

DB42

湖北省地方标准

DB42/T 1950—2023

路基填筑智能压实施工规范

Specification for intelligent compaction construction of subgrade
filling

2023 - 01 - 06 发布

2023 - 03 - 06 实施

湖北省市场监督管理局 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 智能压实系统 2

5 试验段施工及相关性校验 2

6 施工组织与压实过程控制 5

7 施工质量检测 7

附录 A（规范性） 设备核查 9

附录 B（规范性） 相关性校验试验 10

附录 C（规范性） 压实程度检测方法 14

附录 D（规范性） 压实均匀性检测方法 16

附录 E（规范性） 压实稳定性控制方法 17

附录 F（规范性） 压实过程控制信息表 18

附录 G（规范性） 压实程度分布图 19

附录 H（规范性） 路基压实度试验检测报告 20

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。

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这些专利的责任。

本文件由中建三局基础设施建设投资有限公司提出。

本文件由湖北省交通运输厅归口。

本文件主要起草单位：中建三局基础设施建设投资有限公司，中建三局集团有限公司，湖北省公路学会，中南安全环境技术研究院股份有限公司，湖北省标准化与质量研究院。

本文件主要起草人：张金军、司鹏飞、朱海军、苏明坤、李琦、易侃、班鹏、叶亦盛、贾瑞华、陈兵、王江、王倜、王静、杨运娥、何晓鸣、易柳、张厚记、朱文彬、张贺斌、陈何文、韩阳昱、邵璇、华振楠。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省交通运输厅，联系电话：027-83460670，邮箱：2651259230@qq.com。对本文件的修改意见请反馈至中建三局基础设施建设投资有限公司，联系电话：15651461062，邮箱：466363101@qq.com。

路基填筑智能压实施工规范

1 范围

本文件规定了公路路基填筑工程智能压实施的术语和定义、智能压实系统、试验段施工及相关性校验、施工组织与压实过程控制、施工质量检测。

本文件适用于公路填土路基智能压实施工和验收，土石混填及填石路基可参照执行。

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。

- CH/T 2009 全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范
- JT/T 1127-2017 公路路基填筑工程连续压实控制系统技术条件
- JTG 3450-2019 公路路基路面现场测试规程
- JTG/T 3610-2019 公路路基施工技术规范
- JTG/T F20-2015 公路路面基层施工技术细则
- JTG F80/1-2017 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

3 术语和定义

JT/T 1127-2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能压实 intelligent compaction

路基填筑碾压过程中，采取信息化手段实现压实质量的智能化实时动态监测与控制。

3.2

振动压实值 vibratory compaction value (VCV 值)

基于振动压路机在碾压过程中振动轮竖向振动响应信号所建立的反映填筑体压实状态的指标。

3.3

振动压实工艺参数 vibratory compaction technology parameters

路基填筑碾压过程中，振动压路机的自重、激振力、振动频率、振幅及行驶速度等影响压实作业质量参数的统称。

3.4

压实程度 compaction degree

路基填筑碾压过程中，压实检测值达到目标VCV值的程度。

3.5

压实均匀性 compaction uniformity

路基填筑碾压过程中，路基结构压实状态分布的一致性。

3.6

压实稳定性 compaction stability

路基填筑碾压过程中，在振动压路机振动压实工艺参数一定的情况下，路基结构压实状态随碾压遍数变化的性质。

3.7

平碾 sequence compaction

路基填筑质量连续检测时，振动压路机在碾压面上依次进行的前行式碾压作业，其中相邻两个轮迹碾压搭接宽度应不大于10cm，前进碾压一次记为一遍。

3.8

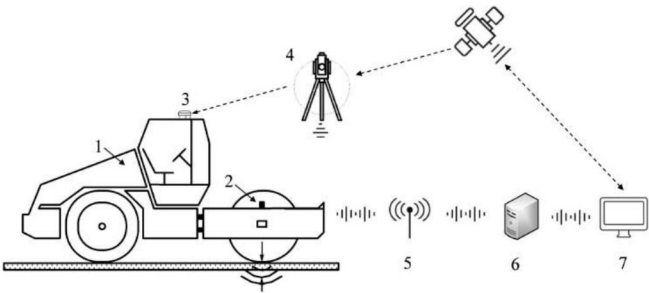
双控 double control

在路基填筑碾压过程中，通过管理软件平台，实时调整路基填筑过程中振动压实工艺参数，进行施工工艺的数字化、自动化监控，配合VCV值，对智能压实实施过程进行双指标控制。

4 智能压实系统

4.1 系统组成

路基智能压实控制系统由加载设备、量测设备、车载高精度定位装置、信号收发基站、无线数据传输装置、后台压实信息管理平台 and 远程压实信息管理平台等组成，系统组成如图1所示。



标引序号说明：1—加载设备；2—量测设备；3—车载高精度定位装置；4—信号收发基站；5—无线数据传输装置；6—后台压实信息管理平台；7—远程压实信息管理平台；

图1 控制系统组成示意图

4.2 设备技术参数要求

- 4.2.1 加载设备应采用自重不小于 16 t 的振动压路机。
- 4.2.2 量测设备的技术要求、性能参数、转换位数、振动特性的核验应满足 JT/T 1127-2017 中 6.2 的要求，振动传感器应采用加速度传感器，灵敏度应不小于 10 mV/（m/s²），量程应不小于 10 g，频率响应应不大于 5 kHz。
- 4.2.3 定位设备的定位精度应满足 CH/T 2009 的要求：平面：±(10+2x10⁻⁶d)mm，高程：±(20+2x10⁻⁶d)mm，其中 d 为流动站至基准站的距离（单位 km）。电台最大有效信号传输距离不小于 10 km。
- 4.2.4 无线数据传输装置由高精度主板、外挂天线组成，数据输出频率不小于 50 Hz。
- 4.2.5 后台压实信息管理平台包含压实数据管理软件、计算机及网络，远程压实信息管理平台包含压实信息接收软件、数据库、计算机及网络；数据管理及接收软件应具备采集、处理、分析、显示和存储功能，记录施工参数信息。
- 4.2.6 设备安装后的核查应按照附录 A 进行。

5 试验段施工及相关性校验

5.1 一般规定

5.1.1 应按照 JTG/T 3610-2019 中 3 章、4 章的要求，通过试验段施工确定松铺厚度、机械组合及规格、碾压遍数、碾压速度、最佳含水率（即为规定含水率），并计算 VCV 值与常规质量验收指标之间的相关系数（不小于 0.7）、目标 VCV 值。

注：相关系数的取值参照JT/T 1127-2017中5.2.4 “量测设备输出的振动压实值与常规检验指标之间的相关系数应不小于0.7”。

5.1.2 试验段的填筑环境发生下列任一情况变化时，相关性校验工作应重新进行。

- a) 路基填料类型、填层厚度发生变化；
- b) 含水率与最佳含水率的绝对误差超过 2%；
- c) 加载用振动压路机更换或其振动压实工艺参数发生变化；
- d) 检测设备出现故障或更换。

注：含水率的允许偏差范围依据为结合施工经验，参照 JTG/T F20-2015 中 8.4.6 “压实度检测中，测定的含水率与规定含水率的绝对误差应不大于 2%”，并符合设计要求。

5.1.3 试验段施工及校验流程如图 2 所示。

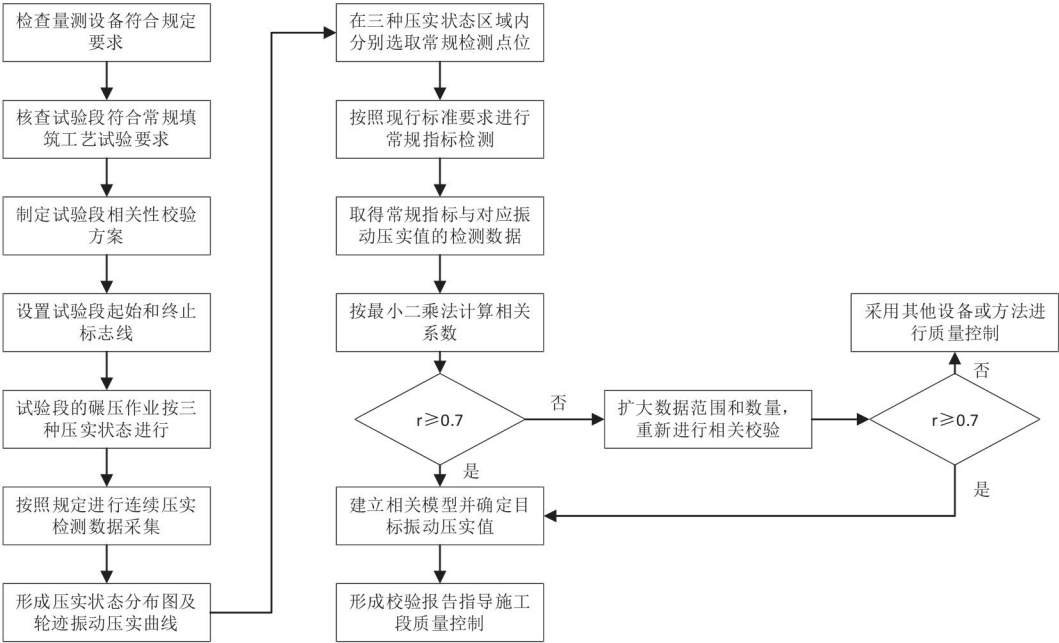


图2 试验段施工及相关性校验流程

5.2 试验段施工

- 5.2.1 试验段施工前对相关施工设备进行检查，应符合本文件 4.2 设备技术参数要求。
- 5.2.2 试验段施工前，应按 JTG/T 3610-2019 中 3.3 的要求对路基原状土及填料进行取样试验。
- 5.2.3 试验段长度应不小于 200 m，应设置起始、终止标志线及边线。
- 5.2.4 试验段应按照轻度、中度和重度三种压实状态分别进行碾压作业，密实状态分区参考如表 1 所示。每个压实状态区域分成 2 个碾压轮迹，碾压完成后应在每个轮迹处按 VCV 值高、中、低值选取 3 个点进行常规检测，每个压实状态区域各选取 6 个点，如图 3 所示。

注：试验段施工前应选取一段路基进行碾压遍数测试，记录每一遍碾压后的压实度，以确定三种压实状态对应的碾压遍数。

表 1 试验段密实状态分区参考表

序号	压实度	压实状态	压路机规格	建议碾压遍数
1	<70%	轻度密实	22 t	静压 1 遍+连续压实检测 1 遍
2	70%~90%	中度密实	22 t	静压 1 遍+强振 1 遍+连续压实检测 1 遍
3	>90%	重度密实	22 t	静压 1 遍+强振 3~4 遍+连续压实检测 1 遍

注：表 1 中的压实度为常规质量验收指标，选取 3 个分区的目的是扩大试验段压实度的取值范围，以更好的建立压实度与 VCV 值的相关关系。

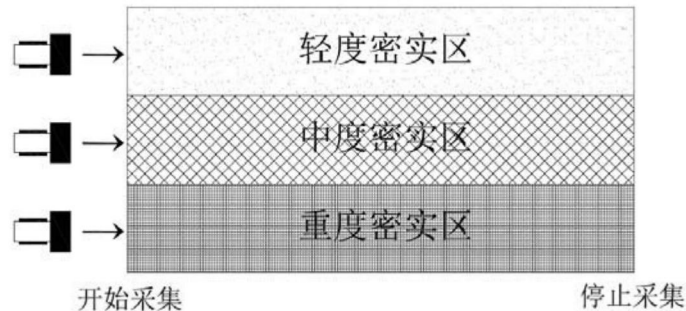


图3 压实状态分区平面示意图

5.2.5 现场人员根据测试得出的碾压遍数，按照 JTG/T 3610 进行碾压作业，在试验段碾压成三种压实状态后，开始对每个区域进行连续压实检测数据采集。

5.2.6 每种压实状态下的压实检测数据采集要求如下：

- 振动压路机进入试验段起始线之前应保持对应型号的工作振动状态。振动压路机碾压时的振动频率应保持恒定，波动范围不应超过稳定值 ± 0.6 Hz；
- 振动压路机碾压时的速度应保持匀速，碾压速度宜为 $(2.5\sim 3.0)$ km/h，最大应不超过 4.0 km/h；
- 将一个区域全部碾压完成后，再进行下一个区域的碾压工作。先对试验段的碾压面进行振动压实值的智能压实测试，再进行常规检验指标的测试；
- 振动压路机行驶到达起始线前开始智能压实检测的数据采集，离开终止线后停止采集；
- 振动压路机碾压方式应采用平碾。

5.3 相关性校验

5.3.1 相关性校验前应制定校验方案，方案应包含常规质量验收指标检测点选取、计算方法、数据分析方法及要求等。

5.3.2 相关性校验的智能压实检测结果应包含碾压面压实状态分布图和每一碾压轮迹的振动压实曲线，由压实数据管理软件自动生成。

5.3.3 相关性校验的常规质量验收指标检测点应根据智能压实检测结果选取，并符合下列规定：

- 每种压实状态区域内的检测点根据轮迹振动压实曲线，按照振动压实值低、中、高三种情况，在振动压实曲线变化比较平缓的位置选取，如图 4 所示；
- 常规质量验收指标检测点所对应的智能压实检测数据做好相应记录。

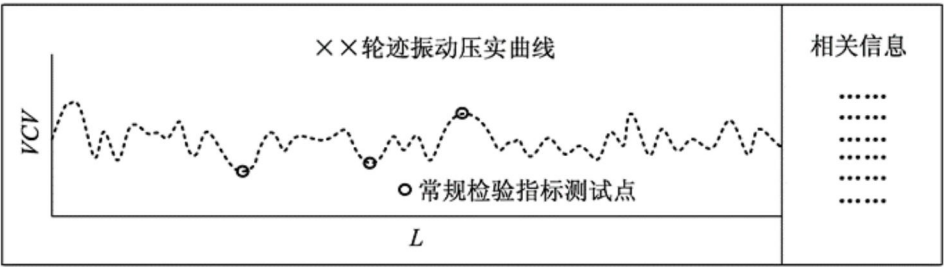


图4 常规检测点选取示意图

5.3.4 常规质量验收指标检测应按照 JTG 3450-2019 中 5 章的要求在选定的位置上进行，其中重度压实状态区域的检测结果应达到 JTG F80/1-2017 中第 4 章的压实合格标准。

5.4 相关性计算及试验段结果分析

- 5.4.1 相关性计算的具体公式、结果分析、经验数据见附录 B。
- 5.4.2 相关性校验完成后应及时编制相关性校验报告，作为压实质量报告组成部分，其内容和样式应按本文件附录 B 执行。
- 5.4.3 当 VCV 值与振动压实工艺参数均在规定范围内时，认为路基智能压实质量“合格”，如图 5 所示，达到压实过程双控。

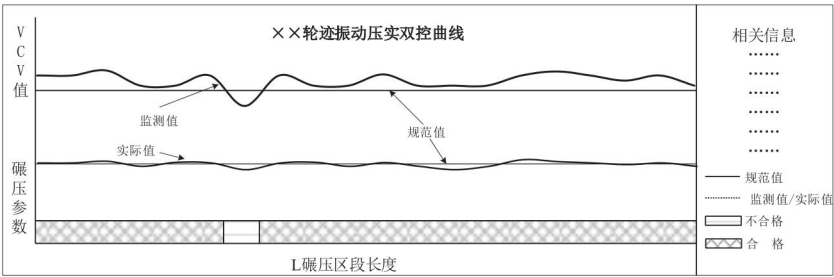


图5 “双控” 曲线图

6 施工组织与压实过程控制

6.1 施工流程图

路基填筑智能压实控制工艺流程图如图6所示。

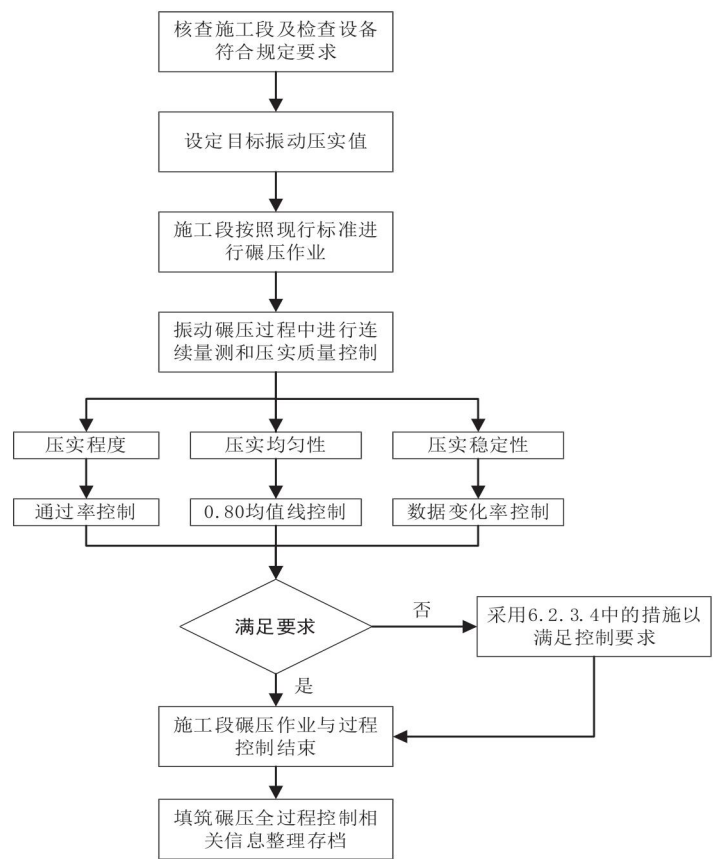


图6 压实控制工艺流程图

6.2 施工要求

6.2.1 施工参数及设备核查

施工前应进行施工参数及设备核查，并符合下列规定：

- a) 施工段的填料、填层厚度等与试验段的参数保持一致，含水率控制在允许的偏差范围，原状土及填料满足 JTG/T 3610-2019 中 3.3 及设计的要求；
- b) 振动压路机及其振动压实工艺参数与试验段保持一致；
- c) 检测设备经过校准且安装正确，智能压实传输系统运行正常。

6.2.2 压实前作业

压实前的测量放样、分层上料、摊铺整平等施工作业均应按照 JTG/T 3610 和 JTG F80/1 中的要求执行。

6.2.3 压实过程控制

6.2.3.1 压实过程控制应符合下列规定：

- a) 压实过程控制前编制压实过程控制方案，包含基本概况、过程控制措施等内容；
- b) 碾压开始前，在操作界面设置当前碾压层数、填料类型、目标 VCV 值等参数；
- c) 碾压过程中，操作机手实时通过车载平板查看工作面碾压情况，进行针对性操作；
- d) 实时监控智能压实系统显示的碾压速度和碾压遍数等参数指标，并根据系统碾压面 VCV 值成果图，指导机手对碾压薄弱部位进行针对性加强；

- e) 压实过程应满足 5.2.6 中的相关要求;
 - f) 填筑环境发生 5.2.1 中任一情况变化时, 压实作业应重新进行;
 - g) 高填方路基及特殊路基的施工过程控制应满足 JTG/T 3610 中的要求。
- 6.2.3.2 压实过程控制实施过程中, 出现以下异常情况时应查明原因分别处理:
- a) 振动压路机振动性能不稳定(表现为振动频率波动)时, 调整频率使之保持在规定的波动范围内;
 - b) 量测设备部件出现异常(采样频率、灵敏度、振动频率等不满足 JT/T 1127 的要求)进行检查, 使之处于正常工作状态;
 - c) 碾压面凹凸不平或积水时, 对碾压面进行处理直至符合要求, 对于基底条件变化导致的量测数据异常应做好记录。
- 6.2.3.3 压实程度、压实均匀性、压实稳定性的判定应分别按照附录 C、D、E 执行, 压实程度的通过率应根据公路等级满足附录表 C.1 的要求, 压实均匀性控制应按智能压实检测数据不小于其平均值的 80%, 压实稳定性应按同一碾压部位上前后两遍智能压实检测值变化控制在 3%以内。
- 6.2.3.4 施工段应根据连续压实过程控制的相关反馈信息采取有效措施, 提高填筑层的压实施工质量, 其处理过程应符合下列规定:
- a) 压实程度通过率小于对应公路等级的要求时, 在不通过的区域范围内改进压实工艺或更换压实机械进行补充碾压;
 - b) 前后两遍振动压实值数据的差异较大时, 在该轮迹上继续碾压至符合规定要求以提高压实稳定性, 同时应进行压实程度判定;
 - c) 在振动压实值数据低于 $0.8\overline{VCV}$ 的压实区域范围内继续碾压值符合规定要求或改进压实工艺, 提高该区域的振动压实值数据至 0.80 均值线以上以改善压实均匀性。
- 注: $\overline{VCV}$ 为该施工段所有振动压实值测试结果的平均值。

7 施工质量检测

7.1 质量检测

7.1.1 智能压实质量检测工艺流程如图 7 所示。

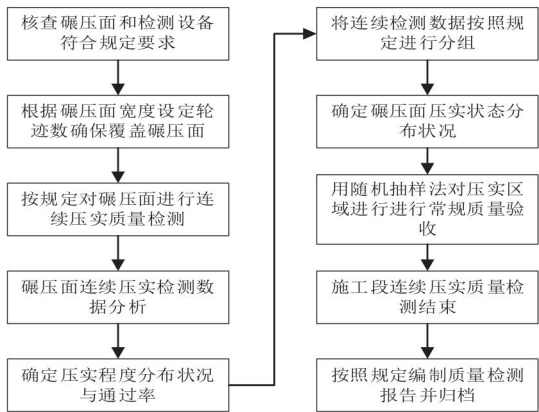


图7 质量检测工艺流程图

- 7.1.2 质量检测前应编制质量检测方案, 应包含操作流程、数据分析、分组方式等内容。
- 7.1.3 智能压实质量检测的现场操作应符合下列规定:
- a) 智能压实质量检测在施工段智能压实作业结束时开始;

- b) 振动压路机从碾压面一侧开始进行智能压实质量检测，直至完成对整个碾压面的操作；
- c) 振动压路机振动状态采用弱振，行驶速度按照试验段要求进行；
- d) 智能压实质量检测的数据采集符合本文件第 4.2.3 条规定；
- e) 振动压路机碾压方式应采用平碾。

7.1.4 施工段碾压面的智能压实质量检测数据分析应符合下列规定：

- a) 施工段智能压实质量检测数据的统计分析按 100 m 长度划分为多个分析段进行，不足 100 m 的施工段可单独取作一段；
- b) 每个分析段统计智能压实质量检测数据的最大值、最小值、平均值、极差、标准差、变异系数及分布直方图等；
- c) 施工段碾压面压实程度分析数据覆盖整个施工段长度。

7.1.5 施工段碾压面压实程度分布及通过率的判定应按照附录 C 执行。

7.1.6 路基填筑工程压实质量验收时，应按照 JTG 3450-2019 中“附录 A 公路路基路面现场测试随机选点方法”进行，每 200 m 包含 2 个点，将对应点位的实测 VCV 值代入公式 B.11 得出实际压实度，压实度合格率应达到 100%。

7.2 压实质量报告

7.2.1 压实质量报告作为全面反映路基压实质量信息的技术文件，显示、存储和传输应符合下列规定：

- a) 压实质量报告以图形和数字方式显示整个碾压区域的压实质量状况；
- b) 压实质量报告相关信息采用易于读取和存储的数据格式；
- c) 压实质量报告按要求进行存档；
- d) 压实质量相关信息的传输内容符合本文件第 7.1.4 条的规定。

7.2.2 压实质量报告应全面提供各种压实质量信息，主要应包括相关性校验报告、压实过程归档报告和路基路面压实度试验检测报告，并符合下列规定：

- a) 相关性校验报告包括对比试验数据、相关系数、回归模型等，并附有试验段压实状态分布图和碾压轮迹振动压实曲线。相关性校验报告内容和样式应按本文件附录 B 执行；
- b) 压实过程归档报告包括碾压段工程信息、振动压路机信息、压实质量信息等，提供每一碾压遍数压实数据的均值、最大值、最小值、变异系数、压实均匀性和压实稳定性等统计量。压实过程归档报告内容与样式按本文件附录 F 执行；
- c) 每幅压实程度分布图显示的碾压面长度为 100 m，施工段长度不足 100 m 按实际长度显示，其内容与样式按本文件附录 G 执行；
- d) 压实质量检测报告包括压实程度分布图和路基路面压实度试验检测报告，其内容与样式按本文件附录 H 执行。

附 录 A

(规范性)

设备核查

A.1 加载设备

A.1.1 振动压路机的振动压实工艺参数，按照产品说明书和标识牌进行核实。

A.1.2 采用量测设备或通用频率计对振动频率进行检测，记录实测频率值，比较实测振动频率与额定振动频率的差值，其误差应不超过额定值 ± 0.6 Hz。

A.1.3 选择30 m~50 m长的路段，振动压路机以施工碾压时的速度行驶，测其行走距离(L)，记录行驶时间(t)，计算振动压路机行驶速度，速度宜为(2.5~3.0) km/h，最大不超过4.0 km/h。

A.1.4 将量测设备与振动压路机的振动频率和行驶速度相应信号接口连接，查看显示数值是否与A.1.2、A.1.3检测结果一致。

A.2 量测设备

A.2.1 量测设备的加速度传感器性能参数按照说明书进行核实，同时量测设备的数据采集装置的模/数转换位数、采样频率、振动幅值特性、振动频率特性、系统控制软件的检验应符合JT/T 1127-2017中5.2的规定。

A.2.2 智能压实检测值与常规检测指标之间的相关系数按相关性校验试验进行检验，其操作见第5节。

A.3 压实信息管理平台

A.3.1 智能压实控制系统配套的信息管理软件按其菜单进行检验。开启相应功能，检验压实信息接收、处理、显示、生成电子报告和传输效果，应符合7.2的要求。

A.3.2 智能压实控制系统的压实信息管理平台按菜单进行检验。开启相应功能，检验压实信息接收、处理、显示、监控、管理等功能。

A.3.3 振动压路机正常碾压，开启量测设备，对系统数据管理及接收软件进行校验，校验系统数据管理及接收软件的数据采集、处理、分析、显示、存储、传输、管理功能及数据处理结果显示形式。

A.4 设备安装

A.4.1 信号发射器、接收器安装在压路机车顶位置。

A.4.2 位移传感器的感应头应正对强磁铁S级，位移传感器的输出端连接至压实显示器。为保证测量结果准确，应均匀放置强磁铁，并保证强磁铁的位置固定。应在加载的1 m位移内分布不低于4个强磁铁。

A.4.3 加速度传感器应垂直安装在加载振动轮的内壁上，输出端连接至压实处理器。为保证稳定性，应将加速度传感器固定在钢板上，并将钢板焊接在负载振动轮内壁上。振动传感器安装时应注意方向问题，严格按照厂家说明书进行安装。

A.4.4 数字处理器应安装在加载驾驶仓内，但避免安装在热油软管附近以及类似的地方。A-SENSOR端连接振动传感器以接收振动传感器采集到的压实信号，POW/OUT端连接电源，串口输出端连接压实显示器，将处理完的压实信号输出到压实显示器。

A.4.5 压实显示器应安装在加载驾驶仓内，与位移传感器、北斗定位系统、压实处理器连接以获取信号。

A.4.6 信号收发基站应安装在地势开阔的位置。

附录 B (规范性) 相关性校验试验

B.1 相关性计算

B.1.1 智能压实振动压实值与常规质量验收指标之间的相关系数应按下列公式(皮尔逊相关系数)(B.1)、(B.2)、(B.3)计算:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{····· (B.1)}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{····· (B.2)}$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad \text{····· (B.3)}$$

式中:

x ——常规质量验收指标;

y ——振动压实值;

x_i, y_i —— x 和 y 的样本值, 其中, $i = 1, 2, \dots, n$, 代表常规检测数量;

r —— x 和 y 之间的相关系数。

B.1.2 智能压实振动压实值与常规质量验收指标之间的相关关系应采用下列线性回归模型确定。

a) 根据常规质量验收指标检测结果确定智能压实振动压实值检测结果的回归模型计算如下式(B.4)、(B.5)、(B.6):

$$y = a + bx \quad \text{····· (B.4)}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad \text{····· (B.5)}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{····· (B.6)}$$

式中:

x ——常规质量验收指标;

y ——振动压实值;

x_i, y_i —— x 和 y 的样本值, 其中, $i = 1, 2, \dots, n$, 代表常规检测数量;

a, b ——回归系数。

b) 根据智能压实振动压实值检测结果确定常规质量验收指标检测结果的回归模型计算如下式(B.7)、(B.8)、(B.9):

$$x = c + dy \quad \text{····· (B.7)}$$

$$c = \bar{x} - d\bar{y} \quad \text{····· (B.8)}$$

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad \text{····· (B.9)}$$

式中:

x ——常规质量验收指标;

y ——振动压实值;

x_i, y_i —— x 和 y 的样本值, 其中, $i = 1, 2, \dots, n$, 代表常规检测数量;

c, d ——回归系数。

B.2 试验结果分析

B.2.1 相关性校验结果应包括振动压实值与常规质量验收指标之间的相关系数、线性回归模型和目标振动压实值。

B.2.2 振动压实值与常规质量验收指标之间的相关系数不小于0.70时，后续施工段的压实质量应采用智能压实控制系统及其相关性校验结果进行控制；相关系数小于0.70时，应扩大数据范围和数量，重新进行相关性校验，若仍不满足条件，则采用其他设备或方案进行质量控制。

B.2.3 目标振动压实值应采用本文件式(B.4)的线性回归模型,根据常规质量验收指标的合格值进行确定,如图B.1所示,计算公式如下:

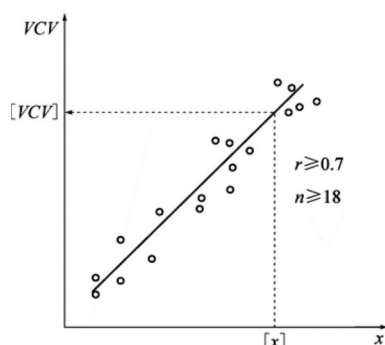
[illegible]

式中:

[x]——按照现行相关标准确定的常规质量验收指标的合格值;

[VCV]——目标振动压实值;

a, b ——回归系数。



图B.1 目标振动压实值示意

B.2.4 常规质量验收指标的检测结果可采用本文件式(B.7)的线性回归模型预测。其公式如下:

[illegible]

式中:

 $\hat{x}$ ——常规质量验收指标检测预测值;

VCV_i ——振动压实值测试结果,是连续压实测试的最小分辨单位,为压路机振动轮宽度与行驶距离的乘积,一个测试数据代表一个测试单元面积上压实状态的平均值,本标准的一个测试单元的面积 1.0 m^2 ;

c, d ——回归系数。

B.3 经验数据

以某高速公路为例, 试验段最佳含水率为17.9%, 填料93、94区为掺灰量4%的石灰黏土, 96区为掺灰量6%的石灰黏土, 具体目标VCV值参考值如下表B.1。

表B.1 目标 VCV 值参考值

控制项目	93 区	94 区	96 区
机械组合	挖掘机 2 台、自卸汽车 6 台、D7G 推土机 2 台、PY180 平地机 1 台、22 t 压路机 2 台、WB-1800 路拌机 1 台，洒水车 1 台		挖掘机 2 台、自卸汽车 6 台、D7G 推土机 2 台、PY180 平地机 1 台、26 t 压路机 2 台、WB-1800 路拌机 1 台，洒水车 1 台
填料类型	掺灰量 4%的石灰黏土		掺灰量 6%的石灰黏土
松铺厚度	30 cm		25 cm
含水率	18.4%		17.2%
碾压速度	≤4 Km/h		
碾压遍数	静压 1 遍、弱振碾压 1 遍、强振碾压 3 遍、静压 1 遍		静压 1 遍、弱振碾压 1 遍、强振碾压 4 遍、静压 1 遍
目标 VCV 值	60	62	66

B.4 相关性校验试验报告

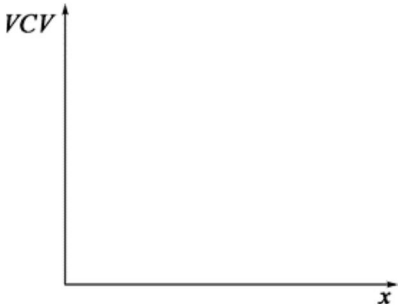
相关性校验完成后应及时编制相关性校验报告，作为智能压实质量报告的组成部分，其内容和样式见表B.2。

表B.2 相关性校验试验报告

试验编号：

工程名称：

工程信息							
起始桩号				碾压层数			
终止桩号				碾压面积			
填料类型				碾压轮数			
填层厚度				碾压遍数			
填筑宽度				碾压日期			
天气				温度			
加载信息							
振动压路机型号				振动频率			
振动质量				振幅			
激振力				行驶速度			
试验信息							
编号	检测数据			编号	检测数据		
	常规检验指标	振动压实值	含水率		常规检验指标	振动压实值	含水率
1				10			
2				11			
3				12			
4				13			
5				14			
6				15			

7				16			
8				17			
9				18			
相关系数 $r=$ _____； $n=$ _____							
回归方程: $VCV = ax + b =$ _____							
$VCV - x$ 关系图: 							
常规质量验收指标规定值 $[x]=$ _____, 对应的智能压实目标值 $[VCV]=$ _____。							
试验:		复核:		审批:		日期:	

附录 C
(规范性)
压实程度检测方法

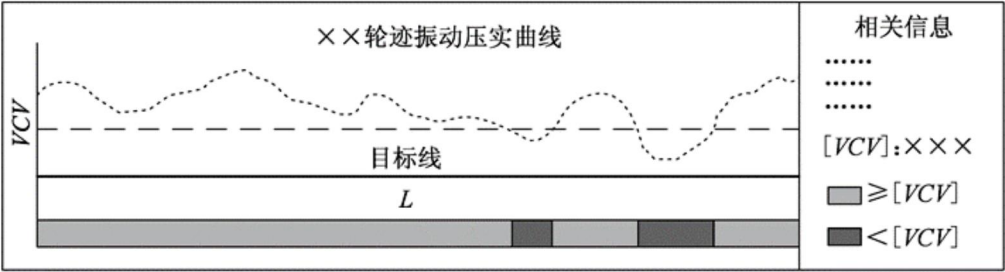
C.1 压实程度判定

压实程度应根据与设定的智能压实目标值比较进行判定，如式C.1所示。第*i*个检测单元压实程度通过的判定应按式（C.1）进行：

$$VCV_i > [VCV] \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

VCV_i——第*i*个检测单元智能压实的检测结果，代表碾压面上1.0 m²面积上的平均值；
[VCV]——智能压实目标值。



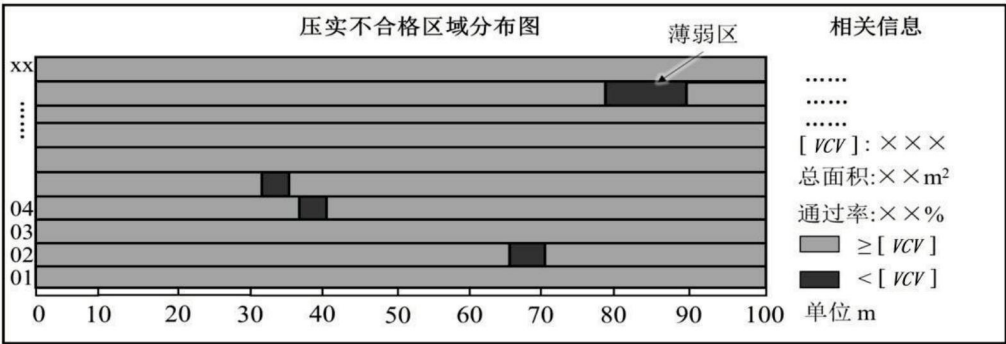
图C.1 检测单元压实程度判定示意图

C.2 压实程度的通过率

按通过面积（通过的检测单元数量）占碾压面积（检测单元总数量）的多少计算。通过率根据公路等级确定，具体见表C.1，且不通过的检测单元（薄弱区）应呈分散分布状态，如图C.2所示。

表C.1 不同公路等级的通过率要求

填筑部位（路面底面以下深度） (m)			压实程度通过率（%）		
			高速、一级公路	二级公路	三、四级公路
填方路基	上路床	0~0.30	≥96	≥95	≥94
	下路床	轻、中及重交通 0.30~0.80	≥96	≥95	≥94
		特重、极重交通 0.30~1.20			-
	上路堤	轻、中及重交通 0.80~1.50	≥94	≥94	≥93
		特重、极重交通 1.20~1.90			-
	下路堤	轻、中及重交通 >1.50	≥93	≥92	≥90
		特重、极重交通 >1.90			



图C. 2 压实程度不合格区域分布状态示意图

附录 D
(规范性)
压实均匀性检测方法

D.1 压实均匀性判定

压实均匀性判定应通过碾压轮迹上振动压实曲线的波动变化程度和压实检测数据的分布特征进行判定。

D.2 压实均匀性控制

压实均匀性控制应按智能压实检测数据不小于其平均值的80%，即 $VCV_i > 0.8\overline{VCV}$ 进行控制，如图D.1所示：

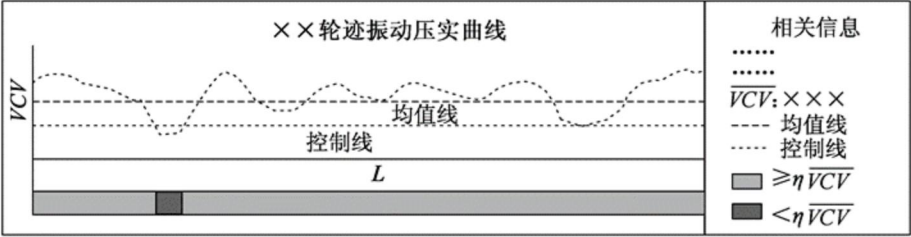


图 D.1 压实均匀性检测判定示意图

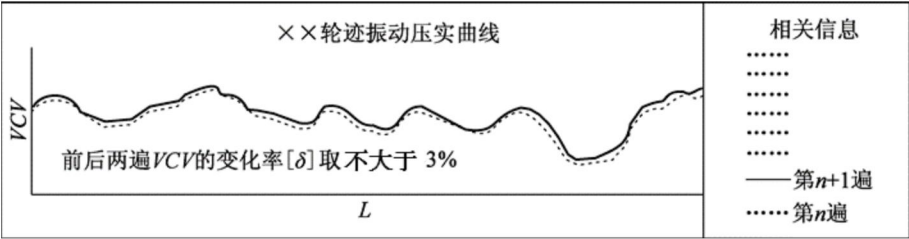
附录 E
(规范性)
压实稳定性控制方法

E.1 压实稳定性判定与控制条件

压实稳定性判定和控制应采用振动压路机同一碾压部位相同行驶方向的振动压实检测数据进行。

E.2 压实稳定性控制方法

压实稳定性应按同一碾压部位上前后两遍智能压实检测值变化控制在3%以内，变化率可表示为 $[|VCV_{i+1} - VCV_i| / VCV_i] \times 100\%$ 。如图E.1所示，其中 δ 为规定的精度，应根据相关方程，按照对应的常规质量验收指标数据变化率进行确定，不超过3%。

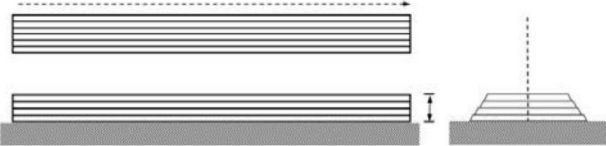


图E.1 压实稳定性判定与控制示意图

附录 F
(规范性)
压实过程控制信息表

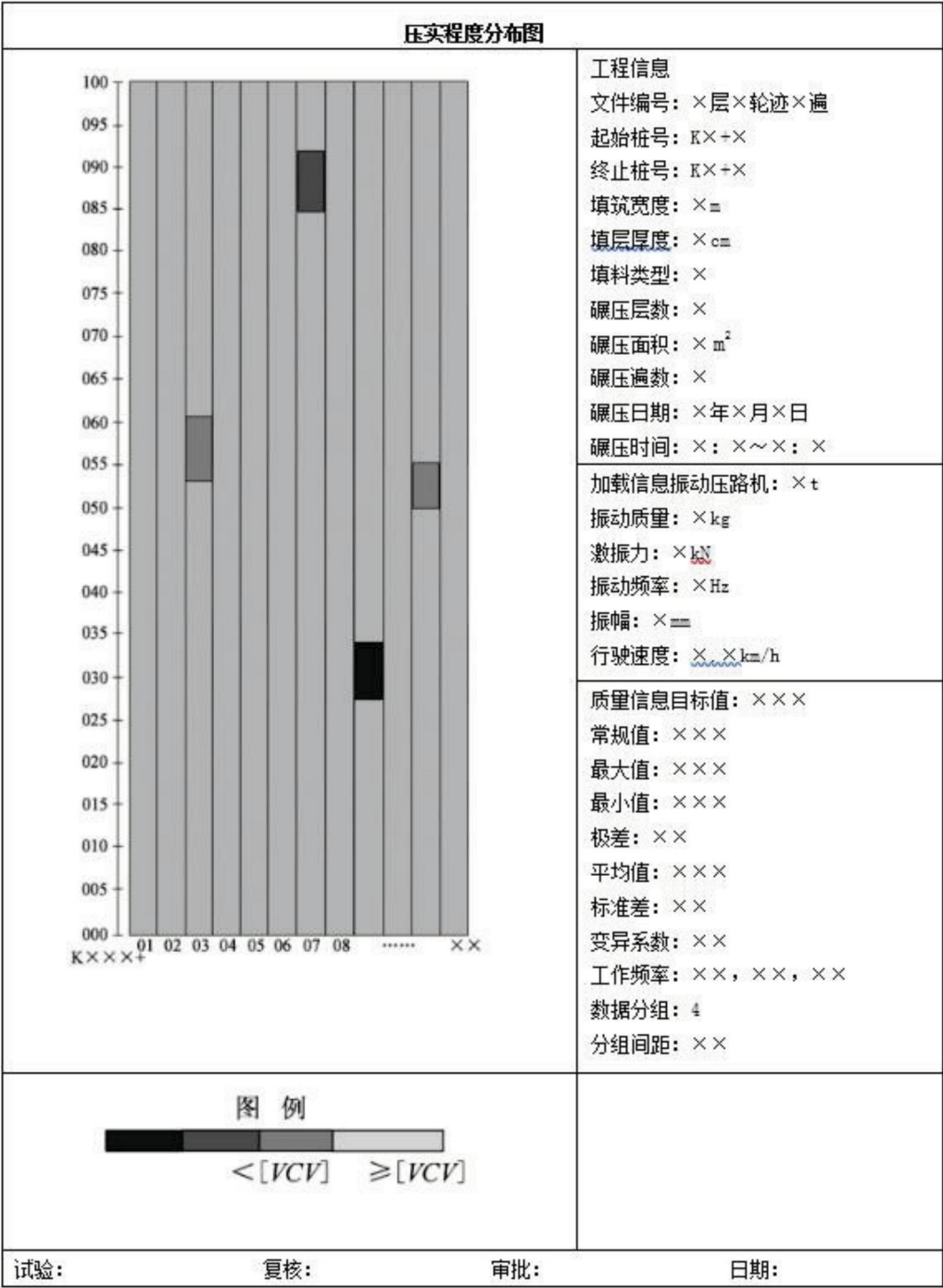
压实过程控制信息表格式见表F.1。

表 F.1 压实过程控制信息表

工程信息								
项目名称								
起始桩号		碾压层数						
终止桩号		碾压面积 (m²)						
填料类型		碾压轮数						
填层厚度 (cm)		碾压遍数						
填筑宽度 (m)		碾压日期						
天气		温度 (°C)						
加载信息								
振动压路机型号		振动频率 (HZ)						
振动质量		振幅						
激振力 (KN)		行驶速度 (km/h)						
质量信息								
目标值		常规合格值						
碾压遍数	碾压时间	压实程度					压实均匀性	压实稳定性
		通过率	最大值	最小值	平均值	变异系数		
01								
02								
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
K××××+×××× K××××+×××× 								
试验:	复核:	审批:		日期:				

附录 G
(规范性)
压实程度分布图

压实程度分布图见图G. 1。



图G. 1 压实程度分布图

附录 H
(规范性)
路基压实度试验检测报告

路基压实度试验检测报告见表H. 1。

表 H. 1 路基压实度试验检测报告表

试验室名称：

报告编号：

委托/施工单位				委托编号			
工程名称				样品编号			
工程部位/用途				试验依据			
样品描述				判定依据			
主要仪器设备及 编号							
检测方法		智能压实法		结构层次		第一层	
序号	桩号	位 置 (m)	实测 VCV 值	由相关性推算 压实度 (%)	压实度标准值 (%)	结果判定	
检测点数			合格点数		合格率		
保证率 (%)			标准差 (%)		$ta/\sqrt{n}$		
压实度平均值 (%)			压实度标准值 (%)		压实度代表值 (%)		
检测结论：							
备注：							

检验负责人： 检测： 记录： 复核： 年 月 日