

ICS 29.150.50

K 45

备案号: 47854-2015

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 31057 — 2014

风力发电场集电系统过电压保护技术规范

Technical specification of overvoltage protection of power
collection system for wind farm

2014-10-15 发布

2015-03-01 实施

国家能源局 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 电气设备的绝缘水平 | 2 |
| 5 中性点接地方式 | 4 |
| 6 暂时过电压 | 4 |
| 7 操作过电压 | 4 |
| 8 雷电过电压 | 5 |
| 9 集电系统配电装置安全净距 | 7 |
| 10 交接试验及验收 | 9 |
| 11 运行维护 | 9 |
| 附录 A (资料性附录) 集电系统中性点接地设备的选择和运行方式要求 | 10 |

前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则编写。

根据国家能源局《关于下达 2011 年第一批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2011〕27 号）要求制定。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由能源行业风电标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：龙源电力集团股份有限公司、武汉大学。

本标准主要起草人：张宝全、王建国、颜文、王顺超、范子超、李显强、杜澍春、张国珍、朱树立。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

风力发电场集电系统过电压保护技术规范

1 范围

本标准规定了风力发电场集电系统过电压保护的技术要求。
本标准适用于并网型陆上风力发电场的 66kV 及以下集电系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 311.1 绝缘配合 第 1 部分：定义、原则和规则
- GB1094.11 电力变压器 第 11 部分：干式变压器
- GB 50060 3kV~110kV 高压配电装置设计规范
- GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
- GB 50147 电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范
- GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准
- GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范
- DL/T 393 输变电设备状态检修试验规程
- DL/T 474 现场绝缘试验实施导则
- DL/T 5191 风力发电场项目建设工程验收规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

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场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

保护角 shielding angle
地线对导线的保护角指杆塔处（不考虑风偏），地线对水平面的垂线和地线与导线的连线之间的夹角。

NB / T 31057 — 2014

3.6

地闪密度 **ground flash density**
每年每平方公里地面落雷次数。

3.7

雷暴日 **thunderstorm day**
一天中可听到一次及以上的雷声称为一个雷暴日。

3.8

少雷区 **less thunderstorm region**
平均年雷暴日数不超过 15 的地区。

3.9

中雷区 **middle thunderstorm region**
平均年雷暴日数超过 15 但不超过 40 的地区。

3.10

多雷区 **more thunderstorm region**
平均年雷暴日数超过 40 但不超过 90 的地区。

3.11

强雷区 **strong thunderstorm region**
平均年雷暴日数超过 90 的地区及根据运行经验雷害特殊严重的地区。

3.12

交流无间隙金属氧化物避雷器 **metal oxide surge arrester; MOA**
由非线性金属氧化物电阻片串联和（或）并联组成的避雷器，通常简称为避雷器。

3.13

线路用避雷器 **line surge arrester**
并联连接在线路绝缘子的两端，用于限制线路上的雷电过电压的避雷器。线路用避雷器分为无间隙避雷器和带外串联间隙避雷器，带外串联间隙避雷器由线路用避雷器本体和外串联间隙两部分构成。

3.14

电缆护层保护器 **cable-sheath protector; CP**
一般由非线性金属氧化物电阻片组成，接于电缆端部金属护层与接地极之间，在正常工作电压下呈高电阻以限制金属护层上的工频感应电流，在过电压下呈低电阻以限制电缆护层的过电压水平。

4 电气设备的绝缘水平

4.1 集电系统运行中电气装置承受的电压有：

- a) 工作电压。
- b) 暂时过电压。
- c) 操作过电压。
- d) 雷电过电压。

4.2 集电系统电气设备的标准绝缘水平见表 1。

表 1 集电系统电气设备的标准绝缘水平 单位：kV

| 集电系统标称电压 (有效值) | 设备最高电压 (有效值) | 额定雷电冲击耐受电压 (峰值) | | 额定短时 (1min) 工频 耐受电压 (有效值) |
|-------------------|-----------------|-----------------------------------|-------|----------------------------------|
| | | 系列 I | 系列 II | |
| 0.69 | 0.759 | 6 ^a 10 ^a | — | 3 ^a 5 ^a |

表 1（续）

| 集电系统标称电压 (有效值) | 设备最高电压 (有效值) | 额定雷电冲击耐受电压 (峰值) | | 额定短时 (1min) 工频 耐受电压 (有效值) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------|----------|------------------------------|
| | | 系列 I | 系列 II | |
| 10 | 12.0 | 60 | 75 95 | 30/42 ^c ; 35 |
| 20 | 24.0 | 95 | 125 | 50; 55 |
| 35 | 40.5 | 185/200 ^b | | 80/95 ^c ; 85 |
| 66 | 72.5 | 325 | | 140 |
| 注 1: 系统标称电压 10kV~20 kV 所对应设备的系列 I 的绝缘水平, 仅用于中性点低电阻接地系统。 | | | | |
| ^a 上下两个数据分别用于干式和油浸式变压器。 ^b 该栏斜线下的数据仅用于设备的内绝缘。 ^c 该栏斜线上的数据为设备外绝缘在湿燥状态下的耐受电压; 该栏斜线下的数据为设备外绝缘在干燥状态下的耐受电压。在分号“;”之后的仅用于变压器类设备的内绝缘。 | | | | |

4.3 集电系统各类设备的额定雷电冲击耐受电压见表 2。

表 2 集电系统各类设备的额定雷电冲击耐受电压 单位：kV

| 系统标称 电压 (有效值) | 设备最 高电压 (有效值) | 额定雷电冲击（内、外绝缘）耐受电压（峰值） | | | | | | 雷电冲击截波耐 受电压（峰值） |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| | | 变压器 ^a | 并 联 电 抗 器 | 耦 合 电 容 器、电 压 互 感 器 | 高 压 电 力 电 缆 ^b | 高 压 电 器 | 母 线 支 柱 绝 缘 子、 穿 墙 套 管 | 变 压 器 类 设 备 的 内 绝 缘 |
| 10 | 12.0 | 75（60） | 75（60） | 75（60） | — | 75（60） | 75（60） | 85 |
| 20 | 24.0 | 125（95） | 125（95） | 125（95） | 125（95） | 125（95） | 125（95） | 140 |
| 35 | 40.5 | 185/200 | 185/200 | 185/200 | 200 | 185 | 185 | 220 |
| 66 | 72.5 | 325 | 325 | 325 | 325 | 325 | 325 | 360 |
| | | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 385 |
| 注 1：圆括号内数据仅用于中性点低电阻接地系统。 注 2：斜线下的数据仅用于设备的内绝缘。 | | | | | | | | |
| ^a 干式变压器的额定雷电冲击耐受电压值参照 GB 1094.11。 ^b 指热状态下的耐受电压值。 | | | | | | | | |

4.4 集电系统各类设备的短时工频耐受电压见表 3。

表 3 集电系统各类设备的短时（1min）工频耐受电压 单位：kV

| 系统标称 电压 （有效值） | 设备最高电压 （有效值） | 内、外绝缘（干试与湿试） | | | | 母线支柱绝缘子 | |
|---------------------|-----------------|------------------|--------------------|----------------------------------------|-------------------------|---------|-----|
| | | 变压器 ^a | 并联电抗器 ^a | 耦合电容器、高压电器、 电压互感器和穿墙套管 ^b | 高压电力 电缆 ^b | 湿试 | 干试 |
| 10 | 12.0 | 30/35 | 30/35 | 30/42 | — | 30 | 42 |
| 20 | 24.0 | 50/55 | 50/55 | 50/65 | 50/55 | 50 | 68 |
| 35 | 40.5 | 80/85 | 80/85 | 80/95 | 80/85 | 80 | 100 |

表 3（续）

| 系统标称电压 (有效值) | 设备最高电压 (有效值) | 内、外绝缘（干试与湿试） | | | | 母线支柱绝缘子 | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------|---------|-----|
| | | 变压器 ^a | 并联电抗器 ^a | 耦合电容器、高压电器、电压互感器和穿墙套管 ^b | 高压电力电缆 ^b | 湿试 | 干试 |
| 66 | 72.5 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 165 |
| | | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 185 |
| ^a 该栏斜线下的数据为该类设备的内绝缘和外绝缘干状态的耐受电压；该栏斜线上的数据为该类设备的外绝缘湿耐受电压。干式变压器的工频耐受电压值参照 GB 1094.11。 ^b 该栏中斜线下的数据为该类设备的外绝缘干耐受电压。 | | | | | | | |

4.5 风力发电机组（以下简称“机组”）升压变压器低压侧所安装的低压避雷器的外套绝缘耐受电压见表 4。

表 4 低压避雷器的外套绝缘耐受电压 单位：kV

| 项 目 | 干 试 | 湿 试 |
|------------------------|-----|-----|
| 短时（1min）工频耐受电压 | 5 | 3 |
| 雷电冲击耐受电压 | 3.9 | |
| 注 1：低压避雷器额定电压为 0.59kV。 | | |

5 中性点接地方式

- 5.1 机组升压变压器的低压侧中性点应直接接地。
- 5.2 含机组升压变压器的集电系统的高压部分以及连接高压机组的集电系统，中性点一般可采用谐振接地或低电阻接地方式。
- 5.3 集电系统中性点接地设备的选择和运行方式要求可参见附录 A。

6 暂时过电压

- 6.1 集电系统中工频过电压一般由线路空载、甩负荷和单相接地等故障引起，可不采取特殊措施限制工频过电压。
- 6.2 集电系统操作和故障情况下，电感电容参数的不利组合会引起谐振过电压，风力发电场应采取有效措施加强防护。对于中性点不接地系统，因故障（主要是单相接地故障）或操作等原因引起电磁式电压互感器上电压增高或产生励磁涌流，导致铁芯饱和，会引起铁磁谐振过电压。防止和限制铁磁谐振过电压的措施：
 - a) 选用励磁特性饱和点较高的电磁式电压互感器。
 - b) 在互感器开口三角绕组中装设电阻或其他专门消除此类铁磁谐振的装置。
 - c) 在互感器高压绕组的中性点接入零序电压互感器，即采用 4PT 接线方式。
 - d) 安装消谐装置。

7 操作过电压

- 7.1 集电系统的操作过电压一般由单相接地、空载线路分合闸、操作空载变压器和并联电抗器、开断并联电容补偿装置等原因引起。
- 7.2 断路器开断空载集电线路发生重击穿时的过电压与系统中性点接地方式、开断前是否有接地故障

等因素有关，应采用重击穿概率极低的断路器。

7.3 集电系统空载线路合闸和单相重合闸过电压一般不超过系统最大工作相电压幅值的 3.0 倍，通常无需采取限制措施。

7.4 采用熄弧性能较强的断路器开断励磁电流较大的变压器会产生高幅值过电压，可在断路器的非电源侧装设避雷器加以限制。

8 雷电过电压

8.1 架空集电线路的雷电过电压及保护

8.1.1 架空集电线路的雷电过电压保护应根据集电线路电压等级、当地线路运行经验、雷电活动强弱、地闪密度、地形地貌特点和土壤电阻率等条件，通过技术经济比较确定。

8.1.2 架空集电线路的雷电过电压类型

8.1.2.1 雷击架空集电线路杆塔或地线时，会在绝缘子（串）两端出现雷电过电压。该过电压与杆塔自身电感、杆塔冲击接地电阻、地线分流以及雷电流幅值等因素有关。

8.1.2.2 雷电直击架空集电线路导线将产生雷电过电压。

8.1.2.3 雷击集电线路附近物体或地面，在线路的导线上将产生雷电感应过电压，最大幅值可达 300kV~400kV，有可能对 35kV 及以下架空集电线路和电气设备的绝缘产生危害。

8.1.3 架空集电线路雷电过电压保护

对架空集电线路的雷电过电压宜采用以下方式进行防护：

- a) 除少雷区外，35kV 及以上电压等级的架空集电线路应全线架设地线，地线的保护角不宜大于 25°。对于有地线的架空集电线路，雷季干燥时，其单基杆塔不连地线时的工频接地电阻不宜超过表 5 规定的数值。

表 5 有架空地线的架空集电线路杆塔的工频接地电阻

| 土壤电阻率 ρ $\Omega \cdot m$ | $\rho < 100$ | $100 < \rho \leq 500$ | $500 < \rho \leq 1000$ | $1000 < \rho \leq 2000$ | $\rho > 2000$ |
|----------------------------------|--------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| 工频接地电阻值 Ω | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |

- b) 在少雷区，风力发电场架空集电线路可不沿全线架设地线，但应在升压站的进线段架设地线，进线段长度不宜小于 500m。
- c) 在多雷区，宜安装线路用避雷器，也可考虑架设双地线，适当加强绝缘、改善接地。
- d) 在强雷区，应安装线路用避雷器。
- e) 除在少雷区外，采用钢筋混凝土杆塔的 10kV 架空集电线路，宜采用绝缘横担，当采用铁横担时，对可靠性要求高的集电线路宜采用高一电压等级的绝缘子。
- f) 在土壤电阻率不大于 $500\Omega \cdot m$ 的地区，允许将架空集电线路的地线引接至升压站出线门型架构上，但应在构架附近装设集中接地装置。在土壤电阻率大于 $500\Omega \cdot m$ 的地区，架空集电线路的地线应架设到线路终端杆塔为止。从线路终端杆塔到升压站配电装置的一档线路的保护，可采用独立避雷针，也可在线路终端杆塔上装设避雷针。
- g) 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，再与终端杆接地装置连接，终端杆塔工频接地电阻不宜大于 5Ω 。

8.1.4 有地线的架空集电线路，应防止雷击档距中央后反击导线。15℃无风时，档距中央导线与地线间的距离不宜小于式（1）要求：

$$S_l=0.012l+1 \tag{1}$$

NB / T 31057 — 2014

式中：

S_1 ——导线与地线间的距离，m；

l ——档距长度，m。

8.1.5 在海拔高度为 1000m~3000m 的地区，20kV、35kV 及 66kV 架空集电线路导线与杆塔间的空气间隙不应小于表 6 中所列数值，10kV 线路不应小于表 7 中所列数值。对于悬垂绝缘子串，表中要求的空气间隙为风偏后的距离，风偏角计算用风速对于运行电压和操作过电压分别为线路设计基本风速和 50%线路设计基本风速。对于雷电过电压，计算用风速取 10m/s。

表 6 20kV、35kV 及 66kV 架空集电线路的最小空气间隙

| 系统标称电压 kV | 海拔 m | 雷电过电压间隙 mm | 操作过电压间隙 mm | 运行电压间隙 mm |
|--------------|---------|---------------|---------------|--------------|
| 20 | 1000 | 350 | 120 | 50 |
| | 2000 | 385 | 132 | 55 |
| | 3000 | 420 | 144 | 60 |
| 35 | 1000 | 450 | 250 | 100 |
| | 2000 | 495 | 275 | 110 |
| | 3000 | 540 | 300 | 120 |
| 66 | 1000 | 650 | 500 | 200 |
| | 2000 | 715 | 550 | 220 |
| | 3000 | 780 | 600 | 240 |

表 7 10kV 架空集电线路的最小空气间隙

| 系统标称电压 kV | 海拔 m | 过引线、引下线与邻相导线之间 mm | 导线与杆塔构件、拉线之间 mm |
|--------------|---------|----------------------|--------------------|
| 10 | 1000 | 300 | 200 |
| | 2000 | 330 | 220 |
| | 3000 | 360 | 240 |

8.1.6 当确认钢筋混凝土杆塔的非预应力钢筋经绑扎或焊接形成可靠电气通路时，非预应力钢筋可兼作接地引下线；当非预应力钢筋未形成可靠电气通路时，应外敷接地引下线，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。

8.1.7 钢筋混凝土杆塔的横担、地线支架等接地构件之间宜有可靠的电气连接并与接地引下线相连；利用钢筋兼作接地引下线的钢筋混凝土杆塔，其钢筋与接地螺母、铁横担间应有可靠的电气连接。

8.2 机组升压变压器及配电装置的雷电过电压保护

8.2.1 机组升压变压器的低、高压侧应分别安装相对的避雷器（见图 1 和图 2 中的 MOA₁ 和 MOA₂），其参数应符合表 8 的要求。

表 8 典型的集电系统避雷器参数

| 系统标称 电压有效值 kV | 避雷器额定 电压有效值 kV | 避雷器持续运行 电压有效值 kV | 雷电冲击电 流峰值残压 kV | 直流 1mA 参考电压 kV | 标称放电 电流 kA |
|---------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------|
| 0.69 | 0.59 | 0.46 | ≤3.0 | ≥0.84 | 5 |

表 8（续）

| 系统标称 电压有效值 kV | 避雷器额定 电压有效值 kV | 避雷器持续运行 电压有效值 kV | 雷电冲击电 流峰值残压 kV | 直流 1mA 参考电压 kV | 标称放电 电流 kA |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------|
| 10 | 17（13） | 13.6（10.4） | ≤45.0（32.5） | ≥24（18.4） | 10 |
| 20 | 34（26） | 27.2（20.8） | ≤90.0（65.0） | ≥48（36.8） | 10 |
| 35 | 54（42） | 43.2（33.6） | ≤134（104） | ≥77（59.4） | 10 |
| 66 | 96（72） | 75.0（56.3） | ≤250（187） | ≥140（105） | 10 |
| 注 1：圆括号内数据仅用于故障清除时间不超过 10s 的中性点谐振接地系统和低电阻接地系统。 注 2：额定电压为 12kV~96kV 避雷器的 2ms 方波的电流不小于 600A。 注 3：额定电压为 34kV 以上的避雷器应加装放电计数器。 | | | | | |

避雷器高压端与升压变压器绕组相线之间、接地端与升压变压器外壳之间的连接线应尽可能短（长度宜小于 1m）。对于箱式升压变压器，避雷器应安装在其内部；对于敞开式升压变压器，避雷器应尽可能靠近其安装，避雷器接地端应直接与升压变压器外壳连接，再与接地装置连接。

8.2.2 升压变压器高压侧与集电线路之间安装有跌落式熔断器或隔离开关时，应在跌落式熔断器和隔离开关的线路侧安装相对地避雷器（见图 1 和图 2 中的 MOA₃），其参数应符合表 8 的要求。

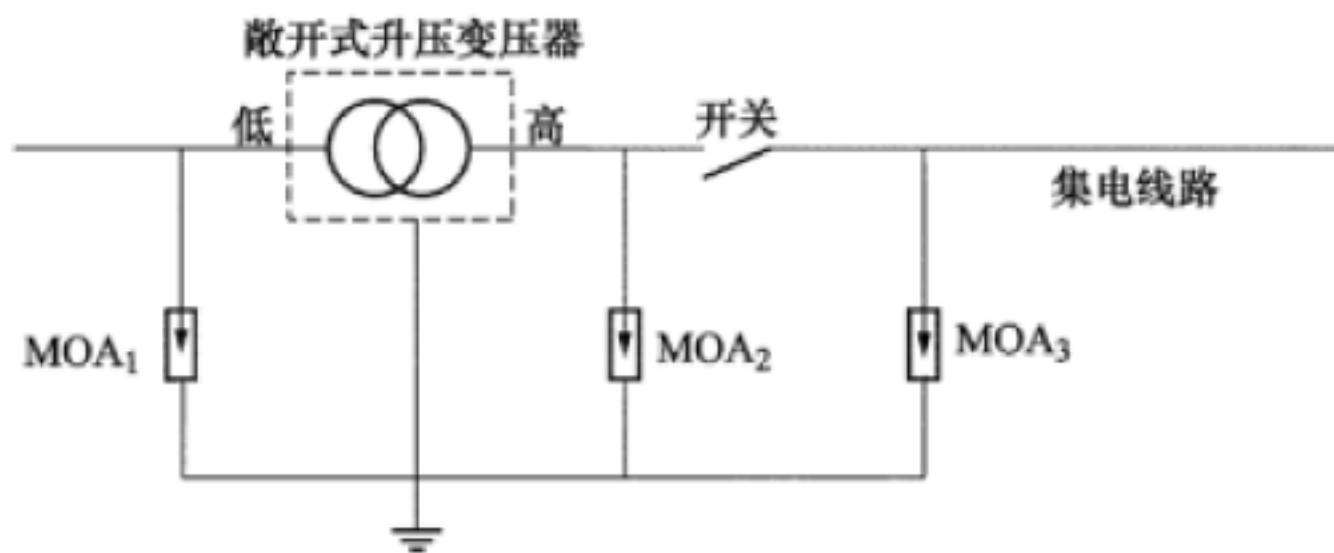


图 1 敞开变高压侧直接与架空集电线路连接时的雷电过电压保护接线

8.2.3 当集电系统中电缆的长度超过 50m 时，应在其两端安装避雷器（见图 2 中的 MOA₃ 和 MOA₄），避雷器参数应符合表 8 的要求，当其长度不超过 50m，可只在其一端安装避雷器。当电缆与架空集电线路连接时，应在连接处安装一组避雷器，避雷器参数应符合表 8 的要求。三芯电缆两端的金属屏蔽层应直接接地，见图 2a）；单芯电缆一端的金属屏蔽层应直接接地、另一端的金属屏蔽层应经电缆护层保护器接地，见图 2b）。避雷器的接地端应以尽可能短的连线（长度宜小于 1m）与电缆的金属屏蔽层以及升压变压器外壳连接后，再与接地装置连接。

9 集电系统配电装置安全净距

9.1 户外和户内配电装置安全净距应符合 GB 50060 的要求。具有绝缘外皮的导体及裸导体的安全净距要求相同。

9.2 户外配电装置的安全净距不应小于表 9 的规定，电气设备外绝缘体最低部位距地小于 2500mm 时，应装设固定遮栏。

9.3 户内配电装置的安全净距不应小于表 10 的规定，电气设备外绝缘体最低部位距地小于 2300mm 时，应装设固定遮栏。

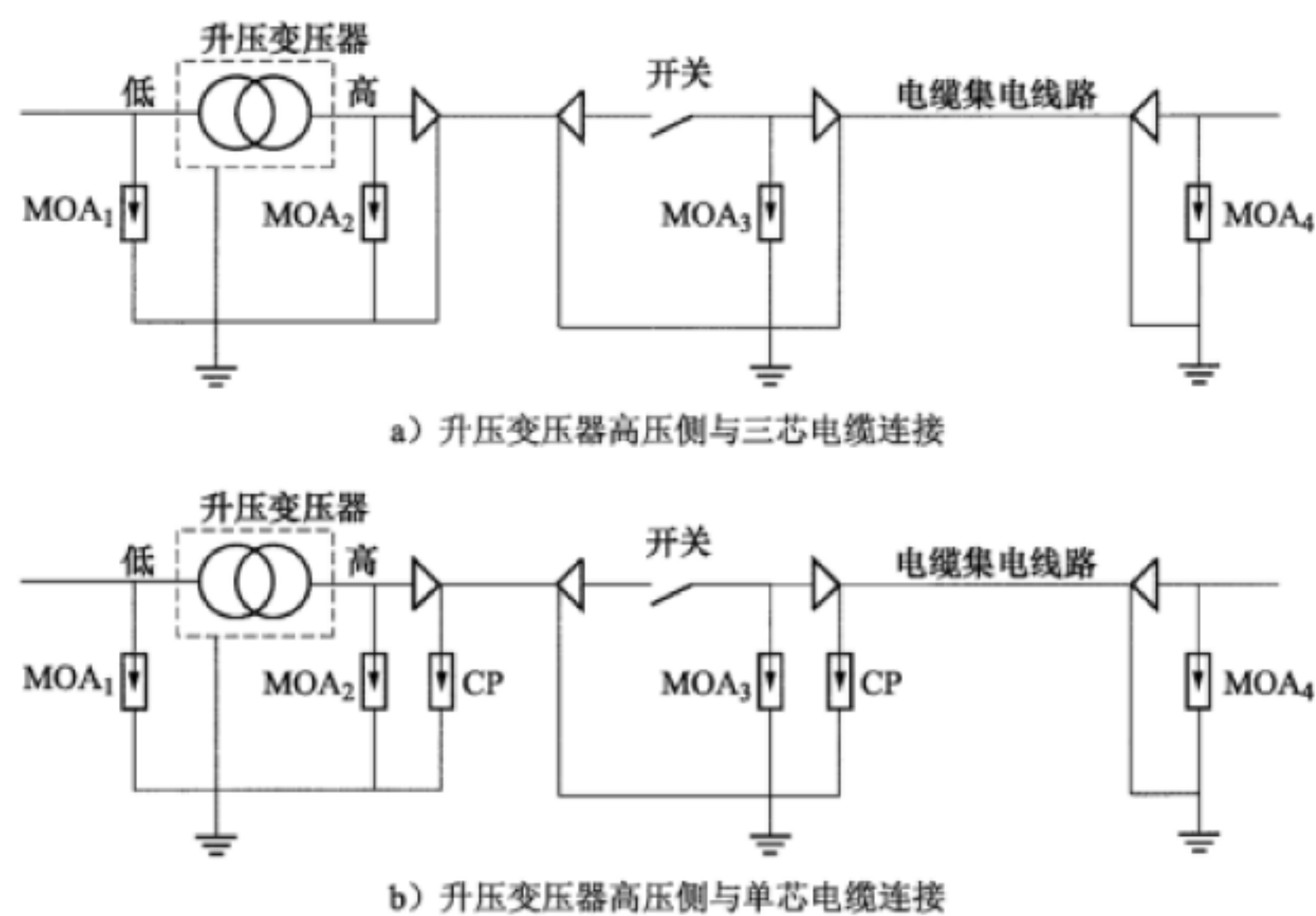


图 2 升压变压器高压侧经电缆与电缆集电线路连接时的雷电过电压保护接线

表 9 集电系统户外配电装置的安全净距 单位: mm

| 序号 | 适 应 范 围 | $U_n=10\text{kV}$ | $U_n=20\text{kV}$ | $U_n=35\text{kV}$ | $U_n=66\text{kV}$ |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| A_1 | 带电部分至接地部分之间 | 200 | 300 | 400 | 650 |
| | 网状遮栏向上延伸线距地 2500mm 处与遮栏上方带电部分之间 | | | | |
| A_2 | 不同相的带电部分之间 | 200 | 300 | 400 | 650 |
| | 断路器和隔离开关的端口两侧引线带电部分之间 | | | | |
| B_1 | 设备运输时, 其设备外廓至无遮栏带电部件之间 | 950 | 1050 | 1150 | 1400 |
| | 交叉的不同时停电检修的无遮栏带电部件之间 | | | | |
| | 栅状遮栏至绝缘体和带电部件之间 | | | | |
| | 带电作业时带电部分至接地部分之间 | | | | |
| B_2 | 网状遮栏至带电部分之间 | 300 | 400 | 500 | 750 |
| C | 无遮栏裸导体至地面之间 | 2700 | 2800 | 2900 | 3100 |
| | 无遮栏裸导体至建筑物、构筑物顶部之间 | | | | |
| D | 平行的、不同时停电检修的无遮栏裸导体之间 | 2200 | 2300 | 2400 | 2600 |
| | 带电部分与建筑物、构筑物的边沿部分之间 | | | | |
| 注 1: U_n 为系统标称电压。 注 2: 海拔超过 1000m 时, 应参照 GB 311.1 对 A_1 和 A_2 的值进行海拔修正。 | | | | | |

表 10 集电系统户内配电装置的安全净距

单位: mm

| 序号 | 适 应 范 围 | $U_n=10\text{kV}$ | $U_n=20\text{kV}$ | $U_n=35\text{kV}$ | $U_n=66\text{kV}$ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| A_1 | 带电部分至接地部分之间 | 125 | 180 | 360 | 550 |
| | 网状和板状遮栏向上延伸线距地 2300mm 处与遮栏上方带电部分之间 | | | | |
| A_2 | 不同相的带电部分之间 | 125 | 180 | 360 | 550 |
| | 断路器和隔离开关的端口两侧引线带电部分之间 | | | | |
| B_1 | 栅状遮栏至带电部分之间 | 875 | 930 | 1050 | 1300 |
| | 交叉的不同时停电检修的无遮栏带电部分之间 | | | | |
| B_2 | 网状遮栏至带电部分之间 | 225 | 280 | 400 | 650 |
| C | 无遮栏裸导体至地(楼)面之间 | 2500 | 2500 | 2600 | 2850 |
| D | 平行的不同时停电检修的无遮栏裸导体之间 | 1925 | 1980 | 2100 | 2350 |
| E | 通向屋外的出线套管至屋外通道的路面 | 4000 | 4000 | 4000 | 4500 |
| 注 1: U_n 为系统标称电压。 注 2: 海拔超过 1000m 时, 应参照 GB 311.1 对 A_1 和 A_2 的值进行海拔修正。 注 3: 当为板状遮栏时, B_2 值可在 A_1 值上加 30mm。 注 4: 通向屋外配电装置的出线套管至屋外地面的距离, 不应小于表 9 所列屋外部分的 C 值。 | | | | | |

10 交接试验及验收

- 10.1 集电系统过电压保护装置的交接试验按 GB 50150 的规定执行。
- 10.2 集电系统中接地装置和电缆终端金属护层接地的施工及验收按 GB 50169 的规定执行。
- 10.3 集电线路的施工及验收按 DL/T 5191 的规定执行。
- 10.4 集电系统避雷器的施工及验收按 GB 50147 的规定执行。
- 10.5 集电系统配电装置的安全净距按本标准表 9 和表 10 验收。

11 运行维护

- 11.1 集电系统过电压保护装置应定期进行运行维护。
- 11.2 集电系统过电压保护装置的运行维护应符合 DL/T 393 和 DL/T 474 的规定。

附录 A (资料性附录)

集电系统中性点接地设备的选择和运行方式要求

A.1 谐振接地系统

A.1.1 集电系统为中性点谐振接地方式时，宜采用具有自动跟踪补偿功能的消弧装置。

A.1.2 在正常运行情况下，自动跟踪补偿消弧装置应确保中性点的长时间位移电压不超过系统标称相电压的 15%。

A.1.3 系统发生接地故障时，自动跟踪补偿消弧装置应使故障点的残余电流不应超过 10A，必要时可将系统分区运行。

A.1.4 自动跟踪补偿消弧装置宜采用过补偿运行方式。当消弧装置容量不足时，可短时间以欠补偿方式运行。自动跟踪补偿消弧装置脱谐度不宜超过 10%。

A.1.5 高压风力发电机集电系统采用中性点谐振接地方式时，在正常运行情况下，其中性点长时间位移电压不应超过发电机额定电压的 10%，脱谐度不宜超过 10%。

A.1.6 自动跟踪补偿消弧装置装设地点应符合下列要求：

- a) 应保证系统在任何运行方式下，断开一、二回线路时，大部分不致失去补偿。
- b) 自动跟踪补偿消弧装置的消弧部分宜安装于 YNd 或 YNynd 接线的变压器中性点上，也可接在 ZNyn 接线的变压器中性点上。
- c) 如变压器无中性点或中性点未引出，应装设专用接地变压器（见图 A.1），其容量应与自动跟踪补偿消弧装置消弧部分的容量相匹配。

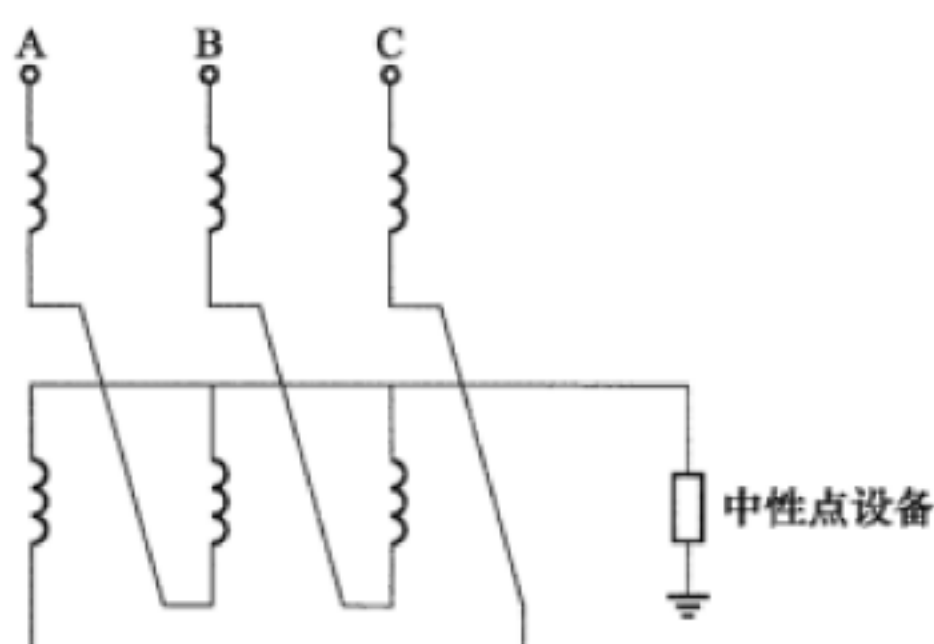


图 A.1 Z 形接线的接地变压器

A.1.7 自动跟踪补偿消弧装置消弧部分的容量，按式 (A.1) 确定：

$$Q = k I_C \frac{U_N}{\sqrt{3}} \quad (\text{A.1})$$

式中：

Q ——自动跟踪补偿消弧装置消弧部分的容量，kVA；

k ——容量储备系数，一般取为 1.15；

I_C ——接地电容电流，A；

U_N ——系统标称电压，kV。

A.1.8 接地变压器容量的选择

接地变压器的容量应与自动跟踪补偿消弧装置消弧部分的容量相配合，并适当考虑变压器的短时过负荷能力。

A.1.8.1 二次侧不带负荷的接地变压器短时容量 S_d 可按式 (A.2) 确定：

$$S_d \geqslant kI_C \frac{U_N}{\sqrt{3}} \tag{A.2}$$

接地变压器额定容量 S_e 可按式 (A.3) 确定:

$$S_e = k_f S_d / k_j \tag{A.3}$$

式中:

k_f ——裕度系数, 对于 Z 形接法的接地变压器, 其容量可为消弧线圈容量的 1.05 倍~1.15 倍, 即 k_f 值取为 1.05~1.15;

k_j ——允许过载系数, 其值见表 A.1。

A.1.8.2 二次侧带负荷的接地变压器额定容量可按式 (A.4) 确定:

$$S_e \geqslant k_f \sqrt{Q_f^2 + P_f^2} + k_f \frac{Q}{k_j} \tag{A.4}$$

式中:

Q_f ——二次侧无功计算负荷, kvar;

P_f ——二次侧有功计算负荷, kW。

表 A.1 允许过载系数 k_j

| 过载时间 s | 允许过载系数 k_j |
|-----------|-----------------|
| 10 | 10.5 |
| 60 | 4.7 |
| 600 | 2.6 |
| 1800 | 1.9 |
| 7200 | 1.4 |

A.2 低电阻接地系统

A.2.1 集电系统中性点采用低电阻接地方式时, 中性点电阻值的选取应综合考虑继电保护设置、系统过电压水平、中性点电阻器的热容量、对通信的干扰以及人身设备安全等因素:

- a) 快速选择性继电保护应能获得足够的动作所需电流, 在此前提下, 接地故障电流宜选取较小值。
- b) 操作过电压不宜超过最大工作相电压幅值的 3.0 倍。
- c) 单相接地故障电流不应対通信线路造成显著干扰, 其最大值不宜超过 600A。
- d) 在最大单相接地故障电流下, 接触电位差和跨步电位差不应超过 GB/T 50065 规定的允许值。
- e) 中性点接地电阻的电阻值应与接地变压器的容量相匹配。

A.2.2 确定中性点电阻值时, 可先设定接地电流值 I_d , 再根据式 (A.5)、式 (A.6) 计算出中性点电流值 I_N , 然后按式 (A.7) 确定中性点电阻值:

$$I_d = \sqrt{I_C^2 + I_N^2} \tag{A.5}$$

$$I_C = \omega C U_0 \tag{A.6}$$

$$R_N = \frac{U_N / \sqrt{3}}{I_N} \tag{A.7}$$

式中:

ω ——角频率, rad/s;

U_0 ——单相接地故障时中性点电压有效值，V；
 R_N ——中性点接地电阻， Ω 。

A.2.3 中性点接地电阻器的选择应考虑：

- a) 中性点接地电阻器的额定频率为 50Hz，额定时间短时可取 10s、长期可取 2h，额定发热电流值可取下列值：100A、200A、400A、630A。
- b) 接地电阻器在 25℃时的电阻值偏差应在±5%范围内。
- c) 接地电阻器的绝缘性能应符合本标准第 4 章的规定。
- d) 接地电阻器的温升不应超过表 A.2 的规定。

表 A.2 接地电阻器允许温升

| 通电时间 s | 允许温升 K | |
|-----------|-----------|-----|
| | 不锈钢 | 铸铁 |
| 10 | 760 | 510 |
| 7200 | 385 | 385 |

A.2.4 如需接地变压器，其容量可参考本标准 A.1 选择。

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
风力发电场集电系统过电压保护技术规范
NB/T 31057—2014

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京传奇佳彩印刷有限公司印刷

*

2016年10月第一版 2016年10月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1印张 26千字
印数 001—200册

*

统一书号 155123·3324 定价 9.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

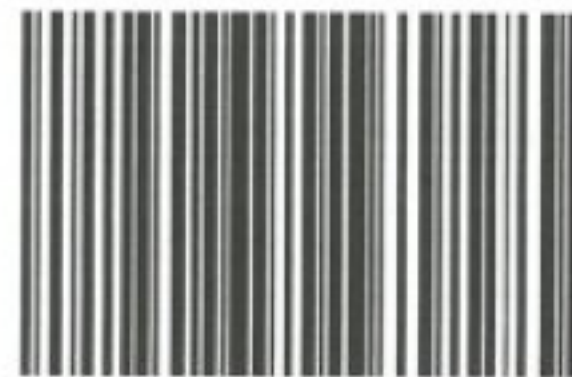
版权专有 翻印必究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3324

上架建议：电力工程