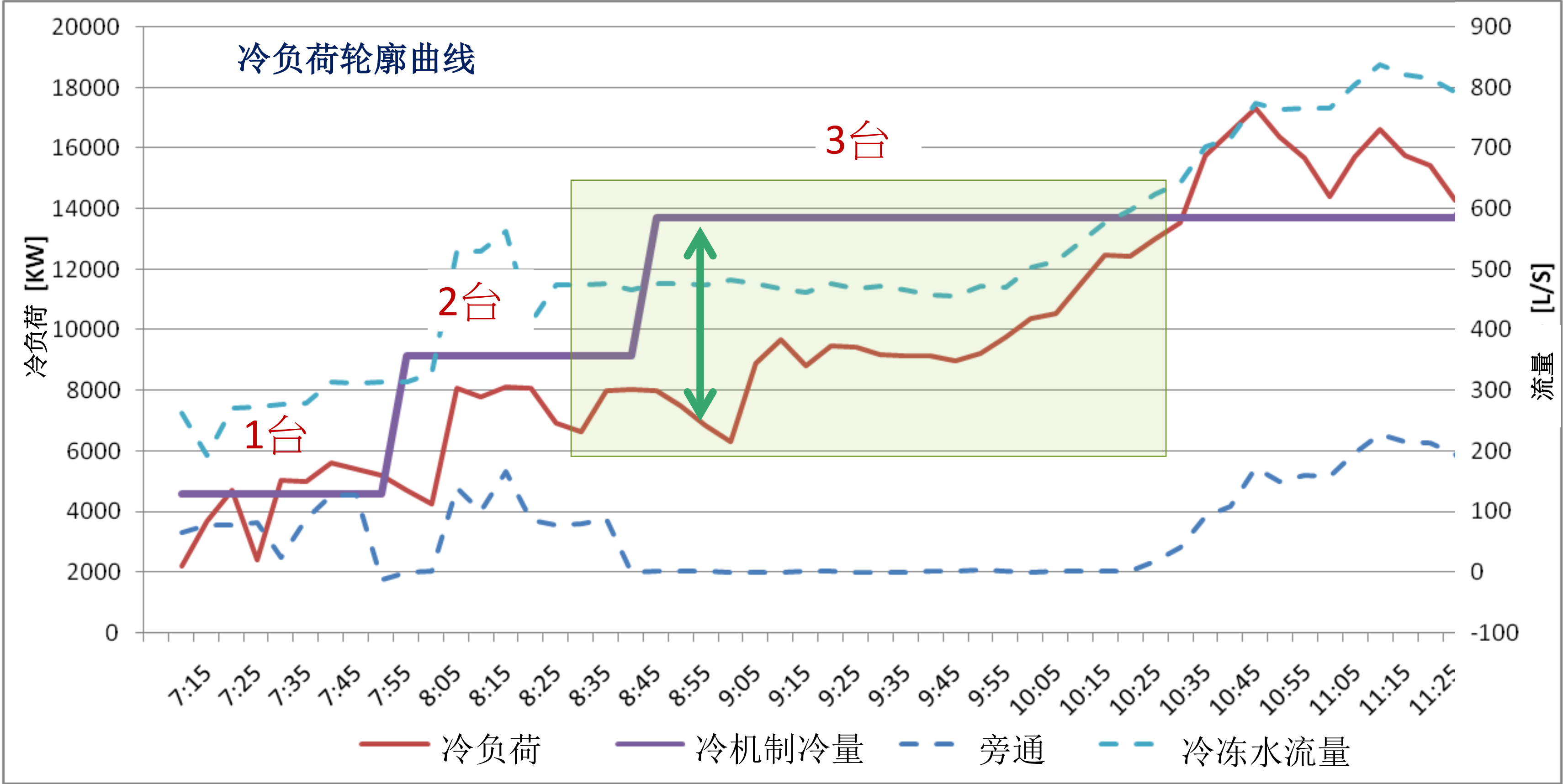
工具

- 时间序列
- 散点图

数据如何提供帮助

- 了解运行性能

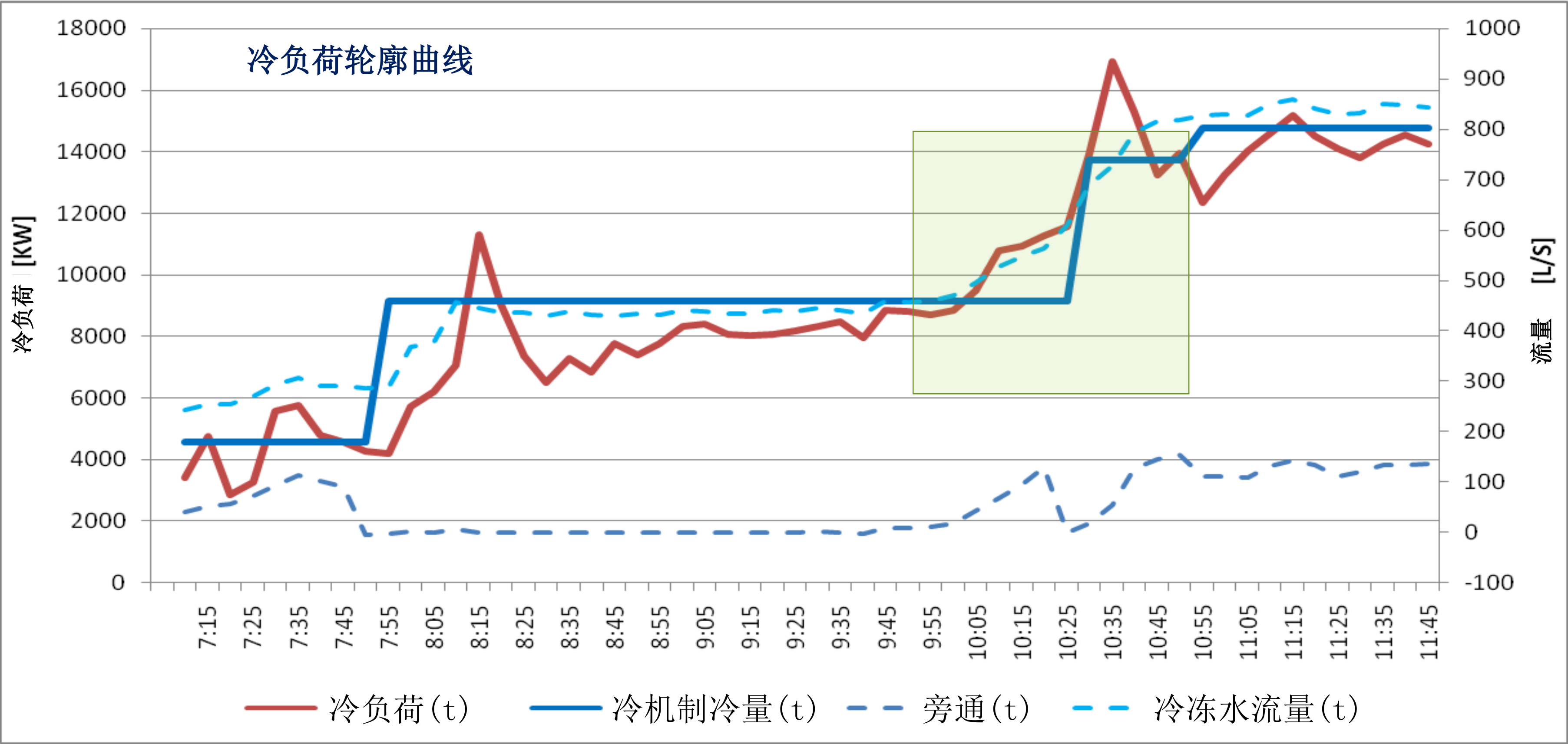
案例研究：冷水机系列控制



冷负荷与冷水机组容量之间的差距很大

第三台冷机启动过早？

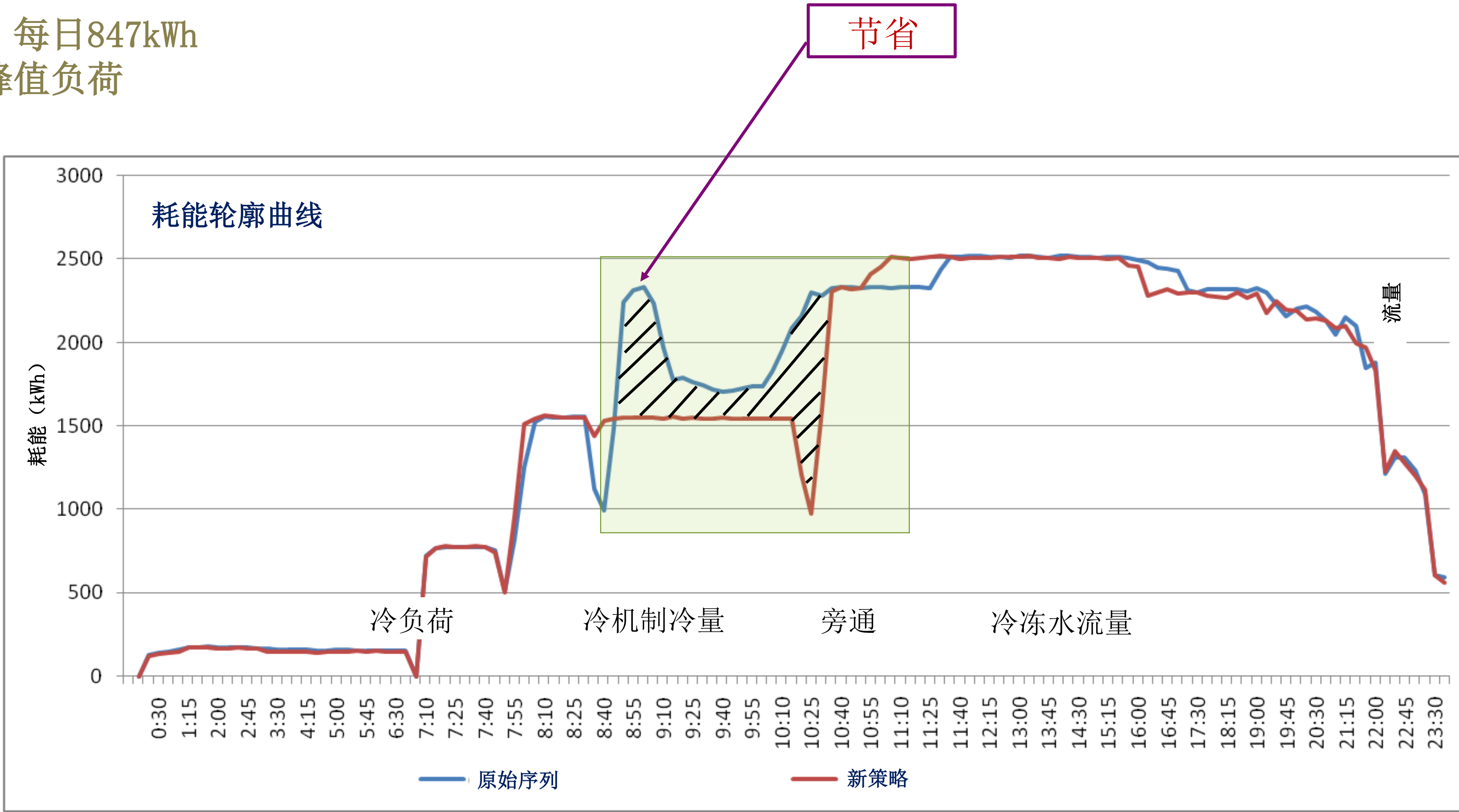
案例研究：冷水机系列控制



延迟第三台冷机的启动时间
至上午10:30

案例研究：冷水机系列控制

- 节能：每日847kWh
- 削减峰值负荷



运行和设计条件之间的偏差

工具

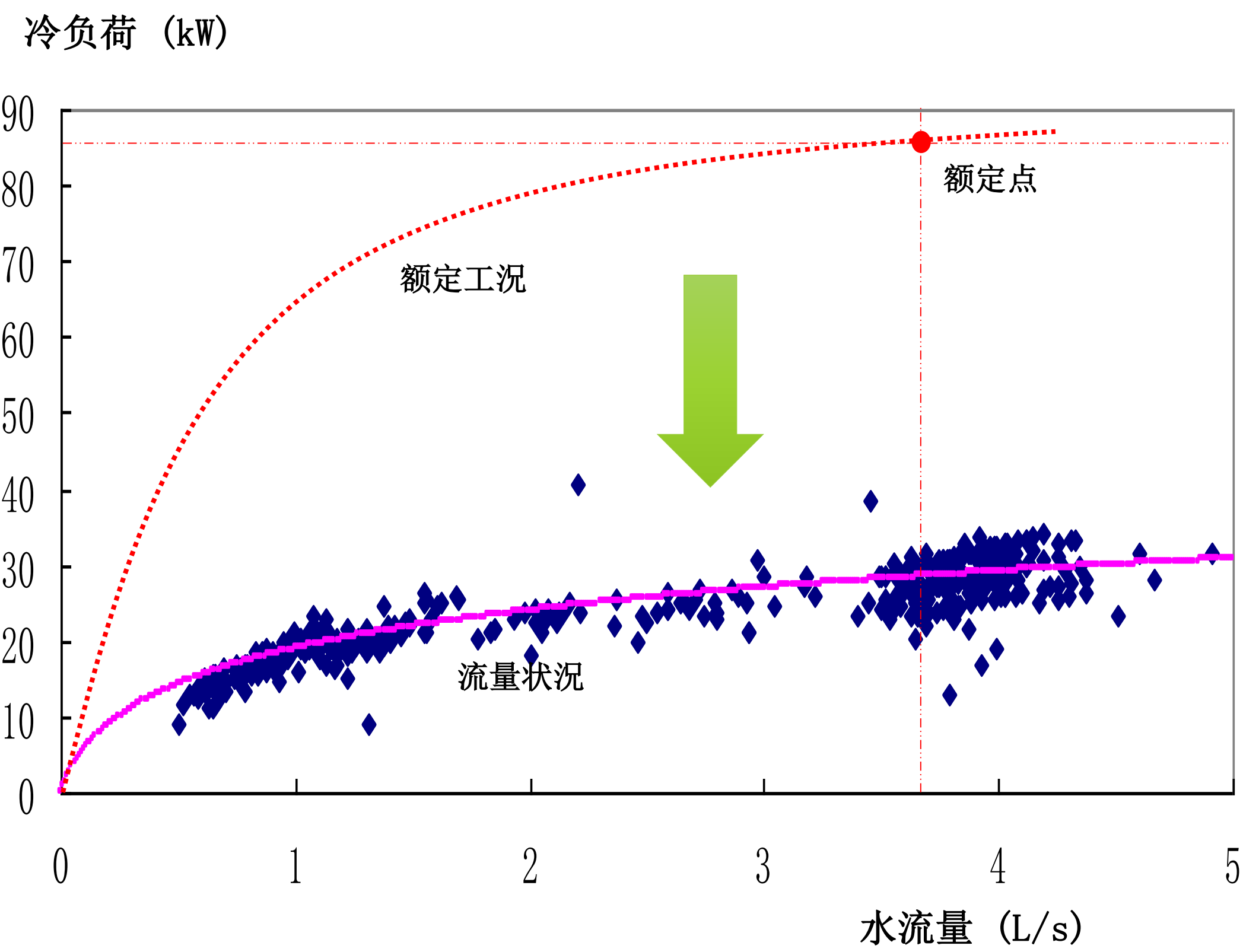
- 散点图
- 时间序列分析

数据如何提供帮助

- 测试及调适

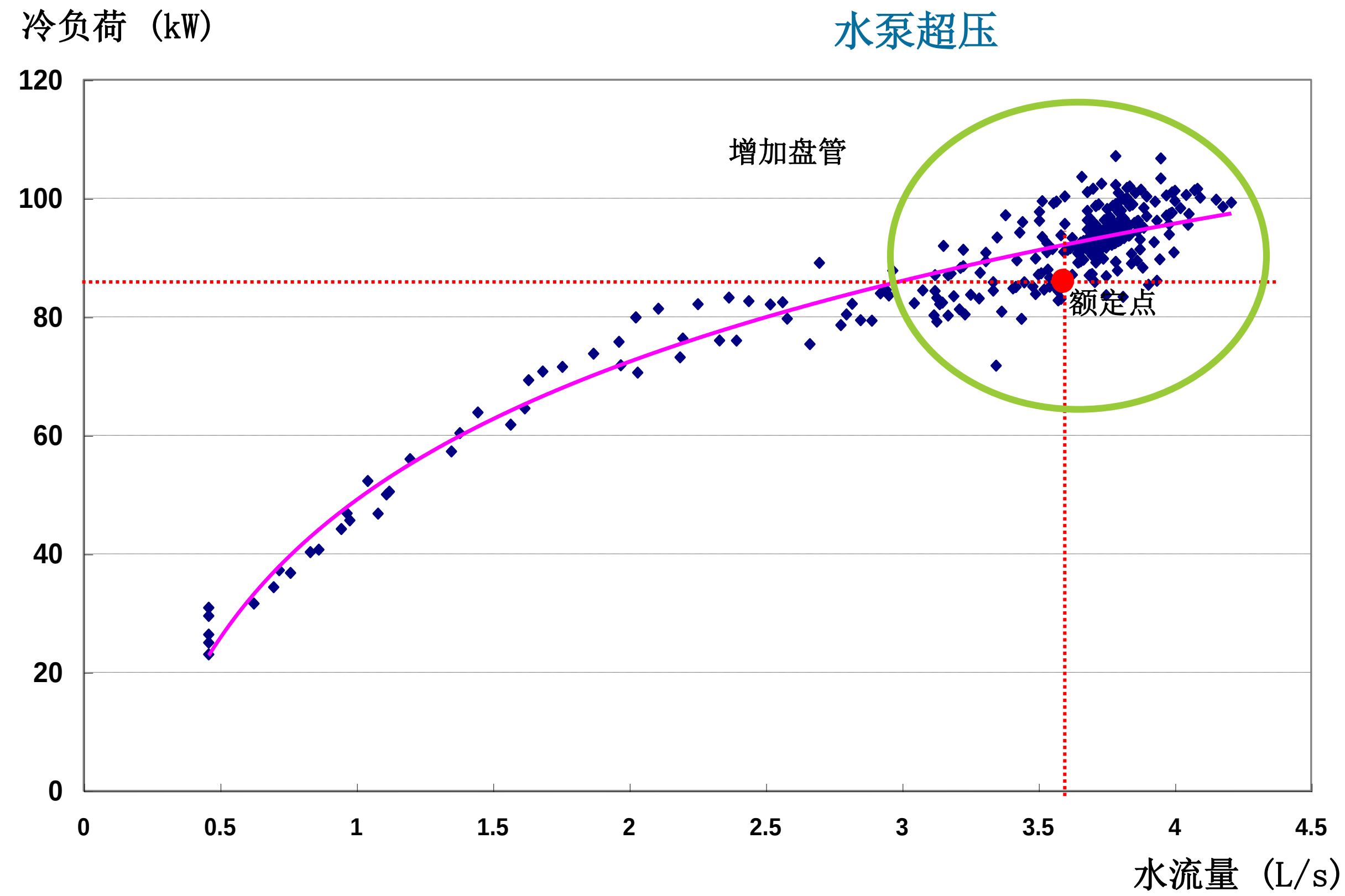
案例研究：单台风柜状态

新风柜



盘管恶化

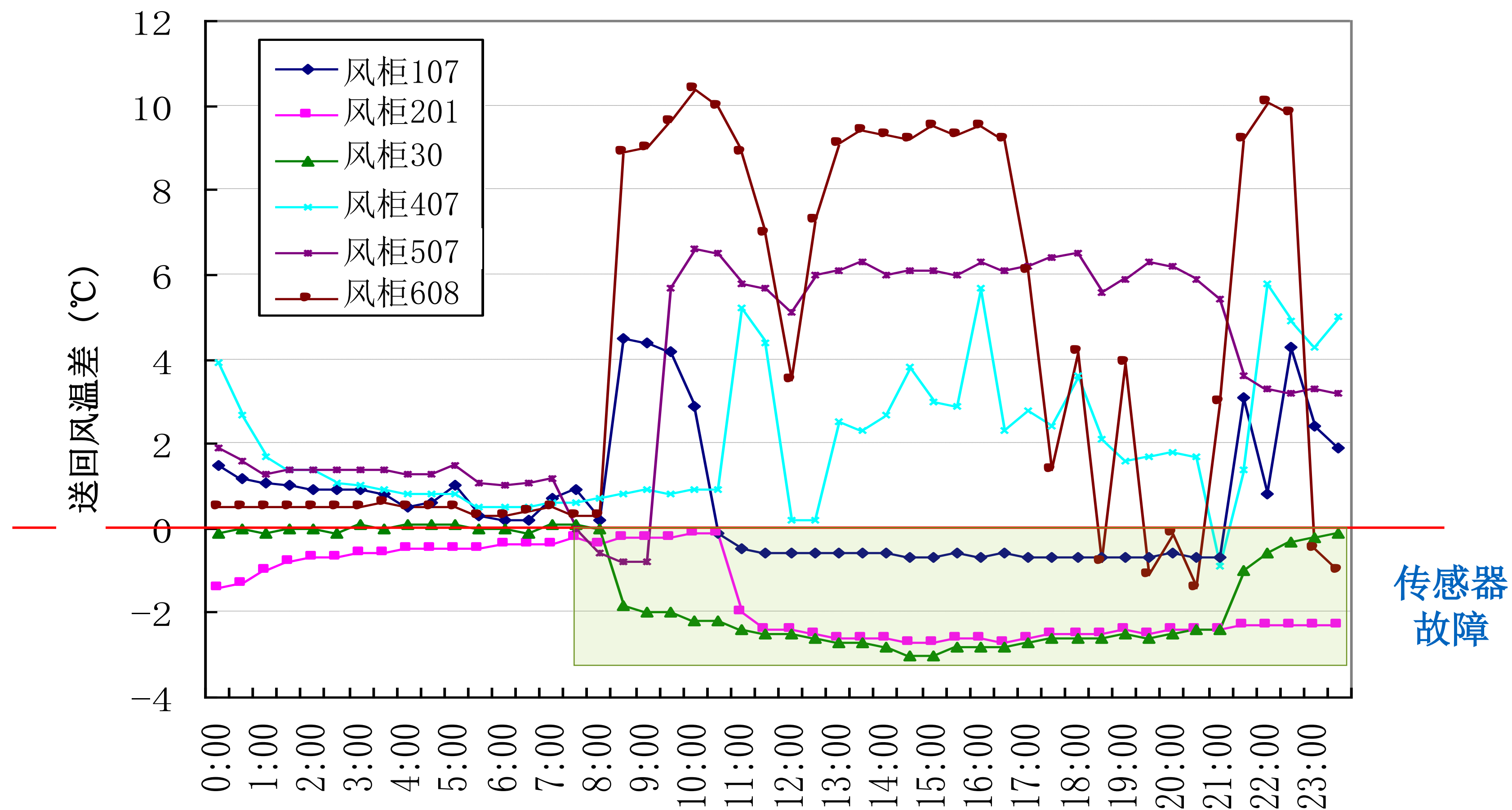
风柜



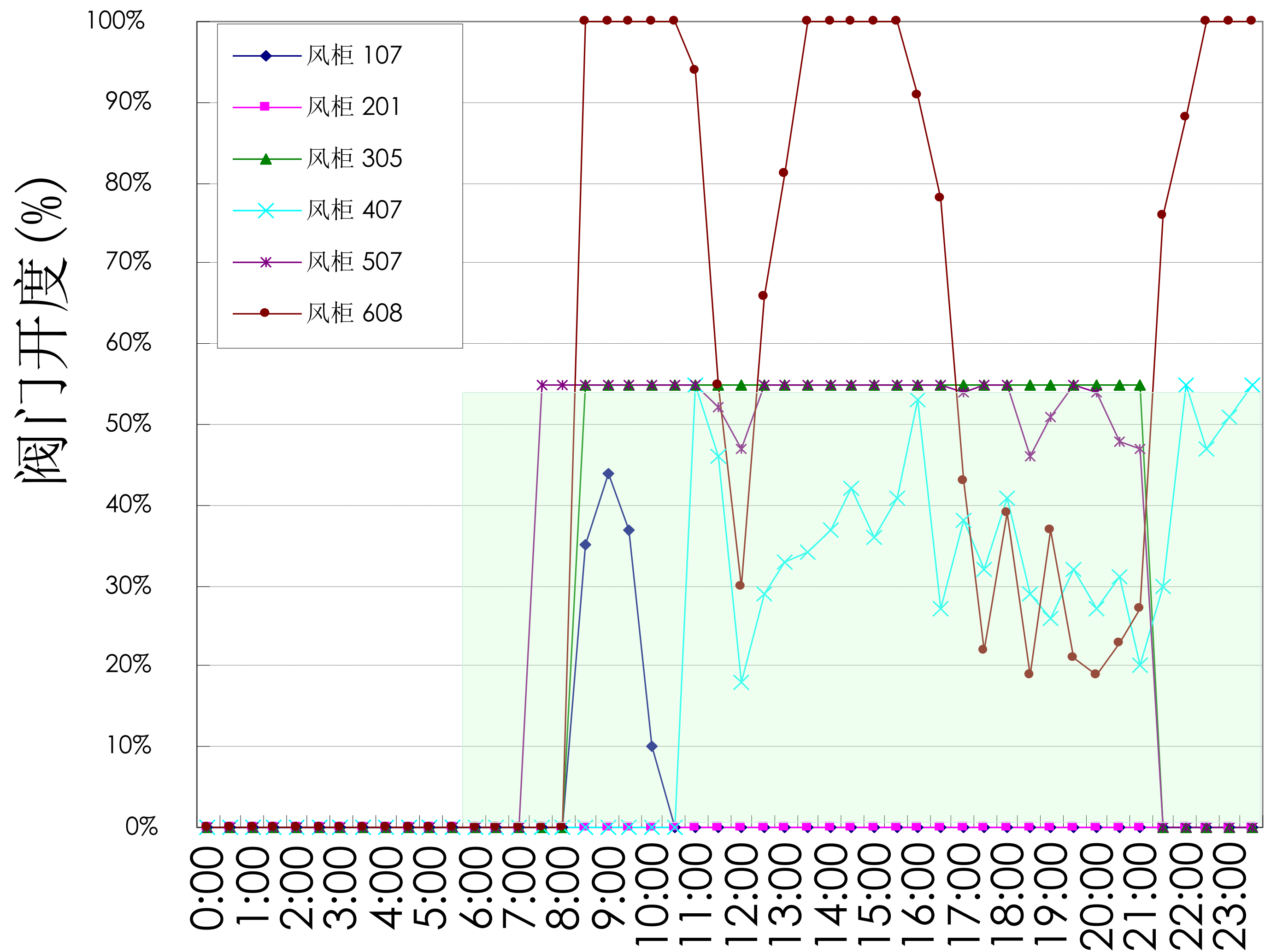
压差设置不当

案例研究：不同风柜的状况

- 情况因风柜而异
- 某些风柜送风与回风温度没有温差
- 送风温度 > 回风温度 (风柜107, 风柜201, 风柜30)



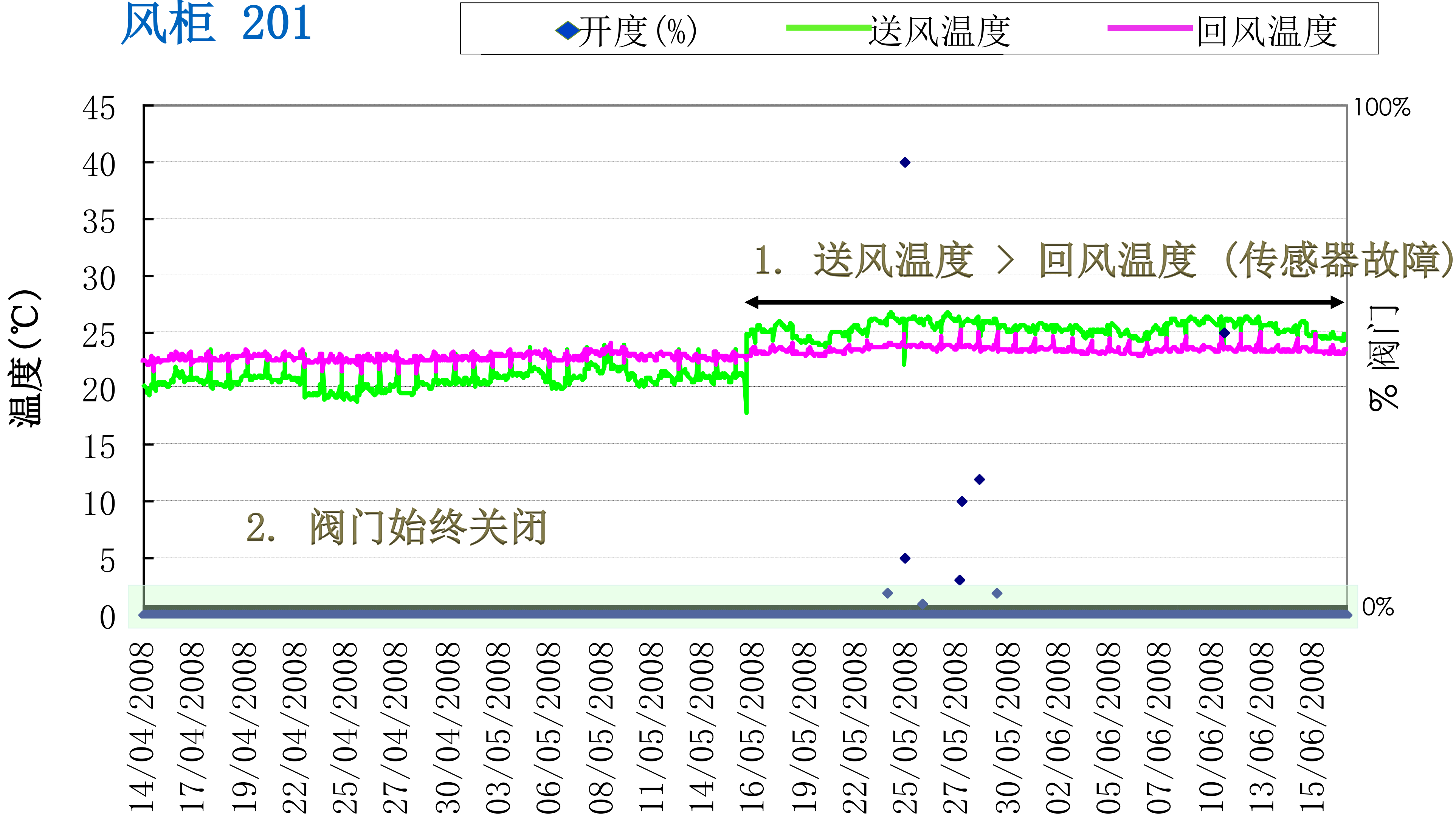
案例研究：不同风柜的状况



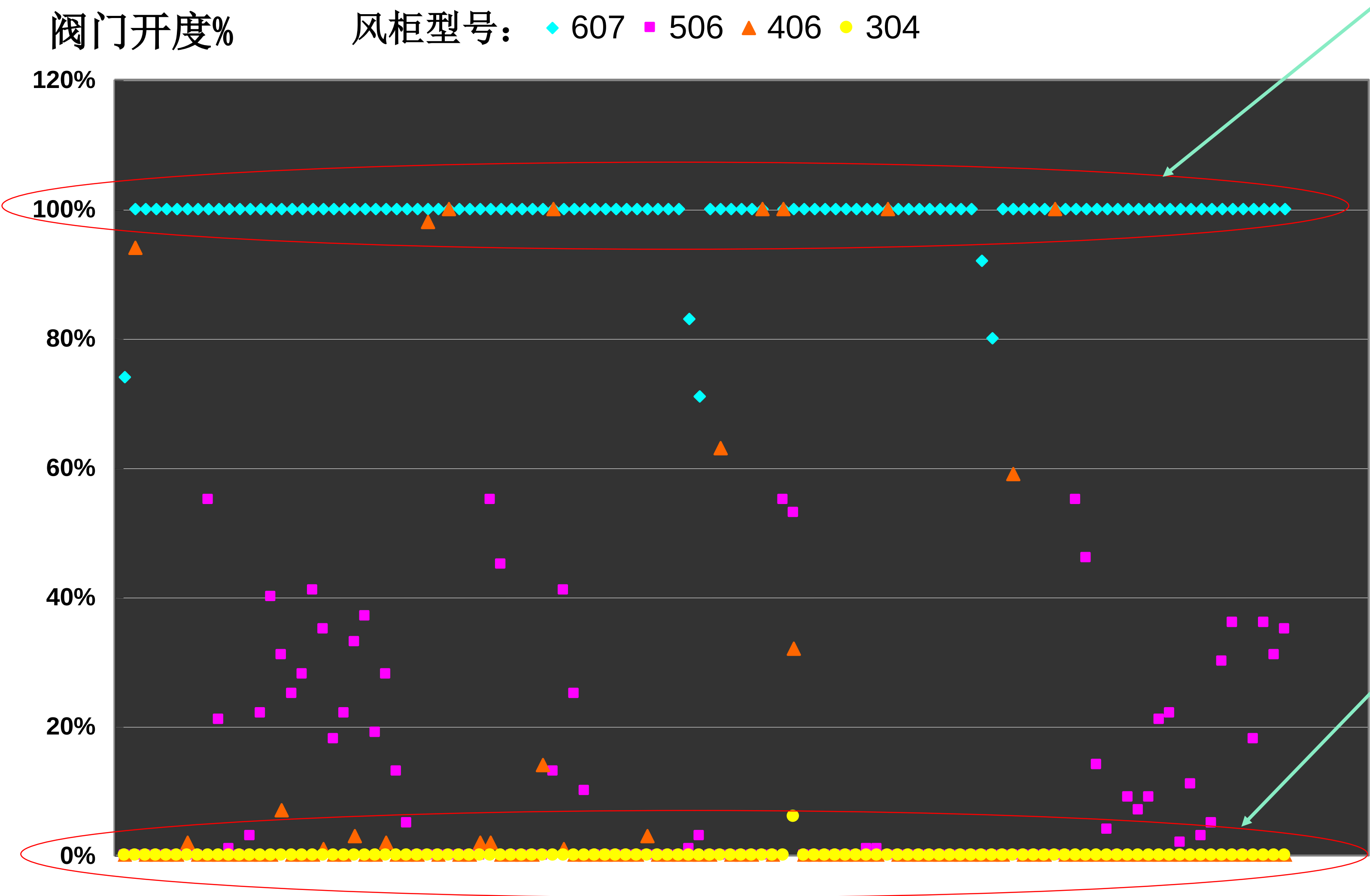
一些风柜在超压情况下，阀门未完全打开或始终关闭

案例研究：不同风柜的状况

风柜 201



案例研究：不同风柜的状况



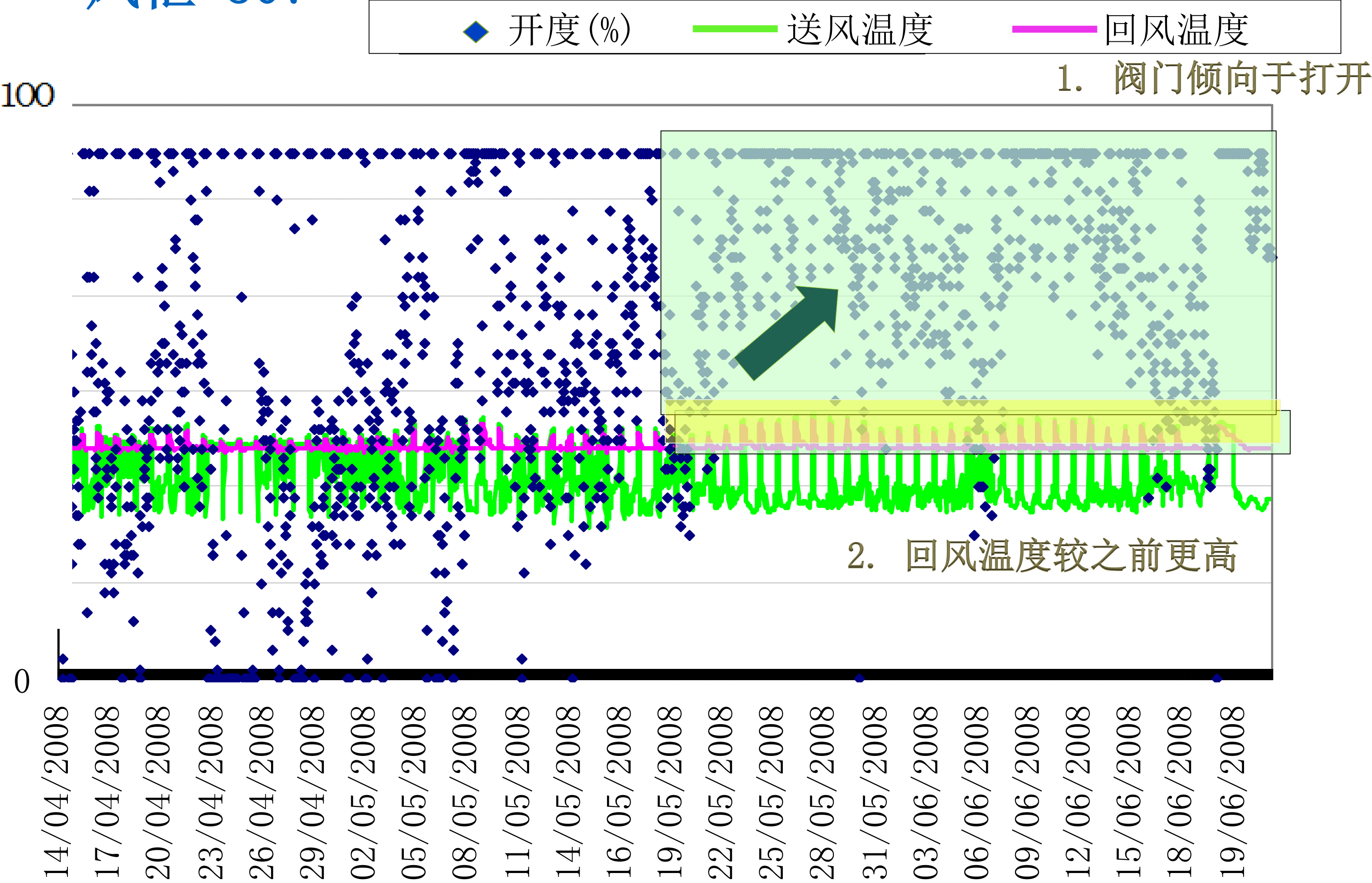
风柜的阀门经常开启

风柜的阀门经常关闭

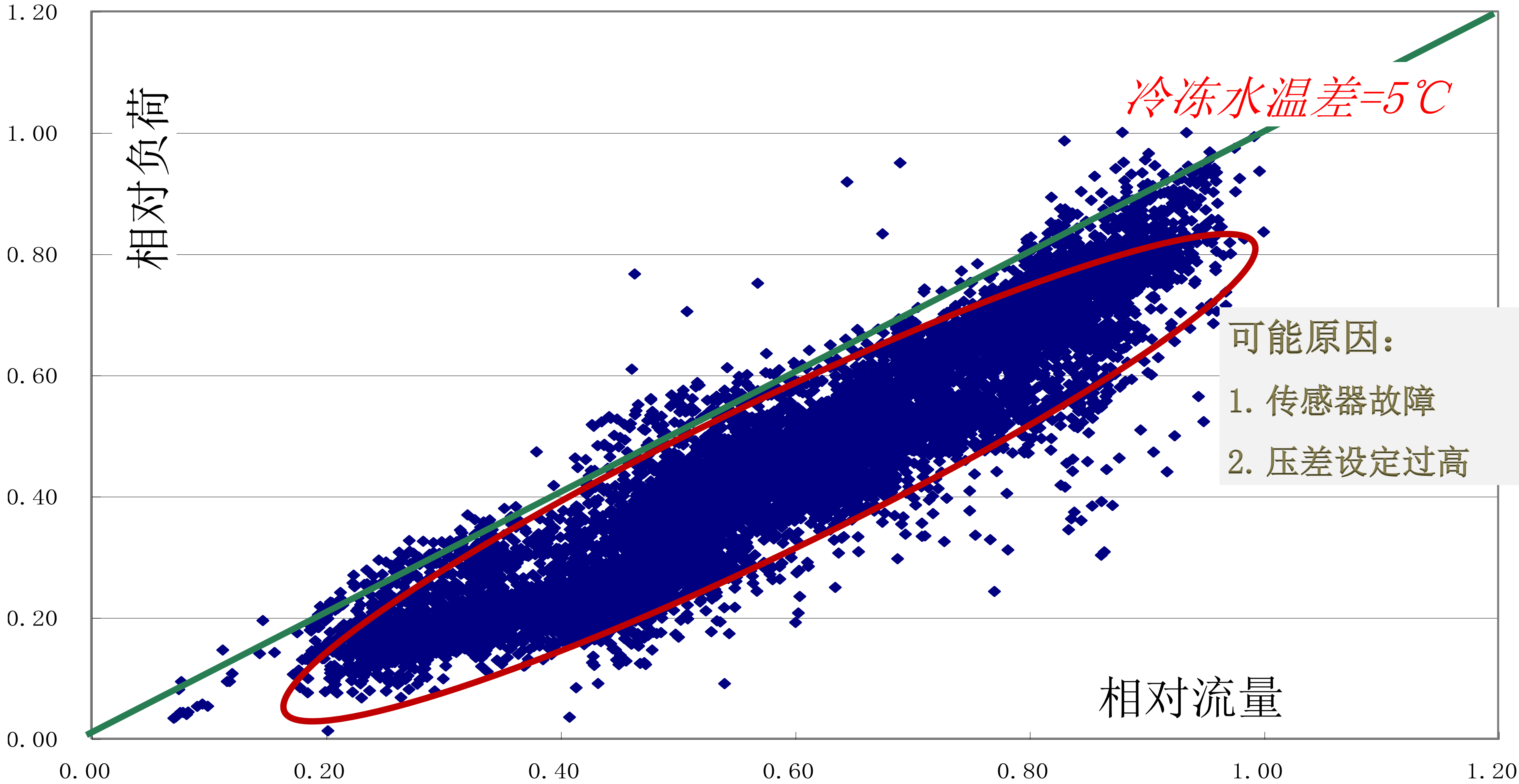
运行时间 （上午7:30至下午20:30）晴天

案例研究：不同风柜的状况

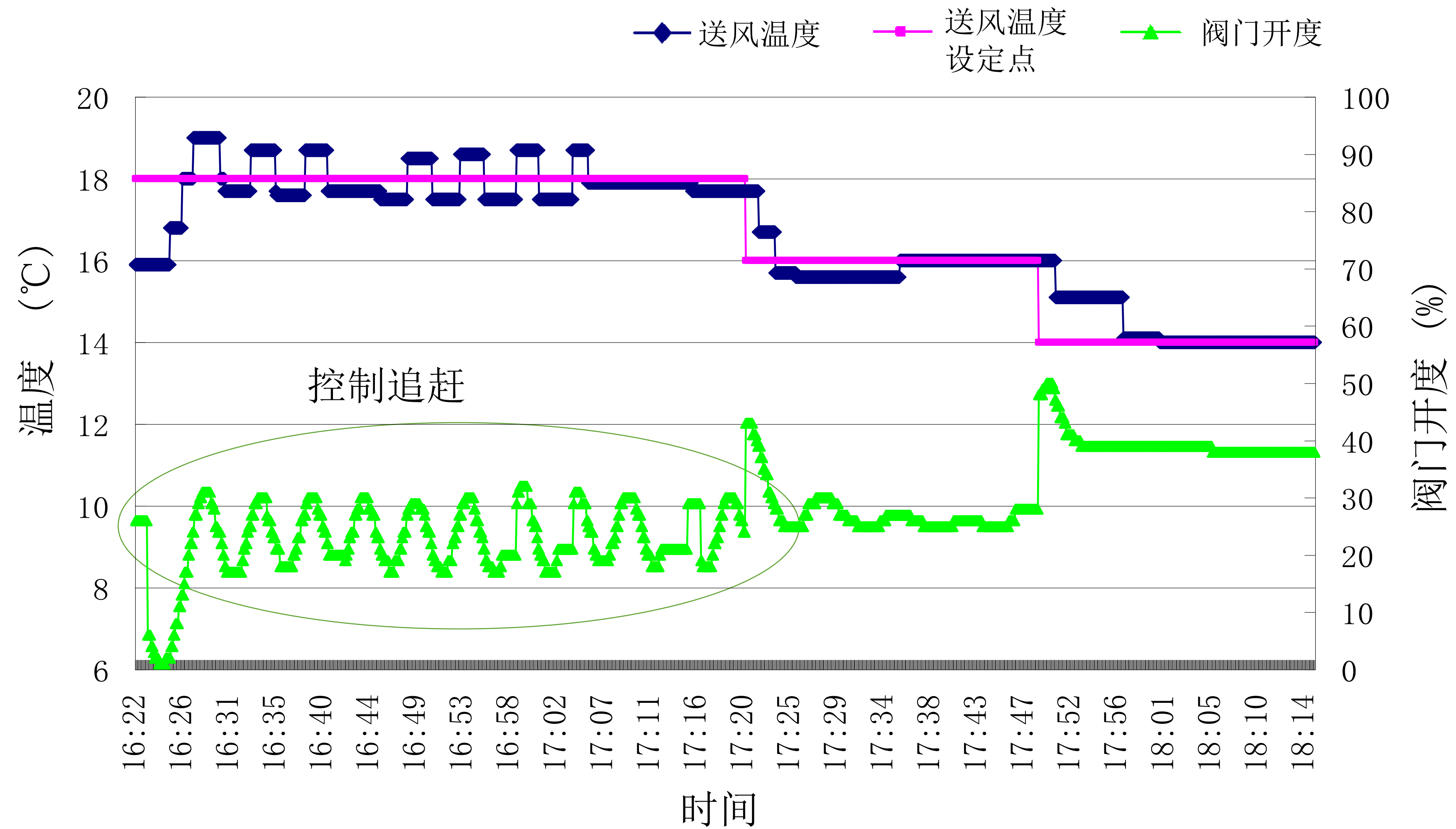
风柜 507



案例研究：水系统侧状态



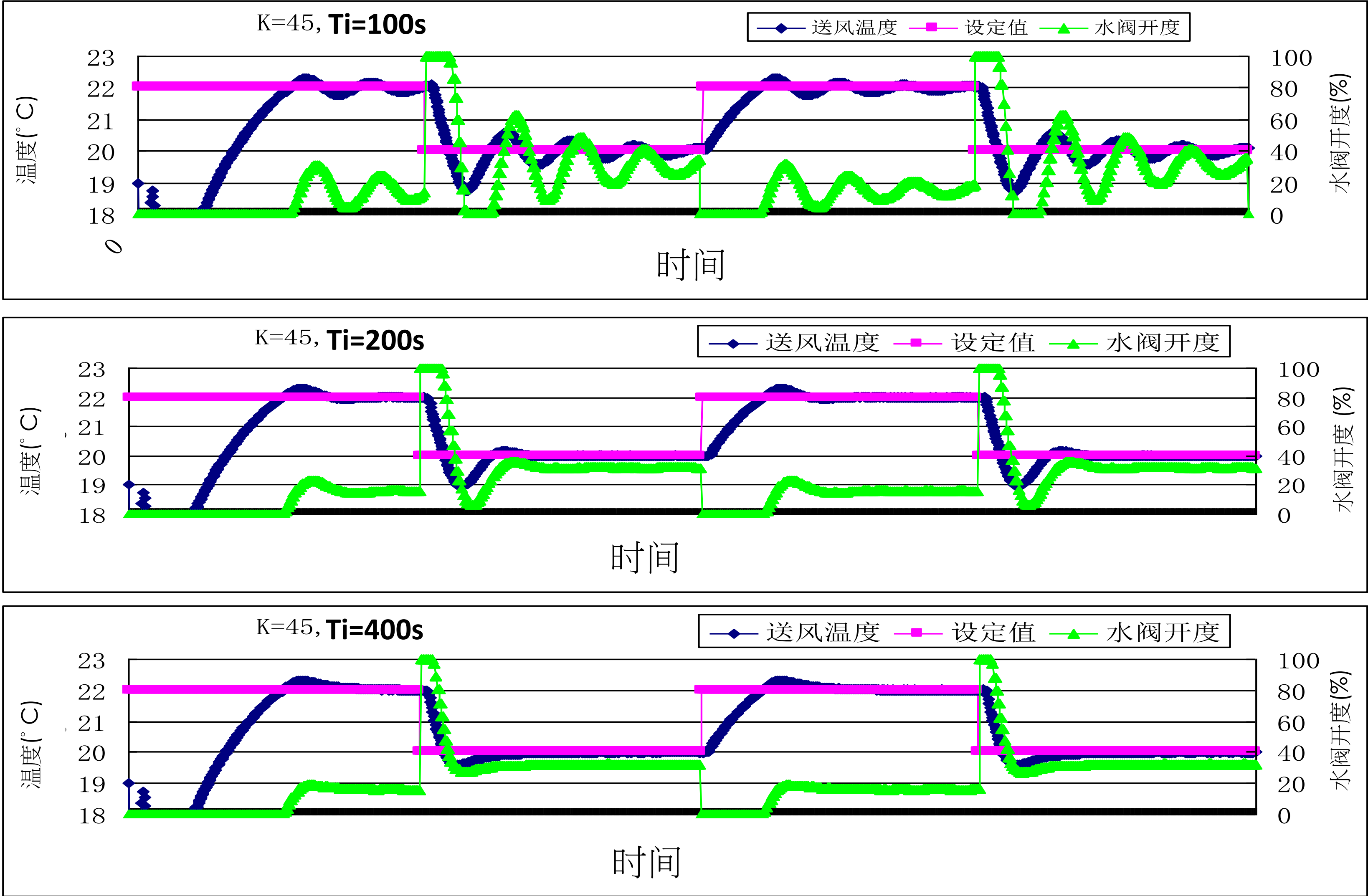
案例研究：风柜控制设置



对于送风，比例带 (K) =10， 积分动作 (Ti) =20s

案例研究：风柜控制设置

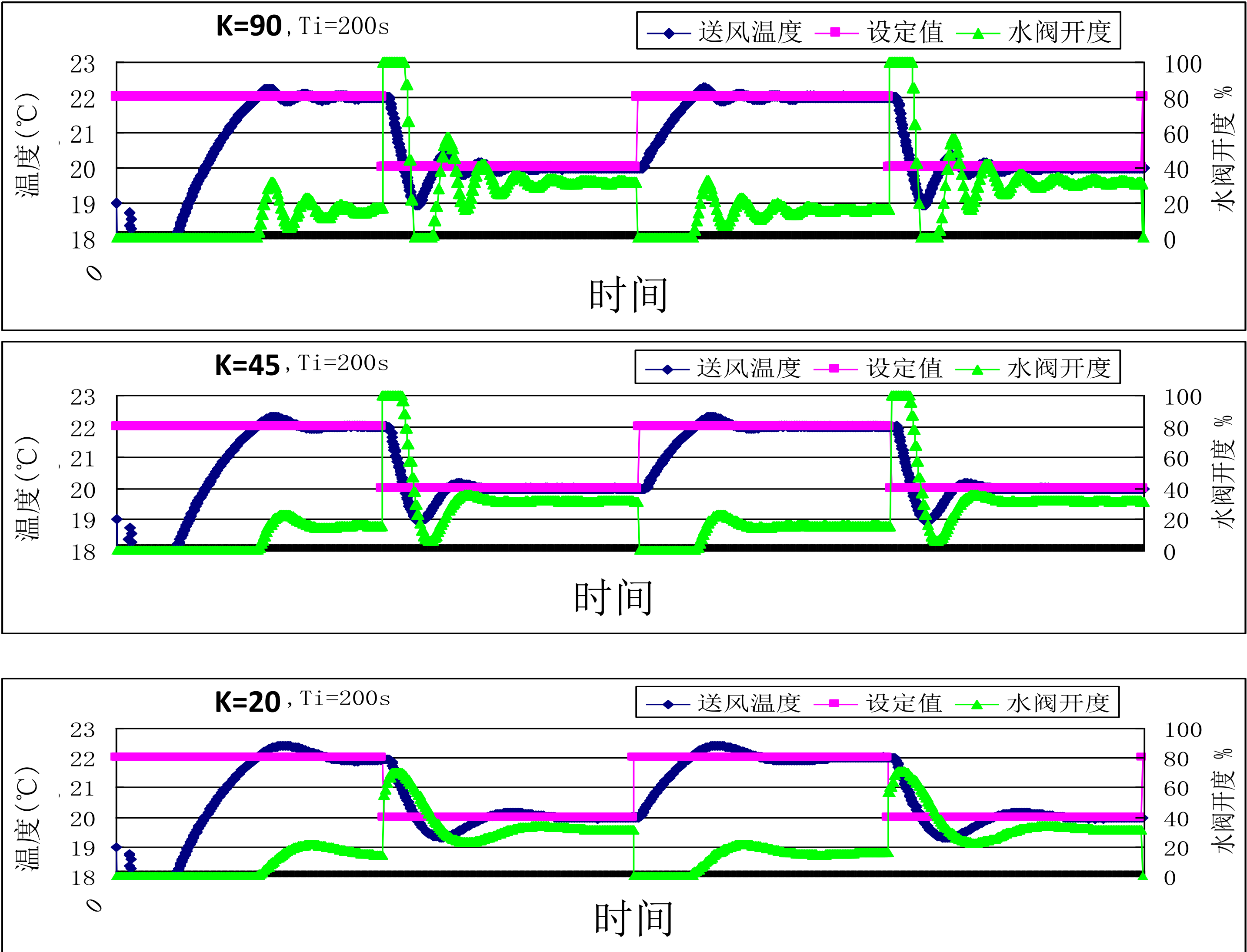
找到厂家对P-I-D增益进行微调。



微调P-I-D增益通过改变 T_i 来优化控制阻尼效果。

案例研究：风柜控制设置

找到厂家对P-I-D增益进行微调。



微调P-I-D增益，通过改变K值来优化控制的减振效果。

投资价值

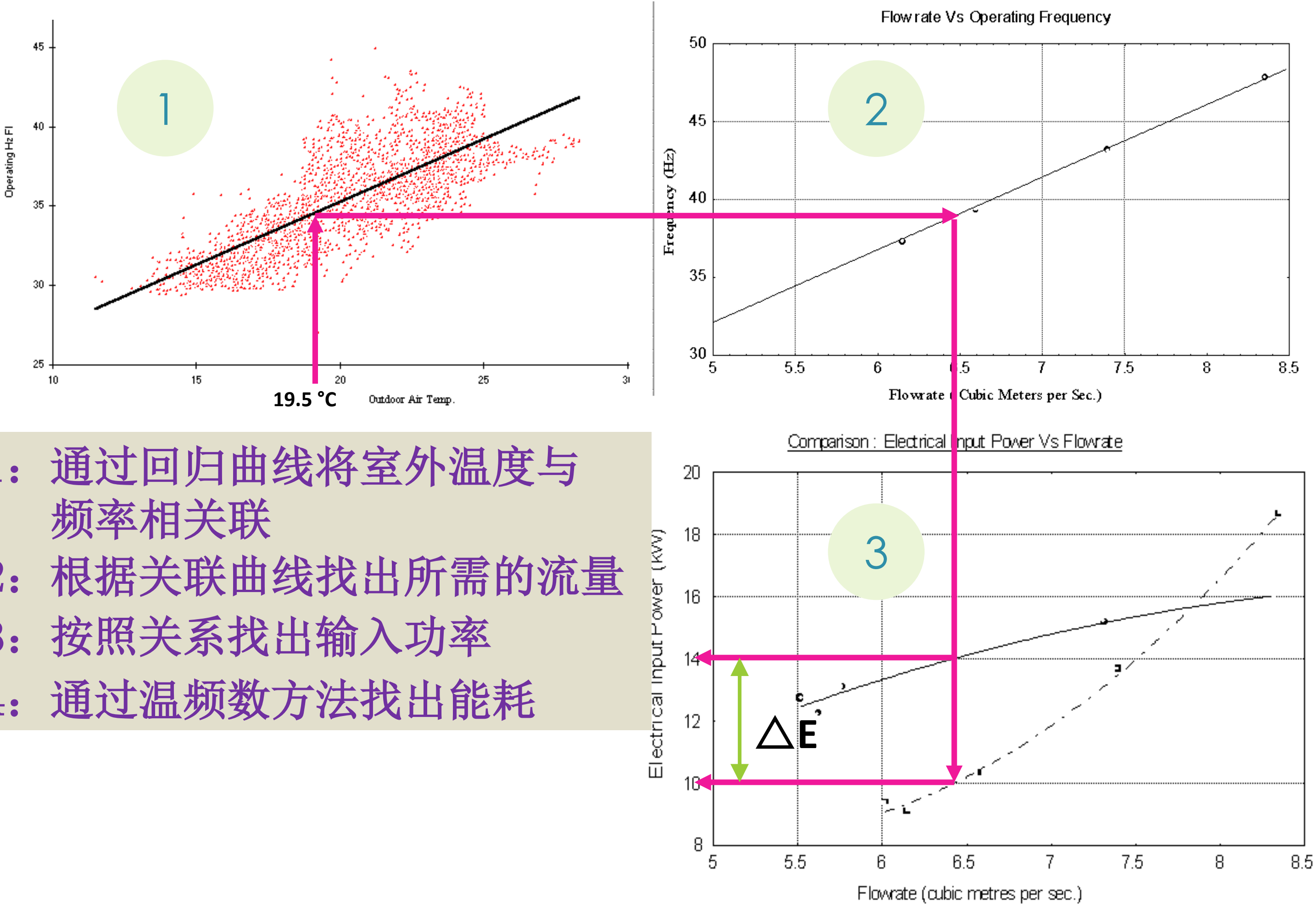
工具

- 回归方程
- 温频数法

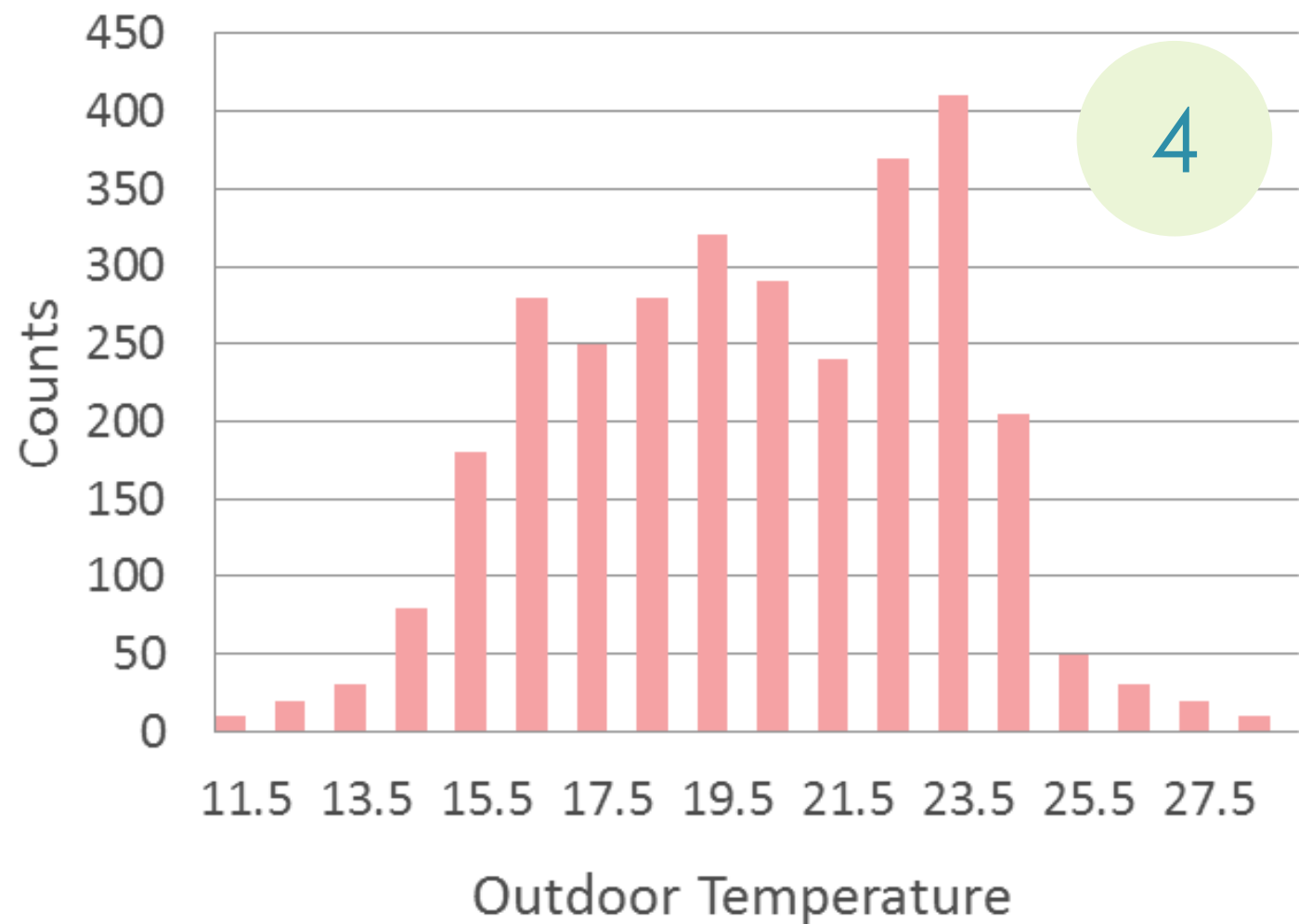
数据如何提供帮助

- 估算节能量

案例分析：用变速风扇控制代替入口导流叶片



- 步骤1：通过回归曲线将室外温度与频率相关联
- 步骤2：根据关联曲线找出所需的流量
- 步骤3：按照关系找出输入功率
- 步骤4：通过温频数方法找出能耗



节能_{19.5} = $\Delta E \times \text{频次}_{19.5}$
总节省量 = 9,858kWh/年

步骤4：通过温频数方法找出能耗



愿景

4

愿景

