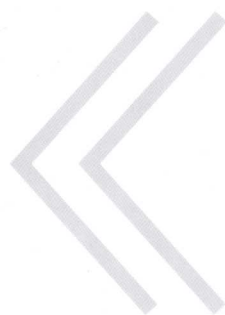


■ 周浪 主编

Xi Jie Da Quan

公路工程施工现场管理人员业务细节大全丛书

试验员



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书作为《公路工程施工现场管理人员细节大全丛书》之一，主要注重对试验员技术水平和专业知识的培养，全书共分为公路工程施工试验的基础知识、公路工程路基路面现场测试、公路土工试验、公路工程水泥及水泥混凝土试验、公路工程骨料试验、公路工程沥青试验和公路工程沥青混合料试验等七章。

本书将公路工程试验员工作涉及的工作职责、专业技术知识、业务管理细则及有关的专业法规、标准规范等知识融为一体，并力求做到文字通俗易懂、叙述内容一目了然。

本书可作为公路工程施工试验人员、技术人员及相关专业院校师生的参考用书。

公路工程施工现场 管理人员业务细节大全丛书

- 施工员（道路分册）
- 施工员（桥涵分册）
- 施工员（隧道分册）
- 质检员
- 试验员
- 测量员
- 安全员
- 造价员
- 资料员
- 材料员
- 监理员
- 现场电工

ISBN 978-7-5083-7405-5



9 787508 374055 >

定价：48.00元

► 上架指导：建筑/建筑施工与组织管理

第一章 公路工程施工试验基础知识

细节 1 公路工程试验检测的意义

随着我国交通事业的迅速发展,公路等级的提高,新材料、新工艺、新技术在公路工程中的推广应用,工程试验检测工作已成为公路工程施工技术管理的一项重要组成部分,同时也是公路工程施工质量控制及竣工验收评定工作不可或缺的一环。

在公路工程施工中,通过试验检测能科学地评定各种材料和构件的质量,合理地控制工程质量,并可为科学养护决策提供客观依据。因此,公路工程试验检测对提高工程质量、降低施工成本、加快工程进度、提高养护水平、推动工程施工技术发展起到重要作用。

在现代公路工程中,试验检测技术已逐渐形成一门新兴的学科,融合了试验检测的基本理论和测试操作技能以及公路工程相关学科基础知识,是工程设计参数、材料质量验收、施工质量控制养护管理决策的主要依据。因此,要提高公路工程施工质量、缩短施工工期、降低工程成本,配备试验检测设备与相关专业的试验检测技术人员显得尤为重要。

作为公路工程试验检测人员,在施工期间,应认真学习现行施工技术规范 and 试验规程,作好工程材料质量、施工控制参数、现场施工过程质量和分部分项工程验收的把关工作。

细节 2 试验员基本工作职责

(1)认真贯彻执行国家规范,掌握常用材料的性能和基本成分。

(2)努力学习科学技术,不断提高个人的业务能力,熟练地掌握各项试验业务和标准要求。

(3)接到送料试样后,要分清产地、品种、标号(强度等级)、数量,记录清楚。完成试验后,填写试验报告单必须做到数据可靠,结论明确,不得涂改。要按工号建立各类台账。

(4)熟悉试验仪器性能、用途、注意事项、操作规程。注意使用前必须先检查仪器、设备的准确度,校正后再进行试验。

(5)负责室内卫生,工作结束后对机器、工具、工作台以及地面要及时检查、清理、保持工作间的良好环境。

(6)在项目总工的领导下,负责协助取样员进行现场原料、半成品的取样、送检工作,及时索取试验报告并将试验结果通报有关人员。

(7)做好砂石含水率、混凝土坍落度、砂浆稠度等试验的现场测定,为施工过程的质量控制提供及时、准确的数据。

(8)协助取样员做好试块的取样、养护、送检等工作。索取试验报告,并及时向有关人员通报试验结果。

(9)熟悉常用建筑材料的性能指标及试验方法,掌握实验仪器、机具的性能,做好维护保养工作。

(10)在施工过程中应根据砂、石含水率的变化及时调整配合比。

(11)配合有关管理人员对原材料的采购、保管、标识、检验及使用进行检查和监督。

(12)认真整理有关的试验资料,做到及时、准确、不遗漏。

(13)根据项目新材料、新工艺、新技术推广计划的要求做好有关的试验工作,以推动科技进步。

(14)做好试验用计量器具的维护、保养工作,并正确使用,避免失准。

(15)现场使用的原料均应按规定取样试验合格后方可使用。

(16)对人工上料的混凝土后台计量进行抽样,并作好记录,发现问题应立即进行纠正,把计量偏差控制在允许的范围之内。

细节 3 公路工程材料与质量有关的性质

一、密度

密度是指材料在绝对密实的状态下,单位体积的质量。密度可由式(1-1)计算得出。

$$\rho = m/V \quad (1-1)$$

式中 ρ ——密度(g/cm³或kg/m³);

m ——干燥材料的质量(g或kg);

V ——材料在绝对密实状态下的体积(cm³或m³)。

绝对密实状态是指只有构式材料的固体物质本身的体积,即固体物质内不含孔隙的体积。

二、表观密度

表观密度是指有孔隙的材料或松散材料在密实(包括颗粒内部封闭孔隙,不包括颗粒之间的空隙)状态下,单位体积的质量。计算公式见式(1-2)。

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-2)$$

式中 ρ_0 ——表观密度(g/cm³或kg/m³);

m ——干燥材料的质量(g 或 kg);

V_0 ——材料在自然状态下的体积(cm^3 或 m^3)。

材料在自然状态下的体积是指除了固体物质本身的体积外,还包括材料体积内的孔隙体积。材料的表观体积可用排水法测得。

三、堆积密度

堆积密度是指松散材料在堆积状态下,单位体积的质量。计算公式见式(1-3)。

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1-3)$$

式中 ρ'_0 ——堆积密度(kg/m^3);

m ——干燥材料的质量(kg);

V'_0 ——材料的堆积体积(m^3)。

密度和自然密度是材料的主要性质,主要用来计算材料的密实度和孔隙率。

四、密实度

密实度是指材料体积内固体物质所充实的程度。密实度可按材料的自然密度与密度之比来计算。计算公式见式(1-4)。

$$D = \frac{V}{V_0} \quad (1-4)$$

式中 D ——材料的密实度(%)。

五、孔隙率

孔隙率是指材料中孔隙体积与材料在自然状态下的体积之比的百分数。孔隙率计算见式(1-5)和式(1-6)。

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% \quad (1-5)$$

$$\text{或} \quad P = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (1-6)$$

式中 P ——材料的孔隙率。

材料的孔隙率能够表明材质的疏松或紧密的程度。材料内的孔隙从结构上分,有开口孔隙和闭合孔隙两种;按尺寸分,有微孔孔隙、细小孔隙和粗大孔隙。材料的许多性质都与孔隙率有关,同样的孔隙率,其孔隙特征不同,材料的某些性能也不同。

六、空隙率

空隙率通常指松散材料颗粒之间的空隙体积占材料体积的比例。计算时式中应代入堆积密度。计算公式见式(1-7)。

$$P_0 = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} \times 100\% \quad (1-7)$$

$$\text{或} \quad P_0 = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (1-8)$$

式中 P_0 ——散粒材料的空隙率。

空隙率的大小反映了散粒材料的颗粒互相填充的密实程度。

细节 4 公路工程材料与水有关的性质

一、亲水性与憎水性

材料与水接触时,根据材料表面被水浸润的情况,可以把材料分为亲水性和憎水性(疏水性)两种。

材料与其他介质接触的界面上,具有表面能,表现为表面张力。每种材料都力图使这种表面能减至最小。在材料、水和空气相接触时,如果材料分子与水分子间的相互作用力大于水分子间的作用力时,此时材料表面就会被水润湿,在材料、水和空气三相的交点处,沿水滴表面所引切线与材料表面形成的夹角(称为润湿角) $\theta \leq 90^\circ$,如图 1-1(a)所示,这种材料称为亲水性材料;反之,如果材料分子与水分子间的相互作用力小于水分子间的作用力,则表示材料不能被水润湿,此时润湿角 $\theta > 90^\circ$,如图 1-1(b)所示,这种材料称为憎水性材料。当 $\theta = 180^\circ$ 时,材料则完全不被润湿;当 $\theta = 0^\circ$ 时,材料完全被润湿。



图 1-1 材料润湿示意图

(a)亲水性材料;(b)憎水性材料

大多数公路工程材料,如石材、混凝土等都属于亲水性材料,表面均能被水润湿,并通过毛细管作用,将水分吸入材料内部。沥青、石蜡等属于憎水性材料,表面不能被水润湿,即使有毛细管存在,也将阻止水分进入毛细管中,减轻材料的吸水作用。因此憎水性材料经常作为防水材料或作亲水材料表面的憎水处理。

二、抗渗性

抗渗性是指材料抵抗压力水及油等液体压力渗透的性质(或不透水性)。材料的抗渗性用渗透系数表示。

根据达西定律,在一定时间 t 内,渗透材料试件的水量 Q 与试件的透水面积 A 及静水压力水头 H 成正比,与试件的高 d 成反比,那么该材料的渗透参数可用式(1-9)表示。

$$K = \frac{Qd}{AtH} \quad (1-9)$$

式中 K ——渗透系数(cm/h);

Q ——透水量(cm^3);

d ——试件高度(cm);

A ——透水面积(cm^2);

t ——时间(h);

H ——静水压力水头(cm)。

渗透系数越小的材料,说明在单位时间内,在静水压力水头作用下通过单位面积及高度的渗透水量越小,其抗渗性越好。抗渗性也可用抗渗等级来表示。

三、抗冻性

抗冻性是指材料在吸水饱和状态下,经多次冻融循环(冻结和融化)而不被破坏,同时也不严重降低强度的性质。

材料的冻结是由表及里,可使材料内外产生温差,这种冻融温差所引起的温度应力,加速材料孔壁的破坏。材料冻融循环的破坏作用,还与材料相互贯通的孔隙大小和充水程度有关,材料孔隙大,充水量多,再加之冻融次数多,则对材料的破坏越严重。

材料抗冻性能的大小,与材料的组织结构、内部孔隙、强度、吸水性能、耐水性能、抗渗性能等有关。

细节 5 公路工程材料的力学性质

一、强度

材料强度是指材料在外力(荷载、温度等)作用下抵抗破坏的能力,或者是表示材料在单位面积上能够承受的力称为强度。它主要包括所受的外力,如压力、拉力、弯曲力、剪刀、扭力等。材料抵抗这些外力破坏的能力,分别称为抗压、抗拉、抗弯、抗剪等强度,如图 1-2 所示。

材料的抗压、抗拉、抗剪强度按下式计算:

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1-10)$$

式中 f_c ——材料的抗压、抗拉、抗剪强度(MPa);

P ——材料受压、拉、剪破坏时的荷载(N);

A ——材料的受力面积(mm^2)。

材料的抗弯强度(也称抗折强度)与材料的受力状态有关。试验时将试件放在两支点上,中间施加集中荷载,对矩形截面试件,抗弯强度按下式计算:

$$f_m = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (1-11)$$

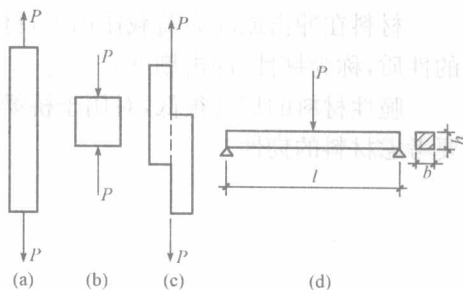


图 1-2 材料承受各种外力示意图

(a)受拉;(b)受压;(c)受剪;(d)受弯

式中 f_m ——抗弯强度(MPa);
 P ——受弯时破坏荷载(N);
 L ——两支点间的距离(mm);
 b, h ——材料的截面宽和高度(mm)。

材料的强度和它的成分、构造有关。不同种类的材料,具有不同的抵抗外力的能力,即便是同一种材料,也由于其孔隙率和构造特征不同,强度也会有差异。

二、弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形,当取消外力后,能够完全恢复原来形状的性质称为弹性。这种能够恢复的变形,称为弹性变形(又称瞬时变形)。

材料在外力作用下产生变形,当取消外力后,仍保持变形后的形状和尺寸,并且不产生裂缝的性质称为塑性。这种不能恢复的变形,称为塑性变形(永久变形)。

材料的弹性与塑性除与材料本身的成分有关外,还与外界的条件有关。例如某些材料在一定温度和一定外力条件下,属于弹性,当改变其条件时,也可能变为塑性性质。

三、脆性和韧性

材料在受到冲击或振动荷载作用后,突然破坏却无明显的塑性变形,材料的这种性能称为脆性,由于脆性材料的抗拉强度比抗压强度要低很多,所以脆性材料主要应用于承重结构工程中。

材料在冲击或动力荷载作用下,材料吸收较大能量,产生很大变形而不至破坏的性质,称为韧性(冲击韧度)。

脆性材料的韧性很低,对用于桥梁、地面、轨道等有动力荷载作用的工程,一定要考虑材料的韧性。

第二章 公路工程路基路面现场测试

细节 6 路面取样方法(T0901—1995)

一、目的和适用范围

(1) 本方法适用于用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。

(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,以测定其密度或其他物理力学性质。

(3) 本方法钻孔采取芯样的直径宜不小于最大骨料粒径的 3 倍。

二、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 $\phi 100$ 的金刚石钻头,对无机结合料稳定基层取样也可采用 $\phi 150$ 钻头,钻芯时,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,切割时,有淋水冷却装置。

(3) 台秤。

(4) 盛样器(袋)或铁盘等。

(5) 干冰(固体 CO_2)。

(6) 试样标签。

(7) 其他:镐、铁锹、量尺(绳)、毛刷、硬纸、棉纱等。

三、方法与步骤

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。

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画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可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,可先用干冰约 3kg 放在取样位置上冷却路面约 1h,钻孔时通以低温 CO_2 等冷却气体以代替冷却水。

(4)用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 2-1 所示。

(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 2-1 试样标签示例

细节 7 路基路面几何尺寸测试方法(T0911—1995)

一、目的和适用范围

本方法适用于路基路面各部分的宽度、高程、横坡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。

二、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)其他:粉笔等。

三、方法与步骤

1. 准备工作

- (1)在路基或路面上准确设置桩号。
- (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,在测定断面做上标记。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做上记号。

(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做上记号。

(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线位置。

(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;当有路缘石或中央分隔带时,以两侧路缘石边缘为横坡测定的基准点,用粉笔做上记号。

2. 宽度测定

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“米(m)”表示,对高速公路及一级公路,精确至 0.005m;对其他等级公路,精确至 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。

3. 纵断面高程测定

(1)将精密水平仪架设在路面平顺处调平,将塔尺竖立在中线的测定位置上,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“米(m)”表示,精确至 0.001m。

(2)连续测定全部测点,并于水准点闭合。

4. 路面横坡测定

(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(或外侧路缘石边缘)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“米(m)”表示,精确至 0.001m。

(2)对无中央分隔带的路面:将精密水平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“米(m)”表示,精确至 0.001m。

(3)用金属尺测量两测点的水平距离,以“米(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,精确至 0.01m。

5. 中心偏位测定

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 Δ_{cl} ,以“厘米(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,精确至 1.0cm。

四、结果计算

(1)按式(2-1)计算各个断面的实测宽度 B_{li} 与设计宽度 B_{oi} 之差。

式中 $\Delta B_i = B_{1i} - B_{0i}$ (2-1)

式中 B_{1i} ——各断面的实测宽度(m);

B_{0i} ——各断面的设计宽度(m);

ΔB_i ——各断面的宽度和设计宽度的差值(m)。

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

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

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);

Δh_i ——各个断面的纵断面高程和设计高程的差值(m)。

(3)各测定断面的路面横坡按式(2-3)计算,准确至一位小数。按式(2-4)计算实测横坡 i_{1i} 与设计横坡 i_{0i} 之差:

$$i_{1i} = \frac{d_{1i} - d_{2i}}{B_{1i}} \times 100\% \quad (2-3)$$

$$\Delta i_i = i_{1i} - i_{0i} \quad (2-4)$$

式中 i_{1i} ——各测定断面的横坡;

d_{1i} 及 d_{2i} ——上述三、4 中所述各断面测点 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_{1i} ——各断面的设计横坡(%);

Δi_i ——各断面的横坡和设计横坡的差值(%)。

(4)根据细节检测路段数据整理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。

五、试验报告

(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。

(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。

(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。

细节 8 路面厚度测试方法(T0912—1995)

一、目的和适用范围

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。

二、仪具与材料

(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。钻头的标准直径为 $\phi 100$, 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 $\phi 50$ 的钻头, 对基层材料有可能损坏试件时, 也可用直径 $\phi 150$ 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) 其他: 搪瓷盘、棉纱等。

三、方法与步骤

(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。

(2) 用挖坑法测定厚度应按下列步骤执行。

1) 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 $40\text{cm} \times 40\text{cm}$ 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) 将金属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“厘米(cm)”计, 精确至 0.1cm 。

(3) 用钻孔取样法测定厚度应按下列步骤执行。

1) 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) 用路面取芯钻机钻孔, 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) 用金属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, 精确至 0.1cm 。

(4) 在施工过程中, 当沥青混合料尚未冷却时, 可根据需要, 随机选择测点, 用大螺钉旋矩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, 架上金属尺, 用另一金属尺量取层厚, 或用螺钉旋矩插入坑内量取深度后用尺读数, 即为层厚, 以“厘米(cm)”计, 精确至 0.1cm 。

(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,适当加水拌合后分层填补,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。

四、结果计算

(1)按式(2-5)计算实测厚度 T_{li} 与设计厚度 T_{oi} 之差。

$$\Delta T_i = T_{li} - T_{oi} \quad (2-5)$$

式中 T_{li} ——路面的实测厚度(cm);

T_{oi} ——路面的设计厚度(cm);

ΔT_i ——路面实测厚度与设计厚度的差值(cm)。

(2)按细节方法,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。

(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。

五、试验报告

路面厚度检测报告应列表填写,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。

细节 9 压实度试验(挖坑灌砂法)(T0921—1995)

一、目的和适用范围

(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。

(2)用挖坑灌砂法测定密度和压实度时,应符合下列规定:

1)当骨料的最大粒径小于 15mm、测定层的厚度不超过 150mm 时,宜采用 $\phi 100$ 的小型灌砂筒测试。

2)当骨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 $\phi 150$ 的大型灌砂筒测试。

二、仪器与材料

(1)灌砂筒:有大小两种,根据需要采用。型式和主要尺寸如图 2-2 所示及表 2-1。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,漏斗上端开口,直径与灌砂筒的圆孔相同。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。在灌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。

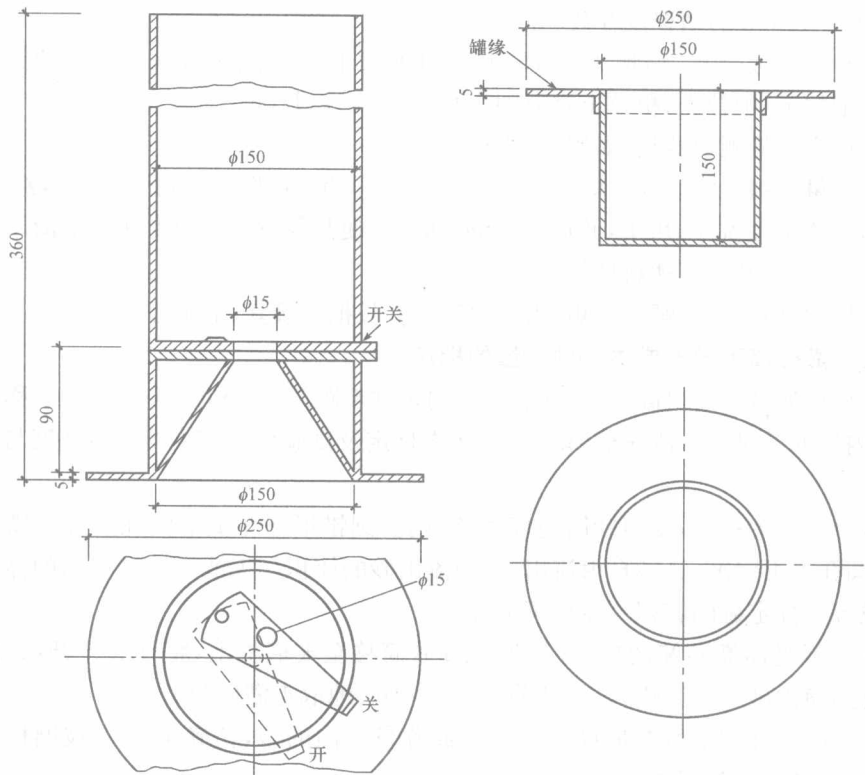


图 2-2 灌砂筒和标定罐

表 2-1 灌砂仪的主要尺寸

结 构		小型灌砂筒	大型灌砂筒
灌砂筒	直径/mm	100	150
	容积/cm ³	2120	4600
流沙孔	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:如骨料的最大粒径超过 40mm,则应相应地增大灌砂筒和标定罐的尺寸;如骨料的最大粒径超过 60mm,灌砂筒和现场试洞的直径应为 200mm。

- (2)金属标定罐:用薄铁板制作的金属罐,上端周围有一罐缘。
- (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×40mm 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 0.30~0.60mm 或 0.25~0.50mm 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)其他:凿子、螺钉旋矩、铁锤、长把勺、长把小簸箕、毛刷等。

三、灌砂筒下部圆锥体内砂质量的标定

(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 ,精确至 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、圆锥形漏斗上端圆孔及开关铁板中心的圆孔上下对准,让砂自由流出,并使流出砂的体积与工地所挖试坑内的体积相当(或等于标定罐的容积),然后关上开关。

(3)不晃动灌砂筒的砂,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,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,精确至 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。

四、量砂单位质量 γ_s (g/cm³) 的标定

(1)用水确定标定罐的容积 V ,精确至 1mL。

(2)在灌砂筒中装入质量为 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,称取筒内剩余砂的质量(m_3),精确至 1g。

(3)按下式计算填满标定罐所需砂的质量 m_a (g):

$$m_a = m_1 - m_2 - m_3 \quad (2-6)$$

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)按下式计算量砂的单位质量 γ_s :

$$\gamma_s = \frac{m_s}{V} \quad (2-7)$$

式中 γ_s ——量砂的单位质量(g/cm^3);

V ——标定罐的体积(cm^3)。

五、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,直到灌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),精确至 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定层厚度,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 精确至 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(w ,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),精确至 1g。

注:当为沥青表面处治或沥青贯入式结构类材料时,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(灌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),精确至 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),精确至 1g。