

强夯法加固地基

施工方案

筑龙网 WWW.ZHULONG.COM

目 录

1	工程概况	3
1.1	地形地貌及地质特征:	3
1.2	地层及地基.....	3
1.3	地基处理方案.....	4
1.4	强夯达到的要求.....	5
2	、强夯方案设计	5
2.1	试验区选择.....	6
2.2	施工程序.....	7
2.3	试夯设计.....	7
2.4	施工工艺.....	10
3	主要机具设备一览表	13
4	施工人员及劳动力组织	13
5	保证质量和安全措施	14
5.1	保证质量措施.....	14
5.2	保证安全措施.....	15
6	施工进度计划	

1 工程概况

****(集团)股份有限公司新址位于郑州市东南郊, 国家郑州**区内, ****大街以东, ****大街以西, ***路以北, ***路以南, 规划用地约 690 亩, 本次拟建一号联合厂房和铝合金线材公司, 其中一号联合厂房建筑面积 23969.22m², 结构类型为门式钢结构, 高度 11.4m, 跨度 3*30m, 单柱总荷重 430KN, 拟采用柱下独立基础, 铝合金线材公司建筑面积 26378m², 结构类型为门式钢结构, 高度 11.4m, 跨度 3*24+30m, 单柱总荷重 430KN, 拟采用柱下独立基础。

1.1 地形地貌及地质特征:

拟建场地地貌单元属黄河冲积平原, 本场地由于村民挖沙形成许多大坑, 场地地形起伏较大, 地面高程 88.2-98.4M, 最大相对高差 10.2M。

本场地可分为三个工程地质区, I 区为平坦场地区, 原始地貌, 主要分布于场区西部; II 区为砂坑分布区, 主要分布于场地东部; III 区为垃圾填埋区, 主要分布于场区中部。

1.2 地层及地基

一期工程铝合金线材厂房建筑范围东部为沙坑, 中部占整个面积二分之一为建筑垃圾填埋区。填埋区场地 10 米深度范围内为杂填土, 一建筑垃圾和生活垃圾为主, 建筑垃圾约占 60%, 生活垃圾约占 40%, 本场地建筑垃圾和生活垃圾属于人为堆积形成, 无成层分布规律, 为混合堆积,

场地内 90# 孔（西北部）的填土埋深 9 米，91# 孔填土埋深 9.2 米，其它均在 8.6-9.2 米之间，填土上部 0-7.5 米较松散，下部为体积较大的桩头或水泥板。

1#联合厂房建筑范围内无垃圾，厂房东部为 II 区沙坑，约占总占地面积的 45%，西半部为工程地质 I 区，约占总占地面积的 55%，相对高差 8.7 米。

地层岩性为第四系全新统合上更系统地层，地层单元如下：

粉土，褐黄色，稍湿，稍密-中密，平均厚度 2.16 米；承载力标准值 $f_k=120\text{Ma}$ ，压缩模量 $E_s=8.5\text{Mpa}$ 。

粉砂，浅黄色，稍湿，稍密-中密，砂质较纯，平均厚度 2.67 米；承载力标准值 $f_k=130\text{Ma}$ ，压缩模量 $E_s=11.5\text{Mpa}$ 。

细砂，浅黄色，稍湿，中密-密实，砂质纯，平均厚度 5.57 米；承载力标准值 $f_k=180\text{Ma}$ ，压缩模量 $E_s=15.5\text{Mpa}$ 。

粉土，褐黄色，稍湿，中密，平均厚度 2.25 米；承载力标准值 $f_k=165\text{Ma}$ ，压缩模量 $E_s=11.2\text{Mpa}$ 。

1.3 地基处理方案

一号联合厂房，现将砂坑回填并分层碾压密实，然后强夯，为保证均匀沉降，对原状土也进行强夯。

由于场地地质条件复杂，既要提高承载力，又要提高土层的压缩模量，增加场地均匀性，经综合考虑，采用强夯法进行地基处理，及节省工程造价，由施工快捷，预期效果较好。

一号联合厂房，现将砂坑素土回填并分层碾压密实，然后强夯，为保证

均匀沉降, 对原状土也进行强夯.

铝合金线材公司, 应将有机质含量大的生活垃圾清理, 建筑垃圾可不清理, 用素土分层回填碾压密实, 然后进行强夯处理.

1.4 强夯达到的要求

对杂填土区

1、厂房基础地基承载力 $\geq 250\text{kpa}$.

压缩模量 $E_s \geq 20\text{Mpa}$

处理深度 $\geq 10\text{M}$, 宽度 $\geq 15\text{M}$

2、厂房地面道路厂房地基承载力 $\geq 250\text{kpa}$.

压缩模量 $E_s \geq 15\text{Mpa}$

处理深度 $\geq 10\text{M}$

3、处理区域均匀沉降。

对 I 区原始地貌区域, 考虑到主要目的为提高地基承载力。

II 区为砂坑分布区, 需要进行素土回填, 其达到的技术指标同杂填土区。

2 、强夯方案设计

强夯法处理地基效果主要取决于方案的设计, 强夯方案设计的合理就能达到预期的效果, 相反, 不仅事倍功半, 而且, 有可能破坏地基, 强夯方案设计主要根据场地的工程地质条件和要求的提高承载力和改善均匀

性的预期效果，合理的选择夯击能夯 锤面积，恰当地确定夯与及夯击数及施工条件。

强夯法加固非饱和土基于动力压密的概念。目前设计上基本是半经验的，还没有一套成熟完善的理论和计算方法，因此强夯施工前，应在施工现场有代表性的场地上选取一个或几个试验区，进行试夯或试验性施工。试验区数量应根据建筑场地复杂程度、建设规模及建筑类型确定。应在填埋区及原状土区分别选择试验区。

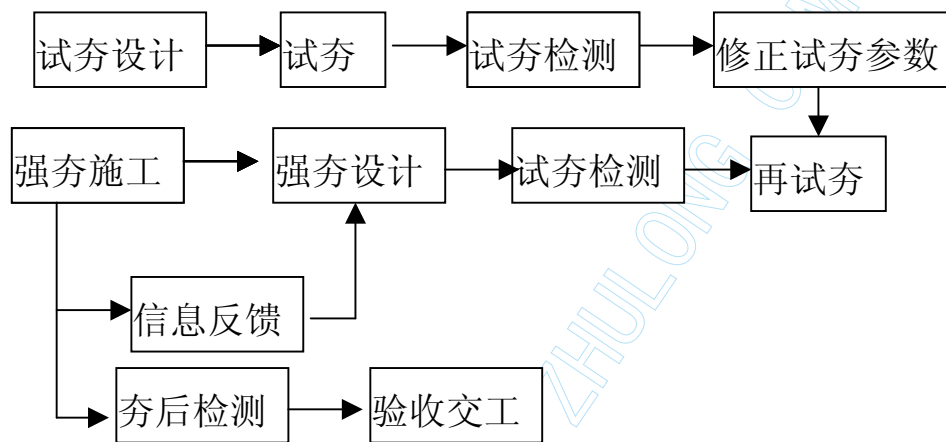
2.1 试验区选择

目的：通过对不同厚度，不同能级、不同地质、不同技术要求的试验区进行试夯和检测，以获取合理的强夯参数，达到设计效果。

试验区应有代表性，根据场地地质条件的不同，以及达到的技术要求不同，试验区选定如下：

大区	小区	编号	技术要求
杂填土区	厂房基础	III-a	厂房基础地基承载力 $\geq 250\text{kpa}$. 压缩模量 $E_s \geq 20\text{Mpa}$ 处理深度 $\geq 10\text{M}$, 宽度 $\geq 20\text{M}$
	地面及道路	III-b	地基承载力 $\geq 250\text{kpa}$. 压缩模量 $E_s \geq 15\text{Mpa}$ 处理深度 $\geq 10\text{M}$
	厂房基础	I -a	同III-a

原状土区 砂坑回填 区	厂房基础	I -a	同III-a
	地面及道路	I -b	同III-b
2.2 施工程序			



2.3 试夯设计

(1)、夯击能选择

A、按 Menard 修正公式，用下式计算

$$H = \alpha \sqrt{w \cdot h / 10}$$

H: 加固深度

W: 锤重

h: 落距

α : 修正系数，取 0.5，

填土区厚度一般为 8-10m，考虑表面有机质含量大于 10% 的生活垃圾不宜直接强夯后做基础持力层，需要清除，从基础底标高起夯，考虑基础

埋深问题，基础底面标高至少-2 米，实际强夯最大加固深度在 7 米左右。

当考虑加固 7 米时，则计算如下：

夯击能 $w \times H = 1960 \text{KN} \cdot \text{M}$

B、按《地基处理技术规范》JGJ79-91 有关说明，

强夯法的有效加固深度应根据现场试夯或当地经验确定。在缺少试验资料或经验时可按下表预估。

单 击 夯 击 能 (KN • m)	碎石土、砂土等	粉土、黏性土、湿陷性 黄土等
2000	5.0~6.0	5.0~6.0
3000	6.0~7.0	6.0~7.0
4000	7.0~8.0	7.0~8.0
5000	8.0~9.0	8.0~8.5
6000	9.0~9.5	>8.5~9.0

注：强夯法的有效加固深度应从起夯面算起。

C、因此，试夯时确定如下夯击能：

对填土的有效加固深度自地表以下 10m 时，考虑表面有机质含量大于 10%的生活垃圾不宜直接强夯后做基础持力层，需要清除，以及考虑基础底面标高至少-2 米，实际强夯最大加固深度在 7 米左右。采用的夯击能约 3000KN.M(单击),因此本工程考虑的桩锤 20T，起吊高度 15m，其单击能达 3000KN.m，夯锤用园形，直径 2.5m。当设置工具式支架式，可进行 6000KNM 夯击能施工，有效加固深度可达到 10-12 米

D、对原状土区及回填区（考虑分层回填，分两层，每层 4-5 米），选

择 1000KN 夯击能。

E, 经我单位类似工程实践, 以上方案可以达到要求的承载力和压缩模量, 能消除不均匀沉降。

(2) 试夯方案

试夯的目的是选择有关施工参数, 恰当地选择夯间点距、每点击数和夯击遍数。

夯点的夯击次数: 按现场试夯得到的夯击次数和夯沉量关系曲线确定, 且应同时满足下列条件:

A、最后两击的平均夯沉量不大于 50mm;

B、夯坑周围地面不应发生过大的隆起;

C、不因夯坑过深而发生起锤困难。夯击点击数, 是取得最好加固效果的一个重要因素, 夯点击数小, 达不到压密加固效果, 击数过大不仅费用高, 不经济, 有时还会降低地基土承载力, 当夯击数达一定范畴, 若再增加, 由于土的塑性变形渐小, 强性变性加大, 强夯能在性变形中消耗掉, 每击夯沉量将留在一个很小的变化范围或引起土的侧向变形, 强夯能量在弹性变形中被消耗, 因此, 试夯时根据我单位有关经验及国内资料, 初步确定 15 击和 10 击及最后两击平均沉量不超 5cm 为标准, 现场确定。

夯击遍数:

采用 2 遍法, 针对本工程砂类土质的特点两遍之间不需停歇, 最后采用一夯压半夯进行低锤满拍。

夯点间距: 一般为 1.5-2.2 倍锤底直径, 夯点间距试夯时采用方案: 3000KNM 夯击能, 夯点间距 5m×5m, 正方形布置, 1000KNM 夯击能, 夯点

间距 4m×4m，正方形布置。

试夯区面积 20*20 米，点位布置图详附图

强夯区应比基础外边缘加大 3m 以上。

试夯方案一览表

大区	小区	编号	单击能 KNM	锤径 M	锤重 T	落距 M	夯点间 距 M	遍数	每遍击数 (次)
杂填土区	厂房基础	III-a	3000	2.5	20	15	5	2	15
	地面及道路	III-b	2000	2.5	20	10	5	2	15
原状土砂回填区	厂房基础	I-a	1000	2	9	11.5	4	2	15
	地面及道路	I-b	1000	2	9	11.5	4	2	10

(3) 试验及监测

试夯结束后，应及时委托地质部门对加固地基进行检测，为大面积施工选择合理的设计与施工参数，试验内容包括：

载荷试验，以确定强夯后地基承载力标准值。

标准贯入试验，辅助载荷试验判定强夯加固工艺提高地基承载力并确定有效加固深度。

其他土工试验，测量内容应每隔 50cm 取土样，夯面下测定土的干密度，湿陷系数指标。

施工过程中，对每个建筑地基抽检验点不应少于 3 处。

2.4 施工工艺

1、施工机具

起重机选用 50T 和 15T 履带式起重机，每月每机处理面积约 5000m²，

根据工程量大小及工期要求，进场两台设备，50T 履带式起重机进行 3000KNM 夯能施工任务，15T 履带式起重机进行 1000KNM 夯能施工任务，当需要增加夯击能时，50 吨可以进行 6000KNM 强夯施工，15T 可以进行 3000KNM 强夯施工。

由于起重机机臂超重时，倾角达 70 度，夯锤脱落后由于突然卸载会引起超重臂突然产生后倾，严重时会发生倾覆及折臂现象，会危及人身及机械安全，即使不发生倾覆，由此引起的振动对起重机产生的危害也很严重，因此必须使夯锤脱落时尽量少产生振动，增加其稳定性，进行大能级强夯施工时，在起重臂顶应设门式桁架做支架，完全能满足工程需要。

2、施工步骤

按建筑基础线进行放样，每边应比基础外边边缘加大 3m，按 1:1 放线进行机械大开挖，一般平均夯沉量约在 40-80cm 之间，因此，开挖时应予留出 40-80cm 的夯沉量，挖土采用 WY-100 反铲，自卸汽车把土运至指定地点。

用推土机平整施工场地

标出第一遍夯点位置，并测量场地高度。

起重机就位，使夯锤对夯点位置。

测量夯前锤顶高程

将夯锤起吊到预定高度，待夯锤自由下落后，放下吊钩、测量锤顶高程，若发现因坑底倾斜时，应及时将坑底整平。

重复步骤(6)按设计规定次数及控制标准，完成一个夯点的夯击。

重复步骤(4)-(7)完成第一遍全部夯点的夯击。

用推土机将夯坑填平，并测量场地高程。

按上述步骤逐次完成全部夯击遍数，最后用低能量锤，落矩 4-6m，一夯压半夯满拍，将场地表层松土夯实，并测量夯后场地高程。

对已施工完地层土进行检测：

强夯施工应注意的事项。

a 强夯施工产生的振动较大，对场区边坡不利当离边坡较近施工时，应挖 $1 \times 1.5\text{m}$ 的减振沟。

b 强夯施工时如表土过干（尤其满夯时，应采取加水措施，增加含水量，含水量以 $W_2=10-30\%$ 为宜不小于 10%，也不大于 $W_i=30\%$ 。

c 夯锤上应设通气孔，如遇堵塞，应立即开通。

d 夯时因有土块、石子飞出，现场人员必须戴安全帽，超重臂下严禁站人。

e 强夯施工过程的监测

施工中应有专人负责监测工作

监测内容包括：

开夯前检查夯锤重和落矩；以确保单击有符合设计要求。

在每遍夯击前，应对夯点线进行复核，夯完后检查夯位置，发现偏差或漏夯应及时纠正。

按设计要求检查每个夯点的夯击次数和每击夯沉量。

施工过程中应对各项参数及施工过程进行详细记录。

3 主要机具设备一览表

名称	数量	单位	规格 型号
履带式起重机	1	台	W200 50T
履带式起重机	1	台	W100 15T
夯锤	1	台	Φ 2.5, 20t
夯锤	1	台	
工具式支架	1	台	
推土机	1	台	
装载机	1	台	ZL50

4 施工人员及劳动力组织

编号	名称	数量
1.	项目经理	1
2.	项目总工	1
3.	施工队长	1

4.	质安员	1
5.	起重机司机	4
6.	推土机司机	1
7.	铲车司机	1
8.	夯沉量测量员	2
9.	强夯辅助人员	8
10.	普工	10

5 保证质量和安全措施

5.1 保证质量措施

- 1) 施工前应通过试验确定强夯施工技术参数.
- 2) 夯击前应先平整场地, 周围作好排水沟, 并应先对夯点放线定位, 标出第一遍夯点位置.
- 3) 起重机就位时, 夯锤应对准夯点位置,
- 4) 发现因坑地倾斜而造成夯锤歪斜时, 应及时将坑地整平.
- 5) 强夯施工前应检查夯锤重和落距, 以确保单击夯击能符合要求.
- 6) 每遍夯击前, 应对夯点放线进行复核, 夯完后检查夯坑位置, 发现偏差和漏夯应及时纠正.
- 7) 应按设计要求检查每隔夯点的夯击次数和煤机的夯沉量, 施工过程中应对各项参数及施工情况作好详细质量记录.
- 8) 强夯地基的允许偏差和检验方法

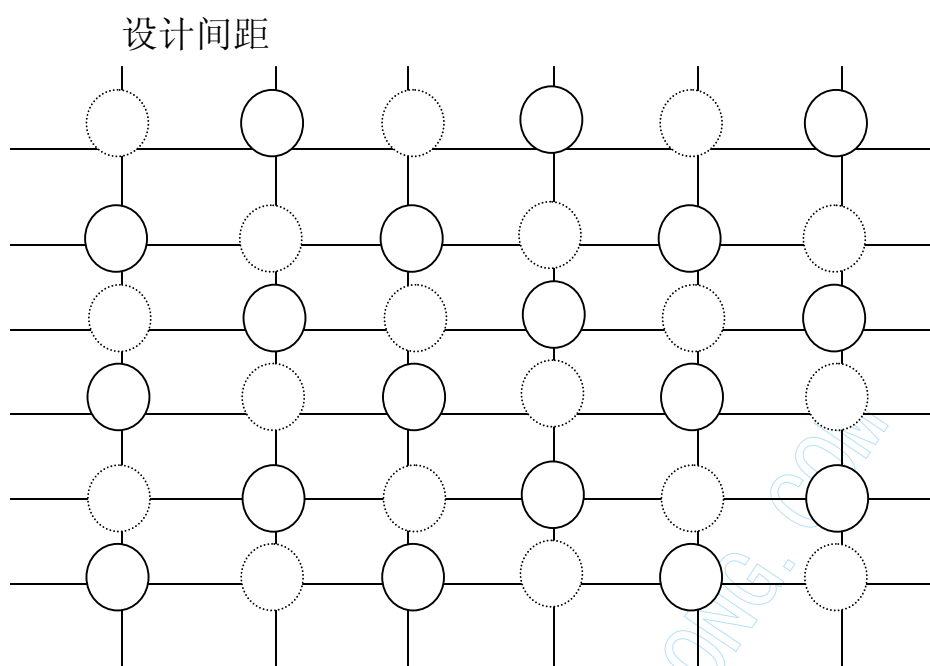
项次	项目	允许偏差	检验方法
1	夯击点中心位移	150	用经纬仪或拉线和尺量检查
2	顶面标高	+20	用水准仪或拉线和尺量检查
3	表面平整度	30	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查

5.2 保证安全措施

1、强夯施工时，所产生的振动，对邻近设施有影响时，应采取防震及隔振措施。

2、为防止飞石伤人，现场工作人员应戴安全帽。在夯击时，所有人员应退出安全线以外

3、其中机械应严格按操作规范进行操作。



夯点布置示意图



第一遍夯点



第二遍夯点

第三遍一夯压半夯低锤满拍