

《煤炭码头本质长效抑尘组合系统  
技术规范（征求意见稿）》  
编制说明

标准编制组  
二〇二三年六月

# 目 录

<b>1. 工作简况 .....</b>	<b>3</b>
1.1. 任务来源 .....	3
1.2. 主要工作过程 .....	4
1.3. 标准起草单位及所做工作 .....	4
<b>2. 标准制定的必要性、原则及主要内容 .....</b>	<b>5</b>
2.1. 标准制定的必要性 .....	5
2.2. 标准制定的原则 .....	5
2.3. 标准制定的主要内容 .....	5
<b>3. 煤炭码头现状概况 .....</b>	<b>6</b>
3.1. 煤炭码扬尘治理现状 .....	6
3.2. 抑尘技术原理介绍 .....	7
3.3. 本质长效抑尘组合技术介绍 .....	10
<b>4. 标准制定的主要内容 .....</b>	<b>12</b>
4.1.标准适用范围 .....	12
4.2.规范性引用文件 .....	12
4.3.术语和定义 .....	12
4.4.本质长效抑尘组合技术组成 .....	13
4.5.主要技术内容 .....	14
<b>5.主要试验、验证及试行结果 .....</b>	<b>18</b>
5.2.试验周期 .....	19
5.3.试验方案内容 .....	19
5.4.试验结果 .....	21
<b>6.与相关标准的关系分析 .....</b>	<b>22</b>

7.采用国际标准的程度及水平说明 .....	22
8.重大分歧或重难点的处理经过和依据 .....	22
9.标准推广应用措施及预期效果 .....	23

## 1.工作简况

### 1.1.任务来源

粉尘是我国港口主要的大气污染物，煤炭、矿石堆存及装卸过程中的尘源扩散往往构成港口粉尘污染的主体，粉尘污染问题在码头输煤系统中尤为突出。目前，码头输煤系统的粉尘治理主要以装卸工艺性的设计来实现，并没有通过源头分析粉尘产生的机理，所以抑尘效果并不理想。当前煤炭码头针对起尘点，主要通过加装布袋、喷淋、药剂等除尘设备、设施这种“点式除尘”来实现抑尘，不仅投入巨大，运行消耗、维修量也很大，往往治理不停、污染不断，收效差强人意。因此，研究更为有效的本质抑尘、系统治理技术已经成为煤码头的迫切需求。

煤炭的表面含水率对煤炭扬尘有直接影响，当煤炭的表面含水率达到一定数值时能够使细小颗粒有效附着，从源头上抑制粉尘的产生。天津（国能）港务有限责任公司基于此原理同时结合相关调研工作，采用“源头治理、分层洒水”技术思路，研发出一套本质长效抑尘组合技术，具体由包含翻车机干雾抑尘系统、翻车机本质抑尘系统、堆场高压喷枪洒水抑尘系统、煤粉尘处理车间、皮带机洒水抑尘及头部粉尘收集系统、堆料机悬臂喷雾洒水系统、激光雷达扬尘监测系统等多个子系统组成，同时辅以 5G 网络作为数字化数据传输基础，借助激光雷达、粉尘监测智能传感器、气象监测仪等先进的环境监测设备，实现污染预警、智能抑尘、环保信息管理等功能。

该技术在天津港、黄骅港等地已开展前期基础试验工作，取得了良好的扬尘控制效果，但作为新兴技术，国内尚无统一的技术标准或规范。因此，为了规范该抑尘技术的应用过程，推动该技术的应用和推广，制定团体标准。天津（国能）港务有限责任公司委托天津环科

瞻云科技发展有限公司开展煤炭码头本质长效抑尘组合系统技术规范的研究工作，由天津市环科检测技术有限公司承担，天津（国能）港务有限责任公司、天津环科瞻云科技发展有限公司作为协作单位，共同成立标准编制组，目前已于天津市环境科学学会完成立项工作。

## 1.2.主要工作过程

（1）2023年2月，成立项目研究专项课题组。

（2）2023年2月，查阅相关文件及资料，了解煤炭码头扬尘治理的现状。

（3）2023年3月，标准编制组认真学习领会国家及地方关于煤炭码头扬尘治理方面的一系列政策法规和文件精神，收集相关资料。

（4）2023年3月，开展资料和现场调研，对码头煤炭运输及扬尘治理技术现状进行摸底，初步掌握煤炭码头的主要工艺、污染产污环节、污染防治水平及环境管理水平等。

（5）2023年4月，确定本质长效抑尘组合系统的适用范围，并制定工作计划。

（6）2023年4月，编制组多次组织内部专题研讨，根据收集的资料、实地调研结果，针对煤炭码头产污节点及治理技术进行系统梳理，分析本质长效抑尘组合系统治理煤炭扬尘的优势。

（7）2023年5月，编制组根据前期研究成果，开展团体标准立项申请工作，并通过评审专家审核，根据专家意见进行修改完善。

（8）2023年6月完成团体标准征求意见稿、编制说明的编制工作。

## 1.3.标准起草单位及所做工作

起草单位：天津市环科检测技术有限公司、天津（国能）港务有限责任公司和天津环科瞻云科技发展有限公司。

本文件主要起草人：

主要工作：天津市环科检测技术有限公司负责扬尘污染防治技术经验总结及团体标准制定过程中的合理性验证工作，天津（国能）港务有限责任公司、天津环科瞻云科技发展有限公司项目研究过程总体协调、团体标准主要技术内容编制以及审核工作。

## 2.标准制定的必要性、原则及主要内容

### 2.1.标准制定的必要性

本质长效抑尘组合系统采用“源头治理、分层洒水”技术思路，通过增加煤炭表面的含水率从本质上抑制粉尘的产生，属于新技术领域。目前国家及地方尚未发布的相关法规政策和技术指南，这就是导致抑尘技术的推广和应用受到严重制约，所以制定相关的团体标准迫在眉睫。

本标准的制订，为新技术的推广起到了推动作用；二是通过本标准的制订，规范了本质长效抑尘组合系统的适用范围和操作规程；三是本标准可为环境主管部门的监管工作起到一定的借鉴和参考作用。因此，本标准的编制是十分必要的。

### 2.2.标准制定的原则

通过制定煤炭码头本质长效抑尘组合系统团体标准，明确该抑尘技术的适用范围，规范操作流程、运行条件、运行过程参数等内容，有利于本质长效抑尘组合技术的推广和应用，推动煤炭绿色港口的建设进程，提供区域环境空气质量，保障天津市总体环境质量目标的完成。

### 2.3.标准制定的主要内容

- （1）研究制定本质长效抑尘组合系统技术规范应用范围；
- （2）研究技术规范的规范性引用文件、术语定义、基本规定等；

(3) 研究抑尘系统基本组成，并制定相关的配置要求。

(4) 研究不同的作业状态（煤炭种类、煤炭含水率、气象条件等）下最佳的系统抑尘方案，制定合理的系统运行模式及运行参数。

(5) 根据抑尘系统实施过程节点、系统运行流程、运行条件等，制定具体的操作方法及注意事项。

(6) 根据抑尘系统运行和维护情况，研究过程中所需记录的关键性要素及参数，同时为智能化台账体系的建立制定规范化要求。

### 3.煤炭码头现状概况

#### 3.1.煤炭码扬尘治理现状

目前，国内外煤炭扬尘污染的控制措施主要有防风网抑尘、抑尘剂抑尘、水喷淋降尘及覆盖法抑尘、密闭抑尘等其他抑尘措施，单一从技术角度考虑，大部分扬尘控制措施的技术趋于成熟，而依据实际情况从多角度进行综合选择成为关键，上述技术均以“点式除尘”来实现抑尘，不仅投入巨大，运行消耗、维修量也很大，往往治理不停、污染不断，收效差强人意。

本质长效抑尘组合系统采用“源头治理、分层洒水”技术思路，具体由翻车机干雾抑尘系统和翻车机本质抑尘系统、堆场高压喷枪洒水抑尘系统、煤粉尘处理系统、皮带机洒水抑尘及头部粉尘收集系统、堆料机悬臂喷雾洒水系统、激光雷达扬尘监测系统等多个子系统组成，同时配套搭智能管理平台，辅以 5G 网络作为数字化数据传输基础，借助激光雷达、粉尘监测智能传感器、气象监测仪等先进的环境监测设备，实现污染预警、智能抑尘、环保信息管理等功能。该技术在天津港、黄骅港等地已开展前期基础试验工作，取得了很好的扬尘控制效果。

## 3.2.抑尘技术原理介绍

### 3.2.1 防风网抑尘技术

防风网是利用空气动力学的原理，将网前大尺度、高强度的旋涡梳理成小尺度、弱强度旋涡，从而改变网后的微环境以达到减弱下游风速和流场湍流度的效果，防止粉尘的飞扬。防风抑尘网一般采用有机非金属复合材料板或金属板，利用空气动力学原理，按照实施现场环境按风洞试验结果加工成一定几何形状的防风板，并根据现场条件将防风板组成“挡风抑尘墙”使其通过的空气强风从外通过墙体时，在墙体内侧形成上下干扰的气流，以达到外侧强风、内侧弱风外侧小风，内侧无风的效果，从而防止粉尘飞扬。一般情况下，防风抑尘网的高度应比料堆高 2m-3m 较为适宜。单层防风抑尘网的综合抑尘效果可达 65%-85%，而双层防风抑尘网的效果则可达 75%-95%。设网方式主要考虑堆场的大小、形状和当地的风向、风频等气象条件。防风抑尘网设在距堆垛 2-3 倍堆高的距离处为最佳。对于由多个堆垛组成的堆场而言，可视堆场周围情况，因地制宜地设置防风网。

### 3.2.2 抑尘剂抑尘技术

目前，无毒、无味、无腐蚀是新型抑尘剂的重要特点，他们多数由多功能高分子聚合物组合而成，聚合物分子的结构是网状的，各种离子集团存在于分子之间，因为电荷中间的密度较大，因此与离子之间的亲和力较强，能快速捕捉牢牢吸附粉尘，并加速其凝聚，从而促使大尘粒形成，对小粉尘的产生带来了抑制的作用。

**环保型抑尘剂：**生活、生产中的垃圾是生态环保型抑尘剂的主要原材料来源，具体包括了生物有机高分子和可降解环保材料。这些粉尘抑制剂不仅可以起到生态环保的作用，而且有较强的可持续，原料来源简单而且制作成本较低。例如用海藻酸钠和氯化钙为原料生成的

抑尘剂，具有成膜快和不易溶等特点，表层膜可承受很大的风力。还有使用盐地碱蓬籽饼制成的抑尘剂，其抑尘效果是非常显著的。还有使用钙镁络合物制作的抑尘剂，不仅对粉尘有着很好的吸附作用，而且对于空气中的氮氧化物有着一定的吸附作用。国外使用了生物柴油生产中产生的甘油制作环保型抑尘剂，还使用乳液聚合法把生态保护型抑尘剂制作了出来，甚至出现了生物降解的抑尘剂，其保水和耐高温性能非常突出。环保型抑尘剂原料简单，成本较低，使用效果好，环保作用非常突出，在众多抑尘剂中运用比较广泛，因而在现实中得到了广泛运用。

**高分子抑尘剂：**这一类抑尘剂的制作原料主要是聚丙烯酸酯、聚乙烯醇。主要通过吸附、团聚的原理，通过把扬尘颗粒粘结在一起，起到抑尘的作用。实验表明，新型高分子抑尘剂的抑尘能力和抗水、抗风能力都是比较突出的。还有借助接枝共聚法改进海藻酸钠抑尘剂，其润湿能力达到了极高的水平，其抑尘效果是非常突出的，还有使用膜助剂、AEO、PVA为原料制作出来的抑尘剂，并对高分子聚合物制作进行了探索，最后验证出来了低浓度喷洒能够起到最好的效果。研究表明，以聚丙烯酰胺为原料，再与甘油、海藻酸钠相结合，把一种高分子抑尘剂制作了出来，结果证明其抑尘能力的效果是非常明显的，随着高分子合成技术的飞速发展，高分子抑尘剂的制作成本不断下降，也大大推广了高分子抑尘剂在实际中的应用，在不同环境下都有着非常优秀的表现。

**功能型抑尘剂：**功能型抑尘剂是针对外部环境的差别，对抑尘剂提出了不同的要求，具体如防火、耐寒和抗酸碱等不同的功能的需要。功能性抑尘剂在韧性和耐酸碱性方面有着突出的优势，有的特种抑尘剂可以起到防止煤层着火的作用，还有的功能性抑尘剂可以起到耐冻

融的作用。而且可以在保湿方面取得较好的效果，而且在抑尘方面同样效果显著，同时有的抑尘剂可以起到耐高温的作用。

**微生物抑尘剂：**微生物抑尘剂不仅无毒害、可降解，而且可以起到生态环保的作用。利用微生物技术生产出来的生物粘结剂，其出众的效果引起大家的广泛关注。通过使用微生物诱导技术，制作出来的抑尘剂可以起到耐低温、抗侵蚀的作用，同时微生物抑尘剂还可以起到固化土壤的作用，研究表明，微生物抑尘剂在低温环境下的效果更加突出。因此，通过微生物抑尘剂的研究，其现实意义是非常重要的，同时也可以起到生态环保的作用，如果与其他抑尘剂配合起来使用，发挥各自的优势，其抑尘效果就会变得更加显著。

### 3.2.3 水喷淋抑尘技术

水喷淋降尘法是一种最简单的抑尘方法，其作用主要在于润湿颗粒细小的干燥粉尘，增加粉尘含水量，并粘结成较大的颗粒，使其相对密度增大，使之在外力作用下不能飞扬。洒水抑尘作为最基本的抑尘措施被广泛应用于露天储煤场的扬尘控制中。

在具体抑尘的过程中，一般在储煤场煤堆四周设置环形水管以及一些洒水喷枪，还可以采用自动或半自动喷洒的防尘装置，通过定时的给煤场洒水来达到抑尘的效果。

### 3.2.4 覆盖法抑尘技术

覆盖法抑尘是利用覆盖物（如塑料篷布等）覆盖在煤堆表面，从而避免在大风天气时煤尘的污染，其优点是简单有效，但只是一种临时性的措施，且对于面积较大的储煤场在覆盖过程中也存在操作上的困难，而且覆盖物废弃后会造成新的环境污染。

### 3.2.5 密闭抑尘

密闭技术是通过在储煤场加封闭干燥棚、网壳结构或者用筒仓储

煤，从而减小煤尘污染的一种方法。其运行安全可靠、抗恶劣天气能力强，但是都存在投资大、造价高的不足。

### 3.3.本质长效抑尘组合技术介绍

本质长效抑尘组合技术是采用“分层洒水、源头治理”的技术路线，实现煤炭全流程、全方位补水，开创了煤炭码头扬尘治理新思路。系统包含翻车机干雾抑尘系统、翻车机本质抑尘系统、堆场高压喷枪洒水抑尘系统、煤粉尘处理车间、皮带机洒水抑尘及头部粉尘收集系统、堆料机悬臂喷雾洒水系统等多个子系统，系统集合了计算机网络技术、自动控制技术和信息管理技术于一体，能够实现煤炭储运过程全流程、全方位补水，从源头减少煤炭扬尘的产生。本质长效抑尘组合系统详细介绍如下。

#### (1) 翻车机干雾抑尘系统

干雾抑尘系统是由压缩空气驱动声波震荡器，通过高频声波将水高度雾化，水和压缩气体在喷嘴内部混合，产生具超声波震荡功能的微米级雾化水滴，雾滴直径小于  $10\mu\text{m}$ ，干雾与粉尘颗粒相互接触、碰撞，使粉尘颗粒相互粘结、凝聚变大，并在自身重力作用下沉降，从而达到抑尘的目的。

(2) 翻车机本质抑尘系统是在翻车机底部进行干雾抑尘和洒水抑尘，系统从源头抑尘的角度出发，与翻车机底部振动给料机相结合，在振动给料机出料口安装煤炭含水率在线检测装置，系统根据检测结果对洒水量进行智能调节，自动化洒水确保了煤炭与水的均匀混合，有效提高煤炭的含水率，通过精准洒水有效解决了煤炭储运全流程的扬尘问题。

(3) 堆场高压喷枪洒水抑尘系统可根据现场需要，实现堆存煤炭预防性补水和精准洒水抑尘，真正做到粉尘治理的预测、预警和预

防，有效解决物料堆存中因水分蒸发造成的含水率降低、起尘率上升问题，确保港口环境近零污染和精准用水。

（4）煤粉尘处理系统可对港区清扫的煤粉尘及生产污水沉淀的煤泥进行回收利用，既避免了煤粉尘造成二次污染，也创造了一定的经济效益。

（5）皮带机洒水抑尘及头部粉尘收集系统通过皮带机头部加装洒水装置、专用清扫器、煤尘收集箱，有效解决了皮带机头部起尘及洒落煤的问题。

（6）堆料机悬臂喷雾洒水系统可实现堆料机边做行走动作边实施臂架洒水，实现对煤垛表层的全覆盖和均匀洒水。该技术洒水范围精度高、补水均匀，水量可根据需要进行调节，维修便利。

#### （7）激光雷达扬尘监测系统

通过激光雷达实时扫描煤炭堆场起尘情况，发现堆场起尘或堆场总体粉尘浓度超标时，激光雷达将根据当时的天气情况采用扬尘溯源算法，与粉尘监测智能传感器、气象监测仪等先进的环境监测设备相结合，依托大数据存储技术，采用联动模型智能算法计算起尘垛位，并自动生成洒水指令，下发控制系统开始洒水。

#### （8）智能管理平台

智能管理平台将港口煤炭运输过程数据信息与管理相结合，实现实时控制。洒水系统与管控一体化系统相结合，通过管控系统可以实时查询每列车次的洒水情况及所卸垛位信息，方便于整体的把握和管理。在终端控制电脑上建立了友好的人机交互界面，显示屏能够以图文形式实时显示各项传感器采集及处理加工后的数据，监控系统运行，包括瞬时流量、累计流量、电动阀开度等参数，并可进行一定的远程操作。同时应设置条件查询和显示历史数据功能，同时系统应具

备信息存储功能。

## 4.标准制定的主要内容

### 4.1.标准适用范围

本标准用于规范煤炭码头采取“本质长效抑尘组合系统”治理扬尘运行过程中的相关操作。

### 4.2.规范性引用文件

标准中主要列出了三类标准或文件作为规范性引用文件，凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

第一类是码头行业涉及的污染物排放标准及码头排污许可证申请与核发技术规范，主要包含《大气污染物综合排放标准》（GB 16297）、《排污许可证申请与核发技术规范 码头》（HJ 1107）。

第二类是与装备、设施相关的设计规范，主要包括《煤炭矿石码头粉尘控制设计规范》（JTS 156）

第三类是扬尘控制技术规范的参考文件，主要包括《煤场、料场、渣场扬尘污染控制技术规范》（DB13/T2352-2016）。

### 4.3.术语和定义

本标准主要对本质长效抑尘组合系统、湿煤、扬尘煤、洒水抑尘4个术语进行了定义。

依据抑尘技术的原理、组成结构、功能特性等特点确定本质长效抑尘组合系统为由翻车机干雾抑尘系统、翻车机本质抑尘系统、堆场高压喷枪洒水抑尘系统、煤粉尘处理系统、皮带机洒水抑尘及头部粉尘收集系统、堆料机悬臂喷雾洒水系统等多个子系统，同时配套搭建清洁生产智能管理平台的一种用于煤炭码头粉尘治理的技术。

依据煤炭表面含水率的不同，将煤炭分为湿煤、扬尘煤两种。

依据本标准研究对象的抑尘方式和操作方法，确定洒水抑尘的术

语定义为：将具有足够压力的水均匀的喷洒在煤堆表面，对煤场进行有效的加湿、防尘、固尘，是减少扬尘污染的措施。

#### 4.4.本质长效抑尘组合技术组成

本质长效抑尘组合系统包含翻车机干雾抑尘系统、翻车机本质抑尘系统、堆场高压喷枪洒水抑尘系统、煤粉尘处理车间、皮带机洒水抑尘及头部粉尘收集系统、堆料机悬臂喷雾洒水系统等多个子系统，各子系统功能如下。

(1) 翻车机干雾抑尘系统和翻车机本质抑尘系统是在翻车机底部进行干雾抑尘和洒水抑尘，系统从源头抑尘的角度出发，与翻车机底部振动给料机相结合，采用“分层洒水、源头治理”的技术路线，实现煤炭全流程、全方位补水，开创了煤炭码头扬尘治理新思路。全新的抑尘系统集合了计算机网络技术、自动控制技术和信息管理技术于一体，在振动给料机出料口安装煤炭含水率在线检测装置，系统根据检测结果对洒水量进行智能调节，自动化洒水确保了煤炭与水的均匀混合，有效提高煤炭的含水率，通过精准洒水有效解决了煤炭储运全流程的扬尘问题。

(2) 堆场高压喷枪洒水抑尘系统可根据现场需要，实现堆存煤炭预防性补水和精准洒水抑尘，真正做到粉尘治理的预测、预警和预防，有效解决物料堆存中因水分蒸发造成的含水率降低、起尘率上升问题，确保港口环境近零污染和精准用水。

(3) 煤粉尘处理车间可对港区清扫的煤粉尘及生产污水沉淀的煤泥进行回收利用，既避免了煤粉尘造成二次污染，也创造了一定的经济效益。

(4) 皮带机洒水抑尘及头部粉尘收集系统通过皮带机头部加装洒水装置、专用清扫器、煤尘收集箱，有效解决了皮带机头部起尘及

洒落煤的问题。

(5) 堆料机悬臂喷雾洒水系统可实现堆料机边做行走动作边实施臂架洒水，实现对煤垛表层的全覆盖和均匀洒水。该技术洒水范围精度高、补水均匀，水量可根据需要进行调节，维修便利。

## 4.5.主要技术内容

### 4.5.1.抑尘系统适用范围

结合本标准研究内容的资料收集及现场调研情况，充分分析本质长效抑尘组合系统的特点，根据抑尘系统的组成结构、功能特性等确定抑尘系统的适用煤炭码头特点为：

(1) 煤炭码头储运规模较大、煤炭周转率高、自动化程度高。

(2) 煤炭码头应用翻车机进行翻卸作业，并由皮带机输送至堆场堆存。

(3) 煤炭码头需具备敷设供水管线的条件，供水量满足抑尘系统用水需求。

### 4.5.2 抑尘系统的功能要求

本标准研究的本质长效抑尘组合系统一套全新的洒水系统，与翻车机底部振动给料机相结合，实现煤炭与水的均匀混合，一次洒水有效抑制了整个装卸流程的粉尘产生，同时结合煤炭堆场、煤粉尘处理车间水、皮带机、堆料机悬臂等设备煤炭输送环节按需补水，能够有效控制煤炭港口粉尘的排放。

针对抑尘系统的组成结构及治理效果等方面，在实际应用过程中提出以下几点要求：

抑尘效果满足国家及地方相关排放要求；抑尘系统安装、使用满足消防、安全等相关要求；具备码头，煤炭扬尘在线监测功能，局部扬尘超标或者设备出现故障时，具备预警功能；具备煤炭含水率实时

监测功能，并具备根据含水率检测结果智能调节洒水量功能；具备煤粉尘及生产污水沉淀的煤泥的回收功能，减少粉尘造成二次污染；具备智能调节系统，系统可根据煤炭的含水率不同，自动调节洒水量，做到水源的合理利用。

#### 4.5.2 本质长效抑尘组合系统技术路线、组成及功能

通过收集相关资料，包括本质长效抑尘组合系统的整体设计方案、各子系统的设计方案及技术规范、设备的安装使用说明等材料。同时结合应用企业实地现场踏勘，了解掌握抑尘系统相关设备的组成及连接方式、抑尘形式以及系统中各环节设备的功能特点。

通过研究，本质长效抑尘组合系统采用采用“分层洒水、源头治理”的技术路线，系统与翻车机底部振动给料机相结合，实现煤炭与水的均匀混合，从源头上抑制煤炭粉尘的产生。同时结合煤炭堆场、煤粉尘处理车间水、皮带机、堆料机悬臂等设备煤炭输送环节按需补水，提高煤炭的含水率，有效解决煤炭储运全流程的扬尘问题。

系统包含翻车机干雾抑尘系统、翻车机本质抑尘系统、堆场高压喷枪洒水抑尘系统、煤粉尘处理车间、皮带机洒水抑尘及头部粉尘收集系统、堆料机悬臂喷雾洒水系统等多个子系统，各子系统功能如下。

(1) 翻车机干雾抑尘系统和翻车机本质抑尘系统是在翻车机底部进行干雾抑尘和洒水抑尘，系统从源头抑尘的角度出发，与翻车机底部振动给料机相结合，采用“分层洒水、源头治理”的技术路线，实现煤炭全流程、全方位补水。全新的抑尘系统集合了计算机网络技术、自动控制技术和信息管理技术于一体，在振动给料机出料口安装煤炭含水率在线检测装置，系统根据检测结果对洒水量进行智能调节，自动化洒水确保了煤炭与水的均匀混合，有效提高煤炭的含水率，通过精准洒水有效解决了煤炭储运全流程的扬尘问题。

(2) 堆场高压喷枪洒水抑尘系统可根据现场需要，实现堆存煤炭预防性补水和精准洒水抑尘，真正做到粉尘治理的预测、预警和预防，有效解决物料堆存中因水分蒸发造成的含水率降低、起尘率上升问题，确保港口环境近零污染和精准用水。

(3) 煤粉尘处理车间可对港区清扫的煤粉尘及生产污水沉淀的煤泥进行回收利用，既避免了煤粉尘造成二次污染，也创造了一定的经济效益。

(4) 皮带机洒水抑尘及头部粉尘收集系统通过皮带机头部加装洒水装置、专用清扫器、煤尘收集箱，有效解决了皮带机头部起尘及洒落煤的问题。

(5) 堆料机悬臂喷雾洒水系统可实现堆料机边做行走动作边实施臂架洒水，实现对煤垛表层的全覆盖和均匀洒水。该技术洒水范围精度高、补水均匀，水量可根据需要进行调节。

#### 4.5.3 运行技术要求

本质长效抑尘组合系统是由翻车机干雾抑尘系统和翻车机本质抑尘系统、堆场高压喷枪洒水抑尘系统、煤粉尘处理车间、皮带机洒水抑尘及头部粉尘收集系统、堆料机悬臂喷雾洒水系统等组成，同时配套搭建清洁生产智能管理平台。各组成部分的组成设备、功能特性、洒水方式、洒水量、洒水时间等均不相同，所以需要针对各组成部分提出技术要求，规范抑尘系统运行，有效提高煤炭含水率，保证抑尘效果满足相关要求。各组成部分技术要求如下所示。

##### (1) 翻车机干雾抑尘、本质抑尘系统

根据运输不同煤炭类型，对洒水管路实时分级控制，确保煤炭含水率满足抑尘要求。洒水等级分为一级、二级、三级 3 个等级，分别对应不同的洒水状态，控制煤炭的含水率在 7% 左右。

干雾抑尘系统产生的水雾应属于直径 10 $\mu$ m 以下的微细水雾颗粒，干雾系统用水应满足压力 0.4-0.6MPa；悬浮物 $\leq$ 50mg/L，pH 值 6.5 ~ 8.5，硬度 $\leq$ 450mg/L，氯化物 $\leq$ 250mg/L 的要求。

### （2）煤堆高压喷枪洒水抑尘系统

高压喷枪洒水抑尘系统分为 3 种运行模式，分别为手动模式、半自动模式、全自动模式。手动模式下选择补水的垛位、洒水喷枪，输入洒水时间、洒水量等参数，点击“一键洒水”下达洒水指令，控制开启高压泵、洒水喷枪开始洒水；半自动模式下，需要在系统中“新增”洒水任务，输入需要补水的垛位信息、洒水量、洒水范围、洒水时长等指令信息，对单个煤炭堆垛进行精准洒水；全自动模式下，通过激光雷达实时扫描堆场起尘情况，当发现堆场起尘或堆场总体粉尘浓度超标时，激光雷达将根据当时的天气情况采用粉尘溯源算法，计算起尘垛位，并自动生成洒水指令，下发控制系统开始洒水。

下达指令信息后，可以在系统中对新生成的指令可进行“修改”、“下发”、“删除”操作，已经“下发”的指令则不可再进行“修改”、“下发”、“删除”操作。同时系统具备洒水记录查询功能，根据“日期”、“班组”、“班次”、“堆场区域”、“垛位”进行条件筛选查询。

### （3）煤粉尘处理车间系统

将码头机械化清扫收集的煤尘及生产污水沉淀的煤泥集中运送至粉尘处理车间系统，煤、水混合物料通过渣浆泵输送至压滤机多次压榨，保证压滤后的煤块水分在 25%-30%之间；压制而成的煤块通过皮带机输送至转运车辆进行销售

### （4）清洁生产智能管理平台

清洁生产智能管理平台，组成包含但不限于计算机、数据库、以太网络、PLC 控制系统等部分，可将港口生产过程数据信息与管理相

结合，实现了实时控制。洒水系统与管理平台相结合，通过管控系统可以实时查询每列车次的洒水情况及所卸垛位信息，同时在终端控制电脑上建立人机交互界面，可以监控系统运行，包括瞬时流量、累计流量、电动阀开度等参数，并可进行一定的远程操作。

#### （5）皮带机洒水抑尘及头部粉尘收集系统

具备粉尘监测、含水率监测功能，系统将实时监测数据反馈至系统中，根据监测数据判定是否触发后续流程各导料槽出口实施洒水，以实现按需洒水、精准抑尘的目的。

洒水系统安装配置的手动蝶阀，手动球阀，过滤器等阀门及附件的主要材质和性能要求应满足相关质量要求；洒水系统管道采用热镀锌焊接钢管，满足《低压流体输送用焊接钢管》（GB/T3091-2008）中先关要求。热镀锌焊接钢管的连接处、弯头位置均采用焊接或螺纹连接，管道与阀门连接处采用丝扣连接，便于后期检修，沉淀箱设计方便清理。

#### （6）堆料机悬臂喷雾洒水系统

堆料机悬臂洒水范围应覆盖煤炭堆垛，洒水量可根据不同煤炭堆垛需水量进行调节，确保实现对煤垛表层的全覆盖和均匀洒水。

## 5.主要试验、验证及试行结果

### 5.1. 试验背景介绍

国能（天津）港务有限责任公司于2015年建设了防风抑尘网，同时采取了绿网苫盖的措施，成立了240人的专业苫盖队伍，进行24小时非作业垛位百分百苫盖。并先后设置28套空气质量监测点位和1套激光雷达粉尘污染物监测设备，主动接受相关管理部门和社会监督。根据几年的实际运行情况发现，对于国能（天津）港务有限责任公司这种高周转率的专业化煤炭码头而言，人工苫盖措施存在着苫盖效率

低、苫盖人员容易跌落、装卸作业频繁揭开苫盖带来二次扬尘等问题，同时绿网易损、更换频次较高，产生的二次污染环境突出问题。为此国能（天津）港务有限责任公司一直探寻先进、有效的扬尘治理技术，致力于从根本上解决堆场扬尘污染问题。

为解决堆场苫盖措施存在的弊端，国能（天津）港务有限责任公司借鉴国能黄骅港“本质长效抑尘组合技术”，并于2018年起对抑尘系统进行了全面技术升级、设备改造，实现了本质长效抑尘组合技术措施的全面应用。

为探究本质长效抑尘组合技术的实际抑尘效果，国能（天津）港务有限责任公司开展为期三个月的“采用本质长效抑尘组合技术措施取代原有绿网苫盖措施”的试点工作。

## 5.2. 试验周期

试验根据全年四季季节变化情况，选择春夏秋冬四季不同工况分别开展试点工作。其中夏季日照强烈，水分蒸发较快，对湿式除尘效果影响较大，夏季试点选取不同月份进行工况细化。最终选定2021年8月20日-2022年9月3日（夏季工况一）、2021年10月25日-11月8日（秋季工况）、2021年12月20日-2022年1月3日（冬季工况）、2022年4月17日至5月1日（春季工况）、2022年5月2日至5月16日（夏季工况二）、2022年7月5日（夏季工况三），开展了六期的现场试点试验。

## 5.3. 试验方案内容

夏季工况一、秋季工况、冬季工况：3个工况试验内容相同，每个工况周期均为15天。国能（天津）港务有限责任公司煤炭码头共有6条煤炭堆场线，编号分别为1#-6#。按照4#堆场试点工作实施方案组织落实，并在堆场4-7隔离墩东侧和南侧设置试点标牌，选取4#堆场作为本质长效抑尘组合技术措施取代原有绿网苫盖措施试点，与邻近的

其他5条堆场实施绿网苫盖措施的抑尘情况进行同期效果比较。在试行期内，国能（天津）港务有限责任公司利用粉尘在线监测与智能控制系统，通过激光雷达、粉尘监控终端数据对比分析，4#堆场7个垛位的粉尘TSP浓度及相应的排名。统计试验期间4#堆场和其他5个堆场的高压用水量、4#堆场各垛位的吞吐量和煤种、堆场最大和最小浓度的垛位、煤种及吞吐量等

春季工况：春季工况试点共计15天。试点工作实施方案组织落实，并在堆场2#-7、3#-7和6#-7隔成墩东侧和南侧设置试点标牌，选取2#、3#和6#堆场作为本质长效抑尘组合技术措施取代原有绿网苫盖措施试点，与邻近的1#堆场实施绿网苫盖措施的抑尘情况进行同期效果比较。在试行期内，利用粉尘在线监测与智能控制系统，通过激光雷达、粉尘监控终端数据对比分析，2#、3#和6#堆场7个垛位的粉尘TSP浓度。统计试验期间2#、3#和6#堆场和1#堆场的高压用水量、堆场最大和最小浓度的垛位、煤种及吞吐量等。

夏季工况二、夏季工况三：2个工况试验内容相同。试点工作实施方案组织落实，选取1#、2#、3#和6#堆场作为本质长效抑尘组合技术措施取代原有绿网苫盖措施试点，与邻近的某煤码头公司堆场实施绿网苫盖措施的抑尘情况进行同期效果比较。在试行期内，利用粉尘在线监测与智能控制系统和天津港生态环境（大气）智能监测管控系统，数据对比分析，得到1#、2#、3#和6#堆场7个垛位的粉尘TSP浓度，并将堆场边界点监测数据与邻近的某煤码头公司堆场进行比较。并统计试验期间1#、2#、3#和6#堆场的高压用水量、堆场最大、最小浓度的垛位、煤种及吞吐量等。

上述六个阶段试点现场试验汇总如下：

表 5-1 试点试验汇总表

试验阶段	工况	起止时间	试点内容
1	夏季工况一	2021年8月20日-9月30日	4#堆场洒水, 其他堆场苫盖
2	秋季工况	2021年10月25日-11月8日	4#堆场洒水, 其他堆场苫盖
3	冬季工况	2021年12月20日-2022年1月3日	4#堆场洒水, 其他堆场苫盖
4	春季工况	2022年4月17日-5月1日	2#、3#、6#堆场洒水, 1#堆场苫盖
5	夏季工况二	2022年5月2日-5月16日	1#、2#、3#、6#堆场洒水
6	夏季工况三	2022年7月5日	1#、2#、3#、6#堆场洒水

#### 5.4.试验结果

国能（天津）港务有限责任公司开展“采用本质长效抑尘组合技术措施取代原有绿网苫盖措施”的试点试验工作。按照四季不同的气候变化分为6组，因夏季日照强烈，水分蒸发较快，对湿式除尘效果影响较大，夏季试，点选取不同月份三组代表工况，其余三季分别选取一组代表工况。通过现场监测和用水数据等方面研究，分析了本质长效抑尘组合技术措施和苫盖抑尘措施的抑尘方式的环境效果。得到如下结论：

各试点实验期间所有在线监测点位TSP（总悬浮颗粒物）均满足《大气污染物综合排放标准》（GB1629-1996）中厂界限值1.0mg/m<sup>3</sup>限值要求（参照执行）；其中夏季工况一、秋季工况、冬季工况、春季工况试点期间，同堆场内采用本质长效组合技术措施和绿网苫盖措施抑情况下的TSP（总悬浮颗粒物）监测数据对比，无明显差别；夏季工况二、夏季工况三试点期间，采用本质长效抑尘组合技术措施试点堆场和南疆某煤码头公司采用堆场苫盖作业区的厂界进行TSP（总悬浮颗粒物）监测数据对比，15天中采取本质长效抑尘组合技术措施的

堆场边界TSP（总悬浮颗粒物）浓度数据优于采取苫盖措施的堆场边界天数为9天，可以推断出采用本质长效抑尘组合技术措施的抑尘效果等同或优于绿网苫盖措施的抑尘效果。

综上所述，对国能（天津）港务有限公司这类高周转率的专业煤码头采取本质长效抑尘组合技术措施抑尘效果等同或者优于传统的苫盖措施，而且本质长效抑尘组合技术措施能有效的避免人工苫盖措施的员工安全隐患、效率低、二次污染等问题。

## 6.与相关标准的关系分析

目前，针对煤炭扬尘污染防治工作，国家及地方政府相继出台了一系列扬尘污染防治的规范要求，包括《煤炭矿石码头粉尘控制设计规范》（JTS 156-2015）、《关于加快天津北方国际航运枢纽建设的意见》（发改基础〔2020〕1171号）等政策标准，天津市相继出台《天津市生态环境保护“十四五”规划》、《天津市大气污染防治条例》（2020年修正）、《天津市工业企业堆场扬尘防治管理规定》、《天津市工业企业堆场扬尘防治技术导则》等政策，已形成较为成熟的规范化体系，但是针对煤炭码头扬尘污染防治技术尚未有更加详尽的规范要求。本标准的制定，既完善了已出台的有关政策标准体系，又弥补了煤炭码头抑尘技术实施过程无据可依的短板，所以本标准的制定对国家及地方扬尘污染防治标准体系的进一步完善起到促进作用。

## 7.相关研究动态及本标准先进性

通过对国内外煤炭码头扬尘污染防治技术有关文献资料的研读，目前，针对煤炭码头扬尘治理，大多采用苫盖、加装布袋、喷淋、药剂等抑尘技术，针对上述抑尘技术已形成成熟的技术体系与技术规范。本质长效抑尘组合系统作为一种新兴技术，尚无标准化的技术规范，本技术规范的制定，主要先进性体现在：一是针对该抑尘技术不同组成系统分别提出规范化操作要求，规范的系统化程度高；二是技

术规范的制定依托现有大量工作基础开展，规范的可靠性强；三是该抑尘系统涉及的部分技术内容已获得多项专利和奖项，规范的制定的基础具有一定的先进性。

## 8.重大分歧或重难点的处理经过和依据

该标准的制定过程中，主要重点工作包括以下方面的研究：一是通过调研、收集已采用本质长效抑尘组合系统抑尘的煤炭码头企业相关资料，掌握系统运行条件、操作流程、技术运行方案等内容及参数；二是通过对已该抑尘系统应用案例分析，深入研究应用过程中存在的问题和不足，提出科学合理的改进措施，进一步优化技术规范的制定；三是针对初步的技术规范成果进行模拟应用，及时发现技术规范在抑尘系统运行过程中存在的问题与不足，针对模拟反馈内容进一步提出规范要求，最终形成完善的技术规范。

上述重点工作，通过资料收集、试点试验、同类型企业现场调研等方式可以顺利完成。

## 9.标准推广应用措施及预期效果

当前，国家及地方已出台相关政策标准规范要求煤炭港口粉尘治理，本质长效抑尘组合技术作为一种新兴技术，尚无针对性的的规范要求，这就使得技术的推广和应用受到阻碍。本标准的制定规范了抑尘技术的应用范围、运行条件、操作流程、技术运行方案等内容及参数，为保障抑尘技术的有效应用提供了技术支撑，对该抑尘技术的推广和应用起到了促进作用。

本标准制定完成后，为其他煤炭港口在采用本质长效抑尘组合技术治理扬尘过程中提供了规范性要求，可大幅度提升煤炭粉尘的抑尘效果，有利于改善区域环境空气质量，提升绿色港口的建设进程。