

系统科学思想在电气工程专业教学实践中的应用研究

邹丹旦

华东交通大学电气与自动化工程学院 江西南昌 330013

【摘要】高等工程教育是我国科技创新进步的基础,然而目前高校对教育过程中存在的问题缺乏及时准确的诊断评价和积极有效的反馈控制。本文以电气工程专业中存在的问题为例,对这一教育系统的闭环理论进行初步探索研究。

【关键词】系统科学思想; 电气工程专业; 教学实践; 应用研究

一、引言

系统论的科学思想可以追溯到欧几里德《几何原本》中关于整体大于部分之和的定理描述,及牛顿《自然哲学的数学原理》中的力学分析。作为认识和改变世界的重要方法,这一思想体系正潜移默化地影响着当前自然科学、工程技术及管理阶层的各个学科分支。同样在教育领域,系统科学对工程类高等教育也有着广阔的应用市场。

电气工程本身是一个多学科交叉融合的复杂系统,电气工程专业知识的教学实践过程也是一个复杂的系统科学问题,因而系统论的规律必然存在于电气工程的知识体系和学生的认知过程当中。系统思想的梳理能使电气工程课程教育体系更加条理清晰,而其在电气工程专业教育中的应用过程也可能反过来对系统论思想的应用提出新的问题,甚至是丰富补充和完善提高。

本文致力于将系统科学的最新研究思想与现在的大学课程教学相结合,以华东交通大学的电气工程专业教学为典型案例和背景,探索出系统思想在工程教育类实践过程的应用途径,以期为其它更普遍的教学活动提供有益参考。

二、系统科学理论基础

系统由元素和元素之间的关系所组成,元素的自身属性和关系决定了系统的外在表现。而对于系统属性和关系的研究则需要以认识论的规律为基础。认识论将人类对世界的认识分为了感性认识和理性认识两种,而认识过程中的理性认识与感性认识一般相互耦合,理性思维过程大多依赖于感性认识,通常是在感觉的基础上形成的各种处

理。在对图像、声音、气味等感觉的处理中理性逐步确立了固定的模式,从而形成了特定具体的对象。而这些感觉中的对象又会进而被各种加工处理,形成更为复杂的思维对象。

在从感性思维中抽象出对象后,对象会随着认识的深入,进一步被赋予新的属性。而属性的施加可以认为是一种新的广义测量。通常的物理测量指的是通过某种操作,在指定环境范围内获得外界被测量的对象所反馈的符号,而这种符号对被测对象的状态形成了划分,从而确定对象当前所具有的属性。比如温度的属性,可以通过温度计读出当前室温对应的摄氏度,这一数字符号对应了当前温度所处的状态。因而从某种抽象的角度来看,特征的存在即是对特定范围内的对象进行了某种划分,而属性则是特定测量后的划分结果。

对属性和关系的描述离不开符号。符号基于大脑的联想功能,将一个对象对应到另一个对象。这种对应关系通常是有向,前者称为源,后者称为像。在对象之间形成的对应关系可以是任意的,也可以是客观的某种表示。在对客观的表示过程中,最常用对应的形式是函数对应关系,函数的对应模式使任意的源都有唯一的像与之对应。这种对应形式保证了对于所有可能的客观对象或状态都有相应的符号可以用于表示。而且表示的符号如果具有唯一性,便不容易在符号间形成混淆和多义的问题。符号表示的存在唯一性也许就是函数关系在自然科学描述中最常使用的原因。

此外,符号系统的源与像之间的函数对应的确立过程,也即是一个测量划分的过程。其逆命题也成立,对特定对象集合的测量划分过程,也即是一种特殊的函数对应过程。而由于函数关系具有传递性,因而符号系统所具有的属性

作者简介: 邹丹旦; 出生年月 1985. 01; 性别 男; 民族 汉; 籍贯 江西; 学历 博士; 职称 教师; 研究方向 电气工程。

和关系也可以自然而然地传递到其所对应的客观对象之上,使得描述的效率得以提高。关系也可以认为是两个或多个对象所构成的序偶所具有的属性,从而适用于以上关于属性的函数与测量划分的定理。

在所有划分中,最简单最基本的划分是二元划分。多元划分可以认为是多个二元划分的交运算,因而任意的划分都可以归结为二元划分的运算组合,所有函数表达的信息都可以由二元符号来描述。人类最初对世界认识的起点,正是一个二元划分的过程,也即是系统思想形成的基础。关于以上系统的表示理论虽不直接形成科学技术生产力,却有可能为系统理论的发展提供可靠的基础。

系统的层次性体现在系统元素和子系统的差别。系统的分层可以有助于对复杂系统架构的整体分析,相当于将许多复杂的部件封装于一个黑箱之中,不再关注其内部的作用机理,而只用注重其输入和输出的功能,从而简化分析程序,提高工作效率。同时子系统的内部结构决定了子系统的功能和外在属性,在需要分析其输出性能时,再逐个打开子系统的内部结构。而从动力学角度,系统的内部结构和外在环境决定了系统的动力学演化过程。

关于系统的时间演化行为,有多种关于不同时刻因果关系的描述方法。最简单的是利用函数对应关系,将前一个时刻(或前几个时刻)的状态量与下一个时刻的状态量联系在一起。这种所谓决定论的方式对于状态量(或影响因素)较多的情况下则较为难以计算,或函数本身很简单,但计算出来的下一个时刻的求解量是不稳定的(具有初值敏感性),即初始时刻的状态量的微小扰动,会在一定时刻迭代后变成非常大的量。而由于实际测量的误差存在,使得长时间范围的绝对精确预测成为不可能。另一种描述方法则是随机概率的不确定性描述。这种描述等同于承认普通人认识能力的局限性,而放弃计算每一个具体因素,在概率假设下认为所有因素都是同样无规则的(或者等概率出现的),从而推断每一个可能的状态量排列

(在足够大样本中)出现的频率次数。虽然无法确知每一个微观个体的具体行为,但对于群体的宏观量可以在一定涨落范围内做出符合实际的判断。而量子力学的描述方法似乎介于这两者之间,将函数用于表达系统所处的状态(波函数),而含时间变量的函数自然而然地可以用于表达系统的时间演化过程。当这一函数满足某个泛函极值(或薛定谔方程)时即认为是在描述真实世界的物理过程。这一过程所能观察到的物理量需要用测量(算符作用于波函数)得到。而由于算符的对偶性(傅里叶变换关系)量子力学的测量出现了一个特殊之处,相互对偶的测量(如位置和动量,时间与能量)是不可能同时精确测量的(测

不准原理)。

三、电气工程专业课程教学存在的问题

系统的观点是基于认识论的规律而出发,而理工类教育本身研究的就是认识世界的过程,因而系统科学同时也是对理工类自然知识及工程技术学习的有力指导工具。然而在实际的高等工程教育中,往往片面地追求学生分数的结果,而忽视了具体发现问题解决问题的学习方法的重要性。以华东交通大学电气工程学科为例,目前一个比较突出的问题是,学校为了抓紧学习质量,限定了学生毕业所需的综合成绩要求,利用毕业的压力驱使学生提高成绩。然而改革并没有系统科学的理论指导和全面规划,对教学过程缺乏行之有效的改进控制措施,导致考试舞弊现象的频发。

此外,电气工程专业所设置的各门课程之间相互关系并不是孤立的,有些课程是其它课程的学习基础,许多专业课程之间又存在相互的交叉衔接内容。比如工程电磁场课程的内容对理解和掌握电力系统分析、电机学课程有很大帮助,而电磁场课程的学习中存在的问题又可能来源于大学物理等基础课。因而专业课程设置是一个系统工程,每一个小的环节都会影响到整体的成效。但是学生在学习过程中很少能够对课程知识的相互关系有整体性的系统把握,学习中往往只见树木不见森林,对各知识点的意义和重要性也没有清晰认识,造成基础知识欠缺问题的循环积累。虽然有电气工程导论等概述课程,然而导论课程讲授难度极大,既要把握整体框架又要让学生有具体的感性认识。

许多高校的电气工程专业正在推行的工程认证体系也可以认为是将工程教育系统化的一次尝试。然而工程认证中将每个专业的毕业要求进行划分,要求每门课程都与毕业要求相挂钩,使课程目标紧跟毕业要求,并通过各种人为系数来定义课程目标和毕业要求的达成度。这种人为构建出来的数学指标和评价体系未必能真实反映课程的教学效果,更不用说教学方式和过程的改革,以及对课程教学过程的有益推进。

四、系统科学思想的应用探讨

将系统科学应用于工程教育其实任重而道远,电气工程的知识体系本身就是一个系统,而专业知识的教学过程及评价体系也同样构成了系统。因而教育系统是包含了学生的个性心理、教师与学生的互动交流的复杂系统过程。

对专业知识的系统梳理应用方面,可以利用数据库及知识图谱等现代化工具,将各知识点之间的系统联系通过

数学媒体方法展现出来。而在教学软件的制作过程中,系统科学思想可以参与到教学对象知识点的属性、关系及过程的合理展现中。

对教学过程的评价应用方面,系统科学不是以得到教学效果的好与坏为目的,而是应融入到教学改革的措施中,及时发现教学中存在的问题从而形成有益的反馈。而只有评价没有反馈违背了系统控制的规律,将落入有劳无益的空谈之中。系统评价的真正意义在于及时发现学习中存在问题的学生,这一教学诊断系统需要寻找的问题来源可能是多方面差异造成的

(家庭条件、心理动机、个性理念、课外活动、学习环境等)。医生对病人的诊断有望闻问切的多种方法,而高校教师在面对课堂上不同学生的时候,也应该有相应诊断来及时找到学生病根所在。而由诊断系统收集的信息及作出的判断,如何反馈作用于教学过程,则是教学系统控制环节所需要解决的问题。因而有必要在将来进一步开展由教学信息-诊断评价-反馈控制-协同合作这一系列教育系统科学的理论研究。

五、结语

本文抛砖引玉,就系统科学的最新理论和电气工程专业课程教育中遇到的问题出发,提出主动积极的教学诊断方略,尽早发现教学过程中存在的潜在问题,从而及时有效地施加反馈控制,促进高等工程教学理论的有益发展。

这一初步构想还有待后续进一步的完善,从而促进教育系统理论的发展革新。

【参考文献】

- [1] 徐姣姣,项勇,黄佳祯.系统科学视域下高校工程管理课实践教学研究[J].当代教育实践与教学研究,2020(07):202-203.
- [2] 吴青霞.系统化思维在中学生物学教学中的培育研究[D].华中师范大学,2020.
- [3] 魏宏森.钱学森构建系统论的基本设想[J].系统科学学报,2013(1):1-8.
- [4] 冯克勤,李尚志,等.近世代数引论[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2009:7-8.
- [5] 邹丹丹.一般静态系统的数学描述[J].系统科学学报,2015,23(04):11-13.

基金项目:

江西省教育规划课题《创新创业教育视域下“人工智能+新工科”教育模式研究——以电气工程专业为例》(省教规19YB067);电气工程研究生联合培养基地项目(1500419053)。

江西省教育规划课题《创新创业教育视域下“人工智能+新工科”教育模式研究——以电气工程专业为例》(省教规19YB067);电气工程研究生联合培养基地项目(1500419053),华东交通大学,330013