中华人民共和国国家标准

GB 50147－2010

电气装置安装工程
高压电器施工及验收规范

Code for construction and acceptance of high-voltage electric equipment installation engineering

010－05－31　发布　　2010－12－01　实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局　联合发布

中华人民共和国国家标准

电气装置安装工程
高压电器施工及验收规范

Code for construction and acceptance of high-voltage electric equipment installation engineering

GB 50147 - 2010

主编部门：中国电力企业联合会
批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2010年12月1日

中国计划出版社

2010 北 京

中华人民共和国国家标准

电气装置安装工程

高压电器施工及验收规范

GB 50147-2010

☆

中国电力企业联合会　主编

中国计划出版社出版

（地址：北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层）

（邮政编码：100038　电话：63906433　63906381）

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

850×1168毫米　1/32　3.5印张　87千字

2010年11月第1版　2010年11月第1次印刷

印数1—20100册

☆

统一书号：1580177·493

定价：21.00元

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 630 号

关于发布国家标准《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》的公告

现批准《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》为国家标准，编号为 GB 50147—2010，自 2010 年 12 月 1 日起实施。其中，第 4.4.1(4、5、6)、5.2.7(6)、5.6.1(4、5、6)、6.4.1(3、6)条(款)为强制性条文，必须严格执行。原《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》GBJ 147—90 同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一〇年五月三十一日

前　言

根据原建设部《关于印发〈2006年工程建设标准规范制定、修订计划（第二批）〉的通知》（建标〔2006〕136号）的要求，由中国电力科学研究院会同有关单位在《电气装置安装工程　高压电器施工及验收规范》GBJ 147—90的基础上修订完成的。

本规范共分11章，主要内容包括：总则，术语，基本规定，六氟化硫断路器，气体绝缘金属封闭开关设备，真空断路器和高压开关柜，断路器的操动机构，隔离开关、负荷开关及高压熔断器，避雷器和中性点放电间隙，干式电抗器和阻波器，电容器等。

与原规范相比较，本次修订的主要内容有：

1. 将本规范的适用范围由500kV电压等级扩大到750kV级。电压等级提高了，对安装各个环节施工技术、指标等要求的提高，在条文中都作了明确规定。

2. 在相应章节中增加了罐式断路器内检、高压开关柜和串联电容补偿装置安装的内容。

3. 删除了原规范中的如下内容：

1）空气断路器、油断路器安装的全部章节；

2）避雷器章节中有关普通阀式、磁吹阀式、排气式避雷器的安装；

3）电抗器章节中有关混凝土电抗器的安装。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，中国电力企业联合会负责日常管理，中国电力科学研究院负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，如发现需要修改或补充之处，请将意见和建

议寄中国电力科学研究院，地址：北京市宣武区南滨河路33号，邮政编码：100055，电话：010—63424285。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人及主要审查人：

主编单位： 中国电力科学研究院（原国电电力建设研究所）
广东省输变电工程公司

参编单位： 华北电网北京超高压公司
国网直流工程建设有限公司
山东送变电工程公司

主要起草人： 吕志瑞　张　诚　王进弘　何冠恒　荆　津
陈懿夫　刘冬根　李　波　马学军

主要审查人： 陈发宇　蔡新华　孙关福　吴克芬　项玉华
简翰成　李贵生　罗喜群　谭昌友　姜　峰
周翌中　廖　薇　李文学　陈宏强

目　次

1　总　则 …… (1)
2　术，语 …… (2)
3　基本规定 …… (5)
4　六氟化硫断路器 …… (8)
4.1　一般规定 …… (8)
4.2　六氟化硫断路器的安装与调整 …… (9)
4.3　六氟化硫气体管理及充注 …… (13)
4.4　工程交接验收 …… (13)
5　气体绝缘金属封闭开关设备 …… (15)
5.1　一般规定 …… (15)
5.2　安装与调整 …… (16)
5.3　GIS 中的六氟化硫断路器的安装 …… (20)
5.4　GIS 中的隔离开关和接地开关的安装 …… (21)
5.5　六氟化硫气体管理及充注 …… (22)
5.6　工程交接验收 …… (23)
6　真空断路器和高压开关柜 …… (25)
6.1　一般规定 …… (25)
6.2　真空断路器的安装与调整 …… (26)
6.3　高压开关柜的安装与调整 …… (27)
6.4　工程交接验收 …… (29)
7　断路器的操动机构 …… (30)
7.1　一般规定 …… (30)
7.2　操动机构的安装及调整 …… (30)
7.3　气动机构 …… (32)

7.4 液压机构 …… (34)
7.5 弹簧机构 …… (34)
7.6 电磁机构 …… (35)
7.7 工程交接验收 …… (35)
8 隔离开关、负荷开关及高压熔断器 …… (37)
8.1 一般规定 …… (37)
8.2 安装与调整 …… (38)
8.3 工程交接验收 …… (42)
9 避雷器和中性点放电间隙 …… (44)
9.1 一般规定 …… (44)
9.2 避雷器的安装 …… (44)
9.3 中性点放电间隙的安装 …… (45)
9.4 工程交接验收 …… (46)
10 干式电抗器和阻波器 …… (47)
11 电容器 …… (50)
11.1 一般规定 …… (50)
11.2 电容器的安装 …… (50)
11.3 耦合电容器的安装 …… (52)
11.4 串联电容补偿装置的安装 …… (52)
11.5 工程交接验收 …… (53)
本规范用词说明 …… (55)
引用标准名录 …… (56)
附:条文说明 …… (59)

Contents

1 General provisions ····· (1)

2 Terms ····· (2)

3 Basical requirement ····· (5)

4 Hexafluoride sulfur circuit breaker ····· (8)

4.1 General requirements ····· (8)

4.2 Installation and adjustment ····· (9)

4.3 Gas control and filling ····· (13)

4.4 Acceptance for transfer project ····· (13)

5 Gas-insulated metal-enclosed switchgear(GIS) ····· (15)

5.1 General requirement ····· (15)

5.2 Installation and adjustment ····· (16)

5.3 Installation of hexafluoride sulfur circuit breaker in GIS ··· (20)

5.4 Installation of disconnecting switch and earthing switch in GIS ····· (21)

5.5 Gas control and filling ····· (22)

5.6 Acceptance for transfer project ····· (23)

6 Vacuum breaker and high-voltage switch chassis ····· (25)

6.1 General requirement ····· (25)

6.2 Installation and adjustment of vacuum breaker ····· (26)

6.3 Installation and adjustment of high-voltage switch chassis ····· (27)

6.4 Acceptance for transfer project ····· (29)

7 Operating device of breaker ····· (30)

7.1 General requirement ····· (30)

7.2 Installation and adjustment of operating device ····· (30)
7.3 Pneumatic device ····· (32)
7.4 Hydraulic device ····· (34)
7.5 Spring ····· (34)
7.6 Electromagnetic device ····· (35)
7.7 Acceptance for transfer project ····· (35)
8 Disconnecting switch, load switch and high-voltage fuse ····· (37)
8.1 General requirement ····· (37)
8.2 Installation and adjustment ····· (38)
8.3 Acceptance for transfer project ····· (42)
9 Arrester and discharge gap of neutral point ····· (44)
9.1 General requirement ····· (44)
9.2 Installation of arrester ····· (44)
9.3 Installation of discharge gap of neutral point ····· (45)
9.4 Acceptance for transfer project ····· (46)
10 Dry-type reactor and wave trap coil ····· (47)
11 Capacitor ····· (50)
11.1 General requirement ····· (50)
11.2 Installation of capacitor ····· (50)
11.3 Installation of coupling capacitor ····· (52)
11.4 Installation of compensation device of series capacitor ····· (52)
11.5 Acceptance for transfer project ····· (53)
Explanation of wording in this code ····· (55)
List of quoted standards ····· (56)
Addition: Explanation of provisions ····· (59)

1 总　则

1.0.1 为保证高压电器的安装质量，促进安装技术进步，确保设备安全运行，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于交流 3kV～750kV 电压等级的六氟化硫断路器、气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)、复合电器(HGIS)、真空断路器、高压开关柜、隔离开关、负荷开关、高压熔断器、避雷器和中性点放电间隙、干式电抗器和阻波器、电容器等高压电器安装工程的施工及质量验收。

1.0.3 高压电器的施工及验收除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术　　语

2.0.1 高压断路器　　high-voltage breaker

它不仅可以切断或闭合高压电路中的空载电流和负荷电流，而且当系统发生故障时，通过继电保护装置的作用，切断过负荷电流和短路电流。它具有相当完善的灭弧结构和足够的断流能力。又称高压开关。

2.0.2 高压开关柜　　high-voltage switchgear panel

由高压断路器、负荷开关、接触器、高压熔断器、隔离开关、接地开关、互感器及站用电变压器，以及控制、测量、保护、调节装置，内部连接件、辅件、外壳和支持件等不同电气装置组成的成套配电装置，其内的空间以空气或复合绝缘材料作为介质，用作接受和分配电网的三相电能。

本标准中，高压开关柜系指“金属封闭开关设备和控制设备（除外部连接外，全部装配完成并封闭在接地金属外壳内的开关设备和控制设备）。”

2.0.3 金属封闭开关设备　　metal-enclosed switchgear

除进出线外，完全被接地的金属封闭的开关设备。

2.0.4 气体绝缘金属封闭开关设备　　gas-insulated metal-enclosed switchgear

全部或部分采用气体而不采用处于大气压下的空气作绝缘介质的金属封闭开关设备，简称 GIS。

2.0.5 复合电器　　HGIS，hybrid GIS

复合电器（HGIS）是简化的 GIS，不含敞开式汇流母线等。

2.0.6 伸缩节　　flex section

用于 GIS、HGIS 相邻二个外壳间相接部分的连接，用来吸收

热伸缩及不均匀下沉等引起的位移，且具有波纹管等型式的弹性接头。

2.0.7 运输单元　transportation unit

不需拆开而适合运输的 GIS、HGIS 的一部分。

2.0.8 元件　component

在 GIS、HGIS 的主回路和与主回路连接的回路中担负某一特定功能的基本部件，例如断路器、隔离开关、负荷开关、接地开关、避雷器、互感器、套管和母线等。

2.0.9 套管　bushing

供一个或几个导体穿过诸如墙壁或箱体等隔断，起绝缘或支撑作用的器件。

2.0.10 隔离开关　disconnecting switch

在分位置时，触头间有符合规定要求的绝缘距离和明显的断开标识；在合位置时，能承载正常回路条件下的电流及在规定时间内异常条件下的电流的开关设备。

2.0.11 接地开关　earthing switch

用于将回路接地的一种机械式开关装置。在异常条件(如短路)下，可在规定时间内承载规定的电流；但在正常回路条件下，不要求承载电流。接地开关可与隔离开关组合安装在一起。

2.0.12 操动机构　operating device

操作开关设备合、分的装置。

2.0.13 避雷器　arrester

是一种过电压限制器。当过电压出现时，避雷器两端子间的电压不超过规定值，使电气设备免受过电压损坏；过电压作用后，又能使系统迅速恢复正常状态。又称过电压限制器。

2.0.14 金属氧化物避雷器　metal-oxide surge arrester

由金属氧化物电阻片相串联和(或)并联有或无放电间隙所组成的避雷器，包括无间隙和有串联、并联间隙的金属氧化物避雷器。

2.0.15 复合外套 compound shell

分别由有机合成材料和高分子绝缘材料制成的绝缘套。

2.0.16 放电计数器 discharge counter

记录避雷器的动作(放电)次数的一种装置。

2.0.17 电容器 capacitor

用来提供电容的器件。

2.0.18 电力电容器 power capacitor

用于电力网的电容器。

2.0.19 耦合电容器 coupling capacitor

用在电力系统中借以传递信号的电容器。

2.0.20 干式电抗器 dry-type reactor

绕组和铁芯(如果有)不浸于液体绝缘介质中的电抗器。包括:无铁芯的电抗器即空心电抗器、干式铁芯电抗器。

2.0.21 产品技术文件 technical documentation of product

产品技术文件是指所签订的设备合同的技术部分以及制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证明文件及安装图纸等。

2.0.22 器材 equipment and material

是指器械和材料的总称。

3 基本规定

3.0.1 高压电器安装应按已批准的设计图纸和产品技术文件进行施工。

3.0.2 设备和器材的运输、保管，应符合本规范和产品技术文件要求。

3.0.3 设备及器材在安装前的保管，其保管期限应符合产品技术文件要求，在产品技术文件没有规定时应不超过1年。当需长期保管时，应通知设备制造厂并征求其意见。

3.0.4 设备及器材应符合国家现行技术标准的规定，同时应满足所签订的订货技术条件的要求，并应有合格证明文件。设备应有铭牌，GIS、HGIS设备汇控柜上应有一次接线模拟图，GIS、HGIS设备气室分隔点应在设备上标出。

3.0.5 设备及器材到达现场后应及时作下列检查：

1 包装及密封应良好。

2 开箱检查清点，规格应符合设计要求，附件、备件应齐全。

3 产品的技术资料应齐全。

4 按本规范要求检查设备外观。

3.0.6 施工前应编制施工方案。所编制的施工方案应符合本规范和其他相关国家现行标准的规定及产品技术文件的要求。

3.0.7 与高压电器安装有关的建筑工程施工应符合下列规定：

1 应符合设计及设备的要求。

2 与高压电器安装有关的建筑工程质量，应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB/T 50300 的有关规定。

3 设备安装前，建筑工程应具备下列条件：

1）屋顶、楼板应已施工完毕，不得渗漏。

2)配电室的门、窗应安装完毕；室内地面基层应施工完毕，并应在墙上标出地面标高；设备底座及母线构架安装后其周围地面应抹光；室内接地应按照设计施工完毕。

3)预埋件及预留孔应符合设计要求，预埋件应牢固。

4)进行室内装饰时有可能损坏已安装设备或设备安装后不能再进行装饰的工作应全部结束。

5)混凝土基础及构支架应达到允许安装的强度和刚度，设备支架焊接质量应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的有关规定。

6)施工设施及杂物应清除干净，并应有足够的安装场地，施工道路应通畅。

7)高层构架的走道板、栏杆、平台及梯子等应齐全、牢固。

8)基坑应已回填夯实。

9)建筑物、混凝土基础及构支架等建筑工程应通过初步验收合格，并已办理交付安装的中间交接手续。

4 设备投入运行前，应符合下列规定：

1)装饰工程应结束，地面、墙面、构架应无污染。

2)二次灌浆和抹面工作应已完成。

3)保护性网门、栏杆及梯子等应齐全、接地可靠。

4)室外配电装置的场地应平整。

5)室内、外接地应按设计施工完毕，并已验收合格。

6)室内通风设备应运行良好。

7)受电后无法进行或影响运行安全的工作应施工完毕。

3.0.8 设备安装前，相应配电装置区的主接地网应完成施工。

3.0.9 设备安装用的紧固件应采用镀锌或不锈钢制品，户外用的紧固件采用镀锌制品时应采用热镀锌工艺；外露地脚螺栓应采用热镀锌制品；电气接线端子用的紧固件应符合现行国家标准《变压器、高压电器和套管的接线端子》GB 5273 的有关规定。

3.0.10 高压电器的接地应符合现行国家标准《电气装置安装工

程　接地装置施工及验收规范》GB 50169 及设计、产品技术文件的有关规定。

3.0.11　高压电器的瓷件质量应符合现行国家标准《高压绝缘子瓷件技术条件》GB/T 772、《标称电压高于 1000V 系统用户内和户外支柱绝缘子　第 1 部分：瓷或玻璃绝缘子的试验》GB/T 8287.1、《标称电压高于 1000V 系统用户内和户外支柱绝缘子　第2 部分：尺寸与特性》GB/T 8287.2、《交流电压高于 1000V 的绝缘套管》GB/T 4109 及所签订技术条件的有关规定。

3.0.12　高压电器设备的交接试验应按照现行国家标准《电气装置安装工程　电气设备交接试验标准》GB 50150 的有关规定执行。

3.0.13　复合电器(HGIS)的施工及验收应按照本规范第 5 章气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)的规定执行。

4 六氟化硫断路器

4.1 一般规定

4.1.1 本章适用于额定电压为 3kV～750kV 的支柱式和罐式六氟化硫断路器。

4.1.2 六氟化硫断路器在运输和装卸过程中，不得倒置、碰撞或受到剧烈振动。制造厂有特殊规定时，应按制造厂的规定装运。

4.1.3 现场卸车应符合下列规定：

1 按产品包装的重量选择起重机。

2 仔细阅读并执行说明书的注意事项及包装上的指示要求，应避免包装及产品受到损伤。

4.1.4 六氟化硫断路器到达现场后的检查，应符合下列规定：

1 开箱前检查包装应无残损。

2 设备的零件、备件及专用工器具齐全，符合订货合同约定，无锈蚀、损伤和变形。

3 绝缘件应无变形、受潮、裂纹和剥落。

4 瓷件表面应光滑、无裂纹和缺损，铸件应无砂眼。

5 充有六氟化硫等气体(或氮气、干燥空气)的部件，其压力值应符合产品技术文件要求。

6 按产品技术文件要求应安装冲击记录仪的元件，其冲击加速度不应大于产品技术文件的要求，冲击记录应随安装技术文件一并归档。

7 制造厂所带支架应无变形、损伤、锈蚀和锌层脱落；制造厂提供的地脚螺栓应满足设计及产品技术文件要求，地脚螺栓底部应加装锚固。

8 出厂证件及技术资料应齐全，且应符合订货合同的约定。

4.1.5 六氟化硫断路器到达现场后的保管应符合产品技术文件要求，且应符合下列规定：

1 设备应按原包装置于平整、无积水、无腐蚀性气体的场地，并按编号分组保管，对有防雨要求的设备应有相应的防雨措施。

2 充有六氟化硫等气体的灭弧室和罐体及绝缘支柱，应按产品技术文件要求定期检查其预充压力值，并做好记录，有异常情况时应及时采取措施。

3 绝缘部件、专用材料、专用小型工器具及备品、备件等应置于干燥的室内保管。

4 罐式断路器的套管应水平放置。

5 瓷件应妥善安置，不得倾倒、互相碰撞或遭受外界的危害。

6 对于非充气元件的保管应结合安装进度以及保管时间、环境做好防护措施。

4.2 六氟化硫断路器的安装与调整

4.2.1 六氟化硫断路器的基础或支架的安装，应符合产品技术文件要求，并应符合下列规定：

1 混凝土强度应达到设备安装要求。

2 基础的中心距离及高度的偏差不应大于 10mm。

3 预留孔或预埋件中心线偏差不应大于 10mm；基础预埋件上端应高出混凝土表面 1mm～10mm。

4 预埋螺栓中心线的偏差不应大于 2mm。

4.2.2 六氟化硫断路器安装前应进行下列检查：

1 断路器零部件应齐全、清洁、完好。

2 灭弧室或罐体和绝缘支柱内预充的六氟化硫等气体的压力值和六氟化硫气体的含水量应符合产品技术文件要求。

3 均压电容、合闸电阻应经现场试验，技术数值应符合产品技术文件的要求，均压电容器的检查应符合本规范第 11 章的有关规定。

4 绝缘部件表面应无裂缝、无剥落或破损，绝缘应良好，绝缘拉杆端部连接部件应牢固可靠。

5 瓷套表面应光滑无裂纹、缺损，外观检查有疑问时应探伤检验。套管采用瓷外套时，瓷套与金属法兰胶装部位应牢固密实并涂有性能良好的防水胶；套管采用硅橡胶外套时，外观不得有裂纹、损伤、变形；套管的金属法兰结合面应平整、无外伤或铸造砂眼。

6 操动机构零件应齐全，轴承应光滑无卡涩，铸件应无裂纹或焊接不良。

7 组装用的螺栓、密封垫、密封脂、清洁剂和润滑脂等，应符合产品技术文件要求。

8 密度继电器和压力表应经检验，并应有产品合格证明和检验报告。密度继电器与设备本体六氟化硫气体管道的连接，应满足可与设备本体管路系统隔离，以便于对密度继电器进行现场校验。

9 罐式断路器安装前，应核对电流互感器二次绕组排列次序及变比、极性、级次等是否符合设计要求。电流互感器的变比、极性等常规试验应合格。

4.2.3 六氟化硫断路器的安装，应在无风沙、无雨雪的天气下进行；灭弧室检查组装时，空气相对湿度应小于 80%，并应采取防尘、防潮措施。

4.2.4 六氟化硫断路器不应在现场解体检查，当有缺陷必须在现场解体时，应经制造厂同意，并在厂方人员指导下进行，或由制造厂负责处理。

4.2.5 六氟化硫断路器的安装应在制造厂技术人员指导下进行，安装应符合产品技术文件要求，且应符合下列规定：

1 应按制造厂的部件编号和规定顺序进行组装，不得混装。

2 断路器的固定应符合产品技术文件要求且牢固可靠。支架或底架与基础的垫片不宜超过 3 片，其总厚度不应大于 10mm，

各垫片尺寸应与基座相符且连接牢固。

3 同相各支柱瓷套的法兰面宜在同一水平面上，各支柱中心线间距离的偏差不应大于5mm，相间中心距离的偏差不应大于5mm。

4 所有部件的安装位置正确，并按产品技术文件要求保持其应有的水平或垂直位置。

5 密封槽面应清洁，无划伤痕迹；已用过的密封垫（圈）不得重复使用，对新密封（垫）圈应检查无损伤；涂密封脂时，不得使其流入密封垫（圈）内侧而与六氟化硫气体接触。

6 应按产品技术文件要求更换吸附剂。

7 应按产品技术文件要求选用吊装器具、吊点及吊装程序。

8 所有安装螺栓必须用力矩扳手紧固，力矩值应符合产品技术文件要求。

9 应按产品技术文件要求涂抹防水胶。

4.2.6 六氟化硫罐式断路器的安装，除应符合本章第4.2.5条规定外，尚应符合下列规定：

1 35kV～110kV罐式断路器，充六氟化硫气体整体运输的，现场检测水分含量合格时可直接补充六氟化硫气体至额定压力，否则，应进行抽真空处理；分体运输的应按照产品技术文件要求或参照本条的要求进行组装。

2 罐体在安装面上的水平允许偏差应为0.5%，且最大允许值应为10mm；相间中心距离允许偏差应为5mm。

3 220kV及以上电压等级的罐式断路器在现场内检时，应征得制造厂同意，并在制造厂技术人员指导下进行。内检应符合产品技术文件要求，且符合下列规定：

1）内检应在无风沙、无雨雪且空气相对湿度应小于80%的天气下进行，并应采取防尘、防潮措施；产品技术文件要求需要搭建防尘室时，所搭建的防尘室应符合产品技术文件要求。

2)产品允许露空安装时，露空时间应符合产品技术文件要求。

3)内检人员的着装应符合产品技术文件要求。

4)内检用工器具、材料使用前应登记，内检完成后应清点。

5)内检应结合套管安装工作进行，套管的安装应按照产品技术文件要求进行。

6)内检项目包括：罐体漆层完好、不得有异物和尖刺；屏蔽罩清洁、无损伤、变形；灭弧室压气缸内表面、导电杆等电气连接部分的镀银层应无起皮、脱落现象；套管内的导电杆与罐体内导电回路连接位置正确、接触可靠，导电杆表面光洁无毛刺；套管内部清洁无异物，检查导电杆的插入深度应符合产品技术文件要求。

7)内检完成后应清理干净。

4.2.7 六氟化硫断路器和操动机构的联合动作，应按照产品技术文件要求进行，并应符合下列规定：

1 在联合动作前，断路器内应充有额定压力的六氟化硫气体；首次联合动作宜在制造厂技术人员指导下进行。

2 位置指示器动作正确可靠，其分、合位置应符合断路器实际分、合状态。

3 具有慢分、慢合装置者，在进行快速分、合闸前，应先进行慢分、慢合操作。

4.2.8 断路器安装调整后的各项动作参数，应符合产品技术文件要求。

4.2.9 设备载流部分检查以及引下线连接应符合下列规定：

1 设备载流部分的可挠连接不得有折损、表面凹陷及锈蚀。

2 设备接线端子的接触表面应平整、清洁、无氧化膜，镀银部分不得挫磨。

3 设备接线端子连接面应涂以薄层电力复合脂。

4 连接螺栓应齐全、紧固，紧固力矩符合现行国家标准《电气

装置安装工程　母线装置施工及验收规范》GB 50149 的有关规定。

5　引下线的连接不应使设备接线端子受到超过允许的承受应力。

4.2.10　均压环应无划痕、毛刺，安装应牢固、平整、无变形；均压环宜在最低处打排水孔。

4.2.11　设备接地线连接应符合设计和产品技术文件要求，且应无锈蚀、损伤，连接牢靠。

4.3　六氟化硫气体管理及充注

4.3.1　六氟化硫气体的管理及充注，应符合本规范第 5.5 节的规定。

4.4　工程交接验收

4.4.1　在验收时，应进行下列检查：

1　断路器应固定牢靠，外表应清洁完整；动作性能应符合产品技术文件的要求。

2　螺栓紧固力矩应达到产品技术文件的要求。

3　电气连接应可靠且接触良好。

4　断路器及其操动机构的联动应正常，无卡阻现象；分、合闸指示应正确；辅助开关动作应正确可靠。

5　密度继电器的报警、闭锁值应符合产品技术文件的要求，电气回路传动应正确。

6　六氟化硫气体压力、泄漏率和含水量应符合现行国家标准《电气装置安装工程　电气设备交接试验标准》GB 50150 及产品技术文件的规定。

7　瓷套应完整无损，表面应清洁。

8　所有柜、箱防雨防潮性能应良好，本体电缆防护应良好。

9　接地应良好，接地标识清楚。

10 交接试验应合格。

11 设备引下线连接应可靠且不应使设备接线端子承受超过允许的应力。

12 油漆应完整，相色标志应正确。

4.4.2 在验收时应提交下列技术文件：

1 设计变更的证明文件。

2 制造厂提供的产品说明书、装箱单、试验记录、合格证明文件及安装图纸等技术文件。

3 检验及质量验收资料。

4 试验报告。

5 备品、备件、专用工具及测试仪器清单。

5 气体绝缘金属封闭开关设备

5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于额定电压为3kV～750kV的气体绝缘金属封闭开关设备。

5.1.2 GIS在运输和装卸过程中不得倒置、倾翻、碰撞和受到剧烈的振动。

5.1.3 现场卸车应符合下列规定：

1 按产品包装的重量选择起重机。

2 仔细阅读并执行说明书的注意事项及包装上的指示要求，避免包装及产品受到损伤。

3 卸车应符合设备安装的方向和顺序。

5.1.4 GIS运到现场后的检查应符合下列规定：

1 包装应无残损。

2 所有元件、附件、备件及专用工器具应齐全，符合订货合同约定，且应无损伤变形及锈蚀。

3 瓷件及绝缘件应无裂纹及破损。

4 充有干燥气体的运输单元或部件，其压力值应符合产品技术文件要求。

5 按产品技术文件要求应安装冲击记录仪的元件，其冲击加速度应不大于满足产品技术文件的要求，且冲击记录应随安装技术文件一并归档。

6 制造厂所带支架应无变形、损伤、锈蚀和锌层脱落；制造厂提供的地脚螺栓应满足设计及产品技术文件要求，地角螺栓底部应加锚固。

7 出厂证件及技术资料应齐全，且应符合设备订货合同的

约定。

5.1.5 GIS运到现场后的保管应符合产品技术文件要求，且应符合下列规定：

1 GIS应按原包装置于平整、无积水、无腐蚀性气体的场所，对有防雨要求的设备应采取相应的防雨措施。

2 对于有防潮要求的附件、备件、专用工器具及设备专用材料应置于干燥的室内，特别是组装用"○"形圈、吸附剂等。

3 充有干燥气体的运输单元，应按产品技术文件要求定期检查压力值，并做好记录，有异常情况时，应按产品技术文件要求及时采取措施。

4 套管应水平放置。

5 所有运输用临时防护罩在安装前应保持完好，不得取下。

6 对于非充气元件的保管应结合安装进度、保管时间、环境做好防护措施。

5.1.6 采用气体绝缘的金属封闭式高压开关柜应符合本章以及产品技术文件的规定，其柜体安装和检查还应符合本规范第6.3节的规定。

5.2 安装与调整

5.2.1 GIS元件安装前及安装过程中的试验工作应满足安装需要。

5.2.2 GIS设备基础混凝土强度应达到设备安装要求，预埋件接地应良好，符合设计要求。GIS设备基础及预埋件的允许偏差，除应符合产品技术文件要求，尚应符合表5.2.2的规定：

表5.2.2 GIS设备基础及预埋件的允许偏差(mm)

项目	基础标高允许偏差			预埋件允许偏差				轴线	
	基础标高	同相	相间	相邻埋件	全部埋件	高于基础表面	中心线	与其他设备 x、y	y 轴线
三相共一基础	≤2	—	—	—	—	—	—	—	—
每相独立基础时	—	≤2	≤2	—	—	—	—	—	—

续表 5.2.2

项　目	基础标高允许偏差			预埋件允许偏差				轴线	
	基础标高	同相	相间	相邻埋件	全部埋件	高于基础表面	中心线	与其他设备 x、y	y 轴线
相邻间隔基础	≤5	—	—	—	—	—	—	—	—
同组间	—	—	—	—	—	—	≤1	—	—
预埋件表面标高	—	—	—	≤2	—	≤1～10	—	—	—
预埋螺栓	—	—	—	—	—	—	≤2	—	—
室内安装时									
断路器各组中相	—	—	—	—	—	—	—	≤5	—
220kV 以下室内外设备基础	≤5	—	—	—	—	—	—	—	—
220kV 及以上室内外设备基础	≤10	—	—	—	—	—	—	—	—
室、内外设备基础	—	—	—	—	—	—	—	—	≤5

5.2.3 GIS 元件装配前，应进行下列检查：

1 GIS 元件的所有部件应完整无损。

2 各分隔气室气体的压力值和含水量应符合产品技术文件要求。

3 GIS 元件的接线端子、插接件及载流部分应光洁，无锈蚀现象。

4 各元件的紧固螺栓应齐全、无松动。

5 瓷件应无裂纹，绝缘件应无受潮、变形、剥落及破损。套管采用瓷外套时，瓷套与金属法兰胶装部位应牢固密实并涂有性能良好的防水胶；套管采用硅橡胶外套时，外观不得有裂纹、损伤、变形；套管的金属法兰结合面应平整、无外伤或铸造砂眼。

6 各连接件、附件的材质、规格及数量应符合产品技术文件要求。

7 组装用的螺栓、密封垫、清洁剂、润滑脂、密封脂和擦拭材料应符合产品技术文件要求。

8 密度继电器和压力表应经检验，并应有产品合格证和检验报告。密度继电器与设备本体六氟化硫气体管道的连接，应满足可与设备本体管路系统隔离，以便于对密度继电器进行现场校验。

9 电流互感器二次绕组排列次序及变比、极性、级次等应符合设计要求。

10 母线和母线筒内壁应平整无毛刺；各单元母线的长度应符合产品技术文件要求。

11 防爆膜或其他防爆装置应完好，配置应符合产品技术文件要求，相关出厂证明资料应齐全。

12 支架及其接地引线应无锈蚀或损伤。

5.2.4 安装场地应符合下列规定：

1 室内安装的 GIS：GIS 室的土建工程宜全部完成，室内应清洁，通风良好，门窗、孔洞应封堵完成；室内所安装的起重设备应经专业部门检查验收合格。

2 室外安装的 GIS：不应有扬尘及产生扬尘的环境，否则，应采取防尘措施；起重机停靠的地基应坚固。

3 产品和设计所要求的均压接地网施工应已完成。

5.2.5 制造厂已装配好的各电器元件在现场组装时，如需在现场解体，应经制造厂同意，并在制造厂技术人员指导下进行，或由制造厂负责处理。

5.2.6 基座、支架的安装应符合设计和产品技术文件要求。

5.2.7 GIS 元件的安装应在制造厂技术人员指导下按产品技术文件要求进行，并应符合下列要求：

1 装配工作应在无风沙、无雨雪、空气相对湿度小于 80% 的条件下进行，并应采取防尘、防潮措施。

2 产品技术文件要求搭建防尘室时，所搭建的防尘室应符合产品技术文件要求。

3 应按产品技术文件要求进行内检，参加现场内检的人员着装应符合产品技术文件要求。

4 应按产品技术文件要求选用吊装器具及吊点。

5 应按制造厂的编号和规定程序进行装配，不得混装。

6 预充氮气的箱体应先经排氮，然后充干燥空气，箱体内空气中的氧气含量必须达到18%以上时，安装人员才允许进入内部进行检查或安装。

7 产品技术文件允许露空安装的单元，装配过程中应严格控制每一单元的露空时间，工作间歇应采取防尘、防潮措施。

8 产品技术文件要求所有单元的开盖、内检及连接工作应在防尘室内进行时，防尘室内及安装单元应按产品技术文件要求充入经过滤尘的干燥空气；工作间断时，安装单元应及时封闭并充入经过滤尘的干燥空气，保持微正压。

9 盆式绝缘子应完好，表面应清洁。

10 检查气室内运输用临时支撑应无位移、无磨损，并应拆除。

11 检查制造厂已装配好的母线、母线筒内壁及其他附件表面应平整无毛刺，涂漆的漆层应完好。

12 检查导电部件镀银层应良好、表面光滑、无脱落。

13 连接插件的触头中心应对准插口，不得卡阻，插入深度应符合产品技术文件要求；接触电阻应符合产品技术文件要求，不宜超过产品技术文件规定值的1.1倍。

14 应按产品技术文件要求更换吸附剂。

15 应按产品技术文件要求进行除尘。

16 密封槽面应清洁、无划伤痕迹；已用过的密封垫(圈)不得重复使用；新密封垫应无损伤；涂密封脂时，不得使其流入密封垫(圈)内侧而与六氟化硫气体接触。

17 螺栓连接和紧固应对称均匀用力，其力矩值应符合产品技术文件要求。

18 伸缩节的安装长度应符合产品技术文件要求。

19 套管的安装、套管的导体插入深度均应符合产品技术文

件要求。

20 气体配管安装前内部应清洁，气管的现场加工工艺、曲率半径及支架布置，应符合产品技术文件要求。气管之间的连接接头应设置在易于观察维护的地方。

21 在每次内检、安装和试验工作结束后，应清点用具、用品，检查确认无遗留物后方可封盖。

22 产品的安装、检测及试验工作全部完成后，应按产品技术文件要求对产品进行密封防水处理。

5.2.8 GIS中的避雷器、电压互感器单元与主回路的连接程序应考虑设备交流耐压试验的影响。

5.2.9 设备载流部分检查以及引下线的检查和安装，应按本规范第4.2.9条的规定进行。

5.2.10 均压环的检查和安装，应按本规范第4.2.10条的规定进行。

5.2.11 GIS中汇控柜、机构箱、二次接线箱等的安装，应符合本规范第7.2.2条的规定。

5.2.12 GIS辅助开关的安装，应符合本规范第7.2.6条的规定。

5.2.13 设备接地线连接，应符合设计和产品技术文件要求，并应无锈蚀和损伤，连接应紧固牢靠。

5.3 GIS中的六氟化硫断路器的安装

5.3.1 所有部件的安装位置正确，符合产品技术文件的要求。

5.3.2 GIS中断路器操动机构的检查、保管、安装和调整，应按照本规范第7章的规定进行。

5.3.3 GIS中断路器和操动机构的联合动作，应符合下列规定：

1 在联合动作前，断路器内应充有额定压力的六氟化硫气体。

2 位置指示器动作正确可靠，应与断路器的实际分、合位置一致。

5.3.4 GIS中断路器调整后的各项动作参数，应符合产品技术文件的要求。

5.4 GIS中的隔离开关和接地开关的安装

5.4.1 隔离开关和接地开关的操动机构零部件应齐全，所有固定连接部件应紧固，转动部分应涂以符合产品技术文件要求和适合当地气候的润滑脂。

5.4.2 隔离开关和接地开关中的传动装置的安装和调整，应符合产品技术文件要求；定位螺钉应按产品技术文件要求调整并加以固定。

5.4.3 操动机构的检查和调整，除应符合产品技术文件要求外，尚应符合下列规定：

1 在电动操作前，气室内六氟化硫气体压力应符合产品技术文件要求。

2 电动操作前，应先进行多次手动分、合闸，机构动作应正常。

3 电动机转向应正确，机构的分、合闸指示与设备的实际分、合闸位置应相符。

4 机构动作应平稳，无卡阻、冲击等异常现象。

5 限位装置应准确可靠，到达分、合极限位置时，应可靠切除电源。

6 操动机构在进行手动操作时，应闭锁电动操作。

5.4.4 采用弹簧机构时，弹簧机构的检查和调整应符合下列要求：

1 分、合闸闭锁装置动作应灵活，复位应准确而迅速，并应扣合可靠。

2 弹簧机构缓冲器的行程，应符合产品技术文件要求。

5.4.5 接地开关及外壳的接地连接应符合产品技术文件要求，且应连接牢固、可靠。

5.4.6 隔离开关、接地开关、断路器的电气闭锁回路应动作正确可靠。

5.5 六氟化硫气体管理及充注

5.5.1 六氟化硫气体的技术条件应符合表 5.5.1 的规定：

表 5.5.1 六氟化硫气体的技术条件

指标项目			指标
六氟化硫(SF_6)的质量分数(%)		≥	99.9
空气的质量分数(%)		≤	0.04
四氟化碳(CF_4)的质量分数(%)		≤	0.04
水分	水的质量分数(%)	≤	0.0005
	露点(℃)	≤	−49.7
酸度(以 HF 计)的质量分数(%)		≤	0.00002
可水解氟化物(以 HF 计)(%)		≤	0.0001
矿物油的质量分数(%)		≤	0.0004
毒性			生物试验无毒

5.5.2 新六氟化硫气体应有出厂检验报告及合格证明文件。运到现场后，每瓶均应作含水量检验；现场应进行抽样做全分析，抽样比例应按表 5.5.2 的规定执行。检验结果有一项不符合本规范表 5.5.1 要求时，应以两倍量气瓶数重新抽样进行复验。复验结果即使有一项不符合，整批产品不应验收。

表 5.5.2 新六氟化硫气体抽样比例

每批气瓶数	选取的最少气瓶数
1	1
2～40	2
41～70	3
71 以上	4

5.5.3 六氟化硫气瓶的搬运和保管，应符合下列要求：

1 六氟化硫气瓶的安全帽、防震圈应齐全，安全帽应拧紧；搬运时应轻装轻卸，严禁抛掷溜放。

2 气瓶应存放在防晒、防潮和通风良好的场所；不得靠近热源和油污的地方，严禁水分和油污粘在阀门上。

3 六氟化硫气瓶与其他气瓶不得混放。

5.5.4 六氟化硫气体的充注应符合下列要求：

1 六氟化硫气体的充注应设专人负责抽真空和充注。

2 充注前，充气设备及管路应洁净、无水分、无油污；管路连接部分应无渗漏。

3 气体充入前应按产品技术文件要求对设备内部进行真空处理，真空度及保持时间应符合产品技术文件要求；真空泵或真空机组应有防止突然停止或因误操作而引起真空泵油倒灌的措施。

4 当气室已充有六氟化硫气体，且含水量检验合格时，可直接补气。

5 对柱式断路器进行充注时，应对六氟化硫气体进行称重，充入六氟化硫气体重量应符合产品技术文件要求。

6 充注时应排除管路中的空气。

5.5.5 设备内六氟化硫气体的含水量和漏气率应符合现行国家标准《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定。

5.6 工程交接验收

5.6.1 在验收时，应进行下列检查：

1 GIS 应安装牢靠、外观清洁，动作性能应符合产品技术文件要求。

2 螺栓紧固力矩应达到产品技术文件的要求。

3 电气连接应可靠、接触良好。

4 GIS 中的断路器、隔离开关、接地开关及其操动机构的联动应正常、无卡阻现象；分、合闸指示应正确；辅助开关及电气闭锁

应动作正确、可靠。

5 密度继电器的报警、闭锁值应符合规定，电气回路传动应正确。

6 六氟化硫气体漏气率和含水量，应符合现行国家标准《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150 及产品技术文件的规定。

7 瓷套应完整无损、表面清洁。

8 所有柜、箱防雨防潮性能应良好，本体电缆防护应良好。

9 接地应良好，接地标识应清楚。

10 交接试验应合格。

11 带电显示装置显示应正确。

12 GIS 室内通风、报警系统应完好。

13 油漆应完好，相色标志应正确。

5.6.2 在验收时，应按本规范第 4.4.2 条的规定提交技术文件。

6 真空断路器和高压开关柜

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于额定电压为 3kV～35kV 的户内式真空断路器和户内式高压开关柜。

6.1.2 真空断路器和高压开关柜应按制造厂和设备包装箱要求运输、装卸，其过程中不得倒置、强烈振动和碰撞。真空灭弧室的运输应按易碎品的有关规定进行。

6.1.3 真空断路器和高压开关柜运到现场后，包装应完好，设备运输单所有部件应齐全。

6.1.4 真空断路器和高压开关柜的开箱检查，应符合下列要求：

1 设备装箱单设备部件和备件应齐全、无锈蚀和机械损伤。

2 灭弧室、瓷套与铁件间应粘合牢固、无裂纹及破损。

3 绝缘部件应无变形、受潮。

4 断路器支架焊接应良好，外部防腐层应完整。

5 产品技术文件应齐全。

6 高压开关柜检查应符合下列要求：

1)开关柜的间隔排列顺序应与设计相符。

2)每个间隔柜内高压断路器、负荷开关、接触器、高压熔断器、隔离开关、接地开关、互感器等元件应符合设计和产品技术文件要求。

3)柜体应无变形、损伤，防腐应良好。

4)柜内各元件的合格证明文件应齐全。

6.1.5 真空断路器和高压开关柜到达现场后的保管应符合产品技术文件的要求，并应符合下列要求：

1 应存放在通风、干燥及没有腐蚀性气体的室内，存放时不

得倒置。

2 真空断路器在开箱保管时不得重叠放置。

3 真空断路器若长期保存，应每 6 个月检查 1 次，在金属零件表面及导电接触面应涂防锈油脂，用清洁的油纸包好绝缘件。

4 保存期限如超过真空灭弧室室上注明的允许储存期，应重新检查真空灭弧室的内部气体压强。

6.1.6 高压开关柜内采用六氟化硫断路器时，对六氟化硫断路器的安装，应按本规范第 3 章的相关规定执行。

6.1.7 采用气体绝缘金属封闭式高压开关柜的安装，应按本规范第 5 章的相关规定执行。

6.2 真空断路器的安装与调整

6.2.1 真空断路器的安装与调整，应符合产品技术文件的要求，并应符合下列规定：

1 安装应垂直，固定应牢固，相间支持瓷套应在同一水平面上。

2 三相联动连杆的拐臂应在同一水平面上，拐臂角度应一致。

3 具备慢分、慢合功能的，在安装完毕后，应先进行手动缓慢分、合闸操作，手动操作正常，方可进行电动分、合闸操作。

4 真空断路器的行程、压缩行程在现场能够测量时，其测量值应符合产品技术文件要求；三相同期应符合产品技术文件要求。

5 安装有并联电阻、电容的，并联电阻、电容值应符合产品技术文件要求。

6.2.2 真空断路器的导电部分，应符合下列要求：

1 导电回路接触电阻值，应符合产品技术文件要求。

2 设备接线端子的搭接面和螺栓紧固力矩，应符合现行国家标准《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》GB 50149 的规定。

6.3 高压开关柜的安装与调整

6.3.1 基础型钢的检查，应符合产品技术文件要求，当产品技术文件没作要求时，应符合下列规定：

1 允许偏差应符合表 6.3.1 的规定。

2 基础型钢安装后，其顶部标高在产品技术文件没有要求时，宜高出抹平地面 10mm。基础型钢应有明显的可靠接地。

表 6.3.1 基础型钢安装的允许偏差

项　目	允许偏差	
	mm/m	mm/全长
不直度	<1	<5
水平度	<1	<5
位置偏差及不平行度	—	<5

6.3.2 开关柜按照设计图纸和制造厂编号顺序安装，柜及柜内设备与各构件间连接应牢固。

6.3.3 开关柜单独或成列安装时，其垂直度、水平偏差以及柜面偏差和柜间接缝的允许偏差，应符合表 6.3.3 的规定。

表 6.3.3 开关柜安装的允许偏差

项　目		允许偏差
垂直度		<1.5mm/m
水平偏差	相邻两盘顶部	<2mm
	成列盘顶部	<2mm
盘间偏差	相邻两盘边	<1mm
	成列盘面	<1mm
盘间接缝		<2mm

6.3.4 成列开关柜的接地母线，应有两处明显的与接地网可靠连

接点。金属柜门应以铜软线与接地的金属构架可靠连接。成套柜应装有供检修用的接地装置。

6.3.5 开关柜的安装应符合产品技术文件要求，并应符合下列规定：

1 手车或抽屉单元的推拉应灵活轻便、无卡阻、碰撞现象；具有相同额定值和结构的组件，应检验具有互换性。

2 机械闭锁、电气闭锁应动作准确、可靠和灵活，具备防止电气误操作的“五防”功能（即防止误分、合断路器，防止带负荷分、合隔离开关，防止接地开关合上时（或带接地线）送电，防止带电合接地开关（挂接地线），防止误入带电间隔等功能。

3 安全隔离板开启应灵活，并应随手车或抽屉的进出而相应动作。

4 手车推入工作位置后，动触头顶部与静触头底部的间隙，应符合产品技术文件要求。

5 动触头与静触头的中心线应一致，触头接触应紧密。

6 手车与柜体间的接地触头应接触紧密，当手车推入柜内时，其接地触头应比主触头先接触，拉出时接地触头应比主触头后断开。

7 手车或抽屉的二次回路连接插件（插头与插座）应接触良好，并应有锁紧措施；插头与开关设备应有可靠的机械连锁，当开关设备在工作位置时，插头应拔不出来；其同一功能单元、同一种型式的高压电器组件插头的接线应相同、能互换使用。

8 仪表、继电器等二次元件的防震措施应可靠。控制和信号回路应正确，并应符合现行国家标准《电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》GB 50171 的有关规定。

9 螺栓应紧固，并应具有防松措施。

6.3.6 高压开关柜内的六氟化硫断路器、隔离开关、接地开关以及熔断器、负荷开关、避雷器应按照本规范相关章节的规定执行。

6.4 工程交接验收

6.4.1 验收时，应进行下列检查：

1 真空断路器应固定牢靠，外观应清洁。

2 电气连接应可靠且接触良好。

3 **真空断路器与操动机构联动应正常、无卡阻；分、合闸指示应正确；辅助开关动作应准确、可靠。**

4 并联电阻的电阻值、电容器的电容值，应符合产品技术文件要求。

5 绝缘部件、瓷件应完好无损。

6 **高压开关柜应具备防止电气误操作的“五防”功能。**

7 手车或抽屉式高压开关柜在推入或拉出时应灵活，机械闭锁应可靠。

8 高压开关柜所安装的带电显示装置应显示、动作正确。

9 交接试验应合格。

10 油漆应完整、相色标志应正确，接地应良好、标识清楚。

6.4.2 在验收时，应按照本规范第 4.4.2 条的规定，提交技术文件。

7 断路器的操动机构

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于额定电压为3kV～750kV的断路器配合使用的气动机构、液压机构、电磁机构和弹簧机构。

7.1.2 操动机构在运输和装卸过程中，不得倒置、碰撞或受到剧烈的震动。

7.1.3 操动机构运到现场后，检查包装应完好，按照设备运输单清点部件应齐全。

7.1.4 操动机构的开箱检查，应符合下列要求：

1 操动机构的所有零部件、附件及备件应齐全。

2 操动机构的零部件、附件应无锈蚀、受损及受潮等现象。

3 充油、充气部件应无渗漏。

7.1.5 操动机构运到现场后的保管，应符合下列要求：

1 操动机构应按其用途置于室内或室外干燥场所保管。

2 空气压缩机、阀门等应置于室内保管。

3 控制箱或机构箱应妥善保管，不得受潮。

4 保管时，应对操动机构的金属转动摩擦部件进行检查，并采取防锈措施。

5 长期保管的操动机构应有防止受潮的措施。

7.2 操动机构的安装及调整

7.2.1 操动机构的安装及调整，应按产品技术文件要求进行，并应符合下列规定：

1 操动机构固定应牢靠，并与断路器底座标高相配合，底座或支架与基础间的垫片不宜超过3片，总厚度不应超过10mm，各

垫片尺寸与基座相符且连接牢固。

2 操动机构的零部件应齐全，各转动部分应涂以适合当地气候条件的润滑脂。

3 电动机固定应牢固，转向应正确。

4 各种接触器、继电器、微动开关、压力开关、压力表、加热装置和辅助开关的动作应准确、可靠，接点应接触良好、无烧损或锈蚀。

5 分、合闸线圈的铁芯应动作灵活、无卡阻。

6 压力表应经出厂检验合格，并有检验报告，压力表的电接点动作正确可靠。

7 操动机构的缓冲器应经过调整；采用油缓冲器时，油位应正常，所采用的液压油应适合当地气候条件。

8 加热、驱潮装置及控制元件的绝缘应良好，加热器与各元件、电缆及电线的距离应大于50mm。

7.2.2 控制柜、分相控制箱、操动机构箱的安装，应符合下列要求：

1 箱、柜门关闭应严密，内部应干燥清洁，并应有通风和防潮措施，接地应良好；液压机构箱还应有隔热防塞措施。

2 控制和信号回路应正确，并符合现行国家标准《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》GB 50171 的有关规定。

7.2.3 操动机构应具有可靠的防止跳跃的功能；采用分相操动机构的，应具有可靠的防止非全相运行的功能。

7.2.4 断路器应能远方和就地操作，远方和就地操作之间应有闭锁。

7.2.5 断路器装设的动作计数器动作应正确。

7.2.6 辅助开关应满足以下要求：

1 辅助开关应安装牢固，应能防止因多次操作松动变位。

2 辅助开关接点应转换灵活、切换可靠、性能稳定。

3 辅助开关与机构间的连接应松紧适当、转换灵活，并应能满足通电时间的要求；连接锁紧螺帽应拧紧，并应采取防松措施。

7.3 气动机构

7.3.1 气动机构的安装及调整除符合本节的规定外，尚应符合本规范第7.2节的规定。

7.3.2 气动机构应采用制造厂已组装好的空气压缩机或空气压缩机组产品，空气压缩机或空气压缩机组不应在现场进行解体检查。

7.3.3 空气压缩机安装时，应经检查并应符合下列要求：

1 空气过滤器应清洁无堵塞，吸气阀和排气阀应完好、动作可靠。

2 冷却器、风扇叶片和电动机、皮带轮等所有附件应清洁并安装牢固、运转正常。

3 气缸用的润滑油应符合产品技术文件要求；气缸内油面应在标线位置；气缸油的加热装置应完好。

4 自动排污装置应动作正确，污物应通过管路引至集污池(盒)内。

5 空气压缩机组的安装应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231的有关规定；空气压缩机组电动机的安装，应符合现行国家标准《电气装置安装工程 旋转电机施工及验收规范》GB 50170的有关规定。

7.3.4 空气压缩机的连续运行时间与最高运行温度不得超过产品技术文件要求。

7.3.5 空气压缩机组的控制柜及保护柜内的配气管应清洁、通畅无堵塞，其布置不应妨碍表计、继电器及其他部件的检修和调试。

7.3.6 储气罐、气水分离器及截止阀、安全阀和排污阀等，应清洁、无锈蚀；减压阀、安全阀应经校验合格；阀门动作灵活、准确可靠；其安装位置应便于操作。

7.3.7 储气罐等压力容器应符合国家现行有关压力容器承压试验标准；配气管安装后，应进行压力试验，试验压力应为 1.25 倍额定压力，试验时间应为 5min。

7.3.8 空气管路的材料性能、管径、壁厚应符合产品技术文件要求，并具有材质检验证明。

7.3.9 空气管道的敷设，应符合下列规定：

1 管子内部应清洁、无锈蚀；并应用干净的布对现场配制的管道内部进行清洁。

2 敷管路径宜短，接头宜少，排管的接头应错开，空气管道接口应设置在易于观察和维护的地方。

3 管道的连接宜采用焊接，焊口应牢固严密；采用法兰螺栓连接时，法兰端面应与管子中心线垂直，法兰的接触面应平整不得有砂眼、毛刺、裂纹等缺陷；管道与设备间应用法兰或连接器连接，不得采用焊接。管道之间采用法兰或连接器连接时，管路的切割、制作应用专门工具，不得使用会产生金属屑的工具。

4 空气管道应固定牢固，其固定卡子间的距离不应大于 2m；空气管道在穿过墙壁或地板时，应通过明孔或另加金属保护管。

5 设计无规定时，管道应在顺排水方向具有不小于 3‰的排水坡度；在最低点宜设两级排水截门，第一级排水截门为球阀；管子的弯曲半径应符合选用管材的要求。

6 管道的伸缩弯宜平放或稍高于管道敷设平面，以免积水。

7 气动系统管道安装完成后，应采用干燥的压缩空气进行吹扫。

8 使用环境温度低于 0℃的，应在空气管路及相应的截门、阀门上采取保温或加热措施。

7.3.10 全部空气管道系统应以额定气压进行漏气量的检查，在 24h 内压降不得超过 10%，或符合产品技术文件要求。

7.3.11 空气压缩机、储气罐及阀门等部件应分别加以编号。阀

门的操作手柄应标以开、闭方向。连接阀门的管子上，应标以正常的气流方向。

7.4 液压机构

7.4.1 液压机构的安装及调整，除应符合本章第7.2节的规定外，尚应符合下列规定：

1 油箱内部应洁净，液压油的标号符合产品技术文件要求，液压油应洁净无杂质、油位指示正常。

2 连接管路应清洁，连接处应密封良好、牢固可靠。

3 液压回路在额定油压时，外观检查应无渗漏。

4 具备慢分、慢合操作条件的机构，在进行慢分、慢合操作时，工作缸活塞杆的运动应无卡阻现象，其行程应符合产品技术文件要求。

5 微动开关、接触器的动作应准确可靠、接触良好；电接点压力表、安全阀、压力释放器应经检验合格，动作应可靠，关闭应严密；联动闭锁压力值应按产品技术文件要求予以整定。

6 防失压慢分装置应可靠。

7 液压机构的24h压力泄漏量，应符合产品技术文件要求。

8 采用氮气储能的机构，储压筒的预充压力和补充氮气，应符合产品技术文件要求，测量时应记录周围空气温度；补充的氮气应采用微水含量小于5μL/L的高纯氮作为气源。

9 采用弹簧储能的机构，机构的弹簧位置应符合产品技术文件要求。

7.5 弹簧机构

7.5.1 弹簧机构的安装及调整，除应符合本章第7.2节的规定外，尚应符合下列规定：

1 不得将机构“空合闸”。

2 合闸弹簧储能时，牵引杆的位置应符合产品技术文件

要求。

3 合闸弹簧储能完毕后，行程开关应能立即将电动机电源切除；合闸完毕，行程开关应将电动机电源接通。

4 合闸弹簧储能后，牵引杆的下端或凸轮应与合闸锁扣可靠地联锁。

5 分、合闸闭锁装置动作应灵活，复位应准确而迅速，并应开合可靠。

6 弹簧机构缓冲器的行程，应符合产品技术文件要求。

7.6 电磁机构

7.6.1 电磁机构的安装及调整，除应符合本章第 7.2 节的规定外，尚应符合下列规定：

1 机构合闸至顶点时，支持板与合闸滚轮间应保持一定间隙，且符合产品技术文件要求。

2 分闸制动板应可靠地扣入，脱扣锁钩与底板轴间应保持一定的间隙，且符合产品技术文件要求。

7.7 工程交接验收

7.7.1 在验收时，应进行下列检查：

1 操动机构应固定牢靠、外表清洁。

2 电气连接应可靠且接触良好。

3 液压系统应无渗漏、油位正常；空气系统应无漏气；安全阀、减压阀等应动作可靠；压力表应指示正确。

4 操动机构与断路器的联动应正常、无卡阻现象；开关防跳跃功能应正确、可靠；具有非全相保护功能的动作应正确、可靠；分、合闸指示正确；压力开关、辅助开关动作应准确、可靠。

5 控制柜、分相控制箱、操动机构箱、接线箱等的防雨防潮应良好，电缆管口、孔洞应封堵严密。

6 交接试验应合格。

8 隔离开关、负荷开关及高压熔断器

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于额定电压为3kV～750kV的交流高压隔离开关(包括接地开关)、负荷开关及高压熔断器的安装。

8.1.2 高压隔离开关、负荷开关及高压熔断器的运输、装卸，应符合设备箱的标注及产品技术文件的要求。

8.1.3 隔离开关、负荷开关及高压熔断器运到现场后的检查，应符合下列要求：

1 按照运输单清点，检查运输箱外观应无损伤和碰撞变形痕迹。

2 瓷件应无裂纹和破损。

8.1.4 隔离开关、负荷开关及高压熔断器运到现场后的保管，应符合下列要求：

1 设备运输箱应按其不同保管要求置于室内或室外平整、无积水且坚硬的场地。

2 设备运输箱应按箱体标注安置；瓷件应安置稳妥；装有触头及操动机构金属传动部件的箱子应有防潮措施。

8.1.5 隔离开关、负荷开关及高压熔断器的开箱检查，应符合下列要求：

1 产品技术文件应齐全；到货设备、附件、备品备件应与装箱单一致；核对设备型号、规格应与设计图纸相符。

2 设备应无损伤变形和锈蚀、漆层完好。

3 镀锌设备支架应无变形、镀锌层完好、无锈蚀、无脱落、色泽一致。

4 瓷件应无裂纹、破损；瓷瓶与金属法兰胶装部位应牢固密

实，并应涂有性能良好的防水胶；法兰结合面应平整、无外伤或铸造砂眼；支柱瓷瓶外观不得有裂纹、损伤；瓷瓶垂直度符合现行国家标准《高压支柱瓷绝缘子　第1部分：技术条件》GB 8287.1的规定。

5　导电部分可挠连接应无折损，接线端子（或触头）镀银层应完好。

8.2　安装与调整

8.2.1　安装前的基础检查，应符合产品技术文件要求，并应符合本规范第4.2.1条的规定。

8.2.2　设备支架的检查及安装，应符合产品技术文件要求，且应符合下列规定：

1　设备支架外形尺寸符合要求。封顶板及铁件无变形、扭曲，水平偏差符合产品技术文件要求。

2　设备支架安装后，检查支架柱轴线，行、列的定位轴线允许偏差为5mm，支架顶部标高允许偏差为5mm，同相根开允许偏差为10mm。

8.2.3　在室内间隔墙的两面，以共同的双头螺栓安装隔离开关时，应保证其中一组隔离开关拆除时，不影响另一侧隔离开关的固定。

8.2.4　隔离开关、负荷开关及高压熔断器安装时的检查，应符合下列要求：

1　隔离开关相间距离允许偏差：220kV及以下10mm。相间连杆应在同一水平线上。

2　接线端子及载流部分应清洁，且应接触良好，接线端子（或触头）镀银层无脱落。

3　绝缘子表面应清洁、无裂纹、破损、焊接残留斑点等缺陷，瓷瓶与金属法兰胶装部位应牢固密实。

4　支柱绝缘子不得有裂纹、损伤，并不得修补。外观检查有

疑问时，应作探伤试验。

5 支柱绝缘子应垂直于底座平面（V形隔离开关除外），且连接牢固；同一绝缘子柱的各绝缘子中心线应在同一垂直线上；同相各绝缘子柱的中心线应在同一垂直平面内。

6 隔离开关的各支柱绝缘子间应连接牢固；安装时可用金属垫片校正其水平或垂直偏差，使触头相互对准、接触良好。

7 均压环和屏蔽环应安装牢固、平正，检查均压环和屏蔽环无划痕、毛刺；均压环和屏蔽环宜在最低处打排水孔。

8 安装螺栓宜由下向上穿入，隔离开关组装完毕，应用力矩扳手检查所有安装部位的螺栓，其力矩值应符合产品技术文件要求。

9 隔离开关的底座传动部分应灵活，并涂以适合当地气候条件的润滑脂。

10 操动机构的零部件应齐全，所有固定连接部件应紧固，转动部分应涂以适合当地气候条件的润滑脂。

8.2.5 传动装置的安装调整应符合下列要求：

1 拉杆与带电部分的距离应符合现行国家标准《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》GB 50149 的有关规定。

2 拉杆的内径应与操动机构轴的直径相配合，两者间的间隙不应大于 1mm；连接部分的销子不应松动。

3 当拉杆损坏或折断可能接触带电部分而引起事故时，应加装保护环。

4 延长轴、轴承、连轴器、中间轴承及拐臂等传动部件，其安装位置应正确，固定应牢靠；传动齿轮啮合应准确，操作应轻便灵活。

5 定位螺钉应按产品技术文件要求进行调整并加以固定。

6 所有传动摩擦部位，应涂以适合当地气候条件的润滑脂。

7 隔离开关、接地开关平衡弹簧应调整到操作力矩最小并加以固定；接地开关垂直连杆上应涂以黑色油漆标识。

8.2.6 操动机构的安装调整，应符合下列要求：

1 操动机构应安装牢固，同一轴线上的操动机构安装位置应一致。

2 电动操作前，应先进行多次手动分、合闸，机构动作应正确。

3 电动机的转向应正确，机构的分、合闸指示应与设备的实际分、合闸位置相符。

4 机构动作应平稳、无卡阻、冲击等异常情况。

5 限位装置应准确可靠，到达规定分、合极限位置时，应可靠地切除电源；辅助开关动作应与隔离开关动作一致、接触准确可靠。

6 隔离开关过死点、动静触头间相对位置、备用行程及动触头状态，应符合产品技术文件要求。

7 隔离开关分合闸定位螺钉，应按产品技术文件要求进行调整并加以固定。

8 操动机构在进行手动操作时，应闭锁电动操作。

9 机构箱应密闭良好、防雨防潮性能良好，箱内安装有防潮装置时，加热装置应完好，加热器与各元件、电缆及电线的距离应大于 50mm；机构箱内控制和信号回路应正确并应符合现行国家标准《电气装置安装工程　盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》GB 50171 的有关规定。

8.2.7 当拉杆式手动操动机构的手柄位于上部或左端的极限位置，或涡轮蜗杆式机构的手柄位于顺时针方向旋转的极限位置时，应是隔离开关或负荷开关的合闸位置；反之，应是分闸位置。

8.2.8 隔离开关、负荷开关合闸状态时触头间的相对位置、备用行程，分闸状态时触头间的净距或拉开角度，应符合产品技术文件要求。

8.2.9 具有引弧触头的隔离开关由分到合时，在主动触头接触前，引弧触头应先接触；从合到分时，触头的断开顺序相反。

8.2.10 三相联动的隔离开关，触头接触时，不同期数值应符合产品技术文件要求。当无规定时，最大值不得超过 20mm。

8.2.11 隔离开关、负荷开关的导电部分，应符合下列规定：

1 触头表面应平整、清洁，并应涂以薄层中性凡士林；载流部分的可挠连接不得有折损；连接应牢固，接触应良好；载流部分表面应无严重的凹陷及锈蚀。

2 触头间应接触紧密，两侧的接触压力应均匀且符合产品技术文件要求，当采用插入连接时，导体插入深度应符合产品技术文件要求。

3 设备连接端子应涂以薄层电力复合脂。连接螺栓应齐全、紧固，紧固力矩符合现行国家标准《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》GB 50149 的规定。引下线的连接不应使设备接线端子受到超过允许的承受应力。

4 合闸直流电阻测试应符合产品技术文件要求。

8.2.12 隔离开关的闭锁装置应动作灵活、准确可靠；带有接地刀的隔离开关，接地刀与主触头间的机械或电气闭锁应准确可靠。

8.2.13 隔离开关及负荷开关的辅助开关应安装牢固、动作准确、接触良好，其安装位置便于检查；装于室外时，应有防雨措施。

8.2.14 负荷开关的安装及调整，除应符合上述有关规定外，尚应符合下列规定：

1 在负荷开关合闸时，主固定触头应与主刀可靠接触；分闸时，三相的灭弧刀片应同时跳离固定灭弧触头。

2 灭弧筒内产生气体的有机绝缘物应完整无裂纹，灭弧触头与灭弧筒的间隙应符合要求。

3 负荷开关三相触头接触的同期性和分闸状态时触头间净距及拉开角度，应符合产品技术文件要求。

4 带油的负荷开关的外露部分及油箱应清理干净，油箱内应注以合格油并应无渗漏。

8.2.15 人工接地开关的安装及调整，除应符合上述有关规定外，

尚应符合下列要求：

1 人工接地开关的动作应灵活可靠，其合闸时间应符合产品技术文件和继电保护规定。

2 人工接地开关的缓冲器应经详细检查，其压缩行程应符合产品技术文件要求。

8.2.16 高压熔断器的安装，应符合下列要求：

1 带钳口的熔断器，其熔丝管应紧密地插入钳口内。

2 装有动作指示器的熔断器，应便于检查指示器的动作情况。

3 跌落式熔断器熔管的有机绝缘物应无裂纹、变形；熔管轴线与铅垂线的夹角应为15°～30°，其转动部分应灵活；跌落时不应碰及其他物体而损坏熔管。

4 熔丝的规格应符合设计要求，且无弯曲、压扁或损伤，熔体与尾线应压接紧密牢固。

8.3 工程交接验收

8.3.1 在验收时，应进行下列检查：

1 操动机构、传动装置、辅助开关及闭锁装置应安装牢固、动作灵活可靠、位置指示正确。

2 合闸时三相不同期值，应符合产品技术文件要求。

3 相间距离及分闸时触头打开角度和距离，应符合产品技术文件要求。

4 触头接触应紧密良好，接触尺寸应符合产品技术文件要求。

5 隔离开关分合闸限位应正确。

6 垂直连杆应无扭曲变形。

7 螺栓紧固力矩应达到产品技术文件和相关标准要求。

8 合闸直流电阻测试应符合产品技术文件要求。

9 交接试验应合格。

10 隔离开关、接地开关底座及垂直连杆、接地端子及操动机构箱应接地可靠。

11 油漆应完整、相色标识正确，设备应清洁。

8.3.2 在验收时，应按照本规范第 4.4.2 条的规定提交技术文件。

9 避雷器和中性点放电间隙

9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于中性点放电间隙和额定电压为3kV～750kV的金属氧化物避雷器。

9.1.2 避雷器在运输存放过程中应正置立放，不得倒置和受到冲击与碰撞，复合外套的避雷器，不得与酸碱等腐蚀性物品放在同一车厢内运输。

9.1.3 避雷器不得任意拆开、破坏密封。

9.1.4 复合外套金属氧化物避雷器应存放在环境温度为－40℃～＋40℃的无强酸碱及其他有害物质的库房中，产品水平放置时，需避免让伞裙受力。

制造厂有具体存放要求时，应按产品技术文件要求执行。

9.2 避雷器的安装

9.2.1 避雷器安装前，应进行下列检查：

1 采用瓷外套时，瓷件与金属法兰胶装部位应结合牢固、密实，并应涂有性能良好的防水胶；瓷套外观不得有裂纹、损伤；采用硅橡胶外套时，外观不得有裂纹、损伤和变形。金属法兰结合面应平整，无外伤或铸造砂眼，法兰泄水孔应通畅。

2 各节组合单元应经试验合格，底座绝缘应良好。

3 应取下运输时用以保护避雷器防爆膜的防护罩，或按产品技术文件要求执行；防爆膜应完好、无损。

4 避雷器的安全装置应完整、无损。

5 带自闭阀的避雷器宜进行压力检查，压力值应符合产品技术文件要求。

9.2.2 避雷器组装时，其各节位置应符合产品出厂标志的编号。

9.2.3 避雷器吊装，应符合产品技术文件要求。

9.2.4 避雷器的绝缘底座安装应水平。

9.2.5 避雷器各连接处的金属接触表面应洁净、没有氧化膜和油漆、导通良好。

9.2.6 并列安装的避雷器三相中心应在同一直线上，相间中心距离允许偏差为 10mm；铭牌应位于易于观察的同一侧。

9.2.7 避雷器安装应垂直，其垂直度应符合制造厂的要求。

9.2.8 避雷器的排气通道应通畅，排气通道口不得朝向巡检通道，排出的气体不致引起相间或对地闪络，并不得喷及其他电气设备。

9.2.9 均压环应无划痕、毛刺，安装应牢固、平整、无变形；在最低处宜打排水孔。

9.2.10 监测仪应密封良好、动作可靠，并应按产品技术文件要求连接；安装位置应一致、便于观察；接地应可靠；监测仪计数器应调至同一值。

9.2.11 所有安装部位螺栓应紧固，力矩值应符合产品技术文件要求。

9.2.12 避雷器的接地应符合设计要求，接地引下线应连接、固定牢靠。

9.2.13 设备接线端子的接触表面应平整、清洁、无氧化膜、无凹陷及毛刺，并应涂以薄层电力复合脂；连接螺栓应齐全、紧固，紧固力矩应符合现行国家标准《电气装置安装工程　母线装置施工及验收规范》GB 50149 的要求。避雷器引线的连接不应使设备端子受到超过允许的承受应力。

9.3　中性点放电间隙的安装

9.3.1 放电间隙电极的制作应符合设计要求，钢制材料制作的电极应镀锌。

9.3.2 放电间隙宜水平安装。

9.3.3 放电间隙必须安装牢固，其间隙距离应符合设计要求。

9.3.4 接地应符合设计要求，并应采用双根接地引下线与接地网不同接地干线连接。

9.4 工程交接验收

9.4.1 在验收时，应进行下列检查：

1 、现场制作件应符合设计要求。

2 避雷器密封应良好，外表应完整无缺损。

3 避雷器应安装牢固，其垂直度应符合产品技术文件要求，均压环应水平。

4 放电记数器和在线监测仪密封应良好，绝缘垫及接地应良好、牢固。

5 中性点放电间隙应固定牢固、间隙距离符合设计要求，接地应可靠。

6 油漆应完整、相色正确。

7 交接试验应合格。

8 产品有压力检测要求时，压力检测应合格。

9.4.2 在验收时，应按照本规范第 4.4.2 条的规定提交技术文件。

10 干式电抗器和阻波器

10.0.1 本章适用于额定电压为 3kV～66kV 的干式电抗器和额定电压为 3kV～750kV 的阻波器。

10.0.2 设备运到现场后，应进行下列外观检查：

支柱及线圈绝缘等应无损伤和裂纹；线圈无变形；支柱绝缘子及其附件应齐全。

10.0.3 设备运到现场后，应按其用途放在室内或室外平整、无积水的场地保管。运输或吊装过程中，支柱或线圈不应遭受损伤和变形。

10.0.4 安装前基础检查，应符合产品技术文件要求。干式空心电抗器基础内部的钢筋制作应符合设计要求，自身没有且不应通过接地线构成闭合回路。

10.0.5 干式空心电抗器采用金属围栏时，金属围栏应设明显断开点，并不应通过接地线构成闭合回路。

10.0.6 干式空心电抗器线圈绝缘损伤及导体裸露时，应按产品技术文件的要求进行处理。

10.0.7 干式空心电抗器应按其编号进行安装，并应符合下列要求：

1 三相垂直排列时，中间一相线圈的绕向应与上、下两相相反，各相中心线应一致。

2 两相重叠一相并列时，重叠的两相绕向应相反，另一相应与上面的一相绕向相同。

3 三相水平排列时，三相绕向应相同。

10.0.8 干式空心电抗器间隔内，所有磁性材料的部件，应可靠固定。

10.0.9 干式空心电抗器附近安装的二次电缆和二次设备应考虑电磁干扰的影响，二次电缆的接地线不应构成闭合回路。

10.0.10 干式铁芯电抗器的各部位固定应牢靠、螺栓紧固，铁芯应一点接地。

10.0.11 干式空心电抗器和支承式安装的阻波器线圈，其重量应均匀地分配于所有支柱绝缘子上。找平时，允许在支柱绝缘子底座下放置钢垫片，但应牢固可靠。干式电抗器上、下重叠时，应在其绝缘子顶帽上，放置与顶帽同样大小且厚度不超过 4mm 的绝缘纸垫片或橡胶垫片；在户外安装时，应用橡胶垫片。

10.0.12 阻波器安装前，应进行频带特性及内部避雷器相应的试验。

10.0.13 悬式阻波器主线圈吊装时，其轴线宜对地垂直。

10.0.14 设备接线端子与母线的连接，应符合现行国家标准《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》GB 50149 的有关规定。当其额定电流为 1500A 及以上时，应采用非磁性金属材料制成的螺栓。

10.0.15 干式空心电抗器和阻波器主线圈的支柱绝缘子的接地，应符合下列要求：

1 上、下重叠安装时，底层的所有支柱绝缘子均应接地，其余的支柱绝缘子不接地。

2 每相单独安装时，每相支柱绝缘子均应接地。

3 支柱绝缘子的接地线不应构成闭合环路。

10.0.16 在验收时，应进行下列检查：

1 支柱应完整、无裂纹，线圈应无变形。

2 线圈外部的绝缘漆应完好。

3 支柱绝缘子的接地应良好。

4 各部油漆应完整。

5 干式空心电抗器的基础内钢筋、底层绝缘子的接地线以及所采用的金属围栏，不应通过自身和接地线构成闭合回路。

6 干式铁芯电抗器的铁芯应一点接地。

7 交接试验应合格。

8 阻波器内部的电容器和避雷器外观应完整，连接应良好、固定可靠。

10.0.17 在验收时，应按照本规范第 4.4.2 条的规定提交技术文件。

11 电 容 器

11.1 一 般 规 定

11.1.1 本章适用于额定电压为 3kV～750kV 的电力电容器、耦合电容器以及串联电容补偿装置(简称为串补)的安装。串联电容补偿装置附属设备的安装应符合本规范的规定。

11.1.2 设备到货检查:产品应包装完好,规格符合设计要求,数量与运输清单一致。

11.1.3 设备的现场保管,应符合产品技术文件要求。室内安装的设备应在室内存放。串联电容补偿装置的光缆套管、光 CT 等易受损的设备也应在室内单独存放保管。

11.2 电容器的安装

11.2.1 电容器(组)安装前的检查,应符合下列要求:

1 套管芯棒应无弯曲、滑扣。

2 电容器引出线端连接用的螺母、垫圈应齐全。

3 电容器外壳应无显著变形、外表无锈蚀,所有接缝不应有裂缝或渗油。

4 支持瓷瓶应完好、无破损。倒装时应选用倒装支持瓷瓶。

5 电容器(组)支架应无变形,加工工艺、防腐应良好;各种紧固件齐全,全部采用热镀锌制品。

6 集合式并联电容器的油箱、贮油柜(或扩张器)、瓷套、出线导杆、压力释放阀、温度计等应完好无损,油箱及充油部件不得有渗漏油现象。

11.2.2 电容器安装前试验应合格;成组安装的电容器的电容量,应按本章第 11.2.4 条第 1 款的要求经试验调配。

11.2.3 电容器支架安装，应符合下列规定：

1 金属构件无明显变形、锈蚀，油漆应完整，户外安装的应采用热镀锌支架。

2 瓷瓶无破损，金属法兰无锈蚀。

3 支架安装水平允许偏差为 3mm/m。

4 支架立柱间距离允许偏差为 5mm。

5 支架连接螺栓的紧固，应符合产品技术文件要求。构件间垫片不得多于 1 片，厚度应不大于 3mm。

11.2.4 电容器组的安装，应符合下列要求：

1 三相电容量的差值宜调配到最小，其最大与最小的差值，不应超过三相平均电容值的 5%；设计有要求时，应符合设计的规定。

2 电容器组支架应保持其应有的水平及垂直位置，无明显变形，固定应牢靠，防腐应完好。

3 电容器的配置应使其铭牌面向通道一侧，并有顺序编号。

4 电容器一次接线应正确、符合设计，接线应对称一致、整齐美观，母线及分支线应标以相色。

5 凡不与地绝缘的每个电容器的外壳及电容器的支架均应接地；凡与地绝缘的电容器的外壳均应与支架一起可靠连接到规定的电位上；与电容器围栏之间的安全距离应符合现行国家标准《电气装置安装工程　母线装置施工及验收规范》GB 50149 的规定。

6 电容器的接线端子与连接线采用不同材料的金属时，应采取增加过渡接头的措施。

7 采用外熔断器时，外熔断器的安装应排列整齐，倾斜角度应符合设计，指示器位置应正确。

8 放电线圈瓷套应无损伤、相色正确、接线牢固美观。

9 接地刀闸操作应灵活。

10 避雷器在线监测仪接线应正确。

11.2.5 对于储油柜结构的集合式并联电容器，油位应正常，其绝缘油的耐压值，应符合现行国家标准《电气装置安装工程　电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定。

11.3　耦合电容器的安装

11.3.1 瓷件及法兰的检查按本章第 11.4.4 条第 1 款的规定进行。

11.3.2 耦合电容器安装时，不应松动其顶盖上的紧固螺栓；接至电容器的引线不应使其端子受到过大的横向拉力。

11.3.3 两节或多节耦合电容器叠装时，应按制造厂的编号安装。

11.4　串联电容补偿装置的安装

11.4.1 串联电容补偿装置的安装应在制造厂专业技术人员指导下进行，施工单位应编制详细的施工方案。

11.4.2 串联电容补偿装置平台基础强度应符合产品技术文件要求，回填土应夯实。

11.4.3 基础复测应符合产品技术文件要求，产品技术文件没有规定时，应符合下列规定：

1　基础中心线对定位轴线位置的允许偏差应为 5mm，支柱绝缘子的基准点标高允许偏差应为 ±3mm，基础水平度允许偏差应为 $L/1000$mm。

2　地脚螺栓中心允许偏差应为 2mm，地脚螺栓露出长度允许偏差应为 0～+20mm，地脚螺栓螺纹长度允许偏差应为 0～+20mm。

11.4.4 支柱瓷瓶安装前的检查，应符合下列要求：

1　瓷瓶与金属法兰胶装部位应密实牢固、涂有性能良好的防水胶；法兰结合面应平整、无外伤或铸造砂眼；支柱瓷瓶外观不得有裂纹、损伤；有怀疑时应经探伤试验。

2　测量每节瓷瓶的长度并根据基础实测标高进行选配。

11.4.5 串补平台金属构件安装前检查，应无变形、锈蚀、热镀锌质量良好。

11.4.6 串补平台安装，应符合下列要求：

1 所有部件应齐全、完整。

2 安装螺栓应齐全、紧固，紧固力矩应符合产品技术文件要求。

3 在平台上设备安装前、安装后，应调整串补平台斜拉绝缘子，使平台支持绝缘子保持垂直，并检查斜拉绝缘子的预拉力，应符合产品技术文件要求。

11.4.7 串联电容补偿装置中的设备安装，应符合下列规定：

1 平台上电容器的组装和安装，过电压限制器(MOV)、火花间隙、阻尼电抗、电阻以及管母和设备联线等，应在平台稳定后进行。

2 平台上设备的安装，应符合设计图纸、产品技术文件的要求。

3 旁路断路器、隔离开关的安装，应按本规范中相关章节的规定执行。

4 光缆通道复合绝缘子的安装，应符合图纸和规范要求；光缆的敷设固定符合产品技术文件要求；光缆接线盒内光纤连接应可靠，接线盒应封堵严密。

11.5 工程交接验收

11.5.1 在验收时，应进行下列检查：

1 电容器组的布置与接线应正确，电容器组的保护回路应完整，检验一次接线同具有极性的二次保护回路关系正确。

2 三相电容量偏差值应符合设计要求。

3 外壳应无凹凸或渗油现象，引出线端子连接应牢固，垫圈、螺母应齐全。

4 熔断器的安装应排列整齐、倾斜角度符合设计、指示器正

确；熔体的额定电流应符合设计要求。

5 放电线圈瓷套应无损伤、相色正确、接线牢固美观；放电回路应完整，接地刀闸操作应灵活。

6 电容器支架应无明显变形。

7 电容器外壳及支架的接地应可靠、防腐完好。

8 支持瓷瓶外表清洁，完好无破损。

9 串联补偿装置平台稳定性应良好，斜拉绝缘子的预拉力应合格，平台上设备连接应正确、可靠。

10 交接试验应合格。

11 电容器室内的通风装置应良好。

11.5.2 在验收时，应按照本规范第 4.4.2 条的规定提交技术文件。

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

《电气装置安装工程　母线装置施工及验收规范》GBJ 149
《电气装置安装工程　电气设备交接试验标准》GB 50150
《电气装置安装工程　接地装置施工及验收规范》GB 50169
《电气装置安装工程　旋转电机施工及验收规范》GB 50170
《电气装置安装工程　盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》GB 50171
《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231
《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236
《高压交流断路器》GB 1984
《高压交流隔离开关和接地开关》GB 1985
《3.6kV～40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》GB 3906
《变压器、高压电器和套管的接线端子》GB 5273
《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB 7674
《电工术语　基本术语》GB/T 2900.1
《电工术语　避雷器、低压电涌保护器及元件》GB/T 2900.12
《电工名词术语　高电压试验技术和绝缘配合》GB/T 2900.19
《电工术语　高压开关设备》GB/T 2900.20
《高压绝缘子瓷件　技术条件》GB/T 772
《电工成套装置中的导线颜色》GB/T 2681
《交流电压高于 1000kV 的绝缘套管》GB/T 4109
《纯氮、高纯氮和超纯氮》GBT 8879
《标称电压高于 1000V 系统用户内和户外支柱绝缘子　第 1 部分：瓷或玻璃绝缘子的试验》GB/T 8287.1
《标称电压高于 1000V 系统用户内和户外支柱绝缘子　第 2 部

分： 尺寸与特性》GB/T 8287.2

《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公用技术要求》GB/T 11022

《工业六氟化硫》GB/T 12022

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB/T 50300

《12kV～40.5kV 户内交流真空断路器》JB/T 3855

《12kV～40.5kV 高压真空断路器订货技术条件》DL/T 403

《3.6kV～40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》DL/T 404

中华人民共和国国家标准

电气装置安装工程
高压电器施工及验收规范

GB 50147 - 2010

条 文 说 明

制 定 说 明

本规范是根据原建设部《关于印发〈2006 年工程建设标准规范制定、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2006〕136 号)由中国电力企业联合会负责,中国电力科学研究院(原国电电力建设研究所)会同有关单位在《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》GBJ 147—90 的基础上修订的。

本规范修订编写组于 2005 年 2 月成立,经对本标准实施调研、小范围专家讨论,初步计划将本规范的适用范围扩大到 1000kV 特高压电气装置安装工程。

2005 年 3 月 7 日～8 日,编写组在北京电力培训中心召开第一次工作会议,编写组用两天时间对本标准的修订大纲进行了认真讨论、修改、并拟定了修订计划及起草分工。

在修订起草过程中,编写组成员就所起草的内容进行过多次网上交流、内部征求意见后,于 2005 年 10 月完成了修订初稿。

按修订大纲计划安排,应将适用范围扩大到 1000kV 特高压设备,以满足我国 1000kV 特高压输变电工程项目建设的需要,但此时 1000kV 输变电设备及设计尚处于研发、试制阶段,工程将于 2007 年开工,所有设备及设计安装资料尚未出来,完整的标准征求意见稿无法形成,在征求了上级主管部门的意见后,决定等 1000kV 特高压输变工程施工技术部分的内容补充进去后,一起征求意见。

因成立了"特高压标准化技术委员会",将特高压标准纳入其制、修订及管理范围。编写组于 2008 年 7 月 30 日～8 月 1 日在大连召开编写组第二次工作会议,决定将规范适用范围由 1000kV 特高压调整到 750kV;对已形成的规范初稿进行了再次

讨论。确定本规范的内容共分 10 章，主要内容包括：六氟化硫断路器、气体绝缘金属封闭开关设备、真空断路器和高压开关柜、断路器的操动机构、隔离开关及负荷开关和高压熔断器、电抗器、避雷器、电容器的施工及验收等。

2008 年 9 月 10 日，按本次会议讨论意见修改后形成的征求意见稿，发全国各有关设计、制造、施工、监理、生产运行等企业征求意见。

截止到 2008 年 11 月 20 日，经整理汇总处理后的返回意见共 30 条，其中采纳 19 条，因对规范条文理解有误而未采纳的意见 10 条，条文内容修改部分采纳 1 条。经修改后形成了《电气装置安装工程　高压电器施工及验收规范》GBJ 147—90 修订送审稿。2008 年 12 月 19 日，中电联标准化中心邀请了 14 名专家组成审查委员会，在建设部标准定额司的指导下，审查通过了本规范送审稿。

与原规范 GBJ 147—90 相比较，本规范作了如下修订：

1. 将规范的适用范围由 500kV 电压等级扩大到 750kV。电压等级提高了，对各个环节的施工技术、指标等要求提高了，在条文中都作了明确规定。

2. 在相应章节中增加了罐式断路器内检、高压开关柜和串联电容补偿装置安装的内容。

3. 同时规定了直接涉及人民生命财产安全、人体健康、环境保护和公众利益的为强制性条文，以黑体字标志，要求必须严格执行。

4. 删除了原规范中的如下内容：

1）空气断路器、油断路器安装的全部章节；

2）避雷器章节中普通阀式、磁吹阀式、排气式避雷器安装的内容；

3）电抗器章节中有关混凝土电抗器安装的内容。

为了广大设计、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，《电气装置安装工程　高压电器施工及验收规范》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，还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目　次

1　总　　则 …… (67)
2　术　　语 …… (68)
3　基本规定 …… (69)
4　六氟化硫断路器 …… (71)
4.1　一般规定 …… (71)
4.2　六氟化硫断路器的安装与调整 …… (72)
4.4　工程交接验收 …… (77)
5　气体绝缘金属封闭开关设备 …… (79)
5.1　一般规定 …… (79)
5.2　安装与调整 …… (80)
5.3　GIS中的六氟化硫断路器的安装 …… (82)
5.4　GIS中的隔离开关和接地开关的安装 …… (83)
5.5　六氟化硫气体管理及充注 …… (83)
5.6　工程交接验收 …… (85)
6　真空断路器和高压开关柜 …… (86)
6.1　一般规定 …… (86)
6.2　真空断路器的安装与调整 …… (87)
6.3　高压开关柜的安装与调整 …… (87)
6.4　工程交接验收 …… (88)
7　断路器的操动机构 …… (89)
7.1　一般规定 …… (89)
7.2　操动机构的安装及调整 …… (89)
7.3　气动机构 …… (90)
7.4　液压机构 …… (91)

7.5 弹簧机构 …… (91)
8 隔离开关、负荷开关及高压熔断器 …… (92)
8.1 一般规定 …… (92)
8.2 安装与调整 …… (92)
9 避雷器和中性点放电间隙 …… (95)
9.1 一般规定 …… (95)
9.2 避雷器的安装 …… (95)
10 干式电抗器和阻波器 …… (97)
11 电容器 …… (99)
11.1 一般规定 …… (99)
11.2 电容器的安装 …… (99)
11.3 耦合电容器的安装 …… (100)
11.4 串联电容补偿装置的安装 …… (100)
11.5 工程交接验收 …… (101)

1 总　　则

1.0.2 本规范 750kV 高压电器安装的内容，是在总结我国西北部地区 750kV 输变电示范工程施工、验收及运行经验的基础上编制的。

本规范中所明确高压电器的电压等级范围，参考了国家现行标准《高压交流断路器》GB 1984 所规定的电压等级范围，最低电压为交流 3kV，最高为交流 750kV，具体的高压电器设备的电压等级在相应章节中进行了规定。

2 术　　语

本章术语主要依据国家现行标准《电工术语　基本术语》GB/T 2900.1、《电工术语　高压开关设备》GB/T 2900.20、《电工术语　避雷器、低压电涌保护器及元件》GB/T 2900.12、《电工术语　高电压试验技术和绝缘配合》GB/T 2900.19、《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB 7674、《3.6kV～40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》GB 3906 等。

2.0.2　考虑到目前高压开关柜仍是一种通常叫法，在本标准中依然沿用，同时考虑技术进步，明确本标准中高压开关柜系指《3.6kV～40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》GB 3906 中的"金属封闭开关设备和控制设备"。

2.0.5　复合电器(HGIS)

(Hybrid GIS)在《气体绝缘金属封闭开关设备技术条件》DL/T 617—1997 中的定义为：复合电器是指气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)与敞开式高压电器的组合，例如汇流母线采用敞开式，而其他电器采用 GIS。在本规范中明确为"复合电器(HGIS)是简化的 GIS，不含敞开式汇流母线等"，也不含其他敞开式避雷器、电压互感器等。

3 基本规定

3.0.1 按设计及产品技术文件进行施工是现场施工的基本要求。

3.0.2 由于高压电器设备的特殊性，运输和保管按产品技术文件（制造厂）进行是必要的。

3.0.3 设备及器材保管是安装前的一个重要前期工作，施工前做好设备及器材的保管有利于以后的施工。设备及器材保管的要求和措施，因其保管时间的长短而有所不同，故本规范明确为设备到达现场后安装前的保管，其保管期限不超过1年。通常情况下，产品技术文件对设备及器材保管的要求和措施都有具体规定。

本条所指的长期保管是指下列两种情况：

1 制造厂未规定时，保管期限超过1年。

2 保管期限超过制造厂所规定的保管时间。

3.0.4 GIS设备汇控柜上有一次接线模拟图以及在设备上标出气室分隔点等要求，便于运行、检修人员清楚一次设备的位置情况。

3.0.5 出厂的每台设备应附有产品合格证明书、装箱单和安装使用说明书、安装图纸等。断路器所附的产品合格证明还应包括出厂试验数据。出厂资料的份数应符合合同要求，厂家技术资料、备品备件宜单独装箱。

进口设备按相关商检要求进行。

3.0.6 高压电器设备安装前应编制施工方案是基本要求，尤其是对于500kV和750kV电压等级高压电器设备的安装，如750kV GIS中的断路器部分达30t～40t，施工难度大，应根据现场具体条件，施工前必须制定包括安全技术措施的施工方案，安全技术措施在会审通过后才能执行。

3.0.7 与高压电器安装有关的建筑工程施工。

3 为了减少现场施工时电气设备安装和建筑工程之间的交叉作业，同时高压电器设备本身尤其是GIS、HGIS安装，对作业现场的环境有严格要求，本条规定了设备安装前建筑工程应具备的一些具体要求，以便给安装工程创造必要的施工条件。

强调混凝土基础及构支架等建筑工程应经初步验收，建筑与安装单位办理交付安装的中间交接手续，以便明确职责及做好成品保护工作。

4 为了避免工程结尾工作拖延而影响运行维护，特别是针对受电后无法进行的或影响运行安全的工作，本款明确了设备投入运行前建筑工程应完成的工作。

3.0.9 设备安装用的紧固件在综合考虑加工精度以及材料性能情况下，对于小规格紧固件，无镀锌制品时，采用了不锈钢制品。有些制造厂提出一般M12规格以下紧固件采用不锈钢材料，M12规格以上采用热镀锌制品。

3.0.13 复合电器(HGIS)作为简化GIS，其所包括的元件较同电压等级的GIS要少，因此复合电器(HGIS)施工及验收应按照本规范第5章气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)的相关规定执行。

此外，近年来国外已研制成功、并已投入运行的插接式开关设备——简称PASS(Plug And Switch System)，其主要特点是：将断路器、隔离开关、接地开关、电流/电压传感器组合在一个产品中，同时利用现代成熟的GIS技术与先进的电力电子技术相结合。除所涉及的电力电子技术外，PASS的安装要求同复合电器(HGIS)基本相同。

4 六氟化硫断路器

4.1 一般规定

4.1.1 国家现行标准《高压交流断路器》GB 1984 适用范围定为电压 3kV 及以上的高压交流断路器，本章规定的适用范围定为 3kV～750kV。

有关文件和资料对 SF_6 断路器各部件的称呼不一，如对灭弧室，有的叫开断单元。本规范对支柱式断路器的灭弧室统称为灭弧室；对罐式断路器的灭弧室统称为罐体。

4.1.2、4.1.3 对断路器的运输和装卸，国家相关标准中规定了其包装箱或柜上应有在运输、保管过程中必须注意事项的明显标志和符号，如上部位置、防潮、防雨、防震及起吊位置等，因此应注意按规定的标志进行装运。国家现行标准《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》GB/T 11022 的第 10 章对运输、储存有专门的规定，按照制造厂的说明书对开关设备和控制设备进行运输、储存和安装以及在使用中的运行和维修，是十分重要的。因此，制造厂应提供开关设备和控制设备的运输、储存、安装、运行和维修说明书，运输、储存说明书应在交货前的适当时间提供，而安装、运行和维修说明书最迟应在交货时提供。为了在运输、储存和安装中以及在带电前保护绝缘，以防由于雨、雪或凝露等原因而吸潮，采取特殊的预防措施可能是必要的。运输中的振动也应予以考虑。说明书中对此应给予适当的说明。

针对 500kV、750kV 断路器重量重、体积大的特点，本条专门对于现场卸车提出了要求。

4.1.4 设备到达现场后，应及时进行验收检查，发现问题及时处理。

5 为避免潮气侵入 SF_6 断路器的灭弧室或罐体，应特别注意充有六氟化硫等气体的部件的气体压力是否符合要求。

6 对于 750kV 电压等级的产品在制造厂或订货合同规定需要安装冲击记录仪时，应记录运输全过程冲击加速度，现场应对冲击记录进行检查签证，而且冲击记录应随安装技术文件一并归档。

7 对于制造厂提供的支架、地角螺栓等制品应按本条进行检查。“｜”形地角螺栓埋设前在下部焊接“U”形钢筋作为锚固措施。

4.1.5 六氟化硫断路器到达现场后的保管。

1 设备运到现场的保管，通常采用原包装保管，在底部有受潮或进水的可能时，可采用底部垫枕木等抬高措施。

2 现场尤其要注意定期检查有关部件的预充气体的压力值，并作好记录。如低于允许值时，应立即补充气体；泄漏严重时，应及时通知制造厂协商处理。

4 由于罐式断路器的套管较长，为避免受损，应水平存放保管。

6 非充气元件如套管、机构箱、汇控箱等应结合保管环境、保管时间的长短做好防雨、防潮等措施，防止由于存放时间较长、防护措施不当引起受潮事件的发生。控制箱、机构箱的保管时间超出产品规定时，按规定采取如给驱潮器接临时电源等防潮措施。

4.2 六氟化硫断路器的安装与调整

4.2.1 为满足电气设备安装的要求与建筑工程质量实际能达到的可能性，提出了基础中心距离偏差不大于 10mm 的规定。预埋螺栓一般均由安装部门自行埋设，在二次灌浆时可仔细调整到 2mm 偏差范围内，以利于设备的安装。

4.2.2 六氟化硫断路器安装前的检查。

5 瓷套有隐伤，法兰结合面不平整或不严密，会引起严重漏气甚至瓷套爆炸，在进行外表检查时应特别重视。SF_6 断路器的

支柱瓷套属高强度瓷套，在外观检查有疑问时可考虑经探伤试验。

根据反事故措施的要求增加了对于金属法兰与瓷瓶胶装部位涂有性能良好的防水胶的要求，这是因为一般采用混凝土粘接，防水胶能够起到隔绝空气和水分的作用，有利于避免或减缓混凝土的老化。

7 SF_6 断路器的密封是否良好，是考核其可靠性的主要指标之一。为防止水分渗入到断路器内，对密封材料有严格的要求，故强调了组装用的密封材料必须符合产品的技术规定。

8 六氟化硫压力表、密度继电器为断路器制造厂外购产品，往往忽略对其进行相应的检验，而只提供原厂的合格证明文件，本条明确规定设备出厂应对六氟化硫压力表、密度继电器进行检验并提供检验报告。

对于制造厂已安装完好的液压机构压力表和六氟化硫压力表、密度继电器，现场不宜进行拆卸校验。现场校验一般采用温度、压力校正法，该方法是目前现场校验使用最多的方法。它是利用 SF_6 气体的放气过程对其进行检验，但不是利用 SF_6 设备本体的气体，而是采用一种专用装置在现场进行。检验时，设备本体的专用阀门将 SF_6 密度继电器与本体隔离，然后与 SF_6 气体密度继电器检验设备连接，进行检验。在精确测量 SF_6 气体密度继电器动作时的压力并同时记录环境温度，通过换算到 20℃时的动作压力作为检验结论的。

制造厂对六氟化硫压力表、密度继电器一般单独装箱，以利于现场的校验；同时，为了给今后运行维护（校验和更换）提供方便，密度继电器的连接宜满足不拆卸校验的要求。

9 罐式断路器安装前应对电流互感器进行本条所要求的核对和试验，以避免返工。

4.2.3 本条是针对 SF_6 断路器的安装环境，强调灭弧室检查组装应在空气相对湿度小于 80% 的条件下进行。至于不受空气相对湿度影响的部件，只要求在无风沙、无雨雪的条件下进行组装。

对灭弧室进行检查组装时，以及对在户外安装的罐式断路器更换吸附剂、对罐体进行内检、端盖密封面的处理等工作，要求细致而费时，一般规定在120min内处理好，且采取符合产品技术文件的规定的防尘防潮措施，这是因为即使在无风沙的天气下作业，空气中悬浮的尘埃也难免侵入罐体内。

某高压开关厂与日本三菱公司的合作产品330kV罐式断路器安装时所采取的防尘防潮措施，可供参考：

1 在作业现场铺上草帘，并用水喷洒。

2 利用周围的设备支架和构架，用帆布搭设成4m高的围栅，以高出罐体上的套管型电流互感器法兰孔为宜。

3 在处理罐体两侧端盖密封面时，用塑料罩嵌入端盖面的内侧，这样最大限度地防止尘埃及潮气侵入罐体。

4.2.4 本条明确了不应在现场解体的规定。因为现场条件差，解体时需要进行气体回收、抽真空、充气等一连串复杂的工序，而且易受水分、尘埃的影响，所以非万不得已，不应在现场解体检查。

4.2.5 制造厂提供的产品应是包含现场正确安装、试验合格的完整产品，因此六氟化硫断路器的组装明确应在制造厂技术人员的指导下进行。

SF_6气体中的水分对开关性能的不利影响表现在对产品绝缘性能、开断性能的影响和对零部件的腐蚀作用三个方面。在现场组装时，必须严格控制水分含量，注意设备的密封工艺或采用吸附剂来吸收水分。

SF_6气体中的水分对开关性能的不利影响表现在对产品绝缘性能、开断性能的影响和对零部件的腐蚀作用三个方面。在现场组装时，必须严格控制水分含量，注意设备的密封工艺或采用吸附剂来吸收水分。

断路器在开断过程中，SF_6气体在电弧作用下，还会分解成SF_4，并与潮气中的水分产生以下化学反应：

$$SF_4 + H_2O \rightarrow SOF_2 + 2HF$$

$$SOF_2 + H_2O \rightarrow SO_2 + 2HF$$

HF(即氢氟酸)会对含有大量 SiO_6 的绝缘材料起腐蚀作用。因此组装时,必须更换新的密封垫,并使用符合产品技术规定的清洁剂、润滑剂、密封脂等材料,为的是使各密封部位处于良好的密封状态,防止水分渗入断路器内。

因为有的密封脂含有 SiO_6 的成分,HF 对它的腐蚀将会造成断路器内杂质含量的增加,这对设备的安全运行是很不利的。故要求涂密封脂时应避免流入密封圈内侧与 SF_6 气体接触。

密封脂种类、规格以及使用方法每个的制造厂都有严格的规定,如安装时对需涂脂的密封圈进行涂脂操作以及组装完成后对注脂法兰的注脂操作等,现场应在厂家指导下严格参照执行。

6 吸附剂的更换过程一般是:在开关组装完后,更换为活化后的重新开箱的吸附剂并立即封入开关内,然后进行抽真空作业,以去除水分。

7 有的制造厂对起吊使用的器具及吊点有严格的规定。如吊绳要用干净的尼龙绳或有保护层的钢丝绳,以防止损伤设备和由于污染影响法兰面的密封性能。

8 规定所有安装用、电气连接用螺栓均应用力矩扳手紧固,以便确保紧固时受力均匀且紧固到位。

4.2.6 在本规范中增加了对罐式断路器的内检要求,主要原因是罐式断路器较柱式断路器在现场的安装工序较多,露空时间也较长,安装质量较难控制。如近年来 500kV 罐式断路器多次在新品投运以及运行中发生内闪故障,虽然主要原因是制造厂产品质量存在问题,但是在现场安装过程中加强内检工作管理也是很有必要的。

1 35kV～110kV 罐式断路器由于整体高度符合公路运输的规定,一般为充六氟化硫气体整体运输,现场可以直接就位。

2 罐式断路器的罐体只按 0.5%罐体长度来控制罐体在安装面上的偏差,可能导致偏差太大。例如,750kV 罐式断路器的

罐体长度为6300mm，按0.5%罐体长度计算的罐体在安装面上的水平偏差可高达31.5mm。因此增加“最大允许值应为10mm”的规定作为限制。

3 220kV及以上的罐式断路器一般采用套管、罐体分体运输，内检应结合套管安装工作进行。

4.2.7 本条对断路器和操动机构的在现场的联合动作进行了要求。

1 六氟化硫断路器在未充足气体时就进行分合闸，可能会损坏断口内的一些部件，故要求在联合动作前，断路器内必须充有额定压力的六氟化硫气体。在条件许可时，现场的首次操作应在制造厂技术人员指导下进行。

3 采用液压操动机构的SF_6断路器，有可能产生慢速分、合闸，这种慢速分、合闸在带电操作时，将会造成断路器严重事故。故条文中规定，有慢分、合装置的条件时，在进行快速分、合闸操作前，先进行慢分、合操作，以检查断路器有无这方面的防卫功能。目前出厂的配有液压操动机构的断路器都具备防止失压慢分或失压后重新打压慢分的功能，这是对产品的基本要求。

采用气动机构或弹簧机构的SF_6断路器不存在慢分、慢合的问题。

4.2.9 设备载流部分检查以及引下线连接。

3 设备接线端子的接触面涂了薄层电力复合脂后，没有必要在搭接处周围再涂密封脂。理由是我国目前已生产的电力复合脂的滴点可高达180℃～220℃，在运行中不会流淌。它既有导电性能，又有防腐性能，故没有必要再涂密封脂。另外，电力复合脂与中性凡士林相比，在相同的接触压力下，用电力复合脂的接触电阻小得多，所以对设备接线端子都规定用电力复合脂。

现场应注意电力复合脂的涂抹工艺，均匀且满足薄层要求。

4 设备引线与接线端子连接的紧固力矩应符合国家现行标准《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》GB 50149“母

线与母线或母线与电器接线端子的螺栓搭接面的安装"中"钢制螺栓的紧固力矩值"的要求。见表1：

表1 钢制螺栓的紧固力矩值

螺栓规格(mm)	力矩值(N·m)
M8	8.8～10.8
M10	17.7～22.6
M12	31.4～39.2
M14	51.0～60.8
M16	78.5～98.1
M18	98.0～127.4
M20	156.9～196.2
M24	274.6～343.2

5 结合环境温度检查引下线松紧适当，引下线设备线夹应考虑设备端子的角度、方向和材质，不应使设备接线端子受到超过允许的承受应力。

4.2.10 均压环作为防止电晕的主要措施，要确保表面光滑、无划痕、毛刺。在北方地区，发生过均压环进水结冰后将均压环胀裂的事件，故要求宜在均压环最低处钻直径6mm～8mm的排水孔。

4.4 工程交接验收

4.4.1 本条规定了工程竣工后，在交接时进行检查的项目及要求，把与设备安装紧密相关的交接试验项目列入其中，并把交接试验合格作为设备交接验收的前提条件。

本条第4款、第5款、第6款中，操动机构的联动，分、合闸指示，辅助开关动作，密度继电器的报警、闭锁值，电气回路传动，六氟化硫气体压力、泄漏率和含水量等，都直接涉及设备运行安全可靠性及人员生命安全，因此，将其列为强制性条文。

12 油漆应完整，主要是对设备的补漆应注意美观，色泽协

调，不一定要重新喷漆。

4.4.2 出厂的每台断路器应附有产品合格证明文件，包括出厂试验报告、装箱单和安装使用说明书，技术文件的份数，要符合设备订货合同的约定。

施工单位在进行交接验收时，应按本条规定提交技术文件，这是新设备的原始档案资料和运行及检修时的依据，移交的技术文件应齐全正确，其中在订货合同中明确的备品、备件、专用工具或仪器仪表，应移交给运行单位，以便于运行维护检修。

5 气体绝缘金属封闭开关设备

5.1 一般规定

5.1.1 国家现行标准《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB 7674 规定适用的额定电压等级范围为“72.5kV 及以上”。国家现行标准《3.6kV～40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》GB 3906 规定“本标准适用于额定电压等级范围为 3.6kV～40.5kV，频率为 50Hz 户内或户外的金属封闭开关设备和控制设备。对于具有充气隔室的金属封闭开关设备和控制设备，设计压力不超过 0.3MPa(相对压力)时也适用；设计压力超过 0.3MPa(相对压力)的充气隔室应按照《额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB 7674 的规定进行设计和试验。额定压力 40.5 kV 以上的金属封闭开关设备和控制设备，如果满足《高压开关设备和控制设备标准的共同技术要求》GB/T 11022 规定的绝缘水平，本标准也适用。”

考虑到在我国 72.5kV 以下的气体绝缘金属封闭开关设备的应用日益广泛，不同电压等级气体绝缘金属封闭开关设备的主要差异在于其产品的设计及制造标准不同，而现场的施工工艺及其质量检验方法相同，相比较而言，72.5kV 以下的气体绝缘金属封闭开关设备外形尺寸较小，设备可以做到充气整体运输或相对整体运输，现场的安装调整工作量更小。因此，本章的适用范围定义为额定电压 3kV～750kV 的气体绝缘金属封闭开关设备产品。

5.1.2 按照国家现行标准《72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB 7674、《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》GB/T 11022 的要求：“按照制造厂给出的说明书对开关设备和控制设备进行运输、储存和安装以及在使用中的运行和维修，是

十分重要的。因此，制造厂应提供开关设备和控制设备的运输、储存、安装、运行和维修说明书。运输和储存说明书应在交货前的适当时间提供，而安装、运行和维修说明书最迟应在交货时提供。”

5.1.3 GIS的运输单元较多GIS的断路器运输单元较重，本条规定了对现场装卸的要求。卸车时应按设备包装的要求进行，同时应方便现场安装。通常情况下，设备制造厂应与施工单位就GIS单元的交付顺序提前协商。

5.1.4 参见本规范第4.1.4条条文说明。

在运输和保管过程中充有的干燥气体是指六氟化硫气体、干燥空气或氮气几种情况，干燥气体的露点应在－40℃以下。某公司750kV GIS产品运输中充有氮气压力为0.02MPa～0.05MPa。

由于某些750kV GIS产品元件内部结构的原因，产品技术文件可能对某些GIS元件（如断路器和避雷器单元）装运有特殊要求，需装设冲击记录仪，以便记录GIS元件内部结构受到冲击的情况，通常对于断路器单元其冲击加速度应小于$3g$。

5.1.5 参见本规范第4.1.5条条文说明。

GIS在现场的保管是根据国家现行标准《额定电压72.5kV及以上气体绝缘金属封闭开关设备》GB 7674中第13.1条“运输、贮存和安装时的条件”的规定而制定的。保管时，对充气运输单元的气体压力值应定期检查和记录，当压力值低于制造厂运输规定时，可补充气体至要求值。如漏气严重时，应及时采取措施并与制造厂联系。

5.1.6 采用气体绝缘的金属封闭式高压开关柜可以看作是GIS与高压开关柜的组合，因此，本条规定其现场的安装调整除应符合产品技术文件的要求外，还应按照本章和第6章中相应的规定执行。

5.2 安装与调整

5.2.2 GIS的安装分为室内、室外安装，还有三相共一个基础、单

相一个基础安装等多种形式，而且基础上采用预埋件或预埋螺栓的方式，对于预埋件或预埋螺栓的检查尤为重要，每个 GIS 设备制造厂根据安装的不同形式对于基础或者埋件、预埋螺栓有专门的要求。如：某公司 750kV GIS 产品要求“所埋设的 H 型钢架的标高偏差不大于 2mm。”

同时，GIS 制造厂一般随产品均配置钢支架作为 GIS 设备的底座，制造厂对钢支架的正确安装也有严格要求，现场应严格执行。

5.2.3 参见本规范第 4.2.2 条条文说明。

10 实际发生过由于制造厂提供的各单元母线的长度超差，在安装以后造成母线和支柱绝缘子变形而引发事故，因此现场应进行测量。

11 由于产品所装设的防爆装置现场无法检验，其出厂证明文件尤为重要。

5.2.4 安装场地（环境）的检查是确保安装质量、施工安全的重要内容。

由于 SF_6 气体是已知的质量最重的气体之一，在通风条件不良的情况下可能造成窒息事故，因此，应检查 GIS 室内通风良好。

检查室外工地附近是否有沙尘、泥土等及产生沙尘、泥土的裸露地面，如有，应采取喷水等防尘措施；检查场地及其地基的承载应满足所选择起重机的作业要求。

5.2.5 参见本规范第 4.2.4 条条文说明。

5.2.6 GIS 均由若干气室组成，一些部件如母线筒等，固定在支架上，支架固定在基础或预埋件上，因此支架水平度（包括基础及预埋件的水平偏差）是保证 GIS 各元件组装质量的基本条件，各制造厂对其偏差值以及调整方式均有明确规定。现场组装通常从断路器主体开始进行。

5.2.7 制造厂提供的产品应是包含现场正确安装、试验合格的完整产品，GIS 元件的安装应在制造厂技术人员的指导下进行。

2 某制造厂750kV GIS产品要求所采取的防尘、防潮措施为搭建防尘室。防尘室尺寸应满足GIS设备最大不解体单元体积或设备技术文件要求，其内部应配备测尘装置、除湿装置、空气调节器、干湿度计等装置，地面铺设防尘垫，防尘室应能移动，防尘室内应保持微正压，测量粉尘度满足产品技术文件要求。

6 对于制造厂预充氮气的箱体进行内部检查或安装时，必须先经排氮，然后充干燥空气，箱体内空气中的氧气含量必须达到18%以上时，安装人员才允许进入内部进行检查或安装是确保人身安全的需要。因此，将此条作为强制性条文。

10 发生过临时支撑由于运输原因造成磨损的事件，此时需要认真清理磨损遗留物。

12 运行设备发生过由于导电部件镀银层脱落造成事故，因此有必要对导电部件镀银层进行检查。

13 为了减小导体接触面的接触电阻，避免接头发热，在各元件安装时，应检查导电回路的各接触面，当不符合要求时，应与制造厂联系，采取必要措施。

《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150的要求是：接触电阻不超过产品技术条件规定值的1.2倍。有的制造厂说明书中：接触电阻测量值与制造厂测量值比不超过1.1倍，与产品技术文件要求比不超过1.2倍。接触电阻超过产品技术文件规定值的1.1倍时，就应引起现场重视，分析原因。

5.2.8 GIS中的电压互感器单元为电磁型，主设备交流耐压试验时必须将该单元与主回路隔离。在没有装设隔离开关时，该单元应在主设备交流耐压完成后连接；避雷器单元的连接应根据制造厂意见确定。电压互感器单元、避雷器单元的试验按照《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150中的相关规定进行。

5.3 GIS中的六氟化硫断路器的安装

5.3.2 GIS中断路器的操动机构随断路器整间隔运输，制造厂在

出厂前已调整好，现场的检查及可调整的项目较少。运到现场后的保管要求，应注意汇控柜及零部件的防潮防锈。

5.3.3 六氟化硫断路器在未充足气体时就进行分合闸，可能会损坏断口内的一些部件，故要求在联合动作前，断路器内必须充有额定压力的六氟化硫气体。

5.4 GIS中的隔离开关和接地开关的安装

5.4.3 不同GIS制造厂对于GIS中的隔离开关在电动操作时是否需要充满六氟化硫气体要求不同，制造厂明确在六氟化硫气体起缓冲作用时气室内必须充满额定压力的六氟化硫气体，本条中规定"在电动操作前，气室内六氟化硫气体压力应符合产品技术文件要求"。

5.4.5 接地开关与GIS外壳绝缘，绝缘水平符合产品技术文件要求，接地连接按产品技术文件要求进行，宜采用软连接，运行时必须与外壳连接牢固可靠。

5.5 六氟化硫气体管理及充注

5.5.1 规范表5.5.1中的水分含量指标为重量比值，如换算为体积比，可按下式换算：

$$\text{体积比} = \text{重量比} / 0.123 \tag{1}$$

5.5.2 按照国家现行标准《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》GB/T 8905第7.6.1条规定"六氟化硫制造厂应提供出厂产品的化学分析报告。报告中要包括8项指标：四氟化碳(CF_4)、空气(Air)、水(H_2O)、酸度、可水解氟化物、矿物油、纯度(SF_6)和生物试验无毒合格证。"出厂报告应与每一批气瓶对应。

新气取样的瓶数(规范表5.5.2)取自国家现行标准《工业六氟化硫》GB 12022中第5.4.2条的规定。

5.5.3 SF_6气体是无色、无味、无毒、不燃烧也不助燃的非金属化合物，在常温(20℃)、常压(直至2.1MPa)下呈气态。SF_6气体属

惰性气体，是已知的质量最重的气体之一，密度约为空气的5倍，在通风条件不良的情况下可能造成窒息事故。为此，运输、储存、验收检验的场所必须通风良好。在管理过程中，应注意分制造厂、分批次保存，将检验与未经检验的气瓶分开保管，经常检查气瓶的密封以防泄漏，还应注意防晒和防潮。严禁气瓶阀门上粘有油污或水分。

SF_6 气体临界温度为45.64℃，所以盛装 SF_6 气体的气瓶不允许在高于45℃的温度下运输、储存和使用，以防止气瓶爆炸。

5.5.4 本条 SF_6 气体充注规定，依据为国家现行标准《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》GB/T 8905 中第7.2节"六氟化硫气体的充装"的下列相关规定，现列出供参考：

7.2.1 在充装作业时，为防止引入外来杂质，充气前所有管路、连接部件均需根据其可能残存的污物和材质情况用稀盐酸或稀碱浸洗，冲净后加热干燥备用。连接管路时操作人员应配带清洁、干燥的手套。接口处擦净吹干，管内用六氟化硫新气缓慢冲洗即可正式充气。

7.2.2 对设备抽真空是净化和检漏的重要手段。充气前设备应抽真空至规定指标，真空度为 133×10^{-6}MPa，再继续抽气30min，停泵30min，记录真空度(*A*)，再隔5h，读真空度(*B*)，若(*B*)－(*A*)值＜133×10^{-6}MPa，则可认为合格，否则应进行处理并重新抽真空至合格为止。

7.2.3 设备充入六氟化硫新气前，应复检其湿度，当确认合格后，方可缓慢地充入。当六氟化硫气瓶压力降至0.1MPa表压时应停止充气。

7.2.4 充装完毕后，对设备密封外，焊缝以及管路接头进行全面检漏，确认无泄漏则可认为充装完毕。

7.2.5 充装完毕24h后，对设备中气体进行湿度测量，若超过标准，必须进行处理，直到合格。

3 对设备可采用充高纯氮气(纯度为99.999%)或抽真空来

进行内部的净化和检漏。在采用普通真空泵时，为防止抽真空时因停电或误操作而引起真空泵油或麦式真空计的水银倒灌事故，可在管路的一侧加装逆止阀或电磁阀的措施；针对 GIS 设备，由于其容量大，应采用专用的大功率带有逆止阀或电磁阀的抽真空机组或六氟化硫回收装置。

5 柱式六氟化硫断路器由于其内部结构紧凑，为避免发生六氟化硫气体没有到达并充满所有气室的事件，充入的六氟化硫气体应进行计量。

5.6 工程交接验收

5.6.1 本条第 4～第 6 款：GIS 中的断路器、隔离开关、接地开关及其操动机构的联动，分、合闸指示，辅助开关及电气闭锁，密度继电器的报警、闭锁值及六氟化硫气体漏气率和含水量等都是直接涉及设备运行安全可靠及人身安全、健康的重要内容，列为强制性条文。

11 在产品技术文件要求安装带电显示装置时，带电显示装置应结合交流耐压试验进行检验，显示和动作应正确。

12 由于正常运行或事故状态下可能发生 SF_6 气体泄漏，为避免对运行维护人员造成伤害，室内安装的 GIS 设备在交接验收时，应检查并确认室内通风系统和 SF_6 气体报警系统完整齐备、运行良好。

6 真空断路器和高压开关柜

6.1 一般规定

目前，真空断路器主要标准依据为：《3.6kV～40.5kV 交流高压真空断路器通用技术条件》JP 3855、《12kV～40.5kV 户内高压真空断路器订货技术条件》DL 403。

随着配电网自动化的迅速发展和供电可靠性的日益提高，特别是变电所在逐步实现综合自动化进而为无人值守时，高压开关柜得到极快的发展。因此，本章增加了高压开关柜的内容。目前国内主要依据标准为：《3.6kV～40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》DL/T 404、《3.6kV～40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》GB 3906。

6.1.1 真空断路器在我国近十年来得到了蓬勃发展。产品从过去的 ZN1～ZN5 几个品种发展到现在数十个型号、品种，额定电流达到 3150A、开断电流达到 50kA 的较好水平，并已发展到电压达 35kV 等级。

高压开关柜有固定式和手车式两大类，固定式相对经济，手车式检修方便。目前，高压开关柜中的断路器大多选用真空断路器，但选用六氟化硫断路器的用户比例呈逐年增多趋势。目前常用的固定式开关柜有：GG-1A 高压固定柜；XGN-12 型箱式封闭固定柜；HXGN 负荷开关柜；箱式变电站式。手车式主要型号有 KYN28A、KYN44 等。近些年来相继推出了高压中置柜和铠装式开关柜。

本规范将真空断路器和高压开关柜的适用范围规定为 3kV～35kV。

6.1.2 真空断路器的主要部件灭弧室，其外壳多采用玻璃、陶瓷

材质，在《12kV～40.5kV 户内高压真空断路器订货技术条件》DL 403 第 8.2.1 条中规定：真空断路器和真空灭弧室应有包装规范，各零部件在运输过程中不应损伤、破裂、变形、丢失及受潮。所有运输措施应经过验证。在运输过程中不得倒置，不得遭受强烈振动和碰撞。第 8.2.3 条规定：产品采用防潮、防振的包装，在包装箱上标以“玻璃制品”、“小心轻放”、“不准倒置”以及“防雨防潮”等明显标志，真空灭弧室的运输应按易碎品的有关规定进行。

6.1.4 真空断路器、手车式开关柜运到现场后，应及时检查，尤其对灭弧室、绝缘部件以及开关柜的手车等应重点检查。

《12kV～40.5kV 户内高压真空断路器订货技术条件》DL 403 第 8.2.2 条规定：每台真空断路器及其真空灭弧室产品合格证（包括出厂检验数据）及安装使用说明书均应随箱运送。

高压开关柜的间隔顺序和设计相一致，柜内一次、二次设备各元件的合格证明文件应齐全。

6.1.5 《12kV～40.5kV 户内高压真空断路器订货技术条件》DL 403 中第 8.2.4 条规定：产品应贮存在－40℃～＋50℃、通风且无腐蚀性气体的保管场所中；第 8.2.5 条规定：保管期限如超过真空灭弧室上注明的有效期，应检查真空灭弧室的内部气体压强。

6.2 真空断路器的安装与调整

6.2.1 目前真空断路器已做到本体和机构一体化设计制造，真空断路器安装与调整比其他断路器容易，主要是就位安装、传动检查、试验工作，现场安装检查调整内容较少，如原规范中所规定的对触头开距、超行程、合闸时外触头弹簧高度及油缓冲器手动慢合等进行调整的项目已经不能在现场进行，现场主要是通过交接试验来对产品的性能进行验证。

6.3 高压开关柜的安装与调整

本节主要参考了国家现行标准《电气装置安装工程　盘、柜及

二次回路结线施工及验收规范》GB 50171 中的盘、柜安装部分和《3.6kV～40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》DL/T 404、《3.6kV～40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》GB 3906 以及生产制造厂的技术说明书。

由于高压开关柜均为组合式，现场安装、调整工作量较少，安装工作的重点是柜体就位和主要功能、性能的验证。

6.3.6 高压开关柜的内部元件较多、结构紧凑，带电部位采用包裹绝缘护套、增加绝缘隔板等措施，检验难度较大，各元件电气接线容易发生错误，因此，在安装阶段对开关柜内各元件电气接线符合设计要求进行核对和确认很有必要。

6.4 工程交接验收

6.4.1 高压开关柜内安装元件具有集成、结构紧凑且不易观察的特点，容易留下因制造厂或现场原因引起的电气接线不符合设计要求的事故隐患，高压开关柜具备“五防”功能是防止电气误操作的基本要求，都直接涉及高压开关柜设备的运行安全、可靠及人身安全的内容，因此，本条第 6 款列为了强制性条文。

7 断路器的操动机构

7.1 一般规定

7.1.1 操动机构是配合断路器使用，故其适用范围亦应与断路器的适用范围一致。

断路器的操动机构是断路器完成分、合闸操作的动力源，是断路器的重要组成部分。目前国内外许多制造厂生产的 3kV～750kV 电压等级的 SF_6 断路器和 GIS 所配置的操动机构，分为三种类型，即：液压机构、气动机构、弹簧机构。真空断路器多采用弹簧机构，10kV 及以下电压等级的真空断路器个别产品采用电磁机构。

7.1.2 操动机构在出厂前已调整好，因此在运输和装卸时不得倒置和受到强烈的振动及碰撞。

7.1.4 操动机构运到现场后应进行检查，如气动机构的空气压缩机是否受损，液压机构的油路、油箱本体是否渗漏，电磁机构的分、合闸线圈是否受潮、受损，弹簧机构的传动部分是否受损。

7.1.5 操动机构运到现场后的保管要求，应注意空气压缩机、控制箱及零部件的防锈防潮。

7.2 操动机构的安装及调整

7.2.1 操动机构的安装与调整严格按照产品技术要求进行，各项数据的测量方法应正确。

除第 3 款外，本条的规定为气动机构、液压机构、电磁机构、弹簧机构应共同遵守的。操动机构的底架或支架与基础间的垫片不宜超过 3 片，原规范中规定其厚度为不超过 20mm，根据现在的基础高度偏差允许值以及安装技术水平，修改为不应超过 10mm。

由于现场不具备压力表校验的条件，随设备配置的压力表应由制造厂提供检验报告，现场只比对检验电接点的动作值及正确可靠性。

操动机构的缓冲器应调整适当，注意油缓冲器所采用的液压油应与当地的气候条件相适应。一般选用国产黏度—温度特性较好的10号航空液压油(红颜色透明液体)，50℃时运动黏度不小于$10mm^2/s$，其使用环境温度范围是－30℃～55℃。

操动机构对于环境条件的要求较高，需要装设加热、驱潮装置。加热器装置采用交流电源，其回路绝缘应良好，并且安装的加热器与二次电缆等要保持一定的距离。

7.2.3、7.2.4 操动机构所具有的防止跳跃功能、远方和就地操作、防止非全相运行(采用分相操动机构时)的功能，是对操动机构的基本要求，这些功能大多通过二次回路来实现，要求选用的继电器等二次元件具有标准、稳定可靠、精度高、长寿命的特点；有些操动机构在机械方面也具有防止跳跃功能。

7.3 气动机构

7.3.2 目前制造厂均提供空气压缩机或空气压缩机组成品，现场环境、技术力量等条件不支持现场解体检查。

7.3.4 当空气压缩机的连续运行时间与最高运行温差超过产品的技术规定值时，会缩短空气压缩机的使用寿命，甚至损坏。

7.3.5 空气压缩机的控制柜和保护柜的安装，主要检查压力表、配气管及控制信号回路等，均应符合产品技术规定。

7.3.6 储气罐、气水分离器及配合使用的各种阀门均应经检验合格才能使用。据了解，一些如弹簧式减压阀这种老产品，动作不灵敏、不稳定，在运行中常发生不动作或动作后不能自动关闭的情况，应特别引起注意。

7.3.7 主空气管路安装后，以1.25倍额定压力的气压进行严密性检查时，应注意在充气过程中采取逐步递升加压的步骤，以防发

生爆炸危险。

7.3.9 为了减少漏气，空气管道的接头一般采用焊接。当管道通过孔洞、沟道、转弯、扩建预留处时，考虑安装及检修的方便，可采用法兰连接；管道应尽量减少接头；管道的敷设应考虑排水坡度。

7.4 液压机构

7.4.1 液压机构的安装除应符合本章第7.2节的规定外，还根据其特点提出几点要求。以往液压机构渗漏现象较多，大多系液压系统有杂物所致，故应重点检查油及油箱内的清洁，必要时应将液压油过滤；液压机构在慢分、合闸时，应观察工作缸活塞杆的运动有无卡阻现象。目前，液压机构有两种储能方式：氮气储能和弹簧储能。

高纯氮应符合国家现行标准《纯氮、高纯氮和超纯氮》GB/T 8979中对高纯氮的技术要求规定，主要指标：纯度≥99.999%，水分≤3μL/L。

7.5 弹簧机构

弹簧操动机构成套性强，有涡卷式、凸轮盘式等多种形式，其工作原理是利用电动机对合闸弹簧储能，并分别由合闸掣子、分闸掣子在相对应状态下保持。

8 隔离开关、负荷开关及高压熔断器

8.1 一般规定

由于目前没有采用气动机构的隔离开关产品，在本规范中去掉了原规范中对于隔离开关、负荷开关采用气动机构的相关规定。在制造厂提供该种产品时，应按照产品技术文件要求以及本规范第7章的相关要求执行。

8.1.1 国家现行标准《交流高压隔离开关》GB 1985 的适用范围规定为"3.6 kV及以上"，本规范与断路器的适用范围相一致，规定为适用于额定电压为3kV～750kV电压等级的产品。

8.1.4 设备及瓷件的保管，尤其是110kV以上三相隔离开关的瓷件包装体积较大，应放置在土质较硬、平整无积水的场地上，防止因地质松软下陷而碰撞损伤。

8.1.5 隔离开关、负荷开关、高压熔断器运到现场后，由于保管需要等各种原因往往不能及时开箱检查。开箱检查宜结合安装进度进行，但要充分考虑可能存在的问题，为了确认制造厂没有少发或错发货，可以对装有出厂技术资料等先开箱。

8.2 安装与调整

8.2.3 在室内同一隔墙的两面安装两组隔离开关时，往往共同使用一组双头螺栓固定，如其中一组隔离开关拆除时，安装人员应注意不得使隔墙另一组隔离开关松动。

8.2.4 由于220kV及以下电压等级的隔离开关一般采用三相联动的机构，因此本规范只对220kV及以下电压等级的隔离开关的相间距离偏差值作了规定；另外，在本规范第8.2.1条、第8.2.2条中对基础、设备支架的轴线已有规定，能够实现对安装质量的

控制。

隔离开关、负荷开关、高压熔断器安装时，应检查绝缘子是否有破损。以往发现有的隔离开关底座由于装配过紧和轴承缺少润滑脂而造成转动不灵，因此应对转动部分进行检查。

8.2.5 拉杆的内径与操动机构轴的直径间的间隙应不大于1mm，以防由于松动而影响操作；连接部分的销子不应松动，是否焊死不作规定。

8.2.7 拉杆式手动操动机构在安装时，应注意隔离开关、负荷开关在合闸时机构手柄应处在正确的操作位置上。

8.2.8 当使用拉杆式操动机构时，因手动操作合闸时往往用力过大或过小，故应注意调整定位装置与备用行程。

8.2.9 由于引弧触头耐温较高，为保护主动触头不被电弧烧损特作此规定。

8.2.10 三相联动的隔离开关触头接触时的不同期值应符合产品技术文件的规定，并给出产品技术文件无规定时的参考值。

8.2.11 据运行单位反映，在隔离开关触头表面涂以复合脂后，因转动会在触头表面产生堆积，而复合脂具有导电性能，曾发生过放电烧损事故。因此隔离开关的触头表面应涂以薄层中性凡士林。

取消了用塞尺检查的规定，端子面平整、螺栓达到紧固力矩值就能够保证导电回路良好。

合闸回路直流电阻测试是一个检验电器连接质量的最重要手段，因此，要求对所有隔离开关、负荷开关均应测试。

8.2.12 隔离开关应有防误操作的闭锁装置，不论是电气、电磁或机械闭锁装置均应动作灵活，正确可靠；安装在户外的闭锁装置应有防潮措施，以免影响电气回路的绝缘。

8.2.13 隔离开关及负荷开关的辅助开关应调整合适，以确保开关操作时动作可靠。

可参照本规范第7.2.6条的规定执行。

8.2.14 根据负荷开关的特点，另提出几项安装及调整时的要求。

8.2.16 高压熔断器在安装时，应注意检查熔管、熔丝质量及规格是否符合要求，并应按规定进行安装。

9 避雷器和中性点放电间隙

9.1 一般规定

9.1.1 根据国内实际情况，将避雷器的适用范围规定为 3kV～750kV 电压等级的金属氧化物避雷器。避雷器有排气式和阀式两大类。阀式避雷器分为碳化硅避雷器和金属氧化物避雷器（又称氧化锌避雷器）。氧化锌避雷器由于保护性能优异，目前处于市场主导地位，本规范只对氧化锌避雷器的施工及验收作了规定，其他类型的避雷器可参照本规范以及产品技术文件要求执行。

9.1.2 根据制造厂要求，金属氧化物避雷器在运输及保管过程中必须垂直立放。

9.1.3 避雷器出厂时均经密封处理，部分型号产品（所有 500kV 及以上电压等级、部分 220kV 电压等级）的避雷器已充干燥氮气，现场拆卸后，充氮密封处理很困难，故规定不得任意拆开。

9.2 避雷器的安装

9.2.1 避雷器防爆片损坏后，将使潮气或水分侵入避雷器内部，若损坏过大，则此避雷器不能投入运行，故对防爆片应认真检查。

大多数金属氧化物避雷器产品为防止防爆片在运输过程中损坏，加装了临时保护盖子，安装前应将其取下，否则防爆片将起不到防爆作用，也有个别制造厂的产品保护盖不用取下，具体应按产品技术文件要求执行。

已充干燥氮气的避雷器应按照制造厂的要求进行压力检查，保证内部不受潮。

9.2.2 目前金属氧化物避雷器产品出厂前均经配装试验合格，若现场安装时互换，将使特性改变，故应严格按照制造厂编号组装。

9.2.5 原规范中规定“避雷器各连接处的金属接触表面，应除去氧化膜和油漆，并涂一层电力复合脂”，经与制造厂联系，避雷器产品已经充分考虑每节的电气连接可靠，在按照产品技术文件要求对螺栓紧固后，能够保证导通良好，因此，不需要对每节的接触面涂抹电力复合脂。同时，考虑到避雷器的泄流作用，检查所有连接处的金属接触面还是很有必要的。对于避雷器的设备和接地引下线接触表面应涂一层电力复合脂的规定在本章其他条款中已有规定。

9.2.8 金属氧化物避雷器的排气方向，应避免排气时造成电气设备相间短路和接地事故的发生。

9.2.10 为了便于运行维护，监测仪计数器应调至同一个值。

9.2.12 避雷器的接地必须良好，符合设计及产品要求。

9.2.13 避雷器引线横向拉力过大会损坏避雷器，为此要求其拉力不超过产品的技术规定。

10 干式电抗器和阻波器

10.0.1 3kV～66kV 电压等级中使用的干式电抗器以及在 3kV～750kV 电压等级的阻波器主线圈的安装工程施工及验收应符合本章的规定。阻波器的调谐元件的安装应按有关的国家现行标准的规定进行。

由于目前已没有混凝土电抗器产品，本章取消了对其的相关规定。

干式电抗器包括干式空心电抗器和干式铁芯电抗器两种型式，干式空心电抗器应用较广泛，干式铁芯电抗器用于 10kV 及以下电压等级的室内安装。

10.0.2 设备到达现场后应及时进行检查，以便发现设备可能存在的缺陷和问题，并加以及时处理，为安装得以顺利进行创造条件。检查时，干式空心电抗器、阻波器主线圈和支柱应该无严重损伤和裂纹。轻微的裂纹或损伤可按本章第 10.0.6 条的规定进行修补。

10.0.3 设备的保管是安装前的一个重要前期工作。对不同使用环境下的设备，应按其要求进行保管。设备在吊装或运输过程中，应特别注意，防止支柱或线圈遭到损伤和造成变形。

10.0.4、10.0.5 为避免干式空心电抗器的强磁场对周围铁构件的影响，周围的铁构件不应构成闭合回路，以免产生涡流引起发热。

10.0.6 干式空心电抗器线圈绝缘受损及导体裸露时，应按制造厂的技术规定，使用与原绝缘材料相同的绝缘材料进行局部处理。

10.0.7 为了减少故障时垂直安装的电抗器相间支持瓷座的拉伸力，干式空心电抗器安装组合时应按本条规定配置。垂直安装时，

三相中心线应在同一垂直线上，避免歪斜。

10.0.8 为防短路时电动力的影响而作此规定。

10.0.9 干式空心电抗器周围的强磁场对二次设备及二次电缆会产生很大影响，尤其是室内安装时注意安装距离，附近的二次电缆应单侧接地。

10.0.10 干式铁芯电抗器铁芯及夹件的接地应符合设备技术文件的要求，避免由于多点接地而产生涡流。

10.0.11 为使支柱绝缘子受力均匀，安装时应注意设备的重心处于所有支柱绝缘子的几何中心处；为了缓冲短路时干式空心电抗器之间所受到的冲击，上下重叠安装的干式空心电抗器，应在其绝缘子顶帽上放置绝缘垫圈。户内安装时，垫圈可为绝缘纸板或橡胶垫片；户外安装时，应用橡胶垫片，因为绝缘纸板垫片受潮或雨淋后将失去其作用。

10.0.13 由于阻波器悬吊时，受引下线拉力的影响，故要求其轴线宜对地垂直。

10.0.14 当工作电流大于 1500A 时，为避免对周围铁构件因涡流引起发热，故其连接螺栓应采用非磁性金属材质。

11 电 容 器

11.1 一 般 规 定

11.1.1 本章中所述电力电容器包括移相电容器，增加了对串联电容补偿装置的规定。其附属设备的安装应符合本规范有关章节及现行的有关国家标准的规定。串联电容补偿装置目前主要应用在电压等级为500kV的超高压系统，简称为串补。

11.1.2 设备在安装前应进行认真的检查，以便发现可能存在的缺陷和问题，及时处理，确保安装质量。

11.1.3 应特别注意串联电容补偿装置的光缆套管、光CT等易受损设备的保管，光缆套管、光CT要在其他设备安装完成后才能安装。

11.2 电容器的安装

11.2.1 由于支持瓷瓶伞裙的朝向不同，支持瓷瓶在倒装时应选择倒装支持瓷瓶。

3kV～35kV电压等级的集合式并联电容器都有成熟的产品，其使用越来越广泛，一般采用全密封结构，安装简便。

11.2.2 对于制造厂已经分好组运输的电容器，现场应进行试验并复核分组电容量。

11.2.3 电容器支架一般由电容器制造厂提供，对现场安装的检验也是对产品加工质量的检验。

11.2.4 三相电容量的差值，其最大与最小的差值不应超过三相平均电容值的5%；静止补偿电容器三相平均电容值及偏差值，应能满足继电保护的要求。

发生过制造厂为节省材料造成支架强度不够的问题，因此要

求支架应在电容器安装后保持其原有状态、无明显变形。

电容器端子的连接线，设计有规定时应按设计要求，若设计未作规定时，考虑到硬母线将会由于温度的变化而胀缩使端子套管受力造成渗油，宜采用软导线连接。

依据国家现行标准《电工成套装置中的导线颜色》GB/T 2681中规定：4.1 交流三相电路的 A 相：黄色；B 相：绿色；C 相：红色；零线或中性线：淡蓝色；安全用的接地线：黄和绿双色（每种色宽约15mm～100mm 交替贴接）。

电容器的交流中性汇流母线：不接地者为淡蓝色。

凡与地绝缘的电容器组，若一端电容器由于绝缘损坏而对外壳击穿后，另一端电容器之一极与外壳间将产生过高电压而招致损坏，故应将其外壳接至固定电位，以保护其不承受过高电压，并应注意此电位应与电容器围栏等保持符合规定的安全距离。

11.3 耦合电容器的安装

11.3.2 耦合电容器顶盖螺栓松动或接线端子受力过大，均将造成电容器进水而引起损坏或发生运行事故，故作出此项规定。

11.3.3 两节或多节耦合电容器叠装时，制造厂均已选配好。其最大与最小电容值之差不超过其额定的 5%，所以安装时应按制造厂的编号安装。

11.4 串联电容补偿装置的安装

11.4.1 串联电容补偿装置由制造厂成套提供，由于串补平台重量重、尺寸大，安装工作难度大，应编制施工方案。如某产品重量达 15.0t（含扶梯、格栅、光缆通道等附件），长×宽为 14.4m×8.6m。制造厂专业技术人员到现场指导非常必要。

11.4.3 仔细测量并选配瓷瓶，以减少串补平台支持绝缘子安装后的高度偏差，确保平台的安装质量。支柱瓷瓶外防护包装宜保留至平台设备安装完成。

11.4.6 受施工现场场地限制以及支持绝缘子基础高出地面和串补平台重量重、尺寸大的影响，串补平台的组装、吊装是串补工程的最大难点，应充分考虑组装、吊装顺序。

11.5 工程交接验收

11.5.1 电容器组采用差压保护时，差压保护的二次接线应与电容器组一次接线方式相一致。