

# 文本复制检测报告单(全文标明引文)

№:ADBD2021R\_2021072315351220210723154733311182901294

检测时间:2021-07-23 15:47:33

检测文献: 004

作者:

检测范围: 中国学术期刊网络出版总库

中国博士学位论文全文数据库/中国优秀硕士学位论文全文数据库

中国重要会议论文全文数据库

中国重要报纸全文数据库

中国专利全文数据库

图书资源

优先出版文献库

学术论文联合比对库

互联网资源(包含贴吧等论坛资源)

英文数据库(涵盖期刊、博硕、会议的英文数据以及德国Springer、英国Taylor&Francis 期刊数据库等)

港澳台学术文献库

互联网文档资源

源代码库

CNKI大成编客-原创作品库

个人比对库

时间范围: 1900-01-01至2021-07-23

## 检测结果

去除本人文献复制比: 72.3%

跨语言检测结果: 0%

去除引用文献复制比: 57%

总文字复制比: 72.3%

单篇最大文字复制比: 50.1% (基于.NET的变电运检信息化应用子系统设计与实现)

重复字数: [32365]

总段落数: [5]

总字数: [44780]

疑似段落数: [5]

单篇最大重复字数: [22424]

前部重合字数: [3805]

疑似段落最大重合字数: [8376]

后部重合字数: [28560]

疑似段落最小重合字数: [4580]



指 标: ☒ 疑似剽窃观点 ☒ 疑似剽窃文字表述 ☐ 疑似整体剽窃 ☐ 过度引用

表 格: 0

公 式: 没有公式

疑似文字的图片: 0

脚注与尾注: 0

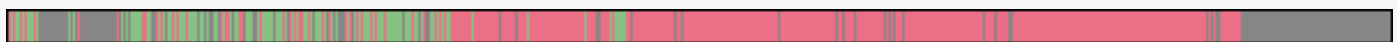
46.4%(4580) 46.4%(4580) 004\_第1部分 (总9869字)

67.2%(5772) 67.2%(5772) 004\_第2部分 (总8584字)

85.1%(8376) 85.1%(8376) 004\_第3部分 (总9838字)

79.2%(7646) 79.2%(7646) 004\_第4部分 (总9654字)

87.7%(5991) 87.7%(5991) 004\_第5部分 (总6835字)



(注释: 无问题部分 文字复制部分 引用部分)

疑似剽窃观点 (1)

004\_第4部分

1. 从内部功能处理流程的角度来看,系统的设备接线图创建和资源加载功能实现流程如图 4-11 所示。

1. 004\_第1部分

总字数: 9869

相似文献列表

去除本人文献复制比: 46.4%(4580)

文字复制比: 46.4%(4580)

疑似剽窃观点: (0)

1 鄂尔多斯电业局输变电项目辅助支持系统设计研究

43.6%(4298)

|   |  |                         |
|---|--|-------------------------|
|   | 乔晓玲 - 《学术论文联合比对库》 - 2014-03-20   | 是否引证: 否                 |
| 2 | 鄂尔多斯电业局输变电运检系统应用项目研究--乔晓玲--3-20<br>- 《学术论文联合比对库》 - 2014-03-22            | 43.6% (4298)<br>是否引证: 否 |
| 3 | 鄂尔多斯电业局输变电运检系统应用项目研究--乔晓玲<br>- 《学术论文联合比对库》 - 2014-03-13                  | 38.2% (3769)<br>是否引证: 否 |
| 4 | 鄂尔多斯电业局输变电运检系统应用项目研究<br>乔晓玲(导师: 唐平舟;魏海平) - 《华北电力大学硕士论文》 - 2014-03-01     | 38.1% (3764)<br>是否引证: 是 |
| 5 | 现场作业数字化标准库智能学习系统的开发与应用研究<br>张俊丽(导师: 李彦斌;马剑平) - 《华北电力大学硕士论文》 - 2014-06-01 | 10.2% (1010)<br>是否引证: 否 |
| 6 | 鄂尔多斯电业局物流综合管理信息系统设计方案研究<br>苑彬(导师: 唐平舟;乔玉良) - 《华北电力大学硕士论文》 - 2013-06-01   | 1.7% (167)<br>是否引证: 否   |
| 7 | 现场作业技能仿真培训系统的建设与应用<br>马全亮; - 《电工文摘》 - 2014-04-20                         | 0.4% (36)<br>是否引证: 否    |

原文内容

专业硕士学位论文  
赤峰市供电公司输变电运检系统应用项目研究  
Research on application project of Power transmission and Transformation inspection system of Chifeng Power Supply Company  
国内图书分类号: ×××× 学校代码: 10079  
国际图书分类号: ×××× 密级: 公开  
专业硕士学位论文  
赤峰市供电公司输变电运检系统应用项目研究  
Classified Index: ×××× (Times New Roman 小 4 字)  
U.D.C: ×××× (Times New Roman 小 4 字)  
Dissertation for the Professional master's Degree  
Research on application project of Power transmission and Transformation inspection system of Chifeng Power Supply Company  
华北电力大学硕士学位论文原创性声明  
本人郑重声明: 此处所提交的硕士学位论文《赤峰市供电公司输变电运检系统应用项目研究》, 是本人在导师指导下, 在华北电力大学攻读硕士学位期间独立进行研究工作所取得的成果。据本人所知, 论文中除已注明部分外不包含他人已发表或撰写过的研究成果。对本文的研究工作做出重要贡献的个人和集体, 均已在文中以明确方式注明。本声明的法律结果将完全由本人承担。  
作者签名: 日期: 年月日  
华北电力大学硕士学位论文使用授权书  
《赤峰市供电公司输变电运检系统应用项目研究》系本人在华北电力大学攻读硕士学位期间在导师指导下完成的硕士学位论文。本论文的研究成果归华北电力大学所有, 本论文的研究内容不得以其它单位的名义发表。本人完全了解华北电力大学关于保存、使用学位论文的规定, 同意学校保留并向有关部门送交论文的复印件和电子版本, 允许论文被查阅和借阅, 学校可以为存在馆际合作关系的兄弟高校用户提供文献传递服务和交换服务。本人授权华北电力大学, 可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文, 可以公布论文的全部或部分内容。  
本学位论文属于(请在以上相应方框内打“√”):  
保密□, 在年解密后适用本授权书  
不保密□  
作者签名: 日期: 年月日 导师签名: 日期: 年月日

**摘要**  
随着赤峰电网的不断发展和广大用户对电网供电系统可靠性技术要求的逐步提高, 传统的定期检修维护供电模式由于定期维护工作人员的日益短缺, 停电时间长, 电源可靠性低, 维护成本高。赤峰供电公司的维修项目数量急剧增加, 输变电的维修, 测试和维修工作量很大, 需要大量优秀的维修人员进行现场操作。同时, 需要先进的运输和检查系统以确保操作的安全性和维护质量。  
鉴于上述背景, 本文首先详细介绍了输变电维护, 同时介绍了国内外的的发展概况, 阐述了本文的重点研究课题和研究内容。结合赤峰供电公司输变电系统工程的实际工作情况, 详细系统介绍了各主要功能模块的工作流程管理设计和具体功能实现, 提供了一套完整的问题解决决策方案。在电网系统设计开发中, 根据公司业务实际需求开发设计合理, 高效的电网管理维护系统, 广泛应用于电网系统维护工程管理中, 验证了本文主要提出的问题解决方案的切实有效性, 具有理论科学性, 减少了输电网工程维护管理工作量和电网运行维护成本,

改善赤峰供电公司输变电系统工程的电网施工安全和电网维护服务质量。

根据实际情况，赤峰供电公司根据多年输变电现场运行的经验和技术，通过深入详细的调查研究，对现场规范运行的全过程进行分析研究，建立了合适的输变电检验系统。通过系统方案的设计实施和系统的实际应用运行，表明该应用系统方案具有很高的应用智能性，为用户提供了合理可靠的维护策略，提高了输变电设备的维护效率。

关键词：输变电；标准化作业；运检系统；检修

## II

### Abstract

With the continuous development of Chifeng Power Grid and the gradual

improvement of users' technical requirements for the reliability of power supply system, the traditional power supply mode of regular maintenance and maintenance is due to the increasing shortage of regular maintenance staff, long outage time, low reliability of power supply and high maintenance cost. The number of maintenance projects of Chifeng Power Supply Company has increased sharply, and the workload of maintenance, testing and maintenance of power transmission and transformation is very large, which requires a large number of excellent maintenance personnel to carry out on-site operation. At the same time, advanced transportation and inspection systems are needed to ensure safe operation and quality of maintenance.

In view of the above background, this paper first introduces the transmission and transformation maintenance in detail, at the same time, introduces the development situation at home and abroad, and expounds the key research topics and research contents of this paper. Combined with the actual work of the power transmission and transformation system engineering of Chifeng Power Supply Company, this paper introduces the workflow management design and specific function realization of each main function module in detail, and provides a complete set of problem-solving decision-making scheme. In grid system design and development, the company's business based on the actual demand development design is reasonable, efficient power grid management maintenance system, is widely used in electric grid system maintenance project management practice, in this paper, we study the problem solution is verified in the practical effectiveness, a theory is scientific, reducing the workload of the grid engineering maintenance management and power grid operation maintenance cost, To improve the network construction safety and network maintenance service quality of Chifeng Power Supply Company's power transmission and transformation system engineering.

According to the actual situation, Chifeng Power Supply Company based on many years of experience and technology in the field operation of power transmission and transformation, through in-depth and detailed investigation and research, the whole process of the field standard operation is analyzed and studied, and the appropriate power transmission and transformation inspection system is established.

## III

The design and implementation of the system scheme and the practical application of the system show that the application system scheme has high application intelligence, provides reasonable and reliable maintenance strategies for users, and improves the maintenance efficiency of power transmission and transformation equipment.

Key words: transmission and transformation ; Standardized operations ;

Transportation and inspection system; maintenance

## IV

## V

目录

摘要

|             |   |
|-------------|---|
| ..... I     |   |
| Abstract    |   |
| ..... II    |   |
| 第 1 章绪论     |   |
| ... 1       |   |
| 1.1 研究背景及意义 | 1 |
| 1.1.1 研究背景  | 1 |

1.1.2 研究意义..... 2

1.2 国内外研究现状..... 3

1.2.1 国内研究现状..... 3

1.2.2 国外研究现状..... 4

1.3 研究内容..... 5

第 2 章赤峰市供电公司运检标准化作业理论..... 6

2.1 检修等级分类..... 6

2.2 检修现场标准化作业指导书..... 8

2.2.1 检修设备准备..... 8

2.2.2 工作标准..... 8

2.2.3 危险点分析及防范措施..... 10

2.3 现场标准化作业方法研究..... 10

2.3.1 从企业标准化管理的角度研究..... 10

2.3.2 从工程化管理的角度研究..... 11

2.3.3 从信息化的角度研究..... 11

2.4 输变电设施可靠性标准化研究..... 11

2.4.1 输变电设施可靠性标准化概念..... 11

2.4.2 输变电设施可靠性标准化评价范围..... 11

2.5 本章小结..... 12

第 3 章输变电运检系统需求分析..... 13

3.1 赤峰市供电公司简介..... 13

3.2 系统需求概述..... 14

3.2.1 业务体系分析..... 14

3.2.2 开发目标分析..... 15

3.2.3 系统用户角色..... 15

VI

3.3 系统功能需求..... 16

3.3.1 基础设施管理需求..... 17

3.3.2 运行工作管理需求..... 19

3.3.3 计划任务管理需求..... 21

3.4 系统性能需求..... 23

3.5 本章小结..... 23

第 4 章系统设计与实现..... 24

4.1 系统总体设计..... 24

4.1.1 系统功能模型设计..... 24

4.1.2 系统网络模式设计..... 26

4.1.3 系统功能结构设计..... 27

4.2 系统数据库设计..... 27

4.2.1 系统数据分析..... 28

4.2.2 数据表设计..... 29

4.3 系统功能模块设计与实现..... 33

4.3.1 基础设施管理模块设计与实现..... 33

4.3.2 运行工作管理模块设计与实现..... 39

4.3.3 计划任务管理模块设计与实现..... 49

4.4 本章小结..... 53

|            |    |
|------------|----|
| 5.1 测试概述   | 54 |
| 5.2 功能测试   | 54 |
| 5.2.1 测试过程 | 55 |
| 5.2.2 测试结果 | 55 |
| 5.3 性能测试   | 61 |
| 5.4 本章小结   | 62 |
| 第 6 章结论与展望 | 63 |
| 6.1 结论     | 63 |
| 6.2 展望     | 63 |
| 参考文献       | 65 |
| 致谢         |    |

## 第 1 章绪论

### 1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景目前，定期进行预防性故障维护，临时故障维护和定期消除异常故障等的维护方式是中国公司现有的三种故障维护使用方式。定期设备维护大修是一种预防性的设备大修，它一般是基于大修时间的，基于防止电力系统维护设备的异常老化，维护材料对象一般包括设备等级，间隔，项目数量等，并且要确定电力设备和维护材料的定期维护良好。提前制定计划检修工期，并及时根据计划工期情况进行实施相应的检修维护。维护工作应严格按照国家电力系统行政主管部门最新发布的电力统一维护规定要求进行。

通常，预防性恢复维护之间都需要同时进行几次恢复维护，大修一般是暂时的，以便能解决由于设备异常故障的及时排除或由于意外操作障碍可能引起的异常等各种原因，维护和设备故障同时排除的事后维修全部也都属于事后恢复维修。计划外的维护，在维护和维修过程中往往具有一定的针对性，目的是在最短的时间内恢复到正常的设备。中国通常采用以下维护方法，因此在维护方面具有相当丰富的经验，为确保设备的正常运行发挥了关键作用。但是，随着上述要求的发展，我们发现现有的维护手段逐渐反映出一些问题。电力稳定性的控制要求电力系统的正常建设越来越严格，在满足提高我国电力设备能源利用率的需要同时，保证正常设备运行的这是目前确保我国电力系统正常建设的有效解决方法。

长期以来，我国电力维护方式是定期预防性维护和定期维护相结合的方法，

但随着电网规模的扩大，电压等级的不断提高，电网结构的复杂化加深，用户为了保证设备的良好状态，对可靠性的要求越来越高，要对维修人员的规范化进行有效的长期操作培训。目前的实际情况是现场运输检查已经进行了很多年，各地的实施效果都不令人满意。主要原因是：（1）缺乏有效的手段来帮助一线生产人员学习现场标准化操作的知识和技能，也缺乏有效的手段来检查员工的学习和掌握情况。（2）许多地方执行标准操作指令卡的操作都不标准。不能真正起到指导特定设备类型的作用，工作任务没有实际意义。（3）电力企业人员培训的大部分以理论知识培训为主，对提高现场操作技能和水平影响不大。据不完全统计，每年由于维护不当或人为操作不当造成的事故数量相当大。因此，如何全面提高现场标准作业水平，保证维修过程的质量，确保正确的作业过程是每个企业面临的

重要课题。

1.1.2 研究意义设备的维护是电力系统成本的很大一部分。从新年开始，中国就一直以“定期检测，定期维护”为基础进行大修。在许多方面，例如发现设备磨损和减少事物的发生，确实起到了很好的作用。人们认可的传统维护方法已经变得不太适用，

并且存在许多问题。首先，随着电网的不断扩展和维修任务的频繁增加，我国提倡增加人力资源利用率和减少人员数量的措施，这导致了电网必须在维护电网质量的情况下保证质量。裁员的情况。其次，由于维护引起的电源故障已经成为影响电源可靠性的主要问题，因此有必要在减少电源故障时间的同时确保电源的安全性。

随着对电源可靠性和安全性的要求不断提高，各种新设备和技术不断投入工程应用。赤峰供电公司越来越多的运维人员迫切需要学习新知识，提高他们的运维，测试技能。这些技能的提升目前主要依靠定期培训，团队学习的主要方式，

专注于教学和全日制学习，在大多数情况下，它们形成单一的，内容枯燥的，难以激发学习热情的方法，或者缺乏有效的监督，不能保证质量或条件的极限，没有得到广泛的发展，并且往往难以达到预期的目的，以提高操作和维护人员的技术水平



。为改变上述培训状况，赤峰市供电公司开发并应用了“知识培训考核管理系统”，该系统主要是根据录制的视频片段和各专业知识问题银行对培训内容进行评估，安全生产知识和技能。但是运维人员在实际工作中的“技能培训”仍然缺乏有效的培训手段，通常在施工现场使用模型不仅效率低下，更受各种客观条件的限制，可能会在很多新员工上任很多年，这没有规范的培训，影响了企业员工的工作技能。

随着中国市场经济的高速健康发展，对移动电力的使用需求也越来越迫切，

同时由于市场经济的发展背景，用户对动力电源稳定的性能要求也越来越高。电力企业的市场竞争越来越残酷，供电电力企业必然需要不断加强自身的管理规范企业管理手段，加强企业信息化，以此来达到不断提高供电企业核心竞争力的主要目的。近年来，特别针对是大型电力企业，企业管理信息化和企业管理者的高度关注已经成为当前人们广泛讨论的一个热点。随着企业集体化生产经营和企业集约化经济发展经营模式的不断发展，电力企业的生产管理经营方式已不断提升并达到一个新的高度。因此，供电运输企业非常有必要充分结合自身的变电业务管理特点，研究如何设计建立一套标准化的，基于业务信息的安全辅助输变电业务管理信息系统。赤峰市供电公司希望通过智能手段，使各种知识，技能，表现更多的形象，更直观，使他们更容易理解和掌握，向岗位技能“自律”提供一个有 3

效的平台。

该项目的重点是对赤峰供电公司输变电运输和检查系统进行研究，补充和完善了标准化检查程序。同时，结合赤峰供电公司维护和维修操作中遇到的实际问题，建立了输变电运输检查系统，包括操作指导管理系统。该管理系统主要具有以下主要特点：过程标准化：为了有效实现现场管理施工作业的过程标准化，现场施工作业管理过程和现场施工作业管理指导书的编写标准化和作业规范化。知识库：通过系统提供丰富的专业数据库知识内容，它在现场专业指导的事前准备中可以起着重要指导作用，可以有效加快专业知识的不断积累，提供专业培训和现场自测测试功能。智能化：以日常维修使用设备的功能性质，类型，型号等级及相关功能指标为主要参考，制定并列出各种形式有关智能信息的设备使用功能说明书。实用性：本系统可以提供基于工作管理指令的多种标准并以 Word 等文档文件格式进行输出，操作简便。

## 1.2 国内外研究现状

### 1.2.1 国内研究现状中国的输变电运行检查系统是建立在现场标准化运行支持系统的基础上的，

现在全国已得到广泛应用，建立的输变电设备现场标准化运行管理系统将使生产标准化指导现场作业，提高现场作业的标准化，标准化和信息化水平。尽管与国外仍有很大差距，但也取得了更加丰硕的成果。

文献[1]研究了中国电力工业公司为其提供的统一的现场安全作业管理标准数据库，将现场作业管理任务数据传输连接到国际互联网上，并根据两个合并的现场作业管理任务分别生成了作业物料，工具，操作员，作业管理程序和危险点的安全控制措施。以标准底座为基础，以协助操作员进行现场操作。并可以与现场智能操作终端结合，实现现场操作的全过程管理。文献[2]基于工单数据嵌入式系统数据，研究开发了现场标准化操作系统，以标准化各种维护工作，从而实现了维护现场操作的过程，标准化和标准化。文献[3]以先进农业管理科学思想的农业标准化管理运作模式为理论基础，结合现场管理工作的实际管理情况，结合先进农业信息资源管理网络技术，移动通信管理技术的推广运用，加强对现场，

规范系统标准化的运行管理，研究建立农业专用电力工程辅助技术支持系统工作流程，它为不同操作层人员提供了一个便捷高效的相互协作性和工作管理平台。

文献[4]详细介绍了国家电网公司一款用于县级以上供电公司企业现场规范作业运行的设备辅助管理软件，并详细介绍了其主要应用功能，接口和主要用途，

是企业规范现场设备操作管理人员使用行为的有效辅助手段。确保生产运行设备 4

质量，确保安全质量生产。文献[5]主要探讨了在火力发电厂设备进行现场管理标准化工程运行的时代背景下，电力行业标准化现场运行系统的基础设计与技术开发。主要内容介绍了发电系统软件开发基础平台，关键技术，系统开发标准化实施过程中可能存在的一些问题，主要内容介绍了大唐张家口口的发电厂现场管理标准化系统工作流程指导书系统的结构组成，工作流程指导书组的管理，系统开发建设中的特点，工作实施过程，方法和实践经验以及系统开发准备工作。

文献[6]以电厂现场标准化作业为背景，探讨了电厂现场标准化作业的内容，

研究了电厂现场标准化作业的方法，技术重点和标准化体系，以及开展现场标准化作业的方法。实现标准化信息化，并预测进一步现场标准化运营的前景。文献

[7]以电厂现场标准化运行为背景，探讨了电厂现场标准化运行的内容，研究了电厂现场标准化运行的方法，技术重点和标准化体系以及实施方法。外地标准化作业。实现标准化信息化，并现场预测进一步标准化运作的前景。

文献[8]介绍了阜阳供电公司新型输电电气线路现场安全标准化设备运行安全管理信息系统的技术研究与推广应用。该安全系统与国家电网公司的 PMS 安全系统模式紧密结合，从流程组织，操作过程，现场安全监督，缺陷质量管理等多个方面有效实现了现场安全维护操作质量和安全风险有效控制的企业管理模式创新。传输线的现场操作。文献[9]介绍了野外作业标准化，系统化和信息化可以通过野外标准化作业管理系统的开发和应用来实现。本文介绍了江西电力公司现场标准化运行管理系统的系统组成，运行指导管理，系统建设特点，工作流程，

方法和经验。文献[10]引入标准化作业管理系统和生产管理系统的结合，并在该地区的开发中，结合实际工具应用，软件配置功能等，旨在有效改善文化企业现场管理标准化论文作业的现场管理，使文化作业现场管理流程规范化、标准化并有程序，保证作业工作执行质量，提高作业工作效率，规范作业管理工作流程。

1.2.2 国外研究现状自从现代管理之父泰勒提出标准化运作以来，欧美国家已有数百年的研究和探索，国际标准化组织 (ISO) 研究作为一项学术职责经常要求专家协助，而在推进经济管理标准化的推进同时，ISO 也使其取得了较好的研究成绩，标准化原则理论的科学研究推广工作对其起到了相当大的学术推动力和作用。一些发达国家还为此建立了相关机构，例如 1958 年在日本之上成立的国家标准化国际原则研究委员会，以负责研究相关标准的国际实施执行情况并提出研究如何计算使用标准化和使用标准化两个术语的国际经济社会影响的具体方法。

文献[11]主要研究了农业标准化农耕作业系统在当地农业经济发展决策方面的实际应用，以便于协助农业当地政府和农业决策者开展作为农业决策指导工具 5

的农业区域性和农业经济发展和政策研究。文献[12]主要研究了在优化地铁列车操作系统方面的应用标准化地铁操作系统及其应用，研究在其地铁高峰运行时段的最佳和优化应用标准化操作。文献[13]主要研究了教学辅助管理系统在学校教学管理

方面的实际应用。文献[14-15]主要研究了智能辅助企业决策管理系统在现代嵌入式工业电子系统中的重要应用。

1.3 研究内容结合赤峰供电公司输变电系统工程的实际工作情况，详细系统介绍了各主要功能模块的工作流程管理设计和具体功能实现，并为您提供了一套完整的问题解决决策方案。按照电力变电站及运检系统信息化技术应用和电子系统的实际需求综合分析系统工作进展成果，采用专业软件设计师和技术工具搭建系统的软件开发工作环境，对系统的内部硬件功能以及体系结构进行详细的解决方案设计和辅助开发系统实现。最后，结合公司系统的实际应用业务以及应用实际情况，搭建系统的硬件模拟功能测试环境，对系统功能进行硬件功能和系统性能综合测试，

并综合分析系统的功能测试试验结果以及是否完全达到用户预期。

在电网系统设计开发中，根据公司业务实际需求开发设计合理，高效的电网管理维护系统，并广泛应用于电网系统维护工程管理中，验证了本文主要提出的问题解决方案的切实有效性，具有理论科学性，减少了输电网工程维护管理工作和电网运行维护成本，改善赤峰供电公司输变电工程电网施工安全和电网维护服务质量。通过保证方案的正确实施和系统的实际正常运行，表明该系统具有很高的智能性，为用户提供了合理可靠的维护策略，提高了输变电设备的维护效率。 6

第 2 章赤峰市供电公司运检标准化作业理论

随着赤峰市国际电网的建设飞速发展，以及广大用户对电网供电系统可靠性技术要求的逐步提高，传统的定期保护维修供电模式可能面临着定期维修操作人员大量短缺，停电维护时间长，供电系统可靠性不高的各种问题，该这种现象仅仅是普遍存在的用电问题，维护费用高昂，已经不能完全适应现代电网建设发展的实际要求，状态维护检修技术是一种解决目前传统定期维护检修方式可能面临的这些问题的技术手段。状态设备检修管理是一种基于安全，环境和技术成本的设备检修管理策略，通过各种设备运行状态维护评估，风险评估，维护管理决策等技术手段等来进行各种设备状态检修，以此来达到保证设备安全可靠正常运行和合理的设备维护费用。赤峰供电公司通过进行此次国家电网大修，提高电网设备国家大修的工作针对性和管理有效性，提高主要电网设备的综合利用率，

对于不断提高电网设备国家大修的健康管理水平，确保全国电网安全可靠正常运行都将具有重要指导意义，供电系统可靠性的效率和供电企业化的综合经济效益。

2.1 检修等级分类输变电电力设备的日常维护保养是目前确保我国电力设备安全正常运行的重要基础工作。为切实加强设备检修服务管理，赤峰供电公司报告统一了输变电检修设备有关检修服务项目的管理分类，统一了设备检修管理计划的总体编制和统计报告以及有关检修管理项目的相关统计数据。其标准规定了 110kV 及以上的交流变压器(包括电抗器)，断路器，隔离控制开关，组合，变压器，母线，避雷器，耦合器和电容器，CVT 防波器，架空电缆线，电力电缆，二次漏电监测保护装置及其他主要输变电。设备检修维护服务分类。本标准适用于赤峰供电公司 110kV 及以上交流主输变电站等设备的日常维护。35kV 及以下的输变电系统设备改造可以直接参考本法实施。根据网站维护者的情况，共被划分为五个维护等级，分别为：

(1) A 级检修：主要是指线路整体设备性能的一级检修，对运输线路民用设备相关部件性能进行较全面的性能检修比如解体(对安装在民用线路上的相关设备部件无需进行更换)、检查、修理及经多次检修后进行恢复性能试验，以有效率地保持、恢复民用线路相关设备正常使用性能。

(2) B 级检修：主要指设备局部性能的检修，对所用设备部分主要功能或 7

零部件损坏进行层层分解后再检查、修理、更换及经检修后恢复试验，以便于保持、恢复所用设备正常性能。

(3) C 级检修：指所有供电企业一般性一级设备停电检修，对所有供电一

级设备在正常或无停电设备工作运行状态下定期检查。

(4) D 级检修：指设备维护性能的检修，对供电设备正常在停电或停电工作状态下需要进行的电路带电性能测试和应对设备整体外观进行检查、维护、保养，以利于保证供电设备正常的工作功能。

其中，对于保护检修的详细管理规则，也并没有明确的基本分类，准确的分类可以大致分为以下几个主要方面，包括自动变压器(包括电抗器)保护检修服务项目；断路器保护检修服务项目；自动组合式继电器保护检修服务项目；互感器保护检修服务项目；自动母线保护检修服务项目；自动架空输电线路保护检修服务项目；自动电力电缆保护检修服务项目；自动避雷器保护检修服务项目；自动耦合器和电容器保护检修服务项目；自动阻波器保护检修服务项目；自动微机监控保护装置检修服务项目；自动监控检测装置保护检修服务项目。

| 指 标   |  |
|---|--|
| 疑似剽窃文字表述  |  |
| 1. development design is reasonable, efficient power grid management    |  |
| 2. Key words: transmission and transformation ; Standardized operations |  |
| 3. 模型不仅效率低下，更受各种客观条件的限制，可能会在很多新员工上任很多年，这没有规范的培训，影响了企业员工的工作技能。           |  |

|  |  |                        |
|--|--|------------------------|
| 2. 004_第2部分  |  | 总字数：8584               |
| 相似文献列表   |  |                        |
| 去除本人文献复制比：67.2%(5772) 文字复制比：67.2%(5772) 疑似剽窃观点：(0) |  |                        |
| 1  | 基于.NET的变电运检信息化应用子系统设计实现<br>胡春林(导师：严体华;程锐) - 《西安电子科技大学硕士论文》- 2019-06-01 | 32.4% (2782)<br>是否引证：否 |
| 2  | 鄂尔多斯电业局输变电项目辅助支持系统设计研究<br>乔晓玲 - 《学术论文联合比对库》- 2014-03-20                | 32.1% (2757)<br>是否引证：否 |



|   |  |              |         |
|---|--|--------------|---------|
| 3 | 鄂尔多斯电业局输变电运检系统应用项目研究--乔晓玲--3-20<br>- 《学术论文联合比对库》- 2014-03-22                         | 32.1% (2757) | 是否引证: 否 |
| 4 | 鄂尔多斯电业局输变电运检系统应用项目研究<br>乔晓玲(导师: 唐平舟;魏海平) - 《华北电力大学硕士论文》- 2014-03-01                  | 29.2% (2503) | 是否引证: 是 |
| 5 | 鄂尔多斯电业局输变电运检系统应用项目研究--乔晓玲<br>- 《学术论文联合比对库》- 2014-03-13                               | 23.4% (2009) | 是否引证: 否 |
| 6 | 1578960399-胡春林-基于.NET的供电企业生产信息化管理应用系统设计与实现-软件工程-严体华<br>胡春林 - 《学术论文联合比对库》- 2019-03-18 | 22.4% (1923) | 是否引证: 否 |

原文内容

表 2-1 为变压器(电抗器)检修项目分类表。

表 2-1 变压器(电抗器)检修项目分类表 8

2.2 检修现场标准化作业指导书赤峰供电公司在进行标准化大修工作的同时,也制定了详尽的步骤,通过多年来与运营商的经历、研究和交流,并与专家进行了讨论,最终成立了电站的**现场维修服务。标准化工作的说明,包括变压器、电抗器、互感装置、壳体和电容器等。现场施工者可参考它的详细施工方法,以确保最高的安全状况下施工效率。下面是一个变压器的检修项目,以及一个工艺标准[16-17]。**

**2.2.1 检修设备准备对于输变电线修检等,需要预先准备工器和材料,以保证装修顺利完成,避免耽误了装修时间和返工。当工器具及材料到位后,在施工流程上也有详细的规定,制定电抗器小修作业流程图。图 2-1 为电抗器小修作业流程图。**

**图 2-1 电抗器小修作业流程图**

**2.2.2 工作标准**

**(1) 对外壳及其外壳进行检查和清洁,并在必要的情况下进行局部漆:用干棉或毛巾对变压器外壳及绝缘部分进行清洗。变压器外壳要干净无油,工作接地及保护接地要良好。绝缘件应不含灰尘、裂纹、损坏及放电痕迹,搪瓷剥离不得超过 300 mm2,生锈不得超过总面积 5%。如果这样,就要除锈了,用油漆[18]。**

**(2) 对法兰及每一螺栓部件进行严格检查,并严格要求其均匀、适当,不松动,并及时采取放松保护措施,应在每一螺纹上及时上油。泄压阀(防爆管,密封性好,隔膜完整。变压器内无漏油)。**

**(3) 在呼吸器维护期间,当干燥剂的颜色超过 2/3 时,应更换过期的干燥拆除套管引线邮箱检修冷却系统检修储油柜检修测试装置检修压力释放阀检修阀门检修套管检修接地系统检修气体触电器检修吸湿器检修预防性实验现场验收套管引线搭接**

9

剂。

**(4) 对每个油枕和其他的隔膜部位进行漏水检查,以便于确定每个油枕部位与漏水温度相一致,否则我们可以先找出漏水原因,加油或加水排干净的油,放出自动疏水阀油管中的油积水及其他杂物。**

**(5) 仔细检查风扇冷却通风设备、蝶阀及排水管道连接是否通畅,风扇驱动电机元件是否安装完善,手动重启开关关闭风扇,风扇驱动电机是否应正常工作运行。**

**(6) 对气体保护设备进行检查、修理;所有的触点都正常运行,并且正常运行;连接线路不会腐蚀;绝缘好;气体继电器没有气体,无水渗漏;引线良好;接线箱没有水或者积油;跳闸信号和报警信号要正确。**

**(7) 使用温度传感测量器,所有主要部件和总线接口设计是否足够完善,说明其测量正确性。油浸式自冷式和油压风冷式柴油变压器在正常运行行驶过程中也都应同时警告车内油温不要超过 70℃;将直接驱动风险补偿控制器的开关关闭改为自动。当高压风冷器和变压器最高制冷油温温度达到 55℃时,风扇开关应自动开机,45℃时制冷风扇开关可自动停机关闭。**

**(8) 机械基础部件修理,支撑及零部件,套管及连接导线。钢筋混凝土结构基础、塔架、框架安装要求完好无损,安装牢固、无金属破坏、下沉,各种金属导线连接不得出现散线、断线,牢固结合联通无缝连接,紧密结合联结无缝连接,张力合理,无明火过热、相间和连接地面的距离等等要求应符合规定。**

**(9) 定期检查箱体内的二次接线盒及二次接线箱;检查箱体内部密封好,无任何变形、损坏,无腐蚀、接地好,箱内第二次接线回路元件绝缘良好,接线正确,端子牢固,良好的箱体接触保护性能。**

**(10) 检查分接开关的位置:三相位置与主变压器位置一致,齿轮符合运行要求,附件齐全,密封性好。**

**(11) 变压器和风道中的变压器油应进行测试,并符合变压器油测试标。**

**(12) 应对变压器进行相关的预防性试验,并应按照 1.3 变压器试验标准行工程,工期和要求。**

**(13) 试运行:维护、调试完成,维修单被取消后,再次确认断开端子、连接器和导线已恢复正常,即设备恢复了正常运行。确认一次,二次设备正常运行并满足输电条件后,维修者应通知变电所的值班工作人员及供电计划,并按输电程序投入相关一次、二次设备。系统工频电压和电流添加在屏幕上,总线压力测量,电流和保护电流与相角值通过集成后台及调试软件工具检查(特别是在负载情况下,要注意观测)在线上,维护者只有确认正常才能离开。 10**

**2.2.3 危险点分析及防范措施工作中,人身安全最为重要,只有保障安全,处理检修工作才能顺利进行,以确保检修工作的完成。上面是变压器检修标准程序,下面是应该在检修时注意到的危险和防范措施。表 2-2 为危险点分析及防范措施表。**



表 2-2 危险点分析及防范措施表

### 2.3 现场标准化作业方法研究

2.3.1 从企业标准化管理的角度研究基于对输变电公司安全生产、精细管理及现场经营总结等方面的经验，总结出了标准化先进的方法与思想，通过现场对电力公司进行管理，通过实施电力公司的标准管理，卓越的现场管理，在输变电设备安全的情况下，确保有效的生产和运营。标准化是工作管理的科学方法。只有通过自上而下的全面实施，管理方法才能得到进一步改善，这也为领导者做出决策提供了重要的帮助[22]。 11

2.3.2 从工程化管理的角度研究项目管理在量化和细化方面包含很多知识，而从项目管理的角度来看，它可以分为预管理和时间管理，主要包括估计和度量。估计是调查实际情况的结果，

然后从发展的角度来预测和发展规律，估计其发展方向，最后是有关系数据和变化。

测量是根据以前的法律和标准与当前情况进行比较，以找出差距，使用工程思想研究站点的标准化，因为项目的实施遇到需要解决的问题。现场标准化与许多需要量化和完善的问题有关。所以从工程学的角度来研究现场标准化作业实施的全过程管理也是可能的[23]。

2.3.3 从信息化的角度研究信息化是一种标准化手段。只有在信息化后，标准化才会得到顺利的实现。

同时，标准化的程度越高，将推进信息化发展，极大程度地提升信息化的深度和广阔。现代企业认识到了信息化的重要性，他们运用信息化改善了生产技术，分工合作和协调经营，所有的这些都与标准化建设密不可分。分析了许多员工的工作经验和技能，并通过信息系统输入后保存了宝贵的数据，从而可以永久保存这些宝贵的数据，无论员工换工作还是离开。同时，个人智慧可以转化为集体财富。

通过标准化，可以对现场工作人员进行指导，标准化程序和行为规范，使每个人都可以按照标准化规定安全地完成工作，并且质量和效率上不会有太大差异 [24-25]。

### 2.4 输变电设施可靠性标准化研究

2.4.1 输变电设施可靠性标准化概念输变电装置的可靠性管理方式是电力行业中的一种新型、高效管理方式，对我国现代化的建设做出了重要贡献。通过建立可靠的输变电管理系统，对电力设备进行精确、全面管理，可以保障电力设备高效地运行，降低了维护费用。

2.4.2 输变电设施可靠性标准化评价范围输变电设施可靠度评估是管理电力的重要组成部分之一。评估程序提供了与输变电设备可靠度统计、分析和评价相对应的技术要求以及方法。范围涵盖中国发电及供电企业输变电设施的可靠性统计方法及评估指标，以及输变电设施的功 12

能可靠性评估[26]。

输变电设施规模很大，它的稳定运营关系着企业正常生产。只要发生电源故障，所有的企业都完全不能正常工作，这将导致许多企业遭受巨大经济损失。因此，输变电设备的安全和稳定都很重要，而且安全管理也是很重要的。传输、转换设备和电源设备都是通过断路器和隔离连接起来的。通常，输变电设施完全可靠性受到下列因素的影响：变压器、断路器、隔离关闭装置、电抗和架空线。任何这些故障都将影响电力传输和转换设备。因此，应特别注意变压器，断路器，

隔离开关，电抗器的生产和架空线的建立 [27-31]。

(1) 变压器。变压器机壳故障，不良的变压器质量和可用系数是变压器最常见的问题。

(2) 断路器。断路器容易引起操作机构的故障。为了有效地减少由断路器引起的停电，有必要有效地提高断路器的可用系数，并设计一种更强，响应性更强的断路器操作机构。

(3) 隔离开关。根据隔离开关的打开和关闭位置，可以判断输变电设备的运行情况。如果没有断路器的位置信号，则应确定串联操作的断路器的位置。将总线与变压器隔离时，必须连接开关位置的信号。

(4) 反应堆。在并联操作中控制断路器的位置，而在串联操作中控制断路器的位置。

(5) 架空线。气候因素和自然灾害也可能引起故障，例如雷击和鸟类伤害。

因此，在选择输变电设施的施工现场时，应进行详细的调查。

2.5 本章小结本章主要介绍赤峰供电公司近年来制定的维护分类和维护现场标准化操作指南，通过制定标准和规范来保证维护质量和人员安全。然后，通过研究现场标准化的方法，从各个方面阐述了标准化的必要性。最后，介绍了输变电设备的可靠性标准化以及人才培养中存在的问题。本章中的维护操作标准和标准化理论为本文的设计奠定了理论基础。 13

### 第 3 章输变电运检系统需求分析

3.1 赤峰市供电公司简介赤峰供电公司是赤峰直属的国家超大型供电企业。以赤峰地区电网的建设和运营为核心业务，赤峰承担着赤峰市城乡居民的生产和生活用电的任务。供电面积约 79, 500 平方公里，管理着 67.96 万户各种类型的家庭。截至 2012 年底，

赤峰供电公司下辖 15 个部门，23 个下属单位，59 个基层变电站，4137 名正式员工和劳务派遣人员，总资产达 57.82 亿元。赤峰供电公司负责许多工作任务，

尤其是各种各样的野外工作项目。因此，员工的安全，规范，合格的操作意识和技能非常重要。另外，随着近年来赤峰市的经济发展，用电需求逐年急剧增加。

因此，电力局的业务量也在增加，电缆，变电站，输配电线路等大量的电网设备也在不断更新和安装，不可避免地增加了设备维护，操作，安装和检修的工作量。

按照以前的管理方法和监督机制，其程序复杂，响应时间长等弊端严重阻碍了赤峰电力的发展，无法完全保证施工安全。通过对赤峰供电公司的现场调查和大量的第一手资料，发现赤峰供电公司及其子公司普遍存在以下问题：

(1) 信息设施陈旧检验人员一般在检验中进行检验，只能在纸质检验卡上记录下来，检验完毕后，输入到系统中。由于信息仅根据模板输入保存到 Word

或 Excel 中的表中，因此其他想要查看信息的人必须将其复制。

(2) 不完整的现场作业标准文件对于检查和维护，紧急维修和维护等现场操作，经验丰富的人员必须向新员工提供详细的现场指导，对于现场问题，我们必须仔细查找几种较厚的材料，需要很长时间才能找到相关信息并解决现场问题。这不仅浪费印刷纸，而且对工作效率产生重大影响。

(3) 巡逻检查员的监督困难由于检查员的高度机动性,因此检查员对现场操作相对灵活。因此,不太可能保证实时监控,例如是否详细检查每个巡逻点以及巡逻检查中是否存在盲点。这些都会影响巡逻检查的效果,甚至造成严重后果。

为了确保检查质量和输变电的正常运行,赤峰供电公司开始通过科学研究和规划设计和实施标准化的操作系统。系统通过测试后,输变电运输检查系统安装并上线。该系统对赤峰供电公司的科学管理水平,确保设备健康水平,规范野外作业安全,提高作业质量具有重要的实用价值。 14

### 3.2 系统需求概述

本文研究的供电公司 PMS 生产管理信息系统的变电站功能服务子系统。

PMS (电力生产管理系统)旨在建立涵盖纵向和横向涵盖电力核心业务的标准化应用管理软件,并促进电力业务的集约化,完善化和标准化管理。PMS 系统主要分为 7 个关键子系统,包括变电站子系统,传输子系统,配电子系统,电网调度子系统和电力营销子系统。

基于供电公司的 PMS 系统构建,根据变电站管理业务的管理需求,分析变电站运输检查信息化应用子系统的发展目标和关键用户角色。

3.2.1 业务体系分析供电有限公司的整套变电业务管理系统业务主要包括:变电设备检修管理,

运行人员值班,缺陷检修管理,周期检修工作业务管理,检修设备试验,工作票业务管理,操作试验票业务管理,以及如何建立一套变电公司闭环式的业务管理系统,具体如图 3-1 所示。

图 3-1 供电公司变电管理业务体系

(1) 设备管理业务:主要负责公司变电站基础设施/设备的维护和管理,包括变电站/变电站单元/变电站屏柜维护,变电站设备分类账管理,变电站设备变更(异常)管理,变电站设备数据归档和管理。统计管理。

(2) 值班运行管理:主要用于变电站的日常维护,变电站运行团队管理,值班配置,例行检查和巡逻等,同时用于变电站的运行记录,运行日志管理,变电站运行日志文件的修改,统计管理,以及更详细的设备运行记录,防雷设施保变电运检管理业务体系设备管理运行值班管理缺陷管理周期性工作管理检修试验管理工作票管理操作票管理 15

护设置动作记录,故障信息记录,单参数管理等,由班组成员运行,信息记录存档。

(3) 缺陷管理业务:公司主要变电站运行过程中对缺陷的处理管理,包括发现缺陷,报告,调度,消除缺陷,如过程管理,文件和变电站缺陷业务统计,

成功率和适时摆脱两次统计管理费率等问题,变电站缺陷管理部门负责缺陷检查,消除缺陷和记录归档,统计工作。

(4) 定期工作管理业务:主要分为变电站年度维护计划管理,月度计划管理,工作计划管理,计划停电过程管理,工作任务清单管理等。其他业务应按计划制定和实施。发布结果,由公司变电站运行检查计划部门负责。

(5) 维护与测试管理业务:主要是指公司与维护与测试相关的业务管理,具体分为维护与测试工作记录,注册,验收,归档,统计,维护与管理维护与测试报告等等,由本公司的变电站运输检查部门负责。

(6) 工单管理:主要是指公司变电站运输检查和工单日常工作的过程管理,具体分为记录备案,汇总,统计,查询,合格率统计,日志管理等。变电站运输检验部门应当对工单及其实施进行登记和管理。

(7) 操作票管理:每个操作票分为几个操作票,包括操作票的归档,摘要,

统计,查询和日志管理,由变电站运输和检查部门负责。

3.2.2 开发目标分析本文研究的变电站管理子系统是供电公司 PMS 系统中的变电站管理子系统。根据上节的分析,系统的总体目标是为公司的变电站运输检查和管理业务系统提供信息工具支持,该系统需要实现以下总体目标:

(1) 在系统内建立公司变电站基础设施设备的标准库,为各种变电站设备的管理提供标准化的业务实施支持。

(2) 建立并维护公司供电区内所有变电站,变电站设备和辅助设备的分类账管理系统。

(3) 为变电站值班操作的各种工作记录提供数字管理工具支持,并以标准格式建立标准化的操作日志库。

(4) 提供缺陷管理业务管理的辅助工具,以对变电站的值班运行和巡检中发现的缺陷进行管理,并建立缺陷管理业务的闭环管理系统。

(5) 为公司变电站专业人员的各种定期管理工作提供管理工具支持,创建相应的计划任务库,并为公司变电站管理的所有操作提供总体规划和指导。

(6) 为变压器专业工作任务清单的过程管理提供自动工具支持,实现从编译,分配到加工的闭环管理。 16

(7) 提供从两票制工作票和运营票管理业务的填写,发行,许可到结束的全过程管理支持,构建两票制业务的闭环管理。

3.2.3 系统用户角色根据对变电站运输检查信息化应用子系统的业务环境和总体目标的分析,本文将系统的最终用户分为站管理人员,设备管理人员,运行管理人员,维护管理人员,操作团队人员,维护团队人员等根据他们的不同角色:

(1) 车站管理人员:负责与变电站管理有关的功能,以及车站内部设备和辅助设备的管理和维护。

(2) 设备管理人员:负责设备分类账的管理以及设备基本信息和资源的管理和维护。

(3) 运营管理人员:负责变电站运行计划及任务管理的相关功能,并调度具体任务。

(4) 维护管理人员:与运行管理人员相似,单一管理的对象是变电站维护业务。

(5) 运营团队成员:负责管理,维护和电力转换运营相关的业务实施和数据记录。

(6) 维护团队成员:类似于运营团队成员,不同之处在于管理对象是变电站维护管理业务。

3.3 系统功能需求基于变电运检信息化应用子系统的业务环境,本文将系统所需研发的功能细分为基础设施管理、运行工作管理、计划任务管理 3 个方面,系统总体功能用例如图 3-2 所示。 17

图 3-2 系统总体功能用例图 3-2 中的系统用户包括了 3.1.3 节中介绍的站所管理人员、设备管理人员、

运行管理人员、检修管理人员、运行班组人员、检修班组人员等用户角色,按照图 3-2 内容,本节对其中的 3 个功能用例进行详细分析和细化,考察系统的详细功能开发目标和具体需求。

#### 3.3.1 基础设施管理需求



(1) 功能分析变电站基础设施根据变电站的组织喜欢变电站等，具体可以分为各种类型的变电站设备，变电站单元，站柜，复杂的管理人员，由变电站管理人员，负责现场管理的设备管理人员组成变电站设备的基础设施管理功能，

为用户提供站管理，内部设备，设备管理等功能。

(2) 软件功能要求根据对基础设施管理功能的分析，它在内部分为站点维护管理，设备分类账管理，设备变更管理和设备查询统计信息，如图 3-3 所示。 18

图 3-3 基础设施管理功能用例

(3) 站所维护管理需求根据站的结构，分为变电站维护，变电站机组维护，变电站屏柜维护和其他子功能：

1) 为车站管理人员提供公司变电站基本信息的添加，删除，更改，复制，粘贴，导出，查询等功能，级别维护团队指定，变电站转移管理，静态资产信息配置。

2) 以变电站为单位，为车站管理人员提供内部间隔单位管理功能，包括添加，删除，更改，复制，粘贴，导出和电压等级等关键信息的批量修改。

3) 根据公司公共代码库的变电站屏柜信息标准，为站管理人员提供屏柜数据的添加，删除，更改，复制，粘贴，导出功能，并提供保护屏批的关键信息更新功能。

(4) 设备分类账管理要求在设备参数功能上，系统需要以参数和维护的形式提供公司变电站设备管理中的一个设备，继电保护和自动设备，直流系统设备，

设备，电测仪表设备，设备，自动化设备等在线管理，包括设备信息的添加，删除，更改，复制，粘贴和导出等功能。同时，变电站内设备的接线关系以 SVG 19

形式显示，并提供翻译，放大，缩小，选择，打印和自定义右键菜单管理功能。

(5) 设备变更管理要求在设备变更功能中，系统需要为各种类型的变电站设备和辅助设备的设备管理人员提供调试，创建和更新发货记录注册功能，同时根据用户设备的投入运行，后台自动更新相应参数数据处理的设备，并将设备移动和信息变化自动添加到简历的设备中。

(6) 设备查询的统计要求在设备查询统计功能中，系统需要设备管理人员提供变电站设备，直流设备，继电保护设备，控制设备，设备等相关信息的查询和统计功能，包括状态查询，统计以及基于 EXCEL 导出，在线打印等结果

3.3.2 运行工作管理需求功能分析根据变电站管理标准，将变电站的管理和运行分为基本维护，定期工作管理，值班运行管理，运行记录管理，缺陷管理，维护测试管理，二联票管理等。由变电站运营团队和维护团队实施。在运行管理功能中，应向上述用户提供运行管理的各种软件服务和功能支持。

软件功能要求根据对运行管理功能的分析，建立了七个功能子用例，包括基本维护，循环工作管理，值班运行管理，运行记录管理，缺陷管理，大修测试管理和两票管理。如图 3-4 所示。

(1) 基本维护功能要求：在基本维护功能中，根据公司对变电站日常检查和维护工作的内容，其中需要运行服务员的人员应在变电站日常工作后配置变电站的日常维护和运行团队，安全配置，频率配置，避雷器检查项目维护，运行维护，巡检内容保护定值参数维护，变电站配置等功能，包括变电站的相关功能配置，系统需要按照每个站长的要求进行管理站内配置维修队信息，为相应的值班主管提供配置，为队员提供维修信息的管理和维护功能。 20

图 3-4 运行工作管理功能用例

(2) 循环作业管理的要求为变电站设备的运行周期提供管理功能，包括最后维护时间，运行周期和到期前天数等参数的配置。同时，它包括基于设备类型，

电压水平，工作类型等条件的设备工作周期的检索支持，并对过期的变压器设备进行单独统计。

(3) 值班管理的要求提供对变电站运行日志的查看，注册，修改，查询，导出等功能的支持。日志内容应包括普通日志，未执行的转储单，未终止的工单，未消除的缺陷，例行工作，当前任务，轮班记录和其他数据。在日志注册过程中，它提供了预定单和调度单的接收者，调度者和转移者的设置功能，并根据值班人员之后的操作日志为值班信息管理提供功能支持。上述角色中的一部分登录系统。

(4) 运行记录管理要求它为值班人员提供各种电网运行管理业务数据查询和统计功能，包括变电站设备运行记录，避雷器运行时间，故障信息，保护定值单台账簿等。

| 指 标  |
|--|
| 疑似剽窃文字表述   |
| 1. 变压器最高制冷油温温度达到 55℃时，风扇开关应自动开机，45℃时制冷风扇开关可自动停机关闭。   |
| 2. 处理检修工作才能顺利进行，<br>以确保检修工作的完成。上面是变压器检修标准程序，下面是  |
| 3. 管理需求，分析变电站运输检查信息化应用子系统的发展目标和关键用户角色。<br>3.2.1 业务体系分析供电有限公司的整套变电业务管理系统业务主要包括：变电设备检修管理，<br>运行人员值班，缺陷检修管理，周期检修工作业务管理，检修设备试验，工作票业务管理，操作试验票业务管理，  |
| 4. 3.3 系统功能需求基于变电运检信息化应用子系统的业务环境，本文将系统所需研发的功能细分为基础设施管理、运行工作管理、计划任务管理 3 个方面，系统总体功能用例如图 3-2 所示。 17<br>图 3-2 系统总体功能用例图 3-2 中的系统用户包括了 3.1.3 节中介绍的站所管理人员、设备管理人员、<br>运行管理人员、检修管理人员、运行班组人员、检修班组人员等用户角色，按照图 3-2 内容，本节对其中的 3 个功能用例进行详细分析和细化，考察系统的详细功能开发目标和具体需求。 |
| 5. 电压等级等关键信息的批量修改。<br>3) 根据公司公共代码库的变电站屏柜信息标准，为站管理人员提供屏柜数   |



- 据的添加，
- 实施。在运行管理功能中，应向上述用户提供运行管理的各种软件服务和功能支持。  
软件功能要求根据对运行管理功能的分析，
  - 管理，值班运行管理，运行记录管理，缺陷管理，大修测试管理和两票管理。如图 3-4 所示。
  - 同时，它包括基于设备类型，  
电压水平，工作类型等条件的设备工作周期的检索支持，并对过期的变压器设备进行单独统计。
  - 日志内容应包括普通日志，未执行的转储单，未终止的工单，  
未消除的缺陷，例行工作，当前任务，轮班记录和其他数据。在日志注册过程中，  
它提供了预定单和调度单的接收者，调度

| 3. 004_第3部分           |   |                   | 总字数：9838   |
|-----------------------|---|-------------------|------------|
| 相似文献列表                |   |                   |            |
| 去除本人文献复制比：85.1%(8376) |   | 文字复制比：85.1%(8376) | 疑似剽窃观点：(0) |
| 1                     | 基于.NET的变电运检信息化应用子系统设计与实现<br>胡春林(导师：严体华;程锐) - 《西安电子科技大学硕士论文》 - 2019-06-01              | 76.3% (7504)      | 是否引证：否     |
| 2                     | 1578960399-胡春林-基于.NET的供电企业生产信息化管理应用系统设计与实现-软件工程-严体华<br>胡春林 - 《学术论文联合比对库》 - 2019-03-18 | 65.2% (6411)      | 是否引证：否     |
| 3                     | 2014410117 曾伟 医院预算管理系统的设计与实现_计算机技术_杨世恩<br>曾伟 - 《学术论文联合比对库》 - 2019-04-02               | 6.7% (656)        | 是否引证：否     |
| 4                     | 2014410117 曾伟 医院预算管理系统的设计与实现_计算机技术_杨世恩<br>曾伟 - 《学术论文联合比对库》 - 2019-04-03               | 6.7% (656)        | 是否引证：否     |
| 5                     | 鄂尔多斯电业局输变电运检系统应用项目研究<br>乔晓玲(导师：唐平舟;魏海平) - 《华北电力大学硕士论文》 - 2014-03-01                   | 5.4% (530)        | 是否引证：是     |
| 6                     | 鄂尔多斯电业局输变电项目辅助支持系统设计研究<br>乔晓玲 - 《学术论文联合比对库》 - 2014-03-20                              | 5.4% (528)        | 是否引证：否     |
| 7                     | 鄂尔多斯电业局输变电运检系统应用项目研究--乔晓玲--3-20<br>- 《学术论文联合比对库》 - 2014-03-22                         | 5.4% (528)        | 是否引证：否     |
| 8                     | 鄂尔多斯电业局输变电运检系统应用项目研究--乔晓玲<br>- 《学术论文联合比对库》 - 2014-03-13                               | 0.8% (77)         | 是否引证：否     |
| 9                     | 消防部队灭火救援指挥调度系统的设计与实现<br>王梦泽(导师：纪禄平;朱利海) - 《电子科技大学硕士论文》 - 2011-04-15                   | 0.3% (33)         | 是否引证：否     |
| 10                    | 高等职业教育教学质量评价系统的设计与实现<br>黄勤(导师：蒋志方) - 《山东大学硕士论文》 - 2011-12-15                          | 0.3% (29)         | 是否引证：否     |
| 原文内容                  |   |                   |            |

同时提供在线故障信息补充功能支持，并将补充故障信息添加到操作记录列表中。

(5) 缺陷管理的功能要求提供变压器缺陷过程管理服务，具体分为缺陷业务过程管理，缺陷查询统计和二率统计：  
缺陷过程管理：为值班人员的操作提供变电站缺陷的登记，审核，排除安排，  
消除接受等功能，记录各环节的输入信息，在后台结构化存储。缺陷查询统计： 21  
根据班次，变电站，电压水平，设备类型，缺陷性质，缺陷消除状态，缺陷原因，  
发现日期等情况，为值班人员提供缺陷查询功能；根据饼图，条形图和数据表对检索结果进行统计和 EXCEL 导出。二次率统计：二次率是指及时消除缺陷率和消除率，为值班人员的操作提供历史的二次率统计功能，及时率是按照计划的时间为了完成缺陷率的消除，消除率是在规定的时间内完成缺陷率的消除。最后，  
显示计算结果，相关的缺陷，工单，加工信息等，以提供 EXCEL 导出功能。

(6) 维护测试管理要求为值班维护人员提供在线注册，报告录入，历史记录查询和统计功能，以及已注册维护测试记录的接受功能，并在后台自动更新记录状态。

(7) 两票制管理的功能要求二级票务管理是指变电站业务的工作票务和操作票务的业务管理，具体分为管理权限配置，工作票务管理和操作票务管理；权限配置管理：根据业务角色和具体人员配置，为操作和值班管理人员提供发票和  
操作票授权配置，管理员权限配置和业务权限配置功能。根据权限配置的结果，  
系统将自动审核用户的计费行为。工作票管理，工作票管理：为值班人员和值班人员提供从开票到验收的闭环管理功能，以及历史工作票和操作票的数据查询，  
统计，导出，日志记录功能，包括历史工单合格率统计功能。

3.3.3 计划任务管理需求功能分析计划任务管理功能主要用于变电站公司年度/月运营计划，自定义工作计划，计划停电和任务到变电站工作任务管理的单一分配计划等业务管理，  
运营管理和维护管理人员的目标用户角色，其中，根据管理权限提供计划任务的创建，审查和分发等功能。  
软件功能要求根据变电站管理计划业务，计划任务管理需求分为任务池管理，维护计划管理，工作计划管理，停电计划管

理和工作任务清单管理，如图

3-5 所示。 22

图 3-5 计划任务管理功能用例

(1) 任务池管理的功能要求用于运行管理和维护管理的基于计划任务的池

(Task Pool) 任务管理功能，将发现缺陷，临时性工作，例如带有 Task 的循环工作添加到 Pool 中，用于维护计划，工作计划，工作任务列表创建业务数据支持，例如任务管理，添加，修改，删除，查询，EXCEL 导出等。

(2) 维修计划管理的功能要求维护计划分为年度维护计划和每月维护计划。因此，有必要向维护管理人员提供年度/每月维护计划制定，审查和计划的功能，并根据业务进度更新维护任务状态。

(3) 工作计划管理的功能要求为操作管理人员提供工作计划制定，审查和计划功能，并在值班操作员进入系统后以项目形式相互联系。

(4) 停电计划管理的功能要求如果发生计划性的停电，例如维护，则运营 23

管理人员应创建停电申请表，并将其提交进行逐级审核，包括主管领导审核，县级审核，规划专家确认和计划审核。系统将根据电源故障申请表的创建和审查来更新申请状态。

(5) 任务清单管理的功能要求变电站任务列表是为值班操作员和维护操作员的工作单和操作单创建的数据库。系统需要为维护管理人员和操作管理人员提供工作任务清单的分配，验收，处理，查询检索等功能。

3.4 系统性能需求对并发容量的需求：根据变电站管理业务的当前规模和供电公司的未来发展趋势，计算与变电站管理相关的内部员工人数，并发用户支持变电站运营和运营的数量。检验信息化应用子系统在实际操作中可以提供的≥500。

响应时间要求：变电站运输检查信息化应用子系统根据供电公司内部业务管理软件的统一性能标准，可以在 2 个以内完成最终用户前端操作请求的相应逻辑处理。操作后数 s，并实现前端反馈，即系统响应时间≤2s。

为变电站信息化应用子系统部署资源的成本考虑要求：在系统实际部署过程中运行后，对于关键资源（如 CPU，服务器上的内存）的资源占用率为 20%或以下，以避免由于高资源使用率导致硬件性能下降，或影响其他业务在同一服务器管理系统中的运行效率。整个系统的安全管理主要考虑系统登录认证和系统使用两个方面，通过使用用户名和用户密码来防止非法用户进入系统；通过功能级别权限和数据级别权限的组合来控制系统访问权限，以确保用户只能在相应权限内使用和查看变电站运行和维护管理数据以及业务操作，并且不能超出其权限使用。

3.5 本章小结本章详细分析和考察了供电公司组织实施的变电运检信息化应用子系统，介绍了该系统的开发及应用背景，并对其关键业务进行了分析，提出了系统的实施目标，重点对系统的功能需求进行分析，将系统的功能目标划分为基础设施管理、

运行工作管理和计划任务管理 3 个方面，并简要说明系统的性能标准。同时对供电公司系统功能需求做出了分析，最后确定了对输变电运检系统的功能需求。 24

第 4 章系统设计与实现

4.1 系统总体设计基于变电运检信息化应用子系统的需求工作，本节从总体角度对该系统进行方案设计，考察研究系统的总体模型结构、网络模式、功能结构等。在设计时，

为保证软件的标准化、持久性及开放性，按照以下要求进行设计：

(1) 标准化系统要根据电业局设计规范设计，为保障现场工作人员遵守制定规范，巡检系统要加强全面监控，减少可能在运检过程中发生危险，从而确保员工安全，减少电业局损失。同时，对多年来现场巡查工作的业务流程进行了仔细的分析和研究，形成了合适的标准化规范。

(2) 模块化系统根据业务需求分为各类模块，在保持系统的整体性的同时，每个子系统都应遵循高内聚耦合原则，每个子系统都应保持更高的独立，在修改子系统时尽量不会影响到其它模块。

(3) 可扩展性系统为保证在以后方便基于原系统开发，具有高度的可扩展性，可以根据不同用户的不同需求进行修改及灵活的扩展，但不影响原系统的正常运行。

(4) 简洁易用大多数系统用户不是很精通计算机，而且因任务太多，使系统需要简单易用，

界面友好，直观方便，同时支持在线审查、掌上计算机等方面的操作，使系统更加便捷、高效。

(5) 标准库根据电业局的标准规范，在服务器中存储了标准的运作流程和指导，并根据实际情况进行了相关下载。因此，标准库的完整性是非常关键的，并且保证了大多数情况下有相应模块可供下载。

4.1.1 系统功能模型设计 25

变电运检信息化应用子系统的功能模型设计采用目前 Web 应用程序常用的MVC 设计模式，即将 Web 应用按照功能类型及定位的不同分为视图层 View、

控制器层 Controller 和模式层 Model。在本文系统的功能模型设计中，按照上述思路将系统划分为如图 4-1 所示的形式。

图 4-1 变电运检信息化应用子系统功能模型在图 4-1 中，将人机交互网页对应的基础设施管理功能，系统管理功能，计划任务管理功能的操作划分为 View 层，其中变电站交付检查信息应用子系统的内部功能以 Web 浏览器中的 Web 服务的形式，以及接收系统最终用户的交互操作请求，实现系统功能容器的背景图信息和内容更新，与 MVC 模式中的 View

功能级别相对应。同时，它将系统后台功能的 Web 服务发布，页面响应和反馈调度功能服务以及基础结构管理，操作工作管理和计划管理的三个核心功能模块封装到一个逻辑层中，对应于 MVC 模式中的 Controller。在逻辑层中，主要基于 Apache Web 服务工具，将系统视图容器的后台功能映射和反馈填充功能处理提供给视图层，并将相应的视图层处理请求转发到相关的后台功能组件进行处理。对于该系统的功能开发，逻辑层是系统功能模型的关键，它起着视图映射调度，模式层更新，发布和配置管理的作用。在系统功能逻辑处理系统的基础上，

系统逻辑处理过程中使用的基础结构数据，运行工作数据和计划任务数据等数据逻辑视图，以及基于数据源和适配器管理的的功能系统上面的数据视图被封装到一

个模式中，即 MVC 模式中的模型层。系统业务数据视图的管理和维护以及视图 26

层中交互式 Web 页面之间的逻辑映射是在模式层中实现的。模型数据是在信息管理和数据源层的功能组件基础上构建的。

在 NET 平台上使用 ADO.NET 公共功能组件, 基于组件数据的持久更新机制, 以数据源对象服务和物理数据存储之间的动态关系形式设置系统逻辑功能对于视图层的模型更新, 在逻辑层映射机制的作用下, 实现业务数据的动态更新处理步骤。

4.1.2 系统网络模式设计变电运检信息化应用子系统的网络模式基于 B/S 结构设计, 具体如图 4-2 所示。

图 4-2 变电运检信息化应用子系统网络模式如图 4-2 所示, 系统的服务主机分为 Web 主机和数据库主机。通过在公司机房网络中进行物理部署, 在内部路由器网络通信的支持下, 将变电站管理业务的基于信息的管理服务提供给运营商, 维护人员, 运营经理和其他用户。系统用户通过其办公室主机访问公司办公室网络中的系统 Web 服务。以上通信环境均使用公司内部的业务通信网络。同时由于变电站信息化管理业务涉及很多现场工作, 如缺陷管理报告现场缺陷等, 外部公共网络的网络环境, 管理人员使用系统中的设备如移动主机的 Web 服务访问, 通过公司统一分配 VPN 虚拟网络通道通信的账户访问路由器, 实现对系统服务的访问。 27

4.1.3 系统功能结构设计按照变电运检信息化应用子系统的功能定位及其功能需求分析, 本文将系统的功能模块划分为基础设施管理、运行工作管理和计划任务管理 3 个模块, 并根据其内部功能逻辑分别设置多个子模块, 具体的功能结构设计结果如图 4.3 所示。

图 4-3 变电运检信息化应用子系统功能结构如图 4-3 所示, 系统管理模块的基础架构包括站维护管理, 设备参数, 设备变更管理和查询统计四个子模块, 由系统管理和设备管理人员为备用站, 设备等提供备用辅助设备静态信息管理维护功能。运营管理模块中的工作包括基本维护和管理, 值班工作管理, 运营管理, 记录管理, 变电站缺陷管理, 运维测试 7

个子模块和两个票务管理, 主要针对系统运营人员, 维护人员变电站检查管理提供了变电站运行管理的相关功能。

计划任务管理模块分为五个子模块, 分别是任务池管理, 维护计划管理, 工作计划管理, 停电计划管理和工作任务列表管理。它主要为变电站管理用户提供基于任务池的变电站必要的运行检查工作计划和运行管理功能支持。

4.2 系统数据库设计在变电站运行与检查信息应用子系统的功能系统中, 数据库是非常重要的基础架构, 主要用于保存公司的变电站运行与管理业务数据, 是构建系统模式层的关键要素。本节对系统数据库进行设计分析, 通过检查系统主要目标数据实体及其关系, 在此基础上统一选择的 SQL Server 数据库管理系统, 对部分关键数据 28

表结构进行设计分析。

4.2.1 系统数据分析通过对变电运检信息化应用子系统的业务环境进行分析, 考察其中的关键业务数据实体及其关系, 可以将其主要的数据实体采用 E-R 图的形式表示为如图

4-4 所示的形式。

图 4-4 变电运检信息化应用子系统 E-R 图图 4-4 显示了变电站运输检查信息化子系统中的一些关键数据实体及其关联。此外, 由于数据实体的数量和属性的复杂性, 图中仅显示了一些没有详细属性的实体。从图 4-4 可以看出, 基于变电站的数据逻辑关系系统和相应的团队建设职责, 在每个变电站中包含多个单元变电站和变电站, 变电站设备柜等, 根据变电站的情况而定对于同时值班的乘员, 每个变电站可以对应多个值班。对于变压器设备实体, 每个变压器设备实体对应一个设备操作日志实体, 该设备操作日志实体由班次组创建并包含多个设备操作记录。操作记录和设备缺陷之间存在多对多的关联, 并且每个设备缺陷实体都对应于关联的缺陷消除记录。同时, 设备 29

分类账实体中关联设备分类账实体的每个变电站设备可以分为主要设备分类账,

中继设备分类账, DC 维修设备分类账, 反错误设备分类账和电气分类账测量仪器分类账。至于变电站运输检查信息应用子系统的数据库结构, 除了图 4-4 中的数据实体外, 还包含大量其他数据实体, 由于篇幅有限, 此处不再赘述。

4.2.2 数据表设计变电运检信息化应用子系统后台 SQL Server 数据库中定义的物理数据表结构共计 244 个, 本节以其中部分关键数据表为例, 展示系统的后台数据库物理设计结果。

(1) 变电站数据表 STATION\_OBJ 定义变电站数据表名称设置为 STATION\_OBJ, 具体的结构定义见表 4-1 所示。

表 4-1 变电站数据表 STATION\_OBJ

(2) 变电设备台账数据表 DEV\_STAND\_OBJ 定义设备台账数据表中保存各类变电设备的台账数据, 所有的一次设备、继电保

|              |                    |        |
|--------------|--------------------|--------|
| 字段数据类型       | 字段备注               | NULL   |
| STA_ID       | Int 变电站编号, 主键      | No     |
| STA_NAME     | varchar(50) 变电站名称  | No     |
| STA_PERP     | int 运行部门           | No     |
| STA_PERP_DEP | int 资产性质           | No     |
| STA_POW_LEV  | varchar(30) 资产单位   | No     |
| STA_RUNTIM   | int 电压等级范围         | No     |
| STA_MAN_MOD  | datetime 投运日期      | No     |
| STA_DEP_MOD  | int 值班方式           | No     |
| STA_KEY      | int 布置方式           | No     |
| STA_P_LEV    | int 枢纽站            | No     |
| STA_TYPE     | int 污染等级           | No     |
| STA_ADDR     | varchar(200) 变电站性质 | No     |
| STA_HEI      | STA_HEI 站址         | Yes    |
| STA_AREA     | float(8, 3) 海拔     | Yes    |
| STA_IN_AREA  | float(8, 3) 占地面积   | Yes    |
| STA_PHONE    | varchar(15) 建筑面积   | Yes    |
| STA_DESP     | varchar(300) 联系电话  | Yes 30 |

护装置设备、防误装置、电测仪表设备、在线装置、自动化设备等设备台账全部定义在 DEV\_STAND\_OBJ 数据表中, 并且通过其中的设备类型进行区分, 具体的表结构见表 4-2 所示。

表 4-2 变电设备台账数据表 DEV\_STAND\_OBJ



(3) 变电运行日志数据表 RUN\_LOG\_OBJ 定义变电运行日志记录了运行班组人员或检修班组人员在日常运维管理工作中登记的变电日志数据，其结构见表 4-3 所示。

| 字段         | 数据类型        | 字段备注    | NULL  |
|------------|-------------|---------|-------|
| DEV_ID     | int         | 设备编号，主键 | No    |
| DEV_NAME   | varchar(50) | 设备名称    | No    |
| RUN_CODE   | varchar(50) | 运行编号    | No    |
| STA_ID     | int         | 变电站     | No    |
| DEV_TYPE   | int         | 设备类型    | No    |
| VOL_LEV    | int         | 电压等级    | No    |
| REP_UNIT   | int         | 间隔单元    | No    |
| FLAG_NUM   | int         | 相数      | No    |
| FLAG_TYPE  | int         | 相别      | No    |
| FREQ_STA   | int         | 额定频率    | No    |
| CUR_STA    | int         | 额定电流    | No    |
| VAL_STA    | int         | 额定电压    | No    |
| DEV_CODE   | varchar(30) | 设备型号    | No    |
| MAN_NAME   | varchar(30) | 生产厂家    | Yes   |
| PROD_CODE  | varchar(30) | 出厂编号    | No    |
| PROD_NAME  | varchar(20) | 产品代号    | Yes   |
| PROD_CON   | varchar(20) | 制造国家    | No    |
| PROD_DATE  | datetime    | 出厂日期    | Yes   |
| RUN_DATE   | datetime    | 投运日期    | No    |
| ENV_TYPE   | int         | 使用环境    | No    |
| VERC_TYPE  | int         | 绝缘介质    | No    |
| STRU_MODE  | int         | 结构型式    | No    |
| GROUP_TYPE | int         | 绕组型式    | No 31 |

表 4-3 变电运行日志数据表 STATION\_OBJ

(4) 变电缺陷数据表 FALUT\_OBJ 定义变电缺陷数据表中记录了运行班组人员或检修班组人员在日常运维管理工作中检查到的变电设备或装置的缺陷数据，同时还包含了变电缺陷的消缺工作的相关数据，其定义见表 4-4 所示。

| 字段            | 数据类型         | 字段备注    | NULL  |
|---------------|--------------|---------|-------|
| LOG_ID        | int          | 日志编号，主键 | No    |
| LOG_TYPE      | int          | 日志类型    | No    |
| STA_ID        | int          | 变电站（单位） | No    |
| LOG_TIME      | datetime     | 发生时间    | No    |
| LOG_CONT      | varchar(200) | 记录内容    | No    |
| LOG_STAF      | varchar(20)  | 记录人     | No    |
| LOG_STAT      | int          | 归档状态    | No    |
| LOG_GROP      | int          | 记录班组    | No    |
| APL_TIME      | datetime     | 记录时间    | No    |
| AUD_STAF      | varchar(20)  | 审核人员    | No    |
|               |              | 字段数据类型  | 字段备注  |
| FAT_ID        | int          | 缺陷编号，主键 | No    |
| FAT_DEV_NAME  | varchar(50)  | 设备名称    | No    |
| FAT_DEV_ATT   | varchar(200) | 设备附件    | Yes   |
| FAT_DET_DEP   | int          | 发现归属    | No    |
| FAT_CHK_STAF  | varchar(20)  | 发现人     | No    |
| FAT_CHK_DEP   | int          | 发现人单位   | No    |
| CHK_MAJ       | int          | 检修专业    | No    |
| FAT_CONT      | varchar(200) | 缺陷内容    | No    |
| CUT_STAT      | int          | 是否停电    | No    |
| FLOW_STAT     | int          | 流转详情    | No    |
| AUD_SUG       | varchar(200) | 审核意见    | No    |
| FAT_OPT_PLAN  | varchar(200) | 消缺方案    | No    |
| OPT_DATE_PLAN | datetime     | 计划消缺日期  | No    |
| OPT_RET       | varchar(300) | 处理详情    | No    |
| FAT_REAS      | int          | 缺陷原因    | No 32 |

(5) 工作票数据表 WORK\_BILL\_OBJ 定义工作票数据表中主要保存了各项变电运检管理业务对应的具体工作任务票据信息，其结构见表 4-5 所示。

表 4-5 工作票数据表 WORK\_BILL\_OBJ

(6) 年度检修计划数据表 YEAR\_PLAN\_OBJ 定义在年度检修计划数据表中保存了公司制定和实施的按照年度为单位的检修

计划信息，其结构如表 4-6 所示。

| 字段             | 数据类型         | 字段备注     | NULL   |
|----------------|--------------|----------|--------|
| BILL_ID        | int          | 工作票编号，主键 | No     |
| BOX_TYPE       | int          | 票箱类型     | No     |
| BILL_TYPE      | int          | 工作票类型    | No     |
| BILL_STAT      | int          | 工作票状态    | No     |
| STOR_DEP       | int          | 存档单位     | Yes    |
| BILL_CRTOR     | int          | 起草人      | No     |
| BILL_CRT_DEP   | int          | 制票单位     | No     |
| BILL_MAN       | varchar(20)  | 工作负责人    | Yes    |
| BILL_NAME      | varchar(50)  | 工作票名称    | No     |
| STAT_NAME      | varchar(50)  | 变电站名称    | No     |
| WORK_SIGN      | varchar(20)  | 工作签发人    | No     |
| CLASS_STAF     | varchar(20)  | 工作班人员    | No     |
| SIGN_TIME      | datetime     | 签发时间     | No     |
| WORK_TIME_PERM | datetime     | 许可开工时间   | Yes    |
| BILL_CONT      | varchar(300) | 工作票内容    | Yes 33 |

表 4-6 年度检修计划数据表 YEAR\_PLAN\_OBJ

4.3 系统功能模块设计与实现本部分基于变电站运输检查信息应用子系统的总体设计和数据库设计，对系统的基础设施管理模块，运营工作管理模块和计划任务管理模块进行详细的设计和开发，包括每个模块的类图，以及关键功能的逻辑流程。

4.3.1 基础设施管理模块设计与实现

(1) 类结构根据基础设施维护模块的内部功能结构，该类结构主要包括变电站管理站，变电站单元管理站 Unit，变电站管理类 StationScreen 机柜，各种变电站设备管理Device，变电站设备参数管理 Class DeviceStand DB 等和后台数据库管理功能，同时在基础架构管理模块中的类结构包括用于表示变电站，变电站单元，变电站，变电站设备，机柜等物理设施的数据对象类，DeviceLink 功能类用于管理变电站设备的布线，创建 SVG 矢量图并管理相关功能维护。具体的类结构如图 4-5 所示，关键函数类结构如下所示：

1) 变电站管理站：对变电站进行添加，删除，修改，复制，粘贴，导出，

| 字段           | 数据类型         | 字段备注    | NULL  |
|--------------|--------------|---------|-------|
| PLAN_ID      | int          | 计划编号，主键 | No    |
| PLAN_YEAR    | int          | 计划年度    | No    |
| APPLY_DEP    | int          | 申请单位    | No    |
| CONST_DEP    | int          | 施工单位    | No    |
| STAT_ID      | int          | 变电站     | No    |
| POW_CUT      | int          | 是否停电    | No    |
| POW_CUT_AREA | varchar(300) | 停电范围    | Yes   |
| DESP_DEP     | int          | 调度单位    | No    |
| WORK_CONT    | varchar(300) | 工作内容    | No    |
| WORK_GROP    | int          | 工作班组    | No    |
| PLAN_START   | datetime     | 计划开工时间  | No    |
| PLAN_END     | datetime     | 计划完工时间  | No    |
| PLAN_DAYS    | int          | 计划天数    | No    |
| WORK_CONT    | int          | 工程量     | No    |
| PLAN_STAT    | int          | 计划状态    | No 34 |

查询和批量管理。

2) 变电站单元管理 StationUnit：StationUnit 可以对变电站的内部设施进行添加、删除、修改、复制和粘贴、导出和批量管理，以及对变电站内部的单元压力水平进行调整和管理。

3) 变电站屏柜管理的 StationScreen：实现电子屏关键运行参数的添加、删除，修改，复制，粘贴，导出，查询，批量管理和在线调整。

图 4-5 基础设施管理模块类结构

4) 设备：可以为变电站设备添加，删除，修改，复制，粘贴，导出和查询等。它还包括设备接线图的创建和查看以及设备分类账信息的管理等。

5) 变电站设备总账管理的 DeviceStand：实现设备总账信息的查询，创建和导出，还包括设备变化时总账的更新处理。 35

6) 变电站设备接线管理功能类 DeviceLink：利用 SVG 矢量图形开发套件的 API 接口，根据设备列表和连线创建、刷新、设置要素，在图中添加功能界面、管理矢量图形属性等等。

(2) 实现流程本节以基础设施管理模块中的变电站管理功能、设备台账管理功能、设备接线图管理功能为例，对其实现工作进行实现与展示。

1) 变电站管理功能实现

变电站信息的添加、修改以及复制、导出功能操作流程类似，以变电站修改为例，其功能实现的逻辑流程如图 4-6 所示。

图 4-6 变电站修改功能逻辑流程按照图 4-6 所示，在变电站修改功能中，系统首先将所有变电站进行查询，并以列表形式返回。由于变电站和变电站单元、屏柜等信息之间存在关联，且变电站的修改权限判断较为严苛，所以需要通过对修改的变电站及当前用户身份权限进行冲突判断，之后判断通过之后才可进行修改。从功能逻辑代码及方法接口调用的角度出发，图 4-6 中所示的功能逻辑流程对应的顺序图如图 4-7 所示。

按照图 4-7 所示，利用 StationObj::setAttribute() 方法实现处理结果缓存。

| 指 标   |
|---|
| 疑似剽窃文字表述  |
| <div>1. 变电站，电压水平，设备类型，缺陷性质，缺陷消除状态，缺陷原因，发现日期等情况，</div> <div>2. 和数据表对检索结果进行统计和 EXCEL 导出。二次率统计：二次率是指及时消除缺陷率和消除率，为值班人员的操作提供历史的二次率统计功能，及时率是按照计划的时间为了完成缺陷率的消除，消除率是在规定的时间内完成缺陷率的消除。最后，显示计算结果，相关的缺陷，工单，加工信息等，以提供 EXCEL 导出功能。</div> <div>3. 根据权限配置的结果，系统将自动审核用户的计费行为。工作票管理，工作票管理：为值班人员和值班人员提供从开票到验收的闭环管理功能，以及历史工作票和操作票的数据查询，统计，导出，日志记录功能，包括历史工单合格率统计功能。</div> <div>3.3.3 计划任务管理需求功能分析计划任务管理功能主要用于变电站公司年度/月运营计划，自定义工作计划，计划停电和任务</div> <div>4. 管理人员的目标用户角色，其中，根据管理权限提供计划任务的创建，审查和分发等功能。</div> <div>软件功能要求</div> <div>5. 管理计划业务，计划任务管理需求分为任务池管理，维护计划管理，工作计划管理，停电计划管理和工作任务清单管理，如图 3-5 所示。</div> <div>6. 管理人员提供年度/每月维护计划制定，审查和计划的功能，并根据业务进度更新维护任务状态。</div> <div>7. 系统需要为维护管理人员和操作管理人员提供工作任务清单的分配，验收，处理，查询检索等功能。</div> <div>3.4 系统性能需求对并发容量的需求：根据变电站管理业务的当前规模和供电公司的未来发展趋势，计算与变电站管理相关的内部员工人数，</div> <div>8. 整个系统的安全管理主要考虑系统登录认证和系统使用两个方面，通过使用用户名和用户密码来防止非法用户进入系统；通过功能级别权限和数据级别权限的组合来控制系统访问权限，以确保用户只能在相应权限内使用和查看变电站运行和维护管理数据以及业务操作，并且不能超出其权限使用。</div> <div>3.5 本章小结本章详细分析和考察了供电公司组织实施的变电运检信息化应用子系统，介绍了该系统的开发及应用背景，并对其关键业务进行了分析，提出了系统的实施目标，重点对系统的功能需求进行分析，将系统的功能目标划分为基础设施管理、运行工作管理和计划任务管理 3 个方面，并简要</div> <div>9. 24</div> <div>第 4 章系统设计与实现</div> <div>4.1 系统总体设计基于变电运检信息化应用子系统的需求工作，本节从总体角度对该系统进行方案设计，考察研究系统的总体模型结构、网络模式、功能结构等。</div> <div>10. 4.1.1 系统功能模型设计 25</div> <div>变电运检信息化应用子系统的功能模型设计采用目前 Web 应用程序常用的MVC 设计模式，即将 Web 应用按照功能类型及定位的不同分为视图层 View、控制器层 Controller 和模式层 Model。在本文系统的功能模型设计中，按照上述思路将系统划分为如图 4-1 所示的形式。</div> <div>图 4-1 变电运检信息化应用子系统功能模型在图 4-1 中，将人机交互网页对应的基础设施管理功能，</div> <div>11. 模式中的 View</div> <div>功能级别相对应。同时，它将系统后台功能的 Web 服务发布，页面响应和反馈调度功能服务以及基础结构管理，操作工作管理和计划管理的三个核心功能模块封装到一个逻辑层中，对应于 MVC 模式中的 Controller。在逻辑层中，主要基于 Apache Web 服务工具，将系统视图容器的后台功能映射和反馈填充功能处理提供给视图层，并将相应的视图层处理请求转发到相关的后台功能组件进行处理。对于该系统的功能开发，逻辑层是系统功能模型的关键，它起着视图映射调度，模式层更新，发布和配置管理的作用。在系统功能逻辑处理系统的基础上，系统逻辑处理过程中使用的基础结构数据，运行工作数据和计划任务数据等数据逻辑视图，以及基于数据源和适配器管理的功能系统上面的数据视图被封装到一个模式中，即 MVC 模式中的模型层。系统业务数据视图的管理和维护以及视图 26</div> <div>层中交互式 Web 页面之间的逻辑映射是在模式层中实现的。模型数据是在信息管理</div> <div>12. 平台上使用 ADO.NET 公共功能组件，基于组件数据的持久更新机制，以数据源对象</div> <div>13. 视图层的模型更新，在逻辑层映射机制的作用下，实现业务数据的动态更新处理步骤。</div> |



4.1.2 系统网络模式设计变电运检信息化应用子系统的网络模式基于 B/S 结构设计，具体如图 4-2 所示。

图 4-2 变电运检信息化应用子系统网络模式如图 4-2 所示，系统的服务主机分为 Web 主机和数据库主机。通过在公司机房网络中进行物理部署，在内部路由器网络通信的支持下，

14. 用户。系统用户通过其办公室主机访问公司办公室网络中的系统 Web 服务。以上通信环境均使用公司内部的业务通信网络。同时由于变电站信息化管理业务涉及很多现场工作，如缺陷管理报告现场缺陷等，外部公共网络的网络环境，管理人员使用系统中的设备如移动主机的 Web 服务访问，通过公司统一分配 VPN 虚拟网络通道通信的账户访问路由器，实现对系统服务的访问。 27

4.1.3 系统功能结构设计按照变电运检信息化应用子系统的功能定位及其功能需求分析，本文将系统的功能模块划分为基础设施管理、运行工作管理和计划任务管理 3 个模块，并根据其内部功能逻辑分别设置多个子模块，具体的功能结构设计结果如图 4.3 所示。

图 4-3 变电运检信息化应用子系统功能结构如图 4-3 所示，系统管理模块的基础架构包括站维护管理，

15. 设备等提供备用辅助设备静态信息管理维护功能。运营管理模块中的工作包括基本维护和管理，值班工作管理，

16. 相关功能。

计划任务管理模块分为五个子模块，分别是任务池管理，维护计划管理，工作计划管理，停电计划管理和工作任务列表管理。

17. 管理功能支持。

4.2 系统数据库设计在变电站运行与检查信息应用子系统的功能系统中，数据库是非常重要的

18. 业务数据，是构建系统模式层的关键要素。本节对系统数据库进行设计分析，通过检查系统主要目标数据实体及其关系，在此基础上统一选择的 SQL Server 数据库管理系统，对部分关键数据 28

表结构进行设计分析。

4.2.1 系统数据分析通过对变电运检信息化应用子系统的业务环境进行分析，考察其中的关键业务数据实体及其关系，可以将其主要的数据实体采用 E-R 图的形式表示为如图 4-4 所示的形式。

图 4-4 变电运检信息化

19. 同时值班的乘员，每个变电站可以对应多个值班。对于变压器设备实体，每个变压器设备实体对应一个设备操作日志实体，该设备操作日志实体由班次组创建并包含多个设备操作记录。操作记录和设备缺陷之间存在多对多的关联，并且每个设备缺陷实体都对应于关联的缺陷消除记录。同时，设备 29

分类账实体中关联设备分类账实体

20. 4.2.2 数据表设计变电运检信息化应用子系统后台 SQL Server 数据库中定义的物理数据表结构共计 244 个，本节以其中部分关键数据表为例，展示系统的后台数据库物理设计结果。

21. 2) 变电站单元管理 StationUnit: StationUnit 可以对变电站的内部设施进行添加、删除、修改、复制和粘贴、导出和批量管理，以及对变电站内部的单元压力水平进行调整和管理。

3) 变电站屏柜管理的 StationScreen: 实现电子屏关键运行参数的添加、删除，修改，复制，粘贴，导出，查询，

22. 包括设备接线图的创建和查看以及设备分类账信息的管理等。

5) 变电站设备总账管理的 DeviceStand: 实现设备总账信息的查询，创建和导出，还包括设备

23. 设备接线管理功能类 DeviceLink: 利用 SVG 矢量图形开发套件的 API 接口，根据设备列表和

24. 1) 变电站管理功能实现

变电站信息的添加、修改以及复制、导出功能操作流程类似，以变电站修改为例，其功能实现的逻辑流程如图 4-6 所示。

图 4-6 变电站修改功能逻辑流程按照图 4-6 所示，在变电站修改功能中，系统首先将所有变电站进行查询，并以列表形式返回。由于变电站和变电站单元、屏柜等信息之间存在关联，且变电站的修改权限判断较为严苛，所以需要通过对修改的变电站及当前用户身份权限进行冲突判断，之后判断通过之后才可进行修改。从功能逻辑代码及方法接口调用的角度出发，图 4-6 中所示的功能逻辑流程对应的顺序图如图 4-7 所示。

按照图 4-7 所示，

|  |   |                        |
|--|---|------------------------|
| 4. 004_第4部分                                      |   | 总字数：9654               |
| 相似文献列表   |   |                        |
| 去除本人文献复制比：79.2%(7646)文字复制比：79.2%(7646)疑似剽窃观点：(1) |   |                        |
| 1  | 1578960399-胡春林-基于.NET的供电企业生产信息化管理应用系统设计与实现-软件工程-严体华<br>胡春林 - 《学术论文联合比对库》 - 2019-03-18 | 72.8% (7029)<br>是否引证：否 |
| 2  | 基于.NET的变电运检信息化应用子系统设计与实现<br>胡春林(导师：严体华;程锐) - 《西安电子科技大学硕士论文》 - 2019-06-01              | 68.6% (6625)<br>是否引证：否 |
| 3  | 基于SSH的通信基站设施运维系统<br>陈志国(导师：周明建;曾庆鹏) - 《南昌大学硕士论文》 - 2020-06-09                         | 0.3% (29)<br>是否引证：否    |
| 原文内容   |   |                        |

利用 DB::cmdOptWithObj() 方法基于中间数据对象类及 .NET DataSet 数据容器机制, 实现变电站管理结果的数据库更新。

36

图 4-7 变电站修改功能顺序图利用 NPOI OFFICE 开源管理功能组件的 API 接口, 获取变电站列表数据, 并将其写入临时 EXCEL 文件对象, 以临时文件保存, 基于临时文件 URL 路径实现下载, 下载完成后删除临时文件。

(2) 设备台账管理功能实现设备台账中记录了变电设备的履历信息, 其管理功能主要分为设备台账的查询、创建、导出以及在变电设备发生变更(异动)时的台账更新等。以设备台账的更新功能为例, 其逻辑流程如图 4-8 所示。

从功能实现及类接口方法调用的角度出发, 在设备台账管理功能的实现过程中, 系统基于 Device 设备管理功能类对象响应设备管理人员的台账更新管理请求, 具体的功能处理过程集中在 DeviceStand 设备台账管理功能类中, 其功能实现过程如图 4-9 中所示。 37

按照图 4-9 中所示, 系统按照设备管理人员的变电设备台账管理请求, 在后台基于 Station 功能类对象的设备台账管理 deviceStandOpt() 方法进行请求响应。

在该方法中首先进行该变电设备台账数据的后台检索, 利用 DeviceStandObj 数据对象类和 DB 数据库管理功能类接口实现。

图 4-9 设备台账更新功能顺序图

然后, 在获取变电站设备参数数据和系统的历史记录后, 通过 createStand

DeviceStand 函数类的 object() 方法设置为用于创建新设备参数条目, 然后根据

createStand() 方法中的新参数条目来调用更改设备参数方法 changeDeviceStand

() 基于 DB 数据库管理功能类对象使用中间数据容器对象数据库更新过程来更 38

改设备参数数据处理。最后, 如果在完成上述操作后设备管理器需要导出设备分类账数据, 则系统将基于 DeviceStand 类对象的 exportDeviceStand 方法以 EXCEL

文件的形式直接在后台导出当前变压器分类账数据。

(3) 设备接线图管理功能实现在设备接线图管理功能的实现过程中主要包括设备接线 SVG 矢量图的创建、图上元素图元的配置管理、图上操作功能加载、元素及设备的关联处理等方面, 具体的功能实现流程如图 4-10 所示。

图 4-10 设备接线图管理功能顺序图如图 4-10 所示, 创建过程分为两个步骤, 即创建 SVG 矢量图像的主体层框架, 以及填充和设置 SVG 矢量图像的相关界面, 属性和数据。在 SVG 矢量图创建主题层框架中, 系统首先基于类对象 DeviceLink 方法为图形中的每个设备节点设置与设备之间的连接信息, 该信息存储在数据中站设备通过从参数数据访问数据, 并基于 SVG 矢量图形工具包 API 调用, 可以在创建过程中使用以获得初

始层框架。随后, 在接线图的详细属性和功能接口填充函数中, 系统使用 DeviceLink 类对象的(refreshSvgChart)方法刷新 SVG 矢量图, 并分别调用

(setSvgChartItems)方法和(setSvgAttribute)方法以在该方法中, 处理 SVG 矢量图中的图元素关联, 并加载该元素的服务功能接口。最后, 通过调用

(addSvgMenuApi)方法, 批量导入 SVG 矢量图工具包中注册的服务接口, 并获得 39

基于 SVG 矢量图的设备接线图, 其中具有选择, 平移, 缩放, 右键等许多功能。

单击菜单管理即可实现。用于设备布线的 SVG 矢量图的功能逻辑处理的核心在于布线图的创建和资源加载的过程。由于 Apache Batik 是此系统中使用的 SVG

矢量图形开发套件, 因此 SVG 矢量图形创建结果可以在大多数 Web 浏览器中直接显示和操纵。从内部功能处理流程的角度来看, 系统的设备接线图创建和资源加载功能实现流程如图 4-11 所示。

图 4-11 设备接线图创建及资源加载功能实现流程按照图 4-11 所示, 对于本系统的设备接线图, 采用了符合 SVG 1.1 技术标准的 XML 可扩展标记语言技术进行数据封装, 首先是将所需展示的变电设备节点及其关系以默认的参数以 SVG 矢量图对象的方式保存在 XML 临时文件中。

根据预先在 Apache Batik 工具包中设置的图元、右键菜单项进行自定义属性和服务接口的加载, 对 SVG 矢量图对象进行数据更新, 将得到的 XML 扩展标记语言文件返回到客户端中。

#### 4.3.2 运行工作管理模块设计与实现

(1) 类结构在运行工作管理功能模块中, 主要实现了变电站管理业务中的基本维护管理, 在操作管理模块中分别工作, 在上述函数封装类的类结构的设计中, 针对该 40

功能进行独立操作, 并配置相应的数据对象类, 基于数据库管理功能对类 DB 进行支持, 实现根据变电站运行检查管理的实际情况, 系统内部保存变电站进行更新或其他业务数据处理, 具体的类结构如图 4-12 所示。按照图 4-12 中所示,

在运行管理模块类结构中主要包括了 BasicMaintain 基础维护管理功能类、

CircleWork 周期工作管理功能类、RunDuty 运行值班管理功能类、运行记录管理功能类 RunRecord、TransferFault 变电缺陷管理功能类、TestRepair 检修试验管理功能类、WorkOptBill 工作票及操作票管理功能类以及上述功能类所处理的数据

对象类等, 同时还包括 DB 数据库管理类。图 4-12 中的各个功能类结构说明如

下:

1) BasicMaintain 用于运行值班人员, 为变电站运行检查管理信息提供

基础支持, 主要包括变电站维护, 变电站日常信息运行团队岗位配置, 避雷器团队安全日分配, 值班班次检查信息维护, 操作维护, 巡检内容配置参数维护, 变电站保护设置界面等功能。

2) CircleWork 周期工作管理功能: 为变电站运营团队人员提供与变电站设备周期相关的管理功能信息, 主要分为设备上上次维护, 定期维护工作, 提醒天数, 设备维护周期查询, 添加任务池, 等, 同时还包括是否判断超循环变电站设备等。

3) RunDuty 值班运行管理功能: 提供运行管理人员值班变电站运行日志的

各种管理功能，日志内容按类型可分为执行命令，而不是终止工作单；不能消除缺陷，日常工作，正常任务等，主要分为变电站运行日志注册，更新时间和到期时间，更新任务处理状态，日志类型，值班命令调度，日志，日志查询界面。

4) RunRecord 运行记录管理功能：包括运行记录注册，站避雷器编号更新

和查询，设备故障信息查询，信息统计，设备故障保护设置单参数查询值，故障信息收集和状态更新等界面。 41

图 4-12 基础设施管理模块类结构

5) TransferFault 变电站缺陷管理功能类别：用于变电站运行人员值班变电

站设备缺陷的装运检查，以正常过程管理的检查工作，查询和注册所有变电站缺陷，及时率和概率统计很少，主要分为变电站记录缺陷，消除变电站缺陷创建任务，并进入池中，更新状态，以消除变电站缺陷查询，及时消除速率统计，消除接口等速率统计。

6) TestRepair 维护测试管理功能：为值班维护人员提供变电站维护和测试管

理业务处理结果的数据管理功能，主要分为维护测试记录注册管理，查询管理界面，统计管理，报告输入，验收管理等。

7) WorkOptBill 管理功能：对值班人员值班人员和运行维修工单，变电站运 42

行检查管理业务的经营到业务管理，由开具发票分配，开具许可更新，工作票，

发票管理附件，工作票签发，工作票处理结果录入，工作票状态更新，工作票查询，合格率统计，工作票统计，工作票日志管理以及类似功能的操作例如界面。

(2) 实现流程本节以具有典型代表意义的变电站运输检查业务管理功能为例，介绍和分析该模块的功能实现工作，主要包括循环工作管理功能，运行记录管理功能，变电站缺陷管理功能，两票管理功能等。

1) 循环作业管理功能的实现工作周期管理主要用于运行团队人员，为变电

站设备的变电站提供定期维护参数，定期刷新和超周期查询统计等功能，在图

4-12 CircleWork 周期工作管理功能及其具体实现过程中使用相应的数据对象类

接口调用 CircleWorkObj 循环工作，在后台数据库管理功能类 DB 的支持服务中，

该功能的具体逻辑过程如图 4-13 所示。

图 4-13 周期工作管理功能逻辑流程设备周期工作信息包括设备的最后投入时间，到期时间，到期前的警告时间等。图 4-13 中的功能逻辑流程采用类结构方法接口调用关系，具体实现如图 4-14

所示。

如图 4-14 所示，当值班人员进入定期工作管理界面时，系统首先在后台使用 CircleWork 对象的设备周期检索方法 (queryDevWorkCircle) 来检索并反馈当前选中的变压器的工作周期数据。的背景。值班操作人员可以对所选变电站设备的当前运行周期信息进行设置或其他管理。

系统在后台使用基于 CircleWork 对象的 (deviceWorkCircleSet) 方法。依次调用 CircleWork 对象的 (setDevLastWorkTime) 方法，(setDevWorkCircle) 方法和

(setDevCircleWarnDays) 方法，以设置所选变电站对象的最后运行时间，设置新的 43

运行周期数据值，并设置超级循环之前的警告天数等在后台更新变电站的运行周期数据。

图 4-14 周期工作管理功能顺序图通常根据变压器设备运行周期的管理业务规范，值班人员应更新设备运行周期，并将其以工作任务的形式发送到通用任务清单。在该系统中，由于采用了任务池进行管理和维护，因此系统还需要继续调用 CircleWork 对象的变压器运行周期任务项的 (setDevCircleInPool) 方法，并将更改后的变压器运行周期维护工作存储在做任务的方式。

在上述过程中，首先需要判断设备的超循环状态。通过调用

(checkDevBeyondStatus)，使用此方法可以执行由值班操作人员设置的设备运行周期的实际操作。如果检测到超周期，将返回任务池失败提示消息，并拒绝任务池操作。

2) 运行记录管理功能实现

运营记录管理功能是根据生产和运营职责日志为运营商提供公司变电站，运输，检查和管理业务的所有关键记录的查询和统计功能，还包括标准化的补充管理。

在功能实现过程中，记录数据对象类主要通过 RunRecord 类及其对应的 44

RunRecordObj 实现，其功能逻辑流程如图 4-15 所示。

图 4-15 运行记录管理功能逻辑流程图 4-15 中的功能逻辑流程在具体实现中采用如图 4-16 所示的类结构方法接口调用关系实现。 45

图 4-16 运行记录管理功能顺序图如图 4-16 所示，运行值班操作人员在运行记录相关数据查询之前，需要先根据 runRun 函数的 registerRunRecord () 方法对对象进行运行记录注册管理，

获取当前用户的身份访问信息，在随后的逻辑处理中，严格按照用户许可的标识运行相应的记录检索过程。系统分别调用 queryArresterTimes ()，queryDevFault

() 和 statisticDevFault () 方法，以查询对应的避雷器动作时间记录和设备缺陷记录，并返回给客户端显示。如果缺少缺陷，则运行值班的操作员来弥补设备缺

陷，可通过 RunRecord 类的 suppleDevFault () 方法进行处理。调用

updateDevFaultStatus () 方法的方法将更新所选变电站设备的缺陷状态，然后调用 queryProtectBillStand () 方法获取与所选设备相关联的保护设备的单参数数据，获取丢失的详细信息缺陷并按照上面的信息收集操作，通过 RunRecordObj

对象类的 setAttribute () 方法将设备缺陷更新到后端数据库中收集设备缺陷。最后，以类似于周期工作管理功能的方式处理值班操作员的操作日志响应于管理信息的导出请求，首先设置导出的运行记录的特定类型，并将所选的运行记录数据以 EXCEL 格式本地保存。(3) 实现变压器缺陷管理功能在缺陷管理功能中， 46

它为值班人员提供业务流程管理支持，以及对变压器设备缺陷信息的查询，统计

和二次速率统计功能。在本系统的变形缺陷过程管理功能的实现中，主要实现了 TransferFault 变形缺陷管理功能类的方法接口。具体的功能逻辑流程在图 4-17



中示出。

图 4-17 变电缺陷流程管理功能逻辑流程如图 4-17 所示，变电缺陷流程管理功能中分为缺陷注册、缺陷审核、消缺任务创建、入池、执行、消缺结果审核、设备缺陷消缺状态更新等步骤。图 4-17

中的功能逻辑流程在具体实现中采用如图 4-18 所示的类结构方法接口调用关系实现。 47

图 4-18 变电缺陷流程管理功能顺序图如图 4-18 所示，在处理缺陷注册功能时，系统基于 TransferFaultObj 功能管理类对象的 registerDevFault () 方法在后台处理值班人员的缺陷注册请求。在此方法中，TransferFaultObj 数据对象类的 setAttribute () 方法用于保存值班人员提交的变压器设备缺陷。

在实现缺陷消除管理功能时，系统通过调用 createDespelTask () 方法创建相应的缺陷消除任务，并基于任务池对创建的任务进行统一管理和维护。调用 TransferFault 函数类对象的 auditDevFault () 方法来对变电站的缺陷进行审核，

并根据值班操作人员与管理权限来摆脱审核结果，使用 TransferFaultObj 对象类的数据更新 setAttribute () 方法来调用更新方法审核缺陷的状态，同时创建要摆脱相应对象的任务，最后调用 despelTaskInPool () 方法，其中使用相关功能调用接口的任务池管理功能，将新的消除任务添加到任务池。当运行值班人员对消

缺任务的消缺处理结果进行审核时，系统基于 TransferFault 管理功能类对象的 auditFaultDespel () 方法进行后台响应，在该方法中首先利用变电缺陷数据对象 TransferFaultObj 的 setAttribute () 方法按照用户的审核结果进行消缺结果的审核信息更新，随后调用 updateDespelStatus () 方法对消缺状态进行变更，在该方法中主要利用任务池的功能机制，将其中的对应的消缺任务设置为已完成状态，并和上 48

一步中更新的消缺审核结果进行关联保存。

#### 4) 两票管理功能实现

在这两个票务管理功能中，主要包括创建，开票，签发，处理结果管理，相关信息统计，日志管理等，还包括工作票证和操作票签发机构的管理维护等辅助管理。功能。由于工作票和操作票的相关功能相似，因此本节以操作票流程管理功能为例，对这两个票管理功能进行分析和说明。在实现运营票据发行权限管理功能时，系统根据权限设置请求，更新指定的用户权限结构，授予其发行权限，处理过程相对简单。

在操作票的过程管理功能实现中，系统主要使用 WorkOptBill 工作票管理功能类对象，操作票数据对象的 WorkBillObj 和 OptBillObj 之间的交互，并在数据库管理功能类的 DB 的接口支持下实现。具体的逻辑流程在图 4-19 中示出。

图 4-19 操作票流程管理功能逻辑流程具体实现中，图 4-19 中的功能逻辑流程采用类结构方法接口调用关系，如

图 4-20 所示。如图 4-20 所示，在操作票创建功能中，系统使用 WorkOptBill 的

createOptBill () 方法调用进行响应，并使用基于 WorkBillObj 对象的 getAttribute

() 方法调用来获取与要创建的操作票关联的工作票内容。然后，当需要上传操作票附件文件时，UploadBillAttach () 方法在 .net 平台的 FileUploader FileUploader

服务组件的支持下，将本地操作票附件文件上传到服务，然后更新操作票数据。

如果值班人员是值班人员或维护人员，则根据操作完成对应变电站的运行管理或维护管理，结果可以在系统中提交操作票处理，系统使用 WorkOptBill 函数类对象在 setBillOptResult response () 方法的后台，其中，首先使用 setAttribute

() 方法的 WorkBillObj 工作票对象类将更新关联工作票处理的操作状态。 49

#### 图 4-20 操作票流程管理功能顺序图

然后调用 updateBillStatus () 方法更新操作单的处理状态，并根据用户在 Web 页中提交的操作单处理结果数据，该操作单在 OptBillObj 的支持下保存在后台对象类。最后系统还需要调用 createBillLog () 方法以操作凭单日志的形式记录操作凭单的处理情况，包括操作凭单的完成时间，处理程序，处理结果等。

#### 4.3.3 计划任务管理模块设计与实现

(1) 类结构计划任务管理模块实现变电站运行管理业务中的计划任务维护功能，例如任务池管理，维护计划管理，工作计划管理，停电计划管理，工作任务列表管理等。

这些计划任务是重要的指导用于变电站的运行和检查管理业务。在设计中，所有计划的工作管理功能都封装为 PlanDuty，并定义了维护计划（年度，每月），

工作计划和停电计划的数据对象类。同时，定义了 TaskPool 管理类 TaskPool 和任务列表管理类 TaskBill，以及相应的数据对象类。通过以上的类结构，现了基 50

于 TaskPool 的工作任务管理。因此，可以获得系统计划任务管理模块的类结构，

如图 4-21 所示。

#### 图 4-21 计划任务管理模块类结构

如图 4-21 所示，除上述功能类和数据对象类外，还包括数据库管理功能的 DB 类。每个功能类结构的定义如下：  
PlanDuty：用于各种计划工作的过程管理，

例如年度维护计划，每月维护计划，工作计划，电源故障计划等，分为制定，注册，审查，确认并发布各种计划。  
TaskPool 管理功能类 TaskPool：用于管理系统内变电站，运输，检查和管理 TaskPool，包括各种任务的池内和池外管理以及任务项的状态更新管理。  
TaskBill：根据任务池中的任务项，实现任务列表创建和后续处理的相应管理功能，包括任务列表创建，分配，接受，处理和信息查询的功能接口。

(2) 实现流程因为在项目任务管理模块，维护计划（每年，每月），工作计划中，计划任务管理功能（如停电计划实施过程）是相似的，所以本节主要介绍年度维护计划过程的管理功能，以及基于池任务以任务管理功能为例，来分析模块执行工作的功能。实现年度维护计划管理功能年度维护计划管理功能使用 PlanDuty 管理功能类对象与 YearMaintainPlanObj 年度维护计划数据类之间的接口交互来管理和维护年度维护计划的制定，注册，审查，确认和发布。具体的功能逻辑过程如图 4-22 所示。

图 4-22 中的功能逻辑流程在具体实现中采用如图 4-23 所示的类结构方法接口调用关系实现。 51

图 4-22 年度检修计划管理功能逻辑流程如图 4-23 所示，该系统是基于年度维护计划在后台执行业务流程的，分别通过调用 PlanDuty 管理功能类的类对象的 registerPlanDuty（）方法来注册程序，

根据用户在 Web 页上提交年度维护计划的具体内容和附件列表，调用 createPlanDuty 计划的 create（）方法，并通过 YearMaintainPlanObj 数据对象类的 setAttribute（）方法将年度维护计划保存到后台的注册信息。在审核处理功能中，系统使用 auditPlanDuty（）方法进行处理。根据用户提交的审计结果

系统通过调用 updatePlanStatus（）函数更新状态，然后根据审计意见等保存年度维护计划的特定审计信息。52  
图 4-23 年度检修计划管理功能顺序图批准后，可以按实际工作任务发出，具体处理的功能是通过 deployPlanDuty（）方法进行响应的，在此方法中，依次通过调用 ConfirmPlanDuty（）和 updatePlanStatus（）进行年度检修计划确认，状态更新，最后根据特定发布的指令，在 YearMaintainPlanObj 数据对象类 setAttribute（）方法中，将特定年度维护计划相关联并保存为任务创建和任务池机制的数据支持。

（3）工作任务管理功能实现工作任务管理功能是基于工作池机制和工作清单机制实现的。任务库中的工作项目来自变电站的实际实施过程，运输，检查和管理工作或工作计划的发布，

并由管理者或系统手动或自动输入到任务库中。工作任务管理功能的实现过程如图 4-24 所示。如图 4-24 所示，任务列表的创建和分配由 TaskBill 管理功能类对象的 deployTaskItem（）方法处理，首先创建 TaskPool TaskPool 管理对象，然后通过 taskItemOutPool（）将任务对象池中删除。对象的方法。然后根据数据库检索结果调用 taskItemOutPool（）方法，以执行特定的池外管理。获得结果后，然后调用 createTaskItem（）方法创建工作任务列表，并根据 TaskItemObj 数据对象获取相应的工作任务列表数据对象并返回。53

图 4-24 工作任务管理功能顺序图然后调用 TaskBill 函数对象的任务列表接收方法 acceptTaskItem（）进行处理，并通过 TaskItemObj 的 setAttribute（）在后台更新并返回工作列表状态。当值班操作员在系统中提交工作任务列表的处理结果时，系统将通过 TaskBill 功能

管理类对象的 operateTaskItem（）方法进行响应。在后台，它首先调用 queryTaskItemData（）方法查询工作任务列表数据，然后通过 TaskItemObj 数据对象的 setAttribute（）方法更新并保存工作任务列表的处理结果。

4.4 本章小结本章主要是系统的基本设计和开发实现，也是本章的一个核心组成部分，主要重点介绍了系统技术功能设计方案的基本设计和具体的系统开发操作过程，从总体上主要分析了各种系统相关技术功能方案的具体设计和详细的系统技术方案实现操作过程。本章详细介绍研究我国供电运输企业的电力变电站及运检系统信息化网络应用管理系统，并对该应用系统的网络整体结构设计、数据库系统设计以及三个系统核心技术功能模块的整体设计与应用实现问题进行深入研究。54

第五章系统测试及分析

5.1 测试概述变电运检信息化应用子系统的测试采用 PMS 系统的实际部署环境进行模拟测试，并通过模拟测试数据的方式进行封闭式测试，具体的测试环境配置如表

5-1 所示。

| 指 标   |
|---|
| 疑似剽窃观点  |
| 1. 从内部功能处理流程的角度来看，系统的设备接线图创建和资源加载功能实现流程如图 4-11 所示。  |
| 疑似剽窃文字表述  |
| 1. 利用 DB::cmdOptWithObj() 方法基于中间数据对象类及 .NET DataSet 数据容器机制，实现变电站管理结果的数据库更新。36<br>图 4-7  |
| 2. NPOI OFFICE 开源管理功能组件的 API 接口，获取变电站列表数据，并将其写入临时 EXCEL 文件对象，以临时文件保存，基于临时文件 URL 路径实现下载，下载完成后删除临时文件。   |
| 3. 以设备台账的更新功能为例，其逻辑流程如图 4-8 所示。<br>从功能实现及类接口方法调用的角度出发，在设备台账管理功能的实现过程中，系统基于 Device 设备管理功能类对象响应设备管理人员的台账更新管理请求，具体的功能处理过程集中在 DeviceStand 设备台账管理功能类中，其功能实现过程如图 4-9 中所示。37<br>按照图 4-9 中所示，系统按照设备管理人员的变电设备台账管理请求，在后台基于 Station 功能类对象的设备台账管理 deviceStandOpt() 方法进行请求响应。<br>在该方法中首先进行该变电设备台账数据的后台检索，利用 DeviceStandObj 数据对象类和 DB 数据库管理功能类接口实现。 |
| 4. 两个步骤，即创建 SVG 矢量图像的主体层框架，以及填充和设置 SVG 矢量图像的相关界面，属性和数据。在 SVG 矢量图创建主题层框架中，系统首先基于类对象 DeviceLink   |
| 5. 设备布线的 SVG 矢量图的功能逻辑处理的核心在于布线图的创建和资源加载的过程。   |
| 6. 图 4-11 设备接线图创建及资源加载功能实现流程按照图 4-11 所示，对于本系统的设备接线图，采用了符合 SVG 1.1 技术标准的 XML 可扩展标记语言技术进行数据封装，首先是将所需展示的变电设备节点及其关系以默认的参数以 SVG 矢量图对象的方式保存在 XML 临时文件中。<br>根据预先在 Apache Batik 工具包中设置的图元、右键菜单项进行自定义属性和服务接口的加载，对 SVG 矢量图对象  |

- 进行数据更新，将得到的 XML 扩展标记语言文件返回到客户端中。
7. 按照图 4-12 中所示，在运行管理模块类结构中主要包括了 BasicMaintain 基础维护管理功能类、CircleWork 周期工作管理功能类、RunDuty 运行值班管理功能类、运行记录管理功能类 RunRecord、TransferFault 变电缺陷管理功能类、TestRepair 检修试验管理功能类、WorkOptBill 工作票及操作票管理功能类以及上述功能类所处理的数据对象类等，同时还包括 DB 数据库管理类。图 4-12 中的各个功能类结构说明如下：
- 1) BasicMaintain 界面等功能。
- 2) CircleWork 周期工作管理功能：为变电站运营团队人员提供与变电站设备周期相关的管理功能信息，主要分为设备工作上次维护，定期维护工作，提醒天数，设备维护周期查询，添加任务池，等，同时还包括是否判断超循环变电站设备等。
- 3) RunDuty 值班运行管理功能：提供运行管理人员值班变电站运行日志的各种管理功能，日志内容按类型可分为执行命令，而不是终止工作单；不能消除缺陷，日常工作，正常任务等，主要分为变电站运行日志注册，更新时间和到期时间，更新任务处理状态，日志类型，值班命令调度，日志，日志查询界面。
- 4) RunRecord 运行记录管理功能
9. 4-12 基础设施管理模块类结构
- 5) TransferFault 变电站缺陷管理功能
10. 更新状态，以消除变电站缺陷查询，及时消除速率统计，消除接口等速率统计。
- 6) TestRepair 维护测试管理功能：为值班维护人员提供变电站维护和测试管理业务处理结果的数据管理功能，主要分为维护测试记录注册管理，查询管理界面，统计管理，报告输入，
11. 工作票，发票管理附件，工作票签发，工作票处理结果录入，工作票状态更新，工作票查询，合格率统计，工作票统计，工作票日志管理以及类似功能的操作例如界面。
12. 图 4-13 周期工作管理功能逻辑流程设备周期工作信息包括设备的最后投入时间，到期时间，到期前的警告时间等。
13. 图 4-14 周期工作管理功能顺序图通常根据变压器设备运行周期的管理业务规范，值班人员应更新设备运行周期，并将其以工作任务的形式发送到通用任务清单。
14. 如果检测到超周期，将返回任务池失败提示消息，并拒绝任务池操作。
- 2) 运行记录管理功能实现
- 运营记录管理功能是根据生产和运营职责日志
15. 管理。
- 在功能实现过程中，记录数据对象类主要通过 RunRecord 类及其对应的
16. 实现，其功能逻辑流程如图 4-15 所示。
- 图 4-15 运行记录管理功能逻辑流程图 4-15 中的功能逻辑流程在具体实现中采用如图 4-16 所示的类结构方法接口调用关系实现。
17. 实现变压器缺陷管理功能在缺陷管理功能中， 46
- 它为值班人员提供业务流程管理支持，以及对变压器设备缺陷信息的查询，统计和二次速率统计功能。在本系统的变形缺陷过程管理功能的实现中，主要实现了TransferFault 变形缺陷管理功能类的方法接口。具体的功能逻辑流程在图 4-17 中示出。
- 图 4-17 变电缺陷流程管理功能逻辑流程如图 4-17 所示，变电缺陷流程管理功能中分为缺陷注册、缺陷审核、消缺任务创建、入池、执行、消缺结果审核、设备缺陷消缺状态更新等步骤。图 4-17 中的功能逻辑流程在具体实现中采用如图 4-18 所示的类结构方法接口调用关系实现。
18. 当运行值班人员对消缺任务的消缺处理结果进行审核时，系统基于 TransferFault 管理功能类对象的 auditFaultDespel() 方法进行后台响应，在该方法中首先利用变电缺陷数据对象TransferFaultObj 的 setAttribute() 方法按照用户的审核结果进行消缺结果的审核信息更新，随后调用 updateDespelStatus() 方法对消缺状态进行变更，在该方法中主要利用任务池的功能机制，将其中的对应的消缺任务设置为已完成状态，并和上 48 一步中更新的消缺审核结果进行关联保存。
- 4) 两票管理功能实现
- 在这两个票务管理功能中，主要包括创建，开票，签发，处理结果管理，相关信息统计，日志管理等，还包括工作票证和操作票签发机构的管理维护等
19. 权限设置请求，更新指定的用户权限结构，授予其发行权限，处理过程相对简单。
- 在操作票的过程管理功能实现中，系统主要使用 WorkOptBill 工作票管理功能类对象，操作票数据对象的 WorkBillObj 和 OptBillObj 之间的交互，并在数据库管理功能类的
20. 同时，定义了 TaskPool 管理类 TaskPool 和任务列表管理类 TaskBill，以及相应的数据对象类。通过
21. 因此，可以获得系统计划任务管理模块的类结构，如图 4-21 所示。



- 图 4-21 计划任务管理模块类结构  
如图
22. TaskBill: 根据任务池中的任务项, 实现任务列表创建和后续处理的相应管理功能, 包括任务列表创建, 分配, 接受, 处理和信息查询的功能接口。
23. 实现年度维护计划管理功能年度维护计划管理功能使用 PlanDuty 管理功能类对象与 YearMaintainPlanObj 年度维护计划数据类之间的接口交互来管理和维护年度维护计划的制定, 注册, 审查, 确认和发布。具体的功能逻辑过程如图 4-22 所示。  
图 4-22 中的功能逻辑流程在具体实现中采用如图 4-23 所示的类结构方法接口调用关系实现。
24. 系统的网络整体结构设计、数据库系统设计以及三个系统核心技术功能模块的整体设计与应用实现问题进行深入研究。
- 54
- 第五章系统测试及分析
- 5.1 测试概述变电运检信息化应用子系统的测试采用 PMS 系统的实际部署环境进行模拟测试, 并通过模拟测试数据的方式进行封闭式测试, 具体的测试环境配置如表 5-1 所示。

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
| 5. 004_第5部分   |  | 总字数: 6835                |
| 相似文献列表  |  |                          |
| 去除本人文献复制比: 87. 7%(5991)      文字复制比: 87. 7%(5991)      疑似剽窃观点: (0) |  |                          |
| 1   | 基于.NET的变电运检信息化应用子系统设计与实现<br>胡春林(导师: 严体华;程锐) - 《西安电子科技大学硕士论文》- 2019-06-01             | 80. 7% (5513)<br>是否引证: 否 |
| 2   | 1578960399-胡春林-基于.NET的供电企业生产信息化管理应用系统设计与实现-软件工程-严体华<br>胡春林 - 《学术论文联合比对库》- 2019-03-18 | 77. 9% (5323)<br>是否引证: 否 |
| 3   | 新时代西部农村初级中学教学管理现代化研究<br>屈楠(导师: 张晓华;雷阿娜) - 《陕西理工大学硕士论文》- 2020-06-01                   | 3. 1% (212)<br>是否引证: 否   |
| 原文内容  |  |                          |

表 5-1 系统测试环境配置表

配置项目软硬件配置

Web 服务器

ThinkServer TS560 Xeon E3 8GB 中配服务器, Windows Server 2008

数据库服务器

ThinkServer TS560 Xeon E3 8GB 中配服务器, Windows Server 2008

测试主机变电管理部门办公主机, Windows 7 操作系统测试工具服务器端 WebBench, 客户端 LoadRunner 11.0

然后调用 TaskBill 函数对象的任务列表接收方法 acceptTaskItem () 进行处理, 并通过 TaskItemObj 的 setAttribute () 在后台更新工作列表状态。当值班人员在系统中提交工作任务列表处理结果时, 系统将通过 TaskBill 功能管理类对象的 operateTaskItem () 方法进行响应。在后台, 它首先调用 queryTaskItemData () 方法来查询工作任务列表数据, 然后通过 TaskItemObj 数据对象的 setAttribute () 方法更新并保存工作任务列表处理的结果。

图 5-1 系统测试环境部署图如图 5-1 所示, 系统的测试网络环境是国家电网供电公司的内部业务网络, 具体包括变电站管理部门的业务通信网络和公司的信息室网络。每个网段均基于路由器设备连接。 55

5.2 功能测试

5.2.1 测试过程

(1) 基础设施管理模块功能测试在基础设施管理模块的功能测试中, 测试人员根据基础设施管理模块的每个功能交互网页中计划的测试过程进行功能操作, 并检查系统的反馈结果是否正确。以其中一些功能为例, 相应的功能测试用例表如下表所示, 如表 5-2 所示。

表 5-2 基础设施管理模块功能测试用例测试功能测试流程预期结果实际结果站所维护管理—变电站维护

1. 测试人员登录系统, 进入基础维护管理页面, 在其中点击变电站维护菜单; 2. 在弹出页面中查看变电站信息列表, 在其中依次按照测试数据进行变电站添加、删除、修改、复制、粘贴等操作; 3. 返回变电站维护首页面, 在其中查看变电站信息列表。

1. 变电站查询结果正确; 2. 各项操作结果正确, 变电站下包含内部装置时无法删除符合预期结果设备台账管理—设备接线图管理

1. 测试人员登录系统, 进入台站管理页面, 点击设备接线图; 2. 在弹出页面中查看设备 SVG 接线图, 并进行各项图上操作后退出。

设备接线图正确创建,

图上操作正确响应符合预期结果设备变更管理

1. 测试人员进入设备变更管理页面,

在其中分别选中测试所用变电站及待变更设备，点击设备变更异动菜单；

2. 在弹出页面中更改所选设备的投运、退运数据，点击保存；3. 在返回页面中查看所选设备台账数据所选设备的变更及异动管理结果正确符合预期结果设备查询统计

1. 测试人员进入设备查询统计页面，

在其中按测试数据录入查询统计条件，点击查询按钮；2. 查看返回页面中的查询结果列表，并进入详情页面；

3. 查看查询统计结果详情，并点击EXCEL 导出，将查询统计结果保存到本地。

1. 设备查询统计结果正

确；2. 查询结果的EXCEL 导出到本地功能正确符合预期结果 56

由于系统测试用例表的功能非常复杂，因此表 5-2 中显示了基础架构管理模块功能测试用例的主要内容，并介绍了一些具有代表性的功能，根据实际测试结果介绍了基础架构管理模块功能的实际表现为预期的结果。以变电站管理功能中的新管理为例，新变电站的管理界面及相应的班次安排如图 5-2 所示。

图 5-2 变电站新增及班次安排运行界面在图 5-2 中，当站点管理器添加变电站操作时，系统以 Web 对话框的形式显示操作界面，用户可以在其中输入变电站的基本信息并设置班次和班次。

变电站删除管理的功能界面如图 5-3 所示。

图 5-3 变电站删除运行界面在图 5-3 所示的子站列表中，站管理器可以选择要删除的子站之一，然后单击“删除”菜单。系统将弹出一个确认对话框，用户单击“确定”按钮后，将从系统中删除所选的变电站，以进行条件判断和永久删除。

(2) 运行工作管理模块功能测试运营工作管理模块为公司的变电站，运输，检查和管理业务实现过程支持。 57

在实际测试中，分别为 7 个子模块编译了测试用例，并使用模拟数据进行了实际操作测试。表 5-3 列出了一些测试用例

表 5-3 运行工作管理模块功能测试用例测试功能测试流程预期结果实际结果基础维护管理—变电值班班次配置

1. 测试人员进入变电值班班次配置页面，在其中选择测试变电站；2. 在页面中的班组列表中选中待配置班组；3. 对班组信息中的岗位名称进行选择并保存；4. 在班次列表中配置具体的值班班次，并保存。

系统正确加载值班班组，并按要求更新变电站的值班班次及岗位设置信息符合预期结果运行记录管理—故障信息补录

1. 测试人员进入故障信息补录页面，

在其中选择测试单位、变电站；2. 在弹出的设备列表中选中测试设备，并在缺陷类型列表中选中测试类型；3.

在弹出页面中录入设备缺陷详情后保存；4. 在返回页面中查看设备缺陷补录详情。

系统正确加载所选变电站的设备，并按要求实现设备缺陷的录入和保存符合预期结果变电缺陷管理—缺陷流程管理

1. 测试人员进入缺陷流程管理页面，

在其中查看缺陷管理流程图；2. 分别点击缺陷流程图的各个步骤图像链接，在弹出页面中录入缺陷登记、审核、消缺结果、验收数据，点击保存。

系统正确加载缺陷流程图，并按要求更新缺陷处理状态及信息符合预期结果两票管理—

操作票管理

1. 测试人员进入操作票管理页面；2.

查看代办工作票列表，选中测试工作票；3. 点击创建操作票，录入操作票数据后点击下载；4. 返回操作票列表，选中测试操作票，点击操作票处理；5. 在弹出页面中录入操作票处理结果并保存；6. 重新进入操作票管理页面，在操作票列表选中测试操作票，点击验收按钮；7. 在弹出页面中录入验收意见和结果，并保存。

系统正确加载工作票列表，并按要求创建操作票，同时按照操作票处理及验收情况正确更新操作票状态符合预期结果同样，在表 5-3 中，仅显示了运行工作管理模块的部分测试内容。根据实际 58

计算机操作结果，运行工作管理模块的实际功能响应符合预期结果。以操作工作管理模块中的操作日志管理功能为例，其操作界面如图 5-4 所示。

图 5-4 变电站运行日志管理界面值班人员可以在图 5-4 所示的界面中查看轮班工作的操作日志信息，并可以根据实际的操作工作管理情况添加新的操作日志条目，或者在现有日志上进行修改，导出和其他管理操作。

同时，在操作日志管理界面中集成了用于查看基础设施管理模块中变电站设备接线图的界面。通过点击变电站接线图 TAB，系统自动在后台调用变电站设备的 SVG 接线图，并在界面中显示。操作票过程管理功能中的调度处理功能的操作界面如图 5-5 所示。

图 5-5 操作票调度令管理运行界面 59

在图 5-5 所示的界面中，值班人员或维护值班人员可以根据操作票的具体内容接收，接受和管理预购订单和计划订单，并根据实际情况返回或修改订单。运算结果。

(3) 计划任务管理模块功能测试本节以其中的年度检修计划管理和工作任务单管理功能为例进行介绍，对应的测试用例见表 5-4 所示。

表 5-4 计划任务管理模块功能测试用例测试功能测试流程预期结果实际结果年度检修计划管理

1. 测试人员进入年度检修计划管理页面；2. 在其中点击新建计划按钮，

在弹出页面中填写计划详情，并上传计划附件；3. 在返回页面中选中测试计划，点击审核；4. 在弹出页面中填写计划审核信息及结果并保存；5. 在返回页面中选中测试计划，点击调度

5. 在弹出页面中选中接收部门并提交。

年度检修计划正确创建，并按照操作请求正确实现状态更新调度符合预期结果工作任务单管理

1. 测试人员进入工作任务单管理页面，在其中查看代办工作任务列表；

2. 选中测试工作任务，点击任务单分配；3. 在弹出页面中选中受理单位并保存；4. 返回工作任务单管理页面，在待办事项列表中选择测试任务单；

5. 点击处理按钮，在弹出页面中录入任务单处理结果，点击提交。

工作任务单正确创建，

并按处理结果正确实现任务单数据和状态更新符合预期结果与其他功能模块一样，计划的任务管理模块的测试用例也包含针对其他相关功能的测试，表 5-4 中仅显示其中一些功能。根据实际操作测试，计划任务管理模块中每个功能的反馈与预期相符。以计划任务管理模块中的年度维护计划管理功能为例。年度维护计划查询和查看功能的操作界面分别如图 5-6 和图 5-7 所示。 60

图 5-6 年度检修计划查询界面在图5-6中，系统将符合条件的所有变电年度检修计划进行查询和列表展示，用户可以通过点击列表项，在图 5-7 所示的界面中查看计划详情。  
图 5-7 年度检修计划详情查看界面通过查看年度检修计划的详情及其审核信息，用于公司的变电运检管理工作的年度检修任务开展的指导。

5.2.2 测试结果基于变电站交付检验信息应用子系统的功能测试及其结果，通过系统各功能 61  
模块的功能准备相应测试用例的清单，基于测试账号登录，由测试人员进行验证，  
实际功能测试项目编号为 413，获得功能的每个功能的反馈均达到了预期的要求，因此我可以获得系统测试合格的功能。  
BugView 工具被用作测试版本管理工具。根据具体测试结果，对变电站运输检查信息化应用子系统进行了 5 轮功能测试，其中检测到的错误数量和类型的统计结果如表 5-5 所示。

表 5-5 系统功能测试 BUG 统计表BUG 类型检测数量严重程度处理情况  
数据库操作 BUG 1 个非常严重已全部修正Web 服务响应异常 2 个非常严重/严重已全部修正数据统计结果错误 1 个非常严重已全部修正  
业务数据一致 BUG 1 个非常严重已全部修正Web 页面兼容 BUG 2 个一般已全部修正如表 5-5 中所示，在经过五轮测试的系统中，检测到的错误主要包括 BUG

数据库操作过程，Web 服务响应异常，数据统计，业务数据一致性错误和 Web  
浏览器兼容性错误，错误总数为 7，并且全部集中在前三轮测试过程中，通过进行功能修改和运行参数调整，没有出现在第四，第五脉轮测试错误中，因此根据上述结果可以获得变电站出货检验信息应用子系统功能测试通过。  
同时，由于测试数据所采用的系统测试功能为仿真数据，其数据格式和内容完全符合公司出货检验管理业务的实际需求，具有普遍意义，因此该功能系统测试结果可以断定，实际部署后的系统功能性能将能够满足实际需求。

5.3 性能测试变电站出货检验信息应用子系统的性能测试是在系统功能测试过程中对系统 Web 服务器的性能数据进行收集，并在完成功能测试后，基于 WebBench 工具对 Web 服务器的性能数据进行读取，检验系统具有并发能力，响应时间和资源使用率以及其他关键绩效指标。在测试过程中，使用 LoadRunner 自动化测试

工具实现并发，因此以下是对自动化测试过程中并发参数配置的简要说明：  
最初执行的并发量为 100，每次增加的并发量为 100，总共增加了 5 次，以达到模拟 500 个用户并发访问的效果。在测试过程中，根据 10 个客户端测试主机中的参数设置，依次执行 LoadRunner 测试脚本。

通过测试参数配置，变电站维护，特定测试中的定期工作，缺陷管理过程管 62  
理，新任务，任务，单个查询任务池作为五个性能监控，两个每个客户端运行一个脚本性能监控功能，模拟 500 个 10 轮并发用户获得压力后，再读取 WebBench  
记录的性能数据，以最大响应时间，平均响应时间，CPU 和内存使用情况统计，  
得到的结果如表 5-6 所示。

表 5-6 系统性能测试结果统计表用户并发量最大响应时间平均响应时间最大 CPU 占用率最大内存占用率

|       |         |         |       |       |
|-------|---------|---------|-------|-------|
| 100 个 | 1.052 s | 0.841 s | 14.2% | 9.8%  |
| 200 个 | 1.133 s | 0.926 s | 14.9% | 10.6% |
| 300 个 | 1.284 s | 1.088 s | 15.6% | 11.4% |
| 400 个 | 1.429 s | 1.106 s | 16.3% | 12.8% |
| 500 个 | 1.635 s | 1.197 s | 17.2% | 17.2% |

如表 5-6 所示，用于系统测试主机十个客户端在过程中的性能指标，用于测试记录的过程，并统计最大和平均响应时间，并获得 500 个并发用户访问条件下的系统，仍是正常且稳定的操作，并且最大响应时间，最大 CPU 使用率和内存使用率均比预定的 2s 高出 20%，要求同时系统平均响应时间小于 1.2s，因此从测试结果来看，系统的性能可以满足预期的性能指标要求。

5.4 本章小结本章是系统测试的分析，主要针对系统功能发展成果，在实际应用环境中部署、测试和分析，具体可分为功能与性能两个部分。在本章中，它详细地分析和介绍了电站运输检查信息应用系统的功能和性能试验。通过对系统的试验过程和成果进行介绍，对系统开发结果进行了功能试验和性能测估，从而得出了系统功能和性能试验。 63

第 6 章结论与展望

6.1 结论PMS 生产管理系统是一套统一管理电网运维管理业务的信息工具平台，由省级电网公司分发和复制，由地方供电公司在电网的统一规划和部署安排下专门开发和实现。国家电网是 SG168 信息项目和国家电网智能电网建设计划的重要组成部分。本文研究并开发了供电公司在 PMS 生产管理系统中组织实施，并使其成为变电站运输检查信息化应用子系统。本文的主要研究工作如下：

- (1) 对电力系统 PMS 生产管理体系的应用进行了简要的调查，对电力系统生产管理体系的应用进行了分析。研究和开发结合该项目实际的技术体系规划与选择，结合该项目，总结了系统的关键研发技术，并讨论了系统的研究背景和技术基础。
- (2) 分析调查了供电公司的变电站运行和业务管理管理系统的详细内容，  
方法等，并在此基础上提出了变电站检查目标系统，用于信息化应用子系统的开发。根据系统权限和最终用户角色的初始定位，系统对系统实现性能指标的要求也作了简要讨论。
- (3) 详细研究变电站检验信息应用子系统，在此基础上详细探索系统数据库逻辑模型和部分数据表结构方案的背景在系统的功能模块中，基础架构管理的操作，包括管理，计划，任务管理范围，确定三个关键功能模块，功能，详细的设计和开发等，是本文的核心内容。
- (4) 使用测试模拟器对测试数据资料 and 实际使用 PMS 应用环境进行配置，



对系统功能进行详尽的模拟测试和数据分析,讨论测试系统基本功能以及测试的最终结果与用户预期是否一致,分析和研究系统的性能,推测性能该系统的设计符合标准,并总结了本文的软件开发成果。

6.2 展望通过该系统在公司,县级供电公司和供电中心的应用,系统的功能性能正常稳定,性能优良,可以满足预期的部署和应用要求。从技术角度来看,变电站子系统,运输和检查信息化应用程序与 THE PMS 系统之间存在强大的功能耦合。

因此,技术方面的后续优化主要从如何进一步提高系统功能系统的合理性,鲁棒性和性能的角度出发。具体前景如下:

(1) 结合 PMS 系统和变电站公司的实际应用情况,检查管理业务的执行情 64

况,增加内部系统和 PMS 系统的功能以及专业技术服务的数据交互,目前主要通过数据库共享的方式进行处理,虽然在功能级别上可以满足要求,但是可扩展性和安全性仍有改进的空间。

(2) 增加系统中部分功能的智能决策分析能力,在使用过程中积累系统运行大量变电站业务管理数据,在建立数据中心服务的基础上使用多种灵活的数据统计分析工具,技术,为公司的业务决策过程提供了更加智能的决策辅助支持。 65

参考文献

- [1]胡春林.基于.NET的变电运检信息化应用子系统设计与实现[D].西安电子科技大学,2019.
- [2]乔晓玲.鄂尔多斯电业局输变电运检系统应用项目研究[D].华北电力大学,2014.
- [3]李彦龙.供电所日常工单系统分类管理实践[J].农村电工,2020,28(08):20.
- [4]郑中胜,王海伟,石卓.营配调源业务系统数据质量管理[J].电工技术,2018(12):33-34.
- [5]潘克修,吴传信,晋军,杨涛,陈斌.电子系统设计技术及应用专题讲座(二)第3讲单电源供电运放的偏置方法及其应用[J].军事通信技术,2013,34(04):89-94.
- [6]季恒.供电系统远动自动化运检分开的过渡问题分析[J].硅谷,2013,6(17):137+134.
- [7]陈利峰.上海市北供电公司专项运检管理系统设计与实现[D].大连理工大学,2016.
- [8]马洪举.电力系统在“互联网+”行动下输电运检管理策略——以山东济宁供电公司“互联网+电力智慧巡检”项目为例[J].科技与创新,2016(21):58.
- [9]张云,单宋佳.宁波:6万公里配网推动城市腾飞[J].国家电网,2014(08):59-62.
- [10]周俊.基于微服务的铁路供电运维管理信息系统的设计[D].华东交通大学,2019.
- [11]黄涛.10kV配电线路带电作业及安全防护[J].电气时代,2017(07):61-63.
- [12]刘建民.小议10kV配电网自动化安全运行[J].电子世界,2012(09):52-53.
- [13]袁元,张海龙,徐光福,朱皓斌,姚宁.适用于偏远区域的一种智能化微电网系统设计[J].机械工程师,2020(09):80-83.
- [14]高阳,严少瑞.智能变电站的电气二次系统设计[J].电气技术与经济,2020(04):41-43.
- [15]马育华.煤矿架线电网系统多余能量回馈的研究设计[J].煤炭技术,2020,39(08):191-194.
- [16]张文玲,杨莹,毛亚峰,杨彦杰.基于LabVIEW的光储微网监控系统设计[J].电源技术,2020,44(07):1017-1020+1069.
- [17]胡平,祁鑫,梁栋.风光储互补型微电网实验室设计与建设[J].实验室研究与探索,2020,39(04):229-233+280.
- [18]古云蛟.考虑并网情况的微电网系统优化配置算法研究[J].电力设备管理,2020(03):134-136.
- [19]孙景钉,周泰斌,李琦,项焯璠,赵磊,胡长洪.融合海流能发电的海岛微电网系统组网设计及功能交互研究[J].电工技术,2020(03):51-54.
- [20]晏超颖,陈管丹,林少伟,罗滨,谢志煌.便携式电缆头快速转接箱的创新与应用[J].科技与创新,2020(02):151-152.
- [21]高强,周洪青,高骞,林芬.基于源荷和光储特征的小区多微电网系统工程设计[J].电子测量技术,2020,43(02):64-67.
- [22]李佳.矿井供电系统漏电保护技术探析[J].机电工程技术,2019,48(12):245-247.
- [23]刘婉妮,张龙.区域新能源集控中心通信系统探讨[J].电力勘测设计,2019(12):70-74.
- [24]王福祿,奚玲玲.微电网在零碳岛建设中的应用[J].装备机械,2019(04):7-11+38.
- [25]吴洁.直流微电网控制系统的设计[J].装备机械,2019(04):12-16.
- [26]周亮,周国平.基于铁塔基站的微电网系统控制器设计[J].仪表技术与传感器,2019(12):52-55.
- [27]牛迎丽,杜斌.低压智能配电柜设计探讨[J].中国设备工程,2019(22):136-138.
- [28]胡真.探索电力体制改革背景下的城市电网系统规划设计——以某大型城市的输变电网络规划设计为例[J].智能城市,2019,5(19):75-76.
- [29]刘畅,卓建坤,赵东明,李水清,陈景硕,王金星,姚强.利用储能系统实现可再生能源微电网灵活安全运行的研究综述[J].中国电机工程学报,2020,40(01):1-18+369.
- [30]黄志强.微电网系统规划设计探讨[J].科技创新与应用,2019(25):103-104.
- [31]胡波,李宏亮.基于大数据技术下智能电网系统设计[J].微型电脑应用,2019,35(08):91-94.
- [32]黄辉,王林,魏亚龙,赵建荣,肖飞,马贝龙,杨欣然.微网中虚拟同步发电机技术研究[J].电气传动,2019,49(11):45-50.
- [33]李明君.电网灾害风险预警分析系统设计与实现[D].电子科技大学,2020.
- [34]雷松博.面向电网负荷频率控制特性的监控分析系统设计与实现[D].西安理工大学,2020.
- [35]王源.10千瓦农村微电网设计研究[D].内蒙古科技大学,2020.
- [36]刘通.电网系统谐波源定位方法研究与软件设计[D].吉林大学,2019.
- [37]李绍民.基于物联网的微电网能量管理中控软件的设计与实现[D].北京交通大学,2019.67
- [38]周亮.铁塔基站微电网系统设计[D].南京林业大学,2019.
- [39]李冰.独立直流微电网中基于改进下垂法的协调控制策略研究[D].太原理工大学,2019.
- [40]杨新欢.面向电网变电站导航安全服务系统[D].贵州大学,2019.

[41]李喆. 基于多智能体的交流微电网功率分配优化控制方法研究[D]. 电子科技大学, 2019.

[42]Ma Li, He Lanfei, Zhang Xuefei, Wang Wei, Sun Liping, Zhou Li, Zhou Qiupeng, Ke Fangchao. Research on Substation Project Prediction Method in Power Transmission and Transformation by Improved Neural Network Intelligent Model[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 1952(3).

[43]Ma Li, Wang Qixin, Liao Shuang, Guo Ting, Xiong Yi, Ming Yue, Zou Yuxin. Research on Cost Prediction of Power Transmission and Transformation Project Based on Combination Prediction Model[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 769(4).

[44]Wang Shijun, Jiang Mingjun, Xu Bo. Frost-Heave Deformation and Prevention Technology of Power Transmission and Transformation Foundation under Extreme Boundary Temperature[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 719(4).

[45]Feng Huang, Hui Huang, Hui Deng, Yang Tianyi, Zhang Xiangyu. Beam collimation scheme of laser wireless power supply system for high potential monitoring node of power transmission and transformation[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 1885(4).

[46]Jin Yao, Yu Wenxing, Zhao Jie, Song Zhuoyan, Li Hongzhu, Liu Bo, Xie Dan, Zheng Yaobin, Duan Shengchao, Zhao Zhipeng. Research on Providing Data and Space Calculation Support for Site Selection of Power Transmission and Transformation Projects[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 1802(3).

[47]Liu Qin, Yin Chen, Chen Bingqian. Study on schedule risk assessment of power transmission and transformation project based on improved risk chain[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 621(1).

[48]Liming Xie, Xie Liming, Zhang Yanfei, Zhang Tao, Zhang Xuechao, Lv Lei. Research on the application of phased array detection in Power transmission and transformation metal equipment[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1676(1).

[49]Zhongze Zhao, Zhao Zhongze, Meng Qichen, Pang Nansheng. Schedule Risk 68 Analysis of EPC Project for Power Transmission and Transformation Project Led by Design Enterprise[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1646(1).

[50]Chao Zhou, Zhou Chao, Qin Jiafeng, Lin Ying, Zheng Wenjie, Bai Demeng, Yi Yang. A Method for Preprocessing State Data of Power Transmission and Transformation Equipment[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1584(1).

[51]Hanqin Mo, Yanwei Zhao, Weibing Wen, Dong Liang, Qian Hong. Ecological Regionalization for the Ecological Protection in Power Transmission and Transformation Projects[J]. Journal of Environmental Accounting and Management, 2020, 8(2).

[52]Jindong Zhao, Xingzuo Yue. Condition monitoring of power transmission and transformation equipment based on industrial internet of things technology[J]. Computer Communications, 2020, 157.

[53]Xin Tian, Jun Zhang, Xiaoling Jin. Research on the Evaluation Model of Investment Benefits of Major Power Transmission and Transformation Projects Based on BWM and TOPSIS Methods[J]. E3S Web of Conferences, 2020, 218. 69

致谢

本次论文之所以可以顺利完成，首先要感谢我的论文指导老师悉心指导，从论文定题之初至论文完整截稿，如果没有导师一步一步用心指导，并不厌其烦的与我商讨论文的不足之处，并给予客观、有效的指导意见，我的论文不会如此顺利的完成，在此对我的导师给以诚挚的感谢。

同时还要感谢我的学校及其他老师，能学习到如此多的知识与技能，离不开学校提供的各类设备硬件，更离不开教师们对我的谆谆教诲，传授我专业知识及

技能，使我的专业素养及个人能力得到很大的提升。在此衷心的感谢！

| 指 标  |
|--|
| 疑似剽窃文字表述   |
| <div>1. 图 5-1 系统测试环境部署图如图 5-1 所示，系统的测试网络环境是国家电网供电公司的内部业务网络，具体包括变电站管理部门的业务通信网络和公司的信息室网络。每个网段均基于路由器设备连接。</div> <div>2. 5-2 所示。</div> <div>表 5-2 基础设施管理模块功能测试用例测试功能测试流程预期结果实际结果站所维护管理—变电站维护</div> <div>1. 测试人员登录系统，进入基础维护管理页面，在其中点击变电站维护菜单；2. 在弹出页面中查看变电站信息列表，在</div> |

其中依次按照测试数据进行变电站添加、删除、修改、复制、粘贴等操作；3. 返回变电站维护首页面，在其中查看变电站信息列表。

1. 变电站查询结果正确；2. 各项操作结果正确，变电站下包含内部装置时无法删除符合预期结果设备台账管理—设备接线图管理

1. 测试人员登录系统，进入台站管理页面，点击设备接线图；2. 在弹出页面中查看设备 SVG 接线图，并进行各项图上操作后退出。

设备接线图正确创建，

图上操作正确响应符合预期结果设备变更管理

1. 测试人员进入设备变更管理页面，

在其中分别选中测试所用变电站及待变更设备，点击设备变更异动菜单；

2. 在弹出页面中更改所选设备的投运、退运数据，点击保存；3. 在返回页面中查看所选设备台账数据所选设备的变更及异动管理结果正确符合预期结果设备查询统计

1. 测试人员进入设备查询统计页面，

在其中按测试数据录入查询统计条件，点击查询按钮；2. 查看返回页面中的查询结果列表，并进入详情页面；

3. 查看查询统计结果详情，并点击EXCEL 导出，将查询统计结果保存到本地。

1. 设备查询统计结果正

确；2. 查询结果的EXCEL 导出到本地功能正确符合预期结果 56

由于系统测试用例表的功能非常复杂，因此表 5-2 中显示了基础架构管理模块功能测试用例的主要内容，并介绍了一些具有代表性的功能，根据实际测试结果介绍了基础架构管理模块功能的实际表现为预期的结果。以变电站管理功能中的新管理为例，新变电站的管理界面及相应的班次安排如图 5-2 所示。

图 5-2 变电站新增及班次安排运行界面在图

3. 添加变电站操作时，系统以 Web 对话框的形式显示操作界面，用户可以在其中输入变电站的基本信息

4. 设置班次和班次。

变电站删除管理的功能界面如图 5-3 所示。

图 5-3 变电站删除运行界面在图 5-3 所示的子站列表中，

5. 删除”菜单。系统将弹出一个确认对话框，用户单击“确定”按钮后，将从系统中删除所选的变电站，以进行条件判断和永久删除。

6. 功能测试用例测试功能测试流程预期结果实际结果基础维护管理—变电值班班次配置

1. 测试人员进入变电值班班次配置页面，在其中选择测试变电站；2. 在页面中的班组列表选中待配置班组；3. 对班组信息中的岗位名称进行选择并保存；4. 在班次列表中配置具体的值班班次，并保存。

系统正确加载值班班组，并按要求更新变电站的值班班次及岗位设置信息符合预期结果运行记录管理—故障信息补录

1. 测试人员进入故障信息补录页面，

在其中选择测试单位、变电站；2. 在弹出的设备列表中选中测试设备，并在缺陷类型列表中选中测试类型；3.

在弹出页面中录入设备缺陷详情后保存；4. 在返回页面中查看设备缺陷补录详情。

系统正确加载所选变电站的设备，并按要求实现设备缺陷的录入和保存符合预期结果变电缺陷管理—缺陷流程管理

1. 测试人员进入缺陷流程管理页面，

在其中查看缺陷管理流程图；2. 分别点击缺陷流程图的各个步骤图像链接，在弹出页面中录入缺陷登记、审核、消缺结果、验收数据，点击保存。

系统正确加载缺陷流程图，并按要求更新缺陷处理状态及信息符合预期结果两票管理—

操作票管理

1. 测试人员进入操作票管理页面；2.

查看代办工作票列表，选中测试工作票；3. 点击创建操作票，录入操作票数据后点击下载；4. 返回操作票列表，选中测试操作票，点击操作票处理；5. 在弹出页面中录入操作票处理结果并保存；6. 重新进入操作票管理页面，在操作票列表中选中测试操作票，点击验收按钮；7. 在弹出页面中录入验收意见和结果，并保存。

系统正确加载工作票列表，并按要求创建操作票，同时按照操作票处理及验收情况正确更新操作票状态符合预期结果同样，在表 5-3 中，仅显示了运行工作管理模块的部分测试内容。根据实际 58

计算机操作结果，运行工作管理模块的实际功能响应符合预期结果。以操作工作管理模块中的操作日志管理功能为例，其操作界面如图 5-4 所示。

图 5-4 变电站运行日志管理界面值班人员可以在图 5-4 所示的界面中查看轮班工作的操作日志信息，并可以根据实际的操作工作管理情况添加新的操作日志条目，或者在现有日志上进行修改，导出和其他管理操作。

同时，在操作日志管理界面中集成了用于查看基础设施管理模块中变电站设备接线图的界面。通过点击变电站接线图 TAB，系统自动在后台调用变电站设备的

7. 操作票过程管理功能中的调度处理功能的操作界面如图 5-5 所示。

图 5-5 操作票调度令管理运行界面 59

在图 5-5 所示的界面中，值班人员或维护值班人员可以根据操作票的具体内容接收，

8. 表 5-4 计划任务管理模块功能测试用例测试功能测试流程预期结果实际结果年度检修计划管理

1. 测试人员进入年度检修计划管理页面；2. 在其中点击新建计划按钮，

在弹出页面中填写计划详情，并上传计划附件；3. 在返回页面中选中测试计划，点击审核；4. 在弹出页面中填写计划审核信息及结果并保存；5. 在返回页面中选中测试计划，点击调度

5. 在弹出页面中选中接收部门并提交。



- 年度检修计划正确创建，并按照操作请求正确实现状态更新调度符合预期结果工作任务单管理
1. 测试人员进入工作任务单管理页面，在其中查看代办工作任务列表；
  2. 选中测试工作任务，点击任务单分配；3. 在弹出页面中选中受理单位并保存；4. 返回工作任务单管理页面，在待办事项列表中选择测试任务单；
  5. 点击处理按钮，在弹出页面中录入任务单处理结果，点击提交。
- 工作任务单正确创建，并按处理结果正确实现任务单数据和状态更新符合预期结果与其他功能模块一样，计划的任务管理模块的测试用例也包含针对其他相关功能的测试，表 5-4 中仅显示其中
9. 反馈与预期相符。以计划任务管理模块中的年度维护计划管理功能为例。年度维护计划查询和查看功能的操作界面分别如图 5-6 和图 5-7 所示。 60
- 图 5-6 年度检修计划查询界面在图5-6中，系统将符合条件的所有变电年度检修计划进行查询和列表展示，用户可以通过点击列表项，在图 5-7 所示的界面中查看计划详情。
- 图 5-7 年度检修计划详情查看界面通过查看年度检修计划的详情及其审核信息，用于公司的变电运检管理工作的年度检修任务开展的指导。
- 5.2.2 测试结果基于变电站交付检验信息应用子系统的功能测试及其结果，通过系统各功能 61
- 模块的功能准备相应测试用例的清单，基于测试账号登录，由测试人员进行验证，实际功能测试项目编号为 413，获得功能的每个功能的反馈均达到了预期的要求，因此我可以获得系统测试合格的功能。BugView 工具被用作测试版本管理工具。根据具体测试结果，
10. 进行了 5 轮功能测试，其中检测到的错误数量和类型的统计结果如表 5-5 所示。
- 表 5-5 系统功能测试 BUG 统计表BUG 类型检测数量严重程度处理情况
- |            |         |         |       |
|------------|---------|---------|-------|
| 数据库操作      | BUG 1 个 | 非常严重    | 已全部修正 |
| Web 服务响应异常 | 2 个     | 非常严重/严重 | 已全部修正 |
| 数据统计结果错误   | 1 个     | 非常严重    | 已全部修正 |
| 业务数据一致     | BUG 1 个 | 非常严重    | 已全部修正 |
| Web 页面兼容   | BUG 2 个 | 一般      | 已全部修正 |
- 如表 5-5 中所示，在经过五轮测试的系统中，检测到的错误主要包括 BUG
- 数据库操作过程，Web 服务响应异常，数据统计，业务数据一致性错误和
11. 因此根据上述结果可以获得变电站出货检验信息应用子系统功能测试通过。
- 同时，由于测试数据所采用的系统测试功能为仿真数据，其数据格式和内容
12. 能够满足实际需求。
- 5.3 性能测试变电站出货检验信息应用子系统的性能测试是在系统功能测试过程中对系统 Web 服务器的性能数据进行收集，并在完成功能测试后，基于 WebBench 工具对 Web 服务器的性能数据进行读取，检验系统具有并发能力，响应时间和资源使用率以及其他关键绩效指标。在测试过程中，使用 LoadRunner 自动化测试工具实现并发，因此以下是对自动化测试过程中并发参数配置
13. 执行的并发量为 100，每次增加的并发量为 100，总共增加了 5 次，以达到模拟 500 个用户并发访问的效果。在测试过程中，根据 10 个客户端测试主机中的参数设置，依次执行 LoadRunner 测试脚本。
- 通过测试
14. 变电站维护，特定测试中的定期工作，缺陷管理过程管 62
- 理，新任务，任务，单个查询任务池作为五个性能监控，两个每个客户端运行一个脚本性能监控功能，模拟 500 个 10 轮并发用户获得压力后，再读取 WebBench 记录的性能数据，以最大响应时间，平均响应时间，CPU 和内存使用情况统计，得到的结果如表 5-6 所示。
- 表 5-6 系统性能测试结果统计表用户并发量最大响应时间平均响应时间最大 CPU 占用率最大内存占用率
- |       |         |         |       |       |
|-------|---------|---------|-------|-------|
| 100 个 | 1.052 s | 0.841 s | 14.2% | 9.8%  |
| 200 个 | 1.133 s | 0.926 s | 14.9% | 10.6% |
| 300 个 | 1.284 s | 1.088 s | 15.6% | 11.4% |
| 400 个 | 1.429 s | 1.106 s | 16.3% | 12.8% |
| 500 个 | 1.635 s | 1.197 s | 17.2% | 17.2% |
- 如表 5-6 所示，用于系统测试主机十个客户端在过程中的性能指标，用于测试记录的过程，并统计最大和平均响应时间，并获得 500 个并发用户访问条件下的系统，仍是正常且稳定的操作，并且最大响应时间，最大
15. 要求同时系统平均响应时间小于 1.2s，因此从测试结果来看，系统的性能可以满足预期的性能指标要求。
- 5.4 本章小结本章是系统测试的分析，主要针对系统功能发展成果，在实际应用环境中部署、测试和分析，具体可分为功能与性能两个部分。
16. 本章中，它详细地分析和介绍了电站运输检查信息应用系统的功能和性能试验。通过对系统的试验过程和成果进行介绍，对系统开发结果进行了功能试验和性能测估，从而得出了系统功能和性能试验。
17. SG168 信息项目和国家电网智能电网建设计划的重要组成部分。本文研究并开发了供电公司在
18. 研究和开发结合该项目实际的技术体系规划与选择，结合该项目，总结了系统的关键研发技术，并讨论了系统的研究背景和技术基础。
19. 6.2 展望通过该系统在公司，县级供电公司和供电中心的应用，系统的功能性能正常稳定，性能优良，可以满足预期的部署和应用要求。从技术角度来看，
20. 系统之间存在强大的功能耦合。
- 因此，技术方面的后续优化主要从如何进一步提高系统功能系统的合理性，

21. 首先要感谢我的论文指导老师悉心指导，从论文定题之初至论文完整截稿，如果没有导师一步一步用心指导，并不厌其烦的与我商讨论文的不足之处，并给予客观、有效的指导意见，我的论文不会如此顺利的完成，在此对我的导师给以诚挚的感谢。
- 同时还要感谢我的学校及其他老师，能学习到如此多的知识与技能，离不开学校提供的各类设备硬件，更离不开教师们对我的谆谆教诲，传授我专业知识及技能，使我的专业素养及个人能力得到很大的提升。在此衷心的感谢！

说明：1. 总文字复制比：被检测论文总重合字数在总字数中所占的比例

2. 去除引用文献复制比：去除系统识别为引用的文献后，计算出来的重合字数在总字数中所占的比例

3. 去除本人文献复制比：去除作者本人文献后，计算出来的重合字数在总字数中所占的比例

4. 单篇最大文字复制比：被检测文献与所有相似文献比对后，重合字数占总字数的比例最大的那一篇文献的文字复制比

5. 指标是由系统根据《学术论文不端行为的界定标准》自动生成的

6. 红色文字表示文字复制部分；绿色文字表示引用部分；棕灰色文字表示作者本人文献部分

7. 本报告单仅对您所选择比对资源范围内检测结果负责



 [amlc@cnki.net](mailto:amlc@cnki.net)

 <http://check.cnki.net/>

 <http://e.weibo.com/u/3194559873/>