
中国工程建设协会标准（CECS G）
公路隧道机电设施综合管控技术规程
征求意见稿

征求意见稿

交通运输部路网监测与应急处置中心

中路高科交通检测检验认证有限公司

二〇二〇年六月

征求意见稿

目 次

1	总则	- 1 -
2	术语	- 2 -
3	基本规定	- 3 -
3.1	综合管控目标	- 3 -
3.2	综合管控范围	- 3 -
3.3	综合管控区域划分	- 4 -
4	本地控制单元	- 5 -
4.1	一般规定	- 5 -
4.2	本地控制单元功能	- 5 -
5	区域控制中心	- 6 -
5.1	一般规定	- 6 -
5.2	配置方法	- 6 -
5.3	区域控制中心功能	- 6 -
6	中央控制中心	- 7 -
6.1	一般规定	- 7 -
6.2	配置方法	- 7 -
6.3	中央控制中心功能	- 7 -
7	通信网络	- 9 -
7.1	系统组网框架及原则	- 9 -

7.2	通信组网方式	- 9 -
7.3	通信可靠性要求	- 9 -
8	综合管控软件	- 11 -
8.1	一般规定	- 11 -
8.2	模块功能	- 11 -
9	测试方法与要求	- 13 -
9.1	软件功能测试方法	- 13 -
9.2	设备基本功能测试方法	- 13 -

征求意见稿

前 言

随着公路网规模不断扩大，目前我国公路隧道总数量及总里程都已位居世界第一，大量公路隧道投入运营，对隧道机电设施管控技术提出了更高要求，结合我国公路隧道现状及发展趋势，中国工程建设标准化协会公路分会中建标公路〔2018〕35号文下达了《公路隧道机电综合管控技术规程》（以下简称“本规程”）编制计划，由交通运输部路网监测与应急处置中心负责编制。

本规程包括总则、术语符号、基本规定、本地控制单元、区域控制中心、中央控制中心、通讯网络、综合管控软件、测试方法与要求等。

主 编 单 位：

参 编 单 位：

主 编：

主要参编人员：

主 审：

参与审查人员：

征求意见稿

征求意见稿

1 总则

1.0.1 为促进公路隧道机电系统科学、安全、高效运行，提高公路隧道机电设施综合管控能力，明确公路隧道机电系统功能、接口标准，为公路隧道机电系统设计、运行、管理、维护、检测提供技术准则，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于高速公路及一级公路隧道。

1.0.3 本规程主要规定公路隧道机电设施综合管控范围、体系架构、软件功能、硬件接口、通信网络、测试方法等。

1.0.4 公路隧道机电设施综合管控除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

征求意见稿

2 术语

2.0.1 公路隧道机电设施 Highway tunnels electrical facilities

公路隧道机电设施包括通风、照明、交通监控、紧急呼叫、火灾探测报警、消防、供配电、中央控制管理系统、通信网络、防雷与接地等。

2.0.2 公路隧道机电设施综合管控系统 Highway tunnels electrical facilities comprehensive management and control

公路隧道机电设施综合管控系统是实现远程监控和联动控制的独立系统，具备对公路隧道机电设施进行远程监测和控制的功能、隧道机电设施日常运行状态和应急响应状态下的联动控制功能、完善的网络安全等级保护功能，并能满足运行维护人员进行远程操作和维护的需求，具备数据备份、文档存储、查询统计的功能和与其他管理系统进行数据交换的功能。

2.0.3 智能设备与非智能设备 Intelligent Equipment & Non-intelligent equipment

智能设备是指具有通信接口并能通过指令进行采集和控制的机电设施。

非智能设备是指智能设备以外的使用模拟量、数字量进行采集和控制的其它机电设施。

2.0.4 本地控制单元 (LCU) Local Control Unit

隧道一定区域内的机电设施数据采集、处理和基本逻辑控制单元。

2.0.5 区域管控中心 (ACC) Area Control Center

区域管控中心是对一定区域内的本地控制单元进行通信与控制的节点；对区域内的设备进行数据采集、处理和控制在；与隧道中央控制中心进行数据交换并接受隧道中央控制中心的控制；在失去和隧道中央控制中心通信联系时按既定策略执行控制指令。

2.0.6 隧道中央控制中心 (TCC) Tunnel Control Center

以单条隧道或一定区域内的多条隧道为管控对象，具备对管控范围内所有设备信息采集、远程监测与控制及在紧急状况下的综合联动等功能；具备对隧道运行基础数据的收集、存储、统计、分析等功能。

3 基本规定

3.1 综合管控目标

3.1.1 建立公路隧道机电设施综合管控系统应充分考虑公路隧道机电设施现状，确保公路隧道机电设施可接入。

3.1.2 建立公路隧道机电设施综合管控系统应能够正确采集所有设施的工作状态和实时数据，并能够按照管控需求正确下达指令。

3.1.3 建立公路隧道机电设施综合管控系统应考虑路段应急响应特点、组织架构、救助资源等因素，决定应急联动启动方式，为应急响应提供明确有效的工作指导。

3.2 综合管控范围

3.2.1 应将通风、照明、交通监控、紧急呼叫、火灾探测报警系统、中央控制管理等系统纳入公路隧道机电设施综合管控系统，宜将消防、供配电、通信网络、防雷与接地等系统的监测和控制系统纳入公路隧道机电设施综合管控系统，可将服务于隧道的其它机电和信息

系统纳入公路隧道机电设施综合管控系统。

3.2.2 应将机电设施产生的原始数据纳入公路隧道机电设施综合管控系统管理，宜将机电设施的统计数据纳入公路隧道机电设施综合管控系统。可将隧道机电设施产生的状态、告警、日志数据纳入公路隧道机电设施综合管控系统。

编写说明：

机电设施产生的原始数据包括 COVI、风速风向、光强、车检器、紧急电话设施、隧道广播设施、火灾报警设施、视频监控等系统的运行和监测数据；机电设施的统计数据包括设备完好率统计、运行统计等通过原始数据统计分析的数据。

3.2.3 宜将隧道机电设施的故障、维修、调试、标定、校准等数据纳入公路隧道机电设施综合管控系统。

3.2.4 可将隧道的防灾分区、应急处置流程、联动控制预案、事件处置记录等信息纳入公路隧道机电设施综合管控系统。

3.3 综合管控区域划分

3.3.1 综合管控区域可根据隧道结构、横通道、消防分区等因素划分，每个独立区域内应至少有一处疏散逃生通道。

3.3.2 一个综合管控区域内应至少设置一个本地控制单元（LCU）。

3.3.3 隧道运营管理附属建筑可单独设立综合管控区域。

征求意见稿

4 本地控制单元

4.1 一般规定

4.1.1 本地控制单元应能对所属区域内隧道机电设施的运行信息和环境信息进行采集，并能将数据上送至区域控制中心，并接受区域控制中心下发的控制命令，实现对隧道机电设施的控制操作。

4.1.2 本地控制单元应能在通讯出现故障时自动控制区域内机电设施。

4.1.3 本地控制单元应可接入智能设备与非智能设备。

4.1.4 本地控制单元应配有手动和自动控制切换装置，手动控制应具有最高优先级。

4.1.5 本地控制单元宜具有自诊断功能。

4.2 本地控制单元功能

4.2.1 供电单元应满足以下条件：

- 1) 宜支持双路电源冗余供电模式，当任意一路电源断开后设备仍能正常工作。
- 2) 应设置后备电源，当供电线路出现故障时可支持本地控制单元供电，时间宜不小于 30min。
- 3) 宜具有自诊断功能，可监测供电单元输入输出的电流、电压、触点温度等参数。

4.2.3 本地控制主机应满足以下条件：

- 1) 宜采用双 CPU 冗余架构或双机双活模式工作。
- 2) 应设置设备管理接口。
- 3) 宜具有冗余通讯接口。
- 4) 控制接口宜增加抗浪涌冲击、抗干扰设计。
- 5) 在通信异常时应能按预设程序控制设备。
- 6) 应具有断电记忆功能，当电源恢复后应保持断电前的控制状态。
- 7) 应具有自诊断和告警功能，可通过网管接口实现远程配置与软件升级。

5 区域控制中心

5.1 一般规定

5.1.1 区域控制中心由区域中心控制软件和区域控制中心硬件设备组成。

5.1.2 区域控制中心软件应包括：

基础信息、设备运行状态、设备控制、异常和告警、应急响应等功能模块，并满足安全及可靠性要求。

5.1.3 区域控制中心硬件设备宜包括：

- 1) 区域控制主机。区域控制主机应选用具有稳定处理能力的工控机或服务器。
- 2) 区域控制其它辅助设备。区域控制其它辅助设备宜包括视频设备、音频设备、报警设备等。

5.2 配置方法

5.2.1 区域控制中心宜在特长隧道中设置。

5.2.2 隧道内设有多个通风分段时，应在每个通风分段配置至少一个区域控制中心。

5.2.3 隧道内设有洞内配电室时，区域控制中心宜设置在就近的配电室内；隧道内未设洞内配电室时，区域控制中心宜设置在方便和区域控制器通信、运行环境良好的地方。

5.3 区域控制中心功能

5.3.1 应能对区域内的本地控制单元进行通信与控制。

5.3.2 应能对区域内的智能设备进行数据采集、处理和控制在。

5.3.3 应能与隧道中央控制中心进行数据交换并接受隧道中央控制中心的控制。

5.3.4 应能在失去和隧道中央控制中心通信联系时按既定策略执行控制指令。

5.3.5 应能对原始数据、报警信息、控制指令、设备信息进行备份。

6 中央控制中心

6.1 一般规定

6.1.1 中央控制中心由公路隧道机电设施综合管控软件和中央控制中心硬件设备组成。

6.1.2 公路隧道机电设施综合管控软件应包括：

基础信息、设备运行状态、设备控制、设备完好率管理、异常和告警管理、预案管理、应急响应管理、值班管理、档案管理、系统管理等功能模块，并满足安全及可靠性要求。

6.1.3 中央控制中心硬件设备宜包括：

- 1) 中央控制主机。中央控制主机应选用具有稳定处理能力的工控机或服务器。
- 2) 中央控制客户端。中央控制客户端应选用具有优异图形图像处理能力的计算机。
- 3) 中央控制其它辅助设备。中央控制其它辅助设备宜包括视频设备、音频设备、报警设备、打印输出设备等。

6.2 配置方法

6.2.1 独立隧道或隧道群应配置中央控制中心。

6.2.2 独立特长隧道应在隧道本地配置中央控制中心；管理多座隧道的宜在路段分中心增设中央控制中心。

6.3 中央控制中心功能

6.3.1 应具有对管控范围内所有设备信息采集、远程监测与控制及在紧急状况下的综合联动等功能。

6.3.2 应具有对隧道运行基础数据的收集、存储、统计、分析等功能。

6.3.3 应具有应急情况下的报警设施及警情处置过程记录功能。

6.3.4 应具有隧道运营异常数据告警功能

6.3.5 应具有与所属公路其它管理系统进行信息交换的功能。

6.3.6 应具有《公路隧道设计规范第二册交通工程与附属设施》(JTG D70/2-2014)第 12 章要求的其它功能。

征求意见稿

7 通信网络

7.1 系统组网框架及原则

7.1.1 公路隧道综合管控系统宜采用逐级汇接的网络拓扑结构，由中央控制中心（TCC）、区域控制中心（ACC）和 本地控制单元（LCU）组成，如图 7.1.1 所示。

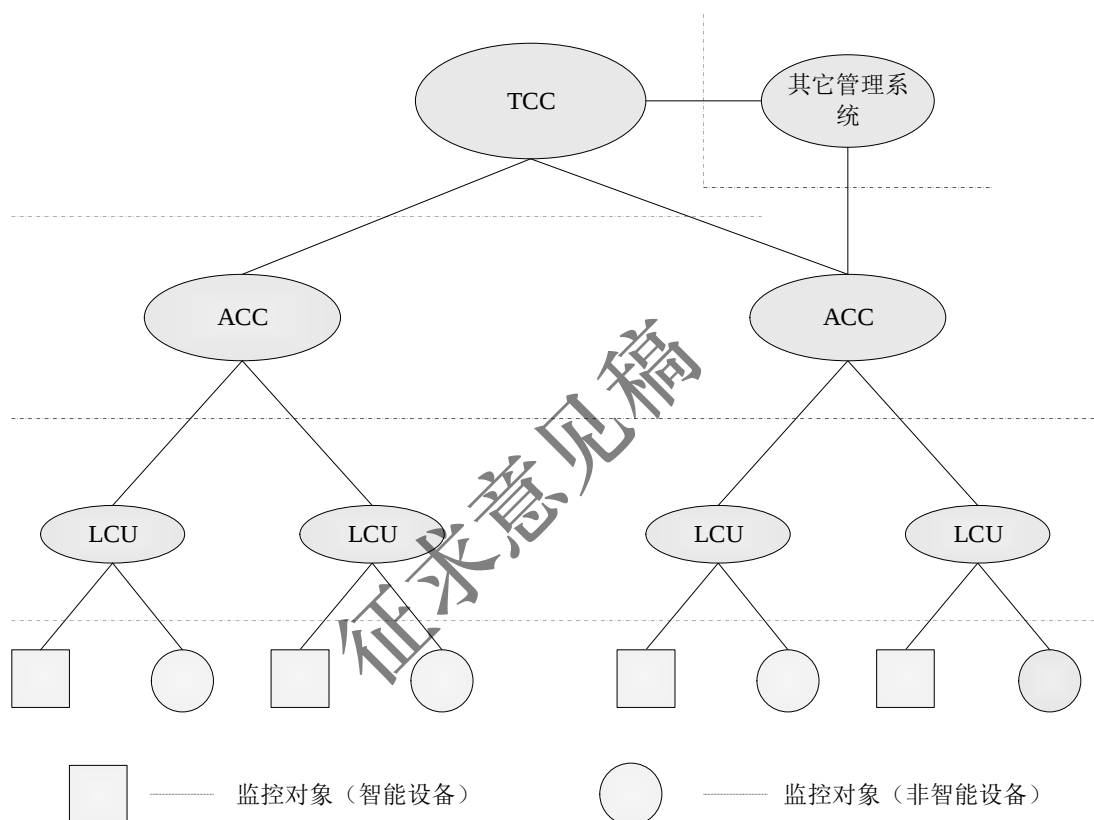


图 7.1.1 公路隧道综合管控系统网络拓扑结构

7.2 通信组网方式

7.2.1 本地控制单元和本地控制单元之间、本地控制单元和区域控制中心之间应采用带自愈功能的通信组网方式，宜选用光纤做为传输介质。

7.2.2 区域控制中心和中央控制中心之间宜采用 1+1 热备方式组网。

7.3 通信可靠性要求

7.3.1 选用自愈通信环网模式通信时，环网通信节点不宜大于 32 个。

7.3.2 采用光纤自愈网结构时，备用通道的倒换时间应不大于 50ms。

7.3.3 宜采用具有网络管理功能的通信设备。

7.3.4 本地控制单元和区域控制中心之间、区域控制中心和中央控制中心之间应设置安全配置及策略。

征求意见稿

8 综合管控软件

8.1 一般规定

综合管控软件是公路隧道机电设施综合管控的核心系统软件，对系统内的设备状态、视频、音频、报警、日常运营、预案、应急事件等各种信息资源进行集成及处理，对系统的设备、用户、网络、安全、业务等进行综合管理，实现系统所规定的管、控相关功能。

8.2 模块功能

1、基础信息管理模块应包括隧道管理机构基础信息、隧道基本信息、隧道机电设施配置规模信息、应急资源配置信息管理等。

2、设备运行状态模块应能记录设备运行实时状态信息及日志。通过设备状态的主被动巡查功能，结合预设的设备临界值、阈值信息计算当前设备及运行良好状态；应能在检测到数据异常时接入异常或告警处置信息。

3、设备控制模块应能对单一设备和某类设备进行单个或批量控制；应能根据管控需求实现隧道机电设施综合控制，并具备一键恢复功能，使机电设施恢复到正常运行状态。

4、设备完好率管理模块应具备对机电设施技术状况的远程获取及统计分析功能，定期生成单一设备和系统设备完好率统计报表。

5、异常和告警管理模块应具有对系统运行过程中采集到的数据进行分析、判别的功能，能够判断数据状态，对于异常数据应能自动告警，同时对告警信息进行统计分析并输出报表。

6、预案管理模块应具有预案程序写入、更新、执行功能。

7、应急响应管理模块应根据告警信息触发系统应急界面；并应有人工警情、报警等级确认功能；警情被确认后应能自动执行提前写入的预案程序；预案执行完毕后，应能自动生成涵盖告警信息触发至交通恢复过程中的全部信息的处置报告。

8、值班管理模块应具备值班人员信息管理、值班表管理、值班记录管理等功能。

9、档案管理模块应具备对纳入综合管控系统的全部信息的自动归档和管理。

-
- 10、系统管理模块应能对系统运行参数、阈值、控制指令等进行设置。
 - 11、功能测试模块宜预留各功能测试模块，方便用户对各功能进行核查。

征求意见稿

9 测试方法与要求

9.1 软件功能测试方法

现场检查监控（分）中心软件是否符合现行《高速公路监控系统软件测试方法》（JT/T965）等相关标准的规定；系统软件应合法授权、应提交正式的授权使用证书，应用软件应提供软件开发、测试文件。

编写说明：

软件测试的方法主要有黑盒测试、白盒测试和灰盒测试，针对本规程的功能测试，黑盒测试最为适用，不涉及程序代码的具体实现和程序内部结构。测试依据可参考 JT/T 《965.1-2015 高速公路监控系统软件测试方法 第1部分：功能测试》和 JT/T 《965.2-2015 高速公路监控系统软件测试方法 第2部分：性能测试》，鉴于本规程的主要面向用户为隧道管控人员，软件在部署实施前取得有资质的第三方软件测评机构的测评报告，以判断软件的编写质量是否达到预期。在日常使用过程中，可根据软件文档对各功能描述，采用模拟实施的方法，对软件功能的实现进行核验。

9.2 设备基本功能测试方法

9.2.1 风机控制测试

1) 远程控制测试

远程控制测试可按以下方法实施：在综合管控软件上远程开启、关闭隧道风机，通过现场人员反馈或视频监控方式确认风机控制状态是否正常。

2) 本地控制测试

本地控制测试可按以下方法实施：在隧道本地手动正确开启、关闭隧道风机，通过现场人员反馈或视频监控方式确认风机控制状态是否正常。

3) 自动控制测试

自动控制测试可按以下方法实施：接收隧道告警信息，隧道风机应能正确启动、关闭，通过现场人员反馈或视频监控方式确认风机控制状态是否正常。

9.2.2 照明控制测试

1) 远程控制测试

远程控制测试可按以下方法实施：在综合管控软件上远程正确开启、关闭隧道相关区域照明灯具或调节隧道照明段的照明亮度，通过现场人员反馈或视频监控方式确认照明控制状态是否正常。

2) 本地控制测试

本地控制测试可按以下方法实施：在隧道本地手动正确开启、关闭隧道相关区域照明灯具，通过现场人员反馈或视频监控方式确认照明控制状态是否正常。

3) 自动控制测试

自动控制测试可按以下方法实施：

（1）如采用亮度自动调节控制，可通过模拟亮度检测器检测值或模拟车流量，确认隧道照明回路的响应情况是否满足设计要求，并用照度计或影像式亮度计进行测试。

（2）如采用洞内外亮度、时间、交通量、平均车速、供电电压、天气条件等控制参数，并结合光源特性综合控制，可通过模拟上述情况，并用照度计或影像式亮度计进行测试，确认隧道照明回路的响应情况是否满足设计要求。

（3）如采用时序控制，可通过观察各时序照明回路的开启关闭状态进行确认，或手动修改时序控制时间确认照明回路响应情况，并用照度计或影像式亮度计对各种时序的照明情况进行测试。

9.2.3 交通监控设施控制测试

1) 现场实测

检测人员现场观测、记录数据与测量检测器采集的数据进行比对，测试其精度及准确率。

2) 视频复核测试

检测人员通过观看视频，记录数据与检测器采集的数据进行比对，测试其精度及准确率。

3) 仪器对比测试

检测人采用通过鉴定的仪器设备采集数据与检测器采集的数据进行比对，测试其精度及准确率。

信息发布类设备：主要包括交通信号灯、车道指示器、可变标志等。采用实际操作，来确认信息发布类设备是否能正确及时响应中心的命令。

编写说明：

信息采集类设备：主要包括车辆检测器、隧道环境检测设备（CO/VI、风速风向、亮度/照度检测器）、视频事件检测器、摄像机等负责采集隧道现场运行状况的设备。信息发布类设备：主要包括交通信号灯、车道指示器、可变标志等。

信息采集类设备数据应正确上传，且数据真实可靠，信息发布类设备应响应迅速，动作正确。对于已制定的预案或联动功能，能够正确实现。

9.2.4 紧急呼叫设施测试

1) 紧急电话测试

测试人员按下紧急电话呼叫按钮，中心端应能迅速收到设施状态、时间、呼叫信息、报警地址并进行清晰对话。

2) 广播测试

中心端可以通过主机平台采用统一、自由编组、单个呼叫等组合方式对隧道进行呼叫，现场测试人员听到广播信息应无延时、清晰，无杂音。

编写说明：

紧急电话和广播系统应工作正常，可定期或人工全线自检，能够及时接听远端呼叫，并能通过广播系统清晰传达中心的命令。紧急呼叫设施测量方法参照《公路隧道提质升级行动指南》紧急呼叫设施章节及附录 B 要求实施。

9.2.5 火灾报警探测系统测试

1) 人工报警按钮测试

测试采用现场实操形式进行。测试人员按下火灾报警按钮，中心端应能迅速收到报警信息、显示报警位置、声光报警提示。

2) 自动火灾报警系统测试

按照《公路隧道火灾报警系统技术条件》(JT/T 610-2004) 要求测试。

编写说明:

火灾报警探测系统分为人工火灾报警和自动火灾报警两种设备, 一般短隧道仅设置人工火灾报警按钮或不设置报警按钮, 长大隧道根据设计要求, 设置响应的人工报警按钮和自动火灾报警系统。自动火灾报警系统又分为两类, 一类为点式自动火灾报警系统, 主要包括双波长火灾报警系统, 感温感烟火灾报警系统; 一类为线型火灾报警系统, 主要指光纤光栅感温火灾报警系统。火灾报警探测系统能够正确响应报警信息, 自动火灾报警系统的响应时间应满足设计要求, 且报警信息应能正确传递至隧道综合管控系统中, 并触发相应预案。

9.2.6 消防设施机电设备测试

- 1) 测试消防水池液位显示器、消防水泵、防火门、防火卷帘等消防设施的有效性, 测试方法如表所示。

序号	设施名称	测试方法
1	消防水池液位显示	应通过现场人员反馈或视频监控方式确认消防水池蓄水位显示是否正确。
2	消防水泵	具备远程开启功能的消防水泵, 现场测试人员按下水泵启动按钮, 通过现场反馈或视频监控方式查看消防水泵是否正确启停。
		水池液位控制器联控的消防水泵, 可通过更改水泵开闭阈值或模拟水池液位数值, 查看消防水泵是否正确启停。
		具备压力联控的消防水泵, 现场测试人员打开、关闭消火栓, 通过现场反馈或视频监控方式查看消防水泵是否正确启停。
3	防火卷帘	在火灾报警及消防控制计算机上远程开启、关闭防火卷帘, 通过现场人员反馈或视频监控方式确认防火卷帘控制状态是否正常。
		在现场开启、关闭防火卷帘, 通过现场人员反馈或视频监控方式确认防火卷帘控制状态是否正常。

-
- 2) 可通过远程手动控制防火门开闭，测试防火门的工作状态。对于预案设置的防火门动作可通过定期模拟预案执行来查看防火门是否与预案设置工作状态一致。

9.2.7 本地控制单元测试

- 1) 将本地控制单元手动/自动倒换开关切换到自动状态，本地控制单元应能接收综合管控软件下发的控制指令，同时，综合管控软件应能接收到本地控制单元上传的采集信息和反馈信息。
- 2) 将本地控制单元手动/自动倒换开关切换到手动状态，可通过本地控制单元设置的开关按钮控制区域内相应的机电设施，同时综合管控软件下发的控制指令失效。
- 3) 将本地控制单元的主用电源和备用电源切断后，本地控制单元应能正常工作。
- 4) 将本地控制单元全部断电，重新上电后本地控制单元连接的设备应能保持断电前状态。

9.2.8 基础通信网络及冗余测试

- 1) 应能在综合管控软件或通信网管软件上查询网络拓扑结构。
- 2) 应能通过综合管控软件或通信网管软件上查询所有通信设备运行状态，通信连接中断或通信设备断电后应能在网管软件上产生报警信息。
- 3) 断开主用线路或备用线路后通信应不中断，所传输的数据、视频、音频信息应不丢失、不卡顿。