

CAT® PAVING PRODUCTS

# 沥青压实指南

提高压实率

**CATERPILLAR®**







CAT® PAVING PRODUCTS

# 沥青压实指南

**CATERPILLAR®**

沥青压实指南由 Cat® Paving Products 出版。我们尽力确保书中包含的技术参数和信息正确无误。性能信息仅用于进行评估。由于单项沥青摊铺作业具有许多特定的可变因素(包括混合料设计和特性、工程标准、设备用户应用偏好、设备操作员工作效率、基层状况、海拔等), Caterpillar Inc. 及其经销商均无法保证机器及本文所述方法会带来预期的效果。设备资料和技术参数如有更改,恕不另行通知,请咨询 Cat 经销商以了解最新产品信息和可供选购的选件。所示机器可能包含可选和/或附加设备。CAT、CATERPILLAR 及其相应徽标、“Caterpillar Yellow”和 POWER EDGE 商业外观以及此处所用的公司和产品标识为 Caterpillar 的商标,未经许可不得擅自使用。

注意:有关特定产品信息,请参阅相应的 Caterpillar《操作与维护手册》。

QCBQ1583

© 2012 Caterpillar Inc. - 版权所有

# 目录

单元 1:	压实的基础知识	6
单元 2:	压实力	12
单元 3:	影响压实的因素	28
单元 4:	方法和技术规范	50
单元 5:	碾压方式	78
单元 6:	接缝压实	96
单元 7:	压实问题	116
	术语表	136





## 介绍

Cat Paving Products 沥青压实指南是供机器操作员、质量控制人员和监督员使用的实用参考手册。其中包含沥青压实基本原理，并使用特定示例说明如何最有效地使用这些原理。

在此指南中，“沥青”一词用以描述在世界的一些地方被称作“沥青材料”或“沥青混凝土”的物质。我们在第 3 单元使用被普遍认可的术语对个别沥青设计配方进行了探讨。

沥青的设计和制造在世界各地有很大差异。骨料来源不同。并且，沥青制造中使用的沥青水泥具有显著的化学可变因素。最后，用于铺放沥青的摊铺设备的类型也因地区而异。因此，在所有可变因素的影响下，我们无法开发出适用于所有情况的具体沥青压实技术。

但是，所有应用的沥青压实原理是相同的。设备操作员和质量控制人员必须深入了解这些原理。他们必须知道如何应对这些可变因素。





324D CAT

CATERPILLAR

# 单元 1

## 压实的基础知识

您的工作人员可以开发出各种分析技巧,确保成功进行沥青压实。这首先需要进行基本最佳实践和正确计划。



### [ 什么是压实? ]

沥青压实是一个机械过程。沥青摊铺机铺下沥青后，还要通过各种力压实沥青层。压实的目的是减少沥青层中的含气量并使沥青层中的骨料更加紧密。除去沥青层中的空气并使骨料紧密结合后，沥青层强度就会提高。

通常压实是从最高温度开始的。沥青层冷却到一定温度以下之后，将难以甚至不可能再进一步增大密度。因此通常只有很短的时机可以用来实现所需的密度。为及时完成沥青压实任务，计划和准备显得尤其重要。

例如，沥青层经过振动熨平板压实后的密度可能是理论最大密度的 85%。在使用不同混合料设计和相同摊铺设备的其他项目中，沥青层的密度可能低至理论最大密度的 78%。或者，在使用可以传输更多能量的配有夯锤和振动熨平板的摊铺设备时，熨平板压实密度可能高达理论最大密度的 92%。

显然，即使指定的最终密度相同，这些项目的压实过程也是不同的。操作员、质量控制人员和项目监督员必须对各项目进行不同的计划。压路机的类型和数量可能不同。碾压方式也不同。

在一些地方，公共工程人员已经就压实过程指定了方法技术规范。在这些情况下，压实团队必须遵循指定程序。

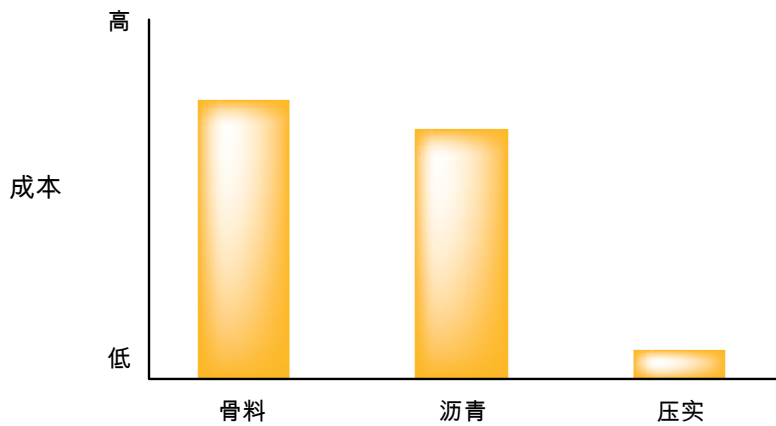
然而，在其他地方，公共工程部门提供了最终结果技术规范。在这些情况下，压实团队可以自由制定自己的压实方法。对于此指南，我们在多数情况下假定工作人员需要遵守的是最终结果技术规范。

第 4 单元对常见方法技术规范进行了说明。



沥青压实过程以摊铺机熨平板作业开始，以紧随摊铺机后的压路机作业结束。工作人员要时常监控压实过程。

沥青路面成分间的相对成本对比



压实过程的成本相对于骨料和沥青水泥的成本非常低。

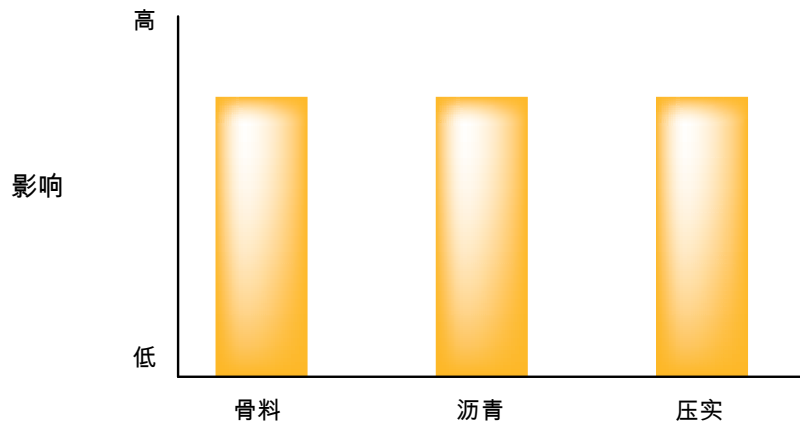
### 【压实的价值】

多年前，沥青压实被认作是一个必不可少的环节，该过程并未真正增加路面结构的价值。在很多情况下，人们认为压路机操作员只具有入门级的操作技巧，通常并未接受过多少培训。

近几年，优质骨料的成本上涨，但可用性却出现下降。沥青水泥的价格涨幅更多。因此，材料和压实过程之间的成本关系更加强调材料生产和铺设。每吨沥青材料所需的压实成本很少。

但是，如果达不到指定密度，生产和铺设的沥青材料几乎毫无价值。压实过程应与材料生产和铺设具有同等的重要性。压路机操作员需要培训以获得必要技能。质量控制人员必须能够对压实过程进行计划，并能够在出现密度不足或在压实过程中出现表面层不平整时解决问题。

各成分在延长路面寿命方面的相对成本对比



压实与所生产的材料具有相同的价值。

### [ 压实有助于实现可持续性 ]

适当压实的沥青结构在几个方面上有助于实现可持续性。

首先，沥青结构用于在给定的时间段内承载交通量和负荷。设计工程师要选择材料类型，计算各层深度和各层的指定密度，以实现所需的整体强度。

如果沥青层始终具有较高的密度，该结构通常能够达到预期寿命，甚至超出计划寿命。

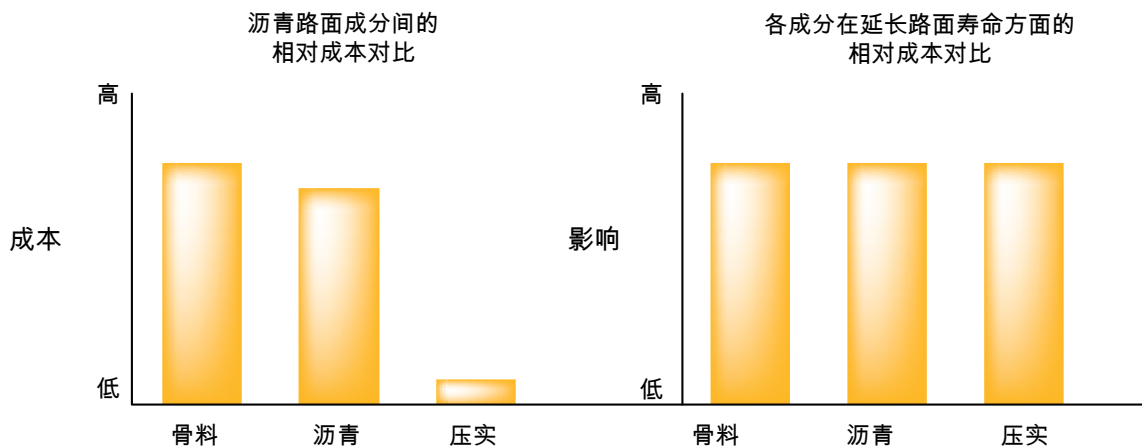
因路面状况良好而延迟路面维护时，就可以节省能源（更少的排放量），并且在结构的整个寿命内的交通影响也很少（不便和较高的排放量）。在结构的整个寿命内可能减少一次维护程序。

其次，高技能的压路机操作员知道如何实现沥青层的密度，同时对表面层的平整度产生最小影响。此外，高密度有助于将车辙、裂缝等表面缺陷减少到最低。

平滑的表面可降低滚动阻力，并且在该表面上以指定速度推动指定车辆所需的能量也较少。

因路面平整度而带来的燃油消耗量的提高即使仅为1%，这在全球范围内产生的影响也是巨大的。

成分成本与对路面寿命影响的对比



成本和对面寿命影响间的对比。

**总结**：既然沥青层指定密度的形成在许多方面都具有重要影响，对操作员进行培训，质量控制人员掌握解决问题的技巧，使用技术先进的设备很重要。

如果工作人员进行了合理的计划并应用基本最佳实践，则压实问题通常是可以解决的。此指南的目的是帮助压实过程所有相关人员掌握这些分析技巧并获得最佳实践的业务知识。

第 2 单元首先对作用于沥青压实的力进行了说明。





## 单元 2 压实力

优秀的工作人员了解压实力—和铺层接受力的方式之间的关系。

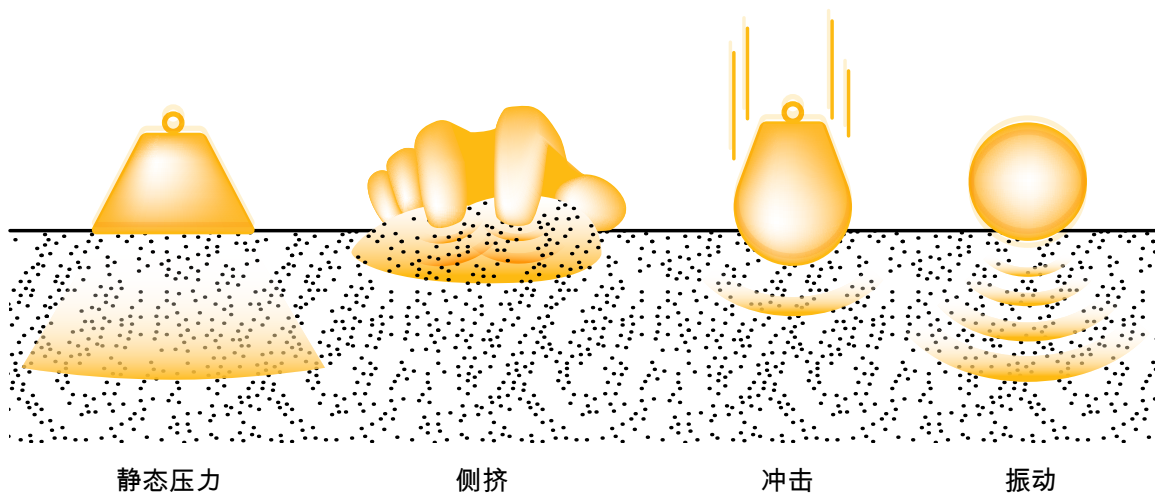


四种力用于排除沥青层中的空气并形成支撑力：静载、侧挤、冲击和振动。机器操作员和质量控制人员必须了解如何使用这四种力高效地实现所需密度，同时保持沥青层的平整度。

静载和侧挤通常涉及的是较小的力，是最容易理解的。

静载由以静态模式运行的钢轮压路机或轮胎压路机形成。

冲击和振动是动态力，通常可以产生较大的压实力。振动钢轮压路机可以形成冲击和振动力，通常会受到最多的关注。



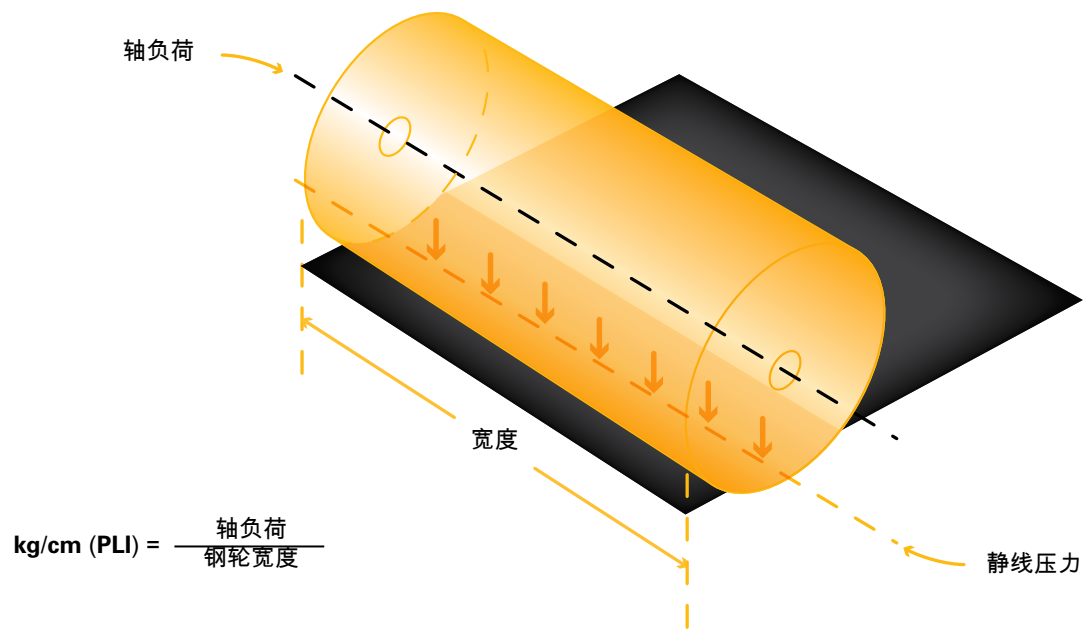
[ 钢轮静态压力 ]

钢轮压路机以非振动模式运行会在沥青层上施加静态压力。静态压力的量取决于钢轮的重量以及钢轮与铺层实际接触的面积。钢轮的重量越大产生的静态压力越大。同样，接触面积越小产生的压力越大。静态压力以巴或磅每平方英寸 (psi) 来计算。

更简单的计算静态力的方法是钢轮的重量除以钢轮的宽度。结果表示为公斤每厘米或磅每英寸。切记最大的机器重量并不一定产生最大的静态负荷。

下图为三种 Cat 双钢轮振动压路机。最重的机器是 CB64，钢轮的宽度为 213 cm (84")。下一台机器 CB54XW 的重量较小，钢轮的宽度为 200 cm (79")。最轻的机器是 CB54，钢轮的宽度为 170 cm (67")。

	<b>CB64</b>	<b>CB54XW</b>	<b>CB54</b>
钢轮的重量	6490 kg	5949 kg	5402 kg
钢轮的宽度	213 cm	200 cm	170 cm
静线压力	31 kg/cm	30 kg/cm	32 kg/cm



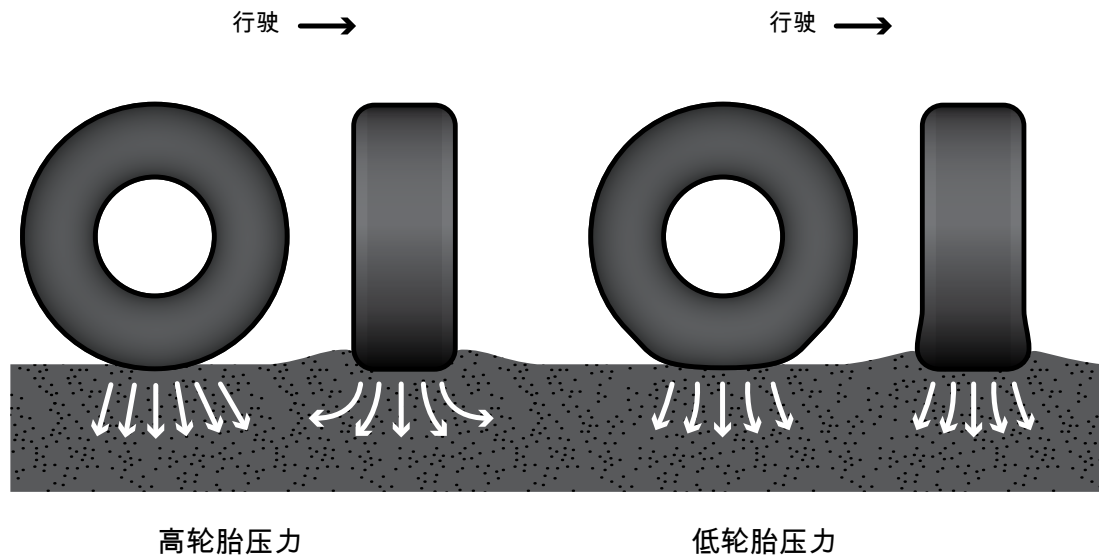
有趣的是，最轻的装置 CB54 具有最大的静线压力。由于钢轮更窄，所以会出现这种情况。

因此，要按照静线压力对您的钢轮压路机进行分类。这个知识点将帮助您为静态应用选择正确的设备。

因此，如果您正在进行一个项目并需要能传递较大静态力的压路机，那么您可能需要使用钢轮宽度最窄并与您的生产要求相匹配的型号。

**用户提示：**最终压实阶段通常是由设置为静态模式的钢轮压路机完成的。配有较窄钢轮和具有较大线性压力的压路机比配有较宽钢轮和具有较小线性压力的压路机能更有效地清除钢轮的停留痕迹。配有较窄钢轮和具有较大线性压力的压路机在终压阶段还能形成稍大的密度。

## 作用于压实力的可变轮胎压力



## [ 轮胎压路机静态压力 ]

可产生静态力的另一种压路机是充气或橡胶轮胎压路机。地面压力的大小取决于各轮胎的重量以及轮胎与铺层接触的面积。

您可以通过改变压路机上配重的数量来改变各轮胎的重量。增加重量会提高每个轮胎的负荷，并且静态力也将更深入地传递到铺层。

多数轮胎压路机配备了装有水、湿沙或其他物质的配重箱。一些轮胎压路机带有可选、可拆卸钢制配重。一旦将轮胎压路机运输至工作现场，就很少更换其压载配重。在工作现场，通常通过调整轮胎压力来改变静态力的大小。

轮胎压力降低时，轮胎会更加瘪平，接触面积更大。因此，施加在铺层上的静态力更小。

## 压载 2000 KG 和 3000 KG 的 CW34

轮胎压力	接地压力	
	@ 2000 kg	@ 3000 kg
300 kpa (44 psi)	260 kpa (38 psi)	397 kpa (58 psi)
500 kpa (73 psi)	357 kpa (52 psi)	386 kpa (56 psi)
700 kpa (102 psi)	498 kpa (72 psi)	457 kpa (66 psi)
900 kpa (131 psi)	764 kpa (111 psi)	573 kpa (83 psi)



使用空气运行选项可以更轻松地调整轮胎充气压力。

轮胎压力增加时，轮胎会更加挺实，铺层接触面积更小。较小的接触面积会在铺层上施加较大的静态力。

第二，切勿超出制造商建议的最大轮胎充气压力。对橡胶轮胎充气过度可能导致轮胎过早损坏。

增加轮胎压力有两点需要注意。第一，较大的静态力会在铺层表面留下较深的压痕。在最终压实阶段可能很难清除这些深压痕。

**用户提示：**检查和调整轮胎压力时，确保将各轮胎充气至相同的压力。如果轮胎压力可变，整个铺层的密度也将可变。此外，您可能注意到较热的沥青更容易粘到充气不足的轮胎上。轮胎维护和检查对于轮胎压路机至关重要。

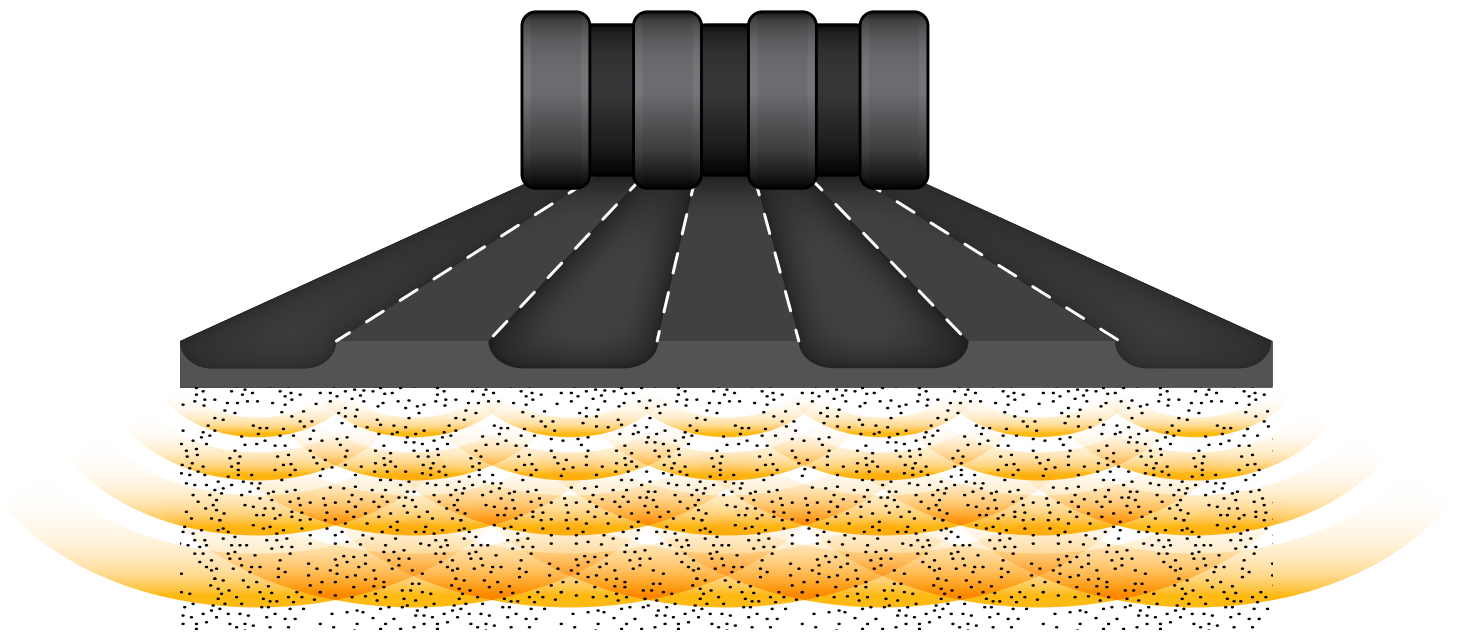
**用户提示：**由钢轮压路机或轮胎压路机产生的静态力会受到机器作业速度的影响。作业速度越快，密度越低。因此，如果您需要使用静态压路机形成较高的密度，首先应该更改为较低的作业速度。您也可以增加碾压次数，但您首先应该考虑更改为较低的作业速度。

## [ 侧挤 ]

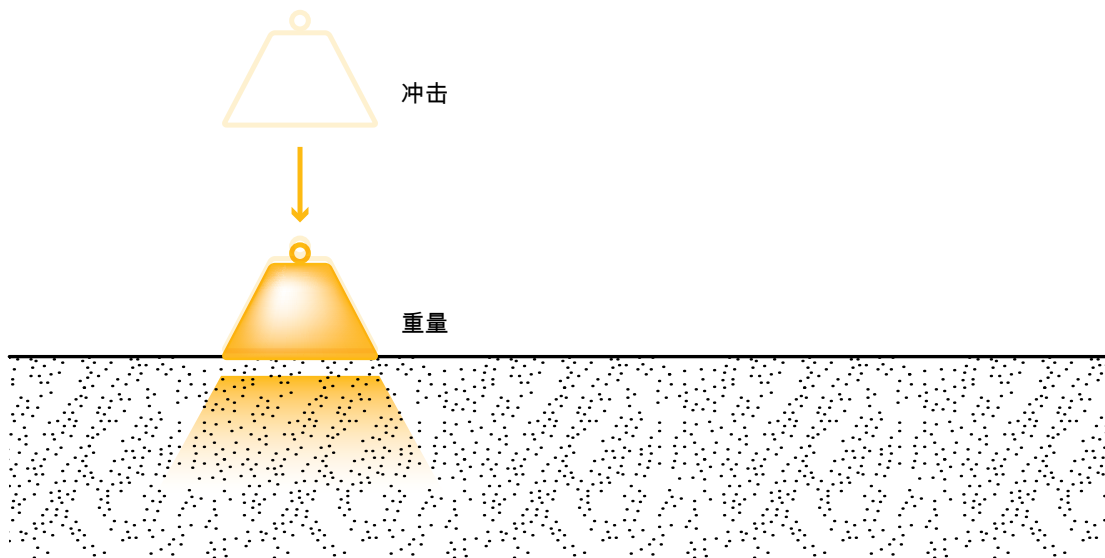
侧挤也是一种静态力,在施加至铺层的力不完全垂直时产生。也就是,力沿多个方向施加。侧挤的优势在于此力可以使表面纹理更加紧密,进而更改其结构。侧挤与轮胎压路机和振荡压路机有关。

轮胎压路机机轴上交错、重叠的轮胎在有限范围内对轮胎下面以及轮胎之间的铺层进行侧挤。力不仅沿垂直方向施加,还沿侧向施加。垂直的力将大块骨料按下以增大密度,而侧向力可使表面更加紧密,这有助于防止水分渗透。

一些压路机配有振荡轮。振荡轮可以产生主要作用于铺层表面的切向或前后向的力。振荡力具有与侧挤力相同的优势。它可以使铺层表面更加紧密和密封。



重叠的轮胎可以产生具有接触压力的重叠区域,进而形成侧挤力。



### [ 冲击 ]

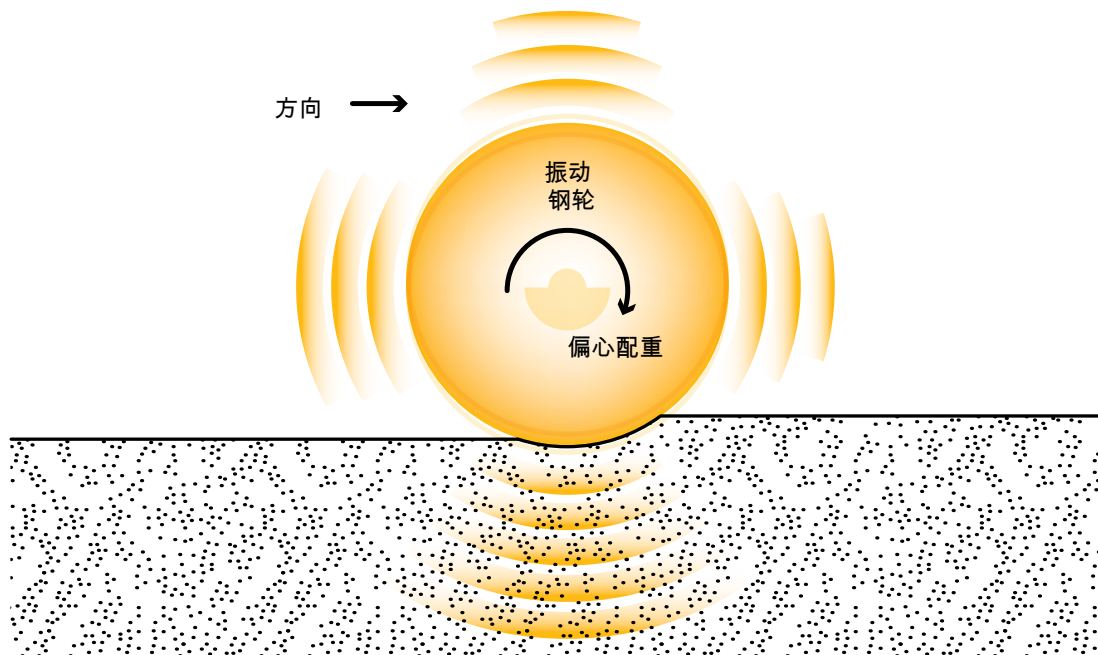
下一种压实力冲击是动态的，可在铺层上比同等静态负荷产生更大的力。您可能已经了解，钢轮的重量除以钢轮的宽度得出静线压力。

在振动钢轮压路机上，钢轮实际上移动到铺层中。钢轮的静态力随着钢轮的移动或钢轮的冲击而增加。冲击会产生更多能量。铺层表面的冲击能量最强，随着传输至铺层更深处，能量也将减小。

冲击力比静态力能更快地达到铺层的指定密度。使用振动钢轮压路机的优势是可以提高生产效率。

使用冲击力的风险是过大的能量可能会损坏铺层中的骨料。使用过大的冲击力可能会对铺层造成过度压实；实际上施加过大的力会降低铺层的密度。有效压实需要的是冲击力和重量、作业速度和振动频率等其他机器参数之间的平衡。

## 振动



## [ 振动 ]

振动力是四种压实力中最复杂的一种。振动力可以增加由重量和冲击产生的能量。

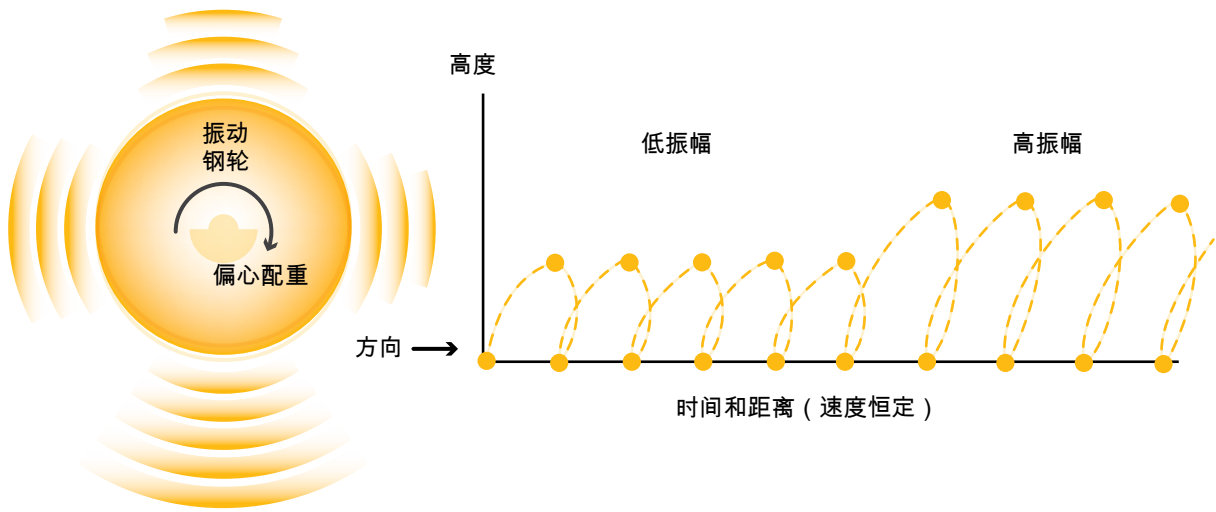
钢轮内配有振动轴。振动轴的中心配有偏心配重。振动系统激活时，振动轴开始快速旋转。偏心配重轴的旋转使钢轮在所有方向上产生移动或振动。振动会产生一系

列传递至铺层的压力波。振动压力波会使铺层中的骨料产生移动。骨料的移动有助于较大骨料的重新定位，这样冲击力就更容易减少骨料之间的空气，进而将其固定在接触位置。

**用户提示：**通常选择最大振幅，传递至铺层时不会使钢轮发生弹跳，或产生冲击痕迹。切记，振幅的选择对密度形成有着重大影响，因此也会对压路机的生产效率产生最大影响。



## 振幅



## [ 冲击等于振幅 ]

关于钢轮振动压路机，您已经了解到钢轮的上下迅速移动会产生冲击和振动。通过钢轮的移动产生并传递至铺层的冲击力使用振幅进行计算。

所有压实过程相关人员都应了解工作中各压路机振幅的作用。如有必要，他们还应制定一份核对清单以帮助其选择正确的振幅。

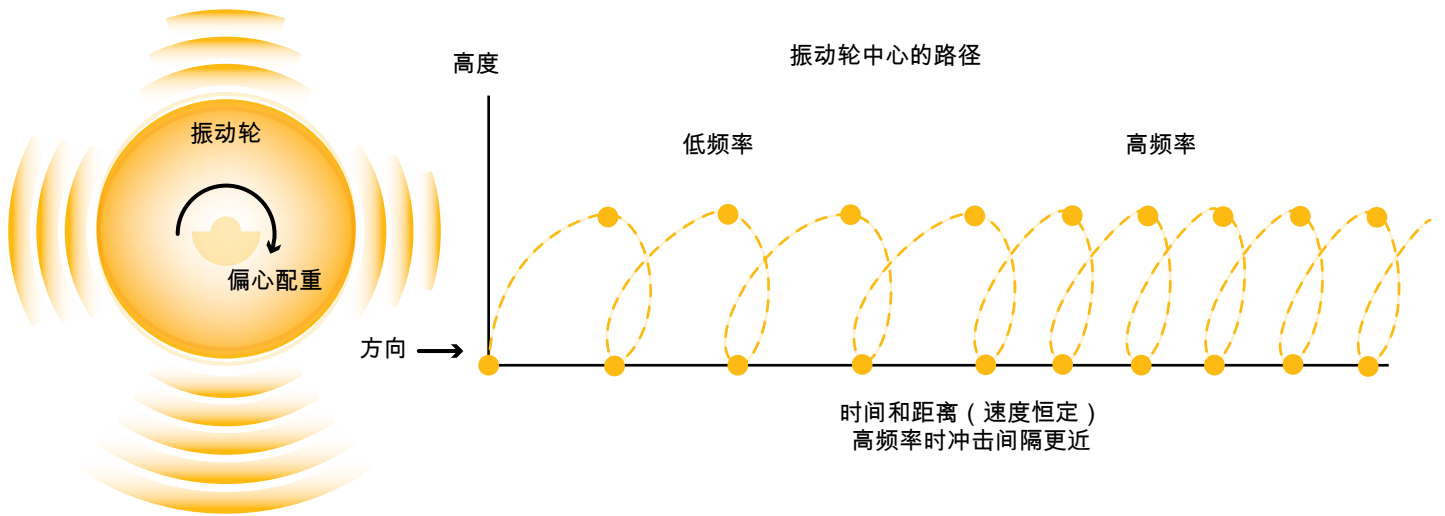
振幅是钢轮移动至铺层中的距离。振幅是涉及压实效率的最重要的因素。

通常有三个振幅范围：低、中和高。

多数振动压路机具有各种振幅设置。操作员改变振幅时，钢轮内的偏心配重的配置就会改变。偏心配重最偏离中心时，振幅最大，冲击力增加。偏心配重更加平衡时，振幅降低，冲击力较小。

低振幅范围	0.2 mm 至 0.5 mm (0.01" - 0.02")
中振幅范围	0.5 mm 至 0.8 mm (0.02" - 0.03")
高振幅范围	大于 0.8 mm (0.03")

## 频率



## [ 振动等于频率 ]

振动力与频率有关。频率被定义为钢轮击打铺层的次数，以赫兹或每分钟振动次数来计算。

许多先进的压路机具有两种振动频率，有时具有可变频率。频率划分为低、中或高。

振动频率主要影响的是压路机的作业速度。由于钢轮会移动至铺层内，您需要确保冲击的间隔正确。如果冲击间隔过宽，铺层表面会出现冲击痕迹。如果冲击间隔过窄，铺层表面会出现隆起。每米 26 至 46 次冲击（每英尺 8 至 14 次冲击）时可获得正确的冲击间隔。

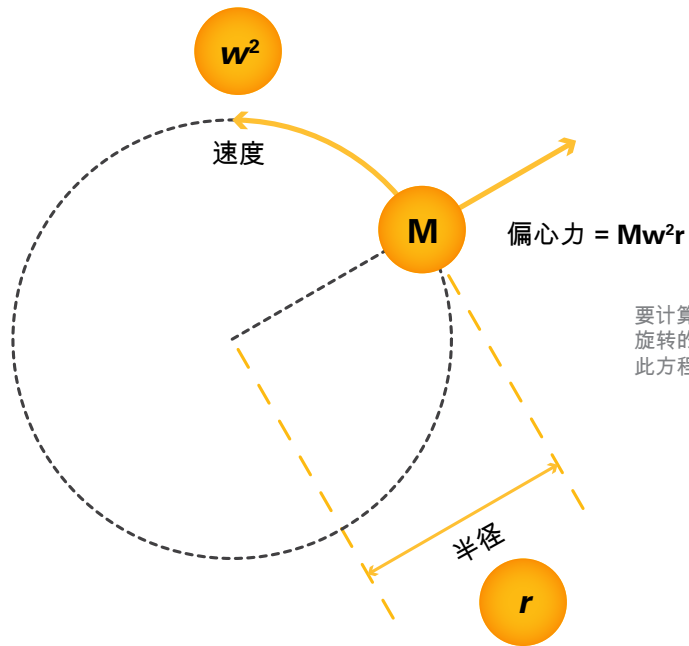
低频率	40 至 47 Hz (每分钟 2,400 至 2,800 次振动)
中频率	47 至 57 Hz (每分钟 2,800 至 3,400 次振动)
高频率	大于 57 Hz (每分钟大于 3,400 次振动)

### [ 振幅和频率的联系 ]

接下来,您必须了解振幅和频率之间的关系。偏心配重处于最偏离中心的配置时产生高振幅。偏心配重处于最偏离中心或不平衡配置时,偏心配重轴会慢速旋转以防止配重轴轴承过热和磨损。因此,高振幅只与低振动频率相匹配。

偏心配重处于更加平衡的配置时产生低振幅。偏心配重轴更加平衡时,可以更加快速地旋转而不会损坏振动轮组件。因此,低振幅可与高或低振动频率相匹配。

在作业中,压实团队必须确定可高效实现指定密度的正确振动参数。如果铺层需要较大的力或能量才能达到指定密度,那么工作人员将选择中或高振幅。选择较高振幅时,将始终使用较低的频率。



要计算偏心力,用偏心配重的质量 ( $M$ ) 乘以偏心配重旋转的半径 ( $r$ ),再乘以旋转速度的平方 (频率) ( $w^2$ )。此方程式中最重要的因子是频率。

### [ 什么是偏心力? ]

偏心力的计算可帮助压路机设计人员在钢轮的重量、偏心配重质量和偏心配重旋转速度之间实现正确平衡。偏心力对于压路机操作员或质量控制人员不具有实际意义。

人们对于出现在压路机技术规范材料中的偏心力的含义存在很多疑问。许多人认为偏心力越高,压实能量越高。这是不正确的。查看计算偏心力的公式可帮助我们分清情况。

要计算偏心力,用偏心配重的质量乘以偏心配重旋转的半径,再乘以旋转速度的平方 (频率)。此方程式中最重要的因子是频率。如果频率增加,偏心力也会显著增加。具有双频四振幅的 Cat 双轮压路机的振动系统技术规范对此概念进行了阐释。

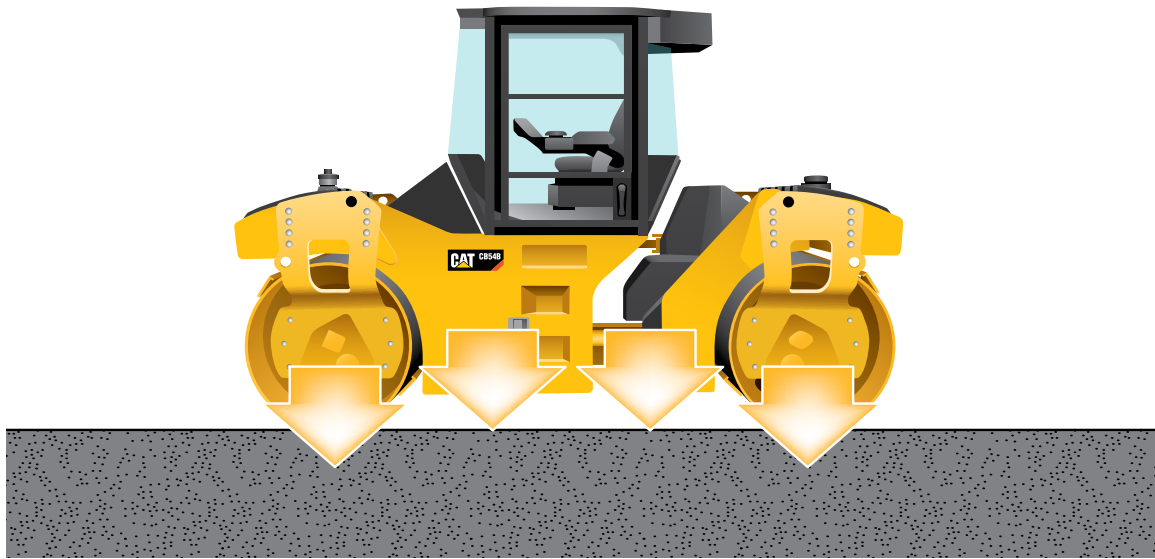
## CAT 振动系统

频率	振幅	偏心力
42 Hz (2520 vpm)	高: 0.86 mm (0.034")	89 kN (19,980 lb)
42 Hz (2520 vpm)	低: 0.73 mm (0.029")	75 kN (16,965 lb)
63 Hz (3800 vpm)	高: 0.44 mm (0.017")	103 kN (23,243 lb)
63 Hz (3800 vpm)	低: 0.33 mm (0.013")	78 kN (17,438 lb)

在此机器上，选择高频率时，就会出现最高的偏心力。高频率时，振幅或冲击力比较小。

表较低的冲击能量。在衡量振动系统参数时，建议压路机操作员和质量控制人员忽略偏心力。

选择低频率时，就会出现最低的偏心力。如前所述，选择低频率时，振幅通常较高。因此，如图所示，较高的偏心力不一定对应较高的压实能量。较高的偏心力通常代



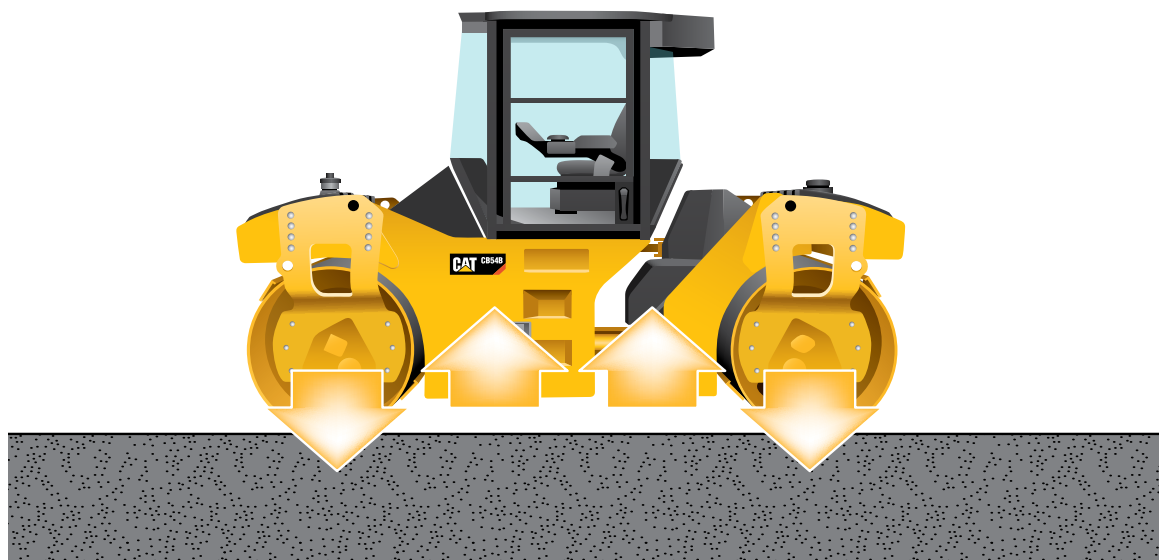
压实处于平衡状态时，绝大部分振动力会被传递至铺层。

### 【平衡状态下的压路机振动】

振幅、频率、机器速度和钢轮重量均处于平衡状态时，铺层可以接受冲击和振动力。所有振动参数相互配合，都与系统共振密切相关，机器能平稳运行。在这种情况下，大量的振动力被传递至铺层。最大程度地提高传输的压实力可实现最高效的运行。

机器将不再具有正确的系统共振。在这种情况下，部分压实能量就无法被铺层接受，而会返回至机器。钢轮开始失去与铺层的接触。钢轮弹跳时，操作员将失去转向控制。不平衡振动产生的有效压实较小，还可能损坏铺层，并使操作员感觉不舒服。

在相同的铺层上使用相同的机器，您可以选择相同的振幅，但要增加频率。偏心力随着频率的增加而增加。



如果压实不平衡，部分压实能量将被返回至机器。

**用户提示：**如果钢轮发生弹跳，尝试下面任一操作以恢复平稳运行：

- 检查作业速度，确保在每米 26 至 46 次冲击（每英尺 8 至 14 次冲击）的范围内进行操作。
- 切换至较低的振幅设置。
- 如果机器具有频率设置功能，将其切换至较高的频率。
- 在一个钢轮振动，一个钢轮静止的状态下运行。
- 在静态模式下运行。

**总结：**压实力与其他机器参数相关。了解压实力和铺层接受力的方式之间的关系非常重要。压实力与其他机器参数正确配合时，将带来高效的压实操作。





## 单元 3： 影响压实的因素

压实作业需要的不仅仅是经验——不只是以往工作的经历。如果您了解需要收集的信息，以及如何解读这些信息，您的压实过程将会更加成功。



## 因素

在第二单元中，您已经对压实力以及影响沥青压实的其他因素进行了了解。

频率、振幅、作业速度和钢轮宽度等这些因素可由压实工作人员控制。

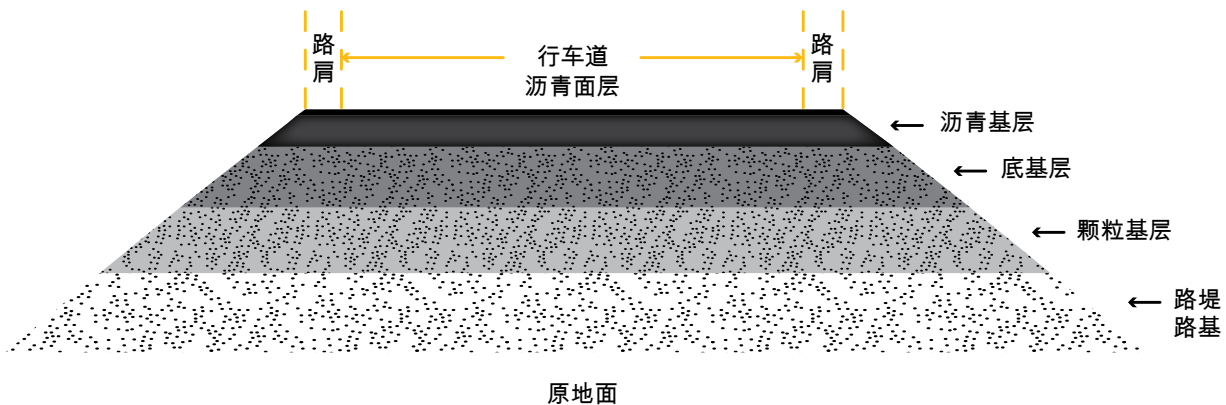
还有许多影响沥青压实的其他因素无法被压路机操作人员、现场质量控制人员和监管员控制。

这些因素包括：

- 项目设计
- 混合料设计
- 沥青层厚度
- 混合料温度
- 气候条件

这些因素对于操作和质量控制人员非常重要，因为他们在开发适用于每个特定项目的压实技术时必须将这些因素考虑在内。

## 道路断面



### [ 项目设计 ]

摊铺项目的设计会影响压实技巧。在新的道路修筑或重建项目中，通常要摊铺多层沥青。各层由不同的材料组成，具有不同的厚度。第一层叫做基层，摊铺在骨料

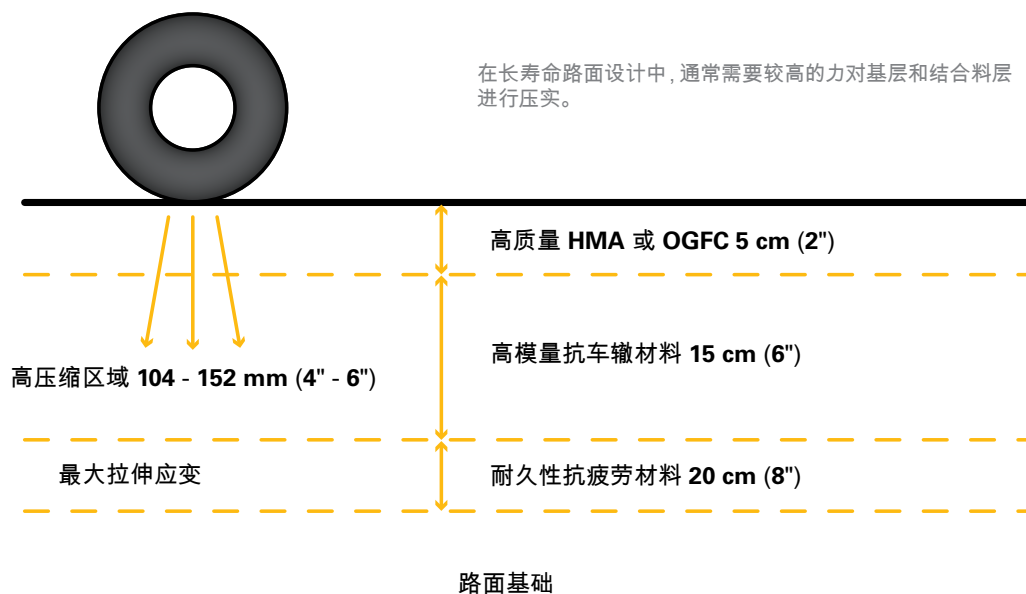
基层或稳固的路基上，通常由含有较大骨料的混合料组成。这通常是最厚的一层。摊铺在弹性基层上时，通常需要较高的压实能量才能达到所需密度。

**用户提示：**任何时候压实摊铺在颗粒基层上的沥青时，都要谨记压路机的部分冲击力或振幅会被弹性基层吸收。指定用于振幅选择的核对清单时，务必要将沥青层下面的基层类型考虑在内。如果是类似铣刨表面的刚性基层，注意不要使用过大的振幅。如果是弹性基层，使用中或高振幅时则无需有太多顾虑。

通常还要使用叫做结合料或中间层的第二个沥青层。结合料层通常比基层薄,使用较小的骨料。结合料层通常只需较小的压实能量即可达到所需密度。基层和结合料层结构有助于结构支撑力的形成。中间层和开放级配磨损层可共同提供排水性能。

最后摊铺表面层,有时叫做磨损层或磨耗层。表面层通常是最薄的一层,由最小的骨料制成。表面层会被设计为最坚硬的一层,对于路面强度的形成最为重要。由于表面层通常较薄,被摊铺在坚硬的层面上,因此所需的压实能量较低。

### 长寿命路面设计



长寿命路面是用于描述另一种长寿命结构设计的词语。设计的长寿命路面能够承受近乎无穷的轴负荷,而不会造成结构损坏。厚沥青层的总厚度有时可达到 60 cm (22"),可以限制沥青层底部由载荷引起的应变水平。

长寿命路面设计通常使用高质量抗变形混合料。长寿命路面设计中多数较低的层面需要较高的压实能量才能达到指定密度。

另一种非常常见的路面压实应用是压实铣刨表面上的一个或两个较薄的层面。许多沥青结构作业现在包括通过部分厚度的刨除和重新摊铺进行维护。

在冷刨步骤之后,可能需要摊铺找平层和表面层。这些层面的厚度很少超过 50 mm (2")。因此,此应用通常使用较低的压实能量。



在铣刨表面上对较薄层面进行压实通常需要较小的压实能量。

### [ 混合料设计 ]

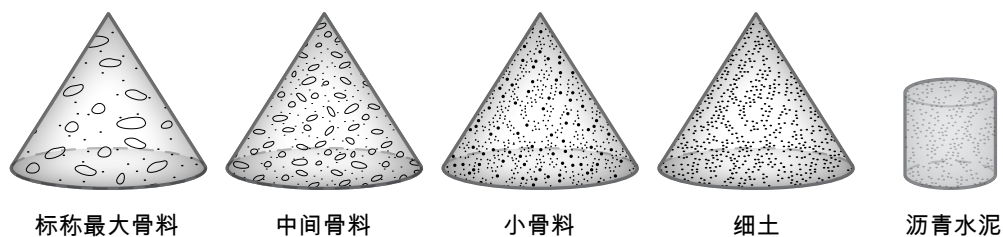
沥青是个通用术语,包括沥青厂在 145° C 至 190° C (300-350° F) 的温度下生产的许多不同类型的骨料、细土、改性剂和沥青水泥的混合物。传统热拌沥青的一个变种是温拌沥青。温拌沥青技术支持在低于传统热拌沥青高达 40° C (100° F) 的温度下进行混合料生产和摊铺,而不会影响性能。在此手册中,热拌沥青和温拌沥青的压实是使用相同的方式进行的。

密级配混合料使用连续级配骨料生产。换言之,设计中有不同尺寸的骨料。设计配方包括沥青水泥和细土。通常较大的骨料被沥青水泥和细土组成的胶泥环绕。沥青水泥可能会被聚合物或胶乳橡胶等物质改性以形成更大的硬度。

由于较大的骨料被沥青水泥和细土的混合物所包围,因此使用较高的压实力而造成骨料损坏的危险较小。根据层面厚度,压实密级配混合料时通常选择中到高振幅。

**用户提示:** 不断补充用于振幅选择的核对清单时,必须要把沥青水泥的类型考虑在内。如果沥青水泥中含有聚合物、纤维或胶乳橡胶改性剂,则沥青水泥的粘度较高。由于改性沥青水泥的高粘度,在压实过程中移动骨料使其更加紧密会比较困难。因此,如果了解到正在压实的层面中含有高粘度沥青水泥,您应高考虑使用较高的振幅。监管员和质量控制人员手中的作业混合料配方中提供了有关沥青水泥类型的信息。

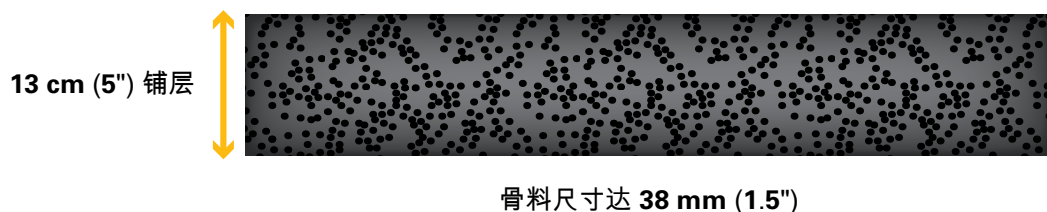
## 密级配混合料



密级配混合料通常分粗细两类。粗混合料的最大骨料尺寸为 19 mm (3/4") 或更大。粗混合料通常被摊铺在 75 mm (3") 或更厚的较厚层面上。由粗混合料组成的

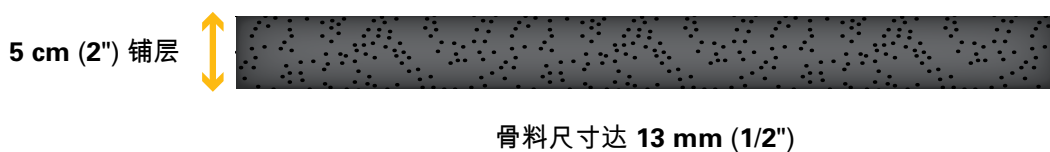
铺层在较大的压实能量下不易移动。您可以使用较高振幅的振动压路机以及较高接地压力的轮胎压路机。

## 粗或干硬性混合料



含有较大骨料的密级配混合料叫做粗混合料。

## 细或软质混合料

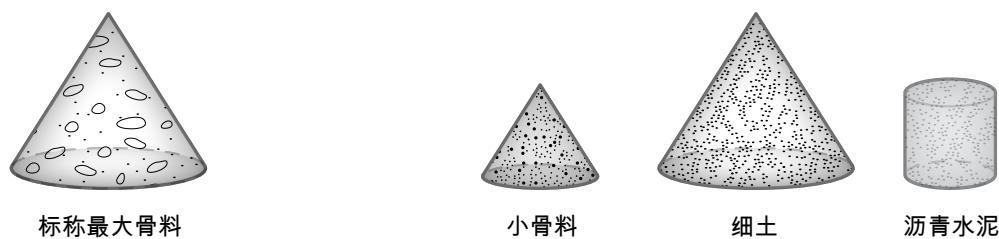


含有较小骨料的密级配混合料叫做细混合料。

一些密级配混合料属于细混合料。细混合料的最大骨料达 13 mm (1/2"), 通常细土和沥青水泥占到很大比例。一些细混合料在压实过程中不稳定, 特别是厚度超过 50 mm (2") 的层面。进行振动碾压之前, 可能需要静压

来帮助稳定细混合料。高压实能量会损坏细混合料层。建议在细混合料上使用较轻的钢轮或轮胎压路机。

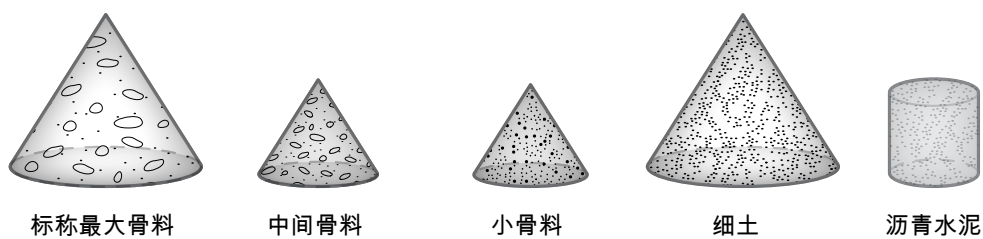
开放级配混合料



开放级配混合料含有尺寸比较均匀的骨料，通常不含中间尺寸颗粒。此结构通常的混合料设计为排水磨损层和沥青处理排水基层。由于其开放结构，要采取预防措施

施，使用改性沥青水泥，通常为胶乳橡胶或纤维来将排放至底层的沥青水泥减少到最少。与较重沥青水泥颗粒覆盖层相接触的骨料通常用于开放级配混合料。

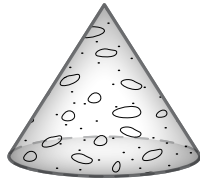
间断级配混合料



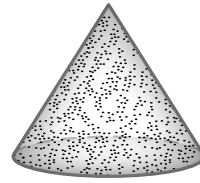
对于间断级配混合料，所用骨料等级包含从大至细的各种颗粒，其中缺少部分中间尺寸颗粒。间断级配混合料

也是以骨料接触为特点，比密级配混合料具有更高的排水性能。

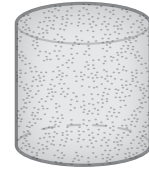
## 石胶泥沥青



标称最大骨料



细土



沥青水泥

石胶泥沥青 (SMA) 与其他开放级配混合料一样, 缺失大多数中间尺寸骨料。但是, 石胶泥沥青混合料的细土成

分较高。改性沥青水泥与这些细土可以在较大的骨料颗粒周围和颗粒之间形成较厚的胶泥覆盖层。

**用户提示:** 开放级配混合料、间断级配混合料和石胶泥沥青都比密级配混合料具有更高的骨料接触度。由于骨料接触度较高, 在压实过程中造成骨料损坏的可能性也更大。对于这些类型的混合料, 通常建议使用振动压路机较低的振幅设置或静态压实。使用这些混合料时可以应用控制压实过程的方法技术规范。此外, 经过严重改性的一些 SMA 混合料可能非常坚硬, 因而需要更大的压实能量。

## [ 骨料形状 ]

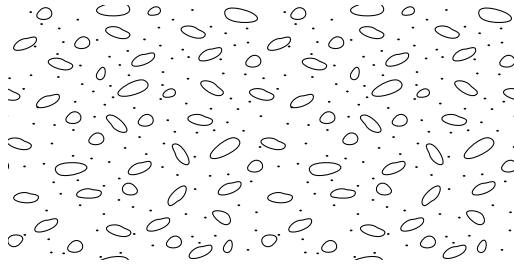
骨料形状也会影响压实。骨料的形状决定了颗粒之间的内部摩擦量。

圆形骨料具有较低的内部摩擦，在较小的压实能量下就可以在层面内相互靠近。但是，具有圆形骨料的混合料不易稳定，会在压路机的重力作用下产生移动。因此，如果您了解到骨料的形状为圆形，选择较低的振幅或较轻的静碾压路机。

然而，带角的骨料具有较高的内部摩擦。一旦相互接触，带角的骨料就会产生较高的路面强度。需要使用更大的力和较重的压路机来抵消碎石骨料断面之间的内部摩擦。多数重交通混合料设计指定使用具有一定数量和断面形状的破碎骨料。

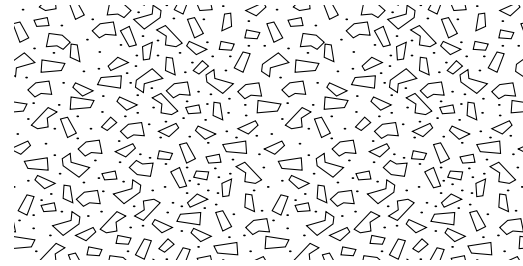
圆形骨料

低内部摩擦



带角骨料

高内部摩擦



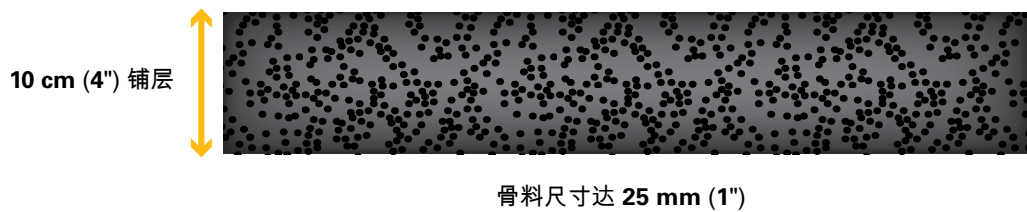


## 【铺层厚度/骨料尺寸】

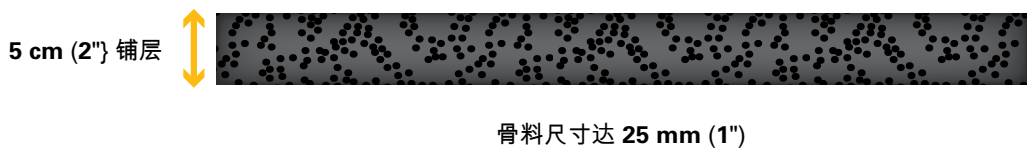
无论是何种类型的混合料或何种类型的项目，一个很重要的因素是混合料中最大骨料的尺寸和铺层厚度之间的比率。此比率会严重影响铺层接受压实能量和达到指定密度的能力。

例如，铺层厚度为 10 cm (4")，最大骨料尺寸为 25 mm (1") 时较容易进行压实。您可以使用较高的压实力，而无需担心损坏骨料。比率为 4:1 时，有足够的空间供骨料移动以使其重新定位。许多公共工程部门指定重交通混合料设计的最小比率为 3:1。

铺层厚度与骨料尺寸的比率为 4:1



铺层厚度与骨料尺寸的比率为 2:1



## 因素

铺层厚度与骨料尺寸的比率低于 3:1 时, 压实过程比较困难。特别是铺层中含有带角骨料时, 那些骨料移动至正确的压实位置时总会受到损坏。

压路机操作员很容易注意到钢轮弹跳或铺层表面出现裸露的石块。密度不足或骨料受损将导致铺层过早损坏。铺层厚度与骨料尺寸的比率低于 3:1 时, 需要使用较小的压实能量。



摊铺人员使用横坡控制器时, 铺层厚度可变。

**用户提示:** 即使设计要求的最低比率为 3:1, 也存在铺层厚度与骨料尺寸比率较小的情况。最常见的情况是在摊铺设备上使用横坡控制器来创建路面形状。使用摊铺机熨平板的横坡控制器表示整个铺层宽度范围内的铺层厚度是可变的。铺层左半部分可以是 75 mm 至 50 mm (3-2") 厚, 右半部分可以是 50 mm 至 25 mm (2-1") 厚。铺层的左侧可以正常压实, 但是在压路机移动至右侧时钢轮可能开始弹跳。右侧需要较小的压实能量。解决这一问题最简单的方法是, 在一个钢轮振动一个钢轮静止或二个钢轮均静止的状态下操作压路机。在操作台扳动开关即可轻松完成改变振动系统的操作。操作员无需下车和改变振幅设置来解决钢轮弹跳问题。

### [ 混合料温度 ]

下一个因素，沥青层的温度对于压实具有重要影响。对于任何沥青层而言，在尽可能高的温度下最容易达到指定密度。在较高的温度下，混合料中的沥青水泥的粘度最低。沥青水泥为液态，或粘度最低时，混合料中的骨料容易互相靠近。沥青水泥降温时容易变硬。混合料中的骨料固定到位，无法排除更多空气。

允许进行压实的温度上限取决于混合料在较高温度下的性能，大约为 160° C (320° F)。一些混合料在较高的温度下可能不稳定，将移动至钢轮前方而不会在钢轮下方聚合。在较高的温度下不稳定的混合料通常含有大量的小骨料、细土和沥青水泥。混合料因较高温度而变形时，可以停留在远离摊铺机的后方，使铺层充分冷却以便进行正常的压实操作。



多数情况下，应该在铺层冷却至 90° C (190° F) 之前达到所需的铺层密度。在此温度下，沥青将变硬以致骨料无法移动。或许您能够清除铺层表面的痕迹，却不太可能达到更大的密度。如果铺层在达到所需密度前冷却：

- 尽量靠近摊铺机进行作业
- 增加压实能量
- 增加更多压路机

有关压实温度上下限一般规定，也有例外情况。一些混合料具有介于传统温度上下限之间的敏感区。铺层在非常高的温度范围内将正常压实。在通常被称作敏感区的中间温度范围内将变得不稳定。



压路机在敏感区作业的一个标志是滚压和开裂的钢轮边缘切痕。

如果压路机在处于敏感区的铺层上作业，您通常能看到铺层在钢轮或充气轮胎的前方移动。在敏感区操作的另一个标志是出现滚压和开裂的钢轮边缘切痕。通常钢轮边缘会留下直切痕。操作员比较容易发现表示压路机在敏感区操作的滚压切痕。

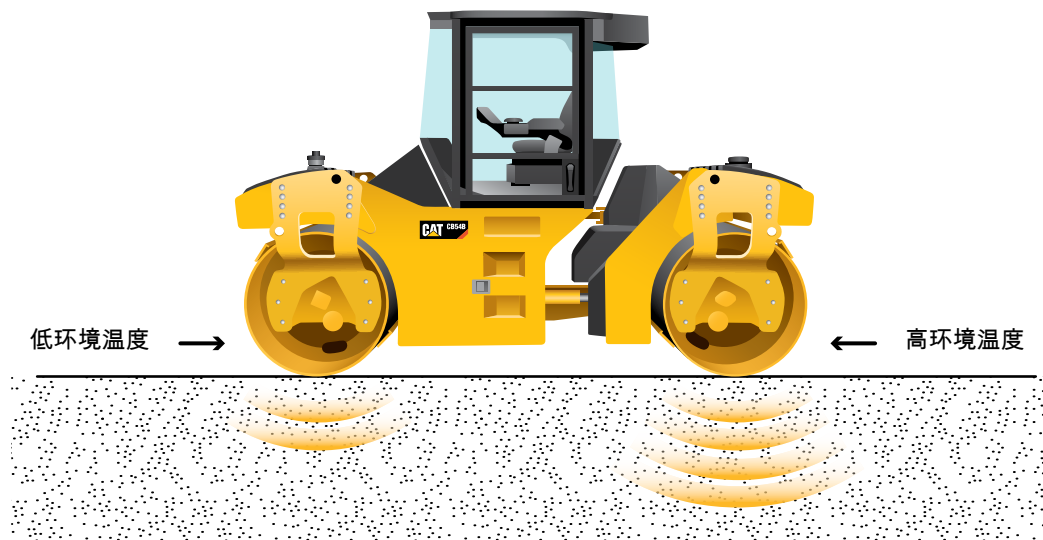
对处于敏感区的铺层进行压实时，您需要在较高的温度区内达到尽可能高的密度。铺层进入敏感区时，通常应停止压实操作。铺层在敏感区结束后通常会再次变稳定，可进一步提高密度。铺层应在敏感区开始前接近最终密度。敏感区结束时，可再次开始压实操作，选择较低的振幅以避免钢轮在冷却密实的铺层上发生弹跳。

## [ 气候条件 ]

影响压实的最后一个因素是气候，主要为环境温度和风速。在环境温度较高的炎热的晴天，铺层保持热量的时间较长，因此可以进行作业的时段也将增加。

在寒冷多风的时期，铺层会较快失去热量。混合料的表面会形成硬层，使压实力无法均匀地传递至铺层。

可通过两种方式检查铺层温度。最常用的方式是使用红外温度扫描仪。扫描仪可快速检查特定点的表面温度。操作员或质量控制技术人员可快速监控不同地点的铺层温度。另一种检查铺层温度的方式是使用探针温度计。探针可显示铺层的内部温度，还可以很好地指示混合层对于压实力的反应方式。



**用户提示：**压路机操作员可随着一天中环境状况的变化调整其滚动模式。在温度通常为最低的早晨，可使用短滚动模式以靠近摊铺机。随着环境温度的升高，铺层保持高温的时间将延长，压路机操作员可增加其滚动模式的长度，而无需担心靠近摊铺机。

## 因素

所有这些温度和混合料设计因素都很重要,因为它们决定了在铺层冷却至 90° C (190° F) 以下之前您达到所需密度需要的时间。如果存在敏感区,您也可使用此信息确定敏感区开始之前剩余的时间。

过去,质量控制人员必须使用工程图表根据铺层厚度、

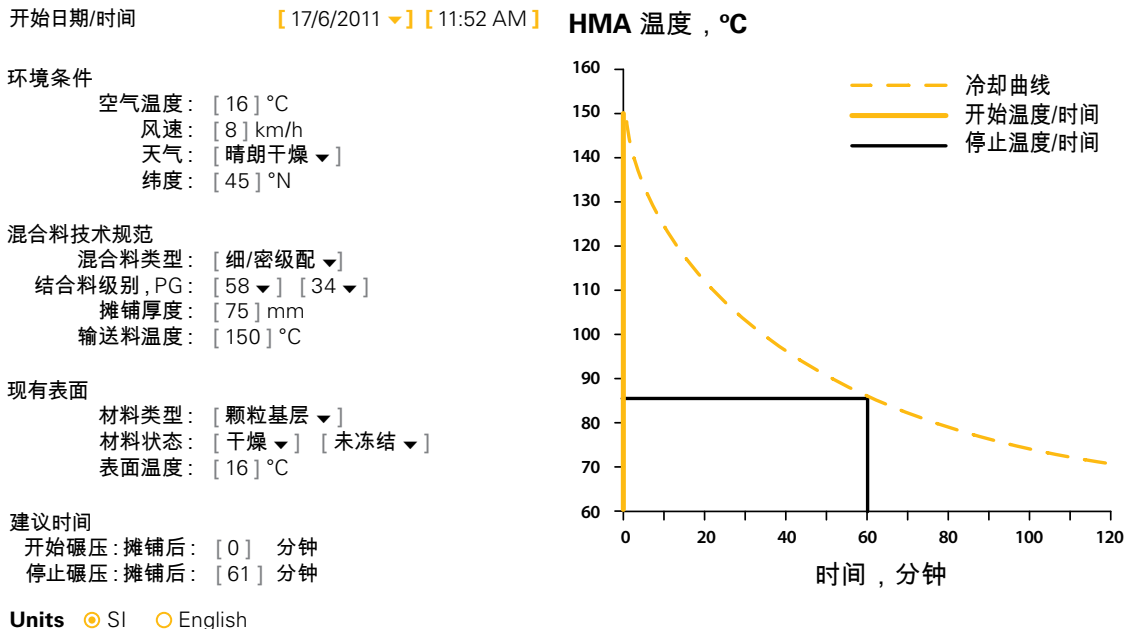
摊铺机后面的铺层温度和环境条件来确定压实操作的可用时间。如今,可以使用多种软件程序来更准确、快速地计算时间。其中一种软件叫做 PaveCool (PaveCool 2.400 版, copyright 2001-2005, 明尼苏达州交通局)。可以进行一系列 PaveCool 计算。

**用户提示:** 铺层表面温度通常低于铺层的内部温度。如果可能,请使用探针检查内部温度。然后使用红外扫描仪检查相同地点的表面温度。您可能会发现表面温度比内部温度低 15° C (30° F)。了解了温度差,您就可以建立起扫描仪显示的表面温度和实际内部温度之间的关联。

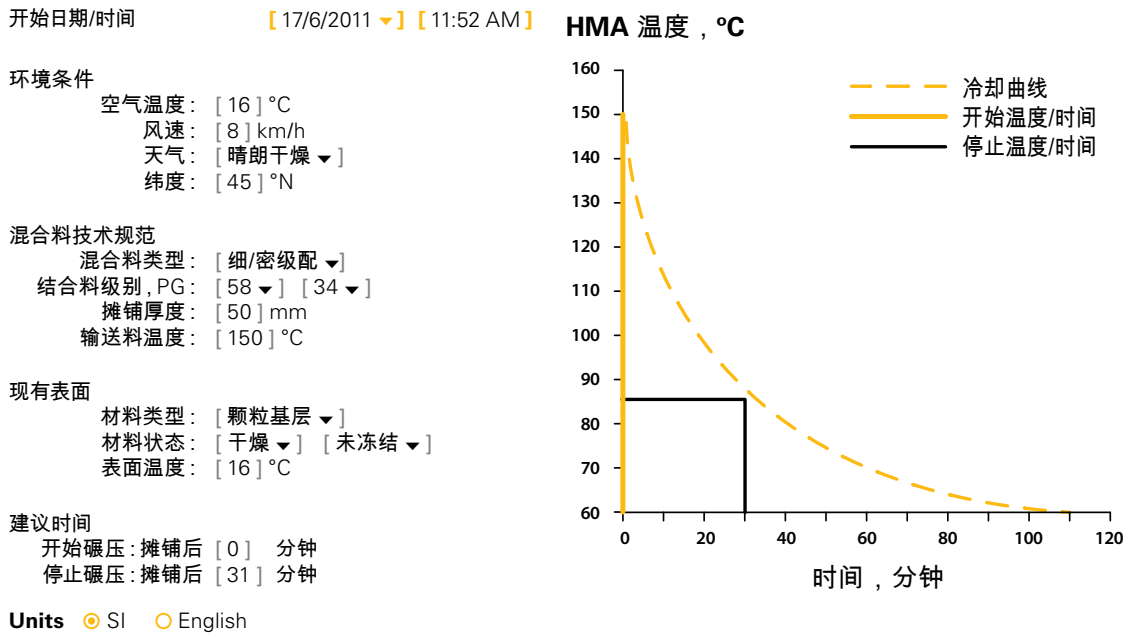
**用户提示:** Caterpillar 建议质量控制人员在开始项目之前绘制一系列的冷却曲线。冷却曲线应该显示出铺层厚度的变化,并能预测混合度温度和环境条件的变化。

**用户提示:** 在压实具有敏感区的混合料时,冷却曲线也非常有用。您可对 PaveCool 软件进行设置,使其显示出敏感区开始之前的时长和敏感区持续的时长。

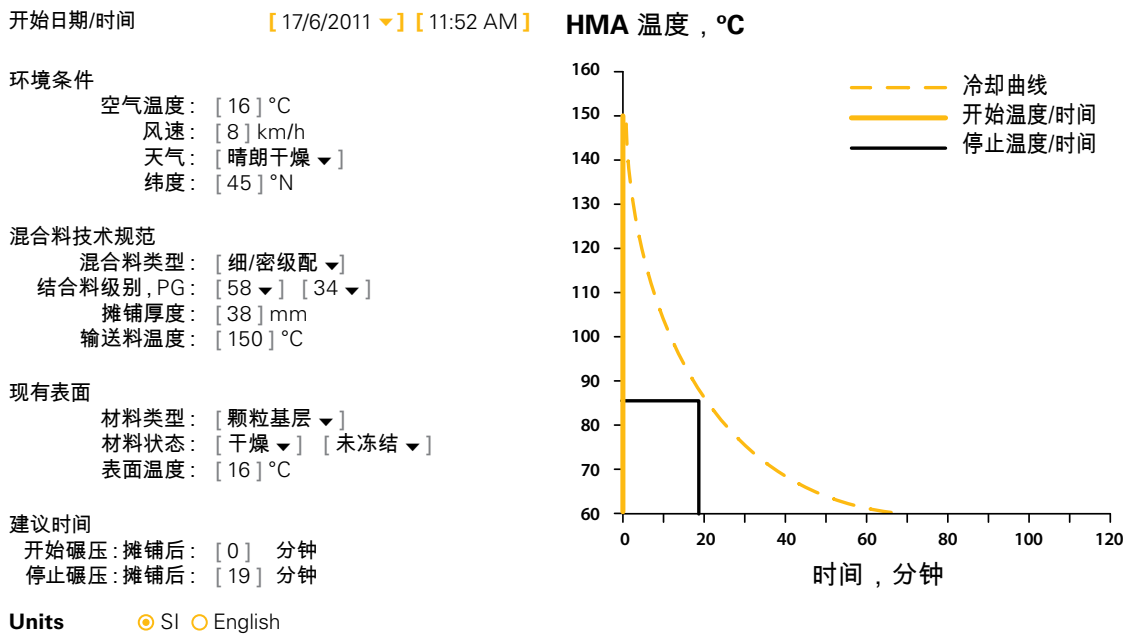
### [ 冷却曲线 ]



PaveCool 软件需要输入环境条件、混合料技术规范 and 现有表面。在这个示例中,空气温度为 16° C (60° F),微风,晴朗且项目地点位于法国巴黎附近(北纬 45°)。沥青层由厚度为 75 mm (3") 的密级配材料组成,在 150° C (302° F) 的温度下通过摊铺机熨平板。沥青层被摊铺在同样为 16° C (61° F) 的颗粒材料上。冷却曲线的结果显示,铺层在冷却至设置的最低温度 85° C (185° F) 之前有 61 分钟可以进行压实。



在此示例中,除了层面厚度被更改为 50 mm (2") 外,所有输入都是相同的。计算新的冷却曲线时,压实可用时间减少了 50%。压实可用时间现在为 31 分钟。



接下来,假设您在摊铺一个较薄的表面层,厚度为 38 mm (1.5")。所有其他条件都是相同的。冷却曲线显示,压实可用时间仅为 19 分钟。

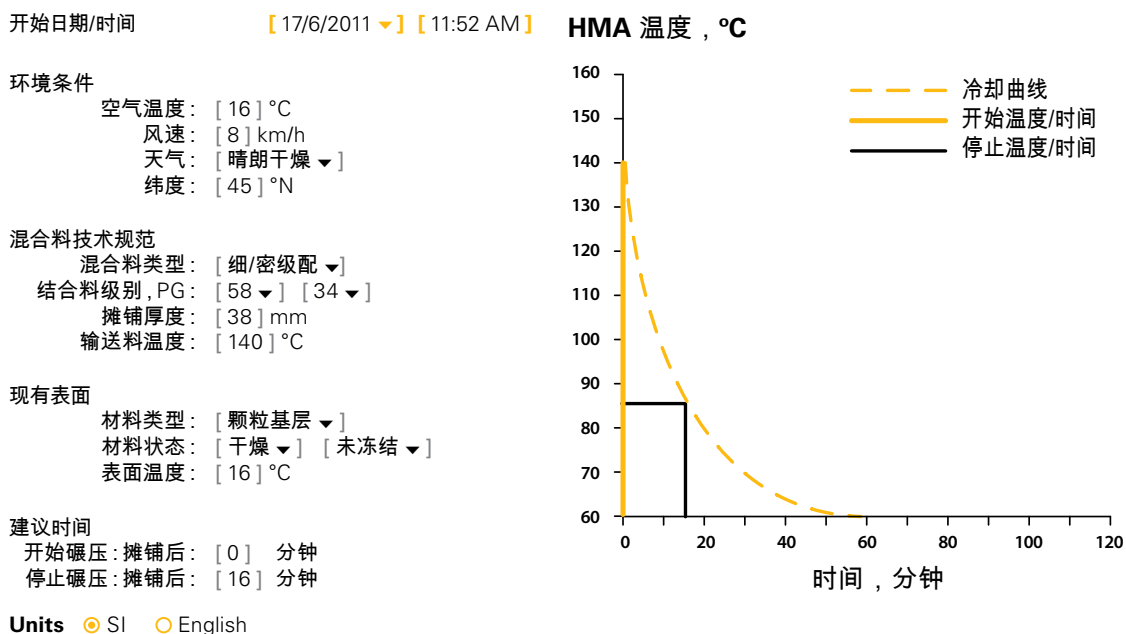
铺层厚度对于压实可用时间有主要影响。铺层越薄,压实过程越困难。了解在较薄铺层上达到所需密度的

可用时间将帮助您确定滚动模式和项目所需的压路机数量。



钢轮错轮的功能有助于形成较宽的覆盖范围,可在快速失去热量的薄铺层上进行较快的压实操作。

**用户提示:**一些压路机具有前后钢轮错轮的功能,以将压实覆盖宽度加倍。因此,覆盖铺层宽度所需的重叠碾压次数通常较少。使用钢轮错轮,传递至铺层的压实力将降低。但是,薄铺层只需较少的压实力,并且压路机可以在铺层较热和压实操作易受影响的区域更加靠近摊铺机。



接下来,探讨铺层温度是如何影响压实可用时间的。在此示例中,铺层厚度为 38 mm (1.5"),但是通过熨平板的铺层温度低至 140°C (284°F)。与压实可用时间为 19 分钟时 150°C (302°F) 的铺层温度相比,稍冷的铺层将压实可用时间减少至 16 分钟。



开始日期/时间 [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

环境条件

空气温度: [16] °C  
 风速: [8] km/h  
 天气: [晴朗干燥 ▼]  
 纬度: [45] °N

混合料技术规范

混合料类型: [细/密级配 ▼]  
 结合料级别, PG: [58 ▼] [34 ▼]  
 摊铺厚度: [38] mm  
 输送料温度: [130] °C

现有表面

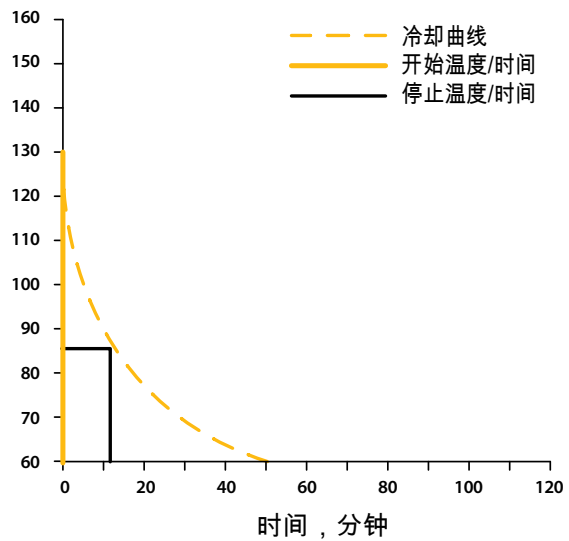
材料类型: [颗粒基层 ▼]  
 材料状态: [干燥 ▼] [未冻结 ▼]  
 表面温度: [16] °C

建议时间

开始碾压: 摊铺后: [0] 分钟  
 停止碾压: 摊铺后: [12] 分钟

Units  SI  English

HMA 温度, °C



最后, 铺层温度降低至 130° C (266° F), 压实可用时间减少至 12 分钟。铺层温度降低将使压实可用时间减少, 但是这比铺层厚度对压实可用时间的影响程度小。

开始日期/时间 [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

环境条件

空气温度: [10] °C  
 风速: [8] km/h  
 天气: [晴朗干燥 ▼]  
 纬度: [45] °N

混合料技术规范

混合料类型: [细/密级配 ▼]  
 结合料级别, PG: [58 ▼] [34 ▼]  
 摊铺厚度: [75] mm  
 输送料温度: [150] °C

现有表面

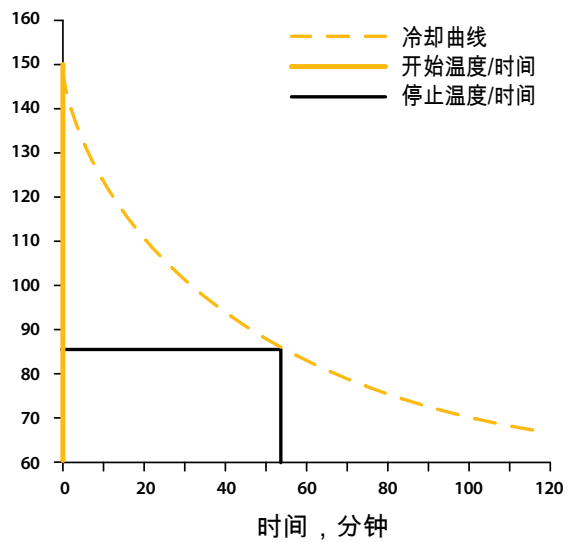
材料类型: [颗粒基层 ▼]  
 材料状态: [干燥 ▼] [未冻结 ▼]  
 表面温度: [10] °C

建议时间

开始碾压: 摊铺后: [0] 分钟  
 停止碾压: 摊铺后: [54] 分钟

Units  SI  English

HMA 温度, °C



现在思考环境温度对于压实可用时间的影响。在此示例中, 铺层厚度改回 75 mm (3")。环境温度为 16° C (61° F) 时, 压实可用时间为 61 分钟。环境温度降低至 10° C (50° F) 时, 压实可用时间减少至 54 分钟, 减少了 10%。

## 因素

开始日期/时间 [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

### 环境条件

空气温度: [5] °C  
 风速: [8] km/h  
 天气: [晴朗干燥 ▼]  
 纬度: [45] °N

### 混合料技术规范

混合料类型: [细/密级配 ▼]  
 结合料级别, PG: [58 ▼] [34 ▼]  
 摊铺厚度: [75] mm  
 输送料温度: [150] °C

### 现有表面

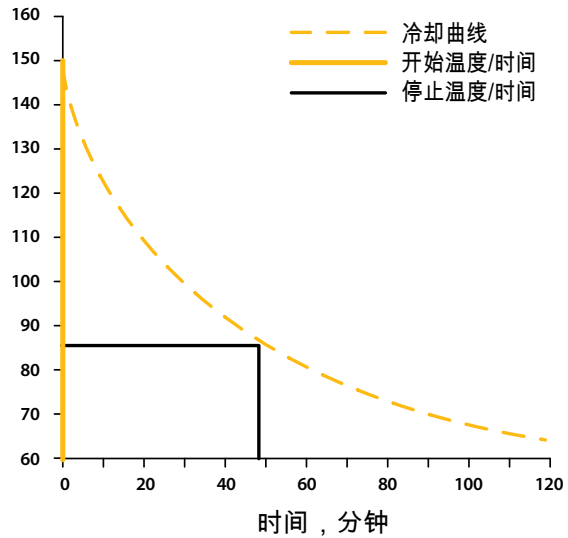
材料类型: [颗粒基层 ▼]  
 材料状态: [干燥 ▼] [未冻结 ▼]  
 表面温度: [5] °C

### 建议时间

开始碾压: 摊铺后: [0] 分钟  
 停止碾压: 摊铺后: [49] 分钟

Units  SI  English

### HMA 温度, °C



最后, 环境温度降低至 5°C (41°F)。压实可用时间再次减少为 49 分钟。我们已经证实降低环境温度将使压实可用时间减少, 但是比减少铺层厚度造成的影响程度小。

开始日期/时间 [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

### 环境条件

空气温度: [16] °C  
 风速: [8] km/h  
 天气: [晴朗干燥 ▼]  
 纬度: [45] °N

### 混合料技术规范

混合料类型: [细/密级配 ▼]  
 结合料级别, PG: [58 ▼] [34 ▼]  
 摊铺厚度: [65] mm  
 输送料温度: [150] °C

### 现有表面

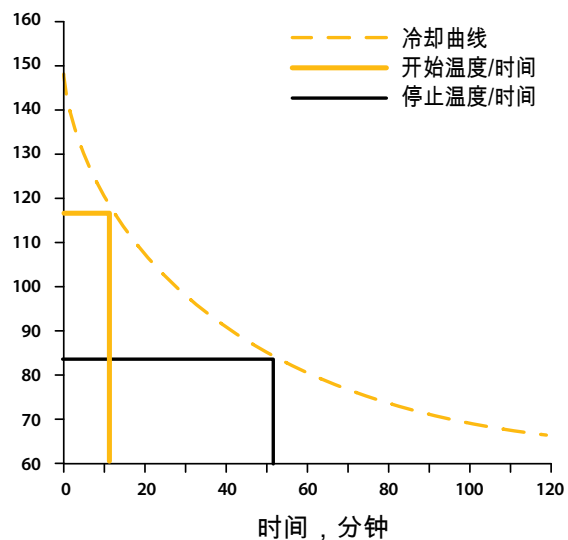
材料类型: [颗粒基层 ▼]  
 材料状态: [干燥 ▼] [未冻结 ▼]  
 表面温度: [16] °C

### 建议时间

开始碾压: 摊铺后: [12] 分钟  
 停止碾压: 摊铺后: [52] 分钟

Units  SI  English

### HMA 温度, °C



在此示例中, 环境温度为 16°C (61°F)。我们摊铺了一层厚度为 65 mm (2.5") 的密级配混合料。混合料在 150°C (302°F) 的温度下通过熨平板。资料显示, 混合料在 115°C (239°F) 时显示出敏感性, 在 85°C (185°F) 时再次变稳定。冷却曲线显示, 敏感区开始之前的压实可用时间为 12 分钟。您要在这 12 分钟内尽可能达到所需密度, 然后使铺层静置 40 分钟。在敏感区结束后, 如果需要, 通常可以使用高频率低振幅进一步提高密度。或者, 只需通过静碾清除钢轮的痕迹。了解敏感区之前的压实可用时间, 可帮助您设置滚动模式和确定压实设备的数量和类型。

## [ 振幅核对清单 ]

在第 2 单元中,您已经了解到振幅是指钢轮进入铺层的距离,并且钢轮的移动产生的冲击力是在沥青层中形成所需密度的首要因素。您还清楚到振幅过大会损坏沥青层。在任何沥青压实应用中,在策划阶段选择正确的振幅都至关重要。

压路机操作员、质量控制技术人员或监管员需要制定一份包含单元 3 中所述因素的核对清单。无论是记忆中的核对清单,抑或打印表格,必须要将各要素考虑在内。下面是一份示例核对清单。

## 振幅核对清单

因素	低作用力	高作用力
铺层厚度	< 50 mm (2")	>50 mm (2")
基层支撑	刚性	弹性
油液粘度	低	高
骨料形状	圆形	角状
环境温度	高	低

将此核对清单与第三单元中包含的所有压实因素相结合,可帮助确定特定应用所需的压实力大小。对于左侧的应用因素,通常选择中振幅设置。对于右侧的应用因素,通常选择中或高振幅设置。

通常,小于 50 mm (2") 的铺层厚度无法接受较高的压实能量。因此,通常选择范围 0.25 mm 至 0.6 mm (0.01 - 0.025") 的振幅设置。沥青层厚度大于 50 mm (2") 时,铺层可以接受更多压实能量,您通常选择 0.6 mm (0.025") 或更高的振幅。

摊铺材料下方的基层类型也会影响振幅选择。如果是铣刨表面或现有沥青表面等刚性基层,压实能量过大容易使钢轮发生弹跳。如果您在颗粒材料或稳固的路基上进行摊铺,此种类型的基层更具有弹性。您通常需要为该应用选择较高的振幅,因为弹性基层会吸收部分压实能量。

您还需要考虑颗粒混合料设计中所用的沥青水泥的类型。如果沥青水泥已经被纤维或胶乳橡胶等物质改性,则油液具有较高粘度,混合料坚硬,因此需要较高的力。未改性的沥青水泥具有较低的粘度,混合料只需较低的压实能量即可达到所需密度。

## 因素

务必要考虑混合料设计中的骨料形状。多数重要交通公路级沥青结构使用具有各种断面的混合料。

带角骨料会产生较高内部摩擦。您通常需要选择较高的振幅设置来移动石块并排除空气。

多数街道和停车场所用的混合料中含有圆面骨料。由于骨料更易移动，这些混合料需要的压实能量较低。

气候条件是核对清单中的最后一个因素。在炎热的晴天，沥青层容易将热量保留得更加持久，您拥有更长时间使用较低的力量。

在环境温度低且多风的天气状况下，沥青层将迅速冷却。要在铺层失去过多热量之前达到所需密度，您应选择最高的振幅设置以便快速增加密度。下面的两个示例说明了如何有效使用核对清单。

### [ 振幅选择练习 I ]

#### 振幅核对清单

因素	低作用力	高作用力
铺层厚度	40 mm (1.6")	—
基层支撑	铣刨表面	—
油液粘度	—	高
骨料形状	—	破碎
环境温度	—	10° C (50° F)

在此项目中，摊铺机在 40 mm (1.6") 厚的密级配沥青层上进行摊铺，该沥青层含有聚合物改性沥青水泥，最大骨料尺寸为 12.5 mm (1/2")，骨料具有各种断面。这是摊铺在铣刨表面上的单沥青层。查看振幅核对清单，您将发现其中有两项因素处于较低力的一侧，有三项因素表示需要使用较高的力。

这是否表示您需要选择中到高的振幅呢？

在此应用中，您可能会选择低至中振幅。层面厚度小于 50 mm (2")，并且刚性基层无法接受高振幅能量。有时特定因素，特别是铺层厚度比振幅核对清单中的其他因素更加重要。选择正确的振幅并不总是那么简单。切记选择振幅时的一般规则：选择铺层可以接受，但不会使钢轮产生弹跳或导致铺层损坏的最高振幅。

## [ 振幅选择练习 2 ]

## 振幅核对清单

因素	低作用力	高作用力
铺层厚度	—	75 mm (3")
基层支撑	—	颗粒
油液粘度	—	高
骨料形状	—	破碎
环境温度	32° C (90° F)	—

对于此应用，振幅选择较为简单。您正在摊铺 75 mm (3") 厚的密级配沥青，作为颗粒材料上的第一层。混合料设计使用高粘度沥青水泥和具有各种断面的 19 mm (3/4") 破碎骨料。现在天气炎热。四项因素位于高作用

力一侧。低作用力一侧只有高温因素。由于下面几个原因，此沥青层可以接受高振幅。第一，铺层较厚。第二点非常重要，铺层厚度与最大骨料尺寸的比率为 4:1。

**总结：**操作员、质量控制技术人员和监管员了解影响沥青压实的因素非常重要。由沥青厂提供的作业混合料配方中包含有关混合料设计的很多信息。截面图中包含各层面的铺层厚度和基层类型等项目。各班次员工只需对气候条件进行分析。

如果您收集了足够的信息，并了解如何解读这些信息，您和您的团队在安排压缩过程时就可以做出更明智的决定。如果您只依赖过去的成就或经验，您可能会忽视新的重要信息。

您学到的有关压实力和压实影响因素的知识可帮助您安排压实机组。这是第 4 单元的主题。



## 单元 4 方法和技术规范

正确安排压实过程是您的项目获得成功的关键。下面是使用方法或最终结果技术规范  
规范的相应程序。





Cat CD54 在压实的初始阶段进行作业。

第 2 单元和第 3 单元包含压实力以及影响沥青压实的其他因素。第 4 单元关系到安排符合项目生产、密度和平整度要求的压实机组。

第 4 单元包含两个不同部分。第一部分关系到在指定了设备类型、作业速度、碾压次数和其他因素的方法技术

规范的指导下安排压实过程。第二部分关系到在假定最终结果技术规范有效的情况下安排压实机组。换言之，工作人员和质量控制人员确定可实现所需密度且与生产要求相匹配的设备类型和滚动模式。



## 部分 I: 方法技术规范

第 I 部分中的信息是以法国巴黎的道路桥梁中心实验室的研究为基础的。以这项被广泛认可的研究为基础，

为各种类型的沥青路面指定压实设备的类型、碾压次数和作业速度。

### 道路断面

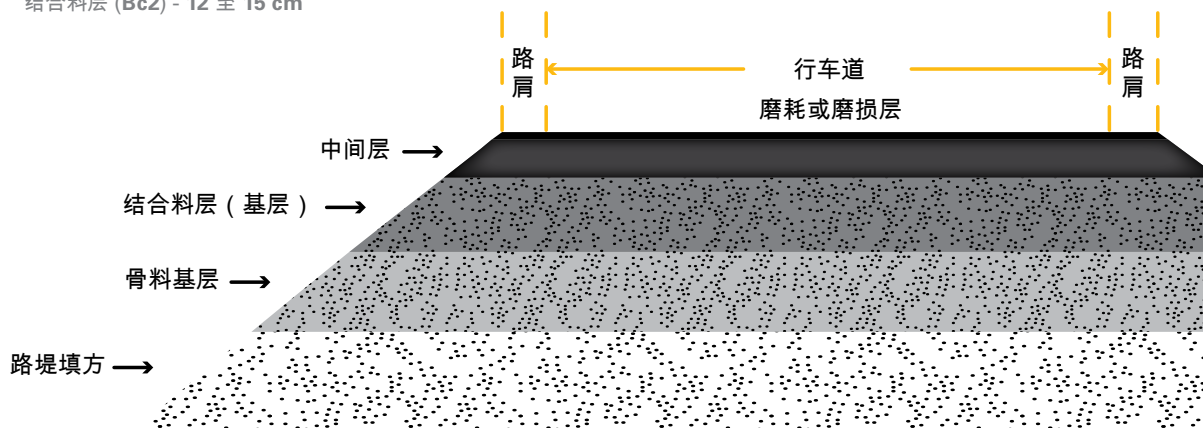
薄磨损层厚度 (Wc1) - 3 至 5 cm

标准磨损层厚度 (Wc2) - 6 至 9 cm

中间层 (Ic) - 6 至 9 cm

结合料层 (Bc1) - 8 至 12 cm

结合料层 (Bc2) - 12 至 15 cm



### [ 层面类型 ]

此技术规范中包含五类铺层。薄磨损层 (Wc1) 的厚度为 3 至 5 cm。标准磨损层 (Wc2) 的厚度为 6 至 9 cm。

一种结合料 (中间) 层的厚度为 6 至 9 cm。

基层分为两种。标准基层的厚度为 (Bc1) 8 至 12 cm。可选层 (Bc2) 为 12 cm 至 15 cm。

如第 2 单元所述, 各类层面通常使用不同的混合料类型, 摊铺厚度也不同。因此, 各层面的压实力大小不同。

## [ 以钢轮宽度为基础的覆盖范围 ]

钢轮宽度和铺层宽度之间的关系是重要的考虑因素。为了与摊铺过程生产相匹配，钢轮宽度必须符合如下要求：压路机重叠碾压最多三次后能够覆盖铺层的宽度。假定最小重叠量为 15 cm。如果现有压路机重叠碾压三次无法覆盖铺层的宽度，那么必须增加更多压路机。

此图表可用作指导，帮助确定覆盖不同摊铺宽度所需的具有不同钢轮宽度的压路机数量。阴影区域表示至少需要再加一台压路机，或需要配有较宽钢轮的压路机才能与生产要求相匹配。例如，在摊铺宽度达 4.5 m 时，只需一台钢轮宽度为 170 cm 的压路机。

路面宽度 (覆盖范围) 所需的压路机数量

摊铺宽度 (米)	钢轮宽度				
	150 mm	170 mm	200 mm	210 mm	300 mm
3.3	1	1	1	1	1
3.6	1	1	1	1	1
3.9	1	1	1	1	1
4.2	2	1	1	1	1
4.5	2	1	1	1	1
4.8	2	2	1	1	1
5.1	2	2	1	1	1
5.4	2	2	1	1	1
5.7	2	2	2	1	1
6	2	2	2	2	1
7	2	2	2	2	1
8	2	2	2	2	1
9	3	2	2	2	2

注意：只有在压实薄磨损层时才建议使用配有错轮装置的压路机，以达到最大宽度。

## [ 压路机分类 ]

在法式制度中,按照每个钢轮的静线压力和振幅对振动钢轮压路机进行分类。分类公式表示为以千克每厘米为单位的线性负荷乘以额定振幅的平方根。

多数振动压路机具有多个振幅。因此,压路机的振幅改变时,分类也将改变。

## 振动压路机示例

$4680 \text{ kg (钢轮重量)} / 170 \text{ cm (钢轮宽度)} = 27.5 \text{ kg/cm}$

$27.5 \text{ kg/cm} \times 0.62 \text{ mm 的平方根} = 21.7$

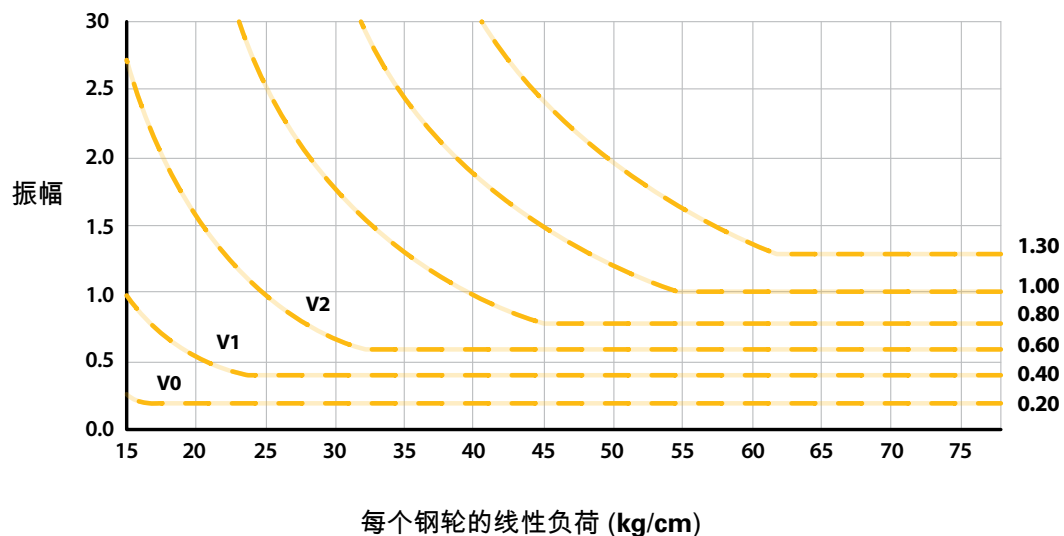
$21.7 = \text{类别 V1}$

## [ 振动压路机的类别 ]

下图中的压路机具有三个振幅选项。改变振幅会使压路机的分类发生变化。类别 V0 具有较低的压实能量。

类别 V1 具有中级压实能量。类别 V2 可传输高压实能量。

范围	低	中	高
振幅 (AO) (mm)	0.34	0.80	1.05
钢轮重量 (kg/cm)	27.50	27.50	27.50
重量 x AO 的平方根 =	16.04	24.60	28.18
分类	<b>V0</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>



此图表显示了根据每个钢轮的线性负荷和振幅划分的不同压路机类别的范围。在实际应用中,在方法技术规范中只使用了三个类别范围。V0、V1 和 V2。

轮胎压路机分为两类。轮胎压路机分类的公式表示为以吨为单位的总重量除以轮胎数量。

#### 轮胎压路机示例

21 吨 (机器重量) ÷ 7 (轮胎数量) = 3 吨/轮胎  
3 吨/轮胎 = 类别 P1

#### 轮胎压路机的类别

类别  
P0  
P1

每个轮胎的重量  
大于 1.5 吨并小于 2.5 吨  
大于 2.5 吨并小于 4.0 吨

	Wc1		Wc2		lc		Bc1		Bc2	
	碾压次数	速度	碾压次数	速度	碾压次数	速度	碾压次数	速度	碾压次数	速度
类别 P0	18	6								
类别 P1	14	6	20	6						
类别 V2			4	4	5	4	15	4	25	3
类别 V1	4	4	8	4	7	4				
类别 V0	7	4								

注意：速度以 km/h 表示。

### [ 选择机器类别 ]

指定方法技术规范的目的是将有关机器类别和铺层类型的信息融入参考图表中，图表用于帮助用户选择机器类型、碾压次数和作业速度。图表的顶部是五种层面类型：薄磨损层 (Wc1)；厚磨损层 (Wc2)；中间层 (lc)；标准基层 (Bc1)和厚基层 (Bc2)。

机器类别显示在图表的左侧。轻轮胎压路机为 P0。重轮胎压路机为 P1。三种振动压路机分为最高振动能量 (V2)、中级振动能量 (V1) 和最低振动能量 (V0)。

对于薄磨损层 (Wc1)，应使用 P0 类轮胎压路机以 6 千米每小时的速度碾压 18 次。如果使用 P1 类轮胎压路机，应以 6 千米每小时的速度碾压 14 次。V1 类振动压路机必须以 4 千米每小时的速度碾压四次。V0 类振动压路机必须以 4 千米每小时的速度碾压七次。请注意不允许在薄磨损层上使用 V2 类压路机。

在厚磨损层 (Wc2) 上不允许使用 P0 类轮胎压路机。P1 轮胎压路机应以 6 千米每小时的速度碾压二十次。V2 类振动压路机应以 4 千米每小时的速度碾压四次。V1 类振动压路机必须以 4 千米每小时的速度碾压八次。图表为在各类路面上使用各类机器提供了具体说明。

Cat® 交互式生产计算机等其他工具可根据摊铺速度、铺层宽度和压路机的钢轮宽度帮助确定所需压路机的数量。

压实计算器

卡车	压路机型号:	[ 单击选择其他型号 ]	[ <b>CB534D</b> ]
摊铺机速度	层面类型:	[ 单击选择其他层面类型 ]	[ <b>标准磨损层厚度0/10 - 6 至 9 cm</b> ]
<b>压实</b>	常规输入		
所用材料	热拌设备的生产率:	[ <b>160</b> ]	公吨/小时
横坡度	摊铺厚度:	[ <b>65</b> ]	mm
厚度	摊铺宽度:	[ <b>4.00</b> ]	m
作业总结	实际钢轮宽度	[ <b>170</b> ]	cm
法规	[ 单击更改压路机效率 ]	[ <b>77</b> ]	%
	实际压路机速度:	[ <b>4</b> ]	km/h
	碾压总次数:	[ <b>4</b> ]	
	所需压路机数量 (根据宽度)	[ <b>1</b> ]	
	所需压路机数量 (根据速度)	[ <b>1</b> ]	
<b>退出</b>	所需压路机数量:	[ <b>1</b> ]	

Cat 交互式生产计算器的一个版本被编入了法国巴黎道路桥梁中心实验室有关压路机选择和滚动模式的方法技术规范中的公式和要求。在第一个示例中,生产率为 160 公吨每小时。在此项目中,正在摊铺 65 mm 深 4 m 宽的标准厚度磨损层。根据方法技术规范中的图表自动选择碾压次数和作业速度。程序计算出需要一台钢轮宽度为 170 cm 的压路机即可与覆盖范围要求和生产要求相匹配。如果生产率提高会怎样?



## 压实计算器

卡车	压路机型号:	[ 单击选择其他型号 ]	[ <b>CB534D</b> ]
摊铺机速度	层面类型:	[ 单击选择其他层面类型 ]	[ 标准磨损层厚度 <b>0/10 - 6 至 9 cm</b> ]
<b>压实</b>	<b>常规输入</b>		
所用材料	热拌设备的生产率:	[ <b>200</b> ]	公吨/小时
横坡度	摊铺厚度:	[ <b>65</b> ]	mm
厚度	摊铺宽度:	[ <b>4.00</b> ]	m
作业总结	实际钢轮宽度	[ <b>170</b> ]	cm
法规	[ 单击更改压路机效率 ]	[ <b>77</b> ]	%
	实际压路机速度:	[ <b>4</b> ]	km/h
	碾压总次数:	[ <b>4</b> ]	
	所需压路机数量 (根据宽度)	[ <b>1</b> ]	
	所需压路机数量 (根据速度)	[ <b>2</b> ]	
	所需压路机数量:	[ <b>2</b> ]	
<b>退出</b>			

小时生产率从 160 公吨每小时提高至 200 公吨每小时, 计算得出需要两台压路机才能与提高的生产要求相匹配。切记计算器已被编程, 将根据铺层类型和厚度选择作业速度和碾压次数。



## 压实计算器

卡车	压路机型号：	[ 单击选择其他型号 ]	[ <b>CB534D</b> ]
摊铺机速度	层面类型：	[ 单击选择层面类型 ]	[ <b>结合料层 0/12 (Bc2) - 12 至 15 cm</b> ]
<b>压实</b>	常规输入		
所用材料	热拌设备的生产率：	[ <b>200</b> ]	公吨/小时
横坡度	摊铺厚度：	[ <b>125</b> ]	mm
厚度	摊铺宽度：	[ <b>4.00</b> ]	m
作业总结	实际钢轮宽度	[ <b>170</b> ]	cm
法规	[ 单击更改压路机效率 ]	[ <b>77</b> ]	%
	实际压路机速度：	[ <b>4</b> ]	km/h
	碾压总次数：	[ <b>25</b> ]	
	所需压路机数量 ( 根据宽度 )	[ <b>1</b> ]	
	所需压路机数量 ( 根据速度 )	[ <b>4</b> ]	
<b>退出</b>	所需压路机数量：	[ <b>4</b> ]	

层面类型更改为 125 mm 深的厚结合料层 (Bc2) 时,所需压路机的数量发生了有趣的变化。根据规范,压实速度保持不变,但是碾压次数增加至 25。计算得出,需要 4 台钢轮宽度为 170 cm 的压路机才能与生产率相匹配。还应注意应使用 V2 类压路机。

方法技术规范被应用于多个领域,以研究和项目经验为基础。如果需要使用方法技术规范,这一事实将被添加到项目计划书或控制公共工程机构发布的指南中。如有方法技术规范方面的问题,务必向公共工程人员咨询并解决问题。

最终结果技术规范为作业人员提供了更多选择。第 4 单元的第二部分关系到安排压实过程以达到最终结果技术规范要求的步骤。



## 部分 II: 最终结果技术规范

### [ 钢轮宽度 ]

选择项目所用的压路机时，一项常规规范规定钢轮必须具有足够的宽度，能够在重叠碾压最多三次后覆盖铺层的宽度。在一些情况下，压路机需要碾压三次以上。如果是这种情况，应增添另一台压路机。这一项常规规范适用于公路、道路和主要街道等通常注重生产效率因素

的项目。此规范通常不适用于停车场项目或低生产效率项目。下面是一个参考图，可用于只根据重叠碾压三次后的铺层覆盖范围来帮助选择正确的钢轮宽度。显示的钢轮宽度为通常用于较高生产率项目中的最小和最大宽度。

#### 每个钢轮宽度所需的重叠碾压次数

摊铺宽度 米/英尺	钢轮宽度				
	140 cm (55")	150 cm (59")	170 cm (67")	200 cm (79")	213 cm (84")
2.5 / 8	2	2	2		
2.75 / 9	3	3	2		
3.00 / 10	3	3	3	2	2
3.35 / 11	3	3	3	2	2
3.70 / 12	(4)	3	3	2	2
4.00 / 13			3	3	2
4.25 / 14			3	3	3
4.50 / 15				3	3
4.80 / 16				3	3
5.20 / 17				3	3
5.50 / 18					3

**注意 1:** 不建议在摊铺宽度 (小于 3 m/10') 较窄的情况下使用配有较宽钢轮的型号，因为在窄铺层上使用宽钢轮会导致铺层变形。

**注意 2:** 一些双钢轮沥青压路机具有错轮功能。错轮可显著提高压路机覆盖范围的宽度。例如，Cat CD54 配有宽度为 170 cm (67") 的钢轮。在最大的偏移量下，CD54 压实宽度为 300 cm (118")。Caterpillar

建议只在厚度小于 50 mm (2") 的铺层上使用错轮，以在压实的初始阶段达到密度规范的要求。

钢轮宽度对于摊铺机后面的第一台压路机的操作最为重要。通常，压实过程分为三个阶段：初压、中压和终压。各阶段使用不同类型的压实设备和压实技术。

## [ 初始压实 ]

初始压实是压实过程中的第一步,应在最大程度上达到铺层的目标密度。例如,如果最终压实的目标密度为理论最大密度的 95%,则初始阶段至少应达到理论最大密度的 91% 至 93%。

初始压实应在铺层处于尽可能高的温度时开始,在此温度下支撑压路机的重量不会使铺层变形。切记,一旦铺层开始冷却,混合料中的沥青水泥将变硬,很难达到所

需密度。因此,必须在靠近摊铺机的区域开始初始压实阶段。摊铺机和初始阶段压路机必须具有相同的生产率。

**注意:** 此部分对于摊铺速度的探讨,是在假定使用振动熨平板的情况下进行的,而非使用具有夯实和振动功能的熨平板。



在初始阶段,压路机靠近摊铺机进行作业。



钢轮振动压路机通常用于初始压实。

在压实的初始阶段,通常选择钢轮振动压路机。由于振动压路机将重量和冲击力相结合,通常具有最高的生产率。在初始压实阶段,有时在基层或结合料层使用轮胎压路机。

振动压路机具有不同的振动特性和不同的钢轮宽度。对振动系统的设置会影响初始阶段压路机与摊铺机生产相匹配的情况。让我们看看 Cat 交互式生产计算器中的一些示例。

## 摊铺机速度计算器

卡车	常规输入		
摊铺机速度	摊铺厚度:	[ 2.00 ] in	[ 50.8 ] mm
压实	摊铺宽度:	[ 12.00 ] 英尺	[ 3.658 ] 米
料堆	未压实材料密度:	[ 130 ] lbs/ft <sup>3</sup>	[ 2082 ] kg/m <sup>3</sup>
单位铺设距离	给定生产率的摊铺机速度		
横坡度	热拌设备的生产率:	[ 200 ] 吨/小时	[ 181 ] 公吨/小时
厚度	计算的摊铺速度 - 100% 效率:	[ 25.6 ] ft/min	[ 7.81 ] m/min
作业总结	计算的摊铺速度 - 95% 效率:	[ 26.9 ] ft/min	[ 8.20 ] m/min
法规	计算的摊铺速度 - 90% 效率:	[ 28.2 ] ft/min	[ 8.59 ] m/min
	计算的摊铺速度 - 85% 效率:	[ 29.4 ] ft/min	[ 8.98 ] m/min
	计算的摊铺速度 - 80% 效率:	[ 30.7 ] ft/min	[ 9.37 ] m/min
	计算的摊铺速度 - 75% 效率:	[ 32.0 ] ft/min	[ 9.76 ] m/min
退出	有效摊铺速度:	[ 25.6 ] ft/min	[ 7.81 ] m/min

在此示例中,生产率为 181 公吨每小时(200 吨每小时)。摊铺宽度为 3.66 m (12'),摊铺厚度为 50 mm (2")。材料通过熨平板(仅振动能量)时的重量为 2082 kg/m<sup>3</sup> (130 lb/ft<sup>3</sup>)。如果在项目中使用材料传输装置,则实际摊铺速度可能低至 7.8 米每分钟(25.6 英尺每分钟)。如果将混合料直接从料车传输至摊铺机,计算得出的实际摊铺速度为 9.8 米每分钟(32 英尺每分钟)。有效率为 75% 时,有效速度为 7.8 米每分钟(25.6 英尺每分钟)。因此,初始压路机必须具有能与有效摊铺速度相匹配的足够高的生产率。



## 压实计算器

卡车	压路机型号:	[ 单击选择其他型号 ]	[ <b>CB54</b> ]	
摊铺机速度	常规输入			
<b>压实</b>	摊铺宽度:	[ <b>12.00</b> ] 英尺	[ <b>3.658</b> ] 米	
料堆	实际钢轮宽度:	[ <b>67</b> ] in	[ <b>170.18</b> ] cm	
单位铺设距离	重叠量:	[ <b>6.0</b> ] in	[ <b>15.2</b> ] cm	
横坡度	振动器速度:	[ <b>2520</b> ] VPM	[ <b>2520</b> ] VPM	
厚度	冲击 (建议):	[ <b>11</b> ] 每英尺	[ <b>36</b> ] 每米	
作业总结	一次覆盖铺层宽度的碾压次数:		[ <b>3</b> ]	
法规	(从测试带) 重复碾压的次数:		[ <b>2</b> ]	
	碾压总次数:		[ <b>7</b> ]	
	压路机有效率 (建议为 75 至 85%):		[ <b>80</b> ] %	
			有效摊铺机速度	
	实际压路机速度:	[ <b>229</b> ] fpm	[ <b>70</b> ] mpm	[ <b>25.6</b> ] ft/min
退出	有效压路机速度*:	[ <b>26</b> ] fpm	[ <b>8</b> ] mpm	[ <b>7.81</b> ] m/min

\* 有效压路机速度至少为有效摊铺机速度的 100%，但不得高于 115%。 [ % = 102 ]

在此示例中,可使用 Cat CB54 沥青压路机。CB54 配有 170 cm (67") 宽的钢轮,可重叠碾压三次后覆盖整个铺层。已选择低频率 42 Hz (2520 次振动每分钟)。从对测试带上相似混合料的操作可以预计重复碾压两次即可达到初始阶段的目标密度。重叠碾压三次,其中重复碾压两次可形成七次碾压模式。80% 的有效率包括补水停留和压路机倒退停留。70 米每分钟 (229 英尺每分钟) 的实际作业速度可与有效摊铺速度相匹配。生产计算器还显示,冲击间隔处于所需范围内,即每米 26 至 46 次冲击 (每英尺 8-14 次冲击)。



## 摊铺机速度计算器

卡车	常规输入		
摊铺机速度	摊铺厚度:	[ 2.00 ] in	[ 50.8 ] mm
压实	摊铺宽度:	[ 12.00 ] 英尺	[ 3.658 ] 米
料堆	未压实材料密度:	[ 130 ] lbs/ft <sup>3</sup>	[ 2082 ] kg/m <sup>3</sup>
单位铺设距离	给定生产率的摊铺机速度		
横坡度	热拌设备的生产率:	[ 276 ] 吨/小时	[ 250 ] 公吨/小时
厚度	计算的摊铺速度 - 100% 效率:	[ 35.4 ] ft/min	[ 10.80 ] m/min
作业总结	计算的摊铺速度 - 95% 效率:	[ 37.2 ] ft/min	[ 11.34 ] m/min
法规	计算的摊铺速度 - 90% 效率:	[ 38.9 ] ft/min	[ 11.88 ] m/min
	计算的摊铺速度 - 85% 效率:	[ 40.7 ] ft/min	[ 12.42 ] m/min
	计算的摊铺速度 - 80% 效率:	[ 42.5 ] ft/min	[ 12.96 ] m/min
	计算的摊铺速度 - 75% 效率:	[ 44.2 ] ft/min	[ 13.50 ] m/min
退出	有效摊铺速度:	[ 35.4 ] ft/min	[ 10.80 ] m/min

如果生产率更高,比如为 250 公吨每小时(276 吨每小时)将会怎样?摊铺机速度计算显示,在摊铺厚度和宽度不变的情况下,摊铺速度随着小时吨数的增加而提高。小时生产量增加为 250 公吨每小时(276 吨每小时)后,有效速度提高至 10.8 米每分钟(35.4 英尺每分钟)。



压实计算器

卡车	压路机型号:	[ 单击选择其他型号 ]	[ <b>CB54</b> ]	
摊铺机速度	常规输入			
<b>压实</b>	摊铺宽度:	[ <b>12.00</b> ] 英尺	[ <b>3.658</b> ] 米	
料堆	实际钢轮宽度:	[ <b>67</b> ] in	[ <b>170.18</b> ] cm	
单位铺设距离	重叠量:	[ <b>6.0</b> ] in	[ <b>16.5</b> ] cm	
横坡度	振动器速度:	[ <b>2520</b> ] VPM	[ <b>2520</b> ] VPM	
厚度	冲击 (建议):	[ <b>8</b> ] 每英尺	[ <b>26</b> ] 每米	
作业总结	一次覆盖铺层宽度的碾压次数:		[ <b>3</b> ]	
法规	(从测试带) 重复碾压的次数:		[ <b>2</b> ]	
	碾压总次数:		[ <b>7</b> ]	
	压路机有效率 (建议为 75 至 85%):		[ <b>80</b> ] %	
			有效摊铺机速度	
	实际压路机速度:	[ <b>315</b> ] fpm	[ <b>96</b> ] mpm	[ <b>35.4</b> ] ft/min
退出	有效压路机速度*:	[ <b>36</b> ] fpm	[ <b>11</b> ] mpm	[ <b>10.80</b> ] m/min
				[ % = <b>102</b> ]

\* 有效压路机速度至少为有效摊铺机速度的 100%，但不得高于 115%。

下一步，要确定初始阶段压路机是否能满足较高的生产要求。压路机的实际作业速度必须提高至 96 米每分钟 (315 英尺每分钟)，以与有效摊铺速度相匹配。在将振动频率保持在 42 Hz (2520 次振动每分钟) 的同时将作业速度提高至 96 米每分钟 (315 英尺每分钟) 可使钢轮的冲击间距达到 26 次冲击每米 (8 次冲击每英尺)。该冲击间隔是最小允许间隔。如果可能，最好使用更近的冲击间隔。影响冲击间隔的一种方法是在保持作业速度不变的情况下增加频率。



## 压实计算器

卡车	压路机型号:	[ 单击选择其他型号 ]		[ <b>CB54</b> ]
摊铺机速度	常规输入			
<b>压实</b>	摊铺宽度:	[ <b>12.00</b> ] 英尺	[ <b>3.658</b> ] 米	
料堆	实际钢轮宽度:	[ <b>67</b> ] in	[ <b>170.18</b> ] cm	
单位铺设距离	重叠量:	[ <b>6.5</b> ] in	[ <b>16.5</b> ] cm	
横坡度	振动器速度:	[ <b>3800</b> ] VPM	[ <b>3800</b> ] VPM	
厚度	冲击 (建议):	[ <b>12</b> ] 每英尺	[ <b>39</b> ] 每米	
作业总结	一次覆盖铺层宽度的碾压次数:		[ <b>3</b> ]	
法规	(从测试带) 重复碾压的次数:		[ <b>2</b> ]	
	碾压总次数:		[ <b>7</b> ]	
	压路机有效率 (建议为 75 至 85%):		[ <b>80</b> ] %	
				有效摊铺机速度
	实际压路机速度:	[ <b>317</b> ] fpm	[ <b>97</b> ] mpm	[ <b>35.4</b> ] ft/min
退出	有效压路机速度*:	[ <b>36</b> ] fpm	[ <b>11</b> ] mpm	[ <b>10.80</b> ] m/min
				[ % = <b>102</b> ]

\* 有效压路机速度至少为有效摊铺机速度的 100%，但不得高于 115%。

CB54 通常具有双频率。CB54 上的高频率为 63.3 Hz (3800 次振动每分钟)。在选定高频率，且作业速度被设置为 97 米每分钟 (317 英尺每分钟) 的情况下，冲击间隔为 39 次冲击每米 (12 次冲击每英尺)。该冲击间隔更有助于形成均匀的密度和平整度。此示例的另一种解决方案是增加钢轮宽度，以使压路机在重叠碾压两次而非三次之后覆盖整个铺层。



## 压实计算器

卡车	压路机型号:	[ 单击选择其他型号 ]	[ <b>CB54 XW</b> ]	
摊铺机速度	常规输入			
<b>压实</b>	摊铺宽度:	[ <b>12.00</b> ] 英尺	[ <b>3.658</b> ] 米	
料堆	实际钢轮宽度:	[ <b>79</b> ] in	[ <b>200.66</b> ] cm	
单位铺设距离	重叠量:	[ <b>6.5</b> ] in	[ <b>16.5</b> ] cm	
横坡度	振动器速度:	[ <b>2520</b> ] VPM	[ <b>2520</b> ] VPM	
厚度	冲击 (建议):	[ <b>11</b> ] 每英尺	[ <b>36</b> ] 每米	
作业总结	一次覆盖铺层宽度的碾压次数:		[ <b>2</b> ]	
法规	(从测试带) 重复碾压的次数:		[ <b>2</b> ]	
	碾压总次数:		[ <b>5</b> ]	
	压路机有效率 (建议为 75 至 85%):		[ <b>80</b> ] %	
			有效摊铺机速度	
	实际压路机速度:	[ <b>229</b> ] fpm	[ <b>70</b> ] mpm	[ <b>35.4</b> ] ft/min
退出	有效压路机速度*:	[ <b>37</b> ] fpm	[ <b>11</b> ] mpm	[ <b>10.80</b> ] m/min
				[ % = <b>105</b> ]

\* 有效压路机速度至少为有效摊铺机速度的 100%，但不得高于 115%。

如果有钢轮宽度为 200 cm (79") 的压路机，则可在重叠碾压两次而非三次后，覆盖 3.66 m (12') 的铺层。多余的钢轮宽度将使滚动模式从七次碾压更改为五次碾压。作业速度降低至 70 米每分钟 (229 英尺每分钟)。振动频率返回至 42 Hz (2520 次振动每分钟)。该作业速度会产生 36 次冲击每米 (11 次冲击每英尺) 的更大可接受冲击间隔。

切记，低频率总是与较高振幅相关。在 50 mm (2") 及更厚的铺层上使用低频率和中至高振幅通常可以更快达到目标密度。

选择正确的压路机用于压实的初始阶段对于达到可接受的均匀密度至关重要。需要进行项目策划，以确定压路机能够与摊铺速度相匹配。



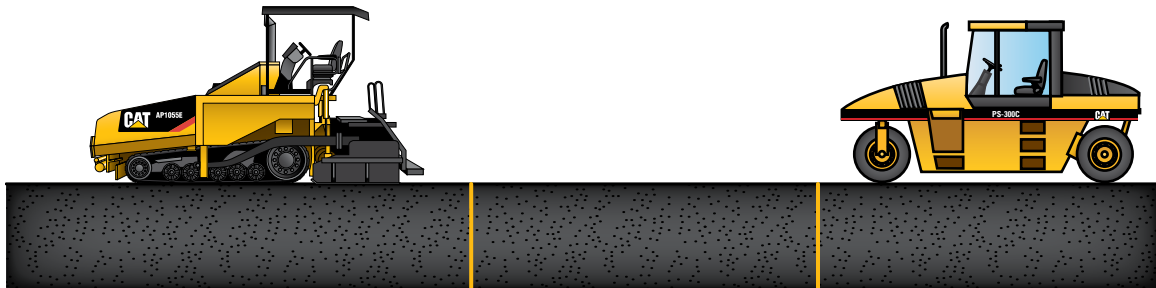
### [ 中间压实 ]

对大多混合料可进行初始压实之后便是中间压实。中间压实的目标是达到铺层的最终目标密度，并开始清除初始阶段压路机留下的痕迹。

铺层应具有足够热量以使部分骨料发生移动，因此中间压路机通常要在初始阶段温度区之后立即作业。您要根据铺层厚度认真选择作用力类型和大小。切记，最终

阶段的铺层已经接近最终目标密度，您需要将密度提高 1% 至 3%。

由于轮胎压路机可以施加较高的静态压力而不会传输冲击力，因此通常被用于中间压实。用于中间阶段的所选轮胎压路机的类型因铺层厚度和沥青混合料配方而定。

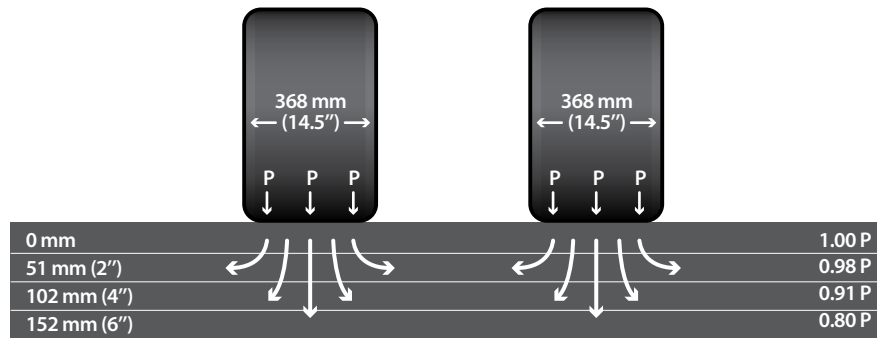


在初始阶段结束后立即开始中间压实。



轮胎压路机可以施加较高的作用力，而不会传输冲击力。

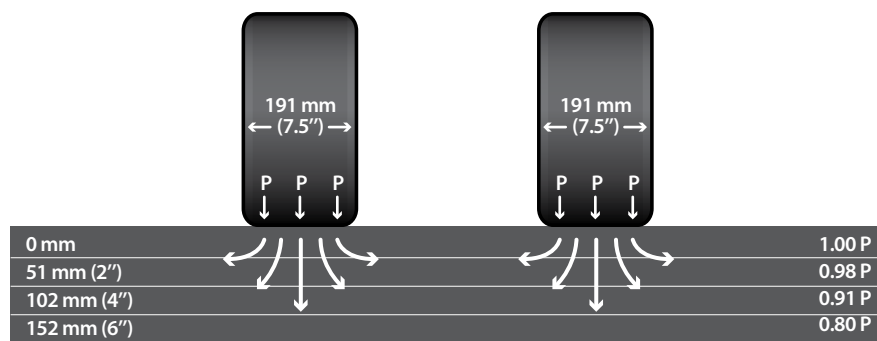
宽胎压力分布



配有宽胎的轮胎压路机是对较厚的硬质铺层进行压实的最佳选择。对于以较大骨料为特点的硬质混合料，宽胎可以承受其实现最终密度所需的较高负荷。请注意即使深度达 100 mm (4")，压实压力仍是 90% 有效。

基层和结合料层通常是路面结构中最厚的层面，宽胎轮胎压路机是对其进行压实的最佳选择。

窄胎压力分布



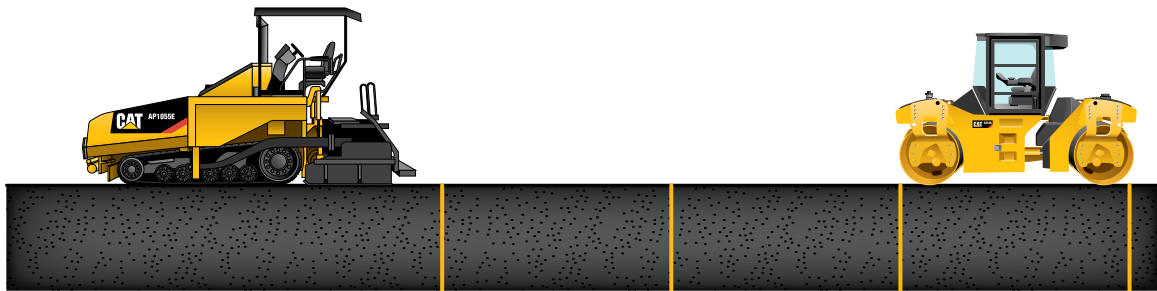
配有窄胎的轮胎压路机可施加较高的接地压力，但该压力在较薄的硬质铺层上最有效。请注意铺层深度超过 50 mm (2") 时，该压力将迅速减少。磨损层通常最薄，

由最坚硬的材料制成，配有窄胎的轮胎压路机是对其进行压实的最佳选择。

如果选择钢轮振动压路机用于压实的中间阶段，注意不要使用过大的冲击力。铺层已经接近最终密度，因此结合使用高频率和最低振幅可达到最佳效果。同时，中间区的铺层温度将降低至 110° C (230° F) 左右。在冷却的铺层上猛烈振动会留下终压阶段无法清除的冲击痕迹，还会导致铺层表面的骨料破裂。



要将用于中压阶段的振动压路机设置为低振幅。



终压压路机可以在摊铺机作业后一小时进行作业，此时的铺层已经冷却。

### 【最终压实】

最后一个阶段是终压。终压阶段的主要目标是清除钢轮停留的痕迹或充气轮胎痕迹。在终压阶段可能会使密度稍稍增大，但是如果您依靠终压阶段来达到更大密度，则是很冒险的。

终压阶段通常在铺层依旧有足够热量的情况下开始，以便清除表面上的痕迹。如果终压压路机会留下停留的痕

迹，则铺层温度过热，应推迟终压操作。终压压路机通常在摊铺机作业后一小时开始作业。车载温度传感器或手持式温度扫描仪可帮助终压压路机操作员在正确的温度区中进行作业。

以静态模式操作的双钢轮压路机最常被用作终压压路机。切记，钢轮宽度越窄，施加的静压力越大。在终压时通常使用较小的压路机。

在终压阶段不应使用振动。如果需要达到更高密度，需要在初压和中压阶段解决该问题。终压阶段的目标是达到平整度，而非增加密度。终压压路机应长距离慢速通过铺层，以使铺层更加平滑。如果部分铺层的终压阶段已经完成，且需要停驻终压压路机并等待，则只可停驻在已冷却至足以支撑机器而不会使铺层变形的铺层部分或接合表面上。



终压阶段通常使用以静态模式操作的双钢轮压路机。

### [ 试验段 ]

在许多项目中，相关公共工程部门要求开始整个项目的生产之前要先成功完成试验段的作业。各地方对试验段的要求有很大差别。通常，试验段作业应证明沥青生产符合作业混合料配方要求，摊铺设备能够成功进行铺层摊铺，并且使用所选压实设备可达到指定密度。

试验段可以是独立项目，也可以是摊铺项目的一部分。要具有足够的吨数才能完成要求的测试。在此手册中，我们只关注密度测试。

要完成试验段作业，质量控制技术人员或监管员需要使用精准的温度测量装置和经过校准的密度测试仪。用于试验段的压实设备必须是计划用于项目的设备。

质量控制技术人员或监管员应对压实各阶段的滚动模式进行计划，还选择初压阶段压路机的振幅、振动频率和作业速度。振动特性由混合料类型、沥青层厚度和摊铺机的作业速度决定。

一旦摊铺机开始作业，要立刻开始收集数据。一旦摊铺机达到计划的摊铺速度，且正确的铺层厚度已经形成，要立刻检查摊铺机熨平板后方的铺层温度。在试验段整个长度的作业中，要不断检查并记录铺层温度。均匀的铺层温度是形成均匀的铺层密度的一个关键因素。如果用于项目的混合料具有敏感区，则要记录敏感区开始和消失时的温度。



要在压实过程开始前先检查熨平板摊铺的铺层密度。了解熨平板摊铺的密度可帮助选择为达到所需密度而必须采用的振幅和碾压次数。

在铺层整个宽度上的多个地点检查熨平板摊铺的密度。初压压路机每次碾压之后，都要检查铺层密度。



有时会忽略在试验段上检查初始压实(顶部)之前的铺层密度。在铺层上写下密度值和温度(上方)可对压路机操作员起到帮助作用。

**用户提示：**将密度测试仪放在铺层上进行第一次密度检查时，可使用粉笔围绕仪器底座画出轮廓。使用粉笔画出的轮廓可帮助您在每次碾压之后将仪器放在完全相同的位置点上。

继续使用初压压路机进行碾压，直至达到初始阶段的目标密度。让我们来看一个公路项目的试验段示例。

### [ 密度技术规范 ]

最小密度：	理论最大密度的 92%
目标密度：	理论最大密度的 93.5% 至 95.5%

### [ 项目条件 ]

沥青混合料	25 mm (1") 密级配
沥青水泥：	5.8% 聚合物改性油
摊铺厚度：	80 mm (3.1")
摊铺宽度：	3.66 m (12')
熨平板摊铺的密度：	理论最大密度的 80%
铺层温度：	149° C (300° F)

### [ 振动特性, 初压阶段 ]

钢轮宽度：	200 cm (79")
每个钢轮的静压力：	29.7 kg/cm (166 lb/in)
振幅：	0.78 mm (0.031")
频率：	42 Hz (每分钟 2520 次振动)

### [ 试验段结果, 初压阶段 ]

碾压一次：	84%
碾压两次：	87%
碾压三次：	90%
碾压四次：	92%

### [ 振动特性, 中压阶段 ]

钢轮宽度：	200 cm (79")
每个钢轮的静压力：	29.7 kg/cm (166 lb/in)
振幅：	0.30 mm (0.012")
频率：	63.3 Hz (3800 vpm)

### [ 试验段结果, 中压阶段 ]

碾压五次：	93%
碾压六次：	94%

### [ 静态特性, 终压阶段 ]

钢轮宽度：	170 cm (67")
每个钢轮的静压力：	31.8 kg/cm (178 lb/in)

### [ 试验段结果, 终压阶段 ]

碾压七次：	94.5%
碾压八次：	95.0%

**总结：**此试验段需要在初压阶段碾压四次才能达到最低可接受密度水平。在中压阶段碾压两次足以使密度提高至目标密度。终压压实又使密度提高了一个百分点。压实过程符合密度要求，但是否符合生产要求呢？我们可以使用 Cat 交互式生产计算器以确保压实生产与摊铺生产相匹配。

## 摊铺机速度计算器

卡车	常规输入		
摊铺机速度	摊铺厚度:	[ 3.15 ] in	[ 80.0 ] mm
压实	摊铺宽度:	[ 12.00 ] 英尺	[ 3.658 ] 米
料堆	未压实材料密度:	[ 127 ] lbs/ft <sup>3</sup>	[ 2034 ] kg/m <sup>3</sup>
单位铺设距离	给定生产率的摊铺机速度		
横坡度	热拌设备的生产率:	[ 220 ] 吨/小时	[ 200 ] 公吨/小时
厚度	计算的摊铺速度 - 100% 效率:	[ 18.3 ] ft/min	[ 5.58 ] m/min
作业总结	计算的摊铺速度 - 95% 效率:	[ 19.2 ] ft/min	[ 5.86 ] m/min
法规	计算的摊铺速度 - 90% 效率:	[ 20.1 ] ft/min	[ 6.14 ] m/min
	计算的摊铺速度 - 85% 效率:	[ 21.0 ] ft/min	[ 6.42 ] m/min
	计算的摊铺速度 - 80% 效率:	[ 22.0 ] ft/min	[ 6.70 ] m/min
	计算的摊铺速度 - 75% 效率:	[ 22.9 ] ft/min	[ 6.97 ] m/min
退出	有效摊铺速度:	[ 18.3 ] ft/min	[ 5.58 ] m/min

此项目的计划生产率为 200 公吨每小时 (220 吨每小时)。您已经检查了熨平板摊铺的密度, 因此可以准确计算熨平板摊铺的材料重量。在此项目中, 熨平板摊铺的重量为 2034 kg/m<sup>3</sup> (127 lb/ft<sup>3</sup>)。摊铺厚度为 80 mm (3.15"), 摊铺宽度为 3.66 m (12')。因此有效摊铺速度为 5.58 米每分钟 (18.3' 每分钟)。现在必须确认初压阶段压路机能够跟上摊铺机。

## 压实计算器

卡车	压路机型号:	[ 单击选择其他型号 ]		[ <b>CB54 XW</b> ]
摊铺机速度	常规输入			
<b>压实</b>	摊铺宽度:	[ <b>12.00</b> ] 英尺	[ <b>3.658</b> ] 米	
料堆	实际钢轮宽度:	[ <b>79</b> ] in	[ <b>200.66</b> ] cm	
单位铺设距离	重叠量:	[ <b>6.0</b> ] in	[ <b>15.2</b> ] cm	
横坡度	振动器速度:	[ <b>2520</b> ] VPM	[ <b>2520</b> ] VPM	
厚度	冲击 (建议):	[ <b>12</b> ] 每英尺	[ <b>38</b> ] 每米	
作业总结	一次覆盖铺层宽度的碾压次数:		[ <b>2</b> ]	
法规	(从试验段) 重复碾压的次数:		[ <b>4</b> ]	
	碾压总次数:		[ <b>9</b> ]	
	压路机有效率 (建议为 75 至 85%):		[ <b>80</b> ] %	
				有效摊铺机速度
	实际压路机速度:	[ <b>210</b> ] fpm	[ <b>64</b> ] mpm	[ <b>18.3</b> ] ft/min
退出	有效压路机速度*:	[ <b>19</b> ] fpm	[ <b>6</b> ] mpm	[ <b>5.58</b> ] m/min
				* 有效压路机速度至少为有效摊铺机速度的 100%，但不得高于 115%。 [ <b>% = 104</b> ]

选择用于初压阶段的压路机配有 200 cm (79") 宽的钢轮。此压路机可以在重叠碾压两次之后覆盖整个铺层。在试验段上, 需要碾压四次才能达到最低可接受密度。计算器显示为九次碾压模式。实际作业速度为 64 米每分钟 (210 英尺每分钟) 时, 初压阶段压路机可与摊铺速度相匹配。振动频率已被设为 42 Hz (2520 次振动每分钟)。此示例中的频率和作业速度相结合, 产生了 38 次冲击每米 (12 次冲击每英尺) 的冲击间隔。此冲击间隔最有助于形成均匀的密度和平整度。



已在试验段上成功完成现场密度测量。通过从沥青层提取样品并进行实验室分析可确认密度，如有必要，您还可以对密度测试仪进行进一步校准。



通过切割样品和实验室分析可最终确认试验段的测试密度达到目标密度。

### [ 在试验段提高密度 ]

如果初压阶段压路机使用选定振动设置和滚动模式无法达到所需密度，则需要进行改动。如果铺层仍然具有足够热量，有时您可以在试验段上相同的区域继续作业。下面列出了增加密度的各种方法：

- **增加碾压次数。**只要能继续与摊铺速度相匹配，您可以增加碾压次数。
- **提高振幅。**如果可能使用高振幅设置，且沥青层可接受更多作用力而不会使钢轮发生弹跳，则可选择较高振幅。
- **提高轮胎压力或配重的重量。**如果在初始压实中使用轮胎压路机，您应该可以增大压实力而不损坏铺层。
- **使用具有较高生产效率的压路机。**如果可能，则替换为具有较宽钢轮或较高振幅的压路机。配有较宽钢轮的压路机可以在更少的重叠碾压次数中覆盖整个铺层，还可形成更快模式，更容易增加碾压次数。
- **尽量靠近摊铺机进行作业。**使初压压路机与摊铺机保持更近的距离，您就可以在沥青最热的状态下进行作业。您可能需要缩短滚动模式的长度才能进行此操作。
- **降低压路机的作业速度。**由于冲击间隔更近，较低的作业速度可以向覆盖区域传输更多作用力。前提是在较慢的速度下压路机仍能跟上摊铺机。

**总结：**安排压实过程并成功完成试验段作业需要进行策划和收集数据。如果某一过程已经成功应用于一个项目，便认为此过程也将成功应用于其他项目，这种想法是错误的。诚然，经验是一个很好的老师，但是也有很多影响密度的可变因素。开始各项目的作业之前都需要进行全面的分析。



## 单元 5 滚动模式

通过使用 Cat® 交互式生产计算机和绘制冷却曲线，您可以在项目开始前对适用模式进行计划。



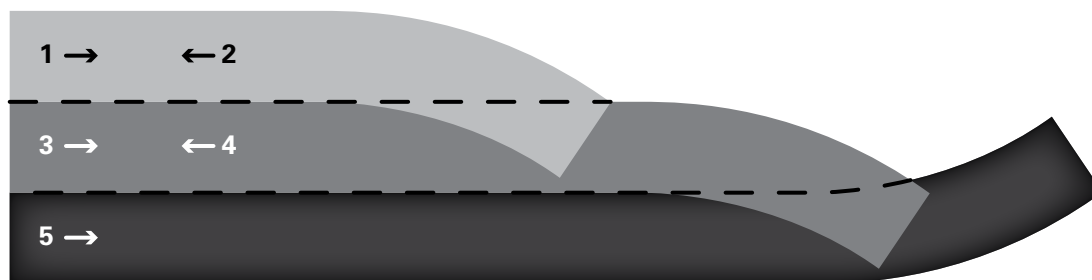
滚动模式是一台或多台压路机在新摊铺且尚未经过压实的沥青层上进行的一系列移动。滚动模式应不断重复，以便在沥青层中形成均匀的密度。

滚动模式可覆盖由模式长度和宽度限定的特定平方米（英尺）区域。假定模式内从铺层的一侧到另一侧的沥青层厚度是相对均匀的。则在摊铺机向前移动时只要模式覆盖区域与摊铺机保持相同关系，滚动模式内沥青混合料的温度也将相对一致。因此，滚动模式结合一致的碾压次数、一致的作业速度以及一致的压实力可形成均匀密度。

**注意：**在此手册中，“碾压”一词表示压路机沿一个方向的移动。换言之，压路机开始一个模式，从起点向前移动至靠近摊铺机的位置点时，该运动为一次碾压。压路机倒退返回模式的起点时，该运动为另一次碾压。

滚动模式一旦建立，除非压路机前方的摊铺过程发生变化，混合料配方发生变化或气候条件发生变化，否则不应对其进行更改。

### 倒退



### [ 基本滚动模式 ]

一些特定技巧对于任何滚动模式都是通用的。其中一个技巧是双钢轮压路机在一次碾压的终点停止并倒退。

在上图中，假定铺层有两个无侧限边缘，或者没有相邻的冷却铺层。压路机操作员必须在热铺层上停止并倒退。

请注意前两次碾压是沿着铺层的一个边缘进行的。在第一次碾压结束时，操作员使两个钢轮转动至少 30 度，慢慢转向铺层中央并停止，留下了与压实方向成角度的停留痕迹。操作员在第二次碾压时也采用相同的路径进行倒退。

第三次碾压朝向铺层中央，与第一次和第二次碾压的覆盖范围有部分重叠。第三次碾压比第一次碾压的距离长，这样才能跟上摊铺机并清除第一次碾压结束时留下的停留痕迹。



摊铺机后方倒退的两台初压压路机。注意停止时成一定角度。

在第三次碾压结束时，操作员转向未压实边缘，小心不要超出铺层边缘。再次留下了与压实方向成角度的停留痕迹。操作员在第四次碾压时也采用相同的路径进行倒退。

第五次碾压沿着无侧限边缘进行，与第三次和第四次碾压的覆盖范围有部分重叠。第五次碾压要穿过第三次碾压结束时留下的停留痕迹。在第五次碾压结束时，操作员转向铺层中央，留下了成角度的停留痕迹，痕迹将在下一模式中被清除。操作员在第六次碾压时也采用相同的路径进行调转。

第七次碾压将对压路机进行重新定位，以开始另一模式。此模式叫做七次碾压模式。需要重叠碾压三次才可覆盖铺层宽度时可使用此模式，每次覆盖均需碾压两次以达到所需密度。

初压阶段压路机在接近摊铺机后部时总要停止并倒退。并没有严格的规定说明压路机在距离摊铺机后部多远时应停止。工作场所的安全应是首要考虑因素。压路机在距离摊铺机后部至少 5 m (16') 处停止是比较合理的。切记，摊铺机后方可能有正在铺层上进行作业的工人或熨平板操作员。

**用户提示：**当钢轮压路机停止并准备倒退时，无论是在热铺层上还是冷却的相邻铺层上，务必在开始降速时立即关闭振动系统。切记，保持钢轮的冲击间隔非常重要。随着机器速度的降低，冲击间隔可能会过近。您可以手动关闭振动系统，或者选择“自动振动”功能，该功能会在作业速度达到程序指定水平时停止和启动振动系统。



轮胎压路机可沿直线停止在铺层上。

轮胎压路机上的橡胶轮胎与钢轮不同，不应在压路机停止时转向。启动压路机过度转向会磨损铺层。轮胎压路

机应缓慢停止，但不转向。铺层上会出现轻微的停留痕迹，但通常终压压路机会将这些痕迹彻底清除。

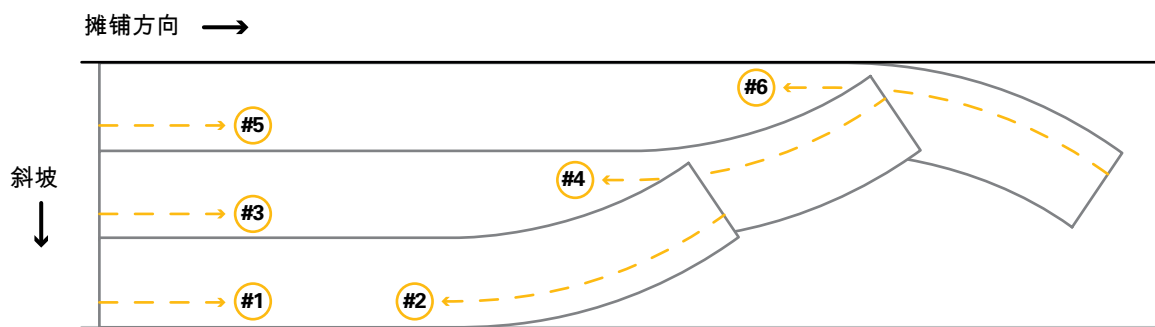
### 【用于两侧无侧限边缘的模式】

在此示例中，假设铺层有两个无侧限边缘，左侧边缘是结构的中线，从中线到右侧无侧限边缘有 2% 的横坡度。

要压实结构有两个无侧限边缘和倾斜表面时，Caterpillar 建议第一次碾压沿着结构较低的边缘进行。后续碾压在铺层中间进行。最后几次碾压沿着较高的无侧限边缘进行。从较低一侧向较高一侧进行压实容易使铺层增加强度，并减少铺层的变形量。

通常，沿着任何无侧限边缘进行第一次碾压时，钢轮的边缘距离无侧限边缘至少应为 15 cm (6")。第二次碾压通常是在第一次碾压的覆盖区域上返回，应使钢轮与边缘稍稍重叠。此顺序也有助于减少铺层的变形量。

两侧无侧限边缘



对无侧限边缘进行压实，钢轮的边缘与无侧限边缘之间有一定距离时，要注意铺层上沿钢轮的边缘出现的裂纹。如果在第一次碾压时未与边缘重叠，一些含有较骨料和沥青水泥含量低的混合料会出现较深的裂纹。

轮胎压路机不应与无侧限边缘重叠。橡胶轮胎应与无侧限边缘保持至少 15 cm (6") 的距离，以避免滚动时超出铺层边缘或使边缘变形。

出现裂纹时，立即改变滚动模式，以便在每次沿着铺层边缘碾压时都与无侧限边缘重叠。



钢轮的边缘与无侧限边缘之间有一定距离时，铺层上沿钢轮的边缘出现的裂纹。



轮胎压路机应始终与无侧限边缘保持至少 15 cm (6") 的距离。

[ 用于一侧限定边缘的模式 ]

在此示例中,假定铺层的左侧边缘与沿结构中线的相邻铺层相匹配。相邻铺层已被压实且已冷却。在冷却铺层中线边缘相邻处设立交通锥筒,冷却铺层上有来往车辆。从中线到无侧限边缘有 2% 的横坡度。此应用可使用两种滚动模式。

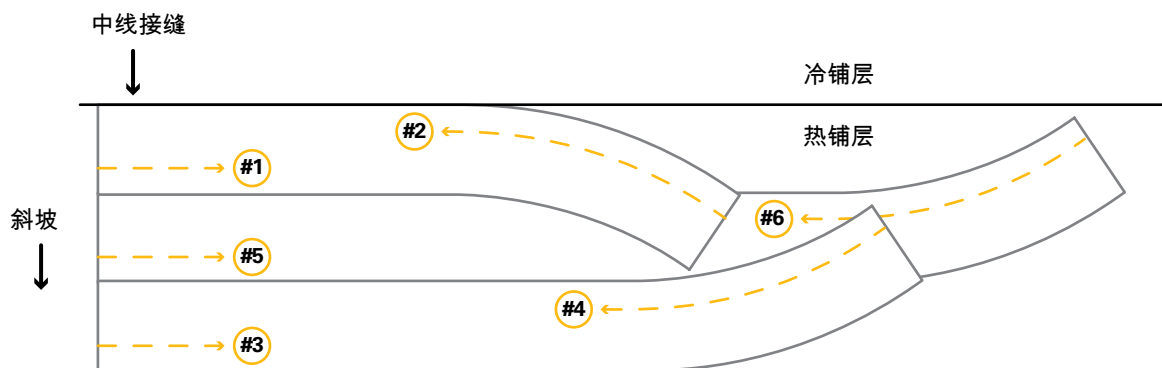
如果项目设有接缝密度技术规范,则第一次碾压应沿着铺层的左侧边缘进行,以充分利用最高铺层温度,进而达到最高的接缝密度。两个钢轮应完全置于距离冷却铺层 15-30 cm (6-12") 远的热铺层上。在第二次碾压期间,沿左侧边缘返回时应使钢轮与热/冷接缝重叠 15 cm (6") 左右。重叠将开始对纵向中线接缝进行密封。

第三次和第四次碾压将沿着无侧限边缘进行,以提高强度并使铺层在无侧限边缘的变形量降到最低。

第五次和第六次碾压在铺层中间进行。此时铺层这一部分的温度最低,但是铺层的中间部分其实有两个限定边缘可帮助进行压实。

如果没有接缝密度技术规范,则第一次和第二次碾压可沿着铺层较低侧的右侧边缘进行,如两侧无侧限边缘插图所示。在第三次和第四次碾压时对铺层的中心进行压实。最后,在第五次和第六次碾压时对中线接缝进行压实,第五次碾压要靠近接缝进行,第六次碾压时与接缝重叠。

一侧无侧限边缘







在中压阶段使用轮胎压路机可有效密封热/冷纵向接缝。



如果压路机滚动至冷却且已被压实的铺层上，则在新摊铺的沥青上不会留下钢轮的停留痕迹。

中压或终压阶段使用的所有其他压路机都可与纵向接缝重叠。轮胎压路机的橡胶轮胎对于“收缩”接缝最为有效。轮胎压路机操作员应试着使一个轮胎横跨接缝。

在一些项目中，与接缝相匹配的铺层边缘将与冷却的已压实铺层相邻。如果可能，压路机操作员应驶离热铺层，并驶向冷却铺层以停止并倒退。在冷铺层上进行倒退，热沥青层上就不会留下停留痕迹，平整度将提高。

压路机操作员驶离热铺层以停止并倒退时必须了解几个安全问题。第一，相邻车道上可能有来往车辆。前导车会将车辆引入作业区。如果有来往车辆，操作员切不可驶入相邻铺层。

第二，摊铺机周围可能有工作人员。特别是工人可能正在摊铺机后方耙平接缝。有工人时，确保要在摊铺机后方足够远的位置驶离铺层。

[ 使用应急车道进行倒退的模式 ]

在一些项目中,要求摊铺宽度包括沿行车车道的应急车道(也叫做路肩或故障车道)。通常,如果应急车道的宽度小于 1.5 m (5'),将被包括在初压阶段压路机使用的传统模式中。或者,如果应急车道带有独立斜坡,有时将使用多用途压路机对应急车道进行压实,不包括在用于行车车道的模式中。

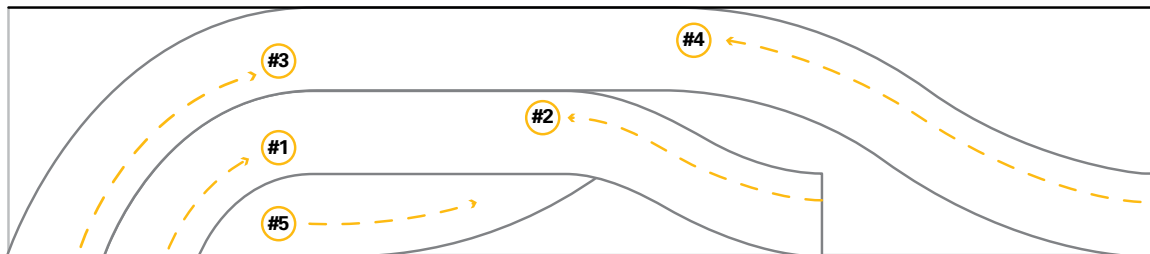
但是,如果应急车道最低为 1.5 m (5') 宽,可将应急车道包括在初始阶段模式中,可用于所有压路机的停止和倒退。

滚动模式就像是一系列的半圆形。每次向前或向后碾压后,压路机操作员都将以弧形缓慢跨越行车车道,并径直驶向应急车道,使两个钢轮都位于应急车道上。压路机操作员将沿直线停止。由于应急车道没有平整度技术规范,因此通常可以在应急车道上沿直线停止。

如果轮胎压路机是压实机组的一部分,则轮胎压路机将继续在行车车道上沿直线停止,而不驶向应急车道。终压压路机也应使用应急车道停止和倒退。

在应急车道上倒退

钢轮宽度 213 cm (84")



## [ 梯队压实模式 ]

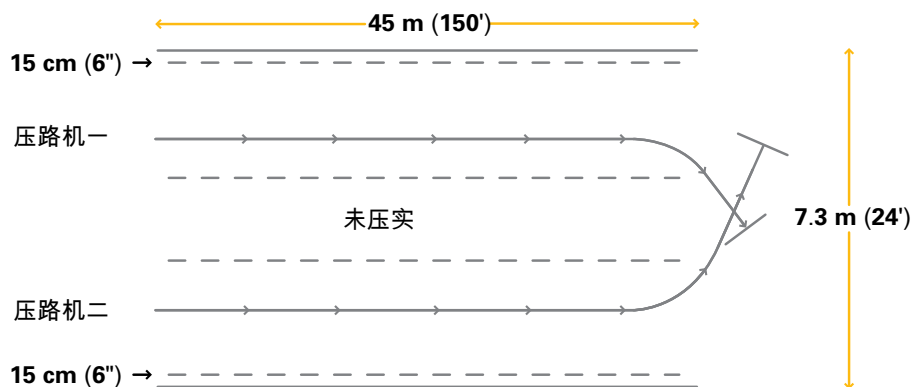
在一些项目中，两台或多台压路机可能在摊铺机正后方的进行初压。由于以下原因，应选择梯队模式。

- **宽幅摊铺。**摊铺宽度超过 6 m (20') 时，一台压路机无法在三次或更少的碾压次数之后覆盖整个摊铺宽度。因此，一台初始压路机通常无法与摊铺机生产相匹配。
- **硬质混合料需要多次碾压。**一些混合料设计，特别是包含改性沥青水泥的混合料非常坚硬，需要多次

碾压才能达到所需密度水平。在这种情况下，使用一个压路机时所用的模式会使压路机无法跟上摊铺机。

- **初始压实的时间限定。**初始压实可用时间可能会受到铺层厚度、环境温度或铺层敏感区的限制。有时，需要多台初始压路机才能应付温度快速降低的问题，并抓住较短的时机以达到初始密度。

### 初始阶段 — 一次碾压

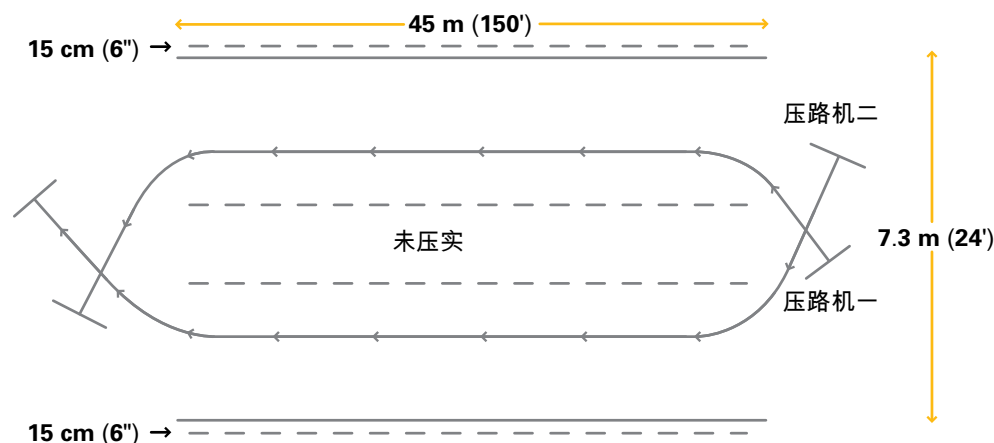


在第一个示例中，假定摊铺机正在以 275 公吨每小时 (300 吨每小时) 的摊铺量进行 7.3 m (24') 宽 50 mm (2") 深的摊铺作业。有效摊铺速度为 6 米每分钟 (20 英尺每分钟)。有两台 200 cm (79") 宽的双钢轮压路机可用于初始压实。需要碾压两次才可使密度达到初始阶段的压实目标。

压路机一首先沿着左侧边缘运行，外侧钢轮的边缘距离无侧限边缘 15 cm (6")。压路机二在压路机一启动后立即开始沿着右侧边缘运行，也要与无侧限边缘保持距离。压路机一在铺层中心成角度停止并倒退。压路机二稍稍超过压路机一，停止并转向中心进行倒退。

**用户提示：**使用梯队模式时，领先的压路机要在第二台压路机前方保持足够的距离，使操作员能够在第二台压路机开始转向和到退之前完成停止和到退操作。

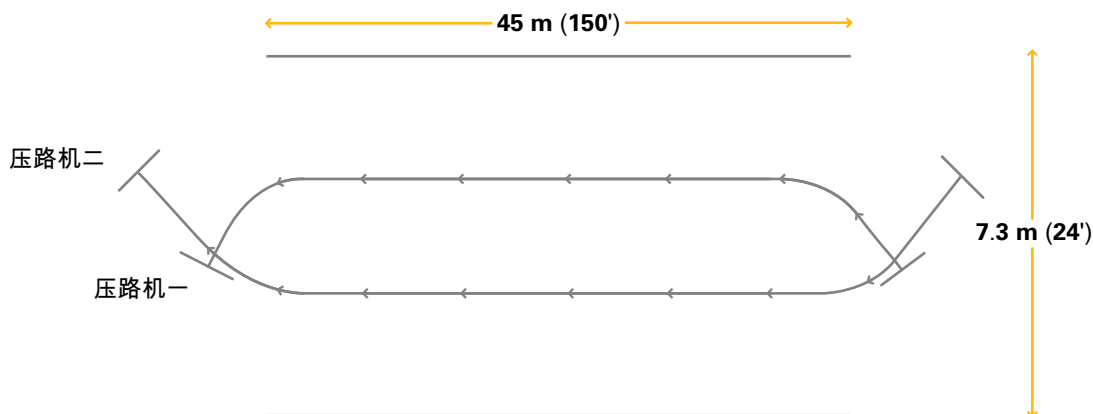
初始阶段 — 二次碾压



在第二次碾压期间，返回起点时，压路机一要稍稍领先于后方的压路机二。在第二次碾压期间，外侧的钢轮要与无限边缘稍稍重叠。两台压路机再次转向铺层中

央，停止并进行倒退。此时，铺层的外侧边缘已被压实两次。铺层中央有一个 3.5 m (11.5') 宽的带状区域。

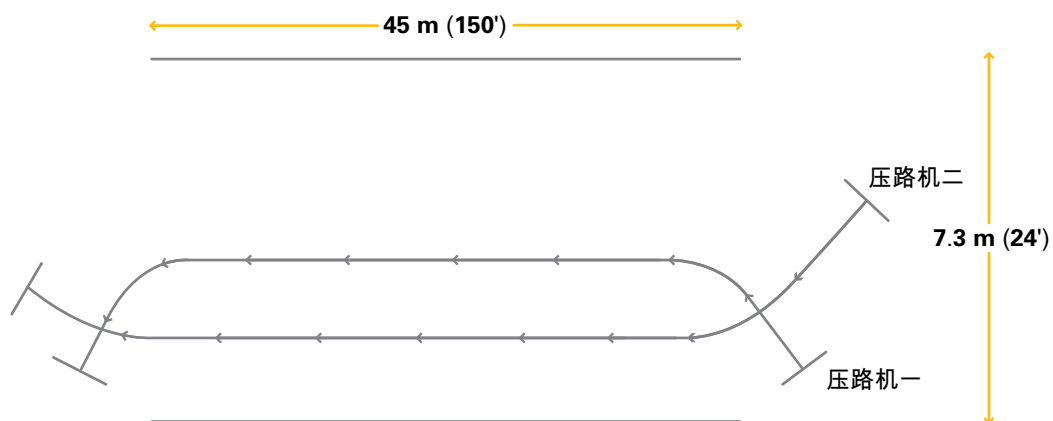
初始阶段 — 三次碾压



对于第三次碾压，压路机一先启动，在铺层中央的左侧运行，左侧钢轮的边缘与前两次碾压覆盖区域稍稍重叠。压路机一将直接穿过压路机二留下的钢轮停留痕迹，向前移动超过停留痕迹 8 m (25')，然后转向右侧边缘停止并倒退。稍稍落后的压路机二在铺层的右侧中心

部分运行，右侧钢轮边缘与前两次碾压覆盖区域稍稍重叠。压路机二将清除压路机一留下的第一次停留的痕迹，继续向前移动 8 m (25') 穿过停留痕迹，转向左侧边缘停止并倒退。

## 初始阶段 — 四次碾压



在第四次碾压期间，两台压路机将经过相同的区域返回起点，压路机一稍稍领先于压路机二。建议在直接穿过

两台压路机在第二次碾压结束时留下的停留痕迹后，再停止并倒退。



在相同的区域反复停止并倒退会使新摊铺的沥青压实过度。

**用户提示：**如果可能，使用可清除压路机停留痕迹的模式。不要在相同区域停止和倒退。在相同的区域停止和倒退会使铺层变形，并形成无法清除的隆起。压路机在摊铺机后方的热铺层上向前移动并倒退时，最重要的是避免在相同区域停止，在返回碾压结束时可以错开停止痕迹。

## 模式

第五次碾压是朝前方的摊铺机进行移动的静态碾压。两台压路机的操作员应沿着新摊铺铺层的边缘定位机器，并在压路机进入未压实区域时启动振动系统。在旧

模式区域的前方应该有 36 m (120') 长的新模式区域。

**用户提示：**如果新模式太短，换言之，距离前方摊铺机的距离不足，压路机操作员应在第五次碾压期间降低其作业速度。第五次碾压是使用静态模式进行的，因此不会涉及钢轮冲击间隔的问题。可以降低压路机的速度，但切勿在新摊铺的沥青上驻车。

**用户提示：**有时铺层中央未压实的区域比较窄。在这种情况下，两台压路机的钢轮会在铺层中央产生大范围重叠。由于钢轮上有大量表面将在已经密实的铺层上振动，钢轮很可能会弹跳。操作员应准备好降低在一个钢轮振动一个钢轮静止的状态下传输的力度。



## [ 使用两台压路机的梯队模式 ]

接下来,让我们了解一下在 4.6 m (15') 宽的铺层上使用两台压路机的梯队模式。摊铺机正在以 360 公吨每小时 (400 吨每小时) 的摊铺量进行 76 mm (3") 深的摊铺作业。材料传输装置正在向摊铺机中添加混合料,摊铺速度为 9 米每分钟 (29 英尺每分钟)。通过振动熨平板的铺层的密度为理论最大密度的 80%。

您已在试验段上验证使用中-高振幅需要进行四次振动碾压才能达到初始阶段的目标密度。压路机的作业

速度是 70 米每分钟 (230 米每分钟)。振动频率为 42 Hz (2520 次振动每分钟)。因此冲击间隔为 36 次冲击每米 (11 次冲击每英尺)。

沥青层通过熨平板时的温度始终为 150°C (300°F) 左右。铺层冷却至 115°C (240°F) 左右时,开始具有敏感性。敏感性一直持续到铺层冷却至 85°C (185°F)。

开始日期/时间 [ 7/3/2011 ▼ ] [ 7:08 AM ]

## 环境条件

空气温度: [ 15.6 ] °C  
 风速: [ 8 ] km/h  
 天气: [ 晴朗干燥 ▼ ]  
 纬度: [ 45 ] °N

## 混合料技术规范

混合料类型: [ 细/密级配 ▼ ]  
 结合料级别, PG: [ 64 ▼ ] [ -28 ▼ ]  
 摊铺厚度: [ 76 ] mm  
 输送料温度: [ 149 ] °C

## 现有表面

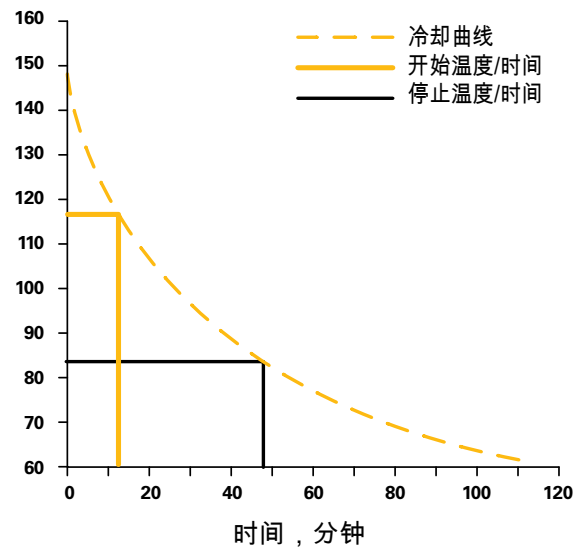
材料类型: [ AC ▼ ]  
 材料状态: [ - ▼ ] [ - ▼ ]  
 表面温度: [ 15.6 ] °C

## 建议时间

开始碾压: 摊铺后: [ 13 ] 分钟  
 停止碾压: 摊铺后: [ 45 ] 分钟

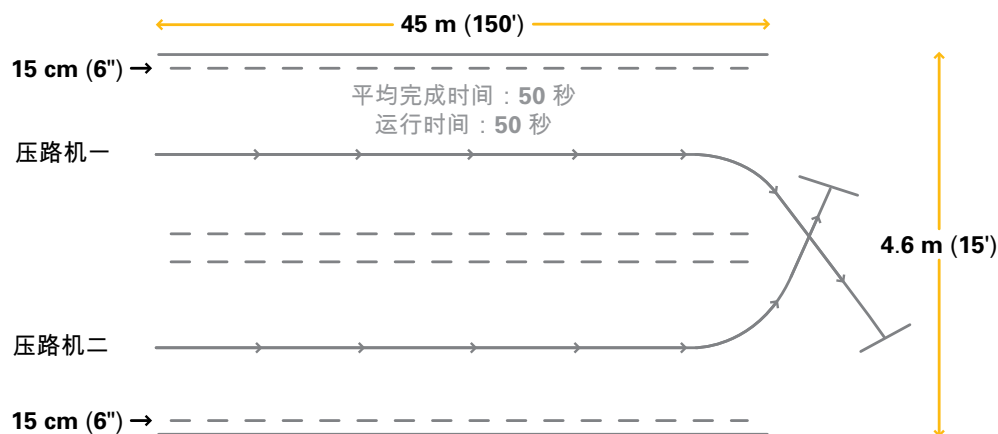
Units  SI  English

HMA 温度, °C



冷却曲线显示,在环境温度为 16°C (61°F) 的情况下,班次开始时,在铺层进入敏感区之前有 13 分钟可用于在初压阶段于摊铺机后方进行压实作业。敏感度将持续 32 分钟。可在摊铺机作业后 45 分钟开始中压和终压阶段。更重要的问题是要确定使用两台压路机是否能在不到 13 分钟内完成初压阶段的作业。

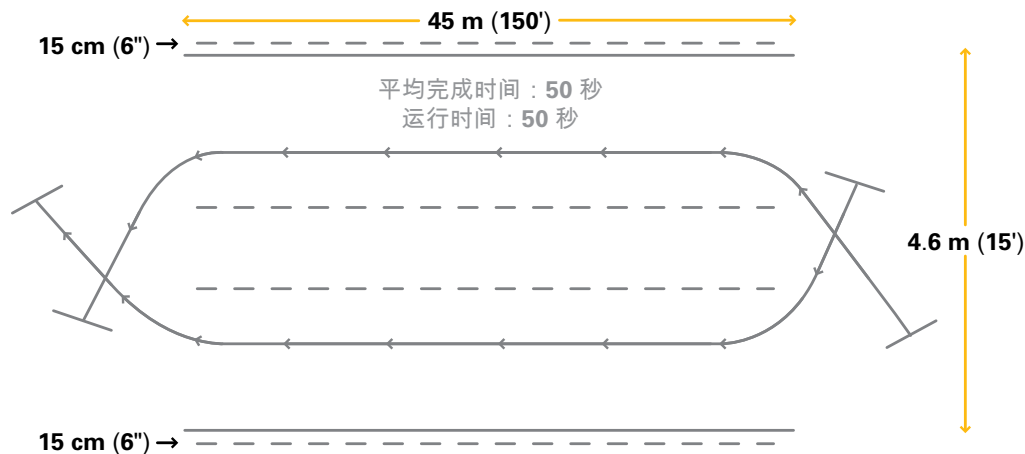
初压阶段 — 一次碾压



压实初始阶段第一次碾压的长度为 45 m (150')。压路机一首先启动，并沿着左侧边缘进行压实，钢轮边缘距离铺层边缘 15 cm (6")。压路机二稍稍落后，沿着铺层的右侧进行压实，钢轮与铺层边缘保持一定距离。两台压路机转向铺层中央，停止并进行倒退。压路机二完成倒退操作后，两台压路机开始第二次碾压。以 70 米每分钟 (230 英尺每分钟) 的速度作业时，第一次碾压耗时 50 秒。

**注意：**要使用有效率因素 75% 计算压路机完成一次碾压所需的时间。这包括压路机在倒退前进行降速和成角度停止所需的时间。

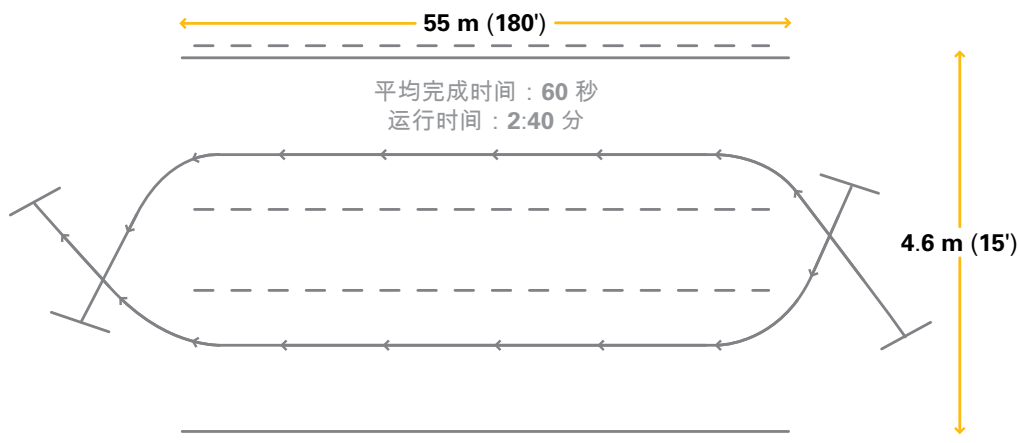
初始阶段 — 二次碾压



在第二次碾压期间，两台压路机的钢轮要与铺层边缘稍稍重叠。压路机二在返回碾压时领先，两台压路机都要朝向中心进行倒退。第二次碾压耗时 50 秒。总运行时间为 1 分钟 40 秒。

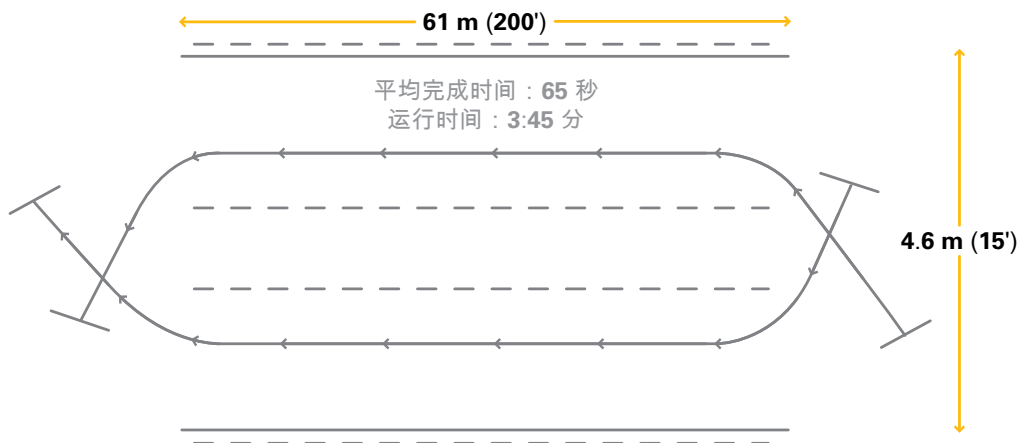


## 初始阶段 — 三次碾压



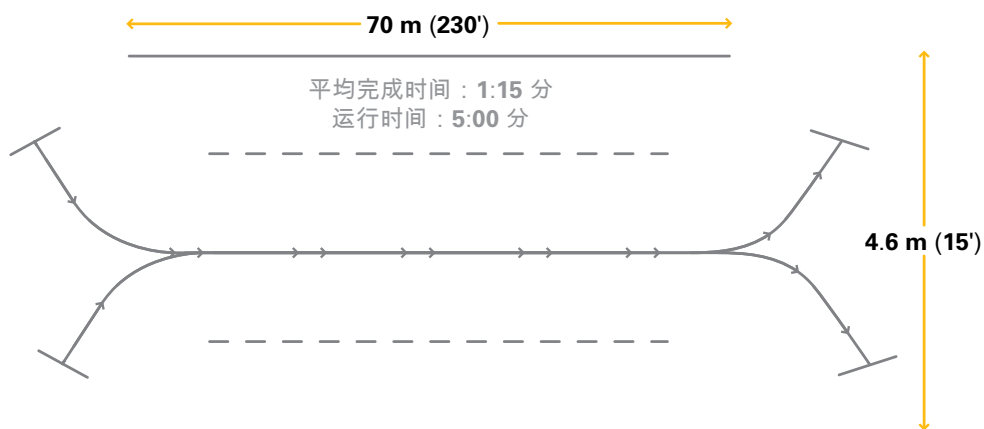
压路机一在第三次碾压期间落后，将模式长度延长 10 m (30') 以穿过原来的停留痕迹并靠近摊铺机。此次碾压耗时约 60 秒，总运行时间为 2 分 40 秒。

## 初始阶段 — 四次碾压



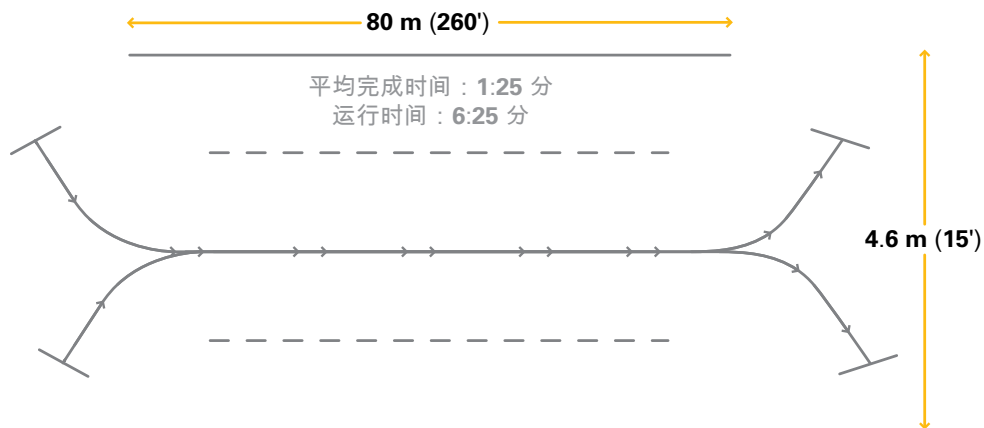
在第四次碾压期间，两台压路机均沿边缘返回。由于两台压路机要穿过原来的停留痕迹，因此模式长度略有增加。此时，铺层的右侧边缘和左侧边缘均已被碾压四次，已在试验段对碾压次数进行了确认。运行时间为 3 分钟 45 秒。铺层中央留下了一个 1.3 m (52") 宽的带状区域。由于两台压路机的钢轮宽度为 1.7 m (67")，两台压路机现在可以排成一列纵队进行操作以完成对铺层的覆盖。

初始阶段 — 五次碾压



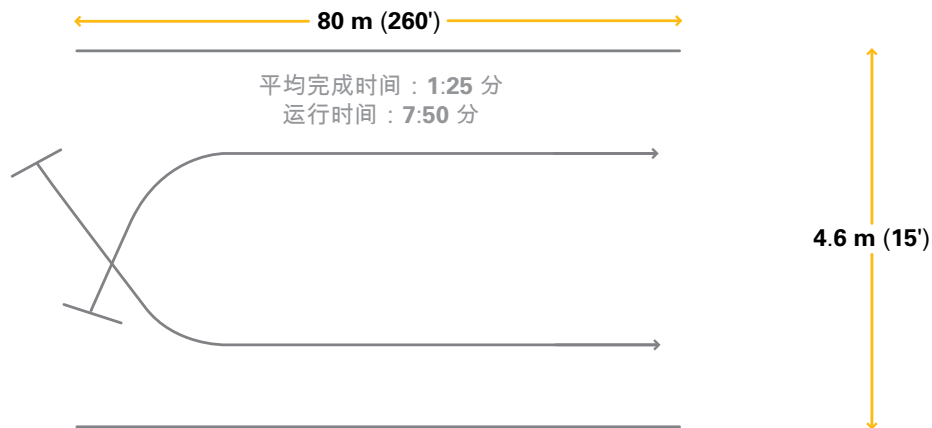
未压实区域的宽度略小于钢轮宽度，因此钢轮两侧会出现少量重叠。由于只是少量重叠，因此无需担心钢轮在铺层的密实部分发生弹跳。压路机一和压路机二在碾压结束时朝向铺层边缘转向。此次碾压距离也稍长，这样才能跟上摊铺机的进度。第五次碾压将耗时 1 分 15 秒，此时的运行时间为 5 分钟。

初始阶段 — 六次碾压



两台压路机在第六次碾压期间将排成一列纵队返回至铺层中央。返回时要穿过其停留痕迹，因此碾压距离稍长。此时，沥青层的各部分均已经过四次振动碾压。在模式的整个宽度和长度范围内，密度应是均匀的。运行时间为 6 分钟 25 秒。

## 初始阶段 — 七次碾压



第七次碾压是最后一次碾压，在两台压路机沿着铺层边缘重新定位以进入新模式后，使用静态模式完成。分配至压实初始阶段的两台压路机已经作业了将近 8 分钟。其模式可在进入敏感区之前完成作业。

**注意：**此部分给出的示例对两台压路机的梯队模式进行了说明。对三台压路机的梯队模式的使用不多，但在含有难以压实的硬质混合料的宽幅摊铺应用中需要使用此模式。

**总结：**压路机操作员和质量控制人员应了解如何安排可达到以下三个要求的滚动模式。第一，达到指定密度。第二，与摊铺机的生产率相匹配。第三，创建能够充分把握时机以确保铺层平整度的模式。通过使用 Cat 交互式生产计算机和绘制冷却曲线，您可以在项目开始前对适用模式进行计划。



## 单元 6 接缝压实

创建高质量的接缝需要摊铺和压实工作人员的共同努力。确保您的团队将工作坚持到底。





构造良好且经过适度压实的横向接缝应平整光滑。

接缝分纵向和横向两种。两个沥青层平行交叉形成纵向接缝。纵向接缝可存在于热层和冷层之间、热层和温层之间或者两个同时摊铺的热层之间。

两个沥青层垂直交叉形成横向接缝。通常，摊铺作业作为原来摊铺铺层的延续时，会形成横向接缝。第 6 单元的第一部分关系到横向接缝的构建和压实。

### 【 横向接缝压实模式 】

在新沥青层和原来摊铺和压实的沥青层的交汇点开始摊铺，会形成横向接缝。横向接缝将与摊铺方向和压实方向垂直。

压实横向接缝的技巧有许多，但是其目标都是相同的。接缝应被压平，接缝前方的区域应平整光滑，没有凸起和凹陷。摊铺和压实横向接缝之前，工作人员应进行几项基本最佳实践。

首先，在摊铺和压实之前确保横向接缝处于良好的状态。切勿在横向接缝的弧形或不规则边缘上开始作业。

必须使用冷铣刨机、配有冷刨机具的滑移装载机或圆锯在横向接缝上切出一个垂直断面。接缝切割区域应具有正确的厚度，并且要与摊铺线平行。

**用户提示：**摊铺车道时，如果因班次结束而准备停止，摊铺工作人员通常会将进料系统控制更改为手动模式，以用完所有混合料，避免在收起熨平板时留下大量混合料。因此，熨平板前部的材料将发生变化，铺层厚度也将变化。Caterpillar 建议工作人员在将输料器系统控制切换为手动模式时，立即在铺层上做出标记。应在铺层上有标记的地方切割横向接缝，以避免在铺层厚度出现上下变动的地方进行切割。



较差的起始参照示例。较深入形成的弧形断面会影响压实。



要求在横向接缝处切割或铣刨出一个垂直断面。

良好的起始接缝应具有一个垂直断面，沥青层应是平整的，而不是弧形或上下倾斜的。应在接缝的断面上涂抹胶黏剂，以便在冷沥青层和热沥青层之间进行粘结。对接缝后方的冷铺层区域进行清理，以确保摊铺机熨平板的参照高度准确无误。

建造和压实横向接缝的另一个重要因素是在将熨平板置于起点时，要将正确的起动垫板放在摊铺机熨平板的下方。摊铺工作人员将熨平板抬离起点时，起动垫板可

提供铺层的预压实厚度。为了进行估算，您可以假定对振动熨平板摊铺铺层的压实率为每 25 mm (1") 厚的松散铺层可被压实 6 mm (1/4")。因此，如果松散铺层深度为 50 mm (2")，起动垫板的厚度就需要达到 12 mm (1/2")。如果摊铺机配有夯实熨平板，则压实率通常会降低约 10%，起动垫板厚度也较小。



在开始摊铺前已经施涂胶黏剂的良好锯切接缝示例。



检查起始接缝的厚度可帮助工作人员选择正确的起动垫板厚度。



摊铺机驶离横向起始接缝后,还需要进行少量的手动作业。

如果摊铺工作人员摊铺的横向起始接缝具有较高质量,则只需对接缝进行少量的手动作业。如果接缝过高或过低,则在开始接缝压实过程之前需要进行大量手动作业。要在完成所有修整(若有)后才可开始进行接缝压实。

Caterpillar 推荐的横向接缝压实技巧用于将热/冷横向接缝压平,同时还要保持接缝前方铺层的平整度。



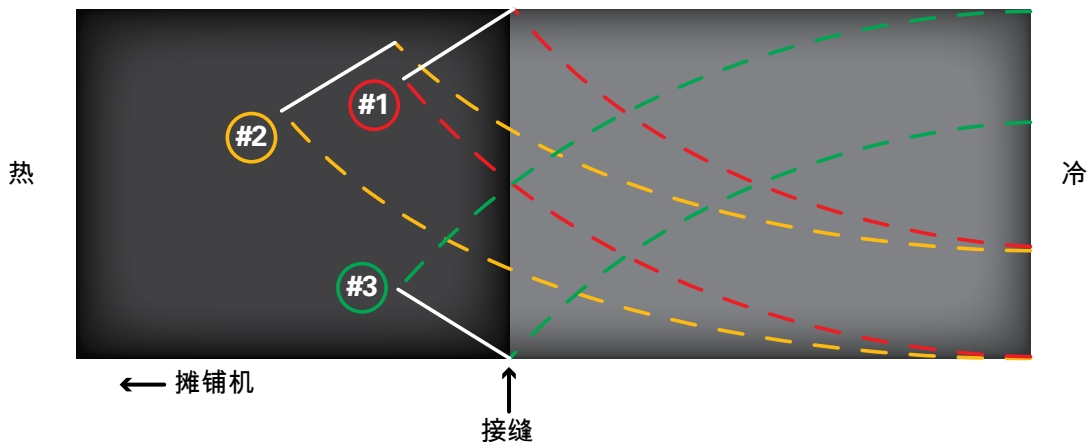
**用户提示:** Caterpillar 建议工作人员测量已压实起始接缝的高度。然后,用上一班次摊铺的松散铺层的厚度减去该数值。结果就是准确的启动垫板厚度。例如,如果已压实横向接缝的高度为 40 mm (1.6"), 熨平板摊铺的松散铺层的厚度为 50 mm (2"), 那么启动垫板应尽可能接近 10 mm (0.4")。



压路机操作员在冷却的已压实铺层的中心或沿着已压实铺层的一侧开始作业。向前移动，并在第一个钢轮靠近接缝时使钢轮以一定角度进行转向。在两个钢轮处于静态操作模式下，使前钢轮穿过接缝外侧部分，如果无侧限边缘，小心不要使新铺层的边缘发生变形。按照相同路径返回。

移动至冷铺层的中心。向前移动，使前钢轮以一定角度穿过铺层的外侧的剩余部分。通过直线边缘确认接缝在其整个宽度范围内均已被压平。若有需要，可重复进行静态碾压。

移动至冷却已压实铺层的一侧。以静态模式向前移动，使前钢轮穿过铺层中央的接缝。按照相同路径返回。



这种横向接缝滚动模式具有两个优势。第一，压路机是以一定角度靠近热/冷横向接缝的。以一定角度靠近接缝有助于将热沥青压平，同时接缝处的混合料被钢轮压出的可能性也会降到最低。

模式时，停留痕迹将被清除，接缝区域将达到更高的平滑度。还要注意操作员在第二次碾压结束时是如何向前移动更长距离以避免在相同区域留下停留痕迹的。

第二，接缝前方的新铺层上留下的所有钢轮停留痕迹都是与压实方向成角度的。初始阶段压路机开始其第一个



初始压路机开始第一个模式并清除接缝压实模式期间留下的停留痕迹。

摊铺和压实横向接缝的所有操作均已正确完成之后，初始阶段压路机的操作员即可开始确立的滚动模式。

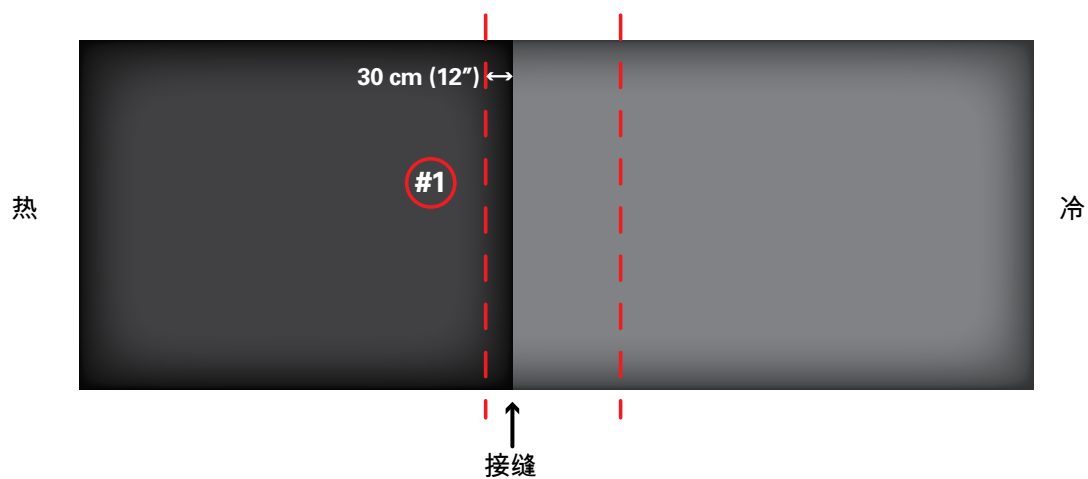
摊铺机不必等待完成对横向接缝的压实，但应以计算的速度进行摊铺，还应在初始压实开始时与接缝保持合理的距离。

有时使用的另一个横向接缝滚动模式要求有足够空间供压路机从侧面靠近接缝。

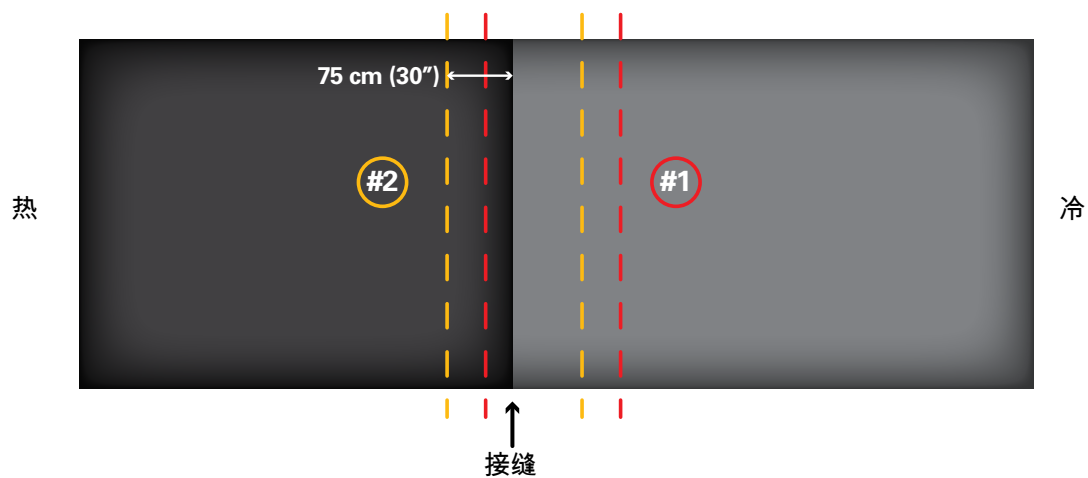
如果可能，一些工作人员会首选从侧面跨过接缝以对横向接缝进行压实的方式。此技术对于压平接缝非常有效，但是钢轮的边缘会留下与压实方向垂直的切痕。



如果有足够空间,可从侧面对横向接缝进行压实。

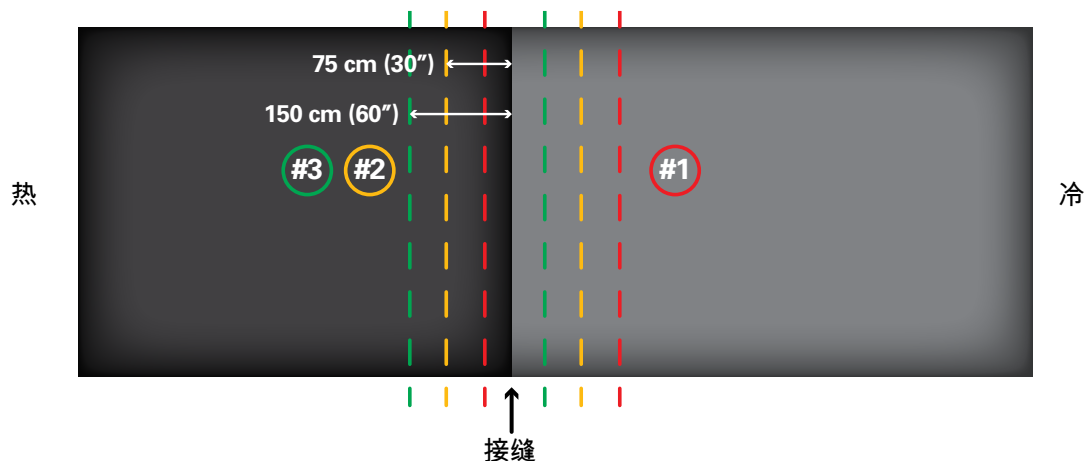


从侧面对横向接缝进行压实时,在第一次碾压中要将前轮的绝大部分置于冷铺层上,使钢轮与热铺层重叠 30 cm (12")。检查接缝的平整度。



如果需要进行另一次碾压以压平横向接缝,将前轮的更大部分移到热铺层上。较大的重叠量有助于清除第一次的钢轮边缘痕迹。

## 接缝



如果需要进行另一次压实，将钢轮的绝大部分置于热铺层上并穿过接缝，以清除第二次的钢轮边缘痕迹。第三次碾压留下的钢轮边缘切痕与压实方向垂直。初压压路机开始第一个模式时将推翻钢轮边缘痕迹，横向接缝前方较短距离内会出现隆起。Caterpillar 不建议将此模式用于任何需要测量平整度的项目。

无论使用何种模式，所有横向接缝碾压都应在静态模式下进行。无需激活钢轮振动系统来压平接缝。如果在横向接缝压实中使用多用途压路机，如有必要，可以采用较低振幅的振动。

如果接缝的结构较差，在开始压实之前可能需要进行大量的手动作业。如果摊铺机在接缝处摊铺了过厚沥青，切勿使用压路机对接缝进行压实。

切记，只可对铺层进行适度压实。如果继续在接缝上振动，将使骨料破碎并使该区域的铺层压实过度，最终因压实过度而使密度降低。

最后，对横向铺层进行压实时，Caterpillar 不建议直接从较冷一侧穿过接缝滚动至较热一侧。

如果压路机直接穿过横向接缝，钢轮容易在热铺层上发生弹跳，无法对钢轮下面的混合料进行压实。同时，钢轮会将混合料从接缝断面移出，这会增加接缝内的空气量并使接缝过早损坏。

**总结：**横向接缝压实需要整个团队的努力。首先，摊铺工作人员必须正确构建接缝，使其达到正确的预压实高度，并且表面平滑，没有隆起或凹陷。然后，压实工作人员必须对接缝进行压实和密封，同时不能使铺层变形或出现隆起。遵循最佳实践是摊铺和压实横向接缝的关键。

### 【纵向接缝压实模式】

纵向接缝的构建和压实包括另一个多步骤过程，需要正确进行多项基础操作。压实团队在纵向接缝上进行作业的方式取决于项目的目标。

如果外观是主要目标，那么压实过程应注重接缝的隐秘性。接缝外观通常对于停车场和城市街道最为重要。

如果接缝密度是主要目标，那么压实过程应注重在纵向接缝处以及接缝周围达到较高的密度。接缝密度通常对于高交通量道路和机场最为重要。使纵向接缝达到最高密度是首先需要解决的问题。



用于接缝匹配的直线边缘对于高质量纵向接缝的形成非常重要。

**用户提示：**切边器在一些应用中非常有用。切边器安装在 Cat 沥青压路机上，可用于修整无侧限边缘。经过修整的边缘，其垂直断面得到改善，匹配线也更加清晰。

## [ 高密度纵向接缝 ]

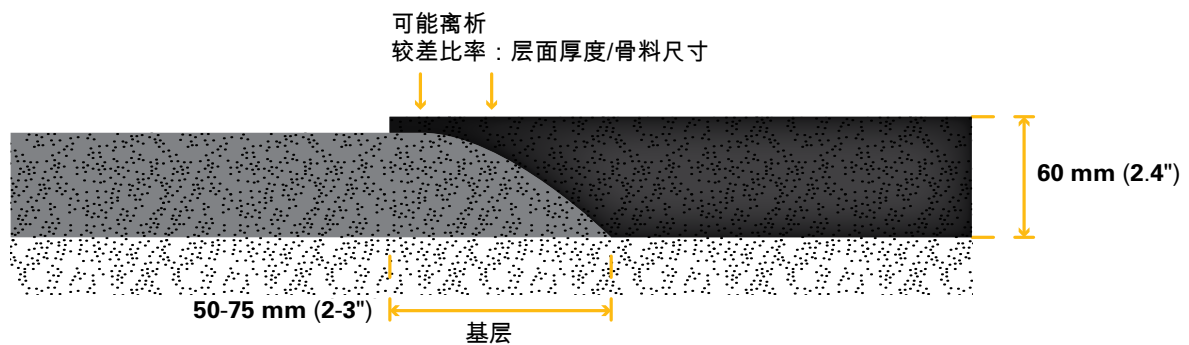
要形成一个高质量高密度的纵向接缝，第一步是在摊铺过程中正确建造接缝。摊铺机操作员应按照导向杆、喷漆条纹或标线的指示进行作业。接缝边缘应尽可能笔直，这样才更容易进行接缝匹配。

其次，摊铺工作人员应使侧板滑靴与摊铺的纵坡相接触。侧板滑靴应浮在纵波上，并形成一个均匀的垂直边缘，为接缝匹配提供良好的接合表面。



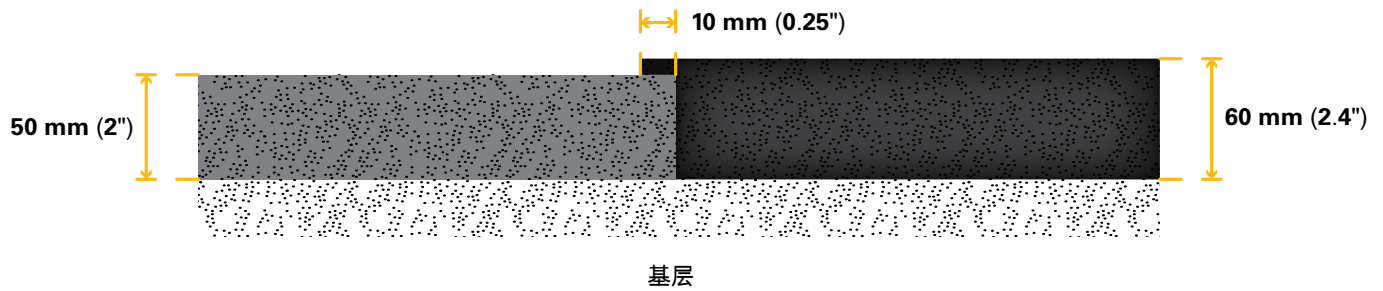
使熨平板侧板采用浮动位置在摊铺的纵坡上运行，形成垂直无侧限边缘。

### 错误的方形接缝 — 侧板升起



摊铺工作人员在侧板处于抬升位置的情况下操作熨平板，无侧限边缘可能翻滚，特别是在对其进行压实时。在下次摊铺操作中匹配接缝时，有斜度的边缘会使较大骨料被拖至熨平板下方。对接缝进行压实时您可能会看到沿着纵向接缝出现的破碎骨料。Caterpillar 建议在创建与相邻车道匹配的无侧限边缘时，务必将侧板降低至浮动位置进行操作。

正确的方形接缝 — 侧板降低

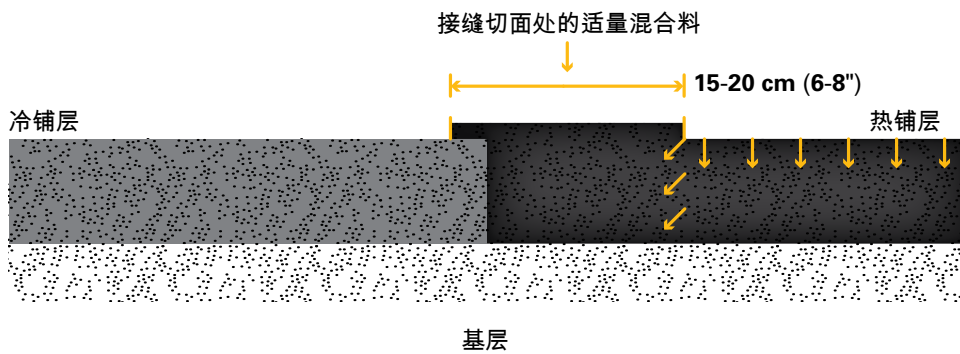


最后, 摊铺工作人员匹配无侧限边缘以创建纵向接缝时, 应与冷沥青层重叠约 10 mm (0.25")。需要通过重叠来确保接合处能有充足材料进行良好的密封, 以防止湿气渗透。热沥青层应具有足够高度以达到其压实率的要求。在上面的示例中, 冷却的已压实层为 50 mm (2") 厚。摊铺的热沥青层为 60 mm (2.4")。如果工作人员对压实率的计算正确, 则压实后热沥青层将与冷铺层的高度相匹配, 切记, 使用振动熨平板时, 每 25 mm (1") 的熨平板摊铺厚度通常可被压实 6 mm (1/4") 左右, 使用夯锤和振动熨平板时, 每 25 mm (1") 通常可被压实 5 mm (1/5") 左右。创建纵向接缝时, 务必确认新摊铺层的压实率。

应避免对纵向接缝进行耙拢。如果接缝重叠量和热摊铺层的高度正确, 则无需对接缝进行耙拢。可以轻轻锤

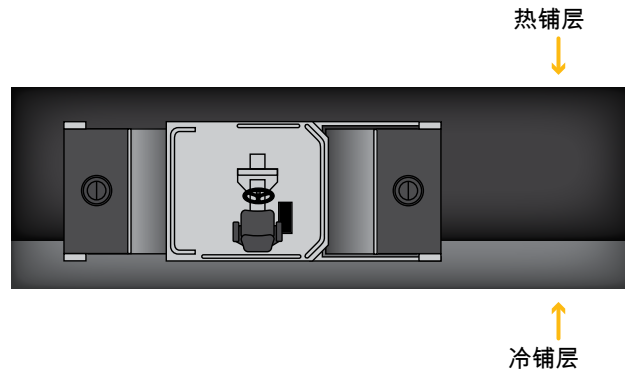
击或进行少量手动作业。压实前如果需要进行大量耙拢操作, 摊铺工作人员应立即改正摊铺技巧。

用于达到较高接缝密度的第一次碾压



如果接缝密度是压实过程的主要目标, 使用初始阶段压路机进行第一次碾压时, 应将两个钢轮置于距离接缝 15-20 cm (6-8") 远的热铺层上。使钢轮与热/冷接缝稍稍保持距离, 沥青混合料就会被压向垂直接缝的切面。将混合料压向接缝有助于确保完成压实时铺层中只有较少的空气量。

## 接缝



在沿纵向接缝返回碾压期间，两个钢轮应与冷铺层稍稍重叠。稍稍重叠进行碾压将开始提高接缝的密度，对接缝进行密封并将热铺层压实，使其与冷铺层具有相同的高度。



进行热/冷纵向接缝密封的轮胎压路机。

在压实的所有阶段，无论使用何种类型的压实设备，一旦完成初始碾压即可与纵向接缝重叠。轮胎压路机

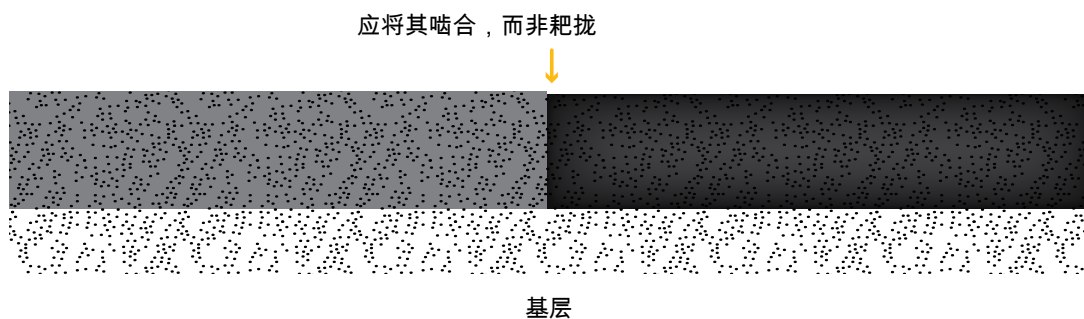
非常适用于压实热铺层，以使两个沥青层的高度一致。



**用户提示：**如果使振动压路机与接缝重叠，小心不要使重叠量超过 16 cm (6")。如果将振动钢轮过多的部分置于冷却的已压实铺层上，可能会使钢轮发生震颤。新铺层上可能会出现波痕，接缝冷却一侧的骨料可能破碎。

**用户提示：**如果冷铺层和热铺层之间存在坡度差，小心不要横跨接缝。两个不同的坡度会沿着接缝形成路拱。路拱可用于排水。横跨接缝会破坏路拱，影响排水性能。

## 正确的方形接缝 —— 侧板降低



经压实的纵向接缝应使两个铺层在高度上相匹配，还要达到较高的密度。应对接缝进行密封和紧固，以防止湿气深入。切记，要达到合格的纵向接缝密度，有三个关键要素。

- 切缝切面应垂直，具有正确的预压实高度
- 不要耙拢——可轻轻锤击
- 第一次碾压应与接缝保持 15-20 cm (6-8") 远的距离。

### [ 以外观为目标的接缝压实 ]

对于一些项目，其主要目标是使纵向接缝尽量隐秘。如果纵向接缝处于同时由多台摊铺机以梯队模式进行摊铺的两个热铺层之间，则这个目标就更加容易实现。

如果接缝处于热铺层和表面仍然具有一定柔韧性的温铺层之间，这个目标也较容易实现。



在第一次碾压期间对纵向接缝进行密封可改善接缝的外观。

要获得具有最佳最终外观的纵向接缝，在沿着接缝进行第一次碾压期间，将两个钢轮的绝大部分置于接缝冷却的一侧，并与较热一侧稍稍重叠。在此次碾压期间，压路机必须以静态模式运行，以避免在冷却一侧发生弹跳。

如果加入用于接缝密封的第一次碾压，则在安排模式时确保将以下因素考虑在内：

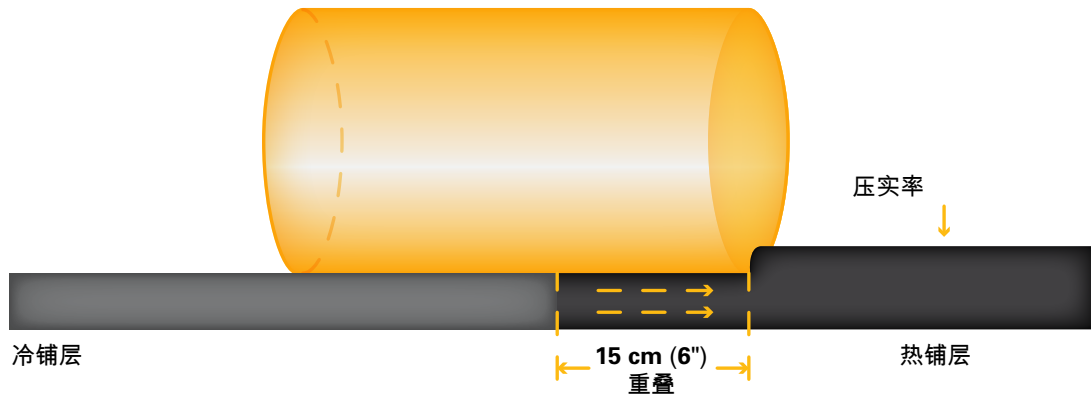
- 是否有足够时间可以将此次碾压包括在模式内？由于您是在静态模式下进行此次碾压的，并且两个钢轮的绝大部分都位于冷铺层上，因此热铺层不会出现密度的增加。您可能需要提高压路机的作业速度来跟上摊铺机。使用 Cat 交互式生产计算器来验证可以外加一次碾压。

- 外加的一次碾压会使铺层温度降低多少？沥青层的温度对于达到目标密度至关重要。环境温度较低且铺层较薄时，热量会很快流失。可能无法使用初始阶段压路机进行用于密封接缝的碾压。您可能需要另添一台压路机来完成此次外加碾压。
- 接缝冷却的一侧是否有足够的空间来容纳压路机的宽度。如果您在进行道路或街道项目，在纵向接缝附近可能设有交通锥筒或其他类型的障碍物，影响您在冷却一侧进行作业。您可能需要使用更适用于在受限空间内运行的窄钢轮压路机。

如果您正在进行停车场的摊铺和压实，或者在居民区进行作业，您可能无需担心交通或空间问题。但是，在

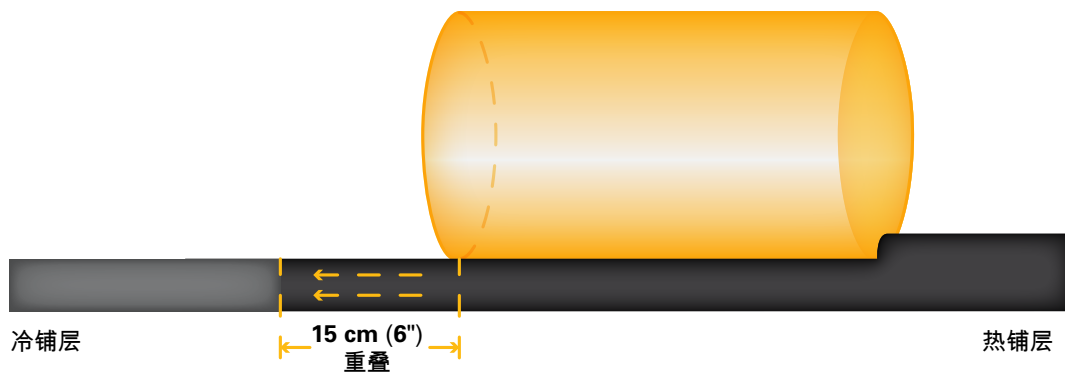
计划加入接缝密封碾压时，务必要确认生产要求和铺层温度。

### 纵向接缝 — 一次碾压



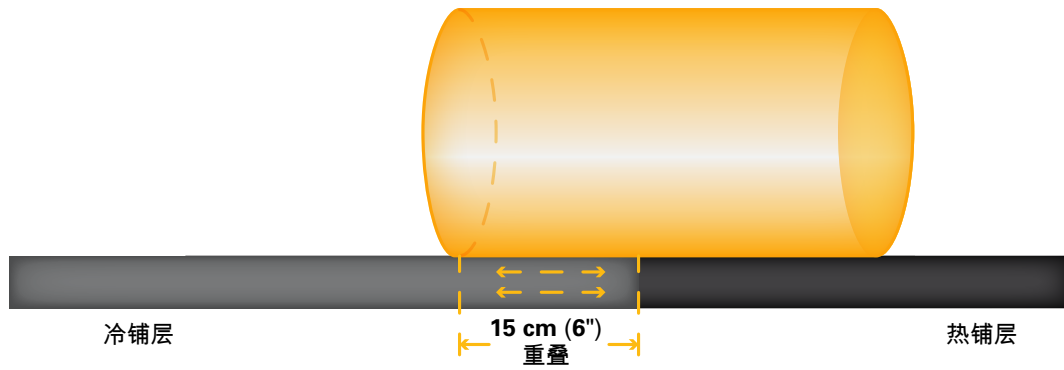
在第一次碾压期间，两个钢轮与较热一侧稍稍重叠。从外观来看，双钢轮可有效将热混合料压下，使接缝两侧高度相同。从密度来看，由于钢轮的边缘没有限制装置，因此会将部分混合料从接缝压出。

### 纵向接缝 — 二次压实



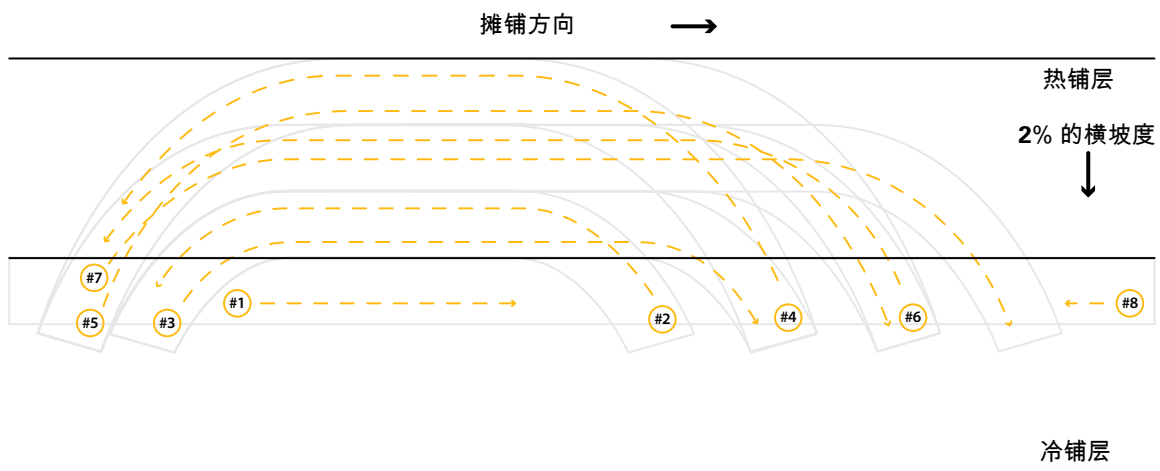
在第二次压实期间，将两个振动钢轮完全置于热铺层上，使钢轮的边缘距离接缝切面 15 cm (6")。此次振动压实开始形成所需密度，容易将部分混合料压回至纵向接缝。

纵向接缝 — 三次碾压



在第三次碾压期间，将双钢轮的绝大部分置于热铺层上，使双钢轮与纵向接缝稍稍重叠。由于与冷铺层的重叠量较小，您可以使双钢轮振动进行压实。使用所有其他压路机进行所有其他碾压（若有）时，在接近纵向接缝进行碾压期间可与接缝重叠。

完成滚动模式



假定经过两次碾压达到目标密度，由于第一次碾压是对铺层进行密封，因此滚动模式有些变化。在此模式中，您也可以利用冷铺层停止和倒退压路机。请注意在第四次和第五次碾压期间，操作员移动到了无侧限边缘。铺层从接缝向无侧限边缘下倾时，应该在压实接缝后对无侧限边缘进行压实。第六次和第七次碾压对铺层中央进行压实后就覆盖了整个铺层。

在第七次碾压结束时，压路机操作员在冷铺层上停止并倒退，定位在已密封接缝的前方。因此，第八次碾压是回程静态碾压，期间两个钢轮的大部分都位于冷铺层上。第八次碾压后，操作员可对压路机进行定位，以开始新的模式。由于接缝密封碾压，滚动模式结束时初压压路机所在位置有所不同。

如果您使用与上文类似的滚动模式，可使用碾压计数图帮助操作员实现一致性。

[ 特殊接缝的压实 ]

除垂直断面接缝外，还有楔面接缝和缺口楔面接缝。这些类型的接缝可能被指定用于公路项目，以保障交通安全。

一些公共工程部门要求，只要无侧限边缘可能通车，且无侧限边缘高度达到 50 mm (2") 或更高，就要建造缺口楔面接缝。建设缺口楔面的目的是使车辆更容易穿过开放垂直边缘。

有时拖式压路机可作为辅助装置连接到摊铺机熨平板上对缺口楔面接缝进行压实。沥青层带有至少 50 mm (2") 高的缺口和至少 50 mm (2") 厚的楔面时，通常要使用拖式压路机。正确建造切口楔面是达到缺口楔面接缝所需密度的关键。

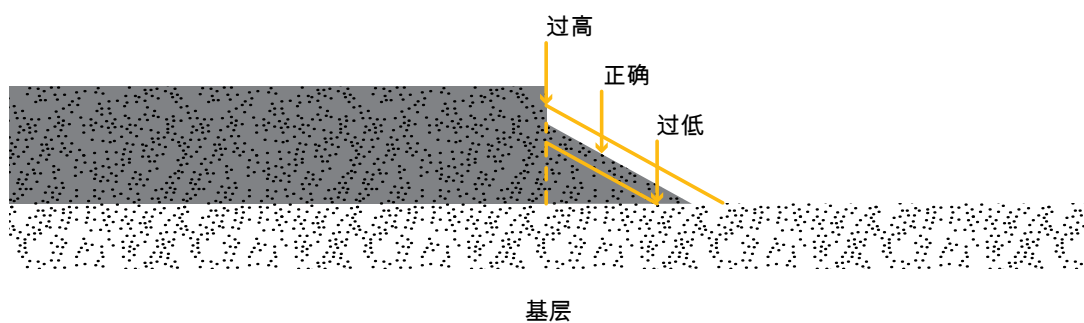


摊铺机正在摊铺的缺口楔面接缝。



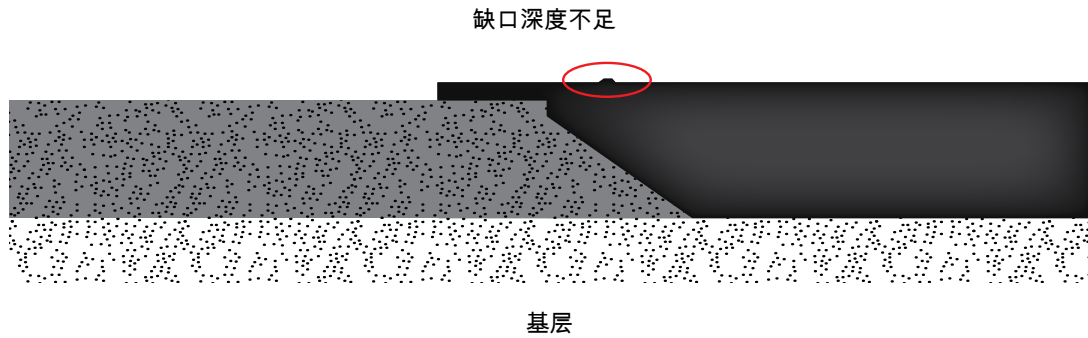
拖式压路机可用于缺口楔面接缝。

缺口楔面



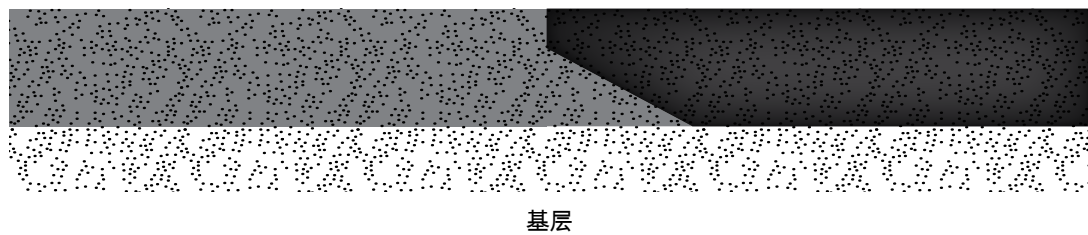
摊铺缺口楔面接缝时，规划正确的缺口高度和楔面厚度至关重要。缺口的高度至少应为沥青混合料中最大骨料尺寸的两倍。同样，楔面的厚度也至少应为最大骨料尺寸的两倍。如果缺口过短，骨料将被沿着缺口断面带出。如果楔面过薄，骨料将被沿着楔面边缘带出。

## 错误的缺口楔面



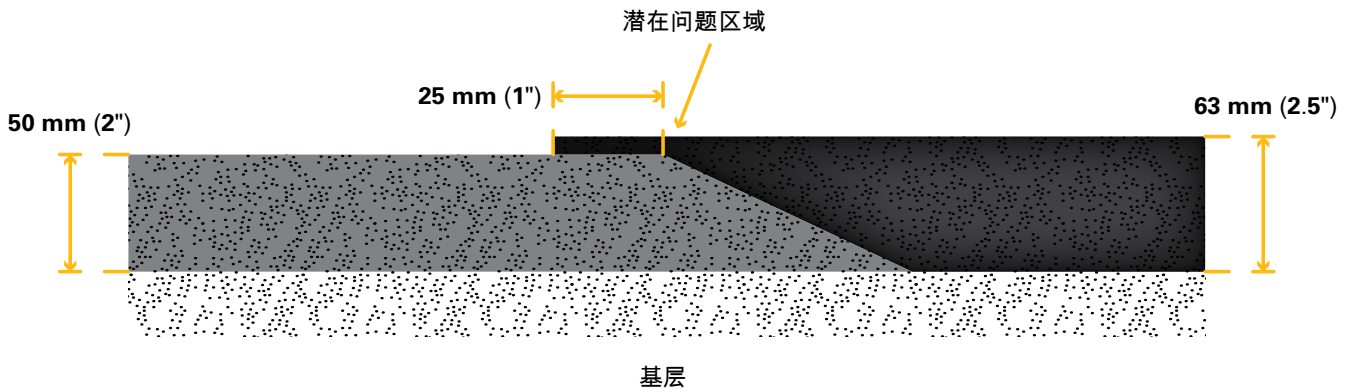
缺口过浅会导致沿着缺口断面出现一行离析的较大骨料。您会在此区域看到裸露的石块表面，表明由于该层过薄而导致骨料破碎。久而久之，湿气将透过离析材料深入，接缝开始分裂，进而造成接缝过早损坏。

## 正确的缺口楔面

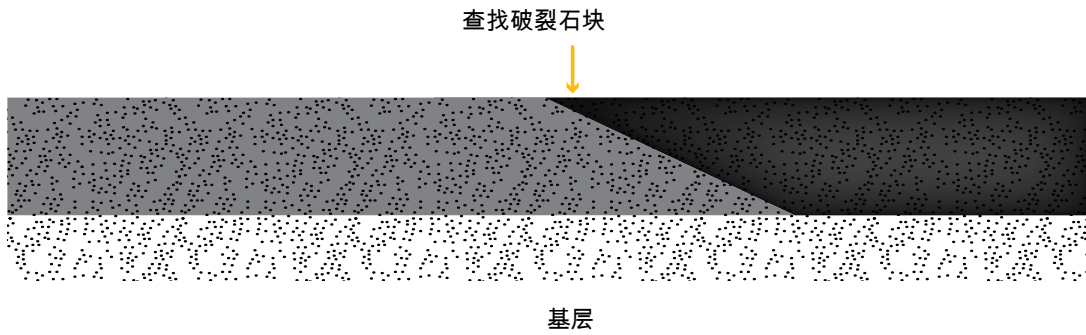


如果缺口楔面构建得当，则可正确压实。遵循与压实垂直断面接缝相同的程序对其进行压实。与接缝保持 15-20 cm (6-8") 的距离，在沿着纵向接缝进行第一次碾压期间，将两个钢轮完全置于热铺层上。大量研究表明，缺口楔面接缝具有与垂直接缝相同或更高的密度。楔形接缝有时是公共工程部门指定的另一种选项，与指定使用切口楔面接缝的原因相同，都是为了保障交通安全。

楔形接缝



楔形接缝



在靠近冷热铺层交汇处的区域，铺层厚度不足，因此楔形接缝具有一个固有问题。没有垂直缺口。只有一个成角度的断面或楔面，可用于放置新沥青。因此，楔面顶部可能出现离析。压实前，您可能会发现接缝内侧的离析带。压实后，您可能会发现接缝内侧出现一行裸露石块。混合料配方中的最大骨料为 9 mm (3/8") 时最适用楔面接缝。含有更大骨料的混合料很可能在楔面接缝处离析。

**总结：**与横向接缝相似，创建高质量的纵向接缝需要摊铺和压实工作人员的共同努力。压实过程无法更正摊铺过程中造成的错误。对纵向接缝进行故障排除时，首先要查看冷铺层的边缘。然后要确认热铺层的重叠量和高度是否正确。最后，调整您的滚动模式，以达到接缝密度或接缝外观的要求。





## 单元 7

### 压实问题

压实问题通常是由可变因素导致的。进行故障排除时,首先要检查摊铺过程、铺层温度、滚动模式和滚动速度的变化。





粘在钢轮上含有聚合物改性沥青水泥的石胶泥沥青。

本单元对操作员、质量控制人员和监管员遇到的最常见的压实问题进行了回顾。问题出现的顺序并不重要。

在可能的情况下，我们对问题进行了分组以便于理解。

### [ 干燥的钢轮表面上粘连的沥青 ]

双钢轮沥青压路机最常见的停机原因是钢轮的喷水系统发生故障。

钢轮上少量的粘连沥青很快就会变成大问题。随着各钢轮的旋转，粘连量增加，铺层会出现凹坑。

如果钢轮表面上的任何部分没有水膜，热沥青就很可能粘在钢轮上。沥青混合料粘性越高，问题就越严重。



钢轮上粘连沥青使新铺层上出现凹坑。



如果遵循维护指南并使用干净的水，喷水孔将正常运行。

沥青开始粘在钢轮的表面时，必须停止操作压路机，直至对钢轮进行彻底清洁，并对钢轮喷水系统的故障进行修复。继续操作压路机会使铺层严重损坏，需要大量的手工作业来填平在铺层上留下的凹坑。

钢轮表面上的干燥区域主要是因喷头堵塞导致的。进行良好的维护并使用清洁的水源是防止喷头堵塞的关键。

- **使用清洁的水。**如果可能，使用符合标准的水源加注喷水储水罐。如果您需要使用池水等其他水源，则增加维护的频率。
- **更换主喷水系统过滤器。**遵循机器操作和维护手册中的过滤器更换间隔。主喷水系统过滤器堵塞时，水会绕过过滤器，未经过滤的水将流向喷管。未经过滤的水更容易导致喷头堵塞。务必要在压路机或维护车辆上保存一个备用过滤器。
- **维护进水过滤器。**多数储水罐都在储水罐加注口处配有进水过滤器。进水过滤器是对水进行过滤的第一个阶段。不要丢弃进水过滤器。将供水软管插入进水过滤器。
- **清洁喷头。**喷头带有内部铜质或塑料滤网。每天都应检查喷头滤网的污染情况。如果需要，则对喷头滤网进行彻底清洁。如果您使用被污染的水源，则增加喷头维护的频率。如果喷头只有一侧被堵塞，喷射范围会减少，会导致钢轮表面上出现干燥的带状区域，并开始粘连沥青。
- **维护配水垫。**钢轮上配有某种类型的配水垫，用来帮助在钢轮表面上形成均匀的水膜。配水垫磨损时，您可能需要对其进行调整以与钢轮保持良好的接触。按照磨损指示器更换配水垫。
- **了解喷水系统的功能。**多数喷水系统可进行全时或间歇式喷水。切勿通过减少水的覆盖面积来节约水源。因加水而停止的频率最好大于因对钢轮进行清洁而停止的频率。
- **在天气寒冷时要保护喷水系统。**我们提供可选喷水系统防冻套件。它包含一个独立的防冻液储液罐。班次结束时，操作员可在整个系统中加注防冻液以防止系统在夜间冻结。

**用户提示：**了解在喷水泵出现故障时，应如何操作喷水系统。多数喷水系统配有两个水泵，多数系统可以仅使用一个水泵为两个喷管供水。了解在更换水泵尚未到货时，应如何使用一个水泵运行系统。



热沥青会粘在橡胶轮胎上，沥青块从轮胎上掉落会对平整度和外观带来很大影响。

### 【 橡胶轮胎上粘连的沥青 】

沥青也会粘在橡胶轮胎上。橡胶轮胎粘连沥青的严重程度主要取决于沥青的粘度。沥青层表面和橡胶轮胎之间的温度差也会影响到轮胎粘连问题。

沥青开始粘在轮胎压路机的橡胶轮胎上时，操作员必须立即停止并排除问题。

- 使用生物降解清洁剂来清洁有问题的轮胎。重新开始压实过程之前，在轮胎上喷涂更多清洁剂。
- 将轮胎压路机移至沥青层上表面温度较低的区域。
- 确保配水垫和轮胎刮刀位置正确并处于良好的作业状态。
- 在向前移动至较高的温度区之前，在温热的铺层上运行以使轮胎变热。



轮罩是轮胎压路机上的一个重要组件，应安装轮罩以帮助防止橡胶轮胎的热量流失。

对橡胶轮胎进行加热并使其保持正确的温度非常重要。轮罩有助于将热量限制在前后机轴附近。Caterpillar 建议在所有沥青压实应用中，都要在轮胎压路机上使用轮罩。对含有改性沥青水泥的沥青进行压实时，轮罩尤为重要。如果未安装轮罩，轮胎就会暴露在环境条件下，热量将快速流失。

有时可使用清洁剂帮助防止沥青粘在橡胶轮胎上。务必向公共工程部门确认允许使用的清洁剂。

多数压路机配备的轮胎喷水系统通常会被注满水和添加剂。常用添加剂包括清洁剂、水软化剂和用于提高轮胎上的水膜厚度的专用添加剂。

**用户提示：**将轮胎压路机装上运输装置时，确保将轮罩卷起并将其固定在运输位置。如果将轮罩放下，轮胎可能会碾压轮罩而使其损坏。



可使用喷罐或压路机上的轮胎喷水系统喷涂清洁剂。

在一些区域,使用天然植物油代替水,将其加注到喷水系统储水罐中。由于会对沥青和环境带来危害,因此不要使用石油馏出物。

在摊铺机后的所需位置准备更换使用轮胎压路机时,要计划好加热轮胎的方法。喷涂清洁剂(若需要),并保持轮胎的热量。

- 开始摊铺和压实过程之前,在起点后面已摊铺的表面上运行轮胎压路机。以高速运行,使橡胶轮胎通过挠曲来聚集热量。
- 如果使用清洁剂,要在压路机准备开始其第一个模式时将轮胎彻底打湿。
- 检查沥青层的温度并引领轮胎压路机操作员到达正确的温度区。
- 要警惕轮胎粘连大量沥青的迹象。在压路机停止和倒退时,要特别注意轮胎上掉落的沥青块。
- 如果发现有大量沥青粘连,要立即清洁轮胎。将压路机移回较冷的温度区。将压路机逐渐向前移动,在到达所需温度区之前使轮胎变热。
- 一旦轮胎变热,要使其保持热量。如果在摊铺和压实过程中出现中断,不要使轮胎压路机停止。将压路机移至沥青层上压路机可继续滚动的位置,以保持橡胶轮胎的热量。

### 【较深的充气轮胎痕迹】

在热沥青层上使用轮胎压路机，特别是沥青层厚度达 75 mm (3") 或更厚时，会产生难以清除的深轮胎痕迹，特别是振动熨平板后面的痕迹更是如此。

通常，轮胎压路机用于沥青层压实的中间阶段，此时已经接近最终目标密度。留在铺层上的轮胎痕迹通常较浅，可被终压阶段压路机清除。

但是如果在初压阶段使用此压路机，或者使用轮胎压路机进行压实的区域，其铺层的厚度和热度均高于常规铺层，橡胶轮胎就会留下在终压期间难以清除的深痕迹。

需要在基层或结合料层上面摊铺另外一层时，在初压阶段通常使用轮胎压路机对基层或结合料层进行压实。

在这种情况下，轮胎痕迹和平整度的降低并不是问题。

由于需要测量最后一层（磨损层）的平整度，在初压阶段使用轮胎压路机对最后一个沥青层进行压实并不常见。压实最后一个沥青层时，轮胎压路机通常位于中间位置。

如果在对最后一层进行压实期间出现深轮胎痕迹：

- 将轮胎压路机移至远离摊铺机后方且沥青层较冷的区域，或
- 降低轮胎压力使轮胎稍微放平，以降低轮胎的接触压力。



轮胎压路机留下的轮胎痕迹通常可以被终压阶段压路机清除。



在含有软质混合料的厚层面上运行会产生难以清除的深轮胎痕迹。

### [ 振动钢轮冲击痕迹 ]

在沥青层上施加的振动压实能量过大时，沥青层表面可能会出现终压阶段无法清除的冲击痕迹。

在第 2 单元“压实力”中，您已经了解了重量和振幅的影响。在第 3 单元中，您已经对作业速度和层面厚度等影响压实过程的其他因素进行了了解。在左下角的图片中，沥青层上出现钢轮冲击痕迹的原因显而易见。

压路机在沥青层和混凝土沟渠之间的接缝上进行了多次慢速振动碾压来降低沥青层的高度，以获得较好的高度匹配。钢轮肯定会在此区域发生弹跳。您甚至可以看到表示骨料破碎的白色粉状表面。在这个事例中，问题是由摊铺工作人员造成的，所摊铺的高度过高。压路机只能尽量降低铺层的厚度。铺层变得密实时，钢轮就会发生弹跳并留下冲击痕迹。

通过检查，如果您开始感觉到钢轮的弹跳，或者开始发现沥青层表面的冲击痕迹，您应该对以下一个或多个变量进行调整：

- 检查作业速度，确保在每米 26 至 46 次冲击（每英尺 8 至 14 次冲击）的范围内进行操作。
- 切换至较低的振幅设置。
- 如果机器具有频率设置功能，将其切换至较高的频率。
- 在一钢轮振动，一钢轮静止的状态下运行。
- 在静态模式下运行。



钢轮冲击痕迹如上所示。在右侧，采用倒退时不会使热沥青变形的模式。





### [ 在沥青层上倒退 ]

钢轮振动压路机采用的大多滚动模式都需要压路机在热沥青层上停止和倒退。第 5 单元对滚动模式进行了详细说明。在本单元中,我们将回顾因在新沥青层上停止会导致的潜在重大问题。

钢轮压路机在碾压结束进行倒退时,总是以一定角度在新沥青层上停止。留下的停留痕迹至少为 30° 时,下一压路机更容易将其清除。确保所用压路机的钢轮宽度能够使压路机在停止以倒退时以一定角度完成转向。

使用钢轮宽度为 200 cm (79") 或更宽的压路机时,操作员在较窄的铺层上进行停止和倒退操作比较困难。

开始项目之前,确保了解压实工作人员将要遇到的所有摊铺宽度。使用 Cat 交互式生产计算器等工具,将压路机的生产与摊铺机的生产进行匹配。

通常选择钢轮宽度能在三次重叠碾压中覆盖整个铺层的压路机。这些压路机有更大空间,可以在新沥青层上以一定角度停止。根据生产要求,需要选择带有较宽钢轮的压路机,以便在两次重叠碾压中覆盖整个铺层时,确保帮助压路机操作员安排一个不会造成热沥青变形的模式。



[ 在沥青层上驻车 ]

任何类型的沥青压路机均不得停在沥青层上等待,除非沥青层已被完全压实,并冷却至 20° C (70° F) 以下。

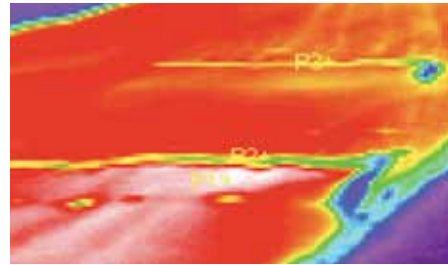
特别要避免在需要测量平整度的沥青层上停止和等待。尽量将压路机停在不会对新摊铺铺层造成损坏的区域。



驻车时,使机器部分位于路肩上。



在停止六分钟后驶离。



标明了冷却区域的热成像。

无论何时将压路机停泊在新沥青层上,钢轮或轮胎都会使铺层产生凹陷。图片说明了在沥青层上停止六分钟,对沥青层造成的影响。在此示例中,摊铺机在等待更多料车时停止。初压阶段压路机已完成其滚动模式,操作员将压路机停止时,钢轮带有一定角度,钢轮的一部分位于 90 cm (3') 的应急车道上,一部分延伸至将要测量平整度的行车车道。

停止六分钟之后,摊铺过程重新开始,压路机操作员开始进行新的模式。从压路机停止过的铺层图片来看,在停放钢轮的区域以及铺层凹陷区域聚集了一些水。

热成像表明,在停放钢轮的区域,钢轮造成了铺层热量的流失。钢轮所在区域的铺层温度为 65° C (150° F)。铺层还剩下中压和终压两个压实过程尚未进行。但是,此区域铺层的温度远远低于正常模式中的温度。

此班次结束后,使用轮廓曲线仪对经过终压的行车车道进行了平整度测量。在压路机停了六分钟的区域,其平整度指数表明钢轮造成了无法在中压和终压压实阶段清除的两处凹陷和凸起。平整度指数证明,在热铺层上停泊,无论停泊的时间长短和角度大小,都容易在铺层上留下无法清除的凹凸痕迹。

如果摊铺过程中断,Caterpillar 建议将受影响的压路机停泊在冷却并已完全密实,或不属于行车车道的表面上。如果没有合适的停泊区域,应禁用压路机的振动系统,并将其移至远离进行中的滚动模式的沥青层,在铺层上继续以低速运行,直至摊铺过程重新开始。

## 【 补水停止 】

根据喷水系统储水罐的大小和天气状况，钢轮压路机必须在每个班次期间停下一次或多次进行补水。工作人员应对补水停止进行计划非常重要，以避免在压实过程中出现较长的中断，还要避免将压路机停在任何属于行车车道的沥青层上。下面给出了一些建议，用于将补水停止的影响降至最低。

停下来对喷水系统储水罐补水时，将压路机停泊在冷却的已压实表面或路肩上。这通常需要供水卡车带有较长的软管。在一些情况下，供水卡车必须停泊在冷却的表面上，并且水龙头必须跨过 3.65 m (12') 宽的行车车道，延伸至停泊在对面路肩上的压路机。了解各项目进行补水所需的最大软管长度，进行事先规划。确保供水软管具有足够长度以应对各种情况。

在一些项目中，铺层有两个无侧限边缘，没有路肩供压路机停泊。或者，铺层有一个无侧限边缘，但对面一侧

没有足够空间使压路机驶离铺层。在这些情况下，要计划沿着铺层的无侧限边缘放置一些坚硬的板块。压路机可利用板块的支撑退出和进入铺层，而不会压碎铺层的无侧限边缘。

将补水停止的时长最小化非常重要。摊铺过程可能会临时中断，直至压路机恢复滚动模式。或者，根据项目要求和压路机的类型，在初压阶段压路机停下进行补水时，您可以将中压压路机移至初压阶段使用。

无论您在补水过程中采用何种措施，铺层温度都可能出现变化，铺层密度也可能因热量流失而变化。节省补水停止时间的一个方法是将供水卡车放在便于压路机快速补水的位置。



压路机 (左侧) 在补水期间停泊在路肩上，以避免使行车车道中的铺层出现凹陷。如有必要，找到将压路机驶离无侧限边缘铺层的方法。

压实计算器

卡车			
摊铺机速度	常规输入		
压实	摊铺厚度：	[ 2.95 ] in	[ 75.0 ] mm
料堆	摊铺宽度：	[ 12.00 ] 英尺	[ 3.658 ] 米
单位铺设距离	未压实材料密度：	[ 130 ] lbs/ft <sup>3</sup>	[ 2082 ] kg/m <sup>3</sup>
横坡度	卡车载重量或总吨位：	[ 881.8 ] 吨	[ 800.0 ] 公吨
厚度	100% 单位铺设距离的铺层长度：	[ 4598.70 ] 英尺	[ 1402 ] 米
作业总结	实际铺设的铺层的长度：	[ 4691.60 ] 英尺	[ 1430 ] 米
法规	给定卡车载重量或吨位的单位铺设距离百分比：		[ 102 ]
退出	厚度：	[ 2.95 ] in	[ 75 ] mm
	铺设的铺层的长度：	[ 4691.6 ] 英尺	[ 1430 ] 米
	宽度：	[ 12 ] 英尺	[ 3.658 ] 米

使用 Cat 交互式生产计算器上的“单位铺设距离”功能，可帮助您对补水卡车进行定位。

使用 Cat 交互式生产计算器的示例说明了对补水卡车的位置进行计划的重要性。在此项目中，生产率为 200 公吨每小时 (220 吨每小时)。摊铺宽度为 3.65 m (12')。摊铺厚度为 75 mm (3")。熨平板摊铺的混合料重量为 2082 kg/cm<sup>3</sup> (130 lbs/ft<sup>3</sup>)。在整个班次连续对公路项目的一个车道进行摊铺。

根据储水罐的容量和天气状况，压路机必须每四个小时就要停下一次进行补水。在四个小时内，摊铺机应已完成 800 公吨 (880 吨) 的摊铺量。一旦将所有数据输入单位铺设距离计算器，计算得出四小时可摊铺 1402 m (4598')。您应该在项目中找到靠近计算得出的单位铺设

距离的位置，该位置要便于供水卡车停泊，还要适合压路机停止。如果没有地方供压路机停泊而不使铺层出现凹陷，则计划借助板块将压路机驶离铺层。

将供水卡车放在合适的位置，并且工作人员做好为喷水系统储液罐加水的准备，这将缩短生产中断时间，并将铺层温度的变化降到最低。

[ 紧凑转弯半径的压实 ]

在一些应用中，特别是街道和停车场，有些区域需要压路机在死胡同等弯曲表面上，以及环绕分隔栏和其他障

碍物进行作业。对弯曲表面进行压实时，必须使用正确的设备和正确的技巧以避免新沥青层变形。



传统的钢轮宽度为 170 cm (67") 的压路机环绕转弯半径连续滚动。

钢轮的外边缘造成新沥青拉伸和变形。

铺层上有紧凑的转弯半径时,如果使用传统的高产量钢轮压路机环绕转弯半径连续碾压,会造成铺层变形。钢轮外边缘覆盖的距离比钢轮内边缘覆盖距离长。因此,外边缘在以与内边缘相同的速度环绕转弯半径时会造成铺层的拉伸。

如果只可使用传统的高产量压路机,那么必须采用独特的滚动模式来避免铺层变形。

操作员应沿着铺层的一个边缘朝向转弯半径进行作业。向前滚动 (1) 至转弯半径,靠近转弯半径外边缘以一定角度停止。沿着相同路径返回。

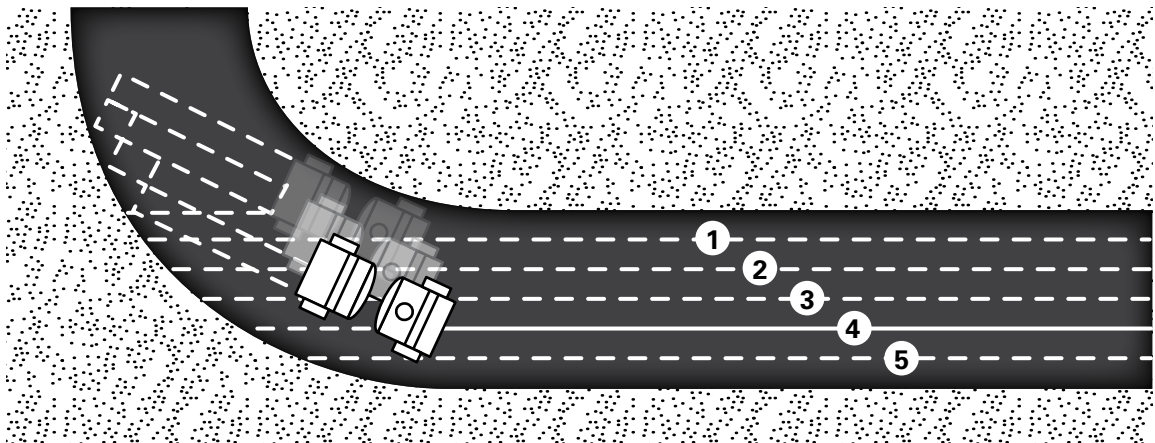
移至铺层中央 (2),与第一次碾压稍稍重叠,并滚动至转弯半径,再次靠近转弯半径外边缘以一定角度停止。沿着相同路径返回。

根据需要多次重复此模式 (3,4,5),以覆盖铺层的整个宽度。

将压路机重新定位在转弯半径开始处,使压路机在与转弯半径区域完成的碾压成一定角度。前后滚动以完成转弯半径区域剩余部分的压实。

然后,重新定位压路机,以便向前穿过转弯半径中间区域进行直线碾压。

## 弯曲或结点



使用传统钢轮压路机对转弯半径进行压实的滚动模式。



多功能压路机更容易围绕障碍物进行压实，而不会使新沥青出现裂缝。



裂筒压路机可对转弯半径进行压实，而不会使新沥青出现裂缝。

在低产量作业中，另一种解决方式是使用多功能压路机对转弯半径进行压实。

钢轮宽度小于 1 m (40") 的多功能压路机可在新铺层上进行更紧凑的转弯，而不会使新铺层出现裂缝。对于死胡同、城市街道、停车场和其他较低产量项目，多功能压路机具有很大的灵活性，通常具有满足摊铺过程要求的足够生产能力。

在一些地区，另一种选择是使用裂筒沥青压路机。这些装置配有与转向和钢轮作业速度同步的独特推进系统，

可使钢轮半侧的移动速度大于另外半侧。转动方向盘时，钢轮的外半侧（沿着半径较大弧线）的速度将高于钢轮的内半侧（沿着半径的较小弧线）。转动方向盘的幅度越大，钢轮两侧的速度差越大。因此，钢轮的两侧可以在相同的时间内覆盖不同的距离。新铺层在达到目标密度的同时不会出现变形。

如果您所在区域售有裂筒型的压路机，并且您作业的项目包含转弯半径的压实，Caterpillar 建议在您的压路机组中加入一台或多台裂筒型压路机。

**用户提示：**这种转弯半径模式会增加碾压次数，要求仔细进行压路机的定位。所有这些移动都需要时间，压路机很可能与前方的摊铺机产生很大距离，铺层可能在压路机赶上摊铺机之前流失过多热量。Caterpillar 建议摊铺机在完成转弯半径的摊铺时进行几次短暂停止，比如三分钟。摊铺机的短暂停止不会对铺层温度造成很大影响，但却可以使初压压路机跟上摊铺机。

## [ 密度不均匀 ]

许多公共工程部门不仅要求沥青层达到较高密度，还要求密度均匀。对于由多芯测量产生的标准偏差或由多芯测量产生的工程限值以内的百分比，与其相关的因素有很多。

摊铺工作人员的一项任务是为初压阶段压路机提供一个均匀的沥青层。摊铺机后面的铺层应尽可能：

- 熨平板摊铺的密度一致
- 厚度一致
- 温度一致



摊铺机和初压阶段压路机一致的操作实现均匀密度的关键。

**用户提示：**Caterpillar 建议定时检查整个铺层宽度上熨平板摊铺的密度，定时检查整个铺层宽度上的表面温度。公共工程部门可能有关于熨平板摊铺密度和铺层表面温度均匀性的书面技术规范。通常，整个铺层宽度上铺层密度的变化不得超过  $60 \text{ kg/m}^3$  ( $5 \text{ lb/ft}^3$ )。整个铺层宽度上，表面温度的变化不得超过  $10^\circ \text{ C}$  ( $23^\circ \text{ F}$ )。

## 问题

压实过程中的各压路机，特别是初压阶段压路机，达到均匀的高密度的方式也必须一致。各压路机必须采用能达到以下要求的作业方式：

- 模式一致
- 压实力统一
- 作业速度一致
- 温度区一致



在摊铺机后面保持一致的模式和均匀密度是很具有挑战性的。

一些操作员在跟随摊铺机时难以重复相同的模式。他们对铺层各部分进行撞击的次数并不总是相同的。因此，质量控制技术人员检查到的密度会存在差异。发生这种情况时，质量控制技术人员或监管员必须与摊铺机操作员配合作业，以确定模式并确保重复此模式。

同时，还要确认未更改摊铺速度。改变摊铺速度时，经常不与压实团队和质量控制团队进行沟通。例如，使用一直顺利进行的滚动模式，压路机突然落在摊铺机后

面，并在较低的温度区进行作业。压路机落在后面是因为提高了摊铺速度。并且，操作员试图更改滚动模式来跟上摊铺机。

更改摊铺速度之前，务必要完成下面两个工作。第一，与压实团队就速度变化进行沟通。第二，确认如果提高速度，初压阶段压路机能跟上摊铺机。





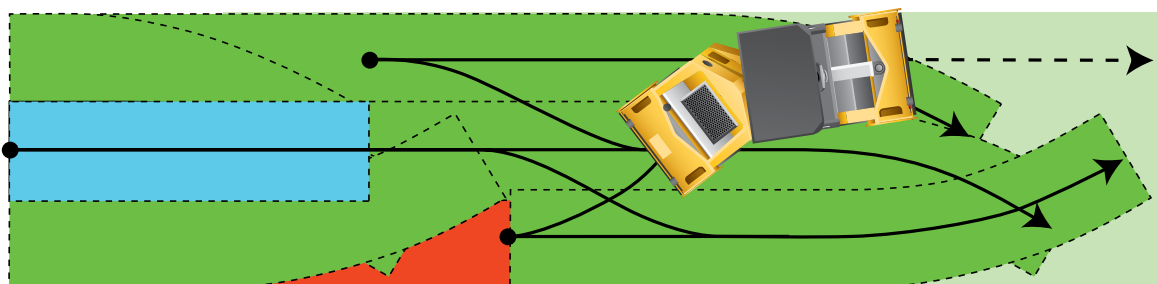


新技术可帮助操作员保持滚动模式的一致性。

沥青压路机的多种选件可帮助操作员保持一致的滚动模式。可对操作员舱室中的屏幕进行编程，以使其向操作员显示压路机在铺层上的位置，以及模式的完成量。

将显示不同的颜色。操作员无需再在模式结束时猜测是否应该进行倒退。并且，操作员不易错失模式中的任何区域，因为屏幕会提供即时反馈以快速进行修正操作。

全球定位系统可提供非常精准的滚动模式图。可在控制器中编入所需碾压次数。然后，随着碾压的完成，屏幕



碾压计数图示例。



红外传感器将温度数据发送至操作员舱室中的显示器。

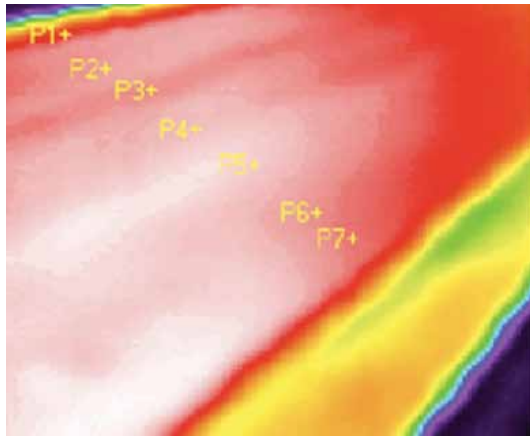
红外传感器是一些沥青压路机的另一种选装件。在 Cat 的一些机型上,传感器安装在机器的前部和后部。压缩空气不断对传感器进行清洁,保持传感器透镜无污物、烟尘和湿气。温度系统非常精准,可为操作员驾驶篷中的显示器提供持续的可视化参考。操作员不仅能了解机器相对于指定滚动模式的位置,还能了解机器相对于所需温度区的位置。

较大的温度变化是由摊铺机长时间停止造成的。熨平板下方的铺层部分由于处于受限空间中,因此仍然较热。熨平板正后方的铺层部分由于暴露在自然环境中,因此会流失热量。

热量流失的情况取决于铺层厚度、空气温度和风速。如果铺层温度的变化超高 15° C (30° F),可能会出现较大的密度变化。为帮助提高密度的一致性,要将摊铺机停止的时间限定在五分钟内。



摊铺机停止 10 分钟造成的温度变化。数字图像中不显示红外图像中的熨平板印记。



路肩一侧较薄的铺层造成的温度变化。

在一些情况下，整个铺层宽度上的铺层厚度不同。较薄部分流失热量的速率高于较厚部分。在上面的示例中，项目中此区域的路肩高于行车车道。指定行车车道上摊铺铺层的高度 50 mm (2")。路肩上的铺层厚度降低至 25 mm (1") 左右。由于温度变化，并且薄铺层的铺层厚度与骨料尺寸的比率较低，因此铺层密度出现很大变化。在此示例中，对路肩进行的所有密度测量均未达到

最低要求，而对行车车道进行的所有密度测量都超过了密度要求。

密度变化总是有一定的原因。如果对密度的变化进行分析，要检查摊铺过程、铺层温度、滚动模式和滚动速度的变化。

**用户提示：**在压实具有敏感区的混合料时，温度探测和显示非常重要。操作员可使用温度显示来确认初压压路机在出现敏感区之前作业，或者中压压路机在出现敏感区之后作业。

**总结：**压实问题可由一系列因素导致。对钢轮系统的维护较差，缺少计划性、设备选择不正确、对操作员的培训不充分，这些只是在压实过程中导致问题的部分因素。特定混合料比其他混合料更难摊铺和压实。在这种情况下，在第一次使用一种混合料时，进行试验是唯一的方法。遇到相似的问题时，工作人员应将一个项目的工作经验用于其他项目。

## 术语表

柏油	柏油是黑色的粘性烃类混合物，是自然形成的或从石油提炼的残渣中获得的物质。柏油也叫做沥青水泥。
重叠	重叠是钢轮延伸至已完成的相邻碾压区域的覆盖量。
侧挤	侧挤是一种静态力，在施加至沥青层的力不完全垂直，而是沿着各方向施加时形成。侧挤，通常与轮胎压路机相关，可帮助密封摊铺层的表面。
长寿命路面	长寿命路面一词用于描述最大深度沥青结构，其设计能够承受近乎无穷的轴负荷，而不会造成结构损坏。
冲击	冲击是一种动态的压实力。振动压路机的钢轮移动至沥青层中时会产生冲击。
冲击痕迹	冲击痕迹是沥青层表面出现的线条。冲击痕迹是由于对沥青层施加的力量（振幅和重量）过大而导致的。
冲击间隔	冲击间隔是振动压路机的频率和振动压路机的作业速度之间的关系。冲击间隔是每米或每英尺钢轮移至铺层中的次数。
初始阶段压实	压实的初始阶段紧随摊铺机作业之后，此时的沥青层最热。初压阶段应在最大程度上达到目标最终密度。
错轮	在一些铰接式双钢轮压路机上，可将双钢轮偏置以提高覆盖宽度，使其超出标准钢轮宽度。
单位铺设距离	单位铺设距离是一定量的沥青材料以一定厚度和宽度所摊铺的线性距离。
弹跳钢轮	沥青层无法接受振动压路机施加的力时，钢轮会发生弹跳。钢轮弹跳也称作反耦合。
端门	摊铺熨平板上配有左右两个侧板，用于将沥青层限定在所需宽度内。侧板的底部配有一块叫做滑板的金属片。侧板降低时，滑板将浮在纵坡上，沥青层的边缘垂直，可实现最佳接缝匹配。
多功能压路机	多功能压路机的钢轮宽度小于 1 m (40")，通常用于低生产量的项目中，或在项目需要使用更具操控性的设备时，辅助较大的压路机进行作业。
方法技术规范	方法技术规范是对项目必须使用的设备类型或技巧的描述。
分解阶段	在一些区域，压实的初始阶段叫做分解阶段。在分解阶段，应该在最大程度上达到最终目标密度。
共振频率	共振频率是使钢轮在铺层表面发生弹跳（振荡）的振动系统频率、振幅、作业速度和沥青层硬度的结合。振动压路机运行时应接近共振频率，而不应在共振频率下运行。
骨料	骨料是用于沥青摊铺材料生产的石块类型。

滚动模式	滚动模式包含压路机在跟上有有效摊铺速度的同时,覆盖作业区域的宽度和长度所需的碾压次数和顺序,以及钢轮的覆盖量和伸出量。
夯实熨平板	夯实熨平板采用一个或多个夯锤向沥青层传输更多压实能量,以使沥青层在压实过程之前形成较高密度。夯实熨平板通常也使用振动来使纹理更加紧密。
横向接缝	横向接缝是两个沥青层的垂直交汇处。通常横向接缝摊铺是冷却的已压实层面的延续。横向接缝也叫做对接接缝。
红外扫描仪	红外扫描仪是用于在沥青表面上的某个点进行温度测量和显示的手持式装置。
红外摄像机	红外摄像机可生成沥青表面温度的图像。图像通常包含铺层的整个宽度范围,距离不超过 9 m (30')。
环境条件	环境条件包括空气温度、风速风向和云量。在终压之前,环境条件会影响沥青层中的热量流失。
基层	基层通常是路面结构中沥青材料的第一层。基层通常含有较大骨料,摊铺厚度为 75 mm (3") 或更厚。
间断级配混合料	对于间断级配混合料,所用骨料等级包含从大至细的各种颗粒,其中缺少部分中间尺寸颗粒。间断级配混合料具有大量骨架接触结构,具有渗透性。
胶黏剂	胶黏剂由摊铺级油液、水和乳化剂组成。在摊铺之前将胶黏剂涂抹在表面上,可帮助提高层面之间的粘合性。
结合料层	结合料层是摊铺在基层上面的沥青材料。结合料层含有中间尺寸的骨料,通常为 50 - 100 mm (2 - 4") 厚。
静态压力	静态压实的计算是用轴负荷除以钢轮或橡胶轮胎接触沥青层的面积。静态压力用千帕或磅每平方英寸表示。
静线压力	静线压力的计算是用轴负荷除以钢轮宽度。静线压力表示为千克每厘米或磅每英寸。
聚合物改性沥青	聚合物是一种化合物,具有相似连接的分子链形式。将聚合物添加至沥青水泥以提高层面在高温下的强度,以及在低温下的弹性。聚合物改性沥青水泥具有较高的粘度。
开放级配混合料	开放级配沥青材料所含骨料的尺寸很少,其中缺少部分中间尺寸骨料。改性沥青水泥通常是设计的一部分。有大量的骨架接触结构。
冷却曲线	冷却曲线时在层面温度、材料类型和环境条件的基础上形成的沥青层热量流失时间图表。
离析	离析与沥青摊铺相关,是沥青混合物中的较大骨料从较小颗粒中分离,并在该层形成较大骨料带状区。
理论最大密度	理论最大密度是在试验环境下采用反复的可控方式压实后,一定量的沥青材料的重量。
沥青	沥青是一个通称,用于描述沥青摊铺材料,有时也叫做热拌沥青或温拌沥青。

沥青材料	沥青材料是骨料、沥青水泥和特定添加剂的结合。沥青材料由沥青厂生产。
热拌混合料	沥青厂在 149 – 177° C (300 – 350° F) 之间生产的沥青材料。
温拌混合料	沥青厂在低于热拌混合料 38° C (100° F) 的温度下生产的沥青材料。
沥青混凝土	沥青混凝土是用于描述沥青摊铺材料的另一个词语。
沥青水泥	沥青水泥是用于沥青摊铺材料生产的油液。
裂筒	在裂筒沥青压路机上, 钢轮被从中间分开。转向与推进速度同步, 可以使钢轮半侧的运行速度高于或低于另外半侧。裂筒适用于对死胡同等紧凑转弯半径进行压实的应用。
轮廓	轮廓是路面结构的横断面, 更准确的说是用于排水的路面横坡。
轮罩	轮罩是用于轮胎压路机的选件。轮罩包裹在前后机轴上, 帮助橡胶轮胎保持热量并将沥青粘连量将为最低。
密度	密度是一定材料量的重量, 通常表示为千克每立方米或磅每立方英尺。
密度测试仪	密度测量仪用于在项目中测量密度, 进行测量时, 沥青材料仍然具有足够热量, 可以对密度做出调整。质量控制技术人员在项目中校准和使用测量仪。
密级配混合料	密级配混合料由各种尺寸的骨料、沥青水泥和细土制成。较大的骨料被细土和沥青水泥组成的胶泥环绕。
敏感区	敏感区是一个温度范围, 在此范围内沥青层具有温度敏感性, 会在钢轮下方发生移动, 而不会在钢轮下方联结。
磨损层	磨损层、磨耗层或表面层是路面结构的最后一个层面。通常是最薄的一层, 也被设计成为最坚硬的一层。
内部摩擦	内部摩擦是沥青层中的骨料产生的移动阻力。骨料的形状决定了内部摩擦量。
碾压	碾压是压路机在一个方向上从起点向滚动模式结束位置点或新滚动模式开始位置点进行的运动。在一些区域, 碾压是在相同的覆盖区域进行的向前和向后的运动。
碾压绘图	通过全球定位卫星进行碾压绘图是一些压路机的可选功能。操作员驾驶篷中的显示器向操作员显示机器在项目中的当前位置, 以及压路机是否已成功完成指定的滚动模式。
配水垫	配水垫可帮助向压路机钢轮表面喷射均匀的水量。
配重	配重是在压路机上添加或移除的重物, 用以改变压路机施加的静态压力。
偏心力	偏心力是一个工程计算值, 用偏心配重的质量乘以配重旋转的半径, 再乘以旋转速度的平方计算得出。偏心力与压实能量没有直接关系。

偏心配重	偏心配重是偏离中心的重物,位于振动压路机的钢轮中。偏心配重轴的快速旋转会形成各种力量,使钢轮发生振动并移动至沥青层。
频率	频率是钢轮击打沥青层的次数,以每分钟振动次数来计算。频率也可以是钢轮内侧的偏心配重轴的旋转速度。
低	40 – 46.7 Hz (2400 - 2800 次振动每分钟)
中	46.7 – 56.7 Hz (2800 - 3400 次振动每分钟)
高	大于 56.7 Hz (3400 次振动每分钟)
起动垫板	起动垫板是在熨平板降至起点前,置于摊铺机熨平板下方的木条或金属条。起动垫板的厚度应与被压实沥青层的压实率相同。
气隙	空隙是摊铺熨平板摊铺的沥青层带有的气穴。
切边器	切边器是可以安装在压路机钢轮上的一个附件。切边器可以修整沥青层的无侧限边缘,以形成用于接缝匹配的垂直断面和直线。
清洁剂	清洁剂是帮助防止沥青材料粘在钢面或橡胶面上的液体。由于会对沥青材料带来危害,在大多地方都禁止使用柴油等石油馏分。有各种生物降解清洁剂。
缺口楔面接縫	在摊铺熨平板端部安装接縫整形器会形成缺口楔面接縫。通常在指定采用缺口楔面接縫时,是为了避免形成可能会通车的大型垂直无侧限边缘。
设计系数	设计系数是沥青层厚度和沥青层中最大骨料尺寸之间的比率。多数公共工程部门要求层面厚度和骨料尺寸比率至少为 3:1。设计系数越高,压实过程越容易进行。
伸出量	伸出量是钢轮跨出沥青层边缘延伸的量。
石胶泥沥青	石胶泥沥青包含的几乎全是较大骨料、细土和改性沥青水泥。其中有骨架接触结构,但石块由较厚的含细土和粘性沥青水泥的胶泥所包裹。
试验段	试验段用于确认计划使用的滚动模式和设备能够达到目标密度并与摊铺生产相匹配。试验段可以是独立项目,也可以是摊铺项目的一部分。
水喷头	水喷头位于压路机钢轮的喷水管上。喷头在钢轮表面上形成扇形喷射,可防止热沥青黏在钢轮表面上。
梯队压实	梯队压实是在压实的一个阶段使用两台或多台压路机进行压实的滚动模式。
停止温度	在休止温度下,无法进一步实现密度的增加。休止温度因混合料设计而异,但休止温度通常为 85° C (185° F) 左右。
温度绘图	温度绘图是一些沥青压路机上的可选功能。红外温度传感器将数据发送至操作员驾驶台上的显示器。显示器可告知驾驶员滚动模式内的表面温度。
无侧限边缘	无侧限边缘是沥青层的边缘,该边缘是开放的,不受临近层面或沟渠的限制。

限定边缘	限定边缘是沥青层的一个边缘，受原来摊铺沥青的限制。两个层面的交叉处叫做纵向接缝。
楔面接縫	楔面接縫是锥形边缘，用于取代无侧限边缘上的垂直断面，可能会在此种边缘通车。在摊铺熨平板端部安装整形器会形成楔面接縫。
修整阶段	终压阶段是最后一个阶段，目标是清除之前的压路机留在表面上的所有痕迹。初压阶段可能会使密度稍稍提高。
压实	压实是通过使骨料连锁接触来减少沥青材料层中的气隙，并形成负载强度的机械过程。
岩心样本	岩心样本是质量控制人员取下并带至实验室进行质量分析的一小部分冷却的已压实沥青层。
有效率因数	计算压路机用于补偿补水停止和非振动倒退的作业速度时应使用有效率因数。压路机通常使用的有效率因数为 75% 至 85%。
粘度	粘度是液体在给定温度下的流率。沥青材料中所用的沥青水泥的粘度受到温度和沥青水泥中混入的添加剂的影响。在进行压实时，沥青水泥的粘度越高，压实过程越困难。
粘连沥青	粘连沥青一词用于描述粘在钢轮或橡胶轮胎上的热沥青。
找平层	找平层是摊铺在铣刨表面上较薄的沥青材料层，目的是恢复轮廓和提高平整度。
振动	振动是一种动态的压实力。振动可帮助沥青中的骨料重新定位并实现更紧密的接触。钢轮内侧的偏心配重开始快速旋转时会发生振动。
振动熨平板	振动熨平板可在熨平板碾压沥青层时，向该层传输振动力。熨平板振动可小幅增加沥青层的密度，也有助于时表面纹理更加紧密。
振幅	振幅是钢轮移动至铺层中的距离。振幅是振动钢钢轮压路机所生冲击力的关键测量要素
低	钢轮的移动量在 0.25 – 0.5 mm (0.01 – 0.02") 之间
中	钢轮的移动量在 0.5 – 0.75 mm (0.02 – 0.03") 之间
高	钢轮的移动量超过 0.75 mm (0.03")
质量分析	质量分析是在实验室或其他可控环境中对沥青材料和项目的其他特定方面进行测试、测量和分析。
质量控制	质量控制是在进行作业期间于作业现场对沥青材料和项目的其他特定方面进行的测试、测量和分析。
中间阶段压实	压实的中间阶段发生在初始阶段之后，在此时的温度区沥青仍然较热，可以提高密度。中间阶段应达到最终密度目标。



中心温度	中心温度是将探针插入沥青层中心测得的温度。中心温度始终高于表面温度，是真正的沥青层可加工性指标。
轴负荷	轴负荷是施加在钢轮或橡胶轮胎上的总重量。
纵向接缝	纵向接缝是两个沥青层沿平行于摊铺方向的边缘形成的交汇处。
热/冷接缝	靠近冷却的已压实沥青层摊铺热沥青层会形成热/冷纵向接缝。
热/温接缝	靠近刚刚摊铺的铺层摊铺热沥青层会形成热/温纵向接缝。
热/热接缝	两台摊铺机以梯队模式摊铺相邻的两个铺层会形成热/热纵向接缝。
最终结果技术规范	最终结果技术规范是书面质量控制/质量分析规范，用于路面质量、密度和沥青混合料合规性的测量。













**CATERPILLAR®**