



# 封闭式条形料场在散货堆场上的应用

安 东, 陈凯凯, 覃 杰, 陈良志

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510290)

**摘要:** 针对散货堆场改建或新建工程中常规露天堆场环保要求愈加严格的问题, 必须考虑增加堆场的防粉尘设计方案。由于常规的露天堆场加防尘网的设计方案抑尘效果不佳, 通过分析直立筒仓、圆形料场、条形料场等不同的封闭堆场设计方案, 从物料适应性、工艺系统装卸效率、堆存容量、单位储量成本等多因素进行分析, 得出封闭式条形料场是散货堆场经济合理的选择。并进一步结合装卸工艺、结构设计及消防安全等要求, 确定低立柱大跨度的封闭式条形料场是散货堆场可推荐的最优方案。

**关键词:** 直立筒仓; 圆形料场; 封闭式条形料场; 设计方案

中图分类号: U 653.7

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)06-0084-05

## Application of closed strip yard in bulk cargo yards

AN Dong, CHEN Kai-kai, QIN Jie, CHEN Liang-zhi

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510290, China)

**Abstract:** For the reconstruction or new construction projects of bulk cargo yards, the environmental protection requirements of conventional open bulk cargo yards are becoming more and more stringent, and thus the dust-proof design of yards must be considered. However, the dust suppression effect of the conventional design scheme of adding dust suppression nets to open yards is poor. Therefore, the design schemes of different closed yards are analyzed, such as vertical silos, circular stockyards, and strip yards, and multiple factors are considered in the analysis, such as the material adaptability, handling efficiency of process systems, storage capacity, and unit storage costs. It is concluded that the closed strip yard is an economical and reasonable selection for bulk storage yards. Furthermore, in view of the requirements such as handling processes, structure design, and fire safety, it is determined that the closed strip shed with a low column and a large span is an optimal solution that can be recommended for a bulk cargo yard.

**Keywords:** vertical silo; circular stockyard; closed strip yard; design scheme

随着国内建设绿色智慧港口的需要, 环保性要求越来越高, 原有的煤炭等大型散货堆场大多采用设置防风抑尘网的露天堆放模式, 抑尘效果不佳, 新建或改建散货堆场工程宜考虑采用封闭式堆场工艺, 既能防止粉尘泄露, 又能提高堆场作业自动化水平。苏君利<sup>[1]</sup>研究露天堆场与封闭堆场的适用性, 从用户的角度提出了不同的应用场景; 刘兆屯等<sup>[2]</sup>分析现有大型散货堆场工艺方案, 简述不同的工艺方案采用的工艺设备; 李

宇等<sup>[3]</sup>论述圆形料场的系统组成, 分析圆形料场的优点; 张延军等<sup>[4]</sup>论述储煤筒仓的工艺布置及控制系统等, 阐明储煤筒仓的优点。

综上所述, 目前关于散货封闭堆场研究相对宽泛, 大部分是研究一种封闭形式堆场的优缺点, 未对不同形式的封闭堆场适用性、经济性、安全性等进行系统分析, 且由于时间的关系, 某些结论已不满足新的环保法规要求。现有封闭堆场设计上暂无相关规范, 已有的规范多是对煤棚的钢

收稿日期: 2021-09-23

作者简介: 安东(1983—), 男, 高级工程师, 从事港口工程装卸工艺设计。

结构设计进行规定, 没有对于平面布置、工艺系统及条形料场的布置形式相关要求。本文结合具体工程情况, 对不同的散货堆场装卸工艺方案以及不同的封闭形式进行探讨, 结合多技术指标以及消防安全、自动化发展等因素进行分析, 得出最为经济合理的封闭煤堆场的推荐方案。

## 1 工程概况

国内某散货物流园工程, 近期年货运量为 300 万 t, 远期年货运量为 900 万 t, 陆域面积 42 万  $\text{m}^2$ , 规划建设内容主要包括煤炭的储运设施和相关配套设施, 具有煤炭的专业化仓储、筛分和配煤等增值服务功能。平面布置见图 1。

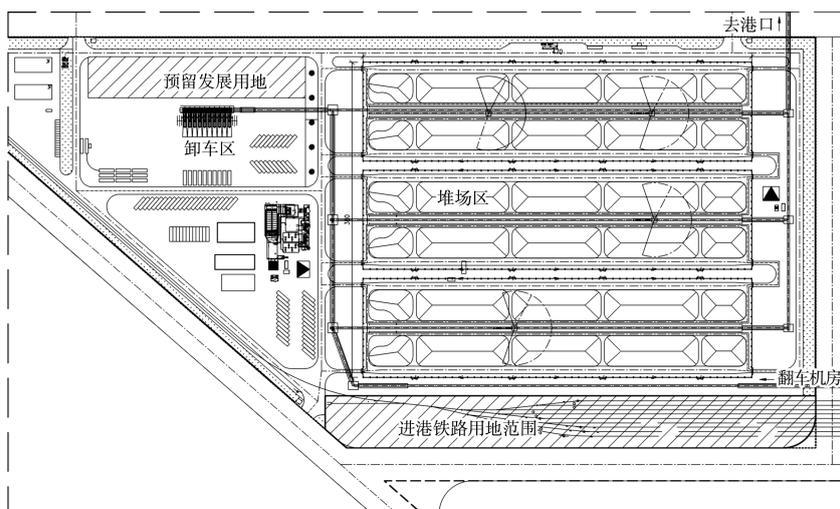


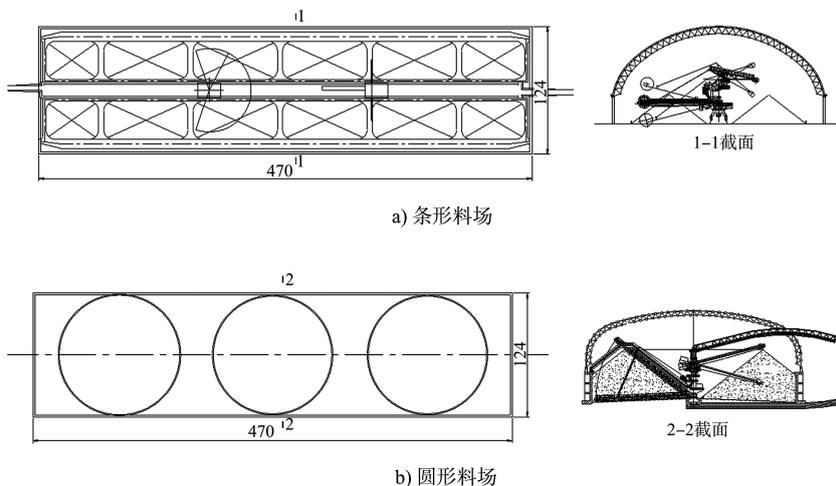
图 1 基本平面布置

## 2 堆场设计方案

国内现有的封闭式堆场形态各异<sup>[5]</sup>, 有圆形料场、直立筒仓、条形料场等, 根据不同的工程及货种特性, 可以选择不同的堆存方式。总体上看, 圆形料场在电厂中较为常见, 直立筒仓在粮食码头应用最广, 两者均可大幅减少堆场面积, 但是建设投资高。对于流动性差的

物料, 特别是煤炭等容易自燃的物料, 条形料场更为适宜。

针对用地情况, 选取本工程的堆场局部, 即面积的 1/3 (长 470 m、宽 124 m) 进行工艺平面布置, 采用不同的堆场设计方案, 堆场装卸作业方式有较大的不同, 平面布置也有很大的差异, 见图 2。主要技术参数对比见表 1。



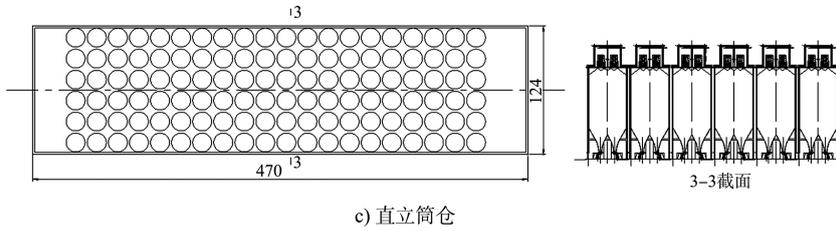


图2 各堆场设计方案的工艺布置 (单位: m)

表1 主要技术参数对比

堆场设计方案	主要尺寸/ m	储煤量/ 万 t	作业设备	堆场容积 利用率	进出库效率	系统 可靠性	消防等 安全性	工程造价/ 亿元	单位储量 费用/(元·t <sup>-1</sup> )
条形料场	跨度 120, 长度 470	10	悬臂堆取料机	低	进库效率高、出库效率高	高	高	1.35	1 350
圆形料场	直径 120	12	悬臂堆料机 + 刮板取料机	中	进库效率高、出库效率低	低	一般	1.42	1 183
直立筒仓	直径 18, 高 42	78	卸料小车	高	进库效率高、出库效率低	一般	一般	20.40	2 615

由表1可看出,直立筒仓的面积利用率最高,同时单位容量造价也最贵;圆形料场与条形料场的容量及单位造价接近,但是由于出仓采用回转式刮板取料机,取料能力不宜太大,一般与电厂的上煤能力(1 000 t/h左右)较为匹配,因此在电厂中应用更广泛。而在港口物流工程中,由于出库能力较难达到装船能力(3 000 t/h以上),且考虑到货种及货源较为分散,存在圆形料场不能适应分区堆存的问题<sup>[6]</sup>,因此条形料场储存方案应是港口物流型散货堆场的首选方案。该方案料场采用堆取料机装卸,堆存与装卸能力匹配灵活,设备可靠性高,应对煤炭自燃等情况的安全应对能力强,整体造价适中。

相关工艺布置断面见图3。

表2 条形封闭棚设计方案

设计方案	作业设备	封闭煤棚 立柱形式	堆场容量
A	堆料机+半门式刮板取料机	低立柱	高
B	悬臂堆取料机	高立柱	中等
C	悬臂堆取料机	无立柱	中等
D	悬臂堆取料机	低立柱	中等

### 3 条形料场设计方案

#### 3.1 条形封闭棚设计方案

条形封闭料场根据堆场设备的选择不同,以及堆场布置的差异,会有不同的设计方案。考虑到条形封闭棚的外形一般为弧形,为充分利用设备的作业限界,提高空间利用率,同时避免设备装卸作业带来的碰撞问题,条形封闭棚通常装卸采用悬臂堆取料机和悬臂堆料机加半门式刮板取料机的方案。而土建结构可选取无立柱、低立柱和高立柱的方案<sup>[7]</sup>。条形封闭棚设计方案见表2,

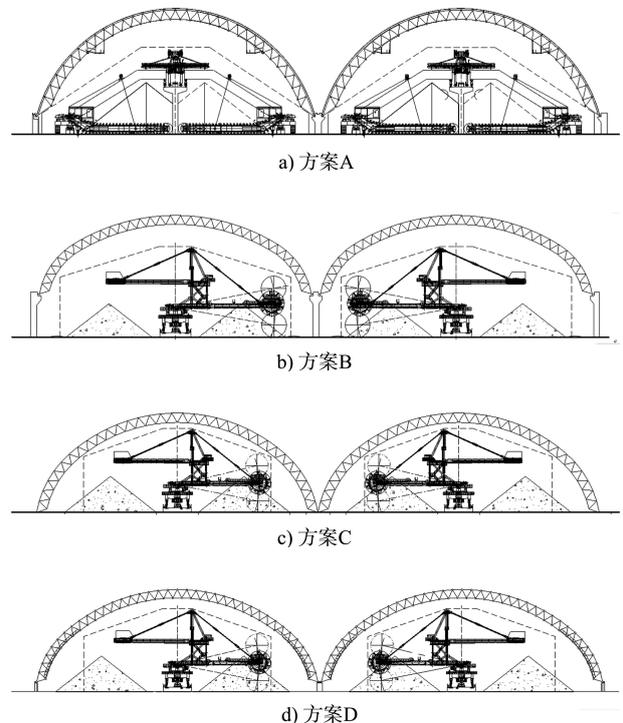


图3 各条形封闭棚设计方案的工艺断面布置

### 3.2 工艺方案对比

方案 A 装卸作业采用悬臂堆料机堆料, 半门式刮板取料机取料。悬臂堆料机外形低矮, 有利于堆得更高, 同时运行轨道位于地面上方, 地面无运行通道, 堆场容量大、容积利用率高且取料范围基本覆盖煤堆场, 不需要装载机等设备辅助作业。但是堆料机及半门式刮板机需要立柱基础, 土建成本高<sup>[8]</sup>, 刮板取料机由于刮板结构的限制, 一般取料能力不大, 对含水量大且粒度偏大的物料适应性较差。

方案 B~D 装卸作业采用斗轮堆取料机。斗轮堆取料机在散货堆场应用广泛, 使用及制造成熟, 装卸能力大, 但是由于堆取料机占据了堆场的中心位置, 堆场容量小, 容积利用率低, 堆场边缘由于取料范围受限需要装载机辅助作业。

### 3.3 整体造价对比

由于方案 A~D 采用设备数量基本相同, 对其他单项工程如给排水、供电控制等影响较小, 总费用情况可近似考虑工艺设备与土建成本的差异, 基本费用情况见表 3。

表 3 基本造价对比

设计 方案	工艺设备采 购费用/亿元	封闭煤棚建 设费用/亿元	总费用/ 亿元	堆场容 量/万 t	单位储量费 用/(元·t <sup>-1</sup> )
A	0.43	2.15	2.58	15	1 720
B	0.22	1.46	1.68	10	1 680
C	0.22	1.25	1.47	9	1 633
D	0.22	1.35	1.57	10	1 570

由表 3 可看出, 方案 A 土建投资较大, 主要是由于堆场中央设置了立柱, 该立柱不仅承受物料的侧压力, 而且须承受半门式刮板机及悬臂堆料机的垂直压力, 此部分造成土建成本的增加; 采用方案 D, 即装卸采用堆取料机、条形料场采用低立柱方案, 相对单位造价最低, 为最优方案。

### 3.4 消防安全问题

#### 3.4.1 条形料场内消防设置

目前国内 GB 50016—2014《建筑设计防火规范》<sup>[9]</sup>对于封闭条形料场无明确要求, 若按仓库考虑, 以存储煤炭为例, 采用二级耐火等级, 单

个仓库的最大允许建筑面积为 2.4 万 m<sup>2</sup>, 规模明显偏小。实际操作实践中, 一般按厂房或堆场考虑, 对于单体最大建筑面积不做要求。交通行业 JTS/T 186—2022《港口干散货封闭式料仓工艺设计规范》<sup>[10]</sup>也沿用了堆场的概念, 规定条形仓的跨度和内部净空应满足堆存所需容量、设备安全作业、消防及维修通道等要求。中国工程建设协会标准《封闭煤场技术规程》征求意见稿中, 同样规定应结合机组容量、煤质、煤源、煤场现状、煤场设备运行需求等因素, 合理确定封闭性煤场储煤量及封闭面积, 这两本规范对最大允许建筑面积均不做要求, 但是要求堆场四周设置消防通道、内部设置消防设施。

由于消防通道的布置要求, 低立柱方案在整体布置的空间利用上有一定的优势。封闭式条形煤棚一般跨度较大, 刚桁架或网架高度在 3.5 m 以上, 消防通道可利用此空间, 布置长、宽均为 4 m 的消防通道, 而无立柱方案的消防通道会明显挤占堆场面积, 降低堆场有效利用率, 同时低立柱方案便于设置进出及疏散大门, 而无立柱方案在弧线形网架上设置进出及疏散大门有一定的难度且影响美观, 见图 4。

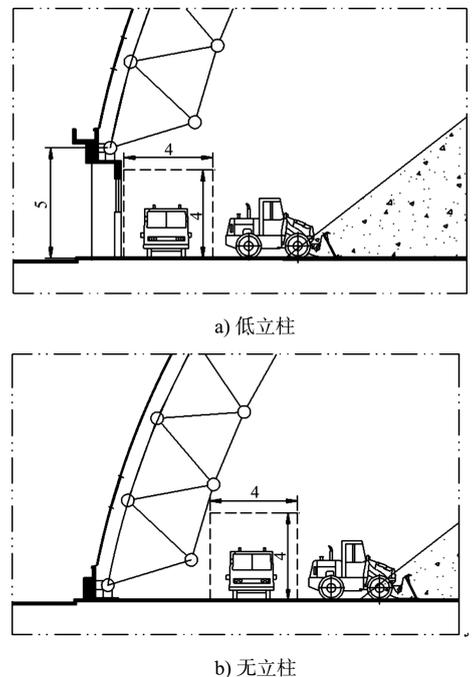


图 4 低立柱和无立柱封闭条形料场方案 (单位: m)

### 3.4.2 条形料场之间的安全距离

条形料场若采用共用基础方案,可以减少土建部分造价,如图5a)所示,但是此时四周无法形成环形消防通道,若发生火灾,料场内消防设施不足以扑灭火灾需要外界支援时,消防车辆无法及时驶入。因此目前国内已建成的封闭条形料场均以单座独立布置为主,料场与料场之间考虑设置环形消防通道,如图5b)所示。

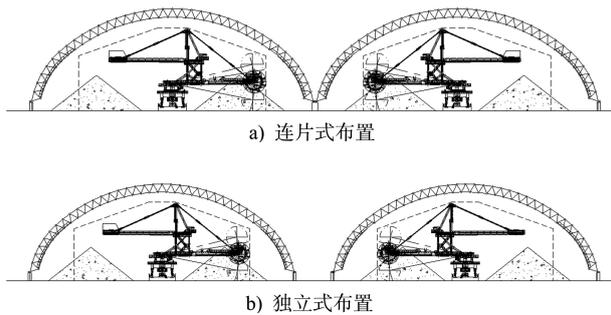


图5 条形封闭料场连片式与独立式布置

### 3.5 自动化技术的应用

常规露天堆场由于堆场跨度大且堆场需要装卸设备全覆盖,无法布置高杆灯等设施,一般仅在堆场四周设置一些监控设备。封闭式条形料场为监控设备的安装创造了条件,堆场上方可以布置粉尘检测仪和图像型火灾探测器等,不仅可以监控粉尘浓度,将图像型火灾探测器与消防炮结合,可以全天候对烟雾、火焰进行探测,发现事故征候,并及时定点灭火。未来巡检机器人以及自动化堆取料机的应用,必然会进一步提高自动化水平,具备无人化操作条件。

## 4 结论

1)封闭式条形料场具有环保条件好,装卸设备布置灵活,对物料适应性好,总体投资适中等优点,是环保性散货堆场比较适宜的建设方案。

2)露天堆场加设防尘网的方案难以适应当前绿色环保的港口发展趋势,须尽可能采用封闭式料场设计。

3)相对于直立筒仓、圆形料场等设计方案,封闭式条形料场对于大宗散货尤其是煤炭、矿石等物料适应性更强,消防安全性更好,单位储量投资相对最优,是经济合理的设计方案。

4)目前《港口干散货封闭式料仓工艺设计规范》等相关规范已经发布,可结合规范要求,根据工程的具体情况选择合适的装卸工艺方案及布置形式。

5)封闭条形料场的封闭结构方便布置控制及监控系统,对于散货自动化码头的技术发展具有良好的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 苏君利. 煤码头露天堆场与封闭堆场的适用性分析[J]. 水运工程, 2011(9): 154-158.
- [2] 张延军, 李刚, 许宁. 超大型储煤筒仓在煤炭装卸港口中的创新应用[J]. 起重运输机械, 2012(10): 78-81.
- [3] 李宇, 陈明玉. 圆形料场典型布置分析[J]. 华电技术, 2012, 34(1): 16-18, 23.
- [4] 刘兆屯, 刘炜. 大型散货堆场工艺设计研究[J]. 港口装卸, 2014(2): 32-34.
- [5] 王连成, 柳玉涛. 煤炭储存系统的发展[J]. 港工技术, 2019, 56(S1): 34-37.
- [6] 李建华, 田丽洁. 大型火电厂圆形封闭煤场与条形封闭煤场形式的比较[J]. 起重运输机械, 2014(8): 4-7.
- [7] 蔺雪峰, 田磊, 张小安. 港口干煤棚优化设计[J]. 水运工程, 2017(6): 92-97, 103.
- [8] 张新元, 王晓琨, 陈文. 门式刮板取料机在封闭条形堆场布置形式分析[J]. 港口装卸, 2017(4): 27-29.
- [9] 公安部天津消防研究所, 公安部四川消防研究所. 建筑设计防火规范: GB 50016—2014(2018年版)[S]. 北京: 中国计划出版社, 2018.
- [10] 中交第一航务工程勘察设计院有限公司. 港口干散货封闭式料仓工艺设计规范: JTS/T 186—2022[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2022.