



世纪高职高专规划教材

高等职业教育规划教材编委会专家审定

TONGXIN DIANYUAN SHEBEI
YU WEIHU

通信电源设备 与维护

高振楠 李安庆 黄振陵 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



21 世纪高职高专规划教材

高等职业教育规划教材编委会专家审定

通信电源设备与维护

高振楠 李安庆 黄振陵 编著



北京邮电大学出版社
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

内 容 简 介

本书内容共 11 章,分别介绍了通信电源系统概述、高低压交流配电系统、交流配电、油机发电机组、空调、整流设备、蓄电池、直流配电、UPS、接地与防雷、动力与环境监控系统等。本书是在充分调研电源维护实际工作的基础上,完善了电源维护中采用的新技术,优化了教材内容,体现了基于工作过程的实用性,体现面向应用型的高职高专教育特色。

本书内容图文并茂,浅显易懂。可作为高等职业院校通信类专业的教材,还可作为企业电源维护人员的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

通信电源设备与维护 / 高振楠, 李安庆, 黄振陵编著. — 北京: 北京邮电大学出版社, 2016.7(2017.1 重印)
ISBN 978-7-5635-4839-2

I. ①通… II. ①高… ②李… ③黄… III. ①通信设备-电源-操作②通信设备-电源-维修
IV. ①TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 171195 号

书 名: 通信电源设备与维护
著作责任者: 高振楠 李安庆 黄振陵 编著
责任编辑: 张珊珊
出版发行: 北京邮电大学出版社
社 址: 北京市海淀区西土路 10 号(邮编:100876)
发行部: 电话:010-62282185 传真:010-62283578
E-mail: publish@bupt.edu.cn
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京九州迅驰传媒文化有限公司
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张: 10.25
字 数: 266 千字
版 次: 2016 年 7 月第 1 版 2017 年 1 月第 2 次印刷

ISBN 978-7-5635-4839-2

定 价:24.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

通信在社会发展、人们生活中起着越来越重要的作用,通信网络的可靠性是最基本的要求,通信电源是保障通信网络畅通的前提条件。通信电源设备发生故障,中断供电将使整个通信网络瘫痪。通信电源设备维护日益引起通信运营企业的高度重视,通信设备维护人员更好地掌握电源维护技术和经验,才能做好维护工作,保障电源正常运行。

本书是在充分调研电源维护实际工作的基础上,本着“以就业为导向,以工作岗位为目标”的要求,优化了课程内容,完善了电源维护中采用的新技术、新方法,体现了基于工作过程的实用性,体现面向应用型的高职高专教育特色。

本书内容共 11 章,分别介绍了通信电源系统概述、高低压交流配电系统、交流配电、油机发电机组、空调、整流设备、蓄电池、直流配电、UPS、接地与防雷、动力与环境监控系统等。在内容选择上尽量避免繁杂的电路原理,做到内容实用,语言通俗易懂,图文并茂,帮助学生理解。

本书由安徽邮电职业技术学院高振楠、李安庆、黄振陵编写,由高振楠主编,李安庆、黄振陵参与编写。在编写过程中,编者得到安徽邮电职业技术学院领导的大力支持,并得到中国电信安徽分公司进行企业实践,也一并感谢安徽电信公司维护人员的指导和帮助。

最后,由于编者经验欠缺,能力有限,书中不足之处敬请读者提出建议和意见。

目 录

第 1 章 通信电源系统概述	1
1.1 通信电源的作用和组成	1
1.2 交流供电系统	2
1.3 直流供电系统	3
1.4 通信接地系统	4
1.5 通信电源系统的发展趋势	5
1.6 通信电源供电要求	6
复习思考题	7
第 2 章 高低压交流配电系统	8
2.1 交流供电系统概述	8
2.2 交流高压配电系统	9
2.3 交流低压配电系统	26
2.4 功率因数补偿	32
2.5 常用高低压测量仪表	33
复习思考题	39
第 3 章 交流配电	40
3.1 交流配电的作用	40
3.2 交流配电的性能	40
3.3 典型交流配电屏原理	40
3.4 交流配电箱	43
复习思考题	43
第 4 章 油机发电机组	44
4.1 柴油发电机概述	44
4.2 柴油发动机	45
4.3 发电机工作原理	52
4.4 柴油发电机组维护	56
4.5 汽油发电机	59
复习思考题	60

第 5 章 空调	61
5.1 空调概述	61
5.2 制冷原理	63
5.3 加湿装置	70
5.4 空调器的维护和主要技术要求	71
复习思考题	72
第 6 章 高频开关整流设备	73
6.1 高频开关电源的基本原理	73
6.2 高频开关整流器主要技术	75
6.3 高频开关电源系统简述	77
6.4 高频开关电源技术参数	81
6.5 开关电源系统维护	83
复习思考题	84
第 7 章 蓄电池	85
7.1 蓄电池概述	85
7.2 阀控铅酸蓄电池结构	86
7.3 阀控铅酸蓄电池的基本原理	88
7.4 充放电特性	90
7.5 阀控铅酸蓄电池主要性能参数	91
7.6 影响阀控铅酸蓄电池容量的因素	93
7.7 阀控铅酸蓄电池的失效模式	94
7.8 阀控铅酸蓄电池的使用和维护	95
7.9 磷酸铁锂电池	101
复习思考题	101
第 8 章 直流配电系统	102
8.1 直流电源供电方式概述	102
8.2 直流供电系统的配电方式	104
8.3 直流配电系统功能	105
8.4 直流配电屏原理	106
复习思考题	108
第 9 章 不间断电源(UPS)	109
9.1 UPS 概述	109
9.2 UPS 的基本组成	110
9.3 UPS 分类	112
9.4 UPS 指标参数	117

9.5 UPS 冗余供电 119

9.6 UPS 的操作与维护 120

复习思考题..... 123

第 10 章 通信接地与防雷系统 124

10.1 接地系统..... 124

10.2 通信系统的防雷保护..... 133

复习思考题..... 138

第 11 章 动力环境集中监控系统 139

11.1 动力环境集中监控系统..... 139

11.2 监控系统网络结构..... 141

11.3 监控对象..... 144

11.4 监控单元(SU) 147

11.5 监控站(SS)和监控中心(SC) 154

复习思考题..... 155

参考文献..... 156

第 1 章 通信电源系统概述

1.1 通信电源的作用和组成

通信电源是通信系统的核心。为了保障通信系统稳定、可靠的运行,良好的电源设备的运行管理和维护工作是非常必要的。通信电源设备的作用是供给各种通信设备和机房可靠的交、直流电源,保证通信畅通。它在通信网上处于极为重要的位置。如果通信局的电源设备发生故障,中断供电将使整个通信网络瘫痪。因此,通信电源维护人员应全面掌握电源设备的基本性能、工作原理和维护方法,确保电源设备正常运行。

通信电源系统包括:交流市电引入线路、高低压局内变电站设备、柴油发电机组、整流设备、蓄电池组、直流变换器和交流逆变设备以及各种交直流配电设备等。

通信配电就是把上述的电源设备,组合成一个完整的供电系统,合理地进行控制、分配、输送,满足通信设备的要求。

一个完整的电源系统,其组成如图 1-1 所示。

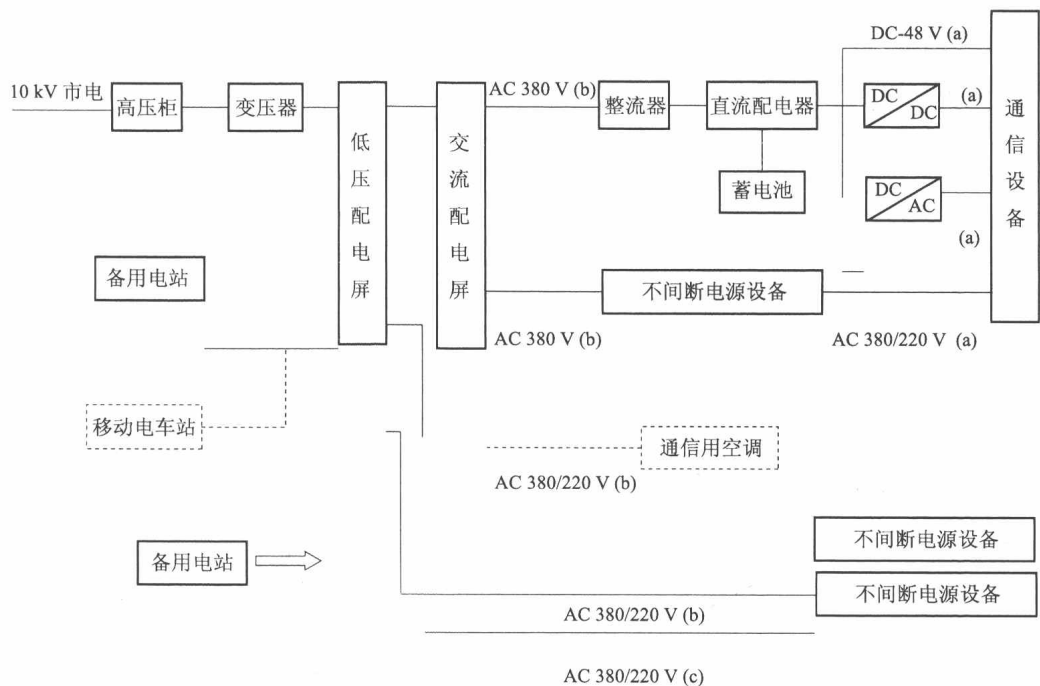


图 1-1 电源系统组成方框示意图

1.2 交流供电系统

交流供电系统由主用交流电源、备用交流电源(油机发电机组)、高压开关柜、电力降压变压器、低压交流配电屏、低压电容器屏等组成的供电系统。UPS 能够提供稳定可靠的交流供电。

主用交流电源均采用市电。为了防备市电停电,采用油机发电机等设备作为备用交流电源。大中型电信局采用 10 kV 高压市电,经电力变压器降为 380 V/220 V 低压后,再供给整流器、不间断电源设备(UPS)、通信设备、空调设备和建筑用电设备等。

交流供电系统的组成如下。

1. 高压开关柜

高压开关柜的主要功能,除了引入高压(一般 10 kV)市电外,并能保护本局的设备和配线,同时还能防止由本局设备故障造成的影响波及到外线设备。高压开关柜还有操作控制和监测电压和电流的性能。重要通信枢纽局由两个变电站引入两路 10 kV 高压市电,并由专线引入,一路主用,一路备用;其他通信局(站)一般引入一路 10 kV 高压市电。用电量小的通信局(站)则直接引入 220/380 V(相电压 220 V、线电压 380 V)低压市电。

2. 降压电力变压器

降压电力变压器是把 10 kV 高压电源变换到 380 V/220 V 低压的电源设备。专用变电站由高压配电装置和降压电力变压器(又称配电变压器)组成,根据通信局(站)建设规模及用电负荷的不同,可分为室外小型专用变电站(所)和室内专用变电站(所)两种。

室外小型专用变电站(所)将变压器安装在室外,变压器高压侧采用高压熔断器式跌落开关(跌落式熔断器)进行操作。电力变压器一般采用油浸式变压器。

室内专用变电站(所)将变压器安装在室内。当变压器容量不大于 315 kVA 时,一般不设高压开关柜,变压器高压侧常用高压负荷开关进行操作;变压器容量大以及有两路高压市电引入时,应配置适当的高压开关柜。干式电力变压器便于在机楼内安装。

3. 低压配电设备

低压配电设备是将由降压电力变压器输出的低电压电源或直接由市电引入的低电压电源进行配电,做市电的通断、切换控制和监测,并保护接到输出侧的各种交流负载。低压配电设备由低压开关、空气断路开关、熔断器、接触器、避雷器和监测用各种交流电表等组成。

4. 低压电容器屏

根据规定:“无功电力应就地平衡,用户应在提高用电自然功率因数基础上,设计和装置无功补偿设备”以达到规定的要求。电信局(站)以采用低压补偿用电功率因素的原则,装设电容器屏。屏内装有低压电容器、控制接入或撤除电容器组的自动化器件和监测用功率因数表。

5. 柴油发电机组

柴油发电机组是用柴油机作为动力,驱动三相交流发电机提供电能。柴油机利用柴油在发动机汽缸内燃烧,产生高温高压气体爆炸做功,经过活塞连杆和曲轴机构转化为机械动力。

6. 市电油机转换屏

市电油机转换屏引入降压电力变压器和备用发电机组供给的三相五线制 220/380 V 交流

电,对交流配电屏和保证建筑负荷进行由市电供电或备用发电机组供电的自动或手动切换,并进行供电的分配、通断控制、监测和保护。

7. 交流不间断电源设备(UPS)

卫星通信地球站的通信设备、数据通信机房服务器及其终端、网管监控服务器及其终端、计费系统服务器及其终端等,均采用交流电源并要求交流电源不间断,为此应采用交流不间断电源设备(UPS)对其供电。

1.3 直流供电系统

直流供电系统由整流设备、直流配电设备、蓄电池组、直流变换器、机架电源设备和相关的配电线路组成的总体称为直流供电系统。

组成直流供电系统的主要电源设备的作用和性能如下。

1. 换流设备

换流设备(converter)是整流设备、逆变设备和直流变换设备的总称。其中整流设备可将交流电变换为直流电。逆变设备则将直流电变换为交流电。直流变换设备可将一种电压的直流电变换成另一种或几种电压的直流电。

高频开关整流器在技术上先进,具有小型、轻量、高效、高功率因数和高可靠性等显著优点。高频开关整流器机架的输出功率大,机架上装有监控模块,与计算机组成监控网络,组成自动监控系统,便于通电电源设备智能管理。

高频开关整流器为模块化结构。在一个高频开关电源系统中,通常是若干高频开关整流器模块并联输出,输出电压自动稳定,各整流模块的输出电流自动均衡。

2. 蓄电池

在通信电源中,蓄电池作为备用能源使用。蓄电池可分为酸性电解液(即硫酸)的铅酸蓄电池和碱性电解液(即苛性钾)的碱蓄电池。

铅酸蓄电池自普兰特发明以来,已有140年的历史,铅酸蓄电池已由防酸式铅蓄电池发展到阀控式密封铅酸蓄电池。

阀控式密封铅酸蓄电池是一种新型的蓄电池,使用过程中无酸雾排出,不会污染环境和腐蚀设备,蓄电池可以和通信设备安装在一起,平时维护比较简便,不需加酸和加水。阀控式密封蓄电池体积较小,可以立放或卧放工作,蓄电池组可以进行积木式安装,节省占用空间,在通信局(站)得到迅速推广使用。

在 -48 V 电源系统中,通常采用24只 2 V 蓄电池串联构成一个蓄电池组;在 -24 V 或 $+24\text{ V}$ 电源系统中,通常采用12只 2 V 蓄电池串联构成一个蓄电池组。蓄电池组中每只电池的规格型号和容量应都相同。当采用两组蓄电池并联时,两组电池性能应一致。

锂电池和燃料电池逐渐得到发展,在通信企业中开始逐渐推广使用。

3. 直流配电屏

直流配电屏是直流供电系统中连接整流器和蓄电池,同时向通信负载供电的配电设备,屏内装有闸刀开关、自动空气断路器、接触器、低电熔断器以及电工仪表、告警保护等元器件。直流配电屏对直流电进行分配、通断控制、监测、告警和保护。在大容量的通信用高频开关电源

系统中,直流配电屏是其中的一个独立机柜。在组合式高频开关电源设备中,有直流配电单元,没有单独的直流配电屏。

4. DC-DC(直流-直流)变换器

DC/DC 变换器将基础电源电压(-48 V 或 $+24\text{ V}$)变换为各种直流电压,以满足通信设备内部电路多种不同数值的电压($\pm 5\text{ V}$ 、 $\pm 6\text{ V}$ 、 $\pm 12\text{ V}$ 、 $\pm 15\text{ V}$ 、 -24 V 等)的需要。

近年来,由于微电子技术的迅速发展,通信设备已向集成化,数字化方向发展。许多通信设备采用了大量的集成电路组件,而这些组件需要 $5\sim 15\text{ V}$ 的多种直流电压。如果这些低压直流直接从电力室供给,则线路损耗一定很大、环境电磁辐射也会污染电源,供电效率很低。为了提高供电效率,大多通信设备装有直流变换器,通过这些直流变换器可以将电力室送来的高压直流电变换为所需的低压直流电。

另外,通信设备所需的工作电压有许多种,这些电压如果都由整流器和蓄电池供给,那么就需要许多规格的蓄电池和整流器,这样,不仅增加了电源设备的费用,也大大增加了维护工作量。为了克服这个缺点,目前大多数通信设备采用 DC-DC 变换器给内部电路供电。

DC-DC 变换器能为通信设备的内部电路提供非常稳定的直流电压。在蓄电池电压(DC-DC 变换器的输入电压)由于充、放电而在规定范围内变化时,直流变换器的输出电压能自动调整保持输出电压不变。从而使交换机的直流电压适应范围更宽,蓄电池的容量可以得到充分的利用。

除上述供电系统外,还有太阳能供电系统和混合供电系统等。太阳能供电系统由太阳能电池、蓄电池组、迭制配电设备组成,有光照时靠太阳电池供电,并对蓄电池充电,无光照时由蓄电池供电,它是直流供电系统的一种。如果由太阳电池、风力发电、市电或油机发电机等两种或两种以上发电设备供电的系统则称为混合供电系统。

1.4 通信接地系统

为了保证通信质量并确保人身与设备安全,通信电源的交流供电系统和直流供电系统都必须有良好的接地装置,使各种电气设备的零电位点与大地有良好的电气连接。

按照功能,通信电源接地,可分为工作接地(直流电源的正极或负极接地称为直流工作接地、交流电源中性线接地称为交流工作接地)、保护接地和防雷接地。

我国从 20 世纪 80 年代以来,根据防雷等电位原则,通信局(站)均采用联合接地。联合接地方式是交、直流工作接地,保护接地以及建筑防雷接地等共同合用一组接地系统的接地方式。联合接地系统由接地网(由一组或多组接地体在地下相互连接构成)、接地引入线、接地汇聚线和接地线 4 部分组成。

-48 V 或 -24 V 电源系统,电源正端必须可靠接地; $+24\text{ V}$ 电源系统,电源负端必须可靠接地。此即直流工作接地。电源设备的金属外壳必须可靠地进行保护接地。直流工作接地的接地线和保护接地的接地线应分别单独与接地汇聚线(或汇流排)连接。严禁在接地线中加装开关或熔断器。

1.5 通信电源系统的发展趋势

近年来由于微电子技术和计算机技术在通信设备中的大量应用,若通信电源瞬时中断,会丢失大量信息,所以通信设备对电源可靠性的要求也越来越高。同时,由于通信设备的容量大幅度提高,因此,一旦电源中断,将造成巨大的经济损失和极坏的政治影响。

1. 提高交流供电系统可靠性

许多通信设备对环境温度的要求很高,机房空调设备的供电非常重要,此外,许多数据服务器、计费设备也需要可靠的交流电源。近年来,交流不间断电源、通信逆变器、交流稳压电源和无人值守油机发电机组的技术水平迅速提高,大大提高了交流供电的可靠性和供电质量,一旦市电中断,几分钟内,油机发电机组即可正常供电,为交流电提供了有力的技术保障。

2. 实施分散供电

采用集中供电系统时,一旦电源出现故障,将造成大范围通信中断,从而造成巨大的经济损失和极大的社会影响。分散供电方式实际上是指直流供电系统采用分散供电方式,而交流供电系统基本上仍然是集中供电。

3. 电源设备与通信设备的一体化

通信设备和电源设备(包括一次和二次电源设备)装在同一机架内,由外部交流电源供电的方式,称为一体化供电方式。采用这种供电方式时,通常通信设备位于机架的上部,开关整流模块和阀控铅酸蓄电池组装在机架的下部。目前光接入单元(ONU)和移动通信基站都采用这种供电方式。在可靠性要求较高的通信设备中,都应设置备用整流模块。

4. 电源设备集中监控,实现少人值守和无人值守

通信电源系统可靠工作越来越重要,电源维护人员必须及时了解各种设备的运行状况和出现的问题,及时采取措施。电源设备的维护工作要通过远程监测与控制来完成。这就要求电源自身具有监控功能,并配有标准通信接口,以便与后台计算机或与远程维护中心通过传输网络进行通信,交换数据,实现集中监控。从而提高维护的及时性,减小维护工作量和人力投入,提高维护工作的效率。各种电源设备发展非常迅速,随着无人(少人)值守制度的推行,组合电源逆变器、整流器转换、油机启动、不停电电源全套设备都能实现自动化、系列化、标准化,满足自动监控系统的要求。在20世纪90年代后期,动力环境集中监控系统的推广和应用,更加促进了电源设备自动化程度的提高。通过监控系统,维护人员可以坐在维护中心,察看每个设备运行的情况,甚至控制相应设备,改变其运行方式。

5. 功能模块化:自由组合扩容互为备用

提高安全系数,模块化有两方面的含义:其一是指功率器件的模块化;其二是指电源单元的模块化。为了提高系统的可靠性,而把相关的部分做成模块。把开关器件的驱动、保护电路也装到功率模块中去,构成了“智能化”功率模块(IPM),这既缩小了整机的体积,又方便了整机设计和制造。多个独立的模块单元并联工作,采用均流技术,所有模块共同分担负载电流,一旦其中某个模块失效,其他模块再平均分担负载电流。这样,不但提高了功率容量,在器件容量有限的情况下满足了大电流输出的要求,而且通过增加相对整个系统来说功率很小的冗余电源模块,便极大地提高了系统可靠性,即使万一出现单模块故障,也不会影响系统的正常

工作,而且为修复提供了充分的时间。

现代通信要求高频开关电源采用分立式的模块结构,以便于不断扩容、分段投资,并降低备份成本。不能像习惯上采用的 1+1 的全备用(备份了 100% 的负载电流),而是要根据容量选择模块数 N ,配置 $N+1$ 个模块(即只备份了 $1/N$ 的负载电流)即可。

1.6 通信电源供电要求

对通信电源供电的具体要求,主要有以下几方面。

1. 基础电源的供电质量指标

通信局(站)的基础电源分为交流基础电源和直流基础电源两大类。

(1)交流基础电源技术指标

由市电或备用发电机(含移动电站)提供的低压交流电源,称为通信局(站)的交流基础电源。交流供电质量标准如表 1-1 所示。低压交流电的额定电压为 220/380 V(三相五线制),即相电压 220 V,线电压 380 V;额定频率为 50 Hz。

通信设备用交流电供电时,在通信设备的电源输入端子处测量,电压允许变动范围为额定电压值的 $+5\% \sim -10\%$,即相电压 231~198 V,线电压 399~342 V。

通信电源设备及重要建筑用电设备用交流电供电时,在设备的电源输入端子处测量,电压允许变动范围为额定电压值的 $+10\% \sim -15\%$ 。

交流电的频率允许变动范围为额定值的 $\pm 4\%$,即 48~52 Hz。

交流电的电压波形正弦畸变率应不大于 5%。电压波形正弦畸变率是电压的谐波分量有效值与总有效值之比。

大、中型通信局(站)应根据《全国供用电规则》的要求安装无功功率补偿装置,使之采用 100 kVA 以下变压器时,功率因数不小于 0.85;采用 100 kVA 以上变压器时,功率因数不小于 0.9。

此外,三相供电电压不平衡度应不大于 4%。

表 1-1 交流供电质量标准

标称电压/V	受端子上电压变动范围/V	频率标称值/Hz	频率变动范围/Hz	功率因数	
				100 kVA 以下	100 kVA 以上
220	187~242	50	± 2	≥ 0.85	≥ 0.9
380	323~418	50	± 2	≥ 0.85	≥ 0.9

(2)直流基础电源技术指标

向各种通信设备和二次变换电源设备或装置提供直流电压的电源,称为通信局(站)的直流基础电源。

现代电信系统对直流供电电压的质量要求很高,电压不允许瞬间中断,且其波动、瞬变和杂音电压应小于允许的范围,其中杂音电压是指整流设备及直流交换器输出电压中的脉动成分,这种脉动成分由各种频率交流电压组成。杂音电压有电话衡重杂音、峰—峰值杂音、宽频

杂音、离散频率杂音四种。直流供电质量标准如表 1-2 所示。

直流供电回路接头(直流配电屏以外的接头)压降应符合下列要求:1 000 A 以下,每 100 A 接头压降不大于 5 mV;1 000 A 以上,每 100 A 接头压降不大于 3 mV。

表 1-2 直流供电质量标准

标准电压/V	电信设备受电端子上电压变动范围/V	杂音电压/mV			供电回路全程
		衡重杂音	峰—峰值	宽频杂音(有效值)	最大允许压降/V
—48	—40~—57	≤ 2	200 0~300 kHz	≤ 50 3.4~150 kHz ≤ 5 150 kHz~30 MHz	3
24	19.8~28.2	$2.4 \leq$			1.8

2. 供电可靠性

通信电源系统的可靠性用“不可用度”指标来衡量。电源系统的不可用度是指电源系统故障时间与故障时间和正常供电时间之和的比,即

$$\text{电源系统不可用度} = \frac{\text{故障时间}}{(\text{故障时间} + \text{正常供电时间})}$$

通信电源系统主要设备的可靠性,用“不可用度”和“平均失效间隔时间(MTBF)”指标来衡量。

3. 安全供电

通信电源系统安全供电非常重要,为了保证人身、设备和供电的安全,应满足以下要求。

首先,通信局(站)电源系统应有完善的接地与防雷设施,具备可靠的过压和雷电防护功能,电源设备的金属壳体应可靠地实施保护接地;其次,通信电源设备及电源线应具有良好的电气绝缘性能,包括有足够大的绝缘电阻和绝缘强度;最后,通信电源设备应具有保护与告警功能。

4. 电磁兼容性

高频开关电源等通信电源设备只有具备良好的电磁兼容性,才能在复杂的电磁环境中不但自身可以正常工作,而且不干扰别的设备正常运行。

电磁兼容性(Electromagnetic Compatibility, EMC)的定义是:设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的干扰的能力。它有两方面的含义:一方面任何设备不应干扰别的设备正常工作;另一方面对外来的干扰有抵御能力,即电磁兼容性包含电磁干扰和对电磁干扰的抗扰度两个方面。

复习思考题

- 1. 简述通信电源系统的作用。
- 2. 简述通信电源系统的构成。
- 3. 什么是接地? 接地系统有什么作用?
- 4. 通信电源供电要求有哪些?

第 2 章 高低压交流配电系统

2.1 交流供电系统概述

电力系统是由发电厂、电力线路、变电站、电力用户组成的供电系统。通信局(站)属于电力系统中的电力用户。市电从生产到引入通信局(站),通常要经历生产、输送、变换和分配等 4 个环节。

在电力系统中,各级电压的电力线路以及相联系的变电站称为电力网,简称电网。通常用电压等级及供电范围大小来划分电网种类,一般电压在 10 kV 以上到几百千伏且供电范围大的称为区域电网。

如果把几个城市或地区的电网组成一个大电网,则称国家级电网。电压在 35 kV 以下且供电范围较小,单独由一个城市或地区建立的发电厂对附近的用户供电,而不与国家电网联系的称为地方电网。

而包含配电线路和配电变电站,电压在 10 kV 以下的电力系统称为配电网。

我国发电厂的发电机组输出额定电压为 3.15~20 kV,为了减少线路能耗和压降,节约有色金属和降低线路工程造价,必须经发电厂中的升压变电所升压至 35~500 kV,再由高压输电线输送到受电区域变电所,降压至 10 kV,经高压配电线送到用户配电变电所降压至 380 V 低压,供用电设备使用。

从发电厂到用户的送电过程如图 2-1 所示。

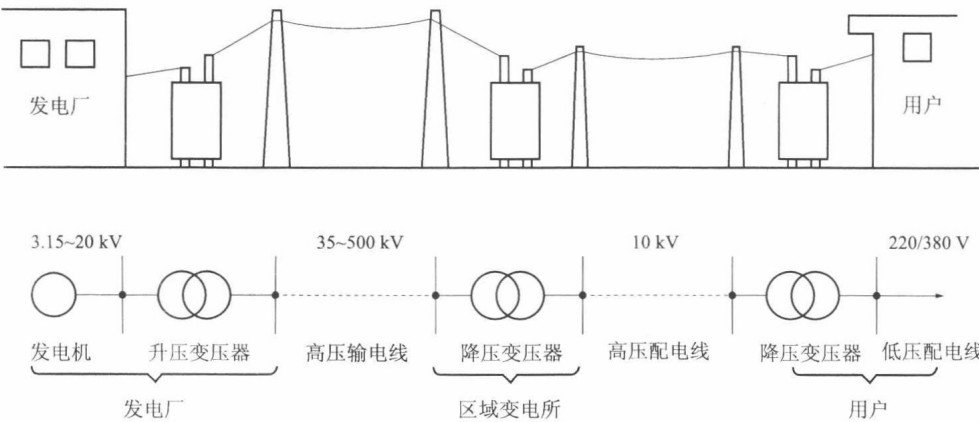


图 2-1 从发电厂到用户的送电过程示意图

电力系统的供电质量要求和电压标准

在电能的传送和分配过程中,要求电力系统供电安全可靠,停电次数少而且停电时间短,电压变动小,频率变化小,波形畸变小等。

我国规定,10 kV 及以下配电网低压电力设备的额定电压偏差范围为 $\pm 7\%$ 额定电值,低压照明用户为 $+5\%$; -10% 额定电压值,频率为 50 ± 0.5 Hz,正弦波畸变率极限小于 5% 。

对于电信局(站)中的配电变压器,其一次线圈额定电压即为高压配电网电压,即 6 kV 或 10 kV。二次线圈额定电压因其供电线路距离较短。一般选 400/230 V,而用电设备受电端电压为 380/220 V。

一般规定低压指额定电压为 1 000 V 及以下,高压指额定电压在 1 000 V 以上,超高压指 220 kV 或 330 kV 以上,特高压指 1 000 kV 及以上。我国目前采用的输电标准电压有 35 kV、110 kV、220 kV、330 kV、500 kV,配电标准电压有 10 kV、6 kV。

根据通信局(站)的需用功率,县以上城市的通信局(站)常采用两路或一路 10 kV 的高压市电电源供电,有的县级城市及以下的小容量通信局(站)采用 220/380 V 的低压市电电源供电。移动通信基站根据具体情况,由 10 kV 高压或低压市电供电。

2.2 交流高压配电系统

2.2.1 交流高压配电系统组成

高压交流供电系统由高压供电线路、高压配电设备及降压电力变压器(又称配电变压器)组成。较大的通信局、长途通信枢纽大楼为保证高质量的稳定市电,以及供电规范要求(超过 600 kVA 变压器),一般都由市电高压电网供电。为保证供电的可靠性,通常都从两个不同的变电站引入两路高压,其运行方式为用一、备一,并且不实行与供电局建立调度关系的调度管理,同时要求两路电源开关(或母联开关)之间加装机械连锁或电气连锁装置,以避免误操作或误并列。为控制两路高压电源,常用成套高压开关柜,开关柜的一次线路可根据进出线方案、电路容量、变压器台数和保护方式先用若干一次线路方案的高压开关柜组成高压供电系统。目前大多数较大的通信局、长途通信枢纽大楼多选用单母线用断路器分段的方式供电,其系统如图 2-2 所示。

来自两个不同供电局变电站的两路高压经户外隔离开关、电流互感器、高压断路器接到高压母线,然后经隔离开关、计量柜、测量及避雷器柜、出线柜接到降压变压器。

较小容量的变电站(所)如果只有一路高压引入,为节省成本,也可以不用成套高压开关柜,采用熔断器、负荷开关等高压电器进行简单控制后直接引入变压器。

2.2.2 高压配电方式

高压配电方式,是指从区域变电所将 10kV 高压送至企业变电站(所)及高压用电设备的接线方式。高压配电网的基本接线方式有 3 种——放射式、树干式及环状式。

(1)放射式配电方式

放射式配电就是从区域变电所的 10 kV 母线上引出一路专线,直接接至通信局(站)的变

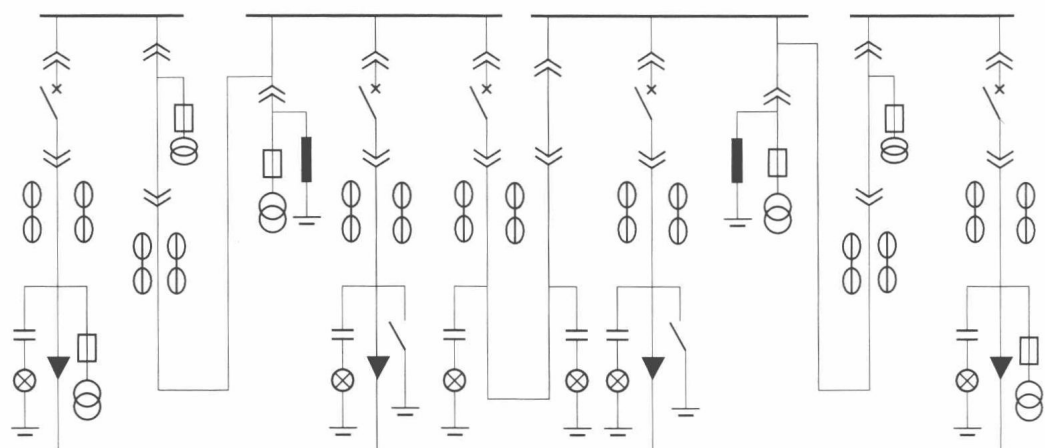
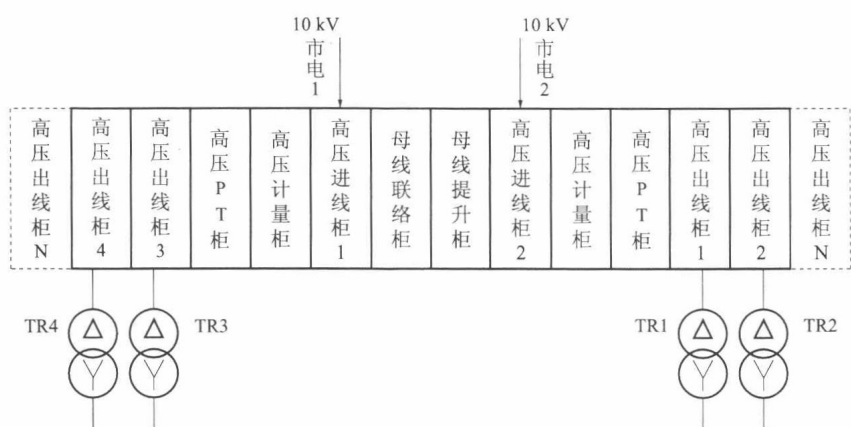


图 2-2 10 kV 高压系统图



注：“高压进线柜 1”与“高压进线柜 2”应设置电气、机械互锁。

图 2-3 总容量超过 6 000 kVA 方案示意图(标准型)

电站(所)的配电方式。沿线不接其他负荷,各用户变电站(所)之间无联系,如图 2-4 所示。放射式配电方式线路敷设简单,维护方便,供电可靠,不受其他用户干扰,但投资较大,适用于一级负荷。

(2) 树干式配电方式

树干式配电方式是指由区域变电所引出的各路 10 kV 高压干线沿市区街道敷设,各中小企业变电所都从干线上直接引入分支线供电,如图 2-5 所示。这种高压配电方式的优点是区域变电所 10 kV 的高压配电装置数量减少,投资相应可以减少;缺点是供电可靠性差,只要干线线路上任一段发生故障,线路上各用户的变电站(所)都将断电。

(3) 环状式配电方式

环状式配电方式如图 2-6 所示,其优点是运行灵活,供电可靠性较高;当线路的任何地方出现故障时,在短时间停电后,只要将故障侧开关断开,切断故障点,便可恢复供电。为了避免环状线路上发生故障时影响整个电网,通常将环状线路中某个开关断开(如图中 N 点),使环状线路呈“开环”状态。

对于双路电源供电的用户和 35 kV 及以上电压供电的用户的运行方式由电力调度部门