**ICS 29.035.01**

|  |
| --- |
| **CCS F40** |

CSEE

团体标准

T/CSEE XXXX-YYYY

|  |
| --- |
|  |

全氟异丁腈安全使用导则

（征求意见稿）

|  |
| --- |
|  |
| Safe use guideline of C4F7N insulating gas |

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国电机工程学会   发布

目  次

[目  次 II](#_Toc23200)

[前  言 IV](#_Toc28685)

[1 范围 1](#_Toc19095)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc26293)

[3 术语和定义 1](#_Toc8167)

[4 人员安全防护要求 2](#_Toc26812)

[5 气体使用管理与劳动保健 4](#_Toc20561)

[6 废气处理 4](#_Toc6306)

[7 安全防护用品的管理和使用 5](#_Toc17081)

[附录A 急性毒性分级标准 6](#_Toc30989)

[附录B 全氟异丁腈及其主要分解产物生物毒性 6](#_Toc3863)

前  言

本文件按照《中国电机工程学会标准管理办法实施细则》的要求，依据GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会高电压专业委员会技术归口和解释。

本文件起草单位：南方电网科学研究院有限责任公司、中国南方电网有限责任公司、中国电力科学研究院有限公司、武汉大学、湖北工业大学、3M中国有限公司、北京宇极科技发展有限公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、广东电网有限责任公司广州供电局电力试验研究院

本文件主要起草人：。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条1 号，100761，网址：http：//www.csee.org.cn，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

全氟异丁腈安全使用导则

1 范围

本文件规定了全氟异丁腈作为绝缘介质应用于气体绝缘电气设备中的安全使用注意事项，全氟异丁腈电气设备运行、检修及试验时的安全防护措施，以及个人防护用品的管理与使用等内容。

本文件中全氟异丁腈是指工业全氟异丁腈，该产品可通过与其他缓冲气体混合的方式用于GIS、GIL、开关柜、GIT、CT、PT等设备中。

本标准适用于电力行业全氟异丁腈电气设备运行、检修及试验人员的安全防护，其他有关全氟异丁腈电气设备使用单位亦可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 190 危险货物包装标志

GBZ/T 240 化学品毒理学评价程序和试验方法系列标准

GB/T 3723 工业用化学产品采样安全通则

GB 5099 钢质无缝气瓶系列标准

GB/T 5832.1 气体分析 微量水分的测定 第1部分：电解法

GB/T 5832.2 气体分析 微量水分的测定 第2部分：露点法

GB/T 6681 气体化工产品采样通则

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB 7144 气瓶颜色标志

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 8905 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则

GB/T 11605 湿度测量方法

GB/T 12022 工业六氟化硫

GB 14193 液化气体气瓶充装规定

GB 15258 化学品安全标签编写规定

GB/T 15670.6 农药登记毒理学试验方法

GB 16804 气瓶警示标签

GB/T 18867 电子工业用气体 六氟化硫

GB 30000.18 化学品分类和标签规范 第18部分：急性毒性

GB 39800.1 个体防护装备配备规范 第1部分：总则

DL/T 595 六氟化硫电气设备气体监督导则

DL/T 596 电力设备预防性试验规程

DL/T 639 六氟化硫电气设备运行、试验及检修人员安全防护导则

HG/T 3696 无机化工产品 化学分析用标准溶液、制剂及制品的制备系列标准

TSGR 0006 气瓶安全技术监察规程

Q/CSG 1206007 电力设备检修试验规程

IEC 60480 Specifications for the re-use of sulphur hexafluoride (SF6) and its mixtures in electrical equipment.

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

全氟异丁腈电气设备 perfluoroisobutyronitrile electrical equipment

以全氟异丁腈气体或全氟异丁腈与缓冲气体（氮气或二氧化碳或空气等）混合作为绝缘介质的电气设备，目前已有应用的基本为全氟异丁腈混合气体电气设备。

毒性产物 toxic product

全氟异丁腈电气设备中，因放电、过热分解产生的全氟异丁腈气体和固体材料中产生的C2F3N、C2N2、COF2等产物。

时间加权平均容许浓度 Time-weighted average，TWA

一个工作日内,各时段接触职业性化学物浓度与时间乘积的和,除以规定工作时间（8小时），不应超过的接触水平。

4 人员安全防护要求

4.1 气体毒性和职业暴露限值

纯全氟异丁腈气体的急性吸入毒性LC50介于10000ppm至15000ppm之间，在物质毒性分类中属于毒性第4级的气体，物质毒性分级标准见附录B。在实际电气设备中通常是以全氟异丁腈混合气体的形式存在，全氟异丁腈气体在混合气体中含量一般不超过15%，混合使用后气体的毒性进一步降低，在毒性分级标准中属于未分类的气体。

4.2 气体使用场景分类

4.2.1 不同气体定义范围

对于全氟异丁腈气体，不同气体应用场景主要可分为新纯气体、预混合新气、运行使用后气体、回收气体。

4.2.2 不同应用场景下气体分类

新纯气体：从气体生产厂家出厂以及在实验室或现场使用前的纯气体，达到《电气设备用全氟异丁腈》标准规定的新气体纯度和杂质要求。

预混合新气：实验室或现场与缓冲气体混合，或开展补气操作时的气体。

运行使用后气体：在现场电气设备中试运行或实验室开展技术研究过程中使用的气体。

回收后气体：在实验室完成研究或现场完成运行之后回收的气体，回收完成应进行净化处理，达到《电气设备用全氟异丁腈》标准规定的新气体纯度和杂质要求。

4.3 实验室工作人员的安全防护

4.3.1 实验室应安装底部排气设施和气体泄漏在线监测报警装置。

4.3.2 酸度测定的吸收操作应在通风柜内进行，试验分析中有毒试样尾气应进行无害化处理或回收，易燃的氢载气应从色谱仪排气口引出，经水封装置后引出实验室。

4.3.3 实验室内不应存放剧毒和易燃品，使用时应随领随用。

4.3.4 分析人员应配备个人全氟异丁腈专用安全防护用品。包括适用于脸部防护的全面罩，适用于眼部防护的间接通气护目镜，适用于皮肤和手部防护的丁腈手套和防护服，适用于呼吸防护的供气式半面罩或全面罩呼吸器。适用于冻伤防护的防寒手套等。

4.4 全氟异丁腈气体充装时的安全防护

4.4.1 全氟异丁腈气体充装时应佩戴防护口罩和手套。

4.4.2 全氟异丁腈气体充装时应避免意外泄漏导致的冻伤。

4.4.3 户外设备充装全氟异丁腈气体时，工作人员应在上风位置操作。

4.4.4 室内设备充装全氟异丁腈气体时，应保证通风系统持续运行，室内全氟异丁腈气体含量不得超过65μL/L（该数值为气体的职业接触限值），且氧气含量不低于18%.

4.4.5 充入全氟异丁腈混合气体的安全防护措施同上。

4.5 设备运行中的安全防护

4.5.1 全氟异丁腈电气设备室与主控室、电缆夹层之间应做气密性隔离，相通的孔洞都应封堵。

4.5.2 设备室内应具有良好的通风条件，15min内换气量应达3倍~5倍的空间体积。抽风口应设在室内下部，排气口不应朝向居民住宅、办公室或行人。

4.5.3 设备室应安装全氟异丁腈气体泄漏监控报警装置，应定期检测空气中全氟异丁腈气体浓度和氧含量，采样口安装位置宜离地20cm-50cm。当空气中全氟异丁腈气体浓度超过65μL/L或氧含量低于18%时，仪器应发出报警信号，并进行通风、换气。全氟异丁腈气体泄漏监控报警装置应每年校验一次。

4.5.4 工作人员进入设备室前，应先通风至少15min。

4.5.5 不应在设备防爆膜附近停留。

4.5.6 工作人员在进入电缆沟或低位区域前，应先通风15min后，检测该区域内的氧含量，如发现空气中氧含量低于18%时，不得进入该区域工作。

4.5.7 设备内全氟异丁腈混合气体应定期检测。如发现气体中毒性分解产物的含量不符合要求时，应立即采取有效措施，包括气体净化处理、更换吸附剂、更新全氟异丁腈气体、设备解体检修等。

4.5.8 处理设备气体渗漏故障时，应在通风条件下进行，工作人员应佩戴防护口罩、手套和防护眼镜，应位于上风位置。必要时应佩戴防毒面具或正压式呼吸器。

4.6 设备检修时的安全防护

4.6.1 设备检修前，应对设备中全氟异丁腈及其混合气体进行分析测定，根据分析结果制订相应的安全防护措施。

4.6.2 设备检修前，应采用专用装置回收全氟异丁腈气体，不得直接向大气排放，应对设备抽真空至10Pa以下，用高纯氮气冲洗3次后，方可进行设备检修。

4.6.3 检修时，工作人员应穿戴防护服、防护手套和防毒面具或正压式空气呼吸器。设备封盖打开后，应暂时撤离现场并通风30min后方可进入工作现场。将吸附剂取出，用吸尘器和毛刷清除粉尘，用汽油或丙酮清洗金属和绝缘零部件。

4.7 设备试验时的安全防护

4.7.1 气体采样或试验时，应在通风条件下进行，工作人员应佩戴防护口罩和手套，并位于上风位置。试验过程中，仪器尾气排放管长度应不小于2m，排气口应引至下风位置。试验尾气应进行无害化处理。在进行其他电气试验时，也应参照气体化学试验的环境和防护要求开展相应工作。

4.8 处理紧急事故时的安全防护

4.8.1 当防爆膜破裂及其他原因造成大量气体泄漏时，应停电处理，启动紧急预案，并采取相应的紧急防护措施。

4.8.2 室内紧急事故发生后，应立即开启全部通风系统，工作人员应根据事故情况，穿戴好全套防护用品后，再进入现场进行处理。

4.8.3 工作人员用吸尘器或毛刷将防爆膜破裂喷出的粉末清除，并用汽油或丙酮擦洗干净。

4.8.4 事故处理后，应将所有防护用品清洗干净。

4.9 公共场景下的安全防护

在易于暴露在公众可接触范围内的充全氟异丁腈气体绝缘电气设备，如专用配电房、户外配电箱、柱上负荷开关等公共应用场景下，应注意采取必要的安全防护措施。建议在上述公共应用场景显著位置标注“危险气体，注意防护”等类似警示牌，并设置应急处置卡，并按照5.11.2节中的要求列明发生气体泄漏后的处置措施。

4.10 接触气体产生不良反应后的处理措施

4.10.1 全氟异丁腈气体中存在的六氟丙烯、七氟丙烷、六氟乙烷、四氟化碳、氨气、甲醇、氧化亚氮、八氟丙烷和吡啶等杂质和电气设备内产生的粉尘，对人体呼吸系统及粘膜等有一定的危害，可能出现头晕、恶心、胸闷等不良反应。相关人员出现不适症状时，应迅速将其移至空气新鲜处，如不适症状加剧，应及时就医。

4.10.2 联系有关医疗单位，制订接触气体产生不良反应的处理预案，并配备必要的药品。

4.11 通用应急措施

4.11.1 消防措施：全氟异丁腈气体不会燃烧，如果周围环境中着火，应使用适当的灭火剂。当消防条件恶劣，气体可能发生过热分解时，消防作业人员应穿好全套防护服，包括头盔，自给式、正压式或压力呼吸器，防火服和防火裤，手臂、腰部及腿部的绑带，面罩以及保护头部其他可能暴露在外部位的防护罩。

4.11.2 气体泄漏后应急措施：发现气体泄漏后，应立即撤离现场，疏散受影响的区域。采用新鲜空气对场所进行通风处理。如果存在大量气体溢出，或在密闭空间中溢出，应采用机械通风措施驱散和排放蒸汽。应提供呼吸保护，以便于清理较大的泄漏或溢出物。另外，应在确保安全的前提下尽快关闭储存气体的容器，依照GB/T 5099要求处理钢瓶。

4.11.3 急救措施：人员一旦吸入全氟异丁腈气体，应将其转移到空气新鲜处，如果感觉不适，需要就医；如果皮肤接触到液化气体导致冻伤，应用温水使受冻部位复温，不得搓擦冻伤处，建议就医；如果眼睛接触到气体，应立即用大量水冲洗。如带隐形眼镜并可方便地取出，则应取出隐形眼镜，继续冲洗，建议就医。

5 气体使用管理与劳动保健

5.1 全氟异丁腈新气在验收过程中，应采取必要的安全防护措施。

5.2 储存全氟异丁腈气瓶的地方应阴凉、干燥、通风良好。

5.3 全氟异丁腈气瓶使用时应有防晒、防潮措施，不得靠近热源和有油污的地方，不得有水分和油污粘在控制阀内。

5.4 使用过的全氟异丁腈气体钢瓶应关紧阀门，戴上瓶帽，应防止剩余气体泄漏。

5.5 气瓶的安全帽和防震圈应齐全，安全帽应旋紧。气瓶放置应可靠固定、标志应明显，搬运时应轻装轻卸，严禁滑抛或敲击碰撞。

5.6 未经检验的全氟异丁腈新气气瓶和已检验合格的气体气瓶应分开存放。

5.7 各级机构应在安全监管部门设立全氟异丁腈气体安全防护专责岗，负责有关全氟异丁腈气体的安全防护工作，该工作应列入化学技术监督范畴，运行、检修和试验部门应配置专职人员负责。

5.8 各类安全监测仪表应定期标定、校准，随时处于完好状态。

5.9 从事全氟异丁腈相关工作人员应遵守试验室操作规程和全氟异丁腈气体安全使用相关规定。

5.10 对全氟异丁腈气体设备运行、检修和试验人员应按国家有毒有害岗位的劳动保护规定执行。

5.11 从事有关全氟异丁腈气体运行、检修、试验和监督的工作人员，每年应体检1-2次，体检项目应有特殊要求（如血象、呼吸系统、皮肤、骨质密度等），并建立健康档案。

6 废气处理

6.1 运行或试验后产生的全氟异丁腈气体废气，宜通过回收、净化等措施对废气进行处理。

6.2 气体回收装置可参考DL/T 622六氟化硫气体回收装置中要求，回收容器安全附件应齐全，内部应无油污，无水分。

6.3 净化处理后的气体应达到《电气设备用全氟异丁腈》标准中的要求。

6.4 全氟异丁腈气体净化处理前应进行湿度、纯度、分解产物检测，应根据全氟异丁腈气体的质量状况制订相应的气体净化处理方案和保障措施。

6.5 全氟异丁腈气体净化处理后的废气，应做无害化处理，不应直接排入大气。

6.6 回收与净化处理后的气体，经检测合格后方可使用。

7 安全防护用品的管理和使用

7.1 设备运行、检修及试验人员使用的安全防护用品，应有专用防护服、防毒面具、正压式空气呼吸器、防护口罩、防护手套、防护眼镜及防护脂等。安全防护用品应符合GB 39800规定并经国家认可的质检部门检测，具有生产许可证及编号标志、产品合格证等，方可使用。

7.2 安全防护用品应存放在清洁、干燥、阴凉的专用柜中，设专人保管并定期检查，保证其随时处于备用状态。

7.3 凡使用防毒面具和正压式空气呼吸器的人员应进行身体检查，心肺功能应检查正常。

7.4 工作人员佩戴防毒面具或正压式空气呼吸器进行工作时，应有专门监护人员在现场进行监护。

7.5 所有安全防护用品应按照制造厂商的规定进行检查和维护工作；未进行规定的，原则上每年检查不少于两次。如发现问题，应及时处理，不应使用过期或不符合规定的用品。

7.6 应建立防护用品档案，记录使用中的情况备查。

7.7 所有防护用品使用后，应彻底清洗。防护服、防毒面具、防护眼镜等可先浸入5%的氢氧化钠溶液中30min，再用清水冲洗干净，晾干后洒上滑石粉，妥善保管。

7.8 已报废的防护用品应放入容器中，上面覆盖一层碳酸钠，再加自来水至报废物品浸没20cm以上，保持48h后，水和报废物品可按普通废物处理。

附录A

（资料性附录）

急性毒性分级标准

急性毒性分级标准见表A.1。

表A.1 急性毒性分级标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 分级 | LC50取值范围 | | |
| 单位：ppm | 单位：mg/m3 | 代表性物质 |
| 第1级 | LC50≤100 | LC50≤871 |  |
| 第2级 | 100＜LC50≤500 | 871＜LC50≤4353 |  |
| 第3级 | 500＜LC50≤2500 | 4353＜LC50≤21763 | SO2、CO |
| 第4级 | 2500＜LC50≤20000 | 21763＜LC50≤174107 | NH3、O3 |
| 第5级 | LC50＞20000 | LC50＞174107 |  |

备注：本表数据引用自GHS《全球化学品统一分类和标签制度》3.1章

附录B 全氟异丁腈及其主要分解产物生物毒性

（资料性附录）

表B.1 全氟异丁腈气体及其分解产物生物毒性数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 产物 | LC50/(μL/L) | GHS分级标准 | 职业接触限值/ (μL/L) | 备注 |
| C4F7N | 10000~15000(大鼠，4h)  1175(雄性小鼠,4h)，1380(雌性小鼠，4h) | 第4级 | 65(8h) | 未观察到作用的剂量：500μL/L,持续暴露6h/天；暴露后对大鼠的肺，肾，肠和脑组织构成损伤，对眼，皮肤，心脏和肝脏几乎没有影响。 |
| C3F5N | 2730(大鼠，4h) | 第4级 | 2.5(8h) | / |
| CO | 1880(大鼠，4h) | 第3级 | / | 非立即危害生命或健康暴露浓度为 1200μL/L；对心血管系统、肺、血液、中枢神经系统构成  损害。 |
| C2F3N | 250(大鼠，4h) | 第2级 | 50(8h) | / |
| CF4 | / | 第5级 | / | 高浓度时具有窒息性。 |
| C2F6 | 500 000±9 700(大鼠，4h) | 第5级 | / | / |
| C3F8 | 90 000(大鼠，4h) | 第5级 | / | / |
| C3F6 | 3 060(大鼠，4h)  1 825.6(兔，4h) | 第4级 | / | 兔暴露后对皮肤造成腐蚀，眼部严重腐蚀，可能引起呼吸道刺激；可能引起嗜睡或头晕。 |
| C2N2 | 175(大鼠，4h) | 第2级 | 10(8h) | 具有强毒性，容易还原为氰化物，从而引发线粒体电子转移链断裂；对眼睛和呼吸系统有刺激性，吸入可能导致头痛，头晕，脉搏加快，恶心，呕吐，意识丧失，抽搐甚至死亡。， |
| COF2 | 180(大鼠，4h) | 第2级 | 2(8h) | 刺激眼睛，皮肤，粘膜，呼吸系统；吸入会引发咳嗽、肺水肿，呼吸困难等；慢性暴露会导致胃肠道疼痛，肌肉纤维化，骨骼氟中毒。 |