



全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

电气设备检修

郑博谦 王俊伟 主 编
齐忠玉 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

电气设备检修

主 编 郑博谦 王俊伟
副主编 齐忠玉
编 写 孙 振 殷晓宇
主 审 刘增良



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为全国电力职业教育规划教材。

本书从电气设备检修基本知识入手,内容基本覆盖了电力系统常用的主要电气设备,各个单元增加内容拓展部分内容,更加利于读者学习掌握相关知识。本书在内容上符合教学大纲要求,体现了相关规程在现场工作中的应用,实用性较强。

本书可作为高职高专院校电力技术类专业教学用书,也可作为岗位技能培训教材,同时可供从事电气设备检修的技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气设备检修/郑博谦,王俊伟主编. —北京:中国电力出版社,2012.11

全国电力职业教育规划教材

ISBN 978-7-5123-3694-0

I. ①电… II. ①郑…②王… III. ①电气设备-检修-职业教育-教材 IV. ①TM64

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第260428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)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013年1月第一版 2013年1月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 6.75印张 152千字
定价 13.00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

前 言

PREFACE

本书根据“电气设备检修”课程教学大纲编写，紧密结合生产实际，反映最新的检修技术标准和管理规范，力求体现科学性、实用性、先进性。

本书共分为七个单元。单元一为基本知识，包括电气设备检修概述、《安规》检修部分相关规定、工作票制度、紧急救护法、消防知识、电弧等方面的内容；单元二为 KYN28A 中置柜检修；单元三为 SF₆ 断路器检修；单元四为隔离开关检修；单元五为电力互感器检修；单元六为避雷器检修；单元七为其他电气设备检修，主要包括电力电缆检修、消弧线圈检修、电抗器检修、电容器检修、接地装置检修、母线检修等方面的内容。

本书由保定电力职业技术学院郑博谦、王俊伟担任主编，黑龙江电力职工大学齐忠玉担任副主编，保定电力职业技术学院孙振、殷晓宇参编。单元一至单元三以及单元七由郑博谦编写，单元四、单元五由王俊伟编写，单元六由孙振、殷晓宇编写，齐忠玉参与了部分稿件的编写与校核。本书由安徽铜陵学院刘增良担任主审，刘增良教授对全书进行了认真的审阅，并提出许多宝贵意见，编者在此谨表谢意。书中部分章节的编写参照了相关文献，编者在此对文献作者表示衷心的感谢。

由于编者水平和能力有限，加之编写时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2012 年 10 月

目 录

CONTENTS

前言



单元一 基本知识

第一节	电气设备检修概述	1
第二节	《安规》检修部分相关规定	3
第三节	工作票制度	5
第四节	紧急救护法	9
第五节	消防知识	9
第六节	电弧	11
第七节	电磁操动机构	12



单元二 KYN28A 中置柜检修

▶ 学习情境一	外观检查	17
	任务载体	17
	能力目标	17
	知识目标	17
	专业知识学习	17
	情境训练	21
▶ 学习情境二	联锁装置检查	21
	任务载体	21
	能力目标	21
	知识目标	21
	专业知识学习	21
	情境训练	24
▶ 学习情境三	真空断路器试验	24
	任务载体	24
	能力目标	24


	 知识目标	24
	 专业知识学习	24
	 情境训练	29
内容拓展	低压开关柜	29

单元三 SF₆ 断路器检修

▶ 学习情境一	SF ₆ 断路器的结构认识与操作	31
	 任务载体	31
	 能力目标	31
	 知识目标	31
	 专业知识学习	31
	 情境训练	37
▶ 学习情境二	SF ₆ 断路器试验	37
	 任务载体	37
	 能力目标	37
	 知识目标	37
	 专业知识学习	37
	 情境训练	42
内容拓展	SN10—10 I 型少油断路器	42

单元四 隔离开关检修

▶ 学习情境一	隔离开关的结构认识与操作	46
	 任务载体	46
	 能力目标	46
	 知识目标	46
	 专业知识学习	46
	 情境训练	48
▶ 学习情境二	隔离开关检修与试验	49
	 任务载体	49
	 能力目标	49
	 知识目标	49
	 专业知识学习	49

	 情境训练	51
内容拓展	隔离开关与断路器操作顺序	51



单元五 电力互感器检修

▶ 学习情境一	电力互感器外观检查	52
	 任务载体	52
	 能力目标	52
	 知识目标	52
	 专业知识学习	52
	 情境训练	56
▶ 学习情境二	电力互感器检修与试验	56
	 任务载体	56
	 能力目标	56
	 知识目标	56
	 专业知识学习	56
	 情境训练	58
内容拓展	电气二次设备	58



单元六 避雷器检修

▶ 学习情境一	避雷器外观检查	60
	 任务载体	60
	 能力目标	60
	 知识目标	60
	 专业知识学习	60
	 情境训练	63
▶ 学习情境二	FS 型配电避雷器检修	63
	 任务载体	63
	 能力目标	63
	 知识目标	63
	 专业知识学习	63
	 情境训练	64

内容拓展 过电压	64
----------------	----



单元七 其他电气设备检修

▶ 学习情境一	电力电缆检修	66
	 任务载体	66
	 能力目标	66
	 知识目标	66
	 专业知识学习	66
	 情境训练	68
内容拓展	架空线路	68
▶ 学习情境二	消弧线圈检修	69
	 任务载体	69
	 能力目标	69
	 知识目标	69
	 专业知识学习	69
	 情境训练	70
内容拓展	电力系统中性点接地方式	70
▶ 学习情境三	电抗器检修	71
	 任务载体	71
	 能力目标	71
	 知识目标	71
	 专业知识学习	71
	 情境训练	74
内容拓展	短路	74
▶ 学习情境四	电容器检修	75
	 任务载体	75
	 能力目标	75
	 知识目标	75
	 专业知识学习	75
	 情境训练	77
内容拓展	无功补偿	77
▶ 学习情境五	接地装置检修	77
	 任务载体	77
	 能力目标	78

	 知识目标	78
	 专业知识学习	78
	 情境训练	79
内容拓展	接地的类型和作用	79
学习情境六	母线检修	80
	 任务载体	80
	 能力目标	80
	 知识目标	80
	 专业知识学习	80
	 情境训练	83
内容拓展	电气主接线	83
附录 1	真空开关真空度测试仪	84
附录 2	高压开关动特性测试仪	86
附录 3	回路电阻仪	90
附录 4	绝缘电阻表	91
附录 5	QJ44 型直流双臂电桥	93
附录 6	智能微水测量仪	95
参考文献	97

电气设备检修专业性很强，内容十分丰富。本单元主要介绍关于电气设备检修的目的、原则，《电力安全工作规程》检修部分相关规定，工作票制度，紧急救护法，消防知识，电弧等相关基本知识。

第一节 电气设备检修概述

一、电气设备检修的目的及原则

电气设备检修是保持设备安全、经济运行，提高设备可靠系数，充分发挥设备潜力的重要措施，是设备全过程管理的一个重要环节，应自始至终坚持“质量第一”的思想，切实贯彻“应修必修，修必修好”的原则。整个过程以修理缺陷为主，同时也有选择地对电气设备进行拆卸与组装、调整与试验、试运行等。

二、电气设备检修的周期与分类

电气设备的检修周期是指两次同类型检修的相隔时间，它的长短取决于设备的技术状况。检修项目是指检修中需要进行的各项内容。

(1) 大修。大修是指工作量较大、时间长的一种计划检修。其主要内容包括：对设备进行全面检查、清扫、测量和修理，已掌握规律的老设备可有重点地进行；消除设备和系统的缺陷；进行监测、试验和鉴定，定期更换零部件。

(2) 小修。小修是指工作量较小、时间短的一种计划检修。小修时主要设备不解体，目的是消除一些缺陷或更换磨损部件，以便在两个大修之间保证设备的安全稳定运行。

(3) 中修。中修没有明文规定，是指在实践中有的设备运行不良有较大问题需要处理时的检修操作，工作量比大修少，比小修多的一种检修。

(4) 恢复性检修。恢复性检修又称为特修，是指设备长期闲置或遭受自然灾害时的检修操作，其检修工作量一般超过大修。

三、大修前的准备工作

(1) 编制大修项目表。根据年度检修计划、设备运行情况、存在的缺陷、上次大修总结、小修核查结果以及决定采用的技术革新项目，经过现场查对和必要的设计、试验和鉴定后，落实检修项目。

(2) 落实物质准备和检修施工场地布置。物质包括材料、备品配件、安全用具、施工机具和试验设备等。

(3) 制定施工技术措施和安全措施。

(4) 准备好技术记录表格，确定需测绘和校核的备品配件施工图，制定实施大修计划的网络图和施工进度表。

(5) 组织各班组学习讨论检修计划、项目、进度、措施及质量要求和经济责任制等，做好特

殊工种和劳动力的安排，协调班组和特殊工种间的配合工作，确定检修项目的施工和验收负责人。

(6) 做好大修项目的费用预算，报领导批准及主管部门备案。

(7) 大修前一个月，检修工作总负责人应组织有关人员检查上述工作的准备情况，开工前还应全面复查。

四、大修的组织管理

(1) 贯彻《电力安全工作规程》(以后简称《安规》)，检查各项安全措施，确保人身和设备安全。

(2) 检查落实检修岗位责任制，严格执行各项质量标准、工艺措施，保证检修质量。

(3) 随时掌握施工进度，加强组织协调，确保如期竣工。

(4) 贯彻勤俭节约原则，爱护工具、器械，节约原料、材料。

(5) 搞好文明检修，培养一丝不苟的工作作风。

(6) 关心检修人员生活，注意职工健康。

五、检修进度和质量的监控

(1) 抓好设备的解体、修理和回装过程的工作。

1) 设备解体前应收集好设备检修前的技术文件和试验资料，解体后要进行全面检查，查找设备缺陷，掌握设备技术状况，鉴定以往主要检修项目与技术改进项目的效果。

2) 对于可能影响工期的项目(如设备有可能发生磨损、腐蚀、老化等)，以及需要进一步落实技术措施的项目，设备的解体检查应尽早进行。

3) 解体重点设备或有严重问题的设备时，检修负责人和有关专业技术人员都应在现场，掌握第一手资料，并抓住关键问题，指导检修工作。

4) 设备解体后，发现新的缺陷，要及时补充检修项目，落实检修方法，并修改网络图和调配必要的工机具和劳动力等，防止窝工。

5) 回装过程的主要工序，必须严格控制质量，把住质量验收关。

(2) 各级检修管理人员，要注意调查研究，随时掌握检修进度，协助现场做好劳动力、特殊工种、检修进度、施工机具和材料供应等的平衡调度工作。如果检修工程不能按期竣工，应办理延长工期手续。

(3) 在坚持“质量第一，保证安全”的前提下，每个检修人员都应树立经济观念，养成勤俭节约的作风，合理使用材料和更换零部件，防止错用和浪费器材。

(4) 检修过程中，要及时做好记录。记录的主要内容包括设备技术状况、检修内容、系统和设备结构改动、测量数据的试验结果等。记录应完整、正确、简明和实用。

(5) 检修阶段要抓紧时机，测量实物、校核和测绘备品配件图。

(6) 做好工具、仪表管理，严防工具、机件或其他物品遗留在设备或管道内；重视消防、保卫工作；工程竣工后，做好现场清理工作。

六、检修质量标准

(1) 质量好。设备检修后，消除了设备缺陷，达到各项质量标准。

(2) 工期短。完成全部规定的标准项目和特殊项目，且检修停用日数不超过规定。

(3) 检修费用低。材料、人工、费用不超过批准的限额和合同规定数额。

(4) 安全好。施工中严格执行安全规程，做到文明施工、安全作业，无人身重伤以上事故和设备严重损坏事故。

(5) 管理好。能严格执行检修有关规程和规定，不断完善检修管理，各种检修技术文件齐全、正确、清晰、检修现场清洁。

第二节 《安规》检修部分相关规定

《安规》是电力生产现场安全管理的最重要规程，是保证电气设备检修工作顺利进行、保证人身安全、电网安全和设备安全的最基本要求，《安规》中涉及检修工作部分的规定主要有以下内容。

一、经常有人工作的场所及施工车辆上宜配备急救箱，存放急救用品，并应指定专人经常检查、补充或更换。

二、现场使用的安全工器具应合格并符合有关要求。

三、各类作业人员应被告知其作业现场和工作岗位存在的危险因素、防范措施及事故紧急处理措施。

四、作业人员的基本条件

1. 经医师鉴定，无妨碍工作的病症（体格检查每两年至少一次）。

2. 具备必要的电气知识和业务技能，且按工作性质，熟悉本规程的相关部分，并经考试合格。

3. 具备必要的安全生产知识，学会紧急救护法，特别要学会触电急救。

五、教育和培训

1. 各类作业人员应接受相应的安全生产教育和岗位技能培训，经考试合格上岗。

2. 作业人员对本规程应每年考试一次。因故间断电气工作连续3个月以上者，应重新学习本规程，并经考试合格后，方能恢复工作。

3. 新参加电气工作的人员、实习人员和临时参加劳动的人员（管理人员、临时工等），应经过安全知识教育后，方可下现场参加指定的工作，并且不得单独工作。

4. 外单位承担或外来人员参与公司系统电气工作的工作人员应熟悉本规程、并经考试合格，方可参加工作。工作前，设备运行管理单位应告知现场电气设备接线情况、危险点和安全注意事项。

六、任何人发现有违反本规程的情况，应立即制止，经纠正后才能恢复作业。各类作业人员有权拒绝违章指挥和强令冒险作业；在发现直接危及人身、电网和设备安全的紧急情况时，有权停止作业或者在采取可能的紧急措施后撤离作业场所，并立即报告。

七、在试验和推广新技术、新工艺、新设备、新材料的同时，应制定相应的安全措施，经本单位总工程师批准后执行。

八、所谓运用中的电气设备，系指全部带有电压、一部分带有电压或一经操作即带有电压的电气设备。

九、高压电气设备都应安装完善的防误操作闭锁装置。防误闭锁装置不得随意退出运行，停用防误闭锁装置应经本单位总工程师批准；短时间退出防误闭锁装置时，应经变电站站长或发电厂当班值长批准，并按程序尽快投入。

十、电气设备上安全工作的组织措施

1. 工作票制度；
2. 工作许可制度；
3. 工作监护制度；
4. 工作间断、转移和终结制度。

十一、电气设备上安全工作的技术措施

1. 停电；
2. 验电；
3. 接地；
4. 悬挂标示牌和装设遮栏（围栏）。

十二、工作人员进入 SF₆ 配电装置室，入口处若无 SF₆ 气体含量显示器，应先通风 15min，并用检漏仪测量 SF₆ 气体含量合格。尽量避免一人进入 SF₆ 配电装置室进行巡视，不准一人进入从事检修工作。

十三、在打开的 SF₆ 电气设备上工作的人员，应经专门的安全技术知识培训，配置和使用必要的安全防护用具。

十四、设备解体检修前，应对 SF₆ 气体进行检验。根据有毒气体的含量，采取安全防护措施。检修人员需穿着防护服并根据需要佩戴防毒面具。打开设备封盖后，现场所有人员应暂离现场 30min。取出吸附剂和清除粉尘时，检修人员应戴防毒面具和防护手套。

十五、设备内的 SF₆ 气体不得向大气排放，应采取净化装置回收，经处理合格后方准使用。回收时作业人员应站在上风侧。

十六、进行气体采样和处理一般渗漏时，要戴防毒面具并进行通风。

十七、SF₆ 断路器（开关）进行操作时，禁止检修人员在其外壳上进行工作。

十八、检修结束后，检修人员应洗澡，把用过的工器具、防护用具清洗干净。

十九、高压试验工作不得少于两人。试验负责人应由有经验的人员担任，开始试验前，试验负责人应向全体试验人员详细布置试验中的安全注意事项，交待邻近间隔的带电部位，以及其他安全注意事项。

二十、试验现场应装设遮栏或围栏，遮栏或围栏与试验设备高压部分应有足够的安全距离，向外悬挂“止步，高压危险！”的标示牌，并派人看守。

二十一、变更接线或试验结束时，应首先断开试验电源、放电。

二十二、使用携带型仪器在高压回路上进行工作，至少由两人进行。

二十三、使用兆欧表测量高压设备绝缘，应由两人进行。在带电设备附近测量绝缘电阻时，测量人员和兆欧表安放位置，应选择适当，保持安全距离，以免兆欧表引线或引线支持物触碰带电部分。移动引线时，应注意监护，防止工作人员触电。

二十四、试验结束时，清理现场。

二十五、任何人进入生产现场（办公室、控制室、值班室等除外），应戴安全帽。

二十六、凡在离地面（坠落高度基准面）2m 及以上的地点进行的工作，都应视作高处作业。

二十七、在变、配电站（开关站）的带电区域内或临近带电线路处，禁止使用金属梯子。在带电设备周围严禁使用钢卷尺、皮卷尺和线尺（夹有金属丝者）进行测量工作。

第三节 工作票制度

工作票是准许在电气设备上工作的书面命令，也是执行保证安全组织措施的书面依据。电气设备检修过程中必须严格遵守工作票制度。

一、一切运行中的电气设备上的工作，均应按《电力安全工作规程》的规定使用工作票，或接口头、电话命令执行，除事故的检修外，严禁不使用工作票在运用中的电气设备上工作。

二、工作票必须使用统一格式，用钢笔或圆珠笔填写一式两份，正确清楚，不得任意涂改，如有个别错、漏字需要修改也应字迹清楚。

三、工作票签发人和工作许可人不得兼任工作负责人，工作负责人可以填写工作票，工作许可人不得签发工作票。

四、一个工作负责人，不能同时接受两张工作票，只有完成了一张工作票的任务之后，并办理了工作终结手续，方可接受另一份工作票。

五、工作票：一份由工作许可人收执，另一份由工作负责人收执；已执行的工作票，一份存配变室备查，另一份由部门负责人保存，线路工作票，一份存工作票签发人处备查，另一份由部门负责人收执，已执行的工作票，由工作票签发人交值班负责人保存备查。

六、配变室一张工作票上所列工作地点，以一个电气转换部分为限，但安全措施一次做完的下列情况允许几个电气连接部分共用一张工作票。

1. 连接于同一母线上的几个电气连接部分，同时停电者（但需在备注栏内办理工作转移手续）。

2. 一台主变压器停电检修时，其各侧开关也配合检修，且同时停送电者。

3. 一个配电装置全部停电时，所有不同地点不同类型的工作。

4. 一个配电装置虽未全部停电，但只有个别引入线带电，并对带电部分采取了可靠的隔离安全措施者。

5. 在几个电气连接部分上，集中进行不停电的同一类工作，可以发给一张第二种工作票。

七、线路第一种工作票每张只能用于一条线路或一个工作地段，可以发给一张第二种工作票。

1. 一条线路同时停、送电几条线路。

2. 与停电检修线路交叉，邻近的另几回线路，同时停送电者。

3. 一个工作班在同一天内对同一电压等级，在不同的几条线路上的多处配电变压器上进行同一类工作，配电线路无需停电。

4. 第二种工作票，对同一电压等级、同类型工作，可在数条线路上共用一张工作票，第二种工作票的工作，不需要履行工作许可手续，但工作前应与调度联系，工作结束后应通知调度（部门负责人）。

八、非电气工作人员在配变室工作要有专人监护。

九、工作票保存一年。

十、工作票的评价与考核。

1. 值班负责人和部门负责人每季度对工作票进行抽查、审核、评价、计合格率，并纳

人考核。

2. 工作票存在下列问题之一者为不合格

- ① 按规定应用工作票而未填写者（称无票工作）。
- ② 工作项目不清，票面涂改三处以上者。
- ③ 现场所列安全措施不完善、字迹潦草、模糊不清者。

在电气设备上的工作，应填用工作票。工作票主要包括第一种工作票和第二种工作票，见表 1-1、表 1-2。

表 1-1 变电站（发电厂）第一种工作票

变电站（发电厂）第一种工作票	
单位 _____	编号 _____
1. 工作负责人（监护人） _____ 班组 _____	
2. 工作班人员（不包括工作负责人） _____ _____	
共 _____ 人。	
3. 工作的变配电站名称及设备双重名称 _____	
4. 工作任务	
工作地点及设备双重名称	工作内容
5. 计划工作时间 自 _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 时 _____ 分 至 _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 时 _____ 分	
6. 安全措施（必要时可附页绘图说明）	
应拉断路器（开关）、隔离开关（刀闸）	已执行*
应装接地线、应合接地开关（注明确实地点、名称及接地线编号*）	已执行
应设遮栏、应挂标示牌及防止二次回路误碰等措施	已执行
* 已执行栏目及接地线编号由工作许可人填写。	

续表

工作地点保留带电部分或注意事项（由工作票签发人填写）：	补充工作地点保留带电部分和安全措施（由工作许可人填写）：

工作票签发人签名_____签发日期：____年____月____日

7. 收到工作票时间

____年____月____日____时____分

运行值班人员签名_____ 工作负责人签名_____

8. 确认本工作票 1~7 项

工作负责人签名_____ 工作许可人签名_____

许可开始工作时间：____年____月____日____时____分

9. 确认工作负责人布置的任务和本施工项目安全措施

工作班组人员签名

10. 工作负责人变动情况

原工作负责人_____ 离去，变更_____ 为工作负责人

工作票签发_____ 年____月____日____时____分

工作人员变动情况（增添人员姓名、变动日期及时间）：

_____ 工作负责人签名_____

11. 工作票延期

有效期延长到____年____月____日____时____分

工作负责人签名_____ 年____月____日____时____分

工作许可人签名_____ 年____月____日____时____分

12. 每日开工和收工时间（使用一天的工作票不必填写）

收工时间				工作负责人	工作许可人	开工时间				工作许可人	工作负责人
月	日	时	分			月	日	时	分		

续表

13. 工作终结
全部工作于____年____月____日____时____分结束，设备及安全措施已恢复至开工前状态，工作人员已全部撤离，材料工具已清理完毕，工作已终结。
工作负责人签名_____ 工作许可人签名_____

14. 工作票终结
临时遮栏、标示牌已拆除，常设遮栏已恢复。未拆除或未拉开的接地线编号等共_____组、接地开关（小车）共_____副（台），已汇报调度值班员。
工作许可人签名_____ 年____月____日____时____分

15. 备注
(1) 指定专责监护人_____ 负责监护_____（地点及具体工作）
(2) 其他事项_____

表 1-2 变电站（发电厂）第二种工作票

变电站（发电厂）第二种工作票

单位_____ 编号_____

1. 工作负责人（监护人）_____ 班组_____

2. 工作班人员（不包括工作负责人）

_____ 共_____人。

3. 工作的变配电站名称及设备双重名称

4. 工作任务

工作地点或地段	工作内容

5. 计划工作时间
自____年____月____日____时____分
至____年____月____日____时____分

6. 工作条件（停电或不停电，或邻近及保留带电设备名称）

7. 注意事项（安全措施）

工作票签发人签名_____ 签发日期____年____月____日____时____分

8. 补充安全措施（工作许可人填写）

9. 确认本工作票 1~8 项
许可工作时间：____年____月____日____时____分
工作负责人签名_____ 工作许可人签名_____

10. 确认工作负责人布置的任务和本施工项目安全措施
工作班人员签名

