

道路结构

道路路基路面现场检测

一、路面几何尺寸及厚度测试方法

1、概念

路面结构的几何尺寸及厚度是保证路面使用性能的基本条件，实际施工检测时，路面结构的几何尺寸及厚度是一项十分重要的指标，必须满足设计要求。路面结构可靠度分析结果表明，路面厚度的变异性对路面结构的整体可靠度影响很大，路面厚度的变化将导致路面受力不均匀，局部将可能有应力集中现象，加快路面结构破坏，因此，要求路面结构厚度的变异性较小。同时施工监理要求检验路面各结构层施工完成后的厚度，该数据是工程交工验收的基础资料。所以在《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1-2017）中，路面各个层次的厚度的分值较高。

2、几何尺寸测量

2.1 仪器设备及环境

- （1）长度量具：钢卷尺、钢直尺
- （2）经纬仪（精度 DJ2）、水准仪（DS3）、塔尺或全站仪
- （3）其他：水平尺、尼龙线（直径不大于 0.5mm）

2.2 方法与步骤

2.2.1 准备工作

- （1）确认路基或路面上已恢复的桩号。
- （2）按本规程 T 0902 规定的方法，在一个测试路段内选取测试的断面（接缝）位置并作上标记。宜将路基路面宽度、横坡、高程、中线偏位选取在同一断面位置，且宜在整米桩号上测试。
- （3）根据道路设计的要求，确定路基路面横断面各部分的边界位置并作好标记。
- （4）根据道路设计的要求，确定设计高程的纵断面位置并作好标记。
- （5）根据道路设计的要求，在与中线垂直的横断面上确定成型后路面的实际中线位置并作好标记。
- （6）当采用全站仪测量边坡坡度时，根据道路设计的要求，确定路基边坡的坡顶、坡脚位置并作好标记。

2.2.2 路基路面各部分的宽度及总宽度测试步骤

用钢卷尺沿中心线垂直方向上水平量取路基路面各部分的宽度 B_1 ，以 m 计，准确至 $0.001m$ 。测量时钢卷尺应保持水平，不得将尺紧贴路面量取，也不得使用皮尺。

2.2.3 纵断面高程测试步骤

(1) 将水准仪架设在路面平顺处调平，将水准尺竖立在设计高程的纵断面位置上，以路线附近的水准点高程作为基准。测量高程并记录读数 H_1 ，以 m 计，准确至 $0.001m$ 。

(2) 连续测试全部测点，并与水准点闭合，闭合差应达到三等水准测量要求。

2.2.4 路面横坡测试步骤

(1) 对设有中央分隔带的路面：将水准仪（全站仪）架设在路基路面平顺处调平，将水准尺分别竖立在路面与中央分隔带分界的路缘带边缘 d_1 处（或路基顶面相应位置）及路面与路肩交界位置或外侧路缘石边缘（或路基顶面相应位置） d_2 处， d_1 与 d_2 两测点应在同一横断面上，测量 d_1 与 d_2 处的高程并记录读数，以 m 计，准确至 $0.001m$ 。

(2) 对无中央分隔带的路面：将水准仪（全站仪）架设在路基路面平顺处调平，将水准尺分别竖立在道路中心 d_1 （或路基顶面相应位置）及路面与路肩交界位置或外侧路缘石边缘（或路基顶面相应位置） d_2 处， d_1 与 d_2 两测点应在同一横断面上，测量 d_1 与 d_2 处的高程，记录高程读数，以 m 计，准确至 $0.001m$ 。

(3) 用钢卷尺测量两测点的水平距离，以 m 计，准确至 $0.005m$ 。

2.2.5 中线偏位测试步骤

(1) 对中有中线坐标的道路：根据待测点 P 的施工桩号，在道路上标记 P 点，从设计资料中查出该点的设计坐标，用经纬仪（全站仪）对该设计坐标进行放样，并在放样点 P' 作好标记，量取 PP' 的长度，即为中线偏位 ΔCL ，以 mm 计，准确至 $1mm$ 。

(2) 对无中线坐标的道路：根据待测点 P 的施工桩号，在道路上标记 P 点，由设计资料计算出该点的坐标，用经纬仪（全站仪）对该坐标进行放样，并在放样点 P' 作好标记，量取 PP' 的长度，即为中线偏位 ΔCL ，以 mm 计，准确至 $1mm$ 。

2.2.6 报告

本方法应报告以下技术内容：

(1) 测试位置信息（测试断面桩号、坐标等）。

- (2) 实测宽度、设计宽度、宽度偏差。
- (3) 实测纵断面高程、设计纵断面高程、高程偏差。
- (4) 实测横坡、设计横坡、横坡偏差。
- (5) 实测边坡坡度。
- (6) 中线偏位、相邻板高差以及纵横缝顺直度。

3、路面厚度测量

挖坑法适用于基层或砂石路面的厚度测试，钻芯法适用于沥青面层、水泥混凝土路面和能够取出完整芯样的基层的厚度测试。

3.1 仪器设备及环境

- (1) 挖坑用镐、铲、凿子、锤子、小铲、毛刷。
- (2) 路面取芯机：手推式或车载式，配有淋水冷却装置。钻头的标准直径为 $\Phi 100\text{mm}$ ，如芯样仅供测量厚度，不做其他试验时，对沥青面层与水泥混凝土板也可用直径 $\Phi 50\text{mm}$ 的钻头，对基层材料有可能损坏试件时，也可用直径 $\Phi 150\text{mm}$ 的钻头，但钻孔深度均必须达到层厚。
- (3) 量尺：钢直尺、游标卡尺，分度值不大于 1mm 。
- (4) 其他：直尺、搪瓷盘、棉纱等。

3.2 准备工作

- (1) 按本规程 T 0902 规定的方法确定挖坑测试或钻芯取样的位置，如为既有道路，应避开坑洞等显著缺陷或接缝位置。
- (2) 在选择试验地点，选一块约 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ 的平坦表面，用毛刷将其清扫干净。

3.3 试验方法与操作步骤

1) 挖坑法厚度测试步骤

用挖坑法测定厚度应按下列步骤执行：

- (1) 根据材料坚硬程度，选择镐、铲、凿子等适当的工具，开挖这一层材料，直至层位底面，在便于开挖的前提下，开挖面积应尽量缩小，坑洞大体呈圆形，边开挖边将材料铲出，置于搪瓷盘中。
- (2) 用毛刷清扫坑底，确认已开挖至下一层的顶面。
- (3) 将直尺平放横跨于坑的两边，用钢直尺在坑的中部位置垂直伸至坑底，测量坑

底至直尺下缘的距离，即为测试层的厚度 T_1 ，以 mm 计，准确至 1mm。

2) 钻芯法厚度测试步骤

用钻孔取样法测定厚度应按下列步骤执行：

(1) 按本规程 T 0903 的规定用路面取芯机钻孔并取出芯样，钻孔深度应超过测试层的底面。

(2) 取出完整芯样，找出与下层的分界面。

(3) 用钢直尺或游标卡尺沿芯样圆周对称的十字方向量取表面至分界面的高度，共四处，计算其平均值，即为该层的厚度 T_1 ，以 mm 计，准确至 1mm。

3) 填补试坑

清理干净坑中的残留物，用棉纱等吸干钻孔时留下的积水，待干燥后采用同类型材料填补压实。

3.4 数据处理

(1) 按式 (T0912-1) 计算实测厚度 T_{1i} 与设计厚度 T_{0i} 之差。

$$\Delta T_i = T_{1i} - T_{0i} \quad (\text{T0912-1})$$

式中： T_{1i} ——路面第 i 层的实测厚度 (mm)；

T_{0i} ——路面第 i 层的设计厚度 (mm)；

ΔT_i ——路面第 i 层厚度的偏差 (mm)。

(2) 按本规程附录 B 的方法，计算一个测试路段厚度的平均值、标准差，并计算厚度代表值。

3.5 报告

本方法应报告以下技术内容：

(1) 现场测试位置信息 (桩号、路面结构层类型等)。

(2) 各测试位置的路面厚度实测值和设计值、路面厚度偏差。

(3) 测试路段厚度的平均值、标准差、代表值。

二、压实度测试方法

1、基本概念

路面基层压实度的测试主要方法有：挖坑灌砂法，核子仪法，环刀法、钻芯法几种。

2、挖坑灌砂法测定压实度

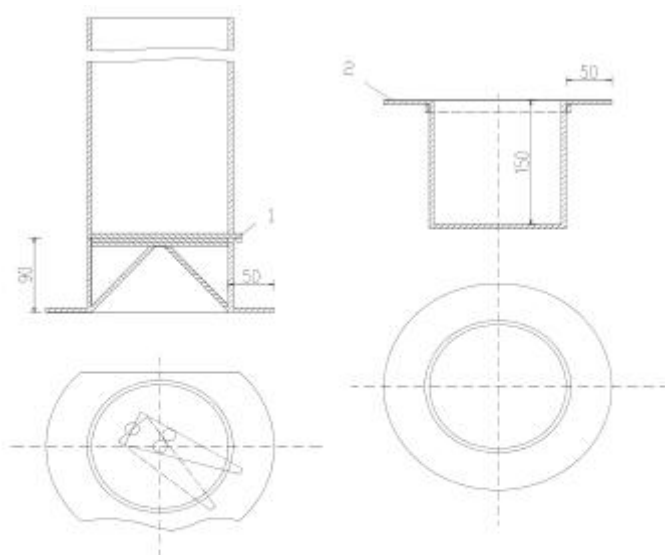
2.1、适用范围

本方法不适用于填石路堤等有大孔洞或大空隙的结构压实度测试。

本试验需要下列仪具与材料:

(2) 标定罐: 金属材质, 上端有罐缘, 型式和主要尺寸见图 T 0921, 并符合表 T 0921-1 的规定。

(3) 基板：金属材质的方盘，盘中心有一圆孔，主要尺寸符合表 T 0921-1 的规定。



1—开关；2—罐缘。

表 T0921-1 灌砂设备的主要尺寸要求

灌砂设备类型			小型灌砂设备	中型灌砂设备	大型灌砂设备
灌砂筒	储砂筒	直径 (mm)	100	150	200
		容积 (cm ³)	2121	4771	8482
	流砂孔	直径 (mm)	10	15	20
标定罐	金属标定罐	内径 (mm)	100	150	200
		外径 (mm)	150	200	250
基板	金属方盘基板	边长 (mm)	350	400	450
		深 (mm)	40	50	60
	中孔	直径 (mm)	100	150	200
	板厚	厚 (mm)	≥1.0 (铁)	≥1.0 (铁)	≥1.0 (铁)
			≥1.2 (铝合金)	≥1.2 (铝合金)	≥1.2 (铝合金)

储砂筒的容积可按照检测层厚度不同而适当调整, 其他指标不变, 以保证灌砂过程连续。

灌砂筒的选择: 在测试前, 应根据填料粒径及测试层厚度选择不同尺寸的灌砂筒, 并符合表 T0921-2 的规定。

表 T0921-2 灌砂筒类型 (mm)

灌砂筒类型	填料最大粒径	适宜的测试层厚度
Φ100	<13.2	≤150
Φ150	<31.5	≤200
Φ200	<63	≤300
Φ250 及以上	≤100	≤400

注: 路基填料最大粒径超过 100mm 的, 应采用其他方法测试压实度; 当挖坑过程中存在超过规范规定粒径 10% 的填料时应另在附近选点重做。试验过程中若发现储砂筒内砂不足以填满试坑时, 说明灌砂筒尺寸过小, 应选择较大尺寸的灌砂筒重新试验, 而不应在试验过程中添加量砂。

(4) 玻璃板: 边长约 500mm~600mm 的方形板。

(5) 试样盘和铝盒: 小筒挖出的试样可用铝盒存放, 大筒挖出的试样可用 300mm×500mm×40mm 的搪瓷试样盘存放。

(6) 电子秤: 分度值不大于 1g。

(7) 电子天平: 用于含水率测试时, 对细粒土、中粒土、粗粒土的分度值宜分别为 0.01g、0.1g、1.0g。

(8) 含水率测试设备：如铝盒、烘箱、微波炉等。

(9) 量砂：粒径 0.3mm~0.6mm 清洁干燥的砂，约 20kg~40kg。使用前须洗净、烘干，筛分至符合要求并放置 24h 以上，使其与空气的湿度达到平衡。

(10) 盛砂的容器：塑料桶等。

(11) 温度计：分度值不大于 1℃。

(12) 其它：凿子、改锥、铁锤、长把勺、长把小簸箕、毛刷等。

2.3、检测方法操作步骤

2.3.1 标定灌砂设备下部圆锥体内砂的质量

(1) 在储砂筒筒口高度上，向储砂筒内装砂至距筒顶距离为 $15\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 。称取装入筒内砂的质量 m_1 ，准确至 1g。以后每次标定及试验都应该维持装砂高度与质量不变。

(2) 将开关打开，让砂自由流出，并使流出砂的体积与标定罐的容积相当（或等于工地所挖试坑的体积），然后关上开关。

(3) 不晃动储砂筒，轻轻地将灌砂筒移至玻璃板上，将开关打开，让砂流出，直到筒内砂不再下流时，将开关关上，取走灌砂筒。

(4) 称量留在玻璃板上的砂或称量储砂筒内砂的质量，准确至 1g。玻璃板上的砂质量就是圆锥体内砂的质量 (m_2)。

(5) 重复上述测量三次，取其平均值。

2.3.2 标定量砂的松方密度 ρ_s (g/cm³):

(1) 用 15℃~25℃ 水确定标定罐的容积 V ，准确至 1mL。

(2) 在储砂筒中装入质量为 m_1 的砂，并将灌砂筒放在标定罐上，将开关打开，让砂流出。在整个流砂过程中，不要碰灌砂筒，直到储砂筒内的砂不再下流时，将开关关闭。取下灌砂筒，称取筒内剩余砂的质量 (m_3)，准确至 1g。

(3) 按式 (T 0921-1) 计算填满标定罐所需砂的质量。

$$m_a = m_1 - m_2 - m_3 \quad (\text{T0921-1})$$

式中： m_a ——标定罐中砂的质量 (g)；

m_1 ——装入储砂筒内砂的质量 (g)；

m_2 ——灌砂筒下部圆锥体内砂的质量 (g)；

m_3 ——灌砂入标定罐后，筒内剩余砂的质量 (g)。

(4) 重复上述测量三次，取其平均值。

(5) 按式 (T0921-2) 计算量砂的松方密度。

$$\rho_s = \frac{m_a}{V} \quad (\text{T0921-2})$$

式中:

ρ_s ——量砂的松方密度 (g/cm³);

V ——标定罐的体积 (cm³)。

2.3.3 测试步骤

(1) 在试验地点, 选一块平坦表面, 将其清扫干净, 面积不得小于基板面积。

(2) 将基板放在平坦表面上。当表面的粗糙度较大时, 将盛有量砂 (m₁) 的灌砂筒放在基板中孔上, 做好基板位置标识。将灌砂筒的开关打开, 让砂流入基板中孔内, 直到储砂筒内的砂不再下流时关闭开关。取下灌砂筒, 并称量储砂筒内砂的质量 (m₅), 准确至 1g。

(3) 取走基板, 收回留在试验地点未混入杂质的量砂, 重新将表面清扫干净。

(4) 将基板放回原处并固定, 沿基板中孔凿洞 (洞的直径与灌砂筒直径一致)。在凿洞过程中, 不应使凿出的材料丢失, 并随时将凿松的材料取出装入塑料袋中或大铝盒内密封, 防止水分蒸发。试洞的深度应等于测试层厚度, 但不得有下层材料混入。称取洞内材料质量 m_w, 准确至 1g。当需要测试厚度时, 应先测量厚度后再称量材料总质量。

(5) 从挖出的全部材料中取有代表性的试样, 放在铝盒或洁净的搪瓷盘中, 按照《公路土工试验规程》(JTG E40-2007) 的有关规定测试其含水率 (ω)。单组取样数量如下: 用小灌砂筒测试时, 对于细粒土, 不少于 100g; 对于各种中粒土, 不少于 500g。用中灌砂筒测试时, 对于细粒土, 不少于 200g; 对于各种中粒土, 不少于 1000g; 对于粗粒土或水泥、石灰、粉煤灰等无机结合料稳定材料, 宜将取出的材料全部烘干, 且不少于 2000g, 称其质量 (m_d)。用大型灌砂筒测试时, 宜将取出的材料全部烘干, 称其质量 (m_d)。

(6) 储砂筒内放满砂到要求质量 m₁, 将基板安放在试坑原位上。灌砂筒安放在基板中间, 下口对准基板中孔, 打开灌砂筒开关, 让砂流入试坑内。在此期间, 不应碰灌砂筒, 直到储砂筒内的砂不再下流时, 关闭开关。取走灌砂筒, 并称量筒内剩余砂的质量 (m₄), 准确至 1g。

(7) 如清扫干净的平坦表面粗糙度不大, 也可省去 (2) 和 (3) 的操作。在试洞挖好后, 将灌砂筒直接对准试坑, 中间不需要放基板。打开灌砂筒开关, 让砂流入试坑内。在此期间, 不应碰灌砂筒, 直到储砂筒内的砂不再下流时, 关闭开关。取走灌砂筒, 并称量剩余砂的质量 (m_4), 准确至 1g。

(8) 取出储砂筒内的量砂, 以备下次试验时再用。

(9) 取走基板, 将留在试坑内未混入杂质的量砂收回; 将坑内剩余量砂清理干净后, 回填与被测结构同材质的填料, 并用铁锤分 3~4 层夯实。

(10) 回收的量砂烘干、过筛, 并放置 24h 以上, 使其与空气的湿度达到平衡后可以继续使用。若量砂中混有杂质, 则应废弃。

2.4、数据处理与结果判定

(1) 按式 (T 0921-3) 或 (T 0921-4) 计算填满试坑所用砂的质量。

灌砂时, 试坑上放有基板时:

$$m_b = m_1 - m_4 - (m_1 - m_5) \quad (\text{T 0921-3})$$

灌砂时, 试坑上不放基板时:

$$m_b = m_1 - m_4' - m_2 \quad (\text{T 0921-4})$$

式中: m_b —填满试坑的砂的质量 (g);

m_1 —灌砂前灌砂筒内砂的质量 (g);

m_2 —灌砂筒下部圆锥体内砂的质量 (g);

m_4 、 m_4' —灌砂后, 灌砂筒剩余砂的质量 (g);

$m_1 - m_5$ —灌砂筒下部圆锥体内及基板和粗糙表面间砂的合计质量 (g)。

(2) 按式 (T 0921-5) 计算试坑材料的湿密度

$$\rho_w = \frac{m_w}{m_b} \rho_s \quad \text{T 0921-5}$$

式中: m_w —试坑中取出的全部材料的质量 (g);

ρ_s —量砂的松方密度 (g/cm³)。

(3) 按式 (T 0921-6) 计算试坑材料的干密度:

$$\rho_d = \frac{\rho_w}{1 + 0.01\omega} \quad \text{T 0921-6}$$

式中: ω —试坑材料的含水量 (%)。

ρ_d ——试坑材料的干密度 (g/cm³)

(4) 当为水泥、石灰、粉煤灰等无机结合料稳定土时, 可按式 (T 0921-7) 计算密度。

$$\rho_d = \frac{m_d}{m_b} \times \rho_s \quad (\text{T 0921-7})$$

式中:

ρ_d ——当为水泥、石灰、粉煤灰等无机结合料稳定土时的密度 (g/cm³)

m_d ——试坑中取出的稳定土的烘干质量 (g)。

(5) 按式 (T 0921-8) 计算施工压实度:

$$K = \frac{\rho_d}{\rho_c} \times 100 \quad (\text{T 0921-8})$$

式中: 当 K——测试地点的施工压实度 (%);

ρ_d ——试样的干密度 (g/cm³);

ρ_c ——由击实试验得到的试样的最大干密度 (g/cm³)。

3、环刀法测定压实度

3.1 目的和适用范围

本方法适用于现场测试细粒土及龄期不超过 2 天的无机结合料稳定细粒土结构的密度, 并计算施工压实度, 以评价结构层的压实质量。

3.2 仪器和材料

2.1 人工取土器: 包括环刀、环盖、定向筒和击实锤系统 (导杆、落锤、手柄)。环刀内径 6cm~8cm, 高 2cm~5.4cm, 壁厚 1.5mm~2mm。

2.2 电动取土器: 如图 T 0923-2 所示。由底座、立柱、升降机构、取芯机构、动力和传动机构组成。

(1) 底座: 由底座平台、定位销、行走轮组成。平台是整个仪器的支撑基础; 定位销用于操作时定位; 行走轮用于换点时仪器近距离移动, 当定位时四只轮子可扳起。

(2) 立柱: 由立柱与立柱套组成, 装在底座平台上, 作为升降机构、取芯机构、动力和传动机构的支架。

(3) 升降机构: 由升降手轮、锁紧手柄组成, 用于调整取芯机构高度。松开锁紧手柄, 转动升降手轮, 取芯机构即可升降到所需位置后, 拧紧手柄定位。

(4) 取芯机构：由取芯头、升降轴组成。取芯头为金属圆筒，下口对称焊接两个合金钢切削刀头，上口端面焊有平盖，其上焊螺母，靠螺旋接于升降轴上。取芯头有三种规格，即 50mm×50mm、70mm×70mm、100mm×100mm，取芯头可更换。配件应包括：取芯套筒、板手、铝盒等。

(5) 动力和传动机构：主要由直流电机、调速器、齿轮箱组成。配件应包括：电瓶和充电器。

2.3 天平：分度值不大于 0.01g。

2.4 其它：镐、小铁锹、修土刀、毛刷、直尺、钢丝锯、凡士林、木板及测试含水率设备等。

3.3 方法与步骤

3.3.1 对结构层填料进行击实试验，得到最大干密度及最佳含水率。

3.3.2 在现场选取位置相邻的两处作为平行试验的测点。

3.3.3 用人工取土器测试粘性土及无机结合料稳定细粒土密度的步骤

(1) 擦净环刀，称取环刀质量 M_2 ，准确至 0.1g。

(2) 在试验地点将面积约 30cm×30cm 的地面清扫干净，并铲去压实层表面浮动及不平整的部分。

(3) 将定向筒齿钉固定于铲平的地面上。顺次将环刀、环盖放入定向筒内与地面垂直。

(4) 将导杆保持垂直状态，用取土器落锤将环刀打入压实层中。在施工过程控制或质量评定时，环刀中部处于压实层厚的 1/2 深度；用于其他需要的测试时，可按其要求深度取样。

(5) 去掉击实锤和定向筒，用镐将环刀及试样挖出。

(6) 轻轻取下环盖，用修土刀自边至中削去环刀两端余土，用直尺测试直至修平为止。

(7) 擦净环刀外壁，用天平称取出环刀及试样合计质量 M_1 ，准确至 0.01g。

(8) 自环刀中取出试样，取具有代表性的试样（不少于 100g），测试其含水率（ ω ）。含水率测试应参照《公路土工试验规程》（JTG E40-2007）的有关规定。

3.3.4 用人工取土器测试砂性土或砂层密度的步骤

(1) 如为湿润的砂土，试验时不宜使用击实锤和定向筒，在铲平的地面上，挖出一个直径较环刀外径略大的砂土柱，将环刀刃口向下，平置于砂土柱上，用两手平稳地将环刀垂直压下，环刀中部处于压实层厚的 1/2 深度

(2) 削掉环刀口上的多余砂土，并用直尺刮平。

(3) 在环刀上口盖一块平滑的木板，一手按住木板，另一手用小铁锹将试样从环刀底部切断，然后将装满试样的环刀反转过来，削去环刀刃口上部的多余砂土，并用直尺刮平。

(4) 擦净环刀外壁，称环刀与试样合计质量 (M_1)，准确至 0.01g。

(5) 自环刀中取具有代表性的试样 (不少于 100g) 测试其含水率。含水率测试应参照《公路土工试验规程》(JTG E40-2007) 的有关规定。

(6) 干燥的砂土不能挖成砂土柱时，可直接将环刀压入或打入土中至要求的深度。

3.4 计算

按式 (T 0923-1)、(T 0923-2) 计算试样的湿密度及干密度。

式中：

$$\rho = \frac{4 \times (M_1 - M_2)}{\pi \cdot d^2 \cdot h} \quad (\text{T 0923-1})$$

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + 0.01w} \quad (\text{T 0923-2})$$

ρ ——试样的湿密度 (g/cm^3)；

ρ_d ——试样的干密度 (g/cm^3)；

M_1 ——环刀或取芯套筒与试样合计质量 (g)；

M_2 ——环刀或取芯套筒质量 (g)；

d ——环刀或取芯套筒直径 (cm)；

h ——环刀或取芯套筒高度 (cm)；

w ——试样的含水量 (%)。

按式 (T 0923-3) 计算施工压实度。

$$k = \frac{\rho_d}{\rho_c} \times 100 \quad \text{T 0923-3}$$

式中： K ——测试地点的施工压实度 (%)；

ρ_d ——试样的干密度 (g/cm^3)；

ρ_c ——由击实试验得到的试样的最大干密度 (g/cm^3)。

计算两次平行试验结果的差值，若不大于 0.03g/cm³，取其算术平均值作为测试结

果；若大于 0.03g/cm^3 ，则重新测试。

三、钻芯测试路面压实度测试方法

1、适用范围

本方法适用于测试从压实的沥青路面上钻取沥青混合料芯样的密度，并计算施工压实度，以评价结构层的压实质量。

2、仪器设备与环境

- (1) 路面取芯钻机。
- (2) 天平：分度值不大于 0.1g 。
- (3) 水槽：温度控制在 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以内。
- (4) 吊篮。
- (5) 石蜡。
- (6) 其他：卡尺、毛刷、取样袋（容器）、电风扇。

3 方法与步骤

3.1 钻取芯样

(1) 按本规程 T 0903 规定的方法钻取路面芯样，芯样直径不宜小于 $\phi 100\text{mm}$ 。当一次钻孔取得的芯样包含有不同层位的沥青混合料时，应根据结构组合情况用切割机将芯样沿各层结合面锯开分层进行测试。

(2) 钻孔取样应在路面完全冷却后进行，对普通沥青路面通常在第二天取样，对改性沥青及 SMA 路面宜在第三天以后取样。

3.2 测试试件密度

(1) 将钻取的试件在水中用毛刷轻轻刷净粘附的粉尘。如试件边角有浮松颗粒，应仔细清除。

(2) 将试件晾干或用电风扇吹干不少于 24h，直至恒重。

(3) 按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20-2011) 的沥青混合料试件密度试验方法测试试件密度 ρ_s 。通常情况下采用表干法测试试件的毛体积相对密度；对吸水率大于 2% 的试件，宜采用蜡封法测试试件的毛体积相对密度；对吸水率小于 0.5% 特别致密的沥青混合料，在施工质量检验时，允许采用水中重法测试表观相对密度。

3.3 根据《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004) 的规定，确定标准密度。

4 数据处理

4.1 当计算压实度的标准密度采用试验室实测的马歇尔击实试验密度或试验路段钻孔取样密度时，沥青面层的压实度按式（T 0924-1）计算。

$$K = \frac{\rho_s}{\rho_0} \times 100 \quad (\text{T 0924-1})$$

式中：K—沥青层面的压实度（%）；

ρ_s —沥青混合料芯样试件的实际密度（g/cm³）；

ρ_0 —沥青混合料的标准密度（g/cm³）。

（2）计算压实度的标准密度采用最大理论密度时，沥青面层的压实度按式（3-2）计算：

$$K = \frac{\rho_s}{\rho_t} \times 100 \quad (\text{T 0924-2})$$

式中： ρ_s —沥青混合料芯样试件的实际密度（g/cm³）；

ρ_t —沥青混合料的最大理论密度（g/cm³）；

（3）按本规程附录 B 的方法，计算一个测试路段的压实度的平均值、标准差、变异系数，并计算压实度代表值。

5、报告

本方法应报告以下技术内容：

- （1）测点位置（桩号、层位等）。
- （2）实测密度、标准密度（或最大理论密度）、压实度。
- （3）测试路段压实度的平均值、标准差、变异系数以及代表值。

四、路面平整度测试方法

1、基本概念

路面是铺筑在路基上供车辆行驶的结构层。它要求按照相应等级的设计标准而修建，能为经济建设和人民生活提供舒适良好的行车条件。

路面的使用性能，从不同侧面反应了路面状况对行车要求的满足或适应程度。路面的使用性能可分为五个方面：功能性能、结构性能、结构承载力、安全性和外观，

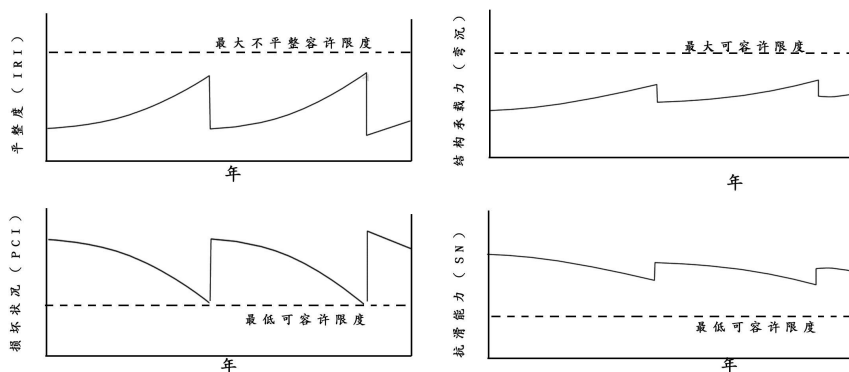


图 4-1 路面使用性能随时间的变化

图 4-1 为路面使用性能随时间的变化。本节主要讨论路面的功能即路面的平整度。

路面平整度即是以规定的标准量规，间断地或连续地量测路表面的凹凸情况，即平整度。它既是一个整体性指标，又是衡量路面质量及现有路面破坏程度的一个重要指标。除可以用来评定路面工程的质量，汽车沿道路行驶的条件（安全、舒适）、汽车的动力作用，行驶速度、轮胎的磨耗、燃料和润滑油的消耗、运输成本等外，重要的是还影响着路面的使用年限。

不平整的路表面会增大行车阻力，并使车辆产生附加的振动作用，这种振动作用会对路面施加冲击力，从而加剧路面和汽车机件的损坏和轮胎的磨损等。而且不平整的路面还会积滞雨水，加速路面的破坏，影响路面的使用年限。因此道路工作者必须对路面的平整度给予高度重视。

平整度的测量有两个用处，一是确定路面是否具有适应汽车行驶的舒适性；二是作为一个相关因素，用来判明路面结构中一层或几层的破坏情况。如果从施工和养护角度来看，也可认为：一是为了检查和控制路面施工质量和竣工验收；二是根据测定的路面平整度指标以确定养护维修计划。

路面的不平整性有纵向和横向两类，但这两种不平整性的形成原因基本是相同的。首先是由于施工原因而引起的不平整，其次是由于个别的或多数的结构层承载能力过低，特别时沥青面层中使用的混合料抗变形能力低，致使道路产生永久变形。

纵向不平整性主要表现为坑槽、波浪。研究表明不平整所造成的影响如图 4-2 所示，纵向高低畸变，不同频率和不同振幅的跳动会使行驶在这种路面上的汽车产生振荡，从而影响行车速度或乘客的舒适性。

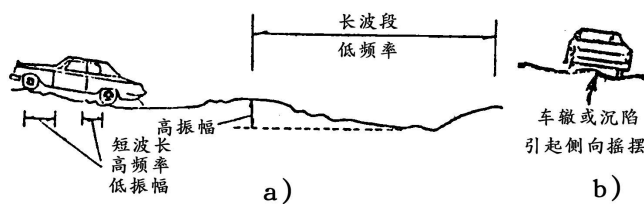


图 4-2 路面不平整度

a: 纵向跳动 b: 横向跳动

横向不平整性主要表现为车辙和隆起，它除造成车辆跳动外，还妨碍行驶时车道变换及雨水的排出，以至影响行车的安全和舒适，如图 4-2 所示。

由此可知，纵向和横向的不平整度对车辆产生的影响虽有所不同，但它们都影响交通安全和不同程度地影响车辆及行驶舒适性。

目前国际上对路面的平整度测试方法大致有以下几种：三米直尺法、连续式平整度

仪法、车载颠簸累积仪法、精密水准仪量测法、激光平整度测试车法。表征路面的平整度的主要指标有：（1）单位长度上的最大间隙 $h(\text{mm})$ ；（2）路面的平整度的标准差 $\delta(\text{mm})$ ；（3）单位长度区间的间隙累积值 $\text{VBI}(\text{cm/km})$ ；（4）国际平整度指数 IRI 。

平整的路表面，要依靠优良的施工机具，精细的施工工艺，严格的施工质量控制以及经常和及时的养护来保证，同时应采用强度和抗变形能力较好的路面结构和面层混合料。

2、路面平整度测试方法

下面介绍测路面平整度常采用测试方法：三米直尺法、连续式平整度仪法。

2.1 三米直尺测定平整度试验方法

1) 适用范围

1.1 本方法适用于用三米直尺测试路表与三米直尺基准面的最大间隙（ $\delta \text{ m}$ ），用以表征路表平整度。

1.2 本方法适用于碾压成型后的路基路面各层表面的平整度测试。

2) 仪器与材料

2.1 三米直尺：测量基准面长度为 3m ，基准面应平直，用硬木或铝合金钢等材料制成。

2.2 最大间隙测量器具

（1）楔形塞尺：硬木或金属制的三角形塞尺，有手柄。塞尺的长度与高度之比不小于 10 ，宽度不大于 15mm ，边部有高度标记，分度值不大于 0.5mm 。

（2）深度尺：金属制的深度测量尺，有手柄。深度尺测量杆端头直径不小于 10mm ，分度值不大于 0.5mm 。

2.3 其他：皮尺或钢尺等。

3) 方法与步骤

3.1 准备工作

（1）确定测试方式。当测试沥青路面施工过程中的质量时，应以单尺方式测试，且测试位置应选在接缝处；其它情况一般以连续 10 尺方式测试。

（2）选择测试位置。除特殊需要者外，应以行车道一侧车轮轮迹（距车道线 $0.8\text{m} \sim 1.0\text{m}$ ）作为连续测试的位置。对既有道路已形成车辙的路面，应取车辙中间位置为测试位置。

(3) 清扫路面测试位置处的碎石、杂物等。

3.2 测试步骤

(1) 将三米直尺沿道路纵向摆在测试位置的路面上。

(2) 目测三米直尺底面与路表面之间的间隙情况，确定最大间隙的位置。

(3) 将具有高度标线的塞尺塞进间隙处，测试其最大间隙的高度；或者用深度尺在最大间隙位置测试直尺上顶面距地面的深度，该深度减去尺高即为测试点的最大间隙的高度。以 mm 计，准确至 0.5mm。

4) 数据处理

单尺测试路面的平整度计算，以三米直尺与路面的最大间隙 (δ m) 为测试结果；连续测试 10 尺时，判断每尺最大间隙 (δ m) 是否合格，并计算合格率，以及 10 个最大间隙的平均值。

5) 报告

本方法应报告以下技术内容：

(1) 测试位置信息（桩号、测试方式等）。

(2) 最大间隙 (δ m)。

(3) 连续测试 10 尺时，还应报告平均值、不合格尺数及合格率。

2.2 连续式平整度仪测定平整度试验方法

1) 适用范围

1.1 本方法适用于连续式平整度仪测试路面纵向相对高程的标准差 (σ)，用以表征路面的平整度。

1.2 本方法不适用于在已有较多坑槽、破损严重的路面上测试。

2) 仪器设备与环境

2.1 连续式平整度仪

(1) 整体结构：连续式平整度仪构造如示意图 T 0932-1，除特殊情况外，连续式平整度仪的标准长度为 3m；中间为一个 3m 长的机架，机架可缩短或折叠，前后各 4 个行走轮，前后两组轮的轴间距离为 3m。

(2) 地面高差测量传感器：安装在机架中间，可以是能起落的测定轮，或激光测距仪。

(3) 其他辅助机构：连续式平整度仪的辅助机构有蓄电池电源，距离传感器，与数据采集、处理、存储、输出部分配套的采集控制箱及计算机打印机等。

(4) 测试间距为 100mm，每一计算区间的长度为 100m 并输出一次结果。

(5) 可记录测试长度 (m)、曲线振幅大于某一定值 (如 3mm、5mm、8mm、10mm 等) 的次数、曲线振幅的单向 (凸起或凹下) 累计值及以 3m 机架为基准的中点路面偏差曲线图，计算打印。

(6) 机架装有一牵引钩及手拉柄，可用人力或汽车牵引。

2.2 牵引车：小面包车或其他小型牵引汽车。

2.3 皮尺或测绳。

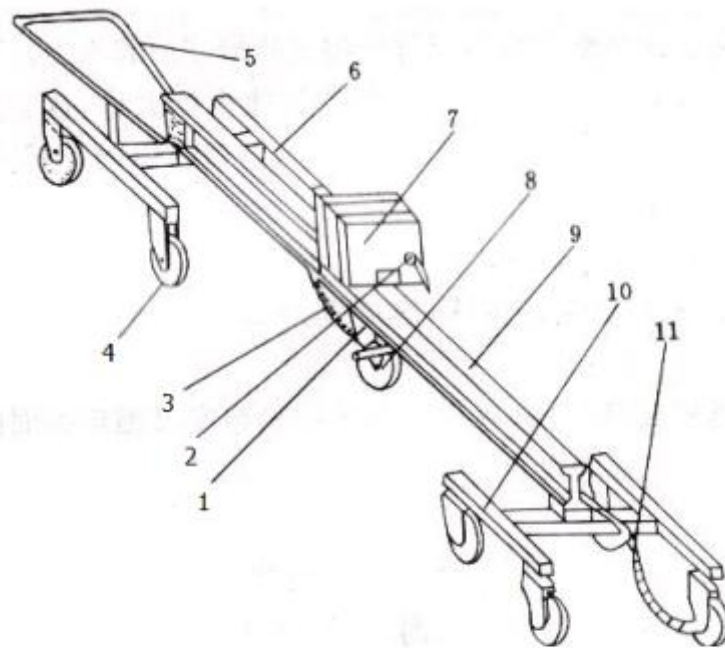


图 T 0932-1 连续式平整度仪示意图

1-测量架；2-离合器；3-拉簧；4-脚轮；5-牵引架；

6-前架；7-记录计；8-测定轮；9-纵梁；10-后架；11-软轴。

3) 测试方法与步骤

3.1 准备工作

(1) 当为施工过程中质量控制需要时，测试地点根据需要决定；当进行路面工程质量检查验收或路况评定时，通常以行车道一侧车轮轮迹带作为连续测试的标准位置；对已形成车辙的路面，取一侧车辙中间位置为测点位置。

(2) 清扫路面测试位置处的碎石、杂物等。

(3) 检查仪器测试箱各部分应完好、灵敏，测定轮胎压正常，并将各连接线接妥，安装记录设备。

3.2 测试步骤

- (1) 将连续式平整度仪置于测试路段路面起点上，保证测定轮位置在轮迹带范围内。
- (2) 在牵引汽车的后部，将连续式平整度仪与牵引汽车连接好，按照要求依次完成各项操作。
- (3) 启动牵引汽车，沿道路纵向行驶，横向位置保持稳定。
- (4) 确认连续式平整度仪工作正常。牵引连续式平整度仪的速度应保持匀速且沿车道方向行驶，速度宜为 5km/h，最大不得超过 12km/h。在测试路段较短时，亦可用人力拖拉连续式平整度仪测试路面的平整度，但拖拉时应保持匀速前进。

4) 数据处理

4.1 以 100m 长度为一个计算区间，按式 (T 0932) 计算该区间内采集的位移值 (d_i) 的标准差 σ_i ，即该区间的平整度，以 mm 计，保留 1 位小数。

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - (\sum d_i)^2 / N}{N-1}} \quad (\text{T0932})$$

式中： σ_i —各计算区间的平整度计算值 (mm)；

d_i —以 100m 为一个计算区间，每隔一定距离（自动采集间距为 10cm，人工采集间距为 1.5m）采集的路面凹凸偏差位移值 (mm)；

N—计算区间用于计算标准差的测试数据个数。

4.2 按本规程附录 B 的方法，计算一个测试路段平整度的平均值、标准差、变异系数。

5) 报告

本方法应报告以下技术内容：

- (1) 测试路段信息（桩号、长度等）。
- (2) 计算区间长度、测试间距及平整度。
- (3) 测试路段平整度的平均值、标准差及变异系数。

五、路面强度与承能力检测方法

路基路面强度是衡量柔性路面承载能力的一项重要内容，它的调查指标为路面弯沉值，目前一般采用非破损检测，通过测得弯沉值从而得出强度指标。路表面在荷载作用下的弯沉值，可以反映路面的结构承载能力，然而，路面的结构破坏可能是由于过量的变形所造成的；也可能是由于某一结构层的断裂破坏所造成的。对于前者，采用最大弯沉值表征结构的承载能力较为合适；而对于后者，则采用路面在荷载作用下的弯沉盆曲

率半径表征其承载能力更为合适。

目前常用的弯沉测定方法有以下几种：（1）贝克曼梁法；（2）自动弯沉仪法；（3）落锤式弯沉仪法；前两种为静态测定，测得路表的沉值值；后者为动态测定，可测得动态弯沉值及弯沉盆。

5.1 贝克曼弯沉仪测量法

1) 适用范围

1.1 本方法适用于测试路基及沥青路面的回弹弯沉，以便评价其承载能力。

1.2 本方法不适用于路基冻结后的回弹弯沉检测。

2) 仪器设备与检测环境

（1）贝克曼梁：由合金铝制成，上有水准泡，其前臂与后臂长度比为 2:1。贝克曼梁按长度分为 5.4m（3.6m+1.8m）梁和 3.6m（2.4m+1.2m）梁两种，如图 T 0951-1 所示。长度为 5.4m 的贝克曼梁适用于各种类型的路面结构回弹弯沉的测试；长度为 3.6m 的贝克曼梁适用于柔性基层沥青路面回弹弯沉的测试。

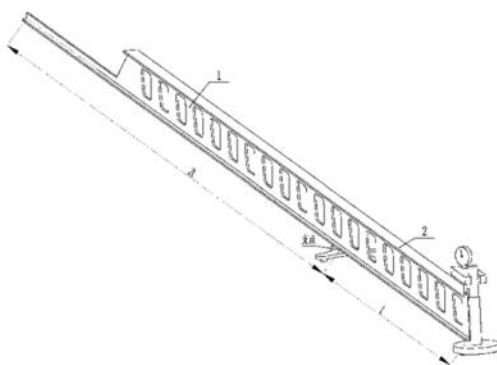


图 T 0951-1 贝克曼梁结构示意图

1-前臂；2-后臂。

表 T 0951 加载车的参数要求

后轴标准轴载 P (kN)	100 ± 1
单侧双轮荷载 (kN)	50 ± 0.5
轮胎气压 (MPa)	0.7 ± 0.05
单轮传压面当量圆面积 (mm^2)	$(3.56 \pm 0.20) \times 10^4$

（2）加载车：单后轴、单侧双轮组的载重车，双轮轮隙应能满足自由插入贝克曼

梁测头的要求，轴载、轮胎气压等技术参数应符合表 T 0951 的要求。

(3) 百分表及表架。

(4) 路表温度计：分辨力不大于 1℃。

(5) 其他：钢直尺等。

3) 方法与步骤

3.1 准备工作

(1) 检查并保持测试用加载车的车况及制动性能良好，轮胎气压应符合表 T 0951 的要求。

(2) 给加载车配重，并用地中衡称量后轴总质量及单侧双轮荷载等，均应符合表 T0951 的要求，加载车行驶及测试过程中，轴重不应变化。

(3) 若启用新加载车或加载车轮胎发生较大磨损时应测试轮胎传压面面积。轮胎传压面面积测试方法如下：确保加载车双侧轮载及其轮胎气压满足表 T 0951 的要求，在平整光滑的硬质路面上用千斤顶将汽车后轴顶起，在轮胎下方铺一张新的复写纸和一张方格纸，轻轻落下千斤顶，即在方格纸上印上轮胎印痕。用求积仪或数方格的方法测算单个轮胎印迹范围内的面积，均应符合表 T 0951 中单轮传压面当量圆面积的要求。

(4) 当在沥青路面上测试时，通过气象台了解前 5d 的平均气温（日最高气温与最低气温的平均值）。

(5) 记录沥青路面结构层材料类型、设计厚度等情况。

3.2 测试步骤

(1) 将加载车停放在测试路段的测试位置，后轮一般应置于道路行车轮迹带上。将贝克曼梁插入加载车后轮轮隙处，与加载车行车方向一致，梁臂不得接触轮胎。贝克曼梁测头置于轮隙中心前方（30~50）mm 处测点上。用路表温度计测量并记录测点附近的路表温度。可采用两台贝克曼梁对双侧轮迹同时进行回弹弯沉测试。

(2) 将百分表安装在表架上，并将百分表的测头安放在贝克曼梁的测定杆顶面。轻轻叩击贝克曼梁，确保百分表正常归位。

(3) 指挥加载车缓缓前进，速度一般为 5km/h 左右，百分表示值随路面变形持续增加。当示值最大时，迅速读取初读数 L1。加载车仍继续前进，示值开始反向变化，待加载车驶出弯沉影响范围（约 3m 以上），百分表示值稳定后，读取终读数 L2。

(4) 指挥加载车沿轮迹带前行，驶向下一测试位置，重复（1）-（3）的步骤，完成测试路段的回弹弯沉测试。

3.3 当采用 5.4m 贝克曼梁测试弯沉时，一般可不进行支点变形修正。当有可能引

起贝克曼梁支座处变形，在测试时应检验支点有无变形。如果有变形时，此时应用另一台测试用的贝克曼梁安装在测定用贝克曼梁的后方，其测点架于测定用贝克曼梁的支点旁。当加载车开出时，同时测定两台贝克曼梁的弯沉读数，如检验贝克曼梁百分表有读数，即应该记录并进行支点变形修正。当在同一结构层上测定时，可在不同位置测定 5 次，求取平均值，以后每次测定时以此作为修正值。支点变形修正的原理如图 T 0951-2 所示。

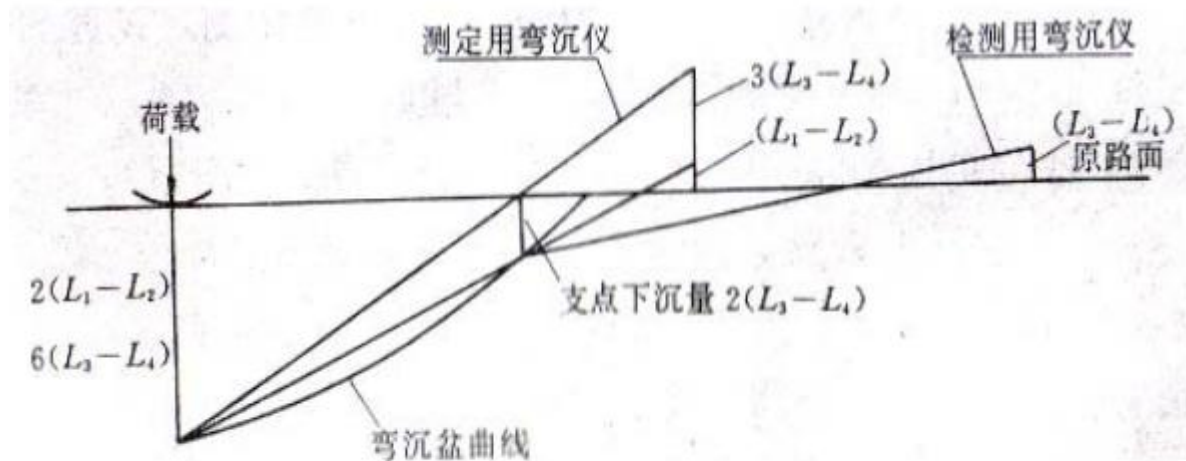


图 T0951-2 贝克曼梁支点变形修正原理

4

） 数据处理

4.1 路面测点的回弹弯沉值按式（T 0951-1）计算。

$$l_t = (L_1 - L_2) \times 2 \quad (\text{T 0951-1})$$

式中： l_t —在沥青面层平均温度 t 时的回弹弯沉值（0.01mm）；

L_1 —车轮中心临近贝克曼梁测头时百分表的最大读数（0.01mm）；

L_2 —加载车驶出弯沉影响半径后待百分表稳定后的终读数（0.01mm）。

4.2 当需进行弯沉仪支点变形修正时，按式(T0951-2)计算路面测点回弹弯沉值。

$$l_t = (L_1 - L_2) \times 2 + (L_3 - L_4) \times 6 \quad (\text{T0951-2})$$

式中： L_3 ——加载车中心临近贝克曼梁测头时检验用贝克曼梁的最大读数（0.01mm）；

L_4 ——加载车驶出弯沉影响半径后检验用贝克曼梁的终读数（0.01mm）。

注：此式适用于测定用贝克曼梁支座处有变形，但百分表架处路面已无变形的情况。

4.3 当沥青面层厚度大于 50mm 时，回弹弯沉值应根据沥青面层平均温度进行温度修正，按下列步骤进行。

(1) 按式 (T 0951-3) 计算测定时的沥青面层平均温度

$$t = (t_{25} + t_m + t_e) / 3 \quad (\text{T 0951-3})$$

式中: t ——测定时沥青面层平均温度 (°C);

t_{25} ——根据 t_0 由图 T 0951-3 决定的路表下 25mm 处的温度 (°C);

t_m ——根据 t_0 由图 T 0951-3 决定的沥青面层中间深度的温度 (°C);

t_e ——根据 t_0 由图 T 0951-3 决定的沥青面层底面处的温度 (°C);

t_0 ——测定时路表温度与测定前 5d 日平均气温的平均值之和 (°C), 日平均气温为日最高气温与最低气温的平均值。

5) 报告

本方法应报告以下技术内容:

- (1) 测试路段信息 (桩号、路面结构层材料类型及设计厚度等)。
- (2) 沥青面层平均温度、温度修正系数、回弹弯沉值。
- (3) 测试路段的回弹弯沉平均值、标准差及代表值。

5.2 承载板法测试路基回弹模量

1) 适用范围

本方法适用于在现场路基表面, 通过承载板对路基逐级加载、卸载的方法, 测出每级荷载下相应的路基回弹变形值, 通过计算求得路基回弹模量。

2) 仪器设备与环境

(1) 反力装置: 载重汽车后轴重不小于 60kN, 在汽车大梁的后轴之后设有一加劲横梁作反力架用。

(2) 荷载装置, 如图 T 0943-1 所示。由千斤顶、测力计 (测力环或压力表) 及球座组成。

(3) 刚性承载板一块, 板厚 20mm, 直径为 $\Phi 300\text{mm}$, 直径两端设有立柱和可以调整高度的支座, 供安放贝克曼梁测头用, 承载板安放在路基表面上。

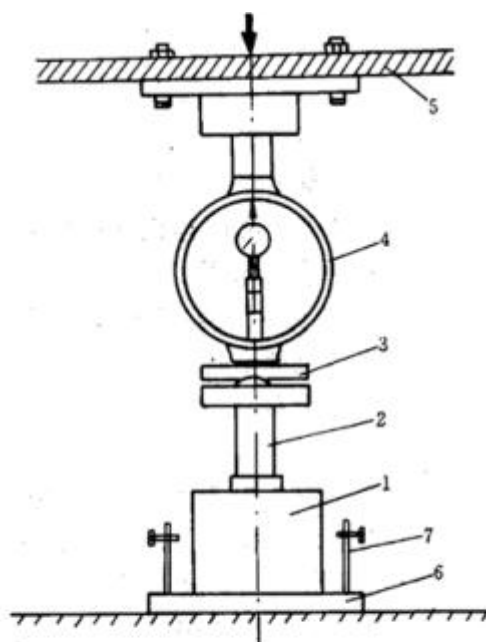


图 T 0943-1 承载板试验现场测试装置示意图

1-千斤顶；2-钢圆筒；3-钢板及球座；4-测力计；

5-加劲横梁；6-承载板；7-立柱及支座。

(4) 贝克曼梁、百分表及其支架 2 套。

(5) 液压千斤顶一台, (80~100)kN, 装有压力表或测力环, 其量程不小于土基强度, 测试精度不小于测力计量程的 1%。

(6) 秒表。

(7) 水平尺。

(8) 其他: 细砂、毛刷、垂球、镐、铁锹、铲等。

3) 方法与步骤

3.1 准备工作

(1) 根据需要进行选择有代表性的测点, 测点应位于水平的路基上, 土质均匀, 不含杂物。

(2) 平整土基表面, 撒干燥洁净的细砂填平土基凹处, 砂子不可覆盖全部土基表面避免形成夹层。

(3) 安置承载板, 并用水平尺进行校正, 使承载板处于水平状态。

(4) 将试验车置于测点上, 在加劲横梁中部悬挂垂球测试, 使之恰好对准承载板中心, 然后收起垂球。

(5) 在承载板上安放千斤顶, 上面衬垫钢圆筒、钢板, 并将球座置于顶部与加劲横梁

接触，如用测力环时，应将测力环置于千斤顶与横梁中间，千斤顶及衬垫物必须保持垂直，以免加压时千斤顶倾倒发生事故并影响测试数据的准确性。

(6) 将两台贝克曼梁的测头分别置于承载板立柱的支座上。

3.2 测试步骤

(1) 用千斤顶开始加载，注视测力环或压力表，至预压 0.05MPa，稳压 1min，使承载板与土基紧密接触，同时检查百分表的工作情况是否正常，然后放松千斤顶油门卸载，稳压 1min 后，将百分表调零或其他合适的初始位置上，记录初始读数。

(2) 测试土基的压力-变形曲线。用千斤顶加载，采用逐级加载卸载法，用压力表或测力环控制加载量，荷载小于 0.1MPa 时，每级增加 0.02MPa，以后每级增加 0.04MPa 左右。为了使加载和计算方便，加载数值可适当调整为整数。每次加载至预定荷载 (P) 后，稳定 1min，立即读记两个百分表数值，然后轻轻放开千斤顶油门卸载至 0，待卸载稳定 1min 后，再次读数，每次卸载后百分表不再调零。当两个百分表读数之差小于平均值的 30% 时，取平均值。如超过 30%，则应重测。当回弹变形值超过 1mm 时，即可停止加载。

(3) 各级荷载的回弹变形和总变形，按以下方法计算：

回弹变形 = (加载后读数平均值 - 卸载后读数平均值) × 贝克曼梁杠杆比

总变形 = (加载后读数平均值 - 加载初始前读数平均值) × 贝克曼梁杠杆比

(4) 最后一次加载卸载循环结束后，取走千斤顶，重新读取百分表初读数，然后将汽车开出 10m 以外，读取终读数，按以下方法计算总影响量 a：

总影响量 (a) = (百分表初读数平均值 - 百分表终读数平均值) × 贝克曼梁杠杆比

(5) 在试验点下取样，测试材料含水率。取样数量如下：

最大粒径不大于 4.75mm，试样数量约 120g；

最大粒径不大于 19.0mm，试样数量约 250g；

最大粒径不大于 31.5mm，试样数量约 500g。

(6) 在紧靠试验点旁边的适当位置，用灌砂法 (T 0921) 或环刀法 (T 0923) 等测试土基的密度。

4) 数据处理

4.1 各级压力下的影响量 a_i ，按式 (T 0943-1) 计算：

$$a_i = \frac{(T_1 + T_2) \pi D^2 p_i}{4 T_1 Q} \cdot a \quad (T0943-1)$$

式中： a_i ——第 i 级压力的影响量 (0.01mm)；

T_1 ——载重汽车前后轴距 (m)；

T_2 ——加劲小梁距后轴距离 (m)；

D ——承载板直径 (m)，记为 0.3m；

p_i ——第 i 级承载板压力 (Pa)；

Q ——载重汽车后轴重 (N)；

a ——总影响量 (0.01mm)。

4.2 回弹变形计算值 (L_i) 为各级压力的回弹变形值加上该级的影响量。排除显著偏离的异常点，绘出顺滑的 $P \sim L$ 曲线，如曲线起始部分出现反弯，应按图 T0943-2 所示修正原点 O ， O' 则是修正后的原点。

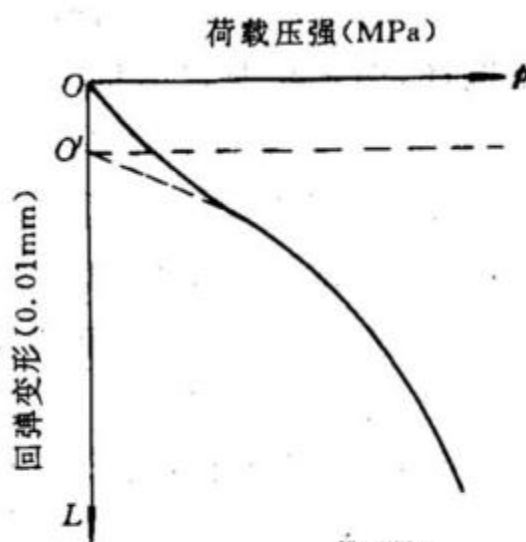


图 T0943-2 修正原点示意图

4.3 按式 (T 0943-2) 计算相应于各级荷载下的土基回弹模量 E_i 值：

$$E_i = \frac{\pi D}{4} \cdot \frac{p_i}{L_i} (1 - \mu_0^2) \quad (\text{T0943-2})$$

式中： E_i ——相应于第 i 级荷载下的土基回弹模量 (MPa)；

μ_0 ——土的泊松比，根据路面设计规范规定取用，当无规定时，非粘性土可取 0.30，高粘性土取 0.50。一般可取 0.35 或 0.40；

L_i ——相对于荷载 p_i 时的第 i 级回弹变形计算值 (cm)。

4.4 取结束试验前的各级回弹变形计算值，按线性回归方法由式 (T 0943-3) 计算土基回弹模量 E_0 值。

$$E_0 = \frac{\pi D}{4} \cdot \frac{\sum p_i}{\sum L_i} (1 - \mu_0^2) \quad (T0943-3)$$

5) 报告

本方法应报告以下技术内容：

- (1) 测试位置信息（桩号等）。
- (2) 试验时土基的含水率、土基密度。
- (3) 回弹变形、影响量及土基回弹模量。

六、路面抗滑性能测试方法

世界各国随着汽车工业的发展，公路及城市道路交通运输事业也相应地蓬勃发展，全世界汽车保有量逐年不断增加，公路里程也不断地增长。高级路面，特别是沥青路面所占比率逐渐增大，运输事业也得到了相应的发展，从而交通密度增大、车速增高、客货运量增大。为了保证行车安全，提高运输效率，要求路面具有一定的粗糙度，防止在不利条件下产生滑溜行车事故，即路面的使用安全性能。

据资料分析造成行车事故的原因除了人为因素及汽车故障等之外，很大部分是直接或间接与路面滑溜有关。一般情况下，事故中 25% 是与路面潮湿而产生的滑溜有关，在严重的情况下大概为 40%，在冰雪路面这种百分率还要高些，因此，对路面有一定的粗糙度要求。

在我国这种情形尤为明显，目前我国高等级公路路面所占的比例还很小，大多数为多年修建的等级路面，由于施工水平及原材料的缺陷，路面的抗滑性能较差，从而影响路面的使用安全。

6.1 路面摩擦系数测试方法（摆式仪测定路面抗滑值试验方法）

1) 适用范围

本方法适用于以指针式摆式仪测试无刻槽水泥路面和沥青路面的摆式摩擦系数值 BPN。

2) 仪器设备与材料

(1) 指针式摆式仪：形状及结构如图 T 0964-1 所示，测试时由人工通过指针在度盘上直接读值，摆值最小刻度为 2。

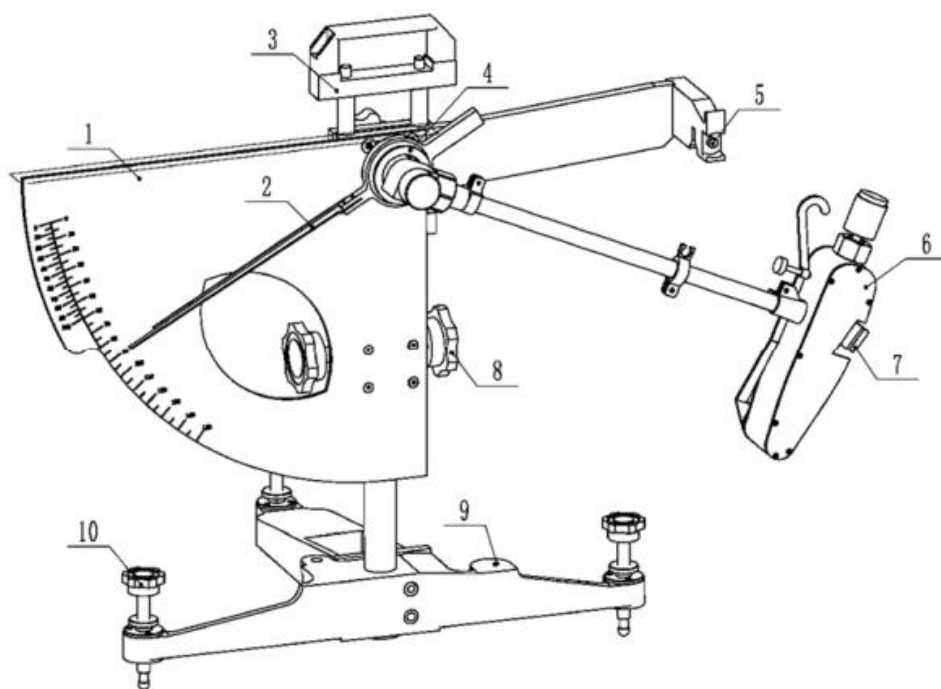


图 T 0964-1 指针式摆式仪结构示意图

1-度盘；2-指针；3-紧固把手；4-松紧调节螺栓；5-释放开关；
6-摆；7-滑溜块；8-升降把手；9-度盘；10-水准泡；11-调平螺栓。

(2) 橡胶片：尺寸为 $6.35\text{mm} \times 25.4\text{mm} \times 76.2\text{mm}$ ，橡胶质量应符合表 T 0964-1 的要求。当橡胶片使用后，端部在长度方向上磨耗超过 1.6mm 或边缘在宽度方向上磨耗超过 3.2mm ，或有油类污染时，即应更换新橡胶片。新橡胶片应先在干燥路面上测试 10 次后再用于测试，橡胶片的有效使用期自出厂日期起算为 12 个月。

表 T 0964-1 橡胶物理性质技术要求

性质指标	温度 (°C)				
	0	10	20	30	40
回弹值 (%)	43~49	58~65	66~73	71~77	74~79
硬度 (HD)	55±5				

(3) 滑动长度量尺：长度 126mm 。

(4) 喷水壶。

(5) 路面温度计：分度不大于 1°C 。

(6) 其它：毛刷或扫帚、记录表格等。

3) 方法与步骤

3.1 准备工作

(1) 检查指针式摆式仪的调零灵敏情况，并定期进行滑块压力的标定。

(2) 按本规程 T 0902 规定的方法选择测试位置, 每个测试位置布设 3 个测点, 测点间距离为 (3~5) m, 以中心测点的位置表示该测试位置。测试位置应选在车道横断面上轮迹处, 且距路面边缘不应小于 1m。

3.2 测试步骤

3.2.1 清洁路面

用扫帚或其他工具将测点处路面上的浮尘或附着物打扫干净。

3.2.2 仪器调平

(1) 将指针式摆式仪置于路面测点上, 并使摆的摆动方向与行车方向一致。

(2) 转动底座上的调平螺栓, 使水准泡居中。

3.2.3 指针调零

(1) 放松紧固旋钮, 转动升降旋钮, 使摆升高并能自由摆动, 然后旋紧紧固旋钮。

(2) 将摆固定在右侧悬臂上, 使摆处于水平位置, 并把指针拨至右端与摆杆贴紧。

(3) 右手按下释放开关, 使摆向左带动指针摆动, 当摆达到最高位置后刚开始下落时, 用左手将摆杆接住, 此时指针应指零。

(4) 指针若不指零, 通过转动松紧调节螺母进行调整后, 重复 (1) - (3) 的步骤, 直至指针指零, 调零允许误差为 ± 1 。

3.2.4 校核滑动长度

(1) 让摆处于自然下垂状态, 松开固定旋钮, 转动升降旋钮使摆下降, 并提起举升柄使摆向左侧移动, 然后放下举升柄使橡胶片长边下缘轻轻触地, 在边侧紧靠橡胶片摆放滑动长度量尺, 使量尺左端对准橡胶片触地下缘; 再提起举升柄使摆向右侧移动, 然后放下举升柄使橡胶片下缘轻轻触地, 检查橡胶片下缘是否与滑动长度量尺的右端齐平。若齐平, 则说明橡胶片两次触地的距离 (滑动长度) 符合 $126\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 的要求。左右两次橡胶片长边边缘应以刚刚接触路面为准, 不可借摆的力量向前滑动, 以免标定的滑动长度与实际不符。

(2) 橡胶片两次触地与量尺两端若不齐平, 通过升高或降低摆或仪器底座的高度进行调整。微调时, 也可用旋转仪器底座上的调平螺丝调整仪器底座高度的方法, 但需注意保持水准泡居中。

(3) 重复 (1) - (2) 的步骤, 直至滑动长度符合 $126\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 的要求。

3.2.5 将摆固定在右侧悬臂上, 使摆处于水平位置, 并把指针拨至右端靠紧摆杆。

3.2.6 用喷水壶浇洒测点处路面，使之处于湿润状态。

3.2.7 按下右侧悬臂上的释放开关，使摆在路面滑过，当摆杆回落时，用手接住摆杆并读数，但不做记录。

3.2.8 按照 3.2.5~3.2.7 的规定，重复操作 5 次，读记每次测试的摆值。5 个摆值中最大值与最小值的差值不得大于 3。如差值大于 3，应重复上述各项操作，至符合规定为止。

3.2.9 在测点处用温度计测记潮湿路表温度，准确 1℃。

3.2.10 重复 3.2.1~3.2.9，完成一个测试位置 3 个测点的摆值测试。

4) 数据处理

4.1 计算每个测点 5 个摆值的平均值作为该测点的摆值 BPN_T ，取整数。

4.2 摆值的温度修正

当路面温度为 $T(^{\circ}\text{C})$ 时测得的摆值 BPN_T 应按式(T 0964-1)换算成标准温度 20°C 的摆值 BPN_{20} ：

$$BPN_{20}=BPN_T+\Delta BPN \quad (\text{T 0964-1})$$

式中： BPN_{20} ——换算成标准温度 20°C 时的摆值；

BPN_T ——路面温度 T 时测得的摆值；

ΔBPN ——温度修正值按表 T 0964-2 采用。

表 T 0964-2 温度修正值

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
温度修正值 ΔBPN	-6	-4	-3	-1	0	+2	+3	+5	+7

4.3 计算每个测试位置 3 个测点摆值的平均值作为该测试位置的摆值，取整数。

4.4 按照本规程附录 B 的方法，计算一个测试路段摆值的平均值、标准差、变异系数。

5) 报告

本方法应报告以下技术内容：

- (1) 测试路段信息（桩号、测试位置等）。
- (2) 每个测试位置的摆值（3 个测点的平均值）。
- (3) 测试路段摆值的平均值、标准差及变异系数。

6.2 路面构造深度测定（手工铺砂法测定路面构造深度试验方法）

1) 适用范围

本方法适用于测试沥青路面及无刻槽水泥混凝土路面表面构造深度，用以评定路面表面抗滑性能。

2) 仪器设备与材料

2.1 手工砂铺仪：由量砂筒、推平板组成，具体技术要求如下：

（1）量砂筒：形状尺寸如图 T 0961-1，一端是封闭的，容积为 (25 ± 0.15) mL，可通过称量砂筒中水的质量以确定其容积 V ，并调整其高度，使其容积符合规定要求。附专用的刮尺将筒口量砂刮平。

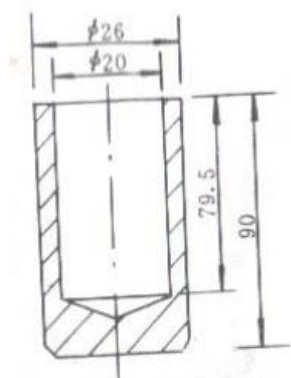


图 T 0961-1 量砂筒（单位：mm）

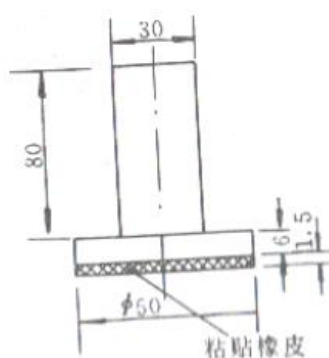


图 T 0961-2 推平板（单位：mm）

（2）推平板：形状尺寸如图 T 0961-2，推平板应为木制或铝制，直径 50mm，底面粘一层厚 1.5mm 的橡胶片，上面有一圆柱把手。

2.2 量砂：足够数量的干燥洁净的匀质砂，粒径 $(0.15 \sim 0.30)$ mm。

2.3 量尺：钢板尺或专用构造深度尺。

2.4 其他：装砂容器（小铲）、扫帚或毛刷、挡风板等。

3) 方法与步骤

3.1 准备工作

（1）量砂准备：取洁净的细砂，晾干过筛，取 $(0.15 \sim 0.30)$ mm 的砂置于适当的容器中备用。试验时，量砂只能一次性使用，不得重复使用。

（2）按照本规程 T 0902 规定的方法选取路段测点横断面位置，同时测点应选在车道的轮迹带位置，且距路面边缘不得小于 1m。

3.2 测试步骤

(1) 用扫帚或毛刷子将测点附近的路面清扫干净, 面积不少于 30cm×30cm。

(2) 用小铲向圆筒中缓缓注入准备好的量砂至高出量筒成尖顶状, 手提圆筒上部, 用钢尺轻轻叩打圆筒中部 3 次, 并用刮尺边沿筒口一次刮平。

注:不可直接用量砂筒装量砂, 以免影响量砂密度的均匀性。

(3) 将砂倒在路面上, 用推平板由里向外重复作摊铺运动, 稍稍用力将砂向外均匀摊开, 使砂填入路表面的空隙中, 尽可能将砂摊成圆形, 并不得在表面上留有浮动余砂。注意摊铺时不可用力过大或向外推挤。

(4) 用钢板尺测量所构成圆的两个垂直方向的直径, 取其平均值, 准确至 1mm。也可用专用尺直接测量构造深度。

(5) 按以上方法, 同一处平行测试不少于 3 次, 3 个测点均位于轮迹带上, 测点间距 (3~5) m。对同一处测试应该由同一个试验员进行测试。该处的测试位置以中间测点的位置表示。

4) 数据处理

4.1 构造深度测试结果按式 (T 0961) 计算:

$$TD = \frac{1000 V}{\pi D^2 / 4} = \frac{31831}{D^2} \quad (T 0961)$$

式中: TD—路面表面的构造深度, mm;

V—砂的体积, (25cm³);

D—摊平砂的平均直径, mm。

4.2 每一测试位置均取 3 次路面构造深度的测试结果的平均值作为试验结果, 准确至 0.01mm。当平均值小于 0.2mm 时, 试验结果以<0.2mm 表示。

4.3 按本规程附录 B 的规定, 计算每一个测试路段构造深度的平均值、标准差、变异系数。

5) 报告

本方法应报告以下技术内容:

(1) 测试路段信息 (桩号、测试位置等)。

(2) 构造深度。

(3) 测试路段构造深度的平均值、标准差及变异系数。

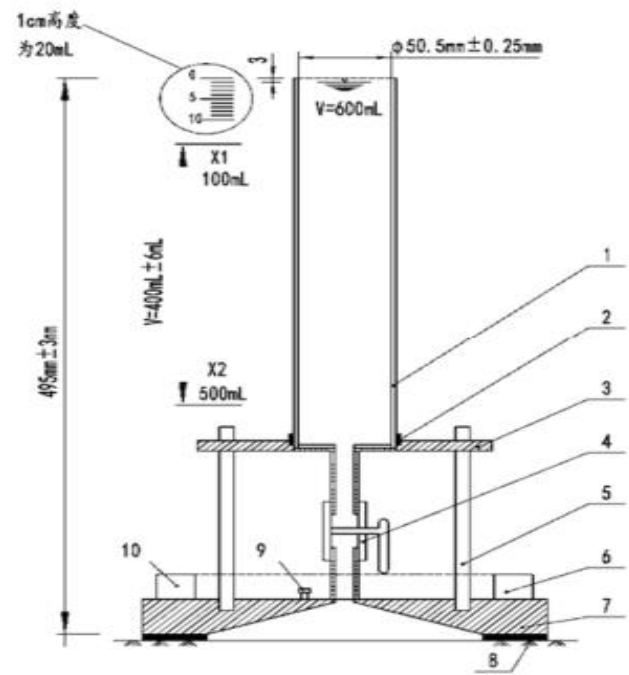
七、沥青路面渗水系数试验方法

1) 目的和适用范围

本方法适用于在现场测试沥青路面的渗水系数。

2) 仪器设备与材料

(1) 路面渗水仪：形状及尺寸如图 T0971。上部盛水量筒由透明有机玻璃制成，容积 600mL，上有刻度，在 100mL 及 500mL 处有粗标线，下方通过 $\Phi 10\text{mm}$ 的细管与底座相接，中间有一开关。量筒通过支架联结，底座下方开口内径 $\Phi 150\text{mm}$ ，外径 $\Phi 220\text{mm}$ ，仪器附不锈钢圈压重两个，每个质量约 5kg，内径 $\Phi 160\text{mm}$ 。



1-盛水量筒；2-螺纹连接；3-顶板；4-阀；5-立柱支架；
6-压重钢圈；7-底座；8-密封材料；9-排气孔；10-套环。

图 T 0971 渗水仪结构图（单位：mm）

(2) 套环：金属圆环，宽度 5mm，内径 145mm，主要防止密封材料被挤压进入测试面而导致渗水面积不一致。

(3) 水筒及大漏斗。

(4) 秒表。

(5) 密封材料：防水腻子、油灰或橡皮泥。

(6) 其他：水、粉笔、塑料圈、刮刀、扫帚等。

3) 方法与步骤

3.1 准备工作

(1) 每个测试位置，按照附录 A 规定的方法，随机选择 3 个测点，并用粉笔画上测试标记。

(2) 试验前，首先用扫帚清扫表面，并用刷子将路面表面的杂物刷去。

(3) 新建沥青路面的渗水试验宜在沥青路面碾压成型后 12 小时内完成。

3.2 测试步骤

(1) 将塑料圈置于路面表面的测点上，用粉笔分别沿塑料圈的内侧和外侧画上圈，在外环和内环之间的部分就是需要用密封材料进行密封的区域。

(2) 用密封材料对环状密封区域进行密封处理，注意不要使密封材料进入内圈，如果密封材料不小心进入内圈，必须用刮刀将其刮走。然后再将搓成拇指粗细的条状密封材料摺在环状密封区域的中央，并且摺成一圈。

(3) 将套环放在路面表面的测点上，注意使套环的中心尽量和圆环中心重合，然后略微使劲将套环压在条状密封材料表面；采用同样的方法将渗水仪放在套环上、对中，施加压力将渗水仪压在套环上，再将配重加上，以防压力水从底座与路面间流出。

(4) 将开关及排气孔关闭，向量筒中注水超过 100mL 刻度，然后打开开关和排气孔，使量筒中的水下流排出渗水仪底部内的空气，当量筒中水面下降速度变慢时，用双手轻压渗水仪使渗水仪底部的气泡全部排出，当水自排气孔顺畅排出时，关闭开关和排气孔，并再次向量筒中注水至 100mL 刻度。

(5) 将开关打开，待水面下降至 100mL 刻度时，立即开动秒表开始计时，计时 3min 后立即记录水量，结束试验；当计时不到 3min 水面已下降至 500mL 时，立即记录水面下降至 500mL 时的时间，结束试验。当开关打开后 3min 时间内水面无法下降至 500mL 刻度时，则开动秒表计时测试 3min 内渗水量即可结束试验。

(6) 测试过程中，如水从底座与密封材料间渗出，则底座与路面间密封不好，此试验结果为无效。关闭开关，采用密封材料补充密封，重新按 (4) ~ (5) 测试。如果仍然有水渗出，应在同一纵向位置沿宽度方向就近选择位置，重新按照 (1) ~ (5) 测试。

(7) 测试过程中，如水从外环圈以外路面中渗出，可以人工将密封材料在外环圈之外 5cm 宽度范围内再次进行密封处理，重新按 (4) ~ (5) 测试，只要密封范围内无水渗出，则认为试验结果为有效。

(8) 重复 (1) ~ (7) 的步骤，测试 3 个测点的渗水系数。

4) 数据处理

4.1 按 (T 0971) 式计算渗水系数, 准确至 0.1 mL/min。

$$C_w = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} \times 60 \quad (\text{T 0971})$$

式中: C_w ——渗水系数 (mL/min);

V_1 ——第一次计时时的水量 (mL);

V_2 ——第二次计时时的水量 (mL);

t_1 ——第一次计时的时间 (s);

t_2 ——第二次计时的时间 (s)。

4.2 以 3 个测点渗水系数的平均值作为该测试位置的结果, 准确至 1mL/min。

5) 报告

本方法应报告以下技术内容:

- (1) 测试位置信息 (桩号、路面类型等)。
- (2) 测试位置的渗水系数 (3 个测点的平均值)。

八、回弹仪测水泥混凝土强度:

1) 适用范围

1.1 本方法适用于快速测试水泥混凝土路面的抗压强度, 不作为混凝土路面的强度评定、仲裁试验或工程验收使用。

1.2 本方法不适用于表面与内部质量有明显差异或内部存在缺陷的水泥混凝土强度测试。

1.3 本方法不适用于厚度小于 100mm 水泥混凝土强度测试。

2) 仪器设备及环境

2.1 混凝土回弹仪: 指针直读式混凝土回弹仪, 构造和主要零件名称见图 T 0954, 也可采用数字显示式或自记录式回弹仪, 具体技术要求如下:

- (1) 水平弹击时, 在弹击锤脱钩的瞬间, 回弹仪的标称能量应为 2.207J。
- (2) 弹击锤与弹击杆碰撞的瞬间, 弹击拉簧处于自由状态, 此时弹击锤起点应位于刻度尺的零点处。
- (3) 在洛氏硬度为 (60±2) HRC 的钢砧上, 回弹仪的率定值应为 80±2。

(4) 数字式回弹仪应带有指针直读示值系统，数字显示的回弹值与指针直读示值相差不应超过 1。

2.2 酚酞酒精溶液：浓度 1%~2%。

2.3 游标卡尺：分度值 0.02mm。

2.4 碳化深度测定仪：分度值 0.25mm。

2.5 钢砧：洛氏硬度 (60 ± 2) HRC。

2.6 其它：手提式砂轮、凿子、锤、吸耳球等。

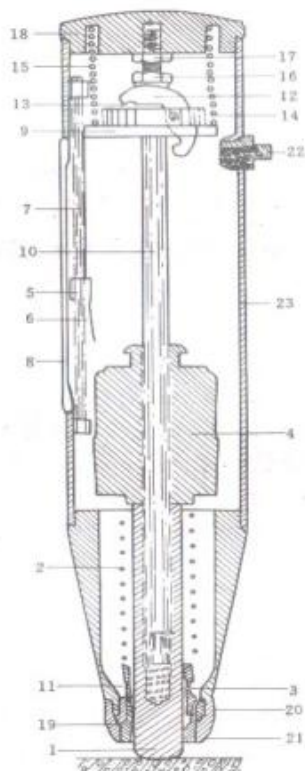


图 T 0954 混凝土回弹仪的结构

1—弹击杆；2—弹击拉簧；3—拉簧座；4—弹击重锤；5—指针块；6—指针片；
7—指针轴；8—刻度尺；9—导向法兰；10—中心导杆；11—缓冲压簧；12—挂钩；
13—挂钩压簧；14—挂钩销子；15—压簧；16—调零螺丝；17—紧固螺母；
18—尾盖；19—盖帽；20—卡环；21—密封毡圈；22—按钮；23—外壳。

3) 方法与步骤

3.1 准备工作

3.1.1 确保测试时环境温度为 $(-4 \sim 40) ^\circ\text{C}$ 。

3.1.2 回弹仪率定

(1) 回弹仪使用前，应在钢砧上进行率定，在每天测试完毕后率定一次，测试过程

中对回弹值有怀疑时也应进行率定。

(2) 回弹仪率定试验, 宜在温度为 $(5\sim 35)^{\circ}\text{C}$ 的条件下进行。率定时钢砧表面应干燥、清洁, 钢砧应稳固地平放在刚度大的地面上, 回弹仪向下弹击时, 弹击杆应分 4 次旋转, 每次旋转约 90° , 弹击 3~5 次, 取其中最后连续 3 次且读数稳定的回弹值进行平均作为率定值。

3.1.3 布置测区和测点

(1) 按照本规程 T 0902 规定的方法确定测试的混凝土板。每个混凝土板的测区数不宜少于 10 个, 相邻两测区的间距不宜大于 2m; 测区宜在混凝土板表面上均匀分布, 并避开板边板角。

(2) 测区表面应清洁、干燥、平整, 不应有疏松层、饰面层、粉刷层、浮浆、油垢以及蜂窝、麻面等, 必要时可用砂轮清除表面的杂物和不平整处, 磨光的表面不应有残留粉尘或碎屑。

(3) 一个测区的面积不宜大于 $200\text{mm}\times 200\text{mm}$, 每一测区测试 16 个测点, 相邻两测点的间距不宜小于 30mm, 测点距路面边缘或接缝的距离不应小于 200mm。

3.2 测试步骤

3.2.1 回弹值测试

在测试过程中, 回弹仪的轴线应始终垂直于混凝土表面, 具体操作应符合下列要求:

(1) 将回弹仪的弹击杆顶住混凝土表面, 轻压仪器, 使按钮松开, 弹击杆徐徐伸出, 并使挂钩挂上弹击锤。

(2) 手持回弹仪对混凝土表面缓慢均匀施压, 待弹击锤脱钩, 冲击弹击杆后, 弹击锤即带动指针向后移动到达一定位置, 指针刻度线在刻度尺上的示值即为该点的回弹值, 测点不应在气孔或外露石子上, 同一测点只弹击一次。

(3) 使用上述方法在混凝土表面依次读数并记录回弹值, 如条件不利于读数, 可按下按钮, 锁住机芯, 将回弹仪移至他处读数, 准确至 1 个单位。

(4) 使用完毕后应将弹击杆压入仪器内, 经弹击后按下按钮, 锁住机芯, 待下一次使用。

3.2.2 碳化深度测试

(1) 回弹值测量完毕后, 应在有代表性的测区上测量碳化深度值, 测点数不应少于构件测区数的 30%, 应取其平均值作为该构件每个测区的碳化深度值。当碳化深度值极

差大于 2.0mm 时，在每一测区分别测量碳化深度值。

(2) 测量碳化深度值时，可用合适的工具在测区表面形成直径约为 15mm 的孔洞（其深度略大于混凝土的碳化深度），然后用吸耳球吹去孔洞中的粉末和碎屑（不得用液体冲洗），并立即用浓度为 1%~2% 酚酞酒精溶液洒在孔洞内壁的边缘处，当已碳化与未碳化界限清楚时（未碳化部分变成紫红色），用碳化深度测定仪或深度游标卡尺测试已碳化与未碳化交界面至混凝土表面的垂直距离三次，取三次测试的平均值作为碳化深度测试结果，准确至 0.5mm。

4) 数据处理

4.1 将一个测区的 16 个测点的回弹值，去掉 3 个最大值及 3 个最小值，其余 10 个回弹值按式 (T0954-1) 计算测区平均回弹值。

$$\bar{N}_s = \frac{\sum N_i}{10} \quad (\text{T 0954-1})$$

式中： \bar{N}_s ——测区平均回弹值，准确至 0.1，无量纲；

N_i ——第 i 个测点的回弹值。

4.2 根据回弹仪轴线与水平方向的角度将测得的数据按式 (T 0954-2) 进行修正，计算非水平方向测试的回弹修正值。当测试水泥混凝土路面为向下垂直方向时，测试角度为 -90° ，回弹修正值 ΔN 如表 T 0954-1 所示。

$$\bar{N} = \bar{N}_s + \Delta N \quad (\text{T 0954-2})$$

式中： \bar{N} ——经非水平测试修正的测区平均回弹值；

ΔN ——非水平测试的回弹值的修正值，由表 T 0954-1 或内插法求得，准确至 0.1。

表 T 0954-1 非水平方向测试的回弹修正值

\bar{N}_s	与水平方向所成的角度							
	$+90^\circ$	$+60^\circ$	$+45^\circ$	$+30^\circ$	-30°	-45°	-60°	-90°
20	-6.0	-5.0	-4.0	-3.0	+2.5	+3.0	+3.5	+4.0
30	-5.0	-4.0	-3.5	-2.5	+2.0	+2.5	+3.0	+3.5
40	-4.0	-3.5	-3.0	-2.0	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0
50	-3.5	-3.0	-2.5	-1.5	+1.0	+1.5	+2.0	+2.5

注： α ——回弹仪轴线与水平方向的角度，表中未列入的 \bar{N}_s ，可用内插法求得。

4.3 平均碳化深度按式（T0954-3）计算

$$L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \quad (\text{T 0954-3})$$

式中：L——碳化深度（mm）；

L_i ——第 i 个测点的碳化深度（mm）；

n ——测点数。

如平均碳化深度值等于或大于 6.0mm 时，取 6.0mm。

4.4 混凝土强度推算

将回弹值换算为混凝土强度时，宜采用下列方法：

（1）有试验条件时，宜通过试验建立专用测强曲线，但测强曲线仅适用于材料质量、成型、养护和龄期等条件基本相同的混凝土。混凝土标准试块为 150mm×150mm×150mm，采用 1.5、1.75、2.0、2.25、2.50 五个灰水比，以便得到不少于 30 对数据，试件与被测对象有相同的养护条件，到达龄期后，将试块用压力机加压至(30~50)kN 稳住，用回弹仪在两侧面分别测试 8 个测点，按式（T 0954-1）计算平均回弹值，然后进行抗压强度试验，用最小二乘法建立二者相关性关系的推定式，推定式可为直线式或其他适当的型式，但相关系数 R 不得小于 0.95。然后根据测区平均回弹值利用测强曲线推定混凝土抗压强度。

（2）在没有条件通过试验建立专用测强曲线时，每个测区混凝土的抗压强度值 R_i 可按平均回弹值及平均碳化深度值 \bar{L}_i 根据表 T 0954-2 查出。

表 T0954-2 测区混凝土抗压强度值换算表

平均 回弹值 \bar{N}	测区混凝土抗压强度值 R_i (MPa)												
	平均碳化深度值 \bar{L} (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
20	10.3	10.1											
21	11.4	11.2	10.8	10.5	10.0								
22	12.5	12.2	11.9	11.5	11.0	10.6	10.2						
23	13.7	13.4	13.0	12.6	12.1	11.6	11.2	10.8	10.5	10.1			
24	14.9	14.6	14.2	13.7	13.1	12.7	12.2	11.8	11.5	11.0	10.7	10.4	10.1
25	16.2	15.9	15.4	14.9	14.3	13.8	13.3	12.8	12.5	12.0	11.7	11.3	10.9
26	17.5	17.2	16.6	16.1	15.4	14.9	14.4	13.8	13.5	13.0	12.6	12.2	11.6
27	18.9	18.5	18.0	17.4	16.6	16.1	15.5	14.8	14.6	14.0	13.6	13.1	12.4
28	20.3	19.7	19.2	18.4	17.6	17.0	16.5	15.8	15.4	14.8	14.4	13.9	13.2
29	21.8	21.1	20.5	19.6	18.7	18.1	17.5	16.8	16.4	15.8	15.4	14.6	13.9
30	23.3	22.6	21.9	21.0	20.0	19.3	18.6	17.9	17.4	16.8	16.4	15.4	14.7
31	24.9	24.2	23.4	22.4	21.4	20.7	19.9	19.2	18.4	17.9	17.4	16.4	15.5
32	26.5	25.7	24.9	23.9	22.8	22.0	21.2	20.4	19.6	19.1	18.4	17.5	16.4
47	57.5	55.2	52.9	50.0	47.2	45.2	43.7	42.6	41.4	39.1	37.4	35.6	34.5
48	60.0	57.6	55.2	52.2	49.2	47.4	45.6	44.4	43.2	40.8	39.0	37.2	36.0
49		60.0	57.5	54.4	51.3	49.4	47.5	46.2	45.0	42.5	40.6	38.8	37.5
50			59.9	56.7	53.4	51.4	49.5	48.2	46.9	44.3	42.3	40.4	39.1
51				59.0	55.6	53.5	51.5	50.1	48.8	46.1	44.1	42.0	40.7
52					57.8	55.7	53.6	52.1	50.7	47.9	45.8	43.7	42.3
53					60.0	57.8	55.6	54.2	52.7	49.8	47.6	45.4	43.9
54						60.0	57.8	56.3	54.7	51.7	49.4	47.1	45.6
55							59.9	58.4	56.8	53.6	51.3	48.9	47.3
60												58.3	56.4

注：采用本表换算的混凝土龄期宜大于 14d，抗压强度为（10.0~60.0）MPa，表中未列入的可用内插法