

# 电厂煤场封闭改造方案分析

赵欣

(中国能源建设集团安徽省电力设计院有限公司, 安徽 合肥 230601)

**摘要:**电厂对露天煤场进行封闭改造是国家环保政策的必然趋势,为解决火力发电厂煤场封闭改造方案比选问题,本文对某电厂煤场封闭改造方案进行了深入研究,从地基基础、煤场封闭型式及上部结构方案等几方面进行比选,进而提出适合本工程的推荐方案,以期为相关工程提供参考。

**关键词:**电厂;煤场;封闭改造

**中图分类号:** TU758.11

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-7344(2022)44-0049-03

## 1 工程概况

某电厂采用燃煤机组,装机容量为 $2\times 660\text{MW}$ 。厂内设有1座条形煤场,位于厂区最南端,煤堆有效长度 $273\text{m}$ ,堆煤高度 $15\text{m}$ ,煤场中部设置一座跨度为 $100\text{m}$ ,长度为 $80\text{m}$ 的两端敞开式钢结构干燥棚,干燥棚为三心圆网壳结构,压型钢板围护,网壳支座高度 $3.500\text{m}$ (相对煤场内地坪),外侧上弦跨度为 $100\text{m}$ ,干燥棚纵向支座间距为 $8\text{m}$ 。

煤场同轨布置有2台斗轮堆取料机,采用折返式,斗轮机下方各布置1条带式输送机。

煤场四周设置有 $16\text{m}$ 高的防风抑尘网及喷淋水装置,以抑制煤尘飞扬。

根据国家环保要求,拟对储煤场进行全封闭;本次煤场封闭改造工程,是在电厂原煤场干燥棚东西两侧分别扩建干燥棚,同时对干燥棚两端设置围挡设施,以满足现行国家及地方环保要求。

## 2 工程建设条件

### 2.1 岩土工程条件

地基岩土工程特性评价如下。

第①层填土属新近堆积土,颜色较杂,素填土为可塑~硬塑状态的粘性土夯实堆积而成,呈稍密~中密状态。

第②层淤泥质粉质粘土物理力学性质差,承载力低,属于软弱土,不宜作为建筑物基础持力层。

第③<sub>1</sub>层粉质粘土,湿,以软塑为主,局部夹流塑状淤泥质土和松散粉砂、粉土。该层物理力学性质差,承载力低,属于软弱土,可以作为对变形要求不高的轻型荷载建(构)筑物的基础持力层。

第③<sub>2</sub>层粉质粘土,湿,以可塑为主,局部软塑,局部夹松散粉砂、粉土。该层物理力学性质较差,承载力较低,属于软弱土,可作为一般建(构)筑物基础持力层及其下卧层。

第④层含粘性土粉砂,松散~稍密,该层厚度不一,层顶标高变化大,层位不稳定,物理力学性质较差,承载力较低,可作为轻型荷载建(构)筑物地基基础持力层及其下卧层。

第⑤<sub>1</sub>层粉细砂,稍密,局部中密,饱和。该层厚度不一,层顶标高变化大,该层物理力学性质一般,承载力一般。在局部埋深浅地段可作为一般轻型建(构)筑物的基础持力层。不宜作为重要建筑物桩基的桩端持力层。

第⑤<sub>2</sub>层粉细砂,中密,局部密实,饱和。物理力学性质好,承载力高,分布连续,厚度较大。可作为重要建筑物桩基的桩端持力层。

第⑤<sub>3</sub>层粉细砂,密实,局部中密。分布连续厚度大,分布广泛。物理力学性质好,承载力较高。可作为重要建筑物桩基的桩端持力层和下卧层。

第⑥层中粗砂,密实,局部中密。物理力学性质好,承载力较高。可作为重要建筑物桩基的桩端持力层和下卧层。

第⑦层粉细砂,密实,局部中密。物理力学性质好,承载力较高。可作为重要建筑物桩基的桩端持力层和下卧层。

⑧<sub>1</sub>强风化粉砂岩:青灰色、青色、紫红色,钻探取芯率较低,节理裂隙很发育,岩芯呈碎块状、部分呈散体砂状,较破碎。可作为重要建筑物桩基的桩端持力层和下卧层。

⑧<sub>2</sub>中等风化粉砂岩:暗红色,灰白色,青色,强度较高,锤敲声脆,岩芯呈短柱状~长柱状。可作为重要建筑物桩基的桩端持力层和下卧层。

总之,拟改造场地浅部地层岩土工程特性较差,同时场地内地下水位埋深浅,因此天然地基条件较差,根据《建筑地基基础规范》<sup>[1]</sup>要求,拟建建(构)筑物除部分轻型建(构)筑物在满足强度、变形验算条件下,可采用天然地基外,基本上均需要采用桩基础或进行地基处理。

## 2.2 地震效应

根据《建筑抗震设计规范》<sup>[2]</sup>,工程场地相应的地震基本烈度为Ⅴ度。建筑场地类为Ⅲ类。根据《火力发电厂土建结构设计技术规程》<sup>[3]</sup>的规定,本工程封闭煤场相当于《建筑抗震设计规范》中的乙类建筑,地震作用按抗震设防烈度Ⅴ度计算,按烈度为7度采取抗震构造措施。

## 3 煤场封闭型式

煤场封闭改造时主要考虑以下因素。

充分考虑现有煤场的设置情况,新设封闭煤棚要和现场建构筑物协调一致,对接完美。在煤棚尺寸上,满足悬臂斗轮堆取料机及其他煤场设备安全运行,在与现有建构筑物相连处,做好防雨雪、防漏的处理,色彩选择相统一。

煤场封闭后,保证储煤量,煤棚的设置要根据斗轮机的运行包络线及现有煤场的大小来确定。

煤棚封闭范围要充分考虑现有道路、建筑物、边界等因素,保证在最大利用场地的情况下,尽可能的减少对现有建筑物的影响。

### 3.1 煤场类型

现阶段,根据环保要求,国内火力发电厂露天或半露天煤场均需进行煤场封闭改造。电厂煤场类型通常有筒仓、圆形煤场和条形煤场。

筒仓是平面为圆形、方形、矩形、多角形及其他几何外形的贮存散料的直立容器。筒仓为全封闭结构,可以彻底解决粉尘对环境的污染。建设筒仓时必须同步建设高位栈桥,需要改变原有的堆取运输系统。现厂内已建有1座条形煤场,如需改造为筒仓,需对厂内的输煤系统进行彻底改造,施工工期和改造费用会成倍增长,对电厂的正常运行有非常大的影响。针对现场的实际情况,筒仓并不适合本煤场全封闭改造工程。

圆形煤场平面呈圆形,外来煤经转载点,通过架空栈桥由堆煤机存放于煤场,再经地下煤斗和地下煤廊由输煤皮带运出至厂房。这种煤场采用底部环形挡煤墙+上部半球形网壳结构。其具有环保性能好、占地面积小、储煤量大的特点,但其也有造价高昂、施工对现有煤场运行影响较大且该方案需改变原有的输煤系统,因此不适用于改造类的煤场工程。

条形煤场是国内外电厂煤场常用的成熟技术方案,因其煤场堆取料机设备成熟、设计施工便利而广泛使用。条形煤场在堆取料机设备配置、储煤量、延伸扩建条件、施工运行条件、场地利用率和降低综合造价等方面,比圆形煤场等更有优势。现厂内已建煤场就为条形煤场。其中条形煤场全封闭主要采用的两种型式为:

①全覆盖干燥棚+端部防风抑尘网型式;②全封闭干燥

棚型式。其中全封闭干燥棚型式又分为端部垂直于地面的全封闭干燥棚方案、端部为蚕茧型的条形煤棚全封闭方案、气膜式条形煤棚全封闭型式等。

### 3.2 全覆盖干燥棚+端部防风抑尘网型式

这种型式对储煤区域上方设置全覆盖干燥棚(一般采用空间钢结构承重+压型钢板封闭),并在干燥棚的两端设置防风抑尘网。防风抑尘网使得煤场自然通风,后续运行过程中工作环境较好,有利于运行时职工的职业卫生。但由于两端还存在一定的未封闭区域,不能完全解决扬尘、流失及渗漏问题。

### 3.3 端部垂直地面型全封闭条形煤棚型式

这种型式除煤场上方设置压型钢板封闭外,端部也采用压型钢板全封闭,其封闭效果要比第一种方案稍好。在今后环保标准越来越高的趋势下,煤场封闭改造时,本方案将成为选型趋势。

### 3.4 端部蚕茧型条形煤棚全封闭型式

这种型式在煤场上方设置压型钢板封闭,端部采用蚕茧型全封闭,除外观设计不同外,该型式的通风措施、封闭抑尘效果以及对周边环境的影响与端部垂直地面型全封闭条形煤棚方案相同。该方案的外观设计中,在干燥棚端部采取流线型设计,使整个建筑既优雅又大气。

### 3.5 气膜式全封闭条形煤棚型式

这种封闭式煤棚型式一般由控制系统、新风增压系统、环境监测系统、应急备用电源系统等组成。结构体系为用膜材料做成封闭空间,加以锚定充气后,使膜内外持续的保持一定压差,再在膜结构外部设置斜向正交索网,成为稳定的封闭式储煤建筑。气膜式贮煤场内无梁柱,充气后矗立在基础或挡煤墙之上。其具有节省钢材、施工周期短,一次投资低等优势。

### 3.6 本工程煤场封闭型式方案比选

本次煤场封闭改造工程,是在电厂原条形煤场干燥棚东西两侧分别扩建干燥棚,同时对干燥棚两端设置围挡设施。扩建干燥棚的建筑结构型式宜与原有干燥棚统一协调。气膜结构封闭式煤场,虽然有施工工期较短,一次投资较低等优点,但同时膜材料易老化、撕裂和松弛,不能达到与主体结构相同的使用年限,因此该方案后期日常维护要求高,会导致二次投资且投资费用较高;气膜结构需要鼓风机不断充气来维持膜内压力,外部设备依赖性高。本工程煤场已建有80m长干燥棚,采用气膜结构则必须把已有的干燥棚网架拆除,大大增加了投资费用和工期。因此本工程煤场封闭型式方案比选中不采用气膜式结构方案。

端部垂直地面型封闭条形煤场与端部蚕茧型封闭条形煤场的区别只是在于煤场占地、储煤量和端部几

何形状有所不同,这两种形式的封闭煤场能够达到的环保效果基本相当。与蚕茧型封闭条形煤场比较,端部垂直于地面型的封闭条形煤场的优势在于占地小,储煤量多,工程综合造价较低。两种外形比较更推荐端部垂直地面型封闭。

综合以上考虑,最终方案比选如表1所示。从各方面对比可以看出,各方案均能满足环保要求,由于本工程为改造工程,方案二端部垂直地面型全封闭干燥棚方案与方案一全覆盖干燥棚+端部防风抑尘网方案相比,其具有更好的封闭抑尘作用,环保效果更好,造价费用相对增加不大。因此本工程推荐方案二,即端部垂直地面型全封闭条形煤棚方案,本方案可以满足目前国内的环保要求,且改造不会对煤场现有运行带来较大影响,技术成熟可靠。

表1 煤场封闭方案比选

性能	方案	
	全覆盖干燥棚+端部防风抑尘网方案	端部垂直地面型全封闭干燥棚方案
是否满足环保要求	是,后期不确定	是,效果较好
运行环境及职业卫生	较好	稍差
施工对现有机组正常运行的影响	影响较小	影响较小
造价比例	1.00	1.15

注:造价比例中仅考虑相同储煤量的方案造价比选,封闭煤场方案造价未包含设备费用。

#### 4 地基与基础

根据前期地质报告揭露的地层条件分析以及拟建(构)筑物的特点,根据《建筑桩基技术规范》<sup>[4]</sup>的相关要求,本场地较适宜的桩型为钻孔灌注桩和预制桩。钻孔灌注桩易穿透上部较厚的填土层,相对于预制桩也无噪声污染,但采用灌注桩也存在桩的质量难以控制,施工工期长等问题。预制桩桩身质量容易保证,施工工期较短,但预制桩不易穿透上部较厚的填土层,噪声污染也较大。

根据电厂工程实践经验及原有干燥棚基础采用桩径为600mm的预应力混凝土管桩的实际情况,本次扩建干燥棚基础暂采用与原有干燥棚基础相同的桩型即桩径为600mm的预应力混凝土管桩。桩顶标高为-2.50m,单桩竖向承载力特征值2250kN,单桩水平承载力特征值不小于160kN。

#### 5 干燥棚结构方案

对条形储煤场干燥棚结构,目前国内有过应用的结构形式有梁柱单框架体系、门刚体系、排架体系、预应力管桁架体系、三心圆钢网架结构体系等,其中三心圆钢网架体系运用最多,也是目前最常用的结构方案,其具有适用跨度大、经济性好、空间利用率高的特点。从建筑物平面型式上来说,网架结构也可以适应各种平面形式的建筑:如矩形、圆形、扇形及各种多边形等

平面建筑形式。

常规空间网架结构和拱形预应力钢桁架结构同属大跨度项目中常用的结构形式,在不同类型项目不同使用条件下各有优势,拱形预应力钢桁架结构在超大跨度结构优势较大,常规空间网架结构在常规跨度优势较大。本封闭煤场干燥棚跨度为100m,属常规跨度。采用空间网架方案在工程应用、总体造价、设计施工难度、后期运行维护等方面均具有优势。

本工程已建干燥棚采用的就是三心圆空间网架结构。从经济性及美观方面考虑,本工程东、西两侧扩建干燥棚上部仍建议采用三心圆全钢空间网架结构。东西扩建段的干燥棚跨度、外形与原干燥棚相同,并应保证剖面弧线与已有干燥棚相同或采取过渡措施减少弧线的偏差。

方案二中全封闭干燥棚方案中将干燥棚往西侧扩建140m,往东侧扩建100m,干燥棚跨度为100m。干燥棚端部山墙采用垂直平板网架,与上部网壳整体连接,形成良好的空间整体结构,干燥棚的传力方式为空间传力体系,山墙可以提高上部网壳的侧向刚度,上部网壳可作为山墙的上部支撑点。新建干燥棚结构向原有干燥棚方向悬挑,新老干燥棚之间预留变形缝,进行建筑构造处理。

#### 6 结语

《中华人民共和国大气污染防治法》<sup>[5]</sup>实施以来,电厂对煤场进行封闭改造是国家环保政策的必然趋势,煤场封闭不但可使贮煤场粉尘的逸散量减少,也缩小了降尘范围,这样就可以减少煤粉损失,改善煤场周边地区的环境质量,同时也有效的降低电厂的运营成本。目前进行煤场封闭改造已经是电厂的普遍行为,本工程既符合国家环保政策,又能为煤场封闭形式的多样性取得良好的经验和效果。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑地基基础设计规范:GB 50007—2011[S].北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [2] 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.建筑抗震设计规范(2016年版):GB 50011—2010[S].北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [3] 国家能源局.火力发电厂土建结构设计技术规程:DL 5022—2012[S].北京:中国计划出版社,2012.
- [4] 中华人民共和国建设部.建筑桩基技术规范:JGJ 94—2008[S].北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [5] 中华人民共和国全国人民代表大会常务委员会.中华人民共和国大气污染防治法[S].北京:法律出版社,2015.

作者简介:赵欣(1972—),男,汉族,安徽蚌埠人,本科,高级工程师,主要从事电力工程设计工作。