

# 基础桩形式的比较研究

方志胜

安徽省建筑工程质量第二监督检测站, 安徽省建筑科学研究设计院

**摘要:** 本文对各种基础桩形式进行比较研究, 从设计原理、施工方法、成本效益、工程实例、适用范围和环境影响等六个方面进行详细的分析和讨论。本文旨在为工程设计者、施工单位和相关行业从业者提供一个全面了解各种基础桩形式的优缺点及其应用的参考依据, 以便在实际工程项目中选择最适合的基础桩形式。

**关键词:** 基础桩; 设计原理; 施工方法; 成本效益; 适用范围; 环境影响

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.03.043

## 引言:

基础桩作为重要的建筑基础结构, 其选择和设计直接关系到建筑物的稳定性和安全性。本文将对常见的基础桩形式进行比较研究, 从设计原理、施工方法、成本效益、工程实例、适用范围和环境影响等方面全面的分析和讨论, 为工程实践提供有益的参考。

## 一、设计原理

基础桩作为一种重要的基础结构形式, 根据不同的设计原理可以分为摩擦桩、端承桩和摩擦-端承复合桩三种类型。不同类型的基础桩适用于不同的地质条件和工程要求。下面将详细讨论这三种基础桩的设计原理。

### (一) 摩擦桩

摩擦桩是利用土与桩体之间的摩擦力将荷载引入地下的一种基础桩形式。摩擦桩的设计原理是利用桩与土壤间的侧摩擦力来承担工程荷载。在荷载作用下, 土壤与摩擦桩的侧摩擦力随深度增加而增大, 从而形成一种沉降小、稳定性高的基础结构。摩擦桩适用于地层较稳定、荷载不太大的场合。

### (二) 端承桩

端承桩是利用桩端承受荷载的一种基础桩形式。端承桩的设计原理是将荷载引入桩底, 通过桩底承载力将荷载传递到地下。在荷载作用下, 桩底受到的强制力和地下土壤的反力之间形成一种平衡, 从而形成一种沉降小、稳定性高的基础结构。端承桩适用于荷载较大、地下土层稳定的场合。

### (三) 摩擦-端承复合桩

摩擦-端承复合桩是结合摩擦桩和端承桩两种设计原理的一种基础桩形式。摩擦-端承复合桩的设计原理是在地质条件较差的地区, 同时利用摩擦力和端承力的双重优势, 提高基础桩的承载力和稳定性。在荷载作用下, 通过桩身与土壤之间的摩擦力和桩底的承载力共同承担荷载, 从而形成一种可靠、高效的基础结构。

## 二、施工方法

### (一) 钻孔灌注桩

钻孔灌注桩是一种常见的基礎桩形式, 其施工方法是在地面上钻孔, 将钢筋混凝土灌注进孔洞中, 形成一种坚固的桩体。钻孔灌注桩的设计原理是利用灌注混凝土的挤压力和周围土体的摩阻力来支撑建筑物的荷载。这种桩的优点在于灌注混凝土的强度高, 桩的直径和长度可以根据建筑物的荷载要求进行设计和施工。同时, 钻孔灌注桩施工便捷, 可以适应不同的土质和荷载要求。但其缺点在于施工时需要较高的技术水平, 施工周期较长, 成本较高, 且灌注混凝土可能会对周围环境造成影响。

### (二) 静压桩

静压桩也称为挤压桩, 其施工方法是在地面上钻孔, 将钢筋混凝土预制桩体沿着孔壁缓慢地压入地下, 直至达到设计深度。静压桩的设计原理是通过桩体的摩擦阻力和端承力来支撑建筑物的荷载。这种桩的优点在于施工效率高, 桩身强度较高, 桩身长度可以根据需要进行设计和加长。同时, 静压桩施工对地面的影响较小, 适用于地下水位较高或土层较松软的场地。其缺点在于静压桩的承载力较小, 难以应对大荷载要求, 且桩长较长时施工难度加大。

### (三) 打入桩

打入桩是一种施工简便的基础桩形式, 其施工方法是通过打击沿着孔壁预制好的钢筋混凝土桩体, 将其逐渐驱入地下, 直至达到设计深度。打入桩的设计原理是通过桩体的摩擦阻力和端承力来支撑建筑物的荷载。这种桩的优点在于施工方便, 桩体精度高, 承载力较大, 适用于多种地质条件和荷载要求。同时, 打入桩施工对环境的影响较小, 且成本相对较低。

## 三、成本效益

在建筑工程中, 成本效益是一个非常重要的考虑因素。基础桩作为建筑物的重要组成部分, 其成本效益影响着整个工程项目的成本和投资回报率。本节将从施工周期、材料与人力成本、维护及长期性能三个方面来分析不同基础桩形式的成本效益。

### (一) 施工周期

施工周期是基础桩的一个重要考虑因素。一般来说, 施工周期越短, 对于整个工程项目的投资回报率越有利。在不同的基础桩形式中, 施工周期有所不同。其中, 钻孔灌注桩的施工周期相对较长, 需要进行钻孔、钢筋安装、混凝土灌注等多个步骤, 需要较长的时间来完成。而静压桩和打入桩的施工周期相对较短, 可以更快速地完成施工。

### （二）材料与人力成本

材料和人力成本是基础桩的另一个重要考虑因素。不同基础桩形式需要的材料和人力成本也有所不同。其中，钻孔灌注桩的材料和人力成本相对较高，需要使用大型机械设备进行施工，并需要用到大量混凝土和钢筋等材料。而静压桩和打入桩的材料和人力成本相对较低，施工过程相对简单，不需要使用大型机械设备。

### （三）维护及长期性能

维护及长期性能也是考虑不同基础桩形式成本效益的重要因素。不同基础桩形式在维护和长期性能方面也存在差异。钻孔灌注桩需要进行定期的检查和维护，以保证其长期稳定性和安全性。静压桩和打入桩相对而言，其长期稳定性和安全性更为可靠，需要的维护和检查也相对较少。

## 四、工程实例

### （一）高层建筑工程

在高层建筑工程中，基础承载能力和稳定性是至关重要的，而基础桩则是实现这一目标的关键因素之一。一些高层建筑工程项目采用钻孔灌注桩作为基础桩的主要原因是其承载能力较高，适用于不同类型的土壤条件，并且施工方便快捷。此外，由于钻孔灌注桩可以进行多层、超深、大直径等不同规模的施工，因此在高层建筑工程中广泛应用。在上海的上海中心大厦项目中，为了满足其基础的承载和稳定要求，采用了直径1.5米、深度120米的钻孔灌注桩。在该项目中，由于施工现场面临交通、空间等限制，使用了大型特种设备和先进技术，保证了基础桩的施工质量和安全性。

在高层建筑工程中，另一个常用的基础桩形式是静压桩。相较于钻孔灌注桩，静压桩可以在施工现场制成，不需要运输到施工现场，因此更加适用于交通、空间有限的场所。在香港的ICC大厦项目中，静压桩被用于作为基础桩。由于ICC大厦位于深圳湾与九龙半岛之间的海滩上，地基条件复杂，因此采用了静压桩来保证基础的承载和稳定性。在该项目中，静压桩的施工是在水下完成的，具有高强度和耐久性，可以适应强风、强震等不利的自然环境，保证了大厦的安全稳定。

### （二）桥梁工程

在桥梁工程中，基础桩的选型和设计对桥梁的安全性和稳定性至关重要。常用的基础桩形式包括钢筋混凝土桩、预制桩、钢管桩等。其中，钢筋混凝土桩是最常用的基础桩形式之一，具有成本低、施工方便等优点。在青藏铁路藏南段布达拉宫大桥项目中，钢筋混凝土桩被用于作为桥墩的基础桩。由于该地区地形崎岖，土质较为复杂，因此钢筋混凝土桩被选用作为该项目的桩形式，具有抗压强度高、适应性强等优点。

钢管桩则是一种常用于桥梁工程的基础桩形式，其优点包括施工方便、承载能力强等。在深圳湾公铁两用

大桥的工程中，钢管桩被广泛使用。在施工过程中，采用了先挖掘孔洞，再灌注钢筋混凝土的方法进行施工，这种施工方法的优点在于可以提高基础桩的承载能力和稳定性，同时也能够降低施工过程中对环境的影响。

在桥梁基础加固工程中，常常需要对原有桥墩的基础进行加固。例如，在伊犁河大桥的改建工程中，为保证桥梁的稳定性和安全性，采用了增加桥墩基础桩数量和深度的方式进行加固。此外，在桥梁基础加固工程中，还常常需要使用复合桩等新型基础桩形式，以提高桥梁的承载能力和稳定性。

### （三）基础加固工程

在现有建筑物的加固工程中，基础桩是常用的一种加固方法。在一些老旧建筑物的加固中，由于原先的基础设计不合理或地基承载力不足等问题，会导致建筑物发生沉降、裂缝等情况，严重影响其使用寿命和安全性。因此，进行基础加固工程是非常必要的。

常用的基础加固桩形式包括钢筋混凝土桩、预制桩、灌注桩、加筋土壤桩等。其中，预制桩在基础加固工程中使用比较广泛，它具有工程周期短、施工方便、成本较低等优点。在实际工程中，预制桩一般选用长度在10米左右，直径在0.3m-1.2m之间的桩。在进行预制桩加固时，需要进行先进行场地勘察，确定基础的设计参数和预制桩的选型等，然后在施工现场进行钻孔或打洞，将预制桩嵌入地下并固定好。

此外，灌注桩在基础加固中也有着广泛的应用。灌注桩可以通过灌注钢筋混凝土或石灰土等材料，加强原有地基的承载能力，提高建筑物的稳定性和安全性。在进行灌注桩加固时，需要对施工场地进行勘察，确定桩的位置和深度，并确定灌注材料的比例和灌注方式。此外，灌注桩的施工还需要考虑到施工期间可能对周边环境造成的影响，如噪音和振动等。

## 五、适用范围

### （一）土质条件

土质条件是基础桩适用范围的重要考虑因素之一。不同类型的土层特性会影响不同种类的基础桩的适用性。对于软土层，摩擦桩是一种常见的桩形式，它主要依靠桩身与土壤侧面摩擦力来承担荷载。而对于硬质土层，端承桩则更为适用，它主要靠承担土层端部的荷载来支撑建筑结构。在一些复杂的地质条件下，比如地层中存在岩石或冻土，就需要综合考虑多种桩形式的适用性，选择最为合适的基础桩形式来满足建筑物的荷载要求。此外，基础桩的直径和长度等参数也会影响其适用性，需要根据具体土质条件和建筑要求进行科学的选择和设计。在实际的基础桩施工中，应该根据具体的土质条件，采取合适的基础桩形式和相应的施工方法，以确保建筑物的安全和稳定。

### （二）荷载需求

基础桩的选型需要考虑到建筑物的荷载需求,包括垂直荷载和水平荷载。对于垂直荷载,一般采用端承桩,可以将荷载通过基础桩顶部传递到土层底部。而对于水平荷载,一般采用摩擦桩,可以通过桩与土壤间的摩擦力来承担荷载。需要注意的是,在荷载较大的情况下,需要采用摩擦-端承复合桩或加密基础桩排列方式。

### (三) 地下空间限制

基础桩的选型与地下空间的限制密切相关。地下空间的限制可能会限制基础桩的长度、直径和数量等。因此,在选择基础桩形式时,需要综合考虑地下空间的限制条件,以确保基础桩的施工质量和结构稳定性。一些基础桩形式需要钻孔和注浆,如果施工现场地下空间狭小,施工难度和施工周期都会增加。此时,需要选择较为紧凑的基础桩形式,如钻孔灌注桩、静压桩等。这些基础桩形式可以通过压实土壤或注浆来承载荷载,其施工难度相对较小,适用性更为广泛。而在空间较为宽敞的场地,可以选择钢管桩、钢筋混凝土桩等基础桩形式,这些基础桩形式的承载力较大,结构更为稳定,能够满足更高的荷载需求。因此,基础桩的选型需要根据具体情况进行综合考虑,以保证基础桩的适用性和稳定性。

## 六、环境影响

### (一) 噪声与振动

基础桩施工所产生的噪声和振动对周围环境和人体健康可能会造成负面影响。特别是在城市等噪声环境敏感的区域,需要更加注意噪声和振动的控制。因此,在进行基础桩施工前,需要对周边环境和施工要求进行噪声和振动的评估,以制定相应的控制措施。

在实际施工中,有多种方法可以减少噪声和振动的产生。例如,可以采用降低钻机转速、设置减振器等技术措施来减少噪声和振动的产生。同时,也可以在施工现场周围设置挡墙、采用垫层等方式来减少噪声和振动的传播,降低对周围居民和建筑物的影响。

### (二) 土壤与地下水污染

基础桩施工过程中可能会产生废弃物、废水等污染物质,这些污染物质如果没有得到妥善的处理和处置,可能会对周边环境和生态系统造成负面影响。尤其是在地下水和土壤污染问题上,需要更加重视。地下水和土壤作为地下水文系统的重要组成部分,对于环境和生态系统都具有重要的作用和意义。因此,在进行基础桩施工前,需要对周边环境和地下水、土壤等方面进行评估,制定相应的防范措施。

为了避免污染物质对地下水和土壤的影响,施工现场需要采取一系列防范措施。其中,围堰隔离、设置拦污沟等方法常用的防范措施之一。围堰隔离可以将施工现场与周边环境隔离开来,有效避免废水、废弃物等

污染物质的扩散。而拦污沟则可以拦截污水和污泥,减少污染物质的排放。此外,还可以采用地下连续墙等隔离措施,将污染物隔离在固定的范围内,避免其扩散。

除了采取防范措施,对于产生的废弃物和废水等污染物质,也需要进行分类、处理和处置。废弃物可以采用分类、分拣和回收等方法来减少产生量,并将不可避免的废弃物进行妥善的处理和处置。废水则需要进行预处理,将其中的污染物质去除后再进行排放。对于产生的废弃物和废水等污染物质的处理和处置,需要遵守相关的法律法规和环保要求,确保不对周边环境和生态系统造成负面影响。

### (三) 施工废弃物处理

在基础桩施工过程中,废弃物的产生不可避免。废弃物的种类和数量取决于施工所用的材料和方法。在进行基础桩施工前,需要对可能产生的废弃物进行评估,并制定相应的处理和处置方案,以减少对环境的负面影响。一般情况下,产生的废弃物包括混凝土、钢筋、泥浆等。其中,混凝土是产生的最主要的废弃物之一。处理废弃混凝土的方法可以包括破碎、再生、填埋等。回收和再生废弃混凝土不仅可以减少垃圾的排放,还可以降低资源的消耗。对于钢筋等金属材料,可以采用回收和再利用的方式,减少材料浪费和对环境的影响。此外,泥浆等废弃物也需要进行妥善的处理和处置,以减少对水资源和环境的污染。在实际施工中,施工单位需要制定相应的废弃物处理计划,并按照相关法律法规和环保标准进行处置,以确保基础桩施工不对环境和生态系统造成负面影响。

## 结论

通过对各种基础桩形式的比较研究,本文为工程设计者、施工单位和相关行业从业者提供了一个全面了解各种基础桩形式的优缺点及其应用的参考依据。在实际工程项目中,设计者和施工单位可以根据本文的研究成果,选择最适合的基础桩形式,以提高工程质量和安全性,同时降低成本和环境影响。此外,本文还关注了基础桩施工过程中可能对环境造成的影响,如噪声、振动、土壤与地下水污染等,并提出了相应的解决措施和预防方法,为实现绿色建筑和可持续发展目标作出贡献。

## 参考文献

- [1] 张伟, 花小民. 几种常见基础的沉降特征及仪器操作细节[J]. 山西建筑, 2007(14): 83-84.
- [2] 朱建文, 王嘉, 张建. 浅析布桩形式对复合地基置换率的影响[J]. 科技创新与应用, 2014(22): 298.
- [3] 方丽媚. 建筑物不同基础选型的沉降的探讨[J]. 住宅与房地产, 2018(36): 149.
- [4] 于泳. 现代建筑结构基础破坏形式研究及处理措施[D]. 天津大学, 2014.