

广东省教育云总体架构及技术标准体系指引
(征求意见稿)

华南师范大学
广东省教育技术中心

2018年12月

目 录

一、广东省教育云发展概况	1
二、广东省教育云公共服务体系面临的问题与挑战	2
三、教育云总体架构	4
四、教育云综合标准化体系	8
(一) 云基础标准	12
(二) 云基础设施标准	12
(三) 云应用引擎标准	12
(四) 教育云应用标准	13
(五) 云安全标准	14
五、广东省教育资源公共服务平台总体架构及技术标准	14
(一) 云基础设施	15
(二) 云应用引擎	15
(三) 教育资源云应用	17

云计算聚合计算、存储和网络等 IT 基础设施资源，构建一个统一管理的资源池，以服务的方式实现 IT 资源按需供给、按用付费，具有弹性伸缩和多租户等特征，引发了 IT 系统设计、部署、应用和运维模式的变革，是信息技术发展和服务模式创新的集中体现。云计算是国家重点发展的战略性新兴产业，教育部发布的《教育信息化十年发展规划（2011-2020 年）》提出建立国家教育云服务模式。

一、广东省教育云发展概况

广东省教育云是广东省教育信息化重大工程。“粤教云”是《广东省云计算发展规划（2014-2020 年）》（粤府办〔2014〕17 号）社会服务领域重点项目，提出建设“粤教云”数据中心和“粤教云”公共服务平台，推进“粤教云”示范应用试点，探索基于云计算和大数据的智慧教育；《广东省人民政府关于深化教育领域综合改革的实施意见》（粤府〔2015〕20 号）将推进“粤教云”列入重点工作；《广东省“互联网+”行动计划（2015-2020 年）》（粤府办〔2015〕53 号）提出加快“粤教云”在线教育平台建设；《广东省教育发展“十三五”规划（2016—2020 年）》（粤教规〔2016〕39 号）提出积极发展“互联网+教育”，以“粤教云”为总抓手，加强教育信息化统筹规划和顶层设计；《广东省教育信息化发展“十三五”规划》（粤教基函〔2017〕91 号）提出以“粤教翔云”为抓手，以构建智能、泛在、安全的信息化应用环境为基础，以实现优质教育资源公民办学校全覆盖和融合创新为关键，利用信息化优化、创新优质教育资源供给模式，实现更高质量、更加公平的教育。

为推进广东省教育云工程建设，省教育厅成立了“粤教云”项目领导小组和专家组（粤教信息函〔2013〕12号）。“粤教云”工程建设的思路是坚持政府统筹引导、鼓励多方参与、产学研用协同创新，目前已在基础设施建设、关键技术和核心软硬件产品研发取得一批成果，初步建成包括广东省教育资源公共服务平台在内的“粤教云”公共服务体系，全省9个“粤教云”示范应用试验区建设成效显著。现有信息化应用系统向云计算环境迁移步伐加快，数据资源融合共享和教育大数据服务呈现良好发展态势，云服务生态初现端倪，公共服务能力显著提升。

二、广东省教育云公共服务体系面临的问题与挑战

广东省教育云公共服务体系建设是一项大工程，需要一个具有前瞻性、科学性、系统性和可操作的顶层设计，合理谋划总体架构。近年来，全省各地市、县（区）教育信息化建设经费投入力度很大，纷纷上马区域教育云，由于缺乏统筹规划，应用与平台绑定、重复建设及孤岛现象十分严重，造成极大浪费。从云部署方式看，以自建私有云为主，在各地建设专门机房，购买物理服务器、存储和网络等设备，部署私有云管理平台，组建专门的运维队伍。这些数据中心分布在各地市，规模从几十台服务器到上千台不等，配置也多种多样，由不同的运维团队分散管理，无法统一规划和管理全省的基础设施资源。从基础设施资源提供方式看，基础设施资源提供和云应用的部署紧耦合，每次部署或升级云应用，都需要基础设施管理方参与，开发者提出配置要求，由数据中心管理人员以虚拟机为单位分配资源，时间长、效率低。尤其是虚拟机与特定云应用静态绑定在一起，应用一旦上线，就将独占这些基础设施资源。导致服务器的资源利用率较低，造成极大的资源浪费。从应用的

部署和运维方式看，开发者采用自定义工具和流程，手动管理云应用生命周期，包括部署、运行、维护和管理等，这对云应用开发者提出非常高的技术要求，工作强度大。由于缺少云应用打包和部署的相关标准，要升级云应用或把应用迁移到新的数据中心，仍需要基础设施管理方和开发者协调一致、手动完成，不能做到“一次构建、到处运行”，也不支持多应用混合部署。从运行的应用类型看，主要以三层架构的单体 Web 应用为主，除了面向最终用户的相关应用，还提供了用户认证与授权等共性服务，方便其他云应用服务集成。由于缺少应用层的开放编程接口标准，不同的（尤其是来自不同开发企业及服务商）云应用服务之间，数据和功能都是隔离的，形成事实上的一个个应用孤岛，很难实现数据互通和功能集成，更谈不上开放融合的云应用服务生态。

总体而言，广东省教育云公共服务体系仍处于云计算 1.0——虚拟化阶段，无论是 IT 资源管理还是云应用管理都存在诸多亟需解决的问题，如表 1 所示。

表 1 云计算 1.0 技术特点及存在问题

	特点	问题
资源管理	自建数据中心，分散管理异地数据中心	前期投入大，运维难度和成本高
	每次应用部署时，专门分配和提供虚拟机等资源	高耦合、耗时长、效率低
	虚拟机与应用静态绑定	服务器资源利用率较低
应	开发者手动管理云应用生命周期	要求高、工作强度大、耗时长

用 管 理	采用自定义的工具和流程	缺少云应用打包和部署标准，云应用升级或迁移困难
	云应用服务主要为最终用户服务，不提供公共编程接口（API）	很难实现不同云应用服务之间的功能集成和数据互通

同一时期各地建设的行业云都存在类似问题。“十三五”期间，又一批重大教育信息化工程上马，包括教育大数据应用工程、优质数据共享工程和智慧教育示范工程等。如果仍然走老路子，新建一批数据中心，专门部署运行这些应用，由专人管理这些基础设施和应用，势必会导致资源的严重浪费，建成云应用服务生态遥遥无期。

正是在这样的背景下，全省各地市对省层面出台一个《教育云公共服务体系总体架构、技术标准与实施指导意见》的呼声很高。从2015年初开始，省教育厅委托华南师范大学牵头、联合省教育技术中心等单位开展广东省教育云总体设计、技术标准和实施方案研究，目标是从根本上解决存在的突出问题，超前考虑“十三五”期间公共服务平台在技术和应用面临的新挑战：一是基础设施资源多种建设模式并存，私有云和公有云混合、多云融合已成为新常态，统一管理异地、异构数据中心成为当务之急；二是云应用服务的类型和数量增多，支持多应用混合部署、建设开放应用生态势在必行。

三、教育云总体架构

教育云总体架构以云应用引擎为核心，它向下自动管理混和、多云融合的云基础设施资源，向上自动管理云应用的生命周期，如图1所示。该总体架构实现了IT基础设施来源的多样化：既可以是自建的私有云，也可以分别租用多家公有云的优质资源；既可以是物理服务器，也可以是虚拟机；主机既可以运行Windows操作系统，也可以运行

Linux 发行版。支持混和、多云融合的基础设施，可以充分发挥市场在基础设施资源配置中的决定性作用。政府主管部门工作重点转向制定标准与规则、监督执行过程和评估实施效果。利用自建数据中心的基础设施资源，运行安全等级高或需要高度保密的云应用；按照政府购买服务方式租用移动、电信或其他第三方的公有云资源，运行面向大规模最终用户的一般云应用；也可以适当聚合各地市数据中心，统筹集约使用 IT 基础设施为用户提供服务，从根本上解决目前数据中心建设面临的效能低、共享不足等问题，优化省级和各地市数据中心布局，提升 IT 资源利用率和集约化水平。教育云总体架构实现了 IT 资源提供的动态化，根据实际使用情况动态增加或移除云基础设施资源，从根本上避免了资源的闲置浪费。

目前正在加大政府采购云计算服务的力度，大幅度减少政府自建数据中心的数量，以节省信息化建设成本、降低技术门槛，教育云总体架构设计符合这一发展趋势。

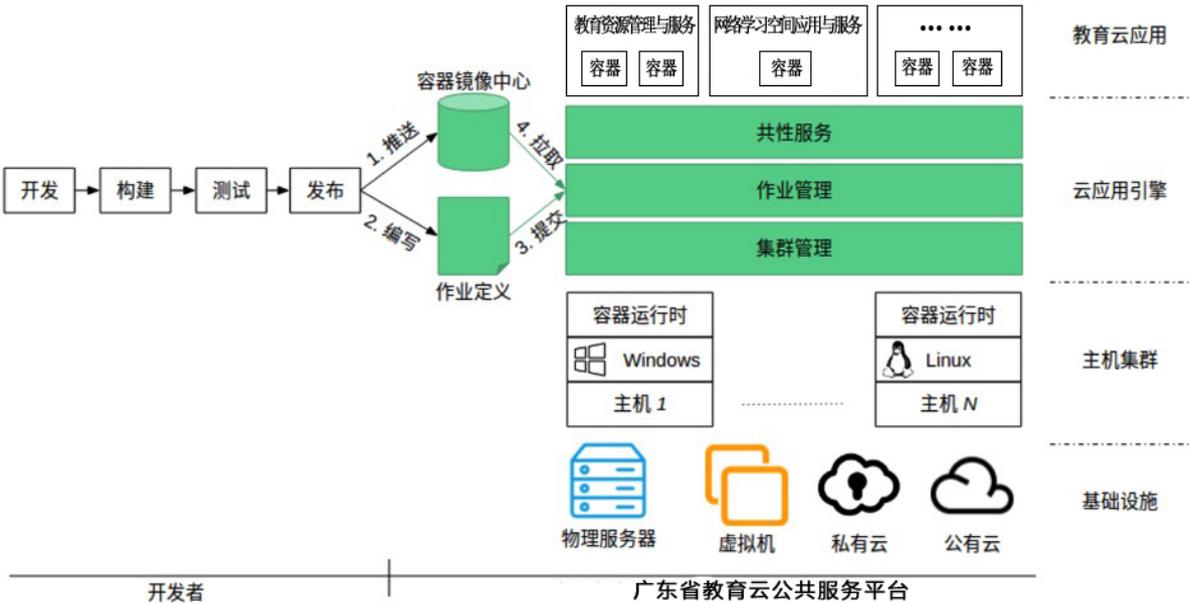


图 1 教育云总体架构

云应用引擎采用自动化手段管理整个云应用生命周期，包括开发、测试、构建、部署、运行、维护和管理等阶段。这里的自动化是指声明式自动化，即云应用开发者只需要描述清楚目标状态，后续的规划和执行完全由云应用引擎负责实现。云应用引擎实际上解除了云应用与云基础设施的紧耦合，平台运营方动态调整基础设施资源时，由云应用引擎处理受到影响的云应用的下线或迁移，极大减轻平台运营方的工作负担，真正提供按需弹性伸缩的资源池。

总体架构中的云应用引擎是一种通用 PaaS，如图 2 所示，实现云基础设施、云主机集群和云应用的自动化管理，标志着云计算从虚拟化阶段发展到自动化阶段，能有效地克服云计算 1.0 的种种不足和问题，如表 2 所示。

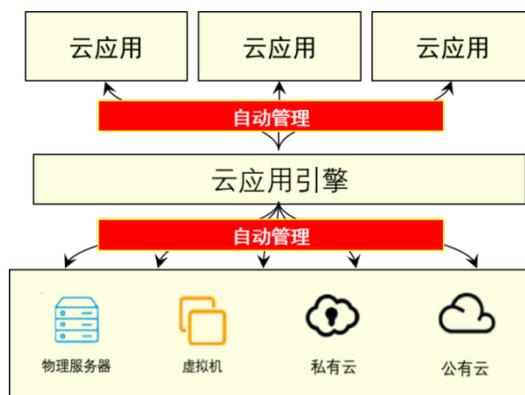


图 2 从虚拟化到自动化

表 2 教育云总体架构技术特点与优势

	特点	优点
资源管理	统一管理混和、多云融合基础设施	按需投入，运维难度降低
	资源分配与应用部署解耦，按需划拨资源	低耦合，部署快，效率高
	多个应用动态共享云主机	服务器资源利用率高
应	自动管理云应用生命周期	显著降低开发者运维成本和难度

用 管 理	标准化工具和流程	一次构建、到处运行
	托管共性服务，制订开放编程接口标准	降低开发难度，实现不同云应用服务之间的功能集成和数据互通

云应用引擎是教育云的核心，包括集群管理、作业管理和共性服务等组件，如图 3 所示。

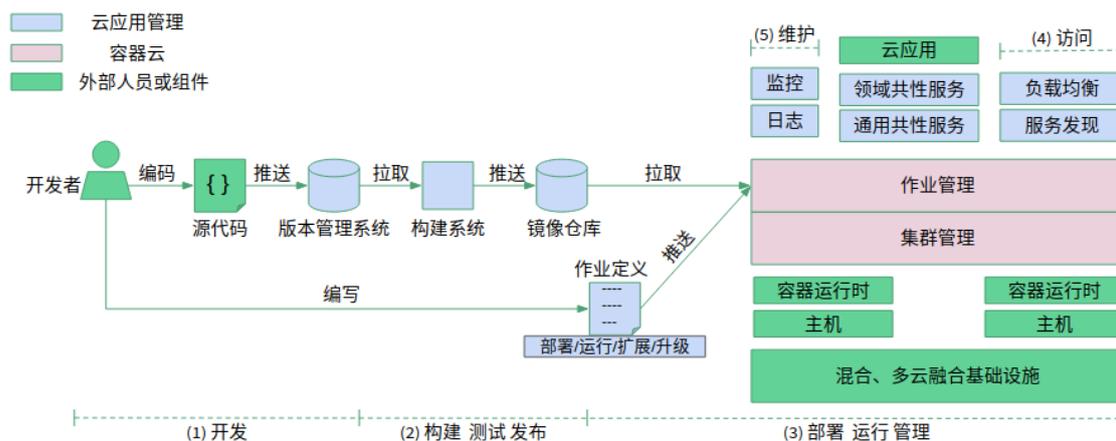


图 3 云应用引擎的组成

集群管理组件统一管理跨云、跨数据中心的主机集群，这些主机都安装了符合标准的容器运行时。作业管理组件按照声明式作业定义，自动部署和运行云应用，监控应用的运行状态。声明式自动化能够有效减少开发者负担，也是管理跨数据中心大规模集群的必然技术选择。为了最大程度降低开发者的开发运维负担，云应用引擎提供了一系列共性服务，开发者只需直接使用或调用这些服务，无需关心共性服务的维护问题。共性服务包括通用共性服务和教育共性服务两大类。教育云总体架构最顶层是各类教育云应用，它属于 SaaS 层范畴，从构建云服务生态角度出发，应该引导更多软件企业开发各类 SaaS 应用。面向最终用户的云应用应该是丰富多样的，不是哪一家或少数几家企业可以满足的。云应用引擎自动管理云应用生命周期，应用的部署、运维非常敏捷快速，云应用交付模式的变革，可以让多个同类云应用同时上线，由用户

根据使用情况决定是否购买，即由市场决定云应用的购买。云应用引擎支持传统架构 Web 应用和微服务架构、大数据、人工智能及机器学习等新型云应用。

《广东省教育发展“十三五”规划（2016—2020 年）》提出积极发展“互联网+教育”，以“粤教云”为总抓手，加强教育信息化的统筹规划和顶层设计。从技术支撑角度看，“总抓手”是指统一管理各地数据中心，支撑各类教育云应用。云应用引擎向下统一管理跨云、跨数据中心的主机集群，支持基础设施资源来源的多样性和多种建设模式；向上自动管理云应用生命周期，包括自动化部署和运维，改变了云应用的交付方式，解除了云应用与云基础设施的紧耦合，解决了多应用混合部署和服务生态建构等关键问题，真正做到“下抓上举”。从这个意义上讲，教育云总体架构是“总抓手”理念的技术解决方案。

四、教育云综合标准化体系

教育云公共服务体系建设，标准化工作必须先行。不论是有效管理大规模、跨数据中心的 IT 基础设施，提高基础设施资源利用率，降低运维人力成本，还是实现应用的敏捷部署和管理，支持云应用在不同数据中心之间无缝迁移，都离不开技术标准。软件开发企业和服务商按照标准打包和发布云应用服务，实现云应用“一次构建、到处运行”，也是构建云服务生态的基础。依据教育云生态系统中技术和产品、服务和应用等关键环节，以及贯穿于整个生态系统的云安全，构建教育云综合标准化体系框架，包括“云基础标准”、“云基础设施标准”、“云应用引擎标准”、“教育云应用标准”和“云安全标准”五个部分，如图 4 所示。

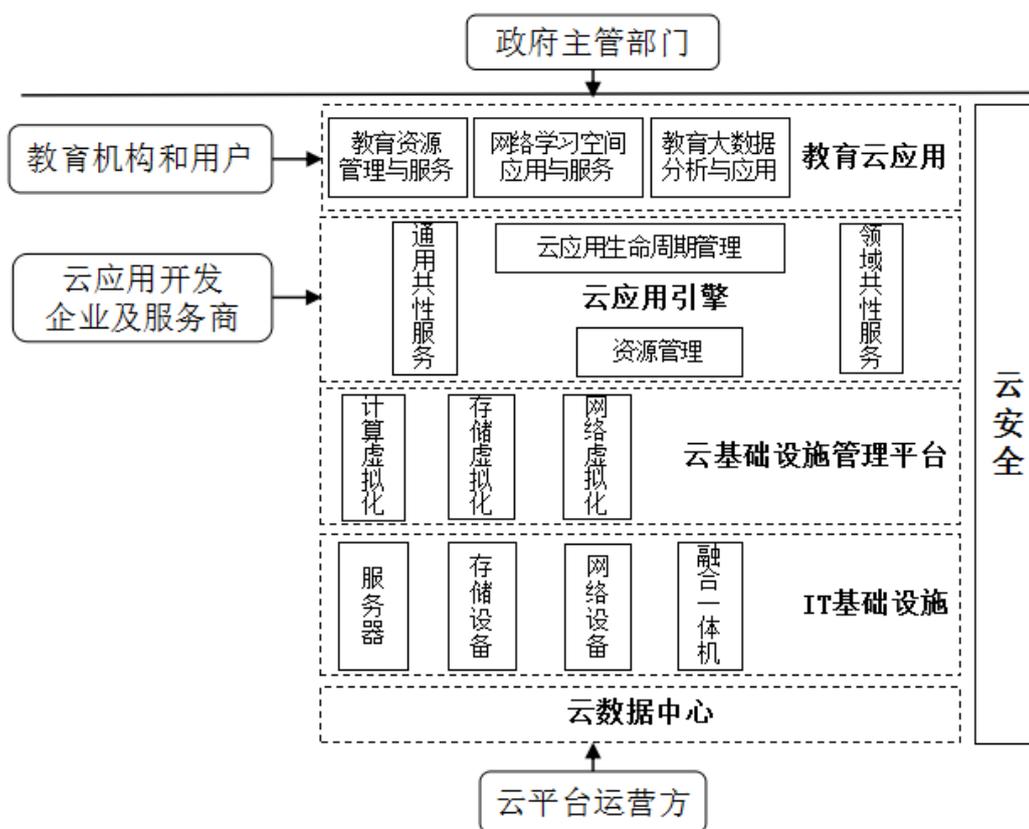


图4 教育云综合标准化体系框架

标准研制遵循以下基本原则：（1）顶层设计，明确方向。结合广东省教育云服务发展实际，做好教育云综合标准化顶层设计，加强标准战略研究和标准体系构建，明确教育云标准化研究方向，引导省内相关标准化组织、研究机构和企业等有序开展标准化活动；（2）需求牵引，重点推进。以广东省教育云服务需求为引领，围绕教育云公共服务体系建设的应用需求和共性问题，按照轻重缓急、成熟程度，有序推进标准研制和贯彻实施工作，保持教育云标准体系的动态更新；（3）包容开放，协调一致。以支撑行业管理、服务产业发展为出发点和落脚点，加强国际、国内交流与合作，确保标准化成果的综合性和协调性，提高标准与国际开放标准一致性程度；凡是遵照工业和信息化部《云计算综合标准化体系建设指南》发布的云计算标准，全部直接采

用，注意避免与正在制订的云计算标准重复；加强标准与法律法规、政策措施的衔接配套，发挥标准对法律法规的技术支撑和必要补充作用。

建设广东省教育云标准规范体系。广泛借鉴国际云计算技术及标准研究成果，紧扣教育云服务和应用发展需求，明确教育云标准化重点研究方向，加快推进重要标准制定及贯彻实施，为广东省教育云持续快速健康发展提供技术支撑和标准引领。

以教育云综合标准化体系框架为基础，通过研究分析云计算领域已有的国际标准和国家标准，提出现在缺失并且能直接反映教育云服务特征的8个标准研究方向如表3所示，方向明细如表4所示，以指导具体标准的立项和制定。尚未纳入标准研制方向但在教育云综合标准化体系框架中列出的内容，统一作为标准化需求研究方向。云基础设施标准和云安全标准将遵照国家工信部《云计算综合标准化体系建设指南》执行。

表3 广东省教育云重点标准研制方向统计

名称	重点标准研制方向
云基础标准	3
云应用引擎标准	3
教育云应用标准	2

表 4 广东省教育云标准研制方向明细表

类型	子类型	编号	标准研制方向	说明
01 云基础标准	0101 术语	010101	教育云标准术语	主要制定教育云术语、定义和概念，用于统一教育云的认识，指导其他标准制定。
	0102 参考架构	010201	教育云参考架构	制定参考框架标准，规定教育云生态系统中的各类角色、活动，以及用户视图和功能视图，为教育云服务的开发、提供和使用提供技术参考。
	0103 标准集成应用指南	010301	标准集成应用指南	针对不同的教育云服务采购和使用场景，开发标准集成应用方案，支持实现标准配套应用。
05 云应用引擎标准	0501 软件包格式	050101	云应用容器镜像	定义将云应用及其所有依赖打包在一起的容器镜像格式。
	0502 运行时	050201	云应用容器运行时	云应用容器运行时的功能特性、工作流程和应用编程接口定义。
	0503 应用编排	050301	云应用容器编排	根据开发者提交的描述式作业，将云应用容器自动调度到合适的节点执行，自动维护和管理执行的容器。
06 教育云应用标准	0601 教育数据	060101	教育数据及元数据	教育数据标准与代码标准建设，教育资源元数据规范，教育资源分类和标记规范等。
	0602 开放服务	060201	教育云应用开放服务接口	教育云应用接入使用规范、开放服务接口等方面。

(一) 云基础标准

用于统一云计算及教育云相关概念，为其他各部分标准的制定提供支撑。主要包括云计算及教育云术语、参考架构、最佳实践及指南等方面的标准。

(二) 云基础设施标准

用于规范和引导建设数据中心建设和管理。主要包括基建设施、IT基础设施和云基础设施管理等方面的标准。第一部分是数据中心的基建设施，包括场地、建筑、电力、制冷、安全等设施；第二部分是部署在数据中心的IT基础设施，包括服务器、存储设备、网络设备及其他数据中心成套装备；第三部分是云基础设施管理平台，以计算、存储和网络等方面的虚拟化技术为基础，提供云主机、云存储、网络等基础服务，建立统一的SLA（服务水平协议）、计量原则、计费方法和评估规范，以保障云服务按照统一标准交付使用。广东省教育云基础设施资源多种建设模式并存，目前，已经建成省级教育数据中心和部分地市教育数据分中心，部署和运行VMWare vSphere或OpenStack等云管理平台。随着教育云公共服务体系建设不断推进，数据中心越来越多，配置也多种多样。不遵循数据中心建设及管理标准，很难实现异地、异构数据中心的统一管理。

(三) 云应用引擎标准

云应用引擎是一种通用PaaS，清晰地明确了云服务生态系统各方的角色和职责，极大地减轻了开发者和平台运营方的工作负担，特别是支持软件企业开发各类云应用构建服务生态。云应用引擎向下自动管理混合、多云融合的IT基础设施资源，向上自动管理云应用生命周期，

包括开发、构建、分发、部署、运行、维护和管理等。云应用引擎还提供两类共性服务，即通用共性服务和领域相关的共性服务，方便开发者调用和集成，降低开发难度。为了规范云应用生命周期管理，迫切需要制定云应用软件包格式、运行时和应用编排等方面的技术标准，指导软件开发企业及服务商按照标准打包和发布云应用服务。根据广东教育云公共服务体系建设的需要，按照实施的优先级，与云应用引擎相关的三个标准是容器镜像格式及分发标准、容器运行时标准和容器化应用编排标准。上述标准草案兼容国际开放标准，教育云应用开发企业只要使用主流开源容器工具，例如 Docker Engine、Docker Swarm 或 Kubernetes，构建的容器镜像和编排作业就可以符合标准的要求。

（四）教育云应用标准

教育云应用属于 SaaS 层范畴，从构建云服务生态角度出发，应该引导更多软件企业及服务商开发各类 SaaS 应用。为确保不同教育云应用之间的数据互通和功能集成，加快云应用服务生态建设，建议加紧研制并发布教育云应用标准，包括但不限于：（1）教育数据标准。包括教育数据标准与代码标准建设，教育资源元数据规范，教育资源分类和标记规范等；（2）开放服务标准。包括教育云服务接入使用规范、开放编程接口技术规范以及具体教育云服务的公共编程接口定义等，规范不同教育云应用服务之间的数据互通和功能集成。

近年来，省教育厅加强教育信息化技术标准体系建设，先后制定并发布了《广东省基础教育资源元数据应用指南》《广东省数字教育资源与应用接入及管理办法》和《广东省基础教育资源公共服务标准规范》

等，建议结合广东省教育云标准规范体系，在上述这些规范的基础上进行修订、补充和完善，形成教育云应用标准。

（五）云安全标准

云安全涉及服务可用性、数据机密性和完整性、隐私保护、物理安全、恶意攻击防范等诸多方面，是影响教育云服务健康发展的关键因素之一。云安全标准用于指导实现教育云服务环境下的网络安全、系统安全、服务安全和信息安全，主要包括安全管理、服务安全、安全技术和产品、安全基础等方面的标准。云安全不是单纯的技术问题，只有通过技术、服务和管理的互相配合，形成共同遵循的安全规范，才能营造可信云服务环境。

五、广东省教育资源公共服务平台总体架构及技术标准

2014年下半年，广东省教育技术中心组织论证编制《广东省教育资源公共服务平台建设（一期）方案》，主要任务是将“粤教云”公共服务平台的教育资源类云服务移出，整合新的应用需求，共同组成广东省教育资源公共服务平台（一期）（以下简称“平台（一期）”）。平台（一期）与“粤教云”公共服务平台一体化设计，实现平台之间双向相互支撑、业务整合与协同服务，为全省教育信息化应用提供内容保障。2015年9月，平台（一期）启动建设，并于2016年5月正式上线投入使用。近两年的应用情况表明，平台（一期）还不能适应教育信息化发展需要，突出表现在IT基础设施利用率不高，难以形成开放融合的云应用服务生态，市场在资源配置中的决定性作用还不能体现。各地教育资源服务平台重复建设且不能互联互通，用户在不同平台注册空间但不能实现互操作。

2017年11月，广东省教育技术中心委托华南师范大学承担广东省教育资源公共服务平台（二期）建设总体架构设计及实施方案编制工作。2018年7月19日，《广东省教育资源公共服务平台（二期）总体架构设计及实施方案》通过专家咨询论证评审。

根据广东省教育云总体架构及相关技术标准，广东省教育资源公共服务平台（二期）建设包括云基础设施、云应用引擎和教育资源云应用三个层面的工作。

（一）云基础设施

平台（二期）建设方案支持混和、跨云的基础设施，实现了IT基础设施来源的多样化：既可以是自建的私有云，也可以分别租用多家公有云的优质资源；既可以是物理服务器，也可以是虚拟机；主机既可以运行Windows操作系统，也可以运行Linux发行版，充分发挥市场在基础设施资源配置中的决定性作用。

平台（二期）总体架构中的云应用引擎，实现了云应用的自动化部署和运维，实际上解除了云应用与云基础设施的紧耦合。可以根据实际情况动态增加或移除云基础设施资源，从根本上避免了资源的闲置浪费。平台运营方动态调整基础设施资源时，由云应用引擎处理受到影响的云应用的下线或迁移，极大减轻平台运营方的工作负担。

（二）云应用引擎

基础设施资源由云应用引擎统一管理，提供按需弹性伸缩的资源池，在应用过程中根据实际需要动态调整。

云应用的开发、部署与运维也需要云应用引擎来支撑，特别是自动化部署和运维。

云应用引擎提供一系列共性服务，最大程度地降低开发者的开发和运维负担。

平台（一期）到平台（二期）的架构变迁如图 5 所示。

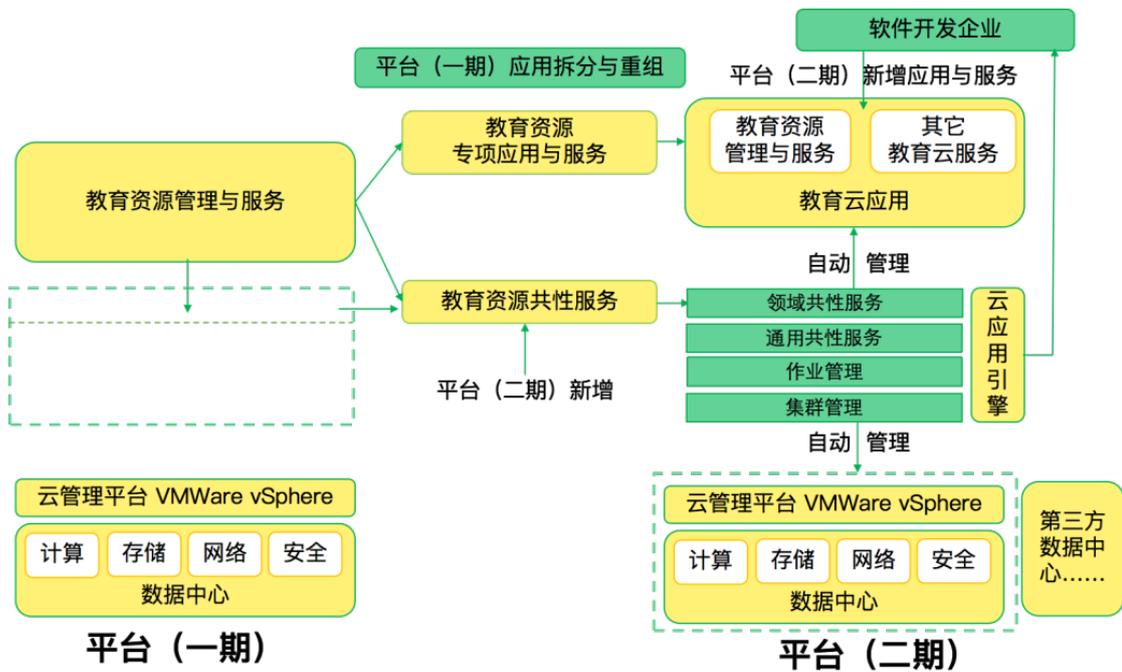


图 5 平台（一期）到平台（二期）的架构变迁

云应用引擎是平台（二期）建设的重点。

云应用引擎的共性服务分为通用共性服务和领域相关共性服务。教育资源共性服务包括：（1）用户认证与权限管理服务；（2）电子证照服务；（3）与国家数字教育资源公共服务体系对接；（4）资源汇聚与交换服务；（5）资源导航与搜索服务；（6）教育基础信息数据服务；（7）消息服务；（8）应用服务；（9）系统管理服务；（10）应用数据采集服务；（11）应用监控服务；（12）内容安全监管服务；（13）网络学习空间管理服务；（14）开放接口管理服务；（15）标准规范。

（三）教育资源云应用

教育资源云应用属于 SaaS 层范畴，从构建云服务生态角度出发，应该引导更多软件企业及服务商开发各类 SaaS 应用。云应用引擎清晰界定了教育资源云服务生态系统各方的角色和职责，云应用服务开发企业以云应用引擎为支撑并遵循相关技术标准，调用或集成云应用引擎中的相关共性服务（含通用共性服务和领域相关共性服务），便可实现云应用的自动部署和运维，其优点在于：既能最大程度体现政府主管部门的监督作用，又充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，由市场决定教育资源云应用服务的购买。