

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2025

高速公路边坡光伏发电工程选址技术条件

Technical specification for site selection of expressway slope photovoltaic power
generation project

（征求意见稿）

2025.6

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国交通运输协会 发 布

目 次

前 言 II

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 2

 4.1 选址原则 2

 4.2 选址方法 2

 4.3 方案比选 2

 4.4 建设时序 3

5 选址要求 3

 5.1 气象条件 3

 5.2 自然环境条件 4

 5.3 边坡要求 4

 5.4 安全条件 5

 5.5 防洪要求 5

 5.6 接入条件 5

参 考 文 献 6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化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。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

高速公路边坡光伏发电工程选址技术条件

1 范围

本文件规定了高速公路边坡场景下布设分布式光伏发电工程选址的基本规定、气象条件、自然环境条件、边坡条件、安全条件、防洪排涝要求及接入条件等。

本文件适用于高速公路边坡光伏发电工程的选址活动，其他等级公路或线性工程的边坡光伏发电工程的选址活动可参照执行。

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 31155-2014 太阳能资源等级总辐射

GB 50011 建筑抗震设计规范

GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范

GB 50229 火力发电厂与变电站设计防火规范

GB 50797 光伏发电站设计标准

GB 55037 建筑防火通用规范

DL/T 5394 电力工程地下金属构筑物防腐技术导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 高速公路边坡 expressway slope

由高速公路开挖或填方施工在路基横断面两侧与地面形成的坡面。

注：高速公路边坡包括路堑边坡和路堤边坡。

3.2 边坡光伏发电工程 slope photovoltaic power generation project

安装在边坡上的利用光伏组件将太阳能转换为电能的发电系统。

注：边坡光伏发电工程一般由光伏组件、逆变器、线路、开关、变压器、无功补偿设备等一次设备和继电保护、站内监控、调度自动化、通信等二次设备组成。

3.3 公路纬度夹角 latitude angle of the highway

公路路线或路段与纬度之间的夹角。

注：成东西走向与纬度平行的路线或路段的纬度夹角为0°或180°，南北走向的纬度夹角为90°或270°。一般约定正东方向为0°或360°，正北方向为90°，正西方向为180°，正南方向为270°。

3.4 边坡倾角 slope angle

边坡的坡面与水平面之间的夹角。

3.5 最佳倾角 optimal tilt angle

在特定地点和特定时间下，分布式光伏电站能够最大化产出能量时光伏板的安装倾角。

注：一般情况下，纬度越高，平铺与最佳倾角的发电量差值越大，维度越低，差值越小。在广东海南等地，平铺和最佳倾角几乎是没有任何差异的。

4 基本规定

4.1 选址原则

4.1.1 安全性

- a) 应避开风雪灾严重区域，避开地震、滑坡、泥石流、地面沉降、地面裂缝等地质灾害易发路段，避开易发生次生灾害路段，避开易发生交通事故路段，避开易发生洪涝路段；
- b) 应布设在不影响路基边坡稳定性、不影响行车安全、不易造成次生安全事故、不对供电系统造成用电安全影响的路段，及眩光影响可接受路段。

4.1.2 科学性

- a) 结合当地条件、电力消纳及并网情况，合理设置装机规模，科学确定铺设位置，做到就近发电、就近并网、就近使用；
- b) 综合考虑选址、规模、方案、效率、成本、电量、电价、满发小时数等因素，在合理的投资范围内获得最大的回报。

注：边坡光伏发电工程的经济效益测算可参考NB/T 10394的相关规定。

4.1.3 协调性

- a) 应结合高速公路的景观需求，统筹边坡光伏发电工程的整体布置与规划；
- b) 不宜布设在对景观风貌有较高要求的地区；
- c) 有条件地区可对光伏发电工程进行景观设计，使其与周围风貌相协调。

4.1.4 系统性

- a) 从全局出发，正确处理高速公路边坡光伏发电工程与高速公路及周围人民生活等各方面的关系；
- b) 高速公路边坡光伏发电工程布设应基于全生命周期评价，综合考虑项目安全、施工难度、建设成本、投资收益及维护成本等。

4.2 选址方法

4.2.1 宜采用仿真模拟、现场踏勘、内业分析相结合的方式开展。

4.2.2 在现场踏勘前，宜基于项目区初步边界条件进行仿真模拟，对选址可行性进行预先评估。模拟宜包含光资源模拟、阴影遮挡模拟、发电量初步预估等，仿真模拟结果应作为指导现场踏勘重点区域和优化勘察方案的重要依据。

4.2.3 现场踏勘时应结合仿真模拟结果对重点区域的地质情况进行详细勘探和调查，了解高速公路的地理位置、地形地貌特征、水文特征、地质结构和主要地层的分布及物理力学性质，以及周边遮挡情况等。

4.2.4 内业分析应基于仿真模拟和现场踏勘结果，依据本标准第5章开展。

4.3 方案比选

4.3.1 宜根据国家可再生能源中长期发展规划、地区自然条件、太阳能资源、交通运输、接入电网、电力消纳、地区经济发展规划等因素全面考虑进行方案比选。

4.3.2 应研究电网接入条件、高速公路自身消纳需求、交通、运输、环境保护、地质、地震、地形、水文、气象、占地拆迁、施工，以及周围工矿企业对光伏发电工程的影响等条件，经综合经济比较后提出推荐站址的排序。

4.4 建设时序

4.4.1 在新建或改扩建高速公路上布设边坡光伏发电工程时，宜与高速公路同步规划、同步设计、同步建设、同步投运，并根据工程需求科学组织施工。

4.4.2 在既有高速公路边坡光伏发电工程时，应与既有绿化工程、水土保持工程、防护工程、交通工程设施及电气工程等协同实施。

注：在新建或改扩建高速公路上布设边坡光伏发电工程时，一般优先考虑一体化设计，可以节约成本和投资，缩短工期；而在既有高速公路边坡光伏发电工程时，则要重点考虑与现有工程的协调性，确保高速公路结构安全、运营安全及系统匹配性。

5 选址要求

5.1 气象条件

5.1.1 选址前应获取高速公路所在地区长期的太阳能资源数据及主要气象要素数据，至少应包括年水平面太阳总辐照量 (kWh/m^2)、水平面太阳直接辐照量、散射辐照量、多年平均气温、月平均气温、极端最高环境温度、极端最低环境温度、多年平均风速、设计风速（或最大风速）、基本风压、基本雪压、相对湿度、降水量、雷暴日数等。

5.1.2 高速公路所在区域的太阳总辐射年辐照量、稳定性和直射比均应符合 GB/T 31155-2014 中第 4 章规定的 C 级及以上。

5.1.3 高速公路所在区域的年水平面太阳总辐射量宜不低于 1050 kWh/m^2 ，或等效年峰值日照时数不低于 1050 小时。

注：本条所指“年水平面太阳总辐射量”或“等效年峰值日照时数”数据，一般依据当地长期（建议不少于10年）气象观测站实测数据、权威卫星反演数据或符合GB/T 31155的资源评估数据确定。此推荐值（ 1050 kWh/m^2 / 1050小时）大致对应于光伏发电系统年等效利用小时数达到800小时所需的基础太阳能资源条件。项目具体选址时，应结合详细的光资源评估、地形地貌、系统设计等因素综合判断项目经济可行性。

5.1.4 高速公路所在区域的极端环境温度应满足所选光伏组件标称的工作温度范围要求，且不应低于 -40°C 或不应高于 85°C 。

5.1.5 高速公路所在区域的设计风速（或最大风速）及对应风压应满足光伏支架结构、组件机械载荷及抗风掀要求，并符合 GB 50797 的相关规定。对于无法避开的区域，在设计阶段要充分考虑当地的风荷载情况，采用抗风能力强的支架结构和组件安装方式。

注：一定的风速可以提高光伏组件的散热效果，进而提高光伏电池的发电效率。但是当风速超过一定限制时，光伏组件可能会受到损坏，甚至发生飞脱等安全问题。通常来说，最高风速限制在每秒 25m/s ~ 30m/s 。光伏组件的布设要避免受到来自背风方向的阻挡，以保证光伏组件能够充分接收到阳光和风力。8级风是光伏出险的标准。

5.1.6 高速公路所在区域不宜位于雪灾、台风、强沙尘暴灾害频发的高风险区域。

5.1.7 不宜选在基本雪压超过 0.5 kN/m^2 的区域，对于无法避开的区域，应进行支架结构和基础的专项抗雪设计。

注：此条与结构安全相关，引用GB 50797相关内容。

5.1.8 不宜选在年平均相对湿度大于85%的区域，对于高湿度区域，应评估其对电气设备绝缘性能与金属部件腐蚀的影响，并采取针对性防护措施。

5.1.9 应避开洪涝灾害易发区，场址的防洪标准不应低于高速公路主体工程标准，并应评估强降水对边坡稳定性和站区排水能力的影响。

5.1.10 不宜选在年平均雷暴日数超过40天的地区，对于雷暴多发区，应进行专项雷电风险评估，并制定严格的防雷接地设计方案。

5.2 自然环境条件

5.2.1 宜避开空气经常受悬浮物严重污染的区域。

5.2.2 应避开泥石流、滑坡等地质灾害易发区，避开自身或周边存在滑坡、崩塌、危岩体等失稳风险的边坡。

5.2.3 在危岩、活动断裂带、岩溶发育区、采空区和地质塌陷区及冲沟发育区等潜在不良地质区域进行选址时，应进行地质灾害危险性评估，评估结论应满足工程建设安全要求，并依据评估结果采取相应的工程防范措施。

5.2.4 应选择山体、建筑、植被遮挡少的路段边坡。宜通过建模确认分析在冬至日当地真太阳时9:00至15:00时段内，光伏组件不受边坡内外山体、构筑物和树木等的阴影遮挡。

5.2.5 宜选择后期光伏组件清洗维护便利的区域。

5.2.6 宜建设在地震基本烈度为9度及以下地区。在抗震设防烈度6度及以上地区建设时，应进行抗震设计，并应符合GB 50011的有关规定。

5.2.7 宜避免存在腐蚀性介质（如盐雾、化学污染物等）潜在影响的环境区域，如海边、化工厂周围等，不可避免时应依据DL/T 5394等规范要求，对支架、组件边框、电气设备及连接件采取与环境腐蚀等级相匹配的防护措施，且防护措施不得造成二次环境污染。

5.3 边坡要求

5.3.1 应充分考虑基边坡地质条件、施工和运营安全性及施工难度，宜选取填土或混填路基边坡、路堤边坡。

5.3.2 宜选择公路纬度夹角在 $[0^\circ, 45^\circ]$ 、 $[135^\circ, 225^\circ]$ 、 $[315^\circ, 360^\circ]$ 以内的边坡，且宜选择有向阳侧的边坡。

5.3.3 宜选在最佳倾角与公路边坡倾角一致或接近的边坡，且宜选择边坡倾角在 45° 以内的边坡，结合地形、朝向因素，宜符合下列规定：

a) 宜选择坡度小于 35° 的南坡，如果正南方坡度大于 35° ，施工难度虽增加但发电量大、阵列间距小、用地面积也小，也可考虑布设。

b) 东南坡、西南坡、东坡、西坡坡度宜小于 25° ，此朝向阵列间距稍大，用地面积稍大。

c) 北坡坡度宜小于 15° 。该坡向背阴，日照时间短，发电量少，阵列间距很大，不宜坡度过大。

d) 对于水土流失严重的区域，不宜选在坡度大于 25° 的边坡。

注：结合GB/T 15772，坡度在 45° 以内的边坡可以划分为以下6个等级： $[0^\circ, 5^\circ)$ 、 $[5^\circ, 8^\circ)$ 、 $[8^\circ, 15^\circ)$ 、 $[15^\circ, 25^\circ)$ 、 $[25^\circ, 35^\circ)$ 、 $[35^\circ, 45^\circ]$ 。一般高速公路按1:1.5放坡，此时坡度为 33.69° ，而土壤安息角、自然倾斜角或堆积角为 33° ，因此1:1.5的边坡一般比较稳定，但是受制约时可设置支挡设施收缩边坡至1:1，此时坡度为 45° ，特殊立地条件下可继续采取措施收缩边坡。

5.3.4 宜充分考虑边坡的防护措施，不同边坡防护结构形式宜进行选址适宜性分析。

5.3.5 宜选择5m长以上的边坡，坡长最短不应小于1m。

5.3.6 在新建或改扩建高速公路边坡上选址的,应根据光伏发电工程布局需求合理设置边坡;在既有高速公边坡上选址的,应选择在光伏发电工程施工对边坡稳定性破坏较小的边坡。

5.3.7 应选择土石方挖填量较小的边坡,选择对高速公路基础无影响的边坡。

5.4 安全条件

5.4.1 应避开两侧山体稳定性欠佳的边坡。

5.4.2 在下边坡布设时,应优先选择交通流量相对较小、交通安全记录良好的路段,并应避开官方认定的交通事故多发路段。

5.4.3 应充分考虑光资源利用率和眩光安全性,宜选择东西走向直线路段向阳侧边坡和不产生眩光影响的曲线路段向阳侧边坡。

5.4.4 不宜在存在液化土、湿陷性土、软土、填土、膨胀岩土、冻土、盐渍岩土、污染土等特殊岩土边坡布设,不可避免时,应根据分布范围、危害程度、处理成本和处理工期综合确定场地的地基处理方案,选择适应的支架基础型式。

5.4.5 边坡光伏发电工程不应靠近有潜在火灾或爆炸危险的地方,当与有爆炸危险的建筑物毗邻时,应符合 GB 50058 的有关规定。

5.4.6 边坡光伏发电工程的布设应满足环境保护和消防安全的要求。

注:一般每隔20m宜布置一个防火距离,防火距离一般2m左右,光伏矩阵与其他建筑物、构筑物之间的防火间距要满足 GB 50229、GB 55037的有关要求。

5.5 防洪要求

5.5.1 必须将工程防洪排涝体系纳入高速公路主体防洪体系,且不得降低原公路防洪设计标准。

5.5.2 应考虑边坡排水及耐冲刷需求,宜选择在抗冲刷能力较强的边坡,具备集中排水系统或易于进行排水改造的边坡。若不具备良好的排水条件,应进行排水工程专项设计。

5.5.3 光伏方阵、电气设备的布设不得阻碍公路排水设施(含截水沟、急流槽、涵洞等)的汇水路径或泄流能力。

5.5.4 光伏设备基础布局选址时,底标高应满足下列要求:

- a) 在沿海、沿江、沿湖等临水路段,不应低于高速公路防浪墙顶标高或路肩设计标高;
- b) 在内涝易发区域,不应低于 30 年一遇内涝水位加 0.3m 安全超高;
- c) 在山地区域,应避让山洪冲沟、泥石流通道,设备边缘距灾害通道边缘的水平距离不应小于 20m。

5.5.5 升压站、箱式变电站等集中电气设备布局选址时,场区的地面设计标高应高于所在位置高速公路路肩设计标高 0.5m 以上,且周边应设置截排水系统。

5.6 接入条件

5.6.1 应考虑沿线电力负荷分布、并网接入点分布位置、接入容量需求、接入距离及接入系统条件。

5.6.2 建设自发自用、余电上网的边坡光伏发电工程时,宜优先选择临近高速公路服务区、隧道、收费站等大用电量设施的边坡路段。

5.6.3 建设全额上网的边坡光伏发电工程时,宜选择并网条件便利的边坡路段,如临近变电站、具备足够接入容量和通道。

参 考 文 献

- [1] GB/T 15772 水土保持综合治理规划通则
 - [2] GB/T 19964 光伏电站接入电力系统技术规定
 - [3] GB/T 24716 公路沿线设施太阳能供电系统通用技术规范
 - [4] GB 50059 35kV~110kV变电站设计规范
 - [5] GB 51101 太阳能发电站支架基础技术规范
 - [6] DB37/T 4516-2022 高速公路边坡光伏发电工程技术规范
 - [7] DB14/T 3241-2025 《高速公路光伏边坡工程设计施工技术规程》
 - [8] DL/T 5056 变电站总布置设计技术规程
 - [9] NB/T 10394 光伏发电系统效能规范
 - [10] T/ CCTAS 214-2025 《高速公路光伏发电工程建设指南》
 - [11] 蔡玮."光伏+高速公路"新能源开发方案探讨[J].电工技术, 2022(18):39-40
 - [12] 贾利民, 马静, 吉莉, 程鹏, 师瑞峰.中国陆路交通能源融合的形态、模式与解决方案[M].北京:科学出版社, 2020年
 - [13] 交通运输部等十部门关于推动交通运输与能源融合发展的指导意见（交规划发〔2025〕42号）
-