



基于互联网的标准化考点信息系统建设和应用

张 琬,李 萍,金世平,靖 春

(中国电信股份有限公司江苏分公司操作维护中心 南京 210017)

摘 要:基于互联网的信息系统建设,研究了标准化考场的基本规范,提出了包括监控技术、通信技术、音视频技术和教育考试管理技术的一套综合性业务要求,分析和拟定了标准化考场的设计原则,根据上述原则和指标,设计了业务功能模块、组成以及符合技术规范要求的系统总体架构和应用系统。给出了包括网上巡查系统、视频会议系统、作弊防控系统、身份认证系统和显示系统在内的技术实现方案。最后分析了与 Internet 和中国教育科研网的融合和连接以及在条件不具备的地方,通过其他方式进入的模式。

关键词:信息系统建设;标准化考场;互联网应用

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015280

Information System Construction and Application of the Standardized Test Center Based on Internet

Zhang Lu, Li Ping, Jin Shiping, Jing Chun

(Operation and Maintenance Center, Jiangsu Branch of China Telecom Co., Ltd., Nanjing 210017, China)

Abstract: Based on the construction of internet information system, the basic specification of the standardized test center was studied and a set of comprehensive business requirements including monitoring, communication, audio, video and education examination management technology was proposed. The standardized test center design principles were analyzed and developed, according to the designed business function module, the composition, the system overall structure and the application system. The technology implementation scheme including on-line inspection system, video conference system, cheating prevention and control system, identity authentication system and display system were given. Finally, the integration and connection of internet and the educational research network in China were analyzed, and the other entry way when the condition was unavailable.

Key words: construction of information system, standardized test center, internet application

1 引言

为了适应我国各类国家级和地方政府举办的考试,近年来各级政府和相关部门除对考卷的拟定和评判继续严

格管理以外,对考场设置、考试过程、考点环境和考场监控也不断加以规范,以便提高国考的质量和可信度。其中,标准化考点信息系统建设是进一步加强国家教育考试管理,严密防范和严肃查处考场、考试舞弊行为,切实维护考试

收稿日期:2014-12-01;修回日期:2015-10-14

论文引用格式:张琬,李萍,金世平等. 基于互联网的标准化考点信息系统建设和应用. 电信科学, 2015280

Zhang L, Li P, Jin S P, et al. Information system construction and application of the standardized test center based on internet. Telecommunications Science, 2015280

招生的公平、公正、安全和秩序的重要举措,引起各级政府的极大关注。

标准化考点信息系统是基于互联网的信息系统建设,包括监控技术、通信技术、音视频技术和教育考试管理技术的一套综合性业务应用系统。该系统构成大致包括监控资源、传输网络、监控中心和用户终端4个组成部分。其中,监控资源是系统监控信息的平台,传输网络是连接监控资源、监控中心和用户终端的媒介,监控中心是系统的信息管理和共享核心,用户终端是系统的信息服务对象。标准化考点信息系统的4个组成部分分别等同于传统的区域视频监控概念上的前端/传输/变换/控制/管理/处理/显示4个部分。

标准化考场的建成使用,整合了社会资源,促进了各地教育信息化的发展,是我国教育考试技术领域的重大突破和严格规范,更是促进考试公平公正、维护考生利益和国家信誉的需要。基于互联网的标准化考点信息系统在考试领域的广泛深入使用,改变了传统的考试管理方法、手段和理念,为我国建设教育考试强国打下了基础。

2 相关工作

2.1 需求分析

随着校园信息化建设的不断发展,信息技术在招生考试管理系统上有了长足而深远的影响。作弊也变得高科技化了,如何利用现代化技术防范考生作弊现象,让一切招生考试公平合理化已经成为现在众多高校研究的热点。如赵文光探索了标准化考场条件下的考务管理系统^[1],从而加大防作弊性能,保证考试公平性;徐春生等提出了标准化校级考场巡查系统^[2],在原有考场的基础上配备相应的网上监控系统及相应的应急防作弊系统,从而保证考试的公平、公正和安全。对于标准化考场条件下的考务管理探索已成为众多高校关注的热点^[3~5],并在学校里投入使用。但是这些学校自建的标准化考场及其他相关信息化系统存在着缺乏统筹考虑、各系统相对孤立、无法相互配合、设备类型各不相同、不能实现相互兼容、学校之间相互独立、不能实现互联互通等问题,因此学校现在投入实施的标准化考场还无法满足全省标准化考点信息化的需求,需要进行统筹考虑、规划、设计^[6~8]。

2.2 系统设计原则

结合学校及教育部门的需求,基于互联网的标准化考点信息系统的设计主要遵循以下原则。

(1) 开放性 & 标准化原则

整个系统的设计、开发和建设都必须符合教育部门颁布的标准及规定的要求,符合电信部门现行网络的技术标准。这些要求和标准包括控制协议、视频编解码、接口协议、视频文件格式、传输协议等。这些要求和协议、标准必须是开放的(符合标准或公开的),可实现互联互通并支持二次开发或功能调整。

(2) 可扩展性原则

系统要留有充分的扩充余地,能够方便地实现与校园监控系统联网,有助于教育巡考系统的扩展与升级,能最大程度地保护用户投资。

(3) 可靠稳定原则

系统的可靠性是指系统抵御外界干扰的能力及受外界干扰时的恢复能力。包括教育巡考、校园监控在内的功能应该在任何情况下,都能够保证系统完整、安全、准确地实现。

(4) 兼容性原则

系统内部相互兼容,例如教育考试网上巡查系统可与录播系统和校园监控系统做无缝连接,形成完整的校园监控视频联网;与各校其他系统也能够兼容,以保证其强大的功能和灵活的应用。系统设计过程中,应该预先留下灵活的各类接口,使系统具有良好的开放性。

(5) 易操作、管理、维护原则

系统顶级安排在省级教育部门和教育考试院,终端设置在各校考场的教室,使用人员往往不能固定,所以系统需要易操作、易管理、易维护。

(6) 安全性原则

该系统与其他信息系统相比,隐蔽性较差,目标明显,易受攻击,所以安全性非常重要。

基于当前标准化考点信息系统建设的需求并结合系统设计过程中所遵循的原则,本文在标准化考场的相应模块中,引入相关动态路由、云存储、身份认证、音视频流双向解码及相应的防作弊技术,基于互联网技术改进标准化考场,从而保证省、市级考试指挥中心能远程查看各学校考场实时视频图像及录像,省、市、考点学校通过召开视频会议实现对考点现场的指挥调度,考点学校只需部署防作弊系统及身份识别系统,通过考场现场杜绝作弊行为,保障考试的公平、公正、安全。

3 系统业务功能模块

为了实现考场现场视频监控、远程指挥调度、作弊防控



等功能,基于互联网的标准化考点信息系统包括网上巡查模块、视频会议模块、应用扩展模块、网络数据安全模块和显示模块,如图1所示。每一模块中往往又包含多个子系统。

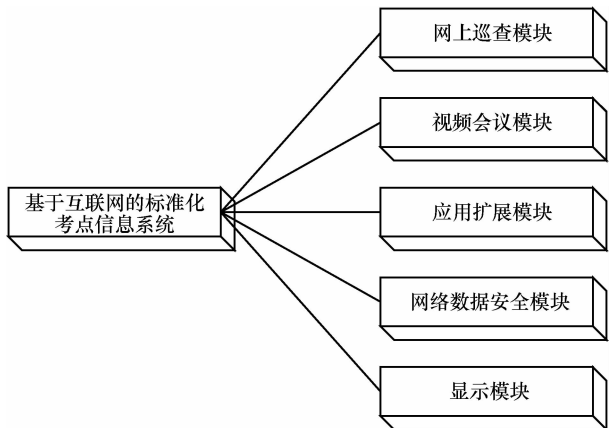


图1 基于互联网的标准化考点信息系统

(1)网上巡查模块

- 巡考监控子系统。考场巡考监控系统是标准化考点的核心系统,依据相关标准建设,能实现不同设备及系统的互联、互通、互控,实现音视频及报警信息的采集、传输/转换、显示/存储、控制;根据要求,还需要进行身份认证和权限管理,保证信息的安全;应能与报警系统联动,需要提供与其他业务系统的数据接口。
- 巡考平台子系统。巡考平台是考场重要的管理系统,它能够提供所属各个考场的视频监控、视频质量诊断、地图导航、本地存储及断点续传、视频下载及回放、录像完整性查询、报警联动、资源及行政区域管理、报表统计、设备巡检、异常自动报警、标准流检测、应急预案等功能,满足不同用户在不同需求下的监控需求。
- 作弊防控系统。为防止以上作弊行为,需要针对手机等通信工具的无线频率进行屏蔽。通常需要对 100~2 500 kHz 频段进行全屏蔽,采用无线信号屏蔽仪加金属探测棒以有效地防止、阻止作弊现象的发生。
- 同步计时电波钟。在省、市、县(区)的考试主管部门、考点、考场各配备一个电波钟,用于统一时间及统一考试指令发布。电波钟接收时码信号后,自动校准成标准的北京时间(由国家授时中心发播标准时间而非中央电视台时间),这样可以解决传统钟表需人工校对时间的问题,实现全网时间同步。

(2)视频会议模块

本模块是标准化考点的核心,通过将其部署在省或市的视频会议网关和指挥系统软件中,可实现将前端所有的考场视频直接在视频会议的终端上显示出来,以便在有紧急事件发生时,可以在全省/市的会议上对突发事件进行现场情况实时显示,便于主管部门的指挥和决策。

(3)应用扩展模块

由于在标准化考点系统建设之前,很多地方已经建设了一些视频系统或者管理系统。但是这些系统功能不强,标准较低,难以联网,使用不便,因此设立了应用扩展模块。应用扩展模块主要用于和原先视频会议系统、巡查系统、校园监控系统的融合及录播扩展应用的预留。

(4)网络数据安全模块

标准化考点系统的一个重要指标,是系统的安全和事件的追溯,为此需要对系统的数据加以特殊的处理。该模块包括以下功能。

- 网络备份:标准化考场的几个主要系统运行在教育科研网及各市教育城域网上,为确保教育网接入发生故障时不影响考试期间的系统功能,在省、市、县核心设备的网络接入方面,可通过教育网和运营商网络双接入的方式,确保网络的安全备份。
- 防火墙:为保证省、市指挥中心数据网络的安全,在网络接入端应布置相应的防火墙设备,支持入侵防御(intrusion prevention, IP)功能、防病毒(antivirus, AV)功能、带宽(流量)管理功能、上网行为管理功能。

(5)显示模块

显示系统不仅是考点的集中检测系统,也是人机交互的界面系统。其功能包括以下方面。

- 图像拼接。大屏拼接处理器可以驱动由多路输入组成的一个统一的虚拟大屏幕显示系统,用户能够在整个大屏幕上根据需要任意选择和缩放窗口。
- 图像输出显示。多路视频信号能够在不占用 PCI(peripheral component interconnect, 外部部件互连标准)总线的情况下以全帧率、真彩色在大屏上显示,并且视频窗口能够同计算机图形和字符任意移动、缩放。

4 系统实现方案及关键技术

4.1 系统实现方案

本系统的设计和开发涉及多个技术领域,属于综合性的、

以视频信息处理和显示为核心的基于互联网的应用系统。

4.1.1 网上巡查系统

根据国家教育考试网上巡查系统视频标准技术规范的要求,国家教育考试网上巡查系统包括监控技术、计算机多媒体技术、通信技术、音视频技术和教育考试管理技术的一套综合性业务应用系统。从系统应用构成的主体类型上可分成资源监控、传输网络、中心管理和用户终端 4 个组成部分。规范要求的系统架构如图 2 所示。

4.1.2 视频会议系统

原有的视频会议系统虽然已经实现教育部和省视频会议到市级会议终端的转接,但只是在省部署 MCU (multi control unit, 多点控制单元),在省、市部署视频会议终端,再通过省级视频会议终端和国家教育部对接,所以只实现了教育部—江苏省—江苏省下辖市的视频会议功能。而江苏国家教育考试标准化考点规划中对视频会议系统的规划是实现教育部—江苏省、13 市、84 县、512 学校的视频会议系统。因此需要在原有的视频会议系统基础上进行改造。

(1) 对视频会议系统进行扩充建设

- 省级巡考指挥中心 MCU 的终端数已经不能满足需求,需进行扩容。
- 在市级巡考指挥中心新增 MCU, 以保证每个市级巡考指挥中心自主召开视频会议的能力,并建设相应的扩声系统。
- 在每个县级巡考指挥中心新增视频会议硬件终端, 以保证每个县级巡考指挥中心加入视频的能力,并

建设相应的扩声系统。

- 在每个学校都增加视频会议桌面终端。

(2) 视频会议与其他系统的融合扩充

视频会议不能是一个独立的系统,否则会失去纳入巡查系统建设的意义。

- 视频会议系统与应急平台融合:视频会议系统需要与应急指挥系统实现集成。视频会议系统的沟通渠道和视频都应该是应急指挥系统的最重要组成部分。
- 视频会议系统与教育巡考系统融合:可以将教育巡考监控中的突发事件视频或指定视频在整个视频会议系统中显示出来,以实现视频会商、应急指挥和处理功能。

改造后的视频会议系统主要由视频会议终端设备、MCU、录播服务器及中央统一管理设备或服务器等组成。利用各会场的公共互联网承载视频业务。整个系统以省主会场为核心,分别设立相应分会场,并在 MCU 上预留部分今后网点扩张的处理能力。

- 主会场配置视频录播和流媒体服务器,能实现各指定会场的自动录像,可以从主会场视频终端或 MCU 设备将视、音频信号、数据内容录制、存储下来供事后检测。
- 在省级考试主管机构设置 SDS 桌面接入服务器,部署 iViewSuite 统一通信管理服务器,承担系统管理、资源管理和性能管理的任务,执行会议的受理、记录、预约、组会等会议资源管理,同时也对系统进行

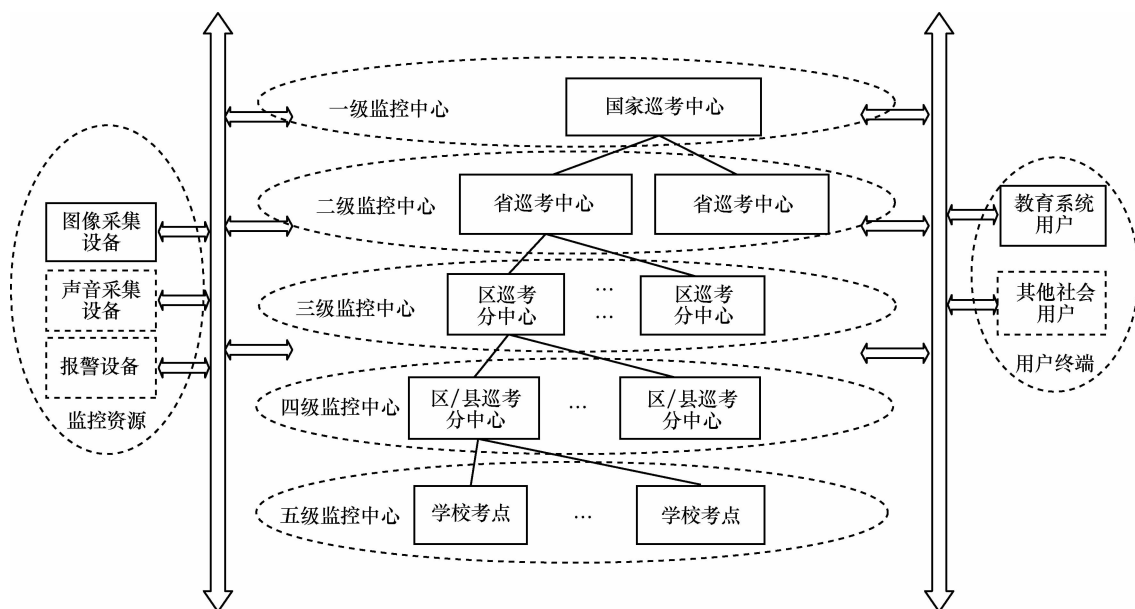


图 2 网上巡查系统架构



故障管理、配置管理、状态监控、性能管理等全方位的管理。

- 各市配置视频会议终端一台和双流盒设备,用于发送/接收视音频和数据信号。
- MCU 可以提供多种会议管理方式,比如主席模式、语音激励模式、自动轮询等。

4.1.3 作弊防控系统

随着高科技作弊手段的兴起,无线电作弊对正常的考试秩序构成了严重威胁,防作弊系统也要不断升级。作弊手段主要包括:无线摄像系统、语音通信系统以及字符通信系统等,当前的防作弊技术主要是单体的无线电屏蔽。本文在作弊防控子系统中,融入超宽带射频技术。

4.1.4 身份认证系统

为防止替考现象以及考生入错考场,在考生入场前各考场对考生进行身份认证是必不可少的,也是标准化考点建设的重要组成部分。

4.2 关键技术

4.2.1 动态路由和 SIP 信令直传技术

系统主要设备(编解码设备)硬件支持 SIP(session initiation protocol)。SIP 又称会话启动协议,是建立于 HTTP 之上,基于文本、面向 Internet 会议和电话,可以建立、修改或者中止多媒体会话或者呼叫的协议。系统通过 SIP 网络进行互联,可直接执行相应的 SIP 指令,从而减轻单台设备处理压力,确保系统稳定、流程运行。

同时,网络规模的指数增长使得网络的动态特性更加突出,如拓扑结构变化的频繁性和不可预测性以及网络流量的随机性和突发性。传统的路由算法(距离向量算法和链路状态算法)已经不能适应这些情况的需求。基于智能算法的动态路由算法,在解决拥塞现象和路由振荡问题上,比传统算法更加有效,满足实时性应用的同时还可以保持网络负载分布的平衡性。

系统采用基于蚁群算法的动态路由算法,利用蚂蚁能够找到蚁穴与食物源之间最短路径的能力,进行路由选择。网络中每个节点的路由表用信息素表来代替。用加权图 $G=\{V,E\}$ 表示网络的物理拓扑,其中, V 表示节点集, E 表示链路集,不失一般性,假设在任意两个节点之间至多存在一条链路。蚁群算法被用来寻找图 G 中节点 v_s 到目的节点 v_d 的最短路径,每条边 $e(i,j) \in E$ 都有一个信息素变量 φ_{ij} ,当蚂蚁访问到该节点 $v_j \in N_i$ 时会修改该变量,节点 v_i 上的蚂蚁用到节点 $v_j \in N_i$ 上的信息素 φ_{ij} 来计算 v_j 作为

下一跳的概率, N_i 是节点的下一跳邻居节点的集合。选择概率用式(1)表示:

$$P_{i,j} = \begin{cases} \frac{[\varphi_{i,j}]^\alpha}{\sum_{j \in N_i} [\varphi_{i,j}]^\alpha}, & j \in N_i \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (1)$$

其中, $\alpha \geq 1$, 目的是控制蚂蚁的探索行为。

节点 v_i 的转移概率 P_{ij} 满足如下限制条件:

$$\sum_{j \in N_i} P_{ij} = 1, i=1,2,\dots,N \quad (2)$$

在路由发现期间,蚂蚁在经过的路径上防止恒定数量的信息素 $\Delta\varphi_{ij}$ 。当蚂蚁从节点 v_i 移动到节点 v_j 时,根据式(3)改变边 $e(v_i,v_j)$ 上的信息素数量:

$$\varphi_{ij} = (1-\rho)\varphi_{ij} + \rho\Delta\varphi_{ij}, \rho \in [0,1] \quad (3)$$

4.2.2 音视频流的双向解码技术

作为系统的扩展,可在监控点和各监控中心之间实现音视频实时流的双向编解码的功能,为图像声音复核和应急指挥(现场视频会议)提供手段。

视频压缩编解码标准采用 MPEG-4, 音频编解码标准采用 MPEG-Layer II, 音视频复合流采用 Program Stream。SIP 网关或 SIP 路由器可看作各级巡查中心的输入、输出接口,负责和上下级巡查中心进行 SIP 指令和音/视频流的交互,巡查系统 SIP 注册中心主要完成 SIP 注册和 SIP 重定向功能,是巡查系统的核心服务,实现远程客户端的跨域(跨中心)视频呼叫,实现多级巡查中心的互通,获取全省/市/区县考场、安保监控点信息列表,在远程管理平台上形成全省/市/区县的完整树型列表结构。

4.2.3 分布式与中心集中存储技术

分布式存储是通过网络使用各个地方机器上的存储空间,并将这些分散的存储资源构成一个虚拟的存储设备,将数据分散的存储在这些设备中。中心集中存储是建立一个庞大的数据库,把各种信息存入其中,各种功能模块对信息库进行录入、修改、查询、删除等操作。把本地采集的音视频数据用集中式存储技术进行存储,然后再将这些已存储好的数据放到云中心存储以便共享。中心存储采用 RAID5,能够使系统在硬盘损坏的情况下正常运行。

4.2.4 身份认证技术

为防止替考现象以及考生入错考场,各考场在考生入场前对考生进行身份认证是必不可少的,也是标准化考点建设的重要组成部分。身份认证技术采用包括二代身份证

识别、人脸识别、指纹识别等技术在内的新型生物识别技术,在考生入场时通过身份证识别器、高清面部识别器以及指纹识别器对考生的各项信息进行采集,并与信息库中之前采集的信息进行对比,然后对考生身份进行识别确认,增强身份识别的安全性,如图 3 所示。

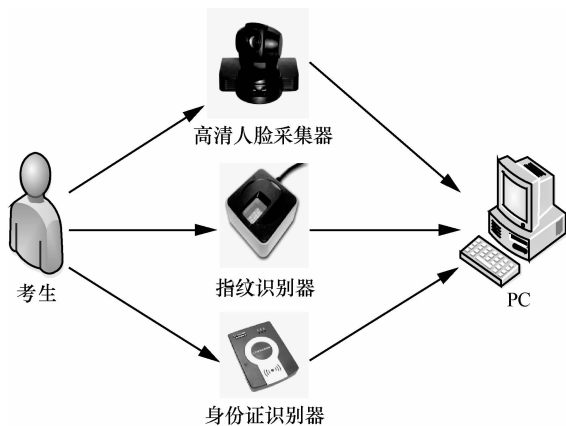


图 3 身份认证过程

4.2.5 超宽带射频技术

超宽带射频技术是指允许带宽在 500 MHz 以上或信号带宽与载频率之比大于 0.2 的信号进行通信。利用超宽带技术,将通信信号频段 3.1~10.6 GHz 进行分割,每个子带 528 MHz。本系统在作弊防控子系统中,融入超宽带射频技术。将具有识别距离远、识别准确度高、识别速度快、抗干扰能力强等特点的超宽带射频技术应用于防作弊,对一定带宽范围内的无线电信号进行有效拦截,从而对作弊现象进行准确、有效、及时阻断和屏蔽。

5 系统融合、拓展与验证

本系统基于互联网可直接接入 Internet 和中国教育科研网。在条件不具备的地方,还可以就近接入城域网 BRAS/SR/汇聚交换机,通过 MPLS VPN 方式接入教育网。学校密集的地区可以考虑设置教育网接入专用交换机,直接上联到教育网地市核心设备。系统与现有视频会议系统和监控系统采用视频会议网连通。

还可以将巡考图像任意选择输出到视频会议的大屏上。特别是在发生紧急情况时,可以召开全省范围的视频会议,并在视频会议或是巡考视频实时接入,进行应急指挥,以保证原有的视频会议和国家及省的互联互通。这既符合国家的视频会议规范标准,也保证了视频会议的功能完整、技术先进和系统稳定,还能满足国家教育考试应急

指挥的业务要求。

基于互联网的标准化考点信息建设方案的可行性通过了论证,方案的内容和设计符合国家教育部门有关标准化考场建设的规范,目前该系统已经成功运用到江苏省标准化考点建设中,根据这一设计完成的系统在江苏省近几年的高考等多类考试中得到了实际使用和考验,结果证明系统达到了设计要求。截至目前,江苏省已完成近 100 个指挥中心、500 多个考点学校、超过 15 000 个标准化考点的建设,各系统模块运行正常,在高考、成人自考及各类专业化考试中发挥了重要作用,在确保各类考试公平、公正、正常有序地进行方面发挥了一定的作用,受到社会各界的一致好评。

现在该系统建设方案已在全国范围内推广,按照国家教育部要求,各省份均已开展标准化考点建设,为我国国家级考试的公平、公正进行提供了严格的考场环境。

6 结束语

基于互联网的标准化考点信息系统建设,根据拟定的标准化考场基本规范和设计原则,设计了业务功能模块和技术方案以及符合技术规范要求的系统总体架构和应用系统。本文给出了包括网上巡查系统、视频会议系统、作弊防控系统、身份认证系统和显示系统在内的关键技术实现。该系统建设很好地整合了社会资源,有利于各地区教育信息化发展,是我国教育考试技术领域的重大突破,更是促进了考试的公平、公正以及维护了考生利益和国家信誉,改变了传统的考试管理方法、手段和理念,为我国建设教育强国打下良好基础。

参考文献

- 1 赵文光. 探索标准化考场条件下的考务管理. 前沿, 2012 (7): 136~139
Zhao W G. Exploring the management of standardized exam conditions. Frontier, 2012(7): 136~139
- 2 徐春生, 曹兰. 标准化校级考场巡查系统设计与建设. 实验技术与管理, 2013(12): 121~124
Xu C S, Cao L. Design and construction of standardized university-level examination system of inspection. Experimental Technology and Management, 2013 (12): 121~124
- 3 陈晓霞. 标准化考场条件下的考务管理探究. 课程教育研究, 2015(8): 250



Chen X X. Examination management to explore the conditions under standardized exam. Course Education Research, 2015(8):250

- 4 刘国栋. 标准化考场作弊问题分析及对策研究 (硕士学位论文). 呼和浩特:内蒙古师范大学, 2014

Liu G D. Research on cheating in standardized exam analysis and strategy(master dissertation). Hohhot: Graduate School of Inner Mongolia Normal University, 2014

- 5 陈颖婷, 长检. 借用标准化考场难上加难 职业考作弊风难绝. 上海法治报, 2013-10-25

Chen Y T, Chang J. Use of standardized exam cheating is even more difficult occupation of wind. Shanghai Law Journal, 2013-10-25

- 6 国家教育考试网上巡查系统视频标准技术规范 JY/T-KS-JS-2007-1. 教育部考试中心, 2007

National Education Examination Online Inspection System Video Standard Specifications JY/T-KS-JS-2007-1. National Education Examinations Authority, 2007

- 7 国家教育考试网上巡查系统视频标准技术规范(第九版)JY/T-KS-JS-2007-1. 教育部考试中心, 2007

National Education Examination Online Inspection System Video Standard Specifications (Ninth Edition) JY/T-KS-JS-2007-1. National Education Examinations Authority, 2007

- 8 国家标准 GB4943-2001. 信息技术设备的安全, 1995

National standard GB4943-2001. Safety of Information Technology Equipment, 1995

- 9 张为舟. 国家教育考试考务管理与服务平台介绍. 中国考试, 2006(11): 15~16

Zhang W Z. Examination management and service platform introduction of national education examination. China Examinations, 2006(11): 15~16

[作者简介]



张禄,男,中国电信股份有限公司江苏分公司操作维护中心工程师、政企客户支撑部产品经理,主要从事视频服务类产品及维护服务产品的支撑及运营工作。



李萍,男,中国电信股份有限公司江苏分公司操作维护中心网络工程师,擅长提供行业解决方案,具有大型项目管理工作经验。



金世平,男,中国电信股份有限公司江苏分公司操作维护中心政企客户支撑部首席客户工程师,主要从事客户网络支撑工作。



靖春,男,中国电信股份有限公司江苏分公司操作维护中心通信技术中级工程师,主要从事政企支撑及售中项目管控工作。