



御桥先锋

——智能桥梁巡检服务供应商

负责人 - 曾凡一

团队成员 - 卫天翼、朱庭萱、吴长延、边泰山

指导老师 - 任泰安、陈静

背景分析—项目背景

桥垮人亡 悲剧不断上演



洮河大桥垮塌



虎门大桥涡振



闽江高速路桥垮塌

基础设施数量剧增

交通荷载量持续上升

桥梁病害愈发普遍



无锡高架桥坍塌

背景分析—病害类型



混凝土脱落



温度裂缝



人工目检



水下桥墩检测



钢筋锈蚀



结构裂缝

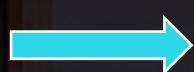


桥梁检测车



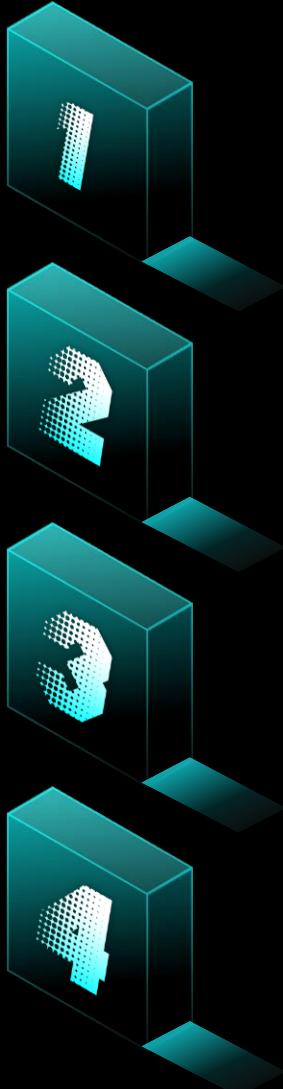
桥梁检测无人机

千里之堤 漏于蚁穴



传统方法检测 耗时费力

背景分析—现存痛点

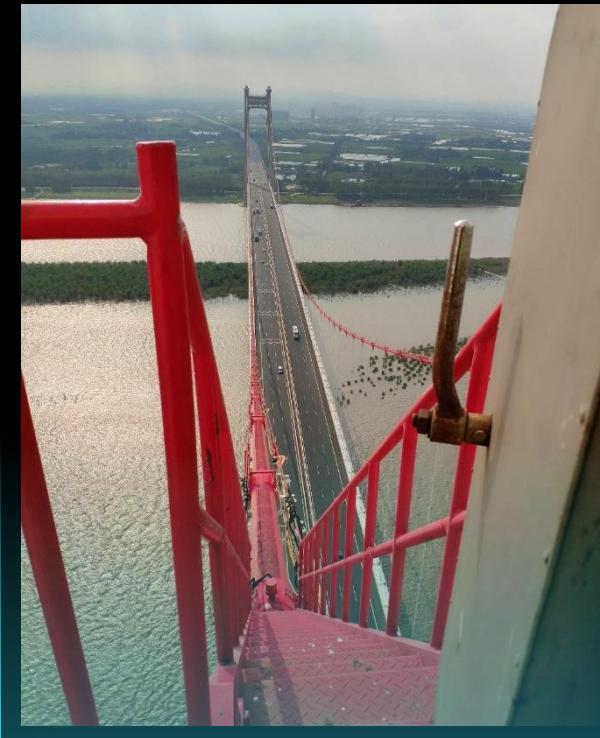


危桥改造需求大

人工抽检效率低

检测员经验化处理

数据化程度低



马鞍山长江大桥现场检测

背景分析-政策支持

您提出的桥梁安全监测预警系统涵盖了数字仿真、结构损伤、传感系统、高清识别和人工智能等技术，是一项多学科交叉的复杂系统工程，也是世界性技术难题。近年来，我部指导各地开展了积极探索和实践。一是结合新建工程安装桥梁结构健康监测系统。全国已经累计安装400余座大型公路桥梁，包括杭州湾跨海大桥、苏通长江大桥、港珠澳大桥等，积累了大量基础性数据。二是开展监测系统架构标准化和数据格式标准化建设工作。在江苏和浙江等桥梁监测系统建设较为集中的区域开展数据标准化试点，组织技术单位启动编制了《公路桥梁结构安全监测系统设计规范》，旨在统一数据采集、存储、传输通讯和查询等标准。三是搭建国家公路网综合养护管理平台。2017年至2019年，我部申请中央预算建设国

(一) 指导思想。

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，认真落实党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，坚持以人民为中心的发展思想，以推动高质量发展为主题，以深化供给侧结构性改革为主线，坚持标准规范，落实管理责任，牢牢守住发展安全底线，着力“抓建设、重管养、防风险、优治理、促创新、强保障”，不断提升我国公路桥梁安全耐久水平，为加快建设交通强国提供有力支撑。

今年，公路长大桥梁结构健康监测系统建设全面推进。会议强调，各省级交通运输主管部门要统一认识、高度重视，切实加强系统建设组织领导，成立工作专班、完善工作制度，有序推进实施。同时，加大资金筹措力度，切实保障系统建设资金，加强对车购税资金补助项目申报、审核、执行的监督管理，建立“谁申报、谁负责”“谁使用、谁负责”的责任机制，及时完成今年项目申报工作，并按照设计文件和相关标准规范要求，统一开展硬件设备采购与测试、软件开发与测试、软硬件安装与联合调试。

下一步，部公路局将会同公路科学研究院抓紧推进部平台建设，今年年底前完成已建成省级监测平台和单桥系统接入，并以部级数据平台、省级监测平台为抓手，建立系统运行评估机制，做好公路基础设施养护管理数字化转型，着力提升公路桥梁安全耐久水平。

2019年3月8日

政协十三届全国委员会提出加强桥梁安全监测预警系统涵盖了数字仿真、结构损伤、传感系统、高清识别和人工智能等技术的应用

2020年12月28日

交通运输部发布的《关于进一步提升公路桥梁安全耐久水平的意见》明确提出了桥梁健康检测与维养智能化

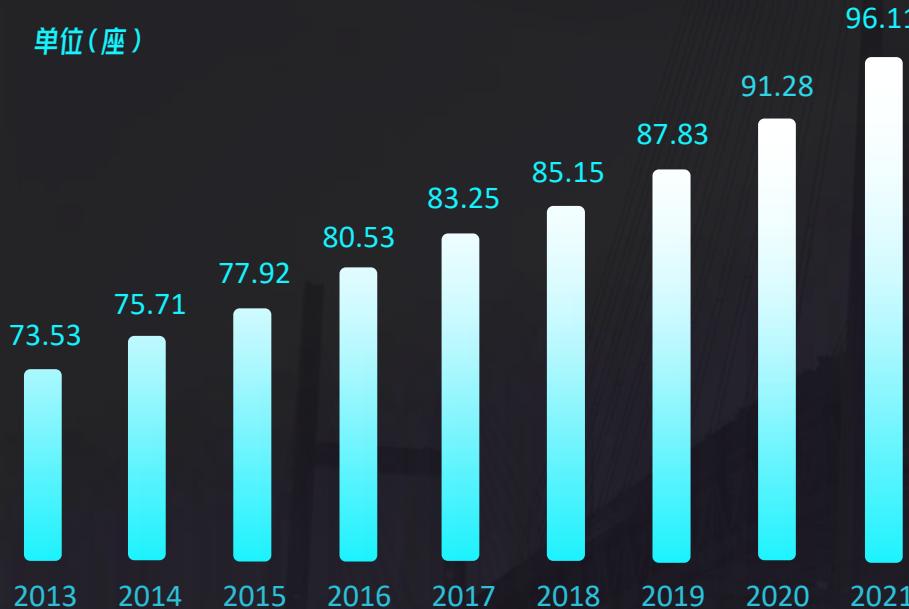
2022年02月21日

交通运输部召开的《公路长大桥梁结构健康监测系统建设工作视频布置会》宣布桥梁结构健康监测系统建设将全面推开

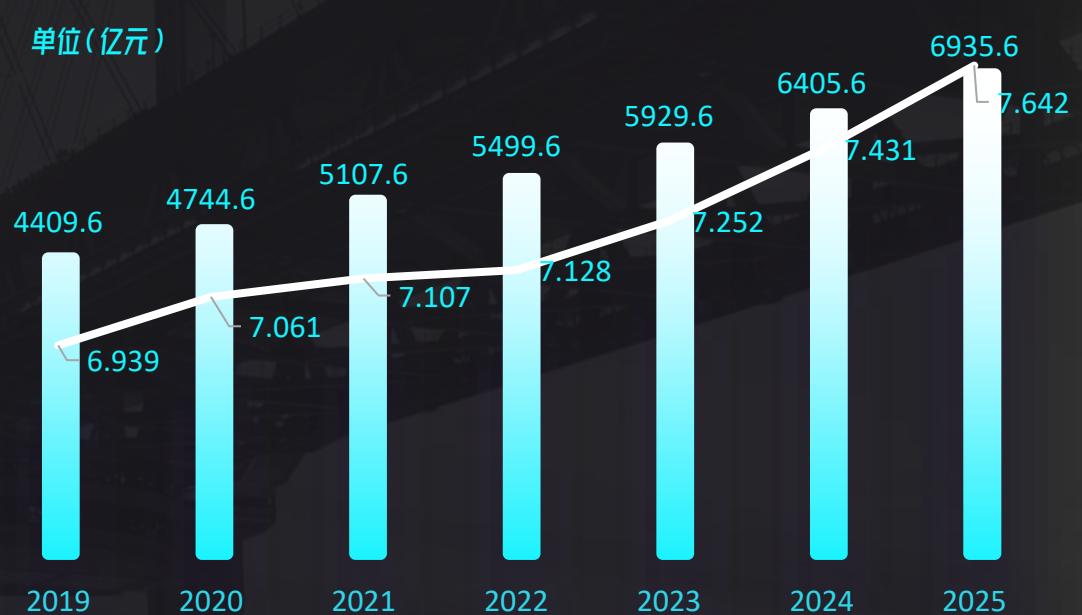
背景分析-市场规模

桥梁检测智能化势在必行 检测设备市场一片蓝海

全国公路桥梁数量



中国桥梁检测系统行业市场规模



2020年末全国公路桥梁91.28万座、6628.55万延米

预计到2025年，我国桥梁检测系统行业市场规模将达到6935.6亿元，与2020年相比，同比增长7.642%

项目介绍—核心框架

端

全方位智能检测端

多旋翼无人机 + 水下机器人+负压式无人机



“端-边-云”的桥梁健康巡检系统

云

御桥云

客户端: 实时查看与控制

APP: 方便在线查看数据

边

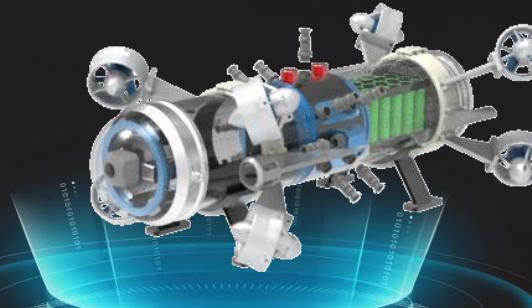
边缘计算端

K210: 低成本在线检测

RK3399: 高精度在线检测

项目介绍—核心产品

自主研发三大核心产品



玄冥—桥梁墩台水下巡检设备

专利: 墩台检测机器人水下控制系统

自研水下机器人控制系统, 图像传输系统, 水下图像增强算法, **组建了高清低时延图像传输系统**, 实现智能识别, 通过线缆将数据传输到地面客户端。



啄木—负压吸附式桥梁表面巡检设备

专利: 基于负压的桥梁巡检无人机

自研吸附式负压无人机控制系统, 搭载自锁转动装置和独立悬挂胶轮, **实现了无抖动的高清图像传输系统**, 通过物联网将数据传输到云端数据库。



御桥云—桥梁巡检平台

软著: 超视巡检ICV—桥梁智能巡检系统

围绕团队核心检测算法构建一套完整的智能化**桥梁巡检一站式服务系统**, 涵盖病害检测、模型示意、病害成因分析、智能维养建议、安全评估等功能在内



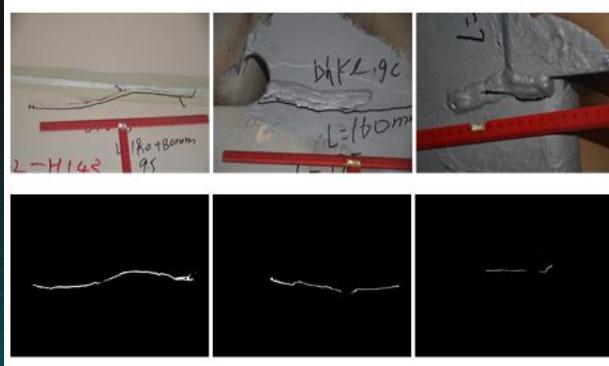
项目介绍—软件核心技术

自主研发三大核心技术

(1) 裂缝在线识别



- 边缘计算平台实时处理
- YOLOv4算法精准实时定位
- Unet网络像素级语义分割



(2) 裂缝深度探测



- 负压无人机吸附病害表面
- 激光雷达全方位扫描
- 超声波精确探测裂缝深度



(3) 桥梁三维重建

- 构建桥梁结构三维模型图
- 全方位可视化桥梁病害
- 检测桥梁维养情况





核心技术—云平台功能设计



御桥云—桥梁巡检系统

软著: 超视巡检ICV – 桥梁智能巡检系统

智能化桥梁
安全评估

- 桥梁健康监测分析报告
- 桥梁安全预警提示

(1) 高精度病害检测

- 桥梁病害检测
- 病害位置分类
- 病害尺寸标注

(2) 桥梁三维模型重建

- 桥梁外表面信息, 相机位置获取
- 特征提取、立体匹配、参数优化

(3) 病害成因分析

- 外界环境分析
- 内部环境分析

核心优势一：检测效率高

百米梁桥检测

VS

2天

多设备协同
基于多设备协同
桥梁检测设备方案

时间成本降低90%



30天

传统检测方案

人工目检
桥梁检测车



过程繁琐
堵塞交通

核心优势二：检测精度高

91.2%

裂缝识别精度

86.1%

深度探测准确率

84.7%

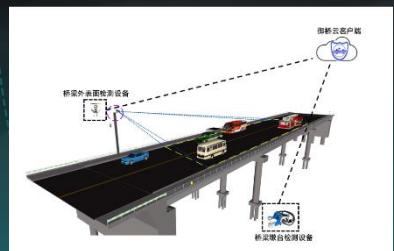
裂缝尺寸标注



基于Two-Stage的桥梁裂缝识别方案 检测精度提高80%以上

核心优势三: 检测成本低

御桥云
桥梁巡检系统



30万元

300万元

桥梁检测车

90%
成本降低



得益于御桥团队的自主硬件软件研发能力

口岸 项目介绍-竞品分析

本团队率先研制出的

桥梁智能巡检系统

多项技术创新，赋能桥梁检测

公司名称	相关产品	产品价格	准确度	产品研发阶段	产品结构
苏交科检测集团有限公司	尚在研发中	尚未发售	尚在研发中	2025年宣布有突破进展	尚在开发中
湖北交投智能检测股份有限公司	水下机器人	尚未发售	未进行实测	完成初步研发	尚在开发中
湖南桥康智能科技公司	BIR-X车载式桥梁智能检测机器人	80万元/台	≤0.2mm	完成初步的软硬件开发	产品需要配备桥梁检测车使用

御桥先锋团队

御桥云桥梁智能
巡检系统

服务: 50元/米
产品: 30万元/套

精度达91.2%
≤0.15mm

与业主单位及机器人公司合作,
实现硬件、软件开发

多设备协同

项目介绍-知识产权

团队成员均为第一发明人

受理国家专利 5 项, 授权 1 项, 获批国家软件著作权 1 项



一种开放式免编程机器
人的控制方法

2019.11



基于图像二维频谱估计的桥梁自
动结构裂缝识别方法

2021.4



基于单轴的箱梁检测
机器人

2021.5



基于图像认知的智能方法
和系统

2021.9



超视巡检ICV - 桥梁智能
巡检系统

2022.4



业内顶尖国际结构健康检测会议
(IPC-SHM)

A Two-stage Crack Detection
Method Based on U-net Sample
Manuscript

成员第一



业内主流SCI期刊论文

An Advanced 2D-APE5 Bridge
Crack Determination
Classification and Identify-
cation Method

成员第一



业内代表性会议论文
(ICDMCV-2021)

Analysis and Research of
Mechanical Engineering
Automation Control Based on
Machine Learning

成员第一

项目介绍-现场测试

白石天河大桥(独塔单索面斜拉桥)

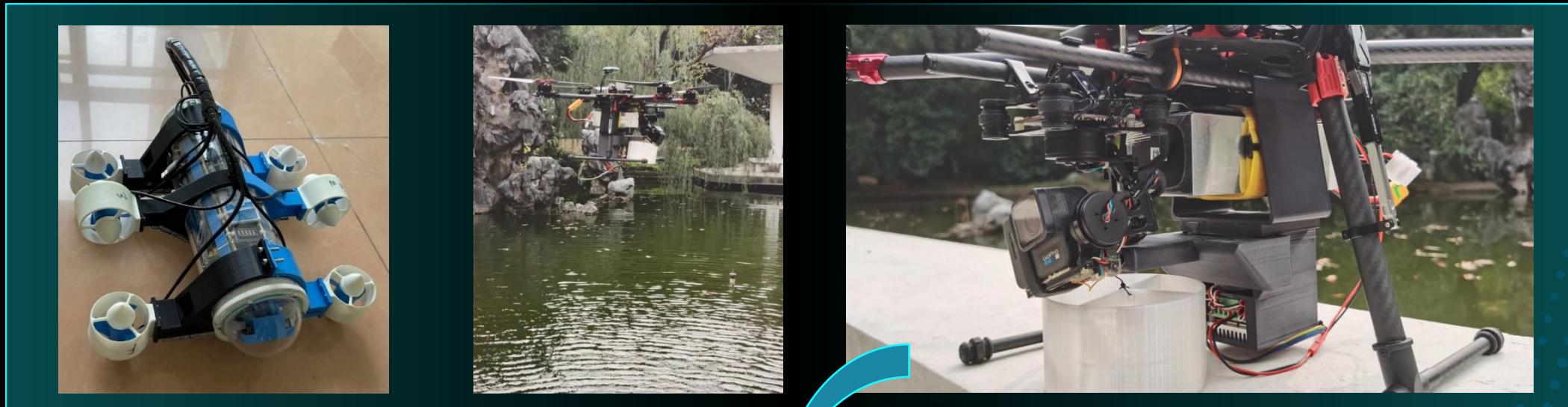


五里墩立交桥(T型梁桥)





项目介绍-实物展示



功能全览

御桥云-桥梁巡检平台

裂缝识别与分析

- 裂缝精准识别
- 精度可达毫米级
- 定量计算大小
- YOLO算法
- 可视化信息
- 高清还原

桥梁三维建模

- 专业建模
- 二维转三维
- 任意比例放
- 3D视角
- 360°无死角
- 数据量现

病害危险评估

- 可靠评估
- 专家系统
- 全面解析
- 多套解决方案

实时传输

- 云+社区
- 实时数据
- 对接企业、政府

[裂缝识别与分析](#)

[桥梁三维建模](#)

[病害危险评估](#)

[实时传输](#)

项目介绍-团队荣誉

荣誉证书

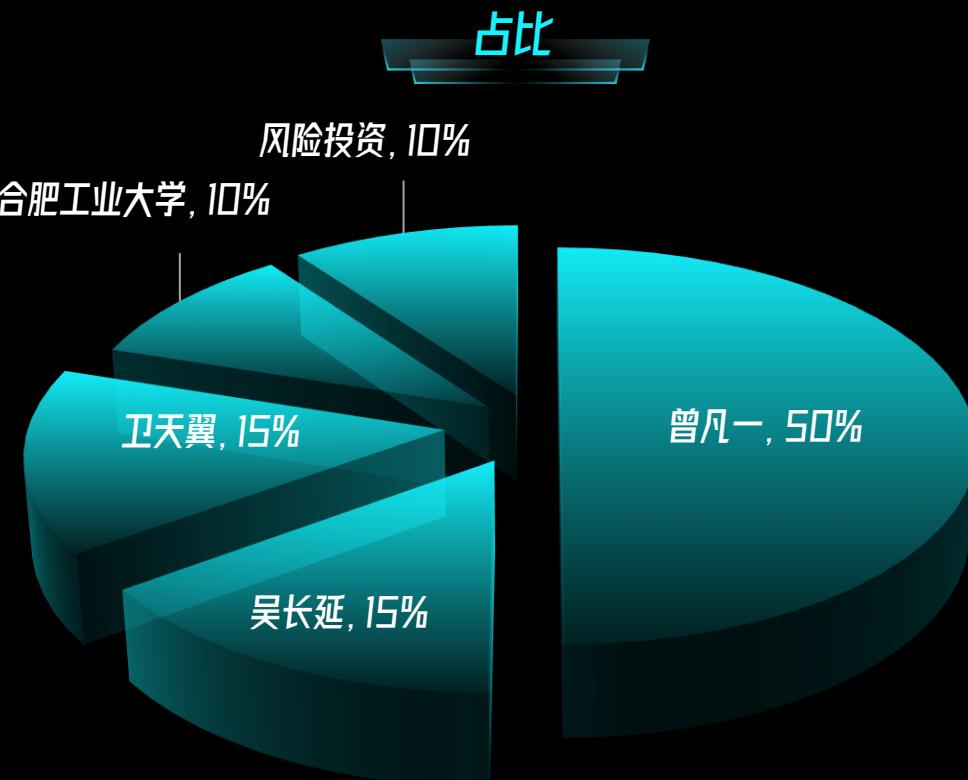
十余项国际国家级大赛中斩获佳绩



战略规划—公司组建

融资持股

计划融资3000万元，拟释放股权10%



初期以学术推广为主要手段

战略规划—商业模式

企业合作

合肥艾瑟沃机器人有限公司
合肥深维智能监测有限公司



科研单位

安徽省基础设施安全检测与监
测工程实验室
安徽省建筑结构健康监测与安
全监控工程研究中心

PaaS模式 — 平台即服务



科研合作

数据提供

零部件生产

自研硬件

由PCB厂家进行制造贴片生产

成品模块

厂家达成合做协议, 固定货源

外壳支架

生成模具, 批量制造

提供产品与服务

设备出售租赁

设备出售租赁

业主单位

安徽公路管理局、福建公路管理局
等交通管理部门



桥梁养护中心

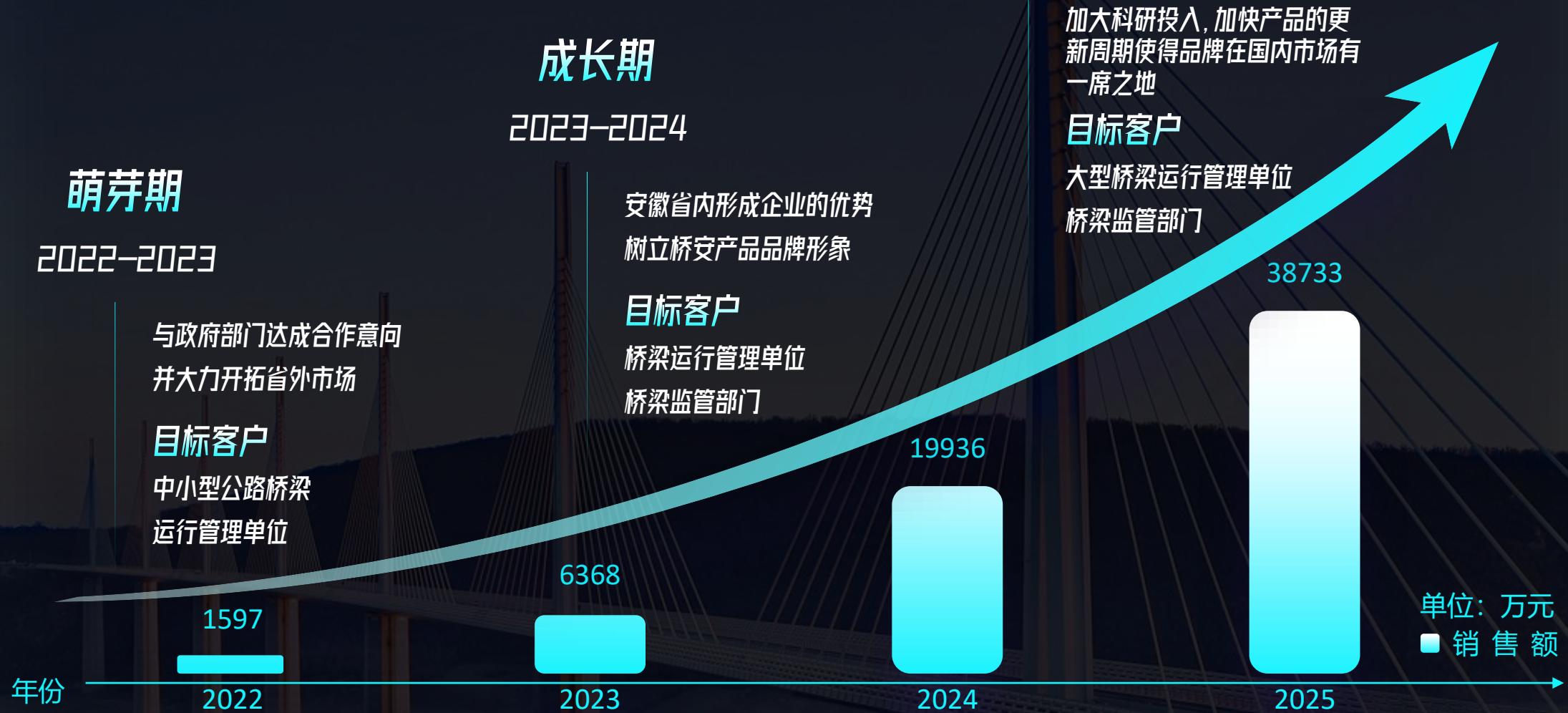
安徽公路交通检测中心、福建交
通质量监督站等公路桥梁养护
中心



检测认证公司

苏交科集团检测认证有限公司、
厦门垒知科技有限公司等桥梁
检测公司

战略规划-发展规划





为江河安澜
护桥梁万千