

重庆市工程建设标准

城镇道路沥青路面现场自动化检测
技术标准

Technical standard for on-site automatic detection
of asphalt pavement

DBJ50/T-418-2022

主编单位:重庆市住房和城乡建设工程质量总站

重庆亲禾智千科技有限公司

批准部门:重庆市住房和城乡建设委员会

施行日期:2022年10月01日

2022 重 庆

重庆工程学校

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标〔2022〕19号

重庆市住房和城乡建设委员会 关于发布《城镇道路沥青路面现场自动化检测 技术标准》的通知

各区县(自治县)住房城乡建委、两江新区、重庆高新区、重庆经开区、万盛经开区、双桥经开区建设局、有关单位：

现批准《城镇道路沥青路面现场自动化检测技术标准》为我市工程建设地方标准，编号为 DBJ50/T-418-2022，自 2022 年 10 月 1 日起施行。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理，重庆市建设工程质量监督总站负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2022 年 7 月 7 日

重庆工程职业技术学院

前 言

根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达 2019 年度重庆市工程建设标准制订修订项目立项计划(第一批)的通知》(渝建标〔2019〕11 号)的文件要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结工程实践经验,在参考有关国家、行业标准,并在广泛充分征求意见的基础上制定本标准。

本标准的主要技术内容是:1、总则;2、术语和符号;3、基本要求;4、距离测量与定位;5、道路几何状况;6、路面平整度;7、路面构造深度;8、面层厚度;9、路面车辙;10、路面综合破损;11、附录;12、条文说明。

本规范由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,重庆市建设工程质量监督总站负责具体内容的技术解释。本标准在执行过程中,请各单位结合现场检测实际总结经验,并将意见和建议反馈至重庆市建设工程质量监督总站(重庆市渝中区长江一路 58 号,邮政编码:400014,电话:023-63672011,传真:023-63670000)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家：

主 编 单 位：重庆市住房和城乡建设工程质量总站

重庆亲禾智千科技有限公司

参 编 单 位：重庆市城市建设投资(集团)有限公司

重庆市市政设施运行保障中心

重庆市建设技术发展中心

重庆市市政设计研究院

重庆新科建设工程有限公司

招商局重庆交通科研设计院有限公司(重庆曾家岩大桥建设管理有限公司)

重庆建设工程质量监督检测中心有限公司

重庆市建筑科学研究院监理公司

重庆交大建设工程质量检测中心有限公司

重庆英杰建设工程设计有限公司

主要起草人：邹云华 关志鹏 谢远新 杨 宏 杨 忠

章方政 赵 辉 周彤及 邓 华 邵彩明

吴麒麟 刘成龙 包中学 刘 洋 刘 磊

龚应明 李建荣 吴进良 蒋迪斌 周 崑

吴安泽 樊祥君 崔坤荣 洪如春 瞿双全

刘 博

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	4
4	距离测量与定位	6
4.1	适用范围	6
4.2	设备要求	6
4.3	准确性验证	7
4.4	检测要求	9
4.5	数据处理及报告	9
5	道路几何状况	11
5.1	适用范围	11
5.2	设备要求	11
5.3	准确性验证	12
5.4	检测要求	14
5.5	数据处理及报告	15
6	路面平整度	16
6.1	适用范围	16
6.2	设备要求	16
6.3	准确性验证	17
6.4	检测要求	20
6.5	数据处理及报告	21
7	路面构造深度	22
7.1	适用范围	22

7.2	设备要求	22
7.3	准确性验证	23
7.4	检测要求	24
7.5	数据处理及报告	25
8	面层厚度	26
8.1	适用范围	26
8.2	设备要求	26
8.3	准确性验证	27
8.4	检测要求	28
8.5	数据处理及报告	30
9	路面车辙	32
9.1	适用范围	32
9.2	设备要求	32
9.3	准确性验证	32
9.4	检测要求	35
9.5	数据处理及报告	35
10	路面综合破损	37
10.1	适用范围	37
10.2	设备要求	37
10.3	准确性验证	38
10.4	检测要求	41
10.5	数据处理及报告	41
附录 A	检测路段数据整理方法	43
附录 B	反移动平均滤波处理方法	45
附录 C	路面构造深度 SMTD 计算方法	46
附录 D	断面平均构造深度 MPD 计算方法	47
本标准用词说明		50
引用标准名录		51
条文说明		53

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic requirements	4
4	Distance measurement and positioning	6
4.1	Application range	6
4.2	Equipment require	6
4.3	Accuracy verification	7
4.4	Inspection requirements	9
4.5	Data processing and reporting	9
5	Alignment of road	11
5.1	Application range	11
5.2	Equipment require	11
5.3	Accuracy verification	12
5.4	Inspection requirements	14
5.5	Data processing and reporting	15
6	Roughness	16
6.1	Application range	16
6.2	Equipment require	16
6.3	Accuracy verification	17
6.4	Inspection requirements	20
6.5	Data processing and reporting	21
7	Texture depth	22
7.1	Application range	22

7.2	Equipment require	22
7.3	Accuracy verification	23
7.4	Inspection requirements	24
7.5	Data processing and reporting	25
8	Pavement thickness	26
8.1	Application range	26
8.2	Equipment require	26
8.3	Accuracy verification	27
8.4	Inspection requirements	28
8.5	Data processing and reporting	30
9	Rut	32
9.1	Application range	32
9.2	Equipment require	32
9.3	Accuracy verification	32
9.4	Inspection requirements	35
9.5	Data processing and reporting	35
10	Pavement damage	37
10.1	Application range	37
10.2	Equipment require	37
10.3	Accuracy verification	38
10.4	Inspection requirements	41
10.5	Data processing and reporting	41
Appendix A	Data processing method	43
Appendix B	Anit-moving average filter processing method	45
Appendix C	Pavement texture depth calculation	46
Appendix D	Mean profile depth calculation	47
	Wording explanation for this code	50
	Reference standards directory	51
	Explanation of provisions	53

1 总 则

1.0.1 为规范城镇道路沥青路面自动化检测技术及方法,保证检测工作的准确性和一致性,结合重庆市实际情况,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市各等级城镇道路沥青路面破损、路面厚度、平整度、车辙、构造深度、道路几何状况等路面技术状况自动化检测。

1.0.3 各等级城镇道路竣工验收质量评定、技术状况评定、路面养护管理、路面大中修养护设计等工作中涉及到的沥青路面技术状况自动化检测应按本标准执行。

1.0.4 重庆市城镇道路沥青路面现场自动化检测,除应符合本标准外,尚应符合国家、行业和重庆市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 自动化检测 automatic test

利用车载和计算机信息化技术手段进行数据采集与分析的检测方法。

2.1.2 反移动平均滤波 anti-moving average

一种用于滤除无效检测数据的常规数学处理方法。

2.1.3 断面平均构造深度 mean profile depth

采用激光构造深度仪等非接触式测距设备进行路面构造深度检测时,100mm 计算单元长度内,前 50mm 与后 50mm 断面高程峰值的平均值与整个 100mm 计算单元断面平均值之差。单位为毫米(mm)。

2.1.4 破损率 distress ratio

路面各种损坏的折合损坏面积之和与路面调查面积之百分比,以%计。

2.1.5 裂缝率 pavement cracking rate

路面裂缝面积与实际检测的路面面积之百分比。沥青路面包括纵向裂缝、横向裂缝、龟裂及网状裂缝等病害。

2.1.6 设备自校准 equipment calibration

将选定测试路段的设备检测数据与基准数据进行比较,根据比较结果调整设备状态,使设备检测数据满足规定误差要求。

2.1.7 基准值 base value

测试路段路面技术状况指标多次测试的平均值。

2.1.7 路面厚度 pavement thickness

路面沥青结构层的厚度。

2.2 符 号

RTK——载波相位差分技术；

CORS——连续运行参考站；

INS——惯性导航系统；

IRI——国际平整度指数；

SMTD——路面构造深度；

MPD——断面平均构造深度；

ϵ_r ——相对介电常数；

t ——时间；

H ——目标体厚度或距离；

v ——电磁波速；

S ——采样率；

f ——天线中心频率；

α ——时窗调整系数；

K ——系数；

RD——路面车辙深度；

PCI——路面状况指数。

3 基本规定

3.0.1 沥青路面现场自动化检测应包括设备的准确性验证、现场检测、数据处理及成果交付等。

3.0.2 检测设备应满足相应的产品标准及相关规定,且状态良好,并应满足本标准准确性验证要求。

3.0.3 现场检测前应进行现场调查、资料收集和制订检测方案,并符合下列规定:

1 现场调查和资料收集工作内容宜包括:被检测道路的设计资料、交(竣)工验收资料、历年养护资料、交通量统计资料等;

2 检测方案应参考现行工程质量检测验收规范、养护技术规范相关要求制订。

3.0.4 通过准确性验证的检测设备应按本标准规定进行定期设备自校准,自校准的有效期为 30d,未通过自校准的设备不得用于路面自动化检测。

3.0.5 数据采集应符合下列规定:

1 检测过程中应记录道路名称、起终点位置、路面类型、车道、天气情况、路面环境(潮湿、干燥)、停车原因、异常数据、无效路段等信息;

2 路面潮湿情况下不宜检测,路面积水状况下不得检测。

3.0.6 数据处理及成果交付应符合下列规定:

1 检测工作结束之后,应及时备份原始检测数据,并根据现场检测工作记录核实原始检测数据的有效性、完整性;

2 按本标准规定对原始检测数据进行汇总与处理,并编制检测报告,检测报告应包含项目概况、检测设备性能、标定结果、检测过程及指标统计等内容;

3 交付的成果应至少包括原始检测数据、各类影像、检测数据处理结果及检测报告。



4 距离测量与定位

4.1 适用范围

4.1.1 适用于道路几何状况、路面综合破损、平整度、车辙、构造深度等指标检测过程中距离自动化检测。

4.2 设备要求

4.2.1 距离自动化测量装置应符合以下要求：

- 1 距离测量装置的分辨率不应大于 1mm；
- 2 外置距离测量装置应具有防水、防尘、防震能力，防护等级不应低于 IP65；
- 3 同一个系统检测设备的各项指标检测装置应共用一个距离测量装置的距离数据。

4.2.2 空间定位测量可采用网络 RTK 和单基准站 RTK 测量方法，已建立 CORS 系统的区域，应采用网络 RTK 测量。测量接收设备应符合以下要求：

- 1 接收机应包括双频接收机、天线和天线电缆、数据连接设备、数据采集器等；
- 2 基准站设备应能实时发送差分数据；
- 3 流动站设备应能接收、识别并处理差分数据；
- 4 接收装备的误差应符合下列规定：
 - 1) 平面固定误差不超过 10mm、比例误差系数不超过 1mm/km；
 - 2) 高程固定误差不超过 20mm、比例误差系数不超过 1mm/km。

5 同一个系统检测设备的各项检测指标应共用一个全球导航卫星系统接收机的定位数据。

4.3 准确性验证

4.3.1 距离自动化测量与定位的准确性验证周期应符合以下要求：

- 1 准确性验证周期不得超过一年；
- 2 当年度累计检测里程超过 10000km 时，应进行一次准确性验证；
- 3 设备硬件发生变化或检测结果出现异常时，应重新进行准确性验证。

4.3.2 自动化检测设备的距离测量相对误差不应大于 0.1%。

4.3.3 自动化检测设备的定位误差应符合表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 卫星定位装置的准确性验证要求

验证项目	要求
水平位置	信号覆盖率 $\geq 70\%$ 时,95%的测点误差 $\Delta s \leq 2\text{m}$
	信号覆盖率 $< 70\%$ 时,95%的测点误差 $\Delta s \leq 10\text{m}$
高程	信号覆盖率 $\geq 70\%$ 时,95%的测点误差 $ \Delta H \leq 5\text{m}$
	信号覆盖率 $< 70\%$ 时,95%的测点误差 $ \Delta H \leq 10\text{m}$

注：信号覆盖率为卫星信号有效路段长度之和与测试路段总长度的百分比。

4.3.4 距离自动化测量应按下列方法进行准确性验证：

- 1 选择长度为 1000m 的测试路段，标记起点和终点位置；
- 2 测量路段中心线长度，作为距离标准值 L_0 。为了确保标准值的准确性，应使用检定校准合格的全站仪或电磁波测距仪器，当使用全站仪测量路段中心线长度时，需要考虑纵坡对测量值的影响。也可采用钢尺，不宜使用皮尺和测距轮。距离标准值 L_0 的测量精度应满足现行《工程测量规范》(GB50026)平面控制测量章节中距离测量二级要求。

3 将检测设备所有轮胎的气压调整为标准气压；

4 重复测试 3 次，取算数平均值作为测试结果 L ，若最大值或最小值与中间值的差值超过中间值的 0.3%，则该组测试结果无效，需重新测试。

5 测量相对误差按下式计算：

$$\delta_L = \frac{|L - L_0|}{L_0} \times 100 \quad (4.3.4)$$

式中： δ_L ——距离测量相对误差(%)；

L ——距离测试结果(m)；

L_0 ——距离标准值(m)。

6 测量相对误差应满足本标准第 4.3.2 条规定的要求。

4.3.5 空间定位应按下列方法进行准确性验证：

1 选择至少两个测试路段，单个路段长度为 100m；

2 按 10m 间距标注测试路段测点；

3 用检定合格或校准符合测量范围的全站仪或 RTK 装置采集测点的平面位置数据及高程数据作为基准值，并确定测试路段的信号覆盖率。平面测量精度及高程测量精度应满足现行《工程测量规范》(GB50026)线路测量章节中定测中线桩位测量的限差要求；

4 用检测设备以 50km/h 匀速采集测试路段测点的平面坐标和高程数据作为测量值；

5 将测点的标准值和测量值转化为同一平面坐标系、同一高程系。每个测点的平面位置误差和高程误差按下列公式计算：

平面位置误差：

$$\Delta_S = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2} \quad (4.3.5-1)$$

高程误差：

$$\Delta_H = Z - Z_0 \quad (4.3.5-2)$$

式中： x 、 y 、 Z ——测量值；

x_0 、 y_0 、 Z_0 ——标准值。

6 检测结果的误差应满足表 4.3.3 的要求。

4.4 检测要求

4.4.1 距离自动化测量和定位结果应与道路参照系统建立关联。

4.4.2 有里程桩号的道路,应采用里程桩号作为道路参照系统;未设里程桩的道路,宜选用永久性参照标志,通过测量检测点到参照标志的距离来确定位置,也可采用空间参照系统。

4.4.3 检测时,应按照以下方法对距离自动化测量装置进行距离参数设置:

- 1 将轮胎气压调整为标准气压,并在轮胎上做明显标记;
- 2 将轮胎标记对准路面,滚动 10 圈,得到设备测量距离;
- 3 用钢卷尺测量车轮滚动距离作为基准值;
- 4 将测量距离与基准值的比值设为距离参数。

4.4.4 当接收到多个导航卫星系统的数据进行定位测量时,应至少有一个单导航卫星系统的 GNSS 卫星状况符合表 4.4.4 的规定。

表 4.4.4 GNSS 卫星状况基本要求

观测窗口状态	15°以上卫星个数	PDOP 值
良好	>5	<4
可用	$=5$	≤ 6
不可用	<5	>6

4.5 数据处理及报告

4.5.1 应及时对外业采集的数据进行备份、处理等工作。

4.5.2 距离自动化测量与定位结果输出间距均不应大于 10m。

4.5.3 定位成果宜采用 CGCS2000 坐标系。当缺少控制点或缺少坐标转换参数时可以有 WGS84 坐标系输出定位成果。

4.5.4 同时采用距离测量和空间定位两种方法时,检测结果应相互关联。

4.5.5 空间定位检测数据应以文本或电子表格格式保存,文件格式可参考表 4.5.5 的规定。

表 4.5.5 空间定位数据文件格式

点号	桩号	X / B	Y / L	Z / H

5 道路几何状况

5.1 适用范围

5.1.1 本方法适用于新、改建路面工程质量验收和无严重坑槽、车辙等病害的通车运行路段。

5.1.2 本方法适用于在以下环境中进行检测：

- 1 环境温度： $-10^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ；
- 2 路面横风：风力不超过四级。

5.2 设备要求

5.2.1 道路几何状况自动化检测设备可采用惯性导航装置或惯性导航与卫星定位的组合装置。

5.2.2 自动化检测设备主要有加速度计、陀螺仪、纵向距离传感器和数据处理系统等部分组成，见图 5.2.2 所示。

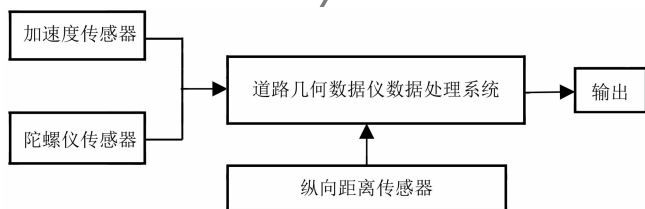


图 5.2.2 道路几何数据仪结构示意图

5.2.3 纵向采样间距不应大于 0.5m ，曲率最大测量值不应大于 $1/5000\text{m}^{-1}$ ，纵坡、横坡测量范围不应小于 20% 。

5.2.4 几何数据仪性能要求见表 5.2.4。

表 5.2.4 道路几何数据仪性能要求

序号	项 目	要 求
1	横坡测角误差(°)	≤ 0.1
2	纵坡测角误差(°)	≤ 0.1
3	平面转角一周(360°)测角误差(°)	≤ 1
4	竖向转角一周(360°)测角误差(°)	≤ 1
5	纵向距离传感器误差(%)	≤ 0.1
6	检测速度影响(%)	≤ 5
7	测量重复性(%)	≤ 5

5.3 准确性验证

5.3.1 准确性验证的周期应满足下列要求:

- 1 准确性验证的周期不得超过一年;
- 2 当年度累计检测里程超过 10000km 时,应进行一次准确性验证;
- 3 设备硬件发生变化或检测结果出现异常时,应重新进行准确性验证。

5.3.2 道路几何状况自动化检测的准确性验证应包括横坡、纵坡和曲率三项指标,准确性验证应符合表 5.3.2 的规定。

表 5.3.2 道路几何状况自动化检测的准确性验证要求

验证项目	准确性验证要求
横坡	95%检测值的 误差 $\leq 1.5\%$ 或相对误差 $\leq 10\%$
	所有检测值的误差 $\leq 6\%$
纵坡	95%检测值的 误差 $\leq 1.5\%$ 或相对误差 $\leq 10\%$
	所有检测值的误差 $\leq 6\%$

续表 5.3.2

验证项目	准确性验证要求
曲率	65%检测值的 误差 $\leq 0.0015\text{m}^{-1}$
	95%检测值的 误差 $\leq 0.003\text{m}^{-1}$
	所有检测值的 误差 $\leq 0.005\text{m}^{-1}$

5.3.3 误差和相对误差按下列公式计算：

$$\text{误差：} \quad \Delta_i = X_i - L_i \quad (5.3.3-1)$$

$$\text{相对误差：} \quad \delta_i = \frac{|\Delta_i|}{L_i} \quad (5.3.3-2)$$

式中： Δ_i ——第 i 项检测参数的误差；

δ_i ——第 i 项检测参数的相对误差；

X_i ——第 i 项检测参数的测量结果；

L_i ——第 i 项检测参数的标准值。

5.3.4 横坡的准确性验证应按下列方法进行：

1 选择含曲线段，并且包含一段完整的超高过渡段的测试路段，测试路段长度不应小于 200m，测试路段的横坡可以根据设计图纸得到，也可以通过实测得到，若通过实测获得时，测量精度应满足现行《工程测量规范》(GB 50026)中关于线路测量的要求；

2 在路段起终点位置做明显标记，沿行车方向每 10m 标记一个测点位置；

3 检测设备分别以 20km/h、30km/h、40km/h 匀速检测测试路段，按不大于 0.5m 的间距采集横坡数据；

4 以 10m 为单元输出平均横坡，根据已知横坡计算检测误差，结果应满足表 5.3.2 的要求。

5.3.5 纵坡的准确性验证应按下列方法进行：

1 选择已知纵坡、长度不小于 150m 的直线测试路段。测试路段的纵坡可以根据设计图纸得到，也可以通过实测得到。若通过实测获得时，测量精度应满足现行《工程测量规范》(GB 50026)中关于线路测量的要求；

2 在路段起终点位置做明显标记,沿行车方向每 10m 标记一个测点位置;

3 检测设备分别以 20km/h、30km/h、40km/h 匀速检测测试路段,按不大于 0.5m 的间距采集纵坡数据;

4 以 10m 为单元输出平均纵坡,根据已知纵坡计算检测误差,结果应满足表 5.3.2 的要求。

5.3.6 曲率的准确性验证应按下列方法进行:

1 选择长度不小于 200m 的测试路段,其中曲线段长度不应小于 100m;测试路段的曲率可以根据设计图纸得到,也可以通过实测得到;若通过实测获得时,测量精度应满足现行《工程测量规范》(GB 50026)中关于线路测量的要求;

2 在路段起终点位置做明显标记,沿行车方向每 10m 标记一个测点位置;

3 检测设备分别以 20km/h、30km/h、40km/h 匀速检测测试路段,按不大于 0.5m 的间距采集曲率数据;

4 以 10m 为单元输出平均曲率,根据已知曲率计算检测误差,结果应满足表 5.3.2 的要求。

5.4 检测要求

5.4.1 检测前应进行下列准备工作:

1 将检测设备所有轮胎气压调整为标准气压;

2 将检测设备停放在水平路面上,启动检测设备,通过测试水平面的横滚角、俯仰角读数归零的方式进行惯性导航装置调试;

3 完成其他系统设置,并将检测装置调整至工作状态;

4 输入与检测任务相关的路线名称、检测车道、检测方向、检测时间等引导信息。

5.4.2 检测操作应符合下列规定:

1 应根据交通量、路面状况等实际情况,确定适宜的检测速度,最大检测速度不宜超过 100km/h;

2 检测轨迹的中心线应与车道中心线基本吻合;必须并线超车时,应尽快回到原行驶车道;

3 检测设备应保持稳定的行驶状态,避免强烈晃动;

4 通过检测路段终点后,应保持检测状态继续采集至少 50m 的数据。

5.4.3 道路几何状况自动化检测应按本标准第 5.3.4~5.3.6 条规定的方法进行设备校准,检测速度应为 30km/h,校准结果应满足表 5.3.2 的要求。

5.5 数据处理及报告

5.5.1 应及时对外业采集的数据进行备份、处理等工作。

5.5.2 检测数据应以 10m 为单元计算并输出平均值。

5.5.3 道路几何状况自动化检测数据成果以文本或电子表格格式保存,文件格式可参考表 5.5.3。

表 5.5.3 道路几何状况自动化检测数据文件格式

桩号(km)	横坡(%)	超高(%)	纵坡(%)	曲率(m-1)

5.5.4 道路几何状况自动化检测报告应包括各检测指标的平均值、标准差和变异系数。

6 路面平整度

6.1 适用范围

6.1.1 本方法适用于新建、改建路面工程质量验收及无严重坑槽、严重车辙等病害且无积水、积雪、泥浆等正常通车条件下的路面平整的自动化检测。

6.1.2 路面平整度自动化检测宜采用双轮迹法,也可采用单轮迹法。

6.2 设备要求

6.2.1 路面平整度自动化检测宜采用激光传感器等测量装置,主要包括激光测距系统、纵向测距传感器和计算机处理系统等组成,见图 6.2.1 所示。

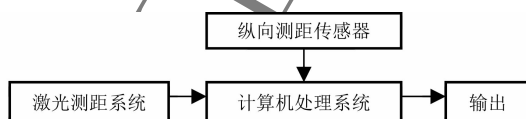


图 6.2.1 激光平整度仪工作流程

6.2.2 基本技术要求和参数应满足表 6.2.2 要求：

表 6.2.2 激光平整度仪基本要求

序号	名称	要求
1	激光距离测量装置分辨率	$\leq 0.1\text{mm}$
2	采样间隔	$\leq 0.01\text{m}$
3	激光测距传感器测量范围	$\geq 200\text{mm}$
4	距离标定误差	$\leq 0.05\%$
5	加速度传感器测量范围	$\pm 2\text{g}$
6	加速度传感器准确度	5mg
7	加速度传感器分辨率	$1\mu\text{g}$

6.3 准确性验证

6.3.1 路面平整度自动化检测设备准确性验证周期应满足下列要求：

- 1 准确性验证的周期不得超过一年；
- 2 当年度累计检测里程超过 10000km 应进行一次准确性验证；
- 3 当设备硬件发生变化或检测结果出现异常时，应重新验证。

6.3.2 路面平整度自动化检测应进行垂直测距准确性验证、纵向测距准确性验证、有效速度和有效加速度验证、相关性验证、等速重复性验证、不同速度重复性验证、测量误差验证，准确性应符合表 6.3.2 的要求。

表 6.3.2 路面平整度自动化检测的准确性要求

验证项目	准确性验证要求
垂直测距误差	$-1\text{mm} \leq \Delta_h \leq 1\text{mm}$
纵向测距误差	$\delta_L \leq 0.05\%$
有效速度	纵断面高程偏差在 $\pm 4\text{mm}$ 内的比例 $\geq 95\%$
有效加速度	相关系数 $R^2 \geq 0.85$
相关性	相关系数 $R^2 \geq 0.99$
等速重复性	变异系数 $C_V \leq 5\%$
不同速度重复性	变异系数 $C_V \leq 5\%$
相对误差	$\delta_{IRI} \leq 15\%$

6.3.3 路面平整度自动化检测应按下列方法进行垂直测距准确性验证：

- 1 选择水平的硬性路面，把检测平台放在所测激光测距传感器正下方路面上，启动检测系统，手动调整检测平台，使激光线投影点位于检测平台的中心位置，并调整检测平台的水平；
- 2 激光测距传感器测至检测平台的垂直距离，作为零基准

点,然后分别放入标准值为 5mm、20mm、40mm、80mm 四种规格的标准量块,记录对应得到的检测系统输出值,垂直测距误差按下式计算:

$$\Delta_h = h - h_0 \quad (6.3.3)$$

式中: Δ_h ——垂直测距误差;

h ——检测值(mm);

h_0 ——量块标准值(mm)。

3 垂直测距误差应满足表 6.3.2 要求。

6.3.4 路面平整度自动化检测应按本标准第 4.3.4 条规定方法进行纵向测距准确性验证,其中纵向测距误差应满足表 6.3.2 要求。

6.3.5 路面平整度自动化检测应按下列方法进行有效速度和有效加速度验证:

1 选择一段 320m 的测试路段,做好路段起终点位置和测试轨迹的标注;

2 使用精度等级不低于 DS1 型的水准仪,按照 0.25m 间距测量轮迹纵断面的水准高程,作为断面高程基准值,测量精度应满足现行《工程测量规范》(GB50026)平面控制测量章节中水准测量二等要求;

3 分别以 80km/h、20km/h、10km/h 匀速重复测试 3 次。对高程基准值和测试值进行 10m 反移动平均滤波处理,其处理方法按本标准附录 B 规定进行,再计算各纵断面高程检测精度,按照精度要求确定最低有效检测速度,最低有效检测速度应满足表 6.3.2 要求;

4 以 70km/h 匀速驶入测试路段,在 180m 内匀速减至 20km/h,然后匀速驶出,重复测试 3 次;再分别完成 90m、72m、60m、45m 内减速至 20km/h 的试验,各条件重复测试 3 次;

5 按照本标准附录 B 规定方法,对高程基准值和测试值进行 10m 反移动平均滤波处理,再计算各纵断面高程检测精度和车

辆行驶加速度,测试结果与基准测量值相关系数应符合表 6.3.2 要求。

6.3.6 路面平整度自动化检测应按下列方法进行相关性验证:

1 选择路面平整度均匀分布的 4 个不小于 320m 平直路段,其中路段平整度 IRI 应在 1.5m/km~5.0m/km 之间均匀分布;

2 按照 0.25m 间距测量轮迹纵断面的水准高程,作为断面高程基准值,测量精度应满足现行《工程测量规范》(GB 50026)平面控制测量章节中水准测量二等要求,根据测量的高程数据计算各测试路段的 IRI,得到路段 IRI 基准值;

3 以 50km/h 匀速重复测试各测试路段 3 次,计算各测试路段的 10m 单元 IRI 平均值为路段测试值,取 3 次路段测试值平均值为路段测试结果;

4 将各测试路段的 IRI 标准值和路段测试结果按附录 A 规定方法进行回归分析,相关系数应符合表 6.3.2 要求。

6.3.7 路面平整度自动化检测应按照下列方法进行等速重复性验证:

1 选择路面平整度均匀分布的不小于 320m 平直路段;

2 以 50km/h 匀速重复测试各测试路段 10 次,计算各测试路段的 10m 单元 IRI 平均值为路段测试值;

3 按附录 A 规定方法计算 10 次测试结果的变异系数,变异系数应符合表 6.3.2 要求。

6.3.8 路面平整度自动化检测应按照下列方法进行不同速度重复性验证:

1 选择路面平整度均匀分布的长不小于 320m 平直路段;

2 分别以 30km/h、50km/h、80km/h 测试各路段 3 次,计算各次测试路段的 10m 单元 IRI 平均值为路段测试值;

3 按本标准附录 A 规定方法计算 9 次测试结果的变异系数应满足表 6.3.2 要求。

6.3.9 路面平整度自动化检测应按下列方法进行测量误差

验证:

- 1 选择或设置四个不同 IRI 水平的试验路段;
- 2 激光平整度仪以 50km/h 的检测速度检测上述实验路段,得到的结果经换算参数后作为检定设备的测量值,按照下式计算相对误差:

$$\delta_{IRI} = \left| \frac{IRI - IRI_0}{IRI_0} \right| \times 100 \quad (6.3.9)$$

式中:IRI——激光平整度仪测量值(m/km);

IRI_0 ——试验路段标准平整度值(m/km);

δ_{IRI} ——相对误差(%)。

- 3 相对误差应满足表 6.3.2 要求。

6.4 检测要求

6.4.1 检测前应进行下列准备工作:

- 1 检测车车胎表面应清洁且不得黏附杂物,车胎气压应为标准气压;
- 2 将检测设备停放在水平路面上,启动检测设备,进行加速度计静态标定;
- 3 输入道路名称、起点位置、终点位置、检测车道、检测方向和检测时间等引导信息,记录天气状况和路面环境(干燥、潮湿),根据测试路段的现场技术要求调整设备的测试状态。

6.4.2 检测过程应符合下列规定:

- 1 应根据交通量、路面状况等实际情况,确定对应的检测速度,应至少提前 50 米保持稳定状态;
- 2 检测轨迹的中心线应与车道中心线基本吻合,必须并线超车时,应尽快回到原始车道,并记录好变线超里程范围;
- 3 应实时监控路面平整度值变化,出现异常时应及时寻找原因并做好记录,必要时应停止检测;
- 4 检测过程中应避免频繁的起步停车、急转弯或加速等情

况,如路段交通量大或交通信号灯较多,宜选择在夜间进行;

5 应根据现场检测情况,做好检测工作记录;

6 通过检测路段终点后,应保持检测状态继续采集至少 50 米数据。

6.5 数据处理及报告

6.5.1 原始数据包括位置桩号、检测速度以及断面高程,并以文本或电子表格格式保存。断面高程输出间距为 0.1m。

6.5.2 应根据输出的断面高程数据,按本标准附录 B 规定方法以 10m 为单位计算 IRI。

6.5.3 输出结果应包括检测里程和 IRI 值,并按文本或电子表格格式保存。双轮迹检测时路面 IRI 应取左、右路面平整度中的大值。

6.5.4 路面平整度自动化检测应按下列要求进行复核:

1 超出设备有效检测速度和有效速度范围的数据视为无效数据;无效数据不得参与指标的计算,当无效数据超出计算单元总数的 5%时,该计算单元 IRI 结果无效;

2 应检查原始数据、现场检测工作记录、道路名称、检测范围、行车方向是否一致,不一致时应查找核实原因,结合现场检测记录修正检测数据或重新检测;

3 应标注减速带、交叉口、路面垃圾、砌石路面、砂石路面、正在大中修或改建等特殊路段。

7 路面构造深度

7.1 适用范围

7.1.1 本方法适用于无积水、无积雪、无污染和无严重破损的沥青路面构造深度自动化检测,检测指标为路面构造深度(SMTD)和断面平均构造深度(MPD)。

7.1.2 路面构造深度自动化检测宜采用单轮迹法,也可同时采集左、右轮迹带及车道中间 3 条线的构造深度。

7.2 设备要求

7.2.1 路面构造深度自动化检测宜采用激光测距等装置。激光构造深度仪采用激光测距设备对被测表面进行连续测距,其主要由激光测距传感器、纵向距离传感器和计算机处理系统等部分组成。

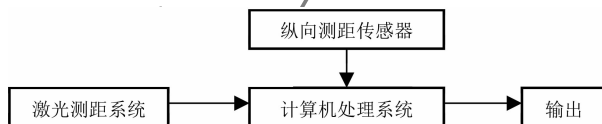


图 7.2 激光构造深度仪示意图

7.2.2 路面构造深度自动化检测设备应满足以下要求：

- 1 激光测距传感器有效采样频率应大于等于 8kHz；
- 2 激光测距传感器光斑直径应小于等于 0.05mm；
- 3 激光测距传感器测量范围 0~2mm；

7.2.3 纵向采样间距应小于 2mm,高程传感器分辨率不应大于 0.05mm。

7.3 准确性验证

7.3.1 路面构造深度自动化检测设备准确性验证周期应满足下列要求：

- 1 准确性验证的周期不得超过一年；
- 2 当年度累计检测里程超过 10000km 应进行一次准确性验证；
- 3 当设备硬件发生变化或检测结果出现异常时，应重新验证。

7.3.2 路面构造深度自动化检测应对垂直测距误差、纵向测距误差、等速重复性、相关性进行验证，准确性验证应符合表 7.3.2 的要求。

表 7.3.2 路面构造深度自动化检测的准确性验证要求

验证项目	准确性验证要求
垂直测距误差	$\Delta_b \leq 0.5\text{mm}$
纵向测距误差	$\delta_L \leq 0.1\%$
等速重复性	变异系数 $C_V \leq 5\%$
相关性	相关系数 $R \geq 0.97$

7.3.3 路面构造深度自动化垂直测距误差按本标准第 6.3.3 条规定方法进行，其差值应符合表 7.3.2 要求。

7.3.4 路面构造深度自动化检测应按本标准第 4.6.4 条方法进行纵向测距准确性验证，其误差值应符合表 7.3.2 要求。

7.3.5 路面构造深度自动化检测应按下列方法进行等速重复性验证：

- 1 选择路面构造深度均匀分布 200 米长的平直路段；
- 2 以 50km/h 匀速重复测试 10 次，按本标准附录 C 和附录 D 计算 10m 单元的 SMTD、MPD 的平均值作为测试结果；
- 3 按本标准附录 A 规定方法计算 SMTD、MPD 的 10 次测

试验结果的变异系数；

4 两个变异系数应符合表 7.3.2 的要求。

7.3.6 路面构造深度自动化检测应按下列方法进行相关性验证：

1 选择构造深度分别在 $0 \sim 0.3\text{mm}$ 、 $0.3\text{mm} \sim 0.55\text{mm}$ 、 $0.55\text{mm} \sim 0.8\text{mm}$ 、 $0.8\text{mm} \sim 1.2\text{mm}$ 范围的四个各长 100m 的试验路段，试验前将路面清扫干净，并在起终点做上标记；

2 在每个试验路段上沿一侧行车轨迹用铺砂法测试至少 10 点的构造深度值，并计算平均值；

3 驾驶测试车以 $30\text{km/h} \sim 50\text{km/h}$ 速度驶过试验路段，并且保证激光构造仪的激光传感器探头沿铺砂法所测构造深度的行车轨迹运行，计算试验路段构造深度的平均值；

4 按本标准附录 A 规定方法计算相关系数，相关系数应符合表 7.3.2 的要求。

7.4 检测要求

7.4.1 检测前应进行下列准备工作：

1 检测车车胎表面应清洁且不得黏附杂物，车胎气压应为标准气压；

2 启动检测设备，将激光传感器等检测装置调整至工作状态；

3 输入道路名称、起点位置、终点位置、检测车道、检测方向和检测时间等引导信息，记录好天气状况及路面环境（干燥、潮湿），按测试路段的现场技术要求设置完毕所需的测试状态。

7.4.2 检测过程应符合下列规定：

1 应根据交通量、路面状况等实际情况，确定合适的检测速度，应至少提前 50m 保持稳定状态；

2 检测轨迹的中心线应与车道中心线基本吻合。必须并线

超车时,应尽快回到原始车道,并记录好变线超车里程范围;

3 应实时监控路面构造深度值变化,出现异常时应及时寻找原因并做好记录,必要时应停止检测;

4 应根据现场检测情况,做好检测工作记录;

5 通过检测路段终点后,应保持检测状态继续采集至少 50m 数据。

7.5 数据处理及报告

7.5.1 原始数据包括位置桩号、检测速度以及断面高程,并以文本或电子表格格式保存。

7.5.2 应以 10m 为单位分别按照本标准附录 C 和本标准附录 D 规定的方法计算路面构造深度 (SMTD) 和断面平均构造深度 (MPD)。

7.5.3 输出结果应包括桩号、SMTD、MPD 及速度,以文本或电子表格格式保存。

7.5.4 路面构造深度自动化检测应按下列要求复核:

1 相邻断面高差超过 20mm 时,该断面数据视为无效。计算 SMTD 时应剔除无效数据,300mm 基准计算长度内的无效数据占总数比例不应超过 5%,计算 MPD 时,无效数据宜采用前后数据插值的方法代替,100mm 基准计算长度内无效数据占总数不应超过 20%。

2 应检查原始数据、现场检测工作记录、道路名称、检测范围、行车方向是否一致,不一致时应查找核实原因,结合现场检测记录修正检测数据或重新检测。

7.5.5 检测报告应包括路段构造深度的平均值和标准差。

8 面层厚度

8.1 适用范围

8.1.1 本方法适用于采用地质雷达测定沥青路面面层厚度,可供道路施工过程中质量控制、质量评定及既有道路调查使用。

8.1.2 本方法不适用于潮湿路面或用富含铁矿渣集料等介电常数较高的材料铺筑路面。

8.2 设备要求

8.2.1 地质雷达主机技术指标应符合下列要求:

- 1 系统增益不低于 150dB;
- 2 信噪比不低于 60dB;
- 3 模/数转换不低于 16 位;
- 4 信号叠加次数可选择或自动叠加;
- 5 采样间隔一般不大于 1ns;
- 6 数据的触发和采集模式为距离/时间/手动;
- 7 实时滤波可选择;
- 8 具有点测与连续测量功能;
- 9 具有手动或自动位置标记功能;
- 10 具有现场预处理数据功能。

8.2.2 地质雷达天线可采用不同频率的天线组合,技术指标应符合下列要求:

- 1 具有屏蔽功能;
- 2 选择天线频率段能满足最大厚度探测;
- 3 垂直分辨率应优于 1.0cm;

- 4 空气中雷达波速测量相对误差应满足 $\pm 5.0\%$ 的要求；
- 5 厚度测量重复性:变异系数 C_V 不大于 5.0% 。

表 8.2.2 地质雷达测量精度要求

测试性能参数	深度测试误差	10.0cm(含)	空气耦合	$\pm 3\text{mm}$
		厚度以下	地面耦合	$\pm 10\text{mm}$
			空气耦合	$\pm (3\% H)\text{mm}$
		10.0cm(不含)	地面耦合	$\pm (10\% H)\text{mm}$

8.3 准确性验证

8.3.1 路面面层厚度检测设备准确性验证周期应满足下列要求：

- 1 准确性验证的周期不得超过一年；
- 2 当年度累计检测里程超过 10000km 应进行一次准确性验证；
- 3 当设备硬件发生变化或检测结果出现异常时,应重新验证。

8.3.2 标定可选择下列方法：

- 1 在已知厚度部位或材料与检测路段相同的其他预制件上测量；
- 2 在交叉路段或搭接路段处使用双天线直达波法测量；
- 3 钻芯实测。

8.3.3 路面材料介电常数应采用钻芯取样方法进行标定,量测芯样高度,将现场钻取的芯样高度与雷达采集软件的结果进行对比,得出芯样的波速。

求取参数时应具备以下条件：

- 1 标定目标体厚度宜不小于 10.0cm,且厚度已知；
- 2 标定记录中界面反射信号应清晰、准确；
- 3 标定结果应按下列公式计算：

$$\epsilon_r = \left(\frac{0.3t}{2d} \right)^2 \quad (8.3.3-1)$$

$$v = \frac{2d}{t} \times 10^9 \quad (8.3.3-2)$$

式中: ϵ_r ——相对介电常数;

v ——电磁波速(m/s);

t ——电磁波双程旅行时间(ns);

d ——标定目标体厚度或距离(m)。

8.3.4 测量时窗由下式确定:

$$\Delta T = \frac{2d\sqrt{\epsilon_r}}{0.3} \alpha \quad (8.3.4)$$

式中: ΔT ——时窗长度(ns);

α ——时窗调整系数,一般取 1.5~2.0。

8.3.5 扫描点数由下式确定:

$$S = 2 \cdot \Delta T \cdot f \cdot K \times 10^{-3} \quad (8.3.5)$$

式中: S ——扫描样点数;

ΔT ——时窗长度(ns);

f ——天线中心频率(MHz);

K ——系数,一般取 6~10。

8.4 检测要求

8.4.1 检测前应进行下列准备工作:

1 收集设计图纸、施工配合比、原材料等资料,以合理确定标定路段;

2 按要求进行距离标定;

3 将天线牢固安装于车辆上,用专用线连接主机,并按要求开机预热;

4 将专用金属板或专用水泥板放置于天线正下方,启动采集软件,完成测试系统标定;

5 根据不同的检测目的,设置采集软件的采样间隔、采样时窗、增益等参数,但不能低于最低要求。

8.4.2 检测步骤应符合下列要求:

1 开启安全警示灯,将天线正对检测起点,启动数据采集软件,车辆缓慢匀加速到正常检测速度并保持匀速行驶;

2 检测过程中,检测人员应标记检测路段内的桥梁、隧道等构造物的起终点;

3 车辆到达检测终点后,停止数据采集;

4 检测人员应检查数据文件,文件应完整、详实,雷达图像应界面清晰、容易辨识且没有突变,否则应重新测试;

5 关闭数据采集软件及电源,拆卸雷达天线,结束测试。

8.4.3 检测测线布置应符合下列规定:

1 路面面层厚度检测应以纵断面方向为主,纵向布线的位置应与车道中线基本吻合,标准车道内每车道至少布置一条测线,含有多个车道时,应分别检测其厚度;

2 非标准车道应根据现场情况适当增加或减少测线;

3 测线每 50m~100m 应有一个里程标记;

4 纵向布线应采用连续测量方式,扫描速度不得少于 128 次/扫描线;特殊地段或条件不允许时可采用点测方式,测量点间距不得大于 50cm。

8.4.4 检测过程中应注意以下事项:

1 测量前应检查主机、天线以及运行设备,使之均处于正常状态;

2 采用空气耦合天线可选择悬挂方式采集数据,采用地面耦合天线选择紧贴地面采集数据;

3 检测车辆行驶速度应匀速行驶,空耦天线速度宜为 40km/h~50km/h,地耦天线行驶速度宜为 8km/h~10km/h;

4 记录应包括测线编号、行驶方向、标记间隔、天线类型以及温度与湿度;

- 5 需要分段测量时,相邻测量段接头重复长度不小于 5m;
- 6 应随时记录可能对测量产生电磁影响的物体(如渗水、电缆、高压变电站、铁架等)及其位置;
- 7 应准确标记测量位置,起终点、拐点、渐变线位置等。

8.5 数据处理及报告

8.5.1 原始数据处理前应回放检验,数据记录应完整详实、信号清晰、里程标记准确,不合格的原始数据不得进行处理与解释。

8.5.2 数据处理与解释软件应使用正式认证的软件或经鉴定合格的软件。

8.5.3 数据处理应符合下列规定:

- 1 位置标记应准确、无误;
- 2 应确保信号不失真,且有利于提高信噪比。

8.5.4 解释工作应符合下列规定:

- 1 应准确读取双程旅行时间的数据;
- 2 解释结果和成果图件应符合路面整体厚度检测要求。

8.5.5 路面面层厚度按下列公式计算:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (8.5.5-1)$$

$$H = \frac{\Delta T \times c}{2 * \sqrt{\epsilon_r}} \quad (8.5.5-2)$$

式中: v ——电磁波在介质中的传播速度(mm/ns);

c ——电磁波在空气中的传播速度,取 300mm/ns;

ϵ_r ——介质的介电常数;

ΔT ——雷达波在路面面层中双程走时(ns);

H ——路面面层厚度(mm)。

8.5.6 检测报告应包含以下内容:

- 1 测试路段的起讫桩号、路面结构层材料类型、路面施工设计信息、养护类别等;

- 2 电磁波在路面材料中的传播速度和介电常数；
- 3 检测路段的厚度平均值、标准差、厚度代表值。



9 路面车辙

9.1 适用范围

9.1.1 本方法适用于无积水、无积雪、无污染的沥青路面车辙自动化检测,检测指标为车辙深度 RD(mm)。

9.1.2 本方法采用模拟直尺方法计算车辙深度,分别计算左右轮迹处的最大路面车辙深度,取大值为测试断面的路面车辙深度。

9.2 设备要求

9.2.1 路面车辙自动化检测可采用梁式多传感器、扫描式激光传感器或光学影像传感器等不同装置。

9.2.2 横向有效检测宽度不应小于 3.5m,横向平均采样间距不应大于 300mm,横断面采样点数量不少于 13 个。

9.2.3 纵向断面采样间距宜采用 100mm,不应大于 200mm。

9.3 准确性验证

9.3.1 路面车辙自动化检测设备准确性验证周期应满足下列要求:

- 1 准确性验证的周期不得超过一年;
- 2 当年度累计检测里程超过 10000km 应进行一次准确性验证;
- 3 当设备硬件发生变化或检测结果出现异常时,应重新验证。

9.3.2 路面车辙自动化检测的准确性验证应包括有效宽度、纵向测距误差、横断面测试点垂直测距误差、车辙深度误差、等速重复性、相关性验证。

表 9.3.2 路面车辙自动化检测的准确性验证要求

验证项目	准确性验证要求
有效宽度	$\geq 3.5\text{m}$
垂直测距误差	$\Delta h \leq 1\text{mm}$
纵向测距误差	$\delta l \leq 0.1\%$
车辙深度误差	$\delta rd \leq 15\%$
等速重复性	变异系数 $C_v \leq 5\%$
相关性	相关系数 $R \geq 0.90$

9.3.3 路面车辙自动化检测应按下列方法进行有效宽度验证：

1 用钢卷尺检测激光车辙仪投射到硬性地面上最外侧两个激光点之间的直线距离；

2 用钢卷尺检测激光图像车辙仪检测系统输出值对应的投射到硬性地面上有效激光线的长度；

3 有效宽度应满足表 9.3.2 要求。

9.3.4 路面车辙自动化检测应按按本标准 4.3.4 方法进行纵向测距传感器误差验证,纵向测距误差应满足表 9.3.2 要求。

9.3.5 路面车辙自动化检测应按本标准第 6.3.4 条规定方法依次对各横断面测试点垂直测距误差进行验证,其差值应满足表 9.3.2 要求。

9.3.6 路面车辙自动化检测应按下列方法进行车辙深度误差检验：

1 选择 5 条试验路段,要求其车辙深度范围为 0mm~10mm、10mm~20mm、20mm~30mm、30mm~40mm、40mm~50mm,每条路段长度不小于 300m,在轮迹带沿车道线平行位置画上明显的测线,并在始点、终点画上横线；

2 在每条试验路段上每间隔 10m 画上断面标记,用满足要

求的横断面尺测量每个断面的车辙深度,分别计算各路段每个断面车辙深度平均值,作为该路段的标准车辙深度 RD_0 ;

3 检测车从第一个测试断面前方一定距离(宜大于 100m)处加速,沿轮迹标识线行驶,同时启动检测系统测试,纵向采样间距不大于 20cm,要求行驶至始点时速达到 60km/h;

4 检测车保持 60km/h 的速度,沿轮迹标识线均匀驶过试验路段,当检测车前轮经过终点时保存数据,结束检测;

5 分别计算各路段各断面车辙深度的平均值,作为该路段的测试值 RD ;

6 取各断面(路段)10 次重复测量结果平均值经参数转换后的车辙深度,按照下式计算车辙深度误差:

$$\delta_{RD} = \left| \frac{RD - RD_0}{RD_0} \right| \times 100 \quad (9.3.6)$$

式中: δ_{RD} ——车辙深度误差,单位为百分比(%);

RD ——激光车辙仪所测的车辙深度,单位 mm;

RD_0 ——标准车辙深度,单位 mm。

取各断面(路段)车辙深度误差(δ_{RD})最大值作为检测结果。车辙深度误差应满足表 9.3.2 要求。

9.3.7 路面车辙自动化检测的车辙深度等速重复性验证应按下列要求进行:

1 按本标准第 9.3.6 条规定步骤采集车辙数据,计算速度 60km/h 条件下,各断面(路段)车辙深度测量结果的变异系数 C_v ;其中变异系数按本标准附录 A 规定方法计算。

2 取各断面变异系数的最大值作为检测结果,变异系数应满足表 9.3.2 要求。

9.3.8 路面车辙自动化检测的车辙深度相关性应按附录 A 规定方法进行计算,相关性系数应满足表 9.3.2 要求。

9.4 检测要求

9.4.1 检测前应完成下列准备工作：

- 1 将检测设备所有轮胎气压调整为标准气压；
- 2 启动检测设备,将检测装置调整至工作状态；
- 3 输入路线名称、起点位置、终点位置、检测车道、检测方向和检测时间等引导信息。

9.4.2 检测过程应符合下列规定：

- 1 应根据交通量、路面状况等实际情况确定合适的检测速度,至少提前 50m 保持稳定状态；
- 2 检测轨迹的中心线应与车道中心线基本吻合,必须并线超车时,应尽快回到原行驶车道,并记录好变线超车里程范围；
- 3 应实时监控路面车辙检测值变化,出现异常时应及时寻找原因并做好记录,必要时停止检测；
- 4 现场存在减速带、应根据现场检测情况,做好检测工作记录；
- 5 通过检测路段终点后,应保持检测状态采集至少 50m 数据。

9.5 数据处理及报告

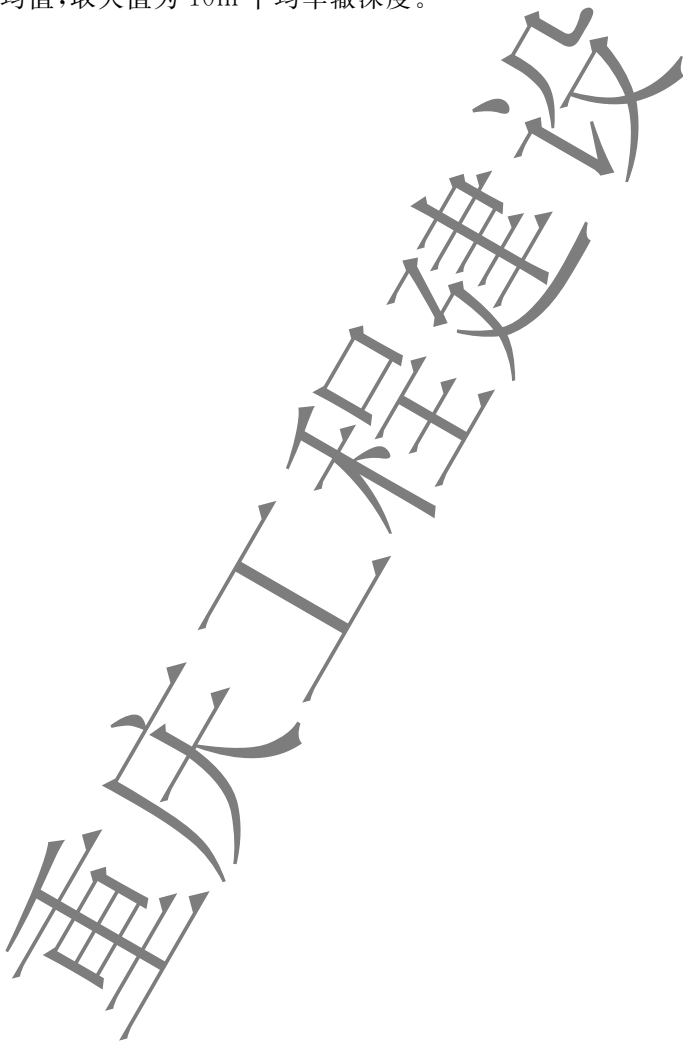
9.5.1 断面高程原始数据应包括桩号、左侧车辙、右侧车辙和路面车辙,并以文本或电子表格格式保存。

9.5.2 路面车辙自动化检测应按下列要求复核：

- 1 当横断面数据出现异常或横断面数据不完整时,该断面视为无效断面,当无效断面数超出计算单元内断面总数 5% 时,该计算单元的车辙结果应无效；
- 2 应检查原始数据、现场检测工作记录、道路名称、检测范

围、行车方向是否一致,不一致时应核查原因。

9.5.3 检测报告应以 10m 为单元分别计算断面左、右车辙深度的平均值,取大值为 10m 平均车辙深度。



10 路面综合破损

10.1 适用范围

10.1.1 本方法适用于各类车载式路面损坏视频系统在无积水、积雪、雾、遮挡物等正常通车条件下的城镇道路连续采集路面损坏数据。

10.1.2 本方法的数据采集、传输、记录和处理由专用设备及配套软件自动控制进行。

10.1.3 本方法所检数据计算和整理分析应按照《城镇道路养护技术规范》(CJJ36-2016)的要求进行。

10.2 设备要求

10.2.1 车载式路面图像视频损坏检测系统由照明光源、高速高分辨数字成像装置、纵向距离传感器和路面损坏计算机图像处理软件等组成,如图 10.2 所示。

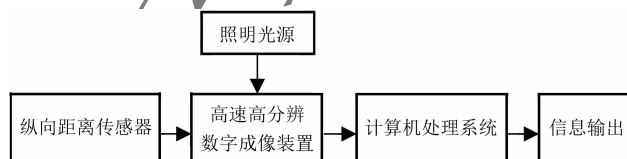


图 10.2 车载式路面图像视频损坏检测系统示意图

10.2.2 路面图像应采用纵向连续的检测方式,路面图像应为正视图图像,并具有准确的位置信息,检测图像应纹理清晰、亮度均匀,路面原始图像应能长期保存。

10.2.3 路面病害自动识别软件应能剔除路面污渍、标线、施工缝等非路面病害。

10.2.4 车载式路面图像视频损坏检测系统应满足下列要求：

- 1 纵向距离传感器标定误差应小于等于 0.1%；
- 2 有效检测宽度宜大于等于 3.75m；
- 3 成像分辨力应小于等于 1mm；
- 4 横纵向长度测量偏差应小于等于 5%；
- 5 路面损坏面积示值相对误差应满足 $\pm 5\%$ 的要求。

10.3 准确性验证

10.3.1 路面破损自动化检测设备准确性验证周期应满足下列要求：

- 1 准确性验证周期不得超过一年；
- 2 当设备硬件发生变化或检测结果出现异常时，应重新验证。

10.3.2 路面破损自动化检测的准确性验证应包括：成像分辨力、路面有效检测宽度、横纵向长度测量偏差、路面损坏面积相对误差、纵向距离相对误差、路面损坏面积测量重复性；采用自动识别方法时，还应对路面损坏自动识别结果的准确率进行验证。准确性验证要求应符合表 10.3.2 的规定。

表 10.3.2 路面破损自动化检测的准确性验证要求

验证项目	准确性验证要求
纵向测距误差	$\delta_L \leq 0.1\%$
路面有效检测宽度	$\geq 3.75\text{m}$
成像分辨力	$\leq 1\text{mm}$
横纵向长度测量偏差	$\delta_l \leq 5\%$
路面损坏面积相对误差	$-5\% \leq \Delta_{A_i} \leq 5\%$
路面损坏面积测量重复性	变异系数 $C_v \leq 5\%$

10.3.3 纵向距离相对误差应按本标准第 4.3.4 条规定方法进行准确性验证，纵向距离相对误差应符合表 10.3.2 要求。

10.3.4 路面有效检测宽度按下列要求进行准确性验证:

1 在试验路段上,用钢卷尺沿垂直于试验路段车道方向量取不小于 4m 的距离,每间隔 100mm 做出标记,标记线沿着车道中心线对称分布;

2 检测车沿车道直线行驶,并采集路面图像;

3 筛选带有宽度标记的图像,通过目测判断图像所覆盖的车道宽度;

4 路面有效检测宽度应满足表 10.3.2 要求。

10.3.5 成像分辨力按下列要求进行准确性验证:

1 将分辨力测试板放置于试验路段车道上靠近成像区域左侧边界、右侧边界和纵向轴线的 3 个典型位置,使分辨力测试板上其中一组样条的方向与车道方向一致;

2 检测车以不低于 50km/h 的速度,采集各分辨力测试板图像;

3 对于采用人工处理的检测系统,通过目测判断检测系统采集的图像,记录可准确分辨的样条数;

4 对于采用自动处理的检测系统,通过检测系统软件对分辨力测试板图像进行识别,输出分辨力测试板中各方向的样条数,或通过目测方法对软件识别结果中正确识别的样条进行计数;

5 根据样条计数与实际样条数的一致性判断成像分辨力大小,所测得的 3 个位置的成像分辨力均不大于 1mm 的规定。

10.3.6 横纵向长度测量偏差按下列要求进行准确性验证:

1 将测量范围为 0m~1m,分度值不大于 1mm 的钢直尺放置于试验路段车道中心线上,使其方向与车道方向一致;

2 检测车以不低于 50km/h 的速度,采集钢直尺图像,并测量钢直尺长度;

3 将钢直尺放置于试验路段车道中心线上,使其方向与车道方向垂直,重复步骤 2 的操作;

4 按下式计算横纵向长度测量偏差,应符合表 10.3.2 的规定:

$$\delta_l = \frac{\frac{|l_2 - l_1|}{|l_2 + l_1|}}{2} \times 100 \quad (10.3.6)$$

式中: δ_l ——横纵向长度测量偏差(%);

l_1 、 l_2 ——不同方向放置时,检测系统测得的钢直尺长度(mm)。

10.3.7 路面损坏面积示值相对误差按下列要求进行准确性验证:

1 将面积测试板随机放置在 50m 长的试验车道的非行车位置处;

2 检测车以不低于 50km/h 的速度驶过试验路段,检测系统输出每块面积测试板的面积;

3 重复步骤 2 的试验过程 3 次,每次试验前随机变动 6 块面积测试板的位置;

4 采用下式计算各面积测试板的相对误差:

$$\Delta_{Ai} = \frac{\bar{A}_i - A_{i,0}}{A_{i,0}} \times 100 \quad (10.3.7)$$

式中: Δ_{Ai} ——第 i 块面积测试板的面积测量示值相对误差(%);

$\bar{A}_i$ ——第 i 块面积测试板 3 次面积测量结果的平均值,单位为 m^2 ;

$A_{i,0}$ ——第 i 块面积测试板的面积参考值,单位为 m^2 。

5 路面损坏面积示值相对误差应符合表 10.3.2 要求。

10.3.8 路面损坏面积测量重复性按下列要求进行准确性验证:

1 在试验路段上放置不同类型的面积测试板;

2 检测车以不低于 50km/h 的速度检测试验路段,检测系统输出各面积测试板的总面积;

3 重复步骤 2 的操作 10 次,按本标准附录 A 规定方法计算路面损坏面积测量重复性变异系数;

4 路面损坏面积测量重复性应符合表 10.3.2 要求。

10.4 检测要求

10.4.1 检测前应进行下列准备工作：

- 1 检查相机镜头表面洁净无污物；
- 2 将检测设备所有轮胎气压调整为标准气压；
- 3 启动检测设备，通过调整相机参数或光源的方式确定路面图像光亮均匀，无明显亮纹和暗纹；
- 4 将检测装置调整至工作状态；
- 5 输入道路名称、起点位置、终点位置、检测车道、检测方向和检测时间等引导信息。

10.4.2 检测操作应符合下列规定：

- 1 检测单元的选择应满足现行《城镇道路养护技术规范》(CJJ 36)的规定；
- 2 应根据交通量、路面状况等实际情况，确定合适的检测速度，最大速度不宜超过 80km/h；
- 3 检测轨迹的中心线应与车道中心线基本吻合，必须并线超车时，应尽快回到原始车道，并记录变线超车范围；
- 4 操作人员应实时监控检测数据并及时调整检测状态；
- 5 应根据路面技术状况变化情况，做好现场检测工作记录；
- 6 通过检测路段终点后，应保持检测状态继续采集至少 50m 数据。

10.5 数据处理及报告

10.5.1 路面图像宜保存为 JPEG 等格式，图像文件名称应包含检测路线、方向、车道、距离或位置等信息。

10.5.2 应根据采集的路面图像人工或自动识别路面病害类型

和损害面积

10.5.3 路面综合破损自动化检测与自动识别结果应按下列要求进行复核：

1 应检查原始数据、现场检测工作记录、道路名称、检测范围、检测方向、检测里程是否一致，不一致时应核实查找原因，结合现场检测记录进行修正；

2 应随机抽取 4%~5% 的路段实施人工识别作为基准值，根据基准值和自动识别结果确定路面病害识别准确率；路面病害识别准确率低于 90% 的路段，应重新自动识别，直至自动识别准确率满足 90% 的要求；对路面损害较严重的路段，抽样比例宜采用 5%~10%。

10.5.4 检测报告应根据《城镇道路养护技术规范》(CJJ36-2016) 的规定计算评定路段的单项扣分值、单项权重、单类扣分、单类权重、综合扣分值、PCI、各类形式损坏占比及车道完好率。

附录 A 检测路段数据整理方法

A.0.1 根据本标准的规定计算平均值、标准差、变异系数,并进行线性回归分析,计算相关系数。

A.0.2 应按下列公式计算误差:

$$\Delta_i = X_i - X_0 \quad (\text{A.0.2})$$

式中: X_i ——各个测点的测量值;

X_0 ——标准值;

Δ_i ——测量值与标准值的误差;

A.0.3 应按下列公式计算平均值、标准差、变异系数:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \quad (\text{A.0.3-1})$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \quad (\text{A.0.3-2})$$

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \times 100 \quad (\text{A.0.3-3})$$

式中: X_i ——各测点的测试值;

N ——测点数;

$\bar{X}$ ——检测路段测定值平均值;

S ——检测路段测定值标准差;

C_v ——检测路段测定值的变异系数。

A.0.4 应按下列公式进行回归性分析:

$$y = ax + b \quad (\text{A.0.4-1})$$

$$R = \frac{\sum [(x_i - \bar{x}) - (y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\sum [(x_i - \bar{x})^2 - (y_i - \bar{y})^2]}} \quad (\text{A.0.4-2})$$

式中: R ——相关系数;

x_i ——第 i 个路段的测试值;

$\bar{x}$ —— n 个路段测量结果的算术平均值;

y_i ——第 i 个路段的标准值;

$\bar{y}$ —— n 个路段标准值的算术平均值。

附录 B 反移动平均滤波处理方法

B.0.1 本方法适用于路面平整度自动化检测中纵断面高程的高通滤波数据处理。

B.0.2 应按下列步骤进行滤波计算：

1 移动平均长度内高程点总数 m 应按下式计算：

$$m = \frac{L_1}{l} \quad (\text{B.0.2-1})$$

式中： L_1 ——移动平均长度，取 10m；

l ——断面高程输出间距；

m ——移动平均长度内高程点数，近似为最近的奇数（偶数进 1）；

2 每个断面的位置 k 的高程移动平均值应按下列公式计算：

$$\bar{Y}_k = \frac{1}{m} \sum_{j=i}^{j=i+m-1} Y_j \quad (\text{B.0.2-2})$$

$$i = k - \frac{m-1}{2} \quad (\text{B.0.2-3})$$

$$k \in \left[\frac{m+1}{2}, M - \frac{m-1}{2} \right] \quad (\text{B.0.2-4})$$

式中： m ——断面高程总点数；

M ——移动平均长度内高程点数；

$\bar{Y}_k$ ——第 k 点高程移动平均值；

Y_j ——第 j 点的纵断面高程检测值(m)。

附录 C 路面构造深度 SMTD 计算方法

C.0.1 本方法适用于激光测距法自动化检测路面构造深度中 SMTD 指标的计算。

C.0.2 超出检测范围的高程无效数据应剔除。

C.0.3 应将纵断面高程数据按纵向划分为长 0.3m 的若干计算单元,并按下列公式计算各单元 SMTD:

$$SMTD_D = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n^2} - \frac{12 (\sum_{i=1}^n x_i y_i)^2}{n^2 - 1} + P} \quad (D.0.3-1)$$

$$P = \frac{5[(n^2 - 1) \sum_{i=1}^n y_i^2 - 12 \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i]^2}{4(n^2 - 4)} \quad (D.0.3-2)$$

$$n = \frac{D}{l} \quad (D.0.3-3)$$

式中: $SMTD_D$ ——基准计算长度 D 内的路面构造深度(mm);

D ——基准计算长度,取 0.3m;

x_i ——基准计算长度 D 内,第 i 点的名义距离(m);

$$x_i = -\frac{(n-1)}{2} \quad (D.0.3-4)$$

$$x_n = \frac{(n-1)}{2} \quad (D.0.3-5)$$

式中: y_i ——第 i 点的纵断面高程测量值(mm);

n ——基准计算长度 D 内纵断面高程数量,近似为最近的奇数(偶数进 1);

l ——纵断面取样间距(m)。

C.0.4 应以 10m 为单元计算所有有效基准计算单元 SMTD 的平均值。

附录 D 断面平均构造深度 MPD 计算方法

D.0.1 本方法适用于激光测距法自动化检测路面构造深度中断面平均构造深度 MPD 指标的计算。

D.0.2 超出检测范围的无效高程数据应剔除,缺失数据应采用剔除位置前后高程检测数据的线性插值来代替。

D.0.3 应按下列步骤采用移动平均法对断面高程进行低通滤波计算:

1 应按下式计算移动平均长度内纵断面高程点数 m :

$$m = \frac{M}{L} \quad (\text{E.0.3-1})$$

式中: M ——移动平均长度,取 0.005m;

L ——断面高程输出间距(m);

m ——移动平均长度内高程点数,近似为最近奇数(偶数进 1);

2 应按下式计算 0.1m 计算单元长度内的纵断面高程点数 n :

$$n = \frac{B}{l} \quad (\text{E.0.3-2})$$

式中: B ——计算单元长度,取 0.1m;

l ——断面高程输出间距(m);

n ——0.1m 计算单元内断面高程点数量,近似为最近奇数(奇数进 1);

3 应按下式计算每个断面位置 k 的高程移动平均值:

$$\bar{y}_k = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{i} \sum_{j=1}^{j=i} y_i, i = 2k-1, k \in \left[1, \frac{m-1}{2} \right] \\ \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{j=i+m-1} y_i, i = k - \frac{m-1}{2}, k \in \left[\frac{m+1}{2}, T - \frac{m-1}{2} \right] \\ \frac{1}{l} \sum_{j=T-i+1}^T y_i, i = 2(T-k)+1, k \in \left[T - \frac{m-1}{2}, T \right] \end{array} \right\} \quad (\text{E.0.3-3})$$

式中: y_i ——第 i 点的纵断面高程测量值(mm);

T ——10m 单元内纵断面高程点数;

m ——移动平均长度内高程点数;

D.0.4 应将滤波处理后的断面划分为 $100\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 长的若干基准计算长度。

D.0.5 应按下列公式对每个基准长度中断面测值进行线性回归:

$$y = ai + b \quad (\text{E.0.5-1})$$

$$a = \frac{1}{D} \left[n \sum_{i=1}^n i \bar{y}_i - \frac{n(n+1)}{2} \sum_{i=1}^n \bar{y}_i \right] \quad (\text{E.0.5-2})$$

$$b = \frac{1}{D} \left[\frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \sum_{i=1}^n \bar{y}_i - \frac{n(n+1)}{2} \sum_{i=1}^n i \bar{y}_i \right] \quad (\text{E.0.5-3})$$

$$D = \frac{1}{12} n^2 (n^2 - 1) \quad (\text{E.0.5-4})$$

式中: i ——100mm 长基准计算长度内第 i 个检测断面,取值范围

$1 \sim n$;

n ——100mm 片段内检测断面数;

$\bar{y}_i$ —— i 断面滤波处理后的平均值(mm)。

D.0.6 应利用线性回归结果按下式对滤波处理后的断面值进行修正:

$$\bar{Y}_i = \bar{y}_i - (ai + b) \quad (\text{E.0.6})$$

式中: $\bar{Y}_i$ —— i 断面修正平均值(mm)。

D.0.7 应分别计算 100mm 计算单元内前后两个 50mm 内的断

面最大峰值 $\bar{Y}_{Bmax1}$ 和 $\bar{Y}_{Bmax2}$,并按下式计算该 100mm 基准计算单元 MPD:

$$MPD_B = \frac{\bar{Y}_{Bmax1} + \bar{Y}_{Bmax2}}{2} - \bar{Y}_B \quad (E.0.7-1)$$

$$\bar{Y}_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n i\bar{Y}_i \quad (E.0.7-2)$$

D.0.8 应以 10m 为单元计算所有 100mm 基准计算单元 MPD 的平均值。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 标准中指明应按其他有关标准执行时,写法为:“应符合……的规定(或要求)”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《光电测距仪》GB/T 14267
- 2 《多功能路况快速检测设备》GB/T 26764
- 3 《路面损坏视频检测方法》GB/T 26769
- 4 《工程测量规范》GB 50026
- 5 《城镇道路工程施工与验收规范》CJJ 1
- 6 《城镇道路养护技术规范》CJJ 36
- 7 《城市道路工程设计规范》CJJ 37
- 8 《城市道路路面设计规范》CJJ 169
- 9 《卫星定位城市测量技术标准》CJJ/T 73
- 10 《公路路面技术状况自动化检测规程》JTG/T E61
- 11 《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1
- 12 《公路路基路面现场测试规程》JTG E60
- 13 《铁路隧道衬砌质量无损检测规程》TB 10223
- 14 《车载式路面激光平整度仪》JJG(交通)075
- 15 《车载式路面激光车辙仪》JJG(交通)076
- 16 《车载式路面损坏视频检测系统》JJG(交通)077
- 17 《车载式路面激光构造深度仪》JJG(交通)112
- 18 《公路断面探伤及结构层厚度探地雷达》JJG(交通)124
- 19 《车载式路面路面激光平整度仪》JT/T 676
- 20 《车载式路面激光车辙仪》JT/T 677
- 21 《车载式路面损坏视频检测系统》JT/T 678
- 22 《车载式道路几何数据仪》JT/T 839
- 23 《车载式路面激光构造深度仪》JT/T 840

重庆工程职业技术学院

重庆市工程建设标准

城镇道路沥青路面现场自动化检测
技术标准

DBJ50/T-418-2022

条文说明

2022 重 庆

重庆工程学校

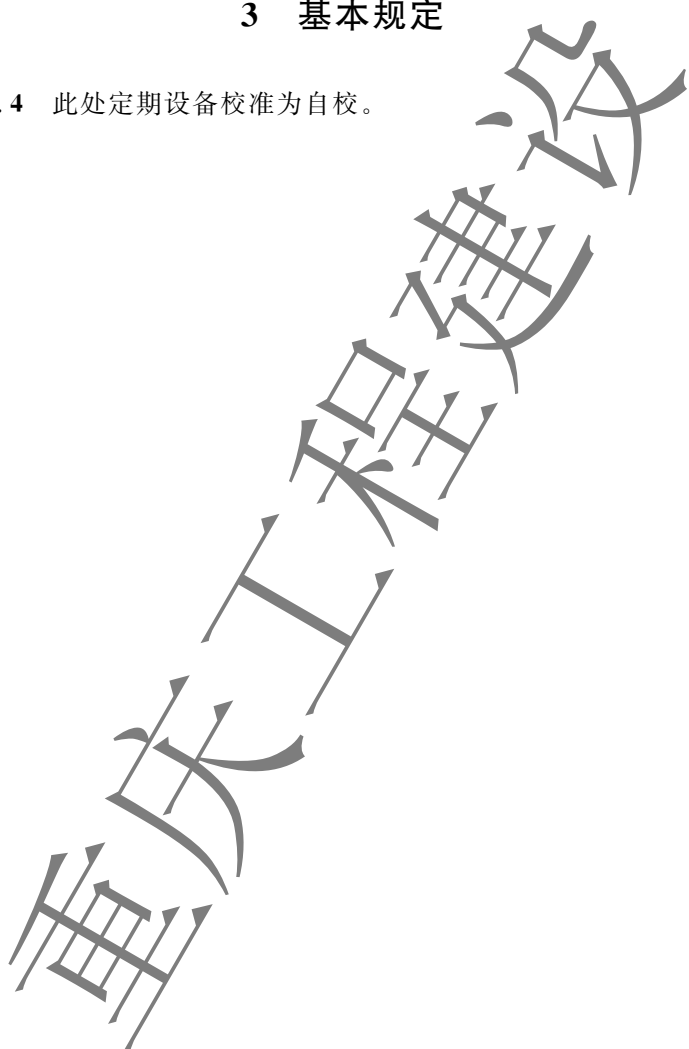
目 次

3	基本规定	57
4	距离测量与定位	58
4.4	检测要求	58
6	路面平整度	59
6.3	准确性验证	59
6.5	数据处理及报告	59
7	路面构造深度	60
7.3	准确性验证	60
8	面层厚度	61
8.1	适用范围	61
8.3	准确性验证	61
8.5	数据处理及报告	61
9	路面车辙	63
9.1	适用范围	63
9.3	准确性验证	64
10	路面综合破损	65
10.3	准确性验证	65
附录 C	路面构造深度 SMTD 计算方法	66
附录 D	断面平均构造深度 MPD 计算方法	67

重庆工程学校

3 基本规定

3.0.4 此处定期设备校准为自校。



4 距离测量与定位

4.4 检测要求

4.4.4 车胎标准气压为车辆生产厂家规定的气压。

6 路面平整度

6.3 准确性验证

6.3.5 常用激光类平整度检测设备采用加速度计测量装置,检测速度对加速度计测量装置的测量精度产生影响,特别是低速检测(小于 30km/h)时精度会有所降低,从而导致检测数据误差较大,为此需要验证路面平整度检测装置的最低有效检测速度。

当采样间隔大于 0.25m 时,测量结果与标准结果之间的误差会逐渐增加,而当采样间隔小于 0.25m 时是稳定可靠的。

6.5 数据处理及报告

6.5.4 当低于最低有效检测速度或者超过最大有效加速度时,路面平整度检测装置的加速度传感器会产生不稳定的数据,导致纵断面高程检测值失真、路面平整度不准,因此相应检测结果应予以标注并剔除。

7 路面构造深度

7.3 准确性验证

7.3.6 由于计算模式差别,对于相同被测表面,激光构造深度仪计算示值存在一定差异,因此在工程应用中,须按相应规范经过相关性试验和转换后,才可用于路面构造深度评价。

8 面层厚度

8.1 适用范围

8.1 目前路面厚度的检测通常通过测量钻孔试件厚度或挖坑法为主要方法,但属于破坏性试验,会对路面造成损伤。短脉冲雷达法是目前普遍采用的用于测试路面结构层厚度的一种无损测试设备,其测试效率远高于目前的传统方法。

8.3 准确性验证

8.3.3 为了准确反算出面层整体厚度,必须知道路面材料的介电常数,通常采用在路面上钻芯取样方法以获取路面材料的介电常数。每路段不少于3组静态数据及芯样,取样应在路缘线向内2m范围随机取样,测试过程中应根据现场实际情况适当增加或减少芯样钻取数量,以保证测试厚度的准确性。

8.5 数据处理及报告

8.5.1 在检测过程中,为了保留更多的有用电磁波信号,数据采集时一般为宽频采集,原始数据处理前应回放检验,数据记录应完整详实、信号清晰,里程标记准确,不合格的原始数据不得进行处理与解释。

8.5.3 数据处理与解释可采用下列流程:

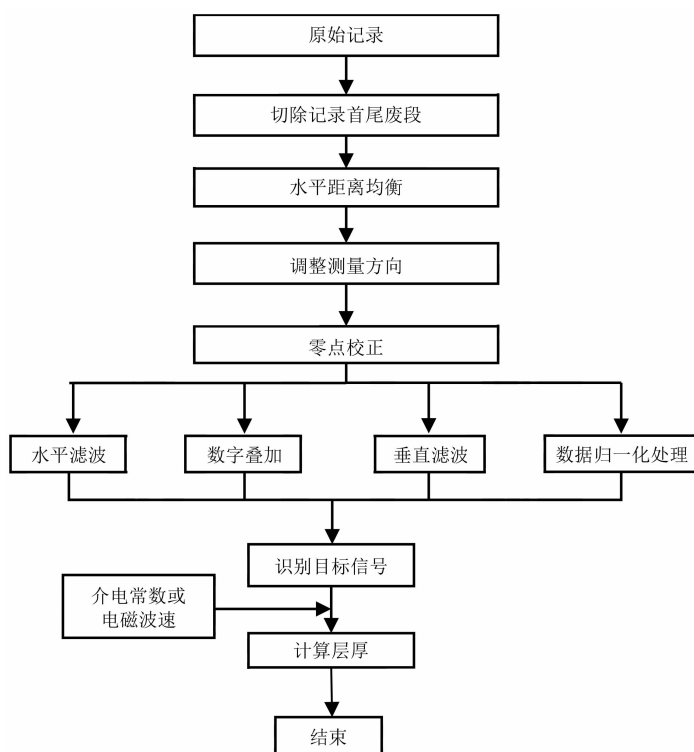


图 1 数据处理与解释流程

9 路面车辙

9.1 适用范围

9.1 车载式路面激光车辙仪分为两类:第一类为利用共梁多激光测距技术,直接测试路面横断面高程并计算路面车辙深度的设备,主要由激光测距传感器、纵向距离传感器和计算机处理系统等部分组成;第二类为应用线激光和高速数字高分辨图像采集技术,通过对激光线的变形,计算路面车辙深度的设备,主要由线激光光源、高速数字高分辨率图像装置、纵向距离传感器和计算机数字图像处理系统等部分组成。路面车辙深度计算方法主要分为两种:直尺法和包络线法。目前直尺法应用较为普遍,英国、美国(AASHTO、LTTP)、世界银行、世界道路协会等国家或机构均采用直尺法,我国现行《公路路基路面现场测试规程》(JTGE60)也采用直尺法,因此本标准采用直尺法。直尺法的直接原理是采用直尺直接测量,只不过将这条直尺虚化,而且直尺的直接长度可以根据规范要求和实际情况而定,直尺与道路的最低点距离作为相应的车辙深度,计算原理如图2所示。

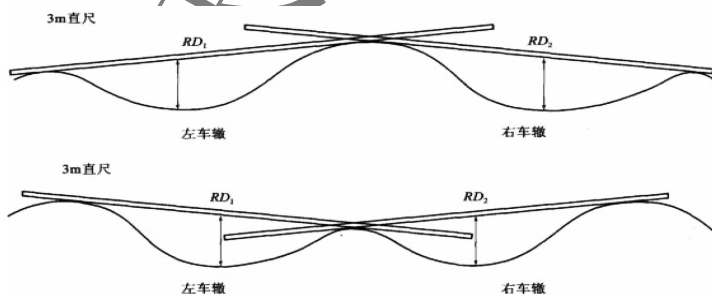


图2 车辙深度计算方法

9.3 准确性验证

9.3.2 本标准相较于 JTG/T E61-2014 增加垂直测距误差、纵向测距误差、车辙深度误差等主要是考虑城镇道路的车辙情况更严重,且车辙长度较短,需增加准确性验证频率。

10 路面综合破损

10.3 准确性验证

10.3.5 分辨力测试板为低热膨胀系数的基板,厚度不大于5mm,沿相互垂直的方向分别刻划宽度相等、颜色深浅相间的条纹,单一条纹宽度分别为 $(1.00 \pm 0.05)\text{mm}$ 、 $(2.00 \pm 0.05)\text{mm}$ 、 $(3.00 \pm 0.05)\text{mm}$ 、 $(4.00 \pm 0.05)\text{mm}$,条纹长度不小于300mm。

10.3.7 面积测试板宜选用铝合金、塑料等平板材料加工,厚度不大于5mm,应与路面背景颜色明显区分,面积为 $100 \sim 1600\text{cm}^2$ 的正方形和菱形测试版各3块。

附录 C 路面构造深度 SMTD 计算方法

附录 C.0.2 由于表面深槽或者局部表面光度特性可能导致数据无效,需剔除这些位置附近的高于或低于检测范围的数据。

附录 C.0.3 对一定长度段落内测试点的高度数列,进行二次抛物线回归后的计算残差。具体如下:

$$SMTD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - y_c)^2}{N}} \quad (1)$$

式中,SMTD 为路面构造深度指标,通过各检测点高度数据进行抛物线回归,计算残差得到; y_i 为各检测点高度数值, y_c 为通过二次最小平方回归法获得的一条抛物线,等于 $a+bx+cx^2$ 对式(1)采用正交法一元二次回归设计理论推导后能够得到式 D.0.3。计算原理见图 3 所示。

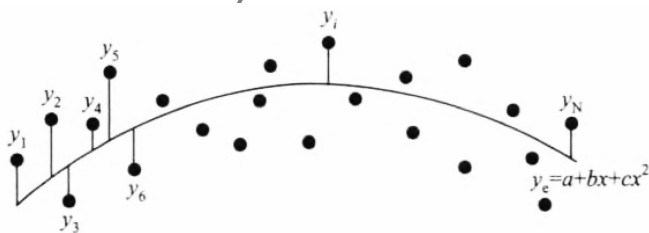


图 3 传感器测量构造深度 SMTD 计算方法

附录 D 断面平均构造深度 MPD 计算方法

附录 D.0.3 路面构造又称宏观纹理,是基于路面波谱理论,采用激光测距技术连续测量波长在 $0.5\text{mm}\sim 50\text{mm}$ 内路表纵断面高程,在一定概率分布假设的基础上,通过理论模型推算被测表面的构造深度。本标准检测方法是参照《基于表面特性的路面构造深度-断面平均构造深度的测定》(EN ISO 13473-1-2004)标准制定的。计算原理见图 4 所示。

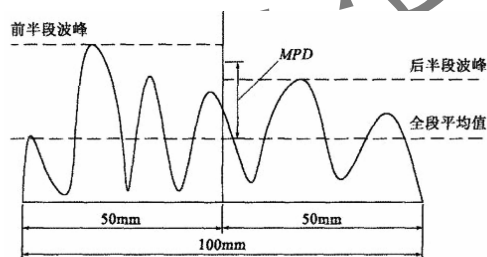


图 4 断面平均构造深度 MPD 计算方法

重庆工程学校