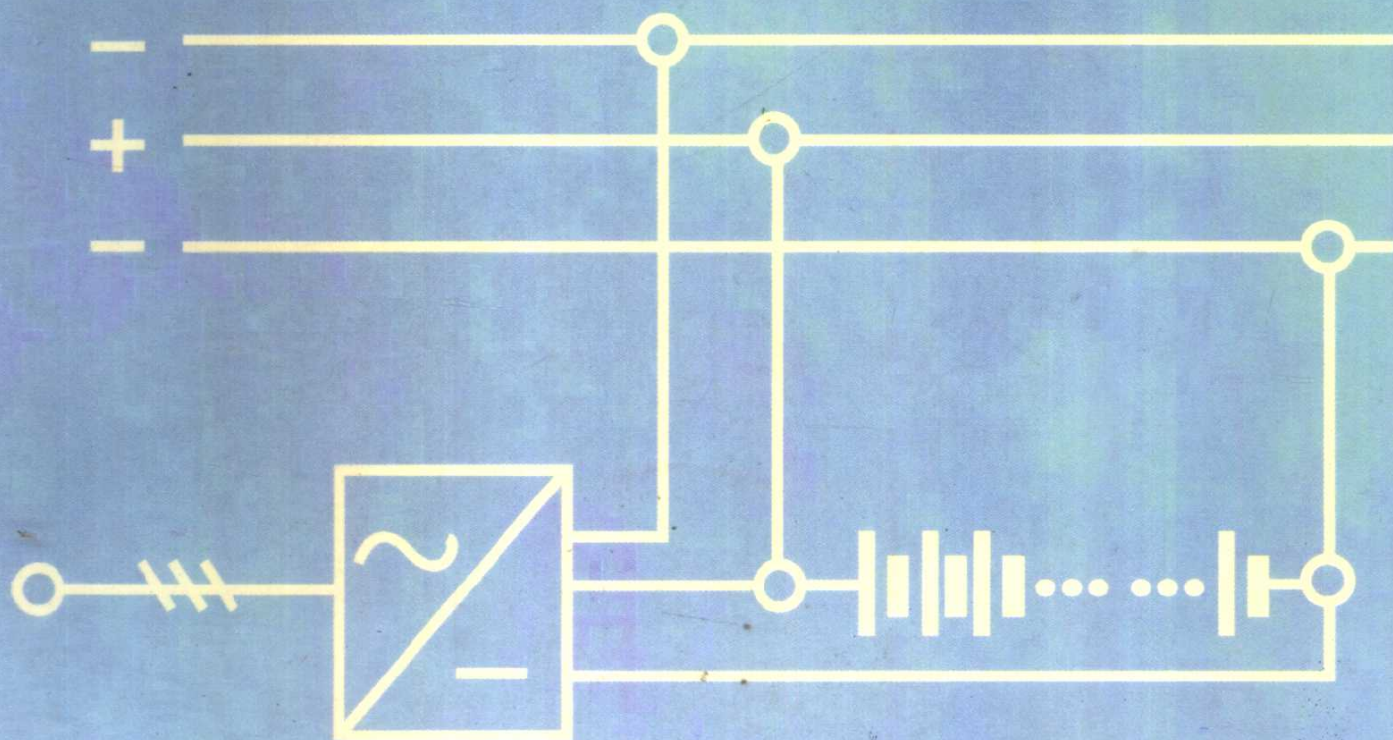


直流设备检修 岗位技能 培训教材

四川省电力工业局 徐在林 主编



中国电力出版社

直流设备检修岗位技能培训教材

四川省电力工业局 徐在林 主编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是根据部颁《电力工人技术等级标准》和有关岗位规范的要求,以及结合直流电源设备检修实际情况而编写的。全书共分十九章,主要介绍整流直流电源检修技术基础、蓄电池基本知识、直流设备识图与安全生产知识、整流直流电源设备检修技术、整流型直流电源、固定型铅酸蓄电池组直流电源系统、状态检修、技术改进及充电设备、碱性镉镍蓄电池及直流系统与充电设备、阀控密封铅酸蓄电池及直流系统、胶体电解质铅酸蓄电池及直流系统、直流屏内辅助装置(电压与绝缘监察及闪光装置)、交流不停电电源设备(UPS)。

本书作为从事直流电源设备运行维护、更换、安装调试和检修人员的岗位技能培训教材,也可作为电力工业学校、职工大中专课程教材。

图书在版编目(CIP)数据

直流设备检修岗位技能培训教材/徐在林主编. -北京:
中国电力出版社, 1998

ISBN 7-80125-565-8

I. 直… II. 徐… III. 直流-电源-检修-技术培训-教材 IV. TM910.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 26845 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

三河市实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1998 年 5 月第一版 1998 年 5 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.75 印张 454 千字 1 插页

印数 00001—12510 册 定价 20.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

加强职工岗位培训
提高职工技术素质
为电力安全生产作
贡献

吕保柱
一九九七年
八月廿五日

序

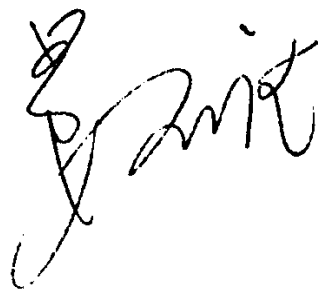
直流设备是电力系统的重要设备，直流设备检修工是供电系统 28 个主要技术工种之一。直流电源设备检修和运行维护工作不当，会造成故障和事故，将给电力系统带来灾难性的后果。随着电力系统设备自动化程度的不断提高和国外设备的引进，对直流电源的质量，可靠性的要求愈来愈高，对直流电源安装检修，运行维护工人的素质和技能的培训提高也更为急迫。但是直流设备的培训教材十分缺乏，除几年前曾出版过有关蓄电池运行和检修书籍外，尚未出版过一本包括电力系统整流型直流电源、化学电源及充电设备、直流屏设备《直流系统》的直流设备检修岗位培训教材。本书的编写出版满足了这方面培训的要求。

《直流设备检修岗位技能培训教材》是按部颁《电力工人技术等级标准》和有关岗位规范的要求为依据，以部颁专业技术规程和标准的规定为内容主线，突出生产技能、专业理论知识为掌握生产技能服务，具有较强的针对性、实用性和先进性。直流设备检修岗位技能培训教材，早已列入全国电力工人技术培训教材建设规划，本教材由中国电力出版社出版，在全国发行，将有利于加强直流设备检修工人的岗位技能培训，提高他们的业务素质、加强生产安全管理，从而提高直流电源的可靠性，确保电力系统的安全运行。

本教材是由四川电力工业局高级工程师徐在林同志编写的，他凭籍从事国内、外直流设备工作多年的经验和体会，在有关专家、教授和出版社编辑的帮助下，认真编写，反复修改，花了四年多的时间终于成书，为全国电力系统的教材建设作出了贡献，这是值得我们称赞的。当然本书肯定有不足和不妥之处，希望全国电力同行批评指正。

随着我国电力工业向高参数，高度自动化，高电压和大机组，大电网方向发展和现代企业制度的建立，对职工岗位培训提出了更高的要求。电力职业技能培训教材建设必须适应市场经济和科学技术进步的要求，体现电力生产工艺特点，借鉴国外先进的培训经验，国际劳工组织的 MES 模块式技能培训，加强教材的建设与改革，建立具有中国特色的职业培训教材体系，这是从事职工教育的教师、干部的一项艰巨而光荣的任务。我希望四川电力系统的职工教育工作者和全国同行一道积极投入这一基本建设中去，为科教兴国的战略方针作出自己的贡献。

四川省电力工业局副局长兼总工程师
四川省电力教育协会主任



一九九六年九月十二日

ABE 20/03

编 者 的 话

以往电力系统中的直流设备部分包括在二次设备的书籍与资料中，没有设置直流设备检修工这一工种，直流设备中只有蓄电池工种，也没有系统的直流设备教材。

随着科学技术的进步和电力工业的发展，电网容量的不断扩大、电压等级的升高、直流设备不断的更新换代，对直流设备的检修、运行维护技术水平要求更高、更严，因此，部颁《电力工人技术等级标准》中设置了“直流设备检修工”工种。为提高从事直流设备检修、运行安装调试人员的实际操作技能和技术理论水平，四川省电力工业局组织编写《直流设备检修岗位技能培训教材》。

本书是按部颁《电力工人技术等级标准》和有关岗位规范要求编写的，内容包括整流型直流电源、化学电源及充电设备、直流屏设备（直流系统）、不间断电源设备（UPS），是从事直流设备检修、运行工人和技术人员的上岗、转岗、晋级的岗位技能考核培训、自学的培训教材，也是电力工业学校教学、实习和应知、应会考试的参考教材。

本书在编写时认真吸取了全国电力系统工人培训教材的经验，坚持按岗位需要选材，以岗位工程的设备系统和操作技能分设章、节。采用新标准，以部颁规程为主线，以岗位工程的生产技能为中心，努力使教材具有较强的针对性、适用性、科学性和先进性，以适应岗位技能培训和读者自学的需要。但是由于编者水平有限，本书需经多次更稿修改，错漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

本书由徐在林主编，由电力科学研究院教授级高级工程师曹荣江，全国工人技术教育委员会副主任、重庆电业局高级讲师邓颖主审，四川省电力工业局高级工程师王世鸿审阅。在编写和出版过程中，得到了中国水利电力工会全国委员会主席吕保柱题词、四川省电力工业局副局长兼总工程师晏玉清题序，以及四川省电力工业局教育处杨胜渤、唐兴礼、陈兴禄、蒲春雨、胡尚荣、薛李、唐思华等同志为本书的组织编写给予热忱的支持并提出了宝贵意见，在此一并表示衷心的感谢！

作 者

1997年11月1日

目 录

序	
编者的话	
绪论	1
第一章 基本知识	4
第一节 电力系统基本概念	4
第二节 电气设备分类	4
第二章 整流直流电源检修技术基础	7
第一节 电阻器应用技术	7
第二节 电容器应用技术	10
第三节 电感器应用技术	11
第四节 RLC 电路	11
第五节 直流设备检修常用电工仪表	12
第六节 电压和电流测量	13
第七节 钳形电表	15
第八节 兆欧表使用方法	16
第九节 万用表使用方法	16
第十节 示波器使用方法	19
第十一节 半导体二极管整流技术基础	23
第十二节 电子电路基本知识	31
第三章 蓄电池基本知识	37
第一节 行业术语	37
第二节 化学初步知识	39
第三节 化学电池基本概念	41
第四节 蓄电池化学反应基本知识	43
第五节 固定型铅酸蓄电池类型和性能	44
第六节 全烧结镉镍蓄电池特性	54
第四章 直流设备识图知识	56
第一节 原理接线图	56
第二节 展开接线图	57
第三节 安装接线图	57
第四节 电气设备常用符号与回路标号	59
第五节 导线连接方法	71
第五章 直流设备安全生产	74
第一节 概述	74
第二节 铅酸蓄电池防火	74
第三节 硫酸作业安全防护及防腐蚀	75

第四节	职业病防治	75
第六章	整流直流电源设备检修技术	78
第一节	RC 电路	78
第二节	硅二极管整流元件保护	80
第三节	铁磁稳压器工作状态分析	81
第七章	整流型直流电源	83
第一节	简述	83
第二节	硅整流电容器储能直流电源	83
第三节	复式整流直流电源系统	98
第八章	固定型铅酸蓄电池组现场充电	102
第一节	固定型铅酸蓄电池组检修	102
第二节	电解液特性与配制	102
第三节	固定型铅酸蓄电池现场初充电	110
第四节	GAM 型铅酸蓄电池补充充电	113
第五节	平常充电	114
第六节	浮充电	115
第七节	均衡充电	115
第八节	定期放电制度	117
第九章	蓄电池技术浅析	118
第一节	蓄电池充电效率分析	118
第二节	充电率和放电率对端电压影响	118
第三节	影响铅酸蓄电池容量因素	120
第四节	铅酸蓄电池内阻	123
第五节	硫酸铅物理特性与极板硫化	124
第六节	铅酸蓄电池过放电与极板不正常脱粉	125
第七节	测量密度判断蓄电池容量原理	125
第八节	铅酸蓄电池充电过程副反应	125
第九节	固定型铅酸蓄电池标准温度	126
第十节	铅酸蓄电池反应式机理与寿命分布规律	127
第十章	固定型铅酸蓄电池状态检修	128
第一节	极板硫化	128
第二节	极板变形与鼓胀断裂	129
第三节	极板短路	129
第四节	反极	130
第五节	充电后容量不足与容量减少	130
第六节	落后蓄电池处理	131
第七节	电解液密度低于或高于正常值	131
第八节	铅酸蓄电池极板正常脱粉与极板腐蚀有效物质脱落区别	131
第九节	连接柄检修	132
第十节	用镉电极测量极板状况	132
第十一节	防酸隔爆帽检修	133
第十二节	消氢帽检修	134

第十三节	固定型铅酸蓄电池检修	135
第十一章	蓄电池技术改进	137
第一节	防止尾端蓄电池硫化措施	137
第二节	定期放电时间改进	139
第三节	检修维护方式改进	140
第十二章	晶闸管充电设备	141
第一节	概述	141
第二节	晶闸管	141
第三节	晶闸管元件保护	150
第四节	可控整流电路	154
第五节	晶闸管触发电路	157
第六节	半控桥晶闸管充电设备	159
第七节	整流—逆变设备基础知识	165
第八节	全控桥式晶闸管整流—逆变设备	168
第九节	晶闸管整流设备与高次谐波	176
第十节	利用钳形电流表现场检测晶闸管	179
第十三章	固定型铅酸蓄电池组直流系统	180
第一节	带端电池直流系统	180
第二节	不带端电池直流系统	182
第三节	带电更换 BZ-1 型直流屏	182
第十四章	碱性镉镍蓄电池组直流电源	188
第一节	碱性镉镍蓄电池组现场充放电	188
第二节	镉镍蓄电池现场检修项目与技术要求	192
第三节	镉镍蓄电池组充电设备	196
第四节	镉镍蓄电池组直流电源系统	204
第十五章	阀控密封铅酸蓄电池及其直流系统	208
第一节	简述	208
第二节	蓄电池内氧气再化合原理	209
第三节	技术参数与电气特性	209
第四节	安装与充电	215
第五节	维护与检修	217
第六节	阀控式密封铅酸蓄电池组直流系统	219
第七节	UPS12-300 型密封铅酸蓄电池使用说明	222
第十六章	胶体电解质铅酸蓄电池直流系统	224
第一节	简述	224
第二节	胶体电解质特性	224
第三节	充电与放电特性	225
第四节	硅胶电解质铅酸蓄电池性能	225
第五节	胶体电解质蓄电池组直流系统	225
第十七章	直流系统绝缘监察装置	228
第一节	概述	228
第二节	典型接线绝缘监察装置	229

第三节	简化接线绝缘监察装置	233
第四节	直读式直流绝缘监察装置	234
第五节	微机型直流系统绝缘监察装置	237
第六节	两点接地造成事故跳闸	239
第十八章	直流屏内其他辅助装置	242
第一节	电压监察装置	242
第二节	闪光装置与闪光回路	243
第十九章	不间断电源设备	251
第一节	简述	251
第二节	不间断电源设备名词术语	251
第三节	产品参数和类型	254
第四节	不间断电源设备	256
复习思考题库		272
参考文献		289

结 论

由蓄电池组及充电设备（或其他类型直流电源）、直流屏直流馈电网络等直流设备，组成了电力系统中发电厂、变电所的直流电源系统，简称直流系统。

发电厂、变电所的蓄电池组，在正常状态下为断路器提供合闸直流电源；在发生故障时，当厂、所用电中断的情况下，发挥其“独立电源”的作用——为继电保护及自动装置、断路器跳闸与合闸、载波通信、发电厂直流电动机拖动的厂用机械：如主机事故油泵、煤粉锅炉的给粉电动机等提供工作直流电源。由于蓄电池（组）对电力系统的安全可靠运行所起的重要作用，因此有人把它比喻为发电厂、变电所的心脏。

50年代，我国电力系统中运用的开口式K型固定铅酸蓄电池容量选择计算，采用前苏联的CK-1型蓄电池特性曲线。70年代，电力部门出版的《电力工程设计手册》所列铅酸蓄电池容量选择计算公式，仍是从前苏联公式换算来的，这是我国电力系统中发电厂、变电所的直流系统长期以来采用带端电池接线模式的依据。我国BZ-1型典型直流屏（直流系统）即采用的这种带端电池调压的接线方式。

70~80年代，我国引进了一批国外电气设备，把不带端电池的铅酸蓄电池容量选择计算公式推荐到我国。我国电力工作者推算出了国产铅酸蓄电池的选择计算方法，把不带端电池调压接线方式的直流系统最先用于白山水电厂扩建工程中。

80年代初，我国电力设计部门与生产厂家共同研制出了产品设计与制造，根据国际电工委员会（IEC）标准，主要电气性能与结构均能符合依巴斯（EBSCO）规范书要求的，不带端电池调压的直流系统，即PZ-1型，新型直流系统（直流屏）。

我国50~60年代，发电厂、变电所使用的蓄电池（组）直流电源有：固定型铅酸蓄电池组和移动型汽车用蓄电池组（一般汽车用蓄电池组用于断路器的跳闸，断路器的合闸用硅整流直流电源）；固定型铅酸蓄电池为K型GG型、G型。60年代的GGF型（以后改为GF型）防酸防爆式固定型铅酸蓄电池是全国统一设计的新产品，特点为外壳用透明塑料压制，容器上部密封并装有防酸雾帽，经过滤后，仅有少量酸雾及氢气逸出。GAM型固定式铅酸蓄电池为消氢少维护式。到了80年代碱性镉镍蓄电池大量涌入电力系统，并有胶体电解质铅酸蓄电池（组）在电力系统中运用。90年代初，阀控密封免维护式铅酸蓄电池（组）开始在我国北方地区110kV及以下变电所试用，现已正式投入运行。

随着电子计算机集中控制及自动化系统的普及，蓄电池在交流不停电电源装置UPS中也得到了应用。

电力系统中的直流电源系统，由多种不同工作原理的直流设备组成，要做好直流设备的现场维护、检修、更换与调试等诸项工作，必须具有多方面的科学知识。

蓄电池工作需要电学、电化方面的知识；蓄电池（组）充电设备，最初广泛采用电动直流发电机组，自70年代中期，硅（可控）整流设备用于工农业生产各个部门作为整流直流电源后已被淘汰。目前仅有一些地区还用于蓄电池组的定期放电设备和作为备用充电设备保存。蓄电池（组）的充电设备，目前普遍采用硅（可控）整流装置；硅整流装置整流元

件由大功率硅二极管发展到半控桥式自动稳流和自动稳压和全控桥式整流—逆变（充电—放电）的接线方式。晶闸管（可控硅管）控制（触发）回路，由分列元件发展到集成电路。装置的功能由手动操作调整，已发展到具有多功能的自动转换（浮充电状态运行自动转为均衡充电、均衡充电自动换为浮充电、交流电源中断后，按整定时间自动投入等）。维护、检修、更换和调试这些设备，不仅需要具有电工学、电子技术知识及整流技术原理，而且还需要具有电气仪表、电子仪器（示波器）的基本知识和使用技术。

直流系统是对地绝缘系统。直流系统的绝缘监察装置是保证直流系统安全可靠运行的哨兵。50年代使用的是由电桥原理构成的典型绝缘监察装置。80年代发展到电子直读式和微机型的自动扫测，对于这样设备的工作，需要对现代电子技术的基本知识有所了解。

维护、检修、更换和调试直流屏内的绝缘监察装置，电压监察装置、闪光回路、合闸（ $\pm$ WOM）及操作（ $\pm$ WC）电源回路，对继电保护和自动装置的基本知识需要有所了解，并能看断路器合闸及跳闸回路图纸。

变电所（或发电厂）的直流屏，一经投入系统运行，可以说就与所（厂）共存了。因为全所（厂）所有电气设备中，唯有直流屏是设计为“永久性”的，没有像主压器、断路器、蓄电池组等那样的电气设备可以安排停电进行检修的机会，因为其他电气设备停电检修时，它还要为检修设备提供试验、检修用直流电源。因此，对于直流屏上设备的检修和运行中发现有缺陷需要处理，都是在带电的状态下进行的，这类工作虽然不能与继电保护工作的复杂性、高压试验的理论性相比，然而其安全风险却非常大。

变电所、发电厂的直流系统网络，像人体的血管遍布全身一样，遍布全所（厂）室内及场地，容易受到环境条件不利因素的影响，性能往往是隐蔽地变化而不易及时地发现，查找直流系统接地更是一项细致、周密的工作。

在变电所、发电厂的直流设备上工作（如蓄电池组或其他直流电源回路），有时因不慎触摸到220V直流电源时，并无触电的感觉，因而忽视在直流设备上工作的安全措施，这是不正确的。这种现象是因为直流系统的正、负极对地绝缘都是处于良好的状态缘故。如果直流系统的正极或负极中有一极对地绝缘状况不良或接地，则当人体触及到对地绝缘良好的那一极或人体同时接触到正、负极时，就会发生触电危险。由于直流电没有像交流电那样存在有过零的时刻，因此发生直流电源的触电要比发生交流电源触电更难脱离电源，而且发生直流电源短路也不易自然熄弧。所以从事直流电源设备的工作，必须严格遵循“安全第一、预防为主”的电力工业基本方针。

对于蓄电池（组）运行维护及检修工作的经验总结。科学技术成果的取得，不可能是春天花儿朵朵、秋天就果实累累，不能采取“速决速战”的方法，这需要很长的时间。现场运行实践表明：运行的固定型铅酸蓄电池，只要运行方式正确、使用合理、检修维护方法得当，不管什么形式的极板，都能运行10多年甚至更长的时间。因此，从事该项工作应有高度的责任感和事业心。

对直流设备工作中出现的失误，往往存在着“隐蔽性”，这种隐蔽性表现在以下方面：给蓄电池组使用了不合格的蒸馏水，添加了不合格的电解液、蓄电池组施行了超过规定的深度放电后又未及时进行充电……等，这些虽然已经给蓄电池（组）的性能和使用寿命带来了不利的影响，但是不会立即表现出来；或一时的疏忽，中断了直流电源，更为甚者造成了整个直流系统的瓦解，给电力系统的安全可靠运行造成严重的威胁。由于存在以上的隐蔽性，因

此从事直流设备工作的重要性不能普遍被认识，甚而被忽视。

我国电力系统多年以来的运行实践表明：直流系统在电力系统发生故障时失灵；断路器因失去跳闸的直流电源而不能跳闸切除故障，强大的短路电流将烧坏主变压器、发电机等重要电气设备，因而这具有灾难性的后果。

因此直流设备工作的中心，将是如何提高直流电源的可靠性和设备的经济效益，真正做到防患于未然，保证电力系统的安全、可靠运行。

第一章 基本知识

第一节 电力系统基本概念

一、何谓电力系统

由于电能不能储存，发、供、用电是在一瞬间同时完成的这一特点，因此，电力工业为了提高供电的可靠性和资源综合利用的经济性，有必要把各个分散的发电厂，通过输电线路和变电所互相联系起来，再加上用电设备就构成一个有机的整体，称为电力系统。

二、电力系统在运行上应满足的基本要求

(一) 保证供电的可靠性

非计划地中断供电会给工农业生产和人民生活带来严重影响。因此，必须采取各种措施保护电力系统的安全、可靠运行，防止事故发生。

(二) 良好电能的质量标准

良好电能的质量标准规定为：电压允许变动范围，35kV 及以上为 $\pm 5\%$ ，10kV 及以下为 $\pm 7\%$ ，低压照明为 $+5\%$ ， -10% 。频率允许偏差，电网容量在 3GW 以上者为 $\pm 0.2\text{Hz}$ ，3GW 以下者为 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。

(三) 保证运行的最大经济性

就是要在生产和输配电能时，使煤耗率、厂用电率和线损率达到最小。

(四) 电力系统的额定电压等级

目前我国用电设备额定标准线电压为：0.38、3、6、10、35、(63)、110、(154)、220、330、500kV。对于某些特殊设备，如通过技术经济比较，证明有显著的优越性，也允许采取非标准电压运行。

交流发电机标准电压为：3.15、6.3、10.5、15.75kV。

(五) 经济电压的概念

当输送的电功率一定时，输送电压愈高，电流愈小，导线载流部分的截面积也就愈小，对有色金属的投资愈少；但是电压愈高，对电气设备的绝缘水平的要求也愈高，杆塔、变压器、开关等设备的制造投资也愈大。因此，对应于一定的输送功率和输送距离有一最合理的电压，叫做经济电压。例如：输送功率为 200~2000kW 时，输送距离在 6~20km，那么它的经济电压为 10kV。

第二节 电气设备分类

电力系统的电气设备可分为：一次设备、二次设备和直流设备。

一、一次设备

直接与生产和输配电能有关的设备称为一次设备。如发电机、主变压器、高压断路器、隔离开关、电力电缆、电压互感器、电流互感器……等等。

二、二次设备

对一次电气设备进行监视、测量、保护、控制（操作）的辅助设备称为二次设备。如各种继电器、信号及自动装置、测量仪表、控制电缆、小母线……等等。

三、直流设备

蓄电池组及其充电设备或整流直流电源设备、直流屏、直流网络等属于直流设备。

（一）蓄电池组直流电源

蓄电池组直流电源是一种能够独立于发电厂、变电所的厂、所用交流电源的可靠性高的直流电源。即使在全厂、所的交流电源中断情况下，仍能为继电保护及自动装置、断路器跳闸与合闸、拖动机械设备的直流电动机、载波通信、事故照明提供工作电源。蓄电池组直流电源能满足任何复杂的继电保护和自动装置的要求，对于各种类型的断路器都可以用蓄电池组直流操作机构进行远距离操作。蓄电池组直流电源被广泛地应用于各种类型的发电厂和变电所中。

蓄电池组的价格较高，使用固定型的铅酸蓄电池组还需要有专用的蓄电池室和充电与浮充电设备，蓄电池组及充（浮）电设备运行维护与检修的技术性较高，而且蓄电池组平常需要进行专业性的维护。

从50年代开始，在我国的中、小型变电所和水电厂中推广采用的整流型操作直流电源中，以硅整流电容储能直流电源供电的系统最为广泛。由于硅整流电容器储能直流电源的可靠性比蓄电池组直流电源差，而断路器在故障情况下跳不了闸不能切除故障，比合不上闸送不上电的后果要严重得多，因此有采用硅整流装置用于合闸，蓄电池组用于断路器跳闸的直流电源系统，以减少投资费用并增加可靠性。

（二）硅整流电容器储能直流电源

该型直流电源有设备简单、投资费用省、维护工作量小的优点。硅整流装置用于断路器合闸、储能电容器组用于所（厂）用交流电源中断时发生事故的情况下断路器的跳闸。为了要在全所（厂）停电后重新投入运行或实现线路的自动重合闸，这就必须考虑外接可靠的所用交流电源。

由于储能电容器的容量所限，且电容器的放电较快，为满足复杂继电保护装置的要求，储能电容器要求容量大、耐压高。一般使用电解电容器，但电解电容器的使用寿命较短，运行中必须进行日常监测。

（三）复式整流直流电源

复式整流直流电源与硅整流直流电源一样，都是利用交流电源经过整流以后变为直流电源的。只是复式整流直流电源的交流电源是由所（厂）用变压器或电压互感器与电流互感器进行供电的。

在整流型直流电源中还有一种液体整流直流电源。它是将纯铝板的阳极（+）、铅（或铁）的阴极（-）置于工业或医用硼砂（四硼酸钠）与蒸馏水制成一定浓度的硼砂水溶液中将交流电整流为直流电源。

（四）直流屏

发电厂、变电所的直流屏用于对全厂、所直流电源的调整、分配和监测。

一个发电厂、变电所直流屏数量的多少与采用何种直流电源有关，某一种直流屏即表示某种直流电源系统，而某种直流电源系统便决定了直流屏的数量。

直流屏中包括蓄电池屏（直流电源屏）、直流负荷分配屏、辅助屏。采用硅整流电容器储能直流电源系统，一般只有一面直流屏，它即是直流电源屏又是直流负荷分配屏。采用蓄电池组直流电源系统直流屏数量的多少与发电厂的装机容量、变电所的电压等级、主变压器容量有关，具有多种布置方案，一般的有三面：一面蓄电池屏，又叫直流电源调整屏；另一面直流负荷分配屏。接浮充电装置的直流负荷分配屏又叫浮充（电）屏，接主充电装置的直流负荷分配屏又叫主充（电）屏。

不论发电厂或变电所采用什么方案的直流系统，选用何种类型的直流屏，所有的直流屏（直流系统）中都具有监视和测量直流电压和电流的表计、直流系统对地绝缘监察装置和电压监察装置、闪光装置、出线开关以及相应配套的熔断器等设备。

（五）直流网络

为了直流电源的可靠与安全，直流网络构成的原则如下。

（1）主控制室和就地操作的主配电装置、各级电压的厂用配电装置和技术控制屏（如汽轮机、锅炉和给水等）的控制信号回路，各自构成单独的双回路环网供电，正常时开环运行。

（2）各级电压的配电装置断路器合闸线圈，应单独构成双回路的环网供电，正常时开环运行。

合闸电缆的截面和计算长度有关，对合闸电流较大的断路器的大型屋外配电装置的供电线路数量，可以考虑增加。现场运行中，如合闸回路的电压降偏大，超过了规定值，应考虑改用截面较大的电缆或改用铜芯电缆。

（3）事故照明网络由设在主控制室的专用事故照明屏（或事故照明箱）供电。对于只安装有一组蓄电池的发电厂或变电所设置一面事故照明屏。装有两组蓄电池的发电厂或变电所则设置两面事故照明屏。事故照明网络正常时由交流电源供电，事故时则自动切换至直流电源供电。事故照明直流电源均采用单回路供电。

（4）其他直流用电设备：载波通信备用电源、主控制室经常照明灯及电气试验室等负荷，一般采用单回路供电；主厂房发电机小室内的灭磁开关或厂用分支开关，如数量多时为独立的双回路电源，少时可与汽轮机油泵供电网络合并。

（六）熔断器

在直流系统的各出线回路中，均采用熔断器作为过电流和短路故障的保护元件。其选择原则如下。

（1）熔断器的额定电压应大于或等于回路的额定电压；

（2）熔件的额定电流的选择：

对于直流电动机回路，应考虑起动情况，一般熔件的额定电流为电动机起动电流的 $1/3$ ；

对于控制信号回路，熔件的额定电流为回路短时最大工作电流的 $1/1.5$ ；

对于断路器合闸回路，熔件的额定电流均按 $0.25 \sim 0.3$ 倍额定合闸电流来选择；

（3）为防止越级熔断，各级间的熔断器应相互配合，具有选择性，每级间相差一般为 $2 \sim 3$ 级。

第二章 整流直流电源检修技术基础

一般整流直流电源，就是采用手动调节的硅二极管整流电源。这类整流设备的整流元件是采用大功率的硅二极管，其他主要有电阻器、电容器、电感器（即电感线圈，变压器、接触器的绕组即属于电感器）。

在交流电路中，电阻 R 、容抗 X_C 、感抗 X_L 合称回路的阻抗 Z 。它们对于交流电流表现出“阻”与“抗”的作用。在交流电路中三者的影响均存在着，只是由于交流电频率 f 的不同和具体线路结构的差异，各自对电路的影响不同，有的微不足道，可以忽略不计；有的分量虽小，但产生的影响却不可低估。

直流电源的频率为零 ($f=0$)。在直流电路中，电阻的电气特性与在交流回路中相同，电容 C 、电感 L 在直流回路中的电气特性与在交流回路的电气特性是不一样的。电阻 R 、电容 C 、电感 L 的电路计算在《电工学》中已有论述，下面就电阻 R 、电容 C 、电感 L 的工程应用方面作简要介绍。

第一节 电阻器应用技术

电阻器品种、型号繁多，新产品时有出现，在电路中用途广泛。

可调电阻、电位器它们在电路中的电阻值都具有可调整性，但它们的结构、用途却各不相同。电位器的转轴旋转角度和阻值的变化关系有直线式、对数式和指数式，分别用 X 、 D 、 Z 表示，选用时应注意。

线绕电阻、合成电阻、碳膜电阻、金属膜电阻，在电路中对电流表现“阻”的作用时有线型的关系，叫线性电阻。

氧化锌压敏电阻（简称压敏电阻、又叫浪涌电阻）是一种非线性电阻，具有像硅稳压二极管那样的伏—安特性。压敏电阻的阻值在超过某一临界电压后将急剧变化，呈通路状态；在线路正常电压下呈高阻值伏态，只有很小的泄漏电流（微安数量级）流过压敏电阻。当线路中出现过电压时，突变为低阻抗的响应时间为毫微秒数量级，过电压很快地以放电电流的形式被压敏电阻泄放掉。线路电压恢复正常后压敏电阻又很快恢复为高阻值状态。

一、电阻的电流与电压相位关系

如图 2-1 (a) 所示，在电阻 R 两端施加电压 U_R ，电阻中将流过电流 I_R 。电阻 R 对流过它的交流电与直流电，都表现出相同的效应。而且使电压与电流“同步”进入，即电阻两端的电压 U_R 与流过电阻的电流 I_R 之间的相位相同，如图 2-1 (b) 所示。

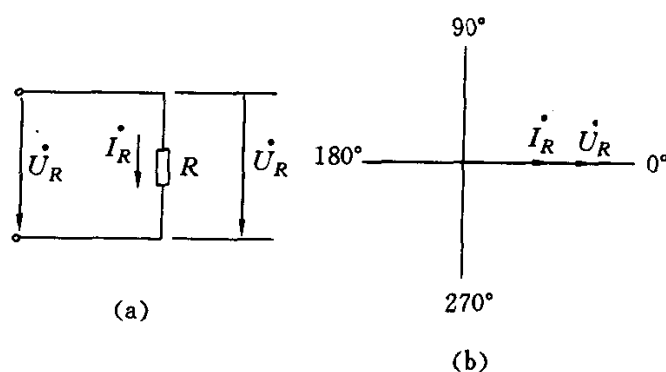


图 2-1 电阻的电压与电流的相位关系

(a) 电路图；(b) 相量图