

ICS XXX
CCS XX

DB61

陕西省地方标准

DB 61/T XXXX-2024

公路路基与基层智能压实控制技术规程

Code for Intelligent Control of Highway Subgrade and Base Compaction

(征求意见稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

陕西省市场监督管理局

发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 压实智能控制系统 2

5 施工碾压过程控制 5

6 施工质量检测 8

附录 A （规范性） 设备要求 9

附录 B （规范性） 压实均匀性控制方法 11

附录 C （规范性） 压实稳定性控制方法 12

附录 D （规范性） 相关性计算方法及压实质量报告 13

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。
本文件由陕西省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：陕西路桥集团有限公司、长安大学、西安市公路工程管理处、陕西高速公路工程试验检测有限公司、中交一公局西北工程有限公司。

本文件主要起草人：马朝鲜、陈胜博、司伟、李程、周雄、朱其涛、程高、石岩、刘瑞、窦珩源。

本文件由陕西路桥集团有限公司负责解释。

本文件首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西路桥集团有限公司

电话：029-83118866

地址：陕西省西安市雁塔区吉祥路 306 号

邮编：710075

公路路基与基层智能压实控制技术规程

1 范围

本文件规定了公路路基与基层智能压实的术语和定义、压实智能控制系统的基本规定、施工碾压过程控制、施工质量检测基本要求与方法等。

文件适用于使用振动压路机对填土路基与半刚性基层的压实智能控制，城市道路参照执行。

2 规范性引用文件

本文件是基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本标准提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本标准相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

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。

DB13/T 5579-2022 基于北斗的路基智能压实技术规范

JTG/T 3610-2019 公路路基施工技术规范

JTG F80/1-2017 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

DB13/T 2572-2017 公路路基智能压实控制技术规程 JTG 3450-2019 公路路基路面现场测试规程

JTG/T F20-2015 公路路面基层施工技术细则

JT/T 1127-2017 公路路基填筑工程连续压实控制系统技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

压实智能控制 Compaction Intelligent Control

在路基与基层填筑碾压过程中，通过压路机响动连续信号，利用信息化手段实现对整个碾压面压实质量的实时动态监测与智能控制。

3.2

压实状态 Compaction State

路基与基层填筑过程中，填筑结构在压路机作用下所呈现出的密实程度。

3.3

振动压实值 Vibratory Compaction Value

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路基与基层压实状态的指标。

3.4

连续检测 Continuous Monitoring

在路基与基层填筑碾压过程中，采用信息化手段对碾压面的压实状态进行的连续、实时、全面的检测。

3.5

振动压实工艺参数 Vibratory Compaction Process Parameters

路基与基层填筑碾压过程中，压路机的自重、振动质量、激振力、振动频率、振幅及行驶速度等影响压实质量参数的统称。

3.6

碾压施工 Milling

路基与基层填筑碾压过程中，压路机在碾压轮迹上依次前进碾压。

3.7

压实均匀性 Compaction Uniformity

路基与基层填筑碾压过程中，特定压实遍数下同一区域不同点位处振动压实值的分布情况。

3.8

压实程度 Compactness

路基与基层填筑碾压过程中，振动压实值达到目标值的情况。

3.9

压实稳定性 Compaction Stability

路基与基层填筑碾压过程中，在振动压路机振动压实工艺参数一定的情况下，相邻两次碾压后同一区域振动压实值的变化率。

3.10

符号与缩略语 Symbols and Abbreviations

下列符号适用于本文件。

V_{CV}：振动压实值。

V_{CV_i}：碾压面上第 *i* 个检测单元振动压实值的检测结果。

V_{CV_n}：第 *n* 次碾压面上相同的检测单元振动压实值的检测结果。

$\overline{V_{CV}}$ ：振动压实值的平均值。

[V_{CV}]：常规压实质量检测合格值所对应的目标振动压实值，简称目标值。

δ：振动压实值的变化率。

r：相关系数。

η：压实均匀性判定系数。

4 压实智能控制系统

4.1 一般规定

4.1.1 公路路基与基层压实智能控制指标与传统压实控制指标应存在较好的相关性，其相关系数不宜低于 0.80。

4.1.2 压实智能控制应对路基与基层填料的压实程度、压实稳定性及压实均匀性等指标进行严格要求，并对其压实过程进行实时监测，以确定传统压实质量检测点的位置，便于同智能控制的压实指标进行对比。

4.1.3 根据试验路段的施工质量，确定试验路段的松铺厚度、机具组合、规格、压实次数、压实速率、最优含水率等参数，并计算相应的 V_{CV} 和传统压实控制指标的相关性和目标值。

4.1.4 压实智能控制报告应当以质量验收记录的形式归档，以便为养护和维护工作的决策提供依据。

4.1.5 在压实智能控制过程中，收集到的各类工程数据，如振动压实工艺、填料特性等，既是机器学习的训练数据，也可作为专家系统的知识库。

4.1.6 对于细粒级的路基和半刚性基层，应严格控制压实程度、压实稳定性和压实均匀性；对于粗粒级的路基和半刚性基层，应严格控制压实稳定性和压实均匀性。

4.2 压实智能控制系统组成

4.2.1 压实智能控制系统由加载装置、测量系统和信息化管理平台组成，系统组成如图 1 所示：

- a) 测量系统由传感装置、信号控制装置和数据采集系统组成；
- b) 信息化管理平台由数据分析处理装置、可视化显示设备和反馈控制系统组成；
- c) 有关压实智能控制系统组成部分设备的要求如附录 A 所示。

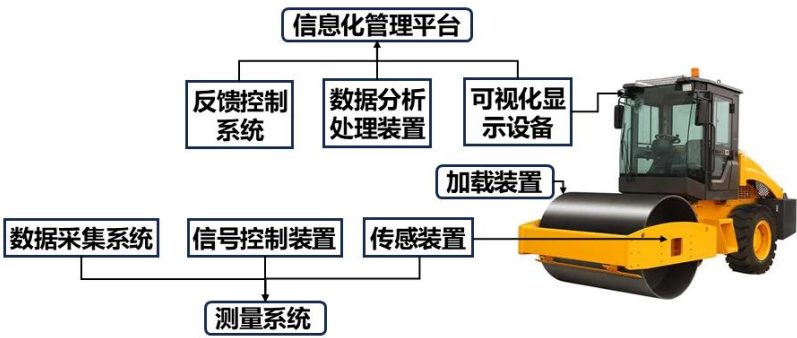


图 1 压实智能控制系统组成图

4.2.2 压实智能控制系统技术要求：

- a) 数据采集装置的性能指标应满足 JT/T1127 标准；
- b) 数据采集宜采用加速度传感器，灵敏度应不小于 10mV/ms^2 ，量程应不小于 10g ，频率响应不应低于 500Hz ；
- c) 数据采集装置的模/数转换位数应不小于 16bits，采样频率不应小于 400Hz ；
- d) 采集设备的动态性能应稳定，线性范围内，振动幅值应在 5mV/ms^2 - 10mV/ms^2 ，相对误差应不大于 0.5%，振动频率在 5Hz - 120Hz 时，相对误差应不大于 0.5%；
- e) 压实工艺参数采集装置应当与数据管理和接收软件进行遥距对接，并对其进行处理、分析、显示和保存，记录工程相关资料；
- f) 数据分析处理装置对采集信息实时处理、分析、显示、存储和记录施工相关参数等信息，根据得到的压实信息对压实程度、压实均匀性、压实稳定性、压实状态分布以及相关统计量等进行实时分析并以数字和图形方式显示在可视化设备上；
- g) 压路机的速度以 $2.5\text{-}3.0\text{km/h}$ 匀速行驶为宜，最高时速应不超过 4.0km/h ；
- h) 压路机压实工艺参数应清晰显示在可视化界面上；
- i) 振动频率的变化幅度应控制在稳态的频率 $\pm 0.6\text{Hz}$ 范围内；
- j) 滚轴辗压的定位精度应满足横向 $\pm 10\text{mm}$ 和纵向 $\pm 20\text{mm}$ ；
- k) 压实智能控制资料需经过二次加工、显示、再现压实过程，形成压实质量监控图表，并结合信息化管理平台实时显示压实状态；
- l) 对填筑体的压实程度、压实稳定性、压实均匀性、压实速率与振动频率等进行实时监测；
- m) 压路机压实工艺参数应清晰显示在可视化界面上。

4.3 压实数据采集

4.3.1 压实智能控制数据采集系统技术要求：

- a) 数据采集系统的整体结构由传感器网络、通讯模块和数据中心三部分组成，实现施工过程中振动频率、压实温度、压实位置等数据的实时采集；
- b) 传感器网络由振动频率传感器、GPS、温度传感器和湿度传感器组成，实现施工过程中振动频率、压实温度、压实位置等数据的实时传输；

- c) 通讯模块应该支持 JSON、XML、文本等多种数据交换格式，并通过 HTTP 等 Internet 通讯协议实现网络传送；
- d) 数据中心负责存储、处理来自各传感器采集到的数据，并利用解析算法对其进行处理与分析。

4.3.2 数据检测设备校准与安装：

- a) 数据采集及显示设备应牢固地安装在振动压路机驾驶室内；
- b) 检测设备的检测方法、校准方法和性能要求应按 JT/T1127 有关规定执行。

4.3.3 相关性校验：

- a) 相关性校验方案主要包括选取传统压实质量验收指标与设计数据分析方法；
- b) 压实智能控制指标包括信息化管理平台生成的压路机的压实状况图压实轨道曲线；
- c) 测试路段应符合 JTG/T3610、JTG/TF20 等标准；
- d) 试验路段的填料种类、含水率和填筑厚度应符合下一步施工路段的要求，确保连续测试；
- e) 试验段的长度不应少于 200 米，应设起点、终点和边线；
- f) 试验路段压路机应使用与施工路段相同的性能和技术参数；
- g) 将各压实状态区的测点按压路机的压实线分为轻、中、重三个不同的压实状态，分别对其进行压实操作，压实状态分区参考如表 1 所示，选取振动压实最值点和中值点为常规检测点如图 2 所示；

表 1 试验段压实状态分区参考表

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	22t	静压 1 遍+连续压实检测 1 遍
2	70%-90%	中度密实	22t	静压 1 遍+强振 1 遍+连续压实检测 1 遍
3	>90%	重度密实	22t	静压 1 遍+强振 3-4 遍+连续压实检测 1 遍

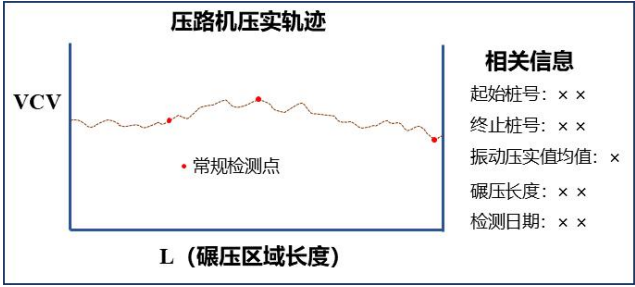


图 2 常规点检测选取示意图

- h) 按照 JTG 3450 规定，在三个压实状态区中进行传统检测，并在每个压实状态区中取样不应少于 6 组，并获取相应的压实智能控制资料；
- i) 相关性计算与试验结果符合下列规定：在试验中，VCV 和传统压实指标都应满足要求，即为“合格”，即采用 VCV 和传统压实指标双重控制的压实方法如图 3 所示。

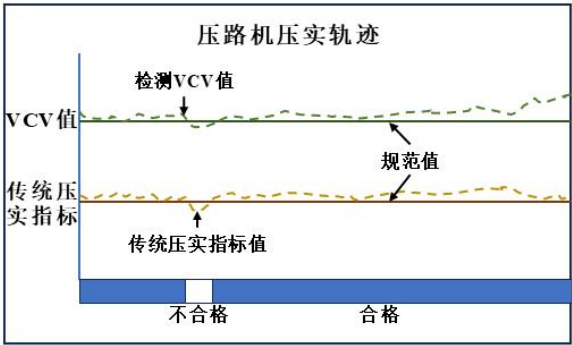


图 3 “双控”曲线图

5 施工碾压过程控制

5.1 压实前作业

- 5.1.1 压实智能控制应用前，应根据 JTG/T3610、JTGF80/1 开展测绘放样、分层上料、摊铺平整等工作，使用的设备和材料应符合最新技术要求，并定期更新和检验。
- 5.1.2 振动压路机和振动压实技术参数应采用试验路段确定的工艺参数。
- 5.1.3 填料种类、含水率和填筑厚度等应与试验段一致。
- 5.1.4 振动压实参数的测量系统应安装就位后进行标定。

5.2 施工过程控制

5.2.1 压实控制工艺流程图如图 4 所示。

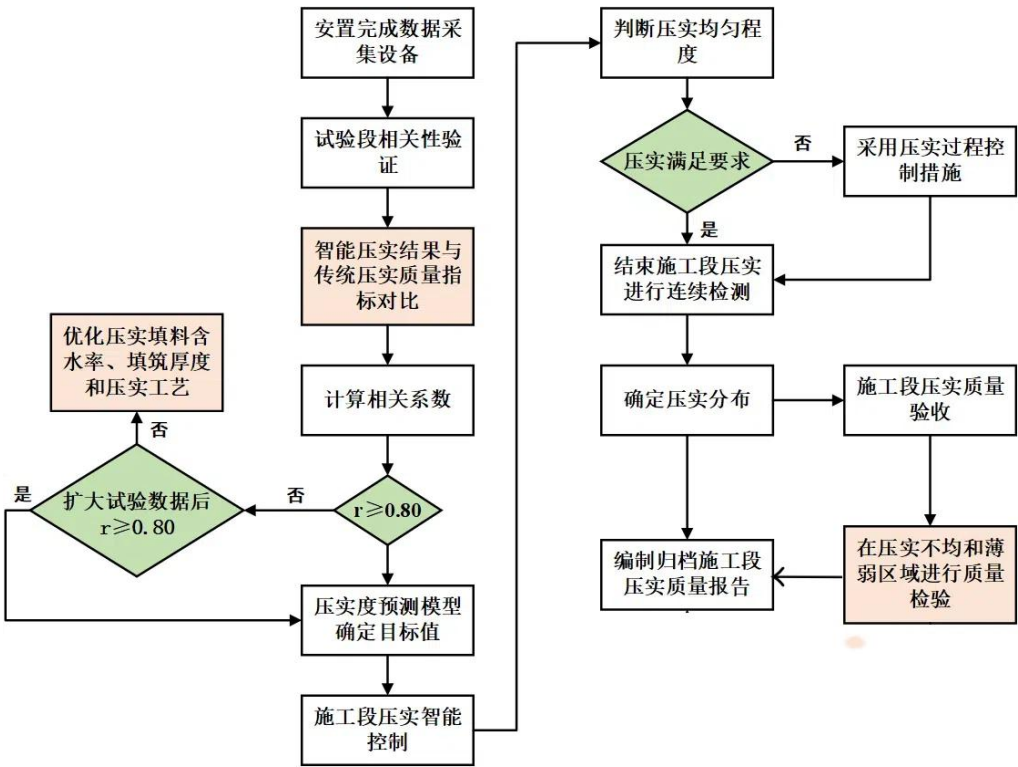


图 4 压实控制工艺流程图

5.2.2 压实过程控制的施工作业遵循以下原则：

- a) 施工现场的碾压工作，应根据现行的路基与基层施工规范，层层碾压，并在工序控制完成后，用弱振动法对压实质量进行连续监测；
- b) 施工阶段应在对振动压实值进行连续监测的基础上评价填筑层的压实质量，连续监测确保碾压面平整无积水，碾压轮迹数应按照碾压面宽度和压路机轮宽划分，确保能够覆盖整个碾压面，振动压路机采用平碾方式，相邻碾压轮迹之间的重叠宽度应控制在 10cm 范围内，振动压路机宜采用弱振方式进行连续检测；
- c) 对于压实程度合格率不符合要求的路段，应改善压实技术，或者采用新的压实设备对其进行补压。当对填料的补压作用不显著时，可通过改变填料性质和调节含水量以满足压实程度要求；
- d) 在压实均匀性判定系数小于 0.8 压实检测结果平均值的压实区，要采取上述多项措施将判定系数提升到 0.8 以上，以改善压实度均匀性，压实均匀性的控制方法见附录 B；
- e) 当前、后两次压实后路基与基层振动压实值变化率大于 3% 或 1% 时，应继续碾压，直到满足要求，以改善压实稳定性。压实稳定性的控制方法见附录 C；
- f) 在压实工序结束后，应对压实质量进行连续监测，以明确压实程度的分布规律和振动压实值的分布情况，并辨识压实质量的薄弱区；
- g) 对振动压实值连续测试资料的统计和分析，应将 100 米长的路段作为一个单元，不足 100 米的路段应分别作为一个单元来处理；
- h) 对每 100 米进行一次分析，应对其最大值、最小值、平均值、极差、标准偏差、变异系数和分布直方图等进行统计；
- i) 压实质量连续检测数据应为施工段实际长度的全部检测数据；
- j) 施工段压实质量连续检测完成后，应及时编制包含压实程度分布图和压实状态分布图在内的压实质量连续检测报告，可作为压实质量报告组成部分。

5.2.3 在进行压实质量的工艺控制与检验时，若发现异常情况，应按照以下方式解决：

- a) 当振动压路机的振动频率不平稳时，应对频率进行调节，以保证其在一定的波动范围之内；
- b) 当测量装置各部分联接松脱或电源电压过低时，应对测量装置各部分的接线和接口、电源电压等进行检查，确保其正常运行；
- c) 当振动压实值突变时，应做好记录分析原因对碾压面进行处理。

5.2.4 碾压施工的工艺控制，应当按照以下要求进行：

- a) 压实前设定碾压层数、填料种类、目标 VCV 值；
- b) 对压路机的碾压速度、碾压次数等各项碾压工艺参数进行实时监测，并将其显示到车辆的可视化界面，引导驾驶员强化碾压薄弱环节；
- c) 路基和半刚性基层处理分别符合 JTG/T 3610 和 JTG/T F20-2015 标准要求。

5.2.5 压实程度的合格率通过 ([1]) ([2]) ([3]) ([4]) ([5]) ([6]) ([7]) ([8]) ([9]) ([10]) ([11]) ([12]) ([13]) ([14]) ([15]) ([16]) ([17]) ([18]) ([19]) ([20]) ([21]) ([22]) ([23]) ([24]) ([25]) ([26]) ([27]) ([28]) ([29]) ([30]) ([31]) ([32]) ([33]) ([34]) ([35]) ([36]) ([37]) ([38]) ([39]) ([40]) ([41]) ([42]) ([43]) ([44]) ([45]) ([46]) ([47]) ([48]) ([49]) ([50]) ([51]) ([52]) ([53]) ([54]) ([55]) ([56]) ([57]) ([58]) ([59]) ([60]) ([61]) ([62]) ([63]) ([64]) ([65]) ([66]) ([67]) ([68]) ([69]) ([70]) ([71]) ([72]) ([73]) ([74]) ([75]) ([76]) ([77]) ([78]) ([79]) ([80]) ([81]) ([82]) ([83]) ([84]) ([85]) ([86]) ([87]) ([88]) ([89]) ([90]) ([91]) ([92]) ([93]) ([94]) ([95]) ([96]) ([97]) ([98]) ([99]) ([100]) ([101]) ([102]) ([103]) ([104]) ([105]) ([106]) ([107]) ([108]) ([109]) ([110]) ([111]) ([112]) ([113]) ([114]) ([115]) ([116]) ([117]) ([118]) ([119]) ([120]) ([121]) ([122]) ([123]) ([124]) ([125]) ([126]) ([127]) ([128]) ([129]) ([130]) ([131]) ([132]) ([133]) ([134]) ([135]) ([136]) ([137]) ([138]) ([139]) ([140]) ([141]) ([142]) ([143]) ([144]) ([145]) ([146]) ([147]) ([148]) ([149]) ([150]) ([151]) ([152]) ([153]) ([154]) ([155]) ([156]) ([157]) ([158]) ([159]) ([160]) ([161]) ([162]) ([163]) ([164]) ([165]) ([166]) ([167]) ([168]) ([169]) ([170]) ([171]) ([172]) ([173]) ([174]) ([175]) ([176]) ([177]) ([178]) ([179]) ([180]) ([181]) ([182]) ([183]) ([184]) ([185]) ([186]) ([187]) ([188]) ([189]) ([190]) ([191]) ([192]) ([193]) ([194]) ([195]) ([196]) ([197]) ([198]) ([199]) ([200]) ([201]) ([202]) ([203]) ([204]) ([205]) ([206]) ([207]) ([208]) ([209]) ([210]) ([211]) ([212]) ([213]) ([214]) ([215]) ([216]) ([217]) ([218]) ([219]) ([220]) ([221]) ([222]) ([223]) ([224]) ([225]) ([226]) ([227]) ([228]) ([229]) ([230]) ([231]) ([232]) ([233]) ([234]) ([235]) ([236]) ([237]) ([238]) ([239]) ([240]) ([241]) ([242]) ([243]) ([244]) ([245]) ([246]) ([247]) ([248]) ([249]) ([250]) ([251]) ([252]) ([253]) ([254]) ([255]) ([256]) ([257]) ([258]) ([259]) ([260]) ([261]) ([262]) ([263]) ([264]) ([265]) ([266]) ([267]) ([268]) ([269]) ([270]) ([271]) ([272]) ([273]) ([274]) ([275]) ([276]) ([277]) ([278]) ([279]) ([280]) ([281]) ([282]) ([283]) ([284]) ([285]) ([286]) ([287]) ([288]) ([289]) ([290]) ([291]) ([292]) ([293]) ([294]) ([295]) ([296]) ([297]) ([298]) ([299]) ([300]) ([301]) ([302]) ([303]) ([304]) ([305]) ([306]) ([307]) ([308]) ([309]) ([310]) ([311]) ([312]) ([313]) ([314]) ([315]) ([316]) ([317]) ([318]) ([319]) ([320]) ([321]) ([322]) ([323]) ([324]) ([325]) ([326]) ([327]) ([328]) ([329]) ([330]) ([331]) ([332]) ([333]) ([334]) ([335]) ([336]) ([337]) ([338]) ([339]) ([340]) ([341]) ([342]) ([343]) ([344]) ([345]) ([346]) ([347]) ([348]) ([349]) ([350]) ([351]) ([352]) ([353]) ([354]) ([355]) ([356]) ([357]) ([358]) ([359]) ([360]) ([361]) ([362]) ([363]) ([364]) ([365]) ([366]) ([367]) ([368]) ([369]) ([370]) ([371]) ([372]) ([373]) ([374]) ([375]) ([376]) ([377]) ([378]) ([379]) ([380]) ([381]) ([382]) ([383]) ([384]) ([385]) ([386]) ([387]) ([388]) ([389]) ([390]) ([391]) ([392]) ([393]) ([394]) ([395]) ([396]) ([397]) ([398]) ([399]) ([400]) ([401]) ([402]) ([403]) ([404]) ([405]) ([406]) ([407]) ([408]) ([409]) ([410]) ([411]) ([412]) ([413]) ([414]) ([415]) ([416]) ([417]) ([418]) ([419]) ([420]) ([421]) ([422]) ([423]) ([424]) ([425]) ([426]) ([427]) ([428]) ([429]) ([430]) ([431]) ([432]) ([433]) ([434]) ([435]) ([436]) ([437]) ([438]) ([439]) ([440]) ([441]) ([442]) ([443]) ([444]) ([445]) ([446]) ([447]) ([448]) ([449]) ([450]) ([451]) ([452]) ([453]) ([454]) ([455]) ([456]) ([457]) ([458]) ([459]) ([460]) ([461]) ([462]) ([463]) ([464]) ([465]) ([466]) ([467]) ([468]) ([469]) ([470]) ([471]) ([472]) ([473]) ([474]) ([475]) ([476]) ([477]) ([478]) ([479]) ([480]) ([481]) ([482]) ([483]) ([484]) ([485]) ([486]) ([487]) ([488]) ([489]) ([490]) ([491]) ([492]) ([493]) ([494]) ([495]) ([496]) ([497]) ([498]) ([499]) ([500]) ([501]) ([502]) ([503]) ([504]) ([505]) ([506]) ([507]) ([508]) ([509]) ([510]) ([511]) ([512]) ([513]) ([514]) ([515]) ([516]) ([517]) ([518]) ([519]) ([520]) ([521]) ([522]) ([523]) ([524]) ([525]) ([526]) ([527]) ([528]) ([529]) ([530]) ([531]) ([532]) ([533]) ([534]) ([535]) ([536]) ([537]) ([538]) ([539]) ([540]) ([541]) ([542]) ([543]) ([544]) ([545]) ([546]) ([547]) ([548]) ([549]) ([550]) ([551]) ([552]) ([553]) ([554]) ([555]) ([556]) ([557]) ([558]) ([559]) ([560]) ([561]) ([562]) ([563]) ([564]) ([565]) ([566]) ([567]) ([568]) ([569]) ([570]) ([571]) ([572]) ([573]) ([574]) ([575]) ([576]) ([577]) ([578]) ([579]) ([580]) ([581]) ([582]) ([583]) ([584]) ([585]) ([586]) ([587]) ([588]) ([589]) ([590]) ([591]) ([592]) ([593]) ([594]) ([595]) ([596]) ([597]) ([598]) ([599]) ([600]) ([601]) ([602]) ([603]) ([604]) ([605]) ([606]) ([607]) ([608]) ([609]) ([610]) ([611]) ([612]) ([613]) ([614]) ([615]) ([616]) ([617]) ([618]) ([619]) ([620]) ([621]) ([622]) ([623]) ([624]) ([625]) ([626]) ([627]) ([628]) ([629]) ([630]) ([631]) ([632]) ([633]) ([634]) ([635]) ([636]) ([637]) ([638]) ([639]) ([640]) ([641]) ([642]) ([643]) ([644]) ([645]) ([646]) ([647]) ([648]) ([649]) ([650]) ([651]) ([652]) ([653]) ([654]) ([655]) ([656]) ([657]) ([658]) ([659]) ([660]) ([661]) ([662]) ([663]) ([664]) ([665]) ([666]) ([667]) ([668]) ([669]) ([670]) ([671]) ([672]) ([673]) ([674]) ([675]) ([676]) ([677]) ([678]) ([679]) ([680]) ([681]) ([682]) ([683]) ([684]) ([685]) ([686]) ([687]) ([688]) ([689]) ([690]) ([691]) ([692]) ([693]) ([694]) ([695]) ([696]) ([697]) ([698]) ([699]) ([700]) ([701]) ([702]) ([703]) ([704]) ([705]) ([706]) ([707]) ([708]) ([709]) ([710]) ([711]) ([712]) ([713]) ([714]) ([715]) ([716]) ([717]) ([718]) ([719]) ([720]) ([721]) ([722]) ([723]) ([724]) ([725]) ([726]) ([727]) ([728]) ([729]) ([730]) ([731]) ([732]) ([733]) ([734]) ([735]) ([736]) ([737]) ([738]) ([739]) ([740]) ([741]) ([742]) ([743]) ([744]) ([745]) ([746]) ([747]) ([748]) ([749]) ([750]) ([751]) ([752]) ([753]) ([754]) ([755]) ([756]) ([757]) ([758]) ([759]) ([760]) ([761]) ([762]) ([763]) ([764]) ([765]) ([766]) ([767]) ([768]) ([769]) ([770]) ([771]) ([772]) ([773]) ([774]) ([775]) ([776]) ([777]) ([778]) ([779]) ([780]) ([781]) ([782]) ([783]) ([784]) ([785]) ([786]) ([787]) ([788]) ([789]) ([790]) ([791]) ([792]) ([793]) ([794]) ([795]) ([796]) ([797]) ([798]) ([799]) ([800]) ([801]) ([802]) ([803]) ([804]) ([805]) ([806]) ([807]) ([808]) ([809]) ([810]) ([811]) ([812]) ([813]) ([814]) ([815]) ([816]) ([817]) ([818]) ([819]) ([820]) ([821]) ([822]) ([823]) ([824]) ([825]) ([826]) ([827]) ([828]) ([829]) ([830]) ([831]) ([832]) ([833]) ([834]) ([835]) ([836]) ([837]) ([838]) ([839]) ([840]) ([841]) ([842]) ([843]) ([844]) ([845]) ([846]) ([847]) ([848]) ([849]) ([850]) ([851]) ([852]) ([853]) ([854]) ([855]) ([856]) ([857]) ([858]) ([859]) ([860]) ([861]) ([862]) ([863]) ([864]) ([865]) ([866]) ([867]) ([868]) ([869]) ([870]) ([871]) ([872]) ([873]) ([874]) ([875]) ([876]) ([877]) ([878]) ([879]) ([880]) ([881]) ([882]) ([883]) ([884]) ([885]) ([886]) ([887]) ([888]) ([889]) ([890]) ([891]) ([892]) ([893]) ([894]) ([895]) ([896]) ([897]) ([898]) ([899]) ([900]) ([901]) ([902]) ([903]) ([904]) ([905]) ([906]) ([907]) ([908]) ([909]) ([910]) ([911]) ([912]) ([913]) ([914]) ([915]) ([916]) ([917]) ([918]) ([919]) ([920]) ([921]) ([922]) ([923]) ([924]) ([925]) ([926]) ([927]) ([928]) ([929]) ([930]) ([931]) ([932]) ([933]) ([934]) ([935]) ([936]) ([937]) ([938]) ([939]) ([940]) ([941]) ([942]) ([943]) ([944]) ([945]) ([946]) ([947]) ([948]) ([949]) ([950]) ([951]) ([952]) ([953]) ([954]) ([955]) ([956]) ([957]) ([958]) ([959]) ([960]) ([961]) ([962]) ([963]) ([964]) ([965]) ([966]) ([967]) ([968]) ([969]) ([970]) ([971]) ([972]) ([973]) ([974]) ([975]) ([976]) ([977]) ([978]) ([979]) ([980]) ([981]) ([982]) ([983]) ([984]) ([985]) ([986]) ([987]) ([988]) ([989]) ([990]) ([991]) ([992]) ([993]) ([994]) ([995]) ([996]) ([997]) ([998]) ([999]) ([1000]) ([1001]) ([1002]) ([1003]) ([1004]) ([1005]) ([1006]) ([1007]) ([1008]) ([1009]) ([1010]) ([1011]) ([1012]) ([1013]) ([1014]) ([1015]) ([1016]) ([1017]) ([1018]) ([1019]) ([1020]) ([1021]) ([1022]) ([1023]) ([1024]) ([1025]) ([1026]) ([1027]) ([1028]) ([1029]) ([1030]) ([1031]) ([1032]) ([1033]) ([1034]) ([1035]) ([1036]) ([1037]) ([1038]) ([1039]) ([1040]) ([1041]) ([1042]) ([1043]) ([1044]) ([1045]) ([1046]) ([1047]) ([1048]) ([1049]) ([1050]) ([1051]) ([1052]) ([1053]) ([1054]) ([1055]) ([1056]) ([1057]) ([1058]) ([1059]) ([1060]) ([1061]) ([1062]) ([1063]) ([1064]) ([1065]) ([1066]) ([1067]) ([1068]) ([1069]) ([1070]) ([1071]) ([1072]) ([1073]) ([1074]) ([1075]) ([1076]) ([1077]) ([1078]) ([1079]) ([1080]) ([1081]) ([1082]) ([1083]) ([1084]) ([1085]) ([1086]) ([1087]) ([1088]) ([1089]) ([1090]) ([1091]) ([1092]) ([1093]) ([1094]) ([1095]) ([1096]) ([1097]) ([1098]) ([1099]) ([1100]) ([1101]) ([1102]) ([1103]) ([1104]) ([1105]) ([1106]) ([1107]) ([1108]) ([1109]) ([1110]) ([1111]) ([1112]) ([1113]) ([1114]) ([1115]) ([1116]) ([1117]) ([1118]) ([1119]) ([1120]) ([1121]) ([1122]) ([1123]) ([1124]) ([1125]) ([1126]) ([1127]) ([1128]) ([1129]) ([1130]) ([1131]) ([1132]) ([1133]) ([1134]) ([1135]) ([1136]) ([1137]) ([1138]) ([1139]) ([1140]) ([1141]) ([1142]) ([1143]) ([1144]) ([1145]) ([1146]) ([1147]) ([1148]) ([1149]) ([1150]) ([1151]) ([1152]) ([1153]) ([1154]) ([1155]) ([1156]) ([1157]) ([1158]) ([1159]) ([1160]) ([1161]) ([1162]) ([1163]) ([1164]) ([1165]) ([1166]) ([1167]) ([1168]) ([1169]) ([1170]) ([1171]) ([1172]) ([1173]) ([1174]) ([1175]) ([1176]) ([1177]) ([1178]) ([1179]) ([1180]) ([1181]) ([1182]) ([1183]) ([1184]) ([1185]) ([1186]) ([1187]) ([1188]) ([1189]) ([1190]) ([1191]) ([1192]) ([1193]) ([1194]) ([1195]) ([1196]) ([1197]) ([1198]) ([1199]) ([1200]) ([1201]) ([1202]) ([1203]) ([1204]) ([1205]) ([1206]) ([1207]) ([1208]) ([1209]) ([1210]) ([1211]) ([1212]) ([1213]) ([1214]) ([1215]) ([1216]) ([1217]) ([1218]) ([1219]) ([1220]) ([1221]) ([1222]) ([1223]) ([1224]) ([1225]) ([1226]) ([1227]) ([1228]) ([1229]) ([1230]) ([1231]) ([1232]) ([1233]) ([1234]) ([1235]) ([1236]) ([1237]) ([1238]) ([1239]) ([1240]) ([1241]) ([1242]) ([1243]) ([1244]) ([1245]) ([1246]) ([1247]) ([1248]) ([1249]) ([1250]) ([1251]) ([1252]) ([1253]) ([1254]) ([1255]) ([1256]) ([1257]) ([1258]) ([1259]) ([1260]) ([1261]) ([1262]) ([1263]) ([1264]) ([1265]) ([1266]) ([1267]) ([1268]) ([1269]) ([1270]) ([1271]) ([1272]) ([1273]) ([1274]) ([1275]) ([1276]) ([1277]) ([1278]) ([1279]) ([1280]) ([1281]) ([1282]) ([1283]) ([1284]) ([1285]) ([1286]) ([1287]) ([1288]) ([1289]) ([1290]) ([1291]) ([1292]) ([1293]) ([1294]) ([1295]) ([1296]) ([1297]) ([1298]) ([1299]) ([1300]) ([1301]) ([1302]) ([1303]) ([1304]) ([1305]) ([1306]) ([1307]) ([1308]) ([1309]) ([1310]) ([1311]) ([1312]) ([1313]) ([1314]) ([1315]) ([1316]) ([1317]) ([1318]) ([1319]) ([1320]) ([1321]) ([1322]) ([1323]) ([1324]) ([1325]) ([1326]) ([1327]) ([1328]) ([1329]) ([1330]) ([1331]) ([1332]) ([1333]) ([1334]) ([1335]) ([1336]) ([1337]) ([1338]) ([1339]) ([1340]) ([1341]) ([1342]) ([1343]) ([1344]) ([1345]) ([1346]) ([1347]) ([1348]) ([1349]) ([1350]) ([1351]) ([1352]) ([1353]) ([1354]) ([1355]) ([1356]) ([1357]) ([1358]) ([1359]) ([1360]) ([1361]) ([1362]) ([1363]) ([1364]) ([1365]) ([1366]) ([1367]) ([1368]) ([1369]) ([1370]) ([1371]) ([1372]) ([1373]) ([1374]) ([1375]) ([1376]) ([1377]) ([1378]) ([1379]) ([1380]) ([1381]) ([1382]) ([1383]) ([1384]) ([1385]) ([1386]) ([1387]) ([1388]) ([1389]) ([1390]) ([1391]) ([1392]) ([1393]) ([1394]) ([1395]) ([1396]) ([1397]) ([1398]) ([1399]) ([1400]) ([1401]) ([1402]) ([1403]) ([1404]) ([1405]) ([1406]) ([1407]) ([1408]) ([1409]) ([1410]) ([1411]) ([1412]) ([1413]) ([1414]) ([1415]) ([1416]) ([1417]) ([1418]) ([1419]) ([1420]) ([1421]) ([1422]) ([1423]) ([1424]) ([1425]) ([1426]) ([1427]) ([1428]) ([1429]) ([1430]) ([1431]) ([1432]) ([1433]) ([1434]) ([1435]) ([1436]) ([1437]) ([1438]) ([1439]) ([1440]) ([1441]) ([1442]) ([1443]) ([1444]) ([1445]) ([1446]) ([1447]) ([1448]) ([1449]) ([1450]) ([1451]) ([1452]) ([1453]) ([1454]) ([1455]) ([1456]) ([1457]) ([1458]) ([1459]) ([1460]) ([1461]) ([1462]) ([1463]) ([1464]) ([1465]) ([1466]) ([1467]) ([1468]) ([1469]) ([1470]) ([1471]) ([1472]) ([1473]) ([1474]) ([1475]) ([1476]) ([1477]) ([1478]) ([1479]) ([1480]) ([1481]) ([1482]) ([1483]) ([1484]) ([1485]) ([1486]) ([1487]) ([1488]) ([1489]) ([1490]) ([1491]) ([1492]) ([1493]) ([1494]) ([1495]) ([1496]) ([1497]) ([1498]) ([1499]) ([1500]) ([1501]) ([1502]) ([1503]) ([1504]) ([1505]) ([1506]) ([1507]) ([1508]) ([1509]) ([1510]) ([1511]) ([1512]) ([1513]) ([1514]) ([1515]) ([1516]) ([1517]) ([1518]) ([1519]) ([1520]) ([1521]) ([1522]) ([1523]) ([1524]) ([1525]) ([1526]) ([1527]) ([1528]) ([1529]) ([1530]) ([1531]) ([1532]) ([1533]) ([1534]) ([1535]) ([1536]) ([1537]) ([1538]) ([1539]) ([1540]) ([1541]) ([1542]) ([1543]) ([1544]) ([1545]) ([1546]) ([1547]) ([1548]) ([1549]) ([1550]) ([1551]) ([1552]) ([1553]) ([1554]) ([1555]) ([1556]) ([1557]) ([1558]) ([1559]) ([1560]) ([1561]) ([1562]) ([1563]) ([1564]) ([1565]) ([1566]) ([1567]) ([1568]) ([1569]) ([1570]) ([1571]) ([1572]) ([1573]) ([1574]) ([1575]) ([1576]) ([1577]) ([1578]) ([1579]) ([1580]) ([1581]) ([1582]) ([1583]) ([1584]) ([1585]) ([1586]) ([1587]) ([1588]) ([1589]) ([1590]) ([1591]) ([1592]) ([1593]) ([1594]) ([1595]) ([1596]) ([1597]) ([1598]) ([1599]) ([1600]) ([1601]) ([1602]) ([1603]) ([1604]) ([1605]) ([1606]) ([1607]) ([1608]) ([1609]) ([1610]) ([1611]) ([1612]) ([1613]) ([1614]) ([1615]) ([1616]) ([1617]) ([1618]) ([1619]) ([1620]) ([1621]) ([1622]) ([1623]) ([1624]) ([1625]) ([1626]) ([1627]) ([1628]) ([1629]) ([1630]) ([1631]) ([1632]) ([1633]) ([1634]) ([1635]) ([1636]) ([1637]) ([1638]) ([1639]) ([1640]) ([1641]) ([1642]) ([1643]) ([1644]) ([1645]) ([1646]) ([1647]) ([1648]) ([1649]) ([1650]) ([1651]) ([1652]) ([1653]) ([1654]) ([1655]) ([1656]) ([1657]) ([1658]) ([1659]) ([1660]) ([1661]) ([1662]) ([1663]) ([1664]) ([1665]) ([1666]) ([1667]) ([1668]) ([1669]) ([1670]) ([1671]) ([1672]) ([1673]) ([1674]) ([1675]) ([1676]) ([1677]) ([1678]) ([1679]) ([1680]) ([1681]) ([1682]) ([1683]) ([1684]) ([1685]) ([1686]) ([1687]) ([1688]) ([1689]) ([1690]) ([1691]) ([1692]) ([1693]) ([1694]) ([1695]) ([1696]) ([1697]) ([1698]) ([1699]) ([1700]) ([1701]) ([1702]) ([1703]) ([1704]) ([1705]) ([1706]) ([1707]) ([1708]) ([1709]) ([1710]) ([1711]) ([1712]) ([1713]) ([1714]) ([1715]) ([1716]) ([1717]) ([1718]) ([1719]) ([1720]) ([1721]) ([1722]) ([1723]) ([1724]) ([1725]) ([1726]) ([1727]) ([1728]) ([1729]) ([1730]) ([1731]) ([1732]) ([1733]) ([1734]) ([1735]) ([1736]) ([1737]) ([1738]) ([1739]) ([1740]) ([1741]) ([1742]) ([1743]) ([1744]) ([1745]) ([1746]) ([1747]) ([1748]) ([1749]) ([1750]) ([1751]) ([1752]) ([1753]) ([1754]) ([1755]) ([1756]) ([1757]) ([1758]) ([1759]) ([1760]) ([1761]) ([1762]) ([1763]) ([1764]) ([1765]) ([1766]) ([1767]) ([1768]) ([1769]) ([1770]) ([1771]) ([1772]) ([1773]) ([1774]) ([1775]) ([1776]) ([1777]) ([1778]) ([1779]) ([1780]) ([1781]) ([1782]) ([1783]) ([1784]) ([1785]) ([1786]) ([1787]) ([1788]) ([1789]) ([1790]) ([1791]) ([1792]) ([1793]) ([1794]) ([1795]) ([1796]) ([1797]) ([1798]) ([1799]) ([1800]) ([1801]) ([1802]) ([1803]) ([1804]) ([1805]) ([1806]) ([1807]) ([1808]) ([1809]) ([1810]) ([1811]) ([1812]) ([1813]) ([1814]) ([1815]) ([1816]) ([1817]) ([1818]) ([1819]) ([1820]) ([1821]) ([1822]) ([1823]) ([1824]) ([1825]) ([1826]) ([1827]) ([1828]) ([1829]) ([1830]) ([1831]) ([1832]) ([1833]) ([1834]) ([1835]) ([1836]) ([1837]) ([1838]) ([1839]) ([1840]) ([1841]) ([1842]) ([1843]) ([1844]) ([1845]) ([1846]) ([1847]) ([1848]) ([1849]) ([1850]) ([1851]) ([1852]) ([1853]) ([1854]) ([1855]) ([1856]) ([1857]) ([1858]) ([1859]) ([1860]) ([1861]) ([1862]) ([1863]) ([1864]) ([1865]) ([1866]) ([1867]) ([1868]) ([1869]) ([1870]) ([1871]) ([1872]) ([1873]) ([1874]) ([1875]) ([1876]) ([1877]) ([1878]) ([1879]) ([1880]) ([1881]) ([1882]) ([1883]) ([1884]) ([1885]) ([1886]) ([1887]) ([1888]) ([1889]) ([1890]) ([1891]) ([1892]) ([1893]) ([1894]) ([1895]) ([1896]) ([1897]) ([1898]) ([1899]) ([1900]) ([1901]) ([1902]) ([1903]) ([1904]) ([1905]) ([1906]) ([1907]) ([1908]) ([1909]) ([1910]) ([1911]) ([1912]) ([1913]) ([1914]) ([1915]) ([1916]) ([1917]) ([1918]) ([1919]) ([1920]) ([1921]) ([1922]) ([1923]) ([1924]) ([1925]) ([1926]) ([1927]) ([1928]) ([1929]) ([1930]) ([1931]) ([1932]) ([1933]) ([1934]) ([1935]) ([1936]) ([1937]) ([1938]) ([1939]) ([1940]) ([1941]) ([1942]) ([1943]) ([1944]) ([1945]) ([1946]) ([1947]) ([1948]) ([1949]) ([1950]) ([1951]) ([1952]) ([1953]) ([1954]) ([1955]) ([1956]) ([1957]) ([1958]) ([1959]) ([1960]) ([1961]) ([1962]) ([1963]) ([1964]) ([1965]) ([1966]) ([1967]) ([1968]) ([1969]) ([1970]) ([1971]) ([1972]) ([1973]) ([1974]) ([1975]) ([1976]) ([1977]) ([1978]) ([1979]) ([1980]) ([1981]) ([1982]) ([1983]) ([1984]) ([1985]) ([1986]) ([1987]) ([1988]) ([1989]) ([1990]) ([1991]) ([1992]) ([1993]) ([1994]) ([1995]) ([1996]) ([1997]) ([1998]) ([1999]) ([2000]) ([2001]) ([2002]) ([2003]) ([2004]) ([2005]) ([2006]) ([2007]) ([2008]) ([2009]) ([2010]) ([2011]) ([2012]) ([2013]) ([2014]) ([2015]) ([2016]) ([2017]) ([2018]) ([2019]) ([2020]) ([2021]) ([2022]) ([2023]) ([2024]) ([2025]) ([2026]) ([2027]) ([2028]) ([2029]) ([2030]) ([2031]) ([2032]) ([2033]) ([2034]) ([2035]) ([2036]) ([2037]) ([2038]) ([2039]) ([2040]) ([2041]) ([2042]) ([2043]) ([2044]) ([2045]) ([2046]) ([2047]) ([2048]) ([2049]) ([2050]) ([2051]) ([2052]) ([2053]) ([2054]) ([2055]) ([2056]) ([2057]) ([2058]) ([2059]) ([2060]) ([2061]) ([2062]) ([2063]) ([2064]) ([2065]) ([2066]) ([2067]) ([2068]) ([2069]) ([2070]) ([2071]) ([2072]) ([2073])

[VCV]——压实智能控制目标值；

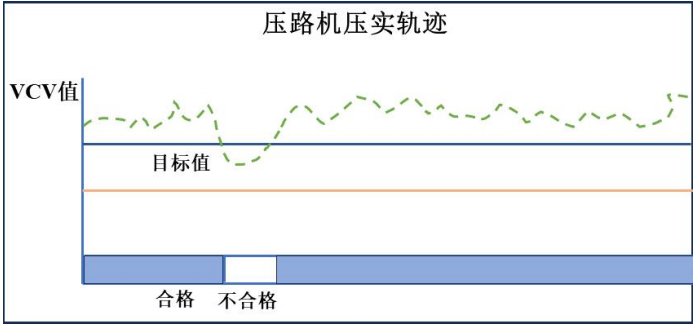


图 5 检测单元压实程度判定示意图

b) 压实程度合格率按照通过区域（通过的探测装置的数目）与碾压区域（探测装置的总数）的多少来计算。路基与基层压实程度合格率按道路等级确定，详见表 2，表 3；

表 2 不同公路等级路基的压实程度合格率要求

填筑部位（路面底面以下深度）（m）				压实程度合格率（%）		
				高速、一级公路	二级公路	三、四级公路
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			

表 3 不同类型基层的压实程度合格率要求

基层类型	道路等级	压实程度合格率（%）
石灰稳定土	高速公路和一级公路	—
	二级和二级以下公路	石灰稳定中粒土和粗粒土≥97 石灰稳定细粒土≥95
水泥稳定土	高速公路和一级公路	≥98
	二级和二级以下公路	水泥稳定中粒土和粗粒土≥97 水泥稳定细粒土≥95
石灰工业废渣稳定土	高速公路和一级公路	≥98
	二级和二级以下公路	稳定中粒土和粗粒土≥97 稳定细粒土≥95

c) 根据 DB13/T 5579-2022、DB13/T 2572-2017 相关规范规定压实智能控制的压实均匀性试验结果不应低于 0.8，压实稳定性控制精度在 1%-3%之内。

6 施工质量检测

6.1 验收检测

6.1.1 质量验收检测应满足以下要求：

- a) 采用随机抽样的方法，对压实区进行日常的质量验收；
- b) 压实施工阶段完成后，进行施工项目整体压实质量验收；
- c) 根据附录 D 编写和保存施工项目的质量检测报告。

6.1.2 施工质量检测方法应符合以下要求：

- a) 获取各路段压实智能控制工艺参数和压实质量控制指标的最大值、最小值、均值、极差、标准偏差、方差、分布直方图；
- b) 以 100 米长度为压实质量的检测单元抽样分析进行日常验收，通过检测全断面的压实质量进行施工项目整体压实质量验收。

6.2 压实质量报告

6.2.1 压实质量报告包括相关性检验报告、压实工艺控制报告、压实质量连续性测试报告，报告的内容和形式参考附录 D，且要满足以下要求：

- a) 相关性检验报告应包含试验数据、相关系数、回归模型等内容，并配以压路机压实轨迹图；
- b) 压实工艺控制报告应具备压实阶段的工程资料、振动压路机的资料、压实质量的资料等，并给出压实参数的平均值、最大值、最小值、方差和压实均匀性和稳定性等统计量；
- c) 压实质量连续性检测报告应包含压实程度分布图、压实状态分布图及其验收数据。

附录 A

(规范性)

设备要求

A.1 加载设备

A.1.1 根据产品说明及标牌，应对振动压路机的振动压实技术参数进行核对。

A.1.2 使用测量装置或一般的频率仪来测试振动的频率，并记录测量的频率值，对比其与设定频率值，使偏差小于 $\pm 0.6\text{Hz}$ 。

A.1.3 选取 30-50 米长度的试验段，用振动压路机以施工碾压时的速度移动，测量其行进路程（L），并将行进时间（t）记下，并算出振动压路机的行进速度，该速度应是 2.5-3.0km/h，不应大于 4.0km/h。

A.1.4 将测量装置与振动压路机的振动频率及行进速度对应的信号界面相连接，检查所显示的数字与A.1.2 及A.1.3 测试结果是否相符。

A.2 测量系统

A.2.1 测量系统的加速度传感器特性参数根据规范加以核查，测量系统的数据获取设备的模/数转换位数、取样频率、振动幅度特征、振动频率以及系统控制软件的检查应满足JT/T 1127-2017 中 5.2 条所述。

A.2.2 采用相关性检验法，应对压实智能控制测试结果与传统压实指标的相关性进行分析。

A.3 信息化管理平台

A.3.1 按照菜单检查与压实智能控制系统相匹配的信息管理软件并检查压实度信息的接收、处理、显示、生成报表及传递结果。

A.3.2 压实智能控制系统实现压实信息管理的功能，实现对压实过程的实时监控，实现对压实程度信息的接收、处理、显示、监测和管理等。

A.3.3 振动压路机正常碾压，打开测量系统，检查系统数据管理和接收软件中的数据采集、处理、分析、显示、存储、传输、管理。

A.4 设备安装

A.4.1 信号发射机和接收机应安装于压路机顶部。

A.4.2 位移传感器的电感探头应朝向强磁层，且其输出端与压实显示器相联结，为了确保测试结果的准确性，在测试过程中，应将强磁体放置得非常均匀，并且确保其处在正确的位置，在负载 1 米的位移范围之内，至少应有 4 块强力磁体分布。

A.4.3 在振动轮内壁上垂直设置一个加速度传感器，其输出端与信号控制装置相连，在安装振动传感器的过程中，应注意方位的问题并严格遵循生产厂家的使用说明。

A.4.4 数据分析处理装置应安装在驾驶舱中，但不宜靠近热油管或其他类似的位置。A-SENSOR端连接振动传感器以接收振动传感器所获取的压实信号，POW/OUT端与驱动电源相连，串口输出口与显示器相连，并向显示器发送已处理的压实信号。

A.4.5 压缩显示装置应安装于负载驱动箱中，并与位移传感器、北斗定位系统及压实处理器相连，以取得压实信号。

A. 4. 6 信号收发基站应安装在空旷的位置。

附录 B
(规范性)
压实均匀性控制方法

B.1 压实均匀性控制

路基与基层填筑碾压过程中，特定压实遍数下同一区域不同点位处振动压实值分布反映了压实均匀性。压实均匀性的控制应按照压实智能控制试验资料的一定比例 η 进行，即按照式（B.1）进行控制，如图 B.1 所示：

$$VCV_i > \eta \overline{VCV}$$
 (B.1)

式中：
 VCV_i ——第*i*个检测单元压实智能控制的检测结果，代表碾压面上1.0m²面积上的平均值；
 \overline{VCV} ——振动压实检测数据的平均值；
 η ——压实均匀性判定系数。

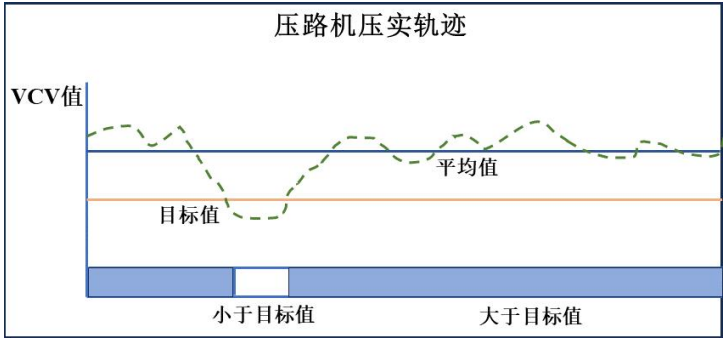


图 B.1 压实均匀性判定示意图

B.2 压实均匀性判定

根据压路机轮迹处振动压实曲线起伏的大小及压实试验资料的分布特性，判断压实度是否均匀，通常采用压实均匀性判定系数为 0.8，第*i*遍碾压轮迹上的振动压实值检测结果不低于平均值的 0.8 则判定为压实均匀。

附录 C
(规范性)
压实稳定性控制方法

C.1 压实稳定性控制方法

路基与基层填筑碾压过程中，在振动压路机振动压实工艺参数一定的情况下，采用相邻两次碾压后同一区域振动压实值的变化率 δ 表征压实稳定性，如图 C.1 所示。

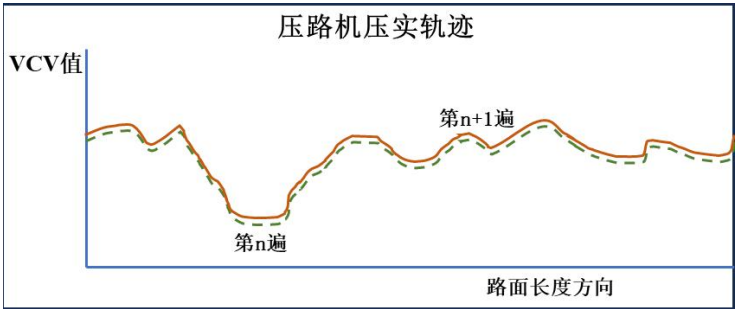


图 C.1 压实稳定性判定示意图

振动压实值的控制精度 δ 计算方法如式 (C.1) 所示。

$$\frac{|VCV_{n+1} - VCV_n|}{VCV_n} \times 100\% \leq \delta \tag{C.1}$$

式中：

VCV_n ——第 n 次碾压面上相同的检测单元压实智能控制的检测结果，代表碾压面上 1.0m^2 面积上的平均值；

VCV_{n+1} ——第 $n+1$ 次碾压面上相同的检测单元压实智能控制的检测结果；

δ ——压实稳定度的控制精度。

C.2 压实稳定性判定

基于传统压实质量验收办法，路基和基层分别采用压实度变化率小于 3% 和 1% 作为压实稳定的判据，故采用 3% 和 1% 作为路基和基层振动压实稳定性的判定依据，即相邻两次振动压实值之间的相对差异应该控制在 3% 和 1% 之内。

附 录 D
(规范性)
相关性计算方法及压实质量报告

D.1 相关性计算

应按照皮尔逊相关系数计算压实智能控制测试结果和传统压实指标之间的关系：

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

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

式中：

x ——传统压实指标；

y ——振动压实值；

r —— x 和 y 之间的相关系数；

\bar{x}, \bar{y} —— x 和 y 的平均值。

以传统压实指标为检测对象，对压实智能控制的振动压实值检测的回归模型进行了研究。对压实智能控制方法和传统压实指标测试结果进行回归分析，得到如下的公式：

$$y = a + bx$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}; b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (D.2)$$

式中：

x ——传统压实指标；

y ——振动压实值；

a, b ——回归系数；

\bar{x}, \bar{y} —— x 和 y 的平均值。

根据传统的压实试验合格率，采用线性回归模型对目标压实结果进行修正。它的方程式如下：

$$x = c + dx$$

$$c = \bar{x} - d\bar{y}; d = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (D.3)$$

式中：

c, d ——回归系数。

D.2 校验结果

目标振动压实值应采用线性回归模型，根据压实指标合格值进行标定。其公式如下：

$$[VCV] = 1 + m \times [x] \quad (D.4)$$

式中：

[VCV] ——目标振动压实值；
[x] ——按照现行相关文件确定的传统压实指标合格值；
l, m ——回归系数。

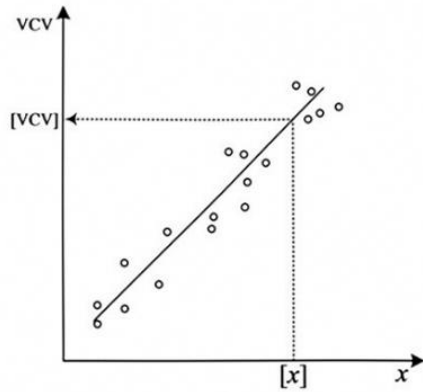


图 D.1 目标振动压实值示意图

根据连续检测结果可以预测传统检测结果，其公式如下：

$$\hat{x} = s + t \times VCV_i$$

(D.5)

式中：
 \hat{x} ——传统压实指标的预测值；
s,t ——回归系数。

振动压实值与传统压实指标之间的相关系数不小于 0.80 时，可采用神经网络、支持向量机进行传统压实指标的预测，试验完成后，应及时编制相关检验校验报告，作为压实质量报告组成部分。

D.3 压实质量报告样式

表 D.1 相关校验报告

工程名称:							
试验里程:				振动压路机的型号:			
填筑厚度:				振动压实工艺参数:			
填料类型:				压实质量检测类型:			
量测设备:							
编 号	检测数据			编 号	检测数据		
	常规验收指标	振动压实值	含水率		常规验收指标	振动压实值	含水率
1				11			
2				12			
3				13			
4				14			
5				15			
6				16			
7				17			
8				18			
9				19			
10				20			
相关系数 r= n=							
回归方程: $VCV = a + bx =$							
VCV-x 关系图							
传统质量验收指标合格值= , 对应的 VCV=							
验收日期:				复核日期:			

表 D.2 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（℃）						
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
		合格率	最大值	最小值	平均值	变异系数		
01								
02								
03								
04								
05								
06								
07								
xxx								
KXXX+XXX								
试验： 复核： 审批： 日期： 年 月 日								

表 D.3 压实状态分布判断

压实状态分布图	
<div><div>图例</div><div><div><div>≥[VCV]</div><div>[VCV]</div><div><[VCV]</div></div><div><div>050 </div><div>045 </div><div>040 </div><div>035 </div><div>030 </div><div>025 </div><div>020 </div><div>015 </div><div>010 </div><div>005 </div><div>000 </div></div><div>K×××+ 01020304.....</div></div></div>	<div>工程信息</div> <div>文件编号：×层×轮迹×遍</div> <div>起始桩号：</div> <div>终止桩号：</div> <div>填筑宽度：</div> <div>填层厚度：</div> <div>填科类：</div> <div>碾压层数：</div> <div>碾压面积：</div> <div>碾压遍数：</div> <div>碾压日期：×年×月×日</div> <div>碾压时间：</div>
	<div>加载信息</div> <div>振动压路机型号：</div> <div>振动质量：</div> <div>激振力：</div> <div>振动频率：</div> <div>振幅：</div> <div>行驶速度：</div>
	<div>质量信息</div> <div>目标值：</div> <div>常规值：</div> <div>最大值：</div> <div>最小值：</div> <div>极差：</div> <div>平均值：</div> <div>标准差：</div> <div>变异系数：</div> <div>工作频率：</div> <div>数据分组：</div> <div>分组间距：</div>
<div>试验： 复核： 审批： 日期： 年 月 日</div>	

表 D.4 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		压实智能控制		结构层次	第一层/第二层	
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 (%)		变异系数	
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