桥梁深水桩基础施工作业技术规程

**（征求意见稿）**

目录

前  言

1 范围

2 规范性引用文件

3 术语和定义

4 一般规定

5 施工准备

5.1临建设施选址

5.2桥梁深水基础施工场地布置

5.3生产区内的仓库、加工场与拌合站的布置

5.4栈桥、码头和施工便道的总体布置

5.5施工便道作业

5.6临时码头施工作业

5.7栈桥施工作业

5.8 施工临时水电作业安全管理

5.9 施工机械设备安全管理

6 施工作业

6.1 测量作业

6.2 桥梁深水桩基础工程的水上施工作业

6.3水上平台的施工作业

6.4 深水桩护筒施工作业

6.5 围堰工程施工作业

6.6 钻机操作作业

6.7 钻孔施工作业

6.8 钻孔护壁泥浆制备与循环利用的施工作业

6.9 钢筋工程加工作业

6.10 水下混凝土灌注施工作业

**0 前言**

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准主要起草单位：××××、××××、××××、××××

本标准主要起草人：×××、×××、×××、×××

**1 范围**

本标准规定了桥梁深水基础工程（包括施工平台、围堰、护筒、钻孔、钢筋笼制作安装、水下混凝土浇筑、承台工程等）从施工准备到施工作业，完成施工全过程的生产作业操作技术上的施工管理规范要求。

桥梁深水基础工程施工作业应遵守国家安全生产的有关法律法规，建立健全安全生产管理体系，明确安全生产责任，严格执行安全操作技术规程，保障施工人员的职业健康，保证施工安全。

本标准适用于桥梁深水基础工程施工作业。

**2 规范性引用文件**

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅所标注日期的版本适用于本文件。凡是未标注日期的引用文件，其最新版本适用于本文件。

JTG F90-2015 公路工程施工安全技术规范。

GB 50702 建设工程施工现场消防安全技术规范。

JTJ 46 施工现场临时用电安全技术规范。

国务院第393号令 建设工程安全生产管理条例

JTJ 211 海港总平面设计规划。

JTJ 212 河港工程总体设计规范。

GB 5749 生活饮用水卫生标准。

JTG/T F50 公路桥涵施工技术规范。

JTG C10 公路勘测规范。

GB 50017 钢结构设计规范。

GB/T 700 碳素结构钢。

JTJ 166 建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范。

JGJ 130 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范。

JGJ 300建筑施工临时支撑结构技术规范。

GB 15831 钢管脚手架扣件。

GB 12552 产业潜水最大安全深度。

GB/T 12521 空气潜水减压技术要求。

GB/T 16560 甲板减压舱。

GB 16636 潜水员水下用电安全规程。

GB/T 3609.1 职业眼面部防护 焊接防护 第1部分：焊接防护具。

GB 15701 焊接防护服。

JGJ 276 建筑施工起重吊装工程安全技术规范。

GB 6067.1起重机械安全规程 第一部分：总则。

GB 5144 塔式起重机安全规程。

GB 50205-2001 钢结构工程施工质量验收规范。

GB/T 3608-2008 高处作业分级。

3 术语和定义

T/HBTS XXX-201X（C）界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了T/HBTS XXX-201X（C）中的某些术语和定义。

3.1深水基础 Deep water base

基础是指建筑物地面以下的承重结构。深水基础是指建筑物的水底基础结构，且水深过5m以上（含5m）的结构工程的基础部分。其作用是承受建筑物上部结构传下来的荷载，并把它们连同自重一起传给地基，其维持结构稳定作用。

3.2桩基础 pile foundation

桩基础是指桩基础形式的结构工程的基础部分，起到承受上部结构荷载并将荷载传递到地基的基础结构部件，由桩和连接于桩顶的承台（或系梁）共同组成。

3.3临时设施 temporary facilities

临时设施是为保证工程施工和管理的正常进行而临时搭建的各种建筑物、构筑物和其他设施。包括：临时搭建的职工宿舍、食堂、浴室、休息室、厕所等临时生活设施; 现场临时办公室、作业栅、材料库、临时铁路专用线、临时道路、栈桥、临时码头、临时给水、排水、供电等管线、现场预制构件、加工材料所需的临时建筑物以及化灰池、储水池、水泥混凝土和沥青混合料拌合站等。

3.4水上作业 Water work

本规程的水上作业是指工程场所临近水边和搭建在水上施工平台以及工程船舶上的施工人员进行的施工作业。

3.5高空作业 High altitude operations

本规程的高处作业是指人在坠落高度基准面2m以上（含2m）有可能坠落的高处为基准的高处进行的作业。

3.6施工平台 Construction platform

本规程中的施工平台是指人工搭建为提供机械设备安装施工作业和提供施工人员方便操作作业的临时建筑场所。

3.7围堰 cofferdam

本规程中的围堰是指在桥梁工程基础施工中，修建的临时性围护结构。其作用是防止水和土进入建筑物的修建位置，以便在围堰内排水，开挖基坑，修筑建筑物。

3.8环水保 Environmental Water Protection

环水保是环境保护和水土保持的总称，一般是指人类为解决现实或潜在的环境问题，协调人类与环境的关系，保护人类的生存环境、以及对自然因素和人为活动造成水土流失所采取的预防和治理措施。

3.9地质灾害 Geological hazards

地质灾害是指在自然或者人为因素的作用下形成的，对桥梁深水桩基础工程施工造成生命财产损失和环境造成破坏的地质作用(现象)。如崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、水土流失以及地震等。

3.10坍孔 Bulk hole

塌孔是桥梁桩基础施工在钻孔过程中孔壁坍塌，由此而影响钻孔施工安全，如造成卡钻、埋钻、缩孔、断桩，严重者将影响钻孔平台的稳定，威胁施工人员安全和施工设备的安全现象。

3.11坍塌 collapse

坍塌是指河岸、山体、建筑物或堆积物体等在外力或重力作用下，超过自身的强度极限或因结构稳定性破坏而造成伤害、伤亡的事故，如设备设施的垮塌、脚手架坍塌、施工平台倒塌等。

3.12机械伤害 Mechanical damage

机械伤害主要指桥梁工程施工所采用的机械设备运动(静止)部件、工具、加工件直接与人体接触引起的夹击、碰撞、剪切、卷入、绞、碾、割、刺等形式的伤害。也包含与工程部件接触所造成的坍塌、垮塌，以及车船的碰撞事故等。

3.13淹弱 Drowning

淹溺是指工程建设的水上作业人员落水淹没于水中，由于液体充塞呼吸道及肺泡或反射性引起喉痊孪发生窒息和缺氧，并处于临床死亡状态，这种状态称为淹溺。

3.14危险性较大工程 major hazard working procedure

在施工过程中存在的、可能导致作业人员群死群伤或造成重大财产损失、作业环境破话或其他损失的工程。

3.15事故隐患 Accident hazards

可能导致事故发生的人的不安全行为、物（环境）的不安全状态和管理上的缺陷。

3.16危险源 hazards

可能造成人员伤害、疾病、财产损失、作业环境破坏或其他损失的因素或状态。

3.17应急预案 Emergency response plan

针对可能发生的事故，为迅速、有序地展开应急行动而事先制定的行动方案。应急预案由综合应急预案、专项应急预案、现场处置方案组成。

**4 一般规定**

4.1桥梁深水桩基础施工作业的基本原则

4.1.1桥梁深水基础工程施工生产作业应贯彻“安全第一、政府监督、行业监管、施工监控、全程监理、预防为主、全面防护”的方针。

4.1.2桥梁深水基础工程应根据桥梁基础的选型设计和施工组织设计进行专项施工组织设计，编制施工作业指导书，应进行现场调查，制定相应的是安全技术方案和措施；依据安全环保、施工便利的原则进行施工总体布置；全封闭施工，临时用电方案安全可靠，满足生产生活需要；生活与生产设施隔离，并满足消防要求；设置专用便道、临时码头和栈桥，场内与场外道路相连，交通与疏散道路畅通；所有施工技术方案都应进行安全验算，并经监理工程师审核，必要时组织专家论证、审查；分析与辨识施工安全危险源，进行施工作业安全风险评价。

4.1.3桥梁深水基础工程施工作业除应符合本规程规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定；必须遵守国家有关法律法规，符合施工安全生产条件，建立施工安全生产责任制，健全施工安全生产管理制度，设立项目经理为第一责任人的安全生产管理机构。

4.2桥梁深水桩施工作业安全管理人员的配备

桥梁深水基础施工必须配备配备1名以上具备相应资质的施工安全生产管理技术员，并在每一工班班组应设立1名兼职安全员。

4.3桥梁深水桩施工作业安全管理经费的提取与使用

桥梁深水基础施工应按施工图预算提取2.0%安全生产费用，专款专用。安全生产费用主要用于安全生产管理、安全教育培训、施工人员劳保防护、安全生产设施和措施、消防器材等。具体规定如下：

4.3.1桥梁深水基础施工应为从业人员配备合格的安全防护用品和用具，并定期更换。

4.3.2施工现场应按规定配备满足要求且有效的消防设施和器材，并定期检查和更换。

4.3.3在交通船、作业船只上配置足够数量的救生衣、救生圈，水上施工作业及船上流动作业人员应按规定穿着救生衣，符合高处作业、临边作业条件的，必须系好安全带。

4.3.4按照经批准的应急救援预案，配备应急物资等。

4.4桥梁深水桩施工作业安全风险评估报告的编制

4.4.1编制依据

a）项目风险管理的方针及策略。

b）相关的国家和行业标准、规范和规定。

c）项目设计和施工的文件及审查意见。

d）设计阶段风险评估成果。

4.4.2工程概况

4.4.3评估过程和评估方法。

4.4.4专项风险评估，包括风险源普查、辨识、分析（包括风险致因）、预估预测（包括风险概率和风险损失）、风险评价。

4.4.5对策措施、风险决策和建议。

4.4.6结论：

a）风险源风险等级汇总。

b）：Ⅲj 级和IV级风险存在的部位、方式等情况。

c）分析评估结果的科学性、可行性、合理性及存在的问题。

4.5桥梁深水桩基础专项施工方案的编制

4.5.1工程概况：工程基本情况、施工平面布置、施工要求和技术保证条件。

4.5.2编制依据：相关法律、法规、规范性文件、标准、规范、图纸、施工组织设计。

4.5.3施工组织计划：施工进度计划、材料计划、设备计划、劳动力计划（包括专职安全生产管理技术员和工班兼职安全生产员、特种作业人员等）。

4.5.4施工工艺技术：技术参数、工艺流程、施工方法、检查验收等。

4.5.5施工保障措施：组织保障、技术措施、检测监控、应急预案和现场处置方案等。

4.5.6相关图纸、计算书和复核计算结果。

4.6桥梁深水桩施工作业指导书的编制

4.6.1编制依据：施工图纸、专项施工方案、施工规范、相关安全技术规定等。

4.6.2编制内容：分项工程施工方案、工序工艺流程、施工注意事项、施工安全指南、操作作业要点、技术参数与质量标准、检查验收内容等。

4.6.3施工作业保障措施：施工方案交底、作业操作技术交底、施工设施设备检查、安全防护措施检查、应急预案和现场处置方案措施的检查与落实、安全管理与施工监理及监控的跟班。

4.6.4班前喊话; 个人安全防护措施的检查、施工注意事项和施工安全指南要点强调。

4.6.5班后施工作业的检查验收与交接，安全与遗留问题的交接。

4.7桥梁深水装施工作业技术培训制度

4.7.1桥梁深水桩施工作业的电工、焊接与热切割作业人员、架子工、起重机信号司索工、司机安装拆卸工、工程船舶船员、以及国家有关部门认定的其他作业人员等员工应按相关规定经过专门培训，取得国家有关部门规定的相应资格证书，持证上岗。

4.7.2开工前，业主应在质监部门和地方安全管理部门指导下，对从事桥梁施工作业的所有技术人员和施工工人，进行从业人员岗前安全生产教育培训，并组织考试考核，未经培训或培训考核不合格者，不得上岗。

4.7.3业主和监理工程师应组织对从事桥梁施工和深水基础施工的技术人员和施工工人，进行定期和不定期的施工作业技术与安全生产的学习和考核。

4.7.4施工单位项目部每个施工班组应坚持岗前10分钟当班施工作业要点和安全注意事项的集中告知喊话教育。

4.7.5施工人员应熟悉水上的救生设备,掌握水上的救生知识,了解掌握高频对讲机的用途,遇有紧急情况,马上与有关部门联系。

4.8桥梁深水桩施工作业技术与安全交底

桥梁深水基础施工作业技术与安全交底，主要包括设计要求、施工专项方案要求、施工作业指导书要求、生产作业具体要求、作业操作要点和安全生产注意事项、质量标准与检查内容、以及施工作业的风险状况、应急预案与处置措施等内容。逐级施工作业技术与安全交底要求如下：

4.8.1设计单位对施工单位和监理单位的设计交底，主要内容包括对现场水文地质条件的评价、桥梁施工图设计方案和深水基础设计方案，关键技术和安全技术，设计安全风险分析等。

4.8.2施工监控单位对施工单位和监理单位的监控方案交底，主要内容包括施工监控范围、内容、程序、方法，监控指令的下达与执行等。

4.8.3监理单位对施工单位的监理大纲和细则交底，主要内容包括施工监理工作要点，施工安全验收内容、程序和方法等。

4.8.4施工单位技术负责人对施工技术人员的施工方案交底，主要内容包括施工组织设计，专项施工方案，施工关键技术和安全技术，施工检查验收内容、程序、方法，施工安全风险源于安全风险的分析评价，应急预案与安全事故的防止措施等。

4.8.5施工技术人员与专职安全员对分项工程施工班组工人的施工作业指导书交底，主要内容包括分项工程和施工工序与工艺，工序生产作业的技术要求和安全要求，质量的检查验收标准，主要安全风险源，施工安全注意事项等。

4.8.6施工班组兼职安全员对班组工人安全交底，主要内容包括针对施工作业的安全生产注意事项，正确安全防护用品和用具的正确使用，消防器材等的正确使用，安全事故应急、逃生和自救等。

4.9桥梁深水桩施工作业前的考核与安全检查

4.9.1施工单位应组织对施工作业人员岗前考核与安全检查，经考核合格和安全检查达标人员，方准许上岗。

a）对施工作业人员的岗前考核工作以施工作业指导书为主要内容，重点考核检查施工作业人员对所要施工的分项工程施工方案及其工序工艺流程的了解，对施工注意事项熟悉，施工安全指南知晓，对操作作业要点的掌握，以及对施工作业质量标准、检查验收内容了解与掌握。

b）工作前应先检查使用的工具是否牢固，板手等工具必须用绳链系挂在身上，钉子必须放在工具袋内，以免掉落伤人。

c）高空或深基坑，水上施工平台、围堰和复杂结构（支架）模板的安装与拆除，事先应有切实的安全措施。

d）施工单位应根据海事或航道部门要求设置监控站、维护警戒船，并配备救生设备。进入施工现场的水上施工人员必须戴好安全帽，穿戴救生衣，配备高频电话，保持畅通。

e）施工人员要有较好的身体条件,经医生检查认为不适宜高空作业和水上作业的人员，不得进行高空作业和水上作业。

4.9.2开工前的安全验收

a）施工条件和施工现场环境满足安全环保要求，深水基础施工作业场所应设置警戒区。

b）机具设备完好，满足安全性能要求。深水基础施工使用的起重设备等特种设备应按相关规定取得检测检验合格证，并办理使用登记手续。机械设备上的各种安全防护、保险 限位装置及各种安全信息装置必须齐全有效。必须按照使用说明书规定的技术性能、承载能力和使用条件操作使用，严禁超载、超速作业或任意扩大使用范围。

c）安全防护设施完好与齐全。作业平台设置有安全防护、逃生设施。

d）用于施工临时设施受力构件的周转材料满足设计和规范要求。

4.10一般安全条款

4.10.1在雨、霜、雾、雪等天气进行水上或高处作业时，应采取防滑、防冻措施，并应及时清除作业面上的水、冰、雪、霜。

4.10.2特大风雨雪前后，应对高处作业安全设施逐一检查，发现异常立即采取加固措施。

4.10.3在高空作业面、交叉作业面、吊装区域、打桩区域,电气机械设备附近,以及在船上执行任务时，在检查别人的同时，要看清自己的位置，要加强自我保护的防范意识和技能。

4.10.4支设过程中，如需中途停歇，应将支撑、搭头、柱头板等钉牢。拆除间歇时，应将已活动的构件、牵杠、支撑等运走或妥善堆放，防止因踏空，扶空而坠落。

4.10.5装拆构件时，作业人员要站立在安全地点进行操作，防止上下在同一垂直面工作，操作人员要主动避让吊物，增强自我保护和相互保护的安全意识。

4.10.6拆构件必须一次性拆清，不得留下无撑构件。拆下的构件要及时清理，堆放整齐。

4.10.7二人抬运构件时要互相配合，协同工作。传递构件，工具应用运输工具或绳子系牢后升降，不得乱抛。组合钢构件装拆时，上下应有人接应。构件及配件应随装拆随运送，严禁从高处掷下，高空拆除工作，应有专人指挥。并在下面标出工作区，设置围挡和警示标牌，暂停人员过往。

4.10.8不得在支架上堆放大批构件与材料。

4.10.9高空作业要搭设脚手架或操作台，上、下要设置爬梯，不许站立在墩模上工作、行走。操作人员严禁穿硬底鞋及有跟鞋作业。

4.11严禁条款

4.11.1严禁有病人和不满16岁的童工参加施工，严禁穿拖鞋、高跟鞋、易滑的鞋及赤脚、赤膊、敞怀和酒后参加作业。

4.11.2桥梁深水基础施工在大雨、大雪、大雾和六级以上大风等恶劣天气下不得作业。

**5 施工准备**

5.1临建设施选址

桥梁深水基础工程施工现场驻地和站场应结合桥梁建设通盘考虑，应选择在距离河岸边100米和最高洪水位2米以上地质良好的地段，应避开地质灾害（如滑坡、塌方、泥石流、崩岸、落石、雪崩）地段，材料加工场、预制场、拌合站等生产区宜避让居民居住区、学校、医院等地段。驻地建设场地不能作为取土和弃土场地。生活区、办公区宜避开噪音、粉尘、烟雾或对人体有害物质的区域，无法避让时应按照气象玫瑰图选择在区域最大频率风向上侧。

5.2桥梁深水基础施工场地布置

桥梁深水基础施工场地布置包括钻孔施工作业平台、栈桥、进出场道路、指挥控制区、生产加工区，及拌合站等；应结合桥梁施工组织设计统筹规划，整体设计。

a）施工现场的生产区、生活区、办公区应分开设置；生活区与办公区距离生产区安全距离不应小于500m。

b）生产生活和办公三区的建设都应符合《建设工程施工现场消防安全技术规范》（GB 50702）的相关要求。

c）必须满足环水保相关要求，应分别设置污水、雨水沟渠管道，不得直接污染水源。

d）三区的布置和建设都必须满足防汛规划要求。有堤防的河段上桥梁施工，三区建设应尽量考虑安排在堤内建设，与堤防安全距离不小于100m。

5.3生产区内的仓库、加工场与拌合站的布置

生产区内的仓库、加工场与拌合站应布置在防汛安全区内，当堤外高漫滩高于一般洪水位且宽度大于1000m时，可以考虑将桥梁深水基础施工生产区设置于堤外，但应做好应急防洪措施。钢筋加工场布置原材料存放区、加工区、成品存放区、拼装区及吊装区，应根据钢筋笼等结构吊装最大重量配备设置足额起重设备，起重设备应设置方倾覆和防雷设施。

5.3.1深水基础施工区宜设置围栏等防护措施，设置警戒线和警示牌，夜间应有警示灯，实行安全生产封闭管理。

5.3.2施工生产区内的所有建筑材料都必须分类标识入库，仓库建设必须防雨防潮，配备温湿控制和降尘设施；危化材料和气瓶仓库应远离明火区、人员密集区和建（构）筑物集中区，应与其他建筑物留足安全距离，防火间距应不小于15米，应配备防火防毒器材，并应在醒目悬位置悬挂警示标识。

5.3.3加工车间应建成标准化厂房，如采用工棚形式宜采用轻钢结构建棚，应采取防风防雨等措施。

5.3.4机械设备停放场所应统一规划，场地硬化，进出场道路畅通，场内外应设置明显的安全警示标志和交通标志牌。

5.3.5拌和站（场）建设，场地宜硬化；基础应牢固稳定，满足地基承载能力要求；原材料输送宜采用皮带输送设备，并设立防护和降尘措施；场内外道路应满足车辆回转和错车要求；还应配套设置拌和设备与罐车清洗和尾料回收处理设施，满足环保要求。

5.3.6设置在岸边深水基础钻孔泥浆池的建设，必须基础稳定，池壁牢固，满足承载能力要求；设置在钻孔平台上的泥浆池应纳入平台施工荷载计算，以确保平台稳定，满足受力要求。泥浆池要做到循环利用，不容许直排河流。

5.4栈桥、码头和施工便道的总体布置

深水基础施工便道、栈桥和码头应结合桥梁施工组织设计做好总体平面布置和设计。施工便道应做到场内场外便道连接畅通，施工便道应与施工仓库、料场、加工车间、临时码头和施工栈桥相连；临时码头应规划布设船舶凭靠泊位和起重装卸设备；栈桥连接临时码头与水上施工平台；栈桥、码头和施工便道的总体布置都应根据深水桩施工设备和材料等运输构件尺寸，运输荷载，使用功能，环境条件进行设计与施工。

5.5施工便道作业

5.5.1一般情况下，桥梁工程施工便道宜按四级公路双车道标准（≧6.5m）设计，并应硬化路面，设计路拱（≯1.5%）和排水设施。

5,5,2在现场条件不具备时，可按四级公路单车道标准（≧4.5m）设计；按单车道标准设计时，每隔一定距离（≯300m）宜设置双车道错车道（宽度≧6.5m，有效长度≮20m），最大纵坡应小于9%。

a）独立特大桥梁施工便道宜采用双车道四级公路标准设计。

b）施工便道与地方道路交叉路段宜按四级公路双车道标准（≧6.5m）设计，标准路段有效长度不小于200m。

c）连接施工仓库、料场、加工车间、临时码头和施工栈桥的施工便道宜按四级公路双车道标准（≧6.5m）设计，标准路段有效长度不小于100m。

5.5.3施工便道出入口应设置岗亭，防止社会车辆通行；便道两侧应设置安全防护设施和警示标志。

5.5.4进入施工现场的交通运输车辆和设备实行交通管制。运输车辆司机应服从调度指挥。

5.5.5不得对当地原有道路和水系产生干扰破坏，不得影响原有道路交通安全和施工便道自身交通安全，当施工便道和原有道路交叉时，可根据交通量情况设置交叉道路安全标志或交通信号指示标志。

5.5.6危险路段路边应设置防护设施和防碎落及防滑坡设施。

5.5.7应根据施工便道设计情况设置限宽、限速、限载等标志。

5.5.8施工便道建成后应组织验收。便道使用中，使用单位应承担养护责任和交通安全管理责任；每5Km施工便道应配备1名养护管理员。

5.6临时码头施工作业

桥梁深水桩基础工程的临时码头纳入桥梁工程建设施工组织设计统筹规划。临时码头的设计和施工应符合现行《海港总平面设计规划》（JTJ 211）和《河港工程总体设计规范》（JTJ 212）的有关规定。

5.6.1临时码头建成后除应进行工程质量验收外，还应进行安全专项验收，验收内容包括停靠泊位、装卸设施设备，以及临边防护、防撞设施、安全防护设施等的配备和安全警示标志的设置。

5.6.2建设期临时码头运营维护由使用单位承担。使用单位应配备1名临时码头管理人员兼安全管理人员。

5.7栈桥施工作业

栈桥分为临时码头栈桥和桥梁施工栈桥（包括桥梁深水钻孔桩基础工程施工平台栈桥）都必须纳入桥梁施工组织设计统一规划考虑，应按照栈桥性质和使用要求，依据相应的技术规范进行勘察、设计、审查、施工和验收，应符合《公路工程施工安全技术规范》（JTC F90-2015）第4.3节规定，并应符合下列规定：

5.7.1栈桥的设置应取得地方政府水务水利和航道部门的许可，栈桥设计应满足通航和防汛要求，设置航行警示标志，做好防汛应急措施，确保防汛和通航安全。

5.7.2栈桥应按桥梁标准设计：设计标准应满足四级公路双车道标准（桥面宽度应≧6.5m）；设计荷载考虑自重荷载、车辆荷载、波浪力、风力、水流力、船舶系靠力及漂浮物的冲击力等，应按施工期可能出现的最不利荷载组合验算；结构设计应满足承载能力和结构强度及稳定性要求。栈桥的设计与施工还应结合现场环境和功能需求，考虑结构腐蚀等不利因素，确保栈桥的安全稳定。

5.7.3为了加强栈桥的稳定性，可将栈桥与施工平台连成整体，连接应可靠，通行应畅通。可在栈桥深水区部分的钢管桩位置的上下游抛设砼锚，并且根据水位的涨落不定期的检查锚绳，及时调整。

5.7.4栈桥施工作业应符合以下安全技术规定：

a）栈桥施工过程中对关键部位、关键构件的焊缝必须全面的检查，确保焊接质量。对关键的成品构件在安装前须进行全面的质量检查，满足施工质量和安全性能的要求。

b）栈桥钢管桩要打入河床岩层，多排钢管桩之间应设有足够的纵横向联结系。

c）栈桥的使用应符合以下安全规定：

1) 栈桥交通应设置标志标线和安全警示，有条件时应设置信号灯和信息牌，实行控制管理。

2) 栈桥交通及警示设施主要包括栏杆及扶手上的警示反光漆，栈桥钢管桩水上部分的橘红色面漆，每隔15m设置安全警示灯。

3）对栈桥主体每日进行值班巡查，做好巡查记录；同时还应对栈桥进行定期观测，记录栈桥的沉降、偏位、以及河床冲刷等情况；检查与观测主要包括：栈桥主构件扭曲变形、焊缝开裂或脱落、螺丝松动，钢管桩倾斜、过分腐蚀、水上油漆脱落、及较大沉降等。一旦发现栈桥构件产生破损、松动、开裂、变形等问题，应立即采取有效措施更换、修复、加固完好。

5.7.5栈桥的使用应设专人进行桥梁养护与交通安全管理。100m以下栈桥可配备1名专职桥梁养护人员兼交通安全管理人员；100-200m栈桥，桥梁养护和交通安全管理员应分设，各1名；栈桥长度每增加200m，增设桥梁养护和安全管理人员各1名。

5.8 施工临时水电作业安全管理

5.8.1临时用电作业安全管理

桥梁深水桩基础施工临时用电作业应纳入桥梁工程施工组织设计通盘考虑，施工设备用电应按照《施工现场临时用电安全技术规范》（JTJ 46）的有关规定进行施工组织设计。用电作业还应符合《公路工程施工安全技术规定》（JTG F90-2015）第4.4节有关规定。

5.8.2生产生活用水安全管理

a）生活用水水质应符合现行《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）的有关规定。

b）生产用水：混凝土用水pH值为5.0，钢筋混凝土结构混凝土用水氯离子含量不得超过500mg/L;硫酸盐含量不得超过2000mg/L。

c）在无自来水供给条件下，施工用水应按临建设施设计建设水塔、水箱等储水设施，储水设施应满足地基承载能力和结构受力要求，以及稳定要求，确保安全。

5.9 施工机械设备安全管理

5.9.1桥梁深水桩基础施工中所使用的一切机械设备应符合《公路工程施工安全技术规定》（JTG F90-2015）第4.6节和第5.6节的有关安全规定。

5.9.2桥梁施工所用船舶必须取得港航管理部门的运输生产许可。停靠和停泊与桥梁深水桩施工平台和临时码头的船舶应系牢于平台和码头的停靠墩柱之上，根据航道水文情况设置岸锚和平台缆挂，抛设水下锚定，确保船舶与平台的安全与稳定。

5.9.3桥梁深水基础施工中使用的钻孔机械设备应根据水文、地质条件和基础设计配型选用，应纳入桥梁深水基础施工组织设计和安全专项施工方案研究论证，经组织专家评审，监理工程师审批后，方可投入使用。

5.9.4桥梁深水基础施工中所使用的一般机械设备都应纳入桥梁施工专项方案，做好施工组织设计和机械设备使用的安全专项论证，经组织专家评审，监理工程师审批，方可投入使用。

5.9.5对机械设备、电器设备做到定期和不定期的检查保养。发现隐患，及时更换和修理，定期检查七天一次。定期保养一月一次，并有检查及保养记录。

5.9.6电焊机、对焊机、切割机等必须有防雨棚，且使用前应设有良好的接地装置。所有钢平台必须设置接地。

5.9.7焊机不允许在高湿度（相对湿度超过90%），高温度（60℃以上）以及有害工业气体，易燃、易爆物品附近等场所工作。焊工必须持证上岗。电焊机外壳必须接地，多台电焊机安装时，应接在三相网路上，使三相负载平衡。野外作业时，焊机应放在避雨、通风良好的地方。启动新焊机和长期停用的焊机时，应对焊机性能进行检查，焊机初次的绝缘电阻不应低于0.5兆欧。焊机未切断电源以前，切不可触碰带电部分，工作完毕或临时离开工作场所时，必须切断电源。铲除焊件的杂物和清除焊渣时，须戴好防护眼镜，以防伤害眼睛，作业时必须穿戴安全防护用具。 5.9.8卷扬机应搭设操作棚。操作视线必须良好。卷扬机手应耳听指挥，眼视上、下、左、右，手不离开关，做到人离机停，如有违章指挥者，可有权不听。卷扬机不准在运转时维修、保养，非操作人员严禁操作。钢丝绳、滑轮必须有足够安全系数，如有损坏应及时调换。

**6 施工作业**

6.1 测量作业

6.1.1规范要求

桥梁墩台（塔）深水基础施工测量除应符合现行行业标准《公路勘测规范》（JTG C10）的有关规定外，尚应符合本规程的规定。

6.1.2测量作业任务

桥梁墩台（塔）深水桩基础工程施工测量作业第一任务是在已有的桥梁GPS（或北斗）三角网或导线网基础上进行施工放样。深水桩基测量施工放样作业应满足以下规定：

a）尽量将导线网点和水准点引至距离作业点最近的且通视条件良好洪水水位线之上的边坡稳定的河岸岸边，避开密林草丛、外电架空线路和交通道路。

b）桥梁墩台（塔）构筑物施工放样测量导线网点和水准点应建立固定式的临时测量点，并设置保护桩。

c）高墩、陡坡、地质不良地段、水上测量或夜间测量等风险测量作业，有条件时宜尽量采用GPS（或北斗）等安全测量系统；当采用传统测量方式时，应按《公路工程施工安全规范》（JTG F90-2015）第5.1节有关规定做好测量安全防护。

d）根据现有测量控制网进行桩基中心点放样，在每个桩位处对角设置护桩，并将桩位中心坐标控制点引至护筒内壁上，确保钻进过程中桩位对中。每个桩位应在不同控制点复核两次，确保桩基中心点位置的准确。桩位放样：测量人员对桩位进行放样时，应并在平台上做好护桩。利用护桩检查桩孔的中心位置是否准确，然后调整钻架，使钻架中心、钻机中心和桩孔中心三者在同一铅垂线上，用经纬仪控制，以保证孔位正确，钻孔顺直。钻孔前，需经监理工程师同意后方可开钻，并在钻机醒目位置挂设钻孔标示牌，准备表格做好钻孔记录。

6.1.3桥梁墩台（塔）桩基平台定位测量控制

a）桥梁墩台（塔）桩基钻孔平台定位，应在陆地上设置测量控制点，在平台上放置1台GPS（或北斗）测量仪、1台全站仪，测量出平台中心及四个角点现有位置，给出平台中心点需要移位方向及移位距离。以指导平台准确地移船调整定位就位。

b）平台定位采用卷扬机放绳、收绳配合移船，将平台整体向设计中心位置移动，移位过程中测量人员保持持续观测，发出平台移位方向及移位距离指令，指挥人员根据测量指令指挥各台卷扬机收绳放绳操作。

c）待平台靠近墩位附近时，测量人员精确测量平台中心及四个角点位置并发出指令，指挥卷扬机进行微调对位，对位偏差要求<10cm。

d）调整到位后，将各锚钢丝绳锚固将军柱上。

6.1.4桥梁墩台（塔）位测量控制的观测位置应设置在通视良好安全稳定的岸边，观测棱镜或GPS（或北斗）测点应跟进桥梁墩台，直至桥梁施工完毕，确保测量精准控制。

6.1.5桥梁深水桩围堰和基坑测量控制，可在稳定的坑壁或井壁上设置临时观测点，以减小垂直通视角度影响，确保围堰和基坑位置正确，垂直度满足要求。

6.1.6桥梁深水桩基础的测量控制可在施工平台上准确地放样定位，打插钢护筒，钻机就位，开钻施工；深水桩施工过程中的成孔测量控制应随时掌握成孔钻进深度、孔径大小、孔壁垂直度等关键指标，钻孔到位后应测量孔底沉渣厚度，各项指标达标后，安放钢筋笼，跟进检查钢筋笼下放深度和垂直度；合格后，方可进行水下混凝土灌注施工，水下混凝土施工过程中控制桩底标高，根据导管埋入深度监测灌注过程直至达到桩顶标高要求，防止超拔导管造成断桩事故发生。深水桩施工监控尽量采用先进科学的传导设备和仪器；当采用测量钢圈和测量锤绳等传统方法时，测量人员应穿救生衣安全带，设置防护围栏和警示标志，设置专人看护协助。

6.1.7测量网点维护，桥梁施工测量的GPS（或北斗）三角网或导线网和水准网必须每年在汛期前后进行复测。

6.2 桥梁深水桩基础工程的水上施工作业

6.2.1水上施工作业内容与准备工作

桥梁深水基础施工包含了墩台放样定位、水上作业平台设置、桩基定位、护筒打插、围堰、钻孔灌注桩或是沉井施工、封底与承台等水上施工作业工序。水上施工作业的不定因素决定了施工作业的安全风险性。因此，开工前应做好如下施工准备工作：

a）进行施工勘察，核对设计水文、地质、气象资料，补充水域现状资料（包括水源供给区、养殖区情况、水上建筑设施、管线、锚地情况，及水上安全管理与救援机构、设施、设备等情况）。

b）做好深水基础施工组织设计，栈桥、水上施工平台和围堰设计，防汛与通航规划，进行通航安全风险评估，编制好施工专项方案，组织专家评审，报请堤防水务和河道管理部门审查批准，获得水上施工许可，设置施工作业区，划定安全警戒区，发布水上施工作业公告，设置临时助航标志，确保水上施工安全、防汛安全和通航安全。

c）组织好深水基础施工作业技术交底和培训，水上施工作业人员、工程船舶船长、大副、水手等都必须经考试考核持证上岗。

d）桥梁深水基础施工作业人员应配备救生衣等个人安全防护用品，并掌握正确穿戴。

6.2.2水上施工设备的管理

桥梁施工所需的水上运输、浮吊、打桩、定位等工程船舶属特种设备，必须纳入地方海事部门和质量监督局安全管理，核定安全配员，检查船舶施工作业性能，检查船舶定位设备、消防、救生、堵漏和油污应急等安全设施，经检查合格后方可办理施工作业许可。并保证有效的船岸联系。还应遵守以下安全规定：

a）工程船舶必须在核定航区和作业水域内进行桥梁的水上施工作业，深水基础水上施工作业应纳入总体施工组织计划，编制施工作业方案，制定安全技术措施和应急预案，应按规定进行开工前的施工演练和定期安全演练。

b）工程船舶甲板、通道和作业场所应根据需要设有防滑装置。靠泊船舶上下人或两船间倒运货物，应搭设跳板、扶手及安全网。施工船舶楼梯、走廊等应保持畅通，梯口、应急场所应设有醒目的安全警示标志。

c）工程船舶作业、航行或停泊时，应按规定显示号灯或号型。在狭窄水道和来往船舶频繁的水域施工时，应设专人值守通信频道。

d）遇雨、雾、霾等能见度不良天气时，工程船舶和施工区域应显示规定的信号，必须停止航行或作业。

e）水上工况条件超过施工船舶作业性能时，必须停止作业。

f）遇大风天气，船舶应按规定及时进避风锚地或港池。

6.2.3水上施工作业的安全须知

a）桥梁工程项目部调度室应随时与当地气象、水文站等部门保持联系，每日收看气象预报，并做好记录，随时了解和掌握天气变化和水情动态，以便及时采取应对措施。

b）水上施工作业应配备专用救生船，并有专人值班，各施工作业点应配备救生圈、救生衣等救生设备。

c）船上作业人员必须穿救生衣，听从水手及安全人员统一指挥，严格禁止在船头、船舷边，将军柱上及其它危险地方骑坐。

d）加强与海事部门的协调联系，在钻孔施工作业之前完成助航设施与航标灯施布，确保水上通航安全。

6.3水上平台的施工作业

6.3.1水上施工平台的设计

桥梁深水中必须搭设水上施工作业平台，作业平台应根据施工荷载、水深、水流、工程地质状况进行施工设计，其高程应比施工期间的最高水位高70cm以上。

a) 水上施工平台的设计要求

1）桥梁深水桩基础工程钢支架施工平台设计应符合现行《钢结构设计规范》（GB 50017）的规定，钢管桩和钢管支架应符合现行《碳素结构钢》（GB/T 700）、《钢管脚手架扣件》（GB 15831）的相关规定。

2）桥梁深水桩基础工程钢支架施工平台的强度、刚度和稳定性，应按照现行《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T F50）和《建筑施工临时支撑结构技术规范》（JGJ300）设计并验算，施工平台及钢支架水中基础应考虑流水冲刷的影响。

3）平台的纵梁之间应设置可靠的横向连接。

4）钢管桩的承载力和稳定性应满足要求。

b) 平台锚碇系统的设计要求

钻孔平台锚碇系统设计计算应考虑水流及风力作用，允许作业的最大风力：V2=10.7m/s（五级风），风压: Wp2=10.72/1600=0.07kPa，该情况下浮吊、运输船全部停止作业并靠岸避风。考虑流速影响，钢丝绳在使用前应进行检查，确认钢丝绳无较大磨损、碰伤或打死弯的情况，并以钢丝绳替代锚链。

c) 靠船桩的安全设计要求

桥梁深水桩基础、墩（塔）等的大型施工平台应设置靠船桩，靠船桩应独立设置，强度和稳定性按照停靠船舶等级和吨位要求设计。

6.3.2平台的安全施工

固定式钻孔平台由平台支撑梁和平台面板（主龙骨、次龙骨、底板及堵漏钢板）、支撑结构（主墩钢护筒、辅助桩、连接系）及用于平台转换的吊挂体系（吊挂梁、支撑牛腿及吊索）组成。平台结构应具备足够的强度、刚度、稳定性和起重能力。

a) 钻孔平台材料进场检验

1）钢板的尺寸、外形及允许偏差应符合设计要求和规范规定。钢板及型钢表面不允许有轧入氧化铁皮、气泡、热拉裂、裂纹、结疤、以及分层等缺陷。

2）钢材的长度、宽度、板形和厚度正偏差应符合国家标准或国际标准的规定，所有进厂的材料均须附有质量合格证书。认真检查核对材料材质单，保证型钢材质与设计相符合。

b) 平台钢结构加工的焊缝检测要求：受力焊缝根据设计图纸要求做探伤检测，对有水密要求的构件，接缝应做煤油渗透试验。

c) 搭设施工平台作业

桥梁深水桩基础工程钢支架施工平台搭设的施工作业包括：钢管桩施工（含钢管桩制作、运输、定位、接长、沉设等），平台搭设（含平联施工、平台上部结构搭设、起重机安装、靠船桩施工等），平台上使用的设施设备安装，平台防撞设施等。平台施工应符合以下规定：

1）桥梁深水桩基础工程钢支架施工平台使用材料应采用专业化钢结构制造加工厂家生产的标准化成品材料。周转材料使用前应按照现行钢结构设计和施工相关规范要求检查，不符合要求不得使用。

2）钢管桩的吊运、存放和运输应符合现行《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T F50）的有关规定。

3）水上运输船舶装卸作业必须均匀加载，严禁超载、超宽、偏载。卸货时必须分层均匀卸载。

4）定位船及抛锚作业船、其锚链、锚缆滚滑区域不得站人，锚缆伸出的水域应设置警示标志。

5）钢管桩施工作业应符合以下规定：

i.区域（水域或陆域）应设置明显的安全警示标志，非作业车船和人员不得进入施工区域。

ii.起吊桩或桩锤作业人员不得在桩、锤下方或桩架龙门口停留或作业。

iii.吊点应符合设计要求，桩身应设溜绳，桩身不得碰撞桩锤或桩机。

6）打桩船作业应符合下列要求：

i.打桩船作业应统一指挥。

ii.打桩架上的活动物件应放稳、系牢，打桩架上的工作平台应设有防护栏杆和防滑装置。

iii.穿越群桩前缆应选择合适位置，绞缆应缓慢操作，缆绳两侧10米范围内不得有工程船舶或作业人员。

iv.桩架底部两侧悬臂跳板的强度和刚度应满足作业要求，跳板的移动和封固装置应灵活、牢固、有效。

d) 平台检查验收

1）水中墩采用钢管桩平台进行基础施工时，钢管桩平台应满足在风、浪、潮作用下的安全要求，平台在检算后，经现场检查合格后，方可投入使用。

2）对平台上设置起重机械的应进行专项设计，并报当地市场监督局特种设备质监部门进行取证验收。

6.3.3 钻孔平台的浮运与抛锚作业

a) 作业前的准备工作

钻孔平台浮运前需做好充分的准备工作，项目部成立专门的浮运工作小组，对整个浮运全程指挥。并与外界海事航道局事先沟通，选择风力较小的天气进行浮运作业。

1）浮运前，应对浮运动力设备应进行验算，应对驳船连接系进行详细检查，确保驳船之间已连接为整体。其次需完成驳船加固工作，并对驳船舱内、甲板进行详细检查，对存在孔洞或是锈蚀严重的地方进行修补，防止漏水。

2）浮运需用的机驳船、辅助驳船、浮吊等停靠在指定位置，机驳船与平板驳船间连接钢丝绳安装完毕后，应仔细检查确认。

3）在浮吊上提前安放好卷扬机，并将铁锚及锚链、钢丝绳、绳卡、开口滑车等放到浮吊上待用。

4）在施工平台上提前做好观测点，并做好标记，在浮运及定位过程中注意随时监控。其次准备1台GPS、1台棱镜等测量仪器随船监控，岸边准备全站仪，GPS和全站仪两种方法相互校核定位。

5）浮运前需将岸边混凝土锚碇提前抛设完成，将钢丝绳卷到岸边待用。

b) 水上抛锚及过绳

1）霍尔锚、锚链均检验合格，钢丝绳逐根检查，严禁有磨损、碰伤或打死弯现象，并按设计规格和长度进行配置，并进行编号、理顺和盘好,置于浮吊上备用。

2）检查每根锚链与钢丝绳、霍尔锚与锚链、锚链与锚链之间的连接是否牢靠。

3）检查卷扬机、将军柱、开口滑车等的工作状况是否良好；

4）拼装船、浮吊上所有设备要按设计要求布置齐全。

5）掌握抛锚期间的天气情况，选择水面能见度好，无大风大雨天气的时候进行。

6）抛锚定位前应与航运管理部门取得联系，加强航运管理，上、下游各1000m处设防护巡逻船，以确保安全。

7）配备对讲机、小红旗等联络工具，并事先计算出每个锚的理论位置，抛锚位置应按最大水深考虑。

6.3.4水上施工作业的交通安全管理

a）跨通航水域的桥梁深水桩基础工程施工平台，应设置防撞设施和号灯、号型。

b）桥梁深水桩基础工程水上施工平台应配备交通船舶。交通船舶必须配备有救生设备，严禁超额载人。

6.3.5 钻孔平台的安全设施设置

a）在钻孔平台顶面临边、上下楼梯通道及进出口等部位全部安装钢结构栏杆，悬挂防护网及警示标志；栏杆安装必须牢固可靠，并定期检查维护。

b）现场上下楼梯通道必须安装牢固，并采用防滑面板，定期检查维护。

c）现场安装钢结构的各种操作平台必须牢固，脚手板要求牢牢固定在平台上。

d）平台周边设置防撞浮筒及夜间警示标志，保证夜间足够的照明（尤其是通道口、楼梯口、临边洞口位置）。

e）对已完成插打的钢护筒（包括已经完成混凝土浇灌的），作好孔口的覆盖，并设置警示标志，防止人员掉入。

6.3.6钻孔平台作业的安全防护

桥梁深水桩基础工程施工平台临边和钻孔桩洞口应设置防坠落栏杆、盖板、围栏、安全网或其他防止坠落的设施。

a）不得损坏及擅自移动、拆除安全设施和安全标志，因施工需要拆动时要经过施工负责人批准，并及时复原。

b）不准在防护栏杆、垂直升降平台、孔洞边缘坐靠休息。

c）洞口应设明显的警示标志，在通道处，夜间要设红灯示警。

d）在洞口或平台边缘等处悬空作业时，作业操作必须小心谨慎，不宜用力过猛，防止身体失稳坠落。

6.4 深水桩护筒施工作业

6.4.1护筒的适用条件

在土质类、砂卵石类或松散岩土类地质条件下进行钻孔灌注桩施工，宜采用护筒。护筒的埋深与受力计算有关，深水桩基础的护筒埋深设计应根据孔周地质条件确定，应保证不受冲刷影响，以及不会造成塌孔、漏浆。深水域的长护筒：粘性土应沉入河床局部冲刷线以下1.5m；细砂或软土应沉人冲刷线以下至少4m，岩面护筒可复打跟进，埋置深度不应小于1m。。

护筒应坚固、不漏水，内壁平滑、无凸起；护筒顶端高程应高于地下水位或施工期间的最高水位2.0m以上，护筒内径应比孔径大20cm以上。

6.4.2护筒制造、运输、定位、沉入的施工规定

桥梁深水桩钻孔施工应采用钢护筒。钢护筒的制造、运输、定位、沉入参照钢管桩施工技术要求执行。还应符合以下施工规定：

a）钢护筒在工厂分节制造，运输至墩位处接长。钢护筒采用螺旋板卷制，在工厂内采用长线法制作，对每节钢护筒编号，并在每两节钢护筒接头处设置临时螺栓匹配件，在工厂内进行试拼装。

为保证钢护筒在运输过程中不变形，在每节钢护筒两端安装两道十字形内支撑。护筒顶口内支撑的位置对应安装钢护筒打梢装置，兼做钢护筒起吊吊点。其次在底节钢护筒底口增加加劲环箍钢板，增加钢护筒刚度，防止钢护筒在插打时发生卷边现象。

b）为保证起吊及对接过程的安全、便捷，在距护筒底部1.0米处设置辅助吊点。

c）钢护筒接头采用开坡口熔透焊接，并焊接补强板；钢护筒对接时，施焊应对称进行。所有钢护筒底节在底部0.6m高度范围内根据设计尺寸而定采用δ=16mm以上厚度的钢板加强。

d）为便于墩位上对接时的焊接施工，除底节护筒外，其余护筒在出厂前均应在其底部做好30°的坡口。

e）钢护筒入土或入岩深度应根据水文地质条件及荷载条件计算而定，必须保持高度的垂直度，具有足够的埋置深度。控制钢护筒垂直度<5‰，且钢护筒顶面偏差≤5cm，钢护筒入岩≥1m。

6.4.3护筒的打插施工作业

护筒下沉过程中采取复打跟进的方式，使护筒穿透覆盖层（含卵石夹层），底口进入土层或基岩一定深度，防止塌孔发生。

a）钢护筒插打应严格控制钢护筒垂直度。根据实际垂直度要求进行钢护筒插打导向架设计，测量人员在导向架安装和钢护筒插打过程中利用全站仪对导向架垂直度、钢护筒插打垂直度以及在插打过程中的平台平面位置等进行全程监控，确保钢护筒施工质量和施工作业安全。

b）导向架制安：钻孔平台精确定位后，放样角桩桩位中心线，安装钢立柱定位导向架，测量人员严格检查导向架平面位置偏差。导向架与型钢骨架连接牢固。考虑到钻孔平台为主要受力结构，导向架尽量不与平台直接焊接，将导向架利用精轧螺纹钢筋及挂梁将导向架锚固在平台上。钢护筒插打间隙固定为2cm，此时钢护筒垂直度控制在2.5‰。

c）插打顺序:应根据河谷特点，为避免在插打过程中，护筒底口在斜坡面上产生的水平分力对平台平面位置造成影响，施工时，先插打靠岸侧两根辅助桩钢护筒，再插打河中侧两根钢护筒，将平台在桥轴线方向做好限位，以利钢护筒平面精确定位，再施工剩余钢护筒。

d）钢护筒插打施工作业应符合以下规定：

1) 钢护筒插打前，在岸边类似地层进行工艺试验，以确定振动锤施工工艺参数选择。

2) 吊运钢护筒从定位架导向孔插入、缓慢下放。钢护筒接长时，先将已插入的节段利用打梢装置吊挂在平台上，然后将接长段起吊对位焊接。对接时控制好钢管立柱垂直度，接头采用开坡口熔透焊接，接头处利用12块钢板补强。钢管柱对接完成后，浮吊配合进行下放，直至钢管柱下端进入河床不沉为止。

3) 钢护筒了进入河床后，启动振动锤沉桩，插打钢管柱，直至达到设计深度，记录下此时钢管柱长度并计算柱底标高。插打过程中要同步松长吊机的起重绳，控制锤身与桩身保持垂直状态。钢管柱垂直度要求垂直度≤3.5‰，且≯15mm，护筒平面位置偏差不超过20mm。

6.5 围堰工程施工作业

6.5.1双壁钢围堰施工施工作业

桥梁深水桩基础工程一般首选双壁钢围堰。双壁钢围堰施工作业应符合下列规定：

a）应制定双壁钢围堰或钢套箱围堰浮运、吊装、下沉、封底拼接、组装专项施工方案。

b）应按设计要求制造双壁钢围堰，焊缝应检验，并应进行水密试验。

c）浮船或浮箱上组装双壁钢围堰，双壁钢围堰应稳定。

d）双壁钢围堰施工水上作业应符合本规程第6.2节的有关规定。

e）双壁钢围堰接高和下沉作业过程中，应采取保持围堰稳定的措施。悬浮状态不得接高作业。

f）施工过程中应注意监测水位变化，围堰内外的水头差应在设计范围内。

6.5.2钢套（吊）箱围堰施工作业

一般桥墩深水桩基础工程可采用钢套（吊）箱围堰。钢套（吊）箱围堰应符合下列施工技术规定：

a）设计钢套（吊）箱围堰必须验算悬吊装置、吊杆的安全性以及有底钢套（吊）箱围堰的抗浮性。

b）吊装所用设备、机具，状态应良好。

c）钢套（吊）箱围堰就位后应及时与四周钢护筒连成整体。

d）钢套（吊）箱围堰内排水应在封底混凝土符合设计规定后进行，排水不应过快，并应加强监测钢套（吊）箱围堰变化情况，及时设置内支撑。

6.5.3钢板（管）桩围堰施工作业

水深在10～20米范围内桥梁桩基础工程施工可采用钢板（管）桩围堰。钢板（管）桩围堰水上沉桩符合以下规定：

a）一般规定：

1)区域（水域或陆域）应设置明显的安全警示标志，非作业车船和人员不得进入施工区域。

2)起吊桩或桩锤作业人员不得在桩、锤下方或桩架龙门口停留或作业。

3)吊点应符合设计要求，桩身应设溜绳，桩身不得碰撞桩锤或桩机。

b）固定平台、自升式平台应搭设牢固。打桩机底座应与打桩平台连接牢靠。

c）打桩船作业应符合下列要求：

1)打桩船作业应统一指挥。

2)打桩架上的活动物件应放稳、系牢，打桩架上的工作平台应设有防护栏杆和防滑装置。

3)穿越群桩前缆应选择合适位置，绞缆应缓慢操作，缆绳两侧10米范围内不得有工程船舶或作业人员。

4)桩架底部两侧悬臂跳板的强度和刚度应满足作业要求，跳板的移动和封固装置应灵活、牢固、有效。

6.5.4土石围堰

土石围堰一般不适用深水桩基础工程施工。土石围堰施工应符合现行《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T F50）有关规定。

6.6.5 围堰的潜水作业规定

围堰的施工作业应及时掌握水情气象变化，遇有洪水、流冰、大风、暴风雨潮等极端情况，应立即撤离作业人员。

深水桩基础围堰的拆除应符合专项施工方案的要求，内外水位应保持一致，拆除时应设置稳固装置，潜水作业还应符合以下规定：

a）潜水员应按照有关规定经专业机构培训，并取得相应的从业资格。

b）施工前，潜水员应熟悉现场的水文、气象、水质、地质等情况，掌握作业方法和技术要求，了解工程船舶的锚缆布设及移动范围等情况。

c）潜水最大安全深度和减压方案应符合现行《产业潜水最大安全深度》（GB 12552）、《空气潜水减压技术要求》（GB/T 12521）和《甲板减压舱》（GB/T 16560）的有关规定。

d）潜水员使用的水下电气、装备、装具和水下设施，应符合现行《潜水员水下用电安全规程》（GB 16636）的有关规定。

e）潜水作业现场应备有急救箱及相应的急救器具，作业水深超过30米应配备预备潜水员和减压舱等设备。

f）水温低于5°C、流速大于1.0m/s或具有危险海生物、障碍物或污染物等的潜水作业区，潜水员潜水作业必须采取安全措施。

g）潜水作业时，潜水作业船应按规定显示号灯、号型。

h）潜水员水下作业时，必须有专人值守，严禁向作业区域抛投物件。为潜水员递送工具、材料和物品应使用绳索进行递送，不得直接向水下抛掷。

i）潜水员的作业时间和更换周期应符合相关规定。

6.6 钻机操作作业

6.6.1钻机的选型与设计

钻机选型应充分考虑地质条件和施工平台条件，充分考虑钻机的荷载和扭矩，计算钻压，科学确定钻压与钻进速度关系，考虑平台结构安全稳定。

a）选择包括齿尖角、齿距、刀具的排列方式等的刀具参数M值，当孔底无岩层时，M＝1.25～3.0（硬岩取小值、软岩取大值）；孔底有岩时M≤1.0。

b）安排钻机线压强度时要求：

1) 在覆盖层中岩土强度N值＞5MP时，取线压强度q＝40kg/cm；

2) 在风化岩层或软岩中钻孔时，取线压强度q＝80kg/cm；

3) 在岩石强度大于40MP时，取线压强度q＝160～320kg/cm；

4) 在岩石强度大于80MP时，取线压强度q＝400kg/cm。

6.6.2钻机的安全措施与检查

a）钻机的安全措施

钻机等高耸设备应按规定设置避雷装置。钻机电缆线接头应绑扎牢固，不得透水、漏电；电缆线不得浸泡于水、泥浆中，不得挤压电缆线及风水管路。

b）钻机的安全检查

1) 钻机进场，应做好组拼及检查与调试工作，准备好空压机、泥浆循环系统等，主墩水上施工泥浆船到位。

2) 钻机利用浮吊安装于孔位处，钻机摆放要考虑平台局部受力支承情况，钻机摆放处必须抄垫牢固。钻机组装就位，其底座应水平、稳定，钻架要竖直，钻头、钻杆和桩径中心在一铅垂线上，用经纬仪控制，以保证孔位正确，钻孔顺直。

3) 钻机作业前必须检查传动、制动、吊索、拉绳等牢固有效，防护装置应齐全良好，并经试运转合格后，方可正式操作。

4） 安装钻机应按作业方案和对照钻机说明书的要求，详细检查各部件、临配件是否齐全合格。不合格或变形、锈蚀的零配件不准使用；钻机在施钻或待机状态时，都必须保持稳定，防止失稳导致的倒塌、倾翻等安全事故。故钻机就位后应加固稳定，与基座连接牢靠。

c）安全施工程序

钻机安装就位后，应调整底座保持平稳。钻孔作业采用减压钻进，根据不同的地质岩土层选择与之相适应的进尺与转速。当钻进至接近护筒底口2米左右时，应采用低钻压、低转速、慢进尺钻进，以确保护筒部位岩土层稳定；当钻出护筒2米以上后，方可恢复正常钻进速度。

6.6.3钻机操作须知

钻机施工人员必须熟悉钻机构造、性能和保养规程、操作熟练方可独立上岗；熟悉各类钻机的操作流程与方法，并熟知与钻机配套相关的机械设备的性能和使用操作方法。

a）冲击钻机的技术规定

冲击钻机的卷扬机应制动良好，钻架顶部应设置行程开关。钢丝绳应无死弯和断丝，安全系数不应小于12；钢丝绳夹数量应与钢丝绳直径相匹配，并应设置保险绳夹。

b）冲抓钻机的技术规定

冲抓钻机钻孔，当钻头提至接近护筒上口时，应减速、平稳提升，不得碰撞护筒，作业人员不得靠近护筒，钻具出土范围内严禁有人。

c）潜水钻机的技术规定

潜水钻机钻孔时，每完成一根钻孔桩后应检查电机的密封状况。

d）旋挖钻机的技术规定

1) 钻孔作业过程中，应观察主机所在地面变化情况，钻孔平台施工时，应观察护筒标高变化情况，发现下沉现象应及时停机处理。若因故长时间停机时，则应挂牢套管口保险钩。

2)旋挖钻机在场内墩位间转移时，应由专人指挥，预先检查转移路线，放倒机架，方可实施移机。

e）回旋钻机的技术规定

回旋钻机钻进时，高压胶管下不得站人。水龙头与胶管应连接牢固。钻机旋转时，不得提升钻杆。钻机移动不得挤压电缆线及管路。

1) 正、反循环钻机钻孔均应减压钻进，即钻机的吊钩应始终承受部分钻具质量，避免弯孔、斜孔或扩孔。

2) 开钻时以低档慢速正循环钻进，以保证孔位不产生偏差，钻下10m后改为反循环钻进。

3) 开始反循环钻进时，应将钻头提离孔底约20cm，待泥浆循环畅通后方可开始钻进。

4) 钻孔时要根据地质情况和钻进进尺情况采用低、中、高速钻进,但在钻头出钢护筒底口时,当钻进至接近钢护筒底口位置1～2m左右时，须采用低钻压、低转数钻进，并控制进尺，以确保护筒底口部位地层的稳定；当钻头钻出护筒底口2～3m后，再恢复正常钻进状态。

5) 钻机在各地层中的钻孔指标：对于淤泥质土层和亚粘土层，采用中速、优质泥浆、大泵量钻进的方法钻进；对于粘土层采用中等钻速大泵量、稀泥浆钻进；对于砂层，采用轻压、低档慢速、大泵量、稠泥浆钻进，以免孔壁不稳定，发生局部扩孔或局部坍孔，并充分浮渣（并利于气举反循环吸取排渣），以防埋钻现象；对砂砾层，采用低档慢速、优质浓泥浆钻进，确保护壁厚度以及充分浮渣。

6) 正常钻进时应及时捞取钻渣取样，参照地质资料掌握地层变化情况，判断地层情况，记入钻孔记录表，并与地质资料进行核对，根据地层情况及时调整钻机的转速和进尺。

7) 接长钻杆时，接头一定要完好，防止漏气、漏水和掉钻头等事故的发生。

8) 停钻时，钻头需提离孔底2.0m左右后停止供风，防止出渣口被堵。

9) 终孔并检查合格后及时清孔，以免使钻渣沉淀增多而造成清孔困难。

10) 安排钻孔顺序时，相邻两孔不能同时进行钻孔作业，以免干扰，一孔灌注混凝土完成24小时后，其邻孔才能开始钻孔。

g）全套管钻机的技术规定

使用全套管钻机钻孔时，配合起重机安装套管人员应待套管吊至安装位置后，方可靠近套管辅助就位，安装螺栓；拆套管时，应待被拆管节吊牢后方可拆除螺栓。

6.7 钻孔施工作业

6.7.1钻孔前的施工准备

a）钻孔施工准备与作业指导书编制

开钻前应绘制钻孔地质剖面图，制定详细可行的钻孔桩施工作业指导书，内容包括钻孔施工工艺与操作指南、操作人员的培训考核、钻孔设备及泥浆循环系统检查与维护、材料的检查与验收、应急预案与救援方案、质检检查与验收标准等，并备有可靠的自发电系统和满足要求的混凝土供应系统。

b）机械设备和原材料的检查与准备

钻孔施工前要准备好测量试验仪器，钢筋笼吊具，混凝土浇筑工具，与桩径相匹配的足够容量的储料斗和料斗、快速卡口导管、导管夹箍、隔水球阀、测绳及测铊校验等。准备好备用发电机组并试运转，状况良好，能在停电的情况下迅速投入使用。设备维修人员和配件应准备妥当。所有备用设备应保证原有设备在遇到意外事故时，混凝土生产、运输、浇筑连续。完成混凝土原材料如水泥、砂、碎石、水、外加剂的进场检验工作，并报监理工程师认可；原材料备料数量应能满足连续生产的需要。

c）操作人员持证上岗并遵规守纪

钻机操作工、指挥、电工、焊工、机修工等施工作业人员应配备齐全，持证上岗，进入桥梁施工现场必须遵守施工作业操作规程和安全生产纪律。

d）建立施工作业交接班制度

桥梁深水桩钻孔施工应连续作业，建立交接班制，并形成书面记录；施工中严禁人员进入孔内作业。

6.7.2 钻孔桩施工作业的安全措施

a）钢护筒插打完后与平台连成整体，并检查焊接质量是否牢靠。

b）钻机、钻杆和钻头均符合设计要求，使用时设有专人检查维修。

c）使用旋转钻机钻孔，当移动钻机时，防止挤压电缆及水风管路。

d）钻机与平台或地面之间必须抄垫牢固，防止倾覆；对于平台有特殊受力要求的部位，钻机必须严格按照设计位置布置，并做好抄垫工作。

e）孔口附近要经常清理，保持整洁，作业人员在孔口周围作业时，要注意安全。

f）工程技术人员在孔口处量测孔深、检查机械时，应注意自身安全。

g）空压机风管接头必须连接牢固，防止泥浆喷射伤人。

6.7.3钻孔施工作业规定

a）桥梁深水桩基础钻孔施工作业应符合堤防、水利、防洪，以及航道等相关部门的有关规定。桥梁桩基础钻孔作业区域应设置警戒区。

b）施工平台行走通道连接应牢靠稳定平坦，满足钻机正常工作和移动的要求。钻机安设应平稳、牢固。不得产生水平位移和沉降，并应经常检查、调平。

c）钻机正常钻进后，根据地层情况调整冲程与泥浆性能。钻至护筒底2～4m范围土层时，采用浓泥浆、小冲程、高频率冲砸，使孔壁坚实不坍不漏。

d）钻孔应连续钻进施工，中途不得随意停顿。停钻时，钻头应提出孔内。冲孔时要认真填写施工记录，过程中坚持钻碴取样并编号保存，判断地质类别，填写钻孔记录表，并与设计所提供的地质图相对照。如遇和地勘资料出入较大情况出现，及时向监理单位报告。

e）采用配重减压钻进施工，重锤导向，钻压小于钻具重量的80%（扣除水浮力），以中低速钻进，保证钻孔垂直度（钻孔的垂直度偏差控制在0.5%）。钻进过程根据不同的地层控制钻压和钻进速度，尤其在地质变化位置、护筒口位置更要采用低速钻进。严禁大钻进和高速钻进。

f）桥梁深水桩基础工程相邻两孔不能同时进行钻孔作业，以免干扰，一孔灌注混凝土完成24小时后，其邻孔才能开始钻孔。

g）发生卡钻时，不得强提，应查明原因并处理。宜采用冲、吸等方法，将钻头周围土层松动后提钻，并采取措施保持孔壁稳定。

h）停钻时，钻头、钻杆应置于孔外安全位置。停止施工的钻孔桩孔口应加盖防护，四周应设置护栏及明显的警示标志，夜间应悬挂示警红灯。

i）钻孔作业中发生坍孔和护筒周围冒浆等故障时，必须立即停钻；钻机有倒塌危险时，必须立即将人员和钻机转移至安全位置，经技术处理并确认安全后，方可继续作业。坍孔不严重时，采取改善泥浆性能、加高水头后再进行钻孔；当护筒底口发生坍孔时，应采取护筒跟进、下内护筒等办法进行施工；当坍孔严重时，应尽快回填，采用粘土并加入适量的碱和水泥，回填高度应高于坍孔处2～4m，待其固化后，提高泥浆比重，快速穿过该地层。

j）遇大雨、大雾和六级以上大风，应停止钻孔灌注桩施工作业，当风力超过六级或台风警报时，应将机架放倒在地面上。暴风雨过后，必须进行一次全面检查，发现问题，及时处理。

k）成孔后或因故停钻时，应将钻具提至孔外置于地面上，关机、断电并应保持孔内护壁措施有效，孔口应采取防护措施。

6.7.4特殊不良地质条件下的钻孔作业

特殊不良地质条件下（如岩溶、采空区等）的钻孔灌注桩施工作业应符合下列规定：

a）施工前，应核对桩位处的地质资料；地质情况有疑问时，应补充完善地质资料。

b）如发现水头下降和少量漏浆现象，应查明原因，采用高性能膨润土造浆补水。如发生大量漏浆及塌孔等现象，应立即停止作业，采取保证平台、钻机和作业人员安全的措施。

6.7.5钻孔桩施工的检查与验收

a）钻机运行中作业人员应位于安全处，严禁人员靠近和触摸钻杆；钻具悬空时严禁下方有人。

b）钻孔过程中，应经常检查钻渣并与地质剖面图核对，发现不相符时，应分析查找原因，根据实际情况做好应急措施准备。

c）钻孔完成后，应及时清孔，经成孔检查验收合格后，应连续作业，尽快下放钢筋笼，及时灌注水下混凝土。

6.8 钻孔护壁泥浆制备与循环利用的施工作业

6.8.1制浆原材料的一般要求

优质的桥梁钻孔护壁泥浆必须具备悬浮渣土并把渣土携带出孔外的功能，以及防止孔壁坍塌的功能，因此，要求采用优质的制浆原材料。

a）膨润土的物理常数：相对密度：2.4～2.95；粉末体的表观相对密度：0.83～1.13；液限：330％～590％；6％～12％溶解度时的pH: 8～10；比表面积：80～110m2/g。

好的膨润土指标：i.浓度8% 的溶液经过10h后不产生沉淀；ii.过滤水量：10mL以下；iii.泥皮厚度：5mm以下。

b）水,钙离子浓度不超过100×10-6，钠离子浓度不超过500×10-6,pH 为中性的水。

c）增黏剂CMC（钠羟甲基纤维素），掺人0.03％～0.1% ，就能增加泥浆的黏度和屈服值，提高泥皮的形成性能，包裹住膨润土颗粒具有胶体保护作用，防止水泥及盐分的污染。

d）分散剂i.复合磷酸盐类（如六甲基磷酸钠，三（聚）磷酸钠）等，浓度为0.1%～0.5%；ii.碱类（如碳酸钠和碳酸酸氢钠）等；浓度0，5％～1.0 ％；iii. 木质素磺酸盐（如纸浆废液）；iv.腐殖酸类（如腐殖酸钠)。

6.8.2泥浆配合比的确定

a）膨润土及CMC的掺加浓度，为防止钻孔坍塌，必须满足一定的漏斗粘度，漏斗粘度决定了膨润土和CMC掺加浓度。其参加浓度根据钻孔灌注桩实际地质情况，一般根据实验或经验确定，如表6-1所示。

b）分散剂的掺加浓度，与地下水含量有关，一般为0～0.5%。

c）加重剂如重晶石细粉(BaSO4)，可将泥浆的相对密度增加到2.0～2.22，提高泥浆护壁作用。重晶石粉掺量根据原泥浆相对密度和土质情况检验决定。

d）防漏剂的参加浓度，根据钻孔的漏浆情况和不同土层岩性逐渐增加，一般根据实验和经验取值：0.5～5%，泥浆漏失大则取大值。

表6-1 有代表性的配合比实例

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 土层 | 膨润土/% | CMC/% | 分散剂/% | 其他 |
| 粘性土 | 6～8 | 0～0.02 | 0～0.5 |  |
| 砂 | 6～8 | 0～0.05 | 0～0.5 |  |
| 砂砾 | 8～12 | 0.05～0.1 | 0～0.5 | 防漏剂 |

6.8.3泥浆护壁施工作业

a）选用不分散、低固相、高粘度的优质PHP泥浆护壁，加强泥浆指标的控制，随时注意孔内泥浆液面的变化情况，孔内泥浆应始终高于水面2.5m以上，需要时补充新制泥浆，保持孔壁的稳定。

b）钻孔施工时应计算泥浆需求量，应储备一定量的高性能膨润土或低标号水泥，以备钻孔过程中出现水头突然下降和漏浆事故应急所用。

c）钻孔灌注桩成孔施工过程中，如发现水头突然下降和少量漏浆现象，应查明原因，采用高性能膨润土造浆补水。如发现水头严重下降和大量漏浆现象，或造成塌孔事件，应立即停止作业，采取保证平台、钻机和作业人员安全的措施。必要时采用粘土回填处置，塌孔稳定后方可重新施钻复孔。

6.8.4泥浆护壁钻孔施工的安全环保要求

a）泥浆护壁成孔时，孔口应设护筒；埋设护筒后至钻孔之前，应在孔口设护栏和安全标志。

b）在泥浆池与沉淀池周围应设置防护栏杆和安全与警示标志。

c）桥梁深水钻孔灌注桩成孔施工使用泥浆必须设置泥浆池和沉淀池，或采用泥浆船。

d）泥浆不断循环使用过程中应加强管理，始终保持泥浆性能符合要求。

e）废浆的处理对有泥浆护壁的钻孔灌注桩是较为重要的工艺流程。一是出于环境保护需要；二是经过处理后的泥浆，护壁功能有所提高，有利于质量控制。泥浆的循环利用，提高了周转率，节约了成本。

f）钻孔过程中产生的废渣、泥浆统一收集并转运至弃渣场处理，泥浆残渣应及时清理并妥善处理，不得随意排放，不得将钻渣污水直接排入河流，防止污染环境。

g）终孔并经检查合格后及时清孔，避免钻渣沉淀增多而造成清孔困难。

6.8.5泥浆循环系统

泥浆循环系统由泥浆池、泥浆泵、泥浆分离器、出浆管、进浆管组成。

a）为了保证安全连续正常施工，确保成孔速度、成孔质量及灌注成桩质量，开孔前泥浆总量应达到设计方量的2倍左右方可开钻。

b）泥浆絮凝或沉淀过多时，泥浆必须用空压机送风反复搅动，符合要求后才可送入孔内使用，否则势必会造成孔内沉渣过多或其它孔内事故。

c）钻孔过程中，现场技术员要随时关注泥浆性能的变化、检测泥浆的性能，不符合设计要求的泥浆禁止送入孔内。钻进时及时足量补充孔内泥浆，防止孔内泥浆落差太大。要注意观察孔内水头变化及排渣量的变化情况，且要保证泥浆补给顺畅，泥浆管路应经常清理并检查其密封性。

d）钻孔过程中，根据孔深及孔内水头高度情况，调整风包位置，保证泥浆循环正常进行。

e）在雨天施工时，应注意泥浆性能的变化，及时根据实际情况调整泥浆原料的配比。钻机因故停钻时（如机械故障、修理钻具等），要及时向孔内补充泥浆，保持泥浆高度，以保证孔内安全。

f）钻孔时, 如出现护筒内水头不易保持, 说明孔壁漏水, 护筒底口形成通道。应急处理办法可用抛投锯末加以堵漏;如下降较快应及时提钻至钢护筒内, 采用钢护筒跟进或水下混凝土封底的措施解决。

g）做好工地钻孔桩施工过程中废渣、泥浆收集及转运工作，泥浆统一收集到泥浆船内，严禁向江内排放泥浆钻渣。桩孔内含渣泥浆通过泥浆泵抽入泥浆分离器，泥浆流入泥浆池沉淀池后流回孔内，分离出的钻渣及时清理并转运至弃土场。

6.8.6泥浆船的循环利用

a）至少分2个沉淀池、一个储浆池，沉淀池内设置泥浆分离器，储浆池内设置泥浆泵。泥浆循环系统由泥浆船、泥浆泵、泥浆分离器、出浆管、进浆管组成，桩孔内含渣泥浆通过泥浆泵抽入贮渣浆池，经泥浆分离器分离后流入储浆池，再通过进浆管流回孔内，分离出的钻渣将泥浆船驶到指定弃渣场，及时清理。

c）进浆管利用每个钻机自带泥浆管抽回孔内，出浆管从每个孔内设置小管至总出浆管内，由总管统一排放至沉淀池中。

c）钻进过程中如泥浆有损耗、漏失应予补充。每钻进2m或地层变化处，应在泥浆槽中捞取钻渣样品，查明土类并记录，以便与设计资料核对。

6.9 钢筋工程加工作业

6.9.1钢筋骨架加工制作

钢筋骨架制作和运输应按照钢筋工安全技术交底相关施工。钢筋断料、配料、弯料等工作应在加工厂进行，钢筋笼在钢筋加工厂胎模上分段加工制作。钢筋工程加工作业应符合以下技术规定：

a）钢筋冷拉作业区两端应装设防护挡板，冷拉钢筋卷扬机应置于视线良好位置，并应设置地锚。钢筋冷弯作业时，弯曲钢筋的作业半径内和机身不设固定销的一侧不得站人或通行，钢筋或牵引钢丝两侧3米内及冷拉线两端不得站人或通行。

b）切割机使用前，须检查机器运转是否正常，有否漏电，电源线须装漏电开关，切割机不准堆放在易燃物品边。

c）现场制作钢筋笼绑扎悬空部位钢筋时，必须在脚手板上操作，绑扎钢筋时不准站在钢箍上绑扎，必须搭设操作架。

d）钢筋笼用平板车运输至栈桥头后由运输船运输至墩位，采用专用十字吊具，利用浮吊及龙门吊配合安装。起吊钢筋笼前，现场作业人员必须根据钢筋笼重量，布置好机械站位，保证机械不超负荷作业；吊装前对吊具、钢丝绳、卡环等进行严格检查，保证吊装安全。吊运预绑钢筋骨架或成捆钢筋应确定吊点数量、位置和捆绑的方法，不得单点起吊。起吊钢筋笼作业必须符合《起重吊装安全操作规程》；钢筋笼降到距操作面1m时才能靠近，就位固定好后方可摘钩。

e）搬运钢筋要注意附近有无障碍物、架空电线和其他临时电气设备，防止碰撞或发生触电事故。

f）钢筋笼安装用吊点应设置在每节段顶部第1道加劲箍处，该加劲箍用于承受吊装吊点反力和多功能定位环支撑反力，必须将该加劲箍与主筋满焊，将吊点与加劲箍顶紧，将加劲箍顶部与主筋之间补焊钢筋头顶紧，钢筋头直径应大于主筋，钢筋头必须与主筋之间采用双面焊接，焊缝焊平，同时在吊点位置对槽钢焊接加劲板，进行局部加强处理。

g）钢筋笼在平台钢牛腿上抄垫必须牢固，牛腿螺栓必须拧紧。钢筋笼下放到位，钢丝绳与钢牛腿之间打梢连接必须检查到位，防止松脱。

h）在雷雨天时,必须停止露天操作，预防雷击伤人。

6.9.2钢筋焊接施工作业

a）钢筋加工焊接前，应履行用火申报手续，经消防管理人员检查，确认防火措施落实，符合消防要求，并签发用火证后，方可施焊，所有焊缝必须进行外观检查，不得有裂纹、未熔合、夹碴、未填满弧坑和超出规定的缺陷；零部(杆)件的焊缝应在焊接24h后，按技术规定进行无损检验。

b）钢筋焊接与钢结构电焊、气焊，应符合以下安全技术规定：

1) 电工、焊接和热切割作业人员应按照有关要求规定经专业机构培训，并应取得相应的从业资格，持证上岗。

2) 电工、焊接和热切割作业人员应按规定正确佩戴、使用劳保用品。面罩及护目镜应符合现行《职业眼面部防护 焊接防护 第1部分：焊接防护具》（GB/T 3609.1）的有关规定。防护服应符合现行《焊接防护服》（GB 15701）的有关规定，并应根据具体的焊接和切割操作特点选择。

3) 电焊机应置于干燥、通风的位置，电焊机外壳接地电阻不得大于4Ω，接地线不得使用建（构）筑物的金属结构、管道、轨道或其他金属物体搭接形成回路。露天使用电焊机应设防雨、防潮装置，移动电焊机时应切断电源。电焊机一次侧电源线长度不得大于5米；焊接电缆线应采用防水绝缘橡胶护套铜芯软电缆，长度不宜大于30米，且进出线处应设置防护罩。

4) 雨天严禁露天电焊作业。潮湿区域作业人员必须在干燥绝缘物体上焊接作业。

6.9.3钢筋骨架的吊运作业

a) 吊装作业的一般安全规定

1）起重机司机、起重信号司索工、起重机械安装拆卸工都应按照有关规定经专业机构培训，并应取得相应的从业资格，持证上岗。

2）吊装作业应设警戒区，警戒区不得小于起吊物坠落影响范围。作业前应检查起重设备安全装置、钢丝绳、滑轮、吊索、卡环、地锚等。

3）起重作业人员应穿防滑鞋、戴安全帽，高处作业时应按规定佩挂安全带。

4）吊点位置应符合设计规定，设计无规定的应经计算确定。钢丝绳吊索的安全系数应符合下列规定：

i.当利用吊索上的吊钩、卡环钩挂重物上的起重吊环时，安全系数不得小于6。

ii.当用吊索直接捆绑重物，且吊索与重物棱角间采取了妥善的保护措施时，安全系数不得小于6。

5）雨、雪后，吊装前应清理积水、积雪，并应采取防滑和防漏电措施，作业前，应先试吊。

b) 钢筋骨架吊运作业技术规定

钢筋骨架吊运长度超过10m时，应采取竖向临时加固措施。

起重吊装应符合现行《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》（JGJ 276）和《起重机械安全规程 第一部分：总则》（GB 6067.1）的有关规定。使用起重机吊装钢筋笼入孔时，就位后应采取固定措施；应使用起重机，现场作业应符合下列要求：

1）现场配合吊运的全体作业人员应站位于安全地方，待吊钩和吊运物离就位点距离50cm时方可靠近作业，严禁位于起重机臂下。

2）作业前施工技术人员应了解现场环境、电力和通讯等架空线路、附近建(构)筑物等状况，选择适宜的起重机，并确定对吊装影响范围的架空线、建(构)筑物采取的挪移或保护措施。

3）起重机与架空输电线的安全距离应满足现行《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46）的规定。当需要在小于规定的安全距离范围内进行作业时，必须采取严格的安全保护措施，并应按照相关规定经有关部门批准。现场及其附近有电力架空线路时应设专人监护，确认机械与电力架空线路的最小距离必须符合表6-2的要求。

表6-2起重机与电力架空线路的最小距离

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电力架空线路电压(kV) | | 1 | 1～15 | 20～40 | 60～110 | 220 |
| 距离（m） | 垂直方向 | 1.5 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 |
| 水平方向 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 4.0 | 6.0 |

4）钢筋笼吊装就位，必须待钢筋笼稳固后，作业人员方可离开现场。

5）吊装中遇地基沉陷、机体倾斜、吊具损坏或吊装困难等，必须立即停止作业，待处理并确认安全后方可继续作业。

6）作业场地应平整、坚实；地面承载力不能满足起重机作业要求时，必须对地基进行加固处理，并经验收确认合格。

7）大雨、大雪、大雾、沙尘暴和风力六级及以上等恶劣天气，不得进行露天吊运施工。

8）吊装作业必须设信号工指挥；指挥人员必须检查吊索具、环境等状况，确认安全；吊运作业前应划定作业区，设护栏和安全标志，严禁非作业人员人内；吊装时，吊臂、吊钩运行范围，严禁人员入内；吊装中严禁超载；吊装时应先试吊，确认正常后方可正式吊装。

9）塔吊作业应符合现行《塔式起重机安全规程》（GB 5144）的有关规定。

6.9.4钢筋骨架的安装作业

钢筋骨架安装在钻孔桩成孔检验合格并清孔完成后进行。钢筋笼安装中采取有效的定位和下放措施，确保钢筋笼准确定位，避免碰撞孔壁；下放困难时，应查明原因，不得强行下放；且不得将变形的钢筋笼放入孔内。

a）钢筋笼下放应采用专用吊具。钢筋笼孔口连接时，孔内钢筋笼应固定牢靠。作业人员不得在钢筋笼内作业，安全带不得扣挂在钢筋笼上。

b）钢筋笼安装应采取有效的定位和下放措施，确保钢筋笼准确定位，并防止碰撞孔壁，当下放困难时，应查明原因，不得强行下放。不得将变形的钢筋笼放入孔内。

c）先将底节钢筋笼安装到位，钢筋笼吊挂在多功能定位环上，拆下吊具，将标准套筒按顺序全部拧在加长丝头钢筋一侧。每节钢筋笼下放到位后，须对每根声测管灌水试验，确认管壁无砂眼、接头无漏水等缺陷。接长声测管时应将接头处的管内的毛刺处理干净以免影响测桩。

d）将下一节钢筋笼起吊至孔位附近，通过主筋标记调整好对接方向，将钢筋笼下放对位并微调，使两节钢筋笼每根主筋均对正，然后将套筒拧回到标准丝头一侧，连接好钢筋笼，用工作扳手将丝头在套筒中央位置顶紧。

e）接长声测管：声测管之间采用套管对接（套管采用声测管相同材料、直径大于声测管），用相应的焊条将声测管与套管焊接紧密、牢固，并灌水试验，若声测管漏水，须提出钢筋笼更换声测管。

f）钢筋接头及声测管接头经检查合格后，稍稍吊起钢筋笼，收回钢牛腿，经微调对中后下放钢筋笼，连接下一节段。

g）在桩基钢筋笼最后一节连接完成后，浮吊吊起吊筋，吊筋底部与钢筋笼顶部主筋单面焊接，焊缝长不小于10d，经检查无误后，继续下放钢筋笼；然后吊起第二根吊筋与第一根吊筋焊接，依此类推，直至多功能定位环支撑起吊筋顶端横向加劲箍。加工吊筋时需考虑焊接重合长度，保证钢筋笼下放至设计标高。

6.9.5水下混凝土灌注时钢筋骨架保护措施

钻孔灌注桩水下混凝土灌注时，应有防止钢筋笼防上浮的技术措施。钢筋笼上浮主要引起原因为孔内泥渣清理不到位、混凝浇筑速度过快、混凝土性能不合理以及导管带起等原因，预防措施主要有一下几点：

a）钢筋笼在下放前充分进行清孔，达到设计孔底沉渣厚度要求后方可下放钢筋笼，待钢筋笼下放完成后水下混凝土浇筑前，再次进行清孔。

b）严格控制混凝土施工性能指标，保证其具有良好的和易性与流动性。

c）控制好混凝土浇筑速度，防止钢筋笼上浮。

d）拆除导管时，导管应从桩孔中心拔起，避免与钢筋笼发生碰撞。

6.10 水下混凝土灌注施工作业

6.10.1水下混凝土灌注施工前的准备工作

a）桥梁深水钻孔灌注桩和围堰封底采用水下混凝土刚性导管灌注施工方法。水下混凝土灌注施工首先必须依据设计要求进行水下混凝土的配合比试验，编制科学合理的混凝土拌合、运输、输送、振捣、养生，以及大体积混凝土水化热控制方案。

b）水下混凝土灌注施工作业必须由专人指挥；灌注前应检查各项准备工作，确认合格后，方可下达水下混凝土灌注的指令。水下混凝土灌注施工作业应符合以下规定：

1) 离地2m以上混凝土灌注时，必须戴好安全带，并扣好保险钩。

2) 操作平台上不准堆放过多杂物，严防平台超载而倒塌伤人。

c）混凝土拌合前，应确认搅拌、供料、控制等系统运行正常。检查、清理或维修保养搅拌系统，供料系统应封闭下料口，切断电源，锁定安全保护装置，悬挂“严禁合闸”安全警示标志，并派专人看守。

d）架设混凝土漏斗的平台应根据施工荷载、台高和风力经施工设计计算确定，搭设完成，经验收合格后，方可使用。灌注水下混凝土的漏斗高度应依据孔径、孔深、导管内径等确定；灌注水下混凝土的导管宜采用起重机吊装，就位后必须临时固定牢靠后方可摘钩。

e）水下混凝土施工作业应严格按照施工方案实施不得随意更改，包括混凝土灌注的顺序、速度等。水下混凝土应采取吊斗刚性导管灌注，吊斗灌注水下混凝土应设专人指挥起吊、运送、卸料，人员、车辆不得在吊斗下停留或通行，不得攀爬吊斗。

6.10.2混凝土导管的技术规定

a）导管的水密性试验：水下混凝土采用垂直提升导管法施工灌注，导管接长采用丝扣连接。水封导管使用之前必须进行水密性试验和抗拉试验，试验结果满足要求后方可使用。水密试验时选一块平坦的场地，将钢导管分节拼装，各节导管的接口都连接密实以后，将导管一端封死，另一端设置一个出水口，连接水压机，向导管内注满水后，开动水压机试压，达到试验压力并持压30min。若导管不出现漏水、渗水现象，即认为水封导管试压合格，并依顺序进行编号；对不合格的导管，也要标记，避免混用。

b）导管按照水密试验确定的编号依次拼装对接，导管安装的节数及长度由专人检查记录并复核，导管下放过程中需注意避免挂碰钢筋笼。

c）在灌注水下混凝土过程中，必须采取防止导管进水和阻塞、埋管、坍孔的措施；一旦发生上述情况，应判明原因，改进操作，并及时处理。坍孔严重必须立即停止浇筑混凝土，提出导管和钢筋骨架，并按技术要求回填；出现断桩应与设计、建设(监理)一道共同研究处理方案。

d）导管拼接时必须加密封圈、抹黄油。导管下孔时，必须在孔口设置卡板吊挂牢固。导管长度需要根据灌注平台标高与孔底标高计算，确定所需导管长度。导管底口距孔底的高度应控制在40cm左右。导管下放完毕后，将导管先落至孔底，然后提升40cm左右，以复查导管长度是否正确，防止接错或少接导管造成质量事故。

e）混凝土地泵泵管及接头要经常检查，发现磨损严重的，及时更换，防止爆管伤人。

f）导管提升时，必须由专人指挥，操作人员按照指令作业；若导管挂住钢筋笼，应转动导管,使其脱开钢筋骨架后,移到钻孔中心，不得强行提升。

g）导管拆除及混凝土面量测过程中，作业人员必须注意安全，谨防落入孔内。

h）出孔导管必须立即清洗干净，绝不允许在丝扣处有水泥浆残留。

6.10.3 水下混凝土泵送作业规定

a）孔口应设防坠落设施。

b）水下混凝土灌注架必须与钻孔平台固定牢固，防止倾覆；水下混凝土输送泵应安装稳固，管道布设应平顺，安装应固定牢靠，接头和卡箍应密封、紧固。

c）泵送水下混凝土前应检查输送泵和布料系统。首次泵送前应进行管道耐压试验。泵送混凝土时，操作人员应随时监视各种仪表和指示灯，发现异常应立即停机检查。

d）泵送出料软管应设专人牵引、移动，布料臂下不得站人。

e）混凝土输送管道接头拆卸前，应释放输送管内剩余压力。

f）清理管道时，应设警戒区，管道出口端前方10米不得站人。

6.10.4 水下混凝土灌注施工作业规定

a）首批混凝土储量要足。首批混凝土储量应确保刚性导管埋入混凝土的深度不小于2米，正常施工状态下刚性导管混凝土埋深控制在2～6米。桩基水下混凝土灌注达到设计标高后，应在桩顶加灌0.8～1.0m以上高度混凝土，以确保成桩质量。水下混凝土灌注施工一旦拔球开始，必须连续灌注完成，不得停顿。

b）水下混凝土灌注过程中，导管的埋深采用沿钢护筒四周多测点的办法测量，避免因孔径大产生大的误差和测量错误。测铊应采用标准铊，比重大于浮浆比重。

c）导管要缓慢提升，不得钩挂钢筋笼。提升导管的设备能力应能克服导管和导管内混凝土的自重与导管埋入部分内外壁与混凝土之间的粘接阻力，并有一定的安全储备；导管埋入混凝土的深度应符合本条第1款技术规定。

d）吊装导管应采用起重机进行，现场吊装作业应符合本规程有关起重机操作作业要求与规定。

e）灌注过程中必须做好施工作业记录，导管拆除前，必须认真检查复核导管埋深。

f）桩顶超灌混凝土应控制在0.8～1.0m以上高度。在灌注完成后，应采用吸泥机将过高的砼与浮浆气举吸出。

g）混凝土灌注过程中，天气炎热时地泵泵管用湿布覆盖降温，下雨时用雨棚遮盖料斗。

h）从桩孔内溢出的泥浆应引流至规定地点，不得随意漫流；浇筑水下混凝土结束后，桩顶混凝土低于现状地面时，应设护栏和安全标志。

i）大雨、大雪、大雾、沙尘暴和风力六级(含)以上等恶劣天气，不得进行混凝土灌注施工作业。