

总图设计理论在秸秆电厂设计中的应用

王圣洁

中国启源工程设计研究院有限公司 陕西 西安 710018

摘要：随着人们对能源需求的攀升和对环境保护的关注，越来越多的生物质发电等清洁能源得到利用。秸秆电厂作为生物质电厂的一种，建设项目逐年增多。总图设计作为电厂设计的主要专业，是电厂选址、总体规划及厂区布置的主导专业。本文从秸秆电厂的发展和对总图设计专业需求出发，主要阐述了发电厂总图设计应用理论，以及厂址选择和总图设计的要点和思路。通过具体的案例分析，对本文主题进行详细的剖析，分享案例经验。

关键词：秸秆；总图；厂址选择；区位分析

1 绪论

随着社会经济的不断发展，世界各国对于能源的需求不断攀升，“能源危机”引起能源进口国家对能源供应的稳定和安全高度关注。农作物秸秆作为低碳燃料，是一种很好的清洁可再生能源，我国政府对可再生能源的开发和利用一直给予了足够的关心和重视。良好的政策和导向，为秸秆发电提供了一个极好的市场切入点。社会主义国民经济高速度按比例发展的重要因素之一，就是合理的工业布局 and 区域规划。工业企业厂址的合理与否直接影响工业布局的实施效果。随着大量电厂的兴建和电厂容量的不断增加，厂区占地面积不断扩大，在厂址选择、节约用地、地基处理、交通运输、确定厂址标高等方面的难度越来越大，对总图设计的要求也与之提升。

本文笔者结合某生物质电厂设计，对厂址选择和总图设计理论要点进行分析总结，供以后的同类型项目参考。

2 秸秆电厂厂址选择及总图设计理论要点

2.1 概述

厂址选择是工厂总图设计的重要前提之一，项目落实到空间，就要有适宜的场地、足够的面积，以及充足的水源和动力。总图专业设计人员通过分析场地条件，结合电厂外部需求条件和厂区总体布置，为项目选址提供必要的意见与建议。在保证生产工艺要求的前提下，结合场地的内部和外部条件，并与上位规划和外部条件相协调，合理确定拟建构筑物、交通运输线路、工业管线、绿化等的平面和竖向位置，使其成为在空间上妥切组合、在费用上经济、在时间上连接、在环境上舒适、在运营上安全的有机整体^[1]。

总图设计主要内容包括：厂址选择、总体规划、总平面布置、竖向设计、交通规划、道路设计、管线综合布置。

2.2 厂址选择理论要点

厂址选择是电厂前期策划的重要环节，涉及到政

策、经济、技术诸多方面，内容广泛而复杂，具有政策性、全面性、长远性、不可移动性、综合性等特点^[2]。在厂址选择阶段，从专业设计的角度需要关注的要点如下：

1) 燃料供应条件：燃料条件是秸秆电厂的立厂之本，根据收集、运输和经济条件，考虑秸秆资源可获得量的影响，对燃料供应条件进行分析。

2) 热负荷调查：对于热电项目，需在建设之前进行必要的热负荷调查。

3) 土壤及地质条件：在前期选址阶段依据地质灾害评估，选择地质情况较好的地块。

4) 接入系统条件：根据电网现状及近期发展，进行负荷预测、电源规划及电力平衡。

5) 电厂水源：电厂建设需有比较稳定的水源，根据河道水问资料，选择水源接口，也可选择市政中水作为补给水源。

6) 厂址洪涝：电厂厂址选择需对厂址洪涝进行分析，需要收集数据包括厂区所在地历史洪水位、附近河道防洪等级、常水位、最高洪水位及设计洪水位、厂址所在地涝水位及排涝措施。根据相关水文条件，合理设置厂区设计标高，使项目满足防洪防涝标准。必要时需进行防洪评价，设置防洪堤等措施，最终制定科学合理、经济适用的厂区设计标高。

7) 灰、渣综合利用：锅炉产生的灰、渣可以送到建材厂进一步加工实行综合利用，可以取得较好的经济效益和社会效益。在厂址选择阶段需考虑周边灰渣利用的可能性。

8) 协同处理：调研区域内产业相关企业状况，寻求能源综合利用和协同运营生产的可能性。

9) 厂址地理位置、地形地貌、气候条件、交通运输等分析：通过论证厂址地理位置、四邻环境以及与总图有关的地形、地质、水文、气象等自然条件与特点，使厂址选择在居民区的最小风频上风向，不管是环境方

面，还是交通方面，减小生产对周边的影响。

2.3 总图设计理论要点

2.3.1 总平面布置

1) 区位及用地分析：根据区域分析及工艺需求，考虑气象、物流、最佳建筑视野等总体规划合理性，科学合理划分用地形式。

2) 功能分区：根据生产规模、生产工艺流程、场地自然条件、气象条件、当地规划、场地外部运输条件等，分析场地间能源连接、交通连接，将各生产设施布置在合适的位置上，形成相对独立的功能区。注意合理规划能源线路，避免因消防、安全等因素造成的土地利用率低，减小管道距离及能源损耗，节约运行成本。

3) 总平面布置：总平面布置不仅仅是二维平面布置，而是三维立体布置。在总体布置的基础上，根据工艺需求因地制宜地布置工厂建筑物、运输线路、管线等，使其位于“最佳空间位置”。经多方案比较，选择最佳方案。现主流秸秆电厂主厂房布置多采用三列式布置，即从A~C轴依次为汽机房、除氧间、锅炉房。还有在三列式的基础上增加料仓间，形成四列式布置，具有工艺路径短、布置紧凑的优点。总平面布置还需注意主厂房与冷却塔的相对关系，尽量使循环冷却水管路径较短，且要满足冷却塔与控制室的间距不小于50m^[3]。注意烟囱与厂前区的关系。注意冷却塔在厂区内尽量不要被高大建筑遮挡，以免降低冷却塔效率。

4) 通道布置：厂区通道主要包括道路（车行道、人行道、绿化带）、管线（循环水、动力、电力、给排水管线）、车间附属室外设备用地三大部分用地宽度。在设计伊始需要留有适当的通道宽度，以避免项目深化因通道间距不足引发管线及设备布置困难。

5) 施工场地：考虑施工场地位置及施工车辆流线，在困难条件下可采用缓建部分建筑物方式。

2.3.2 竖向及场地布置

结合现有场地土方工程、市政条件，明确排水方式、竖向布置方式。竖向布置在满足厂址安全的情况下，尽量结合地形，避免高填大挖，做到土方平衡。

结合公用需求，分析研究厂区可持续发展策略（包括多样化通风、雨水收集、使用日照、屋顶绿化、废热发电、废水处理、土壤和水源、新材料、被动太阳能、区域能源系统、太阳能发），在“灰色”基础设施建设同时融入“绿色”元素，如：停车场及广场采用渗透铺装、设置雨水花园及下凹式绿地、中水回用、高位绿地等。

2.3.3 厂内外运输

新建项目需计算外货运料，说明厂外运输方式。分

析运输高峰期对市政道路交通的影响，必要时在厂区内物流出入口附近设置有重车缓冲区域。合理设置外部物料接驳点及内部物料集散地，避免物料运输迂回、折返，保证物料运输路径顺畅、短捷。对厂区内人流物流进行分析，设计人流路线，减少相互干扰。在施工建设期及生产使用期都应该重视人货分流的问题，同时要合理规划大件运输路线及设备吊装场地。

3 某秸秆电厂的总图设计实践分析

3.1 项目概况

该项目拟建规模为2×75t/h高温高压循环流化床秸秆炉+2×C15MW抽凝式汽轮机+2×18MW发电机，以农作物秸秆作为燃料，实现热电联产、集中供热。本热电站是区域热电联产热源点，拟建于某工业区，总用地面积约200亩。主要建构筑物包括主厂房、综合楼、秸秆储运系统、烟道、烟囱、干灰库、渣仓、电气变电站、自然通风冷却和循环水系统、化学水处理系统、检修间、秸秆检验楼、门卫、固废品站、非机动车棚、布袋除尘设施、脱硫脱硝设施、点火油罐区、磅房、燃气调压站及部分预留建构筑物。

3.2 厂址条件概述

根据生物质资源调查，本项目周边50km范围可供供应量在31.38万t左右，可以满足本电厂的原料供应。供热范围内，远期热负荷为：最大66.0t/h，平均47.6t/h，最小11.4t/h。本项目所在地区受煤矿采空塌陷的影响，区内地形凹凸不平，存在大面积积水。在前期选址阶段共有两个地块，其中地块一经调查，属塌陷保护区，不适宜重要建构筑物实施。经地质灾害评估，研究选择地质情况较好的地块二。

本项目临近的河流水位和流量变化受季节和大气降水影响明显，水位暴涨暴落，动态变化大。枯水期流量减少，甚至断流。因电厂建设需有比较稳定的水源，本项目取水方案为：生活用水接自市政生活给水管网，电厂补给水水源选择污水处理厂中水和水厂水。中水用于循环冷却水补水，水厂水用于锅炉补给水、工业及消防用水。中水断供时，全厂用水取水厂水。

本工程防洪防涝标准为50年一遇。厂区所在高新区通过构筑较完善的防洪体系，使防洪标准达到100年一遇，遇到超标准洪水有可靠的对策。区内充分利用沟塘、自然河道等天然水体，并适当整治，作为排水渠道，应用较大的（塌陷湖）水面作为调蓄水池，依据各大水系，结合地形采取分片排水的方式，各汇水区排水出口处设置排水泵站。

3.3 总体规划与总图布置

3.3.1 与上位规划的衔接

本项目厂址位于工业园区二期东南端，地势平坦，交通运输条件良好。根据工业园规划，本项目厂址为工业储备用地，附近均为工业用地。本项目的实施是园区的规划的延续，是园区清洁能源示范工程。

3.3.2 功能分区与总图布置

本项目主要分为主厂房区、配电装置区、燃料储存区、辅助及附属生产设施区、厂前区。为提高厂前区环境，需使厂前区位于厂区最大风频上风侧或布置在厂区主要出入口附近。配电装置区位于产生有腐蚀性气体及粉尘的建构筑物影响较小的方位，也可采用自然隔离方式，避免其对运行造成影响，位于循环冷却设施冬季盛行风向的上风侧，并靠近厂区边出线方便。辅助及附属生产设施区的综合水泵房宜靠近取水地。油罐区布置在明火或散发火花设施最小风频的下风侧并尽量靠近厂区边缘。本项目受厂外道路和地块形状因素影响，经多方案比较形成比较合理的功能分区。

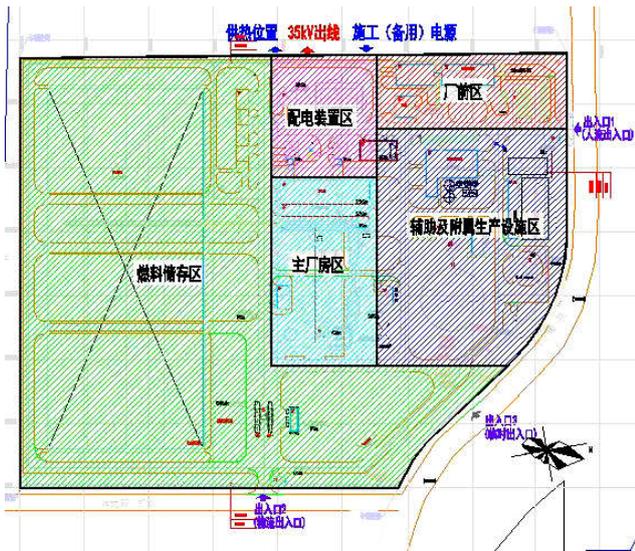


图1 功能分区图

本项目主厂房区域的汽机房、除氧间和锅炉房依次自西向东布置在厂区的中部，固定端朝北，炉后依次为除尘器、引风机、烟囱和烟道，干灰库布置在主厂房炉后，空压机房布置在布袋除尘设施的北侧。秸秆料棚及秸秆堆场布置在主厂房区域的南侧，燃料主要通过连续输送机廊道运输至主厂房的原料间。厂区升压站布置在主厂房汽机房西侧，电气向西出线上网。厂区东侧靠近威龙路侧布置有厂区的物流入口，物流出入口处分开设置重车及空车地磅，方便材料进出的称重，同时布置有秸秆检验楼。该项目的办公生活区（办公楼、食堂、员工倒班宿舍）布置在厂区西北角，即升压站区域的西

侧，同时在此处布置了人流出入口。办公生活区域和生产区域相对区分开来。办公楼主朝向东，前有大片的景观广场，打造优美舒适的办公、生活环境。

3.3.3 交通运输

本项目日平均秸秆消耗量975.84t（24h计算）。经计算，每车可装运5.5t包料秸秆，每天平均运输量为177车次，车流量为22辆/h（按每日8h进料）。实际上，农村车辆杂乱，车况较差，运送秸秆平均载重很难达到5.5t，因此车流量将会更大。

包料秸秆运输进厂后，右转弯通过重车地磅及秸秆检验区域，径直向北行驶到达露天堆场及半露天堆场卸货入口，操作后经轻车地磅驶离厂区。包料秸秆运输进厂后，经抓斗起重机卸车堆垛。散料秸秆通过各类装卸车运进厂内后直接卸入各堆放场地。为减小秸秆运输高峰期对市政道路交通的影响，本项目拟在厂区内物流出入口附近设置约2500m²的重车缓冲区域。

3.3.4 道路布置

新建道路宽度考虑4m（消防道路及支路）、7m、9m等宽度，具体根据物流分析确定。甲醇站及罐区路面结构采用不发火水泥混凝土路面，道路荷载标准考虑采用汽-20拖100级。厂区道路结构层设计参照三级公路，净空≥5m。

厂区道路根据交通量及行车轴载不同分重载道路和轻载道路，重载道路主要包括主厂房四周、燃料运输道路、大件运输道路等，轻载道路主要为厂前区及配套生产区道路。对厂区道路结构层分区设计，即可满足生产运输，又能节省造价。

4 结论与展望

秸秆电厂发展到现在，工艺已基本成熟。秸秆电厂的总图设计，要在满足工艺需求的前提下，尽量对专业及延伸范围的内容进行系统的分析，发展和创造完美统一的现代化建筑群。随着人们对工业企业的认识不断更新，开发出越来越多的新技术、新应用，其中不乏多种可以应用于秸秆电厂的内容。比如，绿色建筑、多样化通风、光伏发电、雨水回用、屋顶绿化、智能工厂等等，这些新技术大多与总图专业密切相关，也为总图优化设计和专业的发展带来更多的可能。

参考文献

- [1]雷明,厂址选择[M].科学技术文献出版社(1992)
- [2]雷明,工业企业总平面设计[M].陕西科学技术出版社(1998)
- [3]《火力发电厂总图运输设计规范》(DL/T 5032-2018)