

可以合理增加楼板的荷载能力吗？

作者：赖玟璇博士 | 2023 年 8 月 31 日

在很多客户购买轻型仓库后，他们向我们提出了把活荷载从 10kN/m^2 （轻型仓库）提升至 $15\text{--}20\text{kN/m}^2$ （重型仓库）。只增加楼板的承载重量并不是一项容易的任务，因为工程师在设计结构时已经根据预期的使用而设计了足够的活荷载。工程师在设计时已经预测了结构的活荷载能运用在哪一方面。事实上，没有任何工程师会过度设计结构除非客户提出额外要求。除此之外，重型机械/设备或增添储存重物的货架也是另一些增加楼板承载重量的原因。

在建筑和结构中的荷载分为两种类型那就是垂直荷载和横向荷载。垂直荷载是指所有重力即向下的荷载。另一方面，横向荷载是指所有重力在建筑或结构水平方向即侧向的荷载。垂直荷载的例子是恒荷载和活荷载，而风荷载是建筑和立式结构通常会经历的横向荷载。静荷载是始终都会存在于结构上的永久性荷载。静荷载包括墙体、地板梁、柱子以及连接到结构的永久性固定装置的自重。对地板和屋顶在临时基础上承受的负荷被视为活荷载。这包括了移动中的人们、家具、机械和设备的荷载。风荷载正如其名所示，是结构所需要承受由风所引起的横向荷载。对于高而纤细的结构来说，风荷载更为关键，因为在极端情况下，它可以造成过度挠曲甚至倾覆原有的结构。

在某些情况下，客户计划增加楼板的使用承载力，例如把轻型仓库提升至重型仓库。在这种情况下，如果在建筑物设计阶段中没有预留额外的承重能力，现有的结构构件，例如楼板、梁、柱和地基不足以承受额外的荷载。为了支撑额外的荷载强化结构是需要被提前预计的。需要强调的是仅仅加固楼板是不足以支撑额外的荷载的，荷载会如图下转移所以还需要加固其他结构构件，如柱、梁和基础。

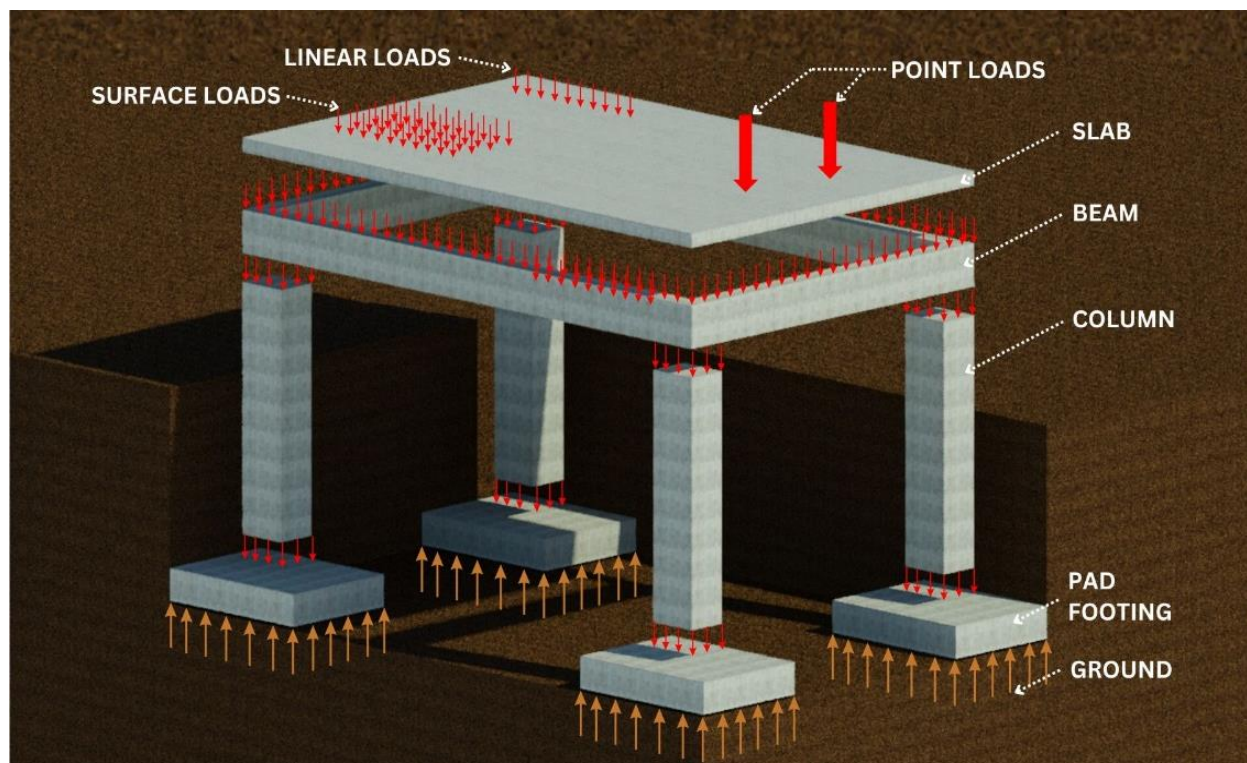


图1：荷载通过地基从结构构件转至地面

以上的图展示了从结构楼板到基础的荷载轨迹。在钢筋混凝土结构的设计理念中，楼层的荷载通常从楼板传至梁，从梁传至柱。最终，柱将上部结构的荷载传至支撑结构的地基上。因此，如果楼板打算承受更多的额外荷载，其他结构构件也需要加固。

其中一个强化楼板和梁的例子是纤维增强聚合物（Fiber Reinforced Polymer, FRP）。预制的纤维增强聚合物元素非常坚硬也无法在现场以弯曲的形态包裹着梁。在纤维增强聚合物的系统中，最常见用于强化混凝土的应用是基于碳纤维（Carbon Fiber Based, CFRP），因为具有高机械性能、高抗拉强度、高刚度、和良好的耐久性^[1]。预制的碳纤维条和板材普遍会被运用在表面是直线或轻微弯曲的地方，例如楼板和梁的顶部或底部^[1]。

对于基础系统，我们可以通过增加板的厚度/承重力与与桩结合来将无悬浮板转变成筏式桩基础。以下的步骤能验证结构元素是否需要强化。

- a. 研究和理解竣工结构图（钢筋混凝土结构/钢结构）；
- b. 进行结构建模和验证来获取每个结构构件的最大限度的承载能力；
- c. 比较因额外活荷载所引起的每个结构构件的初始结构承载能力与新的结构承载能力；
- d. 验证是否需要对上部结构/下部结构进行强化。

总而言之，增加板的承载能力是行得通的，但前提是我们需要验证整个结构的构件来决定是否需要强化工作。假如客户有意愿将轻型仓库提升至重型仓库，强化工作的成本也是需要考量的重要因素之一。在某些情况下，新建结构的成本可能低于强化结构。因此，在决定是否进行任何强化工作之前，需要熟练的土木工程师在初步阶段进行结构调查和研究。

赖玟璇博士

首席执行官/创始人

IPM 环球集团

参考文献:

[1] Tarek.A (2015). Strengthening of concrete structures using FRP composites. Retrieved on 31st August 2023 from <https://www.structuremag.org/?p=8643>

**本中文译本仅供参考之用。如中文译本之文义与英文原文有歧义，概以英文原文为准。