

城市道路精细化治理工作实践及探索

宁波市市政设施中心

汇报人：何天涛

CONTENTS

目录

Part 01 概述及目的

Part 02 道路检测评价及方法

Part 03 道路检测工作成效

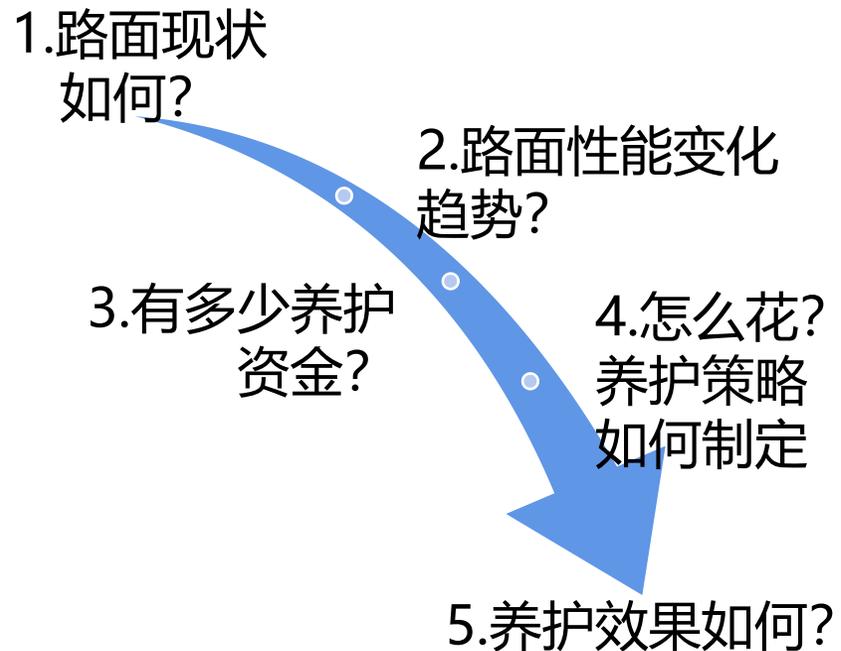
Part 04 道路精细养护初探

Part 05 全寿命养护规划研究

1、概述及目的

城市道路精细化养管目的：

掌握路面技术状况，制定科学养护策略，以有限的养护资金发挥最大的养护效果。



概述

大市[含区（县、市）、园区]

道路
2056条

- 2536公里
- 面积7022万平方米

桥梁
2108座

- 大桥25座
- 立交17座
- 人行天桥1座

高架181
公里

- 主线90公里
- 匝道91公里

设施概况

市本级直接养管

其中

市属区管

道路
3条

- 18.68公里
- 面积89.7万平方米

桥梁
73座

- 大桥25座
- 立交17座
- 人行天桥1座

高架
181公
里

- 主线90公里
- 匝道91公里

道路
11条

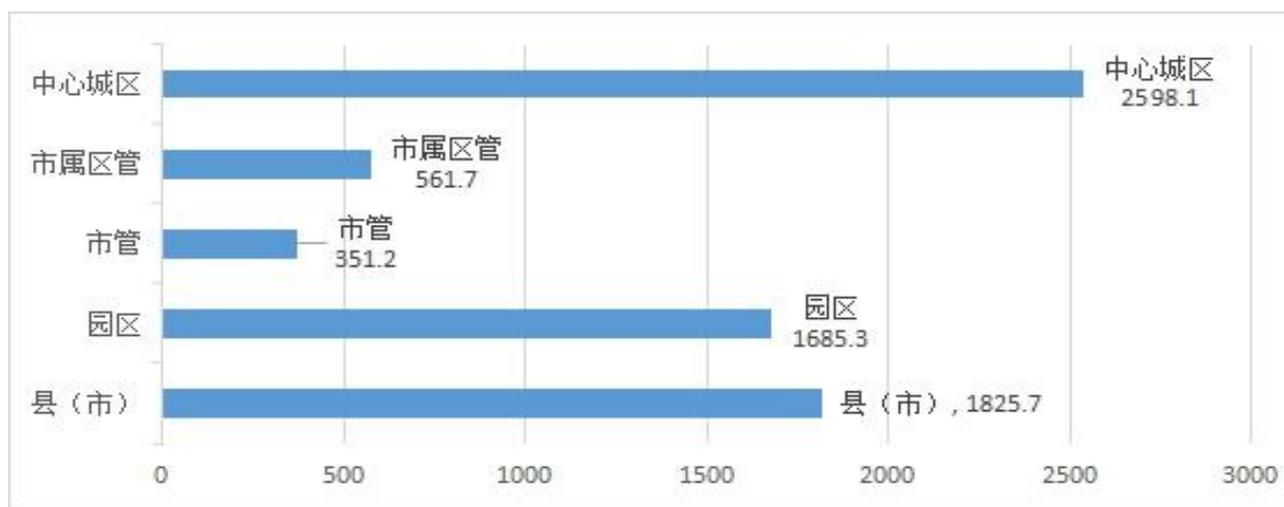
- 128公里
- 面积562万平方米

桥梁
166座

- 大桥10座
- 人行天桥4座

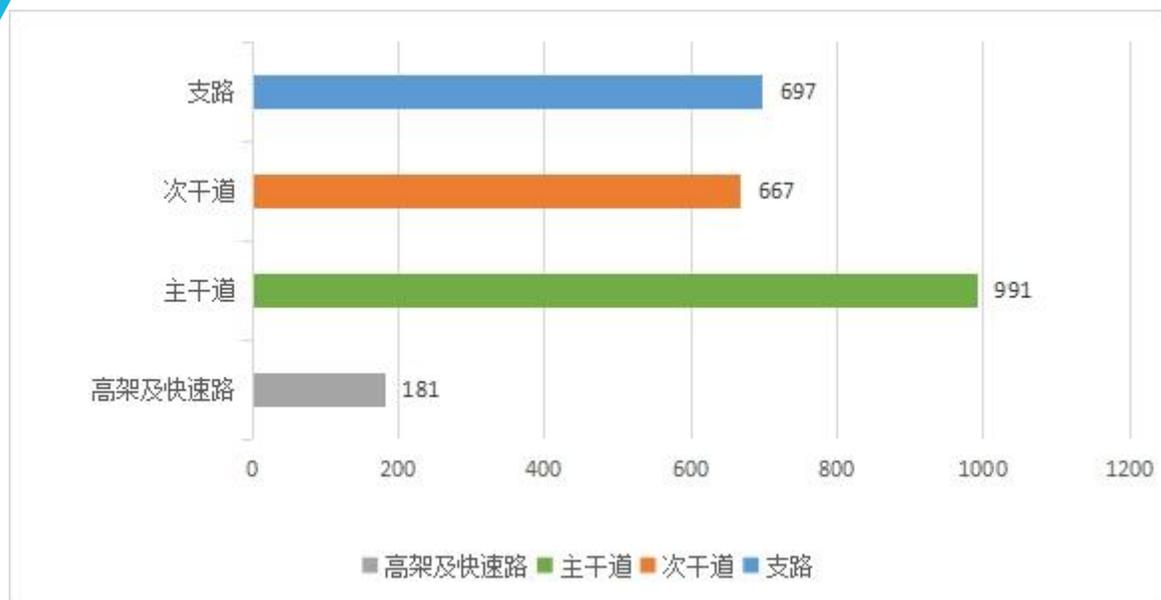
概述

道路概况



全市市政管理部门养管城市道路2056条，总里程2536公里，总面积约7022万平方米。

城市道路养管面积占比图

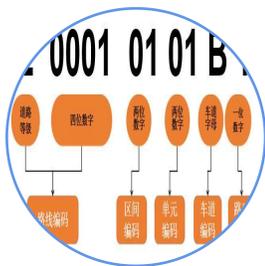


根据道路等级分类，我市城市道路有高架快速路181公里，主干道991公里，次干道667公里，支路697公里。

城市道路各等级占比图

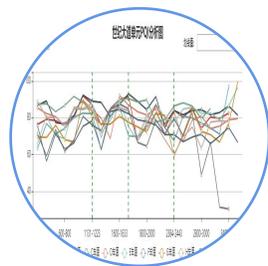
目的

随着道路养护转向精细化管理、和社会对道路服务水平要求的不断提高，通过开展道路检测工作，以全面客观掌握道路技术状况，提升道路养护科学决策能力，提高道路**全生命周期**养管水平。



规范

- 检查检测掌握状况



养管

- 提升养护管理水平

路段	路段编号	路段名称	路段长度	路段等级
1	0001	路段1	1000m	A
2	0002	路段2	1000m	B
3	0003	路段3	1000m	C
4	0004	路段4	1000m	D
5	0005	路段5	1000m	E
6	0006	路段6	1000m	F
7	0007	路段7	1000m	G
8	0008	路段8	1000m	H
9	0009	路段9	1000m	I
10	0010	路段10	1000m	J

资金

- 提高资金使用效益



信息

- 应用技术智慧市政

2、道路检测评价及方法

城镇道路
检测分为
日常巡查
定期检测
特殊检测

日常巡查

及时性

定期检测

计划性

特殊检测

安全性

道路检测工作流程

1. 日常养护处理

日常巡查内容应包括：路面外观变化、结构变化、道路施工作业及道路周边情况及附属设施等

2. 大中修养护计划



道路磨损和局部损坏进行追踪、汇总，提交年度养护方案，进行的全面综合维修、加固

3. 专项整治

特殊检测应结合日常巡查和定期检测，建立**动态检测机制**。
若发现路基损坏，如需进一步开展道路地下空洞隐患检测，确认地下病害体风险等级。

道路检测评价

现阶段，宁波城市道路检测工作主要包含定期检测和行业检测两方面。

	分类	检测指标	检测频率	检测重点
定期检测	常规检测	1.路面技术状况评价 (路面行驶质量RQI、路面损坏状况PCI、综合评价PQI和平整度等) 2.路面养护状况评定 (车行道养护水平等级)等内容	应每年1次	市属道路 全车道覆盖
	结构强度检测	路面弯沉，结构强度（路面回弹弯沉值）	I等养护的道路应2年~3年一次 II等、III等养护的道路宜3年~4年一次	

道路定期检测

现阶段，宁波城市定期检测主要内容：

路面破损状况

指标：PCI

类别：裂缝、变形、
松散、其他

路面行驶质量

指标：RQI

$RQI = 4.98 - 0.34 * IRI$

IRI取平均值

路面抗滑能力

BPN：摆式仪

SFC：横向力系数

TD取平均值

结构强度

代表值 = 平均值 + 系数 *
标准差

交通量的选取

道路检测评价

现阶段，宁波城市道路检测工作主要包含定期检测和行业检测两方面。

	检测指标	检测频率	检测重点
行业检测	路面裂缝、坑槽指数	动态快速检测	县市区及园区道路 全路段覆盖
	平整度指数		
	桥头跳车评级		

道路检测评价



常规
检测

结构
检测



检测设备

多功能路况检测车
激光动态弯沉检测车



检测频率

常规检测一年一覆盖



快速
检测



检测设备

智能检测车



检测频率

每季度覆盖

3、道路检测工作成效

逐年工作深入

范围：从部分车道-主要车道-全车道覆盖-全市范围
管理：从粗放到精细化，逐年重视行业监管、指导作用

部分车道

2015年：市管道路（部分车道），只有常规检测。



阶段一

主要车道

2016年：市管区管主要车道，浙江省内首次实现城市道路结构强度普查。



阶段二

全部车道

2017年-2018年：市中心城区（海曙，江北，鄞州）车道全覆盖。应用激光动态弯沉检测车打破技术瓶颈。



阶段三

全市推广

2019年：市中心城区，县（市）区及园区；
2020年-2022年：通过检测手段进行行业监管



阶段四

2022年道路检测概况

检测范围

区属：20个

市管、市属区管、海曙、鄞州、江北等

道路：149条

世纪大道、通途路等

工程量

常规检测

1) 1998.354公里;
2) 699.424万m²

结构检测

1) 21.788公里
2) 7.63万m²

检测指标

常规检测

1)PCI; 2)RQI;
3)RD; 4)构造深度

结构检测

路面弯沉

年度检测情况

性能指标	代表值	A		B		C		D	
		里程(km)	占比(%)	里程(km)	占比(%)	里程(km)	占比(%)	里程(km)	占比(%)
PQI	79.63	970.799	48.58	932.054	46.64	78.972	3.95	16.529	0.83
PCI	83.08	1626.012	81.37	299.277	14.98	49.303	2.47	23.762	1.19
RQI	3.85	1545.326	77.33	390.843	19.56	57.209	2.86	4.976	0.25
抗滑能力	0.84	1710.086	97.75	11.794	0.67	7.850	0.45	19.787	1.13

2022年市道路 技术状况评价 指标占比

综合评价

• 路网PQI指数为**79.63**分，评价为“**B**”

破损状况

• 路网PCI指数为**83.08**分，评价为“**B**”

行驶质量

• 路网RQI指数为**3.85**分，评价为“**A**”

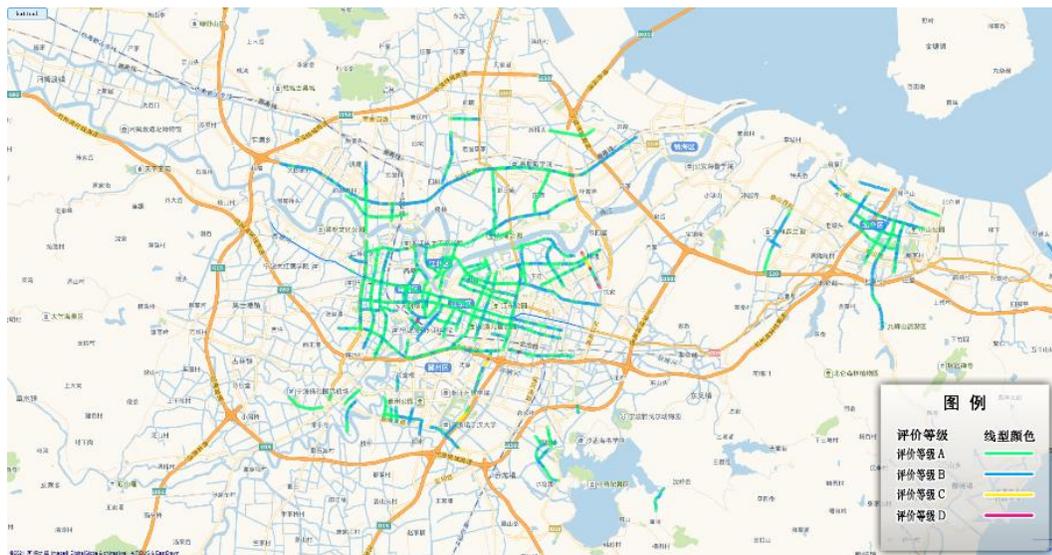
抗滑能力

• 路网构造深度为**0.84**mm，评价为“**A**”

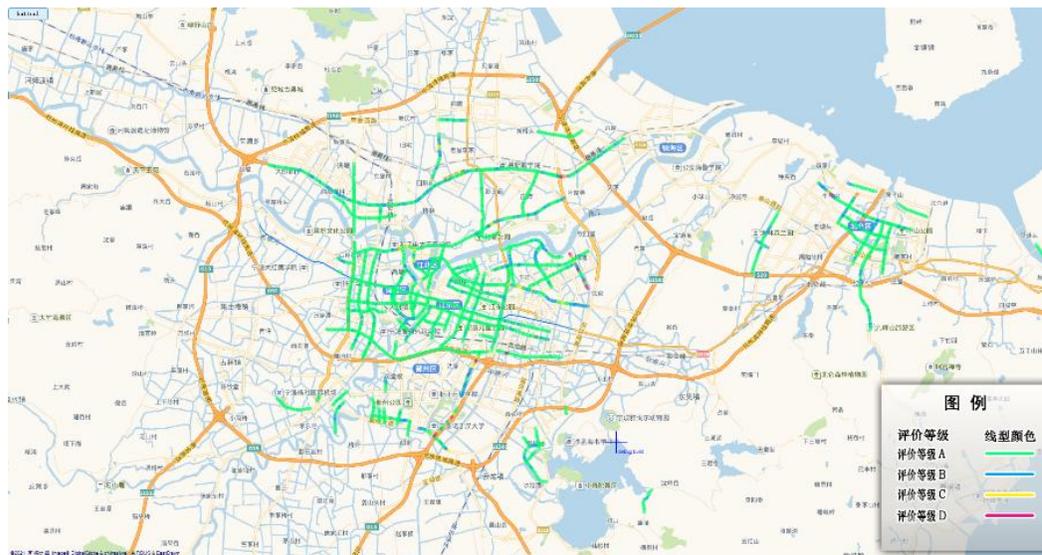
结构强度

• 路网路面弯沉为**24.50**，评价为“**足够**”

宁波市城市道路PQI分布图



宁波市城市道路PCI分布图



指标丰富

• 可根据GIS分布图对养护施工进行精准规划，指标包含PCI、RQI、PQI、养护决策、结构强度等指标。

提升精度

• 精度达2m，可准确定位路面病害，并随时查阅检测车的行驶轨迹。

降本增效

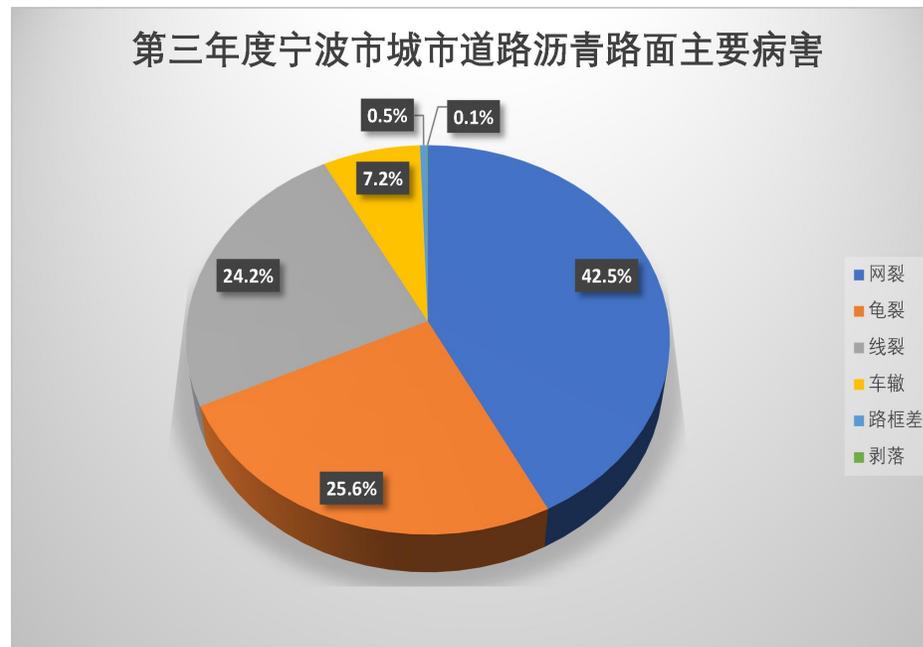
• 可根据GIS信息定位路面病害，进行单独养护，降低养护成本

年度检测情况

- ◆ 2022年度宁波市城市道路沥青路面病害总面积14.3万平方米，病害总个数为74501个，主要病害类型为**网裂**、**龟裂**、**线裂**，占比分别为42.5%、25.6%、24.2%。
- ◆ 额外对修补类病害进行统计，修补类病害总面积8万平米，总个数29569个，即约35.8%的沥青路面病害通过局部的修补得到了处治。

病害类型	网裂	龟裂	线裂	车辙	路框差	剥落	修补
病害大小(m ²)	60845.70	36683.27	34683.73	10273.43	706	110.28	80016.70

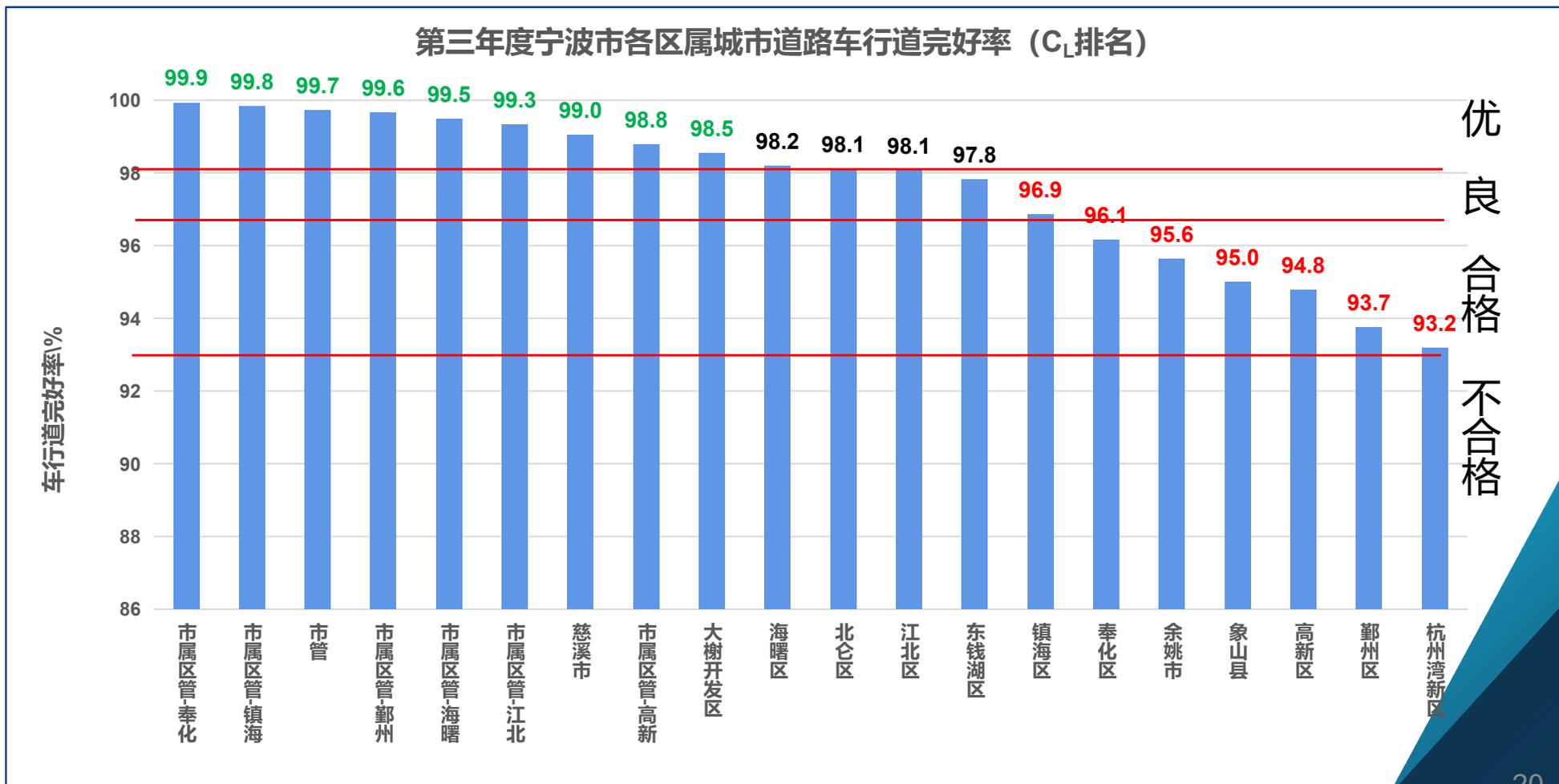
路面病害分析 (沥青)



本年度检测横向对比

- 市管、市属区管-奉化、市属区管-镇海、市属区管-鄞州、市属区管海曙、市属区管-江北、慈溪市、市属区管-高新、大榭开发区，合计9个分区养护状况等级**评价为“优”**；
- 镇海区、奉化区、余姚市、象山县、高新区、鄞州区、杭州湾新区，合计7个分区养护状况等级为**“合格”**

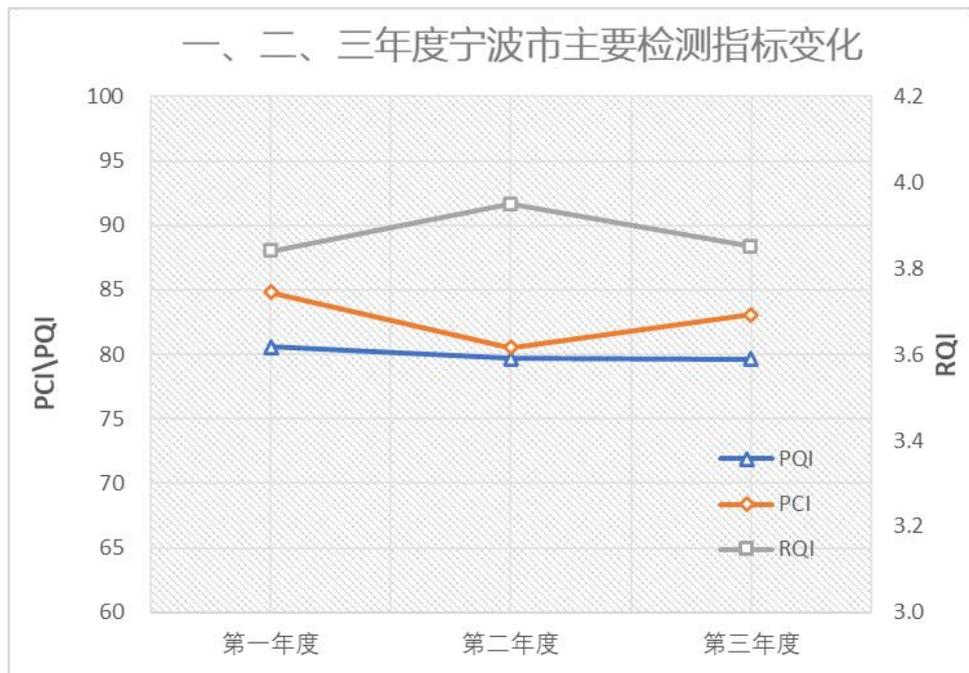
养护状况评定
车行道完好率



检测历年纵向对比

年份	检测	综合评价		破损状况		行驶质量		结构强度	
	条数	PQI值	等级	PCI值	等级	RQI值	等级	弯沉值	等级
2020年	161	80.57	B	84.80	B	3.84	A	27.78	足够
2021年	156	79.66	B	80.55	B	3.95	A	27.72	足够
2023年	149	79.63	B	83.08	B	3.85	A	24.50	足够

历年纵向对比



- 近三年PQI、PCI均为“B”，RQI为“A”
- PQI稳定在80分左右，逐年略有下降
- PCI第二年度最低，一、三年度相近
- RQI：稳定在3.9分左右
- 结构强度均为足够

软件界面

市政道路路面数据计算系统

常规指标计算

原始数据选择
选择原始数据 选择单元文件

分项工程选择
1北外环路

成果输出
1大闸路
2新里路
3华业街
3环城北路
3环城北路新
4大闸北路

病害数据预处理
 平整度数据处理
 车辙数据处理 整体 0 极值 0
 构造深度数据处理

弯沉指标计算

原始数据选择
选择原始数据 选择单元文件

分项工程选择
Option 1

成果输出
结果计算与存盘

数据预处理

车辙病害 临界值 15
最小值 0 最大值 8
最小值 0 最大值 30
最小值 0.3 最大值 1.5

原始数据信息

路名

车道数 0 原始文件个数 0
病害 0 车辙 0
平整度 0 构造深度 0

多工程处理

选择文件保存地址
单元匹配查询
常规数据一键生成
常规数据一键生成

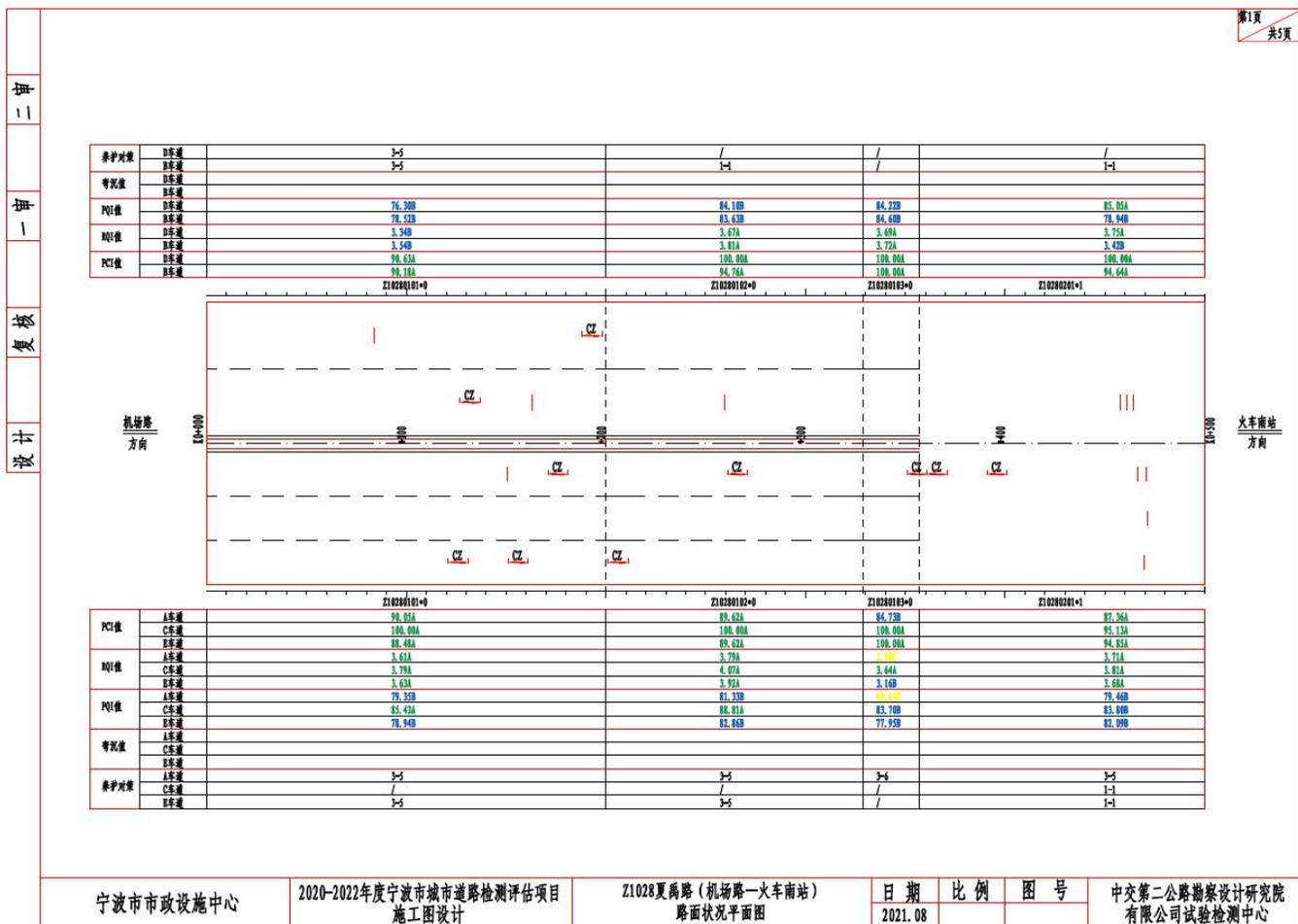
结果生成

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	单元编号	况车桩号起	况车桩号终	路面类型	起点	终点	线裂/线裂	裂/板角断	裂/边角裂	拥包/破碎坑	接缝料坑	陷/边角剥
2	9-10车道单	6	16	沥青路面	0	10	0	0	0	0	0	0
3	9-10车道单	16	26	沥青路面	10	20	0	0	0	0	0	0
4	9-10车道单	26	36	沥青路面	20	30	0	0	0	0	0	0
5	9-10车道单	36	46	沥青路面	30	40	0.9937	0	10.1213	0	3.2	0
6	9-10车道单	46	56	沥青路面	40	50	0	0	18.1312	0	3.2	0
7	9-10车道单	56	66	沥青路面	50	60	0.3585	0	24.6671	0	3.2	0
8	9-10车道单	66	76	沥青路面	60	70	0.8326	0	11.3479	0	3.2	0
9	9-10车道单	76	86	沥青路面	70	80	0	0	17.306	0	3.2	0
10	9-10车道单	86	96	沥青路面	80	90	0.6439	0	22.801391	0	3.2	0
11	9-10车道单	96	106	沥青路面	90	100	0	0	16.2263	0	3.2	0
12	9-10车道单	106	116	沥青路面	100	110	0	0	21.274778	0	0	0
13	9-10车道单	116	126	沥青路面	110	120	0.2526	0	43.4464	0	3.2	0
14	9-10车道单	126	136	沥青路面	120	130	0	0	30.8345	0	3.2	0
15	9-10车道单	136	146	沥青路面	130	140	0	0	19.9382	0	3.2	0
16	9-10车道单	146	156	沥青路面	140	150	0	0	17.16897	0	3.2	0
17	9-10车道单	156	166	沥青路面	150	160	0	0	0	0	0	0
18	9-10车道单	166	176	沥青路面	160	170	0	0	0	0	0	0
19	9-10车道单	176	186	沥青路面	170	180	0	0	0	0	0	0
20	9-10车道单	186	196	沥青路面	180	190	0	4.061	0	0	0	0
21	9-10车道单	196	206	沥青路面	190	200	0	0	0	0	0	0
22	9-10车道单	206	216	沥青路面	200	210	0	0	0	0	0	0
23	9-10车道单	216	226	沥青路面	210	220	0	0	0	0	0	0
24	9-10车道单	226	236	沥青路面	220	230	0	0	0	0	0	0
25	9-10车道单	236	246	沥青路面	230	240	0	0	0	0	0	0
26	9-10车道单	246	256	沥青路面	240	250	0.4895	0	0	0	0	0



对市政道路路面破损、平整度、车辙、构造深度批量处理，快速生成一条路的病害数据，形成表格报告。

数据可视化：路面状况自动成图



下行指标信息区

- 五大路面指标；
- 颜色**差异化**显示；

病害分布区

- **标准化**制图：每500m绘图、分上下行、分车道、分单元；
- **13种**图例精准描述病害位置；

上行指标信息区

上下行检测指标与上下幅路面病害——对应

联动养护：提升养管效率

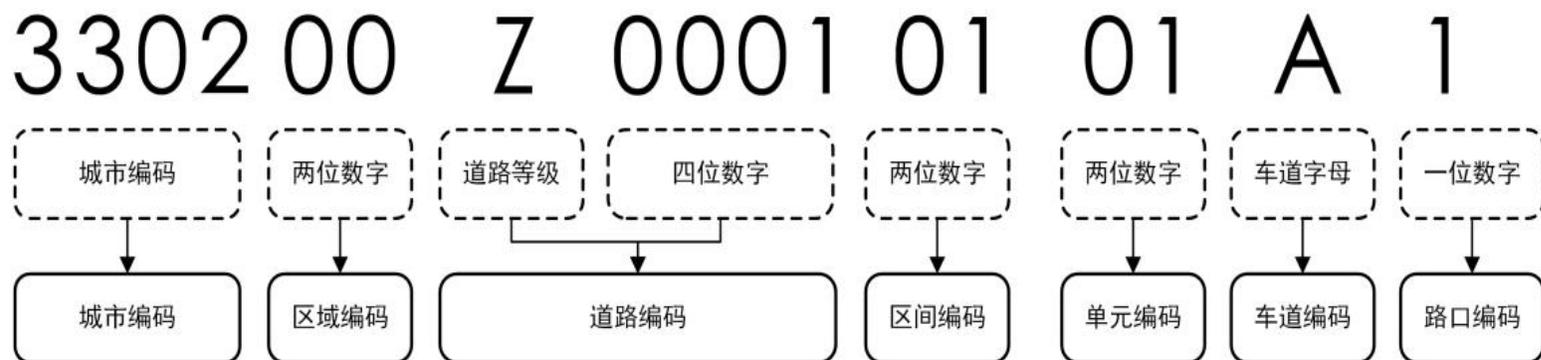


CAD展示病害 与现场对应关系



提出单元编码规则

5.0.6 道路定期检测宜对每个检测单元进行编码，历次检测道路单元编码宜相对固定，道路检测单元编号宜以城市代码（4位数字）+区县代码（2位数字）+路线编码（4位数字）+道路等级编码（1位字母）+区间编码（2位数字）+单元编码（2位数字）+车道编码（1位字母）+路口编码（1位数字）组成，具体编码规则参见附录B。



制定标准

浙江省城镇道路检测技术导则（试行）

1.0.1 为使城镇道路检测做到安全适用、技术先进、数据可靠、评价准确，为城镇道路**改造设计、养护维修、病害排查**提供可靠依据，制定本导则。

1.0.2 本导则适用于对**浙江省**内城镇道路的检测与评定。

1.0.3 城镇道路的检测与评定除应执行本导则外，尚应符合国家、行业和浙江省现行有关标准的规定。

创新成效

- 首创养护CAD图，探寻数据可视化，增强成果可读性
- 联动养护，改变养护模式，提升养管效率
- 制定检测导则，提高采集标准，强化成果分析

应用方向

- 搭载信息平台，推进数字化场景应用
- 加强养护分析，把握未来养护侧重方向
- 探索养护规划，提升决策方案的科学性

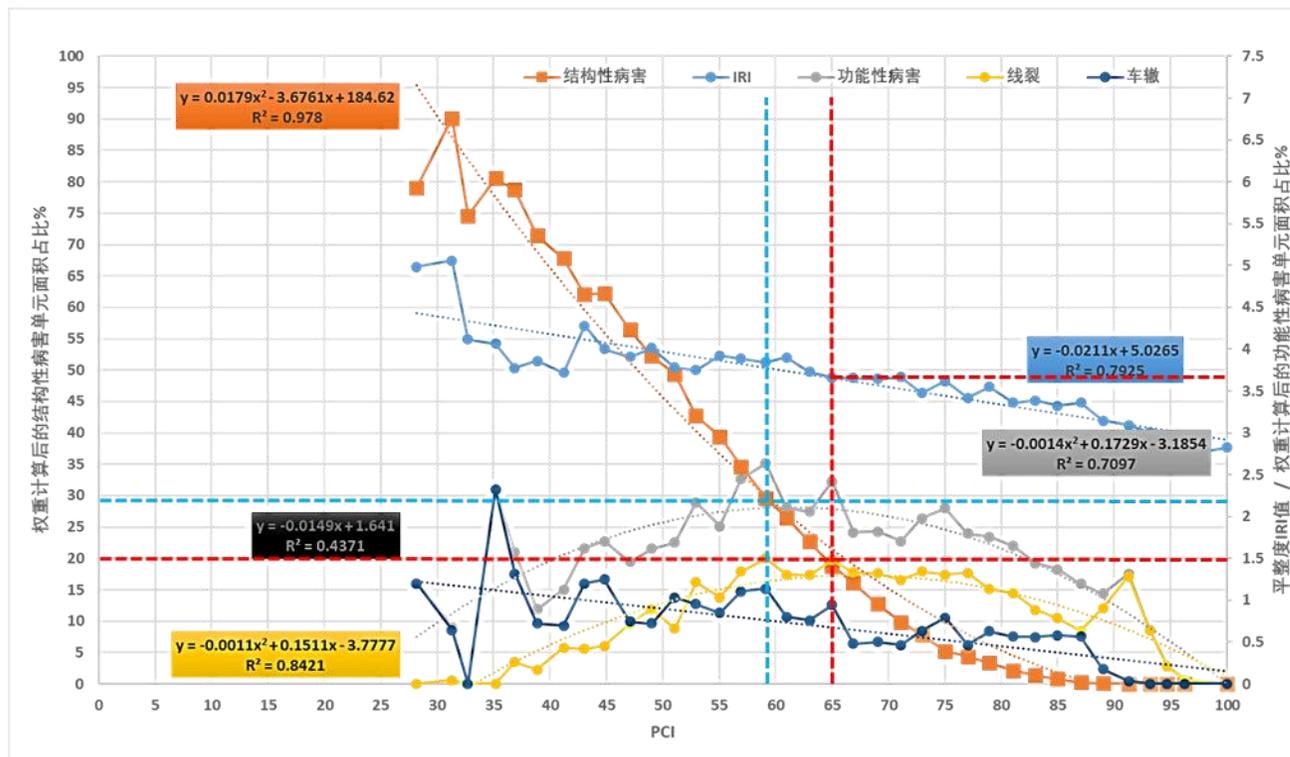
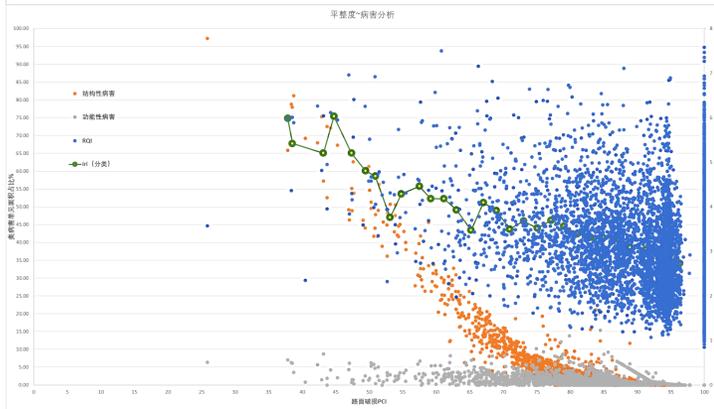
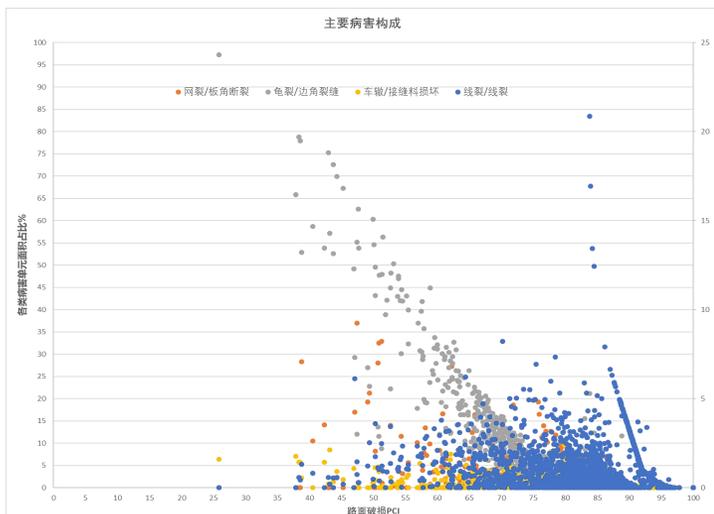
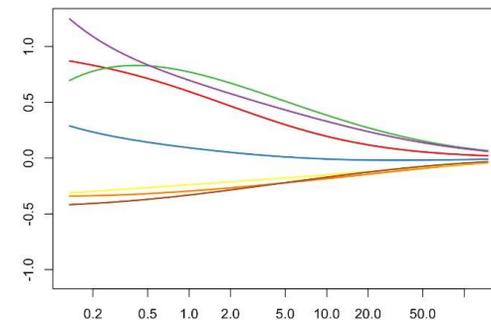
4、道路精细养护初探

- 1、重点路段路面性能追踪
- 2、科学养护—科学合理的养护方案
- 3、精准养护—准确识别养护靶区

大数据分析

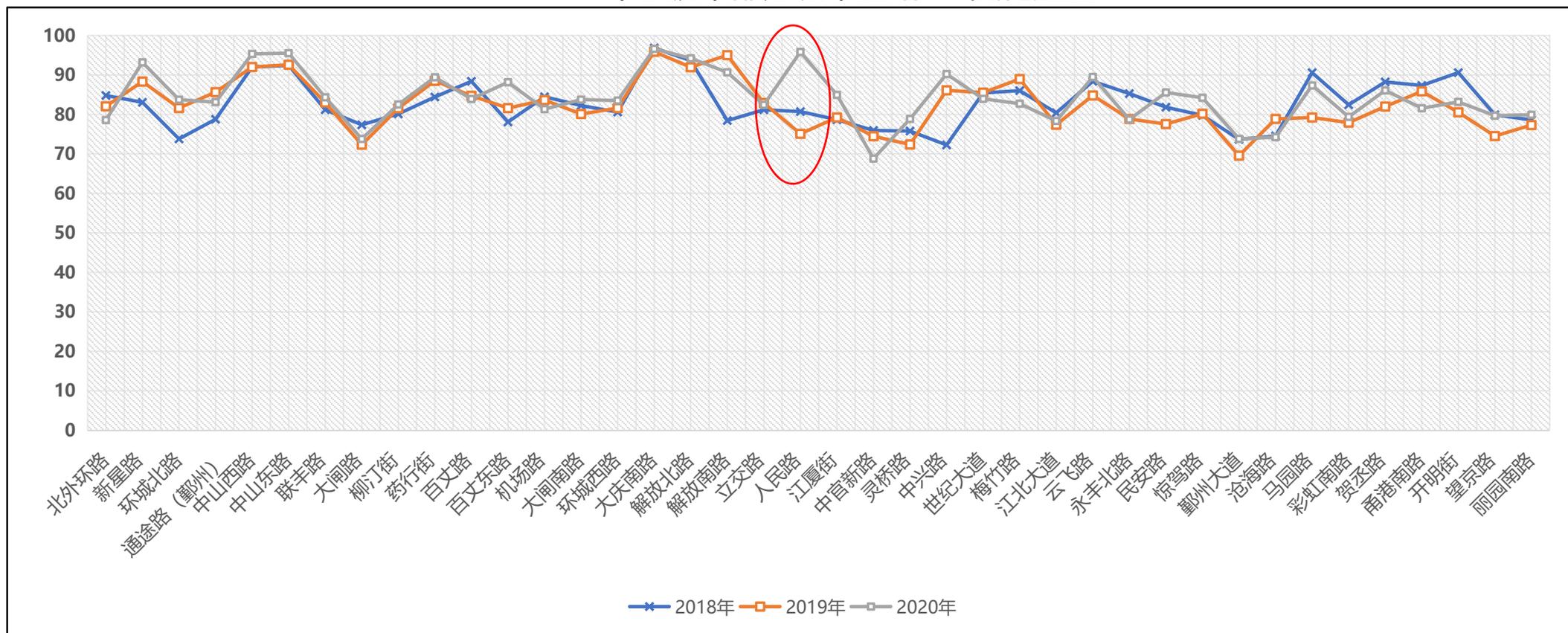
2021年度路网1950Km, 数据量268万, 单元数15292个

大数据分析用于养护决策时, 需考虑**相对客观性**和**多重共线性**, 最小二乘法效果较差, 采用**岭函数 (回归)** 算法。



- 路面破损状况，历年变化趋势一致；
- 局部道路相差较大，如人民路2020年PCI提升明显；梅竹路、中官新路2020年PCI下降6~7分。

2018~2020年宁波市部分城市道路PCI变化趋势



序号	类别	条数	典型路段
1	$\Delta PCI < -6$	1	梅竹路
2	$-6 \leq \Delta PCI < -3$	5	中官新路 、北外环路、解放南路、沧海路、甬港南路
3	$-3 \leq \Delta PCI < 3$	20	柳汀街、联丰路、环城西路、世纪大道等20条路
4	$3 \leq \Delta PCI < 6$	10	新星路、云飞路、望京路、鄞州大道等10条路
5	$\Delta PCI \geq 6$	5	人民路 、百丈东路、灵桥路、马园路、民安路

1、重点路段追踪

中官新路，A车道华业街往振甬路180m，新增部分线裂，原线裂进一步发展成为龟裂，路面病害的面积与严重程度进一步发展引起PCI分值降低。

检测年份	路线起点	路线终点	长度 (m)	PCI	备注
2019	环城北路	中官西路	1524	74.47	
2020	环城北路	中官西路	1524	68.81	



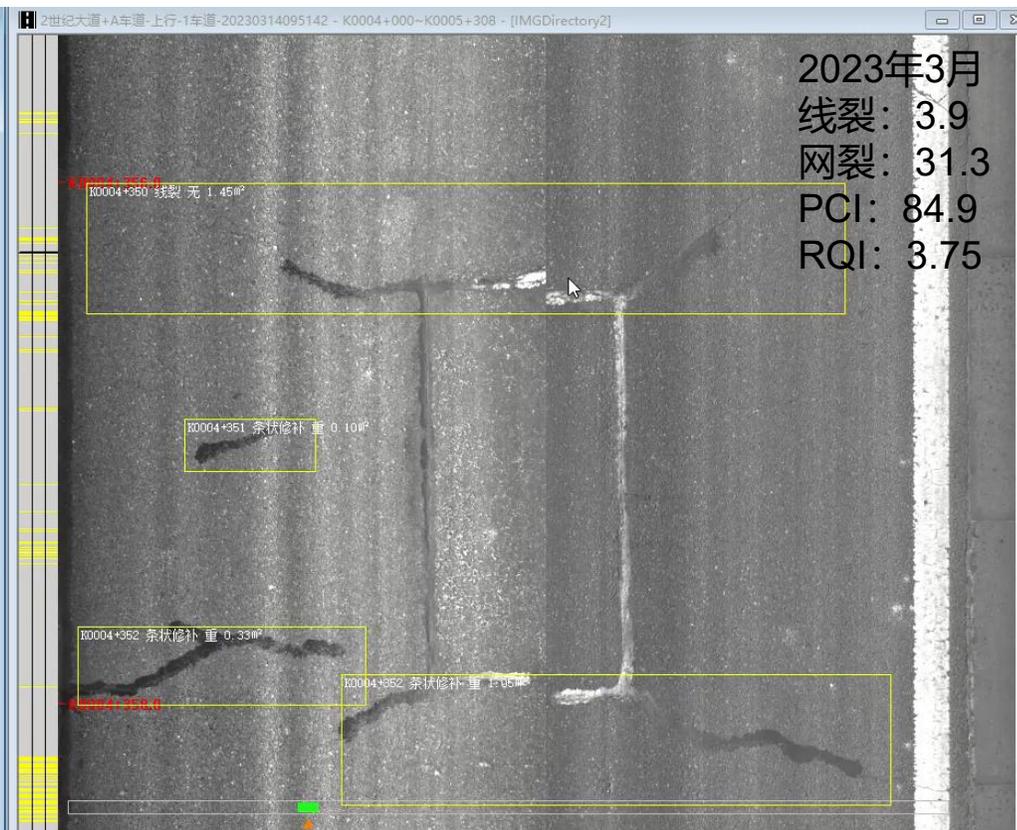
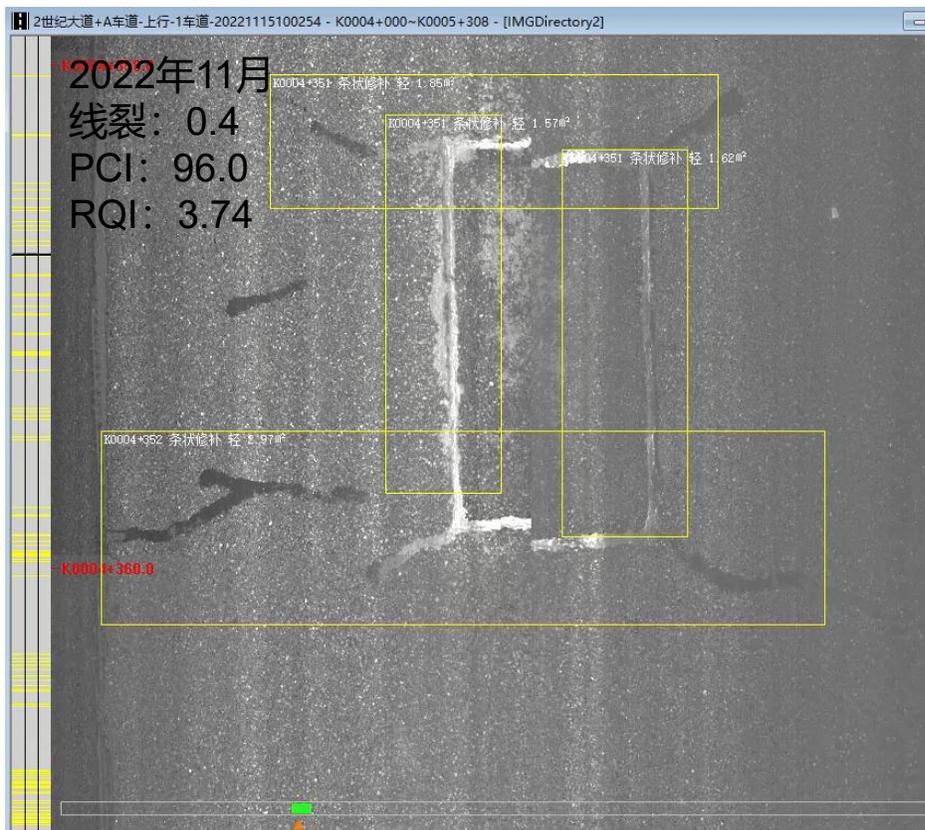
道路检测工作成果应用

单元编号：Z00521503A0；

单元位置：世纪大道-A车道通途路往新晖路200m~400m；

单元描述：**PCI降低11.1分**，新增线裂、网裂

重点路段追踪



道路检测工作成果应用

1、重点路段追踪

Z2902环城北路（江北），A车道永丰北路路口附近大面积铣刨翻修，PCI显著提升。

路线起点	路线终点	长度 (m)	检测年份	检测单元	PCI
西苑立交	东昌路	7704	第二年度	Z29020702A0	53.77
				Z29020801A1	48.39
			第三年度	Z29020702A0	100.00
				Z29020801A1	100.00

重点路段追踪



2、科学养护

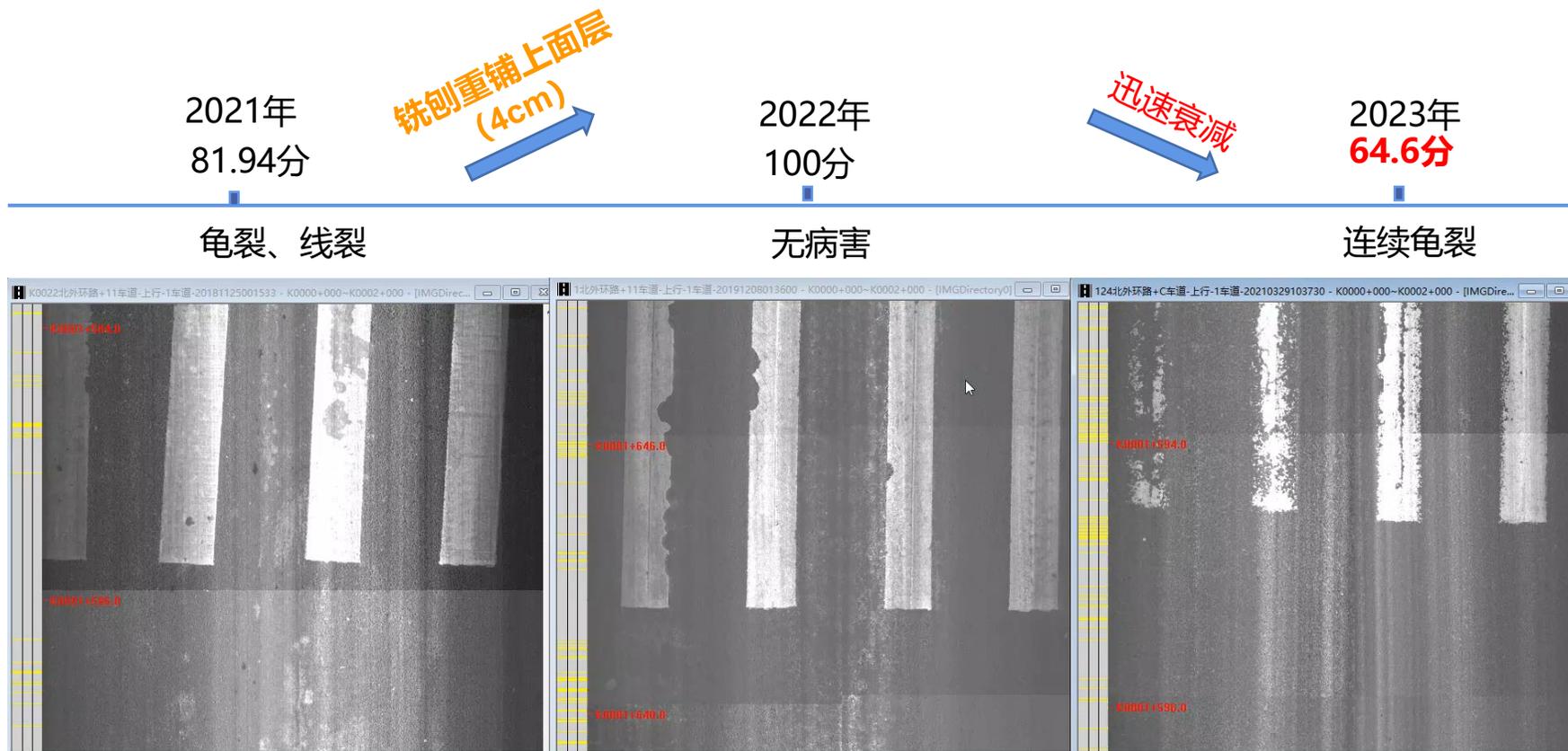
目标：设计具有**宁波特色**的路面养护决策系统，实现对不同交通量、路面结构、路面材料、路面初始性能的不同路面单元采取针对性的科学的养护决策。

养护措施适用性评估：2021年选定世纪大道为试验路段，对宁波路面养护措施的适用性进行针对性设计。研究三年期（2021~2023）内不同养护措施的适用性。

单元编号	单元位置	初始PCI	病害构成	拟采用的措施
Z00520801B1	惊驾路往民安路B车道100m~200m, 简称单元B	83.94	龟裂、线裂	铣刨重铺上面层 (4cm)
Z00520801F1	惊驾路往民安路F车道100m~200m, 简称单元F	78.95	龟裂	铣刨重铺上、中面 层 (10cm)

道路检测工作成果应用

2、科学养护—B单元养护适用性分析



B单元2021年有龟裂病害，2021年铣刨重铺上面层后，仅仅一年后便沿轮迹带出现大量连续龟裂，PCI由**A**衰减至**D**。“铣刨重铺上面层”的处治方式对此类路况（结构性病害密集）单元使用寿命仅12个月。

道路检测工作成果应用

2、科学养护— F单元养护适用性分析



F单元2021年有龟裂病害，2021年铣刨重铺上、中面层后，2022年、2023年的路面性能状况仍然较好，PCI均大于95分，对于此类单元，铣刨重铺上、中面层更为合理。未来将进一步观察跟踪单元的性能变化状况。

道路检测工作成果应用

2、科学养护

适用性分析：在世纪大道中等交通的条件下，当路面因连续龟裂而导致PCI小于85分评价为B时，若采用铣刨重铺的方式进行处治，采用“铣刨重铺上中面层”费效比优于仅“铣刨重铺上面层”，即单位面积的年均养护投入更优。

初始情况

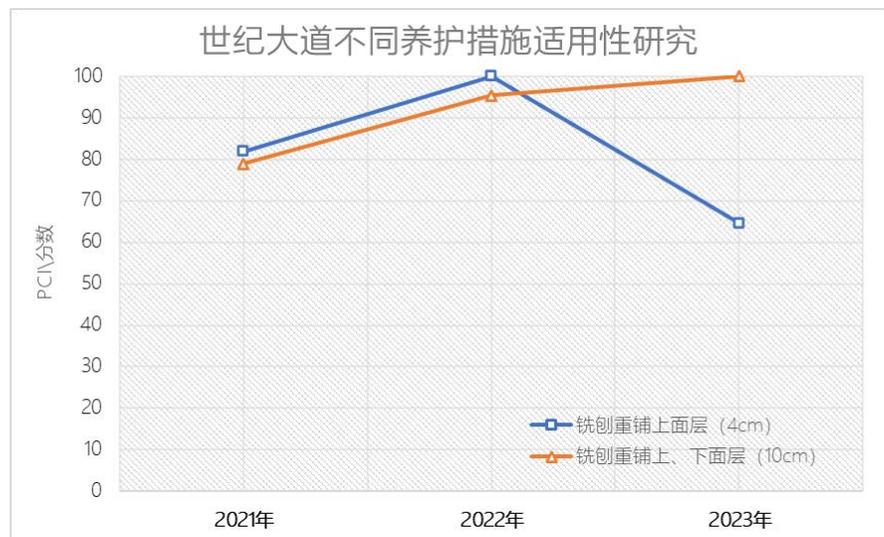
单元B、F具备近似相同的交通量、相同的路面材料及路面结构，同时两个单元的初始状态亦比较相似，单元内部均产生了相当数量的龟裂，PCI分数均处于80分左右。

养护效果评估

单元B：2021年仅铣刨重铺上面层（4cm），2022年路面性能大幅提升，PCI提升至100分，2023年路面沿轮迹带出现连续大量龟裂，PCI迅速衰减。

单元D：2021年铣刨重铺上、下面层（10cm），2022年路面性能大幅提升，PCI提升至95分，仅有少量线裂。2023年路面未出现明显病害，同时对线裂进行了灌缝处治，PCI提升至100分。

单元编号	2021年	2022年	2023年	处治方式
Z00520801B1	81.94	100	64.6	铣刨重铺上面层（4cm）
Z00520801F1	78.95	95.32	100	铣刨重铺上、下面层（10cm）



道路检测工作成果应用

2、科学养护

基于路面养护措施适用性分析，提出具有**宁波特色**的路面养护决策树。选取1) PCI; 2) RQI; 3) 主导病害; 4) 聚类因子; 5) 抗滑能力五大指标，针对40种路况进行针对性设计。

分类	PCI	RQI	主导病害	聚类因子	抗滑	推荐养护措施
1	A	A、B	无病害	局部	A、B	/
2	A	A、B	无病害	局部	C、D	铣刨2cm+2cm薄层罩面
3	A	A、B	线裂	局部	A、B	局部病害处理（线裂）
4	A	A、B	线裂	局部	C、D	铣刨2cm+2cm薄层罩面
5	A	A、B	车辙	局部	/	铣刨2cm+2cm薄层罩面
6	A	A、B	网裂、龟裂	局部	A、B	局部病害处理（网+龟）
7	A	A、B	网裂、龟裂	局部	C、D	铣刨2cm+2cm薄层罩面
8	A	A、B	其他	局部	A、B	含砂雾封层
9	A	A、B	其他	局部	C、D	铣刨2cm+2cm薄层罩面
10	A	A、B	线裂	连续	A、B	含砂雾封层
11	A	A、B	线裂	连续	C、D	SMA铣刨重铺上中面层
12	A	A、B	车辙	连续	/	铣刨2cm+2cm薄层罩面
13	A	A、B	网裂、龟裂	连续	A、B	含砂雾封层
14	A	A、B	网裂、龟裂	连续	C、D	铣刨重铺上面层
15	A	A、B	其他	连续	A、B	含砂雾封层
16	A	A、B	其他	连续	C、D	铣刨2cm+2cm薄层罩面
17	A	C、D	/	/	/	铣刨2cm+2cm薄层罩面
19	B	A、B	线裂	局部	A、B	含砂雾封层
20	B	A、B	线裂	局部	C、D	铣刨2cm+2cm薄层罩面
21	B	A、B	线裂	连续	/	铣刨2cm+2cm薄层罩面
25	B	A、B	车辙	局部	/	SMA磨耗层铣刨加罩
26	B	A、B	车辙	连续	/	SMA铣刨重铺上中面层
29	B	A、B	网裂、龟裂	局部	A、B	含砂雾封层
30	B	A、B	网裂、龟裂	局部	C、D	铣刨重铺上中面层
31	B	A、B	网裂、龟裂	连续	/	SMA铣刨重铺上中面层
34	B	C、D	线裂	/	/	SMA铣刨重铺上中面层
34	B	C、D	车辙	/	/	SMA铣刨重铺上中面层
36	B	C、D	网裂、龟裂	/	/	SMA铣刨重铺上中面层
38	C	/	线裂	/	/	面层翻修
38	C	/	车辙	/	/	面层翻修
39	C	/	网裂、龟裂	/	/	面层翻修
40	D	/	网裂、龟裂	/	/	基层翻修

2、科学养护—量化养护投入与养护产出（世纪大道）

1) 养护投入与产出呈现正相关关系

- 2020~2021期间，养护投入不足，路面明显衰减，PCI降低1.56分；
- 2021~2022期间，养护投入充足，路面连续处治，PCI提升明显；
- 2022~2023期间，养护投入不足，仅进行小修保养，路面衰减，PCI降低0.91分。

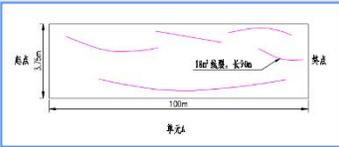
2) 保持费用为：302万元/每年

- 指标变化：2020年PCI85.51，2023年PCI85.59，3年期PCI基本保持稳定，总的养护投入为906万元，平均每年为302万元。

检测年份	道路PCI/分数	养护投入/万元	PCI衰减情况	说明
2020	85.51	/	/	
2021	83.95	216	-1.56	养护投入不足，PCI衰减明显，降低1.56分
2022	86.50	430	2.55	养护投入较大，PCI提升明显，提升2.55分
2023	85.59	260	-0.91	养护投入不足，PCI衰减

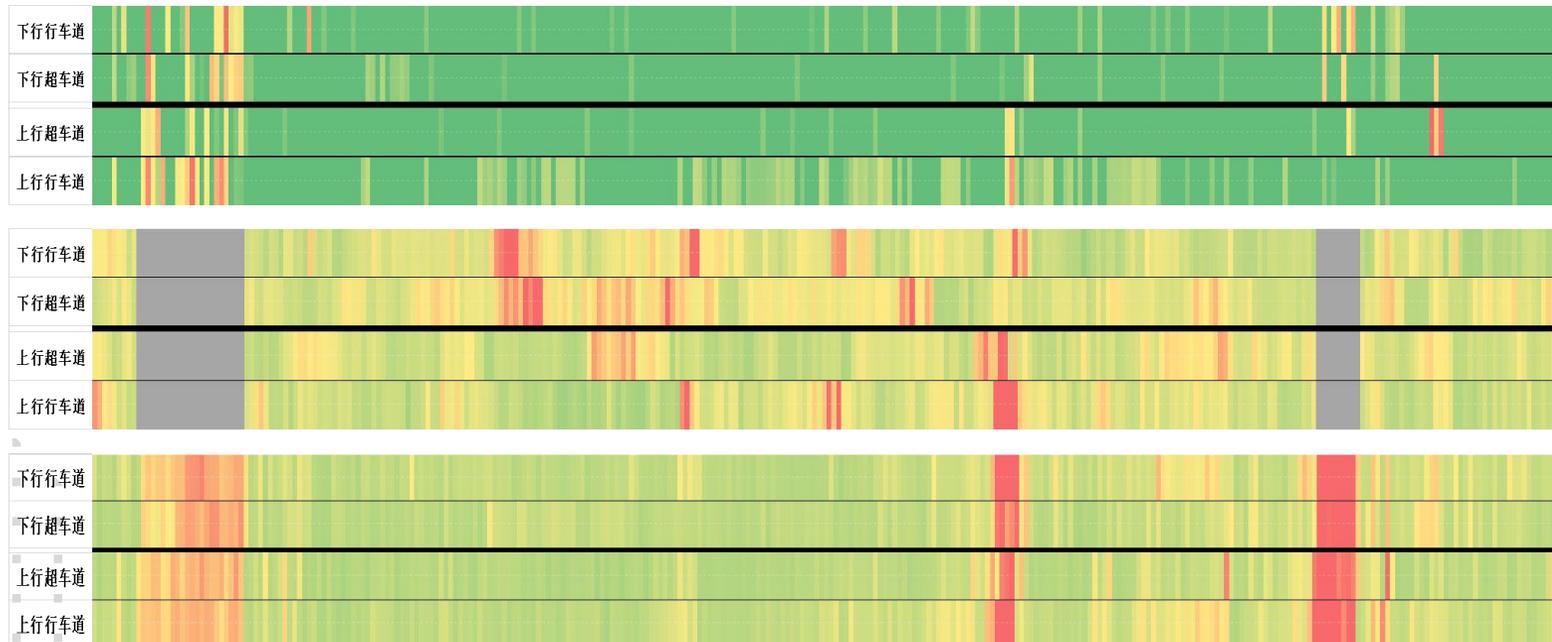
道路检测工作成果应用

3、精准养护—动态聚类分段

单元	长度(m)	病害类型	病害面积	病害长度	PCI	破损因子	养护措施	图片样例
A	100	纵裂	18.0	90	88.32	90%	铣刨重铺	
B	100	龟裂	1.4	2.82	88.32	2.8%	局部挖补	

对于长度相同的两个单元A、B，其PCI均为88.32，评价为“良”：

- 连续纵向裂缝的单元A，宜采取铣刨重铺的连续处理手段
- 对于单元B，仅需对局部的龟裂进行挖补即可



制订出科学的养护决策后，需进一步确定准确的养护范围。将原路面单元裂变为10m小单元，对主要路面技术指标进行二次计算，并基于有序数列进行动态聚类，进一步准确识别出养护范围，“好钢用在刀刃上”，将有限的路面养护资金用在实处上。

道路检测工作成果应用

科学养护—以检测情况分析为基础制定合理的养护对策

养护范围

局部处治

连续处治

养护性质

小修保养

预防性养护

面层翻修

基层翻修

养护因子

PCI

RQI

主导病害

聚类因子

结构强度

抗滑能力

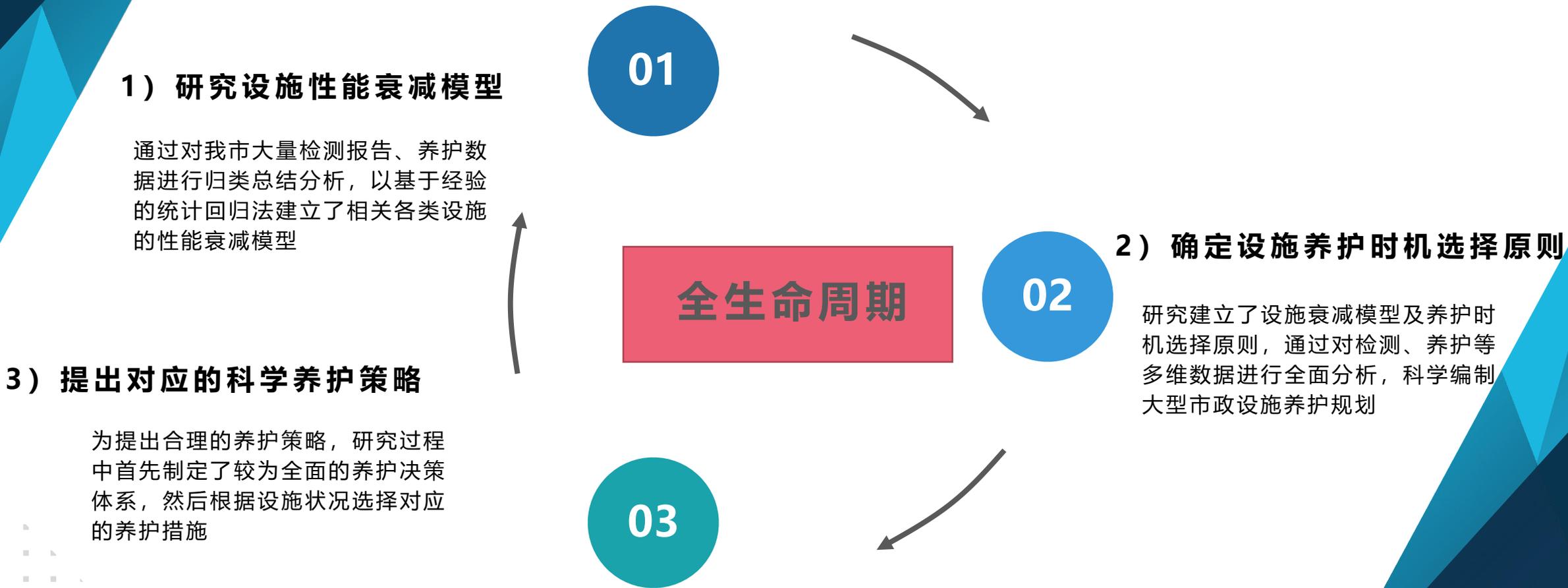
具体措施

根据病害疏密度与病害因子耦合成聚类因子，以区分连续处治和局部处治

针对40种不同的路况共制订了约20种不同的养护措施，

5、全寿命养护规划研究

城市道路养护规划研究路径



2 规划概述

规划目标：选定PCI为养护规划指标，从单元指标、路线指标两方面控制。

规划周期：以2023~2028年为宁波市城市道路路面养护规划方案设计周期。

养护类型划分：划分为预防性养护以及矫正性养护两大类。

- 1) 单元指标：“5年规划期内PCI指数A等级单元里程占比均达85%以上，第5年的A等级单元里程占比达90%以上；
- 2) 路线指标：“5年规划期内各路线PCI指数均达80分以上。

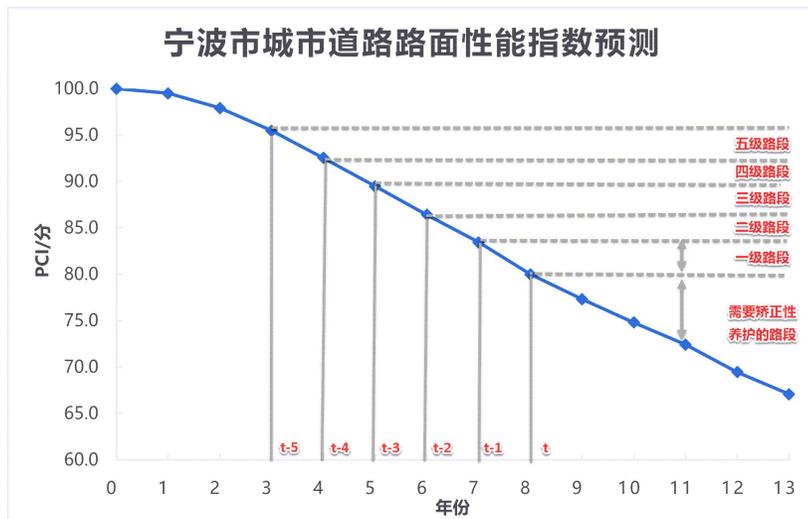
养护类型	序号	养护措施
预防性养护	1	局部病害处理（线裂）
	2	局部病害处理（网裂、龟裂）
	3	局部病害处理（坑槽）
	4	含砂雾封层
	5	微表处
矫正性养护措施	6	磨耗层铣刨加罩
	7	SMA磨耗层铣刨加罩
	8	铣刨重铺上面层
	9	铣刨重铺上中面层
	10	铣刨2cm+2cm薄层罩面
	11	SMA铣刨重铺上中面层
	12	SMA铣刨重铺上中面层
	13	面层翻修
	14	SMA面层翻修
	15	基层翻修

3 路面性能预测

选取宁波市“六纵六横”近5年单元未发生变化的路段数据，约2000个单元的5年数据，采用MATLAB进行回归分析。

$$PCI = 100 \left\{ 1 - \text{Exp} \left[- \left(\frac{16.96}{y} \right)^{0.7809} \right] \right\}$$

式中，PCI—预测年限路面状况指数
y—路龄



根据宁波市城市道路路面PCI性能预测模型，宁波市城市道路当路龄为**8年**时，PCI指标即将衰减至需要矫正性养护的阈值80。

4 养护路段与时机划分

以PCI为核心决策指标，RQI、抗滑能力、结构强度为辅助决策指标。

1) 当 $PCI > 80$ 时，且RQI、抗滑能力、结构强度不评价为C、D、不足时，则根据PCI的大小划分为5级养护需求，分5年进行预防性养护。

2) 当 $PCI < 80$ 或者RQI、抗滑能力、结构强度不评价为C、D、不足时，划分成2级养护需求，分两年进行矫正性养护。

养护等级划分

路段等级	养护分类	养护需求等级	取值范围
一级路段	矫正养护	一级	PCI、RQI、抗滑能力评价为C、D
二级路段		二级	除去矫正性养护一级路段其余路段
一级路段	预防养护	二级	$80.0 \leq PCI < 83.4$
二级路段			$83.4 \leq PCI < 86.4$
三级路段			$86.4 \leq PCI < 89.5$
四级路段			$89.5 \leq PCI < 92.5$
五级路段			$92.5 \leq PCI < 95.4$

最佳养护时机

养护分类	最佳养护时机	说明	
矫正性养护	一级养护需求	2023~2024年	
	二级养护需求	2024~2025年	
预防性养护	一级养护需求	2023~2024年	
	二级养护需求	2024~2025年	一级路段
		2025~2026年	二级
		2026~2027年	三级
		2027~2028年	四级

5 路面规划方案-世纪大道

依据2023年度检测结果，未来五年**世纪大道**的路面养护规划方案如下所示。

- 矫正性养护：世纪大道PCI、RQI、抗滑能力存在评价为“C”或者“D”的路段面积为5230平方米，为矫正性养护一级养护需求路段。其他为矫正性养护二级养护需求路段，计划于2024至2025年进行铣刨加罩处理。
- 预防性养护：对于预防性养护一级养护需求路段面积为7576平方米，预防性养护二级养护需求路段面积为57617平方米，按照路段等级分4年依次完成。

年份	矫正性养护面积 (m ²)		预防性养护面积 (m ²)				
	面层翻修/ 铣刨重铺面层	铣刨加罩 上中面层	一级	二级	三级	四级	五级
2023~2024年	5230		7576				
2024~2025年		20772		7324			
2025~2026年					9349		
2026~2027年						14098	
2027~2028年							26846

5 路面规划方案-六纵六横

2023~2028年宁波市“六纵六横”各路线路面养护费用如下所示，总的养护费用为2.87亿元。

路线名称	2023年		2024年		2025年	2026年	2027年	总费用
	面层+基层	一级	罩面	二级	三级	四级	五级	
环城西路	236	81	890	117	212	49	32	1617
灵桥路	21	5	86	5	1	0	30	148
解放路	15	4	152	7	16	84	36	314
环城南路(海曙)	162	15	419	49	10	121	68	843
东昌路(江北)	13	27	197	24	8	71	64	404
环城北路(江北)	421	29	567	74	61	265	147	1564
世纪大道	87	18	562	16	65	99	193	1041
中山路	196	15	666	53	81	393	347	1750
立交路	30	3	46	0	0	3	1	82
环城南路(鄞州)	102	32	750	116	52	218	301	1571
北外环路(江北)	4725	95	468	109	100	157	134	5787
镇明路	51	17	61	0	0	9	30	168
大庆南路	0	0	16	0	20	81	44	160
人民路	10	5	109	18	13	59	90	303
通途路(高新)	752	70	1068	40	69	73	24	2095
通途路(江北)	54	23	214	5	10	10	54	370
通途路(海曙)	433	21	674	17	14	66	50	1275
联丰路	6	2	132	24	64	26	1	254
机场路(江北)	0	32	252	54	69	152	62	620
机场路(海曙)	497	100	1341	96	51	124	176	2385
机场路-空港大道	0	0	0	0	0	8	72	80
环城北路(海曙)	0	3	167	12	9	75	16	282
东昌路(镇海)	191	5	40	0	0	49	22	306
通途路(鄞州)	45	4	254	17	26	55	92	493
北外环路(镇海)	353	20	54	64	33	101	128	753
机场路南路	9	12	254	38	86	131	431	962
中兴路	157	9	366	36	48	109	154	880
百丈路	278	19	733	46	49	147	92	1364
药行街	0	1	51	10	27	29	7	126
江夏街	0	5	57	14	4	4	6	91
柳汀街	106	27	309	26	51	80	16	615
合计	8950	697	10956	1085	1249	2845	2921	28702

表中单位为：万元

6 路面规划效果预估

- 现状

2023实测“六纵六横”平均PCI为82.60，按照主干路评价标准评价为“B”，A等级单元里程占比为82.13%。

- 效果预估

1) 单元指标：至2028年，“六纵六横”各道路A等级单元里程占比达90%以上；

2) 路线指标

5年规划期内各路线PCI指数均达80分以上；至2028年，“六纵六横”加权平均PCI为85.18分，评价为A。

年份	2023年 (实测)	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年
A等级单元 占比 (%)	82.13	87.60	86.32	91.06	89.31	90.24
路线PCI (分)	82.60	84.01	83.85	85.46	83.90	85.18
养护费用 (万元)	/	9647	12041	1249	2845	2921

表中单位为：万元

精细化养护管理

- **管理理念的更新**
从“拍脑袋”式的粗放管理向精细化管理转变
- **管理效果的提升**
决策的科学合理性，经费使用的精准性，“有限的钱用在刀刃上”
- **管理成效的展现**
最大程度发挥道路使用功能、延长寿命，减少“休克式疗法”被动大修，
让城市高质量可持续发展！



THANKS

感谢聆听