

# 垃圾填埋区与光伏电站结合施工技术研究

张秀军<sup>1</sup> 孙 凡<sup>1</sup> 李 程<sup>1</sup> 韩彦军<sup>1</sup> 李治军<sup>2</sup>

1. 天津滨海新能源投资管理有限公司 天津 300000

2. 天津津能工程管理有限公司 天津 300000

**摘要:** 在垃圾填埋区上建立太阳能光伏电站是近年来国内新能源项目发展趋势。由于垃圾填埋场特殊的场地地址条件, 极易发生整体沉降或不均匀沉降。本文综合了原有土地施工的难点、太阳能光伏板的工作原理、电源逆变器技术的相关理论, 逐步解决本项目施工难点, 做到不损坏原有垃圾保护层, 在原有地表层之上建立光伏, 实现废弃土地再利用的方针;

**关键词:** 光伏发电; 垃圾填埋区建立光伏; 废弃土地再利用

**前言:** 能源是现代社会存在和发展的基石, 随着全球经济社会的不断发展, 能源消费也相应的持续增长。在化石能源供应日趋紧张的背景下, 大规模的开发和利用可再生能源已成为未来各国能源战略中的重要组成部分; 且该项目为垃圾填埋区, 考虑其绿色文明、地表承载力、不得破坏地表等多项因素, 故在此区域建立光伏项目, 实现了节约能源、绿色环保、废弃土地再利用等理念;

**工程概况:** 本项目位于天津滨海环保产业发展有限公司厂区内, 计划利用垃圾电厂垃圾填埋区的2#垃圾坑和3#垃圾山建设光伏发电项目, 预计可利用场地面积约为8万平方米, 建设光伏发电规模为4.8396MWp。本期工程的主要任务是利用天津滨海环保产业发展有限公司厂区建设光伏电站, 充分开发利用天津丰富的太阳能资源, 建设绿色环保的新能源。本次设计的主要内容包括太阳能资源、工程地质、工程任务与规模、系统总体方案设计、发电量预测、电气设计、土建设计、工程消防设计、施工组织设计、工程管理设计、环境保护和水土保持设计、劳动安全与工业卫生设计、节能降耗分析、工程设计概算、财务评价与社会效果分析等<sup>[1]</sup>。

## 1 工程开工前

我单位对此地进行大规模勘探;

我单位于工程开工前委托于天津市环境影响评价中心对现场进行环境影响分析;

汉沽垃圾处理场作为服务于滨海新区北部的一座垃圾处理设施, 其管理好坏直接影响到滨海新区北部的环境治理。虽然封场后将不再有客水、雨水等渗入垃圾堆体, 但考虑目前堆体内渗沥液量较大, 且垃圾仍需要一定的时间才能降解达到稳定化, 封场后仍会产生大量的渗沥液需进行处理。因场内渗沥液室外收集管道已损

坏, 渗沥液处理设施不能正常运行, 目前3#山堆体内渗沥液通过场内管道提升后进入天津滨海新区第一垃圾焚烧发电厂进行处理。根据估算的渗沥液产生量, 天津滨海新区第一垃圾焚烧发电厂能够接纳的渗沥液处理量(夏季可接纳100吨/天, 冬季可接纳200吨/天)<sup>[2]</sup>, 待本场3#山封场后堆体内渗沥液仍考虑采用管道提升后由天津滨海新区第一垃圾焚烧发电厂进行处理。故对现场进行环境检测;

汉沽区常规大气污染物PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>年均值均能够满足GB3095-1996《环境空气质量标准》(二级)标准限值要求, 并且污染物因子采暖期明显高于非采暖期。

受限于本工程场地的特殊性, 建设场地为垃圾填埋山顶及污泥固化区坑底, 由于其填埋体及固化土体均有覆土工膜或防渗膜, 考虑到常规勘测手段对其造成破坏, 因此不进行常规钻孔勘测, 也不采用桩基础。故我单位委托于天津水运工程勘察设计院有限公司对山顶及污泥固化区进行平板载荷试验判断其承载力指标, 并对山顶堆载边坡稳定性安全进行分析评价。

结果: 平板载荷试验结果满足设计要求(>100kPa);

受委托单位采用对3号山体进行剪切波速测试, 由波速探测点不同深度处的剪切波速, 得到等效剪切波速。通过查阅相关资料, 找到与上述剪切波速相近的土层, 根据本地区岩土勘察经验, 估算各土层的物理及力学性质, 进而计算3号山顶部施加荷载后边坡的稳定性<sup>[3]</sup>。根据《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013), 通过计算可判定3号山顶部施加100kPa荷载后, 山体各边坡仍处于稳定状态。

由此得出结论: 本项目6个地基载荷试验全部加载至地基设计承载力特征值的两倍, 均未发生破坏, 地基承载力特征值均满足设计承载力要求。

## 2 施工过程中

在项目施工前，我单位对垃圾填埋封场设计说明进行参考，总结现场各项施工难点；详细垃圾填埋封场设计说明如下：

1) 基础层：基础层厚度为300mm，采用粘土压实而成，铺设在顶部垃圾和排气层之上；

2) 保护层：保护层采用粘土，设置厚度为450mm，直接置于防渗层之上，压实后的填土压实度不小于0.90；

我单位结合垃圾填埋封场设计说明，制订详细的施工步骤；

### 2.1 除草：

除草为本项目的一个施工重点，既要除草又要不能破坏地面面层。根据本项目现场情况，结合本工程现状，面积较大，杂草高度达到50公分以上，地面凹凸不平等特点，故需采用机械除草，人工配合的方式施工。但应现场地面下埋有管线和垃圾，大型机械不能进行施工。综合考虑后的方案如下：

由人工用探测器对地面进行探测，由人工进行勘测，除草机械在缓慢的进行除草，并且除草机械工作时，人工必须在除草机械旁时刻观察，除草机械没办法进行除草的地方，由人工进行除草工作，除草工作时必须禁止使用明火，并且时刻注意防火和安全，除草工作完成后并清理施工现场，保证施工场地环境整洁，体现文明施工场地整洁，体现文明施工的专业工作态度。

### 2.2 场地平整：

施工设计中土建施工地面是自然地基，施工现场除完章后对地面进行了勘测，发现现有地面凹凸不平。

根据图纸施工会造成施工区域内积水。我单位考虑这样施工完成后一方面场地会积水，另一方面设备维修不好维修。故我单位进行了深化，由滨海勘测院所给出的3个标准点引到施工现场，施工现场北边紧挨马路，并测量马路上的道牙石高点，然后以此高点对现场地面进行平整<sup>[4]</sup>。

这样施工一是为了施工完成后光伏现场不能积水，二是为了以后设备维修更好的进行维修。

### 2.3 定位放线：

在平整过的场地上，根据现场工程施工图、水准点及坐标控制点确定本工程光伏组件基础、箱式变压器、10KV开关站的位置。

具体方法是将天津滨海测绘院所给出的3个基准点，以这3个点为原始点位，然后根据图纸基础部分的坐标

来进行定位。

### 2.4 土建施工：

项目土建部分主要包括光伏发电场区和光伏开关站两个区域。

光伏发电场区：光伏发电场区的主要建（构）筑物包括光伏组件支架和就地升压变及相应基础。本工程建设位于已建好的厂区构筑物（垃圾填埋山及污泥固化填埋区）之上，根据现场条件及原始工程地勘资料，工程光伏阵列基础采用钢筋混凝土预制基础，光伏支架通过基础上预埋铁件与基础连接。但因现场地表凹凸不平，故采取使用立柱控制整体标高；

考虑现场地表承载力问题，施工前对现有土地进行夯实，夯实后建立垫层，为防止不均匀沉降，对垫层进行伸缩缝处理；垫层施工完成后，在垫层上建立基础，使光伏组件成为一个整体，防止不均匀沉降对光伏支架造成损坏。

施工前对现有土地进行勘探、探点，勘探出地表垃圾填埋层深度、区域，在垃圾填埋区域外对箱变、一次仓、二次仓、SVG基础、防雷接地沟槽进行开槽，施工时需大型机械开挖，人工进行勘探，时刻注意地表下垃圾填埋层及周遭电缆；

施工现场施工作业面凹凸不平，施工现场使用铲车进行平整场地，平整场地后使用压路机进行夯实，一是保证施工现场的整体平整度，二是防止施工现场出现沉降；

因施工现场整体平整度差，故现场采取使用混凝土立柱进行找平工作，同时控制光伏组件整体标高，并在基础、2#坑、3#山设立沉降观测点，每一部位进行施工后实时检测沉降系数；

结合现场沉降记录数据观测，有效的防止了整体沉降；

光伏开关站：光伏升压站区的主要建（构）筑物包括10kV预制舱基础、二次预制舱基础，根据相关现有资料显示可采用箱型基础或独立基础。

### 2.5 光伏支架、组件施工：

光伏支架、组件具体安装工艺：支架安装——支架验收——组件汇线——组件安装——成品保护；

#### 2.5.1 光伏支架安装技术要求：

(1) 支架的紧固度应符合设计图纸要求及《钢结构工程施工质量验收规范》

(2) 组合式支架宜采用先组合框架后组合支撑及连接件的方式进行安装。

(3) 螺栓的连接和紧固应按照厂家说明和设计图纸上

要求的数目和顺序穿放。不应强行敲打,不应气割扩孔。

(4) 手动可调式支架调整动作应灵活,高度角范围应满足技术协议中定义的范围。

但考虑当前施工区域地理位置,风力较大,为了支架整体的稳定性,故将光伏支架整体高度降低;

#### 2.5.2 光伏组件安装技术要求;

(1) 按照图纸要求安装太阳能组件,将其用螺栓固定在横梁斜面上。

(2) 组件平铺在C型横梁上,根据图纸要求确定其位置,旋紧螺栓。

用梯形模具控制电池板的间距。

(3) 组件调平:用两根绳分别系在电池组件阵列的上下两端,并绷紧;以放线绳为基准调整其余电池组件,使其处于同一平面上,然后紧固螺栓。

(4) 施工过程中,每天光伏板必须“工完、料净、场地清”。每天光伏板箱子拆除后,当天必须安装完成。

(5) 光伏板在运输和保管过程中,应轻搬轻放,不得有强烈的冲击和振动,不得横置重压。

在整个施工过程中我们将始终都把质量管理放在首位,要求每一道工序、每一个部位都必须上道工序为下道工序提供精品,把质量责任分解到各个岗位、各个环节,做到凡事有章可循,凡事有据可查,凡事有人负责,凡事有人监督,通过全方位、全过程的质量动态管理来保证实实在在的高质量。为使严格的质量管理贯穿于不断变化的施工全过程,我们按照ISO9000系列标准建立起一套有效的质量保证体系,并制定了相应的质量管理制度,最大限度地发挥每个部门、每个岗位的作用,确保质量保证体系的正常运行<sup>[5]</sup>。

#### 2.6 防雷接地网施工:

施工步骤为水平接地极安装敷设——挖土——垂直、水平接地极敷设——接地极连接——监理及有关部门验收——回填土——接地电阻测试。

##### 2.6.1 施工时应注意:

(1) 接地体(线)的连接应采用焊接,焊接必须牢

固无虚焊,焊接面应采取防离处理。接至电气设备上的接地线,应用镀锌螺栓连接,有色金属接地线不能采用焊接时,可用螺栓连接,螺栓连接处的接触面处理应按《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》的规定处理。接地体(线)的焊接应采用搭接焊,其搭接焊长度:扁钢为其宽度的2倍(且至少3个棱边焊接)。

(2) 接地线(不包括设备接地线)与接地网的连接不应少于两点。

(3) 装在钢筋混凝土支架上的电气设备不得采用设备支架进行自然接地,电缆设施的预埋铁件不得作为接地线。

(4) 接地线与建筑物伸缩缝交叉时,应加补偿器,补偿器可用接地线本身弯成弧形代替。

(5) 电气设备的每一接地部件应以单独的接地线接于接地体或接地干线上,禁止将个部件串接,接地连接应保证可靠。设备的接地线采用铜绞线TJ-16经线鼻子与设备接地端子及扁钢接地线连接。

(6) 为防止接地线遭受机械损伤,在接地线与沟道交叉处及其它有可能使接地线受损处均用管子或角钢加以保护。

在此分部工程进行施工前,我单位对施工区域进行勘探,施工区域四角防雷电均不在垃圾填埋区范围内,但防雷接地沟槽在垃圾填埋区内,因其下方为垃圾填埋区,不得破坏其下方的垃圾填埋区,我单位委托于相关专家进行咨询,故四角防雷接地点按照规范埋深进行施工,但四周防雷接地网在垃圾填埋区范围内,故采取防雷接地埋深减少数量增加的方法进行施工。

#### 3 施工后期总结及检测:

我单位委托于天津水运工程勘察设计院有限公司对现场每月进行一次沉降观测,现场施工单位在每一步骤完成后进行沉降观测,数据如下:

我单位对施工现场进行沉降观测,从此得出结论:在每一步骤完成施工后,项目整体沉降符合设计要求;有效的控制了整体的沉降系数;

地基荷试验结果统计表

序号	位置	编号	最终荷载 (kPa)	最终沉降 $s_{max}$ (mm)	承载力特征值 (kPa)
1	3号垃圾山	1#	200	20.34	$\geq 100$
2		2#		12.62	
3		3#		18.22	
4	2号垃圾坑	4#		5.74	
5		5#		7.12	
6		6#		27.98	

同时我单位对此项目发电量进行预算,本项目25年总发电量为15364.46万kW·h,计算期25年内可节约大量标煤,并可减少大量大气污染物和烟尘的排放,环境效益显著。节能减排量见下表所示;

结束语:综上所述;本期工程建设场地利用天津滨海环保产业发展有限公司厂区空地,有效利用土地资源。光伏电站的建设符合国家能源产业发展方向,有利于提高新能源发电在能源结构中的比重,提高地区绿色经济比重,实现地区可持续发展。有利于改善生态、保护环境,是建设美丽天津的必然选择,因此本项目的建设十分必要<sup>[6]</sup>。

垃圾填埋场因传统填埋作业带来的异味扰民、渗滤液溢流问题,一直是各地环保整治重点,露天填埋导致一系列环境问题,填埋量不断增加,填埋场承载力明显

不足,环境污染问题愈发严重,极大影响了周边居民的正常生活。本项目着重考虑以上几处难点,为本市经济效益、社会效益和生活效益达成共赢;

#### 参考文献

- [1]光伏发电系统并网技术现状与发展;
- [2]太阳能光伏发电原理,中国科技博展,高长青;
- [3]刘倩倩.太阳能光伏发电系统的发电原理;
- [4]孙向东,任碧莹,张琪等,太阳能光伏并网发电技术,北京:电子工业出版社;
- [5]魏学业,王立华,张俊红等,光伏发电技术及其应用,北京:机械工业出版社;
- [6]闫士职,基于太阳能光伏发电并网系统的研究,电力科学与工程。