



全国高等教育自学考试

电力系统分析 同步练习册

全国高等教育自学考试指导委员会 组编
徐政 编

(2002年版)
浙江大学出版社

Q · G · G · D · J · Y · Z · X · K · S



全 国 高 等 教 育 自 学 考 试

ISBN 7-308-02852-6



9 787308 028523 >

ISBN 7-308-02852-6/TM • 012
定价：16.00元

全国高等教育自学考试

电力系统分析 同步练习册

(2002年版)

全国高等教育自学考试指导委员会组编

徐政编

浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

电力系统分析同步练习册/徐政编. —杭州:浙江
大学出版社, 2001. 12
ISBN 7-308-02852-6

I. 电... II. 徐... III. 电力系统—分析—高等教
育—自学考试—习题 IV. TM711-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 082997 号

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

责任编辑 王 锴

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 德清第二印刷厂

经 销 浙江省新华书店

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 10.25

字 数 264 千字

版 印 次 2001 年 12 月第 1 版 2001 年 12 月第 1 次印刷

印 数 0001—3070

书 号 ISBN 7-308-02852-6/TM·012

定 价 16.00 元

组编前言

依靠自己的力量,在有限的时间内学习一门新学科,从不懂到懂,从不会到会,从不理解到理解,从容易遗忘到记忆深刻,从不会应用到熟练应用,从模仿到创新,把书本知识内化为自己的知识,这是一个艰难的过程。在这个过程中,自学者不仅需要认真钻研考试大纲,刻苦学习教材和辅导书,还应该做适量的练习,把学和练有机地结合起来,否则,就不能达到预定的学习目标。“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行。”这是每一位自学者都应遵循的信条。

编写练习,同样是件不容易的事。它对编写者提出了相当高的要求:

有较深的学术造诣;

有较丰富的教学经验;

对高等教育自学考试有深刻的理解并有一定的辅导自学者的经历;

对考试大纲、教材、辅导书有深入的了解,对文中的重点、难点、相互联系等有准确的理解;

对自学习者的学习需要和已有的知识基础有一定的了解。

只有把这些因素融会在一起,作者才能编写出高质量的,有利于举一反三、事半功倍的练习。

基于以上考虑,我们组织编写出版了同步练习册,使之与考试大纲、教材、自学辅导书相互补充,形成一个完整的学习媒体系统。

之所以把这些练习称为同步练习,是因为:

第一,它与考试大纲、教材的内容及顺序是一致的。按照考试大纲、教材的章、节、知识点的顺序编选习题,方便自学者循序渐进地学习与练习。

第二,它与自学习者的学习过程是一致的。自学过程大体包括初步接触、大体了解、理解、记忆、应用、创新、复习等阶段。在每一个阶段,自学者都容易找到相应的练习。

如此学与练同步的方式,有利于激发自学的兴趣与动机,有利于集中注意力于当前所学的内容,有利于理解、巩固、记忆、应用,尤其有利于自学者及时知道自己的学习状态与结果,以便随时调整学习计划,在难度较大处多投入精力。

基于对学习目标的考虑,我们把同步练习大致分为四类:

第一,单项练习:针对一个知识点而设计的练习。其目的在于帮助自学者理解和记忆基本概念和理论。

第二,综合练习:针对几个知识点而设的练习。这又可分为在本章综合、跨章综合、跨学科综合三级水平。其目的在于帮助自学者把相关知识联系起来,形成特定的知识结构以便灵活地应用。

第三,创造性练习:提供一些案例、事实、材料,使考生应用所学到的理论、观点、方法创造性地解决问题。这类问题可能没有统一的答案,只有一些参考性的思路。其目的很明显,就是培养自学者的创新意识和能力。

第四,综合自测练习:在整个学科范围内设计练习,尽量参照考试大纲的题型,组成类似考卷的练习。其目的在于使自学者及时检测全部学习状况,帮助自学者作好迎接统一考试的知识及心理准备。

希望应考者在使用同步练习之前了解我们的构想,理解我们的意图,以便主动地选择适合自己学习的练习题目。

孔子说:“学而时习之,不亦乐乎。”一边学,一边练,有节奏、有规律地复习,不仅提高了学习效率,也会给艰难的学习过程带来不少的快乐。圣人能够体会到这一点,我们每一位自学者同样能体会到。如果通过这样的学习过程,实现了学习目标,实现了人生的理想,实现了对自我的不断超越,那么,我们说这种学习其乐无穷也毫不夸张。

全国高等教育自学考试指导委员会

2000年10月

目 录

第 1 章	电力系统的基本概念·····	(1)
第 2 章	电力系统各元件的特性参数及等值电路·····	(2)
第 3 章	简单电力系统潮流计算·····	(41)
第 4 章	复杂电力系统潮流的计算机算法·····	(52)
第 5 章	电力系统有功功率平衡与频率调整·····	(77)
第 6 章	电力系统无功功率平衡与电压调整·····	(89)
第 7 章	电力系统对称故障分析 ·····	(100)
第 8 章	电力系统不对称故障分析 ·····	(116)
第 9 章	电力系统静态稳定性分析 ·····	(137)
第 10 章	电力系统暂态稳定性分析 ·····	(147)

第1章 电力系统的基本概念

习题 1-1 电力系统互联有哪些优势?

答:大致有如下几点优势:

- (1)提高电力系统供电的可靠性;
- (2)减少系统备用容量的比重;
- (3)可采用高效率的大容量机组;
- (4)可降低总负荷的峰值;
- (5)可充分利用水电厂的水能资源。

习题 1-2 试述我国电压等级的配置情况。

答:我国除西北地区外,输电电压等级均为 500kV、220kV 和 110kV;西北地区的输电电压等级为 330 kV 和 110 kV。配电电压等级有两种,一种为 10/35/110/220 kV,另一种为 10/63/220 kV。输电电压等级和配电电压等级中有重叠的电压等级,如 110kV 电压等级,通常作为配电电压等级,但有时也作为输电电压等级。

习题 1-3 电力系统中性点接地方式与电压等级有何关系?

答:通常在 110 kV 及以上电压等级的电力系统中,其中性点按直接接地方式运行;在 3~66kV 的电力系统中,中性点按不接地或经消弧线圈接地运行。

第2章 电力系统各元件的特性 参数及等值电路

2.1 发电机参数及数学模型

习题 2-1 假设发电机运行频率为 50Hz, 求转子的转速: (a) $p=1$; (b) $p=2$; (c) $p=12$ 。

解:

$$(a) n = \frac{60f_e}{p} = \frac{60(50)}{1} = 3000(\text{r/min})$$

$$(b) n = \frac{60f_e}{p} = \frac{60(50)}{2} = 1500(\text{r/min})$$

$$(c) n = \frac{60f_e}{p} = \frac{60(50)}{12} = 250(\text{r/min})$$

习题 2-2 有一隐极式发电机运行在额定状态并接于无穷大母线, 功率因数 0.8 滞后, 发电机电抗 $X_d=0.7$ 。求: (a) P 、 Q 、 E 、 δ , 并画出相量图; (b) 增加气门开度, 使有功功率增加 20%, 重新计算 P 、 Q 、 E 、 δ , 画出相量图; (c) 系统返回到 (a) 状态, 调节励磁使 E 增加 20%, 重新计算 P 、 Q 、 E 、 δ , 画出相量图。

解: 下标 0 表示初始状态, 1 表示调整后的状态。

$$(a) \dot{U} = 1 \angle 0^\circ$$

$$\varphi_0 = \arccos(0.8) = 36.9^\circ$$

$$\dot{I}_0 = 1 \angle -36.9^\circ = 0.8 - j0.6$$

$$\dot{E}_0 = jX_d \dot{I}_0 + \dot{U} = j0.7(0.8 - j0.6) + 1 = 1.42 + j0.56 = 1.53 \angle 21.5^\circ$$

$$E_0 = 1.53, \quad \delta_0 = 21.5^\circ$$

$$P_0 = \frac{E_0 U}{X_d} \sin \delta_0 = \frac{(1.53)(1.0)}{0.7} \sin(21.5^\circ) = 0.800$$

$$Q_0 = \frac{E_0 U}{X_d} \cos \delta_0 - \frac{U^2}{X_d} = \frac{(1.53)(1.0)}{0.7} \cos(21.5^\circ) - \frac{(1.0)^2}{0.7} = 0.6$$

相量图如图 2-1(a) 所示。

$$(b) P_1 = 1.2P_0 = 1.2(0.8) = 0.96$$

$$E_1 = E_0$$

$$\text{而 } \delta_1 = \arcsin\left(\frac{P_1 X_d}{E_1 U}\right) = \arcsin\left(\frac{0.96(0.7)}{(1.53)(1.0)}\right) = 26.0^\circ$$

$$Q_1 = \frac{E_0 U}{X_d} \cos \delta_1 - \frac{U^2}{X_d} = \frac{1.53(1.0)}{0.7} \cos(26.1^\circ) - \frac{(1.0)^2}{0.7} = 0.535$$

相量图如图 2-1 (b) 所示。

$$(c) P_1 = P_0 = 0.8$$

$$E_1 = 1.2E_0 = 1.2(1.53) = 1.84$$

$$\delta_1 = \arcsin\left(\frac{P_1 X_d}{E_1 U}\right) = \arcsin\left(\frac{0.8(0.7)}{1.84(1.0)}\right) = 17.8^\circ$$

$$Q_1 = \frac{E_1 U}{X_d} \cos\delta - \frac{U^2}{X_d} = \frac{(1.84)(1.0)}{0.7} \cos(17.8^\circ) - \frac{(1.0)^2}{0.7} = 1.07$$

相量图如图 2-1 (c) 所示。

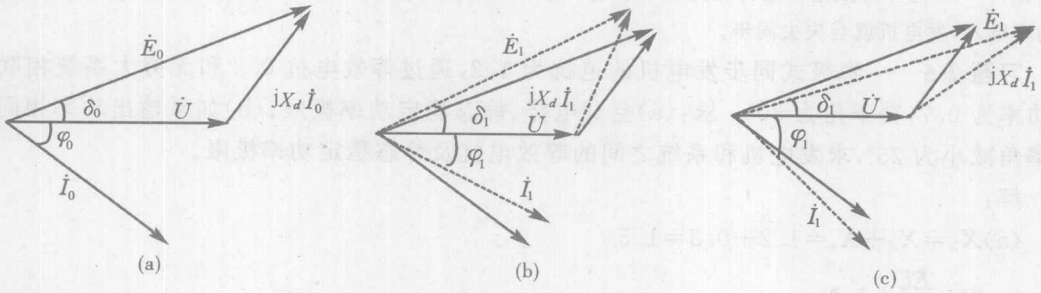


图 2-1

习题 2-3 一发电机电抗 $X_d = 1.2$, 当电流和电压取额定值时, 试计算: (a) 功率因数为 1 时所需要的电势 E ; (b) 功率因数为 0 (滞后) 时的电势 E 。

解: 对发电机来说, 约定的电流和电压参考方向如图 2-2 所示:

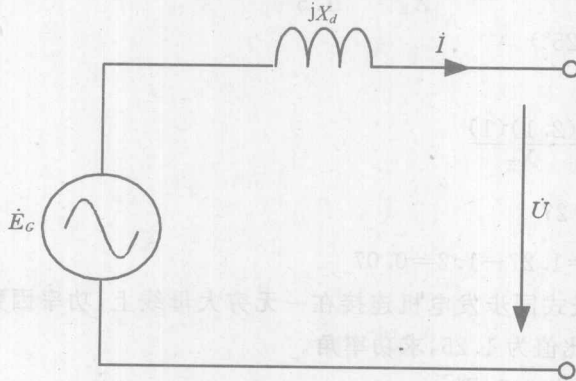


图 2-2

(a) 功率因数为 1 时, 电流和电压同相位。

$$\dot{U} = 1, \quad \dot{I} = 1 + j0$$

$$\dot{E} = \dot{U} + j\dot{I}X_d = 1 + j1 \times 1.2 = 1.56 \angle 50.2^\circ$$

$$E = 1.56$$

(b) 功率因数为 0 滞后时,

$$\dot{U} = 1, \quad \dot{I} = -j1$$

$$\dot{E} = \dot{U} + j\dot{I}X_d = 1 + j(-j)1.2 = 2.20 \angle 0^\circ$$

$$E = 2.20$$

注: 当功率因数滞后时, 发电机发出感性无功功率, 所需要的 E 值较大。 E 由转子磁场产生, 转子励磁电流 I_f 的大小决定了 E 的大小。因为损耗 $I_f^2 R_f$ 产生的热量使得转子温度上升, 使 I_f 不能无限制地增加, 故 E 有上限的限制。

习题 2-4 接习题 2-3, 当发电机运行在额定电压和电流下, 功率因数为 0.553 (超前) 时,

求电势 E 。

$$\text{解: } \varphi = \arccos(0.553) = 56.4^\circ$$

$$U = 1, \quad I = 1 \angle 56.4^\circ$$

$$\dot{E} = \dot{U} + jIX_d = 1 + j1.2 \times 1 \angle 56.4^\circ = j0.664 = 0.664 \angle 90^\circ$$

$$E = 0.664, \quad \delta = 90^\circ$$

注: $\delta = 90^\circ$ 意味着发电机运行在此功率因数下是不行的, 因为这正是不稳定的边缘。这时, 只要原动机增加功率输入, 发电机就会失去同步。

习题 2-5 一隐极式同步发电机的电抗为 1.2, 通过等效电抗 0.3 和无穷大系统相联, 输出功率为 0.7, 功率角为 30° 。求: (a) 空载电势、静态稳定功率极限; (b) 如果输出功率相同, 但功率角减小为 25° , 求发电机和系统之间的等效电抗及静态稳定功率极限。

解:

$$(a) X_\Sigma = X_d + X_e = 1.2 + 0.3 = 1.5$$

$$P = \frac{EU_s}{X_\Sigma} \sin \delta$$

根据题设条件有:

$$0.7 = \frac{E \times 1}{1.5} \sin 30^\circ$$

$$\text{因此: } E = 2.1, \quad P_{\max} = \frac{EU_s}{X_\Sigma} = \frac{2.1 \times 1}{1.5} = 1.4$$

$$(b) 0.7 = P_{\max} \sin(25^\circ)$$

$$P_{\max} = 1.66$$

$$1.66 = \frac{EU_s}{X_\Sigma} = \frac{(2.1)(1)}{X_\Sigma}$$

$$X_\Sigma = \frac{2.1}{1.66} = 1.27$$

$$X_e = X_\Sigma - X_d = 1.27 - 1.2 = 0.07$$

习题 2-6 一隐极式同步发电机连接在一无穷大母线上, 功率因数为 0.8 (滞后), 空载电压和无穷大母线电压比值为 1.25, 求功率角。

解: 因为功率因数为 0.8, 则:

$$\frac{Q}{P} = \tan \varphi = 0.75$$

由发电机的功角特性得:

$$\frac{Q}{P} = \frac{\cos \delta - \frac{U}{E}}{\sin \delta}$$

$$0.75 = \frac{\cos \delta - 0.8}{\sin \delta}$$

解得: $\delta = 13.34^\circ$

习题 2-7 一隐极式同步发电机的电抗为 0.9, 通过两条并联输电线连接到无穷大系统。每条输电线的电抗为 0.6, 发电机空载电势为 1.5, 发电机供给负荷的功率为 0.8。(a) 计算功率角; (b) 如果其中一条输电线断开, 而发电机空载电势不变, 供给负荷功率也不变, 求新的功率角。

解:

(a) 两条并联输电线的等效电抗为:

$$X_{e1} = \frac{(0.6)(0.6)}{0.6+0.6} = 0.3$$

从发电机到无穷大系统之间的总电抗为:

$$X_{\Sigma 1} = X_G + X_{e1} = 0.9 + 0.3 = 1.2$$

$$P = \frac{EU_S}{X_{\Sigma}} \sin \delta$$

$$0.8 = \frac{(1.5)(1)}{1.2} \sin \delta$$

$$\delta = 39.79^\circ$$

(b) 当断开其中一条输电线时:

$$X_{e2} = 0.6$$

$$X_{\Sigma 2} = X_G + X_{e2} = 0.9 + 0.6 = 1.5$$

$$0.8 = \frac{(1.5)(1)}{1.5} \sin \delta$$

$$\delta = 53.13^\circ$$

注: 由题可见断开一条输电线后, 传输相同的功率, 功率角变大了。

习题 2-8 一同步发电机的短路特性曲线和空载特性曲线如图 2-3 所示, 求此发电机的同步电抗。

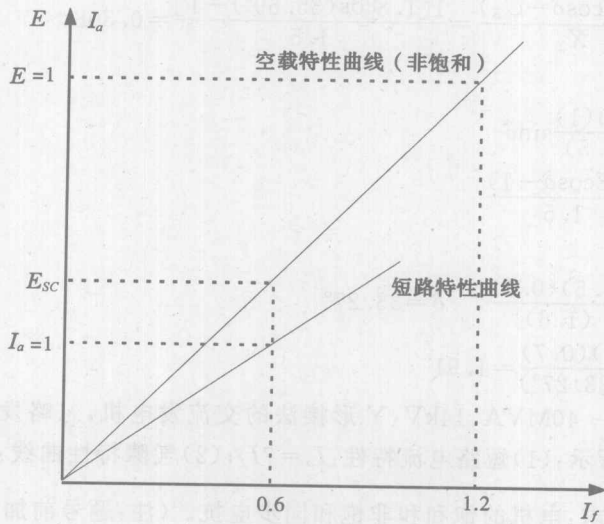


图 2-3

解:

根据图 2-3, 由相似三角形原理得:

$$\frac{E_{sc}}{0.6} = \frac{1}{1.2}$$

$$E_{sc} = 0.5$$

则电机的非饱和电抗为:

$$X_G = \frac{E_{sc}}{I_a} = \frac{0.5}{1} = 0.5$$

习题 2-9 一同步发电机连接到无穷大母线, 其同步电抗为 1.3, 无穷大母线的电压为 1,

发电机到母线之间的等效电抗为 0.2, 发电机的最大可能输出功率为 1.2。求: (a) 发电机的空载电势; (b) 空载电势不变, 输出功率减小为 0.7, 求电枢电流和功率角。

解:

(a) 因为总电抗:

$$X_{\Sigma} = 1.3 + 0.2 = 1.5$$

且有: $P_{\max} = \frac{EU_s}{X_{\Sigma}} = 1.2$

所以: $E = 1.8$

(b) 因为:

$$P = P_{\max} \sin \delta$$

故: $0.7 = 1.2 \sin \delta$

则: $\delta = 35.69^\circ$

$$I = \frac{E - U}{jX_{\Sigma}} = \frac{1.8 \angle 35.69^\circ - 1.0}{j1.5} = 0.7648 \angle -23.75^\circ$$

习题 2-10 计算习题 2-9 中 (b) 部分发电机发出的无功功率。如果要求通过改变励磁, 使发电机发出无功功率为 0.4, 而有功功率不变, 求新的空载电势和功率角。

解:

由功角特性:

$$Q = \frac{U_s (E \cos \delta - U_s)}{X_{\Sigma}} = \frac{1[1.8 \cos(35.69^\circ) - 1]}{1.5} = 0.308$$

励磁改变时:

$$0.7 = \frac{(E)(1)}{(1.5)} \sin \delta$$

$$0.4 = \frac{1(E \cos \delta - 1)}{1.5}$$

解得:

$$\tan \delta = \frac{(1.5)(0.7)}{(1.6)}, \quad \delta = 33.27^\circ$$

故: $E = \frac{(1.5)(0.7)}{\sin(33.27^\circ)} = 1.91$

*** 习题 2-11** 有一 40MVA、14kV、Y 形接法的交流发电机, 忽略发电机电枢的电阻值, 其余相关的数据如下所示: (1) 短路电流特性: $I_a = 7I_f$; (2) 气隙特性曲线: $E = 33I_f$; (3) 开路特性曲线: $E = \frac{21300I_f}{430 + I_f}$ 。求: 电机的饱和和非饱和同步电抗。(注: 题号前加“*”, 表示难题, 以下同)

解:

(1) 非饱和同步电抗:

$$X_c = \frac{33I_f}{7I_f} = 4.71(\Omega)$$

(2) 饱和同步电抗:

先通过开路特性曲线求得激磁电流, 由 $\frac{14000}{\sqrt{3}} = \frac{21300I_f}{430 + I_f}$

得: $I_f = 262.966(\text{A})$

由短路特性曲线得:

$$I_a = 7I_f = 1840.763(\text{A})$$

由上可得饱和电抗:

$$X_s = \frac{14000/\sqrt{3}}{1840.763} = 4.39(\Omega)$$

* 习题 2-12 一隐极式发电机连接到无穷大系统,并向系统提供视在功率为 1.2;设发电机空载电势为 1.3,功率角为 20° 。试计算电机的同步电抗(设无穷大母线电压为 1)。

解:

$$\text{因为: } S^2 = P^2 + Q^2$$

由隐极式发电机的功角特性,有:

$$P = \frac{E_q U}{X_d} \sin \delta$$

$$Q = \frac{E_q U}{X_d} \cos \delta - \frac{U^2}{X_d}$$

故:

$$S^2 = \left(\frac{U^2}{X_d^2} \right) (E_q^2 + U^2 - 2E_q U \cos \delta)$$

$$\text{将已知条件代入上式: } (1.2)^2 = \left(\frac{1}{X_d^2} \right) [(1.3)^2 + (1)^2 - (2)(1.3)(1)\cos 20^\circ]$$

$$\text{解得: } X_d = 0.414$$

* 习题 2-13 已知凸极式同步发电机的功角特性为: $P = \frac{UE_q}{X_d} \sin \delta + \frac{U^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \sin 2\delta$, $Q = \frac{UE_q}{X_d} \cos \delta - U^2 \left(\frac{\cos^2 \delta}{X_d} + \frac{\sin^2 \delta}{X_q} \right)$ 。现有一凸极式同步发电机连接到一无穷大母线,供给负荷纯有功功率 1.2,无穷大母线电压维持在 1.05,发电机空载电势 1.4,功率角为 25° 。求该发电机的直轴和交轴同步电抗。

解:

由凸极发电机的功角特性,并代入已知数据得:

$$1.2 = \frac{(1.4)(1.05)}{X_d} \sin 25^\circ + \frac{(1.05)^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} + \frac{1}{X_d} \right) \sin(2 \times 25^\circ)$$

$$0 = \frac{(1.4)(1.05)}{X_d} \cos 25^\circ - (1.05)^2 \left(\frac{\cos^2 25^\circ}{X_d} + \frac{\sin^2 25^\circ}{X_q} \right)$$

化简可得:

$$0.19897 \left(\frac{1}{X_d} \right) + 0.4223 \left(\frac{1}{X_q} \right) = 1.2$$

$$0.4267 \left(\frac{1}{X_d} \right) - 0.1969 \left(\frac{1}{X_q} \right) = 0$$

解得:

$$\frac{1}{X_d} = 1.077, \quad \frac{1}{X_q} = 2.334$$

$$\text{因此: } X_d = 0.9283, \quad X_q = 0.4284$$

* 习题 2-14 一凸极式发电机通过电抗 0.2 后连接到无穷大系统,电机的直轴电抗和交轴电抗分别为 0.9 和 0.65,空载电势为 1.3,无穷大系统的电压维持在 1,电机的功率角为 30° 。试计算电机发出的有功功率和无功功率。

解:

凸极发电机的功角特性如下：

$$P = \frac{UE_q}{X_d} \sin\delta + \frac{U^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \sin 2\delta$$

$$Q = \frac{UE_q}{X_d} \cos\delta - U^2 \left(\frac{\cos^2\delta}{X_d} + \frac{\sin^2\delta}{X_q} \right)$$

由已知条件得：

$$X_{d\Sigma} = X_d + X_e = 0.9 + 0.2 = 1.1$$

$$X_{q\Sigma} = X_q + X_e = 0.65 + 0.2 = 0.85$$

故：
$$P = \frac{(1.3)(1)}{1.1} \sin 30^\circ + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{0.85} - \frac{1}{1.1} \right) \sin(2 \times 30^\circ) = 0.7067$$

$$Q = \frac{(1.3)(1)}{1.1} \cos 30^\circ - \left(\frac{\cos^2 30^\circ}{1.1} + \frac{\sin^2 30^\circ}{0.85} \right) = 0.0475$$

2.2 电力线路结构参数和数学模型

习题 2-15 如图 2-4 所示, 假设 $r = 1.56\text{cm}$, 试求三条对称导体的平均半径。

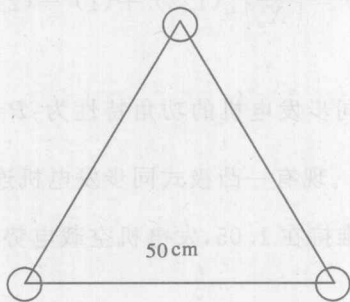


图 2-4

解：

$$r_{eq} = \sqrt[3]{r(d_{12}d_{13})} = \sqrt[3]{1.56 \times 50 \times 50} = 15.7(\text{cm})$$

习题 2-16 如图 2-5 所示, 假设 $r = 1.56\text{cm}$, 试求四条对称间隔导体的平均半径。

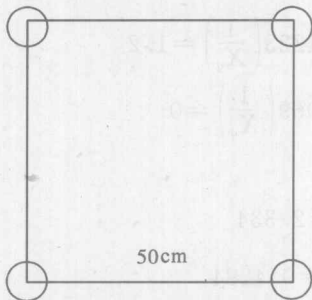


图 2-5

解：

$$r_{eq} = \sqrt[4]{r(d_{12}d_{13}d_{14})} = \sqrt[4]{1.56 \times 50 \times 50 \times 50 \sqrt{2}} = 22.9(\text{cm})$$

习题 2-17 已知导线直径为 0.635cm, 20°C 时铝的温度系数 $\alpha=0.039^{\circ}\text{C}^{-1}$, 电阻率 $\rho=2.83\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 。试分别求出 20°C 和 120°C 时 10km 长铝导线的电阻。

解:

$$A = \frac{\pi}{4} (0.635)^2 = 0.317 (\text{cm}^2)$$

20°C 时的电阻为:

$$R_{20} = \rho \frac{l}{A} = 2.83 \times 10^{-8} \frac{10 \times 10^3}{0.317 \times 10^{-4}} = 8.93 (\Omega)$$

120°C 时的电阻为:

$$R_{120} = R_{20} [1 + \alpha(120 - 20)] = 8.93(1 + 0.0039 \times 100) = 12.41 (\Omega)$$

习题 2-18 一电缆由 19 根完全相同的铜线缠绕而成, 每根铜线的直径为 1.5mm, 电缆的长度为 2km, 由于缠绕使得实际长度增加了 5%, 求电缆的电阻。已知铜的电阻率为 $1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ 。

解:

$$l = (1.05)(2000) = 2100 (\text{m})$$

$$S = 19 \left(\frac{\pi}{4} \right) (1.5 \times 10^{-3})^2 = 33.576 \times 10^{-6} (\text{m}^2)$$

$$R = \frac{\rho l}{S} = \frac{1.72 \times 10^{-8} \times 2100}{33.576 \times 10^{-6}} = 1.076 (\Omega)$$

习题 2-19 有一铜线在 10°C 时的电阻为 50Ω, 当它的电阻上升 10% 时, 求相应的运行温度。设此铜线在 10°C 时的温度系数为 $\alpha=0.00409^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

解:

$$\text{已知: } R_1 = 50 \Omega, \quad R_2 = 50 + 0.1 \times 50 = 55 (\Omega), \quad T_1 = 10^{\circ}\text{C}$$

$$\text{得: } 55 = 50 [1 + 0.00490(T_2 - 10)]$$

$$T_2 = 34.45 (^{\circ}\text{C})$$

习题 2-20 40km 长单相线路传输 100A 电流时的功率损耗不应超过 60kW; 如果导体的电阻率为 $1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, 试确定导体的最小直径。

解:

$$\text{因为: } I^2 R = (100)^2 R = 60 \times 10^3 (\text{W})$$

$$\text{所以: } R = 6 \Omega$$

$$\text{又因为: } R = \rho \frac{l}{S}$$

$$\text{有: } S = \frac{\rho l}{R}$$

$$\text{所以由: } \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{(1.72 \times 10^{-8})(40 \times 10^3)}{6} \text{ 得: } D = 1.208 (\text{cm})$$

习题 2-21 一同轴电缆的结构如图 2-6 所示, 求此电缆单位长度的电感。

解:

由安培定律得, 导体内部和外部磁场强度分别为:

$$H_i = \frac{I r}{2\pi r^2} \quad (0 < r < r_1) \quad (1)$$

$$H_e = \frac{I}{2\pi r} \quad (r_1 < r < r_2) \quad (2)$$

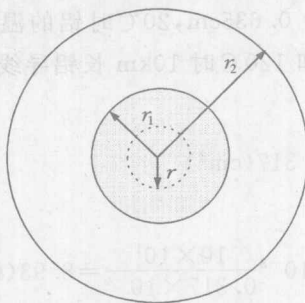


图 2-6

因为储能 $W_m = \frac{1}{2} \int_v B \cdot H dv$, 且 $B = \mu_0 H$

故单位长度的储能为: $W_m = \frac{1}{2} \mu_0 \left(\int_0^{r_1} H_i^2 2\pi r dr + \int_{r_1}^{r_2} H_e^2 2\pi r dr \right)$ (3)

由(1),(2),(3)式得:

$$W_m = \frac{\mu_0 I^2}{4\pi} \left(\frac{1}{4} + \ln \frac{r_2}{r_1} \right)$$

因为: $W_m = \frac{1}{2} LI^2$

所以: $L = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{1}{4} + \ln \frac{r_2}{r_1} \right)$ (H/m)

习题 2-22 如图 2-7 所示, 三相单回 50Hz 输电线由 3 导体构成, 导体与习题 2-17 相同, 求输电线每相单位长度的电抗值。

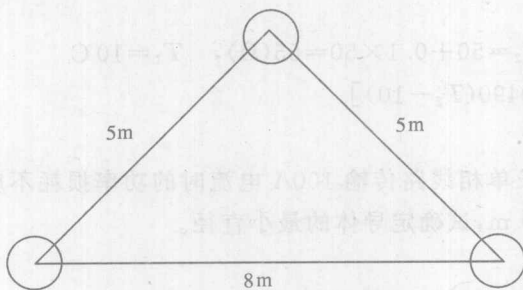


图 2-7

解:

$$D_m = \sqrt[3]{5 \times 5 \times 8} = 5.848(\text{m})$$

由习题 2-17 得:

$$r = \frac{1}{2} \times 0.635 \times 10^{-2}(\text{m})$$

$$\frac{D_m}{r} = \frac{5.848 \times 2 \times 10^2}{0.635} = 1841.9$$

$$\ln \frac{D_m}{r} = 7.52$$

$$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(\ln \frac{D_m}{r} + \frac{1}{4} \right) \times 10^3 = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \left(7.52 + \frac{1}{4} \right) \times 10^3 \\ = 1.554 \times 10^{-3}(\text{H/km})$$