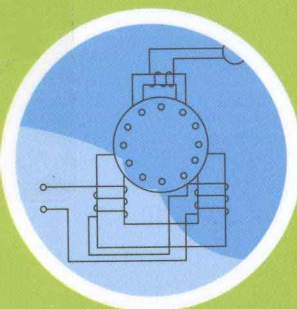
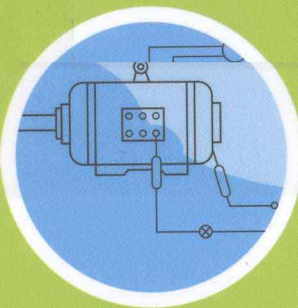
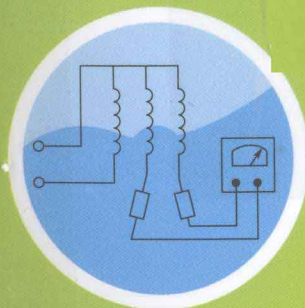


郭涛 陈冬雪 主编



怎样查找和处理 电气故障

ZENYANG CHAZHAO HE CHULI
DIANQI GUZHANG



化学工业出版社

怎样查找和处理 电气故障

ZENYANG CHAZHAO HE CHULI
DIANQI GUZHANG

郭 涛 冻冬雪 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

怎样查找和处理电气故障/郭涛, 陈冬雪主编. —北京:
化学工业出版社, 2011. 6
ISBN 978-7-122-10785-5

I. 怎… II. ①郭…②陈… III. ①电气故障-故障
诊断②电气故障-故障修复 IV. TM92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 044569 号

责任编辑: 高墨荣

装帧设计: 刘丽华

责任校对: 边 涛

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 9½ 字数 233 千字

2011 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究



为提高电气操作人员的实际技能水平，加强对电气常见故障的分析处理能力，我们组织编写了《怎样查找和处理电气故障》一书，以便电气从业人员在电气设备检维修中参考使用。本书内容包括高压电气设备、低压电气设备、变配电系统、自动化设备、常用电气辅助设备等查找电气故障的相关知识及内容。

本书的编写人员都是生产一线的工程技术人员，具有丰富的实际工作经验，本着精练、实用的原则，在内容编排上侧重基础理论知识，紧密联系实际，着眼于提高操作人员的实际操作技能和问题的应变处理能力，适合培训和自学。

本书由郭涛、陈雪冬主编。其中第1章由刘洪新编写，第2、6章由郭涛编写，第3章由李海、李晓红编写，第4章由李鑫编写，第5章由陈雪冬编写。全书由刘勃安审稿。

本书编写过程中，鄢海波、姜劲松、张丹、刘大光、张哲等同志给予了大力支持，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者



第1章 概述

1.1 企业变配电系统概况	1
1.1.1 企业变电站的类型和组成	1
1.1.2 企业变配电系统的主接线	2
1.1.3 企业变配电系统主要电气设备	6
1.2 电气故障的种类及特点	11
1.2.1 电气故障的种类	11
1.2.2 电气故障的特点	14
1.2.3 电气故障的查找方法	15
1.2.4 电气设备维修的十项原则	18

第2章 高压变配电设备

2.1 隔离开关及其操作机构	21
2.1.1 隔离开关的分类	22
2.1.2 隔离开关的配置	22
2.1.3 隔离开关主要作用	22
2.1.4 隔离开关及操作机构的结构	23
2.1.5 隔离开关的常见电气故障	23
2.1.6 隔离开关故障原因及处理	24
2.1.7 隔离开关典型故障处理	27
2.2 高压断路器及其操作机构	30

2.2.1	高压断路器的作用	30
2.2.2	高压断路器的分类	30
2.2.3	高压断路器常见电气故障的种类	31
2.2.4	高压断路器故障现象及原因	32
2.2.5	高压断路器常见故障的处理	33
2.2.6	高压断路器及操作机构典型故障的处理	39
2.3	电力变压器	46
2.3.1	电力变压器的原理及性能	46
2.3.2	电力变压器常见电气故障的种类	47
2.3.3	电力变压器故障现象及原因	48
2.3.4	电力变压器故障处理方法	50
2.3.5	电力变压器的典型故障处理	56
2.4	高压电动机	69
2.4.1	高压电动机的结构	69
2.4.2	高压电动机常见电气故障的种类	69
2.4.3	高压电动机故障现象及原因	70
2.5	仪用互感器	73
2.5.1	仪用互感器的原理及性能	73
2.5.2	互感器常见电气故障的种类	75
2.5.3	互感器故障现象、原因及处理	75
2.6	电力电容器	88
2.6.1	电力电容器的作用	88
2.6.2	电容器组投退规定	89
2.6.3	电容器组的操作规定	90
2.6.4	电容器故障处理基本原则	91
2.6.5	电容器常见故障	92
2.6.6	电容器故障原因	92
2.6.7	电容器典型故障处理	93

2.7 电力电抗器	96
2.7.1 电抗器的原理及在电力系统中的作用	96
2.7.2 电抗器常见电气故障	98
2.7.3 电抗器故障及原因	98
2.7.4 预防电抗器事故的措施	100
2.7.5 并联电抗器运行中应退出运行的情况	100
2.7.6 电抗器典型故障处理	101

第3章 低压电气设备

3.1 低压电动机	108
3.1.1 低压电动机常见电气故障的种类	108
3.1.2 低压电动机常见故障原因及处理	109
3.2 低压断路器	151
3.2.1 低压断路器的原理及性能	152
3.2.2 低压断路器常见电气故障的种类	156
3.2.3 低压断路器常见故障原因及处理	156
3.2.4 低压断路器的运行检查项目	160
3.3 低压配电柜	161
3.3.1 低压配电柜的结构	161
3.3.2 低压配电柜常见电气故障的种类	162
3.3.3 低压配电柜故障原因及处理	162

第4章 自动化设备

4.1 变频器	166
4.1.1 变频器的基本构成	166
4.1.2 变频器的分类	167
4.1.3 变频器在运行中常见故障原因及处理	173

4.1.4 变频器典型故障处理	176
4.2 PLC	177
4.2.1 PLC 的基本结构	178
4.2.2 PLC 在电力系统中的用途	179
4.2.3 PLC 的分类	180
4.2.4 PLC 的指令系统	180
4.2.5 PLC 的故障分类	183
4.2.6 PLC 的故障分布	184
4.2.7 PLC 的故障排除	184
4.3 软启动器	186
4.3.1 软启动的构成	186
4.3.2 软启动器的启动方式	186
4.3.3 软启动器的适用范围	187
4.3.4 软启动器的保护功能	187
4.3.5 软启动器运行中的常见故障原因及处理	188
4.4 微机保护装置	191
4.4.1 微机保护装置的硬件组成	191
4.4.2 微机保护装置软件模块的基本结构	193
4.4.3 微机保护装置在运行中常见故障及处理	195

第 5 章 变配电系统

5.1 照明及其配线	197
5.1.1 照明线路的敷设方式和控制方式	198
5.1.2 照明回路中常见的故障及处理	199
5.1.3 灯具故障	202
5.2 电力电缆	206
5.2.1 电缆分类及型号	207
5.2.2 电缆线路的故障类型	207

5.2.3	电缆线路故障原因	209
5.2.4	电缆线路常见故障处理方法	211
5.3	架空线路	212
5.3.1	架空线路的故障分类	213
5.3.2	架空线路故障原因	213
5.3.3	架空线路故障判断	214
5.3.4	架空线路故障查找	215
5.4	综合自动化系统	217
5.4.1	综合自动化系统结构	218
5.4.2	综合自动化常见的通信方式	219
5.4.3	综合自动化系统应用中出现的問題及处理	220
5.5	接地系统	221
5.5.1	接地的种类	221
5.5.2	接地装置	222
5.6	不间断电源供电系统	226
5.6.1	不间断电源 (UPS 电源)	227
5.6.2	蓄电池	229
5.7	二次回路	238
5.7.1	二次回路的组成及性能	238
5.7.2	二次回路常见故障及查找	242

第 6 章 常用电气仪器仪表

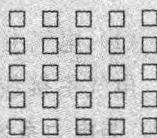
6.1	万用表	259
6.1.1	万用表使用原理	259
6.1.2	万用表常见电气故障的种类	261
6.1.3	万用表使用注意事项	261
6.1.4	万用表故障原因及处理	261
6.2	钳形电流表	266

6.2.1	钳形电流表原理	266
6.2.2	钳形电流表故障处理	267
6.3	兆欧表	267
6.3.1	兆欧表使用原理	268
6.3.2	兆欧表典型故障处理	270
6.4	电桥	271
6.4.1	电桥使用原理	272
6.4.2	电桥常见故障及使用注意事项	273
6.4.3	电桥故障原因及处理	274
6.5	电流表和电压表	275
6.5.1	电流表和电压表的区别	275
6.5.2	在电路连接时应注意的事项	275
6.5.3	电流表和电压表的典型故障处理	275
6.6	功率表	278
6.6.1	功率表构造的特点及使用注意事项	278
6.6.2	功率表典型故障处理	279
6.7	电能表	280
6.7.1	电能表使用注意事项	280
6.7.2	电能表典型故障处理	281

参考文献

第1章

概述



1.1 企业变配电系统概况

电力系统是由发电厂、输电网、配电网和电力用户组成的整体，是将一次能源转换成电能并输送和分配到用户的一个统一系统。企业变配电站是电力系统用户中的重要组成部分，企业中变配电系统的作用主要是接受、变换和分配电能，是企、事业单位的动力枢纽。具体地讲企业变配电系统属于地方电网中的一个局域网，主要功能是将受电网的高电压系统通过变压器的逐级变换以满足企业不同电气设备所需的动力能源。一般可分为高压（220kV）、中压（66kV、35kV、10kV 和 6kV）及低压变配电站（所）。

1.1.1 企业变配电站的类型和组成

变配电站种类很多。按照电压高低，变配电站分为高压变配电站、高压配电站和低压配电站；按照有无变压器，分为变配电站和配电站；按照主要配电装置的安装位置，分为室外变配电站和室内变配电站等。企业的配电系统的组成主要包括：高压开关配电室（场）、变压器区（室）、中压和低压配电室、电容器室等部分。



1.1.2 企业变配电系统的主接线

(1) 电气主接线的作用

电气主接线是变配电系统中的重要组成部分，它是变电站（所）与电力系统（电网）连接和与用电负荷连接的电气接点。接受、传输和分配电能的电路称为电气主接线。电气主接线是由电气主母线、电源联络、负荷侧馈线路、发电机、变压器等电源和负载元件所组成。电气主接线是变配电系统的主体，它对安全运行、电气设备的选择、配电装置的布置和电能质量等都起着决定性的作用。对电气主接线的基本要求如下。

① 可靠性。根据系统和用户的要求，能保证必要的供电可靠性和电能质量。

② 灵活性。不仅能适应各种运行方式，而且便于检修，在其中一部分电路进行检修时，应尽量保证未检修回路能继续供电。

③ 操作方便。主接线应简单清晰，布置对称合理，运行方便，使设备切换所需的操作步骤最少。

④ 经济性。在满足可靠性、灵活性、操作方便这三个基本要求的前提下，应力求投资省、维护费用最少。

⑤ 有扩建的可能。主接线除能满足当前的运行检修要求外还应考虑将来有发展的可能性。

(2) 主接线的基本形式

常用的主接线形式可分为有母线和无母线的主接线两大类。

有母线的主接线形式包括单母线和双母线接线。单母线又分为单线无分段、分段单母线、单母线分段带旁路母线等形式；双母线又分为双母线无分段、分段双母线、二分之三断路器双母线及带旁路母线的双母线等多种形式。

无母线的主接线主要有单元接线、扩大单元接线、桥型接线和



多角型接线等。

对于企业的配电系统目前所采用的电气主接线多为单母线、单母线分段、桥式接线、双母线等。

(3) 电气主接线和母线的接线形式

母线是电力系统的重要配电设备，是电力系统的节点，同一电压等级的多条线路是通过母线分配出去，是供电线路和联络线路的汇集节点。为了系统的安全和倒闸操作方便等需要，母线的形式组成不同的方式，一般分为单母线、单母线分段、桥式接线、双母线和多角型接线等。

① 不分段的单母线接线：如图 1-1 所示，汇流主母线 W 只有一条，在各支路中都装有断路器和隔离开关，正常运行时全部断路器和隔离开关均投入。

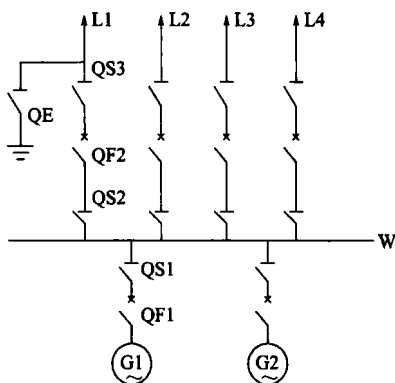


图 1-1 不分段的单母线接线

适用范围：容量较小、台数较多而负荷较近的小型变电站和 10~35kV 出线回路数不多于 4 回的变电所。

② 分段的单母线接线：如图 1-2、图 1-3 所示。分段单母线形式主要包括：单母线分段、桥式接线（内桥和外桥）。

分段的单母线接线：有两段或两段以上段单母线，之间用刀闸

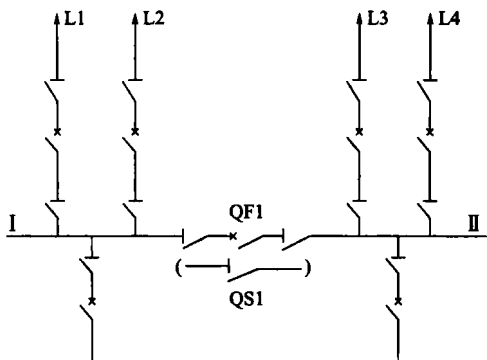


图 1-2 分段的单母线接线

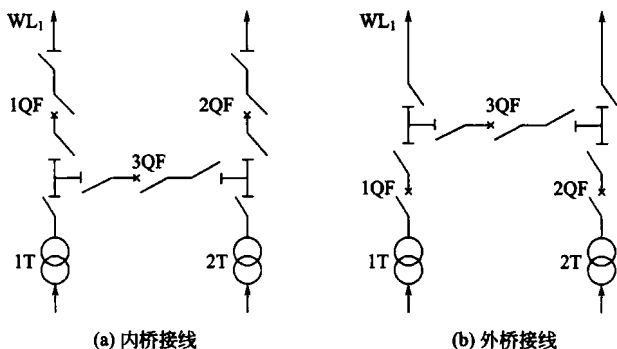


图 1-3 桥式接线

或开关连接，分段后运行的灵活性增加。正常时分段开关（刀闸）可打开运行，也可合上运行。刀闸合上运行，若Ⅰ段母线故障，整个装置短时停电后，等刀闸打开后，接在Ⅱ段上的电源，负荷均可恢复运行；若正常时打开运行，则一段母线故障时将不影响另一段母线的运行。开关连接可进一步提高可靠性和灵活性，当某一段母线发生故障，分段断路器自动跳开，非故障母线不影响运行。母线检修也可分段进行，避免了全部停电。

a. 内桥接线：线路的切除和投入较方便，变压器切除和投入

较复杂，适用于线路较长、在系统中担任基荷的电站。

b. 外桥接线：切除和投入变压器易，而切除、投入线路难，适用于线路较短的变电所（站）。

③ 双母线接线：双母线单断路器接线有两种运行方式，一种是一些电源和出线固定连接在一组母线上，另一些电源和出线固定连接在另一组母线上，母联断路器 QF_c 合上，相当于单母线分段运行；另一种方式为—组母线工作，—组母线备用，全部电源和出线接于工作母线上，母联断路器断开，相当于单母线运行，如图 1-4 所示。

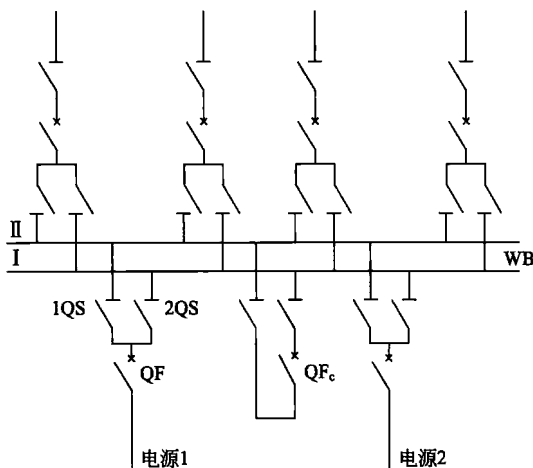


图 1-4 双母线接线

双母线正常运行时一般都按单母线分段的方式运行。后一种运行方式一般在检修母线或某些设备时应用。

④ 双母线单断路器接线（图 1-5）

优点：可靠性和灵活性大大提高。

缺点：双母线接线倒闸操作较复杂，易误操作，且设备多，配电装置复杂，经济性差。

为进一步缩小母线停运的影响，可采用双母线分段的接线。为

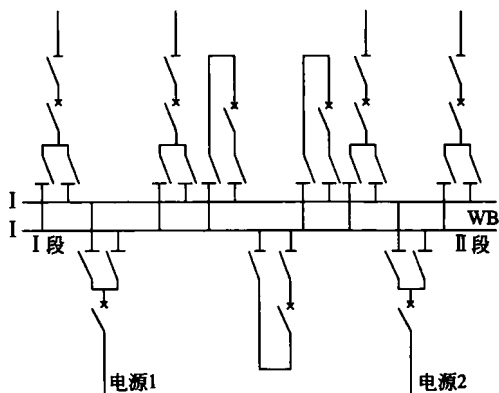


图 1-5 双母线单断路器接线

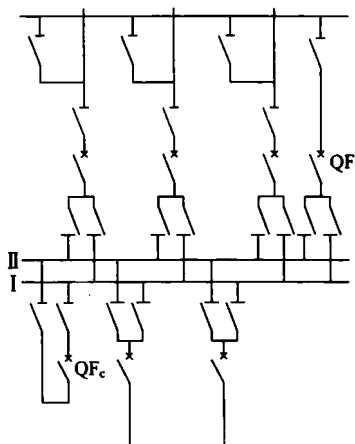


图 1-6 带旁路母线的双母线接线

了检修出线断路器时避免该回路短时停电，则可装设旁路母线，如图 1-6 所示。

1.1.3 企业变配电系统主要电气设备

企业的变电站和厂矿企业的高低压配电系统中的一次设备主



要包括：断路器、避雷器、电容器、隔离开关、接触器、电抗器等。

(1) 高压开关设备

通常将高压断路器、高压隔离开关、高压负荷开关、高压熔断器统称为高压开关设备。

① 高压断路器：带有强力灭弧装置的高压开关设备，是供电系统中重要的开关设备，它能够开断和闭合正常线路与故障线路，主要用于供电系统发生故障时与保护装置配合自动切断系统的短路电流。高压断路器通常按照灭弧介质分类，主要有：少油断路器（已基本淘汰）、真空断路器、 SF_6 （六氟化硫）断路器和六氟化硫组合电器等。

② 隔离开关：它的主要功能是隔离电源，当处于分闸状态时，有着明显的断口，使处于其后的高压母线、断路器等电力设备与电源或带电高压母线隔离，以保障检修工作的安全。由于不设灭弧装置，隔离开关一般不允许带负荷操作，即不允许接通和分断负荷电流（和断路器配合使用时，要严格遵守操作顺序，即停电时，应先使断路器跳闸，后拉开隔离开关；送电时，应先合隔离开关，再闭合断路器）。但可用来分合一定的小电流，如励磁电流不超过 2A 的空载变压器、电容电流不超过 5A 的空载线路以及电压互感器和避雷器等。隔离开关一般分为户内和户外两种安置形式，操作机构有电动和手动两种。

③ 高压负荷开关：是一种介乎隔离开关与断路器之间的结构简单的高压电器，具有简单的灭弧装置，常用来分合负荷电流和较小的过负荷电流，但不能分断短路电流。此外，负荷开关还大多数具有明显的断口，具有隔离开关的作用。负荷开关常与熔断器联合使用，由负荷开关分断负荷电流，利用熔断器切断故障电流。因此在容量不是很大、对保护性能的要求不是很高时，负荷开关与熔断器组合起来便可取代断路器，从而降低设备投资