

# 高真空击密法 在 首钢矿石码头的应用

刘永

(唐山远大实业有限公司, 河北 唐山 063000)

**摘要:**采用高真空击密法对场地内吹填砂土、淤泥质土等软弱地层进行地基处理,能提高地基承载至设计要求。通过工程实例阐述高真空击密的施工技术和实施效果,可供相关工程参考和借鉴。

**关键词:**高真空击密;强夯;降水;施工技术

中图分类号: U656.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-4786(2011)18-0115-03

## Application of High Vacuum Compaction Method in Shougang Ore Pier

LIU Yong

(Tangshan Yuanda Industrial Co., Ltd., Tangshan 063000, China)

**Abstract:** The foundation bearing can be enhanced to design requirement by using high vacuum compaction method to handle the foundation of the soft ground with hydraulic fill sand or muddy soil. Based on engineering practice, it describes the construction technology and carryover effect of high vacuum compaction method, which can provide reference for related engineering.

**Key words:** high vacuum compaction; dynamic compaction; precipitation; construction technology

### 1 工程概况

#### 1.1 工程简介

京唐港首钢码头有限公司矿石、原辅料及成品泊位地基处理工程建设地点为唐山港京唐港区第四港池北岸线,本次地基处理总面积约为137.39万m<sup>2</sup>,分别为:

a)地基处理A区,包括矿石堆场场地范围,采用打设排水板+高真空击密+强夯置换处理,面积约66.33万m<sup>2</sup>;

b)地基处理B区,包括堆取料机基础范围,采用打设排水板+高真空击密+高压旋喷桩法处理,面积约13万m<sup>2</sup>;

c)地基处理C区,为原场地深坑位置,位于部分矿石堆场场地,采用打设排水板+高真空击密+碎石桩法处理,面积约4.76万m<sup>2</sup>;

d)地基处理D区,包括堆场边缘其他场地,采

用高真空击密法处理,面积约27万m<sup>2</sup>;

e)地基处理E区,位于码头后方40m~60m范围,采用振冲法处理,面积约1.7万m<sup>2</sup>;

f)辅建区,采用强夯法处理,面积约24.6万m<sup>2</sup>。

#### 1.2 高真空击密地基设计标准

工程场地由吹填港池及航道粉细砂形成,场地6m~15m之间存在淤泥质粉质粘土层,承载力不足80kPa,采用高真空击密处理后,地基的承载力为180kPa,

#### 1.3 主要工程量

京唐港首钢码头有限公司矿石、原辅料及成品泊位地基处理工程二标段,包括地基处理A区、B区、C区、D区。

主要施工内容及数量:明沟排水:258 637m<sup>2</sup>;打设塑料排水板:192 315m<sup>2</sup>;高真空击密处理:258 637m<sup>2</sup>;强夯置换:73 995m<sup>2</sup>;高压旋喷桩:

63 477.14m；碎石桩：86 508.83m。

## 2 高真空击密施工技术

高真空击密法通过人在土层中制造“压差”，利用“压差”来快速消散超孔隙水压力，使软土中的水快速排出。高真空排水使击密效果大大提高，从而使被处理土体形成一定厚度的超固结“硬壳层”。由于“硬壳层”的存在，使得表层荷载有效扩散，减少了因荷载不均匀产生的不均匀沉降。

高真空击密法属快速排水、快速击密固结的工法，其设计原理有六大要素：一是采用特制的高真空系统强制调整土体的含水量，控制需处理的土体逐步接近最优含水量；二是在需处理土体分遍逐步接近最优含水量的同时，采用特制的大型击密设备分遍击密需处理的土体，逐步接近最大密实度；三是根据处理土体的自振频率，调整击振频率；四是正确计算被处理土体超孔隙水压的消散时间，合理确定土体每遍击密的固结恢复时间，严防“弹簧土”的形成；五是根据不同土体的渗透系数、含水量，分层多遍强制调整各层土的真密度、真空气量、平衡参数；六是根据地基的处理深度要求，正确计算各层不同土体击密所需的击振能量。

### 2.1 埋设真空管

2.1.1 根据图纸中井点管深度长短结合，管深为7m，排距为4m，之间布置短管，短管深度为3m，排距为4m。

2.1.2 真空管间距为2.0m，排距为2.0m。

2.1.3 施工前通过小螺钻补孔，以确定每个施工区实际埋管深度，然后插设高真空管，并联结成系统进行高真空抽排水。

### 2.2 试夯

#### 2.2.1 试夯目的

试夯是指导强夯作业的依据，也是对原设计的理论检验。大面积施工前，为获得符合本工程实际的强夯施工参数及施工工艺流程，根据设计提供的初步参数，进行强夯试验。试夯后进行检测并与夯前测试数据进行对比，检测强夯效果，确定下列参数：

- a)强夯机具、夯锤重量及夯锤落距；
- b)单点夯击能(或夯击次数)与单击夯沉量；
- c)夯击遍数、夯点间距及遍夯间歇时间；
- d)有效加固深度。

若试夯检测结果不理想，经设计、业主、施工

等相关各方确诊后，决定是否进行修正。修正参数时，可调整夯击遍数、每遍单点夯的夯击能、夯点间距及布置、满夯遍数等参数，确保大面积强夯加固效果符合设计要求(因试夯后可能调整施工参数，发生这种情况时，按设计变更处理)。

#### 2.2.2 试夯施工组织

##### 2.2.2.1 点夯工艺流程

点夯工艺流程为：①清理并平整场地→②标出第一遍夯点位置，并测量场地高程→③起重机就位，夯锤置于夯点位置→④测量夯前锤顶高程→⑤起吊夯锤到预定高度，开启脱钩装置，待夯锤脱钩自由下落、夯入地面后，放下吊钩，测量锤顶高程，计算第一击夯沉量，做好原始记录→⑥重复第⑤步骤，按设计规定的夯击次数及收锤标准，完成一个夯点的夯击→⑦换夯点，重复第③~⑥步骤→⑧用推土机将夯坑填平，并测量场地高程→⑨按上述步骤逐次完成全部夯击遍数。

##### 2.2.2.2 满夯施工

点夯施工完成，等孔隙水消散到设计要求以后，进行满夯施工；满夯施工主要加固点夯坑底标高以上部分的夯间土；除C区不变外，其他所有区域满夯均改为满夯1遍，每点1击，锤印相互搭1/2锤底面积。

## 3 高真空击密施工工艺

高真空击密施工工艺如下：

- a)施工前通过小螺钻补孔，以确定每个施工区实际埋管深度；
- b)插设高真空管，并联结成系统进行高真空抽排水，达到降水深度后进行表层碾压；
- c)拔出2、3管，同时1管保持高真空排水；
- d)夯第2轴夯点，点夯3击，单击夯击能为2 000kN·m，夯后平整场地，同时保持1轴高真空排水；
- e)夯3轴夯点，点夯3击，单击夯击能为3 000 kN·m，夯后平整场地，同时保持1轴高真空排水；
- f)夯第二遍2轴夯点，点夯不少于7击，单击行进2 000kN·m，与第一遍累计不少于10击，且最后两击夯沉量之和不大于15cm，夯后平整场地，再夯第二遍3轴夯点，点夯不少于7击，单击夯击能为3 000kN·m，与第一遍累计不少于10击，且最后两击夯沉量之和不大于15cm，夯后平整场地；
- g)停止1轴抽水，拔出真空管，对1轴夯点进行

大能量强夯，单击夯击能为3 000kN·m，夯击次数不少于10击，最后两击夯沉量之和不大于15cm，是否分次由施工单位比较螺旋钻孔情况确定，行坑填料为海砂，夯后平整场地；

h)进行满夯，单击夯击能为1 000kN·m，满夯1遍，每点1击，夯锤搭接1/2锤底面积；

i)场地整平。

图1所示为高真空井点及强夯夯点位置平面布置图，图2所示为高真空击密施工工艺框图。

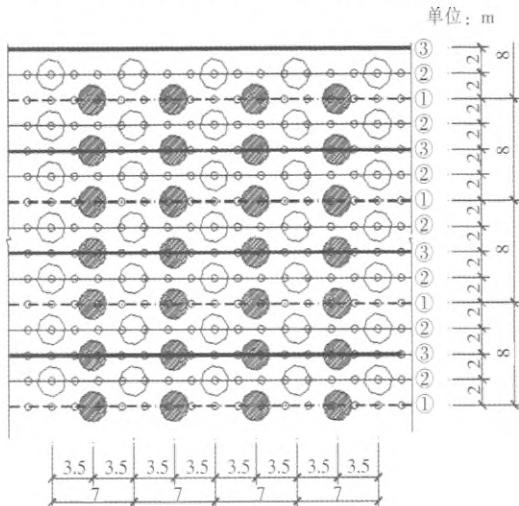


图1 高真空井点及强夯夯点位置平面布置图

#### 4 工程质量控制

工程质量控制措施如下：

a)设置施工试验段，报请监理工程师，检验合格批准后才可大面积施工；

b)施工过程中严格按照高真空击密操作规程进行变形、含水量、动力触探等项目的检验，发现异常情况应上报并及时调整；

c)含水量分析应有记录，每遍都需进行取样，每1000m<sup>2</sup>~2000m<sup>2</sup>一个；

d)水位监测记录应在高真空排水期间每天进行；

e)由检测单位进行夯后检测，要求地基承载力特征值不小于180kPa，并达到消除地震液化的目的；

f)大能量夯击时，最后两击贯入度平均值不大于15cm；

g)每遍高真空抽水时间由施工单位根据土层含水量、水位监测情况确定，以确保达到强夯质量为准。

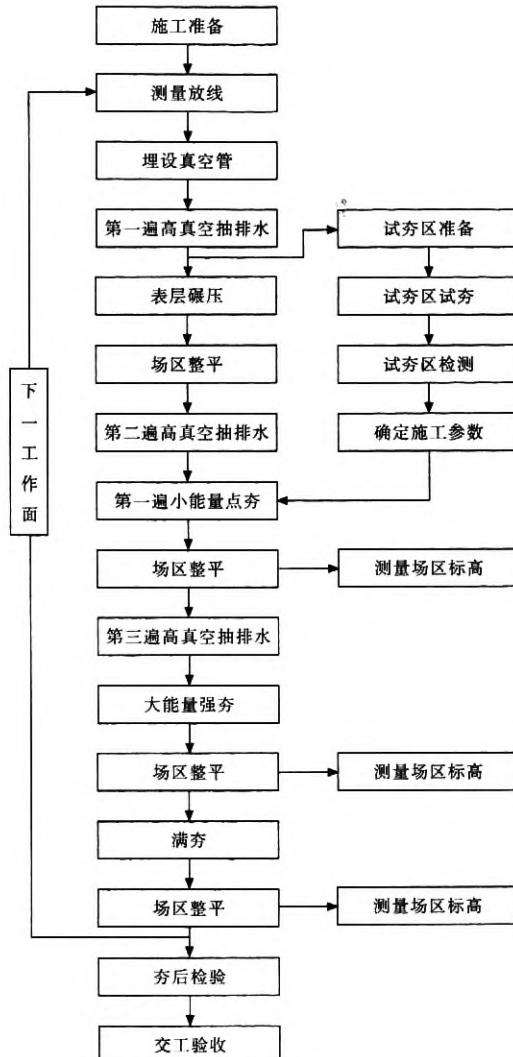


图2 高真空击密施工工艺框图

#### 5 结论

经过业主委托的工程质量检测中心地基承载力检测，动力触探(深度为8m)20个测点，地基承载力特征值 $f_{ak}=196kPa$ ，荷载板检测20个测点，地基承载力特征值 $f_{ak}=192kPa$ ，并达到消除地震液化的目的，满足设计要求。

高真空击密后再进行强夯置换要达到设计堆料的地基承载力250kPa，本工程的造价为：208.32元/m<sup>2</sup>。而采用传统的施工方法要达到设计堆料的地基承载力250kPa，如采用桩结构，单价约1 000元/m<sup>2</sup>，碎石桩复合地基，桩径为0.5m，间距为1.3m，单价为599元/m<sup>2</sup>；水泥搅拌桩，桩径为0.5m，间距为1.2m，单价为354元/m<sup>2</sup>；CFG桩复合地基，桩径为0.4m，间距为1.3m，单价为400元/m<sup>2</sup>。

与传统工法相比，高真空击密法主要具有以下

# 荷载对混凝土梁桥沥青铺装结构受力的影响分析

李宝银<sup>1</sup>,于向前<sup>1</sup>,王修山<sup>2</sup>

(1.陕西飞虹桥桥梁勘测设计研究有限公司,陕西 西安 710000; 2.中交第一公路勘察设计研究院有限公司,陕西 西安 710075)

**摘要:**通过对混凝土梁桥沥青铺装结构现状的概述,说明重载对铺装层研究的重要性及意义。并应用有限元计算程序ANSYS对静载作用下的混凝土梁桥沥青铺装结构应力进行了数值计算,论讨荷载及胎压对应力的影响及其变化规律。

**关键词:**ANSYS; 沥青铺装层; 荷载; 胎压

中图分类号: U443.33

文献标识码: A

文章编号: 1002-4786(2011)18-0118-03

## Impact of Axle Load on Bridge Deck Asphalt Pavement Structure

LI Bao-yin<sup>1</sup>, YU Xiang-qian<sup>1</sup>, WANG Xiu-shan<sup>2</sup>

(1.Shaanxi Rainbow Bridge Investigation and Design Research Co., Ltd., Xi'an 710000, China; 2. CCCC First Highway Consultants Co., Ltd., Xi'an 710075, China)

**Abstract:** By summarizing the status of asphalt pavement structure of concrete bridge, the importance and significance of overloading on bridge deck is illuminated. It uses the ANSYS finite element program to calculate the stress of bridge deck under the condition of static load, and discusses the impact of axle load and tire pressure on the stress and explores its variation rule.

**Key words:** ANSYS; asphalt deck; load; tire pressure

随着国民经济的快速发展,高速路上的交通量也在迅速增加,尤其运输建筑材料、煤炭的大型超载车辆不断增多。大型车辆本身行驶速度较慢,其经过桥梁的时候自身的振动频率可能与混凝土梁的固有频率较为相近,因此引起的振动较普通车辆要大。加之超载现象较为严重,大部分运输砂石料车辆的载重量一般在80t~120t,通过路政部门了解到,在查处的超载车辆中运砂车辆总重最大达168t,单轴重量超过50t。在桥梁的受力计算中,货特点:

- a)工期短,单位面积施工工期为10d~25d,是常规工法的1/3~1/2;
- b)工程造价是常规工艺的40%~80%;
- c)质量可控,有效控制软土含水量、密实度、工前沉降和差异沉降,快速提高承载力,能克服真空度沿塑料排水板深层衰减及塑料排水通道存在的工后沉降较大的缺陷,弥补了强夯法对饱和软土易

车超载倍数与对桥梁的实际作用次数就相当于标准轴载的倍数的5次方,这些车辆的载重量远远大于设计荷载,导致桥梁长期处于超负荷的工作状态,加速了病害的发生发展。因此,为了了解重载对于桥梁的影响,本文通过ANSYS有限元软件对车辆荷载作用下的桥面铺装受力进行分析研究。

### 1 基本假设

桥面铺装层比一般路面的受力状况要复杂得多,它不仅要承受荷载应力和温度应力的作用,同时形成“弹簧土”的缺陷;

- d)施工环保,属力学物理变化,无需添加剂。

### 参考文献

- [1] JGJ 79—2002, 建筑地基处理技术规范[S].
- [2] JTS 257—2008, 水运工程质量检验标准[S].

收稿日期: 2011-02-14