

党的二十届四中全会精神融入“习近平新时代中国特色社会主义思想概论”课的价值意蕴与实践路径

■ 范增利

“习近平新时代中国特色社会主义思想概论”课(以下简称“新思想概论”课)是高校思政课的核心课程,肩负落实立德树人、课程思政的重要使命,课程讲授中必须把教材体系转化为教学体系,引入国家重要会议精神、阐释党的重大方针政策等,把内容讲深、讲透、讲活。党的二十届四中全会是国家重要发展阶段召开的一次会议,以及会议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》(以下简称《建议》)更是对社会主义现代化建设的关键部署。全面、准确阐释会议精神是“新思想概论”课的使命之一,必须实现二者的有效融合并发挥重要价值。

一、党的二十届四中全会精神融入“新思想概论”课的价值意蕴

习近平总书记明确指出:“强调思政课的政治引导功能,并不是要把课讲成简单的政治宣传,更不是以透彻的学理分析回应学生,以彻底的思想理论说服学生,用真理的强大力量引导学生。”因此在讲课中不能就教材讲教材、照本宣科,必须把党的重要的发展方略、会议内容等融入课堂中,真正让学生在学中思考并理解理论的深刻内涵。因此,把党的二十届四中全会精神融入“新思想概论”课具有重要的价值意蕴。

(一)是落实立德树人的根本要求

把党的二十届四中全会精神融入“新思想概论”课是落实立德树人的根本要求。习近平总书记指出:“社会主义建设者和接班人,定语就是‘社会主义’,这是我们对培养什么人的本质规定。”这明确指出了我们要培养什么人的方向。青年大学生是社会变革与发展的生力军,其价值观念、思想意识、行为方式会对国家发展和社会主义进步产生直接影响。将党的二十届四中全会精神融入“新思想概论”课可以引导大学生树立正确的人生观,深刻认识和理解当前我国发展的历史方位,明确自己身上的重任,必须坚定用习近平新时代中国特色社会主义思想铸魂育人,培养理想信念坚定的社会主义建设者和接班人。思想政治理论课是落实立德树人根本任务的关键课程,要坚持不懈传播马克思主义科学理论,用党的创新理论武装学生,《建议》是党的最新创新理论,融入教学中实属必要举措,是怎样培养人的关键一环。任何一个国家都是按照自己的政治要求来培养人的。目前我国已迈入全面建设社会主义现代化国家的新征程,《建议》对这一进程做了更加详细的规划,授课中融入这一部分内容,有利于青年大学生理解社会主义现代化建设是阶梯式发展的过程,也

有利于学生清楚实现中华民族伟大复兴的艰巨程度,进而更加坚定拥护中国共产党的领导和社会主义制度,立志为中国特色社会主义事业奋斗终身,成为民族复兴的有用之才。

(二)是讲好思政课的重要举措

习近平总书记强调:“思政课的本质是讲道理,要注重方式方法,把道理讲深、讲透、讲活。”“新思想概论”课要讲清楚习近平新时代中国特色社会主义思想对青年大学生认识我国所处的时代、认识新时代党的创新理论、认识在创新理论指导下党和国家事业发展的重要意义之外,还要就当下国家召开的关键会议、通过的重要文件进行系统的阐释与解读。“党的二十届四中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》,不仅是引领中华民族伟大复兴进程、夯实现代化建设基础的战略蓝图,更是在世界百年未有之大变局加速演进、全球发展格局深度调整的时代图景中,把握战略主动、乘势而上续写中国发展奇迹、开创高质量发展新局面的行动纲领。”其重要意义不言而喻,因此,在课程中融入《建议》的相关内容可以有效防止思政课表面化、形式化,只有这样才能真正把思政课讲深、讲透、讲活。

(三)是实现课程目标的必然要求

将党的二十届四中全会精神融入“新思想概论”课程,是实现课程目标的必然要求。首先,课程的知识目标是掌握我国在新的历史方位、在中华民族伟大复兴正处于关键时期和全面建设社会主义现代化国家的新发展阶段所实行的路线、方针、政策,尤其是党在政治、经济、社会、文化和生态等诸多领域的方针、政策。党的二十届四中全会通过的《建议》对我国未来关键五年作出详细部署,从七个方面指定“十五五”时期所要实现的目标。授课中融入此部分内容,学生能够更加清楚地了解不同阶段社会主义现代化建设的具体目标,进而更好地把握理论内涵。课程的能力目标是运用习近平新时代中国特色社会主义思想认识、分析、解决当代中国改革开放稳定、治国治国治军、内政外交和国防等领域主要问题。党的二十届四中全会对“十四五”时期取得的成绩高度评价,并对“十五五”时期我国发展环境面临深刻复杂变化,我国发展处于战略机遇和风险挑战并存、不确定难预料因素增多的时期作出判断。会议对过去和今后一段时期我国发展作了全面总结与规划,新时代的青年大学生必须对此有清醒的认识,只有这样,才能在复杂多变的局势中运用习近平新时

代中国特色社会主义思想认识、分析、解决我国发展中的问题。课程情感价值观目标是充分理解党在建设中国特色社会主义、实现中华民族伟大复兴过程中的路线、方针、政策,拥护党的领导,增强执行党的路线、方针、政策的自觉性,紧密结合全面建设社会主义现代化国家的实际,把理论与实践、理想与现实、主观与客观、知与行统一起来,树立同中国共产党同心同向的理想信念,准确认识青年人的时代责任和时代使命,自觉做有理想有本领有担当的时代新人,自觉投身于中国特色社会主义的伟大实践,为实现中华民族伟大复兴作出应有的贡献。青年大学生在充分掌握理论知识的基础上,要进一步把握当下国家发展目标与规划,结合自己的专业特色,明晰职业选择,明确自身的使命与担当,进而为社会主义现代化建设添砖加瓦。

二、党的二十届四中全会精神融入“新思想概论”课的实践路径

将党的二十届四中全会精神融入“新思想概论”课并非机械生硬地穿插到课程当中,而是要探索合适的路径,通过内容、形式、师资力量等方面进行精准、灵活、准确融入,真正实现思政课讲道理的本质要求。

(一)实现内容上精准融入

党的二十届四中全会内容及其通过的《建议》与“新思想概论”教材在内容上高度契合,在授课当中,把二者紧密结合起来,真正做到理论的宏观讲述与阶段目标的具体阐述。《建议》一共十五部分内容,从各个领域对未来五年国家发展作了详细部署与规划,每一部分内容与“新思想概论”教材都有契合点。《建议》第一部分“十五五”时期是实现社会主义现代化的关键时期,与教材第二章(以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴)都是围绕社会主义现代化建设展开。第一部分内容着重强调“十五五”时期对实现社会主义现代化建设的关键作用以及分析了这一时期我国面临的复杂局势。在第二章授课中把这一部分内容融入进去,由此加深学生对社会主义现代化的理解,体会社会主义建设的艰辛与不易,能成为堪当民族复兴大任的时代新人。《建议》第二部分指出“十五五”时期经济社会发展必须遵循的六个原则,与教材第三章、第四章、第五章、第六章、第十三章内容一致,都从宏观的角度为国家发展指明了方向与原则。《建议》的第三、四、五、六、八、九部分对未来五年国家经济发展提出要求与具体举措,是教材第六章“推动高质量发展”的细化,课堂中要合理处理

《建议》内容与教材内容,在宏观把握经济特征的基础上具体而微,让学生更深刻体会当前我国经济发展态势,把高深的理论拆解成具体的要求与目标。此外,《建议》第七部分内容和第五章(全面深化改革)契合,授课中要将好改革开放的重要意义。第十部分内容可以作为第十章(建设社会主义现代化强国)的补充,让教材内容更加鲜活。第一部分和第十一章阐述同一个话题,旨在探讨如何更进一步保障和改善民生,把教材中宏观论述的理论转化为《建议》中的具体内容。第十二部分内容和第十二章契合,在新时代如何建设美丽中国,形成绿色的生产和生活方式。第十三部分和第十三章讲述国家安全话题,世界百年未有之大变局背景之下,必须以总体国家安全观为基本遵循,建设更高水平的平安中国。第十四部分和第十四章谈论建设强大人民军队的的内容,发挥新型举国体制优势,推进国防和军队现代化。会议最后审议并通过了中共中央纪律检查委员会关于相关人员严重违纪违法的审查报告并对其作出相应处罚,可以和第十七章“全面从严治党”融合,作为授课案例,突出中国共产党全面从严治党决心和力度。

(二)寻求形式上灵活融入

在内容上实现精准融入,还要进一步强调形式上的灵活多样,不断创新授课方式。第一,采取多种教学方法。课堂打破传统灌输式教学,充分发挥教师主导、学生主体地位的模式,采用理论讲述、案例教学、小组讨论等多样教学方式。理论讲解要深入浅出,用学生听得懂、能理解的语言和案例辅助教学,精选小案例阐释大理论。比如,运用党的二十届四中全会最新开除党籍的何卫东、苗华等事例说明全面从严治党的力度与决心。第二,开展实践教学。理论教学中穿插实践教学,实现学生在课堂中的主体地位。每次实践课以专题方式进行,比如,可以带学生到企业去参观,感受当前运用人工智能等方式实现高质量发展的企业来自感受当前国家经济发展呈现出来的特点。当代大学生思维活跃,但对国家战略的理解常缺乏具象感知。党的二十届四中全会部署的高质量发展、民生保障等议题,看似宏大却与学生所学专业、职业规划紧密相关,把这些宏大叙事转化为贴近学生的内容。可以开展小组分工合作的实践活动,结合专业特点,规划未来就业方向,让学生深度思考在“十五五”时期如何实现高质量就业,如何把个人发展和国家发展统一起来。第三,利用人工智能赋能课堂教学。利用智能化教学手段,

打造沉浸式教学情境,增强课程趣味性,提高学生的获得感与参与感,提升教学效果。

(三)落实师资力量上准确融入

讲好思政课的关键在老师。把党的二十届四中全会和“新思想概论”课协调融入,离不开一批专业素质过硬的思政课教师队伍。第一,要在思政课教师群体中开展“党的二十届四中全会精神”专题培训,就会议内容及通过的《建议》组织专题学习,邀请不同领域的专家、学者举办讲座、开展学术研讨等活动,提升教师将政策理论转化为教学内容的的能力,为全会精神持续、高效融入“新思想概论”课提供坚实保障。第二,习近平新时代中国特色社会主义思想概论教研室定期组织专题备课会,讨论如何更好把会议精神融入课堂教学中,老师们共同交流教学心得,共享教学资源,解决融入过程中的重点、难点问题。第三,思政课教师要科研反哺教学。老师们要积极参与党的二十届四中全会相关课题,在研究中提升理论水平,加强专业能力,实现科研反哺教学,由此才能在课堂上有效输出、精准融入。老师们要不断在全会精神“讲准、讲深、讲透、讲活”上下功夫,将全会精神转化为课堂上的思想共鸣、情感共鸣。

三、结语

党的二十届四中全会是在关键时期召开的一次重要会议,通过的《建议》更是关键时期的关键部署,这次全会对乘势而上、接续推进中国式现代化建设进行了总动员、总部署,为今后五年我国发展指明了方向与路径,在实现“第二个百年奋斗目标”目标进程中具有重要地位。把党的二十届四中全会精神融入“新思想概论”课是题中应有之义,这一融合不仅能筑牢青年学生的政治认同、思想认同、理论认同与情感认同,以党的创新理论铸就坚定理想信念,更能丰富课程内容,解决理论教学抽象、空泛化的难题,在教学中实现宏大叙事转化为学生可感知的具体事例,从而实现知识传授与价值引领的有机统一。未来,“新思想概论”课应该继续深化重大会议、重要文件、时事新闻等融合的系统性与实效性,在讲清道理、讲明学理、讲透哲理中实现理论武装与实践育人的协同发力,让“新思想概论”课真正成为传播党的创新理论、培育担当民族复兴大任的时代新人的关键课程与核心阵地,为基本实现社会主义现代化夯实青年思想根基,凝聚青春奋进力量。

基金项目:西京学院 2025 年度基层党建工作课题“习近平新时代中国特色社会主义思想铸魂育人研究”(项目编号:XJDJ202504)。

(作者单位:西京学院)

职业本科院校计算机应用教育教学改革

■ 梁华廷

数字经济使得计算机应用技术融入各行各业,需要的是有专业功底和实践能力的人才。职业本科院校计算机应用教育既要保证理论的系统性,也要保证技能的针对性。目前产业对计算机应用人才的需求转向综合能力,要求院校破除传统教育壁垒,依靠改革实现人才培养与产业需求同频。开展教改是落实立德树人定位、赋能产业升级的必要之举,对提高人才质量有现实意义。

一、职业本科院校计算机应用教育教学改革的核心方向

(一)锚定产业需求,优化教学内容体系

职业本科计算机应用教育教学内容要对接产业技术前沿,构建起基础扎实、模块清晰、贴近岗位的课程体系。保留核心基础课程,加入新兴技术的内容,形成“核心课程+方向模块”的结构。根据不同的行业场景设置方向模块,把企业项目案例转化为教学内容,使学生接触岗位的实际需求,使教学内容的实用性同前瞻性得以平衡,从而为学生未来从事专业活动打好基础。

(二)创新教学模式,提升课堂教学效能

依靠现代信息技术创建多元化的教学模式,是提高教学质量的重要手段。推行“项目驱动+情境教学”,把企业项目作为载体来分解教学过程,让学生在完成项目的过程中掌握知识技能。用线上平台建

立虚拟仿真课堂,为学生提供沉浸式操作环境,满足学生个性化的需求。运用混合式教学模式,线上发布任务、线下讨论实践,课后延伸巩固,完成教学闭环。

(三)强化双师建设,夯实师资队伍根基

“双师型”教师队伍是职业本科计算机应用教育的中流砥柱。建立校企互聘机制,企业兼职教师,校内教师到企业去锻炼。创建教师发展平台,举办培训、竞赛、交流等活动,鼓励教师参加教研、教材编写,更新教学观念和手段。通过内外引才建设“双师型”师资队伍,保证教学改革。在校企互聘上,与头部科技企业签订战略合作协议,聘请有五年以上项目经验的技术骨干担任兼职教师,每学期授课三分之一必须有半年以上的企业实践时间,参与企业项目开发、技术攻关等项目,并将实践成果作为教师考核评价的依据。教师发展平台可以联合高校科研院所开展专项培训,培训内容要有新型教学方法和前沿技术应用等。开展教师技能大赛,增设教学案例设计项目开发实操等比拼项目。鼓励教师带头或参加教研课题,编写包含产业案例的特色教材,通过教学与实践的深度融合,培养一支理论与实践双精通的高素质师资队伍。

(四)构建多元平台,完善实践教学体系

实践教学是职业本科计算机应用教育的核心环节,要创建校内实训、企业实

践和创新创业三类实践平台。在校内建设集教学、实训、研发为一体的计算机应用实训中心,配备先进的软硬件设备,利用软件设备模拟企业真实的工作环境,开展课程实训、综合实训等实践教学环节。加强校企合作,和信息技术企业签订实习基地协议,安排学生到企业顶岗实习,参加企业实际项目运行,提高岗位适应能力。鼓励学生参加计算机应用技能比赛和创新创业大赛,以赛代练,培养学生的创新思维与团队协作能力。建立完善的实践教学评价体系,把实践过程和成果纳入学生综合评价,保证实践教学的落实。

二、结语

职业本科院校计算机应用教育教学改革是一项系统工程,始终要立足于“职业性”和“高等性”双重定位,以产业需求为导向,以人才培养质量为根本。通过优化化教学内容、创新教学模式、加强师资队伍建设、完善实践体系,冲破传统教育模式的束缚,塑造起同产业发展相适应、同人才需求相契合的教育教学体系。未来,职业本科院校还要不断深化改革,加强校企合作育人,推动教育链、人才链与产业链、创新链的深度融合,不断提高计算机应用专业人才的培养质量,为数字经济发展提供更多的高素质技术技能人才,实现服务产业高质量发展的核心价值。

(作者单位:广西城市职业大学)

低空经济赋能“好客山东”文旅品牌高质量发展的“三螺旋框架”路径研究

■ 李苹 刘明宇

“好客山东”品牌经过多年精心培育,已成为国内极具影响力和美誉度的区域文旅品牌。然而,面对日益激烈的市场竞争和游客不断升级的消费需求,如何持续保持品牌活力,推动产业向高端化、智能化、数字化方向发展,是山东文旅面临的重要课题。通过无人飞机、空中观光等通用航空低空技术应用,能够在不与旅游对象直接接触的情况下,以更广阔的视野立体化展现齐鲁大地的山川壮丽与人文荟萃,创新消费场景,延展产业链条,捕获更多价值。

以“好客山东”品牌为核心,深入探索低空经济赋能文旅产业高质量发展的具体路径,构建“场景创新—配套支撑—价值捕获”的三螺旋框架,将低空经济与文旅行业结合,从低空角度激活文旅资源,以期对山东省乃至全国低空文旅的融合发展提供理论支撑与实践指导。

一、低空经济赋能文旅品牌高质量发展的作用机理

(一)低空文旅场景技术支持

在低空飞行器技术方面,选择适合文旅场景的无人机,注重飞行器的安全性、舒适性和可靠性,通过技术创新提升来满足各种场景需求。飞行控制系统方面,通用机场的起降点等设施逐步完善,满足低空飞行器起降、维护需求,为低空文旅项目实施筑牢硬件根基。技术研发升级方面,与高校科研机构深度合作,聚焦低空经济技术研发,为文旅品牌赋能提供智力与技术支持。这些实践基础为低空经济与“好客山东”文旅品牌深度融合、创新发展奠定坚实基础。

(二)低空文旅场景实践融合

低空飞行器运营方面,联合省内涵盖直升机、无人机等,在低空观光、应急救援、农业植保等领域企业,为文旅项目开发提供运营保障。基础设施建设方面,通用机场的起降点等设施逐步完善,满足低空飞行器起降、维护需求,为低空文旅项目实施筑牢硬件根基。技术研发升级方面,与高校科研机构深度合作,聚焦低空经济技术研发,为文旅品牌赋能提供智力与技术支持。这些实践基础为低空经济与“好客山东”文旅品牌深度融合、创新发展奠定坚实基础。

二、低空经济赋能文旅品牌高质量发展的现状与问题

(一)现状与问题

1.硬件研发与数字内容开发缺乏协同,时空资源配置失衡。硬件研发与数字内容开发协同不足,技术接口不统一,限制了沉浸式文旅体验项目的创新和推广,最终造成用户体验趋同化。低空空域管理缺乏旺季动态调节机制,导致旅游旺季运力不足,影响游客体验和满意度,制约低空经济效率。

2.存在结构性短板,人才梯队建设与创新成果保护机制亟待强化。低空经济与文旅融合法规不完善,企业面临法律风险和监管不确定性,制约产业发展。高校人才培养不足,知识产权保护力度不够,导致专业人才短缺,创新积极性受挫,影响技术创新和可持续发展。

3.品牌价值提升缓慢,产业链协同不足。低空经济面临市场推广不足、商业模式单一、品牌建设滞后和产业链脱节等问题,导致经济效益不显著,品牌影响力有限和商业闭环缺失,制约了产业的高质量发展。

(二)原因分析

1.硬件研发与数字内容开发缺乏协同,时空资源配置失衡。硬件研发与数字内容开发协同不足,技术标准和接口,硬件研发专注于提升飞行器性能参数,续航里程和载重能力,而数字内容开发则侧重于交互界面美化,忽视与硬件的深度集成。其次,低空空域管理体系采用固定式管理模式,缺乏根据旅游市场规律动态调整的机制。

2.存在结构性短板,人才梯队建设亟待强化。专项法规尚未健全,缺乏明确的运营规范,空域使用规则和安全保障措施,导致企业在运营中面临法律风险和监管不确定性,导致空域管理繁琐,影响投资和运营决策,制约产业快速发展。人才培养脱节,高校课程设置缺乏系统性,导致专业人才稀缺,技术研发常因人力短缺卡壳。

3.品牌价值提升缓慢,产业链协同不足。高端文旅产品虽具高市场价值,但缺乏有效推广和品牌推广机

制,导致市场认知度和游客接受受限。商业模式单一,过度依赖硬件销售,忽视“飞行+内容”融合的潜在收益,难以实现产业链协同发展,经济效益不显著。产业链协同不足,制造商、内容供应商、旅游平台等各方存在数据孤岛,技术创新与商业转化脱节,制约产业高质量发展。

三、低空经济赋能好客山东文旅品牌提升对策

探索低空经济与“好客山东”文旅品牌融合的新路径,构建“场景创新—政策支撑—价值捕获”三螺旋框架,系统探索低空经济赋能文旅产业的高质量发展路径。

(一)场景创新

通过引入无人机和 AI 技术,实现对文化遗产的智能监测与保护,开发沉浸式文旅体验项目,让历史文化在新时代焕发光彩。在滨海地区,构建低空医疗救援体系,提升旅游安全性和吸引力,拓展康养旅游新领域。同时,利用低空技术监测生态环境,创造生态补偿收益,打造研学体系,推动生态农业与非遗体验融合发展,提升了游客体验,为“好客山东”文旅品牌注入新活力。

1.智能守护与活化利用文化遗产。利用无人机高精度遥感、三维建模、AI 图像识别等技术,对齐长城、泰山石刻等文化遗产进行常态化、自动化监测与保护,及时发现风化、裂痕、虫害等问题。同时,基于采集的数据进行数字化复原与创意开发,打造如“齐长城数字重生”“圣人之旅”等沉浸式体验项目。游客还可通过无人机 VR 直播,从空中视角穿越历史,感受文化遗产的磅礴气势与历史厚重感,使静态的历史文化“活”起来。

2.深度融合生态研学与低空游览。利用低空飞行器开启黄河入海、湿地等生态奇观的观光新视角,开发“空中观鸟”“生态巡航”等特色产品。结合无人机生态环境监测水质、植被、生物多样性,将采集的数据转化为研学旅游的生动教材,打造国家生态研学基地,推动生态价值向教育价值、旅游价值转化。

3.打造“低空+农业+非遗”的乡村文旅新业态。无人机可用于农田景观与航拍体验、农产品物流运输,实现精品水果、海鲜的快速送达。结合非遗项目,可开发无人机与传统模式的结合、空中视角的技艺展示等,推动生态农业、非遗体验与低空旅游的融合发展,为乡村振兴注入科技元素。

(二)政策支撑

资金与人才政策支持。设立低空经济与文旅融合发展的专项扶持基金,对关键技术研发、场景示范项目、基础设施建设给予补贴或贷款贴息。联合高校出台低空经济相关领域人才培养方案,规范专业与课程,建立校企共建人才培养基地,形成订单式培养模式,为低空经济助力“好客山东”文旅品牌发展提供有力支持。同时,配套出台优惠政策,吸引无人机驾驶、运营管理、数据分析 and 内容创意等领域的高精尖人才落户山东。

(三)价值捕获

从市场价值看,低空游览、高端研学等产品能显著提升客单价和停留时间,创造直接经济收益。开拓空中康养、航空运动等新兴消费市场,带动高端住宿、餐饮、购物等相关产业,形成新的经济增长点。社会价值方面,创新文化遗产保护模式,为全国提供“山东方案”,带动偏远地区、乡村地区的旅游业发展,创造就业岗位,促进农产品销售与非遗传承,切实增加农民收入,服务乡村振兴战略。品牌价值上,“低空+”为“好客山东”品牌注入“科技、时尚、前沿”的新元素,显著提升品牌在年轻、时尚客群中的吸引力与在全国市场的差异化竞争力。

综上所述,本文探讨了低空经济赋能“好客山东”文旅品牌高质量发展的路径,以“场景创新—政策支撑—价值捕获”三螺旋模型为框架,精心打造沉浸式低空文旅场景,构建强有力的政策支持体系,全面捕获经济品牌与社会价值,有效推动山东文旅产业实现从“地面”到“立体”的模式跃迁,为“好客山东”品牌注入新的时代内涵与发展动能,将低空经济转化为文旅新质生产力,让“好客山东”从地面走向天空。

(作者单位:莱芜职业技术学院)

考虑体积势能的范氏气体焓公式

■ 王子佳

一、前言

2024 年,中国工程师在世界上第一次提出了考虑体积势能的范氏气体内能公式,本文应用考虑体积势能的范氏气体内能公式,又导出了考虑体积势能的范氏气体焓公式,并进行了验证。

二、公式的导出

考虑体积势能的 N 摩尔范氏气体内能公式为

$$U=C_V T - \int \left[\frac{N^2 bRT}{(V-bN)V} dV - \frac{N^2 a}{V} \right] \quad (1)$$

对(1)式微分得

$$dU=C_V dT - \frac{N^2 bRT}{(V-bN)V} dV + \frac{N^2 a}{V^2} dV \quad (2)$$

由热力学第一定律知,范氏气体等压膨胀吸收的热量,一部分增加气体的内能,一部分反抗外力做功,而范氏气态方程可写为

$$p = \frac{NRT}{V} + \frac{N^2 bRT}{(V-bN)V} - \frac{N^2 a}{V^2} \quad (3)$$

由(3)式知反功外力做的功为

$$PdV = \frac{NRT}{V} dV + \frac{N^2 bRT}{(V-bN)V} dV - \frac{N^2 a}{V^2} dV \quad (4)$$

设范氏气体等压膨胀吸收的热量为 dQ , 则

$$dQ = dU + PdV = C_V dT + \frac{NRT}{V} dV \quad (5)$$

由可逆过程的热力学第二定律微分式(焓 S 的定义式)得

$$ds = \frac{dQ}{T} \quad (6)$$

对(6)式积分得

$$S = \int \frac{dQ}{T} \quad (7)$$

把(5)式代入(7)式得

$$S = \int \left[C_V \frac{dT}{T} + NR \frac{dV}{V} \right] = C_V \ln T + NR \ln V \quad (8)$$

(8)式便是考虑体积势能的范氏气体焓公式,式中:

$$dV = \frac{NR}{\frac{NRT}{V} + \frac{N^2 bRT}{(V-bN)V} - \frac{2N^2 a}{V^2}} dT \quad (9)$$

三、公式的验证

在 $V=2bN, T = \frac{a}{2Rb}$ 的情况下(9)式简化为

$$dV = \frac{VdT}{T} \quad (10)$$

把(10)式代入(8)式得

$$S = C_V \ln T + NR \ln \left[\frac{dT}{T} \right] = C_V \ln T + NR \ln T \quad (11)$$

而对于等压过程, N 摩尔理想气体的焓为

$$S_{\text{理}} = C_V \ln T + NR \ln T \quad (12)$$

因为在 $V=2bN, T = \frac{a}{2Rb}$ 的情况下,范氏气体可过度到理想气体,所以在这种情况下,范氏气体的焓必定等于理想气体的焓,由(11)式、(12)式可见二者相等,这就验证了(8)式是正确的。

四、公式的准确性

历史上以热机发展为主导的第一次工业革命是能量的革命,当前以信息技术为主导的第二次工业革命可以说是焓的革命。

参考文献:

- [1]王子佳,考虑体积势能的范氏气体内能公式及说明,科技风,2024.31.
- [2]王子佳,考虑体积势能的范氏气体定压热容公式和内能公式,科学导报 2024.5.17.
- [3]王子佳,等压最大值情况下范氏气体可过度到理想气体,科技风,2019.32.
- [4]王子佳,范氏气体理想化的气态方程,广西物理,2013.4.
- [5]王子佳,等压最大值定律,陇东学院报,2011.4.
- [6]赵凯华,罗蔚蔚,新概念物理教程,热学(第二版)高等教育出版社 2005.
- (作者单位:广西环江县洛阳镇红安社区)