

SJTU 公司 立项建议书

项目名称：智慧公路养护管理系统

项目组组号：9

项目负责人：裴奕博

联系电话：18821201080

电子邮箱：pyb0924@sjtu.edu.cn

2022 年 10 月

1 项目的必要性

公路养护是公路正式建成并投入使用后，对公路的保养和维护的阶段，对提高公路的使用寿命有着至关重要的作用。而现有检测技术限制了对大范围公路的巡查与检测，特别在养护施工、养护评价等场景中存在诸多问题。针对道路养护需求，需要构建面向养护需求的高精地图与养护数据库，包括基础养护数据库、桥梁、隧道数据库等。通过路网可视化、数据信息整合、资产数据对接等手段为养护工作提供数据基础。目前养护以固定周期、预定的养护内容为特征，基于静态的地图信息进行养护工作，且养护记录等数据无法以数字化的方式进行共享与存储，导致工作效率不高，智能化程度低，各个地区构建公路养护基础数据库质量参差不齐，利用率不高，尚未能形成完善的养护数据库体系。由东南大学牵头的《基于人工智能的智慧公路应用技术研究报告》中也提到，改善道路退化同时具有经济及社会效益，一方面可以通过“早养护，早投入”实现“少养护，少投入”；另一方面可以改善路况提高交通运输效率及保障交通安全。

本项目针对公路养护业务进行数字化改造，围绕养护业务涉及的道路巡检、病害异常上报、修复计划制定与下发、业务数据统计与数据大屏可视化等实际需求，利用 AI+ 平台的订阅式服务，帮助道路养护作业，减少道路退化造成的安全风险，提升整体养护工作的数字化、智能化程度。

《“十四五”公路养护管理发展纲要》指出，“十三五”时期，全国公路总里程达到 519.8 万公里，其中高速公路 16.1 万公里，覆盖 99% 城镇人口超过 20 万以上城市和地级行政中心；二级及以上公路里程达到 70.2 万公里，通达 97.6% 的县城。养护投入不断加大，其中日常养护投入 2587 亿元，养护工程投入 7898 亿元。高速公路及二级及以上公路的普遍覆盖，决定了本项目拥有广阔的应用范围，同时道路养护工作中投入了大量的人力物力，本项目有助于缓解道路养护问题的痛点和难点，拥有应用价值。

2 项目外部条件落实情况

1. 研发团队

本研发团队集结了多位上海交通大学研究生，熟悉大数据、人工智能、软件系统开发等工作，曾研发“医疗影像肿瘤分割软件”，“基于深度学习的癌症筛查样本中细菌污染物检测与分割”，“基于深度学习与语义分割的船舶腐蚀检验应用”等。

2. 研发技术支持

团队接受中远海运科技股份有限公司交通信息化事业部指导，该公司作为国内较早开展智慧交通业务的企业，在高速公路信息化和智能化领域具有领先优势，围绕智慧交通综合解决方案，提供规划设计、软件开发、产品研制、数据管理、系统集成、系统运维等全方位、全周期服务。近年来，公司致力于主营业务数字化转型，坚持推进“产业数字化、数字产业化、运营平台化”，开展数据中台、业务中台建设，以数据中台架构打造面向行业服务的基础数字化平台产品，为行业客户提供端到端的数字化、智能化解决方案。

3 项目目标和创新点

3.1 项目目标

本项目“智慧公路养护管理系统”，通过运用深度学习、跨平台等新技术，完成从道路损害信息收集上传、共享到任务下达、统计、管理，构建统一的道路养护管理平台。支持外业工作用户上传路况数据、外业工作实况等实地户外工作需求，支持内业管理人员辅助指定养护决策，下达指派养护任务，后台支持对公路表面损害进行分类、统计和展示。

整个系统由四部分构成，项目迭代周期内，还将对项目平台功能进行完善和细化，可以适用于不断变更和新生的需求。

1. 后台权限管理平台

后台权限管理是整个平台的基础框架，采用 RBAC 模型设计，适应业务驱动的开发模型，支持为参与业务的不同角色授予不同权限，实现业务权限、数据权限隔离，提高业务功能的开发效率。

2. 公路养护数据管控平台

构建的道路损害共享和管理平台，需要汇集道路损伤数据，因此需要数据的集中处理，特别是要保证数据的可靠性和时效性。该模块包含数据库和数据管理部分，数据库用于结构化地存储用户数据、道路损害数据、养护作业任务状态等数据。数据管理部分则需要定义数据的 CRUD 操作接口用于与前端服务器交互。

3. 公路养护业务流平台

为支持公路养护业务整体的工作流程，该项目分别针对公路养护外业工作人员和内业管理工作人员设计工作平台。外业工作人员支持使用移动客户端进行路况数据上传、公路病害上报、病害修复作业上报等，内业工作人员支持使用 PC Web 端查看外业工作人员的上报数据，统筹制定养护作业计划，下达养护任务，验收养护成果，PC Web 平台支持对当前所有的路面信息进行统计分析，并根据路面修复情况实时更新数据等。

4. 基于计算机视觉与深度学习的公路表面病害检测服务

公路表面病害检测服务是利用深度学习的方法提供一种端到端的自动化道路损伤检测手段，以提高养护任务下达前及养护成果审核阶段的自动化程度。本模块将对外业人员拍摄提交的公路表面图片进行病害目标检测，实现公路表面是

否存在病害的预分类,针对存在病害的图片,能输出不同种类的病害类型,同时,针对公路表面的裂痕、坑洞等病害类型,能提供更为精确的损伤指标,辅助养护任务的计划决策与执行。

3.2 创新点

1) 组建全局统一信息发布与工作的服务内网

为公路养护业务用户提供统一的协同办公平台,实现一站式养护业务审批服务,方便进行各类业务处理,领导可以随时了解养护现场情况以及道路运行状况,大大提升了工作质量和效率。移动巡查门户,利用单点登录机制,对日常巡查情况进行真实记录。

2) 利用人工智能技术辅助优化人工巡检工作流程

本项目利用深度学习的方法对公路表面损害的照片进行检测和分类,实现自动化的公路表面病害评估流程。本项目研发的道路损害共享和管理平台具有跨平台和前后端分离的特性。用户可以在移动端拍照上传道路损害信息,也可同时在 Web 端和移动端查看当前所有的数据。前后端架构之间通过 RESTful API 进行通信和数据传输,具有结构清晰、数据标准化等特点。

3) 构建统一的公路养护时空数据库

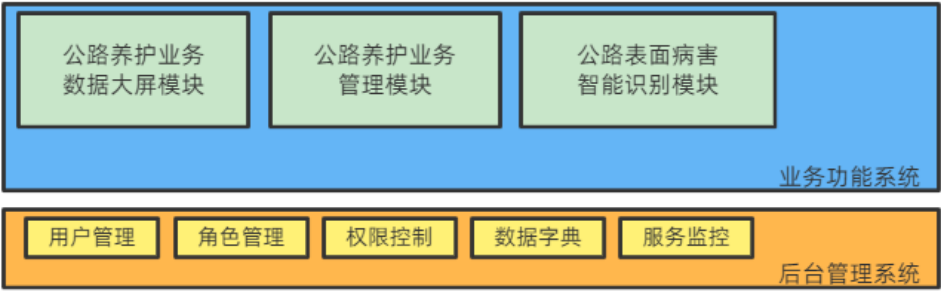
建立统一的数据标准集,规范统一数据组织、整合、存储、访问、交换及发布标准,理清海量养护管理数据内在关联,实现数据整合、集成、存储、管理、服务与查询,解决数据分散存放、不一致、难以共享的问题,彻底消除“信息孤岛”,纠正数据自身的问题,真正摸清“家底”,最终形成公路养护数据中心和业务系统的“一对多”关系,实现业务的协同化、决策的科学化,满足智能养护需求,为智慧公路养护提供及时有效的基础时空信息服务。



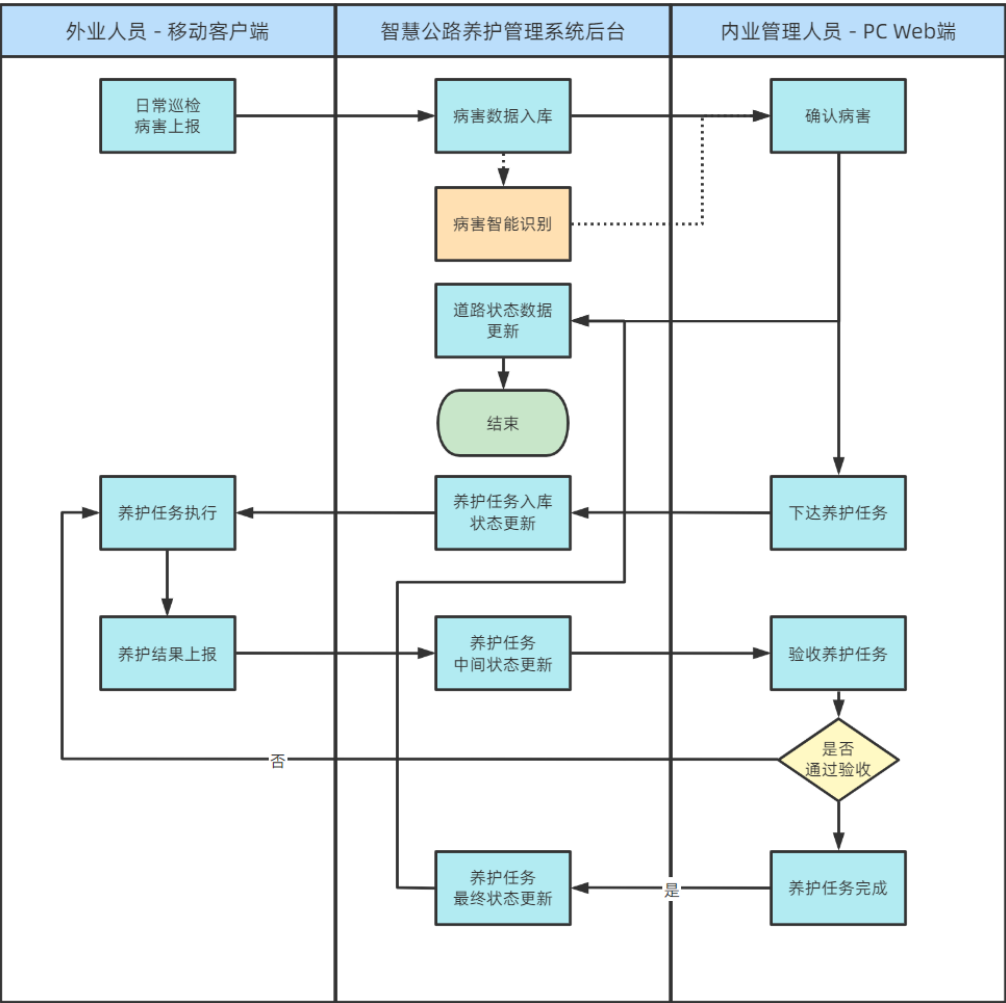
4 项目方案和可行性分析

4.1 项目前景

针对公路养护业务的数字化改造需求，支持公路病害数据、养护任务、养护记录等数据以数字化的方式进行共享与存储，提高工作效率，提升业务的智能化程度，构建统一标准的公路养护基础数据库，形成完善的养护数据库体系。项目整体的功能蓝图如下：

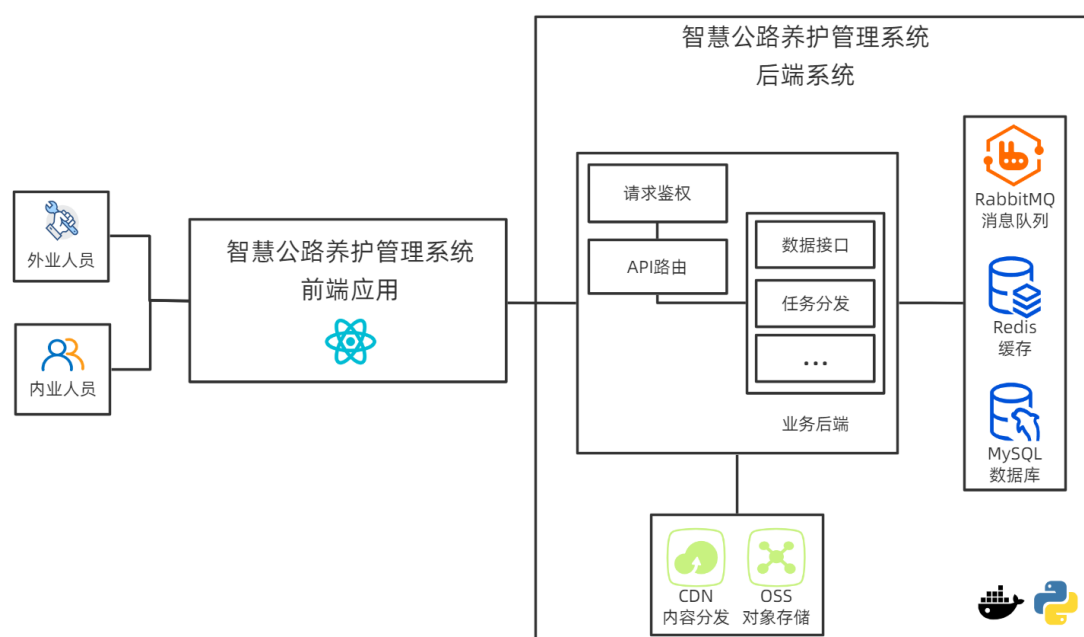


其中核心的养护业务流程如下：



4.2 技术方案

项目采用迭代方式与业务驱动方式进行开发，在立项阶段明确围绕“公路养护业务数字化改造”的目标。项目整体采用前后端分离的架构设计，前端使用 React Native 框架开发针对外业工作人员使用的移动客户端和针对内业管理人员的 PC Web 后台管理界面，后端使用 Python Web 体系 FastAPI 框架开发服务后端，支持前台的用户权限控制、手段、数据上传、数据入库、消息分发等业务功能。



项目采用的技术栈如下：

前端技术栈：React Native，高德 SDK

后端技术栈：Python，FastAPI（Restful Web Framework），JWT（鉴权）

中间件：MySQL，Redis，RabbitMQ

4.3 可行性分析

从政策方面，公路养护是《交通强国建设纲要》《国家综合立体交通网规划纲要》《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》以及《公路“十四五”发展规划》等政策文件提出的重点目标。随着管养体系不断健全，承担行政职能事业单位改革和交通运输综合行政执法改革深入推进，国务院办公厅印发《关于深

化农村公路管理养护体制改革的意见》，部修订出台《公路养护工程管理办法》《超限运输车辆行驶公路管理规定》，发布《公路养护预算编制导则》《公路养护工程质量检验评定标准》等技术标准。

从市场方面，全国公路总里程达到 519.8 万公里，其中高速公路 16.1 万公里，覆盖 99%城镇人口超过 20 万以上城市和地级行政中心；二级及以上公路里程达到 70.2 万公里，通达 97.6%的县城。公路建设高峰过后，公路养护的压力与日俱增。目前养护投入不断加大，其中日常养护投入 2587 亿元，养护工程投入 7898 亿元，公路技术状况处于良好水平。按照 5 至 10 年的中大修年限推算，过去十年建成通车的新路将进入密集维护期，需要集中进行大中修改造。根据根据交通部《国家公路网规划 2013 年-2030 年》》，我国 97%的国道、省道及县乡道将进行升级改造，公路养护设备+服务市场规模 2000 亿。

从技术方面，项目将基于后台管理系统原型进行二次开发，业务流程明确，具体功能如数据上传、病害上报、任务指派分发、流程管理等。团队成员各自熟悉前后端相应技术，曾完成类似项目。

综上，结合政策、市场及技术等角度，项目的可实施性与可行性较大。

5 计划进度

本项目计划从 2022 年 10 月 2 日起至 2023 年 1 月 4 日止，预计 3 个月时间完成。

（一）2022.10.2 - 2022.10.13

1. 完成立项文案、PPT 撰写，完成项目初步排期计划；
2. 确定项目架构、技术选型，申请相关 API 账号、服务器、存储服务等，开通 Git 仓库；

（二）2022.10.13 - 2022.10.27

1. 更新立项文案，重新评估项目排期方案；
2. 完成需求分析、项目原型设计初稿，明确项目核心功能点；
3. 完成前后端技术预研，搭建基础权限管理框架，支持后续业务迭代上线；

（三）2022.10.27 - 2022.11.17

1. 后台管理系统上线；
2. 路政养护业务预研，完成原型设计；
3. 道路表面病害深度学习模型项目启动；

（四）2022.11.17 - 2022.12.8

1. 路桥病害业务功能后端项目启动；
2. 道路表面病害识别模型与道路病害上传数据接口完成联调；
3. 路桥养护数据大屏前后端项目启动；
4. 完成中期答辩相关工作；

（五）2022.12.8 - 2022.12.22

1. 路桥养护数据大屏前后端联调，完成上线；
2. 后台、业务功能模块健康检查功能启动；

（六）2022.12.22 - 2023.1.13

1. 后台支持功能模块上线；
2. 相关技术文档整理、撰写，完成软件著作权申请；
3. 完成项目结项相关工作；

5.1 风险分析

| No | 优先级 | 风险名称 | 说明 |
|----|-----|------------------|--|
| 1 | 高 | 后台权限管理系统上线 | 权限系统为该项目较为底层的架构设计，分前端 UI 和后端，为支持后续功能迭代，应当挑选较为成熟的权限系统脚手架，在此基础上二次开发。 |
| 2 | 高 | 路桥养护业务功能上线 | 该风险是本项目所关注的重点问题，由于团队对路桥养护业务的了解程度不足，需要咨询相关领域的专家和部门进行需求沟通、原型设计、功能实现。 |
| 3 | 中 | 数据大屏与 GIS 服务联调上线 | 该风险是本项目预期实现的核心业务功能，但由于团队第一次接触数据大屏开发，并且需要结合如高德、百度等厂商的 GIS 服务，技术路线和实现难度尚不确定。 |
| 4 | 中 | 前端跨平台界面的系统适配 | 项目前端使用 React Native 实现移动端、PC 端和 Web 端的跨平台开发。其中 PC 端和 Web 端的适配使用的是第三方库，可能会有一定兼容性问题。 |
| 5 | 低 | 道路表面病害识别模型上线 | 为提升该项目的竞争力，参考相关文件对公路养护业务的需求优先度分析，针对道路表面的病害，项目将对病害支持智能识别功能。相关实验数据较为充足，技术路线较为明确。 |
| 6 | 低 | 功能模块健康监测功能上线 | 为提升项目的可维护性，希望从运维监控层面入手，为该系统提供功能性能管理模块，即 APM。 |

5.2 迭代

| 起止日 | 迭代名称与交付 | 任务 | 应对的风险 |
|-------------------------|-----------------|--|-------|
| 2022.10.13 - 2022.11.10 | 后台权限管理系统 | 1. 完成权限管理系统 | 1 |
| 2022.11.10 - 2022.11.28 | 智慧路桥养护管理系统 V1.0 | 1. 对接权限管理系统，实现业务功能角色权限控制； 2. 路桥病害表单管理后台功能上线，支持病害种类更新； 3. 养护作业工作流上线 | 1,2,3 |

| | | | |
|-------------------------------|------------------------|--|-----------|
| 2022.11.10 - 2022.11.28 | 智慧路桥养护管理移动 客户端 V1.0 | 1. 病害数据上传功能上线 2. 养护作业工作流上线 | 1,2,3,4,5 |
| 2022.12.8 - 2022.12.22 | 智慧路桥养护管理平台 V1.1 | 1. 数据大屏功能上线，至少支持 PC Web 端正常使用； 2. 道路表面病害智能识别功能上线 3. 功能模块健康监测功能上线 | 3,4,5,6 |

6 项目预期成果

项目预期交付内容如下：

1. 智慧公路养护管理系统立项申请书
2. 智慧公路养护管理系统需求规约文档
3. 智慧公路养护管理系统架构文档
4. 智慧公路养护管理系统迭代计划与报告
5. 智慧公路养护管理系统源代码
6. 智慧公路养护管理系统 PC Web 线上服务
7. 智慧公路养护管理系统移动客户端安装包
8. 项目总结报告

7 项目社会效益

公路养护是公路正式建成并投入使用后，对公路的保养和维护阶段，对公路的使用寿命有着至关重要的作用。其中各类公路病害的检测对养护方案的制定起决定性作用。目前对于公路表面病害的检测主要依赖于人工巡查，具有效率低下、准确性及覆盖面不足、检测设备成本高等问题。

本项目针对当前人工巡查模式下低数字化、智能化等问题，结合深度学习、跨平台应用等新技术，开发智慧公路养护管理系统以优化公路病害的检测手段。该平台收集用户上传的路况数据，通过深度学习模型对公路病害进行统计、分类，实现路况信息的展示与评估，协助路政管理人员规划公路养护方案的制定和实施。

依托于本项目开发的智慧公路养护管理系统，养护作业员能够及时发现公路病害，提供给路政管理人员，并制定相关的养护方案，实现延长道路使用寿命，提高道路安全性，改善民生福祉的目的。同时通过数据平台的建设，有助于推动公路健康情况的精细化管理，实现政府、企业中人力、物力、财力资源的合理配置。从经济效益上，降低养护作业的管理成本，提升养护工作的效率，协助指定成本合理的养护方案；从社会效益上，及时发现并处理公路病害，改善路况，延长道路使用寿命，有助于提高道路安全性，改善民生福祉。通过数据平台的建设，有助于推动公路健康情况的精细化管理，改善人力、财力资源的配置情况。