“面向高速公路智慧隧道的智慧网关关键技术与设备研究”科研项目技术服务单位

询价文件

四川纳黔高速公路有限责任公司

2026年11月

第一章 询价书

“面向高速公路智慧隧道的智慧网关关键技术与设备研究”科研项目技术服务单位询价书

各有意单位:

根据我司工作安排，现拟对“面向高速公路智慧隧道的智慧网关关键技术与设备研究”科研项目技术服务单位组织招选询价，诚邀符合条件的单位参与报价。有关事项告知如下:

一.项目概况

本项目围绕数字交通“新十五五”规划提出的隧道交通系统绿色化、智能化、国产化建设要求，针对现行的高速公路隧道通信监控系统存在的机电设备异构孤岛情况突出、运维模式被动低效且难以实现少人化无人化运营等突出短板问题。总体目标是构建一套软硬件自主可控、统一数据接口、清洗数据结构、具备主动故障感知能力的面向高速公路隧道智慧网关。

基于国产化底层技术，研发具备多协议解析能力的智慧边缘网关，打破西门子、欧姆龙等异构 PLC 品牌壁垒，实现隧道机电设备的底层数据标准化与深度互操作，消除“信息孤岛”，确保核心控制系统的自主安全。

二、采购内容及限价

（一）采购内容:

针对附表提供的项目信息完成以下内容:

产品交付: 智慧网关 3 台，产品具备 PLC 接入及数据采集功能，具备市场主流 PLC 的协议支持;

技术文档: 输出系统总体设计方案、硬件原理图、测试报告、现场部署规范、全套标准化技术文件 1 份;

试点应用: 完成至少 1 条实体高速公路隧道现场试点，连续稳定试运行≥3 个月，提供完整试运行检测数据;

技术输出: 形成一套可复制、规模化推广的国产化智慧隧道机电通信一体化解决方案;

学术成果: 申请实用型发明专利 1 项，发表相关学术论文 1 篇（可选，根据项目等级增减）。

（二）限价: 15 万元以内。

三、服务周期

根据业主要求在收到中选通知书 30 个工作日内签订合同。至合同签订之日起到 2027 年 7 月本科研项目结题之日止。

四、资质及业绩要求

（一）营业执照经营范围具有: 应至少包含工程技术、信息技术、物联网技术、系统集成、软件开发，满足以上任何一项相关业务之一。

（二）无重大安全、质量违规记录。

五、询价报价文件送交

（一）询价报价文件送交截止时间为 2026 年 11 月 25 日 10 时(北京时间)，询价报价人应按要求将文件以面交或

邮寄方式送达四川省泸州市龙马潭区蜀泸大道三段202号四川纳黔高速公路有限责任公司3号会议室。询价人定于询价报价文件送交截止的同一时间、同一地址举行公开开启（报价人选择邮寄方式递交报价文件的，自行承担邮寄相关风险，并视为同意开标结果）。

（二）逾期送达的或者未送达指定地点的或未按要求密封的询价报价文件，询价人不予受理。

六、评选方式及合同签订

采用经评审的最低价中选，中选单位确定后，在中选通知书发出30日内签订合同。

七、付款方式

本项目可协商支付预付款。完成相应采购内容，乙方提供相应的增值税普通发票后，支付合同约定的费用。

八、联系方式

询价人：四川纳黔高速公路有限责任公司

地　址：四川省泸州市龙马潭区蜀泸大道三段202号

邮　编：646000

联系人：唐先生

电　话：18980948737

询价人：四川纳黔高速公路有限责任公司

一、研究内容、技术路线及研究目标

1.1 项目主要研究目标

本项目围绕数字交通“新十五五”规划提出的隧道交通系统绿色化、智能化、国产化建设要求，针对现行的高速公路隧道通信监控系统存在的机电设备异构孤岛情况突出、运维模式被动低效且难以实现少人化无人化运营等突出短板问题。总体目标是构建一套软硬件自主可控、统一数据接口、清洗数据结构、具备主动故障感知能力的面向高速公路隧道智慧网关。

构建自主可控的异构设备统一管理网关

基于国产化底层技术，研发具备多协议解析能力的智慧边缘网关，打破西门子、欧姆龙等异构 PLC 品牌壁垒，实现隧道机电设备的底层数据标准化与深度互操作，消除“信息孤岛”，确保核心控制系统的自主安全。

形成示范应用：在川南高速选定隧道路段进行示范应用，验证系统的实战效果

1.2 项目研究内容、拟解决的关键问题

1.2.1 主要研究内容

- **基于国产自主底层架构的异构 PLC 设备统一接入与协同管控技术研究**

（1） 研究基于国产芯片的工业控制底层架构，开发基于国产 MCU 的板级支持包（BSP）与实时驱动库。

（2）研发智能边缘计算网关，构建多源异构协议解析引擎，重点攻克对西门子、欧姆龙、三菱、汇川等主流 PLC 私有协议的深度解析与反向控制技术。

（3）建立统一的数据标准化封装模型（基于 OPC-UA），实现底层设备数据的清洗、转换与统一接口输出，为上层的协同调度提供标准数据支撑。

1.2.2 拟解决的关键问题

异构协议壁垒与“信息孤岛”问题：解决不同品牌 PLC 通信协议不兼容、数据格式不统一导致的系统割裂问题，实现跨品牌、跨层级设备的互联互通与统一管控。

1.3 项目关键技术

1.3.1 研究方法

（1）文献研究与标准分析法 广泛查阅国内外关于工业以太网、无线 MESH 自组网、边缘计算、OPC-UA 协议及智慧隧道运维的相关文献与技术标准。重点分析“新十五五”规划对交

通基础设施的要求，梳理异构 PLC 通信协议（如 Modbus，Profinet，FINS 等）的技术规范，为本项目的系统架构设计和协议解析算法提供理论支撑。

（2）跨学科融合与系统设计法 融合通信工程、控制科学、计算机视觉与人工智能等多学科理论。采用模块化设计思想，将系统划分为“智能边缘接入层”、“立体通信传输层”和“智慧运维应用层”。解决多源异构协议解析的实时性问题。

（3）原型研制与实证研究法 依托项目组前期在自主 MCU 系统、智能网关及 AI 交换机方面的研发基础，开展硬件原型研制。

硬件层面：支持多协议解析的智能边缘网关。

软件层面：统一管控平台软件。

通过实验室环境下的功能测试与性能调优，验证关键技术的可行性。

1.3.2 技术路线

本项目遵循“感知接入-网络传输-边缘智能-决策服务”的总体技术路线，具体实施步骤如下：

异构感知与协议解析： 针对隧道内西门子、欧姆龙等异构 PLC 设备，开发基于国产 MCU 的智能边缘网关；解析 Modbus、Profinet、FINS 等工业协议，利用 OPC-UA 技术将异构数据标准化封装，打破底层数据孤岛。

本地配置与调试： 开发轻量级本地配置工具，实现对网关的参数设置、协议映射配置及数据抓包分析，确保网关在现场的独立部署能力。

1.3.3 研究方案

本课题聚焦于高速公路隧道机电系统异构设备“数据孤岛”严重、通信网络脆弱以及运维模式被动滞后等难题，旨在通过软硬件协同攻关，研制一套绿色、智能、国产化的隧道通信与主动运维系统。该系统深度融合异构协议解析、有线无线融合通信与边缘智能技术，实现对隧道机电设施的全生命周期精准管控与毫秒级故障响应。为达成此目标，研究方案将严格遵循“感知接入—网络传输—边缘智能—云端决策—应用服务”的技术逻辑，分步骤攻克异构数据标准化、系统集成与示范应用核心内容。

总体研究方案如下：

异构协议解析与标准化数据接入机制构建

该部分是系统的基石。针对隧道内西门子、欧姆龙、三菱等主流 PLC 设备品牌繁杂、协议不通的现状，通过研制基于国产自主 MCU 的智能边缘网关，同步采集多源异构工业数据。针对底层通信机制的差异，研究多协议解析引擎与数据标准化封装技术。核心方法包括 Modbus、Profinet、FINS 等工业协议的逆向分析与驱动开发、基于 OPC-UA 架构的统一信息建模以及边缘侧数据清洗。通过这一步骤，解决底层设备品牌多且规格多导致的数据孤岛问题，为上层应用提供标准、统一的实时数据流，确保系统对底层设备的全面感知与可控。

一体化系统集成与示范工程应用验证

该部分是将技术转化为实战能力的最后环节。通过研制集协议解析、融合通信、AI 推理于一体的国产化智能边缘网关，并开发配套的隧道机电统一管控平台软件。在选定的典型高速公路隧道段落进行实地部署与示范应用。通过长周期的现场运行测试、断纤断电破坏性测试以及运维效率对比分析，验证系统在真实隧道环境下的稳定性、网络自愈速度及故障预警准确率，收集一线反馈进行迭代优化，最终形成可复制、可推广的国产化隧道智慧运维成套技术解决方案。

二、项目的关键技术及创新点

本项目紧扣数字交通 “新十五五” 高速公路隧道绿色化、智能化、国产化建设要求，针对现有隧道通信监控系统异构设备信息孤岛、运维模式被动低效、核心软硬件依赖国外产品等行业痛点，突破现有技术体系局限，形成差异化核心创新点，具体如下:

国产多协议统一解析与底层互操作架构创新，从根源破除隧道机电信息孤岛

区别于国内外主流 SCADA 系统仅在应用层实现数据采集、无法跨设备底层联动控制的传统集成方案，本项目创新研发基于国产芯片与开源实时内核（如 FreeRTOS）进行深度定制与驱动开发的智能边缘网关，构建通用多协议自适应解析引擎。底层深度兼容西门子、三菱、欧姆龙、汇川、基恩士等多品牌 PLC 私有协议与 Modbus、OPC-UA、Profinet 等标准工业协议，对多源异构设备原始数据完成统一清洗、归一化建模与标准化封装，实现不同厂商机电控制设备底层互联、互通、互操作。摆脱国外自动化成套方案绑定依赖，搭建一体化协同管控平台，实现隧道通风、照明、消防、监控全子系统集中调度，彻底解决多品牌设备协议壁垒造成的系统割裂问题，落实交通基础设施国产化自主可控要求。

全栈国产化隧道通信控制硬件底层设计创新，消除关键基础设施供应链安全隐患

当前隧道工业交换机、协议转换网关普遍采用国外芯片、商用嵌入式系统与闭源协议栈，存在数据泄露、供应链断供安全风险。本项目实现核心硬件全栈自主创新，基于国产 MCU 芯片完成智能边缘网关硬件电路、驱动程序自主开发，自主编写底层实时操作系统与工业网络协议栈，整套设备核心芯片、操作系统、协议引擎、边缘计算程序均实现自研可控，无需依赖国外成套自动化设备，在满足隧道复杂电磁、潮湿封闭环境防护需求的同时，补齐高速隧道交通关键设备国产化短板，契合交通强国与新型数字基建战略发展方向。

三、项目应用前景和项目产品（或技术）预期经济、社会效益

3.1 项目应用前景

本项目紧扣“新十五五”交通基础设施数字化转型的战略导向，其研究成果不仅具备极高的工程实用价值，更在广阔的市场推广与行业技术引领方面展现出巨大的应用前景:

契合国家战略，加速交通基础设施国产化替代进程

项目成果直接响应了“交通强国”与“数字中国”战略。通过全栈国产化的智能边缘网关与工业交换机，彻底摆脱了隧道核心控制设备对国外技术的依赖。未来，该技术体系可广泛应用于新建高速公路隧道及既有隧道的机电系统国产化改造中，为全国交通关键基础设施的自主可控提供成熟的底层硬件与软件支撑。

3.2 预期经济效益

本项目的实施与规模化应用，将在全生命周期内为高速公路运营企业带来显著的成本节约与效益提升，具体体现在以下三个维度:

大幅降低全生命周期运维成本

人工成本骤降: 减少后台多孤岛系统的维护成本和建设成本。

维护费用降低: 由“事后抢修”转变为“事前预防”，大幅降低了因设备彻底损坏导致的高昂大修或整机更换费用；同时，标准化协议封装打破了原厂配件垄断，降低了备品备件的采购成本。

创造可观的国产化改造与技术服务市场价值

存量改造市场: 全国现有高速公路隧道数以万计，面临严峻的老旧设备升级需求。本项目的标准化智能网关可作为“即插即用”的升级模块，在庞大的存量市场中占据先机，带来

直接的设备销售与系统集成收入。

知识产权与标准转化：项目形成的自主可控底层协议栈与高韧性通信架构，可通过专利授权、行业标准制定及技术服务输出等方式，转化为长期的无形资产收益，形成新的企业利润增长点。

四、考核指标

（本考核指标分为技术性能指标、软硬件国产化指标、系统功能指标、工程应用与成果指标四大类，可直接用于项目申报、任务书签订、验收评审。

软硬件国产化自主可控指标

核心硬件：智能网关主控芯片采用国产 MCU（如 GD32 或 CH32 系列），核心元器件国产化率≥90%。

软件系统：基于国产芯片架构，采用开源实时操作系统（FreeRTOS/RT-Thread）进行底层驱动适配与二次开发，无国外闭源商业组件依赖。

交付成果：交付智慧网关样机 3 台，提供软硬件设计说明书、第三方功能测试报告各 1 份。

异构 PLC 设备兼容与互联互通指标

协议兼容能力：完整兼容西门子、三菱、欧姆龙、基恩士、汇川主流 PLC 私有协议，同时支持 ModbusRTU、ModbusTCP、OPC-UA 通用工业协议；

数据互通性能：多品牌异构 PLC 底层控制指令互通，单台边缘网关接入 PLC 设备数量≥3 台（不同品牌）；

数据标准化处理：支持多源设备数据自动清洗、统一封装，向上层管控平台输出标准化接口；

系统集成与环境适应性指标

整套设备适应隧道潮湿、粉尘、强电磁干扰环境，防护等级不低于 IP40；

单套系统可适配双洞标准高速公路隧道全机电、监控、应急通信业务；

支持新旧隧道系统兼容对接，可在现有光纤网络基础上直接扩容部署，无需大规模线路改造。

成果与工程应用考核指标

产品交付：智慧网关 3 台；

知识产权：申请发明专利≥1 项，登记计算机软件著作权≥1 项；

技术文档：输出系统总体设计方案、硬件原理图、测试报告、现场部署规范、全套标准化技术文件 1 份；

试点应用：完成至少 1 条实体高速公路隧道现场试点，连续稳定试运行≥3 个月，提供完整试运行检测数据；

技术输出：形成一套可复制、规模化推广的国产化智慧隧道机电通信一体化解决方案；

学术成果：发表相关学术论文 1 篇（可选，根据项目等级增减）。

第二章 报价文件格式

“面向高速公路智慧隧道的智慧网关关键技术与设备研究”科研项目技术服务单位项目
询价报价文件

单位名称：_____（加盖单位章）

日　　期：

目录

一、报价函

二、授权委托书

三、本单位基本情况表及资质证明材料

四、业绩证明材料

一、报 价 函

致：四川纳黔高速公路有限责任公司

我司已认真阅读并理解贵司发布的《“面向高速公路智慧隧道的智慧网关关键技术与设备研究”科研项目技术服务单位询价书》，现自愿参与报价，承诺按人民币_____元（大写：_____）进行技术服务报价。

报价人：

法定代表人或其授权的代理人：

日期：　　年　　月　　日

（以下附件请根据需要附后）

1. 授权委托书或法定代表人身份证明

2. 资格审查资料（含营业执照、资质证书、安全生产许可证、类似业绩证明等）

二、授权委托书

本人 _____（姓名）系_____（报价人名称）的法定代表人，现委托_____（姓名）为我方代理人。该代理人根据授权，以我方名义签署、澄清确认、递交、撤回、修改_____（项目名称）的报价文件、签订合同和处理有关事宜，其法律后果由我方承担。

委托期限：自本委托书签署之日起至询价有效期期满。

代理人无转委托权。

附：（1）法定代表人身份证影印件

（2）委托代理人身份证影印件。

报价人：_____(全称)(盖公章)

法定代表人：_____(签名)

身份证号码：_____

委托代理人：_____(签名)

身份证号码：_____

____年____月____日

注：

1. 如果报价文件由委托代理人签署，则供应商须提交授权委托书，授权委托书须满足下列要求：

（1）报价人须在授权委托书上加盖报价人单位印章；

（2）法定代表人和委托代理人必须在授权书上使用个人签名。

（3）委托代理人只能是一个人，且不能再授予他人，否则其授权无效；

2. 如果由报价人的委托代理人签署投标文件，则不需提供法定代表人身份证明。

法定代表人身份证明

报价人名称:_____

姓名:_____，性别:_____，

年龄:_____，职务:_____，系_____（报价人名称）的法定代表人。

特此证明。

附:法定代表人身份证影印件。

报价人:（全称）_____（盖单位印章）

日期:_____年_____月_____日

三. 资格审查资料

报价人基本情况表

报价人名称					
注册地址				邮政编码	
联系人				联系方式	
传真				网址	
法定代表人姓名		技术职称		电话	
项目负责人姓名		技术职称		电话	
成立时间					
资质等级					
企业统一信用代码					
注册资金					
开户银行					
账号					
经营范围					
备注					

注：本表后应附有以下证明材料的影印件（黑白或彩色）：（1）营业执照或事业单位法人证书、（2）基本账户开户许可证或基本存款账户信息表、（3）资质证书及安全生产许可证。