

电压无功、电网谐波与 配电网线损管理技术

国网天津市电力公司 主编



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

电压无功、电网谐波 与配电网线损管理技术

国网天津市电力公司 主编

内 容 简 介

电网企业运维检修工作正朝着智能化方向迈进。在智能运检体系中,电力系统电压质量和无功电力、全网电能质量(谐波)监测分析与治理、配电网线损与技术降损等工作在与“云、大、物、移、智”相结合背景下,发展了新的管理手段和技术方法,增加了新的工作内容,赋予了新的历史使命。本书适合从事电网供电电压、电力系统无功补偿、电能质量(谐波)监测分析与治理、配电网线损和技术降损等工作的专业人员使用,为企业员工适应新的管理要求和认识新的技术方法提供帮助。

图书在版编目(CIP)数据

电压无功、电网谐波与配电网线损管理技术 / 国网
天津市电力公司主编. —天津: 天津大学出版社,
2018.8

ISBN 978-7-5618-6215-5

I. ①电… II. ①国… III. ①电网—电力工程—工程
管理 IV. ①TM727

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 176321 号

出版发行 天津大学出版社
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647
网 址 publish.tju.edu.cn
印 刷 北京虎彩文化传播有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 185mm × 260mm
印 张 22
字 数 550 千
版 次 2018 年 8 月第 1 版
印 次 2018 年 8 月第 1 次
定 价 49.80 元



凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

《电压无功、电网谐波与配电网线损管理技术》 编委会

主 任 么 军

副主任 王 刚 周凌云

委 员 刘创华 刘 莹 张金生

编写组

主 编 刘创华

副主编 刘 莹

参 编	刁长玉	牛 原	张金生	张庆英	刘 喆
	徐 福	李苏雅	张文海	王 峥	刘亚丽
	孙建刚	钟 彦	侯建业	徐 轩	李小叶
	绳菲菲	金 鑫	郝春华	白婧婧	方 琼
	王永宁	刘广振	马小光	张黎明	邢向上
	胡晓辉	霍现旭	刘 梅	于 平	孙 阔
	庞 博	周 森	李双宝	张 瑾	郝丽丽

前 言

电网企业设备运维检修技术管理工作中电力系统电压质量和无功电力、全网电能质量(谐波)监测分析与治理、配电网线损与技术降损等工作一直是重要的技术管理内容。国家电网有限公司向着构建“以客户为中心”的服务型企业发展,提供合格的供电电压,合理控制电网谐波是优质服务的基础工作。全面开展电能损耗统计分析,不断降低技术线损,算好节能和增效的经济账,符合国家节能降损政策要求。

随着电网规模的进一步扩大和电力体制改革的不断深入,以人力资源投入为主的传统运检模式正在逐渐转变,借助运检信息化建设,推动运检业务向智能化转变,以“云、大、物、移、智”现代信息技术为支撑,电力系统电压质量和无功电力、全网电能质量(谐波)监测分析与治理、配电网线损与技术降损等工作也向着信息化、智能化方向转变,以实现电网更安全、运检更高效、服务更优质为目标,主动适应国家和公司层面“互联网+”战略以及电网发展和体制变革的需求。

国网天津市电力公司总结多年设备运维检修技术管理的生产实践和典型经验,结合国家电网运检专业发展方向和工作要求,编制了这本系统介绍供电电压管理,电力系统无功补偿管理,电网谐波监测分析与治理,配电网理论线损、同期线损与技术降损管理等一系列相关管理技术的书稿。希望通过本书的内容,使广大运维检修专业人员初步认识供电电压、电网谐波、线损等工作信息化管理的新方式,同时了解如何保证供电电压、电压调整与无功优化的关系、谐波等多个电能质量指标的危害与控制措施,线损是如何产生的及其降损措施等问题的基本原理。

本书共分为三大部分,十个章节。第一部分讲述供电电压与无功电力,由第一章、第二章组成,从电压与无功功率的关系、变压器电压调整、无功优化、无功补偿设备简介、供电电压管理系统简介等方面介绍了电网企业供电电压与无功电力的管理措施、技术要求、技能方法等内容。第二部分讲述电能质量,由第三章、第四章、第五章组成,从简要介绍天津电网谐波在线监测系统,七项电能质量问题危害及控制措施,明确对于电能质量问题所有市场参与者(包括电网

企业和电力客户)都负有责任等方面介绍了电能质量的管理措施、技术要求、技能方法等内容。第三部分讲述线损,由第六章、第七章、第八章组成,从理论线损分析计算,同期线损管理,电能计量与线损管理的关系,技术降损与管理降损等方面介绍了配电网线损的管理措施、技术要求、技能方法等内容。第九章和第十章是前三大部分的案例介绍和学习考核习题,为读者加深巩固对本书中管理措施、技术要求、技能方法的理解与实践提供帮助。

本书在编写过程中参考了大量文献资料和最新标准规范,在此谨向文献资料的编著者表示感谢。

由于我们的水平和经验有限,书中难免有疏漏之处,恳请读者批评指正。

编写组

2018年1月

目 录

第一部分 供电电压与无功电力	(1)
第一章 电压、无功的基本概念	(1)
1.1 电压的定义及其物理意义	(1)
1.2 无功功率及其物理意义	(2)
1.3 电压与无功的关系	(5)
第二章 电压调整与无功优化	(8)
2.1 电压调整	(8)
2.2 无功优化	(44)
2.3 电压无功管理	(67)
第二部分 电能质量	(92)
第三章 电能质量概述	(92)
3.1 电能质量的定义	(92)
3.2 电力系统中常见的电能质量问题及原因	(93)
3.3 电能质量的分类指标	(95)
第四章 电能质量指标异常影响分析	(105)
4.1 供电电压偏差危害及控制措施	(106)
4.2 电力系统频率偏差危害及控制措施	(108)
4.3 电压波动与闪变危害及控制措施	(110)
4.4 谐波的危害及控制措施	(111)
4.5 三相电压不平衡危害及控制措施	(118)
4.6 间谐波危害及控制措施	(121)
4.7 电压暂降与短时中断的危害及控制措施	(123)
第五章 电能质量的监测装置及监测系统	(135)
5.1 常用监测方法及监测要求	(136)
5.2 电能质量监测装置	(138)
第三部分 线损	(173)
第六章 线损概述	(173)
6.1 线损的概念及其组成分类	(173)
6.2 理论线损	(176)
6.3 同期线损管理系统	(201)
第七章 电能计量	(214)
7.1 电能计量	(214)

7.2 10 kV 关口和站用电关口改造	(232)
第八章 降低线损措施	(235)
8.1 配电网线损组成因素	(235)
8.2 技术措施	(236)
8.3 管理措施	(248)
第九章 电压无功、电能质量、线损案例	(261)
9.1 电压无功案例	(261)
9.2 电能质量案例	(274)
9.3 10kV 同期线损案例	(290)
第十章 习题	(305)
10.1 第一部分习题	(305)
10.2 第二部分习题	(311)
10.3 第三部分习题	(332)

第一部分 供电电压与无功电力

第一章 电压、无功的基本概念

1.1 电压的定义及其物理意义

1.1.1 电压的基本概念及物理意义

1. 电位

如图 1-1 所示,在电场力 F 的作用下,正电荷 q_a 从 a 点移动到 o 点,所移动距离为 L ,电场力所做功为 $W_{ao} = FL$ 。电场力把单位正电荷从电场中的某点移动到参考点 o 所做的功称为该点的电位,用 V_{ao} 表示。

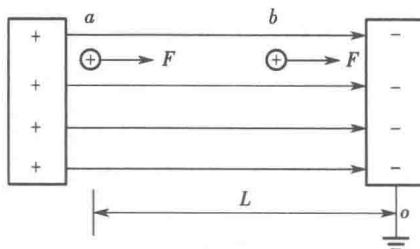


图 1-1 电场力对电荷做功

$$V_{ao} = \frac{W_{ao}}{q_a} \quad (1-1)$$

式中: W_{ao} 的单位为 J, q_a 的单位为 C, V_{ao} 的单位为 V。

参考点 o 的电位规定为零,一般电力系统中以大地作为零电位参考点,用符号 $\perp$ 来表示,高于参考点电位的是正电位,低于参考点电位的是负电位。

2. 电动势

电动势表示电源内部电场力将单位正电荷从电源的负极移至正极所做的功,其量值等于正电荷电能的增加量。电动势用 E 表示,单位也为 V。电动势 E 的实际方向是从电源的负极指向正极,即电场力的方向,与电源电压的实际方向刚好相反。

3. 电压

电场(路)中任意两点间的电位差定义为这两点间的电压,用 U 表示,单位也为 V 。如

图 1-1 中 a 点的电位为 $V_{ao} = \frac{W_{ao}}{q_a}$, b 点的电位为 $V_{bo} = \frac{W_{bo}}{q_b}$, 则 a 、 b 两点之间的电压为

$$U_{ab} = V_{ao} - V_{bo} \quad (1-2)$$

直流电压的大小和方向均不随时间变化,常用大写字母 U 表示。

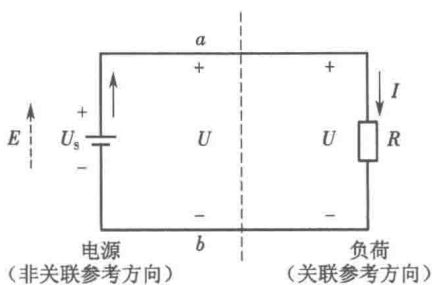


图 1-2 关联和非关联参考方向示意图

4. 电压、电流的关联参考方向和非关联参考方向

图 1-2 中,右侧 R 的电流参考方向是从电压的参考正极流向参考负极,这种电压、电流指向一致的参考方向称为关联参考方向;而流过电压源 U_s 的电流参考方向是从电压的参考负极流向参考正极,这种情况称为非关联参考方向。

为方便起见,负荷的电流、电压参考方向一般选为关联参考方向;电源的电流、电压参考方向一

般选为非关联参考方向。

1.1.2 交流系统标准电压

为了便于电气设备的生产制造和安装运行,并使电气设备具有互换性,系统标称电压不能随意设定,而必须设定一定的电压等级标准,又称为标准电压。《标准电压》(GB/T 156—2017)对交流、直流系统的标准电压进行了规定,其中交流系统标称电压的标准如下:

(1) 3 kV 及以上有 3、6、10、20、35、66、110、220、330、500、750、1 000 kV 共十二种;

(2) 220 ~ 1 000(1 140) V 有 220/380 V、380/600 V 和 1 000(1 140) V 共三种,其中斜线前面为相电压,斜线后面为线电压。

(3) 3 kV 及以上各电压等级系统标称电压和最高运行电压见表 1-1。

表 1-1 3 kV 及以上各电压等级系统标称电压和最高运行电压

系统标称电压(kV)	3	6	10	20	35	110	220	330	500	750	1 000
最高运行电压(kV)	3.6	7.2	12.24	24	40.5	126	252	363	550	825	1 100
倍数	1.2	1.2	1.2	1.2	1.16	1.15	1.15	1.1	1.1	1.1	1.1

注:系统标称电压一用以标志或识别系统电压的给定值。

最高运行电压一在正常运行条件下,在系统的任何时间和任何点上出现的电压的最高值,不包括瞬变电压,如由于系统的开关操作及暂态的电压波动所出现的电压值。

1.2 无功功率及其物理意义

1. 瞬时功率

设无源二端网络的端口电压和端口电流取关联参考方向,如图 1-3 所示。其解析式分

别为

$$i = \sqrt{2} I \sin \omega t \quad (1-3)$$

$$u = \sqrt{2} U \sin (\omega t + \varphi) \quad (1-4)$$

则该网络每一瞬间吸收或发出的功率,即瞬时功率为

$$p = ui \quad (1-5)$$

式中:当 $p > 0$ 时,表示网络吸收功率;当 $p < 0$ 时,表示网络发出功率。

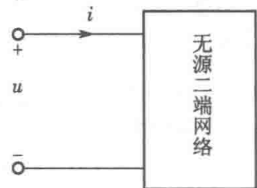


图 1-3 无源二端网络

2. 有功功率

瞬时功率在一个周期内的平均值,称为有功功率。无源二端网络的有功功率为

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p dt = UI \cos \varphi \quad (1-6)$$

式中: P 为有功功率,单位为 W ,即通常交流用电设备的铭牌上标的有功功率值; $\cos \varphi$ 为功率因数, φ 为功率因数角, $\cos \varphi$ 的大小取决于电路元件的参数、频率和电路结构。

3. 无功功率

无功功率比较抽象,它主要用于电气设备内电场与磁场的能量转换,在电气设备中建立和维护磁场的功率。它不表现对外做功,只是由电能转化为磁能,又由磁能转换为电能,周而复始,并无能量损耗。特别指出,无功功率并不是无用功,只是它不直接转化为机械能、热能等为外界提供能量,但其作用却十分重要。

电机运行需要旋转磁场,就是靠无功功率来建立和维持的,有了旋转的磁场,才能使转子转动,从而带动机械运行。变压器也需要无功功率,才能使一次线圈产生磁场,二次线圈感应出电压,凡是有电磁线圈的电气设备的运行都需要建立磁场,然而建立及维护磁场消耗的能量都来自无功功率,没有无功功率,这些设备都不能正常运行。

电感元件和电容元件虽然不消耗能量,但它们的存在会引起网络与外部往返交换能量,为衡量网络与外部交换能量的多少,引入无功功率。无源二端网络的无功功率定义为

$$Q = UI \sin \varphi \quad (1-7)$$

式中: Q 为无功功率,单位为 var 。

4. 视在功率

在正弦交流电路中,把电压有效值和电流有效值的乘积称为视在功率,即

$$S = UI \quad (1-8)$$

式中: S 为视在功率,单位为 $V \cdot A$,可用来表示设备的容量,如变压器的容量。

这样,对于同一网络,其有功功率 P 、无功功率 Q 和视在功率 S 构成功率三角形(图 1-4),它们之间的关系可表达为

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (1-9)$$

$$P = S \cos \varphi \quad (1-10)$$

$$Q = S \sin \varphi = P \tan \varphi \quad (1-11)$$

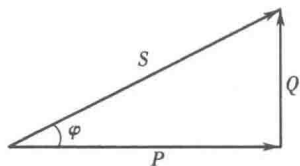


图 1-4 功率三角形

5. 功率因数和自然功率因数

1) 功率因数

无论在单相或三相系统中,都可以用式(1-12)来定义功率因数:

$$\cos \varphi = P/S \quad (1-12)$$

式中: $\cos \varphi$ 为单相或三相系统功率因数; P 为单相或三相系统有功功率(kW); S 为单相或三相系统视在功率(kV·A); φ 为功率因数角。

2) 自然功率因数

由电力系统有功负荷和无功负荷所形成的功率因数称为自然功率因数,它是没有进行人工无功补偿的功率因数,即电力系统负荷阻抗角的余弦。通常,电力系统的自然功率因数水平比较低。

在电力网的运行中,功率因数反映了电源输出的视在功率被有效利用的程度,一般希望功率因数越大越好,这样电路中的无功功率可以降到最小,视在功率将大部分用来供给有功功率,从而提高电能输送的效率。

3) 影响功率因数的主要因素

(1)大量的电感性设备,如异步电动机、感应电炉、交流电焊机等设备是无功功率的主要消耗者。据有关资料统计,在工矿企业所消耗的全部无功功率中,异步电动机的无功消耗占了60%~70%;而在异步电动机空载时所消耗的无功功率又占到电动机总无功消耗的60%~70%。所以,要改善异步电动机的功率因数,就要防止电动机的空载运行,并尽可能提高负载率。

(2)变压器消耗的无功功率一般为其额定容量的10%~15%,它的满载无功功率约为空载时的1/3。因而,为了改善电力系统和企业的功率因数,变压器不应空载运行或长期处于低负载运行状态。

(3)供电电压超出规定范围也会对功率因数造成很大的影响。

当供电电压高于额定值10%时,由于磁路饱和的影响,无功功率将增长得很快,据有关资料统计,当供电电压为额定值的110%时,一般无功功率将增加35%左右。当供电电压低于额定值时,无功功率也相应减少,而使它们的功率因数有所提高。但供电电压降低会影响电气设备的正常工作。所以,应当采取措施使电力系统的供电电压尽可能保持稳定。

4) 设法提高系统自然功率因数

提高自然功率因数不需要任何补偿设备投资,仅采取各种管理上或技术上的手段来减少各种用电设备所消耗的无功功率即可,这是一种最经济的提高功率因数的方法。

(1)合理使用电动机。

(2)采用同步电动机:同步电动机消耗的有功功率取决于电动机上所带机械负荷的大小,而无功功率取决于转子中的励磁电流大小,在欠励状态时,定子绕组以电网“吸收”感性无功,在过励状态时,定子绕组向电网“送出”感性无功。因此,对于恒速长期运行的大型机构设备可以采用同步电动机作为动力。

异步电动机同步运行就是将异步电动机三相转子绕组适当连接并通入直流励磁电流,

使其呈同步电动机运行,这就是异步电动机同步化。

(3)合理选择配变容量,改善配变的运行方式:对负载率比较低的配变,一般采取“撤、换、并、停”等方法,使其负载率提高到最佳值,从而改善电网的自然功率因数。

1.3 电压与无功的关系

电压和频率是衡量电能质量的重要指标,而影响电压质量的直接因素就是无功功率。电力系统的运行电压水平取决于无功功率的平衡,系统中各种无功电源的无功功率输出应能满足系统负荷和网络损耗在额定电压下对无功功率的需求,否则就会偏离额定值。

在电力系统中,不可忽视无功功率的平衡对电压的影响,无功功率的增加或减少均对系统电压产生较大的影响,如电压波动、增加电能损耗等。通过调整无功功率的输出,安装无功补偿装置等措施可保持无功功率的平衡,以保持电压在正常范围内,同时减少功率损耗。

为保证电力系统有效、可靠地运行,要求无功功率的控制满足以下三方面条件:

- (1)系统中无功功率能够满足所有电力设备需求;
- (2)为保证最大限度利用输电系统,应加强系统稳定性;
- (3)应使无功功率传输最小。

1.3.1 无功功率的产生和吸收

从发电机和高压输电线供给的无功功率,远远满足不了负荷的需求,所以在电网中要设置一些无功补偿装置来补充无功功率,以保证用户对无功功率的需求,这样用电设备才能在额定电压下工作。这就是电网需要装设无功补偿装置的道理。

电力系统的无功功率的产生除了同步发电机外,还有电容器、静止无功补偿器、静止无功发生器、同步调相机等,这些装置又称为无功补偿装置。除电容器外,其余几种既能吸收容性无功又能吸收感性无功。

在电力系统中,无功功率为电力网络及各种电力设备提供励磁。电力系统内主要需要感性无功功率,以为变压器和感应电动机提供励磁电流。无功功率的电源有发电机、大型同步电动机和补偿装置。其中,发电机是最基本的无功功率电源,发电机在额定状态下运行时,可发出的无功功率为

$$Q_{GN} = S_{GN} \sin \varphi_N = P_{GN} \tan \varphi_N \quad (1-13)$$

式中: S_{GN} , P_{GN} , φ_N 分别为发电机的额定视在功率、额定有功功率和额定功率因数角。

电力系统中无功负荷主要为异步电动机,系统无功负荷的电压特性主要由异步电动机决定,它所消耗的无功功率为

$$Q_M = Q_m + Q_\sigma = U_2 / X_m + I_2 X_\sigma \quad (1-14)$$

式中: Q_m 为励磁功率; X_m 为励磁电抗; Q_σ 为漏抗无功损耗; X_σ 为漏电抗; U_2 为电动机端电压; I_2 为额定电流。

电力系统无功功率的损耗主要有变压器的无功损耗和输电线路的无功损耗。

1.3.2 系统的无功功率对电压的影响

1. 无功功率对电压的影响

在电力系统运行中,要求电源的无功功率在任何时刻都与负荷的无功功率和网络的无功损耗之和相等,即 $Q_{GC} = Q_{LD} - Q_L$ 。

下面以一发电机经过一段线路向负荷供电来说明无功电源对电压的影响。略去各元件电阻,用 X 表示发电机电抗与线路电抗之和,等值电路图如图 1-5 所示,并根据等值电路图作出发电机端电压与负荷侧电压关系的相量图,如图 1-6 所示。

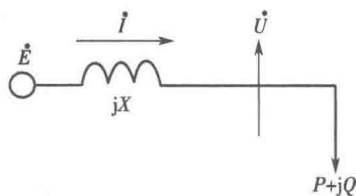


图 1-5 发电机与负荷关系的等值电路图

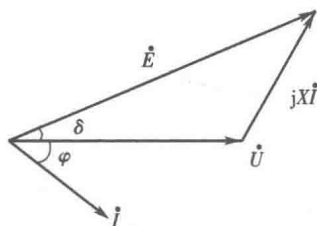


图 1-6 发电机端电压与负荷电压关系的相量图

根据图 1-6 可以确定发电机送到负荷节点的功率为

$$P = UI \cos \varphi = EU \sin \delta / X \quad (1-15)$$

$$Q = UI \sin \varphi = EU \cos \delta / X - U^2 / X \quad (1-16)$$

当 P 一定时,得

$$Q = \sqrt{(EU/X)^2 - P^2} - U^2 / X \quad (1-17)$$

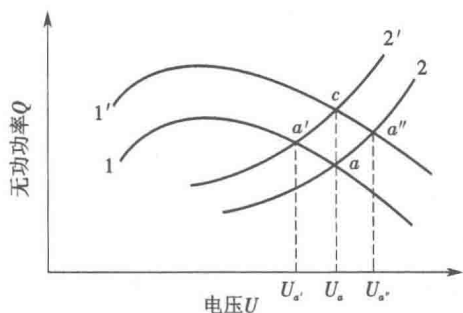


图 1-7 无功功率平衡确定电压

当发电机电势 E 为一定值时,根据式(1-17)可作出无功功率 Q 与电压 U 的关系图,如图 1-7 中曲线 1 所示。 $Q-U$ 关系曲线是一条向下开口的抛物线;而负荷的主要成分是异步电动机,其无功电压特性如图 1-7 中曲线 2 所示。曲线 1 与曲线 2 的交点 a 确定了负荷节点的电压值 U_a ,即系统在电压 U_a 下达到了无功功率的平衡。

当负荷增加时,其无功电压特性如图 1-7 中曲线 2' 所示;如果系统的无功电源没有相应增

加(即发电机励磁电流不变,电势也就不变),电源的无功电压特性仍然是曲线 1,这时曲线 1 和曲线 2' 的交点 a' 就代表了新的无功平衡点,并由此决定了负荷点的电压为 $U_{a'}$,显然 $U_{a'} < U_a$,这说明负荷增加后,系统的电源已不能满足在电压 U_a 下达到无功平衡的需要,因而只好降低电压运行,以取得在较低电压下的无功平衡。如果发电机具有充足的无功备用,通过调节励磁电流增大发电机电势 E ,则发电机的无功电压特性曲线将上移到曲线 1' 的位置,从而使曲线 1' 与曲线 2' 的交点 c 所确定的负荷节点电压达到或接近原来的数值 U_a 。同

样,如果发电机的电势 E 增大而负荷没有增加,则由发电机的无功电压特性曲线 $1'$ 与负荷无功电压特性曲线 2 的交点 a'' 决定了负荷点的电压为 $U_{a''}$,此时 $U_a < U_{a''}$,负荷点的电压偏高。

由此可见,系统中的无功电源对系统中的电压的影响为当无功电源比较充足时,能满足较高电压水平下的无功平衡需要,系统就有较高的运行电压水平;反之,无功电源不足就反映为运行电压水平偏低。因此,应该力求实现在额定电压下的系统无功功率平衡,并根据这个要求装设必要的无功补偿装置。

2. 电力系统中的无功功率的平衡

电力系统无功功率平衡的基本条件是系统无功功率电源可能发出的无功功率应该大于或至少等于负荷所需的无功功率和网络中的无功损耗,同时为了保证运行的可靠性和适应无功负荷的增长,系统必须配置一定的无功备用容量。系统中无功功率的平衡关系式为

$$Q_{GC} - Q_{LD} - Q_L = Q_{RES} \quad (1-18)$$

式中: Q_{LD} 为无功功率负荷之和; Q_L 为网络无功功率损耗之和; Q_{RES} 为无功功率备用容量; Q_{GC} 为电源发出的无功功率之和,包括发电机的无功功率 Q_{GX} 和各种无功功率 Q_{CX} ,即

$$Q_{GC} = Q_{GX} + Q_{CX} \quad (1-19)$$

当 $Q_{RES} > 0$ 时,表示系统中无功功率可以平衡且有适量的备用。

当 $Q_{RES} < 0$ 时,表示系统中无功功率不足,应考虑加设无功补偿装置。

当 $Q_{RES} = 0$ 时,表示系统中无功功率刚好平衡,但当系统有小的干扰时将破坏这一平衡。

电力系统中一般要求发电机接近于额定功率因数运行,可按额定功率因数计算发电机所发出的无功功率。此时如系统的无功功率能够平衡,则发电机就保持有一定的无功备用,其他的无功补偿装置按额定容量来计算其无功功率。

电力系统中无功功率是否平衡,直接影响电压的质量。为保证电压质量,满足用户的用电要求,系统中必须有充足的无功电源备用。当系统的无功功率大于(或不能满足)无功负荷的需要时,就得调整无功功率的输出,采用调压措施调整负荷侧电压,以改善电压的偏移。在电压调整的过程中,不可忽视无功功率的平衡。实际上,电力系统的无功电源发出的无功功率大于(或不能满足)无功负荷及网络中无功损耗时,负荷的电压就不可能维持在正常的运行水平,这主要是由无功电源发出的无功功率与系统中所需的无功功率不平衡所致。不论怎样改变变压器的变比,负荷的电压还是偏高或偏低,无法达到电压在正常范围内运行,可通过加装无功补偿装置的方式,使无功功率就地平衡。

第二章 电压调整与无功优化

2.1 电压调整

2.1.1 供电电压合格率

1. 电压偏差

1) 供电电压质量标准

供电电压偏差是指电力系统在正常运行条件下供电电压与系统标称电压间的偏差。

$$\text{电压偏差}(\%) = \frac{\text{实测电压} - \text{系统标称电压}}{\text{系统标称电压}} \times 100\% \quad (2-1)$$

2) 供电电压偏差的限值规定

(1) 35 kV 及以上供电电压正、负偏差绝对值之和不超过系统标称电压的 10%。(如供电电压上下偏差同号(均为正或负),以较大的偏差绝对值作为衡量依据)

(2) 20 kV 及以下三相供电电压偏差为系统标称电压的 $\pm 7\%$ 。

(3) 220 V 单相供电电压偏差为系统标称电压的 $-10\% \sim +7\%$ 。

(4) 对供电点短路容量较小、供电距离较长及对供电电压偏差有特殊要求的用户,由供、用电双方协议确定。

(5) 带地区供电负荷的变电站 20/10(6)kV 母线正常运行方式下的电压偏差为系统标称电压的 $0\% \sim +7\%$ 。

3) 供电电压分为 A、B、C、D 四类监测点

(1) A 类供电电压监测点:带地区供电负荷的变电站 20/10(6)kV 母线电压。

① 变电站内两台及以上变压器分列运行,每段 20/10(6)kV 母线均设置一个电压监测点。

② 一台变压器的 20/10(6)kV 为分列母线运行的,只设置一个电压监测点。

(2) B 类供电电压监测点:35(66)kV 专线供电和 110 kV 及以上供电的用户端电压。B 类电压监测点设置及安装应符合下列要求。

① 35(66)kV 及以上专线供电的可装在产权分界处,110 kV 及以上非专线供电的应安装在用户变电站侧。

② 对于两路电源供电的 35 kV 及以上用户变电站,用户变电站母线未分列运行,只需设一个电压监测点;用户变电站母线分列运行,且两路供电电源为不同变电站的应设置两个电压监测点;用户变电站母线分列运行,两路供电电源为同一变电站供电,且上级变电站母线未分列运行的,只需设一个电压监测点;用户变电站母线分列运行,双电源为同一变电站

供电的,且上级变电站母线分列运行的,应设置两个电压监测点。

③用户变电站高压侧无电压互感器的,电压监测点设置在给用户变电站供电的上级变电站母线侧。

(3)C类供电电压监测点:35(66)kV 非专线供电和 20/10(6)kV 供电的用户端电压,每 10 MW 负荷至少应设一个电压监测点。C 类电压监测点设置及安装应符合下列要求。

①C 类电压监测点应安装在用户侧。

②C 类负荷计算方法为 C 类用户售电量除以统计小时数。

③应选择高压侧有电压互感器的用户,不宜设在用户变电站低压侧。

(4)D 类供电电压监测点:380/220 V 低压用户端电压,每 50 台公用配电变压器至少应设 1 个电压监测点,不足 50 台的设 1 个电压监测点。

监测点应设在有代表性的低压配电网首末两端用户处。

4) 供电电压监测点管理

(1)电压监测点台账包括:监测点名称、安装位置、类别、电压等级、电压限值、供电电源和地区特征等信息。

(2)A 类监测点名称与调度运行设备命名编号一致,B、C 类监测点名称与用电信息采集系统用户名称一致,D 类监测点名称应包含公用配变台区名称和安装位置。

5) 供电电压监测点动态调整原则

(1)A 类监测点:新建、改(扩)建变电站,新建的 20/10(6)kV 母线应在投产次月列入 A 类电压监测点开展统计、考核;停运母线应在当月停运该 A 类电压监测点。

(2)B 类监测点:新投 35(66)kV 专线供电和 110 kV 及以上供电的用户应在投产次月列入 B 类电压监测点进行统计、考核;停运用户应在当月停运该 B 类电压监测点。

(3)C 类监测点:选择具有代表性的用户设置 C 类电压监测点,在每年首季度末完成增减工作。

(4)D 类监测点:每季度应进行监测点数量校核,并在次季度首月完成增减工作。根据专业管理需要自行设置观测点,观测点不纳入合格率统计考核,原则上统计点和观测点的属性在半年内不得变更。

(5)各省公司运检部负责审批各类电压监测点的投运和停运。

(6)城网供电电压监测点和农网供电电压监测点统计范围:城网供电电压监测点统计地市供电公司直接管辖区域的监测点,包括市中心、市区、城镇三类地区,在三类地区均应设置监测点,农网供电电压监测点统计县级供电企业直接管辖区域的监测点,包括县城区、乡镇、农村和农牧区四类地区,在四类地区均应设置监测点,每个乡镇供电所至少设置 1 个监测点。城网和农网综合供电电压合格率统计范围应不重复、不空白。

2. 无功补偿配置

为进一步加强国家电网公司无功补偿装置的技术管理工作,规范电网无功补偿的配置要求,提高电网的安全、稳定、经济运行水平,国家电网公司在广泛征求公司各有关单位意见的基础上,制定完成了《国家电网公司电力系统无功补偿配置技术导则》,内容如下。