

浅谈山地风电项目长叶片运输难点

葛海伟 李向姚

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司 浙江杭州 310000

摘要: 近些年,随着我国经济的高速发展,国家对环境保护和可持续发展的重视,新能源产业的发展越来越受关注。风力发电是新能源产业的重要组成部分,为保护生态红线,严格控制平原地带土地占用面积,高海拔山地风电项目是未来发展不可逆转的趋势,长叶片运输对山地风电项目的建设启了至关重要的因素。本项目位于广西壮族自治区融水苗族自治县杆洞乡境内,从县城到风场区一路山脉属于典型的山地风电项目。

关键词: 新能源; 风力发电; 长叶片; 山地运输

一、叶片运输车的选型

大型风电机组叶片超长、超重、柔性较大材质易损伤的特点,车辆运输时叶片长度通常超过了一般运输车的限制范围,在运输的过程中有可能出现某些内部原有和外部原因所引起损伤,本项目采用新疆金风科技有限公司80.8米的风机叶片,在山地运输中必须使用特种山地风机叶片运输车,叶片举升—旋转—液压转向的特种叶片运输车是针对风电叶片复杂道路运输专门设计的作业车,由于在行驶途中可以通过液压控制将叶片产生举升、自身360度旋转避让运输途中的各种制约障碍山体边坡、树木、房屋、架空线路等,可以减少叶片扫尾面积,大大降低道路改造工程量,缩短道路改造工期,在一定程度上满足转弯半径不足、避让高山峭壁、电线杆等障碍物及房屋拆迁,尤其是本项目山地道路一百多公里,先通过平板车半挂车在高速段把叶片从叶片厂运输到离风场一定的位置,再将通过叶片举升车转运到机位。叶片举升车可把水平放置的叶片举升成倾斜小于等于60度。运输过程中,还可以让风机叶片绕车板的转盘中心旋转360度。通过叶片的举升、旋转,能有效避开道路两旁的障碍物。从而使风机叶片运输车辆顺利通行,降低业主开山修路砍树拆房等成本,也减少了延申拓宽道路的范围。本项目选用了天津汇城物流有限公司十八台叶片扬举车。

二、运输过程中的环境因素

1. 叶片扫空的架空线路

风场区位于融水苗族自治县杆洞乡境内,从高速出口到风场区约140公里的山地道路,沿途涉及到各种各样类型的线路,10kv的输送线路、380v架空线路、通信线路、民用私拉电线等。

在叶片运输过程中,叶片较长,在车辆行走过程叶尖摆动幅度较大,很容易触碰架空线路,对与裸导线极容易出现触电事故,给人员和设备带来严重伤害和损失。对涉及村民私拉的电线,极易挂断,造成民事纠纷,导致村民阻工。因此,在运输前,需运输公司组织叶片车司机和后转向操作手、叶片变桨操作手对架空线路做详细的踏勘、分析,对需要架高、移除的电杆、线路做出测量分析,以便业主控制成本且确保运输过程中叶片扫空架空线路的绝对安全。

对于输电线路和配电线路的拆改,因涉及到民生和工业用电,所以需要提前报备电力局和电业公司,在得到许可之后,才可以进行拆除改造。对于通信线路,涉及到国防军用线路的,需要新修道路。民用私拉的电线,需要提前和村民做好协调赔偿工作。

2. 叶片扫空需砍伐的树木

风机设备的使用年限长达25年、叶片的完好性是风机设备平稳运行的必要条件。此项目道路两侧各种各样的树木,多为村民的栽种的杉木和竹子,如果不进行砍伐,势必会对叶片刮伤,叶片外漆脱落,触碰较大树木还会造成叶尖严重损失甚至刮断。同样,在叶片运输前,需要运输公司专业技术人员,做出详细的踏勘报告,对需要砍伐的树木进行明确,以便业主方提前沟通协调村民和办理砍伐证件。

3. 道路质量的影响

经现场踏勘本项目进场道路只有唯一的一条进场道路。

转弯半径的影响:叶片转运车要想顺利的通过弯道需要满足弯路半径大于车辆转弯半径,弯道的宽度大于车辆转弯需要宽度。一般而言,牵引车的最小转弯半径

比挂车的最小转弯半径小。因此需对不满足的道路部分进行扩宽，对需要回填区域，要用碎石或砖渣回填，且要压实。

坡度的影响：坡度会影响车体的结构受力，相比车体，坡度对平板车的影响更大，这主要体现坡道对液压系统的承重和对轴承载质量的影响。如果坡度过大，将严重影响牵引车的动力和运输车的动力，一般坡比要求不超过百分之十五，最大不超过百分之十八。超过部分一般采用混凝土路面或柏油沥青路面。

桥梁和涵洞质量的影响：桥梁和涵洞具有自身承受的最大载重量与最大轴载量。本项目途中共有49座桥梁和70个涵洞。如果超过了最大承载量，轻者加速老化而影响其使用寿命，重者直接导致桥梁的断裂坍塌、运输车辆及叶片的损坏。根据我国工程设计标注，桥梁和涵洞都有其承受标准。在运输前，需咨询交通运输管理部门，并请具有资质的第三方机构，对途径的所有桥梁和涵洞进行监测，并出具检测报告，检测结果和运输叶片车辆总的动静载荷进行比对，对不满运输要求的桥梁和涵洞，要找有资质的设计单位出具加固设计方案。一般采用钢结构加固，既能满足要求承载要求，又方便施工，也便于后期的恢复。

路面的影响：路面的影响可以反应在三个方面，平整性、路面的抗滑性和路面的质量。路面的平整度差，会降低车辆行驶速度，对车辆的液压系统产生较大的安全影响。尤其是阴阳坡的存在，当叶片扬举车举升较高角度时，车辆极易侧翻。路面的抗滑性，对运输车上坡或下坡的制动性有较大的影响，雨后需要对上下坡的泥土进行清理。路面的质量制约着路面的称重能力，由于路面受到本身车辆的重力和运行过程中的摩擦力，这两个力都作用在了单个轮胎面积上，如果路面质量不行，道路将会在短时间内损坏，也会加大行车的安全风险。

4. 经过山峰峰顶时天气影响

由于运输途中需要翻越几座山峰，在雨季和秋季经常会出现雨和雾的天气，进入十一月份，路面并出现冰冻的现象。雾天能见度见低，会严重影响驾驶员的视线，山路崎岖，观察手如果无法看到叶尖，叶片运输只能在扬举到足够高度，在确保前行方向上空无架空线路的条件下才能慢慢行驶。如果遇到坡度较陡路段需要计算扬举高度并观察是否会刮蹭树枝或山体的条件下，再确定是否前行。进入冰冻期后，因空气湿度过大，混凝土路面会结冰，运输车辆抗滑性能大大减小，如果强行运输，

会导致事故的发生。因此通过山峰混凝土路面路段时，要抢天气的窗口期。确保安全的前提下方可通行。

5. 原始林地新建道路技术参数

场址区及附近山体连绵起伏，属中山山地地貌区。场址区内山顶海拔高度介于1200~1650m之间，自然坡度一般10°~25°不等，山脊两侧地势多较陡峭，自然坡度一般30°~45°，局部可达到60°。本山地风电建设过程中树立尊重自然、保护环境的理念，坚持最大限度地保护、最强力度地恢复，使工程建设顺应自然、融入自然。因此道路修建要既要考虑生态保护还要满足叶片运输的安全性。

新修山地道路主要考虑的技术参数有：设计速度、路基宽度、路面宽度、最大坡度、最小拐弯半径、排水沟及道路路基的地基承载力等方面设计。因山地地势陡峭，设计速度一般5km/h~15km/h。叶片运输车的轮胎净宽度为4.05米，因此路基按至少5.5米修建，路面宽度按4.5米铺设，拐弯处需要设置加宽值（见表格）。山地高程相差较大，且风机位选址为山峰处，多个路段为盘旋山路，叶片运输车要想顺利的通过，需要考虑道路的拐弯半径必须大于运输车的最小拐弯半径，在原有路基的宽度上，扩宽道路，加宽值根据弯道的大小设定。山地地势起伏较大，运输车和牵引车的爬坡能力有限，参照相关的道路设计规范，坡度一般不超过15%，最大不超过18%，为了保证运输的安全性，超过15%的坡度路段需铺设成混凝土路面。在原有地貌的开挖修建过程中有大量的开挖土石方量，石头比较多的开挖处地基承载力能满足大件设备运输车的要求。还有部分冲沟区域需要大量土石方回填，陡峭地方需要增设挡土墙，以防止回填区域水土流失和行车过程中塌陷。

路基压实采用重型压实标准，分层压实。为保证路基边缘压实度，路基填方施工宽度每侧超填不少于50cm。路堤基底应在填筑前进行压实。填料优先选择级配较好的砾类土、砂类土等粗粒土为填料。淤泥、强膨胀土塑性指数大于26的细粒土，不得作为路基填料。一般路段采用18cm厚泥结石路面（碎石可采用级配山皮石）。

路基施工中，必须按设计要求做好排水工程及施工场地附近的临时排水措施，然后施工主体工程。在无条件的时，排水工程与路基同步施工，并使其随施工进度逐步成型。施工时应合理地结合实际地形调整排水系统的平面位置及纵坡。雨季山体经常性的塌方现象，要及时的清理，否则排水沟堵塞后，雨水开始冲刷路面，路面毁坏，山体陡峭地方，路基极易容易塌方。

6. 叶片运输车司机操作技能

叶片运输举升车属于特种车辆,具有前瞻性、多样性、节能性、适配性、安全性、通过性等特点。多功能为核心的陆地风电物流综合解决方案,车辆采用模块化设计,各个模块可单独搭配使用,法兰盘举升工装,液压举升系统,当油缸被压缩时,叶片被举升,叶片举升架向旋转轴线中心收缩,举升重心运动轨迹始终于旋转轴线附近,有效地避免运输过程中的失稳。

三、外围关系因素影响

1. 交通运输部门的协调

风机设备叶片运输属于超长、超宽、超高特殊设备,在运具上,大件物品有严格要求,不是一般运输车辆可以完成的,属于超限运输,应按照规定向交通运输公里管理机构申请办理《超限运输车辆通行证》,对于因设备运输发生的道路改造、桥涵加固、道路指示牌、道路护栏拆除等工作,还需要向交通运输部门提前提出申请,待批复后方可拆除,保证运输通行,在申请过程中要严格按照交通运输部门要求,提交相关资料,企业法人的营业执照复印件、运输车辆信息登记表、法人身份证件、车辆行驶证、检测合格证明、驾驶员从业资格等相关证件。按照注册、申请、审查决定、发证的相关流程保证运输的合法性和安全性。

2. 电力公司部门协调

在经过县道和乡道时,途中有各种各样的架空线路,通讯线、民用电线、输电线、高压线路等。要保证安全通行的前提下,需要提前对架空线路架高或移除。线路的拆改或迁移影响到老百姓的生活用电或工业用电及电网调度中心的安排。因此涉及到手续的申请、办理程序、相关文件和费用。停电时间、停电地点、停电协议等文件提前提交。待文件审批后,通知专业技术人员对线路进行迁移或架高。

3. 民间关系的协调

每个地方的风土人情和村民的性格差异有很大的差异,在运输过程中避免不了出现一些民事纠纷,因此在开始运输之前,运输单位要与附近的居民进行沟通,了解他们的关切和需求,提前做好协调措施,避免施工过程中引发纠纷和冲突。其次,要张贴告示、向居民告知运输时间和期限,提前告知错车道,因山地风电运输道路比较窄,如果不提前筹划和引导,很容易造成交通堵塞,引发民众情绪抵触,造成不必要的投诉和抗议。民间关系的协调至关重要,要定期的沟通协商,利用当地

协调单位优势,成立协调小组,由当地协调单位牵头,运输单位配合,及时解决问题。避免因信息沟通不及时,拖延处理造成更大的麻烦。同时运输单位也可以做些公益便民活动,和村民友好相处,以便于出现问题时友好协商处理。

4. 二级路施工窗口期协调

本项目运输需经过有政府主修的省道二级道路,运输期也是二级路施工的施工期。存在四个标段同时施工,对运输进度影响比较大。主要涉及到原始路基的开挖、桥梁施工、排水沟施工、山体塌方、山体开挖、混凝土路面浇筑等施工工作面导致道路宽度无法满足运输要求。为保证运输的进度,需要提前和二级路施工单位协调,提交运输计划,合理的安排运输时间,及二级路施工单位合理安排施工工序,也可以安排夜间施工或条件允许的情况下夜间行驶,把次日需要施工段错开时间。既保证了二级路的施工工期,同时也不影响运输。二级路施工窗口期的协调至关重要,否则会严重影响运输进度和效率。

5. 临时堆场的选址

本项目从高速口到风场区运输道路一百四十公里,运距较远,且风场区海拔较高,天气变幻莫测,经常性的大风大雾恶劣天气出现,当设备经过长时间运输到达风场后无法卸货,会严重影响后续设备的运输进度和施工工期。临时堆场的设置可以有效的环节供货和卸货压力。当设备无法及时卸货和风场内出现极端天气和道路无法通行时,可以将货及时的卸至堆场,运输车辆返回进行下个批次的运输,临时堆场的合理选择既保证了运输进度,同时也保证了吊装供货的需求。

结语

总而言之,随着煤炭、石油不可再生资源的日益消耗,人类需要探求更好的可再生资源。而风力资源用之不尽,而风力发电对社会的发展起着至关重要的作用,也是全球人类共同开发利用的清洁能源,低风速长叶片机型是以后山地风电发展的必然趋势,高效安全的将设备运输到目的地是最基本的要求。

参考文献

- [1]肖振江,李林.风机设备大件运输安全管理浅谈.《中文科技期刊数据库(全文版)工程技术》-2020
- [2]代朋.山地风电场的道路设计及风电机组大部件的运输车辆应用.《运输经理世界》-2023