

浙江大学数智驱动构建数实融合智慧学习新空间

张紫徽,张宇燕,沈丽燕,黄健,云霞

(浙江大学)

1 学校简介

浙江大学是一所历史悠久、声誉卓著的高等学府,坐落于中国历史文化名城、风景旅游胜地杭州。在 126 年的办学历程中,浙江大学始终秉承以“求是创新”为校训的优良传统,以天下为己任、以真理为依归,逐步形成了“勤学、修德、明辨、笃实”的浙大人共同价值观和“海纳江河、启真厚德、开物前民、树我邦国”的浙大精神。学科涵盖哲学、经济学、法学、教育学、文学、历史学、理学、工学、农学、医学、管理学、艺术学、交叉学科等 13 个门类,设有 7 个学部、39 个专业学院(系)、1 个工程师学院、2 个中外合作办学学院、7 家直属附属医院。学校现有紫金港、玉泉、西溪、华家池、之江、舟山、海宁等 7 个校区,占地面积 7 931 901 平方米,图书馆总藏书量 798.2 万册。截至 2022 年年底,学校有全日制学生 65 821 人、国际学生 5123 人、教职工 9746 人,教师中有中国科学院全职院士 24 人、中国工程院全职院士 21 人、文科资深教授 14 人、教育部“长江学者奖励计划”特聘教授 120 人、国家杰出青年科学基金获得者 193 人。2022 年,浙江大学入选第二轮“双一流”建设高校,21 个学科入选一流学科建设名单,绝大多数学科在第五轮学科评估中取得可喜进步。浙江大学紧紧围绕“德才兼备、全面发展”的核心要求,全面落实立德树人根本任务,加快构建以学生成长为中心的卓越教育体系,着力培养德智体美劳全面发展、具有全球竞争力的高素质创新人才和领导者,为实现中华民族伟大复兴、推进人类文明交流互鉴作出了积极贡献。

2 案例简介

2.1 项目需求

本案例以数智驱动构建数实融合智慧学习新空间为主题,以智慧学习环境建设为重点,融合在线学习、教学资源、教学管理、知识图谱等系统,形成数字与实体融会贯通、立体多维的智慧学习新空间。案例从顶层设计原则、技术框架、应用场景、系统功能、性能指标、运行环境等多方位阐述了浙江大学智慧学习空间的建设理念、系统配置及应用成效。该案例的特色在于:以国家与行业信息技术标准为依据,结合学校实际,凝练浙江大学智慧学习空间“1+X”建设标准与规范,创设“K-CPS”技术框架模型,构建以学习者为中心的智慧学习新空间,在提升人才培养质量、创新教学评价方式、提高管理服务水平等方面发挥了积极作用,成效显著,广受师生好评。

2.1.1 项目背景

智慧学习空间是智慧校园建设的重要组成部分,智慧校园的前身“数字校园”的概念起源于20世纪70年代美国麻省理工学院(MIT)提出的E-campus计划。从2008年开始,浙江大学在国内率先提出“智慧校园”的概念,智慧校园的建设逐步进入长足发展进程。其间,国家相继出台了一系列推进和夯实智慧校园建设工作的文件,2018年教育部发布《智慧校园总体框架》,定义智慧校园是物理空间和信息空间的有机结合,方便用户能突破时空限制,便捷获取资源与服务。2022年教育部工作要点中明确指出实施教育数字化战略行动,“智慧校园新型基础设施”被列为六大类新型基础设施建设之一,并在《“十四五”国家信息化规划》明确指出提升教育信息化基础设施建设水平,完善国家数字教育资源公共服务体系,推进深度融合信息技术、智能技术的教育教学变革和数字化变革。浙江大学数实融合智慧学习新空间作为其中的标志性成果,在国家政策支持和学校高度重视下,以其独特的建设体系和模式,解决了当前智慧学习空间建设中的痛点、难点和堵点问题,极具借鉴与推广价值。

2.1.2 顶层设计

1) 数实融合智慧学习新空间总体技术设计

(1) 设计原则。

实用性与先进性。随着信息技术和教育装备的迅速发展,新的产品设备不断涌现,项目设计要在满足实用性的基础上,具有一定的超前意识。选用先进的技术及装备,将整个系统的技术水平定位在较高的层次上。提升教室环境的智能化水平,以适应未来智慧教室的发展趋势,努力做到“三年要领先,五年不落伍”。同时选用性价比较高的技术和产品,选择切实可以“落地”的系统集成方案,防止片面追求高指标与先进性而忽视实用性。

安全性与可靠性。采用成熟并有较多成功案例的技术路线与集成方案,保证系统稳定、安全和可靠。采用科学合理的拓扑结构,预先进行模拟分析和测试,以保证实现最优的集成效果,最大限度地发挥所有装备的性能和优势。选用的设备具有较高的安全可靠,关键设备或关键部件应采取备份冗余设计,选用安全机制完善、安全级别高的系统软件。

标准化与可拓展性。案例所涉及的系统和装备遵循国际国内标准体系,做到底层数据互联互通和装备设备具有良好的兼容性。采用标准化、模块化设计并严格遵守相关技术的国内、行业标准,以确保各系统的通信传输、操作控制管理信令采用标准化协议,便于与其他系统之间的互连互通。随着科学技术不断向前发展,学校需求也在发生变化,因此环境和系统的设计与建设应考虑到将来可扩展的实际需要,可灵活增减或更新各个子系统,满足不同时期的需要;在选用设备时,具备升级换代和功能拓展。对未来功能(需求)的增加和扩容进行余量设计,预留发展的空间。

易管理与易维护。数实融合智慧学习新空间及系统应易于管理和维护,借助智慧集中管理系统自诊断程序等专门工具,可方便地监控教室、网络和设备的运行状态,及时解决出现的问题;智慧教室、网络等设计采用简洁、易用、易维结构,降低系统运维成本。

(2) 总体架构。

智慧学习新空间总体框架图如图1所示。

2) 数实融合智慧学习新空间 K-CPS 技术框架

K-CPS(图2)即以数智驱动为核心,整合数智平台(学在浙大,Platform)、智慧教室

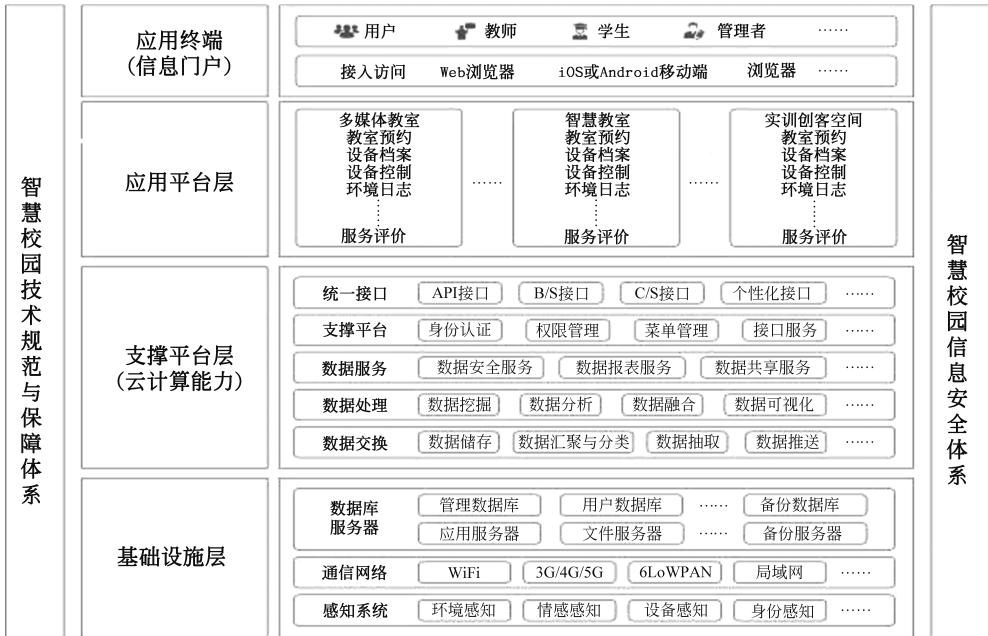


图 1 智慧学习新空间总体框架图

(Classroom)、智云课堂 (cloud Service) 和知识图谱 (Knowledge) 及其对应管理、服务和生态, 打造智能化创新教学体系。“学在浙大”作为教学评管一体化教学平台, 支撑全校从教学开课、备课、授课、直播、互动、考试到评价全流程, 将教学数据和内容分别推至知识图谱与“智云课堂”; 智慧教室采集课堂环境、教学视频、师生互动、教学内容等教学数据分别传送到知识图谱与“智云课堂”; “智云课堂”通过智能审核、语音识别、同声传译和深度标签等智能化处理, 对“学在浙大”与智慧教室推送的教学资源和数据智能化归类, 并将归类数据推送至知识图谱; 知识图谱对教学数据知识重构, 并对教学和学习数据智能决策分析, 为师生量身打造个性化教学与学习方案, 推荐个性化知识, 实现“以学生为中心”的教学目标。

“三通一核” (K-CPS) 框架

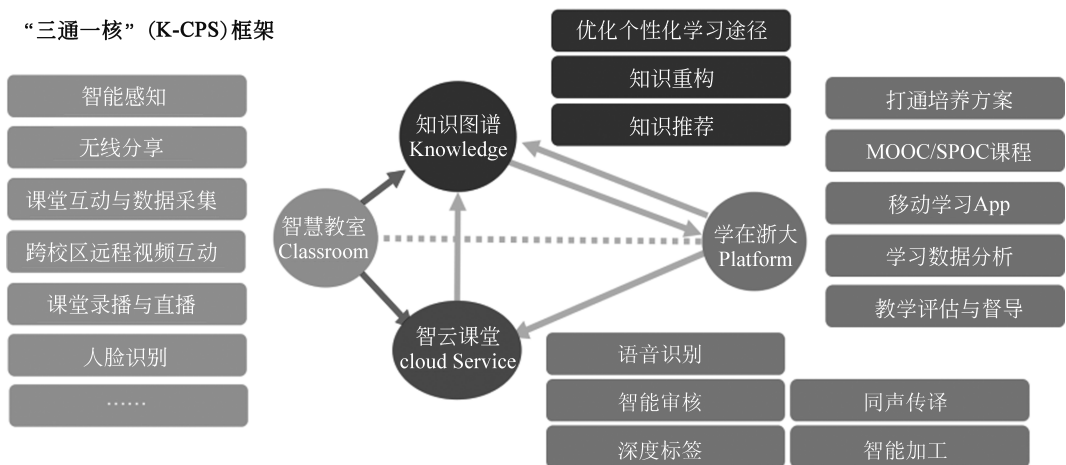


图 2 “三通一核”(K-CPS)技术框架

2.1.3 功能设计

显示功能。提供视觉信息的电子系统,将教学过程中的重要信息实时地展现给学生,实现信息共享。有 LED、投影、一体机等多种显示方式。显示终端的尺寸依据视频显示设计标准进行计算,确保合适的观看视角,在适合视距范围内清晰观看到电子媒体内容。

扩音功能。教学场景下的扩声系统主要以语言类为主,应满足其语言扩声的高清晰度要求,合理的声压级,良好的均匀覆盖。教室的扩声系统声学特性指标满足 GB 50371—2006《厅堂扩声系统设计规范》语言类一级指标。

信号处理及控制。视频信号在主流场合的应用大致有复合视频、计算机 VGA 视频、DVI 视频、HDMI 视频等几大类,信号处理系统将各类信号集中处理为统一格式,再分配或切换至 LED、投影、液晶显示器等终端显示设备。控制系统通过网络对智慧教室内所有设备进行集中控制,主要由控制主机、触摸屏等组成。通过触摸屏可以实现对教室的各个子系统,如视频显示系统、信号处理系统、音频扩声系统等统一管理和操作。

录播功能。教学录播系统旨在捕捉、保存和传播教育内容,为探索新型教学模式奠定技术基础。它的核心功能包括录制教师在课堂上的讲课、演示和互动,然后将这些内容以视频和音频的形式存储在服务器或云存储中。学生、教师或其他受众可以随时通过系统访问这些录制的校本资源,并在需要进行回放、学习和复习。

同步课堂。同步课堂是一种基于网络技术的教育工具,旨在实现远程教学的交互性和实时性。通过教室的网络、显示设备、计算机、拾扩音设备等,应用于远程教育、跨地区教学、在线培训等场景。

互动课堂。互动课堂是一种利用技术手段将教学过程转变为更具互动性和参与性的教学环境配套措施,是指将教学内容、显示设备、学生响应系统设备、云资源等,通过教学应用软件进行数据联动,构建教学过程的互动能力。

巡考。整体满足《GB/T 36449—2018 电子考场系统通用要求》《国家教育考试网上巡查系统技术规范标准(2017 版)》,且采用其中规定的 IP 模式。

2.1.4 项目核心平台结构

1) 技术架构

(1) “学在浙大”2.0 技术架构。

“学在浙大”教学平台是该空间的重要组成部分,平台通过整合包括统一权限管理、统一身份认证、统一接口规范、统一数据交换、用户数据采集、资源交换共享等核心服务,支撑各类教学功能应用,构建“教”“学”“评”“管”一体化管理平台,为用户提供个性化师生服务,进行智能化管理,实现多元化交互的具有线上教学和课堂互动相融合的创新型教学空间。

(2) “智云课堂”技术架构。

“智云课堂”是空间的直录播体系,基于浙大云的计算、存储、网络及安全资源作为支撑环境,部署基础支撑平台及各类应用服务,同时支持灵活动态扩展以应对业务系统突发需求;根据业务需求进行打造,包含教室直播云导切系统、教学数据驾驶舱、数字资源管理系统、互动教学系统、教室中央控制系统等,为师生提供即时、高效、沉浸的教学环境。

(3) 数据驾驶舱技术架构。

数智驾驶舱以统一融合平台为核心底座,承载“学在浙大 2.0”、智云课堂、数智驾驶舱三

大特色应用。通过对智慧教室与配套教学软件的融合,提升教师授课体验,实现老师与同学
在任意时空的无障碍交流与互动教学,并将整个教学过程中产生的课情数据实时反馈给授
课老师,帮助教师便捷高效地管理实验及教学过程,实现教学全流程上云。破除数“制”边
界,融汇数“字”集合,重设数“治”架构,赋予数“智”动能(图 3)。

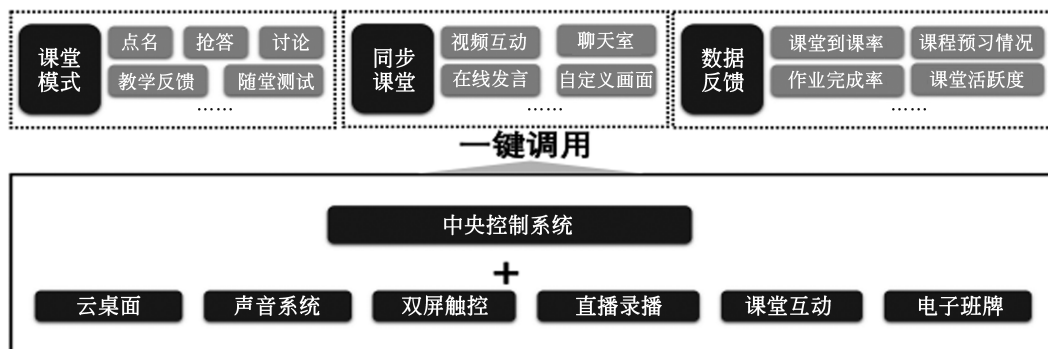


图 3 数据驾驶舱技术架构框架图

(4) 扩声系统技术架构。

扩声系统以电声技术为核心,由扩声设备和声场组成,扩声系统基本由声音转变为电信
号的话筒,放大信号并对信号加工的设备、传输线,把信号转变为声信号的扬声器组成,是电
声技术和声学环境的综合应用系统。主要设备包括话筒、音源设备、调音台、信号处理器、功
率放大器和扬声器系统(图 4)。

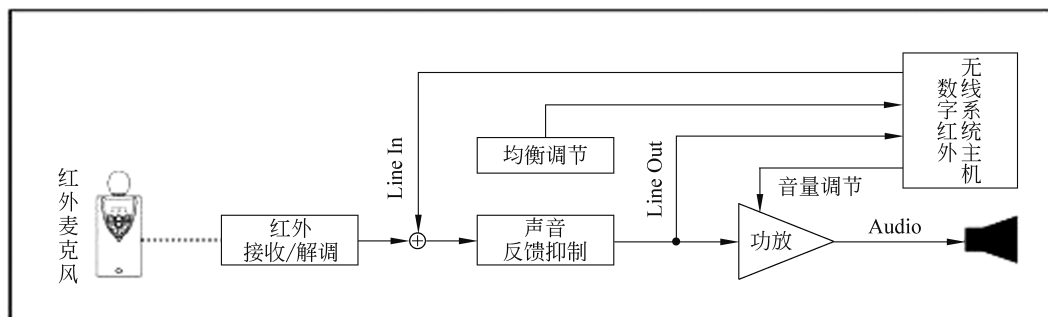


图 4 扩声系统技术架构框架图

2) 系统结构

(1) “学在浙大”2.0 系统结构。

本系统参考《智慧校园总体框架》(GB/T 36342—2018),为用户提供一个适用于计算
机、手机、互动大屏、教学终端的全平台通用的软件平台。适用于 PC 主流浏览器,并提供手
机 App 端服务,满足用户多样使用场景。满足学校学生、教师、助教、教务、督导员和管理者
所有与教学场景相关联的用户的使用需求,构建一个服务于所有用户的教学空间。

(2) “智云课堂”系统结构。

本系统参考《多媒体教学环境设计要求》(GB/T 36447—2018)、《智慧校园总体框架》
(GB/T 36342—2018)、《数字语言学习环境设计要求》(GB/T 36354—2018)规范要求,基于
RTC 技术建立低延迟交互性课堂,能够实现教师和学生之间、学生和学生之间视音频交互,

打造线上线下融合的沉浸式课堂。根据教学场景设计了多项功能,支持学生讨论 PK、小组汇报、屏幕演示等。建立课程视频全自动采集,根据课程表自动收录课程视频并编目存储,学生可以在课后进行点播学习。同时建设资源管理平台,助力师生间进行资源的交换共享,沉淀优质教学资源(图 5)。

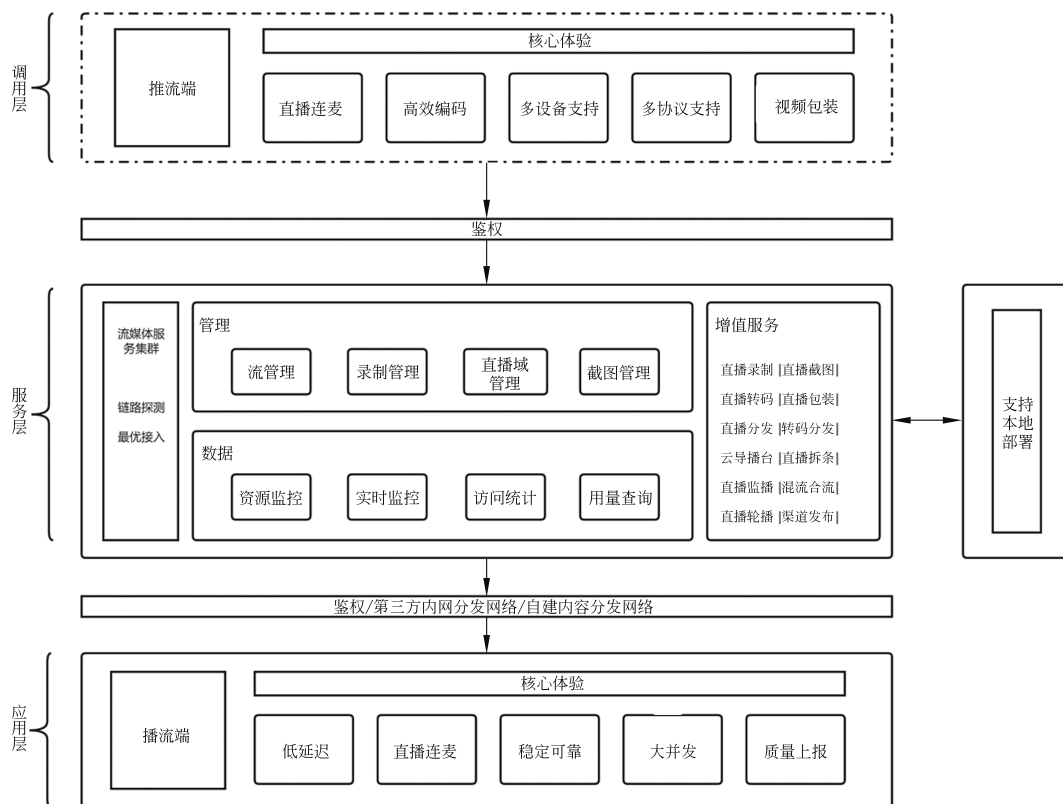


图 5 “智云课堂”系统结构图

(3) 数据驾驶舱系统结构。

本系统参考《多媒体教学环境设计要求》(GB/T 36447—2018)、《智慧校园总体框架》(GB/T 36342—2018)要求,调用教学平台内产生的课程过程性数据并将这些数据通过可视化的手段生成图表供老师在课堂查阅,呈现例如到课率、作业完成情况、课堂活跃度等数据,并将这些数据生成课堂可视化图表,让老师早发现、早帮助,让弱点、难点及早暴露,方便老师对症下药,为学生制定个性化的学习方案(图 6)。

(4) 扩声系统结构。

本系统参考《多媒体教学环境设计要求》(GB/T 36447—2018)6.6 扩声系统声学特性指标要求,学校智慧教学环境的设计理念:以声音大脑平台为核心,建声和电声融合设计。在建声方面进行混响时间控制、噪声控制;电声方案上实现一套硬件系统实现教室多种音频功能,如扩声系统、互动拾音系统、IP 广播系统、声环境监测系统;声音大脑平台可实现教室声环境数据(混响时间、背景噪声、STI、信噪比、扩声声压级、声场不均匀度)的搜集和呈现,部署一支无线话筒+一台监测传感主机+6 只监测传感器,来实时监测教室的混响时间、背景噪声、讲台区域信噪比、扩声声压级、学生区域 STI、声场不均匀度(图 7)。

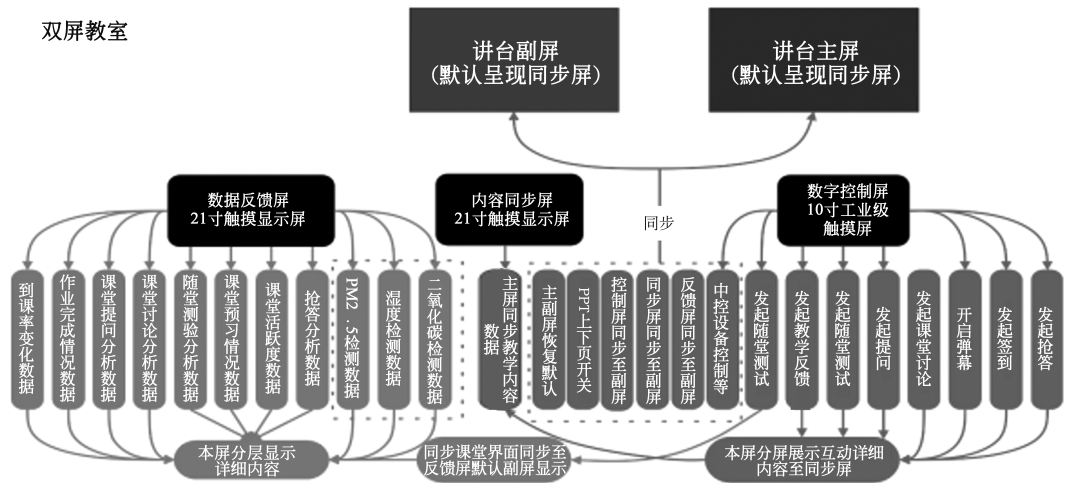


图 6 数据驾驶舱系统结构图

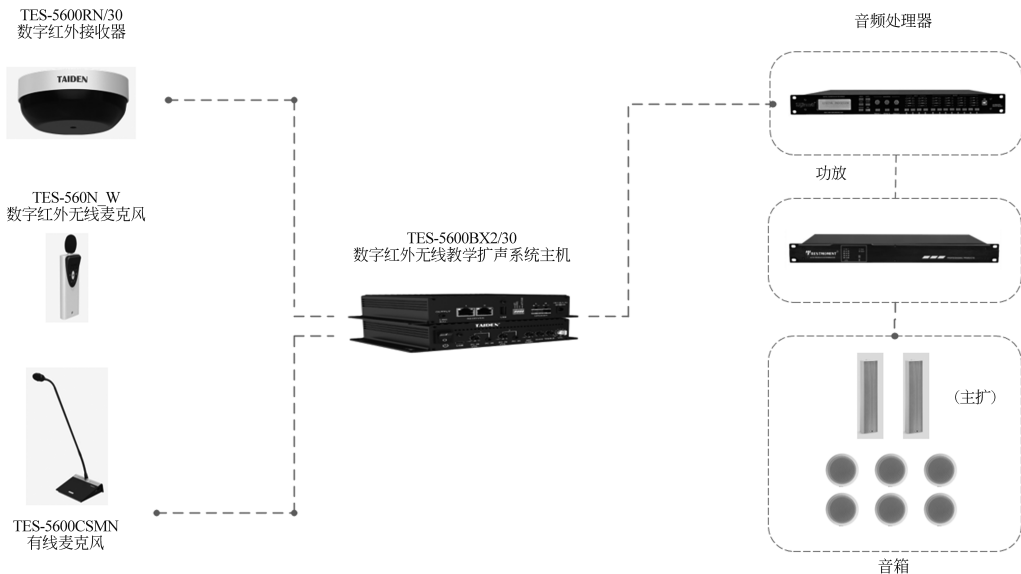


图 7 扩声系统结构图

2.1.5 性能指标

显示系统性能指标。显示系统性能指标包括演示设备和显示设备,技术要求参照国家标准《多媒体教学环境设计要求》(GB/T 36447—2018)6.7 的规定执行。

发言/扩音系统性能指标。发言/扩音系统性能指标包括:具备对教学音频的采集、处理、扩声、传输功能,可选择有线话筒、无线话筒、音频处理设备、功率放大器、音箱等;技术要求参照国家标准《多媒体教学环境设计要求》(GB/T 36447—2018)第 6、7、8 部分的规定执行。

信号处理及控制系统性能指标。信号处理及控制系统性能指标包括:具备对教室内设备的远程管理、控制、运行状态监测等功能,技术要求遵循国家标准 GB/T 36447—2018《多媒体教学环境设计要求》6.8 的规定。

录播系统性能指标。录播系统性能指标包括课程录制模块：支持通过 ONVIF、RTSP、RTMP 等协议设备连接各种视频输入设备，并保证视频输入的稳定性和清晰度。直播模块：支持远程直播互动教学功能，具有互动教学功能的录播系统符合 GB/T 28499.1 相关内容要求。存储模块：提供足够的存储容量来保存录制的视频文件，并确保数据的可靠性和安全性。音视频处理模块：支持将多路音视频信号输入切换为任意路音视频信号输出，以供教学需求所用。

同步课堂系统性能指标。同步课堂系统性能指标包括：主讲教室可接入不低于 3 个听讲教室，灵活适应网络环境，支持弱网环境下的流畅互动。主讲教室双屏，可分别显示主讲老师的讲义内容及听讲教室的画面；可以放大展示任一教室画面，实现和听讲教室的音视频互动。听讲教室能看到主讲教师摄像头画面和主讲教室计算机桌面，能控制放大其中任何一个画面。主讲老师可控制听讲教室的音视频开关，避免远端声音嘈杂影响上课。

互动课堂系统性能指标。互动课堂系统性能指标参照国家标准 GB/T 36447—2018《多媒体教学环境设计要素》，支持基于 RTC 技术建立低延迟交互性课堂，能够实现教师和学生之间、学生和学生之间的视音频交互，打造线上线下融合的沉浸式课堂。并且根据教学场景设计了多项功能，支持学生讨论 PK、小组汇报、屏幕演示等。

巡考系统性能指标。巡考系统性能指标包括网上巡查系统。按照 GB/T 36449—2018《电子考场系统通用要求》和《国家教育考试网上巡查系统视频标准技术规范(2017)》中的《音视频控制传输协议》(SIP 协议)中关于中心录像、检索、回放和下载要求，实现考点实时流备份存储，备份存储录像视频码流不小于 2MB，录像时间根据需要设定。

2.1.6 项目运行环境

智慧学习新空间中的网络设施是组成并实现各类设备与校园网络或专用网络等连通的物理实体，是数据通信与资源共享的基础设施。网络设施应包括教学主干网络、交换设备、路由设备、无线接入设备、物联网网关设备等。网络支撑环境性能指标包括：教学主干网络、交换设备、路由设备、无线接入设备、物联网网关设备等关键指标，技术要求符合 GB/T 38624.1—2020《物联网 网关 第 1 部分：面向感知设备接入的网关技术要求》。

2.1.7 项目总结

项目立足教学需求，在实现录播直播、同步课堂、互动教学、多路视频流自助、声音大脑、多语种翻译等教学功能的同时，充分体现“以学生成长为中心”“尊师重生”等内涵理念，同时也是浙江大学智慧教室 3.0 建设过程中对“1+3+X”智慧教室建设标准的有力实践。项目融入了全新的设计理念，呈现了诸多的亮点功能，主要分为学生和教师的体验优化、新技术和新应用的引入、智慧学习新空间创新功能的尝试、监控管理的智能运用等，具体包括如下几方面。

1) 重塑“教”“学”模式

现代校园已不仅仅是单单满足上课需求，更多的是如何利用科技手段让学生爱上学习、高效学习，让教师爱上课、高效上课。多样化的讨论教室、开放式学习空间为学生交流探讨式学习提供更多新灵感；灵活拆分组合，为学生提供更具智慧的学习与交流空间；开放式学习空间，为师生们提供更宽松、便捷的无边界交流空间。在满足学生看得舒适、看得清楚的原则上，将以往投影仪更多地换成了显示屏或 LED 屏，能够更好地满足教学内容的呈现。

此外,在使用投影的教室,投影的开关自动联动白板灯光,既保证投影内容的清晰呈现,又能有效节能减排。

2) 重新定义讲台

浙江大学智慧教室 3.0 的讲台被重新塑造,让教师在授课中有良好的体验。根据教师上课习惯量身定制,及时调整讲台高度,显示角度。讲台的弧度被精心设计,柔化空间棱角,让造型更柔和有温度;讲台高度可升降,显示屏可前后推拉调节,显示屏仰角可调。讲台上双显示屏操作更简洁方便,教师可以播放讲解内容,可以和在线的学生互动,且可以根据需要随时把教师端内容切换到教室大屏上;讲台显示屏支持书写触摸,教师可随时书写、批注,方便教师讲解、示范。讲台云桌面不同账号登录可查看不同内容,教师无须携带存储设备即可一键获取课件。讲台上也加装了 HDMI、Type-C 接口,笔记本电脑信号接入自适应,也便于教师为移动设备充电。讲台上话筒小巧,可随放随充,可颈挂,解放老师双手。此外,话筒不但支持 PPT 翻页,充电状态也可实时被监测,能够让后台运维人员实时掌握话筒状态,为老师上课过程提供及时的服务(图 8)。



图 8 智慧讲台实景图

3) 统一、高效管理

课情数据实时反馈系统。数智驾驶舱以统一融合平台为核心底座,承载“学在浙大 2.0”、智云课堂、数智驾驶舱三大特色应用。通过智慧教室 3.0 与配套教学软件的融合,提升教师授课体验,实现教师与同学在任意时空的无障碍交流与互动教学。同时将整个教学过程中产生的课情数据实时反馈给授课教师,帮助教师便捷高效地管理实验及教学过程,实现教学全流程上云。教室内的数智驾驶舱将“学在浙大”“智云课堂”多端融合,支持发起签到、开启弹幕、发起课堂讨论等课堂互动。记录学生日常学习行为及轨迹,为教师呈现多维的课堂学情数据(图 9)。

集中管控服务室。实现教学空间的集中管控和一体化数据呈现,集教室管控、运维、教学督导、录播等系统平台于一体,展示教育信息化的建设成果(图 10)。

2.2 服务目标人群

高等院校师生和管理者等。

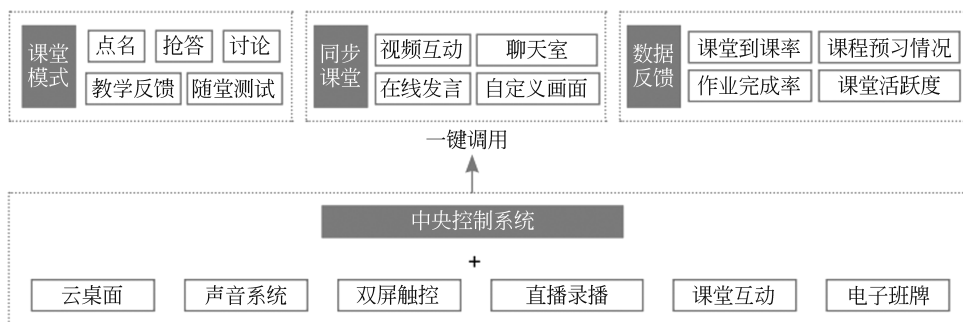


图9 数智驾驶舱的整体结构



图10 集中管控服务室实景图

3 实施效果

3.1 实施情况

该案例实践成效显著,已建设在线课程 5 万余门次、日均直播课程 2000 余学时、总访问量达 2.1 亿余次,覆盖 149 个国家和地区,330 门课程入选国家精品 MOOC,21 门课程入选国家一流课程。创新实践激发了课堂互动的活跃度,成为老师们提升教学水平的“神器”,增强了学生个性化学习能力,促进了多课堂的全面融合。目前,学生参与课堂互动 35.2 万次;跨学科个性化观看视频 27.8 万次,116.9 万小时;开展在线直播学习 1502.6 万小时,日均在线自主学习人数达 4000 余人,应用移动端学习达 1.1 亿人次,学习效能显著提升。学生纷纷表示“抢课”已成为历史名词,进入数字空间学习成为了即将毕业学生首选珍惜的校园时光。据不完全统计,学习人数较多的“微积分”“大学物理”“分析化学”“常微分方程”等公共基础课不及格率下降 7%~11%,优秀率提升 7%以上。

3.2 应用成效

该案例衍生出一大批研究成果。立项国家级、省部级等课题 44 项,发表 SSCI、SCI、CSSCI 等论文 100 余篇,出版专著 15 本,申请融合教学支撑专利 2 项,制定国家智慧教学标准 3 项,获得各类教学荣誉奖项 15 项,主办“京杭论坛”“智云学堂”“典学论坛”“IEEE IIKI”等学术会议 70 余场次,在“APEC”、中国高等教育学会年会等国际/国内学术会议上做主题报告 180 余场,惠及人数达 150 万余人。