



中国工程建设标准化协会标准
Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路无人机系统通用作业技术标准
General Operating Technical Standards for
Highway Unmanned Aircraft System

中国工程建设标准化协会 发布
Issued by China Association for Engineering Construction
Standardization

中国工程建设标准化协会标准
Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路无人机系统通用作业技术标准
General Operating Technical Standards for
Highway Unmanned Aircraft System

主编单位：交通运输部路网监测与应急处置中心

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：XX 年 XX 月 XX 日

人民交通出版社股份有限公司

XX 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2019 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2019〕12 号）的要求，由交通运输部路网监测与应急处置中心承担《公路无人机系统通用作业技术标准》（以下简称“本标准”）的制定工作。

本标准分为 5 章。主要内容包括：1 总则、2 术语、3 系统作业操作要求、4 作业支撑平台技术要求、5 数据应用平台技术要求。

本标准是基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本标准提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本标准相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由交通运输部路网监测与应急处置中心负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本标准日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或交通运输部路网监测与应急处置中心（地址：北京市朝阳区安定路 5 号院 8 号楼外运大厦 A 座；邮编：100029；电子邮箱：lwgl@vip.163.com），以便修订时参考。

主 编 单 位：交通运输部路网监测与应急处置中心

参 编 单 位：南京中设航空科技发展有限公司

广西计算中心有限责任公司

主 编：董雷宏

主要参编人员：周 敏 廉向东 高国庆 朱志超 廖 宏 夏 颖 杜奕霖 邓 雯
陈宇飞 覃敏兴 李国瑞 顾传焱 姚 鹏

主 审：陈楚江

参与审查人员：

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	系统作业操作要求	4
3.1	作业人员要求	4
3.2	作业许可要求	4
3.3	作业环境要求	5
3.4	作业组织与操作	5
3.5	作业异常处理	6
3.6	作业设备运维	6
4	作业支撑平台技术要求	7
4.1	飞行作业子平台	7
4.2	自主起降支撑子平台（自动服务站）	7
4.3	数据采集支撑子平台	8
4.4	数据传输支撑子平台	10
4.5	自动存储支撑子平台	12
5	数据应用平台技术要求	13
5.1	处理作业支撑子平台	13
5.2	显示作业支撑子平台	15

1 总则

1.0.1 为规范公路无人机系统在不同作业场景下的作业技术要求，提高公路无人机系统通用作业的规范化、标准化和专业化水平，实现公路无人机系统飞行平台与作业支撑平台、数据应用平台间的自主协同应用，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于公路无人机系统作业支撑平台和数据应用平台的建设与应用，指导应用于勘察设计、建设养护、路政执法、路网监测和应急处置等不同作业场景的无人机或无人机群的作业准备和作业要求，以及公路无人机系统作业支持平台和数据应用平台的技术要求。

1.0.3 公路无人机系统开展的通用作业属于经营性活动时，应按照《民用无人驾驶航空器经营性飞行活动管理办法（暂行）》（2018）的规定执行。

1.0.4 公路无人机系统通用作业技术标准除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和行业现行的有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 通用作业 General Operating

在公路勘察设计、建设养护、路政执法、路网监测和应急处置等不同作业场景下，应用公路无人机系统开展的相关作业活动。

2.0.2 作业支撑平台 Operational Support Platform

辅助支撑公路无人机系统飞行作业与通用作业的软硬件平台，包括作业支撑设备和作业支撑系统。

2.0.3 飞行作业子平台 Flight Operations Subsystem

用于实现公路无人机作业安全的管理系统。

2.0.4 自主起降支撑子平台（自动服务站） Autonomous Take-off And Landing Support Sub-platform (Automatic service station)

用于实现无人机自主起降、自动充电或更换电池、自动收储等功能，由无人值守设备、装置和系统组成的自动服务平台。

2.0.5 数据采集支撑子平台 Date Acquisition Support Sub-platform

实现无人机数据源收集的功能，由挂载在飞行器上的摄像设备、云台、激光雷达等组成的设备平台。

2.0.6 数据传输支撑子平台 Network Transmission Support Sub-platform

用于实现无人机指令接收、信号和数据传输等功能，由网络连接设备、传输媒介、信号接收、数据传输装置等组成的通信平台。

2.0.7 自动存储支撑子平台 Automatic Storage Support Sub-platform

部署在飞行平台、地面控制站和云端，用于实现视频、图像等数据信息自动存储功能的设备平台。

2.0.8 数据应用平台 Date Application Platform

部署在飞行平台、地面控制站和云端，对数据格式、类型等进行处理，通过服务器实现作业成果应用和无人机管控等功能，由飞行作业、采集、传输、存储、

处理和显示等作业子系统组成的平台。

2.0.9 处理作业支撑子平台 Processing Support Sub-platform

部署在地面控制站，由数据处理服务器、显示设备和云端处理的硬件组成，用于实现数据分析和计算功能的设备平台。

2.0.10 显示作业支撑子平台 Display Support Sub-platform

部署在地面控制站，由数据处理服务器、显示设备和云端处理的硬件组成，用于实现数据数据以可见、可读、可视化形式输出功能的设备平台。

2.0.11 作业人员 Operator

在公路勘察设计、建设养护、路政执法、路网监测和应急处置等作业场景下操控无人机开展相关作业的工作人员。包括无人机驾驶员。

2.0.12 激光雷达 Light Detection and Ranging (LIDAR)

发射激光束并接收回波获取目标三维信息的系统。

2.0.13 点云 Point Cloud

以离散、不规则方式分别在三维空间中的点的集合。

2.0.14 定位定向系统 Position Orientation System (POS)

一种可以获取移动物体的空间位置和三轴姿态信息，广泛应用于飞机轮船和导弹的导航定位系统，由机载卫星定位接收机与惯性测量装置组成。

3 系统作业操作要求

3.1 作业人员要求

3.1.1 作业人员操作不同类别的无人机作业时，应参照《民用无人机驾驶员管理规定》（AC-61-FS-2018-20R2）中无人机等级分类和证照管理相关规定。其中，无人机驾驶员需取得如下国家规定的相关证照。

1) 作业人员操作起飞重量小于等于 4kg 或起飞全重小于等于 7kg 的 I、II 类无人机时，不做强制性持证要求。

2) 作业人员操作起飞重量大于 4kg 或起飞全重大于 7kg 的无人机时，应先取得相应的证照。

3) 作业人员操作起飞重量大于 4kg 或起飞全重大于 7kg 的无人机时，其所持证照应在有效期内。

3.1.2 作业人员应身体健康，精神状态良好。

3.1.3 作业人员在饮用任何含酒精的液体之后的 8 小时之内或处于酒精作用之下或者受到任何药物影响及其工作能力对飞行安全造成影响的情况下，不得操控无人机。

3.1.4 作业人员应熟悉无人机作业方法和流程，掌握无人机作业运行维护与安全生产相关知识及通用应急操作程序，并通过相应机型的操作培训。

3.1.5 作业前应对全体人员进行安全、技术交底、交代工作内容、方法、流程及安全要求，并确认每个成员都已经熟悉。

3.2 作业许可要求

3.2.1 作业单位应根据《民用无人驾驶航空器系统空中交通管理办法》（MD-TM-2016-004）和《通用航空飞行管制条例》的规定向飞行管制部门申请划设和使用空域。

3.2.2 作业单位应当在拟使用临时飞行空域 7 个工作日前向有关飞行管制部门提出申请。

3.2.3 作业单位应在拟飞行前 1 天 15 时前提出飞行计划申请。

3.2.4 公路未投入正式运营前，作业单位应取得该公路建设方的许可；公路

投入正式运营后，作业单位应取得该公路运营管理方的许可。

3.3 作业环境要求

3.3.1 无人机作业环境应符合的如下规定：

- 1) 作业区域的环境和气象条件应满足飞行平台的作业要求。
- 2) 作业区域电磁环境应满足无人机通信、导航及监视系统正常工作要求。
- 3) 作业区域地理环境、建筑物和障碍物情况等应符合作业要求。

3.4 作业组织与操作

3.4.1 无人机起降点的选择应符合以下规定：

- 1) 非紧急作业情况下，起降点不应选择在正常通行的公路、桥梁及附属构造物上。
- 2) 附近应无微波中继、无线通信等干扰源。在不确定的情况下，应测试作业场景环境的信号频率和强度，如对系统设备有干扰，应改变起降点。
- 3) 起降点相对平坦，无明显凸起的石块、土坎、树桩等，通视良好、风向有利。

3.4.2 无人机通用作业航线规划应符合以下规定：

- 1) 作业前应合理规划航线，航线尽量避免在正常通行的公路主线正上空。
- 2) 进行同类作业飞行时，应在保障安全的前提下，优先调用历史航线。
- 3) 每架次任务的飞行航时应不超过无人机最大续航时间，并留有一定裕度。

3.4.3 无人机作业前应制订应急预案，应急预案的主要内容包括但不限于以下内容：

- 1) 无人机出现故障后的人工应急干预办法、安全迫降地点和迫降方式。
- 2) 根据地形地貌，制定事故发生后无人机的搜寻方案，并配备相应的便携式导航设备、交通工具以及通信设备。
- 3) 协调公路运营管理方、交警等单位参与应急救援。
- 4) 开展事故调查与处理工作。

3.4.4 无人机开展通用作业实施应符合以下规定：

- 1) 作业人员应逐项开展设备检查、系统自检、航线检查，确保无人机处于适航状态。

- 2) 无人机起降时，现场作业人员应与无人机保持安全距离。
- 3) 作业人员应全程监视无人机的飞行高度、飞行速度、飞行姿态等信息。

3.5 作业异常处理

3.5.1 作业时，若无人机通信链路长时间中断，且在预计时间内未返航，应根据无人机失去联系前最后的地理坐标和机载追踪器发送的报文等信息及时寻找。

3.5.2 发生环境恶化或其他威胁无人机飞行安全的情况时，应停止本次作业；若无人机已经起飞，应立即采取措施，控制无人机返航、就近降落，或采取其他安全策略保证无人机安全。

3.5.3 无人机出现失去动力等机械故障，应控制无人机在安全区域紧急降落。

3.5.4 作业人员出现身体不适等情况，应及时控制无人机安全降落并使用替补作业人员；若无替补作业人员，则终止本次作业。

3.6 作业设备运维

3.6.1 无人机应有专用库房进行存放和维护保养。

3.6.2 应按时开展日常维护、零件维修更换、大修保养和试验等工作。

3.6.3 无人机巡检系统所用电池应按要求进行充（放）电、性能检测等维护保养工作，确保电池性能良好。

4 作业支撑平台技术要求

4.1 飞行作业子平台

4.1.1 应具备无人机及作业人员信息登记、管理的功能。

4.1.2 应具备根据无人机品牌、型号、参数性能、业务用途、飞行次数里程、维修状况等信息，生成维修保养计划的功能。

4.1.3 飞行计划应提前录入系统并通过审核，生成飞行任务书后方可执飞。

4.1.4 应具备对无人机飞行位置、飞行高度、飞行轨迹等实时监控显示和危险飞行行为实时告警的功能。

4.1.5 宜具备航拍数据、飞行计划、飞行航线等数据的云存储和调阅服务功能。

4.1.6 宜具备数据挖掘、商业智能和云计算等数据分析功能。

4.1.7 宜具备法律法规、飞行区域气象条件等数据实时查询服务功能。

4.2 自主起降支撑子平台（自动服务站）

4.2.1 自主起降支撑子平台（自动服务站）功能应符合以下规定：

- 1) 具备符合无人机自主起降的空间。
- 2) 具备自主完成无人机收储的功能，收储时间 $\leq 1\text{min}$ 。
- 3) 具备局部气象数据采集的功能，包括风力、风向、温度、湿度等气象要素。
- 4) 具备根据气象条件，进行起降风险评定的功能。
- 5) 具备通信中继的功能，通信中继覆盖半径满足《公路无人机系统飞行平台适用性标准》中 4.1.2 各机型规定最大飞行半径。
- 6) 具备故障自检报警功能。
- 7) 宜具备自动充电或更换电池的功能，单次更换电池时间应 $\leq 5\text{min}$ 。
- 8) 宜具备配套监控设施，实时监控设备运行情况。
- 9) 宜具备自定义作业航线和作业任务的存储记忆功能，可根据需要开展自定义飞行和作业。

4.2.2 自主运行支撑子平台（自动服务站）性能应符合以下规定：

- 1) 平台外壳防护等级不低于 IP54。
- 2) 平台具备防雷设备。
- 3) 平台工作温度 -20°C – 50°C 。
- 4) 平台机械重复定位精度应小于等于 $\pm 0.2\text{mm}$ 。
- 5) 平台无故障连续运行时间应大于 4500 小时。

4.2.3 自主起降支撑子平台（自动服务站）日常运维内容主要包括：检查平台外壳、平台机械运转、平台功能、无人机外观、通信网络等。

4.3 数据采集支撑子平台

4.3.1 数据采集的基本要求应符合以下规定：

- 1) 数据采集高度宜不低于 60m，不同作业场景下，数据采集高度具体参见表 4.3.1 选择使用。
- 2) 图像采集角度宜在 40° 至 45° 之间调整。不同作业场景下，具体参见表 4.3.1 选择使用。其中，应急处置场景中应根据实际进行调整。

表 4.3.1 采集作业技术参数要求表

技术要求	作业场景					
	勘察设计	公路建设	公路养护	路政执法	路网监测	应急处置
采集高度	60m-180m	60m-140m	60m-100m	60m-120m	80m-140m	60m-120m
采集角度	40°	40°	45°	45°	40°	根据实际情况要求调整

- 3) 成果位置精度最大误差垂直方向应不大于 1m，水平方向应不大于 2m。
- 4) 视频数据采集分辨率宜不小于 1080P。
- 5) 像片数据采集分辨率在公路养护场景下应不小于 3600 万像素，其他场景下像片数据采集的分辨率应满足 4.3.2 和 4.3.3 中相机性能要求。
- 6) 音频采集灵敏度范围宜为 $\pm 60\text{dB}$ ，信噪比宜不小于 50dB。
- 7) 作业场景区域视线遮挡物较多时，宜采集激光点云数据。

4.3.2 定焦相机的性能应符合以下规定：

- 1) 影像传感器有效像素应大于或等于 2000 万。
- 2) 视频存储格式为 MP4、MOV，图像格式为 JPG。

4.3.3 变焦相机的性能应符合以下规定：

- 1) 影像传感器有效像素应大于 200 万。
- 2) 光学变焦倍数不低于 10 倍。
- 3) 视频存储格式为 MP4、MOV，图像格式为 JPG。

4.3.4 音频传输设备的性能应符合以下规定：

- 1) 设备支持与外放设备/无人机集成。
- 2) 音频通过外放设备的最大音量 ≥ 100 分贝。
- 3) 音频失真度 $\leq 5\%$ 。

4.3.5 激光雷达的性能应符合以下规定：

- 1) 激光有效射程 $\geq 100\text{m}$ 。
- 2) 扫描频率 ≥ 30 万点/秒。
- 3) 激光等级满足 I 级（人眼安全）。
- 4) 点密度 ≥ 100 点/平方米。

4.3.6 控制云台的性能应符合以下规定：

- 1) 应具备三轴自动稳定功能，控制精度 $\leq \pm 0.05^\circ$ 。
- 2) 应能通过地面控制站控制云台俯仰角度，俯仰角度控制范围至少为俯仰： -90° 至 $+30^\circ$ 。

4.3.7 定焦/变焦相机的功能应符合以下规定：

- 1) 通过地面控制站控制相机执行拍照、录像指令。
- 2) 通过地面控制站控制变焦相机变焦倍数。

4.3.8 音频传输和外放设备的功能应符合以下规定：

- 1) 支持实时音频数据采集传输，并通过外放设备扩音外放。
- 2) 外放设备支持存储卡语音播报。

4.3.9 激光雷达的获取数据至少应包括以下数据：

- 1) 获取作业区域激光点云数据。
- 2) 获取作业时原始 POS 数据。
- 3) 获取作业时地面卫星定位参考站原始观察数据。

4.3.10 地面 GNSS 基站设备性能指标应符合以下规定：

- 1) 地面GNSS基站应支持接收BDS、GPS、GLONASS等卫星信号。
- 2) 地面GNSS基站应支持4G网络通信。

3) 地面GNSS基站解算平面精度 $2.5\text{mm}+0.5\text{ppm}$, 高程精度 $5\text{mm}+0.5\text{ppm}$ 。

4) 地面GNSS基站应具备防摔、防尘、防水等性能要求。

4.3.11 机载 GNSS 接收机性能指标应符合以下规定:

1) 机载GNSS接收机应支持接收BDS、GPS、GLONASS等卫星信号。

2) 机载GNSS接收机更新速率不小于 5Hz 。

3) 机载GNSS接收机通道数不少于120个。

4) 机载GNSS接收机应具备支持最大32G存储卡。

5) 机载GNSS接收机在 $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 范围可正常工作。

4.4 数据传输支撑子平台

4.4.1 数据传输支撑子平台功能包括无人机与地面控制站之间的数据传输, 无人机或地面控制站通过网络进行数据接收或转发两部分。

4.4.2 飞行平台与地面控制站之间的数据传输的基本要求应符合以下规定:

1) 数据传输速率应不小于 2400bit/s 。

2) 数据传输延迟应小于 200ms 。

3) 数据传输距离应不小于 4km 。不同作业场景下, 数据传输距离具体参见表 4.4.2 选择使用。

4) 图像数据传输画面分辨率应不小于 720P。不同作业场景下, 数据传输分辨率具体参见表 4.4.2 选择使用。应急处置场景因不小于 1080P。

表 4.4.2 飞行平台与地面控制站之间的数据传输参数要求表

技术要求	作业场景					
	勘察设计	公路建设	公路养护	路政执法	路网监测	应急处置
传输距离	$\geq 10\text{km}$	$\geq 4\text{km}$	$\geq 4\text{km}$	$\geq 4\text{km}$	$\geq 4\text{km}$	$\geq 10\text{km}$
画面分辨率	$\geq 720\text{P}$	$\geq 720\text{P}$	$\geq 720\text{P}$	$\geq 720\text{P}$	$\geq 720\text{P}$	$\geq 1080\text{P}$

5) 数据传输成功率应不低于 99.99%。

6) 音频数据传输最大损伤程度应小于《音频质量主观测试方法》(YD/T 2309-2011) 中 5 分制评分标准中的等级 3。

4.4.3 飞行平台或地面控制站通过网络进行数据接收或转发设备主要由实时音视频传输设备和通信中继设备组成。

4.4.4 视频传输设备可通过 4G/5G/WIFI/LAN 等网络媒介,传输无人机实时采集的视频数据至云端或服务器。实时视频传输设备技术要求应符合以下规定:

- 1) 支持 H.265/264 编码技术。
- 2) 支持 RTMP/RTSP 流媒体协议。
- 3) 图像传输分辨率不低于 720p。
- 4) 设备支持集成/独立外接在地面控制站/飞行平台上。
- 5) 实时图像传输的延迟 $\leq 6s$ 。

4.4.5 音频传输设备可通过 4G/5G/WIFI/LAN/无线电等网络媒介,接收音频信号,并通过无人机挂载的外放设备进行播放。音频传输设备技术要求应符合以下规定:

- 1) 音频传输距离 ≥ 5 公里。
- 2) 音频传输延迟 $\leq 2s$ 。

4.4.6 通信中继设备通过无线电转发操控无人机的指令,并接收回传无人机信号、数据。通信中继设备技术要求应符合以下规定:

- 1) 通信中继设备传输延迟 $< 100ms$
- 2) 宜采用跳频抗干扰数据链。
- 3) 单个中继设备覆盖半径满足《公路无人机系统飞行平台适用性标准》中 4.1.2 各机型规定最大飞行半径。
- 4) 根据《中华人民共和国无线电频率划分规定》,设备工作应使用以下频率: 840.5-845MHz、1438-1444MHz 或 2408-2440MHz。

4.4.7 无人机运行状态信息由飞行平台或地面站端直接上传,传输要求应符合以下规定:

- 1) 运行状态信息实时传输,包括无人机编号、海拔高度、经度、纬度、地速、相对高度等数据。
- 2) 上传数据接口规范参照《无人机云系统数据规范》(MH/T 2011-2019) 中 10.3.1 的规定。

4.4.8 无人机群作业时,宜通过地面控制站分别下达指令,通信中继设备将指令传输至无人机,无人机接收指令并完成指定任务。

4.5 自动存储支撑子平台

4.5.1 自动存储子平台由飞行平台、地面控制站和云端相关存储设备组成,

存储数据以图像、视频数据为主，各部分存储空间应满足如下规定：

- 1) 飞行平台存储系统中，存储容量应大于或等于 16GB。
- 2) 地面控制站存储系统中，存储容量应大于或等于 512GB。
- 3) 宜采用云端存储，云端存储的数据库应支持在线扩容，根据实际需要灵活配置存储空间大小。

4.5.2 数据存储形式应包括但不限于像片和视频，并支持 JPG 、TIFF、MP4、MOV 和 LAS 等格式。

4.5.3 勘察设计和公路养护场景数据更新频率宜为每月一次，其他作业场景宜为每周一次。

4.5.4 路政执法、路网监测和应急处置场景数据调阅方式宜为联网调阅，其他作业场景宜为本地调阅。

4.5.5 勘察设计和应急处置场景本地数据留存时长应不小于 2 年，其他作业场景应不小于 1 年。

4.5.6 自动存储子平台的存储功能应符合以下规定：

- 1) 飞行平台存储系统根据地面控制站指令触发自动存储功能，可通过地面控制站实时查询剩余存储空间，当存储空间不足时，应通过地面控制站提示。
- 2) 地面控制站存储系统根据需要开启存储功能，可实时查询剩余存储空间。
- 3) 云端存储支持视频、图片调阅，存储时间不少于 3 个月。

5 数据应用平台技术要求

5.1 处理作业支撑子平台

5.1.1 勘察设计和公路建设作业场景中，应主要处理指定区域内包含土地、植被、道路、构筑物 and 建筑物等对象的数据信息。

5.1.2 公路养护作业场景中，应主要处理包含路面坑塘、啃边、沉陷、裂缝、车辙和网裂等病害的数据信息。

5.1.3 路政执法作业场景中，应主要处理包含人员、社会组织、物质资源（路产）和时空资源（路权）和信息资源的数据信息。

5.1.4 路网监测作业场景中，应主要处理包含公路基础（基础设施、附属设施和公路管理）信息、路网运行（人员、车辆和设施）信息和路网环境（气象）信息的数据信息。

5.1.5 应急处置作业场景中，除路网监测场景涉及的成果外，还应主要处理包含公路出行（实时路况、事件预报预警和交通诱导）信息的数据信息。

5.1.6 数据处理服务器设备的主要性能应满足以下要求：

- 1) 数据处理服务器的 CPU 主频 $\geq 4.0\text{GHz}$ ，内核数 ≥ 6 ，线程数 ≥ 6 。
- 2) 数据处理服务器的显卡显存频率 $\geq 12\text{Gbps}$ ，显存 $\geq 6\text{GB}$ 。
- 3) 数据处理服务器的内存 $\geq 32\text{GB}$ 。

5.1.7 数据处理子平台宜具备云端处理硬件环境，包括物理服务器、云主机、对象存储、CDN、弹性负载均衡等硬件。

5.1.8 物理服务器的性能应符合以下规定：

- 1) 物理服务器可在 5 分钟内自助开通部署并提供使用。
- 2) 可提供硬盘备份能力以及企业级安全能力，数据持久性要求达到 99.9999%。
- 3) 可与云主机服务混合部署、灵活组网，同时支持弹性 IP，可以满足多种复杂场景的组网。
- 4) 支持挂载共享云硬盘。

5.1.9 云主机的性能应符合以下规定：

- 1) 应具备部署策略，将承载相同业务的云主机部署到不同的物理服务器中。
- 2) 资源可根据业务负载需求自动调整承载业务的主机数量。
- 3) 业务可靠性要求可达 99.95%。
- 4) 云硬盘中的数据的持久性不低于 99.9999%。

5.1.10 对象存储的性能应符合以下规定：

- 1) 应具备提供海量、安全、高可靠、低成本的数据存储能力，可供用户存储任意类型和大小的数据，数据持久性要求不低于 99.9999%，业务连续性不低于 99.99%。
- 2) 数据安全可信，支持多版本控制、服务端加密、防盗链、VPC 网络隔离、访问日志审计以及细粒度的权限控制。
- 3) 承载视频云平台中视频、图片、文件的存储、备份及归档，使用公有云的对象存储无需事先规划存储容量，使用私有云下需要依据存储的时间要求规划容量。

5.1.11 CDN 的性能应符合以下规定：

- 1) 可缩短用户观看视频的访问延迟，提高响应速度与视频可用性，具备对使用量、访问情况、源站、热点的统计分析能力及日志记录能力。
- 2) 应具备防盗链能力，防止视频直播链接被恶意引用。
- 3) 应具备 IP 黑名单能力防止恶意用户的攻击。

5.1.12 弹性负载均衡应符合以下规定：

- 1) 应具备通过流量分发扩展应用系统对外的服务能力，提高应用程序的容错能力。支持 4 层和 7 层负载均衡，包括 HTTP 和 TCP/UDP 通信能力。
- 2) 应具备会话保持能力，提供长连接能力。

5.1.13 不同作业场景下的视频图像处理作业参数要求应符合表 5.1.6 的规定。

表 5.1.13 处理作业子系统参数要求表

技术要求	作业场景					
	勘察设计	公路建设	公路养护	路政执法	路网监测	应急处置
处理时限	延时	延时	延时	延时或实时	实时	实时

5.2 显示作业支撑子平台

5.2.1 数据成果应以可见或可读形式输出。

5.2.2 数据成果形式宜在视频、像片和模型中选择。

5.2.3 视频成果分辨率宜不小于 1080P。公路养护作业场景中像片成果分辨率宜不小于 3600 万像素。勘察设计和公路建设作业场景中模型成果精度宜优于 5cm。

5.2.4 应急处置作业场景中数据成果显示亮度应不小于 1000cd/m²。

5.2.5 数据显示设备组成的主要性能应满足以下要求：

- 1) 显示设备屏幕亮度 $\geq 200\text{cd/m}^2$ 。
- 2) 显示设备刷新频率 $\geq 60\text{Hz}$ 。

5.2.6 不同作业场景下的显示作业子系统参数要求应符合表 5.2.5 的规定：

表 5.2.6 显示作业子系统参数要求表

技术要求	作业场景					
	勘察设计	公路建设	公路养护	路政执法	路网监测	应急处置
主要形式	模型	模型	像片	视频	视频	视频
分辨率 (精度)	$\geq 5\text{cm}$	$\geq 5\text{cm}$	≥ 3600 万像素	$\geq 1080\text{P}$	$\geq 1080\text{P}$	$\geq 1080\text{P}$
显示终端	桌面端	桌面端	桌面端或 移动端	桌面端或 移动端	桌面端或 移动端	桌面端或 移动端