

1.风形成的主要因素是什么？

答：地球表面受热不均使得赤道区的空气变热上升，且在两极区冷空气下沉，引起大气层中空气压力不均衡；地球的旋转导致运动的大气层根据其位置向东方和西方偏移。

2.风力发电的意义是什么？

答：提供国民经济发展所需的能源，减少温室气体排放，减少二氧化硫气体排放，提高能源利用效率、减少社会负担，增加就业机会。

3.风电场微观选址的基本原则有哪些？

答：（1）风资源丰富，风能质量好；（2）符合国家产业政策和地区发展规划；（3）满足接入系统要求；（4）具备交通运输和施工安装条件；（5）保证工程安全；（6）满足环境保护的要求；（7）满足投资回报要求。

4.解释风速、风能密度？

答：风速是单位时间内空气在水平方向上所移动的距离；风能密度是通过单位截面积的风所含的能量。

5.什么是风轮仰角，有什么作用？

答：风轮旋转轴线和水平面的夹角是风轮仰角；作用是避免叶尖和塔架碰撞。

6.风电机组的控制系统应能监测的主要数据有哪些？

答：发电机温度、有功与无功功率、电流、电压、频率、转速、功率因数；风轮转速、变桨距角度；齿轮箱油位与油温；液压装置油位与油温；制动刹车片温度；风速、风向、气温、气压；机舱温度、塔内控制柜温度；机组振动超温和控制刹车片磨损报警。

7.风电机组的功率调节目前有哪几种方法？

答：风电机组的功率调节目前主要有两个方法，且大都采用空气动力方法进行调节。一种是定桨距调节方法，另一种是变桨距调节方法。

8.风力发电的经济效益主要取决于哪些因素？

答：风力发电的经济效益主要取决于风能资源、电网连接、交通运输、地质条件、地形地貌和社会经济多方面复杂的因素。

9.测风有哪些注意事项？

答：最佳的风速测量方法是在具有风资源开发潜力的地区安装测风塔，测风高度与预装风电机组的轮毂高度尽量接近，并且测风设备安装在测风塔的顶端，这样，一方面可以减小利用风切变系数计算不同高度处的风速所带来的不确定性，另一方面也可以减小测风塔本身对测风设备造成的影响（塔影效益），如果测风设备安装在测风塔的中部，应尽量使测风设备的支架方向与主风向保持垂直，并使测风设备与测风塔保持足够的距离。

10. 请阐述风的测量及自动测风系统的主要组成部分？

答：风的测量包括风向和风速测量。风向测量是指测量风的走向，风速测量是测量单位时间内空气在水平方向所移动的距离。自动测风系统主要由六部分组成。即传感器、主

机、数据存储装置、电源、安全与保护装置。传感器分风速传感器、风向传感器、温度传感器、气压传感器，输出信息为频率（数字）或模拟信号。主机利用微处理器对传感器发送的信号进行采集、计算和存储，由数据记录装置、数据读取装置、微处理器，就地显示装置组成。

11. 双馈异步发电机变频器由哪几部分组成？

答：由设备侧变频器、直流电压中间电路、电网侧变频器、IGBT 模块、控制电子单元五部分组成。

12. 风电机最基本的控制功能有哪些？

答：切入切出控制，偏航对风控制，液压站压力控制，功率控制，数据统计和传输，安全链，变桨控制系统，远程监控通讯等。

13. 风电机组液压系统主要功能有哪些？由哪几部分组成？

答：主要功能是向制动系统或液压、伺服变桨距控制系统的工作油缸提供压力油；由电动机、油泵、油箱、过滤器、管路及各种液压阀组成。

14. 对于大型双馈异步发电机，一般采用什么方式可以避免并网时产生冲击？工作原理是什么？

答：一般采用软并网装置；在达到发电机的同步转速之后，首先由一个带相角控制的晶闸管调节器将定子回路接通，几秒钟之后晶闸管调节器再通过并网接触器桥接。

15. 直驱式风力发电机组的优缺点有哪些？

答：优点：减少了齿轮箱的传动损失和发生故障的概率；省去齿轮箱，传动效率得到进一步提高，造价也有可能降低。

缺点：由于无齿轮箱，发电机转速较慢，因此发电机极数较多，结构复杂、外形尺寸庞大、制造工艺要求很高；电控系统复杂，运行维护难度较大，且需要全功率的变频装置才能与电网频率同步，经过转换又会损失部分能量。

16. 齿轮箱冷却系统压力继电器的作用是什么？

答：如果齿轮箱齿轮或轴承损坏，则产生的金属铁屑会在油循环过程中堵塞过滤器，当压力超过设定值时，压力继电器动作，油便从旁路直接返回油箱，同时，电控系统报警，提醒运行人员停机检查。

17. 风电机组控制系统的工作原理是什么？

答：利用微处理机、逻辑程序控制器或单片机通过对运行过程中输入信号的采集、传输、分析，来控制风电机组的转速和功率；如发生故障或其他异常情况能自动地检测并分析确定原因，自动调整排除故障或进入保护状态。

18. 简述雷击造成叶片损坏的机理？

答：一方面，雷电击中叶片叶尖后，释放大量的能量，使叶尖结构内部的温度急剧升高，引起气体高温膨胀，压力上升，造成叶尖结构爆裂破坏，严重时使整个叶片开裂；另一方面，雷击造成的巨大声波，对叶片结构造成冲击破坏。

19. 连杆式联轴器的主要特性有哪些？

答：（1）对齿轮箱和发电机轴承的保护；

（2）对齿轮箱齿部的保护；

（3）配置过载保护装置；

（4）联轴器的电绝缘。

20. 风力发电机组常用的齿轮机构有哪些？

答：有平行轴圆柱齿轮外啮合传动、内啮合圆柱齿轮传动、行星齿轮传动、锥齿轮传动和蜗轮蜗杆传动等。

21. 行星齿轮传动的主要特点有哪些？

答：优点：（1）体积小、质量小，结构紧凑，承载能力大。（2）传动效率高。（3）传动比较大，可以实现运动的合成与分解。（4）运动平稳、抗冲击和振动的能力较强。

22. 常见的兆瓦级风电机组齿轮箱有哪些类型？

答：（1）一级行星和两级平行轴齿轮传动齿轮箱；

2) 两级行星和一级平行轴齿轮传动齿轮箱；

(3) 内啮合齿轮分流定轴传动齿轮箱；

(4) 分流差动齿轮传动齿轮箱；

(5) 行星差动复合四级齿轮传动齿轮箱。

23. 风力发电机组使用的油品应当具备哪些特性？

答：(1) 较少部件磨损，可靠延长齿轮及轴承寿命；

(2) 降低摩擦，保证传动系统的机械效率；

(3) 降低振动和噪音；

(4) 减少冲击载荷对机组的影响；

(5) 作为冷却散热媒体；

6) 提高部件抗腐蚀能力:

(7) 带走污染物及磨损产生的铁屑:

(8) 油品使用寿命较长, 价格合理。

风力发电机组选用的优质润滑油应达到哪些要求？

答：（1）具有坚韧的油膜和高负载能力，与零件表面接触时能有效分隔、承载及保护工作面，防止因重载、冲击和启动时带来的严重磨损；

（2）较好的化学稳定性，防止润滑油在高温下长期与空气接触所产生的氧化趋势。在长期使用后仍具有可靠的保护作用；

（3）工作温度下保持正常的粘度，在正常工况下能够形成保护油膜。在预期的低温工况下有良好的流动性；

（4）保护齿轮和轴承在潮湿环境中不被锈蚀，且油品本身没有腐蚀性。具有一定的抗泡沫性能。

25. 纽缆保护装置的作用？

答：纽缆保护装置是偏航系统必须具有的装置，它是出于失效保护的目而安装在偏航系统中的。它的作用是在偏航系统的偏航动作失效后，电缆的纽绞达到威胁机组安全运行的程度而触发该装置，使机组进行紧急停机。

变桨距的优缺点有哪些？

答：优点： 机组启动性能好，输出功率稳定，停机安全等；

缺点： 增加变桨距装置，控制复杂，机组故障率上升。

风力发电中，无功补偿可采用哪些方法？

答：（1）电力电容等分组自动补偿；

（2）固定补偿与分组自动补偿相结合；

（3）SVC 静止动态无功补偿。

28. 简述风电机组双馈异步发电机并网过程？

答：变频器检测到发电机转速已经在并网同步转速范围之内后，网侧变频器开始给直流母线电容充电，充电完成后转子侧变频器根据发电机转速进行发电机转子励磁，励磁之后会在发电机定子侧感应出电压，在检测到定子电压与电网电压同频率、同相位、同幅值之后，定子并网接触器吸合，并网完成。

29. 比较低速风电机与高速风电机的主要特点？

答：低速风电机有较多叶片，实度大，启动力矩大，转速低；高速风电机有 3 个叶片或更少，因此实度小，启动力矩小转速高。

30. 中央控制系统的主要功能有哪些？

答：①）机组正常运行控制；②）机组运行状态监测与显示；③）机组运行统计；④）机组故障监测与处理；⑤）机组的安全保护；⑥）远程通信；⑦）维护功能；⑧）机组运行参数设置；⑨）人机接口。

31. 风电场 SCADA 系统的功能有哪些？

答：（1）与风电场中各个风电机组建立通信连接；（2）读取并显示风电机组的运行数据；（3）风电机组的远程控制，包括远程开机、停机、左右偏航、复位；（4）历史运行数据的保护、查询及维护；（5）风机故障报警、故障现场数据的保护与显示；（6）风电机组运行数据统计，包括日报表、月报表、年报表；（7）绘制风速-功率曲线、风速分布曲线及风速趋势曲线；（8）远程设置风电机组的运行参数。

32. 风电机组现地监控系统主要包括哪些单元？主要由什么元件组成？主要功能分别是什么？

答：第一部分为计算机控制单元，控制模块由 PLC 或微计算机构成，并配有输入输出接口、人机接口设备、通信接口设备等，它的主要功能是程序控制风电机组，完成风电机组的监控功能。

第二部分为同步并网及功率控制单元，由变频器组成，它的主要功能是为风电机组并网以及运行当中的功率控制。

33. 当风电机组因异常需要立即进行停机操作的顺序是什么？

答：（1）利用主控室计算机进行遥控停机；

(2) 当遥控停机无效时，则就地按正常停机按钮停机；

(3) 当正常停机无效时，使用紧急停机按钮停机；

(4) 仍然无效时，拉开风电机组主开关或连接此台机组的线路箱变断路器。

34. 风电机组投入运行前应具备哪些条件？

答：(1) 电源相序正确，三相电压平衡；

(2) 调向系统处于正常状态，风速仪和风向标处于正常运行的状态；

(3) 制动和控制系统的液压装置的油位在规定范围；

(4) 齿轮箱油位和油温在正常范围；

(5) 各项保护装置均在正确投入位置，且保护定值均与批准设定的值相符；

(6) 控制电源处于接通位置；

(7) 控制计算机显示处于正常运行状态；

(8) 手动启动前叶轮上应无结冰现象；

（9）在寒冷和潮湿地区，长期停运和新投运的风电机组在投运前应检查绝缘，合格后才允许启动；

（10）经维修的风电机组在启动前，所有为检修而设立的各种安全措施应已拆除。

（11）检查 SCADA 通讯系统是否处于正常状态；

（12）动力电源处于接通为接通位置，且冷却电机、加热电机、偏航电机、液压电机能够正常运转。

35. 当远程监控发现某台风机没有通讯，应如何处理？

答：（1）通知检修人员但现场查看故障原因；

（2）到风机下面检查风机电源是否丢失，箱变是否跳闸；

（3）检查塔基通讯模块或光纤是否损坏，通讯模块电源是否丢失；

（4）如果该风机在通讯线路的末端，应检查该风机到下一台风机的通讯回路（光纤和通讯模块）

36 . 监控风机时发现某台风机停留在“自检状态”长时间而没有变化，应该检查哪些参数？

答：（1）观察该台风机的平均风速是否达到了起机风速（切入风速）；

（2）检查齿轮箱油温和机舱温度是否在正常范围；

(3) 检查偏航角度是否在极限位置，或正在解缆对风；

(4) 检查电池状态是否正常，电池电压是否正常，是否正在充电；

(5) 检查齿轮箱油位开关状态是否正常；

(6) 检查变频器和变桨状态是否正常。

37. 风力发电机出现哪些故障时不应进行手动复位起机？

答：(1) 变频器故障

(2) 振动故障

(3) 温度高故障（等温度降低再启动）

(4) 超速故障

38. 新吊装或刚更换大件（如发电机、齿轮箱）的风机应重点监视哪些参数？

答：(1) 各部分的温度值

(2) 机舱振动量

(3) 转速和功率

(4) 报的各种故障

39. 通过远程监控可对风机进行哪些操作？

答：(1) 控制偏航，通过改变偏航角度进行手动解缆或对风；

(2) 控制变桨，手动改变叶片角度进行测试或按需要提供要求转速；

(3) 控制油泵电机，启动油泵电机和油冷风扇电机对齿轮轴承进行冷却和润滑；

(4) 控制加热器，可启动风机各部分加热器；

(5) 可进行变频器和 crowbar 的测试；

(6) 控制水泵电机，对变频器和发电机散热。

40. 风电机组的运行状态有那些？

答：(1) 通电自检状态；(2) 待机状态；(3) 启动状态；(4) 维护状态；(5) 暂停状态；(6) 正常停机状态；(7) 手动停机状态；(8) 紧急停机状态；(9) 运行（发电）状态；(10) 高风速切出状态。

41. 判定故障原因的基本步骤有哪些？

答：(1) 通过故障代码和故障现象判断故障的可能范围；

2) 通过故障历史记录，参数曲线，来分析故障原因，初步判断故障回路和故障点；

(3) 通过判断的故障范围，对可能的故障回路和故障点，以及该回路上的设备元件进行检查；

(4) 对该故障相关联的部件进行检查。

简述玻璃纤维增强塑料(GRP)叶片的修补方法？

答：（1）从维修部位去除损坏的或者不再完整的粘接材料，对维修范围要做彻底的清洁和打磨；

（2）在邻接损坏区域的部位用玻璃纤维编结布进行层接， 每次层接至少要做三层，纤维的顺序和方向必须根据原来的层压材料；

（3）涂抹浸渍加强材料必须要彻底（避免空气侵入）；

（4）操作过程中要采取预防措施防止叶片运动（振动）；

（5）表面防护采用精细树脂材料层保证层压材料的固化；

（6）树脂材料经充分固化后，才能将维修过的部分再次投入运用；

（7）注意对维修部位进行维修且硬化之后要进行调温处理。

43. 齿轮箱内齿轮齿面胶合的原因有哪些？如何避免？

，齿面金属直接接触并相互捏连，

较软的齿面被撕下而形成沟纹。

避免措施：提高齿面硬度，降低表面粗糙度，采用粘度大和抗胶合性能好的润滑油。

44. 齿轮箱滚动轴承的失效形式主要有哪些？

定了轴承的疲劳寿命；过量永久变形使轴承在运转中磨损加剧，产生剧烈的振动和噪声，使轴承游隙，噪声、振动增大，降低轴承的运转精度。

45. 齿轮箱常见的故障有哪些？

答：（1）齿轮损伤。常见的主要有轮齿折断、齿面疲劳以及胶合。

（2）轴承损坏。主要是由润滑和疲劳等方面原因引起。

（3）断轴。主要由于轴在制造中没有消除应力集中因素，在过载或交变应力的作用下，超出了材料的疲劳极限所致。

（4）油高温。齿轮箱出现异常高温现象，要仔细观察，判断发生故障的原因。首先要检查润滑油供应是否充分，特别是在各主要润滑点处，必须要有足够的油液润滑和冷却；再次要检查各传动零部件有无卡滞现象；还要检查机组的振动情况，前后连接头是否松动等。

46. 偏航系统的常见故障有哪些？原因是什么？

答：（1）齿圈齿面磨损

滑脂严重缺失使齿轮副处于干摩擦状态。

（2）油压管路渗漏

（3）偏航压力不稳

原因：油压管路出现渗漏；液压系统的保压蓄能装置出现故障；液压系统元器件损坏。

（4）异常噪声

原因：润滑油或润滑脂严重缺失；偏航阻尼力矩过大；齿轮副轮齿损坏；偏航驱动装置中油位过低。

（5）偏航定位不准确

原因：风向标信号不准确；偏航系统的阻尼力矩过大或过小；偏航制动力矩达不到机组的设计值；偏航系统的偏航齿圈与偏航驱动装置的齿轮之间的齿侧间隙过大。

（6）偏航计数器故障

原因：连接螺栓松动；异物侵入；连接电缆损坏；磨损。

47. 简述偏航减速机齿轮油加注方法？

答：（1）用抹布清理干净加油嘴及其周围的灰尘油污；

（2）旋下加油塞并将其倒置于一块干净的抹布上；

(3) 将油顺着加油嘴倒入减速箱内，边加油边通过油位计观察油位；

(4) 当油位接近正常油位时，停止加油（可事先在正常油位处用记号笔作一标记）；

(5) 将加油塞擦干净并旋到加油嘴上，拧紧；

(6) 运行减速箱 5min，观察加油嘴处是否有渗漏现象，如有，加以处理。停转减速箱再次观察油位，如油位达到正常值，加油工作结束，如未能达到要求，重复以上步骤，直到油位满足要求。

48. 控制液压油污染的措施有哪些？

答：(1) 控制液压油的工作温度；

(2) 合理选择过滤器精度；

(3) 加强现场管理。

(4) 建立液压系统保养制度；

(5) 定期检查设备的清洁度和对油液取样化验；

(6) 检查液压系统油液、油箱和过滤器的清洁度，若发现油液污染超标，应及时换油或更换过滤器。

49. 液压系统的检查项目有哪些？

答：（1）液压阀、液压缸及油管接头处是否有外泄漏；

（2）液压泵运转时是否有异常噪声；

（3）液压缸全行程移动是否正常平稳；

（4）液压系统各测压点压力是否在规定范围内，是否稳定；

（5）液压系统中油温是否在允许范围内；

（6）换向阀工作是否灵敏可靠；

（7）油箱内油量是否在油标刻线范围内；

（8）定期从油箱内取样化验，检查油液的污染状况。

50. 日常巡检发电机时，应注意检查哪些项目？

答：（1）电机地脚及与联轴器之间连接螺栓是否紧固；

(2) 电机接线盒内接线柱与电缆连接螺栓是否紧固，是否有灼伤痕迹；

(3) 绝缘电阻是否满足要求；

(4) 转动部分周围应有保护装置；

(5) 通风罩连接是否牢固，电机运行是否正常；

(6) 轴承维护和润滑，自动加脂机润滑油是否缺失；

(7) 滑环和电刷维护，检查碳刷磨损程度，是否需要更换，有无清理碳刷，滑道有无电灼伤痕迹；

(8) 清洁发电机集油盒。

51. 若发电机绝缘电阻不符合要求时，应如何处理？

答:方法一：用循环热空气吹。

方法二:分别将定子绕组通以 25% 额定电流的单相或直流电源加热，或用加热带进行加热。用以上方法对定子加热时，应使各定子绕组各部位温度不超过 90℃。

方法三：空载运行一段时间，保持足够通风。

干燥过程应连续，每小时测量一次绝缘电阻，直到绝缘电阻合格，并能够保持稳定 4 小时以上，方可运行发电机。

52. 发电机过热的原因有哪些？

答：（1）轴承故障；（2）通风故障；（3）电机过载；（4）系统振动过大；（5）定子绕组局部短路；（6）冷却空气流量太小。

53. 发电机轴承发热或有杂音的原因有哪些？

答：（1）轴承型号不对；（2）轴承损坏；（3）轴承与轴配合过松（走内圈）或过紧；（4）轴承与端盖配合过松（走外圈）或过紧；（5）润滑脂过多或不足；（6）润滑脂型号不对。

54. 变桨距系统出现全部桨叶失控的原因有哪些？

答：（1）变桨通讯故障；

（2）变桨距系统供电电源故障；

（3）风电机组控制器中变桨距控制算法故障。

55. 风电机组接地电阻测量有哪些注意事项？

答：（1）因接地电阻与土壤的潮湿程度有关，测量应选择在干燥的天气 土壤未冻结时进行。一般风电场测量接地电阻至少在雨天过后 4—5 天，南方地区雨水较多但也应至少晴 3 天后进行测量，否则容易造成较大误差；

(2) 测量前应拆除和风电机的所有接地引下线，把塔架和接地装置的接地连接全部断开；

(3) 当发现测量值和以往的测试结果相比差别较大时，应改变电极的布置方向，增加电极的距离，重新进行测试；

(4) 进行测量时，应尽量缩短接地极接线端子 C1、P1 与接地网的引线长度，一般就在塔筒门外；

(5) 接地引线统一采用铜线，与接地测试仪和接地棒的连接必须十分可靠，以减少接触电阻；

(6) 接地棒插入土壤的深度应不小于 0.6m ；

(7) 测量所需设备：接地电阻检测仪，接地引线，接地探针。

56. 风电机出现线路电压故障的原因有哪些？

答：(1) 箱变低压熔丝熔断；

(2) 箱变高压负荷开关跳闸；

(3) 风机所接线路跳闸；

(4) 风场变电站失电。

触发安全链的因素有哪些？

答：（1）紧急停止按钮

（2）叶轮超速控制传感器

3) 振动传感器

(4) 叶片工作位置开关

(5) 制动器位置信号

(6) 看门狗触发

(7) 发电机超速

(8) 三个叶片错误

58. 系统失电对风电机组造成的影响有哪些？有何防范措施？

答：造成机械材料出现磨损和疲劳，会导致叶片变桨设备维护增加，机组运行时间减少，甚至直接造成叶片变桨设备的损坏，还影响刹车系统等重要设备和机组的使用寿命。

防范措施:在控制系统电源中加设在线 UPS 后备电源，这样当电网突然停电时， UPS 自动投入，为风电机组控制系统提供电力，使控制系统按正常程序完成停机过程，以降低对风电机组的影响。

定期维护开工前，必须做好哪些准备工作？

答：（1）针对系统和设备的运行情况、存在的缺陷、经常性维护核查结果，结合上次定期维护总结进行现场查对；根据查对结果及年度维护检修计划要求，确定维护检修的重点项目，制订符合实际情况的对策和措施，并做好有关设计、试验和技术鉴定工作；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/808007067015006134>