

文章编号: 1005-4642(2024)04-0037-06

基于心智模型的大学生光学认知发展测评研究

蒋乐昕, 周少娜

(华南师范大学物理学院, 广东 广州 510006)

摘要: 物理模型是物理学习的重要思维方法, 探究学生心智模型的结构与特征能够提升构建物理模型的有效性。运用五阶段诊断测试研究法对物理学专业本科生关于光的干涉心智模型进行测评, 细化对应的心智模型理解水平, 深入研究学生的专业素养。结果表明本科生关于“光的干涉”心智模型理解水平差异性较大, 且心智模型建构程度呈现不完整, 存在6种科学心智模型和11种非科学心智模型, 但实施光的干涉实验干预后非科学心智模型有发展为科学心智模型的趋势, 且心智模型理解水平越灵活、信心更强, 呈正相关。

关键词: 光的干涉; 心智模型; 物理实验; 测评

中图分类号: G642.423; O436.1

文献标识码: B

DOI: 10.19655/j.cnki.1005-4642.2024.04.007

拔尖创新人才和学科核心素养都包括一项重要内容——思维能力。物理学科核心素养包括物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任4个方面^[1], 其中模型建构是科学思维的关键要素之一。我国历来重视学生的模型建构能力, 但鲜少有人关注学生的物理心智模型发展。心智模型不仅能够显化思维特点, 还能反映认知水平, 然而学生建构的物理心智模型相对科学物理模型总呈现不一致、不准确^[2]的特征, 因此探析学生在物理学习过程中的心智模型真实建构情况是发展物理核心素养的重要前提, 对物理教学具有指导意义。

1 光的干涉心智模型研究基础

光学不仅是历年高考考查的重要内容, 还是大学物理课程的教学重点。大学光学课程在深入探究光现象本质的同时培养学生科学的世界观, 然而大学生仍存在使用混合心智模型解决物理光学问题的现象, 这些模型包含有错误概念以至于不能匹配科学的心智模型^[3-4]。教师通过定期测试调查能够及时掌握学生学习光学知识建构的心智模型情况, 从而可有针对性地实施教学干预, 促

使学生的混合心智模型逐步发展为科学心智模型。光的干涉现象是物理光学的核心组成部分之一, 但学生仅通过观察教科书中典型的干涉图样来理解干涉概念和区分图样, 远远不足以对光的干涉模型建构功能性的理解^[5], 而教师借助实验教学对学生学习进行干预, 能够有效发展学生对知识的理解和应用水平^[6]。由于心智模型是动态发展的机制, 本研究在学生参与光的干涉实验前后实施2次五阶段诊断测试探查光学心智模型发展状况, 总结其发展特点和原因, 据心智模型及其理解水平的划分标准分析学生光的干涉学习情况, 验证光学实验教学干预的有效性, 更有效地探明学生的物理核心素养水平, 根据分析结果提出有效的教学策略和建议。

1.1 心智模型的理论基础

1943年 Craik 最早提出心智模型概念, 他认为心智模型是个体对真实世界构建的“微型模型”^[7], 是由人们感知真实世界后基于经验运用数字、文字等工具对外界信息进行解释、推理或预测在头脑中建构而来的内在的、动态的认知表征, 能够逐渐发展为科学模型。而后 Buckley 等人主张

收稿日期: 2023-10-04; **修改日期:** 2023-11-13

基金项目: 2023年度广东省本科高校教学质量与教学改革工程项目(粤教高函[2024]9号第611); 广东省哲学社会科学规划2023年度项目(No. GD23XJY63); 2022年广东省教育科研规划课题(高等教育专项)(No. 2022GXJK175)

作者简介: 蒋乐昕(2001—), 女, 贵州黔南人, 华南师范大学物理学院2022级硕士研究生, 研究方向为课程与教学论(物理)。E-mail: 2022022120@m.scnu.edu.cn

通信作者: 周少娜(1983—), 女, 广东潮州人, 华南师范大学物理学院教授, 博士, 研究方向为物理课程与教学论。E-mail: zhou.shaona@m.scnu.edu.cn

心智模型是在不断地强化、修改、废除等过程中逐渐向着更加科学的方向发展^[8]。如在先验知识基础上应用从真实世界形成的个人心智模型解决问题,会强化和完善原有心智模型的建构,促进科学心智模型的形成。教师通过结合知识和经验科学解释真实世界构建科学心智模型,通过加工、建构为教学模型,借助教学模型帮助学生完善知识框架并应用其解决问题或解释现象,从而补充修正原有的个体心智模型,促进其发展为科学心智模型。结合已有研究成果和学生学情,笔者构建了心智模型形成机制,如图 1 所示。

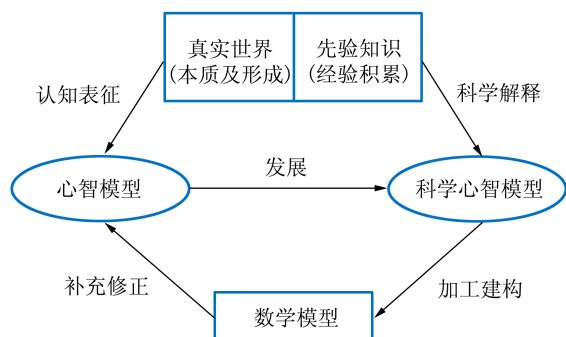


图 1 心智模型形成机制

1.2 心智模型种类划分标准

在物理学习过程中,学生的心智模型不一定发展成为科学物理模型^[9],本研究以物理理论为标准,将契合于目前科学家提出的物理光学科学理论的心智模型划分为科学心智模型;将对目前物理光学科学理论理解不完全、不正确导致与其达到部分一致或完全不符的心智模型划分为缺陷心智模型。

1.3 心智模型理解水平的划分标准

学生在头脑中构建不同种类心智模型的根本原因在于对知识产生了不同理解,为了进一步探究学生在何知识点处产生了不同理解和原因,结合 Caleon 评价信心指数原则^[10]和文献^[11]划分心智模型理解水平层次方法深入研究并划分学生的心智模型理解水平,以期获得更有针对性的教学策略。

$$\text{筛选平均信心指数 } \bar{C} = \frac{C_{\text{单选题}} + C_{\text{理由项}}}{2} \geq 50\%$$

的学生作为具备心智模型的研究对象,剔除猜测、缺乏知识的样本,然后结合研究对象作答单选题与理由项的正误情况,划分学生的心智模型理解水平,见表 1。

表 1 Caleon 信心指数评段评价标准

心智模型	理解水平	划分条件		
		作答选项	作答理由	平均信心指数
科学心智模型	正确理解(SU)	答案正确	理由正确	$\geq 50\%$
	局部理解(PU)	答案错误	理由正确	$\geq 50\%$
缺陷心智模型	局部错误理解(PMU)	答案正确	理由错误	$\geq 50\%$
	错误理解(MU)	答案错误	理由错误	$\geq 50\%$

1.4 研究工具编制

本研究使用的工具为基于大学光学课程培养计划、教学进度和研究目的编制的五阶段式诊断测验问卷,如表 2 所示。在光的干涉的一级维度下,设计杨氏双缝干涉、等厚干涉和等倾干涉 3 个二级维度。其中,杨氏双缝干涉实验精妙地展示了光的波动性质和干涉理论,利于学生深入理解光的本质。因此,本文以杨氏双缝干涉为研究对象,测评和分析学生对光的干涉的理解。首先根据光的干涉模块的培养目标和知识点设计选择项,并提供信心指数轴收集学生对答案的信任程度(评价范围 0~100%,代表完全猜测~十分肯

定),以上内容构成诊断测试第一、二阶段;整理学生完成光的干涉模块作业的不同作答并设计为理由项,如所给 4 个理由项并未契合学生认知,则提供其他项给学生补充理由,由此形成诊断测试第三阶段;询问学生是否需要更改之前的单选作答,如需要则填写新的答案,如不需要则直接进入下一步,此部分为诊断测试第四阶段;提供信心指数轴收集学生对理由的信任程度(同第一、二阶段),形成诊断测试第五阶段。融合光的干涉知识和心理学领域的信心指数考查学生光的干涉心智模型建构情况,借此探查学习光学和心理状态、认知角度和结构化程度等。

表 2 五阶段式诊断测验问卷双向细目表

一级维度	二级维度	三级维度	心智模型编号
光的干涉	杨氏双缝干涉	干涉图样条纹间距变化条件	A1
		干涉图样条纹宽度变化条件	A2
		干涉图样条纹可见度变化条件	A3
		干涉图样条纹位置移动条件	A4

1.5 研究样本情况

本研究使用的心智模型数据由学习大学光学课程的物理学本科师范生提供,已有研究表明本科生被期望比其他学生更有能力运行自身心智模型^[12],并拥有更多样的心智模型^[13].大学光学课程的主要内容是光学史、光的干涉、衍射光栅的应用、光的偏振现象及应用、几何光学基本原理等.教师以专题讲座开展光学知识的理论教学(每周 2 h).此外,学生每周还需轮流参与不同主题的普通物理实验课程,不仅涉及光学主题还包括力学、电学、磁学等主题.因此部分学生在学习了光学理论知识后才经历对应光学实验知识的学习.

重点关注了 61 名本科生(25 名男生和 36 名

女生),因为这些学生在经历光学实验学习前后都有效参与了调查测试.在参与第一次调查测试前,学生已经完成了光的干涉理论必修内容,但尚未积累相关实验经验.在第二次调查测试开始前,学生基于已经积累的理论知识和实验经验构建并发展了光的干涉心智模型.

2 结果与分析

2.1 杨氏双缝干涉图样特点心智模型发展结果

双缝干涉的条纹分布特点主要受光的波长、双缝间距、双缝到屏幕的间距、介质折射率等的影响.研究发现,学生的双缝干涉图样特点心智模型主要有 17 种,如表 3 所示.

表 3 学生的杨氏双缝干涉图样特点心智模型类型

编号	类型	心智模型具体特征	前测占比	后测占比	
A1	科学模型	在干涉实验中,根据光的干涉条纹间距与波长的关系 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可得出: 1)当实验装置不移动,光的波长 λ 越大,相邻亮或暗条纹间距 Δx 越大; 2)当光的波长 λ 一定时,双缝间距 d 越小,相邻亮或暗条纹间距 Δx 越大; 3)当光的波长 λ 一定时,双缝到屏间距 L 越大,相邻亮或暗条纹间距 Δx 越大;逐渐增加光源狭缝的宽度,干涉条纹会逐渐模糊,最后完全消失.	45.90%	55.74%	
		缺陷模型	1)在干涉实验中,双缝到屏间距 L 越小,相邻亮或暗条纹间距 Δx 越大.	32.79%	22.95%
			2)在干涉实验中,用不透明材料覆盖 1 个狭缝,相邻亮或暗条纹间距越大. 3)在干涉实验中,增加光源狭缝的宽度,相邻亮或暗条纹间距 Δx 越大.	4.92%	4.92%
A2	科学模型	在干涉实验中,曝光时间越长,光的波动性越明显,反之粒子性越明显.	27.87%	63.93%	
	缺陷模型	1)在干涉实验中,双缝间距 d 越大,光的波动性越明显.	24.59%	14.75%	
		2)在干涉实验中,双缝到屏间距 L 越小,光的波动性越明显. 3)在干涉实验中,狭缝宽度越小,光的波动性越明显.	19.67%	8.20%	
A3	科学模型	在干涉实验中,逐渐增加光源波长范围(扩束),干涉条纹可见度会逐渐降低;在干涉实验中,光源上下移动,干涉条纹上下移动.	80.33%	85.25%	
	缺陷模型	1)在干涉实验中,光源左右移动,干涉条纹可见度会逐渐降低. 2)在干涉实验中,减小光源波长,干涉条纹可见度会逐渐降低.	8.20%	4.92%	
A4	科学模型	在干涉实验中,用透明材料覆盖其中一个狭缝,通过这条缝隙的光在材料中的波长比在空气中的短,导致光程变短,为保证光程差为零,则干涉条纹会移动(盖住下狭缝则上移,反之下移).	70.49%	78.69%	
		1)在干涉实验中,双缝间距 d 越大,相邻亮或暗条纹间距 Δx 越大.	8.20%	4.92%	
	缺陷模型	2)在干涉实验中,双缝到屏间距 L 越小,相邻亮或暗条纹间距 Δx 越大. 3)在干涉实验中,增加光源狭缝的宽度,相邻亮或暗条纹间距 Δx 越大.	18.03%	9.84%	

结合五阶段式测试卷发现,学生在参与本次研究测试前未经历双缝干涉实验,但仍有超过75%的学生能够明确在双缝干涉实验中如何调整操作可影响干涉条纹的可见度和位置,说明学生对这部分知识的掌握程度较扎实和稳定.同时学生理解了双缝干涉的条纹间距和波长的关系,但48.44%的学生仍局限于公式记忆和数学计算,并未完全掌握其物理原理.而且,学生对于“感光底片”这一实验元件的理解偏差影响了对双缝干涉图样特点心智模型的构建,导致67.91%的学生构建了缺陷模型,主要原因是按照教学计划其将在现场实验时被强调,在理论教授时并未被重点关注,导致学生暂时未掌握其作用效果.

2.2 光的干涉图样特点心智模型理解水平发展结果

据五段式问卷可知作答相同的学生存在持有不同理由和不同信心指数情况,说明学生在头脑中构建的心智模型理解水平仍参差不齐.因此,依据心智模型理解水平划分标准分析学生的光的干涉心智模型理解水平,结果如图2所示.研究发现在光的干涉整体知识模块,学生的心智模型理解层次能够达到SU水平的平均占比为44.09%,理解水平一般.其中,学生对于双缝干涉的可见度变化条件(A3模型)掌握较好,SU水

平的占比达到68.75%.另外,学生对于双缝干涉条纹宽度变化条件(A2模型)掌握程度较差,有71.79%的学生呈现的结果为答案错误且理由错误的MU水平.研究表明学生此处主要存在的缺陷心智模型有:a.不能灵活地理解和应用杨氏双缝干涉中光的波动性和粒子性对于图样可见度的影响;b.不清楚双缝干涉原理的本质,仅仅理解记忆字面意义,认为其形成的干涉图样只与两条狭缝有关,但干涉图样还与曝光时间、光源波段范围有关;c.未将直接观察的结果与双缝干涉原理结合思考,并不理解相邻亮暗条纹的间距的变化原理.

整体来看,在实验干预后学生光的干涉测试总成绩都有所提升并且心智模型都更加完善.利用配对样本 t 检验分析学生表现具体提升程度,结果显示学生的总成绩、理由项、信心水平、心智模型和心智模型理解水平在实验干预前后皆呈现显著差异,如表4所示.说明参与实验促进了学生的光的干涉心智模型理解水平向正确理解水平发展,且程度显著.同时在实验干预后学生的总成绩、理由项和信心水平也呈现显著提升.因此实施光的干涉相关实验干预不仅有益于学生发展科学心智模型,而且有助于提升应用心智模型解决物理问题的能力.

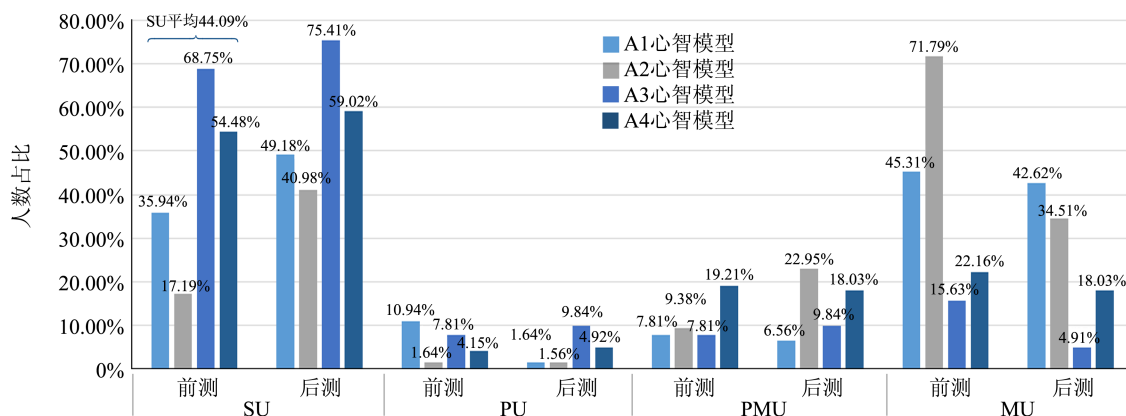


图2 光的干涉心智模型理解水平

表4 学生光的干涉测试表现配对样本 t 检验结果

构建模型	学生表现			
	前测	后测	t	p
总成绩	3.97±0.16	5.31±0.17	11.091	<0.01
理由项正确水平	3.75±0.22	4.95±0.22	5.559	<0.01
信心水平	0.59±0.27	0.67±0.27	3.822	<0.01
心智模型水平	2.44±0.08	2.90±0.08	6.245	<0.01
心智模型理解水平	1.79±0.10	2.33±0.12	5.231	<0.01

2.3 光的干涉心智模型的影响因素分析

学生在五阶段式测试卷中的作答情况直观反映了心智模型的构建程度,包括学生作答选项、理由项、信心水平,在学习光的干涉知识过程中,三者与学生在头脑中构建的心智模型和理解水平密切相关,因此采用皮尔逊相关分析方法分析作答情况与心智模型的相关关系。

据表5可知,学生作答选项成绩分别与理由项、心智模型、心智模型理解水平存在显著相关关系,表明在学生运用头脑中建构的心智模型进行作答时,作答结果正确学生建构的心智模型越科学,支撑学生作答此选项时的理由越科学,对该心智模型的理解水平也越高,而且在实验干预之后相关程度提高,结合前文结果可知学生经历光的干涉实验学习后,加强了光的干涉知识的理解,完善了原有缺陷心智模型的构建或加强了科学心智

模型的应用,不仅提高了测试总成绩,而且促进了学生物理学习信心水平的提高。

理由项与心智模型、心智模型理解水平、信心水平的相关分析结果同样呈现显著相关性。值得注意的是,在前测中学生作答的理由项正确率与信心水平并不存在相关关系($r=0.227, p>0.05$),然而经历了实验学习后在置信水平为95%的情况下二者呈现出显著相关关系($r=0.338^{**}, p<0.01$)。说明学生经历实验学习后,更加明确如何及为何进行某实验操作能够获取某实验结果,而不仅是记忆教师教授的实验结果和步骤,因此在运用头脑中建构的心智模型参与后测时,认知的理由项越正确,学生作答得越坚定、总成绩越高,心智模型越完善和稳定,并对心智模型的理解水平也越灵活和深入,向科学心智模型转化程度越高。

表5 学生在光的干涉测试中作答总成绩、理由项、心智模型和心智模型理解水平的相关关系结果

测试项目	相关性结果	相关系数				
		总成绩	理由项	心智模型水平	心智模型理解水平	信心水平
前测	总成绩	—	0.519 ^{**}	0.627 ^{**}	0.594 ^{**}	0.313 ^{**}
	理由项	0.519 ^{**}	—	0.848 ^{**}	0.619 ^{**}	0.227
后测	总成绩	—	0.618 ^{**}	0.712 ^{**}	0.650 ^{**}	0.326 ^{**}
	理由项	0.618 ^{**}	—	0.866 ^{**}	0.624 ^{**}	0.338 ^{**}

注: * < 0.05, ** < 0.01, *** < 0.001

3 基于心智模型的光的干涉教学模式与教学建议

采用五阶段测试卷测评学生光的干涉心智模型发现:

1) 学生整体对于光的干涉心智模型理解水平一般,对于杨氏双缝干涉图样变化规律构建的心智模型相对稳定和灵活;

2) 学生建构的心智模型具有多样性,不同学生对于同一光学知识建构了不同的心智模型,并且建构过程更关注如何记忆而不是掌握本质;

3) 学生解释实验操作获得的干涉图样变化时运用的心智模型达到局部理解和正确理解水平的学生占比较高,但解释真实生活情境中的干涉图样特点时表现出较低理解水平,在参与实验教学后有所提升,然而提升程度和理解水平仍略低于解释实验干涉光谱图样变化的表现。

从心智模型的视角针对以上研究结果提出3

点教学建议。

3.1 “巧设思维冲突”助推心智模型发展

学生在学习新知识前总是凭借自己已有的经验知识来理解和解释世界的,在此基础上建立的心智模型水平参差不齐,因此需要先设计思维冲突使学生的心智模型显露,利用科学物理现象与学生的经验认知产生思维碰撞,让学生通过分析证据认同科学物理知识,再在体验物理知识的建立过程后加工修补原有的心智模型,最后通过解释冲突产生的原因掌握物理本质,进而实现心智模型科学发展。例如在开展以杨氏双缝干涉为主题的课堂教学时,可以先让学生回忆阳光穿过百叶窗的缝隙在地面形成的图案,再引导学生思考将百叶窗的缝隙变小、缝隙数量变少时阳光穿过缝隙在地面形成的图案,使得学生头脑中“光穿过1条缝隙产生1条对应条纹”的常识与单色光穿过双缝呈现“等间距且明暗相间条纹”的实验结果产生认知冲突,从而明确双缝实验的具体物理原

理、实验条件等,激发学习兴趣,重新组织知识结构,发展高阶思维。

3.2 “引入真实情境”助推心智模型发展

杜威认为应以学生的经验和活动为起点开展教学,在生活中许多实际现象和问题与物理学有关,转化真实生活经历和经验为课堂教学媒介,加强学生的实验学习与理论理解的结合力度,有益于学生对于知识本质、物理原理的深入理解,提高心智模型理解水平。因此融合生活中丰富的真实情境进行教学,在教学中加入“烟火味”,让学生将物理知识与生活实际联系起来,感受物理知识是解决实际问题的有效工具,更能促进学生心智模型的发展。例如在开展薄膜干涉教学时,可以展示生活中阳光照在漂浮在水面的油膜上出现彩虹条纹的现象,让学生以清晰解释该现象为目标进行理论和实验学习,从而让学生的心智模型与真实情境相互作用,进而加强学生理论应用于实际的能力。

3.3 “融合物理学史”助推心智模型发展

物理教学应重视物理学的发展历程,融合物理学动态发展过程中的科学家典故、知识演变历程等,让学生体验物理知识的实际建立过程,意识到物理知识是需要不断完善的,帮助学生的心智模型发展为科学心智模型。例如在详细讲解杨氏双缝干涉知识点前,先介绍开展双缝干涉实验的物理学家托马斯·杨:托马斯·杨涉猎广泛,精通力学、数学,还热爱艺术,但他最大的贡献还是在波动光学领域,他最先测量 7 种光的波长并建立三原色原理,奠定了他对于物理光学领域的开拓性地位。不仅如此,1801 年他进行了著名的杨氏双缝实验,证明光以波动形式存在并具有干涉的性质。二十世纪初,物理学家将杨氏双缝实验结果和爱因斯坦的光量子假说结合,提出了光的波粒二象性,真正推动了物理光学的发展,该实验也被评为最美物理实验之一。借物理学史拓展学生物理视野的同时,帮助学生完善已有的物理知识结构并加深对物理学科的认知深度,助力学生的心智模型发展为科学心智模型。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020.
- [2] 张丙香,毕华林. 中学生科学概念心智模型的理论研究综述[J]. 化学教学,2017(10):6-11.
- [3] AMBROSE B S. Investigation of student understanding of the wave-like properties of light and matter [D]. Washington: University of Washington, 1999.
- [4] WOSILAIT K. Research as a guide for the development of tutorials to improve student understanding geometrical and physical optics [D]. Washington: University of Washington, 1996.
- [5] WOSILAIT K, HERON P R L, SHAFFER P S, et al. Addressing student difficulties in applying a wave model to the interference and diffraction of light [J]. American Journal of Physics, 1999, 67(7):5-15.
- [6] SUSAC A, PLANINIC M, BUBIC A, et al. Effect of students' investigative experiments on students' recognition of interference and diffraction patterns: An eye-tracking study [J]. Physical Review Physics Education Research, 2021,17(1):010110-15.
- [7] 吕晓俊. 心智模型的阐释:结构、过程与影响[M]. 上海:上海人民出版社,2007:3-7.
- [8] BUCKLEY B C, BOULTER C J. Investigating the role of representations and expressed models in building mental models [C]//Developing models in science education. Springer, Dordrecht, 2000:119-135.
- [9] VOSNIADOU S. Universal and culture-specific properties of children's mental models of the earth [C]//Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture. Cambridge: Cambridge University Press, 1994:412-430.
- [10] 颜世坤. 高中生化学概念相异构想探查及转化 [D]. 大连:辽宁师范大学,2021.
- [11] 徐洋洋,周青,陈晓娜,等. 高中生化学键心智模型的测查[J]. 中学化学,2018(5):1-5.
- [12] BORGES A T, GILBERT J K. Mental models of electricity [J]. International Journal of Science Education, 1999,21(1):95-117.
- [13] CHIOU G L, ANDERSON O R. A study of undergraduate physics students' understanding of heat conduction based on mental model theory and an ontology-process analysis [J]. Science Education, 2010,94(5):825-854.

(下转 53 页)

- ence & Applications, 2022,11(7):1344-1365.
- [10] CRAWFORD G P, EAKIN J N, RADCLIFFE M D, et al. Liquid-crystal diffraction gratings using polarization holography alignment techniques [J]. Journal of Applied Physics, 2005,98 (12):123102.
- [11] NIKOLOVA L, TODOROV T. Diffraction efficiency and selectivity of polarization holographic recording [J]. Optica Acta International Journal of Optics, 1984,31(5):579-588.

Preparation of Pancharatnam-Berry phase grating based on polarization holography

GUO Sanyu, REN Xuechang, LU Qinghong

(College of Physical Science and Technology, Xiamen University, Xiamen 361000, China)

Abstract: Pancharatnam-Berry (PB) phase grating not only has the unique property of being sensitive to the polarization direction of incident light, but also has a wide response bandwidth and a high single-stage diffraction efficiency. The liquid crystal technology based on polarization holographic recording was adopted, the photosensitive azo dye SD-1 was spin coated on a single conductive ITO glass substrate, the orientation layer with periodic rotation pattern of polarization could be obtained after exposure. Based on FDTD simulation, a preparation scheme for PB phase grating was designed and an experimental setup was built. The detection optical path of PB phase grating diffraction efficiency was designed to verify its efficient single-stage diffraction. It was verified by constructing a circularly polarized light detecting path that the characteristic of PB phase grating have changed the rotation of incident circularly polarized light.

Key words: PB phase grating; polarization holography; liquid crystal [编辑:任德香]

(上接 42 页)

Research on the evaluation of college students' optical cognitive development based on mental model

JIANG Lexin, ZHOU Shaona

(School of Physics, South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: Physical models are important thinking methods in physics learning. Exploring the structure and characteristics of students' mental models can improve the effectiveness of constructing physics models. In this study, the five-stage diagnostic test method was introduced to evaluate the light interference mental model of undergraduates majoring in physics, and the corresponding mental model understanding level was refined to deeply study the students' professional quality. The results showed that the understanding level of undergraduates' light interference mental model was quite different and the degree of mental model construction was incomplete. There were 6 types of scientific mental models and 11 types of non-scientific mental models. However, the non-scientific mental model had the trend of developing into a scientific mental model after the intervention of the light interference experiment. The more flexible understanding level of the mental model was, the stronger the confidence was, which was positively correlated.

Key words: interference of light; mental model; physical experiment; evaluation [编辑:郭伟]