

ICS 27.140
P 59
备案号: J145—2018

NB

中华人民共和国能源行业标准

P

NB/T 35108—2018

代替 DL/T 5139—2001

气体绝缘金属封闭开关设备 配电装置设计规范

Code for Design of Gas – insulated
Metal – enclosed Switchgear Installations

2018 – 04 – 03 发布

2018 – 07 – 01 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国能源行业标准

气体绝缘金属封闭开关设备
配电装置设计规范

Code for Design of Gas – insulated
Metal – enclosed Switchgear Installations

NB/T 35108—2018

代替 DL/T 5139—2001

主编部门：水电水利规划设计总院
批准部门：国 家 能 源 局
施行日期：2 0 1 8 年 7 月 1 日

2018 北 京

**国家能源局
公 告**

2018 年 第 4 号

依据《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法（试行）〉及实施细则的通知》（国能局科技〔2009〕52号）有关规定，经审查，国家能源局批准《风力发电机组振动状态评价导则》等168项行业标准，其中能源标准（NB）56项、电力标准（DL）112项，现予以发布。

附件：行业标准目录

国家能源局

2018 年 4 月 3 日

NB/ T 35108—2018

附件：

行 业 标 准 目 录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
...						
28	NB/T 35108--2018	气体绝缘金属封闭开关设备配电装置设计规范	DL/T 5139—2001		2018 - 04 - 03	2018 - 07 - 01
...						

前 言

根据《国家能源局关于下达 2012 年第一批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2012〕83 号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本规范。

本规范的主要技术内容是：基本规定、配置与接口、元件选型、布置、环境保护、接地、对土建的要求、专用工器具和仪器的配置、现场试验。

本规范修订的主要技术内容是：

- 原规范的“范围”有关内容纳入“总则”。
- 原规范的“一般要求”有关内容分别纳入“基本规定”和“配置与接口”。
- “GIS 配电装置的选型”章名改为“元件选型”。
- 增加了“现场耐压试验设备的布置”和“扩建”内容。

本规范由国家能源局负责管理，由水电水利规划设计总院提出并负责日常管理，由能源行业水电电气设计标准化技术委员会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送水电水利规划设计总院（地址：北京市西城区六铺炕北小街 2 号，邮编：100120）。

本规范主编单位：长江勘测规划设计研究有限责任公司

中国水力发电工程学会电气专业委员会

本规范主要起草人员：石凤翔 袁爱玲 陈昌斌 陈晓明
王华军 毛永松 李定中 梁 波
程 壮 蔡 彬 崔 磊 陈昌旭
简 巍 朱 钊

NB/T 35108—2018

本规范主要审查人员：于庆贵 王润玲 方 辉 康本贤
冯真秋 王耀辉 邵光明 杨建军
徐立佳 王小兵 王 勇 李 勇
夏富军 杨宇虎 桑志强 杨云峰

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
3.1	正常使用环境条件	4
3.2	特殊使用环境条件	5
3.3	性能参数要求	5
4	配置与接口	9
4.1	内部故障的防护	9
4.2	特快速瞬态过电压	9
4.3	接地开关的配置	10
4.4	避雷器的配置	10
4.5	隔室划分与附件的配置	11
4.6	伸缩节的配置	12
4.7	操作控制电源	12
4.8	信号与标志	13
4.9	SF ₆ 气体	13
4.10	接口	13
5	元件选型	17
5.1	断路器型式的选择	17
5.2	管道母线的选择	17
5.3	其他设备	18
6	布置	19
6.1	布置位置	19
6.2	布置原则	19
6.3	场地和通道	20

NB/T 35108—2018

6.4	相序	20
6.5	现场耐压试验设备的布置	21
6.6	扩建	21
6.7	低压电缆布置	21
6.8	设备支架和基础	22
6.9	桥机	22
6.10	辅助设施的配置	22
6.11	户外布置的附加要求	22
7	环境保护	24
7.1	一般规定	24
7.2	GIS 室环境保护	24
8	接地	25
8.1	一般规定	25
8.2	单相式 GIS 接地	26
9	对土建的要求	27
9.1	户内 GIS 配电装置对土建的要求	27
9.2	户外 GIS 配电装置对土建的要求	28
10	专用工器具和仪器的配置	29
11	现场试验	30
11.1	试验项目	30
11.2	主回路耐压试验	31
本规范用词说明		32
引用标准名录		33
附：条文说明		35

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
3.1	Normal Environmental Conditions	4
3.2	Special Environmental Conditions	5
3.3	Performance and Parameter	5
4	Configuration and Interface	9
4.1	Internal Fault Protection	9
4.2	Very Fast Transient Overvoltage	9
4.3	Arrangement of Earthing Switch	10
4.4	Arrangement of Surge Arrester	10
4.5	Partition of Compartment and Arrangement of Its Accessory	11
4.6	Arrangement of Buffer Junction	12
4.7	Operation and Control Power Supply	12
4.8	Signals and Signs	13
4.9	SF ₆ Gas	13
4.10	Interface	13
5	Type Selection of Components	17
5.1	Type Selection of Circuit Breaker	17
5.2	Type Selection of Pipeline Busbar	17
5.3	Other Components	18
6	Layout	19
6.1	Location	19
6.2	Layout Principle	19

NB/T 35108—2018

6.3	Area and Passage Way	20
6.4	Phase Sequence	20
6.5	Layout of Site Voltage Withstand Test Equipment	21
6.6	Extension	21
6.7	Layout of Low – voltage Cables	21
6.8	Supporting Structure and Foundation	22
6.9	Crane	22
6.10	Arrangement of Auxiliary Equipment	22
6.11	Additional Requirements for Outdoor GIS	22
7	Environment Protection	24
7.1	General Requirements	24
7.2	Environment Protection of GIS Room	24
8	Earthing	25
8.1	General Requirements	25
8.2	Earthing of Single – phase GIS	26
9	Requirement of Civil Design	27
9.1	Requirement of Civil Design for Indoor GIS	27
9.2	Requirement of Civil Design for Outdoor GIS	28
10	Allocation of Special Tools and Instruments	29
11	Site Test	30
11.1	Test Items	30
11.2	Voltage Withstand Test on the Main Circuit	31
	Explanation of Wording in This Code	32
	List of Quoted Standards	33
	Addition: Explanation of Provisions	35

1 总 则

1.0.1 为规范气体绝缘金属封闭开关设备配电装置设计，做到技术先进、安全可靠、经济合理、确保质量、维护管理方便，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于标称电压为 66kV~750kV，频率为 50Hz 的水力发电和变电工程的气体绝缘金属封闭开关设备配电装置的设计。

1.0.3 气体绝缘金属封闭开关设备配电装置设计，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 气体绝缘金属封闭开关设备 gas-insulated metal-enclosed switchgear (GIS)

至少有一部分采用高于大气压的气体作为绝缘介质的金属封闭开关设备，简称 GIS。

2.0.2 运输单元 transport unit

不需拆开便适于运输的 GIS 的一部分。

2.0.3 外壳 enclosure

GIS 的一种部件，用来容纳绝缘气体并承受规定压力，使 GIS 在规定条件下安全地保持规定的绝缘水平，并保护设备免受外部影响，同时对人体提供安全保护。

2.0.4 隔室 compartment

GIS 的一部分，除相互连接和控制需用的通道外，完全被封闭。

2.0.5 元件 component

在 GIS 的主回路和接地回路中担负某一特定功能的基本部件。

2.0.6 支持绝缘子 support insulator

支撑一相或多相导体的内部绝缘子。

2.0.7 隔板 partition

GIS 中用来分隔相邻隔室的支持绝缘子。

2.0.8 间隔 functional unit

间隔是指功能单元的空间结构，常用其宽度和主要元件的布置方式来表征。间隔一般包括一个功能单元，有时按单元的功能称作进线间隔、出线间隔等。

2.0.9 伸缩节 buffer junction

用于相邻两个外壳间相接部分，用来调节安装误差、补偿外壳热胀冷缩及土建基础不均匀沉陷等引起的位移。

2.0.10 管道母线 pipeline busbar

GIS 的一部分，包括主母线、分支母线及 GIS 元件间的连接管线。

2.0.11 主回路 main circuit

GIS 中用于传输电能的所有导电部分。

2.0.12 辅助回路 auxiliary circuit

GIS 的控制、测量、信号和调节回路中所包含的所有导电部分。

2.0.13 气体绝缘金属封闭输电线路 gas - insulated metal - enclosed transmission line (GIL)

至少有一部分采用高于大气压的气体作为绝缘介质的金属封闭输电线路，简称 GIL。

3 基本规定

3.1 正常使用环境条件

3.1.1 GIS 配电装置分为户内式和户外式。当大部分配电装置在户内，仅进出线部分设备装在户外时，除装在户外部分设备应满足户外使用环境条件外，其余应按户内使用环境条件设计。

3.1.2 户内配电装置设计的环境条件应符合下列规定：

1 周围空气最高温度不超过 40°C ，且在 24h 内测得的温度平均值不超过 35°C 。周围空气最低温度的优选值为 -5°C 、 -15°C 和 -25°C 。

2 海拔高度不超过 1000m。

3 空气湿度应按不同地区的气候条件考虑在高湿度期内可能出现凝露。相对湿度日平均不大于 95%，月平均不大于 90%。

4 周围空气应没有明显受到尘埃、烟、腐蚀性气体、可燃性气体、蒸汽、盐雾的污染。

3.1.3 户外配电装置设计的环境条件应符合下列规定：

1 周围空气最高温度不超过 40°C ，且在 24h 内测得的温度平均值不超过 35°C 。周围空气最低温度的优选值为 -10°C 、 -25°C 和 -30°C 。日温差的优选值为 15K、25K。

2 空气湿度日平均值为 100%，考虑凝露和降水。

3 海拔高度不超过 1000m。

4 风速不超过 34m/s，相当于圆柱表面上风压不超过 700Pa。

5 覆冰厚度的优选值为 1mm、10mm 和 20mm。

6 太阳辐射强度为 $1000\text{W}/\text{m}^2$ ，同时周围空气温度为 40°C ，风速为 0.5m/s。

7 空气污秽等级不超过现行国家标准《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规定的d级。

8 按不同地区的气候条件，应考虑冰雹及温度骤变的影响。

3.2 特殊使用环境条件

3.2.1 当GIS配电装置使用在不同于本规范第3.1节规定的正常使用条件时，应按现行国家标准《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》GB/T 11022的有关规定进行修正，并按特殊使用环境条件提出要求。

3.2.2 当海拔高度大于1000m时，应对外绝缘设备的额定绝缘水平、配电装置的安全净距以及压力表计进行修正。

3.2.3 GIS配电装置的抗震设计应满足现行国家标准《高压开关设备和控制设备的抗震要求》GB 13540和《电力设施抗震设计规范》GB 50260的有关规定。

3.2.4 在严重污秽空气中使用的设备，污秽等级应符合现行国家标准《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规定的e级。

3.2.5 严寒气候周围空气最低温度优选值宜为 -40°C 和 -50°C ；酷热气候周围空气最高温度优选值宜为 45°C 、 50°C 和 55°C 。

3.2.6 在湿热带户内条件下，在24h内测得的相对湿度平均值达到98%时，应由制造厂和用户协商。

3.2.7 覆冰厚度超过20mm时，应由制造厂和用户协商。

3.2.8 设计风速超过34m/s时，应由制造厂和用户协商。

3.3 性能参数要求

3.3.1 GIS配电装置的设计应根据工程特点、规模和发展规划，做到近期和远期相结合。

3.3.2 GIS配电装置的设计应坚持节约用地的原则。

- 3.3.3** GIS 配电装置参数的选择，应满足正常运行、维修、短路和过电压等工况的要求，并应满足远景发展。
- 3.3.4** 选择户外 GIS 配电装置的周围空气温度，应取多年平均最高气温或多年平均最低气温。
- 3.3.5** 选择户外 GIS 配电装置的相对湿度，应取最高月份的多年平均相对湿度。在湿热带地区应采用湿热带型电气设备产品；在亚湿热带地区亦可采用普通电气设备产品，但应根据当地运行经验，加强防潮、防凝露、防水、防锈、防霉及防虫害措施。
- 3.3.6** 周围空气温度低于 GIS 配电装置的设备、仪表和继电器的最低允许温度时，应装设加热装置或其他保温设施。
- 3.3.7** 330kV 及以下户外 GIS 配电装置的最大设计风速，可采用离地 10m 高，30 年一遇的 10min 平均最大风速；500kV 及以上户外 GIS 配电装置宜采用离地 10m 高，50 年一遇的 10min 平均最大风速。最大设计风速超过 34m/s 时，应加强 GIS 配电装置与基础的固定措施。
- 3.3.8** GIS 配电装置的布置位置宜避开有持续振动振源的振动区域，否则应采取抗振措施。
- 3.3.9** GIS 配电装置应满足各种可能运行方式的要求；其允许的最高工作电压不得低于该回路的额定电压，其长期允许电流不得小于该回路的最大持续工作电流。电压等级应符合现行国家标准《标准电压》GB/T 156 的有关规定，电流数值应符合现行国家标准《标准电流等级》GB/T 762 的有关规定。
- 3.3.10** GIS 配电装置的绝缘水平，应按在 GIS 上出现的各种过电压和保护装置的特性确定。进行绝缘配合应综合考虑过电压的各种保护装置费用、综合投资、维修费用以及故障损失等因素，力求取得最优的综合经济效益。
- 3.3.11** GIS 配电装置的额定峰值耐受电流和额定短时耐受电流以及额定短路开断电流，应按本工程的设计规划容量计算，并考虑全部投产后 5 年～10 年的电力系统远景发展规划。确定短路

电流时，应按可能发生最大短路电流的正常接线方式计算，同时应考虑短路电流直流分量的影响。若电力系统发展不明确，短路电流的选择应符合现行行业标准《电力系统设计技术规程》DL/T 5429 对短路电流控制水平年的规定。

3.3.12 GIS 配电装置各组成部件的温升应符合现行国家标准《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》GB/T 11022 的有关规定。外壳允许温升应符合表 3.3.12 的规定；且温升超过 40K 的部位应作出明显的高温标记，以防维修人员接触，并应保证不损害周围的绝缘材料和密封材料。

表 3.3.12 外壳允许温升 (K)

外壳部位	周围空气温度 40℃时的允许温升
运行人员易触及的部位	≤30
运行人员易触及但操作时不触及的部位	≤40
运行人员不易触及的部位	≤65

3.3.13 GIS 配电装置外壳应采用非导磁金属材料。铝合金外壳应满足现行国家标准《充气高压开关设备用铝合金外壳》GB/T 28819 的有关规定。

3.3.14 GIS 配电装置有计划分期建设或扩建，宜在 GIS 配电装置连接界面处设置隔离开关和隔室。隔离开关的隔室应能耐受隔离断口的额定绝缘水平。

3.3.15 220kV 及以下 GIS 配电装置，母线避雷器和电压互感器不宜设置隔离开关，宜增设带可拆卸断口的独立隔室或隔离断口；330kV 及以上 GIS 配电装置，进出线避雷器和电压互感器以及母线避雷器不应装设隔离开关，母线电压互感器不宜装设隔离开关，宜增设带可拆卸断口的独立隔室或隔离断口。

3.3.16 GIS 配电装置的设计应重视对噪声的控制，环境噪声限值应满足现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的有关规定。

3.3.17 对于架空出线设备，静电感应、无线电干扰水平以及电晕应符合现行行业标准《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352 的有关规定。

3.3.18 GIS 配电装置的每个隔室允许的年漏气率不应大于 0.5%。定性检漏和定量检漏的方法和判据应满足现行行业标准《气体绝缘金属封闭开关设备现场交接试验规程》DL/T 618 的有关规定。

3.3.19 GIS 主回路设备和辅助回路的设备以及机械操作设备的外壳的防护等级应符合现行国家标准《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208 和《电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级（IK 代码）》GB/T 20138 的有关规定。

4 配置与接口

4.1 内部故障的防护

4.1.1 GIS 配电装置内部故障的防护措施至少应包括下列内容：

- 1 合理设置隔室，缩小内部故障的范围和限制压力上升过快。
- 2 隔室内应装设吸附剂、补气逆止阀和温度补偿密度继电器。
- 3 开关设备应配备正确可靠的联锁装置。
- 4 合理设置快速接地开关。
- 5 过电压保护和绝缘配合应满足现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 的有关规定。

4.1.2 当 GIS 外壳的强度未按最大压力升高值设计时，其隔室应设置装有导向装置的压力释放装置；压力释放装置动作气体逸出时，不应危及现场运行人员及设备的安全。

4.1.3 外壳的设计应具有短时承受短路电流的能力，在额定短路电流下，外壳承受电弧的时间及性能应满足现行国家标准《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB/T 7674 的有关规定。

4.2 特快速瞬态过电压

4.2.1 330kV 及以上 GIS 配电装置与变压器或电抗器直接连接时，应要求 GIS 制造厂对隔离开关操作产生的特快速瞬态过电压（VFTO）进行计算和分析。

4.2.2 GIS 配电装置性能应不受 VFTO 的影响。

4.2.3 GIS 配电装置 VFTO 计算结果及分析报告应提供给变压器或电抗器制造厂，由变压器或电抗器制造厂决定是否采取加强变压器或电抗器绕组绝缘的措施，消除 VFTO 对变压器或电抗器带来的不利影响。

4.3 接地开关的配置

4.3.1 在间隔检修期间，该间隔内的电气主回路元件均应接地，且当外壳打开后，应能将主回路连接到接地极。

4.3.2 应在下列位置配置接地开关：

1 与 GIS 配电装置连接并需单独检修的元件处，如变压器侧和进出线侧等。

2 断开主电气回路的电器元件两侧，如断路器两侧等。

3 主母线。

4.3.3 接地开关型式的选择应遵循下列原则：

1 若不能预先确定回路不带电，应采用具有关合额定峰值耐受电流能力的快速接地开关。宜用于出线回路的线路侧。

2 线路侧快速接地开关应根据同杆多回线路或相邻平行线路的耦合强度，合理地选择切合电磁感应和静电感应的能力。

3 若能预先确定回路不带电，可采用不具有关合能力或关合能力低于额定峰值耐受电流的检修接地开关。

4.3.4 部分或全部接地开关的接地端子应有与地电位绝缘的措施，以利于 GIS 的有关试验和测量。

4.3.5 对于隔离开关和接地开关三工位一体化设备，其断开工况应可靠闭锁。

4.4 避雷器的配置

4.4.1 避雷器的配置应根据电气主接线在各种运行方式下，GIS 配电装置不应受到雷电侵入波和操作过电压危害，并满足现

行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 的有关规定。

4.4.2 GIS 配电装置与架空线连接处宜装设敞开式避雷器。

4.4.3 330kV 及以上 GIS 配电装置的雷电侵入波过电压保护用避雷器的配置方案应满足现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 的有关规定，宜通过数值仿真计算确定。

4.4.4 220kV 及以下 GIS 配电装置雷电侵入波过电压的保护用避雷器的配置应满足现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 的有关规定。

4.4.5 避雷器应配置无残压或低残压在线检测器，用于记录冲击放电次数和实时记录避雷器的泄漏电流。

4.5 隔室划分与附件的配置

4.5.1 GIS 配电装置应划分成若干隔室。隔室划分应符合下列规定：

1 SF₆ 气体压力不同的设备应划分为不同的隔室，断路器应设置单独隔室。

2 母线隔室划分应考虑间隔设备检修，不宜影响未检修间隔的正常运行，并应考虑分期安装的方便。

3 缩小内部故障的范围和限制压力上升过快，并应考虑气体回收装置的容量和回收时间。

4 应将内部故障限制在故障隔室内。

5 电压互感器、避雷器宜分隔为独立隔室。

6 个别元件检修时可为独立隔室，运行时与相邻隔室连通，如与变压器、电抗器或电缆的连接处等。

7 单相 GIS 不应设置三相连通隔室。

4.5.2 隔室内密度继电器和补气逆止阀的设置位置应考虑日常维护方便，吸附剂的设置位置应考虑检修时更换的方便。

4.6 伸缩节的配置

4.6.1 伸缩节的设置应满足调节和吸收基础的不均匀沉陷、土建施工误差、设备制造误差、安装误差、补偿温度应力、地震力、断路器操作时的暂时变位以及变压器或电抗器微振等方面产生的位移的要求。

4.6.2 制造厂应根据工程具体情况和 GIS 配电装置的布置结构提出合理的伸缩节配置方案，必要时还应提出伸缩节配置计算报告。

4.6.3 宜在下列位置设置伸缩节：

- 1 GIS 配电装置长母线。
- 2 母线与间隔设备连接处。
- 3 母线过土建结构缝处。
- 4 GIS 配电装置与变压器、电抗器的连接处。

4.6.4 GIS 配电装置应满足运行期间因基础不均匀沉陷而引起三个方向 $\pm 10\text{mm}$ 变形的要求。

4.7 操作控制电源

4.7.1 操作控制回路应由两个独立的电源供电。

4.7.2 交流电源应为三相 380V 或单相 220V，电压正常工作变化范围在 85%~110%之间。

4.7.3 直流电源应为 220V 或 110V，电压的变幅范围在-20%~+12.5%之间。

4.7.4 断路器合闸线圈控制回路在 80%~110%的电压变化范围内应可靠动作；断路器分闸线圈控制回路在 65%~110%的电压变化范围内应可靠动作；当控制回路电压等于或小于直流电源系统标称电压的 30%时，合闸、分闸线圈不应动作。

4.7.5 直流控制电源采用 220V 时，断路器的每个合闸、分闸线圈电流应小于 2.5A；直流控制电源采用 110V 时，断路器的

每个合闸、分闸线圈电流应小于 5A。

4.8 信号与标志

4.8.1 引至监控系统的信号应包括下列内容：

- 1 断路器、隔离开关、接地开关等位置信号。
- 2 液压机构高、低油压报警、闭锁、低油压的跳闸信号。
- 3 弹簧机构的储能状况信号。
- 4 每个隔室 SF₆ 气体压力降低的报警和闭锁信号。

4.8.2 GIS 室空气中 SF₆ 气体含量和氧气含量的报警信号应引至监控系统。

4.8.3 每个汇控柜应有该间隔电气一次模拟接线图，模拟接线图上应标明隔板的位置。

4.8.4 隔板应有明显的标志。

4.9 SF₆ 气体

4.9.1 新 SF₆ 气体的质量标准、保管、运行检测等要求应满足现行国家标准《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》GB/T 8905 和《工业六氟化硫》GB/T 12022 的有关规定。

4.9.2 交接验收时，GIS 配电装置中的 SF₆ 气体湿度在 20℃ 时应满足下列要求：

- 1 有电弧分解物的隔室不大于 150 μL/L。
- 2 无电弧分解物的隔室不大于 250 μL/L。

4.10 接口

4.10.1 GIS 配电装置与变压器或电抗器的直接连接应满足下列要求：

- 1 GIS 配电装置与变压器或电抗器的连接应符合现行国家标准《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备与电力变压器之间的直接连接》GB/T 22382 的规定。

2 GIS 配电装置、变压器或电抗器各自具有独立的特性和功能，二者间的连接装置应不损坏各自的特性和功能。

3 GIS 配电装置与变压器或电抗器连接的油/气套管不应出现两种不同绝缘介质相互渗透，并应能承受一侧正常压力，另一侧抽真空的最大压力差。

4 与变压器或电抗器油/气套管连接的 SF₆ 管道母线，应设置可拆卸断口，断口间距应能承受各种试验电压。可拆卸断口可设置单独的隔室，且运行时与相邻隔室连通。

5 在外壳连接部位宜设置绝缘元件加以隔离，防止 GIS 外壳的感应电流通过 SF₆ 管道母线传递到变压器或电抗器的外壳，绝缘元件应能承受 SF₆ 管道母线上出现的最大感应电压，并应能承受 2kV 工频电压 1min。绝缘元件的两侧宜装设跨接氧化锌限压器。

6 SF₆ 管道母线与油/气套管导电回路的连接应接触良好，在额定工况下，其温升应符合有关标准的要求，且便于安装、维修、试验时的拆卸。

7 若 GIS 配电装置投入运行时尚未与变压器或电抗器连接，连接处应采取符合要求的密封措施。

8 应协调 GIS 配电装置与变压器或电抗器连接部位的结构尺寸和性能参数。

4.10.2 GIS 配电装置与高压电缆的连接应满足下列要求：

1 通过电缆终端头与电缆连接的 GIS 配电装置应符合现行国家标准《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备与充流体及挤包绝缘电力电缆的连接充流体及干式电缆终端》GB/T 22381 的有关规定。

2 GIS 配电装置和电缆终端头各自具有独立的特性和功能，二者间的连接装置应不损坏各自的特性和功能。

3 SF₆ 管道母线与电缆终端头的连接处应设置电缆连接装置和可拆卸断口，断口间距应能承受各种现场试验电压。连接装

置可设置单独的隔室，且运行时与相邻隔室连通。

4 SF₆管道母线与电缆终端头导电回路的连接应接触良好，在额定工况下，其温升应符合相关标准的要求，且便于安装、维修、试验时的拆卸。

5 接口处应采取良好的密封措施，防止 SF₆气体从电缆终端接口处发生泄漏。在电缆终端头未装时还应采取封堵措施。必要时，在电缆连接的外壳附近预留电缆试验所需套管的布置位置。

6 GIS 外壳与电缆金属外护套间宜设置绝缘元件隔离，绝缘元件应能承受各种运行工况下出现的最大感应电压，并应能承受 2kV 工频电压 1min。绝缘元件的两侧宜装设跨接氧化锌限压器，装设数量至少 3 组。

7 应协调 GIS 与电缆终端头连接部位的结构尺寸和性能参数。

4.10.3 GIS 配电装置与架空线连接应满足下列要求：

1 GIS 配电装置经 SF₆/空气套管与架空线连接，SF₆/空气套管的布置应满足现行行业标准《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352 的有关要求，并考虑与架空线路连接的方便。

2 SF₆/空气套管的安全净距、绝缘水平、爬电比距、机械强度以及接线端子等要求应符合有关标准的规定。

4.10.4 GIS 配电装置与 GIL 的连接应满足下列要求：

1 以 GIS 与 GIL 连接的绝缘隔板为界面，绝缘隔板由 GIS 制造厂负责设计，绝缘隔板与 GIL 连接的导体连接件、外壳连接件以及密封件宜由 GIL 制造厂负责设计。

2 绝缘隔板应能承受 2kV 工频电压 1min。

3 与 GIL 连接的 SF₆管道母线，应设置可拆卸断口，断口间距应能承受各种试验电压。可拆卸断口可设置单独的隔室，且运行时与相邻隔室连通。

4 应协调 GIS 与 GIL 连接处外壳及导体的材质、结构尺

寸、性能参数。

4.10.5 GIS 配电装置低压电缆的连接宜以每个间隔的现地控制柜或汇控柜为连接界面。GIS 与现地控制柜之间、现地控制柜相互之间以及现地控制柜内的连接等均宜由 GIS 制造厂负责设计；现地控制柜与其他设备的连接宜由用户负责设计。

4.10.6 其他界面应满足下列要求：

1 GIS 配电装置的基础固定方式，如采用膨胀螺栓宜由 GIS 制造厂负责设计，如采用预埋件应由用户负责设计。

2 GIS 配电装置的接地母线以及设备引至接地母线的接地引线宜由 GIS 制造厂负责设计，接地母线与接地网的连接接地线应由用户负责设计。

3 GIS 配电装置运行、巡视、维护所需的附属设施宜由 GIS 制造厂负责设计。

5 元件选型

5.1 断路器型式的选择

5.1.1 断路器型式的选择应考虑场地位置尺寸、电气主接线、土建结构、进出线方式、设备的运输安装条件及供货厂的制造经验等因素，确定选用立式或卧式。

5.1.2 330kV 及以下断路器应采用单断口。

5.1.3 500kV 及以上断路器为双断口时，宜采用同一个操动机构。

5.1.4 当断路器采用双断口时，GIS 制造厂应进行断路器开断带 PT 的空载母线的电磁谐振数值计算，并采取措施防止铁磁谐振。

5.1.5 330kV 及以上 GIS 线路间隔的断路器是否装设合闸电阻，应根据工程条件、运行方式校验仅采用避雷器限制合闸和重合闸过电压的可行性后确定。

5.2 管道母线的选择

5.2.1 管道母线型式的选择应考虑制造厂制造水平、运行经验、场地大小、母线发生三相故障后对电力系统的影响程度以及对 GIS 配电装置总体结构布置的影响等因素后确定。管道母线的选择应符合下列规定：

1 110kV 及以下 GIS 配电装置宜采用三相式管道母线。

2 220kV、330kV GIS 配电装置可采用三相式或单相式管道母线。

3 500kV 及以上 GIS 配电装置宜采用单相式管道母线。

5.2.2 单相式和三相式管道母线外壳材质均应采用铝合金。

5.3 其他设备

5.3.1 隔离开关、接地开关、电流互感器、电压互感器、避雷器等元件的选型和组合，应根据电气主接线、GIS 配电装置的总体布置，并结合制造厂的特点选择。设备的选型应防止电压互感器的电抗与 GIS 其他设备的电容发生谐振。

5.3.2 分期建设和扩建工程设备的型式宜与已运行设备相一致。

5.3.3 断路器、隔离开关、接地开关应有可靠和方便巡视的合闸、分闸位置指示装置。

6 布 置

6.1 布 置 位 置

6.1.1 GIS 配电装置的布置位置应根据工程总体布置的特点，便于进出线，缩短连接距离，减少 SF₆ 管道母线、弯头，减少土建工程量以及充分利用已有建筑物等因素，经综合比选后确定。

6.1.2 GIS 配电装置的布置，应充分考虑安装环境条件、运行环境条件、巡视观察的方便、运行维护的费用、事故停电损失、投资以及 GIS 使用寿命等因素。宜优先选择安装和运行环境条件相对较好的户内布置。

6.1.3 下列工程条件宜布置在户内：

- 1 场地受限制的区域。
- 2 最低气温低于 -25℃ 的严寒地区和最高气温高于 +40℃ 的酷热地区。
- 3 空气污秽等级在 d 级及以上重污秽地区。
- 4 运行环境条件恶劣的水泥雾区、沿海地区、重冰雹区等。
- 5 日平均相对湿度超过 95% 的地区。

6.1.4 与架空进出线连接的 GIS 配电装置的布置位置宜避开水泥雾区，对难以避开的，应加大 SF₆/空气套管爬电比距。

6.2 布 置 原 则

6.2.1 GIS 配电装置的布置应根据电气主接线、GIS 的型式、主变布置、进出线方式及布置、安装检修、运行维护等因素确定。

6.2.2 GIS 配电装置宜按三相组布置，也可分相布置。

6.2.3 同一间隔内的 GIS 设备基础不应跨越土建结构缝。

6.2.4 GIS 配电装置母线的排列顺序，水平布置时，靠近变压器侧的母线为Ⅰ母线，靠近线路侧的母线为Ⅱ母线；双层布置时，下层母线为Ⅰ母线，上层母线为Ⅱ母线。

6.2.5 每个间隔宜设一个汇控柜，汇控柜可布置在断路器主通道的靠墙侧，也可与断路器并列布置，在不影响设备安装检修的情况下也可布置在设备上，对于 220kV 及以下且间隔数较少的 GIS 配电装置的汇控柜也可集中布置，但每个间隔的汇控柜与对应断路器、电压互感器的相对位置宜保持一致。

6.2.6 SF₆/空气套管宜采用中型布置，并应考虑与线路跳线连接的方便。220kV 及以上的 SF₆/空气套管不宜水平布置。

6.3 场地和通道

6.3.1 GIS 配电装置的布置，应考虑其安装、检修、起吊、巡视、现场耐压试验设备以及 SF₆气体回收装置搬运所需的空间和通道，并留有安装场地。

6.3.2 GIS 配电装置应设置运输、安装和检修以及巡视的通道，主通道宜靠近断路器侧，通道宽度不应小于 2m；330kV 及以上 GIS 配电装置的通道不应小于 2.5m；另一侧巡视通道不宜小于 1.0m，特殊部位不应小于 0.8m。

6.3.3 应校验最大运输单元在安装检修时所需的起吊和搬运空间。

6.3.4 GIS 配电装置需经常操作、巡视、维护的部位离地面较高时，宜设置活动或固定的平台和爬梯。

6.3.5 对于间隔数较多的 GIS 配电装置，宜在适当位置设置横向不小于 1.0m 的通道。

6.4 相 序

6.4.1 GIS 配电装置各回路的相序排列宜一致。一般按面对出线电流流出方向从左到右、从远到近、从上到下的顺序相序为

A、B、C。对设备和母线应有明显的黄（A）、绿（B）、红（C）相色标志。

6.4.2 扩建或改造工程的相序宜与原有配电装置一致。

6.5 现场耐压试验设备的布置

6.5.1 现场耐压试验设备的布置应使其与 GIS 配电装置连接线最短，场地应考虑试验设备的荷载、搬运及电气安全距离。

6.5.2 GIS 配电装置采用 SF₆/空气套管与架空线连接时，宜将试验设备布置在套管附近，将 SF₆/空气套管作为连接点。受场地条件的限制，与 SF₆/空气套管直接连接有困难时，也可在架空进出线第一档设置连接点，但应复核试验设备的容量。

6.5.3 GIS 配电装置与电缆或较长 GIL 连接时，其耐压试验的连接点宜选择母线端部或电压互感器的连接处，并配置专用的试验套管，且应保证现场耐压时试验设备的布置位置及电气安全距离。

6.6 扩 建

6.6.1 工程若有扩建计划，应在 GIS 配电装置设计中给予充分考虑，并留有扩建所需的位置。

6.6.2 扩建界面应优先选用与管道母线连接，不宜直接和包含断路器或隔离开关等可操作开关装置的隔室相连。

6.6.3 若用户要求扩建与另一种 GIS 产品连接，制造厂应以图样的形式提供满足扩建阶段界面设计需要的资料。

6.7 低压电缆布置

6.7.1 GIS 配电装置的控制、测量、信号、保护和动力电缆，宜以间隔为单位进行布置，并经电缆槽盒集中引至该间隔的汇控柜，再由汇控柜引接到中控室或其他部位。

6.7.2 间隔内的控制、测量、信号和保护电缆应采用屏蔽电缆，

并应与动力电缆分开引至汇控柜。

6.7.3 在电缆进入汇控柜的汇集处，宜将信号、控制、保护电缆和动力电缆分别汇集，从不同方位进入汇控柜，在敷设时应考虑安装维修的方便，满足电缆弯曲半径的要求。

6.8 设备支架和基础

6.8.1 GIS 配电装置支架宜采用可调节式。

6.8.2 GIS 配电装置支架宜采用膨胀螺栓与基础进行固定。

6.9 桥 机

6.9.1 220kV 及以上 GIS 配电装置室应设置桥机，桥机宜采用三个方向双速运行。对 110kV 及以下 GIS 配电装置室可设桥机或吊钩。桥机或吊钩的起吊容量和高度应满足最大起吊设备的要求。

6.9.2 GIS 配电装置室桥机宜采用地面操作方式。

6.10 辅助设施的配置

6.10.1 根据运行管理方式，GIS 配电装置可设置专用检修间、备品备件库、SF₆气体储存场地。

6.10.2 专用检修间应考虑拆卸断路器灭弧室更换触头的需要，应防尘并设置简易的空调和起吊设备。专用监测设备和对环境条件要求较高的备品备件可放在专用检修间内。

6.10.3 对规模大的工程可单独设置备品备件库，专用工器具和备品备件可存放在备品备件库内。

6.10.4 SF₆气体应储存在具有通风条件的专用储存室内，并避开热源。

6.11 户外布置的附加要求

6.11.1 户外 GIS 配电装置应考虑环境气象条件的影响，并应

对 GIS 配电装置的密封性和耐腐蚀性提出要求。

6.11.2 户外 GIS 配电装置应符合下列规定：

- 1 GIS 法兰盘密封圈外露部分应采取防老化、腐蚀措施。
- 2 密度继电器的安装位置不宜过高，并应避免太阳辐射、折射、反光及积尘等对观察的影响。
- 3 密度继电器、仪器仪表、电缆接线盒和充放气接口等均应设置防雨罩。
- 4 操动机构外露的转动部分应设防雨、雪、冰、雹的措施。
- 5 辅助回路的电缆应避免阳光暴晒，电缆管应设防止老化、开裂的措施。
- 6 电缆槽盒应设防水、防潮、保持通风等措施。
- 7 户外汇控柜的防护等级不得低于 IP54。户外汇控柜的柜体应设置可使柜内空气流通的通风口，并应具有防腐、防雨、防潮、防尘和防小动物进入的功能。

7 环境保护

7.1 一般规定

7.1.1 GIS 配电装置与相邻办公室、设备间、电缆廊道、电缆沟、楼梯间等连接处及相关孔洞应进行封堵或采取必要措施，避免泄漏的 SF₆ 气体进入其他场所。

7.1.2 GIS 配电装置穿越屋面板、墙体处，应设置防雨水渗漏的密封装置。

7.2 GIS 室环境保护

7.2.1 GIS 室空气中的氧气含量应大于 19.5%；SF₆ 气体浓度应小于 1000 μ L/L (6g/m³)。

7.2.2 GIS 配电装置室内应配置检测空气中 SF₆ 气体浓度或空气中氧气含量的 SF₆ 气体泄漏监测装置。对于间隔数较少的 110kV 及以下的 GIS 配电装置可配置移动式监测装置；对于 220kV 及以上的 GIS 配电装置应配置固定式监测装置，报警信号应引至中控室。当空气中的 SF₆ 气体浓度或氧气含量不满足本规范第 7.2.1 条的规定时，监测装置应发出报警信号，并自动启动通风系统。当报警解除后，通风系统仍应延时运行 15min。

7.2.3 GIS 配电装置室的通风设计应满足现行行业规范《水力发电厂供暖通风与空气调节设计规范》NB/T 35040 的有关规定。

8 接 地

8.1 一 般 规 定

8.1.1 为了保证人身和设备安全，GIS 配电装置主回路、辅助回路、设备支架构架以及所有金属部件均应可靠接地。

8.1.2 当 GIS 配电装置为单相式，应采用全连式外壳并多点接地；当 GIS 配电装置为三相式，宜采用多点接地。

8.1.3 GIS 配电装置外壳接地点的设计应保证设备外壳、构架及易接触部位在正常运行条件下感应电压不大于 24V；故障条件下感应电压应满足现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 的有关规定。

8.1.4 GIS 配电装置应设一条贯穿所有 GIS 间隔的明敷接地母线，规模较大的 GIS 配电装置应设环形明敷接地母线。

8.1.5 GIS 外壳接地引线应直接与接地母线相连，不应将设备接地点串联引到接地母线上。接地母线与接地网的连接线不应少于 4 根，当接地母线较长时，宜增设接地母线与接地网的连接点。

8.1.6 接地母线和 GIS 外壳接地引线宜采用铜。当接地引线与外壳或接地母线材质不同时，其接触处应采取防止电腐蚀措施。

8.1.7 除单点接地方式、与其他设备的连接部位以及外置式电流互感器的部位外，GIS 外壳应保证良好的电气连接，在伸缩节和绝缘隔板处应设跨接线。跨接线的截面应满足通过外壳的长期最大电流的要求。当 GIS 为铝合金外壳时，跨接线宜用铝排；当为钢外壳时，跨接线宜用铜排。

8.1.8 GIS 配电装置外壳宜经绝缘体与支撑构架相连，也可直接相连。连接方式应符合下列规定：

1 当支撑构架采用绝缘垫块支撑外壳时，绝缘垫块应能承受 2kV 工频耐压 1min，并有足够的支撑强度和耐高温老化性能。

2 当支撑构架与外壳直接支撑时，支撑构架应接地，并保证在各种运行工况下其温升不超过 30K。

8.1.9 对多点接地方式，GIS 外壳接地引线截面可按流过的最大单相短路电流的 70% 选择；对单点接地方式，GIS 外壳接地引线截面应按流过的最大单相短路电流选择。接地母线及其与接地网的连接线截面应按最大单相短路电流的 70% 选择。

8.1.10 校验接地回路的热稳定所需时间，对 220kV 及以下的配电装置宜选用后备保护动作时间，对 330kV 及以上的超高压配电装置宜选用失灵保护动作时间。

8.1.11 GIS 接地网应设置适当的临时接地点，并设明显的标志，以便于安装检修试验。

8.2 单相式 GIS 接地

8.2.1 GIS 配电装置三相外壳应设置短接线并满足本规范第 8.1.3 条的要求。

8.2.2 GIS 配电装置与支撑构架直接支撑时，在支撑构架处应设三相外壳短接线，并在短接线处设置接地线，就近引至接地母线。

8.2.3 GIS 配电装置与其他设备连接的端部应设三相外壳短接线并接地。

8.2.4 三相外壳短接线的截面应能承受长期通过的最大感应电流和最大短路电流。三相外壳短接线的材质宜与 GIS 外壳一致，当 GIS 外壳材质为钢时短接线宜用铜排。

9 对土建的要求

9.1 户内 GIS 配电装置对土建的要求

9.1.1 GIS 配电装置室应清洁干燥。GIS 室的地坪面、室顶、墙壁、门、窗应符合下列规定：

- 1 地面宜采用水泥砂浆刷环氧地坪漆或水磨石或塑胶地板。
- 2 室顶和墙面宜用涂料处理。
- 3 门应为向外开的防火门，并装弹簧锁，不应用门闩。当相邻配电装置室之间设置门时，应能向两个方向开启。
- 4 不宜朝其他房间设置窗户。环境条件恶劣和污秽严重地区宜设置双层窗户或双层玻璃，并采取防止雨、雪、小动物、风沙及污秽尘埃进入的措施。

9.1.2 GIS 配电装置室应在房间两端分别设置出口。配电装置室内通道应保证畅通无阻。

9.1.3 地下 GIS 配电装置室应考虑防潮措施，应无地下水渗漏，必要时应采用防渗漏隔墙和防水顶棚。

9.1.4 GIS 配电装置室土建误差应满足下列要求：

- 1 混凝土基础分缝线两侧产生的位移，水平横向和纵向不超过 $\pm 10\text{mm}$ ，垂直不超过 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 2 累计至 GIS 配电装置安装标称面的土建误差，水平为 $\pm 8\text{mm}$ ，垂直为 $\pm 8\text{mm}$ 。
- 3 GIS 配电装置室地坪面的不平整度不应超过 $\pm 10\text{mm}$ 。
- 4 GIS 配电装置运行中，基础不均匀沉陷不应超过 10mm 。

9.1.5 GIS 配电装置基础荷载，应考虑设备静荷载、断路器操作时的动荷载、地震荷载、现场耐压试验设备的荷载等。

9.2 户外 GIS 配电装置对土建的要求

9.2.1 GIS 配电装置区域内地坪面的不平整度、GIS 运行中基础不均匀沉陷、混凝土基础分缝线两侧产生的位移应满足本规范第 9.1.4 条的规定。

9.2.2 GIS 配电装置基础荷载设计应满足本规范第 9.1.5 条的规定。

9.2.3 GIS 配电装置应采用混凝土基础，混凝土浇筑的安装运行检修通道以及敞开式设备区宜填筑粒径 20mm~30mm 的卵石或碎石，其他区域宜进行绿化。

9.2.4 GIS 配电装置区域应考虑排水措施，地坪面不应有积水。

10 专用工器具和仪器的配置

10.0.1 GIS 配电装置宜配置各部件设备搬运、安装、检修、起吊所需的全套专用工具。

10.0.2 结合运行管理模式，GIS 配电装置宜配置以下工器具和专用监测仪器：

- 1 SF₆ 气体回收装置。
- 2 SF₆ 气体补气小车。
- 3 SF₆ 气体湿度检测仪。
- 4 SF₆ 气体泄漏检漏仪。
- 5 SF₆ 气体分析仪。
- 6 GIS 室空气中 SF₆ 气体浓度或氧气含量的监测装置。
- 7 断路器、隔离开关和快速接地开关分合闸速度测量仪。

11 现场试验

11.1 试验项目

11.1.1 GIS 配电装置各元件的现场试验项目应按各元件相应的标准进行。

11.1.2 GIS 配电装置的现场试验项目应满足国家现行标准《气体绝缘金属封闭开关设备现场交接试验规程》DL/T 618、《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150 和 GIS 采购合同文件的有关规定。现场试验和检查至少应包括下列项目：

- 1 主回路电阻测量。
- 2 新 SF₆ 气体的验收。
- 3 SF₆ 气体密封性试验。
- 4 SF₆ 气体湿度测量。
- 5 主回路耐压试验。
- 6 局部放电测量。
- 7 辅助回路绝缘试验。
- 8 联锁与闭锁检查。
- 9 SF₆ 气体密度继电器及压力表校验。
- 10 机械操作及机械特性试验。
- 11 检查与核实。

11.1.3 GIS 配电装置配合系统调试的试验项目，应在 GIS 采购合同文件中予以明确。

11.1.4 若断路器或隔离开关在运输中发生严重冲击或在安装过程中损坏，并需解体时，应与制造厂协商，在安装后进行断口间的耐压试验。

11.1.5 现场有条件时应进行局部放电试验。现场局部放电试验应按现行行业标准《气体绝缘金属封闭开关设备现场交接试验规程》DL/T 618 的有关规定执行。局部放电试验宜在同一试品交流耐压试验后进行，也可结合交流耐压试验进行。

11.2 主回路耐压试验

11.2.1 新建的 GIS 配电装置应进行现场耐压试验。扩建的 GIS 配电装置间隔设备也应进行现场耐压试验。

11.2.2 扩建 GIS 间隔设备与原有 GIS 配电装置的连接段宜进行现场耐压试验，试验应满足现行国家标准《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB/T 7674 的有关规定。连接段试验时，应限制或避免对已有的 GIS 配电装置部分进行重复试验。

11.2.3 GIS 配电装置进行现场耐压试验时，应与高压电缆、架空线路、较长的 GIL、电力变压器、高压电抗器、电压互感器、避雷器隔离。

11.2.4 对间隔多的 GIS 配电装置，应校验试验设备的容量以及分批试验的可行性，并应减少设备元件重复试验。

11.2.5 试验程序、试验电压、电压波形、电压的施加、试验的评估应满足国家现行标准《气体绝缘金属封闭开关设备现场交接试验规程》DL/T 618、《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB/T 7674 和《气体绝缘金属封闭开关设备现场耐压及绝缘试验导则》DL/T 555 的有关规定。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《标准电压》 GB/T 156
- 《标准电流等级》 GB/T 762
- 《声环境质量标准》 GB 3096
- 《外壳防护等级 (IP 代码)》 GB/T 4208
- 《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》
GB/T 7674
- 《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》 GB/T 8905
- 《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》 GB/T 11022
- 《工业六氟化硫》 GB/T 12022
- 《高压开关设备和控制设备的抗震要求》 GB/T 13540
- 《电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级 (IK 代码)》
GB/T 20138
- 《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备与充流体
及挤包绝缘电力电缆的连接充流体及干式电缆终端》 GB/T 22381
- 《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备与电
力变压器之间的直接连接》 GB/T 22382
- 《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
- 《充气高压开关设备用铝合金外壳》 GB/T 28819
- 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》 GB/T 50064
- 《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T 50065
- 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》 GB 50150
- 《电力设施抗震设计规范》 GB 50260
- 《水力发电厂供暖通风与空气调节设计规范》 NB/T 35040
- 《气体绝缘金属封闭开关设备现场耐压及绝缘试验导则》

NB/T 35108—2018

DL/T 555

《高压开关设备和控制设备标准的共同技术要求》 DL/T 593

《气体绝缘金属封闭开关设备现场交接试验规程》 DL/T 618

《高压配电装置设计技术规程》 DL/T 5352

《电力系统设计技术规程》 DL/T 5429

中华人民共和国能源行业标准

气体绝缘金属封闭开关设备
配电装置设计规范

NB/T 35108—2018

代替 DL/T 5139—2001

条 文 说 明

修 订 说 明

《气体绝缘金属封闭开关设备配电装置设计规范》NB/T 35108—2018，经国家能源局 2018 年 4 月 3 日以第 4 号公告批准发布。

本规范是在《水力发电厂气体绝缘金属封闭开关设备配电装置设计规范》DL/T 5139—2001 的基础上修订而成，上一版的主编单位是中国水力发电工程学会电气专业委员会，参编单位有水电水利规划设计总院、长江水利委员会长江勘测规划设计研究院、中南勘测设计研究院、昆明勘测设计研究院、成都勘测设计研究院、贵阳勘测设计研究院、广西壮族自治区电力局勘测设计研究院等，主要起草人员是：袁达夫、石凤翔、黄贤鉴、王华军、张培裘、杜厚基、宋虎臣、程霖、甘春光。

本规范修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，认真总结了国内外工程建设的实践经验，同时参考了国际 IEC 和国内有关国家和行业的现行标准，修订了本规范。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《气体绝缘金属封闭开关设备配电装置设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与本规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总则	39
3	基本规定	40
3.1	正常使用环境条件	40
3.2	特殊使用环境条件	41
3.3	性能参数要求	42
4	配置与接口	48
4.1	内部故障的防护	48
4.2	特快速瞬态过电压	50
4.3	接地开关的配置	50
4.4	避雷器的配置	52
4.5	隔室划分与附件的配置	52
4.6	伸缩节的配置	53
4.7	操作控制电源	53
4.8	信号与标志	54
4.9	SF ₆ 气体	54
4.10	接口	56
5	元件选型	59
5.1	断路器型式的选择	59
5.2	管道母线的选择	60
5.3	其他设备	61
6	布置	62
6.1	布置位置	62
6.2	布置原则	62
6.3	场地和通道	63
6.4	相序	63

6.5	现场耐压试验设备的布置	64
6.6	扩建	64
6.7	低压电缆布置	64
6.8	设备支架和基础	65
6.9	桥机	65
6.10	辅助设施的配置	66
6.11	户外布置的附加要求	66
7	环境保护	67
7.1	一般规定	67
7.2	GIS 室环境保护	67
8	接地	68
8.1	一般规定	68
8.2	单相式 GIS 接地	70
9	对土建的要求	71
9.1	户内 GIS 配电装置对土建的要求	71
9.2	户外 GIS 配电装置对土建的要求	71
10	专用工器具和仪器的配置	72
11	现场试验	73
11.1	试验项目	73
11.2	主回路耐压试验	74

1 总 则

1.0.2 考虑到我国东北地区有标称电压 66kV 的电网，且有很多 66kV GIS 配电装置已在运行，在电压范围的下线应补 66kV 这一级；考虑到我国西北地区标称电压 750kV 的电网已成为主要电网，而且基本都是 750kV GIS 配电装置在运行，为此，在电压范围的上线应补 750kV 这一级。至于 35kV 这一电压等级国外也有 GIS 配电装置，但我国不生产，运行的也很少，35kV GIS 配电装置与成套开关柜比起来有一定的优势，但价格昂贵；至于 1100kV 这一电压等级，我国尚属示范工程，正在积累经验，为此，这两个电压等级暂不考虑。故将本规范的适用范围确定为标称电压 66kV~750kV 户内、外 GIS 配电装置的设计。

1.0.3 由于 GIS 配电装置的设计涉及专业比较多，因此不仅要满足本规范的规定，还要满足相关专业现行国家和行业规程规范以及标准的要求。

3 基本规定

3.1 正常使用环境条件

3.1.1 GIS 配电装置分户内型和户外型，根据工程的具体情况，GIS 配电装置全部采用户内或户外型时，可按户内或户外的使用环境条件选定；当 GIS 配电装置部分采用户内型和户外型时，如开关元件、保护元件及母线等设备布置在户内，与变压器、电抗器或架空出线连接的进、出线管道母线布置在户外时，则应分别按户内和户外的使用环境条件选定。

3.1.2 现行国家和行业标准《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB 7674、《气体绝缘金属封闭开关设备技术条件》DL/T 617、《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》GB/T 11022、《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》DL/T 593、《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352 中做出了相关规定。

海拔高度是针对 SF₆/空气套管提出的。GIS 内绝缘的绝缘特性由 SF₆ 气体密度/压力决定，在任何海拔高度下绝缘特性与海平面测得的相同，为此对 GIS 内绝缘不提出海拔高度的要求。

3.1.3 低温将会对 GIS 元件的电气性能和机械性能造成不利的影 响。低温达到 SF₆ 气体液化温度时，会使 GIS 中的 SF₆ 气体产生液化，降低 GIS 的绝缘强度，也会影响断路器的开断性能；低温还会影响 GIS 的密封性能，可能会发生漏气；低温还可能 会对操动机构（包括液压的和电动的）的机械传动系统、润滑部 位、缓冲部位等造成不同程度的影响，严重时会引起机械部件的 变形、损坏、拒动或误闭锁，等等。为此，将最低环境温度低于 -30℃ 改为特殊使用环境条件。

空气污秽等级不超过现行国家标准《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第8.3条规定的d级。对于SF₆/空气套管，在选择泄漏比距时，首先根据《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的有关规定确定污秽等级，再根据污秽等级查阅《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第2部分：交流系统用瓷和玻璃绝缘子》GB/T 26218.2—2010规定的泄漏比距。

3.2 特殊使用环境条件

3.2.1 随着GIS配电装置的广泛使用，出现了极端的使用环境条件，如高海拔地区、地震区域、重污秽地区、严寒气候和酷热气候等，超出了正常使用环境条件，为此提出了特殊使用环境条件。特殊使用环境条件均引自现行国家和行业标准，《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》GB/T 11022、《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》DL/T 593的有关规定。

3.2.2 当海拔高度大于1000m时，GIS内绝缘不受海拔高度影响，但对空气绝缘设备不仅对额定绝缘水平进行修正，还要对安全净距和压力表计进行修正。

3.2.3 对于地震区域，应按地震烈度和振动级别提出具体要求，现行国家标准《电力设施抗震设计规范》GB 50260和《高压开关设备和控制设备的抗震要求》GB/T 13540给出了电气设施的分类、地震烈度的级别、加速度的选用以及抗震计算和抗震试验方法。

3.2.4 现行行业标准《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》DL/T 593—2016规定污秽等级达到e级的水平为特殊使用环境条件，现行国家标准《高压开关设备和控制设备标准的

共用技术要求》GB/T 11022—2011 规定 d 级和 e 级均为特殊使用环境条件。本标准采用 e 级为特殊使用环境条件。

3.2.5 给出了严寒气候和酷热气候的温度优选值的推荐值。

3.2.6~3.2.8 现行国家和行业标准《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》GB/T 11022—2011 和《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》DL/T 593—2016 中做出相关规定。

3.3 性能参数要求

3.3.1 根据工程建设周期以及工程在电力系统的位置，重点强调需考虑具体工程的特点、系统的发展，配电装置的设计应综合考虑近期、远期及以后扩建的可能。

3.3.2 随着工业的发展，我国耕地面积逐年减少，而人口却逐年增多，故节约用地政策应长期坚持。

3.3.3 GIS 配电装置的设计应满足当地环境条件下安全运行。由于 GIS 具有运行可靠性高、使用寿命长、检修周期长、积木式结构布置紧凑等特点，故一旦内部故障，更换元件及大修比常规电器较为困难，检修时间更长，还可能会影响其他间隔设备运行。因而在参数选择时一定要对远景规划的适应性方面比常规电器更注意。

3.3.4 选择户外 GIS 配电装置的周围空气温度，多年平均最高温度为一年所测得的最高温度的多年平均值；多年平均最低温度为一年所测得的最低温度的多年平均值。

3.3.5 现行行业标准《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352 中做出了相关规定。选择户外 GIS 配电装置的相对湿度，最高月份的多年平均相对湿度为每年最湿月份的多年平均值。月平均相对湿度为一个月内平均相对湿度的月平均值。

3.3.6 GIS 配电装置是用 SF₆ 气体作为绝缘介质，一旦液化，GIS 配电装置的绝缘性能将遭到破坏。而 SF₆ 气体与其他气体相

比，液化温度较高，且其液化温度与 SF₆ 气体的使用气压有关，随着气压增大其液化温度随着提高，如气压 0.5MPa 时，在 -38℃～-39℃ 左右开始液化，气压增至 0.6MPa 时，则在 -32℃～-33℃ 左右开始液化。另外，所采用的仪表、继电器等辅助设备，周围空气温度一旦低于其正常运行的最低温度时，影响运行的可靠性。故当周围空气温度低于 GIS 配电装置设备、仪表和继电器的允许温度时，要采取措施保证最低环境温度不低于设备允许的最低环境温度，如装设加热器或采取其他保温设施。

3.3.7 GIS 配电装置本体的安装高度一般为落地布置，但由于各工程的具体情况千差万别，其安装地点高于地平面 10m 是可能出现的，从 GIS 安全运行出发，采用了《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352 中的规定。

3.3.8 由于 GIS 配电装置的外壳和导体均采用螺栓固定或插入式固定，若将 GIS 布置在长期振动的区域，螺栓固定将会产生松动或螺帽脱落，插入式固定将会产生磨损微粒剧增，这些现象均导致 GIS 配电装置事故。我国某水电站为坝后式厂房，GIS 布置在下游副厂房顶层，当时处于备战时期，主副厂房整体浇筑，主副厂房之间无分缝，对 GIS 制造商也没提出抗振要求。GIS 安装好后，待机组启动运行时发现了 GIS 楼板的振动问题，且振幅较大，运行时机组产生的振动全部传递到下游副厂房的变压器室和 GIS 室。厂房振动导致 GIS 配电装置螺栓松动，造成 GIS 事故。后经制造商对各设备的导体和外壳的连接部分以及基础的固定均采取重新组装加固和采取紧固措施，将蝶形弹簧垫更换为开口弹簧垫，并增加锁固胶，至今运行状况良好。

3.3.9 按现行国家标准《标准电压》GB/T 156 和《标准电流等级》GB/T 762 的规定，选择电压时，按表 3-1 优先选取；选择电流时，优选值为 1000A、1250A、1600A、2000A、2500A、3150A、4000A、5000A、6300A、8000A。

表 3-1 标称电压和设备最高电压（额定电压）（kV）

标称电压（有效值）	66	110	220	330	500	750
额定电压（有效值）	72.5	126	252	363	550	800

3.3.10 GIS 配电装置的绝缘水平对设备安全运行和设备造价是重要影响因素之一。《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB 7674—2008 表 102、表 103；《高压开关设备和控制设备——第 203 部分：额定电压 52kV 以上的气体绝缘金属封闭开关设备》IEC 62271-203-2011 表 102、表 103；《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》GB/T 11022—2011 表 1、表 2；《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》DL/T 593—2016 表 1、表 2；《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064—2014 表 6.4.6-1、表 6.4.6-2 等相关标准各级电压的绝缘水平要求不完全相同。因此在选用绝缘水平时，应结合各工程的实际，并权衡过电压和各种保护装置、设备造价、维修费用以及故障损失等因素，进行科学合理的绝缘配合，力求取得最好的综合经济效益。

3.3.11 在考虑电力系统远景发展规划时，《电力系统设计技术规程》DL/T 5429 中规定，系统设计应按远景水平年计算短路电流。考虑到 GIS 无明显过载能力，改建困难，且特别是大型、特大型水电站建设周期长以及系统枢纽变电站扩建的可能性，为适应电力系统的发展，将电力系统远景发展规划的设计水平年规定为本工程全部投产后的 5 年～10 年较为合适。

水力发电厂的 GIS，一般距发电机、变压器较近。由于大型发电机和变压器电感量大，电阻小，时间常数很大，远远大于系统的时间常数，为此在计算短路电流时应计算短路处直流分量衰减时间常数。IEC 及 GB、DL 近期标准中的时间常数除原有 45ms 外，均增加了 60ms、75ms、100ms、120ms，供工程选用。

3.3.12 现行国家标准《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB 7674 中做出了相关规定。

3.3.13 GIS 基本采用铝合金外壳，针对 GIS 配电装置的运行特点，国家编制了《充气高压开关设备用铝合金外壳》GB/T 28819。

3.3.14 对分期建设工程，应在总体规划和总体设计中统一考虑，并对分期建设在设备统一选型、安装、调试等方面作出科学合理的规划设计。为便于后期扩建设备安装连接试验调试时，不影响已投入设备的运行，在初期设备与扩建设备的连接界面处加装隔离开关和相应的隔室，隔离开关的隔室应能耐受隔离断口的额定绝缘水平。

3.3.15 现有的电力系统设计规程、规范对 220kV 及以下配电装置的母线避雷器和电压互感器是否装设隔离开关规定的不一致，《220kV～500kV 变电所设计技术规程》DL/T 5218 规定 110kV～220kV 母线避雷器和电压互感器宜合用一组隔离开关；《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352 对敞开式配电装置也规定 110kV～220kV 配电装置母线避雷器和电压互感器宜合用一组隔离开关，对 GIS 配电装置规定 110kV～220kV GIS 配电装置母线避雷器和电压互感器可不装设隔离开关；国家电网公司十八项电网重大反事故措施也规定，GIS 的母线避雷器和电压互感器应设置独立的隔离开关或隔离断口，架空进线的 GIS 线路间隔的避雷器和电压互感器宜采用外置结构。

避雷器是保护其他电气设备的元件，220kV 及以下设备受雷电过电压水平的控制，而工频和操作过电压水平较低，设备自身基本上是能承受的。330kV 及以上设备不仅受雷电过电压水平的控制，操作过电压水平也较高，设备本身是不能承受的，仍需要避雷器来保护。

由于以前的避雷器仅配有动作计数器，无在线监测装置，避雷器运行是否良好，运行规程规定，每年需要通过测试避雷器的泄漏电流（阻性电流）来判断避雷器自身的好坏。一般情况下在

非雷雨季节将 220kV 及以下配电装置母线避雷器通过隔离开关分闸操作退出运行，进行监测试验（此时母线仍在运行），测试合格后再通过隔离开关合闸操作恢复避雷器运行；330kV 及以上配电装置受雷电和操作过电压的限制，设备运行均可出现操作工况，避雷器是不能退出的，避雷器与连接元件一起停电退出后方可进行监测试验。为此规程、规范规定 330kV 及以上配电装置的避雷器和母线电压互感器不应装设隔离开关。

现在科技进步的发展，技术水平的不断提高，避雷器已配置在线监测装置，该装置不仅监测避雷器的动作次数和电流，而且避雷器在运行中随时监测到泄漏电流（包括阻性电流），无需再停电测试。现在也有一种仪器在避雷器带电运行下测量运行电压下的全电流、阻性电流或功率损耗。

不论是母线电压互感器还是线路电压互感器，运行中均承担着测量、保护、计量等功能，配电装置运行中时不应退出，设置一组隔离开关没有任何意义。若电压互感器故障时，相关断路器跳开，在采取其他措施后方可恢复供电送电。

为此，对现有部分规程、规范规定 220kV 及以下母线避雷器和电压互感器宜合用一组隔离开关已无意义，且给运行维护带来了二次切换的麻烦，本规范提出 220kV 及以下配电装置母线避雷器和电压互感器无需再加装隔离开关。

3.3.16 给出了各类声环境功能区的具体环境噪声限值的标准。

3.3.17 现行行业标准《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352 中做出了相关规定。

330kV 及以上的配电装置内设备遮栏外的静电感应场强水平（离地 1.5m 空间场强），不宜超过 10kV/m，少部分地区可允许达到 15kV/m，配电装置围墙外侧（非出线方向，围墙外为居民区时）的静电感应场强水平（离地 1.5m 空间场强）不宜大于 5kV/m。

330kV 及以上电压等级的配电装置应重视对无线电干扰的

控制。在选择导线和电气设备时应考虑到降低整个配电装置的无线电干扰水平。配电装置围墙外 20m 处（非出线方向）的无线电干扰水平不宜大于 50dB。

110kV 及以上电压等级的电气设备及金具在 1.1 倍最高相电压下，晴天夜晚不应出现可见电晕，110kV 及以上电压等级导体的电晕临界电压应大于导体安装处的最高工作电压。

3.3.18 GIS 配电装置漏气率较大，不仅使 SF₆ 气体压力下降，而且使空气中的水分通过渗透进入装置影响其绝缘性能，危及安全运行；还需要经常补气，增加维护工作量和费用，也影响到环境保护。

GIS 配电装置漏气主要是法兰面、铸造件以及焊接部位，法兰面漏气的较多，铸造件以及焊接部位相对较少。由于制造工艺水平的提高，GIS 配电装置的漏气相对较少，本规范漏气率采用《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB/T 7674 的规定。

《气体绝缘金属封闭开关设备现场交接试验规程》DL/T 618 给出了定性检漏和定量检漏的具体的检测方法和判据。

3.3.19 现行国家和行业标准《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》GB/T 11022 和《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》DL/T 593 中做出了相关规定，不仅对防护等级提出要求，对外界机械碰撞的防护等级也提出要求。

4 配置与接口

4.1 内部故障的防护

4.1.1 导致 GIS 内部故障的原因有：①密封装置不良引起 SF₆ 气体泄漏，使 SF₆ 气体的气压不能达到设计要求，或是 SF₆ 气体的含水量超过规定值，在气温降低时出现凝露，以上原因都将导致 GIS 的绝缘水平的下降；②设备的制造、运输、安装以及检修未按规定的工艺程序进行，质量不高造成的设备缺陷；③GIS 结构设计不合理。以上都可能导致 GIS 绝缘击穿闪络，造成内部短路事故，电弧使气隔内的压力迅速升高，严重者外壳烧穿或发生爆炸，使有毒气体大量外溢，这种故障出现的几率虽然很小，但后果十分严重，故对 GIS 内部故障的防护应引起高度的重视。

根据国内外科技水平、制造及工程的实践经验表明：对 GIS 内部故障采用的防护措施可分为质量体系和工程防护技术措施，在设计中二者都应采用，不可偏废一面。在质量体系方面应重视做好下列工作：①根据各工程具体情况并严格遵照有关标准，编写好 GIS 配电装置的技术规范，总体结构设计合理；②加强对设备的监督制造，认真做好设备出厂试验和验收；③安装应按制定的安装程序和工艺进行，严格现场试验和验收工作。

此外，按本条规定，做好以下 5 点工程防护技术措施：

1 隔室是一个完全密封的容积，绝缘隔板能承受相邻隔室的最大压力差，因此当发生故障电弧时，起弧的隔室可将电弧限制在该隔室内，从而限制并缩小了故障范围。根据 GIS 配电装置的主接线，在设计隔室设置时宜考虑下列因素：一是一个间隔内的断路器等设备检修时不影响相邻间隔的正常运行；二是可将内部故障限制在一个间隔内；三是隔室容积不宜太小，避免故障

时压力上升较快而造成事故扩大；四是宜控制在一个台班内，可将一个隔室内的 SF₆ 气体全部回收完毕。

2 吸附剂、逆止阀和密度继电器的设置，主要是为了：①吸附隔室内 SF₆ 气体中水分和分解气体，防止含水量超过标准和微粒堕落在高电场区；②方便补气和防止补气阀在补气时漏气；③监测隔室中 SF₆ 气体密度，当 SF₆ 气体压力下降时，它通过接点发出报警信号或强制跳闸，告知运行人员是否需要隔室补气以及发出闭锁信号。

3 设置可靠的电气和机械联锁装置，可减少误操作而造成的事故。

4 合理设置快速接地开关可避免检修接地开关误操作造成 GIS 配电装置事故。

5 保证可靠的绝缘水平和过电压保护措施，可避免造成过电压绝缘击穿。

4.1.2 设置压力释放装置，可将内部故障隔室内压力升高控制在允许的压力范围内，不致引起外壳爆炸。严重事故发生时，可通过压力释放装置来降低事故的严重程度。

4.1.3 当 GIS 发生内部短路故障时，在电弧发生外部效应前，保护系统一般能切除故障。根据保护系统性能确定的电弧持续时间，现行国家标准《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB 7674—2008 第 5.102.2 条的要求具体见表 4-1。

表 4-1 性能判据

额定短路电流	保护段	电流持续时间	性能判据
<40kA (有效值)	1	0.2s	除适当的压力释放装置动作外没有外部效应
	2	≤0.5s	没有碎片（允许烧穿）
≥40kA (有效值)	1	0.1s	除适当的压力释放装置动作外没有外部效应
	2	≤0.3s	没有碎片（允许烧穿）

4.2 特快速瞬态过电压

4.2.1 特快速瞬态过电压 (VFTO) 也属于操作过电压, 操作 GIS 隔离开关时会产生 VFTO, 其特点是波前时间很短 (小于 $0.1\mu\text{s}$), 比雷电过电压等值频率还要高, 波后的振荡频率很高 (大于 1MHz), 幅值也较高 (最大值可达 2.5p.u.)。VFTO 可能会损害 GIS、变压器、电抗器和电磁式电压互感器绝缘, 也可能损害二次设备或对二次电路产生电磁干扰。目前一般认为 GIS 绝缘耐受 VFTO 的能力与其耐受雷电冲击的能力相当, 在 GIS 绝缘与 VFTO 配合时, 一般按其雷电冲击绝缘水平考虑。变压器、电抗器与 GIS 经过架空线路或电缆相连时, 在变压器、电抗器上的 VFTO 幅值不高, 波前时间也有所变缓。变压器、电抗器与 GIS 之间通过油气套管相连时, 在变压器、电抗器上的 VFTO 较严重, 可能损害变压器、电抗器端部匝间绝缘。本条规定 330kV 及以上 GIS 配电装置与变压器或电抗器直接连接时, 隔离开关操作产生的 VFTO 应进行计算分析, 旨在避免可能引起危险的操作方式。参照《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 的规定, 必要时隔离开关宜加装阻尼电阻。

4.2.2 旨在保证 GIS 设备本身的安全可靠运行。

4.2.3 在工程设计时, 为避免 GIS 配电装置内由于隔离开关操作产生的 VFTO 对变压器带来的不利影响, 当 GIS 配电装置与变压器、电抗器直接连接时, 变压器、电抗器制造厂可根据计算结果对该设备采取适当措施 (例如: 端部加强屏蔽及端部线圈适当加强绝缘)。

4.3 接地开关的配置

4.3.1 指出配置接地开关的目的。

4.3.2 提出接地开关的一般配置原则和具体需要配置的部位。

4.3.3 接地开关型式选择。

1 线路侧的接地开关，由于线路对侧可能有电源，且运行工况不清楚，或线路与其他线路平行架设，受其影响，会产生一定的感应电压和感应电流，或线路较长，电容量较大，电压衰减时间达到数小时甚至十多个小时，检修时间不允许等待，为此线路侧需要配置快速接地开关。

对母线配置接地开关的型式选择做了如下分析研究：一是运行维护人员能准确判断主母线是否带电或不带电；二是不受相邻母线的感应；三是对不同电压母线的残余电压衰减时间进行了计算（按照现有工程母线最大长度计算，220kV 按 200m、330kV 按 250m、500kV 按 500m、750kV 按 300m）。当母线设置有电压互感器时，不论什么电压等级，在 1s 时间内母线上电压衰减接近于零；当母线仅设置避雷器时，母线电压衰减时间常数 $\tau = 15.54\text{s}$ ，在 14τ 时间内母线上电压衰减接近于零；当母线无电压互感器和避雷器时，母线电压衰减时间常数 τ 达 68.75s，在 14τ 时间内母线上电压也衰减接近于零。也就是说需要 16min，母线电压从相电压峰值衰减接近于零。从停电到检修半个小时是可以接受的，为此取消了母线配置快速接地开关的要求。

2 对于同杆架设或相邻平行的架空线路，其电磁感应和静电感应电流较大，装于该处的快速接地开关应具备切、合上述电流的能力，具体参数要求详见接地开关标准。

3 此接地开关仅作安全检修用，不会产生通过断路器的额定关合电流情况。

4.3.4 接地开关的接地端子与地电位绝缘的目的是为了试验测量的方便。如主回路电阻的测量、主回路与地之间的绝缘电阻测量、动作特性试验、电缆故障点的测定等。其绝缘隔板的耐受电压水平一般为工频 2kV，时间 1min。

4.3.5 220kV 及以下 GIS 的隔离开关与接地开关多为一体化产品，现已有工程采用该设备。这些设备在运行中出现过在隔离开

关分闸过程中，在断开位置没有停止，直接到了接地开关工位，运行设备短路，造成极大的事故。为此提出了断开工位闭锁的要求，建议采用机械闭锁。

4.4 避雷器的配置

4.4.1 避雷器配置遵循的原则。

4.4.2 对于 GIS 配电装置过电压保护均要配置避雷器，对于雷电侵入波过电压采用避雷器看大门是最好的配置，且敞开式避雷器比 SF₆ 气体绝缘避雷器价格要低的多，为此，GIS 配电装置与架空线连接处建议首先考虑采用敞开式避雷器对 GIS 配电装置及出线设备进行保护。

4.4.3 采用《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 的规定。330kV 及以上 GIS 配电装置的雷电侵入波过电压保护用避雷器的配置方案宜通过数值仿真计算确定。

4.4.4 规定了 220kV 及以下 GIS 配电装置的雷电侵入波过电压保护用避雷器的配置方案原则。

4.4.5 避雷器均需要配置在线监测器。由于在线监测器串联在避雷器与接地网之间，其残压将叠加在避雷器阀片残压上，电压等级越低，对避雷器的保护水平影响越大。为了确保设备绝缘保护裕度，要求采用无残压或残压尽可能低的在线监测装置。

4.5 隔室划分与附件的配置

4.5.1 为了保证 GIS 气体特性，并限制 GIS 内部故障范围，方便安装检修，以及故障不扩大，一个间隔检修时不影响相邻间隔的正常运行，保证运行人员的人身安全及运行维护的方便等方面出发，对 GIS 配电装置中的隔室划分提出了规定。

4.5.2 对密度继电器、补气阀、吸附剂设置的原则和基本要求做了相应规定。

4.6 伸缩节的配置

4.6.1 由于 GIS 配电装置是精密度要求很高的金属管状积木结构，在安装和运行中由于设备制造、土建施工、设备安装等均可产生各种误差，在运行中由于温度变化会产生热胀冷缩，基础的不均匀沉陷、变压器电抗器的微振、断路器操作时的瞬间振动以及地震力的作用等，也都将导致超过允许的变形和应力，危及 GIS 的安全运行。工程实践表明，在适当部位装设伸缩节是解决上述问题行之有效的方法，并已广泛采用。

4.6.2 伸缩节的装设与 GIS 配电装置总体布置和相应的土建结构（如母线是否跨越伸缩缝等）等有密切的关系，对铝制外壳的 GIS 配电装置，其自身具有一定承受变形的能力，如某些制造厂对 SF₆ 管线弯头处允许有 0.005rad 的变形量，因此，一般由制造厂根据 GIS 配电装置总体布置结构计算后确定伸缩节的合理配置方案，对大型 GIS 配电装置要求提出相应的配置计算报告。

4.6.3 伸缩节设置的一般规定。对长母线或母线过土建结构缝，母线与间隔设备连接处，SF₆ 管线与变压器、电抗器的连接处，可考虑设置伸缩节。

4.6.4 给出 GIS 配电装置基础不均匀沉陷的量化要求，伸缩节设计需考虑这些因素。

4.7 操作控制电源

4.7.1 根据国网反措要求编写。操作控制电源是采用交流还是直流，应根据工程的实际情况选用。在此强调了应有两个独立的供电电源。

4.7.2 《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》GB/T 11022 和《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》DL/T 593 中做出了相关规定。

4.7.3 《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044 中做出

了相关规定。

4.7.4 《高压交流断路器》GB 1984 中做出了相关规定。

4.7.5 规定了分合闸线圈的电流极限值。

4.8 信号与标志

4.8.1 GIS 配电装置除需监测各元件的运行状态外，还需监测每个隔室 SF₆ 气体以及操动机构运行状态，为此本条要求需要将开关的位置信号、操作机构的油信号、储能信号以及每个隔室的 SF₆ 气体压力信号通过汇控柜后再引至监控系统（或继电保护盘室）。对这些信号的跟踪监测，可提高 GIS 安全运行的可靠性。工程实践表明，GIS 各元件引至汇控柜的信号一般由 GIS 制造厂负责完成，从汇控柜至监控系统的信号由建设单位负责。经汇控柜将信号汇总后，可采用多芯信号电缆引至监控系统，大大减少控制电缆的根数。

建议对断路器隔室通过带压力表的温度补偿密度继电器发二级信号，其他隔室发一级信号：

第一级是非紧急报警，用于正常状态下的气体泄漏，需要报警补气；

第二级是紧急报警，指出气体密度已降低到运行规定的最低绝缘水平，紧急报警并启动断路器闭锁或三相跳闸。

4.8.2 GIS 室氧气或 SF₆ 气体含量是有标准要求的，现国内外均能生产有监测 GIS 室空气中的氧气含量或 SF₆ 气体含量的仪器，当 SF₆ 气体含量超过标准或氧气浓度低于标准值时，检测装置将发出报警信号，并通过接点将报警信号引至中控室。

4.8.3 这些标志方便运行以及维修。

4.8.4 以便于现场检修维护。

4.9 SF₆ 气体

4.9.1 由于 SF₆ 气体制造工艺的程序，其中一些杂质在新气体

中就已经存在。本条规定了新 SF₆ 气体应满足《工业六氟化硫》GB/T 12022 和《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》GB/T 8905 的规定，具体引用见表 4-2。

表 4-2 新 SF₆ 气体质量标准

指标名称		指标
空气（重量比）		≤0.04%
四氟化硫（SF ₄ ）（重量比）		≤0.04%
湿度 （20℃）	水分（H ₂ O）（重量比）	≤0.0005
	露点（101325Pa）	≤-49.7℃
酸度（以 HF 计）（重量比）		≤0.00002
可水解氟化物（以 HF 计）（重量比）		≤0.00010
矿物油（重量比）		≤0.0004
纯度（SF ₆ ）（重量比）		≥99.9%
毒性		生物试验无毒

4.9.2 SF₆ 气体湿度的交接验收值采用了《气体绝缘金属封闭开关设备现场交接试验规程》DL/T 618 的规定。

GIS 配电装置 SF₆ 气体中水分含量主要来源于：

- 1 补充 SF₆ 气体时，本身带有的水分。
- 2 安装时进入的水分经抽真空残留在装置内和受使用条件影响而附着在四壁上的水分。
- 3 GIS 配电装置元件在运行过程中析出的水分。
- 4 从密封垫中透过进入装置内的水分。

GIS 配电装置水分增加的主要原因是，析出的水分和透过密封缝进入的水分，其他水分含量可在安装中加以控制，并使其做到尽量小。透过密封缝的水分除制造质量外，与安装水平也有密切的关系。

SF₆ 气体中的水分对 SF₆ 气体的绝缘强度影响并不大，但水分含量过高，一是将会在固体绝缘件表面上产生凝露，影响绝缘

件沿面绝缘性能；二是在电弧的作用下，生成更多的有害物（腐蚀和毒性），影响其使用寿命。

4.10 接 口

4.10.1 对 GIS 配电装置与变压器或电抗器之间采用 SF₆ 管线与油/气套管的直接连接做出了规定。

1 《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备与电力变压器之间的直接连接》GB/T 22382 对 GIS 配电装置与变压器或电抗器之间的连接元件提出的原则要求和界面的分工等。

2 规定了连接件对所连接的两种设备不应造成影响。考虑的因素可有：连接件的密封性，材质稳定性，对所连设备的绝缘介质及其分解物的腐蚀耐受性等。

3 规定了油、气两种绝缘介质不相互渗漏，彼此不相互影响设备的安全运行。除密封性能外，还规定了套管的机械性能。

4 GIS 与变压器或电抗器在现场的试验项目、试验方法和试验电压等方面均有各自的要求，为使各设备的试验互不影响，规定了在导体连接处设置一个断口来隔断电的通路。规定了断口间距的耐压能力以及隔室设置原则。

GIS 与变压器试验时，需要打开断口处的隔室，拆卸断口导体，在试验完成后又需装上断口所拆下的导体。在断口导体拆、装过程中，均需要回收和充填 SF₆ 气体。设置断口单独隔室，可减少试验时气体回收和填充的工作量。

可拆卸断口的隔室与相邻的隔室在运行状态下互相连通的，可减少不必要的隔室，有利于安全运行。气路导通的方式有：一是在此处的绝缘隔板上加装一个可在外面操作的关闭导通阀；二是在两个隔室上引接一个带有可开、闭阀的旁通气管。这样在运行中打开气路与相邻气隔连通，在拆卸时关闭气路，与相邻气隔隔离。这两种方式都可行，视制造厂的具体情况而定。

5 在正常运行时，GIS 外壳会长期产生一定的感应电流（约为导体的 90%），若让这一电流通过 SF₆ 管线外壳传递到变压器外壳上，将会导致变压器外壳局部过热，影响变压器的安全运行，因此建议在外壳连接部位加绝缘隔层。在工程应用上一般是在油/气套管法兰处加绝缘垫来满足这一要求。建议在此装设 ZnO 限压器以释放运行中产生的感应过电压。

6 对连接的导体提出了具体的要求。

7 对于大型 GIS 配电装置对应的多台主变压器（电抗器），有可能与 GIS 配电装置不同步安装。由于 GIS 配电装置自身的结构特点，其安装一般优先于变压器或电抗器完成。本条规定旨在满足已安装调试部位投入安全运行的要求，同时可适应部分主变压器或电抗器与 GIS 不同步安装的要求。

8 规定了设计中界面协调的内容。

4.10.2 对 GIS 配电装置与电缆的连接做出了规定。

与 4.10.1 类似，对 GIS 配电装置与电缆的连接处所设置的连接装置、协调内容，责任方做了相关规定。

GIS 与电缆的连接，《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备与充流体及挤包绝缘电力电缆的连接充流体及干式电缆终端》GB/T 22381 提出了原则要求和界面的规定。

4.10.3 对 GIS 配电装置与架空线的连接做出了规定。

1 由于 GIS 配电装置间隔设备宽度较小，一般情况下 GIS 的最小间隔宽度为：110kV 三相式约 1.5m；220kV 单相式设备间隔宽度约 3.0m；330kV 单相式设备间隔宽度约 3.5m；500kV 单相式设备间隔宽度约 4m；750kV 单相式设备间隔宽度约 6m。而架空线路的回路最小宽度一般为：110kV 约 8.5m、220kV 约 13m、330kV 约 22m、500kV 约 28m、750kV 约 43m。本条规定了与架空出线连接的 SF₆/空气套管的间隔宽度应考虑与架空线路连接的方便，满足《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352 的要求。GIS 配电装置可采用 SF₆ 管线逐步扩大其相间距离，与

SF₆/空气套管相连接，以满足上述要求。

2 规定了 SF₆/空气套管的性能要求，可参照敞开式配电装置的有关规定。

4.10.4 对 GIS 配电装置与 GIL 的连接做出了规定。

1 根据工程实施经验，对 GIS 配电装置与 GIL 的设计界面做出了规定。

2 规定了连接处绝缘隔板的耐压水平。

3 与 4.10.1 相似，对连接处的连接处的可拆卸断口做出了规定。

4.10.5 对 GIS 配电装置低压电缆的连接做出了规定。

4.10.6 给出了 GIS 配电装置的安装基础、接地系统、以及运行维护检修等辅助设施的设计界面划分的要求。

GIS 配电装置的附属设备还包括所有电缆槽盒、电缆管、电缆支吊架、托架、桥架、固定件、GIS 支撑结构、维护平台和人行便桥、维修用的轻便活动梯子、栏杆等由 GIS 制造厂负责设计。

5 元件选型

5.1 断路器型式的选择

5.1.1 根据目前国内、外技术水平和制造工艺，指出了选用立式或卧式断路器的结构型式。卧式断路器操作力相互抵消，基础受力相对较小，立式断路器操作力直接作用在基础上，基础受力相对较大，同时要求断路器就地检修抽芯的高度较高；卧式断路器就地检修抽芯时要求有一定的空间。

5.1.2 明确了断路器的断口的要求。

5.1.3 当断路器有两个及以上的操动机构，会造成同期性较差，给运行带来了事故隐患。

5.1.4 550kV 及以上断路器采用双断口或多断口结构，断口间配有均压并联电容。而 GIS 中的电压互感器目前均为电磁式。在实际运行中，有的工程在断路器开断带电压互感器的空载母线的条件下发生铁磁谐振，电压互感器因持续过电流而损坏。铁磁谐振发生机理如下：

有并联电容的断路器开断带电压互感器的空载母线等值电路示意图见图 5-1。

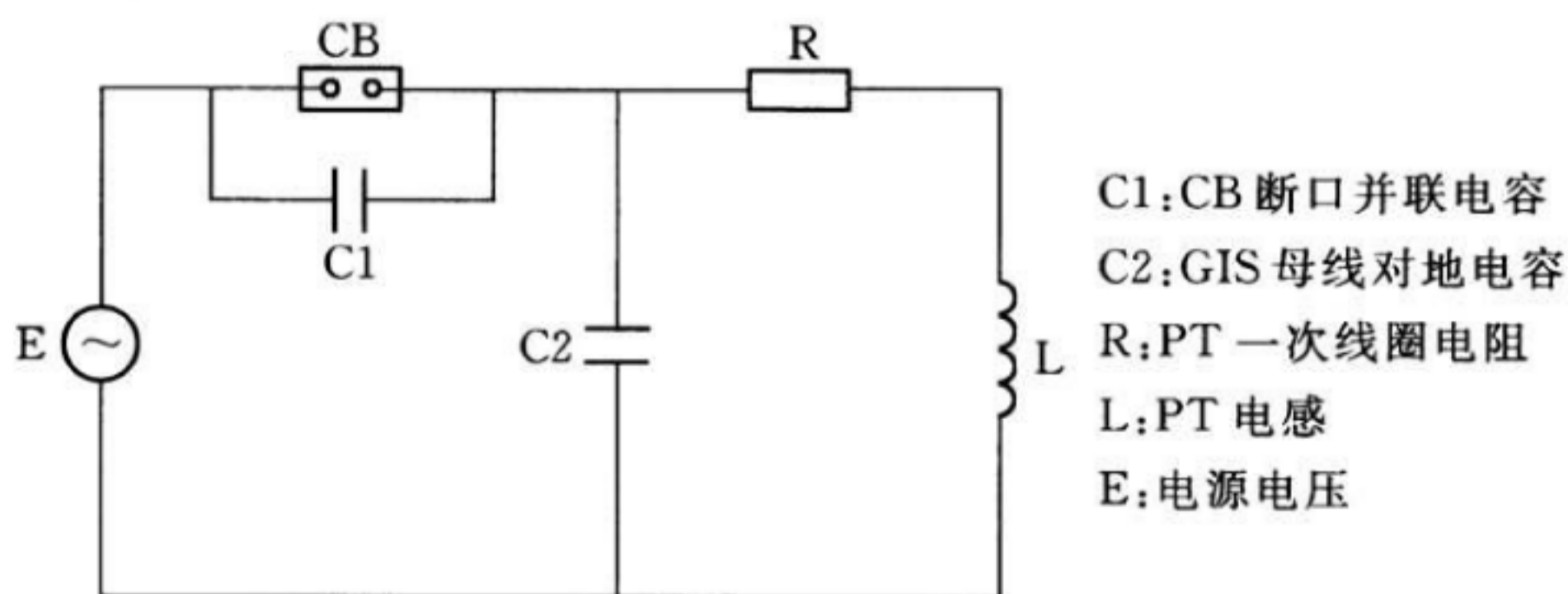


图 5-1 等值电路示意图

断路器分闸瞬间，GIS 母线对地电容 C_2 上残留的电荷会对 L 进行放电。此时， C_2 上会承受由电源 E 提供的电压，其数值约为 $E \cdot C_1 / (C_1 + C_2)$ ，其与 C_2 放电中的振荡（衰减）电压将进行叠加，若该电压足够大引起电压互感器饱和，可能使电压互感器发生铁磁谐振。

铁磁谐振是否发生与断口并联电容值、母线电容、电压互感器励磁特性和断路器分闸电角度 θ 有关。相同布置但不同制造厂的 GIS， C_1 、 L 参数不同；同一制造厂 GIS 的不同布置， C_2 也不同。因此，需要针对具体工程的 GIS 参数进行数值计算复核是否会产生铁磁谐振。

铁磁谐振防止（消除）措施：①优先选择在设备参数上消除谐振条件；②选择励磁特性优良的电压互感器以消除谐振条件；③如果设备参数上不能避免铁磁谐振产生，通过在电压互感器二次侧接入可饱和电抗器以抑制铁磁谐振产生；④断路器分闸后即刻断开断路器电源侧 DS，以断开谐振激发电源消除谐振。

5.1.5 现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 中做出了相关规定。对于 330kV 及以上 GIS 建议委托具有资质的机构进行工频暂态过电压及操作过电压数值计算确定断路器是否装设合闸电阻。

5.2 管道母线的选择

5.2.1 SF₆ 管线有三相式和单相式。三相式电场分布复杂，也存在发生三相短路的可能性，制造难度大，但能节省材料和减少空间尺寸；单相式则与此相反。采用哪种方式主要取决于目前制造水平和管理运行经验。目前国内外 110kV 采用三相式；220kV 大部分采用三相式，也有单相式；330kV 有三相式也有单相式；500kV 及以上的均为单相式。鉴于上述情况，本条规定当电压在 500kV 及以上宜用单相式，110kV 及以下宜用三相式，220kV、330kV 可采用单相式也可采用三相式。

5.2.2 鉴于目前国内外大多数制造厂的管道母线材质特性及运行性能，推荐管道母线外壳材质采用铝合金。

5.3 其他设备

5.3.1 指出了各元件的选型原则。一般隔离开关和接地开关以及组合方式有“T”“L”“一”字形。电流互感器一般为环形（内装或外装式），电压互感器和避雷器为独立单元结构，因此各设备元件应根据制造厂的特点，并结合 GIS 配电装置场地布置的具体情况，减少设备元件的结构品种、SF₆管线的弯头和长度，以取得总体布置最优。

理论上讲，GIS 电压互感器的电抗与其他设备电容可能会发生谐振，为此在 GIS 设计中，应避免电压互感器的电抗与 GIS 其他设备的电容在各种运行方式下发生谐振。

5.3.2 对分期建设工程，为保证扩建设备与原有运行设备的连接质量，建议尽量使分期建设和扩建工程的设备与已运行的设备相一致。

5.3.3 因断路器、隔离开关、接地开关的触头封闭在金属壳体内，触头的位置看不见，有的工程个别接地开关虽配有分合位置指示装置，但运行人员无法观测。因此本条强调了可靠的、方便巡视的分合位置指示装置。

6 布 置

6.1 布 置 位 置

6.1.1 规定了 GIS 配电装置室位置选择的原则和基本要求。

6.1.2 规定了 GIS 配电装置布置在户内还是户外的选择原则和基本要求，推荐采用户内布置。

6.1.3 规定了选择布置在户内的条件。

6.1.4 架空线与 GIS 配电装置进出线相连接的部位，如布置在水泥雾区域，易在瓷套管表面形成闪络事故。在 GIS 配电装置位置选择时，建议尽量避开水泥雾区及其紧靠下风向，减小水泥雾对设备外绝缘的影响。

6.2 布 置 原 则

6.2.1 规定了 GIS 配电装置布置的总体原则。

6.2.2 按三相组布置指同一台断路器及相关设备三相相邻布置，即布置为 ABC、ABC、ABC；按分相布置指超高压或特高压一串（双开关、一倍半或四分之三接线串）设备的同相设备相邻布置，即布置为 AAA、BBB、CCC。分相布置会缩短连接线和节省弯头及三通，投资省一点，但维修不太方便。

6.2.3 GIS 配电装置是管状式的空间结构，刚度相对较大，密封性能要求特高，对同一间隔内的部分设备而言，采用三相机械联动操作，如同一间隔设备跨越土建伸缩缝，由此产生的不均匀沉陷，将导致上述设备性能难以得到保证，甚至导致设备的损坏，若在设备上采取措施加以改善，则付出的代价太大，是不可取的。因此，在布置上，同一间隔内的 GIS 设备应避免跨越土建结构缝。

6.2.4 现行行业标准《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352 规定了 GIS 配电装置母线的命名原则。

6.2.5 所规定的每个间隔设一个汇控柜是对一台断路器或电压互感器间隔而言。

6.2.6 SF₆/空气套管布置采用敞开式配电装置推荐的中型布置，220kV 及以上套管的尺寸较长、质量重，若水平布置，则弯矩较大，为此要求不宜水平布置。

6.3 场地和通道

6.3.1 GIS 配电装置总体布置设计中，除需考虑设备满足配电装置的布置要求外，为便于安装、运行巡视及维护检修，还应对安装、现场试验、检修、运行巡视所需的通道和起吊现场试验设备等所必须的空间给予充分的考虑。

6.3.2 为满足安装、运行巡视及维护检修的要求，因此规定在 GIS 配电装置的两侧应设贯通的通道，主通道宜设置在靠断路器的一侧。通道宽度建议满足检修 GIS 配电装置中最大设备单元时搬运所需的空间和 SF₆ 气体回收装置移动所需宽度的要求；330kV 及以上 GIS 配电装置间隔多，设备搬运距离长，主通道适当加宽且不小于 2.5m。另一侧的通道供运行巡视用，其宽度应满足操作巡视和补气装置对每个隔室补气的要求，对需付出很大代价才能达到要求的特殊情况，可适当缩小。

6.3.3 规定了 GIS 配电装置安装和检修所需的最大空间。

6.3.4 对操作、巡视和维护的设备距地面较高时，推荐设置平台或爬梯。

6.3.5 对于间隔数较多的 GIS 配电装置，为运行巡视方便，建议在 GIS 配电装置中间适当部位设置横向通道。

6.4 相 序

6.4.1 现行行业标准《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352

中做出了有关规定。

6.4.2 为方便运行和维修，要求扩建和改造部分的 GIS 配电装置的相序与原有的配电装置一致。

6.5 现场耐压试验设备的布置

6.5.1 规定了现场耐压试验设备布置位置的原则和基本要求。

6.5.2 当试验设备与 GIS 距离较大时，连接线有一定的电容，此时需注意复核试验设备承受电容电流的能力，为此要求试验的连接线尽可能短。

6.5.3 GIS 配电装置与电缆、较长 GIL 连接，需要分部位进行各个设备的现场耐压试验，GIS 配电装置需要配置专用试验套管，还要考虑试验设备临时布置所需空间以及试验电压安全净距的要求。

6.6 扩 建

6.6.1 个别 GIS 配电装置工程在投入运行不久就要扩建，而且扩建的工程往往在原设计就没有考虑，有的项目扩建后的 GIS 配电装置给运行维护带来一定的不便；有的项目在新旧设备连接处无具体资料，只能采用原设备，导致设备投资较大；有的项目在新旧设备连接时导致原有设备停电。为此，对于有扩建计划和改造的工程项目，在 GIS 配电装置设计时需要统一考虑，并留有足够的扩建所需的位置。

6.6.2 推荐已有运行设备与扩建设备连接的具体位置。

6.6.3 现行国家标准《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB/T 7674 中做出了有关规定。

6.7 低 压 电 缆 布 置

6.7.1 规定了 GIS 配电装置低压电缆布置的基本要求。

6.7.2 为了避免干扰和有利于安装、运行巡视、检修，从 GIS

设备引至汇控柜的控制、测量、信号、保护的电缆采用屏蔽电缆，并与动力电缆分别布置敷设。

6.7.3 提出了汇控柜低压电缆和元器件的布置要求。

6.8 设备支架和基础

6.8.1 GIS 配电装置设备支架可分为固定式和调节式两种，固定式支架承受不均匀沉陷的能力较小，调节式支架承受不均匀沉陷和吸收各种误差的能力较大，为保证 GIS 配电装置的安装精度和安全运行，对设备制造误差、土建误差以及运行中可能出现的不均匀沉陷，应有一定的调节余地。调节式支架，在 X、Y、Z 三个方向一般允许 $\pm 10\text{mm}$ 的调整范围，因此宜采用调节式支架。当采用调节式支架时，应特别注意，在第一次调试安装投入运行后，如发现土建不均匀沉陷超过允许值，需要调整支架（基础）连接螺栓，此时建议对整个 GIS 配电装置调整作总体考虑。

6.8.2 GIS 配电装置基础固定方式有膨胀螺栓和预埋件两种方式，预埋件的预埋精度要求其相对误差较高，一般只有 $2\text{mm}\sim 3\text{mm}$ ，在二期混凝土中达到这样的精度，难度很大，一般都需用二期混凝土埋件，但这样将增加施工工期和工作量，膨胀螺栓的固定方式施工简单，而且精度较高，因此推荐采用膨胀螺栓的固定方式。

6.9 桥 机

6.9.1 为 GIS 设备的安装、维修方便和保证质量，户内 GIS 配电装置一般设置桥机。为吊运安全和方便安装维护，宜在三个方向采用双速运行。这样可根据吊运部件的不同去选择适当的速度，如用慢速吊运大、重设备元件，不易产生设备摆动，且就位准确。

6.9.2 推荐 GIS 配电装置室的桥机均采用地面操作方式。

6.10 辅助设施的配置

6.10.1 依据运行管理的特点，在工程设计中，有必要考虑配置与工程规模相适应的专用检修间、备品备件库及 SF₆ 气体储贮室等的辅助设施。

6.10.2 专用检修间用于拆卸断路器灭弧室、更换触头，其空气中灰尘含量和环境条件有一定的要求。

6.10.3 一般备品备件和专用工器具存放备品备件库内。

6.10.4 SF₆ 气体储贮室建议采用专用的储贮室，设在不靠热源、易于排放 SF₆ 气体的地方。

6.11 户外布置的附加要求

6.11.1 户外 GIS 直接受环境条件的影响，应对环境条件的影响给予足够的重视、提出相应的要求。特别是对腐蚀较严重的地区，建议提出要求，并采取相应的防护措施。

6.11.2 规定了设计中需考虑的一些重要因素。

7 环 境 保 护

7.1 一 般 规 定

7.1.1 对 GIS 配电装置与外部连接的所有通道、孔洞采取密封措施主要是为防止 GIS 配电装置中泄漏出的 SF₆ 气体进入相邻办公室、设备间、电缆廊道、电缆沟、楼梯间等场所，污染环境。

7.1.2 当 SF₆ 管线穿越屋面板或墙体时，采取密封措施主要是为了防止雨水浸入或渗入 GIS 室，该措施建议采用非刚性材料，避免对 SF₆ 管线安全运行产生影响。

7.2 GIS 室环境保护

7.2.1 纯净的 SF₆ 气体本身并无毒性，但 GIS 室内，特别是低洼、通风不良的区域，若 SF₆ 气体的浓度过高时，会引起运行人员缺氧，严重时会导致窒息。SF₆ 气体在电弧的作用下会分解产生有毒的氟化合物，若含有毒成分的气体溢出将危及人员健康，因此在设计中应重视 GIS 室的环境保护，以保证设备安全运行和人员的身体健康。

GIS 室空气中的氧气含量和 SF₆ 气体浓度要求引自现行国家标准《缺氧危险作业安全规程》GB 8958—2006 和《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》GB/T 8905 的有关规定。

7.2.2 在 GIS 室设置空气中 SF₆ 气体浓度或含氧气浓度的监测装置，主要是为保证进入 GIS 室人员的安全。该监测装置的信号要求引至中控室，当 GIS 室空气中 SF₆ 气体浓度或含氧气浓度超出标准时应报警，同时启动 GIS 室通风系统。

7.2.3 现行行业规范《水力发电厂供暖通风与空气调节设计规范》NB/T 35040 给出了详细的 GIS 室通风设计的具体要求，故按此规范执行。

8 接 地

8.1 一 般 规 定

8.1.1 对 GIS 配电装置接地提出了原则性要求。

8.1.2 单相式 GIS 配电装置的接地有两种方式：一种是电气连续外壳多点接地；另一种是电气非连续外壳一点接地。这两种不同的接地方式既与其自身工作情况有关，又关系到运行人员的人身安全、建筑物中的钢筋发热和设备支架的电磁感应等问题。如采用一点接地，外壳受相邻磁场作用产生的涡流，只是部分屏蔽了邻相磁场，使短路时导体所受到的电动力有较大的减少，电磁感应的作用一方面在母线外壳产生较高的感应电压，涡流损耗使钢构架过热；另一方面对低压控制系统产生较大的电磁耦合干扰。如采用短路板将三相外壳互连并使多点接地，这样使三相外壳在电气上成一闭合回路，此时导体通过电流时，便在外壳上感应出与导体电流大小相当，方向相反的环流，这样使外部磁场几乎为零，导体在短路时的电动力大大减少，外壳起到了较为彻底的屏蔽作用，附近钢构发热大为减少。缺点是通过的环流增加了外壳的损耗。但由于多点接地能较容易地将 GIS 范围内的接触电压和跨步电势降低到人身安全值，附近钢构的发热和相间短路电动力大大减少，所以广为采用。因此当 SF₆ 管道母线采用单相式时，规定采用将三相外壳短接后多点接地；当采用三相式时，可采用多点或一点接地，推荐采用多点接地。

8.1.3 对 GIS 而言，不论采取何种接地方式，在 GIS 外壳上必将产生感应电压。在正常运行条件下，随工作电流的变化在外壳上感应出相对稳定的感应电压，当发生故障时，在外壳上出现瞬态的感应电压。GIS 的外壳是裸露的金属壳体，为防止人员

触及造成人身伤亡事故，本条对 GIS 外壳和设备构架在正常及故障条件下的感应电压的允许值做了规定。根据《安全电压》GB/T 3805—83 的规定：“为防止触电事故而采用的特定电源供电的电压系列。这个电压系列的上限值，在任何情况下两导体间或任一导体对地之间均不超过交流（50Hz～500Hz）有效值 50V”；“当电气设备采用了超过 24V 的安全电压时，必须采取防直接接触电体的保护措施。”因此在正常运行条件下，GIS 外壳构架上的感应电压规定不超过 24V，在 GIS 配电装置中，不管采用何种接地方式都不难做到。按照现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065—2011 中第 4.4.3 条规定，故障条件下感应电压应满足下式：

$$\sqrt{U_{t\max}^2 + (U'_{to\max})^2} < U_t \quad (8-1)$$

式中： $U_{t\max}$ ——设备区域专用接地网最大接触电位差，由人脚下的点决定（V）；

$U'_{to\max}$ ——设备外壳、外壳之间或外壳与任何水平/垂直支架之间金属到金属因感应产生的最大电压差（V）；

U_t ——接触电位差允许值（V）。

8.1.4 按我国已有的 GIS 配电装置设计经验以及制造厂提供的 GIS 配电装置接地设计方案，本条提出了 GIS 接地母线的具体要求。为保证接地母线的可靠性，要求接地母线明敷。

8.1.5 按照《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 的规定编写。

8.1.6 结合工程设计实际经验，GIS 设备外壳的接地引线和 GIS 配电装置的接地母线推荐采用铜材质。

8.1.7 旨在多点接地方式的外壳电气连续性。

8.1.8 为了防止外壳感应电流经设备支撑构架和土建结构钢筋构成回路，采用设备外壳与支撑构架绝缘，以保证支撑构架和土建结构钢筋不受感应电流的影响。当设备外壳与支撑构架直接支撑时，为不影响支撑构架和土建结构钢筋的物理特性，要求支撑

构架温升不超过 30K 并接地。

8.1.9 GIS 外壳接地线截面的选择要求，考虑电流分流不均匀也不会超过 70%。

8.1.10 GIS 设备本体所带接地线的热稳定时间一般由制造厂确定，厂家考虑的接地线截面其热稳定时间通常较长，达 2s~3s，而用户设计的接地线热稳定时间通常较短。

对 220kV 及以下电压等级，其主保护配置一般配置两套，但也有配置一套的，考虑主保护动作失灵是存在的，因此按后备保护动作时间进行接地线热容量校核，一般取 0.6s。对 330kV 及以上的电压等级其主保护配置有两套，在运行中两套主保护同时失灵，目前还没有发生过，考虑断路器拒动现象还是可能的，为此按失灵保护动作时间进行热稳定校核，一般取 0.4s。

8.1.11 主要考虑运行维护时设备和仪器要接地，为此要求在 GIS 室或配电装置区域设置接地网的临时接地点。

8.2 单相式 GIS 接地

8.2.1 单相式 GIS 配电装置外壳两个三相短接线之间的距离，经外壳正常运行和故障条件下感应电压计算来确定，并明确感应电压的限制要求。

8.2.2 为尽可能减少 GIS 外壳的感应电流通过支撑构架形成环流，以及短路电流经支撑构架和土建结构钢筋流入接地网，防止支撑构架变成外壳短接线或短接线的接地引线提出的具体措施。

8.2.3 GIS 配电装置与其他设备连接处设置三相外壳短接线，并在短接线上引出接地线就近接地，是为了防止出现过高的感应电压传到其他设备上，同时防止形成环路感应电流，对其他设备起到电磁屏蔽的作用。

8.2.4 三相短接线将流过外壳上的感应电流和短路电流，感应电流与导体流过的电流大小相当。根据以往工程经验，三相短接线材质尽量与外壳材质一致。

9 对土建的要求

9.1 户内 GIS 配电装置对土建的要求

9.1.1 根据工程经验，GIS 配电装置的地坪增加了可采用水泥砂浆刷环氧地坪漆或塑胶地板，主要是新技术、新材料、新工艺的发展，满足强度的要求，同时又有施工简单，工期短等优点。

9.1.2 现行国家标准《水电工程设计防火规范》GB 50872 中做出了有关规定。对 GIS 室长轴方向两端需设置出口。

9.1.3 地下的 GIS 配电装置室由于受地下水的影响，有渗漏和淹没问题，为此对 GIS 室要采取措施，确保运行安全。

9.1.4 对 GIS 配电装置室提出了土建施工误差的允许值；跨越土建结构缝时，需特别注意在 GIS 运行中因土建基础的不均匀沉陷所造成的三个方向的位移；累计至 GIS 配电装置安装标称面的土建误差主要针对 GIS 与变压器及电抗器通过管道母线直接连接的要求。这些要求相对土建专业施工要求相对较高，但对后期安装 GIS 时，能保证 GIS 的安装条件和安装质量和安装工期。

9.1.5 规定了基础荷载的组合因素，特别是立式断路器的操作动荷载。

9.2 户外 GIS 配电装置对土建的要求

9.2.3 对户外 GIS 配电装置区域明确了具体要求。

9.2.4 规定主要是为保证运行人员巡视的安全和方便考虑。

10 专用工器具和仪器的配置

10.0.1 专用起吊工具的配置是为满足 GIS 配电装置安装和检修时起吊的需要。

10.0.2 为便于安装检修、事故预诊断，同时满足环保要求，配置较齐全的监测仪器和专用工具是十分必要的。对减少 GIS 配电装置的运行事故，加强事故的预诊断是有必要的。根据在线监测数据的分析研究，做出设备故障的预诊断，并采取相应的措施，可做到防微杜渐，避免重大事故的发生，确保安全可靠运行。工程设计应重视监测仪器的配置。

11 现场试验

由于 GIS 配电装置现场的安装工作量较大，为检验 GIS 设备在运输、贮存和安装过程中是否出现缺陷，保证 GIS 配电装置正常投入运行，本章给出了现场试验的项目和主回路耐压试验的要求。

GIS 配电装置在包装、运输、贮存和安装过程中可能发生：①零件松动、脱落、导电体表面刮伤；②安装错位引起电极表面的缺陷，现场拆开进行组装时，由于疏忽导致导电微粒的进入或将工具遗忘在装置内。上述这些意外因素均会导致绝缘故障，因此现场耐压试验是必不可少的，也是工厂的型式试验和例行试验所不能代替的，它是检查 GIS 配电装置是否出现异常现象行之有效的检测方法。另外，GIS 配电装置现场耐压试验与工厂进行的试验不同，后者是在部分间隔或运输单元上进行，前者是在现场组装完后投运前整套 GIS 配电装置上进行，因此对地电容大，试验电流大，要求试验设备的容量大，且万一发生故障，造成对设备损坏的能量也大，这些特点在现场试验中需认真考虑。

11.1 试验项目

11.1.1 规定了各元器件现场试验的要求。

11.1.2 明确规定了具体的试验项目。

11.1.3 由于电力系统要求，GIS 配电装置在投入运行之前要做一些特殊的试验项目，这些项目在采购合同中若无明确规定，则实施时难度较大。

11.1.4 断路器和隔离开关若现场解体了，由于现场环境条件没有制造厂内的环境条件好，断口内会出现微粒或灰尘，为此需要进行断口间的耐压试验。

11.1.5 局部放电测量有助于检查气体绝缘金属封闭开关设备内部的多种缺陷，因而它是安装完毕耐压试验后很好的补充试验。但由于环境干扰，进行此项工作比较困难，试验结果的判断需要一定的经验，因此规定在有条件和可能的地方做此项试验。

11.2 主回路耐压试验

11.2.1 现场耐压试验针对新建和扩建部分的 GIS 设备进行。

11.2.2 规定了扩建设备与原有设备的连接段推荐做现场耐压试验，考虑到原有设备已运行多年，试验电压取值可低一些，具体详见现行国家标准《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB/T 7674 的有关规定。

11.2.3 隔离的要求的规定是因为这些元器件有较高的充电电流，或者需对电压进行限制。

11.2.4 规定主要针对超高压和特高压等大规模的 GIS 配电装置。

11.2.5 规定了现场耐压试验的判据和评估的依据。
