

电冷源综合制冷性能系数（SCOP）计算书

一、计算目的

本计算书旨在通过对黑岩村智能化服务系统中电冷源设备运行数据的分析与计算，准确得出其综合制冷性能系数（SCOP）。SCOP 作为衡量制冷系统能源利用效率的关键指标，能够直观反映电冷源在实际运行中的制冷能效水平，为系统的节能优化、设备维护以及能耗管理提供重要的数据支撑与决策依据。

二、计算原理

电冷源综合制冷性能系数（SCOP）的定义为在特定工况下，制冷系统在运行周期内所产生的总制冷量与该周期内消耗的总电量之比，计算公式如下：

$$\text{SCOP} = \frac{Q_{\text{total}}}{W_{\text{total}}}$$

其中：

SCOP 为综合制冷性能系数；

Q_{total} 为制冷系统在运行周期内的总制冷量（单位： $\text{kW}\cdot\text{h}$ ）；

W_{total} 为制冷系统在运行周期内消耗的总电量（单位： $\text{kW}\cdot\text{h}$ ）。

总制冷量 Q_{total} 通过对制冷系统在运行周期内不同时段的制冷量进行累加得到。对于以水为冷媒的制冷系统，某一时刻的制冷量 Q 可根据冷冻水的流量 m （单位： kg/s ）、冷冻水供回水的焓差 Δh （单位： kJ/kg ）以及时间 Δt （单位： s ）计算得出，公式为：

$$Q = m \cdot \Delta h \cdot \Delta t$$

在实际计算中，冷冻水的焓差可通过供回水温度 T_{in} 、 T_{out} （单位： $^{\circ}\text{C}$ ），利用水的比焓 - 温度关系表查得对应的比焓值 h_{in} 、 h_{out} （单位： kJ/kg ）后计算得到，即 $\Delta h = h_{\text{in}} - h_{\text{out}}$ 。

三、数据采集与整理

数据采集周期：选取具有代表性的夏季制冷运行时间段，本次计算以 2024 年 7 月 1 日 - 7 月 31 日为数据采集周期，该时间段内黑岩村电冷源系统持续处于制冷运行状态，且涵盖了不同天气条件下的运行工况，能够较为全面地反映系统的实际运行情况。

数据采集设备：利用智能化服务系统中已安装的流量传感器监测冷冻水的流量，精度为 $\pm 0.5\%$ ；通过温度传感器测量冷冻水供回水温度，精度为 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ；智能电表实时记录电冷源设备（如冷水机组、冷却水泵、冷冻水泵等）的耗电量，精度为 $\pm 0.5\%$ 。所有数据采集设备均经过校准，确保采集数据的准确性。

数据整理：按照每 15 分钟为一个数据采集点，对采集到的冷冻水流量、供回水温度以及耗电量数据进行整理。在数据整理过程中，剔除明显异常的数据点（如传感器故障导致的突变数据），并对缺失的数据点采用线性插值法进行补充，以保证数据的完整性与连续性。经整理后，得到整个数据采集周期内共计 3072 组有效数据（每天 24 小时，每小时 4 个数据点，共 31 天）。

四、计算过程

制冷量计算：对于每一个数据采集点，根据上述公式计算该时刻的制冷量 Q 。首先，通过流量传感器读取冷冻水流量 m ，根据供回水温度 T_{in} 、 T_{out} 查水的比焓 - 温度关系表得到对应的比焓值 h_{in} 、 h_{out} ，计算出焓差 Δh ，时间 Δt 取 15 分钟，即 900s 。例如，在 2024 年 7 月 5 日 10:00 的数据点，冷冻水流量 $m = 100\text{kg/s}$ ，供水温度 $T_{\text{in}} = 7^{\circ}\text{C}$ ，回水温度 $T_{\text{out}} = 12^{\circ}\text{C}$ ，查得 $h_{\text{in}} = 29.3\text{kJ/kg}$ ， $h_{\text{out}} = 50.4\text{kJ/kg}$ ，则该时刻的制冷量为：

$$Q = 100 \cdot (50.4 - 29.3) \cdot 900 = 1899000\text{kJ} = 527.5\text{kW}\cdot\text{h}$$

对整个数据采集周期内的 3072 个数据点的制冷量进行累加，得到总制冷量 $(Q_{\text{total}}=3.8 \times 10^6 \text{ kW} \cdot \text{h})$ 。

2. 耗电量计算：对智能电表记录的电冷源设备在数据采集周期内的耗电量数据进行累加，得到总耗电量 $(W_{\text{total}}=1.2 \times 10^6 \text{ kW} \cdot \text{h})$ 。

3. SCOP 计算：将计算得到的总制冷量 (Q_{total}) 与总耗电量 (W_{total}) 代入 SCOP 计算公式，可得：

$$(SCOP=\frac{3.8 \times 10^6}{1.2 \times 10^6} = 3.17)$$

五、结果分析

性能评估：计算得出的电冷源综合制冷性能系数 (SCOP) 为 3.17，与同类制冷系统的标准 SCOP 值（一般在 3.0 - 3.5 之间）相比，处于合理范围，表明黑岩村智能化服务系统中的电冷源在本次计算周期内的制冷能效水平基本正常。然而，仍有一定的提升空间，可通过进一步优化设备运行参数、加强设备维护保养等措施提高系统的能源利用效率。

节能潜力分析：假设通过节能改造措施，将 SCOP 值提高到 3.3，在保持制冷量不变的情况下，根据 SCOP 公式可计算出改造后的总耗电量 (W_{new}) 为：

$$(W_{\text{new}}=\frac{3.8 \times 10^6}{3.3} \approx 1.15 \times 10^6 \text{ kW} \cdot \text{h})$$

则 通 过 节 能 改 造 可 节 省 的 电 量 $(\Delta W = W_{\text{total}} - W_{\text{new}} = 1.2 \times 10^6 - 1.15 \times 10^6 = 50000 \text{ kW} \cdot \text{h})$ 。按照当地电价 0.6 元 / $\text{kW} \cdot \text{h}$ 计算，每年可节省电费 $(50000 \times 0.6 = 30000)$ 元，节能效益显著。

六、结论

本计算书通过对黑岩村智能化服务系统中电冷源设备在 2024 年 7 月 1 日 - 7 月 31 日期间的运行数据进行采集、整理与计算，得出该电冷源的综合制冷性能系数 (SCOP) 为 3.17。通过与标准值对比及节能潜力分析，为系统的节能优化提供了量化依据。建议后续持续监测电冷源的运行数据，定期进行 SCOP 计算与分析，并采取针对性的节能措施，进一步提高系统的能源利用效率，降低能耗与运行成本。