ICS 27.180

DB61

P 61

DB61/T XXXX—XXXX

陕西省地方标准

风电场集电线路设计规范

Code for design of collecting circuit of wind farm

（征求意见稿）

20XX—XX—XX发布 20XX—XX—XX实施

 发布

陕西省市场监督管理局

目 次

前言 ..3

1 范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 4

3 总体要求 5

4 集电线路布置形式及路径 5

4.1 布置形式 6

4.2 回路数 6

4.3 线路路径 6

5 气象及环境条件 6

5.1 架空集电线路 6

5.2 电缆集电线路 6

6 架空集电线路设计 6

6.1 导地线、绝缘子和金具 6

6.2 绝缘配合及防雷接地 7

6.3 杆塔型式 8

6.4 杆塔荷载及材料 8

6.5 杆塔结构 8

6.6 基础 8

6.7 对地距离和交叉跨越 9

7 电缆集电线路设计 9

7.1 电缆型式与截面选择 9

6.2 电缆附件选择及配置 9

7.3 电缆敷设 9

7.4 电缆的支持与固定 9

7.5 电缆防火与阻燃 10

8 集电线路智能化 10

9 环境保护 10

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。

本文件由陕西省能源局提出并归口。

本文件起草单位：中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司起草。

本规范主要起草人：

风电场集电线路设计规范

# 1 范围

本规范规定了风电场 35kV 集电线路设计的基本技术要求。

本文件适用于陕西省风电场35kV集电线路的设计工作。

# 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 50010 《混凝土结构设计规范》

GB 50017 《钢结构设计规范》

GB 50060 《3~110kV 高压配电装置设计规范》

GB 50061 《66kV 及以下架空电力线路设计规范》

GB 50217 《电力工程电缆设计标准》

GB 50260 《电力设施抗震设计规范》

GB/T 35697 《架空输电线路在线监测装置通用技术规范》

GB/T 35721 《输电线路分布式故障诊断系统》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

风力发电机组 wind turbine generator system

将风的动能转换为电能的系统。

3.2

风力发电场 wind farm

由一批风力发电机组或风力发电机组群组成的电站。

3.3

集电线路 transmission line of power collection system

连接风力发电机组升压变压器高压端或高压风力发电机组出口至风力发电厂升压站主变

压器低压端的电力线路。

3.4

集电系统 power collection system

由集电线路、风力发电机组升压变压器及配电装置等构成，汇集风力发电机组电能并输

送到风力发电场升压站的电力连接系统， 也称为电力汇集系统。

3.5

基本风速 reference wind speed

根据当地空旷平坦地面上 10m 高度处 10min 平均最大风速观测数据，经概率统计得出

30 年一遇最大值后确定的风速。

3.6

轻、中、重冰区 light/medium/heavy icing area

设计覆冰厚度为 10mm 及以下地区为轻冰区， 设计覆冰厚度大于 10mm 小于 20mm 地

区为中冰区，设计覆冰厚度为 20mm 及以上地区为重冰区

3.7

平均运行张力 everyday tension

年平均气温情况下， 弧垂最低点的导线或地线张力

3.8

易舞动区 galloping region

冬春季节， 在冰、风的作用下， 线路易于发生舞动的地区。

3.9

少雷区 less thunderstorm region

平均年雷暴日数不超过 15d 或地面落雷密度不超过 0.78 次/（km2•a）的地区。

3.10

中雷区 middle thunderstorm region

平均年雷暴日数超过 15d 但不超过 40d 或地面落雷密度超过 0.78 次/（km2•a）但不超

过 2.78 次/（km2•a）的地区。

3.11

多雷区 more thunderstorm region

平均年雷暴日数超过 40d 但不超过 90d 或地面落雷密度超过 2.78 次/（km2•a）但不超

过 7.98 次/（km2•a）的地区。

3.12

强雷区 strong thunderstorm region

平均年雷暴日数超过 90d 或地面落雷密度超过 7.98 次/（km2•a）以及根据运行经验雷

害特殊严重的地区。

3.13

人口密集地区 densely populated area

工业企业地区、港口、码头、火车站和城镇等地区。

3.14

人口稀少地区 sparsely populated area

人口密集地区以外的地区。

3.15

交通困难地区 difficult transport area

车辆、农业机械不能到达的地区。

3.16

工业型污秽 Industrial pollution

靠近工业污染源的地区， 污秽层含有导电粒子或缓慢溶解的污秽物。

3.17

农业型污秽 Agraris pollution

位于农业活动附近的地区，污秽源是进行耕作和农作物喷洒， 绝缘子上的污秽层主要是化学制品、鸟粪、土壤中的盐分等。

3.18

沙漠型污秽 Desert pollution

广阔的沙土和长期干旱地区，污秽层含有缓慢熔接的盐， 绝缘子上主要为风载型污秽

物。

# 3 总体要求

3.1 风电场集电线路的设计应从实际出发，因地制宜，考虑风电度电成本，推广采用节

能、降耗、环保的先进技术产品。

3.2 风电场集电线路设计应做到安全可靠、技术先进、经济合理，便于施工和检修维护，资源节约、环境友好。

# 4 集电线路布置形式及路径

## 4.1 布置形式

4.1.1 集电线路的布置形式，应认真进行调查研究，综合考虑风速、冰区、地形、地质、 生态环境保护、旅游景观保护、文物保护、交通设施及对广播电台、军事设施影响等因素， 统筹兼顾，并应进行全寿命周期内的技术经济比较，做到经济合理、安全适用。

4.1.2 风电场集电线路布置形式可采用架空线路、电缆线路或架空电缆混合线路。

4.1.3 风机箱式变压器单元高压侧出线应根据箱式变压器结构选择电缆出线或架空出线。

4.1.4 集电线路位于重冰区或设计风速达到35m/s以上时，宜选择电缆集电线路。

4.1.5 架空集电线路的终端杆（塔）应靠近机组变电单元，但与风力发电机组的距离应大于杆（塔） 高度，且边导线与风机塔筒间的距离应满足电气安全距离的要求。

4.1.6 架空集电线路与风机叶片的最小距离应满足安全运行要求，最小距离校验应计及：

a）风机叶片及塔筒的最大偏移；

b）风机基础与杆塔施工后的基面高程变化。

## 4.2 回路数

4.2.1 大型风电场集电线路宜采用 35kV 电压等级， 小型风电场及分布式风电场电压等级 应根据接入点情况、输送容量及输送距离选择相宜的电压等级。

4.2.2 集电线路回路数的确定应符合下列要求：

a）线路总长度宜短；

b）应根据风力发电机布置特点及升压站的位置综合考虑，升压站离风电场较远时宜选择回路数较少的方案；

c）应综合考虑初始投资、电能损耗及运维成本因素选择线路回路数；

d）应在满足电缆、导线单回最大输送容量的基础上，尽可能减少线路回路数。

## 4.3 线路路径

4.3.1 集电线路路径选择应综合考虑风力发电机组布置、风力发电机组结构参数、升压站 位置、线路长度、地形地貌、地质、交通、施工及基本农田、林地、压覆矿、居民点、军事 设施、文物遗址、工矿设施等因素，进行多方案技术经济比较， 做到安全适用、环境友好、 经济合理。

4.3.2 架空集电线路路径选择宜避开重覆冰、易舞动等微气象区域及其他影响线路安全运 行的区域。

4.3.3 集电线路路径应与风电场施工维护道路及风机吊装平台统一规划， 宜与施工维护道 路分列风机两侧，避免风机施工、维护时与集电线路相互影响。

# 5 气象及环境条件

## 5.1 架空集电线路

5.1.1 集电线路设计气象条件选取应符合GB 50061的相关规定。

5.1.2 当风电场距离气象站较远、两地地形差异大、气象站资料对工程地点的代表性较差 时时，设计风速可根据风电场测风塔实测数据进行推算。

## 5.2 电缆集电线路

5.2.1 电缆集电线路的设计环境温度应根据当地气象温度多年平均值确定。

5.2.2 电缆在土壤中直埋敷设时，土壤热阻系数取值应符合GB 50217的相关规定。

# 6 架空集电线路设计

## 6.1 导地线、绝缘子和金具

6.1.1 架空导线及其截面选择应根据集电线路输送容量、线路压降及环境条件进行选择。

6.1.2 架空集电线路的地线宜采用光纤复合架空地线。

6.1.3 在工业型或农业型且以粉尘污秽为主要污染物的污秽区，悬垂绝缘子宜选用复合绝

缘子；耐张绝缘子宜选用自洁性能好的绝缘子，不宜使用钟罩型（深棱型）绝缘子。

6.1.4 在沙漠型污秽地区及强雷区，悬垂绝缘子和耐张绝缘子均宜选用空气动力型（含草 帽型）绝缘子。

6.1.5 重覆冰区域不宜采用复合绝缘子，可采用大小伞伞形绝缘子， 接地端加装大盘径绝 缘子等措施提高绝缘子的覆冰闪络电压， 降低绝缘子融冰闪络概率。

5.1.6 在鸟害区域，宜在杆塔顶端安装驱鸟装置或加装防鸟装置，采用复合绝缘子时，硅橡胶应采用防鸟啄食的配方。

5.1.7 绝缘子及金具的机械强度安全系数应符合GB 50061的相关规定。

## 6.2 绝缘配合及防雷接地

6.2.1 在海拔高度1000m以下空气清洁地区，35kV线路悬垂绝缘子串绝缘子片数宜不小于3片。

6.2.2 耐张绝缘子串的绝缘子片数应比悬垂绝缘子串的同型绝缘子多一片。

6.2.3 海拔高度超过 1000m 地区，绝缘子串的绝缘子数量可根据运行经验适当增加，海

拔高度1000m~3500m的地区，绝缘子串的绝缘子片数应按下式确定：

nℎ ≥ n(1+0.1(H−1)) （1）

式中：

*nh*－海拔高度为1000m～3500m 地区的绝.子数量（片）;

*n*－海拔高度为1000m以下地区的绝缘子数量（片）；

*H*－海拔高度（km）。

6.2.4 35kV 复合绝缘子在海拔高度超过1000m的地区最小电弧距离不应小于表2的要求。

表 2 35kV 复合绝缘子在海拔高度超过1000m的地区最小电弧距离

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 海拔（m） | 1000 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 |
| 距离（mm） | 450 | 610 | 650 | 700 | 750 |

6.2.6 杆上配电装置安全净距应符合GB 50060相关规定，架空线路导线与杆塔间空气间隙应符合GB50061的相关规定。

6.2.7 风力发电机组侧杆塔上安装的隔离开关或跌落式熔断器，其安装对地高度不宜小于 4.5m，隔离开关或跌落式熔断器上口引上导线应采用横担绝缘子固定，横担绝缘子端部应有导线固定金具， 不应使用绑扎方式固定。

6.2.8 海拔高度不超过1000m的地区，35kV隔离开关或跌落式熔断器引上导线固定横担

绝缘子垂直间距不宜大于2m。

6.2.9 箱变高压侧电缆引上至架空线路时，应在隔离开关或跌落式熔断器上口安装避雷器，避雷器应可靠接地。

6.2.10 架空集电线路可采用下列雷电过电压保护方式：

a）35kV架空集电线路应全线架设地线， 地线保护角宜采用 20°~30° ;

b）在多雷区，宜安装线路用避雷器，适当加强绝缘、改善接地；

c）在强雷区，应安装线路用避雷器。

6.2.11 架空集电线路光纤复合架空地线在风力发电机组侧杆塔引下进入风机时，应在杆塔 顶引下处、最下端（余缆前）固定点和光缆末端（接续盒前） 分别通过匹配的专用接地线可靠接地。

6.2.12 架空集电线路杆塔应全线接地， 风力发电机组侧杆塔接地装置应与机组接地装置可靠连接，升压站侧终端杆塔采用电缆进入升压站时，其工频接地电阻不宜大于5Ω。

6.2.13 钢筋混凝土杆塔的横担、地线支架等接地构件之间应有可靠的电气连接并与接地引下线相连。接地引下线应采用外敷方式，外敷的接地引下线可采用镀锌钢绞线，其截面积不应小于25mm2。

6.2.14 集电线路杆塔接地装置材料应根据土壤腐蚀性选择，强腐蚀地区宜采用镀铜材料或 其他耐腐蚀的材料， 中等及弱腐蚀地区宜采用热镀锌材料。

## 6.3 杆塔型式

6.3.1 集电线路宜根据路径和风电场地形、气象条件等特点选用自立式铁塔或钢筋混凝土 杆，在旅游风景区、开发区、城市郊区、变电站出口等，亦可采用钢管杆。

6.3.2 当选用钢筋混凝土杆时，寒冷地区宜选用环形钢筋混凝土杆，当地下水位较高时，下部杆端宜填实心素混凝土，在实心上部设置排水孔，应采取防冻防胀措施。

6.3.3 架空集电线路的线间距离应按下式确定：

D ≥ 0.4Lk +  + 0.65√f （2）

6.3.4 重覆冰区集电线路导线的水平线间距离应根据运行经验较上条要求值加大5%~15%。

## 6.4 杆塔荷载及材料

6.4.1 杆塔的荷载可分为下列两类：

a）永久荷载：导线、地线、绝缘子及其附件的重力荷载，杆塔构件及杆塔上固定设备

的重力荷载，土压力和预应力等；

b）可变荷载：导线或地线张力荷载，导线或地线覆冰荷载，附加荷载，活荷载等。

6.4.2 各类杆塔均应计算集电线路的运行工况、断线工况和安装工况的荷载。

6.4.3 集电线路杆塔应计算下列特殊工况的荷载：

a) 多回塔分期挂线；

b）OPGW光缆架设于导线下方；

c）杆塔两侧地线根数不同。

6.4.4 重冰地区各类杆塔的断线工况应按覆冰、无风、气温为-5°C 计算，断线工况的覆冰 荷载不应小于运行工况计算覆冰荷载的 50% ，并应按所有导线及地线不均匀脱冰，一侧覆冰 100%，另侧覆冰不大于 50%计算不平衡张力荷载。对直线杆塔，可按导线和地线不同时发生 不均匀脱冰验算；对耐张型杆塔，可按导线和地线同时发生不均匀脱冰验算。

6.4.5 型钢铁塔的钢材的强度设计值和标准应按GB 5001的有关规定釆用。

6.4.6 环形断面钢筋混凝土电杆的钢筋宜采用 HPB300、HRB400 钢筋；预应力混凝土杆的 钢筋宜采用预应力钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋。

6.4.7 环形断面钢筋混凝土电杆的混凝土强度不应低于C30；预应力混凝土电杆的混凝土 强度不应低于 C40 。其他预制混凝土构件的混凝土强度不应低于C20。

6.4.8 混凝土和钢筋的材料强度设计值与标准值应符合GB 50010的相关规定。

## 6.5 杆塔结构

6.5.1 钢结构构件的计算应计入节点和连接的状况对构件承载力的影响，并应符合GB 50017的相关规定。

6.5.2 环形截面混凝土构件的计算应符合GB 50010的相关规定。

6.5.3 钢筋混凝土杆段之间连接宜采用法兰连接，钢管杆杆段之间连接可采用法兰、插接 或焊接，并应采用有效防腐措施。

6.5.4 电气设备支架与杆塔连接宜采用柔性固定方式，应避免在主材上开孔。

6.5.5 在1级以上舞动区，耐张塔、紧邻耐张塔的直线塔，重要交叉跨越段杆塔，应全塔采用双螺母防松螺栓。

## 6.6 基础

6.6.1 集电线路基础型式的选择，应综合考虑沿线地质、施工条件和杆塔型式等因素，并应符合下列要求：

a)有条件时，应优先采用原状土基础；对于黄土等自立性较好的土壤宜釆用掏挖基础

或挖孔基础；岩石地质宜采用岩石嵌固基础或锚杆基础； 软土地基宜采用大板基础或桩基础；对于运输条件较差的沙漠地区宜采用装配式基础或金属基础； 采动影响区基础应选用便 于纠偏的基础形式， 宜将独立钢筋混凝土直柱板式基础与防护底板结合使用，塔脚应采用地脚螺栓连接；电杆及拉线宜采用预制装配式基础。

b）山区集电线路应结合地形条件采用高低基础方案。

6.6.2 基础应根据杆位或塔位的地质资料进行设计。现场浇制钢筋混凝土基础的混凝土强

度等级不应低于 C25。

6.6.3 基础设计应考虑地下水位季节性的变化。位于地下水位以下的基础和土壤应考虑水的浮力并取有效重度。

6.6.4 采用岩石基础必须逐基鉴定岩体的稳定性、覆盖层厚度、岩石的坚固性及岩石风化程度等情况。

6.6.5 设置在河流两岸或河中的基础应根据地质水文资料进行设计，并应计入水流对地基的冲刷和漂浮物对基础的撞击影响。6.6.6 自重湿陷性黄土地区的原状土基础宜根据塔基微地形和水文条件在基础上部设置灰 土隔水层。

## 6.7 对地距离和交叉跨越

6.7.1 架空集电线路导线对地及交叉跨越距离应符合现行国家标准要求。

# 7 电缆集电线路设计

## 7.1 电缆型式与截面选择

7.1.1 电缆选型应符合GB50217的相关规定。

7.1.2 电缆导体材质应进行技术经济比选确定。

7.1.3 电缆宜选用交联聚乙烯绝缘类型。

7.1.4 年最低温度在- 15°C 以下应选用交联聚乙烯、聚乙烯、耐寒橡皮绝缘电缆。低温环 境不宜选用聚氯乙烯绝缘电缆。

7.1.5 除年最低温度在- 15°C 以下低温环境， 电缆挤塑外护层宜选用聚乙烯材料外， 其他 可选用聚氯乙烯外护层。

## 6.2 电缆附件选择及配置

7.2.1 电缆附件选择与配置应符合GB50217的相关规定。

7.2.2 电缆终端及接头构造类型宜采用冷缩型。

7.2.3 升压站与箱变侧的电缆接地线宜与升压站及箱变接地网连接。

7.2.4 架空集电线路通过电缆进入升压站时，在架空集电线路终端杆塔与电缆连接处应加

装一组避雷器，其接地端应以尽可能短的连线（长度宜小于1m）与电缆的金属外皮连接后，再与终端杆塔接地装置连接。

## 7.3 电缆敷设

7.3.1 电缆集电线路路径的选择应符合下列要求：

a）线路路径宜沿已有道路或风电场检修道路并行敷设；

b）路径相近电缆宜共沟敷设；

c）应避免电缆遭受机械性外力、过热、腐蚀等危害；

d）应便于敷设、维护。

7.3.2 集电电缆线路在任何敷设方式及其全部路径条件的上下左右改变部位，均应满足电

缆允许弯曲半径要求，并应符合电缆绝缘及其构造特性的要求。

7.3.3 集电电缆线路宜采用直埋敷设，直埋敷设时应按照GB 50217 的相关规定执行。

7.3.4 集电电缆线路宜与风电场通信光缆同沟敷设，电缆与光缆间距应满足《电力工程电 缆设计标准》（GB50217）的相关规定。

## 7.4 电缆的支持与固定

7.4.1 电缆敷设应符合GB 50217的相关规定。

7.4.2 在电缆终端杆塔处， 露出地面部分的电缆应采用具有一定机械强度的保护管保护， 露出地面的保护管总长不应小于3.0m，单芯电缆应采用非导磁性材料制成的保护管，保护 管宜在底部及中间部位各固定一次。

## 7.5 电缆防火与阻燃

7.5.1 多回电缆及通信光缆共沟敷设，应按工程重要性、火灾概率及其特点和经济合理等 因素，采取下列安全措施：

a）实施防火分隔；

b）采用适当阻燃等级的阻燃电缆；

c）增设在线监测装置。

7.5.2 防火分隔方式与阻止延燃措施应按照GB 50217的相关规定执行。

# 8 集电线路智能化

8.1 长距离电缆集电线路宜采用光纤测温、行波测距或在线监测等方式进行监测。

8.2 架空集电线路在下列情形中，宜采用故障录波、行波测距、图像在线监测、无人机

巡检、巡检机器人等方式进行监测：

a）大型风电基地、风电示范项目或智慧型风电场；

b）跨越高速铁路、高速公路；

c）微气象区域；

d）重覆冰区域；

e）人工巡检困难地区。

8.3 集电线路智能化在线监测装置应符合GB/T 35721和GB/T 35697的相关规定。

# 9 环境保护

 集电线路设计应符合国家环境保护、水土保持和生态环境保护的有关法律法规的要

求。