

BIANDIANZHAN ERCIXITONG
QUEXIAN ZHENDUAN JISHU

变电站二次系统 缺陷诊断技术

王凯军 主 编
琚 军 裘愉涛 朱云祥 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

BIANDIANZHAN ERCIXITONG
QUEXIAN ZHENDUAN JISHU

变电站二次系统 缺陷诊断技术

王凯军 主 编
朱云祥 副主编
琚 军 裘愉涛



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书主要围绕常规变电站二次系统的典型缺陷展开,同时对智能变电站的报文分析技术进行详细讲解。以变电站内继电保护和自动装置、计算机监控系统及直流公用系统为对象,阐述了二次系统典型缺陷及其诊断技术,包括微机保护自检技术、报文分析技术、二次系统带电检测技术、智能诊断技术等缺陷诊断技术。并结合大量的现场典型缺陷案例,对缺陷现象、诊断分析、消缺过程、现场安全注意事项及预防措施等方面进行了深入分析、讲解。

该书理论结合实际,通俗易懂,案例丰富。对于现场从业人员提高二次专业技能水平、把控现场作业风险具有较好的指导作用。可作为二次专业人员的培训教材,也可供大专院校电气专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

变电站二次系统缺陷诊断技术/王凯军主编. —北京: 中国电力出版社, 2016.5

ISBN 978-7-5123-6960-3

I. ①变… II. ①王… III. ①变电所-二次系统-缺陷-诊断技术 IV. ①TM645.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第050766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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016年5月第一版 2016年5月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 12.75印张 217千字

印数0001—2000册 定价52.00元

敬告读者

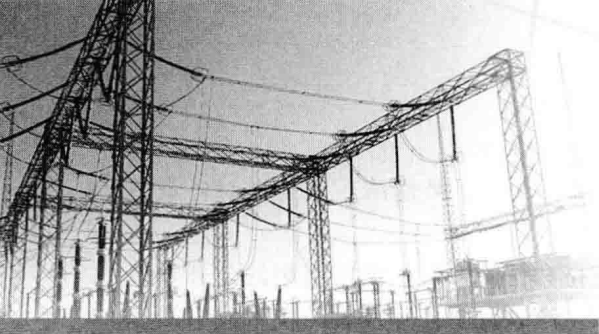
本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《变电站二次系统缺陷诊断技术》

编写人员名单

主 编	王凯军			
副主编	琚 军	裘愉涛	朱云祥	
参 编	姜文尉	徐习东	赖秀炎	汪红利
	叶海明	陈水耀	胡 谦	方 宇
	姜忠富	徐贤文	邵 勇	王 涛
	姜一军	黄晓明	吴栋其	杨 涛
	熊茂斌	洪建军	周生苗	毛明华
	戚碧云	郑 翔	李 为	于兴羽
	叶瀚冰	文海泉	周利庆	王华锋
	赵 艳	毛荷娟	颜伟雄	王 勇
	舒胜锋	裘金良	刘 岗	吴俊飞



前 言

变电站二次系统是相对一次系统而言的，由二次设备及其相互连接的电气回路构成。它是对一次系统进行监测、控制、调节和保护、为运行人员提供运行工况或生产指挥信号的系统。

由于设备、维护、运行环境的影响，变电站二次系统在运行过程中会发生不同类型的故障与缺陷。当二次系统存在缺陷时，不能真实反映一次系统的工况，不能提供有效的保护，影响到电力系统的可靠运行。如何快速安全地消除缺陷，是变电站二次系统日常维护工作中的重要任务之一。

随着继电保护及自动化设备智能化水平不断提高，变电站二次设备呈现微机化、网络化、智能化，设备之间的联系日趋紧密。二次系统设备及回路的缺陷呈现多样性，涵盖了装置本体、二次回路、光纤通道、远动设备、直流等公用系统各方面。二次系统缺陷种类繁多、辨识难度大、处置风险高，本书系统介绍缺陷诊断技术，注重提高现场从业人员的缺陷辨识能力、诊断能力与处置能力。

本书围绕变电站二次系统的典型缺陷展开，对变电站二次系统进行阐述，以变电站内继电保护和自动装置、计算机监控系统及直流公用系统为对象，介绍二次系统典型缺陷及相关诊断技术，如微机保护自检技术、报文分析技术、二次系统带电检测技术、智能诊断技术等。同时结合大量的现场案例，从缺陷现象、诊断分析、诊断过程、现场安全注意事项及预防措施等方面对缺陷及诊断技术进行详细讲解。

全书共分 10 章，第 1 章概述，第 2 章微机保护装置自检技术，第 3 章报文分析技术，第 4 章二次系统带电检测技术，第 5 章智能诊断技术，第 6~10 章为典型缺陷诊断，分别介绍了 500、220、110kV 及以下电压等级继电保护、监控系统、直流系统的典型缺陷诊断。

本书结合编者多年的工作经验，并参考近年来国内外书籍、期刊编写。第 1 章由王凯军、裘愉涛、陈水耀编写；第 2 章由徐习东、姜文尉编写；第 3 章由朱云祥、叶海明编写；第 4 章由琚军、裘愉涛、赖秀炎编写；第 5 章由徐习东、朱云祥编写；第 6 章由陈水耀、姜一军、杨涛编写；第 7 章由徐贤文、胡谦、熊茂斌编写；第 8 章由赖秀炎、姜忠富、王凯军编写；第 9 章由吴栋萁、汪红利、方

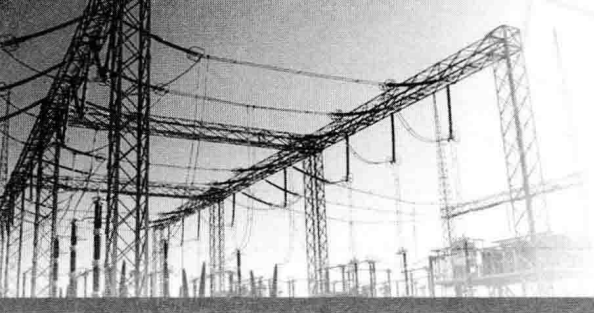
宇编写；第 10 章由王涛、邵勇编写。王凯军、琚军、裘愉涛、朱云祥对各章节内容进行了审核并参加了全书的评审工作。

本书在编写过程中得到了许多同仁的支持和帮助，对本书所引用的公开发表的国内外有关研究成果的作者、各制造厂家生产装置中公开发表的技术成果的作者，编者表示衷心的感谢！

由于编写人员水平有限，书中的错误与缺点在所难免，恳请读者指正。

编 者

2015 年 10 月



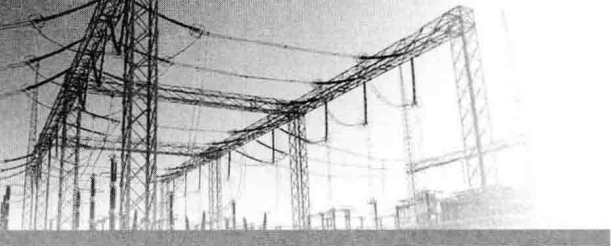
目 录



前言

1	概述	1
1.1	变电站二次系统	1
1.2	缺陷概述	5
1.3	缺陷诊断技术	10
1.4	变电站二次系统典型缺陷	12
2	微机保护装置自检技术	16
2.1	微机保护装置的基本组成	16
2.2	“看门狗”自检	17
2.3	CPU 及存储器自检	18
2.4	开关量及采集系统自检	20
3	报文分析技术	22
3.1	通信报文监测及分析工具	22
3.2	间隔层通信报文解析	27
3.3	过程层数据通信	53
3.4	远动通信报文解析	60
4	二次系统带电检测技术	72
4.1	红外测温和热成像技术	73
4.2	TA 二次负载带电检测技术	77
4.3	二次设备其他检测技术简介	80
5	智能诊断技术	85
5.1	TA 回路异常诊断	85
5.2	TV 断线诊断	96
5.3	基于多源信息的最优诊断决策	102

6	500kV 继电保护典型缺陷诊断	108
6.1	典型配置	108
6.2	线路保护典型缺陷	109
6.3	主变压器保护典型缺陷	111
6.4	母线保护典型缺陷	112
6.5	故障录波器典型缺陷	121
6.6	信息子站典型缺陷	123
7	220kV 继电保护典型缺陷诊断	125
7.1	典型配置	125
7.2	线路保护典型缺陷	127
7.3	主变压器保护典型缺陷	130
7.4	母线保护典型缺陷	132
7.5	故障录波器典型缺陷	134
8	110kV 及以下继电保护典型缺陷诊断	136
8.1	典型配置	136
8.2	线路保护典型缺陷	137
8.3	主变压器保护典型缺陷	141
8.4	母线保护典型缺陷	144
8.5	备用电源自动投入装置、故障解列保护装置典型缺陷	148
8.6	故障录波器、保护信息子站典型缺陷	151
9	变电站监控系统典型缺陷诊断	154
9.1	间隔层设备典型缺陷诊断	154
9.2	人机工作站典型缺陷诊断	163
9.3	远动通信工作站典型缺陷诊断	170
9.4	监控系统外围设备典型缺陷诊断	182
10	变电站直流系统典型缺陷诊断	187
10.1	变电站直流系统典型缺陷诊断方法	187
10.2	直流系统典型缺陷处理	188
	参考文献	195



概 述

变电站二次系统是电力系统安全、可靠、经济运行的重要保证，是电力系统不可或缺的重要组成部分。变电站二次系统主要包括继电保护和自动装置、计算机监控系统、直流公用系统等部分。本章主要对二次系统进行简要介绍，同时对二次系统各部分的典型缺陷进行列举，并对典型缺陷术语及诊断技术进行总体介绍。

1.1 变电站二次系统

电力系统中，将直接参与发、输、变、配电能的电气一次设备，如发电机、变压器、电力电缆、输电线、断路器、隔离开关、电流互感器、电压互感器、避雷器等及其相互连接的电气回路称为一次系统。

变电站二次系统是相对一次系统而言的，由二次设备及其相互连接的电气回路构成。它是对一次系统进行监测、控制、调节和保护的系统。二次设备是指对一次设备的工况进行监测、控制、调节、保护，为运行人员提供运行工况或生产指挥信号所需要的电气设备，如测量仪表、继电器、控制及信号器具、自动装置等。这些设备，通常由电流互感器和电压互感器的二次绕组的出线以及直流回路，按照一定的要求连接在一起构成回路，称之为二次接线或二次回路。

变电站二次系统是一个庞大而系统的有机整体，根据二次设备不同的功能来分，主要可以分为继电保护和自动装置、计算机监控系统、直流等公用部分三方面。本节主要从这三方面对变电站二次系统及其典型缺陷进行介绍。

1.1.1 继电保护和自动装置概述

在电力系统中，继电保护和自动装置是保证电力系统安全运行和提高电能质量的重要工具。

电力系统运行中可能出现的故障主要是短路、接地短路和断线。常见的不正常运行状态主要是过负荷、系统振荡和频率降低等。由于故障的危害极大，因而

一旦发生故障，就应该立即采取有效的措施，防止故障进一步发展和扩大。对于危害最为严重的短路故障来说，应迅速而有选择性地从电网中切除，使之与其他电气设备隔离。而对于断线和接地故障，则应视具体情况，决定是否需立即将故障设备从电网中切除。

继电保护装置，就是能够反映电力系统中电气元件的故障状态，并作用于断路器跳闸，将故障设备从电力系统中切除的一种装置。继电保护装置的任务是：

(1) 当被保护的电气元件发生故障时，保护装置迅速动作，使断路器跳闸将故障的电气元件从电力系统中切除，使其损坏程度减至最小，并保证无故障部分继续正常运行。

(2) 当被保护的电气元件出现不正常工作状态时，保护装置发出信号告诉运行人员予以处理。在无人值班的变电站，保护可作用于减负荷或延时跳闸。

电力系统的安全自动装置一方面配合继电保护装置提高供电的可靠性（如自动重合闸、备用电源自动投入装置）；另一方面不断调整系统电压与频率，以保证供电质量及并列运行机组间功率的合理分配。

继电保护的基本内容是对被保护对象实现保护功能，包括两方面的内容：一是确定被保护对象在正常运行状态和拟进行保护的异常或故障状态下，有哪些物理量发生了可供进行状态判别的量、质或量与质的重要变化，这些用来进行状态判别的物理量称为故障量或起动量；二是将反映故障量的一个或多个元件按规定的逻辑结构进行编排，实现状态判别，发出警告信号或断路器跳闸命令。

目前数字型微机继电保护装置在我国得到广泛的应用，微机保护装置由模拟量采集系统，微处理器系统，开关量输入、输出系统，人机界面，电源系统等部分组成。微机保护装置、二次回路及相关的通道加工设备共同构成了变电站继电保护的一个整体。

根据继电保护及自动装置保护的對象及功能的不同，可以分为不同的类型。按保护对象的不同，可以分为线路保护、变压器保护、母线保护、电容器保护、电抗器保护、发电机保护、自动重合闸、故障解列装置、备用电源投入装置等；按作用分可以分为主保护、后备保护、辅助保护和异常运行保护等。

1.1.2 变电站监控系统概述

变电站计算机监控系统是指在变电站内应用自动控制技术、信息处理、传输技术和计算机软硬件等技术实现对变电站二次设备（包括测量仪表、控制系统、信号系统及远动装置等）的功能进行重新组合和优化设计，对变电站内主要电气设备的运行情况进行监视、测量、控制和协调，部分代替或取代变电站常规二次

系统，减少或代替运行值班员对变电站运行情况的监视和控制操作，使变电站更加安全、稳定、可靠运行的一种综合性的自动化系统。

目前变电站计算机监控系统的主流模式为分层分布式计算机监控系统，分层指将设备按照不同级别组织，分布指设备资源在逻辑或拓扑结构上的分布。按照变电站计算机监控系统二次设备现状可分为变电站层和间隔层，两层之间一般通过数据交换网络互相连接。变电站层设备由带数据库的计算机、操作员工作台、远方通信接口等组成。变电站层通过变电站内的数据交换网获得间隔层设备内的数据，并在操作员工作台上进行数据组合、整理，完成对一次设备的控制和监视，根据各级调度的不同要求通过远动通信工作站转发变电站内的一次及二次设备相关信息。间隔层典型设备由每个间隔的控制、保护或监视单元组成，主要通过电缆或者光纤完成对一次设备运行状态的采集和控制，也可以直接从过程层设备读取运行状态和数据，间隔层通过数据交换网络与变电站层设备之间进行数据通信。分层分布式计算机监控系统的组成结构如图 1-1 所示。

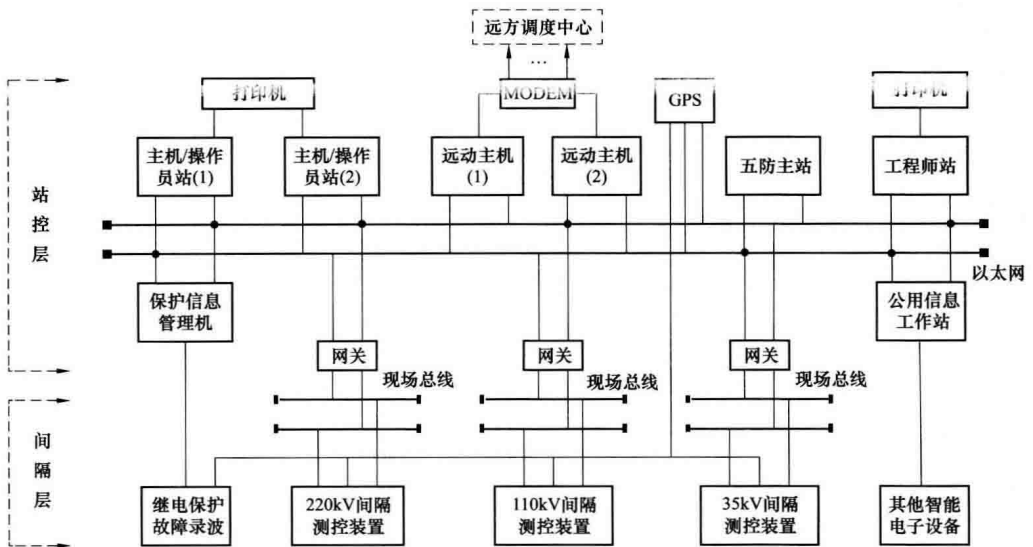


图 1-1 分层分布式监控系统结构图

为对变电站内设备进行监控及调度自动化相关需求，变电站计算机监控系统的主要功能包括：数据采集与处理、控制操作、报警处理、事件顺序记录、事故追忆、远动功能、时钟同步、人机联系界面、与其他设备接口、运行管理等。由变电站监控系统的实际设备实现上述功能。一次设备的模拟量、状态量及控制出口由间隔层设备按间隔进行监视和控制，数据处理、报警处理、事件顺序记录 SOE、人机界面联系、运行管理等功能主要由带数据库的人机工作站实现

当地的监视控制功能，远动功能主要由远动通信工作站通过调度数据网与调度端进行通信实现，时钟同步主要由变电站内的时钟同步系统实现。

变电站监控系统的主要功能是对变电站内所有设备进行监视和控制，也就是上述功能中的数据采集处理与控制操作，数据采集处理包括模拟量采集处理和开关量采集处理。监视和控制可以由变电站当地和远方调度实现。与变电站内设备进行直接联系的是间隔层设备，变电站层设备通过间隔层网络/总线实现对变电站内设备的监视和控制。

1.1.3 变电站直流系统概述

直流系统是变电站的重要组成部分，它独立于交流电源系统之外，为一些重要常规负荷、继电保护、自动装置、控制系统、信号系统、远动通信装置、UPS等提供直流电源，并提供事故照明电源。直流系统稳定运行的可靠性是保障变电站安全运行的决定条件之一，对继电保护及自动装置的可靠正确动作起着至关重要的作用。

直流系统主要由充电装置、蓄电池组、直流馈电屏、监控系统四大部分组成。直流系统要保证可靠供电、安全供电和事故情况下的不间断供电。监视直流系统正常工作，还需要一些辅助设备，如直流绝缘监视、蓄电池电压监视等。随着直流系统负载特性的变化以及充电装置、蓄电池、监控装置技术的不断进步，直流系统的接线方式和组成方式也有所改变。目前，电力系统中典型直流系统组成框图如图 1-2 所示。

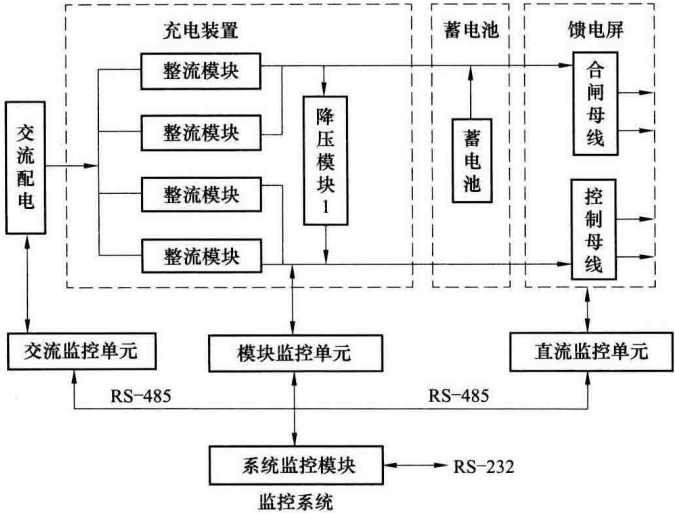


图 1-2 直流系统组成框图

(1) 直流充电装置。直流充电装置的主要功能是将交流电源转换成直流电源(AC/DC)，保证输出的直流电压在要求的范围内，向动力负荷和控制负荷提供直流电源，同时给蓄电池组提供充电电流。目前，在电力系统中有相控型、磁放大型和高频开关型充电装置。随着科技的日益进步，磁放大型已很少应用，相控型在少部分变电站还有运行，目前大都采用高频开关电源，实现 $N+1$ 备份，使充电装置更加安全可靠。

(2) 蓄电池组。在直流系统中，蓄电池组扮演着极其重要和不可或缺的作用。正常时蓄电池组处于浮充电备用状态，当交流失电或充电装置故障时，蓄电池组必须向负荷提供能量，如直流电机、电磁机构、保护装置、控制、自动化、通信、照明、UPS 等。显然，在平时蓄电池组并没有对电厂或变电站运行作出贡献，然而在事故状态下，蓄电池是负荷的唯一能量供给者，一旦蓄电池有问题，电厂或变电站将面临瘫痪及发生重大事故，造成重大损失。目前，电力系统中大部分都采用阀控式铅酸电池。

(3) 直流馈电柜。直流馈电屏的主要作用是将全站的直流电源进行分配、调整及检测。一般，继电保护、自动装置、控制系统、信号系统等负荷电源均从直流馈线屏引出。馈线柜结构与直流母线结构、馈线保护、直流供电方式有关。直流母线一般采用单母线分段接线方式，每组蓄电池和充电装置分别接于一段母线上，在两段直流母线之间设置母联隔离开关。正常运行时母联隔离开关处于断开位置，两段母线分别以单母线方式运行。当任一组充电装置或蓄电池组故障，或任一蓄电池组需要进行放电维护试验时，均可将母联隔离开关合上，由另一组充电装置或蓄电池组供给整个系统的直流用电。典型的单母线分段接线图如图 1-3 所示。

(4) 监控系统。直流监控系统是整个直流系统的控制、管理核心，它能提高直流系统的可靠性，保证其工作的连续性和安全性。

监控系统的主要任务有两点：

1) 对系统中各功能单元和蓄电池进行长期自动监测、获取系统中的各种运行参数和状态；

2) 根据测量数据及运行状态实时进行处理，并以此为依据对系统进行控制，实现电源系统的全自动精确管理。

1.2 缺陷概述

任何设备在运行过程中不可能完全杜绝缺陷的发生，关键在于缺陷能否被及时地检测和处理，或以某种方式进行防范，以维持设备的健康状态，变电站二次

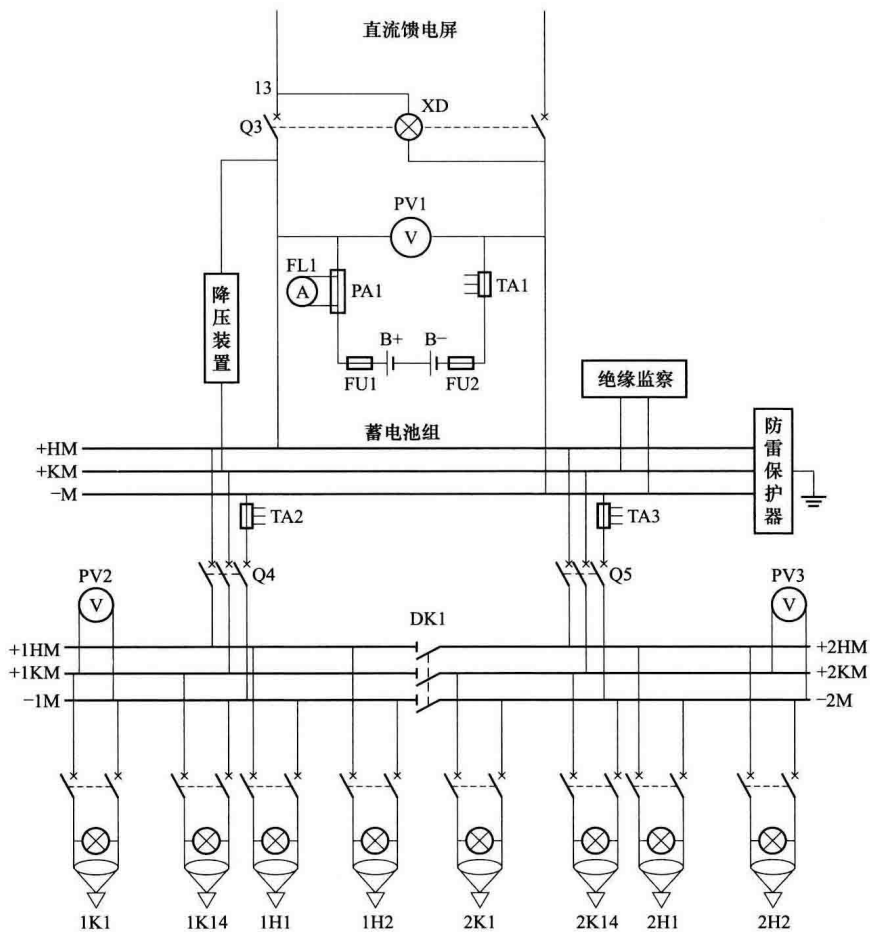


图 1-3 直流馈线图

系统设备也不例外。在实际运行过程中，值班人员发现缺陷时只看到了现象，不能反映出缺陷的本质。因此，检修人员在消缺后有必要对缺陷重新进行定性，规范缺陷术语，包括缺陷部位、原因、责任单位、消缺方式等。只有这样才能真正掌握缺陷规律，科学购置备品备件，客观评价设备运行质量，优化技改和维护策略。

1.2.1 基本概念

ISO 9001 国际标准将缺陷定义为未满足与预期或规定用途有关的要求。DL/T 861—2004《电力可靠性基本名词术语》定义失效为元件或系统丧失规定功能的事件，故障为元件或系统完成规定功能能力下降或丧失的状态。失效是故障的

原因，故障是失效的表现。可见，缺陷、失效、故障三者的概念非常接近，在本章节中不严格区分。国家电网生〔2003〕387号《变电站管理规范（试行）》（以下简称《变电站管理规范》）直接对缺陷进行分类定义：危急缺陷为设备或建筑物发生了直接威胁安全运行并需立即处理的缺陷，否则随时可能造成设备损坏、人身伤亡、大面积停电、火灾等事故；严重缺陷为对人身或设备有严重威胁，暂时尚能坚持运行但需尽快处理的缺陷；一般缺陷指性质一般、情况较轻，对安全运行威胁不大的缺陷。

DL/T 623—2010《电力系统继电保护和安全自动装置运行评价规程》定义继电保护故障（缺陷）是由于内部元件损坏、错接线、软件等问题影响预定功能的状态。继电保护的预定功能是实时采集系统电压、电流等信息，实时掌握电网的运行状态，当过载时继电保护装置发出警报信号，当故障时继电保护装置应及时动作跳闸，保证系统继续运行。对照《变电站管理规范》的标准，继电保护危急缺陷为直接影响主保护功能或导致保护误动的缺陷，重要缺陷为影响保护功能的缺陷，一般缺陷为影响保护辅助功能的缺陷。

1.2.2 缺陷术语

1. 缺陷部位

变电站二次系统是由装置本体和二次回路构成的系统，其中装置本体由大量微电子元器件、高集成电路组成，二次回路由空气开关、切换把手、按钮、压板、密封继电器、控制电缆组成。各个模块和器件之间没有冗余，从可靠性模型来看，它是一个串联模型。任何一个模块失效，都会引起继电保护故障。此外，线路纵联保护还包括通道相关设备。

检修人员在填写缺陷记录时，装置可选择以下部件：①电源插件；②AC插件；③CPU插件；④开入插件；⑤开出插件；⑥MMI插件；⑦A/D（VFC）插件；⑧其他插件。

通道接口设备包括以下部件：①电源插件；②功放插件；③线滤插件；④接口插件；⑤收信插件；⑥发信插件；⑦CPU插件；⑧接头；⑨其他。

通道附属设备选择以下部件：①结合滤波器；②耦合电容器；③阻波器；④高频电缆；⑤架空线路；⑥光缆（OPGW或ADSS）；⑦载波机；⑧PCM；⑨SDH；⑩其他。

二次回路选择以下部件：①操作箱；②交流电流回路；③交流电压回路；④直流电源回路；⑤控制回路；⑥信号回路；⑦断路器、隔离开关辅助触点及回路；⑧其他回路。

当缺陷记录的样本积累到一定数量后，可以统计出继电保护系统各部件损坏

的比率。这是运维部门编制备品备件采购策略的依据，在实际检修作业过程中可以更多关注薄弱环节，同时对制造厂家改进装置性能也很有参考价值。

2. 缺陷原因

根据零部件材质特性和统计分析结果，二次系统缺陷主要可以分为偶发性缺陷、老化性缺陷和先天性缺陷三种模式。

(1) 偶发性缺陷。偶发性缺陷是指非常方式下偶然出现的异常现象，因为它的触发条件是未能预测的，故障现象又不能长时间保持，一般难以通过给定外部条件使故障再现，故障发生的时机难以捕捉。我们常把偶发性缺陷称作“内伤”，或叫“隐性”故障。一般要通过全程连续跟踪方式捕捉异常过程，或通过原理分析、理论推测等比较理性的手段来排查故障原因，并通过重复试验长期监测的方式来验证故障处理效果。偶发性缺陷的发生具有随机性、突变性，故障前没有明显的征兆，不可预见，比较典型的表现是存储器、CPU 和 A/D 转换器等器件的失效。

偶发性缺陷往往是由于外界恶劣环境如电磁干扰、超高温、超低温、过电压、低电压、振动引起的故障，以及器件本身的质量问题，如 EEPROM 出错。偶发性缺陷有些是可逆的，在外界环境恢复常态后，缺陷随之消失，有些是永久性的，直接导致元器件损坏。偶发性缺陷发生概率与运行环境有关，与运行时间无关。偶发性缺陷现象在计算机监控系统中越来越多，因为监控专业的年轻性和技术应用的不平衡性，有些新型的自动化产品不够成熟，使得监控专业的缺陷数量居高不下，缺陷特征呈现出复杂性和偶发性，给故障的排查和处理带来不少的难度。

(2) 老化性缺陷。老化性缺陷的发生具有渐变性，故障前持续时间较长，典型的部件有逆变电源、出口继电器线圈或触点、液晶显示屏、控制电缆等。老化性失效是由于老化或疲劳引起性能或特性逐渐劣化，到一定程度后引起故障，如直流接地。老化性缺陷发生概率和运行环境、运行时间都有关系。处于某些恶劣的条件，如高温环境，或运行时间接近设计寿命时，老化性缺陷会明显增多。

(3) 先天性缺陷。先天性缺陷具有必然性，其诱因在投运前存在，发生在投运过程中，容易被误认为偶发性缺陷。大部分先天性缺陷是共性的，主要是由于器件选型不当、制造工艺不当、回路设计不当和使用不当等因素引起，如软件存在 BUG、芯片脱焊、接线错误等。先天性故障发生概率和继电保护材质、工艺、设计、安装、调试质量相关。制造厂家的质量控制水平不同，其生产的保护装置先天性缺陷率也会存在明显差异。

检修人员在填写缺陷记录时，缺陷原因可选择：①元器件损坏；②回路松动；③接触不良；④性能老化；⑤原理缺陷；⑥参数设置错误；⑦接线错误；

⑧运行操作不当；⑨电缆绝缘不良；⑩端子箱受潮；⑪版本错误；⑫环境异常；⑬外界干扰；⑭通道中断；⑮反措未实施；⑯其他。

3. 缺陷责任单位

从全寿命周期的角度，二次系统质量保证和控制涵盖制造阶段、基建阶段和运维阶段。制造阶段的责任单位主要涉及保护装置的生产厂家，国内主要为南瑞继保、北京四方、国电南自、许继电气、深圳南瑞等厂家，国外为 ABB、西门子、AREVA、SEL 等。基建阶段的责任单位涉及设计院、送变电等设计、施工、调试单位。运维阶段的责任单位涉及调度、运检、信通等单位 and 部门。确定缺陷责任单位的主要目的并非追究责任，而是督促相关单位分析原因，制定对策。

(1) 制造厂家。当制造厂家发现某个批次保护装置缺陷率居高不下时，主要涉及元器件质量、插件设计、生产工艺三个方面。针对元器件质量问题，应建立严格的物料筛选和评估制度，插件中每一个元器件必须是工业级物料，设计中新增的物料需要通过物料认证流程来确保其质量和可靠性。针对插件设计问题，应使元器件承受应力（电应力和温度应力）低于元器件本身的额定值（降额设计），对直接影响设备核心功能的部分采用冗余设计，如 AD 冗余采集回路（冗余设计），增加导热性能，使芯片工作定在一个合适的温度（热导设计）。针对生产工艺问题，要引进先进的流水线生产设备，尽量减少人为干预；采用设备自动测试系统，提高设备在厂内质量检查水平。

(2) 基建单位。20 世纪 90 年代末微机保护开始在电网中广泛应用。由于缺乏类似 80 年代的“四统一”规范，各厂家微机保护接口不统一，导致不同厂家、不同时期、不同变电站继电保护二次回路设计存在很大的差异，给安装、调试、运行维护等都带来了诸多不便，带来很多安全隐患。2007 年国家电网公司继电保护工作会议上提出要加快推进继电保护标准化设计工作，Q/GDW 1161—2014《线路保护及辅助装置标准化设计规范》和 Q/GDW 175—2008《变压器、高压并联电抗器和母线保护及辅助装置标准化设计规范》先后发布。国内部分省级电力公司如浙江省电力公司，根据两个规范，编制标准化设计实施细则，进一步规范了二次回路设计原则、压板和端子排布置原则，有效减少了设计、安装、调试的差错。

除了推进标准化设计外，加强竣工验收也是避免基建遗留问题的重要手段。竣工验收是施工全过程的最后一道程序，建设单位会同设计、施工、设备厂商及工程质量监督部门，对项目是否符合规划设计要求以及建筑施工和设备安装质量进行全面检验。由于继电保护二次回路点多、面广，在验收时间、验收条件不满足要求的情况下，很难保证验收质量。近年来，生产部门加大工程竣工验收力度，提出了“零缺陷”投运的目标。浙江省电力公司率先开展继电保护首检式验