

CQJTG/T A09-2025

重庆市交通行业推荐性标准

高速公路沿线垂直轴风力发电 应用技术规范

Technical Specifications for the Application of Vertical Axis Wind Power
Generation along Expressway

2025-03-25 发布

2025-05-01 实施

重庆市交通运输委员会 发布

目 次

1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语和定义	1
4	基本规定	4
5	技术要求	5
6	设计要求	7
7	施工要求	9
8	维护要求	10

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准工作导则 第1部分：标准文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由重庆市交通运输委员会提出。

本文件由重庆市交通运输委员会归口。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题或建议函告招商局重庆交通科研设计院有限公司（地址：重庆市南岸区学府大道33号；邮编：400067；电话：18008377008，电子邮箱：shilingna@cmhk.com），以便修订时研用。

本文件起草单位：招商局重庆交通科研设计院有限公司

重庆高速公路集团有限公司

重庆高速工程顾问有限公司

重庆航运建设发展（集团）有限公司

四川中能驭风新能源有限公司

本文件主要起草人：胡旭辉 王心飞 涂 耘 何建宏 王浩欢 巩 雯 史玲娜 许兴伟 袁颖 王冠衡

蒋江松 王 羽 高 宇 丁 贇 李茂华 刘 建 吴金锁

高速公路沿线垂直轴风力发电应用技术规范

1 范围

本文件规定了高速公路沿线垂直轴风力发电应用的技术要求、设计要求、施工要求和维护要求。

本文件适用于高速公路沿线 10kV 及以下电压等级接入、单个并网点总装机容量不超过 6MW 的风力发电工程建设。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件，不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 18451 风力发电机组 设计要求
- GB/T 25385 风力发电机组 运行及维护要求
- GB/T 25387 风力发电机组 全功率变流器 第 1 部分:技术条件
- GB/T 29494 小型垂直轴风力发电机组
- GB/T 42600 风能发电系统 风力发电机组塔架和基础设计要求
- GB 50168 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范
- GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范
- GB 50217 电力工程电缆设计规范
- GB 51096 风力发电场设计规范
- GB/T 51121 风力发电工程施工与验收规范
- JTG D81 公路交通安全设施设计规范
- JTG/T 3610 公路路基施工技术规范
- NB/T 10996 风力发电场并网安全条件及评价规范
- DB50/T 959 营运高速公路施工管理规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

消纳能力 Consumption capacity

电网或用户接纳和使用新能源的电能大小。

3.2

垂直轴风力发电装置 Vertical axis wind power plant

通过垂直轴风力发电机将风能转化为电能的装置，主要包括垂直轴风力发电机、支撑结构、控制器、变流器、储能设备及监控系统组成。

3.3

导风装置 Air ducting

通过优化气流进入风轮的角度和速度，从而提高发电效率的结构装置。

3.4

支撑结构 Support structure

支撑风力发电装置并保证其平稳运行的结构，支撑结构可以是独立的塔架或基座，也可以是固定在其他装置上的结构。

[来源：GB/T 29494—2013,3.4]

3.5

控制器 Control system

主要提供垂直轴风力发电机输出端整流、功率控制、制动控制及/或充电控制与进行各项电气保护功能的装置。

[来源：GB/T 29494—2013,3.3]

3.6

变流器 Converter

将垂直轴风力发电机输出端或经由控制器调控后的电能转化为实用化的电能型式的装置。

[来源：GB/T 29494—2013,3.4]

3.7

公共连接点 Point of common coupling

垂直轴风力发电装置接入公共电网的连接处。

[来源：GB/T 29319—2024,3.2]

3.8

并网点 Point of connection

垂直轴风力发电装置的输出汇总点。

[来源：GB/T 29319—2024,3.3]

4 基本规定

4.0.1 高速公路沿线垂直轴风力发电应综合考虑全线路网建设规划与沿线用电设施的消纳能力。

4.0.2 高速公路沿线垂直轴风力发电应结合周边用电需求，灵活采用“自发自用”、“余电上网”、“隔墙售电”等不同应用模式。

4.0.3 高速公路沿线垂直轴风力发电应安全、可靠，鼓励使用绿色、环保、节能、低碳的材料与设施。

4.0.4 公共连接点处的电网性能指标应满足 NB/T 10996 的相关要求。

4.0.5 在高速公路建（构）筑物安装垂直轴风力发电装置，应满足建（构）筑结构及电气的安全性要求。

4.0.6 高速公路沿线垂直轴风力装置应定期进行检查维护，保障垂直轴风力发电装置的发电效率及设施设备的安全。

5 技术要求

5.1 一般规定

- 5.1.1 应根据不同安装位置选择具备相应抗风、抗震、抗雪和抗腐蚀能力的风力发电装置部件。
- 5.1.2 垂直轴风力发电装置输出电力的电能质量应符合 NB/T 10996 的相关要求。
- 5.1.3 垂直轴风力发电装置的选型应避免眩光对高速公路行车和周边环境人员安全和视觉影响。

5.2 垂直轴风力发电装置

- 5.2.1 工作环境条件应满足以下要求：
 - 1 环境温度应在 $-30^{\circ}\text{C}\sim 75^{\circ}\text{C}$ 之间；
 - 2 湿度应小于等于 95%RH。
- 5.2.2 在正常工作状态下输出功率与理论值的偏差应不超过 $\pm 5\%$ ；在风速大于额定风速时，垂直轴风力发电装置持续 10min 功率输出应不超过额定值的 110%，瞬间功率输出应不超过额定值的 125%。
- 5.2.3 耐候性应符合下列要求：
 - 1 耐盐雾能力应大于 4000 小时；
 - 2 叶片涂层宜带有防结冰和自清洁功能，保证在湿度不大于 92%RH 时不结冰。
- 5.2.4 噪声值应不大于 40dB，避免对司乘及周边人员产生不良影响。

5.3 垂直轴风力发电机

- 5.3.1 安全风速应低于 40m/s，启动风速应在 1.5~2m/s 之间，额定风速应小于 9m/s。
- 5.3.2 在额定工况下，输出应大于或等于其额定功率。
- 5.3.3 最大风能利用系数应大于 0.4。
- 5.3.4 应具备结构安全功能、风轮超速保护功能、安全停机功能、电气系统保护功能及防雷击保护功能。
- 5.3.5 宜加装导风装置，超过安全风速时应能实现智能调节。

5.4 支撑结构

- 5.4.1 力学性能应满足 GB/T 42600 的相关要求。

5.5 控制器及变流器

- 5.5.1 控制器应能准确判断垂直轴风力发电机的切入和切除风速，并及时做出启动、停机或卸载等相应的操作。
- 5.5.2 严苛风况下控制器应能及时停止垂直轴风力发电机转动，确保发电机处于安全状态。
- 5.5.3 在额定运行条件下，变流器效率应不小于 97%。
- 5.5.4 变流器应具备电网侧功率因数在容性 0.95 与感性 0.95 之间可调节的控制功能。
- 5.5.5 变流器的无功调节能力应符合 GB/T 25387 的相关要求。

5.6 储能设备

- 5.6.1 宜采用电化学储能方式，不应采用三元锂电池。
- 5.6.2 充放电次数应大于 8000 次。
- 5.6.3 应能够在-20℃~50℃的环境温度下正常运行。
- 5.6.4 应配备至少 40%装机容量的储能设备。

5.7 垂直轴风电监控系统

5.7.1 应能通过数据采集和处理，实现对垂直轴风力发电装置运行状态的监测，宜具备能量统计和管理功能。

5.7.2 垂直轴风电监控系统应满足以下要求：

- 1 应采集并网点的有功功率、无功功率、电压、电流、频率、电能质量等数据；
- 2 支持数据源选择、自动计算周期等，支持按日、月、季、年或自定义时间段统计；
- 3 应满足无人值班的技术要求。
- 4 应支持 MODBUS、DL/T860、DL/T634.5104 和 DL/T634.5101 等多种通信规约；
- 5 数据存储时间应不少于 3 年。

6 设计要求

6.1 选址设计

6.1.1 垂直轴风力发电装置可设置在高速公路路侧、中央分隔带、桥梁等区域，装置的技术规格应与该区域相匹配。

6.1.2 垂直轴风力发电装置位置应尽量靠近隧道、服务区、收费站等高速公路沿线用电负荷较大的区域。

6.1.3 交通事故多发路段不宜设置垂直轴风力发电装置。

6.1.4 垂直轴风力发电装置基础应进行结构验算，避免对高速公路既有设施产生影响；应减少土石方开挖量，节约用地。

6.2 垂直轴风力发电装置设计

6.2.1 使用寿命应不低于 25 年。

6.2.2 垂直轴风力发电机组选型宜采用启动速较低的叶轮结构。

6.2.3 垂直轴风力发电机组宜在垂直方向上叠加 2 的整数倍风机，相邻 2 个风机风轮转向相反，防止支撑结构共振、动平衡失衡、倒塌飞车等问题。图 5.3.2 为 2 个风轮转向相反的垂直轴叠加风机示意图。

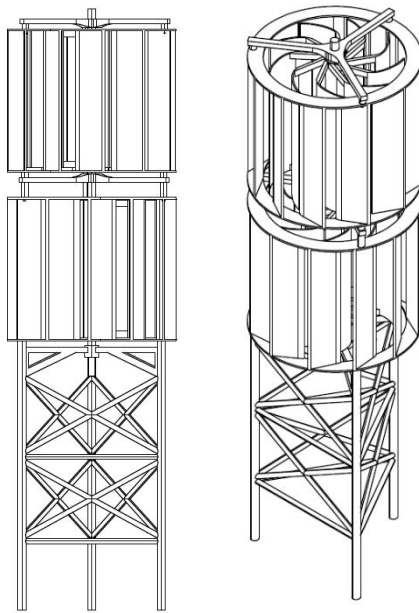


图 5.3.2 两个风轮转向相反的垂直轴叠加风机示意图

6.2.4 装置之间的间距应大于风机高度的 2 倍。

6.3 其他设计

6.3.1 无法安全地卸至地面进行维修的垂直轴风力发电装置，应具备人员升降措施。

6.3.2 高速公路中央分隔带安装垂直轴风力发电装置，相邻风机支撑结构间应设置连接梁，提升装置整体稳定性和抗风能力。

6.3.3 控制器宜采用全功率式，相关参数应符合 GB/T 18451 的要求。

6.3.4 应结合垂直轴风力发电装置、电缆选型、变电站、外线接入设计等确定控制器及变流器安装位置。

6.3.5 配置的储能装置应按下列式计算：

(6.2-5)

式中：——储能电池容量 (kW·h)；

——最长所需供能时间 (h) (通常取 2h)；

——储能电池放电效率的修正系数 (通常取 1.05)；

——平均负荷容量 (kW)；

——储能电池的放电深度 (0.5~0.8)；

——包括变流器等交流回路的损耗率 (通常取 0.7~0.8)。

6.3.6 电缆与公路交叉时，应采用非开挖方式敷设，套管埋深应不低于 0.7 m。电缆选择与敷设应符合 GB 50217 的有关规定。

6.3.7 应做好防雷与接地措施，接地电阻不超过 10Ω，防雷装置安装应符合 GB 51096 的要求。

6.4 中央分隔带垂直轴风力发电装置的防眩设计

6.4.1 防眩设计应按部分遮光原理进行，遮光角与眩光距离应符合 JTG D81 中相关规定。

6.4.2 垂直轴风力发电装置与其他防眩措施配合时应注意防眩高度平滑过渡。

7 施工要求

7.1 一般要求

- 7.1.1 应进行调查及现场核对，并根据设计、调查情况等编制施工组织设计。
- 7.1.2 营运高速公路上建设垂直轴风力发电装置，应按照 DB50/T 959 进行交通组织。
- 7.1.3 垂直轴风力发电装置施工时，应避免扰动建设点位的原有排水工程，对于排水工程有损坏的，应参照 JTG/T 3610 中的相关内容进行修复。

7.2 垂直轴风力发电装置施工

- 7.2.1 塔架、风轮、叶片等部件的吊装作业应符合吊装安全操作规程的相关规定。叶片和风轮安装风速不宜超过 8m/s，塔架、机舱安装风速不宜超过 10m/s。
- 7.2.2 垂直轴风力发电装置安装前应对基础、支撑结构、轮毂和叶片进行检查，应无变形或损伤。
- 7.2.3 施工质量检测应对垂直轴风力发电装置的机械结构、电气系统、储能系统、智能控制系统进行测试。
- 7.2.4 垂直轴风力发电装置的其余电气设备安装应符合下列规定：
 - 1 电气接线和电气连接应可靠；
 - 2 母线、导电和带电的连接件，不应发生过热松动或变形；
 - 3 控制电缆及电力电缆应符合 GB 50168 的有关规定；
 - 4 各部位接地系统应符合 GB 50169 的有关规定。

7.3 调试与试运行

- 7.3.1 垂直轴风力发电装置施工完成后应按 GB/T 51121 中相关测试项目进行调试。
- 7.3.2 中央分隔带的垂直轴风力发电装置施工完成后，应在晚间进行实地目测检查防眩效果。
- 7.3.3 垂直轴风力发电机组数量较多时，可分批次进行试运行，每台机组应连续无故障运行不少于 240h，此期间没有达到满功率的机组应补做满功率试验。

8 维护要求

8.1 一般要求

8.1.1 根据设计文件对垂直轴风力发电装置的功能、安装质量进行验收。

8.1.2 对相关产品资料进行收集，编制垂直轴风力发电装置维护手册。

8.2 装置运维要求

8.2.1 应建立垂直轴风电运维管理相关制度，并参考 GB/T 25385 进行操作。

8.2.2 装置宜按 1 次/季度频率维护巡检，维护时应避免对装置造成损坏。

8.2.3 装置出现故障应尽快完成修复，确保装置恢复运行。

8.2.4 维护作业的记录文件应对机组状态信息、安全措施、校验工具、物料消耗、作业内容等进行准确、真实记录。