



附件

现代重工（中国）电气有限公司审核案例

撰写者：杨林生

【案例摘要】

SF6 充气型高压电气设备产品的设计、生产过程中，正确地策划、掌控好充气压力与温度关系，以确保产品具备优良绝缘、灭弧性能是质量控制重点。正确地按规操作 SF6 充气过程既是防止产品气体泄漏、影响产品质量；又是产品生产过程的安环控制要点。本案例从流程策划的文件审查开始，发现产品充气流程识别不充分，另从以往安全事故信息入手，针对性实施重点审核。通过审核产品技术规范，测算其 SF6 充气温度与压力的关系的信息，发现产品实现过程的设计、策划存在着充气过程的温度与压力关系不符合质量控制规定要求；现场充气作业存在着产品质量和安全隐患的问题，由此开具不符合报告，促使组织整改。

一、案例背景介绍

推荐机构：方圆标志认证集团有限公司

案例类型：管理体系认证

认证类型：质量、环境、职业健康管理体系监督审核加转版

受审核方名称：现代重工（中国）电气有限公司

审核依据： GB/T19001-2016、 GB/T24001-2016、 GB/T28001-2011

审核时间： 2017 年 11 月 6—7 日

审核范围：

Q M S : 额定工作电压 72.5kV 及以上 SF6 气体绝缘金属封闭成套组合电器 (GIS)、0.4kV~40.5kV 高、低压配电盘 (含 SF6 气体绝缘开关柜，即 C-GIS) 及船用配电盘的设计、生产；中低压断路器、接触器、继电器的生产；

E M S / O H S Y S 是上述产品设计、生产及相关管理活动。

审核组长：杨林生（专业） **审核组员：**钟永伟（专业）、汪晓蓉、杨宝成（专业）

二、受审核方基本情况

现代重工（中国）电气有限公司隶属于韩国现代重工（世界500强）的独资公司，是世界知名的电气产品供应商，该公司于2000年落户于江苏省扬中市，企业专业生产高、中、低压电气产品，年产能力约12亿元人民币。

公司从2004年开始，先后建立和运行质量、环境、职业健康安全管理体系，且通过方圆认证。

三、主要审核发现、沟通过程

1. 产品实现与风险。

1) 组织生产的主要产品是72.5kV及以上SF6气体绝缘金属封闭成套组合电器（以下称GIS，见图1），0.4kV~40.5kV高、低压配电盘（含SF6气体绝缘开关柜，以下称C-GIS，见图2），关键过程有气体充装、焊接、表面处理。



图1 GIS



图2 C-GIS

2) 风险。上述二类GIS产品所充气体是SF6，SF6的电气绝缘强度约为空气的2.5倍，灭弧能力更高达空气的100倍以上，因而在超高压和特高压的范畴内，它能完全取代绝缘油和压缩空气而成为唯一的断路器灭弧媒质。另该气体比空气重、是环保控制的温室气体之一，充入该气体的经产品放电试验或使用后或直接泄漏于与高温气体、接触电弧光，会产生有毒性的气体，造成人员的窒息、中毒伤害。2008年该组织在顾客处安装GIS产品时，曾因SF6气体泄漏，发生一人窒息死亡、一人重伤的重大事故。

3) 控制要求。充气过程的气体压力与环境温度变化是决定产品的绝缘、灭弧性能。充气过程的工艺操作要求复杂，保证产品充装气体密度、压力，防止SF6气体的泄漏、确保产品具备密封性，是产品寿命质量控制关键点，也是安全、环保控制的重点。



4) 从产品实现的流程中发现问题。作为组长、专业审核员，我在预审组织转版的产品流程描述等文件时，发现企业确定的产品实现流程图中，有焊接、表面处理等关键过程识别，缺少关键的 GIS 类 SF6 气体充气过程，为什么？这应该有问题，由此开始现场追溯审核高压设计部 5 0 0 kV 等 GIS 产品流程图时，发现有类似问题。

2. 现场审核。

现场审核高压的 GIS 运行控制过程时，发现以下二个問題：

1) 在高压设计部：

查阅到的 5 5 0 K V G I S 产品设计的技术条件输入、输出；与技术总监交流得到的信息是：

- 设计输出资料中 5 5 0 K V 充气工艺引用的是 3 5 K V G I S 充气压力与温度(问题显现：高压 GIS 与中压 C-GIS 充气密度是不一样的)；
- 编制的 5 5 0 K V G I S 工艺中，仅有恒定于环境 2 0 ℃ 的充气(相对)压力指标，规定气箱压力 0.3 (绝对是 1.3) bar。
- 了解到 2017 年度，有顾客就 GIS 产品充气压力不足、有泄漏的问题的抱怨。
- 现场查看生产车间的充气、放电试验区域，并无恒温设施（区域不恒温，充气压力的确定与温度变化而变化），区域的环境温度随外界环境温度变化而变化。
- 现场查见到已经完工的 1 2 6 K V G I S 二台，产品上充气压力表显示是 0 . 5 5 Mpa，当天车间的环境温度是 2 0 . 8 ℃。

无论从专业角度还是上述不同规格的产品之间，在相同的环境温度下，充气压力应有明显的差别，沿着这个问题溯查设计、工艺制定依据——IEC 标准（现代重工电气事业部）使用的充气标准：

$$P=56.2 \times 10^{-6} \times \gamma \times T \times (1+B) - \gamma^2 \times A$$

$$A=74.9 \times 10^{-6} \times (1-0.727 \times 10^{-3} \times \gamma)$$

$$B=2.51 \times 10^{-3} \times \gamma \times (1-0.846 \times 10^{-3} \times \gamma)$$

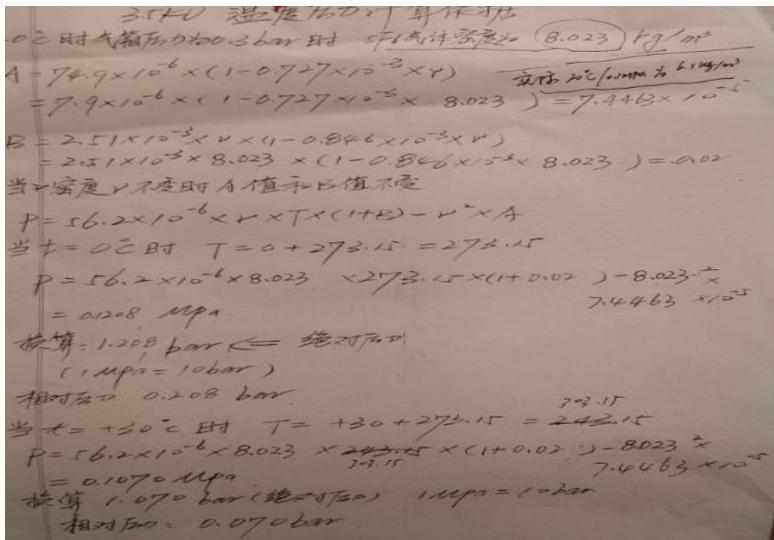
式中：P 为 SF6 的气体压力 MPa、 γ 为气体的密度 kg/m³、T 为气体的温度 K

$$T=t+273.15$$

以上述公式核算 35KV GIS、测算 550KV GIS 在 30℃、0℃ 等环境温度下压力值，即 T-P，计算结果如下：

- a) 35KV GIS： t=30℃时/P=0.33bar， t=10℃时/P=0.254bar (相对压力、密度定值是 8.0kg/m³)；
- b) 550KV GIS： t=30℃时/P=0.63Mpa， t=10℃时/P=0.55Mpa (相对压力、密度定值是 50kg/m³)；

计算结果：



- 35KV GIS 充气压力与温度对应值与编制的矩阵表相符 (附现场审核计算表)；
- 550KV GIS 与 35KV GIS 环境温度相同时，二者充气压力相差超过 50% (考虑了计算误差)。

2) 查生产过程操作控制：

见到 C-GIS 产品充气区，当班生产的产品是 HMS40.5Kv 充气柜：

a) 查产品充气前的检漏 (保证产品的环保、安全性)，引用充气设备供应商操作规程，规程中无充气检漏指标规定；

b) 充气操作区的四只 SF6 气瓶倒地放置，且无人员防护警示提醒标志，不符合职业安全控制要求。

鉴于上述二类问题，既涉及产品质量，又涉及人员安全，由此开具不符合报告，整改分二个部门分别进行，提供了 29 页证据资料。

不符合报告

1 信息: 项目号: CQM-32-2004-0493
 受审核方名称: 现代重工(中国)电气有限公司
 认证领域: QMS EMS OHSMS FSMS
 审核区域: 设计部、生产部 审核类型: 初审 第 1 次监督 再认证 第 1/1 份不符合报告

2 观察结果:

抽查产品充气过程控制:

1) 550SR(ZF-550/Y5000-63)SF6 气体绝缘金属封闭开关设备成套技术条件中仅规定环境温度 20℃时额定、报警、闭锁压力值,用公司确定的 $P=56. \cdot 10^{-6} \cdot \gamma \cdot T \cdot (1+B) - \gamma^{-2} \cdot A$ 测算核实,环境温度 30℃、10℃等时充气压力值超差近 50%。

2) 查见到 C-GIS 充气区,近日生产产品为合肥皖仪 C-GI:

• 充气过程为先用氮气检漏,后充 SF6 气体,充气设备上操作规范中未明确检漏压力、充 SF6 气体时温度—压力规定。

• 区域有四只 SF6 气瓶倒地放置,无人员防护警示提醒标志。

上述结果不符合 GB/T19001-2016 标准第 8.1; GB/T24001-2016 第 8.1; GB/T28001-2011 第 4.4.6 条款规定。

不符合性质: 一般不符合 严重不符合

3 整改要求: 纠正不符合; 制定纠正措施,并在 30 天内完成后; 异地验证 现场验证;
 制定纠正/纠正措施计划,并在 天内完成后审核组确认,下次审核组验证其有效性。

审核员: 杨中柱 审核组长: 杨中柱 2017 年 11 月 7 日

4 受审核方确认意见:

确认人: 李洪 最高管理者(或其授权人): 李洪 2017 年 11 月 07 日

5 受审核方原因分析、拟采取的纠正/纠正措施/纠正措施计划:

上述问题发现、提出及整改要求,促进企业完善关键过程的质量、环保、职业安全管理,组织对审核能力高度评价。

四、受审核组织主要的改进方法及其成效

针对开具的不符合报告,组织分二个部门实施整改,分别提供整改的证实性资料共 29 页,整改有效性体现于:

- 1) 通过计算,专门制定了完整的 550KVGIS 产品 SF6 充气温度—压力矩阵表数据,对产品使用地域环境的极限温度,列出温度区,有对应的确定产品充气压力值,明确产品充气的指标限值;
- 2) 修订有充气检漏操作规范,补充了 C-GIS 产品焊接后充气检漏指标,以确保产品检漏压力大于充 SF6 气体压力,确保产品 SF6 气体充装不超压泄漏,以控制产品质量、安环影响的风险;
- 3) 针对充气作业现场 SF6 气瓶倒地放置、作业区域无职业危害提醒标志实施了整改。
- 4) 组织按期完成整改,提供了整改证据,审核沟通会、末次会议上,组织对本次审核给予高度评价。2018.1 月底,组织在年终总结中肯定了本次审核增值作用,提供了韩方常务副总签署的评估报告,见附件。



五、总结

管理体系强调过程方法，而过程方法的运用是从流程开始的，本案例线索来源于产品运行的充气过程确定不充分，了解到顾客有其抱怨后，追溯过程的策划、设计、运行，发现关键的充气过程控制的问题，开具不符合报告，促使组织通过整改，完善了关键过程的控制，降低顾客可能存在的不满意和可能潜在的不满意，减少产品泄漏的质量问题、安全隐患，实现了有价值的增值审核。

六、附件

1. 审核任务书、审核计划；
2. 高压设计部、中压设计部和生产部分别实施不符合整改的资料；
3. 现代重工审核效果评估报告。