

---

无锡市金城路快速化改造工程 1 标

# SMW 工法桩施工方案

编制：\_\_\_\_\_

审核：\_\_\_\_\_

批准：\_\_\_\_\_

中铁隧集团三处有限公司

无锡市金城路快速化改造工程 1 标项目部

二〇〇八年二月

## 一、编制依据

- 1、无锡市金城路快速化改造工程1标围护结构施工图；
- 2、《型钢水泥土搅拌墙技术规范》（DGJ08—116-2005）；
- 3、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB50202-2002）；
- 4、本单位多年从事市政工程、地铁及城市轨道交通所积累的施工经验。

## 二、工程设计概况

本工程地道设计包括蠡湖大道主线地道（ZX地道），蠡湖大道与金城路转向匝道EN地道和NE地道三条地道，主线地道南起蠡湖大道K-1+854，北至青祁路K0+360，全长506m；NE匝道北起蠡湖大道NEK0+025，转弯下穿主线地道，东至金城路NEK0+780，全长755m；EN匝道东起金城路ENK0+142，在蠡湖大道主线地道外侧右转至青祁路ENK0+775，全长633m，EN匝道和NE匝道转弯至金城路后并线，三条地道相互既平行又交错。

无锡市金城路快速化改造工程1标地道工程基坑围护结构形式有SMW工法桩、地下连续墙、钻孔灌注桩+止水帷幕。SMW工法桩施工包括：ZX-1+854~ZXK0+086、NEK0+025~NEK0+090、NEK0+658~NEK0+780为 $\Phi 650$ 工法桩；NEK0+090~NEK0+115、NEK0+558~NEK0+658、ENK0+513~ENK0+595为 $\Phi 850$ 工法桩。工法桩插入深度比为0.8，根据基坑的深度不同， $\Phi 650$ 桩长有8.8m、9m、9.7m、12m、12.5m、13.3m、13.6m七种； $\Phi 850$ 桩长有15m、15.5m、16.6m、17m四种。

本工程设计工法桩水泥土搅拌桩采用32.5#普通硅酸盐水泥，水泥掺量为20%，型钢的插入方式均采用“隔一插一”，其中 $\Phi 650$ 工法桩型钢规格为H500 $\times$ 200 $\times$ 10 $\times$ 16， $\Phi 850$ 工法桩型钢规格为H700 $\times$ 300 $\times$ 13 $\times$ 24。

## 三、工程水文地质概况

### 1、工程地质概况

拟建区域地质及场区工程地质条件稳定，其具体地层情况如下：

①层填土：顶部以道路路基为主，下部为素填土。填土厚度一般在0.9~3.0左右最深处达5.4m。

②层可分为两个亚层，其中②1黄色粘土，含氧化铁斑点，硬塑，中压缩性，土

质较好，分布稳定，②2层灰黄色粉质粘土，含氧化铁斑点，可塑，中压缩性，土质较好，分布稳定。

③层可分为两个亚层，其中③1层灰黄色粉土，一般厚度1.00~3.70米，中密，中压缩性，该层在地道段除④层埋深较浅处缺失分布外，其余地段有分布。③2层灰色粉砂，稍密~中密，中压缩性，该层仅在地道段有分布。

④层灰色粉质粘土，一般厚1.10~5.50m，该层土质一般，软塑，中压缩性且局部分布；④T灰色粉土，该层土质一般，稍密~中密，中压缩性，该层仅在地道段分布。

⑤层灰绿色~灰黄色粘土，一般厚3.90~15.0m，场区分布稳定，该层土质均匀，局部夹薄层粘性土，含氧化铁斑点，土质较好，为硬塑，中压缩性土。

⑥层一般可分为四个亚层，场区均有分布，厚度大，土质不均，土性变化较大，其中：

⑥1层灰色粉质粘土，一般厚3.30~8.40m，在高架段均有分布，在地道段靠近蠡湖大桥处分布，含有机质，可塑，中压缩性，土质较好。

⑥2层灰色粉质粘土，一般厚3.40~14.0m，平均4.27m，受⑥2t层粉土影响土层变化较大，局部缺失，该层土质不均，夹薄层粉土，局部较多，含有机质、少量贝壳碎片等，软塑，中压缩性，土质一般。⑥2t层灰色粉土，该层一般厚度1.3~7.7m，中密，该层呈局部分布。

⑥3层灰黄色粉质粘土，一般厚2.00~7.5m，一般分布稳定，但层面有一定起伏，局部为粘土，夹薄层粉土，中压缩性，⑥3t层灰色粉土位于⑥3层底部，厚0.50~3.7m，不连续层分布，中密，中压缩性。

⑦层一般可分为三亚层，场区均有分布，厚度大，土质不均，土性变化较大，其中：

⑦1层一般厚2.00~7.5m，一般分布稳定，但层面有一定起伏，局部为粘土，夹薄层粉土、粉砂，以可塑为主，中压缩。

⑦2层灰黄色粉土，场区均有分布，但厚度变化较大，一般厚0.6~7.3m，中密，中压缩性。

⑦3层灰色粉质粘土，呈局部分布，该层土质一般，以软塑为主，中压缩性。

⑧层灰黄色粘土，该层厚度较大，土质较好，硬~可塑，中压缩性；⑧T层为⑧层中的夹层，土质较好，呈中密，中压缩性，

⑨1层灰色粉质粘土层，该层土质较好，有一定厚度，硬~可塑，中压缩性；⑨

2层灰色粉土，厚度较薄，密实，中压缩性。

⑩1层灰色粉质粘土层，该层土质较好，有一定厚度，硬塑，中压缩性；⑩2层灰色粉土，密实，中压缩性，该层未钻穿。

## 2、水文地质概况

无锡市气候温和湿润，雨量充沛，属长江下游季风温湿气候带，春夏之交多“梅雨”，四季分明。

本场地土层主要为粘性土和粉（砂）性土，属弱透水层，场地浅部地下水类型为潜水，赋存于浅部粘性土层中，其补给来源主要为大气降水与地表径流，地下水位随季节、气候作用而变化，地下稳定水位为1.6~4.5米（标高为2，61~-0.18）。

## 四、施工条件

### 1、交通情况

本标段地道工程位于蠡湖大道和金城路交汇处，交通发达，能满足大型设备及物资进出场需要；在施工场地内，基坑两侧施工便道除局部进行钢筋砼硬化处理外，原则上利用原有的6~11m沥青路面，以满足人员、设备和物资进场，以及碴土外运的要求。

### 2、施工用水

SMW工法桩施工用水将从业主提供的用水接驳口接出，再采用总供水管接至各施工用水点。

### 3、施工用电

业主在施工场地内提供了3处630KVA施工电源，从变压器380V接线头以下至施工场地施工用电设施的电路布置由我部进行安设。

## 五、施工安排

根据三条地道相互交错、基坑宽度变化较大的特点，以及现场交通疏解的需要，本工程共划分为三个施工区：蠡湖大道金城路以南为第一施工区，金城路蠡湖大道以东为第二施工区，蠡湖大道金城路以北为第三施工区。

第一施工区Φ650SMW工法桩303根，安排两台工法桩机施工；第二施工区Φ850SMW工法桩311根，Φ650SMW工法桩273根，安排2台工法桩机施工；第三施工区Φ650SMW工法桩382根，Φ850SMW工法桩44根，安排2台工法桩机施工。

## 六、工期安排

本工程SMW工法桩计划2008年2月10日开始，计划2008年3月1日工法桩施工结束，施工工期为28天。

## 七、施工机械设备及人员安排

主要施工设备配备表见下表。

主要施工机械设备配备表

序号	设备名称	型号规格	单位	数量	备注
1	三轴搅拌桩机	DH608	台	3	
3	履带吊	35T	台	3	
4	汽车吊	25T	台	2	
5	挖掘机	PC200	台	2	
6	泥浆泵	3PN	台	4	
7	拌浆机	SM-200-2	台	4	
8	拌浆桶	SS-400-1	个	4	

主要劳动力安排见下表。

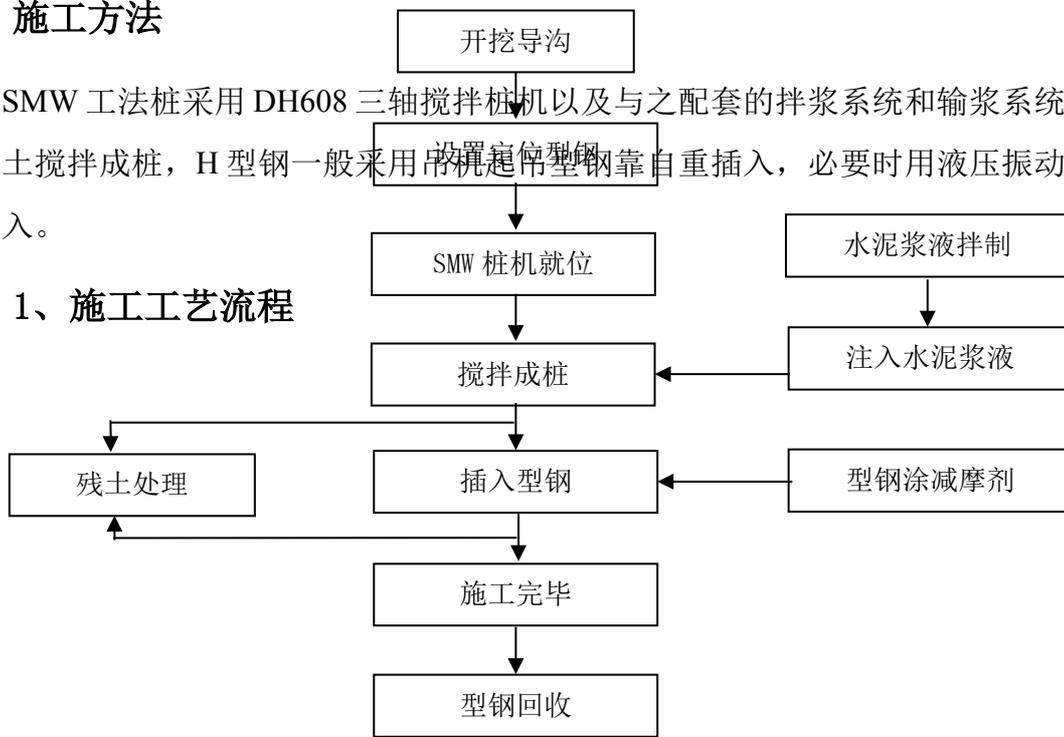
主要劳动力安排表

序号	项 目	人 数	备 注
1	管服人员	38	
2	搅拌桩司机	10	
3	拌浆工	20	
6	机械工	15	
7	电工	6	
8	起重工	20	
9	司机	5	
10	普工	50	
11	合计	166	

## 八、施工方法

SMW 工法桩采用 DH608 三轴搅拌桩机以及与之配套的拌浆系统和输浆系统进行水泥土搅拌成桩，H 型钢一般采用吊机起吊 H 型钢靠自重插入，必要时用液压振动锤进行压入。

### 1、施工工艺流程



## SMW 工法桩施工工艺流程图

### 2、施工步骤及施工方法

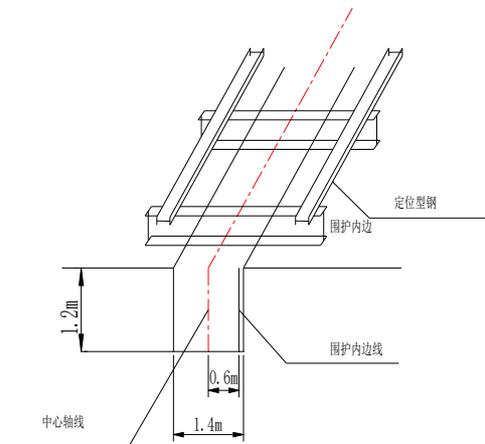
施工前，必须先进行场地平整，清除施工区域的表层硬物，并用素土回填夯实，路基承重荷载以能行走 35T 大吊车及 DH608 桩架 130 吨为准。

#### (1).测量放线

根据提供的坐标基准点，按照设计图进行放样定位及高程引测工作，并做好永久及临时标志。为防止万一搅拌桩向内倾斜，造成内衬墙厚度不足，影响结构安全使用，按设计和实际施工要求每边外放 10cm，放样定线后做好测量技术复核单，提请监理进行复检验收签证。确认无误后进行搅拌施工。

#### (2).开挖沟槽

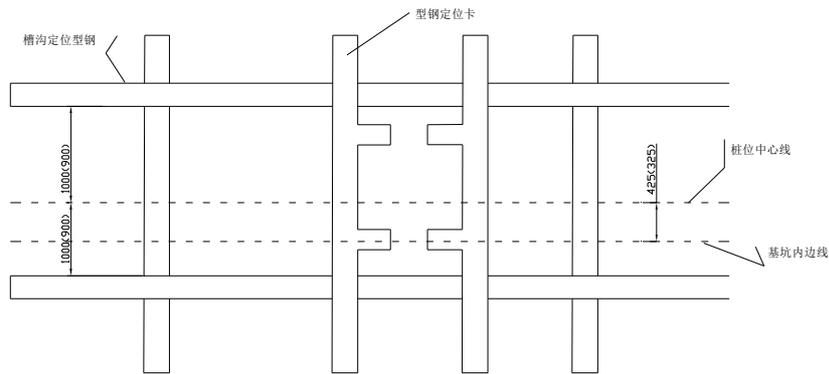
根据基坑围护内边控制线，开挖沟槽，并清除地下障碍物，沟槽尺寸如图一，开挖沟槽余土应及时处理，以保证 SMW 工法正常施工，并达到文明工地要求。



沟槽开挖示意图

#### (3).定位型钢放置

垂直沟槽方向放置两根定位型钢，规格为 200×200，长约 2.5m，再在平行沟槽方向放置两根定位型钢规格 300×320，长约 8~20m，H 型钢定位采用型钢定位卡。具体位置及尺寸见下图。



定位型钢示意图

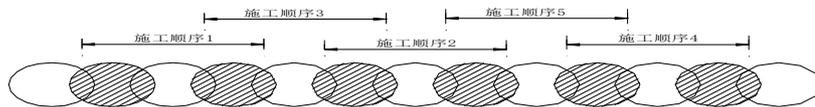
**(4).三轴搅拌桩孔位定位**

三轴搅拌桩三轴中心间距  $\phi 850$  的为 1200mm、 $\phi 650$  的为 900 mm，根据这个尺寸在平行 H 型钢表面用红漆划线定位。

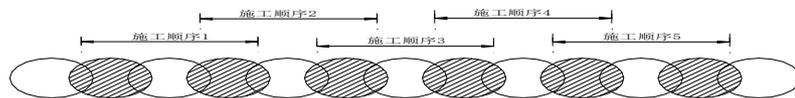
**(5). SMW 工法成桩施工顺序**

SMW 工法搅拌成桩一般采用跳槽式双孔全套复搅式连接和单侧挤压式连接方式两种施工顺序，详见下图。其中阴影部分为重复套钻，保证墙体的连续性和接头的施工质量，水泥搅拌桩的搭接以及施工设备的垂直度修正是依靠重复套钻来保证，从而达到止水的作用。

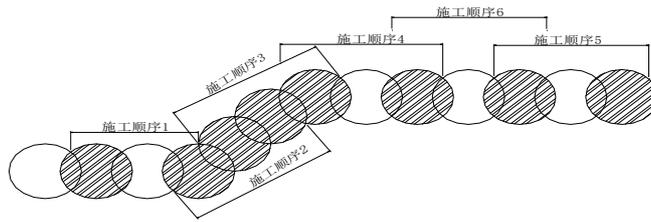
a). 跳槽式双孔全套复搅式连接：一般情况下均采用该种方式进行施工。



b) 单侧挤压式连接方式：对于围护墙转角处或有施工间断情况下采用此连接。



c). 对于围护墙转角处，为保证工法状的质量和止水效果有时也采用如下连接。



## (6). SMW 工法成桩施工

### ① 桩机就位

a) 由当班班长统一指挥，桩机就位，移动前看清上、下、左、右各方面的情况，发现障碍物应及时清除，桩机移动结束后认真检查定位情况并及时纠正。

b) 桩机应平稳、平正，并用经纬仪对龙门立柱垂直定位观测以确保桩机的垂直度

c) 三轴水泥搅拌桩桩位定位后再进行定位复核，偏差值应小于 2cm。

### ② 搅拌成桩施工

a) 搅拌轴成桩搅拌施工采用一次钻进一次提升的方法，但对于桩底深度以上 2~3 米范围提升 1~2 次。

b) 钻进施工时为边注浆边充气搅拌，提升时不为充气只注浆搅拌。充气采用压缩空气，压缩机选用 BLT—75A 螺杆式空气压缩机，排气量/排气压力为 10.0/0.70m<sup>3</sup>/min/Mpa~7.6/1.20m<sup>3</sup>/min/Mpa。

### ③ 搅拌速度及注浆控制

a) 三轴水泥搅拌桩在下沉和提升过程中均应注入水泥浆液，同时严格控制下沉和提升速度。根据设计要求和有关技术资料规定，下沉速度不大于 1 m/min，提升速度不大于 2 m/min，避免因提升过快，产生真空负压，孔壁坍塌。在桩底部分适当持续搅拌注浆，做好每次成桩的原始记录。

#### b) 制备水泥浆液及浆液注入

SMW 工法桩水泥采用罐装水泥，电脑控制的自动拌浆系统拌浆，水泥浆液的水灰比为 1.7~2.0，每立方搅拌水泥土水泥用量为 360kg，拌浆及注浆量以每钻的加固土体方量换算，注浆压力为 1.0Mpa~2.5Mpa，以浆液输送能力控制；钻进搅拌时即连续压水泥浆，钻进时注浆量一般为额定浆量的 70%~80%，提升搅拌时注浆量为额定浆量的 20%~30%。

### ④ H 型钢插入

三轴水泥搅拌桩施工完毕后，吊机应立即就位，准备吊放 H 型钢。

a). 起吊前在型钢顶端开一个中心圆孔，孔径约 6cm，装好吊具和固定钩，然后用 50T 吊机起吊 H 型钢，用线锤校核垂直度，必须确保垂直。

b). 在沟槽定位型钢上设 H 型钢定位卡，固定插入型钢平面位置，型钢定位卡必须牢固、水平，而后再将 H 型钢底部中心对正桩位中心并沿定位卡徐徐垂直插入水泥土搅拌桩体内。

c). 根据高程控制点，用水准仪引放到定位型钢上，根据定位型钢与 H 型钢顶标高的高度差，在定位型钢上搁置槽钢，焊  $\phi 8$  吊筋控制 H 型钢顶标高，误差控制在  $\pm 5$ cm 以内。

d). 待水泥土搅拌桩达到一定硬化时间后，将吊筋与沟槽定位型钢撤除。

e). 若 H 型钢插放达不到设计标高时，则采取提升 H 型钢，重复下插使其插到设

计标高，并采用振动锤振动打入标高，下插过程中始终用线锤跟踪控制H型钢垂直度。

#### **(7). 涂刷减摩剂**

为便于H型钢回收，型钢须知涂刷减摩剂后插入水泥土搅拌桩，结构强度达到设计要求后起拔回收。

清除H型钢表面的污垢及铁锈。

减摩剂必须加热至完全融化，用搅棒搅时感觉厚薄均匀，才能涂敷于H型钢上，否则涂层不均匀，易剥落。

如遇雨雪天型钢表面潮湿，应先用抹布擦干表面才能涂刷减摩剂，不可以在潮湿表面上直接涂刷，否则将剥落。

如H型钢在表面铁锈清除后不立即涂减摩剂，必须在以后涂料施工前抹去表面灰尘。

H型钢表面涂上涂层后，一旦发现涂层开裂、剥落，必须将其铲除，重新涂刷减摩剂。

基坑开挖后，设置支撑牛腿时，必须清除H型钢外露部分的涂层，方能电焊。地下结构完成撤除支撑，必须清除牛腿，并磨平型钢表面，然后重新涂减摩剂。

注压顶圈梁时，埋在圈梁中是H型钢部分必须用泡沫板线将其与混凝土隔开，否则将影响H型钢的起拔回收。

#### **(8). 弃土处理**

三轴搅拌机搅拌轴设有螺旋式搅拌翼，钻进时有一定排土量，约30%以内，一般沉积在导沟内（为泥浆），由于水泥掺量较大，排浆（土）经短时间即可固结，在施工时应及时用小松挖机（0.6m<sup>3</sup>）将导沟内的余浆挖出，集中堆放，固结后干土及时外运。

#### **(9). H型钢回收**

待地下主体结构完成并达到设计强度后，采用专用夹具及千斤顶以圈梁为反梁，起拔回收H型钢。

#### **(10) 施工记录**

施工过程中由专人负责记录，详细记录每根桩的下沉时间、提升时间、注浆量和H型钢的下插情况，记录要求详细、真实、准确。及时填写当天施工的报表记录，隔天送交监理。

### **三、SMW工法桩施工质量保证措施**

#### **1、深层搅拌桩施工质量保证措施**

(1). 孔位放样误差小于2cm，钻孔深度误差小于±5cm，桩身垂直度按设计要求，误差不大于1/300桩长。施工前严格按照设计提出的搅拌桩两边尺寸外放100mm要求进行定位放样。

(2). 严格控制浆液配比，做到挂牌施工，并配有专职人员负责管理浆液配置。严格控制钻进提升及下沉速度，下沉速度不大于1m/min，提升速度不大于2m/min。

(3). 施工前对搅拌桩机进行维护保养，尽量减少施工过程中由于设备故障而造成的质量问题。设备由专人负责操作，上岗前必须检查设备的性能，确保设备运转正常。

(4). 桩架垂直度指示针调整桩架垂直度，并用线锤进行校核。

(5). 工程实施过程中，严禁发生定位型钢移位，一旦发现挖机在清除沟槽时碰撞定位型钢使其跑位，立即重新放线，严格按照设计图纸进行施工。

(6). 场地布置综合考虑各方面因素，避免设备多次搬迁、移位，减少搅拌和型钢插入的间隔时间，尽量保证施工的连续性。

(7). 严禁使用过期水泥、受潮水泥，对每批水泥进行复试合格后方可使用。

(8). 在施工前应在钻杆上做好标记，控制桩长不得小于设计桩长。

(9) SMW 搅拌桩施工质量标准（见下表）

SMW 搅拌桩施工主要项目的质量标准

项 目		允 许 偏 差
桩的垂直度允许偏差		1/300
桩位偏差	平行基坑方向	±20mm
	垂直基坑方向	±20mm
水泥强度及抗渗性		达到设计要求
成桩深度		+100mm、0mm

## 2、施工冷缝处理

施工过程中一旦出现冷缝则采取在冷缝处的围护素桩孔上重复套钻，施工时延长搅拌时间，由原来的1分钟/米延长至3分钟/米，并提高水泥掺入量2%左右。

## 3、插入H型钢质量保证措施

(1). 型钢到场需得到监理确认，待监理检查型钢的平整度、焊接质量，认为质量符合施工要求后，进行下插H型钢施工。

(2). 型钢进场要逐根吊放，型钢底部垫枕木以减少型钢的变形，下插H型钢前要检查型钢的平整度，确保型钢顺利下插。

(3). 型钢插入前必须将型钢的定位设备准确固定，并校核其水平。

(4). 型钢吊起后有铅垂线调整型钢的垂直度，达到垂直度要求后下插H型钢，保证H型钢的插入深度。

## 4、质量检验方法

根据有关规定每台班做一组 $7.07 \times 7.07 \times 7.07$ 水泥石试块，一组六块试块。试样来源于沟槽中的置换出的水泥石，按规定条件养护，到达龄期后送三块水泥石试块做抗压强度试验，试验报告及时提交监理与甲方。

## 四、安全生产与文明施工

1、加强对现场施工人员的安全、文明施工的宣传教育，提高其安全文明施工及时自身保护意识。

2、施工现场应由专人负责清扫，加强现场院泥水管理，指定专人负责，开挖和及时回填各种排浆沟，场地干燥、平整。事先筑好临时道路保证阴雨天气各种重型机械设备正常作业。清除杂物路障，保持道路畅通、平整。

3、加强工地设施管理，在阴雨天施工时铺设路基板时要更加小心，保证桩机行驶时不发生倾倒事故。

4、严格按照安全生产的有关条例进行施工作业，正确操作使用机械设备。施工中随时调整钻机垂直度，防止事故发生。

5、吊车、挖机进行施工作业时，应有专人指挥，看清周围，防止撞到人电线等物体。

6、注意安全用电，工地内电线应理顺，不能乱拉乱挂，施工中钻机架不进入高压电危险区。加强安全用电，统一使用标准安全电箱，教育职工自觉遵守安全用电制度和持证上岗制，防止用电事故发生，除电工以外，其他操作人员不得擅自接电。

7、严格按照安全生产的有关条例进行施工作业，正确操作使用机械设备。

8、专人负责现场安全值班，加强设备材料保管，水泥堆场加强防雨防潮，保护水泥质量，减少水泥浪费。做好防偷盗等保卫工作。

9、施工现场必须做到安全生产，生产不忘安全。进入现场正确戴好安全帽，施工

现场要设有围栏、隔离墙，加强消防管理，按规定布置消防器材，使用阻燃材料搭建临时房，杜绝火灾事故。

10、根据 SMW 施工特点，加强施工场院地的深层搅拌桩施工涌土管理，固定临时涌土堆场，保持施工场地的整洁。对于一些损坏的路基板，应拒绝使用，防止因路基板断裂造成事故。

11、吊车司机、指挥、电焊工、电工必须持证上岗。

12、严格遵守吊装“十不吊”规定。

13、施工人员不得进入挖土机回转半径内，挖土机与吊车停放置应尽量避免把杆回转半径相交错。

14、型钢等长构件起吊时必须加强指挥，避免因惯性等原因发生碰撞事故。

15、经常检查起吊钢丝绳损坏情况，如断丝超出要求应立即更换。