



PCK 视域下物理师范生的学生知识调查及分析

——以高中物理电磁学版块为例

谢晓妹 张军朋

(华南师范大学物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

(收稿日期:2021-01-22)

摘要:物理教师的“学生知识”是教师学科教学知识(Pedagogical Content Knowledge,简称 PCK)中的重要组成要素,是实现物理有效课堂教学的必要条件.以人教版高中物理教材中“电磁学”版块内容为载体,对 PCK 视域下广东省重点师范院校的部分物理师范生进行“电磁学”版块内容“学生知识”的现状进行了调查,分析结果表明物理师范生在整体层面上对高中生易错点的预测结果与高中生的真实作答情况存在一定偏差,不同年级、不同学科知识水平师范生的“学生知识”存在差异,师范生的“学生知识”来源单一,并针对这些问题提出有效的物理师范生“学生知识”的培养建议.

关键词:物理师范生 PCK 学生知识 电磁学

1 问题的提出

PCK(Pedagogical Content Knowledge 的简称)是 20 世纪 80 年代舒尔曼(Shulman)针对当时美国教师资格认证制度的缺失而提出的一个新术语.他认为 PCK 是关于教师将自己所掌握的学科知识转化成易于被学生理解和接受的形式知识^[1].继舒尔曼之后,国内外先后有大量学者对 PCK 展开研究.尽管每个学者对 PCK 的定义及划分的构成要素不尽相同^[2~5],但不同学者对 PCK 构成要素的划分均主要以舒尔曼关于 PCK 概念的两个核心要素为中心,一是关于学科内容知识的呈现,二是对学生前概念、概念以及具体学习困难的理解.而后者即为本文的研究内容——“学生知识”.“学生知识”是 PCK 的一个重要组成维度,旨在了解学生的学习情况以及学生对某一课题的理解程度和困难点,从而通过各种有效途径帮助学生解决学习困难点^[6].经文献整理发现,目前 PCK 的研究成果相当丰富,但是对 PCK 视域下某一具体组成成分的研究较少,尤其是鲜有对物理师范生“学生知识”的研究.因此以“电磁学”版块为例,设计了调查问卷调查物理师范生“学

生知识”现状,剖析当前物理师范生学生知识层面存在的问题,从而提出有效的培养建议.

2 研究设计

2.1 调查对象

以广东某重点师范大学物理师范生为研究对象,选取大一、大二、大三年级,共回收 200 份问卷,有效问卷 191 份,有效率 95.5%;其次选取广州某高中高三普通班的学生作为调查对象以获得高中生对电磁学知识的掌握情况,共回收问卷 105 份,有效问卷 98 份,有效率 93.3%.

2.2 研究工具

以高中物理“电磁学”版块内容为载体对物理师范生“学生知识”进行调查,其测试卷设计流程如图 1 所示.

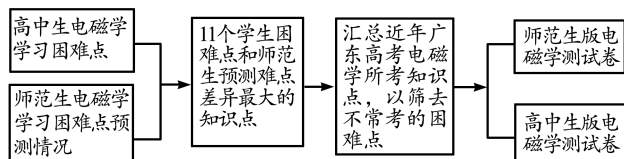


图 1 测试卷设计流程

首先整理汇总高中“电磁学”版块的所有知识点,

作者简介:谢晓妹(1996-),女,在读硕士研究生,从事专业为课程与教学论.

指导教师:张军朋(1963-),男,博士,教授,主要从事中学物理课程与课堂论研究.

供师范生填写《高中物理“电磁学”学习困难点预测卷》及高中生填写《“电磁学”学习困难知识点及原因调查问卷》时回顾,在问卷基础上整理出11个学生困难点与师范生预测困难点差异最大的知识点,结合近年来广东高考涉及的电磁学知识点进行分析,将不常考困难点筛去,最后汇总出9个“电磁学”版块的学习困难点,以此为依据设计师范生版与高中生版电磁学测试卷,以下统称“电磁学测试卷”。用SPSS对问卷和测试卷采用独立样本t检验法、方差分析、相关分析法进行分析,对分析结果深入讨论,

以调查物理师范生“学生知识”的现状。

3 调查结果分析

3.1 学生学习困难点的预测结果

通过《高中物理“电磁学”学习困难点预测卷》及《“电磁学”学习困难知识点及原因调查问卷》的问卷调查发现,师范生的预测结果与学生作答情况大致相同,但是在个别知识点的预测上,师范生存在严重的高估、低估情况,共11个知识点,具体如表1所示。

表1 师范生对学生困难知识点的高估、低估情况

知识点	师范生预测百分比/%	学生作答百分比/%	百分比之差/%	差异
电势能和电势	17.54	8.57	8.97	高估
电势差与电场强度的关系	15.79	5.71	10.08	
涡流、电磁阻尼和电磁驱动	35.96	14.29	21.68	
带电粒子在匀强磁场中的运动	41.23	22.86	18.37	
互感和自感	17.98	5.71	12.27	
带电粒子在电场中的运动	28.51	37.14	-8.63	低估
闭合电路的欧姆定律	14.91	40.00	-25.09	
测定电池的电动势和内阻	29.82	54.29	-24.46	
磁感应强度	29.82	11.43	-9.67	
法拉第电磁感应定律	11.84	28.57	-16.73	
交变电流	7.89	20.00	-12.11	

结合近年来广东高考的常考知识点,筛去不常考的“互感和自感”“涡流、电磁阻尼和电磁驱动”两个知识点,将表1剩下的9个知识点作为本次调查的考查知识点。

3.2 “学生知识”现状分析

3.2.1 师范生预测结果与学生作答结果的比较

电磁学测试卷的具体调查结果如表2所示,其中*表示师范生预测结果。

表2 问卷调查结果

题号	最易错点		第二易错点	
	知识点	百分比/%	知识点	百分比/%
1	* 电势能大小	43.16	* 运动时间	32.56
	电势能大小	43.16	运动时间	10.53
2	* 路端电压	22.74	* 电动势和内阻大小	20.85
	短路电流	73.68	电源内阻	49.74
3	* 输出功率比	34.07	* 电流方向改变次数	28.63
	输出功率比	52.63	电流方向改变次数	49.47
4	* 磁通量与感应电动势	28.14	* 磁通量变化量与感应电动势	26.14
	磁通量变化量与感应电动势	52.63	电势高低判断	26.32

续表 2

题号	最易错点		第二易错点	
	知识点	百分比/%	知识点	百分比/%
5	* 运动周期	40.73	* 洛伦兹力做功	22.75
	洛伦兹力方向	43.16	粒子带电情况	32.63
6	* 电能的判断	29.97	* 电路总电流	22.97
	电路总电流	22.97	电能的判断	22.11

由表 2 可知,题 1,3,6 师范生的预测结果与高中生作答情况较吻合,题 2,4,5 则存在较大差异,从整体上看,师范生的预测结果与高中生作答情况还是存在一定偏差.由于篇幅限制,本文选取第 5 题为例进行分析.

【题目】如图 2 所示,一带电粒子(重力不计)在匀强磁场中沿图中轨迹运动,中央是一块薄绝缘板.粒子穿过绝缘板时有能量损失.请判断下列说法是否正确(打 \checkmark 、 \times 或 \circ).

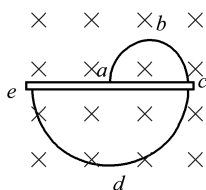


图 2 电磁学测试卷第 5 题情境图

- (1) 粒子带正电(\checkmark)
- (2) 粒子的运动方向是 $abcde$ (\times)
- (3) 洛伦兹力方向总是沿轨迹切线方向(\times)
- (4) 洛伦兹力在该过程中做负功(\times)
- (5) 粒子在下半周所用的时间比上半周的长(\times)

此题主要考查带电粒子在磁场中的运动方向,根据带电粒子在磁场中的运动轨迹来判断粒子在磁场中所受洛伦兹力的方向,从而判断带电粒子的电性、洛伦兹力的做功情况以及带电粒子在磁场中运动的周期.题目的入手点是题干中的“粒子穿过绝缘板时有能量损失”,由此可以得到粒子穿过绝缘板时动能减小,即速度减小,各个选项即可迎刃而解.本题师范生的预测结果与高中生作答情况对比如图 3 所示.

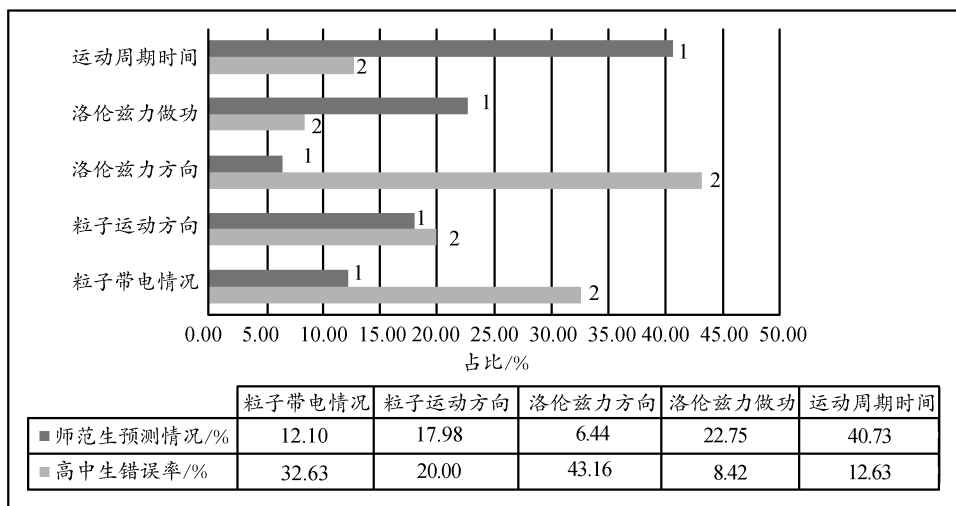


图 3 师范生预测结果与高中作答情况对比(第 5 题)

由图 3 可知,关于“带电粒子在磁场中的运动”,师范生的预测结果与高中生答题情况存在出入.在此题的知识点中,高中生对“粒子带电情况”及“洛伦兹力方向”作答情况不容乐观,错误率达 30% 以上,但师范生却未准确预测出此易错点与困难点.而对于“运动周期时间”,超过 40% 的师范生认为学生对

该知识点掌握程度低,容易出错,但高中生该问的错误率低于 13%,可见师范生低估了学生对该知识点的掌握程度.综合看来,师范生在面对带电粒子在磁场中运动的问题时,并不能准确地分析出学生已经掌握的知识点以及学习困难点,即学生知识水平较低.

3.2.2 不同年级物理师范生“学生知识”现状的差异比较

通过对物理师范生基本信息分析,发现师范生性别对结果不存在显著影响,而师范生年级、学科知识水平对结果存在显著影响,故下面只分析年级

与学科知识因素.将“电磁学测试卷”的6大题划分为两版块,分别是电学和磁场版块,深入对比两版块不同年级物理师范生的预测结果与高中生的作答情况差异.具体分析如表3和表4所示,其中图例所示的圆形面积大小代表相应类别的人数百分比.

表3 不同年级物理师范生“学生知识”现状的差异比较(电学版块)

高中生实际情况/%	5.26	7.37	8.42	43.16	10.53	10.53	73.68	24.21	49.47	13.68	18.95	29.47	23.16	52.63	49.47
大一预测情况/%	1.89	12.78	18.56	37.33	29.44	16.33	19.22	26.22	18.78	19.44	13.67	15.56	7.56	33.89	29.33
大二预测情况/%	0.00	9.33	25.78	27.11	37.78	22.67	25.78	21.78	23.33	16.44	19.56	9.33	9.33	37.78	24.00
大三预测情况/%	2.44	9.21	19.98	34.18	34.18	19.26	17.69	18.92	19.82	24.30	22.91	12.46	2.00	32.81	29.81
知识点	粒子都带正电	粒子带电荷量比较	电势大小	电势能大小	电压表示数为电源电动势	运动时间	横轴截距表示短路电流	纵轴截距表示路端电压	电源内阻力为 5Ω	电动势和内阻大小	电流大小	交变电流表达式	匝数比	输出功率比	电流方向改变100次

由表3可知,在电场版块,大一师范生的预测结果最为贴近高中生作答情况,大二、大三年级师范生预测结果偏差均较大.结合问卷最后一道题“预测高中生易错项的依据”的结果,大部分师范生的学生知

识来源是“作为中学生时的经验”,而高中电学版块内容在大学阶段未进行进一步的学习,故知识点易遗忘,而大一师范生由于时间关系,故对学生知识的掌握情况相较其他两个年级较好.

表4 不同年级物理师范生“学生知识”现状的差异比较(磁场版块)

高中生实际情况/%	17.89	26.32	17.89	11.58	52.63	32.63	20.00	43.16	8.42	12.63	20.00	14.47	20.00	41.05	21.11	
大一预测情况/%	14.22	23.56	8.00	27.56	26.67	12.44	16.33	9.33	22.78	39.11	12.76	13.76	13.65	26.19	33.63	
大二预测情况/%	9.78	22.22	17.78	21.78	28.44	10.22	18.22	12.00	18.22	41.33	19.22	12.44	14.67	24.89	29.79	
大三预测情况/%	15.14	22.02	14.68	23.25	24.81	13.11	22.56	5.00	21.00	38.33	23.58	21.02	10.90	18.69	25.81	
知识点	下极板带正电	电势高低判断	磁感应强度方向判断	电动势为零	磁通量为零	磁感应电动势变化越大	粒子带电情况	粒子运动方向	洛伦兹力方向	洛伦兹力做功	运动周期时间	金属杆做匀加速运动	电动势总为	水平恒力大小	电路电阻的总电流	力恒所做的功和安培力能的合

由表4可知,在磁场版块,大二师范生的预测结果最为贴近高中生作答情况,大一、大三年级师范生预测结果偏差均较大.通过访谈发现,这是由于大二师范生刚结束了大学阶段电磁学的学习,对电磁学版块的内容了解进一步深入,而大学的电磁学内容和高中磁学版块的衔接度较大,故大二师范生对高中磁场版块的预测情况较好.

以上信息可知,学生经验与大学时的系统学习对师范生学生知识水平均有所影响,随着时间的推移,师范生对学生经验的遗忘慢慢增加,故学生知识水平也在下降;而大学时系统学习某方面的内容,有助于师范生熟悉该知识点,从而提升自身的知识水平.

3.2.3 不同学科知识水平物理师范生“学生知识”现状的差异比较

以师范生自身的答题得分为依据来评判师范生的学科知识水平,根据师范生每道题(满分为5分)的得分情况,将师范生划分为高低分组,进行独立样本t检验,发现不同学科知识水平的物理师范生在学生知识上存在显著差异.深入对比不同学科知识水平的师范生预测结果与高中生作答情况,具体如

图4所示.

由图4可知,除个别题外,高分段师范生预测曲线的趋势较接近高中生错误率曲线的趋势,而低分段师范生的预测结果相对偏差更大.例如第1题,高中生在判断电势能大小时错误率较高,高分段师范生基本能准确预测出这一最易错点,但低分段师范生则更倾向认为学生在粒子带电荷量的比较上容易出错,与实际情况存在极大差异;第4题,超过一半的高中生都在“磁通量变化量越大,感应电动势越大”上出现了判断错误,高分段师范生普遍能做出准确预测,而低分段师范生却认为是高中生最不易判断错误的.

由此可看出,师范生的学科知识水平对其学生知识水平存在影响,当师范生的学科知识水平越高时,其学生知识水平相对应也越高.学科知识水平高的师范生在正确作答的前提下更可能判断出学生的易错点,而学科知识水平较低的师范生自身对知识点不理解、无法解答相关问题,就更难以准确判断学生可能存在的问题.因此,提高自身学科知识水平是师范生提高学生知识水平的前提.

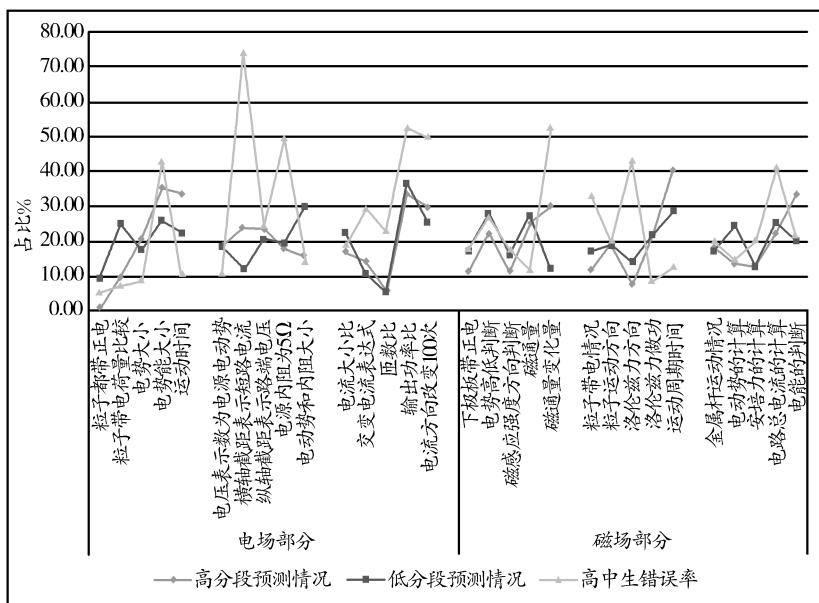


图4 高低分段师范生预测结果与高中作答情况对比

另外,从图4还可看出师范生在部分知识点上未能做出准确的预测,甚至与高中生作答情况相反.例如第2题,学生普遍在判断短路电流及计算电源内阻上出错,而高、低分段师范生均未能准确预测出这一情况,且预测结果与学生真实情况存在极大差

异;第5题,师范生普遍认为运动周期时间及洛伦兹力做功这两知识点为高中生的易错点,但实际上高中生的错误率均低于15%,而错误率高达43%的洛伦兹力方向的易错点师范生却未能预测出来.综合这两道题师范生的答题情况来分析(师范生得分均

较低,尤其是第2题,在判断短路电流及电源内阻的计算选项中错误率均高于50%),师范生对这两个知识点的掌握程度均不佳,即自身的学科知识水平不高.这也从侧面印证了当师范生学科知识水平较低时,是无法准确把握学生作答情况的,即学生知识水平较低.

3.3 师范生学生知识的来源

如图5所示,在“判断高中生易错点的依据”的选择中,大部分师范生的选择为“作为中学生时的经验”,其次是“与同学间的交流”“家教及辅导班的经验”.笔者以此题作为师范生学生知识的来源,因此认为目前师范生学生知识的来源主要是其学生经验.师范生主要凭借高中经验来评估当下的高中生,并未能很好地利用大学有效资源来提高自身的知识,而大学课程及师范技能培养也均未能显著提高师范生的学生知识,一方面是由于所调查院校大三才开展师范技能课程,另一方面是缺少相关的有效见习实习训练.由此可看出,当下的师范生并不能自觉利用各方资源去提高自己的学生知识水平,一是因为学习意识较低,并未较好地意识到作为师范生所应履行的职责,二是因为师范生在这一方面的学习能力不佳,未能高效率地吸收教师传授的知识.

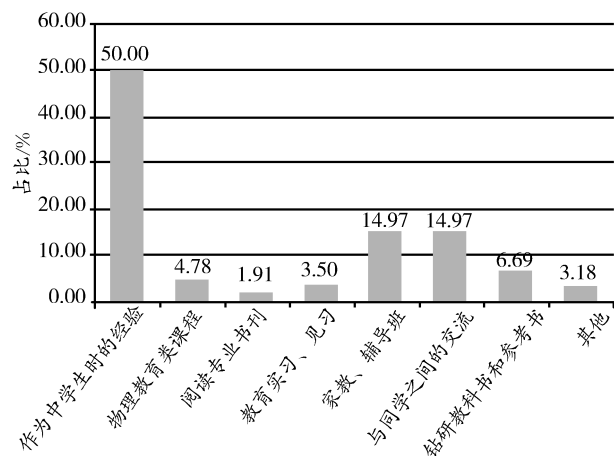


图5 师范生预测易错点的依据

4 研究结论及建议

4.1 研究结论

(1)参与调查的物理师范生在整体上对高中生易错点的预测结果与高中生的作答情况存在一定偏差,即所调查的物理师范生学生知识整体水平不高,距离成为优秀物理教师仍有一定的差距.

(2)不同年级物理师范生学生知识水平存在差

异,大一年级师范生在电学版块的学生知识水平相对较高,大二年级师范生在磁场版块的学生知识水平相对较高.

(3)师范生的学科知识水平会影响其学生知识水平,学科知识水平越高,其学生知识水平相对也越高.

(4)物理师范生的学生知识来源主要凭借其高中时的经验.

4.2 研究建议

(1)师范生应注重发展学生知识

师范生在大学阶段应有意识地去发展自身的知识,可通过各种渠道去提高学生知识水平.例如在大学学习时,有意识地将所学内容与中学知识和教学进行联系,提前做好大学到中学的过渡;主动争取大学里的有限资源,比如积极参与相关社团举办的培训或讲座,参加师范类技能比赛;另外,师范生还可通过辅导、家教等方式与中学生多接触,从而了解学生物理知识盲区,并寻找各种教学手段解决学生的物理学习困惑;通过与同学交流讨论,全面了解中学生的物理学习困难,从而丰富自身的知识等.只有自觉主动去利用各种有益资源,才能真正在大学阶段提高自己的学生知识.

(2)师范生应提高学科知识水平

学科知识水平影响学生知识水平,当师范生的学科知识水平较低时,不仅无法正确解答题目,更不能准确把握学生的困难点.因此师范生在大学阶段应加强专业知识的学习,多学习,多巩固,多练习,提高自身学科知识水平,以利于更好地把握学生的情况,从而提高学生知识水平.

(3)师范生院校改进物理教育类课程的安排

师范生的预测依据普遍来源于中学经验,且高年级师范生学生知识水平并无明显优于低年级师范生,侧面表现出师范生在大学时未能很好地提高自身学生知识水平.因此建议在物理教育类课程的设置上,学校可以把大学物理与中学物理教学的衔接做得更好.首先是加强师范生的师范技能培训,使师范生学会从学生角度了解学生的学习情况;其次要加强教育实践,重视见习活动,见习前应教会师范生转换角度旁听物理课,见习后可开设见习经验分享会等;最后还可考虑将学生知识纳入师范生的考核方式中.

(下转第99页)

择进入不同的模式.在测量模式下,单片机会根据所测的输入电压、输入电流、输出电压、输出电流,计算出被测电路的输入电阻、输出电阻、增益,并将这些参数在 TFT 彩屏上显示.在扫频模式下,单片机会自动更改输出信号的频率,在 TFT 屏幕上显示出幅频特性曲线,并且显示出上限截止频率值.在查错模式下,单片机能够自动根据所测的数据,对其进行分析计算,判断出故障原因,并且在屏幕上显示故障原因.

4 测试结果与分析

(1)测试要求 1. 自动测量电路的输入电阻、输出电阻、增益,结果如表 1 所示.

表 1 测试要求 1 实验数据

输入电压/mV	输入电流/mA	空载电压/V	负载电压/V	输入电阻/ Ω	输出电阻/ Ω	增益
25.45	0.009 3	2.82	1.96	2 714.67	2 062.24	-110.81

实际测试表明,该设计在测量输入阻抗、输出阻抗和放大倍数等多个参数上具有相当高的精度.

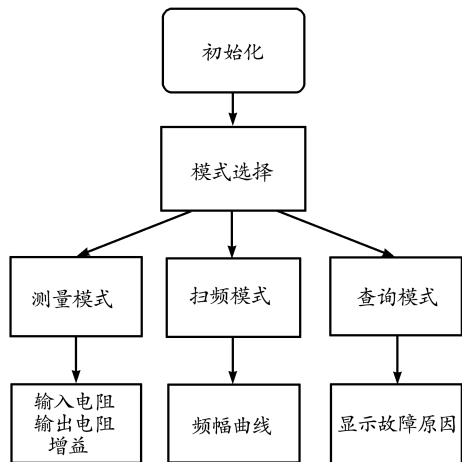


图 3 软件模块设计与分析

(2)测试要求 2. 自动判断故障原因,响应时间不大于 2s,结果如表 2 所示.

表 2 测试要求 2 实验数据

故障	R_1 开路	R_1 短路	R_2 开路	R_2 短路	R_3 开路	R_3 短路	R_4 开路
响应时间/s	1	1	1	1	1	1	1
故障	R_4 短路	C_1 开路	C_2 开路	C_3 开路	C_1 增大	C_2 增大	C_3 增大
响应时间/s	1	1	1	1	1	1	1

实际测试表明,该设计自动判断故障原因时响应较快,能符合设计要求.

参考文献

5 总结

本系统以 MK60 为核心,可以实现被测电路输入电阻、输出电阻、增益、幅频特性曲线的自动测量.用万用表校准后可以准确地检测出被测电路的阐述,画出幅频曲线.当电路的元器件发生变化时,能检测出电路故障功能.

- 童诗白. 模拟电子技术基础(第 5 版)[M]. 北京:高等教育出版社,2015
- 闫智,于柏. 简易电路测试仪设计[J]. 装备维修技术, 2020(2):3~4
- 康惠. 简易电路特性测试仪设计[J]. 数字通信世界, 2020(1):207
- 陈松,荣军. 一种简易数字控制频率特性测试仪的设计[J]. 电子器件, 2015,38(4):868~875

(上接第 97 页)

参考文献

- 常妮. 高中政治教师学科教学知识发展研究[D]. 上海:上海师范大学,2010
- 白益民. 学科教学知识初探[J]. 现代教育论丛, 2000(4): 27~30
- 冯爽. 中学物理教师 PCK 结构的构建及主题案例分析[J]. 中学物理教学参考, 2013,42(7):34~37

- 王芳. 美国学科教学知识(PCK)的研究:意义、问题领域及启示[D]. 上海:上海师范大学,2014
- 盛莉. PCK 视域下高中化学教师“学生知识”的调查研究与分析[D]. 武汉:华中师范大学,2015
- 盛莉,张文华. PCK 视域下高中化学教师“学生知识”的调查研究与分析[J]. 化学教育, 2016,37(3):47~51