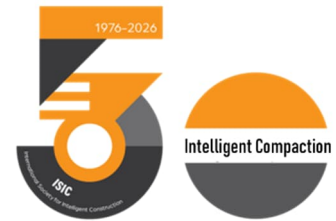


# IC-50 Articles – No. 05-01



## 解析智能压实之二：补充——填筑体的性能指标及内在联系（1）

作者：徐光辉



为了更好地理解在碾压过程中采用模量/刚度来加强过程控制的必要性（采用智能压实的必要性），在正式介绍智能压实技术之前，我们首先对填筑体的性能与压实质量控制指标之间的关系做一个简单的梳理，具体内容包括表征填筑体性能的指标有哪些，压实验收指标，压实过程控制指标，传统点式检测的利与弊，在什么样的情况下可以取消压实度等。这些内容在《[智能压实](#)》中已经进行了详细论述，这里再简要地归纳和说明一下，分若干期发表。

### 1. 表征填筑体性能的指标有哪些

对于公路、铁路、机场等交通基础设施而言，铁路路基、公路的路基路面、机场道面等都属于填筑型结构体（以下简称填筑体），其主要任务是均匀地支撑交通荷载（汽车、火车、飞机）的多次重复作用，保证在使用期不损坏。由此引出什么如何评价填筑体的问题，也就是采用什么指标来表征它的性能问题（主要是如何表征均匀支撑问题）。

所谓性能，是指系统要素（这里的系统为填筑体，要素为填料颗粒）之间相互关联所表现出来的特性和能力，是系统本身固有的性质。详见丛书《[导论](#)》分册第二章关于系统的论述。

对于同一个填筑体，表征其性能的方法和指标有很多，不同专业会有不同的表征方法和指标——搞化学的可以给出的一套指标，搞土力学的也可以给出的一套指标，但二者的指标体系可能会截然不同。

从交通基础设施的角度看，填筑体主要是承受交通荷载和自然因素（水和温度）的重复作用。根据这种需求，可以采用四个指标来表征其性能，即强度，刚度，稳定性，均匀性，归结为两个“[抵抗](#)”、两个“[保持](#)”，如图1所示。

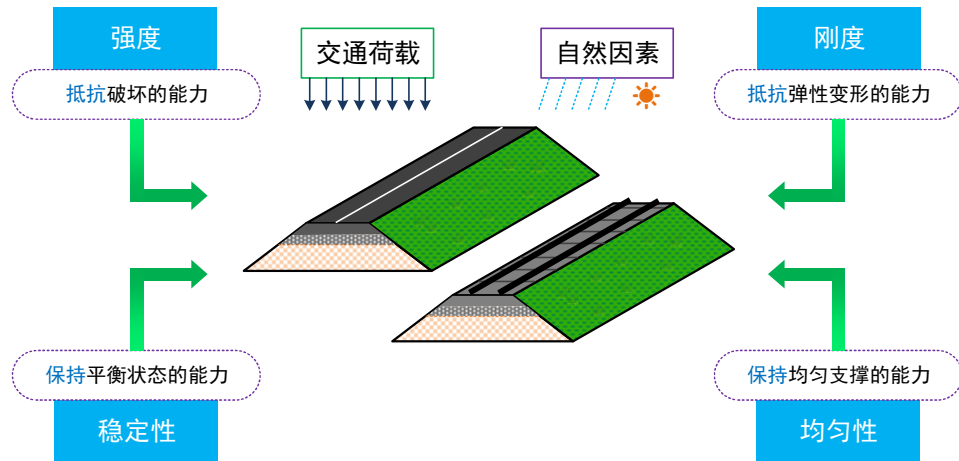


图 1 填筑体的性能指标

在结构力学中，强度、刚度、稳定性是表征结构体力学性能最重要的三个指标。这三个指标同样适用于填筑型结构体。但需要注意，要根据结构体受力特点，正确理解这几个指标的含义。

对于强度，在一般结构体中就是承受荷载的极限能力 $[\sigma]$ ，但在道路工程中，它的真正含义应该是标准轴载的作用次数（说明，《智能压实》书中提到的强度确定方法，是从土力学角度给出的，并不适用于道路结构体强度的确定，P3），实际就是使用寿命的含义。

刚度用来表征填筑体抵抗弹性变形的能力。在弹性理论中用弹性模量来代表刚度。对于填筑体，由于它并不是理想的弹性体，由此引出多个模量的概念，主要包括回弹模量  $E$ ，二次变形模量  $E_{v2}$ ，动模量  $E_{vd}$ ，温克尔地基反应模量  $K_{30}$ （也称作地基反力系数）。至于到底用哪个模量来表征刚度，不同国家、不同领域的选择都不相同，没有统一要求。中国公路采用回弹模量  $E$  用于力学计算，中国铁路采用  $K_{30}$  用于压实质量控制，欧洲则使用二次变形模量  $E_{v2}$ ，动模量  $E_{vd}$  主要用于碾压过程控制。

稳定性是填筑体的物理力学性质不随时间发生显著变化的性质，实质就是保持平衡状态的能力，或者说是抗干扰能力。稳定性通常是指力学稳定性——在交通荷载作用下，填筑体的刚度不随时间而发生显著变化。但对水敏感的材料（如粘性土），要增加水稳定性（由此引出压实度的概念，也称作压实系数）；对温度敏感的材料（如沥青混合料），要增加温度稳定性（由此引出表征沥青混合料高温与低温特性的多个指标）。之所以增加水稳定性和温度稳定性，主要是为了保证填筑体在遇到水或温度变化时，其力学性能（刚度）不要发生显著的变化，可见实质还是力学稳定性的问题，只是多考虑了自然环境的影响。

均匀性是针对公路和铁路这类“线状”工程而提出的。如果修建完成的填筑体性能（主要指力学性能）在平面上是不均匀分布的，就意味着强度和刚度发生了变异，失去了均匀支撑的能力。在行车荷载的反复作用下，性能薄弱区域就会产生较大的变形，严重时可能会发生剪切破坏（沉降，永久变形），给上部结构和行车带来安全隐患。鉴于上述原因，在修建过程中需要控制压实质量的均匀性（有定量的判别方法，详见后续文章），将不均匀性消灭在修建阶段。

以上是针对交通基础设施中填筑型结构体的特点而提出的四个性能指标。对于已经修建完成的结构体，如何在现场获取这四个指标也是一件不容易的事。