

温室气体自愿减排项目方法学 电气设备六氟化硫回收和净化 (CCER—XX—XXX—V01)

(征求意见稿)

1 引言

六氟化硫(SF₆)是一种温室效应极强的温室气体,作为绝缘和灭弧介质被广泛应用于能源电力、交通运输等领域的电气设备,回收和净化六氟化硫可减少我国非二氧化碳温室气体排放,对控制温室气体排放具有积极的作用。电气设备六氟化硫回收和净化项目通过对检修、退役电气设备中的六氟化硫气体开展回收和净化(简称六氟化硫回收和净化),可减少六氟化硫温室气体排放。本方法学属于卤烃与六氟化硫的生产和使用过程中的逸出性排放领域。符合条件的电气设备六氟化硫回收和净化项目可按照本文件要求,设计和审定温室气体自愿减排项目,以及核算和核查温室气体自愿减排项目的减排量。

2 适用条件

本文件适用于六氟化硫电气设备检修和退役时回收和净化六氟化硫气体,且适用本文件的项目必须满足以下条件:

- a) 适用于 66 千伏及以上电压等级六氟化硫电气设备检修和退役时回收和净化六氟化硫气体,不包括 66 千伏以下电压等级六氟化硫电气设备;
- b) 回收、净化后的六氟化硫气体应满足国标 GB/T 12022 要求并回用;
- c) 项目业主为六氟化硫电气设备产权所有者(包括履行所有者职责的法人单位)或六氟化硫电气设备产权所有者授权的相关主体。位于同一省(自治区、直辖市)内多个变电站或电气设备可合并申请,同一个法人跨不同省(自治区、直辖市)多个变电站或电气设备也可合并申请,项目业主应取得全部电气设备所有者的授权;
- d) 单台设备在计入期内因检修实施六氟化硫回收和净化所产生的减排量仅计算一次;
- e) 项目监测数据符合相关要求,且与全国碳市场管理平台(<https://www.cets.org.cn>)联网,减排量产生于项目计入期内、数据联网之后;
- f) 项目应符合法律、法规、标准要求,符合行业发展政策。

3 规范性引用文件

本文件引用了下列文件或者其中的条款。凡是注明日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是未注明日期的引用文件,其有效版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 7723	固定式电子衡器
GB/T 7724	电子称重仪表
GB/T 8905	六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则
GB/T 12022	工业六氟化硫
JJG 52	弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表检定规程
JJG 229	工业铂、铜热电阻检定规程
JJG 539	数字指示秤检定规程
JJG 667	液体容积式流量计
JJG 1030	超声波流量计
JJG 1037	涡轮流量计
JJG 1038	科里奥利质量流量计
JJF 1183	温度变送器校准规范
JJF 1637	廉金属热电偶校准规范

4 术语与定义

GB/T 2900.59、DL/T 1205、DL/T 1993 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

4.1

变电站 substation

集中在一个指定的地方，主要包括输电或配电线路开关及控制设备的终端、建筑物、变压器，主要有开关站、变压变电站、升压变电站、降压变电站、牵引变电站、换流站、变频站、子变电站、单母线变电站、双母线变电站、三母线变电站、环形母线变电站、多角形母线变电站、四开关变电站、三开关桥形带旁路多角形母线变电站、带隔离开关的四开关多角形母线变电站等。

[来源：GB/T 2900.59—2008，2.1，有修改]

4.2

六氟化硫电气设备 sulfur hexafluoride electrical equipment

以六氟化硫气体作为主要绝缘介质的电气设备，主要有变压器、断路器、气体绝缘金属封闭开关设备、互感器、套管、电容器和避雷器等。

[来源：DL/T 1205—2013，3.1]

4.3

六氟化硫气体回收 recovery of sulfur hexafluoride gas

使用专用装置从设备中抽出六氟化硫气体，充至钢瓶或储气罐的过程。

[来源：DL/T 1993—2019，3.3]

4.4

六氟化硫气体净化 purification of sulfur hexafluoride gas

将六氟化硫气体中的分解物、水分、空气、固体颗粒物和其他杂质采用物理、化学方法除去的过程。

4.5

从电气设备中将六氟化硫气体抽出，进而压送到钢瓶或储气罐的专用装置。

4. 6

采用物理、化学的方法，除去六氟化硫气体中的分解物、水分、空气、固体颗粒物和其他杂质的系统。主要包括汽化装置、过滤装置、低温冷却装置（含低温容器）或精馏塔、低温液体泵（或增压泵）、尾气无害化装置、在线采样分析仪表、六氟化硫专用压缩机、真空泵和配套辅件等。

[来源: DL/T 1993—2019, 3.2, 有修改]

5 项目边界、计入期和温室气体排放源

5.1 项目边界

项目边界包括实施回收和净化六氟化硫气体项目的六氟化硫电气设备所在的单座变电站或区域内多座变电站，包括站内所有六氟化硫电气设备、六氟化硫回收装置、六氟化硫净化装置，以及六氟化硫净化处理中心。

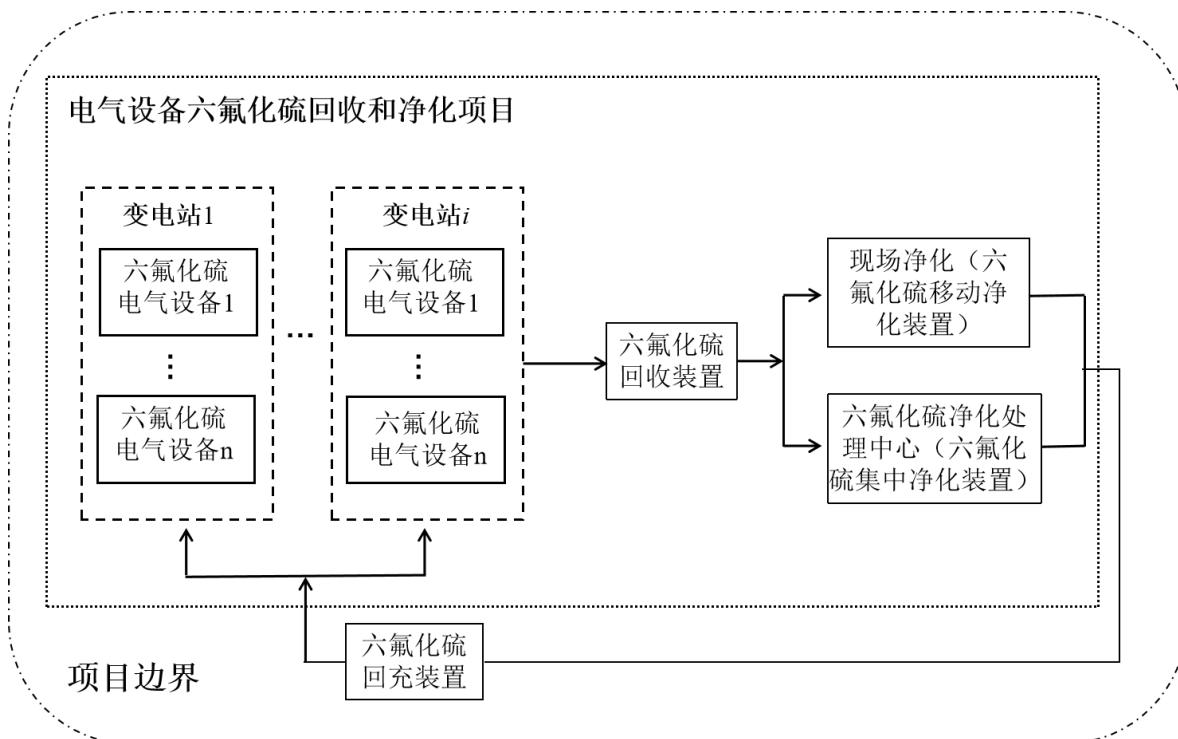


图 1 项目边界图

5.2 项目计入期

5.2.1 对于单个变电站项目，项目寿命的开始时间为变电站内六氟化硫电气设备进行六氟化硫气体回收开始时间，项目寿命期限的结束时间为变电站不能满足使用要求而退役的日期。对于区域内多个变电站项目，项目寿命的开始时间为第一座变电站进行六氟化硫气体回收开始时间，项目寿命期限的结束时间为多座变电站中最早不能满足使用要求而退役的日期。

5.2.2 项目计入期为可申请项目减排量登记的时间期限，从项目业主申请登记的项目减排量的产生时间开始，最长不超过 10 年。项目计入期须在项目寿命期限范围之内。

5.3 温室气体排放源

电气设备六氟化硫气体回收和净化项目选择不选择的温室气体种类以及排放源，如表 1 所示。

表 1 项目边界内选择不选择的温室气体种类以及排放源

温室气体排放源		温室气体种类	是否选择	理由
基准线情景	来自于六氟化硫电气设备检修、退役直接排空产生的六氟化硫排放	SF ₆	是	主要排放源
		CO ₂	否	次要排放源，按照保守性原则不计此项
		CH ₄	否	次要排放源，按照保守性原则不计此项
		N ₂ O	否	次要排放源，按照保守性原则不计此项
项目情景	六氟化硫气体回收和净化过程产生的排放	SF ₆	是	主要排放源
		CO ₂	否	次要排放源，忽略不计
		CH ₄	否	次要排放源，忽略不计
		N ₂ O	否	次要排放源，忽略不计

6 项目减排量核算方法

6.1 基准线情景识别

本文件规定的电气设备六氟化硫回收和净化项目基准线情景为：按照保守原则估计，在六氟化硫电气设备检修和退役过程中，对其中填充的 70% 的六氟化硫进行了回收和净化处理并回用，30% 的六氟化硫直接排空，未进行回收和净化处理。

6.2 额外性论证

符合本文件适用条件的电气设备六氟化硫回收和净化成本相较直接购买新的六氟化硫气体成本更高，在没有额外激励措施的情况下，项目在经济上不具有吸引力，且具有投融资障碍。符合本文件适用条件的项目，其额外性免于论证。

6.3 基准线排放量计算

基准线排放量按照公式（1）计算：

$$\begin{aligned} BE_y &= (BE_{overhaul,y} + BE_{retire,y}) \\ &= (OEC_{overhaul,y} + OEC_{retire,y}) \times GWP_{SF_6} / 1000 \times 30\% \end{aligned} \quad (1)$$

式中：

BE_y	——	第 y 年的项目基准线排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO ₂ e）；
$BE_{overhaul,y}$	——	第 y 年六氟化硫电气设备检修时六氟化硫排空产生的基准线排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO ₂ e）；
$BE_{retire,y}$	——	第 y 年六氟化硫电气设备退役时六氟化硫排空产生的基准线排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO ₂ e）；
$OEC_{overhaul,y}$	——	第 y 年检修的六氟化硫电气设备中回收前六氟化硫气体保有量，单位为千克六氟化硫（kgSF ₆ ）；
$OEC_{retire,y}$	——	第 y 年退役的六氟化硫电气设备中回收前六氟化硫气体保有量，单位为千克六氟化硫（kgSF ₆ ）；
GWP_{SF_6}	——	100 年时间尺度下六氟化硫的全球增温潜势。

第 y 年六氟化硫电气设备检修或退役前六氟化硫保有量 $OEC_{i,y}$ 按公式（2）计算：

$$OEC_{i,y} = \rho_0 \times \frac{REC_{i,y}}{|\rho_0 - \rho_1|} \quad (2)$$

式中：

$OEC_{i,y}$	——	第 y 年六氟化硫电气设备检修或退役前六氟化硫保有量，单位为千克六氟化硫（kgSF ₆ ）；
ρ_0	——	检修或退役的六氟化硫电气设备回收前气室的六氟化硫气体密度，单位为千克每立方米（kg/m ³ ）；
ρ_1	——	检修或退役的六氟化硫电气设备回收后气室的六氟化硫气体密度，单位为千克每立方米（kg/m ³ ）；
$REC_{i,y}$	——	第 y 年检修或退役的六氟化硫电气设备回收的六氟化硫气体量，单位为千克六氟化硫（kgSF ₆ ）；
i	——	六氟化硫回收和净化设备种类， $i=overhaul$ 时，表示检修设备， $i=retire$ 时，表示退役设备。

六氟化硫电气设备气室中六氟化硫气体密度 ρ_j 按公式（3）计算：

$$\rho_j = P_{abs} \times M_{SF_6} / (R \times T_j) = (B + P_j) \times M_{SF_6} / (R \times T_j) \quad (3)$$

式中：

P_{abs}	——	六氟化硫气体的绝对压力，单位为兆帕（MPa）；
B	——	1 个标准大气压，数值为 0.1013 兆帕（MPa）；
P_j	——	六氟化硫气体回收前或回收后气室内压力，单位为兆帕（MPa）；
M_{SF_6}	——	六氟化硫气体的摩尔质量，数值为 146.06，单位为克每摩尔（g/mol）；
R	——	普适气体常量，数值为 8.314472，单位为焦每摩尔开尔文 J/(mol·K)；
T_j	——	六氟化硫气体回收前或回收后的热力学温度，单位为开尔文（K）；
j	——	六氟化硫气体的处理阶段， $j=0$ 时，为回收前； $j=1$ 时，为回收后。

6.4 项目排放量计算

项目排放量按照公式（4）计算：

$$PE_y = PE_{overhaul,y} + PE_{retire,y} \quad (4)$$

式中：

PE_y	——	第 y 年的项目排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO ₂ e）；
$PE_{overhaul,y}$	——	第 y 年六氟化硫电气设备检修时六氟化硫回收和净化过程中产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO ₂ e）；
$PE_{retire,y}$	——	第 y 年六氟化硫电气设备退役时六氟化硫回收和净化过程中产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO ₂ e）。

第 y 年六氟化硫电气设备检修时回收和净化过程中产生的六氟化硫排放量 $PE_{overhaul,y}$ 按公式（5）计算：

$$PE_{overhaul,y} = (OEC_{overhaul,y} - REC_{rec-pur,overhaul,y}) \times GWP_{SF_6} / 1000 \quad (5)$$

式中：

$OEC_{overhaul,y}$	——	第 y 年检修的六氟化硫电气设备中回收前六氟化硫气体保有量，单位为千克六氟化硫（kgSF ₆ ）；
$REC_{rec-pur,overhaul,y}$	——	第 y 年六氟化硫电气设备检修净化后的六氟化硫量，单位为千克六氟化硫（kgSF ₆ ）。

若六氟化硫现场直接回收、净化，且回收和净化后的量可直接测量，则 $REC_{rec-pur,overhaul,y}$ 采用直接测量值。

若六氟化硫气体回收后，未在现场直接净化，而是运回六氟化硫处理中心与其他回收气体集中统一进行净化，则第 y 年六氟化硫电气设备检修净化后的六氟化硫量 $REC_{rec-pur,overhaul,y}$ 按公式（6）计算：

$$REC_{rec-pur,overhaul,y} = REC_{overhaul,y} \times \frac{REC_{after-pur,y}}{REC_{before-pur,y}} \quad (6)$$

式中：

- $REC_{overhaul,y}$ —— 第 y 年六氟化硫电气设备检修时回收的六氟化硫量，单位为千克六氟化硫（ kgSF_6 ）；
- $REC_{after-pur,y}$ —— 第 y 年处理中心回收的六氟化硫气体统一净化后的量，单位为千克六氟化硫（ kgSF_6 ）；
- $REC_{before-pur,y}$ —— 第 y 年处理中心回收的六氟化硫气体统一净化前的量，单位为千克六氟化硫（ kgSF_6 ）。

第 y 年六氟化硫电气设备退役时回收和净化过程中产生的六氟化硫排放量 $PE_{retire,y}$ 按公式（7）计算：

$$PE_{retire,y} = (OEC_{retire,y} - REC_{rec-pur,retire,y}) \times GWP_{SF_6}/1000 \quad (7)$$

式中：

- $OEC_{retire,y}$ —— 第 y 年退役的六氟化硫电气设备中回收前六氟化硫气体保有量，单位为千克六氟化硫（ kgSF_6 ）；
- $REC_{rec-pur,retire,y}$ —— 第 y 年六氟化硫电气设备退役净化后的六氟化硫量，单位为千克六氟化硫（ kgSF_6 ）。

若六氟化硫现场直接回收、净化，且净化后的量可直接测量，则采用 $REC_{rec-pur,retire,y}$ 直接测量值。

若六氟化硫气体回收后，未在现场直接净化，而是运回六氟化硫处理中心与其他回收气体集中统一进行净化，则第 y 年六氟化硫电气设备退役净化后的六氟化硫量 $REC_{rec-pur,retire,y}$ 按公式（8）计算：

$$REC_{rec-pur,retire,y} = REC_{retire,y} \times \frac{REC_{after-pur,y}}{REC_{before-pur,y}} \quad (8)$$

式中：

- $REC_{retire,y}$ —— 第 y 年六氟化硫电气设备退役时回收的六氟化硫量，单位为千克六氟化硫（ kgSF_6 ）；
- $REC_{after-pur,y}$ —— 第 y 年处理中心回收的六氟化硫气体统一净化后的量，单位为千克六氟化硫（ kgSF_6 ）；
- $REC_{before-pur,y}$ —— 第 y 年处理中心回收的六氟化硫气体统一净化前的量，单位为千克六氟化硫（ kgSF_6 ）。

6.5 项目泄漏计算

电气设备六氟化硫回收和净化项目有可能导致上下游部门在运输环节中使用化石燃料等情形，与项目减排量相比，其泄漏较小，忽略不计。

6.6 项目减排量核算

项目减排量按照公式（9）核算：

$$ER_y = BE_y - PE_y \tag{9}$$

式中：

- ER_y —— 第 y 年的项目减排量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- BE_y —— 第 y 年的基准线排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- PE_y —— 第 y 年的项目排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）。

7 监测方法

7.1 项目设计阶段需确定的参数和数据

项目设计阶段需确定的参数和数据的技术内容和确定方法见表 2。

表 2 GWP_{SF_6} 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	GWP_{SF_6}
应用的公式编号	公式（1）（5）（7）
数据描述	100 年时间尺度下六氟化硫气体的全球增温潜势
数据单位	无量纲
数据来源	默认值，参考 IPCC 第五次评估报告
数值	23500
数据用途	用于将六氟化硫排放量转化为 CO ₂ e

7.2 项目实施阶段需监测和确定的参数和数据

项目实施阶段需监测和确定的参数和数据的技术内容和确定方法见表 3—表 10，计量仪表的安装点位等相关要求如图 2 所示。

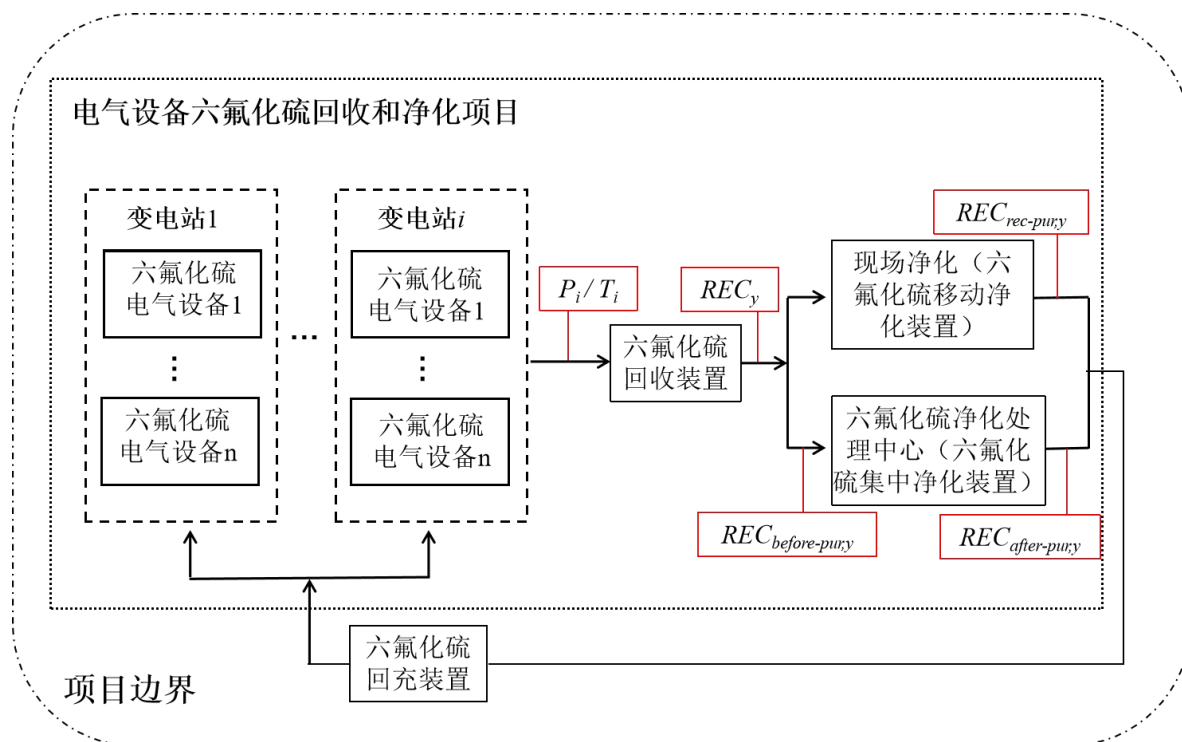


图 2 项目监测点布置示意图

表 3 $OEC_{i,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$OEC_{i,y}$
应用的公式编号	公式 (1) (2) (5) (7)
数据描述	第 y 年六氟化硫电气设备检修或退役前六氟化硫保有量 ($OEC_{overhaul,y}$ 为六氟化硫电气设备检修前气体保有量, $OEC_{retire,y}$ 为六氟化硫电气设备退役前气体保有量)
数据单位	kg
数据来源	通过回收前和回收后气室的密度变化以及回收的六氟化硫气体量计算得出。在项目设计阶段估算减排量时,项目基准线中保有量取项目边界内所有六氟化硫电气设备保有量的 2% 进行估算,保有量的取值采用附录 B 中缺省值。项目实施阶段计算减排量时,通过计算得出的六氟化硫气体保有量,不能大于附录 B 中同一电压等级、同一类型设备的缺省值,若大于缺省值,则保有量取缺省值
数值	/
数据用途	用于计算六氟化硫电气设备检修或退役时基准线排放和回收过程项目排放

表 4 ρ_j 技术内容和确定方法

数据/参数名称	ρ_j
应用的公式编号	公式 (2) (3)

数据描述	六氟化硫电气设备气室中六氟化硫气体密度 ($j=0$ 时, ρ_0 为回收前密度; $j=1$ 时, ρ_1 为回收后密度)
数据单位	kg/m ³
数据来源	通过回收前和回收后气室的压力和温度计算得出
数值	/
数据用途	用于计算六氟化硫电气设备检修或退役前六氟化硫保有量

表 5 P_j 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	P_j
应用的公式编号	公式 (3)
数据描述	六氟化硫气体回收前或回收后气室内压力 ($j=0$ 时, P_0 为回收前压力; $j=1$ 时, P_1 为回收后压力)
数据单位	MPa
数据来源	通过六氟化硫回收装置的压力传感器监测得出, 并数显读数
监测点要求	监测仪表按照 GB 50093 6.4 安装要求安装在六氟化硫回收装置的回收接口或与气室连接的回收管路接头处 (接气室一侧)
监测仪表要求	按照 GB 17167 4.3.8 要求, 准确度不低于 0.25 级
监测程序与方法要求	详见 7.3 相关内容
监测频次与记录要求	在线监测, 记录每次回收前和回收后压力数据, 数据存入项目监测数据储存系统
质量保证/质量控制程序要求	按照 JJG 49、JJG 52、JJG 875、JJG 882 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定。监测仪表应在检定有效期内, 且每年对监测仪表进行校准, 定期维护监测仪表, 以确保数据计量的准确性和完整性
数据用途	用于计算检修或退役六氟化硫电气设备六氟化硫回收前和回收后气室密度

表 6 T_j 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	T_j
应用的公式编号	公式 (3)
数据描述	六氟化硫气体回收前或回收后的热力学温度 ($j=0$ 时, T_0 为回收前温度; $j=1$ 时, T_1 为回收后温度)
数据单位	K
数据来源	通过六氟化硫回收设备的温度传感器监测, 并由数显读数得出
监测点要求	监测仪表按照 GB 50093 6.3 安装要求安装在 SF ₆ 六氟化硫回收装置的回收接口或与气室连接的回收管路接头处 (接气室一侧)
监测仪表要求	按照 GB 17167 4.3.8 要求, 准确度不低于 1.0 级

监测程序与方法要求	详见 7.3 相关内容
监测频次与记录要求	在线监测，记录每次回收前和回收后温度数据，数据存入项目监测数据储存系统
质量保证/质量控制程序要求	按照 JJF 1637、JJG 229、JJF 1183 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期或复校时间间隔要求实施检定或校准。监测仪表应在检定或建议复校时间间隔有效期内，且每年对监测仪表进行校准，定期维护监测仪表，以确保数据计量的准确性和完整性
数据用途	用于计算检修或退役的六氟化硫电气设备六氟化硫回收前和回收后气室密度

表 7 $REC_{rec-pur,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$REC_{rec-pur,y}$
应用的公式编号	公式（6）（8）
数据描述	第 y 年六氟化硫电气设备检修或退役时净化后的六氟化硫量（ $REC_{rec-pur,overhaul,y}$ 为检修设备净化后的气体量， $REC_{rec-pur,retire,y}$ 为退役设备净化后的气体量）
数据单位	kg
数据来源	若现场直接净化，则使用磅秤或地磅等计量仪表监测获得； 若现场回收后运回处理中心集中统一净化，则通过计算得出； 在项目设计阶段估算减排量时，取保有量 95% 的理论回收净化量进行估算
监测点要求	监测仪表按照 GB 50093 6.7 安装要求安装在净化装置内或净化现场
监测仪表要求	按照 JJG 539、GB/T 7723 和 GB/T 7724 要求，准确度不低于 III 级
监测程序与方法要求	详见 7.3 相关内容
监测频次与记录要求	在线监测，每次净化后记录，数据存入项目监测数据储存系统
质量保证/质量控制程序要求	磅秤或地磅按照 JJG 539 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期或复校时间间隔要求实施检定或校准。在检定或建议复校时间间隔有效期内，每年对监测仪表进行校准，定期维护监测仪表，以确保数据计量的准确性和完整性。磅秤称重结果可与流量计计量结果交叉验证，每整点记录该小时流量及时间，数据存入项目监测存储系统。流量计按照 JJG 667、JJG 1030、JJG 1037、JJG 1038 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定。监测仪表应在检定有效期内，且每年对监测仪表进行校准，定期维护监测仪表
数据用途	用于计算六氟化硫电气设备检修时六氟化硫回收和净化过程中产生的排放量

表 8 $REC_{i,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$REC_{i,y}$
应用的公式编号	公式（2）（6）（8）

数据描述	第 y 年检修或退役的六氟化硫电气设备回收的六氟化硫气体量 ($REC_{overhaul,y}$ 为检修设备回收的气体量, $REC_{retire,y}$ 为退役设备回收的气体量)
数据单位	kg
数据来源	使用磅秤或地磅等计量仪表监测获得。在项目设计阶段估算减排量时, 取保有量 97%的理论回收量进行估算
监测点要求	监测仪表按照 GB 50093 6.7 安装要求安装在回收装置内或回收现场
监测仪表要求	按照 JJG 539、GB/T 7723 和 GB/T 7724 要求, 准确度不低于 III 级
监测程序与方法要求	详见 7.3 相关内容
监测频次与记录要求	每次监测, 每次回收后记录, 数据存入项目监测数据储存系统
质量保证/质量控制程序要求	磅秤或地磅按照 JJG 539 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期或复校时间间隔要求实施检定或校准。在检定或建议复校时间间隔有效期内, 每年对监测仪表进行校准, 定期维护监测仪表, 以确保数据计量的准确性和完整性。磅秤称重结果可与流量计计量结果交叉验证, 每整点记录该小时流量及时间, 数据存入项目监测存储系统。流量计按照 JJG 667、JJG 1030、JJG 1037、JJG 1038 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定。监测仪表应在检定有效期内, 且每年对监测仪表进行校准, 定期维护监测仪表
数据用途	用于计算六氟化硫电气设备检修或退役时基准线排放和回收过程项目排放

表 9 $REC_{after-pur,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$REC_{after-pur,y}$
应用的公式编号	公式 (6) (8)
数据描述	第 y 年处理中心回收的六氟化硫气体统一净化后的量
数据单位	kg
数据来源	使用磅秤或地磅等计量仪表监测获得。在项目设计阶段估算减排量时, 取检修或退役的六氟化硫电气设备回收的六氟化硫气体量的 98% 进行估算
监测点要求	监测仪表按照 GB 50093 6.7 安装要求安装在六氟化硫处理中心
监测仪表要求	按照 JJG 539、GB/T 7723 和 GB/T 7724 要求, 准确度不低于 III 级
监测程序与方法要求	详见 7.3 相关内容
监测频次与记录要求	每次监测, 每次净化后记录, 数据存入项目监测数据储存系统
质量保证/质量控制程序要求	磅秤或地磅按照 JJG 539 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期或复校时间间隔要求实施检定或校准。监测仪表应在检定或建议复校时间间隔有效期内, 且每年对监测仪表进行校准, 定期维护监测仪

	表，以确保数据计量的准确性和完整性。磅秤称重结果可与流量计计量结果交叉验证，每整点记录该小时流量及时间，数据存入项目监测存储系统。流量计按照 JJG 667、JJG 1030、JJG 1037、JJG 1038 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定。监测仪表应在检定有效期内，且每年对监测仪表进行校准，定期维护监测仪表
数据用途	用于计算六氟化硫电气设备检修或退役时回收和净化后的六氟化硫量

表 10 $REC_{before-pur,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$REC_{before-pur,y}$
应用的公式编号	公式（6）（8）
数据描述	第 y 年处理中心回收的六氟化硫气体统一净化前的量
数据单位	kg
数据来源	使用磅秤或地磅等计量仪表监测获得。在项目设计阶段估算减排量时，取检修或退役的六氟化硫电气设备回收的六氟化硫气体量进行估算
监测点要求	监测仪表按照 GB 50093 6.7 安装要求安装在六氟化硫处理中心
监测仪表要求	按照 JJG 539、GB/T 7723 和 GB/T 7724 要求，准确度不低于 III 级
监测程序与方法要求	详见 7.3 相关内容
监测频次与记录要求	每次监测，每次净化前记录，数据存入项目监测数据储存系统
质量保证/质量控制程序要求	磅秤或地磅按照 JJG 539、GB/T 7723 和 GB/T 7724 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期实施检定。在检定或建议复校时间间隔有效期内，每年对监测仪表进行校准，定期维护监测仪表，以确保数据计量的准确性和完整性。磅秤称重结果可与流量计计量结果交叉验证，每整点记录该小时流量及时间，数据存入项目监测存储系统。流量计按照 JJG 667、JJG 1030、JJG 1037、JJG 1038 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定。监测仪表应在检定有效期内，且每年对监测仪表进行校准，定期维护监测仪表
数据用途	用于计算六氟化硫电气设备检修或退役时回收和净化后的六氟化硫量

7.3 项目实施及监测的数据管理要求

7.3.1 一般要求

项目业主应采取以下措施，确保监测参数和数据的质量：

- 遵循项目设计阶段确定的数据监测程序与方法要求，制定详细的监测方案；
- 建立可信且透明的内部管理制度和质量保障体系；
- 明确负责部门及其职责、具体工作要求、数据管理程序、工作时间节点等；
- 指定专职人员负责压力、温度、气体回收量、气体净化量等数据的监测、收集、记录和

交叉核对。

7.3.2 计量装置的检定、校准要求

7.3.2.1 项目使用的磅秤或地磅等计量仪表应当由国家法定计量检定机构或获得计量授权的计量技术机构按照 JJG 539 等相关规程的要求进行检定。在计量仪表使用期间，项目业主应委托获得中国合格评定国家认可委员会（CNAS）认可的第三方计量技术机构，按照现行有效的相关标准和规范的要求每年对磅秤或地磅等计量仪表进行校准，并且出具报告。

7.3.2.2 项目使用的压力计量仪表应当由国家法定计量检定机构或获得计量授权的计量技术机构按照 JJG 52 等相关规程的要求进行检定。在计量仪表使用期间，项目业主应委托获得 CNAS 认可的第三方计量技术机构，按照现行有效的相关标准和规范的要求每年对压力计量仪表进行校准，并且出具报告。

7.3.2.3 项目使用的温度计量仪表应当由国家法定计量检定机构或获得计量授权的计量技术机构按照 JJF 1183、JJF 1637、JJG 229 等相关规程的要求进行检定。在计量仪表使用期间，项目业主应委托获得 CNAS 认可的第三方计量技术机构，按照现行有效的相关标准和规范的要求每年对温度计量仪表进行校准，并且出具报告。

7.3.2.4 项目使用的流量计量仪表应当由国家法定计量检定机构或获得计量授权的计量技术机构按照 JJG 1038、JJG 667、JJG 1037 和 JJG 1030 等相关规程的要求进行检定。项目业主应委托获得 CNAS 认可的第三方计量技术机构，按照现行有效的相关标准和规范的要求每年对流量计量仪表进行校准，并且出具报告。

7.3.2.5 已安装的磅秤或地磅、压力、温度、流量等计量仪表发现以下情形时，项目业主应委托获得 CNAS 认可的第三方计量技术机构在 30 天内对计量仪表进行校准，必要时更换新的计量仪表，以确保监测数据的准确性：

- a) 计量仪表的误差超出规定的准确度范围、示值误差限值要求；
- b) 零部件故障问题导致计量仪表不能正常使用。

7.3.3 数据管理与归档要求

7.3.3.1 对于收集到的监测数据，项目业主应建立数据、信息等原始记录和台账管理制度，妥善保管监测数据，以及计量仪表的检定、校准相关报告和维护记录。台账应明确数据来源、数据获取时间及填报台账的相关责任人等信息。项目设计和实施阶段产生的所有数据、信息均应电子存档，在该温室气体自愿减排项目最后一期减排量登记后至少保存 10 年，确保相关数据可被追溯，且不可更改。

7.3.3.2 项目业主应建立数据内部审核制度，定期对监测数据进行审核，磅秤读数记录应与流量计量数据进行交叉核对，确保数据记录的准确性、完整性符合要求。

7.3.4 数据精度控制与校正要求

计量装置出现未校准、延迟校准或者准确度超过规定要求时，应采取措施对该时间段内的数据进行保守性处理。流量、重量等关键参数的保守性处理方式如下：

- a) 六氟化硫气体回收量和净化后的量处理方式：
 - 及时校准，但准确度超过规定要求：计量结果 $\times$ （1—实际基本误差的绝对值）；
 - 未校准：计量结果 $\times$ （1—准确度等级对应的最大允许误差）；
 - 延迟校准：延迟的时间段内按未校准情形处理。

b) 六氟化硫气体净化前的量处理方式:

——及时校准, 但准确度超过规定要求: 计量结果 $\times (1 + \text{实际基本误差的绝对值})$;

——未校准: 计量结果 $\times (1 + \text{准确度等级对应的最大允许误差})$;

——延迟校准: 延迟的时间段内按未校准情形处理。

7.3.5 数据联网要求

7.3.5.1 项目业主应在全国温室气体自愿减排注册登记系统及信息平台开始公示项目设计文件后, 按照附录 A 的格式要求通过全国碳市场管理平台填报监测数据联网基础信息表, 具体操作流程见全国温室气体自愿减排注册登记系统及信息平台办事指南栏目。

7.3.5.2 项目业主应建立项目监测数据储存系统, 根据监测数据联网基础信息表中填报的监测频次与记录要求实时采集项目所涉计量仪表监测数据, 监测数据储存系统中数据应至少存储 10 年。

7.3.5.3 项目监测数据储存系统中记录的计量仪表监测数据应与全国碳市场管理平台联网, 具体联网要求如下:

a) 项目业主应在项目监测数据储存系统安装数据采集网关, 数据采集网关在确保数据安全的前提下, 对监测数据储存系统记录数据进行数据转发, 具备断线缓存及监视管理功能;

b) 数据采集网关应具备如下能力:

——应支持分布式控制系统 (DCS)、可编程逻辑控制器 (PLC)、远程终端控制系统 (RTU) 等多种工业自动化系统通讯协议;

——应具备将上述多种通讯协议转换为消息队列遥测传输 (MQTT) 协议的能力;

——数据采集网关应至少具备 16GB 以上内存以及 1TB 以上存储;

——项目业主应为项目监测数据储存系统数据传输提供稳定的互联网宽带或 4G/5G 无线通信数据传输环境;

c) 项目监测数据储存系统数据应通过数据采集网关按监测频率要求保存, 具备条件时上传;

d) 项目业主应每天核对监测数据储存系统数据记录值与计量仪表监测值, 如有数值偏差或数据传输延迟应及时修复;

e) 项目业主应每月对监测数据储存系统数据记录情况及采集网关数据传输情况进行核对, 确保数据完整准确记录;

f) 联网期间应尽量避免因设备故障所引起的数据缺失和数据中断情况, 若发生应及时修复并上传情况说明, 故障期数据不予再次上传、不予计算减排量。若每年度数据缺失和中断总时长超过 20 天, 或自然月内数据缺失和中断持续超过 3 天, 则该月份数据存疑, 审定与核查机构需重点核查;

g) 项目监测数据储存系统数据联网试运行周期应不少于 1 个月, 试运行期间应确保数据无中断。如发生中断, 须重新进行联网试运行。

7.3.5.4 项目业主应留存监测各环节的原始记录、自动监测仪表运维记录等, 各类原始记录内容应完整并有相关人员签字, 应在项目最后一期减排量登记后至少保存 10 年。

7.3.5.5 项目业主应具有健全的自动监测仪表运行管理工作和质量管理制度。

8 项目审定与核查要点及方法

8.1 项目适用条件的审定与核查要点

- 8.1.1 审定与核查机构可通过现场走访、查阅边界内变电站及电气设备清单，确认实施六氟化硫回收和净化的电气设备均为 66 千伏及以上电压等级。
- 8.1.2 审定与核查机构可通过现场走访、查阅净化后气体的检测记录、报告，确认净化后的气体达到 GB/T 12022 要求。
- 8.1.3 审定与核查机构可通过现场走访、追溯气体回用至六氟化硫电气设备记录以及相关支撑材料等方式，核实净化后气瓶编号和回用气体气瓶编号一致性，确认回收和净化气体是否实现回用。
- 8.1.4 审定与核查机构可通过现场走访、查阅项目业主合法经营登记证明材料、有关授权文件等相关证明文件，确保项目业主符合适用条件要求。
- 8.1.5 审定与核查机构通过现场走访、查阅边界内变电站及六氟化硫电气设备清单和计入期内实施回收净化的电气设备清单，确保单台设备在计入期内检修实施六氟化硫回收和净化所产生的减排量仅算一次。
- 8.1.6 审定与核查机构可通过现场走访、查阅数据传输记录、查询工作日志（如有）、与全国碳市场管理平台运营单位核实等方式，确认是否按照方法学要求实现监测数据联网并满足相关要求，确定项目联网时间。
- 8.1.7 审定与核查机构可通过现场走访、查阅项目业主提交的抢修单、故障记录或报告、停电计划申请单、对应层级电网调度中心出具的调度通知单与调度计划以及相关支撑材料等方式，确认开展电气设备六氟化硫回收和净化工作的必要性。

8.2 项目边界的审定与核查要点

审定与核查机构可通过现场走访查看单座变电站或区域内多座变电站地理位置、变电站内电气设备设施等方式确认项目业主是否正确描述了项目边界及项目设备设施。

8.3 项目监测计划的审定与核查要点

审定与核查机构通过查阅项目设计文件、减排量核算报告、磅秤或地磅以及其他计量设施计量位置，计量器具检定（校准）报告或证书等相关证据材料，以及现场走访确定项目设计文件、监测计划描述的准确性，核实项目业主是否按照监测计划实施监测。

8.4 项目审定与核查的抽样要求

- 8.4.1 审定与核查机构须对本文件要求的计量仪表检定（校准）报告、监测数据记录、管理制度及体系等文件全部进行审定与核查。
- 8.4.2 在审定与核查的现场评审环节，若项目边界内涉及六氟化硫回收和净化的变电站为 5 座以下（含），审定与核查机构应对所有变电站开展现场走访；若项目边界内涉及六氟化硫回收和净化的变电站总数超过 5 座，审定与核查机构应制定抽样方案并按照抽样结果赴现场进行走访，抽样方案应遵循以下要求：
- a) 抽样量为 $5 + \sqrt{I - 5}$ （ I 为项目边界内变电站总数），数值向上取整；
 - b) 如果在现场走访中发现抽取的变电站不符合本文件要求，审定与核查机构应加倍扩大抽样量，如果扩大抽样仍然存在不符合，则继续加倍扩大抽样，直至抽取全部样本。

8.5 参数的审定与核查要点及方法

参数的审定与核查要点及方法见表 11。

表 11 参数的审定与核查要点及方法

序号	内容	审定要点及方法	核查要点及方法
1	六氟化硫气体回收前或回收后气室内压力 (P_j)	应现场查看以下内容： ——压力计量仪是否按照 GB50093 6.4 要求安装，是否位于监测计划要求的计量点； ——压力计量仪是否按照仪表设定频次开展连续监测，是否每次记录回收前及回收后压力，数据是否接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台； ——上传至全国碳市场管理平台的监测数据联网基础信息表中对此参数的描述是否完整、准确； ——压力数据监测、记录是否与监测计划、监测数据联网基础信息表的描述一致。	a) 查阅设备检定、校准记录，确认压力计量仪是否在检定有效期内，确认压力计量仪的准确度是否不低于 0.25 级； b) 应现场查看以下内容： ——压力计量仪是否按照 GB50093 6.4 要求安装，是否位于监测计划要求的计量点； ——压力计量仪是否按照监测计划、监测数据联网基础信息表开展监测； ——接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台的数据是否与压力计量仪读数一致。
2	六氟化硫气体回收前或回收后气室内热力学温度 (T_j)	应现场查看以下内容： ——温度计量仪是否按照 GB50093 6.3 要求安装，是否位于监测计划要求的计量点； ——温度计量仪是否按照仪表设定频次开展连续监测，是否每次记录回收前及回收后温度，数据是否接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台； ——上传至全国碳市场管理平台的监测数据联网基础信息表中对此参数的描述是否完整、准确； ——温度数据监测、记录是否与监测计划、监测数据联网基础信息表的描述一致。	a) 查阅设备检定、校准记录，确认温度计量仪是否在检定有效期内，确认温度计量仪的准确度是否不低于 1.0 级； b) 应现场查看以下内容： ——温度计量仪是否按照 GB50093 6.3 要求安装，是否位于监测计划要求的计量点； ——温度计量仪是否按照监测计划、监测数据联网基础信息表开展监测； ——接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台的数据是否与温度计量仪读数一致。
3	第 y 年六氟化硫电气设备检修或退役时净化后的六氟化硫量 ($REC_{rec-pur,y}$)	a) 查看边界内变电站及六氟化硫电气设备清单，以及六氟化硫电气设备充气量缺省值； b) 应现场查看以下内容：	a) 查阅设备检定、校准记录，确认磅秤或地磅及重量流量计是否在检定有效期内，确认磅秤或地磅的准确度是否不低于 III 级，重量流量计准确度是否不低于 0.5 级；
4	第 y 年检修或退役的六氟化硫电气设备回收的六氟化硫气体量	——磅秤或地磅是否按照 GB 50093 6.7 要求进行安装，是否位于监	b) 查阅流量计的数据记录，与磅秤或地磅称

	$(REC_{i,y})$	测计划要求的计量点；	量的数据进行交叉核对；
5	第 y 年处理中心回收的六氟化硫气体统一净化后的量 $(REC_{after-pur,y})$	——磅秤或地磅是否按照监测计划、监测数据联网基础信息表开展监测；	c) 应现场查看以下内容：
6	第 y 年处理中心回收的六氟化硫气体统一净化前的量 $(REC_{before-pur,y})$	——接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台的数据是否与磅秤或地磅读数一致； ——是否安装重量流量计；流量计是否按照 GB 50093 6.5 要求进行安装，流量计是否与磅秤或地磅的监测同步按照监测计划进行监测，流量计的数据是否接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台，接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台的数据是否与流量计读数一致。	——磅秤或地磅是否按照 GB 50093 6.7 要求进行安装，是否位于监测计划要求的计量点； ——磅秤或地磅是否按照监测计划、监测数据联网基础信息表开展监测； ——接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台的数据是否与磅秤或地磅读数一致； ——是否安装重量流量计，流量计是否按照 GB 50093 6.5 要求进行安装，流量计是否与磅秤或地磅的监测同步按照监测计划进行监测，流量计的数据是否接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台，接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台的数据是否与流量计读数一致。

9 方法学编制单位

在本文件编制工作中，国家电网有限公司，以及国网安徽省电力有限公司、中国电力科学研究院有限公司、生态环境部对外合作与交流中心、中国能源研究会、中能国研（北京）电力科学研究院、广东电网有限责任公司等单位作出积极贡献。

附 录 A

监测数据联网基础信息表

A.1 监测数据联网基础信息表的版本及修订												
版本号		制定（修订）年份					修订说明					
A.2 项目基本情况												
1. 项目基本信息 （包括项目名称、计入期、项目业主、项目权属情况。）												
2. 项目运行情况 （包括六氟化硫电气设备、六氟化硫回收装置、六氟化硫净化装置等运行情况。）												
A.3 项目边界和主要系统设施描述												
1. 项目边界的描述 （包括项目边界所包含的系统设施、所对应的地理边界，工艺流程图及工艺流程描述，工艺流程图中标注各系统设施、监测仪表点位。）												
2. 主要系统设施												
系统设施名称		监测数据存储系统名称		上位机/DCS		通信方式		网络情况		备注说明		
例：六氟化硫回收装置		XX 控制系统		EDPF NT+ (V3.0)		TCP/IP		无线网		/		
六氟化硫净化装置												
.....												
A.4 数据内部质量控制和质量保证相关规定												
1. 内部管理制度和质量保证体系 （1）明确监测数据联网工作的负责部门及责任人，以及工作要求、工作流程等； （2）建立监测仪表使用和管理制度，明确监测仪表检定（校准）、维护等工作的负责部门及责任人等； （3）针对回收、净化六氟化硫气体压力、流量、温度、重量等关键参数，建立监测仪表管理台账，并保留检定、校准相关原始凭证。												
参数	设备名称	设备型号	安装位置	生产厂家	监测频次	监测仪表准确度	监测原始数据小数位数*	检定、校准频次	最近一次检定和校准时间	检定、校准报告	是否接入监测数据存储系统	传输协议
六氟化硫气体回收前或回收后气室内压力	压力传感器 1#							检定： 校准：	检定： 校准：	检定： 校准：		
六氟化硫气体回收前或回收后气室内温度	温度传感器 1#							检定： 校准：	检定： 校准：	检定： 校准：		

第 y 年 六氟化 硫电气 设备检 修或退 役时净 化后的 六氟化 硫量	磅秤 或地 磅 1#							检定： 校准：	检定： 校准：	检定： 校准：		
六氟化 硫气体 常温常 压流量	重量 流量 计 1#							检定： 校准：	检定： 校准：	检定： 校准：		
.....												

2. 原始凭证和台账记录管理制度
（包括监测数据、检定（校准）报告，以及其他相关材料的登记、保存和记录。）

*压力四舍五入保留到小数点后四位，流量四舍五入保留到小数点后三位，温度、重量保留到小数点后两位。

附 录 B

六氟化硫电气设备充气量缺省值

序号	设备类型	设备电压等级 (kV)	元件名称	充气量 (kg) ^a
1	气体绝缘金属封闭组合电器 (GIS)	66-110	断路器	42
2			三工位隔离开关	6
3			接地开关	2
4			电流互感器	16
5			三相电压互感器	13
6			单相电压互感器	5
7			避雷器	9
8			电缆终端	15
9			套管	12
10			单位母线 (每米)	7
11		220	断路器	58
12			三工位隔离开关	19
13			接地开关	8
14			电流互感器	22
15			三相电压互感器	32
16			单相电压互感器	10
17			避雷器	15
18			电缆终端	29
19			套管	26
20			单位母线 (每米)	10.8
21		330	断路器	78
22			三工位隔离开关	34
23			接地开关	14
24			电流互感器	39
25			三相电压互感器	57
26			单相电压互感器	18
27			避雷器	27
28			电缆终端	52
29			套管	46
30			单位母线 (每米)	19
31		500 (含直流)	断路器	92
32			三工位隔离开关	45
33			接地开关	27
34			电流互感器	74
35			三相电压互感器	/
36			单相电压互感器	30
37			避雷器	56

序号	设备类型	设备电压等级 (kV)	元件名称	充气量 (kg) ^a
38	气体绝缘金属封闭组合电器 (GIS)	500 (含直流)	电缆终端	30
39			套管	88
40			单位母线 (每米)	36
41		750 (含直流)	断路器	190
42			三工位隔离开关	46
43			接地开关	42
44			电流互感器	95
45			三相电压互感器	/
46			单相电压互感器	64
47			避雷器	175
48			电缆终端	/
49			套管	130
50			单位母线 (每米)	60
51		1000	断路器	350
52			三工位隔离开关	52
53			接地开关	55
54			电流互感器	105
55			三相电压互感器	/
56			单相电压互感器	85
57			避雷器	195
58			电缆终端	/
59			套管	240
60			单位母线 (每米)	42
61	瓷柱断路器	110	/	10
62		220	/	45
63		330	/	70
64		500	/	90
65		750	/	710
66		1000	/	1850
67	罐式断路器	66	/	10
68		110	/	10
69		220	/	40
70		330	/	70
71		500	/	1000
72		750	/	1400
73	电压互感器	66	/	/
74		110	/	4
75		220	/	18
76		330	/	19
77		500	/	20

序号	设备类型	设备电压等级 (kV)	元件名称	充气量 (kg) ^a
78	电流互感器	66	/	8
79		110	/	8
80		220	/	25
81		330	/	45
82		500	/	80
83	气体绝缘型输电管道 (GIL, 每米)	110	/	5
84		220	/	9
85		330	/	14
86		500 (含直流)	/	24
87		750 (含直流)	/	44
88	气体绝缘型变压器 (GIT)	1000	/	60
89		110	/	700
90		220	/	1000

数据来源：^a来源于多家主流设备制造厂商六氟化硫电气设备充气量的平均值。鉴于各厂商在技术方案、制造工艺及设计标准上存在差异，其设备的实际充气量会有所差异，故本数据仅供参考。