



# 煤炭码头不同形式堆场经济性比较

褚广强<sup>1</sup>, 马岩<sup>2</sup>, 邱田金<sup>2</sup>, 崔永鸿<sup>1</sup>

(1. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007; 2. 日照港集团有限公司, 山东日照 276826)

**摘要:** 对露天堆场和3种形式封闭堆场在不同的货物平均在港堆存期条件下的经济性进行测算, 通过堆场初始投资和30 a运营费用综合净现值的比较, 从港口企业经济性的角度分析不同堆场形式的适用性。

**关键词:** 煤炭码头; 堆场; 经济性

中图分类号: U 656.1<sup>+</sup>33

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)10-0118-05

## Economic comparison of different types of stock yards of coal terminal

CHU Guang-qiang<sup>1</sup>, MA Yan<sup>2</sup>, QIU Tian-jin<sup>2</sup>, CUI Yong-hong<sup>1</sup>

(1.CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China; 2.Rizhao Port Group Co., Ltd., Rizhao 276826, China)

**Abstract:** Based on the estimation of economicalness of the open stockyard and three types of covered stock yards under various cargo mean days in-storage at port and by comprehensive net present value analysis of the initial investment and 30 years' operation cost, we analyze the adaptability of various types of stock yards from the view of economicalness.

**Keywords:** coal terminal; stock yard; economicalness

为了有效抑制粉尘外溢、减少煤炭码头堆场对港口大气环境的污染, 除传统的露天堆场外, 港口煤炭码头通常还可以考虑采用防风抑尘棚(条形仓)、混凝土筒仓、气膜混凝土穹顶仓等封闭堆场形式。

封闭式堆场相对普通露天堆场虽然具有环保效果好的优势, 但初始投资均较高。关于封闭堆场与露天堆场优缺点以及各种不同封闭堆场之间特点的比较, 通常以定性分析为主, 包括环保、作业条件、货种适应性、技术成熟度等, 经济性分析则通常仅限于投资费用的比较。

不同的堆场形式, 除其初始投入不同外, 由于作业方式不同, 运营费用也存在很大差异。几种封闭式堆场形式, 同等规模下, 混凝土筒仓和气膜混凝土穹顶仓初始投资远高于普通露天堆场, 但由于省去了大型专用设备的堆取料作业、人员

节减、货损减少, 还可减少堆场抑尘洒水量, 同时减少了治污量, 其运营费用相对露天堆场具有优势; 同样, 封闭式条形仓方案, 虽然其用机、用人与露天堆场相当, 但由于减少了物料直接暴露带来的堆场抑尘水量和治污量, 运营费用与露天堆场也存在差异。因此, 分析堆场的经济性, 需要综合初始投资及运营费用两方面的因素。

对于一个初始投资高同时运营成本相对较低的方案, 例如混凝土筒仓方案和气膜混凝土穹顶仓方案, 其使用越是频繁, 设施利用率越高, 它的经济性就越能得以体现、竞争力就越强。

堆场利用频繁程度通常可以用货物在港平均堆存期参数来衡量。同样的一个工程, 在年运量确定的前提下, 货物平均在港堆存期不同, 需要配置的堆场规模就不同; 如果再考虑不同堆场形式, 综合不同规模、不同形式堆场的初始投入和

后期运营成本,按照一定的运营期限加以考察,就能对不同形式的堆场在不同使用条件下的经济性进行系统的评价。

在某工程出口煤炭码头堆场形式比选中,遵循上述思路,进行露天堆场、封闭式条形堆场、混凝土筒仓和气膜混凝土穹顶仓四种堆场形式比较。分别对 4 种堆场在不同的货物平均在港堆存期条件下的经济性进行测算,通过堆场初始投资和 30 年运营费用综合净现值的比较,从港口企业经济性角度分析不同堆场形式的适用性。

### 1 方案构架及经济性指标测算<sup>[1-3]</sup>

#### 1.1 封闭式条形仓方案

工程出口煤炭年运量 4 200 万 t,测算货物平均在港堆存期考虑 4、7、14、21、28、35 和 42 d 共 7 种情况,可以分别计算出所需堆场容量为从

60 万~625 万 t 的 7 个不同规模。

封闭式条形仓采用堆取合一的设备布置。条形仓跨度 132 m,仓内地面中间布置堆取料机作业线,两侧布置料堆;堆取料设备能力与前方卸车和后方装船能力相匹配,配置额定堆料能力 5 600 t/h、取料能力 6 000 t/h 的堆取料机 1 台,并同线配置 1 台小型取料机作为配煤取料使用。

堆场布置除须满足堆存容量需求外,设备能力还需要满足货物进场堆存和出场取料的需要。上述封闭式条形仓堆取料作业共用一条作业线,经测算,考虑堆取料作业线合理年作业时间,按照卸车堆料和取料装船实际效率测算,堆场年最大通过能力约 850 万 t。

因此,在采用封闭式条形仓堆取合一的设备布置情况下,为满足 4 200 万 t 年运量,需要布置至少 5 个条形仓。条形仓方案堆场配置见图 1。

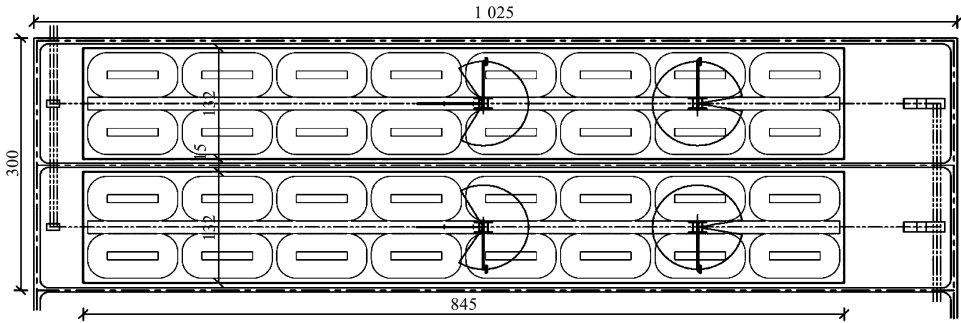


图 1 100 万 t 容量双条形仓平面布置 (单位: m。下同)

条形仓方案初始投资费用包括陆域形成与基础处理、防风抑尘棚、堆场装卸设备、生产辅助建筑、设备基础以及水、电、控制、信息等配套

设施;运营成本包括设备折旧及保养费、人工费、电力油料费、堆场除尘用水费等。投资和运营成本测算结果见表 1。

表 1 不同堆存期下条形仓堆场配置及经济指标测算

吞吐 量/万 t	平均堆 存期/d	计算堆场 容量/万 t	堆场配置	堆取料机 作业线数 量/线	单仓平面尺 度(长×宽)/ (m×m)	布置区平面尺 度(长×宽)/ (m×m)	建设 投资/ 万元	单位容量 投资/ (万元/万 t)	装卸作业直 接生产成本/ (万元/a)	单位运 营成本/ (元/t)
4 200	4	60	5 个单仓容量 12 万 t 的条形仓	5	210×132	390×750	76 885	1 291	9 943	2.37
4 200	7	104	5 个单仓容量 21 万 t 的条形仓	5	360×132	540×750	123 786	1 188	10 344	2.46
4 200	14	208	5 个单仓容量 42 万 t 的条形仓	5	720×132	900×750	215 279	1 033	11 281	2.69
4 200	21	313	5 个单仓容量 63 万 t 的条形仓	5	1 080×132	1 260×750	305 483	977	12 083	2.88
4 200	28	417	5 个单仓容量 84 万 t 的条形仓	5	1 440×132	1 620×750	388 758	932	12 975	3.09
4 200	35	521	5 个单仓容量 104 万 t 的条形仓	5	1 770×132	1 950×750	458 399	880	13 867	3.30
4 200	42	625	6 个单仓容量 104 万 t 的条形仓	6	1 770×132	1 950×897	550 079	880	14 759	3.51

### 1.2 露天堆场方案

露天堆场方案在封闭式条形仓方案基础上，将防风抑尘大棚去掉，调整堆取料机作业线之间

的距离，并在堆场四周增加防风抑尘网；其他均同防风抑尘大棚方案（表2）。

表2 不同堆存期下露天堆场配置及经济指标测算

吞吐量/ 万 t	平均堆 存期/d	计算堆场 容量/万 t	堆场配置	布置区平面 尺度(长× 宽)/(m×m)	建设 投资/ 万元	单位容 量投资/ (万元/万 t)	装卸作业直 接生产成本 (万元/a)	单位运 营成本/ (元/t)
4 200	4	60	5条堆取料作业线,10个6万t的料场	390×397	52 711	885	10 002	2.38
4 200	7	104	5条堆取料作业线,10个10.5万t料场	540×397	83 751	803	10 425	2.48
4 200	14	208	5条堆取料作业线,10个21万t的料场	900×397	152 275	730	11 413	2.72
4 200	21	313	5条堆取料作业线,10个31.5万t料场	1 260×397	193 334	618	12 260	2.92
4 200	28	417	5条堆取料作业线,10个42万t料场	1 620×397	243 768	585	13 201	3.14
4 200	35	521	5条堆取料作业线,10个52万t料场	1 950×397	304 710	585	14 141	3.37
4 200	42	625	5条堆取料作业线,10个62.5万t料场	1 950×521	365 652	585	15 082	3.59

### 1.3 混凝土筒仓堆场方案

采用单仓容量3万t的混凝土筒仓，单仓直径40 m、高43.4 m。筒仓群成排、列直交布置，每排筒仓仓顶布置一条额定能力5 600 t/h的进仓输送线，采用卸料车卸料；仓底为多锥体自流出料，每排筒仓下方布置2条出仓皮带机，分别接受活化给料机供煤，单排筒仓出仓能力6 000 t/h。通

过不同筒仓分别出仓，可以完成同排仓或不同排仓之间的煤炭混配作业。

筒仓方案进、出仓设备分开，互不干扰，同样考虑设备正常的作业利用率，单排仓设备进出仓能力可以达到每年1 700万t以上。因此，对应年运量4 200万t，需要配置不少于3排的筒仓群。筒仓方案堆场配置见图2。

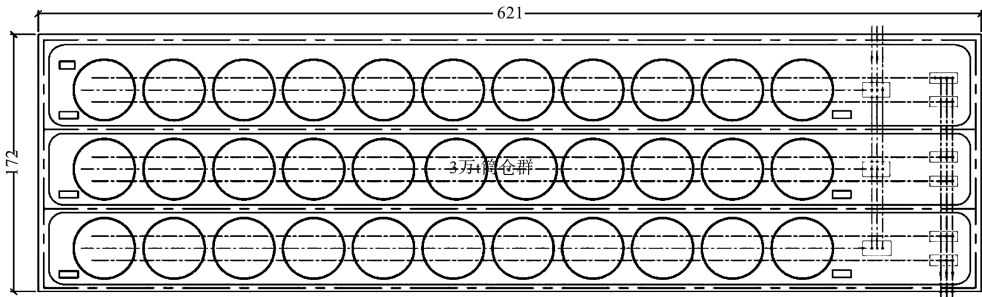


图2 99万t容量筒仓堆场平面布置

筒仓方案初始投资费用估算包括陆域形成与基础处理、筒仓、堆场装卸设备、生产辅助建筑、

设备基础，以及水、电、控制、信息等配套设施，投资估算及运营成本测算结果见表3。

表3 不同堆存期下筒仓堆场配置及经济指标测算

吞吐量/ 万 t	平均堆 存期/d	计算堆场 容量/万 t	堆场配置(排× 列×单仓容量)/万 t	布置区平面尺度 (长×宽)/(m×m)	建设投资/ 万元	单位容量投资/ (万元/万 t)	装卸作业直接生产 成本(万元/a)	单位运营 成本/(元/t)
4 200	4	60	(2×7+1×6)×3	437×172	111 304	1 869	4 536	1.08
4 200	7	104	(2×12+1×11)×3	667×172	185 507	1 780	5 166	1.23
4 200	14	208	5×14×3	759×278	371 015	1 780	6 636	1.58
4 200	21	313	(6×15+1×14)×3	805×384	528 696	1 691	8 106	1.93
4 200	28	417	(9×14+1×13)×3	759×543	704 928	1 691	9 562	2.28
4 200	35	521	(9×16+2×15)×3	851×596	834 783	1 602	11 018	2.62
4 200	42	625	13×16×3	851×702	979 479	1 566	12 474	2.97

### 1.4 气膜钢筋混凝土穹顶仓方案

兼顾经济性和生产运营需求, 配置单仓容量 3 万、6 万和 10 万 t 3 种仓型, 单仓直径分别为 45、54 和 78 m。每种仓型均成排布置, 每排仓仓顶用皮带机串联供料, 进仓线皮带机能力 5 600 t/h; 仓底出料采用出料漏斗的方式, 漏斗下方配置振动给料机, 3 万、6 万和 10 万 t 仓出料漏斗分别按照 3、3 和 4 排进行布置, 下方对应布置三线、三线和四线皮带机, 单仓出料能力均为 6 000 t/h。同筒仓方案, 对应年运量 4 200 万 t, 也需要配置

不少于 3 排的穹顶仓群。穹顶仓方案堆场配置见图 3, 投资估算及运营成本测算结果见表 4。

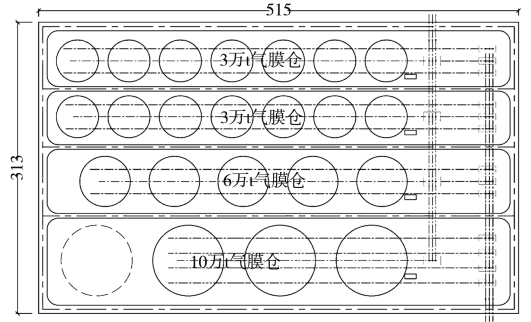


图 3 102 万 t 容量穹顶气膜仓堆场典型平面布置

表 4 不同堆存期下穹顶仓堆场配置及经济指标测算

吞吐量/ 万 t	平均堆 存期/d	计算堆场 容量/万 t	堆场配置 (排×列×单仓容量)/万 t	布置区平面 尺寸(长× 宽)/(m×m)	建设 投资/ 万元	单位容 量投资/ (万元/万 t)	装卸作业直 接生产成本 (万元/a)	单位运 营成本/ (元/t)
4 200	4	60	2×6×3+1×4×6	469×239	79 064	1 327	4 608	1.10
4 200	7	104	2×7×3+1×5×6 +1×3×10	515×313	125 783	1 207	5 166	1.23
4 200	14	208	2×14×3+1×10×6 +1×6×10	837×313	241 503	1 158	6 468	1.54
4 200	21	313	4×15×3+1×10×6 +1×7×10	883×438	358 482	1 146	7 812	1.86
4 200	28	417	4×14×3+2×10×6+2×6×10	837×612	477 976	1 146	9 142	2.18
4 200	35	521	6×16×3+2×10×6+2×6×10	929×737	578 602	1 110	10 472	2.49
4 200	42	625	6×16×3+2×10×6+2×6×10	929×862	679 228	1 086	11 802	2.81

## 2 经济性比较

不同堆存期下不同形式堆场投资与 30 a 运营费用综合净现值测算结果见表 5。

以露天堆场方案为基准, 不同堆存期下不同形式堆场投资与 30 a 运营费用综合净现值相对比较见表 6 和图 4。

表 5 堆场投资与 30 a 运营费用综合净现值测算

吞吐 量/万 t	平均堆 存期/d	计算堆场 容量/万 t	露天堆场方案			封闭式条仓方案			穹顶仓方案			筒仓方案		
			建设 投资/ 万元	年运营 费用/ 万元	30 a 综合 净现值/ 万元	建设 投资/ 万元	年运营 费用/ 万元	30 a 综合 净现值/ 万元	建设 投资/ 万元	年运营 费用/ 万元	30 a 综合 净现值/ 万元	建设 投资/ 万元	年运营 费用/ 万元	30 a 综合 净现值/ 万元
4 200	4	60	52 711	10 002	208 232	76 885	9 943	231 493	79 064	4 608	150 715	111 304	4 536	181 836
4 200	7	104	83 751	10 425	245 856	123 786	10 344	284 633	125 783	5 166	206 110	185 507	5 166	265 835
4 200	14	208	152 275	11 413	329 740	215 279	11 281	390 687	241 503	6 468	342 076	371 015	6 636	474 200
4 200	21	313	193 334	12 260	383 964	305 483	12 083	493 371	358 482	7 812	479 952	528 696	8 106	654 738
4 200	28	417	243 768	13 201	449 027	388 758	12 975	590 512	477 976	9 142	620 127	704 928	9 562	853 610
4 200	35	521	304 710	14 141	524 598	458 399	13 867	674 020	578 602	10 472	741 434	834 783	11 018	1 006 105
4 200	42	625	365 652	15 082	600 169	550 079	14 759	779 567	679 228	11 802	862 741	979 479	12 474	1 173 440

表 6 堆场投资与 30 a 运营费用综合净现值相对比较

方案	4 d	7 d	14 d	21 d	28 d	35 d	42 d
露天堆场	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
条仓堆场	1.11	1.16	1.18	1.28	1.32	1.28	1.30
穹顶仓堆场	0.72	0.84	1.04	1.25	1.38	1.41	1.44
筒仓堆场	0.87	1.08	1.44	1.71	1.90	1.92	1.96

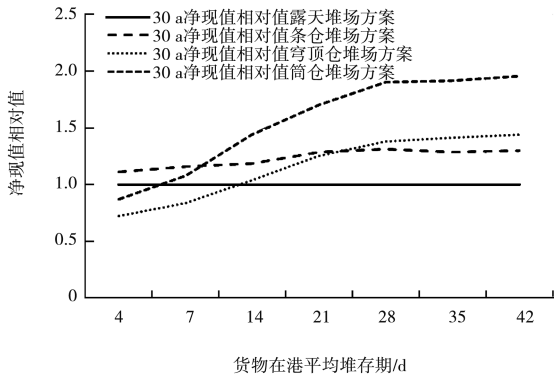


图4 不同堆存期下堆场投资与30a运营费用综合净现值相对值比较

### 3 结论

1) 筒仓方案和穹顶仓方案相对于露天堆场方案,随着货物在港堆存期缩短、货物周转加快,其运营费用相对较低的优势逐步显现,当货物在港堆存期分别小于5d和12d时,两者投资与运营费用综合考虑的经济性已优于露天堆场方案。

2) 对于运量稳定、货物周转快的煤炭码头的全部货物或符合条件的部分货物,堆场采用筒仓或穹顶仓方案从经济性上也可以优于露天堆场方案。

(上接第117页)

在登船梯兼做消防炮塔的设计上,从扩建工程开始已在登船梯顶部设置水幕保护系统。

### 4 结语

大型原油码头群的布置方式有利于岸线综合利用、提高港口通过能力、便于集中管理,但由于运输货种的特殊性,大型原油码头群也大大增加了安全隐患和溢油风险,对运营单位的生产管理水平提出了更高要求。通过采取严格的技术措施并制定详细的生产管理细则,其风险水平可以管控。

### 参考文献:

[1] 中交水运规划设计院有限公司.日照港总体规划[R].北京:中交水运规划设计院有限公司,2009.

[2] 中交水运规划设计院有限公司.日照港岚山港区中作业区及南作业区规划方案调整报告[R].北京:中交水运规划设计院有限公司,2013.

3) 由于筒仓方案和穹顶仓方案相对于露天堆场方案还具有环境效益和社会效益的优势,如果将环境效益和社会效益量化为经济性指标统一考虑,则两者竞争力还可以进一步加强。

4) 从测算指标看,穹顶仓方案优于筒仓方案,但穹顶仓方案为降低投资而采用的部分超大容量仓型,可能不利于港口多货种、多货主运营的需要,设计时需要加以论证。

5) 封闭式条形仓方案,由于其初始投资和运营费用相对于露天堆场均不具有优势或优势很小,因此,其经济性相对露天堆场不具备优势。

### 参考文献:

[1] 中交水运规划设计院有限公司.日照港石臼港区南作业区大宗散货港区绿色智能化建设概念设计报告[R].北京:中交水运规划设计院有限公司,2015.

[2] 中交水运规划设计院有限公司.黄骅港(煤炭港区)四期工程初步设计报告[R].北京:中交水运规划设计院有限公司,2012.

[3] JTS 165—2013 海港总体设计规范[S].

(本文编辑 郭雪珍)

[3] 中交水运规划设计院有限公司.日照—仪征原油管道及配套工程第三卷日照30万吨级原油码头初步设计[R].北京:中交水运规划设计院有限公司,2009.

[4] 中交水运规划设计院有限公司.日照—仪征原油管道配套工程日照港岚山港区30万吨级原油码头扩建工程初步设计[R].北京:中交水运规划设计院有限公司,2013.

[5] 中交水运规划设计院有限公司.日照港岚山港区30万吨级原油码头二期工程初步设计[R].北京:中交水运规划设计院有限公司,2015.

[6] 中交水运规划设计院有限公司.日照港岚山港区30万吨级原油码头三期工程工程可行性研究[R].北京:中交水运规划设计院有限公司,2016.

[7] 河海大学.日照港岚山港区30万吨级原油码头二期工程船舶系泊物理模型试验研究[R].南京:河海大学,2011.

[8] JTS 165—2013 海港总体设计规范[S].

(本文编辑 郭雪珍)