

ICS

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL —2026

## 公路路基智能压实施工与质量评定标准

Standard for Intelligent Compaction Construction and Quality Evaluation of Highway  
Subgrade

(工作组讨论稿)

(本草案完成时间：2026-4-15)

2026 - - 发布

2026 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

## 目 次

前 言 .....	III
1 引言 .....	1
2 范围 .....	1
3 规范性引用文件 .....	1
JTG 3430—2020 公路土工试验规程 .....	1
4 术语和符号 .....	2
4.1 智能压实 .....	2
4.2 压实控制值 .....	2
4.3 振动模量 .....	2
4.4 相关性校验 .....	2
4.5 目标压实控制值 .....	2
4.6 碾压遍数覆盖率 .....	2
5 基本规定 .....	2
5.1 采用智能压实技术 .....	2
5.2 智能压实系统 .....	3
5.3 正式施工前 .....	3
5.4 施工过程中 .....	3
5.5 质量评定 .....	3
6 智能压实控制系统 .....	3
6.1 系统组成 .....	3
6.2 系统安装与校准 .....	3
6.3 数据管理 .....	4
7 相关性校验试验 .....	4
7.1 一般规定 .....	4
7.2 检测点布设 .....	4
7.3 回归分析 .....	4
7.4 目标压实控制值的确定 .....	5
8 压实过程控制 .....	5
8.1 碾压参数控制 .....	5
8.2 碾压均匀性控制 .....	5
8.3 压实完成判定 .....	5
8.4 含水率控制 .....	6
9 质量检测与评定 .....	6
9.1 一般规定 .....	6
9.2 智能压实过程数据评定 .....	6
9.3 常规抽检验证 .....	6

9.4 异常处理 .....	7
10 压实质量报告 .....	7
10.1 报告内容 .....	7
10.2 数据签认 .....	7
10.3 格式要求 .....	7

## 前 言

本文件依据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。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。

本文件由广西产学研科学研究院提出。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

# 公路路基智能压实施工与质量评定标准

## 1 引言

为深入贯彻落实国家交通强国建设战略，推动公路工程施工向智能化、标准化、绿色化转型，规范公路路基智能压实施工工艺及质量评定方法，全面提升路基压实质量的实时监控水平、工程可靠性与耐久性，依据《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》及《广西产学研科学研究院标准化工作管理办法》等相关法律法规及管理要求，结合广西及周边地区公路工程建设的地质条件、气候特征及施工实际需求，制定本标准。本标准明确智能压实系统构成、相关性校验要求、压实过程控制参数及质量评定准则，统一技术要求与操作规范，为路基智能压实技术的规模化、规范化应用提供技术支撑，助力公路工程质量提升与施工效率优化，服务国家综合交通运输体系高质量发展。

## 2 范围

规定公路路基智能压实施工的基本规定、控制系统技术要求、相关性校验试验流程、压实过程控制指标、质量检测与评定方法及压实质量报告的编制要求。适用于新建及改扩建各等级公路路基的智能压实施工与质量评定，涵盖高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路；其他道路工程（如城市道路、乡村公路）路基智能压实施工与质量评定可参照执行。

## 3 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用不可或缺。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（含所有修改单）适用于本标准。

GB/T 50123—2019 土工试验方法标准

JTG 3430—2020 公路土工试验规程

JTG 3450—2019 公路路基路面现场测试规程

JTG F80/1—2017 公路工程质量检验评定标准第一册 土建工程

JTG/T 3610—2019 公路路基施工技术规范

T/CHTS 10083—2022 公路路基与路面基层智能压实技术指南

T/CI 486—2024 公路路基智能压实技术规范

## 4 术语和符号

### 4.1 智能压实

通过连续采集压路机振动轮响应信号，结合高精度定位技术，实时评估被压材料压实状态，并自动反馈调节压实参数（速度、频率、振幅等），实现压实过程智能化管控的施工技术，是公路工程智能化施工的核心技术之一。

### 4.2 压实控制值

基于振动轮加速度信号谐波分量计算的无量纲指标，可实时、连续表征当前碾压位置的压实程度，是智能压实过程控制的核心量化指标。

### 4.3 振动模量

根据压路机振动轮—路基系统动力学模型反算得出的动态弹性模量（MPa），可即时反映路基刚度变化，为压实质量预判及过程调整提供重要技术依据。

### 4.4 相关性校验

建立智能压实检测值（CCV、E<sub>vib</sub>）与常规质量验收指标（压实度、弯沉、动态变形模量）之间定量回归关系的过程，是保障智能压实检测结果可靠性、实现“智能管控+常规验证”双重质量保障的关键技术环节。

### 4.5 目标压实控制值

经相关性校验确定，对应于设计压实质量要求的压实控制值最低限值，是压实过程控制与质量评定的核心基准参数。

### 4.6 碾压遍数覆盖率

碾压区域内达到规定碾压遍数的面积占区域总面积的百分比，是衡量压实均匀性、保障路基整体压实质量的重要评价指标。

## 5 基本规定

### 5.1 采用智能压实技术

施工的路基，其填料、施工机械及压实工艺应严格符合 JTG/T 3610—2019 的基本要求，兼顾绿色施工理念，减少施工扬尘与能源消耗，契合国家公路建设节能降碳发展要求。

## 5.2 智能压实系统

应具备数据实时采集、存储、传输、显示及预警功能，采样频率不应低于 100 Hz，确保数据采集的连续性、准确性与时效性，为压实过程管控及质量追溯提供可靠数据支撑。

## 5.3 正式施工前

必须完成相关性校验试验，科学确定目标压实控制值，且回归模型相关系数  $R^2$  不应小于 0.80，确保智能压实检测值与常规验收指标的一致性，保障智能压实技术应用的可靠性。

## 5.4 施工过程中

应以目标压实控制值作为主控指标，同步实时记录碾压轨迹、碾压速度、振动频率及振幅等关键参数，实现压实过程全程可追溯、可管控，落实国家工程质量终身责任制要求。

## 5.5 质量评定

应采用“智能压实过程数据+常规抽检”相结合的综合评价方式，强化过程管控与结果验证的有机融合，全面提升路基压实质量的稳定性与可靠性。

# 6 智能压实控制系统

## 6.1 系统组成

6.1.1 智能压实系统应具备完整性、可靠性与兼容性，由以下核心部分构成，满足国家智能交通基础设施建设技术要求：高精度定位模块：支持北斗/GNSS 双模定位，优先采用北斗定位系统，平面定位误差不大于 30 mm，确保碾压轨迹及位置数据的精准性，助力国家北斗导航系统在交通领域的规模化应用；加速度传感单元：量程不低于  $\pm 50$  g，分辨率不大于 0.01 g，可精准采集振动轮响应信号，为 CCV、Evib 计算提供可靠数据支撑；车载数据处理终端：具备实时计算 CCV、Evib 的能力，更新频率不低于 1 Hz，可实现数据实时分析与异常预警，满足智能化管控需求；数据传输单元：支持 4G/5G 或自组网通信，数据上传间隔不大于 1 s，确保施工数据实时上传至管控平台，实现远程监控与协同管理；可视化显示终端：实时显示压实云图、碾压遍数、压实控制值分布等关键信息，便于现场操作人员及时调整施工参数，提升施工管控效能。

## 6.2 系统安装与校准

6.2.1 传感器应刚性安装于振动轮轮架中心位置，安装偏差不大于 10 mm，安装后需进行固定校验，确保传感器工作稳定、数据采集精准。

6.2.2 正式碾压前应开展系统校准：在已验收合格的路基段碾压 3 个往返，记录稳定状态下的 CCV 本底值，其变异系数不应大于 5%，校准结果需记录存档，作为后续施工的基准依据。

6.2.3 压路机参数（振动频率、名义振幅、机重、轮宽）应准确录入系统，振动频率偏差不应超过设定值的 $\pm 2$  Hz，确保系统计算结果的准确性与可靠性。

### 6.3 数据管理

6.3.1 系统应自动记录以下核心数据，并生成不可编辑的原始记录文件，确保数据的真实性、完整性与可追溯性，落实国家工程质量追溯管理要求：每一碾压位置的坐标（经度、纬度、高程）；时间戳（精确至秒）；碾压遍数；CCV、Evib 瞬时值；碾压速度、振动状态。

6.3.2 数据文件应至少保存至工程竣工验收后 3 年，涉及重大工程、重点路段的数据应长期保存，满足工程质量追溯、后期维护及技术研究需求。

## 7 相关性校验试验

### 7.1 一般规定

7.1.1 每种填料类型、每类压实机械组合，均应在试验段开展相关性校验，确保校验结果的针对性与适用性，为后续施工提供可靠技术依据。

7.1.2 试验段长度不应小于 100 m，宽度不小于压路机工作宽度的 2 倍，试验段布设应具有代表性，覆盖工程实际施工中典型的地质、填料条件。

7.1.3 试验段应覆盖从欠压至过压的全压实状态区间，CCV 检测值的变化范围不宜小于 25，确保回归模型的合理性与覆盖性，提升目标压实控制值确定的科学性。

### 7.2 检测点布设

7.2.1 沿试验段纵向每 20 m 布设一个检测断面，每个断面上均匀布设不少于 3 个检测点，检测点布设应兼顾均匀性与代表性，规避局部异常点对校验结果的影响。

7.2.2 每个检测点处，应同步记录以下两类指标，确保数据的对应性与完整性：智能压实检测值（CCV、Evib）；常规验收指标：压实度  $K$ （%）、动态变形模量  $E_{vd}$ （MPa）、弯沉值（0.01 mm）中的至少两项，常规检测应严格遵循相关规范要求，确保检测数据准确可靠。

### 7.3 回归分析

7.3.1 应以 CCV 为自变量，分别以压实度  $K$ 、动态变形模量  $E_{vd}$  为因变量，建立线性回归模型，模型形式如下： $K = a \times CCV + b$ ； $E_{vd} = c \times CCV + d$ ；式中， $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  为回归系数，应根据试验数据精准计算确定。

7.3.2 回归模型的相关系数  $R^2$  不应小于 0.80，确保智能压实检测值与常规验收指标的强相关性；当  $R^2$  小于 0.70 时，应及时分析原因（如填料不均匀、检测误差、设备故障等），整改后重新开展校验试验。

#### 7.4 目标压实控制值的确定

7.4.1 将设计文件或 JTG F80/1—2017 规定的压实度标准值(K0)代入回归方程，计算对应的 CCV0 作为初步目标值，确保目标值与设计要求精准匹配。

7.4.2 目标压实控制值应取 CCV0 与试验段内达到规定压实质量的最小 CCV 实测值中的较大者，兼顾设计要求与实际施工可行性，确保压实质量符合规范标准。

7.4.3 对于高路堤或特殊土路基（如软土、膨胀土、冻土等），目标压实控制值应提高 5%~10%，强化关键路段压实质量管控，防范工程质量隐患，保障公路路基长期稳定性。

### 8 压实过程控制

#### 8.1 碾压参数控制

8.1.1 碾压速度宜控制在 2.0 km/h~4.0 km/h 范围内，速度变异系数不应大于 10%，确保碾压均匀性，避免因速度过快导致压实不足、速度过慢影响施工效率，实现质量与效率的平衡。

8.1.2 振动频率宜为 28 Hz~33 Hz，粗粒土取低值、细粒土取高值，结合填料性质科学选取振动频率，提升压实效果，减少能源消耗，符合绿色施工要求。

8.1.3 松铺厚度应根据压路机激振力及填料性质科学确定，严格控制松铺厚度均匀性，具体要求如下：轻型压路机（激振力不大于 300 kN）松铺厚度不宜大于 300 mm；重型压路机（激振力 300 kN~400 kN）松铺厚度可为 400 mm~500 mm；超重型压路机（激振力不小于 400 kN）松铺厚度可为 500 mm~600 mm，粗粒土可放宽至 800 mm，放宽条件需经试验验证，确保压实质量达标。

#### 8.2 碾压均匀性控制

8.2.1 碾压过程中，应实时显示 CCV 云图，通过云图直观判断压实均匀性。当同一碾压层内 CCV 极差大于目标值的 30%时，应及时补充碾压，确保压实均匀，规避局部压实不足问题。

8.2.2 碾压遍数覆盖率不应低于 98%（即未达到规定遍数的面积占比不大于 2%），对于覆盖率不足的区域，应查明原因并进行补压，确保路基整体压实质量达标。

8.2.3 相邻碾压轮迹搭接宽度：振动碾压不宜小于 300 mm，静压收面不宜小于 500 mm，搭接宽度应均匀一致，避免出现碾压盲区，确保碾压连续性与均匀性。

#### 8.3 压实完成判定

8.3.1 当碾压区域内 CCV 值连续 3 遍无明显增长（每遍增幅小于 2%），且所有测点 CCV 均不低于目标压实控制值时，可判定该层压实合格，确保压实达到设计要求，避免过度碾压造成能源浪费及路基损伤。

8.3.2 当某一区域 CCV 值低于目标值，且连续 2 遍增幅小于 1%时，应立即检查填料含水率及松铺厚度，分析异常原因，必要时采取补强处理（如晾晒、补水、重新摊铺碾压等），确保压实质量达标。

#### 8.4 含水率控制

8.4.1 碾压时填料含水率宜控制在最佳含水率 $\omega_{opt}$ 的-2%~+2%范围内，含水率是影响压实质量的关键因素，应实时监测、及时调整，确保填料处于最佳压实状态。

8.4.2 当智能压实系统检测到  $E_{vib}$  持续下降，且碾压轮出现明显“弹簧”现象时，应立即停止碾压并检测含水率，若含水率超标，需采取晾晒、翻拌等处理措施，待含水率符合要求后再继续碾压，防范路基“弹簧”隐患。

### 9 质量检测与评定

#### 9.1 一般规定

9.1.1 路基压实质量采用“智能压实过程数据评定为主，常规抽检验证为辅”的原则进行综合评定，强化过程管控，突出智能化技术在质量管控中的核心作用，同时通过常规抽检确保质量可靠性，符合国家工程质量管控要求。

9.1.2 常规抽检频率应严格遵循 JTG F80/1—2017 的规定，不得因采用智能压实技术而减少抽检频率及数量，确保质量验证的全面性与严谨性。

#### 9.2 智能压实过程数据评定

9.2.1 以每 10 m（纵向）×压路机工作宽度（横向）为一个评定单元，计算该单元内所有记录点的 CCV 均值 $\mu_{CCV}$ 及标准差 $\sigma_{CCV}$ ，单元划分应科学合理，确保评定结果的代表性。

9.2.2 评定单元合格需同时满足以下三项指标，确保压实质量的稳定性与均匀性： $\mu_{CCV}$ 不小于  $CCV_0$ （目标压实控制值）；单点偏差率  $S_a$  不大于 15%，其中  $S_a = |CCV_i - CCV_0| / CCV_0 \times 100\%$ ；变异系数  $C_v = \sigma_{CCV} / \mu_{CCV}$  不应大于 12%。

9.2.3 当评定单元同时满足 9.2.2 全部三项指标时，该单元智能压实质量评定为合格；否则评定为不合格，不合格单元应及时整改、重新碾压并重新评定。

#### 9.3 常规抽检验证

9.3.1 在智能压实评定合格的单元中，随机抽取不少于 10%的单元进行常规指标检测（压实度、

Evd 或弯沉），抽检单元应具有随机性与代表性，确保验证结果的可靠性。

9.3.2 抽检结果应满足以下要求，确保智能压实质量与常规验收标准一致：压实度  $K$  不低于设计值，且单点压实度不低于设计值的 95%；Evd 或弯沉代表值符合设计要求；抽检合格率应达到 100%，否则应扩大抽检范围，查明不合格原因并整改，整改后重新抽检直至合格。

#### 9.4 异常处理

9.4.1 当出现下列情况之一时，该碾压层应判定为不合格并返工处理，坚决杜绝质量隐患，落实工程质量终身责任制：智能压实评定不合格的单元连续出现超过 3 个；常规抽检发现 2 个及以上单元不合格；智能压实数据与常规抽检结果存在系统性矛盾（如 CCV 达标但压实度不足），应全面排查设备、检测、施工等环节的问题，整改后重新施工并评定。

### 10 压实质量报告

#### 10.1 报告内容

10.1.1 智能压实质量报告应全面、真实、规范，至少包含以下内容，为工程验收、质量追溯及技术总结提供依据，符合国家工程资料管理要求：工程基本信息（项目名称、标段、桩号、填料类型、压实机械型号、施工时间）；相关性校验试验报告（回归方程、相关系数、目标压实控制值、校验过程及结果分析）；每层碾压过程数据汇总（碾压遍数、CCV 分布云图、达标面积占比、关键参数统计）；质量评定结果（各评定单元合格情况、常规抽检数据及结果分析）；异常情况及处理记录（异常现象、原因分析、处理措施及处理效果）。

#### 10.2 数据签认

10.2.1 施工过程中，每日形成的智能压实数据应由施工、监理双方在电子平台共同签认，确保数据的真实性与可追溯性，落实参建各方质量责任。

10.2.2 质量报告应经施工单位项目技术负责人及监理工程师签字确认后归档，涉及重大工程、重点路段的质量报告还应经建设单位确认，确保报告的规范性与权威性。

#### 10.3 格式要求

10.3.1 过程数据以电子文件形式存储，宜采用通用格式（如 CSV、GeoTIFF），便于数据共享、查询及后续分析，符合国家数字化工程建设要求。

10.3.2 归档质量报告应同时提供纸质版与电子版，电子版应包含原始数据文件、相关检测报告及签认记录，确保资料的完整性与可追溯性，满足工程档案管理规定。

