

The Application of Antithesis Beauty in the Teaching of Electric Circuit Course

Yuanbin Wang Xianghui Huang Mengmeng Ding

Xi'an University of Science and Technology, Xi'an, Shaanxi, 710054, China

Abstract

Circuit analysis is a theoretical course with a complete system and rich aesthetic elements. The dual property is a common characteristic among them. By studying various duality phenomena in circuits, exploring the beauty of circuit duality from different perspectives, and using these duality principles for heuristic teaching, students can experience this beauty, improve their learning interest and efficiency, and stimulate their enthusiasm for studying circuit analysis courses.

Keywords

antithesis; electric circuit theory; aesthetics; teaching

对偶之美在电路分析课程教学中的应用

王媛彬 黄向慧 丁猛猛

西安科技大学, 中国·陕西 西安 710054

摘 要

电路分析是一门体系完整、包含着丰富美学元素的理论课程。其中对偶特性是其普遍存在的一种特性。通过研究电路中所存在的各种对偶现象,从不同角度挖掘电路对偶之美,利用这些对偶原理进行启发式教学,让学生感受这种美,提高学习兴趣和效率,激发学生对电路分析课程的学习热情。

关键词

对偶特性; 电路理论; 美学; 教学

1 引言

作为电气类、自动化类一门极为重要的专业基础课,《电路分析》对后续课程的学习至关重要。因此其教学作用十分重要。由于《电路分析》课程的理论性比较强,内容多,数学、物理基础知识多,涉及到概念、公式、定律、方法和定理多,学生要真正学好这门课程有一定的难度。

美学是一门很古老的学科,古代就有对美学的研究。经过时期的发展,电路理论课程有着完整的知识体系和显著的美学特征,如简洁美、对偶美、逻辑美等。值得一提的是,在电路课程的多种美学特征之中,对偶特性是其中之一,在电路课程中其存在着极其的广泛性。而中华文化素有追求对偶之美的传统,我们从小就接触到对偶的修辞手法。根据电路课程中的对偶美学特征,引导学生充分认识电路美感

之文化基础,通过“兴趣是最好的老师”这一途径,通过研究“电路对偶美学”,改进教学内容,提高学生对电路知识的学习兴趣,促进对电路知识的探索,这对电路分析课程的学习以及模拟电子技术、电力电子技术等后续课程的学习都会有极大的促进作用。论文主要从对偶美方面来探讨电路理论的美学特征,以对教学起到引导和促进作用。

2 对偶之美对电路分析课程教学的意义

艺术是美学最初的研究范畴。但是美学对艺术的引导主要体现在创作原理方面。如果把美学也运用于自然科学和技术科学,它也可以对自然科学和技术科学起指导作用。探索自然需要借助于科学研究,揭秘人类社会需要借助于科学研究,揭示人类本身的奥秘需要借助于科学研究。科学研究主要在于对理性的抽象、理性的演绎和对理性的概括等方面。因此,科学美与艺术美相同,都是广义社会文化美的范畴。

对偶是日常生活中普遍存在的现象,如对联、修辞手法的对偶。对称是既属于几何学,也是美学中的要素之一。与此同时,对偶也是电路分析课程中普遍存在的一种现象。在电路课程中,若其定理、关系式或某一现象的表述是成立

【课题项目】本课题依托陕西省高等教育教学改革研究项目资助(项目编号: 23JY007)。

【作者简介】王媛彬(1977-),女,中国河南平顶山人,博士,副教授,从事电路与系统研究。

的,那么将表述中的概念用其对偶因素置换,所得的表述同样是成立的。这即为电路课程中的对偶。通过讲述这种对偶规律,可以帮助学生快速、准确地认识对偶现象,可以帮助学生从美学角度鉴赏、分析,可以帮助学生理解电路课程的知识点,学生的学习效率也会事半功倍^[1-3]。

3 教师对学生美学教育的影响

对于科学技术研究工作而言,哲学和美学都具有一定的指导意义和帮助作用。作为教师,可以学习一些美学常识,通过学习,提升自己的审美水平。授课时,通过电路的相关理论、原理、概念、公式等对学生进行引导,帮助学生增强对电路美学的理解,提升学生对课程学习的兴趣和积极性。

目前,中国有很多高校对电路分析课程中的对偶原理进行了深入研究。中南大学的毛先柏老师总结归纳了对偶特性在课程中的表现,并研究了对偶原理的实际应用情况。上海交通大学的田社平从电路理论的名称、理论、应用等方面进行了研究。南昌航空大学的胡盛财从电路的对偶美和逻辑美两方面重点分析了电路的美学。南京晓庄学院的高玲老师分析了电路分析课程中对偶原理的应用情况。温州职业技术学院的王瑞阳老师也对《电路分析课程》中的对偶美进行了研究^[4,5]。

4 对偶特性对电路分析中的教学作用

在电路分析课程中,在概念、参量、电路结构、电路定律、分析方法之间都有对偶关系。如果按部就班讲,学时都比较紧张,在大工科的背景下,如果从建立对偶概念入手,从参量、公式表达达到定理,从对偶的角度传授这些知识点,既可以提高授课效率,不会因课时减少而影响教学内容,另一方面,还可以锻炼学生的思维方式,提升学生的学习能力,促进对知识的理解,并起到举一反三、融会贯通的效果。另外,还可以把授课节省出来的时间让学生进行讨论,增加师生之间的互动,及时解决学生学习过程中遇到的典型问题。

5 电路分析中的对偶性

5.1 电路元件

5.1.1 电阻和电导之间的对偶性

在线性电路中,在电压和电流关联参考方向的情况下,电阻元件上电压和电流的关系满足欧姆定律:

$$U=IR \quad (1)$$

如果将式(1)中的电压 U 和电流 I 互换,电阻 R 和电导 G 互换,欧姆定律则可以表示为另一种形式:

$$I=Gu \quad (2)$$

显而易见,电阻和电导元件满足对偶性,互为对偶元件。

5.1.2 电容元件和电感元件之间的对偶性

对于线性电容元件,在电压和电流参考方向关联的情况下,电容元件具有以下性质:

$$q=CU, i=dq/dt, i=Cdu/dt, u=\frac{1}{C}\int idt, w=\frac{1}{2}Cu^2 \quad (3)$$

根据对偶原理,电压 u 替换电流 i ,磁链 Ψ 替换电荷 q ,电流 i 替换为电压 u ,电感 L 替换电容 C ,则可以写出电感的特性方程:

$$\psi=Li, u=\frac{d\phi}{dt}, u=L\frac{di}{dt}, i=\frac{1}{L}\int udt, w=\frac{1}{2}Li^2 \quad (4)$$

显而易见,电感元件和电容元件满足对偶性,它们互为对偶元件。

5.1.3 实际电压源和实际电流源的对偶性

电路分析中常用的模型分别为电压源和电流源。

对于实际电压源,其外部特性可以描述为:

$$U=U_s-R_sI \quad (5)$$

根据对偶原理,电流 I 替换电压 U ,电流源 I_s 替换电压源 U_s ,电导 G_s 替换电阻 R_s ,将电路的串联形式改变为并联的形式,则可得到实际电流源的外特性。

电路如图1所示。

$$I=I_s-G_sU \quad (6)$$

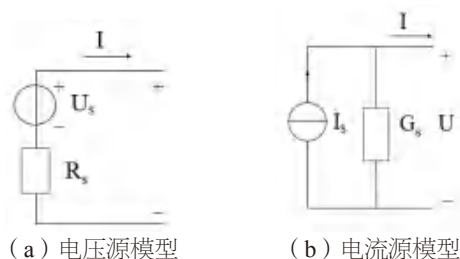


图1 实际电源模型

5.1.4 理想电压源和理想电流源之间的对偶性

对于理想电压源,其串联电路有以下特点:

①对于并联的理想电压源,必须满足其大小相同且方向一致的特点,等效电压源的大小等于一个电压源。②对于串联的理想电压源,其等效电压源等于每个电压源的代数和,如果电压源方向一致,则取正值,反之,则取负值;根据对偶性,用电流源替换电压源,将并联形式替换串联形式,则可得理想电流源的特性。③对于串联的理想电流源,必须满足大小相同、方向一致的特点,等效电流源的大小等于一个电流源。④对于并联的理想电流源,其等效电流源大小为电路中所有电流源的代数和,若其方向一致则取正值,反之,方向相反则取负值。

5.1.5 网孔电流法和结点电压法之间的对偶性

根据电路理论知识,对于图2的电路,其网孔电流方程可以描述为:

$$\begin{cases} (R_1+R_2)I_{m1}-R_2I_{m2}=U_{s1} \\ -R_2I_{m1}+(R_2+R_3)I_{m2}=U_{s2} \end{cases} \quad (7)$$

根据对偶性,以电流源替换电压源,以电压替换电流,以电导替换电阻,则可得图3电路的节点电压方程:

$$\begin{cases} (G_1 + G_2)U_{n1} - G_2U_{n2} = I_{S1} \\ -G_2U_{n1} + (G_2 + G_3)U_{n2} = I_{S2} \end{cases} \quad (8)$$

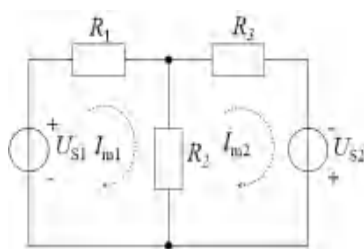


图2 网孔电流法

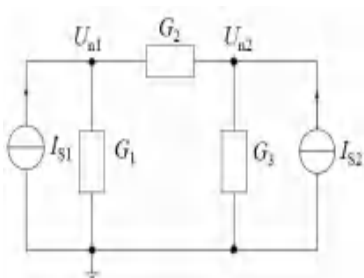


图3 节点电压法

在电路理论知识中,具有这种对偶原理的例子还很多,限于篇幅,这里就不再举例了。

6 结语

在电路分析课程中,根据对偶原理,可由一个元件的特性推导出其对偶元件的特性,由一个电路的特性推出其对

偶电路的特性。课堂上,授课时充分利用这种对偶特性,可以举一反三、融会贯通,帮助学生更好地掌握电路理论的基本概念、定理、公式、电路分析方法。通过对于对偶关系的列写,促进学生对偶原理的理解,提升学生对于对偶之美的感知和鉴赏,由此可以激发学生对于课程学习的兴趣,促进学生对电路知识的探究热忱。

根据电路的对偶特性,我们可以知道,对于相互对偶的两个电路,虽然其物理意义不同,但电路方程的数学形式相同,因此实际上表明其数学模型相同。由此可知,对偶电路中蕴含着着一定的对应和统一关系,这一点也正好印证了哲学思辨中的对立统一性。在学习电路的对偶性过程中,融入主观感性的审美特性,统一主、客观之间的对立统一性,这必将提升学生的学习热忱和主观能动性。

总之,在《电路分析》课程的教学利用对偶原理,可使电路的分析方法变得简单,对电路课程的理解和掌握都将更为便利,也使对电路课程的学习变得更为灵活,同时为后续课程学习奠定基础。

参考文献

- [1] 毛先柏,刘素凯,赖旭芝.对偶原理在电路教学中的应用[J].电子世界,2014(12):494-495.
- [2] 徐国保,王骥.基于对偶原理的“电路分析”启发式教学研究[J].江西电力职业技术学院学报,2019-4.
- [3] 王瑞阳.对偶原理在《电路分析》课教学中的应用[J].温州职业技术学院学报,2004,4(1).
- [4] 高玲.对偶原理在电路分析中的应用[J].南京晓庄学院学报,2009(6):26-29.
- [5] 朱品昌,叶宏,徐凯,等.对偶性原理在一阶电路分析中的应用[J].科学咨询,2011(4):64-65.