

Discussion on the Insertion and Driving Technology of Ultra Deep Plastic Drainage Board in Shallow Beach Seas

Jinqiang Dai

Sinopec Zhejiang Wenzhou Petroleum Branch, Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

Abstract

Plastic drainage boards have been widely used in soft foundation treatment engineering, and the depth of installation is getting deeper and deeper. In shallow waters, due to the influence of water depth, tides, and wind and waves, the construction of ultra deep drainage boards has higher requirements for insertion equipment. This paper takes a certain embankment project as an example, analyzes the specific situation in different areas of the embankment project, and finds out the different applicable conditions of insertion ships and insertion machines, and the construction methods were discussed separately, and differences were identified through comparison. Finally, the construction efficiency of the insertion board ship and insertion board machine was summarized. In addition, the reasons for the common quality problems of the drainage board return were identified, and effective measures were taken to eliminate them.

Keywords

drainage board; intubation; shallow beach; applicable conditions; tower; reincarnation

浅滩海域超深塑料排水板插打工艺探讨

戴金强

中石化浙江温州石油分公司, 中国 · 浙江 温州 325000

摘 要

塑料排水板现已广泛应用于软基处理工程中, 并且打设深度越来越深, 在浅滩海域, 由于受到水深、潮汐及风浪等的影响, 超深排水板的施工对插板设备的要求变得更高。论文以某围堤工程为例, 通过分析该围堤工程不同区域的具体情况, 找出插板船、插板机不同的适用条件, 并且分别论述其施工方法, 通过对比, 找出差异, 最后, 对插板船、插板机施工工效情况进行了总结, 另外, 还找出了排水板回带质量通病的原因, 并采取了有效措施, 药到病除。

关键词

排水板; 插管; 浅滩; 适用条件; 塔架; 回带

1 引言

某围堤工程处于浅滩海域, 其主堤长 489.9m、西侧堤长 276.7m、东侧堤长 434.4m, 成倒“U”字形, 与原大堤形成封闭围区, 通过吹填形成陆域, 具体围堤工程平面见图 1。

围堤下部软基处理方式为先插打排水板后上部开山石堆载固结, 采用 C 型塑料排水板, 打设深度为原泥面往下 27~40m, 主堤排水板底标高为 -40m, 西侧堤、东侧堤排水板底标高为 -28m, 排水板间距为 1.0m, 正方形布置。

主堤桩号 K0+245~K0+451 区域属潮间带浅滩, 水深较浅, 地形坡度较大, 水下地势复杂, 再加上冬季潮水普遍较低, 而该区域的排水板设计入泥深度达到 40m, 深度极深, 满足此设计要求的水上插板船吨位较大, 吃水较深, 在此区

域容易搁浅。施工方先后调用 3 艘不同吨位插板船对此区域进行施工, 其中有宏阳工 101 插板船, 其塔架高 50m, 插管长 46m, 插管入泥最大深度为 39.6m, 吃水 1.6m; 有宏阳工 106 插板船, 其塔架高 52m, 插管长 47m, 插管入泥最大深度为 41.2m, 吃水 1.8m; 有围海桩 206 插板船, 其塔架高 56m, 插管入泥最大深度为 43m, 吃水 2.6m, 此三艘插板船已是中国满足该海域排水板打设深度、潮位及水深条件下的最优设备, 但只能施工砂被垫层标高 +0.8m 以下区域, 故如图 1 所示, +0.8m 等高线即为排水板插打水陆分界线, 海侧区域采用水上插板船, 岸侧区域采用陆上插板机。

陆上插板机分轨道式插板机与履带液压力式插板机, 潮间带浅滩区域需抢低潮露滩施工。施工方进场轨道式插板机塔架高 35m, 插管入泥最大深度为 32m; 履带液压力式插板机塔架高 36m, 插管入泥最大深度为 30.6m, 不能满足排水板底标高 -40m 的设计要求。浅滩区域地势为斜坡, 且坡度较大, 再加上冲灌的砂被垫层受涨落潮影响不平整, 另外海边风力较大, 若再增加塔架高度, 将有较大倾覆风险。施工方不得

【作者简介】戴金强 (1967-), 男, 助理工程师, 从事土木工程管理施工过程质量控制研究。

不提出设计变更,经设计院验算,水陆分界线(+0.8m等高线)岸侧主堤区域排水板设计底标高由-40m变更为-28m,且该区域海侧增加抛石反压层^[1]。

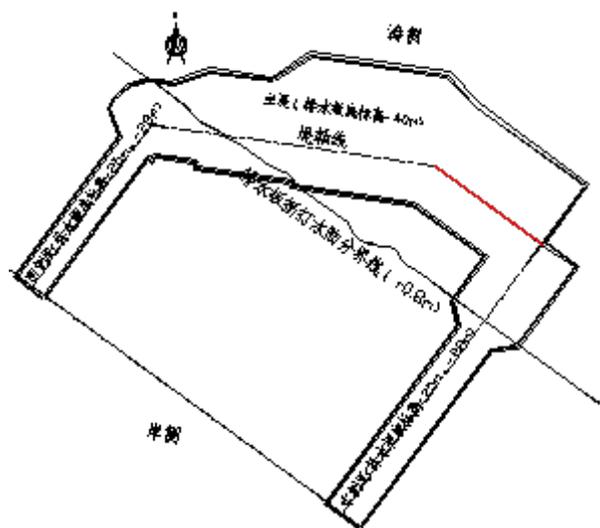


图1 围堤工程平面图

2 插板船、插板机简介

该工程所用插板船为双体作业船,由2个片体与首尾抗扭箱构成一个长方形镂空施工区域,在区域内根据船体尺寸布设塔架,塔架安装在一移动平台上,移动平台沿船上两侧轨道前后移动,在船体空腔内进行排水板插打施工,插管由塔架竖立,由DZ40型振动锤作为插打动力,一振动锤下接两插管,一次插打两根排水板,其中宏阳工106、101插板船都是单塔架、单振动锤,围海桩206插板船为双塔架、双振动锤,一次打设四根排水板。双塔架插板船实物见图2。



图2 双塔架插板船

此类插板船的特点是在一个船体内插打的排水板数量较多,具体视船长、船宽而定,相对移船定位次数较少,同时该船塔架可放倒,船体抗风稳定性好,在大风频繁地区安全适用性较好。

该项目所用轨道式插板机为门架式,由基座、塔架、插管及轨道组成,由DZ40型振动锤作为插打动力,一振动

锤下接一插管,一次插打一根排水板。轨道式插板机实物见图3。



图3 轨道式插板机

履带液压式插板机由360挖机改装而成,由挖机、主机架、链条驱动装置和插管等组成,挖机前臂换成主机架,打设动力为挖机液压油泵带动链条转动使插管下沉,插管采用150mm×90mm×14mm菱形钢管制成,钢管材料为锰钢,强度较高。履带液压式插板机实物见图4。



图4 履带液压式插板机

这三种插板设备插打排水板的工艺流程基本一致,具体工艺流程见图5。

3 插板船、插板机适用条件

3.1 插板船适用条件

水上插打排水板必须采用插板船,其适用条件主要考虑船舶吃水、打设深度及海况等是否满足要求。在本围堤工程中,插板船施工范围为围堤工程平面图中水陆分界线海侧区域。下文以宏阳工106插板船为例进行说明。

宏阳工106插板船吃水1.8m,当水深小于等于1.8m,即船舶搁浅时,插管入泥最大深度为41.2m;当水深大于1.8m,即船舶未搁浅时,插管入水深度最大为43m,插管

入泥深度 $H=47-4-h$, 具体情况见图 6。

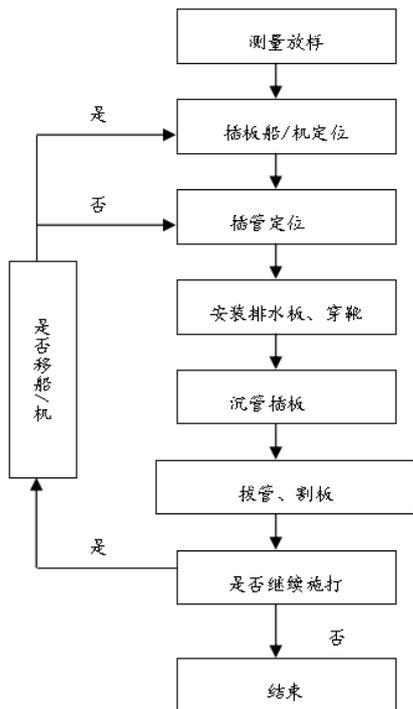


图 5 插板设备插板工艺流程

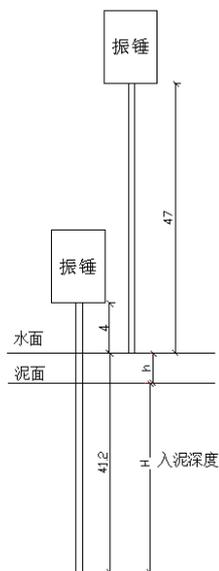


图 6 插板船排水板打设深度示意图

当地理论最低潮位与 85 国家高程换算关系见图 7。

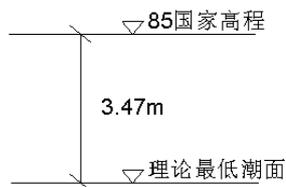


图 7 理论最低潮位与 85 国家高程换算关系

在宏阳工 106 插板船未搁浅情况下, 当潮位为 +6.47m 时, 水面高程为 +3m, 此时可打设的排水板底标高达为 -40m; 当潮位高于 +6.47m 时, 插板船打设的排水板底标高达不到 -40m, 不满足设计要求, 故插板船需候潮施工, 即在潮位高于 +6.47m 时停止施工。由围堤工程平面图知, 围堤排水板施工水陆分界线砂被垫层高程为 +0.8m, 宏阳工 106 插板船吃水 1.8m, 则潮位高于 +6.07m 时, 插板船才不搁浅, 故满足宏阳工 106 插板船施工的潮位为 +6.07m~+6.47m。查询该海域潮汐表可知, 冬季大潮时高潮位最高为 +6.91m, 低潮位最低为 +0.06m; 小潮时高潮位最低为 +5.07m, 低潮位最高为 +2.02m。大潮时每天潮位在 +6.07m~+6.47m 的时间段为 1~2h, 小潮时无法施工, 故该区域排水板施工时间极短^[2]。

对于另外 2 艘插板船, 施工潮位计算方法同宏阳工 106, 其中宏阳工 101 插板船吃水 1.6m, 插管入水深度为 41.2m, 插管入泥最大深度为 39.6m, 由于入泥深度太浅达不到排水板 -40m 设计底标高而不能在水陆分界线 (+0.8m) 附近区域施工; 围海桩 206 插板船吃水 2.6m, 插管入水深度为 45.6m, 插管入泥深度最大为 43m, 由于吃水太深也不能在水陆分界线 (+0.8m) 附近区域施工。这两艘插板船要在水陆分界线 (+0.8m) 海侧区域施工, 由于宏阳工 101 插板船插管入泥深度较浅, 要经常坐滩施工。

由于插板船塔架较高, 当海上风力达到 6 级时, 需停止施工; 当海上风力达到 8 级时, 需放倒塔架; 当海上风力达到 10 级时, 需放倒塔架, 去避风港避风。

3.2 插板机适用条件

轨道式插板机基座较轻, 振动锤较重, 振动锤处于塔架顶端时, 头重脚轻, 抗倾覆能力较差; 轨道式插板机基座安装在两条钢轨上, 钢轨下面还要铺设枕木找平、垫实, 前后移动需要拆装钢轨, 左右移动较难, 机动性较差, 所以轨道式插板机适用于地势平坦、地块规则、成长条状、阵风较少的区域。在该项目中, 轨道式插板机打设西侧堤与东侧堤地势条件较好的排水板。

履带液压式插板机由 360 挖机改装, 使用链条驱动, 没有振动锤, 塔架上部较轻, 头轻脚重, 抗倾覆能力较强; 施工时, 履带下面铺垫陆地板, 对软弱地基适应性较强, 前后、左右移动较方便, 机动性较好。所以, 相对轨道式插板机来说, 履带液压式插板机适应性更强, 其更适用于地势起伏不平、地块不规则、阵风较大的区域。在该项目中, 履带液压式插板机打设主堤水陆分界线 (+0.8m) 岸侧区域地形、地质条件较差、低潮露滩区域的排水板^[1]。

4 插板船、插板机施工方法

4.1 插板船施工方法

插板船上装设高精度 GPS 实时差分定位系统, 船体一次定位后, 可对船体空腔内整个区域进行插板作业。沿空腔

侧面间隔 1m 标识纵向移动刻度，沿移动平台间隔 1m 标识横向移动刻度，电机驱动塔架移位。

插板船垂直于主堤轴线布置,以宏阳工 101 插板船为例,一个船位打设面积为 9m×28m,即 10 根×29 根,平行于堤轴线打设 10 根,垂直于堤轴线打设 29 根,打设完一个船位后,插板船绞缆移位,平行于主堤轴线左右移动,垂直于主堤轴线前后移动,插板船打设从下图区块①开始,一个船位对应一个区块,按照区块依次施工,另外,打设顺序还要根据潮位情况,低潮时打设水深区域,高潮时打设水浅区域,具体平面布置详见图 8。

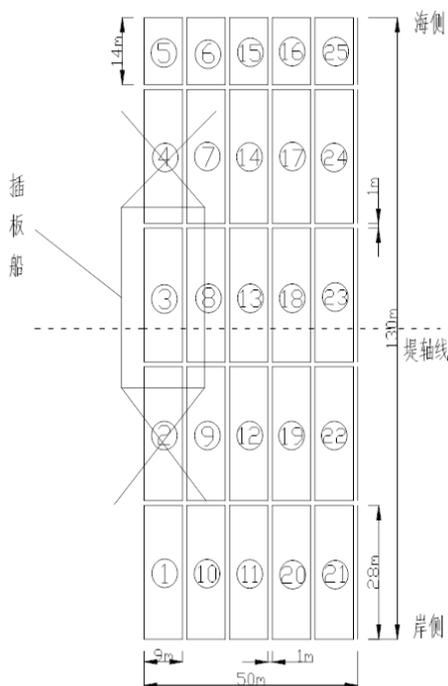


图 8 插板船施工平面布置图

4.2 轨道式插板机施工方法

轨道式插板机施工前,先根据设计要求,针对不同设计断面,进行测量放线,确定插板位置,间隔 1×1m 正方形布置,插上塑料条标记板位。由于是赶潮施工,须随插随打。测量放样完毕后,进行轨道的铺设,轨道铺设时,要严格注意轨道不能铺设在排水板插点上,要相互错开一点距离,具体情况见图 9。

该项目西侧堤、东侧堤陆上打设采用轨道式插板机施工,西侧堤从桩号 K0+41 处开始,沿堤轴线方向,分条施工,沿围堤横断面每次插打 8 根(7m),直到桩号 K0+141,之后掉头返回插打,沿第 2 条施工,直到 K0+41。这样往返施工,直至 K0+41~K0+141 区段全部完成。具体施工平面布置详见图 10。



图 9 插板机施工板位放样

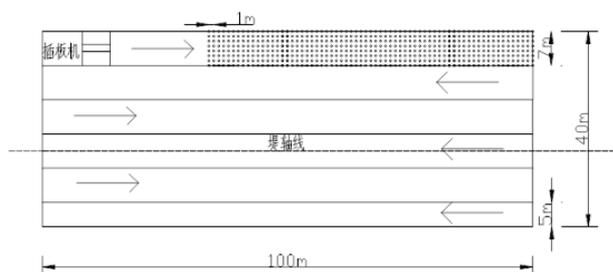


图 10 轨道式插板机施工平面布置图

4.3 履带液压式插板机施工方法

履带液压式插板机板位放样方法与轨道式插板机相同,具体参见上文轨道式插板机板位放样。

履带液压式插板机需低潮时露滩施工,由于潮间带浅滩区域坡度较大,再加上冲灌的砂被垫层被潮水冲的高低不平,履带下面需铺垫陆地地板(如履带液压式插板机实物图所示)。施工时分段进行,大潮时插打外侧排水板,小潮时插打内侧;分条施工,每条 5m 宽,打设 6 根,具体情况见图 11。

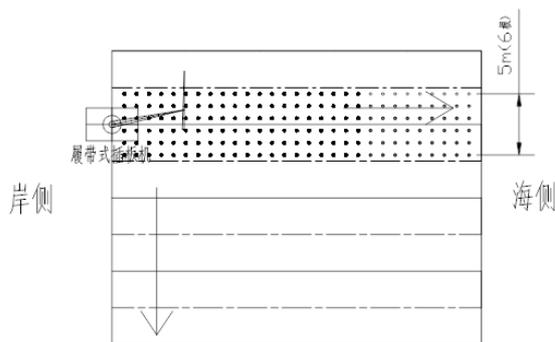


图 11 履带液压式插板机施工平面布置图

5 插板船、插板机施工工效

该项目插板船、插板机施工完成工程量见表 1。

该项目插板船、插板机施工工效见表 2,其中考虑了插板设备自身维修保养、风浪影响、船舶交叉阻碍等因素。

从表2可看出,该项目排水板工程量主要由插板船完成,且插板船插打的排水板深度较深;插板机完成的工程量较少,且排水板深度较浅;围海桩206插板船插打的是深水区域,再加上双塔架,施工效率较高;宏阳工101插板船、106插板船由于施工时间段较少,效率不高;轨道式插板机施工条件较好,效率较高;履带液压式插板机在水陆分界线岸侧浅滩区域赶低潮露滩插打,效率较低。另外,由于插板船设备复杂,人力投入较多,工价较高;插板机设备简单,人力投入较少,工价较低。总之,不同插板设备各有自身的优、缺点,关键是要因地制宜,采用适用的设备^[4]。

6 质量通病治理情况

本工程排水板施工中遇到的质量通病主要是排水板回带,通过分析排水板留带的原理,发现回带机理主要是插打到底标高露出桩靴的排水板所受黏土的握裹力小于插管所施加的摩擦力,其原因主要有插管进泥、露出桩靴的排水板

所受黏土的握裹力太小等。

根据以上原因,施工方经过现场反复试验,确定出以下改进措施:

①更换磨损的插销。新插销能够与桩靴底口封闭严实,插打时淤泥不会进入桩靴。

②加长插销(从20cm调整到30cm)。在插管刚刚上拔时,加长插销可在一定程度上提高排水板受到插销的锚固力。

③加长链条(从50cm调整到150cm)。在插管刚刚上拔时,加长链条可使排水板在地基中的锚固时间增加,进而使排水板所受两侧地基土的握裹力增大。

④超打(一般控制在50cm左右,具体根据地基情况调整)。超大施工可预留部分回带。

以上措施有效解决了排水板回带问题,保证了排水板的打设质量,提高了排水板的施工效率。

表1 插板船、机完成工程量

序号	设备	工程量/m	数量/根	排水板长度/m
1	插板船	290万	8万	37~41
2	轨道式插板机	39万	1.4万	27、30
3	履带液压式插板机	46万	1.6万	29~31

表2 插板船、机施工工效

序号	设备	型号	施工区域	施工时间段	难易程度	效率(根/d)	工价(元/m)
1	围海桩206插板船	双锤四插管	主堤深水区域	全天候	较易	956	1.8
2	宏阳工101插板船	单锤双插管	水陆分界线海侧浅滩区域	高潮冲滩、低潮坐滩插打	较难	305	1.8
3	宏阳工106插板船	单锤双插管	水陆分界线海侧浅滩区域	高潮+6.07m~+6.47m	一般	320	1.8
4	轨道式插板机	单锤单插管	西侧堤、东侧堤	全天候	较易	360	1.2
5	履带液压式插板机	单插管	水陆分界线岸侧浅滩区域	低潮露滩	较难	245	1.3

7 结语

论文以某围堤工程为例,对浅滩海域超深排水板插打工艺进行了探讨,发现插板船的适用条件主要是船舶吃水、打设深度及海况满足要求,履带液压式插板机更适用于地势起伏不平、地块不规则、海风较大的区域,双塔架插板船工效最高。但是,不同插板设备各有自身的优、缺点,关键是要因地制宜,采用适用的设备,才能达到最优的效果。

参考文献

- [1] 刘迪,单志浩,朱军.塑料排水板水下施工工艺[J].中国港湾建设,2008(12):50-53.
- [2] 孙洪春,姚辉博,张焕.外海人工岛深厚软土地基超深塑料排水板施工技术[J].中国港湾建设,2015(7):74-76.
- [3] 吴述远,翟鸣皋.港珠澳大桥香港人工岛工程海上排水板施工研究及改进[J].中国水运,2016(2):220-221.
- [4] 邱镇华,岑钊,翁明智.减少塑料排水板回带率的研究[J].铁道建筑技术,2014(11):69-71+96.