

· 施 工 ·



洋山深水港区塑料排水板施工回带问题研究

王施恩

(上海国际港务(集团)股份有限公司 工程建设指挥部, 上海 200137)

摘要: 结合洋山深水港区三期(二阶段)工程排水板的施工情况,对塑料排水板施工中的回带问题进行研究。提出采用副管对排水板底端进行固定的施工方法解决回带问题,其中对排水板打设过程中钢丝绳卡口位置进行深入研究,在不使用卷扬机的情况下使用滑轮组能做到滞后上拔副管与上拔导管同步结束,在既不影响施工进度又不增加施工成本的前提下最大限度地避免回带现象发生。

关键词: 塑料排水板;回带;滑轮组;副管

中图分类号: U 655

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2015)10-0188-05

Back-drawing of plastic drainage plate in Yangshan deep-water port

WANG Shi-en

(Construction Headquarters of Shanghai International Port (Group) Co., Ltd., Shanghai 200137, China)

Abstract: This paper studies the back-drawing of plastic drainage plate based on Yangshan deep-water port phase III(stage II) plastic drainage plate construction, and proposes to adopt the looped pipeline to fix the plastic drainage plate end lap and solve the problem of back-drawing. Furthermore, this paper probes into the location of wire rope bayonet in the construction process of the drainage plate. Using the pulley block instead of the hoister, the looped pipeline's lag uplift and catheter's uplift can end synchronous and the back-drawing can be avoided to the greatest extent without influencing the construction progress and increasing the cost.

Keywords: plastic drainage plate; back-drawing; pulley block; looped pipeline

上海国际航运中心洋山深水港港区是目前中国乃至全世界最大的现代化集装箱港区之一,港区主要由开山与围海造地形成,其中一期、二期、三期工程总吹填造地面积达 560.5 万 m^2 。塑料排水板作为排水固结法加固软土地基的竖向排水通道,以其施工简单易行、加固效果好、经济效益明显等特点,在该工程中得到广泛的应用^[1-2]。本文从塑料排水板打设施工过程中排水板回带问题出发,给出解决措施。

1 工程概况和问题的提出

洋山深水港区三期(二阶段)工程位于镬盖

塘岛、大岩礁岛、小岩礁岛和大指头岛之间,陆域形成总面积约 349 万 m^2 。其中塑料排水板施工面积约 24.1 万 m^2 ,排水板的深度为 20、25、30 m 共 3 种类型。排水板打设工序^[3-4]一般为:根据打设板位进行打设定位→将塑料排水板通过导管穿出→安装管靴→沉设导管→开机打设至设计高程→提升导管→剪断塑料排水板→移动机位打设下一个排水板。

在此过程中,极易发生排水板回带现象。排水板打设至设计高程后提升导管,当提升导管时导管与导管内的排水板同步上拔,不发生相对运动为回带现象,同步上拔长度为排水板回带长度。

收稿日期: 2015-02-27

作者简介: 王施恩(1962—),男,高级工程师,从事港口工程管理和研究工作。

设计和规范规定，当排水板回带长度 $\leq 0.5\text{ m}$ 时，则回带合格；若回带长度 $>0.5\text{ m}$ 时，则回带不合格，必须重新补打一根塑料排水板至设计深度。即设计和规范要求，回带不合格率必须 $\leq 5\%$ （回带不合格率 = 回带不合格根数/施工总根数 $\times 100\%$ ）。未采取任何措施下插板的回带不合格率见表 1。

表 1 未采取任何措施下插板的回带不合格率

质量	回带 长度/m	1 [#]		2 [#]	
		塑料排 水板机/根	回带不 合格率/%	塑料排 水板机/根	回带不 合格率/%
合格	≤ 0.5	67	0	64	0
	$0.5 \sim 1.0$	11	11.1	10	10.1
	$1 \sim 5$	8	8.1	9	9.1
不合格	$5 \sim 10$	5	5.1	7	7.1
	$10 \sim 15$	6	6.1	8	8.1
	≥ 15	2	2.0	1	1.0
合计		99	32.4	99	35.4

从表 1 知，本工程地质条件多为深层淤泥质黏土，含水率在 55% 左右，未采取任何措施下试验区回带不合格率分别为 32.4% 和 35.4%，不满足要求。因此，采用目前常规的解决措施进行试验。

2 原因分析及常规解决措施

回带现象产生的主要原因^[4-5]为：1) 地基土性质：施工场地淤泥质土的成层性差，该土层极易沿着锚靴和导管间隙进入导管内部，造成导管被土堵塞或卡死，从而在拔管过程中产生回带。2) 套管振动导致管口与锚靴缝隙太大。3) 桩靴原因：施工现场桩靴多由铁线焊接在方形钢板上制作而成。发生“回带”的桩靴多是被铁线勒穿铁板或铁板被拉弯变形，破坏比较严重。4) 工人操作熟练程度，包括施工中板桩机的垂直度。

对回带问题常规的解决措施主要有：1) 针对地基土多为淤泥的特点，在导管上方开口处倒水，冲刷导管中的淤泥。2) 针对套管振动引发的管口与桩靴的缝隙过大问题，在打设排水板的过程中一同冲水清洗套管，尽可能降低套管内壁与排水板之间的摩擦，从而最大限度地减小回

带。3) 改变桩靴的形式。4) 加强对施打排水板工人的作业技术指导，施打排水板时尽量保证塔吊垂直。

在试验区施工过程中，采用以上常规解决措施后进行塑料排水板施工，安排专人对塑料排水板机（塑料排水板施工机械）全程旁站监督。抽查情况如表 2 所示。

表 2 采取常规插板方法的回带不合格率

质量	回带 长度/m	1 [#]		2 [#]	
		塑料排 水板机/根	回带不 合格率/%	塑料排 水板机/根	回带不 合格率/%
合格	≤ 0.5	78	0	79	0
	$0.5 \sim 1.0$	7	7.1	8	8.1
	$1 \sim 5$	6	6.1	5	5.1
不合格	$5 \sim 10$	4	4.0	3	3.0
	$10 \sim 15$	3	3.0	3	3.0
	≥ 15	1	1.0	1	1.0
合计		99	21.2	99	20.2

试验结果表明，2 台塑料排水板机的回带不合格率分别 21.2% 和 20.2%，回带问题依然严重，均不满足规范中回带不合格率 $\leq 5\%$ 的要求。因此，必须深入研究并找出解决回带问题的办法才能确保工程质量。

3 本工程解决措施——副管法

造成塑料排水板施工中回带现象的原因是排水板底端部土层的淤泥质黏土承载力低，排水板与淤泥质黏土间的摩擦力小，不能将排水板底部固定在淤泥质黏土中。本工程解决措施——副管法即在塑料排水板施插至设计深度时，通过对其施加一个外力固定排水板的底端部位，外力抵抗导管对塑料排水板的向上提升力，强行将塑料排水板留在设计深度的淤泥质土层内。

施工前在导管外侧焊接套管，套管对副管有限位作用，副管的长度可以比导管短，将钢丝绳一端连接在副管顶端，在打设塑料排水板导管时同步打设副管，到设计施打深度后上拔塑料排水板导管，副管先在原位不动，副管自身重力和副管与侧壁土层间的摩擦力可以给排水板底部提供一个固定力，导管上拔到一定预留长度后，土层

与排水板间的摩擦力足以抵抗导管对塑料排水板的向上提升力，然后再采用副卷扬机上拔副管。现场试验结果显示：预留长度大于 0.5 m 时，便保证不产生回带现象。副管施工如图 1 所示。

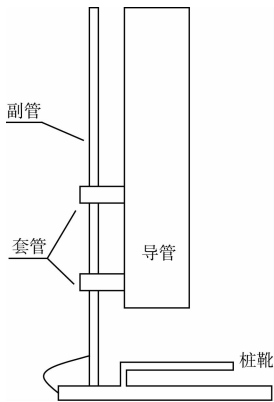


图 1 副管施工

前述副卷扬机上拔副管的施工方法，因上拔导管和上拔副管结束时间不同，因而影响了施工进度，另外由于采用了副卷扬机增加了施工成本，因此考虑采用可消除时间差的滑轮组的施工方法上拔副管，省去副卷扬机的工作，在既不影响施工进度又不增加施工成本的前提下提高施工质量。

3.1 基本原理

如图 2 及图 3 所示，将钢丝绳一端连接在副管顶端，另一端穿过振动锤底部的滑轮组后，继续穿过打桩机井架上的预先固定的卡口孔洞，在钢丝绳的另一端与重锤连接，重锤牵引钢丝绳可以在空中或空心管中运动，钢丝绳在卡口孔洞中可以自由通过，重锤不能通过卡口孔洞。导管打设时副管随导管同打入，钢丝绳在重锤的重力作用下拉直，当导管随振动锤上拔一定高度后，重锤被卡口挡住，相当于滑轮组中的一个固定点，等同于钢丝绳一端被固定在井架上。随振动锤上拔时振动锤底部的滑轮相当于滑轮组中的一个动滑轮，在由卡口、动滑轮、副管和钢丝绳组成的滑轮组中，随振动锤上拔时动滑轮通过钢丝绳将副管拔出。可以做到先上拔导管，等待副管在土层中满足预留长度后再上拔副管，而且副管底部和导管底部同时到达地面。

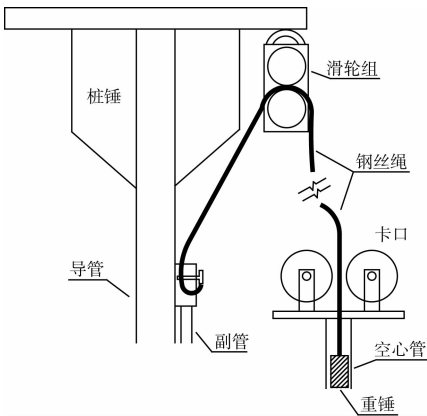


图 2 副管滞后上拔与导管上拔同步结束

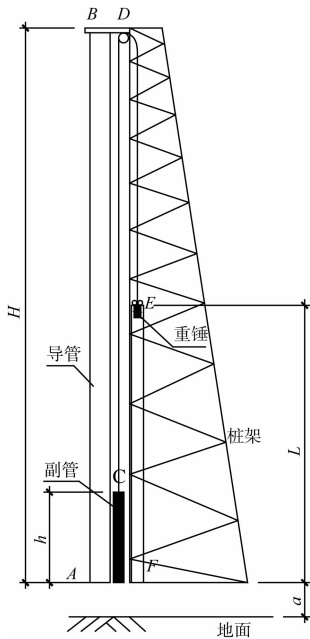


图 3 排水板打设

3.2 卡口位置和副管预留长度的确定方法

如图 3 所示，动滑轮组 D 点的高度为 H，与导管长度接近，副管的长度为 h，桩架上的定滑轮卡口到桩架底部距离为 L，桩架底部到地面的距离为 a。

若不考虑结点连接、圆弧段、地面高差等对钢丝绳长度的影响，未打设排水板前钢丝绳 CDE 段的长度 $S_1 = \overline{CD} + \overline{DE} = (H - h) + (H - L) = 2H - h - L$ ；打设排水板深度为导管全长 H 时，钢丝绳 CDE 段的长度 $S_2 = H - h + L + a$ ；当滑轮 D 点与 E 点高度相同时钢丝绳 CDE 段长度最短，其值 $S_3 = H - h$ 。

因此，钢丝绳 CDE 段长度必须为 S_1 、 S_2 中的较大值才能保证排水板打设施工正常进行，而如

果定滑轮卡口 E 点下方的钢丝绳长度大于 E 点到地面的距离 $(L+a)$, 则钢丝绳将不再承受重锤的重力作用, 施工中钢丝绳可能在动滑轮处滑脱, 影响施工。

在图 3 中若取 $H=25\text{ m}$ 、 $h=5\text{ m}$ 、 $a=0.5\text{ m}$, L 分别为 8.25 、 12.25 、 15.25 m , 计算钢丝绳 CDE 段长度随导管入土深度的变化过程(图 4)。从图 4 中可以看出在排水板施工全过程中钢丝绳 CDE 段长度是变化的, 在导管入土深度达到某一临界深度前, 钢丝绳 CDE 段长度先逐渐减小, 而超过某一临界深度后钢丝绳 CDE 段长度再逐渐增大。

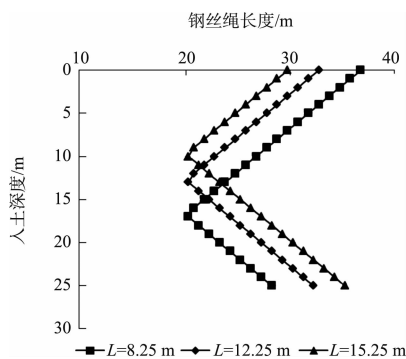


图 4 钢丝绳 CDE 段长度随导管入土深度变化

若取 $S_1 = S_2$, 即 $2H - h - L = H - h + L + a$, 解得 $L = (H - a)/2$, 将 $H = 25\text{ m}$ 、 $a = 0.5\text{ m}$ 代入得 $L = 12.25\text{ m}$, 如图 4 中第 2 条曲线所示。该情况下, 在导管打入施工过程中, D 点高度与 E 点高度相同时刻, 钢丝绳 CDE 段长度为最小值 S_3 时, 定滑轮卡口 E 点到重锤间钢丝绳长度为 $(L+a)$, 导管上拔施工过程中, 动滑轮 D 点上升到与定滑轮卡口 E 点高度相同时刻开始上拔副管, 导管上拔完成时能确保副管底部和导管底部同时到达 A 点处。

当 $L < (H - a)/2$ 时, 取 $L = 8.25\text{ m}$, 导管入土深度为 0 时, 钢丝绳 CDE 段长度 S_1 最大, 在导管打入过程中, 导管入土深度为 $(H - L - a/2)$, 当动滑轮 D 点处与定滑轮卡口 E 点处高度相同时刻, 钢丝绳 CDE 段长度为最小值 S_3 , 若此时定滑轮卡口 E 点处到重锤间的钢丝绳长度 $(H - L)$ 大于重锤到地面的高度 $(L + a)$, 则会影响施工。在导管上拔过程中, 若在动滑轮 D 点上升至定滑轮

卡口 E 点上方 $(S_1 - S_2)/2$ 高度时开始上拔副管, 则导管上拔完成时能确保副管底部和导管底部同时到达 A 点处。

当 $L > (H - a)/2$ 时, 取 $L = 15.25\text{ m}$, 在导管入土深度为排水板设计深度 H 时, 钢丝绳 CDE 段长度最大值为 S_2 , 因为钢丝绳 CDE 段长度 $S_2 > S_1$, 导致上拔结束时副管底端距 A 点的距离为 $(S_2 - S_1) > 0$, 即导管上拔完成时不能把副管从地基中全部拔出。

从上面的分析可知, 定滑轮卡口 E 点的最佳位置为 $L = (H - a)/2$, 同时钢丝绳 CDE 段长度为 $2H - h - L$ 或 $H - h + L + a$, 导管上拔过程中, 当重锤在定滑轮卡口 E 点处挡住的同时上拔副管, 此后副管的上拔速度是导管上拔速度的 2 倍, 副管和导管底部同时到达地面上方的桩架底部 A 点。施工过程中副管在土中的预留滞后长度为 $(H + a)/2$, 如果副管长度 h 小于 $(H + a)/2$, 即为副管长度 h 。

若导管长为 H , 排水板的设计深度为 H_1 , 在 $H_1 < H$ 时, 钢丝绳 CDE 段长度 $S_1 = 2H - h - L_1$, $S_2 = H_1 - h + L_1 + a$, 根据前文可确定滑轮卡口 E 点位置 $L_1 \leq (2H - H_1 - a)/2$ 。另外在 $H_1 = H$ 时, 由前面分析可确定滑轮卡口 E 点位置 $L = (H - a)/2$ 。所以, 在 $H_1 \leq H$ 时, E 点位置的 L 应在 $(H - a)/2$ 和 $(2H - H_1 - a)/2$ 之间均能确保施工过程正常进行, 即使 E 的位置可以不同, 若打设排水板深度均为 H_1 ($a \leq H_1 \leq H$) 时, 在施工中副管在地基土中的预留滞后长度均为 $(H_1 + a)/2$, 如果副管长度 h 小于 $(H_1 + a)/2$, 即为副管长度 h 。

3.3 工程实例应用

经现场试验, 该工程可采用一根长度 5 m , 直径 18 mm 的 HRB335 调质钢筋做为副管, 由于直径 18 mm 副管的截面积与导管的截面积的比小于 2.25% , 另一方面地基为强度较低的淤泥或泥质土, 施工过程中插管、拔管的阻力对插板机械来说可忽略不计, 施工过程对地基土体结构性扰动可忽略。在打设塑料排水板导管时同步打设链接在桩靴上的副管。采用上述滑轮组方法施工后回带不合格率见表 3 所示, 满足回带不合格率 $\leq 5\%$ 的要求。

表 3 采用副管后的回带不合格率

质量	回带 长度/m	1 [#]		2 [#]		3 [#]		4 [#]	
		塑料 排水板机	回带不 合格率/%	塑料 排水板机	回带不 合格率/%	塑料 排水板机	回带不 合格率/%	塑料 排水板机	回带不 合格率/%
合格	≤0.5	854	0	978	0	907	0	869	0
不合格	0.5~1.0	7	0.8	8	0.8	12	1.3	10	1.1
	1~5	3	0.3	2	0.2	2	0.2	4	0.4
	5~10	1	0.1	2	0.2	3	0.3	1	0.1
	10~15	5	0.6	3	0.3	4	0.4	6	0.7
	≥15	2	0.2	1	0.1	3	0.3	5	0.6
合计		872	2.0	994	1.6	931	2.5	895	2.9

4 结论

- 1) 软弱地基工程中遇见的排水板回带现象时可采用副管对排水板底端进行固定的解决办法。
- 2) 在不使用卷扬机的情况下使用滑轮组能做到副管滞后上拔与导管上拔同步结束。
- 3) 通过现场试验及理论分析得出副管对排水板底端固定施工中确定钢丝绳卡口位置的计算方法。

参考文献:

[1] 王永强. 塑料排水板施工质量初步调查与分析[J]. 中国

港湾建设, 2006(2): 60-61.

[2] 孙仕敏. 塑料排水板回带原因及处理方法探讨[J]. 高校理科研究, 2009(26): 100-101.

[3] 汪江波. 塑料排水板施工中应注意的问题[J]. 华东公路, 1998(2): 49-50.

[4] 熊祥俊. 塑料排水板施工工艺及回带原因和处理措施[J]. 山西建筑, 2013, 39(5): 74-75.

[5] 刘忠海. 塑料排水板施工工艺及其回带、断带成因分析[J]. 中国水运, 2009, 9(10): 249-250.

(本文编辑 郭雪珍)

· 消 息 ·

二航局承建的国内首座隧道锚跨海大桥完工

近日，二航局承建的浙江省舟山市岱山至官山公路工程完工。

该工程由官山大桥、炮台山隧道和连线公路组成，采用双向四车道一级公路标准，设计时速 80 km，路基宽度 24.5 m。官山大桥桥型为双塔单跨钢箱梁悬索桥，主跨 580 m，是国内首座采用隧道锚的悬索跨海特大桥，该隧道锚具有“小洞体与大倾角“的特点，技术含量高、施工难度大，洞室开挖倾角位列世界第二；炮台山隧道为小净距、分离式隧道，左线长 679 m，右线长 653 m。该工程合同总额约 6.48 亿元，工期 36 个月。

该工程为浙江省重点工程，是舟山“大岛建、小岛迁、陆岛连”规划的重要组成部分。工程完工后，将与秀山大桥、青山海底隧道等共同将浙江岱山主要岛屿与舟山本岛连为一体，有助于构建快捷便利的交通要道，在促进岱山融入舟山新区、助推舟山快速发展方面具有重要作用。

(来源：二航局)