

DB

甘肃省地方标准

DB62/T25-3118-2016

备案号: J13491-2016

---

# 湿陷性黄土场地挤密地基技术规程

Technical code for compacted foundation  
of collapsible loess site

2016-07-04 发布

2016-09-01 实施

---

甘肃省住房和城乡建设厅  
甘肃省质量技术监督局

联合发布

甘 肃 省 地 方 标 准

湿陷性黄土场地挤密地基技术规程

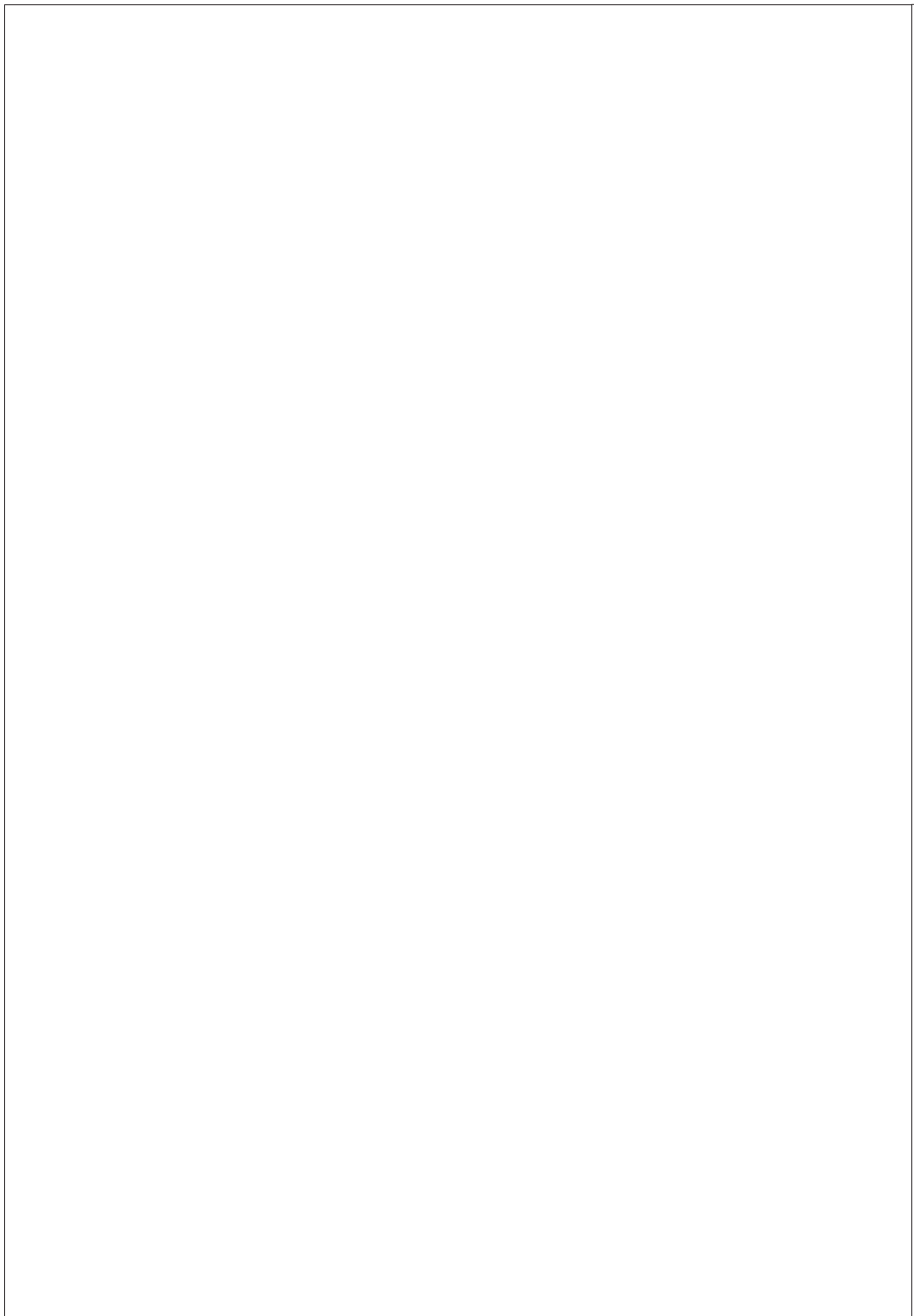
DB62/T25—3118—2016

主编单位：甘肃众联建设工程科技有限公司  
兰州大学

批准部门：甘肃省住房和城乡建设厅  
甘肃省质量技术监督局

实施日期：2016年7月1日

2016 兰 州



# 甘肃省住房和城乡建设厅 文件 甘肃省质量技术监督局

甘建标〔2016〕198号

---

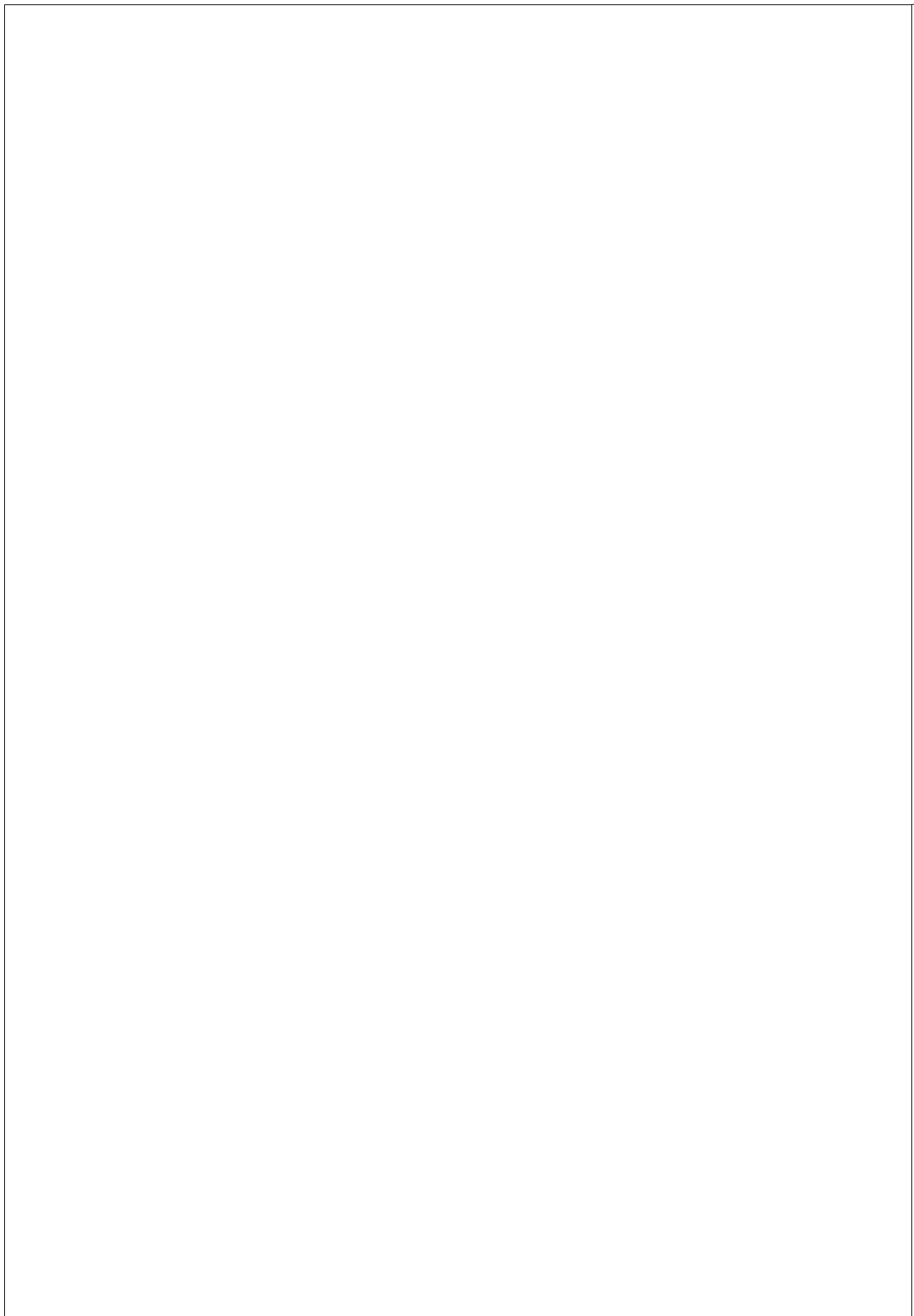
## 甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省质量技术监督局 关于批准发布《湿陷性黄土地挤密地基技术规程》 为甘肃省地方标准的通知

各市(州)建设局、质量技术监督局,兰州新区建设局、质监局,省直有关厅局,省标准化研究院,各勘察、设计、施工、监理单位,施工图审查机构:

由甘肃众联建设工程科技有限公司、兰州大学主编的《湿陷性黄土地挤密地基技术规程》,已经甘肃省住房和城乡建设厅、甘肃省质量技术监督局共同审定,现批准为甘肃省地方标准,编号为DB62/T25—3118—2016,自2016年9月1日起实施。

本规程由甘肃省工程建设标准管理办公室负责管理,并委托甘肃建筑标准图发行站出版发行。

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省质量技术监督局  
2016年7月4日



## 前 言

根据甘肃省住房和城乡建设厅《关于下达〈2011年甘肃省工程建设标准及标准设计编制计划〉的通知》(甘建标[2011]122号)的要求,由甘肃众联建设工程科技有限公司、兰州大学主编,甘肃中建市政工程勘察设计研究院等8家勘察、设计、施工单位参编,参照国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025、《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《岩土工程勘察规范》GB 50021、《建筑抗震设计规范》GB 20011及《甘肃省大厚度湿陷性黄土场地工程处理技术规范》DB62/T 25-3060、《甘肃省建筑抗震设计规程》DB62/T 25-3055、《甘肃省岩土工程勘察规范》DB62/T 25-3063,并结合甘肃地区特点、工程实践、科学研究和设计、施工经验编制而成。

本规程共6章、4个附录。主要内容是:总则、术语和符号、基本规定、设计、施工、检验与验收、附录A~D。

本规程由甘肃省工程建设标准管理办公室负责管理,并委托甘肃建筑标准图发行站出版发行,甘肃众联建设工程科技有限公司负责解释。在执行本规程过程中如有意见和建议,请寄送至甘肃众联建设工程科技有限公司(地址:兰州市西津东路178号二建大厦17楼,邮箱 gszlmag@163.com,邮编:730050,电话:0931-2659189)。

**主 编 单 位:** 甘肃众联建设工程科技有限公司  
兰州大学

**参 编 单 位:** 甘肃中建市政工程勘察设计研究院  
甘肃土木工程科学研究院

甘肃机械化建设工程有限公司  
陕西中机岩土工程有限责任公司  
甘肃省地基基础有限责任公司  
甘肃汇林建设工程有限公司  
中建三局集团有限公司  
甘肃省建筑科学研究院

**主要起草人：**汪国烈 马安刚 张豫川

(以下按姓氏笔画排名)

马 泉	马恒山	王 伟	王公胜	王旭明
孙耀锐	刘若琪	刘天仙	吕永平	祁迎喜
李万甫	李兴红	李志宏	汪春风	邵宗贵
张恩祥	张森安	张 勇	杨 林	金学菊
项龙江	施辰安	骆发江	贾泽纪	鲁海涛
窦玉宝	戴 宏			

**主要审查人：**梁守信 滕文川 莫 庸 华遵孟 郑 静  
廖胜修 许善分 黄 锐 吴小梅

# 目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	5
4	设计	6
4.1	处理范围与要求	6
4.2	有关设计参数	6
4.3	孔填料选择	9
4.4	垫层设置	9
4.5	挤密地基的效果评价	10
4.6	多桩型复合地基	10
4.7	地基土增湿	10
5	施工	12
5.1	施工准备	12
5.2	填料	14
5.3	沉管挤密与柱锤冲扩挤密施工	14
5.4	预钻孔夯扩挤密施工	16
5.5	垫层施工	18
5.6	冬、雨期施工	18
6	检验与验收	20
6.1	质量检验	20
6.2	工程验收	22



附录A	沉管(或预钻孔夯扩)挤密成孔施工记录	24
附录B	沉管挤密夯填施工记录	25
附录C	预钻孔夯扩挤密夯填施工记录	26
附录D	孔内小环刀取样器简图	27
	本规程用词说明	28
	引用标准名录	29
	附:条文说明	32

# 1 总 则

1.0.1 为适应甘肃省工程建设、特别是大厚度湿陷性黄土场地上工程建设需要,在湿陷性黄土挤密地基的设计、施工中贯彻执行国家的技术经济政策,结合甘肃省地区特点、工程实践、科学研究和设计经验,做到技术先进、经济合理、确保质量、安全适用、保护环境,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于甘肃省湿陷性黄土及欠密实素填土场地上建(构)筑物挤密地基的设计、施工、质量检验与工程验收。

1.0.3 采用挤密法处理地基,除应执行本规程外,尚应符合《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 及国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 挤密地基 compacted foundation

用沉管、夯扩、冲击、旋挤等方法,在地基土中成孔挤密孔周土体,并向孔内分层夯实素土、灰土等孔填料形成土中加强体(即桩体),由孔间挤密土和孔填料共同组成的挤密(复合)地基,它是消除地基湿陷性、增强地基隔水性、提高地基承载力、减少地基压缩性的人工地基。

#### 2.1.2 预钻孔夯扩挤密 predrilled compaction expanded method

先在地基土中预钻孔、后在孔中填料,用重锤夯实,以夯实扩大孔填料直径为手段,达到孔周、孔间土被挤密的目的。

#### 2.1.3 干密度提高系数 dry density improvement coefficient

地基土挤密后干密度与挤密前干密度的比值。

#### 2.1.4 干密度平均提高系数 average improvement coefficient of dry density

3孔间挤密土干密度提高系数的平均值。

#### 2.1.5 挤密系数 compaction coefficient

地基土挤密后的干密度与击实试验确定的最大干密度的比值。

#### 2.1.6 平均挤密系数 average compaction coefficient

3孔间挤密土挤密系数平均值。

#### 2.1.7 最小挤密系数 minimum compaction coefficient

3孔间形心点的挤密系数。

#### 2.1.8 相对孔心距 relative pile spacing

孔心距与孔(桩)径的比值。

2.1.9 孔填料平均压实系数 average compacting factor of pile material

孔(桩)2/3半径处的填料压实系数平均值。

2.1.10 孔填料置换率 area ratio of fill opening

单孔填料截面积与单孔分担地基处理面积的比值。

## 2.2 符 号

$A$ ——基础底面面积；

$A_c$ ——挤密地基处理面积；

$A_e$ ——单孔所分担的处理地基面积 ( $A_e = A_p + A_s$ )；

$A_p$ ——1个挤密填料孔的截面面积；

$A_s$ ——单孔对应的孔间挤密土面积；

$S$ ——孔心距；

$S_c$ ——相对孔心距 ( $S_c = S/D$ )；

$u$ ——挤密填料孔周长；

$D$ ——挤密填料孔直径；

$D_e$ ——单孔分担的处理地基面积的折算圆直径；

$d$ ——预钻孔直径；

$\eta_c$ ——孔间(周)土的挤密系数；

$\bar{\eta}_c$ ——挤密填孔(达到  $D$ )后,3个孔之间土的平均挤密系数；

$\eta_{d\min}$ ——挤密填孔后,3孔间形心点的挤密系数；

$m_e$ ——干密度提高系数 ( $m_e = \rho_{dc}/\rho_d$ )；

$\bar{m}_e$ ——干密度平均提高系数 ( $\bar{m}_e = \bar{\rho}_{dc}/\rho_d$ )；

$\rho_{d\max}$ ——击实试验确定的最大干密度；

$\omega_{op}$ ——击实试验确定的最优含水量；

$\rho_d$ ——挤密前地基土的干密度；

$\rho_{d0}$ ——挤密填孔后,3个孔间形心点部位土的干密度；

$\bar{\rho}_{dc}$  —— 挤密填孔后, 3 个孔间挤密土的平均干密度;

## 3 基本规定

3.0.1 采用挤密地基时,对甲、乙类建筑或在缺乏建筑经验的地区,应于地基处理设计、施工前,在现场选择有代表性的地段进行试验或试验性施工,当试验结果满足设计要求,并取得必要的设计、施工参数后,再进行地基处理的设计与施工。

3.0.2 挤密地基设计、施工前,应收集、分析下列资料:

1 工程场地的岩土工程勘察资料。包括由探井资料提供的干密度、含水量、塑性指数等土工试验资料;自重湿陷系数和湿陷系数沿深度的分布与变化,湿陷类型、湿陷等级、湿陷性土层下限深度;最大干密度和最优含水量。资料不全时,应进行补充勘察;

2 建(构)筑物上部结构与地基基础设计资料。包括建(构)筑物使用功能、要求、分类、上部结构与基础形式等,明确地基处理的目的和要求;

3 工程场地及周边环境资料。包括邻近建(构)筑物、道路、管线和边坡、陡坎、河流、断层、地形地貌等及工程场地的水环境;

4 当地及邻近地区的工程条件。包括施工机械、运输条件、建筑材料、工程经验、试验资料、劳动力资源等。

3.0.3 挤密地基适用于地下水位以上,饱和度  $S_r \leq 65\%$ 、含水量  $\omega \leq 23\%$  的湿陷性黄土及欠密实素填土的地基处理,处理深度一般为  $5\text{m} \sim 15\text{m}$ 。

3.0.4 挤密地基应通过岩土工程勘察、前期准备工作、设计、施工、监理、监测与维护管理等过程的实施与控制,保证建(构)筑物设计年限内的安全与正常使用。

## 4 设计

### 4.1 处理范围与要求

4.1.1 挤密地基分为局部处理和整片处理。局部处理时,其处理范围应大于基础底面面积,在非自重湿陷性黄土场地每边应超出基础底面宽度的1/4、并不应小于0.5m,在自重湿陷性黄土场地每边应超出基础底面宽度的3/4、并不应小于1m。整片处理时,其处理范围应大于建筑物底层平面的面积,超出建筑物外墙基础外缘的宽度,每边不宜小于处理土层厚度的1/2、并不应小于2m。

4.1.2 经挤密(复合)地基处理后,基础持力层范围内应满足建筑物对地基承载力和变形要求,基础持力层以下、以外范围应满足建筑物对地基和场地的稳定性和变形要求。

4.1.3 大厚度湿陷性黄土场地上的挤密地基,应整片处理、且兼顾受力变形和防隔水双重作用,处理后的地基土应要求较高的密实度,可采取不同深度、不同宽度、不同材料的组合剖面,充分发挥地基处理的防(隔)水作用,对一定范围内经处理后地基土垂直和水平向的渗透系数应有一定要求。详见甘肃省地方标准《大厚度湿陷性黄土场地工程处理技术规程》DB 62/T25-3060。

### 4.2 有关设计参数

4.2.1 挤密孔的孔位,宜按正三角形布置。孔心距可按下列式计算:

$$S = 0.95 \sqrt{\frac{\bar{\eta}_c \rho_{d \max} D^2 - \rho_d d^2}{\bar{\eta}_c \rho_{d \max} - \rho_d}} \quad (4.2.1)$$

式中:  $S$ ——孔心距(m);  
 $D$ ——挤密或夯扩填料后的孔直径(m);  
 $d$ ——预钻孔直径(m),当不预钻孔(沉管挤密)时取0;  
 $\rho_d$ ——地基挤密前,压缩层范围内各层土的平均干密度  
(g/cm<sup>3</sup>);  
 $\rho_{d\max}$ ——击实试验确定的最大干密度(g/cm<sup>3</sup>);  
 $\bar{\eta}_e$ ——挤密填孔(达到 $D$ )后,3个孔间土的平均挤密系数,  
按本规程第4.2.4条有关规定选用。

在确定了 $\rho_d$ 及 $\rho_{d\max}$ 及设计要求的3孔间土的平均挤密系数 $\bar{\eta}_e$ 后,对沉管挤密,若已知沉管直径 $D$ 可利用上式求得孔心距 $S$ ,反之亦然;对预钻孔夯扩挤密,预钻孔直径 $d$ 、孔心距 $S$ 及夯扩填料体直径 $D$ 三者中若已知其中两个,可利用上式求得第三个。

4.2.2 当挤密孔按正三角形布置时,1个挤密孔分担的地基处理面积及该面积的折算圆直径,可按下式计算:

$$A_e = 0.866S^2 \quad (4.2.2-1)$$

$$De = 1.05S \quad (4.2.2-2)$$

式中:  $A_e$ 、 $De$ ——分别为1个挤密孔分担的地基处理面积  
(m<sup>2</sup>)、折算圆直径(m)。

当挤密孔按其它方式布置时,可按下式折算成正三角形布孔的孔心距:

$$S = 1.075\sqrt{A_e} \quad (4.2.2-3)$$

式中:  $A_e$ ——不同布孔方式时1个挤密孔分担的面积。

4.2.3 3孔间挤密土的最小挤密系数 $\eta_{d\min}$ 可按下式计算:

$$\eta_{d\min} = \frac{\rho_{d0}}{\rho_{d\max}} \quad (4.2.3)$$

式中:  $\eta_{d\min}$ ——最小挤密系数,3孔间形心点部位土的挤密系数,按本规程第4.2.4条有关规定选用;

$\rho_{d0}$ ——挤密填孔后,3孔间形心点部位土的干密度;



$\rho_{d\max}$  ——击实试验确定的最大干密度。

#### 4.2.4 挤密方式与挤密系数

1 综合考虑建筑物的重要性和使用要求、工程场地的岩土工程地质条件和土性参数、施工条件和地区经验等,确定地基处理的挤密方式和挤密系数;

2 土层挤密可选用锤击(或振动)沉管挤密、预钻孔夯扩挤密、柱锤冲扩挤密及旋挤等方法。当挤密处理深度不超过15m时,宜采用沉管挤密,挤密孔直径宜为0.30m~0.50m;当挤密处理深度超过15m或土层中含有难以穿透的硬夹层时,可采用预钻孔夯扩挤密,钻孔直径 $d$ 宜为0.40m~0.70m,填料孔直径 $D$ 约在0.50m~1.00m范围内;柱锤冲扩挤密的桩径宜为0.5m~0.80m,地基处理深度不宜超过10m;

3 挤密填孔后,3孔间挤密土的平均挤密系数 $\bar{\eta}_c$ 不宜小于0.93,最小挤密系数 $\eta_{d\min}$ 甲、乙类建筑不宜小于0.88,丙类建筑不宜小于0.84;当处理后的地基承载力特征值大于300kPa或隔水防渗性能要求较高或大厚度湿陷性黄土场地上的甲、乙类建筑,可取 $\bar{\eta}_c \geq 0.95$ 、 $\eta_{d\min} \geq 0.88$ ;对自重Ⅱ级或非自重湿陷性场地上,湿陷性土层下限深度小于15m、处理后地基承载力特征值不大于200kPa的丙类建筑,可取 $\bar{\eta}_c \geq 0.90$ 、 $\eta_{d\min} \geq 0.80$ 。

4.2.5 基础底面下挤密地基填料孔数 $N$ ,可按下列式计算确定:

$$N \geq \frac{A_c}{A_e} \quad (4.2.5)$$

式中:  $A_c$  ——挤密地基处理面积;

$A_e$  ——单孔所分担的处理地基面积。

4.2.6 1个单项工程,宜选取统一的孔心距;当设计需要时,也可采用2~3个不同的孔心距。

## 4.3 孔填料选择

4.3.1 孔内填料宜用素土或灰土,必要时可用强度高的填料,如水泥土、水泥粉煤灰碎石、混凝土等。当要求防(隔)水时,宜填素土(如粉质粘土等);当提高地基承载力、增强水稳性或减小地基处理宽度时,宜填灰土;当要求挤密(复合)地基承载力特征值大于300kPa时,部分孔可填水泥土、水泥粉煤灰碎石、混凝土等,形成多桩型复合地基。

4.3.2 对孔填料,应事先见证取有代表性试样送有资质的试验室做击实试验,取得最大干密度 $\rho_{dmax}$ 、最优含水量 $\omega_{op}$ ;填料时,应分层回填夯实,其压实系数一般不宜小于0.97;当孔内采用水泥粉煤灰碎石、混凝土填料时,其设计强度等级宜为C10~C20,且应考虑孔周水、土的环境类别。

4.3.3 挤密地基孔内填料,可选用1种填料,也可选用2~3种不同填料。当用于基础持力层时,可选用强度高的填料;当用于基础持力层以下或以外范围时,可选用隔水性好的填料,如素土等。

4.3.4 应考虑填料所处环境,一般可按二b类、盐渍土地可按三b类、受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境可按五类考虑。当场地土对水泥土、灰土、水泥粉煤灰碎石、混凝土有腐蚀性时,可选用抗腐性的填料配料,也可采取阻隔腐蚀的工程措施等。

## 4.4 垫层设置

4.4.1 预留松动层厚度:宜为0.5m~0.7m,冬季施工,可适当增大预留松动层的厚度。

4.4.2 挤密地基,在基础底面下宜设置土或灰土垫层。垫层厚度应根据孔填料种类确定,孔填料为土或灰土时垫层厚度宜为0.5m左右;垫层平面范围,应大于挤密地基处理范围,超出宽度宜大于垫层厚度的1/2、且不宜小于0.5S(S——孔心距)。

4.4.3 垫层的承载力、变形模量、隔水防渗性能等,应与挤密地基相匹配。

## 4.5 挤密地基的效果评价

4.5.1 挤密地基的处理效果应通过探井取样室内土工试验、现场原位测试、载荷试验、浸水载荷试验等结果,进行综合评价。

4.5.2 探井取样位置:3孔间形心点、2孔间中点及桩体(填料体)。通过土工试验得到孔填料的干密度、含水量;桩间挤密土体的干密度、含水量、湿陷系数、自重湿陷系数、压缩模量、垂直和水平向渗透系数等。

4.5.3 载荷试验时,承压板底面标高宜与垫层底面一致;试验一般采用单桩复合地基平板载荷试验,板底面积取1个孔(桩)所分担的面积 $A_c$ ,板底直径取“折算圆”直径 $D_c$ ,宜用圆形承压板。也可采用多桩复合平板载荷试验。

4.5.4 必要时,可通过复合地基浸水载荷试验评价挤密地基的湿陷性、确定挤密地基的湿陷起始压力 $P_{sh}$ 。

## 4.6 多桩型复合地基

4.6.1 当土(灰土)挤密地基的承载性状(承载力或变形)不能满足设计要求时,可在土(灰土)挤密地基中按一定的方式、间距、桩长设置水泥石、水泥粉煤灰碎石、混凝土桩形成多桩型复合地基。多桩型复合地基的设计、施工、检测应符合《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025、《复合地基技术规范》GB/T 50783及《建筑地基处理技术规范》JGJ 79的有关规定。

## 4.7 地基土增湿

4.7.1 在挤密地基处理范围内、特别是基础主要持力层,当地基土含水量低于11%时,挤密地基施工前应对处理范围内土层进行

增湿处理。

4.7.2 增湿土的加水量,可按下列式估算:

$$Q = V\bar{\rho}_d(\omega_{op} - \bar{\omega})k_w \quad (4.7.2)$$

式中:  $Q$ ——计算加水量( $\text{m}^3$ );

$V$ ——拟增湿土的总体积( $\text{m}^3$ );

$\bar{\rho}_d$ ——地基处理前的平均干密度( $\text{t}/\text{m}^3$ );

$\omega_{op}$ ——土的最优含水量(%),通过室内击实试验求得;

$\bar{\omega}$ ——地基处理前的平均含水量(%);

$k_w$ ——损耗系数,可取 1.05~1.10。

4.7.3 地基处理前,宜将计算所得增湿用水量通过一定深度的渗水孔,分批均匀地浸入拟增湿的土层中;对于浅层增湿,也可采用地表浸水的方式。

4.7.4 渗水孔宜按正三角形布置,也可按等腰三角形或正方形布孔,孔心距宜取 1m~2m;可设置多种孔深,不同孔深的渗水孔应相间布置,最深的孔深可比要增湿的深度浅 2m~3m。孔内可灌入圆砾和粗中砂混合料,砂砾中的含泥量和粉细砂不宜大于 5%,且应分层轻夯。增湿孔的布置宜与挤密孔重合,通过挤密施工,消除处理后地基渗水通道。

4.7.5 应按计算的总加水量,规划分批计量注水,同一深度的渗水孔宜保持相同的水头高度、加水量应相同或接近,浅孔宜先加水、后停水,深孔宜后加水、先停水;必要时可增设加密更浅的渗水孔及表层洒水、地面水畦等,以提高浅部地层的含水量。

4.7.6 地基增湿前和地基处理前以及增湿过程中,应及时探查不同地段场地土不同深度的含水量及其变化,必要时可酌情调整增湿力度和方法。

## 5 施 工

### 5.1 施工准备

5.1.1 施工前应收集、分析下列资料：

- 1 建筑场地的岩土工程勘察报告和补探资料；
- 2 建筑物上部结构与地基基础设计施工图，挤密地基布孔图与设计要求；
- 3 建筑场地及周边环境的收集、调查资料，包括施工可能影响到的建(构)筑物、管线、设施等相关资料；
- 4 挤密地基施工的重点、难点和施工控制、解决办法有效性论证。

5.1.2 施工前应编制施工组织设计或施工方案，主要内容如下：

- 1 根据设计施工图，绘制施工孔位详图，标明孔位编号、施工顺序、孔心距、孔径、孔口标高、孔深、填料直径与深度、有关的设备与质量要求等；
- 2 根据设计要求的挤密成孔方式，以及工期要求，编制机械设备、材料供应与要求、人员配备、施工进度等计划；
- 3 规划工程场地平面布置、三通一平、材料堆放及防护、施工作业场地等；
- 4 质量保证、安全生产、环境保护等技术措施；
- 5 设置复核施工测量控制点，包括平面位置测量控制和标高测量控制，应具体到各孔点的位置、标高、孔深的控制；
- 6 应急预案及其它。

5.1.3 施工前的具体准备，主要工作如下：

1 施工前应做到“三通一平”,场地地面的平整和强度,应能保证施工机械的行走及施工时机架垂直度;

2 施工前应清除工程场地上与地下影响施工的构筑物、管线、树根等障碍物,填平处理影响机械安全运行作业的洞穴、巷井及松软地段;

3 施工设施到位,施工用料及时到位、就近堆放并防护(防止日晒、雨淋、受冻);

4 施工前应复核测量控制基准点,设置基础轴线控制桩及各挤密孔孔心的具体控制方法,做到及时准确定出各孔心的具体位置,在施工孔位图上标出分批施工顺序和要求,并报经监理和建设方复核确认;

5 施工前应掌握建筑场地内各地段不同深度的地基土性质,如干密度与含水量、最大干密度与最优含水量,以及其它土性参数,资料不够时应补充探查试验。应对含水量过大或过小、缩径、回淤、塌孔或影响成孔填料质量等情况制定专项处理方案;

6 地基土增湿,须提前进行,应按本规程 4.7 节要求精心施工;

7 施工前应取有代表性的填料、土样及石灰、水泥、粉煤灰、砂石、混凝土等,送有资质的试验室做材料试验;

8 施工前应按计划,对机械设备安装调试检测、维护保养,处于安全良好状态;

9 施工人员应按计划组织进场、熟悉掌握设计施工资料,做好技术质量安全准备;

10 组织设计交底,并做好记录,应强调施工过程控制和施工质量控制。

5.1.4 所有工程(包括按 3.0.1 条规定需进行试验性施工的工程)应事先进行 2~3 根桩的试打(包括成孔与回填),确定施工参数,调整完善优化成孔和填料施工工艺及操作细节,确保成孔和填料

施工质量。

## 5.2 填 料

5.2.1 灰土中消石灰与土的体积配合比宜为2:8或3:7;水泥土中水泥与土的体积配合比宜为1:5~1:8,拌合料的配合比应满足设计要求,应拌合均匀。土料宜选用粉质粘土,土中有机质含量 $\leq 5\%$ ,并应过筛且粒径 $\leq 15\text{mm}$ ,不应含有冻土或膨胀土,严禁采用地表耕植土、淤泥及淤泥质土、杂填土。灰土所用消石灰应符合Ⅲ级以上标准,粒径 $\leq 5\text{mm}$ ,储存期不超过3个月,生石灰应消解3~4天并筛除生石灰块后使用,拌合后的灰土应于当日使用完毕。拌合后的水泥土应于水泥终凝前使用完毕。拌合料含水量应控制在最优含水量( $\omega_{\text{op}}$ ) $\pm 2\%$ 范围内,可按“手捏成团、落地开花”经验粗估填料湿度。

5.2.2 施工前应对水泥粉煤灰碎石、混凝土等填料按设计要求进行室内配合比试验;水泥、粗细骨料、粉煤灰、外加剂等原材料,使用前应按有关规范要求进行试验与检验。

## 5.3 沉管挤密与柱锤冲扩挤密施工

5.3.1 施工场地必须满足沉管挤密机械运行中的稳定性要求,土质松软不均时应先进行加固,确保成孔挤密中不移动,不倾斜,桩管垂直、管尖与孔心对正。

5.3.2 锤击沉管用锤多采用3t~4t杆式柴油锤。桩管壁厚不宜小于12mm,管外壁应每隔0.5m设置入土深度标志,管下端设活动环型箍或锥形透气桩尖。

5.3.3 振动沉管挤密,可采用收紧钢丝绳加压等方法提高沉管速度。当用钢丝绳加压时,应随时调节离合器防止机架上抬引起事故。

5.3.4 成孔挤密,应间隔分批进行。整片处理时宜从里向外,局

部处理时宜由外向里施工,施工时应间隔1个~2个孔依次进行。

**5.3.5** 沉管中应详细记录施工出现的异常情况,如缩颈、坍孔、孔底沉渣过厚等,并测试锤击数(锤击沉管)或沉管时间(振动沉管)。沉管挤密桩成孔施工记录见附录A。

**5.3.6** 若沉管速度过慢、沉入困难、桩管倾斜增大,应停止沉管、查明是否遇到障碍物或其它原因;若沉管速度快,应查明是否存在洞穴、墓葬或松软土层;上述情况均应采取有针对性的处理措施。

**5.3.7** 沉管到设计深度后,应及时拔管以免造成拔管困难;拔管后,应由专人检测孔径、孔深、垂直度、沉渣厚度。若出现缩颈可采取如下措施:加大跳打间隔;靠近上部的局部缩颈用洛阳铲铲去;拔管后填入生石灰块、碎砖块、干土等,待土体含水量降低后复打。对孔底虚土可采取如下措施:当虚土厚度在50cm以内时,用填料的夯锤进行底夯,一般夯击8~10锤(落距2m~3m)至锤声清脆为止;当虚土厚度大于50cm时,用细长带橄榄状锤尖的重锤(2t左右)进行底夯;当虚土厚度很大时可复打。

**5.3.8** 孔成后应及时夯填。应按设计要求向孔内分层填入筛好的土、灰土或水泥土填料至设计标高。要定量填料,在规定落高下定数锤击(具体参数值应通过本规程5.1.4条试打施工确定)。夯锤质量宜 $\geq 0.3t$ 。夯填施工中应对填料量、锤击数及夯填时间等进行记录。如在该桩施工中进行了自检,应将检查结果填入施工记录中。夯填施工记录见附录B。

**5.3.9** 柱锤冲扩挤密施工应符合下列规定:

1 宜采用直径0.3m~0.5m、长度2m~6m、质量2t~10t的柱状锤,锤底常为圆锥形、抛物线旋转体形等;锤质量、锤长、直径、落距等应根据试验或按当地经验确定;

2 通常将柱锤提升一定高度,自由下落冲击土层,如此反复冲击,接近设计成孔深度时,可在孔内填少量土料继续冲击,直到孔底被夯密实。成孔时如出现缩颈可分次填入生石灰块、碎砖、干



土等,边冲击边将填料挤入孔壁,接近设计成孔深度时,可在孔内填少量土料挤密桩端土;

3 成孔后将拌好的填料分层填入桩孔并夯实。

## 5.4 预钻孔夯扩挤密施工

5.4.1 钻机应能调整准确就位、机体机基稳固水平、钻尖与孔心对中、钻杆垂直,钻孔时不移位、不倾斜、不晃动。

5.4.2 机械性能应与工程场地的岩土工程条件和设计要求的孔径、孔深相适应。可采用长、短螺旋钻,机动洛阳铲,旋挖钻机等。

5.4.3 夯扩锤锤底常为圆锥形、抛物线旋转体形等;夯扩锤宜短粗(尽量缩小其长径比)以减小锤击过程中的晃动及与孔壁的碰撞;锤直径应较钻孔直径小50mm~100mm,锤重常为3t~6t,落距常为3m~5m;夯击过程中应随时调整夯机机位,做到对中锤击。

5.3.4 预钻孔夯扩挤密,应间隔分批进行。整片处理时宜从里向外,局部处理时宜由外向里施工,施工时应间隔1个~2个孔依次进行。

5.4.5 钻孔中应详细记录施工出现的异常情况,如缩颈、坍孔、孔底沉渣过厚等,并测量成孔时间。预钻孔夯扩挤密桩成孔施工记录见附录A。

5.4.6 成孔后应由专人检测孔径、孔深、垂直度、沉渣厚度等,并记录成孔时间。成孔后虚土厚度不得超过试验性施工确定的每次孔填料高度 $h$ ,此时可用施工夯锤进行底夯,夯击次数不少于试验性施工确定的夯击次数 $n$ 。当虚土厚度较小时夯击次数酌减。

5.4.7 孔成后应及时夯填。应按设计要求向孔内分层填入筛好的土、灰土或水泥土填料至设计标高。

5.4.8 确保填料孔直径 $D$ 符合设计要求是预钻孔夯扩挤密地基施工的关键。

正式施工前必须通过试打确定夯扩的施工控制参数。将直径

$d$ 、高度  $h$  的松散孔填料夯扩为直径  $D$  的密实填料体时,每次填料夯扩后孔深  $H_3$  及所需的锤击数  $n$  即为施工控制参数。

每次填料夯扩后孔深  $H_3$  可由式(5.4.8—4)确定:

$$H = \frac{\rho_o d^2 h}{\lambda_c \rho_{d \max} D^2} \quad (5.4.8-1)$$

$$h = H_1 - H_2 \quad (5.4.8-2)$$

$$H = H_1 - H_3 \quad (5.4.8-3)$$

$$H_3 = H_1 - \frac{\rho_o d^2 h}{\lambda_c \rho_{d \max} D^2} \quad (5.4.8-4)$$

式中  $H_1$  ——每次下料前孔深(m);  
 $H_2$  ——每次下料后孔深(m);  
 $H_3$  ——每次填料夯扩后孔深(m);  
 $h$  ——每次孔填料高度(m);  
 $H$  ——每次夯扩后填料体高度(m);  
 $D$  ——设计要求的夯扩填料直径(m);  
 $\rho_o$  ——填料虚方干密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ );  
 $\rho_{d \max}$  ——标准击实试验确定的填料最大干密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ );  
 $\lambda_c$  ——设计要求的夯填料平均压实系数。

夯扩施工控制参数应通过 2~3 根桩的夯填确定,每根桩自下而上每次下料量测  $H_1$ 、 $H_2$  值,将该厚度填料夯扩至式(5.4.8—4)要求的孔深  $H_3$  并记录相应的锤击数  $n$ 。 $H_3$  及  $n$  即为要求的施工控制参数。

正式施工时,在严格控制每次填料高度的条件下,以锤击数  $n$  作为主控指标,以夯扩后填料体高度  $H_3$  作为核查指标,施工过程中每夯填 2m~3m 核查一次。

每次孔填料高度  $h$  与预成孔直径、锤重、落高、填料种类及设计要求的压实系数等有关,应通过试验性施工确定。当预钻孔直径为 400mm 时填料高度  $h$  宜控制在 1m 以内,当预钻孔直径为 700

mm时填料高度  $h$  宜控制在0.6m以内。

预钻孔夯扩挤密桩的夯填施工记录见附录C。

5.4.9 严格控制填料配合比,每批填料均应测试其最大干密度  $\rho_{dmax}$ 、虚方干密度  $\rho_0$ 、最优含水量。在整个施工过程中应随时对填料含水量进行测试与调整。

5.4.10 施工单位应加强自控自查;施工人员必须严格按工艺要求进行操作;应进行旁站监理。

## 5.5 垫层施工

5.5.1 垫层施工前,应将垫层底面标高以上的孔填料和孔间土一并清除平整,若发现垫层底面标高以下有松软处应换填夯实,且经全面洒水底夯(压)后再施工垫层。

5.5.2 垫层用料及配合比必须符合设计及本规程5.2.1条要求。

5.5.3 垫层应根据设计厚度和平面范围,分层铺填、压实。施工中应规划好施工分层,控制好虚铺厚度、碾压顺序、搭接宽度和碾压遍数,保证垫层的设计顶面标高,压实系数应达到设计要求。

## 5.6 冬、雨期施工

5.6.1 冬期、雨期施工挤密地基,必须采取有效的防冻、防雨(水)措施,否则不准施工。

5.6.2 冬期施工挤密地基,必须控制:

- 1 最低气温,不宜低于 $-15^{\circ}\text{C}$ ;
- 2 做好土源和填料防冻;
- 3 充分利用时间差和温度差组织施工,如每天上午10时至下午5时可施工作业,当天成的孔应当天完成填料夯填;
- 4 夯填的土料含水量,可比平常施工的控制略低,如填料含水量可比最优含水量低2%~3%;
- 5 注意工作面防冻,可采取预留厚度及表层覆盖,开春后再

作表层夯压处理和垫层施工。

**5.6.3 雨期施工挤密地基,必须控制:**

- 1 做好施工场地及其周边的有效及时排水,工作面内不准积水;
- 2 填料不得淋雨,土源不应积(泡)水;
- 3 挤密孔内不准进水,孔周地面不得积水;
- 4 降雨时,若无有效防雨水措施,应暂停施工;
- 5 成孔后应及时完成夯填工序,孔口填料应略高于孔口附近地面;
- 6 降雨时宜停止垫层施工;当某层土料铺垫但尚未完成碾压工序前降雨,应采取必要的土料和基层疏干或处理措施后方可继续施工。

## 6 检验与验收

### 6.1 质量检验

6.1.1 垫层施工过程中,应分层取样检验土的干密度、含水量,并换算出压实系数。取样点位置应在每层表面下 $2/3$ 厚度处。对整片垫层,每层每 $200\text{m}^2$ 面积内应有一个检测点,且每层不应少于3点;基槽,每层每 $30\text{m}$ 不应少于1点,且每层不应少于3点;独立基础,每柱基每层不应少于1点。

6.1.2 相邻三桩形心处土的最小挤密系数 $\eta_{d\min}$ 及湿陷系数是衡量挤密效果的最重要参数,应探井取样进行土工试验。检验探井数不应少于总桩数的 $0.3\%$ ,且每项单体工程不得少于3个。探井竖向取样间距不宜超过 $1\text{m}$ 。

6.1.3 检测最小挤密系数时,可同时在两孔间中点处取样,测得该处挤密系数 $\eta'_c$ ;当 $\eta'_c \geq \bar{\eta}_c - 0.03$ 时( $\bar{\eta}_c$ 为按本规程第4.2.4条选用之值),可粗判孔间挤密土平均挤密系数符合设计要求。探井数及取样间距同6.1.2条规定。

6.1.4 应探井取样检测夯后桩长范围内孔填料的平均压实系数,检验数量不应小于总桩数的 $0.6\%$ ,且每个单体工程不少于6根。应分层检测,取样间距不应超过 $1\text{m}$ ,取样位置应在距孔心 $2/3$ 孔半径处。

6.1.5 对预钻孔夯扩挤密桩,应开挖探井量测夯扩体直径,检验数量不应小于总桩数的 $0.6\%$ ,且每个单体工程不少于6根。应分段量测、间距不应超过 $1\text{m}$ 。

6.1.6 挤密地基施工中的施工自检主要有两项:

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/71521113231012010>