

附件 3

交通运输行业标准
公路隧道施工门禁系统技术要求
(征求意见稿)
编制说明

标准起草组

2021 年 6 月

目 录

一、工作简况.....	2
二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据.....	4
三、主要试验的分析综述报告、技术经济论证或预期的经济效果.....	9
四、采用国际标准和国外先进标准的成果.....	9
五、与有关的现行法律法规和强制性国家标准的关系.....	10
六、重大分歧意见的处理经过和依据.....	10
七、标准过渡期的建议.....	10
八、废止现行有关标准的建议.....	10
九、其他应予说明的事项.....	10

一、工作简况

（一）任务来源

根据《交通运输部关于下达2019年交通运输标准化计划（第一批）的通知》（交科技函[2019]267号）的要求，由中国交通建设集团有限公司、中交星宇科技有限公司、中交第一公路工程局有限公司、中交第二航务工程局有限公司、北京金坤科创有限公司、浙江省交通工程管理中心等单位共同承担交通运输行业标准《公路隧道施工门禁系统技术要求》项目的编制任务，标准编制和相关技术工作任务计划完成时间为2020年9月。

（二）主要工作工程

本标准项目合同书收到后，编制单位中国交通建设集团有限公司、中交星宇科技有限公司、中交第一公路工程局有限公司、中交第二航务工程局有限公司、北京金坤科创有限公司、浙江省交通工程管理中心，分别抽调人员组织力量，成立了标准编写组，启动标准编制，主要工作过程如下：

2019年4月成立标准编写组，进行前期调研，组织专家进行咨询，并参加国际国内会议，完成针对隧道施工建设中的门禁系统智能化与信息化方面的深入调研与细节把控，完成隧道施工门禁系统技术调研报告。

2019年5月：编制工作大纲并召开工作大纲审查会。

2019年6月-2019年8月：基于可用于隧道施工中门禁管理的多功能智能终端、以及融合岗前培训、安全权限、考勤记录、SOS 报警的平台，完成终端和平台的各方面技术认证和体系测试认证，为标准转化奠定技术基础。

2019年9月-2019年11月：基于身份唯一性检测与便捷式隧道门禁系统，参与国际国内会议，通过专家咨询，并完成隧道施工门禁子系统的标准研究。

2019年12月-2020年4月：根据标准研究结果，将公路隧道施工门禁系统分为硬件系统和软件系统，并确定各系统的技术要求和技术参数，完成标准征求意见稿。

2020年4月-2020年10月：形成送审稿，并于2020年10月30日召开标准审查会议，通过标准审查。

2021年1月29日，交通部安质司公路处组织召开行业标准督导会，根据会议精神，编制组对标准草案稿进行了进一步修订和完善，同时编写了标准编制说明。

2021年4月，标准编制组完成并提交了“公路隧道施工门禁系统技术要求”（征求意见稿）。

2021年5月，标准编制组在北京组织召开“公路隧道施工门禁系统技术要求（征求意见稿）”专家研讨会，会后根据专家的意见，对征求意见稿及编制说明进行进一步修订和完善，将门禁系统分成基础版和扩展版，并补充了系统平台的性能参数指标。

2021年6月，标准编制组向交通运输部安质司按期提交了修订完善后的“公路隧道施工门禁系统技术要求”（征求意见稿）及编制说明。

（三）标准起草单位

主编单位：

中国交通建设集团有限公司

参编单位：

中交星宇科技有限公司

中交第一公路工程局有限公司

中交第二航务工程局有限公司

北京金坤科创有限公司

浙江省交通工程管理中心

（四）起草人员及其所做的具体工作

本标准的主要起草人员为：刘玲、田俊峰、崔银秋、蔡军、张永涛、黄灿、程晓光、叶清琳、刘刚、刘晟、刘光焱、肖登坤、吴彤、吕聪儒、张冲、高介敦。所有的贡献见表1。

表1 标准起草人员及所做工作

序号	姓名	工作单位	分工	工作内容
1	刘玲	中交星宇科技有限公司	主编	标准编制负责人（全文）
2	田俊峰	中国交通建设集团有限公司	主编	总体负责、标准全文审查

3	崔银秋	中交星宇科技有限公司	参编	调研成果整理、技术相关的测试验证、标准相关条文修订（第四章），编写编制说明
4	蔡军	中交第一公路工程局有限公司	参编	调研成果整理、技术相关的测试验证、标准相关条文修订（第四章），编写编制说明
5	张永涛	中交第二航务工程局有限公司	参编	调研成果整理、标准报审、校对、标准相关条文修订工作（第四章）
6	黄灿	中交第二航务工程局有限公司	参编	标准相关条文修订（第四章），编写编制说明
7	程晓光	中交星宇科技有限公司	参编	调研成果整理、标准报审、校对、标准相关条文修订工作（第四章）
8	叶清琳	中交星宇科技有限公司	参编	标准相关条文修订（第四章），编写编制说明
9	刘刚	中交第一公路工程局有限公司	参编	标准相关条文修订（第四章），编写编制说明
10	刘晟	中交第一公路工程局有限公司	参编	标准相关条文修订（第四章），编写编制说明
11	刘光焱	中交第一公路工程局有限公司	参编	标准相关条文修订（第四章），编写编制说明
12	肖登坤	北京金坤科创有限公司	参编	标准全文、编制说明，技术调研
13	吴彤	北京金坤科创有限公司	参编	标准全文、编制说明，技术调研
14	吕聪儒	浙江省交通工程管理中心	参编	标准相关条文修订（第四章），技术调研
15	张冲	浙江省交通工程管理中心	参编	标准相关条文修订（第四章），技术调研
16	高介敦	浙江省交通工程管理中心	参编	标准相关条文修订（第四章），技术调研

二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

（一）编制原则

适用性：结合隧道门禁系统的发展现状，充分考虑了实际需求，公路隧道施工门禁系统的标准规定要求结合了实际应用加以验证，增强了标准的可操作性和适用性。

先进性：以代表当今国际先进水平的隧道门禁系统为研究依托，剖析其产品特征和技术要求，并结合近年来我国在公路隧道施工门禁系统的研发、设计、制造等发展和现状，体现了标准的先进性。

经济性：标准要求考虑了制造成本因素，在确定技术要求时，充分评估了制造成本的影响，在保证标准技术要求条件下兼顾了制造成本和资源节约。

（二）确定标准主要内容的依据

1. 范围

本标准及产品标准，标准依照《GB/T 1.1-2020 标准化工作导则》、《GB/T 20001.10-2014标准编写规则第10部份：产品标准》有关要求编制，本文件规定公路隧道施工门禁系统的硬件、软件与安装要求。本文件适用于公路隧道施工过程中的门禁系统的设计、施工及验收、维护。

本标准内容主要有：范围、规范性引用文件、术语和定义、缩略语、要求等。

2. 规范性引用文件

本标准引用了入侵报警系统工程设计规范、出入口控制系统工程设计规范，同时在产品外壳防护方面，主要参考国际标准IEC 529。

3. 术语和定义

标准术语中定义了统一管理平台（Unified Management Platform），是公路隧道施工门禁系统的重要组成部分，满足对内管理、对外通信、与各单位、相关管理部门协调等需求的系统。

4. 技术要求

结合公路隧道施工现状以及需求分析，设定公路隧道施工门禁系统由硬件和软件组成。硬件包括人员定位报警终端、人员定位基站以及其他入侵报警装置和出入口控制装置组成。软件包括部署在管理人员层面的统一管理平台和部署在工程现场的公路隧道施工门禁系统。

（1）分类依据

根据对现有公路隧道门禁系统的调研，公路隧道施工门禁系统分为基础版和扩展版，基础版应具备人员出入口管控功能，参考GB 50396相关技术规定；公路隧道施工门禁系统扩展版是一套智能隧道施工门禁系统，包含硬件系统和

软件系统，不仅具备人员出入口管控功能，还应支持人员定位、人员报警、人员考勤、身份识别等功能。

(2) 参数设计依据

人员定位报警终端、人员定位基站、以及其他硬件装置、统一管理平台的相关技术参数，是基于编制团队根据公路隧道的大量调研，采用不同种类的技术在现场进行测试实验，并结合公路隧道一线施工团队的具体需求而设计，具体的参数设计依据如下：

1) 人员定位报警终端

- a) WIFI、Zigbee、RFID 技术在封闭空间（隧道内）的平均定位精度通常在 3 m~5 m；蓝牙通过近距离探测的机制，平均定位精度可在 1 m；超宽带（UWB）技术的平均定位精度可优于 30 cm；如采用多源融合的方式，定位精度可进一步提升。在东伍岭隧道测试中，采用 WIFI 技术在掌子面区域的实测平均定位精度在 1.03 m；在贵州桐梓隧道测试中，采用 UWB 技术在掌子面区域的实测平均定位精度为 0.138 m，非掌子面区域平均定位精度为 0.352 m。因此，隧道普通区域的平均定位精度应优于 10 m，在隧道危险区域（如掌子面）的平均定位精度应优于 2 m，是能覆盖现阶段绝大部分技术途径能实现的定位精度。

表 1. 隧道内非掌子面平均定位精度

序号	平均定位精度 (m)
参考点 1: 41+200	0.395
参考点 2: 41+250	0.380
参考点 3: 41+400	0.199
参考点 4: 41+450	0.299
参考点 5: 41+500	0.472
参考点 6: 41+550	0.369
总体平均定位精度 (m):	0.352

表 2. 隧道内掌子面平均定位精度

序号	平均定位精度 (m)
参考点 1: 41+098	0.143
参考点 2: 41+088	0.111
参考点 3: 41+078	0.18
参考点 4: 41+068	0.131
参考点 5: 41+058	0.126
总体平均定位精度 (m)	0.138

- b) 关于紧急求助报警，通常是在危险情况下才用到，并发数不会太多，为及时应对和处理，报警成功率应满足 100%；从 UWB、WIFI、蓝牙、Zigbee 等不同定位技术的时延看，从终端发出，再到空口传播、再到上位机进行处理和呈现，整个流程可在 3 s 内完成；在贵州桐梓隧道的测试中，采用 UWB 技术的紧急求助报警时延优于 2 s；即使考虑防误触设计，整体端到端时延优于 5 s 是满足实际需求的合理设计。
- c) 关于高空坠落报警，定义为 1.8 m 以上发生坠落，即认定为高空坠落场景，报警成功率应满足 100%；同时，限于传感器的观测量测误差，在高空低于 1.8 m 的情况可能出现误报，即虚警率；在隧道环境的实测中，通常 20 次测试（高度 1.6 m）会有 1 次出现误报，考虑标准的可用性和实现余量，设计虚警率应优于 10%。
- d) 关于终端续航工作能力，主要是避免频繁充电，从实际应用出发，终端的续航能力应不低于 72 小时。

2) 人员定位基站

- a) 关于人员定位基站在隧道内的通信能力，主要是支持视频、图像、语音、文字等的传输，最常用的标准是基于 802.11b/g/n 系列的室内环境通信方式（150 Mbps），以及 4G 蜂窝网络的通信方式（峰值速率 100 Mbps）。因此，将标准设计为通信速率不低于 100 Mbps。

- b) 人员定位基站的信号覆盖半径，同定位基站发射功率以及定位终端的发射功率相关，不同技术条件的芯片其功耗不同，因此覆盖范围也有一定差异；在实际隧道测试中，Zigbee 的信号覆盖范围通常在 100 m~150 m，WIFI、RFID 的信号覆盖范围通常在 100 m~200 m，UWB 的信号覆盖范围通常在 50 m~300 m；因此，整个标准设计的信号覆盖半径应不低于 50m。
- c) 隧道内部署人员定位基站的站间距，涉及到整个系统的成本问题。根据 h) 中所提供的各种技术指示的信号覆盖范围，人员定位基站的部署站间距至少都能支持 100 m 及以上。

3) 其他装置

公路隧道施工门禁系统的其他硬件装置，包括入侵管理系统应满足规范 GB 50394、GB 50396 的相关规定。

4) 隧道施工门禁系统

隧道施工门禁系统是根据大量的现场调研（详见调研报告），在现有的人员身份识别系统、入侵检测系统的基础上，增加了人员定位报警系统、人员考勤系统和入侵报警系统。

根据隧道管理的要求，人员定位报警系统主要实现定位管理、轨迹跟踪回放、电子围栏、超限/坠落、求助报警、广播及视频联动等功能。

人员身份识别是将现有的门禁闸机功能与人员身份识别、定位跟踪融合起来，实现进入隧道人员的全过程跟踪管理。

人员考勤系统是对隧道施工人员进行自动的考勤统计。

5) 统一管理平台

- a) 由于隧道施工项目部，人员数量在几百人量级，平台应支持的并发用户数不低于 500 即可满足要求；
- b) 考虑到隧道的施工作业，系统稳定工作时长应不低于 3 个月。

三、主要试验的分析综述报告、技术经济论证或预期的经济效果

公路隧道施工门禁系统是公路隧道施工安全保障的重要设备，其主要功能是对隧道内施工人员的位置定位、智能考勤、异常提醒，以及管理人员对施工现场和施工人员的信息全面、及时、准确掌握的关键抓手，通过《公路隧道施工门禁系统技术要求》行业标准的编制与推广，将进一步统一隧道门禁系统的设计、生产、检验和使用等规范，实现公路隧道施工门禁系统的标准化和智能化，提升本行业在国内公路隧道施工领域的影响力。通过该标准的编制、实施和推广，还能够有效降低人员安全隐患、方便隧道工程施工管理，提高工作效率和应急处理水平的作用。即使采用公路隧道施工门禁系统扩展版，每公里隧道投入的开销预估在3~5万元，未来还可能降得更低。

公路运输以其灵活多变、运量大和速度快等特点在现代交通运输系统中占据毋庸置疑的重要地位。仅中交集团境内项目4313个，境外项目861个，国内运营高速公路34条、隧道及地下工程2200余公里，每年对隧道门禁系统的需求量巨大。本标准颁发和推广，对我国公路隧道施工门禁系统制造水平和质量提高，提升门禁系统软硬件设备技术性能，对提升安全管理效能、降低安全隐患起到积极作用。

四、采用国际标准和国外先进标准的成果

门禁系统是公路隧道施工的设备之一，就目前的了解，相关的门禁系统技术要求在国内、外公路隧道施工应用中还未见成文的标准。该标准的编制与实施将有利于公路隧道施工门禁系统设计、生产、检验和使用的规范化和标准化。只有形成自己统一的标准体系，才能提高效率，降低成本，最大限度地发挥设备潜能，使之产生更大的经济效益和社会效益，从而使该领域朝着高端产业化发展。国内在公路隧道施工门禁系统技术方面已积累了丰富的经验，具备编制相关技术标准的条件。本标准在编制过程中参考了部分国际、国外标准相关要求，并结合我国现有相关标准和研究成果予以借鉴，但没有直接引用。

五、与有关的现行法律法规和强制性国家标准的关系

本标准 of 行业推荐性标准。本标准主要规定了公路隧道施工门禁技术要求，主要遵循国家《安全生产法》、《建设工程安全生产管理条例》以及安监总管二〔2014〕104号印发《隧道施工安全九条规定》，在实施本标准中如果涉及到安全、健康、环境保护等方面技术要求，与标准与法律、法规和国家标准无冲突，与现行标准不存在交叉和矛盾。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

目前，本标准没有遗留的重大意见分歧。本标准为新制定标准，标准中提出的技术要求是经过大量的使用验证和科学验证的。二是充分发挥了行业重点企业的优势，广泛征集意见，将可能发生重大分歧的问题通过调研、研讨和试验验证等方式给予解决，最大限度地避免重大分歧的产生。

七、标准过渡期的建议

本标准为新制定标准，由于在现有隧道施工门禁系统基础上，需要对软硬件进行技术改造和增加成本投入，预计每套系统需投入的成本约为3-5万元左右，同时考虑到新旧产品更替周期及老旧产品逐步退出市场时间等，建议标准过渡期为3个月。

八、废止现行有关标准的建议

无。

九、其他应予说明的事项

无。