

IC-50 Articles – No. 06-01



解析智能压实系列之三：补充——填料、摊铺、碾压和控制的现状与改进 (1)

作者：徐光辉



在上一篇文章中，我们对填筑体的性能进行了归纳总结，提炼出刚度是最要的性能指标。本篇简要介绍填筑工程施工过程中关键环节的现状和可能采取的改进措施（[这里只列出了部分，欢迎大家补充完善](#)）。通过了解这些，使我们能更深刻地体会到加强过程控制的必要性。

1. 施工阶段现状

填筑工程的“产品”是填筑型的结构体（简称填筑体），它的施工（制造）过程是按照材料→摊铺→碾压→填筑体这样的顺序进行的，如图 1 所示。其中材料（包括选料与生产）、摊铺、碾压、控制是它的四个关键环节。

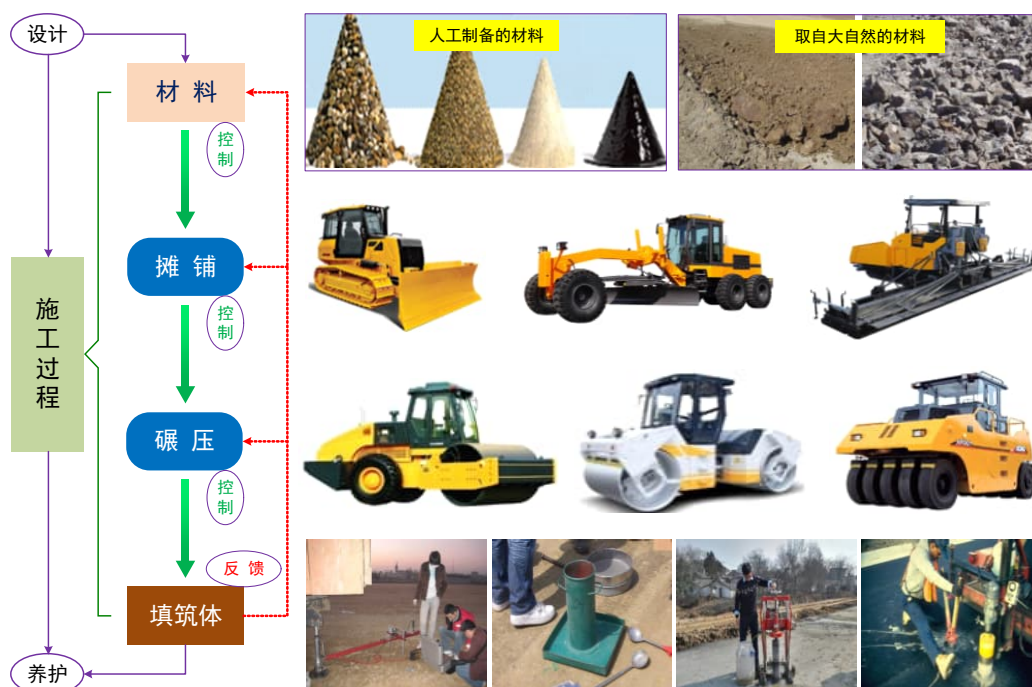


图 1 填筑工程施工过程中的关键环节

填筑型结构体包括铁路路基，公路路基、基层和面层，机场道面等，它们都是采用散体材料，经过摊铺碾压（在路基施工中，很多时候也将摊铺与碾压合称为碾压阶段）而形成的。虽然在设计阶段经过了精心设计，但毕竟还是纸上谈兵，还需要落实到施工阶段。

施工阶段是“产品”的形成阶段，如同工业界的机械制造是一样的道理，只是名称和具体工艺不同而已。

- ✧ 在工业界，机械制造的关键环节是材料、制造过程和质量控制（目前都是采用闭环在线形式的反馈控制或智能控制）；
- ✧ 在工程界，工程施工的关键环节是填料（材料）、碾压过程（包括摊铺）和质量控制（目前以开环形式的结果控制为主）。

将工程施工过程与机械制造过程比较一下便可以发现，在工业界早就实现了自动化的今天，工程自动化才刚刚起步，还远没有达到工业界的水平，当然这与工程对象的复杂性有很大的关系，后面会专门讨论这个问题。下面先了解一下这几个环节的现状。

（1）材料选择与生产

修筑路面和基层的材料（混合料）都是经过设计的，其生产过程也不复杂——将几种不同规格的材料，在拌合站中进行加工，成为符合设计要求的混合料，再运输到现场进行摊铺碾压。

这种由人工制备的做法基本上都可以满足设计要求，质量控制也容易进行。目前存在的主要问题可能是离析，这是一个比较复杂的问题，与材料设计和施工工艺都有关。至于设计本身是否合理，在这个阶段并不能反映出来，需要在修建完填筑体并投入运营后才可以观察到。

对于修筑路基的材料，一般都是取自天然，基本上谈不上设计，大都处于“有什么料就用什么料”的状况，只有遇到特别不好的材料时（如含水率特别高的粘性土），才采用改良的措施。目前存在的主要问题有：

- ✧ 粘性土的最优含水率不容易控制到位；
- ✧ 粗粒料的级配没有定量规定，只要求级配良好，导致现场难以具体实施；
- ✧ 粗料与细料混合在一起时，其均匀性没有得到很好的控制，人为造成了不均匀分布。

（2）摊铺

基层和面层材料的摊铺都是采用摊铺机进行的，其摊铺厚度可以得到较好的控制，基本上实现了反馈控制。

目前存在的主要问题有两个，其一是混合料的离析，这种现象在基层和面层中都存在；其二是如何通过调整摊铺机的工艺参数来提高沥青面层的初始压实质量。

对于路基，摊铺环节一直没有得到重视。虽然也实现了机械化作业（如平地机），但没有实现对摊铺过程的反馈控制，特别是对粗粒料（如碎石土），致使粗料与细料的混合和分布呈不均匀状态。

实践证明，由于摊铺造成的填料不均匀分布，在碾压阶段是很难完全消除的。解决不均匀性问题，不能仅靠碾压控制，还要重视摊铺环节。当然，材料选择是根源——如果原材料出现问题，无论采取什么措施，都是难以消除不均匀性的，并且在碾压环节也会显现出来，最终体现在成型的结构体上，造成不均匀支撑。

另外一个是路基的超厚摊铺（这种现象时有发生，甚至出现 80cm~100cm 的一次性填筑）。对于路基的填筑厚度，目前以 30cm 为主。随着压路机吨位的越来越大，再增加一点厚度也应该是可行的。但是，现在的检测方法和设备，都是基于当前填筑厚度设计的，如果厚度增加，这些都需要重新修正，谈何容易！

题外话——很多上部结构出现的问题都与路基有关联，但路基部分往往得不到应有的重视。直到今日，还有相当多的人将路基看成是土石方构造物而不是结构物，并且将路基与上部结构分开设计。

（未完待续）