

电网专业技术监督丛书

化学专业

主编 卜劲松 副主编 郭江涛 史立红

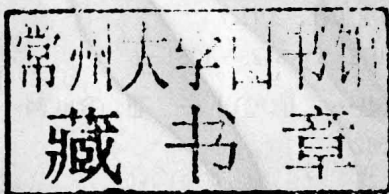


中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电网专业技术监督丛书

化学专业

主编 卜劲松 副主编 郭江涛 史立红



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《电网专业技术监督丛书》共有绝缘、继电保护、电测量、化学、电能质量、调度自动化、电力通信、环境保护及热工专业九个分册，系统地介绍了国家电网技术监督规定中要求的各项技术监督工作的目的、依据、监督项目、管理内容及相关基础知识。本丛书可作为从事电网工作的技术人员和管理人员的工作参考书，也可作为电网专业技术监督培训用书。

本书是化学专业分册，主要包括化学技术监督管理、变压器油的质量监督与管理、SF₆气体质量监督与管理、油浸式电气设备变压器油中溶解气体分析与故障诊断四章内容。

图书在版编目 (CIP) 数据

电网专业技术监督丛书. 化学专业/卜劲松主编. —北京: 中国电力出版社, 2011. 7

ISBN 978-7-5123-1951-6

I. ①电… II. ①卜… III. ①电网—技术监督
IV. ①TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 150491 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 [http://www cepp. sgcc. com. cn](http://www.cepp.sgcc.com.cn))

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 10 月第一版 2011 年 10 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 9.5 印张 242 千字

印数 0001—2000 册 定价 24.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

—— 电网专业技术监督丛书 编委会 ——

丛 书 主 编：卜劲松

丛 书 副 主 编：郭江涛 史立红

丛 书 编 委：陈永辉 李 罡 周迎秋 刘志福 李凤波
王化柱 魏宝林 刘勇军 于国良 肖荣国
张 力 张伯良 金镇山 朱学成 兰公煜

本册编写人员：姜自庠 姜子秋 李国兴

本册审核人员：史立红

前言

电网专业技术监督对输变电设备和电网的安全运行发挥着巨大作用。随着电网规模的扩大和电压等级的不断提高,特别是近年来随着输变电设备状态检修和隐患排查工作的开展和特高压设备的投入运行,电气设备监督工作的重要程度被提升到了一个新的高度。为使从事各专业的技术人员能够及时掌握输变电设备发展动态,掌握本专业法律法规及相关要求,提高监督管理和检测的水平,增强分析和判断的能力,黑龙江省电力有限公司抽调技术监督专业人员组成了“电网专业技术监督丛书编写小组”。在本丛书编写过程中,小组分别召开了十二次专题会议,统一思想,要求各分册既要突出本专业的特点,又要体现丛书的共同点;并邀请中国电力出版社及一些大专院校的老师多次进行培训,对法定计量单位,教材编写的格式,人名、地名、专有名词,图表及序号的编排等进行了规范的讲解。相关编写人员多次深入现场,使丛书的编写真正满足生产现场的实际需求。

本丛书分为绝缘、继电保护、电测量、化学、电能质量、调度自动化、电力通信、环境保护及热工专业九个分册。内容包括:“三级监督网络”的建设和作用,基建阶段、正常生产过程中、异常事件处理过程中的技术监督;电网设备状态检修、隐患排查过程中的技术监督及典型案例;对技术监督关口前移、闭环管理的原则进行案例分析;列出技术监督的标准、管理制度、必要的档案及记录并加以诠释;对技术监督的人员及资质、报表及总结格式及需制订的技术监督动态考核内容给出范例;对各专

业基层监督人员应知应会的基础知识、电气设备测试技术的要点及注意事项、输变电设备状态评价及隐患排查内容进行讲解。本丛书可作为从事电网工作的技术人员和管理人员的工作参考书，也可作为电网技术监督培训用书。

本书是《电网专业技术监督丛书》化学专业分册。主要对化学技术监督管理的内容及工具进行了阐述；对变压器油、SF₆气体的质量监督和管理知识进行了介绍，并对油浸式电气设备变压器油中溶解气体分析与故障诊断进行了详细论述。

在本书编写过程中，编者查阅了大量资料和文献；参考了许多专业工作者和专家的科研成果、公开发表的文章、正式出版的书籍和非正式出版的资料，谨在此向他们表示衷心的感谢！

本书第一章由姜自库编写，第二章、第三章由姜子秋编写，第四章由李国兴编写；全书由史立红审核。由于编者水平有限，编写时间仓促，若有疏漏和不当之处，敬请广大读者批评指正。

目 录

前言

第一章 化学技术监督管理	1
第一节 化学专业技术监督概述	1
第二节 化学专业技术监督管理内容	1
第三节 化学专业技术监督管理工具	6
第二章 变压器油的质量监督与管理	19
第一节 变压器油	19
第二节 变压器油的监督与维护	40
第三章 SF ₆ 气体质量监督与管理	110
第一节 SF ₆ 气体的性质	111
第二节 SF ₆ 气体在电弧作用下的分解	133
第三节 SF ₆ 混合气体	138
第四节 SF ₆ 电气设备	140
第五节 SF ₆ 气体质量的监督管理	155
第六节 SF ₆ 电气设备的故障判断	202
第四章 油浸式电气设备变压器油中溶解 气体分析与故障诊断	213
第一节 变压器油中溶解气体来源与 故障气体产生机理	213
第二节 油浸式电气设备故障类型及 其油中溶解气体的特征	225

第三节	变压器油中溶解气体含量的气相色谱分析	229
第四节	油浸式电气设备的故障识别与判断	255
第五节	油浸式变压器固体绝缘老化的判断	285
参考文献		294

第一章

化学技术监督管理

第一节 化学专业技术监督概述

一、监督

所谓监督是指对现场或某一特定环节、过程进行监视、督促和管理，使其结果能达到预定的目标。

二、化学技术监督

对电网企业而言，化学技术监督就是指油（气）监督，即在充油（气）电气设备安装、调试、生产运行以及检修过程中，通过对新油（气）和设备中油（气）进行取样、化验，并依据试验结果对设备的健康水平进行客观、科学的分析评价，消除设备运行过程中存在的问题和安全隐患，保证供电设备的安全、稳定和经济运行，防止事故的发生。

三、化学技术监督的目的

化学技术监督目的就是通过技术监督手段，消除设备运行过程中存在的问题和安全隐患，以保证供电设备的安全、稳定和经济运行，防止事故（包括设备损坏和人身伤害事故）的发生。

第二节 化学专业技术监督管理内容

一、化学专业技术监督的依据

依据国家法律、法规，按照国家、电力行业和国家电网公司的技术标准，采用适应电网发展的科学的管理方法、完善的管理制度和先进的试验检测手段，在供电设备全过程质量管理和电网

系统全过程状态监控过程中，对充油（气）电气设备的健康水平及与其安全、稳定、经济运行有关的重要参数、性能、指标进行监督、检查、调整、评价，以保证其在良好状态或允许范围内运行。化学技术监督贯穿于供电设备的设计、制造、安装、调试、运行、检修和技术改造全过程。

化学技术监督应执行的主要标准、规程、规定见表 1-1。这些标准若有修订，应使用其最新版本。

表 1-1 电网化学技术监督依据的主要技术标准

序号	标 准 号	标 准 名 称
1	DL/T 246—2006	化学技术监督导则
2	GB/T 14542—2005	运行变压器油维护管理导则
3	GB/T 7595—2008	运行中变压器油质量
4	DL/T 1094—2008	电力变压器用绝缘油选用指南
5	GB/T 7252—2001	变压器油中溶解气体分析和判断导则
6	DL/T 722—2000	变压器油中溶解气体分析和判断导则
7	DL/T 984—2005	油浸式变压器绝缘老化判断导则
8	DL/T 1096—2008	变压器油中颗粒度限值
9	DL/T 596—1996	电力设备预防性试验规程
10	GB/T 12022—2006	工业 SF ₆
11	GB/T 8905—1996	SF ₆ 电气设备中气体管理和检测导则
12	DL/T 595—1996	SF ₆ 电气设备气体监督导则
13	DL/T 639—1997	SF ₆ 电气设备运行、试验及检修人员安全防护细则

二、化学专业技术监督工作应遵循的原则和工作内容

（一）化学技术监督工作应遵循的原则

化学技术监督是保证供电设备安全、经济、稳定运行的重要技术手段之一，因而化学技术监督技术也就成为电力设备运行技术的重要组成部分。做好化学技术监督工作，必须了解它的基本特性，针对不同监督的内容与要求，掌握相应的监督技术，以确

保化学技术监督达到预期的目的。

(1) 化学技术监督应执行“预防为主，质量第一”的方针。监督的根本目的就在于确保供电设备的安全、经济、稳定运行，及时发现并消除与化学技术监督有关的设备隐患，防止事故的发生。因而化学技术监督工作要做在事故发生之前，切断事故发生之源，防患于未然。也就是说，化学技术监督工作必须贯彻与体现预防为主，质量第一的方针与要求。

(2) 化学技术监督必须贯穿于生产全过程中，任何一个环节或阶段的监督不力，都将对整个监督工作产生不良影响，甚至导致事故的发生。对供电设备全过程的监督，应从设计、安装、调试、运行、检修各个生产阶段进行监督。各个生产阶段有着不同的监督内容与重点，应该采取不同的方法与要求。

(3) 在电网化学技术监督工作中，气相色谱分析已被广泛应用于变压器油中溶解气体的分析，并结合电气试验结果来预测充油电气设备的故障，对防止事故的发生具有指导性意义。

在充油电气设备内常发生过热和放电两种形式的故障。温度升高，将会引起绝缘材料的老化与热分解。一般来说，每当温度升高 8°C ，绝缘材料的使用寿命就会减少一半。一般油浸式变压器最高运行温度不应超过 85°C 。设备发生放电故障后，由于绝缘材料大量分解，产生大量的可燃气体，严重时会造成设备损坏及爆炸事故，故放电故障是设备安全运行的最大威胁。

为了防止上述事故的发生，就必须加强变压器油温及油中溶解气体含量的监督，及时采取防范措施，防止事故的发生。由于引起故障的因素不能及时消除，设备故障就有随时发生的可能。因此，当出现故障的最初迹象时，就应加大监督力度，增加采样测试频率，根据检测结果的变化趋势与幅度，果断采取措施，以切断或彻底消除故障源，这是电网化学技术监督的一个显著特点。

(4) 目前, 原来使用变压器油的开关、互感器、套管等充油电气设备, 已经普遍被 SF_6 气体介质所取代。所以, 当今化学技术监督内容与手段已有了很大的变化, 也提出了更高的技术要求, 因此, 加速培养与化学技术监督要求相适应的人才, 是电网所属供电企业化学技术监督工作中的当务之急。

(二) 化学技术监督专业工作的内容

对电网公司所属企业而言, 化学技术监督工作质量的好坏, 直接影响充油、充气电气设备的安全、稳定和经济运行。对输变电设备来说, 为了克服变压器油易燃易爆的缺点, 原来使用变压器油作介质的开关、互感器、套管等充油电气设备, 正逐步被 SF_6 电气设备取代, GIS (SF_6 组合电器) 变电站也越来越多。随着设备改造的逐步深入和新技术、新设备的大量应用, 由充油设备占主导地位的电气设备正越来越多地被以 SF_6 气体作为绝缘介质的设备所替代。

因此, 化学技术监督的工作范围应包括所有的充油、充气电气设备, 还应包括废旧油(气)的处理和再利用; 而且, 应该贯穿电气设备的设计、制造、安装、调试、运行、检修和技术改造全过程。

1. 对充油(气)设备取样的监督

化学技术监督方法视不同监督内容与要求而异。化学技术监督的根本目的在于保证电力生产设备的安全、经济、稳定运行, 防止事故的发生。为此, 必须对监督指标加以控制与测定, 对充油、充气设备的取样加以监督, 确保所取样品的代表性; 并按国家及电力行业标准的规定进行化验分析, 提供正确可靠的测定数据, 依据试验结果对该设备的健康水平进行客观、科学的分析评价。

2. 新油(气)质量的监督

新购置的变压器油、 SF_6 气体和油处理材料, 在使用前必须加以监督和验收, 以保证其投产后的安全运行。

3. 油（气）处理设备的监督

在变压器油使用过程中，对于不合格的绝缘油必须进行必要的过滤处理。因此，对油处理设备的运行监督也要纳入化学技术监督的范畴。对于需要检修的 SF₆ 电气设备，当需要将 SF₆ 气体再利用时，必须对其进行检测。如果气体质量不符合新气质量标准的要求，应对其进行净化处理，因此需要对 SF₆ 气体净化处理设备的运行进行监督。

4. 运行中油（气）质量的监督

对运行中变压器油和 SF₆ 气体按规定要求定期或不定期检测，是化学技术监督工作中一项覆盖面很广、技术要求很高的工作任务。这就要求供电企业的监督试验室配备相应的检测仪器设备，并培养一批能够熟悉检测方法和技术标准，熟练掌握仪器设备操作以及能够正确分析判断检测结果的人员，以确保检测结果的可靠性。

5. 提出化学技术监督结论

(1) 对新油（气）质量的评价。根据检测结果，如果新油（气）质量符合国家及电力行业有关标准要求，则认为新油（气）合格，可供电气设备使用；不允许使用质量不合格的产品。

(2) 对油（气）处理设备的评价。根据油（气）在经净化设备处理前后质量的变化，评价油处理设备的性能和运行效果，监督其处理效果是否达到标准规定的要求。

(3) 对运行中油（气）质量的监督。运行中油（气）质量不仅体现了其本身劣化情况，而且反映了电气设备的运行状况。国家及行业技术标准中规定了运行中油（气）的检测项目、控制指标和检测周期。

电气设备一旦出现异常或故障，就可能使油（气）质量发生变化，给供电设备的安全运行带来巨大威胁。因此，在监督过程中一旦发现油（气）检验结果异常，应对数据进行复检确认，并加大取样监督的频率，必要时应停止设备运行，并及时

进行检查、处理，避免设备损坏或人身事故的发生。一旦发生了与化学技术监督相关的设备故障与事故，则应认真分析原因，总结经验教训，对监督中存在的问题进行反思，并针对存在的问题提出改进措施。

第三节 化学技术监督管理工具

为坚持“预防为主，质量第一”的方针，及时发现和消除与化学技术监督有关的设备隐患，防止事故的发生，就必须采用能够适应电力生产发展的检测手段和科学的管理方法。

一、化学技术监督的管理体系

化学技术监督的主要任务是准确、及时地对新油（气）、运行中油（气）进行质量检验，为用油（气）部门提供必要的依据，及时发现变压器等充油（气）电气设备潜伏性故障，提高设备安全经济性，延长其使用寿命。还应与有关部门共同采取措施对发现的异常或故障进行处理，防止油质劣化，保证设备安全运行。

（一）化学技术监督三级监督网络建设

电网公司化学技术监督三级监督网络包括“大三级”管理网络和“小三级”管理网络。

1. “大三级”管理网络

省电力有限公司为第一级，内设化学技术监督领导小组；省电力科学研究院为第二级，内设化学技术监督专业机构；基层企业为第三级。

2. “小三级”管理网络

基层企业设置“小三级”化学技术监督管理网络，即基层企业主管生产的局长或总工程师为第一负责人，并与主管全局生产的管理部门相关专业负责人组成第一级监督管理机构；相关变电站或工区以第一责任人为主体的管理机构为第二级；负责油、气

化验分析的班组为第三级。

上述机构的建立,形成完整的化学技术监督管理网络。通过各级管理岗位职责的认定和认真履行职责,共同做好电网公司化学技术监督管理工作。

(二) 涉及电网化学技术监督的部门及职责

1. 国家工业和信息化部委员会

各省电力行业的化学技术监督统一由该省工信委来领导;各省电力技术监督办公室是工信委授权的职能部门,负责管理化学技术监督工作,设置化学技术监督专职工程师,负责各省电力行业的化学技术监督工作,其职责为以下几点:

- (1) 贯彻国家和电力行业有关方针、政策、法律、法规等。
- (2) 负责化学技术监督工作的管理和组织协调。
- (3) 组织制订、修订相关的政策、规定、规程和标准等。

2. 各网省公司技术监督办公室

负责管理全省电网化学技术监督工作,其职责为:

- (1) 组织贯彻执行有关规程、标准和反事故技术措施。
- (2) 研究解决化学技术监督工作中的技术难题,参加与化学技术监督有关的重大设备改进、调整试验、新型设备鉴定工作。

(3) 对各单位上报的各种报表及总结进行综合分析,组织参加与化学技术监督有关的事故分析,研究解决方法,制定反事故措施。

(4) 了解供电企业的重要测试设备的配置情况,协助建立必须的技术监测手段,并协助规划和审核配置计划。

(5) 研究推广新技术,开展专业技术培训、考核,提高化学技术监督人员素质。

(6) 组织、开展化学技术监督评比,定期检查供电企业的化学技术监督工作。

(7) 组织召开化学技术监督工作会议。

(8) 对新建、扩建变电工程的设计、制造、安装、调试、试运，实行全过程技术监督。

3. 各省电力试验研究院

电力试验研究院(所)是省电力公司在化学技术监督方面的职能机构。

二、化学技术监督网络中各级管理机构的管理职责

1. 省电力公司职责

省电力公司是各省电网化学技术监督的领导机构，由主管生产的副总经理(或总工程师)负责本公司的化学技术监督工作。省电力公司的生产部负责化学技术监督工作的归口管理，并设有化学技术监督专责工程师，具体负责指导、督促、检查全公司化学技术监督网的工作情况，及时了解基层单位监督工作中存在的问题，并督促解决问题，具体职责为：

(1) 贯彻执行有关化学技术监督工作的各项规章制度和技术措施，指导全公司化学技术监督工作。

(2) 掌握本公司化学技术监督工作情况，督促、检查化学技术监督工作。

(3) 组织有关单位对新建、扩建和改建工程进行全过程监督管理，并督促检查执行规章制度情况。

(4) 组织解决本公司化学技术监督工作中存在的重大问题。

2. 各省电力试验研究院

各省电力试验研究院是在省电力公司领导下的技术监督职能部门，对基层单位进行专业管理。电力试验研究院应设化学技术监督专责工程师，在主管院长(或总工程师)的领导下，由专业部门组织开展具体工作，其职责为以下几点：

(1) 贯彻执行上级有关化学技术监督的规章制度和要求，组织全公司的化学技术监督工作。

(2) 掌握本公司化学技术监督工作情况及主要设备健康情况，督促、检查各基层单位化学技术监督工作，对基层上报的报

表和总结进行综合分析，及时提出处理意见和措施，并协助解决。

(3) 参加与化学专业有关的重大技术事故分析，制定反事故措施。

(4) 组织开展化学业务培训和技术监督工作，不断提高化学技术监督检测人员的技术水平，研究推广新技术，更新技术监督手段。

(5) 组织召开化学技术监督工作总结会议，交流经验，布置下年度工作重点。

3. 供电单位

供电单位应设化学技术监督专责工程师，明确化学技术监督归口管理部门，并在主管生产的副总经理（或总工程师）领导下进行化学技术监督工作，其职责为以下几点：

(1) 领导本单位化学技术监督工作，建立监督网，贯彻上级有关化学技术监督工作的各项规章制度和要求，审批本单位化学技术监督实施细则和有关措施，定期组织本单位化学技术监督会议，检查、协调、落实化学技术监督工作；组织、协调并处理与化学技术监督有关的工作。

(2) 组织有关部门认真做好主要设备在安装、调试、运行及停用过程中的化学技术监督工作；在发生与化学技术监督有关的重大设备异常及人身伤害事故时，应组织相关部门的技术负责人分析并查明原因，采取有效的技术措施，并将相关处理情况汇报给省电力公司及电力试验研究院。

(3) 贯彻执行有关化学技术监督工作的各项规章制度和技术措施，指导本单位化学技术监督工作。

(4) 掌握本公司化学技术监督工作情况，检查相关标准和规章制度执行情况。

(5) 根据有关导则、规程及规定，结合本单位的具体情况，建立健全化学技术监督试验室，并配备相应的有上岗资质的监督