

高校课程 **学练考** 系列丛书

电 路

学 练 考

Learn Practise Examine

学练考

何光明 丛书主编
叶运骅 江 兵 本书主编
张晨或 参编

- ▶ 学·练·考三维辅导
- ▶ 知识要点一目了然
- ▶ 重点难点剖析透彻
- ▶ 典型例题解答点评
- ▶ 主流教材习题精解
- ▶ 学习效果两级训练

学练考

清华大学出版社

高校课程学·练·考系列丛书

电路学·练·考

	何光明	丛书主编
叶运骅	江 兵	本书主编
	张晨戔	参编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据教育部制订的“高等工科院校电路、电路分析课程基本要求”，以邱关源主编《电路》(第四版)教材的章节和内容为主，兼顾国内其他统编教材及一些重点院校的优秀教材，同时整理、研究了各院校近年来考研试题，并结合编者多年从事电路理论教学与研究的经验而编写。

全书共 17 章。各章内容分知识结构图、疑难解惑、典型例题与考研题分析、主流教材习题选解和两级训练题五个板块编写。知识结构图直观、明了；疑点、难点问题解答清晰、透彻；典型例题和考研题精心选择、解答举一反三；两级训练题用于检测自身综合能力。附录部分含期末考试试题、考研模拟试题及各章两级训练题和模拟试题答案。

本书特别适合大学生学习电路课程时使用，也可作为有关专业研究生报考人员的复习参考书，以及高校教师参考。

版权所有，翻印必究。举报电话：010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术，用户可通过在图案表面涂抹清水，图案消失，水干后图案复现；或将表面膜揭下，放在白纸上用彩笔涂抹，图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

电路学·练·考/叶运骅、江兵主编；张晨戎参编.—北京：清华大学出版社，2005.3

(高校课程学·练·考系列丛书/何光明主编)

ISBN 7-302-09918-9

I.电… II.①魏…②叶…③江… III.电路—高等学校—教学参考资料 IV.TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 119650 号

出 版 者：清华大学出版社 地 址：北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编：100084

社 总 机：010-62770175 客 户 服 务：010-62776969

组稿编辑：章忆文

文稿编辑：李春明 葛昊晗

封面设计：付剑飞

印 装 者：三河市春园印刷有限公司

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本：185×260 印 张：24.5 字 数：406 千字

版 次：2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 7-302-09918-9/TM·57

印 数：1~5000

定 价：32.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题，请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话：(010)62770175-3103 或 (010)62795704

扬起风帆，成就梦想

(丛书序)

21 世纪人类已迈入“知识经济”时代，科学技术正发生着深刻的变革，社会对德才兼备高素质专业人才的需求更加迫切。如何培养出符合时代要求的优秀人才，是全社会尤其是高等院校面临的一项急迫而现实的任务。

为了配合当前高等院校注重培养高素质知识型人才的需求，也为了给同学们提供一套行之有效的课程学习辅导书，我们在广泛调研并听取很多专家及学生们建议的基础上，组织编写了这套《高校课程学·练·考系列丛书》。本套丛书作为学生正规课本的辅导用书，对课程的各方面知识不做细致讲解，而是抽取重点、难点和易于混淆的方面进行强调和解惑；再配以典型例题和考研题、考级题解析，提高读者分析问题与解决问题的实际能力；每章都辅以对应习题(达标训练题和考研挑战题、考级题)，以助读者达到即学、即练、即会的目的；另外，每章都精选主流教材的课后习题进行解答，帮助读者消化和巩固所学知识。

首推书目

本套丛书以全新的视角，陆续推出涵盖高等院校主干课程的辅导用书。首推 12 本，书目如下：

- (1) 概率论与数理统计学·练·考
- (2) 高等数学(上册)学·练·考
- (3) 高等数学(下册)学·练·考
- (4) 线性代数学·练·考
- (5) 数据结构学·练·考
- (6) 操作系统学·练·考
- (7) 离散数学学·练·考
- (8) C 语言学·练·考
- (9) 电子技术基础(模拟部分)学·练·考
- (10) 电子技术基础(数字部分)学·练·考
- (11) 电路学·练·考
- (12) 自动控制原理学·练·考



丛书特色

1. 丛书以国家教育部制定的教学大纲及研究生入学考试大纲为依据,按照高等学校通用的主流教材为主线,注重基础知识的学习与解题能力的提高,既保证了课程学习的循序渐进,又能对复习迎考与考研行之有效。

2. 丛书从“学、练、考”3个角度进行立体辅导,帮助读者理解基本概念和理论,开拓解题思路,提高分析问题的能力,使读者对所学课程真正做到融会贯通、考试轻松。

3. 丛书基本按照正规教学课本顺序编排,每章设计了5个板块,分别是:本章知识结构图、疑难解惑、典型例题与考研题分析、重要习题精选精解、两级训练题。各内容安排为:

- ☐ 本章知识结构图:用图表的形式列出本章各知识点的有机联系,便于记忆、复习。
- ☐ 疑难解惑:突出核心知识,对重点、难点内容进行解释与讲述,使读者掌握问题的本质。
- ☐ 典型例题与考研题分析:精选出常考题型与考研题进行解析,增强读者解题能力。
- ☐ 重要习题精选精解:对主流教材的重要习题做出解答,便于读者复习与检查。
- ☐ 两级训练题:分达标训练题与考研挑战题两个级别,通过两级训练,读者可以进一步加深对所学内容的理解,旨在达到巩固提高的目的。

4. 丛书重点定位在疑难解惑与解题方法上,不仅授人以“鱼”,更在于授人以“渔”。丛书对课程学习过程中可能遇到的疑难点进行了细致深入的分析,突出解决易混淆和忽略的问题;对常见题型进行完整的解答与总结,注重解题思路及技巧的培养,旨在使读者达到茅塞顿开、触类旁通、举一反三之功效。

5. 丛书对主流教材的较难习题(或全部习题)进行了解答,并且每章均配有相应数额的训练题,最后还提供了几套完整的模拟试题,所有习题及模拟试题均给出了解答或提示,便于读者自测提高。



关于作者

丛书聘请执教多年,且有较高学术造诣的名师编写。他们长期从事有关的教学和研究工作,积累了丰富的经验,对相应课程有较深的体会与独到的见解,本丛书凝聚了他们多年的教学经验和心血。



读者定位

本套丛书特别适合参加课程学习、考试(课程考试、考研、考级)的读者群阅读,同时可供高等院校教师作为教学参考使用。



互动交流

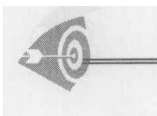
读者的进步，我们的心愿。如果发现书中有任何疑惑之处，或有建议或意见，请与我们交流。联系信箱：gmkeji@163.com。



特别致谢

在此，对丛书所选用的参考文献的著作者，及丛书所引用习题、试题的命题老师表示真诚的感谢。感谢为本丛书出版提供帮助的各界人士。

乘风破浪会有时，直挂云帆济沧海。愿这套书为在知识海洋中奋进的学子们助一臂之力！



丛书编委会

顾 问: 清华大学 吴文虎 教授、博士生导师
北京大学 许卓群 教授、博士生导师
中国人民大学 王 珊 教授、博士生导师
东南大学 曹进德 教授、博士生导师
北京航空航天大学 李 波 教授、博士生导师

总 策 划: 清华大学出版社第三事业部

丛书主编: 何光明

编 委: (排名不分先后)

何光明	杨 明	杨治辉	汪名杰	吴 金
常昌远	孔慧芳	汪志宏	骆 健	王海艳
黄昭强	孙多如	江 安	倪志强	朱家明
陆克斌	杨 玲	田玉敏	石雪梅	杨 萍
王新光	王晓光	江 兵	叶运骅	罗 勇



前 言

“电路”或“电路分析”课程是电类(电子、电力、自动控制、自动化、通信、计算机等)各专业的一门重要技术基础课。为了使在校大学生学习时能有一本系统实用的辅导书,也为满足有志报考相关专业研究生的读者进行全面复习的需要,针对本课程的特点,结合多年从事电路理论教学与研究的经验,作者特编写了《电路学·练·考》这本学习指导书。

本书根据教育部制订的“高等工科院校电路、电路分析课程基本要求”,以邱关源主编的《电路》(第四版)教材的章节和内容为主,兼顾国内其他统编教材及一些重点院校的优秀教材,同时整理、研究了各院校近年来考研试题。针对在校大学生学习的实际需要和考研的要求,各章内容统一分为知识结构图、疑难解惑、典型例题与考研题分析、主流教材习题选解和两级训练题五个版块编写。新颖、简明的知识结构图,使读者对各章内容、结构一目了然;疑点、难点问题解答清晰、明了,突出概念理解;典型例题和考研题精心选择、深入分析,解答举一反三、拓展思路;精解邱关源主编的《电路》的部分习题;提供两级训练题和模拟试题,以便了解并检测自身综合能力。借助这些内容编排,读者能在较短的时间内掌握基本概念,达到基本要求;并循序渐进地提高解决综合问题的能力,最终达到得心应手、融会贯通的境界。也为读者能从学习、练习、迎考三个方面全面冲刺到轻松达标、挑战考研,实现目标助一臂之力。这也是我们编写本书的目的所在。

本书由叶运骅、江兵主编,并负责全书的统稿。第1、2、3、4、5、6、13、14、15章,附录1、2和附录3中相应章节的两级训练题答案,由叶运骅老师编写;第7、8、9、10、11、12章和附录3中相应章节的两级训练题答案由江兵老师编写;第16、17章和附录3中相应章节的两级训练题答案由张晨或老师编写;文稿录入和绘图由江燕、苏占强、梁海涛完成。

另外,参与本书资料收集与整理工作的还有徐芬梅、徐芬菊、梅宣宇、徐芬锦、赵路明、蒋凤丽、许明亚、刘菁、谢波、王国全、张适林等,在此一并表示感谢!

感谢何光明老师给予的信任和帮助,感谢本书所选用参考文献的著作者及典型题和引用试题的拟题教师,并诚挚地感谢所有同事们多年来的关心和支持。

由于编著者水平和能力有限,加之编写时间紧迫,书中存在的错误和不足之处,敬请读者谅解和批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 电路模型和电路定律	1
1.1 本章知识结构图	1
1.2 疑难解惑	2
1.3 典型例题与考研题分析	5
1.4 主流教材习题选解	11
1.5 两级训练题	16
1.5.1 达标训练题	16
1.5.2 考研挑战题	19
第 2 章 电阻电路的等效变换	22
2.1 本章知识结构图	22
2.2 疑难解惑	23
2.3 典型例题与考研题分析	26
2.4 主流教材习题选解	35
2.5 两级训练题	40
2.5.1 达标训练题	40
2.5.2 考研挑战题	43
第 3 章 电阻电路的一般分析	45
3.1 本章知识结构图	45
3.2 疑难解惑	46
3.3 典型例题与考研题分析	49
3.4 主流教材习题选解	59
3.5 两级训练题	64
3.5.1 达标训练题	64
3.5.2 考研挑战题	67
第 4 章 电路定理	69
4.1 本章知识结构图	69
4.2 疑难解惑	70
4.3 典型例题与考研题分析	73
4.4 主流教材习题选解	87
4.5 两级训练题	95
4.5.1 达标训练题	95

4.5.2 考研挑战题	98
第5章 含有运算放大器的电阻电路	101
5.1 本章知识结构图	101
5.2 疑难解惑	101
5.3 典型例题与考研题分析	103
5.4 主流教材习题选解	110
5.5 两级训练题	113
5.5.1 达标训练题	113
5.5.2 考研挑战题	115
第6章 一阶电路	117
6.1 本章知识结构图	117
6.2 疑难解惑	118
6.3 典型例题与考研题分析	123
6.4 主流教材习题选解	134
6.5 两级训练题	140
6.5.1 达标训练题	140
6.5.2 考研挑战题	143
第7章 二阶电路	146
7.1 本章知识结构图	146
7.2 疑难解惑	146
7.3 典型例题与考研题分析	149
7.4 主流教材习题选解	153
7.5 两级训练题	157
7.5.1 达标训练题	157
7.5.2 考研挑战题	158
第8章 相量法	160
8.1 本章知识结构图	160
8.2 疑难解惑	160
8.3 典型例题与考研题分析	162
8.4 主流教材习题选解	164
8.5 两级训练题	166
8.5.1 达标训练题	166
8.5.2 考研挑战题	168
第9章 正弦稳态电路的分析	169
9.1 本章知识结构图	169
9.2 疑难解惑	169



9.3 典型例题与考研题分析.....	174
9.4 主流教材习题选解.....	186
9.5 两级训练题.....	195
9.5.1 达标训练题.....	195
9.5.2 考研挑战题.....	199
第 10 章 含有耦合电感的电路.....	202
10.1 本章知识结构图.....	202
10.2 疑难解惑.....	203
10.3 典型例题与考研题分析.....	207
10.4 主流教材习题选解.....	215
10.5 两级训练题.....	218
10.5.1 达标训练题.....	218
10.5.2 考研挑战题.....	220
第 11 章 三相电路.....	222
11.1 本章知识结构图.....	222
11.2 疑难解惑.....	223
11.3 典型例题与考研题分析.....	227
11.4 主流教材习题选解.....	233
11.5 两级训练题.....	236
11.5.1 达标训练题.....	236
11.5.2 考研挑战题.....	239
第 12 章 非正弦周期电流电路和信号的频谱.....	241
12.1 本章知识结构图.....	241
12.2 疑难解惑.....	241
12.3 典型例题与考研题分析.....	243
12.4 主流教材习题选解.....	250
12.5 两级训练题.....	253
12.5.1 达标训练题.....	253
12.5.2 考研挑战题.....	254
第 13 章 拉普拉斯变换.....	256
13.1 本章知识结构图.....	256
13.2 疑难解惑.....	256
13.3 典型例题与考研题分析.....	261
13.4 主流教材习题选解.....	269
13.5 两级训练题.....	276
13.5.1 达标训练题.....	276
13.5.2 考研挑战题.....	277



第 14 章 网络函数	279
14.1 本章知识结构图	279
14.2 疑难解惑	279
14.3 典型例题与考研题分析	284
14.4 主流教材习题选解	292
14.5 两级训练题	299
14.5.1 达标训练题	299
14.5.2 考研挑战题	300
第 15 章 电路方程的矩阵形式	302
15.1 本章知识结构图	302
15.2 疑难解惑	303
15.3 典型例题与考研题分析	306
15.4 主流教材习题选解	313
15.5 两级训练题	318
第 16 章 二端口网络	321
16.1 本章知识结构图	321
16.2 疑难解惑	322
16.3 典型例题与考研题分析	324
16.4 主流教材习题选解	331
16.5 两级训练题	335
16.5.1 达标训练题	335
16.5.2 考研挑战题	337
第 17 章 非线性电路简介	339
17.1 本章知识结构图	339
17.2 疑难解惑	340
17.3 典型例题与考研题分析	342
17.4 主流教材习题选解	348
17.5 两级训练题	349
17.5.1 达标训练题	349
17.5.2 考研挑战题	351
附录 1 期末考试试题及其答案	352
附录 2 考研模拟试题及其答案	357
附录 3 各章两级训练题答案	362
参考文献	377

第 1 章 电路模型和电路定律

1.1 本章知识结构图

为便于读者学习，我们首先将本章重要知识点进行了归类，列出如图 1.1 所示的知识结构图。

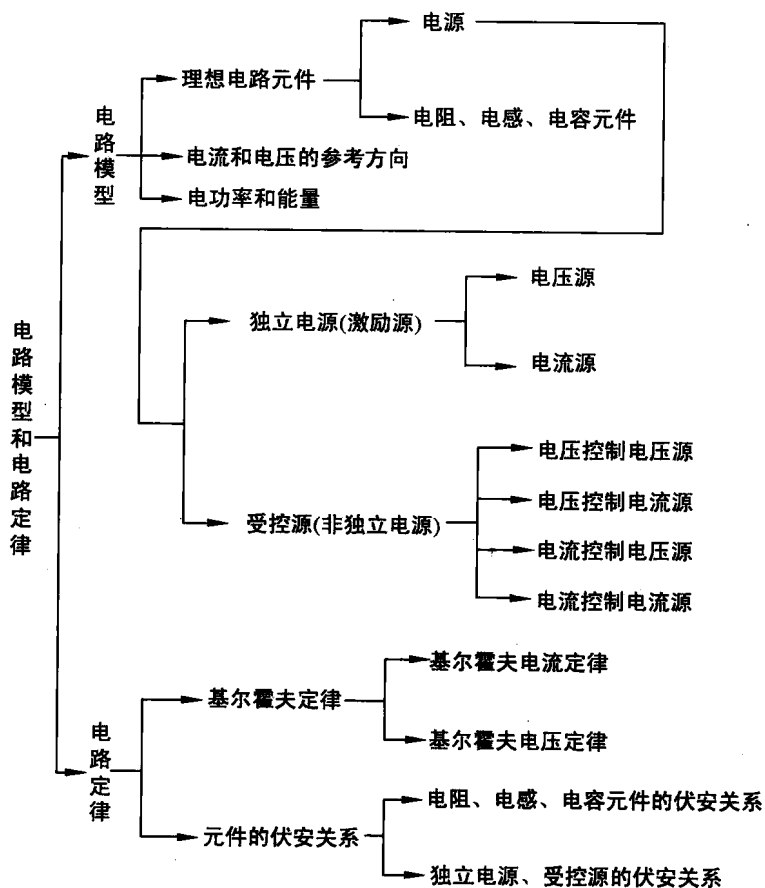


图 1.1 电路模型和电路定律的知识结构图

1.2 疑难解惑

问题 1.2.1 如何理解电流(I)、电压(U)的参考方向与实际方向的关系?

【指点迷津】

- (1) 电流的实际方向规定为正电荷流动的方向。电压的实际方向是电压降的方向。
- (2) 电流和电压的参考方向均是由电路分析需要任意选定的方向。
- (3) 当电流或电压的参考方向与实际方向相同时, $I > 0$ 或 $U > 0$; 反之, $I < 0$ 或 $U < 0$ 。可根据上述规则由参考方向判定电流和电压的实际方向。

问题 1.2.2 电阻总是吸收功率吗? 如何解释在计算时, 由公式 $P = I^2 R$ 知, R 越大则 P 越大; 而由公式 $P = \frac{U^2}{R}$ 可知, R 越大则 P 越小这一“矛盾”?

【指点迷津】

- (1) 电阻元件上电流和电压取关联参考方向时, 线性电阻所吸收的功率为:

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R};$$

若其选非关联参考方向时, 其吸收的功率为: $P = -UI = -RI^2 = -\frac{U^2}{R}$ 。

可见, 若 $R > 0$, 电流、电压无论取关联还是非关联参考方向, $P > 0$ 。这表明任何时刻电阻元件总是吸收功率, 而不可能发出功率。所以电阻元件是无源、无记忆的耗能元件。

- (2) 在电路分析中, 使用 $P = I^2 R$ 公式计算电阻消耗的功率, 只表示当通过电阻的电流不变化时, 电阻 R 越大, 消耗功率 P 才越大; 同样由 $P = \frac{U^2}{R}$ 表明, 在电阻两端的电压不变化时, R 越大, P 才越小。不能忽略电流或电压不变的条件, 而得出所谓“矛盾”的结论。实际上, 电阻上的电压和电流在取关联参考方向下, 它始终满足欧姆定律(OL) $U = IR$, 吸收的功率可用 $P = UI$ 表示。当电流 I 不变时, 电阻 R 越大, 产生的电压 U 就越大, 它吸收的功率也就越大, 反之亦然。当电压 U 不变时, R 越大, I 越小, 吸收的功率就越小; 反之亦然。

问题 1.2.3 怎样判别元件是吸收功率还是发出功率?

【指点迷津】

- (1) 在电流和电压取关联参考方向时, 元件(或支路)吸收的功率 $p = UI$ 。当 $P > 0$ 时, 该元件(或支路)实际上为吸收功率; 当 $P < 0$ 时, 为发出(释放)功率。
- (2) 在电流和电压取非关联参考方向时, 则 $P = -UI$ 。当 $P > 0$ 时, 该元件(或支路)实际上为吸收功率; 当 $P < 0$ 时, 为发出(释放)功率。

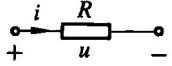
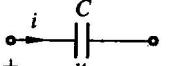
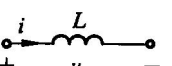


问题 1.2.4 电阻(R)、电感(L)和电容(C)元件,独立电源(电压源、电流源)和受控源之间的主要特点和伏安特性(VAR)的区别。

【指点迷津】

(1) 线性元件 R 、 L 、 C 的共同特点都是二端元件和无源元件,其主要特性比较如表 1.1。

表 1.1 线性元件 R 、 L 、 C 的比较

元件符号	R	C	L
电路模型			
定义式	$u = Ri$	$q = Cu$	$\psi = Li$
物理含义	能耗现象	电场现象	磁场现象
VAR	$u = Ri$	$i = C \frac{du}{dt}$	$u = L \frac{di}{dt}$
储能	0	$W(t) = \frac{1}{2} Cu^2$	$W(t) = \frac{1}{2} Li^2$

(2) 独立电源(激励源)就是电源的数值不受电路中任何处的电压或电流控制的电源,它为二端元件。受控源是一种四端元件,它反映电路中控制支路的电压或电流控制被控制支路的电压或电流。其主要特性如表 1.2 所示。

问题 1.2.5 受控源是“激励”电源吗?它与独立电源有何异同?它是吸收功率还是发出功率?

【指点迷津】

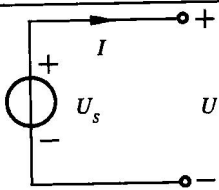
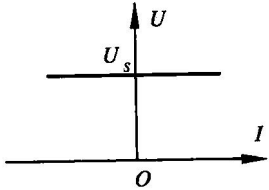
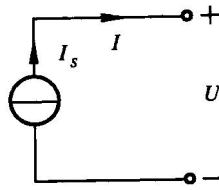
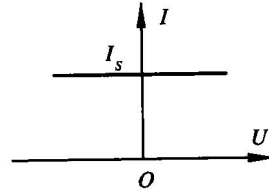
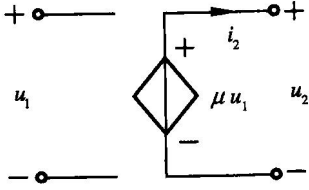
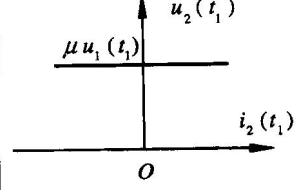
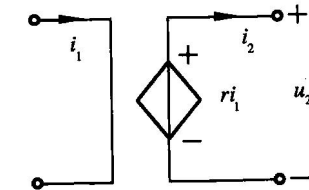
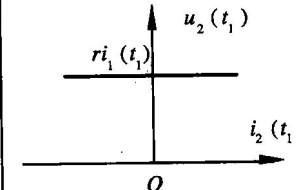
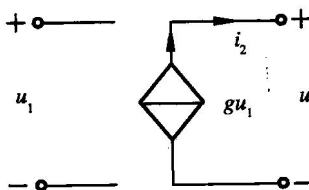
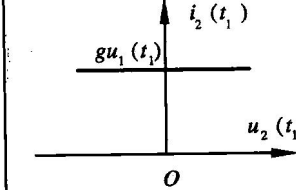
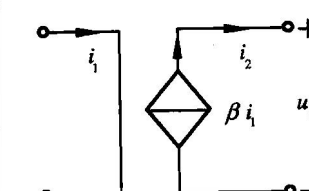
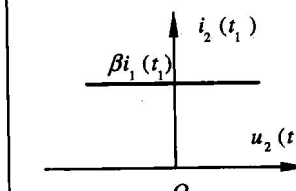
由问题 1.2.4 中对电源的定义可知,受控源与独立电源不同,它不能作为电路的激励,仅仅反映了电路中某处的电压或电流被另一处的电压或电流控制的现象。当电路中无独立电源时,电路不能产生响应,因此受控源是无源元件。

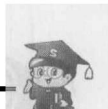
受控电压源的电压与所在支路的电流无直接关系,受控电流源的电流与所在支路的电压无直接关系。这一点与独立电源相同,但又有不同。独立电源不受其他支路电压或电流的控制,而受控源受其控制支路电压或电流的控制。

受控源可作为电路的一个无源元件,根据问题 1.2.3 中的判别方法来确定它是吸收功率还是发出功率。

问题 1.2.6 基尔霍夫定律的应用范围是什么?如何正确处理使用基尔霍夫定律时遇到的两套正负号问题。

表 1.2 各种电源模型、特性及其伏安特性

类型	项目	模型符号	主要特性	VAR
独立电源 (以直流电源为例)	独立电压源		(1) $U \equiv U_s \quad \forall t$ (2) $I = \text{任意值}$	
	独立电流源		(1) $I \equiv I_s \quad \forall t$ (2) $U = \text{任意值}$	
受控电源	电压控制电压源		(1) $u_2 \equiv \mu u_1 \quad \forall t$ (2) $i_2 = \text{任意值}$	
	电流控制电压源		(1) $u_2 \equiv r i_1 \quad \forall t$ (2) $i_2 = \text{任意值}$	
	电压控制电流源		(1) $i_2 \equiv g u_1 \quad \forall t$ (2) $u_2 = \text{任意值}$	
	电流控制电流源		(1) $i_2 \equiv \beta i_1 \quad \forall t$ (2) $u_2 = \text{任意值}$	



【指点迷津】

(1) 基尔霍夫定律(KL)是分析电路最基本的定律。

①无论是线性、非线性或时变、非时变电路，只要是集总电路均可使用；②任意时刻均成立。

(2) 运用基尔霍夫电流定律(KCL)列方程时，首先要标出各支路电流参考方向，列写KCL方程时会遇到两套符号。一套是方程中每项前的正负号，它取决于各支路电流参考方向与结点的关系，称为计算符号；另一套是各支路中电流值前的正负号，称为数值符号。列方程时只参照支路电流参考方向，考虑计算符号；然后再代入支路电流具体的正、负值，考虑数值符号。

(3) 运用基尔霍夫电压定律(KVL)列方程时，首先要确定回路绕行方向(绕行方向可以是任意的)，其次标出各支路电压参考方向，然后再列KVL方程。列方程时，只参照支路电压参考方向，只考虑计算符号；然后再代入支路电压具体的正、负值，考虑数值符号。

1.3 典型例题与考研题分析

例1 电路如图1.2所示，求电压 U_{ab} 。

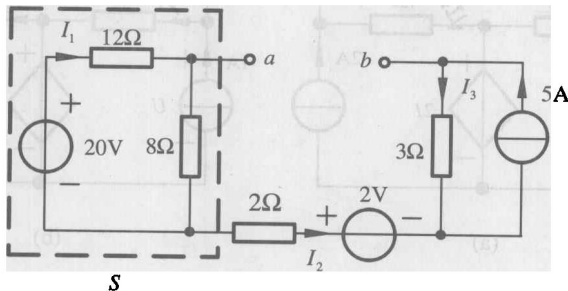


图 1.2

【分析】

由电路图1.2，自 a 点沿任一条绕行路径至 b 点，沿途各段电路电压的代数和即为电压 U_{ab} 。

【解答】

设电流 I_1, I_2, I_3 ，并作封闭曲面 S 如图1.2所示，由KCL推广可知： $I_2 = 0, I_3 = 5\text{A}$ ；

由KVL和欧姆定律得： $I_1 = \frac{20}{12+8} = 1(\text{A})$

则有 $U_{ab} = 8I_1 + 2I_2 + 2 - 3I_3 = 8 \times 1 + 2 \times 0 + 2 - 3 \times 5 = -5(\text{V})$

【举一反三】

计算电路中两点电压常用的方法为先计算出绕行路径上的电流或各段电路上电压，然后把各段电路电压代数和即得所求。注意两点之间的电压是两点的电位差，与路径无关。