

电网专业技术监督丛书

热工专业

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

热工专业

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公司技术监督规定中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。

本书是热工专业分册，主要包括热工技术监督管理、温度测量、压力测量等内容。

图书在版编目 (CIP) 数据

电网专业技术监督丛书. 热工专业/卜劲松主编. —北京: 中国电力出版社, 2011.9

ISBN 978-7-5123-2141-0

I. ①电… II. ①卜… III. ①电网—技术监督②热工系统—技术监督 IV. ①TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 197445 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)

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 12 月第一版 2011 年 12 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 3.125 印张 76 千字

印数 0001—2000 册 定价 10.00 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：张五洲 宿海涛 司铁明

本册审核人员：贾长阁

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定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》热工专业分册，主要对热工技术监督管理的内容及工具进行了阐述；对温度和温标的定义、压力测量基础知识做了论述，对热电阻、膨胀室式温度计、辐射式高温计、动圈式仪表、自动平衡式和数字显示仪表、恒温槽和温度指示控制仪的原理和特点做了介绍；并对液柱式、弹性式、数字式压力计及压力变送器等设备的原理及特点进行了阐述。

本书由张五洲、宿海涛、司铁明编写，贾长阁审核。由于编者水平有限，编写时间仓促，疏漏和不当之处敬请广大读者同仁批评指正，编者将十分感谢！

目 录

前言

第一章 热工技术监督管理	1
第一节 热工技术监督概述	1
第二节 热工技术监督管理内容	3
第三节 热工技术监督管理工具	10
第二章 温度测量	18
第一节 温度与温标	18
第二节 热电阻	19
第三节 膨胀式温度计	25
第四节 辐射式高温计	32
第五节 测温系统	33
第六节 动圈式仪表	35
第七节 自动平衡式显示仪表	41
第八节 数字式热工显示仪表及温度变送器	44
第九节 恒温槽性能测试	48
第十节 温度指示控制仪的检定	53
第三章 压力测量	59
第一节 基础知识	59
第二节 液柱式压力计	62
第三节 弹性式压力计	64
第四节 压力(差压)变送器	71

第五节 数字压力计	78
第六节 压力式 SF ₆ 气体密度控制器的检定	79
附录：热工试验室的标准计量仪器设备	85
参考文献	90

第一章

热工技术监督管理

第一节 热工技术监督概述

一、热工技术监督的定义

热工技术监督就是要建立热工技术监督管理体系，把热工技术监督作为电力生产管理的重要技术手段，有效地提高电网生产设备的健康水平，为保证电网安全、稳定、经济运行发挥作用。

二、热工技术监督的任务

热工技术监督的任务：通过对热工仪表及控制装置进行正确的系统设计、设备选型、安装调试和周期性的检定、校验、日常维护、技术改造以及统计、考核等工作，使之经常处于准确和可靠的状态，以满足生产、管理的要求。热工技术监督在管理上应严格执行《国家电网公司技术监督工作管理规定》的要求，建立相应的管理体制和制度，以规范技术监督工作。因公用电网、并网发电企业或用户用电原因引起的电能质量不符合国家标准时，应按“谁引起，谁治理”的原则及时处理，并贯穿于公用电网、并网发电企业及用电设施设计、建设和生产的全过程。

三、热工技术监督的范围

电网热工技术监督的工作范围：建立热工技术监督管理系统、热工仪表及装置的日常维护和管理、设备故障处理、热工量值传递监督、热工技术监督培训等工作。

四、热工技术监督的目的

技术监督工作贯彻“安全第一、预防为主、超前防范”的方

针，按照依法监督、分级管理、行业归口的原则，对电网电能质量实施全过程、全方位的技术监督。

热工技术监督的目的是为了保证电网向用户提供符合国家电能质量标准的电能，对电网内影响电能质量的发电、供电、用电等各环节进行必要的技术监督。

作为电网技术监督的一个组成部分，热工技术监督的重要性体现在它所监督的热工仪表及控制装置是保障电力设备安全启停、正常运行和故障处理的重要技术装置，是促进安全经济运行、文明生产和提高劳动生产率的不可缺少的手段。为使热工仪表及控制装置在安全经济运行中充分发挥它应有的作用，落实“安全第一，预防为主”的方针，切实做好热工仪表和控制装置的监督工作，保证热工规章制度的严格执行，认真做好设备状态分析，做好检修维护工作，提高热工设备的可靠性。

五、热工技术监督的依据

开展热工监督工作要依据国家各项法规、国家电网公司的法规和办法，以及各项国家规程、规范。

（一）依据的法律法规

《中华人民共和国电力法》（中华人民共和国主席令第 60 号）
《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第 70 号）
《中华人民共和国计量法》（中华人民共和国主席令第 28 号）
《中华人民共和国强制检定的工作计量器具检定管理办法》（国发〔1987〕 31 号）

（二）依据的标准规范

《国家电网公司专业技术监督规定（国家电网公司热工技术监督规定）（试行）》（国家电网生〔2005〕 682）

《火力发电厂热工仪表及控制装置技术监督规定》（国电安运〔1998〕 483 号）

《水利电力部门电测、热工计量仪表和装置检定管理的规定》

(一九八六年三月二十七日国务院批准一九八六年六月五日国家计划委员会、对外经济贸易部发布)

《质量管理体系标准》(GB/T 19001—2000)

第二节 热工技术监督管理内容

一、热工技术监督三级监督网络建设

热工技术监督实施三级网络管理,其中网省公司为第一级,省电力科学研究院为第二级,各供电公司 of 第三级。各级监督部门具有相应的监督职责。

(一) 省电力技术监督办公室的主要职责

各省电力技术监督领导小组负责指导协调省级电力技术监督工作,组织研究解决电力技术监督工作中存在的重大问题。

(二) 各省电力科学研究院的职责

(1) 具体开展热工技术监督服务工作,对各发电企业、供电公司的热工技术监督工作进行督促、检查和考核,并提出改进建议。

(2) 贯彻执行国家、行业有关技术监督的方针、政策、法规、标准和制度等。

(3) 对热工专业电力生产的全过程进行技术监督。

(4) 建立、健全主要设备的技术档案,对重大问题向省电力技术监督领导小组汇报。

(5) 参加全电力系统重大设备事故和电网事故的调查,提出反事故措施及技术处理意见。

(6) 每年组织召开热工技术监督工作会议,总结、交流和推广热工技术监督的工作经验和先进技术。

(7) 定期向省电力技术监督领导小组汇报工作。

(8) 定期对电力技术监督人员进行技术培训和考核,发放合格证书。组织技术交流。

(三) 各供电公司的职责

各供电公司是技术监督的基层单位，建立监督领导小组和热工技术监督网，在生产管理部门设热工技术监督专责工程师负责归口管理。

1. 领导小组职责

(1) 领导企业热工技术监督工作，建立热工技术监督网，贯彻上级有关热工技术监督的规章制度，检查、协调、落实本单位热工技术监督工作。

(2) 组织、协调有关专业做好主要设备在运行及日常维护中的热工技术监督工作。设备检修时，组织做好热工检修监督，并在检修后组织验收。

(3) 组织调查、分析研究与热工技术监督有关的重大设备事故缺陷，查明原因，采取措施，并上报省技术监督领导小组。

(4) 组织制订和批准、颁发适合本单位情况的有关热工技术监督的规章制度。

2. 热工技术监督工程师的职责

(1) 在总工程师领导下，贯彻执行有关计量法令、法规以及部、局有关监督工作的指示和规定，开展监督活动。

(2) 协调热工技术监督与其他部门有关的技术性工作。

(3) 参加本单位发生的重大热工事故等调查分析工作。

(4) 对本单位热工工作中存在的重大问题组织讨论，研究解决方案与制订有关技术措施，必要时向上一级监督机构汇报。

(5) 参加本单位新建、扩建、改建工程中热工设备的设计审查、施工验收和交接工作。

(6) 负责热工设备的设备更新、检修项目、备品备件计划的审核与重要检修项目的验收。

(7) 协助建立本单位的热工计量标准室，督促按周检计划实施周检与抽检。

3. 热工专责职责

(1) 认真贯彻执行有关计量法令、法规、监督条例及上级颁发的有关规程、制度和指示。

(2) 建立本单位的热工计量标准室，按期做好量值传递工作。

(3) 做好热工设备的检修、验收工作以及运行中设备的维护、消缺和主要热工参数的现场抽检工作，保证设备完好。

(4) 开展技术革新和培训。

(5) 对本单位发生的热工设备不安全情况进行调查分析，制订反事故措施。

二、热工监督闭环管理原则

技术监督之所以成为电力设备安全经济运行的重要保证，是因为通过技术手段对设备内部过程和微观变化进行监督，掌握设备资料和介质状况及变化的趋势，以此判断其安全程度，并采取预见性措施，做到心中有数，防患于未然。热工技术监督实施闭环管理原则，定期对设备进行巡检，提出设备状态分析报告，对设备运行情况进行分析，跟踪缺陷消除情况，提出预控措施，做到心中有数，消灭隐患在萌芽阶段。

全过程、全方位的热工技术监督是保证新建、改造和检修后电力设备的质量，保障设备顺利投产、正常运行的重要措施。只有在全过程、全方位的技术监督工作中把好质量关，把设备缺陷消灭在萌芽阶段，才能使设备在投产或检修后具有较好的安全水平，实现较高的技术、经济指标。

实行全过程、全方位监督，进行闭环控制要做到：根据上级的方针目标，组织制定出本专业方针目标，编写出工作计划，落实到各班组，实现目标管理；要加强对指标、计划完成情况的反馈管理，并作认真细致的分析，使计划的编写更合理，有的放矢，时时追踪与调整，使之达到预期的目的。

三、热工技术监督主要工作内容

电网热工技术监督的主要工作内容涉及仪表装置的检测与维护、热工量值传递和热工技术监督日常基础管理工作。

(一) 热工仪表及装置

(1) 检测元件(温度、压力等物理量及其他的一次传感器)。

(2) 二次线路(补偿导线、补偿盒、热工仪表及控制装置的电缆、电缆槽架、支架、二次接线盒及端子排等)。

(3) 二次仪表及控制设备(指示、记录、累计仪表、数据采集装置等)。

(4) 保护联锁及工艺信号设备(保护或联锁设备、信号灯及音响装置等)。

(5) 计量标准器具及装置(包括信号源、测试仪器、量值传递用的标准器具等)。

(二) 热工量值传递监督范围及主要内容

(1) 各级计量检定机构应取得相应的资质,并与管理部门建立正常的工作关系。

(2) 各级计量检定人员必须经上级管理部门考核、取证。

(3) 各级计量检定机构根据实际工作需要和量值传递的等级规定配备标准计量装置及相应的环境条件。

(4) 各级计量检定机构应编制完整的计量装置年度周期检定计划,包括本级计量装置送上级检定和对下级计量装置的检定。

(5) 热工使用的电测量器具由本单位电测检定,精度等级不能满足的由上一级检定机构检定。

(三) 热工技术监督基础管理工作

基础管理工作是热工监督工作的一个重要组成部分,基础管理工作做的好坏直接关系到监督工作的成败。基础管理的日常工作必须做到:严格执行,不断完善规章制度。热工监督的重要任务之一就是监督有关人员严格执行规章制度,以保证热工设备的可靠运行,减少事故的发生。

1. 做好设备档案和图纸资料的管理

图纸资料不齐全或版本不对，造成检修维护中的失误屡见不鲜，经常会引起更大的设备损坏或人身伤害。做好检修后设备档案归档，技改项目的图纸资料的修改、整理，所有这些是做好安全工作的基础。

2. 监督工作制度化

热工监督工作要制度化。充分利用设备管理系统，执行定期工作，开展定期检查，经常检查分析不安全的现象，认真采取防范措施，保证定期工作能及时和不被遗漏，以保障设备的健康。及时发现和消除缺陷，确保电力设备始终处于良好状态，设备的安全稳定运行才有保障。通过缺陷管理，对缺陷的发生、处理、总结、反馈等环节进行全过程的管理，使设备或系统始终处于受控状态，提高设备运行的安全可靠。

3. 拟好检修计划，做好监督和质量验收

使最需要检修的设备得到应有的检修，在检修中严格做好质量检查，把好热工设备检修、调校、试验质量关，对调校、抽查中发现的不合格热工设备要跟踪检查，检查督促热工设备调校记录规范化保存，这些记录是分析仪表上存在的问题和建立合理校验周期的依据。例如：一块动圈式压力计，在设备校验中发现其指示有误差，经过重新调校后能够满足测量精度要求，可以继续在现场使用。但是，这块表的校验周期需要进行相应调整，适当地缩短校验周期，经过一段时间的跟踪后，可以恢复原校验周期。

4. 热工监督技术培训

要充分发挥热工监督的作用，根本因素是人员素质。为了避免因热工原因而影响电力设备的安全和经济运行，行之有效的方法就是建立全员监督意识，加强技术培训，以提高人员的工作责任心，并建立科学严谨的工作态度，同时加大热工技术监督力度，防患于未然。开展热工技术培训工作，参加理论考试和实际

操作考试，以提高人员的技术素质。参加上级监督单位的技术培训，取得相应的技术资质。技术培训要做到有计划、有措施、有考核。

5. 建立热工技术监督三级网络

建立热工技术监督三级网络管理：省电力公司为第一级，省电力科学研究院为第二级，各供电局为第三级。

四、热工技术监督人员及资质

随着热力设备日益向大容量、高参数的方向发展，对热工测量的要求越来越高，热工技术监督人员的重要性也日益凸显。如果没有仪表，运行人员就无法判断设备的运行情况，就不能保证及时地、正确地操作，这样不仅会造成很大经济损失，甚至会严重地危及生产安全。同时也影响节能降耗。由此可见，热工技术监督是现代电力工业安全、经济运行的必要保证。

在电力生产中为了监视和控制设备运行，分析和统计各种指标，在电力设备上都安装了许多热工测量仪表，如大型变压器的温度测点，大型电气开关的介质压力测点等。通过对热工参数准确可靠地测量，可使工作人员及时地了解电力设备的运行工况；使控制装置及时地获得信号。由运行人员或设备自动进行调节，也就是根据测量提供的信号发出指令对设备进行必要的（手动或自动）操作，从而使生产过程按预定的最安全、最稳定、最经济的工况运行。例如：某变压器温度过高，温度测点报警，这时运行人员在接到报警后可以手动开启风扇降温，也可以由设备自动开启风扇降温。

热工仪表、设备技术监督人员，其首要任务就是保证热工仪表准确、灵敏、可靠地进行测量和显示。为了能胜任工作热工仪表、设备技术监督人员必须掌握下述几个方面的知识和技能：熟悉热工仪表的结构、原理和特性；能依据被测参数的性质和测量的目的正确地选择各种测量仪表及其辅助设备；具有安装、检修、校验热工仪表的技能；能根据测量系统情况及热力设备性

能,正确判断测量误差的来源,并能设法消除它。

热工量值传递监督的要求和人员资质如下:

(1) 各省电科院按国家电网公司规定建立二级热工计量室,负责省内各电厂、供电公司、电力建设单位的量值传递与监督,同时做好省内计量人员的考核和热工计量标准及其设施的考核、认证。

(2) 各发电厂、供电公司、电力建设单位等建立符合生产需要的热工计量标准室,其计量器具购置应经主管局电力试验研究所审查,并受其传递和监督。需建立部分高一级的计量标准时,应征得上一级计量管理职能机构的同意。

(3) 负责量值传递的单位应在检定年度开始一个月前编制下达本年度的周期检定计划,检定计划下达后必须严格执行,不得任意拖延或不送检。

(4) 热工计量标准必须按期检定,超过检定周期和不合格者,应视为失准,不允许用作量值传递。暂不使用的计量标准和仪器可报请上级检定机械封存,再次使用时需经上级检定机构启封并合格后使用。

(5) 从事量值传递工作的人员,必须持证上岗。脱离检定岗位一年以上的人员,必须重新考试合格后,方可恢复工作。

(6) 用于热工计量的电测量器具,由本单位电测检定机构进行检定。本单位不能检定的,由电测检定机构统一报送上级检定机构。

(7) 计量器具的检定合格证,应标明各项技术数据与检修、调整的主要内容,并有检定人员的签章。

(8) 检定人员在做标定工作时,必须穿戴专用的鞋、帽与工作服。

(9) 标准试验室应有防尘、恒温、恒湿设施;室内应保持整齐清洁、光线充足、没有振动和强磁场干扰;室温应保持在 $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 范围内,相对湿度不大于80%。试验室应有缓冲间。