

公路路基路面检测中回弹弯沉检测及应用分析

陈国东

福建省交设工程试验检测有限公司 福建福州 350026

摘要: 现阶段,我国的基础设施建设已经较为完善,特别是公路网络已遍布各地,这在一定程度上推动了我国经济发展。公路工程是连接各个城市文化、经济等发展的重要通道,因此,有必要加强对公路工程建设的监管力度。在公路施工的实际过程中,为了保证公路路基路面的施工质量能够满足相关的标准要求,需要对其进行科学、严格的技术检测,当前的检测技术方法主要是回弹弯沉检测法,该检测技术可以将精准的反映公路工程的整体施工质量和水平,为我们提供准确的判断依据。

关键词: 公路路基路面;回弹弯沉检测方法;应用研究

Rebound deflection detection and application analysis in highway subgrade and pavement detection

Guodong Chen

Fujian Jiaoshe engineering test and Inspection Co., Ltd. Fuzhou 350026, Fujian

Abstract: at this stage, China's infrastructure construction has been relatively perfect, especially the highway network has spread all over the country, which has promoted China's economic development to a certain extent. Highway engineering is an important channel connecting the cultural and economic development of various cities. Therefore, it is necessary to strengthen the supervision of highway engineering construction. In the actual process of highway construction, in order to ensure that the construction quality of highway subgrade and pavement can meet the relevant standard requirements, it is necessary to carry out scientific and strict technical detection. The current detection technical method is mainly rebound deflection detection method, which can accurately reflect the overall construction quality and level of highway engineering and provide us with accurate judgment basis.

Keywords: Highway Subgrade and pavement; Rebound deflection detection method; application research

在现实的公路中,弯沉是反映公路路基路面质量和性能的重要指标,因此,回弹弯沉检测方法的研究至关重要。回弹弯沉在我国的公路工程建设中得到了很好的应用并积累了丰富的经验。该检测技术可以适用于路面结构设计、施工控制、工程验收的各个阶段,在公路建设中扮演着十分重要的角色。

1、回弹弯沉的概念^[1, 2]

回弹弯沉主要是指在一定的轴力作用下,公路路基的轮隙处发生全部垂直变形的数值和公路路面垂直回弹值。其中,垂直变形和回弹值一般都较小,通常保留0.01mm。检测数据代表了路基路面的强度和刚度,回弹弯沉数值越小,则代表了垂直变形越小,并且还具有较好的承载能力;而回弹弯沉数值大于一定数值后,则代

表可能发生了塑性变形且承载能力也较差,同时也代表了耐久性降低。因此,在实际的施工过程中,应提升对回弹弯沉检测方法的重视程度,加强对其的监管力度,综合保障回弹弯沉数值能够控制在要求的范围之内。同时,还要保障公路路基路面检测方法的科学合理性和操作的标准规范。

2、公路路基路面回弹弯沉检测的原理

在对公路路基路面进行回弹弯沉检测过程中,检测点可以选择在汽车车轮行驶的轨迹上,并做好明显标记。选用贝克曼梁+百分表的方法读取数据,值得注意的事,百分表的测头应安放在贝克曼梁的测定杆顶后面,在加载车行走之前应轻轻叩击贝克曼梁,确保百分表正常归位。同时,该设备既可以单向测定也可以进行双向测定。

影响回弹弯沉检测数据准确性的影响因素主要有试验测量车轮、胎压和载荷持续时间,在测量准备阶段和测量期间都需要对观测点的坐标和读数进行校准和调整。在实际的回弹弯沉检测过程中,肯定会存在一定程度的误差,在加上测量点的选择存在离散性,因此,需要对检测到的数据进行统计校正处理^[3]:

单一测量点的回弹弯沉测试结果:

$$L_r = (L_1 - L_2) \times 2$$

各个测量点的测试结果平均值:

$$\bar{L}_r = \frac{L_{r1} + L_{r2} + L_{r3} + \dots + L_{ri}}{n}$$

路段回弹弯沉代表值:

$$L_{rT} = \bar{L}_r + (Z_x * S)$$

对应的标准差值:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^n (L_{ri} - \bar{L}_r)^2}{n - 1}}$$

相应的弯沉计算:

$$L_0 = L_r \times K_1 \times K_3$$

其中, n (路基路面检测点数量)、 K_1 、 K_3 (湿度、温度的影响系数值) 和 Z_x (相关系数) 可以直接得到。当 L_r 数值小于规定数值时,则表示该路基路面的承载能力能够满足相关标准要求。

3、影响公路路基路面回弹弯沉检测的因素

公路路基路面的回弹弯沉检测数据不仅能够反映路面结构整体的强度和刚度,还反映了路面的质量和承载能力。其中,回弹弯沉数值和路面结构的垂直变形之间是成正比的,一旦疲劳强度较低时,必将会影响到公路路基路面的承载能力。

公路路基路面的回弹弯沉的影响因素主要有以下三点^[4, 5]: (1) 弯沉标准。随着科技水平的不断提升,为了满足运输方式的改变,许多车辆选择按照回弹弯沉的检测标准进行检测,包括轴重、气压和单轮传压等。同时,在能够达到相关标准和要求的条件下,车辆的性能也随之不断的改善,确保检测数据可以适应不断变化的交通环境;(2) 温度影响因子。温度影响因子是影响回弹弯沉检测数据的重要因素。在公路施工过程中,要根据当地的实际情况对温度系数进行及时、有效的调整,确保回弹弯沉检测结果的准确性;(3) 人力因素。在进行公路工程施工期间,检测人员的专业水平、检测方式和程序都会直接影响到回弹弯沉的检测结果,如果检测人员出现失误将会造成检测结果的不准确,带来严重的后果。

4、回弹弯沉检测的应用原则

4.1 遵循科学管理原则^[6]

回弹弯沉检测结果对于公路施工质量和性能至关重要,为了确保检测结果的准确性和有效性,相关部门需要制定统一的检测标准和操作规范,严格落实相关的法律法规,明确划分相关人员的职责划分,将各个环节落实到个人,从每个环节做好公路工程施工的质量管控。特别是在公路路基路面的检测过程中,不仅要使用科学、合理的回弹弯沉检测方法,还要严格管控检测结果是否满足相关标准要求。当然,在检测的各个环节要确保检测流程和操作的科学和规范性,提升检测结果的权威性,推动公路工程施工的有序进行,提升公路工程的施工效率和效果。

4.2 遵循质量第一原则^[7]

回弹弯沉数值为公路施工过程中的强度、刚度提供了一个重要的参考,在施工过程中可以据此调整施工参数,从而提升公路施工的整体质量。回弹弯沉检测的最终目的是保障公路施工质量,该检测方法能够直观的反映路面路基施工过程中存在的问题,对其检测结果进行分析能够及时的对后期施工进行调整,为公路路基路面的施工质量提供保障。

4.3 遵循公平、公开的原则

严格按照合同内容进行施工,保证施工过程中的各个环节都是公开、公正、公平和透明的,并积极的配合相关部门的监督和管理,保证施工过程中得到的数据都是准确且真实。

5、回弹弯沉检测在公路路基路面检测中的应用

5.1 质量验收过程中的应用

在公路路面路基工程的施工过程中,可以间隔一定的距离进行回弹弯沉检测对其结构的强度和刚度进行检测,一旦检测结果不能满足相关的质量标准则需要复检和返工,从而确保公路施工的整体质量。但是当整个工程都结束之后,还需要对整个公路工程随机取点进行回弹弯沉检测,这样才能为社会和人民打造一条安全之路。

5.2 在旧路补强过程中的应用

对于老旧的公路,其结构强度和硬度肯定会有所下降,甚至难以满足车辆的形式要求。这时需要相关部门对其进行补强处理,提升公路的质量和使用寿命。但是,在对其进行补强处理时,要结合回弹弯沉检测数据设计补强方案,当公路路基路面的回弹弯沉检测数据较大时,则需要进行大规模的修补;反之,只需要在一定范围进

行修补增强处理。

6、公路路基路面回弹弯沉检测仪器的应用

公路路基路面根据其所处位置和作用可以将其分为面层、基层、垫层和路基，而面层又可以分为上、下、磨损和联合层等。为了提升路面面层的抗滑性，以免路面出现大范围的磨损和破坏，延长其使用寿命，因此，可以在基层使用无机结合料提升其各项性能。同时，在公路投入使用之后，还要对其进行监测，一旦出现路面损坏情况可以进行第一时间进行维护，保障公路的使用质量。现阶段，对公路路基路面进行回弹弯沉检测的仪器主要有以下几种^[8, 9, 10]：

6.1 贝克曼梁弯沉仪

贝克曼梁弯沉仪主要用于检测路面的结构强度，是使用较多的回弹弯沉检测仪器。该仪器在使用过程中，往往使用固定采样法对路面的静态回弹弯沉进行检测。该检测方法应用时间较长、应用范围也较广，且操作简单不易受其他因素干扰。

贝克曼梁弯沉仪的工作原理：车辆在公路上的施工过程中，面层、基层和路基都会受到不同大小的载荷作用力，其中，路面发生局部的下沉现象，而轴重受力点的周围出现垂直变形，形成弯沉盆（图1）。当去掉载荷作用之后，弯沉盆随之消失，路面也会发生回弹恢复至不受力状态，而所谓的弯沉值则指路面在负荷前后出现的差值。一些研究者认为，路面载荷消失之后，路面结构还会由少量形变残余，也就是说路面发生的弯沉盆不会完全消失，而弯沉值会受到气温、行驶速度等外界因素的影响。

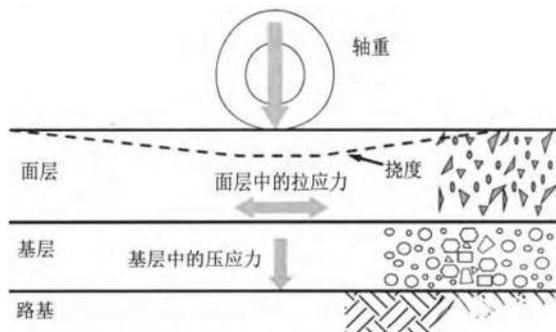


图1 路基路面负荷作用下受力示意图

贝克曼梁弯沉仪在制作过程中会应用到杠杆原理，在对路面进行回弹弯沉检测时，在载荷作用下路面会发生下沉现象，而百分表的侧杆在受到外界作用后将会向上进行运动，指针并随之发生旋转。使用百分表时可以将百分表安装在专用的表架或支架，并且要保证其牢固性。在进行测时时，将百分表轻缓的放在测量杆上，工

件需要摆放在测量头的下方，并慢慢下降至和测量头接触，速度不能过快也不能过慢，避免出现测量误差。在对百分表进行读数时要先读整数部分（小指针刻度），后读小数部分（大指针刻度），将其相加即可得到测量数据。

6.2 自动弯沉仪

自动弯沉仪的结构构成有数据采集处理系统、测量机构、测试车辆。数据的信息采集系统能够与温度、位移、距离等传感器进行连接，这些数据都可以直接获取，另外，还可以持续获取双侧/单侧监测点处的弯沉盆数据、静态弯沉峰值等信号。通过自动弯沉仪得到的测量数据和贝克曼梁弯沉仪之间满足一定的关系，进行处理之后能够对测量处的贝克曼梁弯沉仪进行分析处理。虽然，该仪器已经实现了自动化，但该仪器的检测过程易受行驶车辆、外界环境的影响，从而影响检测结果的准确性。

6.3 落锤弯沉测试仪

落锤弯沉测试仪的应用范围广泛，对公路路面的回弹弯沉进行检测时需要综合分析落锤的质量造成地面发生的瞬时变形值的影响。该仪器的检测原理：在液压系统对公路路基路面的载荷作用下，对其回弹弯沉情况进行动态分析。该仪器能够提供的冲击载荷和车辆的行驶速度为60~80km/h时对地面的载荷效果类似，能够尽可能的模拟公路使用时的情形。应用较多的落锤弯沉仪可以分为牵引式落锤弯沉仪和内置式落锤弯沉仪两种，相较而言，牵引式落锤弯沉仪应用更多，该落锤弯沉仪器主要由荷载发生装置、牵引车、弯沉检测装置等构成，可以通过计算机技术对该仪器进行控制，测量落锤在重力作用下从某一高度落下对路面造成的冲击，然后，对路面施加一个脉冲载荷，在双重作用下地面发生瞬时形变，同时，不同位置的传感其会形成相关的传感信息，最后，将这些收集到的传感信息全部转换成电信号并输送到计算机系统中，从而完成动态弯沉和弯沉盆情况分析。落锤弯沉测试仪不仅能够测量公路路基路面的结构弯沉情况，还能够反推出路面的结构层模量，因而该测试仪对路面回弹弯沉检测情况更加的科学、精准。

6.4 激光多普勒弯沉仪测试

激光多普勒弯沉仪测试可以实现对公路路面路基回弹弯沉的动态检测，该检测的作用原理是：在车辆进行高速行驶时，根据激光多普勒原理测量载荷作用下路基路面垂直下降的速度和深度等数值，在通过分析弯沉盆、弯沉值就可以得到公路路基路面发生回弹沉的状况。激

光多普勒弯沉仪不需要与公路路基路面进行接触就可以完成监测并进行分析,且及时车辆的行驶速度在80km/h高速下也能够精准的分析出公路路基路面的回弹弯沉情况。但是,由于该检测仪器的成本较高,所以还没有广泛使用。

7、结束语

居民生活水平的不断提升,国家车辆的数量也持续增多,这也对我国公路的质量和数量也提出了更高的要求,不仅要能够满足人们的出行需要,还要确保其行驶的安全性和舒适性。因此,针对公路路基路面的施工,要提升其检测环节的的标准,保证公路路基路面的强度和刚度能够满足相关标准,选择科学、合理的回弹弯沉检测技术能够提升检测结果的准确性、可靠性,提升公路工程的整体质量。

参考文献:

- [1]胡辰康.回弹弯沉检测在公路路基路面检测中的应用[J].工程建设与设计,2022(02):49-52.
[2]张华君.公路路基路面回弹弯沉检测技术应用[J].

黑龙江交通科技,2021,44(12):69+71.

[3]黄炎辉.路基路面检测中回弹弯沉检测方法的注意事项[J].绿色环保建材,2021(10):91-92.

[4]纪轶来.回弹弯沉检测在公路路基路面检测中的应用[J].交通世界,2021(22):58-59.

[5]钟永华.回弹弯沉检测技术在公路路基路面检测中的应用[J].交通世界,2021(20):87-88+91.

[6]朱博融.公路路基路面检测中回弹弯沉检测方法的运用[J].甘肃科技纵横,2021,50(06):40-43.

[7]侯德萌.公路路基路面检测中回弹弯沉检测方法的实践[J].交通世界,2021(10):48-49.

[8]李舒海.公路路基路面检测中的回弹弯沉检测技术[J].四川建材,2020,46(12):17-18.

[9]杨露.公路路基路面检测中回弹弯沉检测方法的应用研究[J].黑龙江交通科技,2020,43(11):26-27.3383.2020.11.013.

[10]王雪.公路路基路面检测中回弹弯沉检测方法的应用[J].技术与市场,2020,27(07):85-86.