



中华人民共和国国家标准

GB/T 36271.1—2018

交流 1 kV 以上电力设施 第 1 部分：通则

Power installations exceeding 1 kV a.c.—Part 1: Common rules

(IEC 61936-1:2010+AMD1:2014, MOD)

2018-06-07 发布

2019-01-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 2

3 术语和定义 4

 3.1 通用定义 4

 3.2 设施定义 6

 3.3 设施类型定义 6

 3.4 电击防护安全措施定义 7

 3.5 电气间隙定义 7

 3.6 控制与保护定义 8

 3.7 接地定义 9

4 一般规定 12

 4.1 总则 12

 4.2 电气要求 13

 4.3 机械要求 15

 4.4 气候与环境条件 17

 4.5 特殊要求 19

5 绝缘 19

 5.1 总则 19

 5.2 绝缘水平的选择 19

 5.3 耐压值的检验 20

 5.4 带电部分的最小电气间隙 20

 5.5 特殊条件下的最小电气间隙 20

 5.6 测试连接区 21

6 设备 22

 6.1 一般要求 22

 6.2 特殊要求 23

7 设施 28

 7.1 一般要求 28

 7.2 户外敞开式设施 29

 7.3 户内敞开式设施 31

 7.4 预装式开关设施 31

 7.5 建筑物 33

 7.6 高压/低压预装式变电站 35

 7.7 柱上、电线杆和杆塔上的电气设施 35

8 安全措施 39

8.1	总则	39
8.2	直接接触防护	40
8.3	工作人员间接接触带电部分的防护措施	41
8.4	电力设施上作业人员的防护措施	41
8.5	防止电弧故障产生的危险	43
8.6	防止直击雷	43
8.7	防火	44
8.8	防止绝缘液体和 SF ₆ 泄漏	47
8.9	标志与标示	49
9	保护、控制及辅助系统	55
9.1	监控系统	55
9.2	直流与交流电源回路	56
9.3	压缩空气系统	56
9.4	SF ₆ 气体处理装置	57
9.5	氢气处理装置	57
9.6	控制系统电磁兼容性的基本规则	57
10	接地系统	59
10.1	总则	59
10.2	基本要求	59
10.3	接地系统的设计	61
10.4	接地系统的施工	62
10.5	测量	62
10.6	维护	62
11	检查和试验	63
11.1	总则	63
11.2	特殊性能检验	64
11.3	安装和调试过程中的试验	64
11.4	试运行	64
12	运行和维护手册	64
附录 A (规范性附录)	允许接触电压的计算方法	65
附录 B (规范性附录)	基于 IEEE 80 的允许接触电压	66
附录 C (规范性附录)	接地系统设计流程图	67
附录 D (资料性附录)	直接雷击防护措施	68
参考文献	70

前 言

GB/T 36271《交流 1 kV 以上电力设施》计划分为以下部分：

——第 1 部分：通则；

——第 2 部分：直流。

本部分为 GB/T 36271 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 IEC 61936-1:2010+AMD1:2014《交流 1kV 以上电力设施 第 1 部分：通则》。

本部分与 IEC 61936-1:2010+AMD1:2014 的技术性差异及其原因如下：

——关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：

- 用修改采用国际标准的 GB/T 311.1 代替了 IEC 60071；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 311.2—2013 代替了 IEC 60071-2；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 755 代替了 IEC 60034-1；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 1094.11 代替了 IEC 60076-11；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 3222.1 代替了 ISO 1996-1；
- 用修改采用国际标准的 GB 3836.1 代替了 IEC 60079-0；
- 用等同采用国际标准的 GB 3836.14 代替了 IEC 60079-10-1；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 3906 代替了 IEC 62271-200；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 4208 代替了 IEC 60529；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 4728(所有部分)代替了 IEC 60617 database；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 6988.1 代替了 IEC 61082-1；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 7674 代替了 IEC 62271-203；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 11022—2011 代替了 IEC 62271-1；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 13870.1—2008 代替了 IEC/TS 60479-1；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 14598(所有部分)代替了 IEC 60255(所有部分)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 16895(所有部分)代替了 IEC 60364(所有部分)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 16927.1 代替了 IEC 60060-1；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 17045 代替了 IEC 61140；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 17467 代替了 IEC 62271-202；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 17650.1 代替了 IEC 60754-1；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 17650.2 代替了 IEC 60754-2；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 17651.1 代替了 IEC 61034-1；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 18380(所有部分)代替了 IEC 60332(所有部分)；
- 用非等效采用国际标准的 GB/Z 18509 代替了 IEC GUIDE 107；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 19216.21 代替了 IEC 60331-21；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 21714(所有部分)代替了 IEC 62305(所有部分)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 21714.4 代替了 IEC 62305-4；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 26218.1 代替了 IEC/TS 60815-1；

- 用修改采用国际标准的 GB/T 28537 代替了 IEC 62271-303;
- 用等同采用国际标准的 DL/T 879 代替了 IEC 61230;
- 关于噪声要求,用 GB 12348 和 GB 3096 取代了 ISO 1996-1。

——删除了国际标准的附录 A,按照我国实际电压等级将附录 A 内容合并到表 1 及表 2,因此国际标准的附录 B~附录 E 相应调整为本部分的附录 A~附录 D。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由全国高压电气安全标准化技术委员会(SAC/TC 226)归口。

本部分起草单位:中国电力科学研究院、国家电网公司华中分部、中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司、国家电网公司。

本部分主要起草人:陈江波、胡庆辉、万保权、杨军、何妍、杨长勇、刘宝升、刘晓瑞、朱建军、甘艳、童雪芳、李辉、蔡崇积。

交流 1 kV 以上电力设施

第 1 部分：通则

1 范围

GB/T 36271 的本部分规定了标称电压 1 kV 以上交流系统中电力设施设计与安装要求,以保障投运设施的安全和正常运行。

本部分的电力设施包括:

- a) 变电站,包括铁路供电变电站。
- b) 柱上、电线杆、杆塔上的电力设施:位于封闭的电气运行区域外的开关和(或)变压器类设备。
- c) 一个厂址上的一个或多个电厂设施:包括发电机、变压器组及相关的开关设备和电气辅助系统。不包括不同厂址发电厂之间的电气连接设施。
- d) 厂矿企业或其他工业、农业、商业、公共设施的电气系统。
- e) 海上风力发电场等海上平台电力设施。

电力设施还包括下列设备:

- 旋转电机;
- 开关设备;
- 变压器和电抗器;
- 换流器;
- 电缆;
- 布线系统;
- 蓄电池;
- 电容器;
- 接地系统;
- 封闭的电气运行区域的建筑物与围墙;
- 相关的保护、控制及辅助系统;
- 大型空心电抗器。

注:通常情况下,设备标准优先于本部分。

本部分不适用于下列设施的设计与安装:

- 独立设施之间的架空线路与地下电缆;
- 电气化铁路;
- 矿山开采设备及设施;
- 荧光灯设施;
- IEC 60092^[34](所有部分)规定的船上设施和 GB/T 25444^[35](所有部分)规定的海上设施;
- 静电设备,如静电除尘器和喷涂装置;
- 试验现场;
- 医疗设备,如医用 X 光设备。

本部分不适用于预装式开关设备及高压/低压预装式变电站内部设计。

本部分不适用于带电作业。

低压电气设施可参照 GB/T 16895 执行。

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/T 311.1 绝缘配合 第1部分:定义、原则和规则(GB/T 311.1—2012,IEC 60071-1:2006,MOD)

GB/T 311.2—2013 绝缘配合 第2部分:使用导则(IEC 60071-2:1996,MOD)

GB/T 755 旋转电机 定额和性能(GB/T 755—2008,IEC 60034-1:2004,IDT)

GB/T 1094.11 电力变压器 第11部分:干式变压器(GB/T 1094.11—2007,IEC 60076-11:2004,MOD)

GB 3096 声环境质量标准

GB/T 3222.1 声学 环境噪声的描述、测量与评价 第1部分:基本参量与评价方法(GB/T 3222.1—2006,ISO 1996-1:2003,IDT)

GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求(GB 3836.1—2010,IEC 60079-0:2007,MOD)

GB 3836.14 爆炸性环境 第14部分:场所分类 爆炸性气体环境(GB 3836.14—2014,IEC 60079-10-1:2008,IDT)

GB/T 3906 3.6 kV~40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备(GB/T 3906—2006,IEC 62271-200:2003,MOD)

GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)(GB/T 4208—2017,IEC 60529:2013,IDT)

GB/T 4728(所有部分) 电气简图用图形符号(IEC 60617 database)

GB/T 6988.1 电气技术用文件的编制 第1部分:规则(GB/T 6988.1—2008,IEC 61082-1:2006,IDT)

GB/T 7674 额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备(GB/T 7674—2008,IEC 62271-203:2003,MOD)

GB/T 11022—2011 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求(GB/T 11022—2011,IEC 62271-1:2007,MOD)

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB/T 13870.1—2008 电流对人和家畜的效应 第1部分:通用部分(GB/T 13870.1—2008,IEC/TS 60479-1:2005,IDT)

GB/T 14598(所有部分) 量度继电器和保护装置[IEC 60255(所有部分)]

GB/T 16895(所有部分) 低压电气装置[IEC 60364(所有部分)]

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第1部分:一般定义及试验要求(GB/T 16927.1—2011,IEC 60060-1:2006,MOD)

GB/T 17045 电击防护 装置和设备的通用部分(GB/T 17045—2008,IEC 61140:2001,IDT)

GB/T 17467 高压/低压预装式变电站(GB/T 17467—2010,IEC 62271-202:2006,MOD)

GB/T 17650.1 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第1部分:卤酸气体总量的测定(GB/T 17650.1—1998,idt IEC 60754-1:1994)

GB/T 17650.2 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第2部分:用测量 pH 值和电导率来测定气体的酸度(GB/T 17650.2—1998,idt IEC 60754-2:1991+Amd1:1997)

GB/T 17651.1 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定 第1部分:试验装置(GB/T 17651.1—1998,idt IEC 61034-1:1997)

GB/T 18380(所有部分) 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验[IEC 60332(所有部分)]

GB/Z 18509 电磁兼容 电磁兼容标准起草导则(GB/Z 18509—2016, IEC GUIDE 107:2009, NEQ)

GB/T 19216.21 在火焰条件下电缆或光缆的线路完整性试验 第 21 部分:试验步骤和要求 额定电压 0.6/1.0 kV 及以下电缆(GB/T 19216.21—2003, IEC 60331-21:1999, IDT)

GB/T 21714(所有部分) 雷电防护[IEC 62305(所有部分)]

GB/T 21714.4 雷电防护 第 4 部分:建筑物内电气和电子系统(GB/T 21714.4—2015, IEC 62305-4:2010, IDT)

GB/T 26218.1 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 1 部分:定义、信息和一般原则(GB/T 26218.1—2010, IEC/TS 60815-1:2008, MOD)

GB/T 28537 高压开关设备和控制设备中六氟化硫(SF₆)的使用和处理(GB/T 28537—2012, IEC 62271-303:2008, MOD)

DL/T 879 带电作业用便携式接地和接地短路装置(DL/T 879—2004, IEC 61230:1993, IDT)

ISO/IEC 51 指南 标准中涉及安全问题的准则(Safety aspects—Guidelines for their inclusion in standards)

IEC 60034-3 旋转电机 第 3 部分:由蒸汽轮机或燃气轮机驱动的同步发电机的特殊要求(Rotating electrical machines—Part 3: Specific requirements for synchronous generators driven by steam turbines or combustion gas turbines)

IEC 60076—2:1993 电力变压器 第 2 部分:温升(Power transformers—Part 2: Temperature rise)

IEC 60079-10-2 爆炸性环境 第 10-2 部分:区域分类 可燃性粉尘环境(Explosives atmospheres—Part 10-2: Classification of areas—Combustible dust atmospheres)

IEC 60331-1 在火焰条件下电缆或光缆的线路完整性试验 第 1 部分:额定电压 0.6/1.0 kV 及以下、总直径大于 20 mm 电缆在温度不低于 830 °C 冲击火焰下的试验方法(Tests for electric cables under fire conditions—Circuit integrity—Part 1: Test method for fire with shock at a temperature of at least 830 °C for cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV and with an overall diameter exceeding 20 mm)

IEC 60721-2-7 环境条件分类 第 2-7 部分:自然界出现的环境条件 动物群和植物群(Classification of environmental conditions—Part 2-7: Environmental conditions appearing in nature—Fauna and flora)

IEC 60826 架空输电线路的设计标准(Design criteria of overhead transmission lines)

IEC 60865-1 短路电流 效应的计算 第 1 部分:定义和计算方法(Short-circuit currents—Calculation of effects—Part 1: Definitions and calculation methods)

IEC 60909(所有部分) 三相交流系统短路电流计算(Short-circuit currents in three-phase a.c. systems)

IEC 60949 考虑非绝热加热效应的热容许短路电流的计算(Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account nonadiabatic heating effects)

IEC/TR 61000-5-2 电磁兼容性(EMC) 第 5 部分:安装和调试指南 第 2 节:接地和电缆敷设[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 5: Installation and mitigation guidelines—Section 2: Earthing and cabling]

IEC 61100 绝缘液体按照着火点和净热值分类(Classification of insulating liquids according of fire-point and net calorific value)

IEC 61219 带电作业 用挂杆作为短路装置的接地或接地并短路设备 挂杆接地(Live

working—Earthing or earthing and short-circuiting equipment using lances as a short-circuiting device—Lance earthing)

IEC 61243(所有部分) 带电作业 电压检测器(Live working—Voltage detectors)

IEC/TS 61463 套管 抗震能力(Bushings—Seismic qualification)

IEC 62271—201 高压开关设备和控制设备 第 201 部分:额定电压为 1 kV 以上和 52 kV 以下(含 52 kV)的绝缘封闭交流开关设备和控制设备(High-voltage switchgear and controlgear—Part 201: AC insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV)

IEC 62271-206 高压开关设备和控制设备 第 206 部分:额定电压为 1 kV 以上和 52 kV 以下(含 52 kV)的电压指示系统(High-voltage switchgear and controlgear—Part 206: Voltage presence indicating systems for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV)

IEC 62271-207 高压开关设备和控制设备 第 207 部分:额定电压为 52 kV 以上的气体绝缘金属封闭开关设备的抗震鉴定(High-voltage switchgear and controlgear—Part 207: Seismic qualification for gas-insulated switchgear assemblies for rated voltages above 52 kV)

IEC/TR 62271-300 高压开关设备和控制设备 第 300 部分:交流断路器的抗震性能(High-voltage switchgear and controlgear—Part 300: Seismic qualification of alternating current circuit-breakers)

IEC 82079-1 使用说明书的编制 构成、内容和表示方法 第 1 部分:一般原则和详细要求(Preparation of instructions for use—Structuring, content and presentation—Part 1: General principles and detailed requirements)

IEEE 80 交流变电站接地安全导则(Guide for safety in AC substation grounding)

IEEE 980 变电站油泄露的防止和控制导则(Guide for containment and control of oil spills in substations)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 通用定义

3.1.1

电气设备 electrical equipment

用于发电、变电、输电、配电或利用电能的设备,如电机、变压器、开关设备和控制设备、测量仪器、保护器件、布线系统和用电设备。

注:改写 GB/T 2900.71—2008,定义 826-16-01。

3.1.2

标称值 nominal value

用以标志和识别一个元件、器件、设备或系统的量值。

[GB/T 2900.83—2008,定义 151-16-09]

3.1.3

系统标称电压 nominal voltage of a system

用以标志或识别系统电压的给定值。

[GB/T 2900.50—2008,定义 601-01-21]

3.1.4

额定值 rated value

为元件、器件、设备或系统规定的运行条件所制定的用于规范目的的量值。

[GB/T 2900.83—2008, 定义 151-16-08]

3.1.5

设施最高电压 highest voltage for installation

设施相间最高电压的有效值。

3.1.6

测试连接区 tested connection zone

测试设备出线端附近的区域。该区域已通过相应耐受电压下的绝缘型式试验,具备按设备制造厂要求的接线方式,将合适的导线接至测试设备出线端。

3.1.7

隔离断口 isolating distance

符合对隔离开关所规定的安全要求的断口两侧的电气间隙。

[GB/T 2900.20—2016, 定义 9.32]

3.1.8

隔离 isolation

以保持间隙和距离的方式,将设施或设备或其一部分与所有非接地的导体断开或分开。

3.1.9

带电部分 live part

正常运行中带电的导体或可导电部分,包括中性导体,但按惯例不包括 PEN 导体、PEM 导体和 PEL 导体。

[GB/T 2900.73—2008, 定义 195-02-19]

注 1: 本概念不一定意味着有电击危险。

注 2: PEM 和 PEL 的定义见 GB/T 2900.73。

3.1.10

馈线 feeder

由主变电站向一个或多个二次变电站供电的电力线路,或向一条或多条分支供电的电力线路,或这两种方式任意组合的供电电力线路。

注: 改写 GB/T 2900.50—2008, 定义 601-02-08。

3.1.11

铁磁谐振 ferro-resonance

设备的电容与相邻设备磁饱和电感之间的谐振。

[GB/T 2900.57—2008, 定义 604-01-14]

3.1.12

瞬态过电压 transient overvoltage

持续时间为几毫秒(ms)或更短的,并通常具有高阻尼振荡或非振荡的短时间过电压。

注: 改写 GB/T 2900.57—2008, 定义 604-03-13。

3.1.13

高电压 high voltage

交流电压超过 1 000 V 的电压。

3.1.14

低电压 low voltage

交流电压不超过 1 000 V 的电压。

3.1.15

运行 operation

保障电力设施正常工作的所有活动,包括电气和非电气的工作。

注: 这些活动包括开关、控制、监测和维护。

3.1.16

正常运行条件 normal conditions of operation

所有经常出现的运行条件。

注: 这些包括额定工况、最大和最小运行条件、部分负载、正常瞬变(启动、关机和负载变化)备用状态。

3.1.17

非正常运行条件 abnormal conditions of operation

很少出现的运行条件,一般在设备生命周期内仅有几次。

注: 这些包括误操作、失电、过电压、地震等。这些条件发生后,可能需要对设备进行检查。

3.1.18

电气工作 electrical work

在电力设施上工作或在电力设施附近工作,如试验和测量、维修、更换、调整、扩建、安装和检验等。

3.2 设施定义

3.2.1

封闭的电气运行区域 closed electrical operating area

熟练技术人员、受过培训的人员或在这些人员监督下的普通人员方可进入的电气设施和设备场所。

如使用钥匙或工具才能打开门或移开保护遮栏,并明确标有相应警示标志的区域。

3.2.2

易遭火灾危险的运行区域 operating areas subject to fire hazard

因受运行电气设备高温或电弧引起周围易燃物燃烧,引发火灾可能性大的室内或室外场所。

3.2.3

泄油池 sump

容纳变压器或其他充油设备泄漏油的构件。

注: 改写 GB/T 2900.59—2002,定义 2.2.30。

3.2.4

集水池 catchment tank

用于收集变压器或其他设备泄漏的液体、雨水等的构件。

3.2.5

母线 busbar

导体与相关联的连接件、接头和绝缘支架,形成一个多条线路或多套设备间的公共电气连接。

3.3 设施类型定义

3.3.1

变电站 substation

电力系统的一部分,建造在一个指定的地方,主要包括输配电线路、开关设备及变压器等,还包括电力系统安全和控制所需的设备和建筑物。

注 1: 根据变电站的系统类别,可在变电站词前加前缀来界定。如:(某某输电系统的)输电变电站、配电变电站、500 kV变电站、20 kV 变电站。

注 2: 改写 GB/T 2900.59—2002,定义 2.1.1。

3.3.2

电站[厂] power station

由建筑物、能量转换设备和全部必要的辅助设备组成的生产电能的工厂。

注：改写 GB/T 2900.52—2008，定义 602-01-01。

3.3.3

敞开式设施 installations of open design

设备没有直接接触防护的设施。

3.3.4

封闭式设施 installations of enclosed design

设备有直接接触防护的设施。

注：外壳防护等级见 GB/T 4208。

3.3.5

开关设备的间隔或小室 switchgear ‘bay’ or ‘cubicle’

设施中母线的每一个分支位置。

3.4 电击防护安全措施定义

3.4.1

直接接触的防护 protection against direct contact

为防止人体或所持物体进入危险区域采取的措施，这些区域靠近带电部分或带有危险电压的部件。

3.4.2

间接接触的防护 protection in case of indirect contact

在故障情况下，为防止人体与电气设备中暴露的导电部分接触，或与外部的导电部分接触产生危险采取的措施。

3.4.3

外壳 enclosure

保护设备不受某些外部影响和防止任何方向直接接触的部件。

3.4.4

保护遮栏 protective barrier

为防止从任一通常接近方向直接接触而设置的防护物。

[GB/T 2900.73—2008，定义 195-06-15]

3.4.5

保护阻挡物 protective obstacle

为防止无意的直接接触而设置的防护物，但并不防止有意的直接接触。

[GB/T 2900.73—2008，定义 195-06-16]

3.5 电气间隙定义

3.5.1

电气间隙 clearance

具有电位差的两个导电部件之间的最短距离。

[GB/T 2900.20—2016，定义 9.28]

3.5.2

最小电气间隙 minimum clearance

空气中带电部分之间或带电部分与大地间允许的最短空间距离。

3.5.3

保护遮栏的电气间隙 **protective barrier clearance**

保护遮栏与带电部分间,或与可能带有危险电压部分间最小允许电气间隙。

3.5.4

保护阻挡物的电气间隙 **protective obstacle clearance**

保护阻挡物与带电部分间,或与可能带有危险电压部分间最小允许电气间隙。

3.5.5

危险区域 **danger zone**

与带电部分的电气间隙小于最小电气间隙(D_L),且没有直接接触防护措施的区域(见图 3)。

注:进入危险区域等同于接触带电部分。

3.5.6

邻近区域 **vicinity zone**

紧靠危险区域,其区域的外部边界距离(D_V)由最小电气间隙(D_L)加系数确定(见图 3)。

注 1:邻近区域的外部边界的系数取决于带电部分的电压。

注 2:在邻近区域内工作,可认为是人体某部位、手持工具、设备和装置进入了该区域,但还未进入危险区域。

3.5.7

作业净距 **working clearance**

正常暴露的带电部分与变电站内作业人员或手持的导电工具之间应保持的最小安全距离(D_w)(见图 3)。

注 1:改写 GB/T 2900.59—2002,定义 2.2.25。

注 2:图 3 给出了技术人员或受过培训的人员的作业净距值。适用于非带电作业,适用于带电作业的具体定义可参见 GB/T 2900.55。

注 3:在欧洲,术语“最小作业距离”代替“作业净距”使用。

3.5.8

边界的电气间隙 **boundary clearance**

外部围栏与带电部分或可能带有危险电压部分间最小允许电气间隙。

3.5.9

最小高度 **minimum height**

可进入的地面与无直接接触防护的带电部分间,或与可能带有危险电压部分间最小允许垂直电气间隙(见图 3)。

3.6 控制与保护定义

3.6.1

联锁装置 **interlocking device**

在几个开关装置或部件之间,为保证开关装置或其部件按规定的次序动作或防止误动作而设的装置。

[GB/T 2900.20—2016,定义 7.31]

3.6.2

就地控制 **local control**

在被控开关电器上或其附近操作的控制。

[GB/T 2900.18—2008,定义 3.3.7]

3.6.3

远距离控制 **remote control**

在远离被控开关电器处操作的控制。

[GB/T 2900.18—2008, 定义 3.3.8]

3.6.4

自动重合 automatic reclosing

在电网故障的相关断路器断开并经过可使瞬时故障切除的时间间隔之后, 断路器的自动再合。

[GB/T 2900.57—2008, 定义 604-02-32]

3.7 接地定义

3.7.1

[局部]地 (local) earth/(local) ground

大地与接地极有电接触的部分, 其电位并不一定等于零。

注: 习惯上认为大地是很大的导体, 任何一点的电位均认为是零。

[GB/T 2900.73—2008, 定义 195-01-03]

3.7.2

参考地 reference earth/reference ground(remote earth/ground)

不受任何接地配置影响的、视为导电的大地的部分, 其电位约定为零。

注: “大地”是指地球及其所有自然物质。

[GB/T 2900.73—2008, 定义 195-01-01]

3.7.3

接地极 earth electrode/ground electrode

埋入土壤或特定的导电介质(如混凝土或焦炭)中, 与大地有电接触的可导电部分。

[GB/T 2900.73—2008, 定义 195-02-01]

3.7.4

接地导体 earthing conductor/grounding conductor

在系统、装置或设备的给定点与接地极或接地网之间提供导电通路或部分导电通路的导体。

[GB/T 2900.73—2008, 定义 195-02-03]

注: 当设施通过隔离开关、避雷器计数器或避雷器控制间隙等与接地极连接时, 只有与接地极永久固定连接的那部分才是接地导体。

3.7.5

保护联结导体 protective bonding conductor

用于保护等电位联结的保护导体。

[GB/T 2900.73—2008, 定义 195-02-10]

3.7.6

接地系统 earthing system/grounding system

所有涉及到电力系统、装置和设备接地的电气连接和装置布置。

[GB/T 2900.57—2008, 定义 604-04-02]

3.7.7

接地棒 earth rod/ground rod

由埋入地中的金属棒组成的接地极。

[GB/T 2900.57—2008, 定义 604-04-09]

3.7.8

结构接地极 structural earth electrode

与大地或水直接电气接触或通过混凝土接触的金属部件, 其原目的并不是接地, 却能在不损害原目的条件下满足接地极的所有要求。可用作自然接地极。

注：结构接地极实例：管道、钢板桩、混凝土基础中的钢筋及建筑物的钢结构等。

3.7.9

土壤电阻率 electric resistivity of soil

ρ_E

有代表性的土壤样品的电阻率。

[GB/T 2900.73—2008, 定义 195-01-19]

3.7.10

对地电阻 resistance to earth

R_E

对地阻抗的实部。

[GB/T 2900.73—2008, 定义 195-01-18]

3.7.11

对地阻抗 impedance to earth

Z_E

在给定频率下，系统、装置或设备的指定点与参考地之间的阻抗。

注：对地阻抗由直接连接的接地极、架空地线和架空线埋入地中的导线、有接地极作用的电缆，以及与电缆导电护套、屏蔽层、PEN 导体或其它方式有电气连接的接地系统决定。

[GB/T 2900.73—2008, 定义 195-01-17]

3.7.12

地电位升高 earth potential rise; EPR

U_E

接地系统与参考地之间的电压。

3.7.13

电位 potential

观察点与参考地之间的电压。

3.7.14

[有效]接触电压 (effective) touch voltage

U_T

人或动物同时接触到两个可导电部分之间的电压。

注：有效接触电压值可能受到与这些可导电部分发生电接触的人或动物的阻抗明显的影响。

[GB/T 2900.73—2008, 定义 195-05-11]

3.7.15

预期接触电压 prospective touch voltage

U_{VT}

人或动物尚未接触到可导电部分时，可能同时触及的可导电部分之间的电压。

注：改写 GB/T 2900.73—2008, 定义 195-05-09。

3.7.16

跨步电压 step voltage

U_S

大地表面相距 1 m(人的步距)的两点之间的电压。

[GB/T 2900.73—2008, 定义 195-05-12]

3.7.17

转移电位 transferred potential

入地电流引起的电位升高通过连接导体(如电缆的金属外护套、PEN 导体、管道、栏杆等)转移到相

对参考地电位升较低或无电位升的区域,使导体与其周围产生的电位差。

注:本定义也适用于与参考地连接的导体进入电位升高区域的情况。

3.7.18

应力电压 stress voltage

在接地故障情况下,设备或装置的接地部分或外壳与任何其他部分之间可能会影响其正常运行或安全的电压。

3.7.19

全局接地系统 global earthing system

由局部接地系统互连形成的等效接地系统,以使该接地系统周边无危险的接触电压。

注1:这样的系统分散了接地故障电流,降低了局部接地系统的地电位升高。这样的系统可认为是一个准等电位面。

注2:全局接地系统可由典型系统采样测量或计算来确定。全局接地系统的典型应用是在分布有高压、低压接地的城市中心、市区或工业区。

3.7.20

多点接地的高压中性导体 multi-earthed(multi-grounded) HV neutral conductor

与电源变压器接地系统相连的配电线路的中性导体,通常是接地的。

3.7.21

外露可导电部分 exposed-conductive-part

设备上能触及到的可导电部分,它在正常状况下不带电,但是在基本绝缘损坏时会带电。

[GB/T 2900.71—2008,定义 826-12-10]

3.7.22

外界可导电部分 extraneous-conductive-part

非电气装置的组成部分,且易于引入电位的可导电部分,该电位通常为局部地电位。

[GB/T 2900.71—2008,定义 826-12-11]

3.7.23

PEN 导体 PEN conductor

兼有保护接地导体和中性导体功能的导体。

[GB/T 2900.71—2008,定义 826-13-25]

3.7.24

接地故障 earth/ground fault

导体直接接地或对地绝缘电阻小于规定值而引起的故障。

[IEC 60050-151:1978¹⁾,定义 151-03-40]

注:同一系统中,两相或多相导体在不同处接地的故障,称为两点或多点接地故障。

3.7.25

接地故障电流 earth fault current

I_F

从主回路流到大地或故障点接地部分(接地故障点)的电流。

注1:对于单相接地故障:

- 在中性点不接地系统中,它是容性接地故障电流;
- 在中性点高阻抗接地系统中,它是 RC 组合接地故障电流;
- 在中性点经消弧线圈接地的系统中,它是接地故障剩余电流;
- 在中性点直接或经小阻抗接地的系统中,它是线对地短路电流。

1) IEC 60050-151:1978 已经于 2001 年替换,但是此处定义参考 1978 年版本(定义 151-03-40)。

注 2：进一步的接地故障电流可能来自两相接地故障和线到线再到地。

3.7.26

变压器中性点环流 circulating transformer neutral current

通过金属部分和/或接地系统回流到变压器中性点而未流入土壤中的部分故障电流。

4 一般规定

4.1 总则

4.1.1 一般要求

设施和设备应耐受现场电气、机械、气候和环境影响。

设计时应考虑下列因素确定：

- 安装目的；
- 用户要求，包括电能质量、可靠性、可用性，电网耐受诸如大型电机起动、设施短时停电和重合闸引起的暂态过程影响的能力；
- 运行人员和公众的安全；
- 环境的影响；
- 扩建(如果需要)和维护的可能性。

用户应规定具体的维护特征参数，确定能满足开关设备和控制设备开断水平的安全要求。开关设备的开断水平应减少火灾等故障蔓延。

用户和制造厂之间可为能够发生的低概率或低累积持续时间的运行条件制定具体的设计准则。在这种情况下，应采取措施防止不安全运行条件和避免电气或发电设备损坏。

发电机应能满足电力系统或本地电网的连接要求，如电压调节、频率响应等。

4.1.2 供应商(制造厂)与用户间的协议

设计时应参考用户的工作流程。

对于电力设施的设计与安装，供用双方应遵守可能对必要运行要求有影响的附加协议。可参考本部分下列条款：

章节	条款
4.1.1	一般要求(具体设计准则)
4.2.2	电压分类
4.3.9	针对地震环境的特殊条件和要求
4.4.2.1	气候与环境条件(针对户内辅助设备)
4.4.2.2	气候与环境条件(针对户外辅助设备)
4.4.3.1	与正常环境条件不同的特殊条件
4.4.3.5	针对振动的特殊条件和要求
6.1.2	遵守运行和安全程序
6.2.1	指示方法(开断设备或隔离设备的触头位置)
6.2.1	联锁装置或闭锁装置
6.2.1	开关装置(降低额定值)
6.2.1	开关设备的等级(特殊要求)

章节	条款
6.2.8	污秽等级
6.2.8	污秽或严重潮湿条件下的户外绝缘子
6.2.9.1	绝缘电缆(温升)
7.1	距离、电气间隙和尺寸的更高值
7.1	设施(运行程序)
7.1.2	文件(文件的范围)
7.1.3	运输路线(载重量、高度和宽度)
7.1.5	照明(照明的安装和范围)
7.5.4	维护和运行区域(逃生路线的距离)
8.4	电力设施上工作的人员的防护措施(作业流程)
8.4.3	判断停电状况的装置(规定的范围)
8.4.4	接地及短路装置(规定或使用的范围)
8.4.5.1	对邻近带电部分起保护遮栏作用的装备(插入式绝缘隔板的范围)
8.4.5.2	对邻近带电部分起保护遮栏作用的装备(插入式隔墙的范围)
8.5	防止电弧故障产生的危险(防护措施的重要程度)
8.6	防止直击雷(分析方法)
8.7.1	灭火设备的要求
8.7.2.1	电气间隙 G_1 和 G_2 的减小
9.1	监控系统(故障水平与保护等级研究的协议)
9.3	压缩空气系统(分段维修)
9.4	SF ₆ 气体处理装置(装置的设计与容量)
10.2.1	接地系统设计的基本要求
11	检查和试验(检查和试验的范围、技术条件、文件)
11.3	安装和调试过程中的试验(要求、试验设备、试验计划)
11.4	试运行(工作运行)

4.2 电气要求

4.2.1 中性点接地方式

中性点接地方式对故障电流水平和故障电流持续时间影响较大。此外,中性点接地方式对以下方面是重要的:

- 绝缘水平的选择;
- 过电压限制装置的特性,如火花间隙、避雷器;
- 继电保护装置的选择;
- 接地系统的设计。

中性点接地方式主要包括:

- 中性点不接地;

- 中性点经消弧线圈接地；
- 中性点经高电阻接地；
- 中性点直接(或低阻抗)接地。

中性点接地方式的选取通常根据下列准则确定：

- 本地规程(如果有)；
- 电网的供电连续性；
- 接地故障导致的设备损坏的限制；
- 电网故障区段的选择性切除；
- 故障位置的诊断；
- 接触和跨步电压；
- 感应干扰；
- 运行和维护方面。

一个电气连接系统只有一个中性点接地方式。不同的电气独立系统可有不同的中性点接地方式。如果在正常或非正常运行条件下配置不同的中性点接地方式,设备和保护系统应按照在这些条件下运行来设计。

4.2.2 电压分类

用户应规定系统的标称电压和最高运行电压。设施最高电压(U_m)应根据最高运行电压,按照表 1 和表 2 确定。

4.2.3 正常运行电流

电力设施的每个部分都应按照规定运行条件下的耐受电流设计和建造。

4.2.4 短路电流

电力设施的设计、建造和安装应能安全耐受短路电流引起的机械和热效应。

注 1: 对于现场装有发电机、电动机或与电网并列运行(共同发电)的设施,故障水平会增加。

本部分应考虑所有短路类型,例如:

- 三相短路；
- 两相短路；
- 单相短路接地；
- 两相短路接地。

电力设施应装设自动保护装置切除三相短路和两相短路。

电力设施应装设自动保护装置切除接地故障或显示接地故障状态。自动保护装置的选择取决于中性点接地方式。

短路电流额定持续时间的标准值为 1 s。

注 2: 其他推荐值为 0.5 s、2 s 和 3 s。

注 3: 额定持续时间的确定宜计及故障切除时间。

IEC 60909(所有部分)规定了三相交流系统短路电流的计算方法。

IEC 60865-1 规定了短路电流效应的计算方法,IEC 60949 规定了电力电缆短路电流的计算方法。

4.2.5 额定频率

设施设计应根据系统额定频率确定。

4.2.6 电晕

设施设计应满足由电磁场(如电晕效应)引起的无线电干扰不超过规定的水平。

注 1: CISPR 18-1^[1]、CISPR 18-2^[2]和 CISPR 18-3^[3]中有降低高压设施无线电干扰的建议²⁾。

注 2: 允许的最大无线电干扰水平可由国家或当地权威机构规定。

注 3: GB/T 11022—2011 对开关设备和控制设备的可接受的无线电干扰电压水平给出了指导建议。

当无线电干扰超过可接受水平时,可对高压悬挂绝缘子串、母线支撑组件、母线连接和设备终端安装均压环或紧固间隙来控制电晕水平。

4.2.7 电磁场

设施设计应将由带电设备产生的电磁场限制到可接受水平。

注: 国家或国际规程可能规定了可接受水平。更多信息可从国际非电离辐射保护委员会(ICNIRP)或 IEEE 获取。

4.2.8 过电压

设备应防止开关操作或雷电产生的,且超过 GB/T 311.1 和 GB/T 311.2—2013 规定的耐受值的过电压。

4.2.9 谐波

宜考虑谐波电压和谐波电流对电力设施(如工业设施)的影响。当地规程或确保整个电力系统正确运行的改善方法宜根据谐波分析确定。

4.3 机械要求

4.3.1 设备及支撑结构

设备及支撑结构(包括其基础)应耐受预期的机械应力。

荷载应包括正常荷载和异常荷载。每种荷载情况下均应研究几种组合方式,应取最不利的组合方式来确定结构的机械强度。

正常荷载应包括下列荷载:

- 静荷载;
- 拉力荷载;
- 安装荷载;
- 冰荷载;
- 风荷载。

应考虑建设和维护过程中的短时应力和荷载。专用设备会受周期荷载的影响(参见专用设备标准)。

异常荷载情况下应考虑下列最大偶发荷载与静荷载和拉力荷载同时作用:

- 开关操作力;
- 短路力;
- 导线拉力损失;
- 地震荷载。

2) 出现在方括号中的为参考文献。

4.3.2 拉力荷载

导线拉力荷载应根据最不利荷载组合工况确定。

可能的组合方式如下：

- 20℃无冰无风；
- 5℃有冰无风；
- +5℃有风。

4.3.3 安装荷载

安装荷载是施加在支撑结构、张力架构等的最关键位置上至少 1 kN 的荷载。

4.3.4 冰荷载

可能结冰时，应包括软导线、刚性母线以及刚性导体上产生的冰荷载。

覆冰厚度可根据 GB/T 11022—2011 取 1 mm、10 mm 或 20 mm，冰的密度则按照 IEC 60826 定为 900 kg/m³。

4.3.5 风荷载

风荷载应考虑当地地形和构筑物高度的影响，还应考虑最不利风向的影响。

GB/T 11022—2011 规定了开关设备和控制设备对风荷载的要求。

4.3.6 开关操作力

开关设备支架及基础的设计应考虑开关操作力，该值应由设备设计方提供。

4.3.7 短路力

短路的机械效应可按照 IEC 60865-1 规定的计算方法。

注：在 CIGRE 技术手册^[38]中提出了更多建议。

4.3.8 导线拉力的损失

应按照能耐受绝缘子或导线断裂造成的导线拉力损失所产生的最不利的荷载情况来设计带有耐张绝缘子串的结构。

注 1：通常是在 0℃无冰无风的条件下计算出来的。

注 2：在多股绞线中，可以假定一股绞线断裂。

4.3.9 地震荷载

供用双方应对特殊条件和要求达成协议（也见 4.4.3.5）。

位于地震环境下的设施，设计时应考虑地震荷载。

地震荷载适用于为满足地震条件的土建工程或设备安装。

地震荷载应参照相应电力设施标准来处理，如用于 GIS 的 IEC 62271-207，用于断路器的 IEC/TR 62271-300 和用于套管的 IEC/TS 61463。

应考虑下列方法：

- a) 任何独立设备应按照能耐受大地垂直和水平运动产生的动力来设计。电气设备有支撑结构，

如基础、支架或者安装在楼板上,应考虑支撑结构的动力放大作用。设备设计时应考虑地震的感应波谱。

- b) 设备布置应将其相连设备间产生的轴向、横向、扭转荷载限制在一个可接受的范围。还应注意地震中发生的其他压力。

4.3.10 支撑结构的尺寸

支撑结构的尺寸应符合现行规程和标准,包括安全系数。

4.4 气候与环境条件

4.4.1 总则

应根据气候与环境条件设计包括所有装置和辅助设备在内形成一个整体的设施。

电气设备应根据凝结、沉淀、颗粒、粉尘、腐蚀性元素和危险环境等条件选择。危险区域划分应符合 GB 3836.14 和 IEC 60079-10-2。设备根据 IEC 60721(所有部分)选择。

4.4.2 正常条件

4.4.2.1 户内:

- a) 环境空气温度不超过 40 °C, 24 h 平均温度不超过 35 °C。

最低环境空气温度为:

- -5 °C 对应“-5 户内”级;
- -15 °C 对应“-15 户内”级;
- -25 °C 对应“-25 户内”级。

辅助设备,如继电器和控制开关,如果在-5 °C 以下使用,供用双方有必要达成协议。

- b) 可忽略太阳辐射的影响。
- c) 海拔不超过 1 000 m。
- d) 周围空气没有明显的灰尘、烟尘、腐蚀或易燃气体、水汽、盐等污秽。
- e) 24 h 相对湿度平均值不超过 95%。

在这种条件下,可偶发凝露。

注 1: 凝露可看作是在高湿度时由于温度突变而产生。

注 2: 为了避免在高湿度和凝露条件下绝缘击穿或金属腐蚀,宜根据这些条件设计设备,也宜进行相应的试验。

注 3: 建筑物或房屋的特殊设计可防止凝露,如通风、加热,或使用除湿设备等。

- f) 可忽略外部原因或小地震引起的设备振动。
- g) 宜考虑电磁干扰,见 GB/Z 18509。

4.4.2.2 户外:

- a) 环境空气温度不超过 40 °C, 24 h 平均温度不超过 35 °C。

最低环境空气温度为:

- -10 °C 对应“-10 户外”级;
- -25 °C 对应“-25 户外”级;
- -30 °C 对应“-30 户外”级;
- -40 °C 对应“-40 户外”级。

宜考虑温度的急骤改变。

辅助设备,如继电器和控制开关,可在-5 °C 以下使用,供用双方应达成协议。

b) 当强度达到 $1\,000\text{ W/m}^2$ 时(晴天的正午),宜考虑太阳辐射。

注 1: 在特殊条件下,可采取适当措施,如加盖屋顶、强迫通风等,或降低额定值,使温升不超过规定值。

注 2: 详细的全球太阳辐射参见 GB/T 4797.4。

注 3: 紫外线辐射能对一些复合材料造成损害,更多信息参见 IEC 60068(所有部分)^[16]。

c) 海拔不超过 $1\,000\text{ m}$ 。

d) 周围空气没有明显的灰尘、烟尘、腐蚀气体、水汽、盐等污秽。根据 GB/T 26218.1,污秽等级不应超过 c 级中等污秽。

e) 覆冰厚度不超过 1 mm (1 级)、 10 mm (10 级)和 20 mm (20 级),见 4.3.4。

f) 风速不超过 34 m/s (等同于圆柱表面压强 700 Pa)。

注 4: 风的特性参见 GB/T 4797.5。

g) 宜考虑凝露或降水量,降水量包括露、雾、雨、雪、冰、霜等。

注 5: 绝缘的积污特性参见 GB/T 16927.1 和 GB/T 311.1。其他特性参数参见 GB/T 4797.5。

h) 可忽略外部原因或小地震引起设备振动。

i) 宜考虑电磁干扰,见 GB/Z 18509。

4.4.3 特殊条件

4.4.3.1 总则

在不同于 4.4.2 的特殊条件下使用高压设备时,用户宜参考以下条款。

4.4.3.2 海拔

根据 GB/T 11022—2011,对于位于海拔 $1\,000\text{ m}$ 以上的设施,在标准大气条件下,外绝缘水平应为设备使用地点绝缘耐受电压与海拔修正系数 K_a 的乘积。

注 1: 在任意海拔处,内绝缘的绝缘特性是相同的,不需要采取特别的措施。

注 2: 对于低压辅助设备和控制设备,如果海拔低于 $2\,000\text{ m}$,不需要采取特别的措施。对于更高海拔,参见 GB/T 16935.1。

注 3: GB/T 4797.2 规定了由海拔引起的气压变量。对于这个现象宜特别注意下列几点:

- 由对流、传导或辐射产生的热交换;
- 加热装置或空调的效率;
- 压力装置的工作水平;
- 柴油发电机组或压缩空气站的效率;
- 电晕效应的增加。

注 4: GB/T 11022—2011 中的海拔修正系数 K_a 反映出海拔低于 $1\,000\text{ m}$ 不需要修正。

4.4.3.3 污秽

对于安装在污秽空气中的设备,污秽等级应根据 GB/T 26218.1 规定为 d 级(重)或 e 级(很重)。

4.4.3.4 温度和湿度

若设备环境温度明显不在 4.4.2 规定的正常条件范围内,优选的最低和最高温度范围宜规定为:

- 对严寒气候, $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 对酷热气候, $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

在暖湿风频繁出现的某些地区,温度的骤变会导致凝露,甚至在户内也会这样。

在湿热带户内条件下,在 24 h 内测得的相对湿度平均值可以达到 98% 。

在一些地下设施中,设备可能位于水下。应对这样的设备进行相应设计,并规定合适的运行流程。

4.4.3.5 振动

供用双方应对特殊条件和要求达成协议(也见 4.3.9)。

应考虑由大风、电磁应力、交通(如临时道路和铁路交通)和工业过程引起的振动。设备的抗振能力应由制造厂提供。

应考虑设备的工作应力,它可通过共同的整体基础或地面传递(如断路器的分断和关合)。

4.5 特殊要求

4.5.1 小动物及微生物的影响

应采取措施防止生物活动(如鸟类、其他小动物或微生物)对设备产生危害,包括合适材料的选择、防止接近的措施以及足够的供暖和通风(详见 IEC 60721-2-7)。

4.5.2 噪声水平

噪声水平超过限值时可采取下列控制措施:

- 采用隔音技术防止声音通过空气或固体传播;
- 使用低噪声设备。

GB/T 3222.1 规定了不同场所和不同时间段的噪声评价准则。

设施厂界执行 GB 12348;站址周围声环境执行 GB 3096。

4.5.3 运输

高压电力设施的设计应考虑设备如大型变压器运输和贮存的限制。

5 绝缘

5.1 总则

带电部分对地和带电部分相间的最小电气间隙不应低于设施的冲击耐受水平。

绝缘配合应符合 GB/T 311.1。

5.2 绝缘水平的选择

绝缘水平应根据设施最高电压 U_m 和/或冲击耐受电压选择。

5.2.1 中性点接地方式

绝缘水平的选择宜在保证可靠运行的前提下,考虑系统中性点接地方式和过电压限制装置的特性及安装位置。

对安全水平要求高的设施,或者系统配置、中性点接地方式或避雷器保护方式使其不适于降低绝缘水平的设施,应选用表 1 和表 2 中的较高值。

对系统配置、中性点接地方式或避雷器保护方式使其适于降低绝缘水平的设施,选用表 1 和表 2 中的较低值是足够的。

5.2.2 额定耐受电压

在电压范围Ⅰ内($1\text{ kV} < U_m \leq 252\text{ kV}$),绝缘水平的选择应以表1中额定雷电冲击耐受电压和额定短时工频耐受电压为基础;在电压范围Ⅱ内($U_m > 252\text{ kV}$),绝缘水平的选择应以表2中额定操作冲击耐受电压和额定雷电冲击耐受电压为基础。

5.3 耐压值的检验

如果能保持表1和表2中规定的最小电气间隙,则没必要进行绝缘试验。

如果不能保持表1和表2中规定的最小电气间隙,所选绝缘水平的耐压能力应根据GB/T 16927.1和表1和表2中给出的耐压值进行适当的绝缘试验来确定。

如果设施的某些部分或区域不能保持空气中最小电气间隙,仅对这些部分或区域进行绝缘试验是足够的。

注:根据GB/T 311.1—2012的附录A,如果能够通过试验或较低过电压运行经验确认,最小电气间隙可采用较低的数值。

5.4 带电部分的最小电气间隙

5.4.1 总则

表1和表2规定的最小电气间隙适用于海拔不超过1 000 m,对于更高的海拔见4.4.3.2。

注:最小电气间隙值用 N 表示,这是以第7章规定的安全距离为基础的最小电气间隙的符号。

应对设施中能够由隔离开关分离的部分间隔断口进行额定冲击耐受电压试验(见GB/T 11022—2011的表1和表2)。如果设施的这些部分间在表1电压范围Ⅰ内的最小电气间隙、在表2电压范围Ⅱ内的相-相最小电气间隙分别增加25%或更多,则无需进行绝缘试验。

5.4.2 电压范围Ⅰ内的最小电气间隙

在电压范围Ⅰ内(见表1),空气中最小电气间隙是基于最不利的小曲率半径电极结构(如棒-板)。在这种电压范围内,相-相绝缘和相-地绝缘的额定雷电冲击耐受电压(LIWV)相同,因此电气间隙对两种绝缘距离都适用。

5.4.3 电压范围Ⅱ内的最小电气间隙

在电压范围Ⅱ内(见表2),空气中最小电气间隙由额定操作冲击耐受电压(SIWV)决定,实质上取决于电极结构。在电极结构难以分类时,推荐根据最不利结构下的相-地电气间隙来选择,例如隔离开关的臂对杆塔结构(棒-结构)。

5.5 特殊条件下的最小电气间隙

对于易发生相位相反的设施,其部分之间的最小电气间隙应高于表1和表2规定值的20%。

对于具有不同绝缘水平的设施,其部分之间的最小电气间隙应至少为较高绝缘水平电气间隙的125%。

如果导线受短路力影响摆动,应把表1和表2中最小电气间隙的50%作为最小值。

如果导线受风力影响摆动,应把表1和表2中最小电气间隙的75%作为最小值。

如果多个绝缘子串中的一个子串发生断裂,应把表1和表2中最小电气间隙的75%作为最

小值。

由自耦变压器供电的设施,如果中性点和相导线均未有效接地,则较低电压侧绝缘的额定值应按较高电压侧设备的最高电压来选定。宜根据中性点接地方式注意中性点的绝缘。

5.6 测试连接区

应现场查看制造厂提供的经型式试验的设备安装和运行条件信息。

注：型式试验已确定了绝缘耐压能力,因此在测试连接区内不需要保持表 1 和表 2 规定的最小电气间隙。

表 1 电压范围 I 内(1 kV<U_m≤252 kV)空气中最小电气间隙

系统标称电压	设施最高电压	额定短时工频 耐受电压	额定雷电冲击 耐受电压 ^a	相-地及相-相最小电气间隙 N	
U_N 有效值	U_m 有效值	U_d 有效值	U_p 1.2/50 μs,峰值	户内设施	户外设施
kV	kV	kV	kV	mm	mm
3	3.6	10	20	60	120
			40	60	120
6	7.2	20	40	60	120
			60	90	120
10	12	28	60	90	150
			70	120	150
			95	160	160
15	18	40	75	120	160
			95	160	160
20	24	50	95	160	
			125	220	
			145	270	
35	40.5	80	190	350	
66	72.5	140	325	630	
110	126	185 ^b	450 ^b	900	
		230	550	1 100	
220	252	325 ^b	750 ^b	1 500	
		360	850	1 700	
		395	950	1 900	
		460	1 050	2 100	
注：35 kV 及以下电压等级的耐受电压为直接接地方式下的值。					
^a 额定雷电冲击适用于相-相绝缘和相-地绝缘。					
^a 如果认为所选的数值不能满足相间耐压的要求,则需要进行额外的相间耐压试验。					

表 2 电压范围Ⅱ内($U_m > 252\text{ kV}$)空气中最小电气间隙

系统标称电压	设施最高电压	额定雷电冲击耐受电压 ^a	额定操作冲击耐受电压	相-地最小电气间隙		额定操作冲击耐受电压	相-相最小电气间隙	
U_N 有效值	U_m 有效值	U_p 1.2/50 μ s 峰值	U_s 相-地 250/2 500 μ s 峰值	导线- 构架	棒-构架 N	U_s 相-相 250/2 500 μ s 峰值	导线- 平行导线	棒-导线
kV	kV	kV	kV	mm		kV	mm	
330	363	950/1 050	850	1 800 1 900 ^b	2 400	1 275	2 600	3 100
		1 050/1 175	950	2 200	2 900	1 425	3 100	3 600
500	550	1 175/1 300	950	2 200 2 400 ^b	2 900	1 615	3 700	4 300
		1 300/1 425	1 050	2 600	3 400	1 680	3 900	4 600
		1 425/1 550	1 175	3 100	4 100	1 763	4 200	5 000
750	800	1 675/1 800	1 300	3 600	4 800	2 210	6 100	7 400
		1 800/1 950	1 425	4 200	5 600	2 423	7 200	9 000
		1 950/2 100	1 550	4 900	6 400	2 480	7 600	9 400
1 000	1 100	1 950/2 100	1 425 ^c	4 200	5 600	—	—	—
		2 100/2 250	1 550	4 900	6 400	2 635	8 400 ^d	10 000 ^d
		2 250/2 400	1 675	5 600 ^d	7 400 ^d	2 764 ^d	9 100 ^d	10 900 ^d
		2 400/2 550	1 800	6 300 ^d	8 300 ^d	2 880 ^d	9 800 ^d	11 600 ^d
^a 额定雷电冲击适用于相-相和相-地。 ^b 更高额定雷电冲击耐压值要求的最小电气间隙。 ^c 该值仅适用于未暴露于空气中的单相设备的相-地绝缘。 ^d 仍在考虑中的暂定值。								

6 设备

6.1 一般要求

6.1.1 选型

设备的选型和安装应满足下列要求：

- a) 正确组装、安装以及连接电源时安全的建筑；
- b) 考虑外部影响，在预定位置能够预期的安全和正确运行；
- c) 正常操作过程中的安全和正确运行，以及在合理预期的过载、非正常操作和故障情况下，不会导致设备不安全；
- d) 设备使用和维护过程中的人身防护。

6.1.2 遵守

设备应符合相关标准，特别是 GB/Z 18509 和 ISO/IEC 51。

用户应对需要遵守特定运行和安全程序的设施规定额外要求。

6.1.3 人身安全

在设备的安装、运行以及维护过程中,应特别注意人身安全。

主要包括:

- a) 运输、储藏、安装、运行和维护的手册和说明书;
- b) 运行、维护和试验所需的专用工具;
- c) 特定场合下的安全工作程序;
- d) 安全接地措施。

6.2 特殊要求

6.2.1 开关装置

应提供能指示开断设备或隔离设备(包括接地开关)触头位置的设备。用户应根据设备标准规定指示方法。

位置指示器应明确指示设备主触头的实际位置。

指示分/合位置的装置应易被操作人员看见。

隔离开关和接地开关的安装,应在操作机构上人为施加拉力或压力时不会意外动作。

用户规定的地方应安装联锁装置或闭锁装置,提供防护措施,防止误操作。

如果提供了防止接地开关承载全短路电流的联锁系统,在与用户达成协议后,允许给定一个降低了的反映开关短路电流应力的额定值。

设备的安装,应在开关操作时释放的游离气体不会损坏该设备,并且不会危及操作人员。

注:“损坏”是指造成设备功能下降的任何故障。

开关设备的等级应符合高电压标准。然而,特定回路的开关可能需要更严格的限制,例如回路中 X/R (电抗/电阻)高的滤波器组和负载,如大型变压器和发电机回路中的 X/R 很高。供用双方应就这样回路中开关设备的特殊要求达成协议。

6.2.2 电力变压器与电抗器

除非有其他说明,本条对电力变压器与电抗器都适用,尽管有时只提到变压器。

变压器的主要选型准则见第4章和第8章。

变压器根据接触绕组的绝缘材料、内部或外部冷却型式分类,见IEC 60076-2:1993的第3章。

变压器的设计应考虑火灾蔓延的危险(见8.7)。类似的,必要时应采取限制噪声水平的措施(见4.5.2)。

户内安装的变压器,应提供适当的通风装置(见7.5.7)。

变压器不应污染水资源(地下水、地表水及废水)。这应由变压器设计选型和/或现场规定来实现,有关措施见8.8。

变压器带电运行期间,如果有必要取样(如油样)或读取监测数据(如油位、温度、压力等),则应安全进行,不对设备和人身造成损害。

空心电抗器的安装应保证短路电流的磁场不会将异物吸入线圈内。邻近设备应设计为能耐受产生的电磁力。在正常负荷条件下,邻近的金属部分如基础钢筋、金属栅栏和接地网等不应产生过多的温升。

宜采取适当的系统研究和措施,减少铁磁共振、谐波或其他因素对变压器造成危害的风险。

变压器压力释放装置应设为直接向下排油,并远离人员可能会站立的操作控制位置。

6.2.3 预装式开关设备

气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)、金属封闭开关设备、绝缘封闭开关设备和其他预装式开关设备的安装要求由 7.4 规定。人身安全和气体处理见 8.8.3 和 9.4。

6.2.4 互感器

互感器的二次回路应良好接地或用接地的金属屏蔽隔离,应符合第 10 章的规定。

二次回路接地点的确定,应避免电磁骚扰。

互感器的安装,应在开关装置断电时易接触到其二次端子。

6.2.4.1 电流互感器

额定过流倍数和额定负载的选择,应在短路情况下保证保护设备正常工作,防止测量设备损坏。

在一次时间常数长以及装有重合闸的高压电网中,建议考虑短路电流的非周期分量所产生的暂态应力。宜考虑 GB/T 20840.2 的推荐。

如果测量装置也接在保护电流互感器铁心上,必要时应采用适当的辅助电流互感器来保护测量装置免受大电流冲击而损坏。

如果需要降低开关操作产生的二次回路瞬态过电压,必要时一次与二次回路之间应采用有效的屏蔽。

为了防止危险的过电压,应规定便于短接电流互感器的二次绕组。

6.2.4.2 电压互感器

电压互感器的选择,应对所连接设备和接线有足够的标称输出和精度。应考虑铁磁谐振的影响。

应保护电压互感器的二次侧免受短路影响,并建议实施监测保护装置。

6.2.5 避雷器

避雷器的设计及安装位置,应在瓷套破裂或压力释放器动作时保护人身安全。

与限流熔断器安装在同一回路中的避雷器的伏秒特性,应考虑熔断器产生的过电压。

如果在非线性电阻型避雷器的接地导体上使用监测器,应防止接触监测器与避雷器间的导体及监测器本身。应能在设备带电时读取监测器和计数器。

6.2.6 电容器

应考虑谐波过电压和谐振的危害,并应采用合适的限制方法。

电容器额定电压和容量的选择,应考虑因串联感抗引起的电压升高,例如阻尼电抗器和声频或滤波回路。

耦合电容器、电压测量及过电压保护用的电容器应按开关设备的额定电压来选择,即使运行电压较低也采用同样的原则。

应保证电力电容器的安全放电。放电单元应能耐受放电时的热和机械力。

电容器组所设置的短路和接地装置,应考虑电容器组单元的内部接线、放电电阻及熔断类型。

6.2.7 线路阻波器

应按照载波频带配置线路阻波器的带宽。

6.2.8 绝缘子

除非另有规定,由用户规定的绝缘子最小爬电距离应符合 GB/T 26218.1。

GB/T 11022—2011 湿试验程序的要求适用于所有外绝缘。

用户可规定污秽或严重潮湿条件下户外绝缘子的外形和/或性能要求。

6.2.9 绝缘电缆

6.2.9.1 温度

绝缘电缆的选择与敷设,应在下列条件下导线、绝缘、接头、设备端子或周围介质不超过最大允许温度:

- a) 正常运行;
- b) 特殊运行条件,遵守之前供用双方达成的协议;
- c) 短路。

连接设备(如电动机、断路器)的电缆的温度不应高于电缆在可预见运行条件中的允许值。

6.2.9.2 温度变化产生的应力

应考虑导线长度随温度变化对设备产生的应力。如有必要,应采取适当措施减轻应力(如采用柔性连接、扩大端子或蛇形分布)。如不采取这些措施,应在设备机械强度验证时考虑因温度变化产生的附加力。

6.2.9.3 柔性卷缆和拖缆

柔性卷缆和拖缆的选择应满足下列要求和条件:

- a) 拖缆或至少与拖缆有同样机械和电气性能的电缆,应用于向起升可移动设备供电;
- b) 在机械力较严重的情况,如运行期间遭受磨损、拉伸、弯曲或卷绕,应使用双护套拖缆或至少与拖缆有同样机械和电气性能的电缆;
- c) 向起升可移动设备供电的绝缘电缆应装有保护地线;
- d) 任何连接的设计,如接头、端子或其他连接,当电缆受到拉力时,保护导线应最后分开;
- e) 卷绕在电缆盘上的绝缘电缆应标出尺寸,当电缆全部绕好并承受正常运行负荷时,不超过允许最大温度。

柔性电缆和拖缆的端子不应承受拉力和压力。应防止电缆套管剥离和电缆末端弯曲。端子也应设计为电缆不打结。

6.2.9.4 横穿与邻近

当绝缘电缆横穿或邻近气体管道、水管或其他管道时,电缆与管道之间应保持适当的电气间隙。如不能保持,应防止电缆与管道接触,如插入绝缘壳或板。这些措施应与管道经营单位协商。对于长距离平行路径,应计算短路时在管道上产生的感应过电压。可能有必要采取适当的措施降低感应过电压(如改变电缆或管道的路径或电缆与管道之间保持更大的电气间隙)。

当绝缘电缆横穿或邻近通信设施时,电缆与通信设施之间应保持适当的电气间隙。

对于长距离平行路径,应计算短路时在通信设施上产生的感应过电压(参见 ITU 导则)。可能有必要采取适当的措施降低感应过电压(如改变电缆或通信设施的路径或电缆与通信设施之间保持更大的电气间隙)。

当绝缘电缆横穿或邻近其他绝缘电缆时,应计算它们之间的热效应,以便确定电缆之间的最小电气间隙或其他适当的措施(如减少额定电流)。电缆安装点与热源应有足够的距离或用绝热罩与热源隔离。

注:横穿和邻近电缆、气体管道、水管或其他管道时,适当的电气间隙宜遵照国家规程或标准的规定。

6.2.9.5 电缆敷设

应为电缆的维护和测试规定合适的入口(见第 11 章)。

宜采取下列措施防护电缆敷设前后免受机械损伤:

- a) 电缆敷设应在设备标准或制造厂规定的环境温度下进行,避免任何损坏。
- b) 单芯电缆的敷设,应确保短路电流力不会导致损坏。
- c) 敷设方法的选择,应保证将外部影响限制在可接受的安全值。另外,当埋入沟内时,电缆应敷设在规定的深度,并用石板或预警网格覆盖,防止第三方造成的任何损坏。地下及水下电缆在其出土或出水的地方宜采用机械性保护。
- d) 直埋电缆应敷设于除去石头的电缆沟底部,电缆沟基底应充填沙子或泥土,如有必要,可选用特殊结构的电缆以免受化学腐蚀的影响。
- e) 应采取措施防止车辆从电缆沟上通过损坏电缆。
- f) 应考虑大地的移动和振动。
- g) 对于垂直敷设,电缆应采用适合的夹具支撑,间距由电缆结构确定,资料由制造厂提供。
- h) 如果单芯电缆敷设在钢筋天花板和墙壁上,应考虑钢筋变热的可能性。如有必要,应采取适当的结构措施来限制变热。

敷设在金属管道内的电缆应集中,将同一回路所有相的导线(含中性线)敷设在同一管道内,以减小涡流。宜考虑接地导线的位置。单芯电缆保护管宜采用无磁性材料或采取阻断磁路措施。

绝缘电缆的敷设应保证接触电压在允许值以内或采取适当的措施,防止与带有不允许接触电压的易接近部分接触。

注:单芯电缆的屏蔽护套中有可能产生很高的环流,特别是在水平敷设的情况下。

金属护套应按照第 10 章的要求接地。

与变压器或电抗器连接的电缆长度的选择,应使铁磁谐振概率最低。

当设备与电力电缆连接时,应注意限制设备上的机械应力。

6.2.9.6 弯曲半径

电缆敷设期间和敷设后的最小弯曲半径取决于电缆类型,这由相关标准或制造厂规定。

6.2.9.7 拉力

电缆敷设期间的最大允许拉力取决于导线的性质和电缆的类型,这由相关标准或制造厂规定。

施加在柔性电缆和拖缆导线上的连续静态及峰值拉力应尽可能小,且不应超过制造厂规定值。

6.2.10 导线及附件

本条涉及的导线(刚性或柔性)及附件,是设施中馈线或母线的一部分。

被覆盖的导线应被视为裸导线。

应规定允许导线因温度变化引起伸缩。此规定不适用于导线系统设计时已允许温度变化引起伸缩的情况。

导线间及导线与设备间的接头应完好,在运行中不应劣化,应具有化学与机械的稳定性。连接面应进行适当处理并按规定连接类型连接。连接导线和开关设备的接头在运行中温升应不超过 GB/T 11022—2011 的规定值。

注:管型母线的开口端宜塞紧以防止腐蚀和筑巢。

应规定防止风引起管型母线谐振。

6.2.11 旋转电机

电机端子箱内故障造成人身伤害的危险应降至最低。电机端子箱应能耐受局部短路。可能有必要装设限流装置。

防止异物、灰尘、湿气和水的设备防护等级应根据现场气候与环境条件选择。电机的危险部分应受到保护,防止人员意外接触。防护等级应符合 GB/T 4208。

电机绝缘水平的选择应符合 GB/T 755。

应保证足够的冷却。

注:宜使用合适的电气保护装置,保护电机不超过最大允许温升。尤其对大型电机或对生产过程起关键作用的电机,宜安装能显示电机内部故障或必要时关机的保护装置。

设施的总体设计应确定电机外壳类型的要求,尤其当电机安装在危险区域中。此外,安全问题如噪声水平、人员可进入地面的最大温度、泄漏和保护控制等,应满足设施的特殊要求。

在配电系统中启动大型电机会导致电压跌落。当启动大型电机时,可采用不同技术减少对电网的影响。应设计保护装置,在电机整个启动过程中提供足够保护。

应考虑大型电机对短路电流的贡献。

6.2.12 发电机组

应规定发电机组的额定功率类型(如连续电源、主电源或备用电源)。宜规定与公共事业并联或其他发电机并联的发电机的运行。应规定同步开关设备。

设施的总体设计应确定设备通用安全要求,尤其是防火和使用氢气。见 IEC 60034-3。

6.2.13 发电机主接线

对于小型发电机组,发电机主接线(母线)的选型和规格可参照 GB/T 3906。

但是,应特别注意额定峰值电流的选取。也可能有必要对非预装式接线规定附加测试和计算。

必要时,应进行故障研究,确定峰值耐受电流和短时耐受电流,尤其对横截面减少的分支接线(如辅助变压器)。

对于大型发电机组,及要求更高系统安全的地方,建议使用相间隔离的母线系统。

设计设施时应考虑无金属外壳的发电机主接线的电磁场影响。

当发电机是离线,但在低速旋转,以防止发电机轴变形,设计时应考虑下列情况:

- a) 有感应电压引起安全隐患的可能;
- b) 应采取措施,改变直接与发电机端子连接的变压器无励磁分接开关的分接位置。

注:当发电机与变压器间的接线很短,宜规定在连接装置中增加电容,限制开关操作过电压。

6.2.14 静止换流器

换流器单元可进入部分在正常运行或故障条件下可能带有危险电压,应充分标示,并应充分防止人员意外接触。可采用保护遮栏防止意外接触。

冷却与传热介质不应含有机污染和化学腐蚀成分,这可能会导致设备故障。

当用水作冷却剂时,应考虑泄漏电流(由水的导电性产生的电流)引起腐蚀的可能性。

当用油作冷却剂时,应考虑如油浸式变压器和电抗器的防火和防止地下水被污染。

换流器单元的布局,应考虑交流大电流引起的电磁干扰对其他设备或部分设施的影响,尤其是对钢部件的影响。

6.2.15 熔断器

6.2.15.1 电气间隙

装配熔断器设施的最小电气间隙应考虑运行前后及运行中带电部分的所有可能位置。

喷射式熔断器应在其喷射方向提供足够的电气间隙或适当的保护遮栏。喷射式熔断器的喷出物可能包含热气、等离子电弧和融化的金属,它们也可能是导电的。

应提供设施,确保人员在更换喷射式熔断器或在其区域工作时不暴露于熔断器喷射物。当无法满足时,应在可能暴露前将熔断器断电,或工作人员应使用屏蔽罩和屏蔽服。

6.2.15.2 更换熔断器

熔断器的安装方式应能按照制造厂说明书安全地更换熔断器。

注:宜向运行和维护人员提供所有必要信息,以便选择合适的熔断器来更换。

6.2.16 电气和机械联锁

联锁可能是必要的,以确保设备正确的操作顺序,防止危及人身安全和损坏设备。

联锁可通过电气或机械方法实现。在失电的情况下,电气联锁方案应设计为在失效状态下是安全的。

7 设施

7.1 一般要求

本章仅对设施回路布置、文件、运输路线、照明、运行安全及标志等提出一般要求。

距离、电气间隙和尺寸均为安全运行允许的最小值,如有必要,用户可规定更高值。

注:带电部分的最小电气间隙(N)见 5.4 及表 1 和表 2。

国家标准和法规可规定使用更高的电气间隙值。

当扩建现有设施时,原设计和安装要求可作为替代规定。

此外,还应考虑电力设施运行的有关标准。运行程序应由用户规定(见 7.1.1)。

7.1.1 回路布置

回路布置应满足 8.3 规定的运行要求和安全要求,还应结合电网结构考虑故障和维护情况下的连续运行。回路布置应便于安全、快速地进行开关操作。

每个电气隔离的系统应装有接地故障指示装置,能够检测或断开接地故障。

设施的隔离部分应保证不会被并联连接的二次电源(例如,互感器)意外加电。

易接近一般公众的隔离设备应能被锁住。

设施应能耐受短路电流产生的热力和电动力,并满足第 4 章的要求。

但是,回路有可能被布置成这样,即通常隔离运行的部分在开关操作期间被短时连接,这种连接甚至导致短路电流超过设施的额定值。在这种情况下应采取措施防止危及人身安全,也可能需要规定运行程序。

注 1:这种运行方式可能是不可避免的,如将馈线从一组母线切换到另一组母线。

在装有限流保护装置的回路中,设备和短连接可具有与限流装置截止(通过)电流对应的额定值。

注 2:位于母线和限流装置之间的设备,当限流装置负荷侧发生故障时,应有足够的故障电流通流能力。

7.1.2 文件

适用时,应为每种设施提供允许安装、调试、运行、维护和环境保护方面的文件。

文件的范围和语言应由供用双方达成协议。

若有图和表,应按 GB/T 4728(所有部分)和 GB/T 6988.1 绘制。

7.1.3 运输路线

运输路线的载重量、高度和宽度应适于预期运输设备的移动,且供用双方应达成协议。

在封闭的电气运行区域内,当满足下列条件时,允许车辆和其他移动设备在带电部分下方或邻近带电部分(无保护措施)通行(见图 5):

——车辆敞开的车门及其装载物没有进入危险区域:车辆的最小保护性电气间隙为 $T = N + 100$ (最小 500 mm);

——可进入区域上方带电部分的最小高度 H (见 7.2.4)。

在上述条件下,只有当车辆或其他移动设备有足够的保护措施(如驾驶室顶)以保证不进入上述规定的危险区域,人员才可留在车辆或移动设备上。

同理适用于运输设备和带电部分之间侧向的电气间隙。

7.1.4 通道和进入区

通道和进入区应有足够的宽度,适于工作、运行人员进出、事故时紧急出入、紧急转移和设备运输。

注:建筑物的维护和运行区域见 7.5.4。

7.1.5 照明

可进入的户内和户外设施应安装合适的照明,供日常运行。

如有必要,还应提供应急或辅助照明装置,该装置可为固定式或便携式。

在某些情况下,小型配电站可不装设照明设施,但供用双方应对照明安装及范围达成协议。

维护或更换照明设施的任何部件(如灯泡)时,应保持与高压带电部分的作业净距。

注:照明水平宜与现行国内或国际标准一致。

7.1.6 运行安全

运行安全的设施应设计有逃生和救援通道和紧急出口,能够在发生火灾等事故时安全使用,确保安全和环境的兼容性。

必要时,设施本身应能防止火灾、洪水和污染等。如果需要,重要设施还应有附加措施防止道路交通的影响(喷洒盐、车辆事故)。

7.1.7 标志

为了避免误操作和意外,要求有识别标志。

设施的所有重要部分,如母线系统、开关设备、间隔、导线等,应有清楚、明显和耐久的标志。

设施的适当位置还应有安全警告标志,如:警告标志、安全指令标志、提示标志等(见 8.9)。

注 1: 地方或国家法规宜考虑在内。

注 2: 关键联锁方案的操作宜设有提示标志。

注 3: 需要断开多个高压电源来完全切断设备或设备会意外反馈的地方可设置安全警告标志。

7.2 户外敞开式设施

户外敞开式设施的布置应考虑第 5 章规定的最小相间和相对地电气间隙。

设施的设计应满足运行和维护进入的需要,限制进入危险区域。因此应装设外部围栏,在不能保持安全距离的地方应安装永久性防护装置。对于位于柱上、电线杆、杆塔上的电气设备,如果一般公众从地面无法进入并且满足 7.7 规定的安全距离,可不装设外部围栏。

间隔或区段间应设置保护遮栏或保护阻挡物以保持适当距离。

7.2.1 保护遮栏的电气间隙

在设施内,带电部分与任何保护遮栏内表面应保持下列最小电气间隙(见图 1):

- 对于最小高度为 1 800 mm 的无孔实心墙,保护遮栏的最小电气间隙为 $B_1 = N$;
- 对于最小高度为 1 800 mm,防护度为 IPXXB(见 GB/T 4208)的铁丝网、网状遮栏或有孔实心墙,保护遮栏的最小电气间隙为 $B_2 = N + 80$ mm。

注: IPXXB 防护等级为确保防止手指接近危险部分。

对于可能产生位移的非刚性保护遮栏和铁丝网,应增加电气间隙值。

7.2.2 保护阻挡物的电气间隙

在设施内,带电部分与任何保护阻挡物内表面应保持下列最小电气间隙(见图 1):

- 对于高度低于 1 800 mm 的实心墙或网状遮栏以及栏杆、链条或绳索,保护阻挡物的最小电气间隙为 $O_2 = N + 300$ mm(最小 600 mm);
- 对于链条或绳索,考虑到弧垂,应增加最小电气间隙值。

在适用的地方,保护阻挡物安装的最小高度应为 1 200 mm,最大高度应为 1 400 mm。

注: 某些国家不接受栏杆、链条和绳索。

7.2.3 边界的电气间隙

户外敞开式设施外部围墙的最小边界的电气间隙应按图 2 设计:

- 实心墙(高度见 7.2.6): $C = N + 1\,000$ mm;
- 铁丝网或网状遮栏(高度见 7.2.6): $E = N + 1\,500$ mm。

网状隔墙的网孔最大不能超过 50 mm。

7.2.4 可进入区域上方的最小高度

只允许步行进入的地面或平台上方带电部分的最小高度应为:

- 没有防护装置的带电部分应保持的最小高度为: $H = N + 2\,500$ mm(见图 3)。高度 H 指导线最大弧垂时的高度(见第 4 章)。
- 除非采取了阻止进入的措施,任何绝缘的最低部分,如绝缘子金属支座的上缘,距可进入地面的高度应不小于 2 500 mm。

在需要考虑可进入地面上的积雪影响导致安全距离减小的地方,应增加以上规定的最小高度值。

7.2.5 对建筑物的电气间隙

当裸导线跨越封闭的电气运行区域内的建筑物时,导线最大弧垂对屋顶应保持下列电气间隙:

- 当导线带电且屋顶是可进入的时,则可进入地面以上带电部分应保持 7.2.4 规定的电气间隙;
- 当导线带电且屋顶是不能进入的时,则为 $N + 500$ mm;
- 当导线带电且屋顶是可进入的时,则与屋顶边缘侧面的电气间隙为 O_2 。

当裸导线靠近封闭的电气运行区域内的建筑物时,导线在最大允许弧垂和风偏下应保持下列电气间隙:

- 设有非屏蔽窗的外墙:最小电气间隙为 D_v ;

- 设有屏蔽窗的外墙(按 7.2.1 装屏蔽):按 7.2.1 中保护遮栏的电气间隙 B_2 ;
- 无窗的外墙: N 。

7.2.6 外围栏或围墙及入户门

未经许可不得进入户外设施。采用外围栏或围墙的地方,围栏或围墙的高度和结构应足以阻止翻爬。

一些设施可能需要设置附加的警告标志,以防在外围墙下挖通道进入。

外围栏的高度应至少 1 800 mm,外围墙的高度宜至少 2 200 mm,围栏下边缘距地面不应高于 50 mm(电气间隙见图 2)。

户外设施的入户门应装有安全锁。

外围栏或围墙及入户门上应按照 8.8 的规定设置安全标志。

在某些情况下,为了公众的安全,可设置必要的附加措施。

应使用 IP1X 的防护等级(见 GB/T 4208)。

注:如果设计为阻止未经许可的进入,可使用网孔尺寸为 50 mm×200 mm(宽×高度)的金属围栏。

7.3 户内敞开式设施

户内敞开式设施的布置应考虑第 5 章规定的最小相间和相对地电气间隙。

设施的设计应满足运行和维护的需要,防止进入危险区域。因此,设施内应设置安全距离或永久性防护装置。

对于保护遮栏的电气间隙、安全距离和最小高度见 7.2。

对于建筑物、走廊、逃生路线、门和窗见 7.5。

对于高度小于 1 800 mm 的实心墙或网状遮栏,以及栏杆、链条或绳索,保护阻挡物的电气间隙至少为: $Q_1 = N + 200$ mm(最小 500 mm,见图 1)。

考虑到弧垂,应增加链条或绳索的最小电气间隙值。在适用的地方,保护阻挡物安装的最小高度应为 1 200 mm,最大高度应为 1 400 mm。

7.4 预装式开关设施

7.4.1 总则

本条对设施中设备的外部接线、安装和运行规定了补充要求。应根据设施种类和当地条件确定尺寸和设计,以避免人身伤害和财产损失。

预装式高压开关设备应按照相关标准进行制造和试验,如 GB/T 11022—2011、GB/T 3906、IEC 62271-201 和 GB/T 7674。

注:在一些国家,符合 IEC 62271-201 的开关设备可被认为户内敞开式设施。

开关设备应很好地适用于其目的,其设计应做到布局清晰,主要部件便于安装、运行和维护。布置和入口应允许设备现场组装。宜考虑未来扩建的可能性。

外部接线应有合适的布置。导线和电缆的选型和布置应保证导线之间以及每一根导线与周围接地的金属构架之间有可靠的绝缘。

考虑到对人身构成的潜在威胁,应设计并装设安全装置,用以降低由故障产生的开关设备内部压力。应防止开关室内的气体分解物聚积到危险浓度。

7.4.2 对气体绝缘金属封闭开关的附加要求

7.4.2.1 设计

如果平台和梯子对于运行和维护是必要的,那么其设计和布置应保证人员安全使用。这些设施可

为固定或移动的。

必要时,布置上应做到保护开关设备免受通过气体绝缘连接的变压器或电抗器所产生的有害振动。必要的地方应设置波纹管以允许热膨胀、安装容差和基础位移。

对带有几个压力室的气体绝缘设施,应设置清晰的标志来指示设施结构和各室位置。监测装置应清楚地标明并置于容易监测的位置。

应在预计会发生机械损坏的区域对气体管道和接口部件进行保护。

应在 SF₆ 气体管道可能会与其他管道混淆的地方标明 SF₆ 气体管道。

7.4.2.2 现场安装

GIS 的安装应在清洁的环境中进行。

对于户外设施,在进行安装或维护时,可能有必要对整个工作区设置合适的临时性外罩,以保证设备免受外部环境的影响。

SF₆ 气体的处理见 9.4。

SF₆ 气体的泄漏见 8.8.2 和 8.8.3。

7.4.2.3 过电压保护

GIS 的过电压保护宜在馈线上安装避雷器。在下列几种接线情况下,由此提供的保护可能不足:

- GIS 与变压器之间的距离远;
- 变压器通过电缆接至 GIS;
- 长母线末端开路;
- 绝缘电缆连接到架空线;
- 易受雷击的地方。

对于这些接线方式,可能需要额外安装避雷器。这些避雷器的安装位置宜借鉴类似情况下的经验或根据计算来确定。

7.4.2.4 接地

GIS 的封闭外壳宜至少在下列几点与接地系统连接:

a) 在间隔内:

- 紧靠断路器;
- 紧靠电缆封头;
- 紧靠 SF₆ 或空气套管;
- 紧靠互感器。

b) 在母线上:

视母线的长度而定,在其两端和中间点接地。

三台单相 GIS 的外壳应短接在一起,并至少在馈进线和馈出线的外壳端接地。

如果可保证法兰的接触压力在高频下提供有足够的接触连接,则在法兰接头处不需要额外的搭接带。

保护气体绝缘设施的避雷器接地引下线应尽可能短的连接于封闭外壳上。

标称电压 1 kV 以上的电缆金属护套(例如,金属外壳、铠装层、屏蔽层)宜直接接到 GIS 的外壳上。

在一些特殊情况下,如电缆的阴极保护,可能有必要把电缆的接地线与 GIS 金属外壳的接地线分开。在这种情况下,建议电缆封头和封闭外壳之间安装过电压保护装置。

7.5 建筑物

7.5.1 引言

建筑物应遵守国家的建筑规范和消防法规。当此类国家标准不存在时,以下内容可作为导则。

本条对高压设施安装电气设备的区域或场所提出一定要满足的要求。对于本标准的目的,GB/T 17467涉及的预装式变电站不被视为建筑物。

7.5.2 结构

7.5.2.1 总则

承载构件、隔墙、包层和外壳等,应选择能承受预期的可燃负荷。

电气运行区的设计应防止水分渗入,减少凝结水的形成。

凡是可能的地方,墙、天花板和地板使用的材料不应被渗水或漏水损坏。如不能满足要求,应采取预防措施,防止漏水或凝结水影响运行安全。

建筑物的设计应考虑预期的电弧故障造成的机械负荷和内部压力。

如果变电站中允许有管道和其他设备,它们应设计为即使在损坏的情况下也不影响电气设施的正常运行。

7.5.2.2 墙

建筑物的外墙对于外部环境应有足够的机械强度。

建筑物的机械强度应足以耐受所有由设施正常运行所产生的静态和动态负荷。

管道和布线系统的通道应不影响墙的结构完整性。

穿过外墙的金属部件应满足第 10 章的要求。

一般公众可接近的建筑物外表面的护墙板应不能从外面移脱。外壳的构成材料应能耐受大气成分(雨、阳光、攻击性大风等)的侵蚀。

7.5.2.3 窗子

窗子应设计得难于进入。实施下列一个或多个措施可满足这个要求:

- 窗子是由不易破碎的材料制成的;
- 窗子是遮护的;
- 窗子的下缘离可进入地面至少 1.8 m;
- 围绕建筑物的外墙高度至少为 1.8 m。

7.5.2.4 屋顶

建筑物的屋顶应有足够的机械强度承受外界环境条件。

如果用于压力释放的开关设备室的天花板也是建筑物的屋顶,屋顶应充分固定在墙上。

7.5.2.5 地坪

地坪应是平整和稳固的,而且应能支承静态和动态荷载。

7.5.3 开关设备室

开关设备室及所需的压力释放口的尺寸取决于开关设备的类型和短路电流的大小。

如果压力释放口是必需的,它们应这样布置和定位:当正常动作(如电弧故障喷出气体)时造成的人

身伤害和财产损失最小。

7.5.4 维护和运行区域

维护和运行区域包括走廊、可进入区、搬运通道和逃生路线。

为了进行工作、操作开关设备和运输设备,走廊和可进入区应有足够的宽度。

走廊宽度应至少 800 mm。

即使有设备伸入走廊,例如永久性安装的操作机构或隔离位置的开关手车,也不应减少走廊的宽度。

即使有可移动部件或敞开的门挡住逃离方向、侵入逃生路线,也应使疏散空间的宽度总是保持至少 500 mm。

封闭设施(实心墙)后面用于安装或维护的通道宽度需要至少 500 mm。

应在任何时候为工作人员提供清爽、安全的入口。

注:开关设备隔室或隔间的门宜在逃跑方向关闭。

除了进电缆,要求天花板、外罩或外壳的最小高度为 2 000 mm。

出口应这样布置:对于额定电压 U_m 大于 52 kV 的设施,室内逃生路线距离不超过 40 m;对于额定电压 U_m 不大于 52 kV 的设施,室内逃生路线距离不超过 20 m。这不适用于可进入的母线沟或电缆沟。如果逃生路线不能满足以上距离要求,应与用户达成协议。

允许常设的梯子或类似装置作为逃生路线的紧急出口。

7.5.5 门

入户门应装安全锁防止未经授权的进入。

入户门应向外开启并按 8.9 设置安全标志。

除了被最小高度 1 800 mm 的外围栏包围的建筑物外,通向外面的门应采用低可燃性材料。

在封闭的电气运行区域内各房间之间不需要有锁。

应可以不用钥匙而用插销或其他简单方法从室内打开应急门,即使应急门从外面锁住也能打开。

对于在运行或维护期间门必须保持打开的小型设施,不必遵守本要求。

应急门的最小高度应为 2 000 mm,最小净宽应为 750 mm。

7.5.6 绝缘液体的泄漏

当使用绝缘液体时应采取防护措施(也见 8.8)。

7.5.7 空调及通风装置

室内气候条件应通过适当的冷却、加热、除湿、通风或通过适当的建筑物设计建立。

变压器室最好使用自然通风。

考虑到建筑物的排烟,应设计固定或移动的人工通风系统。

建议对固定式风扇的运行进行监测。

通风口应这样设计:防止任何接近带电部分的危险和防止任何外来物体进入的危险。

冷却剂和传热介质在数量和质量上不应含有机械杂质或化学腐蚀性物质,它们可能会危害设施中设备的正常功能。

必要时,应装设过滤器或热交换器。

机械通风系统应这样布置与定位:即使开关设备正在运行也能进行检查和维护。

7.5.7.1 蓄电池室

蓄电池室应考虑通风和温度要求,如有必要,随蓄电池类型而定,防止蓄电池充电期间可燃气体积

聚爆炸。

7.5.7.2 应急发电机室

宜考虑把应急发电机组装设在单独的房间。
应装设通风设备。应提供捕捉和控制燃料或润滑油泄露的措施。
发动机排气系统应这样安装和定位：排出的烟雾既不应返回开关设备和控制室的通风进气口，也不应进入应急发电机组的进风口。

7.5.8 特殊要求

对位于公共或居民建筑群中的高压设施，应强制实行符合现行标准或国家法规的特殊要求。

7.6 高压/低压预装式变电站

关于制造和测试的管理规定见 GB/T 17467。
紧凑型变电站应位于不可能被道路车辆碰撞的地方。还应为运行和维护提供适当的空间。

7.7 柱上、电线杆和杆塔上的电气设施

带电部分距一般大众可进入地面的最小高度 H' 应为：
——额定电压 U_m 不大于 52 kV： $H' = 4\,300\text{ mm}$ ；
——额定电压 U_m 大于 52 kV： $H' = N + 4\,500\text{ mm}$ （最小值为 6 000 mm）， N 为最小电气间隙。
在需要考虑可进入地面上因积雪影响而使安全距离减小的地方，应增加以上规定的最小高度值。
隔离设备和熔断器应这样布置：它们能够没有危险的运行。接近一般大众的隔离设备应能被锁住。
操作杆应符合相关标准。
架空线路安全的相-相连接和接地应是可能的。

尺寸单位为毫米

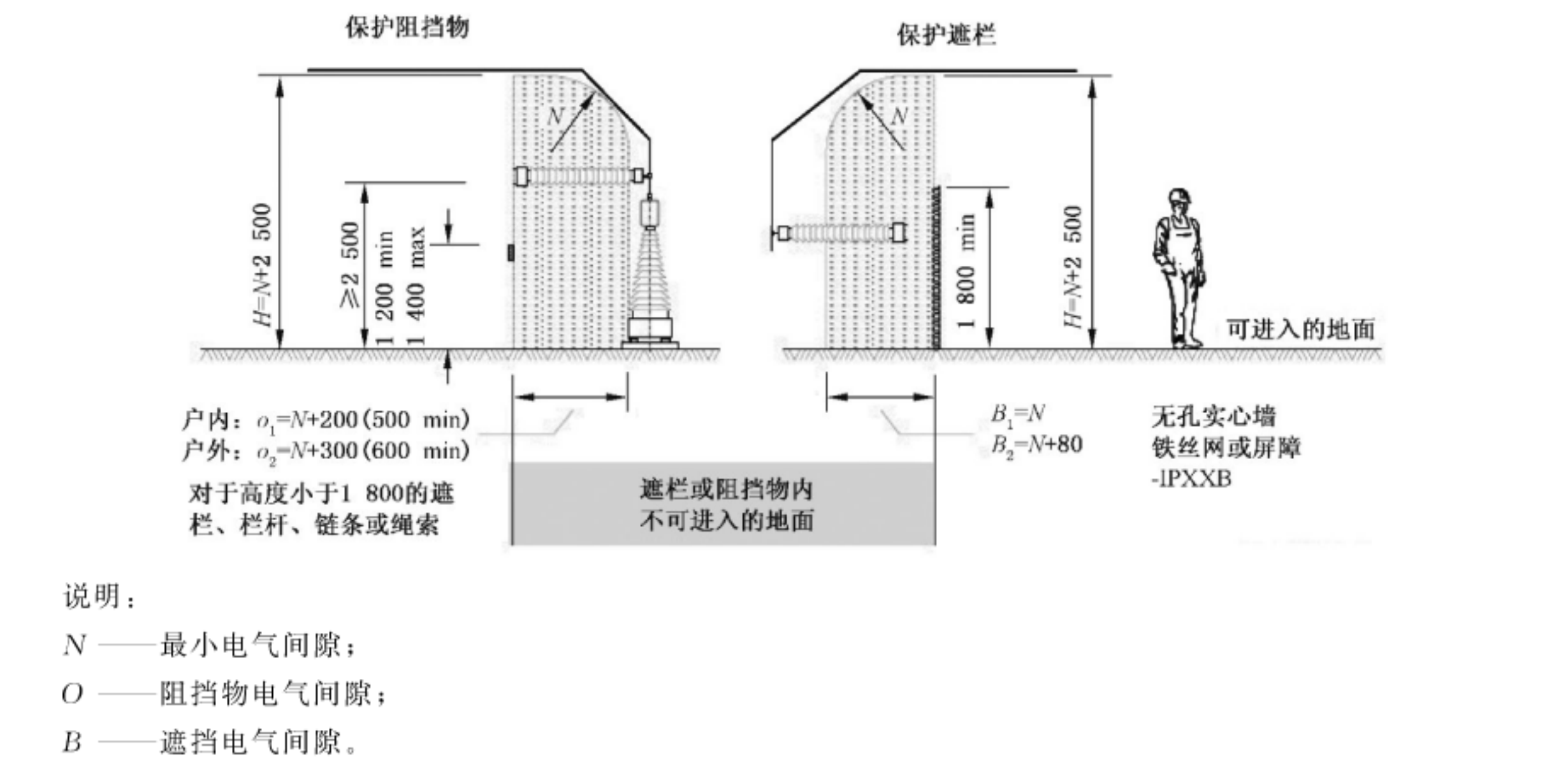
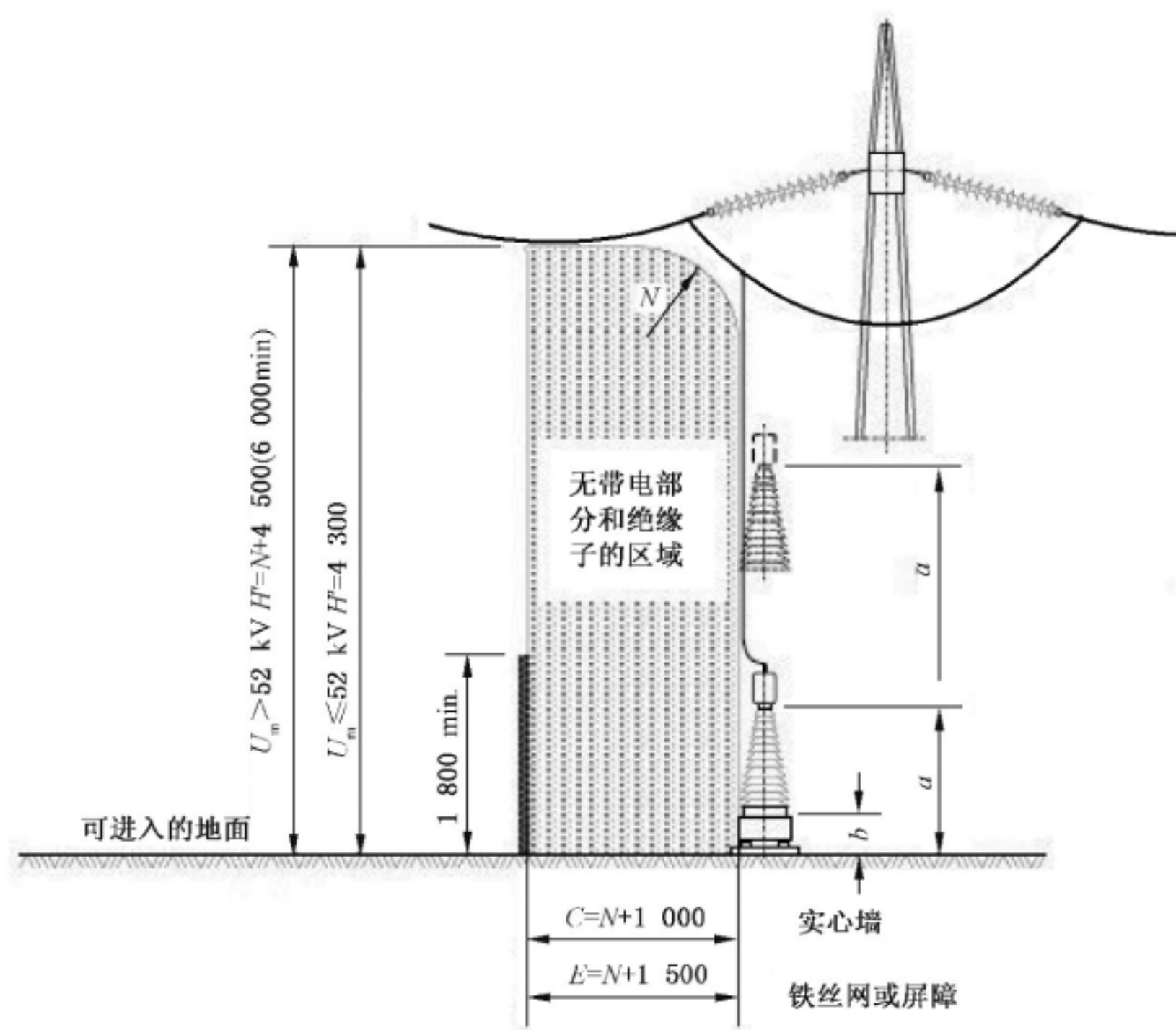


图 1 在封闭的电气运行区域内利用保护遮栏或保护阻挡物防止直接接触

尺寸单位为毫米



说明:

N ——最小电气间隙；

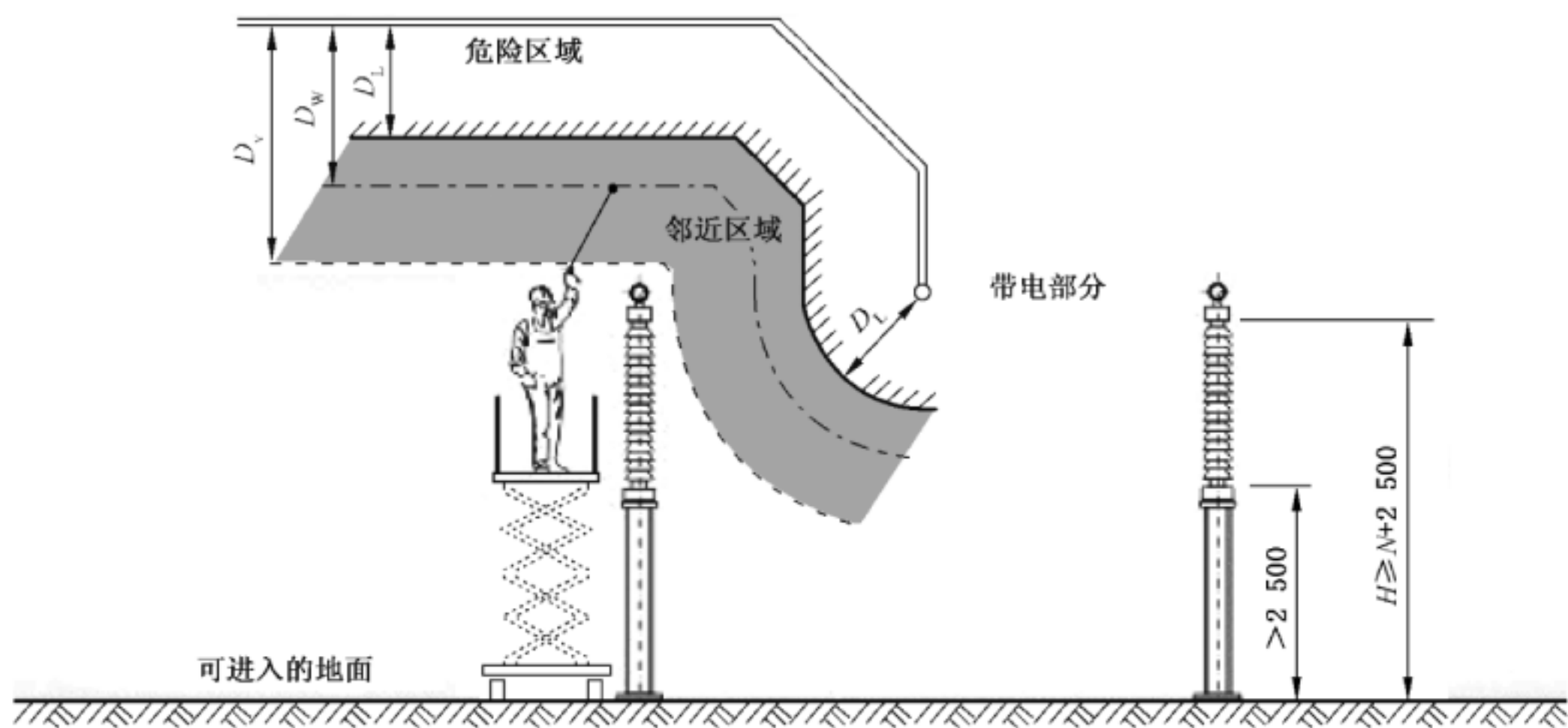
H ——在外部围栏可进入的地面以上的带电部分的最小电气间隙;

a ——如果到带电部分的距离小于 H , 则必须用阻挡物或遮栏防护;

b ——如果此距离小于 2 500 mm,则必须用阻挡物或遮栏防护。

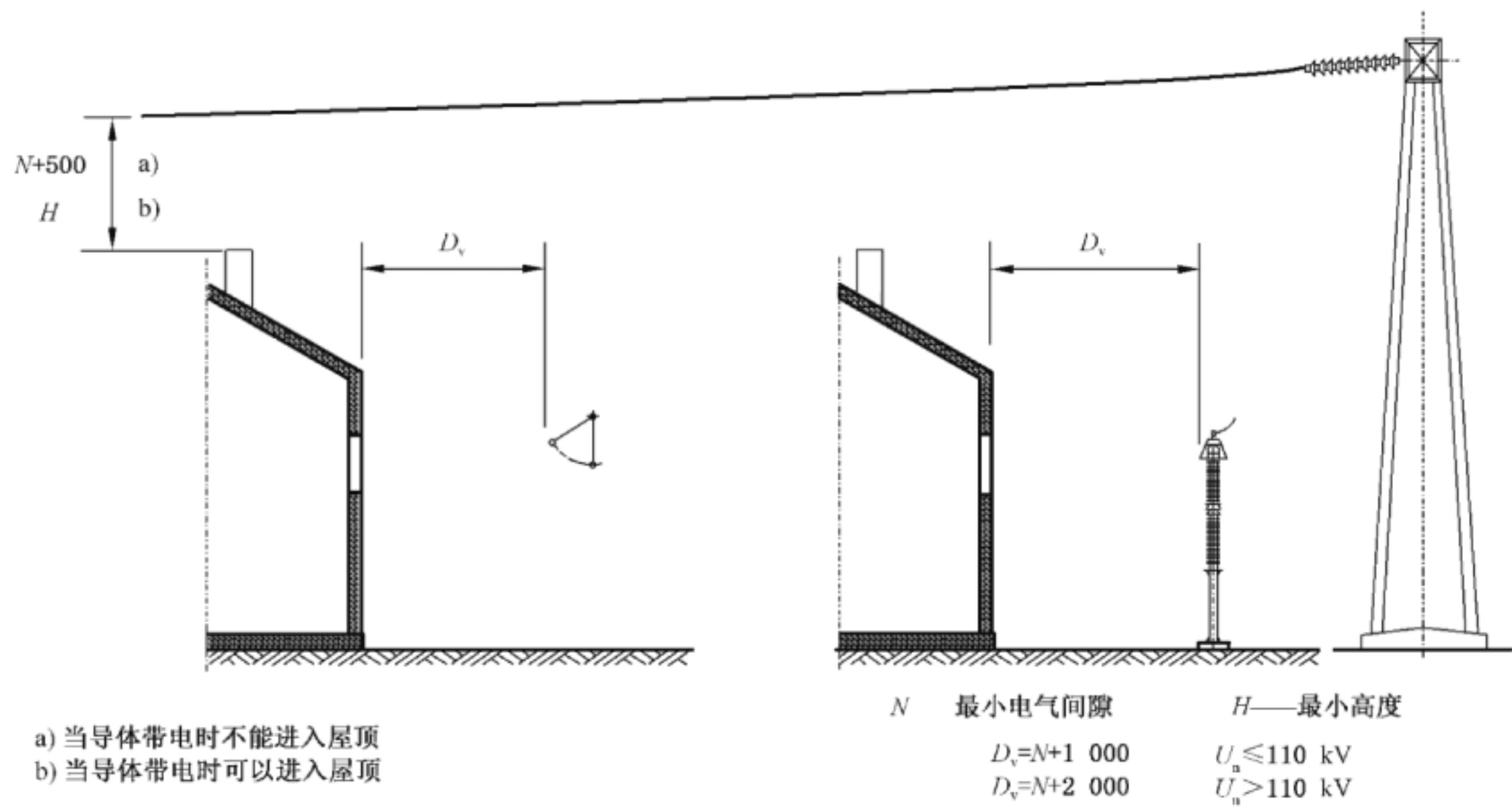
图 2 外部围栏或围墙的边界距离及最小高度

尺寸单位为毫米



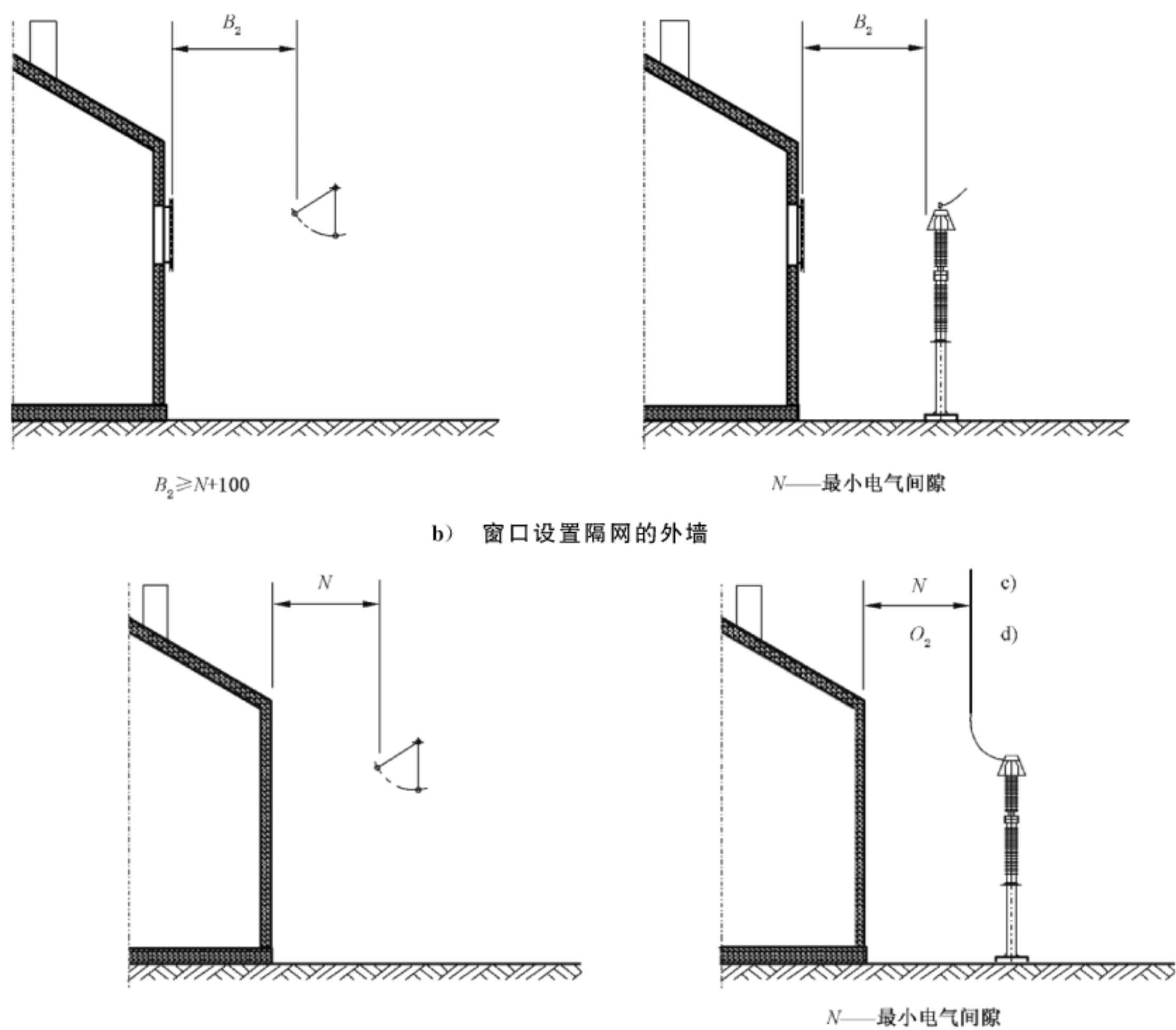
说明：
 D_L —— N ；
 D_v —— $N+1\,000$ $U_n \leq 110\text{ kV}$ ；
 D_v —— $N+2\,000$ $U_n > 110\text{ kV}$ ；
 D_w ——根据国家标准或法规的作业净距；
 N ——最小电气间隙；
 H ——最小高度。

图 3 在封闭的电气运行区域内的最小高度及作业净距



a) 窗口未设置隔网的外墙

图 4 接近建筑物(在封闭的电气运行区域内)



c) N 如果当导体带电时可进入屋顶
d) $O_2 \geq N + 300(600 \text{ min})$ 如果当导体带电时不可进入屋顶

c) 无窗口的外墙

注：当导体带电的时候在屋顶工作，宜使用图 3 的电气间隙。

图 4（续）

尺寸单位为毫米

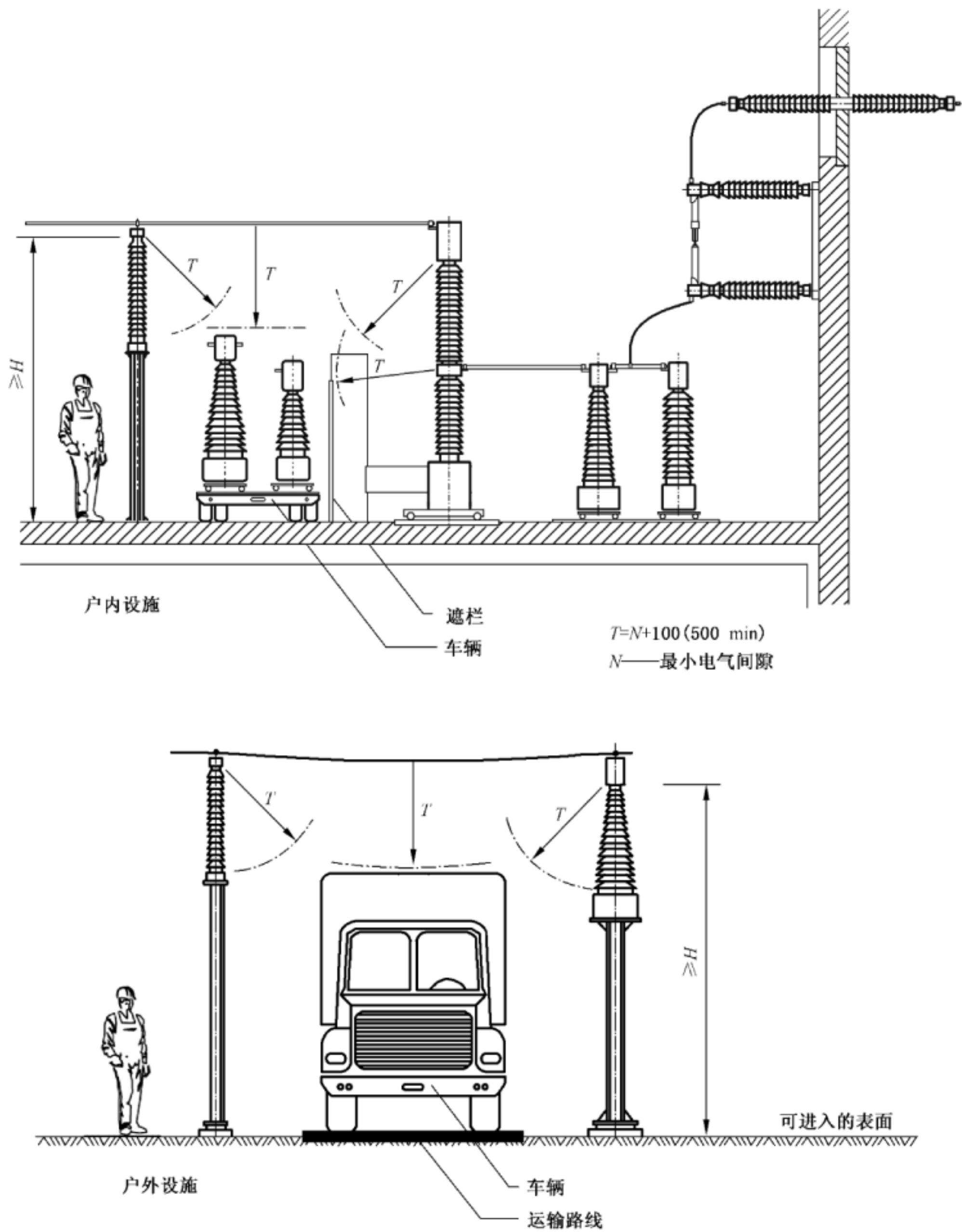


图 5 运输时的最小接近距离

8 安全措施

8.1 总则

设施的安装应保证运维人员在各种环境情况下对设施各部位进行巡视和维护的安全。
在带电部分附近作业或带电作业时，应遵守国家标准与规程中的规则、流程并保证安全距离。

8.2 直接接触防护

防护设施应能阻止无意接触带电部分,阻止无意进入带电部分附近的危险区域。

对带电部分、功能绝缘部分以及视为带有危险电位的部分应进行防护。

例如:

- 裸露的带电部分;
- 接地金属护套或电缆导电屏蔽层已被拆除的部分;
- 无金属护套或导电弹性屏蔽层接地的电缆及附件,以及没有导电弹性屏蔽的软电缆;
- 带有危险电压的电缆终端及其导电护套;
- 可能产生危险接触电压的绝缘子的绝缘本体及其他部分,例如,浇注树脂绝缘的电气设备;
- 正常运行期间,可能带危险电压的电容器、换流器及换流变压器的构架或箱体;
- 电机、变压器及空心电抗器绕组。

对处于不同电气运行区域的设施可采用不同的防护方法。

电击防护内容见 GB/T 17045。

8.2.1 直接接触的防护措施

8.2.1.1 常用的防护措施

常用的防护类型如下:

- 外壳防护;
- 遮栏防护;
- 阻挡物防护;
- 放置到接触不到的位置。

8.2.1.2 防护措施的设计

保护遮栏可设计为高度不小于 1 800 mm 的实心墙、门或网状遮栏(铁丝网),以保证人体的任何部位不能进入带电部分附近的危险区域。

保护阻挡物可设计为高度小于 1 800 mm 的覆盖物、栏杆、链条、绳索以及墙、门和网状遮栏等,它不属于保护遮栏。

放置到接触不到的位置的防护是指将带电部分放置在人员通常站立或活动时伸出手臂向任何方向可达到的范围以外的地方(见第 7 章)。

直接接触防护措施采用的防护设施,如墙、覆盖物、保护阻挡物等,应结构稳固,安装牢固。

开关设备室或间隔的门作为外壳的一部分,应只能用一个工具或钥匙打开。封闭的电气运行区域以外的门应安装安全锁。

可移动的金属防护设施应稳固,以保证作为保护遮栏或保护阻挡物时,能保持电气距离;否则,防护设施应由绝缘材料或干燥木材制成。防护用栏杆可不用工具移动但应牢固。

在可通达公共场所的区域或房间里,不允许使用普通工具即可移开的防护设施。

8.2.2 防护要求

8.2.2.1 封闭的电气运行区域外的防护

封闭的电气运行区域以外只允许采用外壳防护或放置到接触不到的位置进行防护。

采用外壳防护方法时,其最小防护度应满足 IP2XC 的要求(见 GB/T 4208)。

注:作为例外,通风口的防护应使直导线不能伸入到设备内,以防止靠近或直接接触到带电部分。

采用放置到接触不到的位置防护时,可通行地面与防止直接接触的电气部分之间的垂直电气间隙应遵守 7.2.6 或图 2 的规定。

8.2.2.2 封闭的电气运行区域内的防护

封闭的电气运行区域内的防护,允许采用防护外壳、保护遮栏、保护阻挡物和放置到接触不到的位置等方式。

采用外壳防护时,其最小防护度应满足 IP2X 要求。电弧故障引起的危险应采用特殊防护措施。

采用保护遮栏防护时,见 7.2.1。

采用保护阻挡物防护时,见 7.2.2 和 7.3。

采用放置到接触不到的位置防护时,见 7.2.4 和 7.2.5。

注:对外围墙、运输路线、建筑物穿越处和通道等的详细要求,见第 7 章。

8.2.2.3 正常运行期间的防护

注:宜考虑电气设施运行的相关标准。

设施中的防护措施应考虑运行、控制和维护的工作需要,例如:

- 断路器与隔离开关的控制;
- 更换熔断器或灯泡;
- 调整装置的整定值;
- 复位继电器或指示器;
- 工作接地;
- 安装临时绝缘挡板;
- 读取变压器温度或油位。

对于正常运行或维护时必须将门或遮盖物打开的 $U_m \leq 40.5$ kV 的设施,需装设固定的非导电性栏杆。

8.3 工作人员间接接触带电部分的防护措施

第 10 章规定了工作人员间接接触带电部分的防护措施。

电击防护内容见 GB/T 17045。

8.4 电力设施上作业人员的防护措施

电力设施的结构设计和安装应保证在电气设施内或设施上的作业人员具有必要的防护措施,还应考虑电力设施运行与维护的相关标准。供用双方应就作业流程达成协议。

注:个别的功能要求分散考虑在其他条款中,这些功能可合并在一个设备项目内。

8.4.1 用于隔离设施或装置的设备

视运行要求对整个设施或部分设施进行隔离。

可通过隔离开关(见 6.2.1)或拆分部分设施隔离,如拆除联络线或电缆回路,后一种情况见 5.4.1。

多路电源供电的设施,应使各电源均能从供电侧隔离。

几个设备的中性点接于一条公共接地母线时,应尽可能将它们的中性点独立接地,包括消弧线圈和接地电阻器的中性点。在工作条件下应保留过电压保护装置。

与设施完全隔断之后仍可能带电的设备,如电容器等,应装有放电系统或装置。

防止泄漏电流从一端流向另一端时,隔离间隙只能用绝缘子架设。

8.4.2 防止隔离设备重合的装置

应用适当的隔离装置使得用于操作隔离开关的操作力(如弹簧弹力、空气压力、电能等)或电动机构控制无效。

注:在某些国家,这些装置可能依法被锁住,使其无效。

使用熔断器、嵌入式断路器等可拆卸部件实现完全隔离,且这些设施被螺帽或插件代替时,螺帽或插件应只能用适当的工具拆卸。

手动操作的开关应允许使用机械闭锁装置以防止隔离后重新合闸。

8.4.3 判断停电状况的装置

考虑到运行要求,应装设判断设备不带电的装置。供用双方应就这项规定的使用范围达成协议。

装置应保证操作人员在没有危险的情况下,核对停电状况。

可以使用满足要求的固定式设备(见 IEC 62271-206)或便携式装置[见 IEC 61243(所有部分)]。

8.4.4 接地及短路装置

设施与系统隔离时应能够接地和短路。

在靠近设备(如变压器和电容器)处应安装接地和短路装置。此要求不适用于系统中不适合安装接地和短路装置的设施(例如,带有法兰固定的电缆密封端或有电缆接线盒的变压器或电机)。在这些情况下,应在一次、二次侧的相关开关设备室或间隔中根据回路主接地要求接地或短路。通常变压器各侧及中性点都可进行接地和短路。

供用双方应就下列接地和短路装置的使用范围达成协议:

- 接地开关(具有误操作闭锁功能);
- 接地开关小车;
- 与其他开关装置(如断路器)相连的接地设备;
- 任意接地棒及短路设备(见 DL/T 879);
- 定向接地棒及短路设备(见 IEC 61219)。

对设施的每个部分,应根据接地系统和带电部分情况,为连接接地和短路设备提供尺寸适当和方便接入的连接点。开关设备室或间隔的设计应能按照在带电部分附近进行工作的规定要求,用手将接地与短路设备同接地端子连接。

当利用远距离控制接地开关实现接地与短路时,应将开关位置可靠地传送到远距离控制点上。

当利用带有控制回路的负荷切断装置实现接地时,在主回路接地时,负荷切断装置的所有控制回路应失效,且应防止控制回路重新带电。

8.4.5 对邻近带电部分起保护遮栏作用的装置

所有边界要素如墙、地面等均应按 7.2 或 7.3 建造。

没有墙或防护性装置时,邻近间隔或部分之间应保持适当的距离。

如果不能保持作业净距,应采用插入式绝缘隔板或隔墙隔离,以防止人体、工具、设备和材料意外接触带电部分。

8.4.5.1 插入式绝缘隔板

移动式隔离屏与插入式绝缘隔板应满足下列要求:

- a) 绝缘板的外边缘不能位于危险区域内；
- b) 危险区域以外允许有间隙：
 - 10 mm 宽以内，没有限制；
 - 40 mm 宽以内，隔板外缘到危险区域的距离至少 100 mm；
 - 在隔离开关底座附近，宽度不超过 100 mm。

对带电部分起保护遮栏作用的插入式绝缘隔板应为设备的一部分，或按照经供用双方协商一致的运行要求单独提供。

插入式绝缘隔板应固定，其位置不能变动，否则将出现危险。

对带电部分起保护遮栏作用的插入式绝缘隔板，不应与带电部分接触。

应能够在不需要人员进入危险区域的情况下，安装和拆除。

注：可选择适当类型的绝缘板（如有角度的板、绝缘棒、适当的操作棒）或通过设施（如导向栏杆）实现隔离。

8.4.5.2 插入式隔墙

对没有安装永久性隔墙的设施，宜按照运行要求提供合适的插入式隔墙以隔离邻近的带电室或间隔。必要时，供用双方应就其使用范围达成协议。

安装或拆除伸入到危险区域的隔墙，或固定位于危险区内的隔墙时，应满足有关移动式绝缘板的要求。

对带电部分起保护遮栏作用的插入式绝缘墙，不应与带电部分接触。

8.4.6 个人防护装备的储存

储存个人防护装备的场所应满足防潮、防尘要求，同时应便于操作人员随时进入。

8.5 防止电弧故障产生的危险

电气设施的设计和安装应尽可能防止运行期间电弧故障对人员的伤害。

下列防止电弧故障危险的措施应指导电气设施的设计和制造，供用双方应就其重要程度达成协议：

- a) 防止误操作，例如通过下列方法提供防护：
 - 用负荷开关取代隔离开关；
 - 满足遮断能力的断路器；
 - 联锁装置；
 - 专用锁。
- b) 操作走廊尽可能短、高和宽（见 7.5）。
- c) 实心罩代替网孔罩或铁丝网作为外壳或保护遮栏。
- d) 用经过耐受内部电弧故障试验的设备取代敞开式设备（如 GB/T 3906 和 GB/T 7674）。
- e) 引导电弧产物远离操作人员，如有必要，将其排出到建筑物外。
- f) 使用限流装置。
- g) 极短的跳闸时间，应用瞬动继电器或压敏、光敏和热敏装置实现速动。
- h) 在安全距离以外进行设备操作。
- i) 利用非复位装置检测设备内部故障，使其减压并提供外部指示，防止重新带电。

8.6 防止直击雷

可采用不同的分析方法。供用双方应对所用的方法达成协议。

用户应根据需要选择防护水平和防护方法。

注 1：计算方法参见附录 D 或 IEEE Guide 998。

避雷针及屏蔽线均应接地。

由于钢架结构为雷电流本身提供了适当的路径,因此不必在钢架上装设单独的接地导体。

屏蔽线应与钢架结构或接地导体相连以保证雷电流入地。建筑物及类似的结构见 GB/T 21714 (所有部分)。

有关的标准宜参考 GB/T 21714.4。

注 2: 由于技术与经济的原因,不能完全防止雷击造成的损坏。

8.7 防火

8.7.1 总则

设计设施时应考虑国家和地区的防火规程。

注: 电气设备的火灾损害和危险可分成两大类: 火灾受损方和火灾源。安装要求中宜考虑对每一类的预防:

a) 对火灾受损方的预防:

- 1) 与火源保持距离;
- 2) 防止火焰传播:
 - 变电站的物理布局;
 - 液体容纳;
 - 防火遮栏(例如,最小耐火时间 60 min 的防火墙);
 - 灭火系统。

b) 对火灾源的预防:

- 1) 电气防护;
- 2) 温度防护;
- 3) 压力防护;
- 4) 非可燃材料。

发生火灾时,应使用逃生、救援通道及紧急出口,见 7.1.6。

设施的主管和专责人应对灭火设备提出明确要求。

应根据设施的尺寸和重要性配置防止设施因严重过热、过负荷及内、外故障引起燃烧的自动装置。

可能出现火花、电弧、爆炸或高温的设备,例如电机、变压器、电阻器、开关和熔断器等,不应放置于易遭火灾危险的运行区域,除非这种设备不会点燃易燃材料,否则应采取特殊的预防措施,例如防火墙、阻燃分隔装置、地下室、外壳和密封等。

宜考虑用防火墙隔开开关设备。应用穿过防火墙的母线连接开关设备。

8.7.2 变压器和电抗器

在以下条款中,变压器一词代表变压器和电抗器。

冷却剂的分类见 6.2.2。

IEC 61100 根据绝缘液体的燃点和发热量分类。GB/T 1094.11 根据干式变压器置于火中所表现的性能分类。

户外和户内变压器的火灾危害主要取决于设备的额定值、绝缘介质的体积和类型、附近设备和结构的型式、距离和暴露程度等。应根据危险评估结果确定使用一个或多个被认可的防护措施。

注: 危险定义参见 ISO/IEC 51 导则。

如果需要,应为几台变压器布置公用的泄油池或集水池,以防止一台变压器着火时蔓延到另一台变

压器。

这种方式同样适用于与其他变压器的集水池相连的单独的泄油池。例如采用卵石层、防火格栅和充满液体的管道。首选把泄露液体的火灾危险减至最小的布置方式。

8.7.2.1 户外设施

户外设施的布置应保证液体容量大于 1 000 L 的变压器燃烧时,除与其直接连接的变压器外不对其他变压器或物体造成危害。因此,应保持足够的电气间隙 G_1 和 G_2 。表 3 规定了一些电气间隙的指导值。对于安装在易燃墙板附近的液体容量小于 1 000 L 的变压器,视建筑物的性质和用途,有必要采取特殊的防火措施。

如果安装了自动灭火设备,电气间隙 G_1 和 G_2 可以减小。

供用双方应就电气间隙 G_1 和 G_2 的减小达成协议。

如果不可能保持表 3 中指定的足够的电气间隙,则应提供下列尺寸的耐火隔墙:

- a) 变压器之间的隔墙。例如,可以参考 EI 60(见图 6):
 - 高度:有油枕的变压器,取油枕的顶部,否则取变压器箱体的顶部;
 - 长度:取泄油池的长度或宽度(对于干式变压器,变压器的长度或宽度视变压器的方向而定)。
- b) 变压器与建筑物之间的隔墙。例如,可以参考 EI 60。如果不能设置附加防火隔墙,宜提高建筑物墙的防火等级。例如,可以参考 REI 90(见图 7)。

注 1: REI 代表承受系统(墙),EI 代表无负荷承受系统(墙),其中 R 是负荷承载能力,E 是耐火完整性,I 是材料隔热性,60/90 是耐火持续分钟数。

注 2: EN 13501-2^[37] 中给出了耐火的定义。

表 3 户外变压器电气间隙指导值

变压器类型	液体容量 L	其他变压器或不可燃材料 建筑物表面的电气间隙 G_1 m	可燃材料建筑物表面的 电气间隙 G_2 m
油绝缘变压器(O)	$1\ 000 < V < 2\ 000$	3	7.5
	$2\ 000 \leq V < 20\ 000$	5	10
	$20\ 000 \leq V < 45\ 000$	10	20
	$V \geq 45\ 000$	15	30
无加强防护、难燃液体绝缘 变压器(K)	$1\ 000 < V < 3\ 800$	1.5	7.5
	$V \geq 3\ 800$	4.5	15
带加强防护、难燃液体绝缘 变压器(K)	建筑物表面或附近变压器的电气间隙 G_1		
	水平方向 m	垂直方向 m	
	0.9	1.5	

表 3（续）

变压器类型	液体容量 L	其他变压器或不可燃材料 建筑物表面的电气间隙 G_1 m	可燃材料建筑物表面的 电气间隙 G_2 m
干式变压器(A)	火灾等级	建筑物表面或附近变压器的电气间隙 G_1	
		水平方向 m	垂直方向 m
	F0	1.5	3.0
	F1/F2	无	无
<p>注 1：加强防护是指：</p> <ul style="list-style-type: none">——油箱断裂强度；——油箱压力释放；——小短路电流防护；——大短路电流防护。 <p>关于加强防护，可参见参考文献[33]或其他等效标准。</p> <p>注 2：为防止由沉淀的大气污染可能引起的电气故障和火灾危险，宜留有足够的空间，以定期清洗树脂封装的变压器的绕组。</p> <p>注 3：不可燃材料可根据 EN 13501-1^[36] 选择。</p>			

8.7.2.2 封闭电气运行区域的户内设施

户内变压器安装的最低要求见表 4。

表 4 户内变压器安装的最低要求

变压器类型	等级	防护措施
油绝缘变压器(O)	液体容量	
	$\leq 1\,000\text{ L}$	EI 60/REI 60
	$> 1\,000\text{ L}$	EI 90/REI 90 或 EI 60/REI 60 加自动喷淋防护
难燃液体绝缘变压器(K)	标称容量/最大电压	
无加强保护	无限制	EI 60/REI 60，或自动喷淋防护
带加强保护	$\leq 10\text{ MVA}/U_m \leq 38\text{ kV}$	EI 60/REI 60，或水平方向相距 1.5 m、垂直方向相距 3.0 m
干式变压器	火灾等级	
	F0	EI 60/REI 60，或水平方向相距 0.9 m、垂直方向相距 1.5 m
	F1	阻燃墙
<p>注 1：REI 代表承受系统(墙)，EI 代表无负荷承受系统(墙)，其中 R 是负荷承载能力，E 是耐火完整性，I 是材料隔热性，60/90 是耐火持续分钟数。</p> <p>注 2：EN 13501-2^[37] 中给出了耐火的定义。</p> <p>注 3：加强防护是指：</p> <ul style="list-style-type: none">——油箱断裂强度；——油箱压力释放；——小短路电流防护；——大短路电流防护。 <p>关于加强防护，可见参考文献[33]或其他等效标准。</p> <p>注 4：为防止由沉淀的大气污染可能引起的电气故障和火灾危险，宜留有足够的空间，以定期清洗树脂封装的变压器的绕组。</p>		

门至少应有 60 min 的阻燃时间。低可燃性材料的门应向外开。有运行变压器的门或相邻的墙上应装设通风口。设计通风口时,应考虑热气出口。

8.7.2.3 工业建筑物中的户内设施

所有工业建筑物中的变压器应装设快速动作保护装置,保证故障情况下能快速自动动作。

使用 O 型冷却剂的变压器应采用与 8.7.2.2 相同的防护措施。

干式变压器(A)根据工业活动和周围材料选择火灾防护等级。尤其对于 F0 级来说,可选用合适的灭火措施。

注:工业建筑物中的所有变压器,视建筑物类型和使用情况,可能需采取其他防火措施。

8.7.2.4 居民区建筑物中的户内设施

位于公共或居民建筑物中的高压设施,应遵守现行标准或国家法规的规定。

8.7.2.5 变压器附近的火灾

如果变压器附近发生火灾,应采用下列措施:

- 耐火隔墙;
- 能耐受内部压力的气密容器;
- 有控制地释放热液;
- 灭火系统。

8.7.3 电缆

选择合适的电缆并采用正确的安装方法,尽可能减少火灾蔓延和火灾损失。

电缆可参考下列类别进行评估:

- 没有特殊防火特性的电缆;
- 阻燃(单根)电缆[GB/T 18380(所有部分)];
- 阻燃(一捆)电缆[GB/T 18380(所有部分)];
- 低排烟电缆(GB/T 17651.1);
- 低排放酸性和腐蚀性气体的电缆(GB/T 17650.1 和 GB/T 17650.2);
- 有阻燃特性的电缆(GB/T 19216.21 或 IEC 60331-1)。

沟道和建筑物中敷设电缆应不违反有关建筑物防火安全规程。例如,为了避免火灾扩散,对穿墙电缆应采用适当的材料密封。

如有必要,建议将高压设备的动力回路与控制回路物理隔离或采用不同的路径敷设。必要时,控制楼地下室的电缆隧道中和电缆支架上应安装火灾报警和灭火系统。

8.7.4 具有可燃液体的其他设备

根据设施的特性和用途,对每个间隔内贮有 100 L 以上可燃性液体的开关设备,应采用与变压器相同的特殊防火措施。

8.8 防止绝缘液体和 SF₆ 泄漏

8.8.1 绝缘液体泄漏及地下水的防护

8.8.1.1 总则

为了防止对环境产生危害,应采取措施容纳从液浸式设备中泄漏出来的液体,可对要求有泄油池的

设备规定最小的储液量。作为指导原则,对液体容量大于 1 000 L 的液浸式设备宜装设泄油池(对于 IEEE 980 液体容量为 2 500 L)。

注:所有情况均宜考虑当地规定,必要时需得到批准。

8.8.1.2 户内设备的泄油池

对于户内设施,溢出的绝缘液体可由设备周围区域带有门槛的不可渗漏的地坪容纳,也可在建筑物指定储存区域收集泄露液体(见图 11)。

选择门槛高度或储存区域的容量时,除考虑从消防系统排出的水的容量外,还应考虑设备中绝缘液体的容量。

8.8.1.3 户外设备的泄油池

选择泄油池系统时,应考虑设备中绝缘液体的数量、雨水和消防系统流出的水量、附近地区的水流及土壤条件等。

注 1:泄油池和集水池广泛应用于液浸式设备,以防止设备中的绝缘液体泄露到环境中。

泄油池和集水池可按如下方式设计与布置:

——水池。

——具有集水池功能的泄油池(见图 8)。

——与集水池分离的泄油池。有几个泄油池时,排水管可接到公共集水池。此公共集水池应能容纳最大的变压器液体总量(见图 9)。

——带有用于几台变压器的公共集水池的泄油池,应能容纳最大的变压器液体总量(见图 10)。

泄油池和集水池的墙和相关管道不应渗漏液体。

应保证绝缘液体与冷却液体的泄油池和集水池容量不因流进的水量而过度减少。流进的水应可以排干或抽出。

建议使用指示液面的简单装置。

应注意冰冻危险。

应采取下列保护水路和地下水的附加措施:

——应防止绝缘液体和冷却液从泄油池、箱、地坪上外溢(例外情况见 8.8.1.1)。

——考虑水与液体的比重,宜通过液体分离装置后排水。

注 2:IEEE 980 导则建议,泄油池的尺寸至少超过设备任何充液部位 1 500 mm。

应考虑国家和地方性的法律和法规。

8.8.2 SF₆ 泄漏

GB/T 28537 对 SF₆ 的使用和处理给出了建议。

对不太可能发生的异常泄漏,也应在开关设备室和其他可进入的地方设置通风装置,防止气体积聚可能导致的危险。户外设施不需要专门的预防措施。

地面上 SF₆ 设施间内,如果大气压下房间内的 SF₆ 气体量不超过人员安全进入时气体量的 10%,自然通风可满足要求。否则,应安装机械通风装置。

四周都在地下的 SF₆ 设施间内,根据房间尺寸确定气体允许容量,如果气体量对人员健康和安全造成危险(见下文注),则应设置机械通风装置。

在 SF₆ 设施室下面与 SF₆ 室相通的小室、沟道、坑、井等,应通风良好。

为防止 SF₆ 在大气中热解,应遵守下列规定:

- 安装在开关设备室的设备,与空气接触的任何部分的温度不应超过 200 °C;
- 现场安装进行设备填充时(非密封系统),工作区域宜禁止吸烟、明火、焊接等。

注:宜考虑规定 SF₆ 气体的最大浓度。

8.8.3 SF₆ 泄漏故障及其分解物

GB/T 28537 对 SF₆ 的使用和处理给出了建议。

注: CIGRE 23-04^[29] 发布了导则。

8.9 标志与标示

8.9.1 总则

为了避免在操作和维护时发生误操作、人为失误事故等意外情况,设施应有清晰的标志和明确的标示(见 7.1.7)。

指示牌、告示板和警告牌应由耐久且防腐的材料制成,并印有不可擦除的字符。

操作人员应能清楚看见主触头位置,且开关设备与控制设备上的指示器还应清楚地显示其工作状态。

电缆终端及指示器部件应有标志,且应图实相符。

8.9.2 信息牌与警告牌

在封闭的电气运行区域和工业建筑物中,任何电气设备室的室外及每个进出口门上,应标明该室的必要信息并指出其所有危险。

颜色 and 对比度应遵守 IEC 标准或相关规程。

8.9.3 电气危险警告牌

所有通往封闭的电气运行区域的出入门、外围墙的所有侧面、带有变压器或开关设备的柱上、电线杆和杆塔,均应装有警告标志。

警告标志应遵守 IEC 标准或国家规程。

8.9.4 含有组合电容器的设施

电容器应装有指示放电时间的警告标志。

8.9.5 紧急出口的紧急指示牌

紧急出口应有适当的安全警告指示牌,此指示牌应遵守 IEC 标准或国家规程。

8.9.6 电缆辨认标志

电缆进入建筑物的位置宜固定标示,不应放于可移动的覆盖物或门上。

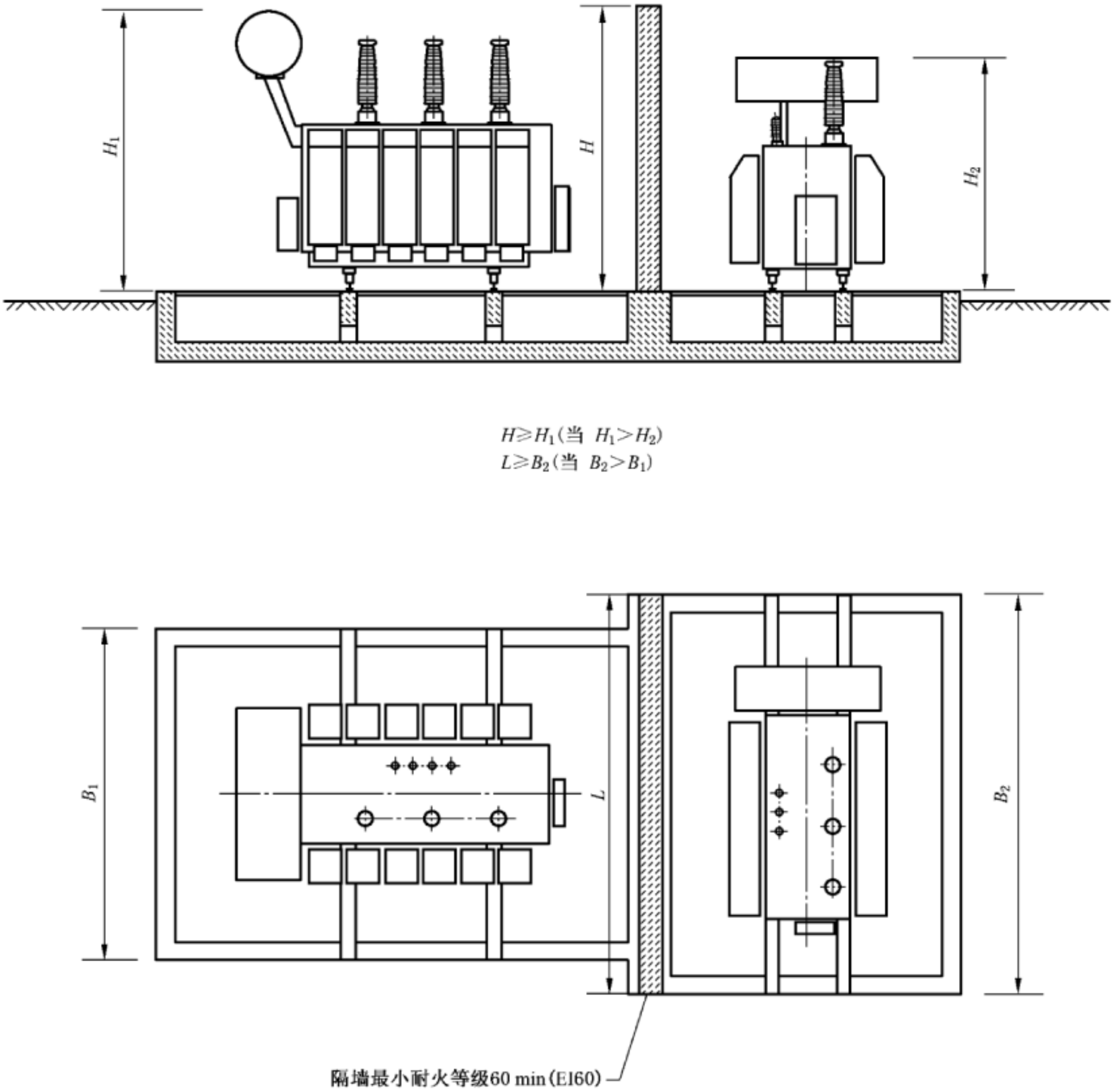
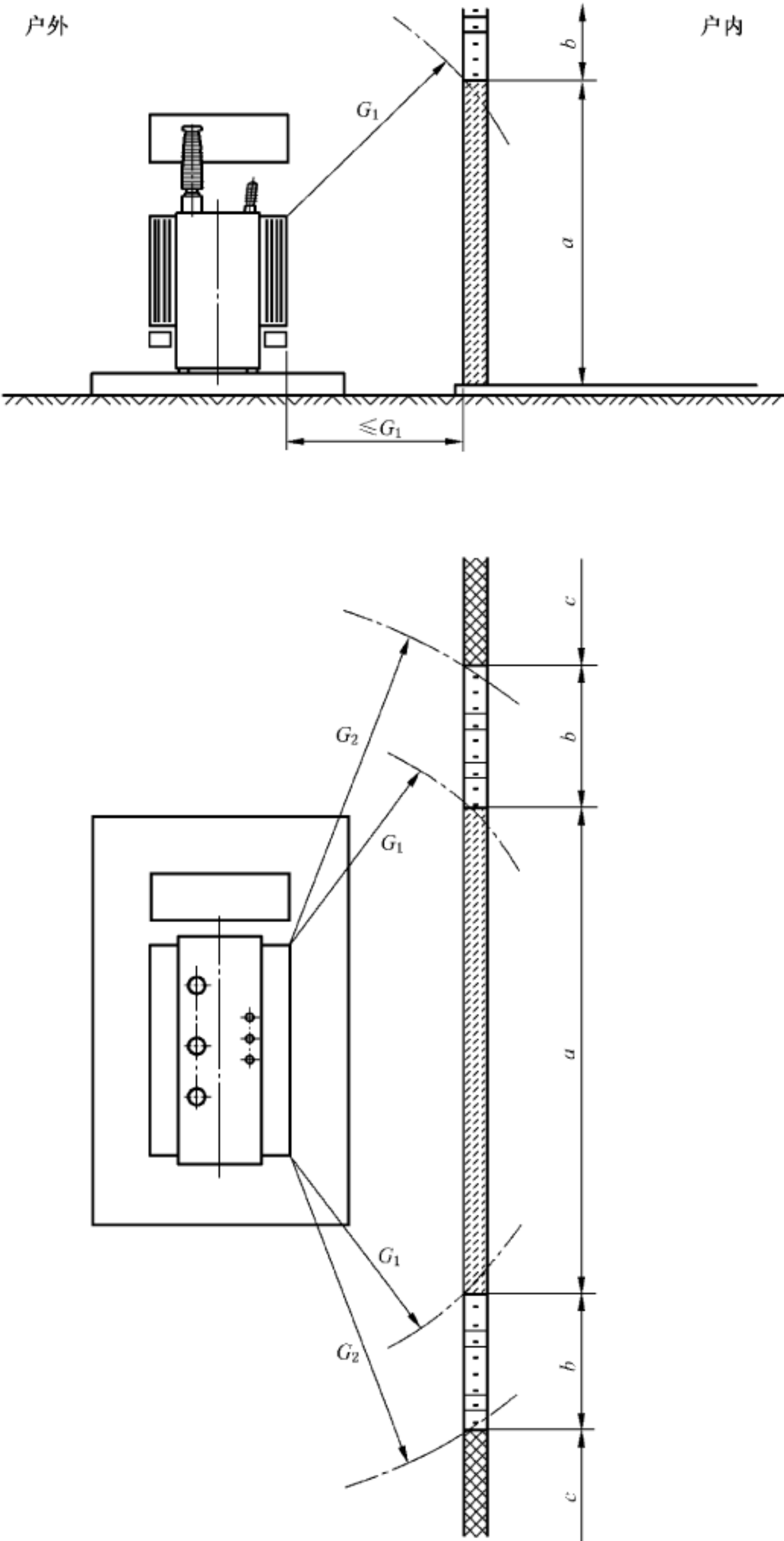
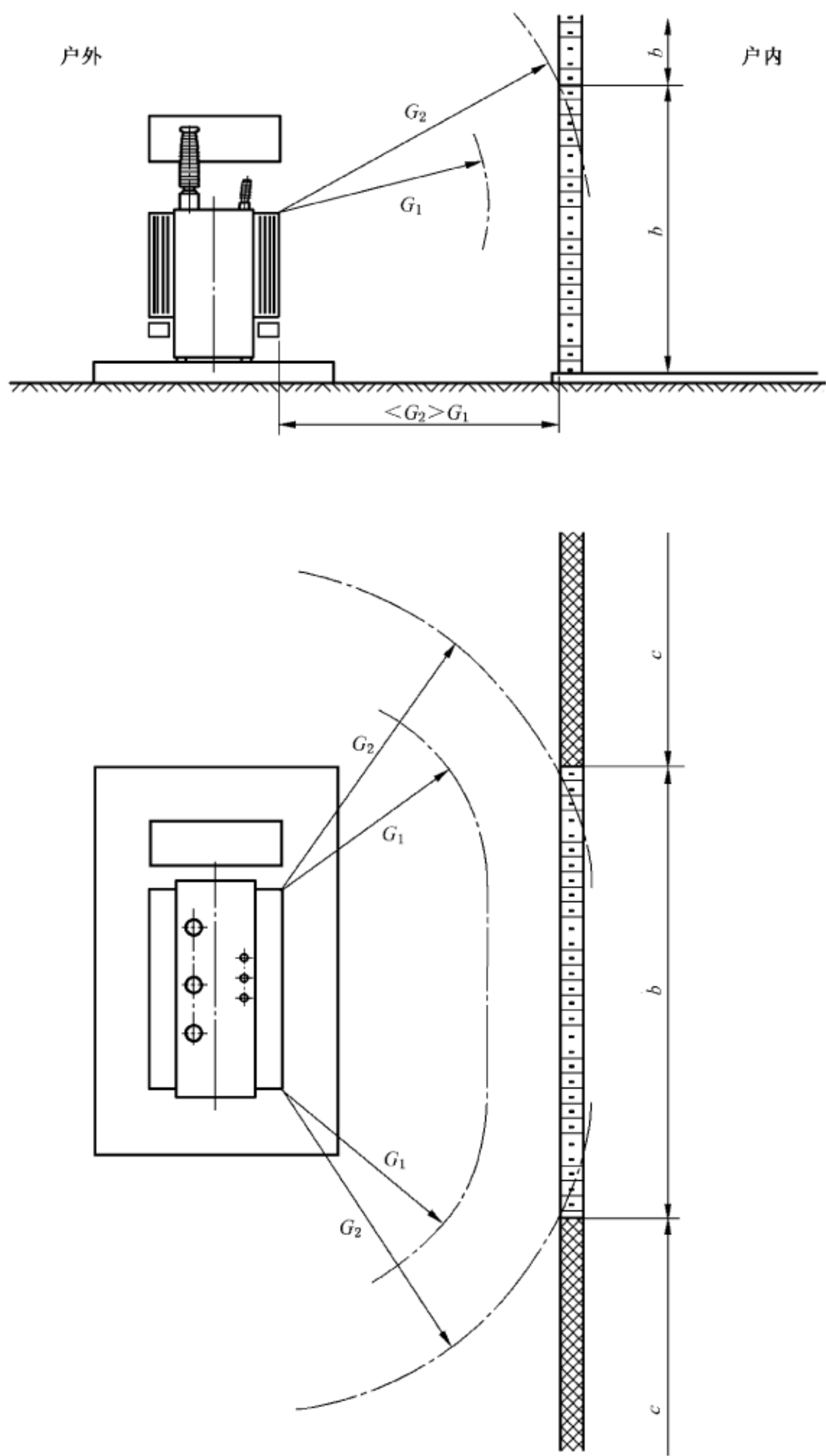


图 6 变压器之间的隔墙



a) 变压器与不可燃材料建筑物表面间的消防措施

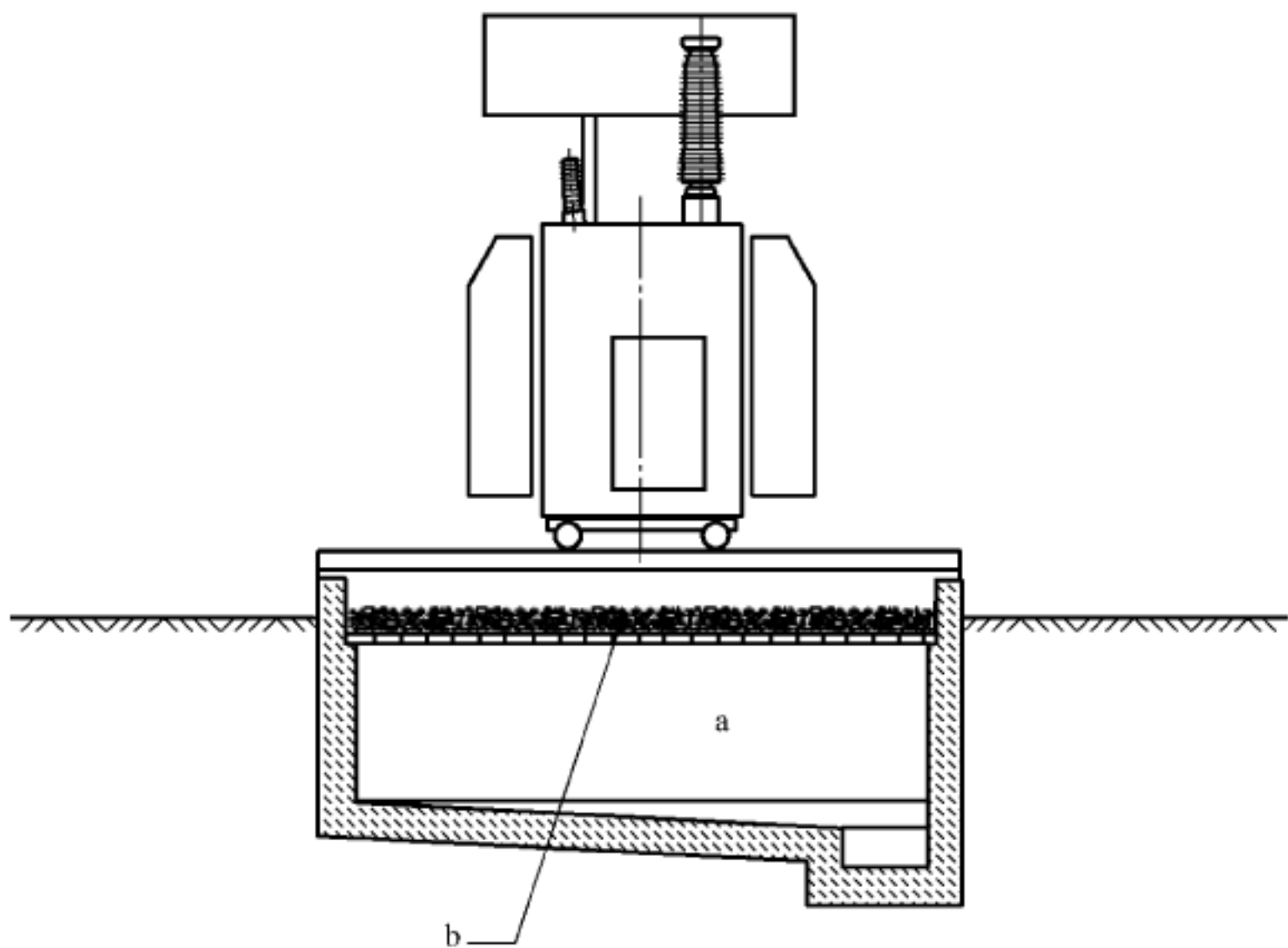
图 7 变压器与建筑物之间的消防措施



b) 变压器与易燃材料建筑物表面间的消防措施

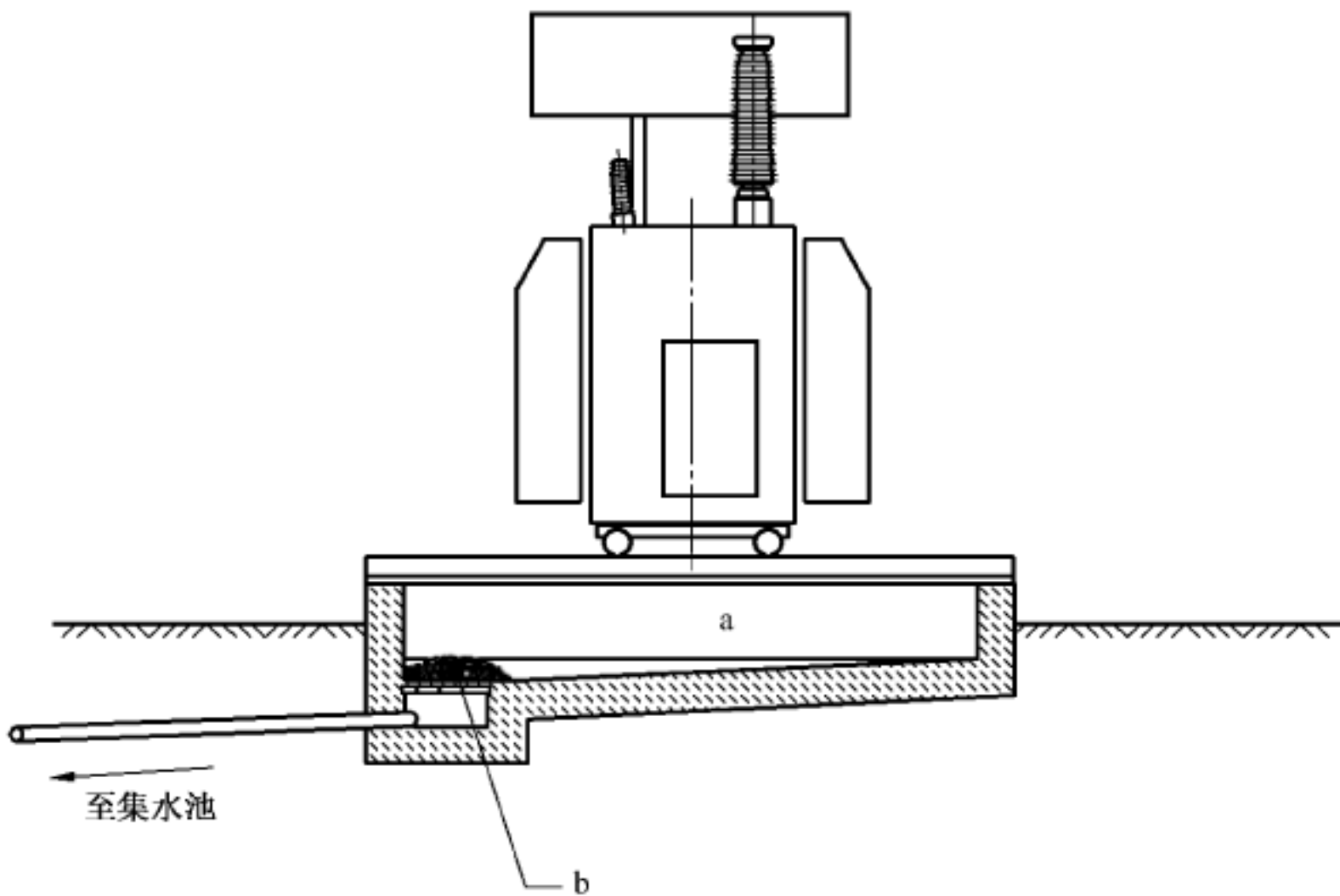
说明：
电气间隙 G_1 和 G_2 ，见表 3。
a 区域——该区域的墙应设计为最小耐火 90 min(REI 90)。
b 区域——该区域的墙应设计为不可燃材料。
c 区域——不需要装设消防措施。
注：考虑到火焰垂直扩散的风险，c 区域仅用于水平方向。

图 7 (续)



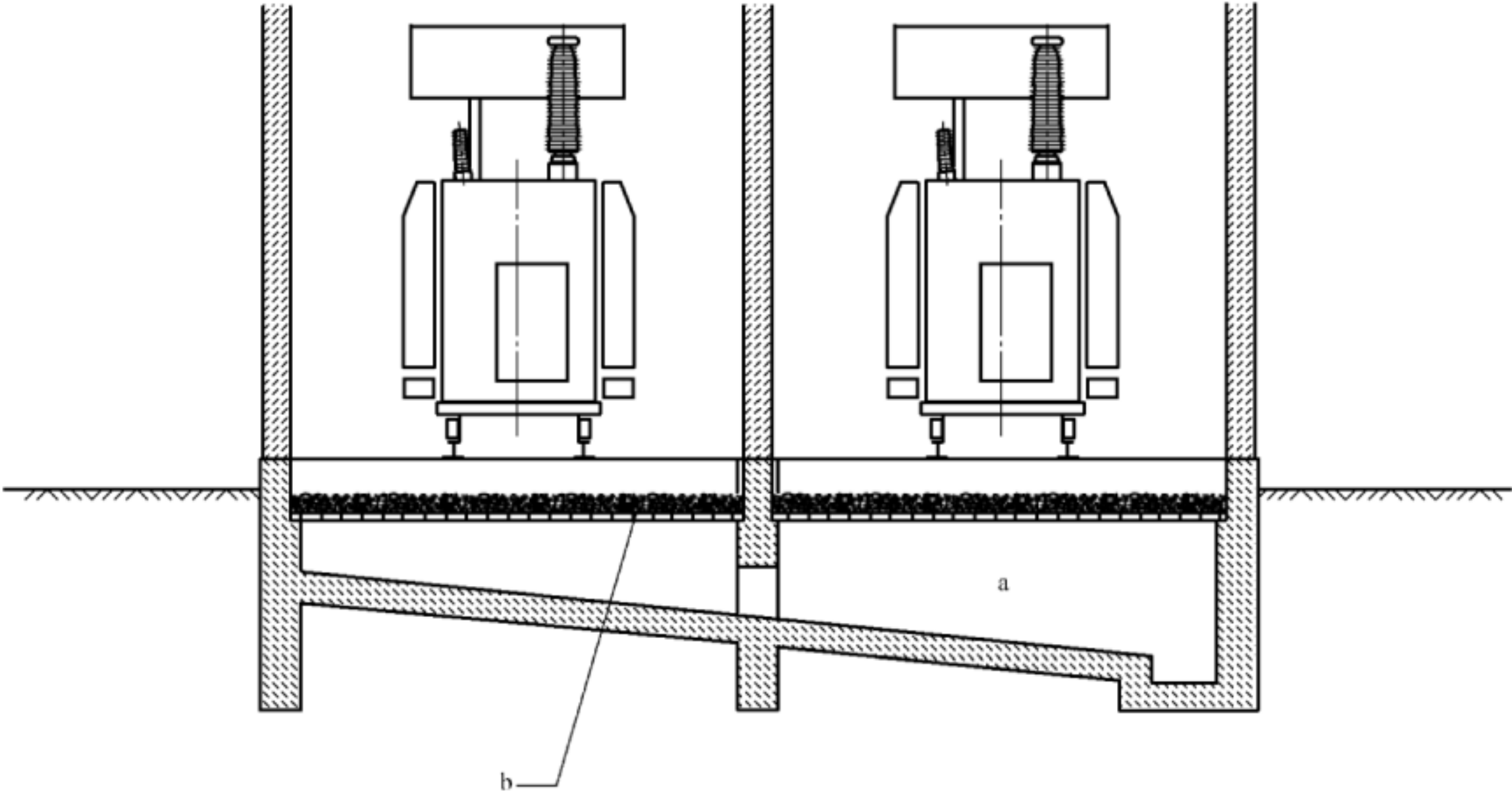
说明：
a——泄油池：变压器液体加上雨水的总量。
b——关于消防格栅和阻火口见 8.7.2。
注：另外，如果用水灭火，宜考虑来自灭火装置中的水。

图 8 带有完整集水池的泄油池



说明：
a——泄油池：最小为变压器液体量的 20%。
b——关于消防格栅和阻火口见 8.7.2。

图 9 与集水池分离的泄油池



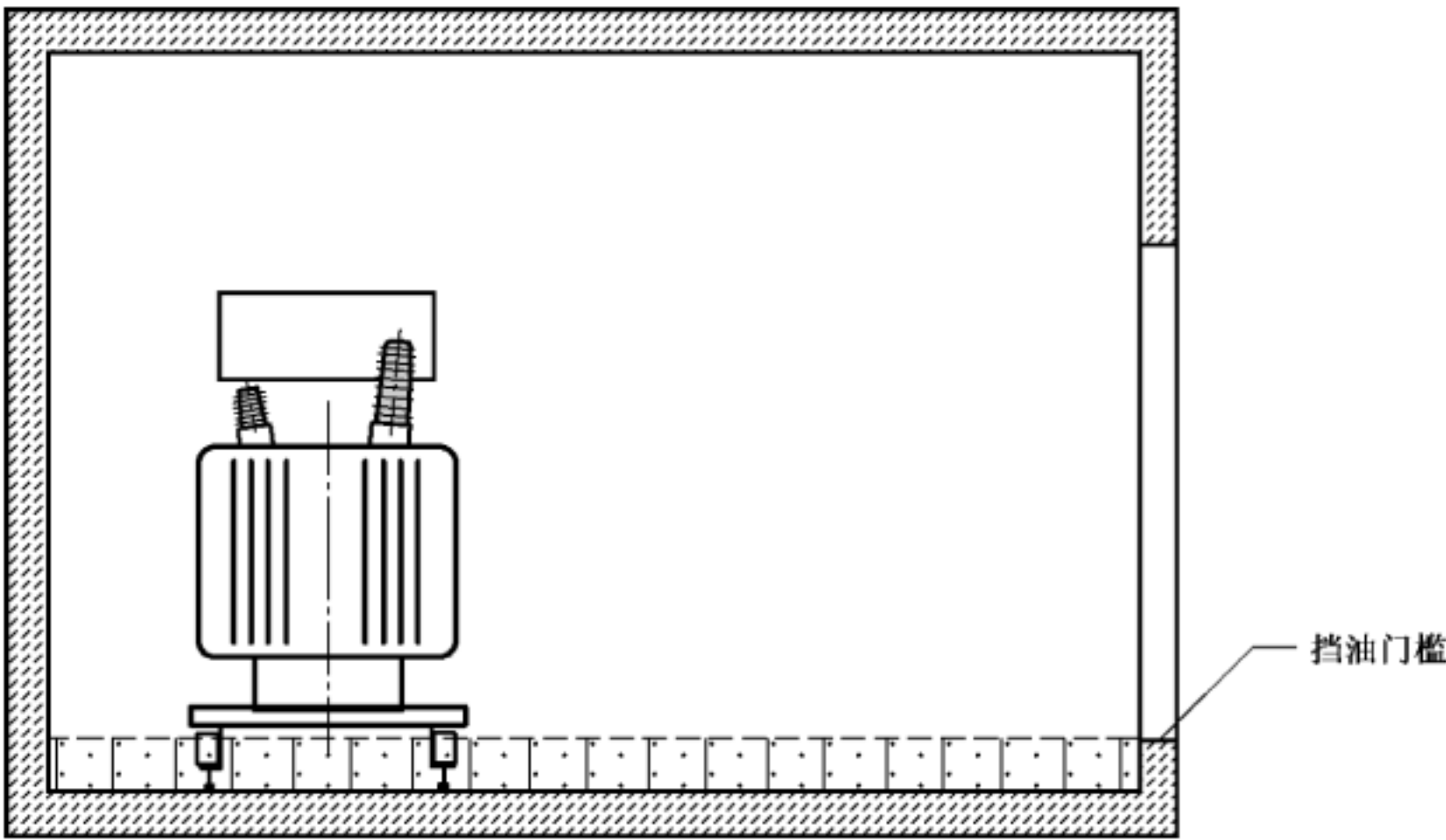
说明：

a —— 户外泄油池：最大变压器液体量加雨水的总量；
户内泄油池：最大变压器液体量。

b —— 消防格栅和阻火口见 8.7.2。

注：另外，如果用水灭火，宜考虑来自灭火装置中的水。

图 10 带有公共集水池的泄油池



注：打点区域表示流在地坪上的变压器绝缘液体总量。

图 11 没有碎石层和集水池的小变压器实例

9 保护、控制及辅助系统

9.1 监控系统

为保证设备正常、安全运行,应提供必要的监测、保护、调节与控制装置。

设计的满足选择性和快速动作的自动装置,应提供与设施规模和重要性相称的保护,以免受不可接受的过负荷及内外部故障的影响。

应考虑防护下列影响:

- 过流、短路和接地故障;
- 过负荷和热效应;
- 过电压;
- 低电压;
- 低频率。

为确定保护装置的设置,供用双方应就保护协调问题达成协议。对于短路保护应考虑后备保护,当需要切除接地故障时,对于接地故障保护也应考虑后备保护。

低频率的状况通常预示电力系统问题。对由电力系统供电的设施,根据当地规程和电力系统要求,可能需要低频断开装置。对于自备电源供电的设施,宜考虑甩负荷,防止扰动期间完全失电。

应研究确定运行期间可能的过电压水平。在过电压可能超过设备允许限值的地方应安装保护装置。

应考虑低电压对电气设备运行的影响。必要时应安装低电压检测装置,自动转换到另一个电源,或断开设备防止误操作或故障损害。

设备应符合其所在设施部分对应的严酷等级[见 GB/T 14598(所有部分)]。

为了安全进行高压设备的维护,应为每个一次开关设备或每个开关间隔的控制回路设置隔离装置。应确保对保护和控制装置进行修理、维护和试验时不会危害人身和设备安全。

控制回路与信号回路在功能上宜分开。如有跳闸信号应在保护面板上显示。

报警与故障指示设备应清楚地指示危险和故障的状况,可将几个信号集合成一个公共信号传送到远距离控制点上。

控制设备及其系统包括电缆及电源线的设计和安装,应使由于电磁干扰损坏被连接设备的可能性降至最低。基本规则在 9.6 中作了规定。

控制设备及其系统包括电缆及电源线的设计和安装,应使运行故障、误操作和错误信息造成的危险降至最低。要满足这个要求,应考虑诸如电压下跌、电源中断、绝缘故障以及电磁干扰效应的影响。

开关设备控制装置动作元件的设计和安装应避免意外动作。

对可远距离控制的设备,应在就地操作位置处(如在开关附近)设置就地/远距离控制选择。

对远距离控制或自动控制的开关设备控制电路,应在设备附近采取必要的措施,防止计划停运期间意外动作。

为了在电力系统扰动时保持安全运行条件,必要时,监控系统应执行甩负荷、紧急关机、自动转换和网络重构、电机再加速和重启等。

出于安全原因,建议工业过程控制设备接口设计为硬接线,这样维护过程控制电路时可以不进入高压设备,例如使用安装在单独隔间的插入式继电器。

9.2 直流与交流电源回路

9.2.1 总则

辅助电源系统应设计为允许的电压波动范围和合适的容量,这是设备的控制和辅助系统所要求的。

低压交流与直流系统的设计应符合 GB/T 16895(所有部分)的要求。

应设置辅助开关来隔离和保护各种辅助回路。

供电线路电压降低和断电时宜向控制系统发出信号。

供电系统可分为重要和非重要的两类。重要的供电系统宜不间断地持续供电,非重要的供电系统可允许供电中断。

9.2.2 交流电源

对于重要的电源,宜设置适当的 UPS(不间断电源)。例如计算机控制系统的电源,或者暂时断电后设备中断可能产生危险情况的电源。

一些设备(如 SF₆ 断路器加热器)可能需要转换电源供电。

9.2.3 直流电源

直流电源单元应能向所有永久性直流负荷及与必要操作有关的负荷供电,这可通过选择适当数量的足够容量的独立单元来实现。

对直流电源单元例如蓄电池和充电器,建议配置监测电压和电流的仪器。

直流蓄电池的容量应能为交流站用电中断时用电设备的运行提供电源。应对站用电中断最大可能持续时间进行评估,来选择直流蓄电池及其容量。

蓄电池的容量应满足交流站用电中断的最坏情况(例如,全部停电、设施主要母线发生故障等)。作为最低要求,直流蓄电池应有足够的容量在放电周期开始时触发断路器和开关,为连续直流负荷供电和关闭即将恢复交流供电的元件。

带有裸露带电部分的蓄电池组应放置在只有授权人员才可进入的室或隔间内。

蓄电池室或隔间内,应保持干燥和足够的通风,减少氢气的积聚。氢气允许浓度和空气变化推荐值应遵守国家标准。

应提供撤离蓄电池室的简单方法。宜设置个人防护装备,最好是位于蓄电池室外面靠近蓄电池室门的位置。

蓄电池组应最好与控制室隔离,防止烟雾的蔓延,并防止意外接触。

在难以避免爆炸危险的地方,应使用防爆设备(见 GB 3836.1)。

混合气体遇到明火和灼热部件时易起燃引起爆炸危险,应设置耐腐蚀、尺寸合适、易读的标志。

尽管已经安装通风装置,敞开式铅蓄电池室应考虑对环境的腐蚀性。墙壁、天花板和地坪应满足耐腐蚀和耐气体产物的防护要求。应采取措施阻止腐蚀性物质进入任何排水系统。

9.3 压缩空气系统

压缩空气系统的设计应遵守国家发布的有关压力容器和加压系统的法规。

应设置监测仪表和报警装置以保证压缩空气系统的安全可靠运行。

压缩空气系统应能在所有环境条件下,提供适用于所供设备类型和工作压力的相应湿度的空气。必要时应提供干燥设备。

压缩空气系统应设计为在运行期间水能从所有的集水器或其他可能的集水点排出。

压缩空气系统应设计为在开关设备和/或系统期望的全范围环境条件下,在其最大和最小容量下运行。压缩机应有足够的冷却和适当的保护,以允许冰冻条件下间断运行。

应防止压力容器及管道内、外腐蚀。

压缩空气系统各部件的功能应清晰地注明在设备上。应将不同的压力以用户认可的方法标明在管道、容器和示意图上。

压缩空气系统应按照用户的安全操作规程要求提供有足够的隔离和排水点,以便分段维修。

永久性承压的管道应防止直接电弧造成损坏。

在运行期间必须使用的压缩空气系统的所有控制装置应合理布置,便于安全巡视。

9.4 SF₆ 气体处理装置

气体需要处理和回收的,应提供一个回收充气装置,将气体充入设备或从设备中回收气体,以允许在一次设备上上进行维护。回收充气装置应能抽出和储存规定的最大容量的气体,能抽出达到规定真空度的最大的容量,以及重新充注到制造厂规定的最高压力。该装置的设计和容量应由供用双方达成协议。

本装置还应能在大气压力下,从制造厂规定的最大容量抽气达到规定的真空度。本装置应能通过过滤器将气体返回到设备,循环使用气体。

注: GB/T 8905 及 GB/T 28537 列出了关于包含 SF₆ 气体处理装置的导则。

9.5 氢气处理装置

氢冷发电机或同步冷凝器及其氢冷系统应按照下列方式安装:

- 发电机或同步冷凝器及其氢冷系统的结构应是密封的,能防止氢气与空气混合;
- 发电机、同步冷凝器、氢气管道、阀门及氢气系统中的其他配件应能耐受氢气在大气压力下的爆炸;
- 发电机应设置一个装置,当氢气从发电机轴封泄漏时,通过该装置可将氢气安全的净化成户外空气;
- 应安装一个能将氢气安全引入发电机或同步冷凝器的装置,和一个能将氢气从发电机或同步冷凝器中安全排出的装置;
- 应安装一个检测设备异常情况并发出警报的仪器。

9.6 控制系统电磁兼容性的基本规则

9.6.1 总则

本条规定控制回路抗电磁干扰的防护措施。

9.6.2 进入高压装置的电磁骚扰

电磁骚扰可通过传导、电容耦合、感应或辐射的方式传输到高压装置:

a) 产生高频骚扰的原因有:

- 一次回路开关动作;
- 雷击架空线或高压设施的接地部件;
- 有间隙避雷器的动作;
- 二次回路开关动作;
- 高频无线电发射器;
- 静电放电。

b) 产生低频骚扰的原因有：

- 短路；
- 接地故障；
- 设备(母线、电力电缆、电抗器、变压器等)产生的电磁场。

抗电磁干扰的防护基于下列两个原则：

- 减少进入设备的电磁场；
- 设备每个部分和接地系统之间建立等电位连接。

9.6.3 降低高频干扰影响的措施

下列措施对降低高频电磁干扰的影响是非常重要的：

- a) 互感器(电压互感器、电流互感器)结构合理,一次、二次绕组间有效屏蔽,并经高频传输特性试验。
- b) 抗雷击保护。
- c) 接地系统及接地连接的改善(见 10.3.3)。
- d) 二次回路电缆的屏蔽：
 - 屏蔽宜是连续的；
 - 屏蔽层宜具有低电阻(每千米几个欧姆)；
 - 在干扰频率范围内,屏蔽层宜具有低耦合阻抗；
 - 屏蔽层的接地线宜尽可能短；
 - 屏蔽层宜在两端和尽可能的中间位置接地；
 - 在控制柜入口处的屏蔽层宜接地,使得屏蔽层中的环流不影响非屏蔽的回路。连接线宜使用适当的压接或焊接方式连接良好。
- e) 回路归集:为了降低差模过电压,应将相同功能的进线和出线归集在同一电缆内。控制电缆宜尽可能与其他电缆分开。

9.6.4 降低低频干扰影响的措施

下列措施对降低低频电磁干扰的影响是非常重要的：

- a) 电缆敷设措施：
 - 利用分隔(间距)或不同的路径将控制电缆与电力电缆分开；
 - 电力电缆宜优先采用三角敷设；
 - 电缆路径宜不与母线或电力电缆平行,并尽可能远；
 - 控制电缆宜远离电抗器和单相变压器敷设。
- b) 回路布置措施：
 - 宜避免环路；
 - 对于直流辅助电源回路,辐射状结构优于环形结构；
 - 宜避免用同一小型断路器来保护两条不同的直流回路；
 - 在不同间隔中的两个线圈宜避免并联连接；
 - 同一回路的所有导线宜放在同一电缆内。当必须使用不同的电缆时,宜将它们敷设在同一路径内。
- c) 低电平信号推荐采用双绞线。

9.6.5 相关设备选择的措施

设施应划分为不同的区域,每个区域对应于特定的环境级别(见 4.4)。

在每个区域,应按照相应的环境级别来选择设备。

必要时,内部电路应采取下列措施:

- a) I/O 信号回路采用金属隔离。
- b) 在辅助电源线上安装滤波器。
- c) 安装限压装置,如:
 - 电容器或 RC 回路;
 - 低压浪涌抑制器;
 - 齐纳二极管或变阻器;
 - 吸收二极管。
 这些装置应安装在保护和控制设备内。
涉及气体绝缘开关的补充措施。
- d) 将混凝土中的钢筋网在不同地点与接地系统连接,尤其在地坪中(见第 10 章)。
- e) 通过外壳与建筑物墙体(钢筋网或金属包层)之间的多点连接,以及墙体与接地系统之间的多点连接,使 GIS/空气套管和 GIS 管道具有抗工频和暂态影响的良好接地。
- f) 二次设备有合理的抗干扰设计和抗扰度测试。

9.6.6 其他可能降低干扰影响的措施

补充措施:

- 控制电缆敷设在电缆金属管道中,宜保证管道全线的连接和良好接地;
- 可能的话,电缆沿金属表面敷设;
- 对适当的设备使用光缆。

10 接地系统

10.1 总则

本章规定了接地系统的设计、施工、试验及维护的准则,以保障其在各种情况下的正常运行,以及人员通行时的人身安全。还规定了确保设备与附近接地系统保持可靠连接的准则。

10.2 基本要求

10.2.1 安全准则

人身电击危险是流过心脏区域的电流引起心室纤维性颤动。工频电流下,电流限值可从 GB/T 13870.1—2008 的适用曲线获得。该人体电流限值通过考虑下列因素计算后转换成电压限值:

- 流过心脏区域的电流系数;
- 电流通路的人体阻抗;
- 人体接触点间的电阻,例如手(包括手套)与金属构架间、脚(包括鞋或碎石)与远方大地间;
- 故障持续时间。

应注意实际上故障的发生、故障电流幅值、持续时间以及人体的存在都具有概率性。

供用双方应就接地设计参数(如故障电流、故障持续时间等)达成协议。

接地装置设计时,图 12 所示的曲线是根据附录 A 定义的方法计算得到的。

注:曲线是基于 GB/T 13870.1—2008 的数据提出的:

- 人体阻抗取自 GB/T 13870.1—2008 表 1(不超过人数的 50%);
- 人体允许电流取自 GB/T 13870.1—2008 图 20 中曲线 c2 和表 11(引起纤维性颤动概率低于 5%);

——心脏电流系数取自 GB/T 13870.1—2008 表 12。

宜采用图 12 的曲线作为允许接触电压,也可采用附录 B 中提供的 IEEE 80 推荐的曲线。

一般满足接触电压要求时也可满足跨步电压要求,这是由于不同的电流路径导致允许的跨步电压限值远高于接触电压限值。

对于高压设备不在封闭电气运行区域内的设施,例如在工业环境中,宜采用全局接地系统来防止由高压故障引起的接触电压超过 GB/T 16895.21^[17] 规定的限值(例如 50 V)。

10.2.2 功能要求

接地极和接地线应能分散和泄放故障电流而不超过基于后备保护运行时间的发热和机械设计限值。

在一定的腐蚀和机械制约条件下,接地系统在预期寿命内应保持其完整性。

接地系统的性能应能避免在下列情况下对设备造成损伤:过大的地电位升高、由于过大的电流流过不是用于泄放故障电流的辅助路径引起的接地系统内电位差。

接地系统结合适当的措施,应能将跨步电压、接触电压和转移电位限制在基于继电保护和开关正常动作时间的电压限值内。

接地系统的性能应有助于保障高压系统的电力电子设备电磁兼容(EMC)满足 IEC/TR 61000-5-2 的要求。

10.2.3 高、低压接地系统

当高压和低压接地系统相邻且没有采用全局接地系统时,来自高压系统的部分 EPR 将作用到低压系统。目前采用的两种措施是:

- a) 将所有高压和低压接地系统相互连接;
- b) 将高压接地系统与低压接地系统隔离。

在任一情况下,在变电站内部以及由该站供电的低压设施,都应满足跨步、接触、转移电位差限值的要求。

注:实践中采用互相连接的方法更好。

10.2.3.1 低压电源在高压变电站内部

当低压系统全部位于高压接地系统覆盖的区域内时,即使没有全局接地系统,也应将高压、低压接地系统互相连接。

10.2.3.2 离开或进入高压变电站的低压电源

如果高压设施的接地系统是全局接地系统的一部分,或连接到一个平衡系统中多点接地的高压中性导体上,是能保证全部符合要求的。如果没有全局接地系统,应满足表 5 所示的最低要求,以确定与高压设施外部的低压供电接地系统互相连接的可行性。

如果高、低压接地系统是隔离的,隔离接地极的方法应按照不会对低压设施中的人或设备造成危险来选择。这意味着,低压设施内由高压故障引起的跨步、接触、转移电位差和应力电压在合适的限值内。

10.2.3.3 高压变电站附近的低压

宜特别注意位于高压变电站接地系统影响区域内的低压系统。

对于工业和商业设施,可共用一个接地系统。对于紧密相邻的设备,不能采用隔离接地系统方式。

表 5 基于 EPR 限值的低压和高压接地系统相互连接的最低要求

低压系统的类型 ^{a,b}		EPR 要求		
		接触电压	应力电压 ^c	
			故障持续时间 $t_f \leq 5 \text{ s}$	故障持续时间 $t_f > 5 \text{ s}$
TT		不适用	$EPR \leq 1\,200 \text{ V}$	$EPR \leq 250 \text{ V}$
TN		$EPR \leq F \cdot U_{Tp}^{d,e}$	$EPR \leq 1\,200 \text{ V}$	$EPR \leq 250 \text{ V}$
IT	分布式保护接地导体	与每个 TN 系统相同	$EPR \leq 1\,200 \text{ V}$	$EPR \leq 250 \text{ V}$
	非分布式保护接地导体	不适用	$EPR \leq 1\,200 \text{ V}$	$EPR \leq 250 \text{ V}$
注：F 的典型值为 2。当有附加的 PEN 导体接地时，F 可取更高值。某些土壤结构下的 F 值可能高达 5。应用该规则时要注意电阻率差异较大且表层电阻率较高的土壤情况，此时接触电压可能超过 EPR 的 50%。				
<p>^a 低压系统类型的定义见 GB/T 16895.1。</p> <p>^b 对于电信设备，宜使用 ITU 推荐值。</p> <p>^c 如果安装了适当的低压设备，可提高限值，或者 EPR 可由局部电压测量或计算结果代替。</p> <p>^d 如果低压系统的 PEN 或中性导体只在高压接地系统中与大地连接，那么 F 的值为 1。</p> <p>^e U_{Tp} 从图 12 中获取。</p>				

10.3 接地系统的设计

10.3.1 总则

接地系统的设计可按如下顺序进行：

- a) 数据收集，如接地故障电流、故障持续时间和布置；
- b) 基于功能要求进行接地系统初步设计；
- c) 确定是否是全局接地系统的一部分；
- d) 如果不是，确定土壤特性，如土壤每层的电阻率；
- e) 基于接地故障电流，确定从接地系统流入大地的电流；
- f) 基于布置、土壤特性和并联接地系统，确定总的对地阻抗；
- g) 确定地电位升高；
- h) 确定允许的接触电压；
- i) 如地电位升高低于接触电压的允许值并且满足表 5 的要求，则设计完成；
- j) 如不满足上述要求，确定接地系统内部和附近的接触电压是否低于允许值；
- k) 确定转移电位是否会对电力设施外部或内部造成危害，如果是，应在暴露的位置采取缓解措施；
- l) 确定低压设备是否会受到过高的应力电压，如果是，应采取包括将高、低压接地系统分开的缓解措施。

遵守上述要求时，可改善设计，必要时，可重复上述步骤。为保证所有外露可导电部分都有效接地，应进行详细的设计。适当时，外来可导电部分应接地。

设计流程图见附录 C。

结构接地极应可靠连接并组成接地系统的一部分。如果没有进行连接，应对其进行检验，以确保满

足所有的安全要求。

带有阴极保护的金属结构可与接地系统分开,并应采取贴标签等措施,以免施工、维护或改造时对其造成破坏。

10.3.2 电力系统故障

目的在于,对功能要求的每个相关方面确定最严重的故障情况。对设施的每个电压等级,应检验下列故障类型:

- a) 三相接地;
- b) 两相接地;
- c) 单相接地;
- d) 如有的话,两相短路接地。

应核查设施场址内部和外部的故障以确定最严重故障的位置。

10.3.3 雷击和开关操作

雷击和开关操作是高频和低频电流、电压的来源。涌流通常出现在投切长距离电缆、操作 GIS 隔离开关或切换背对背电容器等情况下。在电流注入点应有足够大的电极密度来流散高频电流,同时,接地系统应有足够大的尺寸来流散低频电流。高压接地系统应是防雷系统的一部分,在电流注入点可能需要布置附加的接地导体。

接地系统及其部件暂态性能的特殊要求应满足电磁兼容和防雷保护的有关标准。

当一个工业或商业设施包括多个建筑物或场所时,其每个接地系统应互相连接。在遭受雷击等涌流期间,每个建筑物或场所的接地系统间会存在显著的电位差,应对其进行测量以免损坏连接在不同建筑 and 场所间的敏感设备。如果可能,在这些位置间进行低压信号交换时宜采用如光缆等非金属媒介。

10.4 接地系统的施工

当施工作业中涉及接地系统时,应采取保护措施确保故障情况下的人身安全。

10.5 测量

必要时,施工后应进行测量以检验设计的适用性。测量可视需要包括接地阻抗、相关位置的预期接触电压、跨步电压及转移电位。在试验条件下(如电流注入试验)测量接触和跨步电压时,可选择以下两种方式:采用高阻抗电压表进行测量,或者并联一个相当于人体的电阻进行测量。

10.6 维护

10.6.1 检查

应对接地系统进行定期检查。检查方法应包括外观检查、在选择点开挖检查。

10.6.2 测量

应对接地系统性能进行周期性的或必要时的测量,如发生了影响基本要求的重要变化,或进行了连续性试验时。

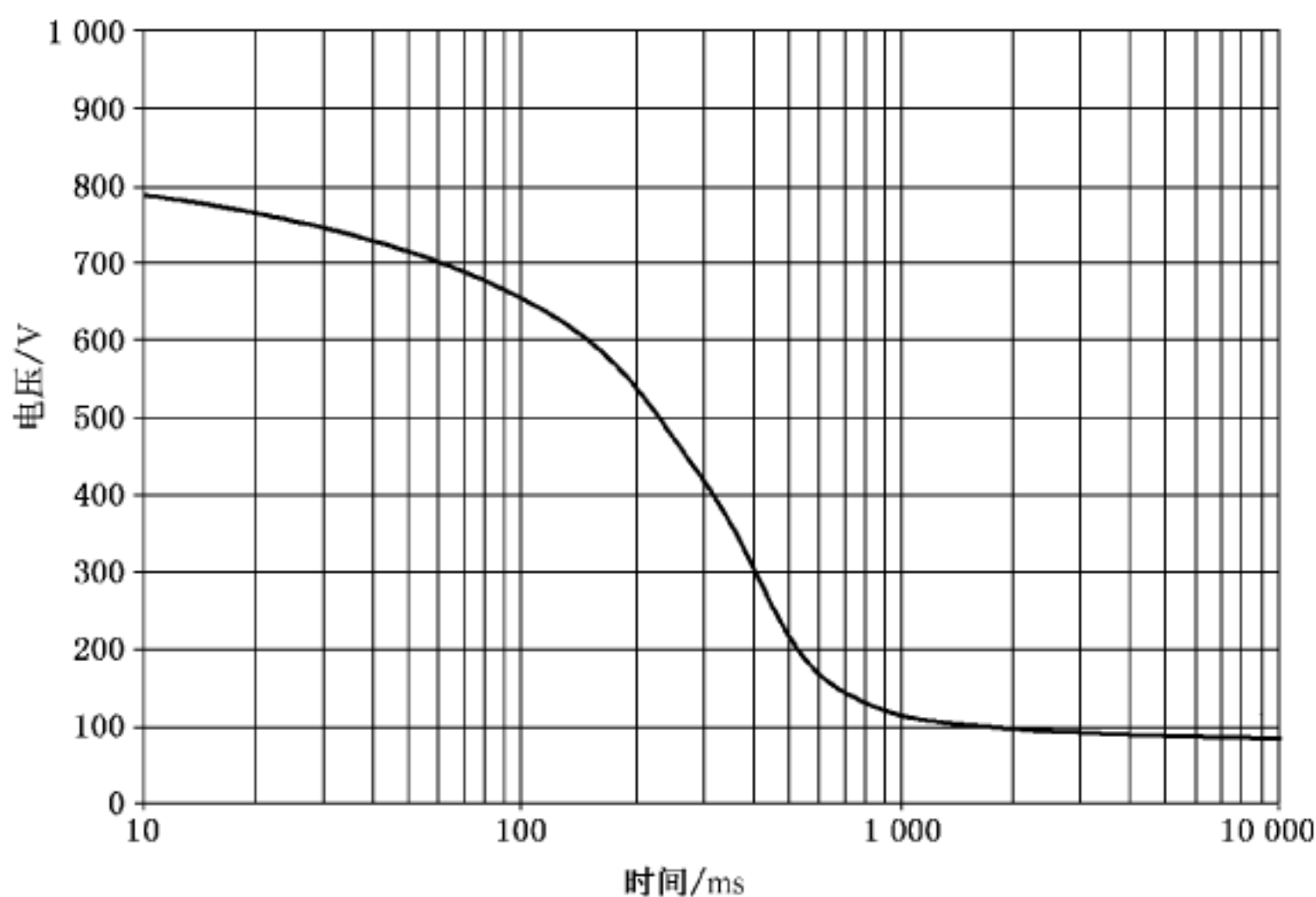


图 12 允许的接触电压 U_{Tp}

11 检查和试验

11.1 总则

应进行检查和试验,以检验安装是否符合本部分的规定,以及安装的设备是否符合相应的技术规范。

下列内容应在供用双方之间达成协议:

- 检查和试验的范围;
- 依据的技术条件;
- 提供文件的范围和形式。

注:对工厂制造并经过型式试验的设备和工厂制造的组件,应注明特殊的试验项目,并根据 IEC 有关标准进行试验。

可采用下列方法进行检验:

- a) 外观检查;
- b) 功能试验;
- c) 测量。

部分电力设施的检查和试验在设备交货后和安装完成后都应进行。

常用的典型步骤示例如下:

- 检验设备在给定运行条件下的特性(包括额定值);
- 检验带电部分间以及带电部分与地面之间的最小电气间隙;
- 开关设备工频耐压试验;
- 电缆耐压试验;
- 检验保护遮栏的最小高度和电气间隙;
- 电气设备和部分设施的外观检查和功能测试;
- 保护、监测、测量、控制装置的功能性试验和测量;
- 标识、安全标志和安全设施的检查;
- 检验建筑物或外壳的防火等级;
- 检验紧急出口是否畅通;

——检验接地系统。

11.2 特殊性能检验

一般应对设备的各个项目进行试验,包括安装到最后的性能验证。应确认试验方的条件和组织机构,包括现场服务的提供、人员等的确认。

11.3 安装和调试过程中的试验

供用双方应就安装和调试中的要求(方法和验收标准)达成协议,并列出应用的试验标准清单。可包括功能试验,以证明设备的能力可满足运行要求,如自启和关机。

供用双方宜就演示设计要求的试验设备达成协议。

供用双方应就安装和调试期间组件和系统的试验计划达成协议。当事人之间宜就试验进行所需的必要服务达成协议。

注:适当时,宜在调查时阐明安装和调试试验结果对协议的影响。

11.4 试运行

当供用双方达成协议后,应进行试运行。试运行的目的是验证高压设施的功能。因此,试运行期间,所有重要组件均宜运行。

宜在协议中注明重要组件故障会中断试运行的情况。用户也可为很短时间的故障定义例外标准,例如通过停机时间简单地延长试运行时间。

宜在调查时明确成功完成试运行后会遇到的情况。

注:适当时,应在调查时明确试运行结果对协议的影响。

12 运行和维护手册

电气设施宜有对应于正常和紧急情况的运行规程和维护手册及高压电气设施运行安全指南。

手册和指南见 IEC 82079-1。

每个设施宜有一套最新的图纸和运行图以指导运维人员对设施进行维护。

设施主要组件的制造厂宜提供运行和维护手册、试验和售后服务报告。这些文件宜在必要时随时使用。

宜有通往最近的专业医院的紧急路线和紧急电话号码。

附 录 A
(规范性附录)
允许接触电压的计算方法

公式如下：

$$U_{Tp}=I_B(t_f) \cdot \frac{1}{HF} \cdot Z_T(U_T) \cdot BF$$

式中：

- U_T ——接触电压；
- U_{Tp} ——允许接触电压；
- t_f ——故障持续时间；
- $I_B(t_f)$ ——人体电流限值，见 GB/T 13870.1—2008 的图 20(c2)和表 11，其中心室纤颤的概率小于 5%， I_B 取决于故障持续时间；
- HF ——心脏电流因数，见 GB/T 13870.1—2008 的表 12，例如左手-脚为 1，右手-脚为 0.8，手-手为 0.4；
- $Z_T(U_T)$ ——人体阻抗，见 GB/T 13870.1—2008 的表 1 和图 3， Z_T 不超过人数的 50%， Z_T 取决于接触电压，因此第一次计算应从假定水平开始；
- BF ——人体因数，见 GB/T 13870.1—2008 的图 3，例如手-双脚为 0.75，双手-脚为 0.5。

注 1：不同的接触电压条件，例如左手-脚、手-手，导致不同的可耐受接触电压。本部分图 4 是基于 4 种不同的接触电压条件的加权平均值：左手-脚(加权值为 1)，右手-脚(加权值为 1)，双手-脚(加权值为 1)，手-手(加权值为 0.7)。

注 2：部分国家采用不同的参数值。

特殊考虑附加电阻时，预期允许接触电压的公式变为：

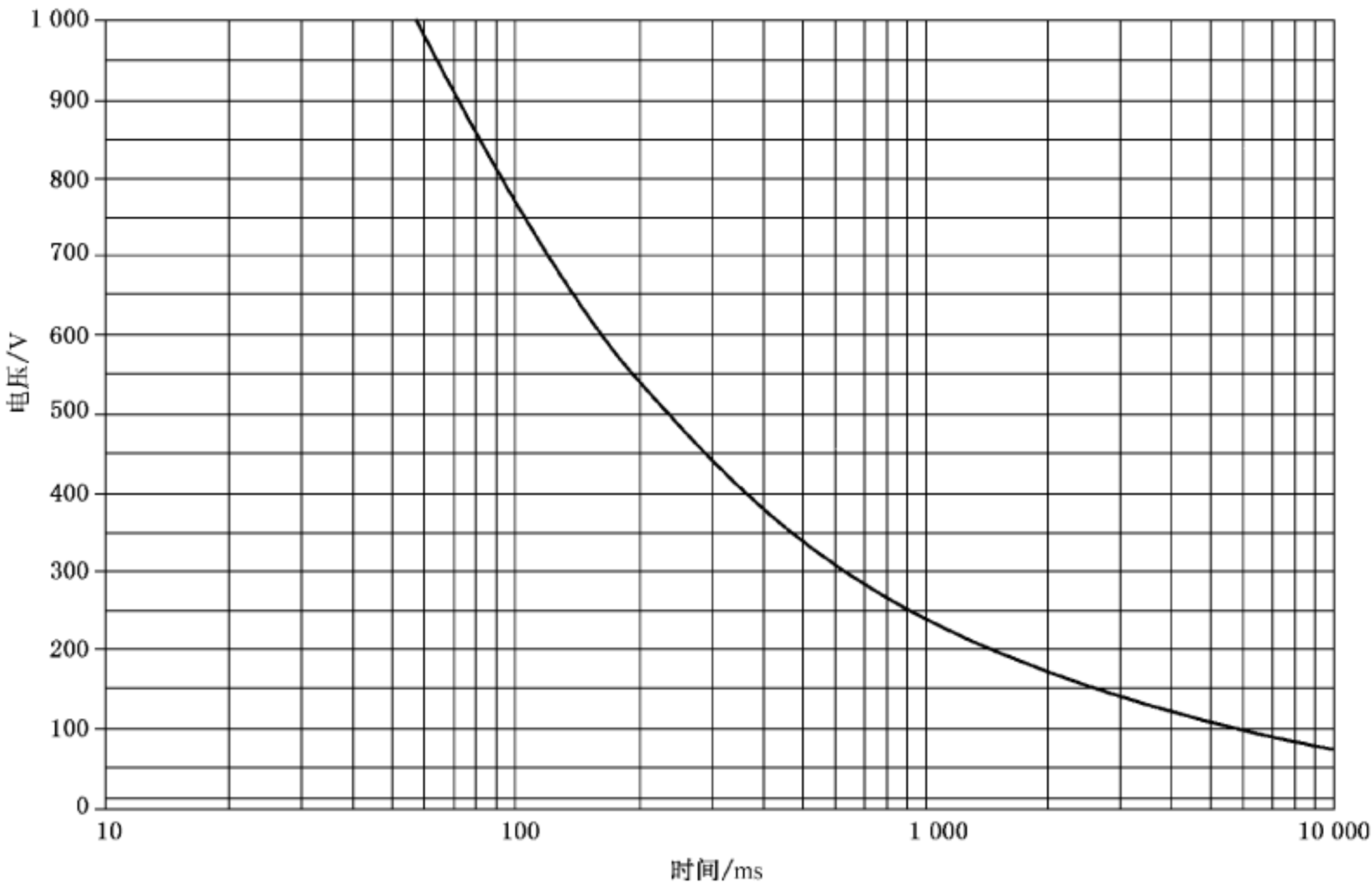
$$U_{vTp}=I_B(t_f) \cdot \frac{1}{HF} \cdot [Z_T(U_T) \cdot BF+R_H+R_F]$$

式中：

- U_{vTp} ——预期允许接触电压；
- R_H ——附加手的电阻；
- R_F ——附加脚的电阻。

附录 B
(规范性附录)
基于 IEEE 80 的允许接触电压

图 B.1 为 IEEE 80 推荐的允许接触电压曲线。



注 1：接触电压曲线是基于土壤电阻率为 $100\ \Omega \cdot \text{m}$ ，表层厚度为 $0.1\ \text{m}$ ，电阻率为 $1\ 000\ \Omega \cdot \text{m}$ 的土壤条件。
注 2：图 C.1 假设人体重量为 $50\ \text{kg}$ ，表面为碎石层。

图 B.1 基于 IEEE 80 的允许接触电压 U_{Tp}

附录 C
(规范性附录)
接地系统设计流程图

图 C.1 为接地系统设计流程图。

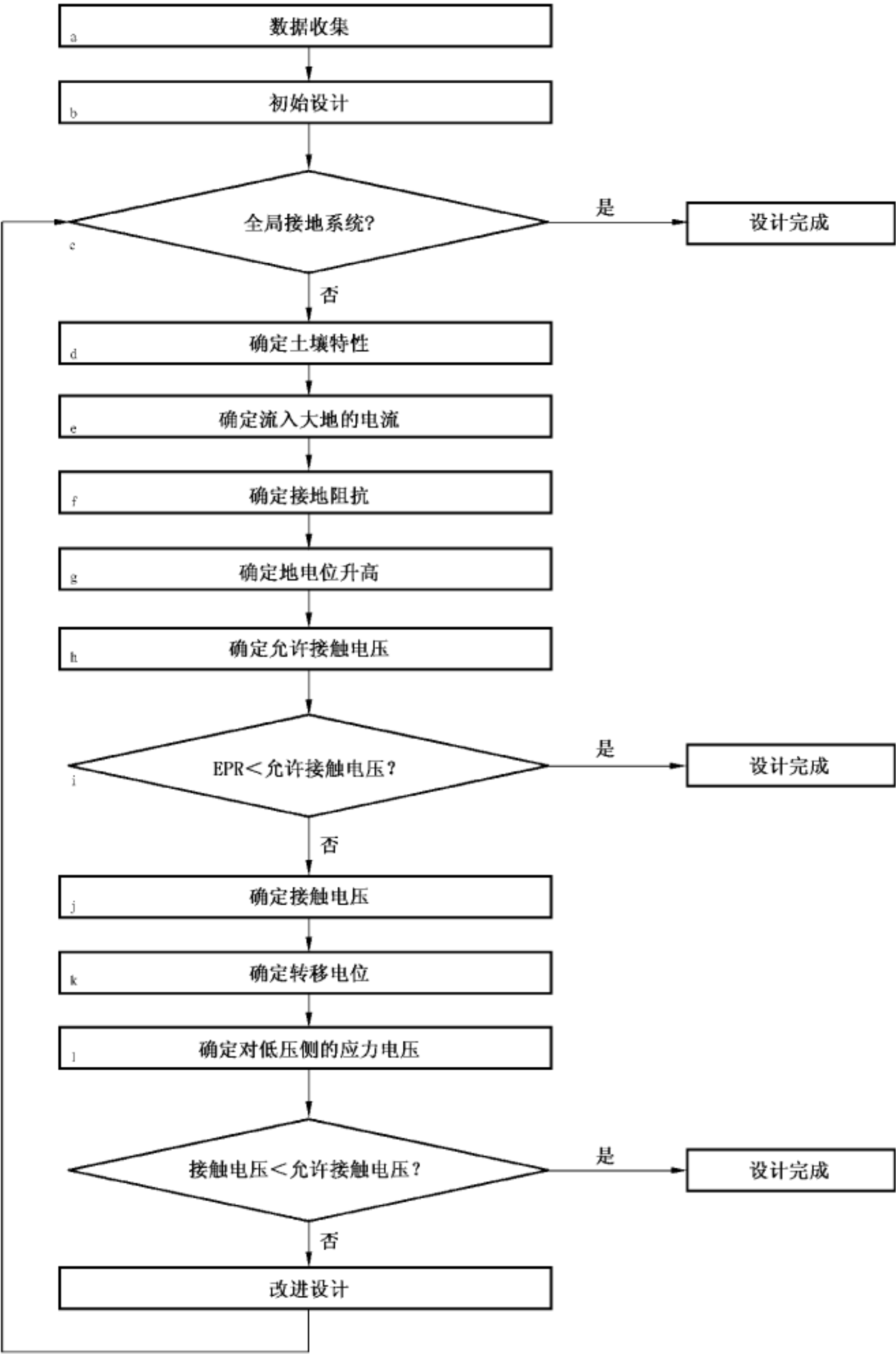


图 C.1 接地系统设计流程图

附录 D
(资料性附录)
直接雷击防护措施

D.1 总则

模型试验、测量、观察和多年的经验表明：合理布置的避雷线和避雷针可防止设备遭受直击雷。图 D.1～图 D.4 中所示的保护区域可有效保护高度 $H < 25\text{ m}$ 的设施。当高度超过 25 m 时，保护区域缩小。

注：25 m 对应于 420 kV 电压等级设备。
以下是几种常用的防雷保护措施，与绝缘配合相关的内容在此不详述。

D.2 避雷线

单根避雷线的保护区域是一个帐篷形区域，其保护范围为：沿避雷线从避雷线顶端开始半径为 $2H$ 的弧线所包围的区域（见图 D.1）。
间距小于或等于 $2H$ 的两根避雷线提供了一个叠加的保护区域，其保护范围比单根避雷线保护范围更大，其范围为：两根避雷导线的保护区域及高度 $2H$ 处以 M_R 为圆心 R 为半径的弧线与避雷线的交点所包围的区域（见图 D.2）。
该保护区域沿避雷线连续。

D.3 避雷针

避雷针的防雷作用优于避雷线。
在同样高度上，避雷针的保护区域大于避雷线的保护区域。
单根避雷针的保护区域是一个锥形保护区域，其范围为：从避雷针顶端开始沿着避雷针半径为 $3H$ 的弧线所包围的区域（见图 D.3）。
间距小于或等于 $3H$ 的两根避雷针的保护区域比单针各自保护范围的叠加范围更大，其范围为：两根避雷针的保护区域及高度 $3H$ 处以 M_R 为圆心 R 为半径的弧线与避雷针的交点所包围的区域（见图 D.4）。

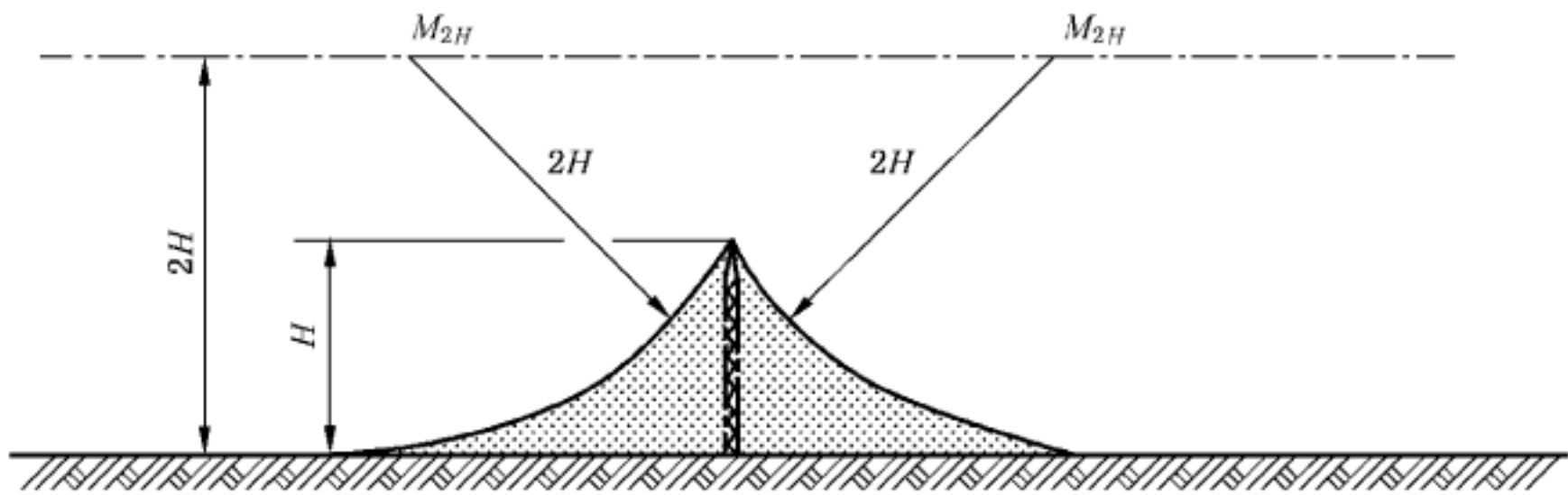


图 D.1 单根避雷线

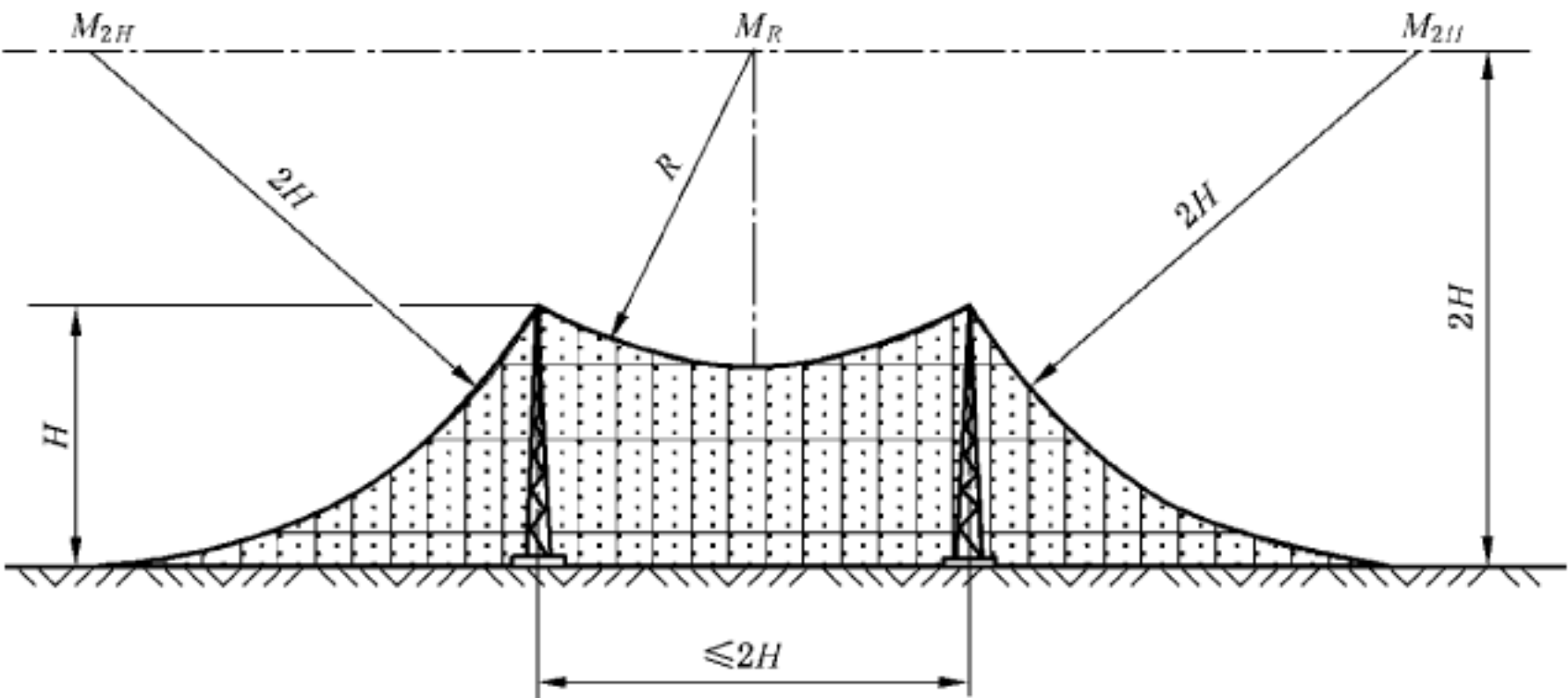


图 D.2 两根避雷线

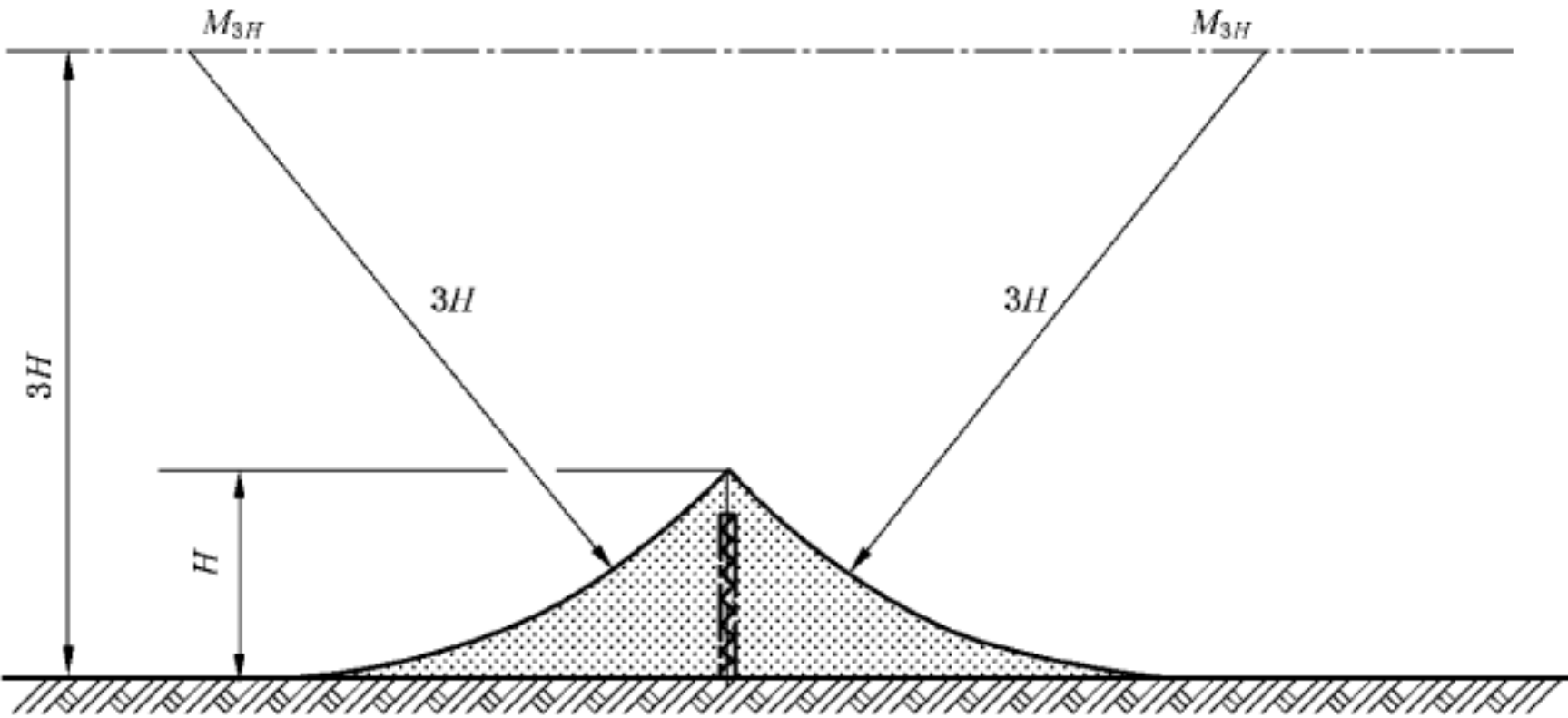


图 D.3 单根避雷针

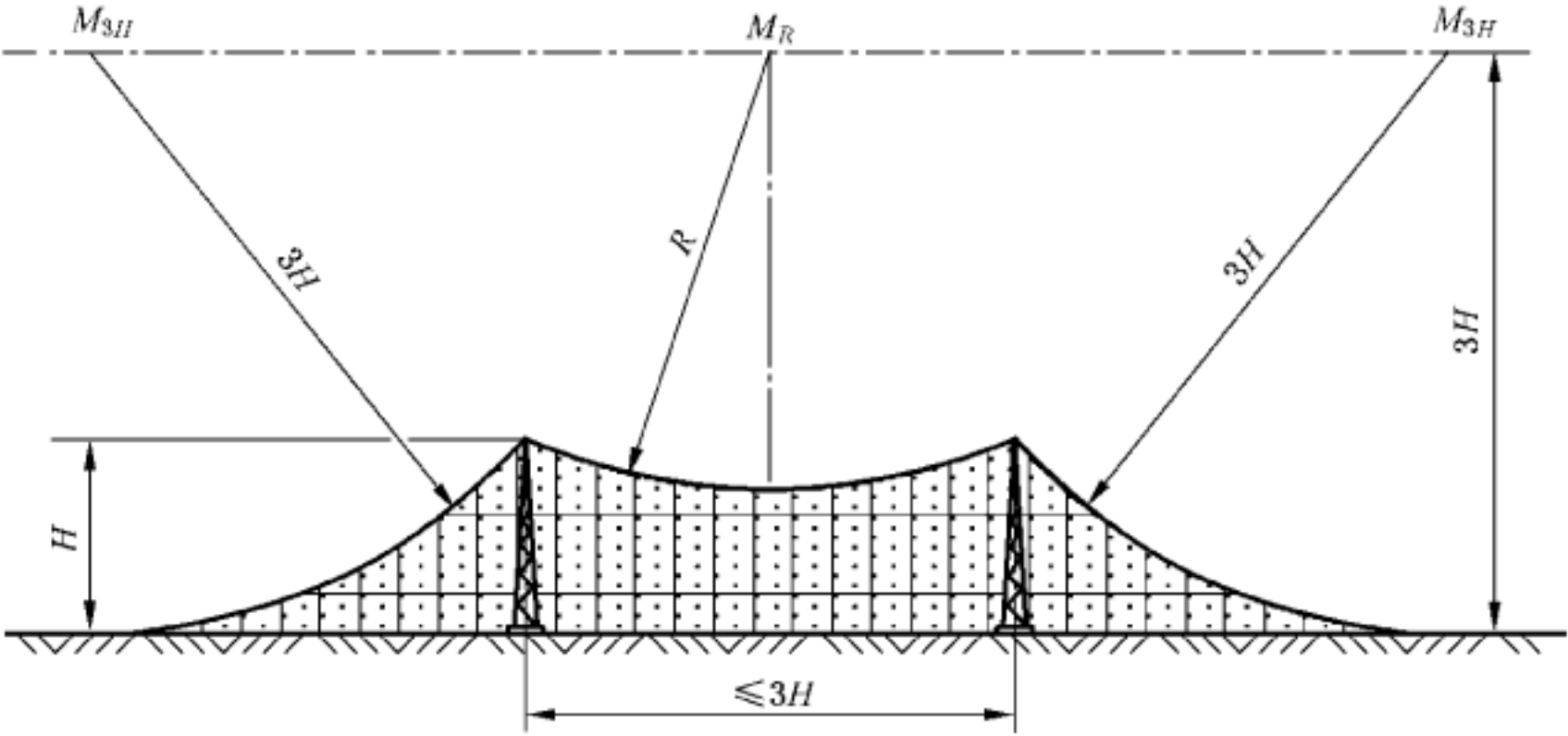


图 D.4 两根避雷针

参 考 文 献

- [1] CISPR 18-1 架空电力线路和高压设备的无线电干扰特性 第1部分:现象的描述(Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment—Part 1:Description of phenomena)
- [2] CISPR 18-2 架空电力线路和高压设备的无线电干扰特性 第2部分:测量方法和限值测定规程(Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment—Part 2:Methods of measurement and procedure of determining limits)
- [3] CISPR 18-3 架空电力线路和高压设备的无线电干扰特性 第3部分:最大限度降低无线电噪声产生的规程(Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment—Part 3:Code of practice for minimizing the generation of radio noise)
- [4] GB/T 156 标准电压(GB/T 156—2017,IEC 60038:2009,MOD)
- [5] GB/T 20840.2 互感器 第2部分:电流互感器的补充技术要求(GB/T 20840.2—2014,IEC 61869-2:2012,MOD)
- [6] GB/T 2900.83 电工术语 电的和磁的器件(GB/T 2900.83—2008,IEC 60050-151:2001, IDT)
- [7] GB/T 2900.73 电工术语 接地与电击防护(GB/T 2900.73—2008,IEC 60050-195:1998, MOD)
- [8] GB/T 2900.25 电工术语 旋转电机(GB/T 2900.25—2008,IEC 60050-411:1996, IDT)
- [9] GB/T 2900.20 电工术语 高压开关设备和控制设备(GB/T 2900.20—2016,IEC 60050-441:1984,MOD)
- [10] GB/T 2900.50 电工术语 发电、输电及配电 通用术语(GB/T 2900.50—2008, IEC 60050-601:1985,MOD)
- [11] GB/T 2900.52 电工术语 发电、输电及配电 发电(GB/T 2900.52—2008,IEC 60050-602:1983, MOD)
- [12] GB/T 2900.57 电工术语 发电、输电及配电 运行(GB/T 2900.57—2008,IEC 60050-604:1987, MOD)
- [13] GB/T 2900.59 电工术语 发电、输电及配电 变电站(GB/T 2900.59—2008,IEC 60050-605:1983, MOD)
- [14] GB/T 2900.55 电工术语 带电作业(GB/T 2900.55—2016,IEC 60050-651:2014, IDT)
- [15] GB/T 2900.71 电工术语 电气装置(GB/T 2900.71—2008,IEC 60050-826:2004, IDT)
- [16] IEC 60068(所有部分) 环境试验(Environmental testing)
- [17] GB/T 16895.21 低压电气装置 第4-41部分:安全防护 电击防护(GB/T 16895.21—2011,IEC 60364-4-41:2005, IDT)
- [18] GB/T 8905 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则(GB/T 8905—2012,IEC 60480:2004,MOD)
- [19] GB/T 16935.1 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(GB/T 16935.1—2008,IEC 60664-1:2007, IDT)
- [20] GB/T 4797.5 环境条件分类 自然环境条件 降水和风(GB/T 4797.5—2017, IEC 60721-2-2:2012, IDT)
- [21] GB/T 4797.2 环境条件分类 自然环境条件 气压(GB/T 4797.2—2017,IEC 60721-2-3:2013, IDT)

- [22] GB/T 4797.4 电工电子产品 自然环境条件 太阳辐射与温度(GB/T 4797.4—2006, IEC 60721-2-4:2002, IDT)
- [23] GB/T 1984 高压交流断路器(GB/T 1984—2014, IEC 62271-100:2008, MOD)
- [24] GB/T 1985 高压交流隔离开关和接地开关(GB/T 1985—2004, IEC 62271-102:2001 + AMD 1:2011, MOD)
- [25] IEC 62271-103 高压开关设备和控制设备 第 103 部分:大于 1 kV 小于等于 52 kV 额定电压用开关(High voltage switchgear and controlgear—Part 103: Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV)
- [26] GB/T 14810 额定电压 72.5 kV 及以上交流负荷开关(GB/T 14810—2014, IEC 62271-104:2009, MOD)
- [27] GB/T 16926 高压交流负荷开关 熔断器组合电器(GB/T 16926—2009, IEC 62271-105:2002, MOD)
- [28] IEEE Guide 998:1996 变电所直接雷击防护指南(IEEE Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations)
- [29] CIGRE 报告 23-04:1972 气体绝缘开关设备中的六氟化硫及其分解产物的处理(Handling of SF₆ and its decomposition products in gas insulated switchgear)
- [30] CIGRE 报告 23-07:1991 变电站在城市和农村地区包括噪声和土壤油污染的适应性(Adaptation of substations to their environment both in urban and rural areas, including noise problems and oil pollution of subsoil)
- [31] CIGRE 指南, No. 234:08/2003 六氟化硫回收指南(2003 版)[SF₆ Recycling Guide (Revision 2003)]
- [32] CIGRE 指南, No. 276:08/2005 准备制定“实用六氟化硫处理说明”的指南(Guide for the preparation of customized ‘Practical SF₆ Handling Instructions’)
- [33] 工厂用全球标准 3990, 06/1997 较少或不易燃的液体绝缘变压器验收标准(Factory Mutual Global Standard 3990, 06/1997: Approval standard for Less or Nonflammable Liquid Insulated Transformers)
- [34] IEC 60092(所有部分) 船舶电气设备(Electrical installations in ships)
- [35] GB/T 25444(所有部分) 移动式和固定式近海设施[IEC 61892(所有部分)]
- [36] GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级(GB 8624—2012, EN 13501-1:2007, NEQ)
- [37] EN 13501-2 建筑产品和部件的燃烧性能分类 第 2 部分:通风设备除外的耐火试验数据分类(Fire classification of construction products and building elements—Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services)
- [38] CIGRE 技术手册:1987 敞开式变电站中短路电流的机械效应(The mechanical effects of short-circuit currents in open air substations)
- [39] 欧共体官方杂志, 编号:C 62/63, 日期:28.2.1994:解释性文件, 基本要求编号:2, “防火安全”(Official Journal of the European Communities, No. C 62/23 dated 28.2.1994: Interpretative document, Essential requirements No. 2, “safety in case of fire”)

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

交流 1 kV 以上电力设施

第 1 部分：通则

GB/T 36271.1—2018

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址：www.spc.org.cn

服务热线：400-168-0010

2018 年 6 月第一版

*

书号：155066 · 1-60713

版权专有 侵权必究



GB/T 36271.1—2018