

公路技术资料

15

路面量测技术

人民交通出版社

53

16

公 路 技 术 资 料

(15)

路 面 量 测 技 术

交通部科学研究院重庆分院 编译

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书介绍美、日、法等国家对于公路路面量测技术的使用和发展情况
及各种先进的量测仪器的装置、使用方法。此外，还介绍了一些实测资料。

本书可供公路设计、科研、施工、养护技术人员及有关大专院校师生
参考。

公路技术资料

(15)

路面量测技术

交通部科学研究院重庆分院 编译

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 1/32 印张：4 字数：87 千

1980年5月 第1版

1980年5月 第1版 第1次印刷

印数：0001—6,700册 定价：0.33元

目 录

一、国外路面量测技术概况	1
二、GMR 道路平整度量测仪	39
三、轮胎——路面粘着力连续量测 (SCRIM)	49
四、道路摄影检查设备泽福 (Gerpho) 车	62
五、拉克鲁瓦——道桥中心实验室的自动弯沉仪	76
六、在周期荷载作用下量测路面结构体内位移矢量的 一种技术	92
七、行程速度和交通流量测定法	113

一、国外路面量测技术概况

概 述

对现有路面特性和承载能力的确定以及路面寿命的估计，量测有关路面交通情况，在公路管理和养护系统中是相当重要的。

现阶段，国外进行路面量测基于以下三个目的：

(1) 给道路管理部门提供必要的资料，以便对道路进行合理的管理，特别便于道路的使用，养护和补强。

(2) 提供承载能力不足路段的资料和选择补救的必要措施。

(3) 对目前使用中某些良好的技术性能作出评价，并计划采用其它最佳技术。

目前使用的量测技术，在繁忙的道路上其可靠性，经济性和实用性都不完善，因此，正在发展一种技术，使其能量测足够的参数，以正确估量道路的各种情况；另外一种考虑是：要在一个短时间内作完这种量测，而让装载这种设备的车辆保持适合的速度，这就叫“高效率的连续量测设备”。这些设备具有以下特征：尽可能有安全性、稳定性；能自动地、高速地进行非破损测定；在路面上进行量测时，无需特殊信号；量测中尽可能安装自动记录装置，使资料能处理、存储、运算并得出使用结果。

多年来，在法国、日本、美国、英国、西德等国很重视路面的“高效率连续量测设备”的研制工作，进一步发展了路面量测设备，经采用已取得良好的效果。

(一)路面特性和使用性能的量测

为使路面行车安全、快速、乘客舒适，路面必需保持平坦，潮湿时不易滑溜。这样的路面要求有一定的耐久性。耐久性遭到破坏，路面就产生裂缝和磨损现象。裂缝的产生可以根据路面弯沉预测。

1.路面平整度量测

对车辆行驶性能和路面不平整引起的振动分析研究，需要精确的路面平整度。路面平整度是否合乎要求，也是检查路面质量的标准之一。路面如平整，行车速度就快，乘客舒适。

路面平整度量测分纵断面量测和横断面量测。

(1)路面纵断面量测

日本使用的是三米长的带脚直尺或支点间距为三米的纵断面仪。每隔 1.5 米量测纵断面波形，计算标准离差，求出路面的平整度。三米纵断面仪一般用人力拖拉，八米的纵断面仪用车牵引。后者是大型的，移动和运输比较困难。在标准离差的变化中，使用高出 6 毫米的波峰累计值，求出断面指数。此外，正在试用测定车和牵引拖车的上下方向加速度来评价路面的平整度。

为了从纵断面仪记录纸上的波形求标准离差等操作自动化，在牵引车上安装电子计算机，根据测定轮的差动变换器，以电信号变换垂直变形量，可即时用电子计算机处理。量测速度每小时为 4~6 公里。

法国在纵断面的量测方面，即在平整度量测方面，有古典的量测仪器。Viagraphpe 是一根三米长的直尺，只能量测短距离的坑槽，不能满足高效率连续量测的要求。

法国现在使用的是性能好、精度高、快速和连续量测的

纵断面分析仪。该种仪器在法国研制的有两种类型，一是由道桥中心实验室研制的双车迹纵断面分析仪，另一种是克莱蒙费郎和鲁昂等实验室联合研制的单车迹纵断面分析仪。这两种纵断面分析仪的结构原理相同，只是在操作方式，信号记录和处理系统有所不同。这里介绍道桥中心实验室研制的双车迹纵断面分析仪（图1-1）。



图1-1 法国双车迹纵断面分析仪

双车迹纵断面仪有两个拖车，拖车由一小车牵引。拖车有一根装有量测轮的拉杆；拉杆上装有负荷支架，拉杆和负荷支架用弹簧和减震器联接，以保证量测轮同路面有良好的接触；用一个低频惰性摆作水平标准。

仪器以等速行驶，轮架拉杆对低频摆的角度侧斜，记录在对低频敏感的模拟磁带记录仪上。角度侧斜与道路纵断面的不平整度成比例，与牵引车上的挂钩在路面作用下引起的运动无关，由路面不平整而引起的振动频率在0.5到20赫兹之间。滤波器从记录信号上消除大于此范围的频率。纵断面分析仪完全是动力反应。该仪器的特点是检测波长范围与速度成比例，从 $V/20$ 到 $V/0.5$ （ V =米/秒）。根据研究目的，量测速度可以变化，在弯曲道路，机场跑道和高速道路上，

所使用的波长不一定相同。一般量测，选用正常速度为每小时72公里，波长为1到40米。

美国研制了GMR道路纵断面仪，该仪器的测试轮安装在试验车底部的悬挂上（图1-2）。测试轮是一直径不大的轻金属

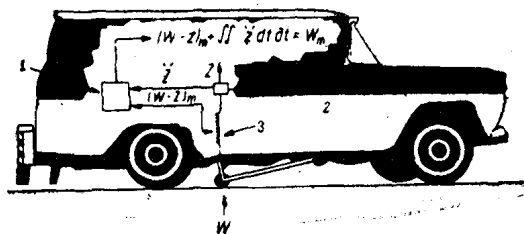


图1-2 GMR道路纵断面仪

1-模拟计算机；2-加速度计；3-电位计

属轮，轮缘上装有薄的橡胶胎面。测试轮通过一弹力为135公斤的弹簧同地面保持接触。重车及车悬挂构成道路与加速计间的机械滤波器。车身和测试轮的相对运动 $(W-Z)_m$ 用一

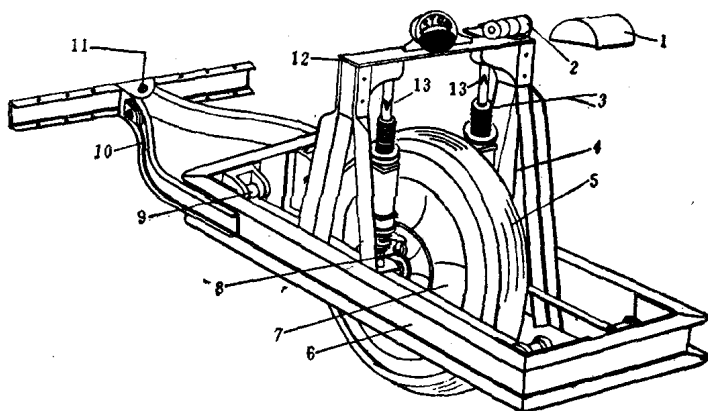


图1-3 美国联邦公路管理局道路平整度测定仪

1-罩；2-求积器；3-减振器；4-电缆；5-轮胎；6-车架；7-轮子；8-转轮器；9-弹簧；10-牵引架；11-挂钩；12-桥梁；13-万向接头

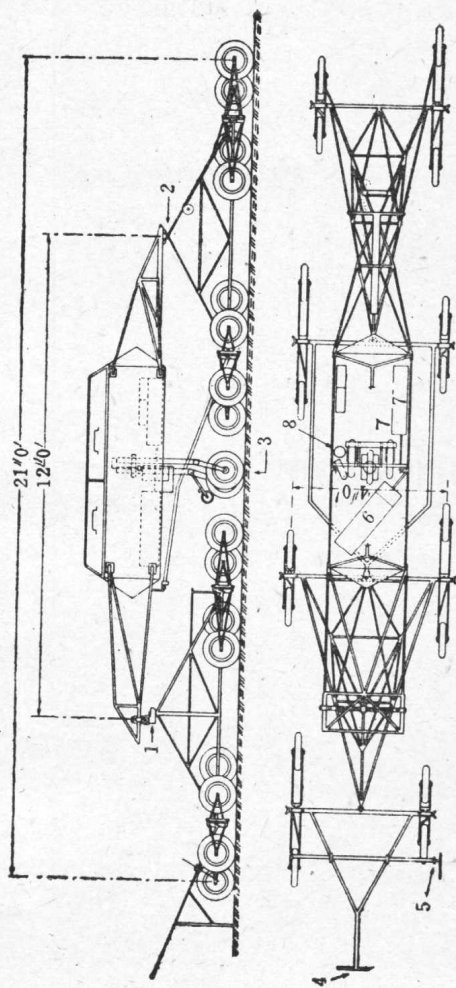


图1-4 英国道路平整度仪

1-固定轴颈; 2-活动轴颈; 3-探测系; 4-牵引手柄; 5-距离导向; 6-积分器; 7-分器; 8-验平记录纸转筒

电位计测定。加速度计设在测试轮前的车身上，电位计同车身相连。该仪器的测试速度为每小时24公里。

美国联邦公路管理局研制的道路平整度测定仪是一单轮拖车（图1-3），拖车有一个轮子位于悬挂系统上的车架中心处；车架有两个标准弹簧和两个液动减震器。向两个方向移动的求积器与记录垂直运动的电子计数器相接。固定在悬挂系统框架上的求积器通过一根钢索与量测轮轴相接。记录系统量测与悬挂系统上部相连的轴的垂直运动。第二个计数器记录记录轮的转数。这样通过两个计数器，把道路的任何长度都可以记录下来。该仪器的量测速度为每小时20英里。

英国道路研究所研制了一种道路平整度仪，该仪器是16个轮子铰接的拖车，车上装有测定和记录装置（图1-4）。16个轮和其轴分为四轮一组的四组轮架，轮架宽为4英尺，轮轴定距为21英尺。只要每个单轮有 $1/16$ 的垂直移动，即能传到测定轮装置。轮胎用软橡胶，充气到低气压，以保证路面的每一微小不平之处都能量测。

测定系统安装在车架的中心处，测定轮位于垂直导向杆中垂直测定轴的中心。安装在弯头上随测定轴转动的两个从属轮，保证测定轮的适中量测路线。

平整度仪在有垂直刻度的记录纸上画出路面的纵断面，根据分级由电子计数器和其它计数器记录不同大小的振动数。此仪器的操作速度每小时不能大于1英里。

英国运输和道路研究实验室研制了一种新型的道路纵断面验平车（图1-5）。这种装置采用的是不与路面接触的量测技术，安装了四个最佳的位移传感器（无接触传感器），操作速度可达每小时80公里，能精确地量测0.2到100米或更长道路的纵断面平整度。

验平车具有横梁的探测设备，它是一个三角形的铝管构



图1-5 英国道路纵断面验平车

架，搁置在单轴拖车上。构架由聚氨基甲酸酯泡沫塑料封装，以减小机械振动。同时也提供了防热护套和轻型外罩。

配备的一辆小车为无接触传感器提供能量，在微型计算机的输出上作所需的计算，即求出路面的平整度。还可以在汽车内的绘图仪上绘出部分断面的曲线。所有的断面，以108毫米的间隔在磁带上作数字记录，以供最终分析。

西德使用的平整度量测仪可连续地检查路面的平整度，

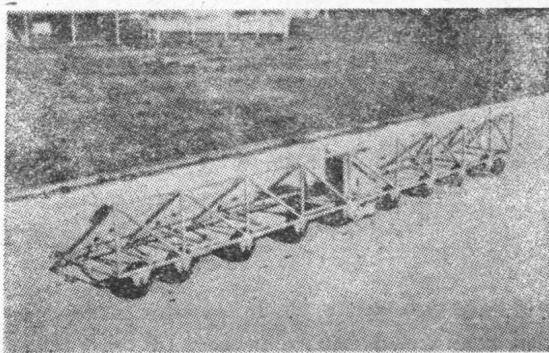


图1-6 西德平整度量测仪

其基本原理是按4米长的测定直尺设计的(图1-6)。

平整度量测仪有一台4.36米长的测试车和一拖车,拖车内设有记录设备,指示设备及里程计数器。测试车主要包括:有牵引挂钩的三角形钢管构架,十个轴距不等的行驶轮,设置在行驶轮轮迹外一直径为20厘米的支承轮和一直径15厘米的测试轮。一般情况,测试轮的接地面积为25毫米。行驶轮下缘在一条直线上,该直线构成量测路面的瞬时相关直线。第一个轮与最后一个轮的间距为4米,与直尺长度相当。

记录装置位于测试轮的上边,它记录测试车的垂直运动,也就是测试轮通过路面时记录路面的不平整度。

目前在西德广泛使用平整度量测仪检验路面的不平整度。

瑞士苏黎世道路和地下工程学院研制了一台新型的测角仪(图1-7)。该仪器有二根横梁,在横梁上垂直地安装三个

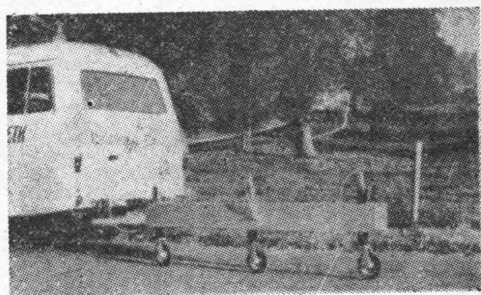


图1-7 瑞士路面平整度测试仪

可位移的量测轮,间距为1米。量测轮和横梁间的垂直相对运动借助感应拾波器检波,再变成电信号传递。从三种信号中求算出路面的角度差值,再看该角度值是否符合路面平整度标准。该仪器量测速度每小时65公里,在瑞士广为使用。

(2) 路面横断面量测

最简单的量测方法是在车前进的方向，跨过车辙放置2~3米长的直尺，量测直尺和路面之间的最大间隙，或在横断面方向放置带脚的3米直尺，量测插入楔子间的间隙量。

日本使用的横断面记录仪是支撑横梁滑动的一种构造，记录横断面的波形。

法国道桥实验室一般用TWI横断面量测仪来量测路面的横断面（图1-8）。该仪器有一个4米长的金属杆，它的两端

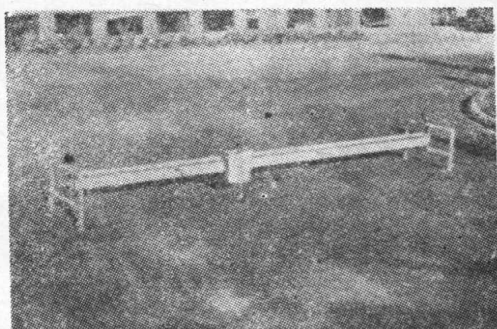


图1-8 法国 TWI 横断面量测仪

放在装有游标卡尺的支架上（为调整金属杆高度），中间有一个支架，以消除仪器自重所产生的挠度。装有金属杆并沿金属杆可以移动的小车有一根触杆，记录针以及纸筒存储器。记录针联接着接触路面变形的小轮。触杆的水平 and 垂直移动记录于卷纸上，卷纸上的纵座标显示出实际尺寸，横座标的刻度根据需要可能在 $1/20$ 和 $1/40$ 之间变化。仪器的精度约为 $1/4$ 。10秒钟量测一个断面，再移到另一个量测处需5分钟。每天可量测约60个横断面。

由于TWI横断面量测仪的量测速度相对说来不高，对道路状态评价所进行的大量系统性量测，一般不考虑使用这

种仪器。为此，道桥实验室研制了两台高速自动横断面量测仪样品机，但还未投入使用。

西德使用一种横断面记录仪（图1-9）。该仪器有一根横

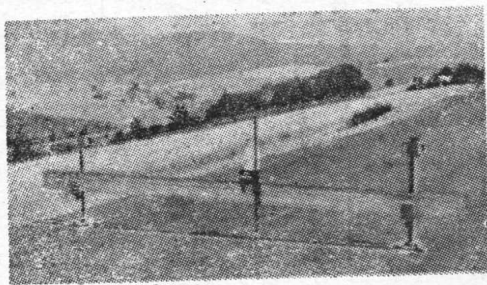


图1-9 西德路面横断面量测仪

梁，作为量测的基准轴线，放置在两个支架上。横梁上设有轮式滚动装置，可从横梁的一端移到另一端；滑动装置上安装有一连接量测轮的直杆和记录器，记录器记录由垂直杆传递的量测轮的运动。使用时把仪器横放在量测路面上（应注意仪器的量测位置必需相当精确地成为水平），横梁的滚动装置沿横梁一端驶到另一端，即记录量测路面横断面的平整度。

2. 路面滑溜量测

近十几年来，在国外随着沥青路面的大量修建，特别是高速公路的发展，车辆增多，车速提高，从而对路面安全行车的防滑问题引起了很大的重视。为表征路面的抗滑性能，对路面光滑性的测定有制动后的行车减速值，有的国家测定抗滑系数。各国根据自己的情况，相应制定了最小抗滑系数值，直至现在还没有统一的标准。如低于所规定的最小抗滑系数值时，则说明路面太滑，不能保证行车安全，需进行处理，改善其光滑度。

最简便的量测抗滑系数设备是英国研制的轻便抗滑测定

器。详细的试验方法载于美国材料试验协会(ASTM)E303—63中。测定值以BPN(英国轻便测定仪数)单位表征,一般不进行滑溜摩擦系数的换算。进行量测时,滑触头的橡胶质量和路面温度影响颇大。此外,如果不事先进行摆的平衡和滑触头触地压力的调整,垫环的检查等,则测定值的误差大。试验以轮胎测定,在使用有花纹轮胎时,试验速度为每小时

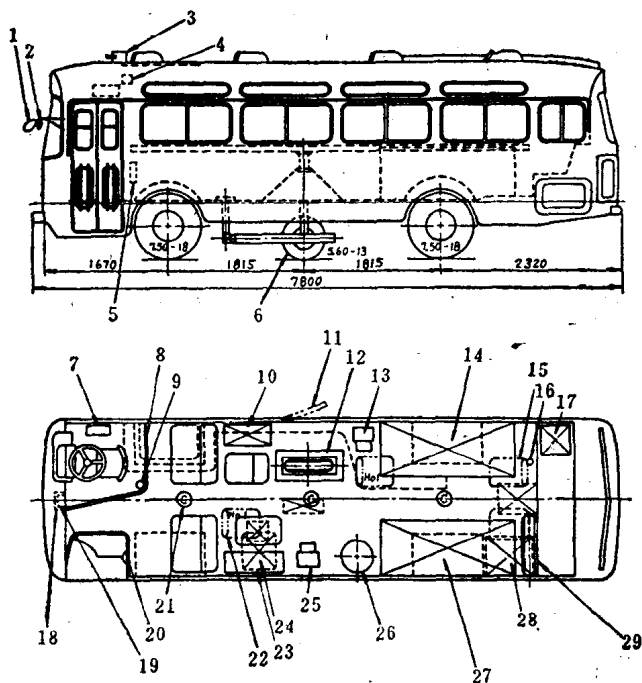


图1-10 日本建设省标准型抗滑车

1-下视反射镜; 2-后视反射镜; 3-旋转灯; 4-消毒入口; 5-发烟筒和罩; 6-量测轮; 7-工具箱; 8-挡板; 9-灭火器; 10-操作盘; 11-安全门固定窗; 12-轮胎测定器; 13-采暖设备; 14-水槽; 15-排气通风口; 16-抽水孔; 17-压气机; 18-收音机; 19-采暖设备; 20-踏板灯; 21-三灯荧光灯; 22-吸气通风口; 23-电器仪表; 24-烧料箱; 25-采暖设备; 26-空气箱; 27-水槽; 28-蓄电池; 29-备用轮胎

40公里，因而不适于高速行驶时的路面评价。

在取决于轮胎和车辆的测定中，制动距离法和减速法是比较简便的方法。制动距离法是量测试验车从制动到停止距离的一种方法；减速法是使用一种轻量，小型的减速度计的方法。然而，这些方法都要使试验车紧急制动，在有车辆行驶的道路上成为障碍，并且对于司机有危险。

日本的一般国道调查，使用的是建设省标准型抗滑试验车（图1-10），用来测定纵向滑溜阻力。由于路面要预先充分洒水，故试验车上还要添加洒水装置。各种试验速度的试验路段选为1.2到1.5公里。横断面方向的测定位置在道路的中心线或车带处。试验速度原则上分为三个阶段，每小时分为20，40，60公里，但以每小时60公里进行测定有困难，改为每小时50公里，根据情况也可省略。以各种试验速度获得三个以上的测定值。

抗滑系数（也叫滑溜系数）一般以下式计算：

$$SN = (F/W) \times 100$$

式中： F ——牵引力，即在轮胎和路面的接触点处轮胎产生的水平力；

W ——试验轮的垂直荷载。

测定路面抗滑系数时，要测定路面温度和气温，一般根据路温来修正抗滑系数。温度在负10度以下时，影响颇大，故有关温度的修正要特别加以注意。

英国运输和道路研究实验室生产的横向力系数常规调查机 (Sideway-Force Coefficient Routine Investigation Machine) (图1-11) 是一种高效率 and 连续量测的机器。

横向力系数常规调查机一般的操作速度为每小时40~80公里，最大速度可达每小时100公里。机器是在湿润的路面上进行量测，因此在装载该机器的车上备有洒水装置。机器

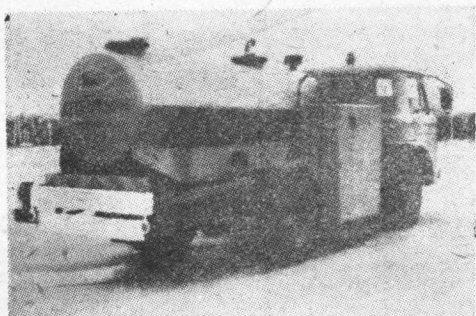


图1-11 英国横向力系数常规调查机

在路面上洒水进行量测，每次约30公里。在车右轮车带上连续地量测横向摩擦系数。给出角度为 20° 的横向摩擦系数同其它仪器量测的纵向摩擦系数有良好的关系。路面横向力摩擦系数直接记录在自动记录器上或以纸带穿孔。每天能量测150公里的这种机器，能制定道路网的横向摩擦系数分布图。



图1-12 法国LPC滑溜拖车