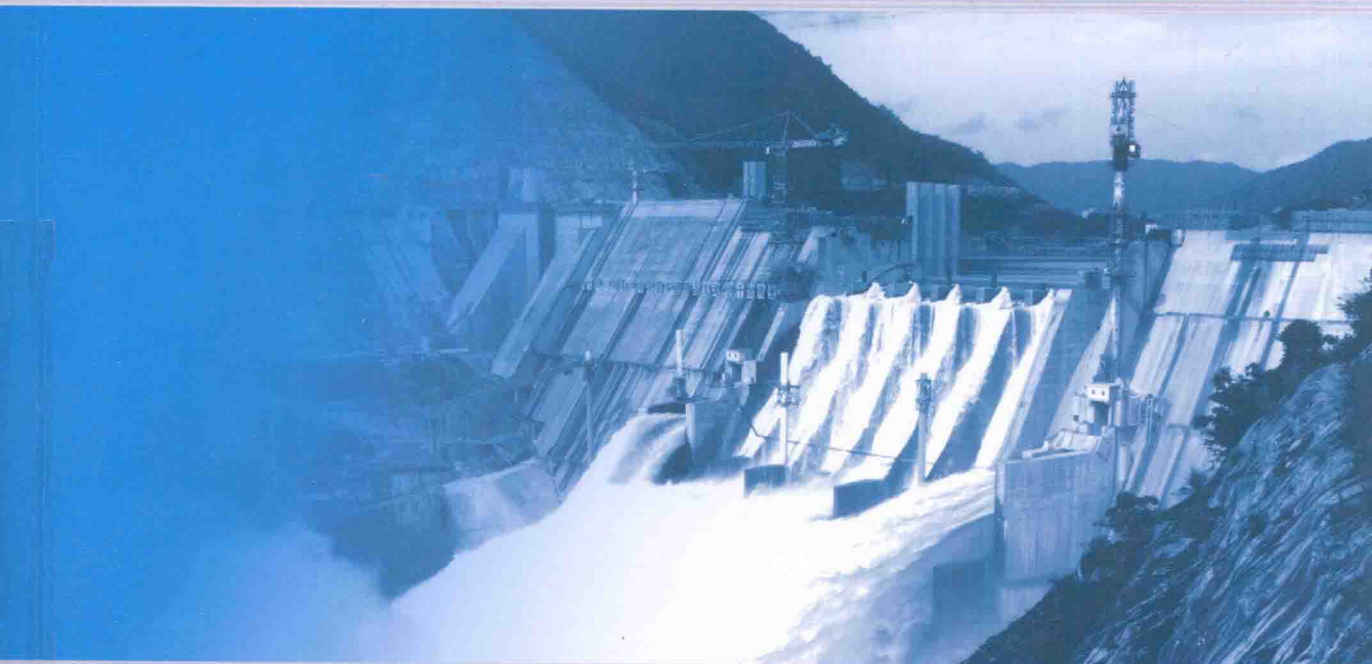




中国华能
CHINA HUANENG

水力发电厂 技术监督标准汇编

中国华能集团公司 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



TV752-1
1

水力发电厂 技术监督标准汇编

中国华能集团公司 编

内 容 提 要

为规范和加强水力发电厂技术监督工作,促进技术监督工作规范、科学、有效开展,保证发电机组及电网安全、可靠、经济、环保运行,预防人身和设备事故的发生,中国华能集团公司依据 DL/T 1051—2007《电力技术监督导则》和国家、行业相关标准、规范,组织编制和修订了集团公司《电力技术监督管理办法》及水力发电厂绝缘、继电保护及安全自动装置、励磁、电测与热工计量、电能质量、水轮机、水工、监控自动化、节能、环境保护、金属、化学等 12 项专业监督标准。监督标准规定了水电相关设备和系统在设计选型、制造、安装、运行、检修维护过程中的相关监督范围、项目、内容、指标等技术要求,水力发电厂监督组织机构和职责、全过程监督范围和要求、技术监督管理的内容要求。其适用于水力发电设备设计选型、制造、安装、生产运行全过程技术监督工作。

图书在版编目(CIP)数据

水力发电厂技术监督标准汇编/中国华能集团公司编. —北京:中国电力出版社, 2015.9

ISBN 978-7-5123-8303-6

I. ①水… II. ①中… III. ①水力发电站—技术监督—标准—汇编—中国 IV. ①TV752-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 224149 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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 9 月第一版 2015 年 9 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 56.25 印张 1395 千字
印数 0001—2000 册 定价 170.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

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

序

电力体制改革以来，中国华能集团公司电力产业快速发展，截至 2014 年 12 月，公司可控发电装机容量突破 1.5 亿千瓦，已成为全球装机规模最大的发电企业。电力技术监督作为保障发供电设备安全、可靠、经济、环保运行的重要抓手，在公司创建世界一流企业战略目标发挥重要作用。2010 年公司发布火电 12 项技术监督标准，以规范火电厂各项监督的技术标准，指导电厂技术人员在设备管理中落实各项国标、行标，技术标准保证了监督工作的规范性、科学性、先进性。5 年来，火电技术监督标准的实施，在保证电厂的安全生产经济运行、防止设备事故发生方面发挥了重要作用。

在集团公司开展电厂安全生产管理体系创建工作中，发现技术监督标准没有解决监督管理问题。锅炉及附属系统、设备主要是通过节能、锅炉压力容器及金属等专业进行间接监督，不能对锅炉及附属设备进行全面监督。公司热电联产机组及热力管网发展迅速，供热面积逐年递增，但随之暴露出来很多问题，如热网的水质控制、加热器 / 管网腐蚀、热网的节能经济运行、计量管理、供热可靠性等方面都亟须规范。另外，近几年涉及电力行业的国家、行业许多技术标准进行了修订，也颁布了一些新的标准；随着发电机组容量、参数的不断提高，国家、行业对节能、环保提出了更高的要求，旧的技术标准已经不能满足公司强化技术监督的要求。因此迫切地对火电 12 项监督技术标准进行整体修订，并制订锅炉和供热监督标准，以适应集团公司安全生产管理的需要。

为进一步完善公司的标准体系，强化公司技术监督管理工作，充分发挥技术监督在安全生产的重要抓手作用，全面提升电厂安全生产管理水平，达到“一流的安全生产管理水平、一流的设备可靠性、一流的技术经济指标”，确保电力安全生产管理水平创一流。2014 年，集团公司组织西安热工研究院有限公司、各电力产业和局域子公司、部分发电企业专业人员开展了火力发电厂监督标准的修订和制订工作，标准共分为绝缘监督、继电保护及安全自动装置监督、励磁监督、电测监督、电能质量监督、汽轮机监督、锅炉监督、热工监督、节能监督、环保监督、金属监督、化学监督、压力容器监督技术、供热监督 14 项。

《火力发电厂绝缘监督标准》等 14 项技术标准是按照国家发改委颁布的《电力工业技术

监督导则》(DL/T 1051—2007)要求,在原标准的基础上,根据 2009 年以来国家和行业有关火电技术标准、规程和规范的要求进行了补充、删减和修改,并结合《华能电厂安全生产管理体系要求》而修编的。标准修订、制订的指导思想是:以最新火电的国家、行业与技术监督相关的导则、标准、规范为依据,重点梳理 2009 年及以后颁布的国标、行标,并对监督技术标准之前引用采纳相关重要标准的情况进行梳理排查;充分吸收国内、外火力发电机组研究总结的监督方面新技术、先进经验、研究成果;结合近 5 年来集团公司技术监督服务过程中发现的由于电厂在标准采纳执行过程中造成机组非停或设备损坏的问题,总结经验教训,提炼相关措施要求纳入监督标准和管理要求中。标准内容应涵盖火力发电机组的设计、基建、调试、验收、运行、检修、改造等全过程的技术规范、管理重点和评价考核要求。

集团公司将于 2015 年 1 月发布新的火电技术监督标准。各产业、区域子公司和发电企业要组织对新标准的学习、贯彻和执行,进一步提高安全生产水平和技术监督水平,为集团公司发电设备安全、可靠、经济、环保运行奠定坚实基础。

在火电监督标准即将出版之际,谨对所有参与和支持火电监督标准编写、出版工作的单位和同志们表示衷心的感谢!

寇伟

2015 年 1 月

前言

电力体制改革以来，中国华能集团公司电力产业快速发展，截至 2014 年 12 月，集团公司可控发电装机容量突破 1.5 亿千瓦，已成为全球装机规模最大的发电企业。电力技术监督作为保障发供电设备安全、可靠、经济、环保运行的重要抓手，在集团公司创建世界一流企业战略目标中发挥着重要作用。2010 年集团公司发布火电 12 项、水电 12 项技术监督标准，指导发电企业技术人员在设备管理中落实各项国家标准、行业标准。5 年来，技术监督标准的实施保证了监督工作的规范性、科学性和先进性。

为进一步完善集团公司标准体系，强化技术监督管理工作，充分发挥技术监督超前预控的作用，全面提升发电企业安全生产管理水平，达到“一流的安全生产管理水平、一流的设备可靠性、一流的技术经济指标”。2014 年，集团公司组织西安热工研究院有限公司、各电力产业公司、区域公司和发电企业专业人员开展了《电力技术监督管理办法》和火电、水电技术监督标准修订，以及《锅炉监督标准》《供热监督标准》的新编工作。其中《火力发电厂绝缘监督标准》由陈志清、吕尚霖、梁志钰、陈仓、蓝洪林、冯海斌、南江、魏强、杨春明、李培健主编，《火力发电厂继电保护及安全自动装置监督标准》由杨博、马晋辉、曹浩军、吴敏、杨敏照主编，《火力发电厂励磁监督标准》由都劲松、苏方伟、王福晶主编，《火力发电厂电测监督标准》由周亚群、曹浩军、王勤、刘洋、冯一主编，《火力发电厂电能质量监督标准》由舒进、贺飞、张晓、闫明、郑昀主编，《火力发电厂燃煤机组热工监督标准》由任志文、周昭亮、王靖程、徐建鲁、王家兴主编，《火力发电厂燃煤机组节能监督标准》由张宇博、党黎军、渠富元、刘丽春、杨辉主编，《火力发电厂燃煤机组环境保护监督标准》由侯争胜、张广孙、吴宇、施永健、张光斌主编，《火力发电厂燃煤机组金属监督标准》由马剑民、姚兵印、张志博、王金海、邹智成、朱建华主编，《火力发电厂锅炉压力容器监督管理标准》由张志博、马剑民、姚兵印主编，《火力发电厂燃煤机组化学监督标准》由柯于进、滕维忠、王国忠、陈裕忠、何文斌、韩旭主编，《火力发电厂汽轮机监督标准》由刘丽春、安欣、崔光明、杨涛、陈凡夫、关志宏主编，《火力发电厂锅炉监督标准》由杨辉、党黎军、张宇博、应文忠主编，《火力发电厂供热监督标准》由安欣、马明、司源、孙吉广、马德红、马强主编。《水力发电厂绝缘监督标准》由陈志清、杨春明、陈仓、李培健、南江、梁志钰、蓝洪林、吕尚霖、冯海斌、魏强主编，《水力发电厂继电保护及安全自动装置监督标准》由杨博、马晋辉、曹浩军、

目 录

序 前言

技术标准篇

Q/HN-1-0000.08.037—2015	水力发电厂绝缘监督标准·····	1
Q/HN-1-0000.08.038—2015	水力发电厂继电保护及安全自动装置监督标准·····	111
Q/HN-1-0000.08.039—2015	水力发电厂励磁监督标准·····	215
Q/HN-1-0000.08.040—2015	水力发电厂电测与热工计量监督标准·····	259
Q/HN-1-0000.08.041—2015	水力发电厂电能质量监督标准·····	317
Q/HN-1-0000.08.042—2015	水力发电厂水轮机监督标准·····	357
Q/HN-1-0000.08.043—2015	水力发电厂水工监督标准·····	439
Q/HN-1-0000.08.044—2015	水力发电厂监控自动化监督标准·····	505
Q/HN-1-0000.08.045—2015	水力发电厂节能监督标准·····	581
Q/HN-1-0000.08.046—2015	水力发电厂环境保护监督标准·····	617
Q/HN-1-0000.08.047—2015	水力发电厂金属监督标准·····	651
Q/HN-1-0000.08.048—2015	水力发电厂化学监督标准·····	745

管理标准篇

Q/HN-1-0000.08.049—2015	电力技术监督管理办法·····	869
-------------------------	-----------------	-----



中国华能集团公司
CHINA HUANENG GROUP

中国华能集团公司水力发电厂技术监督标准汇编
Q/HN-1-0000.08.037—2015

技术标准篇



水力发电厂绝缘监督标准

2015 - 05 - 01 发布

2015 - 05 - 01 实施

目次

前言	3
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 总则	7
4 监督技术标准	8
4.1 水轮发电机监督	8
4.2 变压器（电抗器）监督	15
4.3 互感器、耦合电容器及套管监督	20
4.4 高压开关设备监督	24
4.5 气体绝缘金属封闭开关设备（GIS/HGIS）监督	29
4.6 金属氧化物避雷器监督	33
4.7 设备外绝缘及绝缘子监督	35
4.8 电力电缆线路监督	36
4.9 封闭母线监督	39
4.10 线路设备监督	41
4.11 接地装置监督	47
4.12 高压试验仪器仪表监督	48
4.13 绝缘工器具监督	51
5 监督管理要求	54
5.1 监督基础管理工作	54
5.2 日常管理内容和要求	55
5.3 各阶段监督重点工作	58
6 监督评价与考核	60
6.1 评价内容	60
6.2 评价标准	61
6.3 评价组织与考核	61
附录 A（规范性附录） 高压电气设备的温度限值 and 温升限值	62
附录 B（资料性附录） 绝缘技术监督资料档案格式	69
附录 C（规范性附录） 技术监督不符合项通知单	85
附录 D（规范性附录） 绝缘技术监督季报编写格式	86
附录 E（规范性附录） 技术监督信息速报	90
附录 F（规范性附录） 绝缘技术监督预警项目	91
附录 G（规范性附录） 技术监督预警通知单	92
附录 H（规范性附录） 技术监督预警验收单	93
附录 I（规范性附录） 绝缘技术监督工作评价表	94

前 言

为加强中国华能集团公司水力发电厂技术监督管理，保证水力发电厂高压电气设备的安全可靠运行，特制定本标准。本标准依据国家和行业有关标准、规程和规范，以及中国华能集团公司发电厂的管理要求、结合国内外发电的新技术、监督经验制定。

本标准是中国华能集团公司所属发电厂绝缘监督工作的主要依据，是强制性企业标准。

本标准自实施之日起，代替 Q/HB-J-08.L13—2009《水力发电厂绝缘监督技术标准》。

本标准由中国华能集团公司安全监督与生产部提出。

本标准由中国华能集团公司安全监督与生产部归口并解释。

本标准起草单位：西安热工研究院有限公司、华能澜沧江水电股份有限公司、华能国际电力股份有限公司。

本标准主要起草人：陈志清、杨春明、陈仓、李培健、南江、梁志钰、蓝洪林、吕尚霖、冯海斌、魏强。

本标准审核单位：中国华能集团公司安全监督与生产部、中国华能集团公司基本建设部、华能澜沧江水电股份有限公司、西安热工研究院有限公司。

本标准主要审核人：赵贺、武春生、杜灿勋、晏新春、陈作文、崔恒胜、马晋辉、唐湘运。

本标准审定：中国华能集团公司技术工作管理委员会。

本标准批准人：寇伟。

水力发电厂绝缘监督标准

1 范围

本标准规定了中国华能集团公司（以下简称集团公司）所属水力发电厂高压电气设备绝缘监督相关的技术标准内容和监督管理要求。

本标准适用于集团公司水力发电厂高压电气设备的监督工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 311.1 高压输变电设备的绝缘配合

GB 755 旋转电机 定额和性能

GB 1094.1 电力变压器 第1部分：总则

GB 1094.2 电力变压器 第2部分：温升

GB 1094.3 电力变压器 第3部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙

GB 1094.5 电力变压器 第5部分：承受短路的能力

GB 1094.6 电力变压器 第6部分：电抗器

GB 1094.11 电力变压器 第11部分：干式电力变压器

GB 1207 电磁式电压互感器

GB 1208 电流互感器

GB 1984 高压交流断路器

GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB 7674 额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备

GB 11032 交流无间隙金属氧化物避雷器

GB 11033 高压开关设备六氟化硫气体密封试验导则

GB 11033.1~3 额定电压 26/35kV 及以下电力电缆附件基本技术要求

GB 20840.1 互感器 第1部分：通用技术要求

GB 20840.5 互感器 第5部分：电容式电压互感器的补充技术要求

GB 26860 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分

GB 50061 66kV 及以下架空电力线路设计规范

GB 50065 交流电气装置的接地设计规范

GB 50147 电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范

GB 50148 电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范

GB 50149 电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范

GB 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准

- GB 50168 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范
- GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范
- GB 50170 电气装置安装工程 旋转电机施工及验收规范
- GB 50217 电力工程电缆设计规范
- GB 50233 110~500kV 架空送电线路施工及验收规范
- GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成分
- GB/T 4109 交流电压高于 1000V 的绝缘套管
- GB/T 4942.1 旋转电机整体结构的防护等级 (IP 代码) 分级
- GB/T 5231 加工铜及铜合金牌号和化学成分
- GB/T 6075.3 机械振动 在非旋转部件上测量评价机器的振动 第 3 部分: 额定功率大于 15kW 额定转速在 120r/min 至 15 000r/min 之间的在现场测量的工业机器
- GB/T 6451 三相油浸式电力变压器技术参数和要求
- GB/T 7354 局部放电测量
- GB/T 7595 运行中变压器油质量标准
- GB/T 7894 水轮发电机基本技术条件
- GB/T 8349 金属封闭母线
- GB/T 8564 水轮发电机组安装技术规范
- GB/T 8905 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则
- GB/T 9326 交流 500kV 及以下纸绝缘电缆及附件
- GB/T 10228 干式变压器技术参数和要求
- GB/T 10229 电抗器
- GB/T 11017.1~3 额定电压 110kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件
- GB/T 11022 高压开关设备和控制设备标准的共同技术要求
- GB/T 12706 额定电压 1kV ($U_m=1.2kV$) 到 35kV ($U_m=40.5kV$) 挤包绝缘电力电缆及附件
- GB/T 13499 电力变压器应用导则
- GB/T 14049 额定电压 10kV、35kV 架空绝缘电缆
- GB/T 14542 运行变压器油维护导则
- GB/T 17468 电力变压器选用导则
- GB/T 19749 耦合电容器及电容分压器
- GB/T 20113 电气绝缘结构 (EIS) 热分级
- GB/T 20840.5 互感器 第 5 部分: 电容式电压互感器的补充技术要求
- GB/T 22078 500kV 交联聚乙烯电缆
- GB/T 25096 交流电压高于 1000V 变电站用电站支柱复合绝缘子 定义、试验方法及接收准则
- GB/T 26218.1 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 1 部分
- GB/T 26218.2 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 2 部分
- GB/T 26218.3 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 3 部分
- GB/Z 18890.1~3 额定电压 220kV ($U_m=252kV$) 交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件

- DL/T 266 接地装置冲击特性参数测试导则
- DL/T 342 额定电压 66kV~220kV 交流聚乙烯电力电缆接头安装规程
- DL/T 343 额定电压 66kV~220kV 交流聚乙烯电力电缆 GIS 终端安装规程
- DL/T 344 额定电压 66kV~220kV 交流聚乙烯电力电缆户外终端安装规程
- DL/T 401 高压电缆选用导则
- DL/T 402 交流高压断路器订货技术条件
- DL/T 474.1~5 现场绝缘试验实施导则
- DL/T 475 接地装置特性参数测量导则
- DL/T 486 交流高压隔离开关和接地开关
- DL/T 492 发电机环氧云母定子绕组绝缘老化鉴定导则
- DL/T 507 水轮发电机组启动试验规程
- DL/T 572 电力变压器运行规程
- DL/T 573 电力变压器检修导则
- DL/T 574 变压器分接开关运行维修导则
- DL/T 586 电力设备用户监造导则
- DL/T 596 电力设备预防性试验规程
- DL/T 603 气体绝缘金属封闭开关设备运行及维护规程
- DL/T 615 高压交流断路器参数选用导则
- DL/T 617 气体绝缘金属封闭开关设备技术条件
- DL/T 618 气体绝缘金属封闭开关设备现场交接试验规程
- DL/T 620 交流电气装置的过电压保护与绝缘配合
- DL/T 621 交流电气装置的接地
- DL/T 626 劣化盘形悬式绝缘子检测规程
- DL/T 627 绝缘子用常温固化硅橡胶防污闪涂料
- DL/T 664 带电设备红外诊断技术应用规范
- DL/T 722 变压器油中溶解气体分析和判断导则
- DL/T 725 电力用电流互感器使用技术规范
- DL/T 726 电力用电磁式电压互感器使用技术规范
- DL/T 727 互感器运行检修导则
- DL/T 728 气体绝缘金属封闭开关设备订货技术导则
- DL/T 729 户内绝缘子运行条件 电气部分
- DL/T 730 进口水轮发电机（发电电动机）设备技术规程
- DL/T 741 架空输电线路运行规程
- DL/T 751 水轮发电机运行规程
- DL/T 804 交流电力系统金属氧化物避雷器使用导则
- DL/T 815 交流输电线路用复合外套金属氧化物避雷器
- DL/T 838 发电企业设备检修导则
- DL/T 848.1~5 高压试验装置通用技术条件
- DL/T 849.1~6 电力设备专用测试仪器通用技术条件

DL/T 864 标称电压高于 1000V 交流架空线路用复合绝缘子使用导则

DL/T 865 126kV~550kV 电容式瓷套管技术规范

DL/T 911 电力变压器绕组变形的频率响应分析法

DL/T 984 油浸式变压器绝缘老化判断导则

DL/T 1001 复合绝缘高压穿墙套管技术条件

DL/T 1054 高压电气设备绝缘技术监督规程

DL/T 1246 水电站设备状态检修管理导则

DL/T 1253 电力电缆线路运行规程

DL/T 5091 水力发电厂接地设计技术导则

DL/T 5092 (110~500) kV 架空送电线路设计技术规程

DL/T 5130 架空送电线路钢管杆设计技术规定

DL/T 5154 架空输电线路杆塔结构设计技术规程

DL/T 5186 水力发电厂机电设计规范

DL/T 5352 高压配电装置设计技术规程

DL/T 5401 水力发电厂电气试验设备配置导则

JB/T 8660 水电机组包装、运输和保管规范

国家能源局 防止电力生产事故的二十五项重点要求（国能安全〔2014〕161号）

国家电力公司 电力安全工器具预防性试验规程（试行）（2002年）

Q/HN-1-0000.08.002—2013 中国华能集团公司电力检修标准化实施导则（试行）

Q/HN-1-0000.08.049—2015 中国华能集团公司电力技术监督管理办法

Q/HB-G-08.L01—2009 华能电厂安全生产管理体系要求

Q/HB-G-08.L02—2009 华能电厂安全生产管理体系评价办法（试行）

华能安〔2011〕271号 中国华能集团公司电力技术监督专责人员上岗资格管理办法（试行）

3 总则

3.1 高压电气设备绝缘监督必须贯彻“安全第一、预防为主”的方针。

3.2 绝缘监督的目的：对高压电气设备绝缘状况和影响到绝缘性能的污秽状况、接地装置状况、过电压保护等进行全过程监督，以确保高压电气设备在良好绝缘状态下运行，防止绝缘事故的发生。

3.3 绝缘监督范围：50MW及以上容量的发电机；额定电压 6kV 及以上的变压器、电抗器、互感器、开关设备、耦合电容器、套管、绝缘子、电力电缆、金属氧化物避雷器、线路设备；封闭母线；接地装置等；以及高压试验仪器仪表和绝缘工器具。

3.4 本标准规定了水力发电厂高压电气设备从设计选型和审查、监造和出厂验收、安装和投产验收、运行维护、检修到技术改造，直至设备退出运行的全过程监督的标准，以及对高压试验仪器仪表和绝缘工器具试验、检测和保管维护的监督标准，规定了绝缘监督管理要求、评价与考核标准，它是水力发电厂绝缘监督工作的基础，也是建立绝缘监督体系的依据。

3.5 高压电气设备绝缘监督应符合本标准和现行国家、电力行业标准有关的规定。对于进口设备的绝缘监督，参照本标准执行，具体监督项目和试验标准可按合同规定执行。其他电气

设备可参照执行。

3.6 各电厂应按照集团公司《华能电厂安全生产管理体系要求》《电力技术监督管理办法》中有关技术监督管理和本标准的要求，结合本厂的实际情况，制定电厂绝缘监督管理标准；依据国家和行业有关标准和规范，编制、执行运行规程、检修规程和检验及试验规程等相关支持性文件；以科学、规范的监督管理，保证绝缘监督工作目标的实现和持续改进。

3.7 从事绝缘监督的人员，应熟悉和掌握本标准及相关标准和规程中的规定。

4 监督技术标准

4.1 水轮发电机监督

4.1.1 设计审查选型

4.1.1.1 本体结构与性能要求

4.1.1.1.1 水轮发电机的技术条件应符合 GB 755、GB/T 7894、DL/T 5186 的规定和相关反事故措施的要求，对进口水轮发电机还应符合 DL/T 730 的规定。水轮发电机的结构型式和总体布置应根据水轮机的型式、单机容量、额定转速、厂房尺寸和机组运行稳定性等因素设计，并便于检修和维护。

4.1.1.1.2 水轮发电机设计应在保证机组长期、安全、稳定运行的基础上，提高效率，降低造价。

4.1.1.1.3 当水轮发电机及其附属设备的设计结构及新技术、新材料的采用足以引起某些特性参数或经济效益发生重大变化时，应经过制造厂试验、中间试验、工业试验等阶段，并由用户、科研等有关单位鉴定合格后才能正式使用。

4.1.1.1.4 水轮发电机的型式和结构选择应优先考虑安全可靠，同时应注意技术是否先进、制造技术及制造厂生产经验、工艺是否成熟、是否符合高效节能的要求，对新型式和新结构应在充分研究和调研基础上确定。

4.1.1.1.5 水轮发电机应具有长期、连续进相和滞相运行的性能，其允许进相和滞相运行的容量和运行范围及带空载线路允许充电容量，满足电站、电网安全经济运行的需要。上述要求应落实到订货合同中。

4.1.1.1.6 为保证水轮发电机性能，应进行设计联络，除讨论水轮发电机外部接口、内部结构配置、试验、运输、生产进度等问题外，还应着重讨论设计中的电磁场，电动力，电、磁负荷能力，温升等计算分析报告，并应根据同类机组运行经验进行核实验算，保证水轮发电机有足够的结构强度、绝缘裕度和负荷能力。

4.1.1.1.7 设计选型审查及设计联络的结果应形成文件，以作为后续工作的依据。

4.1.1.2 通风及冷却系统

4.1.1.2.1 水轮发电机冷却方式可采用定子绕组、转子绕组、定子铁芯均为空气冷却的全空冷方式，且优先采用密闭循环通风冷却系统。对于难以采用全空冷方式的机组，可采用定子绕组介质直接冷却、转子绕组空气冷却的方式。

4.1.1.2.2 空气冷却器和油冷却器应采用防锈蚀、高导热性的紫铜、铜镍合金或不锈钢无缝管材等。与这些冷却器连接的供、排水管宜采用不锈钢材料。冷却器的冷却水压力一般按 0.2MPa~0.5MPa 设计，也可根据实际情况确定工作压力。试验压力应为设计水压力的 1.5 倍（最低不小于 0.4MPa），历时 60min。

4.1.1.2.3 设计使用的空气冷却器应有 10%~15% 的热交换裕量。采用外循环的轴承冷却系统应有冗余配置。

4.1.1.2.4 所有管道和仪表均应充分予以支撑和固定，以避免有害振动，仪表应具有防电磁干扰措施。冷却器本体、管路的接头及法兰位置设计应采取避开或防止漏水影响发电机绝缘的措施。冷却系统管路应有防凝露设施。

4.1.1.3 制动系统

4.1.1.3.1 水轮发电机必须装设一套由压缩空气操作的机械制动装置。当该装置兼作千斤顶用时，液压供油应能可靠顶起机组转动部分，并可靠地锁定。

4.1.1.3.2 制动器的设计应安全可靠，便于检查和维护。在制动和顶起过程中，活塞动作灵活，迅速复位。制动环应设计成可拆卸结构，同时应具备防止机组运行中制动系统误投的措施。

4.1.1.3.3 当机组长时间停机后，机组启动前应能采用转子顶起装置或高压油顶起装置顶起转子。

4.1.1.3.4 当水轮发电机设有电气制动装置并和机械制动装置配合使用时，装置投入转速要配合适当，相关技术要求落实到订货合同中。

4.1.1.3.5 水轮发电机应设置停机后的防蠕动技术措施。

4.1.1.4 灭火系统

4.1.1.4.1 水轮发电机应设置灭火系统，灭火系统应设有自动控制、手动控制和应急操作三种控制方式。灭火介质可采用水、二氧化碳或对绝缘无损害、无公害的介质，推荐采用气体介质。

4.1.1.4.2 水轮发电机灭火系统供水管、管件、喷头宜采用不锈钢或其他无磁性且防锈蚀材料。

4.1.1.4.3 灭火系统的设计须遵循消防相关规程。

4.1.1.5 检测系统和装置及元件

4.1.1.5.1 水轮发电机采用的自动化检测系统和装置主要有：温度检测装置，油位检测装置，冷却水流量指示装置，压力、振动、摆度等的水轮发电机组在线监测系统和振摆保护系统，油混水检测装置，轴电流检测装置，火灾报警和自动灭火系统，粉尘收集系统、加热干燥和除湿装置等。局部放电检测系统可选择使用，但应预留传感器安装位置和接口。

4.1.1.5.2 每一种自动化检测装置、系统和相关元件的规格、型式和性能要求以及与计算机监控系统接口的配置由用户与制造厂商定。

4.1.1.5.3 检测和控制元件应采用技术成熟、质量可靠、维护方便的产品。

4.1.2 监造及出厂验收

4.1.2.1 监造范围

根据 DL/T 1054 的规定，200MW 及以上容量的发电机应进行监造和出厂验收。

4.1.2.2 监造主要内容

4.1.2.2.1 发电机制造质量见证项目可参照 DL/T 586 的规定。

4.1.2.2.2 水轮发电机主要部件的材料如金属材料、电工材料等原产地、生产厂、技术性能指标应符合订货合同与相关技术标准。

4.1.2.2.3 水轮发电机各部件的生产、加工必须符合制造厂的设计图纸和技术条件要求。

4.1.2.2.4 见证定子线棒、转子磁极电气试验、重要部件加工试验，工厂组件的装配等。

4.1.2.2.5 关键部件的监督要求：

- a) 定子机座：材料检查、质量证明书；结构焊接及探伤检查；尺寸及组合面间隙检查。
- b) 定子冲片：硅钢片材质及电磁性能试验；冲片尺寸及外观、漆膜检查。
- c) 定子线棒：电磁线材质检查、质量证明书；线棒外形尺寸及电气试验。重点关注定子线棒起晕电压测定。
- d) 转子中心体及转子支架：材料检查、质量证明书；结构焊接及探伤检查；加工尺寸及组装检查。
- e) 磁轭冲片：材质检查、查验质量证明书；冲片外观及漆膜厚度检测。
- f) 磁极：铁芯及电磁线材质检查、质量证明书；磁极铁芯叠压质量及尺寸检查；磁极线圈尺寸及匝间耐压试验检查；磁极电气试验及称重检查。

4.1.2.3 出厂试验

4.1.2.3.1 出厂试验按 GB/T 7894 及订货技术协议的规定进行。

4.1.2.3.2 对订货合同或协议中明确增加的试验项目应严格进行试验，且试验结果合格；并提供其他型式试验、特殊试验项目的有效试验报告。

4.1.2.3.3 订货合同规定的见证项目，应有业主认可的验收人员参加。

4.1.3 安装及投产验收

4.1.3.1 运输及保管

4.1.3.1.1 水轮发电机及所有附件的包装、运输、保管应满足 JB/T 8660 和订货合同规定。在符合运输、储放的条件下，制造厂包装质量的保证期从发运之日起应不少于 1 年。

4.1.3.1.2 设备的包装应根据不同设备、不同地区的要求，采取防潮、防雨、防锈、防振、防腐、防霉变、防冻裂、防盐雾、防碰撞的坚固包装。

4.1.3.1.3 对精密加工的零部件、精密仪器、仪表、自动化元件、控制盘、互感器、绝缘部件、绝缘材料等应采用密封式包装。

4.1.3.1.4 水轮发电机的部件无论是整体运输还是分件运输，都应符合运输部门对产品运输装载及加固的有关规定。

4.1.3.1.5 每批货物发运的同时，应将货物的名称、数量、箱数、编号、发运时间、地点、车次通知收货人。

4.1.3.1.6 水轮发电机及所有附件运到工地后，均应储存在有掩蔽的库房内，温湿度满足有关标准和制造出要求。

4.1.3.2 安装监督重点

4.1.3.2.1 水轮发电机组的安装应符合 GB/T 8564 等标准，以及设计单位和制造厂已审定的机组安装图及有关技术文件。制造厂有特殊要求的，应按制造厂有关技术文件的要求进行。

4.1.3.2.2 水轮发电机及其附属设备的安装工程，应遵守国家及有关部门颁发的现行安全防护、环境保护、消防等规程的有关要求。

4.1.3.2.3 设备到达接受地点后，制造厂、安装单位和监理单位与业主共同参与设备开箱、清点，检查设备供货清单及随机装箱单，以下文件应同时作为机组及其附属设备安装及质量验收的重要依据：

- a) 设备的安装、运行及维护说明书和技术文件；