

蓄水池散热功率估算

陈烨

2024.12.22

1 假设

总蓄水池散热功率的主要因素为热水和冷空气之间的热交换，所以本估算的假设为

- 仅考虑蓄水池水面与空气的接触面的热交换；
- 水和空气在自然热对流条件下（无风）；
- 系统处于热平衡条件下（蓄水池温度不变）。

2 参数与变量

蓄水池总面积 $S = 40m \times 60m \times 4$ 个

水温 $T_1 = 30^\circ C$ （冬季 30，夏季 38，取冬季水温）

室温 $T_\infty = -10^\circ C$ （取冬季室温）

自然对流空气传热效率 $h = 50 \text{ [W} \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$ (资料取值范围为 10-100)

热能发电机效率 $\eta = 30\%$ (资料取值范围为 30%-50%)

3 热传导定理

定理 1. 根据稳态热对流等式，热对流通量 $\dot{q}'' (\frac{W}{m^2})$ 为

$$\dot{q}'' = \frac{\Delta T}{1/h} \quad (1)$$

$$= \frac{T_1 - T_\infty}{1/h} \quad (2)$$

4 蓄水池冷却功率计算

以上，该蓄水池的冷却功率 \dot{q} (W) 为

$$\dot{q} = \dot{q}'' \cdot S \quad (3)$$

$$= h \cdot S \cdot (T_1 - T_\infty) \quad (4)$$

$$= 50 \times (40 \times 60 \times 4) \times (30 - (-10)) \quad (5)$$

$$= 1.9 \times 10^4 \text{ kW} \quad (6)$$

一天的总冷却能量 Q (kW·h)(度电) 为

$$Q = \dot{q} \cdot t \quad (7)$$

$$= 1.9 \times 10^4 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \quad (8)$$

$$= 4.56 \times 10^5 \text{ kW} \cdot \text{h} \quad (9)$$

按照一度电 0.38 元，热能发电效率为 30% 估算，每天节省电费 C 为

$$C = \eta \cdot Q \cdot 0.38 \quad (10)$$

$$= 30\% \times 4.56 \times 10^5 \text{ kW} \cdot \text{h} \times 0.38 \quad (11)$$

$$= 5.2 \times 10^4 \quad (12)$$

即每天节省电费 5.2 万元。

5 结论

按照以上的保守估计，若安装热能发电机，并将余热发得的电能重新投入生产，每天至少可以节省 5.2 万元的电费（45.6 万度电）。