

IC-50 Articles – No. 02-02

风风雨雨 50 载系列之二——智能压实的现状与困境 (2)



2. 流行的智能压实

上文给出了智能压实应该具备的能力，那么现在流行的智能压实又是怎么样呢？图 2 给出了答案。

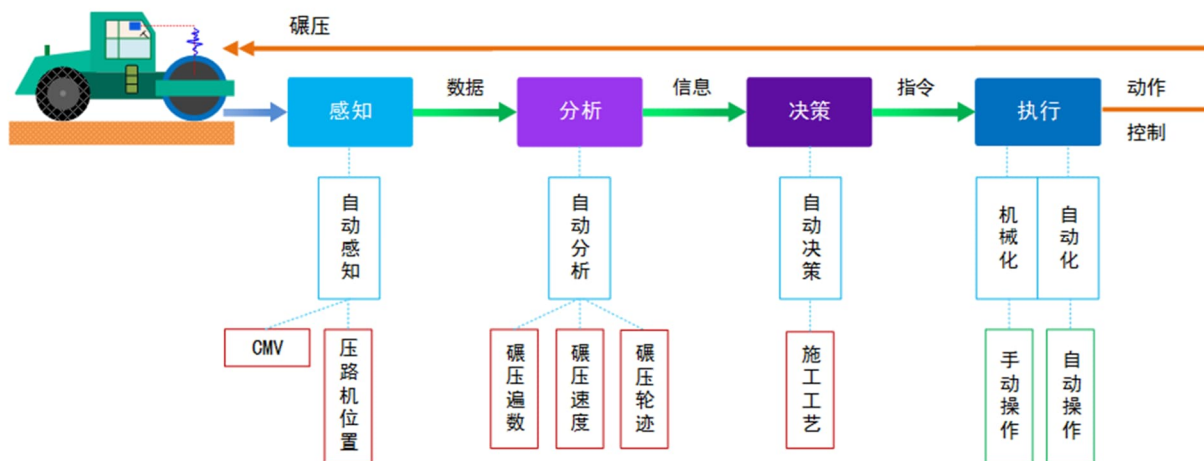


图 2 流行的智能压实的内容与实现方式

在图 2 中，“感知”到的主要信息是压路机的位置（CMV 仅作为参考），这是通过高精度 GPS 实现的（如 RTK）。通过一定的算法，可以自动“分析”压路机的碾压遍数、碾压速度、碾压轮迹，这也是这类技术进行碾压控制的主要内容，属于施工工艺控制（注意，碾压遍数、碾压速度、碾压轮迹都属于施工工艺，并不是压实工艺，压实工艺是指压路机的振动质量、激振力、振动频率等）。

这种施工方案的“决策”也很简单，就是根据事先设定的目标值——给定的[碾压遍数]、[碾压速度]、[碾压坐标]，判定实际的碾压遍数、碾压速度、碾压轮迹是否达到了目标值，以便发出是否继续碾压、在什么位置碾压的指令。保证每一点的碾压遍数相同是这类技术的一个主要特点。

对于普通压路机，“执行”就是驾驶员根据决策指令来操纵压路机进行的碾压作业；对于自动行走的压路机，“执行”就是机器（如马达）驱动压路机自行碾压。需要注意的是，目前这两种方式都不涉及如何改变压实工艺参数的问题，都是按照事先设定的压实工艺参数工作的。

根据对全球智能压实应用市场的调查，目前流行的智能压实以“压实计（CMV）+GPS”组合方案为主，再加上最新的自动驾驶（极少量，实验性应用为主）。在这类方案中，由于 CMV（L1 级技术）众所周知的原因，真正唱主角是 GPS（全球卫星定位系统），于是出现了图 2 所示的情况，智能压实变成以控制碾压遍数、碾压速度、碾压轮迹为主的信息化施工（也有人称之为数字化施工，目前各种新名词繁多，但不要被迷惑，要透过现象看本质）的一部分了。

在这种情况下，其实压实计是可以取消的，因为通过 GPS 就可以控制碾压遍数，显示碾压速度和碾压位置了。没有必要还要装配压实计，从而提高使用价格。因为 CMV 具有不确定性，也许对压实质量的监控会起相反的作用。

3. 困境

严格地讲，图 2 给出的技术方案与智能压实并无太多的关联。虽然也称之为智能压实，但距离真正的智能压实还相差很远，对压实质量的提高帮助并不大，有些时候还可能起到相反的作用。下面对碾压遍数、碾压速度、碾压轮迹的作用进行简要分析。

控制碾压遍数起源于对填石和碎石土的压实质量控制，是在传统点式检测（密度和模量检测）无法进行的情况下，不得已而采用的经验法，使用条件非常苛刻——要求填筑层、下卧层、压路机工艺参数要与试验段的完全相同（参见丛书的[智能压实](#)分册，P130-131）。只有满足这些要求，通过试验段确定的碾压遍数才是有效的。但在实际工程中，若想完全满足上述这些要求，几乎是不可能的。由于填料的变异性，如果采用相同的碾压遍数进行碾压，得到的压实质量一般都是不均匀的，有的区域存在不合格的风险。因此，碾压遍数不是一个定数，而是一个需要优化的量！

对于碾压速度，由于压路机出厂时已经进行了设定，一般分为几个固定的档，碾压时大都采用 2 档（速度大约为 3km/h 左右，确定原则是振动轮在单位时间内、单位长度上的有效作用次数不小于 3 次，参见丛书的智能压实分册），驾驶员不需要特别操作（实际也控制不了）。所以，通过 GPS 来控制碾压速度基本上是行不通的，只是显示一下速度而已。

通过 GPS 来控制碾压轮迹（位置）是一个不错的选择，不但可以确定碾压路线和轨迹（特别是在碾压沥青路面、碾压轮迹不清晰的时候，也包括夜间施工），还可以精确地确定压实质量分布图，对于填筑厚度也可以通过竖向坐标进行控制。GPS 对于提高压实质量是有帮助的，对于自动化施工更是不可或缺的。因此，智能压实与卫星定位系统结合起来使用是有益处的。

在以控制碾压遍数、碾压速度、碾压轮迹为主的信息化施工盛行的同时，也一直有重视压实质量本身的声音存在，也强调要压实程度控制和压实均匀性控制（这是与控制碾压遍数相矛盾的），但遗憾地是，从现场实际使用的压实控制系统来看，绝大部分采用的仍然是 L1 技术，在很多时候并没有真正反映压实质量（由于很少进行相关校验的对比试验，这就导致即使采用 CMV 控制压实质量，

也不知道控制的是否正确，给施工质量带来了长久的隐患），这就导致智能压实不好用的说法依然存在。

“压实计+卫星定位”的流行，一方面让大家普遍知道了智能压实这个名字；另一方面也让很多人误认为只是增加了碾压遍数和碾压轮迹的控制而已。基于这些原因，尽管这种方案流行，但在某种程度上也让智能压实背上不能控制压实质量的包袱，致使很多建设单位不愿意采用这项技术。

智能压实走到今天，与压实计密不可分。所谓成也压实计，败也压实计。压实计的出现，开拓了人们的视野和研究思路，这是毫无疑问的。但它的局限性也造成了太多的负面影响，困境一直缠绕着众多使用者。

当然，也有少量的 L3 级的高级智能压实技术也在应用，并且得到了用户的好评，只是市场占有率很低而已，其主要原因在于它的算法未被公开，与特定压路机捆绑在一起，价格昂贵等，这是高级智能压实技术没有得到普遍应用的根本原因，在很大程度上也是造成目前困境的主要原因之一。

综上所述，无论是由于技术级别低（L1 级）造成的智能压实困境，还是高级技术（L3 级）壁垒造成的困境，现在都到了需要被打破的阶段，并且这种窗口也已经出现了。需求决定一切，只要工程建设有需求，相信智能压实很快就会走出困境，迎来更好的蓬勃发展期，并会助力施工自动化的快速发展。