

建筑施工中的基础类型

作者: 赖玟璇博士 | 2024 年 4 月 28 日

简介

建筑物通常由两个主要部分组成：上部结构（地面以上）和下部结构（地面以下）。基础被称为下部结构。它们通过提供关键的支撑和稳定性，确保结构能够经受住时间和环境压力的考验。根据土壤性质、建筑物类型和承载要求等不同因素，施工中使用不同类型的基础^[1]。本文将进一步讨论这些基础的重要性，并阐明它们的区别。

基础分类

基础通常分为两大类：

1. 浅基础：

浅基础是构造在地面附近，并将重量传递到相对较浅的地层（通常为 1 至 3 米）。这种基础类型通常用于轻型结构，如住宅、商店、保安室、小型工厂等，每根柱子的最大承载力不超过 50 吨。浅基础的最低要求是具有中等（坚实）上层土壤，这种土壤非常适合于低层建筑（< 5 层）^[2]。通过 JKR/Mackintosh 探测测试（JKR/Mackintosh Probe Test）来确定土壤的承载能力^[2]。

N (Blows/ ft)	Consistency	Unconfined Compressive strength (Ton/Sq Ft)	Unconfined Compressive strength (kPa)	JKR or Mackintosh Probe (Blows/ft)
2	Very soft	0.00 – 0.25	0.0 – 25	0 – 10
2 – 4	Soft	0.25 – 0.50	25 – 50	10 – 20
4 – 8	Medium (firm)	0.50 – 1.00	50 – 100	20 – 40
8 – 15	Stiff	1.00 – 2.00	100 – 200	40 – 70
15 – 30	Very stiff	2.00 – 4.00	200 – 400	70 – 100
Over 30	Hard	4.00	400	100

粘土土壤（粘土）

N (Blows/ ft)	Relative density	Allowable soil pressure (Ton/Sq Ft)	Allowable soil pressure (kPa)	JKR or Mackintosh Probe (Blows/ft)
0 – 4	Very loose	Not suitable	Not suitable	0 – 10
4 – 10	Loose	0.0 – 0.8	0 – 80	10 – 30
10 – 30	Medium	0.8 – 2.8	80 – 280	30 – 80
30 – 50	Dense	2.8 – 4.7	280 – 470	80 – 110
Over 50	Very dense	4.7	470	110

非粘土土壤（沙子）

下图展示了探测测试的击打次数/英尺与土壤承载能力之间的关系。

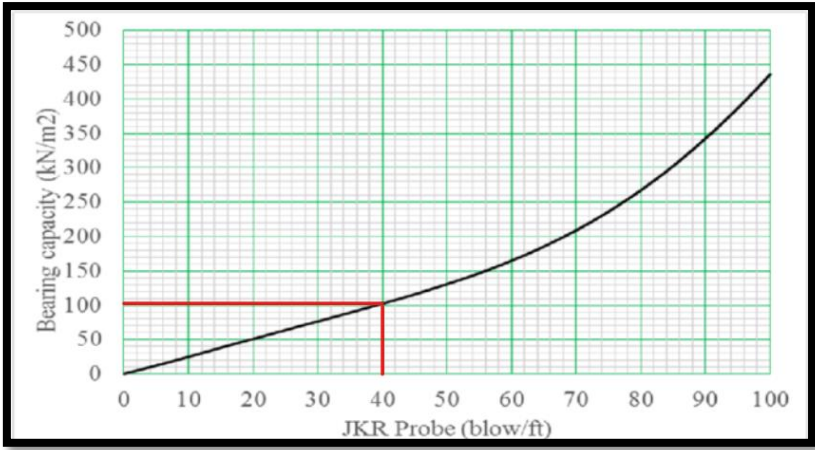
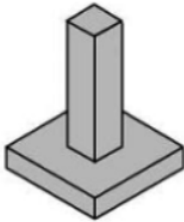
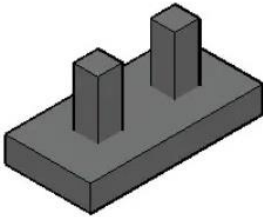
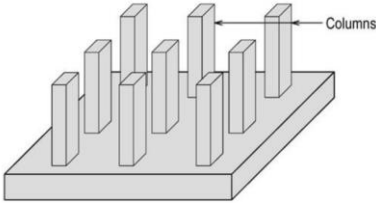
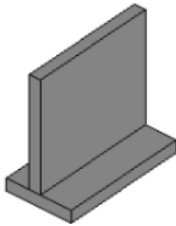


图 1: 40 blow/ft 表示 100 kPa 的土壤承载能力^[2]

根据原位土壤承载能力来设计垫脚基础的大小。基于原位土壤承载能力，结构荷载越大，对地面的压力越大，所需的垫脚基础大小也就越大，反之亦然。

土壤承载力 (kN/m ²)	建筑荷载 (kN)	垫脚基础尺寸 (m ²)
50	100	2
100	100	1

浅基础根据其形状、大小和总体设计进一步细分为以下几种类型^[3]：

浅基础	描述
i. 独立基础 (Pad Footing) 	最常见的形状为方形、矩形或圆形。根据柱荷载、土壤承载能力以及建筑要求等变量，选择基础的形状和尺寸。
ii. 联合基础 (Combined Footing) 	联合基础用于支撑多个柱子或靠近的柱子。其功能是将多个柱子的重量分散到较大的表面积上。
iii. 筏板基础 (Raft Foundation) 	筏板基础覆盖整个建筑的底部，它们将建筑物的荷载分布在更大的区域，适用于土壤较弱的地区。
iv. 条形基础 (Strip Footing) 	条形基础是延伸的基础垫，支撑彼此靠近的柱子。这些基础专门设计用于沿直线分布重量。

2. 深基础：

深基础是在较深的位置构建的，至少在三米深度处分散重量。承载层（土承载）和摩擦阻力对桩的稳定性至关重要^[4]。

标准贯入试验（Standard Penetration Test, SPT）用于测量击打次数（N 值）。N 值用于确定地层、无粘性土的相对密度和剪切阻力角，以及粘性土的粘结性。这是通过利用岩土工程概念进行的测试。通常，测试在 N 值为 50 时终止，除非工程师另有规定^[5]。

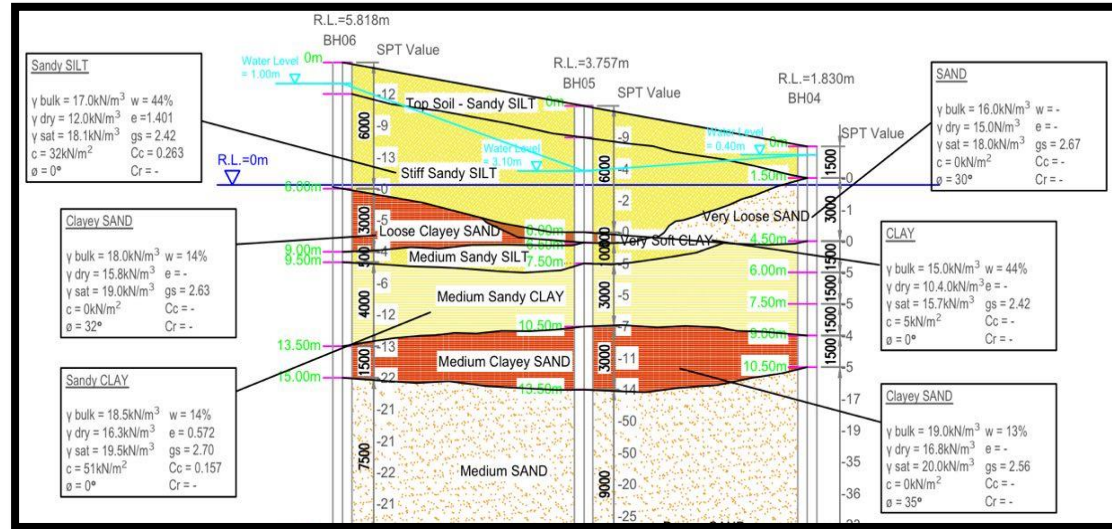


图 2：土壤分层示例

深基础非常适用于表层为软/松土壤且有重型结构（包括高层建筑和基础设施，如地铁站、桥梁、高架桥等）的低层建筑。深基础细分为以下各种类型：

深基础	描述
i. 微型桩 (Micro Piles)  [6]	微型桩是小直径桩，通常用于通道有限的地方，或需要为现有结构提供基础支持时，并且常用于改造项目。
ii. 钢筋混凝土方桩 (RC Square Piles)  [7]	分段钢筋混凝土桩（钢筋混凝土桩）通过组装不同长度的钢筋混凝土段（通常为 3 米、4 米和 6 米），并在每端附加钢接头板构造而成^[7]。

iii. 预应力混凝土管桩 (Spun Piles)  [8]	预应力混凝土管桩是一种具有中空核心和预应力钢筋的圆柱形混凝土桩，广泛应用于桥梁和建筑等施工项目。通过旋转工艺制造，这些桩由高强度混凝土和预应力钢制成^[8]。
iv. 钻孔灌注桩 (Bored Piles)  [9]	该过程包括在地面钻孔至适当深度，并在必要时用钢筋加固。然后将混凝土灌入孔中，形成坚固的基础。钻孔灌注桩用于将建筑物的高荷载传递到较深的、更坚硬的土壤或岩层之下，以超越表层较软的土层。

总结

综上所述，浅基础或深基础技术的选择取决于现场的地质条件、荷载要求等因素。浅基础适合坚硬土壤和较轻荷载，而深基础在软/松土壤及承载重型建筑物时表现更佳。需要进行详细的土壤研究和精心设计，以确保基础的整体安全性和稳定性。

赖玟璇博士
首席执行官/创始人
IPM 环球集团

参考文献: [1] Madeh Izat Hamakareem (n.d.). *Foundation Selection Criteria for Buildings*. The Constructor. Retrieved on 28th April 2024 from <https://theconstructor.org/geotechnical/foundation-selection-criteria/6971/>
[2] Mohd Fairus Yusof (2017) *Correlation of JKR Probe with Undrained Shear Strength*. MATEC. Retrieved on 28th April 2024 from https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2017/17/mateconf_iscee2017_07009.pdf
[3] Indeed Editorial Team (2022, June 25). *Foundation Types in Construction: Definition and 5 Primary Types*. Indeed. Retrieved on 28th April 2024 from <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/foundations-types>
[4] Hamzah M. Beakawi Al-Hashemi (2016, Jan). *End Bearing Capacity of Pile Foundation*. University of Bahrain. Retrieved on 28th April 2024 from https://www.researchgate.net/publication/309533940_End_Bearing_Capacity_of_Pile_Foundations
[5] PRD RIGS (2023, June 15). *Standard Penetration Test (SPT) for soils – All You Need to Know*. Retrieved on 28th April 2024 from <https://www.linkedin.com/pulse/standard-penetration-test-spt-soils-all-you-need/>
[6] John Lawrie (n.d.). *Threading For Micropile*. Retrieved on 28th April 2024 from <https://www.johnlawriemetals.com/old/tubulars-2/micropile>
[7] DUASIA PADUSEJATI (n.d.). *Pile Production*. Retrieved on 28th April 2024 from <https://duasia.co.id/index.php/pile-production>
[8] Top-Base Method (M) Sdn. Bhd. (n.d.). *Pile Foundations*. Retrieved on 28th April 2024 from <https://topbasemethod.com/spun-piles-malaysia/>
[9] Henry Drilling (n.d.). *Bored Piles*. Retrieved on 28th April 2024 from <https://www.henrydrilling.com/bored-piles/>

**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。