

团体标准

T/BIA 31-2025

基于 LBE 的 VR 沉浸探索空间解决方案技 术要求和评估方法

Technical requirements and evaluation methods for LBE based VR immersive
exploration space solution

2025 年 9 月 15 日 发布

2025 年 9 月 15 日 实施

北京信息化协会

目 录

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 概述	2
4.1 评估对象	2
4.2 总体要求	2
4.3 评估方法	2
5 应用开发	3
5.1 内容设计	3
5.2 应用开发	4
5.3 集成适配	4
6 应用运行	4
6.1 终端设备能力	4
6.2 渲染能力	5
6.3 网络承载运行能力	5
6.4 算力平台能力	6
6.5 空间定位能力	6
6.6 全身动捕能力	6
7 空间运营	7
7.1 播控系统	7
7.2 票务系统	7
7.3 运营配置	8
7.4 内容分享	8
8 安全可信	8
8.1 内容可信	8
8.2 网络安全	9
8.3 数据安全	9
9 评估说明	9
9.1 评估测试项	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由北京信息化协会提出并归口。

本文件起草单位：中国信息通信研究院，北京信息化协会元宇宙创新发展工作委员会，北京小鸟看看科技有限公司，宏达通讯有限公司，北京蓝色光标数据科技股份有限公司，世优（北京）科技股份有限公司，中图云创智能科技(北京)有限公司，凌宇科技（北京）有限公司，北京火山引擎科技有限公司，陕西元景数创科技有限责任公司，北京渲光科技有限公司，北京灵境世界科技有限公司，杭州川核灵境科技有限公司，北京微视威信息科技有限公司，北京飞天云动科技有限公司，南中轴（北京）国际文化科技发展有限公司，金辰宇（天津）科技有限公司，北京新知元浪网络科技有限公司，深圳元象信息科技有限公司，北京华盛智数科技有限公司，北京连屏科技股份有限公司，北京淳中科技股份有限公司，北京国文奇域文化科技有限公司，北京维魔科技有限公司，杭州雪爪文化科技有限公司。

本文件主要起草人：张明钟，颜媚，王思雨，凌玲，纪菁，龚任娇子，盛琳子，刘凯，冶金，袁野，赵鹏，郭晓喆，蒋耀琳，李杰，纪智辉，王新国，邓先才，李睿，邵丹，单峰，孙明，张佳宁，张丽强，何风行，卢云，孙金波，冉瑞元，金哲楠，万千，秦琦，方顺，崔铭，宋阳，孙明凯，马梓豪，刘奕江，杨文静，盖孟，董立龙，裴熬，那一牧，李京毅，姜珊，王立波，朱建州，杨振，田健，姚星，肖志立，李胜国，彭书涛，朱翔，林曦，穆仁，袁可心，张淼，杨会来，王华星，范帆，倪铭，翁乐。

基于 LBE 的 VR 沉浸探索空间解决方案能力要求和评估方法

1 范围

本文件规定了基于LBE的VR沉浸探索空间解决方案能力要求及评估方法,适用于对技术/服务提供方提供的基于LBE的VR沉浸探索空间解决方案能力进行评估、验收等工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

ITU/T F.748.15界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1 基于位置的娱乐 Location-Based Entertainment

基于特定的地理位置和场所来提供沉浸式的娱乐及教育体验。LBE通常结合了虚拟现实(VR)技术、增强现实(AR)技术或其他交互技术,为参与者提供沉浸式、社交化的娱乐体验。

3.1.2 虚拟现实 Virtual Reality

虚拟现实是一种通过计算机技术创造出的仿真环境,让用户能够沉浸在其中并与之交互。这种技术通常通过头戴式显示设备和手柄等交互设备来实现。在虚拟现实环境中,用户可以感受到身临其境的体验,仿佛置身于一个虚拟的世界中。这种技术在游戏中、教育、医疗、培训等领域都有广泛的应用。用户可以在虚拟现实中进行各种活动,比如探索虚拟环境、与虚拟对象互动、体验模拟的情境等。虚拟现实技术通常需要配备专门的设备,如头戴式显示器(VR头显)、手柄、追踪器等。这些设备可以追踪用户的头部和手部动作,并将用户带入虚拟环境中。

3.1.3 串流技术 WiFi Streaming Technology

WiFi 串流是一种通过 Wi-Fi 网络将数据从一个设备传输到另一个设备的技术。在 LBE 大空间使用场景下,需要实现高并发、高分辨率的音视频数据传输,对带宽需求巨大,稳定性和延时也非常敏感,因此通常会采用更先进的Wi-Fi 网络协议,如wifi6, wifi6e或wifi7。

3.1.4 5G-A 推流技术 5G-Advanced streaming technology

基于3GPP网络传输协议,使用5G-A高确定性无线传输能力,通过5G推流软件实现网媒协同,将云端源设备(如渲染服务器、图形工作站等)实时渲染的媒体数据传输到目标设备(如VR头显、显示大屏等),确保高并发下的网络性能。

3.1.5 六自由度 six degrees of freedom

物体在空间具有六个自由度，即沿 x、y、z 三个直角坐标轴方向的移动自由度和绕这三个坐标轴的转动自由度

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

LBE	基于位置的娱乐	Location-Based Entertainment
VR	虚拟现实	Virtual Reality
LBS	基于位置的服务	Location Based Services
IP	知识产权	Intellectual Property
PBR	基于物理的渲染	Physically Based Rendering
6DoF	六自由度	6 Degrees of Freedom
API	应用程序接口	Application Programming Interface
LOD	细节层次	Level of Detail
FOV	视场角	Field of View

4 概述

4.1 评估对象

技术或服务提供方具备的基于LBE的VR沉浸探索空间解决方案的产品或技术能力。

4.2 总体要求

本文件总体分为应用开发、应用运行、空间运营、安全可信等4个能力域，包含内容开发、系统开发、集成适配、终端设备、渲染能力、网络承载运行、算力平台、空间定位、全身动捕、播控系统、票务系统、运营配置、内容分享、内容可信、网络安全、数据安全等15个能力子域。

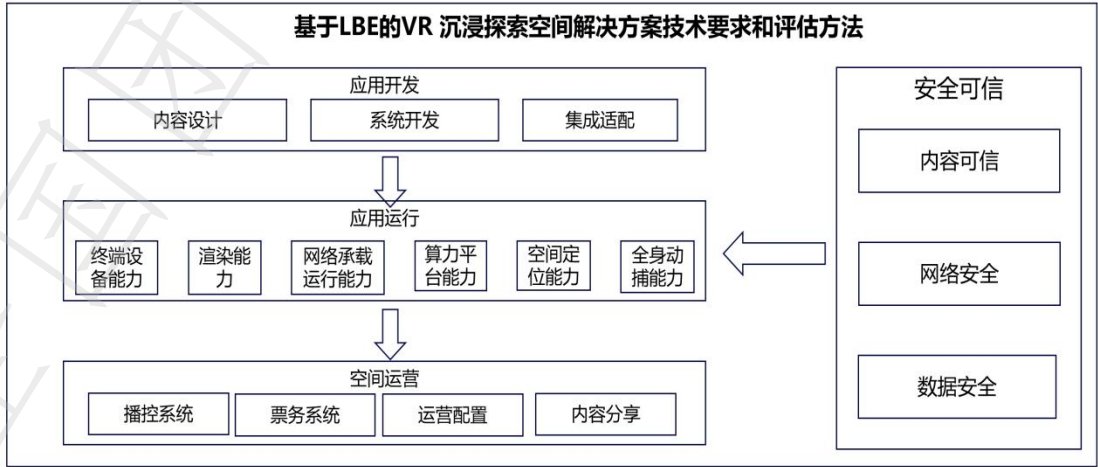


图1 基于LBE的VR沉浸探索空间解决方案技术要求和评估方法参考框架

4.3 评估方法

评估维度有两个方面，一是基本信息披露，二是功能指标测试。

第一个维度的评估方法：主要采用材料审查的方式，对参评企业基本信息和业务基本信息的真实性进行验证。必选项目，企业必须提交材料进行审查；可选项目，企业可以根据自身情况提交相应材料进行审查。

表 1 基于 LBE 的 VR 沉浸探索空间解决方案基本信息披露

^a 项目	^b 是否 必选	^c 披露内容
基于LBE的VR沉浸探索空间解决方案应用开发能力	必选	对内容设计、应用开发、集成适配等应用开发能力要求。
基于LBE的VR沉浸探索空间解决方案应用运行能力	必选	对终端设备能力、渲染、网络承载运行、算力平台、空间定位、全面动捕等应用运行能力情况。
基于LBE的VR沉浸探索空间解决方案空间运营能力	必选	对播控系统、票务系统、运营配置、内容分享等空间运营能力要求。
基于LBE的VR沉浸探索空间解决方案安全可信能力	必选	对内容可信、网络安全、数据安全等安全可信能力要求。

5 应用开发

5.1 内容设计

5.1.1 内容策划

内容策划应明确设计主题和核心理念，符合社会主义核心价值观，包括故事背景、主要角色、关键场景、视觉风格、世界观和主题思想等。

内容策划应支持设计角色与用户之间的互动，包括对话、任务和反馈。叙事结构设计，构建引人入胜的故事情节，如采用角色出场、背景环境、冲突和解决方案的叙事结构。

内容策划应支持使用数字人引导用户参观，数字人需要于虚拟场景无缝集成，能够在虚拟场景中行走、解说、指引用户方向。

5.1.2 动线设计

动线设计应支持虚拟动线基于物理场景的实际空间结构进行设计，应尽可能与物理空间的逻辑一致。

动线设计应有明确的视觉引导标识，如地面的虚拟箭头、边界线、光柱、光圈等，引导用户进入指定体验位置，提示用户活动的范围和边。应支持用户在离开指定体验位置时，通过虚拟地面的高亮边界线、悬浮提示框、语音提示等形式提供实时反馈。

动线设计应确保用户能够从一个区域平滑过度到另一区域，避免长距离多次拐弯和突然转角。应支持用户接近场地边界时，显示半透明虚拟围栏，帮助用户意识到接近虚拟场景的边缘。

动线设计应支持不同用户的移动速度，例如同组用户中有快有慢，动线的宽度和布局应能容纳不同速度的用户，避免与其他组的用户产生碰撞和干扰。

5.1.3 内容开发

内容开发应支持真实的物理模拟引擎，如物体的运动、碰撞和交互遵循真实世界的物理规则等。

画面保真度方面应支持百万级三角面片数及以上，光影真实度方面应支持实时光线追踪全局光照及Physically Based Rendering材质贴图。

音频方面应支持6DoF空间计算音频、6DoF立体声音频、3DoF立体声音频、仅双声道立体声、仅单声道音频等类型。

5.2 应用开发

5.2.1 场景建模

场景建模应支持自动化的对大面积物理场景进行数据采集,并且处理生成高精度和分辨率的三维模型。

5.2.2 VR 开发

应支持一种或多种游戏引擎封装,如虚幻引擎(UnrealEngine)、Unity引擎(Unity3D)支持直观易用的用户VR界面,包括菜单、控制面板和信息提示等。

应支持一种或多种图形API,如DirectX11、DirectX12、Vulkan等,图形应用程序接口允许软件程序与图形硬件进行通信,实现对GPU的控制和图像渲染功能。

应支持用户入场时输入昵称,在进入虚拟空间,该昵称在代表用户的数字人头顶适当高度位置、适当大小显示,确保不同角度清晰可见,让同组用户在虚拟场景相互识别。

应支持从VR头显终端实时采集用户位置信息和姿态信息,云端服务器根据位姿信息正确渲染双目图像帧。

支持动态LOD,根据用户视角和距离自动调整物体的细节,减少不必要的渲染计算。

5.2.3 交互体验

交互体验应支持沉浸式体验功能,如立体视觉、3D音效和触觉反馈等。

交互体验应支持自然和直观的交互机制,如手势识别、头部追踪和语音命令。

5.3 集成适配

5.3.1 终端设备适配

终端设备应支持openXR标准协议,应用一次开发可以适配各类头显终端,降低终端对接工作量。确保应用能够适配多种VR设备,包括不同的头显、手柄、传感器等。

终端设备应支持为不同设备设定性能标准,应支持不同设备的用户界面特性进行调整,确保在所有设备上都有良好的用户体验。

5.3.2 开发平台适配

开发平台应采用模块化的方法设计应用,便于各个组件的集成和未来的扩展,支持主流的开发VR开发平台。

开发平台应具备开发应用的架构有较强的交叉编译能力,支持在更多终端系统平台上进行兼容性部署。

开发平台应支持应用支持在不同的操作系统上运行流畅。

6 应用运行

6.1 终端设备能力

6.1.1 计算能力

终端设备CPU最高主频应不低于2.0GHz,内存应不低于6GB RAM LP DDR4X和UFS 3.0 128GB。

6.1.2 屏幕能力

终端设备屏幕分辨率应达到单眼分辨率不低于1920*1920，双目分辨率不低于2K，刷新率不低于90HZ。

6.1.3 传感器能力

终端设备传感器应不低于1KHz采样频率，实现头部精准3DoF和6DoF，P-Sensor支持人脸佩戴感应，头部定位支持头部6Dof定位。

6.1.4 交互能力

终端设备手柄应支持6DoF体感手柄，支持手势识别，支持通过扩展外设或算法实现人体体态的感知识别。

6.1.5 视频能力

终端设备视频流应支持应支持5G-A推流，包括5G接入、6-DOF位姿上报、终端协商推流、音视频低时延解码等能力，实时接收显示5G边缘渲染算力推出的VR视频流。

6.2 渲染能力

6.2.1 渲染能力

应支持在特定算力下，特定画面保真度保持较高的运行帧率，且运行帧率不低于60fps。

6.2.2 补帧能力

应具备通过补帧技术能提升稳帧指数，结合图像运动信息和头动姿态信息推理出新帧。

6.2.3 超分能力

应支持在渲染上屏前，将低分辨率的图像重建出高分辨率的图像，推测和还原丢失的图像细节。支持1.5倍以上的超分，且平均每帧算力耗时低于1ms。

6.3 网络承载运行能力

6.3.1 现场组网能力

应支持基于5G边缘算力的高并发运营级组网方案，提供极低时延和超高带宽的数据传输。

应支持3.5G+26G融合组网，3.5G3x100MHz和毫米波多频点接入，分散承载用户，保障无线资源。

应支持基于边缘云算力的高并发运营级组网方案，提供极低时延和超高带宽的数据传输。

应支持通过wifi或5G等无线组网，实现本地算力单板极简分流，降低网络传输时延、抖动。

应支持WIFI6+WIFI7，以及5G Sub-6G（Sub-6GHz）和毫米波（mmWave）融合组网，以及多频点载波聚合接入手段。

应支持高可靠、高稳定的现场组网和互联网组网能力。

6.3.2 5G-A 网络能力

应支持使用5G低频终端接入，要求5G终端支持5G SA网络模式，支持N41、N77、N78频点。

应支持同时启用5G-SA、5G NR-DC做低频/高频信号多频点接入，实现高并发。毫米波频段需支持FR2only或NR-DC，并可根据终端情况灵活调整。

应支持使用5G-A高确定性无线传输能力，在单场地500~1000平米单路下行基准码率60Mbps下需提供30~60路并发支持。

应支持并行编码、动态调整关键帧间隔、AI智能调速、多场景抗丢包等策略以保障实时渲染画面的低延时编码推流。

6.3.3 wifi 网络能力

应支持多种主流 wifi 终端设备接入，兼容常见的2.4GHz和5GHz双频段。

应支持同时启用2.4GHz和5GHz频段进行信号多频点接入，实现高并发数据传输。

应支持并行编码技术，优化视频、图像等数据的编码效率。支持采用多场景抗丢包策略，确保在复杂网络环境下视频播放或实时交互应用的流畅性，网络延迟控制在可接受范围内。

应支持动态码率调整，根据网络拥塞程度和终端接收能力，自动优化数据传输码率。

6.4 算力平台能力

6.4.1 算力调度

应支持实时监测视频内容的质量和性能，包括码率、帧率、时延，确保用户无缝观看体验。

应支持渲染资源全局调度，实现各渲染节点的资源动态调度，匹配最优的算力资源提供最优服务。

应支持管理GPU渲染服务器资源，支持实时查看服务器列表及运行状态，包括服务器类型、名称、ID、状态等。

6.4.2 算力性能

应保证内容适配性能，VR大空间分辨率不低于双目4K，帧率不低于72fps，渲染、编码输出总耗时不高于40ms。算力支持自适应编码能力，编码码率可以动态支持20-100Mbps。配合网络性能，网络延时不高于30ms，MTP不高于70ms。

6.5 空间定位能力

6.5 视觉重定位能力

应支持对环境的扫描建图及地图共享，以场地中心为原点实现对周边空间的坐标覆盖。允许多个用户在共享空间中进行精确的协同定位跟踪，而无需单独设置或校准每个头戴显示设备。支持显示刚体的位置和角度、Marker点的相对位置和颜色。

应支持可显示当前标定效果，标定反馈可视化；支持识别方式多样，可识别刚体结构，也可识别分布零散的标记点。

6.6 红外捕捉定位能力

应支持利用高精度红外相机，对空间中的多个观众所佩戴的红外反光标识点位置进行6DOF跟踪。

6.6 全身动捕能力

6.6.1 全身动态捕捉

应结合高质量的触觉系统，提供前所未有的真实感和完全沉浸感。应支持多人裸手手势识别与追踪，支持基于光学信息的5点、3点动作追踪与推理模式。

6.6.2 录制与校准能力

应支持一键录制动作数据，支持观众动作数据保存与加载，并支持简易的Apose动作校准模式。

7 空间运营

7.1 播控系统

播控系统负责空间的按照内容流程的内容部署、用户组队、用户信息和设备的匹配、体验起播、队伍体验监控、终止体验等玩家内容体验全生命周期管理。

7.1.1 空间应用管理

应支持平台内容的统一分配管理，支持查看平台上架的大空间内容，并对内容进行授权管理。支持首次和后续内容版本更新和版本回退。

应支持以内容维度一键查看订单、预约、核销及放映的内容数据。

7.1.2 设备管理

应支持上传并回显运营使用的VR设备信息和PC设备信息，包括设备电量、网络状态、音量、运行状态、异常信息，上报给播控后端。

7.1.3 场馆运营

应支持对可放映的空间内容进行灵活配置。支持以场馆维度一键查看订单、预约、核销及放映的场馆数据。

7.1.4 放映管理

应支持对空间内容的放映记录进行筛查及导出，并对空间内容的放映日志进行筛查及导出。

7.1.5 组队管理

应支持用户个性化选择，可以自行选择玩家角色、皮肤，并创建独特的用户昵称和小队名称。

应支持灵活的组队方式，支持中途加入、临时更换队伍等组队方式。

应支持实时通讯的功能，包括小队成员之间支持RTC语音通讯。

7.2 票务系统

包括场馆信息配置、票务内容管理、售票销售数据筛查等业务功能，应支持多品牌、多门店业务的票务管理。

7.2.1 售票管理

售票管理应支持快速配置部署微信小程序、三方渠道、现场购票自助机等票务程序。

售票管理应支持售票内容的统一管理，支持创建并编辑大空间内容描述详情。支持对内容分类，可对其进行增删改查。

售票管理应支持售票内容的问答管理，可配置常见问答及对应回复信息。可对内容进行问答分类，设置问答类型以及配置注意事项。

7.2.2 预约管理

应支持预约排期管理，支持添加内容排期模板，可基于排期模板对内容放映时间进行排期设置。支持对场馆的预约信息进行筛查。

应支持预约信息管理，可对用户预约信息进行增删改查。

7.2.3 订单管理

应支持购票、现金、研学、VIP、门店等多种订单创建与查看。支持核销与退票，并对相关记录进行查看。

7.3 运营配置

7.3.1 场馆与房间管理

应支持对场馆和房间的管理，具备对空间运营场馆和房间的增删改查。

7.3.2 用户与权限管理

应支持对注册用户信息进行筛查，并对玩家进行管理，支持对体验过空间内容的玩家信息进行筛查。可对空间管理人员账号进行增删改查，并关联角色权限。

7.4 内容分享

7.4.1 合成模版与编辑

合成模版与编辑应支持提供游后模版的管理，提供初始化基础模版，可修改创建属于自己内容的个性化游后模版。

合成模版与编辑应支持合成模版编辑器功能，提供引擎内的游后合成模版编辑器，支持新建/导入合成模版、配置虚拟录制、实拍录制、预渲染视频、BGM、转场效果、多轨道等功能，可导出用于正式合成的模版和初始化资源。

7.4.2 视频采集与合成

视频采集与合成应支持驱动实拍相机进行画面采集，驱动虚拟内容录制SDK进行画面采集和音频录制。接收实拍采集视频流、虚拟采集视频流、玩家和队伍信息，根据合成模版文件，与预制素材一起进行合成，产出正式游后视频。

7.4.3 分享管理

分享管理应支持小组照片/视频、全场照片墙的浏览，支持下载、分享。

8 安全可信

8.1 内容可信

内容审核应支持制定规则并实施内容审查机制，支持内容审核的自动审核、人工审核等，符合国家相关内容管理要求。

8.1.1 内容审核

内容审核应支持制定规则并实施内容审查机制，支持内容审核的自动审核、人工审核等，符合国家相关内容管理要求。

8.1.2 内容溯源

内容溯源应支持内容溯源功能，包括但不限于内容来源追溯、内容更新记录等。

8.2 网络安全

8.2.1 通信加密

通信加密应支持加密所有通信和内容，以防止数据在传输过程中被窃听或篡改。

8.2.2 身份验证

应支持用户身份验证机制，例如生物识别技术（指纹、虹膜扫描、面部识别等，具备安全的引导加载程序 and 用户身份验证机制，防止未经授权的访问。

8.3 数据安全

应支持体验用户数据的隐私处理和加密存储保护用户体验的内容。

应支持自动和手工备份功能。应具备完整的灾难恢复功能，确保在数据丢失或系统崩溃时能够迅速恢复数据。

9 评估说明

9.1 评估测试项

表1 基于LBE的VR沉浸探索空间解决方案测试项说明

能力域	能力项	具体功能点	测试评估
5. 应用开发	5.1 内容设计	5.1.1 内容策划	●
		5.1.2 动线设计	●
		5.1.3 内容开发	●
	5.2 应用开发	5.2.1 场景建模	●
		5.2.1 VR开发	●
		5.2.1 交互体验	○
	5.3 集成适配	5.3.1 终端设备适配	●
		5.3.2 开发平台适配	○
6. 应用运行	6.1 终端设备能力	6.1.1 计算能力	●
		6.1.2 屏幕能力	●
		6.1.3 传感器能力	○
		6.1.4 交互能力	○
		6.1.5 视频能力	●
	6.2 渲染能力	6.2.1 渲染能力	●
		6.2.2 补帧能力	○
		6.2.3 超分能力	○
	6.3 网络承载运行能力	6.3.1 现场组网能力	●
		6.3.2 5G-A 网络能力	○
		6.3.3 wifi 网络能力	○
	6.4 算力平台能力	6.4.1 算力调度	●
		6.4.2 算力性能	○
	6.5 空间定位能力	6.5 视觉重定位	●
		6.6 红外捕捉定位能力	○
	6.6 全身动捕能力	6.6.1 全身动态捕捉	●
		6.6.2 录制与校准能力	○

7. 应用运营	7.1 播控系统	7.1.1 空间应用管理	●
		7.1.2 设备管理	●
		7.1.3 场馆运营	●
		7.1.4 放映管理	●
		7.1.5 组队管理	●
	7.2 票务系统	7.2.1 售票管理	●
		7.2.1 预约管理	○
		7.2.1 订单管理	○
	7.3 运营配置	7.3.1 场馆与房间管理	●
		7.3.2 用户与权限管理	○
	7.4 内容分享	7.4.1 合成模板与编辑	○
		7.4.2 视频采集与合成	●
		7.4.3 分享管理	○
8. 安全可信	8.1 内容可信	8.1.1 内容审核	●
		8.1.2 内容溯源	○
	8.2 网络安全	8.2.1 通信加密	○
		8.2.2 身份验证	●
	8.3 数据安全	8.3.1 数据备份与恢复	●