

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: X2013230843

UDC_____

厦门大学

工程硕士学位论文

电力公司海底光缆
运行管理系统的设计与实现

Design and Implementation of Operation and Management
System for State Grid Submarine Optical Fiber Cable

林恒易

指导教师: 杨双远副教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2017年4月

论文答辩日期: 2017年5月

学位授予日期: 2017年6月

指导老师: _____

答辩委员会主席: _____

2017年4月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

电力行业使用的通信海底光缆具有结构复杂，维护难度高，检修流程复杂等特点。因此借助信息技术，建立一套科学合理的海底光缆运行管理系统，用于整合了实时监测、运行管理、缺陷故障处理、计划检修票、处理工作票等一系列必不可少的工作。系统大大减少工作流程的重复操作，使工作流程自动化，使各级部门能够自主选择，协同联动，加速紧急故障处理工作和日常巡视维护工作的效率，缩短故障抢修周期，把通信运维工作者从繁琐的工作中解放出来，提高企业的管理效率和水平。

论文的主要研究内容如下：

1、根据海底光缆日常运行所涉及的工作为出发点，进行深入探讨分析，研究一套在线监测和运行管理系统能够实时监测光缆运行状态，整合日常检修故障处理等多个业务流程，基于.Net 框架，应用 SQL Server 2008 作为数据库工具开发出一套海底光缆运行管理系统。系统实现了实时监测、管网管理、缺陷故障管理、检修计划管理、检修票管理、工作票管理、资源信息管理、系统维护八大业务模块。

2、先对海底光缆日常运行监测系统的需求分析；再开发和设计系统架构、数据库、功能界面等；展示系统实现的效果图；最后对系统的各个模块的功能和性能进行测试，并分析结果。

关键词：海底光缆；运行管理；.Net

Abstract

The power submarine cable used in the power industry has the characteristics of complex structure, high maintenance difficulty and complex maintenance process. Therefore, with the help of information technology, a scientific and rational submarine cable operation monitoring system for the integration of real-time monitoring, operation and management, defect handling, planning inspection tickets, processing work tickets and other columns essential work has been established. The system greatly reduces the repetition of the workflow, automates the workflow, enables the departments to choose, collaborate, speed up the emergency troubleshooting work and the daily inspection and maintenance work, shorten the fault repair cycle, and turn the communication operator from Cumbersome work in the liberation, to improve the efficiency and level of enterprise management.

The main research contents in this thesis are as follows:

According to the work involved in the daily operation of the submarine cable as the starting point, in-depth analysis has been made to study a set of on-line monitoring and operation management system to real-time monitoring of cable operating status, integration of routine maintenance troubleshooting and other business processes, develop a submarine cable Operation monitoring system. The system realizes the eight business modules of real-time monitoring, operation management, defect fault management, maintenance plan management, inspection ticket management, work ticket management, resource information management and system maintenance.

Firstly, the submarine cable daily operation monitoring system needs analysis, the design and implementation of the system architecture, database, function interface, etc . It shows the effects which the system has achieved. Finally, the system of the various modules of the function and performance need testing, and the analysis of the results.

Keywords: Submarine Cable; Operation Management; .Net

目录

第一章 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.2 系统研究目标	2
1.3 主要研究内容	2
1.4 论文结构	3
第二章 系统需求分析	4
2.1 业务流程分析	4
2.1.1 故障缺陷管理流程.....	4
2.1.2 检修计划流程.....	6
2.1.3 检修工作流程.....	7
2.1.4 工作票流程.....	8
2.2 系统功能需求分析	10
2.2.1 系统参与者.....	10
2.2.2 需求用例分析.....	10
2.3 系统非功能需求分析	21
2.4 本章小结	21
第三章 系统设计	22
3.1 海底光缆在线监测装置设计	22
3.1.1 总体方案设计.....	22
3.1.2 技术路线.....	22
3.2 系统架构设计	23
3.2.1 系统物理架构设计.....	23
3.2.2 系统软件架构设计.....	24
3.3 系统功能设计	25
3.3.1 系统总体功能设计.....	25
3.3.2 实时监测的功能设计.....	26

3.3.3 故障缺陷管理的功能设计	27
3.3.4 检修计划管理的功能设计	29
3.3.5 检修票管理的功能设计	32
3.3.6 工作票管理的功能设计	33
3.3.7 管网管理的功能设计	35
3.3.8 资源信息管理的功能设计	36
3.3.9 系统维护模块的功能设计	38
3.4 数据库设计	39
3.5 本章小结	49
第四章 系统实现	50
4.1 系统实现环境	50
4.2 海底光缆在线监测系统实现	50
4.2.1 监测接入单元箱研制及安装	50
4.2.2 海底备用光纤迂回串接方案的实现	50
4.3 登录界面和主界面的实现	51
4.4 实时监测模块的实现	52
4.4.1 当前检修模块	53
4.4.2 当前告警模块	54
4.4.3 设备状态模块	55
4.5 缺陷故障管理模块的实现	55
4.5.1 缺陷单填写模块	55
4.5.2 缺陷单追踪管理模块	57
4.5.3 缺陷单统计查询模块	58
4.6 检修计划管理模块的实现	59
4.6.1 检修计划填报模块	59
4.6.2 检修计划追踪模块	60
4.6.3 检修计划统计查询模块	61
4.7 检修票管理模块的实现	61
4.7.1 检修票填报模块	61

4.7.2 检修票追踪模块.....	63
4.7.3 检修票统计查询模块.....	65
4.8 工作票管理模块	65
4.8.1 工作票新增模块.....	65
4.8.2 工作票处理模块.....	66
4.9 管网管理模块	66
4.9.1 配线连接模块.....	66
4.9.2 网络拓扑模块.....	68
4.10 资源信息管理管理模块	68
4.10.1 空间资源信息管理模块	70
4.10.2 光缆资源信息管理模块	70
4.10.3 设备资源信息管理模块	71
4.11 系统维护模块.....	71
4.11.1 工单数据维护模块	71
4.11.2 资源维护工具模块	72
4.11.3 系统配置模块	72
4.12 本章小结	72
第五章 系统测试	73
5.1 系统测试环境	73
5.2 功能测试	73
5.3 性能测试	77
5.4 本章小结	82
第六章 总结和展望	83
6.1 总结.....	83
6.2 展望.....	83
参考文献.....	84
致 谢.....	85

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Background and Significance	1
1.2 Research Objectives	2
1.3 Main Research Contents	2
1.4 Organization Structure of the Dissertation.....	3
Chapter 2 System Requirement Analysis.....	4
2.1 Analysis of the Business Process.....	4
2.1.1 Defect Management Process	4
2.1.2 Maintenance Plan Process.....	6
2.1.3 Maintenance Ticket Process.....	7
2.1.4 Work Ticket Process.....	8
2.2 Analysis of System Functional Requirements.....	10
2.2.1 System Participant	10
2.2.2 Demand Case Analysis	10
2.3 Analysis of System Non-functional Requirements	20
2.4 Summary	21
Chapter 3 System Design.....	22
3.1 Monitoring Device Design	22
3.1.1 Overall Design	22
3.1.2 Technical Solutions	22
3.2 Architecture Design.....	23
3.2.1 System Physical Architecture Design	23
3.2.2 System Software Architecture Design	24
3.3 System Function Design.....	25
3.3.1 Overall Design of System Function.....	25
3.3.2 Design of Real-time Monitoring Module	25
3.3.3 Design of Defect Management Module	26

3.3.4 Design of Maintenance Plan Module.....	29
3.3.5 Design of Maintenance Ticket Module	32
3.3.6 Design of Work Ticket Module	33
3.3.7 Design of Operation Management Module.....	35
3.3.8 Design of Resource Information Management Module.....	36
3.3.9 Design of System Maintenance Module	38
3.4 Database Design.....	39
3.5 Summary	49
Chapter 4 System Implementation.....	50
4.1 Develop Environment.....	50
4.2 Implement of Undersea Fiber Optic Cable Monitoring System.....	50
4.2.1 Monitoring System Development and Installation	50
4.2.2 Implement of Circuitous Fiber Solution	50
4.3 Implement of Login Interface and Main Interface	51
4.4 Implement of Real-time Monitoring Module	52
4.4.1 Current Maintenance Module	53
4.4.2 Current Alarm Module	54
4.4.2 Device Status Module	55
4.5 Implement of Defect Management Module.....	55
4.5.1 Added Defect Ticket Module	55
4.5.2 Defect Ticket Management Module.....	57
4.5.3 Defect Ticket Statistics Module	58
4.6 Implement of Maintenance Plan Module	59
4.6.1 Added Maintenance Plan Module	59
4.6.2 Maintenance Plan Management Module	60
4.6.3 Maintenance Plan Statistics Module	61
4.7 Implement of Maintenance Ticket Module	61
4.7.1 Added Maintenance Ticket Module	61
4.7.2 Maintenance Ticket Management Module.....	63

4.7.3 Maintenance Ticket Statistics Module	65
4.8 Implement of Work Ticket Module	65
4.8.1 Added Work Ticket Module	65
4.8.2 Work Ticket Management Module	66
4.9 Implement of Network Management Module	66
4.9.1 Wiring Connection Module	66
4.9.2 Network Topology Module	68
4.10 Design and implement of Shop Management Module.....	67
4.10.1 Spece Resource Information Management Module.....	61
4.10.2 Fiber Optic Cable Resource Information Management Module	70
4.10.3 Equipment Resource Information Management Module	71
4.11 Implement of System Maintenance Module	71
4.11.1 Ticket Data Maintenance Module	71
4.11.2 Resource Maintenance Module	72
4.11.3 System Configuration Module	72
4.12 Summary	72
Chapter 5 System Testing.....	73
5.1 Testing Environment	73
5.2 Functional Testing	73
5.3 Performance Testing.....	77
5.4 Summary	82
Chapter 6 Conclusions and Future Work.....	83
6.1 Conclusions	83
6.2 Future Work.....	83
References	84
Acknowledgements.....	85

第一章 绪论

海底光缆传输系统有着大容量、高可靠性、传输质量优异的特点，在通信领域起到重要的作用。但是由于海底光缆是应用于特殊的物理环境中的一种光传输通信系统，与陆地运行的光缆相比起来系统更加复杂，遇到的技术难题更多。

1.1 研究背景及意义

2010年8月，国家电网公司第一条110千伏光电复合海底电缆在福建平潭电网110千伏跨海联网第二通道工程成功完成敷设，顺利投产送电^[1]。这条投资2500万元的光电复合海底电缆，首次在110千伏电压等级海底电缆上采用国产化光电复合技术，该线路的复合有48芯通信光纤。海底光缆作为连接平潭地区电网和主站之间重要的信息通道，为平潭地区电力系统安全稳定运行提供了重要保障。这条海底电缆，作为福建电网与平潭联网的第二通道以及电力通信专用网互联的唯一通道，横穿福建省第一大岛平潭岛与大陆之间的海坛海峡，水深流急，水文情况复杂，且该海域是福清湾、兴化湾和福州江阴新港区一条繁忙的主航道，海况复杂船只来往密集。随着人类对海洋进行开发利用活动的日益频繁，海域内的养殖、渔网、船只等对于海底光缆的运行的影响不容小觑。在海底光缆运行的过程中，因为抛锚、捕捞、船舶拖拽、海岸作业等造成海底光缆损坏的情况在国内外都时有发生^[2]。

光纤是一种根据光的全反射原理传递信息的优秀介质，光纤作为数据通道载体有着损耗低，可搭载信息量大的优势，但同时因为它的物理性质，它又质地脆，易断裂，在运行过程中不允许发生严重形变，甚至对弯曲角度都有严格的要求，否则就会影响信息传递的质量^[3]。光纤和电力电缆复合在一起深埋入海底，虽然刚性得到加强，但是在遇到船锚拖拽渔业捕捞等大型作业时，光纤首先出现问题。如何及时有效地监测海底光缆运行情况，以及许多备用状态的光纤运行状况是电力通信人员面临的一个巨大挑战。

长久以来，电力通信网络的管理采用了分层级、分区域的管理模式，使得各级电力企业的业务系统基本上处于孤立的状态，各个业务系统之间的互通性和兼

容性很差，常常无法满足企业一体化的管理目标。所有通信管理系统都把通信指标数据、信息指标数据的可视化展现和实现骨干传输网的全面管理作为核心目标。从“十一五”规划开始，电力行业的通信网络已然迈入了一个全新的告诉发展时代^[4]。伴随着电网建设的不断飞速发展，电力通信网络也面临着许多新机遇和新挑战^[5]。因此借助信息技术，建立一套科学合理的海底光缆运行管理系统，减少工作流程的重复操作，使工作流程自动化，减少不必要的人为干扰因素，使各级部门自主选择 and 协同联动，加速紧急故障处理工作和日常巡视维护工作的效率，缩短故障抢修周期，把通信运维工作者从繁琐的日常工作中解放出来去从事更重要、更优价值的工作，提高企业的管理效率和水平，本文通过结合电力企业已有技术开发一套海底光缆运行管理系统。

1.2 系统研究目标

本课题采用软件工程的理论与方法，从实际应用需要出发，通过借鉴国家电网通信管理系统建设的成功经验，对系统需求进行分析，对系统架构、系统功能等进行设计、并实现一个满足本单位通信工作需求的海底光缆运行管理系统。

设计并实现一套海底光缆运行管理系统用来管理跟踪海底光缆运行的各个阶段，包括光缆实时监测，光缆运行管理，故障处理流程，检修计划流程，检修工作流程，工作票流程，资源信息管理等，进行检修计划申报，检修工作开展，紧急故障处理，光缆运行监测，资源信息的管理等。

1.3 主要研究内容

论文的主要研究内容如下：

- 1、根据海底光缆日常运行所涉及的工作为出发点，进行深入探讨分析，研究一套在线监测和运行管理系统能够实时监测光缆运行状态，整合日常检修故障处理等多个业务流程，开发出一套海底光缆运行管理系统。系统实现了实时监测、管网管理、缺陷故障管理、检修计划管理、检修票管理、工作票管理、资源信息管理、系统维护八大业务模块。

- 2、先对海底光缆日常运行监测系统的需求分析；再开发和设计系统架构、数据库、功能界面等；展示系统实现的效果图；最后对系统的各个模块的功能和

性能进行测试，并分析结果。

1.4 论文结构

第一章，绪论。本章介绍了海底光缆运行管理系统的研究背景与意义、研究目标和研究内容。

第二章，系统需求分析。本章首先详细分析了海底光缆的运行维护的业务流程，以及可能应对的各种情况，在业务流程的基础上对系统进行需求分析。

第三章，系统设计。本章设计了海底光缆运行管理系统架构、系统功能和数据库。

第四章，系统实现。本章阐述了海底光缆运行管理系统在线监测装置的实现和系统各模块的实现界面。

第五章，系统测试。本章介绍了海底光缆运行管理系统的功能测试和性能测试，并对测试结果进行分析。

第六章，总结与展望。本章总结海底光缆运行管理系统的开发过程，并对未来进行展望。

第二章 系统需求分析

系统需求分析是海底光缆运行管理系统开发前期工作的重中之重，因电力通信工作涉及业务流程复杂多样，需要首先全方位分析日常工作的业务需求，对业务流程进行逐条梳理；再分析系统的参与者，结合工作实际明确每个用户在系统中扮演的角色；还要分析系统的非功能性需求，保证系统能够安全可靠运行；最后整合关键信息，寻求新系统的解决方法。

2.1 业务流程分析

电网业务因其涉及面广，安全性、稳定性和可靠性要求极高，为避免出现人为因素造成人身电网事故，采用了多种防止事故发生的组织措施和技术措施^[6]。海底光缆上在运行的电网业务如果需要检修操作维护，往往也需要复杂的流程。而且海底光缆日常运行维护工作涉及流程众多，本文需要建立一套海底光缆运行管理系统，实现全方位管控海底光缆运行的各个阶段，包括光缆的实时监测，管网管理，故障缺陷处理管理，检修计划管理，检修工作开展，工作票管理和资源信息管理。

2.1.1 故障缺陷管理流程

海底光缆运行管理的故障缺陷流程图如图 2-1 所示。

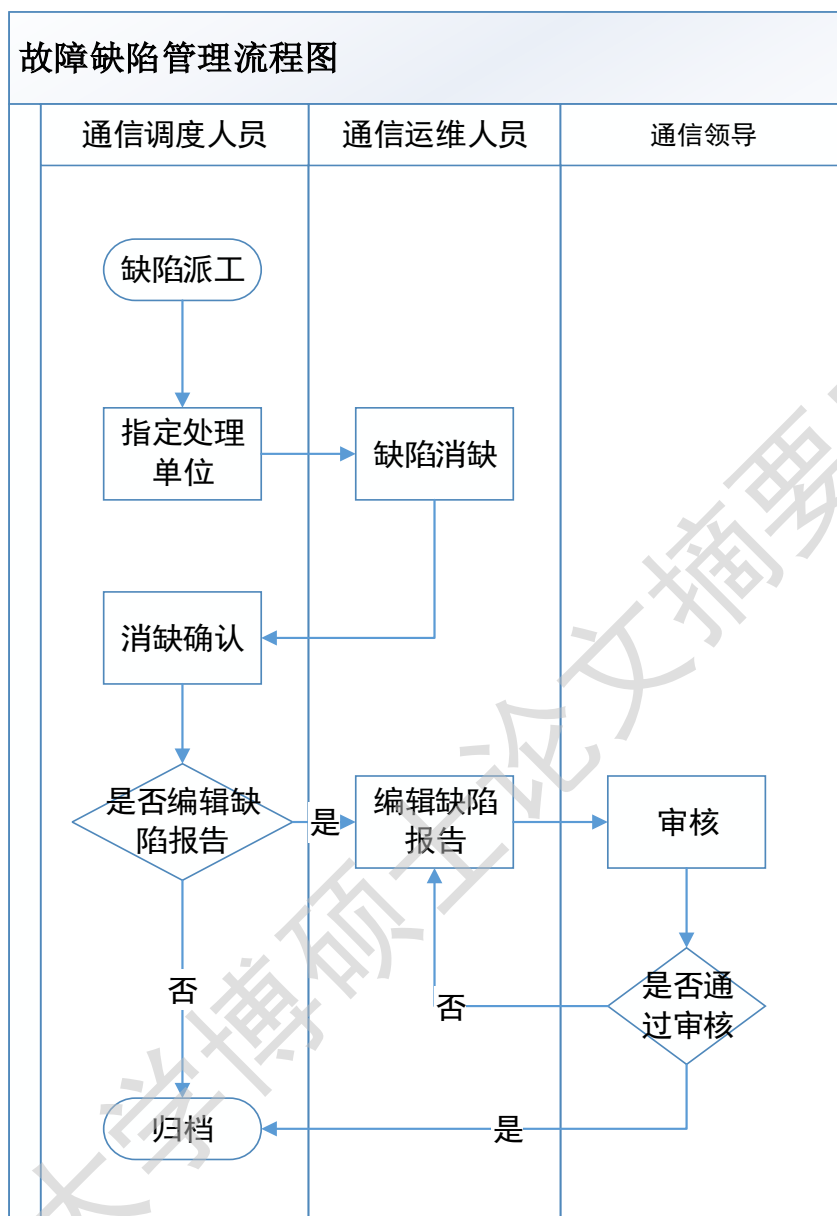


图 2-1 海底光缆故障缺陷管理流程图

由运行值班人员观察系统实时告警发现故障，发起故障处理流程，同时第一时间通知通信运维人员尽快处理缺陷故障，填写缺陷派工环节相关信息；通信运维人员前往现场进行缺陷故障处理，处理后和监控数据进行核对，并反馈处理过程等信息，填写缺陷消缺环节信息；运行值班人员进行确认并反馈上级单位处理过程和处理结果；通信运维抢修人员进行缺陷报告的编制，以报告的形式填写完整详细的处理过程，并写明隐患点和整改措施，留下记录的同时方便以后缺陷处理的及时有效；通信领导对缺陷处理的全过程进行把关审核，提出改进意见和批

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库