

doi:10.16104/j.issn.1673-1891.2022.02.020

# 基于 CDIO 理念的物流系统分析课程学习效果评价探析

程浩,傅勉

(安徽新华学院商学院,安徽合肥 230038)

**摘要:**为适应应用型大学物流专业人才培养要求,系统探讨课程学习效果评价机制意义重大。在物流系统分析课程学习效果评价现状的基础上,借鉴 CDIO 理念,以学生的能力提升为主线,从教学实践全生命周期出发选取评价指标,构建课程学习效果评价体系,并在教学实践中运行实施。教学实践表明:上述方法实现了教学全过程的综合评价,促进了学生的能力提升和学习效果的持续改进。

**关键词:**学习效果;CDIO 思想;评价体系

**中图分类号:**F250-4;G642.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2022)02-0102-07

## Analysis on the Evaluation of Curriculum Learning Effect of Logistics System Analysis Based on CDIO Concept

CHENG Hao, FU Mian

(Business School, AnHui XinHua University, Hefei, Anhui 230038, China)

**Abstract:** In order to meet the requirements on logistics professional talents training in application-oriented university, the evaluation mechanism of the curriculum learning effect should be systematically discussed. Based on the analysis of the current situation of the evaluation of the curriculum learning effect of the Logistics System Analysis, the CDIO concept is used for reference, the improvement of students' ability is taken as the main line, and the evaluation indicators are selected from the whole life cycle of teaching practice. The evaluation system of the curriculum learning effect is constructed and implemented in teaching practice. The teaching practice shows that the above method achieves the comprehensive evaluation of the whole teaching process by promoting students' abilities and learning effects.

**Keywords:** learning effect; CDIO concept; evaluation system

### 0 引言

物流系统分析课程是物流类专业的一门专业核心课程,以物流系统的整体最优为目标,从全局来探讨物流系统的组织设计、网络规划、系统评价等问题,具有突出的应用性、实践性、工程性等特点。因此,在物流系统分析课程的教学实践中必须依据物流专业工程人才培养需求,科学合理地衡量和评价学生课程学习效果,促进学生工程实践能力的提升。如何适应应用型大学物流专业人才培养要求,构建科学的课程学习效果评价体系就成为一个亟待解决的问题。

### 1 课程学习效果评价现状

要提高物流专业课程学习质量,就要对影响课程学习的整个环节进行设计、监测和改进。课程学习效果评价是课程设置链的末端,也是课程教学过程中最重要的环节之一,对课程教学起着“指挥棒”的作用,直接影响学生学习的积极性和人才培养的质量,是当前教学改革的重点和难点问题。目前,在课程的学习效果评价中还存在以下问题。

#### 1.1 评价体系不健全

课程学习效果评价体系必须依据课程教学目标,结合课程教学的现实状况来系统规划。目前,

收稿日期:2021-12-13

基金项目:安徽省教育厅高校人文社会科学重点研究项目(SK2019A0728);安徽新华学院质量工程项目(2018jy001);安徽新华学院高层次人才科研项目(2017kyqd11)。

作者简介:程浩(1976—),男,湖北云梦人,副教授,博士,研究方向:物流系统分析。

课程教学中还缺乏系统完整的学习效果评价体系。一是对学习效果评价体系的本质和规律认识不全面,未能从课程学习全生命周期系统来构建学习效果评价体系,使得理论教学和能力的培养无法有效结合。二是评价机制较为单一,主要体现在评价功能上过于强调结果认定,忽视过程培育,使得学生以考试成绩为中心进行学习,难以形成正确的学习观。在评价主体上以学校和教师为主,忽视了学生的主体参与,未能充分调动学生的积极性。学生学习的自主性不高,学生知识建构和自我教育能力的培养无法有效发挥。

### 1.2 评价内容不科学

制定评价内容时必须力求科学严谨,并通过完善的评价指标体系来细化,明确地体现评价目标。目前课程的学习效果评价内容还比较模糊笼统,没有以学生的能力提升为主线来设计评价内容,未能有效处理好学习实践活动和学生素质提升之间的关系。单从 1 个方面来评价学习效果,难以科学地考查教学效果的整体状况。在评价内容上,理论课以考试为主,实践课以实验报告为主。尽管在考试形式上不断进行多样化改革,但考试内容和方式仍然偏重知识考核忽视能力评价,偏重课堂教学忽视课外实践,不能准确地体现评价要求。

### 1.3 未能发挥学习评价的激励效应

学习效果评价应始终围绕评价目标,促进学生能力素质的提升。学习效果的评价不是最终目的,促进学生能力的提升才是最终目标。学习活动不是一成不变的,它随着时代的发展动态变化,难免

会受到各种因素的影响而出现新情况、新问题。而现有的学习效果评价忽视了对评价过程的管理,未能在长期的教学环节中通过追踪、反馈来关注学习效果的动态发展和实际效益,未能发挥学习评价的诊断、反馈和激励效应,难以真实准确地评价学习的成效,难以达成学习效果的持续改进。

## 2 CDIO 模式下课程学习效果评价思路

CDIO 代表构思 (Conceive)、设计 (Design)、实现 (Implement) 和运作 (Operate), 它的教育理念是以系统和项目运行过程的全生命周期为载体,利用对系统的构思和人才培养的设计,以学生的知识技术、团队工作能力和系统工程能力培养为目标,通过贯穿整个运行周期的创新实践训练,让学生以主动的、实践的方式获取工程学习能力。

课程以工程教育思想为指导,采用 CDIO 模式,从学习效果实现的全过程来构建物流系统分析课程学习效果评价体系。总体研究思路如图 1 所示。图 1 展示了运用工程教育的 CDIO 模式构建学习效果评价体系的 4 个阶段。“构思”是借鉴产品开发与项目管理的工程理念对物流系统分析课程学习效果的再认识,概括和描述学习效果的结构体系。“设计”则包括评价对象、评价主体、评价方法和评价指标等评价要素的设计过程。“实现”则体现了学习效果评价过程的设计和管理。“运作”则是对学习效果评价全生命周期过程的反思,形成个性化的评价报告,通过反馈和改进达到最终的评价目标。

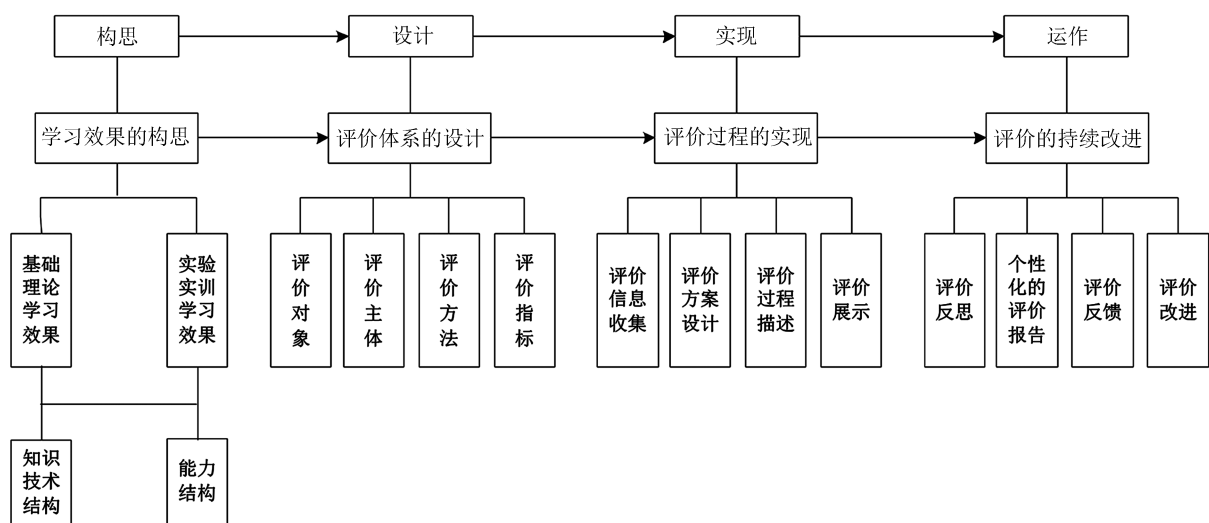


图 1 总体研究思路

### 3 CDIO 模式下课程学习效果评价体系的构建

#### 3.1 评价体系的构建原则

##### 3.1.1 系统构建全程监控的评价体系

基于 CDIO 模式,借鉴产品的全生命周期来全面分析物流系统分析课程学习过程,以学生的能力提升为主线,通过对学习效果的构思、学习效果评价体系的设计、学习效果评价过程的实现和学习效果评价的持续改进来构建课程学习效果评价体系,在课程学习过程的全阶段对学习效果进行设计、监控、评价和改进。

##### 3.1.2 突出学习效果和实践能力的评价内容

从学习效果的目标上看,应用知识的技能与综合实践的能力这 2 方面是最核心的。因此在评价内容上,按照能力大纲要求突出对工程实践能力的评价,在课程学习全过程的每一个阶段设计相应的能力指标。在实践中,以项目课题为牵引,引导学生在掌握基本理论和方法的基础上自我选择课题,组建研究团队,协力合作,开展研究,形成相应研究成果,从而评价课程学习中知识技能和实践能力所能达到的程度,并通过团队之间相互汇报、互评、交流,完成相应评价报告,反映学习后产生的能力变化。

##### 3.1.3 强调学习效果的持续改进,发挥评价的激励效应

评价过程结束后,通过对学习效果全过程的细节反思,进一步优化评价结论,形成个性化的评价报告,并及时反馈给教师、学校,促使相关人员持续改进,使得学生能够明确自身能力优长,激励学生更好地自主学习,促进知识内化和能力提升。

#### 3.2 评价体系的构建

##### 3.2.1 学习效果的构思

要对物流系统分析课程学习效果进行评价,首先必须明确课程学习效果的内容。物流系统分析课程学习效果要以物流类课程教学体系为依据,以教学目标和大纲为中心,以能力发展为内容开展构思。

物流系统分析课程的教学目的是使学生掌握物流系统分析的基础理论,培养学生解决物流系统设计与实施的实践问题的能力,重点突出运用基本原理和方法对物流系统进行规划与设计的能力培养。

1) 课程基础理论的学习效果。基础理论教学的主要任务是构建学生的理论体系,为学生解决实

际问题奠定基础。学生要学习物流系统的基础理论与方法,构建完整的物流系统逻辑体系,掌握物流系统设计的基本原理和基本的工程技术能力。因此,学习效果主要关注学生专业技术基础知识的掌握、提出问题分析问题的能力以及基于工程思维的学习策略和个性化的自我认知能力。

2) 课程实践的学习效果。课程实践要依据学生能力发展和复杂程度分为各种层次,要按照不同层次和阶段区分学习效果。如在课程设计部分,结合基础理论,以工程教育项目制学习为主线,每一个设计项目针对某一个实际物流问题,培养学生的设计专业技能。在项目实施中,针对具体工程实践问题,学生要以解决问题为驱动,主动参与项目的全生命周期运行过程。因此,从项目学习来衡量学习效果,重点要关注学生的综合素质能力的提高。但从项目实施的各个阶段分析,由于各阶段关注点不同,团队分工也有差异,学生应用知识的重点也各有特点,此时学习效果只需关注诸如收集处理信息能力、设计能力或协作能力等某一项或某几项学习效果。

因此,依据课程教学体系和能力大纲要求,结合 CDIO 大纲的人才培养标准,探讨 CDIO 模式下物流系统分析课程学习效果能力结构,确定课程的教学目标,具体如表 1 所示。

##### 3.2.2 评价体系的设计

1) 评价对象。对基础理论等环节的学习,以学生的个体学习活动为主,此时评价对象主要是学生个人。在课程实践环节,主要是以团队活动为主,团队组成、项目组织、设计、展示及评价和改进的每次活动都是团队行为,此时评价对象是团队和个人,不仅评价团队学习效果,更重要的是评价团队合作完成学习过程中个人所展现的学习能力、组织领导能力、协作和交流能力以及创新思维等。

2) 评价主体。评价主体并非单独由教师来承担,而是根据课程学习的目标和要求,在不同阶段由教师、学校、学生、社会等多方同时参与。基础理论环节以教师为主,课程实践可由学校、社会和指导教师为主,以学生为辅参与评价,具体工作可通过教师、学校、社会参与方和学生(本年级或高年级)共同组成的评价小组来完成。

3) 评价方法。根据课程学习的类型和特点,采取灵活多样的评价方法。基础理论的评价以传统的教学评价(练习、测验、考试等)为主,相应的学习记录、平时作业、课程反思等为辅。课程实践采用工程教育思想理念,从教学全过程出发通过书面



表1 物流系统分析课程学习效果能力指标描述

学习效果	能力指标	能力描述	教学目标
技术知识	学科基础理论	物流专业的相关基础理论与方法	能运用物流专业和课程的基础理论知识进行原理分析
	课程核心技术理论	物流系统分析与设计的基本原理与技术	
能力素质	学习态度	以端正的学习态度、饱满的学习热情投入学习	
	自主学习	查询资料文献、调研认知、获取知识、主动学习等	能够根据物流系统的现实需求,构建系统分析模型,运用技术方法解决具体问题
	发现分析问题解决问题	独立思考、分析问题、明确解决方案、提出建议意见等	
	职业素养	认真的工作态度、勇于承担风险的责任感	
团队协作	团队组建	在项目研究中组建团队,设计课题,明确分工、职责和任务	能够组建团队,以团队协作形式共同完成项目的分析与实施,并通过汇报交流启发思维、解决项目研究中的问题
	书面交流	完成研讨和研究报告	
	口头表达	在项目研究中能够相互研讨,通过PPT演示、在线讨论等形式沟通交流	
创新过程	创新思维	基于实践构思、设计、实现和运作的项目全生命周期的创新设计思维	能够在项目研究过程中明确清晰地展示项目生命周期的创新设计全过程

报告(思维能力、写作能力)、汇报表现(表达和交流能力)、方案审查(实践能力)、评价记录(组织领导能力、团队协作能力)等形式进行评价。

4)评价指标。在课程学习效果的构思基础上坚持终结性评价与过程性评价相结合,构建相应的结论性指标和过程性指标。过程评价指标可包括组织领导、团队协作、语言表达等能力结构。结果评价指标可包括获取和分析信息、提出问题和方案设计、报告撰写能力等知识结构和能力结构指标。

### 3.2.3 评价过程的实现

依据构建的评价体系,采用各种多样化的评价方法对学习效果的实施评价。在对学习效果的能力结构进行评价时,借鉴CDIO的思想理念,全面分析教学实践的各个阶段,从过程的角度描述各个阶段

的主要任务、学生获得的学习体验和要求达到的能力指标,针对不同的评价对象,选择相应的评价手段对评价指标进行综合衡量,完成全过程评价。

### 3.2.4 学习效果评价的持续改进

课程学习效果的评价本身不是最终目的,只是达到学习目标的手段。因此,评价结果不是评价过程的最终环节,评价结论的反思和通过评价促进学习效果 and 素质能力的持续改进才是最终目标。评价结束后,要组织教师、学生、学校、企业等相关人员共同构成评价小组对学习效果的构思、评价方法、评价指标和评价过程等课程学习评价的细节进行反思,根据整个评价过程的描述文件和学生个体的表现,对评价方案进行持续改进,形成统一一致又个性化的学习效果评价报告,指导学生更好地开展课程学习和能力提升。

## 4 CDIO 模式下课程学习效果评价指标分析

### 4.1 指标构建原则

#### 4.1.1 定性评价与定量评价相结合

在对实践的不同环节进行评价时,针对评价对象的不同,需要对客体进行较为主观的判断,重点评价在教学实践活动中学生展现出的认识、态度、能力等细节方面的动态表现,但定性指标主观性较强,评价指标复杂,难以界定,需要一套完善的运行机制进行长期规范实践,操作不易。定量指标精确度较高,可操作性较强,能够通过精准的数量关系反映评价的内涵。因此指标选取时需以定性指标为主,定性评价与定量评价相结合,确保评价的客观性和权威性。

#### 4.1.2 过程指标和结果指标相结合

CDIO思想注重从教学实现的全过程来构建评价体系,通过评价的持续改进促使评价目标的实现。实践教学的评价不同于课堂教学的终结性评价,更侧重于实践活动的过程性和学生能力素质的发展性。因此在选取评价指标时必须遵循过程指标和结果指标相结合的原则,在加强对学习效果过程评价的同时通过学生能力提升体现学习实效,二者相互促进,相辅相成。

### 4.2 评价指标体系的构建

通过对课程学习效果评价体系的分析,依据指标体系的构建原则,根据课程教学目标的要求,在对教师、学生、相关企业人员进行调查和访谈的基础上,基于目标分析、过程评价和结果分析的思路,从教学实践全生命周期出发,构建CDIO理念下物流系统分析课程学习效果评价指标体系,具体如表

2 所示。

表 2 物流系统分析课程学习效果评价指标体系

1 级指标	2 级指标	评价标准
自主学习	学习态度	学习动机与热情
		学习兴趣及参与态度
	学习规划	明确学习目标
		合理安排计划 选择学习策略
	基础知识的掌握	概念原理的理解
		内容框架的把握
技能方法的掌握	实验原理方法的掌握	
	实验工具的熟练操作 实验项目的完成程度	
学习资源利用	课程教学资源的使用程度	
	自主利用学习资源的情况 与教师沟通交流的频率与深度	
实践实训	需求分析	分析系统目标和要求能力
		实践问题分析和提出需求
	实践规划	实践目标设定
		项目设计能力 实践计划安排
	协作意识	服从团队任务分工
		积极参与团队活动
团结合作	分工协作配合默契	
	资源共享交流讨论	
团队贡献	组织领导协调工作	
	认真完成团队任务	
学习成果	理论成绩	练习作业完成情况
		各类理论测试成绩
	成果交流	项目展示
		讨论互评 实践报告
	学习反思	反思报告的规范性
		反思内容的完整性 反思的真实深刻程度
评价文档	评价记录	
	评价报告	

## 5 CDIO 模式下课程学习效果评价实现过程

在课程教学实施过程中,借鉴 CDIO 思想,根据课程教学目标和内容框架体系,按照工程教育基于构思、设计、实现和运作的项目全生命周期设计思想建构细分项目模块,采用项目化教学模式重新设计教学内容和评价体系,将 CDIO 理念贯穿到整个教学过程的各个教学环节中。具体教学项目内容体系如表 3 所示。

表 3 物流系统分析课程学习项目内容体系

序号	项目模块	知识点
1	物流企业系统目标确定	系统目标设置、目标具体化方法、物流系统的 5S 目标、目标冲突、多目标规划等
2	物流企业的系统环境分析	系统环境理论、物流行业环境分析、企业内部物流环境分析、物流环境分析方法
3	区域物流需求预测研究	物流需求量和物流需求结构分析、物流需求预测方法
4	物流企业运营管理分析	物流运营管理理论与方法
5	物流企业业务流程分析与优化	物流业务流程分析与诊断、业务流程优化
6	物流系统网络结构分析	物流系统网络规划、物流节点选址、物流设施规模定位、物流设施平面布局
7	物流企业运输系统分析与优化	物流运输系统规划、运输方式选择、运输线路优化方法
8	物流企业信息系统规划与设计	物流信息系统规划、物流信息系统开发
9	供应链环境下企业物流组织分析	组织原理、组织结构设计、物流组织类型与建设
10	企业物流系统绩效评价分析	物流系统评价原理、评价指标体系、系统评价方法

以物流系统网络结构分析的教学模块为例,探讨 CDIO 模式下物流系统分析课程学习效果评价实施过程。

### 5.1 构思阶段

教师按照课程教学体系将内容框架重构为 10 个项目模块,其中物流系统网络结构分析模块是一项重要内容。构思时,教师选取某市物流园区规划与设计的应用案例,运用构思、设计、实现和运作的理念进行详细分析,使学生明确 CDIO 的思想和项目实施的流程。在此基础上,根据该项目模块涉及的课程学习知识点明确物流园区选址研究和物流园区布局规划等具体的课题项目内容,划分课题项目研究的范围,提供可选的案例背景材料和技术需求。学生自行组建团队,每个团队有 5~6 人,设团队负责人 1 名,负责组织协调项目的完成,在项目研究领域内根据小组成员的特长和关注的物流现状自选相应的课题项目,与教师沟通评估项目实施的可行性。该项目研究的主要目的在于要求学生运

用物流系统网络结构分析的基本原理和方法解决某物流园区的选址和布局规划等实际问题,从而培养学生自主学习和独立思考的能力。

### 5.2 设计阶段

明确项目研究任务后,教师对项目模块涉及的网络规划、节点选址、布局设计等原理方法和重难点问题进行详细讲解,并提出项目设计的总体思路。若项目团队选择的是物流园区布局规划项目,则团队负责人根据布局规划与设计的思路和步骤,将项目研究划分为基本要素分析、物流与非物流分析、相互关系分析、拟定规划方案、方案评价与优化等若干个阶段,在团队中每名成员都要承担各个阶段相应的收集整理数据、布置模型与算法、方案设计、仿真优化、报告撰写、汇报展示等任务。为了保证团队中每个同学都能熟悉掌握项目研究的各个环节,并且能在汇报展示和交流讨论中得到充分锻炼,要求团队合理分工,在不同的项目模块中各成员的角色要进行相互轮换。学生明确分工后,依据构思过程,以小组研讨、提问、辩论等形式开展交流讨论,共同协作设计课题思路,拟定项目实施计划和方案,从而锻炼学生的设计开发和知识应用能力。

### 5.3 实现阶段

项目小组要根据小组分工和项目实施方案自主完成查询整理资料、方案设计、建立模型分析、提出优化建议、撰写报告书、制作汇报展示课件等工作。在项目实施过程中,小组成员要分工协作,加强沟通,取长补短,通力合作,利用系统布置设计方法和仿真软件解决物流园区的布局规划设计问题,在实践中不断提升综合素质。教师提供实验室场地和建模仿真软件等资源和环境,并全程监督项目实施进程,指导学生按项目实施方案开展研究,及时解决发现的问题、解答学生的疑惑。通过项目的实施,锻炼学生的团结协作能力和工程实践能力。

### 5.4 运作阶段

项目实施完成后,各项目小组在完成书面项目报告的基础上,还要制作项目汇报展示课件,采用团队分工确定的主讲人汇报、团队所有人参与答辩等形式开展项目展示交流,汇报项目小组开展项目研究的构思、设计和实现过程以及相应的研究成

果。授课教师邀请其他专业教师和校外专家组成答辩专家组,在汇报交流中引导各项目小组积极提问质疑,活跃讨论气氛,可设置 SLP 方法运用和软件仿真中的困难等问题,鼓励拓宽解决问题的思路。小组汇报答辩后,答辩专家组成员要结合各项目小组完成的设计研讨报告、项目实施方案、研究报告和汇报课件等文档,依据评价指标体系,根据项目的设计和结构是否合理、内容是否充实、资料数据是否可信、方法是否得当、优化建议是否可行、报告是否规范和汇报的质量等方面进行综合评价,并对评价方案提出持续改进意见,形成个性化的学习效果评价报告。通过项目的运作,培养学生工程技术创新思维能力和表达交流能力。具体实施过程如图2所示。

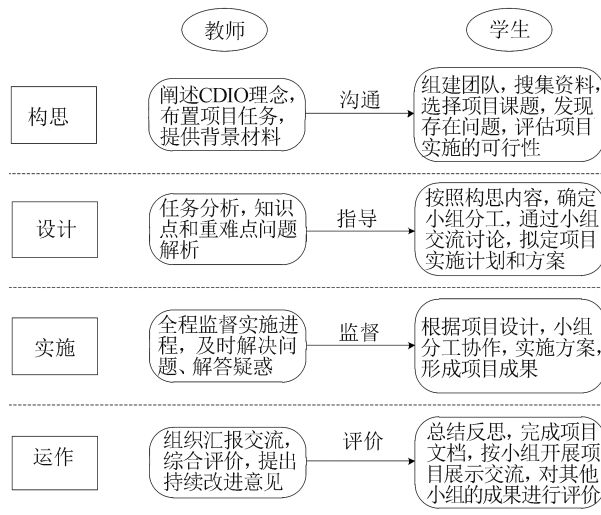


图2 CDIO模式下“物流系统分析”课程教学实施流程

## 6 结语

创新课程学习效果评价体系是现代专业教育对人才培养的客观要求。本研究根据课程教学的总体目标,借鉴CDIO工程教育评价理念,从教学育人的全生命周期出发,不断优化学习效果评价的顶层设计,通过构建物流系统分析课程学习效果评价工作体系,采用项目化教学模式,努力改进教学评价中存在的问题,实现教学全过程的综合评价,充分发挥评价的激励效应,促进学生的能力提升和学习效果的持续改进。

### 参考文献:

- [1] 王世勇,刘龙,董玮.基于TOPCARES-CDIO的学生学习效果评价[J].高等工程教育研究,2014(6):185-190.
- [2] 郭付龙.基于CDIO理念的一体化教学模式在“气压传动”课程教学中应用[J].科技与创新,2020(10):72-73+76.
- [3] 张烈山.测控技术与仪器专业CDIO二级项目课程教学实施及考核评价方法研究[J].教育现代化,2020,7(41):124-127.
- [4] 李小红,常振云,朱旭育.基于OBE-CDIO的多元化课程考核模式研究——以“Java程序设计”课程为例[J].现代信息科



- 技,2020,4(15):179-182.
- [5] 王家琦,李家良,王江徽,等.基于 CDIO 的《物联网医疗开发与实训》项目教学法研究[J].电脑知识与技术,2020,16(11):170-171+173.
- [6] 柴瑞谦,王波,倪受春,等.CDIO 理念下项目化教学模式在汽车设计课程中的应用[J].时代汽车,2020(17):76-78.
- [7] 许斌,马江龙,林思建.CDIO 模式下测控专业的项目驱动式教学改革[J].电气电子教学学报,2020,42(6):41-44.
- [8] 陈嘉清,韦婷婷.基于 CDIO 教育理念的 BIM 工程能力提升研究[J].科技经济导刊,2021,29(3):163-164.
- [9] 林睦纲,赵辉煌,陈坚祯,等.基于 CDIO 理念的《JAVA 网络编程》课程教学模式探讨[J].中国教育信息化,2021(4):45-48.
- [10] 李岚,杜佳,张晓雨,等.基于 CDIO 理念的应用型课程混合式教学改革与研究——以《动态 Web 技术》课程为例[J].兰州文理学院学报(自然科学版),2021,35(1):119-123+128.

(上接第 73 页)

盐源县 2018 年和 2020 年年均雷暴日数较多的地区主要分布于南部边缘地区,包括黄草镇、藤桥乡、树河镇、马鹿乡;2019 年年均雷暴日数较多的地区主要包括盐井镇、黄草镇、大草乡、桃子乡、白乌镇、阿萨乡。2018—2020 年盐源县雷电密度最高主要分布在南部和东部边缘地区,其中以藤桥乡、树河镇、黄草镇、博大乡、阿萨乡、巴折乡为主。

3) 总体来看,凉山州森林火灾高危地区是四川省雷电发生的高频区,雷电活动频繁、森林覆盖面

广,极易导致森林雷击火灾的发生。通过对凉山州森林火灾高危地区的雷电活动规律的研究,后期进一步对雷击火发生的年变化和时空分布进行研究分析的基础上<sup>[10]</sup>,掌握雷电发生的准确性和实时性,提高雷电灾害的预警和及时性,结合我国不断进步的闪电定位技术、区域防雷理论等,可采取有针对性的雷击火灾风险防范和应急管理措施<sup>[11]</sup>,最大程度地降低凉山州森林火灾高危区的雷电灾害风险。

#### 参考文献:

- [1] 王会福,龚立群.秦岭林区雷击火的发生和预防[J].陕西林业科技,2013(5):69-70+72.
- [2] LYNCH J A, HOLLIS J L, HU F S. Climatic and landscape controls of the boreal forest fire regime: Holocene records from Alaska [J]. *Journal of Ecology*, 2004, 92(3): 477-489.
- [3] 蒋岳新,舒立福,王秋华.四川省地震灾区森林火灾特点及防火对策[J].森林防火,2009(1):22-25.
- [4] 唐秀俊,梁芬,顾先锋.雷公山保护区森林火灾防控及对策[J].绿色科技,2016(20):107-109.
- [5] 黄大海.四川凉山 13 个县(市)发布高森林草原火险红色预警[N].川观新闻,2021-03-29.
- [6] 田晓瑞,舒立福,王明玉,等.大兴安岭雷击火时空分布及预报模型[J].林业科学研究,2009,22(1):14-20.
- [7] 江云,熊忠伟.盐源县土壤有效硼、钼含量及影响因素分析[J].四川林业科技,2015,36(1):58-61.
- [8] 唐赞,朱俊儒,周承,等.淮安地区闪电活动时空分布特征分析[J].现代农业科技,2015(8):250-252.
- [9] 李华.黑龙江大兴安岭森林雷击火环境及预测预报[D].北京:中国林业科学研究院,2005.
- [10] 张琨,余海蓉,卜俊伟.四川省雷电灾害风险致灾性评估研究[J].农业灾害研究,2021,11(4):130-131.
- [11] BRABANDER O P, VDOVINA O A, GRISHIN A M, et al. Investigation of the conditions of transition of a surface forest fire to a crown fire [J]. *Combustion, Explosion, and Shock Waves*, 1989, 24(4): 435-440.