

浅析风力发电混凝土构件生产基地的建设与管理

李帅

上海风领新能源有限公司

摘要：本文探讨了风力发电塔身生产基地的规划、建设与管理，旨在提出一套合理高效的建设指导方案。通过系统分析场地选址、基础设施建设、生产设备配置等关键因素，为风力发电塔生产基地提供科学、实用的参考依据，支持风力发电行业的可持续发展。

关键词：风力发电塔；混凝土构建；生产基地建设与管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.17.082

一、引言

随着全球能源需求的增长和对可再生能源的追求，风力发电作为一种清洁、可再生的能源方式越来越受到重视。其中，风力发电塔身作为风电机组的重要组成部分，其生产效率和质量直接影响到整个风电项目的成本和性能。因此，建设专门的风力发电塔身生产基地成为提升风电产业链效率的关键环节。

本研究旨在探讨风力发电混凝土构件生产基地的规划、建设与管理，以期提出一套合理高效的建设指导方案。通过系统分析场地选址、基础设施建设、生产设备配置、生产流程优化等关键因素，本文旨在为风力发电塔身生产基地的建设提供科学、实用的参考依据，以支持风力发电行业的可持续发展。面对复杂多变的建设环境和高标准的生产要求，如何有效应对这些挑战，确保生产基地能够高效、稳定地运行，是本研究需要重点解决的问题。

二、研究综述

关于预制混凝土构件生产基地的研究较少，有学者偏向于选址问题研究^[1]，以期合理科学地布局预制混凝土构件生产基地，提高配送的效率，节约成本。例如吴翔华、王莹（2011年）以长江三角洲城市群为例，针对该区域内26个城市的预制混凝土构件需求，进行生产基地选址的实证分析。易明林（2022）建立了一种结合重心法的AHP-GIS模型，从生产企业的视角进行混凝土预制构件厂的选址^[2]。有学者则聚焦于生产管理 with 质量控制的重点分析，例如许建云、李桂华等人（2023年）^[3]通过深入广泛研究各个构件厂的生产管理模式，提出以PDCA思维管理方法来指导构件全过程生产，通过该管理方法实现预制构件高质量的出产。

更多的学者则更加聚焦于混凝土构件产品本身的生产技术^[4]、产品质量^[5-6]和安装方法^[7]的研究。

事实上，预制混凝土构件生产基地的施工与管理在提升生产效率、控制成本、保证构件质量、实现环境可持续性、优化配送与物流、增加市场适应性和保障生产安全等方面起着至关重要的作用。合理规划和有效管理的生产基地不仅能够满足快速变化的市场需求，还能确保产品的一致性和可靠性，同时减少对环境的影响，确保员工安全，从而为预制混凝土行业的长期发展提供坚实基础。因此，本文以风力发电塔身为例，结合笔者工作经验，探讨混凝土塔身生产基地的规划、建设与管理，提出一套完整的建设指导方案，浅填此方向研究的空白。

三、具体施工流程介绍

我们提出了一个系统化的框架，涉及从场地选址、基础设施建设，到生产设施的规划与建设，以及生产流程的设计与优化。该方法论强调了环境友好性和可持续性的重要性，并涵盖了环境与安全管理，以及项目管理与质量控制。这为风力发电塔身生产基地的高效、环保建设提供了全面的指导。

（一）场地选址与规划

场地选址是一个综合性的工作，涉及政治、经济、技术等多个方面。选址过程中必须遵循国家的方针政策，通过多方案的比较论证，选出经济效益、环境效益和社会效益最佳的工业厂房位置。必须符合所在地区、城市、乡镇的总体规划布局。需要节约用地，避免占用具有高经济效益的良田、林地、耕地，同时符合国家关于土地管理、环境保护、水土保持的法规。应有利于保护环境与景观，远离风景游览区和自然保护区，不污染水源，并便于废弃物的处理，符合环境保护法规。

选址的具体要求：首先要考虑地理位置和交通便利性，以及产能、运输距离和成本投入，确定项目选址。运输方式的选择（如铁路、公路、水运、空运）应基于工厂运货量、外部运输条件和运输距离，以降低运输成本，提高运营效率。其次，需要考虑周边环境和基础设施的完善程度，如水、电、通讯、网络等。还要了解当地的政策环境，包括投资政策、税收政策、人才政策等，以及当地的经济状况和产业结构，为企业未来的发展提供参考。在考虑租用土地或厂区及建设成本时，需要进行比较选择，以有效控制成本，提高盈利能力。

场地的物理条件：场地的外形应尽可能简单且方正，场地应平整，如果是矩形场地，其长宽比一般控制

在1:1.5之内,这样更经济合理。场地大小应满足生产的基本配置和布置条件。此外,还需要考虑水文地质等情况,如初步了解地下水位情况。

(二) 基础设施建设(三通一平)

“三通一平”是基本建设项目开工的前提条件,具体包括水通(给水)、电通(施工用电接到施工现场具备施工条件)、路通(场外道路已铺到施工现场周围入口处,满足车辆出入条件)和场地平整(拟建建筑物及条件现场基本平整,无须机械平整,人工简单平整即可进入施工的状态)。三通一平中的场地根据《建筑抗震设计规范》分为不同的等级,但是基本的施工流程都可以总结为包括现场勘察、标定平整范围、清除地面障碍物和场地碾压。

此外,场地内应有搅拌站、试验室、生产线、钢筋加工区和堆场等基本配置。搅拌站应考虑混凝土运输路线,试验室应便于进场原材料检测及混凝土质量控制,生产线与龙门吊的配置应根据合同订单量和交付周期综合考虑。钢筋加工区应布置在便于运输的地方,堆场则应考虑交通便利的原则。

(三) 原材料的选取和实验室建设

关于砂和石材的选择,需要首先考察周边砂石料供应商,形成考察报告。报告包括:源头、生产线情况、产量、运距、检验结果、供应业绩、资质、成本分析等。确定至少2家砂石生产厂家,符合生产的砂石技术要求。同时,考察水泥、粉煤灰、矿粉供应商,形成考察报告。报告内容包括:生产线、产能、运距、供应业绩、资质、成本分析。确定至少1家水泥生产厂家和1家减水剂供应商。进行室内配合比试验,全面检测原材料,根据理论配合比进行试配,快速养护确定强度,结合工作性能确定初步配合比。并在实验室内多次验证配合比合理性,微调配合比,最终确定配合比,并由第三方检测单位进行验证。

因此,在试验室基础施工的过程中,试验室位置以搅拌站近原则,方便取样和试验。主体可以是砖体实验室(最正规)、板房实验室、集装箱式实验室(短期项目)。占地面积不低于240m²,包括骨料室、力学室等7个功能室。功能室占用约180-200m²,余留为活动室外试验区。试验室内要进行水电布置、仪器设备基座制作、环境控制(防水保温、空调等)等。

(四) 拌合站建设

为确保拌合站的高效运行,遵循两个标准。第一,质量稳定性,选用质量稳定的原材料是保证拌合站产品质量的前提。在选择原材料时,应注重其性能参数、质量认证情况及生产工艺等方面的考察,以确保其能满

足生产需要;第二,成本效益,在满足质量要求的前提下,选取性价比高的原材料,特殊材料选取适用于拌合站设备性能。实现成本控制与工程质量的平衡。同时,也应考虑原材料的供应稳定性、地理适应性,以避免因供应问题影响工程进度。

拌合站选址运输距离以近为原则,料源充足,动力电、水源接入方便,通信畅通,便捷,满足搅拌站网络化管理要求,场地开阔平坦,施工干扰小,利于环保及污染处理。

拌合站设备选型应根据项目规模、要求,混凝土需求、场地条件等。考虑风电项目生产周期,缩短安装建设时间以及搬迁效率,宜采用免基础配置。

拌合站设备的采购需重点关注设备的搅拌均匀性、生产能力、能耗等关键参数,确保选购的设备能够满足实际生产的需要。

(五) 龙门吊架设

龙门吊是混塔管片生产基地不可或缺的大型起重设备,产线内模具组装、拆模、合模、混凝土浇筑、管片起吊、管片转运等工作都可以由其完成,相较于汽车吊、履带吊而言,在生产周期较长的基地中其使用成本相对更低,操作也更加简单安全可靠。

龙门吊架设的关键步骤包括地基处理、基槽开挖、地基材料换填或桩基施工、垫层浇筑、基础施工(包括放线、钢筋笼绑扎、模板支设、混凝土浇筑)、轨道安装、龙门吊组装与吊装、以及安装后的验收备案。每个阶段都有严格的技术规范和要求,如地基压实系数、混凝土垫层厚度、模板误差控制等,确保龙门吊的稳定性和安全性。

表1 龙门吊架设关键步骤详情

序号	步骤名称	前置工序	负责部门
1	测量放线		项目部、分包单位
2	基槽开挖	测量放线	分包单位
3	换填/打桩	基槽开挖	分包单位
4	垫层浇筑	换填/打桩	分包单位
5	基础放线	垫层浇筑	项目部、分包单位
6	钢筋笼绑扎	基础放线	分包单位
7	模板支设	钢筋笼绑扎	分包单位
8	混凝土浇筑	模板支设	分包单位
9	模板拆除	混凝土浇筑	分包单位
10	基础养护	模板拆除	分包单位
11	轨道安装	基础强度满足	分包单位
12	设备运至现场	设备加工	龙门吊厂家

13	开工告知手续办理	资料准备齐全	龙门吊厂家
14	受理开工告知手续		龙门吊厂家
15	特检所备案		龙门吊厂家
16	申请安装监督检验		龙门吊厂家
17	现场验收龙门吊设备		龙门吊厂家
18	验收合格龙门吊组装		龙门吊厂家
19	安装完成特检所验收	龙门吊安装	龙门吊厂家
20	验收完成发放合格证		龙门吊厂家
21	带合格证去市场监督管理局备案		龙门吊厂家

(六) 模具胎具布置

在进行模具胎具布置时，首先要考虑的是根据工期和场地的具体限制来计算所需的配比，确保模具和胎具的数量与布置能够满足生产需求，同时保证高效率的生产流程。接下来，通过精确的测量和放线工作，为每一件模具和胎具确定最合适的位置，以优化生产线的布局。

在模具胎具的具体摆放上，需遵循一定的原则，比如模具和胎具的配置比例要超过2：1，这有助于提高生产的灵活性和应对能力。特别是对于重型模具部分，应该放置在产线的末端，并确保其位于大型起重设备的操作范围内，以便于日后的吊装作业。此外，O型和C型模具的分开放置可以减少混淆，提高识别和使用的便捷性。这些细节的精心规划和执行，对于确保生产效率和产品质量至关重要。

(七) 堆场

堆场建设的关键要点包括场地的选择、分区、堆放要求及机械和人员配置。选择堆场时，需考虑生产场地的要求和道路便利性，以及是否需要外运堆场以降低成本。场地分区要考虑不同类型管片的摆放和存放量，确保有足够空间和适当的分区来管理不同的管片。堆放要求包括场地的平整性、管片间的间距、运输通道的宽度、管片底部的垫层材料，以及管片阳角的保护措施。机械和人员配置要根据生产周期和场地规划合理安排，以确保吊装作业的安全和效率。

四、建设管理要点筛选

总之，混凝土构件生产基地的管理是一个复杂而多元的任务，涉及从场地选址、基础设施建设到原材料选择、生产流程控制等多个方面。

笔者根据具体的建设流程总结得出管理要点，并形成管理清单，旨在提供一个清晰的管理框架，以便于优化生产流程、确保产品质量，同时考虑环境保护和员工安全。

表 2 建设管理要点清单

管理要点分类	具体要点
场地选址与规划	遵守国家和地方政策法规
	考虑地理位置和交通便利性
	考虑环境保护和周边环境的影响
基础设施建设 (三通一平)	确保水、电、路的接通
	进行场地平整和准备
原材料的选取	进行原材料质量检测
	考虑原材料成本和供应稳定性
生产流程优化	采用高效的生产设备
	优化生产线布局
	实施严格的质量控制流程
环境与安全管理	实施环境保护措施
	确保生产过程的安全
人力资源与培训	配备技术熟练的人员
	进行持续的技能和安全培训

五、结论

风力发电塔身生产基地的管理是一个涉及多方面的复杂任务。这不仅包括场地选址和基础设施建设，还涵盖了原材料选择和生产流程控制等关键环节。结合工作经验和相关规范，笔者归纳出在实际建设过程中总结得出的管理要点，这是文章研究的核心，以期生产基地的高效运作提供了科学的管理指导。

参考文献

[1] 吴翔华, 王莹. 预制混凝土构件生产基地选址问题研究[J]. 数学的实践与认识, 2021, 51(09): 27-35.

[2] 易明林. 预制混凝土构件厂选址方法研究[D]. 重庆大学, 2022.

[3] 许建云, 李桂华, 赵法新. 装配式混凝土构件生产全流程管理与质量控制[J]. 砖瓦, 2023(10): 123-125.

[4] 王利军. 水运工程预制混凝土构件的生产施工与技术管理探析[J]. 珠江水运, 2019(09): 92-93.

[5] 张馨予. 装配式建筑混凝土构件安装质量精益控制研究[D]. 山东建筑大学, 2024.

[6] 申耀杰, 辛明朗, 韩冰等. 装配式混凝土竖向构件生产质量控制分析[J]. 建筑技术, 2022, 53(10): 1282-1285.

[7] 王东锋, 曹志宇, 李浩等. 商品混凝土生产预制构件的施工过程管理控制[J]. 施工技术, 2014, 43(18): 103-105.