

引用格式: 谭学谦, 严建军, 吴立志, 等. 浅谈气膜煤场在广东某大型海边火力发电厂上的应用 [J]. 南方能源建设, 2024, 11(增刊 1): 122-126. TAN Xueqian, YAN Jianjun, WU Lizhi, et al. Application of gas film coal yard in large capacity coastal thermal power plant in Guangdong province [J]. Southern energy construction, 2024, 11(Suppl. 1): 122-126. DOI: [10.16516/j.ceec.2024.S1.19](https://doi.org/10.16516/j.ceec.2024.S1.19).

浅谈气膜煤场在广东某大型海边火力发电厂上的应用

谭学谦^{1,✉}, 严建军², 吴立志¹, 彭红福², 蔡继明²

(1. 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广东 广州 510663;

2. 深圳市深汕特别合作区华润电力有限公司, 广东 汕尾 516400)

摘要: [目的] 随着环保政策的日趋严格, 国内大型燃煤电厂普遍采用封闭型煤场以避免煤尘外逸污染环境。近年来气膜作为一种新型封闭环保建筑形式, 在储煤场的应用上开始逐渐增多。[方法] 结合广东某大型海边火力发电厂首次在华南地区应用大跨度气膜煤场的案例, 从气膜煤场方案比选、选型设计、布置等方面做出论证分析, [结果] 与传统钢结构煤场相比, 气膜在大跨度煤场中的应用优势明显。[结论] 促进气膜煤场在大型火力发电厂上的推广应用。

关键词: 气膜煤场; 方案比选; 选型设计; 布置; 火力发电厂

中图分类号: TM611; TK28

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2024)S1-0122-05

DOI: [10.16516/j.ceec.2024.S1.19](https://doi.org/10.16516/j.ceec.2024.S1.19)

OA: <https://www.energychina.press/>



论文二维码

Application of Gas Film Coal Yard in Large Capacity Coastal Thermal Power Plant in Guangdong Province

TAN Xueqian^{1,✉}, YAN Jianjun², WU Lizhi¹, PENG Hongfu², CAI Jiming²

(1. China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, Guangdong, China;

2. Shenzhen Shenshan Special Cooperation Zone China Resources Power Co., Ltd., Shanwei 516400, Guangdong, China)

Abstract: [Introduction] With the increasingly strict environmental protection policies, domestic large-scale coal-fired power plants generally use enclosed coal yard to avoid coal dust escape to pollute the environment. In recent years, as a new type of closed environmental protection architecture, the gas film has gradually been used more in coal storage yard. [Method] Based on the case of a large-scale coastal thermal power plant in Guangdong that first applied a large-span gas film coal yard in South China, the paper demonstrated and analyzed the scheme comparison, selection design and layout of the gas film coal yard. [Result] Compared with the traditional steel structure coal yard, the gas film has obvious advantages in the application of large-span coal yard. [Conclusion] The study can promote the popularization and application of gas film coal yard in large-scale thermal power plants.

Key words: gas film coal yard; scheme comparison; selection design; layout; coastal thermal power plant

2095-8676 © 2024 Energy China GEDI. Publishing services by Energy Observer Magazine Co., Ltd. on behalf of Energy China GEDI. This is an open access article under the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

0 引言

广东某大型海边火力发电厂将建设一座大跨度

条形储煤场, 以储存烟煤为主, 该煤场跨度约 155 m, 长 243 m, 煤场建成后可实现贮煤量约 30×10^4 t。经多次调研和方案论证, 电厂最终选择采用气膜煤场

储煤, 成为华南地区第一个创新采用大跨度气膜煤场的电厂, 实现真正意义上的煤场煤尘零排放。文章从方案比选、系统设计和布置等角度对气膜煤场的应用做出分析和建议。

1 钢结构煤场和气膜煤场的方案比选

钢结构封闭煤场在国内燃煤电厂中应用广泛, 主要结构形式有曲面钢网架结构或预应力钢索结构, 如图 1 所示。钢结构煤场具有结构安全、外形美观、技术成熟等优点, 但其存在最大问题是不能实现煤场全封闭, 特别是在大风和台风天气时容易造成煤尘飞扬, 污染环境, 还有台风时会造成严重的彩钢板风掀起事故引发次生伤害。由于不能全封闭, 面临环保督察“回头看”检查不达标风险。此外, 钢结构煤场封闭存在造价高、施工安全风险大、建设周期长, 后期对于智能煤场建设存在一定限制。



图 1 钢结构煤场(无法实现全封闭)

Fig. 1 Steel structure coal yard (not fully enclosed)

气膜煤场是一种真正意义上的全封闭环保煤场, 其采用高强度柔性薄膜材料, 利用空气压力支撑膜体来实现大跨度储煤空间, 如图 2 所示。与传统钢结构煤场相比, 具有如下明显的优势: 建设造价和后期



图 2 气膜煤场(全封闭)

Fig. 2 Gas film coal yard (fully enclosed)

运维成本低、经济性好; 建设周期短且高空作业极少; 维修简单安全; 具有良好的通风、降尘、防火功能, 能确保煤场及其周边环境的清洁及安全, 有效解决环保问题; 对实现智能无人煤场的建设具有很大优势。

钢结构煤场和气膜煤场的技术经济比较见表 1。

表 1 钢结构煤场和气膜煤场技术经济比较

Tab. 1 Technical and economic comparison of steel structure coal yard and gas film coal yard

比较内容	封闭形式	
	钢结构	气膜结构
结构可靠性	可靠	可靠
推荐适用跨度范围	160 m 以下	200 m 以上
空间利用率	好	好
对地基的要求	较高	一般
技术特点	施工周期	较长, 12~14 个月
	施工难易度	较短, 6~8 个月
	施工难易度	施工难度较大, 危险性较高, 高空作业量大
	环保性	施工简单, 地面安装为主, 高空作业极少
	环保性	密闭性没气膜型式好, 会出现粉尘外溢
	环保性	密闭性好, 几乎没有粉尘外溢, 实现煤场煤粉零排放
安全	抗震及抗台风安全性能	结构遭到破坏时, 钢结构会倒塌造成人员伤亡、设备损坏。台风季节会出现彩钢板被吹坏情况
	抗震及抗台风安全性能	失电或气膜破损时漏气后缓慢降落, 不会出现瞬间坍塌, 较安全
投资	建设成本	钢结构造价高, 单位造价约 2 000 元/m ²
	建设成本	造价低, 单位造价约 1 200 元/m ² (含土建结构)
运行	后期维护	每 3 年左右要进行防腐除锈保养, 200~300 元/t; 彩钢板约 10 年左右需更换
	后期维护	运行成本主要是风机运行电耗, 日常风机年运行电费约 3 元/m ²

2 气膜煤场设计方案

气膜煤场主要由膜罩系统、钢索网系统、送风加压系统、排风除尘系统、通道门系统、电气系统、智能控制系统、工业视频监控系统、消防系统、给排水系统等组成^[1-2]。

考虑到电厂位于沿海台风高发区域, 气膜煤场需按百年一遇风压设计, 确保主体结构不因恶劣天气受损。此外, 煤场需满足运煤系统防爆和自燃要

求,防爆分区按 22 区设防。

2.1 膜罩系统

气膜煤场靠内外气压差来支撑整个气膜结构受力,内部无框架或梁柱支撑,没有受弯、受扭和受压的构件,气膜设计弧度即要满足大跨度结构要求又要实现斗轮机作业空间最大化。膜材采用耐脏、高耐候、抗高强紫外线、抗腐蚀、抗冰雹、防霉变和良好的自洁性、抗老化性能的 PVDF 膜材,膜材满足《建筑材料及制品燃烧性能分级》(GB 8624—2012)^[3]燃烧性能 B1 级防火要求,质保年限为 20 年以上。

2.2 钢索网系统

气膜表面设置斜向交叉加密型钢索网系统。采用高强度、防老化、防锈处理的钢芯热镀锌钢缆,外包高密度聚乙烯 PE 保护层。锚具与有防护层的拉索连接处进行防水密封。钢索使用寿命为 30 年以上。考虑到电厂位于沿海地区,高湿度海风侵蚀性较强,钢索网系统需充分考虑极端荷载下的索网安全及抗含盐海风对钢索的腐蚀措施。

特殊的钢索网结构,可使气膜被尖锐物刺破的区域局限在 1 m^2 大小的网格内,不会造成连续大长度大面积的气膜损害。当气膜发生局部破损时,系统会自动启动备用风机,使膜内进风量大于漏气量,保证气膜不会发生坍塌。

2.3 送风加压系统

气膜煤场设有送风加压系统,送风加压系统包括风机、定向吹风调节器、止回阀、防雨罩、防虫网、电气及控制系统等。风机采用变频离心风机,共配置多台风机,正常运行时只需启动 4 或 5 台风机。风机为冗余安全设计,当一台风机出现故障时,另外一台风机能自动启动,维持室内工作内压。风机有足够的送风量和压力,从充气开始达到最小工作内压所需时间不应大于 3 h,保证气膜内能稳定达到最大工作内压。气膜室内压力一般控制在 250~500 Pa 之间,风机通过室内压差传感器及控制系统智能控制运行,随室内压力变化变频运行,同时控制系统会对风机进行周期性切换运行,有利于延长风机使用寿命。

2.4 排风除尘系统

气膜煤场在混凝土挡墙四周设置数套射程为 80 m 的固定式可旋转喷雾机,实现对整个堆场的全覆盖,有效抑制粉尘。雾炮可将水雾化成与粉尘大小相当的水珠,粉尘颗粒随气体流动过程中与水珠接触变

湿润。被湿润的粉尘颗粒继续吸附其他粉尘而逐渐凝结成颗粒团,进而因自身的重力作用而沉降。

为便于气膜煤场内甲烷(CH_4)、一氧化碳(CO)等有毒气体及煤粉尘排出,在气膜顶部设置排风软管,在气膜底部挡墙设置电控排风阀,风管端部引至挡墙顶部接入电控风阀,可及时把上升至膜顶的有毒易燃气体及粉尘排至室外。气膜煤场设置约多台电动排风阀,可快速排出顶部的粉尘和有毒有害气体,避免膜体开孔直通室外引起的漏雨及失压隐患。电控风阀的开启与关闭由气膜煤场智能管理系统自动控制,并与监测系统联动,监测系统检测到室内有害气体或粉尘超过设定限值后,会自动打开阀门进行换气及排风降尘,同时风机设备自动增大送风量,确保气膜气压安全,杜绝产生危害人体健康或爆炸的危险。

2.5 通道门系统

气膜煤场设置 4 个汽车通道。车辆通道进出门为双层互锁,该通道满足各类车辆的通行需求。通道外侧和内部设有车辆感应及联动装置,当车辆驶向通道并到达指定距离时,相应一侧通道门自动打开,直至车辆驶入通道中的车辆感应区域,系统能自动关闭驶入通道门,当驶入通道门完全关闭后,通道门的联动装置启动,自动开启另一扇通道门,车辆驶出其通道后,通道门自动关闭。此外,气膜煤场设有专门的人员进出通道和应急疏散门。煤场内任一点至最近安全出口的直线距离不超过 80 m 为限值,设置有 4 个人员进出气密门和 4 个消防应急密闭门,共 8 个出口,满足气膜煤场的消防疏散需求。

2.6 电气系统

气膜煤场电气系统主要包括供配电系统、电气控制与保护、照明、检修系统、防雷与接地等。供配电系统采用 AC380 V 电源可满足安全节能需求。低压主回路配电采用单母线分段+保安电源的方式运行,满足安全可靠供电需求。气膜设置额定功率为 200 kW 的柴油发电机组作为备用电源,在厂用电故障或检修时为风机等二级负荷提供备用电力,保证气膜煤场的正常运行。

2.7 控制系统

气膜煤场采用 DCS 控制系统。通过 DCS 监测室内外各种仪表数据(如气膜内压、室内温度、 CH_4 浓度、 CO 浓度、烟雾及粉尘浓度等)以及控制风机等各个设备系统协调运行,实现在 DCS 上位机操作

管理,从而达到气膜设施的安全、节能环保的目的。气膜 DCS 接入全厂辅网 DCS 控制系统。

2.8 工业视频监控系统

气膜煤场的全套视频监控系统满足煤场内部及各出入口全覆盖、无死角监控。煤场室内外安装防爆视频监控器;场外安装三防型视频监控器。控制监视终端设备设置在运行人员控制室内,最终接入厂内局域网实现远程监视。系统传输采用光缆传输方式。

3 气膜煤场布置

本座气膜煤场为大跨度条形煤场,四周设置有

多个汽车通道、人员通道和应急门等,如图 3 所示。煤场内部中间布置输煤皮带、斗轮堆取料机系统和消防通道,将储煤场分隔成 4 个部分。根据《建筑设计防火规范》(GB 50016)^[4]的要求,占地面积大于 $3 \times 10^4 \text{ m}^2$ 的可燃性堆场,在煤场内部设置与环形消防车道相通的中间车道,消防车道的间距不大于 150 m。煤场内气膜高度要满足工艺要求且与斗轮堆取料机最大极限尺寸要预留 5 m 以上安全距离。煤场外围设置 3 m 高钢筋混凝土挡墙。在挡墙的一侧布置有多台送风升压风机,另一侧布置有电动排气阀。事故柴油发电机组等设施设置在气膜煤场外。

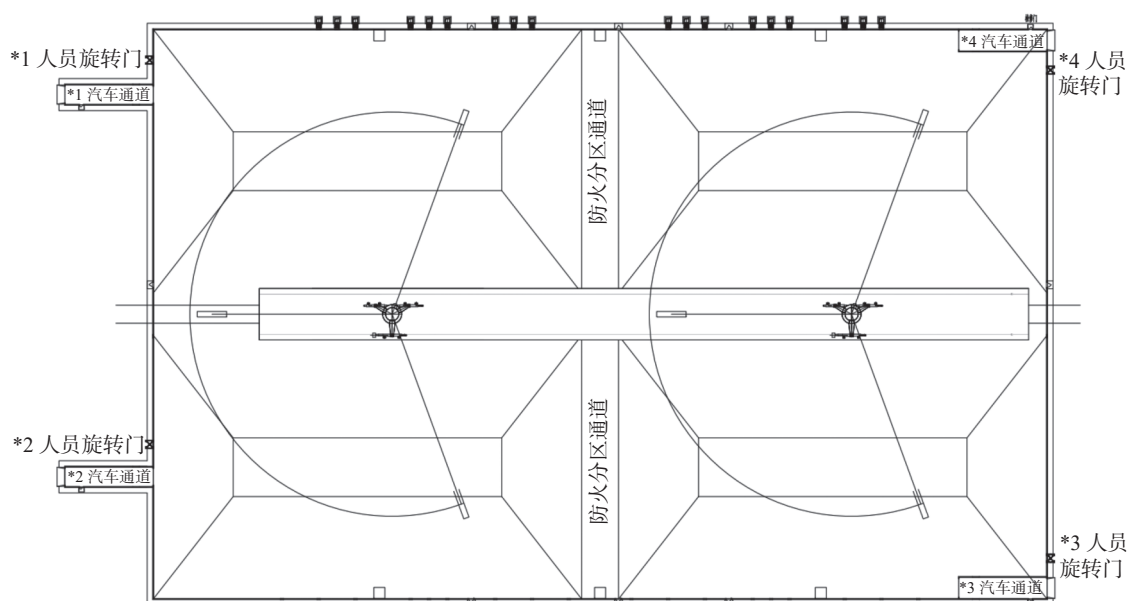


图 3 气膜煤场布置示意图

Fig. 3 Schematic diagram of gas film coal yard layout

4 结论

气膜煤场是一种新型全封闭的环保煤场,由于其造价低、施工周期快且安全、运行维护方便、可实现煤场粉尘零排放等优点,在国内外火电厂上得到越来越多的应用。目前国内浙江和兰州等地都有电厂采用气膜煤场储煤,且普遍反映储煤效果和运行情况良好。本次广东某大型海边火力发电厂率先在广东地区采用气膜煤场,将会进一步促进气膜煤场技术在华南地区的推广应用。

目前气膜煤场工程一般都是以 EPC 总承包模式

建设。由于气膜设施属于采用新技术、新工艺、新流程、新设备、新材料和特殊结构的电力建设工程^[5],存在超出现行相关标准或技术规范范畴,建议建设单位应督促气膜 EPC 总承包方做好消防、劳动安全、职业卫生等方面的专题技术论证,组织开展专家评审,并报送相关主管部门同意,为后续顺利通过验收创造条件。

参考文献:

- [1] 胡伟杰. 气膜煤场的气压控制与异常处理分析 [J]. 电子技术, 2022, 51(2): 100-102.
HU W J. A analysis on air pressure control and abnormal

- treatment of gas film coal yard [J]. *Electronic technology*, 2022, 51(2): 100-102.
- [2] 马月明, 刘航成, 陶绪, 等. 一种气膜煤场建筑用消防系统: 115364403A [P]. 2022-11-22.
MA Y M, LIU H C, TAO X, et al. A kind of fire protection system for gas film coal yard construction: 115364403A [P]. 2022-11-22.
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 建筑材料及制品燃烧性能分级: GB 8624—2012 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Classification for burning behavior of building materials and products: GB 8624—2012 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 建筑设计防火规范: GB 50016—2023 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2023.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China, General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Code for fire protection design of building: GB 50016—2023 [S]. Beijing: China Planning Press, 2023.
- [5] 国家能源局. 电力建设工程施工安全管理导则: NB/T 10096—2018 [S]. 北京: 中国电力出版社, 2019.
National Energy Administration. Guidelines for safety management of power construction projects: NB/T 10096—2018 [S]. Beijing: China Electric Power Press, 2019.

作者简介:



谭学谦

谭学谦 (通信作者)

1974-, 男, 正高级工程师, 理工学士, 主要从事火力发电厂设计管理等工作(e-mail) tanxueqian@gedi.com.cn。

(编辑 赵琪)