



大型散货堆场堆取料机基础结构优化设计

龚晓怡

(中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 湖北 武汉 430071)

摘要: 大型散货堆场中堆取料机基础常常占用很大一部分堆场面积。为节约土地资源, 对堆取料机基础结构形式进行优化设计: 将堆取料机基础做成高桩梁板架空式结构, 将堆场排水沟布置于内, 不仅可以更有效地利用堆场空间, 而且使用维修方便。

关键词: 堆取料机; 基础结构; 排水沟; 高桩梁板结构

中图分类号: U 655.54

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)08-0105-05

Optimization design of stacker-reclaimer's infrastructure in large bulk cargo yard

GONG Xiao-yi

(CCCC Second Harbor Consultants Co., Ltd., Wuhan 430071, China)

Abstract: The infrastructure used by the stacker-reclaimer often takes up a large part of the bulk cargo yard. For economizing the land resources, we implement the optimization design of the infrastructure: The infrastructure is designed to adopt the piled slab-beam structure with the barrel-drain inside the bulk cargo yard. We can not only use the yard space more efficiently, but also can be easy used and maintained.

Key words: stacker-reclaimer; infrastructure; barrel-drain; piled slab-beam structure

对于大型的散货堆场, 利用皮带机进行散货的运输和利用堆、取料机进行散货的堆取作业是目前比较常用且经济有效的作业方式。因堆取料机的操作高度及操作范围受一定限制, 堆场内通常需要设置多条皮带机及配备多台装卸设备。而皮带机及其装卸机械的基础常常占用了堆场内很大一部分面积, 这使得堆场内实际的堆货面积有所减小, 即相应增大了堆场所需的面积。本文结合工程实例, 介绍一种新型堆取料机基础结构形式, 占地面积小, 且施工、维护方便。

1 工程概况

某工程位于长江中下游地区, 主要建设2个5万吨级散货泊位、码头后方设置有南北2个散货堆场及相应配套设施, 工程货种主要是煤炭。每个堆场各布置2条堆取料机及皮带机运输线、3条堆货场

地。每条堆取料机基础线长约620 m, 每条运输线上布置1台DQ L3000/1500的斗轮堆取料机进行散货的堆取料作业。堆取料机轨距7 m, 基础顶宽10 m, 基础顶面高于地面2.3 m。堆场内设有排水沟、道路、污水处理站和水池等基础设施。以某工程北堆场为例进行分析研究, 堆场平面布置见图1。

1.1 工艺荷载

1) DQL 3000/1500斗轮堆取料机荷载: 轨距7 m, 基距7 m, 最大轮压250kN, 总轮数24个(每个支腿6个), 轮距0.765 m, 轨道型号P50;

2) 皮带机均布荷载为5 kPa;

3) 堆场堆货荷载最大高度为12 m。

1.2 工程地质

某工程场区位于长江漫滩地貌单元。土层分布较复杂, 主要分布如下(图2):

①粉质黏土: 灰黄色-灰色, 很湿, 软塑。切

收稿日期: 2012-11-27

作者简介: 龚晓怡(1979—), 女, 工程师, 从事港口工程设计。

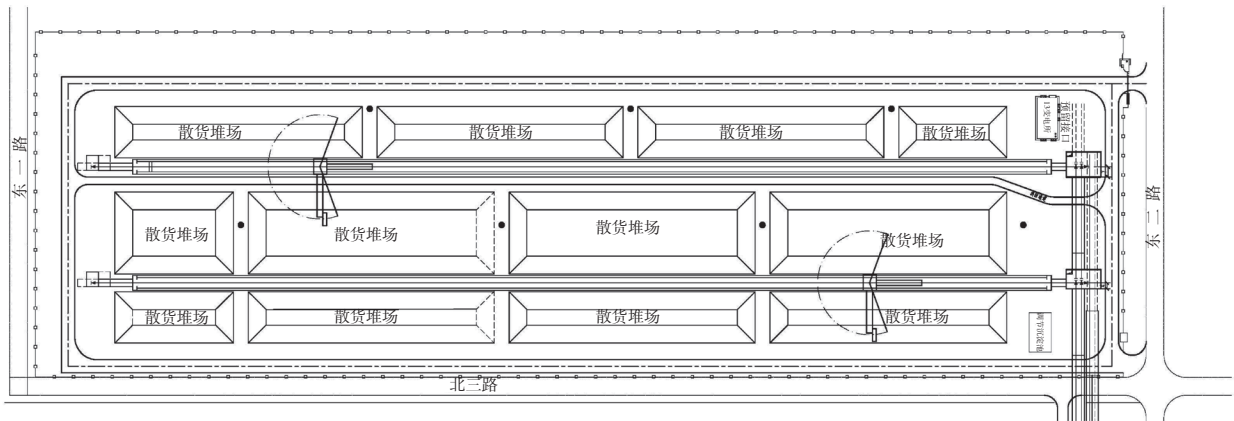


图1 堆场平面布置

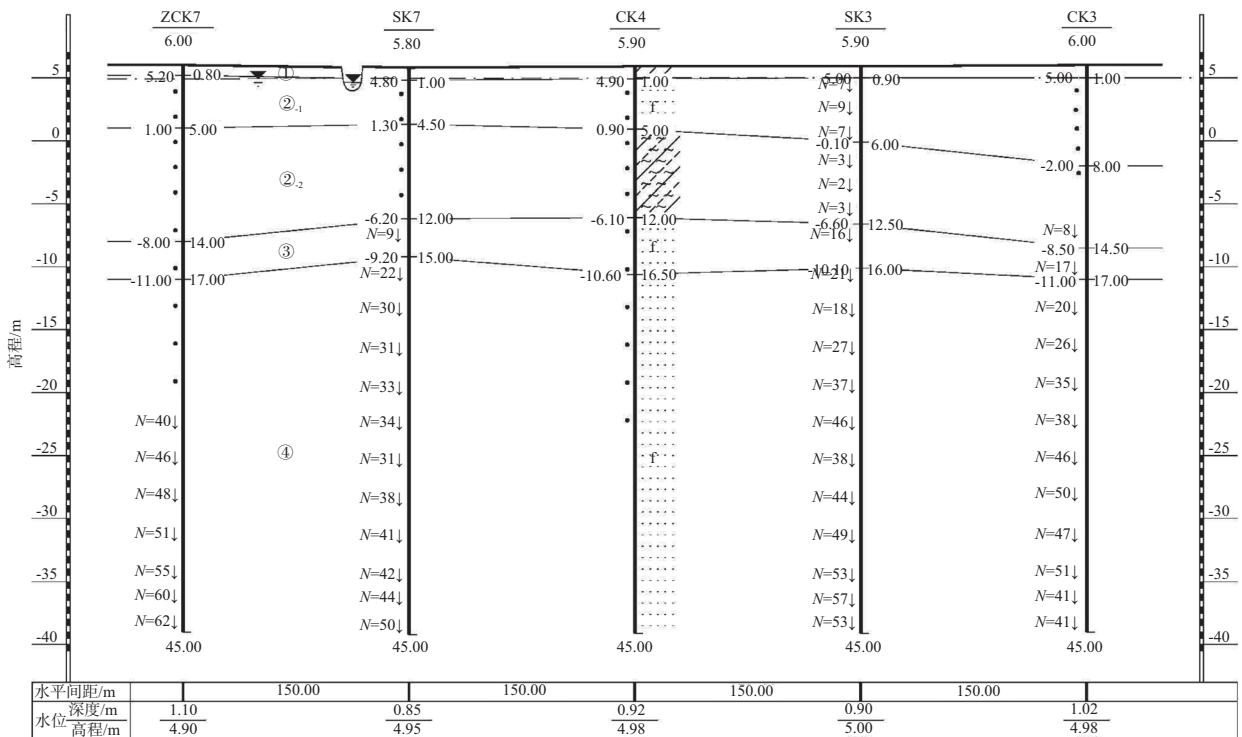


图2 地质剖面

面稍有光泽，韧性中等，干强度中等，中高压缩性；

②₁粉砂：灰色，饱和，松散-稍密，中高压缩性；

②₂淤泥质粉质黏土：灰色，饱和，流塑，无地震反应，韧性中等，干强度中等，高压缩性；

③粉砂：灰色，饱和，稍密-中密；

④粉砂：灰色，饱和，中密-密实。

2 优化设计

2.1 堆取料机基础结构形式

现有设计中堆场堆取料机基础结构形式通常

采用横轨枕、纵轨枕及桩基方案等方式。

因本工程堆取料机基础顶面高于地面2.3 m，所以不管采用以上哪种形式，均需将基础面抬高。如采用以上3种方式，则优缺点如表1所示。

本工程位于长江中下游地区，地质资料显示，此处上层土层受力较差，压缩性较大，后期由于堆载产生的沉降也较大，适合采用桩基结构形式，对结构进行优化分析。

2.2 工程特点

1) 从整体考虑。

本工程从整个堆场的布置看，堆场布置散货

表1 堆取料机基础采用常规结构形式后优缺点比较

基础形式	优点	缺点
横轨枕方案	造价便宜，后期可通过调整达到使用要求，对工程的适应性强	后期容易因地基沉降而使基础产生不均匀沉降，须经常调整轨枕高度，使用较不方便，后期维护费用高
纵轨枕方案	施工简便，后期不需经常维护	对地基的要求较高，如后期产生沉降，调整不太方便
桩基方案	对地基沉降的适应性较好，施工方便快捷，后期不需经常维护	因两侧堆载较大，结构受力较困难，所以对桩基的要求较高，造价较高

堆场3条、堆取料机基础2条、排水沟3条以及道路、污水处理站及水池等基础设施。因为是散货堆场，所以为了方便污水收集与清理，污水沟一般做成明沟，且需沿堆场料条周边通长布置，污水沟占用了堆场不少面积。此处若能减小污水沟的占地面积，就能相应节约堆场面积。

2) 从局部考虑。

因为堆场的货种是散货，堆取料机基础上采用皮带机运输，为了达到环境保护要求，一般要在基础上皮带机旁以及堆场内设置喷淋洒水，则基础周边需要设置给排水管道；堆场中需要设置照明系统，也需要走电线。为了避免堆场内堆货引起的沉降和操作车辆在使用过程中对水电管线产生破坏，水电管线的布置最好布置于非堆载区域。如布置明线，则影响美观；如布置在地下，则后期的维修较麻烦。结构设计若考虑了管线的布置，则为后期的使用带来了极大的方便。

根据以上分析，本工程的堆取料机基础结构优化时考虑将污水沟及管线设置其中，不仅可以节约堆场面积，而且可以使后期使用维修方便。因本工程的堆取料机基础高于地面2.3 m，故将堆取料机基础结构做成高桩梁板式结构，将排水沟置于架空结构中的地面，将管线架于梁板结构上（图3）。

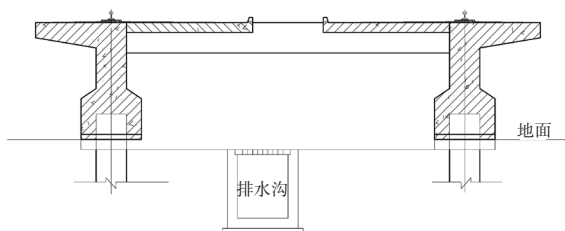


图3 优化思路

2.3 工程难点

本工程设计的难点有2个方面：1) 堆场的排

水问题；2) 基础两侧荷载较大，结构受力复杂。针对这2个难点，进行以下分析。

2.3.1 堆场的排水问题

将排水沟设置于堆取料机基础内，堆场上的水可以通过排水坡流经结构流至排水沟内，因堆场的货种主要为散货，水通过结构时易于堵塞引起排水不畅，最终导致堆场积水。经过对公路、城市道路、桥梁、水运工程等方面的排水方式的调查参考，结合本工程的特点，本工程排水口如下设置：将轨道梁下部设置成凹凸结构当排水口，并在轨道梁外侧紧挨轨道梁处设置一条碎石截水盲沟，以过滤渣子，碎石采用经久耐用且经济的网袋或网箱装置，以整齐的形式排列于截水沟内，清理时可提出，操作简便。

2.3.2 基础两侧荷载较大，结构受力复杂

因堆场区有堆载，最大堆高达12m，基础结构优化后堆载离结构桩基的距离很近，地面堆载往往诱发土体产生过大变形，使邻近工程桩严重偏位甚至导致桩体和上部结构的破坏，通常该桩被称为被动桩。然而被动桩涉及到桩与土在三维空间的相互作用问题，极为复杂，目前规范上还没有可参照的计算方法。尽管近年来很多学者作了大量的模型试验和理论研究，并提出了多种计算方法，但是还没有被广大技术人员接受和掌握。本工程计算时考虑堆取料机基础单侧堆载时的不利情况，将堆载作为均布荷载作用于地面，认为桩四周原有土体自重产生的主被动土压力相互抵消，仅考虑堆载产生的土压力作用于桩上。为了抵御单侧堆载所产生的侧压力，考虑在轨道中间增加斜桩。考虑到陆上施工机械能力和经济要求，本工程采用的桩基为 $\phi 600$ PHC桩，通过我公司开发的平面排架计算软件、M法验算以及空间Ansys软件等多种方法进行计算比较，最终桩身

弯矩计算结果见表2。根据计算结果，最终选择桩基采用 $\phi 600\delta 110$ PHC桩B型桩。

表2 优化后桩基计算结果

计算方法	计算软件	计算状态	最大桩身弯矩/(kN·m)
平面计算	PMPJ软件	承载能力极限状态	382
		正常使用极限状态	201
M法验算	Mathcad软件	承载能力极限状态	336
		正常使用极限状态	135
空间计算	Ansys软件	承载能力极限状态	321
		正常使用极限状态	158

3 优化设计方案

根据上述分析以及必要的计算，本工程堆取料机基础结构最终方案如下：

堆取料机基础采用高桩梁板透空式结构，堆取料机基础由多个结构段组成。每个结构段分为上下两部分，基础下部为桩基，采用

$\phi 600\delta 110$ PHC桩，外侧布置2排直桩，桩间距为3 m，内侧布置2排8:1的斜桩，桩间距为6 m。基础上部由2根平行设置的现浇钢筋混凝土轨道梁、连接2根轨道梁之间的横撑和设置于横撑之间的面板组成一个架空式结构。将排水沟设置于2根轨道梁之间的架空地面处，将轨道梁底部设置成凹凸形口作为排水通道，轨道梁外侧底部设置2条通长的碎石过滤层，以便过滤渣子。2段轨道梁间衔接处每隔一段距离设置通行门，行人可横穿堆取料机基础；在架空层内每隔一段距离设置一个爬梯，以便工作人员可以上下堆取料机基础进行维修。将架空层中间的地面降低20 cm，排水沟靠一侧布置，另一侧较宽处可通行。水电信管线埋设于架空层中。主要设计方案见图4~6。

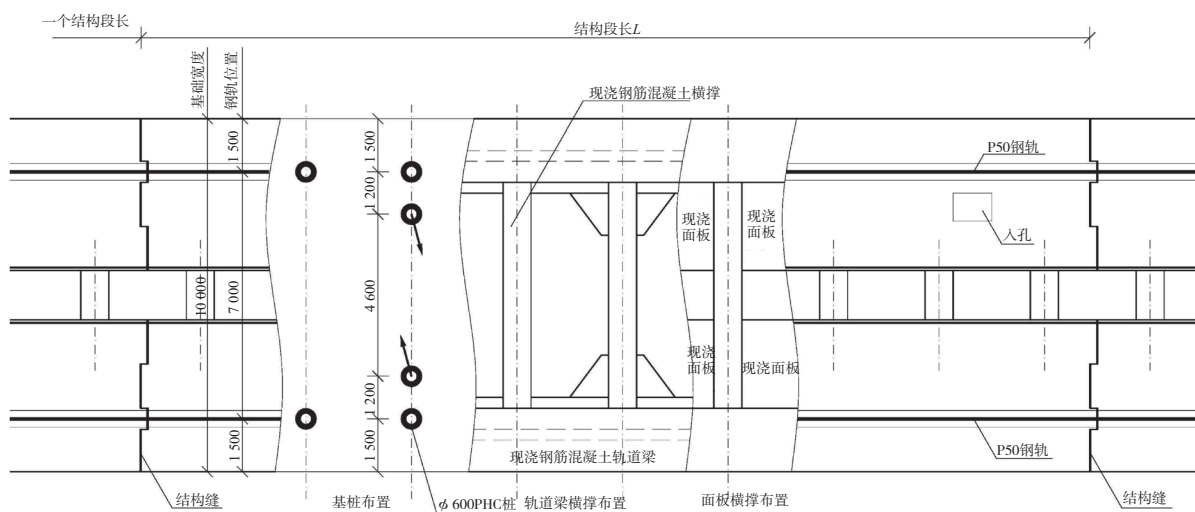


图4 一个结构段平面示意

4 优化设计的优点

以实体斜坡式结构为例作比较，优化设计后，新型结构主要优点如下：

1) 堆取料机轨道基础占地面积减小。

若采用常规的斜坡式实体结构，本工程堆取料机基础占地面积约为2.25万 m^2 ，通过优化后的实际占地面积为1.24万 m^2 ，优化后堆取料机基础占地面积减少了44.9%，并且节约了一条排水沟的面积670 m^2 ；减小后的面积因业主要求主要用于增大堆场面积，堆场的占地面积由5.95万 m^2 增大为7.03万 m^2 ，即增大了18.1%。

2) 基础使用和维护方便。

常规的设计通常需将水电信等管线埋设于实体中，使用后由于地基沉降的缘故可能导致管线产生不均匀受力而破损，后期检查维修管线麻烦，维修费用高。优化设计后的堆取料机基础，水电信等管线设置于架空层内，维修简便。

因优化设计后的堆取料机基础设置有横向通道门，以及上下爬梯，故行人通行及工作人员维修较方便。

排水沟置于架空层内，不仅节约了占地面积，而且清理也较方便。

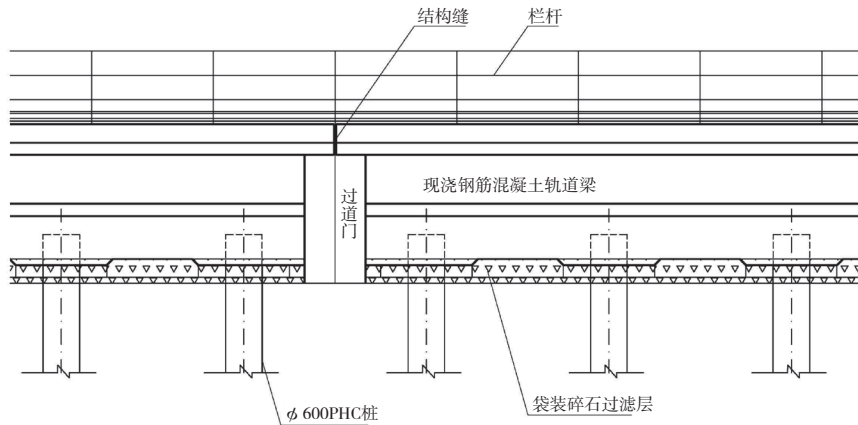
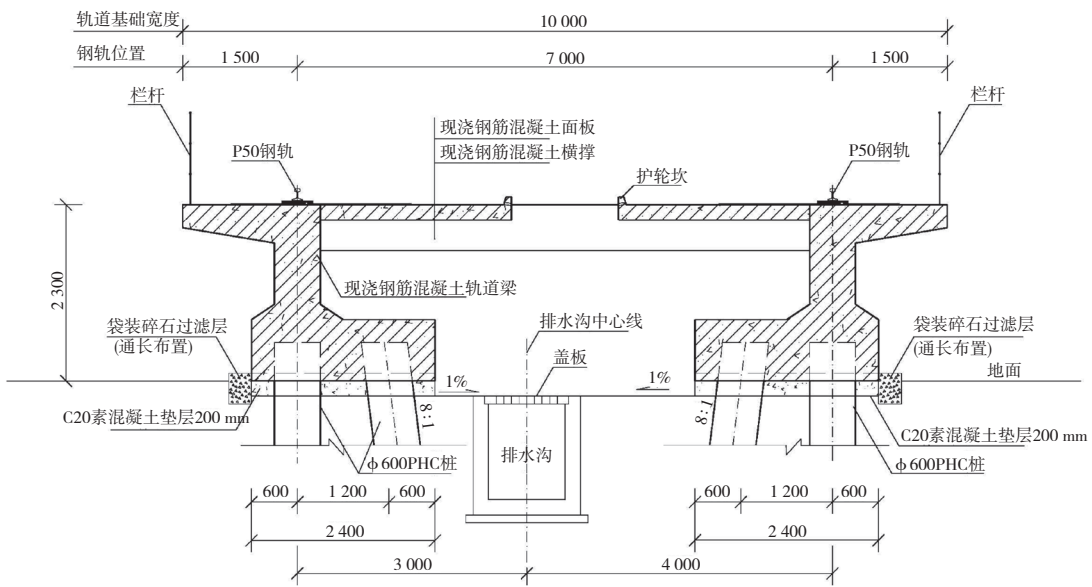
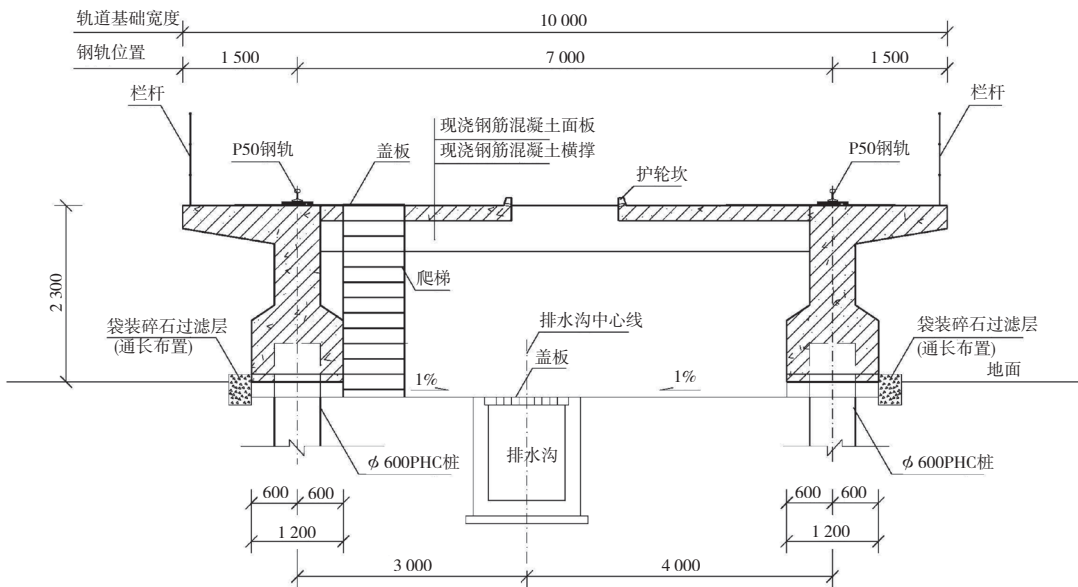


图5 立面示意



a) 结构断面1



b) 结构断面2

图6 典型断面示意

(下转第120页)