

海岛多能互补耦合能量管理及控制研究

■河北地质大学 何新

我国海域广阔,海岛众多,海岛是海洋资源开发、海上活动保障的重要支点。大多数海岛远离大陆电网,过去一直依靠柴油发电机供电,燃料运输成本高,噪声污染严重,碳排放量大,运维成本高。但从另一角度来看,海上风能、波浪能、太阳能等资源丰富,虽然有着随机性、间歇性的特点问题,但也能够为海岛运营提供支持。只需精准预测新能源出力,就可以依靠储能进行动态调节,保证新能源供电的可靠性,值得我们深入探索与实践。

一、海岛多能互补系统建模

海岛多能互补系统是由海上风电、波浪能、光伏、储能、柴油发电机和海岛负荷组成的,运行原则是可再生能源优先消纳、储能双向调节、柴油补偿功率缺额。对线路损耗、电压暂态过程做简化处理,在仿真周期内将设备的充电、放电、发电效率设为常数。在装机约束上风电和波浪能装机比例不低于2:1,光伏和波浪能装机比例不高于1:1,依靠储能和柴油机共同来维持功率平衡。

各个电源建立简化机理模型,柴油发电机为可调度备用电源,输出功率和燃油消耗呈线性关系;风力发电用风机功率曲线分段模型来表示,受空气密度、风速、风轮参数共同影响;波浪能输出功率与波浪资源、能量转换效率有关;光伏发电输出由太阳辐照度、光伏转换效率决定。

储能系统担负平抑波动的任务,储能能量的状态受充放电功率和充放电效率的共同影响,并且设有储能的最大和最小容量限制,防止出现过充或者过放的情况。系统功率平衡逻辑是风、波、光总出力大于负荷需求时,多余部分的功率给储能充电,储能满容量后产生弃电;新能源出力不够时,先用储能放电来弥补

缺口;储能放电达到下限时,启动柴油发电机补足负荷缺额。

二、可再生能源功率预测方法

预测对象有风电、波浪能、光伏发电功率。首先做历史时序数据清洗工作,去除缺失值以及异常值。区分短期和中期两种预测目标,短期对应日内调度,主要是对出力波动的关注;中期对应周、月尺度的能源计划,主要是对周期变化特征的描述。

波浪能用ARIMA时间序列模型来处理非平稳序列,短期使用低阶ARIMA,中期加入季节项得到SARIMA模型,可以捕捉到海况的周期性变化。根据海上风波资源的同源性,用回归模型来模拟风电功率,用波浪能数据来辅助风电趋势估计。光伏发电如果只是用均值预测,不能反映昼夜、季节的变化,必须加入辐照度、天气等外生变量。

用均方误差MSE、平均绝对百分比误差MAPE、决定系数R2来评价预测效果。仿真结果表明,时间序列模型对于短期趋势的拟合效果较好,但是外推到中长期时间尺度上,预测结果趋向于平滑恒定,不能再现海况、气象突变等带来的剧烈波动。主要原因就是只依靠发电历史时序,缺少风速、气压、波高等外部驱动信息的输入。

三、动态储能与协同调度策略

建立系统的供需平衡方程,用以表示负荷、各种电源以及储能之间能量的流动情况。采用规则型能量管理策略,结构清晰。新能源

富余时储能充电,功率不足时储能优先放电,储能达到安全下限时提高柴油发电出力。为了保护电池,设置储能SOC的安全工作区,对充放电功率的增加做爬坡限制,保持系统的保底备用容量。该规则模型可以作为基础框架,后续可以升级成模型预测控制、多目标优化算法,从而达到经济最优调度的目的。

选择柴油发电占比较大比例,储能利用率、供需平衡偏差来作为调度效果的评价指标。仿真结果表明,在基础规则调度下,储能很容易长期保持满容量状态,储能的循环调节能力不能得到充分发挥。储能饱和后,系统不能再吸收新能源富余功率,造成弃能,影响新能源消纳水平。仅仅依靠简单的充放电触发规则是不能充分发挥储能价值的,需要优化储能容量配置、引入滚动调度机制,设定储能目标工作区间来提高储能循环利用效率。

四、分阶段柴油替代情景与仿真分析

以柴油完全承担全部负荷为基准情景,设短期、中期、长期三个阶段的替代途径,不追求一次性全部退出柴油机组。短期完成多能源设备接入,验证多源、储能协同运行;中期提高功率预测精度,改进储能调度控制策略;长期形成以可再生能源为主,储能为调节手段,柴油机只作应急备用的供能模式。

仿真流程是输入负荷、新能源预测功率,执行调度逻辑、更新储能状态、统计柴油占比、消纳水平等指标。仿真结果表明,加入风、波、

光、储系统后,柴油发电量明显减少,在高负荷、海洋新能源资源缺乏的时候,还需要柴油发电机保障供电。负荷以及各个电源出力的统计相关性表明,负荷同柴油出力存在明显的正相关关系,风电同波浪能出力存在正向的相关关系,这说明风、波联合建模是可行的。

五、结论

搭建海岛风、波、光、储、柴多能互补模型,研究功率预测、储能能量管理及传统柴油电源替代途径,得出以下结论。

(一)海上风能、波浪能、光伏出力的波动规律不同,多源协同可以达到时间上出力的互补,但是不能完全满足时变负荷,储能和柴油机组是孤网功率平衡不可或缺的调节单元。

(二)ARIMA时间序列、风、波相关回归适合短期出力预测,但是中长期外推会出现预测平滑化的问题,中期预测需要加入气象、海况外生变量来提高模型对于季节变化、天气突变的响应能力。

(三)在现有模式下,储能很容易长期处于高SOC饱和状态,进而降低储能的利用效率,因此需要设置SOC目标区间,对储能容量进行合理分配,使用滚动调度提高储能循环充放电水平。

(四)海岛能源低碳转型可分阶段进行,不能全部淘汰柴油机组,把柴油电源由主要电源转变为调峰、应急备用的电源,以实现供电可靠性和低碳目标。

课程思政融入高校心理健康教育的实践创新

——生命教育团辅结合定向运动的行动研究

■温州商学院 倪献鸟

立德树人是高校教育的根本任务,国家相继出台课程思政、学生心理健康、学校体育改革等指导文件,明确要求推动心理教育与思政教育同向同行,树立“健康第一”理念,鼓励户外实践融入德育与心理育人,实现身心一体化培育。基于此,本研究以常规室内生命教育团体辅导(以下简称“团辅”)为基础,嵌入定向运动户外体验模块,探索心理健康教育、生命教育、思政教育、健康教育四者深度融合的落地路径。

当前高校育心、立德、健体三类工作存在明显协同短板。传统生命教育团辅局限于室内座谈与纸笔活动,缺少身体实践体验,学生难以体会健康体魄对生命成长的支撑作用;思政教育多采用理论灌输模式,家国情怀、集体主义等宏大叙事脱离学生真实困惑,价值认同浮于表面;心理教师、体育教师、辅导员三类育人主体能力与载体互不联通,缺少统一融合载体。为此,本研究保留经典室内生命教育团辅主体框架,增设定向运动户外拓展项目,补齐身心协同育人短板,实现育心、立德、健体有机统一。

《大学生心理健康教育》课程面向全体在校开设,是隐性思政渗透的优质通识载体,具备三大融合优势。其一,情感共鸣优势:课程紧扣学业、人际、自我成长等痛点,搭配定向运动户外协作与闯关体验,摆脱传统思政说教的生硬感。其二,问题导向优势:通过室内团体分享与户外定向实践,同步完成心理疏导与思想涵养。其三,思维赋能优势:心理认知训练结合定向运动挫折体验,锤炼学生辩证思维与抗逆品格,实现心理成长与价值涵养双向赋能。

一、生命教育对大学生价值观塑造的关键作用

当代大学生长期面临学业、就业竞争与多元思潮冲击,普遍存在生命意义缺失、心理韧性薄弱、社会责任感不足等问题。将生命教育作为心理健康教育核心模块,能够系统引导学生树立正向生命观、人生观与价值观。

(一)唤醒生命意识,培养敬畏之心

室内生命教育团辅依托生命线绘画、生死议题分享等活动,引导学生认清生命独一无二与不可逆转的本质。在定向运动中,学生在识图徒步、长途行进中直观感受身体机能的有限与珍贵,将“生命珍贵”转化为亲身感知,深化敬畏生命的内在自觉。

(二)提升心理韧性,塑造积极抗挫心态

室内生命教育团辅活动设计“人生当铺挫折工作坊”、逆境情景模拟,引导学生重构认知;定向运动设置迷路、体力透支、任务失败等真实逆境场景,实现“室内认知疏导+户外实景磨砺”双重培育。课程调查显示,参与完整生命教育团辅(含定向项目)的学生心理韧性得分更高于仅参与室内活动的对照组。团

(三)培育共情能力,强化青年社会担当
 生命叙事档案制作、校园环保行动等沉浸式活动,帮助学生理解个体与集体的共生联结;定向运动采用小组协作模式,在路线中设置公益主题打卡点位,推动学生将共情转化为服务社会的行动自觉。

(四)突破功利思维,追求高层次生命价值
 生命教育借鉴全人教育理念,通过人生价值辩论赛、生命议题深度探讨,帮助学生区分生存需求与真正的生命价值,缓解内卷带来的心理内耗。定向运动将强身健体纳入人生价值评价体系,帮助学生平衡物质追求、身心健康、家国奉献三者权重,构建均衡、长远的价值追求。

二、课程思政与生命教育团辅的内在关联

生命教育与思政教育育人目标高度统一,可从理念、内容、方法三个维度深度融合。

(一)理念关联:以“人格完善”为纽带,实现思政价值的生命化传承

生命教育与思政教育二者在育人目标上高度统一、相辅相成。一方面,思政教育为生命教育“铸魂”,拓宽生命教育格局。思政元素(如家国情怀、责任担当)的引入,为理解生命价值提供了更广阔的社会和历史视角,引导学生将个人生命与家国建设相连。另一方面,生命教育为思政教育“赋能”,筑牢情感根基。生命教育团辅创设的安全、共情的氛围,以及其对情绪管理、逆境应对、关系修复等能力的培养,恰恰为学生践行思政理念(如奉献、斗争)提供了必需的心理资本和情感能力。同心圆等室内活动通过可视化呈现和分享让学生厘清个人安稳与国泰民安的内在逻辑;定向运动项目让学生生体会全民健康、稳定社会是青年成长的基础保障。

(二)内容关联:以“生命叙事”为载体,实现思政价值的情感化共鸣

思政教育与生命教育的内容并非彼此割裂,而是可以通过“生命叙事”实现深度融合。一是思政内容的多元化转译。生命教育团辅活动依托黄文秀、戍边英雄等案例开展小组讨论;定向运动路线设置轻量化主题打卡点,融入全民健身、生态保护、青年使命等思政主题。二是生命经验的思政化升华。教师对学生成长困惑进行正向引导,完成价值升华;定向途中延伸“青年强身报国”内涵,实现个人生命感悟与时代叙事的互通。分享运动、健康相关经历,进一步延伸“青年强身报国”的思政内涵,形成内容互补。

(三)方法关联:以“团体动力”为场域,实现思政教育的体验式内化

生命教育团辅活动特有的团体动力,让学生在安全的氛围中通过亲身实践和感受促进了思政元素的体验式内化和行为化塑造。团

体辅导改变思政教育单向讲授模式,学习模式从“被动听道理”转向“亲身悟道理”,室内绘画、角色扮演搭配户外定向闯关,多层次完成价值内化;成长模式从“个体独自学习”转向“集体共建共生”,生动诠释个体与集体相互成就的逻辑。

三、课程思政融入生命教育团辅的实践创新路径

本研究依托《大学生心理健康教育》课程,搭建“室内生命教育团辅为主体、校园定向运动为特色拓展”的融合教学体系,形成“双目标分层设计、多元沉浸式体验、全过程多维评价”一体化实践路径,打通育心、立德、健体的内在关联,实现课程思政在生命教育团辅中的润物无声、落地生根。

(一)教学目标双向分层融合

生命教育团辅同步设定心理与思政双线育人目标。在心理发展目标层面,依托生命之花、挫折模拟、定向越野等多元体验,引导学生建立完整生命认知,提升生命意义感,增强心理韧性,培育共情与互助意识。在课程思政目标层面,全系列活动贯穿价值引领主线:基础层培育学生敬畏生命、友善包容的品格;中间层依托榜样分享与定向运动打卡增强文化自信与国家认同;高阶层引导学生将个人生命理想融入共同富裕、民族复兴大局,在定向团队任务、课后公益实践中感悟艰苦奋斗、服务奉献的时代内涵,明晰新时代青年肩负的社会责任与使命担当。定向运动以户外寻路隐喻生命旅程,搭配主题打卡与协作闯关,具象落地上述双重育人目标,推动心理成长与价值塑造同步达成。

(二)教学方法多元隐性渗透

生命教育团辅综合运用艺术创作、情景模拟、叙事思辨、户外实践、课后延伸五类沉浸式教学手段,将课程思政与“健康第一”理念无痕融入各类活动,同步达成育心与立德目标。一是艺术表达创作法。借助纸杯自画像、落叶重生、蒙眼绘画等创作活动搭配小组分享交流,自然传递自爱包容观念,夯实心理接纳基础。二是情景模拟与挫折体验法。通过“TA的一生”“定向闯关”等场景,让学生在共渡难关中锤炼心理韧性与奋斗精神。三是叙事思辨研讨法。结合榜样分享、《耀的礼物》共读、定向思辨题卡,厚植家国情怀与青年担当。四是户外具身体验法。以定向运动中的结伴寻路、协同闯关等具身体验落实“健康第一”理念,在动态协作中深化信任与奉献意识。五是课后长效实践延伸法。设置种子观察、五感体验等课后任务,联动志愿服务推动生命观、价值观落地为长期自觉行动,持续延伸育人效果。

(三)评价体系多维全程重构
 摒弃单一心得式评价,整合定量测量、质

性报告、行为观测三类评价方式,构建覆盖心理、健康、思政的全过程综合评价体系。一是量化量表增值评价。活动前后施测生命意义感、心理韧性等量表,记录定向运动完成时长、团队推进效率等数据,量化学生行动力与协作水平。二是主观质性报告评价。结合生命创作手稿、种子观察记录、定向闭环思辨问卷、生命随笔等材料,研判健康自律、奉献担当等价值内化程度。三是思政行为过程评价。重点观测分工担当、帮扶同伴、理性化解分歧等行为,综合评估学生集体观念与责任意识。三类评价互为补充,实现育心、立德成效一体化评估。

四、实践成效与评价

本系列生命教育团辅自2020年常态化开展,持续7年行动研究,2026年正式将定向运动纳入特色拓展模块。配套发放生命意义感、心理韧性、社会支持量表完成前后测,同步收集质性材料,从量化指标与主观评价两大维度梳理成效。

(一)学生核心心理指标稳定提升

基于2026年13组配对样本前后测对比,各项心理指标均出现积极变化。受前期小班实施模式限制,样本总量偏小,未达到统计学显著差异,但多年重复实践均呈现统一向好规律:生命意义感前测均值49.92分,后测52.77分,提升5.71%,学生人生目标清晰度与自我接纳度明显提高;心理韧性前测92分,后测95.46分,提升3.76%,抗压修复能力增强;社会支持感知前后测波动极小,整体稳定。参与定向拓展的学生对“健康第一”身心协同理念体会更深,自主运动意愿明显提升。

(二)学生主观认可度较高

平均满意度8.93分(满分10分),78.57%学生评分9分及以上。开放式反馈显示,学生普遍评价活动轻松治愈、代入感强,相较于理论讲授、绘画、情景模拟、户外定向等沉浸式体验更易引发自我反思;大量学生在定向思辨问卷、课后随笔中主动联结个人成长与集体、社会发展,功利化思维有所弱化,不少学生后续主动报名志愿服务、体育社团,实现价值认知向实践行为转化。

(三)形成轻量化可复制的小班生命教育团辅模式

经过7年打磨,构建“室内活动为主、户外定向为辅”的标准化体系。定向运动组织门槛低、不用长期高频开展,适合全国各类高校常态化落地,为心理健康课程思政小班化教学提供可复制、多元化的体验思路。

五、结语

立德树人是高校育人根本任务,“健康第一”是新时代人才培育核心遵循。本研究将室内生命教育团辅作为根基,轻量化嵌入定向运动户外实践,统筹心理疏导、价值塑造、身心路径,引导青年学生树立正向生命观、健康观、责任观,以心理育人实效助力浙江高等教育高质量发展。

本文系2022年浙江省高等学校课程思政教学研究项目成果;基于积极社会心态导向的《大学生心理健康教育》课程思政教学研究与实践(SJ2026KCSZ10)。