

About the Publisher

Universe Scientific Publishing (USP) was established with the aim of providing a publishing platform for all scholars and researchers around the world. With this aim in mind, USP began building up its base of journals in various fields since its establishment. USP adopts the Open Access movement with the belief that knowledge is be shared freely without any barriers in order to benefit the scientific community, which we hope will be of benefit to mankind.

USP hopes to be indexed by well-known databases in order to expand its reach to the scientific community, and eventually grow to be a reputable publisher recognized by scholars and researchers around the world.

Our Values

✓ Passion for Excellence our values

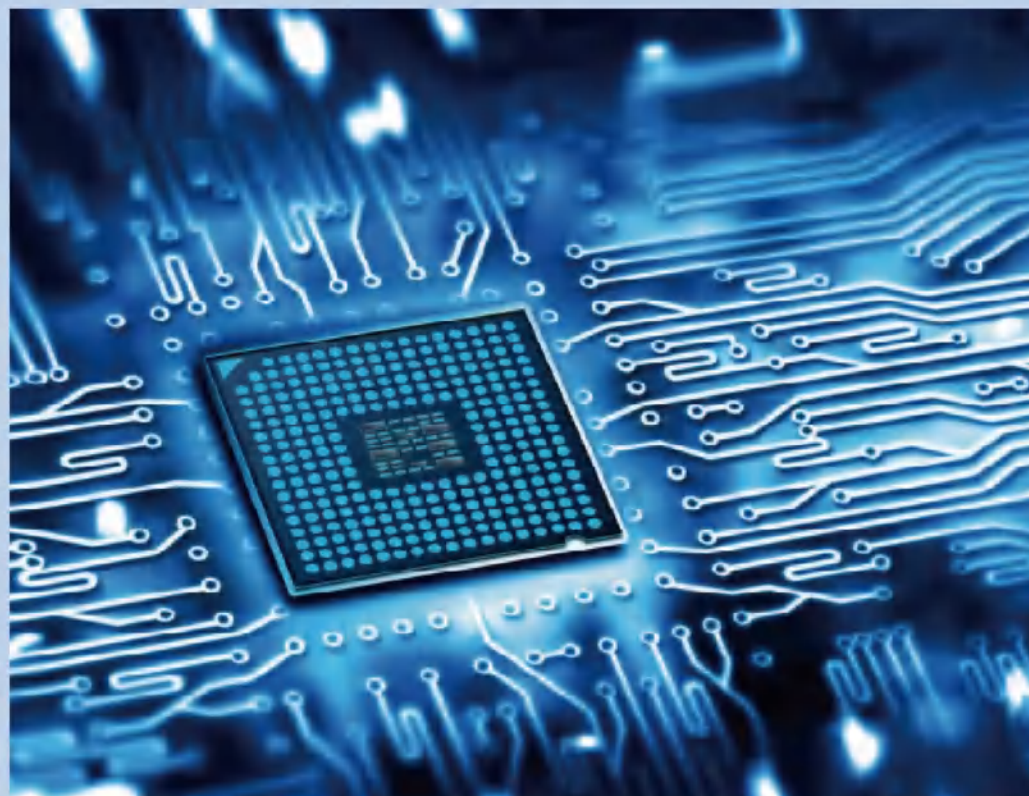
We challenge ourselves to excel in all aspects of publishing and most importantly, we enjoy in what we are doing.

✓ Open Communication

We believe that the exchange of ideas through open channels of communication is instrumental to our development. We are in continuous consultation with the research and professional communities to influence our direction.

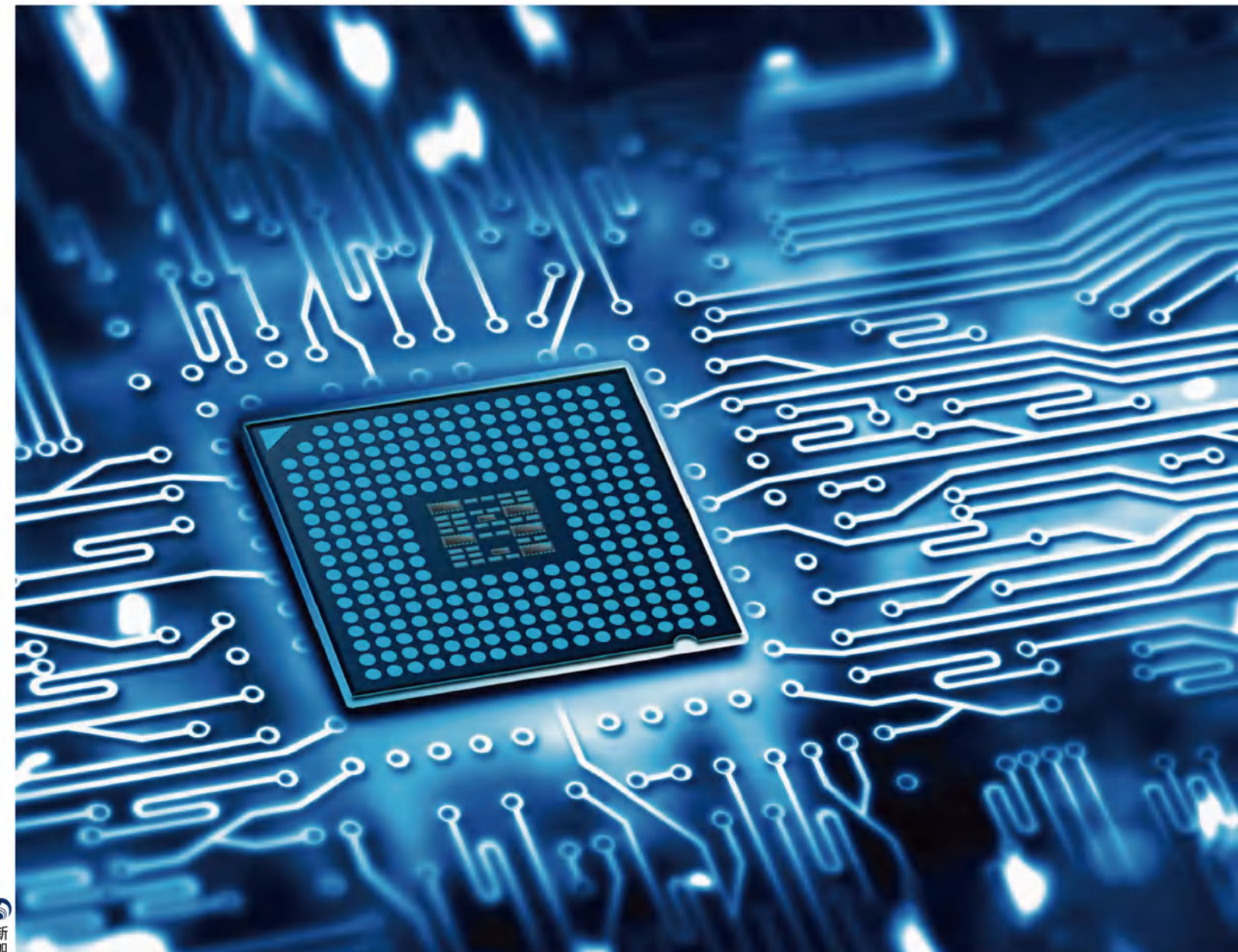
✓ Value & Respect

We empower our employees to proactively contribute to the success of the company. We encourage our people to innovate and execute, independently and collaboratively.



电力技术研究

Power Technology Research



电力技术研究

Power Technology Research

主编

Editor-in-Chief

蔡 强 马来西亚唐博科学研究院副院长，马来西亚

编委成员

(排名不分先后)

Editors

李 涛	南京河海南自水电自动化有限公司	胡添翔	国网四川省电力公司德阳市菱华供电分
饶倩倩	国网湖北省电力公司宜昌市夷陵区供电	公司	
丁 毅	江苏方天电力技术有限公司	靳海军	阳泉供电公司
崔 勃	中原黄金冶炼厂	刘黎春	徐州汉方物业有限公司(江苏师范大学
唐雪洋	四川石油天然气建设工程有限责任公司	梁 川	后勤集团)
黄书杰	国网确山县供电公司	许桂梅	山东东尚建筑设计有限公司
崔 鹏	内蒙古北方联合电力呼和浩特热电厂	胡 涛	清远电力规划设计院有限公司
曹美艳	山东省城镇规划建筑设计院	郑文龙	国网湖北省电力公司宜昌市夷陵区供电
江源龙	山东鲁华清洁能源有限公司	陈 锦	公司
郭 微	宁夏电力建设监理咨询有限公司	陆荟豆	山东泰山恒信开关集团有限公司
程 陈	国网四川省电力公司德阳市菱华供电分	孙宗伟	福建省送变电工程有限公司
王 远	单位雅砻江流域水电开发有限公司	石铁宝	广西百纳建设集团有限公司
赵国岭	江西中烟南昌卷烟厂	陈 浩	山东中实易通集团有限公司
			华电能源牡丹江第二发电厂
			江苏送变电有限公司

合作支持单位

Cooperative&Support Organizations

中国智慧工程研究会国际学术交流专业委员会	国际院士联合体
新加坡亚太科学院	美国恩柏出版社
新加坡万仕出版社	新加坡万知科学出版社
新加坡维图学术出版社	新加坡亿科出版社
北京春城教育出版物研究中心	万仕(成都)文化传媒有限公司
山东奥柏生物科技有限公司	



目录 CONTENTS

电力配网调度管理实践及其技术策略研究	张 冬 / 1
关于提升《电力拖动与控制》教学效果的实践与研究	吴建丽 / 4
人工智能在电力设备能效管理中的应用探索	陈雁飞 / 8
基于大数据背景下电力企业财务风险的防控研究	梁 丽 / 11
人工智能技术在制浆工艺中的应用	倪 锋 / 14
智能化巡检系统在安全管理中的实践探索	尹 涛 / 17
电力系统电气自动化的智能化运用分析	廖燕芳 阮 伟 / 19
火电厂空冷机组水耗及煤耗性能分析	刘凯峰 / 22
锅炉燃烧技术的优化与环境保护探讨	尹玉平 郑常元 / 25
定压双流道机组一次调频优化的技术措施研究	马艳芳 孙庆超 / 28
发电厂电力设备检修现状与优化措施探讨	秦 珂 孙 静 / 33
电力系统自动化发展中电气工程技术的分析	郭智勇 / 36

船用太阳能光伏系统的建模与仿真	孙丽兵 申 康 吴国柏 边 涛 李肖艳 / 39
计及分布式静态串联补偿器的含新能源电网静态电压稳定性分析	戴 鹏 穆加龙 蒋丽红 / 43
干法锂电池隔膜生产线关键技术研究	王 军 / 46
光伏电站功率预测与电网调度优化策略	李家鹏 / 49
生物质能主要应用技术发展现状及趋势分析	吕涛涛 / 52
智能化技术在电厂集控运行中的应用与效益分析	曲建松 / 55
并网电厂管理考核系统中 AGC 调节性能补偿措施	李 娜 朱 锋 张翔辉 郭明恩 / 58
500kV 架空输电线路导线引流板在沿海环境下导电情况分析	徐可凡 秦鑫波 申 信 李凯 潘荣国 / 62
500kV 架空输电线路金具在沿海环境下锈蚀情况分析	徐可凡 秦鑫波 申 信 李 凯 潘荣国 / 65
发电机碳刷打火故障消除的研究与创新	兰 嵩 / 69
电气自动化技术在电力工程中的运用分析	王家旭 / 72
运行超 10 年 500kV 输电线路杆塔接地网锈蚀情况分析	徐可凡 秦鑫波 申 信 李 凯 潘荣国 / 76
电气工程及其自动化的智能化技术应用	李 硕 / 80
电力变电一次设备的状态检修策略分析	卢浩博 / 83
电气工程及其自动化施工技术分析	李 解 / 86
变电一次设备中的故障检测与维护分析	张俊璘 / 90

电力配网调度管理实践及其技术策略研究

张 冬

国网富县供电公司 陕西延安 727500

摘 要：随着我国社会生产、生活的现代化程度越来越高，电力设备的规模越来越大，电力需求越来越大，这就给电力配网调度管理带来了新的挑战。工作人员既要加强自身的业务素质，掌握好基础的维修操作技巧，又要加强对电力管理与运行的了解，才能更好地满足企业发展的需求。电力配网调度管理工作，其首要目的是对电力配网的运行进行有效的调控与协调，使其能够更好地组织电网的正常运行。文章从电力配网的现状出发，阐述了电力配网管理工作的内容及重要意义，探讨了电力配网管理中应注意的几个关键问题，并提出了具体的技术策略。

关键词：电力配网调度；管理实践；技术策略

引言

由于我国电力能源的日益增多，对配电系统的调度和管理有了更高的要求，配电网的安全稳定与否，将直接影响到配电网的调度与管理。当前我国对电力系统的电力生产调度进行了较大的改进，但是在实际工作中还出现了不少的问题，忽视了一些管理细节，管理体系也不健全，这往往导致配电网调度错过最佳调度时间或发生操作失误，这给电力运行带来重大安全风险，给电力企业带来重大经济损失，这也严重威胁到相关员工的生命安全。同时在当前配电网调度管理工作中，管理和技术人员缺乏专业技术技能，目前由于配电系统整体质量不高，不能很好地适应配电网络的需求，已成为制约我国电力行业持续发展的一个重要因素。

1. 电力配网调度管理工作概述

1.1 电力配网调度管理工作的主要内容

第一，管理人员要严格按照相关的电网规则，对所辖电网中各类用电设备的运行及次序进行管理。第二，管理人员要针对电网的实际运行状况，对电网的频率、电压等进行适当的调节。第三，要加强对配电系统管理人员的素质培养，使其综合业务素质得以提升，从而使配电系统的供电质量与水平得到进一步的提升，从而保证配电系统的正常运行。第四，管理人员要结合配电系统的实际状况，制定一份调度计划方案，并严格地按既定的调度计划来操作，保证电网的安全、稳定运行。第五，对电力系统的运行状况进行综合监控。当发生故障时，应及时处理，并对应急电力配网的调度方案进行改进^[1]。

1.2 电力配网调度管理工作的重要意义

改革开放以来，我国进入了高速发展期，我国社会整体得到了长足的发展，但是在这繁荣的表面下，却暴露出用电结构不合理，用电负荷过大的问题。在此背景下，我国也意识到了电力配网管理的重要意义，积极进行技术更新和体制调整，实现城市与电力能源的同步发展。随着我国对电力配网规划管理的不断深入，目前大多数配电系统已经实现了自动化，大大降低了人为误差，降低了人力成本。配电网在城市供电中占有举足轻重的地位，担负着整个城市的供电任务，是保障我国电网安全、稳定运行的重要保障。因此合理地进行配电网规划管理显得尤为重要。

1.3 目前电力配网调度管理的主要问题

一是设备的维修与检验。电力配网配置的日常管理，既要进行维修，又要进行检验，因此，需要事先与配电系统的配置工作人员取得联系。在实际运行管理工作中，有些检验人员往往凭自己的经验进行维修，这不但造成了设备检验工作的低效，也造成了电力供应不足等问题。二是电力配网实现市场化速度加快问题。调配和地调是电力配网调度管理的重要组成部分，二者在实施过程中各有侧重，但又存在一定的联系。长期以来，供电企业对电力配网调度并不重视，现代化的管理手段也不健全，造成了整体的配电架构的分散化。同时我国电力市场的竞争日趋激烈，对电力配网调度提出了更高的要求，也给电力配网的建设带来了更多的挑战。另外，调度机构和发电集团也有利益关系，对电能质量进行监测已不能单纯地依赖于传统的管理手段，在新的市场经济

条件下,需要运用经济、法制等多种手段来协调各方面的利益。三是电力配网调度设备问题。在电力配网中,继电保护装置是保障电力配网安全、可靠运行的关键装置^[2]。但在实际操作中,因缺少对继电保护装置的日常维修与维护,致使相关指示不能按规定进行,造成了计算中的参数值不准确、计算误差等问题。这些问题的出现,直接关系到生产人员的人身和财产的安全,也关系到整个配电网的安全,造成了难以估量的经济损失。四是电力配网调度人员问题。在实际的电力配网设计中,由于操作人员未按规范操作,造成了大量的安全事故。但因其需多条电源线并行运行,若不断电,则较大的安全隐患。

2. 对配网调度进行管理的实践分析

2.1 对调度设备进行操作的实践分析

在电力配网的日常运行与调度过程中,往往会发生设备的切换。实际上操作者只能按照调度员的指令行事,电力配网的调度人员在下达切换指令时,需要综合考虑实际的电力配网运行方式、电压、频率、系统中各类自动化装置、继电保护及防雷等因素,才能保证指令的准确、合理,防止指令的不正确输出造成的故障^[3]。为了使操作票内容能够详尽、正确地填写,调度员要严格按照操作规程填写,并且在下达作业前由主管审核,并要将相关的工作内容,写进计划书中,同时其他计划工作也要依照相关的作业规范及规程,对已经完工的操作票做清楚标示,以免出现重复作业的情况。

2.2 对并网操作进行管理的实践分析

在电力配网调度中,调度的运行是非常重要的问题。并网调度就是对并网的发电机组、变电站等实行统一的调度与管理,如果调度多于两个配电网,则应当按照互联网机制来实现对电力系统的调度和管理。首先要建立具有较高连通率的电网调度组织,实行统一规划,分级管理;其次,要明晰各节点间的联系方式,遵循“上级指挥下级”的基本原则,对网络连通进行统一的管理与规划。最后,要注重对技术装备、行政设施进行统一的管理与规划,在进行规划时,要把联网的电厂、机组、变电站等全部管理设备和技术装备都考虑进去,并由最高层的规划组织进行统筹规划与管理。

2.3 对维护检验管理的实践分析

电网的高风险性、高波动性,使得电网事故难以避免。不管是由于电网的故障,还是由于地域上的差异,对故障产生的原因进行正确的分析和处理,都是电力工作人员需要做

的工作,一秒钟的延误都有可能造成无法估量的损失。例如,某一关键电力部门每秒钟停电,将使其损失高达几十亿美元,医疗部门每秒钟停电,那将会对数不清的病人造成不可想象的后果。所以,维护电网的稳定性,并对其进行检验,就成为电力工作人员的首要任务^[4]。

并且随着国家对电力工程的重视,各大高校纷纷开设电气类课程,其中电力维护方面的继电保护是电气课程的一门主干课,这些课程为很多在电力行业工作的学生提供了大量的就业机会。但随着学生数量的增长,缺少了实际操作经验,大多学生只能在书本上学到东西,所以在电力行业中强化电力实际操作非常重要。

3. 电力配网调度管理技术策略研究

目前我国对电力技术的发展给予了极大的关注,成立了一批具有自主知识产权的科研院所,大量资金用于研究所学生的电力配网管理技术的研究,由此可以看出,在配电网的控制中,这个环节的重要性是显而易见的。比如电力检验中的一些基本操作技能,如开关操作、配电管理等,都是用电人员所熟知的,是对电力系统进行检修和维护的基础操作技能。在更高级的电子装置中,例如霍尔传感器,作为电力温度传感器,能够监控并警告短路、过热等情况,其运行将更加安全,但是其技术门槛非常高^[5]。比如如何从频率曲线中找出短路点,并通过电压、电流等参数进行观测,这既要求有丰富的工作经验,又要求有较强的观察力。

3.1 对调度设备进行管理的策略分析

在电力配网中,电气设备的正常工作对其安全性有很大的影响,所以在对电力配网进行调度时,经常要对装置的工作方式或工作状态进行调整。在进行配电网的调度时,应严格按照各项规范进行,对调度工作模式和工作状态的确定,确保运行标准的准确性和科学性。在调度过程中,非相关人员不得擅自闯入调度室更改工作状态。在配电网中,如果存在严重的安全问题,对设备及人员造成危害时,需要立即通知调度人员,以便有充足的时间进行设备调配。根据调度员的指示,操作人员要变换设备运行的属性和状态。

3.2 对执行调度命令进行管理的策略分析

由调度人员发出的调度命令,是对电力配网设备运行状态进行调节,对事故进行管理和控制的基础。所以相关的工作需要严格遵守运输规范,当接收到调度指令时,操作者需要对其进行反复检查和确认,当核对调度命令是正确的,

就得按照调度命令的要求,迅速而正确地完成各项操作任务。另外在调度日志中,需要对指令的内容进行详尽的记录,为以后的工作提供可借鉴的基础,尤其是在调度指令的执行过程中,如果出现了差错或意外情况,则需要对所记录的各项数据信息进行追踪和问责^[6]。当操作员核对调度指令时,如果指示的内容错误,应及时告知调度员。若调度员不止一次下达了调配指令,则由作业人员自行决定。若此指令危及人身及设备的安全,操作员应拒绝继续作业,并将其理由告知领导,并将所拒绝的理由汇报上级,由上级来判断处理。

4. 提高电力配网调度管理实践和技术的有效策略

4.1 完善电力配网调度管理机制

对电力配网进行管理,是实现合理、高效的供电保障,当前我国电力配网调度管理机制中存在的问题还有待于进一步完善。第一,对各部门的工作安排进行优化,合理安排工作时段,加强员工的管理,保证电力配网规划工作的顺利进行。第二,建立相应的奖惩制度,对表现好的员工给予肯定,对不称职的员工给予相应的惩罚。给相关人员以激励、负责的态度,有助于电力配网调度管理。

4.2 加大维修力度和效率

加大维修力度和效率是保证配电网规划合理运行的关键。在维修过程中,普及相关人员的安全意识,使安全效果体现在整个工作过程中,不仅是谈论安全,而且是将安全付诸实践,这是首要和关键的。另外在维修过程中,要完善维修计划,建立相对完整的维修计划,使维修部门和人员能够及时有序地开展维修工作,从而提高维修效率。此外,对相关仪器设备进行定期维护和监测更为重要,要尽量避开主要维护活动,同时要注意定期的维护工作,才能使配电网调度更加科学,防止意外发生,增强系统的稳定与安全^[7]。

4.3 提高对先进调度设备的实操能力

我国十分重视电力技术工作的开展,成立了电力技术研发中心,加大了对电力技术的投资力度。电力作业人员应具备基础的电气设备维护技能,有些先进的电力装置,例如电力温度感应器、电子侦测器、警报开关等,可保证设计工作的安全性,但也要求有较强的操作能力。比如,在实际运行过程中,经常会出现一些故障,这既要求工作人员细心、严谨,又要求有较好的理论基础和实际工作经验。

4.4 研究和掌握新型管理技术手段

随着我国电力管理技术水平的不断进步,在配网调度中采用了多种新的管理方法,能够有效地改善配电系统的运行效率。比如,在检测设备中使用传感器,既节约了资源,又节约了劳动力,其最大的优势就是能够在短时间内找到故障的根源,并能迅速地排除故障。因此,如何对现有的电力配网进行优化,并将其运用到电力配网中,就成为一项迫切需要解决的问题。另外,目前仍有很多与电力相关的技术问题需要深入研究,例如电力中的谐波会造成电能损失,也会引发大火,虽然一些技术方法可以解决这些问题,但如何更好地应对,还有待于进一步的研究。

5. 结束语

综上所述,电力配网调度管理,需要依据国家相关规定与标准,采用统一的管理手段,对电力配网进行调度。另外工作人员还需要按照国家电网的相关规定,在其所负责的区域内,按规定配置用电设备,并根据实际用电状况进行调频、调压。为了更好地处理电力系统中的各类故障,管理人员需要采取科学的、恰当的继电保护方式,以最大限度地降低系统的安全风险。我国在电力管理方面与国外先进国家比较,还存在着一定的差距,为此需要加强电力配网管理技术上的投资,加强电力系统的管理,进而提高管理水平。

参考文献

- [1] 夏小艳. 电力配网调度管理和技术分析 [J]. 甘肃科技纵横, 2021, 50(11): 4-7.
- [2] 尹潇宇. 电力配网调度管理实践及其技术策略研究 [J]. 无线互联科技, 2021, 18(09): 117-118.
- [3] 罗冬. 电力配网调度管理实践及其技术的研究 [J]. 我国新通信, 2019, 21(24): 234.
- [4] 武建忠. 电力配网调度管理实践及其技术策略 [J]. 集成电路应用, 2019, 36(03): 62-63.
- [5] 曾凯. 电力配网调度管理实践及其技术策略 [J]. 我国新技术新产品, 2018, (23): 135-136.
- [6] 沈锦华. 关于电力配网调度管理技术及管理措施研究 [J]. 现代经济信息, 2017, (24): 370.
- [7] 柯艳平. 分析电力配网调度管理实践及其技术 [J]. 科技与创新, 2017, (08): 85.

关于提升《电力拖动与控制》教学效果的实践与研究

吴建丽

江苏省徐州技师学院 江苏徐州 221000

摘要:《电力拖动与控制》课程是中高职学生的必修课,掌握电力拖动控制线路对于提高电力系统运行稳定性具有重要意义,对于电力维护至关重要。文章通过以原理图为载体追本溯源、实操过程中及时高针对性反馈、阶段性无规律测验等方面,对教学方法进行研究并实践,极大提升了教学效果。

关键词: 电力拖动; 教学效果; 高针对性

《电力拖动与控制》技工院校相关专业的一门重要且有一定难度的课程,在教学中涉及理论和实践两个方面,两者相辅相成^[1]。中职学生普遍基础比较薄弱,而相关内容专业性强,对学习能力强。大部分学生只能完成简单回路的任务,对于复杂回路,接线出错率高,一旦检测出现故障几乎无法排除。很多学生无论理论还是实践,学习难度大效率低,很大程度上影响了教学效果。

笔者针对这种情况,将教学中产生的问题分门别类地记录下来,找出问题的本质,提出解决问题方法并用实践验证,分类汇总经验。在教学中通过不断复盘和迭代,复盘过去的精华,迭代出新的方法,不断优化教学输出,取得了很好的教学效果。

1. 以原理图为载体追本溯源

根据编写需要,教材中将单个知识点放在前半部分,将原理图的分析以及接线和检测等综合内容放在了后半部分。由于前面理论知识多且零散,互相之间联系不紧密,学生的学习动机水平又低,能学会并学懂弄透的学生极少。

在教学过程中笔者不断复盘、调整教学思路、改变教学方法,最终通过以原理图为载体追本溯源的方法让零散的知识点“吸附”在原理图中,使学生在找到抓手并逐渐建立了兴趣。以图1具有过载保护的点动控制原理图为例,介绍本方法在教学中的应用。

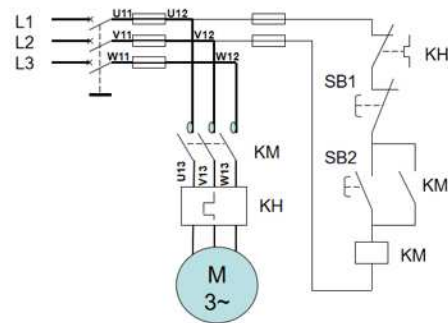


图1 具有过载保护的点动控制原理图

让学生对着图1原理图中元器件符号在教材中找到相关知识点,知道符号所对应元器件的名称并在网孔板上找到符号所对应的实物。适时提出问题,引发学生思考。例如,SB1和SB2的区别在实物中是如何体现的?图1中三个地方有KM,这三个KM是否是同一个元件?如果是,原理图中的三处KM分别对应实物的什么具体位置?KH有什么作用?等等。由元件到整体,由浅入深,逐层递进,更加符合学生认知规律^[3]。

画出按钮的简图并按照左图的连接方式进行接线

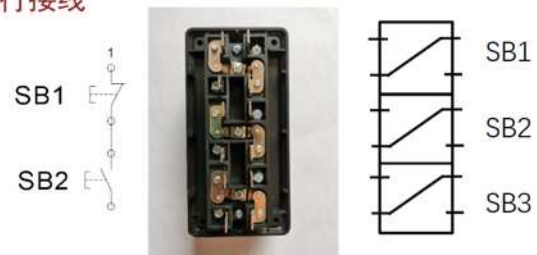


图2 按钮的实物与原理

学生刚开始接触一个新知识需要更多的引导和启发,让他们带着问题去查阅资料,有一个明确的方向,使他们在 学习过程中既感觉到困难,同时又能体会克服困难之后收获的喜悦。从心理学的角度,让学习在学习过程中体验“心流”的感觉。这是一个奇妙的感觉,沉浸在学习之中忘了时间的流动,甚至可能忘记自身的存在^[2]。这要求教师在准备问题时能把握“旧知识”和“新知识”之间一个最合适的配比。

以上问题解决完之后,让学生对着图 2 理解按钮的组成以及接线图的画法,为接线做好铺垫。这个过程一直围绕按钮进行知识的积累和内化,学生比较感兴趣。趁热打铁,让学生根据原理图对按钮进行接线,如图 3 所示。



图 3 按钮接线

按照这种方法,带着学生认识并学习图 1 中其他元器件。在这个过程中关于电动机、熔断器、热继电器、交流接触器和按钮等知识都被容纳进来,而且还能将这些知识之间建立联系,这样的理论知识传输更有效也更高效。

在学完原理图理论知识后,让学生用思维导图对知识进行整理和归纳,在整理过程中学生对知识又进行了一次加工,印象很深刻,有的学生还会进行扩展。这一过程有助学生建立自己的知识体系,不仅加深了对知识的理解,还能让知识长出“触角”,延伸思考,无形中培养了学生自主学习的能力。

学生有明确的学习目标,整个过程中有结果导向,更容易激发学习兴趣。

2. 及时高针对性反馈

传统的教学是几十人按照相同的进度学习,同样的内容,对于某些学生来说是“舒适区”,根本无需再学,对某些学生来说是“恐慌区”,还需多学。而有效的学习任务必

须让学生在“学习区”内进行,要具有高度的针对性^[2]。所谓“学习区”就是最适合学生当下学习的内容。这要求教师尽可能掌握每个学生的学习情况,布置最适合的学习任务。因此每次课堂实践时,笔者都会精心准备好几个学习任务供同学们选择。

在教学过程中笔者还注重培养学生的成长型思维模式,让他们把任务当成一个学习的机会,并不是通过任务来证明什么,而是通过任务来提升自己。大部分学生有挑战心理,当他们选择了一个较难的任务后,笔者会适时给他们提供帮助。一方面让学生了解自己需要改进的地方,另一方面让学生不至于在某一个点上花费过长时间,这样可以避免学生因为选择任务过分困难而中途放弃。在学生完成任务的过程中提供非常具体的及时反馈,因材施教,源源不断地提供高度具有针对性的具体指导。

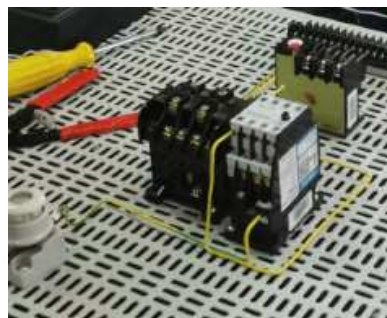


图 4 点评

个别问题个别指导,例如有的学生元器件布局不合理,元器件靠得太近线过短不便于连接,元器件离得远造成材料的浪费等,及时调整位置;典型问题停顿整改。如果发现接线比较好的应及时表扬,如图 2 所示在刚开始接线比较好的例子要及时当众表扬,给学生正确的行为导向。

在学生实践过程中笔者加强巡回指导,尤其在这门课程初始阶段。师者,所以传道授业解惑也。在电力拖动课程中,老师的最大作用就是提供即时的反馈。让学生在练习过程出现的问题能及时得到解决。好的老师就如同好教练,一招一式都需要有人随时纠正,避免错误动作变成习惯动作。

由于学生人数多,为了提高指导效率,笔者也尝试让班级中学得快学得好的学生适当协助指导其他学生。一方面提高课堂效率,另一方面也锻炼学生语言表达能力和知识输出能力。学生和学生之间容易沟通,学得好的学生通过帮助别人也能从同学的错误和知识漏洞中学到东西,大家凝心聚力,互相帮助,共同进步。

经过一段时间的学习,每个学生或多或少都取得了进步。要想让学生能持续进步就需要使教学任务能保证学生持续地在“学习区”学习。所以教师必须随时掌握学生的学情,一旦学生已经学会了某个知识或技能,就不应该继续在上面花時間,应该立即转入下一个困难点。

每次精心设计学习任务,在任务中既有新知识又有旧知识,增加学生对知识的提取强度,从而也保证学生都能在学习区学习。

3. 高针对性训练

职业院校培养技能人才,而技能是人脑中的一种硬件结构,是“长”在人脑中的,技能不容易获得,一旦获得了也很难抹掉^[2]。纵观那些技能大赛获奖选手,他们的训练时间长强度大,这是他们获得成绩重要因素。经过长期大量的重复训练和高针对性训练让技能“长”在学生身上。

在实习的初始阶段,学生对于电线长度选择不合适,元器件布局不合理,线与线的交叉不能避免,原理图与接线图之间不能正确转化,走高走低判断不准确,接错了不知如何排故等等。这些问题有些是个别学生存在的,有些是共性的,教师在巡回指导过程中随时记录,在课后进行归纳整理,并针对出现的问题准备下一次课的练习任务,通过高针对性练习来有效解决。准备教学任务坚持“以学生为中心,以产出为导向”(OBE)的教育理念^[3]。为了让学生快速并且规范接线,必须要经过大量的重复训练。

如果针对性明确,看似无用的训练也可以很有用。例如,在电力拖动课程中,笔者也会让学生有一段时间的放松,这个放松并不是像课间一样,笔者让同学们“撸线”,用剥线钳或者螺丝刀把硬线撸直。这个训练可以在很大程度上提高接线的工艺美观性。

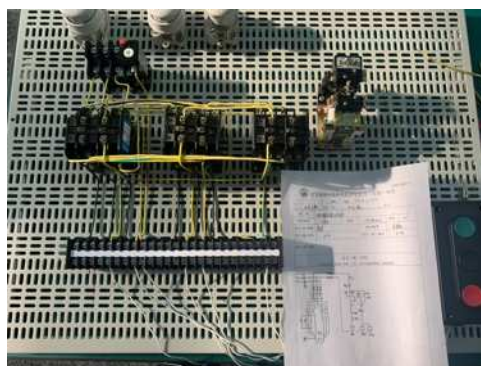
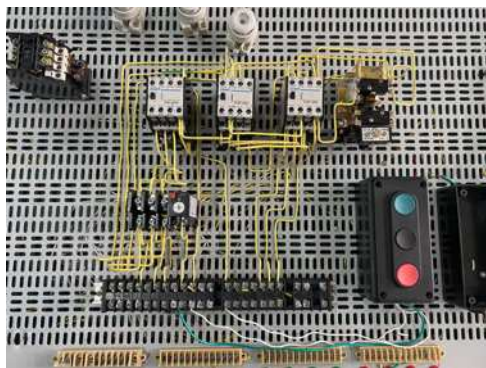


图5 练习任务

如此反复经过一段之间的高度针对性训练,学生的接线不仅规范而且熟练了很多,通过对接线过程中出现的错误进行及时的纠正并引导学生进行思考,学生对原理的理解更加深入,接线错了也能通过分析原理顺利排除故障。图5所示,是两个学生的训练成果,从视觉上让人感受到了工匠精神。平时笔者会特别注意将工匠精神融入到课堂中,真正做到“立德树人”,提升学生的职业素养,促进学生德技并修^[3]。

4. 阶段性无规律测验

真正理解知识唯一的办法是测验是考试,没有测验没有考试,知识只是幻觉。测验可以改进教学,有助于学生实现自身的学业理想和价值。因此,不仅要考核对知识的掌握程度,更要考察其综合能力和过程表现^[4]。在电力拖动课程中,通过一些小测验和大考核来检查学生的知识技能掌握情况。

测验形式尽可能多样化,可以是线上的一份理论知识小试卷,也可以是单独关于某两个元器件的接线,也可以是对某个知识点的整理,还可以对原理图的分析或者对某一故障进行排除等。通过测验反馈及时掌握学生的学习状况,并进行总结,根据个体差异对教学内容做出快速调整,进而有效提高整体教学质量,实现对教学的持续性改善和提升^[4]。

我们正处在一个知识快速更新的时代,一届一届的学生不同,班级和班级之间还有差异,为了提升教学质量,教师应不断学习新思想新理念,从而沉淀出自己独特的教学方法。

所谓“新思想”,并不一定是距离我们生活很远的前沿思想,其实我们平时习以为常的观念,都在不断地被刷新。

5. 结语

电力拖动课程以原理图为主线追本溯源,及时高针对性反馈,高针对性练习以及阶段性无规律测验,锻炼了学生的思维能力,强化了学生的技能操作,激发了学生的学习热

情，培养了学生的工匠精神，进而取得良好的学习效果^[5]。

教育工作者要坚持革新教学方法与教育理念，提高教学的科学性与先进性，促进教学质量稳步提高^[6]。

参考文献

[1] 许涛.工学一体化教学模式在“电力拖动控制线路”课程中的应用[J].中国培训,2023,08(039)

[2] 万维钢.学习究竟是什么[M].新星出版社,2020

[3] 宗许宁 谢元辉.基于OBE教育理念的船舶电力拖动设备课程教学改革与实践[J].武汉船舶职业技术学院学报,2023年第5期

[4] 郭凯凯等.“电力拖动自动控制系统”课程教学方法探索[J].电气电子教学学报,2023年10月

[5] 罗兆军.高效控制线路接线图绘制方法[J].科技创新,2020.15

[6] 秦汉.一体化教学在《电力拖动控制线路》实训中的应用探索[J].赤峰学院学报(自然科学版),2018年7月

作者简介

吴建丽(1980-),女,汉族,江苏南通人,高级讲师,工程硕士,主要从事机械类教学及一体化改革工作。

人工智能在电力设备能效管理中的应用探索

陈雁飞

浙江嘉恒科创有限公司 浙江嘉兴 314000

摘要: 本文探讨了人工智能在电力设备能效管理中的应用。首先介绍了电力设备能效管理的重要性和挑战,然后阐述了人工智能在能效管理中的优势和应用场景。接着,详细探讨了人工智能在电力设备运行监测、故障诊断与预测、能源消耗优化等方面的具体应用,并总结了其应用现状和未来发展趋势。

关键词: 人工智能; 电力设备; 能效管理; 运行监测; 故障诊断; 能源消耗优化

1. 引言

电力设备的高效稳定运行是保障电力供应质量的基础。然而,如何实现电力设备的能效管理一直是一个重要的难题,现有方法存在着精度低、数据处理效率低等问题。为此,引入人工智能技术对于提高电力设备能效管理水平具有重要意义。本文通过介绍人工智能在电力设备能效管理中的优势和应用场景,详细探讨了其在电力设备运行监测、故障诊断与预测、能源消耗优化等方面的具体应用,并总结了其现状和未来发展趋势,旨在推动人工智能技术在电力设备能效管理中的应用和发展。

2. 人工智能在能效管理中的优势和应用场景

2.1 人工智能的潜在优势

人工智能在能效管理中具有诸多潜在优势。首先,通过机器学习算法,人工智能可以分析大量数据并发现其中的规律模式,从而实现对电力设备运行状态的精准监测与预测,提高管理效率。其次,人工智能还能够快速进行故障诊断与根因分析,帮助工程师快速找出问题所在并进行修复,降低维护成本。此外,人工智能技术还能够优化能源消耗模式,制定更加合理的能源利用策略,从而降低能源消耗成本,提升设备的能效水平。

2.2 人工智能在能效管理中的应用场景

人工智能在能效管理中有着广泛的应用场景。首先,它可以应用于电力设备的实时监测与预警,通过对设备运行数据的实时分析,及时发现异常情况并进行预警,确保设备安全稳定运行。其次,人工智能还可以在故障诊断与预测方面发挥作用,利用历史数据建立故障模型,实现对潜在故障的提前诊断与预测。另外,人工智能还可以在能源消耗优化

方面发挥作用,通过对能源使用数据的分析,制定出更加科学合理的能源消耗优化策略,实现节能降耗的目标。

3. 人工智能在电力设备运行监测中的应用

3.1 数据采集与处理

在电力设备运行监测中,人工智能起着关键作用。首先,人工智能通过各种传感器和监测装置对电力设备进行数据采集,包括电流、电压、温度等参数的实时监测。然后,通过数据预处理和清洗,去除异常值和噪声,确保数据的准确性和可靠性。接着,利用机器学习算法对采集到的数据进行分析 and 建模,找出其中的规律和趋势,为后续的异常检测和运行状态评估提供支持^[1]。

3.2 异常检测与预警

基于人工智能的电力设备运行监测系统可以实时检测设备的运行状态,发现潜在的异常情况。通过对历史数据和模型的训练,人工智能可以识别出设备正常运行的模式,并在发现异常时进行预警。例如,当设备温度超过预设阈值或电流突然增大,系统会自动发出警报,通知相关人员及时处理。这样可以避免设备故障的发生,提高设备的可靠性和安全性。

3.3 运行状态评估与优化

人工智能还可以对电力设备的运行状态进行评估和优化。通过对大量历史数据和实时数据的分析,人工智能可以建立设备的模型,预测设备的寿命、维护周期等关键指标。同时,它还可以根据实时数据和环境因素,调整设备的运行参数,实现能源消耗的优化。通过优化运行状态和能源利用策略,可以提高设备的能效水平,降低能源消耗成本,延长设备的使用寿命,从而实现可持续发展的目标。

4. 人工智能在电力设备故障诊断与预测中的应用

4.1 故障诊断模型的构建

在电力设备故障诊断与预测中,人工智能可以通过构建故障诊断模型来实现对潜在故障的快速准确识别。利用历史故障数据和设备运行参数等信息,人工智能可以采用各种机器学习算法和深度学习技术构建故障诊断模型,从而实现对不同类型故障的识别和分类。这样可以帮助工程师快速准确地判断设备是否存在故障,并为后续的维护提供指导。

4.2 故障预测与预警

人工智能系统会收集并整理大量的设备运行数据,包括传感器数据、实时监测数据、设备参数等。然后,通过对这些数据进行分析 and 挖掘,人工智能系统可以提取出与故障相关的特征和模式。接下来,系统会利用机器学习算法或深度学习模型对这些特征进行训练和建模。最后,当新的数据输入到系统中时,人工智能系统可以根据之前学习到的模式和规律,判断出设备可能出现故障的迹象,并发出预警信号。通过故障预测和预警系统,企业可以及时采取措施来防止设备故障的发生^[2]。一旦系统发现设备可能出现故障的迹象,会及时向相关人员发送预警通知。这样,相关人员可以迅速采取必要的维修和保养措施,修复潜在的故障点,避免设备损坏和停机时间的增加。这对于提高电力设备的可靠性和稳定性至关重要。

4.3 故障分析与根因定位

在电力设备故障分析和根因定位中,人工智能通过对故障数据的深入分析和建模,可以帮助工程师识别出故障的根本原因,从而制定有效的修复方案。首先,人工智能可以根据历史数据和设备参数等信息,训练出故障诊断模型。这个模型可以帮助工程师快速识别出设备中可能存在的故障类型,并为后续的根本原因分析提供指导。其次,人工智能可以利用大量数据和各种算法进行故障分析。例如,采用机器学习算法和深度学习技术,可以对故障数据进行特征提取和分类,进而找出故障的潜在规律和原因。最后,人工智能还可以利用数据挖掘和可视化技术,将故障数据进行可视化呈现,帮助工程师深入了解故障现象和本质。同时,人工智能也可以对故障数据进行多维度分析,结合设备运行状态和环境因素,精确定位故障根因,为修复提供指导。

5. 人工智能在电力设备能源消耗优化中的应用

5.1 能源消耗分析与模型建立

电力设备的能源消耗是其运行成本的重要组成部分,如何降低能源消耗成为企业管理者关注的问题。人工智能在电力设备能源消耗优化中的应用首先需要进行能源消耗分析和模型建立。通过收集和整理设备运行参数、用电量、能源价格等信息,人工智能可以对能源消耗进行深入分析。利用机器学习和数据挖掘技术,可以发现能源消耗的规律和特征,建立能源消耗模型,为后续的优化策略制定提供依据。能源消耗模型的建立可以采用多种技术手段,例如基于神经网络的模型、决策树模型、支持向量机模型等。这些模型可以根据不同的数据类型和消耗特征进行选择,建立起适合企业实际情况的能源消耗模型。

5.2 能源消耗优化策略制定

基于能源消耗模型,人工智能可以制定出针对电力设备的能源消耗优化策略。通过对历史数据的分析和建模,人工智能可以找出能源消耗的瓶颈和潜在改进点,包括设备运行参数、设备维护等方面。例如,通过优化设备的运行参数和调整设备的工作模式,可以降低能源消耗。此外,结合能源价格和需求预测等因素,人工智能可以制定出适应实际情况的能源消耗优化策略。这些策略可以根据企业的实际情况进行个性化定制,以达到最佳的能源消耗效果^[3]。

5.3 能源消耗效果评估与调整

能源消耗优化的目的在于降低电力设备的运行成本和能源消耗,因此对优化效果进行评估和调整是必不可少的环节。人工智能利用大数据技术可以收集实时的能源消耗数据,并与模型进行对比分析,评估优化策略的有效性。如果发现优化效果不佳,人工智能可以根据反馈信息进行相应的调整,并重新制定优化策略。通过不断迭代和优化,人工智能可以持续改进能源消耗的优化效果,实现电力设备的可持续、高效运行。同时,能源消耗优化效果的评价不仅关注单一设备的能源消耗,还包括整个企业的用电情况。因此,人工智能需要将多个设备的能源消耗进行综合分析,并提供相应的评估报告和决策支持,帮助企业管理者制定出更加科学合理的能源消耗优化策略。

6. 结论

本文系统地探讨了人工智能在电力设备能效管理中的应用,详细阐述了人工智能在电力设备运行监测、故障诊断

与预测、能源消耗优化等方面的具体应用，并总结了其现状和未来发展趋势。通过引入人工智能技术，可以实现对电力设备运行状态的精准监测与预测、快速故障诊断与根因分析、以及能源消耗模式的优化，从而提高管理效率、降低维护成本、优化能源利用策略，为电力设备的可持续发展提供重要支持。未来，随着人工智能技术的不断发展和深化应用，相信在电力设备领域将会有更多创新性的应用实践，为电力行业的高效运行和可持续发展带来新的机遇与挑战。

参考文献

[1] 张俊. 智能技术在电力设备自动控制系统中的应用

[J]. 电子技术, 2023, 52(08): 160-161.

[2] 李志峰, 刘林清. 适用于季节性用电台区电力设备监测的风光互补备电系统方案 [J]. 农村电气化, 2021(08): 54-56.

[3] 刘振宇. 多元复合储能技术在电力设备能源自动集成中的运用研究 [J]. 中国设备工程, 2023(21): 234-236.

作者简介

陈雁飞, 1986.03, 男, 汉, 浙江嘉兴人, 本科, 工程师, 研究方向: 电力工程。

基于大数据背景下电力企业财务风险的防控研究

梁 丽

国网宁夏电力有限公司综合服务中心 宁夏银川 750001

摘 要：随着大数据技术的不断发展，电力企业面临着越来越多的财务风险和挑战。本文基于大数据背景，对电力企业财务风险的防控进行了研究。首先介绍了大数据技术背景下的风险来源和特点，然后分析了电力企业财务风险的影响因素，接着阐述了大数据技术在电力企业财务风险防控中的具体应用，最后提出了基于大数据的电力企业财务风险防控策略。本文的研究对于电力企业加强财务风险管理和提高风险防控能力具有一定的参考价值。

关键词：大数据技术；电力企业财务风险；风险防控；风险管理

引言

随着经济全球化和信息技术的快速发展，大数据技术已经成为企业竞争和发展的重要手段。在电力行业中，大数据技术也得到了广泛的应用。然而，随着大数据技术的不断推进，电力企业也面临着越来越多的财务风险和挑战。因此，如何利用大数据技术加强电力企业财务风险的防控和管理，提高企业的竞争力和可持续发展能力，是当前电力行业面临的重要问题。

1. 大数据背景下电力企业财务风险概述

1.1 电力企业财务风险的来源

在大数据背景下，电力企业的财务风险呈现出复杂性和不确定性。这主要源于两个方面：一是电力企业的运营环境日益复杂，包括市场竞争、政策法规、技术进步等多方面因素，这些因素对电力企业的财务状况产生了深远影响；二是大数据技术的应用使得电力企业能够更好地掌握运营数据，从而更好地进行财务风险分析和预警。总之，在大数据背景下，电力企业财务风险的来源也变得更加多样化和复杂化^[1]。主要的财务风险来源如表 1 所示：

1.2 大数据背景下电力企业财务风险的新特点

（1）数据量巨大：随着电力企业的信息化发展，以及大数据技术的普及，电力企业的数据量呈现出巨大的增长趋势。这些数据涵盖了企业的各个领域，包括财务管理、生产运营、市场销售等。如何有效管理和利用这些数据，成为了电力企业面临的重大挑战。（2）数据类型多样化：在大数据背景下，电力企业的数据类型也变得更加多样化。这些数据不仅包括传统的结构化数据，还涵盖了大量的非结构化数据，如文本、图像、音频等。这些非结构化数据对电力企业的财务风险控制具有重要影响。（3）数据处理速度快：大数据技术的一个重要特点是数据处理速度快，在电力企业的日常运营中，需要处理大量的数据，而大数据技术可以帮助电力企业快速处理和分析这些数据，从而更好地进行决策和控制财务风险。（4）数据安全风险增加：随着电力企业的数据量增长和数据处理速度加快，数据安全风险也随之增加。如何保护企业数据的安全，防止数据泄露和被攻击，成为了电力企业需要重点关注的问题。总之，大数据背景下电力企业财务风险的新特点对电力企业提出了新的挑战 and 机遇。电力企业需要积极应对这些新特点，加强数据管理和风

表 1 大数据背景下电力企业的财务风险来源

财务风险来源	描述	相关因素
投资风险	大规模投资以提升信息化水平和技术能力，可能面临市场变化、政策调整等风险	市场变化、政策调整
运营风险	运营数据量大幅增加，如何有效管理和利用这些数据成为一个重要问题	大数据技术运用、电力市场开放和竞争加剧
市场风险	电力市场开放和电力交易增加导致电力价格波动更加频繁和剧烈，给财务管理带来新挑战	电力市场开放、电力交易增加
技术风险	在运用大数据技术过程中需要面对技术更新换代的风险，如新的数据处理技术可能带来新的安全隐患和风险	大数据处理技术更新换代、安全隐患和风险

险控制，提高企业的运营效率和竞争力。

2. 电力企业财务风险的影响因素分析

2.1 能源价格波动

电力企业的主要收入来源来自能源销售，而能源价格的波动可能导致企业盈利能力的的不稳定。例如，原材料价格的上涨可能增加企业的成本，而市场竞争激烈时，企业难以将这些成本转嫁给消费者，从而影响企业的盈利能力。

2.2 能源需求变化

电力需求的波动也会对电力企业的财务风险产生影响。例如，经济周期的波动可能导致电力需求下降，从而减少了企业的销售量和盈利能力。此外，新的能源替代品的出现也可能改变电力市场格局，对传统电力企业造成竞争压力。

2.3 技术风险

电力企业需要不断引进新的技术来提高效率和减少成本。然而，技术创新也带来了一定的风险，包括技术的可靠性、安全性和可行性等方面。如果企业在技术上没有足够的竞争力，或者技术投资没有得到有效管理，可能会导致企业面临财务风险。

2.4 自然灾害和突发事件

自然灾害（如洪水、台风等）和突发事件（如事故、停电等）可能对电力企业的供应链和设备造成损坏。这些损失不仅会导致企业的收入减少，还可能增加维修和恢复生产所需的成本。

3. 大数据技术在电力企业财务风险防控中的具体应用

3.1 数据采集与分析

首先，电力企业可以利用大数据技术对财务数据进行采集和整合。主要涉及到收集和整理企业的财务报表、资产负债表、利润表等各种财务数据，以及相关的市场数据、行业数据等。通过对这些数据进行整合和清洗，可以建立一个全面、准确的财务数据库，为后续的风险分析和预测奠定基础。其次，电力企业可以利用大数据技术对财务数据进行深入的分析。通过应用数据挖掘、机器学习和统计分析等技术，可以发现隐藏在财务数据中的规律和趋势。例如，可以通过分析历史数据，预测未来的销售收入、成本费用等关键指标，帮助企业制定合理的财务目标和预算，及时调整经营策略。此外，大数据技术还可以帮助电力企业进行财务风险的监测和预警。通过建立模型和算法，结合实时数据的采集和分析，可以对宏观经济因素、市场需求、竞争格局等进行预测和监

测，及时发现潜在的财务风险，并提出相应的预警措施。

3.2 财务风险监测与预警

首先，通过采集和整合各类财务数据（如财务报表、利润表、资产负债表等），结合市场数据、行业数据等，建立起全面、准确的财务数据库。然后，利用大数据技术进行数据挖掘和分析，深入了解企业的财务状况。通过建立模型和算法，将历史数据与实时数据进行比较和分析，可以发现异常情况、异常趋势和潜在风险。其次，利用大数据技术进行财务风险预警。通过设定一系列的风险指标和警戒线，对财务数据进行实时监测。当财务数据超过设定的警戒线或出现异常情况时，系统会自动发出预警信号，通知相关人员进行及时处理。这种实时监测和预警机制可以帮助电力企业及时发现并应对财务风险，避免风险进一步扩大。此外，大数据技术还可以结合机器学习和人工智能等技术，构建预测模型和算法。通过对历史数据的学习和分析，可以预测未来可能出现的财务风险，提前制定相应的应对措施。这种基于数据的预测和预警系统可以帮助电力企业更加精准地进行财务风险防控，提高企业的应变能力和竞争优势。

3.3 决策支持与优化

首先，大数据技术可以对历史数据进行深入分析。通过对过去几年的财务数据进行挖掘和统计分析，可以发现企业的收入增长趋势、成本费用结构等规律。这些数据分析结果可以为企业决策者提供有价值的参考，帮助他们了解企业的财务状况，并根据过去的经验制定相应的决策。其次，大数据技术可以实时监测市场趋势和竞争动态。通过对市场需求、价格变动、竞争对手的动态等数据进行实时采集和分析，可以及时了解行业的变化和趋势。基于这些信息，电力企业可以调整产品定价、市场推广策略等，以适应市场需求和优化企业财务绩效。此外，大数据技术还可以结合机器学习和智能算法，帮助企业进行财务决策优化。通过对大量的数据进行学习和训练，可以建立预测模型和优化算法，从而实现财务决策的自动化和智能化。例如，可以利用机器学习算法预测销售收入、成本费用等关键指标，为企业提供更准确的财务预测结果和优化建议。

3.4 风险管理与控制

首先，通过大数据技术，电力企业可以收集和整合来自不同来源的风险数据。这包括内部数据（如企业的财务数据、业务数据等）和外部数据（如市场数据、行业数据等）。

通过对这些数据进行分析和挖掘,可以发现潜在的风险因素,并对其进行量化和评估。其次,利用大数据技术可以建立风险模型和预测模型。通过根据历史数据和实时数据的分析,可以发现相关的风险因素和关联规律。基于这些模型,可以对未来可能出现的风险进行预测和评估,为企业制定相应的风险管理策略提供依据。此外,大数据技术还可以结合智能算法和机器学习等技术,帮助企业进行风险识别和风险控制。通过对大量数据进行学习和训练,可以建立预警系统和自动化决策系统。当风险指标超过设定的阈值时,系统会自动发出预警信号,并提供相应的控制措施,帮助企业及时应对风险。

4. 基于大数据的电力企业财务风险防控策略研究

4.1 建立全面的风险管理体系

建立全面的风险管理体系是电力企业防控财务风险的基础,该体系应包括财务风险、市场风险、操作风险等各类风险的管理,以及完善的风险管理制度、有效的风险评估和预警机制、健全的风险管理组织架构等。通过大数据技术,电力企业可以实现对各类风险的实时监测和预警,及时发现潜在的风险因素,并采取相应的措施进行防范和控制。在建立全面的风险管理体系过程中,电力企业应明确各类风险的管理目标和策略,制定相应的风险管理流程和制度,并依托大数据技术对风险数据进行全面采集、整合和分析。同时,应建立完善的风险管理组织架构,明确各级责任和职责分工,确保风险管理的有效实施和全面覆盖。

4.2 强化内部控制,规范财务管理

4.2.1 运用大数据技术进行内部控制和财务监测

运用大数据技术,可以帮助电力企业实现对财务活动的实时监测和分析。通过对财务数据的挖掘和分析,可以及时发现潜在的财务风险和异常情况,为内部控制提供有力支持。例如,通过大数据分析发现异常的财务指标、交易行为等,可以迅速采取应对措施,降低财务风险。同时,内部审计是电力企业内部控制的重要组成部分。通过定期对财务活动进行审计和风险评估,可以发现潜在的问题和风险,并提出改进意见和建议。此外,电力企业还应建立完善的风险管理机制,包括风险识别、评估、监控和报告等环节,确保及

时应对和处理财务风险。

4.3 加强风险管理人才队伍建设,提升风险管理水平

在大数据背景下,电力企业的财务风险防控需要具备高素质的风险管理人才。电力企业风险管理人才队伍管理水平的提升,需要从以下几个方面入手:(1)建立完善的风险管理培训体系:电力企业应建立完善的风险管理培训体系,针对各级管理人员和业务人员开展不同层次、不同内容的培训。培训内容应包括风险管理理念、方法、技能等方面的知识,以提升员工的风险意识和风险管理能力。(2)引进高素质的风险管理人才:电力企业应积极引进具有丰富经验和专业技能的风险管理人才,以充实企业自身的风险管理力量。可以通过招聘、选拔等方式从企业内部或外部引进优秀风险管理人才,提高企业整体的风险管理水平。(3)建立风险管理团队:电力企业应建立一支专门负责风险管理的团队,由具备不同专业背景和技能的成员组成。团队成员之间应相互协作、信息共享,共同应对各种财务风险和挑战。同时,应加强对团队成员的培训和考核,提高团队的整体素质和水平。(4)加强与外部机构的合作与交流:电力企业可以与外部机构开展合作与交流,如参与行业协会、学术组织等组织的活动,加强与其他企业的交流与分享,获取更多的风险管理信息和经验,以提高自身的风险管理水平。(5)建立风险管理激励机制:电力企业应建立有效的风险管理激励机制,对在风险管理工作中做出突出贡献的员工给予奖励和激励。同时,应加强对员工的风险意识教育和责任意识教育,提高员工参与风险管理的积极性和主动性。

5. 结束语

总之,本文的研究对于电力企业加强财务风险管理和提高风险防控能力具有一定的参考价值。然而,随着大数据技术的不断发展和电力行业的不断变化,电力企业仍需要不断加强自身的风险管理和防控能力,以适应市场的变化和发展的需要。

参考文献

[1] 郑瑛. 大数据时代下电力企业财务风险内部控制问题分析与对策研究[J]. 财会学习, 2020, (25): 184-185.

人工智能技术在制浆工艺中的应用

倪 锋

浙江华章科技有限公司 浙江嘉兴 314500

摘 要：工业造纸制浆是个复杂的过程，包括原料处理、浆料制备、造纸和后处理等多个环节。传统的工艺流程往往依赖于经验和试错，效率有限且易受人为因素影响。而人工智能技术的普及为工业造纸制浆带来了新的变革机遇。通过深度学习、数据分析和智能控制等技术的应用，工业制造企业可以实现工艺优化、故障检测和预测、质量控制等目标。

关键词：人工智能技术；制浆工艺；应用

引言

随着科技的不断进步和人类需求的增长，工业制造业也在不断寻找更高效、更智能的解决方案。人工智能技术的迅猛发展为工业造纸制浆工艺带来了新的机遇。通过应用人工智能技术，可以提高生产效率、降低成本、改善产品质量以及减少对环境的影响。

1. 人工智能技术在工业造纸制浆工艺中的重要性

1.1 数据分析和优化

数据分析对于制浆工艺来说至关重要，因为制浆过程涉及到大量的参数和变量，如木材原料的种类、湿度、温度、化学添加剂的使用量等。通过采集并分析这些数据，可以帮助企业了解制浆过程中的各种因素对产品质量和生产效率的影响，并为决策提供依据。人工智能技术可以处理和分析大量的数据，识别出其中的模式和关联，从而发现隐藏在数据背后的规律。人工智能还可以通过实时监测和分析数据来预测制浆工艺中的故障和异常情况，使企业能够更快速地采取措施进行修复或调整。通过建立起制浆工艺的数学模型，并利用人工智能技术，可以对各种制浆参数进行优化。人工智能还可以根据实时数据变化，实时调整制浆工艺中的运行参数，以实现最佳的控制效果。

1.2 预测和故障诊断

人工智能技术可以通过学习和分析历史数据，建立预测模型来预测制浆工艺中的各种情况和结果。通过对数据的深入研究，人工智能系统可以识别出不同参数和因素与产品质量之间的关系，并根据这些关系进行未来的预测。在制浆工艺中，故障和异常情况时常发生，影响生产效率和产品质量。人工智能技术可以通过监测和分析实时数据，快速识别

出各种故障和异常情况。通过与历史数据的对比，人工智能系统可以判断当前工艺状态是否正常。一旦发现异常，人工智能可以提前向操作人员发出警报，并给出解决方案。这有助于减少停机时间，降低维修成本，并帮助企业保持正常的生产运行。

1.3 自动化和智能控制

人工智能技术可以实现制浆工艺的自动化调整。通过与传感器和监测设备的连接，人工智能系统可以实时获得制浆工艺中的各种数据，如温度、湿度、压力等。利用这些实时数据，人工智能可以根据预设的模型和算法，自动调整相关的工艺参数，以实现最佳的工艺控制。自动化调整可以减少人为操作的风险和误差，提高工艺的稳定性 and 准确性。借助人工智能技术，制浆工艺可以进行实时监测和反馈。通过与传感器的连接，人工智能系统可以实时收集和分析制浆过程中的各种数据，并根据数据的变化和趋势，及时发出警报或调整工艺参数。实时监测和反馈使企业能够更加准确地掌握工艺状态，快速响应并采取行动，确保产品质量和生产效率。借助人工智能技术，制浆工艺可以实现智能控制，根据学习和分析的数据，识别出不同因素对产品质量的影响，根据目标函数进行优化控制。

2. 工业造纸制浆工艺中存在的问题

2.1 高能耗和高水耗

工业造纸制浆过程需要消耗大量的能源，包括燃料用于蒸汽与电力的产生、电力消耗等。大规模的造纸厂通常需要使用高温高压的设备，这会导致能源的大量消耗。高能耗不仅会增加工业生产的成本，还会对环境造成负面影响，包括二氧化碳排放和资源浪费。工业造纸制浆过程需要大量的

水资源，包括原料浆料的制备、清洗设备以及废水处理等。大量的水资源使用可能导致水源的过度开采、水资源短缺和水污染等问题。废水处理也需要消耗大量的能源和成本，增加环境压力。

2.2 产生大量废弃物

工业造纸制浆需要大量的木材作为原料，而木材加工过程中会产生大量的废料，如树皮、树枝等。这些木材废料需要进行处理和清理，否则会占用空间并对环境造成影响。造纸行业对废纸的需求量也很大，但在废纸的回收与利用过程中，仍然会产生一定的废弃物，如造纸过程中的残渣、纸浆固体废弃物等。这些废弃物需要进行处理和处置。工业造纸制浆过程中的废水处理会产生大量的污泥，其中包含有机物和无机物等污染物。如果不妥善处理，这些污泥可能会对水源和土壤环境造成污染。

2.3 生产效率低

许多工业造纸制浆厂使用的设备可能已经使用了很长时间，存在老化和磨损的问题。老化的设备可能运行效率较低，容易发生故障并需要进行维修和更换。这导致生产过程中频繁的停机和延误，影响生产效率。工业造纸制浆工艺涉及到多个环节，包括原料准备、制浆过程、造纸过程等。其中每个环节都有一定的工艺参数和操作要求，需要进行严格的控制和调整。工业造纸制浆工艺涉及到大量的数据收集和分析，对于复杂的工艺系统来说，数据分析和优化可能变得困难。

3. 人工智能技术在工业造纸制浆工艺中的应用

3.1 数据采集和预处理



图 1 工业制浆设备

使用传感器和监控设备收集到的数据包括温度、湿度、

压力等各种参数。这些数据可以提供给人工智能系统进行分析 and 预测，以实现制浆工艺的实时监控和调整。例如，人工智能技术可以通过分析温度数据，来判断是否存在过热风险，并及时采取相应的措施来避免潜在的危险。人工智能技术还可以通过与其他系统的集成，提高数据的准确性和可用性。通过将制浆工厂中的各个环节进行整合和优化，人工智能系统能够更好地对数据进行分析和利用。例如，将传感器和监控设备与生产计划系统相连接，可以实现对生产过程的有效监控和调度，从而提高整体的生产效率。

3.2 原料分析和优化

在制浆工艺中，原料的质量和种类直接影响纸张品质和成本效益。借助人工智能技术，可以通过对原料样本进行深入学习和分析，建立精准的模型，对原料进行准确的分类。能更好地了解原料的特性，并且根据其特性进行合理选择和控制在，从而提高产品质量和稳定性。利用机器学习算法，系统能够自动学习新的原料类型和质量参数，不断优化模型，提高分类和判别的准确性，从而更好地适应变化多样的原料供应。基于模型的优化方法是人工智能在工业制浆中的又一重要应用领域。人工智能技术可以基于历史数据和实时监测数据，建立模型来预测和优化整个生产过程。通过对各个环节进行综合分析和优化，可以实现生产效率的提高，并且减少资源的消耗。例如，在制浆过程中，人工智能技术可以根据原料特性、设备状态以及环境因素等多个因素进行综合评估，并给出最佳操作方案。

3.3 工艺监控和故障诊断

人工智能算法可以被用来监控工业造纸过程中的关键参数。通过实时采集和分析数据，人工智能系统可以对诸如温度、湿度、浓度等重要指标进行监测和控制。人工智能算法可以通过学习历史数据，建立模型来预测未来的工艺变化，并根据预测结果进行相应的调整。这种智能化的监控系统可以有效地减少人为错误和设备故障对制浆过程的影响，提高生产效率和产品质量。人工智能技术还可以用于建立故障诊断模型，实现实时故障检测和预警。在工业造纸制浆过程中，如何及时发现和解决潜在的故障是至关重要的。通过人工智能算法，可以分析大量的历史故障数据，识别关键特征，并建立故障诊断模型。当出现潜在故障时，系统可以自动地进行检测，并及时发出预警，以便工作人员进行相应的维修和调整。



图 2 工艺监控

3.4 资源调度和能耗管理

基于人工智能的资源调度算法成为了造纸制浆工艺中关键的环节,借助人工智能技术,可以通过分析大量的历史数据,建立起精确的模型,从而能够更准确地预测设备的使用需求和调度计划。通过优化资源的配置和合理的设备利用率,不仅可以提高产能,还能够降低生产成本,人工智能技术还可以实现对设备状态的实时监控和维护,及时预警并处理故障,提高设备的可靠性和稳定性。利用预测模型进行能耗管理也是人工智能技术在造纸制浆工艺中的重要应用,通过利用人工智能技术,可以根据历史数据和环境因素建立预测模型,实现对能源消耗情况的准确预测和管理。通过合理调整工艺参数和优化能源的使用,可以降低能源消耗,减少环境污染,并且实现可持续发展的目标。

3.5 辅助决策支持系统

基于人工智能的决策支持系统成为管理人员进行决策和规划的重要工具,通过收集、整理和分析海量数据,系统能够为管理人员提供准确的决策依据。例如,在面对供应链管理时,系统可以根据市场需求和原材料供应情况实时调整

生产计划,以最大程度地满足客户需求并降低库存风险。在产品研发和质量控制方面,系统可以利用机器学习和模式识别技术来提供可靠的实时监测和预警,帮助管理人员及时发现问题并改进生产流程。通过引入预测模型和优化算法,人工智能技术也在制浆工艺中发挥着重要作用。预测模型能够根据过去的生产数据和市场趋势,准确预测未来的需求量和产品类型,制定合理的生产计划提供参考。

4. 结束语

人工智能技术在工业造纸制浆工艺中的应用已经取得了显著的成果,通过智能化的生产过程,工业制造企业可以提高效率、质量和可持续性,推动整个行业的转型升级,在应用人工智能技术时,注意数据的采集和隐私保护等相关问题,确保技术的稳定性和可持续发展。

参考文献

- [1] 王航,张丽娜.人工智能技术在纸浆制造中的应用研究[J]. 纸业科学与技术,2021,52(03):12-16.
- [2] 李明,刘志远,陈阳等.基于人工智能的制浆过程优化研究综述[J]. 化学工程师,2021,34(05):26-31.
- [3] 张瑞,朱小龙,郭伟等.人工智能驱动下的制浆工艺创新与应用[J]. 机械制造与自动化,2021,45(09):18-22.
- [4] 王珊珊,李杰,王晓宇等.人工智能技术在纸浆生产过程中的追溯与质量控制[J]. 包装工程,2020,29(07):40-45.
- [5] 赵晨曦,黄国庆,张宇宁等.制浆工艺中人工智能技术的应用现状与展望[J]. 机电工程师,2020,36(12):10-15.
- [6] 陈华,高亮,刘芳等.基于人工智能的纸浆制备设备故障诊断与预测研究[J]. 造纸化学工程,2020,39(11):8-12.
- [7] 孙立宁,王蕾,杨华等.人工智能技术在纸浆制浆设备设计中的应用[J]. 纸业科技进展,2020,30(04):20-24.

智能化巡检系统在安全管理中的实践探索

尹 涛

国能天津大港发电厂 辽宁大连 300270

摘 要：智能化巡检系统在安全管理中的应用具有重要意义。本文探讨了智能化巡检系统在安全管理中的有效策略，包括加强工作人员管理与培训、建立完善的应急预案、保护数据隐私与安全以及定期进行评估与改进。通过这些措施的实施，可以确保智能化巡检系统在实际应用中的稳定性和安全性，提高设备运行的安全性和效率。

关键词：智能化巡检系统；安全管理；诊断与检测；策略

随着科技的发展，智能化巡检系统在安全管理中发挥着越来越重要的作用。本文将探讨智能化巡检系统在安全管理中的实践探索，介绍其在保障设备安全 and 生产效率方面的优势，并阐述如何制定有效的策略来充分发挥智能化巡检系统的性能和安全性。

1. 智能化巡检系统的功能

1.1 数据采集与处理

智能化巡检系统利用多种传感器和监控设备，可以自动采集各种与巡检对象相关的数据，包括设备的运行状态、温度、压力、电流、电压等信息。这些数据经过预处理后，例如进行数据清洗和格式转换等操作，以便后续分析和使用。这种智能化巡检方式可以大大提高数据采集的效率和准确性，同时降低人工采集的风险和成本。通过对这些数据的分析，企业可以更好地了解设备的运行状况和维护需求，从而制定更加科学合理的维护计划和决策，提高生产效率和设备使用寿命。

1.2 异常检测与预警

智能化巡检系统利用多种传感器和监控设备，能够实时、自动地采集设备运行状态、温度、压力、电流、电压等各种信息。这些数据经过系统的预处理，如数据清洗和格式转换，以便后续的数据分析和使用。这一功能不仅提高了数据采集的效率和准确性，降低了人工采集的风险和成本，而且通过对这些数据的深度分析，企业可以更准确地了解设备的运行状况和维护需求，从而制定科学合理的维护计划和决策，提高生产效率，降低设备故障率，延长设备使用寿命。

1.3 智能诊断与预测

智能化巡检系统具备先进的数据分析能力，能够对当前

设备状态进行实时监测，同时基于历史数据和机器学习算法，预测设备的未来状态。通过深度分析设备运行数据，系统能够发现潜在的问题，提前进行维修和更换，避免生产事故的发生。这种预测功能能够提高设备的可靠性和稳定性，降低故障率，减少生产中断的风险。同时，为企业提供更准确、及时的设备维护计划和决策支持，提高生产效率和设备使用寿命。

1.4 巡检计划与执行

智能化巡检系统具备强大的计划和监控功能。企业可以预先设定巡检计划，包括巡检时间、巡检路线、巡检项目等，系统将按照计划自动进行巡检。这意味着企业可以确保每个巡检任务都在规定的时间内完成，并且所有的巡检项目都不会遗漏。同时，系统还能够实时监控巡检人员的到位情况，确保巡检工作的正常进行。这一功能可以提高巡检工作的效率和准确性，降低人为错误的风险，并为企业提供更全面、精细的巡检管理。

1.5 数据分析与优化

智能化巡检系统可以对采集到的数据进行深入分析，提取出有关设备运行状况、故障模式、维修需求等有价值的信息，为企业的生产管理和设备维护提供重要的决策支持。通过对数据的挖掘和学习，系统可以优化巡检计划和维修策略，提高生产效率和管理水平。这意味着企业可以更好地了解设备的运行状况和维护需求，制定更加科学合理的维护计划和决策，降低设备故障率，提高设备使用寿命和生产效率。同时，智能化巡检系统还可以为企业提供更全面、精细的设备管理，降低运营成本，提高企业的竞争力。

2. 智能化巡检系统在安全管理中应用的有效策略

2.1 加强工作人员管理与培训

在智能化巡检系统的应用中,工作人员的管理与培训是至关重要的。首先,制定严格的工作制度能够明确巡检人员的职责和操作规范,确保他们按照规定的时间、路线和项目进行巡检,提高巡检工作的效率和准确性。其次,定期培训可以帮助巡检人员掌握智能化巡检系统的使用方法和设备操作技巧,提高他们的技能水平和工作效率。最后,建立奖惩机制可以激励工作表现优秀的巡检人员,同时对违反规定或工作不认真的巡检人员进行惩罚,从而强化工作人员的管理和责任心。通过这些措施的实施,可以确保智能化巡检系统在安全管理中得到有效的应用,提高设备运行的安全性和稳定性。

2.2 建立完善的应急预案

在智能化巡检系统的应用中,建立完善的应急预案是至关重要的。针对可能出现的突发情况,如设备故障、数据异常等,制定相应的应急预案可以快速响应并解决问题,避免安全事故的发生。定期进行应急演练可以提高应急响应能力,确保在紧急情况下能够迅速采取措施解决问题。同时,及时对应急预案进行修订和完善可以确保其适应实际情况的变化和需求,提高应急预案的可操作性和有效性。通过建立完善的应急预案,可以保障智能化巡检系统的稳定运行和设备的安全性,为企业的生产管理和设备维护提供有力支持。

2.3 保护数据隐私与安全

在智能化巡检系统的应用中,保护数据隐私与安全是至关重要的。首先,采用加密技术保护数据传输过程中的隐私,通过使用 SSL/TLS 等加密协议,确保数据在传输过程中不被窃取或篡改。其次,定期更新密码可以避免密码被破解,确保系统的安全性。最后,限制数据访问权限可以防止数据泄露和滥用,只允许授权人员访问相关数据。通过这些措施的实施,可以保护智能化巡检系统的数据隐私和安全性,为企业的生产管理和设备维护提供可靠的支持。

2.4 定期进行评估与改进

在智能化巡检系统的应用中,定期进行评估与改进是至关重要的。首先,定期评估智能化巡检系统的性能和安全性,通过测试和检查确保系统的稳定性和安全性。其次,根据评估结果进行改进,针对发现的问题和不足及时进行改进和优化,提高系统的性能和效率。最后,持续跟踪新技术发展,关注行业发展和新技术动态,将新技术和方法引入到系统中,提高智能化巡检系统的性能和安全性。通过这些措施

的实施,可以确保智能化巡检系统在实际应用中的持续优化和改进,提高设备运行的安全性和稳定性。

2.5 提升系统的集成与兼容性

智能化巡检系统需要与其他设备、系统进行无缝对接,实现数据共享和交互,以确保信息畅通无阻。这有助于提高工作效率,减少重复工作,并降低出错率。同时,随着技术的不断更新和发展,关注系统的更新和升级也是至关重要的。这可以确保智能化巡检系统与新技术保持兼容,从而能够充分利用最新的科技成果,提高系统的性能和安全性。通过解决系统集成和兼容性问题,可以充分发挥智能化巡检系统的效用,为企业的生产管理和设备维护提供更全面、更高效的支持。

3. 结语

智能化巡检系统的应用为安全管理带来了诸多优势,通过科学合理的策略制定,能够确保其有效性和安全性。未来,随着技术的不断发展,智能化巡检系统将在安全管理领域发挥更大的作用,为企业的安全生产提供更强大的保障。

参考文献

- [1] 吴桂平,陈刚,许胜兵等.利用智能化系统提升燃气管网安全[C]//中国城市燃气协会安全管理工作委员会.2021 第五届燃气安全交流研讨会论文集(上册).2021 第五届燃气安全交流研讨会论文集(上册),2023:282-284. DOI:10.26914/c.cnkihy.2023.031234.
- [2] 许琴瑜,席满意,周艳青等.新型智能化安全巡检系统的研究与探索[J].无线互联科技,2021,18(11):112-114.
- [3] 汪远平,查明彦,代强等.智能化设备巡检系统的开发及应用[J].信息记录材料,2019,20(04):105-107. DOI:10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2019.04.062.
- [4] 唐琳,李伟,闫汝静等.全方位智能化电力巡检系统设计[J].信息系统工程,2014(06):47.
- [5] 赵贵林,王艳丽.智能化巡检系统在安全管理中的实践探索[J].煤炭经济研究,2013,33(05):72-73. DOI:10.13202/j.cnki.cer.2013.05.019.

作者简介

尹涛(1989年1月),男,民族:汉族,籍贯:辽宁省大连市,助理工程师,学历:本科,单位:国能天津大港发电厂,单位省份城市:天津,单位邮编 300270,研究方向:电力生产智能化。

电力系统电气自动化的智能化运用分析

廖燕芳 阮 伟

香江系统工程有限公司 陕西西安 710000

摘 要: 在建筑工程中,有效应用电力系统电气工程自动化技术可以在一定程度上提高项目工程的整体质量,为电气工程技术的应用奠定良好的基础。但是,电力系统电气工程自动化的智能化技术相对复杂,易受外界不良因素的干扰。因此,有效提高电力系统电气工程自动化的智能化技术应用的水平尤为关键,对电力发展有积极作用。

关键词: 电力系统;电气工程自动化;智能化;实践运用

引言

改革开放以来,国家各项经济都在持续、稳定地发展,电气工程获得了良好的发展,开始大范围运用自动化技术,同时,电气工程得到了各个领域的高度关注。在以往的电力电气工程中,控制体系通常借鉴电气衔接线路开展自动控制,但此种方法因装置与维护线路过于复杂而逐渐被业内废弃,其会严重损害电气设备,无法获得质量保障。但是,将智能化技术引入其中,可有效地处理以往自动控制中存在的问题,还能促进电气工程自动化水平的全面提高,这对电力行业的稳定发展十分有利。

1. 智能化技术概述

当前,电气行业当中,应用智能化技术已经成为未来电气行业发展的必然趋势,它对于电力行业的整体发展具有十分重要的作用及意义。目前,智能化技术主要包括智能化的处理技术、信息技术、控制技术等。应用智能化技术在电气工程当中,主要是为了提高该系统的智能性和稳定性,完善传统人工操作等方式,同时完成一些较为复杂、危险的工作,将智能化技术应用于电气工程当中能从根本上节约人力和物力资源,同时进一步提高工作的质量和效率。如今,电气工程自动化技术在充分普及,所带来的效果是十分显著的,不仅节约人力成本,同时为电力企业大大节约资金成本,减少预算以及开支,对于电气工程收益的提高具有显著的影响^[1]。

2. 电气工程及其自动化技术、智能化技术的关系

理论上,电气工程与自动化是一个具有显著交叉性的学科,这两个学科实现了控制理论与电气技术的有效结合,在时代发展推动下形成了一个崭新的学科范畴。这其中涉及

到的内容比较多,包括了电气工程、计算机、控制理论、通信工程等,在电力行业应用上,更加注重从一体化的层面对产品进行设计。在我国现代化发展进程中,机械电子行业的影响越来越深刻,如果单纯的依靠机械制造行业以及电子行业则难以形成更为强大的合力,对于经济社会的促进作用自然难以体现出来。以计算机为核心的信息技术快速发展,这些都给我国人工智能水平的提升创造了机会。从实际应用上看,电气工程及其自动化技术的发展与人工智能技术的发展有着本质性的联系,而且是相互促进的。当前,人工智能技术已经非常深刻的融入到了电气工程及其自动化行业智能化发展当中,拓宽了电气工程的发展建设水平。人工智能包含着非常高的科技含量,只有与具体的行业应用结合起来,其自身的作用才能真正的体现出来,人工智能技术应用到电气工程及其自动化行业中,符合社会发展的实际需要,而且还能够推动电气工程领域当中新产品的研发,产品的智能化水平也能够得到全面保障,进而在更广的层面上满足人们的基本需要。在人工智能技术应用上,大数据分析发挥着重要作用,可以全面的了解市场客户的基本需要,将用户的喜好融入到相关的考虑当中,这样推出的产品能够更好的贴近客户自身需要,在市场的竞争力也能够更强。通过实际应用分析,这样的产品体现出的应用性能会更加突出。

3. 在电气工程中的优势分析

3.1 智能化技术具有较高的一致性

智能化技术可以对电器工程中的一系列工作所产生的数据进行收集,同时给予精准的分析,做出最准确的判断,进而满足电气工程自动化的需求。智能化技术的工作效率受操作对象的影响,即使是在一些未发生的反应当中,在实际

效果中也较为理想。因此,在电气工程自动化控制当中,需要对控制的对象进行科学全面地分析,从而让智能化技术更好地服务于电气工程^[2]。

3.2 智能化技术的密度很高

传统中的控制技术很难对其实施精准的掌握,进而在设计该模型时需要面对大量难以预测与估计的客观性因素。若是无法精准地掌握这些客观因素,就很难对模型进行准确的设计,会使自动控制工作的效果大大下降。智能化控制技术不需要实施对模型的控制,可从根源上防止一些不可控制因素的出现,进而实现自动化控制技术精密度的有效提高。

3.3 便于调控电气系统参数

电力系统电气工程自动化的智能化技术应用不仅可以控制特殊电气设备,还可以在中央控制室内依据设备参数实现操作流程的有效控制,远程进行智能化调控工作。该工作模式可以为工作人员提供安全保障。此外,该技术可以有效调整智能化参数,解决工作人员的值守问题,有效控制电气工程自动化精准操作。

4. 智能化技术在电气工程自动化中的实践运用

4.1 诊断故障

传统人工的检查方式都是相关人员凭着自身经验完成,但有时经验也会出错,这就使得机械运行中出现的故障无法及时得到检修,造成很大的损失。因此,智能化技术涌现后,能够有效地诊断出电气设备中存在的故障,并对其中的问题及其成因进行精准的评判,这样才能对设备问题进行有针对性的处理,以防造成更大的损害,影响电气工程的正常运行。同时,对智能化技术中控制神经网络技术的应用中,就算是系统中存在微小损坏也能被诊断出来,进而选取科学、合理的方法进行处理。因此,运用智能化技术,能够将电气系统中的故障准确地找出来,并提出有效的处理方法,以防造成更大破坏,同时缩短维修时间,节约维修资金^[3]。

4.2 电力调度的自动化

这方面的自动化,主要是指电网能够结合用户的不同时段等用电需要随时对电力供应进行调整,从而切实满足用户的实际需要,这种情况下需要电网系统具有非常强的计算能力,对于整体的电力资源进行有效分配,这些都对电网的自动化提出了非常高的要求。调度系统在组成上较为复杂,主要包括了信息收集、处理、传输等系统。监控系统是一个重要方面,主要建立在计算机应用基础上,这样可以实现对

电力系统不同阶段、环节、时段等的全方位监控,借助于监控系统,满足了工作人员随时了解电力系统自身运行情况的需要,而且还可以对电网的负荷承载等情况进行有效判断,有助于预判电网运行中可能的故障问题,从而科学进行调度^[4]。

4.3 模糊逻辑

电气工程自动化系统在实施控制的时候,需要对模糊模型进行初步的建立,这样才能对电气系统进行精准的把控和严格的控制。利用该项技术,其中难点内容在于模糊定律,该系统操作十分简单,被广泛的应用于每个家庭的用电管理方面。例如每个家庭在用电的时候,此种系统应用到了冰箱、彩电、热水器等一些常用电器中。应用此项技术,可以十分简便、科学的完成该操作,该项技术最主要的特点就是可以排除电气工程自动化系统中存在的问题,取得十分显著的效果,因此,可以将该项技术科学的应用于电气工程自动化系统的管理与控制当中,从而提高电气系统的使用效果^[5]。

4.4 智能控制上的运用

电气工程控制设备是一项较为复杂的系统,不仅需要面对各种专业知识,还需要具备高科技含量的管理系统,能够准确地分析与计算各类大量的运行数据。在这一过程中,运用智能化技术主要采用了专家系统、网络控制系统、模糊控制系统的功能。凭借着不同系统的优势,能够提高运算速度,也能够使运算的结果更加精准。这不仅可以有效地降低人力物力的投入,更能够使控制管理工作更加高效,随时应对各类情况。电力系统中电气工程自动化智能控制技术可以实现远程控制、自动控制、无人控制和高效控制的目标。通过多年的实践,智能化控制技术可以极大地提高电力系统中电气设备控制的安全和可靠性,保障整个电力系统的稳定运行^[6]。

5. 结束语

目前,智能化技术在电力系统电气工程自动化中的应用受到人们的广泛关注,其可以有效诊断自动化设备中存在的问题,推动电气工程自动化进程,完善机械设备操控流程,使电气工程项目的实施更顺畅,在一定程度上促进社会的发展和进步

参考文献

- [1] 张永标. 探讨电力系统电气工程自动化中的智能化技术的运用[J]. 大科技, 2020(8):69.
- [2] 叶佳恩. 电力系统电气工程自动化中智能化技术的

运用 [J]. 科学与财富 ,2019(16):26.

[3] 庄森彬 . 探析智能化技术在电气工程自动化控制中的应用 [J]. 中国设备工程 ,2020,453(17):41-42.

[4] 李增成, 雷先明 . 经济化视角下智能技术在机械工
程自动化中的应用 [J]. 财富时代, 2020 (03) : 152

[5] 董恩奇, 刘量, 徐铭阳 . 电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展分析 [J]. 四川水泥 ,2017(3):206.

[6] 陈明哲 . 基于电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展的思考 [J]. 电子测试 ,2018(2):117-118.

火电厂空冷机组水耗及煤耗性能分析

刘凯峰

国家能源集团国源电力有限公司山东新能源分公司 山东济南 250000

摘要: 虽然我国地域辽阔, 国土资源也非常丰富, 但是这些资源的分布并非是均衡的, 煤资源占比较高, 但是水资源却非常匮乏, 这也是目前我国很多地区存在的普遍问题。如何将有限资源价值充分利用, 提高资源分配率、利用率, 成为了社会关注的重点话题。火电厂是水资源、煤资源应用较多的行业, 主要用于电力生产以及制造, 将水资源、煤资源转化为电能, 而在转化中空冷机组的使用较为广泛, 在空冷机组将水、煤资源转化为电能时, 如何才能最大限度达到水耗、煤耗降低的目的, 充分发挥二者的性能成为了火电厂必须要解决的问题。本文在对火电厂空冷机组运行参数优化设计进行分析的基础之上, 重点针对水耗、煤耗性能深入探讨, 同时给予了火电厂空冷机组水耗及耗性能优化建议, 仅供参考。

关键词: 火电厂; 空冷机组; 水耗; 煤耗; 性能

引言

我国经济增长速度逐渐加快, 特别是一些一线城市、经济发达区域燃煤需求较高, 但是这些区域水资源较为匮乏, 这也在很大程度上阻碍了当地经济的进一步增长。除此之外, 水资源有限, 煤资源开采过度现象的存在, 正时刻提醒着人们要不断提高水资源、煤资源利用率, 最大限度降低用电成本^[1]。所以针对此现状, 很多地区大力开发火电项目, 这也在很大程度上推进了火电厂的发展, 以此弥补电力缺陷, 有效缓解用电难的问题。空冷机组是火电厂能源转变的重要装置, 通过引进先进的空冷技术大幅度的降低水耗与煤耗, 将水资源、煤资源利用率提高, 推进区域工业化发展, 以达到节能减排的目的, 在国家绿色环保可持续发展中发挥了非常重要的作用。基于此, 本文重点针对火电厂空冷机组水耗与煤耗性能进行了深入分析, 进一步明确其重要价值, 旨在为通过提出切实可行的建议, 助力火电厂空冷机组的不断优化与改进。

1. 火电厂空冷机组运行参数优化设计

1.1 控制空冷机组补水率

空冷机组燃煤过程中, 如果燃煤的温度太高、太低都会对空冷机组运行效率造成较大的影响, 此时就要定时将清水加入空冷机组中, 但是如果需要对空冷机组燃煤进行调节, 同样也会导致温度发生改变。所以工作人员要通过对空冷机组补水率定时检测, 同时及时调控补水率。工作人员记录好每月补水率、蒸发情况, 并做好统计, 进而快速将机组所需

最佳补水率计算出来, 具体计算公式是:

机组累计补水率

$$= \frac{\sum (\text{月补水率} \times \text{月蒸发量})}{\sum \text{月蒸发量}} \times 100\% \quad (1)$$

通过以上公式计算获得相应的结果, 工作人员根据结果定时定期补水, 补水时要对空冷机组补水率高与低发生的改变进行检查。

1.2 控制空冷机组给水温度

工作人员向空冷机组内供水的时候还要对供水温度进行检测, 供水温度改变会对空冷机组每一个环节的变化造成较大影响, 特别是供水温度冷与热间的有效交换, 极易造成故障的发生。所以在将空冷机组煤耗降低的过程中要严控供水温度, 计算供水温度的公式如下所示:

$$T = G(h_1 - h_2) \quad (2)$$

公式中的 T 代表供水温度; G 代表水流量; h_1 代表给水进口焓值; h_2 代表给水出口焓值。

工作人员结合公式进行获得了空冷机组标准的供水温度, 并且及时对空冷机组、高压加热气旁路阀门、进汽阀及时查看, 主要是为了更好的观察排气情况、水位的变化是不是存在异常现象, 如果发现有问题的第一时间调整空冷机组, 保证机组运行过程中每一个元件均处于最佳状态下。

2. 火电厂空冷机组水耗性能分析

如果站在直接、间接空冷机组视角下来看, 二者在用

水方式中都属于大户；但实操时二者也有着较为明显的差异性^[2]。在统计及分析了火电厂数据信息以后发现：在冬天的时候，直接空冷水运行温度较高（ $\leq 5^{\circ}\text{C}$ ）；在夏天的时候，间接空冷水运行温度较低（ $\leq 15^{\circ}\text{C}$ ）；直接空冷水每一年的发电量在总发电量中的占比是 1-2%；间接空冷水每一年的发电量在总发电量中的占比为 1-3%。基于不同的冷却方式水耗组成的比重而言，二者有着明显的不同之处：一是，全年之中两种空冷机组仅有 2 个月保持高水位运行，其他时间段为低水位，耗水量只有 10t/h。二是，直接空冷水耗水系数是在 1.02-1.20 间，间接空冷耗水量在 2.95-6.58t/h 间。三是，直接空冷年平均耗水量是 1080m³/（kW·h）；间接空冷年平均耗水量是 1065m³/（kW·h）；间接空冷年平均耗水量达到了 715m³/（kW·h），二者间差距较大，后者明显要比前者更高一些，主要是上于后者在全厂发电消耗中的耗水量比重偏高，再加之受季节影响，夏天本身要比冬天耗水量更高一些。四是，如果站在不同冷却方式水平平均温度而言，间接空冷与直接空冷机组相比较，前者更容易出现结露问题，比如在冬天的时候，直接空冷机组凝汽器结冰现象极其常见。五是，如果站在二者冷却方式耗水系数视角下，节水中间接空冷优势更为突出：其和海水直流冷却以比，可达到循环水循环量减少的目的；同时可实现循环冷却水蒸发损失降低的目的，当前火电机组冷却方式以海水直流、间接空冷为主，间接空冷划分成直接空冷与间接空冷，间接空冷优点是有效降低循环冷却水蒸发量；间接空冷中环境空气由冷却塔开始，将大量热能带走，在风机的吹动下流向凝汽器，在整个过程中凝汽器热负荷减少，机组冷却率提高；条件相同是，间接空冷和直接空冷水对比，循环冷却水流量可以降低 20% 左右；因为间接空冷系统使用的是一个循环水泵，所以节约了设备资源成本；间接空冷比海水直流冷却方式节水效果更明显；同时还可以大幅度减少循环冷却水体积。

3. 火电厂空冷机组煤耗性能分析

在分析煤耗性能的时候，主要考虑的是空冷机组运行环节若空冷风机、冷却风机使用时间上有着明显的差异，便极易造成不同类型机组出现不同的煤耗性能^[3]。一般情况，设计空冷系统过程中必然要保证每一台机组都保持正常的运行状态。因此设计机组时要结合运行实际情况、特征，同时还要综合考虑及分析应用性能、经济性等诸多因

素，保证空冷机运行的安全性、稳定性。如果机组运行时发生不稳定性，那么就要结合系统变化实情深入分析，并给予准确的评价。

空冷机组煤耗性能受到影响的关键性原因主要包含以下方面：一是环境温度、湿度、风速；二是负荷变化的影响；三是供电过程中煤耗情况。若环境温湿度、风速差异性明显，极易造成空冷机组运行时波动较大。因此，评价及分析火电厂空冷机组煤耗性能首先应该充分了解煤的特质、供煤量和发电标准煤耗间存在的内在关联性，根据以上条件制定节能方案，保证方案实施的科学性、合理性。

在分析煤质特性影响空冷机组煤耗性能原因时，要结合空冷要组类型及型号，使用的锅炉燃料都有哪些特征，机组运行状态等，在进行深入分析及评价的基础之上，制定切实可行的节能方案。

紧接着需要分析发电标准煤耗对火电厂空冷机组煤耗性能带来的较大影响，主要是由于类型不同、运行工况不同时，燃煤量也会有所不同，极易造成煤耗差异明显。一般情况大多数是因为燃煤品质较低所致，特别是在气温较低的区域。例如北方地区煤炭资源丰富，燃煤量较大。若煤种质量不同，发电标准煤耗也会不同。若使用的煤品质低，发电标准煤耗会较高；若煤的品质属于中等，发电标准煤耗较低。因此分析及评价火电厂空冷机组煤耗性能的时候，就要结合机组类型使用的煤炭特征、运行工况做出详细分析。

火电厂空冷机组受影响的原因主要包含以下几种：一是空冷风机、冷却风机使用时间不同；二是环境温湿度、风速变化；三是负荷波动；四是供电煤耗情况等等。结合不同冷却方式机组发电标准煤耗平均数值完成分析，包含的空冷机组类型有：300MW、600MW、1000MW。

4. 火电厂空冷机组水耗及煤耗性能优化建议

4.1 尽快开展大容量机组干湿联合冷却技术研究与实践

现在很多火电厂都开始大范围使用空冷机组，要想实现运行成本的降低，经济性的提升，就要加快大容量机组干湿联合冷却技术研发的力度，强化实践开发，借助低真空系统、湿膜冷却方式保证空冷岛中的空气温度低于 10℃，以达到干冷塔中空气温度低于 8℃目标^[4]。基于当前条件，湿冷系统经济性、有效性特点更为突出，所以在实践操作中加大大容量空冷机组干湿联合冷却技术的研究力度，对于能源利用率的提高是非常有利的。与此同时为了最大限度实现运

行成本的降低,还需要在湿式喷淋冷却、直接喷射冷却、压缩蒸发冷却技术方面加大力度开发力度,根据我国地域特点,自然条件进一步增强先进且经济实用性技术的运用。

4.2 进行高度节水技术推广与运用

当前我国经济发展速度越来越快,用水需求逐年增长,但是面对水资源紧缺问题越来越严重,节水技术的不断推广成为了关键,通过运用先进的技术手段促进资源利用率的大幅度提升,以达到能源资源节省的目的。现代社会,我国一再强调清洁能源的大范围使用,以此来取代煤电。所以火电厂要尽快对空冷技术进行升级改造,从单一技术逐渐向多元化方向发展。例如空冷与湿冷的有效结合系统,此技术节能减排效果非常不错。通过运用此系统一方面可以节约空冷系统凝汽器水量,另一方面节省了蒸发损失水量。机组运行的时候,此技术可大幅度降低循环水系统补水量以及由于汽轮机排汽压力、凝汽器真空下降导致的热量损失。

4.3 设置合理的空冷凝汽器性能评价指标

设计空冷凝汽器的时候,要结合不同情况调整各项指标,但并非全部指标都可以空冷凝汽器进行评价。评价性能的时候可从以下两点着手分析:一是环境温度在发生变化的时候会造成凝汽器水蒸气凝结,影响运行的效果。所以,设计环节主要评价标准为环境温度。借助对凝汽器排汽面积、排汽压力等重要参数的调整以达到性能提高的目的;二是空冷凝汽器性能好与坏会对空冷机组运行经济水平带来较大的影响,所以研究性能评价。例如火电厂机组为600MW,将6台机组视为研究对象:结合资料数据的显示,600MW机组排汽压力是3MPa,环境温度是80~100℃间,相应环境压力设置成1.28MPa。比较分析不同空冷凝汽器设计方案:环境温度太低的时候,空冷凝汽器压力是0.28~0.37MPa间;环境温度太高的时候,压力是1.29~2.25MPa间;设置机组排汽压力的时候要根据机组运行实情深入分析,若机组存在不同程度空冷凝汽器性能差问题,便可对凝汽器排汽压力适当提高,保证收获较好的运动效果。

4.4 降低空气预热器阻力

空冷凝汽器运行时候会造成空报预热器泄漏,使得预热器工作出现不稳定性现象,增加了机组耗煤量以及空预热器热量,因此要改造及优化空气预热器^[5]。实操环节分析空冷机组运行具体情况便可以看出:如果未实施有效的措施将

空气预热器阻力降低,那么空冷机组运行时会发生严重漏风问题。由于空冷凝汽器极易出现泄漏,因此运行时要定期进行检查,做好维护工作,保证其始终处于良好运行状态中,在此基础之上保证空冷机组运行更加正常。除此之外,还要结合具体情况改造空气预热器。实操的客串上可运用以下方法达到空气预热器阻力降低的目的:一是将传热面积较大的换热管进行加装,确保换热管中的流速更加稳定,同时保证换热管表面和空气完全接触,最大限度使空气和管壁间接面减少,空气预热器阻力降低;二是管路系统阻力的降低,太大会造成热力系统散热能力下降,热力系统运行无法处于稳定状态。因此,可将管路管径增加、管束增大以此使管路系统阻力降低;三是适当改造空气预热器,在分析空冷机组运行参数的基础之上,根据季节的变化合理设计空冷机组运行指标,并不断进行改造与进一步优化。

5. 结束语

火电厂空冷机组在运行的过程中必然要损耗一定的水资源、煤资源,而水与煤性能的高与低会对使用效率造成较大影响,如果要想全面优化空冷机组水耗和煤耗性能,需要强化此方面的研究,特别是找到影响的具体原因,并做出深入的分析,进而才能采用积极有效的方法促进空冷机组水耗及煤耗性能的大幅度提高,更好的满足电力生产所需。除此之外还应该时刻关注空冷机组运行参数,通过合理化设置,确保机组始终处于最为理想的运行状态中,以实现水耗、煤耗的降低,为火电厂持续发展奠定良好的基础。

参考文献

- [1] 邢乐乐,谢振中,乔艳瑞.降低熟料煤耗的系列措施及应用[J].水泥工程,2023,(05):38-40.
- [2] 刘宏卫,李丰泉,王研凯等.基于多项式拟合的锅炉运行参数对燃煤机组发电煤耗影响研究[J].锅炉技术,2023,54(05):37-40+60.
- [3] 唐晓辉,赵敏,李治刚等.大幅降低火电机组调试水耗的方案探讨及工程实践[J].给水排水,2023,59(S1):683-686.
- [4] 罗新.火电厂供电标煤耗的影响因素[J].自动化应用,2023,64(03):167-168+175.
- [5] 张野.大型火电厂燃煤空冷机组降煤耗措施研究[J].机电信息,2020,(29):79-80.

锅炉燃烧技术的优化与环境保护探讨

尹玉平 郑常元

华电章丘发电有限公司 山东济南 250200

摘要：通过对锅炉燃烧技术进行优化，可以改善其燃烧特性，降低对环境的污染。随着我国能源供给结构的转变和节能环保的不断推进，优化锅炉燃烧技术已成为时代发展的潮流。锅炉燃烧优化是指对锅炉进行合理的改造与调节，以改善其运行性能、安全与稳定的过程。通过对燃料、配风参数、锅炉燃烧控制方式的优化，达到燃料充分燃烧、节能减排、保证机组正常工作的目的。文章通过分析锅炉燃烧优化技术的发展和不足之处，对锅炉燃烧优化技术进行了深入的讨论，以促进我国经济的可持续发展。

关键词：锅炉燃烧；技术优化；环境保护

引言

在生产过程中，锅炉的工作是产生电力，其任务是为发电站提供所需要的蒸汽，以及通过在锅炉中燃烧来释放能源。锅炉燃烧技术的发展直接关系到发电站能否正常运行。对锅炉燃烧技术进行优化，既能改善废热机组的工作品质，又能降低对环境的污染，并推动电厂企业的健康发展。

1. 我国锅炉燃烧优化技术的发展和不足之处

随着科技的发展，在锅炉中应用的新技术也在不断增加。这些新工艺的应用，不但使锅炉燃烧技术得到了较大的改善，同时也使电厂的生产自动化水平得到了较大的提高。比如，在锅炉燃烧过程中，采用DCS系统、数据库管理等，这两项技术的运用，可以为工作人员在相应的电厂定制生产设备时，提供真实、可靠的数据信息，从而提高生产经营的效率；另外，采用多种检测手段和监控手段，可以对发电设备进行全方位的监控。这些新技术的使用，使锅炉的操作更加高效，同时也降低了产生的有害气体。尤其是在对锅炉燃烧技术进行优化的过程中，企业仅对其燃烧技术环节进行了改进，该技术虽能在一定程度上改善发动机的燃烧效率，降低废气排放，但仍存在诸多不足，这种方法只能治标不能治本，很难从根源上加以解决，或者仅能解决部分问题，而不能全面地加以解决；另外，发电厂固定设备对煤炭质量的影响仅限于特定的环境或特征条件，很难达到最佳的发电效率，也导致了锅炉燃烧技术的优化。新技术的运用，使锅炉燃烧技术得到了一定程度上的优化，使电厂的工作效率得到了很大的改善，同时也降低了生产过程中产生的有害气体。

2. 锅炉燃烧优化技术分析

作为火电厂的一种主要动力，锅炉燃烧在整个发电过程中占有举足轻重的地位。火电厂机组在发电时，其机组的工作用能大部分来源于锅炉燃烧时产生的热量。尤其是，由锅炉燃烧所发出的热能，将水转变成蒸气，再由压力传送到涡轮，带动机组运转，这一步对锅炉的燃烧来说也是至关重要的一步。为使锅炉燃烧效率持续提升，相关部门一直在不断地优化与分析锅炉的燃烧技术，以达到高效率、降低大气污染的目的。

2.1. 炉膛压力

对锅炉煤仓水压进行实时监控，是保证锅炉安全生产的前提。当前，很多余热发电设备都是通过对送风流量进行调节来实现对其煤仓内压力的控制，同时引入送风降低了煤仓内的水压，降低了煤仓内的干扰。但是这是一种比较偏门的管理方式，并不能很好地适应现代中、大型企业的发展要求。为此需要采用模糊控制技术，对风流量进行实时采集和统计分析，获取与控制相关的数据。实践证明，仅采用模糊控制对炉膛压力进行监控，不仅能获得较高的节能效果，而且能使系统稳定可靠地工作。将二者相结合，能大大改善系统的安全性能，并能大大改善系统的超调率。

2.2. 火焰燃烧优化技术

在常规的火力发电厂中，采用火焰燃烧技术对锅炉燃烧状况进行监测，可以有效地防止由于锅炉火点的降低和长时间的运行而引起的火灾。所以，采用火焰燃烧技术对锅炉燃烧状况进行监控，对保障锅炉的安全运行具有十分重要的

意义。近几年来,由于我国科技的迅速发展,火焰燃烧技术也有了很大的进展,特别是火焰图像处理技术。虽然当前火焰燃烧技术还存在诸多缺陷,但是由于其自身的优点,使得火焰燃烧的优化技术被广泛采用。

2.3. 闭环与智能化发展

随着该技术的不断发展,其在锅炉燃烧控制中得到了广泛的应用,国内外学者也在对其进行闭环控制的研究。经研究后的实践证明,采用分级控制与灵活组态相结合的方法,可构成较为完善的控制体系。其具有硬件成本低廉、系统可维修量少、运行稳定可靠等优点,是整个燃烧控制系统的核心设计内容。但是,由于锅炉研制过程具有动态、复杂等特点,使得控制系统的设计变得非常复杂。所以,要通过科学和技术手段,改善燃烧系统的工作效率。针对锅炉尾段工艺,按照局部优化与智能协同的原则,分层进行控制,选取合适的成熟、先进的控制手段,保证整个系统的完整性与自动化。

2.4. 采用现代控制技术

随着现代科技的发展,锅炉的信息化、智能化、网络化和信息化程度得到了极大的提升。采用现代化的信息技术,对锅炉的运行状态有很大的提高。该技术的应用,能对与锅炉燃烧相关的设备的工作状态、操作参数以及周围的环境状况进行实时监控,为工程技术人员进一步改进锅炉燃烧状态奠定基础;采用先进的计算机技术及DCS管理系统,实现了锅炉参数设定、维修状况及工作状态的实时采集,有效地提升了锅炉运行的工作效率与服务品质。新的风力发电控制技术是保证电站稳定、安全、高效运行的重要技术保证,采用控制系统、管理决策,可有效地降低高温锅炉排出的烟气,改善其燃烧品质。

2.5. 锅炉燃烧可视化技术

在锅炉燃烧优化技术中,大部分的燃烧工况调节都是通过操作参数的分析来实现的。目前常用的方法是在设备上安装检测设备,但由于检测设备及材料布置等因素的影响,检测结果的真实与可行性受到制约。但是,常规的光谱检测方法受噪声、系统荧光等因素的干扰,也会导致检测结果的失真。锅炉燃烧性能主要取决于其内部燃烧火焰的温度,因此,研究其在不同工况下的燃烧火焰分布规律,能够为操作者进行燃烧参数的优化与调节提供重要的基础数据。但其核心区域高温难以通过常规检测手段检测,成为检测盲区。采用锅炉燃烧可视化技术,使用户不必与炉内接触就能了解炉

内的工作状况。利用可视化技术,可以实现对炉内燃烧过程中的温度及浓度分布的实时监测,而无需接触炉心燃烧区。同时,该技术还能实现对烟气温度的检测,并且可以有效地改善锅炉燃烧性能,降低污染物的排放。

2.6. 依据先进燃烧理论进行锅炉建模

锅炉燃烧优化措施一般都要利用锅炉燃烧模式,对其进行仿真,从而实现对锅炉燃烧的控制。锅炉燃烧优化是为了进一步改善燃气的燃烧效能,降低或降低由锅炉所排放的空气污染物。该技术通过大量离线研究与模拟相结合的方法,将数值模拟与锅炉燃烧技术相结合,为锅炉燃烧设计制定提供科学依据。另外,研究和开发人员还需要保证参数的设计符合电站的实际操作情况,并且要有较好的技术措施。

2.7. 基于人工智能的燃烧优化系统技术

在当今计算机飞速发展的今天,利用人工智能对锅炉燃烧进行优化是非常必要的。人工智能的本质特征是通过计算机技术模拟人的思考过程与行为模式,并赋予其强大的学习能力、逻辑思维能力和规划能力。通过人工智能方法对锅炉烟气进行优化,主要解决三个关键问题:第一,能够实现对锅炉炉膛内煤质的自动识别。废热电站锅炉的燃料种类繁多,不同煤种具有不同的燃烧特征,对其燃烧性能也有一定的影响。该方法能够对煤炭的特性进行自动识别,并对其进行合理的优化管理;第二,针对燃煤锅炉的特点,提出了一种非线性动态数学模型。在此基础上,结合计算机技术,对锅炉进行非线性动态仿真,对其进行高效的控制与优化;第三,采用多目标设计的锅炉进行过程管理。在锅炉优化设计中,采用神经网络与专家系统相结合的方法,对锅炉燃烧过程进行优化。同时,利用人工智能技术,实现对锅炉压力的调节,保证了蒸汽压力的稳定性。

2.8. 基于检测技术的燃烧优化技术

在高压锅炉中,有许多因素会对其燃烧效率产生影响。所以,要使锅炉燃烧达到最佳状态,就需要对其进行全面的分析,并采取相应的对策。为了得到合理的工艺参数,需要在合适的位置加装监控设备,才能得到合理的工艺参数。常用的监测方法有火灾监控、烟气含氧量、飞灰含碳率及污染物在线监测等。在接收到各个工艺参数之后,利用数值方法进行技术分析,找出影响锅炉燃烧的各个因素以及其损伤程度,从而提出相应的改进措施。由于检测技术仅能给出有关的设定燃烧参数,所以可以作为一种辅助方法来确定锅炉燃

烧状态。但是,要得到较高的精度,需要采用高精度、高可靠性和实时性的检测设备。设备点位的选取要合理,能够客观、全面地反映设备的真实状况。以上现实需求对其性能的制约,影响了该项技术的实用化进程。

3. 锅炉燃烧环境保护策略

3.1. 源头减排策略

源头减排就是在垃圾进入锅炉前,通过垃圾分类、预处理等措施来降低污染物的生成。其核心理念是降低废气排放,进而降低燃烧时的清洗系统负担。垃圾分类能使易燃、不易燃的废物分离开来,从而降低不能燃烧的物料进入炉膛。另外,通过对垃圾进行破碎、热解等预处理工艺,可以改变其理化特性,进而降低污染物的排放。在此基础上,从源头落实碳排放战略,需要社会、政府、企业三方共同努力,并在法律法规和具体操作方面给予相应的支撑与调控。

3.2. 资源回收策略

资源回收是指将垃圾中的有价值成分与燃烧前、后进行有效分离,从而达到循环使用目的的过程。这样就可以降低垃圾的排放量,降低燃烧带来的污染。有机物质的循环利用可以作为有机肥料和能源,而对金属、玻璃、塑料等的循环利用可以降低原料的消耗量。资源回收利用的策略是兼顾环境和社会的可持续发展。企业应大力发展垃圾分类与回收系统建设,以提升循环利用的效能。

4. 锅炉燃烧优化技术的发展方向与前景

4.1. 优化改进检测技术

在对燃烧技术进行优化设计时,应以锅炉燃烧参数为主要指标进行检测。但是,目前所采取的各项检测手段,其检测精度与质量均存在一定的缺陷。要解决上述问题,就需要科研工作者和企业对高新技术进行深度研发。软测量技术是一种新型的技术,其主要内容包括:面向对象的数学模型、模式识别、工艺机理、人工神经网络、回归分析,以及SVM等。当前,神经网络在过程模型与控制中得到了广泛的应用,其中以神经网络、BP神经网络为代表。

4.2 闭环与智能化发展

随着科技的不断成熟与发展,利用计算机实现对锅炉燃烧进行优化的控制已被普遍采用,而目前国内外学者主要集中于对其进行闭环控制的研究。在对其发展现状进行了分析后,认为采用分级控制的方法,结合软、硬件的灵活性,

完全可以构成一套完整的控制系统。由于其硬件费用低廉,日常维护及维护工作量小,工作稳定可靠,是目前燃烧控制技术发展的趋势。由于其具有较强的动态性、复杂性,使得其优化问题变得十分复杂。为了改善燃烧系统的经济性,应采取科学的控制手段。在此基础上,提出了一种基于局部最优与智能协同的分层控制方法,通过对典型与先进控制方法的合理选取,实现整体、智能化的控制。

4.3. 燃烧优化技术的应用发展

当前,我国已普遍采用燃烧技术,该技术在处理劣质煤方面有着明显的优势。目前,我国大部分电厂燃用的煤炭量都比较多,无法保证煤的品质,以满足锅炉的生产与发展需求。为了保证机组的安全、稳定运行,需要优化燃烧技术,才能更好地适应新能源的发展需求,达到机组温燃的目的。我国煤炭品质参差不齐,所用煤品质普遍偏低,为适应社会发展对电能、热能的需要,需要对煤的持续燃烧进行优化。在此基础上,利用热力学方法,对锅炉燃烧进行优化,着重研究了煤炭的持续燃烧及燃烧技术的优化。要使煤充分燃烧,也要重视煤的洁净处理。

5. 结束语

综上所述,通过对锅炉燃烧技术进行优化,能够有效地提高锅炉燃烧效率、节能降耗和降低有害气体的排放。同时,还能减轻对周边环境的污染,防止产生渣煤,使锅炉的高温燃烧效果更好,为企业创造了最大的综合经济效益。通过企业的实际发展状况,采用基于设计与改造的锅炉燃烧优化技术与基于检测大数据的锅炉燃烧优化技术相结合的方法,从整体上对锅炉燃烧过程进行优化。

参考文献

- [1] 刘涛. 火电厂锅炉燃烧优化技术探讨 [J]. 我国设备工程, 2023,(22):202-203.
- [2] 黄殿奎. 智能技术在电站锅炉燃烧优化中的应用 [J]. 集成电路应用, 2021,38(02):64-65.
- [3] 赵洪斌. 工业锅炉燃烧优化技术的探讨 [J]. 我国金属通报, 2020,(10):22-23.
- [4] 杨建兴. 火电厂锅炉燃烧优化技术探讨 [J]. 我国设备工程, 2020,(11):147-149.
- [5] 雷冬. 电站锅炉燃烧优化技术分析 [J]. 科技创新与应用, 2020,(06):159-160.

定压双流道机组一次调频优化的技术措施研究

马艳芳 孙庆超

辽宁国华绥中发电有限责任公司 辽宁绥中 125222

摘要: 为了适应东北电网“两个细则”要求,针对超临界定压双流道机组在一次调频动作引起机炉动态特性不匹配、响应滞后、积分量少的问题,提出了对数字电液调节系统(DEH)、协调控制箱系统(CCS)中增加前馈逻辑,采用分时段、变参数控制和参数预估等优化的改进方案。并通过试验,解决一次调频动作引起的机炉动态特性不匹配、响应滞后、积分量少的问题。研究成果有效提高了定压双流道机组的一次调频能力,有利于提高机组适应电网“两个细则”能力的要求。

关键词: 东北电网; 两个细则; 定压; 双流道; 一次调频; 优化

引言

随着国民经济和电力实业的快速发展,电网的容量越来越大,因电网用电结构和电源构成的变化引起的负荷峰谷差逐渐加大,电网的协调控制越来越复杂,一次调频已成为现代电网控制的基本和重要功能。

由于数字电液调节系统(DEH)和协调控制系统(CCS)中一次调频功能相关的控制策略不完善,机组一次调频投入后,频繁出现负荷和主蒸汽温度波动,因此造成一次调频无法正常投入。本文将对此问题进行分析。

1. 机组一次调频存在的问题

东北电网公司“两个细则”出台以后(一次调频最大幅度、一次调频平均幅度偏差、一次调频累积电量),绥中电厂2台880MW定压双流道机组针对电网“两个细则”三项指标均达不到电网要求。针对此系统进行分析,存在以下问题:

(1) 直流定压双流道机组,一次调频动作幅度参数设置偏小,同时,机组压力正常调整范围为 $\pm 1\text{MPa}$,为保证机组安全,防止压力保护动作,机组设置压力拉回回路,当一次调频动作时,超出压力拉回动作值时,压力拉回回路动作,限制了机组一次调频动作。

(2) 机组容量较大,一次调频理论计算值和机组实际动作值的偏差较大,不能满足电网考核平台精度的要求。

2. 原因分析

机组一次调频动作后,机组给煤量、给水量波动大,进一步影响主汽压波动。一次调频指令的处理方式没有考虑其特殊性,机组一次调频动作在机组协调投入时,易使主汽

压大幅波动,影响机组稳定运行。参数设置也不合理,造成一次调频基本不起作用。经分析,主要存在以下原因:

(1) 一次调频指令与机组实际负荷指令叠加,作用在锅炉主控时,由于一次调频频繁动作,造成机组给煤量、给水量波动较大,使得主蒸汽压力大幅波动。

(2) 一次调频动作,引起主蒸汽压力出现偏差时,协调控制系统的压力控制回路立即进行与一次调频指令相反方向调节,用以消除压力偏差,从而直接影响一次调频考核指标。

3. 对策及实施

3.1 一次调频动作后协调指令优化

协调指令优化考虑机组压力的变化在许可值内,以一定压力变化值为门限,禁止负荷指令继续朝压力恶化的方向变化。如图1所示。例如,门限为 0.7MPa 时,需要两个闭锁:

(1) 当主汽压力超过 24.2MPa 后,禁止协调指令下降。

(2) 当主汽压力低于 22.8MPa 后,禁止协调指令上升。

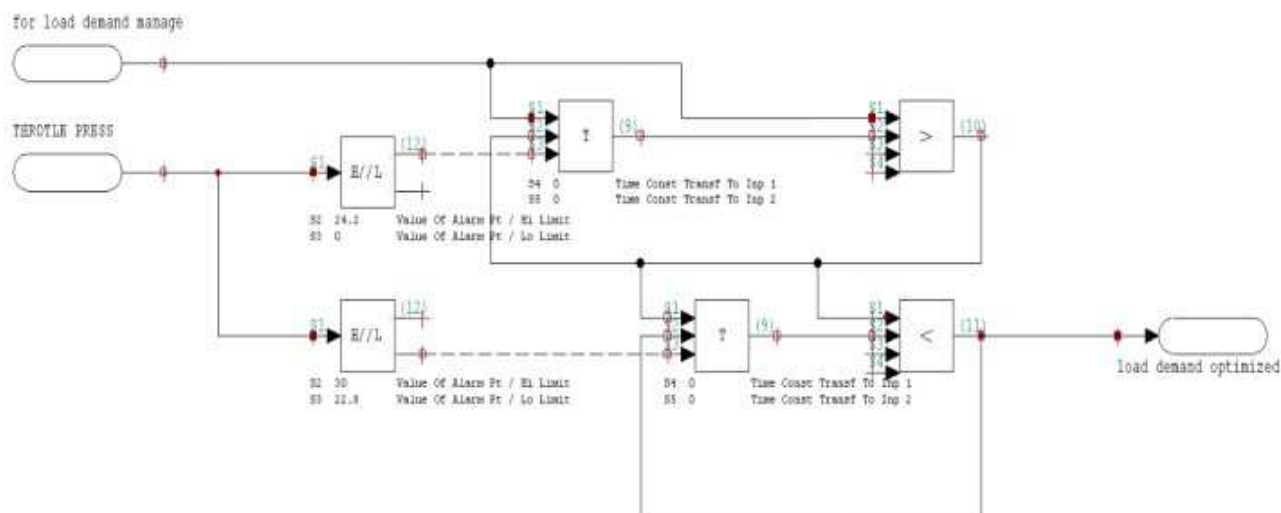


图 1 协调指令优化原理图

3.2 协调系统入口 PID 偏差优化

根据协调控制器入口压力偏差，预估指令允许变化的

最大值。当超过最大值时，进行闭锁。具体实现方法如图 2 所示。

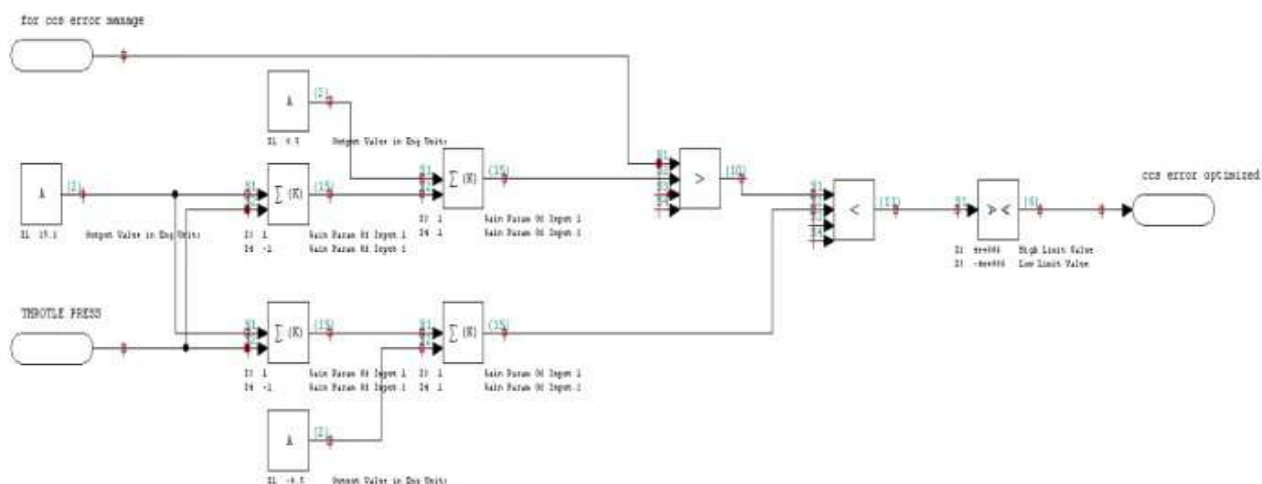


图 2 协调系统入口 PID 偏差优化原理图

3.3 协调系统入口 PID 偏差优化

压力拉回闭锁采用反向补偿的方式，当一次调频动作后对压力设定值进行反向补偿，用以弥补之后产生的压力偏差。整定参数如表 1。

表 1 压力拉回闭锁整定参数表

序号	一次调频指令 /MW	反向拉回压力 /MPa
1	-20	0.4
2	-12	0.3
3	0	0

4	12	-0.3
5	20	-0.4

3.4 一次调频前馈优化

3.4.1 经分析东北电网一次调频曲线，合理的更改一次调频前馈动作的前 15s 值，将十分有效的改善一次调频最大幅度、一次调频累积电量两项指标，但是将对一次调频平均幅度偏差指标产生不利影响，因此程序将对一次调频动作的前 15s 和后 45s 进行分时段变参数控制，在一次调频最大幅度和一次调频平均幅度偏差两项指标之间找到平衡点，使之

全部满足考核要求。原理如图 3。

3.4.2 增加前馈指令限制回路

- (1) 当主汽压力超过 24.2MPa 后，禁止前馈指令下降。
- (2) 当主汽压力低于 22.8MPa 后，禁止前馈指令上升。

3.4.3 流量特性修正

各个负荷段，加入流量特性修正回路 $F(x)$ ，用以对前馈指令进行优化。

3.5 时间管理

针对东北电网机组的一次调频的量化考核标准在“两个细则”（《东北区域发电厂并网运行管理实施细则》和《东北区域并网发电厂辅助服务管理实施细则》）中规定，一次调频的动作考核时间最长为 60 s，加入时间管理机组 65 s 后，一次调频前馈和闭环指令均同步返回，这样可以对机组主蒸汽压力产生更加积极的正向促进作用，如图 4。

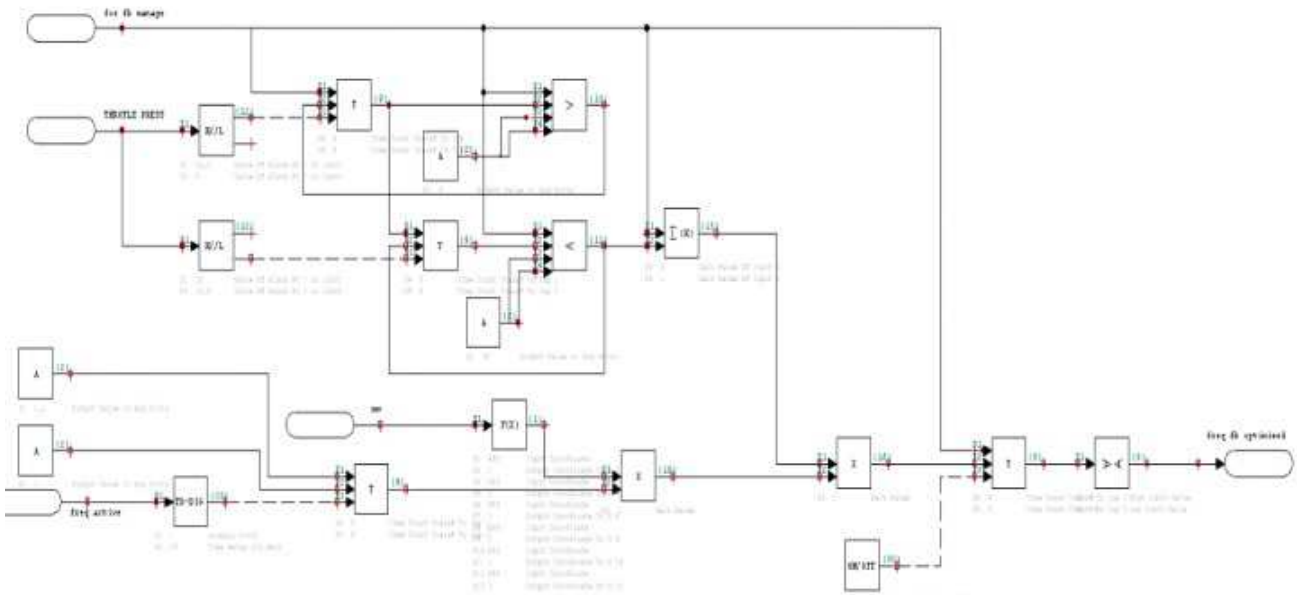


图 3 一次调频前馈优化原理图

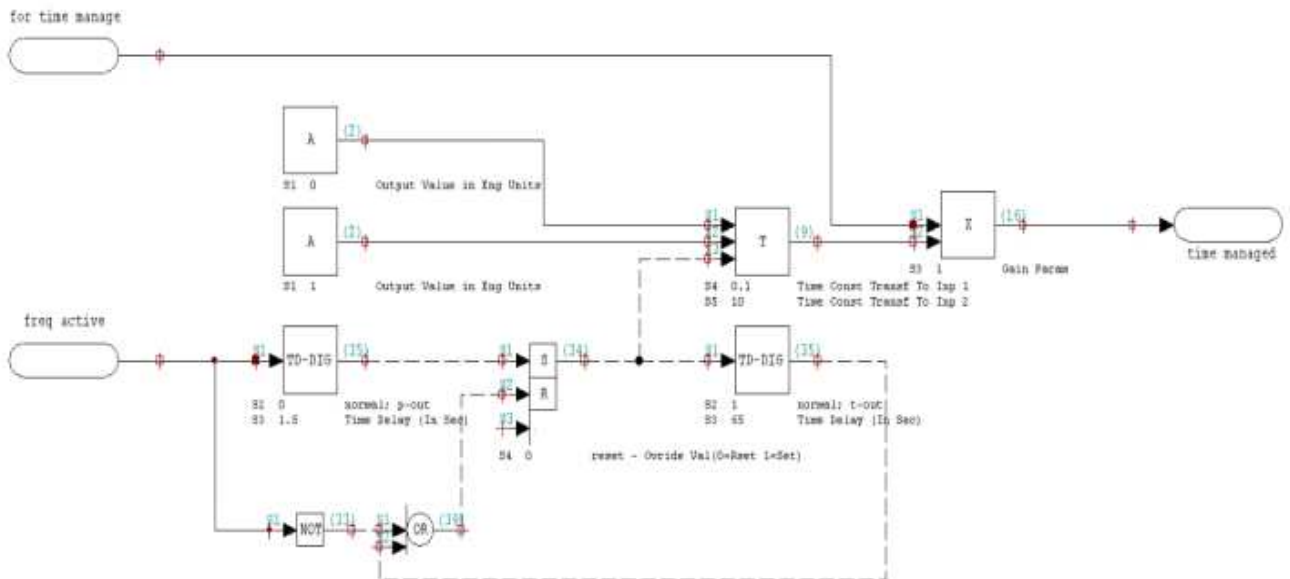


图 4 时间管理原理图

4. 实施效果

一次调频控制策略优化后, 2016 年 10 月分别对 2 台机组一次调频能力进行试验。在 CCS 协调投入, CCS 侧和 DEH 侧一次调频均投入的情况下, 改变用于产生一次调频

转速差的转速设定信号, 分别模拟产生转速偏差 6 r/min 和 11 r/min, 持续时间 65 秒, 试验结果均能满足要求。图 5 为 2016 年 11 月 20 日实际转差信号为 6 r/min, 持续时间为 1 min 时一次调频动作曲线。

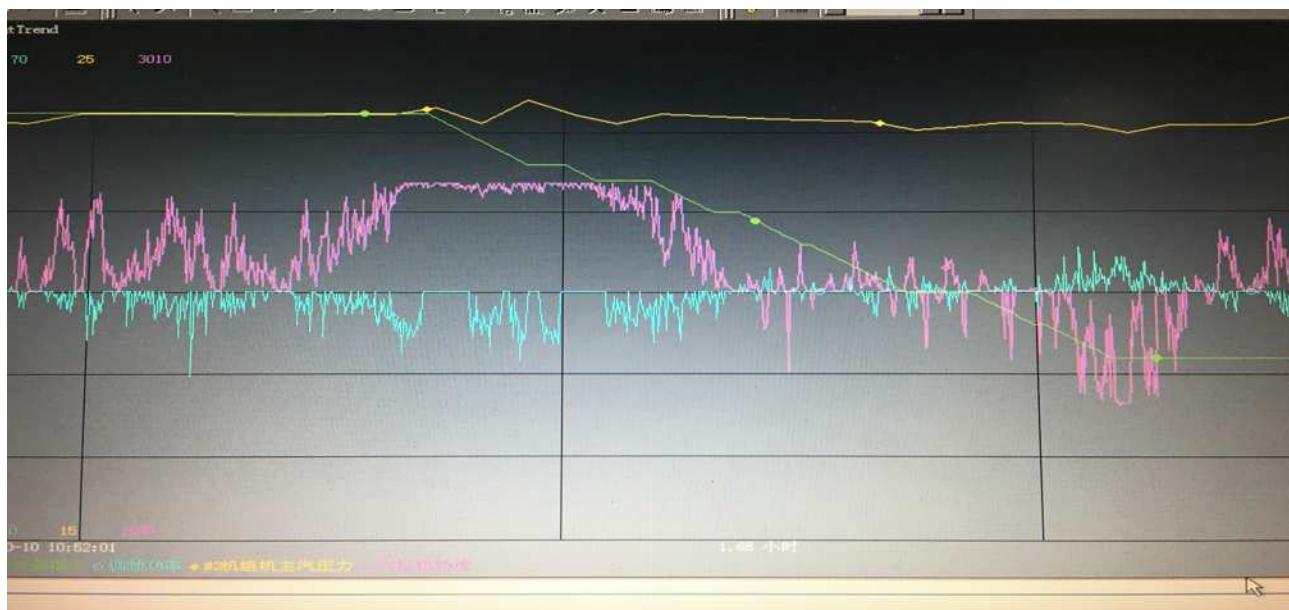


图 5 转差为 6 r/min, 一次调频动作曲线

从表 2 的一次调频动作参数数据表可见, 2 台机组一次调频在 6 r/min 的转差信号作用下, 实际负荷调节量均能满足电网对一次调频的要求, 调频过程中各主要参数, 如主汽压、给水流量、给煤量等偏离均在允许范围内。

表 2 一次调频动作参数数据表

机组号	1	2
转速差 /r/min	-6	-6
负荷变化值 /MW	14-20	14-24
负荷相应纯延迟时间 /s	< 1	< 1
主汽压变化值 /MPa	0.3	0.2

5. 结语

机组一次调频性能试验结果满足电网的要求, 当电网频率发生波动时, 调节系统能快速动作使机组负荷相应迅速变化, 同时, 机组主要参数的波动幅度很小, 不影响运行稳定, 延长了机组设备的寿命, 提高了电网运行的稳定性

参考文献

[1] 朱北恒. 火电厂热工自动化系统实验 [M]. 北京: 中国

电力出版社, 2006.

[2] 陈小强, 项瑾, 魏路平, 等. 1000MW 机组一次调频性能优化 [J]. 中国电力, 2010, 43(4): 63-66.

[3] 金丰, 陈建国. 火电机组一次调频和 AGC 性能优化分析 [J]. 东北电力技术, 2014, 35(5): 7-10.

[4] 李建军, 王礼, 王英荟. 超(超)临界燃煤机组一、二次调频研究与应用 [J]. 东北电力技术, 2012, 33(8): 13-16.

[5] 尹峰. CCS 参与的火电机组一次调频能力试验研究 [J]. 中国电力, 2005, 38(3): 71-74.

[6] 候典来, 张本起, 王当珍. 提高自动控制系统准确性的措施研究 [C]//2014 年全国发电厂热工自动化年会优秀论文集. 北京: 全国电力技术市场协会, 2014: 510-545.

[7] 钱朝阳, 王会, 吴永存, 等. 1000MW 火电机组协调控制策略优化 [J]. 中国电力, 2013, 46(3): 68-72.

[8] 许明妹, 候生伟. 协调控制系统在黄台电厂的使用状况 [J]. 山东电力, 2001(热控专集): 60-61, 66.

[9] 王刚, 郝涛, 张江南, 等. 火电机组一次调频合格率的影响因素分析 [J]. 中国电力, 2014, 47(2): 23-26.

[10] 侯典来. 单元机组协调控制新技术 [C]//2010 年全国发电厂热工自动化专业会议论文集. 北京: 中国电力企业联合会, 2010:125-168.

[11] 侯典来. 提高热工自动控制系统可靠性措施分析及其改进 [C]//2013 年全国发电厂热工自动化专业年会论文集. 北京: 全国电力技术市场协会, 2013:1392-1415.

[12] 张玉铎, 王满稼. 热工自动控制系统 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1985.

[13] 边立秀, 周俊霞, 赵劲松, 等. 热工控制系统 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.

[14] 尹峰, 朱北恒, 李泉. 超(超)临界机组协调控制特性与控制策略 [J]. 中国电力, 2008,41(3):66-69.

[15] 徐彤, 宋崇明, 谢春甫, 等. 燃煤汽轮机发电机组背压变化的一次调频能力补偿 [J]. 节能技术, 2017(6):542-545.

[16] 许丹, 丁强, 黄国栋, 等. 考虑电网调峰的热电联产热负荷动态调度模型 [J]. 电力系统保护与控制, 2017,45(11):

59-64.

[17] 金国强, 刘爱君, 高林. 2 种协调控制系统对一次调频和 AGC 响应特性影响的仿真研究 [J]. 热力发电, 2013,42(10):86-90.

[18] 蔡秋娜, 文福拴, 陈新凌, 等. 发电厂并网考核与辅助服务补偿细则评价指标体系 [J]. 电力系统自动化, 2012,36(9): 47-53.

[19] 李欣然, 黄际元, 陈远扬, 等. 大规模储能电源参与电网调频研究综述 [J]. 电力系统保护与控制, 2016,44(7): 145-153.

[20] 刘维烈, 朱峰, 李端超. 电力系统调频与自动发电控制 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2006: 21-24.

作者简介:

孙庆超 (1984—), 男, 工程师, 从事火电厂热工自动研究。

发电厂电力设备检修现状与优化措施探讨

秦珂¹ 孙静²

1. 华能莱芜发电有限公司 山东济南 250000

2. 莱芜职业技术学院 山东济南 250000

摘要: 发电厂的电力供应质量与人们日常生活具有直接关系,并对各个企业正常生产运营具有较大影响。而电力设备是发电厂供电的基本保障,需要工作人员高度重视电力设备的检修工作效果,确保电力设备保持安全稳定的运行状态,全面提高发电厂供电效果。因此,本文主要分析了发电厂电力设备检修的重要性和现状,并提出相对应的优化措施,旨在提高发电厂电力设备检修工作质量和效率。

关键词: 发电厂; 电力设备; 检修现状; 优化措施

电力设备在发电厂持续发展中具有十分重要的作用,设备运行效果直接影响供电安全 and 质量。工作人员在电力设备使用过程中,需要做好预防性试验检修等工作,提高设备运行效果,保障电网稳定运行。但是,部分发电厂过度追求经济效益,盲目节约成本,造成电力设备落后,存在较多故障问题,难以提高供电效果。因此,对发电厂电力设备检修现状和优化措施进行探讨具有十分重要的现实意义。

1. 发电厂电力设备检修的必要性

发电厂电力设备在实际应用中存在差异,容易受到内外部多种因素的影响,出现较多类型的故障问题,造成供电可靠性较低。因此,为了提高供电安全可靠,需要在供电传输过程中,全面分析电力设备的运行效果,全面落实各项检修工作,并选用合适的检修技术,明确检修技术应用要点,合理控制电力设备稳定运行。工作人员及时利用各类检修技术,提高电力传输的有效性,对发电厂的长久发展具有积极推进作用。另外,发电厂是电力安全生产和管理的关键环节,需要确保电力传输的安全稳定性,才能达到预期的电力传输管控目的。但是,结合发电厂电力设备的检修和管理现状进行分析,由于多种因素的影响,各项工作制度不完善,检修技术应用效果不佳,阻碍了电力建设发展,这就需要工作人员加大电力运行控制力度,在电力生产建设中合理应用设备检修技术,提高电力供应的实效性。

2. 发电厂电力设备检修现状分析

2.1 专业人才不足

发电厂电力设备检修具有较强的技术性和专业性,检

修人员在实际操作中,容易受到多种因素的影响,增加安全隐患,威胁人员安全。因此,检修人员应当具有丰富的工作经验,较高的技术水平,全面消除安全隐患。但是,部分发电厂电力设备检修人才不足,在先进检测仪器设备操作和技术实施等多个方面存在不足,难以符合检修工作开展要求。

2.2 检修工作效率低

不同发电厂之间存在一定的差异性,在电力设备检修工作中可能存在盲目性大,设备过度维修,工作效率不高,缩短设备使用寿命等现象。另外,电力设备在实际运行中,在不同阶段的运行状态有所不同,工作人员在检修过程中未综合考虑这种差异性,普遍选择统一的定期检修方式,难以提高检修工作质量和效率。另外,检修人员应用定期定点式检修方式,在实践作业中严格按照计划进行,无论设备是否存在故障,到期全部进行检修,造成检修工作不合理,出现部分电力设备检修不足或者过度检修。同时,电力设备多次进行检修拆装,增加设备损耗,影响其使用功能和寿命,增加成本,产生较大经济损失。

2.3 检修技术有待创新

社会持续发展中,各个行业对电能的需求不断增加,从而在市场上出现更多发电厂,但是电力设备的维修技术未及时创新和提升,呈现出失衡地发展现状。当前我国发电厂电力设备检修技术水平有待提升,特别是部分电力设备更多依赖进口,技术人才紧缺,不符合引进设备的应用需求。当电力设备运行中出现各类故障问题,难以得到及时预防和检修时,影响了工作质量和效率,减少设备使用年限,

无法充分发挥电力设备的应用价值。

2.4 检修制度不完善

部分发电厂现有电力设备预防性检修制度,检修人员大多按部就班地工作,借助定期定点检修模式进行电力设备全面大检修,在实际工作中未详细观察和分析,造成检修工作过于表面,流于形式。检修制度的不完善,不利于检修技术的创新,无法为检修人员工作开展提供有效参考,造成人员工作态度不端正,存在应付了事的形态,导致电力设备频繁故障。

3. 发电厂电力设备检修的优化措施

3.1 注重人才队伍建设

发电厂为了全面优化电力设备的检修工作,就需要高度重视人才队伍的建设,制定严格的招聘制度,综合考察应聘人员工作经验、技术水平、专业知识掌握程度、职业道德等多方面的能力和素养,提高人才队伍建设效果,为检修队伍注入新的活力,带来新思路 and 措施^[1]。同时,发电厂对于现有的检修人员做好专业化、系统性的培训工作,结合当前电力设备检修现状和标准要求,完善培训方案,增加新知识和新技术的培训内容,融入先进仪器设备的使用方法、技术操作关键点和注意事项等多方面的知识,并在培训过程中注重理实结合,全面提高检修人才队伍的综合能力和素养。另外,发电厂应当制定合理的激励机制,全面落实绩效考核制度,将检修人员的考核结果与薪资待遇相挂钩,调动人员工作的积极性,从而在日常工作中主动学习各项专业知识和技能,更加适应现代化电力设备的检修要求,抱有认真负责的工作态度,提高电力设备检修效果。

3.2 完善检修工作方案

发电厂为了有效提高电力设备检修工作效率,就需要完善检修工作方案,优化检修步骤。工作人员在检修方案改进和完善的过程中,综合分析现行方案中存在缺陷,并结合实践工作效果,掌握电力设备运行情况,提高检修水平,消除安全隐患,降低安全漏洞,提高电力设备运行效果。同时,发电厂应当安排专业人员全面调查电力设备的现状,基于当前检修方式方法,优化检修步骤、完善检修内容,最大程度降低设备故障发生概率^[2]。

电力设备检修步骤优化中,需要工作人员全面评估电力设备运行情况,在各项检修技术实施中全面落实相对应的控制因素。例如,设备故障问题检查中,明确其故障点,分

析其成因,分析对应检修技术的实施效果,保证检修技术的应用的针对性和科学有效性,同时应当综合分析检修工作开展的经济性,节约成本,提高检修工作效益。另外,电力设备检修过程中,应当做好基础性检修管理工作的控制,提高检修技术应用的控制效果,合理协调各项公告中开展,确保发电厂供电的安全可靠性。

3.3 创新检修技术

检修人员在火电厂电力设备检修工作中应当积极创新检修技术,实施状态检修,全面检测和维护电力设备,合理进行线上监测、带电检测、预防性试验等各项工作。电力设备状态检修技术应用中,检修人员应当合理应用先进信息技术采集并分析大量数据,实时掌握设备运行情况,并结合数据分析结果,合理开展设备检修工作。状态检修具有较强的针对性和有效性,便于检修人员缩小工作范围,提高工作效率,节约成本,并借助信息技术,构建数据库,保存各类电力设备的监测数据,提高电力设备检修和管理的信息化水平^[3]。例如:检修人员在实际工作中,借助信息技术,收集电力设备出厂资料、使用说明书、安装信息等,分析电力设备安全检查报告,全面掌握各项信息数据,在其出现故障时,结合现有信息,进行针对性检修和维护,同时能够线上检测设备的信息数据,提供检修报告、设备故障信息等。同时,检修人员利用信息技术措施,优化检修方式,结合数据分析,电力设备结构特点,总结故障成因,评估设备状态,提高检修质量和效率。

3.4 建立健全检修制度

发电厂在电力设备检修制度优化实践过程中,不断完善检修制度,科学规范检修技术,并将各项规章制度全面落实到检修工作中,保证工作开展有所依据,提高检修技术应用水平,获得理想的电力设备检修效果。相关工作人员在建立健全检修制度时,应当详细分析检修技术流程和检修内容等,在检修技术控制过程中,全面优化多种要素的挂管控。如,电力设备检修技术应用中,制定完善的点检制度,将制度落到实处,合理开展相对应的检修工作,确保检修工作达到预期效果。另外,检修工作开展中,制定相适应的检修制度,提高电力设备检修预防工作,分析该工作中各项关键因素,发挥检修制度在检修技术实施中的重要作用。

4. 结语

电力设备检修在发电厂持续发展中的作用越来越突出。

但是,电力设备检修工作开展中依然存在人才紧缺、工作效率低、技术水平不高、制度不完善等问题,不利于电力设备检修工作高效开展。因此,发电厂应当结合电力设备检修中存在问题,制定科学合理的优化措施,提高检修工作效果,推动发电厂稳健长效发展。

参考文献

- [1] 罗伟.发电厂电气设备检修管理及维护探究[J].价值工程,2022,41(10):126-128.
- [2] 常三定.发电厂电气设备检修管理及维护探究[J].中国设备工程,2021(11):63-64.
- [3] 巴悦,杨建忠,李涛.发电厂电力设备检修现状及优化策略研究[J].新型工业化,2021,11(3):14-15.

电力系统自动化发展中电气工程技术分析

郭智勇

广东工业大学华立学院 广东广州 511325

摘要: 电力系统建设是合理开发和构建电力资源的一个重要环节,直接关系到电能的生产、传输和合理使用。在建设现代电力系统时,需要采用电气工程和自动化技术提升其核心控制能力,使自动化技术能够更好地进行电力系统建设。本文对电气工程与自动化技术进行了简单的讨论,并对其发展状况进行了分析,并对其在电力系统自动化方面的应用进行了综述。

关键词: 电力系统; 自动化; 电气工程; 自动化技术

引言

将电气工程和自动化技术相结合,可以提高电力系统的工作效能,更好地支持人们的生产和生活,促进人类的发展和进步。随着电力系统的不断发展,电气工程与自动化技术的融合已成为必然的潮流。在人民生活水平提高的同时,对电能的要求也越来越高。为了满足社会发展的需求,我国相关企业必须增强自身的竞争能力,因此,将电力系统与自动化技术有机地结合起来,是解决这一问题的有效途径。

1. 电气工程及其自动化技术概述

电气工程与自动化是指在电力系统建设过程中实现了电力自动化建设。在建设过程中,电力工程的自动化建设控制主要采用多种自动化技术,是一门将现代化的尖端科技与电气工程相结合而形成的一门综合性的电气工程。与此同时,在电气工程和自动化领域中,传感器和集成控制技术也得到了很大的发展,在其核心技术的应用中,主要是对各类信息数据进行收集,获取其外在信息,并将其传输到电力系统,从而达到电力系统自动化目的。

电力工程与自动化是一门综合性的学科,通过采用传感技术、网络信息模块构件及核心控制软件,对电力系统进行自动化控制,确保了该技术在实际中的运用是合理的,从而实现了整个电力系统的自动化。自动控制是一种无需人工干预的系统,保证了技术的高效使用,最大化了技术的使用效率,保证更合理的使用方法,并达到很好的控制效果。

2. 电气自动化技术建设现状

实现电气系统自动化,不但可以改善电力供应的品质与效率,也可以为供电的可靠与稳定提供保障。欧美发达国家早在 70 年代就开始研究自动化技术,而国内的研究起步

较晚,直到 1987 年才开展电力系统自动化研究,这一工作尽管没有取得圆满的成果,但也填补了国内在这一领域的研究空白。电气工程与自动化技术是我国电力行业发展的一个重要方向。20 世纪 90 年代末,电气工程和自动化技术与产业相融合,推动了整个行业的发展,也就是对电力行业进行了一次重要的变革。20 世纪 90 年代后期,我国在电力系统自动化方面进行了较大的投资,并在此基础上进行了一些有益的探索。该研究于 2002 年被列为一项重要的国家科学和技术规划,此后,该技术系统得到了进一步的发展,并逐步发展为工业生产的核能。21 世纪以后,我国的电力自动化系统已经实现了配电系统自动控制、发电控制、数据采集与自动控制等功能,能够有效地提升电厂的运行效率,减少发电费用,减少设备故障率,提升总体建设质量。

3. 电力系统自动化发展中电气工程及其自动化技术

3.1. 自动化控制系统的运用

我国目前提倡节能和减少排放,面对日益严重的能源状况,我国电力系统自动化已成为必然趋势。目前,国内电力生产企业普遍应用 DCS 控制,并对其进行了集中控制,取得了良好的效果,这种控制方式在国内的应用具有很强的代表性。其采用了一种基于单片机的分布式控制系统,实现了分散控制,集中显示,数据采集等功能,该系统相对于传统的控制方式,具有较高的先进性和较好的性能,可以来自不同角度所采集到的数据与信息,在同一处理器中进行全面的使用与处理,从而大大提高信息与数据处理的效率,为我国电力系统自动化技术的发展开辟一条新途径,对提升我国电力系统自动化水平具有重要意义。

3.2. 动态安全监控系统

为有效地提高电力系统的安全运行水平,将动态安全监控系统应用于电力系统中是十分必要的。从理论上讲,该系统包括 SCADA 与监测两个部分,该系统不仅能够对电力系统进行实时监控,而且能够对电力系统进行动态的电磁静止监控,而且能够通过采集到的数据对电力系统进行实时监控。动态安全监控系统是一种性能优良、使用范围广的监控系统。在采用动态安全监控系统的基础上,引入 GPS 技术,利用共享技术,实时更新地区分布情况。传统的数据采集手段具有数据冗余等缺陷,而动态安全监控系统以其数据精确、实时更新等显著特征,突破了常规监控方法的局限。

3.3. 故障诊断技术的运用

在国内,电气设备使用过程中,经常会出现各种事故。因此,对国内电力系统进行故障诊断具有十分重大的意义。我国正逐步步入计算机科技的年代,数字化的信息技术已经渗透到了社会的每一个角落,对整个社会的发展带来了极大的冲击,日益成为当代社会发展的一股不可忽视的力量。为了保证故障诊断技术的实际应用,有必要对其进行更新与换代,保证了其故障诊断技术的实际应用价值。同时,由于其危险性大,所以对操作人员的专业素养和技能要求也比较高。这严重地制约着国内电气设备故障诊断工作,严重地制约着电力系统的正常工作。现代电气工程中的故障诊断技术能够对某些数据进行科学、合理地分析,对设备存在的隐患进行早期预警。目前,智能化技术已经在电气自动化的实现中得到了越来越多地运用,为电力行业的长远健康发展做出了积极的贡献。同时,针对某些已有的故障,自动分析出最佳的、科学的求解方案及应对措施,极大地降低作业人员的反应速度,最大限度地降低事故带来的损失。通过该技术,可以最大限度地保障电气设备的正常运转,为我国电气设备起到了一种防护作用。

3.4. 柔性交流输电系统

由于自动化技术可以提高电力系统的工作效率,提高电力系统的安全性,因此,自动化技术对于电力系统的发展起着非常重要的作用。柔性交流输电是一种将传感与遥测相结合的集成技术,能够有效地减少电力系统运行中的安全隐患。采用自动调整技术,既能保证系统的正常工作,又能保证系统的稳定运行。为此,需要主动地把柔性交流输电技术和智能化系统有机地结合起来,进行传输方式的革新,从而

有效地提升电力系统自动化水平。

4. 电力系统自动化技术未来发展趋势

4.1. 融合视觉信息技术

为了保证电力系统的正常运行,确保故障发生后能够迅速解决,需要进行实时监控。在将可视化信息技术应用于电力系统自动化中,可以节省很多人工和资源,利用可视化的信息技术,可以通过图像监控数据中所出现的改变,从而增强对电力系统的远程监测能力。另外,从电力自动化发展的趋势来看,该技术将会在今后的工作中得到更多地应用。这样就可以大大降低人力、物力的消耗,因此,有关人士可借由集成与发展这些科技,而有效减轻工作负担。

4.2. 增强 GPRS 技术融合

GPRS 通信系统是一种能够将用户需要的通信信号分组方式发送到终端的一种通信方式。从现状来看,在现行配电力系统中,低压配电力系统分布较为零散,并且分布很广,影响了系统的整体运行效率。在电力系统中引入 GPRS 技术,能够对低压配电力系统进行监测,并对其进行统一的数据收集,在此基础上,实现对现有系统进行智能化调整,从而有效保证了监测结果的精确性。

5. 结束语

综上所述,在这个快速发展的时代,人们的生活水平越来越高。在一定意义上,人们的生活中没有电力是无法生存的,因此,需要有一个良好的电力系统供应电力。现有的电力系统或者很难达到这样的要求,所以需要借鉴电气工程和自动化的理论,建设新型的电力系统,并运用电气工程和自动化技术对原电力系统进行改造。保证人们日常生活及其他业务的持续供电,与此同时,我国电力行业也应该在电力工程、自动化等方面发挥优势,尽快走在世界前列,为我国电力行业带来更多的效益,同时,考虑到我国当前的电力行业所面临的种种困难,有必要将电气工程与自动化技术相结合,建立完善的电力系统自动化,造福人类,造福于社会。

参考文献

- [1] 夏林. 电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展探讨 [J]. 中国设备工程, 2020, (23): 181-182.
- [2] 吕超. 电力系统中电气自动化技术的应用及发展趋势分析 [J]. 电气传动自动化, 2020, 42(04): 43-45.
- [3] 孙瑜鸿, 张舒, 任力诺. 简析电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展 [J]. 时代农机, 2020, 47(05): 41-42.

[4] 张沫然,包盛辰,况逸.电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展思考[J].无线互联科技,2020,17(10):42-43.

[5] 王鹏宇,马居中,张甲睿.电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展分析[J].科技风,2020,(15):191.

船用太阳能光伏系统的建模与仿真

孙丽兵¹ 申 康² 吴国柏² 边 涛³ 李肖艳⁴

1. 上海电子信息职业技术学院 上海 201411;

2. 北部湾大学 广西钦州 535000

3. 北极星云空间技术股份有限公司 上海 200438

4. 上海船舶工艺研究所 上海 200032

摘 要: 光伏发电以其清洁、可再生和储量广泛而受到越来越多的关注和利用。但在船舶上熟练应用,仍需解决关键技术问题。本文根据光伏系统的理论探索学习,创建完整的光伏发电系统框架,重点探究光伏电池和光伏阵列的特性。在 MATLAB 下获得必要的模拟结果,讨论多种最大功率点跟踪模式,并建立多种仿真模型,验证建模系统的可操作性和合理性。

关键词: 新能源; 船用光伏; 最大功率点跟踪; 仿真模型

引言

太阳能光伏发电作为一种新型绿色可再生能源,近年得到迅猛的发展。西方造船强国在太阳能技术船舶应用上已做了大量研究,投应用广泛,相比之下我国与其不可否认存在较大差距,必须加快这方面的研究,缩小差距。运用 Matlab 仿真、电力电子技术等方面的知识成立太阳能光伏电池组的数学模型,为其采取最大功率的跟踪、仿真、控制,并分析海洋复杂环境条件下太阳能光伏电池的输出特性,对确保船用太阳能发电的稳定性和适用性有重要的意义。

1. 船舶电力推进系统的组成及光伏电池分析

蓄电池组是太阳能电池的关键部件,充电过程一般分为主充、全充、浮充三个阶段,一般都是在充电后继续充电。确定充电进程,并通过实时监控和判断充电过程,掌握充电电流强度。电池记忆放电控制是通过对电池的放电过程进行控制,在特定条件下对电池进行充放电。

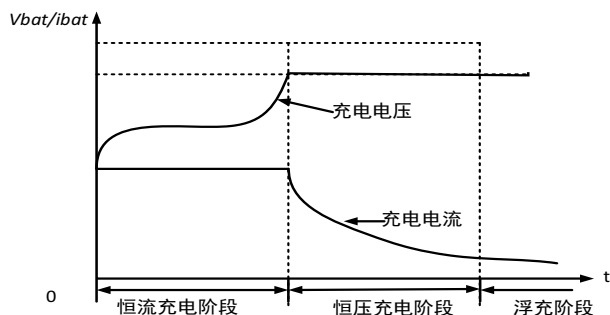


图 1 蓄电池三阶段充电电流和电压关系曲线示意图

2. 船用光伏电池的建模与仿真

通过数学建模方法建立光伏电池的 Matlab 仿真模型。在对光电系统的常规特性展开解析的时候,通常全是经过对温度和辐照度的控制来完成。P-U 曲线是指在具体的光、温条件下,光电转换器的输出功率与电压之间的关系,这作为系统的解析和 MPPT 的工作特性有着特别关键的意义。

3.MPPT 建模及仿真

最大功率点跟踪 (MPPT) 与光伏 (PV) 系统的集成是实现最大功率跟踪和传输的必要条件。如表是 PV 模型太阳能电池板的基本参数,可得最大功率点达 8.52 万。

3.1 恒压法

在太阳能电池的最初控制中,恒压是最常见的。采取恒压方式完成控制,其原理容易、成本低,不过当系统中的环境突发变动时,选用恒压方法难以对它进行实时、精准的跟踪。其理由体现在,伴随环境的急剧变化,象征电力性能的 I-U 曲线也会逐渐变化。

(1) 在给定 0.2 的占空比,光照强度设置为 $1000\text{W}/\text{m}^2$, 温度为 25°C 时其仿真模块如下图所示:

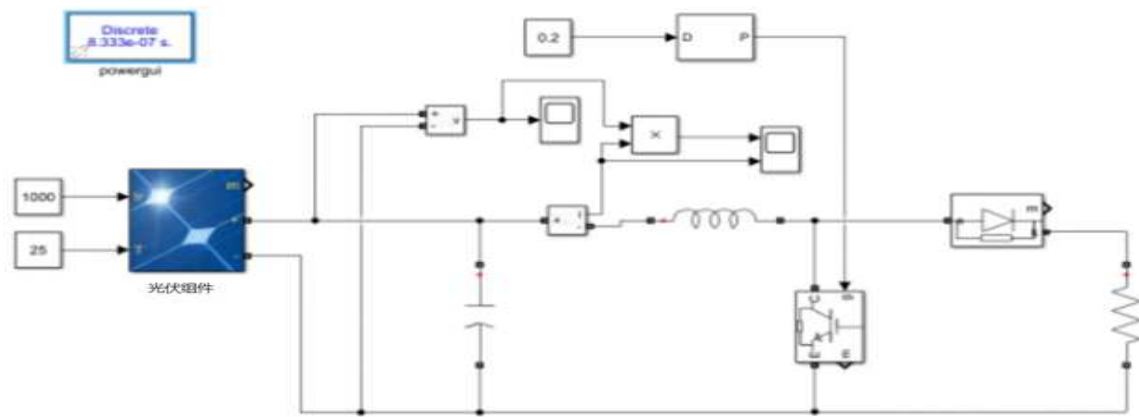


图 2 0.2 占空比仿真模块

仿真结果如下：

在占空比为 0.2 时，其最大电压超过 300V，一段时间后稳定在 248V。功率为 7.64 万瓦，与最大功率点还存在较大差距。在相同条件下，改变占空比，接入阶跃信号。其中阶

跃信号基础参数设置，阶跃时间为 0.5 秒，初始值为 0.2，终值为 0。

电压在 62.94V，电压下降同样明显，占空比上升光伏并联储电压是下降的。

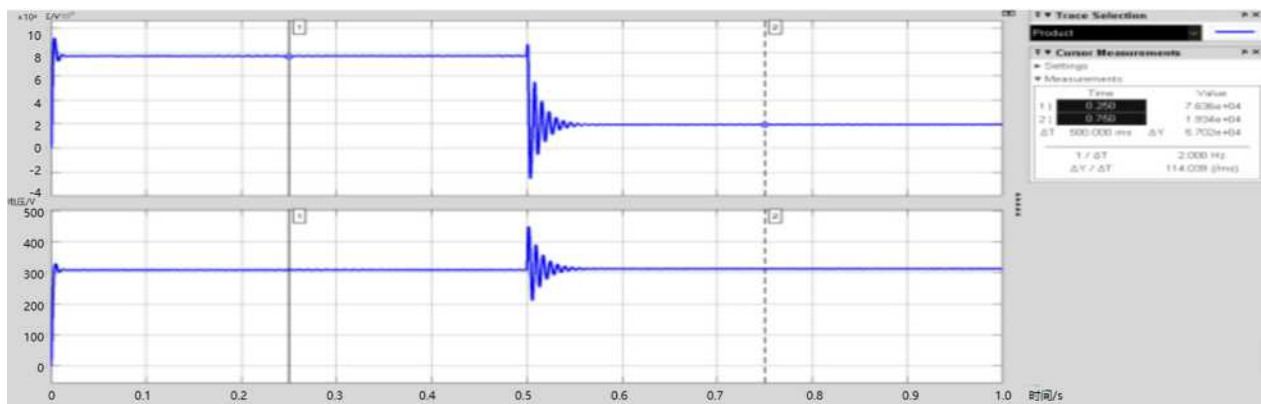


图 3 阶跃信号下功率仿真结果

可以看出占空比变化之后功率明显下降，为 19500W。一般我们检验一个闭环控制系统的动态性能时，给定

值应该有变化，阶跃时间设为 0.5 秒，初始值 290，终值 250，其动态性能如下图所示：

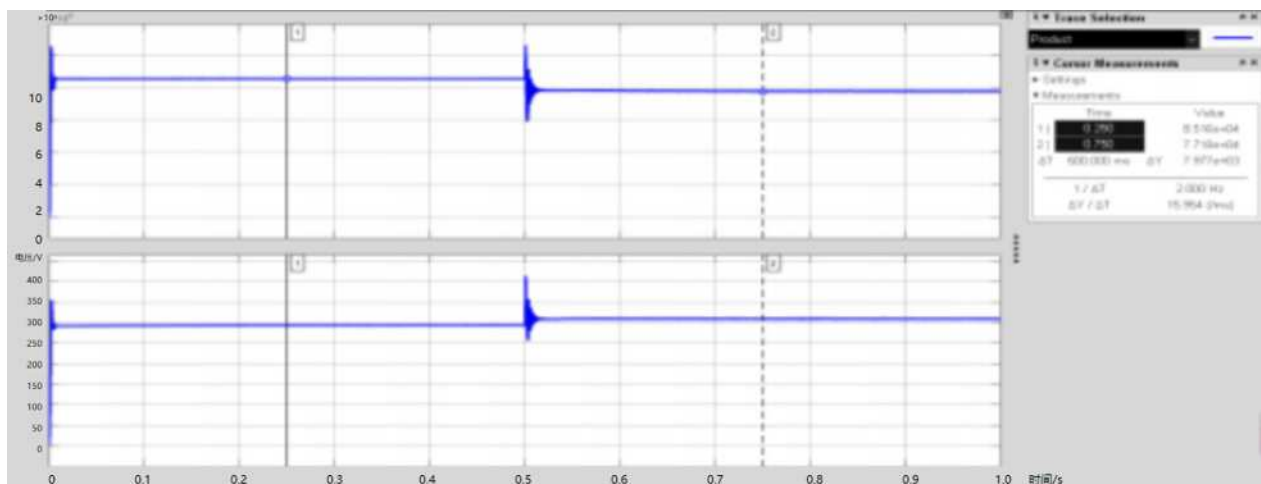


图 4 最大功率点阶跃信号下功率仿真结果

如图反馈值逐渐收敛到给定值, 0.05 秒不到就跟踪到给定值。0.05 秒不到就追踪到给定值, 功率也相对减小。

恒压法的缺点也同样明显, 就是给定值应保持不变, 若光照发生变化, 最大功率点变化, 给定值还保持在原来的点就没有自适应的功能。

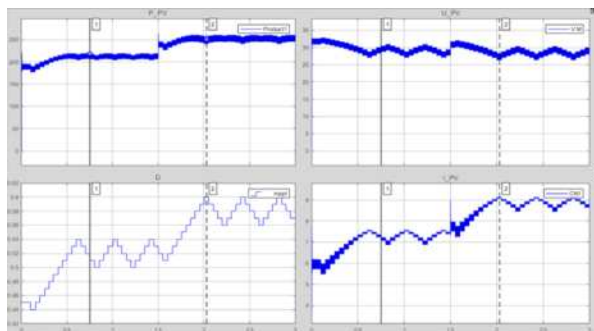
3.2 扰动观察法

干扰观测法之所以能够取得宽泛的运用, 是由于它的

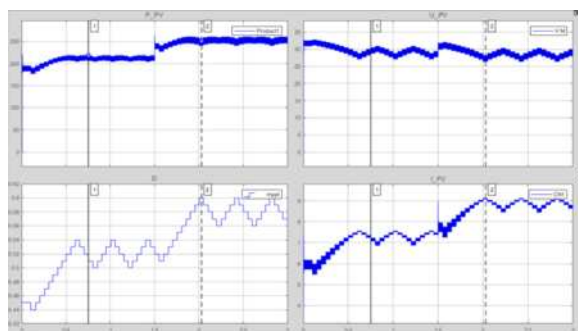
控制方式相对简单, 只研讨到电池的端子电压和端子电流, 而实际状况的变化对它的冲击很小。

光照强度设置为 $1000\text{W}/\text{m}^2$, 温度为 25°C 时其仿真模块。

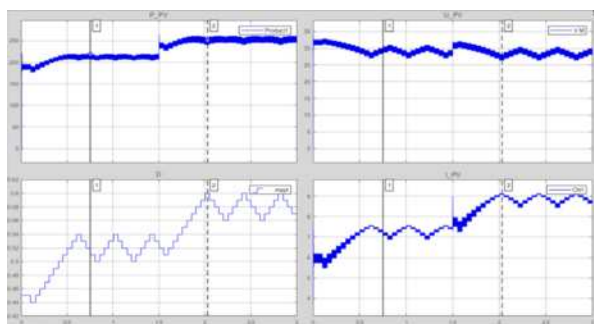
根据算法, 通过的光伏输出电压与电流的采集, 实现最大功率点追踪。下图为光伏阵列输出功率 (P_{PV})、占空比变化 (D)、输出电压 (U_{PV})、输出电流 (I_{PV}) 在辐照度改变后的仿真变化, 如下:



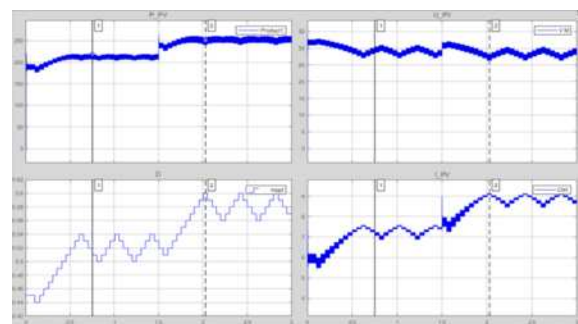
(a) 光伏阵列输出功率 (P_{PV})



(b) 输出电压 (U_{PV}) 改变



(c) 占空比变化 (D) 改变



(d) 输出电流 (I_{PV}) 在辐照度改变

图 5 扰动观察法仿真结果

图中展现了光伏阵列输出功率 (P_{PV}) 在经过一个周期调整后光伏阵列的功率基本稳定在 212, 辐照度改变后跳变为 250, 基本实现跟踪、占空比变化 (D) 同样在新的辐照度后进行震荡。

3.3 电导增量法

电导增量法能够判别出光伏阵列实时工作点与最大功率点相互联系, 防止了扰动观察法的盲从性。

经过调整与追踪过程前一个过程达最大功率点稳定后,



图 6 负载输出功率仿真结果

电压值为 29V, 功率为 213W, 电流为 7.4A, 占空比为 0.37。之后由于辐照度的跳变, 整个光伏电池最大功率变得更高, 又经过一个追踪过程稳定下来, 电压值为 29V, 功率为 252W, 电流为 8.9A, 占空比为 0.44。

负载消耗功率第一阶段稳定于 210W, 辐照度变化后最大功率消耗稳定于 247W。电导增量法实现最大功率点追踪后就会趋于稳定, 不会出现扰动观察法来回震荡的情况。通过对电导增量法进行合理利用, 能够实时跟踪最大功率。不过当有着相对较小的 dI 和 dU 的值时, 对传感器精度有着非常高的要求, 增加了系统的硬件成本。

4. 结论

本文对船用光伏发电各建模展开了研究, 分析其在不同光照强度和温度条件下的输出特性, 研究结果证实在各类环境条件下最大功率点相应电压值均为定值。探究光伏电池数学模型, 描述一些流行 MPPT 控制算法, 并在 Simulink 上建造仿真模型, 得各种环境参数下的 P-V 曲线、I-V 曲线, 因而达成 MPPT 跟踪。鉴于光伏发电本身输出的不可控性, 联结 MPPT 控制运算, 经过仿真实验证实引进储能技术能够完成能量迁移、减少功率动荡界限、平整功率输出。

参考文献

- [1] 李俊锋. 可再生能源应成我国能源发展战略重点 [J]. 能源研究与利用, 2020(01):6-8.
- [2] Uthirasamy R. et al. Design of Boosted Multilevel DC-DC Converter for Solar Photovoltaic System[J]. International Journal of Photoenergy, 2022, 2022
- [3] Enaganti Prasanth K. et al. Experimental investigations for dust build-up on low-iron glass exterior and its effects on the performance of solar PV systems[J]. Energy, 2022, 239(PC).
- [4] 王浩, 张国澎, 王雨婷等. 光储孤岛直流微电网状态变换建模及母线电压稳定控制 [J/OL]. 高电压技术 :1-13[2022-04-11].

作者简介

孙丽兵 (1982—), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向: 光伏新能源、微电网技术, 以及特种光伏工程技术的应用。

通信作者简介: 申康 (1982—), 男, 博士研究生, 讲师, 研究方向: 电力电子建模与控制, 无线电能、新能源电力传输等。

基金项目

上海市协同创新项目 XTCX-KJ-2023-18

计及分布式静态串联补偿器的含新能源电网静态电压稳定性分析

戴 鹏 穆加龙 蒋丽红

常州智成新能源电力科技有限公司 江苏常州 213031

摘 要: 随着我国电网系统不断接入大规模新能源电力,不仅受到了其网架特性约束,而且在新能源装备的自身安全限制下,使得高渗透率的新能源并网后引发了较为严重的静态电压问题,进而成为影响电力系统整体稳定性与安全性的的重要因素。在电力电子器件发展背景下,柔性交流输电技术成为解决上述问题的重要方法,尤其在提升静态电压稳定性、调节线路潮流等方面展现出突出的优势。本文即在此背景下展开研究,深入分析分布式静态串联补偿器在含新能源电网静态电压稳定性调节中的应用价值与方法。

关键词: 分布式静态串联补偿器; 新能源电网; 静态电压; 稳定性

随着我国不同地区新能源电力系统逐步连入电网体系,新能源电力在我国电力系统中的占比不断提升。但是新能源电力必然存在高渗透率的问题,进而成为影响电网系统安全与稳定的关键因素,一旦出现电压崩溃问题,后续必然会引发难以估量的经济损失。因此,在当前新能源电力逐步并网的过程中,如何保证电压稳定就成为必须关注的焦点,本文立足分布式静态串联补偿器,并通过深入评估、分析与实践,提出基于分布式静态串联补偿器的含新能源电网静态电压稳定性调节与保障策略。

1. 分布式静态串联补偿器概述

1.1 结构

分布式静态串联补偿器是一类单相设备,具有潮流控制的主要作用,以分布式柔性交流输电技术为基础,因而可以取消传统设备上的绝缘设计要素,进而通过直接耦合的方式连接输电线路。该设备的容量一般在 0-10kVA 范围内。分布式静态串联补偿器主要由复合开关、含单匝变压器、单相电压源逆变器、滤波器、控制保护、直流电容、通信等模块组成。其主要功能在于可以在输电导线系统中直接接入多个小容量单相逆变器,而通过这些单相逆变器可以有效调节传输线路的阻抗值,进而达到控制有功潮流的效果。

1.2 等效电路

分布式静态串联补偿器可以通过直接耦合的方式连接

输电线路,而在该过程中生成的有功功率 P ,可以由如下公式表示:

$$P = \frac{V_1 V_2}{X} \sin \delta$$

其中 V_1 与 V_2 表示该输电线路首端与末端两个位置的电压, δ 表示首端与末端之间的相角差, X 为该区域范围内的电抗值。

分布式静态串联补偿器完成系统线路的配置后,可以视为在其中增加一个垂直电压,而该过程中生成的有功功率 P' ,可以由如下公式表示:

$$P' = \frac{V_1 V_2}{X} \sin \delta - \frac{V_1 V_{DSSC}}{X} \cos\left(\frac{\delta}{2}\right)$$

其中 V_{DSSC} 指的是分布式静态串联补偿器连接输电线路后提供的额外电压。通过计算可以发现,输电线路两端电压值可以近似看做 1.0pu,而两端相角差可以视为无限小,由此可以推出: $\sin \delta \approx \delta$, $\cos(\delta/2) \approx 1$,因此该过程中生成的有功潮流 P'' ,可以由如下公式表示:

$$P'' = \frac{\delta}{X} - \frac{V_{DSSC}}{X}$$

由此不难发现,分布式静态串联补偿器提供的电压对潮流变化有着间接影响,而其只要调节电压值就可以控制潮

流，以此达到提高稳定性的效果。

2. 含新能源电网静态电压稳定性分析

2.1 新能源发电机组的等效模型分析

本文将风电机组作为研究对象，将其并入电网后，可以用以下公式进行描述：

$$\begin{cases} X_{sg}' = \frac{X_{sg}}{1-\eta} \\ X_w' = \frac{\lambda X_{sg}}{1-\eta} \end{cases}$$

其中， X_{sg}' 为风电机组并网后的等值阻抗， X_{sg} 为并网前的等值阻抗， X_w' 为纯风电机组的等值阻抗。 λ 为风电机组并网后的阻抗与并网前机组阻抗的比值， η 为风电机组并网后的渗透率（ η = 风电出力 / 总出力）。

2.2 含新能源电网静态电压稳定机理

风电机组、光伏机组等一般通过恒定有功无功功率达成解耦控制目的，由此可以随时调节电压变化。当其接入电网系统后，可以推导出其新能源并网电压 $\dot{U}_c$ 公式：

$$\dot{U}_c = \sqrt{\frac{\dot{U}_s^2}{2} + Q_w X_s \pm \sqrt{\left(\frac{\dot{U}_s^2}{4} - P_w^2 X_s^2 + \dot{U}_s^2 X_s Q_w\right)}}$$

其中， $\dot{U}_c$ 为风电或光伏机组接入电网系统的点电压。由此可以发现，新能源并网后，接入电网的电压越小，电网功率就越大；功率增加，电网节点电压的灵敏度则会提高，从而达到控制电压稳定的效果。

3. 基于分布式静态串联补偿器的电力系统静态电压稳定评估

3.1 计及分布式静态串联补偿器的潮流计算

电力系统简化后可以将其视为一个潮流平衡方程，假设该系统有 n 个节点，那么就会生成 $(m-1)$ 个PQ节点，随之产生 $(n-m)$ 个PV节点，同时还会拥有1个平衡节点，

$$\begin{cases} \Delta P_i = P \sum_{j=1}^n U_j (G_{ij} \cos \theta_{ij} + B_{ij} \sin \theta_{ij}) \\ \Delta Q_i = Q \sum_{j=1}^n U_j (G_{ij} \sin \theta_{ij} + B_{ij} \cos \theta_{ij}) \end{cases}$$

其中 P 表示有功功率， Q 表示无功功率， i 与 j 表示节点位置，因此 ΔP_i 表示该系统中第 i 个节点位置的有功功率量， U_i 表示第 i 个节点位置的电压。 G_{ij} 表示节点 i 与 j 之间支路的导纳实部， B_{ij} 则表示对应的虚部， θ_{ij} 表示对应

的相位角差值。

简化后的平衡方程可以表示为：

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & N \\ J & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta U/U \end{bmatrix}$$

其中 ΔP 表示分布式静态串联补偿器耦合后该支路提供的有功功率量，而 ΔQ 则表示对应的无功功率量。 H 、 N 、 J 、 L 分别为构成雅克比矩阵的向量要素， $\Delta \theta$ 表示该支路的电压相角差， ΔU 表示不同节点之间形成的电压差。

在此基础上将分布式静态串联补偿器配置在电力系统之中，假设位于线路节点 i 到 j 支路一侧，并且处于 i 节点方向一侧，由此对其两端的潮流方程进行优化，可以得到配置了分布式静态串联补偿器的线路传输功率公式：

$$\begin{cases} P_i = U_i^2 - U_i U_j (g \cos \theta_i + b \sin \theta_i) + \\ U_i U_j [g \cos(\theta_i - \delta_D) + (b + b_c/2) \sin(\theta_i - \delta_D)] \\ Q_i = -(b + b_c/2) U_i^2 - U_i U_j (g \sin \theta_i - b \cos \theta_i) + \\ U_i U_j [g \sin(\theta_i - \delta_D) - (b + b_c/2) \cos(\theta_i - \delta_D)] \end{cases}$$

其中 U_D 为分布式静态串联补偿器耦合输电线路后该段支路的节点电压， δ_D 为该段支路电压形成的相角， g 为该段支路的导纳实部， b 则为对应的虚部。

基于上述研究不难发现，在新能源并网之后，分布式静态串联补偿器的耦合接入可以对其输电线路整体的运行能力与稳定性产生间接影响，通过调控其接入电压，即可控制其电力系统的运行状态。在此基础上，可以针对恒定容量控制模式展开深层分析。假设 H_D 为分布式静态串联补偿器配置之后的容量实际值， H_{ref} 为配置分布式静态串联补偿器的容量给定值。那么分布式静态串联补偿器的逆变电压可以通过 H_{ref} 与 I_{max} 之间的关系进行表示，其中 H_{ref} 为容量参考值， I_{max} 为串联线路电路额定值。由此可以得到如下公式：

$$H_D - H_{ref} = 0$$

$$U_{max} = \frac{H_{ref}}{I_{max}}$$

其中 U_{max} 表示分布式静态串联补偿器配置后的最大逆变电压。由此本文所研究的目标可以转变为：

$$U_D - U_{max} = 0$$

由此可以发现，系统接入分布式静态串联补偿器后会增加两个新的控制变量，而由此即可提升内部运行的约束式与控制目标式，以此达到稳定效果。

3.2 系统静态电压稳定指标

新能源并网对系统潮流特征有着直接影响，而大规模新能源电力对其影响更为突出，甚至会对系统静态电压稳定性产生破坏性影响。在此基础上可以分析，影响静态电压稳定性的因素中，新能源潮流分布是必须关注且解决的核心问题。

因此可以简化其电力系统支路模型，假设在支路 i 到 j 之上， $\dot{U}_i$ 为首节点的电压值， $\dot{U}_j$ 为末节点的电压值，那么 $(R+jX)$ 即表示支路阻抗， B_c 即可表示对地导纳， P 和 Q 即可分别表示支路末端的有功与无功功率。由此可以给出方程：

$$\dot{U}_i = [1 - XB_c/2 + jRB_c/2]\dot{U}_j - (R + jX)\dot{I}_R$$

其中 I_R 表示支路 R 的电流。将其方程简化后可以发现，分布式静态串联补偿器可以通过调节线路的潮流方式，由此产生了改善系统静态电压稳定性的作用。已知电网系统整体的电压稳定性强弱可以通过其节点电压的稳定裕度进行判断，二者之间有着正相关特征。假设当节点末端支路的稳定裕度为零时其支路电压处于临界稳定状态，那么当打破临界状态时，该节点位置就必然会出现电压崩溃问题。同时，该节点发生崩溃后，该输电线路整体形成的平衡节点就会消失。因此，当处于不同运行状态时，电力系统整体线路中电压稳定裕度最低的一个节点，就可以视为整个系统中最容易发生崩溃问题的关键点，只要保证该节点裕度处于安全值范

围内，就可以保证整体系统静态电压的稳定性。

4. 结语

综上所述，通过对分布式静态串联补偿器在含新能源电网系统中的配置分析，可以发现其对于高渗透率新能源电网系统的静态电压稳定性有着一定的调节作用，进而可以达到提升其稳定运行能力的效果，实现控制潮流的目的。一方面，新能源机组并入电网后，必然会面临静态电压稳定性下降问题，而分布式静态串联补偿器可以通过注入功率的方式进行调节，保证薄弱节点电压处于稳定状态。另一方面，分布式静态串联补偿器对于潮流的控制能力与接入节点和薄弱节点位置的距离呈正相关关系，由此可以将其安装在薄弱节点处，可以提升新能源并网安全性与经济性。

参考文献

- [1] 仇晨光, 张振华, 李蓝青等. 计及 DSSC 的含新能源电网静态电压稳定性分析 [J]. 电力建设, 2023, 44(10): 33-40.
- [2] 叶伟豪, 郭强, 赵兵等. 新能源并网换流器功率控制稳定机理分析及改进控制策略 [J/OL]. 高电压技术, 1-9 [2023-12-14]
- [3] 曹帅, 沈凤杰, 葛亚明等. 计及 UPFC 的含新能源电网静态电压稳定性分析 [J]. 可再生能源, 2023, 41(01): 129-134.

本文系常州智成新能源电力科技有限公司的研究成果

干法锂电池隔膜生产线关键技术研究

王 军

武汉现代精工机械股份有限公司 湖北武汉 430040

摘 要：随着“双碳”战略与绿色发展理念的全面推进，新能源已经成为我国重点关注和重点发展的产业方向。锂电池作为当前新能源汽车发展的核心技术之一，隔膜则是其中最关键部分，不仅直接影响电池的容量、循环能力与安全性能，而且是锂电池产业中技术壁垒最突出的组件。本文即在此背景下展开研究，通过分析隔膜的用途、功能、分类与指标要求，提出干法锂电池隔膜生产设备及特征，并着重探索干法锂电池隔膜生产线的关键技术。

关键词：锂电池；干法；隔膜生产线；关键技术

引言

锂电池隔膜生产主要包括湿法与干法两种，其中干法隔膜有着工序简单、投入低、污染小、质量好等优势，因此也是未来锂电池技术发展革新的重要方向。隔膜作为锂电池中支撑锂离子完成充放电化学过程的重要组件，其不仅具有重要的技术价值，而且是我国新能源产业发展的关键因素。随着电动汽车、可再生能源储存等领域的快速发展，对锂电池的需求增长迅猛，进而推动了锂电池隔膜市场的扩大^[1]。因此，干法锂电池隔膜生产线关键技术成为行业领域内必须关注的重要内容。

1. 隔膜基本情况介绍

1.1 用途及功能

锂电池主要包括正负极、隔膜与电解液几个主要组件构成，隔膜则是其中最重要的一个组件。本质上来说，隔膜是一种具有微孔结构的薄膜，通常以 PE/PP 等树脂为基本材料，并添加多种添加剂制成。隔膜的性能会直接影响电池的界面结构与内阻，也会影响电池的容量大小、循环次数与安全性能，进而对电池的综合品质产生直接影响。隔膜本身有着不导电的特征，根据电池种类分别选择 PE 或 PP 材料。隔膜的功能主要体现在两个方面，其一可以分隔电池正负极，由此避免电池内部短路；其二可以保证充放电化学过程中电解质离子可以来回通过，以此确保通过化学反应完成放电过程。

1.2 分类与指标要求

锂电池隔膜根据材料特性有多种类型，目前主要采用聚乙烯或聚丙烯制成的微孔膜。隔膜影响电池性能，特性越

优质，应用价值越高。对隔膜的主要要求有：电子绝缘特性，防止正负极短路；合适的孔径与孔隙率，提高锂离子放电效率；抗腐蚀性，能抵抗电解液的腐蚀；良好的力学性能，如穿刺和拉伸强度；以及空间稳定性、平整性、热稳定性、自动关断性能等。

2. 干法锂电池隔膜生产设备及特征分析

2.1 干法锂电池隔膜生产特征

隔膜生产分为干法与湿法两种，其中干法的优势较为突出，第一，其生产工序更简单，因此固定资产投入更低，有着更高的推广与产业化发展优势。第二，干法制备的隔膜更薄，因此可以制作三层的复合膜，而湿法只能制作单层膜。第三，在生产链条方面，干法同时兼具成本低、污染小、孔均匀等特点优势，并且由于隔膜熔点更高，有着更好的安全性能。此外，干法隔膜主要应用于磷酸铁锂电池，相比较三元锂电池其有着更高的能量密度，因此也有更好的应用前景，由此为干法隔膜创造了更好的发展空间，而干法隔膜的应用占比也将不断提升。

当前干法隔膜生产工艺主要为单向拉伸工艺，其需要将聚烯烃树脂熔融、挤压，由此通过吹膜形成结晶型聚合物薄膜。在此基础上进行结晶化处理与退火处理，确保隔膜形成高度取向的多层结构。在高温环境下，还需要将其进一步拉伸，进而将结晶界面进行剥离，形成符合锂电池应用需求的多孔结构，同时还增加了薄膜孔径。在干法工艺中，影响隔膜结构成型的因素包括熔融牵伸比、挤出温度、隔膜性能参数等^[2]。

2.2 干法锂电池隔膜生产设备及工艺流程

干法锂电池隔膜生产设备主要包括挤出流延机、单向拉伸机、复合机、分层机、分切机等。其中流延机和拉伸机作为核心，将 PE 或 PP 材料以及添加剂按照原料配方预处理后，即可将其投入原料挤出系统。经过预处理的原料可以通过挤出系统进行一系列的加工，通过熔融塑化后，就会从模头挤出熔体。

而后，将其传送到铸片机中，通过流延辊的高速牵伸，借助其形成的应力场逐步冷却结晶，由此即可得到与挤出方向垂直的片晶结构，其以平行排列的方式呈现。该结构即为流延基膜，其已经具备了良好的硬弹性能。在此过程中，铸片机即为模头挤出的熔融态原料，其在温度逐渐冷却后形成了基础片材，在通过工艺加工后，即可进入后续工序。铸片机是挤出系统后连接的设备，其一般通过多辊面为铸片提供冷却处理，辊筒内通过冷却水使得铸片通过成型、定型、冷却。在该过程中可以借助自动控制技术，确保辊面温度处于均衡稳定状态（辊面温差 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ）。

当铸片成型后，则可以经过收卷机形成一卷一卷的基膜，牵引收卷机是主要生产工艺的最后一道工序，在此过程中其辊筒温度控制要求较高，需要保证隔膜可以在该过程中自然定型，并且能够将其应力释放，确保隔膜自身稳定且优质。而后通过切边测厚、瑕疵检测、展平隔膜、去除静电等工艺流程，最终将隔膜收卷成膜。通过 AGV 转入下一道工序复合机完成进行多层复合处理，由此进一步单向（纵向）拉伸机，以达到产品所要求的性能指标。

铸片成型后，在工艺要求的温度下加热，可以重新恢复拉伸能力。纵向拉伸机可以为铸片提供多个高精度加热辊筒，而辊筒可以根据提前设定的拉伸比例进行单点拉伸或多点拉伸。通过纵向拉伸后，隔膜在纵向方向的长度得以加长，

由此可以进一步优化隔膜的厚度、孔隙率，同时也能保证其仍然具备良好的拉伸强度，以此达到隔膜的性能指标要求^[3]。

更详细一点来说，干法隔膜生产工艺的主要流程包括“流延机（挤出一流延—测厚—瑕疵检测—牵引收卷）—复合机（多工位放卷—复合—牵引收卷）—拉伸机（多工位放卷—预热—热复合—热处理—冷拉—过渡—热拉—热定型—冷却—切边收卷）—分层机（单工位放卷—分离—多工位收卷）—分层机（单工位放卷—分切—双工位收卷）”等步骤^[4]。但随着自动化工厂的建设与发展，如今在该工艺流程中还增加了 AGV、RGV 等环节（如下图）。

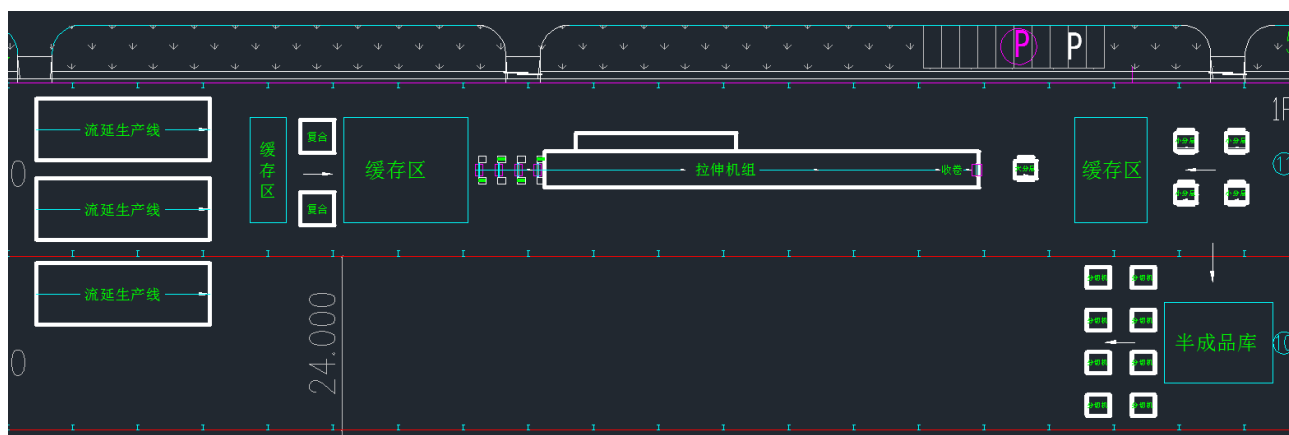
3. 干法锂电池隔膜生产线关键技术

3.1 隔膜张力控制技术

在干法锂电池隔膜生产线中，张力控制技术至关重要，其设备系统的张力稳定性直接影响产品质量，成为生产环节中必须解决的关键问题。当设备张力不足时，生产中的隔膜容易出现位移，进而导致隔膜发生褶皱问题；当设备张力过高时，隔膜则容易被拉断。

当前生产线中，张力控制系统主要有三种不同的控制方式，包括基于张力传感器的直接控制方法、基于摆辊设计的张力控制方法以及基于磁粉制动器的间接控制方法。在锂电池隔膜生产设备中，纵向拉伸机部分一般采取张力传感器进行控制，主要原因在于该方法结构简单，不需要太大的安装空间，同时还能对隔膜张力进行直观测量。

在放卷机中，则一般采用磁粉制动器进行控制。该方法主要以电磁原理为依据，通过磁粉传递转矩，由此达到间接控制的效果。在这样的工作机制下，辊筒的扭矩特性可以保持稳定的状态，进而通过控制转动转矩，就实现了控制张力的效果。



在收卷机中,通常采用摆辊张力控制方法。该方法增加了隔膜包角的大小,进而通过低摩擦气缸、精密电气比例阀、高精度直线位移传感器等设备的辅助,就可以实现对张力系统的动态控制。

3.2 原料挤出工艺

在锂电池隔膜生产线中,将熔融聚合物制成片材是第一步,因此也是整个工艺流程的重要技术环节。薄膜挤出的质量会影响后续隔膜的质量,尤其在挤出过程中,一旦压力控制不稳定,就会导致片材出现气泡、条纹、波浪等问题。

因此,原料挤出系统必须具备强力且稳定的塑化能力,既要让片材塑化均匀,呈现出均匀的孔洞,又要保持稳定的温度与压力,确保片材质量统一。

3.3 计算机自动控制技术

随着自动化工厂的建设与发展,计算机自动控制技术也成为当前干法锂电池隔膜生产线中的关键技术。首先,从整体系统体系来说,应当保证全流程工作设备协调一致,具备高精度、高动态响应的效果。其次,从各个自动控制模块来说,需要针对不同环节中的生产温度、压强、压力等数据

进行控制,以此避免人工操作的不稳定影响。此外,还应建立自动化干冰清洗、传感器自动测厚等系统模块,以此辅助隔膜生产与质量检测。

4. 结语

经济社会的发展需要我国加快现代控制理论的运用进程,提高现代控制理论在我国运用的质量,将现代控制理论与我国社会生产、生活的实践相结合,充分发挥现代控制理论的作用,实现社会生产与生活的高效。

参考文献:

- [1] 刘洪永,颜晗,周其鼎等.锂电池隔膜安全性能及测试方法研究进展与展望[J].消防科学与技术,2023,42(03):303-308.
- [2] 刘倩.锂电池隔膜用 UHMWPE 树脂的制备及性能研究[D].天津科技大学,2022.
- [3] 付莹,付传玉,张彬等.锂电池隔膜专用聚丙烯生产过程的研究[J].塑料工业,2020,48(11):31-34.
- [4] 王林,唐夏军,黄静等.锂电池隔膜生产线设备关键技术的研究[J].自动化应用,2018,(05):133-134+150.

光伏电站功率预测与电网调度优化策略

李家鹏

国网山东省电力公司临沂供电公司 山东临沂 276000

摘要：随着能源转型和可再生能源的不断发展，光伏电站的发展前景十分广阔。光伏电站功率预测与电网调度优化策略的研究对于提高光伏发电的利用率、稳定电网运行起到了关键作用。通过准确的功率预测，可以帮助电网运营者更好地调度电力供应，降低电网的运行风险和成本。通过合理的电网调度优化策略，可以最大程度地吸纳光伏电站的发电，并实现与其他能源的协同运行。

关键词：光伏电站；功率预测；电网调度；优化策略

引言

光伏电站作为可再生能源的重要代表之一，在全球范围内得到了广泛应用和推广，但是光伏电站的发电能力易受天气条件、季节变化等因素的影响，其功率波动性较大，给电网调度带来了一定挑战。因此，光伏电站功率预测以及与电网调度优化策略的研究显得尤为重要。随着科技的进步和智能化技术的应用，光伏电站功率预测和电网调度优化策略将进一步完善和优化，为实现可持续能源的目标贡献力量。

1. 光伏电站功率预测与电网调度优化的意义

1.1 提高电网运行的稳定性和安全性

光伏电站作为分布式能源的重要组成部分，其功率波动性较大且对天气条件敏感，这种波动性给电网的供需平衡和稳定运行带来了一定挑战。因此，进行光伏电站功率预测并与电网调度进行优化，对于提高电网运行的稳定性和安全性具有重要意义。^[1]通过准确的功率预测，可以帮助电网运营者充分掌握光伏电站的发电情况，合理安排其他发电设备的出力和电力调度，准确的预测结果可以提前发现潜在的功率波动，并进行相应的调整与控制。这样既可以避免电网因大幅功率波动而导致的供电不稳定问题，也可以降低电力过剩或不足对电网的影响，提高电网运行的稳定性和安全性。

1.2 最大限度地利用光伏发电资源

由于光伏发电受天气条件和季节变化等因素的影响，其发电功率时常波动。如果不能合理预测和调度光伏电站的发电功率，就可能导致其无法充分利用或过剩，影响其经济性和可持续性发展。光伏电站功率预测可以通过利用历史气象数据、光照强度模型等方式来预测未来一段时间内的光伏

发电功率。^[2]这样，电网运营者可以提前做好调度准备，合理安排其他发电设备的出力，以最大限度地吸纳光伏发电，并同时确保电网的稳定运行。在光伏发电资源丰富的地区，通过功率预测和优化调度，可以充分利用光伏电站的发电潜力，增加可再生能源的供应比例，减少对传统能源的依赖，推动能源转型和碳排放的减少。

2. 光伏电站功率预测技术

2.1 气象数据分析法

气象数据分析法是一种常用的光伏电站功率预测技术，在这种方法中，收集大量历史的气象数据，如太阳辐射、温度、湿度等。然后，通过对这些数据进行统计分析和建模，建立功率与气象参数之间的关系模型。例如，可以使用回归分析来确定各个气象参数对光伏发电功率的影响程度，并构建出一条功率与气象参数之间的拟合曲线。当需要预测未来某段时间内的光伏发电功率时，只需将实时或预测的气象数据代入模型，即可得到预测结果。气象数据分析法简单直接，且易于实施。尤其适用于规模较小且天气条件比较稳定的光伏电站。然而，该方法的预测准确度较依赖于历史数据和模型的选择，且容易受到气候变化和预测不确定性的影响。

2.2 人工神经网络法

人工神经网络法是一种基于模拟生物神经网络原理的光伏电站功率预测技术。^[3]该方法通过多层前馈神经网络模型来建立光伏发电功率与气象参数之间的非线性关系。具体而言，利用历史的光伏发电功率数据和相关气象数据来训练和优化神经网络模型。^[4]在训练阶段，通过不断调整神经网络的权重和偏置，使其能够准确地预测训练数据集中的功率

值。一旦完成训练,该模型就可以将实时或未来的气象数据输入神经网络,从而预测光伏电站未来一段时间内的发电功率。相比于传统的统计方法,人工神经网络法能够通过复杂的非线性拟合来捕捉光伏发电功率与气象参数之间的复杂关系,具有较高的预测精度和适应性。

2.3 基于统计方法的模型

基于统计方法的光伏电站功率预测模型,最常见的是基于多元线性回归的方法。该方法通过历史的光伏发电功率数据和气象数据,建立功率与气象参数之间的线性关系,其中气象参数作为自变量,功率作为因变量。通过对历史数据的拟合,求得各个自变量的系数,即得到回归方程。在预测阶段,根据实时或预测的气象数据,将其代入回归方程中,计算得到预测的发电功率值。基于统计方法的模型相对简单,易于实施和解释。同时,该方法不需要过多的算力和数据量。然而,基于统计方法的模型对数据质量要求较高,对异常值和缺失数据的处理需要谨慎。

3. 光伏电站电网调度优化策略

3.1 基于天气预测的电网调度优化

光伏电站发电受天气条件影响较大,具有不确定性和波动性。为了实现光伏发电的最大化利用和电网的稳定运行,可以采用基于天气预测的电网调度优化策略。天气预测模型可以预测未来一段时间内的天气状况,包括阳光辐射、温度等关键参数。通过将这些预测值应用到光伏发电功率模型中,就能够得到未来一段时间内的光伏发电量预测结果。在电网调度中,这些预测结果可以帮助电网运营者合理安排其他发电设备的出力,并与光伏发电进行协调调度。比如,在天气晴朗时,可减少其他发电设备的出力;在天气阴雨时,可增加其他发电设备的出力。通过这种方式,可以最大程度地利用光伏发电资源,避免发电过剩或不足,提高电网供求平衡和稳定性。

3.2 储能技术的应用

由于光伏发电的波动性,往往在晴天时会出现过剩的发电量,而在阴雨天气时则可能供电不足。为了调节这种不平衡,需要通过储能技术对光伏发电进行储存和释放。储能技术包括电池储能、压缩空气储能、蓄热储能等多种形式。在电网调度中,可以根据天气预测结果和电网需求情况,合理利用储能装置来储存光伏发电过剩的电能,在需求高峰或夜间低谷时释放储存的电能。这样就能够实现光伏发电的平

滑输出,提高电网的供应可靠性和稳定性。^[5]此外,储能技术也可用于应对紧急情况,如突然的天气变化或设备故障。当光伏发电突然中断时,储能系统可提供临时的电力支持,以保证电网的平稳运行。通过储能技术的应用,能够更好地发挥光伏电站的优势,提高电网调度的灵活性和抗干扰能力。

3.3 虚拟电力站的构建

通过虚拟电力站的构建,可以实现对多个光伏电站的集中监控、协同调度和统一管理。虚拟电力站通过建立光伏电站之间的通信网络和数据交互机制,可以获取到各个光伏电站的发电情况和天气状况等关键信息。在此基础上,通过综合考虑电网需求和光伏电站之间的发电潜力,进行优化调度和资源协调。比如,在某个光伏电站发电不足时,可以通过与其他光伏电站的协作,实现互补发电,保证电网供应的连续性和稳定性。虚拟电力站的构建还可以实现经济效益的最大化。由于分散式光伏电站的场地和资源条件有所不同,通过虚拟电力站的协同调度,可以实现光伏发电资源的最佳配置和利用,提高整个电力系统的效率和经济性。

3.4 预测调度和实时调度的结合

电网调度优化需要分为预测调度和实时调度两个阶段进行,预测调度通过对天气预测和发电情况的预测,提前做出相应的调度计划。而实时调度则根据实际的发电情况和电网需求,及时更新和调整调度计划。预测调度主要依靠各种预测模型和算法,如天气预测模型、人工智能等,将未来一段时间内的光伏发电进行预测,并对电网调度进行规划。^[6]而实时调度则需要实时监测并处理当前的发电情况和电网需求,包括光伏发电功率的实时测量、电网状态的实时监测等。在实时调度中,可以根据实际情况对预测调度的计划进行修正和优化。预测调度和实时调度的结合能够有效应对光伏发电的不确定性和波动性,提高电网调度的准确性和灵活性。

4. 结束语

光伏电站功率预测与电网调度优化策略是实现可再生能源高效利用和电网稳定运行的重要手段,通过准确预测光伏发电功率,并采取合理的调度措施,可以实现光伏电站的最大发电量利用,提高电网供求平衡和稳定性。未来,随着技术的不断创新和数据的积累,相信光伏电站功率预测和电网调度优化策略将得到更广泛的应用,为清洁能源发展和能

源转型做出重要贡献。

参考文献

[1] 金鑫,梅雪峰,冀伟超,孙伟.基于电网结构和气象特征的分布式光伏升尺度虚拟等效电站预测技术研究及应用[J].电工技术,2021,(09):26-27+30.

[2] 韩越.可再生能源集群多层次优化调度方法研究[D].华中科技大学,2021.

[3] 赵智立.光伏电站短期功率预测及并网优化技术研

究[D].天津理工大学,2021.

[4] 李莉杰,宋百川,孙丹丹,李元涛,田壮梅.基于大数据的分布式光伏接入配电网影响分析与功率预测研究[J].电力大数据,2021,24(02):1-9.

[5] 陈肖珂.基于大中型常规集中式光伏并网升压站的电气二次设计分析研究[J].通信电源技术,2021,38(02):50-54.

[6] 杨阳.水电站和光伏电站弃能特性与储能-制氢系统研究[D].天津大学,2020.

生物质能主要应用技术发展现状及趋势分析

吕涛涛

中国电建集团湖北工程有限公司 湖北武汉 430040

摘要:作为一种重要的清洁与可再生能源,生物质能资源丰富且应用前景广阔,在全球控制温室气体排放与倡导绿色发展的大背景下,积极发展与大规模应用生物质能是实现全球绿色与可持续能源结构转型的重要措施与手段。本文主要梳理与分析国内外生物质能规模化主要应用技术发展现状与趋势,分析具有较好产业前景与发展潜力的生物质能应用技术的发展与提升方向,同时探讨生物质能应用新场景。

关键词:生物质能;应用技术;发展现状与趋势

引言

2022年5月,中国发改委发布《“十四五”生物经济发展规划》,明确要积极开发生物质能源,在生物质发电、热电联产、生物质燃料方面推动生物质能技术的发展和應用,作为化石能源向绿色低碳可再生能源转型的重要推动力量之一,同年发布《“十四五”可再生能源发展规划》进一步提出,要推进生物质能多元化开发。

1. 生物质能主要应用技术类型

考虑生物质原料来源、生物质能产品类别、生产技术成熟度、产业化应用规模与广泛性、政策支持力度等因素,现阶段全球具备大规模应用综合优势的生物质能主要应用技术主要为两种:(1)通过生物质直接燃烧技术供热与发电;(2)通过生物化学转化技术生产生物燃油,本文主要分析这两类生物质能应用技术的发展现状与趋势,对其他种类应用技术包括通过生物质气化技术生产生物质合成气、通过生物质热解技术生产生物焦油、通过生物发酵技术生产沼气供热与发电、通过生物质堆肥技术生产农业有机肥料等暂不作详述。

2. 生物质能主要应用技术发展现状与趋势

2.1 生物质直燃供热与发电

生物质直燃供热与发电技术已发展非常成熟,生物质燃料主要为农林业废弃物与城市生活垃圾,通过直接燃烧生物质燃料实现供热、发电或热电联产,已广泛应用于城镇集中式供暖、工业供热、工厂自备与商业化并网生物质电站。生物质直燃供热与发电技术呈现以下发展特点与趋势:

第一,生物质直燃供热与发电技术产业链成熟,技术

创新促进规模不断提升,中国处于该领域领先地位。通过持续的国家政策支持、产业技术提升与项目全生命管理能力提高,经过几十年长足发展,中国已具备生物质直燃供热与发电项目的开发、生物质燃料收集/种植及储运、设备制造、建设与运营的全产业链能力与优势。随着生物质燃料供应稳定性提高与技术创新,生物质电站单机规模从5MW、10MW、15MW稳步提升至20MW、30MW,再探索提升至50MW。在保证机组运行安全性与稳定性的前提下,通过提高机组单机规模、采用高温高压或高温超高压技术可有效提高机组发电效率,从而提升项目经济性。由广东粤电投资的湛江2x50MW生物质电站示范工程项目是目前全球规模最大的生物质电站,其研发并采用循环流化床锅炉直燃技术,有效解决生物质直燃发电机组上料困难、高温腐蚀严重、可靠性不足限制机组规模提高以及中国南方生物质燃料含水量高、生物质锅炉燃烧难以控制等难题,为生物质直燃发电技术进步起到重要引领作用。

第二,生物质发电行业在全球存在明显国家与区域性差异,积极的行业政策特别是电价政策对生物质发电行业规模化发展起到决定性作用。中国对生物质直燃发电项目的电价补贴政策极大促进了中国生物质发电行业的蓬勃发展,2022年中国累计生物质发电装机规模达41.32GW,以湖北省为例,目前生物质电站补贴电价为0.75元/度电,基本保证了燃料充足生物质电站项目的经济性;但目前中国部分省份,例如贵州,为减轻本省财政压力,已颁布新规退出以农林废弃物为燃料的新建生物质电站电价补贴机制并按照本省煤电标杆上网电价0.3515元/度电统一实施,这无疑将

放缓其省内生物质电站项目开发。日本政府积极鼓励本国企业投资开发以木质原料为燃料的生物质发电项目以作为其能源转型的重要措施,补贴电价达到 24 日元/度电(折合约 1.2 元/度电),此举极大促进了日本生物质电站投资建设,2022 年日本累计生物质发电装机规模达 7.1GW。预计 2025 年日本生物质燃料包括颗粒需求达 2500 万吨,为应对燃料短缺,日本企业积极在东南亚等地区投资开发林业生物质颗粒项目并进口生物质颗粒,其中 Erex 集团在越南计划开发 14 个生物质颗粒项目。东南亚国家地处热带地区,农业与林业资源丰富,但是行业电价政策极大限制了生物质电站发展。以具备丰富棕榈油果种植及加工业废弃物与大型林场废弃物的印尼为例,能源矿产部 2017 年 50 号法令出台取消对包括生物质电站项目在内的可再生能源补贴电价政策并回归市场公开竞标机制,自 2018 年至 2023 年,仅有邦加 1x10MW 生物质电站项目实现商业并网,部分开发商转而投资年产 5-10 吨生物质颗粒项目并出口。以越南为例,现行生物质电站项目统一电价仅为 8.47 美分/度电(折合约 0.6 元/度电),目前仅有后江 1x20MW 生物质电站商业并网项目在基于使用日本联合碳信用机制提升项目经济性的前提下实现开工建设。

第三,作为生物质发电的重要组成部分,垃圾处理与焚烧发电技术成熟且发展前景广阔,是促进实现社会绿色环保发展的重要措施。日本、欧洲与中国在垃圾处理、垃圾焚烧发电及其污染物排放控制领域处于领先地位,垃圾处理与焚烧发电项目受政府政策影响更大,主要在于垃圾处理费、电价、垃圾供应安排、项目所在国环保要求等方面的合理性。中国 2022 年垃圾发电累计装机规模达 23.86GW,深圳能源投资的深圳龙岗垃圾发电厂是全球单体规模最大的垃圾发电厂,日处理垃圾 5000 吨,采用 6x850 吨/日炉排炉+3x66MW 汽轮发电机组+6 套烟气净化系统,烟气排放指标优于现行国家标准(GB18485-2014)和欧盟标准(2010/75/EU)。中国垃圾处理与焚烧发电产业也逐步向世界发展,中国公司在投资、工程总承包、设计与设备供货等方面具有很好的技术与价格综合竞争优势,其中东南亚地区是优势竞争区域。光大环境、中国天楹已分别成功投资越南芹苴垃圾处理与发电项目、越南河内朔山垃圾处理与发电项目,其中河内朔山项目垃圾日处理量为 4000 吨,为全球第二大单体规模垃圾处理与焚烧发电项目。

2.2 生物燃油

生物燃油主要包括生物柴油、生物乙醇汽油与生物航空煤油三种类型。生物燃油作为化石燃油的有效替代,进一步提升生物燃油在能源结构中的比例对全球和各国都具有重要意义。

(1) 生物柴油

生物柴油主要指植物油、动物油、废弃油脂、微生物油脂与甲醇或乙醇经酯转化形成的脂肪酸甲酯或乙酯(FAME,第一代生物柴油)与氢化油(HVO,第二代生物柴油)。生物柴油特性与化石柴油相近,具备良好的燃烧性、较好的低温发动机启动性能和润滑性能以及原料易得等优势,因此在全球得到很好的推广应用。根据世界生物质能协会数据,2018-2022 年生物柴油消费量整体处于上升趋势,2022 年消费量为 4175 万吨,其中欧盟占比 35%,美国占比 21%,印尼占比 17%,而中国占比仅 1%。中国 2022 柴油消费量约为 18000 万吨,生物柴油占比不足 1%。目前中国生物柴油行业仍处于初步发展阶段,明显落后于欧洲、美国等国,特别是生物柴油消费市场,中国可充分借鉴欧盟生物柴油强制掺比政策出台积极产业政策刺激并释放中国巨大的生物柴油消费市场。自 21 世纪初,中国开始研发生物柴油技术,现已初步构建生物柴油产业链,在生产技术、质量、技术指标等方面达到国际先进水平,代表企业包括卓越新能、嘉奥环保等。根据世界生物质能协会数据,2022 年欧盟、印尼、巴西、美国为生物柴油主要产国,占比超过 80%,中国占比不足 2%。根据中国生物能源协会数据,2023 年中国生物柴油的产量预计达到 300 万吨,同比增长 10%。但不同于印尼、欧盟及美国分别以棕榈油、菜籽油及大豆油为主制生物柴油,而中国因为粮食安全考虑目前主要研究及应用以废弃油脂与麻风树油制生物柴油。根据 2023 年中国生物柴油生产与出口数据,主要生产地区为福建、浙江、河北、江苏、上海等经济发达且废弃油脂(地沟油)供应量较高的省市。相比于通过植物油生产生物柴油,采用废弃油脂生产生物柴油在原料成本、工艺复杂程度与生产成本等方面均有劣势,因此为进一步提高中国生物柴油产量,须在国家积极产业政策支持下,进一步扩大生物柴油生产原料供应多样性,包括通过研究及出台政策与市场机制规范废弃油脂收集与储运市场逐步稳定与提升供应规模与品质、在不影响国家粮食安全的前提下逐步培育一定类型的植物油作为中国生物柴油

主要生产原料之一,同时进一步研发与提升生产技术及降低生产成本,以扩大中国生物柴油生产产能,从而促进中国生物柴油产业进入快速发展阶段。

(2) 生物乙醇汽油

生物乙醇指通过微生物发酵将生物质转化为燃料乙醇,掺比汽油制成生物乙醇汽油作为汽车燃料。汽油掺乙醇可以改善汽油防爆性能、改善燃油燃烧特性减少发动机碳沉积与减少一氧化碳等不完全燃烧污染物排放,一般生物乙醇汽油的乙醇掺比不超过 10%。目前,生物乙醇生产方式主要有两种:第一种,以粮食作物为原料通过微生物发酵技术进行规模生产,称为第 1 代生物乙醇;后又延伸以木薯、甜高粱等非粮食作物为原料生产,称为第 1.5 代生物乙醇。第二种,以农林废弃物等纤维素生物质为原料,主要通过纤维素水解技术以及微生物发酵技术生产生物乙醇,称为第 2 代生物乙醇,但此技术仍待进一步研究与提升,距离大规模应用仍有距离。2021 年中国汽油消耗量为 12282 万吨,生物乙醇占比不足 3%。虽然美国为全球第一大生物乙醇生产国,2022 年产量达到 4600 万吨,但考虑到中国国情,特别是粮食安全与生产原料供应规模限制,第 1 代与第 1.5 代生物乙醇技术在中国发展存在明显的规模限制。若第 2 代生物乙醇生产技术实现突破,有效提升生产工艺与降低生产成本,将极大促进生物乙醇产业的跃升发展。目前河南天冠等中国公司的纤维素生物乙醇的研发和示范走在前列,但仍与美国、巴西等国纤维素乙醇生产技术存在较大差距。巴西 Raizen 公司 2018 年投产 3 万吨/年纤维素乙醇工厂,以甘蔗为原料,目前正在计划采用新设计催化酶以降低生产成本。

(3) 生物航空燃油

生物航空煤油是以多种动植物油脂为原料,采用自主研发的加氢技术、催化剂体系和工艺技术生产。现已一定规模应用于航空行业,但相比传统化石航空煤油,现阶段暂不具备成本优势。中国石化已成功开发具有自主知识产权的生物航煤生产技术,2011 年首次生产出以棕榈油为原料的合

格生物航空煤油,2012 年又成功将餐饮废油转化为生物航空煤油产品。

3. 生物质能应用新场景

结合现有社会经济发展、多产业技术研发与进步,生物质能应用技术也存在以下几种主要潜在生物质能应用新场景,可促进生物质能技术与产业发展因地制宜与多样性:

- (1) 燃煤电站生物质耦合混合燃烧技术研究与示范应用;
- (2) 多种清洁与可再生能源综合能源热电冷联产应用;
- (3) 中国新型农村生物质小型集中供暖或热电联产应用;
- (4) 生物质替代煤炭集中供热/供暖应用;
- (5) 生物质项目绿电、绿证与碳排放机制应用;
- (6) 生物质发电项目碳捕集与封存研究。

4. 结束语

总之,技术创新是积极政策支持是实现生物质能规模化、市场化应用的关键,通过不断提升应用技术、降低生产成本、扩大既有应用场景消费市场、探索与培育应用新场景,实现生物质能更为广泛的应用将对全球能源转型贡献更大力量。

参考文献

- [1] 别如山,兰祯.生物质能应用技术现状及发展趋势[J].工业锅炉,2023(5):1-6.
- [2] 桑树勋,华凯敏,屠坤坤,et al.生物质能高效利用与二氧化碳捕集利用封存耦合技术体系(BECCS)的发展方向与研究进展[J].中国矿业大学学报,2023,52(5):845-867.
- [3] 张民,王成,华时俊,胡罡,赵文博.生物质发电在我国的发展现状及前景分析[J].电力设备管理,2022(20):71-73.
- [4] 曹运齐,刘云云,胡南江,胡晓玮,张瑶,赵于,吴嵩民.燃料乙醇的发展现状分析及前景展望[J].生物技术通报,2019,35(4):163-169.
- [5] 李学琴,刘鹏,吴幼青,雷廷宙,吴诗勇,黄胜.生物质气化技术的发展现状及展望[J].林产化学与工业,2022,Vol.42, Issue (5): 113-121.

智能化技术在电厂集控运行中的应用与效益分析

曲建松

国家能源集团河曲电厂 山西忻州 036500

摘要：随着社会经济的快速发展，电力需求不断增长，电厂的运行效率和稳定性显得尤为重要。智能化技术在电厂集控运行中的应用，不仅提高了发电效率，还降低了能耗，为电厂带来了显著的效益。本文从智能化技术的角度，分析其在电厂集控运行中的应用，并探讨其带来的经济效益和社会效益。

关键词：智能化技术；电厂集控运行；应用；效益分析

1. 智能化技术在电厂集控运行中的应用

1.1 智能调度与优化

首先，智能化技术对电网负荷进行实时监测，根据负荷变化调整发电机组的运行状态。在电网高峰期，智能化技术可以确保发电机组以高效率运行，以满足广大用户的用电需求。而在电网低谷期，智能化技术则可以调整发电机组的运行策略，降低发电负荷，避免电力浪费。其次，智能化技术对燃料价格进行实时关注，根据市场变化调整发电机组的燃料类型和用量。在燃料价格波动较大时，智能化技术可以优化发电机组的燃料消耗，降低发电成本。此外，智能化技术还可以根据燃料价格和电网负荷预测未来价格走势，为发电企业制定合理的采购和发电计划提供数据支持。除此之外，智能化技术还能对电厂设备的运行数据进行实时分析，制定合理的维护计划。通过对设备运行数据的挖掘和分析，智能化技术可以提前发现设备的潜在故障，实现预防性维护。这将大大降低设备的故障率，延长设备使用寿命，降低维护成本。

1.2 智能控制系统

火电厂集控运行智能化控制系统具有以下几个主要特点：①实时监控：通过对发电过程中各项关键参数的实时监控，系统能够及时发现潜在的问题并发出警报，便于运行人员及时采取措施，确保设备安全运行。②自动调节：系统根据实测数据自动调节锅炉、汽机等设备的运行参数，使其保持在最佳工作状态，提高发电效率。③智能控制：系统运用先进的人工智能技术，对发电过程中的各个环节进行智能控制，降低人为干预，提高运行效率。④集成化管理：集控系统

统一调度，提高运行调度效率。⑤可靠性高：集控系统采用冗余设计，保证了系统在硬件故障情况下的正常运行，提高了系统的可靠性。⑥易于维护：集控系统采用模块化设计，便于设备的维护和更换，降低维护成本。⑦节能环保：通过实时监测和自动调节，集控系统能够有效降低能源消耗，减少污染物排放，有利于实现绿色环保发电。

我国政府高度重视火电厂集控运行智能化控制系统的发展，加大政策支持力度，推动电力行业转型升级。随着相关技术的不断成熟，火电厂集控运行智能化控制系统将在保障电力供应、提高运行效率、降低能耗和减少环境污染等方面发挥更大的作用，助力我国电力事业可持续发展。

1.3 智能监测与预警

①智能化技术在电厂周边环境监测中的应用：第一，气象因素监测。智能化技术可以实时监测电厂周边的气象因素，如温度、湿度、风速等。通过对这些数据的分析和预测，可以提前预警可能出现的极端天气，如暴雨、暴雪、台风等，以便电厂及时采取应对措施，确保电厂设施的安全稳定运行。第二，水文因素监测。智能化技术还可以监测电厂周边的水文因素，如水位、水流速度等。这些数据对于电厂的运行安全具有重要意义。通过对水文数据的实时监测和分析，可以预警可能发生的水患灾害，如洪水、泥石流等，从而确保电厂的正常运行。②智能化技术在安全隐患预警中的应用：第一，设备运行状态监控。智能化技术可以实时监测电厂设备的运行状态，如温度、压力、电流等。通过对这些数据的实时分析和处理，可以发现设备运行中的异常情况，并及时发出预警信号，避免设备故障导致的安全事故。第二，环境污染监测。智能化技术还可以监测电厂周边的环境污染

状况,如废气、废水、固体废物等。通过对污染物的实时监测和分析,可以预警可能出现的环境污染事件,从而确保电厂周边环境的安全和健康。③智能化技术在电厂安全运行中的应用:第一,预警系统。智能化技术可以建立电厂的安全预警系统,对周边环境和设备运行状态进行实时监测。一旦发现安全隐患,预警系统将立即发出警报,电厂可以提前采取措施,避免安全事故的发生。第二,智能控制系统。智能化技术还可以应用于电厂的智能控制系统。通过对电厂各种设备的运行数据进行实时采集和分析,智能控制系统可以自动调整设备的运行参数,确保电厂在最佳状态下运行。同时,在发生安全事故时,智能控制系统可以自动采取应急措施,降低安全事故的危害。

1.4 自动巡检机器人

以山西河曲发电有限公司为例,山西河曲工程为“西电东送”北通道的建设项目。其主要设备供货情况为:锅炉由哈尔滨锅炉厂提供;汽轮发电机组由东方电站成套设备公司设计生产;输变电设备主要由保定天威保变、欧洲 ABB 等公司生产;热控设备采用西门子 TELEPERM XP 分散控制系统(DCS),由西门子公司提供。在电厂集控运行中,应用了自动巡检机器人,实现了以下功能:

①设备巡检:自动巡检机器人可以对电厂的各种设备进行定时巡检,如锅炉、汽机、输电线路等。通过搭载的高清摄像头和传感器,机器人可以实时监测设备的运行状态,发现异常情况,如设备损坏、温度过高、振动过大等。这些信息将实时传输到控制系统,运行人员可以根据这些信息及时采取措施,避免设备故障和事故的发生。②环境监测:自动巡检机器人还可以监测电厂周边的环境状况,如气象、水文、污染物排放等。通过对这些数据的实时监测和分析,机器人可以预警可能出现的灾害和环境污染事件,保障电厂的正常运行和周边环境的安全。③故障排除:当自动巡检机器人发现设备异常时,可以根据预设的程序进行故障排除。例如,机器人可以自动关闭有问题的设备,防止故障扩散;在需要人工干预时,机器人可以引导运行人员快速定位故障设备,提高故障处理的效率。在应用过程中,自动巡检机器人可以在高温、高压、有毒等恶劣环境中工作,代替人工进行巡检,降低了运行人员的安全风险。同时,机器人具备一定的自主避障能力,能够在复杂环境中自主行走,确保巡检的全面性和准确性。与此同时,自动巡检机器人采用模块化

设计,便于设备的维护和更换。同时,机器人具备自主充电功能,可以在电量不足时自动寻找充电桩进行充电,确保持续稳定的工作。

2. 智能化技术在电厂集控运行中的效益分析

2.1 提高发电效率

首先,运用自动化控制技术对锅炉、汽轮机等设备的运行参数进行优化调节。通过这种方式,我们可以使设备的运行状态保持在最佳效率区间,降低能耗,减少燃料消耗。同时,这也有利于延长设备的使用寿命,降低设备的维修成本。其次,引入智能化监测系统,对发电厂的各项指标进行实时监测。通过监测设备运行状态、燃料消耗、排放物等信息,我们可以及时发现异常情况,并采取相应措施进行调整。这样可以确保发电过程的稳定进行,提高发电效率。再次,利用大数据分析和预测技术,对发电过程中的能源消耗、排放物等数据进行分析。通过分析历史数据,找出能源消耗的不合理之处,为优化发电过程提供数据支持。同时,预测未来一段时间的电力需求和燃料价格,有助于制定更为合理的发电计划,提高发电效益。

2.2 提高运行稳定性

智能化技术可以实时监测电厂设备的运行状态是确保电厂稳定运行的关键环节。通过先进的监测技术,我们可以对设备的各项参数进行实时采集,以便发现潜在的问题。此外,运用人工智能技术对运行数据进行深入分析,能够帮助我们预测设备的运行趋势。这种预测能力使我们能够在故障发生前提前预防,从而降低故障带来的损失。在实际操作中,可以将实时监测和人工智能技术相结合,形成一个闭环的运行维护体系。首先,通过实时监测系统发现设备的异常情况,然后利用人工智能技术对这些异常数据进行分析,找出问题的根源。接下来,根据分析结果,制定针对性的调整措施,对设备进行维护和修复。最后,通过持续的监测和分析,不断优化维护策略,提高电厂设备的运行效率和稳定性。

2.3 降低运维成本

首先,数据采集与处理技术在电厂运维中的应用,可以实现对设备的实时监测。通过收集设备运行过程中的各种参数,运维人员可以全面了解设备的运行状态,从而及时发现潜在的故障隐患。这种方法不仅减少了现场巡检的人力物力投入,还提高了巡检的准确性,降低了因巡检不到位而导致的故障风险。其次,智能化技术在电厂运维中的运用,有

助于提高故障处理的效率。通过智能化系统,运维人员可以快速定位故障设备,分析故障原因,并给出解决方案。这大大缩短了故障处理的时间,降低了故障对电厂正常运行的影响,进而降低了故障维修成本。此外,智能化技术还可以为电厂提供预测性维护。同时,电厂可以通过信息化手段,实现运维管理的高效协同。借助信息化平台,各部门之间可以实现信息共享,提高沟通效率,降低因信息传递不畅而导致的误操作成本。

2.4 提升安全管理水平

首先,实时监测与分析运行数据。通过对电厂设备的运行数据进行实时监测,我们可以全面了解设备的运行状态,从而及时发现潜在的安全隐患。一旦发现问题,要迅速采取针对性的预防措施,防止事故的发生。其次,运用智能化技术进行安全风险评估。通过对运行数据进行深入分析,可以对电厂的安全风险进行评估,为电厂安全管理提供科学依据。在此基础上,制定合理的安全管理措施,提高安全管理效果。最后,推动安全管理技术创新。紧跟时代发展,引进先进的安全管理技术,不断提升电厂安全管理水平。通过技术创新,提高电厂设备的安全性能,降低事故发生的风险。

2.5 环保效益

①智能化技术在电厂集控运行中的应用,首先体现在对排放物的监测和控制方面。通过采用先进的数据采集与处理技术,实时监测电厂各项排放指标,确保排放物达标。此外,智能化系统还能根据实际情况,自动调整发电设备的运行参数,实现对排放物的精确控制,进一步降低污染物排放。

②智能化技术在电厂集控运行中的应用,还可以优化发电过程,提高发电效率。通过数据分析与预测,智能化系统能够对发电设备的运行状态进行实时调整,确保设备在最佳工况下运行,从而降低燃料消耗。同时,智能化技术还可以实现对发电设备的故障诊断与预测性维护,降低设备故障率,提高发电可靠性。③在碳排放方面,智能化技术同样发挥着重要作用。通过优化发电过程,降低燃料消耗,我们可以减少碳排放。此外,智能化技术还可以应用于新能源的开发与利用,如风能、太阳能等,进一步降低碳排放,助力我国实现碳中和目标。

3. 结语

总之,火电厂集控运行智能化控制系统在提高发电效率、运行稳定性、降低运维成本、提升安全管理水平和环保效益等方面具有重要意义。随着我国政府对电力行业转型升级的大力支持,以及相关技术的不断成熟,火电厂集控运行智能化控制系统将在未来发挥更大的作用,为我国电力事业的可持续发展提供有力支撑。同时,智能化技术在人机交互、智能优化、跨行业应用等方面的发展,也将为电厂运行管理带来更多创新与突破。

参考文献

- [1] 潘一南.关于加强电厂集控运行成效的若干思考[J].科学大众(科学教育),2019(7):195.
- [2] 崔建波.关于加强电厂集控运行的具体措施探析[J].山东工业技术,2017(12):196-197.

并网电厂管理考核系统中 AGC 调节性能补偿措施

李 娜¹ 朱 锋² 张翔辉² 郭明恩²

1. 华能青岛热电有限公司 山东青岛 266409

2. 华能日照电厂 山东日照 276826

摘 要: 针对并网电厂实际运行阶段中自动发电控制 (AGC) 系统的功能特性和其对整个电力系统稳定性能以及电能质量产生的深远影响, 本文进行了细致而深入的探究。由于电力系统是一个复杂且动态变化的网络, AGC 系统的调节性能对于维持电网频率恒定、电压水平合格以及各区域间功率平衡等关键指标具有重要意义。当前 AGC 技术在电力行业中存在的响应速度、调节精度和适应复杂工况的能力等方面的不足, 提出了一套全面且有效的补偿措施, 并将其融入到并网电厂管理考核系统之中, 以期提高 AGC 调节性能, 优化电力调度效率, 增强电网稳定性及电能质量。

关键词: AGC; 调节性能; 补偿措施; 并网电厂管理

为了确保电力系统的安全稳定运行, 提高电网频率的稳定性, AGC 在电力系统中扮演着至关重要的角色。作为电力系统频率调节的重要手段, 其优秀的调节性能对于保障电网的安全稳定运行至关重要。在现代电力系统中, AGC 能够及时监测并精确调整单元出力, 以适应负荷波动导致的频率波动, 从而实现整个电网的动态平衡, 但是也有很多因素是不可忽视的。比如, 随着时间的推移, 器件的性能会发生变化, 这主要表现为控制器的硬件损耗和软件算法性能的降低; 另外, 受外部环境 (如极端天气、自然灾害等) 的影响, 电力市场交易规则的调整, 以及新能源接入导致的调度复杂性增加, 使得 AGC 原本的调节能力降低。针对上述问题, 需要从技术层面深入研究并实施有效的补偿措施, 增强 AGC 的抗干扰与自适应能力, 建立柔性调度机制与应急预案, 保障 AGC 在多种复杂工况下的高效稳定调控, 为电网安全运行提供技术支持。

1. AGC 的基本原理

自动发电控制 (AGC) 能够监控并调节电网的频率, 保证机组功率与负载的平衡, 向用户提供高质量的稳定电能, 是一项非常重要的工作。随着电网规模的逐步扩大, 新能源的波动性越来越大, 使得电网的频率波动更为频繁。同时, 频率是衡量电网电能质量的一个重要指标, 它关系到电网的稳定运行, 也关系到各类电气设备的运行安全性和可靠性。因此, 在频率发生变化时, 应采取措施加以调节, 使其误差不得超过给定值。电网调频就是当电网的频率偏离容许的偏差

范围时, 通过协调各机组的出力来达到负荷需求, 达到新的有功均衡。一次调频依赖于机组自身的特点, 当电网频率变化时, 机组转子之间会出现速度差异, 因此, 调速器会自动调整转速, 以使机组重新回到原来的稳定状态。但是, 一次频率调整的大小仅依赖于机组本身的特点, 有时无法彻底消除, 调整后的频率也会偏离标准值^[4]。为此, 必须对机组进行二次调频, 通过调整机组的频率特征曲线, 使得机组的有功功率满足新的要求, 从而使机组的频率重新回到稳态, 而二次调频通常是通过电网或电厂的 AGC 完成的。

2. AGC 调节综合性能指标

AGC 机组综合调节性能的三个核心衡量指标分别是响应时间、调节速率和调节精度。首先, 记录下机组接收到调整指令的起始时间点; 随后, 在机组开始执行指令后, 对其调节速率进行实时监测; 最后, 在目标值达成并保持一段时间稳定后, 计算并评估其调节精度^[1]。

2.1 指标定义

1) 响应时间

根据“两项细则”中的相关规定, 发电机组的实际响应时间若超出标准响应时间, 则会受到相应的处罚; 反之, 若实际响应时间少于标准响应时间, 则可获得补偿。基于这一原则, 构造第 i 次调节的响应时间指标 K_{1i} :

$$K_{1i} = 2 - \frac{T_{E1} - T_{S1}}{T_N}$$

式中: T_{S1} 第 i 次机组调节开始时刻; T_{E1} 机组第一次跨

过与调节方法相同的调节死点所对应的时刻； T_N 机组额定容量。

2) 调节速率

根据“两个细则”的规定，当调节速率低于机组规定的标准调节速率时，将会面临处罚；反之，若调节速率超过机组标准调节速率，则可以获得补偿。因此，第 i 次调节的调节速率 K_{2i} 可表达为：

$$k_{2i} = \begin{cases} \frac{P_{Ei} - P_{Si}}{(T_{Ei} - T_{Si})_{VN}}, & P_d \notin (P_{Ei}, P_{Si}) \\ \frac{P_{Ei} - P_{Si}}{[(T_{Ei} - T_{Si}) - T_d]_{VN}}, & P_d \in (P_{Ei}, P_{Si}) \end{cases}$$

式中： P_{Ei} 调节结束出力； P_{Si} 调节开始出力； T_{E2} 和 T_{S2} 分别为调节结束和开始时间； P_d 为机组启停磨临界点功率； T_d 为启停磨消耗的时间； VN 为机组标准调节速率，单位 MW/min。

3) 调节精度

“两个细则”中明确指出，当调节偏差超过机组额定容量的 1% 时，将对相关方进行处罚；而若调节偏差低于机组额定容量的 1%，则会给予相应补偿，因此可构造第 i 次调节的调节精度 K_{3i} 如下：

$$k_{3i} = 2 - \frac{\int_{T_{S3}}^{T_{E3}} |P_i(t) - P_i| dt}{0.01P_N}$$

式中： T_{S3} 第 1 次进入调节死区的时间； T_{E3} 为新的 AGC 指令设点命令时刻； P_i 为该时段内的设点指令值； P_N 为机组额定容量。在计算响应时间和调节精度对应的衡量指标时，若得到的数值低于 0.1，甚至出现负值的情况，统一将其处理为 0.1 作为有效指标值。

2.2 AGC 综合性能指标 K_p

目前我国普遍采用的 AGC（自动发电控制）调节性能评估体系，大多倾向于采用加权求和算法进行评价：即将调节容量、调节速率以及调节偏差经由加权计算后合并，在评估 AGC 机组的调节效能时，主要依据其调节容量、调节速率、调节精度及响应时间这四个关键输入参数进行综合考量。然而，实际上采用加权求和方法来评估 AGC 调节效能存在一定的局限性，具体表现为：

1) 各机组所获得的综合性能指标 K_p 值之间的差距较小，导致无法有效地利用奖惩机制来激励不同机组提升其 AGC 调节性能。

2) 在现行加权求和评估体系下，即使某一机组在响应时间、调整速度、调整精度等方面优于其他方面，则有可能获得更高的综合性能指数 K_p 。这意味着，即使单项指标表现优异，也可能无法全面反映整体性能。

3) 在加权求和法中，权重设定的过程较为复杂且关键，因为每个具体指标所对应的权重将直接影响最终计算出的综合性能指标 K_p 值。在寻找适用于所有情况的普适性权重分配方案时，困难在于确保在评价过程中既能充分体现各项指标的重要性，又能确保奖惩措施的合理性^[1]。鉴于当前指标计算中存在的问题，建议采用乘法公式来求解 K_p 。第 i 次调节的性能指标计算表达式：

$$K_{p,i} = K_{1i} K_{2i} K_{3i}$$

3. 存在的问题及原因分析

3.1 AGC 的影响因素

(1) AGC 运行速度过快降低设备使用寿命

AGC 调节速率的增加能够在最短的时间内将机组的工作状况调节到预定值，但是，加速 AGC 调节的速率需要它的灵敏度始终处于很高的水平，在高灵敏度的情况下，机组的调速器也要进行高转速的工作，这就会造成设备在工作中的高压，从而加快了机械设备的总体损失，同时，由于自身的惯性，在掉电后，机组也不一定能够完全停转。为保证电网经济效益，对机组负载分布算法进行优化，可有效地减少调整次数，将机组输出功率调整到振动区以外，可有效地减小设备的振动和损耗，延长设备的使用寿命。

(2) AGC 难以满足调节速率考核的要求

当机组处于 AGC 模式时，其输出功率会发生很大的变化，有时候调度下达的负荷调整命令的间隔不到 1 分钟，经常会出现这样的情况，即在一个负载命令还没有被调整到位的时候，就已经接收到了下一个负载命令，因此很长一段时间内，机组都会在增大或减小的过程中不断地进行调整。由于机组本身具有“反调”作用，在调整某些小负载命令时，很难使其达到规范要求的速度。同时，AGC 命令频繁变动，使机组输出功率发生波动，使机组在过振动、摆度较大的区域时，可能出现过长时间处于振动区的现象，严重影响了机组的安全、经济性能。同时，由于振动区的存在，AGC 系统存在着调整速度不符合要求的问题。

(3) AGC 调节方式简单, 影响调节的速度和精度

当前大部分电站的调速器采用的是调压脉冲, 而调压指令所形成的增减脉动指令要经过几次变换后, 再作用到调速器上, 再通过导叶开度来调节机组输出。在切换过程中, 由于存在多个监测、调整机构, 从而降低了调整的精度, 使其无法获得最佳的控制效果, 从而造成机组 AGC 的调速速度及调整精度无法达到预期的目的。而发电企业在运行过程中, 由于其运行方式单一, 若不考虑机组的调节特性, 很难达到“两个细则”中有关规定的要求。

3.2 AGC 调节系统是一种间接式调节结构

AGC 调节系统的核心运行机制是, 首先通过实时监测获取调度中心设定的有功功率目标值, 上位机完成 AGC 计算后, 将分配好的各单元有功功率指令发送至现地 LCU。接着, 在各现地 LCU 内部的 PID 计算模块执行闭环控制处理, 生成相应的有功功率调节脉冲, 该脉冲用于调整调速器的工作状态, 从而改变导叶和桨叶的开度。AGC 调控系统结构为“监视 AGC 分配 - 现地 LCU 有功 PID 控制 - 调速器脉动”的结构, 在 AGC 调节系统中引入现地 LCU 有功 PID 控制, 导致有功调节响应存在滞后现象。由于调速器作为随动系统, 在开度控制模式下, 仅依据监测输出的调整脉冲信号来转换为导叶和桨叶的开度设定值进行调节。然而, 无论机组有功功率如何变化, 调速器在这种情况下运行于开环状态, 这就容易造成调节过程中出现超调问题。另外, 机组的实际有功功率变化通常滞后于导叶开度的调整。当 LCU PID 模块实时监测并据此作出响应时, 已落后于实际有功功率的变化进程, 这无疑对 AGC 调节的精确性造成了消极影响。

3.3 AGC 调节系统调节参数难以满足调节要求

采用实时监测现地 LCUPID 模块进行有功闭环调节, 通常, 当前 CUPID 模块的脉宽和调整周期已固定, 但是, 在不同的单元水头条件下, 相同的导叶开度对应着单元的有功功率, 在一定的水头条件下, 被控单元的有功功率与导叶开度存在着非线性关系, 因此, 在水头变化和不同有功功率范围内, 监测系统的 pid 控制难以通过一组或少数组参数来完成, 有时在调试完成后仅能满足当时的有功调节需求, 但过了几天或几个小时, 由于水头变化、调速系统的工况变化等原因, pid 参数不再能与调节系统的运行状态相匹配, 因此, 在调节负荷时, 可能会发生超调。

4. AGC 调节性能补偿措施

4.1 采用调速器功率闭环直接调节模式

若能省去通过现地 LCUPID 操作模块这一中间环节, 将 AGC 分配的有功功率设定值直接发送至调速器, 并由调速器按照特定的控制规则对机组的有功功率进行调节, 可克服现有调节质量较差, 监测系统仅按 AGC 分配的结果向调速器发送有功设定值, 并通过 PID 计算实现有功与当前有功之间的偏差, 实现对导叶接力器、桨继器的实时调节, 从而实现有功功率的快速调节, 同时减少监测系统对负载的主动调控, 从而提高电力调控的效率。

4.2 采用功率自适应参数

针对水电机组的有功功率随水头变化而变化的特点, 本项目拟将调节参数随水头调整的方法, 通过调整参数随水头调整, 使机组在不同水位下有功调整质量。银盘水发电厂在 2013 年 12 月和 2014 年 3 号机组的 AGC 调整系统中, 调整速度从 90 MW/MIN 提高到 125 MW/MIN, AGC 调整精度从 3.8% 提高到 $\pm 2\%$, 满足华中电网的两项规定。

(1) 增加有功功率模拟量

监测系统以 4-20 mA 的模数输出模式向调速器发送有功给定值, 然后调速器再将该值反馈给监测系统, 由监测系统对其进行比对, 若出现偏差, 则立即报警, 避免调速器接收到的设定值与监测下达的设定值不符。

(2) 增加投调速器功率模式、投调速器开度模式功能

在监测系统中加入两个脉冲类型的开度信号, 即投调速器功率调节和投调速器开度调节两个脉冲类型的开度, 分别用来控制所选调速器的调节模式, 并将其接入调速器对应的开度。在监测系统中加入两个开启信号, 即调速器处于功率调节状态, 调速器处于开度调节状态, 并将其发送到监视系统中, 以实现对目前调速器的实际调节状态的显示与判断。在监视系统中, 机组的发电流程是这样的: 当机组进入电网后, 自动调整调速器的功率。并在监视屏幕上添加了投调速器功率模式和投调速器开度模式的操作按键, 供操作人员人工操作。

(3) 增加功率调节模式, 进行功率闭环调节

在调速器控制过程中加入了功率调整方式, 将监测到的有功和实测的出力相比较, 以达到闭环调整的目的。在调速系统中, 利用比例积分的方法, 根据有功和有功之间的偏差程度, 分为三个阶段进行调整, 将功率偏差 ΔP 分为三个

阶段, $AP1 > AP2 > AP3$, 采用三级梯度, 斜率 $K1 > K2 > K3$, 将有功率调节到给定的有功功率, 梯度越大, 实际功率越接近有功, 越快, 调整速度越快; 反之, 越小, 越慢, 控制越趋于单一, 越不会出现过度超调。

4.3 安全策略调速器

工作在功率模式时, 监测系统对监测系统的功率设置值与调速器返回的功率设置值进行实时对比, 若两者之间的差异超过 10% 的额定负载, 就会被判定为信号传输错误, 或者是调速器出现了故障, 监测系统将调速器的控制模式从供电模式转换到开通模式, 也就是通过监测系统实现了电力闭环调节^[2]。当调速器处于功率状态时, 监测系统会对监测系统收集到的功率实际值与有功功率设定值之间的偏离情况进行实时对比, 根据功率偏差的大小设定不同的延迟时间, 并对其进行延时报警, 以此来判定有功调整是否超时, 当超时, 监测系统将调速器的控制模式从供电模式转换到开通模式, 也就是监测系统实现了电力闭环调控。当调速器处于功率状态时, 当调速器检测到机组的有功故障时, 它就

会自动切换到开启状态, 并通过监测系统实现对有功的闭环调节。

5. 结束语

综上所述, 通过建立科学、合理的考核指标和激励机制, 全面评价电站 AGC 系统的响应速度、调节精度和追踪效果, 并根据实际情况制定相应的奖励和惩罚措施, 既能充分调动发电企业的积极性, 又能推动电力工业的科技进步和发展。本项目的研究成果将为提高电网的自动控制能力, 为构建绿色、高效、可靠的新型能源供给体系打下坚实的基础。因此, 全面认识并实施 AGC 调节性能补偿策略, 对于保证电网稳定与供电可靠, 有着重要的战略与现实意义。

参考文献

- [1] 李丹, 梁吉, 孙荣富, 等. 并网电厂管理考核系统中 AGC 调节性能补偿措施 [J]. 电力系统自动化, 2010(4):5. DOI: CNKI:SUN:DLXT.0.2010-04-023.
- [2] 李尚华, 叶晖, 吴成. 西北区域火电机组 AGC 性能指标分析及优化 [J]. 机电信息, 2023(2):12-14.

500kV 架空输电线路导线引流板在沿海环境下导电情况分析

徐可凡 秦鑫波 申 信 李凯 潘荣国

中国南方电网超高压输电公司广州局海口分局 海南海口 570100

摘 要: 本文对沿海地区 500kV 架空输导线引流板的电导率进行了研究。本项目以沿海环境为基础,在此基础上,综合考虑海水对引流板导电性能的影响,评价其耐腐蚀性能。采用试验方法及数据采集等方法,分析了引线引流板的导电机理。已有研究表明,沿海环境条件下,海水物理及化学作用会对引下线排出板的导电性产生影响,而引线排出板仍具有良好的耐腐蚀性。

关键词: 导线引流板; 沿海环境; 导电性能; 耐腐蚀性能

随着电力需求的增长,沿海地区越来越多地采用架空线路。然而,沿海地区高潮汐、高盐分和湿度的环境特征,使引流板的导电性面临新的挑战。输电线排出板是架空输电线路的关键部件,其导电性能提高、抗腐蚀能力增强是保证输电系统安全运行的关键。通过本项目的研究,将揭示沿海环境对架空输电线路导电板导电特性的影响规律,评估其耐腐蚀性能,为我国沿海架空输电线路的设计与运营提供理论基础与技术指导。

1. 沿海环境对导线引流板导电情况的影响

1.1 沿海环境的特点和挑战

沿海地区是指处于海陆交界地带,具有不同于内陆的环境特征。因此,本论文着重探讨了沿海环境对引流板导电状况的影响。首先,沿海地区的高湿、高盐度环境对引流板的导电性有重要影响。在高湿度环境下,导线表面水膜增大,电导率增大,引线阻抗下降。然而,高盐度环境下的盐分会导致金属丝表面腐蚀、结垢,进而影响其导电性。其次,沿海气象条件较差,有大风,海腥味,海雾等。这些气象因素会在导线排出板表面形成水膜,并附着其他污染物,进而影响导线的导电性。特别是当风速增大时,由于风速的增大,水滴会发生剧烈的抖动与摩擦,进而导致水膜的形成及导电特性的改变。另外,沿海地区的大气环境中含有大量的氯、硫等腐蚀性气体,这些气体可与金属元素发生反应,引起金属腐蚀、氧化,进而影响其导电性。此外,近岸水体结构复杂,常受旋涡及水动力作用的影响。这些水力条件直接影响到引流板的导电性能,如水膜的形成及流态等。

1.2 导线引流板与海洋环境之间的物理和化学反应

在沿海环境下,导线引流板暴露于海洋水、大气环境中,会与海洋环境产生多种物理、化学作用。这些反应直接影响了引线排出板的导电性,并在一定程度上损害了导电性能。首先,海水中的离子、盐等离子是导致金属丝排出板与海洋环境之间发生化学作用的重要因素。由于海水中含有大量的氯化物、硫化物及其他盐类物质,这些物质会与金属表面的金属发生化学反应,造成金属表面的腐蚀、氧化。在此过程中,导线引流板表面会生成氧化膜或盐垢,使引流板电阻增大,从而影响其导电性。其次,海水中含氧量较大,使金属表面发生氧化反应;这种氧化反应会在导线引流板表面形成高电阻的氧化层或氧化膜,从而降低导线引流板的导电性。此外,海洋环境的湿度、湿度等因素也会对引流板产生影响。潮湿气候条件下,导线表面极易形成水膜,且水中的杂质、盐分等易附着于引流板表面,增大引流板电阻,降低导电性能。另外,在海洋环境中,海水中的微生物也会对导线排出板产生影响。藻类、藻类、细菌等微生物可附着于引流板表面,形成生物膜或积垢。这些生物膜或污垢会改变引流板的表面形貌,从而影响其导电性。例如,生物膜、积垢等都会引起排电线表面的不均匀性,从而导致导电性能不稳定甚至下降。

1.3 相关影响因素分析

沿海环境下导线引流板的导电性受多种因素影响,可分为物理条件、化学成分和环境特性三大类。本项目针对沿海环境下导线引流板导电性能的变化规律开展深入研究,揭示沿海环境下导线引流板导电性能的变化规律,并采取相应措施提高其导电性。首先,导线引流板导致通电状况的一个

重要因素是物理条件。沿海地区湿度大,温度变化大,风力大,都有可能影响引下线的导电性能。在高湿度环境下,导线引流板表面会形成水膜,使电阻增大,从而降低导体的导电性。同时,温度变化也会对导电材料的导电性产生影响,尤其是在极端环境下,导电材料会因热胀冷缩等原因导致导电性降低。此外,在强风环境下,易造成海水溅射及波浪冲击,造成导线引流板表面破损,进而影响导电性能。其次,沿海环境的化学成分对引流板的导电性能有重要影响。海水中的氯化物和硫化物等盐类物质,在引出线板的金属表面发生化学反应,生成氧化膜或盐沉积物,使电阻增大,导电性能下降。导电引流板的材质选择及表面处理(如合金化、防腐蚀等)均会影响其与海水中化学物质的相互作用,进而影响其导电性。另外,导线引流板所处的特殊环境特性(如海流、波浪冲击、海水微生物等)也会影响导电性能。强水流可冲掉导线排出板表面的附着物,使其导电状况恶化;另外,海浪的冲击还会造成引流板的损伤,从而增大了电阻。微生物的存在可能会引起生物膜的生成,从而影响其导电性。

2. 实验方法与数据收集

2.1 实验设计和方法选择

沿海环境对引流板导电特性的影响,合理的试验设计与方法是获得准确可靠数据的关键。下面对有关试验设计与方法选取的有关问题进行了详细的说明。首先,根据研究的目的,选择适当的试验方案,以达到引下线引流板导通的目的。根据实际应用场景及研究可行性,可采用野外试验、实验室模拟试验或室内试验等多种方法进行研究。野外试验虽能较好地模拟沿海环境中引下线引流板导电量,但受成本及资源限制,可能面临气象、采样点选取等困难。实验室模拟试验能更准确地观测到引流板的导电特性,并能模拟沿海环境条件、控制试验参数。室内试验可藉由分析及测试引下线引流板之材质,于可控之试验条件下,研究其在沿海环境之导电性。其次,在试验设计中,选择合适的试验方法是非常重要的。根据研究目的,可选用不同的方法对引下线的导电特性进行评价。例如,引下线引流板的电阻值可通过电阻法测量,直接反映导体的导电性。同时,借助扫描电镜、能谱仪等分析手段,研究电极表面结构及化学成分的变化规律。同时,采用极化曲线、交流阻抗等电化学测试手段,对导电引流板的腐蚀行为及电化学特性进行研究。

2.2 数据的收集和处理

在研究沿海环境对导线引流板导电情况的影响时,数据的收集和处理是确保实验结果准确可靠的关键步骤。这一部分对数据采集与处理的有关问题进行了详细的介绍。首先,针对导线排出板的导电性问题,建立数据采集方案,确定数据采集方法与工具。根据试验设计方案的不同,可采用野外观测、试验记录和数据采集装置等手段进行资料采集。在此基础上,本项目还将研究导线引流板阻抗值、表面形貌等参数。为保证数据的准确性与可比性,需要采用标准化的测量方法与设备,如利用精密仪器进行电阻测量,利用高分辨显微镜进行表面形貌观测等。其次,对采集到的原始数据进行处理与分析;在资料处理阶段,必须对资料进行清理、修正及筛选,以排除野值及错误,以保证资料的可靠性与一致性。在数据分析方面,本项目拟采用散点图、回归分析等方法,研究导线引流电阻与环境因子的相关性。在此基础上,本项目还将利用计算机模拟、数值分析等手段,对所得数据做进一步的处理与解释,以期得到更为中肯的结论。最后,通过对数据的处理与分析,得出图表,生成统计图,并配以文字说明结果。对数据进行合理地解释与展示,能够更清楚地展示研究成果,为后续的讨论与总结提供基础。

2.3 实验所采用的仪器和设备介绍

为保证实验结果的准确、可靠,本研究采用了一系列的实验设备,对实验数据进行采集与处理。下面将对实验中使用的设备进行详细说明。在对引下线引流板导电特性的研究中,首先采用精密仪器对引下线引流板阻抗进行了测量。选用高精度万用表,其测量精度高,量程可调,能满足用户对电阻值的精确测量要求。用万用表测头分别接触引下线引流板两端,即可得到引下线引流板的电阻值,并将其记录于数据采集表中。为确保测量结果的稳定,在测量时对万用表进行定时校准,每次测量前都要做零点校正。此外,本研究亦利用高分辨显微镜来观察引下线排出板之表面形态。该显微镜具有较高的放大率和清晰的成像效果,能显示出物体表面的精细细节。本项目拟将引下线引流平板置于显微镜下,通过调节显微镜焦距及焦面,观测引下线排出板表面形貌特征,如表面粗糙度、凸凹度等。同时,利用显微镜上配备的图像采集系统,对所观察到的图像进行实时记录,以便进行分析对比。此外,本研究亦利用温度、湿度计及环境监测仪器,以控制实验条件及环境因子。温湿度记录仪是用来记录实验室内温、湿度

的变化情况,从而保证了实验环境的稳定。环境监测仪器是用来对实验现场的温、湿、压等参数进行监测的,从而获得实验数据时所需的环境因子参考值。利用这些仪器,可降低试验误差,提高试验结果的可靠性。

3. 沿海环境下导线引流板导电情况的分析和评价

3.1 导线引流板的导电机理分析

导线引流板是一种常用的设备,被广泛应用于沿海地区的防护工程中。因此,深入了解导电机理,对于深入理解导电机理具有重要意义。这篇文章详细分析了引线排出板的传导机制。引线引流板的导电机理主要是由导电性能及接触电阻引起的。首先,排线板的材质一般是铜、铝等导电性更好的金属。这些金属电导率高,电阻小,能有效导电。导线排出板导电材料也有较好的耐腐蚀性能及机械强度,能适应复杂的海洋环境。其次,引线排出板与地面或结构物接触,形成电接触表面,形成接触电阻;引线排出板的接触电阻是影响导电性能的一个重要因素。接触电阻与接触面积、形貌和表面粗糙度有很大关系。如果接触面较大较密,表面粗糙度较小,则可降低接触电阻,改善导电性。另外,环境因素也会影响引线排出板的导电性。沿海环境下,导线引流板易受海水侵蚀,生成氧化或盐沉淀。这些物质会使导线引流板表面电阻增大,从而降低其导电性。因此,在沿海环境中,为保证导电性能,需定期清理及保养。

3.2 海水对导线引流板的导电性能影响分析

在沿海环境中,导线引流板作为一种重要的防护设备,受到海水的直接接触。海水在一定程度上影响了引流板的导电性能。本文主要研究海水对引流板导电特性的影响。首先,海水中的盐分会在引流板表面生成盐沉积,使引流板的表面电阻增大;这些盐类沉积物会在排电线的表面形成类似绝缘层的物质,阻碍电流传导,降低其导电性。因此,在沿海环境下,盐沉积物可能会降低引流板的导电性。其次,海水中含有的氧化物质对引流板的导电性有一定的负面影响。海水中的氧化物在引出线板表面与金属物质发生化学反应,生成一层氧化层。这种氧化层增加了导线引流板的电阻,限制了电流的流通,降低了导体的导电性。为此,应注意定期清洗引线排出板,除去氧化层,使其具有良好的导电性。另外,海水的电导率也是影响引流板导电性的重要因素。由于海水中含有盐分,海水具有一定的导电能力,因此,在导线引流板与海水接触时,会产生一条导电通道。这条传导路径将和

引线排出板的电接触表面一起组成完整的传导路径。因此,对引下线排出板的导电性进行分析时,应综合考虑海水电导率的影响。

3.3 导线引流板的耐腐蚀性能评价

作为沿海环境中的防护装备,导线引流板的耐蚀性能直接关系到其有效性与使用寿命。这一阶段将评估并分析导线排出板的耐蚀性。首先,导线引流板一般是由不锈钢,镀锌钢板或类似材料制成的。这类材料具有优良的耐腐蚀性,能抵抗沿海地区海水中的盐分,湿度,氧气等因素的腐蚀。因此,在导线排出板材质的选择上,应充分考虑材料的抗腐蚀性,使其能够在沿海地区长期服役。其次,导线引流板的表面处理对其防腐性能也有很大影响。适当的表面处理可提高引流板与海水接触的耐腐蚀性,延长其使用寿命。常用的表面处理方法有防锈涂料,电镀,阳极化处理。这些表面处理可以在海水中形成保护层,阻止海水侵蚀,从而提高了排电线的耐蚀性。另外,在评估引下线引流板的耐蚀性时,环境因素也是一个重要考虑因素。沿海地区气候潮湿,海水盐度高,大气腐蚀性强,对引流板有一定的腐蚀作用。因此,对导线引流板抗蚀性能的评估应综合考虑环境因素,开展现场调查与监测。

4. 结语

本文针对沿海环境中 500kV 架空导线引流板导电状况进行分析与评估,揭示沿海环境对导线引流板导电性能的影响因素以及海水对导线引流板的导电性能的影响。试验结果及数据表明,该引流板具有较好的防腐性能,可用于沿海地区。这对提高输电系统的可靠性与稳定性有着十分重要的意义。本项目的研究成果将对沿海地区架空输电线路的设计与运行具有重要的指导意义,对电力工业的发展具有重要意义。在未来的研究中,还需进一步探索沿海环境中引流板导体导电性能的改善方法与优化方案。

参考文献

- [1] 张晶,杨凡.沿海风电场导线引流板的耐腐蚀性能研究[J].电力系统自动化,2020,44(15):90-96.
- [2] 李明,高立新,刘伟.沿海地区风电场导线引流板的腐蚀状况分析与防护对策[J].油气储运,2019,38(3):295-300.
- [3] 赵宇,王军,刘芳芳.导线引流板腐蚀特性分析与相关因素研究[J].物理测试,2018,11(4):35-41.

500kV 架空输电线路金具在沿海环境下锈蚀情况分析

徐可凡 秦鑫波 申 信 李 凯 潘荣国

中国南方电网超高压输电公司广州局海口分局 海南海口 570100

摘 要: 在本研究中, 我们深入探讨了沿海环境对 500kV 架空输电线路金具锈蚀的影响及其管理策略。沿海地区独有的高盐分、湿度和化学气体等环境因素导致金具腐蚀加速, 威胁输电安全。针对此, 提出了系统的防腐措施, 包括材料选用优化、表面保护层应用、寿命预测及维护计划制定。此外, 强调了运维监控的重要性的采用新技术以提高金具耐腐蚀性, 保障电网稳定运行的必要性。

关键词: 沿海环境; 金具腐蚀; 氧化机理; 防腐措施; 输电线路安全

在电力系统的关键组成部分中, 500kV 架空输电线路及其金具扮演着至关重要的角色。特别是在沿海环境下, 这些金具面临着更为严峻的挑战。沿海地区独有的气候特征, 如高盐分、湿度和风蚀条件, 对输电线路金具的耐久性构成了显著威胁。这些环境因素导致的金具锈蚀问题, 不仅影响了电力传输的可靠性, 而且可能导致更严重的安全事故, 如断线或金具断裂。本文旨在深入分析 500kV 架空输电线路金具在沿海环境下锈蚀的原因、机理及其对电网安全稳定运行的潜在影响。通过对沿海地区电力金具的腐蚀情况进行系统的调研和实验研究, 本研究不仅揭示了金具锈蚀的具体机制, 还探讨了不同环境因素对锈蚀过程的影响。此外, 本文还将探讨针对这一问题的有效防控措施, 以保障输电线路的持久稳定运行。

1. 沿海环境下 500kV 架空输电线路金具的锈蚀原因分析

1.1 500kV 架空输电线路高盐分环境对金具腐蚀的影响

沿海地区的高盐分环境对 500kV 架空输电线路金具的腐蚀影响深远且复杂。海水中的盐分, 尤其是氯化物的浓度, 是导致这种腐蚀加速的关键因素。这些盐分, 通过海风的作用, 不仅广泛地分布于金具的表面, 还渗透到最微小的缝隙中, 从而极大地促进了金属的腐蚀过程。盐分的存在显著降低了金属表面的保护性氧化层的稳定性, 使得金具的表面更加容易受到环境因素的侵蚀。盐分在金具表面形成的导电盐膜是腐蚀过程加剧的另一重要因素。这种盐膜不仅加速了腐蚀反应的速度, 而且还可能导致腐蚀过程的不均匀性, 使得一些区域比其他区域更容易受到损害。在沿海环境中, 盐雾氯离子的侵蚀尤为严重, 这不仅对金具表面造成持续的化学

攻击, 而且还能深入到金具内部的微细结构中, 造成内部腐蚀。即使是经过热浸镀锌防腐处理的 0235 钢或 Q345 钢制成的金具, 也难以抵御这种剧烈的腐蚀环境, 导致它们的实际使用寿命远远低于设计预期的 20 年。高盐分环境下的金具腐蚀不仅局限于表面层, 它还能影响金具的整体结构完整性。长期的盐分侵蚀会导致金具出现腐蚀孔洞、裂缝及脆化, 这些损伤会削弱金具的机械强度, 进而影响整个输电线路的稳定性和安全性。因此, 在设计和制造用于沿海环境的输电线路金具时, 必须充分考虑这种极端腐蚀环境的影响, 采用更为先进和有效的材料及防腐技术, 以确保输电线路在恶劣环境下的可靠运行。

1.2 500kV 架空输电线路潮湿气候及其对金属腐蚀的作用

沿海地区的潮湿气候对于 500kV 架空输电线路金具的腐蚀作用不容忽视。高湿度环境中, 水蒸气的普遍存在大大加剧了金具的腐蚀过程。在这种环境下, 空气中的水分与盐分结合在金具表面, 形成一层具有强腐蚀性的电解质溶液。这种溶液不仅在金具表面形成, 而且会渗透进金具的微小裂缝和缝隙中, 导致内部腐蚀和材料退化。湿润气候条件下, 金具表面的腐蚀产物, 如铁锈, 不仅影响其外观, 更重要的是, 这些产物会进一步加速腐蚀进程。铁锈和其他腐蚀产物的形成, 导致金具表面保护层的进一步破坏, 使得金具更易受到环境因素的侵蚀。此外, 这些腐蚀产物还可能阻塞金具的重要功能部位, 导致其机械性能下降, 影响输电线路的整体可靠性和安全性。潮湿气候下的腐蚀过程通常比干燥环境中更为剧烈。海风和海雾中含有的盐分和水分, 在金具表面形成的腐蚀性环境更为恶劣。长期暴露在这种环境中的金

具,其腐蚀速度和程度远远超过干燥环境。由于金具通常承担着重要的结构和电气负荷,其腐蚀不仅威胁到电网的稳定运行,还可能导致严重的安全问题,如线路断开或绝缘子掉落,从而引起停电或更严重的事故。

1.3 金具自身特点对沿海环境下腐蚀的影响

在沿海环境中,500kV 架空输电线路金具的独特构造特点显著影响其腐蚀速度和程度。金具的结构复杂性以及其运行中的特定应力状态,在高盐分和潮湿的气候条件下,加剧了其腐蚀问题。首先,金具的复杂结构,包括其较大的比表面积、多边角和孔隙结构,使其更容易发生缝隙腐蚀和接触腐蚀。这些腐蚀形式通常起始于金具的边角和缝隙处,随着时间推移,逐渐向内部扩展。在沿海环境中,这种腐蚀过程由于高盐分和湿度的存在而加剧,使得金具更易受到腐蚀介质的侵袭。其次,金具在运行中通常承受相当大的拉应力,达到 104–105N 的量级。这种持续的拉应力不仅增加了金具的腐蚀风险,而且加大了镀锌层表面的破坏程度。在拉应力的作用下,表面产生的裂纹会扩展,从而使得腐蚀介质更容易渗透进镀锌层。此外,应力集中还导致了驻留滑移带的形成,使位错密度增加,原子活性提高,这进一步促进了阳极优先腐蚀的发生。电化学测试显示,应力增大时,输电线路的腐蚀电流密度可达无应力状态下的 7 倍。最后,金具在运行过程中的摩擦碰撞也是一个不可忽视的腐蚀因素。由于金具并非完全固定,在冰、风等附加载荷作用下,输电线路的风偏和振动会导致金具间的轻微摩擦和碰撞。在沿海腐蚀环境下,这种微动腐蚀现象尤为严重。雨水对基体的腐蚀效应和表面镀锌层的磨损,共同导致了金具腐蚀和磨损速度的加快。腐蚀和磨损之间存在相互协同作用,极大地增加了金具接触部位间的机械和化学损伤,从而加剧了腐蚀速度。

2.500kV 架空输电线路金具在沿海环境下锈蚀应对策略

2.1 高盐分和潮湿气候的挑战

在沿海地区,500kV 架空输电线路金具面临的主要挑战是高盐分和潮湿气候带来的腐蚀问题。高盐分环境中的氯离子和其他腐蚀性物质能显著加速金具的腐蚀过程,特别是在雨水中氯离子含量较高的地区。此外,潮湿的气候条件,如年均相对湿度超过 80% 的天数,为腐蚀提供了理想的条件。这些因素共同作用,使得沿海地区的输电线路金具腐蚀速率远高于内陆地区。

2.2 材料选择和设计优化

针对沿海环境的特殊腐蚀条件,选择适当的材料和进行金具设计优化是至关重要的。在材料选择方面,应考虑使用耐腐蚀性更强的合金钢或有色金属,或者采用更为先进的防腐涂层技术,以提高金具的抗腐蚀能力。设计优化方面,可以考虑减少金具的缝隙和边角,以减少腐蚀发生的可能性。同时,通过对金具的结构进行改良,如增加镀锌层厚度或使用其他耐腐蚀材料,可以有效延长金具的使用寿命。在设计时还应考虑金具的易维护性,确保即使在恶劣的沿海环境中,也能进行有效的检查和维修。为了准确预测金具在沿海环境下的腐蚀寿命,可以采用电化学方法测定金具的腐蚀电流密度。通过收集当地气象部门提供的数据(如年均相对湿度和降雨天数)和在实验条件下的腐蚀测试数据,可以计算出金具的年均腐蚀深度速率。

2.3 表面保护层的应用

在沿海环境下,针对 500kV 架空输电线路金具的防腐策略中,表面保护层的应用占据了至关重要的位置。这一节将详细探讨在高盐分和潮湿条件下,如何通过表面保护层有效延长金具的使用寿命,以及如何选择和应这些保护层。

(1) 保护层的选择和应用:在沿海环境中,金具的表面保护层需要能够有效抵御盐雾、湿气和其他腐蚀性因素。选择适当的保护层材料至关重要,它必须具备良好的防腐性能、高度的附着力以及足够的耐久性。目前,一些常见的选择包括特种油漆、环氧树脂、聚氨酯涂料和锌基涂层。例如,采用高性能环氧树脂和聚氨酯涂料,能够在金具表面形成稳固的保护层,有效隔离金具与腐蚀性环境的直接接触。

(2) 表面处理技术:在应用保护层之前,金具的表面处理是必不可少的步骤。这包括去除金具表面的锈迹、油污和其他杂质,以确保保护层能均匀并牢固地附着在金具表面。一些常用的表面处理技术包括喷砂、酸洗和磷化处理。这些处理不仅清洁金具表面,还能提高涂层的附着力。

(3) 长效性和维护:选择的保护层应具有长效性,能够在恶劣的沿海环境中提供长期的保护。然而,任何保护层都不可能永久有效,因此定期的检查和维护是必要的。例如,对于涂有环氧树脂和聚氨酯涂料的金具,需定期检查涂层的完整性,并在必要时进行局部修补或重新涂覆。

(4) 创新技术的应用:最新的研究和技术发展也为沿

海环境下金具的防腐提供了新的解决方案。例如，纳米技术在涂料中的应用，可以显著提高涂层的防腐蚀性能和耐磨性。纳米涂层通过其超细的颗粒为金具提供更加密实和均匀的保护层，从而更有效地阻挡腐蚀因素。此外，智能涂层技术，能够在金具表面受到损伤时自我修复，延长涂层的寿命，并减少维护工作。

2.4 寿命预测和维护计划

在沿海环境下，对 500kV 架空输电线路金具的寿命预测和维护计划的制定，是确保输电系统可靠性的关键环节。以下内容和公式基于专业的腐蚀评估技术，为金具的寿命预测和维护提供了一套科学的方法论。

2.4.1 寿命预测模型的建立

依据环境监测和气象数据，结合金具的实际腐蚀情况，本文提出了一种计算金具中长期年均腐蚀深度速率 V 的模型，如下所示：

$$V = \frac{T}{365} \times 14.875 i_c + \left(\frac{365 - T}{365} \right) \times 4.25$$

其中， i_c 为自腐蚀电流密度，为年均相对湿度 $RH > 80\%$ 的天数或年均降雨天数。

2.4.2 应用寿命预测模型进行维护规划

通过应用上述模型，我们可以精确计算出在特定沿海环境下，金具的年均腐蚀深度速率。这个速率是影响金具寿命的关键参数，可以帮助我们预测金具的剩余使用寿命，进而制定有效的维护和更换计划。

在实际操作中，通过收集金具所在地的气象数据，特别是氯离子含量和降雨、湿度情况，将这些数据作为输入参数，我们可以计算出环境因素对金具腐蚀速率的影响。同时，通过对已更换的金具或同型号未出现红锈的金具进行取样，并进行实验室的电化学测试，可以得到自腐蚀电流密度 i_c ，该值反映了金具在模拟的盐雾环境下的腐蚀活性。

将这些数据代入上述模型中，我们能得到金具在现实环境中的年均腐蚀深度速率。此外，我们还需要通过实地测量来获取金具表面镀锌层的实际厚度 d ，这样就可以使用如下公式来计算金具的剩余腐蚀寿命：

$$L = \frac{d}{V}$$

在此基础上，我们可以评估金具在沿海环境中的实际耐久性，并预测其腐蚀进度，以便在金具达到临界腐蚀程度

之前进行维护或更换。这种方法不仅提升了维护工作的前瞻性和针对性，而且通过科学计算最大程度地利用了金具的使用潜力，减少了不必要的资源浪费。

2.4.3 维护计划的实施

基于寿命预测模型的结果，维护计划可以细化为以下步骤：

(1) 周期性检测：制定周期性检测计划，根据预测的剩余寿命来安排金具的检查频率和详细的检查项目。

(2) 防腐策略的优化：根据金具的实际腐蚀情况，评估现有防腐措施的效果，如有机材料制成的防腐蚀油脂、导电防腐涂料的应用效率以及是否需要采取更先进的防腐技术。

(3) 预防性更换：对于接近腐蚀临界点的金具，提前规划更换工作，以避免由于金具腐蚀引起的输电线路故障。

(4) 环境改善措施：在可能的情况下，通过改善金具周围的土壤条件或者调整线路布局来降低腐蚀速率。

(5) 记录与反馈：建立详细的维护记录和反馈系统，对实施的防腐措施进行追踪和效果评估，确保所有维护活动都能够得到及时的反馈，并根据实际情况进行调整。

3. 结束语

在对 500kV 架空输电线路金具在沿海环境下的锈蚀情况进行深入分析后，我们得出了一系列的结论和建议。首先，必须认识到，由于沿海地区特有的高盐分和湿润气候条件，架空地线和金具无法避免地会受到感应电流的影响，并长期暴露于导致腐蚀的复杂电化学环境中。硫化物等化合物与金具表面的反应逐渐削弱了金具的结构完整性，增加了维护的难度和频率。有效地防止和管理这种腐蚀对于保证输电线路的安全、稳定运行至关重要。我们提倡对老旧线路的金具进行细致的管控，尤其是对那些处于腐蚀环境中的重要挂点金具。通过对这些金具进行分类处理，加强防腐涂层，使用高强度材料替代传统材料，并在直接接地挂点两侧安装引流线，我们能够显著提高金具的防腐性能。在未来的工作中，运维人员应充分利用现代监测技术，实现对输电线路金具腐蚀状况的实时监控，确保能够及时响应潜在的腐蚀问题。同时，应不断探索和应用新材料、新技术，以提高金具的耐腐蚀性和整体输电网络的可靠性。

参考文献

[1] 默增禄，程志云. 输电线路杆塔的腐蚀与防治对策 [J] 电力建设，2004 25(1):22-23

- [2] 陈淑刚, 常忠池. 超高压输电线路运行与检修实用教程 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2014
- [3] 刘关. 电力输电线路的运行维护及故障排除 [J]. 工程技术, 2015, 7(27): 226
- [4] 胡俊华. 500 KV 输电线路架空地线不同接地方式的
- 分 [D]. 北京: 华北电力大学, 2014.
- [5] 陈军君, 胡加瑞, 谢亿, 等. 架空输电线路金具腐蚀分析及防护对策 [J]. 电力建设, 2013(8):5.DOI:10.3969/j.issn.1000-7229.2013.08.018.

发电机碳刷打火故障消除的研究与创新

兰 嵩

华电国际电力股份有限公司天津开发区分公司 天津 300000

摘 要: 针对发电机碳刷打火现象开展讨论创新, 研究分析解决问题的办法。从碳刷选型、碳刷用前预磨、碳刷支架、刷握匹配程度等方面研究分析, 逐一排除了滑环表面光洁度不够、碳粉和其它积垢过多、碳刷质量不良、碳刷架位置偏移、碳刷磨损过短等原因, 最终研究发现自卷式恒压弹簧的回弹力无法满足实际使用需求, 碳刷在刷握内存在卡涩现象, 碳刷受到的压力不均导致与集电环接触不良, 是发电机碳刷打火发生的主要原因。将恒压弹簧的稳定性提高, 通过简单、易实施的创新改造, 在不影响设备运行的情况下, 通过经济、节能的创新方法, 将刷握弹簧改造后, 使碳刷打火现象成功消除。

关键词: 碳刷打火; 恒压弹簧; 稳定性

引言

碳刷和滑环是发电机动静接触和交换能量的设备, 是发电机励磁系统的重要组成部分。但是运行中由于很多原因, 时常出现打火现象, 严重危及发电机的安全运行^[1]。



图 1 发电机励磁侧样图

碳刷打火故障有着“恶化迅速, 时间不定”的特点, 若未对打火碳刷进行重点监护和及时治理, 当碳刷打火故障严重时, 会限制机组无功出力, 或者需要采取在线打磨等措施^[2]。若出现发电机环火现象, 在几分钟内会导致集电环、碳刷、碳刷架、风扇烧损, 严重时烧损发电机大轴, 形成永久性损伤, 造成非常大的经济性损失。

1. 实验取证问题点

(1) 发现问题: 碳刷刷辫电流极不平衡; 问题原因: 碳刷与集电环接触不良。

出现打火现象后, 我们安排专人加强监护发电机励磁侧

设备状态。定时使用钳形电流表监测刷辫上的励磁电流。通过观察多次测量的电流数据, 我们发现 16 个刷握上的 48 个碳刷刷辫电流分布极为不均, 最小的电流数值在个位数 5A 左右, 最大的电流数值可以达到 183A 左右 (若碳刷电流在 12 ~ 80A, 说明运行正常; 若大于 160A, 说明运行不正常。超过 200A 的碳刷很快便会烧断刷辫。)

碳刷在刷握中卡涩会造成碳刷与滑环之间不能可靠接触, 卡涩碳刷分配到的励磁电流将会远远降低, 甚至会为零。当卡涩碳刷数量增加, 正常工作碳刷分配到的励磁电流将会大大增加, 从而使正常工作碳刷可能过热引起碳刷打火。所以我们基本可以判断发电机碳刷与集电环之间未能可靠接触。

(2) 发现问题: 碳刷侧边出现磨痕; 问题原因: 碳刷弹簧圈铆钉卡涩碳刷。

我们在检查过程中发现在碳刷侧边位置发现了卡涩、摩擦导致产生的凹槽, 说明碳刷在刷握内存在卡涩的现象。



图 2 发电机碳刷卡涩磨痕

通过观察，所有碳刷磨痕都是成对称性的两道凹槽形状，初步分析判断该卡涩磨痕是因为刷握中弹簧底座为一端铆钉固定在刷握本体上，另一侧由卡勾，勾住刷握本体。弹簧圈再由铆钉固定在弹簧底座的卡勾断。当弹簧圈位移时，卡勾端受力翘起，弹簧圈铆钉卡涩碳刷。

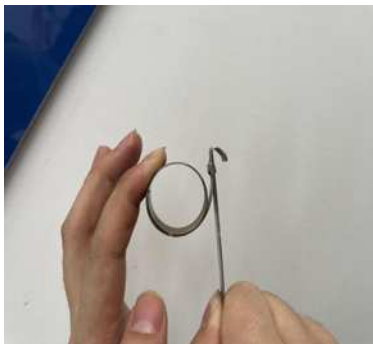


图3 发电机刷握弹簧

(3) 发现问题：部分碳刷存在崩角、裂纹；问题原因：弹簧回弹力不能够满足碳刷与集电环接触压力的稳定性要求。

在检查碳刷过程中同时发现，部分碳刷存在崩角、裂纹现象。可能产生崩角的原因是碳刷跳动太大，或碳刷质量存在问题。



图4 发电机碳刷崩角现象

在排除碳刷质量问题后，我们对发电机碳刷及刷握进行了逐一清理检查，并测量部分弹簧在压缩规定位移下的拉伸力与回弹力。通过测量发现，该类型的恒压弹簧在位移区间 27-90mm 以内的拉伸力和回弹力是较为恒压稳定的，该弹簧的回弹力在 11N 上下浮动。碳刷与集电环接触压力是依靠弹簧回弹力推动碳刷来形成，所有我们主要观察的是回弹力的数据，发电机规定刷握弹簧压力在 $1.45 \pm 20\% \text{kgf}$ ($1.45 \text{kgf} \approx 14.5 \text{N}$) 范围内属于正常。标准回弹力的下限为 $14.5 \times 80\% = 11.6 \text{N}$ 。所以实际使用中，该弹簧回弹力下限较低，不能够保证碳刷与集电环压力的稳定性。会导致碳刷出

弹簧压缩规定位移下平均值力方法试验报告

拉伸起: 30 mm 拉伸终点 70 mm
回弹起: 70 mm 回弹终点 30 mm

	编号	平均值	拉伸平均值	回弹平均值	拉伸起点	拉伸终点	回弹起点	回弹终点	4点平均
		N	N	N	N	N	N	N	N
第1根	7	14.793	18.152	11.434	18.469	17.835	11.497	11.434	14.809
第2根	10	14.132	17.348	10.915	17.337	17.24	10.974	10.761	14.078
第3根	14	14.609	18.18	11.039	17.754	18.415	11.1	11.059	14.582
第4根	15	14.781	18.151	11.41	18.054	18.174	11.693	11.339	14.815
第5根	19	14.944	18.322	11.566	18.472	18.237	11.919	11.43	15.015
第6根	5	14.424	17.608	11.239	17.814	17.645	11.36	11.165	14.496
第7根	6	14.857	18.239	11.475	18.576	18.222	11.605	11.547	14.859
第8根	11	14.884	18.456	11.312	18.215	18.28	11.596	11.343	14.705
平均值		14.678	18.057	11.299	18.086	18.006	11.468	11.26	14.705
最大值		14.944	18.456	11.566	18.576	18.415	11.919	11.547	15.015
最小值		14.132	17.348	10.915	17.337	17.24	10.974	10.761	14.078
标准偏差		0.277	0.378	0.224	0.431	0.399	0.312	0.254	0.31

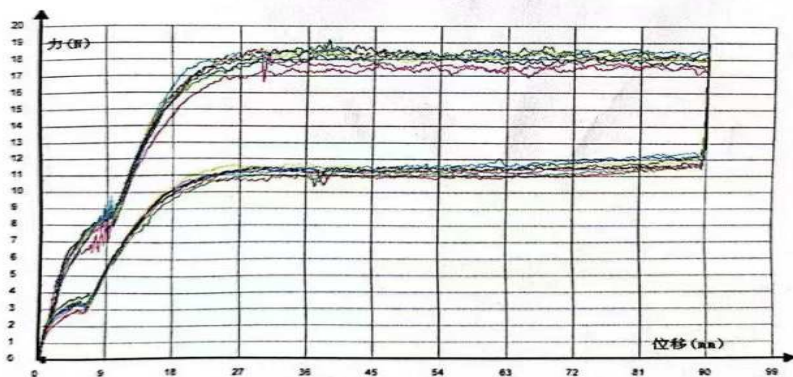


图5 旧弹簧测试报告（设备作图直接出纸质，扫描）

现振动过大现象，出现崩角、裂纹情况。

综合上诉调查情况，我们可以确定发电机碳刷在刷握中卡涩，弹簧回弹力不满足碳刷与集电环接触面压力的要求，而出现碳刷崩角、碳刷电流分布不均的情况，是碳刷打火现象产生的主要原因。

2. 消除碳刷打火方案及效果

创新改造选择由弹簧入手：因为刷握弹簧一端用铆钉固定，一端是卡勾固定，原有弹簧卡勾位置角度较大，存在一定弹簧活动的裕度，在弹簧展开位移时会使得弹簧卡勾处铆钉上翘，卡涩碳刷在刷握通道中的自由移动^[3]。

(1) 将原来的三圈弹簧改造为六圈弹簧，增加了弹簧回弹力，使弹簧的回弹力区间由 11N，提升至 13N。提高了弹簧回弹力的下限，使其在任何位移距离都能够满足碳刷与集电环接触压力的要求。弹簧圈数增加避免弹簧拉伸位移时出现变形，提高弹簧稳定性。使其推动碳刷与集电环良好接触。

新弹簧（六圈）规定位移下平均值力方法试验报告

拉伸起点 30mm；拉伸终点 70mm
回弹起点 70mm；回弹终点 30mm

	编号	平均值	拉伸平 均值	回弹平 均值	拉伸起 点	拉伸终 点	回弹起 点	回弹终 点	4 点平 均
		N	N	N	N	N	N	N	N
第 1 根	7	16.463	19.711	13.215	19.736	19.635	13.197	13.263	16.457
第 2 根	10	16.279	19.432	13.127	19.329	19.571	12.979	13.176	16.263
第 3 根	14	16.425	19.425	13.425	19.547	19.398	13.012	13.687	16.411
第 4 根	15	16.251	19.288	13.214	19.174	19.352	13.088	13.471	16.271
第 5 根	19	16.582	19.389	13.775	19.522	19.471	13.742	13.895	16.657
第 6 根	5	16.283	19.377	13.189	19.379	19.412	13.247	13.574	16.403
第 7 根	6	16.201	19.313	13.089	19.411	19.247	13.012	13.101	16.192
第 8 根	11	16.396	19.282	13.510	19.249	19.478	13.478	13.647	16.463
平均值		16.360	19.402	13.347	19.418	19.445	13.219	13.476	16.389
最大值		16.582	19.711	13.794	19.736	19.635	13.742	13.895	16.657
最小值		16.251	19.282	12.989	19.174	19.247	12.979	13.101	16.192
标准偏差		0.275	0.354	0.364	0.178	0.267	0.241	0.356	0.247

图 6 改造后弹簧测试报告

(2) 其完美卡在刷握本体结构上，避免弹簧位移拉伸是出现弹簧底座一端翘起，弹簧固定铆钉卡涩碳刷的情况。

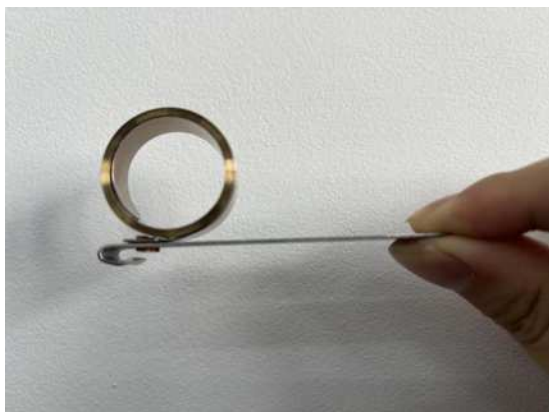


图 7 刷握弹簧改造后

弹簧回弹力由 11N 提高至 13N，回弹力在规定的 $1.45 \pm 20\% \text{kgf}$ 标准范围内，并确认增加了 2N 回弹力，并不影响励磁设备的正常经济运行，也不会十分明显的加快碳刷损耗的速率。在改造完成后，经过长时间的观察，碳刷打火现象彻底消失，钳形表监测 48 个碳刷刷辫电流较为平均。接触面温度上升 $3^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C}$ 左右，稳定在 $72^\circ\text{C} - 85^\circ\text{C}$ 之间。成果解决了发电机碳刷打火的问题。

3. 结语

滑环和碳刷是发电机励磁系统的重要部分，是发电机动静接触和交换能量的设备。发电机滑环在运行中出现打火现象，会严重危及发电机的安全运行。如不及时采取措施抑制或消除火花继续发展很容易造成集电环环火事故。在不影响机组设备正常运行的情况下，通过经济、节能的创新方法，简单、易实施的创新改造后，打火现象消失，成功解决发电机碳刷打火问题。创新改造后，观察发电机碳刷刷辫电流较为平均，碳刷与滑环接触面温度稳定在 $72^\circ\text{C} - 85^\circ\text{C}$ 之间，解决了碳刷弹簧压力不均的问题。

参考文献

[1] 降低某水电站发电机集电环负极碳刷运行温度 [A]. 廖唱百；李伟；朱煜纯. 2022 年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛, 2022.

[2] 大中型水轮发电机集电环及碳刷热成像在线监测系统成果报告 [A]. 李伟伟；田征前；王志宝；闫文峰. 中国电力企业管理创新实践（2019 年），2020.

[3] 俄 TBM-160-2 型发电机转子集电环刷架结构优化 [A]. 郭光武；张建宏；宋景岚. 全国火电 100MW 级机组技术协作会第二届年会, 2003.

作者简介

兰嵩（1995.8——），男，汉族，山东济宁人，大学本科，助理工程师（初级职称），研究方向：电气设备管理及自动化研究

电气自动化技术在电力工程中的运用分析

王家旭

江苏师范大学文学院 江苏徐州 221132

摘要: 随着科技的飞速发展,电气自动化技术在电力工程中发挥着越来越重要的作用。电气自动化技术的运用不仅提高了电力工程的运行效率,还增强了系统的安全性和稳定性,为电力行业的可持续发展注入了新的活力。本文简要分析了在电力工程中运用电气自动化技术的意义,并针对电气自动化技术在电力工程中运用存在的问题进行了深入探究,提出了电气自动化技术在电力工程中的运用策略,以供参考。

关键词: 电气自动化技术; 电力工程; 运用; 分析

引言

作为现代工业发展的重要支柱,电气自动化技术的应用领域广泛,尤其在电力工程中发挥着举足轻重的作用。伴随着社会对电力需求的不断增长,传统的电力系统已难以满足日益增长的用电需求。因此,将电气自动化技术引入电力工程,不仅可以提高电力系统的运行效率,还可以降低能耗、减少排放,实现绿色、低碳的发展目标。

1. 在电力工程中运用电气自动化技术的意义

1.1 提升电力系统稳定性

在电力工程中,电气自动化技术的应用,可以实现对电力系统的实时监控、数据把控,从而马上发现、处理相关异常问题,有效预防系统崩溃或故障的情况。另外,经过及时、精准的控制与调节,电气自动化技术也完成了对电力资源的合理分配与利用优化,使得电网能在高负载的突发情况下依旧能够保持稳定运行。通过远程监控和操作,高电力系统的应急响应能力,降低人为干预的误差和风险,显著增强其稳定性,为电力工程的持续、安全运行提供有力保障。

1.2 提高电力系统服务水平

在电力工程中运用电气自动化技术,可以有效提高电力系统服务水平,并使电力系统实现更精准、更快速的服务响应,从而满足不同用户的个性化需求。在实时监控和数据分析的过程中,电力系统可以预测并应对潜在的用电高峰,确保供电的连续性和稳定性。同时,电气自动化技术还可以推动电力系统的智能化发展,提升自助服务和远程控制的能力,使用户更方便的获取电力信息和服务,提高了电力系统运行效率的同时,更提升了用户的使用体验,为电力行业的

可持续发展奠定了坚实基础。

1.3 优化电力工程的安全性

在电力工程中,运用电气自动化技术对于优化工程的安全性至关重要。电气自动化技术的引入,可以实时监控电力设备的工作状态,及时发现潜在的安全隐患,从而采取相应的预防措施,避免安全事故的发生。通过自动化控制系统的应用,也实现了电力参数的精确调整,避免因操作不当引发的安全事故。同时,电气自动化技术利用远程监控和操作,减少了人员进入危险区域的需要,降低了安全风险。这种技术的应用,不仅提高了电力工程的运行效率,更在保障人员和设备安全方面发挥了关键作用,为电力行业的健康发展提供了坚实保障。

1.4 促进节能减排

在电力工程中运用电气自动化技术,对于促进节能减排具有积极的意义。电气自动化技术通过精确控制电力设备的运行,优化了能源的使用效率,减少了不必要的能源浪费。同时,该技术能够预测和响应电力需求的变化,避免过度供电或供电不足的情况,从而有效减少能源的消耗。除此之外,电气自动化技术还可以促进可再生能源的接入和利用,推动电力系统的清洁化转型。以自动化控制为基础,实现对可再生能源的优先调度和利用,提高其在整个电力系统中的占比,进一步减少了碳排放和环境污染。

2. 电气自动化技术在电力工程中运用存在的问题

2.1 技术更新与人员素质不匹配

电气自动化技术的快速发展致使新设备、新技术不断涌现,这就导致电力工程人员的技能水平和知识储备需要与

时俱进。但目前部分电力工程人员的技能水平依旧停留在传统技术上,应用和掌握新技术存在困难,因此,新技术的应用受到了制约,无法充分发挥其优势。另外,技术由于更新迅速,电力工程人员需要不断学习和掌握新知识,但部分人员丝毫没有学习动力,这也使得技术更新与人员素质之间存在较大的不匹配情况。

2.2 投资成本与经济效益的矛盾

电气自动化技术的引入和应用需要设备购置、系统升级和人员培训等相应的投资。但在一些电力工程中,由于投资成本较高,而短期内经济效益不明显,导致决策者对于技术应用产生犹豫,影响了其推广和应用。此外,由于不同地区、不同规模的电力工程对电气自动化技术的需求和应用程度不同,投资成本和经济效益的矛盾在不同情况下表现也不同。如何平衡投资成本与经济效益的关系,成为制约电气自动化技术广泛应用的一个重要因素。

2.3 信息安全风险

电气自动化技术的应用让电力系统的信息化程度不断提高,但信息安全风险也随之增大。一方面,电力系统的信息化使得黑客攻击、恶意软件感染等网络安全问题对电力系统造成直接威胁,导致系统崩溃、数据泄露等严重后果。另一方面,随着智能化设备在电力系统中的广泛应用,确保这些设备的信息安全也成为了一个亟待解决的问题。因此,在电气自动化技术的应用过程中,必须高度重视信息安全问题,采取有效的防范措施,确保电力系统的稳定运行。

2.4 依赖性问题

电气自动化技术的应用增加,使得电力系统对自动化设备的依赖程度增强。一旦自动化设备出现故障或问题,整个电力系统的运行都会受到影响,甚至导致停电等严重问题。此外,高度依赖自动化设备也可能导致电力工程人员在技能上产生惰性,缺乏对传统技能和知识的掌握和运用,不能适应不断变化的技术环境,严重影响了他们综合素质和技能水平的提高。

3. 电气自动化技术在电力工程中的运用

3.1 在远程监控中的应用

在电力工程中,电气自动化技术的运用尤为关键,尤其在远程监控方面发挥着不可替代的作用。远程监控是电气自动化技术的重要组成部分,它通过互联网、无线通信等先进技术手段,实现了对电力系统的实时监控、故障诊断和远程

控制。这种技术不仅极大的提高了电力系统的管理效率和运维水平,还有效降低了人工巡检和操作的成本和风险。另外,通过远程监控,电力工程师和管理人员可以实时获取电力系统的运行状态、设备参数、电能质量等关键信息,从而及时发现潜在的安全隐患和性能瓶颈。一旦系统出现故障或异常情况,远程监控系统能迅速定位问题,并通过自动化手段进行故障隔离和恢复,最大限度的减少停电时间和损失。同时,远程监控还为电力系统的预防性维护提供了有力支持,在对历史数据分析和挖掘的过程中,可以提前预测设备的磨损趋势和故障风险,从而制定合理的维护计划,避免和减少了突发故障的发生。

3.2 变电站技术实现自动化

在电力工程中,变电站作为电能转换和分配的关键环节,其运行效率 and 安全性至关重要。电气自动化技术在变电站中的应用,旨在实现变电站的自动化监控、控制和管理,从而提高运行效率、减少人工干预,并保障电力系统的稳定运行。通过引入先进的监控系统和传感器技术,可以实现对变电站内设备状态、电能质量等关键参数的实时监控,确保运行人员能够及时了解设备的运行状态,发现潜在问题并采取相应的处理措施。同时,利用电气自动化技术,可以实现对变电站内开关设备、变压器等关键设备的远程控制,减少人工巡检和操作的工作量,提高运行效率。此外,电气自动化技术还可以与智能巡检系统相结合,使用无人机、机器人等设备对变电站进行自动化巡检,进一步提高巡检的效率和准确性。

3.3 提高电力营销市场管理智能化水平

随着市场竞争的日益激烈,电力营销市场管理需要更加精准、高效和智能的手段来应对各种挑战。电气自动化技术的引入,为电力营销市场管理带来了革命性的变革。通过智能化的数据分析和处理,为电力营销市场提供了精准的市场分析和预测。在对历史数据和实时数据挖掘的过程中,可以有效洞察市场趋势,预测消费者需求,从而为营销策略的制定提供科学依据。同时,通过自动化的订单处理、客户关系管理、计费结算等功能,也大大减少人工操作,降低错误率,提高客户满意度。此外,电气自动化技术还能够帮助电力营销市场实现与客户的智能互动。通过智能化的客户服务系统,可以实时响应客户的需求和反馈,提供个性化的服务体验,增强客户黏性和忠诚度。

3.4 主动对象数据库技术的运用

在电力工程中，主动对象数据库技术的运用为电气自动化带来了新的维度。这一技术不仅扩展了传统数据库的功能，还通过引入主动功能和对象技术，为电力系统的监控、分析和优化提供了强有力的支持。主动对象数据库技术结合了关系数据库的数据存储和检索能力与面向对象编程的封装、继承和多态性特点，使得数据库中的数据不再是静态的，而是可以具有行为、规则和触发器的主动实体。在电力工程中，实时监控电网的运行状态，当某些预设条件被触发时，能够自动执行相应的操作或发出警报。此外，主动对象数据库技术还提供了强大的数据分析和处理能力。通过对电网运行数据的深入挖掘和分析，能够发现潜在的问题和优化空间，为电力工程的决策提供科学依据，实现了对电网运行状态的预测和模拟，为电力系统的规划和设计提供有力的支持。同时，在电力工程中，主动对象数据库技术的运用还促进了不同系统之间的集成和协同工作。通过标准化的接口和协议，不同的系统可以共享数据和信息，实现信息的互通有无和协同决策，提高了电力系统的运行效率，还降低了运行成本和维护难度。

3.5 光互连技术的运用

在电力工程中，光互连技术的运用为电气自动化带来了革命性的变革。光互连技术，以其高速、高带宽和低时延的特性，为电力系统的实时监控、数据传输和远程控制提供了强有力的支持。在电气自动化领域，光互连技术主要用于实现电力系统各个组件之间的快速、稳定连接。通过光互连技术，电力系统中的各个设备、传感器和执行器可以实时交换信息，实现精确的协同工作。这种技术不仅提高了电力系统的整体性能，还使得电力系统的运行更加智能化和自动化。另外，通过光纤网络进行远程监控和控制，可以使电力工程师和管理人员能实时了解电力系统的运行状态，及时发现并处理潜在问题。另外，光互连技术还可以大幅提高数据传输的速率和稳定性，使电力系统中的大量数据能快速、准确的传输到需要的地方。并通过其抗电磁干扰的能力，提高电力系统的稳定性和可靠性。

3.6 电网调度中的运用

在电力工程中，电气自动化技术在电网调度中发挥着至关重要的作用。作为电力系统的“大脑”，电网调度负责协调、控制和优化电力系统的运行，确保电力供应的安全、可

靠和经济。电气自动化技术的应用，使得电网调度更加智能、高效和精准。通过实时采集、传输和处理电网运行数据，电网调度人员可以全面掌握电网的运行状态，理性分析电压、电流、频率、负荷等关键参数，为调度决策提供了科学依据，使得调度更加精准、及时。同时，通过引入自动化控制系统，电网调度能实现对发电、输电、配电等各个环节的自动控制，确保电网的稳定运行。在出现故障或异常情况时，自动化控制系统还可以迅速响应，进行故障隔离和恢复，减少停电时间和损失。并通过应用人工智能、大数据等先进技术，电网调度实现自我学习、自我优化和自我决策，进一步提高调度效率和准确性。

3.7 自动化补偿技术的运用

在电力工程中，自动化补偿技术的运用是一个重要的创新点，其主要针对电力系统中的无功功率补偿问题，经过自动、快速的调整补偿装置，提高电力系统的功率因数，从而优化电能质量，减少能量损失，并增强电力系统的稳定性，减少了因无功不足而导致的电压波动和闪变问题。自动化补偿技术主要通过智能控制算法和先进的无功补偿装置实现。这些装置可以实时检测电力系统的无功需求，并自动调整补偿电容器的容量，从而提供合适的无功补偿，优化了电能质量，提高了电气设备的运行效率和使用寿命。与传统的固定补偿方式相比，自动化补偿技术更加灵活和高效，能够根据电力系统的实时需求进行快速响应。另外，自动化补偿技术还结合了先进的通信技术，实现了远程监控和控制。运行人员可以通过远程终端或中央监控系统，实时了解补偿装置的运行状态，并进行远程调整和控制。这种技术不仅提高了补偿装置的利用率，还降低了运行人员的工作强度，提高了电力系统的功率因数，降低了线路的无功电流，从而减少了能量损失和发热。

总而言之，电气自动化技术在电力工程中的运用已经深入到了各个环节，为电力系统的安全、稳定、经济运行提供了坚实的技术支撑。从自动化补偿技术的精准调控，到电网调度的智能化决策，再到光互连技术的高速传输，电气自动化技术不断推动着电力工程的创新与发展。未来，期待更多先进的技术和方法能够应用于电力工程实践，进一步提升电力系统的效率、可靠性和可持续性。

参考文献

[1] 吕文渊. 电气自动化技术在电力工程中的应用与发

展 [J]. 光源与照明 ,2023,(03):236-238.

[2] 王森 . 电气自动化技术在电气工程中的应用分析 [J]. 科学技术创新 ,2022,(19):168-171.

[3] 杨秦飞 , 齐航 . 电力电气自动化技术在电力工程中的运用 [J]. 中国设备工程 ,2022,(11):209-211.

[4] 孙孝敬 , 王艳超 , 齐辉等 . 电气自动化技术在电力工程中的应用 [J]. 中国高新科技 ,2022,(02):58-59.

[5] 石磊 . 电气自动化技术在电力工程中的应用及发展趋势 [J]. 光源与照明 ,2021,(10):131-133.

运行超 10 年 500kV 输电线路杆塔接地网锈蚀情况分析

徐可凡 秦鑫波 申 信 李 凯 潘荣国

中国南方电网超高压输电公司广州局海口分局 海南海口 570100

摘 要: 输电线路杆塔接地网是保证输电线路安全运行的重要组成部分,是整个输电线路系统的重要基础,其性能的优劣直接影响着输电线路系统的安全运行。随着时间的推移,由于雷电、极端气候、人为破坏等原因,使得接地网出现锈蚀、接触电阻增大、接触电位升高等一系列问题,导致接地保护动作跳闸,给电网带来严重威胁。为确保电网安全可靠运行,必须对运行超 10 年的 500 kV 输电线路杆塔接地网进行检测和维护。本文对某运行超 10 年 500kV 输电线路杆塔接地网锈蚀情况进行分析,结合接地网检测数据和接地装置的使用情况,提出相应的改进措施。

关键词: 500KV 输电线路;杆塔处;接地网;锈蚀情况

引言

接地装置是指将电能输送到接地体的导体,是输电线路系统中不可或缺的一部分。输电线路杆塔接地装置包括杆塔接地极、跨步电压、接触电压、散流装置等,主要作用是将地电位降导入大地,确保人员和设备的安全。在雷电反击、雷电侵入波及其他危害的作用下,杆塔接地极和跨步电压升高,可能造成人身伤害和设备损坏。随着电力系统的发展,输电线路杆塔接地网运行时间不断延长。目前已运行 10 年以上的 500 kV 输电线路杆塔接地网均采用大型接地网,采用大截面、高导电率材质等材料制作。接地网在长期运行过程中受自然因素影响,容易发生锈蚀现象,从而引起接地电阻升高或接触电位升高,使电网线路绝缘水平降低,导致人身触电事故和设备损坏等事故发生。

1. 500KV 输电线路锈蚀特点及原因

1.1 输电线路杆塔接地装置的结构与特性

对于 500 kV 输电线路杆塔,其接地装置主要包括基础、杆塔基础接地体、避雷线接地体、电缆沟接地体以及引流线等部分。在这些组成部分中,杆塔基础接地体由基桩和基础钢筋构成;而避雷线接地体则由避雷线和引流线组成。引流线的功能在于将杆塔接地网与杆塔基础钢筋进行连接,从而形成一个闭合的回路,以确保接地装置的稳定连接。

在杆塔基础接地体的构建上,通常采用直径介于 30~50 mm 之间的圆钢或扁钢。若杆塔基础钢筋采用钢管,则需要在钢管内焊接一定数量的焊条。在确保焊条在钢管上牢固焊接后,再将钢管的下端与基础钢筋进行焊接,以确保结构的

稳定性和可靠性。引流线一般选用直径为 4~6 mm 的扁钢制成。这样的材质和规格选择可以确保其在高压环境下仍能保持良好的导电性能和稳定性。

1.2 输电线路接地网锈蚀问题分析及其对策

针对某输电线路项目中多处接地网腐蚀问题进行了深入细致地分析。该输电线路已运行超过 10 年,电压等级为 500kV。在检查多处杆塔接地网时,我们注意到由于地理位置复杂及地质条件恶劣,加之施工过程中的不当操作,导致接地网的埋深普遍不足,仅为约 30cm。在这一浅埋深度下,土壤的含氧量较高,引发了氧浓差电池反应,导致接地体的腐蚀速度加快。此外,接地体与周边土壤的接触不良,原因在于采用了开挖后用碎石回填的处理方式,这使得电阻值上升,进一步加剧了接地网的腐蚀问题。通常,输电线路的接地网应埋设在深度为 0.3 至 0.8m 的土壤中。土壤是主要的腐蚀介质,其腐蚀问题主要源于电化学腐蚀。电化学腐蚀的发生是由于金属与介质之间存在电化学不均匀性,从而形成腐蚀原电池。这是导致腐蚀问题的主要成因。

2. 理论检测

理论检测对于 500kV 输电杆塔接地网锈蚀原因分析具有极其重要的意义,需要从多个角度进行深入的研究。首先,对杆塔材料的腐蚀性能进行全面的评估是必不可少的。这包括化学成分分析、金相组织观察和力学性能测试等手段,以全面了解材料的抗腐蚀性能。其次,利用各种先进的设备对杆塔表面的锈蚀形貌进行细致的观察,包括锈蚀程度、锈蚀类型等,也是至关重要的。此外,在实验室条件下模拟杆塔

所处的环境,如高温、高湿度等,以测定杆塔材料的锈蚀速率,也是一项重要的工作。常用的方法包括电化学方法、重量损失法等。同时,采用非破坏性检测方法,如超声波、磁粉检测等,对杆塔材料进行全面的检测,以判断是否存在隐蔽的锈蚀缺陷。最后,建立数值模型以模拟杆塔在不同环境条件下的锈蚀行为,预测杆塔的寿命和锈蚀状况,也是非常重要的。综合以上各种严谨的方法,可以对运行超 10 年 500kV 输电杆塔的接地网锈蚀进行深入的理论检测,准确评估其锈蚀状况和安全性能,为维护和管理工作提供科学的依据。

3. 接地网锈蚀的影响因素

3.1 外界环境因素

3.1.1 透气性

在透气性良好的石渣土土壤中,接地网的腐蚀程度相对较轻,其直径变化量通常在 1mm 以内,表现出较好的耐腐蚀性。相比之下,在密封不透气的黏土层环境中,接地网的腐蚀问题则较为严重。随着黏土层黏性的增加,腐蚀问题愈发突出。这主要是因为透气性差导致区域内的氧浓差电场效应增强,使得阳极区域形成,从而引发严重的腐蚀现象。

3.1.2 含水量

金属在土壤中的腐蚀速率受土壤含水量影响,这个影响非常复杂。在土壤含水量较高,即饱和度超过 95% 时,由于水分占据了大量空间,氧气的渗透受到限制,这减少了氧的去极化作用,减缓了腐蚀过程。然而,当土壤含水饱和度在 10% 至 90% 之间时,情况发生改变。此时,水分与土壤中的盐分结合形成导电的离子溶液,这种溶液能加速电子传递过程,进而加速腐蚀反应。此外,这个湿度范围也是微生物活跃的区域,微生物的存在进一步促进了腐蚀过程。因此,为了更好地理解和控制金属在土壤中的腐蚀行为,我们需要更深入地研究含水量对金属腐蚀的影响。

3.2 材料质量因素

材料质量是影响 500kV 输电杆塔接地网锈蚀的关键因素之一,主要涉及材料选择和表面处理两个方面。杆塔的主要制造材料是钢材,其质量直接关系到杆塔的抗锈蚀能力。若使用的钢材含有过多的杂质或者存在某些缺陷,将导致杆塔的抗锈蚀性能显著降低,从而加速锈蚀的形成。除此之外,杆塔表面的涂层质量同样对防锈蚀性能产生影响。如果涂层质量欠佳或者出现老化、脱落等现象,会使杆塔长时间暴露

于外部环境之中,进一步加剧锈蚀的发生。

3.3 运行负荷因素

运行负荷是影响 500kV 输电杆塔接地网锈蚀的关键因素。在电力系统运行过程中,杆塔承受着电力负荷,其大小与变化会对杆塔的应力状态产生显著影响。当电力负荷过大或频繁变化时,杆塔容易产生应力集中,进一步加速接地网的锈蚀。此外,运行负荷引起的振动会加剧杆塔表面涂层的磨损,进而加速锈蚀。值得注意的是,杆塔在实际应用中还会受到多种机械应力的作用,如风载荷和温度变化等,这些机械应力容易导致涂层破损,从而显著提升杆塔的锈蚀速度。

3.4 其他因素

3.4.1 土壤酸度的影响

为了更精确地评估土壤的腐蚀程度,我们不能仅仅依赖于简单的 pH 试纸测试。因为 pH 试纸只能提供一个大致酸碱度判断,对于土壤中可能存在的各种腐蚀因素无法全面反映。因此,为了更全面地了解土壤的腐蚀情况,建议对腐蚀较为严重的土壤进行酸度测定。

3.4.2 含盐量的影响

土壤的含盐量与电导率的关系是密切的,它们呈正相关。这意味着随着土壤含盐量的增加,其电导率也会相应上升。这一现象与土壤中离子的浓度有关。当土壤中的盐分增加,意味着离子浓度升高,从而提高了电导率。

3.4.3 微生物对地网锈蚀的影响

在特定的土壤环境中,例如缺氧的密实粘土或潮湿粘土,微生物的活动可能会引发强烈的锈蚀效应。这些微生物可能包括细菌、真菌和原生动物等,它们在特定的土壤环境中繁殖并产生各种代谢产物,这些代谢产物可能会对土壤中的物质产生锈蚀作用。

3.4.4 泄漏电流的影响

导地线与杆塔间的绝缘组合确实是形成电容效应的关键因素。当地线感应电压高至数万伏时,铁塔也会产生相应的电位。这种电位差不仅会导致接地网不同位置间产生电流,而且会加剧接地网的锈蚀。实地考察发现,接地网的锈蚀程度明显高于拉线拉棒部分,这进一步证实了电容效应对杆塔接地网的影响。

4. 接地网严重锈蚀的改造思路

4.1 积极应用复合型材料

复合型材料是指将有色金属涂于碳钢表面,通过特殊

工艺如高温处理,使其形成一层具有抗腐蚀性能的涂层。这种材料的应用相当广泛,尤其在接地网领域,常见的材料包括圆钢、扁钢等碳素钢材。这些材料不仅成本低廉,施工简便,而且刚性较大,因此备受青睐。然而,铁这种材料具有活泼的化学性质,在常温常湿的环境下容易与非金属物质和盐类发生化学反应,导致腐蚀问题。相比之下,有色金属在耐腐蚀方面的能力明显高于碳钢。本文所研究的复合材质就是采用碳钢为基体,通过特殊工艺将一定厚度的有色金属涂层涂敷在表面,从而达到防腐的目的。这种复合型材料不仅继承了碳钢的优良机械性能,还显著提高了抗腐蚀能力,为各类工程提供了更为可靠的材料选择。

4.2 采用新型防腐技术和材料

根据当前对防腐工程技术研究的实践状况分析,已经出现了一些新兴技术,其中最突出的就是高效膨润土减阻防腐剂和导电防腐涂料。这些技术有一些共同的要求:首先,导电性能方面,要求其电阻率必须低于土壤电阻率,并且要接近需要保护的金属的电阻率;其次,防腐性能方面,需要能够承受酸碱盐类化学溶剂的腐蚀;最后,在施工工艺上,应简便易行、机械强度适中且成本低廉。在电力领域的发展中,非金属接地材料作为一种新型产品,逐渐取代了以往的金属接地线。而这种非金属连接材料由于具有耐腐蚀性好、导电性高的特性,因此获得了更广泛的使用。目前,非金属接地材料主要采用石墨作为原材料。从工艺角度来看,非金属接地材料可以分为压制和烧制两种类型。石墨的基本结构是碳,不会对环境造成污染,具有环保的应用优势。

4.3 接地线防腐处理

在执行接地线处理作业时,应特别关注那些容易发生锈蚀的输电线路接地网所在区域,实施全面的管理控制。此外,应深入研究该区域地下状况及水平接地位置,从根本上提升对易锈蚀部位的管理力度,将电化学腐蚀处理融入实际工作中。另外,应更加重视接地线的后期运维管理,以确保输电线路接地网的防腐效果得以发挥,从而最大化地体现电力设施的实际运行价值。

4.4 阴极保护法

阴极保护法是针对输电线路接地网的保护措施,关键在于与金属材质性质的结合。常见的应用方式有牺牲阳极法和外加电流法。牺牲阳极法利用不同金属间电位差异防止腐蚀,通过连接抗腐蚀性较差的金属来保护接地网,例如铝或

锌与钢铁相连,利用阳极腐蚀溶解保护输电线,提高接地网安全性能。外加电流法在接地装置外加直流电源,将输电线路转化为接地装置的一部分,与电源负极连接实现保护,避免金属腐蚀。该方法需要将接地网与负极相连以进一步保护输电装置,特别适用于长距离输电线路保护。使用这两种方法时需考虑土壤特性,如 pH 值、含水量等,这些因素影响着接地网的腐蚀程度。为优化接地线路作业环境,降低腐蚀可能性,应对土壤特性进行测算和改善。例如,如土壤酸性过高,可通过添加碱性物质调整 pH 值来降低腐蚀速度。

综上所述,500kV 输电杆塔接地网的锈蚀问题是一个涉及多方面因素的复杂问题。除了外界环境和材料质量外,运行负荷也是重要因素。为解决这一难题,建议采用高品质的材料,并加强维护管理。此外,合理控制运行负荷也是关键,这样可以提高杆塔的抗锈蚀性能,进一步延长其使用寿命,从而确保电力系统的稳定运行和供电质量。

5. 未来研究方向

在多种因素的共同作用下,当前该领域仍然存在诸多不足。为了进一步提升其质量,未来的研究需要从以下几个方面进行深入开展:首先,在材料研究方面,我们需要重点关注研发更具耐腐蚀性的材料,例如不锈钢和镀锌材料等,这些材料能够增强输电杆塔的抗锈蚀能力。其次,防腐蚀技术的研究与开发也至关重要,这包括涂层技术、防腐蚀剂等的应用,这些技术能够延长输电杆塔的使用寿命。此外,维护保养技术的研发同样关键,例如利用无人机巡检、自动清洗设备等手段,这些技术能够提高输电杆塔的维护效率。同时,环境监测与预警系统的研究同样不容忽视,通过实时监测输电杆塔周围的环境,及时发现潜在的环境因素,这能够防止杆塔锈蚀。最后,经济性研究也相当重要,需要综合考虑杆塔的成本、维护费用等多方面因素,以寻找经济可行的防锈蚀方案。

6. 结束语

总的来说,接地网的锈蚀问题对我国的输电线路安全性和防雷质量构成了直接的影响,同时也对整个电力系统的稳定运行产生了重大作用。为了确保输电线路的安全运行,采取有效的防护措施来应对接地网的锈蚀问题显得至关重要。通过减轻接地网的锈蚀程度和降低接地电阻,可以显著提升输电线路的安全性和稳定性,进而带来显著的经济效益和社会效益。在实际工作中,对于锈蚀严重的接地网,必须采取

具有针对性的防护措施，以确保输电线路的长期稳定运行。

参考文献

[1] 史贤达,陈浩,乔欣等.500kV 输电铁塔塔材锈蚀原因分析[J].内蒙古石油化工,2021,47(12):38-41.

[2] 葛兆军,张强,黄耀,等.输电铁塔耐候钢在不同大气环境下的腐蚀行为[J].中国电力,2016,49(12):8-14.

[3] 曹长胜,张军.220kV 线路输电铁塔老化锈蚀处理[J].黑龙江电力,2020,42(04):346-348.

电气工程及其自动化的智能化技术应用

李 硕

江苏师范大学文学院 江苏徐州 221132

摘 要：信息技术的日新月异，为电气工程及其自动化提供了发展机遇，而改革创新已成为电气领域的必然趋势，电气工程及其自动化领域正经历着前所未有的变革。智能化技术的应用不仅提升了电气工程及其自动化的效率和性能，还推动了相关产业的升级和转型。本文简要分析了电气工程及其自动化的概念，并针对智能化技术在电气工程及其自动化中的应用的意义，以及电气工程及其自动化的智能化技术应用进行了深入探究，又提出了智能化技术在电气工程及其自动化中的发展趋势，以供参考。

关键词：电气工程及其自动化；智能化技术；应用

引言：电气工程作为现代工业社会的基础设施，其自动化和智能化水平直接决定了能源利用效率、工业生产安全以及整个社会的运行效率。智能化技术的应用为电气工程及其自动化领域带来了革命性的变革。通过智能化技术，可以实现对电气工程系统的精准控制、优化设计和高效运维，进一步提高系统的可靠性、安全性和经济性。同时，智能化技术还能够推动电气工程及其自动化领域的创新发展，为现代工业社会的可持续发展注入新的活力。

一、电气工程及其自动化概述

电气工程及其自动化是一门涉及电力、电子、控制、计算机等多个领域的综合性学问，主要研究电能的生成、传输、分配、转换和利用，以及实现这一过程所需的设备、系统和自动化技术。随着科技的不断进步，电气工程及其自动化在各个领域的应用越来越广泛，成为了现代社会发展的重要支撑。

电气工程及其自动化的研究内容包括电力系统、电机与电力电子、控制理论与控制工程、信号处理与仪器仪表等多个方面。在电力系统中，电气工程及其自动化技术用于实现电能的发电、输电、配电和用电，确保电力系统的安全、稳定和高效运行。在电机与电力电子领域，电气工程及其自动化技术则关注电机、变压器、整流器、逆变器等设备的设计、分析和优化，以提高电能的转换效率和使用效果。

此外，控制理论与控制工程也是电气工程及其自动化研究的重要组成部分。它主要研究系统的建模、分析、优化和控制，以提高系统的性能和稳定性。信号处理与仪器仪表

则关注信号的处理、分析和测量，为各种工程应用提供准确、可靠的数据支持。

在现代社会，电气工程及其自动化技术广泛应用于工业、交通、能源、医疗、军事等领域。它的发展不仅推动了相关产业的进步，也为人们的生活带来了极大的便利。未来，随着人工智能、物联网、大数据等新技术的融合发展，电气工程及其自动化将展现出更加广阔的应用前景和发展空间。

二、智能化技术在电气工程及其自动化中的应用意义

（1）提升效率与降低成本

智能化技术的应用可以显著提高电气工程及其自动化系统的运行效率，利用自动化控制和优化算法，实现电气系统的智能调度和优化运行，减少人工干预，从而提高系统的运行效率。此外，智能化技术还可以通过远程监控和故障诊断，及时发现和处理系统中的问题，减少故障发生和维修成本。因此，智能化技术的应用能够为企业节省大量的人力和物力成本，提高经济效益。

（2）增强系统性能与稳定性

智能化技术的应用可以增强电气工程及其自动化系统的性能和稳定性。传统的电气系统大多存在电压波动、负载变化等诸多不稳定因素，从而导致系统运行不稳定或出现故障。而智能化技术则可以通过先进的控制算法和优化技术，对系统中的各种参数进行实时监测和调整，确保系统在各种复杂环境下都能稳定运行。同时，智能化技术还能够通过数据分析和预测，提前发现潜在的安全隐患，并采取相应措施进行防范和处理，从而提高系统的安全性和稳定性。

(3) 推动产业升级与转型

随着智能化技术的不断发展,越来越多的企业开始认识到智能化技术的重要性,并积极将其应用于自身的生产和运营中。这不仅可以提高企业的生产效率和产品质量,还能推动整个产业的升级和转型。在制造业中,智能化技术的应用可以实现生产线的自动化和智能化,提高生产效率和产品质量,降低生产成本和资源消耗。在能源领域,智能化技术的应用可以实现电力系统的智能调度和优化运行,提高能源利用效率和可靠性,推动能源行业的可持续发展。

(4) 培养创新人才与推动科技进步

智能化技术在电气工程及其自动化中的应用,不仅推动了产业的发展 and 转型,也为培养创新人才和推动科技进步提供了有力支持。智能化技术的应用需要具备创新思维和实践能力强的人才来推动和实现。因此,企业需要加强对员工的培训和教育,提高他们的技术水平和创新能力。同时,智能化技术的应用也为科研人员提供了广阔的研究空间和机会,推动了相关领域的科技进步和创新。如在人工智能、机器学习等领域的研究中,智能化技术的应用为科研人员提供了强大的数据处理和分析能力,为相关领域的创新和突破提供了有力支持。

三、电气工程及其自动化的智能化技术应用

(1) 编程逻辑控制器

编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller,简称PLC)是一种专为工业环境设计的数字运算电子系统,它采用了可编程的存储器,用于在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令。通过数字或模拟的输入/输出,PLC能够控制各种类型的机械设备或生产过程。在电气工程及其自动化系统中,PLC作为智能化技术的核心组件之一,实现了对设备的精确控制和自动化管理。PLC通过接收传感器和其他输入设备传递的信号,根据预设的程序逻辑进行运算和判断,然后输出控制信号到执行机构,从而实现对设备的自动化控制,不仅提高了系统的运行效率和稳定性,还降低了人力成本和维护难度。此外,PLC还具有高度的灵活性和可扩展性。通过修改程序或增加输入输出模块,PLC可以适应不同的控制需求和生产环境,使得PLC在电气工程及其自动化领域得到了广泛应用,包括工业自动化、机械制造、电力系统、交通运输等多个领域,实现了对设备的精确控制和自动化管理,推动了电气工程及其自动化领域的技术进步和创新发展。

(2) 故障诊断技术应用

智能化故障诊断技术利用先进的算法和数据处理能力,对电气工程及其自动化系统中的设备状态进行实时监测和精准分析,从而实现对潜在故障的快速发现和有效处理。智能化故障诊断技术首先通过传感器和数据采集系统收集设备运行过程中的各种参数和状态信息。然后,利用智能算法对这些信息进行处理和分析,提取出故障特征,并构建故障模式识别模型。这些模型可以自动学习历史故障数据,形成对故障类型和原因的深入理解。当系统检测到异常数据时,智能化故障诊断技术能够迅速识别出故障类型,预测故障发展趋势,并提供相应的处理建议或自动执行故障处理措施。智能化故障诊断技术的应用,极大的提高了电气工程及其自动化系统的可靠性和安全性。它不仅能够及时发现和处理故障,避免设备损坏和生产中断,还能够通过对故障数据的分析和挖掘,提供有价值的故障预防和维护建议,降低了维护成本,提高了设备使用寿命,并为企业创造了更大的经济效益。

(3) 电气工程及其自动化优化设计技术的应用

优化设计是电气工程及其自动化领域中一个至关重要的环节,它涉及到系统的性能提升、成本降低以及运行效率的优化等多个方面。传统的优化设计方法往往依赖于经验和试错,不仅效率低下,而且难以达到最优解。然而,随着智能化技术的引入,电气工程及其自动化的优化设计过程发生了革命性的变化。智能化技术,如遗传算法、神经网络、粒子群优化等,通过模拟自然界的进化过程或智能行为,能够在复杂的设计空间中快速找到最优解。这些算法能够自动调整设计参数,优化系统性能,同时考虑多种约束条件,如成本、时间、可靠性等。在电气工程及其自动化的优化设计过程中,智能化技术的应用不仅能够提高设计效率,减少人工干预,还能够确保设计方案的最优性。通过智能化技术的优化设计,电气工程及其自动化系统可以更好的满足用户需求,提高系统性能,降低能耗和运营成本。同时,智能化技术还能够为设计师提供更多的灵感和选择,推动电气工程及其自动化领域的创新和发展。

(4) 日常管控

电气工程及其自动化的智能化技术在日常管控中也发挥着重要作用。智能化技术的应用,使得电气工程系统的日常监控和管理变得更加高效、精确和可靠。在日常管控中,智能化技术可以实时数据采集、分析和处理,对电气工程系统的运行状态进行实时监控。通过对系统参数、能源消耗、

设备健康状态等关键指标的分析,智能化系统可以及时发现潜在的问题或异常,并自动触发报警或采取相应的处理措施,降低了人工巡检的频率和劳动强度,同时提高了问题发现和处理的效率,有效避免了因人为疏忽或误判而导致的安全事故或设备损坏。另外,智能化技术还能在日常管控提供丰富的数据支持和决策依据。通过对历史数据和实时数据的综合分析,智能化系统可以预测系统的运行趋势,为管理者提供科学的决策支持,优化系统运行策略,提高能源利用效率,降低运营成本,并为企业的可持续发展提供有力保障。不仅如此,通过互联网技术,管理者还可以随时随地查看系统的运行状态和数据信息,实现远程控制和调整。不仅提高了工作效率,还降低了人力成本和维护成本。

(5) 优化系统性能

智能化技术的应用使得电气工程系统能够更加智能、高效的运行,从而提升了整个系统的性能。首先,智能化技术通过对电气工程系统的实时数据进行处理,能够精准的识别出系统中的瓶颈和问题所在。基于这些数据,智能化系统能够自动调整系统参数和运行策略,从而优化系统的性能,提高了系统的运行效率,还降低了人工干预的需要,减少了因人为操作失误而引发的性能下降问题。其次,智能化技术还能够通过预测和优化算法,对电气工程系统的未来运行状态进行预测和规划。通过对历史数据和实时数据的综合分析,智能化系统可以预测系统的负载变化、能源消耗趋势等,从而提前进行性能优化,确保电气工程系统始终保持在最佳运行状态,提高了系统的稳定性和可靠性。此外,智能化技术还可以通过与其他先进技术的融合,如云计算、大数据等,进一步提升电气工程系统的性能。通过云计算平台,电气工程系统可以实现数据的集中存储和处理,提高了数据处理能力和响应速度。而大数据技术的应用则能够帮助系统从海量数据中提取有价值的信息,为性能优化提供更为丰富和准确的数据支持。

四、智能化技术在电气工程及其自动化中的发展趋势

(1) 深度学习与强化学习技术的应用

深度学习技术通过构建深度神经网络模型,可以实现对电气工程系统复杂数据的深度挖掘和特征提取,从而更准确的预测系统行为、优化控制策略。而强化学习技术则通过模拟智能体与环境的交互过程,使系统能够在实践中不断学习和调整自身的行为策略,以实现最优控制。两种技术的结

合,为电气工程及其自动化领域带来了前所未有的智能化水平提升,有效提高了系统的运行效率和稳定性。

(2) 物联网与云计算的结合

物联网技术通过无数的传感器和设备,实现了对电气工程系统各个角落的实时感知和监控,从而获取海量的运行数据。通过云计算平台进行集中存储、处理和分析,形成了强大的数据处理能力。而云计算的弹性扩展和高效计算能力使得电气工程系统能够实时响应各种复杂需求,无论是故障预测、能效优化还是远程控制,都能得到快速而准确的处理。物联网与云计算的结合,不仅提升了电气工程系统的智能化水平,还为其带来了更高的灵活性、可扩展性和可靠性,推动了电气工程及其自动化领域向更加高效、智能和可持续的方向发展。

(3) 人工智能与专家系统的融合

人工智能技术,尤其是机器学习、深度学习和自然语言处理等技术的持续进步,为电气工程系统的自动化、智能化提供了强大动力。而专家系统则凭借其丰富的领域知识和推理能力,为复杂问题提供决策支持。二者的融合,不仅增强了电气工程系统的自动化程度,更使其在面对复杂场景时,能够模拟专家的思维方式,实现更加智能、精准的决策,推动电气工程及其自动化领域向更高层次的智能化迈进。

总而言之,智能化技术在电气工程及其自动化中的应用具有重要意义,不仅提升了电气工程及其自动化系统的效率和性能,增强了系统的稳定性和安全性,还推动了相关产业的升级和转型,为培养创新人才和推动科技进步提供了有力支持。未来,随着智能化技术的不断发展和应用范围的扩大,其在电气工程及其自动化领域的应用将更加广泛和深入,从而为推动科技进步和社会发展作出更大的贡献。

参考文献:

- [1] 雷成秀. 探析电气工程及其自动化的智能化技术应用[J]. 中国设备工程, 2023,(24):42-44.
- [2] 宋男. 电气工程及其自动化的智能化技术应用浅析[J]. 中国设备工程, 2023,(18):36-38.
- [3] 于耀迪. 试论电气工程及其自动化的智能化技术应用[J]. 中国设备工程, 2023,(17):28-30.
- [4] 汪晶晶, 储百坤. 电气工程及其自动化的智能化技术应用探析[J]. 中国水运, 2023,(06):95-98.
- [5] 王一兆. 智能化技术在电气工程及其自动化的应用探究[J]. 科技资讯, 2022,20(24):34-37.

电力变电一次设备的状态检修策略分析

卢浩博

国网湖北超高压公司 湖北武汉 430052

摘要：随着电力系统的快速发展，变电站作为连接发电厂和电力用户的重要节点，在电网的稳定运行中发挥着不可或缺的作用。变电一次设备是变电站中直接承担电能传输任务的核心设备，其运行状态直接关系到整个电网的安全稳定。因此，对电力变电一次设备采取合理有效的状态检修策略显得尤为重要。本文以电力变电一次设备的状态检修为研究对象，旨在分析当前检修策略的局限性，并提出更加科学、合理的检修策略，以提高电力系统的可靠性和经济性。

关键词：电力变电；一次设备；状态检修；策略分析

1. 引言

电力变电一次设备，包括高压开关、变压器、断路器、隔离开关、电流互感器、电压互感器等，是保障电力系统安全运行的关键。传统的设备检修多采用周期性检修，即按照固定的时间周期对设备进行全面检查和必要的维护。然而，这种方法无法充分考虑设备的实际运行状态，可能造成资源的浪费或检修不及时，因此，越来越多的电力公司开始采用基于设备状态的状态检修策略，即状态检修。

2. 状态检修的意义

在电力系统中，变电站作为电能传输和分配的关键枢纽，其稳定运行至关重要。在这样一个充满挑战的领域里，维护和检修工作显得尤为关键。这不仅仅是一项日常工作，它关乎着成千上万用户的电力供应安全。

传统上，变电一次设备的检修工作往往采用预定的周期性检修方法，即在固定的时间间隔内对所有设备进行一次全面的检查。然而，这种方式存在明显的局限性。它不考虑设备的实际使用状况和性能指标，因此可能导致过度检修或疏漏重要的维护需求。更甚者，周期性检修需要按计划停机，这会给电网的正常供电带来不便。

为了解决这一问题，电力变电一次设备状态检修（Condition Based Maintenance, CBM）应运而生。这种方法让我们跳出了固定模式的思考框架，让检修工作变得更加精细和高效。我们不再是盲目地按照时间表进行检修，而是通过监测和分析设备的实际运行状态来制定检修计划。这样一来，检修工作就能够更贴近实际需要，从而带来一系列的益处。

首先，通过实施状态检修，我们能够大大减少非计划性的停机时间。这是因为在设备出现故障之前，我们已经通过监控数据发现了问题的征兆，并及时进行了干预。这种预防性的维护手段，能有效避免突发故障导致的停电事故，为用户提供了更加稳定的电力供应。

其次，状态检修有助于延长设备寿命。我们知道，设备如果长期在非最优状态下运行，会加速其老化和损耗。状态检修能够确保设备在最佳工作状态下运行，减少不必要的磨损，从而延长其使用寿命。这种长远的维护策略，是对设备投资的最大保护。

再者，从经济角度来看，状态检修可以帮助我们降低检修成本。因为这种方法使得维护工作更加有针对性，我们不再需要为那些尚在良好状态中的设备进行无谓的检查。这样，既节省了人力物力，又避免了过度维护可能带来的额外费用。

最后，状态检修对提高电网的供电可靠性起到至关重要的作用。在一个健康的电力系统中，每一个环节都应该高效稳定地运作。状态检修通过精确监测和及时维护，确保了变电设备的可靠性，从而为整个电网的安全稳定运行提供了有力的保障。

3. 状态检修策略的关键技术

在现代电力系统的运行中，变电一次设备的稳定性是保障电力供应连续性和安全性的关键环节。随着技术的发展，人们越来越注重通过先进的技术手段来提升这些设备状态检修的效率和准确性。电力变电一次设备状态检修的核心任务是通过精准地监测和评估设备的运行状态，确保设备能

够稳定可靠地运行,从而避免因设备故障造成的停电等严重后果。

首先,实现高精度的在线监测是这一任务的基础。在实际工作中,这需要安装多种传感器,如温度传感器、振动传感器、声音传感器和电化学传感器等,它们能实时监测设备的运行情况,比如温度升高、振动异常、声音变化和电化学属性变动等,这些数据对于评估设备的健康状态至关重要。这就像是给设备装上了一双眼睛和一双耳朵,能够不间断地“观察”和“倾听”设备的每一个细微的变化。

其次,为了确保这些宝贵的监测数据能够被有效利用,必须有高效的数据传输和存储机制。利用最新的无线通信和光纤通信技术,可以实现监测数据的快速传输,这意味着无论距离有多远,数据都能够实时送达到需要它们的地方。同时,安全的存储也同样重要,这保证了数据不会因为各种原因而丢失,确保了数据的完整性和可靠性。

最后,当大量数据汇集之后,如何从中提取有用的信息,这就需要智能化的数据分析与决策支持系统。现代技术,尤其是机器学习、人工智能和模糊逻辑等方法,在这里大显身手。它们能够高效地处理和分析大数据,从而对设备的健康状况进行准确的诊断。这就像是给了电力设备一位智能的医生,不仅能够诊断出当前的病状,还能够根据历史数据和复杂的算法预测未来可能出现的问题,并提出相应的检修建议。

这种智能化监测与诊断系统的构建是一个系统工程,它涉及到传感技术、通信技术、数据处理技术等多个领域的深入研究和技术创新。在实践中,这套系统能够有效降低人为差错,提高设备检修的准确性和及时性,大幅降低了维护成本和潜在的停电风险。同时,这套系统的应用也是对电力工作人员技能要求的提升,它需要工作人员不仅要有扎实的电力设备知识,还要对新兴的信息技术有所了解和掌握。

通过将这些先进的技术手段结合起来,电力变电一次设备的状态检修工作将迈向一个新的高度,实现设备的健康管理 and 智能化维护。这不仅能够极大提升电力系统的运行效率,还能保障电力系统的稳定运行,为社会的可持续发展提供强有力的技术支撑。

4. 检修策略的实施

要保证电力系统的高效稳定运行,实施科学合理的变电一次设备状态检修策略是关键。这一策略的实施,不仅要

求对设备有深入了解,还需运用现代信息技术和数据分析手段。以下将详细介绍这一策略的实施步骤。

首先,进行设备状态监测是检修策略的基础。变电一次设备,包括变压器、断路器、隔离开关等,都是电力系统中不可或缺的部分,其稳定性直接关系到整个电网的安全运行。因此,需要对这些一次设备实施全面的状态监测,不仅涉及常规的温度、电压、电流等参数的实时监控,还应该包括特殊的监测,如变压器油的色谱分析,断路器的机械特性测试等,以全方位把握设备的健康状态。

随后,数据分析与处理是确保监测数据能够转化为有用信息的关键环节。随着信息技术的发展,越来越多的数据分析工具和算法被引入到电力设备的状态评估中。通过这些先进的数据处理技术,可以识别出数据中的异常模式,及时发现潜在的故障隐患。例如,通过机器学习算法分析变压器油色谱数据,能够预测设备可能出现的故障类型和发展趋势。

紧接着,根据数据分析结果,必须制定出切实可行的检修计划。检修计划的制定需要基于设备当前的状态评估结果,充分考虑设备的运行环境、历史维修记录、生产制造参数等多方面因素。制定检修计划时,应遵循“定期维护结合状态维护”的原则,合理安排检修周期,避免不必要的拆检,减少设备停运时间,确保供电安全可靠。

执行检修工作是检修策略的实施阶段。在此阶段,维修团队需要按照既定的检修计划,对设备进行必要的维修、更换和调整工作。实施检修时,应采取适当的安全措施,确保人员安全和设备安全。此外,检修过程中应该及时记录检修数据和更换配件信息,这些信息对于后续的设备状态评估和检修策略优化具有重要价值。

最后,检修工作的反馈与优化是一个持续改进的过程。通过对检修后设备的运行情况进行跟踪,可以收集反馈信息,对检修效果进行评价。同时,这些信息也可以作为后续检修策略制定的重要依据。如果检修效果不佳或存在新的问题,应及时调整检修策略和 workflows,形成闭环管理,实现检修工作的持续优化。

5. 检修策略的挑战与展望

电力变电一次设备状态检修策略在实际应用中仍面临一些挑战,如监测技术的精度、数据分析的复杂度、检修决策的准确性等。展望未来,随着物联网、大数据分析、人工智能等技术的进步,状态检修将更加智能化、精细化。同时,

制定相应的标准和规范,进行人才培养和技术培训,也是推广状态检修的重要举措。

结论

电力变电一次设备的状态检修策略是实现电网高效、安全运行的关键。通过构建先进的监测与诊断系统,实现设备状态的实时监控和科学决策,可以显著提升电力系统的运行效率和可靠性。未来的检修策略需要不断吸纳新兴技术,提升检修工作的智能化水平,为电力系统的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献:

- [1] 韦功习. 基于智能化技术的变电一次设备状态检修策略分析 [J]. 集成电路应用, 2023, 40 (11): 302–303. DOI:10.19339/j.issn.1674–2583.2023.11.139
- [2] 赵文昊, 沈伟. 电力变电一次设备的状态检修策略分析 [J]. 集成电路应用, 2021, 38 (02): 138–139. DOI:10.19339/j.issn.1674–2583.2021.02.064
- [3] 邓红成. 电力系统变电一次设备状态检修策略分析 [J]. 中国金属通报, 2019, (12): 168–169.

电气工程及其自动化施工技术分析

李 解

江苏师范大学文学院 江苏 徐州 221132

摘 要：科技的不断进步和智能化技术的飞速发展，使得电气工程及其自动化施工技术成为了现代工程建设中不可或缺的一部分。电气工程涵盖了发电、输电、配电、电机驱动、自动化控制等多个方面，而自动化施工技术则通过先进的设备、工艺和方法，实现了施工过程的智能化、高效化和精确化。基于此，本文将对电气工程及其自动化施工技术进行深入分析，探讨其发展趋势和应用前景。

关键词：电气工程；自动化；施工技术；分析

引言：随着第四次工业革命的浪潮席卷全球，电气工程及其自动化施工技术作为这场革命的核心驱动力，正逐渐崭露头角。从智能制造到智慧城市建设，从绿色能源到智能交通系统，电气工程及其自动化施工技术不仅重塑了传统工业领域的生产模式，更为未来的工程建设领域注入了无限可能。在这个背景下，电气工程及其自动化施工技术的重要性不言而喻。它们不仅是现代工程建设的基石，更是推动工业社会向智能化、绿色化转型的关键。因此，对电气工程及其自动化施工技术进行深入分析，探讨其发展趋势和应用前景，对于推动现代工程建设领域的发展具有重要意义。

一、电气工程及其自动化施工技术的主要特征

电气工程及其自动化施工技术是当代工程领域中至关重要的一个分支，其融合了电气工程、自动化技术、计算机科学等多个学科的知识。随着科技的持续进步，电气工程及其自动化施工技术的主要特征也愈发明显，在很大程度上决定了现代工程建设的效率、质量和安全性。

（1）高度自动化与智能化

电气工程及其自动化施工技术的核心特征之一是高度自动化与智能化。通过引入先进的自动化设备和系统，电气工程可以实现从设计、施工到运维的全程自动化，极大的提高了工作效率。同时，随着人工智能、深度学习等技术的发展，电气工程及其自动化施工技术也日趋智能化。智能化的设备和系统能够自主决策、自我优化，进一步提高工程建设的智能化水平。

（2）精准控制与高效管理

电气工程及其自动化施工技术还具备精准控制与高效

管理的特征。通过精确的控制算法和高效的管理系统，电气工程可以实现对设备、能源的精准控制，确保工程建设的顺利进行。高效的管理系统能够实现对工程进度、质量、成本等多个方面的全面管理，确保工程建设的高效推进。

（3）节能环保与可持续发展

随着环保意识的日益增强，通过采用高效节能的设备和技术，电气工程可以在保证工程质量和安全性的前提下，最大限度的减少能源消耗和环境污染。同时，电气工程及其自动化施工技术还注重可持续发展，通过采用可再生能源、推广绿色建筑等措施，为社会的可持续发展做出贡献。

（4）系统集成化与信息共享

系统集成化施工技术可以将各个独立的电气系统和设备进行集成，实现信息的共享和协同工作，可以大大提高整个系统的效率和稳定性。同时，信息共享也为工程管理提供了便利，使得管理者能够实时获取工程进展、设备状态等信息，为决策提供支持。

（5）技术创新与人才培养

电气工程及其自动化施工技术的发展离不开技术创新和人才培养。随着科技的不断进步，电气工程及其自动化施工技术也在不断创新和发展，涌现出许多新技术、新工艺和新设备。同时，为了满足电气工程及其自动化施工技术的发展需求，还需要不断加强人才培养，提高技术人员的专业素质和技能水平。

二、电气工程及其自动化施工技术存在的问题

（1）技术更新与人才培养不匹配

随着电气工程及其自动化施工技术的快速发展，新的

设备、工艺和方法不断涌现。但是，目前的人才培养体系大多滞后于技术的发展速度，导致市场上缺乏熟练掌握新技术的人才。这种技术更新与人才培养之间的不匹配，严重限制了电气工程及其自动化施工技术的发展和运用。

(2) 系统集成度不高

许多工程项目面临系统集成度不高的问题，由于不同系统和设备之间缺乏统一的标准和接口，导致信息孤岛现象的普遍发生，难以实现真正的系统集成和协同工作，严重影响了系统的整体性能，也增加了维护和管理难度。

(3) 安全与可靠性挑战

随着电气工程及其自动化施工技术的智能化程度不断提高，安全问题也日益凸显。一方面，智能设备和系统的引入增加了网络攻击和数据泄露的风险；另一方面，高度依赖自动化技术的施工过程在出现故障时可能导致整个工程的停工。因此，如何在提高智能化水平的同时确保系统的安全和可靠性，是电气工程及其自动化施工技术面临的重要挑战。

(4) 节能环保压力增大

虽然电气工程及其自动化施工技术在节能环保方面取得了一定进展，但随着全球环境问题的日益严重，节能环保压力仍在不断增大。如何在满足工程需求的同时降低能源消耗和减少环境污染，是电气工程及其自动化施工技术需要解决的紧迫问题。此外，对于已有工程中存在的能耗高、排放大等问题，也需要采取有效的措施进行改造和升级。

三、电气工程及其自动化施工技术应用的原则

(1) 安全性原则

电气工程及其自动化施工技术的首要原则是确保整个施工过程和系统的安全性。在应用过程中，必须严格遵守相关的安全标准和规范，确保人员、设备和环境的安全。通过采用先进的技术手段和严格的安全管理措施，预防和控制潜在的安全风险，确保施工过程的顺利进行和系统的稳定运行。

(2) 效率与效益原则

电气工程及其自动化施工技术的应用要以提高施工效率和工程效益为目标。通过自动化和智能化的技术手段，优化施工流程，减少人工干预，提高施工速度和质量。同时，要注重资源的合理利用和节能减排，降低施工成本，提高工程的经济效益和社会效益。

(3) 适应性与灵活性原则

电气工程及其自动化施工技术应用需要具备适应性和灵活性，以适应不同工程项目和不断变化的市场需求。在应用过程中，应根据具体工程项目的特点和要求，选择合适的施工技术和方案，确保技术的可行性和实用性。同时，要保持技术的更新和升级能力，及时适应新技术和新工艺的发展，保持技术的前沿性和竞争力。

四、电气工程及其自动化施工技术应用的有效策略

(1) 强化技术研发与创新

强化技术研发与创新在电气工程及其自动化施工技术应用中扮演着至关重要的角色。随着科技的不断进步，电气工程领域面临着日益复杂和多样化的挑战，因此，必须持续加大技术研发和创新的力度，以满足不断变化的市场需求。通过强化技术研发，不断推出更加先进、高效的电气设备和施工技术，提高施工效率和质量，降低能耗和排放，推动电气工程及其自动化施工技术向更高水平发展。只有不断创新，才能打破传统技术的束缚，开辟新的应用领域，为电气工程及其自动化施工技术的发展注入新的活力。

(2) 加强前期规划与设计

前期规划与设计决定了整个项目的框架和方向，对于后续施工过程的顺利进行具有至关重要的影响。在加强前期规划与设计的过程中，可以确保电气工程及其自动化施工技术的应用符合项目的实际需求和技术可行性，从而避免施工过程中出现不必要的设计变更和返工，提高施工效率和质量。具体而言，加强前期规划与设计需要充分考虑项目的规模、特点和技术要求，制定合理的施工方案和技术路线。这包括明确项目的目标、范围、约束条件以及所需的技术和资源，确保施工过程中的各项技术和资源能够得到充分利用和合理配置。同时，前期规划与设计还需要注重与其他专业的协同配合，确保电气工程及其自动化施工技术与其他专业领域的施工要求相协调，实现整个项目的顺利推进。

(3) 完善人才培养机制

随着技术的快速发展和市场的不断变化，对电气工程及其自动化施工技术人才的需求日益旺盛，对人才的要求也越来越高。因此，要完善人才培养机制，确保技术有效应用，提升工程质量。首先需要加强高校与企业的合作，共同制定电气工程及其自动化施工技术专业的人才培养方案。高校应紧密结合行业需求，调整课程设置，注重理论与实践相结合，

培养学生的实践能力和创新精神。同时,企业应积极参与人才培养过程,提供实习和实践机会,让学生在工程实践中锻炼和成长。此外,对于在职的技术人员,也应建立完善的培训和技术提升机制。通过定期的技术培训、经验交流和案例分析,不断提高技术人员的专业水平和实践能力,使其能够适应技术发展的要求,更好地应用电气工程及其自动化施工技术。

(4) 加强系统集成与标准化建设

加强系统集成与标准化建设在电气工程及其自动化施工技术应用中具有至关重要的意义。随着现代工程建设的规模不断扩大和复杂度日益增加,传统的电气工程施工方式已经难以满足现代工程的需求。通过加强系统集成与标准化建设,可以有效提升电气工程及其自动化施工技术的效率和可靠性。系统集成是指将电气工程中的各个子系统和设备进行有效的整合,形成一个高效、协调运作的整体。通过系统集成,可以实现信息的互通和共享,减少信息孤岛,提高施工过程的协同性和效率。同时,系统集成还可以优化资源配置,避免资源的浪费和重复投资,降低工程成本。标准化建设则是通过制定统一的标准和规范,确保电气工程及其自动化施工技术的各个环节都能够按照统一的标准进行操作。标准化建设不仅有利于技术的推广和应用,还有利于提高工程质量和安全性。通过标准化建设,可以规范施工流程,减少施工中的差错和失误,提高施工精度和效率。因此,相关工作人员要加强系统集成与标准化建设,从而推动电气工程及其自动化施工技术的创新和发展,提高施工效率和工程质量,为现代工程建设提供有力的技术支撑。

(5) 注重安全管理与风险评估

电气工程及其自动化施工技术涉及众多复杂、高风险的操作环节,如高压设备的操作、自动化控制系统的调试等,这些环节一旦出现失误,不仅可能导致工程进度的延误,更可能引发严重的安全事故,对人员生命安全和企业财产安全造成巨大威胁。因此,注重安全管理与风险评估至关重要。首先,必须建立完善的安全管理制度,明确各项安全操作规程和责任分工,确保每个施工人员都清楚自己的安全职责和操作流程。其次,要加强安全教育和培训,提高施工人员的安全意识和应急处理能力。同时,要定期开展安全检查,及时发现和整改安全隐患,确保施工现场始终处于安全可控的状态。此外,风险评估也是不可或缺的一环。在电气工程及

其自动化施工技术应用过程中,应对各个环节进行全面的风险评估,识别潜在的安全风险,并制定相应的预防措施和应急预案。通过风险评估,可以更加准确地把握施工过程中可能面临的风险和挑战,从而有针对性地加强安全管理,降低事故发生的概率和影响。

五、电气工程及其自动化施工技术的发展趋势和应用前景

(1) 智能化与自动化趋势

电气工程及其自动化施工技术正朝着智能化和自动化的方向发展。随着人工智能、物联网、大数据等技术的广泛应用,电气工程及其自动化施工技术将实现更高层次的自动化和智能化。例如,通过应用智能传感器和数据分析技术,可以实时监测施工设备的运行状态,实现故障预警和自动维护。同时,通过引入自动化控制系统,可以实现施工过程的自动化调度和优化,提高施工效率和质量。

(2) 绿色与可持续发展趋势

在环保和可持续发展的背景下,电气工程及其自动化施工技术也在积极探索绿色和可持续发展的路径。一方面,通过研发和应用高效节能的电气设备和施工技术,减少能源消耗和排放,降低对环境的负面影响。另一方面,推动可再生能源和清洁能源的应用,如太阳能、风能等,减少对化石能源的依赖,促进可持续发展。此外,电气工程及其自动化施工技术还注重资源的循环利用和废弃物的处理,努力实现资源的高效利用和环境的保护。

(3) 多领域融合与应用前景

电气工程及其自动化施工技术具有广泛的应用前景,不仅局限于传统的建筑、电力等领域,还逐渐拓展到交通、新能源、智能制造等多个领域。随着技术的不断发展和创新,电气工程及其自动化施工技术将与其他领域进行更深入的融合,推动跨领域的应用和发展。在智能交通领域,电气工程及其自动化施工技术可以应用于智能交通系统的建设和运营,提高交通效率和安全性;在新能源领域,电气工程及其自动化施工技术可以推动太阳能、风能等可再生能源的开发和应用,为能源结构的转型提供有力支持。

总而言之,电气工程及其自动化施工技术的应用,有助于我国工业社会的发展和现代科学技术的改良。所以,在电气工程建设中,必须确保自动化施工技术的应用,保证电力工程的安全性、可靠性和稳定性。同时,鉴于当前的应用

和发展现状来看,未来还有巨大的提升空间,相关工作人员要进一步完善电气工程及其自动化施工技术专业建设,从而充分发挥自动化技术作用,推动我国社会经济的发展。

参考文献:

[1] 杨尚礼. 电气工程及其自动化施工技术的要点 [J]. 自动化应用,2023,64(S1):162-165.

[2] 王晖,肖兵,聂小波. 电气工程及其自动化施工技术

研究 [J]. 中国高新科技,2023,(09):36-37+52.

[3] 杜兆慧,张彦生. 电力系统自动化发展中电气工程及其自动化技术分析 [J]. 电气传动自动化,2021,43(01):22-24.

[4] 许德圣. 电气工程及其自动化施工技术要点探究 [J]. 工程技术研究,2019,4(12):239-240.

[5] 李宇. 电气工程及其自动化施工技术研究 [J]. 科技风,2019,(04):92.

变电一次设备中的故障检测与维护分析

张俊璘

国网漳州供电公司 福建漳州 363000

摘要: 在电力行业中,对变电一次设备进行故障检测与维护,是运行管理中的一项重要工作。需要对变电一次设备进行全面、科学的监控与管理,并对其发生的故障进行有效处理与控制,从而保证对变电一次设备发生的故障进行有效的处理与控制。另外在处理故障的时候,要对故障进行全面的分析,并根据具体的情况,制定出有针对性的控制对策,保证故障能够及时地控制和解决,保证变电一次设备的稳定运行,推动电力系统的安全稳定运行。为此,本文着重对变电一次设备的故障检测与维护进行了探讨。

关键词: 变电系统; 变电一次设备; 故障检测

引言

变电一次设备在使用过程中,往往会出现各种各样的故障,传统检修方式具有明显的局限,难以对已有的故障进行及时检测,造成故障不断扩展,已成为制约供电系统安全运行的重要因素。所以,对于变电检修人员来说,需要对设备故障状况进行综合的归纳,并对检修方式进行详尽的分析,采用合适的解决办法,保证检修水平能够得到充分的提升,从而保证检修工作的正常进行,为城市供电提供相应的保证,对能源工业的发展起到一定的推动作用。

1. 变电一次设备的概述

变电一次设备是指直接参与电力生产、输送、配电和使用的电力设备。主要包括:发电机、变压器、输电线、断路器、电流互感器、电压变换器、隔离开关、接地开关、母线、高频通路等。目前国内变电一次设备的电压等级有1000kV、500kV、330kV、220kV、110KV、66kV、35KV、10KV。110kV输电线路是城市配网及周边辐射的主干线路,35kV、10kV输电线路是配电系统、乡村电力系统的主干线路,也是重点用电用户的输电线路。

变电一次设备的正常运行,会对相应的能源供给情况及人民群众的生产、生活产生重要的影响,所以在实际工作中,为了保证供电可靠性,就需要对变电一次设备的故障预测与检修给予足够的重视,持续地对其技术水平进行优化和提升,保证其工作能够顺利进行。电力系统在运行中极易受变电一次设备操作的冲击,需要对其进行科学的预测与维修,使其能够对已有的故障进行及时的检测,并采取相应

措施。另外,该方法能有效地降低检修工作中的盲目性,防止检测工作的延误,保证电力系统运行的安全性和稳定性。在实践中,为了保证检测工作的总体效率,需要对检测设备进行持续的改进,使检修工作的效率不断增加。

2. 变电系统变电一次设备的故障

2.1. 变压器故障

在电力系统中,变压器是不可或缺的一部分,因此,对其产生的故障原因进行分析并采取相应的处理措施,具有十分重要的意义。从总体上讲,变压器的故障可以划分为两种类型:一种是变压器的内部故障,其特点是绝缘降低及绕组的短路。在变压器的绕组中,短路的概率是比较高的;当线圈与线圈间发生短路时,电流及油温将剧烈升高。另外,在这一过程中,电流的剧增及火花电弧将产生大量烃类其他,从而引起瓦斯继电器动作甚至压力释放阀动作而喷油。

另一种为外部故障,其共同的故障形式为引出线相近故障和绝缘套内短路。另外在变压器铁芯中还存在盲区往往被忽视,若变压器铁芯接地电流长期超标未引起重视,则有可能造成主变压器铁芯局部过热故障。

第三种常见故障为主变的渗油,在日常运行中由于年初久,部分套管密封圈老化,因为热胀冷缩的缘故,在冬天温度下降可能导致主变套管的渗油,严重情况下油位下降明显引发低油温报警。

2.2. 断路器故障

断路器能否正常工作,是保证变电所安全、可靠的关键,但是断路器故障也是非常频繁的。根据断路器故障的原因,

可以将其归纳为以下几种类型:

第一,断路器在长时间的运行中,若缺乏必要的维护保养,极易发生老化,导致其绝缘性能下降。

第二,断路器不能正常工作,若触发回路正常,表示有机械故障。主要原因为传动设备连接不牢,造成传动系统故障;当触发回路的供电电压低于预设值时,亦可造成断路器不能运作;而电力系统、控制系统的故障,也是造成高压断路器故障的主要原因。

第三,选用不适当的绝缘材料及设备,或在接线时接触不良,都可能造成断路器故障。

2.3. 隔离开关故障

开关设备是变电站整体系统的核心,其能对各变电所的接线、截止进行有效的控制与管理,对整条线路的工作状况进行精确的监测。当供电线路发生断开、短路时,切换设备能迅速切断电流,保证其他线路不会受到影响,仍然处于正常运行状态,从而极大地减少了线路的损失。

但在现实生活中,由于对隔离开关的长期使用,隔离开关在运行过程中,会出现各种各样的故障,对整个设备的安全运行造成很大的影响。比如,在隔离开关的装配中,若铜、铝接触面的接触效应未得到明显提高,或在装配时未对铜、铝接触面进行有效打磨,且接触面有污物,都会对氧化层造成损伤,造成隔离开关接触不良。当接触不好时,隔离开关接头的温升将会增加,从而影响到设备的正常工作。

此外其他一些因素也可能使隔离开关底部的温升更高,造成故障。第一,开关在任何时候都是关闭的,刀体开关在连续开闭几次后,其弹性会不断降低,最后使接触表面的电阻增大。第二,当接触面温度上升时,金属阻抗增加,加速了材料的失效。第三,开关螺钉在工作时,因热膨胀、热收缩等原理,使接触面电阻增大。另外,由于其内部元件的绝缘能力不高,容易发生断路,从而造成隔离开关故障。

3. 变电一次设备故障的检修措施

3.1. 变压器故障的检修措施

在对变压器的故障检修中,应采取如下措施:

一是利用人的视觉、听觉、嗅觉、触觉等感官对变压器进行检修。比如,对油位进行细致的检查、瓦斯继电器的运行、绝缘电阻的损耗、变压器绕组的状况(检查变压器绕组有没有变形、扭曲、短路等),用鼻子仔细地嗅一嗅,用耳朵倾听,或者是不正常的工作噪声,或者是用手摸一下,

看看有没有发热。

二是利用电学检测手段,如绝缘电阻,交流电压,介质损耗等,对变压器的故障进行有效的诊断。

三是要对油气中所含的溶出气体进行分析,并采用色谱法对变压器的测量结果进行严格的检测。在检测过程中,应对变压器绝缘油中水分含量进行严格检测,以判断其绝缘性能。

四是利用放电探测技术对电力系统中的局部故障进行了诊断。

五是对负载级变流器应进行严格检测,对其力学、电学特性进行检测。

六是在对变压器进行检测时,不可忽略对其内部的油质及温度的检测,尤其要关注其最优限度。在对变压器上油温的测量中,可以采用红外测温技术,同时考虑到变压器周围的温度,科学、合理地分析测量油温和变压器内部的实际油温的差值。在对油温进行检测时,除了要依赖于一种科学的试验方式之外,还要与自己多年的实践经验相结合,保证对油温的测量要做到科学化、适度,从而提高试验结果的准确度。针对变压器内部局放引起的绝缘退化故障,维护人员可利用超声探针探测变压器放点,通过多探针联合显示,实现对从源到探针的传输时间的高效探测,实现对 PD 位置的准确定位。

3.2. 断路器故障的检修措施

为防止断路器故障对正常工作造成的危害,可以采取如下的检修措施:

第一,在预防性试验检修期间,不但要对低气压开关进行试验,还要对机械结构进行全面的检查。断路器切断残余电流后,应检查分合闸线圈的位置及外形,判断其位置是否正常,有无烧毁现象,以有效地避免断路器拒动情况。

第二,对分合闸电磁线圈的电压进行周期性的检测,并检验其下限是否满足规定的要求,以便能正确地判定操作系统的错误。同时,通过对试验中分合闸与三相的周期性检测,判断三相大小是否存在操作者摩擦、控制回路错误或缺少合理等因素,进而判断出三相大小不一的原因。

第三,要仔细地检查触头状况,确保其完好无缺,主要才会回路电阻测试导通接触情况;采用分合闸耐压试验法,对断路器的真空进行仔细检测;局放监控主要是对高压开关设备中相关元件的接触、导线及绝缘状况进行监控。操

作人员在操作过程中,若不严格按规范操作,同样会造成误操作,从而影响到电力系统的正常运转,同时也会带来很大的安全隐患。检修人员需要对造成断路器误动的根源进行综合分析,对变电所内发生的故障进行全面的排查,对变电所内断路器的工作状况进行严格的检查,从根本上解决断路器运行故障。

3.3. 隔离开关故障的检修措施

对隔离开关发生故障时,维护人员应针对具体状况,制定相应的维护措施,使维护工作更加科学、合理。对隔离开关进行检修时,要注意以下四点:

一是对隔离开关回路进行严格的检测,看其阻值是否符合规范要求。另外,需要仔细地检查接触面,看有无灰尘,磨损和碳化现象。

二是对于刀闸的传动连杆、转轴及刀口进行常规清洗及润滑,同时应检查支柱绝缘子是否存在裂纹,避免刀闸操作时发生断裂。

三是对隔离开关日常运行进行红外测温,主要检查刀口及接线板是否存在发热,由于运行年限长久,接触面氧化及导电膏的硬化,将导致接触面长期发热,其最高温度可到 150° 。

3.4. 构建应用数据库

为使变电一次设备在电力企业中更好地发挥其优势与功能,需要对其进行全方位的采集与整理,并对其进行详细的分析,归纳出其出现的规律、故障的表现与处理方式,并对检修过程中所积累的经验进行总结。在此基础上,通过对变压器检修试验所得到的数据、信息和资料,不断地完善数据库,提高新技术在电力系统中的运用效果。状态检修作为一种新的检修技术,对计算机信息系统有很大的需求。尤其是近几年,随着我国电力系统规模的迅速扩张,大量的基础数据日益成为研究热点,采用传统的人工整理与分析方式,已很难适应目前的检修需求,为实现变电站运行状态的高效维修,准确实时地对其进行评价,并为其维修工作提供有效的数据支撑,迫切需要构建一套能够满足现代化检修需求的状态评价与辅助管理体系。

4. 变电一次设备检修措施的优化与维护

4.1. 定期进行检修和维护

对检测人员而言,在工作实践过程中,对设备进行详细的记录是十分必要的。在检测与维护时,要根据规范要求,

对设备进行相应的状况评价。同时,要按照设备的结构及总体状况,对其进行分级管理,根据各层级设备出现的故障,进行常规的检修和维护。当设备发生严重故障时,需要采用多种手段来检测,在检测时,要制定科学、合理的检测周期,对有潜在危险的设备进行定期检修,可以有效地减少事故的发生。所以在实践中,需要对设备进行定期的保养与维护,并注重技术的革新,为后期工作提供更好的支持。

4.2. 完善变电运行安全管理制度

当变电运行发生故障时,其管理制度将对其产生冲击,没有完善的管理制度,对员工的工作积极性会有很大的影响,且可能造成设备故障的概率上升。所以,在开展实践工作时,需要对安全管理制度进行深入的分析与研究,针对其安全性故障,提出相应的制度流程,以保证变电一次设备各项工作的顺利开展。

4.3. 加强运维技术管理

在智能电力系统中,变电一次设备的运行管理是一项重要的工作,它是一种新型的运行管理方法,目前变电站运行管理中所采用的先进技术,除了常规的设备检修外,还涉及了色谱在线检测技术。从状态检修的角度出发,提出了变电一次设备视情检修,并在MS800微控制器的控制下,对其进行故障检测与分析。在此基础上,建立了一种基于计算机网络的在线检测方法。传统的设备检修方法难以对现代装备的实际工作状态及误差进行精确的辨识。以电力系统为研究对象,通过对电力系统各种参数的分析,对其进行分析,找出故障原因,并提出相应的对策。因此,需要加大对设备的检测与维护力度,降低设备故障的概率。另外,相关部门还对日常运行中出现的一些共性故障进行详尽而有针对性的剖析,为检修人员的工作提供有效的指导与数据支撑。

4.4. 结束语

综上所述,对变电一次设备而言,故障检测其重要性不言而喻,相关部门和企业应充分重视设备的检测与维护工作。当某一设备出现故障时,不仅会降低电力系统的整体工作效率,而且还会使企业的负荷增大。因此在实践中,要保证变电一次设备的稳定运行,需要加大对变电一次设备的检测与维护力度,全面提升电力系统的总体水平,保证电力系统更加安全稳定地运行。

参考文献

[1] 叶剑宇. 电力系统变电一次设备的状态检修[J]. 中国

电力企业管理 ,2023,(30):94-95.

[2] 万杰枫 . 变电一次设备中的故障检测与维护分析 [J].
电子技术 ,2023,52(03):364-365.

[3] 沈睿 . 变电系统变电一次设备的故障与应对措施分

析 [J]. 集成电路应用 ,2022,39(09):278-279.

[4] 周自强 . 变电设备运维意义及主要技术措施分析 [J].
南方农机 ,2015,(01):66+68.