

《大型打桩船用变幅油缸设计标准》 团体标准编制说明

(征求意见稿)

《大型打桩船用变幅油缸》标准起草编制组

2025 年 8 月

《大型打桩船用变幅油缸》团体标准编制说明

一、工作简况，包括任务来源、主要工作过程、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等；

1. 任务来源

根据中国工程机械学会标准化工作委员会 2024 年《关于发布〈集装箱码头企业自动化设备安全生产隐患排查治理规程〉等三项团体标准立项的公告》（中工机学标(2024)标 03 号）。该项标准名为：《大型打桩船用变幅油缸设计标准》。本文件为团体标准，针对大型打桩船所使用变幅油缸提出了技术要求。

2. 主要工作过程

起草阶段：2024 年 4 月成立标准起草组，由中交第二航务工程局有限公司为组长单位，负责标准的资料收集以及起草工作，明确了标准的主要技术内容、进度安排及有关要求。

2024 年 9 月-2024 年 12 月，标准起草组收集了 GB/T 321《优先数和优先数系》、GB/T 17446《流体传动系统及元件 词汇》、GB/T 2346《流体传动系统及元件 公称压力系列》、GB/T 9094《流体传动系统及元件 缸安装尺寸和安装型式代号》、GB/T 6578《液压缸活塞杆用防尘圈沟槽型式、尺寸和公差》、GB/T 7935《液压元件 通用技术条件》等有关标准和资料，组织相关人员进行了认真细致的研读，对标准的结构和设计原则进行了充分的讨论和论证，形成工作组讨论稿。

2024 年 12 月-2025 年 6 月，标准起草组就标准制定和形成的工作组讨论稿进行了会议讨论，确定了标准的行文结构和相关具体要求。

并由标准化所进行格式修改及内容修订。

2025 年 6 月-2025 年 8 月，确定标准的整体结构及主要内容，广泛收集项目相关标准和技术资料，进行大量的分析对比、资料查证、调查研究及标准研究内容修改等工作，形成本标准的征求意见稿。

3. 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本文件由中交第二航务工程局有限公司、同济大学、江苏恒立液压股份有限公司、上海振华重工(集团)股份有限公司、上海振华重工启东海洋工程股份有限公司、上海佳豪船海工程研究设计有限公司、中交武汉港湾工程设计研究院有限公司起草。

主要成员：杨秀礼、程茂林、肖浩、黄剑、杨佳、孟奎、吴雪峰、卞永明、陈力、宋文杰、李怀东、卜王辉、范珂源、胡国享、叶菁、宋涛、汪成松、过文骏、孙敏锋、李杰、符家恒、胡敏、孙钦扬、徐峰、田唯、郭强、周霞、简立刚

所做的工作：杨秀礼和卞永明为本文件的主要负责人，主持全面协调工作，负责对各阶段标准的审核；其他人为本文件主要执笔人，对国内外相关文献和资料的收集、分析及资料查证，并对各方面的意见及建议进行归纳、整理与总结，负责起草与编制工作。

二、标准编制原则和主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据，解决的主要问题，修订标准时应列出与原标准的主要差异和水平对比；

1、编制的基本原则

1) 贯彻我国相关的法律法规和强制性国家标准，与我国现行标

准协调一致。

2) 满足行业发展需求，提升标准技术水平，适应产业发展需要。

3) 满足市场需要，保证产品质量，规范市场秩序，保护消费者利益。

4) 积极向国际标准靠拢，力求做到标准内容的先进性。

5) 根据国内企业具体情况，力求做到标准的合理性、经济性与实用性。

6) 符合 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》、GB/T20001.10-2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》规定。

2、标准的主要内容

1) 范围

本文件规定了整体型式与基本参数、技术要求，定义了大型打桩船用变幅油缸术语及定义，规定了大型打桩船用变幅油缸的环境工况、使用工况及载荷类型，规定了大型打桩船用变幅油缸的结构形式、密封形式及安装形式，描述了大型打桩船用变幅油缸的结构件参数、安装件参数及稳定性参数，提出了外观质量、性能及维修和保养的技术要求。本文件适用于各种规格的大型打桩船用变幅油缸。

2) 规范性引用文件

列出了本文件中引用到的其他标准的标准编号和名称。

3) 术语和定义

本文件给出了大型打桩船用变幅油缸中涉及的常用术语以及本

文件中出现的需要特别解释的部分术语的定义。为了避免定义重复及标准的简练，未列出部分常用的简单类术语和一些非特异性术语，这些术语可在其他标准或名词术语出版物中查询到。

4) 基本规定

本文件规定了大型打桩船用变幅油缸的环境工况、使用工况、载荷类型。环境工况：大型打桩船用变幅油缸的外部环境温度需要处于 $-20^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ 。变幅油缸被安装在世界范围内运行的移动或固定的打桩船只上，暴露腐蚀性海洋环境、阳光直射环境、废气和灰尘环境下。使用工况：大型打桩专用工程船可兼作起重船使用，适用于近海、沿海、遮蔽海域及内河 A 级等区域的桩基施工。其液压油缸斜向安装于甲板，底端与甲板铰接，杆端与桩架铰接，主要分为三种工况：拖航时油缸全缩，桩架倒置；换铰时油缸以 1mm/s 低速微动对准铰点；打桩时以 10mm/s 速度控制桩架完成仰桩、俯桩与直桩作业，活塞杆长期外露受力。夜间停工时桩架保持竖直状态以减小油缸负载。全年作业约 270 天，每日完成 3~4 次打桩循环，其中俯桩工况为拉力工况，其余均为推力工况。载荷类型：额定打桩力所产生的静态推力或拉力、桩锤瞬时冲击传递的动载荷、船体横摇带来的惯性载荷、因耳环及导向套磨损引发的侧向力、液压油温变化导致的材料强度下降及热应力，以及变幅机构每日循环作业所产生的脉动载荷。

5) 整体型式

本文件规定了大型打桩船用变幅油缸的结构型式、密封型式、安装型式。安装型式：打桩船大型液压缸采用双作用单杆无缓冲活塞杆

结构，主要由缸筒、端盖、导向套、活塞、活塞杆及中隔圈等部件构成。活塞采用分体式结构，便于密封件安装；活塞杆为空心杆体，预留有焊接及热处理用通气孔。缸筒与端盖、导向套之间采用法兰螺栓连接，活塞与活塞杆通过锁紧螺母联结，活塞杆与杆头则采用带锁紧措施的外螺纹连接型式。密封型式：打桩船液压缸的密封系统采用复合式设计。活塞杆与导向套之间采用“导向环+V 组密封+斯特封+格莱圈+防尘圈”构成的动密封组合；导向套与缸筒、端盖与缸筒以及活塞与活塞杆之间均采用“O 型圈加挡圈”的静密封型式。防尘圈为三重唇口结构，有效阻隔沙尘与海水侵入；密封圈具备压力自适应功能并带泄压槽，防止困压风险。此外，通过导向套与活塞杆的间隙配合，可实现微量气泡随回油排入油箱。安装型式：打桩船大型液压缸采用两端铰接的安装型式。端盖与带关节轴承的单耳环通过焊接联结，活塞杆外端与双耳环通过螺纹联结。

6) 基本参数

① 结构件参数

打桩船大型液压缸缸筒的结构设计需严格遵循标准规范与强度校核要求。缸筒内径依据系统最大工作压力和活塞所需最大推力计算确定，计算值应按 GB/T 2348 推荐的尺寸系列向上圆整，常见规格涵盖 1000mm 至 5000mm 多个等级，最终设计须满足 CCS 船级社负载安全系数不低于 1.5~2.0 的要求。缸筒最小壁厚根据最高工作压力、外缸筒内径、材料许用强度、强度系数及附加厚度综合计算，计算值须按 GB/T 321 和 GB/T 2348 的壁厚系列向上圆整，常用壁厚范围为 100mm

至 800mm。缸筒须通过 ISO 10771-1 疲劳压力试验，并满足船级社规定的爆破压力不低于 2.5 倍工作压力的要求。连接法兰处油缸壁厚应略大于油缸总体壁厚的 1.5 倍，增大壁厚的长度不小于该处的壁厚的 1.25 倍，外缸筒与连接法兰处过渡角应不大于 20 度；端盖连接螺栓公称直径不大于连接法兰处油缸壁厚的 1/3；端盖连接螺栓的强度安全系数不小于 3.5；端盖连接螺栓应均布，且间距 L 不小于螺栓公称直径的 1.5 倍，螺栓个数应根据分布圆直径进行布置。

② 安装件参数

安装件关节轴承与单耳环之间一般采用 H7 配合。双耳环销孔一般采用 H7~H9 配合。

③ 稳定性参数

稳定性参数的分析通过有限元建模分析油缸的屈曲载荷，根据欧拉公式推算油缸的等效惯性矩；根据公式计算出缸筒和活塞两种截面的等效惯性半径；计算出缸筒和活塞两种截面的等效长细比，并根据两种截面的等效长细比，计算油缸的等效折算应力，两种截面的折算应力均不大于油缸材料的许用应力。

7) 技术要求

本文件规定了大型打桩船用变幅油缸的技术要求，包括外观质量、性能及维修和保养。外观质量：焊接部位应无飞溅、焊渣、气孔及假焊等缺陷，非加工表面须打磨平整并去除飞边毛刺。不同焊缝类型应执行相应的无损检测：对接焊缝厚度 ≥ 6 mm 时，超声波检测（UT）应达到 NB/T 47013.3-2015 II 级，磁粉检测（MT）或渗透检测（PT）

应达到 I 级；非全焊透角焊缝须满足 MT 或 PT I 级要求；全焊透角焊缝应满足 UT II 级或 MT/PT I 级标准；对接焊缝 $\geq 6\text{mm}$ 和角焊缝组合时，需满足 UT II 级要求或 MT 或 PT I 级要求。活塞杆表面采用激光熔覆处理，熔覆层厚度为 $0.8\pm 0.1\text{ mm}$ ，表面硬度不低于 58 HRC，基体到熔覆层过渡区硬度落差 $\leq 15\text{ HRC}$ ，结合强度不低于 400 MPa。性能：液压缸应运行平稳、无异常噪声，最低启动压力及外渗漏值须符合 JB/T 10205—2010 相关规定。使用时需实时监测运行状态与损伤情况，及时维护以延长寿命。内泄漏量不应超过标准限值，根据缸径规定内泄漏量，特殊规格缸体按无杆腔加压 0.01 mm/min 位移量计算。维修与保养：打桩船大型液压缸表面应采用防腐工艺以提高其耐腐蚀能力；打桩船大型液压缸空腔需填充氮气并使用循环油，以防止长期静止时液压缸内空腔造成内壁氧化；打桩船大型液压缸充油应为容积的 80%-90%，避免油液热胀冷缩造成缸体的内部压力大幅变化；一般情况下，工作介质温度应在 $-20\sim +80^{\circ}\text{C}$ 范围。

三、标准涉及专利情况

本标准不涉及专利。

四、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准的制定与实施，预期将显著提升大型打桩船作业的安全性与可靠性，有效适应海洋环境的苛刻要求，对推动我国海洋工程装备制造的高质量发展具有重要作用。随着海洋资源开发步伐的加快和海上工程建设规模的不断扩大，大型打桩船作为关键施工装备，其核心部件——变幅液压缸的性能与可靠性需求日益凸显。与此同时，国

际海事组织及中国船级社等机构对海洋工程装备的安全、环保及可靠性要求日趋严格。本标准通过统一大型打桩船用变幅油缸的设计、制造和验收规范，旨在引领行业技术进步，促进产品性能升级和产业规范化发展。目前，国内大型海洋工程液压装备市场潜力巨大，预计每年新增大型打桩船、起重船等工程船舶数十艘，配套液压缸市场需求可达数百台套。本标准的推广应用，将有效降低设备故障率，延长使用寿命，减少维护成本，并为设计、制造及检验提供权威技术依据，从而带动产业链上下游协同发展，增强我国海洋工程装备的核心竞争力和国际市场影响力。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、贯彻标准的要求和措施建议

建议自本标准发布之日起 10 个工作日后实施。

七、废止现行相关标准的建议

无。

八、其他应予说明的事项

无。