

广西壮族自治区工程建设地方标准

静压钢板桩支护技术规程

Technical specification for retaining of press-in steel sheet pile

DBJ/T 45-195-2026

主编部门：广西瑞宇技术有限公司
广西建工第一建筑工程集团有限公司
广西大学

批准部门：广西壮族自治区住房和城乡建设厅
施行日期：2026年8月1日

2026 广西

前 言

根据广西壮族自治区住房和城乡建设厅《关于下达 2024 年度全区工程建设地方标准制（修）订项目计划的通知》（桂建标〔2024〕4 号）文的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外相关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定了本规程。

本规程共 8 章和 7 个附录，主要技术内容包括：总则、术语与符号、基本规定、勘察与环境调查、支护设计、施工、检测与验收、开挖与监测等。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本规程的发布机构不承担识别专利的责任。

本规程由广西壮族自治区住房和城乡建设厅负责管理。

本规程起草单位：广西瑞宇技术有限公司

（广西南宁市友谊路 48-16 号，邮编：
530032）

广西建工第一建筑工程集团有限公司

广西大学

中国建筑第二工程局有限公司

中铁建设集团有限公司

广西大学设计院有限公司

广西安全工程职业技术学院

广东省基础工程集团有限公司

广西土木建筑工程有限公司

广西建设职业技术学院

广西华帅建筑工程有限公司

南宁产城投资开发集团有限责任公司

南宁城市更新发展集团有限责任公司
中建新疆建工（集团）第四建筑工程有限公司
广西力宇建设工程检测有限公司
广西壮族自治区水利电力勘测设计研究院
有限责任公司
广西桂东水电勘测设计院有限责任公司
南宁市政工程集团有限公司
广西路桥集团建筑工程有限公司
广西富林建设集团有限公司
中船第九设计研究院工程有限公司
广西建工集团第四建筑工程有限责任公司
河海大学
中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

本规程主要起草人员：欧孝夺 江 杰 谢 燕 蒋 华
廖有芳 谢鸿卫 朱为连 常瑞远
欧阳孝所 杨 迪 吴 海 王 刚
张绮雯 时孟杰 陈秀贤 文红宇
殷宪太 张油军 阳艳秀 莫杜毅
林小丽 韦 宁 付 洲 李学书
龚海鸥 黄富端 梁世杰 潘润峰
易孝强 莫 林 刘仁周 余海苑
杨国富 朱 艳 高加云 张 腾
李南章 李长俊 林升贵 赖子纬
幸锦欢 黄磊群 戴 焜 黄 力
梁 兵 钱增志 莫 东 唐迎春
靳丽莉 龚 健 肖 尧 陈铭熙
孔纲强 蒋秋艳 王菁瑞 胡帅军
田伟辉

本规程主要审查人员：肖玉明 卢玉南 陈学英 姚 琦
李杰成 肖平平 郑玉洁

目 次

1	总 则	1
2	术语与符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	基本规定	6
4	勘察与环境调查	8
4.1	一般规定	8
4.2	勘察要求	8
4.3	环境调查	9
5	支护设计	10
5.1	一般规定	10
5.2	设计计算	11
5.3	布置与构造	16
5.4	防渗止水设计	20
5.5	防腐设计	24
6	施工	27
6.1	一般规定	27
6.2	运输吊装和堆放	28
6.3	压桩	29
6.4	接桩	35
6.5	拔桩与回收	35
7	检测与验收	37
7.1	进场检验	37
7.2	施工检测	39
7.3	验收	39

8 开挖与监测	41
8.1 一般规定	41
8.2 土方开挖	41
8.3 监测	43
附录 A 水平地基反力系数	46
附录 B U型钢板桩规格参数	47
附录 C 涂层系统的选用	49
附录 D 常用的封闭剂、封闭涂料和涂装涂料	51
附录 E 金属热喷涂系统的选用	52
附录 F 钢板桩压桩记录表	54
附录 G 钢板桩拔桩阻力	56
本规程用词说明	58
引用标准名录	59
附：条文说明	60

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	4
3	Basic requirements	6
4	Survey and environmental investigation	8
4.1	General provisions	8
4.2	Survey requirements	8
4.3	Environmental investigation	9
5	Support design	10
5.1	General provisions	10
5.2	Design calculations	11
5.3	Layout and construction	16
5.4	Anti-seepage and water-stopping design	20
5.5	Anti-corrosion design	24
6	Construction	27
6.1	General provisions	27
6.2	Transporting, hoisting and stacking	28
6.3	Pressing piles	29
6.4	Connecting piles	35
6.5	Pulling piles and recovery	35
7	Testing and acceptance check	37
7.1	Acceptance inspection	37
7.2	Construction inspection	39
7.3	Project acceptance	39

8	Excavation and monitoring	41
8.1	General requirements	41
8.2	Excavation	41
8.3	Monitoring	43
	Appendix A Reaction coefficient of horizontal foundations	46
	Appendix B U-shaped steel sheet pile specifications	47
	Appendix C Selection of coating systems	49
	Appendix D Commonly used sealants, sealing coatings and coating coatings	51
	Appendix E Selection of thermal metal spray systems	52
	Appendix F Records of pile sinking of steel sheet piles	54
	Appendix G Pile pulling resistance of steel sheet pile	56
	Explanation of wording in this specification	58
	Citations to the standard directory	59
	Addition: Explanation of provisions	60

1 总 则

1.0.1 为了在静压钢板桩支护的勘察、设计、施工、监测、检测和验收中做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量、绿色低碳，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于广西壮族自治区内静压钢板桩支护的勘察、设计、施工、监测、检测和验收。

1.0.3 静压钢板桩支护技术除应符合本规程的规定外，尚应符合国家、行业和广西壮族自治区现行有关标准的规定。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 钢板桩 steel sheet piling

以钢材为原料，经热轧或冷弯工艺加工而成，截面为 U 形、Z 形、直线形等形状，并通过两侧锁口交互连接的支护用型钢。

2.1.2 静压沉桩法 press-in pile driving method

通过静压植桩机自重和反力基座上的配重提供反力，先将数根钢板桩压入土中；调离配重后，再通过静力压桩机夹住数根已经压入土中的钢板桩，将其拔出阻力作为反力，将下一根钢板桩压入土中的施工方法。

2.1.3 高压射水辅助静压沉桩法 press-in pile driving method with water jetting method

静压沉桩的同时，在桩前端的地层喷射高压水，从而降低桩端阻力、桩侧摩擦阻力及锁口间阻力，将钢板桩沉入土中的施工方法。

2.1.4 螺旋钻辅助静压沉桩法 press-in pile driving method with integral augering method

静压沉桩的同时，通过螺旋钻钻掘桩前端地层来降低压桩阻力的施工方法。

2.1.5 钢板桩支护结构 retaining structure of steel sheet pile

由钢板桩墙、锚杆（索）支撑、冠梁、围檩等构件组成的为基坑提供支挡抗力的结构，常用的支护结构类型包括悬臂式、锚碇式、桩锚式和内支撑式。

2.1.6 钢板桩墙 steel sheet piling wall

由钢板桩两侧锁口交互连接形成连续封闭具有止水功能的挡

土结构。

2.1.7 锁口 interlocks

钢板桩之间交互联接的接口部位。

2.1.8 冠梁 capping beam

设置在支护构件顶部的将支护构件连为整体的混凝土、型钢或者组合型钢形成的梁。

2.1.9 围檩 waling

设置在钢板桩墙侧面的连接支锚杆件的钢梁或钢筋混凝土梁。

2.1.10 楔形钢板桩 tapered steel sheet pile

顶部和底部宽度不同的异形钢板桩，主要用于钢板桩墙纵向纠偏。

2.1.11 双排钢板桩墙 double-row steel sheet piling wall

沿基坑侧壁排列设置的由前、后两排钢板桩和拉杆或连梁连接组成的挡土结构。

2.1.12 嵌固深度 embedded depth

钢板桩墙在基坑底面以下的埋置深度。

2.1.13 止水帷幕 water cut-off curtain

用于阻截或减少地下水流入的连续防渗体。

2.1.14 腐蚀裕量法 corrosion allowance method

设计金属构件时，考虑使用期内可能产生的腐蚀损耗而采用增加相应厚度的方法。

2.1.15 金属热喷涂 hot metal spraying

用高压空气、惰性气体或电弧等将熔融的耐蚀金属喷射到经表面预处理后的被保护结构物表面，从而形成保护性涂层的工艺过程。

2.1.16 压桩阻力 resistance against pressing-in pile

压桩过程中土体对桩身的总阻力。

2.1.17 试压桩 pilot piles

在工程桩施工前进行的试验性静压桩。

2.1.18 监测报警值 alarm value of monitoring

对监测对象可能产生的异常、危险的位移量（变形）和结构的应力值等所设定的预警数值。

2.2 符 号

- H — 支护高度；
- N — 作用在每米钢板桩上轴向力标准值；
- M_{\max} — 作用在每米钢板桩上最大弯矩标准值（ $\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$ ）；
- A — 每延米钢板桩的截面面积；
- α — 折减系数；
- W_z — 每延米钢板桩的截面抵抗矩；
- γ_0 — 支护结构重要性系数；
- f — 钢材的强度设计值；
- V_D — 作用在每个钢板桩单元上的最大剪力标准值；
- t_w — 翼缘最小厚度；
- t_f — 腹板最小厚度；
- h_l — 钢板桩断面总高度；
- f_v — 钢材的抗剪强度设计值；
- γ_{GQ} — 综合分项系数；
- $M_{b\max}$ — 作用标准值产生的围檩最大弯矩标准值（ $\text{kN} \cdot \text{m}$ ）；
- R_k — 支点力，为每米宽钢板桩墙的作用标准值；
- l_a — 相邻两点间间距；
- M_b — 作用标准值产生的围檩悬臂段最大弯矩标准值；
- l_b — 围檩悬臂段长度；
- Q_{uk} — 施工时的压桩阻力估算值；
- u — 桩身周长；
- q_{sik} — 桩侧第 i 层土的极限侧阻力标准值；
- q_{pk} — 桩端处土的极限端阻力标准值；
- l_i — 第 i 层土的厚度；
- A_p — 桩端面积；

- L — 渗流轮廓换算渗径总长度；
 C — 渗径系数；
 H_s — 渗径起点和终点水位差；
 l_s — 渗流轮廓的水平段长度；
 l_c — 渗流轮廓的垂直段长度；
 l_x — 渗流轮廓的倾斜段换算长度；
 l_1 — 渗流轮廓倾斜段的水平投影长度；
 m — 换算系数；
 l_2 — 渗流轮廓倾斜段的垂直投影长度；
 $\Delta\delta$ — 钢板桩单面腐蚀裕量；
 K — 钢板桩单面平均腐蚀速度；
 P — 保护效率；
 t_1 — 防腐蚀措施的设计使用年限；
 t — 钢结构的设计使用年限；
 L_1 — 钢板桩长度；
 δ — 钢板桩厚度。

3 基本规定

3.0.1 当场地浅层存在软弱土层时,应预处理或采取措施后方可采用静压沉桩法。

3.0.2 拟采用静压沉桩法施工的场地岩土工程勘察应符合国家现行标准《岩土工程勘察规范》GB 50021、《工程勘察通用规范》GB 55017、《高层建筑岩土工程勘察标准》JGJ/T 72、《广西壮族自治区岩土工程勘察规范》DBJ/T45-066 的有关规定,勘察成果应对支护工程设计和钢板桩沉桩施工等方案提出建议。

3.0.3 钢板桩支护应满足下列功能要求:

1 保证基坑周边建(构)筑物、地下管线、道路的安全和正常使用;

2 保证主体地下结构的施工安全和施工空间。

3.0.4 用钢板桩作为支护结构的基坑深度不宜超过 9m,用钢板桩作为截水帷幕的基坑深度应由支护结构形式确定。

3.0.5 静压钢板桩支护的设计应综合工程地质与水文地质条件、场地平面形状与支护高度、周边环境的影响与保护要求、施工场地作业条件与使用要求等因素,选择合理的钢板桩支护结构类型。

3.0.6 钢板桩支护的基坑周边环境等级、支护结构安全等级及重要性系数应符合现行地方标准《广西建筑基坑支护技术规范》DBJ/T45-065 的有关规定。同一支护工程的不同部位可采用不同的安全等级和重要性系数。

3.0.7 支护结构设计应根据周边环境的重要性及对变形的适应能力、支护结构的内力和变形计算结果等因素,确定其变形限值和周边环境变形限值,变形值应满足正常使用要求和环境保护要求。

3.0.8 钢板桩支护应规定其设计使用期限。钢板桩支护的设计使

用期限不应小于1年。当无特殊要求时，钢板桩支护结构应按临时性支护结构设计。当按永久性支护结构设计时，其设计使用年限不应低于被保护建（构）筑物的设计使用年限。

3.0.9 钢板桩永久性支护结构应根据设计使用期限和腐蚀环境进行耐久性设计，并应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017的防腐设计有关规定。

3.0.10 施工前应结合工程地质与水文地质条件、压桩阻力、施工条件、环境保护等因素选择合适的施工工艺。

3.0.11 静压钢板桩支护工程在压桩、使用和拔除时，应对支护结构和3倍基坑开挖深度范围内需要保护的周边环境进行监测。

3.0.12 钢板桩支护工程应作为建筑地基基础分部工程的子分部工程，其验收程序应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的有关规定。

4 勘察与环境调查

4.1 一般规定

- 4.1.1** 钢板桩支护工程的勘探点，其平面布设、深度及深度范围内每一主要土层的取样和测试要求，应符合国家现行相关标准规定。
- 4.1.2** 环境调查工作应在设计前进行，环境调查结果应作为设计和施工的依据。
- 4.1.3** 环境调查应评估钢板桩的压桩、拔桩对周边环境的影响。

4.2 勘察要求

4.2.1 采用静压钢板桩施工的场地岩土工程勘察应符合下列规定：

1 应查明浅层明浜、暗浜、淤泥等软弱土范围和深度，应探明浅层杂填土、冲填土、碎石土的成分及其范围和深度，应查明地下障碍物范围和深度，应评价表层土地基承载力；

2 应提供原位测试参数，土性变异性大或持力层起伏较大时应加密原位测试间距或增加测试孔数；

3 当压桩影响范围内有岩层时应查明岩层的岩性、岩面变化、风化程度、完整程度等；

4 应对孤石、坚硬夹层、岩溶、土洞、风化软质岩、破碎带等不良地质条件的分布和成因作出评价。

4.2.2 静压钢板桩支护结构的勘察应增加标准贯入或静力触探等原位测试试验；初步勘察资料中原位测试试验数据不足或地质条件变化较大时，应根据设计要求补充勘察。

4.2.3 控制性勘察孔深度范围内的每一土层均应进行标准贯入

试验，遇中密—密实砂层、硬塑—坚硬黏性土层时，应每 2m 测试一次。

4.2.4 静压钢板桩入岩施工时，应对预计钢板桩深度范围内岩石进行饱和单轴抗压强度试验。

4.2.5 钢板桩深度范围的地层中存在碎石土时，宜查明碎石土的最大粒径。

4.2.6 钢板桩支护工程勘察报告宜包括下列内容：

- 1 工程场地的不良地质现象；
- 2 地下水类型、稳定水位及其变化幅度；
- 3 标准贯入试验或其他原位测试试验成果。

4.3 环境调查

4.3.1 环境调查的范围不应小于 3 倍支护高度。

4.3.2 静压钢板桩支护设计前应对场地和周边环境进行调查，环境调查应包括下列内容：

- 1 临近建（构）筑物的结构类型、层数、用途，以及其地基基础的形式、尺寸、位置、埋深等；
- 2 临近地下管线材质、埋深，以及地下结构的类型、位置、材料、尺寸、埋深、接口形式、用途等；
- 3 临近道路的类型、位置、宽度、行驶情况等；
- 4 临近工程建设情况；
- 5 临近河道、水沟、水塘等水体和暗塘、暗沟的位置、水深（埋深）以及与地下水的联系等；
- 6 周边建（构）筑物、管线等的最近距离，以及其现状是否倾斜、变形、裂缝等，并留存有效证据；
- 7 场地内地下管线与高空管线的走向、材质、埋深、管径、使用功能及安全保护要求。

5 支护设计

5.1 一般规定

5.1.1 静压钢板桩支护设计应包括下列内容：

- 1 荷载计算；
- 2 钢板桩、锚杆或支撑体系的选型；
- 3 钢板桩支护结构的内力、变形计算；
- 4 钢板桩支护结构的稳定计算；
- 5 锚杆或支撑体系的内力、稳定和变形计算；
- 6 钢板桩支护结构的构造设计；
- 7 施工技术要求、地下水控制要求及环境保护要求；
- 8 监测、检测和验收要求。

5.1.2 钢板桩结构的设计应考虑下列设计状况：

1 持久状况，结构使用期内应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计；

2 短暂状况，施工期、维修期和短期特殊使用期等按承载能力极限状态设计，必要时应同时按正常使用极限状态设计；

3 偶然状况，仅在有特殊要求时应进行承载能力极限状态或防护设计；

4 地震状况，使用期遭受地震作用时应按承载能力极限状态设计。

5.1.3 钢板桩支护结构按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计应符合下列规定：

1 承载能力极限状态设计应符合下列规定：

- 1) 支护结构和土体整体滑动；

- 2) 基坑底因隆起而丧失稳定;
- 3) 钢板桩因坑底土体丧失嵌固能力而被推移或倾覆;
- 4) 内支撑构件或连接节点因超过材料强度而破坏,或因过度变形而不适于继续承受荷载,或出现压屈、局部失稳;
- 5) 竖向斜撑支座因丧失承载能力被推移;
- 6) 锚杆(索)锚碇因杆体破坏或土体丧失锚固能力而被拔动;
- 7) 地下水渗流引起的土体渗透破坏。

2 正常使用极限状态设计应符合下列规定:

- 1) 造成基坑周边建(构)筑物、地下管线、道路等损坏或影响其正常使用的支护结构位移;
- 2) 影响主体地下结构正常施工的支护结构位移;
- 3) 造成钢板桩损坏或影响其回收再利用的支护结构变形。

5.1.4 按平面问题分析时,钢板桩支护结构应按各部位的支护高度、周边环境条件、地质条件、基坑边的施工荷载等因素划分设计计算剖面。每一计算剖面应按设计方案对应的各施工工况进行计算。

5.1.5 钢板桩支护结构计算时采用的基本假定和计算模型应与构件实际使用及连接状态相符合。

5.2 设计计算

5.2.1 静压钢板桩支护结构选型宜采用下列原则:

1 当钢板桩墙挡土或挡水高度不高、地面荷载不大且对结构变形及位移要求不高时可采用悬臂式钢板桩结构;

2 当钢板桩墙挡土或挡水高度较高、前方无法设置内支撑系统或后方无法设置锚拉系统时,可采用双排钢板桩结构;

3 其他情况下宜优先采用桩锚式,但当对结构变形及位移要求很高,或者软土地基中锚拉系统容易失效时,可采用内撑式的结构形式。

5.2.2 作用在钢板桩上的荷载应包括下列内容:

- 1** 水平荷载应包括下列内容:

- 1) 水、土压力;
- 2) 周边建(构)筑物、车辆、堆载等引起的附加侧向压力;
- 3) 锚杆(索)内支撑产生的水平力。

2 竖向荷载应包括下列内容:

- 1) 承托在钢板桩上的边跨支撑、围檩、冠梁等结构构件自重;
- 2) 锚杆(索)、竖向斜撑产生的竖向力;
- 3) 钢板桩自重;
- 4) 作用在钢板桩墙顶的施工平台荷载或其它竖向荷载。

5.2.3 土压力与水压力荷载、土中竖向应力及附加竖向应力标准值应符合国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330、《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定进行计算。

5.2.4 土压力和水压力计算、土的各类稳定性验算时,水、土压力的分合算方法及相应的土的抗剪强度指标类别应符合下列规定:

1 当土层位于地下水位以上时,黏性土、黏质粉土的土压力计算,土的滑动稳定性验算应采用固结快剪强度指标 C_{cq} 、 φ_{cq} 或三轴固结不排水抗剪强度指标 C_{cu} 、 φ_{cu} ,砂质粉土、砂土、碎石土的土压力计算应采用有效应力强度指标 c' 、 φ' 。

2 当土层位于地下水位以下时,黏性土、黏质粉土的土压力可采用水土合算,土的滑动稳定性验算可采用总应力法。对正常固结和超固结土,应采用固结快剪强度指标 C_{cq} 、 φ_{cq} 或三轴固结不排水抗剪强度指标 C_{cu} 、 φ_{cu} ;对欠固结土,宜采用有效自重压力下预固结的三轴不固结不排水抗剪强度指标 C_{uu} 、 φ_{uu} 。

3 地下水位以下的砂质粉土、砂土、碎石土,应采用水土分算,土压力计算、土的滑动稳定性验算应采用有效应力强度指标 c' 、 φ' 。对砂质粉土,缺少有效应力强度指标时,也可采用直剪固结快剪强度指标 C_{cq} 、 φ_{cq} 或三轴固结不排水抗剪强度指标 C_{cu} 、 φ_{cu} 代替;对砂土和碎石土,有效应力强度指标 c' 、 φ' 可根据标准贯入试验实测击数和水下休止角等综合分析选取。

4 水压力可按静水压力计算,当有地下水渗流时,宜按渗流

理论计算水压力和土的竖向有效应力；当存在多个含水层时，应分别计算各含水层的水压力。

5.2.5 钢板桩支护结构的抗倾覆稳定性验算、整体稳定性验算、抗突涌稳定性验算及抗渗流稳定性验算等，应符合现行地方标准《广西建筑基坑支护技术规范》DBJ/T45-065、《装配式基坑支护结构技术规程》DBJ/T45-043 等有关规定。

5.2.6 钢板桩的嵌固深度应符合下列规定：

- 1 应满足稳定性验算的要求；
- 2 当桩身轴力较大时，还应满足单桩竖向承载力要求；
- 3 兼作截水帷幕使用时，桩端宜进入基底以下的不透土层。

5.2.7 钢板桩支护结构的嵌固深度除应满足本规程第 5.2.6 条的规定外，对悬臂式结构，不宜小于 $0.8H$ ；对单支点支挡式结构，尚不宜小于 $0.3H$ ；对多支点支挡式结构，尚不宜小于 $0.2H$ （ H 为支护高度）。

5.2.8 钢板桩的设计桩顶标高不宜超过地面标高 1m 。

5.2.9 钢板桩支护结构顶部采用放坡或土钉墙支护时，应单独复核放坡或土钉墙支护的稳定性。

5.2.10 钢板桩支护结构应根据具体类型及受力、变形特性等采用分析方法，并应符合下列规定：

1 悬臂式钢板桩支护结构，可采用平面杆系结构弹性支点法进行结构分析；

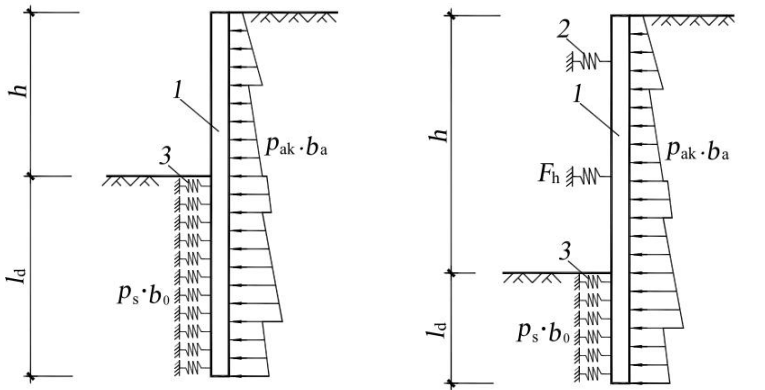
2 桩锚式钢板桩支护结构，可将整个结构分解为钢板桩、锚杆（索）结构分别进行分析；钢板桩宜采用平面杆系结构弹性支点法进行分析；作用在锚杆（索）结构上的荷载应取钢板桩分析时得出的支点力；

3 内支撑式钢板桩支护结构，可将整个结构分解为钢板桩、内支撑结构分别进行分析；钢板桩宜采用平面杆系结构弹性支点法进行分析；内支撑结构可按平面结构进行分析，钢板桩传至内支撑的荷载应取钢板桩分析时得出的支点力；对钢板桩和内支撑结构分别进行分析时，应考虑其相互之间的变形协调；

4 当有可靠经验时,圆形支护工程可采用空间结构分析方法对钢板桩支护结构进行整体分析或采用数值分析方法对钢板桩支护结构与土体进行整体分析;

5 当支护工程平面或空间不规则时,在按本条 1~3 款原则计算的基础上,可采用空间结构分析方法对支护结构进行整体分析。有可靠经验时,对于简单规则对撑也可按轴对称结构采用平面杆系弹性支点法进行结构分析。

5.2.11 钢板桩支护结构可采用平面杆系结构弹性支点法时,宜采用下图(图 5.2.11)所示的结构分析模型。锚杆和内支撑对挡土构件的约束作用应按弹性支座考虑,其边界条件宜符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。



(a) 悬臂式支挡结构 (b) 锚拉式支挡结构或内支撑式支挡结构

1—钢板桩; 2—由锚杆或内支撑简化而成的弹性支座; 3—计算土反力的弹性支座

图 5.2.11 弹性支点法计算

5.2.12 弹性杆的弹性系数应由水平地基反力系数乘以杆间距确定。根据地基土的性质和设计经验,水平地基反力系数可按 m 法或其它方法确定。当采用 m 法计算时,有关参数可按附录 A 选用。

5.2.13 钢板桩结构应按偏心受压构件设计,轴力较小时可按受弯构件设计,分别按施工和使用两种工况计算。

5.2.14 钢板桩的单宽强度应满足下式要求:

$$\frac{\gamma_0 \gamma_{GQ}}{1000} \left(\frac{N}{A} + \frac{M_{\max}}{\alpha W_z} \right) \leq f \quad (5.2.14)$$

- 式中： N — 作用在每米钢板桩上轴向力标准值（kN/m）；
 M_{\max} — 作用在每米钢板桩上最大弯矩标准值（kN·m/m）；
 A — 每延米钢板桩的截面面积（m²/m）；
 α — 折减系数，如不设置冠梁或整体围檩时， α 可取 0.6；当设置冠梁或整体围檩时， α 可取 0.9；
 W_z — 每延米钢板桩的截面抵抗矩（m³/m）；
 γ_0 — 支护结构重要性系数，按支护结构等级确定；
 γ_{GQ} — 综合分项系数，永久工程取 1.35，临时工程取 1.25；
 f — 钢材的强度设计值（N/mm²）；如采用国产钢板桩，按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 中有关规定采用。

5.2.15 钢板桩腹板和翼缘厚度应满足下式要求：

$$\gamma_0 \gamma_{GQ} V_D \leq f_v t_w (h_I - t_f) \quad (5.2.15)$$

- 式中： V_D — 作用在每个钢板桩单元上的最大剪力标准值（kN）；
 t_w — 翼缘最小厚度（m）；
 t_f — 腹板最小厚度（m）；
 h_I — 钢板桩断面总高度（m）；
 f_v — 钢材的抗剪强度设计值（N/mm²）；如采用国产钢板桩，按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 中有关规定采用；
 γ_{GQ} — 综合分项系数，永久工程取 1.35，临时工程取 1.25；
 γ_0 — 支护结构重要性系数，按支护结构等级确定。

5.2.16 钢板桩墙围檩的弯矩宜按刚性支承连续梁根据公式（5.2.16-1）、（5.2.16-2）计算。

$$M_{b\max} = \frac{1}{10} R_k l_a^2 \quad (5.2.16-1)$$

$$M_b = \frac{1}{2} R_k l_b^2 \quad (5.2.16-2)$$

- 式中： M_{bmax} — 作用标准值产生的围檩最大弯矩标准值（ $\text{kN} \cdot \text{m}$ ）；
 R_k — 支点力，为每米宽钢板桩墙的作用标准值（ kN/m ）；
 l_a — 相邻两点间间距（ m ）；
 M_b — 作用标准值产生的围檩悬臂段最大弯矩标准值（ $\text{kN} \cdot \text{m}$ ）；
 l_b — 围檩悬臂段长度（ m ）。

5.2.17 钢板桩不宜直接承受重型压载，当承受重型压载时，尚应复核桩体压屈稳定性。

5.2.18 静压钢板桩的最大压桩阻力宜根据试压桩或地区经验确定，无试压桩或地区经验时，可按下式估算：

$$Q_{uk} = u \sum q_{sik} l_i + q_{pk} A_p \quad (5.2.18)$$

- 式中： Q_{uk} — 施工时的压桩阻力估算值（ kN ）；
 u — 桩身周长（ m ）；
 q_{sik} — 桩侧第 i 层土的极限侧阻力标准值（ kPa ），按岩土工程勘察报告提供的参数采用；
 q_{pk} — 桩端处土的极限端阻力标准值（ kPa ），按岩土工程勘察报告提供的参数采用；
 l_i — 第 i 层土的厚度（ m ）；
 A_p — 桩端面积（ m^2 ）；

5.3 布置与构造

5.3.1 静压钢板桩截面宜采用 U 型，宜采用整材，截面型号及参数可按附录 B 选用。

5.3.2 钢板桩的平面布置宜平直，避免不规则的转角，平面尺寸应符合钢板桩模数的要求。

5.3.3 平面向内凸出的阳角宜设置可靠的双向约束。嵌固部位为软土时，宜对嵌固部位土体进行加固。

5.3.4 钢板桩转角应设置转角桩，并宜在转角采取加强措施。

5.3.5 钢板桩的转角桩，宜采用成型锁口产品焊接而成，也可由原钢板桩沿纵向割下的带锁口的肢体焊接而成。

5.3.6 钢板桩的设计长度应满足计算要求，宜符合定尺长度，也可结合既有的型钢板桩长度设计。

5.3.7 钢板桩长度小于等于 18m 时不宜设置接头，如接头不可避免时，应选择桩身受力较小的部位设置，且接头处宜采取等强拼接。

5.3.8 钢板桩支护结构宜设置完整、封闭的冠梁。冠梁可采用 H 型钢、组合型钢、钢筋混凝土梁，并与支锚体系连成整体。

5.3.9 钢板桩冠梁构造应符合下列规定：

1 钢冠梁可采用单根型钢或型钢组合构件，型钢与钢板桩应采用螺栓连接或焊接连接，其构造应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定；

2 钢冠梁与钢板桩之间的局部间隙应根据间隙大小加工钢板或型钢垫块顶紧焊牢；

3 钢筋混凝土冠梁钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对梁的构造配筋要求，且混凝土强度等级不应低于 C30。

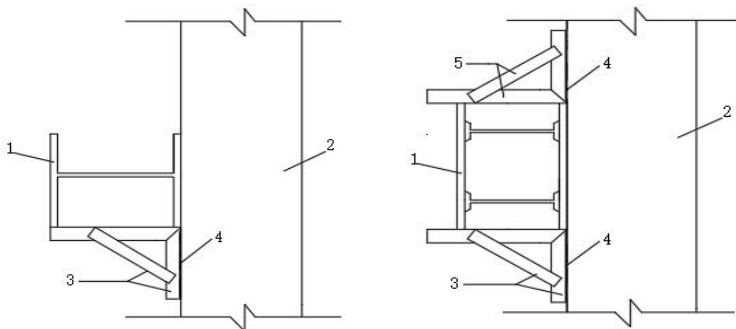
4 钢筋混凝土冠梁应封闭，冠梁高度不宜小于 500mm，冠梁外边缘距离钢板桩外边缘不应小于 75mm；

5 钢板桩墙伸入钢筋混凝土冠梁内不宜小于 1 倍钢板桩墙截面高度且不宜小于梁高；仅起桩间挡土作用的钢板桩伸入钢筋混凝土冠梁内不得小于 100mm；

6 钢筋混凝土冠梁兼作支撑、锚杆（索）围檩时，钢板桩与冠梁间不应设置隔离材料。

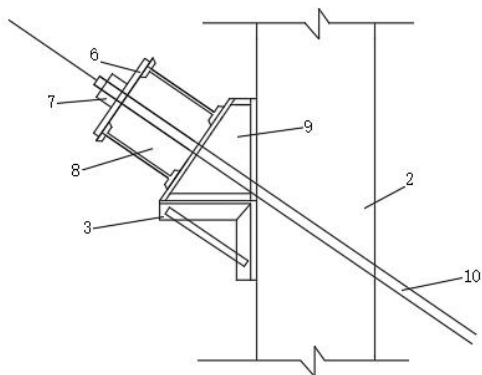
5.3.10 钢支撑与冠梁、围檩斜交时，应在冠梁、围檩与支护结构之间设置剪力传递构件，其规格、数量、位置和构造应满足现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 有关要求。

5.3.11 钢板桩支护结构中内支撑、锚杆（索）与钢板桩墙宜采用钢围檩连接，钢围檩与钢板桩墙常用的连接方式如下图所示：



(1) 水平支撑围檩示意图

(2) 竖向支撑围檩示意图



(3) 锚杆(索)围檩示意图

1—钢围檩；2—钢板桩；3—钢支架；4—与钢板桩满焊；5—反向支架；6—锚垫板；

7—锚固件；8—垫板；9—楔形铜台座；10—锚杆(索)杆件

图 5.3.11 钢围檩做法

5.3.12 钢围檩的构造应符合下列规定：

1 围檩的截面宽度不应小于 300mm，其构造应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定；

2 围檩宜减少拼接节点，拼接点位置应设置在支撑点附近，并不应超过围檩计算跨度的三分点；围檩分段长度不宜小于支撑间距的两倍；当采用多根型钢组合时，拼接点应错开布置且不宜

在同跨内设置；

3 围檩与钢板桩内表面之间的空隙应采用强度等级不低于C30的细石混凝土填嵌，当支撑设置预加轴力时也可采用垫块；

4 安装钢围檩前，应在钢板桩上设置安装钢支架，钢支架与钢板桩可直接焊接连接。安装支架应能承受边跨支撑、围檩及填嵌细石混凝土的重量；

5 与支撑斜交相连的围檩，应有避免围檩产生顺向滑移的抗剪措施；

6 用于竖向斜撑的围檩应设置反向支架。

5.3.13 对锚拉式钢板桩支护结构，锚杆的设计除应符合现行地方标准《广西建筑基坑支护技术规范》DBJ/T45-065的有关规定外，还应符合下列规定：

1 应复核钢板桩开孔处截面承载力；

2 对透水地层，还应提出合理、有效的措施，确保开孔处不发生涌水、涌砂。

5.3.14 对支撑式钢板桩支护结构，内支撑的设计除应符合现行地方标准《广西建筑基坑支护技术规范》DBJ/T45-065的有关规定外，还宜符合下列规定：

1 宜采用钢管或型钢制作；

2 宜在内支撑的一侧安装千斤顶施加预应力；

3 宜考虑温度变化产生的作用。

5.3.15 双排钢板桩墙前、后排之间顶部宜采用拉杆及混凝土盖板连接，并宜符合下列规定：

1 拉杆宜采用钢筋或钢绞线制作；

2 拉杆与钢板桩之间宜设置钢围檩连接；

3 拉杆宜张紧或施加预应力；

4 前、后排钢板桩之间的距离宜为2.0倍~5.0倍钢板桩支护高度。

5.3.16 钢板桩作为截水帷幕与其他支护结构共同使用时，应符合下列规定：

1 钢板桩应在支护结构中间或外侧设置；
 2 支护结构外侧的钢板桩墙宜先于支护结构施工，两者之间的净距宜大于 200mm；

3 钢板桩应截断基坑开挖深度及其影响范围内渗透性较大的含水岩土层。

5.3.17 当含水层厚度较大时，基坑截水可采用钢板桩截水帷幕与水平封底联合的截水方法，也可采用钢板桩截水帷幕与坑内井点降水相结合的方法。

5.3.18 钢板桩采用锁口式防水构造时，可在锁口间涂抹沥青类密封剂、水溶性膨胀型密封剂或其他密封止水材料。

5.4 防渗止水设计

5.4.1 有止水要求的钢板桩的实际入土深度应同时满足受力平衡和作为止水帷幕的抗渗稳定要求。

5.4.2 有严格止水要求的钢板桩墙，应从桩身断面以及桩顶、锁口、桩端等节点情况、穿越土层情况、计划施工工艺等多方面考虑钢板桩作为止水帷幕的防渗性能，可按下列规定执行：

1 永久工程中的钢板桩顶部应埋入上部结构一定深度，板顶部应与主体结构设焊接钢筋相连，可采用图 5.4.2-1 所示节点构造。其中对钢板桩周围土体有沉陷趋势时应加强连接；

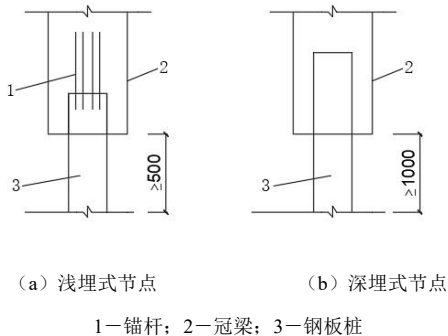
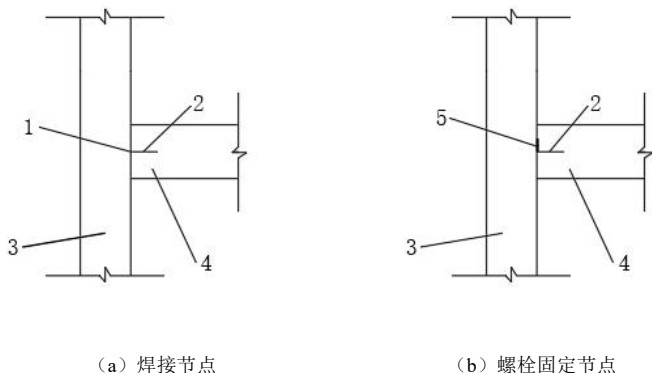


图 5.4.2-1 钢板桩与上部胸墙连接节点

2 永久工程中钢板桩桩身与主体结构衔接节点有止水要求时，宜将止水带的一端固定在钢板桩上，可采用图 5.4.2-2 所示节点构造；



1—焊接；2—止水带；3—钢板桩；4—主体结构；5—固定螺栓

图 5.4.2-2 钢板桩与主体结构止水节点

3 对防水性能要求高的工程，当钢板桩桩端不能有效进入相对隔水层时，应根据总体设计要求的工程渗流量，必要时增设桩端防渗措施，增设的防渗结构体与上部或两侧的钢板桩间的搭接应封闭，搭接长度不宜小于 2m；

4 永久性止水钢板桩墙锁口应设置止水材料，止水材料应经过试验或工程实例验证；

5 在平面转角处宜根据平面布置采用定制转角桩，转角桩宜在沉桩前与其中一侧标准钢板桩预先连接。

5.4.3 采用钢板桩作为止水帷幕时，渗流计算和渗流量的确定应符合下列规定：

1 渗流可简化为平面恒定流计算，必要时宜进行空间渗流计算或模型试验；

2 平面恒定渗流计算，可采用直线比例法、流网法、阻力系数法（或改进阻力系数法）和电模拟试验法；

3 空间渗流计算可采用有限元、有限差分法或电模拟试

验法；

4 基底地下轮廓较复杂而地基土质较均匀时，可采用改进阻力系数法计算；基底土质不均匀时，可采用流网法计算，也可同时采用空间渗流计算法或电模拟试验法；

5 总渗流量的计算应根据场地地层特性、钢板桩新旧程度、锁口性能、总长度等因素综合确定，必要时可通过现场抽水试验确定单位宽度渗流量；

6 钢板桩墙的渗透轮廓，应满足基于渗流稳定的渗径长度要求。换算渗径总长度可按下列公式计算：

$$L \geq CH_s \quad (5.4.3-1)$$

$$L = \sum l_s + m \sum l_c + \sum l_x \quad (5.4.3-2)$$

$$l_x = \sqrt{l_1^2 + (m l_2)^2} \quad (5.4.3-3)$$

式中： L — 渗流轮廓换算渗径总长度（m）；

C — 渗径系数，按表 5.4.3 采用；

H_s — 渗径起点和终点水位差（m）；

l_s — 渗流轮廓的水平段长度（m）；

l_c — 渗流轮廓的垂直段长度（m）；

l_x — 渗流轮廓的倾斜段换算长度（m）；

l_1 — 渗流轮廓倾斜段的水平投影长度（m）；

m — 换算系数，对单排钢板桩取 1.5，对多排钢板桩取 2.0；

l_2 — 渗流轮廓倾斜段的垂直投影长度（m）。

表 5.4.3 渗径系数表

土壤类别	粘土	粉质粘土	中砂、粗砂	细砂	粉砂	盐渍土	岩溶填充土
C	3~4	4~6	6~7	7~9	9~13	6~8	8~10

5.4.4 钢板桩墙实际渗透情况可采用现场围井抽水试验确定。抽水试验的要求可按现行行业标准《水利水电工程钻孔抽水试验规

程》SL 320 的有关规定执行。

5.4.5 在满足防水标准条件下,钢板桩支护结构尚应按现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定验算防渗、抗突涌安全性。

5.4.6 锁口间沥青类密封剂、水溶性膨胀型密封剂等止水材料宜根据材料特性,于钢板桩沉桩前在室内填充涂抹,涂抹施工应符合下列规定:

- 1 密封剂应保持干燥,避免油脂;
- 2 密封剂使用前应充分搅拌,涂抹应均匀;
- 3 钢板桩应保持水平;
- 4 涂抹前应采用压缩空气、刷子或高压水枪清洗接头;
- 5 桩两端应采用封泥封堵;
- 6 涂抹后应按材料性能指标保持存储环境温度相对恒定,避免接触高温。

5.4.7 现场施工类硅烷改性聚合物止水密封剂时,应符合下列规定:

- 1 应避免雨雪天气施工或设置遮挡;
- 2 填料硬化前钢板桩应水平放置,锁口开口朝上;
- 3 冷却后应避免高温,避免暴晒;
- 4 沉桩应采用导向架;
- 5 低温状态下可采用辅助材料,但不应在室外温度低于 -10°C 时使用。

5.4.8 当开挖后发现锁扣止水破坏,可采用下列止水补救措施:

- 1 桩锁口处迎土侧深层注浆;
- 2 坑底开槽引流,及时排水;
- 3 迎水侧补打弧形钢管进行注浆,或灌入木屑与快干水泥混合物;
- 4 在不影响周边环境的条件下,在桩锁口外侧设置降水井,进行降水。

5.5 防腐设计

5.5.1 钢板桩应根据环境条件、材质、结构形式、使用要求、施工条件、维护管理条件和技术经济效益等因素进行防腐蚀设计，并应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的防腐蚀设计有关规定。

5.5.2 钢板桩的防腐可采用腐蚀裕量法、涂层保护、金属热喷涂、阴极保护等措施。

5.5.3 采用涂层或阴极保护时，钢板桩设计应留有的腐蚀裕量，钢板桩不同部位的单面腐蚀裕量可按下式计算：

$$\Delta\delta = K [(1-P)t_1 + (t-t_1)] \quad (5.5.3)$$

式中： $\Delta\delta$ — 钢板桩单面腐蚀裕量（mm）；

K — 钢板桩单面平均腐蚀速度（mm/a），碳素钢单面平均腐蚀速度可参考表 5.5.3-1 取值，必要时可现场实测确定；

P — 保护效率（%），采用涂层保护时，在涂层的设计使用年限内，保护效率可取 50%~95%；采用阴极保护时，保护效率可按表 5.5.3-2 取值；采用阴极保护和涂层联合保护时，保护效率可取 85%~95%；

t_1 — 防腐蚀措施的设计使用年限（a）；

t — 钢结构的设计使用年限（a）。

表 5.5.3-1 钢板桩的单面平均腐蚀速度

部位		平均腐蚀速度（mm/a）
大气区		0.05~0.10
浪溅区	有掩护条件	0.20~0.30
	无掩护条件	0.40~0.50
水位变动区、水下区		0.12
泥下区		0.05

续表 5.5.3-1

部位		平均腐蚀速度 (mm/a)
黏土区		0.10~0.15
盐渍土区	大气区	0.15~0.20
	水下区	0.20~0.25

注: 1 表中平均腐蚀速度适用于 pH=4~10 的环境条件, 对有严重污染的环境, 应适当增大;
 2 对水质含盐量层次分明的河口区或年平均气温高、波浪大、流速大的环境, 应适当增大;
 3 钢板桩岸侧可参考泥下区取值。

表 5.5.3-2 阴极保护效率

部位	P (%)
水位变动区	$20 \leq P < 90$
水下区	$P \geq 90$

5.5.4 涂层涂料应采用环保型产品, 当选用新产品时应进行技术和经济论证。

5.5.5 大气区、浪溅区、水位变动区和水下区的涂层系统可按附录 C 选用。

5.5.6 金属热喷涂保护系统应包括金属喷涂层和封闭层, 金属热喷涂和涂料的复合保护系统应在涂料封闭后, 涂覆中间漆和面漆。

5.5.7 金属热喷涂方法可采用气喷涂法或电喷涂法。

5.5.8 封闭剂应具有较低的黏度, 并应与金属涂层具有良好的相容性。涂层涂料应与封闭层有相容性, 并应有良好的耐腐蚀性。金属热喷涂常用的封闭剂、封闭涂料和涂装涂料可按附录 D 选用。

5.5.9 金属热喷涂系统可按附录 E 选用, 并应符合下列规定:

- 1 热喷涂材料宜选用铝、铝合金或锌合金;
- 2 腐蚀严重和维护困难的部位应增加金属涂层的厚度。

5.5.10 阴极保护可采用牺牲阳极阴极保护、外加电流阴极保护或两种保护的联合, 牺牲阳极阴极保护可适用于电阻率小于 $500 \Omega \cdot \text{cm}$ 的海水或淡海水中的钢板桩防腐。

5.5.11 阴极保护面积应包括水位变动区、水下区和泥下区钢板

桩的表面积。计算保护面积应符合现行国家标准《港工设施牺牲阳极保护设计和安装》GJB 156A 中的有关规定。

5.5.12 牺牲阳极的数量和使用寿命应符合现行行业标准《海港工程钢结构防腐蚀技术规范》JTS 153 的有关规定计算确定。

5.5.13 采用阴极保护的钢板桩靠近其他金属结构或附近有杂散电流源, 使该钢板桩或相邻的其他金属结构的电位偏正 20mV 时, 应采取有效措施防止杂散电流腐蚀。

5.5.14 海水环境中的钢板桩结构宜减少在浪溅区的表面积。当钢板桩可能与液态腐蚀性物质或固态腐蚀性物质接触时, 应采取防护隔离措施。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 施工前应结合现场调查和勘察的结果，综合地质、设计、施工、环境保护等方面制定专项施工方案，经论证后进行技术和安全交底。

6.1.2 静压钢板桩支护施工前应完成下列准备工作：

1 调查施工场地及毗邻区域内的地下和地上管线、建筑物及障碍物，判断可能影响施工或受施工影响范围和程度，采取相应的安全技术措施；

2 对可能受施工影响范围内的建筑物，应对其进行检测及其现状的变形损失的有效证据留存；

3 平整及处理施工场地，达到地面平整、排水畅通、处理后场地地基承载力应满足桩机行走和压桩施工的要求；

4 在不受施工影响的地方设置钢板桩支护结构轴线的控制点和水平基准点；

5 选择合适的施工设备；

6 首批钢板桩进场且验收合格。

6.1.3 钢板桩压桩工艺应根据地质条件、钢板桩型号、入土深度等因素，选用单独静压、高压水辅助静压、螺旋钻辅助静压等沉桩方法，当没有经验时压桩工艺可根据以下情况选用：

1 标贯锤击数在 0~20 之间的黏土（软塑、可塑及硬塑）、粉土（松散、稍密及密实）、砂土（松散、稍密及中密），可根据情况选择单独静压或高压水辅助静压沉桩法；

2 标贯锤击数在 20~50 之间的黏土（硬塑及坚硬）、粉土（密实）、砂土（中密及密实），可根据情况采用高压水辅助静压或

螺旋钻辅助静压沉桩法；

3 标贯锤击数 >50 的密实砂土、粉土、碎石土（卵石、碎石、圆砾、角砾）、坚硬黏性土、硬质岩等，可选择螺旋钻辅助静压沉桩法。

6.1.4 正式开工前宜进行压桩试验。

6.1.5 压桩及拔桩施工可能影响邻近建筑物正常使用和安全时应采取相应的保护措施。必要时，应对邻近建筑物进行加固处理。

6.1.6 当用钢板桩作为浇筑地下结构的外模板且需要拔除时，应涂刷脱模剂或衬以油毡等隔离材料。

6.1.7 锚拉、支撑、围檩、锚碇等支护结构的施工，应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120、《码头结构施工规范》JTS 215的有关规定。

6.2 运输吊装和堆放

6.2.1 钢板桩材料运输及吊装方案应根据构件截面类型和长度、运输量、道路情况、场地条件等因素制定。

6.2.2 钢板桩的运输应根据运输距离、运输条件采取相应的加撑或系绑固定措施。运输至施工现场的钢板桩若平直度不符合要求，应进行校正。

6.2.3 钢板桩的吊运应符合下列规定：

1 宜采用成捆起吊，捆扎宜采用钢索；

2 每次起吊的钢板桩数量不宜过多，应根据桩的长度、重量和吊机起吊能力确定；

3 吊运过程中应轻吊轻放，避免剧烈碰撞；

4 起吊点的数量及位置宜经计算确定，若桩长超过15m，应设2~3个吊点，确保不因起吊产生无法恢复的变形；

5 吊运装卸钢板桩宜使用专用钢吊钩；

6 桩的运输宜采用平板车或驳船，装卸及运输时应保证桩不产生滑移与损伤。

6.2.4 钢板桩材料堆放场地应平整、坚实、排水通畅，室外堆放

时应覆盖防护，零部件和小型构件宜室内堆放。

6.2.5 钢板桩的堆放应符合下列规定：

- 1 堆放场地平整、坚实，排水条件良好，垛位布置应便于桩的起吊和运输；
- 2 根据堆放形式验算地基承载力与垫木强度；
- 3 堆放时每层钢板桩应用垫木支垫，同层垫木的高度应相同，垫木的间距宜为 3m~4m，上下层的支垫应在同一垂线上；
- 4 钢板桩堆垛的层数不宜超过 3 层且不宜大于 2m，堆有特殊要求时应经计算校验；
- 5 在岸坡顶部堆存时应对岸坡的稳定性进行验算；
- 6 应按不同规格、长度及施工顺序分类堆放；条件许可时，可按工程进度分批供桩，避免重复倒运。

6.3 压 桩

6.3.1 压桩前应完成下列准备工作：

- 1 检查压桩设备且符合正常运转要求；
- 2 检查所用钢板桩的桩身质量；
- 3 对变形的钢板桩桩身及锁口进行调直处理；
- 4 测量并标示场地上的桩位，其偏差不得大于 20mm；
- 5 宜在钢板桩锁口内嵌填油膏、木屑或其他密封止水材料。

6.3.2 压桩试验应符合下列规定：

- 1 利用支护桩位置进行压桩试验，试验后作为支护桩使用；
- 2 试验桩的位置、地质条件、设备规格、长度具有代表性；
- 3 试验桩选择在控制性勘探孔附近。

6.3.3 静压沉桩应符合下列规定：

- 1 进行多桩的压桩应采用逐根法；
- 2 第一根桩为后续桩的基准桩，应进行准确定位和控制垂直度；
- 3 压桩时宜将桩一次性连续压到设计标高，合理控制压桩速率；

- 4 抱压力不应大于桩身允许侧向压力的 1.1 倍；
- 5 打设长桩时，宜每间隔 50m 采用楔形桩对钢板桩施打方向的倾斜进行矫正；
- 6 高出地面的桩头应注意保护；
- 7 当起重机辅助吊起静压植桩机、螺旋钻及钢板桩时，严禁静压植桩机行走和调整，同时应避免压入力及反作用力影响到起重机。
- 8 当钢板桩之间的锁口连接需要在高处完成时，应采取高空作业措施。

6.3.4 静压沉桩法宜按下列步骤进行：

- 1 测量定位，并确定压桩顺序；
- 2 静压植桩机就位，设置反力基座并配重；
- 3 起吊钢板桩；
- 4 桩身校正；
- 5 利用静压植桩机自重和配重压入钢板桩；
- 6 移机；
- 7 重复步骤 3~步骤 6，完成数根初始桩施工；
- 8 吊离配重及反力基座，移机；
- 9 起吊钢板桩；
- 10 桩身校正；
- 11 静压植桩机夹住数根已压入土中的钢板桩，利用其拔出阻力作为反力，将下一根钢板桩压入土中；
- 12 移机；
- 13 重复步骤 9~步骤 12，完成剩余钢板桩施工。

6.3.5 高压射水辅助静压沉桩法的施工步骤宜符合本规程第 6.3.4 条的规定，辅助施工宜按下列步骤进行：

- 1 静压植桩机安装水刀卷筒，就位；
- 2 安装高压水泵并与水刀卷筒连接；
- 3 在钢板桩底端焊接水刀固定座；
- 4 吊桩，水刀软管与水刀固定座连接；

- 5 桩身校正;
 - 6 在高压射水的同时将钢板桩压入土中;
 - 7 卷筒反转, 拔出软管并回收。
- 6.3.6** 螺旋钻辅助静压沉桩法的施工步骤应符合本规程第 6.3.4 条的规定, 辅助施工宜按下列步骤进行:
- 1 组装静压植桩机及螺旋钻装置, 就位;
 - 2 吊桩;
 - 3 桩身校正;
 - 4 在螺旋钻钻孔的同时将钢板桩压入土中;
 - 5 螺旋钻反转并拔出。
- 6.3.7** 设置反力基座时, 应符合下列规定:
- 1 应确保地面平整并具备足够的地基承载力后, 方可设置反力基座;
 - 2 应用水准仪观测, 确保静压植桩机处于水平状态。
- 6.3.8** 在反力基座上搭载配重时, 应符合下列规定:
- 1 单侧搭载的配重不应超过 160kN;
 - 2 单列搭载的钢板桩数量不应超过 10 根;
 - 3 搭载超过 10 根以上时, 应分多列布置。
- 6.3.9** 使用自走辅助棒进行自走操作时, 应符合下列规定:
- 1 在使用前应确保自走辅助棒的杆部、挂钩和把手没有缺陷;
 - 2 安装自走辅助棒时, 应握住把手, 把手不应朝向夹头;
 - 3 静压植桩机操作员与自走辅助棒操作员之间应互相配合协同作业。
- 6.3.10** 钢板桩起吊就位插入地面后, 应检查桩位及桩身垂直度偏差。桩位偏差不得大于 20mm, 垂直度偏差不得大于 0.5%。
- 6.3.11** 钢板桩压桩过程中, 应随时检查桩身的垂直度。当桩身垂直度偏差超过 0.8%时, 应找出原因并设法纠正; 在桩端进入硬土层后, 严禁强行用回扳的方法纠偏。
- 6.3.12** 钢板桩压桩施工中发生倾斜时, 可采取下列处理措施:

1 当钢板桩顶部向打桩行进方向倾斜,可采用绞车钢丝绳拉住桩身、边拉边打、逐步纠正的方法,也可采用预留反向倾斜偏差的方法或改为屏风式沉桩法;

2 当沉入的钢板桩沿钢板桩墙轴线方向的倾斜度达到允许偏差的 80%时,应采用沉设楔形钢板桩的方法进行调整,并应对楔形钢板桩的结构强度进行校核。不应连续使用楔形钢板桩。

6.3.13 钢板桩施工中发生在施桩扭转时,可采取下列处理措施:

1 沿打桩行进方向用卡板锁住钢板桩的前锁口;

2 当钢板桩墙产生扭转或蛇形弯曲时,应在钢板桩和导梁之间设置足够的卡板;

3 在钢板桩与围檩之间的两边空隙内,设滑轮支架,制止钢板桩下沉中的转动;

4 在两块钢板桩锁口连接的两侧,采用垫铁或木棒塞实。

6.3.14 压桩过程中遇到下列情况应暂停压桩作业,并分析原因,采取相应措施:

1 压入桩的承载力不足时;

2 压入桩向侧面倾斜时;

3 压入桩桩身承载力不足时;

4 在夹头闭合状态下,夹头安全灯不亮或点亮后立即熄灭;

5 在转角等地方压桩,静压植桩机无法自行走桩时;

6 仅有部分固定夹抓住反作用力桩时;

7 压力表读数显示情况与勘察报告中的土层性质明显不匹配;

8 桩难以穿越硬夹层;

9 出现异常响声或压桩机械工作状态出现异常;

10 夹持机构打滑;

11 采用已打钢板桩提供静压反力的,在压桩过程中,提供反力的钢板桩上拔位移过大。

6.3.15 钢板桩施工中,当发生在施桩带动相邻已沉桩一起下沉时,可对相邻已施工的钢板桩采用角铁临时焊接、现场锁口焊接

或螺栓连接等临时连接方法固定。

6.3.16 钢板桩墙在平面上应连续封闭，可采取下列措施：

1 当遇地下大块孤石等障碍物不能正常沉桩时，可采用弧线绕过，避开障碍物，保持钢板桩墙连续性；

2 当不能采用标准宽度的钢板桩进行最终封闭合拢时，可采用异型钢板桩、连接件等方法进行调整；

3 转角部位可采用多向异型转角桩或连接件等，定制的多向异型桩应进行专门设计。

6.3.17 异形桩的加工制作应符合下列规定：

1 根据合拢位置的上、下宽度实测值进行加工；

2 采用标准桩切割组焊。

6.3.18 钢板桩施工记录应包括下列内容：

1 基线复核记录及控制点测量放样记录；

2 压桩前桩身质量检查记录；

3 压桩记录，宜采用本规程附录 F 的格式。

6.3.19 在季节性施工时，应符合下列规定：

1 应制定周密的安全施工技术措施，并随时掌握天气变化情况；

2 雨期施工前，应对施工现场原有排水系统进行检查、疏浚或加固，并采取必要的防洪措施；

3 雨期施工中，应随时检查施工场地和道路的边坡被雨水冲刷状况，做好防滑坡、坍塌工作，保证施工安全；

4 在风浪较大区域或台风季节施工，应按台风预案对钢板桩墙进行加固；

5 在露天作业时，遇有雷雨、6级以上大风、大雾等恶劣气候时，应停止一切作业。并将打桩机顺风向停放，增设缆风绳，或将桩放倒在地面上。

6.3.20 对于水上钢板桩沉桩工程，可采用钢栈桥、打桩船或平台船作为水上施工平台进行施工，也可采用静压植桩机施工。

6.3.21 钢栈桥、打桩船或平台船的起重能力、起吊高度和工作

半径应满足水上沉桩的要求。施工场地和施工水域的条件应满足打桩机械作业或船舶吃水的要求。

6.3.22 水上沉桩必须设置导向架，应采用分段式、屏风式、阶梯式沉桩，不得单根打入。导向架可根据水深、土质、风浪等自然条件的不同选择单侧式导向架或双侧式导向架。

6.3.23 水上钢板桩施工前，对沉桩区域应进行水下扫床或探摸，应清除影响沉桩的障碍物。

6.3.24 双排钢板桩围堰的施工应符合下列规定：

1 应综合根据钢板桩布置、施工平台的配置以及异型钢板桩的加工等因素，确定内、外排钢板桩的施工顺序及合拢的位置；

2 双排钢板桩围堰的外排钢板桩自泥面下4m处以上部分的锁口应采用防渗止水措施，止水材料的灌注高度不得少于锁口高度的3/4，并应灌注均匀，无漏灌点；

3 钢板桩拉杆开孔应规则，在拉杆安装完毕后应采取有效的堵漏措施；

4 拉杆在吊运和堆存过程中，应避免碰伤螺杆丝扣或使拉杆产生超限变形，长拉杆安装时应按设计要求支垫并分次张紧，拉杆的螺母应全部旋紧，旋紧后外露的螺纹长度不应小于3丝；

5 双排钢板桩围堰堰体内宜采用抓斗回填，回填作业应在拉杆完成后进行，并应分层回填，分层厚度不应大于2m；回填材料宜采用含泥量不大于5%的粗颗粒无黏性材料；

6 堰体内回填时应加强对钢板桩结构的位移及沉降观测，并应对拉杆采取保护措施，重载不得直接作用于拉杆之上；

7 双排钢板桩围堰内侧的基坑抽水时应进行监测，控制水位下降速率；

8 作用于双排钢板桩围堰堰体顶部的垂直荷载不应大于设计允许荷载；

9 双排钢板桩围堰拆除时宜按：基坑内灌水→清除堰体表层及拉杆处的回填料→拆除钢拉杆及围檩→拔除钢板桩→水下挖泥清障的工序实施。

6.3.25 水上施工钢板桩墙时及钢板桩墙使用期间，应按有关规定设置警示标志、警示灯等安全防范设施。

6.4 接 桩

6.4.1 钢板桩接长应满足设计要求，并应符合下列规定：

1 钢板桩接长时，每根钢板桩应只有一个接头，且接头距离钢板桩最大弯矩断面处的距离不得小于 1m；

2 沿钢板桩墙轴线方向相邻钢板桩接长焊缝的位置应交错配置，错开的距离不宜小于 5m；桩身接头应错开布置确保在同一高程平面不应超过 50%；

3 钢板桩接长焊接应采用强度焊接，焊缝宜采用“K”形或“V”形开口形式，焊接质量等级不应低于二级；

4 钢板桩焊接接长时，在钢板桩的腹板内侧和翼缘外侧应设焊接加强板；

5 楔形钢板桩的斜度不宜大于 3%，当采用中间夹入梯形钢板制作楔形钢板桩时，梯形钢板桩的材料强度等级不应低于钢板桩母材的强度等级，且化学成分应基本接近；

6 钢板桩接长作业应设置固定的台架，并采取合理的焊接工艺进行焊接，减小在加工过程中产生的扭曲变形，如在加工中发生超限的变形或扭曲，应进行校正；

7 加工后钢板桩的锁口应进行打磨处理，保持平直、通顺；使用前应用长度不小于 2m 的短节钢板桩或专用检查器做套锁通过检查。

6.4.2 焊接接桩和其他钢构件的焊接所用的焊机、焊条、工艺及质量等，应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。

6.5 拔桩与回收

6.5.1 钢板桩是否需要拔除及拔除时间，应按设计要求确定。

6.5.2 钢板桩正式拔桩前应进行拔桩试验。

6.5.3 钢板桩拔除前应具备下列条件：

- 1 已采取可靠换撑措施；
- 2 已分层拆除支撑、锚头、围檩及与钢板桩相连的辅助构件；
- 3 肥槽（基槽）按设计要求回填完成。

6.5.4 当采用混凝土冠梁时，应先用油毡或泡沫板将钢板桩进行隔离。如冠梁兼作第一道支撑围檩时，钢板桩与冠梁间的隔离材料应采用不易压缩的硬质材料。

6.5.5 在拆除围檩时应将残留在支护结构表面的冠梁、围檩限位构件或抗滑构件、电焊疤等清除干净。

6.5.6 拔桩开始点宜根据压桩记录选择累计压桩时间少的钢板桩。

6.5.7 拔桩顺序宜与压桩顺序相反，对于封闭式钢板桩墙，拔桩的开始点宜离开转角部位不少于 5 根。当周边环境保护要求较高时，宜采取分次、分段、间拔桩。

6.5.8 拔桩困难时，不宜强行拔除。宜先拔出相邻容易起拔的桩，再拔出较难拔出的桩。

6.5.9 拔除方法应考虑工程地质、现场作业环境、噪音、振动及钢板桩的形式、重量、长度等因素确定，可采用静力拔除法。

6.5.10 拔桩设备应根据地质条件、场地情况和工程经验进行选择。拔桩、起重设备的规格型号应通过拔桩阻力来选择，拔桩阻力可按附录 G 估算。

6.5.11 对拔桩产生的土体孔洞或空隙应及时进行填充处理。一般情况下，可按先拔 5 根钢板桩后再填充的顺序处理；周边环境要求较高的情况下，可按先拔 3 根甚至更少的钢板桩后立即填充的顺序处理。

6.5.12 拔除钢板桩后，应按设计要求对桩孔填充处理。拔桩产生的土体孔洞或空隙可根据孔洞大小采用砂土、水泥砂浆填充或双液注浆，充填应密实且无漏填。

6.5.13 钢板桩回收前应根据主体施工部署、支护结构布置、基坑变形情况、回收时的场地条件等制定回收方案。

7 检测与验收

7.1 进场检验

7.1.1 钢板桩进场前应按批次进行验收,检验批次和抽检数量应满足设计要求,并应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的有关规定。

7.1.2 钢板桩的品种、规格型号、材质应满足设计要求,并应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《钢板桩》JG/T 196的有关规定。

7.1.3 钢板桩验收的内容及要求应符合下列规定:

- 1 钢板桩进场应具有产品出厂质量证明文件;
- 2 进口钢板应符合原产地相关国家标准或国际标准;
- 3 进口钢板桩还应检查商检报告;
- 4 有特殊要求的应进行抽样复检。

7.1.4 进场的钢板桩应进行外观检验,检验内容应包括表面质量、长度、宽度、高度、厚度、弯曲度、扭曲度、端面垂直度、角度偏差、锁口通畅性及重量等。钢板桩的尺寸、外形允许偏差应满足设计要求,并应符合现行行业标准《钢板桩》JG/T 196的有关规定。

7.1.5 钢板桩外观检查中应对压入钢板桩有影响的焊接件应予以割除,割孔、断面缺损的应予以补强,并测量其实际断面厚度。

7.1.6 材质检验宜包括对钢材的化学成分分析,构件的拉伸、弯曲试验,锁口强度试验和延伸率试验等。每一批次各规格的钢板桩宜至少进行一组拉伸、弯曲试验。

7.1.7 当钢板桩在使用过程中发生变形、损伤,再次使用前应进行矫正与修补。矫正与修补后的钢板桩应满足设计要求。

7.1.8 钢板桩接长的加工制作应满足设计要求,并应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 的有关规定。其制作的允许偏差应符合表 7.1.8 的规定。

表 7.1.8 钢板桩接长制作的允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	序号	项目	允许偏差 (mm)
1	长度	+100	4	侧向弯曲矢高	2L ₁ /1000
2	宽度	+10	5	接头错台	δ /10
3	正向弯曲矢高	3L ₁ /1000			

注: L₁为钢板桩长度,单位为 mm; δ为钢板桩厚度,单位为 mm。

7.1.9 钢板桩焊接质量检验应符合下列规定:

1 焊条、焊丝、焊剂、电渣焊熔嘴等焊接材料与母材的匹配应符合设计要求及现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 的有关规定;

2 设计要求全焊透的一、二级焊缝应采用超声波探伤进行内部缺陷的检验,超声波探伤不能对缺陷做出判断时,应采用射线探伤;

3 焊缝表面不得有焊瘤、裂纹等缺陷。一级焊缝不得有夹渣、气孔、电弧擦伤、弧坑裂纹、咬边、未焊满、根部收缩等缺陷;二级焊缝不得有夹渣、气孔、电弧擦伤、弧坑裂纹等缺陷;

4 焊缝每批同类构件应抽查 10%,且不应少于 3 件;被抽查构件中,每一类型焊缝按条数应抽查 5%,且不应少于 1 条;每条应检查 1 处,总抽查数不应少于 10 处。

7.1.10 加工后钢板桩的锁口应保持平直、通顺。使用前应用短接钢板桩或专用检查器做套锁通过检查。

7.1.11 其他原材料的进场质量检验,应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的有关规定。

7.2 施工检测

7.2.1 钢板桩施工过程中，应对钢板桩的桩长、桩顶标高、桩位偏差、沉桩垂直度等项目进行检测。

7.2.2 土方开挖过程中，应根据分区、分层开挖情况，及时对土方开挖面的钢板桩桩身弯曲度、桩身垂直度、锁口咬合程度、渗漏水情况等项目进行检测。

7.2.3 钢板桩支护结构施工完毕、土方开挖至设计标高后，应对钢板桩围护墙桩身弯曲度、桩身垂直度、锁口咬合程度、钢板桩墙平直度、支护结构变形、钢板桩墙渗漏等项目进行检测。

7.2.4 钢板桩支护结构施工质量检测应符合表 7.2.4 的要求：

表 7.2.4 钢板桩支护结构质量检测

序号	检验项目	允许偏差	检查方法
1	桩轴线偏差	±100mm	全站仪
2	桩身垂直度	≤1/100 桩长且最大不超过 200mm	经纬仪、水平靠尺
3	整排桩侧面平直度	每延米不超过 100mm 且累计不超过 200mm	测量仪器
4	桩长	长度允许偏差为 0~+100mm	钢尺量
5	桩顶标高	±100mm	全站仪、水准仪
6	侧壁渗漏	仅有局部渗漏	观察
7	齿槽咬合程度	紧密	观察
8	桩身弯曲欠高	≤2%桩长	拉线法、全站仪测量

7.3 验收

7.3.1 钢板桩围护墙的质量验收应在土方开挖前进行，应成批验收，每批重量 60t 为一个检验批。

7.3.2 钢板桩支护结构施工完毕、土方开挖至设计标高后，可进行钢板桩支护工程验收。

7.3.3 钢板桩围护墙、锚拉、支撑结构的质量验收应在对应的

层土方开挖前进行，应成批验收，检验批的划分应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

7.3.4 钢板桩支护工程验收时宜具备下列资料：

- 1 岩土工程勘察报告；
- 2 设计文件，包括图纸会审记录、变更通知书等；
- 3 桩位测量放线图；
- 4 施工组织设计或施工方案；
- 5 钢板桩等材料的质量证明文件；
- 6 压桩前钢板桩检查资料；
- 7 压桩记录；
- 8 钢板桩墙质量检验报告；
- 9 锚拉式钢板桩支护结构的锚杆检测报告；
- 10 支撑式钢板桩支护结构的内支撑质量检查报告；
- 11 监测报告；
- 12 其他应提供的文件和记录。

8 开挖与监测

8.1 一般规定

- 8.1.1** 采用钢板桩支护的基坑开挖，应按照分层、分段、对称、均衡、及时的原则进行。严禁超挖、乱挖、开挖后长时间暴露等。
- 8.1.2** 静压钢板桩支护工程应实施工程监测。
- 8.1.3** 钢板桩支护工程的现场监测应采用仪器监测与巡视检查相结合的方法。
- 8.1.4** 支护工程应严格按监测方案实施监测。当支护工程设计或施工有重大变更时，应及时调整监测方案，当变形监测数据超过设计报警限值时，应立即通知设计单位并采取必要措施。
- 8.1.5** 工程监测期间应保护监测设施不受损坏。

8.2 土方开挖

- 8.2.1** 土方开挖应符合下列规定：
- 1 应按支护结构设计规定的施工顺序和开挖深度分层开挖；
 - 2 开挖时，挖土机械不得碰撞或损害锚杆、腰梁、内支撑及其连接件等构件，不得损害已施工的基础桩；
 - 3 开挖区域应将地下水降低至开挖面以下 0.5m~1.0m；
 - 4 当开挖揭露的实际土层性状或地下水情况与设计依据的勘察资料明显不符，或出现异常现象、不明物体时，应停止开挖，采取相应处理措施后方可开挖；
 - 5 挖至坑底时，应避免扰动坑底持力土层的原状结构。
- 8.2.2** 软弱土开挖除应符合本规程第 8.2.1 条的规定外，尚应符合下列规定：
- 1 当主体结构采用桩基础且基础桩已施工完成时，应根据开

挖面下软土的性状，限制每层开挖厚度，不得造成基础桩偏位；

2 对采用内支撑的支护结构，宜采用局部开槽方法浇筑混凝土支撑或安装钢支撑；开挖至作业面后，应及时进行支撑结构的施工；

3 严禁挖土机械在钢支撑上作业。

8.2.3 当开挖面上方的锚拉、支撑结构未达到设计要求时，严禁向下超挖土方。

8.2.4 采用锚拉或支撑的支护结构，在未达到设计规定的拆除条件时，严禁拆除锚拉或支撑结构。

8.2.5 支护结构周边施工材料、设施或车辆荷载严禁超过设计要求的地面荷载限值。

8.2.6 土方开挖和支护结构使用期内，应按下列要求对支护结构进行维护：

1 雨期施工时，应在坑顶、坑底采取有效的截排水措施；对地势低洼的基坑，应考虑周边汇水区域地面径流向基坑汇水的影响；排水沟、集水井应采取防渗措施；

2 支护结构周边地面宜做硬化或防渗处理；

3 支护结构周边的施工用水应有排放措施，不得渗入土体内；

4 当坑体渗水、积水或有渗流时，应及时进行疏导、排泄，截断水源；

5 开挖至坑底后，应及时进行混凝土垫层和主体地下结构施工；

6 主体地下结构施工时，结构外墙与支护结构侧壁之间应及时回填。

8.2.7 支护结构或周边环境出现变形报警情况或其他险情时应立即停止开挖，并根据危险产生的原因和可能进一步发展的破坏形式，采取控制或加固措施。危险消除后，方可继续开挖。必要时，应对危险部位采取回填、地面卸土、临时支撑等应急措施。当危险由地下水管道的渗漏、坑体渗水造成时，应及时采取截断渗漏水源、疏排渗水等措施。

8.3 监测

8.3.1 钢板桩监测应综合考虑工程设计方案、施工方案、场地、周边环境等因素，有相应资质单位制定合理的监测方案，精心组织 and 实施监测。

8.3.2 钢板桩监测应贯穿整个钢板桩压桩、其他支护结构施工、钢板桩拔出等全过程。

8.3.3 对于采用钢板桩作为永久性支护结构的，竣工后的监测时间不宜少于2年，后续监测工作可根据设计要求、支护结构稳定性、周边环境和施工进度等因素进行动态调整。

8.3.4 静压桩施工监测应包括钢板桩监测和周边环境监测。

8.3.5 钢板桩监测应由设计方确定报警值，报警值应符合钢板桩以及周边环境中被保护对象的控制要求。

8.3.6 报警值除考虑开挖等造成的变形外，尚应考虑钢板桩压桩、回收阶段产生的变形。

8.3.7 监测报警值应符合下列规定：

1 报警值可由累计变化量和变化速率确定；

2 管线报警值可由总变形量、变形速率和单位长度内差异变形量等指标控制，其限值可根据管线要求确定；

3 周边建筑物报警值应符合国家现行标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497、《建筑基坑工程监测技术规程》DBJ/T45-011的有关规定，应以累计沉降量、沉降速率、差异沉降量并结合裂缝观测进行确定；

4 地铁、原水管等重要市政设施、地下管线监测项目报警值应符合现行地方标准《建筑基坑工程监测技术规程》DBJ/T45-011的有关规定。

5 监测成果反映有安全隐患时，应及时通知原设计单位、查明原因对结构的施工或使用状况进行调整。

8.3.8 钢板桩的监测对象宜包含下列内容：

1 钢板桩；

- 2 锚杆或支撑结构；
- 3 钢板桩前后土体；
- 4 地下水；
- 5 周边建构筑物及管线。

8.3.9 钢板桩监测中巡视检查的项目宜包含下列内容：

- 1 钢板桩施打成排质量；
- 2 钢板桩止水有无开裂、渗漏；
- 3 钢板桩后土体有无裂缝、沉降及滑移；
- 4 钢板桩前土体开挖有无管涌、流沙；
- 5 地表水、地下水排放情况正常与否；
- 6 周边建（构）筑物有无裂缝；
- 7 周边道路有无裂缝、沉陷；
- 8 周边管道有无破损、泄漏；
- 9 基准点、监测点完好；
- 10 监测元件完好及保护情况；
- 11 设计要求或者当地经验确定的其他巡视检查内容。

8.3.10 钢板桩监测中仪器监测的项目宜包含下列内容：

- 1 钢板桩顶部水平位移；
- 2 钢板桩顶部竖向位移；
- 3 钢板桩深层水平位移；
- 4 钢板桩应力；
- 5 钢板桩前后土压力；
- 6 钢板桩后土体深层沉降；
- 7 钢板桩前后地下水水位；
- 8 锚碇结构顶部水平、竖向位移及深层水平位移；
- 9 锚杆应力或支撑轴力；
- 10 水下边坡稳定；
- 11 其他应监测的内容，如：孔隙水压力、坑底隆起（回弹）等。

8.3.11 监测点的布置应能反映监测对象的实际状态及其变化趋势，监测点应布置在内力、变形和满足监控要求的关键特征点上，

且符合国家现行标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497、《建筑基坑工程监测技术规程》DBJ/T45-011 的有关规定。

8.3.12 钢板桩支护结构顶部的水平和竖向位移监测点应沿支护结构周边布置，周边中部、阳角处应布置监测点。监测点水平间距不宜大于 15m，每边监测点数目不宜少于 3 个。水平和竖向位移监测点宜为共用点，监测点宜设置在钢板桩顶或冠梁上。

8.3.13 钢板桩支护结构深层水平位移监测点宜布置在支护结构周边的中部、阳角处及有代表性的部位。监测点水平间距宜为 15m~20m，每边监测点数目不应少于 2 个。用测斜仪观测深层水平位移时，测斜管埋设位置距离钢板桩不应大于 1.0m，斜管长度不宜小于支护结构开挖深度的 1.5 倍，并不应小于钢板桩的深度。以测斜管底为固定起算点时，管底应嵌入到稳定的土体中。

8.3.14 钢板桩内力监测断面的平面位置应布置在受力、变形较大且有代表性的部位。监测点数量和水平间距应视具体情况而定。

8.3.15 监测方法及精度要求应符合设计要求，并应符合国家现行标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497、《建筑基坑工程监测技术规程》DBJ/T45-011 的有关规定。

8.3.16 压桩期间宜每天监测一次，达到报警值或监测对象位移速率超过 2mm/d 时，监测频率应加至每 6~12h 一次，并及时将监测数据报送设计、监理及建设单位，分析变形原因，并采取防控措施。

8.3.17 当监测数据表明周边环境或钢板桩位移达到报警值时应立即停止压桩，会同各方分析原因，调整压桩顺序和压桩速率，并采取环境保护措施。

8.3.18 支撑轴力、锚杆轴力、地下水等项目的监测要求，并应符合国家现行标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497、《建筑基坑工程监测技术规程》DBJ/T45-011 的有关规定。

8.3.19 监测技术成果应包括当日报表、阶段性报告和总结性报告。技术成果提供的内容应真实、准确、完整，并宜用文字表述与绘制变化曲线或图形相结合的形式表达。技术成果应及时报送。

附录 A 水平地基反力系数

A.0.1 m 法的水平地基反力系数应按下列式确定：

$$K_1 = mZ \quad (\text{A.0.1})$$

式中： K_1 ——水平地基反力系数（ kN/m^3 ）；

m ——水平地基反力系数随深度增大的比例系数（ kN/m^4 ）；

Z ——计算点距计算水底的深度（ m ）。

A.0.2 m 值可通过水平荷载试验确定，当无试验资料时，可按表 A.0.2 选用。

表 A.0.2 m 值

地基土质情况	m 值（ kN/m^4 ）
$I_L \geq 1$ 的黏性土，淤泥	1000~2000
$1 > I_L \geq 0.5$ 的黏性土，粉砂	2001~4000
$0.5 > I_L \geq 0$ 的黏性土，中、细砂	4001~6000
$I_L < 0$ 的黏性土，粗砂	6001~10000
砾石、砾砂、碎石、卵石	10001~20000

注：1 钢板桩墙在计算水底处的水平变位大于 10mm 时， m 值可采取分层选取的方法，泥

面下一定深度范围内土层的 m 值取表中下限值；

2 表中的砂土，当密实度为松散时取表中的下限值，密实度为密实时取上限值；

3 I_L 为土的液性指数。

附录 B U 型钢板桩规格参数

B.0.1 U 型钢板桩规格参数可按表 B.0.1 确定：

表 B.0.1 U 型钢板桩规格参数

型号 Type	尺寸规格			单根钢板桩				单根每米壁宽			
	宽度 /w	高度 /h ₂	厚度 /t ₁	截面积	理论 重量	惯性矩	截面 模数	截面积	理论 重量	惯性矩	抗弯 模量
	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm ² /m	kg/m ²	cm ⁴ /m	cm ³ /m
SP-II	400	100	10.5	61.18	48	1240	152	153	120	8740	874
SP-III	400	125	13	76.42	60	2220	223	191	150	16800	1340
SP-IV	400	170	15.5	96.99	76.1	4670	362	242.5	190	38600	2270
SP-V _L	500	200	24.3	133.8	105	7960	520	267.6	210	6300	3150
SP-VI _L	500	225	27.6	153	120	11400	680	306	240	8600	3820
SP-II _w	600	130	10.3	78.7	61.8	2110	203	131.2	103	13000	1000
SP-III _w	600	180	13.4	103.9	81.6	5220	376	173.2	136	32400	1800
SP-IV _w	600	210	18	135.3	106	8630	539	225.5	177	56700	2700

B.0.2 U 型钢板桩材质及力学性能指标可按表 B.0.2~B.0.3 确定：

表 B.0.2 热轧钢板桩材质

等级	最小屈服强度 ReH (kPa)	最小抗拉强度 (kPa)	最小伸长长度 (%)
S240 GP	240	340	26
S270 GP	270	410	24
S320 GP	320	440	23
S355 GP	355	480	22
S390 GP	390	490	20
S430 GP	430	510	19
S460 AP	460	550	17

表 B.0.3 冷弯钢板桩材质

等级	最小屈服强度 ReH (kPa)	最小抗拉强度 (kPa)	最小伸长率 (%)
S235 JRC	235	340~470	26
S275 JRC	275	410~560	22
S355 JRC	355	490~630	22

附录 C 涂层系统的选用

C.0.1 大气区的涂层系统可按表 C.0.1 选用。

表 C.0.1 大气区涂层系统

设计使用年限 (a)	配套涂料名称			平均涂层厚度 (μm)
10~20	组合 配套	底层	富锌漆	75
		中间层	环氧云铁防锈漆	100
		面层	聚氨酯漆、丙烯酸树脂漆、氟碳涂料	100~150
	同品种配套	聚氨酯漆、丙烯酸树脂漆、氟碳涂料		300~350
5~10	组合 配套	底层	富锌漆	50
		中间层	环氧云铁防锈漆	80
		面层	聚氨酯漆、丙烯酸树脂漆、氟碳涂料	80~120
	同品种配套	聚氨酯漆、丙烯酸树脂漆、氟碳涂料		220~250

C.0.2 浪溅区和水位变动区的涂层系统可分别按表 C.0.2 选用。

表 C.0.2 浪溅区和水位变动区涂层系统

设计使用年限 (a)	配套涂料名称			平均涂层厚度 (μm)
10~20	组合 配套	底层	富锌漆	75
		中间层	环氧树脂漆、环氧云铁防锈漆	300
		面层	厚浆型环氧漆、聚氨酯漆、丙烯酸树脂漆	100~125
	同品种配套	厚浆型环氧漆、聚氨酯漆、丙烯酸树脂漆、环氧沥青漆		450~500
5~10	组合 配套	底层	富锌漆	40
		中间层	环氧树脂漆、聚氨酯漆、氯化橡胶漆	200
		面层	厚浆型环氧漆、氯化橡胶漆、聚氨酯漆、丙烯酸树脂漆	75~100
	同品种配套	厚浆型环氧漆、聚氨酯漆、氯化橡胶漆、环氧沥青漆		300~350

C.0.3 水下区的涂层系统可按表 C.0.3 选用。

表 C.0.3 水下区涂层系统

设计使用年限 (a)	配套涂料名称			平均涂层厚度 (μm)
10~20	组合 配套	底层	富锌漆	75
		中间层	环氧树脂漆、聚氨酯漆	250~300
		面层	厚浆型环氧漆、聚氨酯漆、氯化橡胶漆	125
	同品种配套	厚浆型环氧漆、聚氨酯漆、环氧沥青漆		450~500
5~10	组合 配套	底层	富锌漆	75
		中间层	环氧树脂漆、聚氨酯漆、氯化橡胶漆	150
		面层	厚浆型环氧漆、氯化橡胶漆、聚氨酯漆	75~100
	同品种配套	厚浆型环氧漆、聚氨酯漆、氯化橡胶漆、环氧沥青漆		300~350

附录 D 常用的封闭剂、封闭涂料和涂装涂料

表 D.0.1 金属热喷涂常用的封闭剂、封闭涂料和涂装涂料

类型	种类	成膜物质	成膜物质	主要性能
封闭剂	磷化底漆	聚乙烯醇 缩丁醛	四盐基铬酸锌	能形成磷化—钝化膜，可提高封闭层、封闭涂料的相容性及防腐性能
	双组分环氧漆	环氧	锌铬黄、磷酸锌 或云母氧化铁	能形成磷化—钝化膜，可提高封闭层、封闭涂料的相容性及防腐性能，与环氧类封闭涂料或涂装涂料配套
	双组分聚氨酯	聚氨基甲酸脂	锌铬黄或 磷酸锌	能形成磷化—钝化膜，可提高封闭层、封闭涂料的相容性及防腐性能，与聚氨酯类封闭或涂装涂料配套
封闭涂料或涂装涂料	双组分环氧或环氧沥青	环氧沥青	—	耐潮、耐海水、耐化学物品性能优良，但耐候性差
	双组分聚氨酯漆	聚氨基甲酸脂	—	综合性能优良，耐潮湿、耐海水、耐化学物品性能好，有些品种具有良好的耐候性，可用于受阳光直射的海港大气区

附录 E 金属热喷涂系统的选用

E. 0.1 大气区金属热喷涂系统可按表 E. 0. 1 选用。

表 E. 0.1 大气区金属热喷涂系统

设计使用年限 (a)	喷涂系统	最小局部厚度 (μm)
≥20	喷锌+封闭	250+60
	喷铝+封闭	200+60
	喷 Ac 铝+封闭	150+60
	喷锌+封闭+涂装	250+30+100
	喷铝+封闭+涂装	200+30+100
	喷 Ac 铝+封闭+涂装	150+30+100
10~20	喷锌+封闭	160+60
	喷铝+封闭	120+60
	喷 Ac 铝+封闭	100+60
	喷锌+封闭+涂装	160+30+100
	喷铝+封闭+涂装	120+30+100
	喷 Ac 铝+封闭+涂装	100+30+100

E. 0.2 浪溅区、水位变动区的金属热喷涂系统可按 E. 0. 2 选用。

表 E. 0.2 浪溅区、水位变动区的金属热喷涂系统

设计使用年限 (a)	喷涂系统	最小局部厚度 (μm)
≥20	喷铝+封闭	250+60
	喷 Ac 铝+封闭	200+60
	喷铝+封闭+涂装	250+30+100
	喷 Ac 铝+封闭	200+30+100

续表 E.0.2

设计使用年限 (a)	喷涂系统	最小局部厚度 (μm)
10~20	喷铝+封闭	150+60
	喷 Ac 铝+封闭	150+60
	喷 Ac 铝+封闭+涂装	150+60+100
	喷铝+封闭+涂装	150+30+100
5~10	喷铝+封闭	100+30
	喷 Ac 铝+封闭	100+30
	喷铝+封闭+涂装	100+30+60
	喷 Ac 铝+封闭+涂装	100+30+60

附录 G 钢板桩拔桩阻力

拔桩阻力包括钢板桩与土体的吸附力、钢板桩断面与土体的侧阻力和钢板桩的自重，可按下式计算：

$$F = F_e + F_s + G \quad (\text{G.0.1})$$

$$F_e = UL_1\tau \quad (\text{G.0.2})$$

$$F_s = 1.2E_aWH\mu \quad (\text{G.0.3})$$

式中： F_e — 钢板桩与土体的吸附力（kN）；

F_s — 钢板桩断面与土体的侧阻力（kN）；

G — 钢板桩自重（kN）；

U — 钢板桩的周长（m）；

L_1 — 钢板桩的长度（m）；

τ — 钢板桩与各土层吸附力在桩长 L_1 范围内按土层厚度的加权平均值（kN/m²）。对于静压拔桩取静吸附力，对于振动拔桩取动吸附力，具体取值参数见表 G.0.1；

E_a — 作用在钢板桩上的主动土压力强度（kN/m²），按 H 范围内土层厚度的加权平均值；

W — 钢板桩的截面宽度（m）；

H — 支护高度（m）；

μ — 钢板桩与土的摩阻力系数，取 0.30~0.40。

表 G 钢板桩与不同土层的吸附力 τ (单位: kN/m^2)

土质	静吸附力	动吸附力	动吸附力 (含水量少时)
粗砂、砾砂	34	2.5	5.0
中砂(含水)	36	3.0	4.0
细砂(含水)	39	3.5	4.5
砂质粉土(含水)	29	3.5	5.5
粉土	24	4.0	6.5
黏质粉土	47	5.5	—
粉质黏土	30	4.0	—
黏土	50	7.5	—
黏土(硬塑)	75	13.0	—
黏土(坚硬)	130	25.0	—

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”;反面词采用“严禁”。

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”;反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先这样做的:

正面词采用“宜”;反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行时的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 《岩土工程勘察规范》 GB 50021
- 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》 GB 50202
- 《钢结构工程施工质量验收标准》 GB 50205
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330
- 《建筑基坑工程监测技术规范》 GB 50497
- 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 《工程勘察通用规范》 GB 55017
- 《港工设施牺牲阳极保护设计和安装》 GJB 156A
- 《建筑钢结构焊接技术规程》 JGJ 81
- 《建筑基坑支护技术规程》 JGJ 120
- 《高层建筑岩土工程勘察标准》 JGJ/T 72
- 《钢板桩》 JG/T 196
- 《水利水电工程钻孔抽水试验规程》 SL 320
- 《海港工程钢结构防腐蚀技术规范》 JTS 153
- 《码头结构施工规范》 JTS 215
- 《建筑基坑工程监测技术规程》 DBJ/T45-011
- 《装配式基坑支护结构技术规程》 DBJT45-043
- 《广西建筑基坑支护技术规范》 DBJ/T45-065
- 《广西壮族自治区岩土工程勘察规范》 DBJ/T45-066

广西壮族自治区工程建设地方标准

静压钢板桩支护技术规程

DBJ/T 45-195-2026

条文说明

目 次

1	总 则	62
2	术语与符号	63
2.1	术语	63
3	基本规定	64
4	勘察与环境调查	67
4.1	一般规定	67
4.2	勘察要求	67
5	支护设计	68
5.2	设计计算	68
5.3	布置与构造	72
5.4	防渗止水设计	73
5.5	防腐设计	74
6	施工	76
6.1	一般规定	76
6.2	运输吊装和堆放	76
6.3	压桩	78
6.4	接桩	81
6.5	拔桩与回收	81
7	检测与验收	83
7.1	进场检验	83
8	开挖与监测	84
8.1	一般规定	84
8.2	土方开挖	85
8.3	监测	85

1 总 则

1.0.1 静压钢板桩支护主要在建筑工程、市政工程、水运工程等
领域采用，本规程主要采用 U 型钢板桩静压施工。

1.0.2 为加强广西壮族自治区静压钢板桩行业监督管理，规范支
护的勘察、设计、施工、监测、检测和验收，促进静压钢板桩行
业健康、有序发展，规范编制组进行了相关研究，并形成《静压
钢板桩支护技术规程》。

1.0.3 静压植桩技术具有许多优点，如：①振动小，施工基本无
噪声；②施工过程中可记录压桩阻力，压桩过程直观，异常情况
容易判断，可克服坚硬地层；③自动化操作程度高，施工速度快；
④低碳节能，施工文明，止水效果好，场地整洁等。静力压桩法
被称为“环保型”绿色沉桩技术，20 世纪初欧洲开始生产，在 20
世纪 50 年中国开始进口采用。

静压钢板桩施工是实践性很强的工艺，与工程地质和水文地
质条件非常相关，所以具有很强的区域性，但也有较强的规律性，
故应重视地区经验的积累总结。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 热轧钢板桩指对钢坯加热，经轧机轧制而成，截面为 Z 形、U 形、帽形、直线形或其他形状，并能通过两侧锁口或连接件交互连接的型钢（构件）。冷弯钢板桩指对钢带进行连续辊弯变形，形成截面为 Z 形、U 形、帽形或其他形状，并能通过两侧锁口或弯边交互连接的型钢（构件）。

2.1.16 压桩阻力是根据油缸油压值乘以压力换算系数计算而来；宜采用自动记录仪记录压桩阻力曲线；若无自动记录仪，应每米记录一次，进入持力层宜每 0.5m 记录一次。作为作用力与反作用力，压桩阻力值等同于压桩力值，压桩阻力曲线也可理解为压桩力曲线。

3 基本规定

3.0.1 软弱土层是指主要由淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土或其它高压缩性土层构成的土层。当地基压缩层主要由淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土或其它高压缩性土层构成时应按软弱地基进行设计。在建筑地基的局部范围内有高压缩性土层时，亦应按局部软弱土层考虑。

常见的预处理措施有：强夯法、刚性桩复合地基、组合桩复合地基、注浆加固、膨胀土地基处理等。

I 强夯法

1 强夯法适用于处理碎石、砂土、低饱和度的粉土与黏性土、填土地基及岩溶地基等；强夯置换法适用于高饱和度的粉土与流塑~软塑的黏性土，同时可增加强夯处理的有效加固深度；孔内深层强夯法适用于深厚填土地基。

2 场内地下水位高，影响施工或夯实效果时，应采取降水、表面碾压结合排水沟排水或其他技术措施进行处理。

3 强夯施工宜避开雨季进行，当不可避免在雨季施工时，对粘性土场地在雨天施工宜分区进行。

II 刚性桩复合地基

1 刚性桩复合地基中的增强体包括预制混凝土桩、混凝土灌注桩、水泥粉煤灰碎石桩和注浆钢管桩等，适用于处理黏性土、粉土、砂土和分层压实的素填土、岩溶地基等，不宜用于处理深厚软土地基。

2 刚性桩复合地基中的桩宜为摩擦桩，并以承载力相对较高的土层作为桩端持力层。

III 组合桩复合地基

1 组合桩复合地基适用于淤泥和淤泥质土、黏性土、粉土、可液化土等土层。

2 组合桩复合地基的竖向增强体由长桩和短桩组成，其中长桩宜采用刚性桩，短桩可采用刚性桩、柔性桩或散体材料桩。

3 组合桩复合地基的长桩，宜选择相对较好的持力层；短桩桩长宜穿越浅层要处理的软弱或液化土层。

IV 注浆加固

1 注浆加固适用于既有建筑和新建建筑的地基处理、基坑底部土层加固、建（构）筑物纠偏、基础加固、防渗堵漏等。

2 注浆加固适用于砂土、粉土、黏性土、淤泥质土、风化岩和人工填土等地基加固，也可用于处理发育土洞、溶洞、破碎岩的地基。

3 加固材料宜选用水泥浆液等固化剂。注浆加固设计前，应进行室内浆液配比试验和现场注浆试验，确定设计参数，检验施工方法和设备。

V 膨胀土地基处理

1 膨胀土地基处理宜采用换填垫层法、土性改良法、桩基法、结构防护和防水保湿措施等处理方法。

2 膨胀土地基换填垫层应采用砂石、非膨胀性素土、灰土和工业废料，换填厚度应通过变形计算确定。

3 膨胀土土性改良宜用掺合水泥、石灰、石膏、固化剂等材料，掺合比和施工工艺应通过试验确定。

4 桩基法应根据场地实际选用可行的工艺，桩长宜穿越膨胀性岩土。当桩端持力层为膨胀性岩土时，应采取有效措施保证桩端持力层的强度要求。

5 结构防护措施宜采用加大基础埋深+设置垫层+钢筋混凝

土圈梁+完善排水系统的组合方案。设计时宜根据场地实际情况进行不同的组合。

3.0.2 本条主要是针对静压桩的特点，提出对勘察的要求。

根据静压桩设备和工艺的特点，对勘察提出重点注意或特殊的要求。表层土地基承载力是复核压机接地压强是否满足要求，以及确定是否需要地基处理的重要指标。对浅部土层、障碍物的调查是为判断是否适合采用静压桩提供依据，也是确定是否需要采取清障等措施的前提。

3.0.8 根据《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 对房屋建筑使用年限的规定，设计使用年限 5 年的为临时性结构，设计使用年限 50 年的为普通房屋和构筑物。《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 规定，永久性边坡为设计使用年限超过 2 年的边坡，临时性边坡为设计使用年限不超过 2 年的边坡。水利水电工程中围堰级别应根据其保护对象、实施后果、使用年限和临时性挡水建筑物规模进行划分，具体方法见现行行业标准《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252、《水利水电工程围堰设计规范》SL 645 等规定。围堰工程水位、波浪设计标准应符合行业及地方等要求，若无特殊规定，设计水位可参照现行行业标准《水利水电工程围堰设计规范》SL 645 等确定，设计波浪、风速宜采用与设计水位相同的重现期，其设计重现期不宜低于 25 年。

4 勘察与环境调查

4.1 一般规定

4.1.2 拟建场地和周边环境调查主要有三方面作用：

1 发现施工影响范围内的管线和建（构）筑物，以确定保护对象和保护等级；

2 测量被保护对象的距离，对周边环境的影响分析时提供依据；

3 测量与基坑支护、建（构）筑物的最小边桩距，为压桩设备选择提供依据；

4 保留拟建场地和周边环境在基坑施工前现状的证据，为判定基坑施工对拟建场地和周边环境的影响程度提供充分依据。

4.2 勘察要求

4.2.6 工程场地的不良地质现象包括孤石、坚硬夹层、溶洞、土洞的分布等。

5 支护设计

5.2 设计计算

5.2.1 不同支护结构适用条件见表 1。

表 1 不同支护结构适用条件

结构类型	主要适用安全等级	适用条件
悬臂式	二级、三级	1 适用于土质条件较好，深度较浅且基坑周边环境对支护结构变形要求不严格时； 2 单一 U 型钢板桩墙悬臂高度不宜大于 3.0m，大于 3.0m 时可采取上部放坡； 3 用于非软土支护工程时，支护深度不宜大于 6m，用于软土支护工程时，支护深度不宜大于 4m
双排桩	一级、二级、三级	当锚拉式、内支撑和悬臂式不适用时，可以考虑双排桩
锚拉式	二级、三级	1 适用于土质条件较好、较浅的基坑 2 钢板桩后需要一定范围的作业空间 3 坑深不宜大于 15m，常适用坑深 4m~15m
支撑式	一级、二级、三级	1 适用于较深、变形控制较严格的基坑 2 周边环境不允许设置锚杆（索） 3 基坑面积较大的基坑，竖向斜撑底部支座可利用结构底板或单独设置 4 根据基坑深度可设置单层或双层斜撑坑深 5 不宜大于 18m，常适用坑深 4m~18m

围堰设计可参考现行团体标准《钢板桩支护技术规程》T/CECS 720 等有关规定进行设计计算。

5.2.4 在基坑工程中，地下水位以下的土体侧压力计算一般有两个原则：

- 1 水土分算原则，即分别计算土压力和水压力，两者之和总

的侧压力。一般将水压力单独考虑，采用土的有效重度，土压力系数按有效应力强度指标获取；

2 水土合算原则，即将土压力和水压力综合考虑，将水压力考虑至对强度指标的影响中去，直接采用土体饱和重度计算侧压力，土压力系数按总应力强度指标获取。

国外较多采用水土分算，且国内多位学者认为，水土合算方法与土力学基本原则相背，当采用朗肯土压力理论时，水土合算时将会把水压力部分计入相应的主、被土压力系数，由于主动土压力系数小于 1，而被动土压力系数大于 1，从而主动土压力比水土分算小，被动土压力比水土分算大，从而偏于不安全。

水土分算方法概念清楚，但由于基坑开挖和土体卸载的影响，造成基坑支护前移及坑底土体隆起，使得各部分土体均有膨胀趋势，从而在土体中会形成负的超静孔隙水压力。砂性土中由于消散较快，影响较小。对于渗透性低的黏性土体，在实际应用中存在有效抗剪强度指标确定困难及无法考虑土体在不排水剪切时产生的超孔压影响的问题，有些学者认为黏土当无条件取得有效抗剪强度指标时，可采用总应力固结不排水强度指标按水土分算进行计算。

采用水土分算还是水土合算，结果区别很大，这就要求从水土共同作用的本质出发，正确选择计算原则。土体中的水有三种形式，一是强结合水，具有明显的固态特征，不发生迁移；二是自由水，为牛顿液体，可以发生自由移动；三是弱结合水，在一定程度上受骨架吸附力作用，要使其发生迁移，需一定的外力。水土分、合算选择的原理是土体中水的贯通性，可由土层的渗透系数大致判定。

广西区内各地区可依据本地区经验，参考主要岩土层的物理力学参数建议值。主要岩土层的物理力学参数建议值可参考表 2 选取，各类软弱层面抗剪强度可参考表 3 选取。

表 2 主要岩土层的物理力学参数参考值

成因	岩土类别	状态	天然重度	压缩模量	地基承载力特征值	黏聚力	内摩擦角
			γ	E_{S1-2}	f_{ak}	c_q	φ_q
			kN/m ³	MPa	kPa	kPa	°
冲积	黏土	软塑	15.6~19.8	3.2~5.1	60~130	13~32	4~9
		可塑	17.4~20.7	6.3~11.5	140~220	28~92	8~15
		硬塑	18.1~20.8	10.2~17.6	170~250	68~100	12~20
		坚硬	18.3~20.5	12.9~23.7	200~350	73~145	18~22
	粉质黏土	软塑	17.3~20.9	4.5~7.0	90~150	14~33	6~11
		可塑	18.5~21.2	6.0~10.4	130~210	31~79	10~18
		硬塑	18.5~21.4	8.8~13.7	170~260	53~99	15~20
		坚硬	18.4~21.4	11.4~20.1	210~450	63~107	18~23
	粉土	稍密	16.0~19.1	5.7~9.8	70~130	5~23	8~12
		中密	18.2~19.6	7.6~13.8	90~180	10~26	10~20
		密实	19.0~21.7	8.2~24.8	145~230	19~51	15~23
	粉细砂	松散	18.0~19.0	5.0~15.0	<120	0~1.0	18~20
		稍密	18.5~19.5	15.0~25.0	120~160	0~2.0	21~23
		中密	19.0~20.0	25.0~35.0	120~220	0~5.0	22~25
	中粗砂	松散	18.0~19.0	—	<160	0~2.0	20~23
		稍密	18.5~19.5	—	160~240	0~2.0	23~25
		中密	19.0~20.0	—	240~340	0~4.0	24~27
	圆砾	松散	18.0~19.0	—	<200	0.0	22~26
		稍密	18.5~19.5	—	200~300	0~0.5	23~28
		中密	19.0~20.0	—	300~500	0~1.0	26~35
密实		19.5~20.5	—	500~700	0~2.0	30~42	

续表 2

成因	岩土类别	状态	天然重度	压缩模量	地基承载力特征值	黏聚力	内摩擦角
			γ	E_{S1-2}	f_{ak}	c_q	φ_q
			kN/m ³	MPa	kPa	kPa	°
冲积	砾砂	稍密	18.5~19.5	—	160~240	0~2.0	23~26
		中密	19.0~20.3	—	240~340	0~3.5	25~28
残(坡)积	黏性土	可塑	18.2~21.3	6.0~10.4	100~340	42~79	10~20
		硬塑	18.2~21.6	8.9~14.9	140~400	60~120	12~23
		坚硬	17.7~22.1	12.7~24.5	180~500	81~172	14~25
沉积(湖相)	泥岩、粉砂质泥岩	全风化	18.0~22.7	8.0~17.9	<400	58~175	12~23
		强风化	18.3~23.4	13.9~29.9	400~750	104~256	16~34
		中风化	20.0~23.0	20.3~36.5	750~1600	154~371	23~38
	砂岩、泥质粉砂岩	全风化	17.7~21.3	7.0~13.4	<500	63~109	13~25
		强风化	18.7~22.3	10.4~20.5	500~1000	75~181	16~34
		中风化	19.2~22.6	12.0~33.6	1000~2000	80~150	19~41

表 3 各类软弱层面抗剪强度参考值

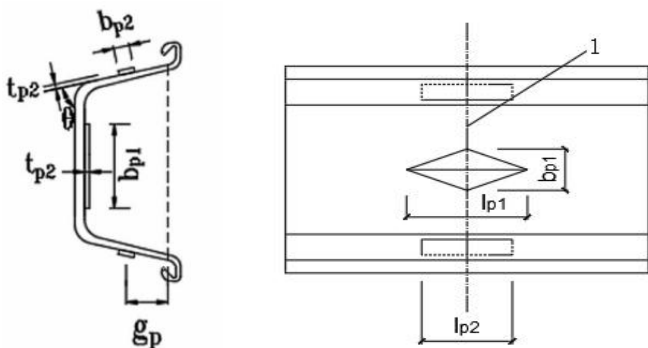
类型	黏聚力 (kPa)	内摩擦角 (°)
胶结的结构面 (坚硬岩、较硬岩层面、节理面)	100~200	30~38
无充填的结构面 (坚硬岩、较硬岩层面、节理面)	50~100	25~35
胶结的结构面 (较软岩层面、节理面)	100~150	20~25
无充填的结构面 (较软岩层面、节理面)	50~100	16~20
泥夹岩屑型 (软岩结构面、岩土界面)	30~50	12~16
泥夹岩屑型 (极软岩结构面、岩土界面)	10~30	8~12
夹泥层	5~10	4~8

5.2.17 现有国内设计中,由于钢板桩竖向承载力尚无专门研究,钢板桩顶部一般不直接承受竖向重载。因此一般尚未设计到钢板桩挡墙的压屈问题,本规程亦建议钢板不宜直接承重。而欧洲标准 Eurocode 1993-5 中给出了考虑钢板桩压屈效应的计算方法,对于弹性嵌固的钢板桩墙,钢板桩墙压弯临界压力中的压屈长度可采用最下层支点至桩底总长的 0.7 倍考虑,具体参见欧洲标准相关内容。

5.3 布置与构造

5.3.7 钢板桩单根长度受运输工具限制,经查阅相关资料,常规 11t 卡车可运输 9m 长钢板桩,20t 拖车可运输 12m 长钢板桩,连接式挂车可运输 18m 长钢板桩,如钢板桩长度超过 18m 则需要特殊运输车辆,且对交通道路要求较高,因此通常钢板桩单根长度控制在 18m 以内。

型钢的拼接一般分为等强法和内力法,拼接方法常用焊接拼接、高强度螺栓拼接和栓—焊混用拼接,用于围护结构的钢板桩宜采用全截面等强焊接拼接,当拼接处母材最大内力(弯矩、轴力、剪力)较为明确,且施工严格控制时也可采用内力法拼接。U 型钢板桩常见拼接节点如图 1。

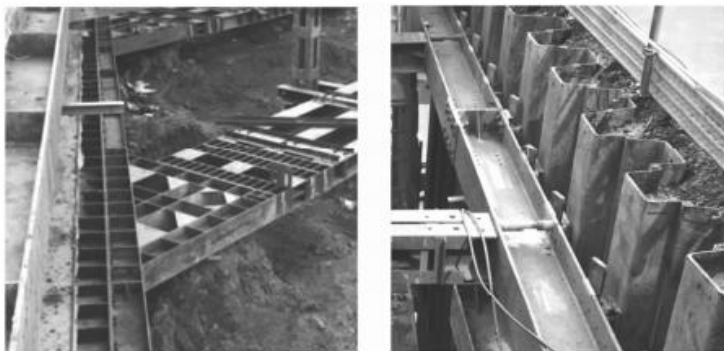


1—封底焊或表面切割后焊接(现场焊接)

图 1 U 型钢板桩拼接节点

5.3.9 围护结构顶部设置冠梁时可以有效的控制基坑整体变形，钢板桩顶部常用的冠梁有钢冠梁和钢筋混凝土冠梁。U 型钢板桩支护可采用顶部锁扣焊接 500mm 处理。

5.3.10 围檩结构可使钢板桩墙一体化并修正钢板桩墙的凹凸。围檩与钢板桩不能紧密结合时，需要采用素混凝土填充、安装垫圈或合适的金属零件并紧固，常用处理措施如图 2 所示。



(1) 细石混凝土填嵌

(2) 垫块填嵌

图 2 处理措施

5.4 防渗止水设计

5.4.1 一般情况下本条要求的钢板桩长度远小于结构受力平衡要求的长度，但经常有局部压桩不到位的情况，故对施工后局部桩过短的桩，对其长度按抗渗设计最低要求。

5.4.2 市场上的钢板桩锁口紧密程度不尽相同，对防渗要求不高的工程，大都能满足要求，若防渗要求高，则必须涂防渗涂料。

根据国外相关试验，钢板桩锁口是否涂涂料，其渗透性影响至少在 1.5 倍以上（ $1 \times 10^{-10} \text{m/s}$ 级），同时具体渗水量受桩周土性影响大，可能在有的土层中本来渗水量小，稍加大点也无所谓，所以须根据需要确定是否用涂料。

常用的锁口涂料有沥青类（如国产复合胶类），遇水膨胀类如聚氨脂类，也有自制黄油木屑类，各类都有大量实例，性能有

差异，故建议先进行室内试验，以满足具体工程的要求。下表是 Acelor Mittal 集团做的锁口渗透试验结果。

表 4 实验推荐设计采用的锁口渗漏系数

根据实验推荐设计采用的锁口渗漏系数		
防水密封系统	ρ [10^{-10}m/s]	最大水压力
		kPa
锁口不使用止水材料	>1000	100
沥青类止水材料	600	100
遇水膨胀性材料 (Roxan)	3	200

5.4.3 按公式法初步估算渗水量后，往往得到的水量很小，与实际水量差异大。故对工程实际情况不是那么理想的情况下，建议在预估渗流量的基础上，增加考虑其它因素，以减少理论计算与实际水量的差距。设计渗流量值确定同时须考虑锁口情况、桩身穿过土层情况等因素。其中钢板桩在有较大变形后的钢板桩锁口比较紧密，止水性能较好。锁口是否涂防水材料后在透水性土层中的止水性能差异较大。若在弱透水层上可能有难穿的岩土层，如较密实的砂层、砾石、坚硬的强风化岩的情况，此部位桩的锁口、桩底的透水量可能会大幅度增加。有条件时也可运用有限元或有限差分法等电算手段，在渗流量计算时考虑这些因素。

5.4.4 对已施工钢板桩位置，若以围井封闭，须增加封闭钢板桩间缝隙的辅助措施，如注浆、高喷，会影响抽水试验效果。

5.5 防腐设计

5.5.3 如有经验，钢板桩的腐蚀速度可采用 BS EN 1993-5 Table 4.2 的腐蚀速率推荐值，如下表所示：

表 5 钢板桩在淡水或海水中的腐蚀损失厚度推荐值 (mm)

设计使用年限	5 年	25 年	50 年	75 年	100 年
在无掩护地区的普通的淡水 (河流、运河等)	0.15	0.55	0.90	1.15	1.40
在无掩护地区的污染很严重的淡水 (下水道的污水、工业废水等)	0.30	1.30	2.30	3.30	4.30
在无掩护地区的气候温和的海水 (低水位区和浪溅区)	0.55	1.90	3.75	5.60	7.50
在永久浸没区或在高潮位和低潮位 之间的区域的气候温和的海水	0.25	0.90	1.75	2.60	3.50

注：1 最大腐蚀速率通常发生在浪溅区或在潮汐时的低水位区域。但是在大多数情况下，最大的弯曲应力发生在永久浸没区；

2 上表中 5 年和 25 年的数值是基于测量给出的，其它的数据是推算的。

5.5.13 存在杂散电流时，防止杂散电流腐蚀除使钢板桩远离杂散电流外，主要措施是排流保护，即用绝缘的金属电缆将被保护的钢板桩与排流装置连接将杂散电流引回钢轨或回归线（负极母线）上。

5.5.14 钢板桩受到淡水或者海水侵蚀作用而腐蚀的预留厚度值可参考表 6。

表 6 钢板桩受到淡水或者海水侵蚀作用而腐蚀的预留度值 (mm)

设计使用年限	5 年	25 年	50 年	75 年	100 年
一般淡水（河、运河等）	0.15	0.55	0.90	1.15	1.40
污染严重的淡水（下水道、工业排污口等） 侵蚀区	0.30	1.30	2.30	3.30	4.30
温带气候的海水（低潮和浪溅带）侵蚀区	0.55	1.90	3.75	5.60	7.50
温带气候的海水永久沉浸区或高潮线与 低潮线间的区域	0.25	0.90	1.75	2.60	3.50

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 钢板桩静压施工一般工艺流程：场地平整→测量定位，确定压桩顺序→静压植桩机就位，设置反力基座并配重→起吊钢板桩→桩身校正→压桩→移机→重复起吊、校正压桩、移机完成初始桩施工→吊离反力基座及配重，移机→起吊钢板桩→桩身校正→压桩→移机→重复起吊、校正压桩、移机完成剩余钢板桩施工。

6.1.6 钢板桩支护结束后一般都要拔出回收、重复利用，因此对于空间狭小需要以桩代模的情况，应在钢板桩和地下结构接触部位采取隔离措施，以便于钢板桩的拔出。

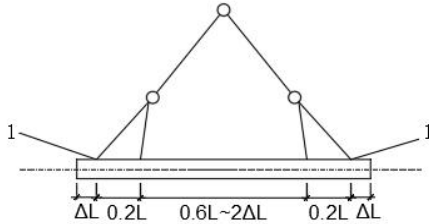
6.2 运输吊装和堆放

6.2.1 运输钢板桩时受到各种限制，特别是通过道路运输时，以运输途中的交通规则（限制通行区域，桥梁的限制载重，限制高度等）为首，还必须充分调查交叉点和转弯处的转弯半径。同时场地三通一平是沉桩施工的基本条件，但施工机械自重一般较大，多为履带式或步履式，接地压强约 120kPa。施工场地及道路一般需要垫砖渣或钢板才能满足通行要求。

钢板桩材料吊装应根据构件特点及场地条件，并通过验算确定吊装方案。吊运装卸钢板桩时使用专用钢吊钩，吊运方式有成捆起吊和单根起吊，起吊焊接接长钢板桩时应翼缘朝上吊装。

钢板桩吊装方法有 2 点起吊、3 点起吊或 4 点起吊等。悬吊钢板桩的钢丝绳的间距，应保证钢板桩在自重作用下产生的挠度尽可能小。假如采用 2 点起吊，那么两个起吊点设在距钢板桩两端 1/4 桩长的位置，这样可使由自重引起的弯矩降到最低。如采

用4点起吊，吊点位置可按图3设置。



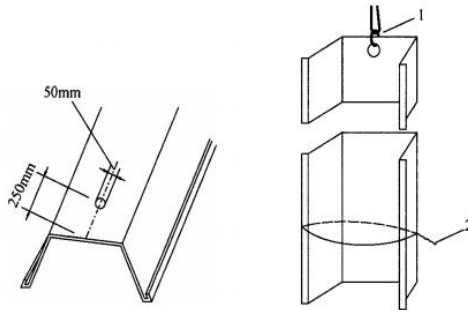
1—吊孔位置

图3 4点起吊吊点位置

水平吊运焊接接长钢板桩时，使其锁口朝上是为了使接长处的锁口处于受压区，以免产生过大变形，同时也可以避免起吊时钢板桩端部锁口拖地造成损伤，影响使用。进行钢板桩吊装时还应注意以下几点：

1 通常情况下，为了吊运钢板桩，需要在距钢板桩桩端一定距离的中心位置开设吊孔，无特殊要求时，吊孔位置及直径大小可取 250mm 和 50mm。当吊运钢板桩时，需将吊绳和钢板桩用钩环牢固地连接起来。

2 钢板桩的下部要束上足够的绳索，以确保其在吊装时不会剧烈晃动。

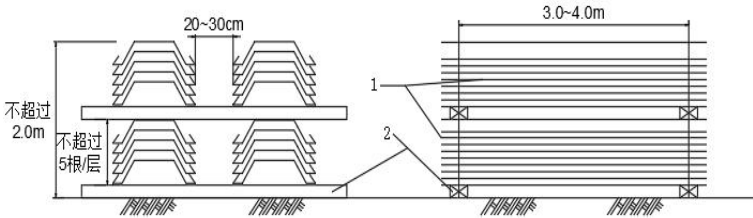


1—钩环；2—绳索

图4 钢板桩吊装准备

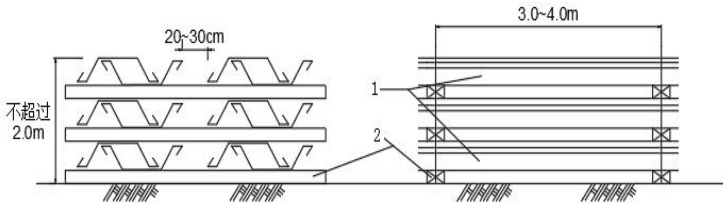
6.2.3 起吊焊接接长钢板桩时应使其翼缘朝上，这样使接长处
的翼缘处于受压区，以免产生变形；同时也可以避免起吊钢板桩时
端部锁口拖地造成损坏。

6.2.5 堆放时下方应垫稳，每层堆放数量不宜超过 5 根，堆放总
高度不宜超过 2 米，每排钢板桩之间的净距不宜小于 200mm，垫
木间距宜为 3m~4m。组合钢板堆放层数不宜超过 3 层。堆放时应
分类码放整齐、标识明确、记录完整，并应设置明显的警戒标识。
U 型钢板桩堆放举例如图 5~图 6 所示：



1—U 型钢板桩；2—枕木

图 5 U 型钢板桩堆放例 1



1—U 型钢板桩；2—枕木

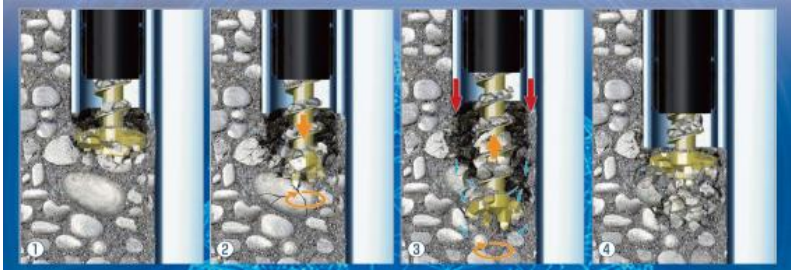
图 6 U 型钢板桩堆放例 2

6.3 压 桩

6.3.3 静压沉桩为逐根式打桩法，无法纠正成桩过程中钢板桩成
桩方向的倾斜问题。可按照钢板桩平面内的扇形倾斜率和平面外
的倾斜率来控制，一般达到 3%就需要进行纠偏处理了。采用这

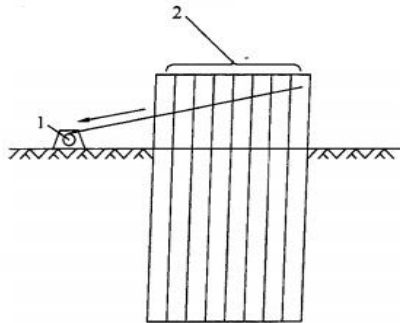
种方法打设长桩时，宜每间隔 50m 采用楔形桩进行矫正。

6.3.6 螺旋钻辅助静压沉桩法施工示意：



- ①夹紧钢板桩与螺旋钻套管
- ②用螺旋钻在桩底钻掘消除桩底压力球根
- ③排出少量土体同步压入钢板桩
- ④重复钻掘、压入，将桩压至设计深度

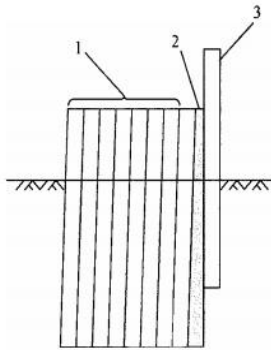
6.3.12 钢板桩施工中，由于在施桩与相邻已打桩锁口间阻力较大，而打桩行进方向的沉桩阻力较小，会造成钢板桩顶部向打桩行进方向倾斜。可以采用绞车钢丝绳拉住桩身，边拉边打，逐步纠正（图 7）。



1—绞车 2—已打入钢板桩

图 7 钢丝绳纠正示意

钢板桩施工中，当沉入的钢板桩沿钢板桩墙轴线方向已经产生过大倾斜，一般倾斜度达到允许偏差的 80%时，宜采用沉设楔形钢板桩的方法进行调整（图 8）。



1—已打入钢板桩 2—楔形钢板桩 3—拟打入钢板桩

图 8 楔形钢板桩纠倾示意

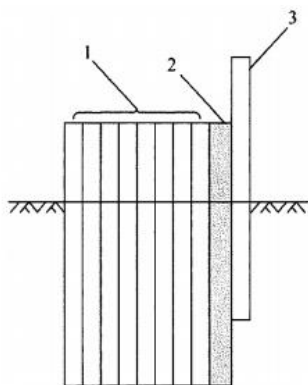
6.3.13 钢板桩施工中，由于钢板桩锁口为铰接，会造成在施桩发生扭转。

6.3.14 压桩过程中的特殊情况很多，本条的各款都可能发生。产生的原因多种多样，当出现其中之一时，应暂停压桩作业，并根据具体情况及时研究处理，问题解决后方可继续施工。

6.3.15 钢板桩施工中，由于锁口间阻力较大，在施桩可能会带动相邻已沉桩一起下沉。

6.3.16 钢板桩在平面上应连续封闭，但钢板桩墙的设计总长度有时并不是钢板桩的标准宽度的整数倍；或者钢板桩墙的轴线较复杂、钢板桩的制作和打设有误差等，均会给钢板桩墙的最终封闭合拢施工带来困难，这时可采用异型钢板桩法、连接件法等方法进行调整。

钢板桩墙施工长度较设计长度增加，即钢板桩打入时处于受拉状态，则应将其调整到受压状态下打桩，可打入宽度比正常尺寸大的异型钢板桩或多打入一根正常尺寸的钢板桩以调整墙长（图 9）。钢板桩墙长度减小时，应采取相反措施，可打入宽度比正常尺寸小的异型钢板桩对钢板桩墙进行长度调整。



1—已打入钢板桩 2—异形钢板桩 3—拟打入钢板桩

图9 钢板桩墙长度调整示意

6.4 接 桩

6.4.1 钢板桩接长的焊缝一般只能在腹板和侧板处施焊，锁口处往往不能施焊，使接长焊缝断面受到削弱。故规定每根钢板桩的接头只允许有1个，且相邻的接头要错开足够的距离。

接长钢板桩时，在其腹板内侧和翼缘外侧加焊加强板既解决了因锁口不能施焊而造成的断面削弱，同时也不影响锁口的平直通顺。

钢板桩接长或组合、异形钢板桩的加工涉及较多的焊接作业，为有效防止或减小在加工中的变形，本条中规定加工时应设置专门的胎架；且规定在发生超限的变形或扭曲时，应采取措施进行校正。

6.5 拔桩与回收

6.5.3 地下结构施工完毕、基坑已按设计要求回填，可以对先前打入的钢板桩拔除回收。分层拆除是为了使钢板桩能顺利拔出。采用锚杆（索）或支撑的支护结构，在未达到设计规定的拆除条件时，严禁拆除锚杆（索）或支撑。钢板桩支护结构的换撑方式

一般采用回填，不适用梁板式传力构件。

6.5.10 拔桩时钢板桩的断面阻力较难分析，精确求解困难，一般考虑为作用在钢板桩上的土压与桩表面间的摩阻力。当拔桩时，支撑或锚拉已经拆除，开挖部分是回填土，但一般不密实，实际上这部分的钢板桩成了悬臂结构，承受主动土压力。嵌固部分的钢板桩两侧主、被动土压力差予以忽略，故该部分断面阻力可不考虑。

6.5.11 拔桩过程中，一般或多或少都会形成桩孔，容易造成相邻地面沉降和出现裂缝，因此，如果拔桩部位邻近有保护要求严格的建（构）筑物、地下管线或道路等，应引起特别重视，要加强沉降监测，并按照本条桩孔处理措施做好相应的应急预案工作。一般从基坑变形较小的部位开始拔桩，间隔拔桩、分段拔桩。

6.5.13 钢板桩虽然在设计时已经考虑了后期回收的可行性，但由于施工过程是动态的，在回收时的条件可能已经发生了变化，此时回收方案的制定需要考虑多方面的因素，如场地周边的环境保护要求、已建建筑物或管线对震动的敏感程度、拔时其它部位交叉施工的安全风险、拔桩后的预估变形对周边的影响程度等。所以回收方案应经过企业技术负责人审批，报监理单位审核通过后方可实施。

7 检测与验收

7.1 进场检验

7.1.4 钢板桩进场应进行表面质量检查，表面不允许有裂纹、折叠、夹杂和端面分层等缺陷。

7.1.7 钢板桩为多次周转使用的产品，在使用过程中会发生变形、损伤。再次使用前应进行矫正与修补，直至满足设计要求。矫正与修补方法如下：

1 表面缺陷修补：先清除缺陷附近的锈蚀和油污，用焊接修补的方法补平，再用砂轮打磨平整；

2 端部平面矫正：切割部分桩端，使桩端部平面与轴线垂直，再用砂轮将切割面修磨平整；

3 桩体挠曲、扭曲矫正：设置龙门式顶梁架钢平台，用千斤顶进行矫正；

4 桩体局部变形矫正：对局部变形部位用氧气乙炔热烘与千斤顶顶压、大锤敲击相结合的方法进行矫正；

5 锁口变形矫正：用标准钢板桩作为锁口整形胎具，采用氧气乙炔热烘和大锤敲击的方法进行调直处理。

8 开挖与监测

8.1 一般规定

8.1.2 本条是对采用钢板桩支护的工程的监测实施范围的界定。

支护结构以及周边环境的变形和稳定与开挖深度有关，相同条件下开挖深度越深，支护结构变形或位移以及对周边环境的影响也越大。因钢板桩支护结构很多情况下用于软土地区（松散填土、淤泥、淤泥质土、软塑黏土等可视为软土），实施过程中钢板桩变位较大，施工过程中施工单位又疏忽监测，造成了很多的工程事故。工程的安全性还与场地的岩土工程条件以及周边环境的复杂性密切相关。为确保工程安全，本条文对所有采用钢板桩作为支护结构的工程，要求进行第三方监测。

8.1.3 钢板桩支护工程的现场监测应采用仪器监测与巡视检查相结合的方法，多种观测方法互为补充、相互验证。仪器监测可以取得定量的数据，进行定量分析；以目测为主的巡视检查更加及时，可以起到定性、补充的作用，从而避免片面地分析和处理问题。例如，观察周边建筑和地表的裂缝分布规律、判别裂缝的新旧程度等，对于我们分析基坑工程对邻近建筑的影响程度有着重要作用。

8.1.4 监测单位应严格按照审定后的监测方案对支护工程进行监测，不得任意减少监测项目、测点，降低监测频率。当在实施过程中，由于客观原因需要对监测方案作出调整时，应按照工程变更的程序和要求，向建设单位提出书面申请，新的监测方案经审定后方可实施。

8.2 土方开挖

8.2.1 钢板桩是需要进行回收的绿色支护方式，土方开挖和后期钢板桩的拔除回收存在较大的联系性，开挖过程如果破坏了支护结构，一是基坑安全存在风险，二是后期回收存在无法回收的现象。

8.3 监测

8.3.2 监测周期应从静压桩施工开始，直至工程桩施工全部结束，且压桩区外土体再固结引起的沉降基本稳定为止。静压桩引起的超静孔隙水压力消散需要时间，特别是在软黏土地区，由于土体渗透系数低，超静孔隙水压力的消散时间较长。因此，监测工作不能随着静压桩施工的结束而立即停止，而应等到压桩区外超静孔隙水压力基本消散、土体再固结引起的沉降基本稳定为止。

8.3.3 对采用钢板桩作为永久性支护结构的支护工程，使用期间的监测工作要求，应根据工程项目自身特点和设计要求，动态调整监测频率。

8.3.4 静压桩施工监测应包括工程桩监测和周边环境监测。周边环境监测范围应根据压桩影响范围、保护要求和周边环境情况确定。

8.3.7 本条主要规定监测报警值内容。管线报警值累计变化量应根据管线单位的要求确定，一般不宜超过 20mm，日报警值宜为 2mm/d~3mm/d。道路地表沉降报警值累计变化量不宜超过 30mm，日报警值宜为 2mm/d~3mm/d。周边建筑物累计沉降量一般不宜超过 20mm，日报警值宜为 2mm/d~3mm/d，并结合压桩前的建筑物状况、裂缝观测等综合进行控制。工程上浮累计变化量报警值宜为 5cm~10cm。

为保证监测效果，实现信息化施工或使用，监测成果的及时反馈及分析非常重要，相关单位应结合监测数据和自然环境条件、施工工况等因素，对施工或使用的实际状况进行实时分析。如发现可能产生安全隐患，应及时采取减缓施工速度、减小使用荷载、

加密监测频率或结构加强等措施。

8.3.10 对于不同情况下的钢板桩监测取用不同的监测内容，以下分类可供参考：

一、钢板桩用作围堰结构的仪器监测的项目包含：

- 1 钢板桩顶部或顶圈梁水平位移；
- 2 钢板桩顶部或顶圈梁竖向位移；
- 3 钢板桩深层水平位移；
- 4 钢板桩应力；
- 5 钢板桩前后土压力；
- 6 钢板桩后土体深层沉降；
- 7 钢板桩前后地下水水位；
- 8 拉杆应力；
- 9 水下边坡稳定；
- 10 其他应监测的内容：如周边结构的稳定及结构内力。

二、钢板桩用作临时围护结构的仪器监测的项目包含：

- 1 钢板桩顶部或顶圈梁水平位移；
- 2 钢板桩顶部或顶圈梁竖向位移；
- 3 钢板桩深层水平位移；
- 4 钢板桩前后地下水水位；
- 5 钢板桩后土体深层沉降；
- 6 拉杆应力或支撑、围檩内力的监测；
- 7 立柱沉降；

8 其他应监测的内容如水下边坡稳定、周边结构的稳定及结构内力等。

8.3.12 因钢板桩支护结构相对较柔，且一般支护结构平面尺寸不大，因此监测点水平间距不宜过大，本条规定的监测点水平间距取 15m，略小于国标监测规范 20m，有利于控制钢板桩支护结构安全。一般基坑每边的中部、阳角处变形较大，所以中部、阳角处宜设测点。为便于监测，水平位移观测点宜同时作为垂直位移的观测点。为了测量观测点与基线的距离变化，基坑每边的测

点不宜少于 3 点。观测点设置在钢板桩顶上，有利于提高观测精度；对于上部放坡下部钢板桩支护的支护形式，坡体和钢板桩的变形存在差异，为准确量测钢板桩的变形，建议钢板桩顶部和坡顶同时设置水平和竖向监测点。

8.3.13 钢板桩深层水平位移的监测是观测支护体系变形最直接的手段，监测孔应布置在基坑平面上挠曲计算值最大的位置。一般情况下基坑每侧中部、阳角处的变形较大，因此该处宜设监测孔；因钢板桩支护结构刚度相对较小，平面尺寸不大，故相对国标监测规范适当加密了监测孔。

深层水平位移观测目前多用测斜仪观测，因钢板桩无法在体上安装测斜孔，因此一般安置在桩后土体中。为确保土体测斜精度尽可能和钢板桩深部位移一致，故本条约束了测斜孔的平面位置。

因为测斜仪测出的是相对位移，若以测斜管底端为固定起算点（基准点），应保持管底端不动，否则就无法准确推算各点的水平位移，所以要求测斜管管底嵌入到稳定的土体中。

8.3.14 钢板桩内力监测是保证钢板桩支护结构安全的必要手段，但限于目前监测手段的局限性，很难在钢板桩上监测到桩身应力，故本条文仅作原则说明。

8.3.18 支撑内力的监测多根据支撑杆件采用的不同材料，选择不同的监测方法和监测传感器。对于混凝土支撑杆件，目前主要采用钢筋应力计或混凝土应变计；对于钢支撑杆件，多采用轴力计（也称反力计）或表面应变计。

支撑内力监测断面的位置应根据支护结构计算书确定，监测截面应选择轴力较大杆件上受剪力影响小的部位，当采用应力计和应变计测试时，监测截面宜选择在两相邻立柱支点间支撑杆件的 1/3 部位；钢管支撑采用轴力计测试时，轴力计宜设置在支撑端头。

为了分析不同工况下锚杆内力的变化情况，对监测到的锚杆内力值与设计计算值进行比较，各层监测点位置在竖向上宜保持

一致。锚头附近位置锚杆拉力大，当用锚杆测力计时，测试点宜设置在锚头附近。

地下水位测量主要是通过水位观测孔（地下水位监测点）进行。地下水位监测点的作用一是检验降水井的降水效果，二是观测降水对周边环境的影响。

检验降水井降水效果的水位监测点应布置在降水井点（群）降水区降水能力弱的部位，因此当采用深井降水时，水位监测点宜布置在基坑中央和两相邻降水井的中间部位；当采用轻型井点、喷射井点降水时，水位监测点宜布置在基坑中央和周边拐角处。

当用水位监测点观测降水对周边环境的影响时，地下水位监测点应沿被保护对象的周边布置。如有止水帷幕，水位监测点宜布置在帷幕的施工搭接处、转角处等有代表性的部位，位置在止水帷幕的外侧约 2m 处，以便于观测止水帷幕的止水效果。

检验降水井降水效果的水位监测点，观测管的管底埋置深度应在最低设计水位之下 3m~5m。观测降水对周边环境影响的监测点，观测管的管底埋置深度应在最低允许地下水位之下 3m~5m。

承压水的观测孔埋设深度应保证能反映承压水水位的变化。