

预应力高强混凝土管桩及钻孔灌注桩在设计施工中的比较

郝军芳

安徽华东化工医药工程有限责任公司上海分公司 上海 201315

摘要：预应力高强混凝土管桩（PHC桩）与钻孔灌注桩在基础设计中各具特色。PHC以高强度、施工速度快著称，适用于开阔场地和大型工程；而钻孔灌注桩则能灵活适应复杂地质条件和空间受限环境。两者在材料成本、施工费用、地质适应性及设计施工方面存在差异。PHC材料成本高但施工机械化程度高，钻孔灌注桩材料成本低，施工工序复杂但对场地适应性强。合理选择桩型，可优化工程成本，确保地基稳定。

关键词：预应力高强混凝土管桩；钻孔灌注桩；设计施工比较

引言

在石化行业基础工程中，因设备平面布置密集、荷载较大，桩基础应用较多。PHC桩与钻孔灌注桩作为两种常用的桩型，各具技术特点和适用场景。预应力管桩以其高强度、施工速度快等优势，在整装置设计中广泛应用；而钻孔灌注桩则以其灵活性和对复杂地质条件的适应性，在空间受限环境中备受青睐。本文旨在比较这两种桩型在设计施工中的差异，为工程实践提供指导。

1 预应力管桩与钻孔灌注桩技术概述

预应力高强混凝土管桩（PHC桩），是通过先张法离心工艺制作的一种空心筒体细长混凝土预制构件。它采用先进的先张法预应力技术，并加入高效减水剂，经过高速离心蒸汽养护成型，确保了桩体的质量和性能，具有高强度、高刚度和良好的抗裂性能，且施工速度快、工期短、质量稳定可靠等优点。

钻孔灌注桩是在工程现场通过机械钻孔手段，采用干作业或泥浆护壁成孔方式，在孔内放置钢筋笼、灌注混凝土而成的桩。具有承载力高，施工时无振动、无挤土、噪音小、宜于在城市建筑物密集地区使用等优点。

2 成本比较

2.1 材料成本

预应力管桩为满足高承载性能以及耐久性要求，常采用高强度等级的混凝土和预应力钢筋作为主要材料。高强度混凝土的制备过程涉及先进的搅拌工艺和质量控制措施，以确保混凝土具备良好的抗压强度和抗渗性能，这些因素导致其材料成本居高不下；预应力钢筋的使用增加了成本，预应力技术要求钢筋具备较高的强度和韧性，且在生产过程中需经过特殊的加工处理，如冷拔等工艺，以满足预应力施加的要求，其价格相较于普通钢筋明显偏高。而钻孔灌注桩在材料选择上，多采用普通混凝土和常规钢筋。普通混凝土的原材料来源广

泛，配合比设计相对简单，在满足设计强度要求的前提下，成本相对较低。钢筋方面，常规钢筋的生产工艺成熟，市场价格较为稳定。在实际工程应用中，还需综合考虑运输成本、储存成本以及施工过程中的损耗等因素。如预应力管桩由于工厂化生产的特点，运输过程中的装卸和堆放要求较为严格，会产生较高的运输和储存成本；而钻孔灌注桩的混凝土在现场搅拌或运输过程中也能存在一定的损耗，这些因素都会对总体材料成本产生影响^[1]。综述，预应力管桩由于采用了高强度混凝土和预应力钢筋，以及特殊的施工设备和工艺，其材料成本和施工成本相对较高。而钻孔灌注桩则主要使用普通混凝土和钢筋，材料成本较低。

2.2 施工费用

（1）施工机械化程度的差异也是影响两者成本的重要因素。预应力管桩的施工过程高度机械化，主要采用静压或锤击沉桩进行作业，这些设备能快速、高效地完成桩体的打入，明显减少了人工用量。相比之下，钻孔灌注桩的施工工序较为复杂，包括钻机成孔、钢筋笼下放、混凝土灌注等多个步骤，且每个步骤都要人工全程参与，这无疑增加了施工的时间和人力成本。（2）由于预应力管桩的施工机械化程度高，成桩速度远快于钻孔灌注桩。在多数情况下，预应力管桩在较短的时间内完成大量的桩体施工，降低了台班费等间接成本。包括基桩检测，受检桩从成桩到开始试验的间歇时间，钻孔灌注桩也比管桩时间长。节约建设时间意味着业主能够更早地实现项目的投入使用，从而更早地获得项目的经济效益，这对于需要迅速投入使用的项目尤为重要。（3）钻孔灌注桩在遇到硬岩、厚砂层等复杂地质条件时，钻进难度增加，进尺费和泥浆处理费也会相应上升，提高了施工成本。（4）预应力管桩整体施工费用常更低，多数情形下成本占优。钻孔灌注桩虽在特定条件下适应性

佳,但施工费高致总成本升。故桩型选择需综合权衡工程需求、地质状况与预算,谨慎抉择以达效益最大化。

3 设计比较

3.1 预应力高强混凝土管桩

(1) PHC管桩凭借高强度,被广泛应用于地基较差采用天然地基时沉降过大,及对基础变形有特殊要求的项目,确保基础能承受巨大的竖向荷载。(2) 预应力管桩设计需综合考虑地质条件和上部结构荷载分布。如地层岩性、土体力学参数等,这些决定了桩长、桩径和入土深度的取值,以保证桩身获得足够的摩擦力和端承力,有效传递上部荷载;根据上部结构的荷载分布特点,合理确定桩的间距和布置形式,确保基础整体受力均匀,实现结构稳定与安全,达到经济合理的设计目标,满足工程建设需求^[2]。在软土地层中,预应力管桩凭借其高强度和良好的抗裂性能,能轻松贯入土层,形成稳定的地基支撑。由于软土地层对桩身的阻力较小,预应力管桩的沉桩过程相对简单,无需过多的预处理措施,因此造价相对较低^[3]。这种情况下,预应力管桩成为了首选的地基处理方式,能有效降低工程成本,还能确保地基的稳定性和安全性。

3.2 钻孔灌注桩

(1) 混凝土和钢筋的选择至关重要。高质量的混凝土能够提供足够的强度和耐久性,而合适的钢筋配置增强桩体的抗弯能力和抗震性能。设计时必须根据地质条件、荷载要求以及环境因素来选择材料,并进行合理的配比设计。(2) 钻孔孔径和孔深是影响钻孔灌注桩性能的重要参数。孔径的大小直接关系到桩的承载面积,而孔深则决定了桩能否达到足够的深度以触及稳定的土层或岩层。在设计过程中,要通过地质勘探数据来确定最佳的孔径和孔深,以确保桩体能够充分发挥其承载作用。当地下存在孤石、密实砂卵层等复杂地质条件时,钻孔灌注桩凭借其灵活的钻机设备和强大的钻孔能力,能轻松应对复杂地质条件,确保桩身的顺利贯入。(3) 施工工艺的复杂性也是钻孔灌注桩设计中不可忽视的一部分。从桩位放样到钢护筒埋设,再到泥浆系统布置和钻机就位,每个步骤都需要精确执行。钻孔过程中可能会遇到不同的地质障碍,如硬岩或流沙层,这时就要调整钻进速度和泥浆比重,以保证成孔质量和安全。清孔后,还需将钢筋骨架准确下放到预定位置,并确保混凝土灌注均匀、密实,避免出现空洞或离析现象。(4) 钻孔灌注桩的设计还要考虑长期的环境影响,如地下水位的变化、土壤侵蚀等因素,这些都对桩的稳定性产生影响。因此,设计时要满足当前的工程需求,还要预见未

来可能出现的问题,并采取相应的预防措施^[4]。

3.3 抗拔比较

管桩填芯混凝土与管壁摩擦力降低,抗拔性能差。受地下水的长期腐蚀,多节抗拔桩的接头也容易时效。并且管桩与承台的受拉锚固,受多种因素影响,锚固效果差。灌注桩在施工过程中,钢筋笼和混凝土可以充分填充桩孔,与承台形成更好的整体受力结构,提高了基础的稳定性和承载能力。对于地下水位较高仅靠自重无法满足抗浮设计,实际工程设计时优先采用灌注桩作为抗拔桩使用。如我司设计的一个污水池,因池体较大,地下水位较高,采用灌注桩抗拔。预应力混凝土管桩应优先考虑作为抗压桩使用,应避免作为抗拔桩使用,必须采用时应采取可靠的结构措施。

4 施工比较

4.1 预应力管桩

在施工方法选择上,锤击法与静压法各有利弊。锤击法通过重锤冲击将管桩沉入地下,施工速度较快,但产生的噪音和振动较大,对周边环境影响显著,在地质条件较好、周边无噪音敏感区域的开阔场地,如郊外工业园区建设中,能有效缩短工期,加快工程进度。不适用于市区、居民集中区等对噪音控制严格的区域。静压法则利用静压力使管桩下沉,过程无噪音、无振动,在市区的建筑工程,尤其是靠近学校、医院、居民区等对环境要求高的区域,能在保障周边环境安宁的同时完成管桩施工,虽施工速度可能稍慢,但环境适应性强。预应力管桩的施工过程高效且质量稳定,测量定位、桩机就位、对中操作、压桩、接桩、送桩或截桩等环节均需精确执行,以确保桩身的垂直度和施工质量。

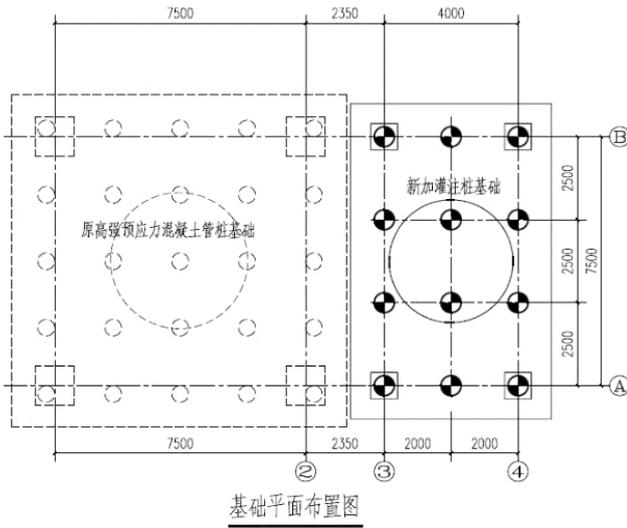
4.2 钻孔灌注桩

钻孔灌注桩的施工流程相对繁琐,从桩位放样到钢护筒埋设、泥浆系统布置、钻机就位、钻孔、清孔、钢筋骨架下放及混凝土灌注等环节,虽然每个步骤都需要精细操作,但整体施工流程对场地空间的要求并不高。钻孔灌注桩的施工过程虽然对人员技术水平要求较高,但通过加强质量管控和技术监督,可以有效提升施工质量和稳定性。在施工过程中,通过使用现代化的测量设备和实时监控系統,可以确保桩身垂直度、孔径和孔深等参数符合设计要求;采用高性能混凝土和先进的灌注技术,提高桩身的完整性和承载能力。

尽管预应力管桩具有施工速度快等优点,但由于其施工机械较大,对于空间受限的场地,机械进场和操作可能会带来不便,甚至可能无法实施。钻孔灌注桩的施工虽然工序繁琐,但对场地空间的要求相对较低,更易

于在狭小场地内进行施工。此时，选择钻孔灌注桩可能更为合适。因此，在面对空间受限或改造项目时，需仔细评估现场条件，选择最合适的桩基础类型。

比如我司参与的一个改造项目，需要在原有反应器旁边新加一台反应器，并增加相应的操作平台，与原平台连接。天然地基承载力80Kpa，不能满足设计需求，



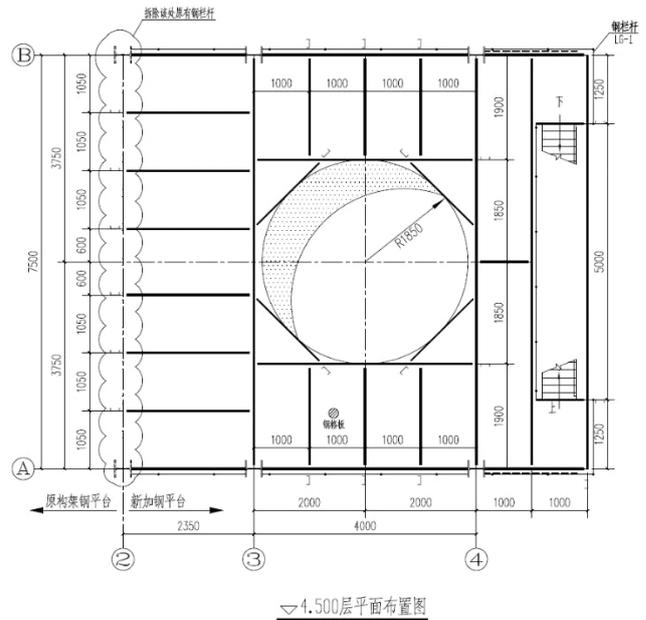
基础平面布置图

总的来说，在改造项目或现场空间有限的工程中，钻孔灌注桩由于其灵活性和适应性，成为更合适的选择。而预应力管桩则适用于开阔场地和新建整装置中，充分发挥了施工速度快、承载力大等优点。

结束语

综上所述，预应力高强混凝土管桩与钻孔灌注桩在设计施工中各具优势。合理选择桩型，需综合考虑工程地质与水文地质条件、上部结构类型、荷载特征、施工技术条件与环境等因素，结合地方经验，合理选择桩型，优化布桩。通过精确设计和严格控制施工质量，两种桩型均能确保地基稳定，满足工程建设要求。两种桩

原装置设计时按管桩设计。本次改造空间有限，按管桩设计不能满足施工需求。而灌注桩施工主要依赖钻机机具，设备相对较小，适合在现有场地条件下进行施工，施工时无振动、无挤土效应，对周围环境的影响也小，也不需要设立复杂的隔离措施。最终按钻孔灌注桩进行地基处理设计，如图：



▽4.500层平面布置图

型的选择需依场地地质、工程规模、工期要求等“量身裁定”。

参考文献

[1]丁子文.滨海软土地基预应力管桩的应用与问题处理[J].甘肃科技,2020,36(20):101-103.
 [2]樊昊斌.预应力混凝土管桩与钻孔灌注桩的工程特性对比探讨[J].居业,2020,(09):79-80.
 [3]王哲.预应力管桩与水泥土搅拌桩在软土地基处理中的应用[J].铁道建筑,2020,60(07):98-101+106.
 [4]周玉龙.建筑施工中的钻孔灌注桩技术[J].建筑工程技术与设计,2020,(31):1103-1104.