

T/CUPC

团 体 标 准

T/CUPC XXXX—20XX

市政桥梁工程承台与墩台施工技术规范

Technical specification for construction of bearing platform and pier of municipal
bridge engineering

20XX – XX – XX 发布

20XX – XX – XX 实施

中国城镇化促进会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

5 施工准备 3

6 承台施工技术 4

7 墩台施工技术 9

8 特殊工况施工 12

9 安全与绿色施工 13

10 施工验收与缺陷处理 14

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由宁波交通工程咨询监理有限公司提出。

本文件由中国城镇化促进会归口。

本文件起草单位：宁波交通工程咨询监理有限公司、杭州水电建筑集团有限公司、华铁建设集团(广东)有限公司广州市分公司、广东海外建设咨询有限公司、广东省构建工程建设有限公司、浙江启城环保科技有限公司、广州科通环保科技有限公司、广东粤孚建筑工程有限公司、广州市粤首建筑工程有限公司、深圳市能基市政工程有限公司、晋州市交通运输局公路站。

本文件主要起草人：刘明星、谢天璞、周鑫、黄天尉、陈伟进、蔡华、黄伟军、刘江伟、黄凯、鲁鑫、王青虎。

承台底面高于天然地面、河床底面，桩身上部与承台外露于岩土体、水体的桥梁承台。该类承台无周边土体侧向约束，自由受力段较长，施工需重点控制桩基垂直度、承台整体刚度及抗倾覆、抗滑移性能，多用于跨河、滨海市政桥梁工程。

3.5

墩台固结施工 pier foundation consolidation construction

桥梁墩台与承台、桩基进行整体刚性连接的施工工艺，通过预埋钢筋锚固、现浇混凝土整体浇筑等施工方式，使墩台与下部基础形成固结整体，保障桥梁下部结构荷载传递的连续性、结构整体性及受力稳定性，杜绝衔接部位出现位移、开裂病害。

4 基本要求

4.1 基本原则

- 4.1.1 合规性原则：承台与墩台施工应遵守 GB 55003、GB 55011、GB 55032、CJJ 2、CJJ 11、JTG/T 3650、设计文件及专项施工方案，严禁违规施工、擅自变更设计参数与施工工艺。
- 4.1.2 质量优先原则：应坚持全过程质量管控，落实工序报验、三检制度，严控原材料、工序施工、成品保护全环节质量，保障下部结构承载稳定性、几何精度与长期耐久性。
- 4.1.3 安全可控原则：立足风险前置防控，应针对基坑开挖、高空作业、临时用电、起重吊装等高危工序，落实专项安全防护措施，杜绝坍塌、高处坠落、机械伤害等安全事故。
- 4.1.4 绿色施工原则：施工全过程应落实扬尘、废水、固废、噪声管控要求，减少施工对周边市政环境、居民生活及生态的影响，符合市政工程绿色施工标准。
- 4.1.5 动态适配原则：应结合现场地质条件、水文环境、气候工况、场地条件动态调整施工工艺与管控措施，特殊工况必须编制专项施工方案及应急处置预案。
- 4.1.6 闭环管控原则：严格执行技术交底、过程管控、工序验收、缺陷整改、复核销项的闭环管理流程，所有施工工序应全程留痕、可追溯、可复核。

4.2 管理体系建设

- 4.2.1 施工前应建立健全质量保证体系和质量管理体系，明确质量方针、质量目标和质量责任；同时应建立质量管理机构，制定质量管理制度和质量检测流程，提出质量保证措施，对工程的施工实施质量控制。
- 4.2.2 施工前应建立健全安全生产管理体系，落实安全责任，提出安全技术组织措施。对施工中存在的各种风险源应进行分析、评估，提出防范对策，制订必要的突发事件应急预案，使施工的全过程能安全地进行。
- 4.2.3 施工前应建立健全环保管理体系，制订保护环境、节能减排和文明施工的实施方案，减少工程施工过程中对环境的污染。
- 4.2.4 施工前应建立健全施工组织机构，施工人员的配备应满足工程施工的需要，并应在进场时对其进行岗前培训和技术、安全交底。

4.3 人员配置标准

- 4.3.1 管理人员：项目必须配备专职技术负责人、质量人员、安全人员、测量人员、试验人员，所有岗位人员必须持证上岗，具备市政桥梁施工专项从业经验，严禁无证上岗、顶岗履职。
- 4.3.2 作业人员：钢筋工、模板工、混凝土工、起重工、电工、焊工等特种作业人员必须持有有效特种作业操作证，上岗前完成专项技术交底、安全培训及实操考核，考核合格后方可进场作业。
- 4.3.3 班组配置：根据施工规模配置专业作业班组，承台大体积混凝土、异形墩台、预制墩台安装等关键工序，必须配置资深带班人员，全程现场值守管控。
- 4.3.4 培训要求：所有进场人员必须完成岗前培训、工序专项培训、特殊工况施工培训，定期开展技术、安全、质量复盘培训，留存完整培训记录与考核台账。

4.4 设备配置标准

- 4.4.1 测量设备：配备全站仪、水准仪、钢尺、测斜仪、垂直度检测仪等设备，所有测量设备必须定

期校验、检定合格，在有效期内使用，满足承台基坑放线、墩台标高及垂直度精准管控要求。

4.4.2 施工机械：基坑施工应配备挖掘机、装载机、渣土运输车、基坑支护设备；混凝土施工配备强制式搅拌机、输送泵、振捣棒、养护设备；预制墩施工配备起重吊装设备、微调校准设备，设备性能必须满足施工荷载及工艺要求。

4.4.3 试验设备：应配备混凝土试模、抗压试验设备、钢筋力学检测辅助设备、砂石含水率检测设备，保障原材料及工序试验检测工作正常开展。

4.4.4 安全防护设备：应配备基坑防护设施、高空作业防护用具、临时用电防护设备、防汛防寒防暑设备、应急救援设备，满足常规及特殊工况安全防护需求。

4.4.5 设备管控：所有进场设备必须完成进场验收、调试、备案，定期检修维护，故障设备严禁投入使用，特种设备必须核验备案手续与操作人员资质。

4.5 施工总体管控要求

4.5.1 技术管控：施工前应完成图纸会审、技术交底、方案审批，关键工序、特殊工况必须编制专项施工方案，超过一定规模的危大工程必须组织专家论证。

4.5.2 工序管控：应严格执行“先验收、后施工”原则，上道工序未验收合格，严禁开展下道工序施工，杜绝工序交叉违规作业。

4.5.3 资料管控：应同步收集整理施工技术资料、试验资料、验收资料、影像资料，做到资料真实、完整、同步、可追溯，竣工后统一归档。

4.5.4 成品管控：施工全过程应做好半成品、成品保护，杜绝钢筋锈蚀、模板破损、混凝土磕碰污染、墩台结构形变等成品损坏问题。

4.5.5 进度管控：应结合现场工况合理排布施工计划，优先保障基础及下部结构施工连续性，避免停工待料、工序脱节引发质量隐患。

5 施工准备

5.1 施工现场勘察与地质复核

5.1.1 施工单位进场后，应全面勘察施工场地地形地貌、周边建构筑物、地下管线、市政设施、交通动线、水文气象条件，排查施工障碍物及安全风险点，形成现场勘察报告。

5.1.2 对照勘察设计文件，复核承台、墩台施工区域土层分布、地基承载力、地下水位、软土分布、不良地质范围，若现场地质与勘察资料不符，应及时联系设计、勘察单位复核，出具地质变更及优化方案，严禁盲目施工。

5.1.3 应核查施工区域地下水位、汛期水位、临水区域水流情况，提前制定降水、排水、防汛、防冲刷措施，保障基坑及墩台施工干燥作业环境。

5.1.4 清除施工区域杂草、杂物、腐殖土、软弱土层，平整压实施工场地，应结合工程的规模、工期、地形特点等情况，进行标准化施工的策划和实施，合理布置施工场地，划分施工区、材料堆放区、机械作业区、办公区，所设置的各种临时设施应满足工程施工的需要及安全施工的要求。开工前应完成现场的“四通一平”工作。

5.2 施工方案编制与审批

5.2.1 针对承台、墩台常规施工工序，编制施工方案，应明确施工工艺、流程、技术参数、质量标准、安全措施、人员设备配置、进度计划。

5.2.2 基坑深度超4m、大体积混凝土浇筑、高空墩台施工、预制墩吊装、软土地基施工、临水临空施工等危大工程，必须编制专项施工方案，按规定开展专家论证。

5.2.3 所有施工方案必须经项目技术负责人、监理工程师、建设单位逐级审批，论证通过、审批合格后方可实施，方案变更必须重新履行审批程序。

5.2.4 方案审批完成后，应开展分级技术交底，管理层交底至班组、班组交底至作业人员，确保所有作业人员熟知施工工艺、管控标准、风险要点。

5.3 原材料检验与进场管控

- 5.3.1 原材料选型：钢筋、水泥、砂石、外加剂、模板、止水材料等原材料，必须符合设计要求，选用正规厂家合格产品，严禁使用三无产品、过期失效材料。
- 5.3.2 进场检验：所有原材料进场时，必须核验产品合格证、出厂检验报告、质保资料，同步开展现场抽样复检，钢筋、水泥、混凝土外加剂等关键材料必须复检合格后方可使用。
- 5.3.3 材料存放：钢筋应分类垫高存放、覆盖防雨防锈；砂石料分区堆放、围挡隔离、防止混杂污染；水泥、外加剂密封存放，做好防潮防雨措施，严控材料存放损耗与性能衰减。
- 5.3.4 混凝土配比：应提前委托试验室出具适配混凝土配合比报告，结合现场砂石含水率、气候条件动态微调，大体积混凝土必须采用低热配合比，严控水化热温差。

5.4 施工设备调试与校验

- 5.4.1 测量设备校验：全站仪、水准仪、垂直度检测仪等测量设备进场前应完成法定机构校验，施工期间定期复核校验，确保测量精度满足规范偏差要求。
- 5.4.2 施工设备调试：混凝土搅拌、输送、振捣、养护设备，基坑开挖支护设备、吊装设备进场后应全面调试，检查设备运行性能、安全防护装置，确保设备运行稳定、工况达标。
- 5.4.3 应急设备储备：应提前配备防汛、防寒、防暑、应急排水、应急支护设备，特殊工况施工前完成设备调试，保障突发工况应急处置需求。

5.5 测量放线与基准布设

- 5.5.1 基准点布设：应复核业主及设计提供的平面控制点、高程控制点，布设施工现场加密控制网，设置牢固、不易扰动的基准桩、水准点，做好防护标识。
- 5.5.2 放线作业：依据控制网精准施放承台基坑边线、桩基中心线、墩台中心轴线、结构边线、标高控制线、模板安装控制线，放线完成后应实行双人复核、监理复检制度。
- 5.5.3 精度管控：平面放线偏差、高程放线偏差应符合 CJJ 2 的要求，放线记录完整留存，控制线清晰标识、全程保护，施工过程中定期复核校正。
- 5.5.4 沉降观测布设：应提前布设承台、墩台沉降观测点，确定初始观测数据，为施工全过程沉降、位移监测提供基准依据。

6 承台施工技术

6.1 基坑开挖与支护

- 6.1.1 基坑开挖时，应对基坑边缘顶面的各种荷载进行严格限制，并应在基坑边缘与荷载之间设置护道，基坑深度 $\leq 4\text{m}$ 时护道的宽度应不小于 1m ；基坑深度 $> 4\text{m}$ 时护道的宽度应按边坡稳定计算的结果进行适当加宽，水文和地质条件较差时应采取加固措施。
- 6.1.2 基坑的开挖施工：
- 挖基施工宜安排在枯水或少雨季节进行。基坑的开挖应连续施工，对有支护的基坑应采取防碰撞的措施；基坑附近有其他结构物时，应有可靠的防护措施；
 - 在开挖过程中进行排水时，应不对基坑的安全产生影响；确认基坑坑壁稳定的情况下，方可进行基坑内的排水。排水困难时，宜采用水下挖基方法，但应保持基坑中的原有水位高程；
 - 采用机械开挖时应避免超挖，宜在挖至基底前预留一定厚度，再由人工开挖至设计高程；如超挖，则应将松动部分清除，并应对基底进行处理；
 - 基坑开挖施工完成后不得长时间暴露、被水浸泡或被扰动，应及时检验其尺寸、高程和基底承载力，检验合格后应尽快进行基础工程的施工。
- 6.1.3 不支护坑壁进行基坑开挖施工时：
- 基坑坑壁坡度宜按地质条件、基坑深度、施工方法等情况确定；
 - 当有地下水时，地下水位以上的基坑部分可放坡开挖；地下水位以下部分，若土质易坍塌或水位在基坑底以上较高时，应采用加固土体或降低地下水位等方法开挖。
 - 基坑为渗水性的土质基底时，坑底的平面尺寸应根据排水要求（包括排水沟、集水井、排水管网等）和基础模板所需基坑大小确定。
- 6.1.4 对坑壁采取支护措施进行基坑的开挖时：

- a) 基坑较浅且渗水量不大时,可采用竹排、木板、混凝土板或钢板等对坑壁进行支护;基坑深度 $\leq 4\text{m}$ 且渗水量不大时,可采用槽钢、H型钢或工字钢等进行支护;地下水位较高,基坑开挖深度 $> 4\text{m}$ 时,宜采用锁口钢板桩或锁口钢管桩围堰进行支护,其施工要求应符合 JTG/T 3650 的规定;在条件许可时亦可采用水泥土墙、混凝土围圈或桩板墙等支护方式;
 - b) 支护结构应进行设计计算,支护结构受力过大时应加设临时支撑,支护结构和临时支撑的强度、刚度及稳定性应满足基坑开挖施工的要求。
- 6.1.5 基坑坑壁采用喷射混凝土、锚杆喷射混凝土、预应力锚索和土钉支护等方式进行加固时,其施工应符合下列规定:
- a) 对基坑开挖深度 $< 10\text{m}$ 的较完整中风化基岩,可直接喷射混凝土加固坑壁,喷射混凝土之前将坑壁上的松散层或岩渣清理干净;
 - b) 对锚杆、预应力锚索和土钉支护,均在施工前按设计要求进行抗拉拔力的验证试验,并确定适宜的施工工艺;
 - c) 采用锚杆挂网喷射混凝土加固坑壁时,各层锚杆进入稳定层的长度、间距和钢筋的直径符合设计要求。孔深 $\leq 3\text{m}$ 时,宜采用先注浆后插入锚杆的施工工艺;孔深 $> 3\text{m}$ 时,宜先插入锚杆后注浆。锚杆插入孔内后居中固定,注浆采用孔底注浆法,注浆管插至距孔底 50~100 mm 处,并随浆液的注入逐渐拔出,注浆的压力宜不小于 0.2MPa;
 - d) 采用预应力锚索加固坑壁时,预应力锚索(包括锚杆)编束、安装和张拉等的施工符合 JTG/T 3650 的规定,其他施工可按照 GB 50330 的规定执行;
 - e) 采用土钉支护加固坑壁时,施工前制订专项施工方案和施工监控方案,配备适宜的机具设备。土钉支护中的开挖、成孔、土钉设置及喷射混凝土面层等的施工可按照 GB 50739 的规定执行;
 - f) 不论采用何种加固方式,均按设计要求逐层开挖、逐层加固,坑壁或边坡上有明显出水点处设置导管排水。

6.2 基坑降排水

6.2.1 采用集水坑排水时应符合下列规定:

- a) 基坑开挖时,宜在坑底基础范围之外设置集水坑并沿坑底周围开挖排水沟,使水流入集水坑内,排出坑外。集水坑的尺寸宜视渗水量的大小确定;
- b) 排水设备的能力宜为总渗水量的 1.5~2.0 倍。

6.2.2 采用井点降水法排水时应符合下列规定:

- a) 井点降水法宜用于粉砂、细砂、地下水位较高、有承压水、挖基较深、坑壁不易稳定的土质基坑,在无砂的黏质土中不宜采用。井点类别的选择,宜按土层的渗透系数、要求降低水位的深度以及工程特点确定;
- b) 井管的成孔可根据土质分别采用射水成孔或冲击钻机、旋转钻机及水压钻探机成孔。井点降水曲线低于基底设计高程或开挖高程至少 0.5m;
- c) 做好沉降及边坡位移监测,保证水位降低区域内构筑物的安全,必要时采取防护措施。

6.2.3 采用止水帷幕法防渗时应符合下列规定:

- a) 采用帷幕防渗方法施工时进行施工设计。帷幕防渗层的厚度应满足基坑防渗的要求,止水帷幕的渗透系数宜小于 $10 \times 10^{-6} \text{ mm/s}$;
- b) 采用防水土工膜在围堰外侧铺底防渗时,将河床面杂物清除干净并整平。土工膜应从围堰外侧的水位以上铺起,并超过堰脚不小于 3 m;土工布之间的接头搭接严密。铺底土工膜上满压不小于 300 mm 厚的砂土袋。

6.3 基底处理

6.3.1 对符合设计要求的细粒土、特殊土等基底,经修整完成后,应尽快设置混凝土垫层并进行基础的施工,不得使基底浸水或长期暴露;基坑开挖后如基底的地质情况与设计不符,则应按程序进行设计变更并应对地基进行处理。地基处理应根据地基土的种类、强度和密度,按照设计要求,并结合现场情况,采用相应的处理方法。地基处理的范围应宽出基础之外不小于 0.5m。

6.3.2 对强度低、稳定性差的细粒土及特殊土地基,如饱和软弱黏土层、粉砂土层、湿陷性黄土、膨胀土、季节性冻土等,处理时应视该类土的处治深度和含水率等情况,采取固结、换填等措施,使之满

足设计要求。

6.3.3 粗粒土和巨粒土地基的处理符合下列规定：

- a) 对于强度和稳定性满足设计要求的粗粒土及巨粒土基底，应将其承重面平整夯实；
- b) 基底有水不能彻底排干时，应先将水引至排水沟，然后再在其上进行基础的施工。

6.3.4 岩层基底的处理符合下列规定：

- a) 对风化岩层，应在挖至设计高程并满足地基承载力要求后尽快进行封闭，防止其继续风化；
- b) 在未风化的平整岩层上，基础施工前应先将淤泥、苔藓及松动的石块清除干净，并凿出新鲜岩面；
- c) 对坚硬的倾斜岩层，宜将岩层面凿平；倾斜度较大无法凿平时，可按设计要求凿成多级台阶，台阶的宽度宜不小于 0.3m。

6.3.5 多年冻土地基的处理符合下列规定：

- a) 基础不应置于季节性冻融土层上，并不得直接与冻土接触；
- b) 基础位于多年冻土层（即永冻土）上时，基底之上应设置隔温层或保温层材料，其铺筑宽度应在基础外缘加宽 1 m；
- c) 按保持冻结原则设计的明挖基坑的地基，其多年平均地温 $\geq -3^{\circ}\text{C}$ 时，应在冬季施工；多年平均地温低于 -3°C 时，可在其他季节施工，但应避开高温季节，并应按规定处理：严禁地表水流入基坑；应及时排除季节冻层内的地下水和冻土本身的融化水；必须搭设遮阳棚和防雨棚；施工前应做好充分准备，组织快速施工。施工完成的基础应立即回填封闭，不宜间歇；必须间歇时，应采用保温材料加以覆盖，防止热量侵入；
- d) 施工期间如有明水，应在距坑顶边缘 10 m 之外设置排水沟，并应将水引向远离基坑的位置排出；有融化水时亦应及时排除。

6.3.6 岩溶地基的处理符合下列规定：

- a) 处理岩溶地基时，不得堵塞溶洞的水路；
- b) 对干溶洞可采用砂砾石、碎石、干砌或浆砌片石、灰土、混凝土等回填密实；基底的干溶洞较大，回填处理有困难时，可设置桩基进行处理，桩基的设置应履行设计变更手续，并应由设计单位进行设计。

6.3.7 泉眼地基的处理符合下列规定：

- a) 可采用有螺口的钢管紧密打入泉眼，盖上螺帽并拧紧，阻止泉水流出；或向泉眼内压注速凝的水泥砂浆，再打入木塞堵眼；
- b) 堵眼困难时，可采用管子塞入泉眼，将水引流至集水坑排出；亦可在基底下设盲沟引流至集水坑排出，待基础施工完成后，再向盲沟压注水泥浆堵塞。采用引流方式排水时，应防止砂土流失，引起基底沉陷；
- c) 不论采用何种方法处理基底的泉眼，均不应使基底饱水。

6.4 基底检验

6.4.1 地基基底的检验应包括下列内容：

- a) 基底的平面位置、尺寸和基底高程；
- b) 基底处理和排水情况是否符合本文件要求；
- c) 基底的地质情况和承载力是否与设计资料相符；
- d) 施工记录及有关试验资料等。

6.4.2 特大桥或特殊结构桥梁的地基基底检验应符合设计规定，其余可按桥涵大小、地基土质复杂情况及结构对地基有无特殊要求等，采用下列方法进行地基的检验：

- a) 小桥涵的地基检验可采用直观或触探方法，必要时可进行土质试验；
- b) 大、中桥和地基土质复杂、结构对地基有特殊要求的地基检验，宜采用触探和钻探（钻深至少 4m）取样做土工试验，亦可按设计的特殊要求进行荷载试验。

6.4.3 基底的平面位置应符合设计要求，且应满足基础施工作业的需要。基底高程的允许偏差应符合 CJJ 2 的规定。

6.5 浅基础

6.5.1 浅基础的基底为非黏性土或干土时，在施工前应将其润湿，并应按设计要求浇筑混凝土垫层，垫层顶面不得高于基础底面设计高程；地基为淤泥或承载力不足时，应按设计要求处理后方可进行基础的施工；基底为岩石时，应采用水冲洗干净，且在基础施工前应铺设一层不低于基础混凝土强度等级的水泥砂浆。

6.5.2 浅基础的施工宜采用钢模板。混凝土宜在全平截面范围内水平分层进行浇筑，且机械设备的应满足混凝土浇筑施工的要求；当浇筑量过大设备能力难以满足施工要求，或大体积混凝土温控需要时，可分层或分块浇筑。

6.6 承台施工

6.6.1 承台施工采用钢围堰作为挡水（土）设施时，应根据承台的结构特点、水文、地质和施工条件等因素确定适宜的围堰形式，并应对围堰进行专项设计；施工期间环境条件发生较大变化时，应对围堰设计方案重新进行论证。钢围堰的设计与施工符合下列规定：

- a) 围堰的平面尺寸宜根据承台的结构尺寸、安装及放样误差等确定，且宜满足承台施工操作空间的需要，围堰内侧距承台边缘的净距宜不小于 1m（围堰内侧兼作模板时除外）。围堰的顶面高程应高出施工期间可能出现的最高水位（包括浪高 0.5~0.7m；在有潮汐的水域，应同时考虑最高和最低施工潮位对围堰的不利影响；
- b) 围堰除应满足自身的强度、刚度和稳定性要求外，尚应考虑河床断面被压缩后，流速增大导致的河床冲刷和对通航、导流等的影响；
- c) 对围堰结构进行计算时，除应考虑施工荷载及结构重力、水流压力、浮力、土压力等荷载外，尚应根据现场的具体情况考虑可能出现的冲刷、风力、波浪力、流冰压力、施工船舶或漂浮物撞击力等作用；
- d) 围堰结构应根据施工过程中的各种工况，按最不利荷载组合进行强度、刚度及稳定性计算。在围堰内设置支撑的，除应对内支撑结构本身进行局部验算外，尚应将其与围堰作为整体进行总体稳定性验算；设置内支撑时，对支撑与堰壁的连接处应设置纵横向分配梁予以局部加强，并应考虑其对承台及后续墩身施工的干扰影响；
- e) 钢围堰的混凝土封底厚度应符合设计规定；设计未规定时，应根据桩周摩擦力、浮力、围堰结构自重及封底混凝土自身强度等因素经计算后确定；
- f) 钢围堰在施工前应制订专项施工方案，明确施工工艺流程；
- g) 围堰钢结构的制造可按照 JTG/T 3650 的规定执行，并应保证其在施工过程中防水严密，不渗漏；
- h) 在岸上整体加工制造的钢围堰，当通过滑道或其他装置下水时，其进入的水域面积和水深应足够，并应采取措施控制其下水的速度；采用起重船吊装时，起重船的吊装能力应能满足整体吊装的要求，各吊点的受力应控制均匀，必要时宜进行监控；
- i) 钢围堰在灌注封底混凝土之前，应将桩身和堰壁上附着的泥浆冲洗干净，经检验合格后方可进行封底混凝土的施工；
- j) 钢围堰拆除时，除应采取措施防止撞击墩身外，对水下按设计规定可不拆除的结构，尚应保证其不会对通航产生不利的影响。

6.6.2 钢板桩围堰的施工符合下列规定：

- a) 钢板桩的材质、性能和尺寸应符合产品的相应规定。钢板桩在存放、搬运和起吊时，应采取措施防止其变形及锁口损坏。经过整修或焊接后的钢板桩，应采用同类型的短桩进行锁口通过试验，合格方可继续使用；
- b) 钢板桩施打前应设置测量观测点，控制其施打的定位；
- c) 钢板桩在施打前，其锁口宜采用止水材料捻缝，防止在使用过程中漏水；
- d) 施打钢板桩应有导向装置，应能保证桩的位置准确。施打顺序应按既定的施工技术方案进行，并宜从上游开始分两头向下游方向合龙。施打时应随时检查其位置和垂直度是否准确，不符合要求的应立即纠正或拔起重新施打。施打完成后所有钢板桩的锁口均应闭合；
- e) 同一围堰内采用不同类型的钢板桩时，宜将不同类型桩的各半拼焊成一根异型钢板桩，分别与相邻桩进行连接。接长的钢板桩，其相邻桩的接头位置应上下错开；

- f) 拔除钢板桩之前，应向堰内注水使堰内外的水位保持平衡。拔桩应从下游侧开始逐步向上游侧进行，拔除的钢板桩应对其锁口进行检修并涂油，堆码妥善保管。
- 6.6.3 锁口钢管桩围堰的施工符合下列规定：
- 钢管的材质和截面特性应满足围堰受力的要求。锁口的形式应根据土层地质情况和止水要求确定，当用于水中或透水性土层中的围堰时，应对锁口采取可靠的止水处理措施；
 - 施打钢管时，如土层中有孤石、片石或其他障碍物，其底口应作加强处理。
- 6.6.4 钢套箱围堰的施工符合下列规定：
- 对有底钢套箱，除应进行结构的计算和验算外，尚应针对套箱内抽干水后的工况进行抗浮验算。钢套箱采用悬吊方式安装时，应验算悬吊装置及吊杆的强度是否满足受力要求；
 - 钢套箱应根据现场设备的起吊能力和移运能力确定采用整体式或装配式制作，制作时应采取防止接缝渗漏的措施；
 - 钢套箱下沉就位时，在下沉过程中应保持平稳，当采用多个千斤顶吊放时，应使各千斤顶的行程同步，且宜设置导向装置或利用已成桩作为导向的承力结构进行准确定位。钢套箱就位后应对其平面位置和高程进行精确调整，并及时予以固定；当水流速度过大会使套箱的位置发生改变时，应具有稳定套箱的可靠措施；
 - 有底钢套箱在浇筑封底混凝土之前，应对底板和钢护筒的表面进行清理，并应采用适宜的止水装置或材料对底板与桩基之间的缝隙进行封堵；
 - 钢套箱内的排水应在封底混凝土符合设计规定的强度后或达到设计强度的 80% 及以上时方可进行，在封底混凝土未达到规定强度之前，应打开套箱上设置的连通器，保持套箱内外水头一致，排水时不应过快，并应在排水过程中加强对套箱情况变化的监测；对有底钢套箱，必要时可设反压装置抵抗过大的浮力；
 - 钢套箱侧壁兼作承台模板时，其位置和尺寸应符合承台结构的允许偏差规定。
- 6.6.5 双壁钢围堰的施工符合下列规定：
- 围堰的双壁间距应根据下沉时需要克服的浮力、土层摩阻力及基底抗力等经计算确定，并应在双壁之间分设多个对称的、横向互不相通的隔水仓；
 - 双壁钢围堰兼作钻孔平台时，应将钻孔施工产生的全部荷载及各种工况加入围堰结构的最不利荷载组合中进行设计和验算。钢围堰需度汛或度凌施工时，应制订稳定和防撞击、防冲刷的可靠方案，并应进行相应的验算；
 - 双壁钢围堰结构的制作宜在工厂按设计要求进行，各节、块应按预定的顺序对称组装拼焊，制作完成后应进行焊接质量检验，并应进行水密性试验；
 - 围堰应根据现场的水文、地质和通航等情况，设置可靠的定位系统和导向装置，其浮运、下沉、定位等工序的施工及允许偏差应符合 JTG/T 3650 的规定；
 - 围堰下沉至设计高程，在灌注封底混凝土之前，应对河床面进行清理和整平。围堰置于岩面上时，宜将岩面整平；基岩岩面倾斜或凹凸不平时，宜将围堰底部制作成与岩面相应的异形刃脚，增加其稳定性并减少渗漏。
- 6.6.6 承台施工前应进行桩基等隐蔽工程的质量验收，桩顶的混凝土面应按水平施工缝的要求凿毛，桩头预留钢筋上的泥土及鳞锈等应清理干净。承台基底为软弱土层时，应按设计要求采取措施，避免在浇筑承台混凝土过程中产生不均匀沉降。
- 6.6.7 承台的钢筋和混凝土应在无水条件下进行施工，施工时应根据地质、地下水位和基坑内的积水等情况采取防水或排水措施。应采取有效措施，使承台钢筋的混凝土保护层厚度符合设计规定。桩伸入承台的长度以及边桩外侧与承台边缘的净距应不小于设计规定值。
- 6.7 预制安装承台
- 6.7.1 承台预制施工的场地规划、预制台座和存放台座设置、场内起吊移运、陆上和水上运输，以及临时设施、临时受力装置和受力结构等应符合 JTG/T 3650 的规定。
- 6.7.2 承台单独预制或承台与底节墩身整体预制时，可根据桩基施工后的实际平面位置偏差适当调整承台上的桩孔预留位置，但应得到设计认可。
- 6.7.3 预制承台应在桩基础施工完成并经质量检验合格后方可进行安装，安装前应采取有效措施将桩基或钢护筒表面的淤泥等附着物清洗干净。

- 6.7.4 在陆地上安装承台时，应先开挖基坑至规定的基底高程，必要时浇筑封底或垫层混凝土，然后再起吊、就位进行安装。
- 6.7.5 在水上采用围堰止水后安装承台时，可先设置围堰、开挖基坑至规定的基底高程、浇筑封底混凝土，排除堰内的水后，再起吊、就位进行安装。
- 6.7.6 在水上采用止水气囊安装承台时，符合下列规定：
- 气囊宜为专用产品，耐压能力和止水效果应满足施工的要求，且应在使用前对气囊充气进行压力和止水的模拟试验检测，其承受压力的能力应不小于实际使用位置的 1.3 倍水深；
 - 气囊不论是预先设置在桩基础上或设置在承台的桩孔壁上，应尽可能与桩保持同心，且在承台起吊下放安装的过程中，均不得对其产生任何碰撞、摩擦或其他形式的损伤；
 - 采用止水气囊安装承台时，承台顶部的围堰宜在预制完成后设置，并应随承台一并运输和安装；
 - 承台在起吊下放安装时，应通过导向装置保持其位置相对准确且姿态平稳，不得产生过大的摆动，当过大时应止摆的可靠措施；下放接近预定安装高程时，应通过定位装置使其准确就位，就位后应采用调位装置对其进行三维调节、精确定位，并应启用锁定装置将其及时锁定；
 - 承台精确定位并锁定后，应对其位置和高程等进行检查，确认满足要求后，应尽快对气囊内充气进行止水，充气时的充气量与充气速度宜按模拟试验的结果进行控制；
 - 在排除湿接头预留孔内的水之前，应先在承台和桩基的适当位置设置抗浮的反压装置，防止排水后产生的浮力导致承台上浮；排除湿接头预留孔内的水之后，仍应对承台采取可靠的防止摆动或振动的措施；
 - 湿接头预留孔内的钢筋设置应符合设计规定，必要时宜适当加密连接钢筋；
 - 承台预留孔与桩基之间的湿接头应采用符合设计规定的混凝土，其配合比应进行专门设计并经试验验证。对连接面混凝土应进行严格凿毛处理，并应将连接界面清理干净，浇筑前应采用淡水充分湿润或涂刷界面剂。湿接头混凝土宜在一天中气温相对较低的时段在无水状态下浇筑，浇筑后的养护时间应不少于 14d；
 - 湿接头混凝土应达到设计规定的强度等级，设计未规定时，应在不低于设计强度等级的 80% 后，方可进行结构的体系转换，转换时其卸载过程应逐级进行。

7 墩台施工技术

7.1 现浇混凝土墩台

7.1.1 重力式混凝土墩台施工符合下列规定：

- 墩台混凝土浇筑前应对基础混凝土顶面做凿毛处理，清除锚筋污锈；
- 墩台混凝土宜水平分层浇筑，每次浇筑高度宜为 1.5~2m；
- 墩台混凝土分块浇筑时，接缝应与墩台截面尺寸较小的一边平行，邻层分块接缝应错开，接缝宜做成企口形。分块数量，墩台水平截面积在 200m² 内不得超过 2 块；在 300m² 以内不得超过 3 块。每块面积不得小于 50m²。

7.1.2 柱式墩台施工符合下列规定：

- 模板、支架除应满足强度、刚度外，稳定计算中应考虑风力影响；
- 墩台柱与承台基础接触面应凿毛处理，清除钢筋污锈。浇筑墩台柱混凝土时，应铺同配合比的水泥砂浆一层。墩台柱的混凝土宜一次连续浇筑完成；
- 柱身高度内有系梁连接时，系梁应与柱同步浇筑。V 形墩柱混凝土应对称浇筑。

7.1.3 采用预制混凝土管做柱身外模时，预制管安装符合下列要求：

- 基础面宜采用凹槽接头，凹槽深度不得小于 5cm；
- 上下管节安装就位后，应采用四根竖方木对称设置在管柱四周并绑扎牢固，防止撞击错位；
- 混凝土管柱外模应设斜撑，保证浇筑时的稳定；
- 管接口应采用水泥砂浆密封。

7.1.4 钢管混凝土墩台柱应采用补偿收缩混凝土，一次连续浇筑完成。钢管的焊制与防腐应符合 CJJ 2 的规定。

7.2 预制钢筋混凝土柱安装

7.2.1 基础杯口的混凝土强度必须达到设计要求，方可进行预制柱安装。

7.2.2 预制柱安装符合下列规定：

- a) 杯口在安装前应校核长、宽、高，确认合格。杯口与预制件接触面均应凿毛处理，埋件应除锈并应校核位置，合格后方可安装；
- b) 预制柱安装就位后应采用硬木楔或钢楔固定，并加斜撑保持柱体稳定，在确保稳定后方可摘去吊钩；
- c) 安装后应及时浇筑杯口混凝土，待混凝土硬化后拆除硬楔，浇筑二次混凝土，待杯口混凝土达到设计强度 75% 后方可拆除斜撑。

7.3 重力式砌体墩台

7.3.1 墩台砌筑前，应清理基础，保持洁净，并测量放线，设置线杆。

7.3.2 墩台砌体应采用坐浆法分层砌筑，竖缝均应错开，不得贯通。

7.3.3 砌筑墩台镶面石应从曲线部分或角部开始。

7.3.4 桥墩分水体镶面石的抗压强度不得低于设计要求。

7.3.5 砌筑的石料和混凝土预制块应清洗干净，保持湿润。

7.4 台背填土

7.4.1 台背填土不得使用含杂质、腐殖物或冻土块的土类。宜采用透水性土。

7.4.2 台背、锥坡应同时回填，并按设计宽度一次填齐。

7.4.3 台背填土宜与路基填土同时进行，宜采用机械碾压。台背 0.8~1m 范围内宜回填砂石、半刚性材料，并采用小型压实设备或人工夯实。

7.4.4 轻型桥台台背填土应待盖板和支撑梁安装完成后，两台对称均匀进行。

7.4.5 刚构应两端对称均匀回填。

7.4.6 拱桥台背填土应在主拱施工前完成；拱桥台背填土长度应符合设计要求。

7.4.7 柱式桥台台背填土宜在柱侧对称均匀地进行。

7.4.8 回填土均应分层夯实，填土压实度应符合 GB 55011、CJJ 1 的规定。

7.5 预制墩台施工与安装

7.5.1 预制安装墩台身和盖梁的施工应制订专项施工方案，其施工方法、施工工艺、临时设施和设备等应根据结构的构造特点和施工环境条件综合确定，对施工中使用的受力装置和受力临时结构应进行专门设计和验算。

7.5.2 墩台身和盖梁的预制场地应进行专门规划和设计，并符合下列规定：

- a) 场地的布置应有利于预制、存放、移运和装车（船）的施工作业；
- b) 场地内的道路、料场等均应硬化处理，且场地应有防排水设施；
- c) 场地内各种临时设施的地基应具有足够的承载能力，不满足要求时应对地基进行加固处理；
- d) 对在水域中安装的墩台身，应在预制场地设置构件的出运线路和出运码头。

7.5.3 预制台座的设置符合下列规定：

- a) 台座的地基应具有足够的承载能力、稳定性和抗变形能力，必要时应对地基进行加固处理，施工过程中应定期监测台座的整体和不均匀沉降量；
- b) 预制台座可采用混凝土结构和钢结构组合而成，并应与墩台预制节段底部的预留钢筋和预埋件相适应，以及进行必要的受力分析计算；
- c) 采用混凝土底座时，宜在混凝土结构中通过计算配置必要的受力钢筋，底座的基础宜采用整体式钢筋混凝土板；
- d) 钢结构台座宜采用钢板和型钢进行制作，且可将墩台预制节段的底模与台座连接成整体，并在底模处开孔，开孔处应采取局部加强的措施，开孔位置应准确，应使预制节段底部的预留钢筋和预埋件能顺利通过；
- e) 预制台座的设置数量宜根据墩台身安装施工的规模和进度要求综合考虑确定。

7.5.4 存放台座的设置应满足地基不沉陷和稳定的要求。当能满足预制和安装的进度要求时，可不设

存放台座。

7.5.5 墩台身预制的节段尺寸划分应符合设计规定。设计未规定时，宜根据墩台结构的构造特点、运输能力、安装时的起重能力以及施工的方便性等因素综合考虑确定；对海上桥梁，尺寸划分时宜将节段之间的接缝设置在浪溅区以上。高度不大或运输能力和安装起重能力足够时，宜进行整体预制、整体安装。

7.5.6 墩台身和盖梁的预制宜采用整体式定型钢模板，模板应具有足够的强度、刚度和稳定性。模板的制作、安装和拆除符合下列规定：

- a) 模板应以刚度控制设计，并应满足多次重复使用不变形的要求；
- b) 模板安装时位置应准确，各部位的连接应牢固可靠，接缝应严密不漏浆；
- c) 底模应平整，其平整度在 2 m 长度范围的允许偏差应不超过 2 mm，并应垂直于预制墩身的中轴线；侧模的平整度在 1 m 长度范围的允许偏差应不超过 2 mm；
- d) 剪力键（槽）处的模板尺寸应准确，表面应平整。

7.5.7 钢筋宜在专用胎架上制作成钢筋骨架或分片钢筋网后再进行整体起吊安装，必要时可增设劲性骨架增强其整体刚度。钢筋的下料、加工制作、安装、绑扎、连接等应符合 JTG/T 3650 的规定。

7.5.8 墩台身和盖梁设置有预应力钢束时，其施工应符合设计的要求。

7.5.9 墩台身和盖梁预制混凝土的施工符合下列规定：

- a) 每一预制节段的混凝土应一次浇筑完成；
- b) 浇筑混凝土时，应采取有效措施保证预应力管道和各种预埋件的位置准确，不产生移位；
- c) 混凝土浇筑完成后，带模洒水养护的时间宜不少于 3 d，对混凝土的外露面应覆盖、保湿和保温；拆除模板后仍宜对混凝土表面进行覆盖并保湿养护至少 7 d。对高性能混凝土，其保湿养护的时间宜适当延长。

7.5.10 墩台身宜采用立式的方式在台座上预制，并符合下列规定：

- a) 对多节段预制的墩台身，当节段安装采用湿接缝连接时，可将节段分别预制；
- b) 节段安装采用胶接缝连接时，应按底节、中间节、顶节的顺序从下至上匹配预制，或采用工具式端模匹配预制；
- c) 各节墩台身预制时，应采取有效措施保证其线形和外形尺寸准确，其垂直度的精度应满足设计要求，设计未要求时，垂直度误差应不超过其高度的 0.1% 且不大于 10mm；
- d) 各节墩台身在预制时均应设置吊装孔，孔的位置和形式应符合设计规定，并应在设置前对吊点的受力进行必要的复核和验算。安装施工所用导向装置和锁定装置的位置应准确，并应满足设计规定的精度要求；
- e) 墩台身整体预制或顶节墩台身预制时，支座垫石的位置应准确，锚栓孔的位置、直径和深度应满足支座安装就位的精度要求，锚栓孔的位置相对于墩中轴线的偏差应不大于 5mm，且在安装时不得改变锚栓的直径和形状。

7.5.11 墩台身预制节段的起吊、场内移运和存放符合下列规定：

- a) 墩台身的预制节段或整体墩身宜采用龙门吊机进行起吊。当采用其他起重设备起吊时，除应有足够的起重能力外，尚应具有较好的稳定性，应能保证起吊作业的安全；
- b) 起吊用的吊架、吊具和索具等应进行专门设计和受力分析计算，且应与起吊节段的构造形式及其吊装孔相适应，同时宜结合不同节段、安装起吊中采用的起重设备等进行必要的配置组合；
- c) 节段起吊时，混凝土的强度应满足设计规定；
- d) 在场内移运墩台预制节段时，可采用滑道或轨道式台车进行立式移运，亦可采用轮胎式台车、气囊等方式进行移运。不论采用何种方式，均应在场地布置时预设相应的移运通道，且该通道的地基应坚固、不沉陷；对移运过程，应提前对节段的支点受力、稳定性等进行分析计算和验算，并应在节段的中、下部设置必要的扶稳装置，以及下部与台车固定的装置，或采取其他稳定措施，保证移运作业的安全；
- e) 墩台预制节段宜采用立式的方式在台座上进行存放，存放时应采取有效措施保证其稳定，且不应产生受力不均、偏斜、倾倒等现象。存放的时间应符合设计要求，设计未要求时，自混凝土浇筑完成后起算至安装的时间应不少于 28 d。

7.5.12 墩台身预制节段的安装应采用满足吊装施工能力的起重机械和设备，在陆地上安装时，宜采用

履带式起重机或龙门吊机；在水上安装时，宜采用起重船。对吊架、吊具和索具的要求应满足预制墩台身节段吊装的各项力学性能要求，并具有较好的通用性。

7.5.13 墩台身预制节段安装的调位装置应具有三维调节功能，并应能满足节段安装的精度要求；导向装置、定位装置和锁定装置等应能满足实施快速、准确安装作业的功能要求。

7.5.14 在承台顶设置槽口、安装墩台身时，符合下列规定：

- a) 预制墩台身构件宜与承台基座对应编号、对应安装，且宜在基座的适当位置预设导向装置；
- b) 安装前应检查各墩台身预制构件的尺寸以及基座支承的顶面高程是否符合设计要求；基座槽口四周与预制墩台身构件之间的空隙宜不小于 20 mm，经检验合格后方可进行安装施工；
- c) 起吊安装就位后，应对墩台身的平面位置和竖直度进行检测，确认符合设计要求后，应尽快对其进行固定或锁定。固定装置或锁定装置应牢固可靠，应能保证墩台身的稳定和位置准确，在后续施工中不产生倾斜和移位。

7.5.15 采用胶接缝分节段安装墩台身时，符合下列规定：

- a) 墩台身应按节段匹配预制的顺序，进行匹配安装；
- b) 宜在下节墩台身顶部的适当位置预设安装导向装置。
- c) 安装施工前，对已安装和待安装节段的匹配面应进行检查、清理，应保证匹配面平整，无异物和凸出；
- d) 安装前应在节段上部的适宜位置设置操作平台，以及在墩侧的承台上设置供作业人员上下的步梯。作业平台和步梯宜采用钢结构制作，且应进行受力计算和验算，其安装应牢固、稳定；步梯应附着在已安装完成的墩台身上；
- e) 采用的胶黏剂应符合设计规定的质量和力学性能要求；
- f) 墩台身节段起吊安装就位后，应立即检查复核其平面位置、高程与竖直度，不符合要求时应及时进行调整。安装应保证节段之间的剪力键（槽）密贴，上下墩台身应顺直；
- g) 墩台身节段安装完成并经检测其平面位置与竖直度符合要求后，应进行临时固定，并按设计的规定对预应力钢束施加预应力，同时对胶接缝进行挤压。挤压时应采取措施对预应力孔道的端口处进行防护，防止胶黏剂进入孔道内；
- h) 预应力张拉和孔道压浆的施工应符合设计的要求，设计未要求时应符合本规范第 7 章的规定。孔道压浆完成后应按设计要求浇筑封锚混凝土。

7.5.16 采用湿接缝分节段安装墩台身时，符合下列规定：

- a) 除顶节墩台身外，应在承台顶面和各节段的顶面设置具有支承功能和导向功能的装置。承台顶面的该类装置可单独预制、单独安装；各节段顶面的该类装置宜与墩台身节段同时预制；
- b) 墩台身节段起吊安装时，应进行测量控制，通过导向装置使节段缓慢地落在支承装置上；就位后应立即检查复核其平面位置、高程与竖直度，不符合要求时应及时进行调整，并应采取可靠措施进行临时固定；
- c) 湿接头处钢筋的安装绑扎施工应符合设计的要求；
- d) 湿接头处的模板应专门设计。模板板面应与墩台身表面密贴；模板的固定方式应可靠，且应与墩台身的构造相适应，安装拆除应方便；
- e) 湿接头应采用设计规定的混凝土，其配合比应进行专门设计并经试验验证；
- f) 湿接头混凝土的施工应严格控制原材料的质量和计量；拌制时应保证其达到规定的搅拌时间；浇筑时的分层厚度应严格控制在 300 mm 以内；振捣时应根据不同部位，采用不同规格的振捣器，必要时应进行二次振捣；
- g) 湿接头混凝土的保湿养护时间应不少于 14 d。

7.5.17 环管式预制墩台身的安装施工符合下列规定：

- a) 管节或环圈安装时，应严格控制设计轴线的位置，不应出现倾斜或上下错位现象；
- b) 基础顶部预留钢筋的数量、伸入管节或环圈内钢筋的锚固长度均应符合设计规定，应采用设计规定的混凝土或砂浆将管节或环圈的接缝填塞、捣实并抹平。

8 特殊工况施工

8.1 软土地基施工

- 8.1.1 基底预处理：软土地基施工前，应清除软弱土层、淤泥质土，采用换填、夯实、注浆加固等方式处理基底，提升地基承载力，验收合格后方可施工。
- 8.1.2 基坑管控：软土基坑必须分层分段开挖，严禁大开挖、超挖，全程布设支护体系，加密边坡位移、沉降监测，发现土体滑移、沉降超标立即停工处置。
- 8.1.3 排水防浸：强化基坑降水排水，杜绝软土地基积水浸泡，防止基底土体软化、承载力下降。
- 8.1.4 沉降监测：承台、墩台施工全过程应开展沉降观测，动态监测地基沉降变形，根据沉降数据调整施工节奏，杜绝结构不均匀沉降。

8.2 临水临空工况施工

- 8.2.1 临水防护：临水施工区域应设置防汛围堰、挡水设施，阻断水流冲刷基坑及结构，排查汛期水位变化，提前做好防汛应急准备。
- 8.2.2 临空防护：临空高空墩台施工，应搭设标准化高空作业平台、防护脚手架，满铺防护网，杜绝高空坠物、人员坠落风险。
- 8.2.3 抗风管控：大风天气应暂停高空吊装、模板安装、混凝土浇筑作业，超高墩台增设防风支撑，抵御风荷载变形。
- 8.2.4 水流防护：水下、临水基底应做好防冲刷、防淘空措施，保障基底稳定性，避免水流侵蚀地基引发结构隐患。

8.3 高温施工

- 8.3.1 夏季高温应避开正午高温时段，优先选择早晚、夜间低温时段开展混凝土浇筑作业。
- 8.3.2 砂石料应遮阳堆放、洒水降温，拌合水采用低温水，严控混凝土出机温度，出机温度不宜大于30℃。
- 8.3.3 高温混凝土应快速运输、快速浇筑，缩短静置时间，杜绝坍落度损失过快、初凝提前问题。
- 8.3.4 浇筑完成后应立即覆盖保湿养护，增加喷淋频次，严控表面水分蒸发，杜绝高温干缩裂缝。

8.4 低温与冬季施工

- 8.4.1 环境温度低于5℃进入冬季施工，应编制冬季专项施工方案，配备保温、加温、防冻设备。
- 8.4.2 水泥、砂石料防冻存放，拌合水适当加温，严禁使用结冰骨料，严控混凝土入模温度不低于5℃。
- 8.4.3 混凝土浇筑完成后应立即覆盖保温棉被、薄膜，封闭保温养护，杜绝混凝土受冻、起砂、强度增长缓慢。
- 8.4.4 极端负温天气应停止混凝土浇筑作业，已浇筑结构强化保温防护，做好防冻应急处置。

8.5 雨季施工

- 8.5.1 施工现场应布设完善排水管网、集水井、排水泵，确保雨水快速排出，无积水、无淤积。
- 8.5.2 原材料、施工设备应做好防雨遮盖，基坑周边设置挡水坎，防止雨水倒灌基坑。
- 8.5.3 雨天严禁露天浇筑混凝土，浇筑过程遇雨立即覆盖防雨，已浇筑混凝土应及时压实收光、覆盖防护。
- 8.5.4 雨后复工前，应复核基坑边坡稳定性、基底土质、模板钢筋状态，排查隐患整改合格后方可复工。

9 安全与绿色施工

9.1 安全施工管控

- 9.1.1 基坑周边应设置1.2 m高标准防护栏杆、挡水坎、警示标识，夜间设置警示灯；严禁基坑周边超载堆载、机械近距离碾压；定期监测基坑边坡位移、沉降、支护稳定性，发现裂缝、滑移立即停工加固；基坑上下设置专用安全通道，严禁攀爬边坡。
- 9.1.2 墩台高空作业人员必须佩戴安全帽、安全带、防滑鞋，搭设合格脚手架、作业平台、防护网；高空作业工具、材料分类存放，严禁高空抛物；六级及以上大风、暴雨、浓雾天气停止高空作业；高空作业区域设置警戒区，禁止无关人员进入。

9.1.3 施工现场临时用电应严格执行三级配电、两级保护制度，电线架空敷设、规范布线，严禁私拉乱接、破损漏电；用电设备接地接零保护齐全，配电箱上锁、防雨防潮；电工持证上岗，定期排查用电隐患，整改销项。

9.1.4 挖掘机、泵车、起重机等机械作业应划定警戒区域，专人指挥；机械操作人员持证上岗，严格按照操作规程作业；吊装作业检查吊具、索具，严禁超载吊装、斜拉硬吊；机械作业范围内禁止站人，杜绝机械碰撞、挤压事故。

9.1.5 混凝土输送泵、振捣设备应规范操作，设备运转时严禁触碰运转部件；浇筑作业人员站位安全，避免高空坠落、物料打击；夜间施工配备充足照明，保障作业视线清晰。

9.2 绿色施工管控

9.2.1 施工场地裸土全覆盖，施工道路应定时洒水降尘、清扫；渣土运输车辆密闭运输、出场冲洗；原材料堆放围挡遮盖，切割、破碎作业采取防尘措施，严控施工扬尘污染。

9.2.2 施工现场应设置沉淀池、排水沟，施工废水、雨水经沉淀处理达标后排放；严禁施工污水、泥浆直接排入市政管网、河道；混凝土养护废水规范收集处置，杜绝水体污染。

9.2.3 施工建筑垃圾、废料、钢筋头、模板废料应分类收集、集中堆放，统一清运处置；可回收废料分类回收利用，杜绝随意丢弃、现场堆积；生活垃圾与施工垃圾分区存放、及时清运。

9.2.4 应合理排布施工工序，严控夜间高噪声作业；机械设备定期检修维护，降低运行噪声；临近居民区施工采取降噪措施，规避扰民噪声。

9.2.5 严控施工范围，不随意破坏周边植被、市政设施；施工完成后应及时清理场地、恢复原貌，减少施工对周边生态及市政环境的破坏。

10 施工验收与缺陷处理

10.1 分项工程验收流程

10.1.1 工序自检：各分项工序施工完成后，施工班组、质检人员应开展自检，自查合格后整理自检记录。

10.1.2 交接复检：自检合格后应开展互检、交接检，核查工序质量、施工资料，确认无质量隐患。

10.1.3 监理验收：施工单位自检合格后，应向监理单位提交验收申请，报送全套施工资料、试验资料、检测记录。

10.1.4 联合验收：监理、建设单位现场核查实体质量、几何精度、外观质量，应核验资料完整性、真实性，验收合格签署验收记录。

10.1.5 分项归档：验收合格后，应完成分项工程资料归档，进入下道工序施工；验收不合格的，限期整改、重新复核验收。

10.2 验收核心内容

10.2.1 应核查原材料合格证、复检报告、配合比报告、施工记录、隐蔽工程记录、测量放线记录、养护记录、试验检测报告等全套资料。

10.2.2 应核查承台、墩台结构尺寸、标高、垂直度、平整度、保护层厚度、混凝土强度、外观质量、节点衔接质量。

10.2.3 应重点核查基坑基底、钢筋工程、预埋预留、新旧混凝土结合面、桩基衔接等隐蔽工序质量，留存影像及验收记录。

10.2.4 软基、临水、雨季、高低温施工部位，应专项核查施工质量、防护措施、沉降稳定性，确保特殊工况施工质量达标。

10.3 验收评定标准

10.3.1 合格标准：原材料全部复检合格，施工工序符合规范及方案要求，实体尺寸偏差、强度指标、外观质量满足允许偏差要求，施工资料应完整真实、同步齐全，无结构性质量缺陷。

10.3.2 不合格判定：原材料不合格、混凝土强度不达标、结构尺寸偏差超标、存在结构性裂缝、空洞、严重外观缺陷、施工资料缺失造假的，应判定为分项工程不合格。

10.4 常见施工缺陷整改技术方案

10.4.1 表面蜂窝麻面缺陷：

- a) 轻微蜂窝麻面：清理表面浮渣、粉尘，湿润基层，可采用同配比水泥砂浆修补压实、收光养护；
- b) 严重蜂窝麻面：剔除松散混凝土、薄弱层，清理干净基层，支模采用高强度细石混凝土修补振捣密实，规范养护，修补后外观应与原结构一致。

10.4.2 混凝土裂缝缺陷：

- a) 表面细微裂缝：表面封闭注浆、涂刷专用修补胶，保湿养护，应严控裂缝扩展；
- b) 深层结构性裂缝：检测裂缝深度、宽度，可采用压力注浆补强，必要时联系设计单位出具专项加固方案，整改完成后复验验收。

10.4.3 尺寸偏差缺陷：

- a) 轻微尺寸偏差：可打磨修整、局部修补找平，确保线型、尺寸达标；
- b) 偏差超标：严禁私自修补，报送设计、监理单位复核，应根据复核结果采取剔凿重做、专项加固等整改措施。

10.4.4 露筋、保护层不足缺陷：应清理外露钢筋锈蚀、杂物，湿润基层，采用专用修补砂浆分层涂抹覆盖，恢复保护层厚度，压实收光养护，杜绝钢筋锈蚀扩展。

10.4.5 施工冷缝缺陷：应清理冷缝处松散混凝土、浮浆，凿毛处理、湿润界面，采用界面剂处理后，浇筑同配比细石混凝土补强振捣密实，强化养护，保障结构整体性。

10.5 缺陷整改复核要求

10.5.1 所有质量缺陷必须建立整改台账，明确整改责任人、整改措施、整改时限、验收标准。

10.5.2 缺陷整改完成后，应由质检、监理单位联合复核验收，核查整改质量、实体性能，留存整改前后对比影像及验收记录。

10.5.3 结构性重大缺陷整改后，必须委托第三方检测机构检测，检测合格后方可验收销项，确保结构安全稳定。

10.5.4 缺陷整改资料应同步归档，作为分项工程验收、竣工备案的重要依据。