

电路习题解答

电路(电工原理I) 习题解答

陈敦锡 编

湖南科学技术出版社

· 容 提 要

西安交通大学邱关韵主编的《电路(电工原理I)》一书,是目前高等工业院校电力类和电子类专业电工基础课的试用教材。全国电视大学电子类专业也将采用此书作为课本。

本书包括《电路(电工原理I)》一书的全部习题,供学习该课的高等工业院校学生演算口后核对计算结果和检查计算方法时参考。

本书可作为院校和电视大学电力、电子类专业的学生参考。由于原书着眼于课程基本内容的复习与基本运算方法的训练,其中常见的。因此,本书对于有一定电工基础知识的人也有参考价值。

电工原理I)习题解答

陈敦锡 编

责任编辑:陈清山

*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1980年7月第1版第1次印刷

字数: 206,000 印张: 10.25 印数: 1—90,000

统一书号: 15204·36 定价: 1.08元

前 言

西安交通大学邱关源同志主编的《电路(电工原理 I)》(简称《电路》)一书,是目前高等工业院校电力类和电子类专业电工基础课的试用教材。全国电视大学电子类专业也将采用此书作为课本。

为了便于学习该课的高等工业院校的学生演算习题后核对计算结果和检查计算方法时参考,特编写了这本书。它是《电路》课的辅导材料。

本书内容包括《电路》一书的全部习题解答,共 279 题。便于查阅,本书章节次序和习题编号均和原书相同。

为了使读者通过习题的演习,加深对课程的理解,解题过程中,力求方法简明,物理概念清楚,着重推理,避免直接套用公式,并注意同一类问题的不同解法。对于原书附答案,个别有误之处已酌情订正,但由于未征得原作者同意,不一定妥当。

本书读者对象主要是高等工业院校和电视大学学习《电路》

由于原书所选题目,除着眼于课程基本内容的复习方法的训练外,有许多问题都是工程中常见的。因

它电工基础知识,要求对该课进行复习的广

有参考价值。

不妥和错误之处在所难免,尚

省株洲基础大学电气教研

目 录

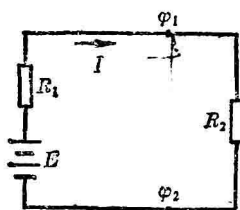
第一章	电路的基本概念和基本定律	(1)
第二章	直流电路的分析方法	(23)
第三章	正弦电流电路的基本概念	(52)
第四章	符号法	(70)
第五章	电路中的谐振	(101)
第六章	互感	(117)
第七章	三相电路	(130)
第八章	非正弦周期电流电路	(147)
第九章	简单电路中的过渡过程	(161)
第十章	傅里叶变换与拉普拉斯变换	(197)
第十一章	二端口网络	(221)
第十二章	多端元件和受控电源	(237)
第十三章	矩阵	(245)
第十四章	网络图论和网络方程	(255)
第十五章	状态方程	(283)
第十六章	计算方法	(301)
第十七章	非线性电阻电路	(310)
第十八章	磁路和铁心线圈	(320)

铁心线圈

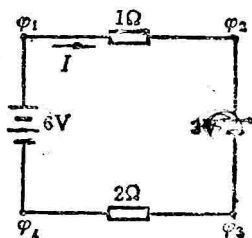
0 点

第一章 电路的基本概念和基本定律

1—1. 画出附图所示电路中电流的实际方向, 并比较各点电位的高低。



(a)



(b)

题 1—1 图

解: 对于图(a): 电位 $\varphi_1 > \varphi_2$

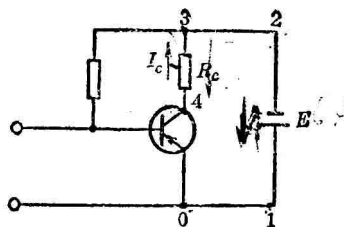
对于图(b):

$$I = \frac{6 - 3}{1 + 2} = \frac{3}{3} = 1 \text{ 安}$$

电位: $\varphi_1 > \varphi_2 > \varphi_3 > \varphi_4$

电流的实际方向分别示于

图(a)和图(b)中。



题 1—2 图

1—2. 已知: $E = 6$ 伏, $R_c = 2$ 千欧, $I_c = 1.5$ 毫安。若取 0 点为电位参考点, 求 1、2、3、4、四点的电位(见附图)。

解: 0 点为电位参考点, 故

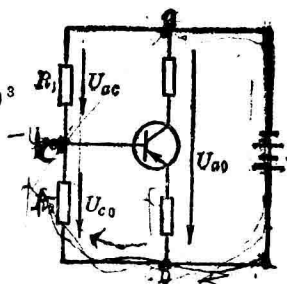
$$\varphi_1 = \varphi_0 = 0$$

$$\text{而 } \varphi_2 = \varphi_3 = -6 \text{ 伏}$$

$$\begin{aligned} \text{因 } U_{43} &= I_c R_c \\ &= 1.5 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^3 \\ &= 3 \text{ 伏} \end{aligned}$$

$$\text{而 } U_{43} = \varphi_4 - \varphi_3$$

$$\begin{aligned} \text{所以 } \varphi_4 &= U_{43} + \varphi_3 = 3 - 6 \\ &= -3 \text{ 伏} \end{aligned}$$



题 1-3 图

1-3. 已知 $E = 12$ 伏, C 点的电位 $\varphi_c = -4$ 伏(见附图, 以 0 点为电位参考点)。求电压 U_{ac} , U_{c0} 和 U_{a0} 。

解: 因为以 0 为电位参考点, φ_a 为 E 的负端电位, 故 $\varphi_a = -12$ 伏。

$$\text{已知 } \varphi_c = -4 \text{ 伏}$$

$$\therefore U_{ac} = \varphi_a - \varphi_c = -12 - (-4) = -8 \text{ 伏}$$

$$U_{c0} = \varphi_c - \varphi_0 = -4 - 0 = -4 \text{ 伏}$$

$$U_{a0} = \varphi_a - \varphi_0 = -12 - 0 = -12 \text{ 伏}$$

1-4. 应用电压与路径无关这一特性, 求附图所示电路中的电压 U_{ab} 。

解: 取 O 为参考点。

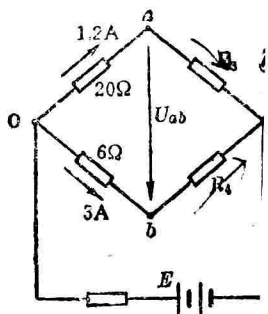
$$\text{故 } U_{ca} = 1.2 \times 20 = 24 \text{ 伏,}$$

$$\varphi_a = -24 \text{ 伏}$$

$$U_{cb} = 3 \times 6 = 18 \text{ 伏,}$$

$$\varphi_b = -18 \text{ 伏}$$

$$\begin{aligned} \therefore U_{ab} &= \varphi_a - \varphi_b = -24 - (-18) \\ &= -6 \text{ 伏} \end{aligned}$$



题 1-4 图

或 $U_{ab} = -U_{oa} + U_{ob} = -24 + 18 = -6$ 伏

1—5. 上题中, 若已知 $R_3 = 5$ 欧, 求电阻 R_4 。

解: 根据基尔霍夫电流定律, 对于串联电路, 通过它们的电流为同一电流。 R_3 与 20 欧电阻串联, 所以通过它的电流也是 1.2 安。

由是 $U_{ad} = 1.2 \times 5 = 6$ 伏,

$U_{od} = U_{oa} + U_{ad} = 24 + 6 = 30$ 伏

对于 obd 支路: 通过 R_4 的电流为 3 安。应用电压与路径无关这一特性, 所以:

$U_{od} = U_{ob} + U_{bd}$

即 $30 = 18 + 3R_4$

故得 $R_4 = \frac{30 - 18}{3} = 4$ 欧

1—6. 求附图所示电路中的电压 U_{ab} 、 U_{ba} 和电动势 E 。

解: $U_{ab} = 10 \times 10^{-3} \times 500 = 5$ 伏

$U_{ba} = -U_{ab} = -5$ 伏

由基尔霍夫电压定律:

$E = \Sigma(IR)$

故电动势 $E = 10 \times 10^{-3} (80 + 400 + 500)$

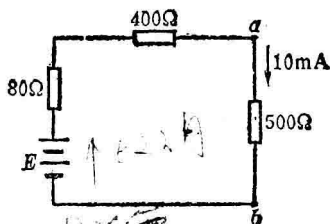
$= 9.8$ 伏

1—7. 求电压 U_{ab} 、电流 I_2 、 I_3 以及电阻 R_3 , 并指出 I_1 、 I_2 和 I_3 的实际方向(见附图), 已知 $I_1 = 5$ 安。

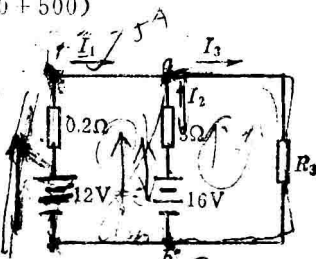
解: $U_{ab} = 12 - 5 \times 0.2 = 11$ 伏。

对于电动势 16 伏和 3 欧的支路:

$U_{ab} = 16 - 3I_2 = 11$ 伏



题 1—6 图



题 1—7 图

$$\therefore I_2 = \frac{16 - 11}{3} = \frac{5}{3} = 1.67 \text{ 安}$$

在 a 点应用基尔霍夫电流定律:

$$I_3 = I_1 + I_2 = 5 + 1.67 = 6.67 \text{ 安}$$

在 R_3 支路中:

$$I_3 R_3 = U_{ab}$$

$$\therefore R_3 = \frac{U_{ab}}{I_3} = \frac{11}{6.67} = 1.65 \text{ 欧}$$

由于求出的电流 I_2 和 I_3 的值均为正值, 故 I_1 、 I_2 和 I_3 的方向与图示一致。

1—8. 比较100欧、1瓦的炭膜电阻和10千欧、0.25瓦的炭膜电阻的额定电流和额定电压。如果把30伏直流电压分别加到这两个电阻上, 电阻工作情况如何?

$$\text{解: } P = I^2 R$$

所以对于100欧、1瓦的炭膜电阻, 其最大允许电流为:

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{1}{100}} = 0.1 \text{ 安}$$

$$\text{电压: } U = IR = 0.1 \times 100 = 10 \text{ 伏}$$

对于10千欧、0.25瓦的炭膜电阻:

$$I = \sqrt{\frac{0.25}{10 \times 1000}} = 0.005 \text{ 安} = 5 \text{ 毫安}$$

$$\text{电压: } U = 0.005 \times 10 \times 1000 = 50 \text{ 伏}$$

当以30伏直流电压加于100欧、1瓦电阻上时,

$$I = \frac{30}{100} = 0.3 \text{ 安} > 0.1 \text{ 安}$$

当以30伏直流电压加于10千欧、0.25瓦电阻时,

$$I = \frac{30}{10 \times 1000} = 0.003 \text{ 安} < 0.005 \text{ 安}$$

故100欧、1瓦电阻将由于电流超过额定值而被烧毁。对于10千欧、0.25瓦电阻，由于此时电流小于额定值，故可安全运行。

1—9. 220伏、40瓦的灯泡显然比2.5伏、0.3安的小电珠亮得多。求40瓦灯泡的额定电流和小电珠的额定功率。我们能不能说瓦数大的灯泡亮，所以它的额定电流也大？

解： $P = UI$

$$\therefore 40 \text{ 瓦灯泡的电流 } I = \frac{40}{220} = 0.182 \text{ 安}$$

小电珠的额定功率

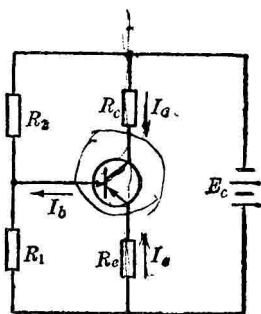
$$P = UI = 2.5 \times 0.3 = 0.75 \text{ 瓦}$$

功率大而亮的灯泡，它的额定电流不一定大。这是因为

$P = UI$ ，在功率一定的情况下，

如果电压高，则电流就小；反之电压低，则电流就大。

1—10. 如图所示的电路是某晶体管放大电路，今已知 $I_c = 5$ 毫安， $I_b = 0.2$ 毫安。求集电极电流 I_c ，并指出它的实际方向。（提示：晶体管可以看成是一个节点）。



题 1—10 图

解：把晶体管看成为一个节点。

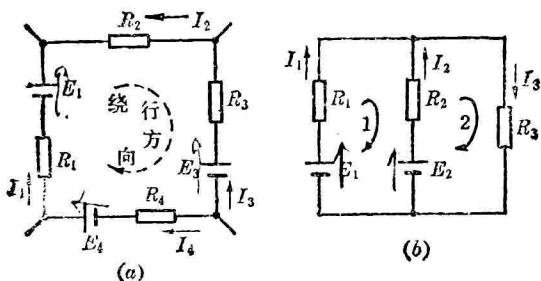
故根据基尔霍夫电流定律，则

$$I_c + I_c = I_b$$

$$\therefore I_c = I_b - I_c = 0.2 - 5 = -4.8 \text{ 毫安}$$

因所求 I_c 为负值，故 I_c 的实际方向与图示的参考方向相反。

1—11. 应用基尔霍夫电压定律，列出题1—11图a、b所示的回路电压方程。



题 1—11图

解：根据基尔霍夫电压定律，任一回路内，电阻上电压降的代数和等于电动势的代数和，即：

$$\sum(IR) = \sum E$$

故对于图(a)：

$$I_1 R_1 - I_2 R_2 - I_3 R_3 + I_4 R_4 = E_1 - E_3 + E_4$$

对于图(b)：

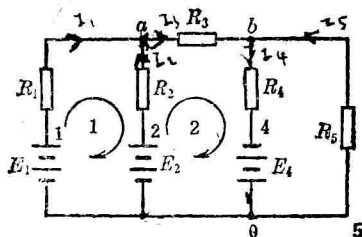
$$\text{回路1: } I_1 R_1 - I_2 R_2 = E_1 - E_2$$

$$\text{回路2: } I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2$$

1—12. 在附图所示电路中，有几个节点？几条支路？几个回路？

$$I_1 + I_2 = I_3$$

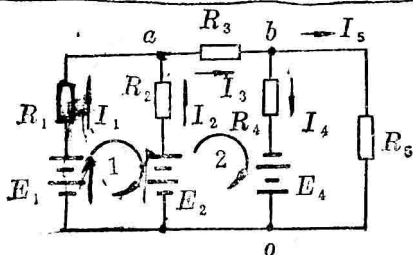
$$I_1 + I_3 = I_4$$



题 1—12图

解：在附图所示电路中有 $a, b, 0$ 三个节点；有 $a-b, a-1-0, a-2-0, b-4-0, b-5-0$ 等五条支路；有 $a-2-0-1-a, a-b-4-0-2-a, b-5-0-4-b, a-b-4-0-1-a, a-b-5-0-1-a, a-b-5-0-2-a$ 等六个回路。

1—13. 在上题中，用基尔霍夫电流定律对节点 a 和 b 列出电流方程；用基尔霍夫电压定律对回路 1 和回路 2 列出电压方程。



题 1—13 图

解：按题 1—13 图所示出各支路电流的参考方向。

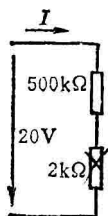
在节点 a ： $I_1 + I_2 = I_3$ 或 $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

在节点 b ： $I_3 = I_4 + I_5$ 或 $I_3 - I_4 - I_5 = 0$

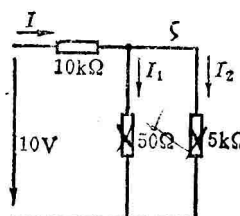
对于回路 1： $I_1 R_1 - I_2 R_2 = E_1 - E_2$

对于回路 2： $I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = E_2 + E_4$

1—14. 试估算附图所示电路中的电流 I 、 I_1 和 I_2 。



(a)



(b)

题 1—14 图

解：对于电路(a)，由于 $500\text{K}\Omega \gg 2\text{K}\Omega$ ，所以在估算时取电路电阻为 $500\text{K}\Omega$ 已够准确。故

$$I = \frac{20}{500} \times 10^{-3} = 0.04 \times 10^{-3} \text{ 安} = 40 \text{ 微安}$$

对于电路(b)，在两个并联支路中，可以取 50Ω 作为两个支路并联后的等值电阻，而总的等值电阻为 $10\text{K}\Omega + 50\Omega$ ，由于 $10\text{K}\Omega \gg 50\Omega$ ，因此取 $10\text{K}\Omega$ 作为整个回路的等值电阻已足够准确。故

$$I = \frac{10}{10 \times 10^3} = 1 \text{ 毫安}$$

可以认为 $I_1 \approx I = 1 \text{ 毫安}$ 。

$$\text{而 } I_2 \approx \frac{50}{5000} \times I$$

$$= \frac{0.001}{100} = 10 \text{ 微安}$$

院
量
程

1—15. 今将内阻为 0.5Ω ，量程为 1 安 的安培表误接到电源上，若电源电压为 10 伏 ，试问安培表中将通过多大的电流？将发生什么后果？

解：通过安培表中的电流为

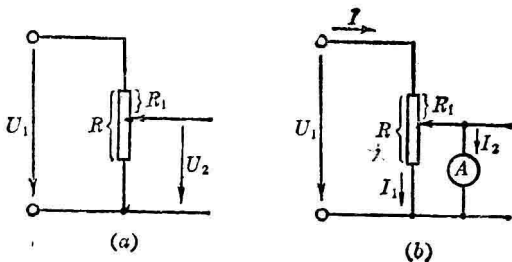
$$I_A = \frac{10}{0.5} = 20 \text{ 安} \gg 1 \text{ 安}$$

故电流表将因电流大大超过额定值而被烧毁。

1—16. (1) 有一滑线电阻作分压器使用(见附图a)，其电阻 R 为 100Ω ，额定电流为 1.5 安 。若已知 $U_1 = 100 \text{ 伏}$ ， $R_1 = 22\Omega$ ，求输出电压 U_2 。

(2) 若误将内阻为 0.5Ω ，量程为 1 安 的安培表看成是伏特表去测量输出电压，如附图b所示，试估算电流 I 、 I_1 和 I_2 ，并

问电路中将发生什么后果?



题 1—16图

解: (1) 已知 $R_1 = 22$ 欧, 则接在 U_2 段上的电阻为
 $100 - 22 = 78$ 欧

由于在各个串联电阻上的电压与电阻成正比, 故

$$U_2 = \frac{100}{100} \times 78 = 78 \text{ 伏}$$

(2) 若误将内阻为 0.5 欧, 量程为 1 安的安培表作为电压表去测量输出电压, 则通过安培表中的电流为:

$$\underline{I \approx I_2} \approx \frac{100}{22.5} = 4.44 \text{ 安}, I_1 \approx 0$$

显然 I 和 I_2 已超过滑线电阻的额定值和安培表的量程许多倍, 故二者都有损坏的危险。

1—17. 在附图所示电路中, 已知 $U = 20$ 伏, $R_1 = 10$ 千欧, 在 (1) $R_2 = 30$ 千欧, (2) $R_2 = \infty$ (即 R_2 处开断), (3) $R_2 = 0$ (R_2 处短路) 三种情况下, 分别求电流 I 、电压 U_1 和 U_2 。

通过本题请同学们总结一下, 对电阻来说, 什么情况下有电流没有电压? 什么情况下有电压却没有电流? 什么情况下既有电流又有电压。我们能不能说电路中没有电流的地方就一定

没有电压，没有电压的地方就一定没有电流？

解：(1) 当 $R_2 = 30$ 千欧时，

$$I = \frac{20}{10 + 30} \times 10^{-3} = \frac{20}{40} \times 10^{-3}$$

$$= 0.5 \text{ 毫安}$$

$$U_1 = 20 \times \frac{10}{40} = 5 \text{ 伏}$$

$$U_2 = 20 - 5 = 15 \text{ 伏}$$

(2) 当 $R_2 = \infty$ 时，相当于电路开路，故 $I = 0$ 。 U_2 为开路电压，等于 20 伏；由于开路时 R_1 中无电流流过，故其中的电压降 $U_1 = 0$ 。

(3) 当 $R_2 = 0$ 时，

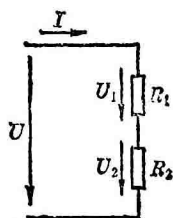
$$I = \frac{20}{R_1} = \frac{20}{10} \times 10^{-3} = 2 \text{ 毫安}$$

全部电压降都落在 R_1 上，

$$\therefore U_1 = 20 \text{ 伏，而 } U_2 = 0$$

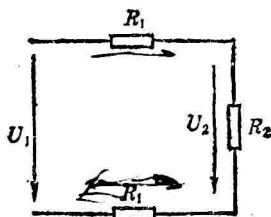
通过以上分析可知：对电阻来说，(1) 当其值为 0 时（相当短路），其中有电流没有电压；(2) 当其值为 ∞ 时（相当开路），其中有电压没有电流；(3) 当电阻既不为 0 也不为 ∞ ，而具有一定数值时，则其中既有电流，其两端也有电压。所以既不能说，电路中没有电流的地方就一定没有电压，也不能说没有电压的地方就一定没有电流。

1—18. 发电机端电压 $U_1 = 230$ 伏，线路上的电流 $I = 50$ 安（见附图），铜导线的截面积 $S = 16$ 毫米²，线长 $l = 84.8$ 米，铜的电阻系数 $\rho = 0.018 \frac{\text{欧} \cdot \text{毫米}^2}{\text{米}}$ 。求：



题 1—17 图

- (1) 每根导线的电阻 R_1 ;
- (2) 每根导线的电压降;
- (3) 负载端电压 U_2 ;
- (4) 发电机供给的功率;
- (5) 负载消耗的功率;
- (6) 上述两部分的差额,



题 1—18图

用到哪里去了?

解: (1) 每根导线的电阻:

$$R_1 = \rho \frac{l}{S} = 0.018 \times \frac{84.8}{16} = 0.095 \text{ 欧}$$

(2) 每根导线的电压降:

$$U_{R1} = IR_1 = 50 \times 0.095 = 4.75 \text{ 伏}$$

(3) 负载端电压:

$$\begin{aligned} U_2 &= 230 - 2U_{R1} \\ &= 230 - 2 \times 4.75 \approx 220 \text{ 伏} \end{aligned}$$

(4) 发电机供给的功率:

$$P_1 = U_1 I = 230 \times 50 = 11.5 \text{ 千瓦}$$

(5) 负载消耗的功率:

$$P_2 = U_2 I = 220 \times 50 = 11 \text{ 千瓦}$$

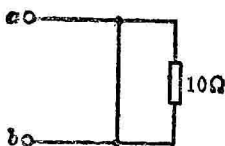
(6) 故两部分的差额为:

$$11.5 - 11 = 0.5 \text{ 千瓦}$$

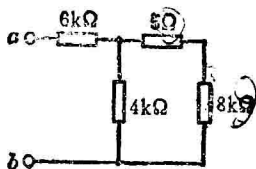
这个功率差额完全被输电线的电阻 R_1 转换成热能而散发到空气中去了。有时称这个损耗为线路损耗。

1—19 求附图各等值电阻 R_{ab} 。

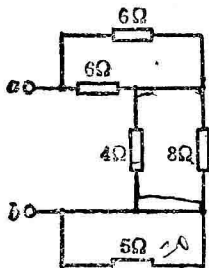
希望通过本题, 总结一下, 如何才能把电路的结构看清楚。因为对电路结构看不清, 就无法着手分析。



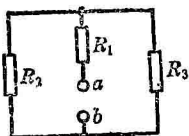
(a)



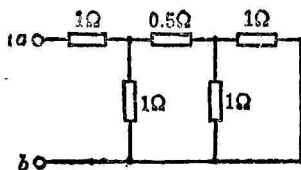
(b)



(c)



(d)



(e)

题 1—19图

解：(a)对于图(a)：

由于10欧电阻两端被联接导线短接，故 $R_{ab} = 0$ ；

(b)对于图(b)：

在5Ω和8KΩ支路中，由于8KΩ $\gg$ 5Ω，故可认为它们串联后的等值电阻为8KΩ，而后与4KΩ电阻并联，得：

$$R_0 = \frac{4 \times 8}{4 + 8} = \frac{32}{12} = 2.67 \text{K}\Omega$$

再与6KΩ电阻串联，得

$$R_{ab} = 6 + 2.67 = 8.67 \text{K}\Omega$$

(c) 对于图(c)：

显然，5Ω电阻为联线短接，故其等值电阻为零。因此，对于本电路，只要将两个6Ω电阻先并联，而后再与4Ω和8Ω的并