

1. 某一款非同步心脏起搏器的输出脉冲幅度为 5V，持续时间为 2ms，电路负载为 $1\text{K}\Omega$ 。该心脏起搏器脉冲的工作频率为 70 次/min。这些脉冲提供的能量是该心脏起搏器消耗能量的 30%。

(a) 在十年内传输给负载的总能量是多少？

$$\begin{aligned}\text{总能量} &= \text{脉冲幅度}^2 / \text{负载} * \text{周期时长（持续时间）} * \text{脉冲频率} * \text{时间} \\ &= 5^2 / 1000 * 0.002 * 70 * 60 * 24 * 365 * 10 \text{ J} = 18396 \text{ J}\end{aligned}$$

(b) 根据已知的电源能量转换效率，若要使这个起搏器工作十年，电源的容量应为多大？

能量转换效率为 30%，因此电源包含的能量应该为 $18396 / 0.3 \text{ J} = 61320 \text{ J}$
由于不知道电源输出电压，因此无法计算电池容量

(c) 假定电源是由 2 个 2.8V 的锂电池串联的，若要使该起搏器工作十年，每个锂电池的 A·h 容量最小是多少？

串联电池，电动势相加，电容量为最小的电池电容量。则锂电池最小容量为 $61320 / 5.6 / 3600 \text{ A} \cdot \text{h} = 3.04167 \text{ A} \cdot \text{h}$

(d) 心脏起搏器早期基本使用水银电池作为电源，虽然水银电池理论上拥有可以工作十年的容量，但当起搏器植入人体后，发现电源两年多就会耗尽，该理论值与实际值不相符的原因有哪几个？

可能的原因包括：

- 电池随着时间老化，电容量随着时间推移而减少，水银电池稳定性更差，衰减更明显。
- 心脏起搏器频繁发放脉冲，电池持续间断性放电，电池老化更快。
- 存在理论计算之外的电池消耗。
- 电池在实际使用中无法使用全部理论电容量。