

用电监察(检查)与管理实用技术

 郭仲礼 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

用电监察（检查）与 管理实用技术

郭仲礼 编著



机械工业出版社

本书共十三章。主要内容有：用电监察（检查）与管理概论；基础电工理论与实用计算；电力系统和电力网；电力工程的识图与审图；高、低压配电装置的运行与检查；电力变压器和仪用互感器的运行与检查；继电保护、自动装置与高压试验；高、低压电动机与运行管理；仪器、仪表及电能计量装置；高压架空线路和电力电缆线路的运行与维护；过电压保护和接地保护的基础知识；安全用电监察；合理用电监察

本书可作为电力行业从事用电监察（检查）工作人员的专业技术培训时的参考；也可供设备动力部门的广大电工和电气技术管理工作人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

用电监察（检查）与管理实用技术/郭仲礼编著.
—北京：机械工业出版社，2006. 7

ISBN 7-111-19353-9

I. 用... II. 郭... III. 用电管理—基本知识
IV. TM92

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 063113 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：李振标 版式设计：冉晓华 责任校对：姚培新

封面设计：陈 沛 责任印制：洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2006 年 7 月 第 1 版第 1 次印刷

140mm×203mm · 19.5 印张 · 2 插页 · 520 千字

0.001—4.000 册

定价：40.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68326294

编辑热线电话（010）88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

用电监察（检查）工作，是电力行业中一种特殊的专业技能。它要求监察（检查）人员知识面宽、了解多种专业知识。在电力系统中，用电监察（检查）人员是构成电力系统的发电、供电、变电、配电以及用电的五大环节中十分重要的部分。用电监察工作的核心是做好用电管理工作，其目的就是做到用电安全、用电合理、供电可靠而且要节约用电。用电监察（检查）工作，在客观上起到了电力系统和用户之间的桥梁和纽带作用。

要确保电力系统包含用户在内的电气设备和人员的安全，使系统运行经济、合理，就需要做好用电检查和管理工作。

由于电能生产的特殊性，决定了电力系统和用户之间的密不可分的关系，而用户的用电安全与合理也直接影响着整个电力系统的安全可靠、供电质量及经济合理地运行。

我国《电力法》明确规定：国家对电力供应和使用，实行安全用电、节约用电、计划用电的管理原则。

《中华人民共和国职业技能鉴定规范 用电监察员》对从事用电监察（检查）工作和用电管理工作的人员的应知、应会部分做出了具体规定。

本人从事于用电监察工作多年，有比较丰富的工作经验，特编写此书，希望能对年轻的用电监察（检查）人员，企事业的电工、电气技术管理人员有所裨益。由于本人水平所限，错误之处敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 用电监察与管理概论	1
第一节 用电管理工作的任务	1
第二节 用电监察的意义和任务	2
第三节 用电监察工作的分类	3
第四节 用电监察的业务知识范畴	5
第二章 基础电工理论与实用计算	8
第一节 基本物理量和电气量的概念	8
第二节 直流电路和实用计算	12
第三节 电磁、电感与电容	26
第四节 正弦交流电路	45
第五节 三相正弦交流电路	71
第三章 电力系统和电力网	92
第一节 电力系统生产简介	92
第二节 电力网中性点及接地方式	104
第三节 电能的供电质量	112
第四节 用户变、配电所常用一次系统主接线	117
第五节 电力系统的运行知识	127
第四章 电力工程的识图与审图	136
第一节 概论	136
第二节 电气专业图的分类	144
第三节 高压一次主系统的识图与审图	156
第四节 二次系统接线图的识读方法	159
第五章 高、低压配电装置的运行与检查	169
第一节 高、低压配电装置的性能和技术规范	170
第二节 高、低压配电装置正常运行、维护和检查	222
第三节 高、低压配电装置正确使用和操作	236
第六章 电力变压器和仪用互感器的运行与检查	253

第一节	电力变压器的作用和分类	253
第二节	电力变压器、仪用互感器的铭牌和技术数据	255
第三节	油浸自冷式电力变压器的结构	271
第四节	电力变压器、互感器的运行	276
第五节	电力变压器、互感器运行监测、故障判断与处理	291
第六节	电力变压器运行参数计算	307
第七章	继电保护、自动装置与高压试验	316
第一节	继电保护与自动装置的基本知识	316
第二节	继电保护用电流互感器的选择与接线	327
第三节	10kV 变、配电所继电保护	330
第四节	电力变压器继电保护	337
第五节	继电保护及自动装置的运行与检查	345
第六节	高压试验的基本知识	354
第八章	高、低压电动机与运行管理	377
第一节	电动机的种类、结构及工作原理	377
第二节	电动机的控制与保护	388
第三节	三相交流异步电动机的起动与调速	396
第四节	三相交流异步电动机的运行、检查和事故处理	412
第九章	仪器、仪表及电能计量装置	419
第一节	电工测量仪表的基本知识	419
第二节	安装式电工测量仪表	422
第三节	便携式电工仪表的正确使用	424
第四节	电能计量装置	443
第十章	高压架空线路和电力电缆线路的运行与维护	464
第一节	架空线路的基本知识	464
第二节	架空线路的安装与设计的要求	470
第三节	架空线路导线截面的选择	478
第四节	架空线路的运行与维护	485
第五节	电力电缆的基本知识	491
第六节	电力电缆的敷设与安装	496
第七节	电力电缆的运行与检查	499
第十一章	过电压保护和接地保护的基础知识	505

第一节	过电压保护的基本知识	505
第二节	阀型避雷器	506
第三节	氧化锌避雷器	510
第四节	阀型避雷器试验	512
第五节	10kV 及以下配电所的防雷保护	513
第六节	防雷装置的运行与检查	517
第七节	电力系统接地装置的基本知识	520
第八节	低压配电系统接地保护的安装、维护与检查	529
第十二章	安全用电监察	534
第一节	用电监察员的基本安全知识	535
第二节	安全工作组织措施与技术措施的执行纲要	539
第三节	安全用电监察工作的基本内容	547
第四节	用户变、配电所的倒闸操作	551
第五节	用户变、配电所的巡视与事故处理	563
第十三章	合理用电监察	572
第一节	用电管理工作内容	572
第二节	合理用电监察的管理工作	575
第三节	并联电容器的合理运行	577
第四节	计划用电监察	595
第五节	节约用电与电能平衡	601
第六节	业扩和营业管理	609
参考文献		615

第一章 用电监察与管理概论

用电监察技术是供电系统的用电管理工作之重要组成部分，是联系电力系统与用户之纽带。本章概括介绍做好用电监察工作的充分、必要条件以及用电监察技术在电力系统中的重要作用。

第一节 用电管理工作的任务

用电管理是电力企业管理的重要环节，用电管理部门是电力企业与用户之间的桥梁、是纽带，搞好用电管理，对用户的用电服务、监督、检查和指导，使得整个电力系统达到安全经济及合理用电，是发挥电能最大社会效益的必要条件。

用电管理工作的任务是：

(1) 安全、经济地保证工农业生产和人民生活的用电，对各行各业的用户实行用电监察、检查指导和督促帮助。用电管理的根本任务就是在向用户供电的同时，要保证用户用好电、管好电、保证用电设备的运行安全可靠，同时应相应地建立有关的规章制度，并严格执行。在管理过程中，防止发生人员责任事故。

(2) 及时、准确、全面地计量，抄录电量和回收电费，搞好用电的经营管理，加速资金周转，保证国家的财政收入。

(3) 搞好计划用电工作，做好调整负荷和节约用电工作。

(4) 搞好业务扩充管理，包括办理业务手续，做好新装用户和扩建改造的设计审查、用电容量的核定工作，搞好施工后的竣工验收检查以及签订用电合同和批准新用户、新设备投入运行。

用电管理工作是供电企业管理关键性的一环，它关系到正确贯彻国家关于电力企业生产的方针政策的大事，所以，一个供电企业的用电管理工作的水平也是企业经营管理的重要标志。

第二节 用电监察的意义和任务

一、用电监察的意义

用电监察，是供电系统对用户的用电行为进行的监督检查活动。是我国在建国初期借鉴前苏联在用电管理工作方面的经验，当时在各级电力部门设置了用电监察机构，代表国家行使用电监察权。1963年《用电监察条例》经国家经委批准试行。条例规定用电监察的职责为：调整负荷、节约用电和安全用电。1983年《用电监察条例》经国家经委批准以《全国供用电规则》的附件颁布执行。1963年北京市设立了“北京市节电办公室”，办公地点就设在北京供电局。1972年成立了“北京市三电办公室”，办公地点设在北京供电局，代行北京市的职能工作，主要内容是计划用电、节约用电和群众办电。

随着改革开放不断地深入，我国法制建设日益完善，1995年正式颁布了《中华人民共和国电力法》，从此我国在电力供应和使用方面有了自己的法规。《电力法》赋予了供电企业对用户的用电检查权。用电检查是为了维护正常的供用电秩序，维护社会的公共安全而对用户实施的检查，用电检查是供电企业的行为，是保证电力系统安全可靠，合理供、用电的重要措施，是体现国家的意志而不是电力企业的意志。是供用电双方，由供电方对用户实行的用电安全性与合理性的一种检查。因此说，用电监察是一种技术性、政策性很强的业务。

二、用电监察的任务

用电监察的任务，主要包括对用户的安全用电、计划用电、节约用电和自备发电（自发电）以及业务扩充等工作的统一对外的针对用户用电管理工作的总体。具体任务是：

（1）督促用户贯彻执行国家有关电力工业方面的方针、政策、上级指示和电气设备的安装、运行、安全技术等各项规程制度、并检查执行情况。

(2) 对用电单位的电气设备运行状况进行检查, 提出改进意见, 并督促协助用户消除用电不安全因素, 不断提高安全用电水平。

(3) 参加编制地区电力分配方案, 并对用户用电指标的执行情况进行监督检查。

(4) 在地区缺电的情况下, 根据电力系统限电序位的规定, 协助上级检查各用户的执行情况。

(5) 经常掌握与分析地区的用电负荷组成和主要产品耗电定额, 督促协助用电单位开展节约用电工作, 防止各种电力的浪费现象。

(6) 经常掌握用户的功率因数和补偿设备(并联电容器等)的运行情况, 督促协助用户合理调整用电设备以实现改善自然功率因数的各项措施, 充分发挥电气设备的潜力。

(7) 掌握各类用户的用电负荷情况及其规律, 根据地区电力网的实际情况和用户的用电特点编制调荷方案, 督促检查用户调整负荷工作的执行情况。

(8) 审查用户新装、改装、扩建电气设备的设计资料及图样, 进行接电前的检查, 并于检查合格后批准投入运行。

(9) 搜集并积累有关用电方面的资料, 总结和推广安全用电和节约用电的经验。

(10) 协助并调查用户发生的电气设备事故和人身触电伤亡事故, 分析事故原因, 提出反事故措施, 填写事故调查报告。

(11) 经常开展安全、合理、节约用电的宣传教育工作, 普及用电的科学知识, 协助用户做好进网作业电工的培训工作, 检查用户电工持证上岗工作的执行情况, 提高用户安全与合理用电的水平。

第三节 用电监察工作的分类

用电监察工作, 主要是通过对用电单位的用电, 实行监督、

检查、指导和帮助用电单位进行安全、经济、合理用电的种种工作，进一步加强供、用电双方互相协作的密切关系，以达到保证安全供电和提高电能利用率的地体的社会性的经济效益的目的。用电监察按照服务对象和工作内容有如下分类。

(1) 安全用电监察 为了保证电力系统安全可靠地运行，减少用户责任造成系统大面积停电事故，全面开展季节性反事故工作，重点抓反污、防雷、设备预防性试验，有计划地检修主设备、加强继电保护管理，深入贯彻安全、安装、运行规程，加强用户的电工管理工作，以确保电力系统和用户的安全供用电。

安全用电监察按用户的受电电压分为高压用户安全用电监察（受电电压 10kV 及以上用户）和低压用电监察（受电电压 380V 及以下）。

(2) 重要用户和重要活动场所用电监察 为确保中央和重要政治活动的安全用电，供电企业专门设立了专职小组直接负责该项工作，由于凡是重大的政治活动，必须做好许多准备工作，可能涉及到供电系统内部许多变电站，输、配电线路，需要一套完善的管理制度，必须在活动前对涉及到活动的有关单位进行全面地安全检查以保证重要用户和重要活动场所安全可靠地供用电。

(3) “三电”行业用电监察 所谓“三电”即：计划用电、节约用电和安全用电的三种工作的总称。

因为“三电”工作主要是以计划用电和节约用电为主体，是缓和电力供、需矛盾的一项重要措施，是地区性、行业性和政策性很强的工作。

由于不同行业的用电规律及负荷特性不同，因此三电监察以行业进行分工管理为宜。

(4) 业扩工程用电监察 业务扩充（以下简称“业扩”）就是接受用户的用电申请，根据电网的实际供电能力，办理供电与用电的手续和开展接电的有关业务工作的总称。业扩工作涉及供电系统内外的许多单位与部门，而且与电网的建设和发展紧密相关，与供电系统的安全稳定运行联系十分密切，是一项既严密又

复杂,科学性、服务性很强的技术性工作。

第四节 用电监察的业务知识范畴

一、用电监察的业务知识范畴

1. 从事用电监察人员的基本条件

(1) 用电监察(检查)员应作风正派,办事公道,廉洁奉公;

(2) 具有电气专业一定学历的文化程度;

(3) 有三年以上从事供电专业工作的实际经验和相应的管理能力;

(4) 经过法律知识培训,熟悉有关电力方面的法律知识,行政法规和电力技术的标准以及供、用电管理规章。

2. 用电监察岗位的职业道德行为规范

用电监察员应具有明确的“用户第一”的思想,人民电业为人民,工作认真负责的精神。职业道德行为规范应该做到:

(1) 爱岗敬业,工作认真;

(2) 遵纪守法,团结协作;

(3) 爱护设备、仪器工具,做到安全文明生产;

(4) 工作作风艰苦朴素,尊师爱徒;

(5) 刻苦钻研业务、技术、努力提高社会效益,热心为用户服务。

3. 用电监察人员应了解和学习的法律、法规、规程、规范的相关知识

(1) 中华人民共和国电力法;

(2) 电力供应与使用条例;

(3) 用电检查管理办法;

(4) 居民用户家用电器损坏处理办法;

(5) 供电营业规则;

(6) 电网调度管理条例;

- (7) 电力设施保护条例；
- (8) 供用电监督管理条例；
- (9) 用电检查技术标准汇编；
- (10) 《经济合同法》、《能源法》、《计量法》、《民事诉讼法》、《刑法》、《仲裁法》、《民法通则》、《治安管理处罚条例》等法律、法规之有关内容。

二、用电监察的技术知识范畴

用电监察的技术知识包含有：基础知识；专业知识；基本技能和专门技能等。

1. 基础知识

主要包括电工基础知识（按照监察人员的级别要求深度各不相同，主要应该能独立运用电工理论知识去分析、判定电路和电气设备运行中出现的各种问题）；供、用电设备的规范和工作原理等等。

2. 专业知识

用电监察人员应掌握的专业知识包括以下几个方面：

- (1) 高、低压变、配电装置、电气设备，和变、配电所（室）；
- (2) 电力变压器与电动机，包括直流电机和特殊电机；
- (3) 架空电力线路和电力电缆线路；
- (4) 继电保护与自动装置；
- (5) 高压电气设备的试验；
- (6) 过电压与接地保护；
- (7) 仪器、仪表与电能计量装置；
- (8) 安全用电及管理；
- (9) “三电”工作；
- (10) 业扩工程。

3. 基本技能

包括日常管理工作和识图与绘图。日常工作主要包括以下几方面：

- (1) 组织用户新装送电；
- (2) 组织用户进行重大事故调查工作，写出事故调查报告；
- (3) 推广和总结用户节约用电的经验；
- (4) 检查用户电工持证上岗的情况；
- (5) 撰写安全用电、计划用电、节约用电等方面的技术报告；
- (6) 审核用户的送、变、配电工程设计，并提出改进意见；
- (7) 计算避雷针的保护范围、变压器损耗、线路损耗及短路电流；电容补偿无功的补偿容量的计算；
- (8) 掌握所辖范围内厂矿、工企变电站高压一次系统接线图并清楚设备规范，运行特征；
- (9) 熟读继电保护装置，自动装置的原理图、接线图；
- (10) 指导用户开展调荷、节电和挖掘设备潜力、推广采用新技术、新设备及新型管理工作方法，帮助用户做好用电平衡工作。

第二章 基础电工理论与实用计算

《电力行业·用电监察员》和《中华人民共和国职业技能鉴定规范》中，有明确的要求。就是说，从事用电监察工作的人员，应该熟知电工基础理论，对生产实践中所发生的问题，有分析、处理的能力。例如，电气事故发生原因的问题分析和处理；电能表的接线原理分析及错接线问题的处理；电气设备试验报告的计算与分析；继电保护整定值的计算等等。为此，本章将重点介绍与用电监察工作有直接关系的电工基础的理论知识以及一些实用计算举例，供广大读者参考。

第一节 基本物理量和电气量的概念

1. 电位与电压

(1) 电位 电场中某一点的电位，等于该点到参考点之间的电压。电位是反映正电荷在电场中做功的物理量。就是说，单位正电荷在电场中，受电场力或电源力的作用，从 a 点移至无限远处的过程中所做的功，称为电场中 a 点的电位。电位实际就是对参考点的电压，它是有正负的代数量。当选定参考点后各点的电位数是一定的，这个结论称为电位的单值性原理。在生产实践中，通常选大地作为参考点，并以大地的电位为 0 电位，凡高于参考点的电位称之为正电位，低于参考点的电位称之为负电位。电位的符号用 φ （或 V ）表示，单位是伏（V）。

(2) 电压 电场中或电路中，任意两点之间的电位之差称为电压，用符号 U 表示，单位是伏特（V）。因此电压又称为电位差，由于电压的正方向是从高电位点指向低电位点，即电压的正方向是电位降低的方向，因此，电压也叫电位降（俗称电压降）。

电位相等的两点叫做等电位点，等电位点间的电压等于零。参考点不同，各点的电位相应不同，但是两点之间的电压是不变的。

(3) 电场强度 在均匀电场中，电场强度的大小，等于沿电场强度方向的每单位长度间的电压。工程上电场强度的单位为 kV/cm 。

电场中某两点的距离不变时，可以通过改变电压来改变这两点间电场的强弱；当两个带电体间的电压为定值时，可以改变它们之间的距离来改变其间电场的强弱。

例1 某电场中 A 、 B 、 O 三点，已知 $\varphi_{ab} = 4\text{V}$ ， $\varphi_{ao} = -7\text{V}$ 。试计算：①选 a 点为参考点时， B 点、 O 点的电位和电压 U_{BO} ；②选择 B 点为参考点时， A 点、 O 点的电位和电压 U_{BO} 。

解：选择 $\varphi_A = 0$ 时，

$$\varphi_B = U_{BA} = -U_{AB} = -4\text{V}$$

$$\varphi_O = U_{OA} = -U_{AO} = -(-7)\text{V} = 7\text{V}$$

$$U_{BO} = \varphi_B - \varphi_O = -4\text{V} - 7\text{V} = -11\text{V}$$

选择 $\varphi_B = 0$ 时，

$$\varphi_A = U_{AB} = 4\text{V}$$

$$\varphi_O = U_{OB} = -U_{BO} = 11\text{V}$$

$$U_{BO} = -U_{OB} = -11\text{V}。$$

2. 电源电动势与反电势

(1) 电源电动势 系指单位正电荷，受电源力（外力）的作用，从电源的负极即低电位点移到电源的正极即高电位点的过程中所做的功，称为电源电动势，电源电动势的正方向是从电源的负极指向正极，就是说从低电位点指向高电位点。电源电动势用符号 E （或 e ）表示，单位为伏特（V）。

(2) 反电势 当一个电势源在电路中以一个负载的形式出现，就是说电势的方向和电流的方向相反，它是阻碍电流的作用，是一种接受电能的负载的作用，所以说电势的方向与电流方

向相反的电势就称为反电势,反电势的符号也是 E ,单位也为伏特(V)。

电源电动势的端电压和电源电动势的方向总是相反的,因此一个电源开路时,它的端电压和电动势的大小相等而方向相反。

3. 电流和电流、电流密度

(1) 电流 在电源电动势或电位差的作用下,导体中将有大量的带电粒子沿一定方向作迁移运动,就是说带电粒子的定向运动就形成电流,能够在物体中作定向运动而形成电流的带电粒子称为载流子。

能形成大量载流子的物质,也就是能够导电的物质叫做导体。例如,金属中存在着大量的自由电子,自由电子是金属导体中的载流子。电流的形成因素是,其内在因素是物体中有可以作定向运动的带电粒子,其外在因素是有电动势作用于物体或者说是电压作用于物体。

有些物质,例如,橡胶、塑料、陶瓷、干燥的木材以及空气等等,在一般情况下,它们内部几乎没有载流子,很难形成电流,这类物体称为绝缘体,又称作介质。导体和绝缘体没有绝对的界限,在一定条件下,绝缘体也可以转化为导体。

由载流子在物体中作定向运动而形成的电流称为传导电流。带电物体的机械运动,形成的电流叫做运载电流。

(2) 电流强度 电流强度是衡量电流强弱的物理量。电流强度系指单位时间[秒(s)]内通过导体某横截面的电荷量,称为电流,用符号 I 表示,单位为安培(A)。电流的正方向,规定为正电荷移动的方向。

如果电流的方向,不随时间变化而变化的电流,称为直流;当电流的大小和方向随着时间变化而变化的电流称为交流电流。

如果电流 I 每秒(s)时间通过导体的电荷量 Q 为1库仑(1C),则电流 I 的单位为1安培(A)。

$$I = \frac{Q}{t}$$