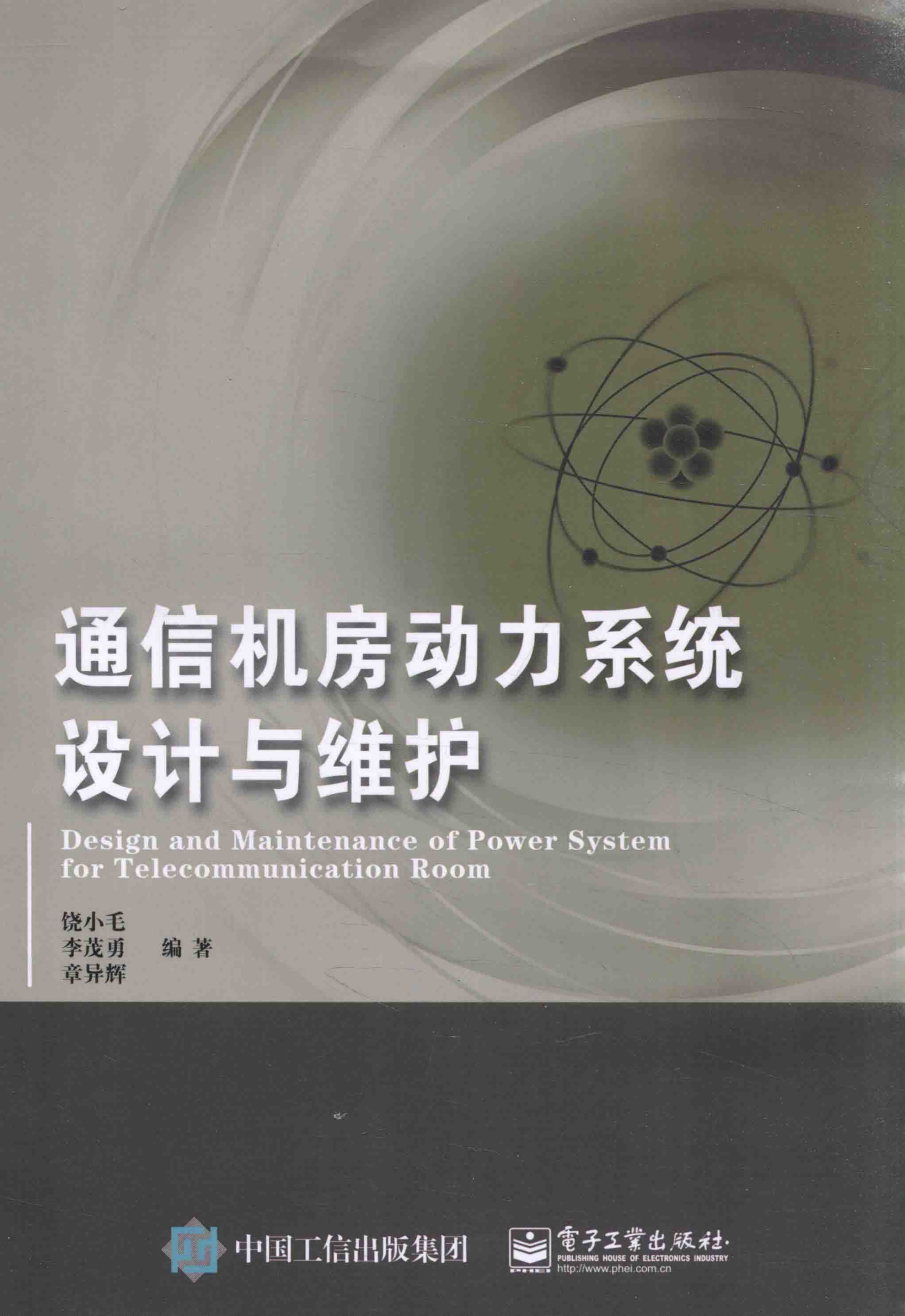




通信机房动力系统 设计与维护

Design and Maintenance of Power System
for Telecommunication Room

饶小毛
李茂勇 编著
章异辉



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

通信机房动力系统 设计与维护

饶小毛 李茂勇 章异辉 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书首先阐述了通信机房动力系统各组成部分及维护、管理的要点；其次，介绍了在移动互联网、信息化、大数据等大背景下，动力运维管理面临的挑战，特别是通信行业运行维护智能化的背景下，动力系统如何做到智能化管理；最后，结合实际动力智能化具体案例，进一步阐述了动力系统维护管理的变革方向。

本书可作为运营商动力专业维护人员的动力知识普及和提高动力维护能力的参考读本，还可以作为其他行业从事动力工作的相关工程技术人员的参考书，同时可以作为大学相关专业的教学辅助读本。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

通信机房动力系统设计与维护 / 饶小毛，李茂勇，章异辉编著. — 北京：电子工业出版社，2015.11
ISBN 978-7-121-27109-0

I. ①通… II. ①饶… ②李… ③章… III. ①通信系统—机房—供电系统—系统设计 ②通信系统—机房—供电系统—维修 IV. ①TN914

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 214374 号

策划编辑：张小乐

责任编辑：张小乐

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司

装 订：三河市鑫金马印装有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：787×1092 1/16 印张：15 字数：400 千字

版 次：2015 年 11 月第 1 版

印 次：2015 年 11 月第 1 次印刷

定 价：58.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010)88258888。

前 言

随着通信技术日新月异的发展，新兴业务爆炸式增长，移动互联网时代的迅速发展使得移动数据业务成为主要业务增长点，通信网络运营商面临着前所未有的挑战。运营商急需实施运维思路转型、运维效率提升和运维模式创新。

通信机房动力系统是整个通信网络设备的重要组成部分，紧紧伴随着通信技术的每一次发展，为通信设备和业务提供必不可少的支撑。一般通信局（站）都包含交换、传输、数据、移动等设备，确保这些设备正常运行的一个很重要的条件就是通信电源设备应能正常供电。通信机房动力系统可以说是通信网络的“心脏”，是实现全程全网畅通的根本保障，其供电质量与可靠性极大地影响着电信设备和通信网络的运行状态。动力供电质量的好坏，直接关系到整个通信网的畅通。动力设备维护工作的任务就是确保动力供电系统安全平稳运行，为通信设备的正常运行提供强有力的支撑。通信机房动力系统经过很长一段时期的发展，至今逐渐形成了通信行业发展的一个分支，并成为其重要组成部分，成为通信网络基础保障不容忽视的最重要专业领域之一。随着当前大量大型 IDC 基地的建设项目的实施，对通信机房动力系统的设计工作提出了很高的要求。

运营商传统的动力维护模式，由于采用不具备自动启动的油机、开口式防酸隔爆铅酸蓄电池、相控整流电源，因此需要大量的人员驻守机房，通过人工看守和操作的方式进行动力设备维护。自 20 世纪 90 年代起，中国电信业经历分营、剥离、重组和深化改革之后，电信市场已经打破了过去垄断经营，形成了强力竞争态势。中国电信业经过十几年的快速发展，网络规模已跃居世界首位。作为通信网络基础配套设施的通信电源也随着网络规模的扩大和技术的进步取得了极大的发展：采用智能化、自动化程度较高的柴油发电机组，具有自动倒换功能的低压配电系统；采用免维式阀控式密封蓄电池，性能稳定的高频开关电源。设备的进步也为动力维护的转型提供了必要条件，特别是动力环境系统的应用，使运营商动力维护向先进高效的、人力成本更节约的集中监控、集中维护、集中管理，即“三集中”方式转型。

本书的编写正是围绕通信机房动力系统的智慧化变革展开有益的探索研究、形势分析和可行性实践分析。动力维护目前面临动环告警不能及时发现、维护人员缺乏动力网络概念、动力维护管理手段落后和资源预警工作不足、人机壁垒、动力队伍建设等挑战问题，本书结合笔者在某运营商推出的一系列智慧运维变革及获取的经验和成果，建立起通信机房动力维护智慧化体系，包括动力端到端网络保障体系、动力业务流运营维护体系、动力服务响应支撑体系，同时运用智能化手段提升动力运维效率，包括动力自动化支撑系统、动力智慧化生产管理应用、动力移动互联网化应用。本书详细介绍动力运维模式智慧变革措施与应用，并通过多项实际应用案例进一步佐证智慧变革的可行性与效果。

全书共有六章，第 1~3 章介绍通信机房动力知识，并列举各类通信机房动力系统构成及设计关键事项，从动力系统发展演进的视角阐述其建设、维护管理所面临的挑战；第 4 章引入移动互联网时代的智慧运维变革思路及实践经验，为智慧动力运营提供思路指导；第 5、

6 章则详细剖析通信网动力维护管理的变革思路，提供可行的智慧动力运营变革途径及主要做法，并通过实际应用案例说明其可行性和取得的效果。

本书参考了中国联通动力专业培训教材、维护规程，中讯邮电咨询设计院有限公司、华信咨询设计研究院有限公司的动力专业相关材料，在参考的大量文献资料中，有明确出处的参考文献中一一列出，有些难以查明出处的，如设备厂家相关培训资料、某些互联网资料，未能明确列出，在此对这些书籍和资料的作者表示最诚挚的谢意。

中国联通广东分公司教授级高工王保华、山东科技大学王卓鹏教授对本书初稿进行了全面审阅，并提出了许多宝贵建议，薛星刚、王朝萍、付岚、罗绵辉、周锦伟、连凯参加了本书相关内容编写，在此对他们的辛勤劳动表示衷心的感谢！

本书可作为运营商动力专业维护人员的动力知识普及和提高动力维护能力的参考读本，同时还可以作为其他行业从事动力工作的相关工程技术人员的参考书。

由于通信与信息技术发展迅速，内容繁多，加之编者水平有限，书中的不妥之处，恳请读者批评指正。

作 者
2015 年 5 月

目 录

第 1 章	通信机房动力系统介绍	1
1.1	电源设备	2
1.1.1	高压交流供电系统	3
1.1.2	低压交流供电系统	8
1.1.3	柴油发电机组	10
1.1.4	直流供电系统概述	14
1.1.5	蓄电池	19
1.1.6	交流不间断电源 UPS	25
1.2	空调设备	31
1.2.1	制冷简述	31
1.2.2	制冷系统的基本组成和原理	32
1.2.3	空调系统	38
1.2.4	机房专用空调	40
1.2.5	机房专用空调的维护	43
1.3	防雷和接地系统	45
1.3.1	接地系统	45
1.3.2	防雷系统	52
1.4	监控系统	62
1.4.1	监控系统的结构	63
1.4.2	监控对象和内容	65
1.4.3	动力及环境监控系统的维护	66
	思考题	68
第 2 章	各类通信机房动力系统	69
2.1	动力系统质量标准	69
2.2	动力系统维护等级指标	70
2.3	通信机房分类	73
2.4	通信机楼	73
2.4.1	分散供电方式电源系统	74
2.4.2	市电交流供电系统	74
2.4.3	直流供电系统	78
2.4.4	UPS	79
2.4.5	空调设备	83

2.4.6	动力环境监控系统	84
2.4.7	防雷接地系统	84
2.5	骨干机房	85
2.6	汇聚机房	85
2.6.1	混合供电方式	86
2.6.2	市电交流供电系统	86
2.6.3	交流配电箱	86
2.6.4	直流供电系统	87
2.6.5	空调设备	87
2.6.6	电缆选择及防雷接地系统	88
2.7	接入机房	88
2.8	无线机房	88
2.8.1	基站总体结构	88
2.8.2	基站电源系统	89
2.8.3	防雷接地系统	90
2.9	设备配置	91
2.9.1	设备配置原则	91
2.9.2	交直流负荷和线径大小计算	93
	思考题	95
第 3 章	通信机房动力系统演进及维护管理的挑战	96
3.1	通信机房动力系统发展过程	96
3.2	动力供电系统的发展趋势	96
3.3	动力供电系统的应对策略	99
3.4	通信网络动力系统维护管理的现状	100
3.5	通信网络动力系统维护管理面临的挑战	107
	思考题	108
第 4 章	移动互联网时代的智慧运维	109
4.1	移动互联网时代智慧化转型思路	109
4.2	移动互联网时代先进信息化技术应用	112
4.2.1	面向服务对象的 SOA 体系结构组件	112
4.2.2	移动即时信息交互技术	112
4.2.3	云计算资源共享技术	113
4.2.4	物联网感知技术	114
4.2.5	大数据挖掘技术	116
4.3	智慧运维设计方案	117
4.3.1	智慧运维背景	117
4.3.2	智慧运维总体实现思路	119
4.3.3	端到端网络保障体系	121

4.3.4	基于业务流运营维护体系	123
4.3.5	服务响应支撑体系	124
4.3.6	自动化支撑系统	127
4.3.7	智能化生产管理应用	127
4.3.8	移动互联网化应用	130
	思考题	130
第 5 章	智慧动力运营	131
5.1	智慧动力	131
5.1.1	动力端到端网络保障体系	131
5.1.2	动力业务流运营维护体系	176
5.1.3	动力服务响应支撑体系	183
5.1.4	动力自动化支撑系统	194
5.1.5	动力智能化生产管理应用	196
5.1.6	动力移动互联网化应用	196
5.2	I-POWER	200
5.3	智能集中监控	201
5.3.1	建设省级动环监控智能综合管理平台	201
5.3.2	省级动环监控智能综合管理平台系统架构	203
5.3.3	省级动环监控智能综合管理平台功能实现和应用	204
5.3.4	监控及告警自动化派单	211
5.3.5	辅助监控	213
	思考题	214
第 6 章	智慧动力运营的实践案例	215
6.1	电子巡更运用	215
6.2	智能化维护运用	217
6.2.1	大数据挖掘资源调度	217
6.2.2	全流程端到端维护知识库	219
6.2.3	移动互联网窗口维护	224
6.2.4	随时随地动环监控	226
6.3	移动化维护能力提升	227
	思考题	230
	参考文献	231

第 1 章 通信机房动力系统介绍

中国通信业从改革开放之初到现在，经历了快速的发展，特别是从 20 世纪 90 年代，全国城市到乡村，从最原始的摇把子电话、架空明线铜缆，到国际先进的程控交换机、大通路宽带光缆传输、互联网、数据通信、移动通信。现在人们可以随时随地使用固定电话、移动电话通信，通过微博、微信沟通，利用网络工作、学习、生活，充分享受通信带来的便利。

通信技术的大发展是与通信网络设备、通信业务的大发展相辅相成的。通信网络包含交换、传输、数据、移动等设备，确保这些设备正常运行的一个很重要的条件就是通信电源设备应能正常供电。通信动力系统可以说是通信网络的“心脏”，是实现全程全网畅通的根本保障，其供电质量与可靠性极大地影响着电信设备和通信网络的运行状态，各级运维管理部门都应高度重视通信机房电源设备的安全运行工作，并且将动力专业作为通信网络维护的一个必不可少的独立专业。动力设备维护工作的任务就是确保动力供电系统安全平稳运行，为通信设备的正常运行提供强有力的支撑。

通信网络的动力系统设备主要分为电源设备、空调设备、动力环境监控系统、防雷接地系统四大部分，下面分四节分别说明各部分的原理和功能，图 1-1 为通信网络动力设备各部分结构示意图。

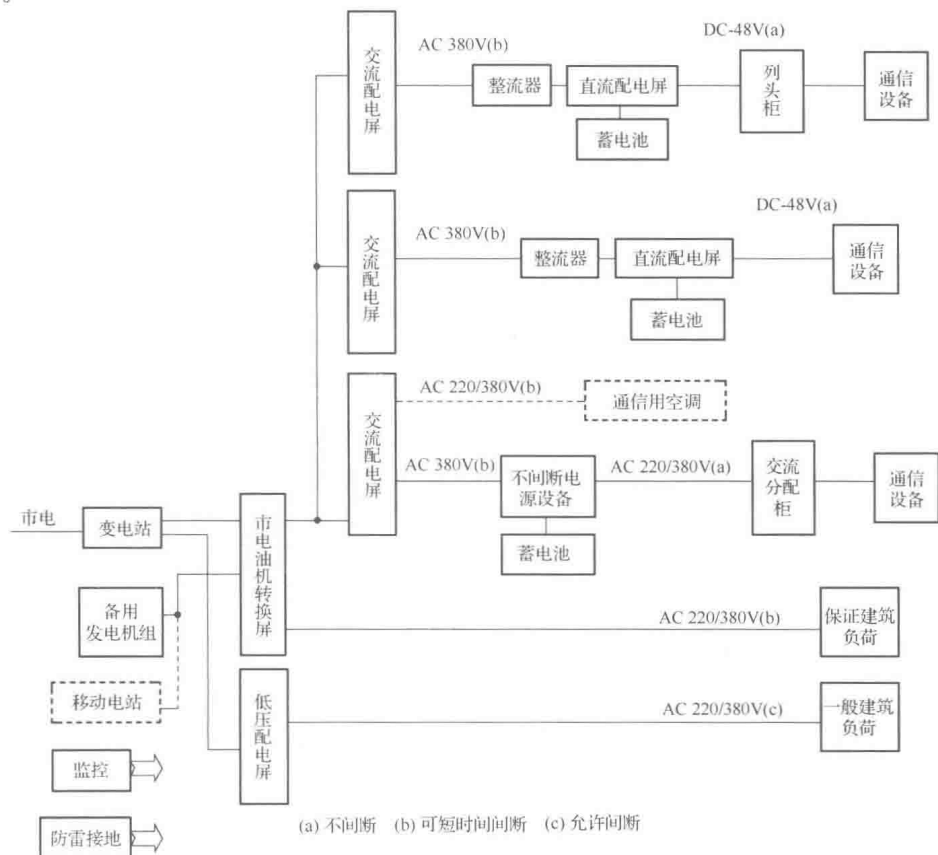


图 1-1 通信网络动力设备各部分结构示意图

1.1 电源设备

电源设备的主要作用是提供保障能源,对市电引入的 10kV 市电,经过降压、整流等环节,将电压整流成适合设备适用的-48V 直流或 380V 交流电压。

电源设备包括:交流高压供电系统、电力变压器、低压交流供电系统,直流供电系统,交流不间断电源系统(UPS)、蓄电池组、发电机组等。有些较小的通信机房,如汇聚机房、接入机房、基站机房等则引入 380V 的市电。

由于通信生产与运营自身的特点,通信设备对电源设备的要求较高,具体表现在以下几方面。

1. 可靠性高

一般的通信设备发生故障影响面较小,是局部性的。如果电源系统发生故障,往往会造成整个通信局、通信网络的通信全部中断。对于数字通信设备,电源电压即使有瞬间的中断也是不允许的,因为在数字程控交换局中,运行程序和主要用户信息存储在内存单元中,若电源中断,这些存储器会同时丢失其存储信息,系统则需从硬盘、磁带等重新装载程序软件,通信将中断相当长一段时间。因此,通信电源系统要在各个环节多重备份,保证供电可靠。

2. 稳定性高

各种通信设备都要求电源电压稳定,不能超过允许的变化范围,尤其是计算机控制的通信设备,数字电路工作速度快,频带宽,对电压波动、杂音电压、瞬变电压等非常敏感。所以,供电系统必须有很高的稳定性。

3. 效率高

通信网络在耗费巨资完成网络建设后,日常的费用支出中,设备运行成本是一笔很大的开支,其中能源的支出占很大比例,因此节能减排是动力维护的永恒主题。尤其随着通信容量的增大,一个通信机楼的各种设备消耗上千、上万安培直流的用电量已是司空见惯,这时效率问题就特别突出。这就要求电源设备应有较高的转换效率,即要求电源设备的自耗要小。

4. 模块化

现代通信要求通信电源设备采用分立式的模块结构,以便于不断扩容、分段投资,并且能够降低备份成本。不能采用的 1+1 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)。

5. 能实现集中监控

现代通信运维体制要求动力机房的维护工作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。

6. 小型化

现在各种通信设备日益集成化、小型化,这就要求电源设备也相应地小型化,以便将电源设备随其他通信设备布置在同一个机房,便于实现分散供电。

1.1.1 高压交流供电系统

高压交流供电系统由高压供电线路、高压配电设备及变压器组成。通信机房要求一类市电,即采用从两个稳定可靠的独立电源引入两路高压供电线路、两路高压供电线路不应有同时检修停电的供电方式。高压配电设备主要由集成了高压电器的高压开关柜和操作电源组成,它们是通过一次接线完成供电通路,通过二次接线完成高压配电设备的继电保护,断路器分、合闸,控制电源、控制线路及必要的事故及展现预告警信号。高压供电线路通过埋地或架空将市电的引入到通信机楼的高压室,高压配电设备与高压供电线路接驳,将两路市电通过母联的分合,将电能转接到变压器。

1.1.1.1 高压配电设备

1. 高压开关柜

高压开关柜是按一定的线路方案将有关一、二次设备组装而成的一种高压成套配电装置。较大的通信局(站)一般都由市电高压电网供电,通常采用成套高压开关柜。高压开关柜及一次线路方案很多,可根据进出线方案、电路容量、变压器台数和保护方式选用若干一次线路方案的高压开关柜组成高压供电系统。

高压开关柜有固定式和手车式两种类型。

在中小型系统中一般都采用较为经济的固定式高压开关柜。手车式高压开关柜的高压断路器等主要电气设备是装在可以拉出和推入开关柜的手车上的,这些设备需检修时可随时拉出,再推入同类备用手车,即可恢复供电。因此手车式开关柜与固定式开关柜相比,具有检修安全、并可大大缩短停电时间等显著优点。

成套的高压开关柜一般有高压进线柜、高压计量柜、避雷器柜、高压联络柜、高压出线柜等。

(1) 高压进线柜:是引入的高压线接受电设备的第一道控制设备,主要装有断路器(兼有避雷器)。其中断路器容量的选择要略大于它所承担的各个变压器高压侧额定电流之和,并且根据短路电流的计算,使其开断容量能断开高压进线线路最大短路电流。当加装电流速断保护时,必须征得当地供电部门的同意,使其保护时限与供电部门的要求一致。图 1-2 为高压进线柜实物图。

(2) 高压计量柜:是为高压计量提供高压互感器和计量仪表安装的高压柜。图 1-3 为高压计量柜实物图。

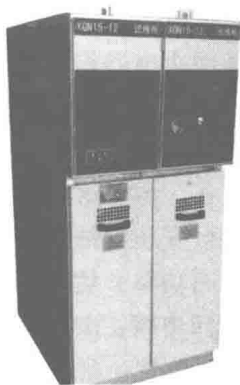


图 1-2 高压进线柜

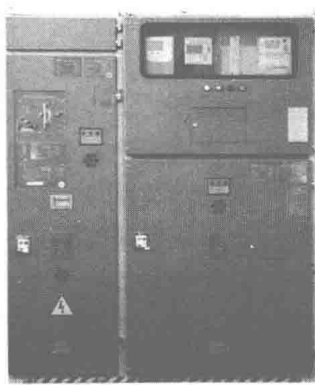


图 1-3 高压计量柜

(3) 避雷器柜：主要用来防止雷电波沿线路侵入，确保供电设备安全运行的装置。

(4) 高压联络柜：装有联络开关（断路器），用以实现两路高压线路之间的联络，当两路供电采用负荷分担方式，有一路高压线路停电时，将其闭合，则实现由另一路高压给全部变压器供电。高压联络柜的断路器安装在两段高压母线之间，高压联络柜断路器的容量取决于所承担变压器的总容量，也就是说，断路器的额定电流略大于流经它的各个变压器高压侧额定电流之和，并且在母线发生短路时，断路器必须有能力断开其短路电流。图 1-4 为高压联络柜实物图。

(5) 高压出线柜：是为变压器供电的一级保护设备。高压出线柜的断路器容量取决于所控制变压器的容量，也就是说断路器的额定电流略大于变压器高压侧额定电流，以便保护变压器不过电流。在变压器发生短路时，断路器必须有能力断开短路电流。当过电流保护时限大于 0.75s，而故障时不能迅速断开，还应当加装电流速断保护。高压出线柜的配置数量取决于变压器台数。图 1-5 为高压出线柜实物图。



图 1-4 高压联络柜



图 1-5 高压出线柜

2. 操作电源

高压供电系统的操作电源是指供给高压开关柜断路器控制回路、继电保护、自动装置、信号装置的电源。

操作电源可分为交流操作电源和直流操作电源两大类。一般中、小型高压供电系统多采用交流操作电源。交流操作电源一般取自电压互感器、变压器和电流互感器。在容量较大的高压供电系统中，多采用直流操作电源。直流操作电源主要由整流器、固定蓄电池组等组成。

1.1.1.2 变压器

变压器是用来变换交流电压、电流而传输交流电能的一种静止电器设备。它是根据电磁感应的原理实现电能传递的。

变压器就其用途分为电力变压器、试验变压器、仪用变压器及特殊用途的变压器。其中电力变压器是通信行业电力输配电、电力用户配电的必要的设备，本节进行重点介绍。

一类和二类通信机房应采用 2 台或多台变压器，在其中 1 台变压器故障或检修时，其余变压器可满足保证负荷用电。当变压器最大负荷（含蓄电池均充功率）达到变压器额定容量的 90% 时，应严格控制变压器的负荷增加，同时，应报主管部门申请扩容。

变压器的容量应按满足近期负荷并考虑一定的发展负荷需要配置，经常运行的负荷不宜超过其额定容量的 80%，三相负载应尽量平衡。

1. 变压器的结构组成

变压器的主体部件是由铁芯及铁轭（构成闭环磁路）、线圈（原、副边）、绝缘套管、引线四部分组成。对于油浸式电力变压器，还包括油箱、油枕；干式电力变压器则带有温控器及冷却风机。通信行业使用较多是干式电力变压器，室外或早期机房还有大量的油浸式电力变压器，随着新技术的发展，已经开始使用少量的非晶合金变压器。

2. 油浸式电力变压器的结构

图 1-6 为油浸式电力变压器实物图。

（1）铁芯：变压器铁芯是用来导磁的，绕组套在铁芯上，构成变压器的磁路部分。变压器铁芯是由很多涂有绝缘漆、导磁性能好、轻薄的冷轧硅钢片（一般厚度为 $0.35\sim 0.5\text{mm}$ ）叠加而成的。铁芯的形状有“口”字形（芯式）和“旧”字形（壳式）两种。

三相变压器的铁芯，一般做成三柱式，直立部分称为铁柱，铁柱上套着高低压绕组，水平部分称为铁轭，用来构成闭合的磁路。

（2）绕组：变压器的绕组又称为线圈，是用包有高强度绝缘物的铜线或铝线绕制的，有高压绕组和低压绕组之分。高压绕组匝数较多，导线较细；低压绕组匝数较少，导线较粗。通常把低压绕组套在里面，高压绕组套在外面，目的是使绕组与铁芯绝缘。低压绕组与铁芯之间，以及高压绕组和铁芯之间，都用由绝缘材料做成的套筒分开。它们之间再用绝缘纸板隔离开来，并留有油道，使变压器中的油能在两绕组之间自由流通。

（3）油箱：油箱是用钢板做成的变压器的外壳，内部装铁芯和绕组，并充满变压器油。变压器油有两个作用：一是绝缘作用，它的绝缘能力比空气强，绕组浸在油里可以加强绝缘，并且避免与空气接触，预防绕组受潮；二是散热作用，变压器运行时，变压器内部各处的温度不一样，利用油面在温度高时上升，温度低时下降的对流作用，把铁芯和绕组产生的热量通过散热片或散热管散到外面去。

（4）油枕：变压器油箱的箱盖上装有油枕。油枕的体积一般为油箱体积的 $8\%\sim 10\%$ ，油箱与油枕之间有管子连通。油枕有两个作用：一方面，可以减小油面与空气的接触面积，以防止变压器油受潮和变质。另一方面，当油箱中油面下降时，油枕中的油可以补充到油箱里，不使绕组露出油面以外，而且油枕还能调节因变压器油温度升高而引起的油面上升。

油枕侧面装有油标，标有最高、最低位置，在油枕上还装有呼吸器，使上部空间与大气相通。变压器油热胀冷缩时，油枕上部空气可通过呼吸器出入。

（5）套管：套管有高、低压之分，套管中有导电杆，其下端用螺栓和绕组末端相连，上端用螺栓和绕组首端相连，并用螺栓接外电路。套管的作用是使从绕组引出的线和箱盖之间保持适当绝缘。

（6）电压分接开关：又叫无载调压开关，是调整变压比的装置。

电压分接开关的几个触头分别连接在高压线圈的几个触头上。当电压发生变化时，可通过改变电压分接开关位置的方式来改变高压线圈的匝数。由于高、低压电压的比值直接与绕组的匝数有关，这样就可使低压侧尽可能得到规定的电压。

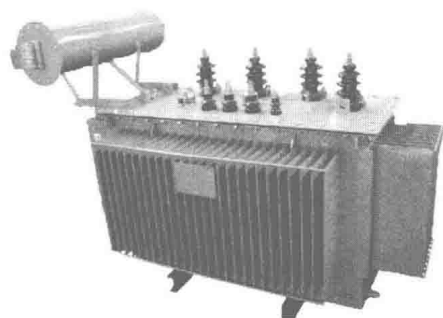


图 1-6 油浸式电力变压器

3. 干式电力变压器的结构

干式电力变压器（简称干式变压器）是指铁芯和线圈不浸在任何绝缘液中，直接敞开于空气中，以空气为冷却介质的变压器。与油浸式电力变压器相比，其最大特点是没有油箱和油箱上繁杂的外部装置，不用冷却液（油）。

干式变压器由铁芯、线圈及风机、温控器和保护外壳构成。图 1-7 为干式电力变压器实物图。

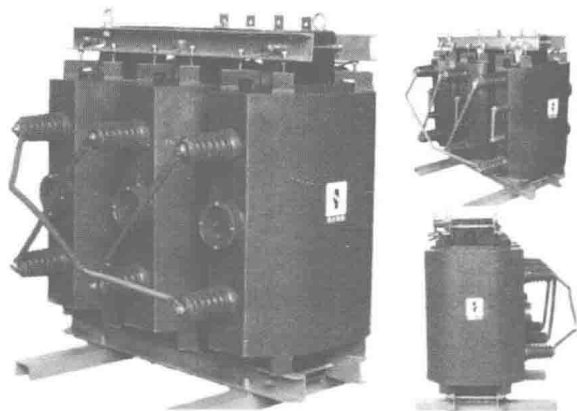


图 1-7 干式电力变压器

4. 干式变压器的绝缘类型

空气绝缘：与油浸变压器相比，空气绝缘干式变压器绝缘性和散热性较差。其绝缘材料一般采用 E 级或 B 级绝缘。

环氧树脂浇注式：采用 F 级绝缘环氧树脂将高压线圈、低压线圈分别浇注成一个整体，具有机械性能高、电气性能好、散热性能好等特点。目前，这种干式变压器较为常见。

环氧树脂绕包式：绕组采用 F 级绝缘环氧树脂及玻璃纤维，对变压器线圈分别绕包后固化制成。

5. 干式变压器的各部分组成

（1）线圈

干式变压器的线圈大部分采用层式或多层式。其导线上的绕包绝缘根据变压器产品的绝缘等级不同而分别采用普通电缆纸、玻璃纤维、绝缘漆、NOMEX 纸（H 级绝缘）。环氧浇注/绕包干式变压器则在此基础上以玻璃纤维带加固后，浇注/绕包环氧树脂，并固化形成。

（2）铁芯

干式变压器的铁芯与油浸式变压器的铁芯相同。

（3）金属防护外壳

干式变压器在使用时一般配有相应的保护外壳，可防止人和物的意外碰撞，给变压器提供了安全屏障。根据防护等级要求分为 IP20 和 IP23 外壳。

（4）温控系统

干式变压器的温控系统可分别对三相线圈的温度进行监控，并具有开启风机、关闭风机、超温报警、过载跳闸等自动功能。

(5) 风冷系统

当线圈温度达到一定数值（该数值可由用户自行设定）时，风机在温控系统控制下自动开启，对线圈等部件通风冷却，使变压器可在较高的温度环境下运行，并能承受一定的过负荷。

6. 环氧树脂浇注干式变压器的特点

环氧树脂浇注干式变压器具有很高的机械强度、空载损耗小、抗短路及过载能力强、抗雷电冲击性能好、局部放电量小、抗干裂性能好（采用玻璃纤维加强的薄绝缘结构）、热熔性好、变压器使用寿命长、噪声低，具有防潮、抗湿热、阻燃和自熄的特性，并具有温度自动监测与保护，为变压器的运行提供安全可靠的保障。属于一种免维型的变压器。目前干式变压器除具有干接点输出外，还已具有计算机通信接口的功能。

1.1.1.3 高压变、配电设备的维护

(1) 对高压变、配电设备进行维修工作，必须遵守下列规定：

- ① 高压操作应实行两人操作制，一人操作、一人监护，实行操作唱票制度。不准一人进行高压操作。
 - ② 切断电源前，任何人不得进入防护栏。
 - ③ 检修时，切断电源后应验电、放电、接地线，并悬挂标示牌和装设遮栏。
 - ④ 在检查有无电压、安装移动地线装置、更换熔断器等工作时，均应使用防护工具。
 - ⑤ 在距离 10~35kV 导电部位 1m 以内工作时，应切断电源，并将变压器高、低压两侧断开，凡有电容的器件（如电缆、电容器、变压器等）应进行放电。
 - ⑥ 核实负荷开关确实断开，设备不带电后，再悬挂“有人工作，切勿合闸”警告牌，方可进行维护和检修工作。警告牌只许原挂牌人或监护人撤去。
 - ⑦ 严禁用手或金属工具触动带电母线，检查通电部位时应使用符合相应电压等级的试电笔或验电器。
 - ⑧ 雨天不准露天作业，高处作业时应佩戴安全帽、系好安全带，严禁使用金属梯子。
- (2) 定期检测干式变压器的温升（以说明书规定为准）。
- (3) 停电、检修时，与电力部门有调度协议的应按协议执行。
- (4) 高压变配电设备的维护项目及周期见表 1-1。

表 1-1 高压变配电设备的维护项目及周期

序号	项 目	周期
1	清洁机架	季
2	堵塞进水和小动物的孔洞	
3	检查干式变压器的风机	
4	检查油浸式变压器油枕油位合格，干燥剂颜色合格，二次保险温升合格	
5	检测仪表是否正常	
6	检查熔断器接触是否良好，温升是否符合要求	年
7	检查接触器、闸刀、负荷开关是否正常	
8	检查各接头处有无氧化、螺丝有无松动	
9	清洁电缆沟	
10	校验继电保护装置	

续表

序号	项 目	周期
11	检测避雷器及接地引线	年
12	检验高压防护用具	
13	检查变压器和电力电缆的绝缘	
14	校正仪表	
15	检查主要元器件的耐压（2 年一次）	
16	清洁变压器油污及高、低压瓷瓶	
17	检查变压器一次保险规格、二次保险规格	
18	检查变压器接地电阻值，连接线路	
19	检查油开关油位、油色、油质，添加或更换开关油	
20	检查高压开关柜的开关、网门连锁	
21	电源及蓄电池的维护可参照整流器及蓄电池的有关内容执行	

（5）对于自维的高压线路，每年要全线路检查一次供电线路情况，并重点检查避雷线及其接地状况，发现问题及时处理。

1.1.2 低压交流供电系统

1.1.2.1 低压配电设备

1. 低压配电设备的组成与类型

通信电源系统中所用的低压配电设备包括以下几种：成套低压配电屏、单台小容量低压配电屏、通信交流配电屏、油机转换屏。图 1-8 为低压配电柜实物图。

成套低压配电设备通常由进线柜、补偿柜、转换柜、馈电柜、联络柜等组成。

低压配电设备的结构形式通常有三种，分别为固定式、抽屉式及开关为固定插拔式。当前通信局（站）广泛使用的低压配电柜是抽屉式和固定插拔式。

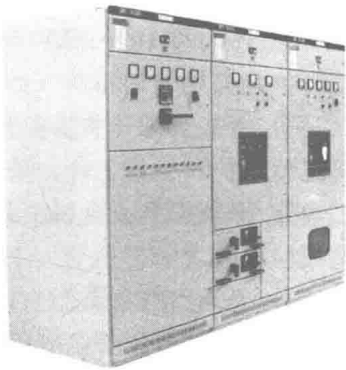


图 1-8 低压配电柜

2. 低压进线柜

低压进线柜是变压器的输出控制柜。内装自动开关（即低压断路器），以便保护变压器不至于长期过负荷运行。当负荷发生短路时，自动开关有最大断开短路的能力。低压进线柜具有仪表指示功能。当采用低压计量时，低压进线柜内安装有计量用电流互感器和计量仪表。

3. 低压馈电柜

低压馈电柜（也称为出线柜）是用电设备的控制柜，内装空气开关（即低压断路器），当负荷过大时，空气开关能自动跳闸，也能断开短路电流。低压馈电柜的数量由低压进线柜开关最大容量和负荷种类、数量来决定。一般负荷与保证负荷要分开。

4. 转换柜

转换柜作用是实现对两路低压交流电源的转换。转换柜根据配置不同有手动转换和自动转换（ATS 柜）两种。目前 ATS 柜在通信电源系统中的应用日益广泛。

ATS 柜内设有电力控制装置,配置 CPU,其性能和可靠性大大提高,并实现小型轻量化。通过装置内的参数设置,可实现多种用途。ATS 柜可以通过盘面上的数值指示器来检查模拟输入信号状态、接点输入信号状态和各种设定状态等数据。转换柜具有自行检测功能,由装置内部的 CPU 进行自我检测,发生异常情况及时报警。转换柜还具有串行通信功能,通过内装的 RS-232C 通信接口、传送接口、调制解调器、通信线路联接,实现远程监控。

5. 联络柜

当通信局(站)配置二台或二台以上变压器时,低压配电系统中常配置有低压联络柜。低压联络柜设有低压母线间联络的自动开关。在低压交流供电系统中二路市电电源的切换通常有如下两种类型:

(1) 二路市电在高压侧采用分段运行方式时,由于高压系统不允许设置母联开关,在低压侧二路市电配电母线间设置母联开关,当其中一路市电电源检修或故障停电时,则二路市电在低压侧通过低压母联开关进行联络以确保通信负荷的用电(此时的保证供电负荷应不允许超过每路市电电源的供电容量)。

(2) 变压器故障时的低压系统供电电源的切换:配置多台变压器的低压供电系统,低压配电系统间设有母线联络断路器。当其中任一变压器发生故障时,通过母联开关来保证故障变压器所带保证负载的供电。联络柜中断路器的分合应与低配每台变压器进线柜的断路器分合具有电气连锁功能,以确保设备、供电及人身的安全。

6. 电容补偿柜

按电力部门的要求,企业用电月平均功率因数要达到 0.9 以上,当功率因数较低时,应采用提高用电设备自然功率因数的办法来提高总功率因数。所谓自然功率因数,是指未经补偿的实际功率因数。在供电系统经常采用的补偿功率因数的办法是用并联电力电容的方法来减小无功功率,以提高功率因数。电容补偿柜(见图 1-9)就是用于此情形,在其内部安装一定数量的电力电容,并联在整个低压系统中,从而达到提高和补偿功率因数的目的。

7. 交流稳压设备

在一些偏远的地区,市电电压的波动范围比较大,超出了通信电源设备的允许范围。在这些地区应当在低压交流配电设备的前端配置交流稳压器,使供电质量满足要求。

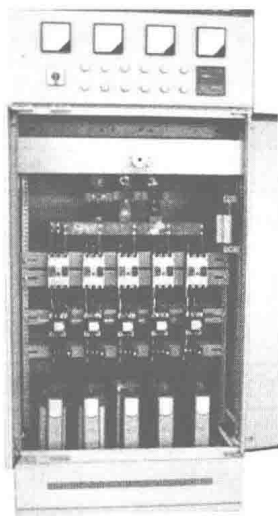


图 1-9 电容补偿柜

1.1.2.2 低压配电设备的维护

(1) 低压配电设备包括交流 380V/220V 配电设备和直流配电设备。

(2) 配电设备的巡视、检查的主要内容如下:

- ① 继电器、接触器、开关的动作是否正常,接触是否良好。
- ② 螺丝有无松动。
- ③ 仪表指示是否正常。
- ④ 电线、电缆、母排运行电流不许超过额定允许值。