中六设计与应用科技练习卷｜梁反力与弯曲应力、欧拉挫曲、水塔静压、泵功率、变压器损耗与光伏回本期

练习卷 · 高中设计与应用科技

中六设计与应用科技练习卷，涵盖简支梁反力与弯曲应力、钢柱欧拉挫曲与负载安全倍数、水塔静水压与储水重量、抽水泵功率与耗电成本、变压器升压与输电线损耗、屋顶光伏回本期与减排量，每题附完整计算步骤、评分要点及答案，适合中六学生温习及校内试预备。

第一题 简支梁的反力与弯曲应力

一条跨度 8.0 米的简支梁，在距左支座 3.0 米处承受 12 千牛的集中荷载。梁的截面为矩形，阔 150 毫米、深 300 毫米，容许弯曲应力为 12.0 兆帕。

#	Question	Answer and marking notes
1	(a) 取力矩平衡，计算左右两端支座的反力。	答案：右支座反力 = 12 × 3.0 ÷ 8.0 = 4.5 千牛；左支座反力 = 12 − 4.5 = 7.5 千牛（合计 12 千牛）。
2	(b) 求梁的最大弯矩，并指出其位置。	答案：最大弯矩在集中荷载之下，M = 7.5 × 3.0 = 22.5 千牛米。
3	(c) 计算截面模数及梁的最大弯曲应力。	答案：截面模数 Z = 150 × 300² ÷ 6 = 2,250,000 立方毫米；应力 = 22.5 × 10^6 ÷ 2,250,000 = 10.0 兆帕。
4	(d) 求应力使用率，并判断该梁在容许应力下是否安全。	答案：使用率 = 10.0 ÷ 12.0 × 100 = 83.3%，低于 100%，梁在静载下安全，但余量只有一成多，不宜再加荷载。

第二题 钢柱的欧拉挫曲荷载

一条两端铰接的钢柱长 3.0 米，弹性模量 200 吉帕、截面惯性矩 8.0 × 10^−7 米四次方，有效长度因数取 1.0，柱上实际荷载为 60 千牛。

#	Question	Answer and marking notes
5	(a) 用欧拉公式计算该柱的临界挫曲荷载（牛顿，取三位有效数字）。	答案：P = π² × 200 × 10^9 × 8.0 × 10^−7 ÷ 3.0² = 175 千牛。
6	(b) 求临界荷载对实际荷载的倍数，并评论是否足够。	答案：倍数 = 175 ÷ 60 = 2.92，高于一般要求的 2.0，足够应付偶然偏心。
7	(c) 若柱长增至 6.0 米，求新临界荷载并解释变化幅度。	答案：新临界荷载 = 44 千牛；临界荷载与长度平方成反比，长度加倍即降至原来的四分之一，挫曲成为控制因素。
8	(d) 提出两项提高该柱临界荷载的可行方法，并说明理由。	答案：把柱两端改为固定以减少有效长度，以及在弱轴方向加设支撑或改用较大惯性矩的截面（如工字柱转向或空心管），两者都直接提高 P 值。

第三题 水塔的静水压与储水重量

某屋苑水塔的水面高于最低层水龙头 25.0 米。水塔为圆柱形，直径 4.0 米、水深 6.0 米。水的密度取 1,000 千克每立方米，重力加速度取 9.8 米每二次方秒。

#	Question	Answer and marking notes
9	(a) 求最低层水龙头处的静水压（千帕）。	答案：压力 = 1,000 × 9.8 × 25.0 = 245,250 帕 = 245.2 千帕。
10	(b) 计算水塔的储水体积及水的重量（千牛）。	答案：体积 = π × 2.0² × 6.0 = 75.4 立方米；重量 = 75.4 × 1,000 × 9.8 = 740 千牛。
11	(c) 求水面下 12.0 米深处的静水压。	答案：压力 = 1,000 × 9.8 × 12.0 = 117.7 千帕，与水塔直径无关，只取决于深度。
12	(d) 若水龙头供水最低需要 150 千帕，求水面所需的最小高度。	答案：高度 = 150,000 ÷ (1,000 × 9.8) = 15.29 米。

第四题 抽水泵的功率与电费

一座抽水站把水提升 18.0 米，流量 0.02 立方米每秒，泵的效率为 0.70，电价每千瓦时 1.20 元，每日运行 6.0 小时。

#	Question	Answer and marking notes
13	(a) 计算泵的水力功率（千瓦）。	答案：水力功率 = 1,000 × 9.8 × 0.02 × 18.0 = 3,532 瓦 = 3.53 千瓦。
14	(b) 求所需的电输入功率。	答案：输入功率 = 3.53 ÷ 0.70 = 5.05 千瓦。
15	(c) 求每日耗电量及每日电费。	答案：耗电 = 5.05 × 6.0 = 30.27 千瓦时；电费 = 30.27 × 1.20 = 36.33 元。
16	(d) 若更换叶轮把效率提升至 0.80，求新输入功率及可节省的百分率。	答案：新输入功率 = 3.53 ÷ 0.80 = 4.41 千瓦；节省 = (5.05 − 4.41) ÷ 5.05 × 100 = 12.5%。

第五题 变压器升压与输电线损耗

一座升压变压器把 11 千伏的电力升至 132 千伏，初级电流为 400 安培，输电线的总电阻为 6.0 欧姆，变压器视为理想元件。

#	Question	Answer and marking notes
17	(a) 求输送的电功率及次级电流。	答案：功率 = 11 千伏 × 400 安培 = 4.40 兆瓦；次级电流 = 4,400,000 ÷ 132,000 = 33.3 安培。
18	(b) 求变压器的匝数比。	答案：匝数比 = 132 ÷ 11 = 12，即初级每 1 匝对应次级 12 匝，属升压变压器。
19	(c) 在 132 千伏输送时，求输电线的功率损耗及其占输送功率的百分比。	答案：损耗 = 33.3² × 6.0 = 6,667 瓦 = 6.67 千瓦，占 0.15%。
20	(d) 若同一功率改以 11 千伏输送，求损耗及百分比，并比较两者的倍数。	答案：电流 400 安培，损耗 = 400² × 6.0 = 960,000 瓦 = 960 千瓦，占 21.8%，较高压输送大 144 倍，故长距离输电必须升压。

第六题 屋顶光伏系统的回本期

某校舍屋顶装设 30 块光伏板，每块峰值功率 400 瓦；当地平均每日日照峰值时数 4.0 小时，系统性能比 0.80。装置成本 180,000 元，电价每千瓦时 1.20 元，每千瓦时可减少 0.70 千克二氧化碳。

#	Question	Answer and marking notes
21	(a) 计算系统的每日发电量（千瓦时）。	答案：装机容量 = 30 × 400 瓦 = 12.0 千瓦；每日发电 = 12.0 × 4.0 × 0.80 = 38.4 千瓦时。
22	(b) 求每年发电量及每年节省的电费。	答案：每年 = 38.4 × 365 = 14,016 千瓦时；节省 = 14,016 × 1.20 = 16,819 元。
23	(c) 求系统的静态回本期（年，取两位小数）。	答案：回本期 = 180,000 ÷ 16,819 = 10.70 年。
24	(d) 求每年减少的碳排放量（吨），并评论该回本期是否值得投资。	答案：减排 = 14,016 × 0.70 ÷ 1000 = 9.8 吨；光伏板一般可用 20 至 25 年，回本期约 11 年，之后十多年为净收益，加上减排效益，值得投资。