

CQSEE
重庆市电机工程学会

**重庆市电机工程学会
2020年学术年会论文摘要集**

Abstract of the Proceedings Of Chongqing
Society for Electrical Engineering
2020 Academic Conference

2020年学术年会论文摘要集

重庆市电机工程学会学术工作委员会

重庆市电机工程学会
Chongqing Society for Electrical Engineering

主 编：谢开贵
副主编：李福昌 刘孝先 李 山 邹晓莉 梁仕铨
委 员：杨 帆 张济文 包英捷 张锡国 宋质根
杜云贵 陈伟根 刘 佳 蒙永苹 田 鹏
黄 会 周泽宏 陈莉波 杨 俊
责任编辑：殷 红 王 唯
文稿编辑：王 唯 陈 洁 赵一舟

重庆市电机工程学会

2020 年学术会议论文摘要集

**Abstract of the Proceedings of Chongqing
Society for Electrical Engineering
2020 Academic Conference**

重庆市电机工程学会

Chongqing Society for Electrical Engineering

目 录

电工理论与新技术专委会

110kV 电网继电保护设计	1
SiC MOSFET 三相两电平逆变器设计	2
基于 SPWM 控制的三电平变流器系统设计	3
基于模糊理论的变电站电压无功综合控制研究	4
基于可见光通信的自适应室内定位方法	5
基于 Matlab 电机矢量控制算法代码生成的研究	6
绝缘油析气性测定控制系统设计	7
断路器跳位监视回路与防跳的配合实例分析	8
基于 NOMA 的级联 PLC-VLC 系统下行链路的功率分配	9
室内 VLC-WiFi 网络的精英用户分簇的子信道分配方法	10
变结构式串-并联谐振无线充电发射端研究	11
变拓扑发射端 PP 型无线充电系统分析及设计	12
电流型 PWM 整流器解耦控制策略研究	13
基于数字控制的高效高功率密度对称全桥 DC/DC 变换器	14
两并联三相 PWM 整流器环流零矢量控制策略	15
三相交错并联双向 DC-DC 变换器的均流控制策略研究	16
同相 Buck-Boost 变换器和传统 Buck-Boost 变换器综合比较分析	17
受控源等效分析及 Proteus 仿真应用	18
基于端口特性的同步电机宽频等值电路建模方法研究	19

电机电器专委会

变频电机的强风冷却器设计改进	20
球磨机永磁直驱电机及系统的开发研究	21
同步发电机恒定损耗测取方法	22
同步发电机直接负载法型式试验报告	23
整车起步特试验台总体设计	24
转子偏心对低速大转矩永磁同步电动机损耗与发热的影响	25
转子偏心对低速大转矩永磁同步电动机损耗与发热的影响	26
泵站大型立式三相同步电动机结构设计	27
电网背景谐波下基于电压型 PWM 整流器的双向充电机研究	28

环氧酸酐树脂 VPI 浸漆工艺参数研究.....	29
基于 DDSRF-P LL 改进型电网同步技术.....	30
浅谈冲击式水轮机转轮木型坯模及其铸造.....	31
三相 Buck 型整流器在断续电流模式下的控制.....	32
小容量 10kV 级高压电动机（散嵌绕组）绝缘结构研制和工艺实现.....	33
虚拟磁链定向的三相电压源型脉宽调制整流器模型预测直接功率控制.....	34
一种磁轴承-转子系统启动-稳定悬浮控制策略.....	35
中大型排灌站悬式同步电动机的开发设计.....	36
无刷双馈电机预期电压直接转矩控制研究.....	37
无刷双馈发电系统仿真特性研究.....	38
电网电压暂降对感应发电机的影响研究.....	39
特高压电力设备用环氧树脂材料导热及介电性能研究.....	40
联合免疫蚁群算法与模糊神经网络应用于变电站巡检机器人路径规划及绝缘子视觉图像处理.....	41

火力发电专委会

360MW 火力发电厂深度调峰下进相运行的影响及应对措施.....	42
360MW 机组锅炉飞灰含碳量与煤粉细度分析研究.....	43
360MW 燃煤机组低氮燃烧器改造后的运行优化.....	44
SCR 锅炉空预器堵塞的原因及处理.....	45
SCR 脱销后空预器堵塞的原因分析及预控措施.....	46
WGGH 系统在 600MW 燃煤机组中的应用分析.....	47
机器人全自动智能制样在火电厂燃料智能管控中的应用.....	48
降低脱硫系统石膏氯离子含量.....	49
某厂#2 机高负荷时，#3 低加事故疏水调门 LCV002 异常开启分析.....	50
某热网典型旋转补偿器卡涩原因分析及处理.....	51
浅谈火力发电厂脱硝液氨耗用高的原因及解决措施.....	52
浅谈自然循环汽包炉冷态启动水位调节.....	53
如何降低锅炉飞灰可燃物分析与处理.....	54
声光报警在翻车机系统中的应用.....	55
双级动叶可调轴流引风机改进及卡涩防治.....	56
无动力除尘装置在带式输送机上的应用.....	57
无刷旋转二极管励磁汽轮发电机振动异常分析及处理.....	58
新形势下关于烟煤经济存煤方式的探讨.....	59

一种高压短路接地线的操作优化研究	60
有机朗肯循环的余热利用研究	61
火电厂废水及废水处理工艺探讨	62
350MW 机组轴封压力高治理	63
发电厂热控系统典型故障统计分析 & 预控措施	64
发电机失磁保护与低励限制配合分析计算	65
300MW 凝气式机组真空抽气系统优化	66
660MW 机组送风机叶片断裂的原因分析	67
三维肋管空预热器在 300MW 机组锅炉上的应用	68
烟囱专用膨胀节的设计与选型	69
研究气化微油技术在合川电厂的应用	70
蒸汽喷射抽真空系统在 660MW 机组的应用	71
风电机组基础环防水技术改进研究	72
300MW 机组冷却塔风水匹配强化换热技术应用	73
大型燃气轮机“两班制”运行方式下的节能探讨	74
浅谈配煤掺烧的过程管控	75
电动重卡在火电厂物料运输的研究及分析	76
火力发电机组一次调频控制优化	77
660MW 机组精益化检修与经济性分析	78
变质处理提升中铬铸铁材料性能	79
基于单耗理论的燃煤火电机组能耗评估	80
基于 660MW 汽轮发电机定子绝缘低的试验研究	81
660MW 超超临界锅炉高温过热器爆管原因分析	82
对超临界 660MW 机组汽轮机顺序阀安全运行的探讨	83
水冷壁混合集箱管座裂纹原因分析及处理	84
自制标尺技术在空预器密封间隙调整中的应用	85
预脱盐系统排水作为循环水补充水的应用实践	86
大型发电机转子绝缘异常的分析	87
燃煤计量环节智能化建设实践	88
自动控制优化在提升机组节能可靠性方面的应用	89
浅析乒乓式转子接地保护的运行管理及逻辑优化	90
汽轮机精益化检修效果简析	91
燃煤掺配经验交流	92

对巴威 W 火焰锅炉提高入炉煤硫分的探索	93
660MW 火电厂大机直流事故油泵启动方式探讨	94
对提高水处理树脂再生度的探讨	95
浅谈火电厂输煤系统状态检修	96
入厂煤数量验收、质量检测自动化探讨	97
超临界 W 型锅炉燃烧控制系统探讨	98
通过 LC 卡实现 Ovation 第三方数据通讯的原理与方法	99
气化微油技术在火电厂的应用	100

水力发电专委会

大型水电站黑启动探究	101
地下厂房式大型水电站智能巡检系统建设研究	102
彭水水电站 500kV 断路器操动机构频繁打压分析与处理	103
水工管理在彭水水电站机组检修中的思考	104
无人机在水电站高垂直隧洞检查中的研究与应用	105
论边缘计算在智慧电厂安全管控中的应用	106
彭水水电公司 2、3 号机组下导轴承摆度偏大原因分析	107
龙溪河梯级电站扩机增容方案的初步研究	108
浅析上碛水电站 3F 快速闸门抱闸装置改造方案	109
水电企业在新形势下的水库调度管理	110
浅析下碛电站计算机监控系统	111
重庆江口水电站自动电压控制功能的实现	112
发电机转子过电压保护装置试验方法探讨	113

新能源专委会

纳米碳管黑体三维结构太阳能电池	114
三相光伏发电独立/并网模式切换控制器设计	115
新能源发电企业“两个细则”分析	116
典型楼宇型建筑的分布式能源系统优化设计及指标对比分析	117
综合智慧能源商业模式研究	118
光伏并网逆变器	119
光储充一体化微电网运行模式平滑切换控制策略研究	120

电力环保专委会

钒系催化剂吸附 NH_3 的密度泛函理论研究	121
利用化学沉淀法处理脱硫废水中氟化物的小型试验及讨论	122
提高高硫煤机组废水零排放下的石膏品质	123
二郎电厂备用煤场洗车池	124
“W”型火焰锅炉超低排放改造的必要性分析	125
户外变电站噪声精准治理模式分析研究	126
基于废弃脱硝催化剂制备偏钛酸水解工艺研究	127
砷中毒脱硝催化剂再生技术研究	128
吸收式热泵对热电联产机组的降耗作用	129
SCR 脱硝控制系统优化技术	130
AP1000 核电站化学废液处理工艺研究	131

高电压专委会

电热型复合绝缘子电场仿真与直流电气特性试验研究	132
感应电压对电流互感器介损测试结果的影响分析	133
绝缘油析气性测定控制系统设计	134
提升固定式开关柜回路电阻测试效率——真空式吸盘接线接头的研制及应用	135
XLPE 绝缘电缆中水树与电树缺陷协同发展规律研究	136
考虑天气条件和设备健康指数的架空输电线故障模型	137
高灵敏度 SF_6 分解成分检测装置的光学腔研制	138
基于 NDIR 原理的 CF_4 浓度传感器研制及应用	139
用于触发真空开关同步导通的脉冲源设计	140
扩径导线在覆冰地区高压输电线路的应用前景研究	141
架空输电线路 OPGW 绝缘设计研究和防雷优化	142
三芯电缆实时导体温度试验解析与计算方法	143
一种电力设备老化评估的新方法	144
电力变压器储油柜溢油原因分析及处理	145
论金属氧化锌避雷器带电测试之必要性	146
FC 回路高压熔断器烧坏事件的分析	147
110kV 高压电缆绝缘接头保护壳放电故障分析及应对措施	148
基于 FDS 的高压电缆隧道火灾烟囱效应数值模拟研究	149
掺杂硫化钨对油中特征气体的吸附性能研究	150

不均匀电场下水中击穿电压预测方法	151
不同温度下水分子在植物油中扩散行为的仿真研究	152
对比不同硅烷偶联剂修饰纳米 SiO ₂ 对纤维素性能的影响	153
改性石墨烯对 SF ₆ 分解组分选择吸附性能的 DFT 研究	154
基于 MSSA-SVM 变压器故障诊断方法	155
基于人工神经网络和多频超声波检测技术的变压器油表面张力预测	156
基于人工智能的变压器绕组变形故障的分类诊断方法研究	157
基于 DTW 的变压器绕组变形故障诊断方法研究	158
一起 110kV 主变分接开关故障分析	159
一例 110kV 主变差动保护动作故障分析	160
自然环境下覆冰绝缘子长串交流闪络特性	161
基于盲源分离算法的有载分接开关振动监测技术研究	162
基于热路参数的油浸式变压器热点温度计算模型	163
35kV 棒形悬式复合绝缘子伞裙损伤时的人工交流污闪特性	164
室温硫化硅橡胶涂层厚度对电晕老化特性的影响	165
基于拉曼光谱技术直接检测矿物绝缘油中糠醛含量方法	166
超纯水作为萃取剂的油中溶解糠醛高灵敏度拉曼光谱检测	167
基于多重筛选 KNN 算法的油纸绝缘设备老化阶段诊断	168
有载分接开关特征信号包络提取及分析	169
光声光谱法检测变压器油中溶解微量气体影响因素及干扰抑制研究	170
陷阱分布对聚合物表面电位衰减特性的影响	171
基于模糊神经网络的变压器油纸绝缘老化拉曼光谱诊断方法	172
介电弹性体材料发展应用综述	173
六氟化硫分解气体的高灵敏度光纤增强拉曼光谱检测技术	174
基于主成分分析和支持向量机的油纸绝缘热老化拉曼诊断方法	175
聚丙烯复合材料的制备及电气性能研究	176
MOF 碳基材料的制备及其电化学性能的研究	177
硫化钼/氧化锌纳米复合材料的低工作温度可延缓老化	178
聚类分析在评估变压器老化阶段中的应用	179
SF ₆ 及其分解产物 SO ₂ 的拉曼光谱检测实验研究	180
一种基于基团贡献的嵌段共聚物介电常数计算方法	181
微胶囊对自修复型低密度聚乙烯绝缘复合材料介电特性的影响	182
基于非本征型 Fabry-Perot 传感器的液体中局部放电声检测	183

变压器油中溶解气体光纤增强拉曼光谱检测研究	184
CF ₄ 等离子体对硅橡胶表面憎水改性的研究	185
污秽不均匀度对 LXY ₄ -160 绝缘子串交流闪络特性的影响	186

供用电专委会

基于实物“ID”技术的电网固定资产管理探讨	187
提高备自投调试效率的备自投装置开入开出回路的改进	188
直流电源系统中基于事前检测的硅链开路保护措施	189
资产全寿命周期管理与智能运检管理融合研究	190
基于微波的输电线巡线通讯系统研究与应用	191
组合电器接头连接件漏气原因分析及预防措施	192
电网运行指标体系与综合评估研究	193
试析一起变压器铁芯接地电流超标的原因及处理	194
浅析边缘计算在智慧变电站建设中的重要作用	195
基于暂态地电压和超声波的开关柜局部放电检测与停电检修试验的对比研究	196
一起 110 千伏 MMJ 电缆接头故障案例分析	197
110kV 及以上高压单芯交联聚乙烯电缆线路接地系统研究	198
输电导线风致振动响应特性及影响因素分析	199
400V 站用交流电源系统灵敏度校核及优化整改方案	200
基于 BP 神经网络的台区线损合理值预测	201

电力系统自动化专委会

避免电缆群伤的快速切除 10kV 电缆接地故障的继电保护方案对比研究	202
基于 PSCAD 的空载合闸变压器励磁涌流的仿真和继电保护制动策略分析	203
基于功能分区的大区域远景饱和负荷预测	204
配电网综合评估方法的研究与应用	205
水轮发电机组功率低频振荡分析	206
基于大数据技术的配电网运行可靠性研究	207
计及市场风险的含电动汽车风光互补微电网随机规划调度模型	208
计及经济性与可靠性含新能源发电的配电网动态重构	209
220kV 高压线路继电保护装置改进及应用	210
基于卷积神经网络降噪的电力设备声纹识别及系统实现	211
复合 GIS 信息的电网接线图自动成图方法研究	212
论电力系统继电保护技术的应用	213

考虑多利益主体的微电网多目标日前优化调度	214
电动汽车可调度能力与 V2G 日前优化调度策略	215
智能变电站继电保护改扩建的三项原则	216
电力通信光缆波导侦听仪设计及应用	217
基于一体化控制系统的电网调度控制系统	218

能源互联网专委会

基于云计算架构的电力企业管理系统设计和应用研究	219
基于配网运营大数据的分析及应用	220
基于数据可视化人资信息管理系统的应用	221

用电专委会

基于车桩位置信息数据的车桩热力分析图应用研究	222
绿电交易引领电动汽车充电可持续发展研究	223
基于电力大数据的电费回收风险防控策略研究	224
“新基建”充电设施推广策略及技术方案研究	225
基于大数据平台的重庆市新能源汽车发展现状研究	226
基于模块化设计的负控终端综合测试仪	227
浅谈电力企业优化营商环境策略	228
带储能系统的电动汽车充电站成本优化	229
基于储备和能源市场随机优化的风电交易参数研究	230
基于大客户价值挖掘的用电策略智能优化研究	231
浅谈重庆能源消费转型策略	232
浅谈重庆综合能源现状助推能源消费转型	233
一种工业园区分布式能源系统	234
优化电力营商环境的问题及策略研究	235
面向高可靠性供汽的锅炉系统配置	236
基于低采样率的非侵入式负荷监测多目标算法	237

电力建设专委会

飞轮电池在离网型风力发电系统中的充电控制研究	238
分布式发电及其对电力系统的影响	239
生活垃圾焚烧发电厂烟气排放连续监测系统的设计与分析	240
浅谈海上风电柔性直流输电用联络变压器第三绕组取能的可行性	241

泄漏同轴电缆在电力隧道应急通讯中的应用研究	242
顶管和拉管工艺在山地城市中 110kV 输电线路工程的应用比较	243
基于泛在电力物联网的多站融合变电站设计要点分析	244
基于某 220kV 变电站电气主接线的优化研究	245
输电塔结构设计表达式分项系数合理性分析	246
预制式智能控制柜标准化设计研究	247
智慧变电站二次线缆可视化管控方案研究	248
三维数字化智能技术在变电工程设计中的应用	249
三角形塔和四边形塔的整体截面性质及抗弯和抗扭能力比较	250
深回填地层电力竖井注浆围护方案研究	251
重庆中长期电力保障方案研究	252
“新基建”背景下电动汽车用能经济环境效益研究	253
基于轮停检修状态下的 110kV 双回路电缆终端场设计方案研究	254
装配式建筑在电力工程中的应用及讨论	255
电网工程造价精益化管理体系的构建与实施	256
基于三维设计的输电线路工程造价优化	257
输变电工程概算审核标准化作业规范	258
模块化变电站装配式建筑分析及发展展望	259
破解大型城市核心区域电网建设难题研究与实践	260
基于 MATLAB 回归分析法的电网生产技改项目投资分析	261
输变电工程质量管理现状及对策研究	262
新基建背景下公共充电桩的发展对策分析	263
电力工程施工安全管理及质量控制管理措施分析	264
电力工程项目管理中的模式创新及应用浅谈	265
基于全过程关键环节闭环管理的电网建设项目动态管控研究	266
电力隧道断面选型与机械化施工	267
门式吊车运输方案在地下变电站中的应用	268
浅析海外 EPC 项目的主要风险及应对策略	269
输电铁塔在山区回填土区的基础型式选择	270

电力安全技术专委会

电力应急能力评估指标体系的构建探讨	271
电网技改大修项目的风险评估	272

火电企业承包商安全管理现状分析及应对策略	273
火力发电企业的安全管理	274
对火电厂班组安全文化建设的探讨	275
浅谈区县供电企业应急救援体系的构想	276
浅谈电力企业黄马甲安全文化的发展及意义	277
浅谈供电企业的应急演练管理	278
基于大数据的变电设备运行安全状态感知及智能诊断研究	279
电力企业安全管理能力提升实践	280
浅谈电力企业中安全督查的队伍建设	281
电力安全生产应急救援管理中存在的问题及解决措施	282
GIS 设备同频同相交流耐压试验安全技术深化仿真研究	283
GIS 设备同频同相交流耐压试验安全技术深化仿真研究	284
国网重庆武隆供电公司“党建+安全”的探索与实践	285
浅议各类突发事件中的电力应急安全管理工作	286

电力技术经济专委会

智能电网电力用户管理对电能损耗的影响探究	287
以变电站计量关口清单管控为中心的网损协同管理	288
试析电子标签技术在电网企业车辆资产管理的应用	289
经济增长、电力工程造价与投资回收期	290

电工理论与新技术专委会

110kV 电网继电保护设计

费林

(国网重庆市电力公司市区供电分公司渝中供电中心, 重庆市渝中区人民路 75 号, 400015)

摘要: 电力系统的发展、稳定运行, 为国民经济、社会发展带来巨大动力、效益。但电力系统一旦发生故障, 如不及时有效控制, 就会失去稳定运行, 使电网瓦解, 并造成停电, 给社会带来灾难性的后果。继电保护是保障电力设备安全、防止及限制电力系统长时间大面积停电的最基本、最重要、最有效的技术方法。众多实例表明, 继电保护装置一旦不能正确工作, 就会扩大事故, 造成严重后果。因此, 加强继电保护的设计、整定计算, 为保证电网安全稳定运行的重要工作。本文讲述如何分析选定 110kV 电网的继电保护、自动重合闸方式, 变压器相间短路主保护、后备保护, 通过整定计算、校验分析是否满足规程、规范的要求。

SiC MOSFET 三相两电平逆变器设计

刘良顺，蔡运泽，杨帆

(国网重庆供电公司奉节供电分公司，地址重庆市奉节县夔州路 306 号，404600)

摘要：随着电力电子技术和各种微电子技术的进步和革新，传统 Si 器件已经趋于达到理论极限，新一代 SiC 器件因为其更好的性能而备受瞩目，是各个高频领域中研究的热点。其功能和使用特性在大多数方面都比传统 Si 器件更好，拥有更好的静、动态特性，使得集成的电路更紧凑、效率更高、损耗更小、体积更小。因此，更具有优势。SiC MOSFET 的出现为电力电子技术提供了新的契机，从半导体功率器件的更新历程来看，未来，SiC 器件将会是电力电子装置功率开关器件的首要选择。

基于 SPWM 控制的三电平变流器系统设计

刘良顺，蔡运泽，李朝军

(国网重庆供电公司奉节供电分公司，地址重庆市奉节县夔州路 306 号，404600)

摘要：随着电力电子技术的发展，多电平变换器顺势诞生，并迅速成为变流拓扑结构的首选方案。因此，本文通过比较多种结构的三电平电路，并根据给定参数，选取 T 型拓扑作为代表，研究其与两电平电压型拓扑的输出特性，分析总结三电平拓扑具有的独特优势。首先，论述了风电的发展趋向及其变流器的研究现状；其次，分析了电压型两电平电路及 T 型三电平电路的工作原理，对 SVPWM 与 SPWM 控制方法进行比较，论述 SPWM 技术的可行性。之后，以 1.5MW/690V 网侧变流器为研究对象，搭建两种拓扑的仿真模型，并在开环 SPWM 控制下实现稳定输出，比较两者的仿真结果，总结三电平拓扑的优势与不足。

基于模糊理论的变电站电压无功综合控制研究

刘良顺，蔡运泽，郭子豪

(国网重庆供电公司奉节供电分公司，地址重庆市奉节县夔州路 306 号，404600)

摘要：电压作为体现电力系统电能质量的关键指标，其出现较大的波动时将会直接影响系统的正常运行，因此需要使系统的电压保持稳定。近些年来随着系统内设备的快速增加，导致影响电压的因素越来越复杂，为了使系统电压能够保持高质量，就需要对变电站内的电压无功补偿进行研究。因此本文针对变电站电压无功综合控制开展研究，对提升电力系统的电压质量和经济性具有重要的实用价值，对保障电力系统的经济可靠运行也具备一定的现实意义。本文针对无功综合控制的原理特点，对变电站电压无功综合控制的基本原理及传统九分区控制方法进行了详细梳理，通过重点介绍九分区控制方法的特点，为对其进行改进提供了基础；并在此基础上提出一种基于模糊理论的电压无功综合控制方法，并将提出的控制方法进行了仿真研究，结果表明提出的方法能够有效实现对电压的无功控制，取得了较好的效果，提升了变电站甚至电力系统的供电可靠性。

基于可见光通信的自适应室内定位方法

陈勇，韩照中，任治森

(重庆邮电大学，重庆，400065)

摘要：针对的可见光通信室内定位方法中定位精度低的问题，本文提出一种自适应的可见光通信室内指纹定位方法。该方法在离线阶段利用迭代递归加权平均滤波算法来减小发射端信号不稳定以及周围环境噪声的影响，使建立的指纹库更能准确的反映当前环境下接收平面的功率分布；在线阶段，设计待测点和指纹间的 Camberra 距离作为位置估计的权值，提高定位精度。为进一步降低固定参考点数量对定位精度的影响，本文结合待测点和参考点之间信号的相似性以及参考点之间的空间物理距离，提出一种自适应的参考点数量 K 的选取方法。仿真结果表明，本文所提算法在直射场景、包含反射场景下的定位精度均优于其他算法，能保持厘米级别的定位精度，适用于实际场景的应用。

基于 Matlab 电机矢量控制算法代码生成的研究

阳建曦，杨正尧

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆市江津区珞璜镇，402283)

摘要: 传统电机控制项目的软件开发方式通常都是由开发项目的软件工程师将电机控制算法人工编写成 C 语言控制代码，并在硬件电路上反复调试，使得项目开发周期长、开发强度大、效率低^[1]。针对以上弊端，本文将介绍一种快速、高效的基于 Matlab 电机矢量控制算法直接生成 C 代码的开发方法。本次论文验证了该电机控制系统开发流程及生成代码的准确性和可行性，实现了代码的自动生成以及 DSP 系统设计到实施的链接，缩短了开发周期。

绝缘油析气性测定控制系统设计

李家雨

(华能重庆珞璜发电有限责任公司, 重庆市江津区珞璜镇, 402283)

摘要: 在电能的生产、变送和使用过程中, 电气设备扮演着不可或缺的角色, 充油电气设备的正常运行需要高性能绝缘油的保障, 而绝缘油关键性能的达标又是电气设备安全、稳定和高效运行的必要条件, 其中析气性就是衡量绝缘油品质是否过关的重要参数。在高压电场的作用下, 绝缘油中产生的氢气会以微小的气泡形式释放出来, 很可能产生气隙放电的现象, 破坏充油电气设备的绝缘性能。本课题设计的全自动绝缘油析气性测定仪以 GB/T 11142-89 和 NB/SH/T 0810-2010 析气性测定方法为核心, 符合国家及行业标准, 以基于光学电子眼的液位跟踪测量方法及大电压光纤抗干扰隔离通信为核心关键技术, 在嵌入式系统自动控制下实现对待测绝缘油析气性的全自动测定和监测, 相较于传统的实验室测量方法, 利用控制系统的快速、准确和稳定性能够降低测量误差, 不仅节省了人力成本, 排除了人为因素影响, 还提升了测定结果的精确性。

断路器跳位监视回路与防跳的配合实例分析

何熙，黄炜，可可

(国网重庆电力公司市区供电公司，重庆，400010)

摘要：本文在对断路器机构防跳和保护防跳的二次回路分析基础上，对工程实例中断路器跳位监视回路的三种接线方式进行了理论分析——跳位监视回路直接接入合闸回路、串断路器常闭接点后接入合闸回路、串断路器常闭接点与防跳常闭接点后接入合闸回路。分析结果指出跳位监视回路的接线方式应与防跳方式相配合，否则会使二次回路冗杂或出现异常。然后通过工程实例证明了理论分析的正确性，指出当断路器采用保护防跳时，跳位监视回路应选择直接接入合闸回路；断路器采用机构防跳时，跳位监视回路应选择串断路器常闭接点与防跳常闭接点后接入合闸回路，最后根据试验现象对以后的工程应用提出合理化建议。

基于 NOMA 的级联 PLC-VLC 系统下行链路的功率分配

陈浩楠, 朱平鑫, 陈勇, 蒲欣

(重庆邮电大学, 重庆, 400065)

摘要: 可见光通信(Visible Light Communications, VLC)是实现“万物互联”的极具潜力的高速无线接入技术, 而电力线通信(Power Line Communication, PLC)因其可以利用每个发光二极管构建通信基础架构, 因而成为可见光通信接入骨干网络重要手段, 将 VLC 与 PLC 融合, 构成级联的 PLC-VLC 系统是避免 VLC 形成“信息孤岛”的有效互联网方案。在级联 PLC-VLC 系统中, 限制通信速率和容量的主要原因是 LED 的调制带宽有限, 非正交多址(Non-orthogonal Multiple Access, NOMA)技术允许多个用户共享相同的时间和频率资源, 相较于传统的多址技术, 可以提供更高的频谱效率。在基于 NOMA 的级联 PLC-VLC 系统下行链路的功率分配方法中, 我们研究了一种最优功率分配(Optimal Power Allocation, OPA)算法, 该算法通过将非凸的目标函数通过凸优化转换为凸函数, 在进行对偶求解和拉格朗日松弛约束条件, 以找到最优解, 从而最大化级联 PLC-VLC 系统吞吐量。研究表明, 所提出的 OPA 算法在系统吞吐量方面明显优于增益比功率分配(Gain Ratio Power Allocation, GRPA)和固定功率分配(Fixed Power Allocation, FPA)算法。

室内 VLC-WiFi 网络的精英用户分簇的子信道分配方法

刘焕淋, 杨健, 陈勇, 林振宇

(重庆邮电大学, 重庆, 400065)

摘要: 可见光通信(Visible Light Communications, VLC)具有大带宽、数据速率高、绿色节能、无电磁干扰等优势, 受到了国内外学者的广泛关注。VLC 和 WiFi 组合, WiFi 可以弥补用户上行光信号接入困难和下行 VLC 信道不理想情况下的用户接入提供便捷。针对室内 VLC-WiFi 异构网络密集覆盖存在多用户下行链路干扰管理复杂的问题, 论文提出一种基于精英用户分簇的子信道分配(Elite User Clustering Subchannel Allocation, EUCSA)方法。在 EUCSA 方法中, 首先, 考虑到 VLC 网络用户的通信链路易被遮挡以及易受到干扰的特点, 设计中断用户 WiFi 接入准则和干扰源用户 WiFi 接入准则。其次, 考虑到需要接入 VLC 网络的用户易受到 VLC 网络小区间干扰, 设计基于发射端覆盖图与接收端冲突图的精英用户分簇准则。最后, 考虑到多用户下行链路资源竞争, 在 VLC-WiFi 网络分别设计子信道分配方法。仿真结果表明所提的算法 EUCSA 在不同布局下较对比算法提升系统的吞吐量, 同时优化了用户满意度。

变结构式串-并联谐振无线充电发射端研究

张学健，杨奕，罗蕾

(重庆理工大学电气与电子工程学院，重庆，400054)

摘要：本文基于无线充电耦合谐振传输距离和输出效率的问题，提出了符合 Multisim 仿真的一种改进型变拓扑串并联谐振无线充电发射端的实验研究，利用 Mathemaica 仿真软件，对串联-串联拓扑，并联-并联拓扑进行公式推导，分析了耦合式无线充电 P-P 谐振结构和 S-P 谐振结构，论证了两种结构适用的传输距离范围，对比分析传统并联谐振电路，提出传统谐振电路的不足同时凸显改进后并联谐振电路的优势，对比分析传统变拓扑串并联谐振电路，显示出改进后变拓扑谐振电路的优势，通过 Maxwell 有限元仿真软件对改进后拓扑进行仿真分析，得出该拓扑的磁场分布情况。本设计通过相应的控制策略和参数设定，能够适应不同的传输距离，提高输出电压，改善输出波形，提高输出效率，更加的经济合理。

变拓扑发射端 PP 型无线充电系统分析及设计

叶庆¹, 杨奕^{1,2}

(1.重庆理工大学, 重庆, 400054; 2.重庆市能源互联网工程技术研究中心, 重庆, 40054)

摘要: 目前磁耦合谐振式无线电能传输 (MCR-WPT) 系统存在变换效率低的问题, 同时系统在运行过程中由于负载变化、电流振荡等因素会对电路造成一定的损害。针对目前无线电能传输系统存在的问题, 本文提出了一种用于小功率移动设备的新型变拓扑并联-并联型 (PP 型) 无线电能传输发射端电路。该传输系统发射端采用变拓扑结构以改善谐振端输入波形提高系统效率, 减小系统静耗和电流振荡对电源侧的损耗。本文对变拓扑发射端电路与传统 PP 型电路的工作原理进行对比分析, 并且在空载和带载两种情况对两种拓扑进行仿真和实验分析。最终建立仿真模型并搭建实验样机, 验证了该新型变拓扑 PP 型无线电能传输系统的可行性, 对 PP 型无线供电领域的设计与应有有着广泛的应用指导意义。

电流型 PWM 整流器解耦控制策略研究

程福泉, 李山, 郭强, 周琛力

(1.重庆理工大学电气与电子工程学院, 重庆, 400054;

2.重庆市能源互联网工程技术研究中心, 重庆, 400054)

摘要: 针对带容性负载的三相电流型整流器 (current source rectifier, CSR), 作恒压源输出时, 数学模型阶数增加导致控制器参数设计复杂的问题。本文提出了一种基于 CSR 的解耦控制策略。首先, 在 d - q 坐标下将 d 轴定向于交流侧电容电压矢量, 建立带容性负载的 CSR 数学模型。其次, 交流侧采用有源阻尼控制以抑制交流侧 LC 滤波器谐振尖峰; 直流侧采用状态反馈控制以稳定直流母线电压。然后, 调节 d 轴开关分量实现系统网侧单位功率因数运行。在调制方面, 本文提出能够降低 CSR 开关损耗的 12 扇区空间电流矢量调制策略以提高 CSR 效率。最后, 通过 MATLAB/Simulink 仿真及 CSR 样机实验验证了该控制策略的可行性。

基于数字控制的高效高功率密度对称全桥 DC/DC 变换器

曾俊¹，骆滔¹，杜海忠¹，刘述喜^{1,2}，章治国^{1,2}

(1.重庆理工大学电气与电子工程学院，重庆市巴南区，400054;

2.重庆市能源互联网工程技术研究中心，重庆市巴南区，400054)

摘要：随着电子信息产业的飞速发展，各领域对开关电源高效高功率密度的要求也在不断提高。通过设计并制作出一台输入 36V~110V，输出电压为 12V，输出功率 500W，物理尺寸为 56mm×40mm×12mm 十二层 PCB 板结构的 DC/DC 变换器实验样机，其效率高达到 94.6%，功率密度达到 18.6W/cm³。鉴于隔离型 DC/DC 变换器具有电气隔离，选择隔离型全桥作为本次设计的主拓扑。在变换器副边采用同步 MOSFET 来实现高效整流，以降低变换器的导通损耗。该变换器采用 Microchip 公司 dsPIC 芯片来实现数字化控制以及保护功能。为使得变换器设计紧凑，还采用了多层 PCB 变压器技术。此外，设计了电路的驱动电路、保护电路及辅助供电电路，并在 PCB 板上进行合理布局，完成了该 DC/DC 变换器的整体设计。

两并联三相 PWM 整流器环流零矢量控制策略

葛宇航, 李山, 郭强

(重庆理工大学电气与电子工程学院, 重庆市, 400054)

摘要: 三相 VSR 模块并联可有效提高系统功率容量, 然而随之产生的环流将会导致网侧电流波形畸变, 造成额外的功率损失, 降低工作效率, 甚至损坏电力设备。本文提出了一种基于空间矢量脉宽调制 (SVPWM) 的环流控制策略。以两并联整流器为研究对象, 进行数学模型的建立, 详细分析并联 VSR 模块参数对产生环流的影响。电压外环采用公共的 PI 控制器, 电流内环采用前馈解耦控制实现系统的单位功率因数运行。通过对 SVPWM 调制策略中的零电压矢量实时控制抑制环流的产生。与传统的抑制环流方法相比, 该控制策略不需额外的硬件设施, 能有效的抑制环流, 提高系统的动态响应且控制简单可靠。通过仿真和实验结果验证了所提理论的有效性。结果表明, 该控制策略可应用于并联整流器模块采用不同线路电感或给定电流的运行场合。

三相交错并联双向 DC-DC 变换器的均流控制策略研究

付明朝¹, 李山^{1,2}, 郭强^{1,2}

(1.重庆理工大学电气与电子工程学院, 重庆市, 400054;

2.重庆市能源互联网工程技术研究中心, 重庆市, 400054)

摘要: 交错并联双向 DC-DC 变换器因其优点在生产生活中有着至关重要的作用, 但是变换器在带载场合下存在相电流不平衡、动态响应慢等问题。因此, 提出了一种基于有源均流法改进的控制策略, 在相电流失衡较大时能快速整定至平衡, 再经过每相的双闭环控制消除静差, 解决了并联模块因各种原因相电流不平衡、系统响应慢等问题。首先分析了三相交错并联双向 DC-DC 变换器的工作模态, 得到变换器状态方程; 然后根据工作模态给出控制策略, 并具体分析。提出的控制策略简单可靠, 能实现相电流快速平衡, 并且动态性能和稳态性能较好。最后, 通过仿真平台和实验平台验证了控制策略的可行性、正确性。

同相 Buck-Boost 变换器和传统 Buck-Boost 变换器 综合比较分析

陈麒懋¹, 刘述喜^{1,2}, 郭强^{1,2}

(1.重庆理工大学电气与电子工程学院, 重庆市, 400054;

2.重庆市能源互联网工程技术研究中心, 重庆市, 400054)

摘要: 同相 Buck-Boost(Non-inverting Buck-Boost, NIBB)变换器由于其输入输出接地, 开关电压应力较低, 近年来备受关注。为研究 NIBB 变换器和传统 Buck-Boost 变换器不同之处, 对这两种变换器的工作原理进行了全面的比较分析, 包括多模式控制策略和双沿调制, 同时也对两台变换器的开关器件以及无源器件进行了分析。分析结果表明, NIBB 在开关应力、功耗、成本、无源器件体积等方面都优于传统 Buck-Boost 变换器。设计了功率为 10kW/20kHz 的两种变换器样机, 进行仿真验证。仿真验证结果证实了上述结论。

受控源等效分析及 Proteus 仿真应用

蒲晓湘¹, 全晓莉²

(1.重庆电力高等专科学校, 重庆, 400053; 2.重庆理工大学, 重庆, 400054)

摘要: 受控源是一种特殊的电路元件, 具有电源性和电阻特性。正因为这种特殊的双重性, 受控源在电路分析中的等效处理也具有特殊性。为了使含有受控源的电路分析更具灵活性, 该文给出了受控源的四种等效变换, 对含受控源的电路分析和应用提供了更多的方法借鉴。结合 proteus 软件对典型电路进行仿真, 一方面验证了分析的正确性, 另一方面使得枯燥的理论分析变得形象直观, 加深了对受控源及等效电路的理解。这种交互式教学拓展了思路, 有利于激发学生的学习兴趣, 提高电路理论的教学效果。

基于端口特性的同步电机宽频等值电路建模方法研究

陈宇，赵仲勇，谭珊，吴涵之，于本朝霞，普京，

(西南大学工程技术学院，重庆，400716)

摘要：为了检测同步发电机绕组的短路故障，准确建立其宽频等值电路模型是检查故障关键手段，国内外学者建立的等值模型都存在一些不可避免的缺点：精确度不高；操作繁琐；重复利用性低；为了克服这些缺点得到一种简单且有效的方法来构建模型，本文提出一种基于端口特性的同步电机宽频等值电路建模方法。该方法基于同步电机频率响应曲线依据粒子群算法辨识等值电路参数。本文先对等值电路模型进行了分析，再利用了智能优化算法：粒子群算法来辨识电路参数，介绍了算法的原理。接着通过对一台同步发电机绕组建模和仿真分析，得到理想电路的参数和理想频率响应曲线与基于本文所提方法得到的理论电路参数和理论频率响应曲线重合度较高，验证本文所提供算法的可行性。

电机电器专委会

变频电机的强风冷却器设计改进

贺伟

(重庆赛力盟电机有限责任公司, 重庆, 401329)

摘要: 变频电机已在公司大规模生产, 其中铸铝转子变频电机温升普遍偏高, 温升引起的售后问题也多, 导致公司铸铝转子变频电机在市场上无竞争优势。基于我们在原变频电机强风冷却器的基础上, 我们对 YPT 变频电机的通风系统进行了特点分析和研究, 进一步改变变频电机内部风路情况, 重新编制了强风冷却器的基本设计方法, 本文对该设计方法进行了阐述。通过该设计方法, 对原设计强风冷却管数量进行了设计调整, 在保证冷却器冷却性能提高的前提下, 实现相比于原强风冷却器重量基本相当, 达到不增加电机成本目的。通过对强风冷却器的结构进行大幅度的调整更新设计, 从电机的试验结果来看, 铸铝转子变频电机温升效果较为理想, 提高了强风冷却器的冷却性能, 使新改进的强风冷却器成为了我们电机结构件上的一个设计亮点。

球磨机永磁直驱电机及系统的开发研究

黄浩

(重庆赛力盟电机有限责任公司, 重庆)

摘要: 在粉磨工艺中最主要的设备就是球磨机, 各类球磨机大致相同, 属于低速重载设备, 且要求具有一定的恒转矩, 以满足球磨机装载量的要求。目前主要采用传统的异步机+减速机的驱动模式, 由于减速机的使用降低了系统的整体传动效率, 增大了系统的整体体积且大大增加了维护成本。电机作为球磨机电力传动方式的生产机械, 其功率是按最大负荷或长期额定负荷选择的。传动系统作为球磨机的驱动部件, 其运行特性及成本直接影响着球磨机的稳定性和效益。因此, 选择合适的传动系统, 是优化整机结构, 保证设备正常运行不可缺少的重要条件, 对于提高矿山设备的生产效率、节能减耗都至关重要。随着球磨机大型化的发展, 磨机传动系统也呈现出多样化的发展趋势, 针对球磨机工作的特点和要求, 本文将研究新的球磨机驱动形式, 为用户实现最优化的驱动方式提供参考。

同步发电机恒定损耗测取方法

何子先，周奇

(重庆赛力盟电机有限责任公司，重庆，401329)

摘要：找一台交直流电机作拖动机，与同步发电机(被试机)配套成机组，按以下步骤试验：①被试机励磁时：启动机组运行并调节，使拖动机定子电压至任意值 U_0 、被试机至额定的转速 n_N 和电压 U_N ，稳定后的拖动机输入功率为 $P_{o1}=P_{cuo1}+P_{cont}+P_{fw}+P_{Fe}$ ；②被试机无励磁时：启动机组运行并保持 U_0 和 n_N 不变，稳定后的拖动机输入功率为 $P_{o2}=P_{cuo2}+P_{cont}+P_{fw}$ ；③机组脱开时：启动拖动机运行并保持 U_0 和 n_N 不变，稳定后的拖动机输入功率为 $P_{o3}=P_{cuo3}+P_{cont}$ 。以上式中 P_{cuo1} 、 P_{cuo2} 、 P_{cuo3} 分别为拖动机在三种试验状态时的定子铜耗， P_{cont} 为拖动机的恒定损耗， P_{fw} 和 P_{Fe} 为被试机的机械耗和铁耗。步骤①-②并整理得被试机铁耗 $P_{Fe}=(P_{o1}-P_{o2})-(P_{cuo1}-P_{cuo2})=\Delta P_o-\Delta P_{cuo}$ ；步骤②-③并整理得被试机机械耗 $P_{fw}=(P_{o2}-P_{o3})-(P_{cuo2}-P_{cuo3})=\Delta P'_o-\Delta P'_{cuo}$ 。这就是测定同步发电机恒定损耗 $P_{con}=P_{fw}+P_{Fe}$ 的非标方法。因 ΔP_{cuo} 和 $\Delta P'_{cuo}$ 为拖动机定子铜耗的变化量，其值相当的小，故铁耗和机械耗的粗略值为 $P_{Fe}\approx P_{o1}-P_{o2}=\Delta P_o$ ， $P_{fw}\approx P_{o2}-P_{o3}=\Delta P'_o$ 。然后通过试验案例求取铁耗 P_{Fe} 和机械耗 P_{fw} ，分析实测与粗略值的差异，对电机效率的影响甚微等。

同步发电机直接负载法型式试验报告

何子先

(重庆赛力盟电机有限责任公司, 重庆, 401329)

摘要: 该型式试验报告以 GB/T1029-2005《同步电机试验方法》和 GB/T7894-2009《水轮发电机基本技术条件》等标准为依据, 通过对所有相关的检测项目进行编排和设计, 编组成一款名称为“同步发电机直接负载法”的 Excel 工作簿格式空白模板, 共 8 个工作表: 汇总、汇总(中英文)、运行特性、热试验、恒定及杂散损耗、负载试验、振动与噪声、计算单等, 即 8 个功能单元、25 个数据板块、A4 版面共 26 页、部分中英文对照版本的数据处理软件。它既采用了 Excel 强大的电子表格和图表等功能, 又充分利用了 Excel 中大量的函数公式和 VBA 语言等功能, 在录入数据或选择设置等, 通过点击布置在工具栏或菜单栏上的“TF 直接法”VBA 运用宏, 对同步发电机的热试验和效率等项目采用直接负载法而获得的型式试验结果, 分别进行数据处理、汇总并作出单项和整机结论, 以及生成打印页码, 从而完成同步发电机的型式试验报告。

整车起步特试验台总体设计

何修远

(重庆赛力盟电机有限责任公司, 重庆, 401329)

摘要: 伴随着汽车技术的高速进展, 在对于汽车各类机能方面, 人们意识到需要更高的发展。离合器是整车十分关键的组成部分, 是控制整车的起步、停止、变速和换向等功能的核心部件。离合器的作用是保证起动平稳, 换档方便, 防止变速器过载, 减少扭振冲击, 因此, 其性能直接关系到整车的性能。目前, 汽车离合器的性能主要是在实验室试验台上完成的, 并通过连续模拟试验进行了测试。整车起步特性试验台的总体设计首先要从理论设计和实际试验台的搭建两个方面进行。在整车起步特性试验台的理论设计方面, 需要满足机械脚能够在电缸的驱动下做直线运动, 选择的传感器能够在要求的精度下测量出被测量; 在整车起步特性试验台的实际试验台搭建方面, 需要考虑实际电缸的安置位置和整个机械脚装置的固定位置, 选择的传感器需要考虑到在整个台架中如何安放。

转子偏心对低速大转矩永磁同步电动机损耗与发热的影响

贺伟

(重庆赛力盟电机有限责任公司, 重庆, 401329)

摘要: 低速大转矩永磁同步电动机直接驱动大型机械负载, 易发生转子偏心, 从而导致其振动、噪声、损耗、温升增加等一系列问题。为了研究转子偏心对损耗与发热的影响, 本文以一台 400kW 的低速大转矩永磁同步电动机为研究对象, 详细分析并建立了其转子偏心时的二维非线性时变电磁场和三维各向异性温度场模型, 并通过有限元分析研究了转子偏心对该电机电磁性能以及损耗、发热的影响。结果表明, 随着转子偏心率的增加, 反电动势以及定转子铁耗变化不大, 但气隙磁密谐波畸变率、电枢电流、电磁转矩、齿槽转矩、定子铜耗、转子涡流损耗以及发热明显增加, 转子偏心反向侧的局部温升变大; 采用强迫风冷代替自然风冷后, 可有效降低最高温度并使温升分布更加均匀。

转子偏心对低速大转矩永磁同步电动机损耗与发热的影响

韩力¹，樊高毅^{1,2}，汪同斌³，王世洪³

(1.重庆大学 输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室，重庆 400044; 2.国网四川省电力公司 泸州供电公司，泸州 646000; 3.重庆赛力盟电机有限责任公司，重庆 401329)

摘要：低速大转矩永磁同步电动机直接驱动大型机械负载，易发生转子偏心，从而导致其振动、噪声、损耗、温升增加等一系列问题。为了研究转子偏心对损耗与发热的影响，本文以一台 20r/min、400kW 的低速大转矩永磁同步电动机为研究对象，详细分析并建立了其转子偏心时的二维非线性时变电磁场和三维各向异性温度场模型，并通过有限元分析研究了转子偏心对该电机电磁性能以及损耗、发热的影响。结果表明，随着转子偏心率的增加，反电动势以及定子铁耗变化不大，但气隙磁密谐波畸变率、电枢电流、电磁转矩、齿槽转矩、定子铜耗、转子损耗以及电机发热明显增加，转子偏心反向侧的局部温升变大；采用强迫风冷代替自然风冷后，可有效降低最高温度并使温升分布更加均匀。

泵站大型立式三相同步电动机结构设计

刘建国

(重庆赛力盟电机有限责任公司, 重庆)

摘要: 本文介绍了大型立式同步电动机的工况特点, 根据工况对电机结构设计进行介绍, 主要介绍了电动机总体结构, 着重对电动机的定子、转子、上机架、下机架结构进行详细介绍。特别是针对泵站实情况, 对电机动轴承进行介绍, 通过对倾斜推力面和 RENK 圆瓦对比, 阐述各自优点, 选取适合泵站推力瓦结构。

电网背景谐波下基于电压型 PWM 整流器的 双向充电机研究

杨世昇¹, 李山¹, 王涛²

(1.重庆理工大学, 电气与电子工程学院, 重庆, 400054;

2.重庆市能源互联网工程技术研究中心, 重庆, 400054)

摘要: 电压型 PWM 整流器 (VSC) 因控制灵活、能量可双向流动等优点, 在大功率双向充电机中获得了广泛应用。但在电网背景谐波下交直流端口低频谐波耦合导致交流电流畸变、直流充放电电流出现低频谐波, 严重威胁充电机的安全可靠运行。因此论文系统研究了电网背景谐波下基于电压型 PWM 整流器的双向充电机, 提出一种可抵抗电网背景谐波并自动实现先恒流后恒压的充放电三环控制策略, 其中外环为充放电电压环, 次外环为充放电电流环, 内环为交流电流环。最后通过搭建的基于 VSC 的双向充电机实验平台, 实验验证了本文所提出的控制策略的有效性和正确性。

环氧酸酐树脂 VPI 浸漆工艺参数研究

姜家金，苏建新

(重庆赛力盟电机有限责任公司，重庆，401329)

摘要：环氧酸酐浸渍树脂因为具有优秀的机械强度和良好的电气性能，所以世界知名电机制造商把该树脂广泛应用于高压电机的绝缘处理。环氧酸酐 VPI 树脂，是由分子蒸馏方法制得高纯度的环氧树脂和以液体酸酐为固化剂配制的浸渍树脂；由于酸酐易于吸潮的特性，在使用过程中极易与空气中的水分子结合使树脂的粘度不断增长，直至浸渍树脂粘度过大，流动性降低，渗透性差，最后导致无法使用。

本研究是通过不同的粘度、不同的主绝缘厚度、对模拟线圈进行试验，找到了粘度与主绝缘厚度浸透性的关系；通过对树脂吸潮、树脂温度、树脂消耗量对树脂粘度影响的试验；温度、短时受潮对粘度增长影响的试验，找到相关因素与粘度增长之间的关系；结合目前电机的绝缘结构，找到一个工艺参数控制平衡点，使粘度持续上涨的速率大大降低。

基于 DDSRF-P LL 改进型电网同步技术

刘雅莉¹, 刘述喜^{1,2}, 陈艳^{1,2}, 苏新柱¹

(1.重庆理工大学电气与电子工程学院, 重庆市, 400054;

2.重庆市能源互联网工程技术研究中心, 重庆理工大学, 400054)

摘要: 电网经常出现电压畸变和不对称的非平衡状态, 功率变换器需在不正常状态下也与电网保持同步, 实现故障穿越运行。所以本文针对不平衡电网电压情况下的三相功率变换器的电网同步技术在建立数学模型的基础上进行分析, 传统的但同步锁相环在三相电网平衡条件下由足够良好的同步性能, 但远不能满足电网不平衡时的同步跟踪。基础的双同步解耦锁相环也并不能完全满足同步需求。故本文介绍了一种后置滤波器的双同步坐标系解耦锁相环。首先定量地分析了电网电压由于扰动而引起的电压不平衡, 给出电压在不平衡状态下的表达式, 基于双同步坐标系分析了电压矢量, 建立模型, 搭建同步控制框图, 并在 Matlab/Simulink 平台搭建模型进行仿真验证, 并对该后置滤波器的 DDSRF-PLL 进行验证及结果分析。

浅谈冲击式水轮机转轮木型坯模及其铸造

张燕

(重庆赛力盟电机有限责任公司, 重庆, 401329)

摘要: 随着数控加工技术和装备的快速发展,水轮机转轮铸造已经开始由焊接、铆焊的分体式制造向整体式整铸、整锻方向发展。由于转轮整锻成本非常高,结合我厂实际情况,以某电站节圆直径为 700mm,最大外径 938mm 的 17 个斗的冲击式转轮水斗为依托,对材质为 0Cr13Ni4Mo 的实际转轮开展示范验证。根据冲击式转轮水斗的形状参数,使用软件 U G 绘制水斗产品的三维立体模型,依据产品模型参照铸件标准,将水斗的各个区域和轮盘预留合适的加工余量,实现转轮水斗坯模的优化设计;在三轴数控机床上分别对水斗凹凸坯模进行加工,获得单个水斗的木型坯模,将木型坯模做一定的防护处理,采用组芯造型方式进行底注半开放式投产浇注,对同炉铸件材料的相关性能检测并达标,最终实现冲击式转轮坯件的合格整铸过程。

三相 Buck 型整流器在断续电流模式下的控制

刘一瑾，杨奕，郭强

(重庆理工大学电气与电子工程学院，重庆市巴南区红光大道 69 号，重庆，400054)

摘要：三相 Buck 型整流器在轻载条件下直流侧电感上的电流不连续，此时电流纹波大于直流电流值。一般的控制算法和调制策略在断续电流模式(DCM)下不能很好地工作，导致输入电流失真和较大的输出电压纹波。本文针对两种调制策略进行研究，通过对两种调制策略在 DCM 下三相 Buck 型整流器直流侧电流纹波的分析，得出适用于 DCM 的调制策略，将空间矢量以这种方式放置，使得直流侧电流能在有源矢量下保持连续。通过采用电压外环电流内环的双闭环数字控制器对整流器进行控制，并提出一种前馈补偿方法补偿 DCM 下的占空比。最后通过搭建仿真模型验证了该 DCM 调制控制策略能够很好地工作在 DCM 下，实现了对整流器在 DCM 下的控制，其中提出的前馈补偿方法减小了输出电压电流纹波和输入电流失真。

小容量 10kV 级高压电动机（散嵌绕组）绝缘结构研制和工艺实现

姜家金，刘林

（重庆赛力盟电机有限责任公司，重庆，401329）

摘要：一般高压电机的三相绕组的制造过程和绝缘结构是这样完成的。首先制作单个高压线圈，单个高压线圈经过耐电压和尺寸等检测后，再按工艺规则嵌入电机定子槽内，然后将单个线圈按一定规则联结成三相绕组，再进行 VPI 真空压力浸渍专用树脂，最后在烘炉中进行绝缘固化，完成高压电机的定子三相绕组制造和定子绝缘结构。

但高压电机绕组的制造过程复杂，制造成本较高，高压线圈的主要绝缘材料少胶粉云母带价格较贵，VPI 真空压力浸渍设备和运行成本也较高。绝缘处理工艺较难，工时费用较多。对于小容量高压电机和特殊电气性能要求的电机仍然采用一般的高压绝缘结构，造成电机的制造成本较高或者不能满足电气性能要求。通过多台特殊高频高压电机试制，从而找到一种既能满足电机高压绝缘性能，又能降低生产成本的电机绝缘结构。

本研究介绍了“小容量 10kV 级高压电动机（散嵌绕组）绝缘结构研制和工艺实现”。通过样机样品的高压线圈组的制作，线圈组的检查测试，线圈组嵌入定子槽内的工艺制作，VPI 真空压力浸漆和绝缘烘焙工艺处理等工序。同时对制造样机样品的对地耐电压测试，相间耐压试验，电机定子电晕试验等。验证了小容量 10kV 级高压电动机（散嵌绕组）绝缘结构是可行可靠的，在小容量 10kV 级高压电动机的制造上有成本和电机性能的优势。

虚拟磁链定向的三相电压源型脉宽调制整流器模型预测直接功率控制

任海峰¹, 刘述喜^{1,2}, 苏新柱¹, 王毅¹

(1.重庆理工大学电气与电子工程学院, 重庆市, 400054;

2.重庆市能源互联网工程技术研究中心, 重庆理工大学, 400054)

摘要: 由于三相电压源型整流器的传统有限集模型预测直接功率控制(Model Predictive Direct Power Control,MPDPC)的开关频率不恒定,使得网侧电流谐波畸变率较大。针对这一问题,该文将空间矢量脉冲宽度调制(Space Vector Pulse Width Modulation, SVPWM)与传统有限集 MPDPC 结合起来,使其开关频率固定,同时采用虚拟磁链(Virtual Flux, VF)定向省去了网侧电压传感器,节约了成本。该系统先由虚拟磁链计算出当前时刻的功率值,然后通过功率预测模型得到下一时刻的功率预测值,并将功率预测值与功率参考值代入价值函数进行比较,最后从七种备选电压矢量中选取使代价函数最小的电压矢量为最优电压矢量输入 SVPWM 模块。仿真结果表明,该文所提的脉宽调制 VF-MPDPC 控制策略具有较好的系统性能,且相比于传统的有限集 VF-MPDPC 策略,该方法对整流器网侧电流谐波有更好的抑制效果。

一种磁轴承-转子系统启动-稳定悬浮控制策略

卿豪，李山，杨奕

(重庆理工大学电气与电子工程学院，重庆市巴南区红光大道 69 号，400054)

摘要：采用改进 PID 控制径向磁轴承-转子系统启动到稳定悬浮过程。主动式八极径向磁悬浮轴承机械设计固定，常规参数知晓，通过实测绘制悬浮物距离与占空比的关系曲线，对该曲线进行修正，实现初步悬浮，悬浮效果通过转子轴心轨迹表现。在转子已实现悬浮但是不稳定的基础上，通过运动方程分析，对转子控制曲线做进一步修正。改进 PID 控制考虑了传统 PID 在运动学上的不足，提出以偏差量的 k 倍进行比例调节。建立磁悬浮轴承数学模型，运用 Maxwell 分析其磁场分布，验证此前建立的数学模型的合理性。此种控制策略结构简单，同时也具有较强的鲁棒性。

中大型排灌站悬式同步电动机的开发设计

唐荣华

(重庆赛力盟电机有限责任公司, 重庆, 401329)

摘要: 2018 年为全面落实党的十九大精神, 加快推进水利基础设施现代化, 推动水利设施提质升级, 构建完善可靠的水利基础设施。各级水利部门加大投资额度, 报批、建设、改造一大批泵站, 为此公司提出开发中大型排灌站配套立轴悬式 TL 同步电动机, 用于开拓城市供排水、农村灌溉、污水处理、跨流域调水等水利电机市场。通过与华东院、昆明院、湖北省院等设计院沟通, 掌握了设计院对电机电气参数的基本要求, 并与航天水力、湖南利欧、武汉特泵等主机厂进行交流, 了解到他们对电机结构的要求, 经过电机的试制, 最后到泵站现场, 掌握了电机实际运行工况, 效果良好。电动机在安全性、可靠性、经济性上满足了泵站的要求; 它能够在较短的时间内得到快熟的发展, 主要得益于在比较成熟的同步发电机设计、工艺、制造水平, 得益于同步发电机设计过程中积累的丰富经验。

无刷双馈电机预期电压直接转矩控制研究

赵普，韩力，杨柠宁，仲杰

(重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室，重庆，400044)

摘要：无刷双馈电机传统直接转矩控制中采用 bang-bang 控制对转矩和磁链进行控制，存在着转矩和磁链脉动大、开关频率不固定等问题。将矢量控制中对电流解耦的思想引入到直接转矩控制中，采用转矩、磁链 PI 控制器代替传统直接转矩中的 bang-bang 控制器，以转矩和磁链误差作为控制量，获得解耦的预期电压矢量，采用空间矢量调制代替电压矢量开关表合成电压矢量，对转矩误差和磁链误差进行补偿。仿真结果表明，该方法不仅保持了传统直接转矩控制固有的动态响应迅速、对电机参数变化的鲁棒性好等突出优点，且磁链和转矩脉动较传统直接转矩控制方法显著减小。

无刷双馈发电系统仿真特性研究

刘念，邵黎，王杨，周纹霆，朱倩雯

(国网重庆市电力公司经济技术研究院，重庆，401121)

摘要：无刷双馈发电机（BDFG）是伴随着多学科的发展而出现的一种新型电机，其结构简单、坚固耐用、功率因素可调、变频器容量小、能实现变速恒频发电。无刷双馈发电系统能够根据负载状况调节转速实现变速恒频发电特性，从而维持高性能供电品质，本文通过对无刷双馈发电机控制系统运行特性进行建模仿真，验证了无刷双馈发电系统的高效性、节能性、稳定性。

电网电压暂降对感应发电机的影响研究

叶樊，黎涛，王燕

(国网重庆电力公司经济技术研究院，重庆市渝北区青枫北路 20 号凤凰座 D，401121)

摘要：随着电网的发展和分布式电源的大规模接入，由短路故障、过负荷、开关操作、大型电机启动和分布式发电接入等原因造成的电压暂降事件更加频繁。频繁发生的电压暂降事件已成为影响负荷可靠供电和设备正常运行的主要电能质量问题之一。针对感应发电机，本文根据稳态等值电路得到感应发电机电磁转矩-转差特性曲线，分析电压暂降对感应发电机的影响，定义感应发电机的电压暂降临界持续时间与临界幅值。以电压暂降期间，感应发电机的转差率不能超过临界转差率为临界条件，推导了感应发电机的临界持续时间，以暂降期间感应发电机的电磁转矩的最大值需大于机械转矩为临界条件，推导感应发电机的临界幅值。采用额定功率为 3MW 的感应发电机接入配电网为例仿真验证本文方法的有效性和正确性。

特高压电力设备用环氧树脂材料导热及介电性能研究

张施令

(国网重庆市电力公司电力科学研究院, 重庆市, 渝北区, 401123)

摘要: 通过 Havriliak-Negami(HN)方程的数值计算, 对特高压电力设备用环氧树脂材料介电频谱实验数据进行曲线拟合, 建立芯子材料 HN 数学模型参数。在 $10^{-1}\sim 10^6$ Hz 频率和 $-40\sim 200^\circ\text{C}$ 温度范围内, 使用 Novocontrol 宽带介电谱仪测量环氧树脂材料频谱和温谱介电性能, 并利用基于改进 HN 方程的非线性数值计算, 对实测数据进行曲线拟合, 获取介电频谱数学模型特征参数值。研究表明: 为获得较好频谱拟合效果, 低温区域可考虑单一松弛极化过程, 中温区域需考虑多松弛极化过程, 而高温区域则需引入直流电导项进行表征; 应用遗传算法结合最小二乘的曲线拟合方法可保证拟合参数值的唯一性和准确性; 介电频谱特征参数包括直流电导率和松弛极化时间均具有显著的温度依赖性, 基本符合 Arrhenius 公式。在实验室环境下研究环氧树脂材料介电频谱拟合方法并获取各特征参数值, 为深入了解特高压电力设备用环氧树脂的介电性能提供了一种有效方法, 并可指导特高压电力设备在实际运行中的状态监测和性能评估。

联合免疫蚁群算法与模糊神经网络应用于变电站巡检机器人路径规划及绝缘子视觉图像处理

张施令

(国网重庆市电力公司电力科学研究院, 重庆市渝北区, 401123)

摘要: 高压变电站电力设备繁多、结构复杂, 需定期对其进行现场巡检。目前变电站巡检机器人广泛应用于变电站巡检过程中, 主要巡检高压电力设备绝缘子、均压环等外部配件。在巡检过程中, 机器人配备红外成像仪、紫外成像仪存储高压电力设备光子分布图、温度分布图, 建立设备紫外与红外图像数据库。机器人在巡检过程中应有效规避变电站较高电场强度区域, 且在巡检过程中应以最短距离遍历变电站典型高压电力设备, 且机器人机械臂可有效进行图像多角度采集。另一方面, 在图像采集过程中应实现机器人对设备绝缘子、均压环图像区域分割、聚焦和光子采集操作, 且应用深度学习方法实现采集图片与原始图像库的自动匹配比较, 判别高压电力设备运行状态进而发现潜伏性绝缘故障。其中最短低场强路径与遍历设备路线应用免疫蚁群算法自动实现, 且图像数据库深度学习与自动匹配模块应用模糊神经网络实现。本文联合免疫蚁群算法与模糊神经网络应用于变电站巡检机器人路径规划及视觉图像后处理, 对于变电站高压电力设备智能巡检具有一定理论和工程指导价值。

火力发电专委会

360MW 火力发电厂深度调峰下进相运行的影响及 应对措施

窦阳，蔡军强，张磊，辜自立

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆，402283)

摘要：文章分析了火力发电厂深度调峰下最大进相深度运行的影响，提出了对发电机静态稳定性、发电机端部温升、发电机端电压、6KV 厂用电、380V 厂用电的影响。结合 L 电厂厂用电系统配置情况，提出了 L 电厂的应对措施，通过手动调整励磁确保发电机工作在 PQ 曲线稳定区域，通过设置励磁系统欠励限制参数确保发电机不超过最大进相深度，通过监视调整氢冷器定子冷却装置确保发电机各部温升不异常升高，通过监视调整确保厂用电电压在正常范围，确保发电机在深度调峰下最大进相深度的运行安全。

360MW 机组锅炉飞灰含碳量与煤粉细度分析研究

孙建平，周胜珺，王侃

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆市江津区珞璜镇，402282)

摘要: 随着国家能源行业竞争的日益激烈，燃煤电厂在经济方面的指标要求越来越严格，机组煤耗率作为衡量燃煤锅炉效率的一项重要指标。就锅炉而言，机械不完全燃烧导致飞灰含碳量升高，机组煤耗率上升，直接影响锅炉效率及发电成本。本文针对本厂一二期锅炉低氮燃烧器改造后飞灰可燃物偏高的情况，通过分析煤粉细度、飞灰可燃物以及制粉电耗，提出合理方案，降低飞灰可燃物含量。

360MW 燃煤机组低氮燃烧器改造后的运行优化

李应龙，罗银河，彭文乾

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆市江津区珞璜镇，4002282)

摘要：本文主要通过介绍低氮燃烧的原理，空气分级燃烧技术，烟气再循环燃烧技术，浓淡燃烧技术，燃料分级燃烧法。通过简介某燃煤发电厂进行低氮改造的方案，然后以该电厂低氮改造后燃烧调整的试验方案为基础，通过仪器测量在不同锅炉负荷下，不同的锅炉燃烧器旋流叶片角度，锅炉周界风开度，锅炉燃尽风开度，锅炉上下三次风挡板开度，锅炉一次风速的大小，制粉系统的煤粉细度等对锅炉各项经济指标，飞灰含碳量，再热器减温水，主再热汽温度等产生的影响及对燃烧稳定性产生的影响，从而得出使机组燃烧更加稳定的运行调整方案，能够达到当地电网夜间深度调峰要求的安全运行方式，并且能够在安全稳定燃烧的前提下，实现降低机组飞灰含碳量，使机组更加经济，安全运行。

SCR 锅炉空预器堵塞的原因及处理

丁波，罗琳

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆，402283)

摘要：针对采用 SCR 脱销技术的锅炉在运行中空预器频繁堵塞的问题，理论结合实践的进行了深度的原因分析，有针对性的采取相应的措施，有效的减少了空预器严重堵塞需要停机离线水冲洗这一难题。实践证明合理喷氨、控制风烟均温和提高吹灰质量是预防空预器堵塞的必要措施，在空预器堵塞初期进行升温干烧和在线水冲洗等方法是运行中消除初期堵塞的有效方法；若机组因负荷原因调停后，根据堵塞情况进行离线水冲洗也是有必要的。

SCR 脱销后空预器堵塞的原因分析及预控措施

李必涛，彭文乾

(华能珞璜电厂，重庆江津，402283)

摘要：火电厂超低排放改造后，经过 SCR 脱销后，空预器及其容易堵塞；此外煤质、锅炉低负荷运行、空预器冷热端温度等都是导致堵塞的原因；尤其机组深度调峰，锅炉喷氨效率低下，氨逃逸的化学产物 NH_4HSO_4 与飞灰结合附着在空预器表面，机组启动频繁是机组目前空预器堵塞的主因；空预器堵塞不仅降低机组的锅炉效率，堵塞严重时严重危害机组的安全经济运行，甚至造成机组事故的发生。为此，运行人员通过监测、分析空预器压差，严格执行预控措施，提前干预等手段有效避免空预器堵塞。

WGGH 系统在 600MW 燃煤机组中的应用分析

袁名达，王军

(华能珞璜发电有限责任公司，重庆江津，402260)

摘要：本文介绍水煤式烟气换热系统（WGGH 系统）在珞璜电厂 600MW 机组的应用情况，机组运行后，机组的烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度分别不高于 10、35、50 毫克/立方米，使污染物排放达到国家超低排放标准，同时降低锅炉排烟温度，减少锅炉排烟热损失，回收利用烟气余热，同时对脱硫后的烟气进行预热排放，提高烟囱出口处烟气抬升高度和扩散半径，消除白烟，防止烟囱腐蚀，实现节能降耗及环保指标，具体分析 WGGH 系统组成和原理，并对 WGGH 系统在运行中的效果进行分析，对 WGGH 系统在不同工况以及季节下提出节能运行方式，同时针对 WGGH 系统在运行中的问题进行总结分析，提出了优化的措施和解决方式及策略，对同类型电厂以后的运行有借鉴指导意义，并且给电厂带来了较大的经济效益。

机器人全自动智能制样在火电厂燃料智能管控中的应用

曾杰豪，李明华，李周

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆，400000)

摘要：随着工业机器人技术的快速发展和火力发电行业燃料智能管控水平的提升，机器人全自动智能制样系统利用信息技术和自动化技术将单个设备进行集成，实现煤样转运、上下料等各单体设备并联布置，解决传输环节煤样残留的问题，实现煤炭样品的制备、检测等过程全部智能化、无人化、标准化、无尘化，同时有效解决了煤样制备过程中人为因素影响多、劳动强度大、从业环境差、管理难度大等问题。本文从设备结构、工作流程、系统优势等方面对机器人全自动智能制样系统进行介绍。

降低脱硫系统石膏氯离子含量

罗雪松，梁晏萱，王淳，韩旭，黄可

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆市江津区珞璜镇华能珞璜电厂，402283)

摘要：石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统副产品石膏中的氯离子主要来自吸收塔浆液。而脱硫吸收塔浆液中大多数的氯来源于燃煤烟气。随着环保要求提高，脱硫废水排放量降低，吸收塔浆液氯离子浓度不可避免的上升。在石膏制备过程中降低氯离子含量成为主要着力点。真空皮带脱水机是石膏制备过程中的主要设备。华能珞璜电厂对脱水机的石膏滤饼冲洗水装置进行改造：使用滤饼淋洗器，并增加一级扇形雾化喷淋冲洗水。在吸收塔浆液氯离子浓度平均 13000mg/L 的工况下，石膏氯离子平均含量从 1280mg/kg 降至 290mg/kg。石膏氯离子含量降低效果显著，石膏品质大幅提高。

某厂#2 机高负荷时，#3 低加事故疏水调门 LCV002 异常开启分析

蒲毅，贺非凡，李立，舒梦

（华能珞璜发电有限责任公司，重庆市江津区珞璜镇，402283）

摘要：火力发电厂的热力循环系统中，采用给水回热循环，从中间级引出部分做过功的蒸汽加热凝结水、给水，提高了热力系统的循环效率，减少循环产生的“冷源损失”。某厂#2 机组高负荷时，#3 低加的水位开始上涨，#3 低加事故疏水调门会开启，#3 低加水位过高，其加热面会被淹没，与蒸汽的传热面积减小，传热效果下降，蒸汽不能及时凝结，同时事故疏水排入事故疏水灌，最终进入凝结器，增大了“冷源损失”，影响机组运行效率。#3 低加水位高，可能会造成使#3、#4 低加水位高跳闸，甚至汽轮机进水，造成水冲击，威胁设备安全稳定运行。

某热网典型旋转补偿器卡涩原因分析及处理

袁成怀，蔡钢，朱俊，谭晓明，彭震

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆江津，402283)

摘要：华能重庆珞璜发电有限公司（华能珞璜电厂）热网改造工程多个旋转补偿器在吹管期间存在卡涩拒动现象，试验分析认为，供热管网较长时间停运旋补内部存在卡涩，旋补安装角度错误是旋补拒动的主要原因。通过对旋补原因分析反复改变管道相对位置，成功消除了旋补卡涩拒动的问题，摸索出一条行之有效简便处理方法，值得借鉴推广。

浅谈火力发电厂脱硝液氨耗用高的原因及解决措施

胡秋涛，李超，李邱楠

（华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆市江津区珞璜镇，402283）

摘要：随着社会经济飞速发展，社会对电力的需求越来越大。党的十八大以来，生态文明建设纳入中国特色社会主义事业总体布局中，近年来，所有火力发电厂完成了超低排放改造，在可持续发展的战略指导下，降低液氨的耗用对火力发电厂的经济效益具有重要的意义。本文主要就火力发电厂脱硝液氨耗用高的情况，从人员技术技能水平、脱硝催化剂作用、氮氧化物检测装置、煤种变化、自动调节装置等多方面进行原因的分析查找。并从低氮燃烧改造、操作员意识、小指标竞赛、设备的维护、脱硝分区改造、调门自动特性优化等多方面探索降低脱硝耗用量的对策和措施，希望能够为火力发电厂降低脱硝液氨耗用量提供可行的对策措施，为生产经营带来一定经济效益。同时为读者在工作中创新工作方式。

浅谈自然循环汽包炉冷态启动水位调节

范玫兴，李邱楠，胡秋涛

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆市江津区珞璜镇，402283)

摘要：机组发电运行过程中，必须严格对锅炉汽包水位进行监视与调整，保证锅炉的安全运行是重中之重，尤其在开机过程中汽包水位波动大，水位是引起锅炉 MFT 的主要原因之一。如果开机过程水位调节平稳顺利，亦能减启动用油，使机组尽早并网，提高机组经济效益。而自然循环汽包炉在开机过程中的水位调节是一大难点，影响水位的因素较多，对应的调整方法也是多种多样。针对这类情况，本文首先对影响汽包水位变化的因素进行了详细的分析。随后从锅炉点火前汽包水位的控制、点火后升温升压水位的控制、汽机冲转时的水位控制、并网时时水位控制、锅炉给水主旁路切换时水位的控制、并泵时水位控制六个方面对锅炉冷态启动过程中各阶段的水位调整作出分析，提出控制方法。最后对冷态启动锅炉汽包水位控制的具体方法进行了总结。

如何降低锅炉飞灰可燃物分析与处理

辜自立，张磊，刘文韬，窦阳

(华能珞璜电厂，重庆市江津区珞璜镇)

摘要：随着电力市场变化电力行业竞争越演越烈，燃煤发电厂的运行压力日渐增强，经济指标的要求日益严格，就锅炉运行而言，其中飞灰可燃物含量直接影响锅炉效率及机组的整体运行经济指标，因此得到越来越多的重视，运行中锅炉飞灰含碳量的控制显得尤为重要。由于珞璜电厂一二期飞灰可燃物长期偏高，本文从运行煤质，煤种，煤粉细度，燃烧工况，风量等方面，理论结合实际对此问题进行分析，找出问题原因并通过运行试验的方式找出解决方案。

声光报警在翻车机系统中的应用

周李

(华能重庆珞璜发电有限责任公司, 重庆, 400060)

摘要:安全是电力生产的重要基础^[1],保障电力安全生产,就需要对作业过程中人工操作部分进行充分的风险预测和预防工作,做好预先控制同时降低安全生产风险。翻车机系统自动作业过程中,需要人工对敞车车钩进行扶正操作、对敞车车底残煤进行清理,以防止发生敞车偏载等不安全事件,两者均属于翻车机系统设备动静间隙作业,人身机械伤害安全风险极大。本文介绍一种为降低电力生产企业翻车机系统安全生产风险而设计安装的声光报警保护装置的技术内容和推广应用情况。通过增加声光报警保护装置,进一步完善翻车机系统作业过程风险管控,翻车机系统自动作业过程中人员机械伤害安全风险大幅下降,敞车脱轨等不安全事件得到有效杜绝,安全生产状况明显得到改善。

双级动叶可调轴流引风机改进及卡涩防治

张丹平，曾多

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆，402283)

摘要：华能珞璜电厂三期机组轴流风机在进行了超低排放改造后运行期间发生多起动叶卡涩故障，给机组的安全、经济运行带来一定的影响。分析并排查了发生故障的原因，通过中心筒给一二级轮毂动叶增加了一路防堵吹扫风装置，有效解决了动叶卡涩问题。并针对机组在连续低负荷运行状态下叶片动作时出现故障的问题提出了相应的预防措施，避免此类现象的发生，其经验可为遇到同类故障的其他电厂提供借鉴。

无动力除尘装置在带式输送机上的应用

柴桢杰

(华能重庆珞璜发电有限责任公司, 重庆市江津区珞璜镇珞璜电厂)

摘要: 火电、码头、煤矿等厂矿企业中在对带式输送机输送过程产生的粉尘污染的处理上, 通常广泛采用高压静电、布袋式或冲击式水膜式等各种除尘装置和方式, 对逃逸出的粉尘进行捕捉、收集后再集中处理。这些处理方式虽然对减轻粉尘污染有一定效果, 但也存在相当的缺陷, 造成现场工况恶劣, 污染大, 除尘效果不明显, 粉尘浓度大, 现场文明生产状况差, 存在安全隐患。无动力除尘装置是根据空气动力学、流体力学原理, 采用压力平衡和密闭循环方式、最大限度的降低导料槽内气流的压力, 多级吸尘、降尘、降压系统的协调工作, 实现了含尘气流的闭路良性循环、沉降, 避免了粉尘外溢污染环境, 同时无动力除尘装置无占地、无电力消耗、无二次污染、维护费低且煤尘积结回落输煤皮带, 节能减排。

无刷旋转二极管励磁汽轮发电机振动异常分析及处理

王翔，杜小飞，余弢

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆，402283)

摘要：本文介绍了采用无刷旋转二极管励磁方式汽轮发电机的励磁工作原理。此类励磁方式在部分进口汽轮发电机中应用较为广泛。无刷旋转二极管励磁机具有结构简洁、安装维护简便、故障率低等优点，同时无刷励磁方式，也彻底避免了因碳刷发热引起环火的安全事故的发生。但由于无刷旋转二极管励磁汽轮发电机的特殊结构，在发电机出口短路引起三相电流不平衡的事故状态下，定子端部线圈的不平衡漏磁将在转子轴伸处产生变化的磁通，在此类型励磁方式的汽轮发电机励磁机连接部分产生涡流，导致连接部件熔接在一起，引发汽轮发电机振动异常。本文将通过相关事故案例对此类型汽轮发电机在不对称负荷、非全相运行以及不对称短路情况下异常振动的主要原因进行分析，并提出相应的处理方案，以求对此类型汽轮发电机的运行检修工作提供一定的帮助。

新形势下关于烟煤经济存煤方式的探讨

王新星

(华能重庆珞璜发电有限责任公司, 重庆市江津区珞璜镇, 400000)

摘要: 由于环境保护要求逐年提高, 火电机组排放物的控制也日趋严格。在此背景下, 电厂除了进行相应脱硫脱销设备的技术改造外, 不断精细化配煤掺烧工作也是势在必行。配煤掺烧是解决中国许多电厂燃料供应紧张, 煤种复杂多变, 运行安全性、经济性和环保性欠佳的重要途径。本文通过分析珞璜电厂实行的发电机组掺配混烧烟煤的耗用结构, 对电厂掺烧烟煤时需注意的几个问题, 如烟煤最大存煤量、烟煤最小存煤量和烟煤临界存煤系数进行了简单探讨, 对电厂今后的煤场管理工作有一定的指导意义。

一种高压短路接地线的操作优化研究

李超，胡秋涛，贾银松，贺非凡

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆市江津区，402283)

摘要：本文以华能重庆珞璜电厂装拆高压接地线的操作为框架，针对该厂目前使用的几种高压短路接地线，从装拆接地线的操作，以及对接地线结构组成分析，发现其目前存在的难点，总结出两大问题，一是重心偏高，操作中存在瓷瓶损坏、绝缘操作杆折断、带电挂接地线以及人身伤害等安全风险，二是三段式绝缘连杆接口及连接环生锈，在连杆连接时经常出现因生锈导致卡涩连不上情况，导致绝缘杆长度降低，增加了操作难度，装拆接地线操作安全距离不足也降低了安全性，每次操作时要花大量时间在连接连杆上，浪费时间和人力，潜在隐患大，针对以上问题本文通过对绝缘杆的镀锌防锈加工处理，以及外部伸缩升降装置工具辅助，解决以上难点问题，优化操作，达到操作顺利、节约人力、节省时间的目的。

有机朗肯循环的余热利用研究

王加松

(华能重庆珞璜发电有限责任公司, 重庆, 400282)

摘要: 我国余热资源非常丰富, 尤其是工业余热。因此我国的余热回收利用有着非常大的发展空间, 并且其对我国的节能减排和可持续发展事业也有着重要意义。相对于传统水蒸气循环, 有机朗肯循环因为有着热效率高、结构简单、环境友好、容易在低温环境吸放热做功等特点被广泛应用于中低温余热的回收利用。

以工业低温烟气为热源, 基于热源烟气参数建立有机朗肯循环模型。针对各工质进行热力学性能计算分析, 比较不同工质在同一热源下的热力学性能差异, 以寻找更优工质。在确定工质后对蒸发参数、冷凝参数等对循环性能的影响进行计算分析。

通过计算发现, 综合净输出功率和循环效率考虑时, 在所选择的工质中, 热源温度为 100°C 时, R152a 性能最优; 热源温度为 125°C 时, R245fa 性能最优; 热源温度为 150°C 时, R123 性能最优。在选取的温度范围内, 提高蒸发温度、降低冷凝温度可以提高循环的净输出功率和热效率。

火电厂废水及废水处理工艺探讨

梅其政，谭寅龙，史妮，曾小义

(重庆电力高等专科学校，重庆，400053)

摘要：我国水资源总量多人均水资源仅有世界人均水资源的 1/4 左右，工业耗水严重，废水排放量大，在煤多水少的一个资源背景下，火电厂是工业里的耗水大户、排污大户，随着国家对于环保要求日益严格，火电厂节约用水、废水零排放不但可以为企业带来良好的经济效益，还可以带来周边环境效益。介绍了火电行业耗水排污情况，分析了废水种类与特点，阐述了各个阶段具有代表性工艺处理的特点，总结了多个火电厂的废水处理工艺，为火电厂废水处理提供了一定参考价值。

350MW 机组轴封压力高治理

万大报

(重庆大唐国际石柱发电有限责任公司, 重庆市石柱县西沱镇, 409106)

摘要: 机组运行中轴封压力高长期运行时不仅会造成润滑油水分超标影响轴承润滑性能还会造成蒸汽外泄污染环境和机组热耗升高, 对机组运行的安全性和经济性有较大影响, 结合国产 350MW 超临界机组轴封系统运行方式及设备特点分析造成轴封压力高的原因, 逐项排查可能导致轴封压力高原因, 通过对轴封溢流系统改造和轴封溢流回收方式的调整降低了轴封压力, 改造后在不同负荷工况下, 轴封压力均维持在正常水平, 轴封处不再往外冒汽, 润滑油水分降至 30mg/l 以下, 保障了机组长周期安全可靠经济运行。

发电厂热控系统典型故障统计分析及预控措施

李海永，李顺成

(重庆大唐国际石柱发电有限责任公司，重庆石柱，409106)

摘要：通过对近年来全国发电企业发生的热控系统故障的引起机组跳闸典型案例的分布统计、分析、提炼和总结，分析热控系统潜在隐患的特点级分布，针对控制系统及辅助设备老化、自动系统缺乏试验和维护、就地独立装置故障高发、典型故障重复发生等暴露的问题，及早发现设备缺陷和潜在隐患，并有效加以预控，避免事态的进一步发展扩大，探讨了优化完善控制逻辑、规范制度和加强技术管理提出开展设备劣化分析和更新升级、重视自动系统品质维护、加强制度规范和执行、加强技术管理和人员培训等相关措施和建议，坚持坚持看、听、摸、测、查、调的现场设备巡检法，加强各专业之间的协作，建立更加完善的、常态的、有效的热控系统风险管制机制，提升热控人员的整体素质和反违章工作力度，切实将现场设备的隐患消灭在萌芽状态，以进一步消除热控系统的故障隐患，遏制机组跳闸事件的发生，提高发电机组和电网运行的可靠性。

发电机失磁保护与低励限制配合分析计算

陈孟林，李海永

(重庆大唐国际石柱发电有限责任公司，重庆市石柱县西沱镇火电大道 333 号，409106)

摘要：随着电网对各电厂深度调峰要求越来越高，发电机失磁保护与励磁系统低励限制配合关系对于机组的安全运行越来越重要，进相深度的逐渐增加，低励限制必须先于失磁保护动作，以保证发电机组的静稳运行，对电网的安全稳定运行起着至关重要的作用。本文以重庆大唐国际石柱发电有限责任公司 2 台 3500MW 机组为例，详细分析低磁励限制与发电机失磁保护的配合计算。

300MW 凝气式机组真空抽气系统优化

罗辉，叶晓冬

(国家电投集团重庆合川发电有限公司，401536)

摘要：本文介绍 300MW 机组凝汽式机组抽真空系统加装蒸汽喷射器抽真空系统，配套自动控制系统和辅助设备构成一套全新的蒸汽喷射真空系统，动力汽源采用辅汽联络母管辅助蒸汽。真空系统的安全经济性得到很大提高，施工难度不大，系统简单，运行成本低。

660MW 机组送风机叶片断裂的原因分析

胡庆权，张华聪，高立发

(国家电投集团重庆合川发电有限公司，401536)

摘要：本文针对 2×660MW 机组锅炉送风机在正常运行过程中出现由叶片断裂造成的设备运行参数异常，并对该风机出现设备异常原因分析，结合断裂原因分析，吸取本次送风机叶片断裂事故教训，从而为后续或同类型风机设备的检修提供参考依据。

三维肋管空预热器在 300MW 机组锅炉上的应用

胡庆权，胡波，黄超生

(国家电投集团重庆合川发电有限公司，401356)

摘要：介绍解决燃煤发电厂回转式空气预热器低温腐蚀、堵灰及漏风，首家 300MW 机组采用三维肋管技术进行一体化改造方案。运行实践证明，三维肋片管一体化空气预热器方案能够解决管式空气预热器低温腐蚀、堵灰及漏风问题，既实现了节能，又实现了富余热风对净烟气的混合加热，实现了暖风器、低低温省煤器、GGH 的功能，在湿法脱硫装置取消 GGH 的情况下，很好解决了烟囱腐蚀和烟羽问题，是目前较佳的锅炉烟气综合治理方案。

烟囱专用膨胀节的设计与选型

张国富，胡庆权

(国家电投集团重庆合川发电有限公司，401536)

摘要：本文介绍一种自密封烟囱膨胀节，可用于电力、冶金和建材等行业的悬挂烟囱排烟内筒中，能实现自主密封并能满足悬挂烟囱内筒在运行中的伸缩及密封要求。

研究气化微油技术在合川电厂的应用

林峰，张秋平，黄超生

(国家电投集团重庆合川发电有限公司，401356)

摘要：介绍气化微油枪点火技术在重庆合川电厂锅炉的实际应用情况，总结了微油枪点火阶段保障设备安全稳定运行的主要措施，介绍了我厂在使用气化微油枪冷炉点火后节油成效，以及稳燃、停炉下的安全使用成果。

水力发电专委会

蒸汽喷射抽真空系统在 660MW 机组的应用

张秋平，林峰

(国家电投集团重庆合川发电有限公司，401536)

摘要：本文主要介绍蒸汽喷射抽真空系统在 660MW 机组的应用、以及采用凝汽器蒸汽喷射真空系统（多级）与传统的抽真空系统相比时的优点，即抽气性能在各种工况、各种环境温度下，基本保持不变，能确保抽真空系统始终处于高真空状态。相同工况下，凝汽器真空可提高约 0.4kPa，每小时可降低厂用电 209kwh，降低机组的能耗，提高机组的经济性。

风电机组基础环防水技术改进研究

张国富

(国家电投集团重庆合川发电有限公司, 401536)

摘要: 本文重点探讨一种塔筒基础环防水结构——塔筒基础环防水裙, 能够解决现有塔筒防水在塔架不断产生高频振动及摆动的过程中密封处容易出现缝隙, 形成一种水磨效应, 出现防水密封破坏, 进而对基础产生损伤的问题。

300MW 机组冷却塔风水匹配强化换热技术应用

叶晓冬，林峰

(国家电投集团重庆合川发电有限公司，401536)

摘要：本文介绍 300MW 机组冷却塔应用风水匹配强化换热技术进行改造，提高冷却塔内的湿空气与循环水间的流量与换热能力的匹配程度，使冷却系统的经济性得到很大提高。

大型燃气轮机“两班制”运行方式下的节能探讨

薛涛，李鑫，陈君翱，白鸿宇

(华能重庆两江燃机发电有限责任公司，重庆，400714)

摘要: 本文以三菱 M701F4 型燃气-蒸汽联合循环单轴机组为研究对象，通过对机组频繁调峰，早起晚停的“两班制”新常态运行方式的分析，从设备改造、逻辑修改方面进行分析和探讨，以安全、经济为前提，对相关合理性进行阐述，通过对修改方案的计算，同时探索更优节能运行方式,进一步提升机组的经济效益，并提出合理建议，对同类型运行机组具有一定参考意义。

浅谈配煤掺烧的过程管控

姚侃

(重庆大唐国际石柱发电有限责任公司, 重庆市石柱县西沱镇火电大道 333 号, 409106)

摘要: 受煤炭去产能影响, 电煤供应紧张, 火电企业大部分经营困难, 亏损严重。如何降低燃料成本, 提高效益, 关系到火电企业的生死存亡。为降低燃煤成本, 各燃煤电厂均开展不同煤种、不同配比的多样化配煤掺烧, 给锅炉的安全、环保、经济运行带来较大风险。本文以重庆某电厂配煤掺烧为例, 从安全、环保、经济三个方面确定掺烧边界条件, 结合具体的掺烧试验分析, 从存煤管理、取煤管理、运行管理、设备管理、预警管理、新煤种管理六个方面输入剖析掺烧管控措施, 确保机组安全、环保、经济运行, 力求配煤掺烧取得实际效益。

电动重卡在火电厂物料运输的研究及分析

陈天健，谭志强，曾垂曦

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司，贵州遵义，564600)

摘要：面对如今全球范围日益严峻的能源形势和环保压力，近年来，世界主要汽车生产国家都把新能源汽车产业进展作为提高产业竞争力、保持经济社会可持续发展的重大战略举措。我国新能源汽车产业进展尚处于起步阶段，当前面对的近况主要是资金、人才均有较大缺口；市场宣传力度还不够；新能源汽车的技术还未取得全面突破；政策的扶持力度上也不够细化。面对这些问题还需各级政府、企业提出相关的进展对策，进一步完善新能源汽车技术、消费市场环境。我国作为能源消费大国，发展新能源汽车产业是低碳经济时代必然的选择。同时，新能源汽车的产业进展也将是汽车行业的新导向。该项目主要是针对重型电动重卡在山区火电厂进行物料运输的研究，在载重 18 吨/车情况下，电动重卡五年总费用比柴油重卡低 6798.6 万元；在载重 40 吨/车情况下，电动重卡五年总费用比柴油重卡低 4496.7 万元，经济效益可观。

火力发电机组一次调频控制优化

黄勇¹，黄皓¹，王兵兵¹，高扬¹，李金朋²

(1.国家电投集团重庆白鹤电力有限公司，重庆市开州区白鹤街道，405400;

2.山西和瑞电力科学技术研究院有限公司四川分公司，四川省成都市青羊区，610031)

摘要：本文以重庆电网公司提出的一次调频考核“两项细则”为依据，仔细分析了机组的一次调频响应特性，同时分析了机组原有的一次调频控制方案，结合本公司汽轮机高调门的流量特性，以及机组正常运行的滑压曲线，按照既要最大限度满足“两项细则”考核要求又要保证机组安全稳定运行的原则，提出了本次一次调频优化的具体方案。本次方案优化了一次调频动作判断、一次调频动作指令、一次调频动作对主蒸汽压力的影响、一次调频与 AGC 反向、调门特性曲线的重叠度等影响机组一次调频响应的因素，较好地解决了以往一次调频考核电量较多、工况适应性差以及汽轮机调速系统运行不稳定的问题，给电厂带来了很好的经济效益和安全效益。

660MW 机组精益化检修与经济性分析

李永忠，王伟，王维丹，罗万忠，吕建锋

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司，贵州遵义，564600)

摘要：随着我国金属材料加工工艺水平、装备制造水平及厂家设计水平等能力的大幅提升，对已投产运行的火电机组在不进行机组通流升级改造的情况下，通过部分新技术和新工艺的实施提升机组经济性；本文结合某厂 660MW 火电机组精益化检修及阀序优化的实施后机组热力性能进行了试验研究，结果表明，精益化检修后机组热耗较检修前降低了 77kj/kWh，通过开展机组精益化检修及阀序优化试验，在检修费用投入较少的情况下，能明显提高机组运行可靠性和经济性，对同类型未进行过优化改造的机组，采用精益化检修对提高机组经济性有很好的借鉴意义。

变质处理提升中铬铸铁材料性能

苏伟，张华聪

(国家电投集团重庆合川发电有限公司)

摘要: 利用光学金相显微镜、扫描电子显微镜和力学性能检测设备对变质前后的中铬铸铁 Cr6 的显微组织和力学性能进行了研究。研究表明: 变质处理细化了 Cr6 的基体组织, 消除了粗大的树枝晶, 改善了碳化物的形态与分布。力学性能方面, 与变质前相比, 变质处理后 Cr6 的硬度和冲击韧性分别提高了 5.5%和 22.7%, 达到了 57.3HRC 和 $4.86\text{J}/\text{cm}^2$, 耐磨性提高了 8%。但变质处理后的抗拉强度为 979.02Mpa, 明显低于变质前的 1192.85MPa。

基于单耗理论的燃煤火电机组能耗评估

梁超

(重庆汇智能源有限公司, 重庆南坪, 400000)

摘要: 缺乏有效的能耗考核方式一直是目前火电厂节能工作面临的重大问题^[1]。如同目前已经存在的对空调、冰箱以及电视等小型家电进行能耗分级一样^[2], 大型能源消耗工厂亦需要进行能耗的评估与分级, 从而确定并解决我国火电厂的能耗究竟处于怎样的水平, 如何评价火电厂的能效状况, 火电行业的节能潜力到底有多大, 怎样进一步降低火电行业的能耗等一揽子问题^[3]。本文以单耗理论为基础, 对燃煤火力发电机组建立相应的单耗分析理论的模型, 以某 660MW 超临界机、和某 1000MW 超超临界机组及某 1000MW 二次再热机组作为研究案例, 由此计算出各热力系统各个环节的附加单耗, 从而得出相应热力系统附加单耗的空间分布, 并对 660MW 机组、1000MW 一次再热及二次再热机组的计算结果进行了综合分析比较, 为创建能效综合评价体系的基础内容进行了进一步的分析, 同时也为根据各个环节附加单耗占总单耗的比例对各机组进行能耗评估以找出机组能耗最大的环节设备, 最终为节能降耗而提出相应的调整措施。

基于 660MW 汽轮发电机定子绝缘低的试验研究

张宏波，何刚，杨飞平

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司，贵州遵义，564600)

摘要：发电机定子绝缘好坏关乎发电机寿命，发电机定子绝缘偏低的影响因素主要有定子冷却水水质、汇水管绝缘、发电机内部受潮、封闭母线干燥度等。测量发电机定子绝缘是各发电企业停机期间和启机前的一项重要工作，通常以吸收比（即同一次试验中所测设备 R60s 与 R15s 的比值）来判断发电机定子绝缘状况。基于某 2×660MW 燃煤电厂停机期间，#1、#2 汽轮发电机定子绝缘偏低的现象，通过两组试验对比研究，分析得出：通过发电机机端、励端汇水管排污排污门降低定子冷却水箱液位 100mm 左右，对发电机定子绝缘有一定影响；在相同条件下，不同时间段测量发电机定子绝缘值存在差异，对于出现类似情况的发电企业，可结合本单位实际情况，参考文中所述方案及方法，以提高停机期间或启机前发电机定子绝缘水平。

660MW 超超临界锅炉高温过热器爆管原因分析

皮正仁，吕建锋，任青春，孙辉

(国家电投重庆电力有限公司，重庆市渝北区黄山大道中段 64 号 15 幢)

摘要：针对某电厂 660MW 超超临界锅炉高温过热器长期过热爆管，利用排除法对高温过热器长期过热的所有原因进行分析，结果显示：光谱分析显示材质符合设计，金相检测结果显示管样老化程度正常，化学检测结果显示管样结垢量正常，爆漏的管子在同屏相同材质管壁平均温度非最高，爆漏管子在不同屏中相同位置平均壁温非最高，最终推断出高温过热器长期过热爆管最可能的原因为异物堵塞，异物堵塞后造成管内蒸汽流量减少，管壁长期过热爆管，爆口开裂后，管内蒸汽流速增加，异物随之从爆口处被冲走。

对超临界 660MW 机组汽轮机顺序阀安全运行的探讨

王增慧，罗伟，李永忠，郑波，郑伟

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司，贵州遵义，564600)

摘要：某超临界 660MW 机组在 AGC 运行方式下升负荷过程中，汽轮机突然轴向位移超限保护动作，机组跳闸。经过系列检查、排查，排除了轴向位移保护误动作导致机组跳闸的可能性，确定汽轮机转子确实发生了轴向移动，通过对比跳机前相关参数变化情况，结合机组顺序阀方式下阀门流量特性曲线，推测跳机原因可能为长期关闭的高压调节阀后导汽管内不流通的蒸汽被冷却，当高压调节阀开启后蒸汽将导汽管内冷蒸汽带入汽轮机，汽轮机进入冷汽后转子产生轴向位移。并通过加装导汽管壁温监视测点的方式对推测进行验证，证明推断的正确性，并制定了系列防止汽轮机顺序阀运行方式进入冷汽的措施，对同类型机组汽轮机顺序阀方式下安全稳定运行具有重要借鉴意义。

水冷壁混合集箱管座裂纹原因分析及处理

付强

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 某电厂投入运行后 9 个月后, 在运行过程中, 发现水冷壁混合集箱管座角焊缝裂纹缺陷问题, 通过查阅设计施工图、检测集箱的材质情况, 并查阅集箱管座角焊缝施焊的过程控制记录, 根据裂纹现象和产生位置以及形貌, 判定为冷裂纹。经现场专题会讨论并结合锅炉厂的意见, 决定采用挖补处理。步骤如下: 打磨集箱管座焊缝部位--渗透探伤--重新校装管座--焊接--热处理--硬度检测及渗透探伤。因水冷壁混合集箱是高温、高压部件, 其制造、安装必须符合相关法规、标准规定, 考虑到管座更换工作的复杂性, 各工序专业技术知识要求较高, 处理工作量较大, 加之现场作业环境恶劣, 生技部专业组和维护单位认真策划, 制定抢修方案并监督作业人员按方案执行。通过原因分析并提出了预防改进措施及集箱的返修工艺, 以期对国内同类型机组的电站锅炉受热面集箱质量的监督和控制提供借鉴。

自制标尺技术在空预器密封间隙调整中的应用

周洪，孙端凯，徐波，黄建，文绍秋

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司，贵州遵义，564600)

摘要：空预器密封间隙调整质量的好坏直接关系到漏风率的大小和空预器运行的安全性，从而影响整个电厂的经济效率。通过应用自制标尺，在空预器密封间隙调整过程中，将不便于直接测量的密封间隙数据转换为间接测量；标尺固定于空预器烟气侧，替代转子的水平度与外观尺寸，确定静子扇形板与密封片之间实际间隙，从而调整密封片至要求位置，保证热态运行中密封间隙处于设计值，提高密封效果，降低空预器漏风率，达到提高经济效率的目的。此项技术实施便捷，工具制作简单易行且可复制，给火力发电厂空预器安装、检修积累了宝贵经验。

预脱盐系统排水作为循环水补充水的应用实践

李伟

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 预脱盐排水包括盘式过滤器的反洗水、超滤的浓排水、反渗透浓排水。在大多数火电厂, 与其他生产废水回收至复用水系统, 用作输煤栈桥冲洗、灰库放灰调湿、灰场和煤场抑尘喷淋等, 是水资源的极大浪费。二郎电厂化学专业人员通过取样化验, 将预脱盐系统的各类排水与循环水及其补充水作比较分析, 发现盘式过滤器反洗水、超滤浓排水的水质满足作为循环水补充水的水质要求, 而反渗透浓水因电导率、硬度、 Ca^{2+} 等水质高于循环水, 不符合循环水补充水的要求。根据分析结果, 二郎电厂实施了技术改造, 将盘式过滤器反洗水、超滤浓排水回收至循环水。通过改造, 取得了较好的节水效果和环保效益, 实现预脱盐排水的资源化利用, 提高了水的重复使用率。

大型发电机转子绝缘异常的分析

王洪元

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 大型发电机转子作为发电机的主要部件之一, 为有效对其绝缘状态进行监测和分析, 并能在绝缘低至保护动作值的情况下正常解列, 需要配置转子一点接地保护。目前对发电机转子进行保护的原理主要有乒乓式转子接地保护原理和注入式转子接地保护原理, 笔者所在单位发电机转子一点接地保护是利用乒乓式转子接地保护原理, 它反应发电机转子对大轴绝缘电阻的下降, 当达到动作值后应出口跳闸。但乒乓式原理转子一点接地保护在实际使用时需要对切换周期设置定值, 定值的范围从 0.5s-10s, 定值设置不合适也会对分析判断发电机转子绝缘水平造成误判, 本文就大型发电机转子绝缘在运行中显示绝缘偏低进行分析, 明确了定值设置正确对正确判断发电机转子绝缘状态的重要性。

燃煤计量环节智能化建设实践

刘杰

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 火电企业煤炭成本在经营成本中比重最大, 煤炭计量环节管理在企业管理中举足轻重。随着科技发展, 计量环节管理智能化管理手段日新月异, 老旧的人工参与计量环节方式逐步淘汰。我厂全力推进精细化管理, 全面防控燃煤计量环节风险, 借鉴高铁智能化检票和高速公路车辆识别等流程, 对入厂煤计量管理流程、软件进行优化改造, 通过分磅运行、车牌号识别双向对比、卸煤通道闭环管理、防作弊系统优化等措施, 真正实现同一时间段两个批次煤炭入厂皮带采样的智能化管理, 达到计量环节无人值守, 彻底解决了入厂煤煤车重复过磅、煤车压磅、煤车卸错地点等漏洞, 提升了入厂煤计量智能化水平, 避免人为干预因素, 堵塞管理漏洞, 降低企业生产经营成本, 为企业经营管理持续发展注入新力量。

自动控制优化在提升机组节能可靠性方面的应用

司诚，李纪勇，张小方，李松泽

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司，贵州遵义，564600)

摘要：本文阐述了火电厂热工自动控制系统优化、改造对机组节能可靠的应用，重点讲述了 DEH 阀门流量特性曲线、一次调频、燃烧控制系统、主保护投退画面及逻辑的优化，以及通过脱硝控制系统改造、油枪节能技术改造，有效的通过自动控制降低了机组事故情况下强迫停机的可能性,提高了机组控制系统中保护、联动的可靠性，对火电厂节能降耗和可靠性的提高起到了关键性作用。

浅析乒乓式转子接地保护的运行管理及逻辑优化

蒲小琴，薛波

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司，贵州遵义，564600)

摘要：从发电机转子接地的危害，引申出发电机转子接地保护的重要性。介绍 PCS-985B 型发电机-变压器保护中乒乓式转子接地保护的基本原理及硬接线，以及该保护在某电厂两台 660MW 超临界机组的运用。根据多年的实际运行情况及缺陷处理等方面，分析乒乓式转子接地保护的 3 个方面的弊端，从运行管理与逻辑优化方面，解析如何解决其弊端，从而提高该保护的可靠性。使乒乓式转子接地保护得到更加广泛的运用。

汽轮机精益化检修效果简析

王伟

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 汽轮机热耗作为机组经济性的的重要指标之一, 现在各火力发电厂已开始普片重视, 成为监测汽机性能的手段之一。汽轮机通流效率是影响汽轮机热耗的主要因素之一, 汽轮机通流效率与汽轮机的设计、制造、安装、运行等多方面因素有关。我厂汽轮机设计热耗为 $7560\text{kJ}/(\text{Kw}\cdot\text{h})$, #1 机组性能试验汽轮机热耗比设计热耗高 $69.4\text{kJ}/(\text{Kw}\cdot\text{h})$, 未达到设计要求。随着我国金属材料加工工艺、制造水平及汽轮机设计优化水平等大幅提升, 国产汽轮机热耗大幅度降低。为降低汽轮机热耗, 我厂联合汽轮机厂家对#1 机组有针对性的开展机组新技术和新工艺运用, 开展针对性的机组精益化检修。精益化检修后 #1 机组汽轮机运行参数明显改善, 取得了预期效果。

燃煤掺配经验交流

李开明

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 近年来燃煤价格居高不下, 火电企业普遍亏损。为了适应煤炭市场的发展, 实现火力发电企业“减亏控亏”, 降低燃料采购成本是必要措施之一, 火力发电企业采购各种不能直接入炉的燃煤在厂内进行掺配成为必然。如何保证燃煤厂内掺配既能满足锅炉燃烧稳定需求, 又能在环保的前提下最大限度提高入炉煤硫份, 提升配煤掺烧经济性, 是火电企业必须面对和解决的课题。

对巴威 W 火焰锅炉提高入炉煤硫分的探索

蔡伟

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 贵州地区因煤质含硫量较高, 区域内火电厂多采用 W 火焰锅炉。一方面, W 火焰锅炉可燃用劣质无烟煤, 同时低负荷稳燃效果较好; 另一方面, W 火焰锅炉因炉膛温度高达 1500℃ 以上, 炉膛出口氮氧化物浓度普遍较高, 最高可达 1300mg/Nm³。为满足国家规定的排放标准 (贵州地区氮氧化物排放浓度低于 200mg/Nm³、二氧化硫排放浓度低于 200mg/Nm³、烟尘排放浓度低于 30mg/Nm³), 各火电企业在寻求降本增效的过程中, 进行了提高入炉煤硫分的相关探索和改造。

660MW 火电厂大机直流事故油泵启动方式探讨

谭全

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 在火电厂中, 为了保证汽轮机的安全可靠运行, 除配有交流润滑油泵外, 还配有直流润滑油泵作为备用油泵, 通常称为事故油泵, 由比较可靠的直流蓄电池组供电, 在事故情况下, 确保汽轮机安全停机。汽轮机的轴承是确定转子的气缸中辐向及轴向位置, 用油做为润滑油介质并带走热量, 因此供油系统的可靠工作是轴承工作好坏的基本条件, 对汽轮机安全性关系很大, 对大机组的安全保证更为重要。但是在事故状态下, 直流润滑油泵往往也会因失电或者控制回路失灵等原因而不能可靠启动, 使汽轮机供油中断, 轴瓦烧坏, 引起机组重大损坏事故, 造成巨大经济损失。由此可见直流润滑油泵对安全可靠运行的重大意义。

对提高水处理树脂再生度的探讨

谢军

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 为了保证发电厂热力设备安全、经济运行, 必须对天然水进行除盐处理。当采用离子交换器处理天然水时, 可使水质净化得较彻底, 为热力系统提供了良好的水质。而离子交换器与水交换至一定的时候, 树脂的交换能力下降, 出水水质恶化。因此, 为了保证出水的水质, 必须对树脂进行再生。再生时所用的再生剂为酸、碱, 再生剂用量的多少对树脂的再生程度和经济性有直接关系。探索离子交换器最佳再生操作工艺, 可以提高交换器周期制水量, 降低酸碱耗, 提高出水水质, 使水处理设备达到低耗环保运行。

浅谈火电厂输煤系统状态检修

宋强

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 在火电厂运营过程中, 输煤系统作为电厂辅机系统的重要组成部分, 其能否安全、及时、快速将燃煤输送到原煤仓, 将会直接对电厂的运行效率与质量造成影响。为能够保证电厂输煤系统的稳定运行, 设备的安全运行可靠性起决定性因素, 本文将会对输煤状态检修的原则进行相应阐述, 主要是通过对输煤系统的动态及静态的检测、诊断、时刻掌握输煤系统的运行状态和设备良好情况, 从而及时有效的对输煤系统的各个零部件、组件是否存有质量问题, 以此来为后期的相关维修计划的制定提供数据参考, 进而以维修计划为基础展开实际设备维修工作, 状态性检修其主要可以分为完善管理制度、输煤状态检查、加强人员培训、制定完善的评估体系四大部分以期能够为相关业内人士提供参考。

入厂煤数量验收、质量检测自动化探讨

罗艺

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 随着时代进步, 科学的发展, 信息数字化、自动化已经开始逐步涉及到各个领域, 与我们的生活息息相关。燃料管理工作模式逐年发展, 越来越多的纸质文件、人工操作被替代, 更加准确、高效、自动的管理模式正在逐渐普及。煤炭占火电企业经营成本的70%以上, 燃料采制化管理是火电企业的重要环节, 采制化技术是燃料质量验收的核心。尽管各火电企业对燃料采制化管理投入较大精力, 但仍存在技术条件限制、管理漏洞等问题。基于此, 本文首先对目前入厂煤验收方面存在的问题进行了分析, 并结合本单位实际情况, 对燃料管理中数量验收、质量检测自动化作详细说明, 对燃料管理各环节的把控具体措施作具体介绍。

超临界 W 型锅炉燃烧控制系统探讨

贾瑞鑫，李娟

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司，贵州遵义，564600)

摘要:某电厂 $2 \times 660\text{MW}$ 超临界机组控制系统为艾默生公司 OVATION 分散控制系统，该系统包括了 FSSS、MCS、SCS、DAS、ECS 等系统。燃煤机组发展超临界大机组已成为我国电力行业的主要方向之一。本文分析了燃煤机组热效率低的原因和燃烧控制系统中存在的问题，阐述了火力发电厂机组燃烧控制系统的设计原则并对燃烧控制系统进行分析阐述。

通过 LC 卡实现 Ovation 第三方数据通讯的原理与方法

郑波，王增慧

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司，贵州遵义，564600)

摘要：工业控制已从单机控制走向集中监控、集散控制，如今已进入网络时代，工业控制器联网也为网络管理提供了方便。Modbus 就是工业控制器的网络协议中的一种。Modbus 协议是应用于电子控制器上的一种通用语言。通过此协议，控制器相互之间、控制器经由网络(例如以太网)和其它设备之间可以通信。它已经成为一通用工业标准。有了它，不同厂商生产的控制设备可以连成工业网络，进行集中监控。此协议定义了一个控制器能认识使用的消息结构,而不管它们是经过何种网络进行通信的。它描述了控制器请求访问其它设备的过程，如果回应来自其它设备的请求，以及怎样侦测错误并记录。它制定了消息域格局和内容的公共格式。当在 Modbus 网络上通信时，此协议决定了每个控制器须要知道它们的设备地址，识别按地址发来的消息，决定要产生何种行动。如果需要回应，控制器将生成反馈信息并用 Modbus 协议发出。在其它网络上，包含了 Modbus 协议的消息转换为在此网络上使用的帧或包结构。这种转换也扩展了根据具体的网络解决节地址、路由路径及错误检测的方法。

气化微油技术在火电厂的应用

林峰，张秋平，黄超生

(国家电投集团重庆合川发电有限公司，401356)

摘要：介绍气化微油枪点火技术在火电厂锅炉的实际应用情况，总结了微油枪点火阶段保障设备安全稳定运行的主要措施，介绍了某厂在使用气化微油枪冷炉点火后节油成效，以及稳燃、停炉下的安全使用成果。

大型水电站黑启动探究

马小亮

(重庆大唐国际彭水水电开发有限公司, 重庆市, 409600)

摘要: 本文结合现代电网发展特点, 对大型电网供电可靠性和安全性进行了阐述, 并结合实际案例表明在居住人口众多的大型城市电网因故障长时间停电带来的巨大影响和损失, 强调了黑启动的必要性和重要意义。彭水电厂最作为重庆电网最大的水电厂, 担负着重庆电网主力调峰、调频、事故备用等重要任务, 也是重庆电网黑启动电源点之一, 根据华中电网两个细则要求彭水电厂机组须具备黑启动能力, 并每年进行定期启动试验。同时结合彭水水电厂的主系统、厂用电系统以及重庆电网的特点, 将黑启动的相关概念、黑启动的一般原则、彭水水电厂黑启动主要步骤和需要注意的重点问题进行了重点解读。对彭水电厂在进行黑启动试验中暴露出的问题进行了列举, 并优化了黑启动过程中一些不必要的环节缩短了黑启动恢复时间, 对水电站黑启动方案提出了优化改进意见。

地下厂房式大型水电站智能巡检系统建设研究

舒西刚

(重庆大唐国际彭水水电开发有限公司, 重庆, 409600)

摘要: 文章对地下厂房式大型水电站设备设施巡检现状进行了分析, 总结了国内水电站设备设施巡检先进经验、手段, 结合地下厂房式电站运行特点, 提出了智能巡检系统功能需求及建设内容。文章提出了智能巡检系统主要从监控趋势报警、工业电视画面分析、红外温度测量、油色谱在线监视、智能机器人、无人机巡检等方面展开建设, 多手段、全覆盖采集现场数据, 开发设备参数、图像自动识别分析系统, 实现现场三漏、超温、超压、趋势劣化等异常情况自动报警, 减轻人为工作量, 并大幅提升运行安全。

彭水水电站 500kV 断路器操动机构频繁打压分析与处理

王浪

(重庆大唐国际彭水水电开发有限公司, 重庆彭水, 409600)

摘要: 彭水水电站 ZF8-550(L)/Y2500-50 型 550kV GIS, 于 2008 年投产, 运行多年来保持了良好的状态。近期升压站内水张一线 500kV 5051 断路器 HMB-8 型操动机构出现了偶发性打压, 最终演变成打压后, 液压操动机构弹簧迅速释能, 每隔 8 秒后重复打压, 并一直保持该状态。检查操动机构外部无渗漏、排除了二次回路故障, 判定液压回路内部存在内漏情况。首先对操动机构储能电机加装了临时散热装置。然后, 研究了该操动机构的结构原理, 结合故障现象, 对造成断路器操动机构频繁打压故障的原因进行了全面分析。最终, 经过多次更换操动机构功能模块, 成功处理了该故障。积累了 HMB-8 型操动机构频繁打压故障处理方法和处理步骤的经验。

水工管理在彭水水电站机组检修中的思考

朱小龙

(重庆大唐国际彭水水电开发有限公司，重庆彭水，409600)

摘要：水工管理在水电站前期建设和后期运营方面均占有显著的地位，在水电站后期运营中，水工管理旨在通过运用专业技术知识并辅助以技术手段保证水电站安全可靠地运行。水工管理人员仅仅依靠对水工建筑物的日常监测与维护保养是不够的，针对流道等位置特殊的部位，水工管理人员往往在日常巡视中无法看清其真实状况，从而无法准确判断其质量是否受控，但水轮发电机组检修提供了不错的机会，水轮发电机组检修会将水轮发电机停运，结合该契机，水工管理人员针对平常监测、巡视等无法到达的特殊区域，诸如流道等，深入这些易发生质量问题、长期被水冲刷的混凝土部位进行缺陷的检查与处理，以保证水工管理人员对水工建筑物各部位质量问题了解地更加全面。本文以彭水水电站为例，介绍水工管理在水电站水轮发电机组检修中对机组流道质量缺陷的检查、分析以及处理方法。

无人机在水电站高垂直隧洞检查中的研究与应用

王义山

(重庆大唐国际彭水水电开发有限公司, 重庆彭水, 409600)

摘要: 通过利用无人机先进技术的研究和分析, 对于无人机在高垂直隧洞中的检查技术难点和应当具备的条件进行了分析和讨论, 提出了无人机在高垂直隧洞检查的方法和步骤, 并结合彭水水电站 2 号机组 A 级检修对彭水水电站引水隧洞垂直段进行了实践。实践结果表明, 无人机在满足相关技术条件的情况下在高垂直隧洞进行检查具有可行性, 为同类型水电站垂直段引水隧洞检查提供了经验, 并具有一定的借鉴意义。

论边缘计算在智慧电厂安全管控中的应用

段美前

(重庆大唐国际彭水水电开发有限公司, 重庆彭水, 409600)

摘要: 本文从发电企业现场安全管理存在的突出风险出发, 结合智慧电厂安全管控的现状是目前智能分析产品的模式, 提出了基于边缘计算的智能识别系统研究。详细介绍了基于边缘计算的智能识别系统的业务、应用和系统架构, 该系统解决了前端智能产品识别类型单一的缺点, 又降低了后端分析服务器要求较高等要求。结合电厂生产管理实际需求, 综合运用网络通讯技术、人工智能等科技手段, 通过边缘计算实现人员不安全行为、设备不安全状态、环境不安全因素的识别预警。将智能视频分析结果与电厂已有安全生产管理制度、系统相结合, 准确对现场人员进行管控, 对现场违章行为、危险因素进行提前预警, 有效提高作业现场安全管理水平和管理效率。

彭水水电公司 2、3 号机组下导轴承摆度偏大原因分析

米宁

(重庆大唐国际彭水水电开发有限公司, 重庆彭水, 409600)

摘要: 水轮发电机组振摆偏大会严重影响机组设备的安全稳定运行, 通常引起机组振摆偏大的原因很多, 一般是多个原因叠加的效果, 给原因分析和检修处理带来一定的困难。本文以彭水水电站 2、3 号机组下导轴承摆度偏大现象为例, 通过分析对下导摆度产生影响的水力、机械、电磁力三个方面因素, 结合机组在线监测系统的频谱分析和主轴状态等工具, 逐项排除可能引起下导摆度偏大的次要原因, 最终得出机组轴线偏折和空气间隙偏小且分布不均匀是造成 2、3 号机组下导轴承摆度偏大的主要原因。为后续机组缺陷分析、运行方式调整、检修周期项目制定提供依据, 进一步优化机组运行工况, 提高设备安全性和可靠性, 也为实现机组状态检修积累经验, 奠定基础。为类似电站和机组解决导轴承摆度问题提供参考。

龙溪河梯级电站扩机增容方案的初步研究

蔡界清

(国家电投集团重庆狮子滩发电有限公司, 重庆长寿, 401220)

提要: 随着重庆电网不断扩大, 电网峰谷差加大, 调峰矛盾突出。国内外解决电网调峰容量的实践表明, 通过改造具有大水库的水电站来增加调峰容量是提高电网调峰能力的手段之一, 也是水电企业持续发展的道路之一。通过对龙溪河梯级电站的现状分析, 从提高梯级电站水资源、发电流量匹配的思路出发, 结合电网调峰与企业发展的需要等, 提出了龙溪河梯级电站扩机增容的初步方案, 通过经济性初步分析, 指出了龙溪河梯级电站改造为纯调峰电站技术上是可行的, 在现行电价形成机制条件下对投资者来讲缺乏经济性。随着新能源机组甚至核电机组的修建, 从长期考虑建议重庆市修建足够容量的抽水蓄能电站。

浅析上碕水电站 3F 快速闸门抱闸装置改造方案

张青

(国家电投集团重庆狮子滩发电有限公司, 重庆长寿, 401220)

摘要: 针对电磁式抱闸装置存在的问题, 通过对该型抱闸装置运行状态的分析, 提出新选型的抱闸系统需满足的技术要求和采用电动液压抱闸装置更换电磁制动式抱闸装置的替换改造方案, 并对交/直流电源的切换回路进行了设计。通过对采用电动液压抱闸装置替换改造方案的分析和方案的实施, 保证抱闸装置运行的安全、可靠。

水电企业在新形势下的水库调度管理

蔡界清，陈鹏

(国家电投集团重庆狮子滩发电有限公司，重庆市长寿区，401220)

摘要：当前水安全和水资源问题已经成为社会 and 经济发展中的重要因素。水电站水库作为开发任务较多，调度运行复杂、公益功能较强、事件后果严重、影响范围较大的特殊性综合利用工程，特别是因洪水等自然灾害所引发的突发事件，其危害巨大，因此做好水电站水库防洪减灾和经济运行工作极其重要。本文从狮子滩水库和大洪河水库多年运行的实践，总结列出了水电企业在新形式下做好水库调度管理工作的内容，提出了正确处理水库调度中的“六个关系”，以指导水电站水库安全经济运行。

浅析下碛电站计算机监控系统

杨伟

(国家电投重庆狮子滩发电有限公司, 重庆长寿, 401220)

摘要: 下碛电站是国家电投集团重庆狮子滩发电公司龙溪河流域梯级电站的第四级, 为新中国第一个五年计划设计建成的水电站, 随着科学技术不断发展, 如何提高老水电站自动化技术水平、设备运行可靠性具有相当重要的意义。本文通过介绍下碛电站计算机监控系统网络结构、硬件组成、系统功能、运行功能及特点等内容, 展示了该系统具有良好的运行可靠性、维护便利性、功能可扩展性等特点, 该项目为其它老水电站综合自动化改造和发电企业技术人才的培养提供参考意义。

重庆江口水电站自动电压控制功能的实现

欧适

(国家电投集团重庆江口水电有限责任公司, 重庆武隆, 408506)

摘要:自动电压控制系统(AVC)是实现电力系统无功功率及电压自动控制的重要一环,发挥着优化无功资源配置、提升电压/无功控制能力的关键作用。结合重庆江口水电站AVC子站系统的建设,介绍了江口水电站计算机监控系统现状、电厂侧AVC子站的基本原理和实现方案,阐述了系统各组成部分的功能,分析了实现发电厂电压自动控制所采取的主要控制及安全策略。针对采集模拟量的可靠性、通信延时的影响、确保发电机组安全稳定运行进行了探讨和分析。

发电机转子过电压保护装置试验方法探讨

刘晓云

(重庆大唐国际彭水水电开发有限公司, 重庆彭水, 409600)

摘要: 转子过电压保护装置又称作跨接器, 其作为大型发电机转子主保护, 还承担着灭磁的作用, 正确、安全地对该装置进行定期检验是发电机正常工作的前提。因此, 提供一种安全、简单、可靠的转子过电压保护装置检验方法十分必要和紧迫, 本文介绍一种采用发电厂现有高压试验设备及简单二次电路进行跨接器检测的安全可靠且简单实用的方法。

新能源专委会

纳米碳管黑体三维结构太阳能电池

刘键桥

(华能重庆珞璜发电厂, 重庆江津, 402283)

摘要: 利用清洁的太阳能对于解决能源问题及环境问题意义重大。纳米碳管黑体三维结构太阳能电池 (Vantablack 型电池) 具有能量转化效率高, 阳光不易反射散失的特点, 有着广阔的应用前景及巨大的经济效益。与传统的染料敏化太阳能电池和光电化学 (photoelectrochemical) 太阳能电池相比, Vantablack 型太阳能电池具有显著的特点: (1) 电极由纳米粒子烧结而成的三维网络构成, 极大地增加了单分子的吸收光程, 使吸光效率大大提高[1]; (2) 吸收一个光子能产生多组电子空穴对 (electron-holepair), 能产生更多的光电流[2,3]; (3) 部分热能通过腔体壁和导热硅脂传导至四周的温差发电片, 进行热电转换。电池中涉及的黑体完全吸收率理论上为 100%, 实际中为使其接近 100%仍处于发展阶段。全文共分为五大部分, 内容包括: 太阳能电池的发展; 太阳电池 (纳米结构太阳电池); 黑体热吸收; 纳米碳管黑体三维结构太阳电池的设想及模型; 总结。

三相光伏发电独立/并网模式切换控制器设计

梁富宽，李山，王涛

(1.重庆理工大学 电气与电子工程学院，重庆，400054;

2.重庆市能源互联网工程技术研究中心，重庆，400054)

摘要：随着光伏发电技术水平不断提高，使光伏发电从独立式逐步走向大规模并网，并且广泛应用于多个领域，在这样的背景下，微电网被认为是降低能耗、提高电力系统可靠性和灵活性的智能电网的重要组成部分。电力系统可靠性和灵活性的智能电网的重要组成部分。微电网实现其技术性、经济性优势的关键就是并网与孤岛两种模式的运行能力。两种运行模式间的平滑切换是保证微电网持续稳定运行的关键技术。本文为了最大限度利用光能，提高系统的输入功率，针对前级光伏电池的 MPPT 问题，介绍了扰动观察法并进行了仿真验证。然后运用了电压源型逆变器为微电源的微电网模型，提出针对微电网独立和并网运行两种模式下，微电源的相应控制方法和策略，并对逆变器使用的 LC 滤波器进行了设计。针对光伏并网不同的运行模式，行两种模式下，微电源的相应控制方法和策略，重点比较了并网 PQ 控制和离网下垂控制的效果并进行了 MATLAB/Simulink 仿真，最后在光照改变，有负荷切除的情况下，实现了系统由并网转离网和离网转并网的的模式切换。

新能源发电企业“两个细则”分析

田娟娟

(国网重庆经研院, 重庆, 401120)

摘要: 电网“两个细则”考核已在风电、光伏等新能源电场中正式实施且日益严格, 风电场和光伏电站采用何种措施满足电网“两个细则”的要求, 从而有效减少电网考核, 最终在“两个细则”考核中实现盈利, 对风电场和光伏电站具有重要的现实意义。本文分析了风电、光伏等新能源的特点和新版“两个细则”中对风电场、光伏电站进行考核的主要因素并提出相应策略, 对提升风电场、光伏电站经济运行水平具有一定的参考意义。

典型楼宇型建筑的分布式能源系统优化设计及 指标对比分析

尹楠¹, 钱鑫²

(1.重庆汇智能源有限公司, 重庆市南岸区, 400000;

2.国家电投集团远达环保工程有限公司, 重庆市渝北区, 401120)

摘要: 为实现分布式能源系统经济, 能效和节能效益最大化, 本文建立了一种针对楼宇型分布式能源系统的相对普适化的数学和物理模型, 以粒子群优化算法和线性规划相结合, 采用两阶段优化方法计算系统的最优容量配置和运行策略。对四种典型楼宇型建筑进行负荷特性分析; 根据搭建的楼宇型分布式能源优化模型, 优化各建筑的最优运行策略和容量配置; 对比四种不同建筑的优化指标, 分析不同建筑对分布式能源系统的适用性。结果表明: 终端负荷是系统优化的基础, 不同负荷特性的建筑的优化结果有很大的差距; 宾馆建筑相对最适用于分布式能源系统, 商场建筑最不适合分布式能源系统, 其中供需侧负荷差距越小, 热负荷较高且负荷波动性小的用户更适合分布式能源系统。

综合智慧能源商业模式研究

黄小冬

(重庆汇智能源有限公司, 重庆 南坪, 400000)

摘要: 面对综合智慧能源发展的困境, 探讨其商业模式对于传统能源企业实施战略转型, 实现高质量发展具有现实意义。通过总结当前综合智慧能源发展上的认识误区, 并通过五力模型分析了在当前行业环境下, 仅提供能源产品的发展模式, 项目无法实现较好的盈利。经 SWOT 分析, 提出采用多元化战略, 从只向用户提供能源产品, 转变为以智慧化为核心, 以能源为拓展业务的切入点, 满足客户多元化需求, 向用户提供既包括能源也包括非能源的智慧化综合服务, 为客户创造价值, 进而创造出新的盈利模式。并以园区项目为例进行详细的阐述。

光伏并网逆变器

周泽森¹，郑浩文¹，周华勇²

(1.华中科技大学, 湖北省武汉市, 430074; 2.国网重庆市电力公司营销服务中心, 重庆市, 400023)

摘要: 发展光伏发电是解决当下能源问题和环境污染问题的重要途径。逆变器是光伏发电系统的核心部分, 其性能的优劣直接影响到发电系统输出功率的大小和电能质量的好坏。在光伏并网发电应用中需要逆变器具有稳定、快速、高效等特点, 以实现并网发电系统的高效节能运行。^[1]本文首先简要地从定义, 模型, 控制策略角度介绍此类逆变器, 而后结合市场调研分析相关国内外发展并给出个人见解, 最后对光伏并网逆变的发展做出一定的展望。

光储充一体化微电网运行模式平滑切换控制策略研究

李锋，冯江

(中冶赛迪电气技术有限公司，重庆市，400013)

摘要： 本文根据市场实际需求，结合实际工程应用，构建了光储充一体化微电网系统，并构建了该系统拓扑结构，主要研究系统运行在孤岛、并网模式下的切换问题。分布式发电微电网系统是位于用户附近的小型模块化电力能源，它靠近用户现场并可以在配电电压等级上实现与大电网联网，具有节省输电投资、提高供电可靠性、减轻大电网供电压力、减轻环境污染的优点。微电网由并网运行模式到孤岛运行模式的平滑切换是保证微电网区域内重要负荷持续可靠供电的重要手段。文中利用 MATLAB / Simulink 仿真软件建立了逆变器微源类型的微电网模型，实现了微电网并网与孤岛 2 种运行模式及其相应的控制方法。通过仿真验证了所提出的平滑切换控制方法及策略的有效性，从而可为新能源微电网工程应用推广提供参考借鉴。

电力环保专委会

钒系催化剂吸附 NH_3 的密度泛函理论研究

王雪冲，段言康，段明华，张河坤，刘显彬

(国家电投集团远达环保催化剂有限公司，重庆，401336)

摘 要： 由于钒系催化剂催化机理十分复杂，本文考察钒系催化剂对氨气的吸附特性，利用 Gaussian 软件中的 B3LYP 交换泛函函数与 6-31G(d, p)极化基组对氨气 (NH_3) 在五氧化二钒 (V_2O_5) 上的吸附特性进行研究。相比传统的实验方法，分子模拟方法在 SCR 反应机理的研究中具有经济、省时的优势。分别采用 $\text{V}_2\text{O}_7\text{H}_4$ 与 $\text{V}_2\text{O}_7\text{H}_5$ 两种不同的簇模型来模拟 V_2O_5 的表面 NO 与 NH_3 的反应，发现存在不饱和化学键的 $\text{V}_2\text{O}_7\text{H}_5$ 更加有利于 NH_3 吸附在 V_2O_5 催化剂表面上 Brønsted 酸位上，同时能释放更多的热量，有利于吸附反应的进行。对 $\text{V}_2\text{O}_7\text{H}_5$ 簇模型进行 SCR 反应机理研究发现 NH_3 吸附在 V_2O_5 催化剂表面 Brønsted 酸位后，首先形成过渡产物 $\text{V}_2\text{O}_7\text{H}_6\text{-NH}_2$ ， $\text{V}_2\text{O}_7\text{H}_6\text{-NH}_2$ 继续吸收热量分解为 $\text{V}_2\text{O}_7\text{H}_6$ 和 NH_2 自由基，其中 NH_2 自由基能与 NO 发生化学反应生成中间产物 NH_2NO ，而 NH_2NO 很容易分解为氮气和水，从而实现 NH_3 与 NO 之间的反应。

利用化学沉淀法处理脱硫废水中氟化物的小型试验及讨论

陈名剑，周汉

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆市江津区珞璜镇，402283)

摘要: 在火力发电厂中广泛应用的湿法脱硫装置可以对含有众多杂质的烟气进行净化处理，吸收塔可去除烟气中含有的金属及非金属污染物，但烟气脱硫处理过程中产生的废水如直接排放会对环境造成巨大的影响。比如脱硫废水中含大量的氟离子会成为间接的氟污染源。这些含氟废液和废渣的特点是排放集中，引起周边人、畜中毒，引发地方性氟病。含氟废水通过石灰乳中和、混凝剂絮凝、除氟过滤器过滤后，使废水中的氟去除率达到 96%以上所含的氟离子。本试验旨在利用化学沉淀法去除脱硫废水中的氟化物，通过小型试验的方式，确定熟石灰的最佳投放计量，使处理后的废水中氟化物含量符合我国工业废水排放标准 (GB8978-1996): 氟离子浓度小于 10 mg/L，同时考虑经济性，节约废水处理成本。

提高高硫煤机组废水零排放下的石膏品质

朱东盛¹，王淳²，黄可³

(华能重庆珞璜发电有限责任公司，重庆江津，402283)

摘要：珞璜电厂属典型的高硫燃煤机组，6台燃煤机组脱硫系统超低排放改造后且在废水零排放情况下，吸收塔浆液氯离子含量大幅上升，石膏品质严重下滑。本文重点分析石膏品质较低的原因，摸索高硫燃煤机组脱硫废水零排放下提高石膏品质的方法。经过一段时间的实际应用已初见成效，逐步缓解废水排放与石膏品质之间的矛盾，提升了脱硫副产品-石膏的品质，创造了较好循环经济效益。为同类型高硫燃煤机组脱硫废水零排放下石膏品质的提升提供参考。

二郎电厂备用煤场洗车池

董万强

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 贵州习水二郎电厂为 $2 \times 660\text{MW}$ 超临界燃煤机组, 由于习水二郎电厂二期场地内备用煤场经常要进行汽车转煤, 车辆进出煤场时, 轮胎夹带的煤渣经常遗撒污染在厂内道路上, 既影响厂内安全文明生产的形象, 也不符合环保方面的要求。采用洒水车冲洗道路, 既增加购置车辆设备的投资费用, 又浪费厂区内较多的水资源, 也增加了污水处理系统的工作量。二郎电厂在备用煤场出入口处, 实施修建洗车池项目后, 不需要布置专用电缆和购置专用冲洗设备, 既节省了前期施工材料、设备的购置费用投入, 又节省了后期使用维护的费用, 解决了运煤车辆对道路的遗撒污染问题, 同时又提高了厂内复用水的利用效率, 实现复用水的循环再利用, 节约了厂区内水资源的用量, 也减少了污水处理系统的工作量。

“W”型火焰锅炉超低排放改造的必要性分析

邱天志

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 目前国家鼓励火力发电“W”型火焰锅炉机组进行超低排放改造, 对非“W”型火焰锅炉和非循环流化床锅炉强制要求 2020 年底前全部完成超低排放改造, 已完成锅炉超低排放改造, 并实现超低排放的, 原则上奖励 300 小时(重庆奖励 200 小时)机组利用小时数, 同时可享受电价补贴和环保税激励政策。在信贷融资支持方面, 开发银行对燃煤电厂超低排放和节能改造项目落实已有政策, 继续给予优惠信贷。支持符合条件的燃煤电力企业发行企业债券直接融资, 募集资金用于超低排放和节能改造。鉴于近年来, 非“W”型火焰锅炉和非循环流化床锅炉超低排放改造已基本完成, “W”火焰锅炉超低排放强制改造已基本势在必行。为提前满足生态环保形势需要, 阐述了“W”火焰锅炉改造后解决空预器腐蚀和堵塞问题, 享受超低电价补贴、环保税减半等政策红利, 探讨“W”型火焰锅炉改造的必要性。

户外变电站噪声精准治理模式分析研究

徐禄文¹，杨勃¹，邹岸新¹，杨滔²

(1.国网重庆市电力公司电力科学研究院, 重庆市, 401123; 2.国网重庆市电力公司, 重庆市, 400014)

摘要: 随着人们对变电站环境噪声问题的关注度越来越高, 开展超标扰民变电站噪声治理成为一项重要的电网环保工作。本文根据工作中暴露出的治理方案缺乏严密的科学论证、工程治理效果不佳、工程费用虚高等问题, 提出了户外变电站噪声精准治理模式。以实际变电站为例, 借助所开发的变电站环境噪声分析系统软件 SENCS, 通过资料收集、模型验证、治理前分析、优化治理方案的提出以及治理效果的分析展示等六个步骤的分析研究, 提出了户外变电站精准治理的模式。该治理模式能够有效确保敏感目标和站界持续达标的同时降低工程成本, 对户外变电站噪声治理以及新建变电站规划设计发挥重要的指导作用。

基于废弃脱硝催化剂制备偏钛酸水解工艺研究

吴涛，刘显彬，邓雷，段明华

(国家电投集团远达环保催化剂有限公司，重庆，401336)

摘 要：采用外加晶种常温水解工艺，以废 SCR 催化剂为原材料制备偏钛酸，考察了钛液酸度值，钛液浓度和晶种加入量对水解工艺的影响，实验表明该水解工艺可行。酸度 F 值对水解率影响显著，随着 F 值的提高，其水解率降低。比表面积和 D50 粒径值与 F 值不具相关性，当酸度值达到 2.57 时，其水解率下降约 60%；钛液浓度对水解率的影响亦较显著，随着钛液浓度的升高，其水解率和比表面积先上升后下降，D50 粒径值呈下降趋势；晶种加入量的增加，其水解率和 D50 粒径值先上升后下降，比表面积呈递增趋势。实验表明，确定的水解工艺可制备得到适宜指标的偏钛酸产品，可为中试试验提供数据支撑。

砷中毒脱硝催化剂再生技术研究

段言康，洪永江*，鄢文东，段明华，王雪冲，邓巧莲

(国家电投集团远达环保催化剂有限公司，重庆，401336)

摘要： 本文通过超声波+水浴加热和水浴加热两种方法在碱性溶液中对砷中毒脱硝催化剂进行深度清洗，并通过负载的方式将清洗后催化剂活性组分增加至与新鲜催化剂相当水平，实现了砷中毒催化剂再生。借助 XRF、BET、XRD 的表征手段，发现该再生技术对砷中毒催化剂中砷的去除率高达 94%以上，且可将催化剂比表面积恢复至新鲜催化剂水平，最终实现催化剂活性 100%恢复。

吸收式热泵对热电联产机组的降耗作用

舒斌，刘舒巍，贺国念

(国家电投集团远达环保工程有限公司重庆科技分公司，重庆市渝北区金渝大道 96 号，401122)

摘要：本文针对热电联产机组，从供热角度分析了吸收式热泵对机组的“降耗”作用。热泵通过回收汽轮机排汽热并将热量用于供热，降低了冷端损失，机组热效率大幅提升，供热条件下“热-电”综合效率可达 70% 以上，折算机组煤耗实现大幅下降。文中对某 125MW 热电联产机组进行了案例分析，根据反平衡算法，得到了机组在接带吸收式热泵后供电煤耗下降约 70g/kW·h 的典型结论，验证了热泵对热电联产机组的“降耗”作用。

SCR 脱硝控制系统优化技术

王进，吴其荣，陈建宏，周川雄

（国家电投集团远达环保工程有限公司重庆科技分公司，重庆市渝北区金渝大道 96 号，401122）

摘要：针对出现问题的 SCR 脱硝系统，采用 SCR 脱硝优化技术如：降低进入反应器内的飞灰含量、优化现有 SCR 脱硝系统流场、优化 SCR 脱硝喷氨控制系统等，可有效减缓催化剂磨损、堵塞，提升截面流速分布均匀性、氨浓度分布均匀性，降低氨逃逸等目标，最终使 SCR 脱硝系统节能稳定运行；某 300MW 机组通过 SCR 脱硝控制系统优化改造后，氨逃逸降低到 $0.76\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，氨耗量降低 5% 左右，出口 NO_x 浓度均匀度降低到 10% 以下，在满负荷工况下压损降低 125Pa，年节约运行费用 76.67 万元。

AP1000 核电站化学废液处理工艺研究

马若霞¹，毛莉²，毛霖¹，伍灵¹，

(1.国家电投集团远达环保工程有限公司重庆科技分公司，重庆，401122

2.国家电投集团远达环保工程有限公司，重庆，401122)

摘要：核电站的废液主要包括工艺废水、化学废液、地面排水和常规岛排水等，其中化学废液的水质较差、杂质多、电导率高，且放射性活度浓度可能较高，如化学清洗废水和化学去污的排水以及放射性化学分析实验室进行样品分析后产生的废水等。本文阐述了我国典型核电站中化学废液的处理工艺，分析总结了了各类工艺流程，重点阐述了山东海阳 AP1000 核电站放射性化学废液处理的预处理工艺。采用预处理工艺技术作为化学废液的预处理手段，解决了化学废液中有机物处理的根本问题，具有能耗低、废物量小、经济合理等优点，不仅可以有效去除化学废液中的有机物，还能显著降低废水中的核素和重金属离子，可有效降低后续处理设备如活性炭柱、树脂柱、烘干装置等设备的工艺负荷，满足移动式化学废液处置车的进液条件。

高电压专委会

电热型复合绝缘子电场仿真与直流电气特性试验研究

夏翰林¹，詹航¹，胡琴²，肖龙方³，李登峰¹

(1.国网重庆市电力公司电力科学研究院，重庆市渝北区，401123；

2.输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室（重庆大学），重庆市沙坪坝区，400044

3.国网重庆市电力公司市北供电分公司，重庆市江北区，401147)

摘要：覆冰地区线路遭遇冰雪灾害概率非常高，复合绝缘子覆冰会对电网的安全运行造成威胁。将电热型涂料涂覆于复合绝缘子表面能有效防止覆冰，但会对安全性能产生影响。为研究电热型涂层对复合绝缘子电场的影响，本文基于有限元方法对涂覆电热型涂层的复合绝缘子进行了直流电场仿真计算，考虑涂层位置与涂层厚度等因素，提出涂层布置方式对绝缘子电位、电场的影响规律，以沿面电场低于电晕起始场强 4.5kV/cm 以及涂料用量最少作为目标，选择出了最优的涂层布置方式。通过对电热型复合绝缘子进行直流电气特性试验，提出了涂层电阻、污层盐密对直流污闪电压、冰闪电压的影响规律，以最大耐受电压高于系统目标耐受电压作为目标，筛选出了满足安全性能的电热型复合绝缘子。

感应电压对电流互感器介损测试结果的影响分析

赵铁羽，徐腾飞

(国网重庆市电力公司璧山供电分公司，重庆市璧山区福顺大道国家电网公司，402760)

摘要：本文对两起电流互感器介损试验测量结果分别出现与负值及偏大的情况进行了分析，发现测量时被测电流互感器各相末屏均带有 200V 以上的感应电压，通过对电流互感器内部结构及介损测试仪测量原理分析，确认了当末屏存在感应电压时，会因为感应电压的相位不同，导致介损实际测量值偏大或偏小，当该感应电压幅值较高时，产生的影响可能会导致测量结果不合格。所以当电流互感器介损测试结果不合格时，不应盲目下结论，应根据被测设备周边设备带电情况和末屏感应电压大小辅助判断。

绝缘油析气性测定控制系统设计

李家雨

(华能重庆珞璜发电有限责任公司, 重庆市江津区珞璜镇, 402283)

摘要: 在电能的生产、变送和使用过程中, 电气设备扮演着不可或缺的角色, 充油电气设备的正常运行需要高性能绝缘油的保障, 而绝缘油关键性能的达标又是电气设备安全、稳定和高效运行的必要条件, 其中析气性就是衡量绝缘油品质是否过关的重要参数。在高压电场的作用下, 绝缘油中产生的氢气会以微小的气泡形式释放出来, 很可能产生气隙放电的现象, 破坏充油电气设备的绝缘性能。本课题设计的全自动绝缘油析气性测定仪以 GB/T 11142-89 和 NB/SH/T 0810-2010 析气性测定方法为核心, 符合国家及行业标准, 以基于光学电子眼的液位跟踪测量方法及大电压光纤抗干扰隔离通信为核心关键技术, 在嵌入式系统自动控制下实现对待测绝缘油析气性的全自动测定和监测, 相较于传统的实验室测量方法, 利用控制系统的快速、准确和稳定性能够降低测量误差, 不仅节省了人力成本, 排除了人为因素影响, 还提升了测定结果的精确性。

提升固定式开关柜回路电阻测试效率——真空式吸盘接线接头的研制及应用

邓梦馨

(国网重庆市电力公司璧山供电分公司, 重庆市璧山区福顺大道国家电网公司, 402760)

摘要: 为解决固定式开关柜中狭窄环境中接线不便对开关柜回路电阻测试效率和准确度、人员和设备安全的影响, 研制了真空式吸盘接线接头。先根据开关柜内空间大小、接线排的宽度制定了接线接头的总体结构; 再根据三种接线方式进行接线柱的设计, 再选择材料, 最后对接线接头进行了现场测试。研究结果表明, 研制的接线接头符合相关绝缘等安全标准, 能提高固定式开关柜回路电阻测试效率、准确度, 保障试验过程中人员和设备的安全, 从而减少对外停电时间、减少用工成本。

XLPE 绝缘电缆中水树与电树缺陷协同发展规律研究

欧阳希，周淙*，姜茜，罗振辉，李勇

(重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室，重庆，400044)

摘要：湿度与过电压分别作为电缆绝缘中产生水树缺陷、电树缺陷的关键影响因素，当两种因素同时作用时，水树、电树将会协同发展、加速劣化，研究水树与电树的相互作用规律，对提高 XLPE（交联聚乙烯）电缆的绝缘性能和可靠性评估具有重要意义。本文建立了水树、电树联合老化实验平台，利用针电极模拟实际电缆绝缘缺陷，进行了水树与电树之间的相互转化和协同发展实验。运用光学显微镜、扫描电子显微镜对其进行形貌特征、微观结构进行表征，并对协同生长特性进行了机理分析。研究发现：湿润水树可分散局部电场进一步阻碍电树的发展，而干燥水树结构将失去电场分散作用而其导流路径下导电粒子的沉积将进一步促进电树生长；电树强应力损伤将诱发绝缘内微孔通道产生，离子扩散作用加强，进一步加速了水树生长作用。

考虑天气条件和设备健康指数的架空输电线故障模型

张楷旋¹，钟臻²

(1.国网重庆市电力公司市南供电分公司，重庆市南岸区茶园新区长电路13号，401336

2.国网重庆市电力公司市北供电分公司，重庆市渝北区新牌坊三路89号，401147)

摘要：电网的发展带动电网技术的突破，尤其是在信息和能源等方面，发生了由量变到质变的转变。电力系统所涉及的面越来越广，已经不再是单一的电力传输系统，而是一个高度综合的整体。电力系统正变得越来越复杂和不可控，电网运行经验证明，电力系统和电力设备的很大一部分故障都是由于不确定性因素引起的。电力设备面临各种风险因素，传统的确定性的故障集无法应对随时变化的环境条件和电力设备运行状态。因此需要提出能应对不确定性因素的方法，以评估重要电力设备的风险。本文着重分析架空输电线路的风险因素，挖掘其故障停运的原因所在，从而建立考虑天气条件和设备健康指数的输电线路故障模型。该模型在重庆电力系统进行了测试。结果表明，该模型正确反映了输电线路的实时运行状态。

高灵敏度 SF6 分解成分检测装置的光学腔研制

张施令

(国网重庆市电力公司电力科学研究院, 重庆, 401123)

摘要: 本文详细介绍了基于激光吸收光谱技术的光学腔设计技术路线, 分析并介绍激光谐振腔技术的发展, 提出采用离轴入射式的光学腔设计方案实现高灵敏度检测。该检测系统选择特征气体频谱并输出吸收峰波长, 根据选择吸收峰的吸收系数计算确定光学腔的设计参数, 并应用有限元方法 (finite element method, FEM) 对光学腔内的气体压力分布和流速场分布进行了仿真模拟, 并在现场条件下测试了光学腔的气体检测性能。研制了 SF6 气体分解成分检测装置, 对 CO, H₂S 和 HF 三种典型分解产物进行了精度为 3ppm 的性能监测试验, 为在线检测典型 SF6 分解产物 CO, H₂S 和 HF 提出了较为新颖的研究方法。

基于 NDIR 原理的 CF₄ 浓度传感器研制及应用

张施令

(国网重庆市电力公司电力科学研究院, 重庆市渝北区, 401123)

摘要: 在进行红外气体传感器的气室设计时,有时需要对气室的光学特性和流体特性进行计算仿真研究。光学仿真的目的是验证气室 3D 结构对红外光传播的影响,可以在仿真过程中发现红外光线在气室内壁上的反射,散射等物理现象,并最终通过计算得到红外光在气室内部的损耗。通过这些信息可以进一步优化气室的内部结构。流体特性仿真也可以称为气路仿真,它是为了验证气室的 3D 结构对被测气体在其内部扩散的影响。通过仿真可以得到一系列关于气体流速,浓度分布的信息,这样可以进一步地对气室结构优化,以保证被测气体在气室内部均匀、快速地扩散。首先进行不同温度下传感器浓度标定,这一步的目的是要探究不同温度对传感器的输出会造成多大的影响,并通过标定得到的数据来进行温度补偿。本文中一共选择了 5 个温度点进行测试,分别是 -20℃,0℃,10℃,30℃ 和 50℃。湿度保持在 25%。试验方法与之前进行温度测试时相同,目的是为了更快的让传感器的气室内部的温度达到测试所需温度。

用于触发真空开关同步导通的脉冲源设计

周纹霆，周媛，喻雄飞，刘念，白枫

(国网重庆市电力公司经济技术研究院，重庆，401121)

摘要：由于触发真空开关 (Triggered Vacuum Switch, TVS) 具有耐高压、通大电流的能力，能够满足脉冲功率技术在某些方面的应用，因此，需要触发 TVS 具有较高的稳定性，这就对触发 TVS 的脉冲源有较高的要求。基于固态开关和变压器结构的脉冲源能够被用来产生快上升沿的脉冲，对 TVS 进行触发导通。本文设计的脉冲发生器，通过理论计算，分析了影响脉冲上升时间的因素，采用了纳米晶磁芯绕制的脉冲变压器，选择了耐压通流能力合适的 IGBT，并进行 PSpice 仿真，验证该设计的可操作性，最后，使用脉冲源对电阻性负载及 TVS 进行实验。结果表明，该脉冲源能产生一个输出电压 0~6 kV，上升时间 60 ns，脉宽 0~5 μ s 可调的脉冲，能够稳定触发 TVS 同步导通。

扩径导线在覆冰地区高压输电线路的应用前景研究

马俊, 白枫

(重庆市电力设计院有限责任公司, 400000)

摘要: 我国电网冰灾事故频发, 现有的抗冰减灾措施都存在局限性。本文通过对输电线路导线覆冰的内部影响因素的分析, 说明导线直径、扭矩对覆冰的影响, 同时结合扩径导线在国内外输电线路上的运行经验, 探讨在重冰区采用有效导电面积相同的扩径导线替代分裂导线来防止冰雪灾害的应用前景。已有经验和理论分析的结果表明: 相对于分裂导线, 扩径导线能够通过增加直径、减少扭转、增大电流产生热效应的综合作用来减少导线上的覆冰, 使得输电线路抗冰能力大幅度提升。此外, 采用扩径导线, 对输电线路的力学特性和安全性也有所提高, 最后提出了扩径导线应用需要解决的关键问题。研究表明: 应用扩径导线抗冰在技术性、安全性、经济性方面均可行, 具备良好的应用前景。

架空输电线路 OPGW 绝缘设计研究和防雷优化

王睿，秦榛，朱倩雯，唐立波，王川

(重庆电力设计院有限责任公司，重庆市电力公司经济技术研究院，401120)

摘要：输电线路架空地线主要采用普通地线和光纤架空复合地线（OPGW）两种形式。参考国内外几十年的实际运行经验可知普通地线分段绝缘、单点接地的接地方式产生的电能损耗非常小，而且与直接接地相比较，并不降低其保护性。但 OPGW 同时承担着光纤通信功能，出于对光纤通信的连续性和通信质量的考虑，OPGW 普遍逐塔接地。线路较长时，地线全线的电磁感应电压会达到上千伏，若简单采用此方法会给运行、检修带来很大不便。本文对 OPGW 的分段绝缘运行进行了研究，确定了地线绝缘分段方式。同时提出了提高 OPGW 耐雷击水平的措施。通过计算得出，通过该种 OPGW 绝缘运行方式，减少了地线损耗功率，减少了电能损失，在全寿命周期内具有更好的经济性，同时降低了 OPGW 遭受雷击的概率。

三芯电缆实时导体温度试验解析与计算方法

田昊，鲁黎，康朋，孙安黎，唐立波

(国网重庆市电力公司经济技术研究院，重庆市渝北区青枫北路 20 号凤凰 D 座，400000)

摘要：虽然目前对电缆外皮温度测量技术趋于成熟，但仍难以直接测量运行电缆导体温度。如果能通过监测的电缆外皮温度实时计算其导体温度，则能实现电缆的状态监测。本文将 10kV 三芯电缆热路简化为只含一个等效热容和一个等效热阻的暂态热路，利用一阶热路的响应实现电缆实时导体温度的解析计算。同时，本文在试验场进行了阶跃电流试验和周期负荷载流量试验，测量电缆导体温度和外皮温度。根据测量的电缆外皮温度和加载的负荷电流，利用本文提出方法计算试验电缆的实时导体温度；对比研究发现，导体温度的实时计算值与测量值吻合度较高，验证了本文提出的计算方法的正确性。该解析计算方法易于实现、计算准确，不仅可计算可用于计算常用敷设方式下不同回路三芯电缆实时导体温度，还可根据电缆当前运行状态适当调整其负荷电流，在保证安全的前提下提高现有电缆线路的输电能力。

一种电力设备老化评估的新方法

王国权, 张治桥, 刘松松, 赵丹

(国网重庆市电力公司经济技术研究院, 重庆市渝北区青枫北路 20 号凤凰 D 座, 401123)

摘要: 作为一种常见现象,设备老化已日益受到许多电力公司的重点关注。直到目前为止,大多数电力公司判断电力设备老化失效退出运行仍是基于工程判断的确定性方法。针对工程中判断方法带来的各种弊端,本文提出了基于强局部加权回归算法评估电力设备老化趋势的方法。该方法利用强局部加权回归算法结合电力设备的实际运行状况和运行特点,建立电力设备老化的模型,分析电力设备的老化状况,能够更加准确的模仿电力设备的老化过程,对电力设备的老化趋势做出准确的估计。从而为设备老化所引起的设备失效提供前期预测,为因老化引起的设备维护和设备失效而退出运行提供科学依据。本文应用该方法通过对一个地区变压器的老化趋势以及单个变压器的老化状况分别进行了实例分析,与实际情况比较吻合,验证了该方法的有效性。

电力变压器储油柜溢油原因分析及处理

何军，代宏伟，吕建锋

(国家电投集团重庆电力有限公司，重庆，401123)

摘要：主变压器是发电厂及变电站重要的电气设备,为保障变压器安全可靠运行,日常运行要注意观测主变压器储油柜油位的情况。特别是运行年久的变压器，要注意防止储油柜聚积气体引起油位异常升高现象。通过某公司一起变压器储油柜积气溢油的分析及处理，对主变压器油位异常升高溢油的原因进行了分析，总结出应对主变压器非故障油位异常升高的处理策略，并提出相关技术要求。

论金属氧化锌避雷器带电测试之必要性

何江

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 我国电力市场快速发展的今天, 对连续不间断给用户的安全合格电能的要求越来越高, 同时也是现代化社会发展到今天对我们电力人提出的更高要求。电力安全生产不仅关系到电力系统自身的稳定、效益和发展, 而且直接影响到广大电力用户的利益和安全, 本文介绍了用于保护电力系统中电气设备免受高瞬态过电压危害, 并限制续流时间、续流副值的金属氧化锌避雷器带电测试的要求、理论以及实践作业方法, 并对测量数据进行了分析、横向比较, 为避雷器是否需要停电检查、检修提供有利依据, 从而提高设备连续运行时间, 为满足电力市场安全、稳定、连续性供电提供了可靠保障。

FC 回路高压熔断器烧坏事件的分析

秦东

(国家电投集团重庆白鹤电力有限公司, 重庆市开州区, 405400)

摘要: FC 回路是高压熔断器与真空接触器配合的组合电器, 具有体积小、结构简单、零部件少、重量轻等多方面的优势, 多用于 10KV 及以下电动机的启停、变压器的投切。对于 FC 回路, 目前国家标准和电气预防性试验规程等, 仅仅局限于针对交流接触器的机械动特性试验、接触电阻、绝缘电阻、交流耐压、真空度测试等试验。而对于 FC 回路中的高压熔断器却被忽略掉, 假以时日, 将成为设备故障的重要诱因, 严重威胁人身和设备安全。

本文通过对某电厂一起 FC 回路高压熔断器烧坏事件的检测和分析, 对 FC 回路在日常检查、试验工作中容易被忽视的问题, 提出新的观点和解决方案。电力行业及相关单位可以通过借鉴经验, 有针对性的进行查漏补缺。

110kV 高压电缆绝缘接头保护壳放电故障分析及应对措施

吴科，殷业成，熊刚，乔运松，付强林，李昆晟，刘军

(国网重庆市电力公司检修分公司，重庆九龙坡，400039)

摘要：高压电缆外护套烧蚀击穿是导致电缆故障频发的重要原因。在对某 110kV 电缆线路停电进行外护套例行试验时，发现#2 绝缘接头 A 相进行 1kV 绝缘电阻测试为绝缘电阻为 $2.8\text{M}\Omega$ ，5kV 直流耐压试验时接头铜保护壳密封胶灌注口附近出现放电打火现象，随后进行 1kV 绝缘电阻测试绝缘电阻为 $0\text{M}\Omega$ ，对其故障原因进行了分析。故障现象为密封胶灌注口附近绝缘密封件出现破损，破损处防火涂料较为潮湿，部分区域存在烧蚀现象。故障原因为通道电缆运行环境较为潮湿，防火涂料受潮导电，长时间作用下密封胶灌注口绝缘密封件出现局部破损，接头保护壳通过破损处对防火涂料放电。基于以上观察，对绝缘密封件进行了更换并对密封件附近防火涂料进行了清除，试验合格，并对如何避免此类故障提出了相应的改进措施，有利于延长电缆使用寿命和提高运行可靠性。

基于 FDS 的高压电缆隧道火灾烟囱效应数值模拟研究

李昆晟¹，刘仁强²，吴科¹，付强林¹，刘军¹

(1.国网重庆市电力公司检修分公司，重庆，400039;

2.四川法斯特消防安全评估有限公司，四川，610036)

摘要: 本文以高落差、长下坡的暗挖隧道为研究对象，利用 FDS(Fire Dynamics Simulator) 火灾动力学模拟软件为工具，以两种起火工况，分析了高压电缆燃烧发展过程中隧道内的温度、压力和空气流动情况，得出了此种地形条件下，电缆起火后产生烟囱效应的必要条件，以及理论简单分析了烟囱效应的产生原因，指出了高落差、长下坡高压电缆隧道烟囱效应的危害，并提出了相关建议。

掺杂硫化钼对油中特征气体的吸附性能研究

王婧璇，廖一铭，魏智杰，周渠

(西南大学工程技术学院，重庆，400716)

摘要：油浸式变压器故障特征气体的组分浓度和产气速率可有效反映电力变压器油纸绝缘性能，为实现油中特征气体的快速、准确、有效检测，提出一种基于银（Ag）掺杂硫化钼（MoS₂）基半导体气体传感器的油中特征气体检测方法。基于第一性原理计算了Ag掺杂MoS₂材料对油中特征气体（H₂、CO、CH₄、C₂H₆、C₂H₄、C₂H₂）的吸附特性。计算了吸附能、电荷转移量、电子态密度等吸附特性，结果表明掺杂MoS₂对CO、C₂H₄和C₂H₂的吸附为化学吸附，而对H₂、CH₄和C₂H₆则显示出物理吸附特性。理论计算所得的吸附特性结果，有利于完善MoS₂材料的气敏机理，为基于MoS₂传感器的油中故障特征气体检测奠定了基础。

不均匀电场下水中击穿电压预测方法

李显东¹, 何桦¹, 肖天飞¹, 熊鼎¹, 刘孝先²

(1.输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室(重庆大学), 重庆市沙坪坝区, 400044

2.重庆市电机工程学会, 重庆市渝中区, 400014)

摘要: 准确地预测水中击穿特性, 对于采用水介质的脉冲功率器件的优化设计十分重要。在微、毫秒脉冲下, 水中击穿存在多种模式, 这将导致水中击穿特性呈现出极其复杂的变化, 然而现有水中击穿电压预测模型未能考虑击穿模式转变的影响, 使得理论预测与实验结果存在较大差异。因此, 本文提出了一种适用于不均匀电场且考虑击穿模式转变影响的水中击穿电压通用预测方法, 并验证了该通用预测方法在针-板电极特例的下适用性。本文的研究成果不仅可以用于水中击穿的预测, 亦有望推广到其他液体击穿的预测中。

不同温度下水分子在植物油中扩散行为的仿真研究

邱秦攀，张静文，杜东元，杨路，郭丽，唐超

(西南大学工程技术学院，北碚，400715)

摘要：水分的存在会极大地降低变压器绝缘系统的绝缘性能，本文使用分子模拟方法研究了水分子在植物油中的扩散行为。结果表明：水分子与植物油之间的氢键数量随着温度的升高逐渐减少，使得水分子在植物油中的扩散能力增强；随着温度的升高，水分子与植物油的相互作用能逐渐减少，且静电作用力所占的比例大于范德华作用力，但静电作用力的下降速率大于范德华作用力；随着温度的升高，水分子在植物油中的 FFV 和扩散系数逐渐增大。这为从微观上理解水分子在植物油中的扩散行为提供一定的基础。

对比不同硅烷偶联剂修饰纳米 SiO₂ 对纤维素性能的影响

郭丽，杜东元，杨路，张静文，邱秦攀，唐超

(西南大学工程技术学院，重庆市北碚区天生路 2 号，400715)

摘要：纤维素作为变压器绝缘纸的重要组成部分，在其长期运行过程中会出现热老化的现象，造成纤维素机械性能和热稳定性的下降，从而造成变压器寿命的下降。因此，探究如何提升纤维素的机械性能和热稳定性已经成为研究热点。本文研究了不同种类硅烷偶联剂修饰纳米 SiO₂ 对其改性纤维素机械性能和热稳定性的影响。仿真结果表明：KH560 和 KH570 修饰纳米 SiO₂ 对纤维素力学参数 (E 、 K 和 ν) 只有很微弱的提升，而 KH550 和 KH792 修饰纳米 SiO₂ 对纤维素力学参数 (E 和 K) 有大幅度的提升；经 KH792 修饰纳米 SiO₂ 表面后复合模型的玻璃化转变温度较未改性模型提升了 24 K。并且从自由体积理论的微观角度分析了玻璃化温度的变化机理，玻璃化转变温度发生变化的原因主要是其自由体积会发生突变，增加了纤维素链运动空间，促使分子链整体运动加剧。因此，KH792 修饰的纳米 SiO₂ 改性纤维素可以显著增强其热稳定性。

改性石墨烯对 SF₆ 分解组分选择吸附性能的 DFT 研究

高新, 魏智杰, 廖一铭, 王婧璇, 周渠

(西南大学工程技术学院, 重庆, 400716)

摘要: 本文基于第一性原理研究了本征石墨烯 (IG)、镍掺杂石墨烯 (Ni-G)、单空位缺陷石墨烯 (DG) 和氧化石墨烯 (G-OH) 对 H₂S 的吸附性能。通过掺杂单 Ni 原子、设置单空位缺陷和添加羟基官能团, IG 的弱吸附性能和弱电荷转移得到了不同程度的提升。其中, Ni 掺杂能显著增强 IG 与 H₂S 气体分子之间的电荷转移, Ni-G 吸附 H₂S 的电荷转移值达到 0.233e; H₂S 在 DG 上的吸附能达到 -2.934eV, 表明单空位缺陷可以增强杂化, 提高吸附性能; 羟基的引入有效地缩短了吸附距离, H₂S 在 G-OH 上的吸附距离为 2.412Å。这对于研究不同改性石墨烯的性能提供了理论依据。此外, 三种改性后的石墨烯体系对 H₂S 分子有较好的敏感性, 尤其是 DG 和 G-OH 表现出对 H₂S 具有良好的吸附性能, 这对研究具有前景的 H₂S 气体传感器具有重要意义。

基于 MSSA-SVM 变压器故障诊断方法

余松, 谭为民, 胡东, 张丞鸣, 蔡丽洪

(西南大学, 重庆, 400715)

摘要: 电力变压器的稳定运行在电力系统安全中扮演重要角色, 而变压器数据样本的不平衡对故障类型的准确识别产生严重的影响。当前, 基于人工智能算法的变压器故障诊断方法, 主要是对模型整体准确率进行优化, 使得算法模型在少数样本类的准确率较低。本文是以优化模型的kappa系数为基础, 提出了一种新的改进优化算法。本文首先修正了部分麻雀算法(SSA)公式, 并将其与差分进化算法(DE)融合, 提出了改良麻雀算法(MSSA); 然后基于kappa系数构建了MSSA-SVM变压器故障诊断模型。最后将本文方法和BPNN、PSO-SVM、SSA-SVM分别进行仿真对比, 结果显示MSSA-SVM相比于其它方法平均准确率依次提升了 9.46%、8.7%和 6.12%; 并且PSO、SSA、MSSA分别迭代了 30 次、26 次和 20 次后群体的平均kappa系数收敛, 其在测试集中最优kappa系数分别为 0.758、0.785 和 0.87, 这表明了MSSA在该模型优化上具有更强的全局搜索能力。

基于人工神经网络和多频超声波检测技术的变压器油表面张力预测

李宝亮，杨壮，廖一铭，唐超，周渠

(西南大学工程技术学院，重庆市北碚区，400716)

摘要: 变压器油是油浸式变压器内部重要的液体绝缘介质,油的表面张力值与油的劣化程度密切相关。为实现在线检测变压器油表面张力,建立了遗传算法优化的 BP 神经网络变压油界面张力预测模型。以 160 组变压器油样为数据样本,其中 150 组为训练集,10 组为预测集。基于不同表面张力的分子特性及多频超声波检测原理,以 242 维多频超声波检测数据为输入,变压器油表面张力为输出,通过试验法确定 BP 神经网络的隐层神经元个数为 14,由此建立非线性映射关系,并用遗传算法 GA 优化 BP 神经网络的各层连接权值及阈值。研究表明,基于 GA-BPNN 的油表面张力预测模型的相关系数和预测平均绝对百分比误差分别为 6.84%和 2.3128;相比于传统的 BPNN 油表面张力预测模型,其预测结果与真实值拟合程度更高、误差更小。研究结果为基于多频超声波检测技术的变压器绝缘油表面张力等参量定量识别奠定了基础。

基于人工智能的变压器绕组变形故障的分类诊断方法研究

吴涵之，赵仲勇，陈宇，谭珊

(西南大学工程技术学院，重庆 400716)

摘要: 现代电力系统不断发展，电网建设的不断完善，各行各业的电能供应也日渐稳定。稳定的电网则对稳定的电力系统和快速有效的电力纠错系统提出了更高的要求。变压器作为电网中的重要部件，具有修复与更换难度高、器件成本高、损坏后果大等特点。因此，及时对工作异常的变压器进行故障诊断是当前重要的工作。然而，在已知变压器存在故障的基础上，对变压器故障进行准确分类诊断的技术还不够完善，这成为当前重要的研究课题。人工智能技术能够完成多种识别功能，本文提出了一种使用复杂网络技术进行变压器绕组变形故障的分类诊断方法，扫描正常或故障变压器的扫频曲线，使用复杂网络构建不同扫频曲线的特征，并通过对其进行谱聚类算法中的标准化切割实现对故障类型的分类，以此完成对变压器故障的分类。

基于 DTW 的变压器绕组变形故障诊断方法研究

谭珊, 赵仲勇, 陈宇, 吴涵之, 倪健强

(西南大学工程技术学院, 重庆, 400716)

摘要: 变压器绕组变形通常是导致变压器故障的主要原因之一, 及时对变压器绕组变形故障进行检测、诊断和预警, 很有必要。频率响应分析法是一种常用的检测绕组变形故障的方法。为了解决以相关系数法作为辅助手段的传统频率响应分析法在实际应用中效果有限、缺乏足够精确度的问题, 本文提出了一种基于 DTW 算法的变压器绕组变形故障诊断分析方法, 通过计算频率响应曲线的 DTW 相似度, 实现对绕组故障类型的判断。首先, 本文通过对已有实验装置的改装, 模拟多种变压器绕组变形故障, 并分别计算这些情况下的频率响应曲线与标准频率响应曲线之间的 DTW 相似度, 得到了表征绕组故障类型的判断依据; 其次, 本文通过计算表征指标的线性相关系数, 比较了本文方法和传统基于相关系数的频率响应法的精确度结果表明: DTW 算法的准确性更高, 更适用于变压器绕组变形故障的诊断。

一起 110kV 主变分接开关故障分析

陈正宇，安昌萍，崔婷

(国网重庆市电力公司电力科学研究院，重庆市渝北区黄山大道中段 80 号，401123)

摘要：文章针对 110kV 主变在调压操作过程中本体主保护动作案例，分析故障原因。现场检查判断故障部件为分接开关，更换后主变各项试验合格并正常运行。分接开关现场解体检查存在动静触头烧损严重现象，结合主变三侧电流电压故障录波数据，统计高-低压各相绕组相对电压比变化分析内部短路故障发生时间，以及故障发展过程，提出了转换开关动触头弹簧压紧力不足，动静触头接触不良引起电弧放电发展成内部短路的原因。故障分接开关返厂相关试验也验证了原因分析的正确性。

一例 110kV 主变差动保护动作故障分析

陈正宇，安昌萍

(国网重庆市电力公司电力科学研究院，重庆市渝北区黄山大道中段 80 号，401123)

摘要：文章针对近期发生的一起 110kV 三绕组主变差动保护动作的故障案例，根据现场检查情况，主变常规试验结果，故障短路电流、电压录波图形，故障主变解体检查，初步分析了雷电流沿线路入侵变电站后，短路电流的热、力效应引起主变中、低压侧线圈绝缘击穿过程，还原了电流、电压故障录波过程。并建立主变仿真模型，变压器内部过电压仿真结果验证了故障发展过程及故障原因分析的正确性。针对主变故障发生的具体原因，提出了在主变中压测线圈调压方式、线路及变电站防雷方面的解决措施。

自然环境下覆冰绝缘子长串交流闪络特性

何昱燊^{1,2}, 张志劲², 傅海涛¹, 武剑¹, 蒋兴良²

(1.国网重庆市电力公司检修分公司, 重庆市高新区, 400039;

2.输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室(重庆大学), 重庆市沙坪坝区, 400044)

摘要: 现有研究表明, 国内外学者对覆冰绝缘子闪络特性及放电机理的研究大多基于人工气候室内的覆冰试验完成。人工气候室模拟的环境条件和自然环境有较大区别, 绝缘子的工况也有所不同。本文以不同型式和结构的四种绝缘子长串为研究对象, 在雪峰山覆冰试验站对其开展了自然覆冰环境下的交流闪络试验, 得到了绝缘子长串在不同污秽度和覆冰程度下的交流闪络电压, 并拍摄了其放电过程及电弧发展现象。研究结果表明: 覆冰绝缘子长串的闪络电压随冰重、盐密呈负幂指数的下降; 盐密对玻璃绝缘子冰闪的电压的影响指数为 0.212~0.294, 对于瓷绝缘子为 0.184~0.322。

基于盲源分离算法的有载分接开关振动监测技术研究

蒋西平，王谦，李永福

(国网重庆市电力公司电力科学研究院，重庆，401123)

摘要: 随着电网调节任务日趋繁重，设备运行工况愈加复杂，有载分接开关(On-Load Tap Changer, OLTC)故障频发且呈上升趋势，严重影响电网系统安全稳定运行。本文根据盲源分离的核心理论和主要方法，开展信号分离仿真，并与其他方法比较分离效果，说明该方法对于有载分接开关振动信号在故障诊断方面应用的合理性和有效性。本文通过对有载分接开关振动信号的持续观察分析，可以准确把握有载分接开关在当前电网复杂运行状况下的机械性能，及时发现设备隐患，为电网安全稳定运行保驾护航。

基于热路参数的油浸式变压器热点温度计算模型

滕黎，张捷，钟家华，胡金星，米雪松

(国网重庆市电力公司市区供电分公司，重庆，400015)

摘要：油浸式变压器在电力系统中扮演着极其重要的角色，其绕组热点温度影响着绕组的绝缘寿命，准确获取顶层油温和热点温度具有重要的研究意义。本文根据油浸式变压器内部结构，结合传热学原理，考虑绕组负载损耗和铁心空载损耗，针对变压器负荷电流、环境温度和顶层油温等因素，引入温度变化因子优化模型，建立了油浸式变压器内部热路模型，并通过搭建试验平台，结合试验变压器实测数据和现场实例数据验证了该模型的正确性。结果表明本文模型能够有效保证顶层油温和绕组热点温度的计算精度，尤其是在连续变负载情况下，本文模型比 IEEE 推荐方法适应能力更优，能很好地加入油粘度与绕组损耗关于温度变化因子，并将动态影响反映在顶层油温和热点温度中，能够准确指导运维工作实践，是推动输配电装备实现“状态检修”“和建设“三型两网”的重要技术支撑及手段。

35kV 棒形悬式复合绝缘子伞裙损伤时的人工交流污闪特性

丁志远¹，胡建林¹，李洋洋²，刘杰¹，谭恢林¹

(1.输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室(重庆大学), 重庆, 400044

2.国网江苏省电力公司镇江供电分公司, 镇江, 212000)

摘要: 复合绝缘子伞裙损伤会减小绝缘子表面爬电距离, 进而影响绝缘子污闪特性。本文通过试验研究了不同伞裙损伤状态下的 35kV 复合绝缘子污闪特性, 结果表明: 伞裙损伤半径增大, 绝缘子污闪电压下降幅值增大, 对比完好绝缘子, 损伤半径 7mm, 13.4mm, 28mm 绝缘子污闪电压下降达 14.51%, 18.74%, 28.12%; 同等损伤半径下, 损伤位置夹角增大, 绝缘子污闪电压下降幅值减小, 对比完好绝缘子, 位置夹角 0°、90° 和 180° 绝缘子污闪电压分别下降 15.41%, 11.31%, 5.65%; 同等损伤面积下, 伞裙间断损伤数量增多, 绝缘子污闪电压下降幅值减小, 对比完好绝缘子, 1 处、2 处、3 处、4 处损伤绝缘子污闪电压分别下降 15.41%, 11.17%, 5.99%和 3.96%。

室温硫化硅橡胶涂层厚度对电晕老化特性的影响

胡建林, 谭恢林, 刘 杰, 丁志远, 蒋丽华

(输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室(重庆大学), 重庆, 400030)

摘要: 室温硫化硅橡胶(room temperature vulcanized silicone rubber, RTV)涂料凭借良好的憎水性和防污闪特性, 被广泛用于瓷、玻璃绝缘子表面。随着绝缘子运行时间的增加, RTV 涂层会出现粉化、脱落、憎水性丧失等老化现象。现有研究对 RTV 涂层老化规律尚不明确, 因此该文研究了交流电晕下 RTV 涂层厚度对其老化特性的影响。通过外观检查和 X 射线光电子能谱(X-ray photoelectron spectroscopy, XPS)试验, 分析了不同厚度涂层宏观结构和化学组分的变化规律。结果表明: 电晕老化后涂层表面析出黑色物质, 出现明显分区结构, 不同厚度涂层分别出现孔洞、裂纹和颗粒物等老化特征; 涂层厚度 0.6 mm 时高氧化态 Si 含量明显高于 0.3 mm 涂层时的值; 电晕老化对涂层理化特性的影响程度随涂层厚度的增加而降低。

基于拉曼光谱技术直接检测矿物绝缘油中糠醛含量方法

史海洋, 陈伟根, 周炜然, 宋睿敏, 张嘉益

(输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室(重庆大学), 重庆市沙坪坝区, 400044)

摘要: 准确检测变压器油中溶解的糠醛是判断油纸绝缘设备老化程度的关键之一。拉曼光谱作为一种非接触无损检测方法, 不仅可以实现利用单波长激光检测特征物, 而且具有检测速度快、无需提取等特点。本文提出利用拉曼光谱技术检测绝缘油中糠醛含量进行检测研究, 实验检测纯绝缘油、纯糠醛和浓度为 100 mg/L 糠醛-绝缘油溶液的拉曼光谱, 并通过比较确定 1706 cm^{-1} 作为糠醛在油中的拉曼特征峰。此外, 对不同浓度的糠醛溶液进行了原位测试, 建立峰面积比 (I_{1615}/I_{1706}) 与浓度的函数关系。用最小二乘法建立线性定量分析模型, 确定最小检测浓度为 2.4mg/L, 结果表明激光拉曼光谱法是一种有效、简便的变压器老化诊断方法, 具有重要的研究价值。

超纯水作为萃取剂的油中溶解糠醛高灵敏度拉曼光谱检测

周炜然，陈伟根，万福，史海洋，宋睿敏

(重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室，重庆，400044)

摘要：准确检测变压器油中溶解糠醛的浓度对油纸绝缘老化状态的分析具有重要意义；拉曼光谱法作为一种快速、无损的检测方法，如何提升其拉曼检测的灵敏度是关键。本文开展了基于超纯水萃取的变压器油中溶解糠醛拉曼光谱检测研究，首先配置了油中糠醛的超纯水和甲醇的萃取液，通过拉曼检测，得到了糠醛的拉曼特征峰位于 1372 cm^{-1} ， 1411 cm^{-1} 和 1675 cm^{-1} ，并进行了定性、定量和重复性分析。实验结果表明：与甲醇作为萃取剂相比，超纯水作为油中溶解的萃取剂用于拉曼光谱检测明显提升了检测灵敏度，且定量和重复性都有所改善。本文为降低变压器油中糠醛含量的拉曼检测下限做了更进一步的研究，为电力变压器的运行安全以及环境保护方面做出了一定的贡献。

基于多重筛选 KNN 算法的油纸绝缘设备老化阶段诊断

周永阔，陈伟根，万福，杨定坤，王泽伟

(重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室，重庆，400044)

摘要: 电力变压器是电力系统中不可或缺的核心组成。油纸绝缘设备运行老化的过程中，绝缘油或纸在电或热的作用下发生分解产生如糠醛、丙酮、甲醇、CO、CO₂ 等各种反映绝缘老化状态的特征物质，并溶解于油中，使绝缘油中蕴含大量油纸绝缘老化信息。拉曼光谱能快速分析油中溶解的老化特征信息，是油纸绝缘老化诊断的有效手段。本文提出了老化油纸绝缘样品拉曼光谱分析的多重筛选 KNN 算法。通过加速热老化试验获得了大量的老化油样。根据老化天数，将样品分为 12 类，通过拉曼光谱得到 230 个拉曼光谱。利用 KNN 算法对样品的拉曼光谱进行 Pearson 相关系数分类和回归。然后，在传统 KNN 算法的基础上，根据绝缘油拉曼光谱老化过程的实际情况，提出了一种多重筛选 KNN 算法。多重筛选 KNN 算法的预测分类准确率达到 87.92%，回归的 RMSE 达到 54.28。

有载分接开关特征信号包络提取及分析

蒋梓恺¹, 张知先², 雷嘉丽², 陈伟根²

(1.国网重庆市电力公司市区供电分公司, 重庆, 400015;

2.重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室, 重庆, 400044)

摘要: 换流变有载分接开关 (on-load tap-changer, OLTC) 是换流变压器实现有载调压操作的核心组部件, 其运行状态对换流变压器的运行状态有着重要的影响, 换流变 OLTC 动作时产生的振动信号和驱动电机电流信号中包含着换流变 OLTC 丰富的状态信息, 其包络波形是检修工作人员诊断换流变 OLTC 运行状态的重要参考。为了实现上述特征信号包络波形的准确提取和分析, 本文基于在现场采集的换流变 OLTC 振动信号和驱动电机电流信号, 提出基于二极管包络检波的换流变 OLTC 特征信号包络提取方法。基于二极管包络检波原理, 设计了包络提取方法, 分析了 RC 参数对驱动电机电流信号和振动信号包络提取效果的影响, 选取了合适的 RC 参数提取振动信号和驱动电机电流信号包络, 从抑制波形非线性失真和峰值时间保持能力两方面, 将包络提取的结果与巴特沃斯滤波器和 Savitzky-Golay 滤波器的提取结果进行了对比, 论证了本文提出的换流变 OLTC 包络提取方法的有效性; 基于所提取的特征信号包络定义 C_1 、 C_2 、 T_c ; N_v 、 V_1 、 V_2 、 V_3 共 6 个特征参量, 用于诊断换流变 OLTC 的运行状态。

光声光谱法检测变压器油中溶解微量气体影响因素及干扰抑制研究

杨天荷，陈伟根，张知先

(重庆大学输变电装备及系统安全与新技术国家重点实验室，重庆，400030)

摘要：运行变压器油中溶解微量乙炔气体含量能有效反映变压器内部的过热与放电故障；光声光谱气体检测是实现其在线监测的有效手段，且因其免维护、所需待测气量少且不消耗待测气体与载气等优势，正成为逐步取代传统油色谱法的新型监测方法。但因光声光谱技术检测的信号为声信号，其受变压器周围环境振动、噪声的干扰较为严重。针对现有的光声光谱检测技术存在的抗干扰性差以及长期可靠性不佳等缺点，本文搭建了适用于变压器油中溶解气体分析的光声光谱检测平台，研究了光声池池体温度、气体流动噪声、固体噪声以及光路未校准对光声系统检测的影响，并提出了气体光声信号噪声干扰抑制方法，为变压器油中溶解气体光声光谱检测性能提升提供了理论和技术支撑。

陷阱分布对聚合物表面电位衰减特性的影响

王稼轩¹, 陈伟根¹, George Chen², 万福¹

(1.重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室, 重庆, 400044;

2.南安普顿大学, 英国南安普顿, SO17 1BJ)

摘要: 聚合物绝缘材料已广泛用于电气设备中, 其绝缘安全性对电力设备的可靠性有重大影响。电介质的表面和内部电荷运动在很大程度上取决于材料的微观特性。表面电势衰减测量和等温表面电势衰减模型 (ISPD) 模型可以反映聚合物的衰减和陷阱特征。研究人员分析了不同电晕充电时间和不同电压水平下的表面电势衰减特性, 发现随着充电时间增长表面电势衰减更快, 而较长的充电时间超过某个转折点会导致较慢的表面电势衰减。类似的转折点现象也在空间电荷包以及陷阱能量的变化中发现。因此, 本文基于这种转折现象进行了相关研究。从五个不同的理论角度解释转折点现象, 包括随时间/陷阱密度变化的自由电子, 在较高电压电平下的饱和度, 电致发光增强了传导, 空间电荷包和速度-场特征和老化。在这些理论中, 随时间/陷阱密度变化的自由电子是最有说服力的, 因为它关于聚合物中与充电时间相对应的自由电子数的结果是最明显的。

基于模糊神经网络的变压器油纸绝缘老化拉曼光谱 诊断方法

杨定坤，陈伟根，万福，王泽伟，张霁月

(重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室，重庆，400044)

摘要：本文讨论了一种基于拉曼光谱的油纸绝缘老化程度诊断方法。根据 IEEE 标准，在实验室制备了油纸绝缘样品，并测量了样品的聚合度值，以获得准确的老化状态。在拉曼实验平台上对样品进行了拉曼光谱检测。采用 T-S 模糊神经网络对绝缘油的拉曼光谱数据进行了分析。本文利用实验数据训练诊断模型，不断修正隶属函数，挖掘油纸绝缘拉曼光谱特性与绝缘纸聚合度之间的内在数学关系，利用绝缘油的拉曼光谱数据，对绝缘油的拉曼光谱数据进行了分析预测油纸绝缘老化程度。最后，本实验五个试样的老化程度预测均与实际情况相符。

介电弹性体材料发展应用综述

郑荣亮, 王有元, 张占喜

(输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室(重庆大学), 重庆市沙坪坝区, 400030)

摘要: 介电弹性体材料是一种在外加电场激励下可以发生形变, 进行能量转换的电活性聚合物。作为一种新型智能材料, 较其它智能材料相比有很多优点: 结构简单、质量轻、能量转换效率高、变形大等, 它能够在机械力和电场作用下产生大变形, 实现机械能与电能之间的相互转换。由于其优越的性能被广泛地用来柔性电子设备, 在机器人、生物医学、航空航天等领域有广泛的应用前景。本文介绍了介电弹性体材料的三明治结构, 分析了介电弹性体机械能和电能相互转换的工作原理, 举例介绍了介电弹性体在分别在传感器、驱动器和能量收集器等不同领域的具体应用和现有成果, 总结了介电弹性体材料在各领域中应用的难点和商业化程度, 对介电弹性体材料未来发展趋势进行了展望。

六氟化硫分解气体的高灵敏度光纤增强拉曼光谱检测技术

周峰¹, 万福¹, 王建新¹, 陈伟根¹, 蒋梓恺²

(1.输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室(重庆大学), 重庆, 400044

2.国网重庆市电力公司市区供电分公司, 重庆, 400015)

摘要: 六氟化硫作为绝缘介质广泛的应用于气体绝缘设备(GIS)中, 在长期运行中, 设备的固体绝缘层会被由缺陷引起的局部放电所破坏, 与低氟硫化物反应产生羰基硫(COS)、四氟化碳(CF₄)等分解产物。准确检测分解产物的浓度, 可以反映设备内部故障类型及程度。本文搭建了光纤增强拉曼光谱平台, 实现了对六氟化硫分解产物的高灵敏度检测。羰基硫的拉曼谱峰位置在 859cm⁻¹, 最小检测下限达到 36μL/L, 四氟化碳的拉曼谱峰位置在 909cm⁻¹, 最小检测下限达到 30.6μL/L。为模拟 GIS 内部分解气体的在线检测, 使用光纤增强拉曼光谱检测了高浓度六氟化硫气体下的 COS 和 CF₄, 同时获取了其响应时间。实验表明拉曼散射信号与激光功率和光纤内部压力呈线性关系。综上所述, 拉曼光谱在 SF₆ 分解气体检测领域具有巨大的潜力。

基于主成分分析和支持向量机的油纸绝缘热老化拉曼诊断方法

王泽伟, 陈伟根, 万福, 杨定坤, 周永阔

(重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室, 重庆, 400044)

摘要: 油浸式电力变压器是电网运行的主要电气设备之一, 保证变压器安全可靠的运行对于避免电力系统产生重大电气事故具有重要意义。变压器的绝缘主要由矿物绝缘油和纤维素绝缘纸组成的油纸绝缘系统决定, 变压器的绝缘性能一定程度上决定了变压器的运行寿命。变压器老化过程中, 绝缘油中会溶解蕴含大量油纸绝缘老化信息的老化特征物, 本文通过模拟真实变压器老化运行状态的加速热老化试验获取了 8 个时间节点的变压器油热老化样本, 根据绝缘纸的平均聚合度将加速热老化实验获得的变压器油样本分为四个老化阶段, 应用拉曼光谱技术获取不同老化阶段的绝缘油老化样本的拉曼光谱图, 基于 PCA 特征提取和 SVM 分类建立了变压器油纸绝缘老化拉曼光谱诊断模型。拉曼光谱结合 PCA 特征提取和 SVM 分类能够有效地对油纸绝缘老化状态进行诊断。

聚丙烯复合材料的制备及电气性能研究

李政琦, 陈伟根

(重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室, 重庆, 400044)

摘要: 高压直流输电是我国未来可持续输电网络的重要组成部分。绝缘材料作为高压直流输电电缆的重要部分, 其性能影响着整个电力系统的正常运行。其中聚丙烯具有优异的耐热性和机械性能和环境友好性, 成为环保型高压直流电缆绝缘料的首选研究材料。直流电缆存在着空间电荷积聚, 易引起场强畸变甚至导致材料击穿的问题, 限制了聚丙烯的应用。因此, 通过改性聚丙烯材料, 提高聚丙烯材料的电气性能势在必行。本文采用纳米氧化镁对聚丙烯进行熔融共混改性, 对 PP/MgO 复合材料的击穿特性进行研究。电气测试结果表明: 纳米 MgO 添加量为 0.5wt% 时击穿场强最高, 较纯 PP 提高了 23.4%, 纳米氧化镁粒子可以有效提高聚丙烯的电气性能。

MOF 碳基材料的制备及其电化学性能的研究

何洪霖，万福，雷宇

(重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室，重庆，400044)

摘要：金属有机框架化合物 (MOF)，因其可控的骨架结构，在材料的复合方面有大量应用。碳材料是以煤、石油等作为主要原料经过加工处理得到的一种非金属材料，具有较大的比表面积，常用于超级电容器的电极材料。在以往材料的制备中，人们尝试用各种 MOF 为前驱体制备高比表面积的多孔材料，发现单独使用 MOF 时不如 MOF 与其他材料复合时制得材料性能好，而复合后材料性能规律性不强所以制备高电化学性能的材料依旧存在困难。本实验以类沸石咪唑酯骨架化合物 zif-8 为前体，聚苯乙烯碳化制得 MOF 碳基材料作超级电容器储能材料，研究其电化学性能。结果显示，加入 2.25 mmol 硝酸锌，碳化温度 800 °C，反应时间 30 min 的实验效果最佳，硝酸锌加入量减小将使比电容大幅降低，碳化温度过高材料倍率性能会下降，最优比电容 220.19 F/g。

硫化钼/氧化锌纳米复合材料的低工作温度可延缓老化

王思婕, 陈伟根

(重庆大学电气工程学院; 重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室, 重庆, 400044)

摘要: 气体传感器的长期稳定性和使用时间的延长是当前关注的问题之一。降低工作温度是延缓老化的最有效方法之一。本文用纯 MoS_2 和 ZnO-MoS_2 纳米复合材料作为比较材料来研究老化特性。结果表明复合材料气敏响应更好, 并对乙炔气体检测的良好重复性, 且工作温度明显低于纯 MoS_2 。老化 40 天后, 与纳米复合材料相比, 所有的气敏响应都相对减弱, 纯 MoS_2 表现出更快的衰减速率和更低的气体感应响应。老化后纳米复合材料具有更好的气体传感特性, 这可能归因于 ZnO 和 MoS_2 之间的相互作用。

聚类分析在评估变压器老化阶段中的应用

张霁月，陈伟根

(输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室(重庆大学), 重庆, 400044)

摘要: 变压器好比大电网中的枢纽, 智能电网的建设离不开变压器长期稳定地运行。油浸式电力变压器的绝缘系统经老化分解产生如糠醛、丙酮、甲醇、CO、CO₂等各种反映绝缘老化状态的特征物质, 并溶解于油中, 使绝缘油中蕴含大量油纸绝缘老化信息。为了对油纸绝缘老化阶段进行有效诊断, 本文通过加速热老化试验, 取得 16 个老化油样, 并通过拉曼光谱获取油样光谱信息, 经主成分分析法提取特征量, 最终得到六个特征参数。对实验得到的 16 组数据通过建立相似关系、并用等价关系、最大树法进行F聚类, 最终模式识别正确率为 87.5%。结果表明, 该方法对油纸绝缘老化阶段诊断有一定应用前景。

SF₆及其分解产物 SO₂的拉曼光谱检测实验研究

胡锦涛¹, 万福¹, 陈伟根¹, 王品一¹, 蒋梓恺²

(1.输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室(重庆大学),重庆,400044;

2.国网重庆市电力公司市区供电分公司,重庆,400015)

摘要: 通过检测 GIS (气体绝缘开关设备) 中 SF₆及其分解气体组分, 可以检测到 GIS 内部存在的潜在性缺陷, 对保障 GIS 设备的可靠运行具有重要意义。本文基于频率锁定腔增强技术, 将激光耦合到 V 形谐振腔中, 搭建了光反馈频率锁定 V 型腔增强平台, 实现了拉曼信号的增强。开展了 SF₆与及其主要分解组分 SO₂气体的拉曼光谱检测研究, 得到了 SF₆气体的拉曼特征峰位于 773.8cm⁻¹, SO₂气体的拉曼特征峰位于 1183cm⁻¹; 在 1 个大气压强下, 基于实验室平台的浓度为 1%的 SO₂气体的检测下限为 20.3Pa; 通过对不同压强下的 SO₂气体进行拉曼光谱实验分析, 发现 SO₂气体的拉曼特征峰强度与压强之间高度线性相关。这项研究为拉曼光谱法对 SF₆分解气体成分的检测和定量分析奠定了基础, 表明拉曼光谱法在 SF₆分解气体成分检测领域具有巨大的潜力。

一种基于基团贡献的嵌段共聚物介电常数计算方法

张占喜, 王有元, 郑荣亮

(输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室(重庆大学), 重庆市沙坪坝区, 400030)

摘要: 对嵌段共聚物进行接枝改性可以开发出高介电常数介电弹性体材料。准确预测嵌段共聚物的介电常数可以提高新材料的研发效率。针对极性与非极性官能团混杂状态下嵌段共聚物介电常数无法准确估计的问题, 本文提出了一种融合基团贡献法、关联指数法及分子动力学模拟的介电常数计算方法。该方法以基团贡献法为基础, 将聚合物分子链拆分成不同的重复单元, 通过关联指数法和偶极矩波动法计算了非极性和极性重复单元的介电常数。利用 Vogel 理论得到每个重复单元的摩尔极化率, 将基团的贡献值进行加和运算得到聚合物的介电常数。以巯基乙酸甲酯(Methyl thioglycolate, MT)改性苯乙烯-丁二烯-苯乙烯(Styrene-butadiene-styrene, SBS)嵌段共聚物 SBS-MT 为实例对此方法进行检验, 结果表明计算值与实验测试值之间的差值较小, 最小偏差为 4.92%。此计算方法可以用来指导高介电常数嵌段共聚物的开发工作。

微胶囊对自修复型低密度聚乙烯绝缘复合材料介电特性的影响

李昀琪，王有元，张占喜

(输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室(重庆大学), 重庆市沙坪坝区, 400030)

摘要: 聚烯烃类绝缘材料因其多方面优势而成为现代电网的重要骨架, 但材料不可避免地会受到损伤而产生微小缺陷, 其不仅难以被检测及修复, 还会严重威胁供电安全。利用微胶囊技术实现绝缘材料的自修复是一个新的研究领域, 本文对自修复型微胶囊/低密度聚乙烯(LDPE)绝缘复合材料的制备工艺进行探索, 并着重对其介电特性进行研究。在验证自修复性能的基础上, 借助材料结晶特性的变化进一步分析了不同浓度的微胶囊对LDPE介电特性的影响机理。结果表明, 复合材料具备明显的自修复能力, 微胶囊能够在LDPE基体损伤时及时触发自修复行为, 并且修复剂的修补效果较好。随微胶囊浓度的增加, 复合材料的结晶度先增后降、晶粒尺寸分布先窄后宽、介电常数先降后增、介电损耗趋于增大。整体上, 微胶囊浓度为1wt%时, 复合材料的结晶特性和介电特性较优, 并具备较好的自修复能力。LDPE材料的性能变化主要与微胶囊本身特性以及其引入的界面有关, 一方面, 微胶囊通过改变LDPE的结晶行为和非晶区占比而影响材料的结晶度和晶粒尺寸, 另一方面, 微胶囊对晶区结构的影响以及引入的杂质和界面会改变LDPE的极化过程, 进而影响材料的介电常数和介电损耗。

基于非本征型 Fabry-Perot 传感器的液体中局部放电声检测

黄会贤¹, 雷嘉丽², 陈伟根², 张知先²,

(1.国网重庆市电力公司, 重庆, 400010;

2.重庆大学输配电设备与系统安全与新技术国家重点实验室, 重庆, 400044)

摘要: 局部放电在线检测技术可以有效地反映电气设备的绝缘状态。非本征光纤 Fabry-Perot 传感器使用膜片式法珀腔来感应由局部放电产生的声波所引起的输出光干涉强度的变化。与传统的超声波传感器相比, 具有更强的抗电磁干扰能力, 更长的传输距离和更紧凑的结构。具有如此多优点的非本征光纤 Fabry-Perot 传感器无疑成为局部放电声检测研究的重点。本文首先探讨了光纤 Fabry-Perot 传感器对声信号的敏感机制; 然后, 根据膜片的共振频率随尺寸参数的变化规律, 设计了一种基于镍圆膜和石英套管结构的光纤 Fabry-Perot 局部放电声传感器; 之后将 Fabry-Perot 传感器放置于水中检测由信号发生器驱动的压电陶瓷换能器所发出的声信号; 最后通过针-板电极局部放电模型在变压器油中产生局部放电超声信号, 所制作的非本征型 Fabry-Perot 传感器也取得了预期的检测效果。

变压器油中溶解气体光纤增强拉曼光谱检测研究

王建新¹, 陈伟根¹, 万福¹, 周峰¹, 蒋梓恺²

(1.重庆大学, 重庆市沙坪坝区沙正街 174 号, 400044

2.国网重庆市电力公司区供电分公司, 重庆市沙坪坝区, 400015)

摘要:油中溶解气体分析是目前国内外公认的判断油浸式电力变压器早期潜伏性故障的有效方法之一。拉曼光谱技术具有利用单一波长激光同时实现混合气体直接检测的独特优势, 结合空芯光纤可实现微量气体的高灵敏度检测。本文设计并搭建了基于空芯反谐振光纤增强的变压器油中溶解故障特征气体拉曼光谱检测平台, 对空气中 N_2 、 O_2 的最小检测浓度分别为 210 ppm、221 ppm; 开展了 H_2 、 CH_4 、 C_2H_2 、 C_2H_4 、 C_2H_6 、 CO 、 CO_2 等七种混合故障特征气体的同时拉曼光谱检测, 确定了各气体在其选取的特征拉曼频移 4156、2917、1972、1625、2955、2143、1388 cm^{-1} 处的检测极限依次为 27、15、16、56、27、84、82 ppm。

CF₄ 等离子体对硅橡胶表面憎水改性的研究

刘熊，高晨璐，王谦，李永福，李勇，甘汶艳

(国网重庆市电力公司电力科学研究院，重庆市北部新区黄山大道 80 号，401123)

摘要：针对户外电力设备内容易产生凝露，进而引发绝缘事故的状况，本文以 Ar 作为工作气体，CF₄ 作为改性材料，利用等离子体射流技术，探究等离子体对绝缘材料进行表面改性的可行性。结合经济性分析，通过实验确定了最佳等离子体改性的喷涂方案：Ar 流速 3L/min 下，CF₄ 含量 10%、处理时间为 80s。并在常温、空气中老化，每隔 10 天测得老化后水接触角的值。结果说明，在此条件下，表面疏水改性效果可以维持一个月左右，一个月时已有大部分材料恢复原态。如何延长改性效果是下一步研究的重点。

污秽不均匀度对 LXY₄-160 绝缘子串交流闪络特性的影响

黄海舟¹, 陈林¹, 胡峻¹, 卢炳宏², 马晓丹², 朱信翰²

(1.国网重庆市电力公司万州供电分公司, 重庆, 400039;

2.输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室(重庆大学), 重庆市沙坪坝, 400044)

摘要: 输电线路绝缘子表面污秽在自然条件下分布是不均匀的, 污秽不均匀度是影响闪络电压的重要因素, 因此输电线路绝缘子在不均匀污秽下闪络特性的研究具有重大意义。本文首先进行了玻璃绝缘子 LXY₄-160 的自然积污试验, 然后研究了交流电压下污秽分布不均匀时 7 片串 LXY₄-160 玻璃绝缘子的交流闪络特性, 分析了不均匀污秽下绝缘子表面污层电导率和泄漏电流与其污闪电压的关系, 得到了不同盐密、不同污秽不均匀度下绝缘子串的闪络特性, 结果表明: 盐密和污秽不均匀度(T/B)对 LXY₄-160 绝缘子的污闪电压有影响, 且二者对污闪电压的影响是相互独立的; 随着 T/B 的减小, 其污闪电压会增大; 7 片 LXY₄-160 绝缘子串的污闪电压(U_f)与 T/B 、附盐密度(SDD) 分别满足对数和幂函数关系, 且污秽影响特征指数 b 为 0.280, 不均匀污秽下修正系数 C 为 0.271; 不均匀污秽下绝缘子表面污层电阻将增大是导致 LXY₄-160 绝缘子串污秽交流污闪电压提高的主要原因。研究结果对输电线路外绝缘设计和选择具有一定的参考价值。

供用电专委会

基于实物“ID”技术的电网固定资产管理探讨

赵宇琪

(国网重庆市电力科学研究院, 重庆市渝北区黄山大道 80 号, 401123)

摘要: 目前, 电力企业根据市场经济需要, 正在加大对电力设施建设的投入, 因此, 提高资产质量与会计信息的真实性和准确性、实现计划管理的有序性、加强监管检查成为固定资产管理的首要要求。由于管理要求不断细化以及固定资产管理工作本身的复杂性, 一些不完善之处产生的问题逐步显现出来。鉴于此, 本文将对基于实物“ID”技术的电网固定资产管理进行深入探讨, 以供参考。

提高备自投调试效率的备自投装置开入开出回路的改进

裴超¹, 王大磊², 柳狄¹, 胡松伶¹

(1.国网重庆市电力公司市北供电分公司, 重庆, 401147;

2.国网重庆市电力公司市区供电分公司, 重庆, 400015)

摘要: 当前对配电网运行中的备自投装置调试检验往往需停运相关一次设备, 极大影响供电可靠性和工作效率。提出了不停电调试的解决方案, 对备自投装置的开入开出回路进行改进, 在调试环节采用开入开出处理模块将备自投功能中跳合闸动作接点出口至开关和动作开关位置返回至相应回路的光敏元件, 完成先合备用开关, 再跳工作进线开关或失压母线进线开关, 以实现不对外停电的备自投调试检验, 以此方法将有效提升配电网备自投调试检验效率, 提高配电网的供电可靠性。

直流电源系统中基于事前检测的硅链开路保护措施

裴超¹, 王大磊², 柳狄¹, 胡松伶¹

(1.国网重庆市电力公司市北供电分公司, 重庆, 401147;

2.国网重庆市电力公司市区供电分公司, 重庆, 400015;)

摘要: 直流电源系统中硅链开路使蓄电池组脱离直流母线运行, 给变电站安全可靠运行带来了极大风险。针对现有防止硅链开路的“事故后”保护措施的不足, 本文提出了基于事前检测的硅链开路保护措施。对现有硅链调压装置进行改进, 采用硅链定期自检或人工手动模式进行事前检测, 在正常状态下硅链带载运行, 直观明确的验证硅链是否开路, 并在开路状态下将开路部分短接, 发遥信告知运行检修人员, 从而及时检修, 消除硅链开路隐患, 以提高直流电源系统的工作可靠性与安全性。

资产全寿命周期管理与智能运检管理融合研究

杜茗茗

(重庆市电力公司, 重庆市渝中区中山三路 21 号, 400010)

摘要: 国家电网公司参照资产管理国际标准, 结合电网企业自身特点, 全面建成资产全寿命周期管理体系, 随着信息技术的发展, 开启了传统电网运检作业模式与信息通信技术结合的智能运检的管理创新, 从专业领域优化公司业务管理模式, 这需要资产全寿命周期管理的协同广度, 与智能运检专业深度的业务融合。本文探究了资产全寿命同智能运检业务协同点, 提出了业务融合应用方向。

基于微波的输电线巡线通讯系统研究与应用

徐健

(重庆水利电力职业技术学院, 重庆, 402160)

摘要: 微波无线巡线监控系统的优势及特点: 在一些不能布线或不好布线的情况, 可以很快捷的使用无线视频监控传输产品, 建立起一个无线的视频传输网络, 无线微波就好比无线的空中电缆, 根据这些特殊的环境和监控要求。综合成本低, 只需一次性投资, 施工简单, 快速, 一劳永逸, 无须挖沟埋管, 特别适合室外距离较远的场合; 采用无线可以摆脱线缆的束缚, 有安装周期短、维护方便、扩容能力强, 迅速收回成本的优点; 组网灵活, 可扩展性好, 安装快速, 不需要为新建传输铺设网络、增加设备, 轻而易举地实现远程视频监控。维护费用低, 一次性投资无运营费用。

组合电器接头连接件漏气原因分析及预防措施

任啸¹，赵晶¹，周江²，刘熊¹

(1.国网重庆市电力公司电力科学研究院，重庆，401123；

2.重庆大学材料科学与工程学院，重庆，400044)

摘要： 本文针对某 220kV 变电站 GIS 设备仪表接头连接件漏气事故展开研究，通过运用金相显微镜、扫描电子显微镜、X 射线能谱仪等设备，结合宏观检查、材料成分分析等，系统分析了 GIS 设备仪表接头连接件的漏气原因。结果表明，针对使用工况，连接件设计材质选用不合理是引起连接件漏气的主因；其次是连接件毛坯的热处理工艺控制不当以致产生微裂纹缺陷，且在出厂检验中未进行无损探伤试验将其排除。根据行业相关导则对连接件进行了更换，并针对此提出了预防措施。

电网运行指标体系与综合评估研究

刘念, 王杨, 邵黎, 李佐君, 骆曾鑫

(国网重庆市电力公司经济技术研究院, 重庆, 401121)

摘要: 本文以智能电网调度支持系统(D5000)和调度管理系统(OMS)提供的大量实时数据为基础, 从安全性、优质性、经济性及清洁性四个方面设计了一套电网综合指标体系, 采用模糊数学法对指标体系进行量化。其次, 在指标权重设置方面, 采用序关系法和反熵权法分别从主、客观两方面计算指标权重, 并通过博弈论模型进行综合赋值, 再将指标和权重加权合成即得最终评估结果。文中所提方法可以反映电网实时状况, 并对电网实际运行状况进行全面高效评估, 有利于查找电网薄弱环节, 为电网优化运行提供指导。

试析一起变压器铁芯接地电流超标的原因及处理

杨炯，任江波，王川香

(国网重庆市电力公司綦南供电分公司，重庆，401420)

摘要：变压器铁芯接地电流检测是电网企业常用的变压器带电检测方法，该方法能够及时发现变压器铁芯多点接地的故障。通过变压器铁芯接地电流检测、高频/特高频局放、超声波局放、变压器油色谱分析及历史试验数据分析，迅速分析确定变压器铁芯多点接地故障。同时，结合停电诊断试验能够诊断出变压器铁芯接地电流异常的原因，及时制定检修策略，快速消除变压器安全隐患，保障电网设备安全稳定运行。

浅析边缘计算在智慧变电站建设中的重要作用

周液，宋颖

(国网重庆江津区供电公司，江津区几江街道办事处滨江大道西段 366 号，402260)

摘要：变电站作为电网枢纽，也是电力系统设备最为重要复杂的组成部分，为保障电气设备的安全稳定运行，必须加强对变电站设备的高效管控。近年来，国家电网开始逐步推进智慧变电站建设以实现设备全面实时感知。为实现智慧变电站全面感知，边缘计算起着非常重要的作用。随着电网迅速发展、变电站数量越来越多，在电网复杂、设备增加、人员不足的情况下，实现变电站设备实时感知更加艰难，而边缘计算以其部署在靠近需求侧，可提供高可靠、高效率的低时延的数据分析和用户体验，配合深度学习、多维数据融合、大数据挖掘等技术可实现变电站设备状态诊断及预警，优化设备状态分析方式，实现站端设备趋势有效分析、缺陷精准识别，进而推进变电站向智慧变电站快速转型。

基于暂态地电压和超声波的开关柜局部放电检测与停电检修试验的对比研究

陈柏旭

(国网重庆璧山供电公司, 重庆市璧山区福顺大道 25 号, 402160)

摘要: 高压开关柜是电力系统中的重要配电设备, 是保证终端客户可靠性供电的关键, 如若出现故障将可能直接导致停电事故的发生。目前, 针对高压开关柜的运行检修过度依赖于停电检修试验, 无法及时有效地发现设备隐患, 而带电检测技术则较少参与设备的健康状态评价。因此, 有必要对停电检修试验与带电检测技术进行深入的对比研究, 以彰显后者在高压开关柜检修维护中的重要作用, 降低设备的运维成本, 提升供电可靠性。

论文首先对高压开关柜的检修现状和运行情况研究与分析, 列举了高压开关柜常见的故障情况, 并分析了故障产生的原因。然后介绍了带电检测技术的两种方法, 并阐述了带电检测数据的分析方法。最后, 对高压开关柜的预防性停电检修试验与带电检测技术进行了对比研究与分析, 分别阐述了高压开关柜的停电检修试验与带电检测技术, 介绍了各自的优缺点, 其中突出了预防性停电检修试验的不足之处与带电检测技术的优越性。

一起 110 千伏 MMJ 电缆接头故障案例分析

黄会贤¹，沈宗正²，周榭颀²

(1.国网重庆市电力公司，重庆，400100；2.国网重庆市电力公司璧山供电分公司，重庆，402760)

摘要：MMJ (Mould Melt Joint) 即电缆模注熔接接头，该技术使用与生产电缆一样的原材料，现场制作恢复电缆本体结构，形成了无应力锥、无活动界面的熔融结构电缆接头。本文对一起 110 千伏 MMJ 高压电缆接头击穿故障进行分析，提出了 MMJ 技术在应用过程中的暴露出的问题以及相应的防范措施，可为相关单位提供一定的借鉴。

110kV 及以上高压单芯交联聚乙烯电缆线路接地系统研究

黄会贤¹, 刘云龙², 张午阳¹, 黄华勇¹

(1.国网重庆市电力公司, 重庆, 400100; 2.国网重庆市电力公司江北供电分公司, 重庆, 401147)

摘要: 高压单芯电缆在城市输电网中得到了越来越广泛的应用, 但当其接地系统发生异常时会产生高悬浮电压进而引发严重后果。本文在对电缆“导体芯-铝护套-石墨层-接地体”三级电容进行理论分析的基础上, 按照单端接地系统和交叉互联接地系统两种工况, 计算分析了由接地系统异常引起的电缆线路高悬浮电压, 并通过案例进行实证, 提出了解决电缆线路高悬浮电压的防范措施。

输电导线风致振动响应特性及影响因素分析

刘佳¹, 张治桥², 杨蕴华¹, 陈杰², 刘捷¹

(1.国网重庆市电力公司, 重庆, 400014; 2.国网重庆市电力公司经济技术研究院, 重庆, 401120;)

摘要: 输电导线风致振动是影响电网安全性的重要因素, 本文针对输电导线风致振动现象进行研究, 重点分析了风速和张紧力对输电导线振动响应幅频特性以及能量耗散状况。研究表明, 输电导线振幅随风速的增加而增长, 提升张紧力对导线振动具有显著的抑制效果。随着风速增大, 张紧力对振动的影响逐步增大, 振幅随张紧力的增大逐渐降低。导线能量耗散与吸收率的变化与振幅变化趋势基本一致, 随来流风速增加而增加, 随张紧力的增加而降低。研究结果对探索导线风振抑制方法具有重要的指导意义。

400V 站用交流电源系统灵敏度校核及优化整改方案

周莉，潘利国，时勇，卢立洁，唐瑾璟

(国核电力规划设计研究院重庆有限公司，
重庆市渝北区星光大道 98 号土星商务中心 B3-15 楼，401121)

摘要：本文以某 500kV 变电站为例，对该站站用电系统接线现状、保护电器配置现状及对已使用的 133 台馈线断路器进行灵敏度校核计算，对线路末端短路故障灵敏度不满足（小于 1.3 考虑）要求的提出优化提升和整改方案。

基于 BP 神经网络的台区线损合理值预测

周川, 李明浩, 傅宏, 陈波, 杨浩

(国网重庆市电力公司营销服务中心, 重庆, 400024)

摘要: 为实现台区线损精益化管理, 通过对国内外台区线损率计算的研究现状以及台区线损合理区间预测的分析研究, 提出基于 BP 神经网络的台区线损合理值预测算法和模型。利用模糊聚类将低压台区按照台区特征进行分类, 采用 BP 神经网络计算台区特征因子的权重, 构建基于特征因子的台区线损合理区间预测和判断模型。通过案例训练, 具体分析了台区线损合理值预测结果, 论证了所提方法的适用性、准确性、便捷性。

电力系统自动化专委会

避免电缆群伤的快速切除 10kV 电缆接地故障的继电保护方案对比研究

钟臻， 陈攀， 马弢

(国网重庆市电力公司市北供电分公司，重庆市渝北区新牌坊三路 89 号，401147)

摘要：随着城区电网的发展，电缆线路以其架空线路无法比拟的优越性，越来越多地替代了架空线路，用于城市配电网中。参考近年来电缆线路的运行情况^[1]，当发生单相接地后，还未来得及完成接地回路的切除，接地点已产生明火，进而发展为相间短路、三相短路故障。故障产生的高温引起失火，造成电缆沟内其它正常电缆故障。电缆群伤连锁反应使事故扩大，引发大面积停电。本文提出，快速切除单相接地电缆线路，隔离故障点是解决问题的关键。为快速切除故障，现有根据小电流接地选线结果人工拉路和自动快速切除故障两类方法。本文提出提高小电流接地选线装置选线正确率的方法，以提升人工拉路效率；同时，本文针对自动快速切除故障，讨论中电阻选线方案、灵活接地方案、和主动干预方案的原理，对比了各方案在正常运行、瞬时单相接地、频繁单相接地、永久性单相接地、高阻单相接地、异线同相先后接地、系统环网、分列运行等系统状态下方案的优劣，以及各方案在装置误动、拒动情况下对系统的影响，并就各方案在技术改造的实施难度和经济成本进行分析。

基于 PSCAD 的空载合闸变压器励磁涌流的仿真和继电保护制动策略分析

钟臻，马弢，陈攀

(国网重庆市电力公司市北供电分公司，重庆市渝北区新牌坊三路 89 号，401147)

摘要：变压器在电力系统中起着能量传递的作用，是电力系统中重要的电气设备之一。随着电力系统朝着特高压和电力互联的方向发展，变压器也不断扩容。变压器的主保护是差动保护和瓦斯保护，差动保护作为变压器电气量的主保护，是建立在基尔霍夫电流定律的基础上，保护变压器内部故障。在现场实际应用中，励磁涌流导致差动保护误动时有发生。本文重在励磁涌流的原理和磁路特性进行仿真，利用 PSCAD 软件搭建变压器模型，选择不同的合闸角仿真和分析空载合闸时励磁涌流的波形。本文根据上述励磁涌流的波形特征与故障电流波形特征的差异，仿真目前工程上主流的来进行励磁涌流的识别并进行相应闭锁的继电器，主要有：二次谐波制动继电器，间断角原理继电器和波形对称原理继电器，对其仿真输出波形进行涌流制动。同时，本文选取现场工作中某 550kV 变电站和某 220kV 变电站发生励磁涌流波形，与仿真结果一致，并分析其对应的主变保护涌流制动技术及其他制动新技术。本文的仿真思路和分析过程对变压器其他磁路问题（如和应涌流问题，直流偏磁问题）均有借鉴意义。

基于功能分区的大区域远景饱和负荷预测

叶云¹，唐文左¹，陈永刚²，邵黎¹

(1.国网重庆经济技术研究院，重庆市渝北区，401121;

2.重庆川东电力集团有限责任公司，重庆市涪陵区，408000)

摘要：我国电网已成为世界上规模最大、电压等级最高的电网。电网五年发展规划不能很好的指导 500kV 及以上大型输变电工程和大型发电厂的规划建设，迫切需要研究大型地区远期负荷预测的方法。按经济及负荷分布情况将大区域分为城市核心区、城市拓展区和农村地区，根据功能分区负荷增长特性的不同，制定不同的负荷预测方法及预测结果校验方法。该方法具有较好的可实施性及科学性。

配电网综合评估方法的研究与应用

叶云¹，陈永刚，²唐文左¹，邵黎¹

(1.国网重庆经济技术研究院，重庆市渝北区，401121；

2.重庆川东电力集团有限责任公司，重庆市涪陵区，408000)

摘要：针对当前配电网评估指标体系层次不清晰，指标不全面等问题，结合电网实际运行和维护经验，从运行合理性、网架结构、装备水平、电能质量四个方面对配电网进行了全面评估。提出了一套较为科学、全面、系统的高压和中压后评估指标体系，并运用层次分析法得到各级指标权重，为日后的配电网规划后评估工作提供科学合理和高质量的分析依据。最后，通过实例分析验证该指标体系及综合评价方法的有效性。

水轮发电机组功率低频振荡分析

李小菊, 李登峰, 刘育明, 司萌, 杨旻才

(国网重庆市电力公司电力科学研究院, 重庆市渝北区, 401123)

摘要: 功率低频振荡是电力系统的一种复杂动态行为, 关系到电网的安全稳定运行。调度监控系统曾多次发出某电站出现“低频振荡”信号。结合同步相量测量装置(PMU)历史数据, 本文详细分析了水电机组低频振荡事件过程, 判断该低频振荡属于机组水力系统不稳定作用引起的强迫振荡。通过机理分析, 在手动调节水电机组有功跨越振动区时, 在涡带工况区长时间停留, 尾水管内会产生较强的涡带频率的压力脉动导致机组发生涡带频率的机械功率波动。搭建考虑水轮机组尾水管水流动态的水轮机及调速系统一体化模型, 进一步开展低频振荡扰动源的仿真论证, 确定在升降负荷期间, 尾水管压力脉动是引起水力发电机组功率低频振荡主要原因。最后提出了减少或消除水电机组强迫振荡的主要措施及机组稳定运行建议。

基于大数据技术的配电网运行可靠性研究

陈静涛，尹铸涛，刘录东

(国网重庆市电力公司铜梁供电分公司，重庆铜梁，402560)

摘要：在配电系统的自动化、信息化不断发展的过程中，供电企业逐步开始建立了能够监控电网实际运行状态的信息平台。通过对大数据进行技术分析，便可以判断电网异常运行与电网运行数据，并自动推送运维班组配电网预警信息，加强配电网运行维护，减少了停电，同时也消除了安全隐患。运维控制平台以大数据为基础，建立配电网，完善配电网的动力控制设备，同时围绕运检控制运行进一步加强管控，形成闭环管理项目，为电力网络实时数据的在线分析提供了条件。本文以提升配电网设备管控力为切入点，基于大数据建立配电网运维管控平台，进一步围绕运检业务实现管控操作，形成闭环管理的程序，为在线分析电网实时数据提供了条件。保证配电网的稳定、安全运行，将优质与便捷的电力服务提供给社会。

计及市场风险的含电动汽车风光互补微电网随机规划 调度模型

张爱枫, 郭琳, 文旭, 李文涛, 魏星

(国网重庆市电力公司, 渝中区中山三路 21 号, 400014)

摘要: 在电力市场环境下, 含电动汽车风光互补微电网参与市场交易面临的风险, 使得传统研究无法满足其交易风险管控的需要。论文首先剖析了含电动汽车风光互补微电参与市场交易的运行机理和面临的风险问题。其次, 在市场电价, 可在生能源随机性环境下考虑市场风险评估的需要, 利用半绝对离差风险作为度量工具, 建立了微电网市场交易风险评估指标。然后, 在随机规划的框架内, 建立了计及市场风险的含电动汽车风光互补微电网随机规划调度模型。结合所建模型特点, 提出采用内嵌MonteCarlo随机模拟技术的快速非支配排序遗传算法求解所建模型, 并用信息熵模糊法获得最优解。以某微电网参与大电网交易为例验证了所建风险评估指标和计及市场风险的含电动汽车微电网随机规划调度模型的有效性。

计及经济性与可靠性含新能源发电的配电网动态重构

田昊，鲁黎，康朋，孙安黎，苏芹，邱静田

(国网重庆市电力公司经济技术研究院，重庆市渝北区青枫北路 20 号凤凰 D 座，400000)

摘要：可再生能源发电在配电网中的渗透率逐步提高，传统的针对某一时间断面的静态重构将难以满足配电网实际运行要求。建立以网络损耗、电压偏移和可再生能源放弃率指标为优化目标的配电网动态重构模型，利用自适应遗传算法对配电网动态重构优化求解。通过对传统的网络进行简化处理，降低编码过程中产生的大量不可行解，提高算法的寻优能力。基于 IEEE33 节点系统，设置四种不同场景进行仿真分析，结果表明进行重构能够显著降低系统的网损和电压偏移，同时也大幅提升新能源的消纳能力，有效提高配电网的运行水平，进而验证了本文方法的可行性及正确性。

220kV 高压线路继电保护装置改进及应用

龚健，赵思源，李红超

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司，贵州遵义，564600)

摘要：在电力系统中继电保护装置的作用，就是正确的判断保护范围内设备是否处于异常、故障状态，当区内故障时第一时间切除相应的故障元件，确保电力系统安全、稳定运行。那么可以看出继电保护装置在电网中的重要性。本文重点对 220kV 高压输电线路保护装置及其二次系统原理进行分析，结合设备从安装、投运、检修等不同阶段暴露出的问题，从装置内、外部各方面进行分析，针对性的进行优化和改进。为从事继保工作的单位及个人提供一定的借鉴作用。

基于卷积神经网络降噪的电力设备声纹识别及系统实现

刘梦，唐春华，崔文慧，鲁莎，胡晓梅

(国网重庆市电力公司江津区供电分公司，重庆)

摘要：本项目主要突出在神经网络降噪、声音分离和声纹识别等专题研究领域。研究的方向突出在端上设备和边缘计算平台，不同于以往的云服务模式，属于最新的科技创新方向。在神经网络降噪方面，传统降噪算法对于低信噪比，非稳态噪声都缺乏有效的解决方法，而新一代人工智能方法，利用循环神经网络(RNN)对音频信号时序信息的建模，或者将一维音频信号转为二维语谱图进而采用多层卷积神经网络(CNN)建模，均获得了有效的进展。本系统前端拾音采用麦克风阵列技术，即使用多于一个麦克风进行拾音。通过使用多个麦克风，我们可以记录空间信息，进行声源定位，声场采集，实现更好的降噪性能，弥补了单通道拾音的不足。

复合 GIS 信息的电网接线图自动成图方法研究

何攻¹, 何潜¹, 陈宁¹, 帅红¹, 李军¹, 郑涛², 雷雨³

(1.国网重庆电力调度控制中心, 重庆, 400015)

(2.国电南瑞北京科东电力控制系统有限责任公司, 北京, 400015)

(3.国网重庆电力检修分公司, 重庆, 400015,)

摘要: 电力调度专业人员在日常工作中大量使用电网潮流图和地理接线图, 一直以来, 两者各有优劣, 无法互相取代。本文提出了一种复合 GIS 信息的电网接线图自动成图方法。首先用过 CIM/E 技术标准对带有地理信息的电网结构信息(线路和厂站数据)进行导入, 然后根据线路和厂站地理坐标通过研究复合 GIS 信息的电网接线图(CGGD)自动成图算法进行抽象和拓扑简化, 实现问题的求解。改进后的复合 GIS 信息的电网接线图, 能够在固定枢纽节点的基础上, 兼顾相对地理位置精确和厂站密度合理。接线图在保持潮流图传统信息显示的基础上, 实现将天气、雷电、故障测距、线路三跨、人员位置等信息的同步展示。该方法已应用于重庆市调调度协同监控平台下一代电网接线图研究上, 使用该方法, 能够提高电网接线图的实用性和自动成图效率, 解决调度工作中实际问题。

论电力系统继电保护技术的应用

颜嘉

(国网重庆市电力公司建设分公司(监理公司), 重庆市渝北区青枫北路 20 号, 401120)

摘要: 随着电力系统继电保护装置的自动化在信息时代的和应用, 其在电力企业的努力下以及相关技术与研究人员的深入探讨中不断完善和发展。电力系统的继电保护自动化从晶体管保护再到计算机保护, 乃至网络化、智能化的发展进程中, 电力系统更加完善, 为人们提供了更加优质的电力, 促进国家经济的发展。本文分析了电力系统中继电保护的自动化现状, 总结了自动化的要点以及继电保护自动化的策略。

考虑多利益主体的微电网多目标日前优化调度

吕鑫科, 何颀, 陈劲松

(国网重庆市电力公司北碚供电分公司, 重庆市北碚区碚南大道 203 号, 400700)

摘要: 为实现提高微电网运行经济性的同时保障微电网内各利益主体的利益收入, 本文从从用户、电网、分布式电源和蓄电池的利益角度考虑建立了以最低用户供电成本、最大电网收益、最高分布式电源利用率和最小蓄电池充放电次数为目标的多目标优化模型, 并利用目标相对占优法和遗传算法求解 Pareto 最优解。针对微电网多目标日前优化调度, 本文首先分析并建立了用户供电成本最小、电网售电收益最大、分布式电源利用率最高和蓄电池充放电次数最小的多目标函数; 然后计及有功平衡约束、风机与光伏出力约束、电网与微电网交换功率约束和蓄电池荷电状态约束, 进而提出考虑多利益主体的微电网多目标日前优化调度模型, 并采用目标相对占优法和遗传算法进行求解。最后用实际微电网算例验证了本文方法的有效性。

电动汽车可调度能力与 V2G 日前优化调度策略

刘启好¹, 陈民铀², 金陵³, 黎博², 谢墨渊¹

(1.国网重庆市电力公司市北供电分公司, 重庆市渝北区新牌坊三路 89 号, 401147

2.重庆大学电气工程学院, 重庆市沙坪坝区沙坪坝正街 174 号, 400044

3.中国汽车工程研究院股份有限公司, 重庆市渝北区金渝大道 9 号, 401122)

摘要: 随着越来越多的电动汽车接入配电网, 电动汽车的集群作用对电网运行产生了多方面的冲击。因此, 采取什么样的调度策略才能有效控制规模化电动汽车接入电网的影响是电力部门急需解决的难题。本文首先针对电动汽车充电负荷预测与调度问题, 建立电动汽车集群的充放电模型, 根据电动汽车用户行为, 采用蒙特卡洛采样算法, 预测次日电动汽车可调度能力。其次根据其可调度能力, 以最小化配电网负荷方差、峰谷差与用户充电成本为目标, 根据不同电动汽车数量与用户参与度比例, 进行算例仿真。最后提出电动汽车集群的优化调度策略, 实现配电网负荷波动与电动汽车用户充电成本的降低。

智能变电站继电保护改扩建的三项原则

王昕，朱峻永，曾治安，陈力，孙晓勇

(国网重庆市电力公司，重庆市渝中区中山三路 21 号，400000)

摘要：智能变电站已推广建设达 10 年，继电保护涉及的改扩建工作越来越多，因早期智能变电站存在规范性、统一性问题，各个时期的智能站继电保护如何安全、高效实施改扩建工作困扰着继电保护的从业人员，本文根据智能变电站基本原理，简述当前智能站改扩建实施步骤，指明智能站改扩建关键环节和存在的问题，结合简要的改造案例，提出智能站继电保护改扩建优化方案，总结智能站继电保护改扩建的三项原则，并提出后续管理提升的思路。

电力通信光缆波导侦听仪设计及应用

董婷婷，陈卉聪，田雨，贺颖，吴渝飞

(国网重庆市电力公司市北供电分公司，重庆，401147)

摘要：光纤通信能够提供一个没有冲突、没有电磁干扰或是恶化传送信号的优良环境，但同时日益增长的光缆数量也使光缆识别变得异常困难。OTDR 能对故障点定位，但由于光缆实际布放时的弯曲和沟道内错综复杂环境，使该故障的定位不够精确，现场常采用传统“摸线法”继续人工查找进一步排查定位故障点，但存在用时长，耗费大量人力、物力、财力的缺陷。如何高效的识别光缆越来越引起人们的关注。本文针对如何在不影响电力系统正常传输业务情况下高效识别光缆，替代传统“摸线”法的需求，设计了一种利用固体声波传导侦听原理对光缆进行识别的简易装置—光缆波导侦听仪。该装置通过采用合金敲击锤产生震动声波，采集波导源敲击信号并将其转换为模拟电信号，然后进行放大滤波处理驱动耳机进行实时听音。该装置在不中断业务系统、对光缆无损伤前提下进行识别，有效提高了光缆运维查找效率，缩短了故障抢修的时间，保证了业务系统的可靠供电。

基于一体化控制系统的电网调度控制系统

贺颖，田雨，章涵芝，董婷婷，高磊

(国网重庆市电力公司江北供电分公司，重庆，401147)

摘要: 电网调度控制系统建设周期长、投资大、结构复杂，在保证系统可靠性的前提下，如何提高设备的利用率，在公司提质增效的环境下具有现实的意义。目前电网调度自动化系统已初步建成一体化的构架，但是其运用还没有达到一体化平台应用的效果，还不满足统一智能电网对调度运行、控制要求等多项技术的操作运行，不能达到资源一体化运用、管理，无论是主调或备调单个设备出现故障，还是整个主调或备调的设备出现故障，都会影响电网调度控制系统的正常运行，对电力系统调度控制的可靠性带来影响。针对以上问题，本文提出了一种基于一体化控制的电网调度控制系统，将原本分散独立的主、备调度中心紧密结合，实现一体运行，交叉存储、数据贯通、共同承载调度实时业务。

能源互联网专委会

基于云计算架构的电力企业管理系统设计和应用研究

张凌跃，王曼，裴超，任奎兆，罗菁

(国网重庆电力公司江北供电分公司，重庆江北，401100)

摘要：传统电力企业管理系统存在时效性较差，安全性不足，故障解决效率不高，可靠性有待提升等问题。为改进这些不足，设计一款基于云计算架构的电力企业管理系统，主要结构包括电力参数分析模块、办公软件管理模块、输电能力计算模块、服务管理模块、电费收缴管理模块、资产管理模块等内容。通过系统测试之后，将其用于电力企业管理当中。结果表明，该系统的时效性和安全性较高，能提升故障解决效率，确保系统的可靠性。

基于配网运营大数据的分析及应用

夏海波，龙飞，唐莺绮，张明君

(国网重庆市南供电公司，重庆市南岸区，401336)

摘要：针对市南配电网配网设备多、配网故障多、运维质量不高以及项目成效不明显等现象及典型问题，通过分类、聚类等大数据手段整合故障报修工单，绘制配网服务工单地理指示图，直观显示配网运维、技改等薄弱环节，有效提出针对性改进措施。自项目实施以来，配网运维质量、工程质量、立项质量等得到明显改善，服务工单数量同比下降 37.7%，减少人力成本约 20 万元/年，资金有效利用率提升 50%。

基于数据可视化人资信息管理系统的应用

房劲，席子涵，张琳，肖凌峰，赵雅婷

(国网重庆市电力公司，重庆市渝中区，400014)

摘要：为帮助企业整合管理资源，提高管理效率，降低管理成本。迫切需要建立人资人员信息管理系统。本系统将信息系统数据与 ECharts 数据可视化进行结合，能够对信息灵活动态的进行多维分析，对接多维数据库，提供了切片、切块、钻取以及行列互换等多种可视化操作方式。使不同角色可基于自身所关注的维度进行灵活的数据分析。交互式的透视分析，海量数据，能够秒级响应。流程式数据处理和建模，可视化算法配置，SQL 和 Python 可拓展。本系统用 VUE 搭建基本的开发框架，再结合 Mysql 数据库来存储有效的数据，通过对系统的整体架构和功能需求分析，将系统划分为前端和后端的功能，同时分配不同的角色信息进行系统的管理。管理者能够对系统的基本配置以及数据进行维护以及修改，用户可对各类信息进行查询等操作。

用电专委会

基于车桩位置信息数据的车桩热力分析图应用研究

池磊，袁野

(国网重庆市电力公司营销服务中心，国网重庆市电力公司永川供电分公司
重庆市江北区五福路1号，400000)

摘要：随着 2020 年国家提出将“建设充电桩、推广新能源汽车”纳入新基建重点领域，地方将大力推动电动汽车充电设施建设。为解决充电设施选址规划问题，基于重庆市新能源汽车与充电基础设施监测平台的车、桩位置信息数据，在充分考虑电动汽车实时活动范围和充电设施分布的情况下，绘制了车、桩热力分析图谱。该实时图谱是由车辆位置信息和充电桩位置信息在地图上以聚合方式形成的热力图。通过定时采集实时车、桩热力图数据，形成累积车、桩热力分析图谱。本文选取重庆某区域作为实际案例，累积 7 天研究区域内电动汽车实时热力图谱，叠加形成车、桩累积热力分析图谱，直观地展示研究区域内有车无桩和有桩无车的情况，对充电设施选址建设具有一定的实际指导意义。

绿电交易引领电动汽车充电可持续发展研究

吴杉，李俊，马超，郭琳，周颖

(国网重庆市电力公司，渝中区中山三路 21 号，400014)

摘要：电动汽车用清洁电有利于发挥电动汽车的节能环保效益，目前电动汽车是否真正绿色备受质疑和诟病，需思考出解决源-网-荷良性互动的全新交易解决方案。通过研究绿电交易新模式，推动电力市场份额增长，促进绿色能源消纳，增加新能源比重，削减燃煤发电比重，将实现电动汽车全链条绿色升级。本文主要研究电动汽车聚合商功能定位，分析聚合商参与绿电交易的关键要素，建立负荷聚合商电力交易辅助决策服务系统为绿电交易提供支撑，构建绿电交易要素管理模型，精细测算丰水期四川低谷水电成本，纳入全年绿能消纳统筹，确保电动汽车用户充分享受价格优惠，实现了绿电效益最大化。结果表明，该模式能够促进绿能资源的有效开发与高效利用，实现清洁能源发电“双降”预期目标，从经济效益角度解决能源稀缺地区降低工业用能成本的需求，解决清洁能源消纳地区电煤供需矛盾、环境治理问题。

基于电力大数据的电费回收风险防控策略研究

汤林，张婧

(国网重庆市区供电公司，重庆市渝中区人民路 26 号，400010)

摘要：目前，由于新冠疫情影响和社会舆论压力导致电力公司传统电费回收工作面临巨大挑战。同时，随着“新基建”的提倡，“大云物移”等互联网技术快速发展，电力公司智能化、数字化转型迫在眉睫。本文通过对客户历史缴费数据、电量数据进行数据挖掘分析，采用人工智能领域中深度学习算法，评估客户电费回收风险、缴费习惯和居住行为，从而制定差异化的电费回收风险防控策略，全面提升供电企业电费回收精益化、数字化管理水平。

“新基建”充电设施推广策略及技术方案研究

谢墨渊¹，张永瑜²，杨云莹³，曹登焜⁴，张宇⁵

(1.国网重庆市电力公司市北供电分公司，重庆渝北，401147；2.国网重庆电动汽车服务有限公司，重庆江北，400023；3.国网重庆市电力公司市北供电分公司，重庆渝北，401147；4.国网重庆市电力公司璧山供电分公司，重庆璧山，402760；5.国网重庆市电力公司市北供电分公司，重庆渝北，401147)

摘要：目前，“新基建”的推广和发展已成为中国未来发展的一项重要战略工作。在几大“新基建”重点推广领域中，新能源充电桩的推广和应用肩负着促进中国汽车行业产业升级，改变我国能源结构的重要任务。但在新能源充电设施发展，因起步不久，经营模式尚未成熟，面临一些问题。本研究，从建设土地获取，充电场站经营，充电降损技术提升等三个方面切入，提出一套综合性的新能源充电桩“新基建”推广策略及技术方案。

基于大数据平台的重庆市新能源汽车发展现状研究

张永瑜¹，谢墨渊²，曹登焜³，洪涛⁴，秦黎⁵

(1.国网重庆电动汽车服务有限公司,重庆江北,400023; 2.国网重庆电力有限公司市北供电分公司,重庆渝北,401147; 3.国网重庆电力有限公司璧山供电分公司,重庆璧山,402760; 4.重庆大学经济与工商管理学院,重庆沙坪坝,400030; 5.北京国新智电新能源科技有限责任公司重庆分公司,重庆渝北,400020;)

摘要:近年来,在重庆市新能源汽车产业迅速发展过程中,暴露出一些问题。目前,学术界缺乏对重庆市新能源汽车发展现状的深入研究,这将影响相关政策制定的科学性,也在一定程度上限制了相关产业的发展。因此本文基于重庆市车联网大数据平台,对重庆市新能源汽车发展现状进行研究讨论。本文首先重点分析了重庆市政府2016-2019年出台的新能源汽车相关政策。然后基于重庆市新能源汽车监测平台数据,本文分析及评价了重庆市新能源汽车领域的发展现状。研究发现:重庆市新能源汽车产业发展集中在主城区;重庆市新能源汽车产业集中于公共领域;重庆市主城区新能源汽车与充电设施配套不完善;退坡政策未对新能源汽车推广产生消极影响;直流充电设备的建设对新能源汽车推广使用的有积极影响。

基于模块化设计的负控终端综合测试仪

张弛，杜耀婷，王梅，曹雪菲

(国网重庆市电力公司南岸供电分公司，重庆，404100)

摘要：对负控终端通信接口的检测是负荷控制管理系统故障诊断的主要内容。为改善现有负控终端接口检测明显存在的难度大、耗时长、效率低等现象，研制出了一种基于模块化设计的负控终端综合测试仪。各项测试功能的模块化可以大幅度缩短接线和检测时间，带触控功能的液晶屏能够简化人机交互过程，降低接口检测难度，此外通过配置备用电源和照明装置实现对负控终端的临时供电，手提箱式的外观设计方便了运维人员的携带。前期测试和现场使用的良好效果表明，所研制负控终端综合测试仪可以有效提高检测效率，降低运维成本，具有明显的研究意义和工程价值。

浅谈电力企业优化营商环境策略

杜晶晶

(国网重庆市电力公司綦南供电分公司, 重庆, 400000)

摘要: 营商环境是指企业从开办、运营到注销整个周期中各种外部环境总和, 党中央、国务院高度重视优化营商环境工作, 把优化营商环境作为建设现代化经济体系、促进高质量发展的基础。优化电力营商环境作为其中重要一环, 对于激发民营经济活力具有重大意义。国网重庆市电力公司深入分析世界银行“获得电力”评价体系, 根据时间、环节、成本、供电可靠性及电费透明度 4 个二级指标, 通过加强政企协作、提升办电信息透明度、深化公司管理与技术创新、广泛宣传等手段, 多措并举提升客户服务水平。重庆市优化电力营商环境工作初显成效, 办电流程更精简、效率更提升、服务更优质, 营商环境建设向纵深发展。

带储能系统的电动汽车充电站成本优化

况元元¹，陈春霖¹，杜晶晶¹，赵莹¹，王松²

(1.国网重庆综合能源服务有限公司綦南分公司，重庆，401420

2.国网重庆市电力公司，重庆，401014)

摘要： 面临能源和环境的巨大压力，人们在不断地寻求清洁的代用燃料，以改善日益恶化的交通排放现状。以电动汽车（Plug-in electric vehicles, PEVs）为代表的新一代节能与环保汽车具有广泛前景。而基于电动汽车的充电站的蓄电池系统不仅可以更有效地利用电力设备，降低供电成本，还可以促进可再生能源（renewable energy sources, RES）的应用。本文通过分析 2019 年全国家庭出行调查(National household travel survey, NHTS) 数据，得到电动汽车驾驶行为和充电站性能建模的所需信息，获取停车车辆共享等重要参数，提取行驶总能耗，，优化电动汽车快速充电站中储能系统的运行，优化的目标是使 RESs 的利用率最大化，充电成本最小化。并通过 GAMS/Cplex 是一种用于通用代数建模系统(The General Algebraic Modeling System, GAMS)下的 Cplex 优化器，基于不准确的风电发电量、光伏发电量和充电需求，在 0%、5%和 10%的不确定水平下进行分析，结果表明了该不确定性优化方法的有效性。

基于储备和能源市场随机优化的风电交易参数研究

况元元, 蔡青松, 何小舟, 谌晨

(国网重庆综合能源服务有限公司綦南分公司, 重庆, 401420)

摘要: 在能源和监管市场中交易最佳风力发电为增加收入以及通过额外的监管储备影响系统安全性提供了可能性。能源市场和管制市场的竞价都可以通过这两个市场的随机优化过程来计算。本文分析了能源与储备市场的价格比率对电力市场收入的影响。参数研究显示, 只要上调电价低于日前能源, 该算法将在两个市场竞价以优化收益。当调节价格超过或等于日前能源市场价格时, 它只对当前目标函数的调节市场中的能源进行竞价。

基于大客户价值挖掘的用电策略智能优化研究

夏海燕，王丽娟，秦筱雅，陶林，张多娇

(国网重庆营销服务中心，重庆市五福路1号，400000)

摘要：为适应供给侧改革，积极应对市场化竞争，保留住优质大客户。通过采用聚类分析、模式分类等为适应供给侧改革，积极应对竞争，保留住优质大客户刻不容缓。通过大客户行为、运营指数等作为大客户价值的评价变量，确定客户价值，筛选优质客户，分析客户用电策略是否合理，通过优化策略，达到节能增效，提高电力公司经济社会效益，实现与大客户的互惠互利。通过建立价值体系，评价客户价值，对大客户建立“一户一案”，筛选出优质客户（如用电量、潜在价值高、无窃电风险、无欠费风险的用户），对不同价值的客户构建不同的服务策略。通过建议用户改变基本电费计收方式、合理安排生产班次、无功补偿等降低客户用电成本；同时规避优质客户流失风险，有利于削峰填谷。

浅谈重庆能源消费转型策略

王松¹，曹登焜²，谭旒粟³，蒋文弢⁴，尹茂源¹

(1.国网重庆市电力公司，重庆，400014; 2.国网重庆市电力公司璧山供电分公司，璧山，402760
3.国网重庆市电力公司铜梁供电分公司，铜梁，402560; 4.国网重庆市电力公司北碚供电分公司，北碚，400700; 1.国网重庆市电力公司，重庆，400014)

摘要：习近平总书记准确把握国内外能源发展大势和规律，创造性提出“四个革命、一个合作”能源安全新战略，为推动新时代能源发展提供了战略指导、根本遵循和行动指南，也深刻影响着我国能源服务发展方向。综合能源主要为用户提供高效智能的能源供应及增值服务，它的兴起代表着我国能源行业重心已从“保障供应”转移到“以用户为中心的能源服务”，这也是能源行业供给侧结构改革的本质要求。本课题从重庆市能源消费现状出发，对能源消费市场发展趋势及综合能源业务发展方向进行了分析研究。课题小组通过政策文献研究、现状调研收资、专家咨询座谈等方式，研究重庆市能源消费现状，以及依托综合能源服务推进能源消费转型的思路，再结合模型测算、实证分析法，对重庆综合能源服务业务发展提出可行性建议，促进我市能源消费的健康稳定转型发展。

浅谈重庆综合能源现状助推能源消费转型

杨洋

(国网重庆综合能源服务有限公司, 重庆, 400000)

摘要: 我国经济改革开放以来一直处于高速发展时期, 自 2020 年新冠疫情发生国际环境和国内条件在发生深刻复杂变化, 保持经济持续健康发展、稳中有进成为当今重要议题。稳增长、促消费, 实现产业转型升级成为重点。在作为经济社会发展支柱的电力行业, 国网公司正积极推进能源消费革命, 优化能源消费结构, 提高能源利用效率。综合能源服务是一种新型的为满足终端客户多元化能源生产与消费的能源服务方式, 涵盖能源规划设计、工程投资建设、多能源运营服务以及投融资服务等方面。

一种工业园区分布式能源系统

况元元¹，肖雪儿¹，李建容²，蔡青松¹，周为³

(1.国网重庆综合能源服务有限公司綦南分公司，重庆，401420

2.重庆樱花能源科技有限公司，重庆，401121

3.国网重庆综合能源服务有限公司市区分公司，重庆，400010)

摘要：为了提高供能的品质、降低用能的成本，针对工业园区的用能特点，提出了一种分布式能源系统方案，以为园区企业提供蒸汽、电力、热水、冷水等多种形式的能源。通过对同类型企业生产过程用能信息的广泛收集，结合园区企业的具体规划，获得了各种形式能源的负荷需求特性，并基于负荷需求信息，完成了分布式能源系统的整体架构设计。根据入驻企业投产、达产的时刻表，并充分考虑企业实际产能的不确定性，提出了“整体规划，分步实施”的建设思路，并在该思路的指导下进行分布式能源的分期建设规划和实施。技术经济分析结果表明，所提出的分布式能源系统架构及建设思路不仅能确保园区企业用能的品质，降低企业用能的成本，减少能源生产过程对环境的污染，还能有效地降低能源站投资的风险。

优化电力营商环境的问题及策略研究

王皓，范军，吴珂佳，张婧

(国网重庆市区供电公司，重庆市渝中区人民路 26 号，400000)

摘要：电力营商环境是电力行业“硬实力”与“软实力”的结合，也是我国社会经济发展转型的助推剂。为匹配当下社会经济发展及用电客户对营商环境的高要求，加速电力企业的服务模式转型，提升客户办电、用电的感知度，该文首先明确优化电力营商环境的必要性，剖析电力营商环境发展现状，通过分析电力营商环境优化过程中存在的协同不足、创新不足及可视化不足等问题，细化提出从组织结构、内部协同方面强化组织协同力度，从差异化服务、政企服务及网格化服务方面创新客户服务模式，从信息资源共享及资讯透明方面打造资源信息可视化，全面促进电力服务向精准化、差异化、智能化转型升级，提升获得电力指标及客户服务满意度，着力优化电力营商环境的“硬实力”与“软实力”。

面向高可靠性供汽的锅炉系统配置

况元元¹, 肖雪儿¹, 商曾¹, 李建容², 封滢彦³

(1.国网重庆综合能源服务有限公司綦南分公司, 重庆, 401420;

2.重庆樱花能源科技有限公司, 重庆, 401121; 3.国网重庆综合能源服务有限公司, 重庆, 400000)

摘要: 针对某工业企业需要高可靠性供汽的用能需求, 提出了一种兼顾系统可靠性和经济性的燃气蒸汽锅炉配置方案。在充分收集企业生产流程及其产能变化详细数据的基础上, 获得了企业用汽需求的基本特性。根据企业用汽需求的上下峰值、均值及典型负荷区间的时间占比等信息, 规划燃气蒸汽锅炉的负荷范围、期望经济负荷区; 在系统额定负荷的基础上, 再充分考虑蒸汽需求量的上下峰值、基本负荷等信息, 获得燃气蒸汽锅炉系统高可靠性保证负荷点; 综合锅炉系统额定负荷、最大负荷、锅炉等级及型号等信息, 完成整个燃气蒸汽锅炉系统的优化配置。分析结果表明, 该锅炉配置方案在确保为企业提供高可靠性蒸汽的同时, 还能有效提高系统运行的经济性, 该配置方案及思路可供相似用能企业参考。

基于低采样率的非侵入式负荷监测多目标算法

吴宇，吴林峰，陈顺利，冉婧，李恒宇

(国网重庆市电力公司营销服务中心，重庆市江北区五福路1号，400000)

摘要：面对我国能源供需格局的新变化和国际能源发展的新趋势，电力领域中的智能电网技术吸引了众多国内外专家的关注，而家庭能源管理是智能电网在居民侧的延伸。本文提出了两种解决多目标 NILM 优化问题的方法：第一种方法使用软聚类距离 (SCD) 作为目标函数；第二种方法使用有功功率和无功功率特征作为目标函数，并在流行的 REDD 和 AMPds 数据集上进行了测试。本文所提出的方法在标准度量方面表现出了较为良好的性能。另外，本文所提出的算法可以在不进行预先训练的情况下以较低采样率 (0.25Hz 或更低) 运行，降低了实现负荷分解时对采样精度的要求，同时有助于非侵入式负荷分解系统实现实时运行。

电力建设专委会

飞轮电池在离网型风力发电系统中的充电控制研究

王恒星

(中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司, 重庆, 400016)

摘要: 针对目前风力发电系统中储能装置(化学电池)的不足, 研究了飞轮电池的充电控制策略, 并将其应用到离网型风力发电系统中, 分析了飞轮电池的 d - q 模型。在飞轮电池充电控制过程中, 把飞轮电池所用电机的定子电流进行 d 、 q 轴分解, 通过控制 i_d 等于 0, 进而控制 q 轴电流即可控制飞轮电池的充电电流。搭建了飞轮电池充电控制系统的实验平台, 进行了实验研究。实验结果表明了所用控制策略合理, 能够满足系统要求。

分布式发电及其对电力系统的影响

宋美盈

(中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司, 重庆, 400016)

摘要: 现今能源质量要求日益提高, 并且世界各国对环境保护问题倍加关注, 故探究高效灵活发电方法对此类问题进行解决具有必要性和迫切性。分布式发电充分利用了新的洁净能源, 结合各地的实际情况, 本文将从燃料电池发电、微型燃气轮机发电以及分布式光伏发电三种分布式发电技术对发电系统的影响、对配电系统的影响、对电能系统的影响、对整个电力行业的影响展开深入探讨。伴随社会发展, 使人们不断增加对电力的需求, 同时, 相关企业在电力系统建设方面的力度也在不断加大, 在建设电力系统整体过程当中, 分布式发电由于其自身多种独特优势而被电力企业所广泛使用, 因此, 相关部门对于分布式发电的研究应加大重视力度, 同时对其不断加以改善。

生活垃圾焚烧发电厂烟气排放连续监测系统的设计与分析

陈小健

(中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司, 重庆, 400016)

摘要: 为了满足环保控制要求, 生活垃圾焚烧发电厂均在烟囱出口或烟道安装烟气排放连续监测系统(CEMS), 以实时监测大气污染物排放指标。本文列出了生活垃圾焚烧发电厂烟气排放相关标准, 主要为《中华人民共和国大气污染防治法》、《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB 18485-2014)、《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223-2011); 阐述了 CEMS 的工程设计原则, 即: 实用性、可靠性、先进性、维护性; 描述了 CEMS 系统结构, 由颗粒物监测子系统、气态污染物监测子系统、烟气排放参数测量子系统以及数据采集处理与传输子系统等组成; 也介绍了 CEMS 系统设计参数要求、污染物采集和监测方法; 最后总结了 CEMS 设计、施工及运行维护的注意事项。希望对城市生活垃圾焚烧发电工程 CEMS 系统全生命周期的设计、施工及运行维护工作有所帮助。

浅谈海上风电柔性直流输电用联络变压器 第三绕组取能的可行性

魏裔华，刘怀合，吴秋平

(重庆 ABB 变压器有限公司，重庆，400052)

摘要：联络变压器是海上风电柔性直流输电的重要设备之一，其体积的大小决定着海上平台的重总量，直接影响项目的投资成本。本文针对海上风电柔性直流输电项目联络变压器绕组第三绕组取能可行性进行简述，比较联络变压器带第三绕组与联络不带第三绕组取能的经济性，对于今后的海上风电柔性直流输电联络变压器的选型设计作为参考。

泄漏同轴电缆在电力隧道应急通讯中的应用研究

黄昊，马耀宇

(国网重庆市电力公司，重庆，400015)

摘要：重庆现有的电力隧道应急通讯系统大多使用固定电话、WIFI 覆盖或手机信号直放站等方式。上述三种方式虽然成本相对较低，但在实际施工和使用过程当中均存在诸多的缺陷，要么结构复杂、可靠性差、寿命短，要么设备体积较大、很难适应空间有限的电缆隧道。本文比较了上述几种方案的优缺点，并提出使用泄漏同轴电缆结合手机信号直放站实现电力隧道应急通讯的方案。较现有的方案，泄漏同轴电缆结合手机信号直放站在施工成本、维护成本、便捷性、可靠性和综合成本上均具有显著的优势。在现有条件下，泄漏同轴电缆一次性投入仍然较高，大约为传统方案的 3~5 倍，可以考虑在一些安全等级较高、或者是工况复杂的隧道中优先使用。

顶管和拉管工艺在山地城市中 110kV 输电线路工程的应用比较

陈焰，廖綦楠

(重庆电力设计院有限责任公司，重庆市渝北区，401121)

摘要：某线路工程新建线路平面路径全长为 5900m，其中新建电缆隧道 3300m，利用已建电缆隧道 2600m；新建电缆隧道按 6 回设计，电缆采用 1000 mm² 导体截面。本文从工程规模、空间特性、实用性、防外力破坏、施工工艺、电缆工艺适用性和工程造价等几个方面分析说明了拉管和排管工艺在山地城市的应用。

基于泛在电力物联网的多站融合变电站设计要点分析

袁履辉，杨琼，周永忠

(重庆电力设计院有限责任公司，重庆市渝北区青枫北路 20 号凤凰 D 座，401121)

摘要：随着国家电网确定了“三型两网、世界一流”的企业发展战略，构建“泛在电力物联网”是国网当前最紧迫、最重要的任务，而“多站融合”作为泛在电力物联网实施落地的重要应用之一，可以将变电站、数据中心站、充电站、储能站、5G 通信基站、北斗地基增强站、分布式新能源发电站、环境监测站等在内的信息通信和能源环境相关基础设施及系统平台进行汇聚整合，业务上实现能源、信息通信、政务等领域的跨界融合，服务主体上实现电网企业、通信运营商、政府相关部门等的深度协同，有效优化城市资源配置。同时，多站融合的实施也给变电站的设计带来了新的挑战，文章将从总体布置、消防设计、供暖、通风和空气调节、噪声控制、电磁环境设计等方面对多站融合型变电站设计进行分析。

基于某 220kV 变电站电气主接线的优化研究

喻雄飞

(重庆电力设计院有限责任公司, 重庆, 401121)

摘要: 基于国家电网公司基建部对于变电站模块化思路、标准化设计、装配式建设的要求, 目前国家电网公司系统内的变电站新建工程都要严格执行其发布的通用设计要求, 但由于某些新建变电站工程本期规模与国网通用设计方案中有较大区别, 若其电气主接线仍完全按照通用设计方案执行, 不仅会增加本期工程投资, 还会给后期工程扩建带来不便。针对此类问题, 本文对某具体工程可研方案中电气主接线进行优化设计, 电气主接线的选择要安全可靠、运行灵活、操作检修方便、节约投资、并兼顾初期运行便利及远期停电过渡合理, 而不能完全套用通用设计方案, 本文对优化前后两个方案进行全寿命周期成本比较, 以找到一个安全可靠、节约成本、运行灵活、扩建方便的电气主接线形式。

输电塔结构设计表达式分项系数合理性分析

刘静波

(国网重庆市电力公司经济技术研究院, 重庆市渝北区青枫北路 20 号凤凰 D 座, 401121)

摘要: 高压输电塔结构的设计规范基本上是参照建筑结构规范进行编制的, 当风荷载效应占较高比重时, 输电塔结构的可靠度水平偏低。

因此, 本文沿用建筑结构规范基于分项系数的设计表达式, 在前有学者的研究基础上研究了现有输电塔相关结构设计规范中设计表达式的荷载分项系数的取值合理性。

(1) 主要考虑规范常见荷载组合下, 可变荷载效应比对可靠度的影响规律; 现有的输电塔结构主要设计规范(DL/T 5154-2012) 总体来说是低于《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068) 中的目标可靠度。

(2) 根据可靠一致性原则, 优选出简单组合下永久荷载与风荷载作用效应同号情况下的较为合理的荷载分项系数, 荷载分项系数分别取为 $\gamma_G=1.2$, $\gamma_Q=1.7$ 。

预制式智能控制柜标准化设计研究

王华，周永忠

(重庆电力设计院有限责任公司，重庆市渝北区青枫北路 20 号，401120)

摘要：智能控制柜作为下放二次设备的安装载体，是一次设备和二次设备联系的纽带，采用工厂预制，可大大减少现场的调试和二次线安装工作量。本专题主要讨论预制式智能控制柜的标准化方案及三维设计方案。首先提出标准化尺寸；然后对柜内空间进行功能分区，对内部设备布置按分区进行标准化，对预制光缆、预制电缆的接口进行讨论，提出相应配置方案。

智慧变电站二次线缆可视化管控方案研究

刘超

(重庆电力设计院有限责任公司, 重庆市渝北区青枫北路 20 号, 401120)

摘要: 随着智慧变电站二次线缆运用日趋复杂, 线缆敷设成为制约工程进度和质量的因素之一, 本文通过运用日趋成熟三维数字化技术和智能标识技术, 共享智能变电站数据中心服务器资源, 建立一套用于变电站电缆敷设三维虚拟施工系统。该系统在工程设计阶段, 可通过三维设计实现变电站电缆路径规划、长度分割、电缆走向、电缆通道空间、电缆编码校对及型号规格核对等参数制定, 预先进行空间碰撞检查, 提前预判施工中可能遇到的问题, 系统具有可视化、交互性强、操作简便的特点, 能为精细化施工提供更好的支持, 为工程全生命周期管理提供数据基础, 为生产运维远程综合管理的提供了条件。

三维数字化智能技术在变电工程设计中的应用

崔昊，向春，伍烱熙，陈能思

(重庆电力设计院有限责任公司，重庆，401121)

摘要：随着我国经济社会的快速发展，电力工程建设也亟需更高水平的科学技术支撑，三维数字化智能技术对于处理当前变电工程设计中存在的诸多难题提供了解决思路。通过构建三维数据化协同设计平台，创建数据库，并且将数据库信息进行数字化移交处理，实现了多人对工程设计信息查阅与修改，同时完成了对工程设计中的安全距离校验以及碰撞检测等，通过该技术的应用可改善变电工程设计整体质量，推进电力行业基础设施建设与管理水平。

三角形塔和四边形的整体截面性质及 抗弯和抗扭能力比较

王金鑫，田良，胡泽友

(重庆电力设计院有限责任公司，重庆，401121)

摘要：三角形铁塔是具有三个支撑基础，其整体平行于地面的横截面呈三角形的铁塔。60度角钢作为三角形铁塔主材，将便于三角形铁塔主材与斜材、横材的相互连接。目前我国高压电输送均采用四边形的铁塔，相比于四边形的铁塔，三角形铁塔具有约束应力小、温度应力小、结构稳定、风阻小、占地面积小、材料潜力能够充分发挥等极为重要的优点。三角形塔比方形塔塔重轻5%~8%。在此基础上，研究比较了三角形和四边形的整体截面性质及抗弯和抗扭能力。

深回填地层电力竖井注浆围护方案研究

杨力武，陈风樵，田良，周哲，王金鑫

(重庆电力设计院有限责任公司，重庆，401121)

摘要：以深回填土地层电力工程为背景，采用 midas GTS NX 有限元分析软件对真实施工过程进行数值模拟，对比分析注浆加固围护方案与非加固方案情况下，竖井基坑土体变形和支护结构应力规律，得出注浆加固围护方案对基坑支护具有积极影响效果；通过分别建立二维及三维数值模型并分析，得出在尺寸及空间效应影响下，电力竖井基坑二维分析与三维分析结论差异较大的结论；对模拟结果与现场测量数据进行对比分析，验证了数值模拟与现场实际情况的一致性，为类似项目提供借鉴。

重庆中长期电力保障方案研究

许道林，赵理，周倩，牟凡，燕俊

(国网重庆市电力公司，重庆市渝中区中山三路 21 号，400010)

摘要：随着我市电力负荷持续增长，从“十四五”期将出现电力缺口且缺口逐年增大，调研分析了重庆电网现状及电力供需、一次能源资源分布及供应、电力供应形势及省间通道能力和网内受限情况，对四川、华中及新疆电力入渝可能性进行分析，分析表明，川电和疆电将作为重庆电力保障重要外来电源。结合前期工作，持续推动川渝电网一体化发展和疆电入渝是保障重庆中长期电力可靠供应的重要手段。

“新基建”背景下电动汽车用能经济环境效益研究

贾春燕，康朋，刘勇

(国网重庆市电力公司经济技术研究院，重庆市渝北区青枫北路 20 号，400000)

摘要：新冠疫情以来，得益于政策和市场的双重刺激，我国成为了全球充电基础设施发展最快的国家。基于电动汽车用能的初探，本文构想了电动汽车用能经济环境效益综合评估模型，在兼顾用户权益，有序充电，实现电动汽车行业健康发展的前提下，模拟不同电价机制下电网企业在电动汽车用能上获得的最大利润。根据模拟结果，确定不同发展目标及不同“人、车、桩”行为情况下，电网电动汽车发展的电价管理机制。

价格机制是市场运行的基本保证，电动汽车充电价格机制的合理性不仅决定电网利润、电网的稳定运行，而且关系到用户权益的最大化，对实现电网利润最大化、提高用户电动汽车使用满意度，降低用车成本具有重要意义。因此，本研究着重分析重庆电网电动汽车充电价格机制及配套的充电桩优化配置管理。

基于轮停检修状态下的 110kV 双回路 电缆终端场设计方案研究

蒋剑，马静波，张逸青，陈锐郭

(国网重庆市电力公司经济技术研究院，重庆，401120)

摘要：传统 110kV 双回路电缆终端利用检修平台位于塔身的形式在空间占用、经济造价等方面具有一定优势，但其还存在着运维检修困难、人员安全防护弱、检修状态下需双回路同时停电等问题。针对新形势下运维要求的提高，将 110kV 双回路电缆终端设计分为三大模块 7 个设计要素，利用“米”字型横担布置、独立爬梯设置、双排脚钉设置及独立检修平台组合而成，从而提出 110kV 双回路电缆终端场设计方案。利用 ABAQUS 有限元软件对设计方案进行了建模验证，结合试点工程的应用运行数据表明：该 110kV 双回路电缆终端场实现检修状态下的轮流停电；保障人员作业安全；实现电缆终端塔通用设计应用率 100%；单线路节约停电损失 2.5 万元/小时。安全经济效益显著，具有较强的推广应用价值。

装配式建筑在电力工程中的应用及讨论

刘松松，唐立波，赵丹，王国权，李健康

(国网重庆市电力公司经研院，重庆市渝北区青枫北路 20 号，401122)

摘要：装配式建筑是建筑工业化最重要的方式，随着我国经济快速发展，建筑行业工业化进程加速，装配式建筑开始逐渐焕发勃勃生机，装配式建筑主要采用钢结构为主的建筑形式，借鉴国外经验采用装配整体式或预制外墙挂板等方式，都取得了良好的效果，装配式建筑在电力工程中的及其常见，一体化铝镁锰复合墙板、纤维水泥复合墙板、标准化预制成品构件，装配式建筑物基本实现标准化设计、工厂化预制，现场无涂装、少湿作业、无焊接作业的目标要求，合理选择结构体系，并对梁柱截面进行优化选择，选用钢-混凝土组合构件在提高结构性能的同时,可以降低结构用钢量，节约成本，缩短了工期，减少了物料损耗和施工工序，实现对资源的有效保护，有助于减轻对环境的污染。

电网工程造价精益化管理体系的构建与实施

鲁黎，田昊，康朋，孙安黎，苏芹，邱静田

(国网重庆市电力公司经济技术研究院，重庆市渝北区青枫北路 20 号凤凰 D 座，400000)

摘要：国网公司基建系统不断夯实管理基础，深化体制改革，强化管理创新，取得了一定成效。但在开展的造价管理成效监督检查过程中，仍发现存在体系不完整、存在薄弱环节；机制不完善、缺乏高效协同配合；执行不到位，缺乏有效的“事前事中控制”手段等问题，在一定程度上影响了企业发展的质量和效益。

通过总结提炼，形成一整套先进科学的分部结算精益管理体系，促进管理制度更加全面完善、管理标准更加统一规范、管理流程更加科学高效，并在国网公司基建系统全面推广实施，实现造价管理精益化目标，有效提升社会效益。

基于三维设计的输电线路工程造价优化

唐立波, 刘松松, 赵丹, 冯婷婷, 田昊

(国网重庆市电力公司经济技术研究院, 重庆市渝北区青枫北路 20 号凤凰座 D, 401120)

摘要: 三维设计利用高性能计算机三维建模软件进行输变电工程整体规划设计,以三维直观模型、传统二维设计图纸等多种方式输出设计成果,满足各种工程成品输出要求,响应后续电网建设与运行管理的需求,有利于提升电网工程的全寿命周期内本质安全水平,是建设智能电网的重要手段。本文以某水电厂送出 220 千伏线路工程为背景,分析了三维设计在架空输电线路勘察设计中可实现的作用,并在三维模型中用数据量化了交叉跨越的距离,以达到优化路径及工程造价的目的。

输变电工程概算审核标准化作业规范

康朋¹，赵丹²，贾春燕³，王国权⁴，唐立波⁵

(1.重庆市电力公司，重庆，401120; 2.重庆市电力公司经济技术研究院，重庆，401120)

摘要：为促进国网公司“四个必须、八个转变”工作要求顺利落地，实现造价“三合理一精准”的管理目标，巩固国网重庆公司造价闭环分析成果，强化事前控制，事后反馈，进一步加强输变电工程概算审核标准化作业规范十分必要且意义重大。为了合理确定重庆公司输变电工程造价，规范电网工程初设概算费用计取标准关键环节，持续提升工程造价管控能力和水平，本课题全面梳理输变电工程概算审核标准、要点、依据等，进一步细化概算审核工作内容及相关管理要求，固化审核尺度，形成重庆公司通用的标准化作业操作手册，用于指导从事概算编制及审核人员，使概算费用计列、资料编制更规范，使概算审核要点及方法更具针对性及实际操作性。

模块化变电站装配式建筑分析及发展展望

朱渊¹，杨雪²

(国网重庆市电力经济技术研究院，重庆市渝北区青枫北路 20 号凤凰 D 座，401120)

摘要：随着社会经济发展，环保、劳动保护要求日益提高，传统建筑行业必须从原有的人力密集型，资源消耗性向资源节约型、规模集中型、环境友好型的方向转型升级，发展装配式建筑正是传统建筑行业转型升级的必然途径。国家电网公司从“十三五”开始全面试点推广应用，经过近 5 年的发展取得了一些列成果，积累了一定建设经验。本文着重从装配式建筑的定义、发展现状、发展方向三个方面系统的对装配式建筑进行了介绍，并结合国家电网公司装配式变电站建设的情况进行了分析及论述，提出了未来变电站装配式建筑的发技术研究与建设发展方向。

破解大型城市核心区域电网建设难题研究与实践

钟家华，曾征，陈蛟瑞，马怀冬，鲁汀

(国网重庆市电力公司市区供电分公司，重庆，400015)

摘要：供电企业面临的电网建设环境日益复杂，特别是大型城市核心区域人口密集，城市基础设施密布，土地和廊道资源稀缺，邻避效应突出。本文研究了破解大型城市核心区域电网建设难题的方法，提出构建政企协同常态管理机制，坚持依法合规和以人民为中心推动电网建设理念，总结归纳了电磁环境科普宣传“441”工作法，并对变电站电磁环境进行了定量监测分析。以 220kV 谢家湾变电站的攻坚克难过程为例进行了详细说明和实例分享，为重庆市乃至全国供电企业破解核心城区电网建设受阻难题和邻避效应问题提供了思路和方法。

基于 MATLAB 回归分析法的电网生产技改项目投资分析

康朋¹，刘超君²，杨蕴华²，冯婷婷¹，袁亚¹

(1.国网重庆市电力公司经济技术研究院，重庆，401120; 2.国网重庆市电力公司，重庆，400014)

摘要：电网生产技改项目涉及改造内容繁杂，设备种类多、资金投入较大，项目管理实践中经常出现竣工决算超可研估算的情况。本文基于 MATLAB 回归分析法，利用某电网企业收集到的 192 个技改项目样本，将总投资分为建筑工程费、安装工程费、设备购置费、其他费用以及静态投资几个维度，从波动性、规律性等方面进行项目投资控制效果的现状分析和预测，发现竣工结算、可研估算总投资及各分项费用的造价水平及变化规律。通过建立回归模型，对不同的电网技改项目总投资有更好的预测结果，有效实现对电网技改项目的投资控制，减少结算超估算的情况，加强技改项目造价精益化管理，实现技经管理工作的高质量发展。

输变电工程质量管理现状及对策研究

傅嘉骥

(国网重庆市电力公司建设分公司(监理公司), 重庆, 401120)

摘要: 输变电工程质量的优化和监管, 保障了电气设备使用的安全。输变电工程质量问题的管理必须从浅入深、从小到大, 一一进行质量监管, 包括采购环节、设计工作环节、建设工作环节、管理工作环节和所有人员的意识, 从而有效保证输变电工程的整体质量。

新基建背景下公共充电桩的发展对策分析

林凯利，钟家华，刘鸿

(国网重庆市电力公司市区供电分公司，重庆，400015)

摘要：作为新型基础设施七大领域之一，充电桩不仅是单一功能的新能源汽车补充能量基础设施，还应是我国基础设施数字化、信息化发展风向标。当前，新能源汽车充电桩建设需采用新一代充电技术、人工智能、新能源等新兴技术，融入到智能交通、智慧城市、智慧能源等领域建设。从公共充电桩现状和问题分析作为切入点，从政策策略和技术策略的角度提出基建背景下公共充电桩发展建议，旨在促进公共充电桩健康有序的发展。

电力工程施工安全管理及质量控制管理措施分析

颜梁钦

(国网重庆市电力公司市南供电分公司, 重庆市南岸区, 400000)

摘要: 现如今, 电能的使用已经渗透到日常生活中的任何领域, 电力生产紧密联系着人们的生活, 推动着国民经济的发展。电力的需求量日益增加直接导致了对电力工程施工过程中安全与质量的管理要求加强, 本文就电力工程施工安全管理及质量控制管理做简要探讨, 指出施工单位在施工过程中存在的安全问题, 并提出进行安全管理和质量控制管理的措施。

电力工程项目管理中的模式创新及应用浅谈

颜梁钦

(国网重庆市电力公司市南供电分公司,重庆市南岸区, 400000)

摘要: 目前, 电力建设已然成为我国社会主义市场经济稳步增长的一项重要支柱, 随着我国经济体制改革的不断深化与市场同行之间的激烈竞争, 社会对电力工程的质量要求愈发提高。本文总结了电力工程管理中的四种主要的模式和各自的优缺点, 对当下电力工程管理的主要问题进行分析, 希望对相关工作者有所帮助。

基于全过程关键环节闭环管理的电网建设项目 动态管控研究

钟家华，曾征，马怀冬，廖朝阳，艾翔

(国网重庆市电力公司市区供电分公司，重庆，400015)

摘要：随着经济社会快速发展，电网建设环境发生了深刻变化，电网项目建设机遇与挑战并存。本文应用鱼骨图法对电网建设项目过程管控的关键影响因素进行了分析；采用 Project 项目管理工具软件实现了对项目管控计划的编制和全过程关键环节动态跟踪管控，确保电网建设项目按计划推进、按计划投产，及时发挥作用，提高电网建设项目精益化管控水平和投资效率效益；采用 S 曲线比较法建立了电网建设项目工程建设进度、投资完成进度与入账成本进度完成率“三率合一”动态管控模型，以实例说明了动态管控模型的有效性。

电力隧道断面选型与机械化施工

彭源，张华宇

(国核电力规划设计研究院重庆有限公司，重庆市渝北区星光大道 98 号土星 B3 栋 14 楼，401121)

摘要：随着我国城市的不断发展，城市供电主网和配网的敷设方式发生了巨大的变化。传统以架空线路电能输送方式正快速的向地下电缆的敷设方式转变。然而采用电缆敷设的地方往往是城市主城区、新兴园区等，这类区域地下管网错综复杂，地形、地貌随着城市的发展也时刻发生着变化。相对于公路隧道、铁路隧道等，目前电力隧道截面选型通常按敷设电缆的规模和运检方式确定，截面型式多样，很少从机械化施工的角度来确定断面尺寸。看似隧道截面的选型精确到每个工程，实则人为的为机械化制作了障碍，忽视了施工工期、施工安全，机械化运用程度严重不足。研究表明，我们一方面可以考虑结合现有的机械设备来确定电力隧道的断面尺寸，另一方面也可以结合电力隧道的独特特点来引导设备厂家生产出适合电力隧道施工的机械设备，最终让机械化施工成为隧道建设主流。

门式吊车运输方案在地下变电站中的应用

袁广林¹，白刚²，张涛³，潘利国⁴，时勇⁵

(1.国核电力规划设计研究院重庆有限公司，重庆市两江新区星光大道98号土星B3栋12-16楼，401121；2.重庆市轨道交通(集团)有限公司，重庆市渝北区金开大道西段210号，401120；3.国核电力规划设计研究院重庆有限公司，重庆市两江新区星光大道98号土星B3栋12-16楼，401121；4.国核电力规划设计研究院重庆有限公司，重庆市两江新区星光大道98号土星B3栋12-16楼，401121；5.国核电力规划设计研究院重庆有限公司，重庆市两江新区星光大道98号土星B3栋12-16楼，401121)

摘要：站址满足变电站本体结构建设的情况下，主变压器能否顺利运输至主变压器室成为本站址能否成立的最关键因素。本文着重论述主变压器运输至铁路综合枢纽站后，由东连接路高架桥进入主变压器室的运输问题，特别是主变吊运方案的论述，首次将门式吊车运输方案运用于变电站主变运输中，为变电站大件运输提供了一种新型方案。

浅析海外 EPC 项目的主要风险及应对策略

汪俐果

(国核电力规划设计研究院重庆有限公司, 重庆市渝北区土星商务中心 B3 栋 15 楼, 401121)

摘要: 现今随着中国企业逐步走向国际市场, 集设计、施工、采购为一体的 EPC 项目以独特的优势在中国企业的涉外项目中占有一定份额。随着海外 EPC 项目的逐步增多, 一些具有特定区域特征的风险因素逐渐显现, 在获取利润的同时也面临着地域性, 政策性的风险; 因此项目管理中的风险管理是一项不可轻视的环节, 特别是针对于规模大, 投资高, 建设周期长具有特殊性的海外 EPC 项目。这些具有特殊因素的风险, 不仅加大了海外 EPC 项目风险管理的难度, 如果不严加管控, 最终会导致企业承受巨大的经济损失。基于此, 本文对能源项目在海外进行 EPC 建设管理模式时, 存在的主要风险进行分析讨论总结, 给出相应的具有参考性、可行性的相关建议, 为类似的海外 EPC 项目提供借鉴和参考。

输电铁塔在山区回填土区的基础型式选择

舒启军，张华宇

(国核电力规划设计研究院重庆有限公司，重庆，401121)

摘要：随着国家经济不断增长，城市城镇化水平越来越高，城市建设用地越来越少，伴随着移山填壑方式解决城市建设用地，加之输电线路本身处于城市边缘的特点，出现了越来越多的输电线路铁塔基础位于高回填区，对于铁塔基础型式设计的处理也出现了较多的方式。本文主要针对在山区高回填土地基的现状下，对目前输电线路铁塔应用较多的基础型式进行综述，简述主要几种常用的基础型式在高回填土中的应用，并通过工程计算结果，采用综合经济效益对比的方式为高回填区输电线路铁塔基础型式的选择提供建议，供输电设计同行参考。

电力安全技术专委会

电力应急能力评估指标体系的构建探讨

刘良顺，李琳璐，徐会新

(国网重庆市电力公司奉节供电分公司，重庆市奉节县夔州路 306 号，404600)

摘要：电力应急在公共应急管理体系中处于至关重要的位置，关乎民生、社会稳定和国家安全，因此提升电力应急能力是亟待解决的重要问题。本文论述了电力应急能力评估指标体系的相关概念，提取整理国外电力应急评估体系现状，从应急管理 PRR4 阶段（预防、准备、响应和恢复）来提取电力应急的评估指标关键点，初步构想基于我国电力系统现状的评估体系，为更好应对电力企业开展应急工作提供一定的帮助。

电网技改大修项目的风险评估

万兴玉，杨博文

(国网重庆市电力公司市北供电分公司，重庆江北，401147)

摘要：技改大修项目一般采用经验式、粗放式的管理模式，只注重项目管控，缺乏风险防控意识。基于风险评估制定切实可行的防控措施，使管控与防控相结合，是实现技改大修项目精益化管理的必然要求。以明晰风险影响程度、明确风险防控重点为目的，提出基于层次分析法的风险评估模型。根据技改大修项目特点，辨识项目过程存在的风险点，采用层次分析法确定各风险点权重，构建风险评估模型，评估各风险的风险度值。以某省技改大修项目为例，详细介绍风险评估过程，计算风险点的风险度值，分析风险影响情况，为制定具有针对性的防控措施奠定基础。算例验证了该方法和模型的有效性与实用性。

火电企业承包商安全管理现状及应对策略

车国兴

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 承包商安全管理历来是火电企业安全管理的重点和难点, 本文从某火电厂承包商安全管理的实践入手, 对承包商管理现状和问题进行分析, 从细化项目招标、入场前审查、履约过程管理、承包商后评价机制、廉洁等方面, 采取措施, 取得良好安全管理业绩。

火力发电企业的安全管理

龚仑

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 火力发电企业在生产过程中存在许多危险因素, 如触电危险、高温高压蒸汽烫伤危险、燃煤燃油爆燃危险、危险化学品腐蚀危险等。加强安全管理, 避免人身伤害事故、设备损坏事故是火力发电企业的重中之重。本文从管理体系建设和“三防”着手浅谈火力发电企业安全管理工作。

对火电厂班组安全文化建设的探讨

丁林

(贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州遵义, 564600)

摘要: 火电厂班组安全文化是安全价值观、信念、道德、理想、风气、行为准则的复合体, 是安全观念和安全行为准则的总和, 它是社会文化的一个组成部分, 企业安全文化是指企业职工在预防事故、抵御灾害、创造安全文明工作环境的实践过程中所形成的物质和精神财富的总和; 而班组安全文化是指班组在企业安全文化的基础上, 对“安全”这个关系到企业声誉及自身安危的具体问题, 通过班组成员的各种认识实践、活动实践和自我完善实践、逐步形成的一种潜在文化。

浅谈区县供电企业应急救援体系的构想

梁勇，王川香

(国网重庆市电力公司綦南供电分公司，重庆，401420)

摘要：随着我国经济技术的快速发展，城市化的不断加速，居民对电力服务的要求越来越高，电力供电负荷越来越重，电网灾害类型愈来愈多，危害越来越大，损失越来越严重，影响越来越广泛。经济、社会发展的同时，伴随着文化素质的提高，人民群众对电力供应要求，对灾害救援的快速、有效，有了更高的要求。为保护人民的生命财产，在事故发生后快速的响应和恢复供电，电力安全生产应急救援越来越受到政府和供电企业的重视。但是应急救援机制在我国起步较晚，标准和技术还比较薄弱，为保证我国经济快速健康发展，构建和谐社会从而进一步加快应急救援体系建设。本文通过理论和实践经验简单阐述建立区县供电企业应急救援体系的基本构，从而为减短区县供电企业建立应急救援体系的时间提供理论研究和思路指导，让区县供电企业应急救援体系更快建立和完善，在突发电力事件时能更高效、有序的完成应急救援，为社会提供更好的电力服务。

浅谈电力企业黄马甲安全文化的发展及意义

王川香

(国网重庆市电力公司綦南供电分公司, 重庆, 401420)

摘要: 随着全球经济的迅速发展, 职业安全已经成为社会和企业关注的主题。企业对安全文化的重视度已经越来越高, 使得企业对安全文化的建设有了进一步认识。在企业安全管理过程中, 人是安全生产中最活跃和最关键的因素, 是实施安全管控的最重要对象。安全工作真正要落到实处, 关键在人, 在于人的安全意识、安全责任感、安全操作技能和自我防护能力。安全文化是员工共享的关于安全的态度、理念和价值, 其中安全理念的内涵强调对生命价值的高度重视, 对安全生产的高度自觉和对安全管理的高度负责。企业安全文化对企业安全管理工作的开展具有极为重要的作用。本文主要通过对电力企业黄马甲安全文化的发展及意义进行讨论, 指出电力企业黄马甲安全文化随着社会的进步及发展, 对电力企业安全管理、提升电力行业作业人员安全意识及安全行为的重要意义。

浅谈供电企业的应急演练管理

闵云胜

(国网重庆垫江供电公司, 重庆市垫江县桂溪街道桂东大道南段 137 号, 408300)

摘要: 应急演练是应急管理工作的的重要组成部分, 对提高应急处置能力、提升应急管理水平、最大限度降低各类突发事件的影响和危害都至关重要。做好应急演练工作, 是落实科学发展观、贯彻《中华人民共和国突发事件应对法》的具体行动, 是增强应急意识、检验完善预案、锻炼应急队伍、加强科普宣传、提高应急能力的重要举措。本文从坚持制度保障、科学谋划, 理念重创新; 做到全面联动、全员参与, 组织重细致; 推动完善预案、提升能力, 内容重实战等三个方面就如何开展好应急演练, 不断创新思路, 提升演练水平, 提高供电企业应急救援力量的整体作战水平、快速反应能力、配合应变能力, 提高供电企业和员工风险防范意识和自救互救等灾害应对能力, 为推动供电企业应急演练管理工作提供指导作用。

基于大数据的变电设备运行安全状态感知及智能诊断研究

王宇，白困利，周统刚，李新，田时红

(国网重庆市电力公司，重庆渝中，400015)

摘要：针对现行状态检修方法在变电设备状态感知单一、系统信息孤岛、状态检修效率低下等方面的问题，本文基于大数据技术，提出变电设备状态多维感知及智能诊断系统。系统通过打造边端变电设备多维感知体系，实现设备多维、实时、全景感知，并构建统一边缘物联代理，完成感知数据就地预处理，在此基础上融合设备状态多源异构数据，搭建云端大数据平台，开展设备状态大数据智能分析诊断，实现设备精准检修。文章首先对基于大数据的变电设备状态多维感知及智能诊断系统整体框架进行介绍，然后详细阐述了系统边端多维感知和云端智能诊断部分的设计及功能。最后，选取主变压器油温-油位关联状态量为例进行状态分析评价的算例分析，算例结果证明了所提系统功能的有效性和实用性，为提高变电设备运检效率提供有效技术支撑。

电力企业安全管理能力提升实践

李伟，陈莉波，白困利，秦煜森，李新

(国网重庆市电力公司安全监察部，重庆，400014)

摘要：随着当前经济社会的高速发展，社会生产和居民生活对电力的需求和依赖与日俱增。新形势下，电力企业如何通过持续夯实安全管理基础，全面提升安全管理能力，内部保障企业生产平稳有序、安全可控，外部实现电力供应安全稳定、优质高效，已成为电力企业安全管理的重要课题。本文分析了电力企业安全管理规章制度、管理能力、安全意识、设备状态等方面现状，提出了健全安全管理体系、提升全员安全意识、做实风险隐患双控、强化电网设备管理、加强应急管理、严肃监督考核等六方面具体安全管理水平提升措施。

浅谈电力企业中安全督查的队伍建设

李启雄

(国网重庆市电力公司万州供电分公司, 重庆市万州区龙都广场 1 号, 404000)

摘要: 近年来国民经济的高速发展, 电网建设随之全面铺开, 电力事故也呈现出上升的趋势, 对于电力企业, 电力安全不仅关系着员工健康和企业命脉, 还影响着社会生活的方方面面。因此, 加大对于电力安全的督查, 是一项必要的工作, 有利于减少电力安全生产中的事故, 有利于提高人民的幸福生活水平。本文叙述了当前电力企业安全生产的现实问题, 指出了电力安全督查工作的现状, 并有针对性地提出了几点加强电力安全督查工作的有效措施, 以期提供现实帮助。

电力安全生产应急救援管理中存在的问题及解决措施

李茂华

(国网重庆市电力公司巫溪供电分公司, 重庆)

摘要: 供电企业安全生产管理关系着国家能源安全可靠、经济持续发展和人民生活起居等问题。由于行业的特殊性, 加上产品的相对垄断和“无形性”, 目前, 仍有一些单位或职工对于社会关系、公共事务的处理往往不是主动型, 危机意识还比较淡薄。所以对于供电企业来说, 需要将危机理念进一步拓展、延伸和深化, 并加入到企业文化、企业理念的整体建设中。供电企业应急管理就是要培养危机意识, 渗透到每一位员工的心灵深处, 成为员工的共同思想和行为。强化企业安全生产应急基础建设, 形成源头治理、动态管理、应急处置相结合的社会管理机制, 建设更加高效的应急救援队伍, 提高应急管理科学化水平, 在危机爆发时, 能够临危不乱, 应对自如。

GIS 设备同频同相交流耐压试验安全技术深化仿真研究

肖前波¹，白困利²，王谦¹，龙英¹

(1.国网重庆市电力公司电力科学研究院，重庆市渝北区黄山大道中段 80 号，401123; 2.国网重庆市电力公司，重庆市渝中区中山 21 路，400014)

摘要：现场交流耐压试验，是检验气体绝缘金属封闭开关（GIS）设备绝缘性能，消除本体缺陷，确保可靠运行的关键。基于同频同相原理的 GIS 设备现场交流耐压试验技术，实现了母线不停电情况下对改、扩建以及检修 GIS 间隔进行现场交流耐压试验。试验时，与被试间隔相连的母线处于运行状态，因而其试验安全性非常重要。本文通过 EMTP-ATP 仿真软件建模，对多断口击穿和不同位置闪络等异常情况对试验设备以及运行电网的影响开展仿真计算研究。仿真结果表明，多个隔离断口同时击穿时，加入 10kΩ 的保护电阻后，母线和负载处的电压电流不会造成影响，因此回路电阻可以有效降低极端情况下断口击穿对运行部分的影响；被试间隔闪络位置不同时，母线隔离开关气室闪络对运行侧的影响最大，研究结果有助于进一步完善该试验系统的保护装置。

GIS 设备同频同相交流耐压试验安全技术深化仿真研究

肖前波¹，白困利²，王谦¹，龙英¹

(1.国网重庆市电力公司电力科学研究院，重庆市渝北区黄山大道中段 80 号，401123;

2.国网重庆市电力公司，重庆市渝中区中山 21 路，400014)

摘要：现场交流耐压试验，是检验气体绝缘金属封闭开关（GIS）设备绝缘性能，消除本体缺陷，确保可靠运行的关键。基于同频同相原理的 GIS 设备现场交流耐压试验技术，实现了母线不停电情况下对改、扩建以及检修 GIS 间隔进行现场交流耐压试验。试验时，与被试间隔相连的母线处于运行状态，因而其试验安全性非常重要。本文通过 EMTP-ATP 仿真软件建模，对多断口击穿和不同位置闪络等异常情况对试验设备以及运行电网的影响开展仿真计算研究。仿真结果表明，多个隔离断口同时击穿时，加入 10kΩ 的保护电阻后，母线和负载处的电压电流不会造成影响，因此回路电阻可以有效降低极端情况下断口击穿对运行部分的影响；被试间隔闪络位置不同时，母线隔离开关气室闪络对运行侧的影响最大，研究结果有助于进一步完善该试验系统的保护装置。

国网重庆武隆供电公司“党建+安全”的探索与实践

康新

(国网重庆武隆供电公司，重庆)

摘要：党的十八大以来，习近平总书记对安全生产发表了一系列重要讲话，作出一系列重要指示。“确保安全生产、维护社会安定、保障人民群众安居乐业是各级党委和政府必须承担好的重要责任。各级党委和政府要坚决落实安全生产责任制，切实做到党政同责、一岗双责、失职追责。”安全生产党政同责是习近平总书记给党员干部提出的新要求、新标准，对于量化党员责任、保障安全生产有着重要指导意义。国网重庆武隆供电公司深化实施“党建+安全”工程，全面推进两个中心、三个引领、四个融合、五个抓手的“2345”管控模式，充分发挥基层党组织在安全生产中的政治核心、领导核心作用和党员的先锋模范作用，以党建工作为引领，助推企业安全稳健发展。

浅议各类突发事件中的电力应急安全管理工作

蒋朝舜

(国网重庆武隆供电公司, 重庆)

摘要: 当前我国正处于经济转轨和社会转型期, 自然灾害事件、生产安全事故等突发事件随着社会生产活动的增加而呈多发态势。各类突发事件发生后, 电力的供应保障和应急处置对如法突发事件的现场处置和善后工作将起着不可或缺的支撑作用。本文阐述了各类突发事件发生后, 如何快速、高效、安全可靠提供电力保障和做好涉电工作应急处置的工作方法和关注事项。

电力技术经济专委会

智能电网电力用户管理对电能损耗的影响探究

费林

(国网重庆市电力公司市区供电分公司渝中供电中心, 重庆市渝中区人民路5号, 400015)

摘要:随着我国社会的进步和发展, 人均物质生活水平显著提升, 用电需求急剧增长, 传统的电网管理方式已经无法满足社会快速发展的实际需要, 迫切的需要进行创新, 朝着智能化方向发展。智能电网自其诞生之日起就受到了社会各界的广泛关注, 对于智能电网的认知和理解已经不仅仅停留在简单的概念上, 而是逐渐发展成一个更为完整的系统, 在高速双向、集成的通信网络基础上, 进一步应用现代化先进的控制技术和电力设备, 提供更加安全、高效和可靠的供电服务。以往用户在用电中, 由于自身行为或者设备的老化等因素造成电能的损耗, 而智能电网能够有效改善这一问题。本文主要就智能电网电力用户管理对电能损耗的影响进行研究, 结合实际情况提出合理改善措施。

以变电站计量关口清单管控为中心的网损协同管理

尹少锋，杨舜，刘晋，崔颖东

(国网重庆市北供电公司，重庆市渝北区新牌坊三路 89 号，401147)

摘要：电网损耗是电能在传输过程中产生的损耗，反应了电网经济运行水平。电网企业网损管理水平直接反映了供电企业的规划设计、生产技术和运营管理水平，是电网综合性评价指标。变电站是输配电转换的枢纽，变电站计量关口管控水平直接影响电网损耗准确计算。本文从提高变电站网损指标入手，从技术和管理两个维度，提炼总结出责任分工、缺陷管理和流程管控三项清单为核心的网损协同管理模式，全面推进网损管理面向规范化、精益化。

试析电子标签技术在电网企业车辆资产运营管理的应用

杨炯，任江波，张云红

(国网重庆市电力公司綦南供电分公司，重庆，401420)

摘要：电子标签技术在各行各业都发挥出非常重要的应用价值，2018年以来，国网公司不断深化电网资产统一身份编码建设工作，对电网所属资产设备进行统一身份编码工作。2019年，国网重庆市电力公司牵头开展车辆实物ID试点建设，推广车辆实物ID典型场景应用工作。本文首先对电子标签技术的工作原理及特点进行了概述，然后总结对电子标签技术在电网企业车辆管理中的应用情况进行了说明。

经济增长、电力工程造价与投资回收期

伍焯熙，向春，陈能思，邱静田

(重庆电力设计院有限责任公司，重庆，401121)

摘要：本文引用近几年国家电网公司开展的基建工程后评价项目情况，通过 VAR 模型建立脉冲响应分析重庆市经济增长情况、电力工程造价与投资回收期三者之间的相互影响关系。实证研究表明重庆市经济增长会提高电力工程平均造价，从而延长平均投资回收期，而电力工程平均造价在延长平均投资回收期的同时对重庆市经济增长情况并无明显影响。