

# 基于学院大类招生平台课程的“电机学（一）”教学改革探究\*

罗振鹏 贾海媛 王文平

（内蒙古工业大学电力学院 内蒙古呼和浩特 010051）

**摘要：**“电机学”课程作为电气工程专业、智能电网专业及自动化专业课程体系中一门比较重要的专业基础课，起承前启后的作用，是后续专业课程的重要基础课程，是学院采取大类招生后学生第四学期分专业前面向全院学生开设的一门课程。笔者总结多年、多位教师的教学经验，破解学生对该课程难理解和难掌握的症结，应用线上线下相融合教学模式，采取反馈式教学机制，从课程标准，教学内容，教学手段，课程设计，测试反馈多个环节进行了改革和探索，得到学生一致好评，取得较好的教学效果。

**关键词：**电机学 教学改革 教学体系 教学模式

**中图分类号：**G652 **文献标识码：**A

**DOI：**10.12218/j.issn.2095-4743.2022.37.083

电力学院实施大类招生后，“电机学（一）”课程是全院电气工程专业、智能电网系专业和自动化专业都开设的一门专业基础课，第四学期该课程考核完成后学生开始分专业。电机学（一）课程面向全院11个班级教学，学生按成绩选专业，因此该课程需要统一教学内容、教学方式、教学进度和考核方式。本课程以变压器和电机为教学内容，按照各元件遵循的基本物理规律，应用高等数学知识列写电磁量间基本方程式，采用工程数学手段进行方程求解，并从工程应用角度出发，利用工程思想忽略一定边界条件，使求解变得简单，得到直接明了结论；要求学生达到能够从数学角度分析电机问题与计算电机运行规律。电机学是研究电能和机械能互相转换的能量变换规律课程，转换的媒介是磁场<sup>[1]</sup>。电和磁都是看不见摸不着的东西，需要学生进行理性思维和分析判断，很多推理采用工程思想，利用等效变换原理获得元件电路模型<sup>[2]</sup>。该课程综合了大学物理、高等数学、电路原理、电磁场等多学科知识，学生难学、教师难教成了大部分高校老师和学生对本门课程的共识。特别该课程还是电气专业后续稳态课程、暂态课程、继电保护课程、发电厂电气设备、运动控制等专业课程的基础。这门课程学习好坏关系到整个电气专业体系学习的好坏。因此各个电气专业都在教学计划中给予了充分重视，尽管整体缩减了一定量学时，但是电机学还是专业基础课程中大学时课程。由于该课程的本身特点和大类招生需求，课程组教师从专业定位、人才培养需求、课程标准修定、教学内容优化、教学手段多元化设计、教学反馈及时梳理等多方面、多角度进行了改革，达到提高

教学质量，培养新时代大学生对专业需求，得到学生一致好评。

## 一、课程标准调整和优化

为了适应大类招生需求，电机学（一）成为全院学生不分专业的平台课程，为了更好地满足后续不同专业需求，重修修订了《电机学（一）》《电机学（二）》和《电机拖动基础》三门课程标准，调整了部分内容，将直流电机、变压器、交流电机共同理论和异步电机基本理论优化在《电机学（一）》专业平台课程中，面向电力系统及其自动化和智能电网专业学生开设《电机学（二）》内容为同步发电机理论，不对称运行和交直流电机运行特性分析。面向自动化学生开设《电机拖动基础》内容为直流电机拖动，交流电机拖动和控制电机。通过内容调整，能够更好地适应各专业学生需求，完善电机学对不同专业学生偏重点，本论文主要针对《电机学（一）》平台课程进行了课程教学改革探究。

电机学（一）以电气元件：变压器、直流电机、异步电机、交流电机共同理论四大版块为核心，主要内容为各元件基本结构、工作原理、物理规律、数学表达、电路模型以及工程中分析和应用一条主线，在教学中面向学校对学生定位，培养具有高素质应用型工程技术人员，重点突出各元件分析中工程思想，强化分析应用，掌握电机能量变换规律。为了突出这一主线，选用胡敏强编写教材，调整为磁路、变压器、交流电机共同理论、异步电机和直流电机章节顺序<sup>[2]</sup>。磁路中突出强调电机学中把磁场转换为磁路分析的工程思想。变压器先从物理结构分析，再从物理规律、各物

\*基金项目：内蒙古工业大学教育教学改革项目（RC2021007）。



图1 电机学(一)教学改革框图

理量关联分析,从空载简单现象入手,从数学角度表述电磁规律,再从数学规律推演电路图,在空载基础上分析带负载后规律,遵循由简单到复杂分析,学生更易接受和理解,最后对所列方程进行工程上变换分析,转换为电路表达式,为了简便应用,采用工程方法进行等效变换,得到了隐含磁路的变压器等效电路图。突出强调等效电路和向量图是分析与求解变压器的方法和手段。变压器内容从单相双绕组开始,学生方便理解,从空载到带负载,再到三相变压器,三绕组变压器,自耦变压器,变压器短路和空载合闸暂态分析,由简单到复杂,环环相扣的知识结构体系优化<sup>[3]</sup>。在直流电机和异步电机这两章,对电气和智能电网系专业将起动,加速,减速,停止,拖动运行特性优化在《电机学(二)》课程中,对自动化系学生将交直流电机拖动四象限运行特性优化在《电力拖动基础》课程中。这样很好兼顾了各专业对电机学知识的需求。调整后课程标准,优化了共性的问题集中在电机学(一)体系中,差异性问题集中在后续电机学专业课中,这样能够更好适应学院专业发展和学生能力培养。

## 二、课程教学环节规划

按照新版课程标准知识点分布,组织电机学多位有多年教学经验老教师对课程教学进行了多视角和多元化的设计,分布在课前案例引导,课上精心策划,课后及时反馈三个环节,形成三位一体式教学环节,化解学生理解这门课程难点和重点<sup>[4-6]</sup>。目标是学生真正能够掌握各部分知识,为后续

专业课程打好扎实的基础。现在学校教学环节不再采用教学日制和教案,而是采用更精细化的课程教学设计,课程教学设计集各位代课教师智慧,经过学科带头人把关,学院专家组审核,最后学院签发。对每堂课内容进度安排,每一个知识点如何理解,每一名学生掌握情况反馈,课前、课上和课后如何布局,课程考核如何分布,学生掌握哪些知识点,课程进度安排等一系列方方面面非常具体内容和细节都做了设计。教改后电机学(一)课程教学环节课前采用案例引导,激发学生兴趣;课堂对知识点详细地规划,重难点分明;课后及时反馈,采用习题答疑和测试环节,反馈学生学与教师教的情况,及时进行调整。

## 三、多环节多角度技术融合

### 1. 线上与线下融合

电机学是电气领域学生感到难理解、难掌握的课程,许多同学感觉课上理解了,课下做题无从下手。反应出问题知识点没有吃透,没有真正消化,特别是分析及计算方面问题。针对这一环节,采取了线上6位教师每周一位教师专门辅导,学生疑难问题进行有针对性的答疑,每章结束后在线上对11个班级集中进行学生反馈的本章疑难习题讲解,使学生能够更深入理解涉及的知识点,将学生碎片化理解融汇为一个有机整体。同时另外几位教师在线上进行师生互动交流,及时简答学生疑问,通过典型习题拓宽知识认识深度,达到学生真正领悟本章节内容,及时消化吸收,为下一章节打好基础。通过线上和线下有机融合,形成面向所有班级全体学生,达到很好的有机融合<sup>[7]</sup>。

### 2. 仿真与实验融合

为了学生直观理解,将电机中电磁变换规律,采用计算机仿真技术,直观地再现电磁规律,这样能够帮助学生更好地理解。特意安排3位博士学位电机学代课教师,对课程中变压器、直流电机、交流异步电机和交流同步电机进行物理规律和运行特效仿真,将仿真模型分发给学生,让学生在此基础上进行应用、掌握和领悟,对电机学能量变换规律有一个更加深入和感性的全面认识。然后学生提前仿真实验,明确电机实验中各个关键环节参数、各种物理现象,这样能够加深物理实验掌握,使实验更加安全和有效,掌握实验中必要环节测试,将仿真同实验很好地融合起来。

电机实验是锻炼学生动手能力,检验学生所学知识应用的重要部分,安排8个学时、4个实验,实验室为了做出工业电机效果,对电机实验进行了改造,摒弃了以前200w小电机,更换成4.4kW工业电机,采用各类工业交直流电机构成

8.8kW电机实验平台。目的是为了学生实验时现象明显,但如果不严格按照实验步骤刚会导致出现设备事故。因此,学生必须提前做好预习,通过计算机仿真出实验过程,明白每一步实验目的,理解如何正确调整各实验环节,如何安全地测取数据,能够对实验结果进行分析。实验中不能做出故障现象在仿真中能够很好体现,能进一步加强理解实验中正确的操作规程。达到仿真更好地促进实验,实验更好地加深知识到能力应用,使两者很好地融合为一体。

#### 四、课程评价及学生反馈

始终贯穿以学生为中心教学理念,课程评价是很有效的反馈手段。本课程采用章节疑难知识点反馈、随堂测验、每章结束后小测试、中期测验、结课后考试多个测评环节,及时有效反馈课程各章节各知识点学生理解和掌握情况,及时评价学与教达成情况,知识到能力提升状况。评价反馈与教学促进相融,课程组通过反馈及时进行调整教学过程,查漏补缺,达到课程目标要求,实现学生整体能力提升<sup>[8]</sup>。课堂测试采用雨课堂,主要反馈概念知识点理解;课后布置思考题和作业题,主要反馈原理性知识点,培养工程思维能力,分析问题能力提升;章节采用线上测试,主要反馈各知识点串联,学生掌握知识是否形成有机整体;同时采用问卷星设置相关问卷,对教师教学活动的的评价、教学进度快慢、学生需求、能力提升情况等多方面进行反馈。通过以上各环节,综合共性问题,6位教师及时进行评判和调整;针对个性问题,有针对进行差别化辅导。特别结课后测试和问卷调查,全年级目标达成情况分析,能够很好给予课程组整个教学周期反馈,能够为下届更好教学,适度规划课程内容,合理有针对性布局,达到更好的教学效果。评价反馈机制是最有效的改进教学手段和方式。电机学课程组特别重视这一环节,每年都花费很大精力进行分析和更改。

#### 五、知识前后类比贯通与工程思想突出强化

磁路理论贯穿到变压器,直流电机,交流绕组理论,异步电机和同步电机始终,磁动势,磁通密度,气隙磁场,磁化曲线非线性,电机电磁基本理论渗透到每一章节,变压器和每种电机结构,物理规律,物理模型,数学模型,电路模型这种主线分类学习,每章节都是按照由易于接受到逐步复杂,层层递增推进,如绕组理论中,先绕组,再线圈,线圈组,一相绕组,最后到三相绕组;先集中绕组,再分布绕组,再短距绕组,最后到整个线圈组。变压器先单相双绕组,再空载到带负载,最后三相变压器;单相变压器等效电

路同三相异步电机等效电路类比,绕组感应电动势中分布因素与短距因素同绕组感应磁动势中分布因素与短距因素类比,各知识点同前面寻找类比相似点,使学生对知识掌握形成前后相融,互相贯通<sup>[9]</sup>。

变压器通过折算原则得到等效电路图,同样异步电动机经过等效变换得到等效电路图,两者隐含磁路的工程思想,最后通过等效电路图分析和解决变压器和异步电动机运行特性。在电机和变压器分析中把磁场转化为磁路,利用磁路定律分析电机和变压器工程思想,对电机和变压器产生电动势和磁动势采用谐波理论分析工程思想,绕组理论中短距绕组推算转换为整距绕组计算工程思想,直流电机中通过换向器产生静止磁场分析思维,诸如此类每章节都提炼,抓住典型,突出强调,学生重视工程思想掌握,最终转化为学生工程思维,提升学生的知识应用能力。

#### 结语

在电机学(一)平台课程中,笔者针对各专业特点,进行了以上多方面的探索,深研课程特点,强化课前、课中和课后各个环节,采用线上和线下互补教学,采用仿真和实验相融合方法,降低学生对该课程畏难情绪,采用学生评价反馈机制,提高学生由知识到能力提高,取得了良好的教学效果。

#### 参考文献

- [1]汤蕴缪编,电机学[M].北京:机械工业出版社,第5版,2018.
- [2]胡明强编,电机学[M].北京:中国电力出版社,第3版,2014.
- [3]刘慧娟编,电机学[M].北京:机械工业出版社,2021.
- [4]李玉廷.《电机学》课堂教学模式改革与探索[J].教育教学论坛,2020.2(8):224-225.
- [5]宋战锋,刘涛.《电机学》教学方法改革探究[J].中国电力教育,2021(1):66-67.
- [6]董淑惠,李永刚.《电机学》课程教学方法改革探究[J].高教学刊,2020(27):147-150.
- [7]孙改平,赵耀,山霞,等.基于线上线下混合教学模式的“电机学”课程教学改革研究[J].中国电力教育,2021(S1):125-126.
- [8]曾令全,李书权.“电机学”精品课建设及教学改革与实践[J].中国电力教育,2013(27):99-100.
- [9]谢宝昌,刘长红,王君艳,等.“电机学”课程体系的优化[J].电气电子教学学报,2011.33(4):18-20.