



广播电视发送与传输

TBH-522型

150kW 短波发射机

维护手册

黄晓兵 主编



中国书籍出版社



广播电视发送与传输

TBH-522型 150kW 短波发射机 维护手册

黄晓兵 主编



中国书籍出版社

广播电视发送与传输

维护手册

第七分册

TBH—522 型 150kW 短波发射机

国家广播电影电视总局

无线电台管理局

图书在版编目 (CIP) 数据

150kW 短波发射机维护手册/黄晓兵主编. —北京: 中国书籍出版社, 2011.5

ISBN 978-7-5068-2450-7

I. ①1… II. ①黄… III. ①短波发射机—维修—技术手册 IV. ①TN838-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 082180 号

广播电视监测技术

黄晓兵 主编

责任编辑: 王延辉 郭亚明 宁晓卫 游 翔

特约编辑: 潘哲昕

封面设计: 张佳杰

责任校对: 郝 强 邓皓阳 吕菲菲

出版发行: 中国书籍出版社

地 址: 北京市丰台区三路居路 97 号

邮 编: 100073

电 话: (010)52257143(总编室) (010)52257155(发行部)

电子邮箱: chinabp@vip.sina.com

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京集惠印刷有限责任公司

开 本: 889 毫米×1194 毫米 1/16

字 数: 720 (千) 字

印 张: 29

版 次: 2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 1500 册

书 号: ISBN 978-7-5068-2450-7

定 价: 75.00 元

(版权所有 翻印必究·印装有误 负责调换)

序

发送与传输是广播电视不可缺少的重要环节，只有通过广播电视发送与传输技术人员的艰辛而有成效的工作，广播与电视才能进入千家万户，发挥现代媒体的巨大作用。

国家广播电影电视总局无线电台管理局担负着中央人民广播电台、中国国际广播电台、中央电视台及一些省、市广播电台、电视台的发送与传输任务。长期以来，广播电视发送与传输岗位的技术人员在自己的业务工作和学习中，深感缺少一套切合自己行业的维护用参考书。他们常常要从浩如烟海的技术书籍中去查找资料，十分不便。为了提高广播电视发送与传输技术人员的维护水平，总结他们在长期的设备维护工作中的经验，便于工作，国家广播电影电视总局无线电台管理局（原广播电影电视部无线电台管理局）自1994年起，组织人员开始编写一套实用、科学、简明扼要的《广播电视发送与传输维护手册》。经过数年的努力，几经周折，该书从今年开始将陆续出版。

此套手册预计出版14册，其中既有我国刚刚引进的国外新设备的技术介绍和对新技术的消化体会，又有广大同仁在国产设备长期的运行中积累的丰富经验；在介绍设备的使用、维护和调整方面，既有中短波广播发射机，又有电视、调频设备；从天线到接收，从卫星地球站到微波；以至发射台的供电、变配电等，整体涵盖了广播电视发送与传输的全部技术维护工作，为广大广播电视发送与传输技术人员提供了一套实用方便的案头必备参考书。

这套手册的编写工作，集中了100多名各行业的广播电视发送与传输新老技术专家的智慧 and 力量。他们许多人长年工作在边疆、山区、海岛以及偏僻的电台，默默地在幕后为我国的广播电视事业做出了巨大的贡献，这次又在编写工作中鼎力合作，付出了辛勤的劳动。这套手册可以说是新老技术人员共同努力的结晶。

这套手册终于出版了，我很高兴。希望广大读者能对手册中的疏漏错误之处提出宝贵的批评、建议，以便再版时修订改正。

国家广播电影电视总局
无线电台管理局局长
李天德

广播电视发送与传输

《维护手册》编委会

总 编：李天德

副总编：刘可真

编 委：王 健 王美玲 毛旭辉 方国裕 史存国
李万章 李庆春 李志华 李学全 李国华
刘文福 刘可真 刘明华 张 铃 姜荣生
杨振爱 赵贤良 胡久琛 陶嘉庆 黄晓兵
舒学锋 韩 鹏（以姓氏笔画为序）

顾 问：王达夫 吕学义 苏英智 陈锡安 张学田
张金城 孟国信 郭宝玺 魏瑞发
（以姓氏笔画为序）

前 言

1995 年,北京广播器材厂在 150kW PDM 短波发射机(型号为 TBH-521)的基础上开始研制 150kW PSM 短波发射机(型号为 TBH-522),PSM 短波发射机是将发射机的调制器部分由 PDM 调制器转换成了 PSM 调制器,电控部分进行了升级改动,其它部分在结构上和电路上基本上都与 PDM 短波发射机保持一样。1996 年,样机调试完成,并安装到 501 台。从 1996 年开始到 2006 年年底,北京广播器材厂先后生产了近 40 部 TBH-522 型 PSM 短波发射机,其中大部分安装在无线局。

虽说是同型号发射机,但是由于生产的年代不一样,随着科技进步,在结构上和电路上都进行了不同程度的改进,比如:在结构上,高末级的腔体,开始是齿轮传动的,后来改进为拉线式传动机构;低周部分 PSM 调制器中的变压器和 48 个模块,开始被安装在机箱中,后来改进为围栏式的安装方式。在电路方面,高频衰减器开始是由电子开关来控制的,后来改成由 PIN 二极管来控制;为提高发射机的杂音指标,将电子管的灯丝供电由交流改为直流;自动调谐控制套箱和计数译码器等部分的电路也进行了不同程度的改进;发射机的电控系统和自动调谐系统陆续改进为数字化的微机控制方式。

为了编写方便,本手册以北京广播器材厂 2001 年生产的发射机为蓝本,全面介绍了发射机的高周、低周、控制、电源、冷却部分的原理和维护,与该批次发射机有差异的部分,本手册都单独进行了分析和介绍。

本手册编写的目的是使维护人员能够深入了解该类型发射机的发展和演变过程,学习和掌握发射机的原理和各种性能,从而能够全面提高维护人员的分析问题、认识问题和解决问题的能力。编者还根据切身的工作经历,在原理的分析和介绍过程中,穿插了大量的维护经验和体会,可起到重要的指导作用,便于维护人员灵活处理发射机运行中遇到的各种故障和疑难问题。

《TBH-522 型 150kW 短波发射机维护手册》由黄晓兵同志担任主编,王延辉同志担任副主编。第一章由何迁同志编写;第二章由黄晓兵和张钤同志编写;第三章由王延辉同志编写;第四章由钟明同志编写;第五章由张钤和王延辉同志共同编写,水建东和高峰同志编写了第五章中的《新型的数字化自动调谐系统》部分;第六章由高占福同志编写;第七章由黄晓兵和高峰同志共同编写;第八章、第九章由石磊同志编写,刘劲同志编写了第九章中《发射机的测试验收》和《双指针功率表的原理和使用》部分。刘军红同志绘制了全部原理图。王秦章、张京保同志对全书初稿进行了校阅,张钤同志对全书终稿进行了技术把关和审阅。

在手册编写过程中,得到了维护处的全力支持,同时还得到了宋英同志的高度关注和大力支持,并提出了宝贵的意见,在此表示衷心感谢。

TBH-522 型 150kW 短波发射机维护手册编写小组

2011 年 3 月 31 日

目 录

第一章 概 述

1.1 TBH-522 型 150kW 短波发射机简述	1
1.1.1 中短波广播发射机的发展简况	1
1.1.2 发射机型号“TBH-522”的含义	2
1.1.3 150kW PSM 短波发射机的主要特点	2
1.1.4 发射机图纸上的编号	4
1.1.4.1 发射机中各种编号的规定	4
1.1.4.2 发射机中的各种放大器或组件的编号和名称	5
1.2 发射机的方框图	7
1.2.1 高周部分	8
1.2.2 低周部分	9
1.2.2.1 音频限制放大器	9
1.2.2.2 PSM 调制器部分	10
1.2.3 电控系统	11
1.2.4 自动调谐系统	12
1.3 发射机的主要技术指标	12
1.3.1 频率范围	12
1.3.2 输出功率	12
1.3.3 调制方式	13
1.3.4 射频输出阻抗	13
1.3.5 频率稳定度	13
1.3.6 整机效率	13
1.3.7 信杂比(信噪比)	13
1.3.8 音频频率响应	13
1.3.9 音频非线性失真	13

1.3.10 音频输入电平	13
1.3.11 调幅度不对称性	13
1.3.12 调幅能力	13
1.3.13 杂散输出	14
1.3.14 调谐方式	14
1.3.15 冷却方式	14
1.3.16 电源	14

第二章 射频电路原理分析(一)

2.1 频率合成器	15
2.1.1 PTS040 频率合成器的技术特性	16
2.1.1.1 频率	16
2.1.1.2 换频时间	16
2.1.1.3 输出	16
2.1.1.4 杂散输出(以 +13dBm 输出为基准点)	16
2.1.1.5 频率标准	16
2.1.1.6 其他	16
2.1.2 PTS040 频率合成器结构外形	16
2.1.3 PTS040 频率合成器的使用操作	17
2.1.3.1 电源接线	17
2.1.3.2 冷却	17
2.1.3.3 本地工作	17
2.1.3.4 遥控工作	18
2.1.4 工作原理	18
2.1.4.1 标频单元	20
2.1.4.2 细分辨率单元	20
2.1.4.3 10MHz 步进/输出放大器和电平控制单元	20
2.1.4.4 维修和标准	21
2.2 衰减器	21
2.2.1 概述	21
2.2.2 早期的高频衰减器电路	22
2.2.2.1 概述	22
2.2.2.2 高频衰减器方框图	22
2.2.2.3 高频衰减器原理分析	24
2.2.2.3.1 10.24dB、5.12dB 高频衰减器工作原理	24
2.2.2.3.2 0.16dB ~ 2.56dB 高频衰减器工作原理	26
2.2.2.3.3 输出放大器工作原理	28
2.2.2.3.4 输入、输出指示电路工作原理	28

2.2.3 早期的衰减器控制电路	29
2.2.3.1 概述	29
2.2.3.2 衰减器控制方框图	30
2.2.3.3 衰减器控制原理分析	30
2.2.3.3.1 电平控制切换电路	30
2.2.3.3.2 时钟电路	37
2.2.3.3.3 计数器控制电路	39
2.2.3.3.4 二进制计数器和限位电路	42
2.2.3.3.5 输出电路	45
2.2.3.3.6 允许加音频控制电路	46
2.2.4 新高频衰减器电路	48
2.2.4.1 概述	48
2.2.4.2 新高频衰减器电路方框图	48
2.2.4.3 新高频衰减器电路原理分析	49
2.2.4.3.1 固定衰减器	49
2.2.4.3.2 可变衰减器	49
2.2.4.3.3 高频放大器	50
2.2.4.3.4 输入、输出指示电路	51
2.2.5 新衰减器控制电路	52
2.2.5.1 概述	52
2.2.5.2 新衰减器控制电路方框图	52
2.2.5.3 新衰减器控制电路原理分析	53
2.2.5.3.1 电平控制电路	53
2.2.5.3.2 时钟电路	58
2.2.5.3.3 十位二进制计数器	59
2.2.5.3.4 计数器控制电路和限位电路	59
2.2.5.3.5 满功率调整判别电路	60
2.2.5.3.6 允许合音频控制电路	61
2.2.6 故障处理	62
2.2.6.1 频率合成器(激励器)输出过小	62
2.2.6.2 衰减器输入开路(输入信号无)	63
2.2.6.3 衰减器自动控制部分故障	63
2.3 200W 固态化晶体管宽频带放大器	64
2.3.1 概述	64
2.3.2 主要技术指标	64
2.3.3 200W 晶体管宽放方框图	64
2.3.4 低电平放大小盒	66
2.3.4.1 低电平放大小盒面板	66
2.3.4.2 低电平放大小盒方框图	66
2.3.4.3 低电平放大器(PF5.900.046)	67
2.3.4.3.1 自动电平控制放大器(前置级)	67
2.3.4.3.2 自动电平控制电路	68

2.3.4.3.3 第二级、第三级放大器	69
2.3.4.3.4 封锁电路	70
2.3.4.3.5 过压、过流保护电路	71
2.3.4.3.6 驻波比保护电路	73
2.3.5 高电平放大小盒	75
2.3.5.1 高电平放大小盒面板	75
2.3.5.2 高电平放大小盒方框图	76
2.3.5.3 高电平放大小盒工作原理	76
2.3.5.3.1 高电平放大器	76
2.3.5.3.2 偏置电路	78
2.3.6 故障处理	79
2.3.6.1 故障处理一:宽放静态工作电流打到头或电压表无指示	79
2.3.6.2 故障处理二:宽放过热	79
2.3.6.3 故障处理三:宽放低电平小盒中三极管 1V8 坏	79
2.3.6.4 故障处理四:低电平小盒中无感电阻烧坏	80

第三章 射频电路原理分析(二)

3.1 高频功率放大器	82
3.2 高前级放大器	82
3.2.1 概述	82
3.2.2 高前级电子管的直流馈电	82
3.2.2.1 栅极供电	83
3.2.2.2 灯丝极供电	83
3.2.2.3 帘栅极供电	83
3.2.2.4 阳极供电	84
3.2.3 高前级输入回路	84
3.2.4 高前级输入检波器	85
3.2.5 高前级阳极回路	85
3.2.6 中和电路	86
3.3 高末级放大器	87
3.3.1 概述	87
3.3.2 高末级电子管的直流馈电	87
3.3.2.1 高末级电子管灯丝馈电	87
3.3.2.2 高末级电子管栅极馈电	88
3.3.2.3 高末级电子管帘栅极馈电	88
3.3.2.4 高末级电子管阳极馈电	89
3.3.3 高末级栅极槽路	89
3.3.4 高末级阳极槽路	90

3.3.4.1 隔直电容器	91
3.3.4.2 高末级的腔体	91
3.3.4.2.1 高末级的腔体结构	92
3.3.4.2.2 高末级的腔体理论分析	93
3.3.4.3 T 网络	94
3.4 高频取样元件	95
3.4.1 概述	95
3.4.2 检波器	96
3.4.3 鉴相器	96
3.4.3.1 高末级鉴相器原理分析	97
3.4.3.2 鉴相器的使用和维护注意的问题	100
3.4.4 定向耦合器	101
3.5 平衡转换器(阻抗变换器)	103
3.6 甚高频滤波器	103
3.7 故障处理	104
3.7.1 高前管栅阴碰极或通地	104
3.7.2 8 路盘形线圈中尼龙绳断,造成 8 路盘形线圈接点不接	105
3.7.3 高末管栅阴碰极(或通地)	105
3.7.4 高末调谐电容 C23 击穿	106
3.7.5 高末帘栅薄膜电容击穿	107
3.7.6 高末检波器故障	107
3.7.7 检波器故障	107

第四章 音频放大系统

4.1 概述	109
4.2 音频限制放大器	109
4.2.1 概述	109
4.2.2 音频限制放大器的方框图	110
4.2.3 音频限制放大器的原理分析	111
4.2.3.1 输入音频放大器	111
4.2.3.2 变增益控制放大器	111
4.2.3.3 增益控制电路	113
4.2.3.3.1 窗口电压比较电路	114
4.2.3.3.2 时间常数控制电路	115
4.2.3.4 音频输出电路	117
4.2.3.5 压缩电平指示器	117
4.3 PSM 调制控制器	119
4.3.1 概述	119

4.3.2 音频通路板	119
4.3.2.1 直流消除电路	121
4.3.2.2 放大滤波电路、削波电路、音频封锁电路	121
4.3.2.3 杂音补偿控制取样电路	122
4.3.2.4 叠加电路	122
4.3.2.5 浮动载波控制电路	122
4.3.2.6 功率控制	123
4.3.2.7 合成电路	124
4.3.2.8 三角波信号的作用	124
4.3.2.9 基准电压形成电路	125
4.3.2.10 高末帘栅电压控制电路	125
4.3.2.11 时钟板电路	126
4.3.3 快速 A/D 转换板	127
4.3.4 环形调制器	129
4.3.4.1 判别电路工作原理	129
4.3.4.2 判别电路的专用清零电路	130
4.3.4.3 J、K 移位寄存器	130
4.3.4.4 48 级 J、K 触发器	132
4.3.5 功率控制器	134
4.3.5.1 输入电路	134
4.3.5.2 复位电路	135
4.3.5.3 过流保护电路	136
4.3.5.3.1 高低功率控制	138
4.3.5.3.2 故障保护控制	138
4.3.5.4 功率升降控制电路	139
4.3.5.4.1 调谐功率模式的选择及升降功率控制	141
4.3.5.4.2 低功率模式的选择及升降功率控制	141
4.3.5.4.3 高功率模式的选择及升降功率控制	142
4.3.5.4.4 切顶后的自动降功率控制	142
4.3.6 输入/输出板	142
4.3.6.1 音频信号的引入	143
4.3.6.2 发射机工作状态的引入	143
4.3.6.3 发射机功率设置信号的引入	145
4.3.7 开关状态板	147
4.3.8 光接收板	148
4.3.9 光发射板	148
4.4 PSM 功率放大器	148
4.4.1 功率开关模块	148
4.4.2 功率开关模块控制器	149
4.4.2.1 开关状态检测电路	150
4.4.2.2 保护管控制电路	151
4.4.2.3 开关管控制电路	152

4.4.3 哼声消除器	152
4.5 故障处理	154
4.5.1 功率模块故障	154
4.5.2 功率模块连接电感烧坏	154
4.5.3 PSM 循环调制器故障	154
4.5.4 1A8A4 板上 R47 和 R28 的电压调整不合适	155

第五章 自动调谐系统

5.1 概述	157
5.1.1 自动调谐的含义	157
5.1.2 自动调谐的闭环控制系统	158
5.1.3 自动调谐的调谐方式	159
5.1.4 自动调谐的路数	159
5.1.5 自动调谐系统波段的划分	160
5.1.6 自动调谐系统方框图	162
5.1.7 自动调谐系统的组成	164
5.1.8 应急处理的开关按钮装置	164
5.2 伺服放大器套箱 1A10、1A11	165
5.2.1 伺服放大器	166
5.2.2 伺服放大器电路原理分析	167
5.2.2.1 粗细调切换控制电路	167
5.2.2.2 误差放大器	169
5.2.2.3 门限电压比较电路	170
5.2.2.4 三角波发生器和 PDM 调制器	172
5.2.2.5 位置电压输出电路和电阻位控制电路	174
5.2.2.6 绝对值放大器	176
5.2.2.7 与门控制电路	177
5.2.2.8 桥式电机驱动电路和调谐完成电路	179
5.2.2.9 过流保护电路	182
5.2.3 检测单元(PF2.900.6001DL)	185
5.2.3.1 位置电压和误差电压显示原理	185
5.2.3.2 检测选择控制原理	186
5.3 自动调谐控制套箱(PF2.503.6000DL)1A9	188
5.3.1 自动调谐控制套箱的组成	188
5.3.2 自动调谐控制套箱的面板	188
5.3.3 预置盘	189
5.3.4 操作板	190
5.3.4.1 调谐方式选择控制电路	191

5.3.4.2 调谐方式系统控制电路	193
5.4 调谐逻辑控制单元	194
5.4.1 主要功能	194
5.4.2 调谐逻辑控制单元电路原理分析	195
5.4.2.1 计数完成控制电路	195
5.4.2.2 高末级功率检测和驻波比稍大重调控制电路	195
5.4.2.3 高前级失谐控制电路	198
5.4.2.4 末级失谐、失配控制电路	199
5.4.2.5 调谐指令延时电路和换频生效指令	200
5.4.2.6 调谐完成指令产生电路	204
5.4.2.7 复位电路和调谐故障计时器	208
5.4.2.8 调谐顺序控制器	211
5.4.2.9 逻辑输出控制电路	217
5.4.2.10 电机抑制电路	220
5.4.2.11 四种调谐方式的操作步骤	224
5.5 数字鉴频系统	226
5.5.1 计数器电路原理分析	228
5.5.1.1 整形放大电路和分频电路	228
5.5.1.2 频率计	229
5.5.1.3 多级分频器	230
5.5.1.4 计数脉冲形成电路	231
5.5.1.5 计数指令和复位指令形成电路	235
5.5.1.6 高频检测和去抖动电路	237
5.5.1.7 计数完成控制电路	239
5.5.2 译码器电路原理分析	240
5.5.2.1 EPROM 存储器	241
5.5.2.2 锁存 D/A 转换器	242
5.5.2.3 早期的 D/A 转换器	243
5.5.2.4 二路调谐腔体使用的 D/A 转换器	243
5.5.2.5 早期的二路调谐腔体使用的 D/A 转换器	245
5.6 EPROM 存储器的编程原理及其使用方法	246
5.6.1 如何确定与频率相对应的地址码数据	246
5.6.2 如何确定各路调谐元件的位置电压数据	248
5.6.3 EPROM 存储器的读写原理	250
5.7 新型的数字化自动调谐系统	258
5.7.1 早期的新型数字化自动调谐系统	259
5.7.1.1 调谐方式	260
5.7.1.1.1 “手动”调谐方式	260
5.7.1.1.2 “预置”方式	260
5.7.1.1.3 “更换频率”(自动)方式	261
5.7.1.1.4 “手动微调”方式	261
5.7.1.1.5 手动微调“激励器控制电平”	262

5.7.1.2 操作步骤	263
5.7.1.2.1 预置”方式	263
5.7.1.2.1.1 换频控制	264
5.7.1.2.1.2 可调元件的位置控制	264
5.7.1.2.1.3 几点说明	265
5.7.1.2.2 “自动”方式	265
5.7.1.2.2.1 系统换频控制	266
5.7.1.2.2.2 自动调谐的全过程	266
5.7.1.2.2.3 手动微调	267
5.7.1.3 系统工作原理	267
5.7.1.3.1 自动倒频功能	268
5.7.1.3.2 实现对激励器的控制	268
5.7.1.3.3 数据存储器	271
5.7.1.3.3.1 现行工作参数数据缓冲区	271
5.7.1.3.3.2 频点的设置	272
5.7.1.3.3.3 频率数据库格式	273
5.7.1.3.3.4 频道数据库	273
5.7.1.3.4 执行电机与传动机构	274
5.7.1.3.4.1 CP 脉冲设计	274
5.7.1.3.4.2 二相和四相步进电机	275
5.7.1.3.4.3 驱动器电源接口	276
5.7.1.3.4.4 传动机构	276
5.7.2 最新的数字化自动调谐系统	276
5.7.2.1 新自动调谐装置	277
5.7.2.1.1 嵌入式主板 PCM-9575 简介	279
5.7.2.1.2 FPGA 简介	279
5.7.2.1.3 多功能数据采集板 PM511P 简介	280
5.7.2.1.3.1 主要技术指标	280
5.7.2.1.3.2 功能介绍	280
5.7.2.2 新系统的调谐方式	281
5.7.2.2.1 新系统调谐流程	281
5.7.2.2.2 自动细调	285
5.7.2.2.3 半自动细调	285
5.7.2.2.4 手动细调	285
5.7.2.2.5 调谐完成后的带载调谐	285
5.7.2.3 数据库的管理	285
5.7.2.4 模拟量的补偿	287
5.7.2.5 激励器的遥控和激励电平自动增益控制	287
5.7.2.6 手动操作	287
5.7.2.6.1 电机复位功能	287
5.7.2.6.2 单路电机操作	287
5.7.2.7 遥控功能	288
5.7.2.8 FPGA 部分的设计	288

5.7.2.8.1 电平转换电路的设计	288
5.7.2.8.1.1 输入电路	288
5.7.2.8.1.2 输出电路	289
5.7.2.8.2 FPGA 逻辑部分设计	289
5.7.2.8.2.1 通信模块	289
5.7.2.8.2.2 实际位置计数模块	290
5.7.2.8.2.3 步进电机控制模块	290
5.7.2.9 调谐回路控制	290
5.7.2.9.1 误差比较精度	291
5.7.2.9.2 电机、减速器与可调元件到位精度	292
5.7.2.10 抗干扰性设计	292
5.7.2.10.1 现场的改造	292
5.7.2.10.2 FPGA 内部抗干扰性设计	292
5.7.2.11 调谐装置	292
5.7.2.11.1 调谐装置系统组成	292
5.7.2.11.2 调谐数字化装置	293
5.8 故障处理	293
5.8.1 自动调谐电源故障	293
5.8.2 自动调谐激磁电源断电控制电路中 V21(3DK4B)损坏	294
5.8.3 1 路传动机构卡死	294
5.8.4 末级鉴相器屏极取样接地	294
5.8.5 定向耦合器中电阻 R12 断或取样线断	295

第六章 电源系统

6.1 电源系统	297
6.1.1 概述	297
6.1.2 高末帘栅电源	298
6.1.3 高末 PSM 电源	298
6.1.4 宽放电源	299
6.1.5 自动调谐电源	299
6.1.5.1 概述	299
6.1.5.2 直流电源故障报警电路	299
6.1.5.3 激磁电源断电控制电路	302
6.2 电源配电系统(PF3.624.6002DL)	302
6.2.1 电源配电系统原理分析	304
6.2.2 配电盘中交流接触器的主要功能	305
6.3 故障处理	305
6.3.1 高末偏压电源二极管 V3 开路	305