



T/CECS G XXXX: 2026

中国工程建设协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction  
Standardization

公路移动式路面加速加载系统试验  
技术规程

Technical specification for the highway mobile pavement acceleration loading system  
testing

(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设协会标准  
Standard of China Association for Engineering Construction  
Standardization

公路移动式路面加速加载系统试验  
技术规程

Technical specification for the highway mobile pavement acceleration loading  
system testing

T/CECS G: XXXX-2026

主编单位：广东华路交通科技有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：20 年 月 日

人民交通出版社股份有限公司

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于开展 2021 年第一批中国工程建设标准化协会标准（CECS G）制修订项目编制工作的通知》（中建标公路〔2021〕88 号）要求，由广东华路交通科技有限公司和长安大学共同承担《公路移动式路面加速加载系统试验技术规程》（以下简称本规程）的制定工作。

编写组在全面总结国内外近年来公路移动式路面加速加载系统（Mobile Load Simulator, MLS）试验工程经验和科技成果的基础上，对公路移动式路面加速加载系统试验应用情况进行了广泛调研，充分吸收了国内外相关标准规范的先进技术方法和建设经验，并广泛征集了行业内外的意见和建议，完成了本规程的编写工作。

本规程分为 7 章，主要内容包括：总则、术语和符号、设备系统、试验准备、试验流程、试验数据处理、试验报告。

本规程基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本标准提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本规程相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由广东华路交通科技有限公司和长安大学负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本标准日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或刘锋（地址：广州市白云区丛云路 399 号；邮编：510420；传真：020-86330731；电子邮箱：whlfok@126.com），以便修订时研用。

**主 编 单 位：** 广东华路交通科技有限公司

长安大学

**参 编 单 位：** 南非-中国交通合作中心（SACTCC）

南非文达大学（UNIVEN）

国际移动式路面加速加载系统 MLS 学会（ISMLS）

上海卓致力天科技发展有限公司

广东交科技术研发有限公司

广东交科检测有限公司

**主 编：**吴传海

**主要参编人员：**郑南翔 刘 锋 王于晨 许新权 Estime Mukandile

王云飞 庄传仪 Brightnes Risimati 张国民 吴新强

李善强 胡迟春 张 玮 林 鹏 李 伊 王志祥

**主 审：**孟书涛

**参与审查人员：**

# 目录

<b>1 总则</b> .....	<b>1</b>
<b>2 术语和符号</b> .....	<b>1</b>
2.1 术语 .....	1
2.2 符号 .....	1
<b>3 设备系统</b> .....	<b>2</b>
3.1 一般要求 .....	2
3.2 MLS11 型加速加载测试系统 .....	2
3.3 MLS66 型加速加载测试系统 .....	6
3.4 断面仪 .....	7
3.5 温度数据采集仪 .....	7
<b>4 试验准备</b> .....	<b>8</b>
4.1 一般要求 .....	8
4.2 双侧面切平标准圆柱试件制备 .....	8
4.3 室内路面平板试件制备 .....	11
4.4 试验布置 .....	11
<b>5 试验流程</b> .....	<b>18</b>
5.1 一般要求 .....	18
5.2 试验方案 .....	18
5.3 干式/湿式高温车辙试验 .....	20
5.4 干式/湿式抗滑性能试验 .....	22
5.5 水敏感性试验 .....	23
5.6 平整度试验 .....	25
5.7 路面结构承载力试验 .....	25
<b>6 试验数据处理</b> .....	<b>27</b>
6.1 车辙变形及断面数据处理 .....	27

6.2 温度数据处理 .....	32
6.3 抗滑性能数据处理 .....	33
6.4 水敏感性数据处理 .....	33
6.5 平整度数据处理 .....	34
6.6 路面结构承载力数据处理 .....	34
<b>7 试验报告 .....</b>	<b>35</b>
<b>附录 A 断面仪.....</b>	<b>36</b>
A.1 断面仪的安装.....	36
A.2 软件操作.....	36
A.3 断面仪数据解析与处理.....	38

# 1 总则

**1.0.1** 为规范移动式路面加速加载系统 (MLS) 试验应用, 统一试验技术要求, 制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于公路沥青路面工程的材料性能评价、施工质量检验、养护工程及长期性能分析, 城镇道路工程可参照使用。

**1.0.3** 本规程适用于室内试槽试验、室内路面平板试验及现场原位试验。

**1.0.4** 本规程适用于沥青混合料高温稳定性、抗滑性能、水敏感性、平整度及路面结构承载力等试验。

**1.0.5** 本规程采用的 MLS 设备包括 1/3 比例 MLS11 型及全尺寸 MLS66 型移动式路面加速加载系统; 其他型号 MLS 设备及其他类型加速加载系统试验可参照执行。路面结构承载力试验仅适用于 MLS66 型设备。

**1.0.6** 本规程所用试验设备及附属系统, 应经检定或校准合格, 确认满足本规程技术要求后方可使用。

**1.0.7** MLS 试验除应符合本规程外, 尚应符合国家及行业现行相关标准的规定。

规范性引用文件:

JTG 3410 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG 3450 公路路基路面现场测试规程

南非国家标准 SANS 3001-PD1:2016. Civil engineering test methods—Part PD1: Determination of permanent deformation and moisture sensitivity in asphalt mixes with the MMLS3 (South African National Standard)

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 1/3 比例路面加速加载试验 1/3-scale accelerated pavement testing

本试验采用 1/3 比例单轮移动加载模拟系统（简称 MLS11 型系统），可快速模拟实际交通荷载作用；试验可在室内试槽、室内路面平板及现场路面开展，适用于高温干式、高温湿式、常温干式、常温湿式等工况条件。

#### 2.1.2 全尺寸路面加速加载试验 full-scale accelerated pavement testing

采用全尺寸单组双轮胎移动加载模拟系统（简称 MLS66 型系统），在足尺试验路面或现役路面上施加实际轮载，模拟长期交通荷载作用的试验。

### 2.2 符号

本规程各种符号、代号以及意义详见表 2.2。

表 2.2 符号及代号

编 号	符号或代号		意义
	全称	简称	
1	Mobile Load Simulator	MLS	移动式路面加速加载系统
2	1/3 Scale Mobile Load Simulator	MLS11	1/3 比例移动式路面加速加载系统
3	Full-Scale Mobile Load Simulator	MLS66	全尺寸移动式路面加速加载系统
4	Water Heating Unit	WHU	水循环湿式加热单元
5	Dry Cooling/Heating Unit	DCHU	干式制冷/加热单元
6	Environmental Chamber	EC	环境舱
7	Laboratory Vibration Rolling Compactor	LVRC	试验室振动轮碾成型机
8	Falling Weight Deflectometer	FWD	落锤式弯沉仪

## 3 设备系统

### 3.1 一般要求

#### 3.1.1 试验设备供电应符合下列规定：

1 试验设备宜采用市电供电，并应在设备就近位置设置专用配电箱。配电箱内应配置电压表、电流表、漏电保护装置及紧急断电开关，实时监测供电运行状态，保障供电输出稳定可靠。

2 MLS66 型系统采用自备发电机供电时，启动前应检查油位、冷却液位及蓄电池状态；启动后应确认电压、频率、油压、水温等参数正常，方可逐步加载，负载递增间隔不应小于 30s。停机前应先卸载负载，待发电机冷却后关闭。发电机应在露天或通风良好区域运行，严禁在室内使用。

3.1.2 加速加载系统主机不应在粉尘及腐蚀性环境下运行；湿式试验应采取防水隔离措施，防止水雾及蒸汽侵入电机及电控系统。

### 3.2 MLS11 型加速加载测试系统

3.2.1 MLS11 型加速加载测试系统应由主机（见图 3.2.1）、水浴试槽单元、水循环湿式加热单元（WHU）、干式制冷/加热单元（DCHU）及环境舱（EC）等设备组成。



(a) 主机



(b) 加载轮

图 3.2.1 MLS11 型加速加载测试系统

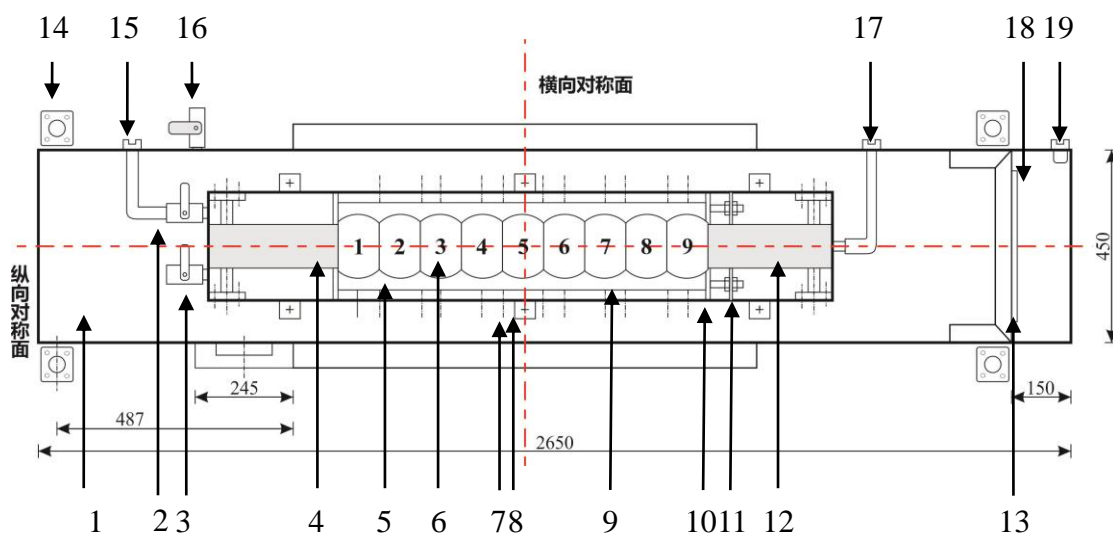
### 3.2.2 MLS11 型加速加载测试系统应符合下列规定：

- 1 可模拟重载卡车实际轮载作用。
- 2 配置 4 组转向架, 单组单胎; 采用指定规格轮胎, 轮径 300mm、胎宽 80mm; 充气压力 0.7~0.8MPa; 单轮最大荷载 2.7kN, 接地面积 34cm<sup>2</sup>; 加载带名义长度 1.1m。
- 3 加载轮最大行驶速度 2.5m/s, 加载频次最高 7200 次/h。

3.2.3 水浴试槽单元应由试验槽、水浴槽及紧固夹持构件等组成(见图 3.2.3), 用于室内试槽试验中夹持固定双侧面切平标准圆柱试件, 并提供可控水环境。试件直径应为  $\Phi 149.5\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 。



(a) 实物图



(b) 尺寸图

图 3.2.3 水浴试槽单元

1-水浴槽；2-试槽阀门 A；3-试槽阀门 B；4-不可调节车轮坡道；5-试槽（试验平台或测试梁）；6-试槽试件；7-试槽侧板锁紧螺钉；8-水浴试槽单元安装支架；9-试槽侧板；10-试槽端板；11-试槽端板锁紧部件；12-可调节车轮坡道；13-水位高度调节挡板；14-加载设备安装底座；15-干式循环热水出口；16-排水口阀门；17-循环热水进口；18-溢流槽；19-真空泵吸水口

**3.2.4 水循环湿式加热单元（WHU）**用于试验用水的循环加热与温度调控（见图 3.2.4-1），应与 MLS11 型系统配套使用。进行现场路面或室内平板湿式试验时，WHU 应与路面喷雾器（见图 3.2.4-2）配套使用，向试验面提供设定温度的喷淋水；进行室内试槽湿式试验时，WHU 应与水浴试槽单元连接，向水浴试槽供给恒温循环水。

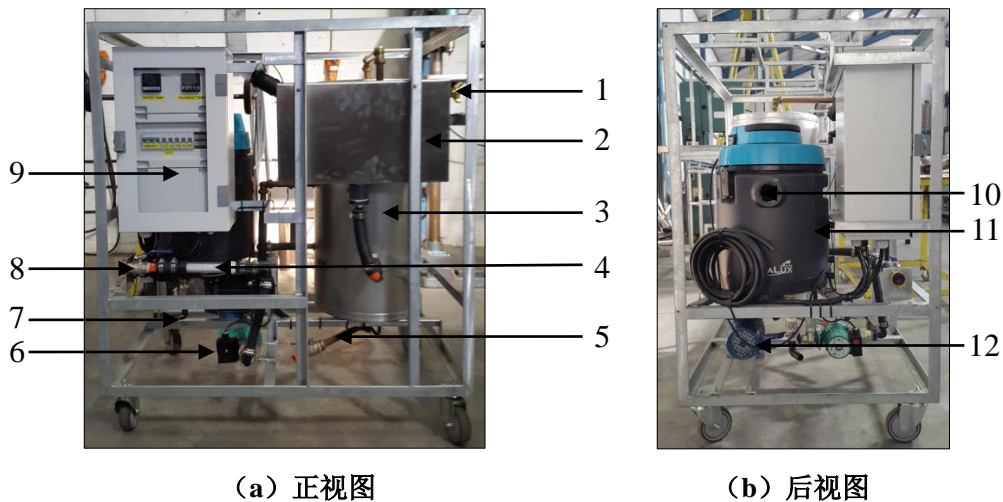


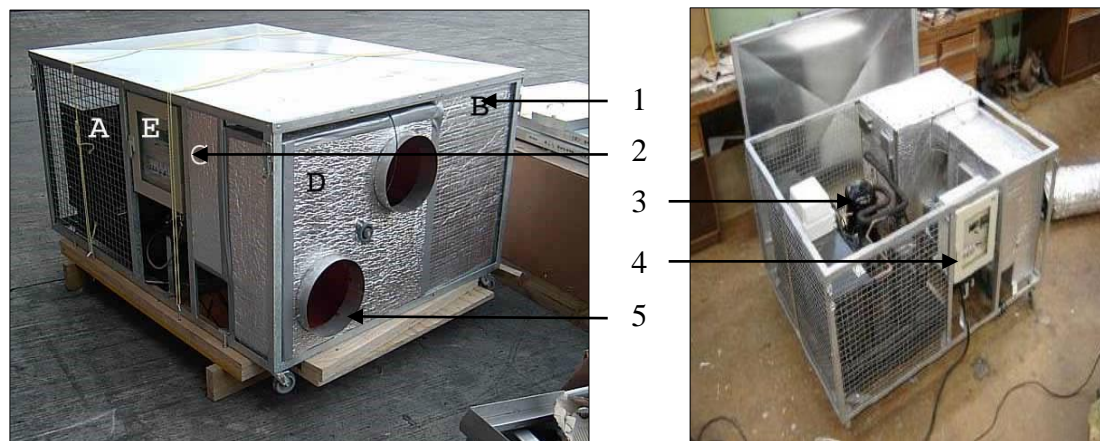
图 3.2.4-1 水循环湿式加热单元

1-供水箱进水口；2-供水箱（带液位浮球阀）；3-加热罐；4-过滤器；5-加热罐排水阀；6-供水泵；7-真空泵排水阀；8-阀门 A；9-控制箱；10-真空泵进水口；11-真空泵；12-吸水泵；13-水温控制器；14-路面温度控制器；15-主断路器；16-加热器断路器；17-真空泵断路器；18-供水泵断路器



图 3.2.4-2 路面降水模拟装置

**3.2.5** 干式制冷/加热单元 (DCHU) 用于环境舱 (EC) 内路面试件及试槽试件的温控 (见图 3.2.5-1)。低温试验应与 EC 协同工作; 高温试验宜采用 EC 控温, 也可采用经论证可靠的保温方式替代, 例如图 3.2.5-2 (b) 帆布保温。



(a) 外观图

(b) 内部结构图

图 3.2.5-1 干式制冷/加热单元

1-换热器箱; 2-鼓风机; 3-制冷机组; 4-控制面板; 5-双向气流方向阀; 6-制冷控制器; 7-制热控制器; 8-加热器断路器; 9-空气温度控制器; 10-主开关; 11-送风/回风自动切换开关; 12-制冷/制热切换开关



(a) 环境舱保温



(b) 帆布保温

图 3.2.5-2 试验温控保温方式

**3.2.6** 横向移动单元通过加载轮沿轮迹中心双向横向偏移, 模拟实际道路轮迹带的高斯荷载分布。MLS11 型系统横向移动单元应符合下列规定:

- 1 可预设生成高斯荷载分布, 横向移动功能不适用于室内试槽试验。
- 2 以轮胎外缘为基准, 最大横向偏移量为左右各 75mm, 总幅宽 150mm。偏移量应通过控制柜连续调节, 调节范围 0~75mm。

- 3 横向偏移 75mm 时, 荷载作用宽度为 230mm (胎宽 80mm 与双侧偏移 150mm 之和)。加载轮应在 25s 内完成一次横向往返移动, 移动路径设置 16 个

非均匀停留点位，轮迹中心区域加密、两侧稀疏，荷载分布呈高斯形态。

### 3.3 MLS66 型加速加载测试系统

**3.3.1** MLS66 型加速加载测试系统应由主机（见图 3.3.1）及路面加热单元组成。主机应由机架、轨道系统、供电单元、液压单元、冷却单元、电控单元、加载单元、横向移动单元及移位转向机构组成。移位转向机构可实现短距离移位与转向，最小转弯半径 40m，前转轴与纵向中心线最大转角  $20^{\circ}$ 。



(a) 主机



(b) 加载系统

图 3.3.1 MLS66 型加速加载测试系统

**3.3.2** MLS66 型加速加载测试系统应符合下列规定：

- 1 可模拟重型卡车实际轮载作用，实现原型荷载 1:1 施加。

2 内设 6 组加载小车，配备 305/70 R22.5 规格双轮或等效承载能力轮胎，沿环形轨道运行，下轨实现路面接触加载。

3 单组轮胎荷载 40~75kN，典型荷载 50kN。

4 加载小车最高运行速度 6m/s（约 21.6km/h），加载频次可达 6000 次/h，加载带名义长度 6.6m。

**3.3.3** MLS66 型路面加热单元应由 6 套路面加热衬板模块、4 套梁式辐射衬板加热模块、温控单元、温度传感器及配套附件组成。温度传感器与温控单元协同工作，实时采集路面温度并闭环调控至设定目标值。

**3.3.4** MLS66 型系统加载轮横向行程为 $\pm 500\text{mm}$ ，总行程幅宽 1000mm。荷载最大作用宽度为 1590mm（双轮组总宽 590mm 与总行程幅宽 1000mm 之和）。

## 3.4 断面仪

**3.4.1** 车辙检测优先采用激光断面仪；路面或试件含水潮湿时，应采用机械式断面仪。断面仪测点间距不应大于 3mm，示值分辨率不应低于 0.001mm。

## 3.5 温度数据采集仪

**3.5.1** 温度采集应采用不少于 8 通道的温度数据采集仪，兼容 K 型热电偶，测温分辨率不应低于 0.01℃，采样频率不宜低于 1 次/min，测温区间应为 $-50^{\circ}\text{C}$ ~ $100^{\circ}\text{C}$ 。温度测量误差不应大于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

## 4 试验准备

### 4.1 一般要求

4.1.1 试验区域路面应平整坚实，满足设备承重要求。

4.1.2 采用市电供电时，应采用三相五线制，电源电缆接线应符合现行国家标准，相序准确，各接线接头应紧固牢靠。

4.1.3 供电总功率应匹配设备最大运行功率。

4.1.4 连接、调整电源电缆或检修电气部件前，应切断电源并悬挂警示标识。

### 4.2 双侧面切平标准圆柱试件制备

#### 4.2.1 原始标准圆柱试件应符合下列规定：

1 原始标准圆柱试件可采用室内模具压实成型或现场路面钻芯取样制备，公称直径应为  $149.5\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 。

2 室内成型试件应符合下列要求：

1) 应按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG 3410) T 0736 沥青混合料试件制作方法(旋转压实法)成型，试件数量不应少于 7 个。

2) 试件数量为 7 个时，两端缺额位置应采用模拟试件或专用填充材料封堵，封堵材料弹性模量应与试件相近，厚度应与试件一致。

3 现场取芯试件应符合下列要求：

1) 应按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG 3410) T 0701 沥青混合料取样方法，采用旋转取芯机沿单轮迹带钻取试件，单组标准数量为 9

个；数量不足时每组不应少于 7 个，两端应采用模拟试件补齐。

2) 取芯设备应垂直路面安置，取芯全程通水冷却；试件应标识行车方向，修整顶面并剔除底部多余附属材料。

3) 试件运输应做好减震防护，应采用气泡膜包裹；测试面水平放置存放，常温贮存温度不高于 20℃；贮存时长超过 4d 时，环境温度应控制在 5℃ 以内。应完整记录贮存参数并归档，严禁叠放受压。

### 条文说明

为保证试槽试验加载过程中试件间的稳定性，试槽试件由原始标准圆柱试件经切割、研磨加工成型。其中，未进行整形加工的圆柱体试件，定义为**原始标准圆柱试件**；经双侧切平精加工、直接用于试槽试验的试件，定义为**双侧面切平标准圆柱试件**，简称**试槽试件**。

**模拟试件**指与试验试件采用相同沥青混合料配比、相同成型工艺制备的试件，用于填充试槽两端缺额位置，保证加载边界条件与试验试件一致。

#### 4.2.2 双侧面切平标准圆柱试件应符合下列规定：

##### 1 试件厚度应满足下列要求：

1) 试件厚度宜为 30mm~100mm，按 5mm 级差选取规格。

2) 试件加工前宜降温至 5℃，避免夹持与切削过程产生变形；切割、研磨作业时，试件加载试验面向下固定安放。

3) 采用双面锯（图 4.2.2-1）粗切加工，预留 1mm~2mm 打磨余量；再通过旋转磨床精磨至设计厚度，厚度偏差不应大于±0.5mm。

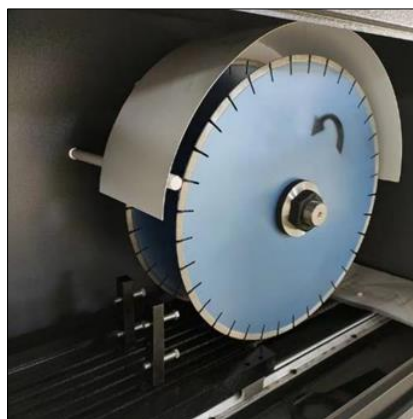


图 4.2.2-1 双面锯

4) 沿试件圆周按  $90^\circ$  等分位置测量四处厚度，以算术平均值作为试件最终厚度，记录并归档。

## 2 试件侧面应满足下列要求：

1) 试件应采用专用夹具切割一对平行侧面，初切间距应为  $108\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ，两侧面应相对试件中心对称。精磨完成后，应参照图 4.2.2-2 校验切割面 A、B 的平行度及侧面净距，确保侧面净距为  $105\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 。

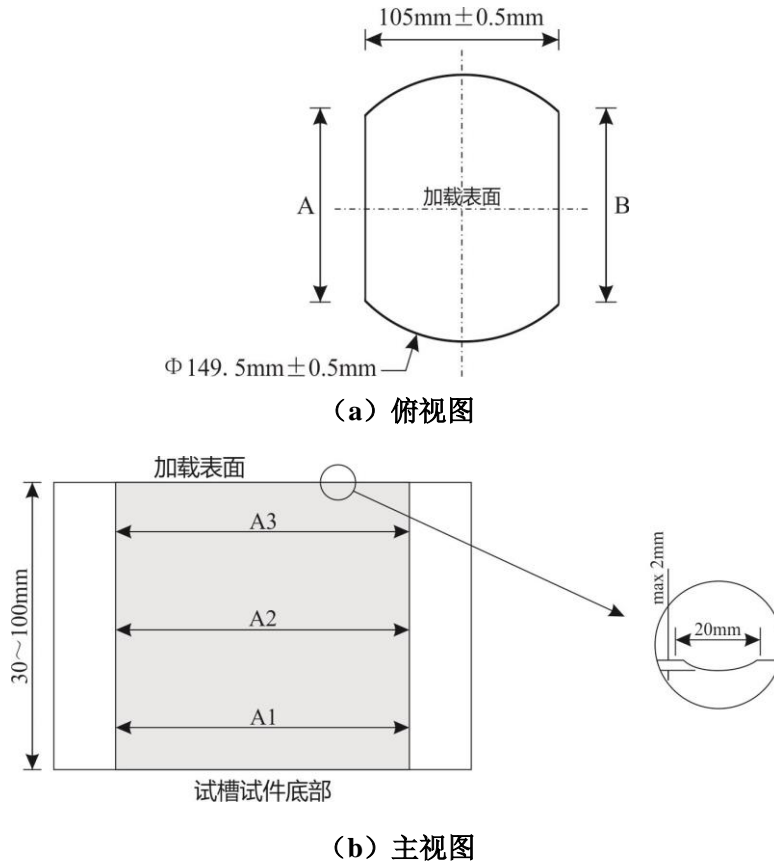


图 4.2.2-2 试槽试件

## 3 公差检验应符合下列要求：

1) 按图 4.2.2-2 (b) 要求，试件加载面中心区域 20mm 范围内，表面波纹度及局部变形量不应大于 2mm。检测时将直尺横跨试件加载方向直径，沿试件圆周等分 3 个方向测量，取平均值作为判定依据。

2) 校核取芯垂直度时，应对比 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub> 与 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub> 三组间距，各组间距差值不应大于 1mm；每侧 3 个测点分别布置于试件厚度上、中、下位置。

3) 凡不满足上述公差要求的试件，均作报废处理。

### 4.3 室内路面平板试件制备

#### 4.3.1 室内路面平板试件应符合下列规定：

1 室内路面平板试件仅适用于 MLS11 型系统，应采用试验室振动轮碾成型机（LVRC）制备（见图 4.3）。

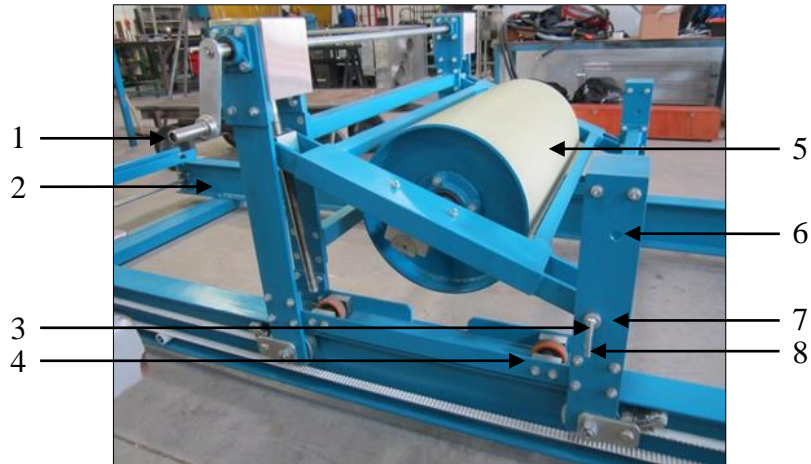


图 4.3 碾压辊高度的调整

1-手动曲柄；2-导轨框架；3-合页销；4-导轮；5-圆筒型碾压辊；6-高位；7-中位；8-低位

2 将待测沥青混合料装入试模，试模尺寸宜为长 2.85m、宽 0.95m、高 150mm 或 300mm。混合料应均匀摊铺，采用 LVRC 按设定压实参数成型。

3 成型后的试件应在室温下养护不少于 24h，方可进行加速加载试验。

### 4.4 试验布置

#### 4.4.1 MLS11 型室内试槽试验准备应符合下列规定：

1 试件的安放应符合下列规定：

1) 试件底部应采用铝制垫片调平，垫片厚度按 0.5mm 级差选用。试件顶面与试槽侧板顶面偏差不应大于 0.5mm；9 块试件应整体调平，接缝平整密实。高差超标时，应打磨修整试件并重新测量厚度。

2) 将试件放置于试槽内，保持车轮碾压受力面朝上；调整试件布设方向，保证轮载行驶轨迹与实际交通流向（已知时）保持一致。

3) 锁紧纵向夹具（图 4.4.1-1），确保试件间、试件与台面紧密贴合，无挤压变形。

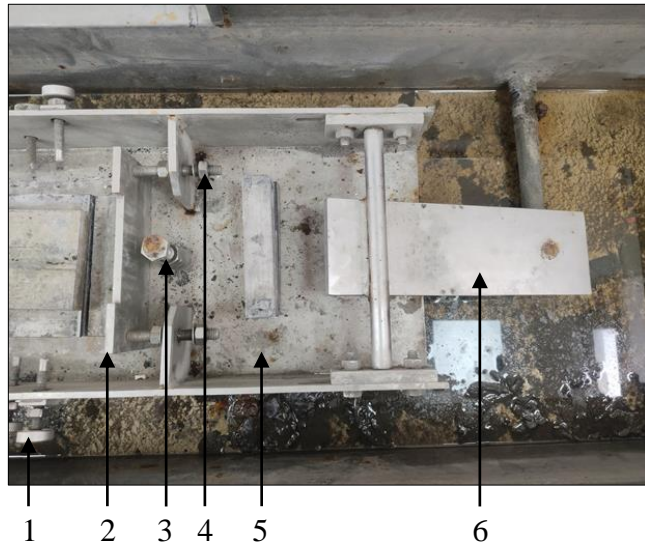


图 4.4.1-1 水浴试槽单元端部结构图

- 1-试槽侧板锁紧螺钉；2-端板；3-车轮坡道高度调整螺钉及锁紧螺母；4-纵向夹具；5-试槽/测试梁；  
6-车轮坡道

- 4) 安装侧向夹具并均匀夹紧，夹紧力以试件不产生可见变形为度。  
5) 调节坡道高度螺钉，使坡道与试件顶面齐平，调试完成后锁紧螺母。

2 热电偶的定位应符合下列规定：

1) 应依据图 3.2.3、图 4.4.1-2 及表 4.4.1 规定，于试件接缝处布设 K 型热电偶，埋深应符合表 4.4.1 规定。

2) 应采用切割片厚度不大于 4mm 的手持式角磨机，在试件侧面按表 4.4.1 规定深度处切割槽口；槽口宽度宜为 5mm，径向切入深度宜为 5mm，切入深度不应超过试件厚度的一半。

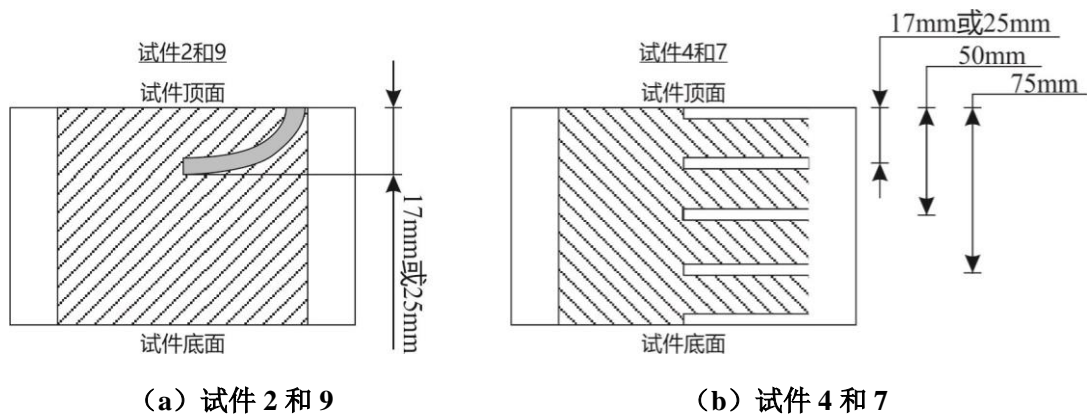


图 4.4.1-2 热电偶定位示意图

表 4.4.1 热电偶埋设深度/mm

安装位置	热电偶编号	安装试件	试件厚度/mm		
			<50	50~75	>75
试件 1 和 2 之间	TC 1	试件 2	17	25	25
试件 3 和 4 之间	TC 2	试件 4	0	0	0
	TC 3		17	25	25
	TC 4		--	50	50
	TC 5		--	--	75
	TC 6		试件底部	试件底部	试件底部
试件 8 和 9 之间	TC 7	试件 9	17	25	25
试件 5	TC-控制装置	试件 5	0	0	0

注：1.TC1~TC7 应置于试件的同一侧。

2.TC 控制装置用于接入 WHU 等单元温度传感器，居中布设至试件边缘，避开车辆通行轨迹。

3.可根据试件实际厚度，酌情取消 TC4、TC5 测点。

### 3 热电偶固定应符合下列规定：

1)应将 60/70 号道路石油沥青加热至 150℃，与矿粉按质量比 1:3 充分拌合，配制沥青胶浆备用。

2)将热电偶包裹沥青矿粉混合料后嵌入槽口，按需补填混合料，保证填充密实、无空隙。

3)刮除表面多余混合料，与试件顶面平齐；混合料冷却硬化后，采用研磨方式修整整平。

4)逐点完成所有热电偶埋设，静置冷却至环境温度，混合料表面无软化。

5)整理并固定热电偶引出导线，避免试验期间与运动构件发生缠绕、磨损。

### 4.4.2 MLS11 型系统现场及室内平板试验准备应符合下列规定：

#### 1 热电偶的定位应符合下列规定：

1)分度杆 500mm 刻度应位于测试区域中心（图 4.4.2）；现场与室内平板试验同步进行时，热电偶布置间距宜与室内平板试验台一致。

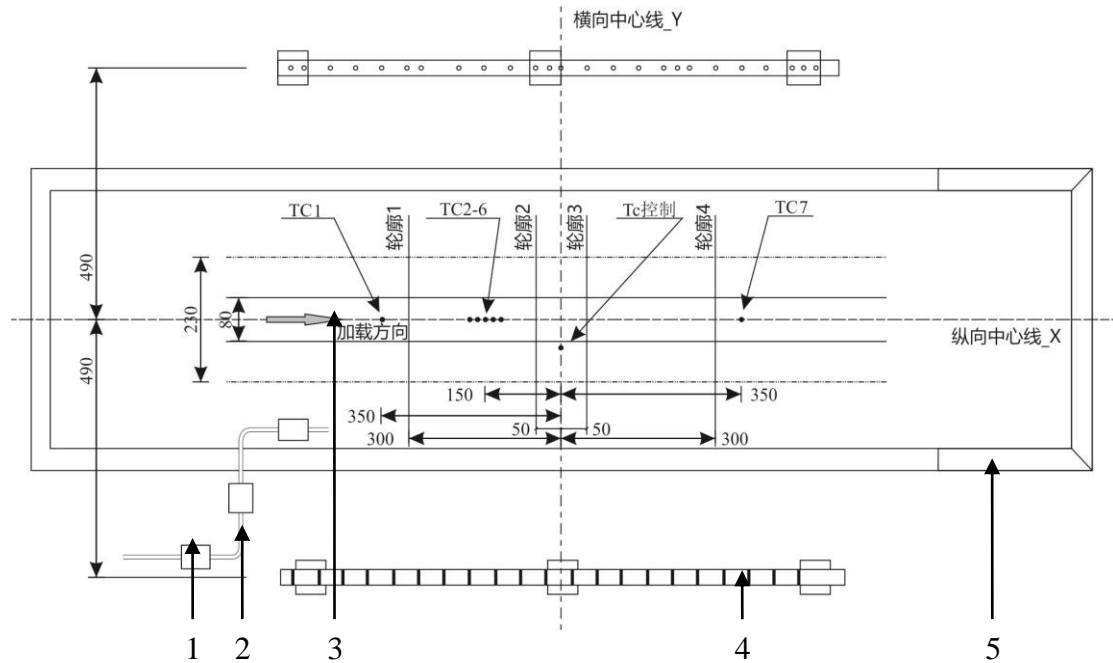


图 4.4.2 热电偶安装

1-PVC 胶带；2-热电偶电缆；3-加载带；4-分度杆；5-喷/吸水系统

2) 应沿加载方向纵向中心线钻孔，孔径宜为 4mm，且不应大于 6mm；孔深及距横向中心线距离应符合图 4.4.2 及表 4.4.2 规定。

表 4.4.2 热电偶孔的位置与孔深/mm

距离横向中心线位置 /mm	热电偶编号	沥青结构层厚度/mm		
		<50	50~75	>75
左边 350 处	TC 1	17	25	25
左边 150 处	TC 2	0	0	0
	TC 3	17	25	25
	TC 4	--	50	50
	TC 5	--	--	75
	TC 6	底部	底部	底部
右边 350 处	TC 7	17	25	25
0	TC-控制装置	0	0	0

3) 热电偶应置入孔内，引线宜垂直于铺装面引出；引线外径大于 0.5mm 时，应在铺装表层开槽布设。

4) 应采用角磨机切割线槽，槽宽宜为 5mm，槽深宜为 5mm，自测温孔延伸至测试区边缘；设置横向移动工况时，线槽应覆盖横向移动范围，测试段宽度应为 230mm。

2 热电偶固定应符合下列规定：

1) 应将 60 号~70 号道路石油沥青加热至  $150^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，与矿粉按质量比 1:3 拌合，配制沥青胶浆。

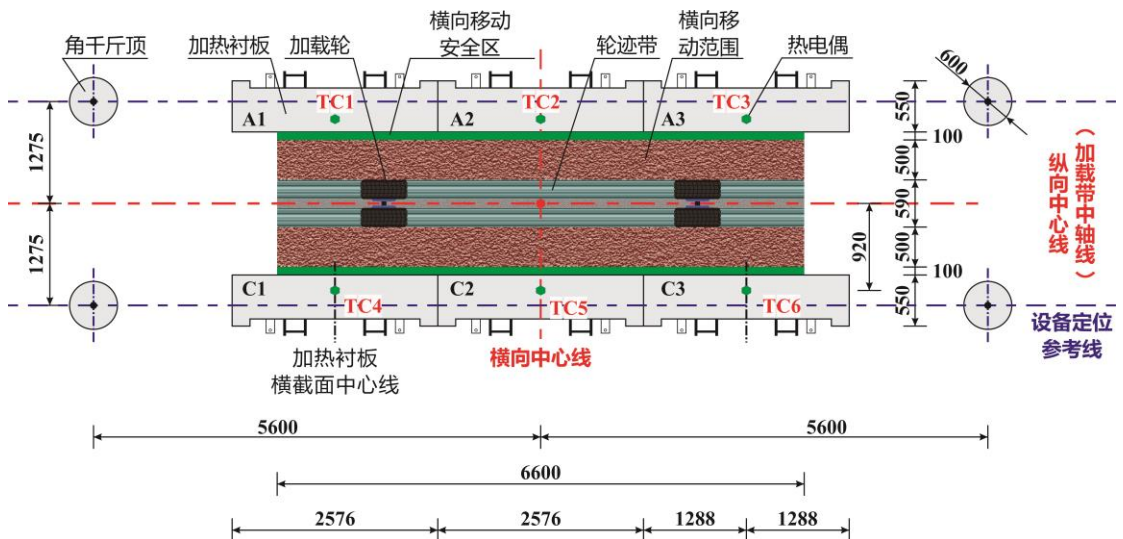
2) 热电偶浸入沥青胶浆的长度应符合设计埋设深度；热电偶端头应先涂胶浆，插入孔底，孔洞应填充饱满、无空隙。

3) 外露线缆应收纳于线槽内，应在胶浆冷却前修整表层使其与铺装面平齐；胶浆冷却后如有凸起，应打磨处理；缺陷处宜采用环氧树脂密封找平。

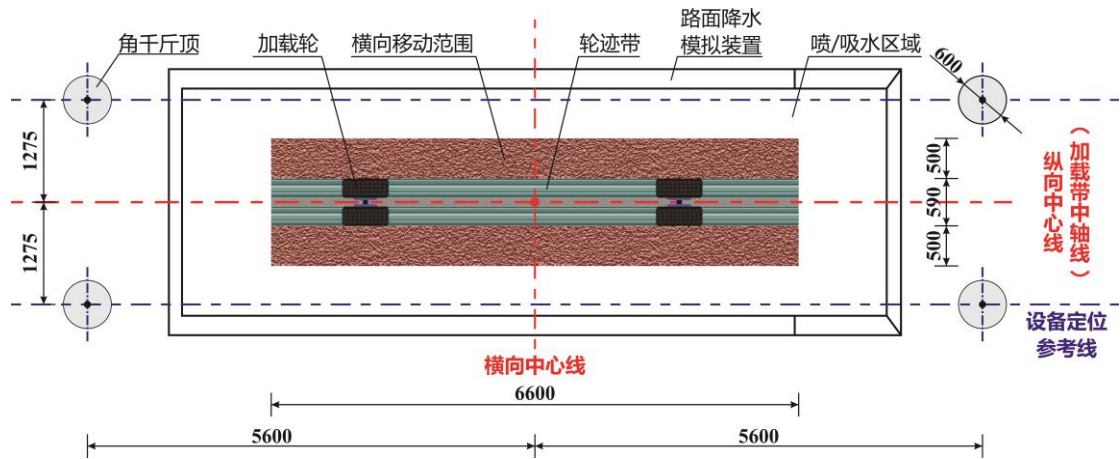
4) 应按图 4.4.2 汇集热电偶线缆并引出试验区；配备湿式加热装置时，导线应引至喷/吸水系统外侧，并应采用 PVC 绝缘胶带固定。

4.4.3 MLS66 型现场试验准备应符合下列规定：

1 横向移动工况干式高温试验应按图 4.4.3-1(a)完成设备定位与安装调试；湿式试验应按图 4.4.3-1 (b) 完成设备定位及配套设施安装；其他试验应采用图 4.4.3-1 (a) 安装形式，并应拆除路面加热衬板。



(a) 干式高温试验及其他试验



(b) 湿式试验

图 4.4.3-1 MLS66 型现场试验设备布置示意图

2 MLS66 就位前，应在试验区域标记角千斤顶定位线、设备定位参考线及加载带中轴线；定位参考线应延长至设备长度的两倍以上。

3 无横向移动工况时，A1 与 C1、A2 与 C2、A3 与 C3 之间的间隔距离不应小于 750mm；有横向移动工况时，间隔距离不应小于 1790mm。

4 热电偶的定位和固定应符合下列规定：

1) 热电偶不应布置在现场试验加载轮的加载区域。

2) 热电偶测温孔应布置在 A1~A3、C1~C3 路面加热衬板之下，并应位于路面加热衬板横截面中心线上；无横向移动工况时，热电偶距加载带中轴线宜为 420mm；有横向移动工况时，宜为 920mm。

3) 应在测温孔处钻孔，孔径宜为 4mm，且不应大于 6mm，孔深宜为 20mm。

4) 热电偶应置入孔内，引线应沿线槽布设；线槽应采用角磨机切割，槽宽宜为 5mm，槽深宜为 5mm，自测温孔延伸至测试区边缘。

5) 热电偶应采用耐高温密封材料固定，填充应饱满、无空隙；外露线缆应收纳于线槽内，并应采用耐高温胶带固定。

5 干式高温试验开始前的路面预加热应符合下列规定：

1) 应按图 4.4.3-2 布置加热组件；辐射加热衬板应悬挂于设备配重舱上，A1 与 C1、A2 与 C2、A3 与 C3 应并拢居中放置于加载轮迹带上。

2) 温度达到设定温度后，应恒温保持 1h~2h，确保路面温度分布均匀。

3) 预加热完成后，有横向移动工况时应按图 4.4.3-1 (a) 将两两相对的路面加热衬板调整到位；无横向移动工况时，路面加热衬板应保持间隔距离，且不应

小于 750mm，并应相对加载带中心线对称布置。两种工况均应采用直径 8mm 膨胀螺栓通过支撑环固定于路面。

4) 路面预加热时辐射衬板应保持关闭；设备运转正常后方可开启。设备停止运转前，应先关闭辐射衬板。

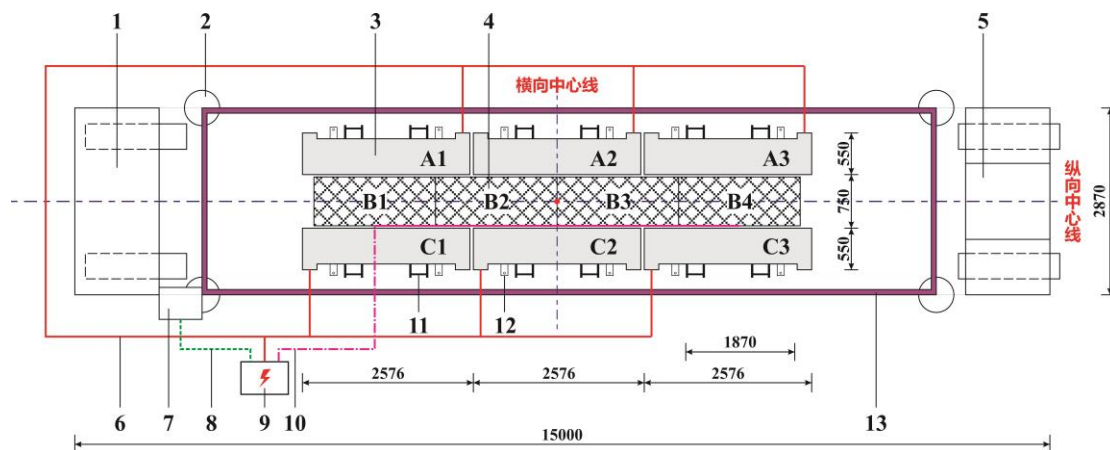


图 4.4.3-2 路面加热组件布置示意图

1-MLS66 发电机；2-角千斤顶；3-路面加热衬板；4-梁式辐射衬板；5-MLS66 控制柜；6-路面加热衬板电源及热电偶信号线；7-MLS66 主电源控制箱；8-温控单元与主电源连接电缆；9-温控单元；10-辐射衬板电源及热电偶信号线；11-手柄；12-支撑环；13-MLS66 外框架

### 条文说明

3 1790mm 涵盖 1590mm 横向移动加载区及两侧各 100mm 安全距离。

## 5 试验流程

### 5.1 一般要求

**5.1.1** 试验前应按项目要求编制加载方案，加载方案应经审批后实施。

**5.1.2** 试验前应完成加载、采集及检测设备的标定。设备在标定有效期内的，可直接采用标定证书；超出有效期或出现异常时，应重新标定。

**5.1.3** 单次试验完成后，应及时开展设备日常维护保养。累计加载达到设备维护周期设定值时，应进行专项维护检查。

### 5.2 试验方案

**5.2.1** 试验方案参数应包含累计轴次、降水分布、加载循环、高温轴次、轮迹分布等核心内容。

#### 条文说明

相关概念的解释如下：

试验参数是指加载试验过程中所设定的加载参数和环境参数。

累计轴次是指预计对试验结构施加的试验轴载累计加载自然次数，与路面的设计寿命有关。

降水分布是指模拟降水条件下的累计加载次数占累计轴次的比例。

加载循环是指加载期内循环单元以及各加载阶段的划分。

高温轴次是指高温区段累计加载次数占累计轴次的比例。

轮迹分布是指模拟实际车辆在车道上的轮迹横向分布规律。

**5.2.2** 试验数据采集分为初始工况采集、加载过程采集、加载结束后采集三个阶段。

## 条文说明

初始工况数据作为评价试件加载前后性能变化的基准参数,应于试验准备阶段完成采集;加载过程应按试验方案节点进行阶段性采集;加载结束后应在规定时间内完成全部指标采集,并与初始工况数据对比分析。

### 5.2.3 加载控制应符合下列规定:

1 MLS11 型单轮荷载应为 2.7kN,加载频次应为 7200 次/h;MLS66 型单组轮胎荷载应为 50kN,加载频次应为 6000 次/h。

2 高温车辙试验温度设定为  $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ;其他性能试验(抗滑性能、平整度、构造深度等)可根据研究目的选择是否控制温度,未控制温度时应在报告中注明环境温度。

3 MLS11 型室内试槽试验不应考虑横向移动;现场试验可考虑横向移动。

4 试验加载应按表 5.2.3 分阶段进行,每阶段应连续、平稳完成,并应在每阶段末采集数据;标准工况总加载次数应为 100000 次,可根据研究需求调整,并应在报告中注明。

表 5.2.3 加载设置

加载阶段	加载次数/次	加载时间/min		累计加载次数/次
		MLS11	MLS66	
1	1000	8.3	10	1000
2	1500	12.5	15	2500
3	2500	21	25	5000
4	5000	42	50	10000
5	10000	83	100	20000
6	20000	166	200	40000
7	30000	250	300	70000
8	30000	250	300	100000

### 5 试验启停控制应符合下列规定:

1) 温度偏差超出允许范围时应立即停机并恒温保持,温度恢复后方可复工;记录停机、复工时间及原因。

2) 停机期间测试轮应完全脱离试件；复工时应复位至停机前位置。

### 5.3 干式/湿式高温车辙试验

#### 5.3.1 MLS11 型室内试槽干式/湿式高温车辙试验应符合下列规定：

1 试件制备应符合下列规定：

1) 应按本规程第 4.2 节要求制备试槽试件。

2) 试件布设可采用两种形式：方案一为单组布设 9 个试槽试件；方案二为单组布设 7 个试槽试件，并配套设置 2 个模拟试件。方案选择应在试验方案中明确，同一试验组应采用统一方案。

2 试验加载控制应符合本规程第 5.2.3 条规定。

3 车辙断面变形数据采集应符合本规程附录 A 的规定，应采用断面仪检测。

4 数据采集范围及规则应符合下列规定：

1) 数据采集对象应为 2 号~8 号试槽试件（见图 5.3.1-2），各试件应统一沿各自车辙数据采集中心线采集车辙断面数据。

2) 采集断面总宽度应为 190mm，覆盖试件顶面全宽 150mm 及两侧夹具顶面各 20mm；数据采集点间距应为 1mm，测点布置应连续、等距。

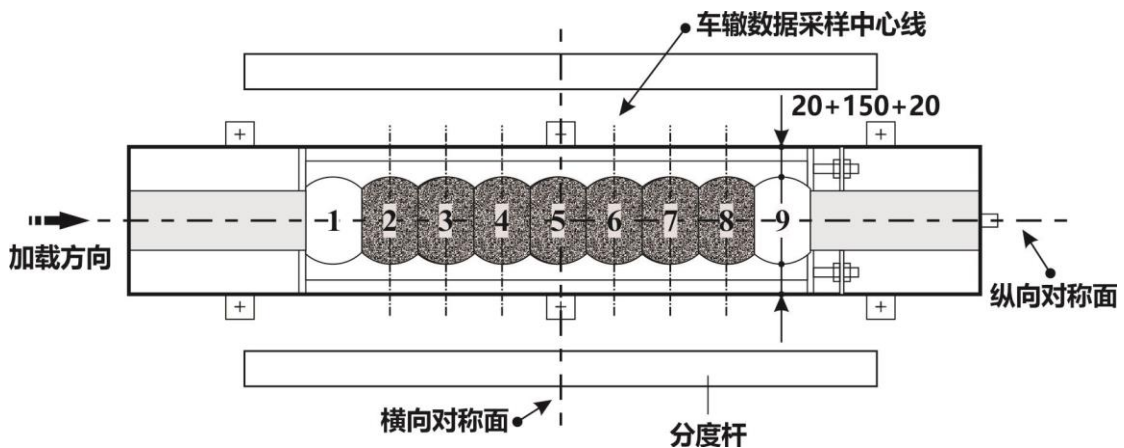


图 5.3.1-2 MLS11 型室内试槽车辙试验数据采集示意图

5 湿式工况数据采集前，应将水浴槽液位降至试件顶面以下，完成采集后立即恢复液位；单次液位下调持续时间不宜超过 10min。

## 条文说明

1 南非标准 SANS 3001-PD1:2016 研究表明：路面车辙发展与荷载作用次数呈幂函数关系。特定试验条件下，可通过少量加载次数的实测数据进行外推，得到精度满足要求的车辙性能评价结果。若试验旨在探究路面极限工况或开展长期性能预测，加载次数可在标准 100000 次基础上按需适度提高。湿态试验受现场环境、试件状态差异影响，可结合实际工况合理调整加载次数。

2 采用本规程附录 A 断面仪采集车辙数据时，宜注意以下事项：

- 1) 分度杆应保持洁净、安装牢固，全程确保测量基准无位移；
- 2) 测量轮表面应保持清洁，清除附着沥青残渣；
- 3) 每次测量前应清理行进路径碎石及杂物；
- 4) 单次测量完毕后应及时拆下标尺，防止加热、降温及喷嘴作业过程中碰撞损坏。

### 5.3.2 干式/湿式现场高温车辙试验应符合下列规定：

1 MLS11 型和 MLS66 型现场试验准备应分别符合本规程第 4.4.2 条和第 4.4.3 条规定。

2 试验加载控制应符合本规程第 5.2.3 条规定。

3 车辙数据采集应符合下列规定：

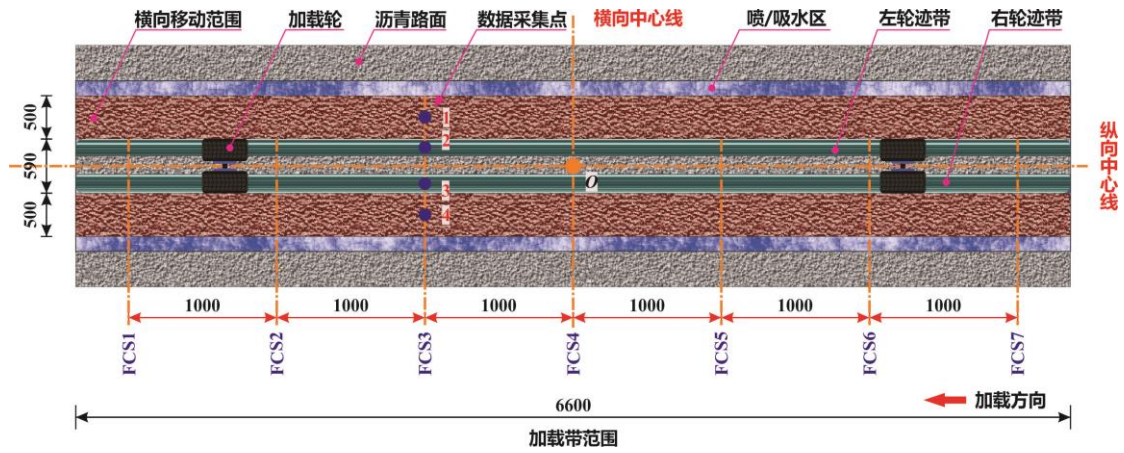
1) MLS66 型加载区域（图 5.3.2（a））应以横向中心线为基准，按 1000mm 间距布设并采集 FCS1~FCS7 横断面数据，可根据试验需要适当加密；开启横向移动加载模式时，单断面有效采集宽度应为 1590mm，未开启时应为 590mm，数据采集点间距应为 1mm。

2) MLS11 型加载区域（图 5.3.2（b））应以横向中心线为基准，按 100mm 间距布设并采集 CS1~CS13 横断面数据，可根据试验需要适当加密；横向中心线两侧±50mm、±300mm 处横断面应为必采断面。开启横向移动加载模式时，采集宽度应为 230mm，未开启时应为 80mm，数据采集点间距应为 1mm。

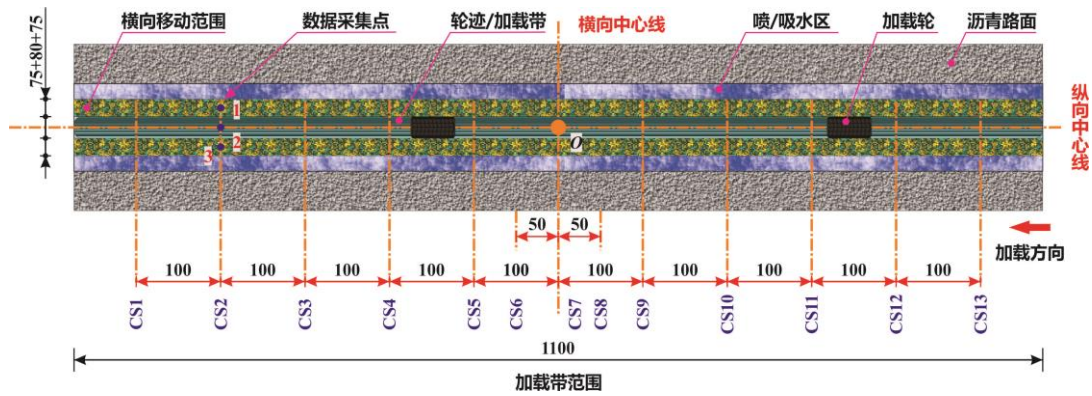
4 湿式工况试验应符合下列规定：

- 1) 数据采集前，应排尽喷/吸水区内的全部积水，确保试件表面无自由水。
- 2) MLS66 型设备不应在高温工况下开展湿式试验。

5 各加载阶段完成后，应采用影像拍摄与文字描述相结合的方式记录路面破损情况；影像应包含测线编号标识、方向箭头及比例尺，文字应记录裂缝位置、形态、长度及发展程度，确保信息完整、可追溯。



(a) MLS66 型加载区域



(b) MLS11 型加载区域

图 5.3.2 现场加载区域测点布置示意图

### 条文说明

4 MLS66 型系统加热单元采用路面衬板加热模块及梁式辐射衬板加热模块，加热板直接贴合或贴近路表面；高温工况下加水将导致水蒸气急剧汽化、电气绝缘失效及加热板热应力破坏，存在触电、灼伤、设备烧毁等安全风险。

## 5.4 干式/湿式抗滑性能试验

### 5.4.1 MLS11 型室内试槽干式/湿式抗滑性能试验应符合下列规定：

- 1 试件制备应符合本规程第 5.3.1 条第 1 款规定。
- 2 试验加载控制应符合本规程第 5.2.3 条规定。
- 3 应采用摆式仪测定 BPN 值，测试方法应符合现行《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450）T 0964 的规定。
- 4 抗滑数据采集应符合下列规定：
  - 1) 应沿加载方向，按图 5.3.1-2，于 2 号~8 号试槽试件轮迹中心点处采用单点法采集 BPN 值。
  - 2) 湿式试验数据采集前，应排尽喷/吸水区内的全部积水，确保试件表面无自由水。

#### **5.4.2 干式/湿式现场抗滑性能试验应符合下列规定：**

- 1 MLS11 型和 MLS66 型现场试验准备应分别符合本规程第 4.4.2 条和第 4.4.3 条规定。
- 2 试验加载控制应符合本规程第 5.2.3 条规定。
- 3 应采用摆式仪测定 BPN 值，测试方法应符合现行《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450-2019）T 0964 规定。
- 4 抗滑数据采集应符合下列规定：
  - 1) MLS66 型加载区应沿 FCS1~FCS7 横断面采样；无横向移动工况时，每断面应在左右轮迹中心各布设 1 个测点，对应图 5.3.2（a）横断面测点 2、3；启用横向移动工况时，每断面应布设 4 个测点，覆盖横向移动范围，对应图 5.3.2（a）横断面测点 1~4。
  - 2) MLS11 型加载区应沿 CS1~CS13 横断面采样；无横向移动工况时，每断面应在轮迹中心布设 1 个测点，对应图 5.3.2（b）横断面测点 2；启用横向移动工况时，应在横向移动范围内等距布设 3 个测点，对应图 5.3.2（b）横断面测点 1~3。

## **5.5 水敏感性试验**

### **5.5.1 MLS11 型室内试槽水敏感性试验应符合下列规定：**

- 1 试件制备应符合本规程第 5.3.1 条第 1 款规定。
- 2 应按试验方案确定的加载阶段数量，制备相应组数的试槽试件，每组试件对应一个加载阶段。
- 3 各组试件应分别按本规程第 5.2.3 条规定完成对应阶段的加速加载试验。
- 4 水敏感性试验应按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG 3410）T 0729 的规定执行，采用冻融劈裂强度比 TSR 评价；试验对象应为 2 号～8 号试槽试件。
- 5 每组试件仅用于一个加载阶段，完成至该阶段的累计加载次数及水敏感性试验后应废弃，不得重复使用。

#### **5.5.2 现场水敏感性试验应符合下列规定：**

- 1 MLS11 型和 MLS66 型现场试验准备应分别符合本规程第 4.4.2 条和第 4.4.3 条规定。
- 2 应根据试验方案确定的加载阶段数量，沿试验路段纵向或横向布设对应数量的加载区域，各区域布置应符合图 5.3.2 的规定。
- 3 加速加载控制应符合本规程第 5.2.3 条规定。
- 4 水敏感性试验应按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG 3410）的规定执行，宜采用 T 0729 测定冻融劈裂强度比 TSR，也可采用 T 0730 测定渗水系数  $C_w$ ；试验方法应在试验方案中明确。
- 5 冻融劈裂强度比（TSR）采集应符合下列规定：
  - 1) MLS66 型加载区域（图 5.3.2（a））应沿 FCS1～FCS7 断面钻取圆柱芯样，芯样规格应符合现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG 3410）T 0729 的规定；无横向移动工况时，应在左右轮迹中心各钻取 1 个芯样；启用横向移动工况时，应在横向移动范围内等距钻取 4 个芯样。
  - 2) MLS11 型加载区域（图 5.3.2（b））应沿 CS1～CS13 断面钻取圆柱芯样，芯样规格应符合现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG 3410）T 0729 的规定；无横向移动工况时，应在轮迹中心钻取 1 个芯样；启用横向移动工况时，应在横向移动范围内等距钻取 3 个芯样。
- 6 渗水系数（ $C_w$ ）采集应符合下列规定：

1) MLS66 型加载区域测点布设应符合本规程第 5.4.2 条第 4 款第 1 项的规定。

2) MLS11 型加载区域测点布设应符合本规程第 5.4.2 条第 4 款第 2 项的规定。

7 冻融劈裂强度比 TSR 试验应每组加载区域仅用于一个加载阶段，完成后废弃；渗水系数  $C_w$  试验可重复测试。

8 当渗水系数  $C_w$  和冻融劈裂强度比 TSR 均需测定时，应先测定渗水系数，再在相邻渗水测点间钻取芯样进行 TSR 试验。

## 5.6 平整度试验

### 5.6.1 平整度试验应符合下列规定：

1 MLS11 型和 MLS66 型现场试验准备应分别符合本规程第 4.4.2 条和第 4.4.3 条规定。

2 加速加载控制应符合本规程第 5.2.3 条规定。

3 平整度试验应按现行《公路路基路面现场测试规程》(JTG 3450) T 0935 的规定执行，采用手推式断面仪测定路面 IRI。

4 平整度数据采集应满足下列要求：

1) MLS66 型与 MLS11 型加载区域测点间距均宜为 20cm；启用横向移动工况时，应分别布设 4 条、3 条测线，覆盖轮迹带及横向移动范围；无横向移动工况时，应分别布设 2 条、1 条轮迹测线。

2) MLS66 型单条测线应由 FCS1 至 FCS7 断面，长度为 6m；MLS11 型单条测线应由 CS1 至 CS13 断面，长度为 1m。

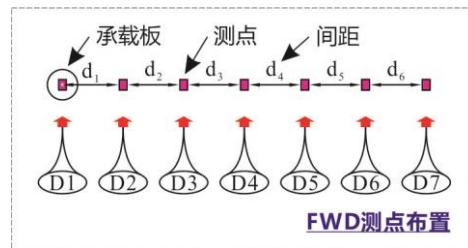
## 5.7 路面结构承载力试验

### 5.7.1 路面结构承载力试验应符合下列规定：

1 本试验仅适用于 MLS66 型加速加载测试系统，现场试验准备应符合本规程第 4.4.3 条规定。

2 加速加载控制应符合本规程第 5.2.3 条规定。

3 路面结构承载力试验应按现行《公路路基路面现场测试规程》(JTG 3450) T 0953 的规定执行,采用落锤式弯沉仪(FWD,见图 5.7.1-1)开展路面单点弯沉检测。试验应选用直径 300mm 标准承载板,施加 50kN 标准荷载,布设不少于 7 个位移传感器采集弯沉盆实测数据,传感器布设间距应符合 T0953 的规定,并应采用模量反算软件计算路面各结构层回弹模量。同一检测点位应连续锤击至少 3 次完成测试。



(a) FWD

(b) 传感器布置

图 5.7.1-1 落锤式弯沉仪(FWD)

4 FWD 弯沉数据采集应符合下列规定:

1) 启用横向移动工况时,应分别布设 4 条测线,覆盖轮迹带及横向移动范围;无横向移动工况时,应分别布设 2 条轮迹测线。

2) 路面结构布设内置力学传感器时,FWD 测点应避开传感器布设位置,避免影响测试精度,见图 5.7.1-2。

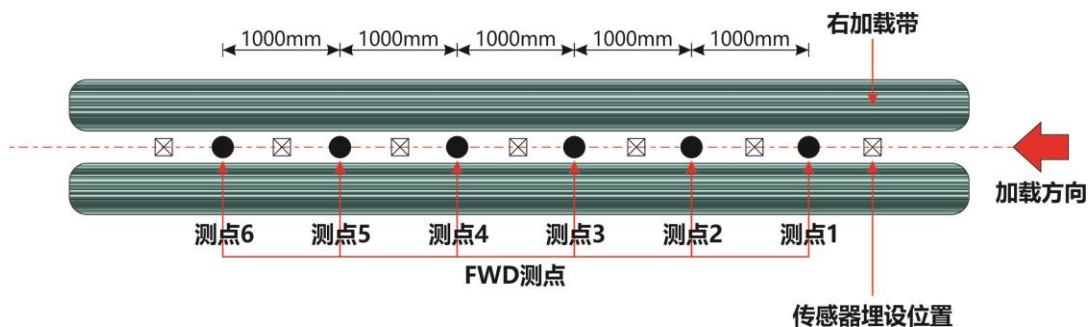


图 5.7.1-2 FWD 测点设置示意图

3) FWD 测点宜沿测线中轴线均匀布设 6~8 个测点(见图 5.7.1-2)。

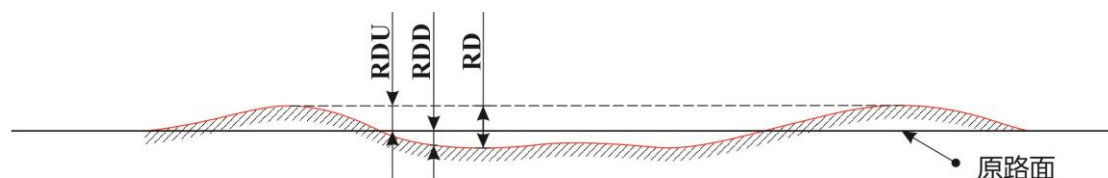
## 6 试验数据处理

### 6.1 车辙变形及断面数据处理

6.1.1 车辙断面数据处理应符合下列规定：

1 全周期断面数据整合文件命名宜采用"AXXXXC"格式：A 为试验代号，XXXX 为分度杆测点编号（0000~9999），C 为全周期整合标识。

2 试件表面向下位移应定义为正向净车辙深度 RDD，向上位移应定义为负向隆起量 RDU。



RD-总车辙深度；  
RDD-车辙断面凹陷部分的深度（净车辙深度）；  
RDU-车辙断面隆起部分的高度。

图 6.1.2-1 车辙断面形态及车辙深度

3 原始断面数据应按表 6.1.1 的格式汇总。

表 6.1.1 分度杆第 100 号位置处不同加载阶段原始车辙数据/mm

横截面位置 x/mm	加载次数/次						
	0*	2500	5000	10000	25000	50000	100000
0	20.184	20.065	20.109	20.053	19.909	19.846	19.792
1	20.175	20.070	20.105	20.060	19.919	19.862	19.812
2	20.174	20.094	20.116	20.048	19.894	19.841	19.815
3	20.181	20.097	20.121	20.064	19.909	19.851	19.814
4	20.182	20.089	20.112	20.048	19.888	19.822	19.787
5	20.130	20.058	20.071	20.009	19.857	19.785	19.751
.....							
215	20.055	20.123	20.062	20.030	19.942	19.879	19.818
216	20.055	20.125	20.073	20.037	19.956	19.884	19.884

217	20.071	20.137	20.080	20.042	19.961	19.897	19.899
218	20.139	20.206	20.131	20.106	20.015	19.944	19.949
219	20.130	20.198	20.175	20.121	20.063	20.016	20.039
220	20.065	20.143	20.093	20.054	20.004	19.944	19.958
230	20.076	20.153	20.092	20.058	19.998	19.923	19.933

注：\*代表初始工况数据。

### 6.1.2 原始断面数据应按下列步骤处理：

- 1 应按测点编号提取各加载阶段车辙数据，提取示例见表 6.1.1 及图 6.1.2-2。

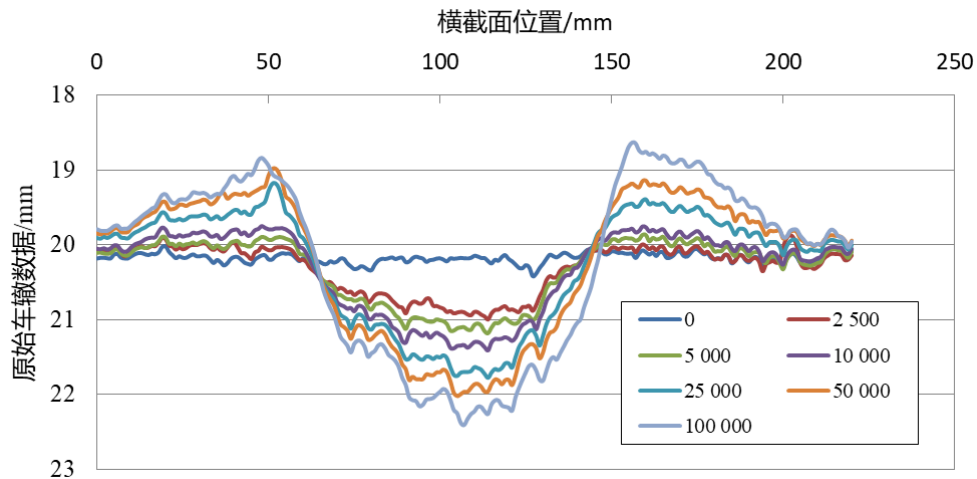


图 6.1.2-2 不同加载阶段的原始车辙数据

- 2 各横坐标点位处的实测读数应减去对应初始读数（表 6.1.1 中“0”列），以初始试件表面为基准面，计算相对竖向变形，完成基线归一化（图 6.1.2-3）。

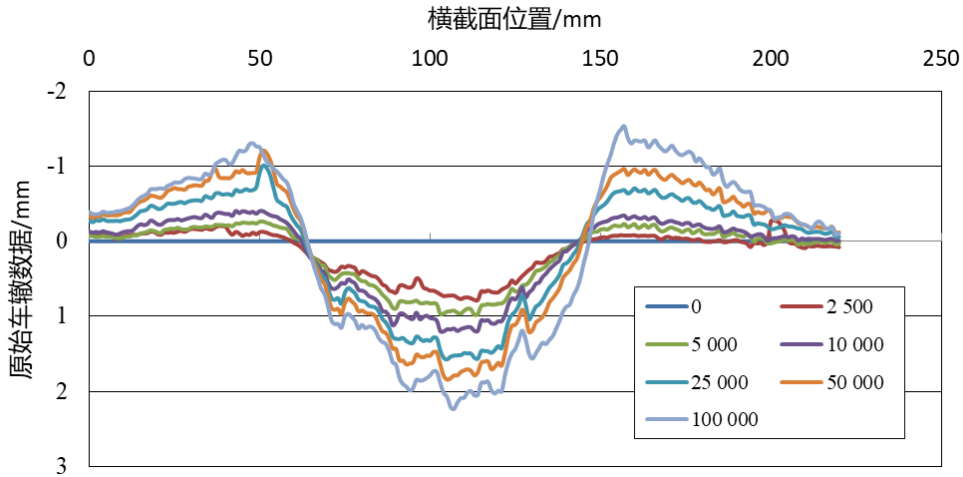


图 6.1.2-3 车辙数据基线归一化处理

3 应采用三点滑动平均法（以测点及其前后相邻两点的算术平均值替代原值）对轮廓曲线进行平滑处理（图 6.1.2-4）；异常数据应剔除或复测。

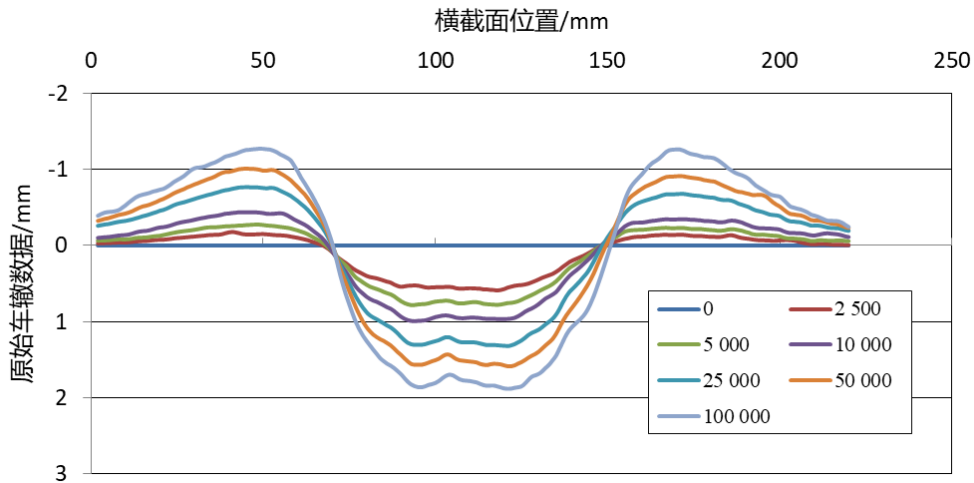


图 6.1.2-4 车辙数据平滑处理

4 应选取轮迹区域内各轮廓曲线最低点（图 6.1.2-4），确定各加载周期净车辙深度 RDD。

5 应选取车辙左右两侧轮廓曲线峰值点，确定各加载周期左侧隆起量 RDU\_L 及右侧隆起量 RDU\_R。

6 应对各测点依次重复第 2 款～第 5 款的处理步骤。

7 应按加载周期分别计算各测点净车辙深度 RDD 及隆起量 RDU 的算术平均值。计算示例见表 6.1.2-1～表 6.1.2-3。

表 6.1.2-1 净车辙深度 RDD/mm

采集截面 编号	循环加载次数/次						
	0	2500	5000	10000	25000	50000	100000
0100	0	0.77	0.95	1.19	1.55	1.82	2.19
0200	0	0.63	0.88	1.08	1.39	1.58	1.94
0300	0	0.65	0.90	1.09	1.37	1.60	1.83
0400	0	0.61	0.90	1.16	1.58	1.88	2.14
0500	0	0.71	0.90	1.22	1.57	1.87	2.19
0600	0	0.63	0.83	1.09	1.56	1.86	2.15
0700	0	0.66	0.86	1.04	1.45	1.75	2.05
0800	0	0.65	0.84	1.03	1.44	1.77	2.15
0900	0	0.52	0.76	0.97	1.34	1.67	2.11
平均值	<b>0</b>	<b>0.65</b>	<b>0.87</b>	<b>1.10</b>	<b>1.47</b>	<b>1.75</b>	<b>2.09</b>
标准差	<b>0.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.05</b>	<b>0.08</b>	<b>0.09</b>	<b>0.11</b>	<b>0.12</b>
变异系数	--	<b>0.11</b>	<b>0.06</b>	<b>0.07</b>	<b>0.06</b>	<b>0.07</b>	<b>0.06</b>

表 6.1.2-2 右侧隆起量 RDU\_R/mm

采集截面 编号	循环加载次数/次						
	0	2500	5000	10000	25000	50000	100000
0100	0	0.20	0.26	0.39	0.97	1.17	1.29
0200	0	0.34	0.26	0.48	0.81	1.12	1.30
0300	0	0.16	0.20	0.33	0.56	0.75	0.98
0400	0	0.24	0.31	0.49	0.76	0.97	1.72
0500	0	0.25	0.34	0.49	0.84	1.07	1.48
0600	0	0.19	0.40	0.76	1.05	1.40	1.74
0700	0	0.12	0.27	0.47	0.81	1.03	1.25
0800	0	0.13	0.28	0.47	0.86	1.11	1.44
0900	0	0.16	0.29	0.44	0.81	1.00	1.12
平均值	<b>0</b>	<b>0.20</b>	<b>0.29</b>	<b>0.48</b>	<b>0.83</b>	<b>1.07</b>	<b>1.37</b>
标准差	<b>0</b>	<b>0.07</b>	<b>0.06</b>	<b>0.12</b>	<b>0.13</b>	<b>0.17</b>	<b>0.25</b>

变异系数	--	<b>0.34</b>	<b>0.19</b>	<b>0.24</b>	<b>0.16</b>	<b>0.16</b>	<b>0.19</b>
------	----	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

表 6.1.2-3 左侧隆起量 RDU\_L/mm

采集截面 编号	循环加载次数/次						
	0	2500	5000	10000	25000	50000	100000
0100	0	0.27	0.21	0.33	0.68	0.94	1.48
0200	0	0.14	0.14	0.22	0.48	0.67	1.01
0300	0	0.22	0.47	0.59	0.76	1.02	1.35
0400	0	0.23	0.41	0.51	0.79	1.06	1.49
0500	0	0.15	0.29	0.40	0.69	0.88	1.16
0600	0	0.15	0.31	0.43	0.88	1.22	1.61
0700	0	0.44	0.51	0.74	1.03	1.19	1.33
0800	0	0.14	0.24	0.42	0.78	1.07	1.94
0900	0	0.10	0.18	0.27	0.53	0.66	1.17
平均值	<b>0.00</b>	<b>0.21</b>	<b>0.31</b>	<b>0.44</b>	<b>0.74</b>	<b>0.97</b>	<b>1.39</b>
标准差	<b>0.00</b>	<b>0.10</b>	<b>0.13</b>	<b>0.16</b>	<b>0.17</b>	<b>0.20</b>	<b>0.28</b>
变异系数	--	<b>0.50</b>	<b>0.43</b>	<b>0.37</b>	<b>0.23</b>	<b>0.21</b>	<b>0.20</b>

8 应将各加载周期平均净车辙深度 RDD 绘制于双对数坐标系，进行幂函数拟合及线性化处理，外推至 100 万次加载（图 6.1.2-5）。

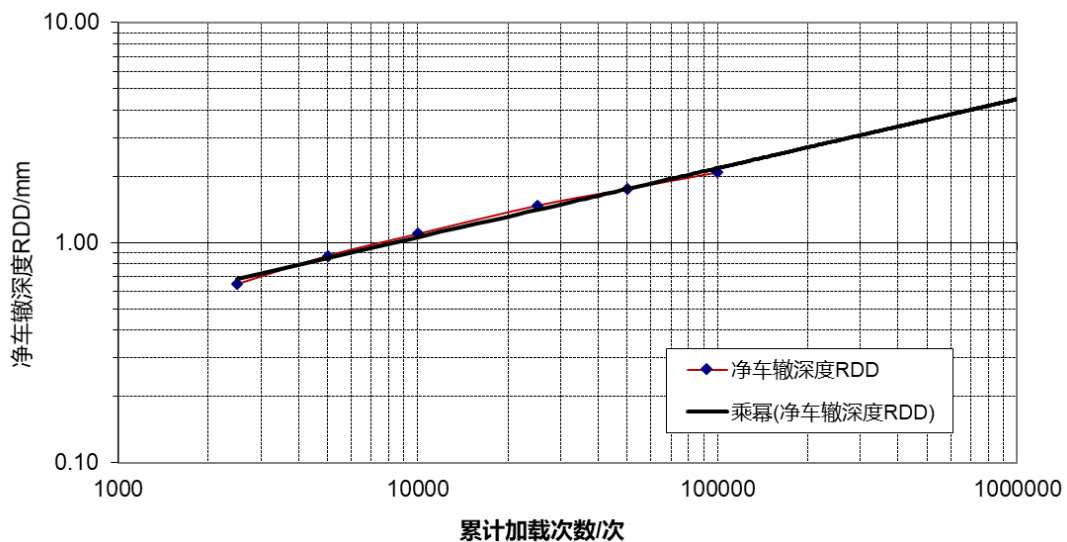


图 6.1.2-5 净车辙深度 RDD 与累计加载次数关系

9 应按第 8 款方法绘制各加载周期平均隆起量 RDU 关系曲线（图 6.1.2-6）。

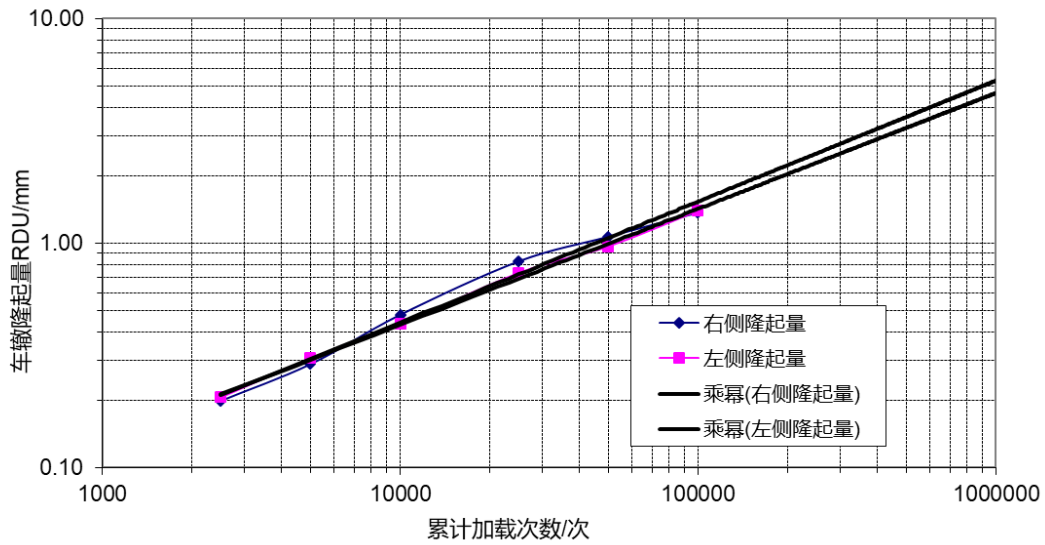


图 6.1.2-6 RDU-累计加载次数关系曲线

## 6.2 温度数据处理

### 6.2.1 温度数据处理应符合下列规定：

1 应按表 6.2.1 及式(6.2.1)计算各组热电偶对应的加权平均测试温度  $T_{AVE}$ 。

$$T_{AVE}(x) = \sum T_{IA}(k) \times Y(k) \quad (6.2.1)$$

式中： $T_{AVE}(x)$ —加权平均测试温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$x$ —特定热电偶；

$T_{IA}$ —区间平均温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$k$ —特定区间；

$Y$ —每个区间平均温度的权重系数。

表 6.2.1 温度测量汇总计算表

热电偶 编号	位置 /mm	深度 /mm	$T_{IA}/^{\circ}\text{C}$							$T_{AVE}/^{\circ}\text{C}$
			0-2500	2500- 5000	5000- 10000	10000- 20000	20000- 30000	30000- 50000	50000- 100000	
Y			0.025	0.025	0.050	0.100	0.100	0.200	0.500	
1										
2										
3										

4										
5										
6										
7										
8										
TC-控制装置*										

注：\*温控热电偶为接入温度控制单元的专用热电偶。该热电偶在整套试验过程中，通常按控制单元设定值保持恒定；若试验期间对设定值进行调整，须做好清晰记录。

### 6.3 抗滑性能数据处理

#### 6.3.1 抗滑性能数据处理应符合下列规定：

1 MLS11 型室内试槽试验应计算 2 号~8 号试槽试件 BPN 值的算术平均值、代表值、标准差及变异系数。代表值应按 95% 保证率计算。

2 现场加载区抗滑性能数据应按下列规定处理：

1) 启用横向移动工况时，MLS66 型应分别统计 4 条测线、MLS11 型应分别统计 3 条测线 BPN 值的算术平均值、标准差及变异系数；无横向移动工况时，应仅统计轮迹带 BPN 值。

2) 应按加载周期分别计算同一测线 BPN 值的算术平均值及变异系数。

### 6.4 水敏感性数据处理

#### 6.4.1 水敏感性数据处理应符合下列规定：

1 MLS11 型室内试槽水敏感性试验应采用 2 号~8 号试槽试件测定各加载阶段的冻融劈裂强度比 TSR。

2 现场加载区水敏感性数据应按下列规定处理：

1) 渗水系数  $C_w$  或冻融劈裂强度比 TSR 应按本规程第 5.5.2 条规定采集，统计方法应符合第 6.3.1 条第 2 款的规定。

2) MLS11 型加载区域的 TSR 应采用轮迹带测试结果。

3) 应按加载周期分别计算渗水系数  $C_w$  或冻融劈裂强度比 TSR。

## 6.5 平整度数据处理

### 6.5.1 平整度数据处理应符合下列规定：

- 1 启用横向移动工况时，应分别统计 MLS66 型 4 条测线、MLS11 型 3 条测线轮迹带及横向移动范围内的 IRI 值；无横向移动工况时，应仅统计轮迹带 IRI 值。
- 2 应按加载周期分别计算同一测线的 IRI 值。

## 6.6 路面结构承载力数据处理

### 6.6.1 路面结构承载力数据处理应符合下列规定：

- 1 FWD 承载板中心测点 D1（图 5.7.1-1）为弯沉测点；其弯沉值应为剔除第 1 次锤击数据后第 2 次及以后各次锤击数据的算术平均值。
- 2 应按现行《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450）T 0953 的规定确定温度修正系数，将实测弯沉按式（6.6.1）修正为 20℃标准弯沉。

$$l_{20} = l \times K \quad (6.6.1)$$

式中： $l_{20}$ —20℃修正弯沉；

$K$ —温度修正系数。

- 3 应依据实测弯沉盆数据及 D1~D7 传感器布设间距（图 5.7.1-1（b）），采用模量反算软件计算路面各结构层弹性模量。
- 4 应按加载周期分别计算同一测线各测点弯沉及弹性模量的算术平均值、标准差及变异系数。

## 7 试验报告

### 7.0.1 试验报告包括下列内容：

**1 试验项目基本信息：**项目名称、委托单位、试验地点、试验起止日期、环境条件（环境温度、湿度，湿式试验应包括水温）。

**2 试验设备基本信息：**MLS 设备型号、标定有效期、软件版本、加载模式（湿式/干式）。

**3 试件相关参数：**试件结构组合、材料配合比、成型工艺、养护龄期；配套试验仪器名称、规格型号、检定状态。

**4 试验控制参数：**设定轴载压力、加载频率、试验温度、累计设计轴载次数、实际完成累计轴载作用次数。

**5 观测与检测数据：**不同加载阶段断面变形、车辙深度、平整度、渗水系数、抗滑性能等阶段性检测结果。

**6 过程异常记录：**设备故障、停机记录、参数调整、试件异常、环境突发变化及处置措施。

**7 数据处理与分析：**原始数据汇总、性能衰减拟合曲线、变化规律分析、关键性能指标评价。

**8 试验结论与评价：**结合本规程及相关标准要求，判定试件耐久性能、结构适用性，给出试验结论与应用建议。

**9 附图附件：**试验布置图、安装施工图、关键节点照片、标定证书、原始数据记录表、曲线图。

**10 需要说明的其他补充内容。**

## 附录 A 断面仪

### A.1 断面仪的安装

**A.1.1** 将断面仪置于分度杆上，非电机侧固定螺钉应落入锥形凹坑内，电机侧固定螺钉应置于对应编号凹坑中，确保两侧编号一致；右侧辅助螺钉置于分度杆顶面，如图 A.1.1 所示。

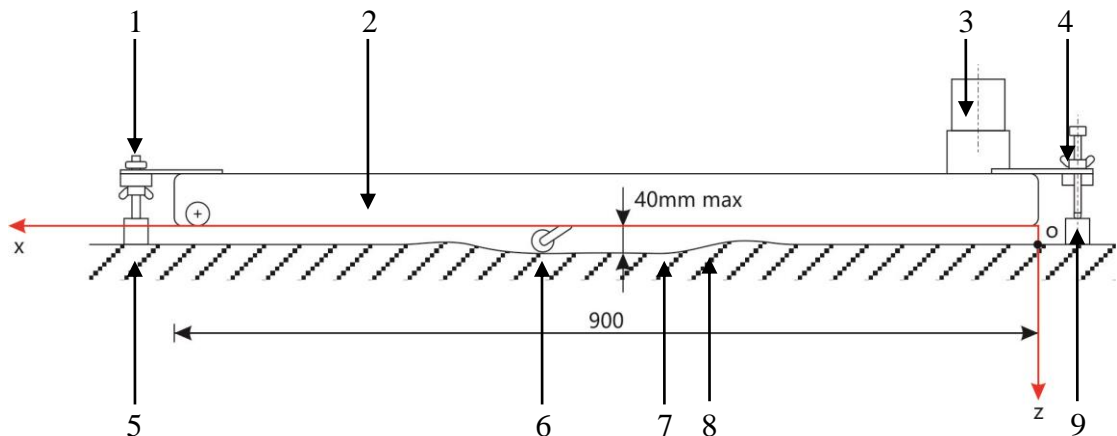


图 A.1.1 断面仪安装

1-蝶形螺母；2-100×50mm 断面仪梁；3-步进电机；4-翼形螺母；5-分度杆；6- $\Phi 25$  测量轮；7-车辙；  
8-凸起；9-定位螺钉

**A.1.2** 调节定位螺钉使断面仪保持水平，确保 40mm 量程覆盖预期车辙深度与试件表面隆起量。拧紧蝶形螺母锁紧固定螺钉，拆卸时应记录安装位置编号，确保复装精度。

**A.1.3** 连接断面仪、控制箱与计算机通信线缆，拧紧电缆插头固定螺钉。接线完成后控制单元进入待机状态；长期存放时应断开全部外接线缆。

### A.2 软件操作

**A.2.1** 运行“Profilemeter Driver.exe”，选择断面仪型号及参数文件。

**A.2.2** 参数设置应符合下列要求（图 A.2.2-1）：

- 1 试验名称应采用单个字母（A~Z）命名，试验全程不得修改。
- 2 分度杆位置应输入固定螺钉对应的凹槽编号，标定测量点位；配套分度杆凹槽量程应为 0mm~1000mm，间距应为 50mm。
- 3 断面序列号应为当前测点的断面编号；00 为初始断面，输入 00 应自动新建临时文件，存储该点位全部断面数据并生成轮廓曲线。测量应从 00 起始。

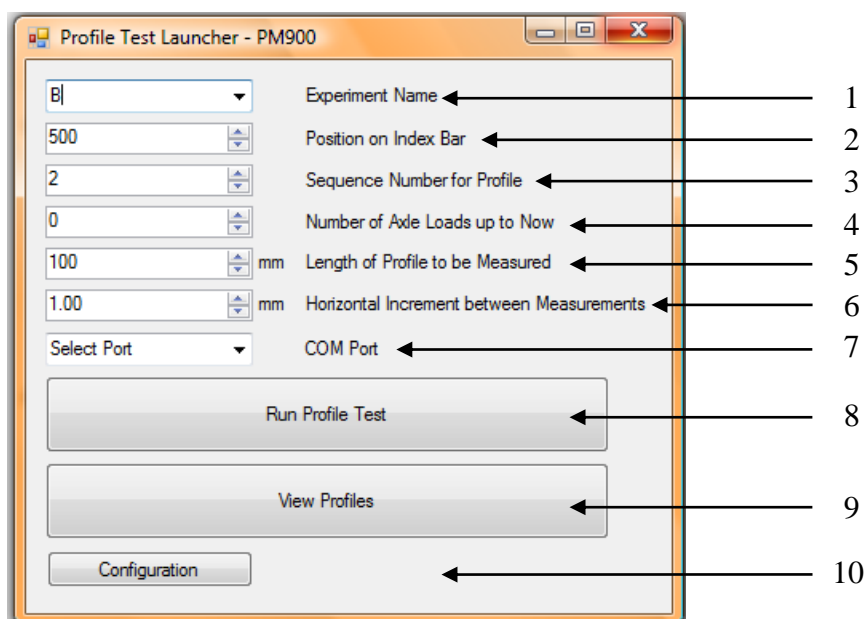


图 A.2.2-1 程序界面屏幕

1-试验名称；2-分度杆上的位置；3-断面序列号；4-当前累计轴载作用次数；5-待测断面长度；6-测量之间的水平增量；7-COM 端口；8-运行测试程序；9-查询断面数据；10-参数设置

4 待测轮廓长度（x 方向测量距离）应符合下列规定：

- 1) 不大于 470mm 时，应按仪器梁中心对称采集；
- 2) 71mm~540mm 时，应由中心向非电机端偏移 35mm 对称采集；
- 3) 大于 540mm 时，系统应自动限定为 540mm。

5 水平增量（测量轮单次移动步距）宜为 2mm~10mm，试验全程应固定不变。

6 COM 端口应选择设备对应端口；电脑自带 RS232 端口通常为 COM1 或 COM2，使用 USB 转串口适配器时应按系统分配端口选择。

**A.2.3** 启动测量后应实时显示轮廓曲线及历史数据叠加；测量完成后应检查数据完整性并保存文件。

### **A.3 断面仪数据解析与处理**

#### **A.3.1 断面仪技术参数应符合下列规定：**

1 z 轴垂直测量范围应为 0mm~40mm，分辨率应为 0.001mm；测量轮下移方向为读数正方向。

2 测量应采用相对值，可不标定绝对零点；垂直位移数据应保留三位小数，水平位移数据应保留一位小数。

#### **A.3.2 数据文件命名及存储应符合下列规定：**

1 文件格式应为 azzzzxx.dat，存储路径宜为 MLS\_Profilemeter/PM900/。

2 文件名字符含义应符合下列规定：

- 1) a: 试验代号 (A~Z) ；
- 2) zzzz: 分度杆位置编号 (0000~9999) ；
- 3) xx: 断面序列号 (00~99) 。

#### **条文说明**

图 A.1 为断面测量数据文件示例。文件采用两列空格分隔格式：

第 1 行：测量日期与时间；

第 2 行：断面测量总点数及轴载数量；

第 3 行起为实测数据，左列为水平读数 (x)，右列为垂直读数 (z)。

08-05-2001	19:02:05
20	100000
0.000	36.196
10.000	36.117
20.000	36.033
30.000	35.952
40.000	35.864

50.000	35.829
60.000	32.860
70.000	28.868
80.000	28.126
90.000	27.591
100.000	29.438
110.000	35.342
120.000	35.297
130.000	35.271
140.000	35.196
150.000	35.125
160.000	35.067
170.000	34.963
180.000	34.826

图 A.1 1 个断面测试文件数据格式

A.3.3 可通过断面查看器查看曲线及历史数据，见图 A.3.3。

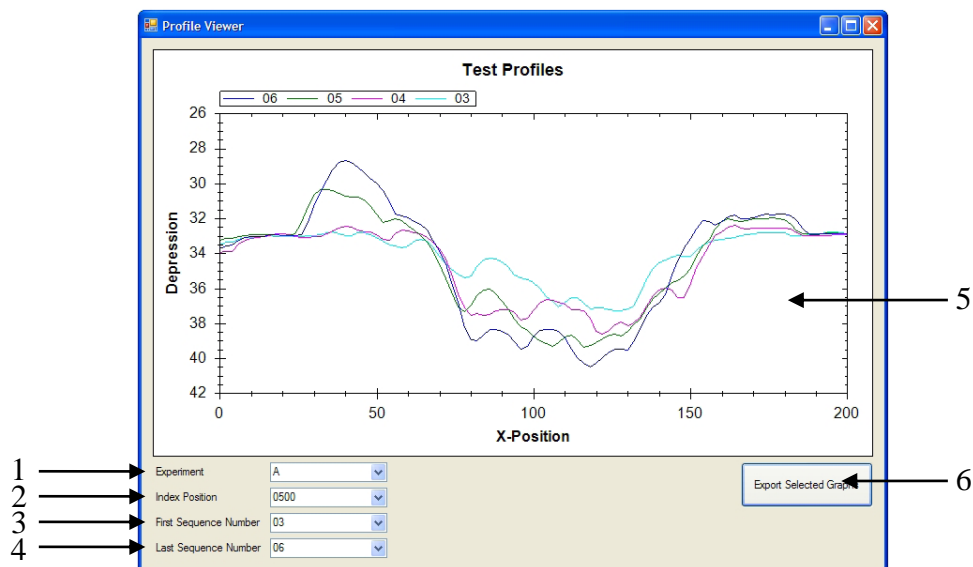


图 A.3.3 断面查看器窗口

1-试验名称；2-分度杆上的位置；3-第 1 个断面序列号；4-最后断面序列号；5-图形显示窗口；6-数据导出