

为加强公路工程质量管理工作，控制工期和工程费用，提高投资效益及工程管理水平，使施工监理工作法制化、标准化、规范化、程序化，特制定本规范。

本规范自1995年10月1日起施行。

第一章

1 总则

1.0.1 为统一工程路基路面现场测试用的仪器设备、试验方法与操作要求，提高测试质量特制订本规程。

1.0.2 本规程适用于公路路基路面的现场调查、施工质量检测、交工验收以及使用过程中的路况评定等。

1.0.3 当进行本规程未做规定的现场测试项目时，可按国内外有关试验方法进行，并在试验报告中说明。

1.0.4 按本规程规定的试验方法进行测试路段的质量评定或验收时，以1--3km为一个评定路段，每一评定路段的测点数（检测频率）及计算评定方法应遵照相应的施工及验收规范或现行《公路工程质量检验评定标准》的规定进行。测点位置的选择除连续测定或另有规定者外，均遵照本堆积附录A按随机取样选点方法确定。

1.0.5 凡按本堆积试验和的仪器、仪具、设备应符合相应的标准规定，并经检验合格。仪器精度应满足使用要求，对天平、百分表等使用时不得超过最大量程，对压力表、传感器应控制负荷使测量范围在仪表最大量程的20%--80%内。所有现场使用的仪器使用后应及时保养，并注意防雨、防潮，减小振动。

1.0.6 本规范采用国家法定计量单位。使用国外进口仪器或原有设备不合法定计量要求时，应予换算使用。

1.0.7 对公路路基路面进行现场测试时，除应遵照本规程规定外，尚应符合现行部颁有关标准及规范的规定。

第二章

2 术语、符号、代号

2.1 术语

- 2.1.1 路基宽度:为行车道与路肩宽度之和,以m计.当没有中间带、变速车道、爬坡车道、紧急停车带时,尚应包括这些部分的宽度。
- 2.1.2 路面宽度:包括行车道、路缘带、变速车道、爬坡车道、硬路肩和紧急停车带的宽度,以m计。
- 2.1.2.1 单幅道公路的沥青路面的宽度以沥青面层与土路肩(或路缘石内边缘)交界的两边缘之间的水平距离计。
- 2.1.2.2 水泥混凝土路面的宽度以水泥混凝土路面板边缘之间的水平距离计。
- 2.1.2.3 有路缘石、中央分隔带道路的路面宽度以两侧路缘石靠路面一侧的边缘之间的水平距离计。
- 2.1.2.4 车道宽度为车道两边缘之间的水平距离。
- 2.1.2.5 中央分隔带宽度为中央分隔带两侧路缘石外边缘之间的水平距离。
- 2.1.3 路基横坡:指路槽中心线与路槽边缘两点高程差与水平距离的比值,以百分率表示。
- 2.1.4 路面横坡:对无中央分隔带的道路是指路拱两侧直线部分的坡度,对有中央分隔带的道路是指路面与中央分隔带交界处及路面边缘与路肩交界处两点的高程差与水平距离的比值,以百分率表示。
- 2.1.5 路面中线偏位:路面实际中心线偏离设计中心线的距离,以cm计。
- 2.1.6 平整度:路面的平整度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不平整度。
- 2.1.7 弯沉:在规定的标准车作用下,路基或路面表面轮隙位置产生的总垂直变形值(总弯沉)或垂直回弹变形值(回弹弯沉),以0.01mm为单位。
- 2.1.8 水泥混凝土的回弹值:用回弹仪在混凝土表面测得,并经碳化尝试修正后的回弹值,无量纲。
- 2.1.9 路表构造深度:一定面积的路表面凹凸不平的开口处^①的平均尝试即宏观构造深度TD,以mm计。
- 2.1.10 路面的抗滑值:用标准的手提式摆式摩擦系数测定仪测定的路面在潮湿条件下对摆的摩擦阻力,即摆值 F_B ,以BPN为单位。
- 2.1.11 路面横向摩擦系数:用标准的摩擦系数测定车测定,当测定轮与行车方向成一定角度且以一定速度行驶时,轮胎与潮湿路面之前的摩擦阻力与接触面积的比值,简称SFC,无量纲。
- 2.1.12 路面的渗水系数:在规定的水头压力下,水在单位时间内通过一定面积的路面渗入下层的数量,以mL/min计。
- 2.1.13 路面错台:路面在桥涵、通道等人工构造物端部接头处由于沉降所造成的台阶(称为接头错台),以及水泥混凝土路面或桥梁的伸缩缝两侧和沥青路面开裂后由于沉降所造成的台阶(称为接缝错台或裂缝错台),以mm计。
- 2.1.14 车辙:路面经汽车反复行驶产生流动变形、磨损、沉陷后,在车行道行车轨迹上产生的纵向带状辙槽,车辙深度以mm计,车辙面积以 m^2 计。
- 2.1.15 龟裂:也称网裂,裂缝与裂缝连接成龟甲纹状的不规则裂缝,且其短边长度不大于40cm者。在路面纵向有平行密集的裂缝,虽未成网,但其距离不大于30cm者,都属龟裂,裂缝测定以面积(m^2)计。
- 2.1.16 块裂:属沥青路面的不规则裂缝,裂缝与裂缝连接成网,其短边长度大于40cm,但长边长度小于3m者,裂缝测定以面积(m^2)计。
- 2.1.17 单根裂缝:裂缝之间互不连接,或虽有连接但距离在世界范围内3m以上者,均属单根裂缝,裂缝测定以长度(m)计。可以细分成横向裂缝、纵向裂缝、路面与桥涵构造物的接头裂缝、施工裂缝、水泥板接缝的反射裂缝等。
- 2.1.18 边缘裂缝(啃边):靠路肩边缘由于冻胀、基层或路基的承载力不足引起的纵向局部性开裂,根据严重程度计算长度或面积。
- 2.1.19 D型裂缝:水泥混凝土路面的伸缩缝两侧在一定范围内产生多道裂缝,呈D字形,且呈不断扩展趋势,严重时裂缝产生的小块可能脱落或错位移动。D型裂缝是典型的耐久性裂缝。
- 2.1.20 断板:由纵向或横向裂缝发展而产生的已完全折断成两块及两块以上水泥混凝土路面板的现象。
- 2.1.21 唧泥(唧浆):因契或接缝损坏,导致水进入基层,使材料软化形成泥浆,在荷载作用下从缝中或板边缘挤出现象。

2.1.22 沥青路面的破损率：沥青路面发生各种类型破损的换算面积与调查区域总面积之比。根据需要，可以计入破损类型及破损严重程度的系数。

2.1.23 路面的裂缝率：路面裂缝总面积与测定区间路面总面积的比值，以 $m^2/1000m^2$ 计。当为沥青路面时，裂缝总面积为单根裂缝长度的总和乘以换算系数后与龟裂及块裂的面积之和。

2.1.24 路面的裂缝度：路面裂缝长度与测定区间路面总面积的比值，以 $m/1000m^2$ 计。

2.1.25 水泥混凝土路面的坏板率：已发生破损的水泥混凝土路面板的块数与路面板总块数的比值，以百分数计。

2.1.26 水泥混凝土路面的坏缝率：水泥混凝土路面的横向伸缩缝、纵向接缝发生破坏的总长度与缝的总长度之比，以 $m/1000m$ 表示。

2.1.27 水泥混凝土路面的断板率：已折断成两块以上的水泥混凝土路面板的块数与路面板总块数的比值，以百分数表示。

2.1.28 CBR值：土基或基层、底基层材料的加利福尼亚承载比（California Bearing Ratio之略称），为室内压实的试件经泡水后进行贯入量曲线上读取规定贯入量的荷载压强与标准压强的比值，以百分数表示。

2.1.29 土基的现场CBR值：在公路土基现场条件下按规定方法进行贯入试验，得到荷载压强—贯入量曲线，读取规定贯入量的荷载压强与标准压强的比值，以百分数表示。

符号及代号

欠图表 P5

第三章

3 路面取样方法 (T0901-95)

3.0.1 目的和适用范围

3.0.1.1 本方法适用于路面取芯钻机或路面切割机在现场钻取或切割路面的代表性试样。

3.0.1.2 本方法适用于对水泥混凝土面层、沥青混合料面层或水泥、石灰、粉煤灰等无机结合料稳定基层取样，以测定其密度或其它物理力学性质。

3.0.1.3 本方法钻孔采取芯样的走私宜不小于最大集料粒径的3倍。

3.0.2 仪器与材料

本方法需要下列仪器与材料：

(1) 路面取芯钻机：牵引式（可用手推）或车载式，钻机由发动机或电力驱动。钻头直径根据需要决定，宜采用直径100mm的金刚石钻头，对无机结合料稳定基层取样也可采用150mm钻头，均有淋水冷却装置。

(2) 路面切割机：手推式或牵引式，由发动机或电力驱动，也可利用汽车动力由液压泵驱动，附金刚石锯片，有淋水冷却装置。

(3) 台秤。

(4) 盛样器（袋）或铁盘等。

(5) 干冰（固体CO₂）。

(6) 试样标签。

(7) 其它：镐、铁锹、量尺（绳）、毛刷、硬纸、棉纱等。

3.0.3 方法与步骤

3.0.3.1 准备工作

(1) 确定路段。可以是一个作业段、一天完成的路段，或按规定选取一定长度的检查路段。

(2) 按本规程附录A路基路面随机取样选点的方法确定取样的位置。

(3) 将取样位置清扫干净。

3.0.3.2 采样步骤

(1) 在选取采样地点的路面上，先用粉笔对钻孔位置作出标记或划出切割路面的大致面积，切割路面的面积根据目的和需要确定。

(2) 钻机牢固安放在取样地点，垂直对准路面放下钻头。

(3) 开放冷却水，启动马达，徐徐压下钻杆，钻取芯样，但不得使劲下压钻头。待钻透全厚后，上抬钻杆，拔出钻头，停止转动，不使芯样损坏，取出芯样。沥青混合料芯样及水泥混凝土芯样用清水漂洗干净备用。

注：当试验需要不能用水冷却时，应采用干钻孔，此时为保护钻头，可先用于干冰约3kg放在取样位置上冷却路面约1h，钻孔时通以低温CO₂等冷却气体以代替冷却水。

(4) 有切割机切割时将锯片对准切割位置，开放冷却水，启动马达，徐徐压下锯片到要求深度（厚度），仔细向前推进，到需要长度后抬起锯片，四面全部锯毕后用镐或铁锹仔细取出试样。取得的路面试样块应保持边角完整，颗粒不得散失。

(5) 采取的路面混合料试样应整层取样，试样不得破碎。

(6) 将钻取的芯样或切割的试块，妥善盛放于盛样器中，必要时用塑料袋封装。

(7) 填写样品标签，一式两份，一份粘贴在试样上，另一份作为记录备查。试样标签的示例如图3.0.3。

(8) 对取样的钻孔或被切割的路面坑洞，应采用同类型材料填补压实，但取样时留下的水分应用棉纱等吸走，待干燥后再补坑。

试样编号：.....

路线或工程名：.....

路面层位：.....

材料品种：.....

施工日期：.....

取样日期：.....

取样位置：桩号.....中心线左.....m 右.....m

取样人：.....

试样保管人：.....

备注：.....

(注明试样用途或试验结果等)

图3.0.3 试样标签示例

第四章

4 路基路面几何尺寸测试方法 (T0911-95)

4.0.1 目的与适用范围

本方法适用于路基路面各部分的宽度、高程、横越及中线偏位等几何尺寸的检测,以供道路施工过程、路面交工验收及旧路调查使用。

4.0.2 仪器与材料

本方法使用下列仪器与材料:

- (1) 长度量具:钢尺。
- (2) 经纬仪,全站仪,精密水准仪,塔尺。
- (3) 其它:粉笔等。

4.0.3 方法与步骤

4.0.3.1 准备工作

- (1) 在路基或路面上准确恢复桩号。
- (2) 根据有关施工规范或工程质量检验评定标准的要求,按附录A随机取样的方法,在一个检测路段内选取测定的断面位置及里程桩号,在测定断面作上标记。通常将路面宽度、横坡、高程及中线偏位选取在同一断面位置,且宜在整数桩号上测定。
- (3) 根据道路设计的要求,确定路基路面各部分的设计宽度的边界位置,在测定位置上用粉笔作上记号。
- (4) 根据道路设计的要求,确定设计高程的纵断面位置,在测定位置上用粉笔作上记号。
- (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心位置。
- (6) 根据道路设计的路拱形状,确定曲线与直线部分的交界位置及路面与路肩(或硬路肩)的交界处,作为横坡检验的基准,当有路缘石或中央隔带时,以两侧路缘石边缘为横坡测定的基准点,用粉笔作上记号。

4.0.3.2 路基路面各部分的宽度及总宽度测定应按下列步骤执行:

用钢尺沿中心线垂直方向上水平量取路基路面各部分的宽度,以m表示,对高速公路及一级公路,准确至0.005m;对其他等级公路,准确至0.01m。测量时量尺应保持水平,不得将尺紧贴路面量取,也不得使用皮尺。

4.0.3.3 纵断面高程测定应按下列步骤执行:

- (1) 将精密水平仪架设在路面平顺处调平,将塔尺竖立在路线的测定位置上,以路线附近的水准点高程作为基准。测记测定点的高程读数,以m表示,准确至0.001m。
- (2) 连续测定全部测点,并于水准点闭合。

4.0.3.4 路面横坡测定应按下列步骤执行:

- (1) 对设有中央分隔带的路面:将精密水准仪架设在路面平顺处调平,将塔尺分别竖立在路面与中央分隔带分界的路缘带边缘 d_1 及路面与路肩交界处(或外测路缘石边缘)的标记 d_2 处, d_1 与 d_2 两测点必须在同一横断面上,测量 d_1 与 d_2 处的高程,记录高程读数,以m表示,准确至0.001m。
- (2) 对无中央分隔带的路面:将精密水准仪架设在路面平顺处调平,将塔尺分别竖立在路拱曲线与直线部分的交界位置 d_1 及路面与路肩(或硬路肩)的交界位置 d_2 处, d_1 与 d_2 两测点必须在同一横断面上,测量 d_1 与 d_2 处的高程,记录高程读数,以m表示,准确至0.001m。
- (3) 用钢尺测量两测点的水平距离,以m表示,对高速公路及一级公路,准确至0.005m;对其他等级公路,准确至0.01m。

4.0.3.5 测量实际路面中心线与设计路面中心线的距离作为中心偏位 c_L ,以cm表示,对高速公路及一级公路,准确至0.5cm;对其他等级公路,准确至1.0cm。

4.0.4 计算

4.0.4.1 按式(4.0.4-1)计算各个断面的实测宽度 B_{1i} 与设计宽度 B_{0i} 之差。总宽度为路基路面各部分宽度之和:

$$B_i = B_{1i} - B_{0i} \quad (4.0.4-1)$$

式中: B_{1i} --各断面的实测宽度(m)

B_{0i} --各断面的设计宽度(m)

B_i --各断面的宽度和设计宽度的差值(m)

4.0.4.2 按式(4.0.4-2)计算各个断面的实测高程 h_{1i} 与设计高程 h_{0i} 之差:

$$h_i = h_{1i} - h_{0i} \quad (4.0.4-2)$$

式中: h_{1i} --各个断面的纵断面实测高程(m)

h_{0i} --各个断面的纵断面设计高程(m)

h_i --各个断面的纵断面高程和设计高程的差值(m)

4.0.4.3 各测定断面的路面横坡按式(4.0.4-3)计算,准确至一位小数。按(4.0.4-4)计算实测横坡 i_{1i} 与设计横坡 i_{0i} 之差:

$$i_{1i} = d_{1i} - d_{2i} / B_{1i} \quad (4.0.4-3)$$

$$i_j = i_{1j} - i_{0j} \quad (4.0.4-4)$$

式中: i_{1i} --各测定断面的横坡(%)

d_{1i} 及 d_{2i} --(4.0.4-4)所述各断面测点 d_1 及 d_2 处的高程读数(m);

B_{1i} --各断面测点 d_1 与 d_2 之间的水平距离(m);

i_{0i} --各断面的设计横坡(%) ;

各断面的横坡和设计横坡的差值(%)。

4.0.4.4 根据本规程附录B的方法计算一个评定路段内各测定断面的宽度、高程、横坡以及中线偏位的平均值、标准差、变异系数,但加宽及超高部分的测定值不参加计算。

4.0.5 报告

4.0.5.1 以评定路段为单位列出桩号及宽度、高程、横坡以及中线偏位测定的记录表,记录平均值、标准差、变异系数,注明不符合规范要求的断面。

4.0.5.2 纵断面高程测试报告中应报告实测高程与设计高程的差值,低于设计高程为负,高于设计高程为正。

4.0.5.3 路面横坡测试报告中应报告实测横坡与设计横坡的差值,小于设计横坡为负,大于设计横坡为正。

第五章

5 路面厚度测试方法 (T0912-95)

5.0.1 目的与适用范围

本方法适用于路面各层施工完成后的厚度检验及工程交工验收检查使用。

5.0.2 仪器与材料

本方法根据需要选用下列仪器和材料：

- (1) 挖坑用镐、铲、凿子、锤子、小铲、毛刷。
- (2) 取样用路面取芯钻机及钻头，冷却水。钻头的标准为 100mm，如芯样仅供测量厚度，不作其他试验时，对沥青面层与水泥混凝土板也可用直径 50mm 的钻头，对基层材料有可能损坏试件时，也可用直径 150mm 的钻头，但钻孔深度均必须达到层厚。
- (3) 量尺：钢板尺、钢卷尺、卡尺。
- (4) 补坑材料：与检查层位的材料相同。
- (5) 补坑用具：夯、热夯、水等。
- (6) 其它：搪瓷盘、棉纱等。

5.0.3 方法与步骤

5.0.3.1 基层或砂石路面的厚度可用挖坑法测定，沥青面层及水泥混凝土路面板的厚度应用钻孔法测定。

5.0.3.2 用挖坑法测定厚度应按下列步骤执行：

- (1) 根据现行规范的要求，按附录A的方法，随机取样决定挖坑检查的位置。如为旧路，该点有坑洞等显著缺陷或接缝时，可在其旁边检测。
- (2) 选一块约40cm × 40cm的平坦表面作为试验地点，用毛刷将其清扫干净。
- (3) 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，置搪瓷盘中。
- (4) 用毛刷将坑底清扫，确认为下一层的顶面。
- (5) 将钢板尺平放横跨于坑的两边，用另一把钢尺或卡尺等量具在坑的中部位置垂直伸至坑底，测量坑底至钢板尺的距离，即为检查层的厚度，以cm计，准确至0.1cm。

5.0.3.3 用钻孔取样法测定厚度应按下列步骤执行：

- (1) 根据现行规范的要求，按附录A的方法，随机取样决定钻孔检查的位置。如为旧路，该点有坑洞等显著缺陷或接缝时，可在其旁边检测。
- (2) 按本规程T0901的方法用路面取芯钻机钻孔，芯样的直径应符合5.0.2.1的要求，钻孔深度必须达到层厚。
- (3) 仔细取出芯样，清除底面灰土，找出与下层的分界面。
- (4) 用钢板尺或卡尺沿圆周对称的十字方向四处量取表面至上下层界面的高度，取其平均值，即为该层的厚度，准确至0.1cm。

5.0.3.4 在施工过程中，沥青混合料尚未冷却时，可根据需要，随机选择测点，用大改锥插入量取或挖坑量取沥青层的厚度（必要时用小锤轻轻敲打），但不得使用铁镐等扰动四周的沥青层，挖坑后清扫坑边，架上钢板尺，用另一钢板尺量取层厚，或用改锥插入坑内量取深度后用尺读数，即为层厚，以cm计，准确至0.1cm。

5.0.3.5 按下列步骤用取样层的相同材料填补试坑或钻孔：

- (1) 适当清理坑中残留物，钻孔时留下的积水应用棉纱吸干。
- (2) 对无机结合料稳定层及水泥混凝土路面板，应按相同配比用新拌的材料分层填补并用小锤压实，水泥混凝土中宜掺加少量快凝早强的外掺剂。
- (3) 对无结合料粒料基层，可用挖坑时取出的材料，适当加水拌和后分层填补，并用小锤压实。
- (4) 对正在施工的沥青路面，用相同级配的热拌沥青混合料分层填补并用加热的铁锤或热夯压实。旧路钻孔也可用乳化沥青混合料修补。
- (5) 所有补坑结束时，宜比原面层略鼓出少许，用重锤或压路机压实平整。

注：补坑工序如有疏忽、遗留或补的不好，易成为隐患而导致开裂，因此，所有挖坑、钻孔均应仔细做好。

5.0.4 计算

5.0.4.1 按式 (5.0.4) 计算实测厚度 T_{1i} 与设计厚度 T_{0i} 之差。

$$T_i = T_{1i} - T_{0i} \quad (5.0.4)$$

式中： T_{1i} --路面的实测厚度(cm)

T_{0i} --路面的设计厚度(cm)

T_i --路面实测厚度与设计厚度的差值(cm)

5.0.4.2 按本规程附录B的方法,计算一个评定路段检测的厚度的平均值,标准差、变异系数,并计算代表厚度。

5.0.4.3 当为检查路面总厚度时,则将各层平均厚度相加即为路面总厚度。

5.0.5 报告

路面厚度检测报告应列有填写,并记录与设计厚度之差,不足设计厚度为负,大于设计厚度为正。

第六章

6 压实度

6.1 挖坑灌砂法测定压实度试验方法 (T0921-95)

6.1.1 目的和适用范围

6.1.1.1 本试验法适用于在现场测定基层(或底基层)、砂石路面及路基土的各种材料压实层的密度和压实度,也适用于沥青表面处治、沥青贯入式路面层的密度和压实度检测,但不适用于填石路堤等有大孔洞或大孔隙材料的压实度检测。

6.1.1.2 用挖坑灌砂法测定密度和压实度时,应符合下列规定:

- (1) 当集料的最大粒径小于15mm、测定层的厚度不超过150mm时,宜采用 100mm的小型灌砂筒测试。
- (2) 当集料的最大粒径等于或大于15mm,但不大于40mm,测定层的厚度超过150mm,但不超过200mm时,应用 150mm的大型灌砂筒测试。

6.1.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器与材料:

- (1) 灌砂筒:有大小两种,根据需要采用。型式和主要尺寸见图6.1.2及表6.1.2。当尺寸与表中不一致,但不影响使用时,亦可使用。储砂筒筒底中心有一个圆孔,下部装一倒置的圆锥形漏斗,漏斗上端面开口,直径与储砂筒底中心有一个圆孔,漏斗焊接在一块铁板上,铁板中心有一圆孔与漏斗上开口相接。在储砂筒筒底与漏斗顶端铁板之间设有开关。开关为一薄铁板,一端与筒底及漏斗铁板铰接在一起,另一端伸出筒身外,开关铁板上也有一个相同直径的圆孔。
- (2) 金属标定罐:用薄铁板制作的金属罐,上端周围有一罐缘。

P17, 欠图

图6.1.2 灌砂筒和标定罐(尺寸单位:mm)

灌砂仪的主要尺寸 表6.1.2

结构			小型灌砂筒	大型灌砂筒
储砂筒	直径	(mm)	100	150
	容积	(cm ³)	2120	4600
流砂孔	直径	(mm)	10	15
金属标定罐	内径	(mm)	100	150
	外径	(mm)	150	200
金属方盘基板	边长	(mm)	350	400
	深	(mm)	40	50
	中孔直径	(mm)	100	150

注:如集料的最大粒径超过40mm,则应相应地增大灌砂筒和标定罐的尺寸。如集料的最大粒径超过60mm,灌砂筒和现场试洞的直径应为200mm。

- (3) 基板:用薄铁板制作的金属方盘,盘的中心有一圆孔。
- (4) 玻璃板:边长约500--600mm的方形板。
- (5) 试样盘:小筒挖出的试样可用饭盒存放。大筒挖出的试样可用300mm × 500mm × 400mm的搪瓷盘存放。
- (6) 天平或台秤:称量10--15kg,感量不大于1g。用于含水量测定的天平精度,对细粒土、中粒土、粗粒土宜分别为0.01g、0.1g、1.0g。
- (7) 含水量测定器具:如铝盒、烘箱等。
- (8) 量砂:粒径0.3--0.6mm或0.25--0.5mm清洁干燥的均匀砂,约20--40kg,使用前须洗净、烘干,并放置足够的时间,使其与空气的湿度达到平衡。
- (9) 盛砂的容器:塑料桶等。
- (10) 其它:凿子、改锥、铁锤、长把勺、长把小簸箕、毛刷等。

6.1.3 方法与步骤

6.1.3.1 按现行试验方法对检测对象试样用同一种材料进行击实试验，得到最大干密度（ ρ_c ）及最佳含水量。

6.1.3.2 按6.1.1.2的规定选用适宜的灌砂筒。

6.1.3.3 按下列步骤标定灌砂筒下部圆锥体内砂的质量：

(1) 在灌砂筒筒口高度上，向灌砂筒内装砂至距筒顶15mm左右为止，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，使灌砂筒筒底的流砂孔、圆锥形漏斗上端开口圆孔及形状铁板中心的圆上下对准，让砂自由流出，并使流出砂的体积与工地所挖坑内的体积相当（或等于标定罐的容积），然后关上开关。

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

(4) 收集并称量留在玻璃板上的砂或称量筒内的砂，准确至1g。玻璃板上的砂就是填满筒下部圆锥体的砂（ m_2 ）。

(5) 重复上述测量三次，取其平均值。

6.1.3.4 按下列标定量砂的单位质量 ρ_s (g/cm³):

(1) 用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，不要碰动灌砂筒，直到储砂筒内的砂不再下流时，将开关关闭。取下灌砂筒，称取筒内剩余的质量（ m_3 ），准确至1g。

(3) 按式（6.1.3-1）计算填满标定罐所需砂的质量 m_a (g)：

$$m_a = m_1 - m_2 - m_3 \quad (6.1.3-1)$$

式中： m_a --标定罐中砂的质量(g)；

m_1 --装入灌砂筒内的砂的总质量(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(6.1.3-2) 计算量砂的单位质量 ρ_s

$$\rho_s = m_a /$$

式中： ρ_s --量砂的单位质量(g/cm³)

__标定罐的体积(cm³)

6.1.3.5 试验步骤

(1) 在试验地点，选一块平坦表面，并将其清扫干净，其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，则将盛有量砂（ m_5 ）的灌砂筒放在基板中间的圆孔上，将灌砂筒的开关打开，让砂流入基板的中孔内，直到储砂筒内的砂不再下流时关闭开关。取下灌砂筒，并称量筒内砂的质量（ m_6 ），准确至1g。

注：当需要检测厚度时，应先测量厚度后再进行这一步骤。

(3) 取走基板，并将留在试验地点的量砂收回，重新将表面清扫干净。

(4) 将基板放回清扫干净的表面上（尽量放在原处），沿基板中孔凿洞（洞的直径与灌砂筒一致）。在凿洞过程中，应注意不使凿出的材料丢失，并随时将凿松的材料取出装入塑料袋中，不使水分蒸发。也可放在大试样盒内。试洞的深度应等于测试层厚度，但不得有下层材料混入，最后将洞内的全部凿松材料取出。对土基或基层，为防止试样盘内材料

的水分蒸发，可分几次称取材料的质量。全部取出材料的总质量为 m_w ，准确至1g。

(5) 从挖出的全部材料中取有代表性的样品，放在铝盒或洁净的搪瓷盘中，测定其含水量()，以%计)。样品的数量如下：用小灌砂筒测定时，对于细粒土，不少于100g；对于各种中粒土，不少于500g。用大灌砂筒测定时，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，宜将取出的全部材料烘干，且不少于2000g，称其质量(m_d)，准确至1g。

注：当为沥青表面转入式结构类材料时，则省去测定含水量步骤。

(6) 将基板安放在试坑上，将灌砂筒安放在基板中间(储砂筒内放满砂到要求质量 m_1)，使灌砂筒的下口对准基板的中孔及试洞，打开灌砂筒的开关，让砂流入试坑内，在此期间，应注意勿碰动灌砂筒。直到储砂筒内的砂不再下流时，关闭开关，仔细取走灌砂筒，并称量筒内剩余砂的质量(m_4)，准确至1g。

(7) 如清扫干净的平坦表面的粗糙度不大，也可省去(2)和(3)的操作。在试洞挖好后，将灌砂筒直接对准放在试坑上，中间不需要放基板。打开筒的开关，让砂流入试坑内。在此期间，应注意勿碰动灌砂筒。直到储砂筒内的砂不再下流时，关闭开关。仔细取走灌砂筒，并称量剩余砂的质量(m_4)，准确至1g。

(8) 仔细取出试筒内的量砂，以备下次试验时再用。若量砂的湿度已发生变化或量砂中混有杂质，则应该重新烘干、过筛，并放置一段时间，使其与空气的湿度达到平衡再用。

6.1.4 计算

6.1.4.1 按式(6.1.4-1)或(6.1.4-2)计算填满试坑所用的砂的质量 m_b (g)：

灌砂时，试坑上放有基板时：

$$m_b = m_1 - m_4 - (m_5 - m_6) \quad (6.1.4 - 1)$$

灌砂时，试坑上不放基板时：

$$m_b = m_1 - m_4 - m_2 \quad (6.1.4 - 2)$$

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，灌砂筒内剩余的质量(g)；

$(m_5 - m_6)$ --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)；

6.1.4.2 按式(6.1.4-3)计算试坑材料的湿密度 w (g/cm³):

$$w = m_w / m_b \times s \quad (6.1.4-3)$$

式中： m_w --试坑中取出的全部材料的质量(g)

s --量砂的单位质量(g/cm³)

6.1.4.3 按式(6.1.4-4)计算试坑材料的干密度 d (g/cm³):

$$d = \frac{w}{1+0.01} \quad (6.1.4-4)$$

式中：--试坑材料的含水量(%)。

6.1.4.4 当为水泥、石灰、粉煤等无机结合料稳定土の場合，可按式(6.1.4-5)计算干密度 d (g/cm³):

$$d = m_d / m_b \times s \quad (6.1.4-5)$$

式中： m_d --试坑中取出的稳定土的烘干质量(g)。

6.1.4.5 按式(6.1.4-6)计算施工压实度：

$$K = \frac{d}{c} \times 100 \quad (6.1.4-6)$$

式中： K --测试地点的施工压实度(%)；

d --试样的干密度(g/cm³)；

c --由击实试验得到的试样的最大干密度(g/cm³)。

注：当试坑材料组成与击实试验的材料有较大差异时，可以试坑材料作标准击实，求取实际的最大干密度。

6.1.5 报告

各种材料的干密度均应准确至0.01g/cm³

6.2 核子仪测定压实度试验方法 (T0922 - 95)

6.2.1 目的和适用范围

6.2.1.1 本方法适用于现场用核子密度湿度仪以散射法或直接透射法测定路基或路面材料的密度和含水量，并计算施工压实度。

6.2.1.2 本方法适用于施工质量的现场快速评定，不宜用作仲裁试验或评定验收的依据。

6.2.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器与材料：

(1) 核子密度湿度仪：符合国家规定的关于健康保护和安全使用标准，密度的测定范围为1.12--2.73g/cm³,测定误差不大于±0.03g/cm³。含水率测量范围为0--0.64g/cm³,测定误差不大于±0.015g/cm³。它主要包括下列部件：

射线源：双层密封的同位素放射源，如铯 - 137、钴 - 60或镭 - 226等。

中子源：如镅 (241) - 铍等。

探测器：射线探测器，如G - M计数管、氦 - 3管、闪烁晶体或热中子探测器等。

读数显示设备：如液晶显示器，脉冲计数器、数率表或直接读数表。

标准板：提供检验仪器操作和散射计数参考标准用。

安全防护设备：符合国家规定要求的设备。

刮平板、钻杆、接线等。

(2) 细砂：0.15--0.3mm。

(3) 天平或台秤。

(4) 其它：毛刷等。

6.2.3 方法与步骤

6.2.3.1 本方法用于测定沥青混合料面层的压实度时，在表面用散射法测定，所测定沥青面层的层厚应不大于根据仪器性能决定的最大厚度。用于测定土基或基层材料的压实度及含水量时，打洞后用直接透射法测定，测定层的厚度不宜大于20cm。

6.2.3.2 准备工作

(1) 每天使用前按下列步骤用标准板测定仪器的标准值：

接通电源，按照仪器使用说明书建议的预热时间，预热测定仪。

在测定前，应检查仪器性能是否正常。在标准板上取3--4个读数的平均值建立原始标准值，并与使用说明书提供的标准值核对，如标准读数超过仪器使用说明书规定的限时时，应重复此项标准的测量若第二次标准计数仍超出规定的限时时，需视作故障并进行仪器检查。

(2) 在进行沥青混合料压实层密度测定时，应用核子仪对钻孔取样的试件进行标定；测定其它材料密度时，宜与挖坑灌砂法的结果进行标定。标定的步骤如下：

选择压实的路表面，按要求的测定步骤用核子仪测定密度，读数；

在测定的同一位置用钻机钻孔法或挖坑灌砂法取样，量测厚度，按规定的标准方法测定材料的密度；

对同一种路面厚度及材料类型，在使用前至少测定15处，求取两种不同方法测定的密度的相关关系，其相关系数应不小于0.9。

(3) 测试位置的选择

按照随机取样的方法确定测试位置，但与距路面边缘或其他物体的最小距离不得小于30cm。核子仪距其他的射线源不得少于10m；

当用散射法测定时，应按图6.2.3-1的方法用细砂填平测试位置路表结构凹凸不平的空隙，使路表面平整，能与仪器紧密接触；

当使用直接透射法测定时，应按图6.2.3-2的方法在表面上用钻杆打孔，孔深略深于要求测定的深度，孔应竖直圆滑并稍大于射线源探头。

(4) 按照规定的时间，预热仪器。

P24 欠图 6.2.3-1

6.2.3.3 测定步骤

欠图P24 6.2.3-2 6.2.3-3 6.2.3-4

(1) 如用散射法测定时，应按图6.2.3 - 3的方法将核子仪平稳地置于测试位置上。

(2) 如用直接透射法测定时，应按图6.2.3 - 4的方法将放射源棒放下插入已预告打好的孔内。

(3) 打开仪器，测试员退出仪器2m以外，按照选定的测定时间进行测量，到达测定时间后，读取显示的各项数值，并迅速关机。

注：有关各种型号的仪器在具体操作步骤上略有不同，可按照仪器使用说明书进行。

6.2.4 计算

按式(6.2.4 - 1)、(6.2.4 - 2)计算施工干密度及压实度：

$$d = \frac{w}{1+w} \quad (6.2.4 - 1)$$

$$K = \frac{d}{C} \times 100 \quad (6.2.4 - 2)$$

式中：K--测试地点的施工压实度(%)；

--含水量，以小数表示；

w --试样的湿密度(g/cm³)；

d --试样的干密度(g/cm³)；

ρ_0 --由击实试验得到的最大干密度(g/cm³)。

6.2.5 报告

测定路面密度及压实度的同时，应记录气温、路面的结构深度、沥青混合料类型、面层结构及测定厚度等数据和资料。

6.2.6 使用安全注意事项

6.2.6.1 仪器工作时，所有人员均应退至距离仪器2m以外的地方。

6.2.6.2 仪器不使用时，应将手柄置于安全位置，仪器应装入专用的仪器箱内，放置在符合核辐射安全规定的地方。

6.2.6.3 仪器应由经有关部门审查合格的专人保管，专人使用。对从事仪器保管及使用的人员，应遵照有关核辐射检测的规定，不符合核防护规定的人员，不宜从事此项工作。

6.3 环刀法测定压实度试验方法（T0923 - 95）

6.3.1 目的和适用范围

6.3.1.1 本方法规定在公路工程现场用环刀法测定土基及路面材料的密度及压实度。

6.3.1.2 本方法适用于细粒土及无机结合料稳定细土的密度。但对无机结合料稳定细粒土，其龄期不宜超过2d，且宜用于施工过程中的压实度检验。

6.3.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器与材料：

（1）人工取土器：见图6.3.2 - 1，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6--8cm,高2--3cm，壁厚1.5--2mm。

底座：由底座平台（16）、定位销（15）、行走轮（14）组成。平台是整个仪器的支撑基础；定位销供操作时仪器定位用，行走轮供换点取芯时仪器近距离移动用，当定位时四只轮子可扳起离开地表。

立柱：由立柱（1）与立柱套（11）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。

升降机构：由升降手轮（9）、锁紧手柄（8）组成，供调整取芯机构高低用。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时拧紧手柄定位。

取芯机构：由取芯头（10）、升降轴（2）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，上端面焊有平盖，其上焊螺母，靠螺旋接于升降轴上。取芯头为可换式，有三种规格，即500mm×500mm、70mm×70mm、100mm×100mm，另配有相应的取芯套筒，扳手、铅盒等。

动力和传动机构：主要由直流电机（4）、调速器（12）、齿轮箱组成。另配电瓶和充电器。当电机工作时，通过齿轮将动力传给取芯机构，升降轴旋转，取芯头进入旋切工作状态。

电动取土器主要技术参数为：

工作电压DC24V（36A.h）；

转速50--70r/min,无级调速；

整机质量约35kg。

（3）天平：感量0.1g(用于取芯头内径小于70mm样品的称量)，或1.0g（用于取芯头内径100mm样品的称量）。

（4）其它：镐、小铁锹、修土刀、毛刷、直尺、钢丝锯、凡士林、木板及测定含水量设备等。

欠图6.3.2-1 P27

6.3.3 方法与步骤

6.3.3.1 按有关试验方法对检测试样用同一种材料进行击实试验，得到最大干密度（ ρ_c ）及最佳含水量。

6.3.3.2 用人工取土器测定粘性土及无机结合料稳定细粒土密度的步骤：

P29欠图 6.3.2-2

（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，并将压实层铲支表面浮动及不平整的部分，达一定深度，使环刀打下后，能达到要求的取土深度，但不得将下层扰动。

（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，至环盖顶面与定向筒上口齐平为此。

（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，用直尺检测直至修平为止。

（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0.1g。

（8）自环刀中取出试样，取具有代表性的试样，测定其含水量（ w ）。

6.3.3.3 用人工取土器测定砂性土或砂层密度时的步骤：

（1）如为湿润的砂土，试验时不需使用击实锤和定向筒。在铲平的地面上，细心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、直至砂土柱突出环刀上端约2cm时为止。

（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0.1g。

(5) 自环刀中取具有代表性的试样测定其含水量。

(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。

6.3.3.4 用电动取土器测定无机结合料细粒土和硬塑土密度的步骤：

(1) 闭上所需规格的取芯头。在施工现场取芯前，选择一块平整的路段，将四只行走轮打起，四根定位销钉采用人工加压的方法，压入路基土层中。松开锁紧手柄，旋动升降手轮，使取芯头刚好与土层接触，锁紧手柄。

(2) 将电瓶与调速器接通，调速器的输出端拉入取芯机电源插口。指示灯亮，显示电路已通；启动开关，电动机工作，带动取芯机构转动。根据土层含水量调节转速，操作升降手柄，上提取芯机构，停机，移开机器。由于取芯头圆筒外表有几条螺旋状突起，切下的土屑排在筒外顺螺纹上旋抛出地表，因此，将取芯套筒套在切削好的土芯立柱上，摇动即可取出样品。

(3) 取出样品，立即按取芯套筒长度用修土刀或钢丝锯修平两端，制成所需规格土芯，如拟进行其它试验项目，装入铅盒，送试验室备用。

(4) 用天平称量土芯带套筒质量 M_1 ，从土芯中心部分取试样测定含水量。

6.3.3.5 本试验须进行两次平行测定，其平行差值不得大于0.03g/cm³。求其算术平均值。

6.3.4 计算

6.3.4.1 按式 (6.3.4 - 1)、(6.3.4 - 2) 计算试样的湿密度及干密度：

$$=4 \times (M_1 - M_2) / \pi d^2 h \quad (6.3.4 - 1)$$

$$d = \sqrt{1 + 0.01} \quad (6.3.4 - 2)$$

式中： ρ --试样的湿密度(g/cm³)；

ρ_d --试样的干密度(g/cm³)；

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(%)。

6.3.4.2 按式 (6.3.4 - 3) 计算施工压实度：

$$K = \rho_d / \rho_c \times 100 \quad (6.3.4 - 3)$$

式中： 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)。

6.3.5 报告

试验应报告土的鉴别分类、土的含水量、湿密度、干密度、最大干密度、压实度等。

6.4 钻芯法测定沥青面层压实度试验方法 (T0924 - 95)

6.4.1 目的和适用范围

6.4.1.1 压实沥青混合料面层的施工压实度是指按规定方法采取的混合料试样的毛体积密度与标准密度之比，以百分率表示。

6.4.1.2 本方法适用于检验从压实的沥青路面上钻取的沥青混合料芯样试件的密度，以评定沥青面层的施工压实度。

6.4.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器与材料：

- (1) 路面取芯钻机。
- (2) 天平：感量不大于0.1g。
- (3) 溢流水槽。
- (4) 吊篮
- (5) 石蜡。
- (6) 其它：卡尺、毛刷、小勺、取样袋（容器）、电风扇。

6.4.3 方法与步骤

6.4.3.1 钻取芯样

按本规程T0901“路面钻孔及切割取样方法”钻取路面芯样，芯样直径不宜小于100mm。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定。

6.4.3.2 测定试件密度

- (1) 将钻取的试件在水中用毛刷轻轻刷粘附的粉尘。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) 按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程(JTJ052-93)》的沥青混合料试件密度试验方法测定试件的视密度或毛体积密度 ρ_s 。当试件的吸水率小于2%时，采用水中重法或表干法测定；当吸水率大于2%时，用蜡封法测定；对空隙率很大的透水性混合料及开级配混合料用体积法测定。

6.4.3.3 根据现行的《公路沥青路面施工技术规范(JTJ032-94)》的规定，确定计算压实度的标准密度。

6.4.4 计算

6.4.4.1 当计算压实度的沥青混合料的标准密度采用马歇尔击实试件成型密度或试验路段钻孔取样密度时，沥青面层的压实度按式(6.4.4-1)计算：

$$K = \frac{\rho_s}{\rho_0} \times 100 \quad (6.4.4-1)$$

式中：K--沥青面层的压实度(%)

ρ_s --沥青混合料芯样试件的视密度或体积密度(g/cm³)

ρ_0 --沥青混合料的标准密度(g/cm³)。

6.4.4.2 由沥青混合料实测最大密度计算压实度时，应按式(6.4.4-2)进行空隙率折算，作为标准密度，再按式(6.4.4-1)计算压实度：

$$\rho_0 = \rho_t \times ((100 - V_v) / 100) \quad (6.4.4-2)$$

式中： ρ_t --沥青混合料的实测最大密度(g/cm³)

ρ_0 --沥青混合料的标准密度(g/cm³)

V_v --试件的空隙率(%)。

6.4.4.3 按本规程附录B的方法，计算一个评定路段检测的压实度的平均值、标准差、变异系数，并计算代表压实度。

6.4.5 报告

压实度试验报告应记载压实度检查的标准密度及依据，并列表表示各测点的试验结果。

第七章

7 平整度

7.1 3m直尺测定平整度试验方法(T0931-95)

7.1.1 目的和适用范围

7.1.1.1 本方法规定用3m直尺测定距离路表面的最大间隙表示路基路面的平整度，以mm计。

7.1.1.2 本方法适用于测定压实成型的路面各层表面的平整度，以评定路面的施工质量及使用质量，也可用于路基表面成型后的施工平整度检测。

7.1.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器与材料：

(1)3m直尺：硬木或铝合金钢制，底面平直，长3m。

(2)楔形塞尺：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0，宽度不大于15mm，边部有高度标记，刻度精度不小于0.2mm,也可使用其他类型的量尺。

(3)其它：皮尺或钢尺、粉笔等。

7.1.3 方法与步骤

7.1.3.1 准备工作

(1)按有关规范规定选择测试路段。

(2)在测试路段路面上选择测试地点：当为施工过程中质量检测需要时，测试地点根据需要确定，可以单杆检测；当为路基路面工程质量检查验收或进行路况评定需要时，应连续测量10尺。除特殊需要者外，应以行车道一侧车轮迹(距车道线80--100cm)作为连续测定的标准位置。对旧路已形成车辙的路面，应取车辙中间位置为测定位置，用粉笔在路面上作好标记。

(3)清扫路面测定位置处的污物。

7.1.3.2 测试步骤

(1)在施工过程中检测时，按根据需要确定的方向，将3m直尺摆在测试地点的路面上。

(2)目测3m直尺底面与路面之间的间隙情况，确定间隙为最大的位置。

(3)用有高度的塞尺塞进间隙处，量记其最大间隙的高度(mm)，准确至0.2mm。

(4)施工结束后检测时，按现行《公路工程质量检验评定标准》(JTJ071-94)的规定，每1处连续检测10尺，按上述(1)--(3)的步骤测记10个最大间隙。

7.1.4 计算

7.1.4.1 单杆检测路面的平整度计算，以3m直尺与路面的最大间隙为测定结果。连续测定10尺时，判断每个测定值是否合格，根据要求计算合格百分率，并计算10个最大间隙的平均值。

7.1.5 报告

单杆检测的结果应随时记录测试位置及检测结果。连续测定10尺时，应报告平均值、不合格尺数、合格率。

7.2 连续式平整度仪测定平整度试验方法(T0932-95)

7.2.1 目的和适用范围

7.2.1.1 本方法规定用连续式平整度仪量测路面的不平整度的标准差()，以表示路面的平整度，以mm计。

7.2.1.2 本方法适用于测定路表面的平整度，评定路面的施工质量和使用质量，但不适用于在已有较多坑槽、破损严重的路面上测定。

7.2.2 仪器

本试验需要下列仪器：

(1)连续式平整度仪：构造如示意图7.2.2。除特殊情况外，连续式平整度仪的标准长度为3m,其质量应符合仪器标准的要求。中间为一个3m长的机架，机架可缩短或折叠，前后各有4个行走轮，前后两级轮的轴间距离为3m。机架中间有一个能起落的测定轮。机架上装有蓄电池电源及可拆卸的检测箱，检测箱可采用显示、记录、打印或绘图等方式输出测试结果。测定轮上装有位移传感器，距离传感器等检测器，自动采集位移数据时，测定间距为10cm，每一计算区间的长度为100m,输出一次结果。当为人工检测、无自动采集数据及计算功能时，应能记录测试线，机架头装有一牵引钩及手拉柄，可用人力或汽车牵引。

P35欠图 图7.2.2

(2)牵引车面包车或其它小型牵引汽车。

(3)皮尺或测绳。

7.2.3 试验步骤

7.2.3.1 准备工作

(1)选择测试路段

(2)当为施工过程中质量检测需要时，测试地点根据需要决定；当为路面工程质量检查验收或进行路况评定需要时，通

常以行车道一侧车轮胎迹带作为连续测定的标准位置。对旧脚已形成车辙的路面，取一侧车辙中间位置为测定位置。按7.2.1.2的规定在测试路段路面上确定测试位置，当以内侧轮迹带(IWP)或外侧轮迹带(OWP)作为测定位置时，测定位置距车道标线80--100cm。

(3)清扫路面测定位置处的脏物。

(4)检查仪器检测中部分是否完好、灵敏，并将各连接线接妥，安装记录设备。

7.2.3.2 试验步骤

(1)将连续式平整度测定仪置于测试路段路面起点上。

(2)在牵引汽车的后部，将平整度的挂钩挂上后，放下测定轮，启动检测器及记录仪，随即启动汽车，沿道路纵向行驶，横向位置保持稳定，并检查平整度检测仪表上测定数字显示、打印、记录的情况。如遇检测设备中某项设备中某项仪表发生故障，即须停止检测。牵引平整度仪的速度应保持匀速。速度宜为5km/h,最大不得超过12km/h。

在测试路段较短时，亦可用人力拖拉平整度仪测定路面的平整度，但拖拉时应保持匀速前进。

7.2.4 计算

7.2.4.1 连续式平整度测定仪测定后，可按每10cm间距采集的位移值自动计算每100m计算区间的平整度标准差(mm)，还可记录测试长度(m)线振幅大于一定值(如3、5、8、10mm等)的次数、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线图，计算打印。当为人工计算时，在记录线上任意设一基准线，每隔一定距离(宜为1.5m)读取线偏离基准线的偏离位移值 d_i 。

7.2.4.2 每一计算区间的路面平整度以该区间测定结果的标准差表示，按式(7.2.4)计算：

$$i = \text{欠公式P36}$$

式中： i --各计算区间的平整度计算值(mm)

d_i --以100米为一个计算区间，每隔一定距离(自动采集间距为10厘米，人工采集间距为1.5m)采集的路面不平偏差位移(mm)；

N --计算区间用于计算标准差的测试数据个数。

7.2.4.3 按本规程附录B的方法计算一个评定路段内各区间平整度标准差的平均值、标准差、变异系数。

7.2.5 报告
试验应列表报告每一个评定路段内各测定区间的平整度标准差、各评定路段平整度的平均值、标准差、变异系数心脏不合格区间数。

7.3 车载式颠簸累积仪测定平整度试验方法(T0933-95)

7.3.1 目的和适用范围

7.3.1.1 本方法规定用车载式颠簸累积仪测量车辆在路面上通行时后轴与车厢之间的单向位位移累积值VBI,表示路面的平整度，以cm/km计。

7.3.1.2 本方法适于测定路面表面的平整度，以评定路面的施工质量和使用期的舒适性。但不适用于在已有较多坑槽、破损严重的路面上测定。

7.3.2 仪器

本试验需要下列仪器：

(1)车载式颠簸累积仪机械传感器、数据处理器及微型打印机组成，传感器固定安装在测试车的底板上，如图7.3.2所示。仪器的主要技术性能指标如下：

测试速度在30--50km/h范围内选定；

最小读数：1cm

最大测试幅值：±30cm；

最大显示值：9999cm；

系统最高反应频率：5kHz；

使用环境温度：0--50摄氏度

使用环境相对湿度：<85%；

稳定性：连续开机8h漂移<±1cm；

使用电源：12VDC，1A；

测试路段计算长度选择：100m,200m,300m,400m,500m,600m,700m,800m,900m,1km等10种，试验时选择其中一种；
数据显示及输出：可显示数据及打印输出测试路段计算长度内的单向位移颠簸累积值。

(2)测试车：旅行车、越野车或小轿车。

P38欠图

7.3.3 准备工作

7.3.3.1 仪器安装

(1)车载式颠簸累积仪的机械传感器应对准测试车的后桥差速器上方，用螺栓固定在车厢底板上，如图7.3.2所示。

(2)在机械传感器的定量位移轮线槽引出钢丝绳下方的车辆底板上，打一个直径约2.5cm的孔洞。将仪器的钢丝绳安全无害此孔洞同后桥差速盒联接，但钢丝绳不能与孔洞边缘磨擦或接触。

(3)将后桥差速器盒盖螺丝卸下，加装一个用 3mm铁丝或2mm厚钢板做成的小挂钩再装回拧紧，以备挂测量钢丝绳之用。

(4)机械传感器在挂钢丝绳之前，定量位移轮应预先按箭头方向沿其中轴旋转2--3圈，使内部发条具有一定的紧度，钢丝绳则绕其线槽2--3圈后引出，穿过车厢底板所打的2.5cm的孔洞至差速器新装的挂钩上挂住，钢丝绳应张紧，这时仪器即处于测量准备状态。

注：在不测量时应松开挂钩，收回钢丝绳置于车厢内。

(5)数据处理患有主打印机安置于车上任何全球操作的位置或座位上。

7.3.3.2 仪器检查及准备

(1)检查装载车，轮胎气压应符合所使用测试汽车的规定值；轮胎应清洁，不得粘附有沥青块等杂物，车上人员及载重应与仪器标定时相符；汽车底盘悬挂没有松动或异常响声。

(2)按7.3.3.1要求挂好的钢丝绳在线槽上应没有重又叠，张力良好。

(3)联接电源，用12v直流电源供电，也可使用汽车蓄电池，或加装一插头接于汽车点烟器插座处供电。电源线红色为正极，白色为负极，电源极性不得接错。

(4)接受机械传感器、打印机及数据处理器的联接线插头。

(5)打开打印机边上的电源开关，试验开关置于空白处。

(6)设定测试路段计算区间的长度，标准的计算区间长为100m,根据要求也可为200m,500m,或1000m。

7.3.4 测量步骤

(1)汽车停在测量起点前约300--500m处，打开数据处理器的电源，打印机打印出“VBI”等字头，在数码管上显示“P”字样，表示仪器已准备好。

(2)在键盘上输入测试年、月、日，然后按“D”键，打印机打出测试日期。

(3)在键盘上输入测试路段编码后按“C”，路段编码即被打出，如“C0102”。

(4)在键盘上输入测试起点公里桩号及百米桩号，然后按“A”键，起点桩号即被打出，如“A：0048+100km”。

注：“F”键为改错键，当输入数据出错时，按“F”键后重新输入正确的数字。

(5)发动汽车向被测路段驶去，逐渐加速，保证在到达测试起点前稳定在选定的测试速度范围内，但必须与标定时速度相同，然后控制测试速度的误差不超过 $\pm 3\text{km/h}$ 。除特殊要求外，标准的测试速度为32km/h。

(6)到达测试起点时，按下开始测量键“B”，仪器即开始自动累积被测路面的单向颠簸值。

(7)当到达预定测试路段终点时，按所选的测试路段计算区间长度相对应的数字键(例如数字键“1”代表长度为100m，“2”为200m，“5”为500m，“0”为1000m等)，将测试路段的颠簸累积值换算成以公里计的颠簸累积值打印出来，单位为“cm/km”。

(8)连续测试。以每段长度100m为例，到达第一段终点后按“1”键，车辆继续稳速前进，到达第二段终点时，按数字键“1”，依此类推。在测试中被测路段长度可以变化，仪器除能把不足1km的路段长度测试结果换算成以公里计的测试结果VBI外，还可把测过的路段长度自动累加后连同测试结果一起打印出来。

注：“E”键为暂停键，测试过程中按此键将使所显示数值在3s内保持不变，供测试者仔细观察或记录测试数字，但内部计数器仍在继续累积计数，过3s后数码管重新显示新的数据，暂停期间不会中断或丢失所测数据。

(9)测试结果。常规路面调查一般可取一次测量结果，如属重要路面评价测试或与前次测量结果有较大差别时，应重复测试2--3次，取其平均值作为测试结果。

(10)测试完毕，关闭仪器电源，把挂在差速器外壳的钢丝绳撇开，钢丝绳由车厢底板下拉上来放好，以备下次测试。注意松钢丝绳时要缓慢放松，因机械传感器的定量位移轮内部有张紧的发条，松绳过快容易损坏仪器，甚至会被钢丝绳划伤。

注：装好仪器(挂好钢丝绳)的汽车不测量时不要长途驾驶。

7.3.5 试验结果与国际平整度指数等其他平整度指标建立相关关系。

7.3.5.1 用车载式颠簸累积仪测定的VBI值需要与其他平整度指标[如连续式平整度仪测出的标准差、国际平整度指数(IRI)等]进行换算时，应将车式颠簸累积仪的测试结果进行标定，即与相关的平整度仪测量结果建立相关关系，相关系数均不得小于0.90。

7.3.5.2 为与其他平整度指标建立相关关系，选择的标定路段应符合下列要求：

(1)有5--6段不同平整度的现有道路，从好到坏不同程度的都应各有一段。

- (2)每段路长宜为250--300m。
- (3)每一段中的平整度应均匀，段内应无太大差别。
- (4)标定路段应选此坡变化较小的平坦、直线地段。
- (5)选择交通量小或可以疏导的路段，减小标定时车辆的干扰。

标定点起迄点用油漆作好标记，并每隔一定距离作中间标记，标定宜选择在行车道的正常轮迹上进行。

7.3.5.3 仪器安装及装载车的检查应符合7.3.3的要求。

7.3.5.4 用连续式平整度仪进行标定的步骤：

- (1)用于标定的仪器应使用按规定进行校准后能准确测定路面平整度的连续式平整度仪。
- (2)按现行操作规程用连续式平整度仪沿选择的每个路段全程连续测量平整度3--5次，取其平均值作为该路段的测试结果(以标准差表示)。
- (3)按7.3.5的步骤，用车载式颠簸累积仪沿各个路段进行测量，重复3--5次后，取其各次颠簸累积值的平均值作为该路段的测试结果，与平整度仪的各段测试结果相对应。标定时的测试车速应在30--50km/h范围内选用一种或两种稳定的车速分别进行，记录车速及搭载量，以后测试时的情况应与标定时的相同。

(4)整理相关关系

将连续式平整度仪测出的标准差 σ 及车载式颠簸累积仪测出的颠簸累积值 VBI_V 绘制出线并进行回归分析，建立式(7.3.5-1)的相关关系：

$$\sigma = a + b * VBI_V \quad (7.3.5-1)$$

式中： σ --用连续式平整度仪测定的以标准差表示的平整度(mm)

VBI_V --测试速度为V(km/h)时用颠簸累积仪测得的累积值VBI(cm/km)；

a、b--回归系数。

7.3.5.5 将车载式颠簸累积仪测定结果换算成国际平整度指数的标定方法：

- (1)将所选择的标定路段在标记上每隔0.25m作出补充标记。
- (2)在每个路段上用经过校准的精密水平仪分别测出每隔0.25m标点上的标高，按有关方法计算国际平整度指数IRI(m/km)。
- (3)按7.3.5.4的方法用车载式颠簸累积仪测试得到各个路段的测试结果。
- (4)将各个路段的国际平整度指数IRI与颠簸累积值 VBI_V 绘制出线并进行回归分析，建立式(7.3.5-2)的相关关系；

$$IRI = a + b * VBI_V$$

式中：IRI--国际平整度指数(m/km)

VBI_V --测试速度为V(km/h)时颠簸累积仪测得的颠簸累积值(cm/km)；

a、b--回归系数。

7.3.6 报告

7.3.6.1 应列表报告每一个评定路段内各测定区间的颠簸累积值，各评定路段颠簸累积值的平均值、标准差、变异系数。

7.3.6.2 测试速度。

7.3.6.3 试验结果与国际平整度指数等其他平整度指标建立的相关关系式、参数值、相关系数。

8 强度和模量

8.1 土基现场CBR值测试方法(T0941-95)

8.1.1 目的和适用范围

8.1.1.1 本方法适用于在公路现场测定各种土基材料的现场CBR值。

8.1.1.2 本方法所用试样的最大集料粒径宜小于25mm,最大不得超过40mm。

8.1.2 仪器与材料

本试验采用下列仪器与材料:

(1) 荷重装置: 装载有或集料等重物的载重汽车, 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) 现场测试装置: 如图8.1.2所示, 由千斤顶(机械或液压)、测力计(测力环或压力表)及球座组成。千斤顶可使贯入杆的贯入速度调节成1mm/min。测力计的容量不小于土基强度, 测定精度不小于测力量程的1/100。

(3) 贯入杆: 直径 50mm, 长约200mm的金属圆柱体。

(4) 承载板: 每块1.25kg, 直径 150mm, 中心孔眼直径 52mm, 不小于4块, 并沿直径分为两个半圆块。

(5) 贯入量测定装置: 由图8.1.1中所示的平台及百分表组成, 百分表量程20mm, 精度0.01mm, 数量2个, 对称固定于贯入杆上, 端部与平台接触。平台跨度不小于50cm。

注: 此设备也可用两台贝克曼梁弯沉仪代替。

(6) 细砂: 洁净干燥的细干砂, 粒径0.3--0.6mm。

(7) 其它: 铁铲、盘、直尺、毛刷、天平。

欠图P44

8.1.3 方法与步骤

8.1.3.1 准备工作

(1) 将试验地点约直径 30cm范围的表面找平, 用毛刷刷净浮土, 如表面为粗粒土时, 应撒布少许洁净的干砂填平, 但不能覆盖全部土基避免形成一层。

(2) 装置测试设备, 按图8.1.2设置贯入杆及千斤顶, 千斤顶在汽车后轴上且调节至高度适中, 贯入杆应与土基表面紧密接触。

(3) 安装贯入量测定装置, 将支架平台、百分表(或两台贝克曼梁弯沉仪)按图8.1.2安装好。

8.1.3.2 测试步骤

(1) 在贯入杆位置安放4块1.25kg的分开成半圆的承载板(共5kg)。

(2) 调节测力计及贯入量百分表, 调零, 记录初始读数。

(3) 启动千斤顶, 使贯入杆以1mm/min的速度压入土基, 当相应于贯入量为0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、4.0、5.0、7.5、10.0、及12.5mm时, 分别读取测力计读数。根据情况, 也可在贯入量达7.5mm时结束试验。

注: 用千斤顶连续加载, 两个贯入量百分表及测力计均应在同时刻读数, 当两个百分表读数不超过平均值的30%时, 以其平均值作为贯入量, 当两个表读数差值超过平均值的30%时, 应停止试验。

(4) 卸除荷载, 移去测定装置。

(5) 在试验点下取样, 测定材料含水量。取样数量如下:

最大粒径不大于5mm, 试样数量约120g;

最大粒径不大于25mm, 试样数量约250g;

最大粒径不大于40mm, 试样数量约500g;

(6) 在紧靠试验点旁边的适当位置, 用灌砂法或环刀法等测定土基的密度。

8.1.4 计算

8.1.4.1 将贯入试验得到的等级荷重数除以贯入断面积(19.625cm²), 得到各级压强(MPa), 绘制荷载压强-贯入量曲线, 如图8.1.4所示。当图中线如2所示有明显下凹的情况时, 应在线的拐弯处作切线延长作贯入量修正, 以与坐标轴相交的点O 作原点, 得到修正后的压强-贯入量曲线。

欠图P45

8.1.4.2 从压强-贯入量曲线上读取贯入量为2.5mm及5.0mm时的荷载压强 P_1 , 按式(8.1.4)计算现场CBR值。CBR一般以贯入量2.5mm时的测定值为准当贯入量5.0mm时的CBR大于2.5mm时的CBR时, 应重新试验, 如重新试验仍然如此时, 则以贯入量5.0mm时的CBR为准。

$$\text{现场CBR} = P_1/P_0 \times 100(\%) \quad (8.1.4)$$

式中: P_1 --荷载压强(MPa)

P_0 --标准压强, 当贯入量为2.5mm时为7MPa, 当贯入量为5.0mm时为10.5MPa。

8.1.5 报告

8.1.5.1 本试验采用的记录格式如表8.1.5。

现场CBR值测定记录表 表8.1.5

路线和编号:		路面结构:			
测定层位:					
承载板直径(cm):			测定日期: 年月日		
预定贯入量(mm)	贯入量百分表读数(0.01mm)			测力计读数	压强(MPa)
	1	2	平均		

加载记录	0					
	0.5					
	1.0					
	1.5					
	2.0					
	2.5					
	3.0					
	4.0					
现场CBR计算	贯入断面面积：平方厘米					
	相当于贯入量2.5mm时的荷载压强：标准压强=7MPa CBR _{2.5} = (%)					
	相当于贯入量5.0mm时的荷载压强：标准压强=10.5MPa CBR ₅ = (%)					
试验结果现场CBR= (%)						
含水量计算		湿土重(g)	干土重(g)	水重(g)	含水量(%)	平均含水量(%)
	1					
	2					
密度计算		试样湿重(g)	试样干重(g)	体积(cm ³)	干密度(cm ³)	平均干密度(cm ³)
	1					
	2					

8.1.5.2 试验报告应包括下列结果：

- (1)土基含水量(%)；
- (2)测点的干密度(g/cm³)
- (3)现场CBR值及相应的贯入量。

8.2 落球仪快速测定土基现场CBR值试验方法(T0942-95)

8.2.1 目的和适用范围

本方法适用于细粒土用落球仪在现场快速测定土基的现场CBR值。

8.2.2 仪器与材料

- (1)落球仪:结构与开关如图8.2.2所示，它包括底座、落球支架、导杆及落球、导杆卡口开关、刻度标尺、仪器平整水泡、100mm内径的底座套板。落球及导杆的总质量为4.5±0.01kg,其落高为600±0.5mm,落球半径47±0.1mm。
- (2)卡尺或钢板尺。
- (3)刮刀。
- (4)水平尺。
- (5)其它：记录纸、塑料纸、复写纸。

欠图P47

8.2.3 试验步骤

8.2.3.1 准备工作

- (1)利用当地材料进行试验，建立现场CBR值与用落球仪测定的陷痕直径D的相关关系，确定有效系数C，测点数宜不少于15个，相关系数应不小于0.90。
- (2)用刮刀将路基土表面刮平，用水平尺检查地表面是否保持水平。

8.2.3.2 测试步骤

- (1)将落球仪底座置于路基土表面已刮平的测点处，将导杆提高至落高就位卡口位置，按卡口开关，球体自由落下，在刻度标尺上读出落球陷痕直径D值，再用卡尺或钢板尺量测落球陷痕直径D值的准确值，予以记录。
- (2)在室内击实土样的试筒上测定时，可采用100mm、150mm两种试筒。当采用处置150mm试筒时，应用100mm底座套板、仪器底座套在试筒顶部。其余操作同上。
- (3)当测定粗砂类土路基球体陷痕不清晰时，可在刮平土基表面依次铺上记录纸、复写纸、塑料纸。球体下落在地表记录，即可从纸上量读印痕直径D值，并与刻度标尺读数进行核对。
- (4)各测点两侧平行测定D值后取平均值。

8.2.4 结果整理

由的落球陷痕直径D值，按(8.2.4-1)计算现场CBR值。

$$\text{现场CBR} = C \cdot \quad (8.2.4-1)$$

式中：C：有效系数，通过建立的相关关系确定当无此条件时，粘性土类可取0.35，砂性土类可取0.45；

：仪器系数，按(8.2.4-2)计算，亦可由表8.2.4查得：

欠公式：P48

落球仪的仪器常数 表

D	a	D	a	D	a	D	a
---	---	---	---	---	---	---	---

2.5	1332.33	3.7	209.85	4.9	54.28	6.1	18.25
2.6	1108.39	3.8	184.79	5.0	49.16	6.2	16.79
2.7	928.82	3.9	163.24	5.1	44.62	6.3	15.47
2.8	782.97	4.0	144.63	5.2	40.50	6.4	14.26
2.9	664.01	4.1	128.52	5.3	36.95	6.5	13.16
3.0	565.95	4.2	114.63	5.4	33.65	6.6	12.15
3.1	485.29	4.3	102.23	5.5	30.72	6.7	11.23
3.2	417.56	4.4	91.49	5.6	28.09	6.8	10.39
3.3	361.16	4.5	82.08	5.7	25.69	6.9	9.61
3.4	313.58	4.6	73.82	5.8	23.56	7.0	8.90
3.5	273.33	4.7	66.49	5.9	21.62	7.1	8.24
3.6	239.07	4.8	60.01	6.0	19.85	7.2	7.64

式中：D：落球陷痕直径(cm)；
W：导杆与落球重量，等于4.5kg；
H：球体落高，等于60cm；
R：球体半径，等于4.7cm。

8.3 承载板测定土基回弹量试验方法(T0943-95)

8.3.1 目的和适用范围

8.3.1.1 本方法适用于在现场土基表面，通过承载板对土基逐级加载、卸载的方法，测出每级荷载下相应的土基回弹变形值经过计算求得土基回弹模量。

8.3.1.2 本方法测定的土基回弹模量可作为路面设计参数使用。

8.3.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器与材料：

(1)加载设施：载有铁块或集料等重物、后轴重不小于60k的载重汽车一辆，作为加载设备。在汽车大梁的后轴之后80cm处，附设加劲小梁一根作反力架。汽车轮胎充气压力0.50MPa。

(2)现场测试装置，如图8.3.2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 30cm,直径两端设有立柱和可以调整高度的支座，供安放弯沉仪测头，承载板安放在土基表面上。

(4)路面弯沉仪两台，由贝克曼梁、百分表及其支架组成。

(5)液压千斤一台，80--100kN，装有经过标定的压力表或测力环，其容量不小于土基强度，测定精度不小于测力计量程的1/100。

(6)秒表

(7)水平尺。

(8)其它：细砂、毛刷、垂球、镐、铁锹、铲等。

8.3.3 方法与步骤

(1)根据需要选择有代表性的测点，测点应仅次于水平的路基上，土质均匀，不含杂物；

(2)仔细平整土基表面，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一层。

(3)安置承载板，并用水平尺进行校正，使承载板置水平状态。

(4)将试验车置于测点上，在加劲小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)安放弯沉仪，将两台弯沉仪的测头分别置于承载板立柱的支座上，百分表对零或其他合适的初始位置上。

8.3.3.2 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，将指针对零或记录初始读数。

(2)测定土基的压力—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主整数。每次加载至预定荷载(P)后，稳定1min,立即读记两台弯沉仪百分表数值，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对堆。当两台弯沉仪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(L)=(加载后读数平均值-卸载后读数平均值)*弯沉仪杠杆比

总变形(L_总)=(加载后读数平均值-加载初始前读数平均值)*弯沉仪杠杆比

(4)测定总影响量a。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，两只百分表的初、终读数差之平均值即为总影响量a。

(5)在试验点下取样，测定材料含水量。取样数量如下：

最大粒径不大于5mm,试样数量约120g;

最大粒径不大于25mm，试样数量约250g；

最大粒径不大于40mm，试样数量约500g。

(6)在紧靠试验点旁边的适当位置，用灌砂法或环刀法等测定土基的密度。

(7)本试验的各项数值可记录于表8.3.5的记录表上。

8.3.4 计算

8.3.4.1 各级压力的回弹变形值加上该级的影响量后，则为计算回弹变形值。表8.3.4是以后轴重60kN的标准车为测试车的各级荷载影响量的计算值。当使用其它类型测试车时，各级压力下的影响量a_i按(8.3.4-1)计算：

$$a_i = [(T_1 + T_2) D^2 P_i] / 4 T_1 Q \cdot a \quad (8.3.4-1)$$

式中：T₁--测试车前后轴距(m)；

总影响量a
土基回弹模量E ₀ 值(MPa)

8.3.5.2 试验报告应记录下列结果：

- (1)试验时所采用的汽车。
- (2)近期天气情况。
- (3)试验时土基的含水量(%)。
- (4)土基密度和压实度。
- (5)相应于各级荷载下的土基回弹模量E_i值。
- (6)土基回弹模量E₀值(MPa)。

8.4 贝克曼梁测定路基路面回弹模量试验方法(T0944-95)

8.4.1 目的和适用范围

本方法适用于在土基、厚度不小于1m的粒料整层表面，用弯沉仪测试各测点的回弹、弯沉值，通过计算求得该材料的回弹模量值的试验；也适用于在旧路表面测定路基路面的综合回弹模量。

8.4.2 仪器和器具

本试验需要下列器具：

- (1)标准车：按本规程T0951的规定选用。
- (2)路面弯沉仪：由贝克曼梁、百分表及表架组成。贝克曼梁由合金铝制成，上有水准泡，其前臂(接触路面)与后臂(装百分表)长度比为2：1，标准弯沉仪前后臂分别为240mm和120mm,加长弯沉仪分别为360mm和180mm。弯沉采用百分表量得。
- (3)路表湿度计：分度不大于1C。
- (4)接长杆：直径 16mm,长500mm。
- (5)其它：皮尺、口哨、粉笔、指挥旗等。

8.4.3 方法与步骤

8.4.3.1 准备工作

- (1)选择洁净的路基路面表面作为测点，在测点处作好标记并编号。
- (2)无结合料粒料基层的整层试验段(试槽)应符合下列要求：
 整层试槽可修筑在行车带范围内或路肩及其他合适处，也可在室内修筑，但均应适用于汽车测定弯沉。
 试槽应选择在干燥或中湿路段处，不得铺筑在软土基上。
 试槽面积不小于3m*2m,厚度不宜小于1m。铺筑时，先挖3m×2m×1m(长×宽×深)的坑，然后用欲测定的同一种路面材料按有关施工规范规定的压实层厚度分层铺筑并压实，直至顶面，使其达到要求的压实度标准。同时应严格控制材料组成，配比均匀一致，符合施工质量要求。
 试槽表面的测点间距可按图8.4.3布置在中间2m×1m的范围内，可测定23点。

欠图P55

8.4.3.2 测试步骤

按本规程T0951的方法选择适当的标准车，实测各测点处的路面回弹弯沉值L_i。如在旧沥青面层上测定时，应读取湿度，并按T0951规定的方法进行测定弯沉值的温度修正，得到标准温度20摄氏度时的弯沉值。

8.4.4 计算

8.4.4.1 按式(8.4.4-1)、(8.4.4-2)、(8.4.4-3)计算全部测定值的算术平均值(L)、单次测量的标准差(S)和自然误差(r₀)：

$$L = \sum L_i / N \quad (8.4.4-1)$$

欠公式P56 (8.4.4-2)

$$r_0 = 0.675 \times S \quad (8.4.4-3)$$

式中：L--回弹弯沉的平均值(0.01mm)；

S--回弹弯沉测定值的标准差(0.01mm)；

r₀--回弹弯沉测定的自然误差(0.01mm)；

L_i--各测点的回弹弯沉值

N--测点总数。

8.4.4.2 计算各测点的测定值与算术平均值的偏差值d_i=L_i-L，并计算较大的偏差与自然误差之比d_i/r₀，当某个测观测值的d_i/r₀值大于表8.4.4中的d/r极限值时则应舍弃该测点，然后重复8.4.4.1的步骤计算所余各测点的算术平均值(L)及标准差(S)。相应于不同观测次数的d/r

N	5	10	15	20	50
d/r	2.5	2.9	3.2	3.3	3.8

8.4.4.3 按式(8.4.4-4)计算代表弯沉值：

$$L_1 = L + S \quad (8.4.4-4)$$

式中： L_1 --计算代表弯沉；

L --舍弃不合要求的测点后所余各测点弯沉的算术平均值；

S --舍弃不合要求的测点后所余各测点弯沉的标准差；

8.4.4.4 按式(8.4.4-5)计算路基、整层材料的回弹模量(E_1)或旧路的综合回弹模量：

$$E_1 = (2p / L_1) * (1 - \mu^2) * a \quad (8.4.4-5)$$

式中： E_1 --计算的路基、整层材料的回弹模量或旧路的综合回弹模量(MPa)；

p --测定车轮的平均垂直荷载(MPa)；

--测定用标准车双圆荷载单轮传压面测量圆的半径(cm)；

μ --测定层材料的泊松比，根据部颁路面设计规范的规定取用；

a --弯沉系数，为0.712。

8.4.5 报告

报告应包括弯沉测定表、计算的代表弯沉、采用的泊松比及计算得到的材料回弹模量 E_1 等，对沥青路面应报告测试时的路面温度。

第九章

9 承载能力

9.1 贝克曼梁测定路基路面回弹弯沉试验方法(T0951-95)

9.1.1 目的和适用范围

9.1.1.1 本方法适用于测定各类路基路面的回弹弯沉，用以评定其整体承载能力，可供路面结构设计使用。

9.1.1.2 沥青路面的弯沉以路表温度20摄氏度时为准，在其他温度测试时，对厚度大于5cm的沥青路面，弯沉值应予温度修正。

9.1.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器与材料：

(1)标准车：双轴、后轴双侧4轮的载重车，其标准轴荷载轮胎尺寸、轮胎间隙及轮胎气压等主要参数应符合表9.1.2的要求。测试车可根据需要按公路等级选择，高速公路、一级及二级公路应采用后轴10t的BZZ-10标准车；其他等级公路可采用后轴6t的BZZ-60标准车。

测定弯沉用的标准车参数 表9.1.2

标准轴载等级	BZZ-100	BZZ-60
后轴标准轴载P (kN)	100 ± 1	60 ± 1
一侧双轮荷载 (kN)	50 ± 0.5	30 ± 0.5
轮胎充气压力 (MPa)	0.70 ± 0.05	0.50 ± 0.05
单轮传压面当量圆直径 (cm)	21.3 ± 0.5	19.50 ± 0.5
轮隙宽度	应满足能自由插入弯沉仪测头的测试要求	

(2)路面弯沉仪：由贝克曼梁、百分表及表架组成，贝克曼梁由合金铝制成，上有水准泡，其前臂(接触路面)与后臂(装百分表)长度比为2：1。弯沉仪长度有两种：一种长3.6m,前后臂分别为2.4m和1.2m；另一种加长的弯沉仪长5.4m，前后臂分别为3.6m和1.8m。当在半刚性基层沥青路面或水泥混凝土路面上测定时，宜采用长度为5.4m的贝克曼梁弯沉仪，并采用BZZ-100标准车，弯沉采用百分表量得，也可用自动记录装置进行测量。

(3)接触式路表温度计：端部为平头，分度不大于1° C。

(4)其它：皮尺、口哨、白油漆或粉笔、指挥旗等。

9.1.3 试验方法

9.1.3.1 准备工作

(1)检查并保持测定用标准车的车况及刹车性能良好，轮胎内胎符合规定充气压力。

(2)向汽车车槽中装载(铁块或集料)，并用地中衡称量后轴总质量，符合要求的轴重规定，汽车行驶及测定过程中，轴重不得变化。

(3)测定轮胎接地面积：平整光滑的硬质路面上用千斤顶将汽车同顶起，在轮胎下方铺一张的复写纸，轻轻落下千斤顶，即在方格纸上印上轮胎印痕，用求积仪数方格的方法测算轮胎接地面积，准确至0.1平方厘米。

(4)检查弯沉依然有测量灵敏情况。

(5)当在沥青路面上测定时，用路表温度计测定试验时气温及路表温度(一天中气温不断变化，应随时测定)，并通过气象台了解前5d的平均气温(日最高气温与最低气温的平均值)。

(6)记录沥青路面修建或改建时材料、结构、厚度、施工及养护等情况。

9.1.3.2 路基路面回弹弯沉测试步骤

(1)在测试路段布置测点，其距离随测试需要而定。测点应在路面行车车道的轮迹带上，并用白油漆或粉笔划上标记。

(2)将试验车后轮轮隙对准测点后约3--5cm处的位置上。

(3)将弯沉仪插入汽车后轮之间的缝隙处，与汽车方向一致，梁臂不得碰到轮胎，弯沉仪测头置于测点上(轮隙中心前方3--5cm处)，并安装百分表于弯沉仪的测定杆上，百分表调零，用手指轻轻叩打弯沉仪，检查百分表是否稳定回零。

弯沉仪可以是单测测定，也可以是双侧同时测定。

(4)测定者吹哨发令指挥汽车缓缓前进，百分表随路面变形的增加而持续向前转动。当表针转动到最大值时，迅速读取初读数L₁。汽车仍在继续前进，表针反向回转，待汽车驶出弯沉影响半径(约3m以上)后，吹口哨或挥动指挥红旗，汽车停止。待表针回转稳定后，再次读取终读数L₂。汽车前进的速度宜为5km/h左右。

9.1.3.3 弯沉仪的支点变形修正

(1)当采用长度为3.6m的弯沉仪对半刚性基层沥青路面、水泥混凝土路面等进行弯沉测定时,有可能引起弯沉仪支座处变形,因此测定时应检验支点有无变形。此时应用另一台检验用的弯沉仪安装在测定用弯沉仪的后方,其测点架于测定用弯沉仪的支点旁。当汽车开出时,同时测定两台弯沉仪的弯沉读数,如检验用弯沉仪百分表有读数,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,求取平均如图9.1.3所示:

(2)当采用长度为5.4m的弯沉仪测定时,可不进行支点变形修正。

P60欠图9.1.3

9.1.4 结果计算及温度修正

9.1.4.1 路面测点的回弹弯沉值依式(9.1.4-1)计算:

$$L_T=(L_1-L_2)*2 \quad (9.1.4-1)$$

式中: L_T :在路面温度T时的回弹弯沉值(0.01mm);

L_1 :车轮中心临近弯沉仪头时百分表的最大(0.01mm);

L_2 :汽车驶出弯沉影响半径后百分表的终读数(0.01mm);

9.1.4.2 当需要进行弯沉仪支点变形修正时,路面测点的回弹弯沉值按式(9.1.4-2)计算。

$$L_T=(L_1-L_2)*2+(L_3-L_4)*6 \quad (9.1.4-2)$$

式中: L_1 :车轮中心临近弯沉仪测头时测定用弯沉仪的最大(0.01mm);

L_2 :汽车同弯沉影响半径后测定用弯沉仪的最终读数(0.01mm);

L_3 :车轮中心临近弯沉仪测头时检验用弯沉仪的最大读数(0.01mm);

L_4 :汽车驶出弯沉影响半径后检验用弯沉仪的终读数(0.01mm);

注:此式适用于测定用弯沉仪支座处有变形,但百分表架处路面已无变形的情况。

9.1.4.3 沥青面层厚度大于5cm的沥青路面,回弹弯沉值应进行温度修正,温度修正及回弹弯沉的计算宜按下列步骤进行。

(1)测定时的沥青层平均温度按式(9.1.4-3)计算:

$$T=(T_{25}+T_m+T_e)/3 \quad (9.1.4-3)$$

式中:T:测定时沥青层平均温度(摄氏度)

T_{25} :根据 T_0 由图9.1.4-1决定的路表下25mm处的温度(摄氏度);

T_m :根据 T_0 由图9.1.4-1决定的沥青层中间深度的温度(摄氏度);

T_e :根据 T_0 由图9.1.4-1决定的沥青层底面处的温度(摄氏度);

图9.1.4-1中 T_0 为测定时路表温度与测定前5d日平均气温的平均值之和(摄氏度),日平均气温为日最高气温与最低气温的平均值。

(2)采用不同基层的沥青路面弯沉值的温度修正系数K,根据沥青层平均温度T及沥青层厚度,分别由图9.1.4-2及图9.1.4-3求取。

P62欠图

图9.1.4-1 沥青层平均温度的决定

注:线上的数字为从路表下的不同深度(mm)

P62欠图

图9.1.4-2 路面弯沉温度修正系数线(适用于粒料基层及沥青稳定基层)

(3)沥青路面回弹弯沉的按式(9.1.4-4)计算:

P62欠图

图9.1.4-3 路面弯沉温度修正系数线(适用于无机结合料稳定的半刚性基层)

$$L_{20}=L_T*K \quad (9.1.4-4)$$

式中:K:温度修正系数;

L_{20} : 换算为20摄氏度的沥青路面回弹弯沉值(0.01mm);

L_T :测定时沥青面人平均温度为T时的回弹弯沉值(0.01mm);

9.1.4.4 按式(9.1.4-5)计算每一个评定路段的代表弯沉 :

$$L_r=L+Z_aS \quad (9.1.4-5)$$

式中 : L_r --一个评定路段的代表弯沉(0.01mm) ;

L --一个评定路段内经各项修正后的各测点弯沉的平均值(0.01mm) ;

S --一个评定路段内经各项修正后的全部测点弯沉的标准差(0.01mm) ;

Z_a --与保证率有关的系数 , 采用下列数值 :

高速公路、一级公路 $Z_a=2.0$

二级公路 $Z_a=1.645$

二级以下公路 $Z_a=1.5$

9.1.5 报告

报告应包括下列内容 :

(1)弯沉测定表、支点变形修正值、测试时的路面温度及温度修正值。

(2)每一个评定路段的各测点弯沉的平均值、标准差及代表弯沉。

9.2 自动弯沉仪测定路面弯沉试验方法(T0952-95)

9.2.1 目的和适用范围

9.2.1.1 本方法适用于自动弯沉仪在标准条件下每隔一定距离连续测试路面的总弯沉 , 及测定路段的总弯沉值的平均值。

9.2.1.2 本方法适用于尚无坑洞等严重破坏的道路验收检查及旧路面强度评价 , 可为路面养护管理系统提供数据。经过与贝克曼梁测定值进行换算后 , 也可用于路面结构设计。

9.2.2 仪器与材料

本方法需要下列仪器与材料 :

自动弯沉仪测定车 : 洛克型 , 由测试汽车、测量机构、数据采集处理系统三部分组成 , 测量机构如图9.2.2所示 , 它安装在测试车底盘下面 , 测臂夹在后面轴轮隙中间。汽车运行时测量机构提起 , 离开路面。

自动弯沉仪测定主要技术参数如下 :

测试车轴距 6.75m ;
测臂长度 1.75--2.40m ;
后轴荷载 100kN ;
测定轮对路面的压强 0.7MPa ;
最小测试步距 4--10m ;
测试精度 0.01mm ;
测试速度 1.5--4.0km/h。

9.2.3 方法与步骤

9.2.3.1 将自动弯沉仪测定车开到检测路段的测定车道(一般为行车道)上 , 测点应在路面行车车道的轮迹带上。

欠图P65

图9.2.2 自动弯沉仪的测量机构

9.2.3.2 汽车到达测试地点第一个测点位置后 , 按下列步骤放下测量机构 :

- (1)关闭汽车发动机 ;
- (2)松开离合器转盘 ;
- (3)放下测量头 , 测量头仅次于测定梁(后轴)前方的一定距离上 ;

- (4)放下后支点，勾好手把；
- (5)放下测量架，肖好把手；
- (6)放下导向机构；
- (7)插上仪器与汽车的连接肖杆或开动液压转向同步系统；
- (8)检查钢丝绳一定要在离合器的槽内；
- (9)启动汽车发动机，在操作键盘上按动离合器开关，竖测量机构于最前端。

9.2.3.3 开始测试时，汽车以一定速度行进，测量头连续检测汽车后轴左右轮隙下产生的路面瞬间弯沉。通过测定梁支点的位移传感器将位移转换为电信号，并传送到数据记录器，待汽车后轮通过测量头后，程器上显示弯沉盆或弯沉峰值，打印机输出弯沉峰值及测定距离。当第一点测定完毕后，车辆前面的牵引装置以两倍于汽车行进速度的速度把测量机构接到测定轮前方，汽车继续行进，到达下一测点时，开始第二点测定，周而复始地向前测定。汽车在整个测试过程中应保持在规定的速度范围内稳定行驶，标准的行车速度应为3.0--3.5km/h。在标准速度下的测试步距不应大于10m。

9.2.3.4 数据采集

(1)显示器显示弯沉盆或弯沉峰值

测定过程中按相应的功能键，显示器屏幕即可显示每一测点的总弯沉盆。当测定一段距离后，再按此键，将显示路段总弯沉均匀程度的弯沉峰值柱状图。

(2)打印机输出

在测定车测定工作时，应打印出测点位置和左右弯沉峰值。

9.2.3.5 测定结束后，汽车停止前进，按下列步骤收起测量机构：

- (1)先提起导向机构；
- (2)提起测量架机构；
- (3)提起后支点；
- (4)最后挂起测头。

9.2.4 数据处理

9.2.4.1 测定结果应按计算区间输出计算结果，计算区间长度可根据公路等级和测试要求确定，标准的计算区间为100m。

9.2.4.2 在测定时，随着打印机输出的同时，应将数据用文件方式同时记录在磁带或硬盘上，长期保存。通过计算机输出计算结果，包括每一个计算区间的平均总弯沉值、标准差、代表总弯沉值，示例如表9.2.4。其中代表总弯沉值按(9.2.4-5)式计算。如已进行过自动弯沉仪总弯沉与贝克曼梁回弹弯沉对比试验，则可据此计算出相应的回弹弯沉值。

按计算区间列出的总弯沉测定示例表 表9.2.4

记录号	路线号	公里桩	百米桩	平均总弯沉值 (0.01mm)	标准差(0.01mm)	代表总弯沉 (0.01mm)
1	107	1376	100	41	19.256	79
2	107	1376	200	45	9.916	65
3	107	1376	300	55	18.442	92
4	107	1376	400	57	12.739	82
5	107	1376	500	42	9.096	60

注：本表计算区间为100m，代表总弯沉按平均部弯沉加2倍标准差计算。

9.2.4.3 按附录B的方法计算一个评定路段的平均值、标准差、变异系数、代表总弯沉值。

9.2.5 自动弯沉仪与贝克曼梁弯沉对比试验步骤

9.2.5.1 针对不同地区选择某种路面结构的代表性路段，进行两种测定方法的对比试验，以便将自动弯沉仪测定的总弯沉换算成贝克曼梁测定的回弹弯沉值。测定路段的长度为300--500m,并应使测定的弯沉值有一定的变化幅度。

9.2.5.2 对比试验步骤：

- (1)采用同一辆自动弯沉仪测定车，使测定车型、荷载大小和轮胎作用面积完全相同；
- (2)用油漆标记对比路段起点位置；
- (3)用自动弯沉仪按9.2.3的方法进行测定，同时仔细用油漆标出每一测点的位置；
- (4)在每一标记位置用贝克曼梁定点测定回弹弯沉，测点范围准确至10平方厘米。
- (5)逐点对应计算两者的相关关系，得出回归方程式 $L_B=a+bL_A$ ，式中 L_B L_A 分别为贝克曼梁和自动弯沉仪测定的弯沉值。

相关系数不得小于0.90。

注：由于不同路面结构和材料、路基状况、温度、水文条件、路面使用状况不同，对比关系也有所不同，为了提高数据

的准确性，应分别情况作此项对比试验。

9.2.6 报告

9.2.6.1 报告应包括下列内容：

- (1)按计算区间列出总弯沉测定表弯沉峰值柱状图。
- (2)每一个评定路段的全部测点总弯沉的平均值、标准差、变异系数及代表弯沉。

9.2.6.2 如与贝克曼梁弯沉仪进行了对比试验，尚应报告相关关系式、相关系数及换算的回弹弯沉。

9.3 落锤式弯沉仪测定路面弯沉试验方法(T0953-95)

9.3.1 目的与适用范围

本方法适用于在落锤式弯沉仪(FWD)标准质量的重锤落下一定高度发生的冲击荷载的作用下，测定路基或路面表面所产生的瞬时变形，即测定在动态荷载作用下产生的动态弯沉及弯沉盆，并可由此反算路基路面各层材料的动态弹性模量，作为设计参数使用。所测结果也可用于评定道路承载能力，调查水泥混凝土路面的接缝的传力效果，探查路面板下的空洞等。

9.3.2 仪器设备

本方法需要下列仪器设备：

(1)落锤式弯沉仪，简称FWD，由荷载发生装置、弯沉检测装置、运算控制系统与车辆牵引系统等组成。其结构示意图如图9.3.2-1所示。

荷载发生装置：重锤的质量及落高根据使用目的与道路等级选择，荷载由传感器测定，如无特殊需要，重锤的质量为 $200 \pm 10\text{kg}$ ，可采用产生 $50 \pm 2.5\text{kN}$ 的冲击荷载。承载板宜为十字对称分开成4部分且底部固定有橡胶片的承载板。承载板的直径为300mm。

弯沉检测装置：由一组高精度位移传感器组成，如图9.3.2-2所示，传感器可为差动变压器式位移计(LVDT)。自中心开始，承载板沿道路纵向设置，隔开一定距离布设一组传感器，传感器总数可为5--7个，根据设备及性能决定。

运算及控制装置：能在冲击荷载作用的瞬间内，记录冲击荷载及各个传感器所在位置测点的动态变形。

牵引装置：牵引FWD并安装运算及控制装置的车辆。

9.3.3 评定道路承载能力的方法与步骤

9.3.3.1 准备工作

- (1)调整重锤的质量及落高，使重锤的质量及产生的冲击荷载符合9.3.2的要求。
- (2)在测试路段的路基或路面各层表面布置测点，其位置或距离随测试需要而定。当在路面表面测定时，测点宜布置在行车车道的轮迹带上。测试时，还可利用距离传感器定位。
- (3)检查FWD的车况及使用性能，用手动操作检查，各项指标符合仪器规定要求。
- (4)将FWD牵引至测定地点，将仪器打开，进入工作状态。牵引FWD行驶的速度不宜超过50km/h。
- (5)对位移传感器按仪器使用说明书进行标定，使之达到规定的精度要求。

9.3.3.2 测定方法

- (1)承载板中心位置对准测点，承载板自动落下，放下弯沉装置的各个传感器。
- (2)启动落锤装置，落锤瞬即自由落下，冲击力作用于承载板上，又立即自动提升至原来位置固定。同时，各个传感器检测结构层表面变形，记录系统将位移信号输入计算机，并得到峰值即路面弯沉，同时得到弯沉盆。每一测点重复测定应不少于3次，除去第一个测定值，取以后几次测定值的平均值作为计算依据。

P70欠图

图9.3.3-2 落锤式弯沉仪传感器布置及应和作用状态示例

- (3)提起传感器及承载板，牵引车向前移动至下一个测点，重复上述步骤，进行测定。

9.3.4 落锤式弯沉仪与贝克曼梁弯沉仪对比试验步骤

9.3.4.1 路段选择。选择结构类型完全相同的路段，针对不同地区选择某种路面结构的代表性路段，进行两种测定方法的对比试验，以便将落锤式弯沉仪测定的动弯沉换算成贝克曼梁测定的回弹弯沉值。选择的对比路段长度300m--500m，弯沉值应有一定的变化幅度。

9.3.4.2 对比试验试验步骤

- (1)采用与实际使用相同且符合要求的落锤式弯沉仪及贝克曼梁弯沉仪测定车。落锤式弯沉仪的冲击荷载应与贝克曼梁弯沉仪测定车的后轴双轮荷载相同。
- (2)用油漆标记对比路段起点位置。
- (3)按9.3.3.1布置测点位置，按本规程T0951的方法用贝克曼梁定点测定回弹弯沉。测定车开走后，用粉笔以测点为圆心，在周围画一个半径为15cm的圆，标明测点位置。
- (4)将落锤式弯沉仪的承载板对准圆圈，位置偏差不超过30mm，按9.3.3的方法进行测定。两种仪器对同一点弯沉测试的时间间隔不应超过10min。
- (5)逐点对应计算两者的相关关系。

通过对比试验得出回归方程式 $L_B=a+bL_{FWD}$ ，式中 L_{FWD} 、 L_B 分别为落锤式弯沉仪、贝克曼梁测定的弯沉值。回归方程式的相关系数应不小于0.90。

注：由于不同路面结构的材料、路基状况、温度、水文条件、路面使用状况不同，对比关系也有所不同，为了提高数据的准确性，应分别情况作此项对比试验。

9.3.5 水泥混凝土路面板调查的方法与步骤

9.3.5.1 在测试路段的水泥混凝土路面板表面布置测点，当为调查水泥混凝土路面的接缝的传力效果时，测点布置在接缝的一侧，位移传感器分开在接缝两边布置。当为探查路面板下的空洞时，测点布置位置随测试需要而定，应在不同位置测定。

9.3.5.2 按9.3.3的方法进行测定。

9.3.6 计算

9.3.6.1 按桩号记录各测点的弯沉及弯沉盆数据，按附录B的方法计算一个评定路段的平均值、标准差、变异系数。

9.3.6.2 当为调查水泥混凝土路面接缝的传力效果时，利用分开在接缝两边布置的位移传感器测定值的差异及弯沉盆的形状进行判断。

9.3.6.3 当为探查路面板下的空洞时，利用在不同位置测定的测定值差异及弯沉盆的形状，进行判断。

9.3.7 报告

9.3.7.1 报告应包括下列内容：

(1)各测点的最大弯沉及弯沉盆测定数据。

(2)每一个评定路段全部测点弯沉的平均值、标准差、变异系数及代表弯沉。

9.3.7.2 如与贝克曼梁弯沉仪进行了对比试验，尚应报告相关关系式、相关系数和换算的回弹弯程。

关闭此窗口

第十章

10 水泥混凝土的强度

10.1 回弹仪检测水泥混凝土强度试验方法(T0954-95)

10.1.1 目的与适用范围

10.1.1.1 本方法适用于在现场对水泥混凝土路面及其它构筑物的普通混凝土抗压强度的快速评定，所试验的水泥混凝土厚度不得小于100mm，温度应不低于10摄氏度。

10.1.1.2 回弹法试验可作为试块强度的参考，不得用于代替混凝土的强度评定，不适于作为仲裁试验或工程验收的最终依据。

10.1.2 仪器与材料

本方法需用下列仪器和材料：

(1)混凝土回弹仪：指针直读式的混凝土回弹仪，构造和主要零件名称见10.1.2，也可采用数字显示式或自记录式的回弹仪应符合下列标准：

水平弹击时，在弹击锤脱钩的瞬间，回弹仪的标称动能应为2.207J。

弹击锤与弹击杆碰撞的瞬间，弹击拉簧处于自由状态，此时弹击锤起点应仅次于刻度尺的零点处。

在洛氏硬度为HRC60±2的钢砧上，回弹仪的率定值应为80±2。

(2)酚酞酒精溶液，浓度为1%。

(3)手提式砂轮。

(4)钢砧：洛氏硬度HRC60±2。

(5)其它：尺、钢尺、凿子、锤、毛刷等。

欠图P74

图10.1.2 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-密封圈；22-按钮；23-外壳；

10.1.3 方法与步骤

10.1.3.1 回弹仪检定与保养。

(1)回弹仪有下列情况之一时，应送检定单位校验。检验合格的回弹仪应具有检定合格证，其有效期为一年。

累计弹击次数6000次；

弹击拉簧座、弹击杆、缓冲压簧、中心导杆、导向法兰、弹击锤、指针轴、指针片、指针块、挂钩及调零螺丝等主要零件之一经更换后；

弹击拉簧前端不在拉簧原孔位或调零螺丝松动；

经受严重撞击或其它损害。

(2)回弹仪有下列情况之一时，应在钢砧上进行率定试验：

进行构件测试前后，如连续数天测试，可在每天测试完毕后率定一次；

测定过程中对回弹值有怀疑时。如率定试验结果不在规定的80±2范围内，应对回弹仪进行常规保养后再进行率定，如再次率定仍不合格，应送检定单位检验。

(3)回弹仪率定步骤

回弹率定试验宜在室温为20±5摄氏度下进行。率定时，钢砧应稳固地平放在刚度大的混凝土地坪上，回弹仪向下弹击时，弹击杆应分4次旋转，每次旋转约90摄氏度，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。

10.1.4 测定步骤

10.1.4.1 测区和测点布置

(1)当为水泥混凝土路面时，将一块混凝土板作为一个试样，试样的选择按附录A的随机取样方法决定。每个试样的测区数不宜少于6--10个，相邻两测区的间距宜大于2m；测区宜在试样的可测表面上均匀分布，并宜避开板边角。

(2)对其他混凝土构造物，测区应避免仅次于混凝土内保护层附近设置的钢筋，测区宜在试样的两相对表面上有两个基本对称的测试面，如不能满足这要求时，一个测区允许只有一个测面。

(3)测区表面应清洁、干燥、平整，不应有接缝、饰面层、粉刷层、浮浆、油垢等以及蜂窝、麻面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。

(4)一个测区的面积宜不少于200mm*200mm,每一测区宜测定16个测点，相邻两测点的间距宜不小于3cm。测点距路面边

缘或接缝的距离应不小于5cm。

(5)对龄期超过3个月的硬化混凝土，应测定混凝土表层的碳化深度进行回弹值修正，也可用砂轮将碳化层打磨掉以后进行测定，但经打磨的与未经打磨的不得混在一起计算或与试块强度比较(未打磨)。

10.1.4.2 回弹值测定

在测试过程中，回弹仪的轴线应始终垂直于混凝土路面，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)使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址至到达一定位置时，指针块的刻度线即在刻度尺上指示某一回弹值。
- (3)使回弹仪继续顶住混凝土表面，进行读数并记录回弹值，如条件不宜读数，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)逐渐对回弹仪减压，使弹击杆自机壳内伸出，挂钩挂上弹击锤，待下一次使用。

10.1.4.3 碳化深度测定

- (1)对龄期超过3个月的混凝土，回弹值测量完毕后，可在每个测区上选择一处测量混凝土的碳化深度值。当相邻测区的混凝土土质或回弹值与它基本符合时，则该测区测得的碳化深度值也可代表相邻测区的碳化深度值。
- (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)，然后用毛刷除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%本分酞酒精溶液洒在孔洞内壁的边缘处，再用钢尺测量自混凝土表面至深部不变色(未碳化部分变成紫红色)、有代表性交界处的垂直距离1--2次，该距离即为混凝土的碳化深度值，每次测读至0.5mm。

10.1.5 计算

10.1.5.1 将一个测区的16个测点的回弹值，去掉3个较大值及3个较小值，将其余10个回弹值按式(10.1.5-1)计算测区平均回弹值：

$$N_s = N_i / 10 \quad (10.1.5-1)$$

式中：N_s--测区平均回弹值，准确至0.1；

N_i--第i个测点的回弹值。

10.1.5.2 当回弹仪非水平方向测试混凝土筑侧面时，应根据回弹仪轴线与水平方向的角度将测得的数据按公式(10.1.5-2)进行修正，计算非水平方向测定的修正回弹值。当测定水泥混凝土路面为向下垂直方向时，测试角度为-90摄氏度，回弹修正值 N如表10.1.5所示。

$$N = N_s + N \quad (10.1.5-2)$$

式中：N--经非水平测定修正的测区平均回弹值；

N_s--回弹仪实测的测区平均回弹值；

N--非水平测量的回弹值修正值，由表10.1.5或内插法求得，准确至0.1

非水平方向测定的修正回弹值 表10.1.5

N _s	与水平方向所成的角度							
	+90度	+60度	+45度	+30度	-30度	-45度	-60度	-90度
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：表中未列入的 N_s ，可用内插法求得。

10.1.5.3 碳化深度按式(10.1.5-3)计算：

$$L=1/n \sum_{i=1}^n L_i \quad \text{公式P77} \quad (10.1.5-3)$$

式中： L --碳化深度(mm)；

L_i --第 i 测点碳化深度(mm)；

n --测点数。

如平均碳化深度值 L 小于或等于0.4mm时，按无碳化处理(即平均碳化深度为0)；如等于或大于0.6mm时，取6.0mm；对新混凝土龄期不超过3个月者，可视为无碳化。

10.1.5.4 混凝土强度推算

(1)当需要将回弹值换算为混凝土强度时，宜采用下列方法：

有试验条件时，宜通过试验建立实际的测强曲线，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15cm*15cm*15cm，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个对数数据，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--50kN稳住，用回弹仪在两侧面分别测定8个测点，按式(10.1.5-1)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，但相关系数不得小于0.90。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。

当无足够的试验数据或相关关系的推定式不够满意时，可按式(10.1.5-4)推算混凝土抗压强度：

$$R_n=0.025N^2 \quad (10.1.5-4)$$

式中： R_n --水泥混凝土的抗压强度(MPa)；

N --测区混凝土平均回弹值。

(2)在设有条件通过试验建立实际的测强曲线时，每个测区混凝土的抗压强度值 R_{ni} 可按平均回弹值 N 及平均碳化深度值 L 根据表10.1.5查出。

P78欠表

注：表中未列入的 N ，可用内插法求得。

(3)按本规范附录B的方法计算测定对象全部测区的推定混凝土抗压强度的平均值、标准差、变异系数。

10.1.6 报告

(1)测区混凝土平均回弹；

(2)测强曲线，回弹值与抗压强度的相关关系式，相关系数；

(3)各测区的抗压强度推定结果；

(4)推定的混凝土抗压强度的平均值、标准差、变异系数。

10.2 超声回弹法检验路面水泥混凝土抗弯强度试验方法(T0955-95)

10.2.1 目的与适用范围

10.2.1.1 水泥混凝土路面的混凝土抗弯强度是指标准条件下的梁式试件龄期28d时的抗弯强度。本方法适用于回弹仪、低频超声仪在现场对水泥混凝土路面按综合法快速检测，并利用测强曲线方程推算混凝土的抗弯强度。

10.2.1.2 本方法适用于视密度为1.9--2.5t/m³、板厚大于10厘米、龄期大于14d、强度已达到设计抗压强度80%以上的水泥混凝土。

10.2.1.3 本方法不适用于下列情况的水泥混凝土：

(1)隐蔽或外露局部缺陷区；

(2)裂缝或微裂区(包括路面伸缩缝和工作缝)；

(3)路面角隅钢筋和边缘钢筋处，特别是超声波与钢筋方向相同时；

(4)使路面边缘小于10cm的部位。

10.2.1.4 现场用超声回弹法测定不能代替试验室标准条件下的抗弯强度测定，本试验不适用于作为仲裁试验或工程验收的最终依据。

10.2.2 仪器与材料

本方法需用下列仪与材料

- (1)超声波检测仪：有良好的稳定性，仪器具有示波屏显示及手动游标测读功能。显示应清晰稳定，其声时范围应为0.5--9999 μ s，测试精度为0.1 μ s；声时显示调节在20--30 μ s范围内时的2h内声时显示的漂移不得大于 $\pm 0.2 \mu$ s。超声波在空气中传播的计算声速与实测声速值相比，误差不大于 $\pm 0.5\%$ 。
- (2)换能器：为厚度扰动形式压电材料，其频率在50--100kHz范围内，实测频率与标称频率相关不大于 $\pm 10\%$ 。
- (3)耦合剂：采用易于变形、有较大的声音、有较好粘性且不流淌的材料，通常采用黄腊油，也可使用凡士林、蜡泥型料等。
- (4)回弹仪：回弹仪的构造和主要零件名称见图10.1.2，仪器应符合下列要求：
水平弹击时，在弹击锤脱钩的瞬间，回弹仪的标称动能应为2.207J。
弹击锤与弹击杆碰撞的瞬间，弹击拉簧处于自由状态，此时弹击锤起点应仅次于刻度尺的零点处。
在洛氏硬度为HRC60 ± 2 的钢外号上，回弹仪的率定值应为80 ± 2 。
- (5)手持砂轮。
- (6)其它：油污清洗剂，毛刷，抹布等。

10.2.3 方法与步骤

10.2.3.1 回弹仪率定试验：在每天测定前，均应在钢砧上进行率定。率定时，钢砧应稳固地平放在刚度大的混凝土地坪上，回弹仪向下弹击时，弹击杆分4次旋转，每次旋转约90摄氏度，弹击3--5次，取其中最后练习3次且读数稳定的回弹值进行平均作为率定值。如率定结果不在规定的80 ± 2 范围内，应对回弹仪有关零件用清洗剂清洗保养后再进行标定，如仍不合格，则应送检定单位检验后使用。

10.2.3.2 测区和测点布置

(1)按附录A的随机选点方法选择测定的水泥混凝土板，将每一块水泥混凝土路面板作为一个试样，均匀布置10个测区，每个测区不宜小于150mm*550mm(如图10.2.3-1)。测试面应清洁、干燥、平整，不得有蜂窝、麻面，对浮浆和油垢以及粗糙处应清洗或用砂轮片磨平，并擦净残留粉尘。

(2)每个测区的测点宜在测区范围内均匀分布，但不得布置在气孔或外露石子上，相邻两测点的距离不宜小于30mm。

P81欠图

10.2.3.3 回弹值测定按本规程T0948的方法用回弹仪对每个测区的16个测点进行回弹值测定。

10.2.3.4 超声声时值测量

(1)在进行回弹值测试的同一测区内布置三是轴线(如图10.2.3-2)，作为换能器布置区。

(2)在换能器旋转处抹上耦合剂。

注：测量超声声时时，耦合剂应与建立测强线时的耦合剂相同。

(3)将换能器分别旋转轴线I的1点及2点处，换能器与路面混凝土应充分接触，耦合良好，发射和接收两换能器直径与测轴线生命，边缘与测距线相切。超声波仪振幅应调到规定振幅(2.5--3.0cm)。测读声时为 t_{11} ，准确至0.1 μ s。

(4)放置在1点处的换能器不动，将放置在2点处的换能器移置3点处，再测读地为 t_{12} ，准确至0.1 μ s。

(5)按上述方法测量测轴线 、 ，分别得声时为 t_{21} 、 t_{22} 、 t_{31} 、 t_{32} 。

欠图P82

10.2.3.5 碳化深度测定

对龄期超过3个月的水泥混凝土路面，在测区内或与测区内混凝土各种条件相同的测区附近路面上按本规程T0954的方法进行混凝土表面碳化深度的测定。

10.2.4 计算

10.2.4.1 按式(10.2.4-1)、(10.2.4-2)、(10.2.4-3)、(10.2.4-4)计算区的超声波声速，计算结果准确至0.01km/s:

$$V_{i1}=350/t_{i1} \quad (10.2.4-1)$$

$$V_{i2}=450/t_{i2} \quad (10.2.4-2)$$

$$V_i=1/2(V_{i1}+V_{i2}) \quad (10.2.4-3)$$

$$V=V_1+V_2+V_3/3 \quad (10.2.4-4)$$

式中： V_{i1} --第*i*条测轴线1点与2点350mm测距声速(km/s)， $i=1--3$ ；

V_{i2} --第*i*条测轴线1点与3点450mm测距声速(km/s), $i=1\text{--}3$;

V_i --第*i*条测轴线平均声速(km/s), $i=1\text{--}3$;

V --测区平均声速(km/s)

t_{i1} --第*i*条测轴线350mm测距声时(μs);

t_{i2} --第*i*条测轴线450mm测距声时(μs);。

注：当三条测轴线平均声速(V_i)中有两条测轴线平均声速与测区的平均声速(V)之差都超过测区平均声速的15%时，该测区检测结果无效。

10.2.4.3 碳化深度按本规程T0954的方法计算

10.2.4.3 回弹值按本规程T0954的方法计算，并按式(10.2.4-5)对实测回弹值进行碳化深度修正计算：

$$N = 0.8795N - 1.4443L + 4.48 \quad (10.2.4-5)$$

式中： N --修正后的测区回弹值，当 $L=0$ 时， $N = N$

N --实测的测区平均回弹值；

L --碳化深度(mm)

10.2.4.4 混凝土抗弯强度推算

(1)测强线方程的确定

建立专用测强曲线方程。取用与路面混凝土相同的原材料，设计几种不同水灰比的混凝土配合比(一般设计4种配合比，其中包括路面施工时的配合比)，对每种配合比制成150mm*150mm*550mm的计划分配式试件(不少于6个)，在标准条件下养护28d后，按上述方法进行超声及回弹检测，并按水泥混凝土试验规程进行抗弯强度试验，再用二无非线性方程按式(10.2.4-6)回归，确定回归系数，得出测强曲线方程，相对标准误差 e_r ，应不大于12%。

$$R_f = aV^b e^c N \quad (10.2.4-6)$$

式中： R_f --混凝土抗弯强度(MPa)；

V --超声声速(km/s)

N --修正后的回弹值；

a 、 b 、 c --回归系数；

e_r --相对标准误差(%)，按式(10.2.4-7)计算：

P84欠公式

式中： R_{fi} --第*i*块试件实测抗弯强度(MPa)；

R_{fi} --第*i*块试件由超声、回弹推算的抗弯强度(MPa)；

检测者： 记录者： 计算者： 复核者：

10.2.5.2 水泥混凝土路面抗弯强度评定结果报告可采用表10.2.5-2的格式。

10.3 射钉法快速检验水泥混凝土强度的试验方法(T0956-95)

10.3.1 目的和适用范围

10.3.1.1 本方法采用发射枪使射钉射入混凝土，以射钉外露长度代表贯入阻力，通过相关关系快速评定水泥混凝土的硬化强度。可用于快速评定新混凝土的硬化强度，以检测现场混凝土的匀质性，了解质量低劣的部位或范围。它不适用于施工质量的评定验收与仲裁。

施工单位：..... 施工日期：..... 工程名称：..... 检测单位：..... 检测日期：..... 第.....页 共.....页									
序号	起讫桩号	设计抗弯强度(MPa)	测区数量	平均抗弯强度(MPa)	标准差	合格判定系数	第一抗弯强度条件值(MPa)	第二抗弯强度条件值(MPa)	抗弯强度评定值(MPa)

检测者： 记录者： 计算者： 复核者：

10.3.1.2 本方法适用于抗压强度不大于50MPa、且厚度不小于15cm的水泥混凝土。

10.3.2 仪器与材料

本方法需要下列仪器和材料：

- (1)发射枪：经国家有关部门批准许可的专门用于向混凝土发射射钉、并保证射钉能嵌入混凝土中的发射设备。发射能量应能使射钉嵌入混凝土中的深度和外露长度均不小于10mm,不大于70mm。
- (2)子弹：经国家有关部门批准许可的发射枪专用的配套子弹。
- (3)射钉：用淬火的合金钢制成，尖端锋利，顶端平整，应便于测定外露长度和抽出回收。射钉长度均匀一致，长度误差在±0.5%范围内。
- (4)游标卡尺：准确至0.05mm.
- (5)定位装置：为对准射击点而放在混凝土表面的一种装置。

10.3.3 方法与步骤

10.3.3.1 准备工作

- (1)操作前应首先检查发射枪是否装有保险装置，如未安装保护罩时，不得发射。
- (2)根据不同混凝土强度选用不同型号的射钉与子弹，当射钉全部向往混凝土内时，可选用能量较低的子弹。测试时的子弹型号必须与标定时型号相同。
- (3)发射枪安装射钉和子弹后，应将管口朝下，防止发生意外。射钉和子弹应妥善保管，不得靠近火源或受潮。使用射钉枪的试验售货员必须是经专用训练并许可的人员。
- (4)混凝土表面如不平整，射钉枪保护不能表面时，应先将表面处理平整之后进行试验。
- (5)布置射钉之间的距离不小于140mm,射钉与混凝土表面的边缘相距不得小于100mm。在试验点放置定位装置。

10.3.3.2 标定方法

- (1)必须对每一支枪及每一批子弹针对工程实际情况进行标定试验，建立射钉外露长度与混凝土强度的相关关系，相关系数必须经数理统计检验为高度显著，且不得小于0.90。变异系数不宜超过15%。
- (2)对于同一工程，标定用的混凝土强度宜采用钻芯强度，也可采用标准尺寸的试件，与现场相同条件养护，温差护和干养护应分别建立相关关系，采用温养护时在试验前24h将试件搬到大气中养护。强度范围应包括抗压强度5--50MPa(或抗折强度1.5--7.0MPa)，试验级数以10--30为宜。
- (3)按10.3.3.3的步骤分别测定射钉外露长度，并按有关规范规定测定钻芯或试件强度，按式(10.3.3)建立现场推定混凝土强度的回归方程式：

$$R=a+bL-S \quad (10.3.3)$$

式中：R：推定的现场混凝土抗中抗弯强度(MPa)；

a、b：回归系数；

L：射钉外露长度(毫米)

S：推定式的剩余标准差(MPa)。

10.3.3.3 试验步骤

(1)试验应由专人用同一支发射枪及同一批射钉与子弹进行。

(2)从发射松口装入射钉，用送钉器将射钉推至发射管最深位置。

(3)拉出送弹器，装上子弹，推回原位。用定位装置或在画定位置对准混凝土表面射击点，垂直混凝土表面进行射击，把射钉射入混凝土中。

(4)在外露的射钉上套入一块中间有孔的标准厚度的金属片，套进射钉稳定的放于混凝土表面，以金属片为基准，用卡尺测量射钉外露长度，计算时将金属片厚度计入，并作记录。测量外露长度之前应检查射钉嵌入是否牢固，嵌入不牢固的射钉不能作为试验结果，外露长度不宜小于10mm,也不宜大于70mm，否则该试验值应予废弃。

(5)每次测定发射3枚射钉，射钉的间距宜为20cm，取3枚射钉外露长度的平均值作为本次试验结果。

10.3.4 强度的推定

由测定的射钉外露长度(L)按式(10.3.3)计算硬化混凝土的推定强度。

10.3.5 报告

报告应包括以下内容：

(1)所用发射枪和子弹的型号与规格。

(2)射钉型号、规格与尺寸。

(3)测定的混凝土结构和测试部位的说明(必要时绘图说明)。

(4)混凝土材料、配合比、龄期、养护条件等情况。

(5)试验部位混凝土的厚度。

(6)每个射钉的外露长度，每次试验的平均值、极差、标准差和变异系数，包括舍弃射钉的结果。

(7)必要时将试验结果列出射钉外露长度与强度的相关关系、剩余标准差和回归变异系数。

10.3.6 精确度与容许差

专人操作者用同一支发射枪对同一种混凝土进行测定时，每组3个测值的最大值与最小值的差(极差)应不超过表10.3.6规定。若3个测值的极差超出此规定时，应发射第4个射钉，去掉与4个测值平均值相关最大的数据。若其余3个测值仍不能满足规定的要求，可再发射第5个射钉按上述方法进行处理。如果仍不能满足要求时，应把发射枪移到不同部位重新测试。

射钉测值的容许差 表10.3.6

材 料	3个测值的容许差(mm)
水泥砂浆	6
集料最大粒径<20mm的混凝土	8
集料最大粒径<40mm的混凝土	11

第十一章

11 抗滑性能

11.1 手式铺砂法测定路面构造深度试验方法(T0961-95)

11.1.1 目的与适用范围

本方法适用于测定沥青路面及水泥混凝土路面表面构造深度，用以评定路面表面的宏观粗糙度、路面表面的排水性能及抗滑性能。

11.1.2 仪器与材料

本试验需用下列仪器与材料：

(1)人工铺砂仪：由圆筒、推平板组成。

量砂筒：开关尺寸如图11.1.2-1所示，一端是封闭的，容积为 $25 \pm 0.15\text{mL}$ ，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。带一专门的刮尺将筒口量砂刮尺将筒口量砂刮平。

推平板：开关尺寸如图11.1.2-2所示，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。

欠图1.1.2-1,11.1.2-2

刮平尺：可用30cm钢板尺代替。

(2)量砂：足够数量的干燥洁净的匀质砂，粒径0.15--0.3mm。

(3)量尺：钢板尺、钢尺，或采用已按式(11.1.4)将直径换算成构造深度作为刻度单位的专用的构造深度尺。

(4)其它：装砂容器(小铲)、扫帚或毛刷、挡风板等。

11.1.3 方法与步骤

11.1.3.1 准备工作：

(1)量砂准备：取洁净的细砂晾干、过筛，取0.15--0.3mm的砂置适当的容器中备用。量砂只能在路面上使用一次，不宜重复使用。回收后必须经干燥、过筛处理后方可使用。

(2)按本规程附录A的方法，对测试路段按随机取样的方法，决定测点所在横断面位置。测点应选在行车道的轮迹带上，使路面边缘不应小于1米。

11.1.3.2 试验步骤

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

(2)用小铲装砂沿筒向圆筒中注满砂，手提圆筒上方，在路表面上轻轻地叩打3次，使砂密实，补足砂面用钢尺一次刮平。

注：不可直接用量砂筒装砂，以免影响量砂密度的均匀性。

(3)将砂倒在路面上，用底面粘有橡胶片的推平板，由里向外重复做摊铺运动，稍稍用力将砂细心地尽可能的向外摊开，使砂填入凹凸不路表面的空隙中，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5mm。

(5)按以上方法，同一处平行测定不少于3次，3个测点均位于轮迹带上，测点间距3--5m。该处的测定位置以中间测点的位置表示。

11.1.4 计算

11.1.4.1 路面表面构造深度测定结果按式(11.1.4)计算：

$$TD=1000V/(D^2/4)=31831/D^2 \quad (11.1.4)$$

式中：TD--路面表面构造深度(mm)；

V--砂的体积(25cm^3)；

D--摊平砂的平均直径(mm)。

11.1.4.2 每一处均取3次路面构造深度的测定结果的平均值作为试验结果，准确至0.1mm。

11.1.4.3 按本规范附录B的方法计算每一个评定区间路面构造深度的平均值、标准差、变异系数。

11.1.5 报告

11.1.5.1 列表逐点报告路面构造深度的测定值及3次测定的平均值，当平均值小于0.2mm时，试验结果以 $<0.2\text{mm}$ 表示。

11.1.5.2 每一个评定区间路面构造深度的平均值、标准差、变异系数。

11.2 电动铺砂仪测定路面构造深度试验方法(T0962-95)

11.2.1 目的和适用范围

本方法适用于测定沥青路面及水泥混凝土路面表面构造深度，用以评定路面表面的宏观粗糙度及路面表面的排水性能和抗滑性能。

11.2.2 仪器与材料

本试验采用下列仪器与材料：

- (1)电动铺砂仪：利用可译电的直流电将量砂通过砂漏铺宽度5厘米、厚度均匀一致的器具，如图11.2.2所示。
- (2)量砂：足够数量的干燥洁净的匀质砂，粒径为0.15--0.3毫米。
- (3)标准量筒：容积50毫升。

欠图P93

(4)玻璃板：面积大于铺砂器，厚5毫米。

(5)其它：直尺、扫帚、毛刷等。

11.2.3 方法与步骤

11.2.3.1 准备工作

(1)量砂准备：取洁净的细砂，晾干，过筛，取0.15--0.3mm的砂置适当的容器中备用。已在路面上使用过的砂如回收重复使用时应重新过筛并晾干。

(2)按本规程附录A的方法，对测试路段按随机取样选点的方法，决定测点所在横断面的。测点应选在行车道的轮迹带上，距路面边缘不应小于1米。

11.1.3.2 电动铺砂器标定

(1)将铺砂器平放在玻璃板上，将砂漏移至铺砂器端部。

(2)将灌砂漏斗口和量筒口大致齐平。通过漏斗向量筒中缓缓流入准备好的量砂至高出量筒成尖顶状，用直尺沿筒口一次刮平其容积为50ml。

(3)将漏斗口与铺砂器砂漏上口大致齐平。将砂通过漏斗均匀修正砂漏，漏斗前后移动，使砂的表面大致齐平，但不得用任何其它工具刮动砂。

(4)开支电动马达，使砂漏向另一端缓缓运动，量砂沿砂漏底部铺成图11.2.3所示的宽5厘米的带状，待砂全部漏完后停止。

(5)按图11.2.3，依式(11.2.3-1)由 L_1 及 L_2 的平均值决定量砂的摊铺长度 L_0 ，准确至1毫米。

$$L_0 = (L_1 + L_2) / 2 \quad 11.2.3-1$$

(6)重复标定3次，取平均值 L_0 ，准确至1毫米。

注：标定应在每次测试前进行，用同一生中量砂，由承担测试的同试验员进行。

P94欠图

11.2.3.3 测试步骤

(1)将测试地点用毛刷刷净，面积大于铺砂仪。

(2)将铺砂仪沿道路纵向平稳地放在路面上，将砂漏移至端部。

(3)按11.2.3.2之(2)至(5)相同的步骤，在测试地点摊铺50毫升量砂，按图11.2.3的方法量取摊铺长度 L_1 及 L_2 ，由式(11.2.3-2)计算 L ，准确至1毫米。

$$L = (L_1 + L_2) / 2 \quad 11.2.3-2$$

(4)按以上方法，同一处平行测定不少于3次，3个测点均位于轮迹带上，测点间距3--5米。该处的测定位置以中间测点的位置表示。

11.2.4 计算

11.2.4.1 按式(11.2.4-1)计算铺砂仪在玻璃板上摊铺的量砂厚度 t_0 。

$$t_0 = V / B * L_0 * 1000 = 1000 / L_0 \quad (11.2.4-1)$$

式中： t_0 ：量砂在玻璃板上摊铺的标定厚度(毫米)；

V ：量砂体积，50毫升；

B ：铺砂仪铺砂宽度，50毫米；

L_0 ：玻璃板上50毫升，量砂摊铺的长度(毫米)

11.2.4.2 按式(11.2.4-2)计算路面构造深度 TD ：

$$TD = (L_0 - L) / L * t_0 = (L_0 - L) / L * L_0 * 1000 \quad (11.2.4-2)$$

式中： TD ：路面的构造深度(毫米)；

L ：路面上50毫升量砂铺的长度(毫米)。

11.2.4.3 每均取3次路面构造深度的测定的平均值作为试验结果，准确至0.1mm。

11.2.4.4 按本规范附录B的方法计算每一个评定区间路面构造深度的平均值、标准差、变异系数。

11.2.5 报告

11.2.5.1 列表逐点报告路面构造深度的测定值及3次测定的平均值,当平均值小于0.2mm时,试验结果以<0.2mm表示

11.2.5.2 每一个评定区间路面构造深度的平均值、标准差、变异系数。

11.3 激光构造深度仪测定沥青路面构造深度试验方法(T0963-95)

11.3.1 目的和适用范围

本方法适用于测定沥青路面干燥表面的构造深度,用以评价路面抗滑及排水能力,测试温度不低于0摄氏度。

11.3.2 仪器与材料

本方法需要下列仪器与材料:

(1)激光构造深度仪:如图11.3.2所示,在两轮的手推小车上装有光电测试设备、打印机及仪器操作装置。最大测量范围为20毫米,精度为0.01mm。

(2)扫帚、打气筒、充电器、打印纸、色带、标志板、小红旗等。

欠图P96

11.3.3 方法与步骤

11.3.3.1 准备工作

(1)检查仪器是否正常,将手柄电连接器和推车是连接器插好拧紧,将连接器装置上的合金套环用手拧紧。

(2)打开手柄钥匙开关,检查电池电压,如不充足应予充电,充电时间宜为12--15h。

(3)检查轮胎压力,应符合在 0.07 ± 0.01 MPa的要求。保持轮胎顶面的清洁,无沥青及泥块等粘附物。

(4)安装打印机纸带及色带。

(5)选择测定路段,测定位置位于行车带轮迹上。

(6)将所测定的路段用扫帚清扫干净,标出起终点标记。

(7)打开手柄的钥匙开关,接通电路,操作控制器和指示开始工作。仪器将自动打出程序目录并进行自检,正常仪器在检验后即打印显示“READY”(准备好)字样,然后根据程序目录,选择程序进行下一步工作。如果仪器连续显示“FAILED”(失败)字样,应参照仪器说明书进行维修。

11.3.3.2 试验步骤

(1)将激光构造深度仪处于待测工作状态(READY),仪器备有下列四档程序:

1、校准程序(CALIBRATION)或厂家调试程序。

2、大孔隙或粗糙度大的路面测量程序(TEXTURE HRA)。

3、一般路面测量程序(TEXTURE)。

4、传感器校核程序(SENSOR CHECK)。

正式测量时应首选使用传感器校核程序在待测路面上进行传感,其峰值数(百分数)应分布在112--144范围内。如果峰值分布显著过高或过低,则表示轮胎气压不正常、已严重磨损或粘满了沥青材料。

(2)根据被测路面状况,选择一般路面测量程序或大孔隙粗糙度大的路面测量程序进行测量。

(3)以稳定的速度推车行驶进行测定,仪器按每一个计算区间打印出该段构造深度的平均值。标准的计算区间长度为100米,根据需要也可分为10米或50米。激光构造深度仪的行驶速度不得小于3km/h,也不得大于10km/h,适宜的行驶速度为3--5km/h。

11.3.4 报告

将仪器测试时按计算区间打印出的数据纸带注上路名及公里桩号标记作为原始记录,并报告每评定路段的平均构造深度、标准差、变异系数。

11.3.5 精密度与允许差

同一个计算区间两次测定进行校核的重复性误差不大于 ± 0.02 mm。

11.4 摆式仪测定路面抗滑值试验方法(T0964-95)

11.4.1 目的和适用范围

本方法适用于以摆式摩擦系数测定仪(摆式仪)测定沥青路面及水泥混凝土路面的抗滑值,用以评定路面在潮湿状态下的抗滑能力。

11.4.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器及材料:

(1)摆式仪:开关及结构如图11.4.2所示,摆及摆的连接部分总质量为 1500 ± 30 g,摆动中心至摆的重心距离为 410 ± 5 mm,测定时摆在路面上滑动长度为 126 ± 1 mm,摆上橡胶片端部距摆动中心的距离为508mm,橡胶片对路面的下身静压力为 22.2 ± 0.5 N。

性质指标	温度(摄氏度)				
	0	10	20	30	40
弹性 (%)	43--49	58--65	66--73	71--77	74--79
硬度	55 ± 5				

(2)橡胶片：当用于测定路面抗浓值时的尺寸为6.35mm*25.4mm*76.2mm,橡胶质量应符合表11.4.2的要求。当橡胶片使用后，端部在长度方向上磨损超过1.6mm或边缘在宽度方向上磨损超过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为1年。

(3)标准量尺：长126毫米。

(4)洒水壶。

(5)橡胶刮板。

(6)路面温度计：不大于1摄氏度。

(7)其它：皮尺或钢尺、扫帚、粉笔等。

11.4.3 方法与步骤

欠图P99

1、2-紧固把手；3-升降把手；4-释放开关；5-转向螺盖；6-调节螺母；7-针簧或垫；8-指针；9-连接螺母；10-调平螺栓；11-底座；12-垫块；13-水准泡；14-卡环；15-定位螺丝；16-举升柄；17-平衡锤；18-并紧螺母；19-滑溜块；20-橡胶片；21-止滑螺丝

11.4.3.1 准备工作

(1)检查摆式仪的调零灵敏情况，并定期进行仪器的标定。当用于路面工程检查验收时，仪器必须重新标定。

(2)按本规程附录A的方法，对测试路段按随机取样选点的方法，决定测点所在横断面位置。测点应选在行车车道的轮迹带上，使路面边缘不应小于1米，并用粉笔作出标记。测点位置紧靠铺砂法测定构造深度的测点位置，一一对应。

11.4.3.2 试验步骤

(1)仪器调平

1、将仪器置于路面测点上，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。

(2)调零

1、放松上、下两个紧固把手，转动升降把手，使摆长高并能自由摆动，然后旋紧紧固把手。

2、将摆向右运动，按下安装于悬臂上的释放开关，使摆上的卡环进入曹，放开释放开关，摆即处于水平释放位置，并把指针抬至与摆杆平行处。

3、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下落时，用左手将摆杆接住，此时指针应指零。若不指零时，可稍旋紧或放松摆的调节螺母，重复本项操作，对指针指零。调零允许误差为±1BPN。

(3)校核滑动长度

1、用扫帚扫净路面表面，并用橡胶刮板清除摆动范围内路面上的松散粒料。

2、让摆自由悬挂，摆头上的举长柄，将底座上垫块置于定位螺丝下面，使摆缓缓下降，当滑溜块上的橡胶片刚刚接触路面时，即将固把手旋紧，使摆头固定。

3、提起举长柄，取下垫块，使摆向右运动。然后，挑重担举长柄使摆慢慢向左运动，直至橡胶片的边缘刚刚接触路面。在橡胶片的外边摆动方向设置标准量尺，尺的一关正对该点。再用手提起举升柄，滑溜块向上抬起，并使摆继续运动至左边，使橡胶片返回落下再一次接触路面，橡胶片两次同路面接触点的距离应在126mm(即滑动长度)左右。若滑动长度不符标准时，则长高或降低仪器下面的调平螺丝来校正，但无需调平水准泡，重复此项校核直至使滑动长度符合要求。而后，将摆和指针置于水平释放位置。

注：校核滑动长度时，应以橡胶片长边刚刚接触路面为准，不可借摆力量向前滑动，以免标定的滑动长度过长。

(4)用喷壶的水洒试测路面，并用橡胶刮板刮除表面泥浆。

(5)再次洒水，并按下释放开关，使摆动在路面滑过，指针即可指示出路面的适值。但第一次测定，不做记录。当摆杆回落时，用左手接住摆，右手提起举长柄使滑溜块升高，将摆动向右去过，并使摆杆和指针重新置于水平释放位置。

(6)重复(5)的操作测定5次，并读记每次测定的摆值，即BPN。5次数值中最大值与最小值的差值不得大于3BPN。如差数大于3BPN时，应检查产生的原因，并再次重复上述各项操作，至符合规定为止。取5次测定的平均值作为每个测点路面的抗滑值(即摆值 F_B)，取整数，以BPN表示。

(7)在测点位置上用路表温度计测记潮湿路面的温度，准确至1摄氏度。

(8)按以上方法，同一处平行测定不少于3次，3个测点均位于轮迹带上，测点间距3--5米。该处的测定位置以中间测点的

位置表示。每一处均取3次测定结果的平均值作为试验结果，准确至1BPN。

11.4.4 抗滑值的温度修正

当路面温度为T(摄氏度)时的摆动值为 F_{BT} ，必须按(11.4.4)换算成标准温度20摄氏度的摆值 F_{B20} ：**欠公式。**

$$F_{B20} = F_{BT} + F$$

式中： F_{B20} --换算成标准温度20摄氏度的摆值(BPN)；

F_{BT} --路面温度T时测得的摆值(BPN)；

T--测定的路表潮湿状态下的温度(摄氏度)；

F--温度修正值，按表11.4.4采用。

温度修正值 表11.4.4

温度T(摄氏度)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
温度修正值表 F	-6	-4	-3	-1	0	+2	+3	+5	+7

11.4.5 报告

11.4.5.1 测试日期、测点位置、天气情况、洒水后潮湿路面的温度，并描述路面类型、外观、结构类型等。

11.4.5.2 列表逐点报告路面抗滑值的测定值 F_{BT} 经温度修正后的 F_{B20} 及3次测定的平均值。

11.4.5.3 每一个评定路段路面抗滑值的平均值、标准差、变异系数。

11.4.6 精密度与允许差

同一上测点，重复5次测定的应不大于3BPN。

11.5 磨擦系数测定车测定路面横向力系数试验方法(T0965-95)

11.5.1 目的与适用范围

本方法适用于以标准的磨擦系数测定车测定沥青路面或水泥混凝土路面的横向力系数，测试结果可作为竣工验收或使用期评定路面抗滑能力的依据。

11.5.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器设备：

(1)磨擦系数测定车：SCRIM型，主要组成如图11.5.2所示，由车辆底盘、测量机构、供水系统、荷载传感器、仪表及操作记录系统、标定装置等组成。测定车应符合下列要求：

1、测量机构：可以为单侧或双侧各安装一套，测试轮与车辆行驶方向成20度角，作用于测试轮上的表态标准载荷为2kN。轮胎应为3.00-20的轮胎，其标准气压为 0.35 ± 0.01 MPa。当轮胎直径减少达6mm时(每个测试轮约测350--400km需更换)需更换新轮胎。

2、测定车辆轮胎气压应符合所使用汽车规定的标准气压范围。

3、能控制洒水量，使路面水膜厚度不得小于1mm。通常测量速度为50km/h时，水阀开量宜为50%，测量速度为70km/h时，宜为70%，余类推。

(2)备用轮胎等要件

11.5.3 测定方法与步骤

11.5.3.1 准备工作

P103 欠图

(1)按照仪器设备技术手册或使用说明书对测定系统进行标定。仪器设备进行标定、检查时，必须在关闭发动机的情况下进行，标定按SFC值10、20、30.....、100的不同档次进行，满量程为100时的示数误差不得超过 ± 2 。

(2)检查横向磨擦系数测定车系统的各项参数是否符合11.5.2的要求，检查外部警告标志是否正常。

(3)贮水罐灌水。

(4)将测试轮安装固且保持在升起的位置上。

- (5)将记录装置处于正常使用状态，安装足够的打印纸。打开记录系统预热不少于10min。
- (6)根据需要确定采用连续测定或测定，以及每公里测定的长度，选择并设定“计算区间”，即输出一个测定数据的长度。标准的计算为20m，根据要求也可选择为5m或10m。
- (7)根据要求设定为单办测试或双轮测试。
- (8)输入所需的说明性预设数据，如测试日期、路段编号、里程桩号等。
- (9)发动车辆驶向测试地段。

11.5.3.2 测定步骤

- (1)在测试路段起点前约500m处停住，开机预热不少于10min。
- (2)降下测试轮，打开水阀检查水流情况是否正常及水流是否符合需要，检查仪表各项指数是否正常，然后升起测试轮。
- (3)将车辆驶向测试路段，提前100--200m处降下测试轮。测定车的车速可根据公路等级的需要选择。除特殊情况外，标准车速为50km/h，测试过程中必须保持匀速。
- (4)进入测试段后，按开始键，开始测试。在显示器上监视测试运行变化情况，检查速度、距离有无反常波动，当需要标明性(如桥位、路面变化等)时，操作功能键插入到数据流中，整公里里程桩上也应做相应的记录。

11.5.4 测试数据处理

测定的磨擦系数数据存贮在磁盘或磁带中，磨擦系数测定车SCRIM系统配有专门数据处理程序软件，可计算和打印出每一个计算区间的磨擦系数值、行程距离、行驶速度、统计个数、平均值及标准差，同时还可打印磨擦系数的变化图。根据要求将磨擦系数在0--100范围内分成若干区间，作出各区间的路段长度占总测试里程百分比的统计表。

11.5.5 报告

11.5.5.1 测试路段名称及桩号、公路等级、测试日期、天气情况，路面在潮湿状态下的路表温度，描述路面结构类型及外观等。

11.5.5.2 测试过程中交叉口、转弯等特殊路段及里程桩号的记录。

11.5.5.3 数据处理打印结果，包括各测点路面磨擦系数值、行程距离、行驶速度，每一个评定路段路面磨擦系数值统计个数、平均值、标准差、变异系数。

11.5.5.4 公路沿线磨擦系数的变化图，不同磨擦系数区间的路段长度占总测试里程百分比的统计表。

第十二章

12 沥青路面渗水试验方法(T0971-95)

12.0.1 目的和适用范围

本方法适用于用路面渗水仪测定沥青路面的渗水系数。

12.0.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器与材料：

(1)路面渗水仪：开关及尺寸如图12.0.2所示，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 10mm的细管与底座相接，中间有一开关。量筒通过支架联接，底座下方开口内径 150mm，外径 165mm，仪器附压重铁圈两个，每个质量约5kg，内径160mm。

(2)水筒及大漏斗。

(3)秒表

(4)密封材料：玻璃腻子、油灰或橡皮泥。

(5)其它：水、红墨水、粉笔、扫帚等。

欠图P105

1-透明有机玻璃筒；2-螺纹连接；3-顶板；4-阀；5-立柱支架；6-压重铁圈；7-把手；8-密封材料

12.0.3 方法与步骤

12.0.3.1 准备工作

(1)在测试路段的行车道路面上，按附录A的随机取样方法选择测试位置，每一个检测路段应测定5个测点，用扫帚清扫表面，并用粉笔划上测试标记。

(2)在洁净的水桶内滴入几点红墨水，使水成淡红色。

(3)装妥路面渗水仪。

12.0.3.2 试验步骤

(1)将清扫后的路面用粉笔按测试仪器底座大小划好圆圈记号。

(2)在路面上沿底座圆圈一薄层密封材料，边涂边用手压紧，使密封材料嵌满缝隙且牢固地在路面上，密封料圈的内径与底座内径相同，约150mm，将组合好的渗水试验仪底座用力压在路面密封材料，再加上压重铁圈压住仪器底座，以防压力水从底座与路面间流出。

(3)关闭细管下方的形状，向仪器的上方量筒中流入淡红色的水至满，总量为600mL。

(4)迅速将开关全部打开，水开始从细管下部流出，待水面下降100毫升时，立即开支秒表，每间隔60秒，读记仪器管的刻度一次，至水面下降500毫升时为止，测试过程中，如水从底座与密封材料间渗出，说明底座与路面密封不好，应移至附近干燥路面处重新操作。如水面下降速度很慢，从水面下降至100毫升开始，测试得3min的渗水量即可停止。若试验时下降至一定程度后基本保持不动，说明路面基本不透水或根本不透水，则在报告中注明。

(5)按以上步骤在同1个检测路段选择5个测点测定渗水系数，取其平均值，作为检测结果。

12.0.4 计算

沥青路面的渗水系数按式(12.0.4)计算，计算时以水面从100毫升下降至500毫升所需的时间为标准，若渗水时间过长，亦可采用3min通过的水量计算：

$$C_w=(V_2-V_1)/(t_2-t_1)*60 \quad (12.0.4)$$

式中： C_w --路面渗水系数(mL/min)；

V_1 --第一次读数时的水量(mL)，通常为100mL；

V_2 --第二次读数时的水量(mL)，通常为500mL；

t_1 --第一次读数时的时间(s)；

t_2 --第二次读数时的时间(s)；

12.0.5 报告

列表逐点报告每个检测路段各个测点的渗水系数，及5个测点的平均值、标准差、变异系数。或路面不透水，则在报告中注明为0。

[← 最前章](#) [← 上一章](#) [→ 下一章](#) [→ 最末章](#)

关闭此窗口

第十三章

13 路面错台测试方法(T0972-95)

13.0.1 目的与适用范围

本方法适用于测定路面在人工构造物端部接头、水泥混凝土路面或桥梁的伸缩缝以及沥青路面裂缝两侧由于沉降所造成的错台(台阶)高度,以评价路面行车舒适性能(跳车情况),并作为计算维修工作量的依据。

13.0.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器与材料:

- (1)皮尺;
- (2)水准仪;
- (3)3m直尺;
- (4)钢板尺或钢卷尺
- (5)粉笔

13.0.3 方法与步骤

13.0.3.1 非经注明,错台的测定位置以行车车道错台最大处纵断面为准,根据需要也可以其他代表性纵断面为测定位置。

13.0.3.2 选择需要测定的断面,记录位置及桩号,描述发生错台的原因。

13.0.3.3 构造物端部由于沉降造成的接头错台的测定步骤

(1)将精密水准仪架在距构造物端部不远的路面平顺处调平。

(2)从构造物端部无沉降或鼓包的断面位置起,沿路线纵向用皮尺取一定距离,作为测点,在该处立起塔尺,测量高程。再向前量取一定距离,作为测点,测量高程。如此重复,直至无明显沉降的断面为止。无特殊需要,从构造物部起的2米内应每隔0.2米量测一次,2米--5米宜每隔0.5米量测一次,5米以上可每隔1米量测一次,由此得出沉降纵断面及最大沉降值,即最大错台高度(Dm),准确至1毫米。

13.0.3.4 测定同水泥混凝土路面或桥梁的伸缩缝或路面横向开裂造成的接缝错台、裂缝错台时,可按13.0.3.3的方法用水准仪测定接缝或裂缝两侧一定范围内的道路纵断面,确定最大错台位置及高度(Dm),准确至1毫米。

13.0.3.5 当发生错台变形的范围不足3米时,可在错台最大位置沿路线纵向用3米直尺架在路面上,其一端位于错台高出的一侧,另一端位于无明显沉降变形处,作为基准线。用钢板尺或钢尺每隔0.2m量取路面与基准线之间高度(D),同时测记最大错台高度Dm,准确至1毫米。

13.0.4 资料整理

以测定的中读数D与各测点的距离绘成纵断面图作为测定结果,图中应标明相应断面的设计纵断面高程,最大错台的位置与高度Dm,准确至0.001m。

13.0.5 报告

测试报告应记录如下事项:

- (1)路线名,测定日期,天气情况。
- (2)测定地点,桩号路面及构造物概况。
- (3)道路交通情况及造成错台的原因初步分析。
- (4)最大错台高度Dm及错台纵断面图。

第十四章

14 沥青路面车辙测试方法(T0973-95)

14.0.1 目的与适用范围

本方法适用于测定沥青路面的车辙，供评定路面使用状况及计算维修工作量时使用。

14.0.2 仪器与材料

根据测定方法选用下列仪器：

(1)路面横断面仪：如图14.0.2-1所示，长度不小于一个车道宽度，横梁上有一测量器，可自动记录横断面形状。

P110欠图

(2)路况自动测定车：利用横向布置的一排激光距离传感器、摄影或录像等方式能快速连续测定，并记录测定桩号及各断面的形状的车辆。

(3)横断面尺：如图14.0.2-2所示，硬木或金属制直尺，刻度间距5厘米，长度不小于一个车道宽度。顶面平直，最大弯度不超过1毫米。两端有把手及高度为10--20厘米的支脚，两支脚的高度相同。

P110欠图

(4)量尺：钢板尺、卡尺、塞尺，量程大于车辙深度，刻度至1毫米。

(5)其它：皮尺、粉笔等。

14.0.3 方法与步骤

14.0.3.1 车辙测定的基准测量宽度应符合下列规定：

(1)对高速公路及一级公路，以一个车道的宽度即车道区划线中到中的距离为基准测量宽度。

(2)对二级及二级以下公路，有车道区划线时，以一个车道的宽度为基准测量宽度；无车道区划线时，以中线两侧形成车辙部位的一个车道的宽度，作为基准测量宽度。

14.0.3.2 以一个评定路段为单位，踏勘连续测定的测定区间。或确定非连续测定的测定断面。用中部自动测定车测定时，在测定区间内连续测定。断面间距视仪器性能而异，标准的断面间隔为20米，用其他方法非连续测定时，在行车道上每隔50米作为一测定断面，用粉笔画上标记。根据需要也中按附录A的方法在行车道上随机选取测定断面，在特殊需要的路段如交叉口前后可予加密。

14.0.3.3 用中部自动测定车测定的方法。

(1)将车辆就位于测定区间起点前。

(2)设定测定断面的间隔。

(3)开支测定车，同时启动测定及记录装置，自动记录出每个断面的形状及里程桩号。

(4)到达测定区间后，结束测定。

(5)检验测距记录与实际桩号之差，如误差超过 $\pm 1\%$ ，应重新检测或校准测距仪器。

14.0.3.4 用路面横断面仪测定的方法

(1)将路面横断面仪就位于测定断面上，方向与道路中心线垂直，两端支脚立于测定车道的两侧边缘，记录断面桩号。

(2)调整两端支脚高度，使其等高。

(3)移动横断面仪的测量器，从测定车道的一端移至另一端，记录出断面形状。

14.0.3.5 用横断面尺测定的方法

(1)将横断面尺就位于测定断面上，两端支脚置于测定车道两侧。

(2)沿横断面尺每隔20厘米一点，用量尺垂直立于路面上，用目光平视测记横断面尺顶面与路面之间的距离，准确至1毫米，如断面的最高处或最低处明显不在测定点应加测该点距离。

(3)记录测定读数，给出断面图，最后连接成圆滑的横断面线。

(4)横断面尺也可用线绳代替。

(5)当不需要测定横断面，仅需要测定最大车辙时，亦可用不带支脚的横断面尺架在路面上由目测确定最大车辙位置，用尺量取。

P110欠图

图14.0.4 不同形状、不同程度的路面车辙示意图 注：IWP、OWP表示内侧轮迹带及外侧轮迹带。

14.0.4 测定结果计算整理

14.0.4.1 将断面线按图14.0.4的方法画出横断面图及顶面基准线。通常为其中之一种形式。

14.0.4.2 在图上确定车辙深度 D_1 及 D_2 ，读至1毫米，以其中最大值作为断面的最大车辙深度。

14.0.4.3 求取各测定断面最大车辙深度的平均值作为该评定路段的平均车辙深度。

14.0.5 报告

测试报告应记录下列事项：

- (1)采用的测定方法；
- (2)路段描述，包括里程桩号、路面结构及横断面、使用年限、交通情况等。
- (3)各测定断面的横断面图。
- (4)各测定断面的最大车辙深度表。
- (5)各评定路段的最大车辙深度及平均车辙深度。
- (6)根据测定目的应其它事项或数据。

第十五章

15 沥青路面破损调查方法(T0974-95)

15.0.1 目的和适用范围

本方法适用于测定沥青路面各类破损的数量与面积，计算路面破损率及裂缝率等供路面质量管理与验收、建立路面管理系统和决定路面维修方案时使用。

15.0.1 仪器与材料

本试验需要下列仪器开发票料：

- (1)量尺：钢卷尺、皮尺等
- (2)破损记录纸(毫米方格纸)。
- (3)高速摄影车或其他高效测试设备。
- (4)其它：粉笔、扫帚、小红旗及安全标志等。

15.0.3 方法与步骤

15.0.3.1 本规程使用的沥青路面破损分类如下：

- (1)裂缝类破损：包括龟裂、块裂及各类单要裂缝等；
- (2)变形类破损：包括车辙、沉陷、波浪等；
- (3)松散类破损：包括掉粒、松散、剥落、脱皮等引起的集料散失现象、坑等；
- (4)其它破损：包括泛溢、磨光(抗滑性能差)及各类修补等。

破损严重程度可分为轻微、中度、严重三种不同情况。

15.0.3.2 准备工作

1、根据目的选择各类破损调查的时间，如对强度不足或疲劳引起的荷载性裂缝(龟裂)，宜在春季或雨季最不得季节之后调查；对由于温度收缩等引起的非荷载性裂缝(块裂及横向裂缝)，宜在冬季以后观测；对车辙、波浪等热稳性变形，宜在夏季观测；对松散类破损宜在雨季观测。也可在规定的同一时间观测，需要时可定期观测，以了解破损情况。为便于裂缝观测，宜选择在雨后(或预先洒水)路表已干燥但有水迹的时机观测。

2、选择测试路段并量测其路面的长度及宽度，计算测试路段总面积(A)。

(3)在毫米方格纸上按比例绘制破损记录方格，填好里程桩号。

(4)如路面不洁妨碍观测时，应用扫帚清扫路面。

(5)观测前应通报有关交通管理部门，观测时应有专人指挥交通(必要时可封闭交通)，并设置交通安全标志等以确保观测车及观测者的安全。

15.0.3.3 调查步骤

(1)当采用高速摄影车或其他高效测试设备测试时，按有关使用说明书操作。采用自动摄影车测试时，进行连续摄影或录像，然后在室内评定或用计算机检测裂缝等各类破损数量。

(2)当为人工检测时，由2--4人组成一组，沿路面仔细观察路面各类破损情况。若观测裂缝时，一般以逆光观测较为清楚，对不明显的裂缝，可在裂缝位置用粉笔作出标记。

(3)目测或用量尺测试路段的路面上各类破损的长度或范围，准确至0.1m。

(4)车辙检测按本规程T0973的规定进行。雍包、波浪、沉陷等变形类损坏除记录面积外，尚应测记拥起高度或下陷深度。

(5)记录破损位置(桩号)，就地在方格纸上按比例描绘破损图，记录破损类别。

(6)必要时，可拍摄照片或录像备查。

15.0.4 计算

15.0.4.1 测试路段的沥青路面各类破损的长度或面积可按表15.0.4分类统计。

15.0.4.2 沥青路面的破损率为各种类型破损的换算面积与调查区域总面积之比，按式(15.0.4-1)计算。根据需要，可以计入破损类型及严重程度的系数，并按破损类别分别统计：

$$DR = \frac{\sum A_{ij} K_{ij}}{A} \quad (15.0.4-1)$$

式中：DR：沥青路面的破损率(%)

A_{ij} ：路面各种损坏类型分别严重程度的累计面积(平方米)，i表示破损类别，j表示破损严重程度，可分为轻微、中度、严重三个等级；

K_{ij} ：路面各种损坏类型及不同严重程度的权值，根据有关规范规定选用，如无规定时均取为1。

A：调查路段路面面积，以平方米计。

沥青路面破损调查统计表 表15.0.4

调查路段(桩号).....

调查员：.....

调查时间：.....

天气：.....

破损类型	数量			裂缝度(m/ km ²)	裂缝率(m ² / km ²)	破损率 (%)	拥起最大 高度(cm)	下陷最大 深度(cm)
	长度 (m)	面积 (m ²)	加权换算 面积(m ²)					
裂缝类 龟裂、块裂、横裂、纵裂、水泥板接缝的反射、缝、边缘裂缝(啃边)								
变形类 车辙、雍包、波浪、沉陷								
松散类 掉粒、剥落、松散、胶皮、坑洞								
其它 泛油、磨光、各类修补								

15.0.4.3 沥青路面的裂缝率按式(15.0.4-2)计算：

$$C_k = (C_A + L * 0.3) / A \quad (15.0.4-2)$$

式中：C_k--沥青路面总裂缝率(m²/1000m²)；

L--单根裂缝的总长度(m)；

C_A--龟裂及块裂的总面积(m²)；

A--测试段路面面积，以1000m²计；

0.3--将单根裂缝长度换算成面积的影响系数。

15.0.4.4 在没有龟裂和块裂的路面上，沥青路面横向裂缝或纵向裂缝等单根裂缝应按(15.0.4-3)，(15.0.4-4)计算裂缝度，总裂缝度按式(15.0.4-5)计算：

$$C_{1d} = L_1 / A \quad (15.0.4-3)$$

$$C_{2d} = L_2 / A \quad (15.0.4-4)$$

$$C_d = C_{1d} + C_{2d} + \dots \quad (15.0.4-5)$$

式中：C_d--沥青路面的总裂缝度(m/1000m²)；

C_{1d}--沥青路面横向裂缝的裂缝度(m/1000m²)；

C_{2d} --沥青路面纵向裂缝的裂缝度(m/100m²) ;

L_1 --横向裂缝总长度(m) ;

L_2 --纵向裂缝总长度(m) ;

15.0.4.5 计算裂缝度时可分别原因将各种单根裂缝(如横向裂缝、纵向裂缝、温缩裂缝、接头裂缝、施工接缝、反向裂缝等)单独计算。如欲换算成以面积计算的裂缝率时,宜将其分别乘以0.3m得到。但当将单根裂缝纳入网裂病害用于计算一般公路的好路率时,应遵照《公路养护质量检查评定标准》(JTJ075-94)的规定,采用0.2m的系数。

15.0.5 报告

沥青路面破损调查的报告包括如下内容:

- (1)路线名称、路面结构、使用年限、交通情况等。
- (2)破损记录图及调查统计表。
- (3)破损率、裂缝率、裂缝度等。
- (4)破损原因分析及处理建议。

第十六章

16 水泥混凝土路面破损调查方法(T0975-95)

16.0.1 目的与适用范围

本方法适用于测定水泥混凝土路面板开裂、接缝损坏等各种破损情况，供路面质量管理与验收、建立路面管理系统和决定路面维修方案时使用。

16.0.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器与材料：

- (1)量尺：钢卷尺、皮尺、钢尺等。
- (2)记录纸(毫米方格纸)。
- (3)其它：改锥、粉笔、扫帚、小红旗及安全标志等。

16.0.3 方法与步骤

16.0.3.1 本规程使用的水泥混凝土路面损坏分类如下：

- (1)断板类破损：包括板角断裂、D型裂缝、纵向裂缝、横向裂缝、断板等；
- (2)接缝类破损：包括接缝材料损坏、接缝脱开、无接缝料、缝被砂石尘土堵塞，边角剥落、唧泥、错台(台阶)、拱起等；
- (4)表面类破损：包括表面网状细裂缝、层状剥落、起皮、露骨、集料磨光、坑洞等；
- (4)其他破损：如板块沉陷等。

破损严重程度可分为轻微、中度、严重三种不同情况。

16.0.3.2 准备工作

- (1)选定路段并量测其路面的长度及宽度。
- (2)如路面不洁妨碍观测时，可用扫帚清扫裂缝附近路面。

注：为便于观测，宜选择在雨后路面已干燥但裂缝尚有水迹的时机观测。观测时应有专人指挥交通(需要时可封闭交通)，并设置交通安全标志等以确保观测者的安全。

16.0.3.3 调查步骤

- (1)沿路面纵向1--2人负责一块混凝土板宽度，仔细观察裂缝等各种破损情况，必要时用粉笔作出标记。
- (2)用目测或量尺分别测量测试路段的路面上每条裂缝长度及破损面积，准确至10厘米。对伸缩缝接缝处的破坏及角部已成块的破坏都应单独记录条数、面积。其中接缝拱起还应记录高度。
- (3)记录板块号、破损位置(桩号)，在方格纸中按比例裂缝及破损情况图。
- (4)根据需要，拍摄照片或录像备查。

16.0.4 计算

16.0.4.1 测试路段路面的各类破损的长度或面积，或按表16.0.4分类统计。其中错台、拱起、板块沉陷还应记录高度或深度。

16.0.4.2 水泥混凝土路面的坏板率按(16.0.4-1)计算。根据需要，可按有关规范对各种坏板类型及严重程度取不同的权值进行计算。坏板率是指已发生板面开裂、断板、接缝损坏、表面缺陷板块沉陷等各种板的损坏情况。

$$B_k = \left(\sum A_{ij} K_{ij} \right) / S \quad (16.0.4-1)$$

式中： B_k --水泥混凝土路面的坏板率(%)；

A_{ij} --水泥混凝土板各种损坏分别严重程度的累计换算板数， i 表示破损类别， j 表示破损严重程度，可分为轻微、中度、严重三个等级；

K_{ij} --水泥混凝土板各种损坏类型及不同来复程度的权值，根据有关规范规定选用，如无规定时均取为1；

S --调查路段路面板总块数。

16.0.4.3 水泥混凝土路面的率按式(16.0.4-2)计算：

$$B_D = (D/S) * 100 \quad (16.0.4-2)$$

式中： B_D --水泥混凝土路面的坏板率或断板率(%)；

D--已完全折断成两块以上的水泥混凝土路面板总数。

S--调查路段的路面板总块数。

16.0.4.4 水泥混凝土路面的裂缝度、裂缝率按式(16.0.4-3)及(16.0.4-4)计算：

$$C_d = L/A \quad (16.0.4-3)$$

$$C_k = C_A/A \quad (16.0.4-4)$$

式中： C_d --水泥混凝土路面的裂缝度(m/1000m²)；

C_k --水泥混凝土路面的裂缝率(m²/1000m²)；

C_A --板角裂缝、D型裂缝及完全碎裂的总面积(m²)；

L--水泥混凝土路面板的纵向开裂、横向开裂总长度(m)；

A--测试路段的总面积，以1000m²计。

16.0.4.5 水泥混凝土路面的坏缝率按式(16.0.4-5)计算：

$$J_k = (J_{1c} + J_{2c}) / (J_1 + J_2) \quad (16.0.4-5)$$

式中： J_k --水泥混凝土路面的坏缝率(m/1000m)；

J_{1c} --水泥混凝土路面的横向伸缩缝破坏的总长度(m)；

J_{2c} --水泥混凝土路面的纵向接缝破坏的总长度(m)；

J_1 --测试路段的横向伸缩缝的总长度，以1000m计；

J_2 --测试路段的纵向接缝的总长度，以1000m计；

16.0.5 报告

水泥混凝土路面破损调查报告应包括如下内容：

- (1)路线名称、路面结构、使用年限、交通情况等。
- (2)水泥混凝土路面破损调查表，包括坏板率、裂缝率、坏缝率等。
- (3)水泥混凝土路面破损程度评定。
- (4)破损原因分析及处理建议。

水泥混凝土路面的破损调查统计表 表16.0.4

调查路段(桩号)..... 调查员：.....

调查时间：..... 天气：.....

破损类型

坏板数(块)

坏缝数(条)

数量

面积(m²)

长度(m)

高度(cm)

板面裂缝	板角断裂	块				
	D型裂缝	块				
	纵向裂缝	块				
	横向开裂	块				
	纵向断板	块				
	横向断板	块				
接缝损坏	接缝材料损坏		条			
	边角剥落	块				
	唧泥		条			
	错台		条			
	拱起		条			
表面缺陷	网状细裂缝	块				
	层状剥落、起皮	块				
	露骨(集料磨光)	块				
	坑洞	块				
其他	板块沉陷	块				

第十七章

17 其他测试

17.1 热拌沥青混合料施工温度检测方法(T0981-95)

17.1.1 目的和适用范围

本方法适用于检测热拌招认铺沥青混合料的施工温度，包括拌和厂沥青混合料的出厂温度、施工现场的摊铺、压实开始及终止温度等，供施工质量检验和控制使用。

17.1.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器与材料

(1)温度计：常温--300摄氏度，最小读数1摄氏度，宜采用有数字显示或度盘指针显示的金属杆插入式热电偶温度计，测杆的长度不小于300毫米，并有读数留置功能。

(2)其它：棉丝、软布、改锥等。

17.1.3 测试方法

17.1.3.1 在运料卡车上测试

(1)混合料出厂温度或运输至现场温度应在运料卡车上测试，每车检测一次。当运料卡车的侧面中部有专用的温度检测孔(距底板高约300毫米)时，可采用如图17.1.3所示的方法，用插入式温度计直接插入测试孔内的混合料中测试，当运料卡车无专用的温度检测孔时，可在运料车的混合料堆上部侧面测试，在拌和厂检测的为混合料出厂温度，在运输至现场后检测的为到达现场温度。

(2)测试时，温度计插入深度不小于150毫米，注视温度变化直至不再继续上长为止，读记温度准确至1摄氏度，温度计有留置键时，可将温度计拔出后读数。

欠图P123

17.1.3.2 在摊铺现场检测

(1)混合料摊铺温度宜在摊铺机的一侧拨料器的前方混合料堆上测试。

(2)在测试位置插入温度计150毫米以上，并跟着向前走，如料堆向前滚，拔出后重新插入，注视温度变化直至不再继续上长为止，读记温度，准确至1摄氏度。

(3)摊铺温度应每车检测一次。

17.1.3.3 在沥青混合料压实层中测定压实温度

(1)根据需要，随时选择初压开始、复压或终压成形等各个阶段的测点，供测试碾压温度及压实终了温度用。

(2)将温度计仔细插入路面混合料压实层一半深度，轻轻压紧温度计被松动的混合料，当温度上长停止后，立即抽出并再次插入旁边的混合料层中测量，当测杆插入路面较困难时，可用改锥先插一孔后再插入温度计。注视温度变化至不再继续上升为止，读记温度，准确至1摄氏度。当温度较且混合料较硬时，不宜用玻璃温度计或玻璃触头的半导体点温计测定。

(3)压实温度一次检测不得少于3个测点，取平均值作为测试温度。

17.1.4 报告

17.1.4.1 每车沥青混合料的出厂温度、到达现场温度、摊铺温度。

17.1.4.2 压实温度，取3次以上测定值的平均值。

17.1.4.3 气候状况、测定时间、层位、测定位置等。

17.2 沥青喷洒法施工沥青用量测试方法(T0982-95)

17.2.1 目的和适用范围

本方法适用于检测沥青表面处治、沥青贯入式、透层叠、粘层等采用喷洒法施工的沥青材料喷洒数量，供施工质量检验和控制使用。

17.2.2 仪器

本试验需要下列仪器与材料：

(1)天平或磅秤，感量不大于10g。

(2)受样盘：浅搪瓷盘或自制铁皮盘，面积不小于1000平方厘米，也可用硬质牛皮纸代替。

(3)钢卷尺或皮尺

(4)地中衡(地磅)。

17.2.3 测试步骤

17.2.3.1 用钢尺测量受样盘开口面积或牛皮纸的面积，计算准确至0.1平方厘米，并称取受样盘或牛皮纸的质量(m_1)，准确至1克。

17.2.3.2 根据沥青洒布车的沥青用量预计洒布的路段长度，在距两端1/3长度附近的洒布宽度的任意位置上，放置2个搪瓷盘或硬质牛皮纸，但应躲开车轮轨迹。

17.2.3.3 沥青洒布车按正常施工速度和洒布方法喷洒沥青。

17.2.3.4 将已接受有沥青的搪瓷盘或牛皮纸仔细取走，称取总质量(m_2)，准确至1克。

当采用牛皮纸时，应待沥青稍凝固并将四角稍稍抬起，以防沥青流失。

17.2.3.5 搪瓷盘或纸取后的空白处，应用适当方式补洒沥青。

17.2.3.6 沥青洒布车喷洒的沥青用量亦可用洒布车喷洒沥青的总质量及洒布总面积相除求得，此时洒布车喷洒前后的质量应由地中衡称重正确测定，洒布总面积由皮尺测量求得。

17.2.4 计算

17.2.4.1 洒布的沥青用量按式(17.2.4)计算：

$$Q=(m_2-m_1)/F$$

式中：Q：沥青洒布车洒布的沥青用量(kg/平方米)

m_1 ：搪瓷盘或牛皮纸质量(千克)

m_2 ：搪瓷盘或牛皮纸与沥青的合计质量(千克)；

F：搪瓷盘或牛皮面积(平方米)

17.2.4.2 计算所放置的各搪瓷盘或牛皮纸的测定值的平均值，当两处测定的误差不超过平均值的10%时，取两个数据的平均值作为沥青用量的报告值。

17.2.5 报告

(1)试验时洒布车的车速、档数等数据。

(2)施工路段(桩号)、沥青用量的逐次测定值及平均值。

第十八章

附录A 公路路基路面现场测试随机选点方法(T0991-95)

A.0.1 目的与适用范围

A.0.1.1 随机取样选点的方法是按数理统计原理在路基路面现场测定时决定测定区间、测定断面、测点位置的方法。

A.0.1.2 本方法适于公路路基路面各个层次及各种现场测定时，为采取代表性试验数据而决定测定区间、测定断面、测定位置时使用。

A.0.2 仪器及材料

本方法需要下列仪器及材料：

(1)量尺：钢尺，皮尺等。

(2)硬纸片：编号从1--28共28块，每块大小2.5cm*2.5cm,装在一个布袋中。

(3)骰子，2个。

(4)其它：毛刷，粉笔等。

A.0.3 测定区间或断面决定方法

A.0.3.1 路段确定，根据路面施工或验收、质量评定方法等有关规范决定检测的路段。它可以是一个作业段、一天完成的路段或路线全程，在路基路面工程检查验收时，通常以1千米为一个检测路段，此时，检测路段的确定也按本方法的步骤进行。

A.0.3.2 将确定的测试路段划分为一定长度的区间或按桩号间距(一般为20米)划分若干个断面，将其编号为第n个区间或第n个断面，其总的区间数或断面数为T。

A.0.3.3 从布袋中随机摸出一块硬纸片，硬纸片上的号数即表A.0.3-1上的栏号，从1--28栏中选出该栏号的一栏。

A.0.3.4 按照测定区间数、断面数的频度要求(总的取样数n，当n>30时应分次进行)，依次找出与A列中01、02.....、n对应的B列中的值，共n对对应的A、B值。

A.0.3.5 将n个B值与总的区间数或断面数T相乘，四舍五入成整数，即得到n个断面的编号，与A样的1、2.....、n对应。

例如：按照有关规范规定，拟从K36+000--K37+1000的1千米检测路段中选择20个断面测定路面宽度、高程、横坡等外形尺寸，断面决定方法如下：

(1)1千米总长的断面数 $T=1000/20=50$ 个，编号1,2.....50。

(2)从布袋中找出一块硬纸片，其编号为14，即使用表A.0.3-1的第14栏。

(3)从第14栏A列中拉出小于20所对应的B列数值，将B与T相乘，四舍五入得到20个编号，并得到20个断面的桩号，如表A.0.3-2所列：

A.0.4 测点位置确定方法

A.0.4.1 从布袋中任意取出一块硬纸片，纸片上的号数即为表A.0.3-1中的栏号。从1--28栏中选出该栏号的一栏。

A.0.4.2 按照测点数的频度要求(总的取样为n)依次找出栏号的取样位置数，每个栏号均有A、B、C三列。根据检验数量n(当n有感于0时应分次进行)，在所定栏号的A列找出等于所需取样位置数的全部数，如01、02、.....、n。

A.0.4.3 确定取样位置的纵向距离，找出与A列中相对应的B列中数值，以此数乘以检测区间的总长度，并加上该的起点桩号，即得出取样位置距该段起点的距离或桩号。

A.0.4.4 确定取样位置的横向距离，找出与A列中相对应的C列中的数值，以此数乘以检查路面的宽度，再减去宽度的一半，即得出取样位置离路面中心线的距离。如差值是正值(+),表示在中心线的右侧；如差值是负值(-),表示在中心线的左侧。

欠表P128~P134

路面宽度、高程、横坡检测断面随机选点计算表 A.0.3-2

断面编号	14栏A列	B列	$B \times T$	断面号	桩号
1	17	0.089	4.45	4	K36+080
2	10	0.149	7.45	7	K36+140
3	13	0.244	12.2	12	K36+240
4	08	0.264	13.2	13	K36+260
5	18	0.285	14.25	14	K36+280
6	06	0.340	17.05	17	K36+340

7	06	0.359	17.95	18	K36+360
8	20	0.387	19.35	19	K36+380
9	14	0.392	19.60	20	K36+400
10	03	0.408	20.40	20	K36+420
11	16	0.527	26.35	26	K36+520
12	05	0.797	39.82	40	K36+80
13	15	0.801	40.05	40	K36+820
14	12	0.836	41.8	42	K36+840
15	04	0.854	42.7	43	K36+860
16	11	0.884	44.2	44	K36+880
17	19	0.886	44.3	44	K36+900
18	07	0.929	46.45	46	K36+920
19	09	0.932	46.6	47	K36+940
20	01	0.970	48.5	49	K36+980

例如：按照有关规范规定，检查验收时拟在K36+000--K37+000的检测路段中选择6个测点进行钻孔取样检验压实度、沥青用量和成为矿料级配等。钻孔位置决定方法如下：

(1)选定的随机数栏为栏号3。

(2)栏号中从上至下的数为：01、06、03、02、04及05。

(3)表A.0.3-1的B列中与这6个数相应的6个小数为0.175、0.310、0.494、0.699、0.838、0.977。

(4)取样路段长度1000米，计算得出6个乘积(取样位置与该距离)分别为175米、310米、494米、699米、838米、977米。

(5)表A.0.3-1C列中与B列数值相应的数为0.641、0.063、0.929、0.073、0.166及0.494。

(6)路面宽度为10米，计算得6个乘积分别是6.41、0.63、9.29、0.73、1.66及4.94m。因此，6个取样的横向位置分别是右1.41m、左4.37m、右4.29m、左4.27m、左3.34m及左0.06m。

上述计算结果可采用附表A.0.4的方式表示。

钻孔位置随机取样选点计算表 表A.0.4

栏号3		取样路段长1000m			路面宽度10m		测点数6个
测点位置	A列	B列	距起点距离(m)	桩号	C列	距路边缘距离(m)	距中线位置(m)
NO.1	01	0.175	175	K36+175	0.641	6.41	右1.41
NO.2	06	0.310	310	K36+310	0.063	0.63	左4.37
NO.3	03	0.494	494	K36+494	0.929	9.29	右4.29
NO.4	02	0.699	699	K36+699	0.073	0.73	左4.27
NO.5	04	0.838	838	K36+838	0.166	1.66	左3.34
NO.6	05	0.977	977	K36+977	0.494	4.94	左0.06

[最前章](#)
[上一章](#)
[下一章](#)
[最末章](#)

关闭此窗口

第十九章

附录B 检测路段数据整理方法(T0992-95)

B.0.1 目的与适用范围

B.0.1.1 根据相关规范的规定计算一个评定路段内测定值的平均值、标准差、变异系数，计算测定值与设计值之差，按照数理统计原理计算一个评定路段内测定值的代表值。

B.0.1.2 计算代表值所使用的保证率，根据相关规范的规定采用。

B.0.2 计算

B.0.2.1 按式(B.0.2-1)计算实测值 X_i 与设计值 X_0 之差。

$$X_i = X_i - X_0 \quad (\text{B.0.2-1})$$

式中： X_i ：各个测点的测定值；

X_0 ：设计值；

X_i ：实测值 X_i 与设计值 X_0 之差。

B.0.2.2 测定值的平均值、标准差、变异系数、绝对误差、精度性质等按式(B.0.2-2)、(B.0.2-3)、(B.0.2-4)、(B.0.2-5)、(B.0.2-6)计算：

$$\bar{X} = \sum X_i / N \quad (\text{B.0.2-2})$$

$$S = \sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 / (N - 1)} \quad (\text{B.0.2-3})$$

$$C_v = (S / \bar{X}) * 100 \quad (\text{B.0.2-4})$$

$$m = \sum |X_i - \bar{X}| / N \quad (\text{B.0.2-5})$$

$$p = (m / \bar{X}) * 100 \quad (\text{B.0.2-6})$$

式中： X_i --各个测点的测定值；

N --一个评定路段内的测点数；

\bar{X} --一个评定路段内测定的平均值；

C_v --一个评定路段内测定值的变异系数(%)；

m --一个评定路段内测定值的绝对误差；

p --一个评定路段内测定值的试验精度(%)。

B.0.2.3 计算一个评定路段内测定值的代表值时，对单侧检验的指标，按式(B.0.2-7)计算；对双侧检验的指标，按式(B.0.2-8)计算：

$$X_{代表} = \bar{X} \pm S * t_a \quad (\text{B.0.2-7})$$

$$X_{代表} = \bar{X} \pm S * t_a \quad (\text{B.0.2-8})$$

式中： $X_{代表}$ --一个评定路段内测定值的代表值；

t_a 或 $t_{a/2}$ --t分布表中随自由度(N-1)和置信水平a(保证率)而变化的系数，见附表B.0.2。

B.0.3 报告

B.0.3.1 根据工程需要及现行规范规定，列出一个评定路段内测定值的记录表，记录平均值、标准差、变异系数及代表值，注明不符合规范要求的测点。

B.0.3.2 当无特殊规定时，可疑数据的舍弃宜按照k倍标准差作为舍弃标准，即在资料分析中舍弃那些在 $X \pm kS$ 、范围以外的测定值，然后再重新计算整理。当试验数据N为3、4、5、6个时，k值分别为1.15、1.46、1.67、1.82,N等于或大于7时，k值宜采用3。

P138欠表

[← 最前章](#) [← 上一章](#) [→ 下一章](#) [→ 最末章](#)

关闭此窗口

第二十章

附录C 本规范用词说明

C.0.1 对执行条文严格程度有用词采用以下写法：

C.0.1.1 表示很严格，非这样不可的用词：

下面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”；

C.0.1.2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词。

下面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

C.0.1.3 表示允许稍有选择，在条件许可时首选这样做的用词：

下面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

C.0.2 条文中应按指定的其他有关标准、规范的规定执行，其写法为“应按……执行”或是“应符合……要求(或规定)”。

如非必须按指定的其他有关标准、规范的规定执行，其写法为“可参照……”。

附加说明

主编单位：交通部公路科学研究所

主要起草人：沈金安、李福普、吕桂芝、郑汉惠

 最前章 上一章 下一章 最末章

关闭此窗口

第二十一章

附件 公路路基路面现场测试规程

JTJ059-95

条文说明

编制说明

本规程是根据1991年交通部工技字69号文的要求，由交通部公路科学研究所负责编写的。

本规程在编制过程中，地我国公路建设的经验，对公路路基路面施工、工程监理、质量检验、竣工验收以及维修养护过程中进行现场测试的方法做了广泛的调查工作，收集并参考了国外相关规范和试验方法，经广泛征求全国有关单位的意见，反复讨论审定，最后由交通部公路管理司组织专家审查定稿。

本规程规定的试验方法包括三种类型：第一类是路基路面施工质量控制及验收、建立路面管理系统进行质量检测所必须进行的依据；第二类是现场工程质量快速评定的项目，它试验简便，但精度较低，故不宜用作质量评定的最终依据，不能用于仲裁，试验时应采用较多的测点数，第三类是对仪器设备要求较高，目前不普及的先进的试验方法，主要是一些现代化的测试车，它们的测试结果或者等效于标准方法，或是有良好的相关性，这些方法是推广和发展的方向。

本规程在执行过程中，如发现有需要修改和补充之处，请将意见直接寄往交通部公路科学研究所(北京市北三环中路48号，邮政编码100088)，以供今后修订时参考。

第二十二章

1 总则

1.0.1 本规程的适用范围主要是公路工程路基路面的测试，以及在施工过程中进行质量管理与检查，施工结束后的竣工验收以及道路使用期的路况评定。本规程可供施工单位、工程监理、质量监督单位以及使用部门使用。公路工程的现场测试即测试，与路基路面有关的项目还有很多，例如路基质量评定、填石路堤，软土路基等现场测试项目，有些不够成熟，或正在研究中，这些均包括在本规程内容中，将来随着测试的提高，再不断增补。还有一些测试项目，尽管也需要在现场进行，但不属于测试性质，已在其他规程，如土工、基层材料、沥青材料、集料等规程中列出，因此未包括在本规程中。与路基路面使用性能有关的许多非工程性的测试项目如噪音、振动等公害调查，标志线及区划线的视认性测试，灯光照明等项目，也未包括在本规程内容中。

1.0.2 对一个测试项目，往往可以采用多种测试方法。例如密度、压实度可以用环刀法，挖坑灌砂法，水袋法、核子密度仪法、钻孔法等等。许多指标都有类似情况，除已在相关规程中列出者外，本规程尽量将各种方法都收入，既照顾各地的使用习惯，又满足各种不同情况选用不同的方法。但验收检查、质量评定过程中，往往需要一种标准方法，其他方法可以替代或作用换算。至于以何者为标准方法，以有关的设计、施工及验收等规范的规定为准。

1.0.3 现场测试是施工过程中质量管理与检查、施工结束后的竣工验收及建立道路管理系统用的，各相关规范对检测路段选择、检测频率都有具体规定，本规程只其作原则上的说明，具体可遵照相关规范执行。

第二十三章

3 路面取样方法(T0901-95)

3.0.1 从路面上钻孔取样是近年来广泛采用的标准试验方法，钻孔试样可用来测定厚度、密度、材料级配及其他许多试验，为此制定本试验法。本方法按照近年实践经验编写。

钻头有两种：一类适用于对水泥混凝土路面与无机结合料稳定基层使用，另一类适用于沥青面层，也可能用，均有淋水冷却装置。芯样的直径取决于钻头，通常有 50毫米、100毫米、150毫米，按照试件直径大于最大集料粒径3倍的要求，对沥青混合料及水泥混凝土路面通常采用 100毫米的钻头，水泥、石灰等无机结合料稳定基层，细粒土可使用 100mm,粗粒土可使用 150毫米。

3.0.2 关于钻孔时不能用水而采用干冰冷却的方法摘自美国的试验方法。

9.3.1 路面承载力是路面的主要指标之一，近年来，采用落锤式弯沉仪(FWD)测定路面的动态弯沉，并反算路面的回弹模量，已成为世界各国道路界的热门课题。美国战略公路研究计划(SHRP)也反FWD作为2000条试验路的强度评定手段，并以FWD测定反算的回弹模量作为基准，研究开发材料回弹模量的室内试验方法。我国已引进了多台FWD，并开发了国产的FWD设备，不少单位已利用FWD作了大量的测定，与贝克曼梁的弯沉仪测定进行了对比，发现有较好的相关关系，本方法是按照实际使用经验编写。

路面弯沉的测定方法很多。T0951贝克曼梁方法及T0952自动弯沉仪方法均属于静态弯沉，因为汽车进行速度很慢，为了模拟汽车快速行驶的实际情况，不少国家开发了动态弯沉的测试设备，例如振动弯沉(Dynaflect)、道路测定仪(Road rater)。而FWD则是利用得锤自由落下的瞬间产生的冲击荷载测定弯沉，荷载最大值可由下式计算：

P161欠公式。

式中：M为重锤质量，R为缓冲弹簧常数，h为落高，g为重力加速度。

数据测算，落锤作用于路面的时间仅 5--30毫秒，所以本设备对位移传感器的测定精度要求很高。

9.3.2 关于落锤式弯沉仪的落锤质量，与设计荷重有关，应根据使用目的选择。现在有5t、10t、15t等不同的荷载，一般用于公路的为5t，承载板直径 300毫米，用于飞机场的需要10t或15t，承载板直径 450毫米。由于检测层强度不同，实际的荷载将有不同，大体在±0.1--0.2t范围内变化。

承载板有两种，一种是整块圆橡胶板，一种是对称分开成十字的钢板与橡胶板组成的复合板，由于后者与地面更能紧密的接触，测定数据更好，故规程规定后者。

9.3.3 FWD测定时，第一锤测定的结果往往不稳定，故必须打第二锤及第三锤，舍去第一锤的结果。

9.3.4 落锤式弯沉仪与贝克曼梁测定的弯沉值之间有没有相关关系，能不能换算，是不少学者研究的重点，我国的试验研究表明，在同一条路上，或者同一地区，路面结构、材料、土基等条件相同，二者有良好的相关关系。如果条件相差较大时，相差关系求取相差关系时应该分别不同地区及不同结构、材料及土基条件来求取，不宜套用外地的或不同条件下的相关关系式。

9.3.5 利用计算机按弹性层状体系的计算模式和程序，由各传感器的表面弯沉测定值反算路面各层材料的弹性模量，现在有很多方法，利用BISAR、DAMA、CHEVRON、ELSYM 5、CHEV 5L等等都可以反算。例如美国用于沥青路面的BOUSDEF程序、用于水泥混凝土路面ILLI - BACK、挪威的VORMSUND都是早期的比较有名的程序，美国战略公路研究计划(SHRP)又开发了新的程序，我国各单位也作了开发，反算结果基本上一致的，所以都可以使用。反算用的材料泊松比可按本规程T0944的规定采用，应该说反算模量是FWD测定的主要目的，但另外还有许多用途，如预测路面的残余寿命(疲劳使用寿命)等。在水泥混凝土测定时，还可以用来作种种检查：

- (1)利用跨缝测定弯沉盆的开关的连续性，检查接缝的荷载传递效果。
- (2)检查混凝土板与基层接触是否紧密(板下空洞情况)。
- (3)检查接缝下有无空洞及填补空洞的效果等。



关闭此窗口

1. 沥青路面	A. 裂缝	1. 疲劳裂缝(龟裂)(在轮迹带上, 缝距小于0.3m)	m ²	轻微: 裂缝区并未不连片成网, 无碎裂或封缝, 无明显唧泥 中等: 裂缝已连片成网, 有个别碎裂或封缝, 无明显唧泥 严重: 裂缝成片, 严重碎裂成已封缝, 车辆通过时碎块有活彩缤纷动, 有明显唧泥发生
		2. 块裂(缝距0.3--3m, 块的面积0.1--10m ²)	m ²	轻微: 平均缝宽≤6mm, 或已封缝, 附近无损坏 中等: 平均缝宽6--19mm, 附近有轻微块裂 严重: 平均缝宽>19mm, 附近有中等块裂
		3. 边缘裂缝(啃边)(包括路户在内靠路面边缘0.6m范围的纵向开裂)	m ²	轻微: 裂缝未断开, 材料未散失 中等: 裂缝少许断开, 材料散失不超过10%的长度 严重: 裂缝已断开, 材料散失已超过10%的长度
		4. 纵向裂缝 a) 轮迹带 b) 非轮迹带	m m	轻微: 平均缝宽≤6mm, 或已封缝, 附近无损坏 中等: 平均缝宽6--19mm, 附近有轻微块裂 严重: 平均缝宽>19mm, 附近有中等块裂
		5. 水泥混凝土路面伸缩缝接缝的反射缝 1) 横向的反射缝 2) 纵向的反射	条数, m 条数, m	轻微: 平均缝宽≤6mm, 或已封缝, 附近无损坏 中等: 平均缝宽6--19mm, 附近有轻微块裂 严重: 平均缝宽>19mm, 附近有中等块裂
		6. 横向裂缝(除水泥混凝土路面伸缩缝反射缝以外的与路面大体垂直的横向裂缝)	条数, m	轻微: 平均缝宽≤6mm, 或已封缝, 附近无损坏 中等: 平均缝宽6--19mm, 附近有轻微块裂 严重: 平均缝宽>19mm, 附近有中等块裂
	B. 补坑与坑槽	7. 补坑或补坑损坏(补坑面积>0.1m ²)	个数, m ²	轻微: 在轻微破损区域的修补 中等: 在中等破损区域的修补 严重: 在严重破损区域的修补
		8. 坑槽(坑的最小尺寸>15cm)。	个数, m ²	轻微: 深度≤25mm 中等: 深度25--50mm 严重: 深度>50mm
	C. 表面变形	9. 车辙(轮迹带纵向车辙)	mm	不分
		10. 推挤(纵向局部变形)	处, m ²	不分
	D. 表面缺陷	11. 泛油	m ²	轻微: 过量沥青已使路表面变色 中等: 过量沥青已使路表面失去表面纹理构造 严重: 过量沥青使路表发光一片, 集料已被覆盖, 热季可出现轮迹
		12. 集料磨光	m ²	不分
		13. 松散(剥离)	m ²	轻微: 少量集料结合料脱离, 少量细集料散失 中等: 集料结合料掉粒成粗糙表面, 细集料散失, 少量粗集料变散失。 严重: 集料结合料飞散, 粗集料明显散失。

