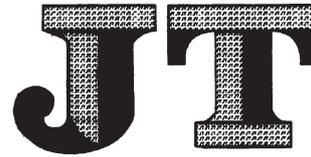


ICS 93.080

CCS P66



中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 1504.2—2024

公路基础设施长期性能科学观测网 第2部分：观测规范

Scientific observation network for long-term performance of highway infrastructure—
Part 2: Observation specification

2024-08-06 发布

2024-10-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 观测技术	2
5 观测指标体系	5
附录 A(规范性) 车型分类表	10

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 JT/T 1504《公路基础设施长期性能科学观测网》的第2部分。JT/T 1504 已经发布了以下部分：

- 第1部分：建设规范；
- 第2部分：观测规范；
- 第3部分：数据汇交规范。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会(SAC/TC 223)提出并归口。

本文件起草单位：交通运输部公路科学研究所、哈尔滨工业大学、中路高科交通检测检验认证有限公司、山东高速集团有限公司、广西交投科技有限公司、青海省交通控股集团有限公司、新疆交通投资(集团)有限责任公司、招商局重庆交通科研设计院有限公司、山东省交通科学研究院、临沂市公路事业发展中心、江苏高速公路工程养护技术有限公司、浙江交投高速公路运营管理有限公司、宁波市杭州湾大桥发展有限公司、福建省高速公路科技创新研究院有限公司、江西省交通科学研究院有限公司、四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、四川雅西高速公路有限责任公司、云南省公路科学技术研究院、青海省交通规划设计研究院有限公司、新疆交通科学研究院有限责任公司、新疆交通规划勘察设计研究院有限公司、内蒙古自治区交通运输科学发展研究院、黑龙江省交通规划设计研究院集团有限公司、中路高科(北京)公路技术有限公司、山西交通科学研究院集团有限公司、河南省交通规划设计研究院股份有限公司、中公高科养护科技股份有限公司。

本文件主要起草人：王旭东、周兴业、肖倩、董泽蛟、冯立群、陈柯、辛公锋、韦金城、路凯冀、张洪伟、祝争艳、施公佐、肖龙、陈智威、朱耀庭、徐昕、段跃华、辛顺超、李永江、周水文、贾敬鹏、高峰、油川洲、刘杰、刘志成、吴洋、刘旭、毛利建、隋利建、蔡燕霞、张军、王笑风、仪明伟、潘宗俊。

引 言

JT/T 1504《公路基础设施长期性能科学观测网》系列标准旨在为公路基础设施长期性能科学观测网的建设和运行提供技术支撑和执行依据。拟由三个部分构成。

- 第1部分:建设规范。目的在于规范公路基础设施长期性能科学观测网的建设布局 and 方案,观测设施、设备的安装,以及数据中心建设。
- 第2部分:观测规范。目的在于规范公路基础设施长期性能科学观测网观测点路域环境、交通荷载、路况性能、结构力学响应等信息的观测。
- 第3部分:数据汇交规范。目的在于规范公路基础设施长期性能科学观测网观测数据的原始数据记录、储存和管理。

公路基础设施长期性能科学观测网

第2部分:观测规范

1 范围

本文件规定了公路基础设施长期性能科学观测活动中的观测技术和观测指标体系要求。

本文件适用于公路基础设施(路基路面和桥隧铺装工程)长期性能科学观测网的日常观测工作,试验路、加速加载试验观测场站的观测参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

JT/T 1504.1 公路基础设施长期性能科学观测网 第1部分:建设规范

3 术语和定义

JT/T 1504.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

一般观测 general observation

一般观测点和特殊观测点均开展的长期性能科学观测工作。

3.2

原位观测 in-situ observation

在道路表面和路基路面结构内部原始位置上开展的长期性能科学观测。

3.3

暴露观测 exposure observation

在自然环境状态下,对路基路面的材料、结构等开展的长期性能科学观测,以及公路基础设施对周边生态环境影响的观测。

3.4

干预观测 observation by manual intervention

通过人为设定观测条件,实现公路基础设施等寿命周期的长期性能科学观测。

3.5

周期性观测 periodic observation

每间隔一段时间采用仪器设备自动观测、人工观测或设备辅助人工观测的方式,对长期性能观测指标进行观测。

3.6

实时观测 real time observation

采用仪器设备持续不断地对某一性能指标进行的自动观测。

3.7

观测频度 observation frequency

单位时间内的观测次数。

4 观测技术

4.1 一般要求

4.1.1 公路路基路面长期性能观测分为一般观测和专项观测两类。各长期性能观测点应按规定的观测内容进行一般观测,对于特殊工程或构造物,可进行专项观测。

4.1.2 公路路基路面长期性能应遵循定位观测的原则进行观测,包括原位观测、暴露观测和干预观测。

4.1.3 公路路基路面长期性能观测应按照规定频率或频度,开展实时观测和周期性观测,观测方式包括自动观测和人工观测。

4.2 观测内容

4.2.1 一般观测

4.2.1.1 公路路基路面长期性能一般观测的内容应包括路域环境、交通荷载、路况性能、结构力学响应等信息,并应符合表1的规定。

表1 公路基础设施长期性能的主要观测内容

序号	观测内容			适用观测点
1	路域环境信息	路域气象信息	温度、湿度、光照度、降雨量、风速、风向、紫外辐射、总辐射、大气压力	一般观测点和特殊观测点
		结构内部环境信息	结构内部温度	
	结构内部湿度			
2	交通荷载信息	交通基本信息	交通量	
			交通组成	
		车辆轴载信息	车辆轴重	
			车辆轴型	
3	沥青混凝土路面路况性能信息	路面病害	坑槽、泛油、拥包、不均匀沉陷、网裂、纵向裂缝、横向裂缝、斜向裂缝等	
			车辙	
		平整度		
		抗滑性能	摩擦系数	横向力系数
				摆值
			构造深度	表面纹理
		铺砂法构造深度		
	水泥混凝土路面路况性能信息	路面病害	不均匀沉陷、断板情况、板角断裂、错台、板底脱空等	
			平整度	
		抗滑性能	摩擦系数	横向力系数
摆值				
	构造深度	表面纹理		
		铺砂法构造深度		
4	结构力学响应信息	整体结构变形信息	等间距弯沉	特殊观测点
			固定位置弯沉	
		结构层力学响应信息	结构层内应力	
			结构层内应变	
	竖向变形			

4.2.1.2 路域环境信息的观测内容应包括路域气象信息和结构内部环境信息：

- a) 路域气象信息的观测内容应包括观测路段所在地域的温度、湿度、光照度、降雨量、风速、风向、紫外辐射、总辐射、大气压力等。
- b) 结构内部环境信息的观测内容应包括路面结构内部不同深度位置的温度和湿度。

4.2.1.3 交通荷载信息的观测内容应包括交通基本信息和车辆轴载信息,宜采用动态称重仪同时获取下列信息：

- a) 交通基本信息包括车道或断面交通量和交通组成。
- b) 车辆轴载信息包括车辆轴重和轴型。

4.2.1.4 路况性能信息应根据路面类型选择以下观测指标：

- a) 沥青混凝土路面路况性能信息的观测内容应包括路面病害、车辙、平整度、抗滑性能等4类指标。路面病害应包括坑槽、泛油、拥包、不均匀沉陷、网裂、纵向裂缝、横向裂缝、斜向裂缝等的量化描述。抗滑性能应包括摩擦系数和构造深度。
- b) 水泥混凝土路面路况性能信息的观测内容应包括路面病害、平整度和抗滑性能等3类指标。路面病害应包括不均匀沉陷、断板情况、板角断裂、错台、板底脱空等的量化描述。抗滑性能应包括摩擦系数和构造深度。

4.2.1.5 结构力学响应信息的观测内容应包括整体结构变形信息和结构层力学响应信息：

- a) 整体结构变形信息的观测内容为弯沉,包括等间距弯沉和固定位置弯沉两类指标。等间距弯沉用于一般观测点和特殊观测点,间距不宜大于20 m。固定位置弯沉用于特殊观测点,应在应力、应变传感器埋设位置附近设置4个固定位置,用于弯沉检测。
- b) 结构层力学响应信息的观测内容为路面结构内部及路基内部的应力、应变和竖向变形。

4.2.2 专项观测

4.2.2.1 盐渍土地区宜增加路面结构内部及路基内部含盐量观测。

4.2.2.2 多年冻土和季冻地区应增加路基内部距路表2.5 m以下深度范围的温度和湿度观测,以及路域外天然地表下不同深度位置处的温度和湿度观测,必要时可增加路基冻胀融沉变形、孔隙水压力等观测。

4.2.2.3 高填方路基和沉陷性黄土地基路段宜增加路基稳定性、竖向位移、横向位移指标观测。

4.2.2.4 桥面铺装应增加与铺装层结构观测位置相对应的梁顶板上部、顶板下部以及梁内部的环境信息与结构力学响应信息的观测。

4.2.2.5 隧道铺装宜增加铺装基底水泥混凝土板内部的环境信息和结构力学响应信息的观测。

4.3 观测方法

4.3.1 公路路基路面长期性能观测所有的指标内容应有明确、固定的空间位置,实现定位观测,并如实记录。

4.3.2 一般观测内容和专项观测内容均应采用原位观测方法进行观测。

4.3.3 为获取材料、构件、关键工艺等在自然环境作用下长期性能的演化规律,可在观测路段附近开展野外暴露观测。

4.3.4 当需要改变环境或荷载条件时,加快野外状态下的性能衰变,宜采用干预观测方法,开展等荷载寿命或等环境周期的观测。

4.4 观测频度

4.4.1 路域环境信息应采用实时观测,观测频率宜为1次/10 min。

- 4.4.2 交通荷载信息应采用实时观测,车辆每通过1次,记录1次荷载信息。
- 4.4.3 路况性能信息和整体结构变形信息应采用周期性观测,并满足下列要求:
- 每年观测应不少于2次。
 - 历年观测应选择相同月份和气候条件。
 - 应选择观测路段所在地的最不利季节,宜选择每年夏季最高温或冬季最低温的季节。
- 4.4.4 结构层力学响应信息应采用实时观测,采样频率应为2 000 Hz。宜设置数据采集触发装置,减少数据冗余。
- 4.4.5 专项观测项目的观测频度宜参照一般观测项目。
- 4.4.6 当观测数据异常时,应分析原因,对相应指标进行补测。
- 4.5 观测手段
- 4.5.1 为保障观测数据的可靠性,对于不同的观测指标,应选择仪器设备自动观测或人工观测,并符合下列规定:
- 实时观测的指标应采用仪器设备进行自动观测。
 - 周期性观测的指标宜采用仪器设备自动观测或人工观测。
- 4.5.2 沥青混凝土路面和水泥混凝土路面的路面病害指标宜采用人工观测,水泥混凝土路面断板情况记录应分别统计断成2块板和2块板以上的板块数量,水泥混凝土路面板底脱空应采用落锤式弯沉仪或贝克曼梁进行观测。
- 4.5.3 车辙指标应采用激光车辙仪自动观测与3 m直尺人工观测相结合的方式,观测工作应符合下列规定:
- 两种观测对应相同的断面位置,相邻断面的间距应不大于20 m。
 - 当采用激光车辙仪自动观测时,分别记录左右轮迹带的车辙深度,并取左右轮迹带的平均深度作为该断面的平均车辙深度。每周观测进行不少于3次的重复观测,取平均值作为最终的观测值。
 - 当采用3 m直尺人工观测时,分别记录左右轮迹带的最大车辙深度,并取左右轮迹带的平均深度作为该断面的平均车辙深度。
 - 在观测路段上做好标记,保证每次在同一桩号、同一断面位置进行检测。
- 4.5.4 平整度宜采用车载式颠簸累积仪、车载式激光平整度仪等进行自动观测,观测工作符合下列规定:
- 采样断面间隔宜与车辙检测相同,每10 m为一个观测子路段,每周观测应进行不少于3次的重复观测,记录该子路段的平整度平均值。
 - 观测时应记录车速、路表温度和大气温度,车速误差应不大于 ± 5 km/h。
 - 取平均值作为最终的观测值,观测数据可采用IRI或 σ 为计量单位,精度为0.01。
- 4.5.5 摩擦系数指标应采用横向力系数测试车自动观测与摆式仪人工观测相结合的方式,观测工作符合下列规定:
- 两种观测应对应相同的断面、车道和轮迹带,相邻断面的间距宜不大于50 m。
 - 观测时应记录路表温度和大气温度。
 - 当采用横向力系数测试车自动观测时,车速为60 km/h,每次重复试验的车速误差应不大于 ± 5 km/h,每周观测应进行不少于3次的重复观测,取平均值作为最终的观测值。
 - 当采用摆式仪人工观测时,每个观测断面应进行不少于3次的平行试验,取平均值作为观测值,精度为0.1。

e) 应在观测路段上做好标记,保证每次在同一桩号、同一断面位置进行检测。

4.5.6 构造深度指标应采用激光构造深度仪自动观测与铺砂法人工观测相结合的方式,观测工作符合下列规定:

- a) 两种观测应与摩擦系数指标对应相同的断面、车道和轮迹带,相邻断面的间距宜不大于 50 m。
- b) 观测时应记录路表温度和大气温度。
- c) 当采用激光构造深度仪自动观测时,每次重复试验的车速误差应不大于 ± 5 km/h,每周期观测应进行不少于 3 次的重复观测,取平均值作为最终的观测值,精度为 0.01 mm。
- d) 当采用铺砂法人工观测时,每个观测断面应进行不少于 3 次的平行试验,取平均值作为观测值,精度为 0.1 mm。
- e) 应在观测路段上做好标记,保证每次在同一桩号、同一断面位置进行检测。

4.5.7 弯沉应采用落锤式弯沉仪进行自动观测,并符合下列规定:

- a) 落锤式弯沉仪的位移传感器总数应不少于 9 个,应能产生不小于 120 kN 的冲击荷载。
- b) 在每个测点,落锤式弯沉仪宜分别施加 50 kN、70 kN、90 kN 和 110 kN 的 4 级荷载,每级荷载应进行 3 次平行试验,取后两次的平均值作为观测值,精度为 0.1。
- c) 等间距弯沉观测应在间隔不大于 20 m 的固定断面的车道中心位置进行定点弯沉检测。
- d) 固定点弯沉观测应在应力、应变传感器埋设断面附近,选择 4 个固定位置进行弯沉检测,并应同步采集该断面处的结构层力学响应信息。
- e) 应在观测路段上做好标记,保证每次在同一桩号、同一断面位置进行检测。

4.5.8 观测设备和传感器应进行以下检定或校准:

- a) 观测设备和传感器每年经过省级或市级计量部门的检定或校准。
- b) 各类传感器经过标定获得电信号与物理量的转换系数后,方可使用。

5 观测指标体系

5.1 一般要求

5.1.1 观测指标应与观测内容相一致,包括一般观测指标和专项观测指标。

5.1.2 一般观测指标分为路域环境、交通荷载、路况性能和结构力学响应等 4 类,应是一般观测点和特殊观测点的必要观测指标。

5.1.3 观测指标体系应包括各个观测指标的名称以及相应的计量单位、观测频度、观测方式、观测设备和观测精度等要求。

5.2 路域环境观测指标

5.2.1 路域气象的观测指标体系应符合表 2 的规定。

表 2 路域气象观测指标体系

观测指标	单位	观测频度	观测方式	观测设备	观测精度要求
温度	℃	1 次/10 min	自动观测	气象站	± 0.2
湿度	%				± 5
光照度	lx				$\pm 0.2\% \text{ FS}$

表 2 路域气象观测指标体系(续)

观测指标	单位	观测频度	观测方式	观测设备	观测精度要求
降雨量	mm	1 次/10 min	自动观测	气象站	$\pm 0.4(\leq 10 \text{ h})$; $\pm 4\% \text{ FS}(> 10 \text{ h})$
风速	m/s				$\pm (0.3 + 0.03v)$
风向	°				± 3
紫外辐射	W/m ²				$\pm 5\% \text{ FS}$
总辐射	W/m ²				$\pm 5\% \text{ FS}$
大气压力	hPa				± 1
注: v 表示实际风速; FS 表示满量程(full scale)。					

5.2.2 结构内部环境的观测指标体系应符合表 3 的规定。

表 3 路面结构内部环境观测指标体系

观测指标	单位	观测频度	观测方式	观测设备	观测精度要求
结构内部温度	℃	1 次/10 min	自动观测	温度传感器	± 0.15
结构内部湿度	%	1 次/10 min	自动观测	湿度传感器	± 3

5.3 交通荷载观测指标

5.3.1 交通荷载的观测指标体系应符合表 4 的规定。

表 4 交通荷载信息观测指标体系

观测指标	单位	观测频度	观测方式	观测设备	观测精度要求
交通量	辆	实时观测	自动观测	动态称重仪	—
交通组成	%				—
车辆轴重	kN				不低于 90%
车辆轴型	—				

5.3.2 交通量应按照附录 A 对车型进行分类得到交通组成。

5.4 路况性能观测指标

5.4.1 沥青混凝土路面路况性能观测指标体系应符合表 5 的规定。

表5 沥青混凝土路面路况性能观测指标体系

观测指标		单位	观测频度	观测方式	观测设备	观测精度要求
裂缝长度		m	≥2次/年	人工观测	钢卷尺	±0.01
裂缝宽度		mm		人工观测	钢板尺	±0.1
坑槽、拥包、网裂、不均匀沉陷等		m ²		人工观测	钢板尺	±0.000 1
车辙		mm		自动观测或人工观测	激光车辙仪、3 m直尺	±0.1
平整度		m/km		自动观测	颠簸累积仪、激光平整度仪	±0.01
摩擦系数	横向力系数	SFC		自动观测	横向力系数测试车	±0.1
	摆值	BPN		人工观测	摆式仪	±0.1
构造深度	表面纹理	m		自动观测	激光构造深度仪	±0.01
	铺砂法		人工观测	钢板尺		

5.4.2 水泥混凝土路面路况性能的观测指标体系应符合表6的规定。

表6 水泥混凝土路面路况性能观测指标体系

观测指标		单位	观测频度	观测方式	观测设备	观测精度要求
断板情况		块	≥2次/年	人工观测	钢板尺	—
板角断裂		m ²				±0.000 1
不均匀沉陷		m ²				±0.000 1
错台		mm		基准尺	±0.1	
板底脱空		m ²		自动观测	落锤式弯沉仪、贝克曼梁	±0.000 1
平整度		m/km		自动观测	颠簸累积仪、激光平整度仪	±0.01
摩擦系数	横向力系数	SFC		自动观测	横向力系数测试车	±0.1
	摆值	BPN		人工观测	摆式仪	±0.1
构造深度	表面纹理	mm	自动观测	激光构造深度仪	±0.01	

5.5 结构力学响应观测指标

5.5.1 整体结构变形的观测指标体系应符合表7的规定。

表 7 整体结构变形观测指标体系

观测指标	单位	观测频度	观测方式	观测设备	观测精度要求
锤重	kN	≥2 次/年	自动观测	落锤式弯沉仪	±0.1
竖向变形	μm				±1

5.5.2 结构层力学响应是通过传感器进行监测,相应的观测指标体系均应符合表 8 的规定。

表 8 结构层力学响应观测指标体系

路面类型	观测指标	单位	采样频度	观测方式	观测设备	观测精度要求
沥青混凝土路面	应力	MPa	2 000 Hz	自动观测	应力传感器	±0.1% FS
	应变	με	2 000 Hz	自动观测	沥青应变传感器、混凝土应变传感器	±3
	竖向变形	mm	100 Hz	自动观测	多点位移传感器	±0.1
水泥混凝土路面	应力	MPa	2 000 Hz	自动观测	应力传感器	±0.1% FS
	应变	με	2 000 Hz	自动观测	混凝土应变传感器、钢筋应变传感器	±3
	竖向变形	mm	100 Hz	自动观测	多点位移传感器	±0.1

5.6 专项观测指标

5.6.1 盐渍土地区含盐量观测指标体系应符合表 9 的规定。

表 9 盐渍土地区含盐量观测指标体系

观测指标	单位	观测频度	观测方式	观测设备	观测精度要求
含盐量	ppm	1 次/10 min	自动观测	盐分传感器	±2

5.6.2 多年冻土和季冻地区增设的观测指标体系应符合表 10 的规定。

表 10 多年冻土和季冻地区增设的观测指标体系

观测指标	单位	观测频度	观测方式	观测设备	观测精度要求
冻胀融沉变形	mm	1 次/1 h	自动观测	振弦式位移传感器	±0.1
孔隙水压力	MPa	1 次/1 h	自动观测	渗压计	±0.1% FS

5.6.3 高填方路基路段的稳定性宜采用绝对高程法进行观测,在观测路段附近设置水准点,通过填方路基上各个测点绝对高程的变化评价路基稳定性。

5.6.4 桥面铺装除观测铺装层的各类信息外,还应增加与铺装层结构力学响应观测位置相对应的梁顶板上部、顶板下部以及梁内部的环境与结构力学响应信息观测,并应符合下列规定:

- a) 采用传感器观测环境信息和结构力学响应信息,符合表 3、表 8 的规定;
- b) 采用应变传感器观测结构力学响应信息,符合表 11 的规定。

表 11 桥面铺装结构层力学响应信息观测指标体系

观测指标	单位	采样频度	观测方式	观测设备	观测精度要求
应变	$\mu\epsilon$	2 000 Hz	自动观测	应变传感器	± 1

5.6.5 隧道铺筑除观测铺装层的各类信息外,还应增设基底混凝土的环境与结构力学响应信息观测,应符合表 3、表 8 的规定。

附录 A
(规范性)
车型分类表

交通荷载信息中的交通量、交通组成和车辆轴重等指标,应根据表 A.1 中的车型分类表进行数据整理和统计。

表 A.1 车型分类表

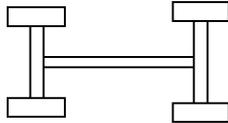
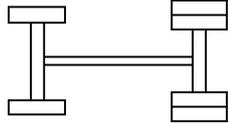
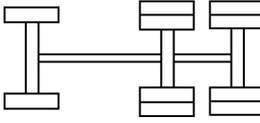
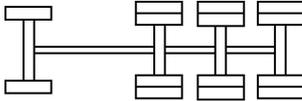
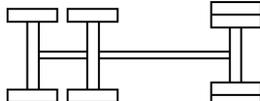
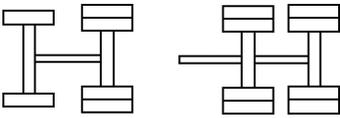
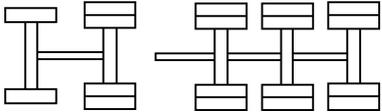
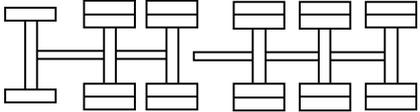
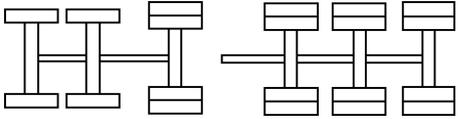
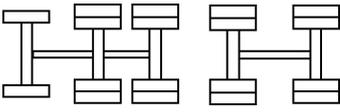
车型编号	说明	主要车型及图示		其他车型
1类	2轴4轮车辆	11型车		—
2类	2轴6轮及以上客车	12型客车		15型客车
3类	2轴6轮整体式货车	12型货车		—
4类	3轴整体式货车 (非双前轴)	15型		—
5类	4轴及以上整体式货车 (非双前轴)	17型		—
6类	双前轴整体式货车	112型 115型		117型

表 A.1 车型分类表(续)

车型编号	说明	主要车型及图示		其他车型
7类	4轴及以下半挂货车 (非双前轴)	125型		122型
8类	5轴半挂货车 (非双前轴)	127型 155型		—
9类	6轴及以上半挂货车 (非双前轴)	157型		—
10类	双前轴半挂式货车	1127型		1122型 1125型 1155型 1157型
11类	全挂货车	1522型 1222型		—

