

小型水电站 实用电工维修技术 800问



陈巍 陈晓华 主编
刘良驹 王文瑞 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

小型水电站 实用电工维修技术 800问

王 强 编
王 强 编

中国电力出版社

小型水电站实用电工维修技术 800 问

陈 巍 陈晓华 主 编
刘良驹 王文瑞 副主编

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

小型水电站实用电工维修技术 800 问/陈巍, 陈晓华主
编. —北京: 人民邮电出版社, 2008.5
ISBN 978-7-115-17154-2

I. 小… II. ①陈…②陈… III. 水力发电站—电工—
维修—问答 IV. TV734-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 173142 号

内 容 提 要

目前, 小水电已成为我国广大农村和县域经济发展不可缺少的能源。本书采取问答的方式, 将在小型水电站运行、维修中可能遇到的技术问题浓缩为 800 余问, 进行了深入浅出、通俗生动的讲解, 以满足广大小型水电站运行、维修人员的需求。

全书共 11 章, 主要内容包括: 安全用电、电工仪表、水轮发电机及机组的运行和维修、变压器与互感器、农网及低压电力网、低压电器与发配电装置、高压电器与发配电装置、二次回路、励磁系统、小型水电站自动化, 基本涵盖了小型水电站运行、维修中的技术要点。全书力图将实用性、普及性相结合, 尽量选编小型水电站运行、维修中经常用到的知识和技术问题, 争取一书在手, 基本能应付小型水电站的实际工作需要。

本书适合广大小水电制造、安装、运行和维修人员及农村电工、农村供电所职工使用, 特别是对刚进入小水电行业的农民电工更会有所帮助。另外, 本书也可供相关培训班作为技术培训教材。

小型水电站实用电工维修技术 800 问

- ◆ 主 编 陈 巍 陈晓华
副 主 编 刘良驹 王文瑞
责任编辑 张 伟
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 23.25
字数: 547 千字 2008 年 5 月第 1 版
印数: 1—5 000 册 2008 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17154-2/TN

定价: 37.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

随着我国经济的持续发展,能源的重要和紧缺,已引起全社会的共同关注。在电、煤、石油紧俏,大水电又备受环保质疑之际,位于绿色环保能源之首的小水电在多年长足发展中,近年的增长势头更为强劲。进入 21 世纪以来,我国小水电每年新装机容量都以 7%~8% 的速度递增,500kW 以下小型水电站遍布全国 1500 多个县区,5000kW 以下小型水电站已近 50000 余座,装机规模超过 2200 万千瓦,新增从业人员超过 120 余万,年发电量达 780 亿度。小水电供电区内,乡、村、户三级通电率分别达到 97.1%、97.5%和 96.1%。在新中国成立几十年的悄然发展之后,小水电已成为我国广大农村和县域经济不可缺少的能源,并对我国中西部生态环境保护,发挥着越来越大的作用。

特别值得一提的是,前几年我国长江、珠江三角洲地区因经济快速发展而一度引发的“电荒”,催动了浙、闽、粤等地民资涌入小水电领域,在我国中、西部丛山溪河之间,小型水电站如雨后春笋般诞生,百万农民工一夜之间便奇迹般实现了转移就业,成为电站运行、维修工人。但是,问题也就接踵而来。一座水电站,哪怕容量规模再小,但也“麻雀虽小,肝胆俱全”,它包括送变电、水轮机、发电机、调速和控制等成套机电设备,运行、维修中涉及动力、机械、电动机、电器及安全发送电等各方面的机电知识和技术。一个农民工,可以一夜之间从田间地头进入电站当工人,但却不能在短时间内就掌握如此广泛的基础知识和基本技能。因此,对这些为数众多的农民工来说,技术素质的提高,专业技能的培训迫在眉睫。与此形成强烈反差的是,近年来我国图书市场上关于小水电的技术书籍屈指可数。为此,我们编写了这本《小型水电站实用电工维修技术 800 问》,以满足广大小型水电站运行、维修人员的需要。

为适应小型水电站和农民工的特点,本书力图实现安全性、实用性、普及性和覆盖性。安全性就是视农民工兄弟的劳动安全为第一,将电气安全和防雷防火列为首要培训内容;实用性就是以问答形式,对号入座,切实解决实际运行中的技术问题;普及性就是深入浅出、通俗易懂,让农民工看得进、用得上;覆盖性就是照顾小型水电站地处偏远、信息闭塞、资料不全的困难,尽量选编小型水电站运行、维修中可能用到的知识和遇到的问题,争取农民工兄弟一书在手、心中有数,能基本胜任小型水电站的运行和维修工作。

由于水平限制、时间仓促和资料缺乏,书中不妥之处在所难免。为此,我们诚恳地希望专家和广大读者给予批评和指正。

参与本书编写的有陈巍、陈晓华、刘良驹、王文瑞、周世和、刘永林、赵锋涛、唐建、刘峰、江涛、李光杰等。本书在编写过程中得到江西省农业厅、江西省劳动和社会保障厅、江西农村劳动力转移培训阳光工程办公室、南昌县农业局、南昌县农村劳动力转移培训阳光工程办公室、吉安井冈山智能电气有限公司、吉安井冈山小水电技术研究培训中心、中航洪都技校、南昌县职业高级中学、江西协成通用发电成套设备制造有限公司、江西协成通用电机修理有限公司、江西萍乡市水电设备厂、江西特种电机有限公司水机事业部等单位及刘玉枝、张海根、宋礼罗、王文琛、朱巧生、谢昆、李琴、曾学望、杨兴怀、马晓文等同志的大力支持,在此一并致以衷心谢意!

编 者

目 录

第 1 章 安全生产和防雷防火	1
1-1 什么是电气安全？它包括哪些内容？	1
1-2 什么叫电气事故？	1
1-3 什么叫对地电压、接触电压和跨步电压？	1
1-4 人体不同情况下的允许电流和安全电压是多少？	2
1-5 人体电阻是一定的吗？它与哪些因素有关？	2
1-6 同样触电情况下，为什么女性比男性更危险？	2
1-7 除了性别外，人体还有哪些因素与触电的伤害有关？	2
1-8 人体触电的类型有哪一种？各有什么后果？	2
1-9 触电对人体的伤害有哪些？	3
1-10 触电后果的严重性与哪些因素有关？	3
1-11 触电事故有一定规律吗？为什么？	3
1-12 农村用电为何事故多？怎样预防？	3
1-13 防止直接接触电应采取哪些措施？	4
1-14 发现有人触电应如何抢救？	4
1-15 发现有人触电应如何急救？	4
1-16 发生电气火灾时，应如何扑救？能用水带电灭火吗？	5
1-17 发生电气火灾时，应如何切断电源？	5
1-18 电气线路发生断线事故时，人体要离开故障点多远？	5
1-19 电气线路安全巡视检查时，应严格遵守哪些规定？	5
1-20 雷雨天气巡查线路时，为什么要穿绝缘靴？	6
1-21 进行电气事故检查时，要注意哪些问题？	6
1-22 电工人员进行电气操作应按什么规定进行？	6
1-23 在低压设备上工作，应在组织管理上采取哪些措施？	6
1-24 什么叫“两票”“三制”？	6
1-25 哪些电气操作应使用低压操作票？	6
1-26 填写第一种工作票的工作有哪些？	7
1-27 填写第二种工作票的工作有哪些？	7
1-28 倒闸操作票怎样填写？有哪些主要内容？	7
1-29 停电检修应采取哪些步骤和措施？	7
1-30 电气设备检修后，在什么情况下才能送电？	7
1-31 对安全监护人有哪项规定？	8
1-32 衡量绝缘性能的基本指标有哪几项？为什么说绝缘电阻是最主要的绝缘性能指标？	8
1-33 测试低压绝缘电阻时有哪些安全规定？	8

1-34	怎样用摇表安全测试绝缘电阻？	8
1-35	不同设备和线路对绝缘电阻的最低要求分别是多少？	8
1-36	什么叫屏护？它有何作用？	9
1-37	如何装设屏护？它应与哪些安全装置配用？	9
1-38	什么叫安全间距？	9
1-39	各种线路的安全间距是多少？	9
1-40	直接埋地电缆与工程设施的安全间距是多少？	10
1-41	各种电气设备的安全间距是多少？	11
1-42	为了保证检修工作安全，检修间距如何规定？	11
1-43	电气安全技术中通常讲接地的“地”是怎样一个概念？	11
1-44	什么叫“中性点”和“零点”？	12
1-45	什么是保护接地？	12
1-46	保护接地是如何保护人体安全的？	12
1-47	保护接地是如何保护设备安全的？	12
1-48	保护接地的应用范围有哪些？	12
1-49	各种设备的接地电阻限定值分别是多少？	12
1-50	降低接地电阻的方法有哪些？	13
1-51	不接地电网中，为什么需对其进行绝缘监视？绝缘监视的具体方法是什么？	13
1-52	什么是保护接零？它为什么能起到安全保护作用？	14
1-53	保护接零需要什么样的条件？其适用范围有哪些？	14
1-54	什么是重复接地？零线为什么要重复接地？	14
1-55	重复接地的方法有哪些？	15
1-56	什么是工作接地？它有哪些作用？	15
1-57	为什么高低压系统不能共用一套接地装置？	15
1-58	保护接零系统中，保护装置的动作电流应如何选择和调整？	15
1-59	保护接地和保护接零的区别是什么？它们之间有哪些相似之处？	16
1-60	同一低压供电系统中，采用保护接地和保护接零有什么规定？为什么两者不能混用？	16
1-61	发、配电系统中，需要接地和接零的设备有哪些？	16
1-62	接地装置和接零装置是怎样组成的？	17
1-63	适合作为自然接地体的金属构件有哪些？	17
1-64	怎样制作人工接地体？哪些地方必须采用人工接地体？	17
1-65	哪些自然导体可作接地线和接零线？	17
1-66	接地干线与接零干线有什么区别？它们应怎样敷设？	17
1-67	接地装置和接零装置的安全要求是怎样规定的？	18
1-68	什么是接地电阻和流散电阻？	18
1-69	什么是网络接地体？采用它时应注意哪些事项？	18
1-70	怎样进行接地线（接零线）的检查？	19
1-71	接地电阻如何测量？	20
1-72	如何采用试灯法检查零线和接地线？	20

1-73	携带式和移动式电气设备接地（接零）怎样进行？	20
1-74	在危险场合电气作业需采取哪些安全措施？	21
1-75	变压器室内应采取哪些安全措施？	21
1-76	如何防止互感器使用时可能发生的高压串入低压及反馈送电等安全事故？	22
1-77	电力电容器安全运行要遵守哪些规定？	22
1-78	如何保证电气线路的安全运行？	23
1-79	配电系统的接地形式有哪几种？	23
1-80	TN 系统的故障特点及其防护措施是什么？	24
1-81	TT 系统的故障特点及其防护措施是什么？	24
1-82	为什么在同一电源的低压供电系统中，不能同时使用 TN 和 TT 系统？	24
1-83	哪些属于触电危险性大的环境？	25
1-84	单相电气设备触电事故多的原因是什么？	25
1-85	什么叫悬浮电路？如何防止悬浮电路上的触电危险？	25
1-86	如何提高电焊机使用时的安全性？	25
1-87	电动起重设备安全运行有哪些规定？	26
1-88	绝缘安全用具有哪些？如何使用它们？	26
1-89	怎样使用试电笔（或验电器）？	27
1-90	常用登高安全用具有哪些？使用时要注意哪些问题？	29
1-91	检修工作中，如何采用临时接地线、遮栏和标示牌提高操作安全性？	30
1-92	小型水电站发电系统产生的过电压有哪几种？其绝缘水平由什么来决定？	30
1-93	小型水电站容易造成哪些雷害事故？	30
1-94	小型水电站哪些建筑物和构筑物容易受到雷击？	31
1-95	一套完整的避雷装置应由哪几部分组成？	31
1-96	什么叫接闪器？它用什么材料制作？	31
1-97	什么叫避雷针？为什么说避雷针就是引雷针，但却又能防雷击？	31
1-98	雷雨天为什么不能站在避雷针下？	31
1-99	为什么说“树大招雷”？	31
1-100	为什么雷雨天千万不要站在树下和屋檐下躲雨？	32
1-101	为什么雷雨天不宜在电站，尤其在水库边使用手机？	32
1-102	避雷针的保护范围如何确定？	32
1-103	什么叫避雷线？避雷线的保护范围如何确定？	33
1-104	避雷针与避雷线的联合保护范围如何确定？	33
1-105	避雷网和避雷带的保护范围如何确定？	33
1-106	如何选用避雷器保护设备免受雷击？	34
1-107	雷电引下线（即防雷装置引下线）必须符合哪些要求？	34
1-108	防雷接地装置与一般接地装置的装设要求有什么不同？	34
1-109	小型水电站能否在户外装置的铁构架上装设避雷针？	34
1-110	电离消雷装置与传统避雷针的防雷原理有何不同？安装时应符合哪些要求？	34
1-111	防雷装置如何进行检查？	35
1-112	如何保护小型水电站使其免受直击雷伤害？	35

1-113	为什么小型水电站不宜在厂房顶上装设避雷针或避雷线保护？	36
1-114	如何防止雷电感应所产生的过电压？	36
1-115	低压系统如何防止雷电侵入波的雷害事故？	36
1-116	什么叫风火雷？为什么雷雨天小型水电站会发生“人在站中坐、祸从窗外来”？	37
1-117	重庆开县“5·23”雷击事件的真凶是谁？	37
1-118	小型水电站如何防止风火雷的侵害？	37
1-119	小型水电站的工作人员应怎样防止雷击？	38
1-120	电气火灾的特点是什么？如何扑灭这类火灾？	38
1-121	引发电气火灾的原因有哪些？如何采取预防措施？	38
1-122	小型水电站的机房和控制室应满足哪些防火要求？	39
1-123	动力和照明线路敷设应符合哪些防火安全要求？	39
1-124	从防火安全用电角度考虑，小型水电站的绝缘导线应怎样选择？	41
1-125	特殊情况下需带电灭火时，应遵守哪些安全要求？	42
1-126	常用灭火器有哪几种？它们各用于什么场合？	42
第 2 章 电工仪表		43
2-1	什么是电工仪表的真值、实际值和测量值？	43
2-2	什么是电工仪表的误差、基本误差和附加误差？	43
2-3	什么是绝对误差、相对误差和基准误差？	43
2-4	用量程为 500V 的电压表测量实际值为 380V 的电压时，读数为 376V，试求其绝对误差和基准误差是多少？	43
2-5	什么是仪表的准确度和准确度等级？仪表的准确度等级数值越小，表示其准确度越小，对吗？	44
2-6	什么叫仪表的灵敏度？选用时，是否灵敏度越高越好？	44
2-7	电工指示仪表分哪些类型？它们的结构特点和用途是什么？	44
2-8	磁电式（动圈式）仪表的工作原理是怎样的？	44
2-9	电磁式（动铁式）仪表的工作原理是怎样的？	45
2-10	电动式仪表的工作原理是怎样的？	45
2-11	铁磁电动式仪表的工作原理是怎样的？	45
2-12	感应式仪表的工作原理是怎样的？	46
2-13	流比计（比率计）的工作原理是怎样的？	46
2-14	磁电式仪表能测量交流电吗？电磁式仪表和电动式仪表为何可以交、直流两用呢？	47
2-15	磁电式、电磁式、电动式测量仪表在应用上彼此之间有何异同？	47
2-16	什么是整流式仪表？为什么它的准确度等级较低？	48
2-17	小型水电站配电屏上常用仪表有哪些？	48
2-18	怎样正确使用电压表？	49
2-19	电压表的典型接法有几种？	49
2-20	怎样正确使用电流表？	50

2-21	电流表的典型接法有几种?	50
2-22	怎样正确使用功率表?	51
2-23	功率表应怎样正确接线?	51
2-24	直流电路的功率测量方法有几种?	51
2-25	单相交流电路的功率测量方法有几种?	51
2-26	三相有功功率的测量电路有几种?	52
2-27	电气机械式电能表(感应式电能表, 俗称火表)的结构原理是怎样的?	52
2-28	电能表在使用时应注意哪些事项?	52
2-29	怎样识别电工仪表表面上的符号及含义?	53
2-30	怎样使用钳形表测量电气线路中的电流大小?	54
2-31	单相电度表如何接线?	54
2-32	三相电度表如何接线?	54
2-33	无功电度表是如何测量的? 常用哪些产品?	55
2-34	功率表的工作原理是怎样的? 常用产品有哪些?	55
2-35	频率表的工作原理是怎样的? 常用开关板式频率表有哪些产品?	56
2-36	兆欧表如何接线? 使用它测量设备的绝缘电阻时, 应注意哪些问题?	56
2-37	万用表是一种什么样的仪表? 为什么说它是“万能”的?	57
2-38	万用表使用时要注意哪些事项?	57
2-39	若误用万用表直流电压挡测量交流电压或用交流电压挡测量直流电压, 会产生怎样的结果?	57
2-40	小型水电站发电机组测量表计应如何配置?	58
2-41	为什么水轮发电机定子电路中可只装一只电流表?	58
2-42	用来监视电机定子电压和频率的仪表应装于何处?	58
2-43	为什么说有功功率表不能充分反映发电机的负荷情况?	58
2-44	为什么电流(压)表和频率表等接线不易失误, 而功率表、电度表等接线却经常出错? 怎样防止?	58
2-45	何谓电压表的内阻常数? 为什么说它是电压表的重要参数?	58
2-46	如何应用磁电式表头去测量更高的电压?	59
2-47	分流器是什么? 它是怎样扩大直流电流量程的?	59
2-48	在什么时候测量直流电流要外附分流器?	59
2-49	分流器标明的额定值为什么是额定电压而不是电阻值? 它是怎样扩大量程的?	60
2-50	有一只磁电式毫安表, 满刻度偏转电流为 $500\mu\text{A}$, 内阻为 200Ω 。今要用它来测量 100A 量限的直流电流, 如何配置分流器?	60
2-51	什么是分流器的定值导线? 它有何作用?	61
2-52	交流电流表在什么时候应接入电流互感器?	61
2-53	为什么从盘用交流电流表的表面刻度可推测出与之配套的电流互感器的变流比?	61
2-54	交流电流表接入电流互感器二次绕组测量有哪几种方式?	61
2-55	怎样使用一只电流表测量三相交流电流?	62
2-56	如何用低压交流电压表测量更高电压?	63

2-57	如何用一只交流电压表测三相电压?	63
2-58	今用变压比为 10000/100 的电压互感器和变流比为 200/5 的电流互感器来 扩大量程, 分别测得电流表读数为 2.8A, 电压表读数为 6.6V, 试问被测 电路的电流、电压是多少?	63
2-59	电工计量中“电流和电压相乘的线圈”如何表示?	64
2-60	什么叫“发电机端”接线规则?	64
2-61	怎样识读功率因数表?	64
2-62	功率因数表和相位表是同一种表吗?	64
2-63	6L2 型功率因数表的接线原理是什么?	65
2-64	功率因数表的接线要注意哪些问题?	65
2-65	怎样用两功率表法测量功率因数?	65
2-66	怎样识别电工仪表的产品型号?	66
2-67	怎样识别电度表的产品型号?	67
第 3 章 水轮发电机的运行及维修		68
3-1	水轮发电机有哪些类型?	68
3-2	为什么水轮发电机多为同步发电机?	68
3-3	小型同步发电机的构造有哪些特点?	68
3-4	同步发电机的工作原理是什么?	68
3-5	水轮发电机的铭牌数据有哪些?	69
3-6	水轮发电机的“飞车”现象是怎样产生的? 有什么危害? 如何防止?	69
3-7	为什么同步发电机需要励磁?	70
3-8	同步发电机励磁有哪几种方式?	70
3-9	可控硅励磁的工作原理如何? 它有哪些优缺点?	70
3-10	可控硅励磁装置在运行中应注意哪些问题?	71
3-11	可控硅励磁装置发生单相掉相时应怎样处理?	71
3-12	水轮发电机在运行中为何失磁? 会出现哪些现象? 怎样处理?	71
3-13	小型水轮发电机老式励磁系统改造有哪些途径?	72
3-14	水轮发电机为什么要试运行? 需要做哪些准备工作?	72
3-15	水轮发电机空载试运行如何进行?	72
3-16	发电机并网运行应符合哪些条件和要求?	73
3-17	什么是水轮发电机准同期并列法? 怎样进行?	73
3-18	水轮发电机并列带负荷试运行怎样进行?	74
3-19	水轮发电机起动前要做哪些准备工作?	74
3-20	水轮发电机组运行中需要增减负荷时, 怎样操作?	74
3-21	运行中的水轮发电机组如何解列和停机?	74
3-22	同步发电机为什么必须按额定功率因数运行?	75
3-23	同步发电机运行时功率因数过低, 应采取什么措施?	75
3-24	并网运行前的水轮发电机的电压如何调整?	75
3-25	并网运行中的水轮发电机如何适应网频的变化?	75

3-26	并列运行的水轮发电机组, 中性线过热是什么原因? 如何处理?	76
3-27	哪些情况下水轮发电机组应紧急停机? 需注意哪些事项?	76
3-28	水轮发电机运行时, 应监视和检查哪些内容?	76
3-29	运行中的发电机, 对其定子电压有什么规定?	77
3-30	水轮发电机的日常维护保养怎样进行?	77
3-31	怎样发现水轮发电机运行中的异常现象?	77
3-32	水轮发电机运行时, 主开关跳闸或熔断器熔断的原因是什么? 应怎样处理?	78
3-33	水轮发电机变为电动机运行时, 应怎样处理?	78
3-34	什么是水轮发电机的特殊工况运行? 主要有哪几种运行方式?	78
3-35	水轮发电机调相运行的特点是什么? 需注意哪些事项?	78
3-36	什么是水轮发电机的进相运行? 进相运行有哪些特点?	78
3-37	什么是水轮发电机的不对称运行? 不对称运行时要注意哪些问题?	79
3-38	水轮发电机超负荷运行时, 应注意哪些问题?	79
3-39	如何处理发电机事故过负荷?	79
3-40	水轮发电机不发电的原因有哪些? 应怎样处理?	79
3-41	发电机运行电压过高的原因有哪些? 应怎样处理?	80
3-42	发电机运行电压过低的原因有哪些? 应怎样处理?	80
3-43	水轮发电机在运行中发现温升过高, 应怎样处理?	81
3-44	什么是水轮发电机的轴电压和轴电流? 它们有何危害?	81
3-45	运行中的水轮发电机振荡是怎样产生的?	81
3-46	水轮发电机运行时万一着火, 应怎样处理?	81
3-47	水轮发电机强行励磁在什么情况下动作?	82
3-48	水轮发电机常见接地故障有哪些现象? 应怎样消除?	82
3-49	怎样进行发电机定子绕组接地故障检查?	82
3-50	怎样进行发电机定子绕组短路检查?	83
3-51	怎样进行发电机定子绕组断路检查?	83
3-52	什么叫抬机? 它有何危害? 怎样消除这种现象?	84
3-53	水轮发电机应装哪些保护装置? 它们各有什么作用?	84
3-54	水轮发电机逆磁是怎么一回事? 如何消除这种现象?	85
3-55	什么是水轮发电机的短路比? 它有何意义?	85
3-56	小型水轮发电机组的检修周期如何安排?	86
3-57	水轮发电机小修的主要内容有哪些?	86
3-58	水轮发电机大修的主要内容有哪些? 大修周期如何安排?	86
3-59	检修水轮发电机时, 应采取哪些安全措施?	87
3-60	水轮发电机怎样进行现场干燥处理?	87
3-61	水轮发电机大修后, 一般应做哪些电气试验?	88
3-62	为什么要进行铁损试验? 怎样进行铁损试验?	88
3-63	什么是发电机空载特性? 怎样进行空载特性试验?	89
3-64	什么是发电机的短路特性试验? 怎样进行短路特性试验?	89
3-65	发电机大修后为什么要进行温升试验? 应怎样进行?	90

3-66 怎样检查定子绕组接线错误?	90
第 4 章 水轮发电机组运行及维修	92
4-1 水轮发电机组试车通水前要做哪些检查?	92
4-2 水轮发电机组起动试车按什么步骤进行?	93
4-3 水轮发电机组正常开机按什么步骤进行?	94
4-4 水轮发电机组正常停机按什么步骤进行?	94
4-5 运行中的发电机组在什么情况下应紧急停车?	94
4-6 水轮发电机组怎样实施紧急停车?	95
4-7 水轮发电机组停机后要做哪些检查?	95
4-8 水轮发电机组出力下降时, 应采取什么措施来恢复其出力?	95
4-9 水轮发电机组运转过速怎样及时处理?	96
4-10 为什么水轮发电机组不得在低速下长期运行?	96
4-11 水轮发电机组轴承温度不正常上升时怎么办?	96
4-12 机组轴承冷却水因故中断时怎么办?	96
4-13 机组轴承油面下降至规定线以下时怎么办?	97
4-14 水轮发电机组转动不平衡的原因是什么?	97
4-15 水轮发电机组的振动是怎样引起的? 应怎样消除?	97
4-16 水轮发电机组运行时振动超过允许值有什么危害?	97
4-17 怎样判定水轮发电机组振动的原因?	98
4-18 测量机组振动有哪些方法?	98
4-19 水轮发电机组振动的允许值是怎样规定的?	99
4-20 水轮发电机组的摆动是怎样引起的?	99
4-21 水轮发电机组的摆度允许值是怎样规定的?	100
4-22 水轮发电机每次开机都剧烈振动是什么原因? 怎样排除?	100
4-23 水轮发电机组油自冷轴承发热的原因是什么? 怎样采取降温措施?	101
4-24 水轮发电机组运行中的监视怎样进行?	102
4-25 什么叫水轮发电机组的经济运行?	104
4-26 怎样实现水轮发电机组的经济运行?	104
第 5 章 变压器与互感器的运行及维修	106
5-1 什么叫变压器? 它的工作原理是什么?	106
5-2 电力变压器的作用是什么? 它有哪些类型?	106
5-3 变压器的铭牌应有哪些内容?	107
5-4 变压器的额定值(容量、电压、电流等)如何计算?	107
5-5 怎样识别变压器的型号?	107
5-6 电力变压器的主要结构是什么? 各主要部件的作用是什么?	108
5-7 变压器的油枕起什么作用?	108
5-8 变压器的铁芯为什么要接地?	108
5-9 变压器新装或大修后, 为什么要测定变压器大盖和油枕连接管的坡度? 标准	

是什么?	108
5-10 变压器为什么要装设吸湿器?	109
5-11 气体继电器是如何保护变压器的?	109
5-12 变压器安全气道在什么时候起作用? 它有什么缺点?	109
5-13 什么叫分接开关? 其作用是什么? 它为何多安装在高压侧?	109
5-14 有载调压变压器分接开关的故障原因有哪些?	109
5-15 变压器有载调压装置动作失灵通常是由什么原因造成的?	110
5-16 如何切换无载调压变压器的分接开关?	110
5-17 变压器运行中为什么发热? 与哪些因素有关?	110
5-18 变压器运行的允许温度是怎样规定的? 它受什么因素限制?	110
5-19 变压器有哪几种冷却方式? 各有什么特点?	110
5-20 变压器效率的高低与哪些因素有关?	111
5-21 什么是变压器的极性?	112
5-22 什么叫变压器的连接组别?	112
5-23 怎样测量变压器的连接组别?	113
5-24 变压器并联运行需要什么条件? 如果不符合条件, 强行并联将产生什么后果?	114
5-25 电力变压器怎样选择其容量大小?	115
5-26 什么是变压器的短路电压?	115
5-27 变压器的空载电流多大为正常? 过大有何危害?	115
5-28 电力变压器运行前应做哪些检查?	115
5-29 运行中的电力变压器应怎样进行监视和维护?	116
5-30 变压器运行时发现异常现象怎么办?	116
5-31 变压器的不平衡电流是怎样发生的? 它对变压器的运行有何危害? 有什么要求?	117
5-32 电力变压器温度计上所测出的温度是其最高温度值吗? 为什么规定上层油温不能超过 85℃? 怎样判断变压器的温度是否正常?	118
5-33 变压器长期超负荷运行有何危害?	118
5-34 运行电压过高时对变压器有何影响?	118
5-35 变压器怎样现场定相?	118
5-36 运行中的变压器缺油是什么原因?	119
5-37 电力变压器运行中需要补油时, 应注意哪些事项?	119
5-38 变压器油为何会“老化”和“受潮”? 如何处理?	119
5-39 如何进行变压器油的试验?	119
5-40 什么是变压器的绝缘吸收比? 如何测量?	120
5-41 35kV 以下的电力变压器如何进行预防性试验?	120
5-42 变压器在什么情况下应进行干燥? 干燥后应达到什么要求?	121
5-43 怎样测定变压器的绝缘电阻?	121
5-44 怎样进行变压器变比的测定?	121
5-45 怎样进行变压器空载试验?	124
5-46 怎样进行变压器短路试验?	127
5-47 变压器怎样进行工频耐压试验?	128

5-48	新装、检修或换油后的变压器,为什么规定在施加电压前应静止放置不少于 24h?	129
5-49	什么是无励磁调压?怎样切换无励磁调压变压器的分接开关?	129
5-50	什么是电压互感器?它有什么作用?其型号字母表示什么意义?	130
5-51	什么是电压互感器的变比?变比等于匝数比吗?	130
5-52	常用 3~10kV 电压互感器有哪些接线方式?其特点如何?	131
5-53	电压互感器的准确(精度)等级分几种?其影响误差的主要因素是什么?	132
5-54	什么叫电压互感器的极性?怎样判定?	132
5-55	电压互感器为什么要装置一次保险和二次保险?其熔丝应怎样选择?	132
5-56	电压互感器在运行中,其一次熔丝熔断有哪些原因?一次熔丝熔断后,为什么不允许用普通熔丝代替?	133
5-57	为什么电压互感器二次侧必须接地?	133
5-58	怎样进行电压互感器的日常维护?	133
5-59	电压互感器在运行中,电压互感器二次回路能否短路?为什么?	133
5-60	电压互感器的铭牌上标有几个容量值,这是为什么?	134
5-61	停用电压互感器时应注意哪些问题?	134
5-62	运行中电压互感器出现哪些现象时必须立即停止运行?	134
5-63	什么叫仪用互感器?使用时应注意哪些问题?	134
5-64	什么是电流互感器?其作用是什么?其型号表示什么意义?	135
5-65	电流互感器的准确等级分几种?电流互感器有哪几种误差?其误差的主要原因如何?	135
5-66	什么是电流互感器的极性?应怎样测定?	135
5-67	电流互感器在运行中,为什么二次回路不允许开路?	136
5-68	电流互感器发生二次开路的原因有哪些?怎样处理?	136
5-69	电流互感器常见故障有哪些?怎样处理?	137
5-70	电流互感器在运行中应巡查的项目有哪些?	137
5-71	使运行中的电流互感器发生不正常音响的原因是什么?	137
5-72	电流互感器有哪几种接线方式?	137
5-73	二次侧为双绕组的电流互感器,哪一个绕组接保护,哪一个绕组接计量仪表?	138
5-74	电流互感器和电压互感器二次回路为什么不允许互相连接?否则会造成什么后果?	138
5-75	能否利用两只电流互感器测定三相电流?其适用范围是什么?	139
5-76	什么叫零序电流互感器?它有什么特点?	139
5-77	互感器预防性电气试验有哪些项目?其标准有哪些?试验周期如何?	139
5-78	小型水电站低压电屏上常用电流互感器有哪些产品?其主要性能如何?	140
第 6 章 农村电力网和低压电力网		141
6-1	什么叫电力系统和电力网?	141
6-2	农村电力网为何又称县级网?	141

6-3 低压电力网有什么特点?	141
6-4 对农网的供电电压有什么要求?	141
6-5 什么叫 TT 接线系统? 农网为何宜采用这种接线系统?	141
6-6 采用 TT 接线系统应符合什么要求?	142
6-7 什么是 TN-C 接线系统? 采用这种接线系统应符合哪些要求?	142
6-8 什么是 IT 接线系统? 采用这种接线系统应符合哪些要求?	142
6-9 在同一台发电机(或变压器)供电的低压电网中, 为什么不能同时采用 TT 接线系统和 TN 接线系统?	142
6-10 运行于农网的变压器为什么高压侧装有跌落式熔断器, 低压侧也装保护熔丝? ..	142
6-11 农网无功补偿容量的配置原则与要求是什么?	143
6-12 高压并联电容器怎样应用于小型水电站的功率因数补偿?	143
6-13 并联电容器在农网中有哪些作用?	143
6-14 什么叫电气一次设备? 小型水电站的电气一次设备有哪些?	143
6-15 什么叫电气二次设备? 小型水电站的电气二次设备有哪些?	144
6-16 什么是电气主接线图?	144
6-17 小型水电站的主接线基本形式有哪几种?	144
6-18 怎样识别小型水电站的主接线图?	145
6-19 什么叫二次回路?	145
6-20 二次回路的编号原则是什么? 怎样识别回路编号的标注?	145
6-21 怎样识别控制电缆的编号标注?	146
6-22 电气系统图或框图应符合哪些规定?	147
6-23 怎样读懂电路图?	147
6-24 怎样识别电气图中的电器端子和导线标记?	148
6-25 小型水电站电气图中的保护装置和安全自动装置图形符号怎样识别?	149
6-26 怎样识别电气仪表图形符号?	150
6-27 怎样识别接线端子图形符号?	150
6-28 怎样识别操作器件和操作方法图形符号?	150
6-29 怎样识别导线图形符号?	150
6-30 怎样识别端子和导线的连接图形符号?	150
6-31 怎样识别连接器件图形符号?	151
6-32 怎样识别电缆附件图形符号?	151
第 7 章 低压电器与发配电装置运行及维修	152
7-1 什么是刀开关? 它有哪些类型?	152
7-2 刀开关在低压发电控制装置中起什么作用? 它为什么不能带负荷操作?	152
7-3 低压刀开关有哪些主要参数?	152
7-4 怎样识别刀开关型号规格标记? 如何选用低压刀开关?	152
7-5 发电机控制屏上常用的刀开关有哪些型号规格?	153
7-6 低压刀开关操作时应注意哪些事项?	153
7-7 怎样检查刀开关的运行状态是否正常?	154

7-8	刀开关的安装应遵守哪些规定？	154
7-9	组合开关有哪些用途？其结构有什么特点？	154
7-10	组合开关的接线方式是怎样实施的？	154
7-11	选用组合开关应注意哪些事项？	154
7-12	转换开关与组合开关是否为同一种电器？它们的作用有何异同？	155
7-13	小型水电站低压配电屏常用的转换开关有哪些产品？其主要性能数据是什么？	155
7-14	熔断器的工作原理是什么？	155
7-15	熔断器有哪些主要部件？	155
7-16	低压熔断器的主要作用是什么？作为保护器件，它与低压断路器有什么区别？又如何配合使用？	156
7-17	熔断器有哪些主要参数？	156
7-18	熔断器的额定电流与熔体的额定电流是不是一回事？	156
7-19	熔断器熔体的额定电流应如何选择？	156
7-20	为什么熔断器有些熔体上焊有锡珠或锡桥？	157
7-21	为什么有些熔断器的熔体截面是大小不等的？	157
7-22	为什么有些熔断器中充填石英砂？	157
7-23	如何看懂低压熔断器型号表示方法？	157
7-24	小型水电站控制屏上常用的低压熔断器有哪几种？	158
7-25	低压熔断器使用、安装应注意哪些事项？	158
7-26	熔断器检查和维修要注意哪些问题？	158
7-27	快速熔断器为什么能“快速熔断”？它用于何处？	158
7-28	小水电水轮发电机励磁常用哪几种快速熔断器？	159
7-29	怎样选用快速熔断器？	159
7-30	什么是断路器？断路器与自动开关是否指同一种电器？	160
7-31	低压断路器有哪几种基本形式？它们是如何分类的？	160
7-32	低压断路器的型号是如何标示的？	160
7-33	低压自动空气断路器的主要技术参数有哪些？	161
7-34	同一低压断路器的壳架额定电流与断路器额定电流相等吗？它们之间有什么关系？	161
7-35	标示额定电流为 630A 的 DW15 型断路器，经常在负载电流为 400A 左右就跳闸，这是误动吗？为什么？	161
7-36	断路器的结构特点是什么？	162
7-37	断路器是怎样动作的？	162
7-38	低压自动空气断路器有哪些脱扣器？它们的工作原理是怎样的？	163
7-39	分励脱扣器的“分励”是什么意思？它是怎样工作的？	163
7-40	分励脱扣器控制电路中为什么要串接一个断路器的辅助触头？	163
7-41	半导体脱扣器的工作原理是怎样的？它由哪些单元环节组成？	164
7-42	为什么说过电流脱扣器是断路器使用最普遍的保护元件？	164
7-43	过电流脱扣器有几种类型？	165
7-44	过电流脱扣器是怎样实现瞬时动作的？	165