目 录

[第1章 绪 论 1](#_Toc498416025)

[1.1 研究背景(已完成) 1](#_Toc498416026)

[1.2 研究意义(已完成) 2](#_Toc498416027)

[1.3 研究现状 3](#_Toc498416028)

[1.3.1 国内外电力市场交易模式(已完成) 3](#_Toc498416033)

[1.3.2 推荐系统研究现状(完成ing) 5](#_Toc498416034)

[1.3.3 国内外典型移动交易服务系统(未完成) 7](#_Toc498416035)

[1.4 论文章节安排(未完成) 9](#_Toc498416036)

# 绪 论

## 研究背景

2015年3月，中共中央、国务院下发了《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》(中发〔2015〕9号)（后文简称《意见》），备受社会各界瞩目的新一轮电力体制改革正式拉开帷幕。《意见》秉承五项基本原则：一是坚持安全可靠；二是坚持市场化改革；三是坚持保障民生；四是坚持节能减排；五是坚持科学监管。其中，市场化是电力体制改革的基本方向，也是实现电力体制改革的方式之一。有序推进电价改革是电力市场化改革的核心和先决条件。以双边交易市场为突破口，促进多主体、跨区域市场机制建设。长久以来，电力市场交易模式一直处于“垄断行业”状态，传统电力市场中，发电企业与购电企业之间不能直接进行交易，也无法直接电力传送，而需要一层国家电网的调度。在新一轮的电力改革方案启动之后，发电企业凭借自身的发电优势以及相关许可即可直接与购电企业达成交易，中间的竞价和市场中的竞争等环节不再受到国家电网等电力资源管理部门的严格约束，而是在合理的竞争规则内自由进行，这样形成了售电主体和购电用户之间的点对点交易。市场主体的自由性还体现在相互自主确定交易用户、交易电量和价格，交易过程中按照国家规定的关于电价输配的方案来决定过网费和相关手续即可。这样放开竞争可以为工商业用户和企业用户等提供更加优质和经济的电力保障和服务。政府敏锐的意识到市场的竞争应该交给市场自己调控，要减少对市场的控制，只需管住中间而放开竞争。《意见》中突出强调了电力体制改革的重要性和紧迫性。从根本上改变传统电力市场中发电厂与电网一体，政企不分的状态，争取形成电力市场自由竞争的多元化格局。竞争性环节电价的有序放开可以推进交易机构相对独立，规范市场运行。在市场竞争主体的范围不断扩大过程中，大用户与交易主体数量会呈几何级数增长，又加之交易行为具有实时性及地域性，竞争符合条件的市场主体可以通过移动终端与互联网技术发生电力交易行为。据不完全统计，2015年以来，输配电价改革以及其他减负措施的并行推进，已经累计为企业降低用电成本1800亿元以上。【3】

随着大用户直购电交易业务的深入开展和市场交易主体模式的多样化，参与清洁能源的直购电交易主体成员数量将会快速增长。随着移动互联网新技术的普及应用，它正在改变社会成员的沟通方式，改变人们的日常生活习惯，并且开始渗透到工业的各个领域，即将形成的“互联网+”的交易双赢模式，必将促进电力工业的社会效益和经济效益。移动互联网技术应用到大用户直购电双边交易业务情景，是“互联网+”电力市场交易模式的直接体现，也是贯彻落实“十九大”关于深化供给侧结构性改革的实施。随着电力市场的深入改革，电力交易成员数量的急剧增加，市场各类成员渴望提供更加弹性和多样化的电力市场交易方式，需要研究移动互联的电力交易用户行为模型和算法。因此，电力交易的移动端用户交互交易方式将成为电力市场用户交互方式的有效补充。

在数据量日益增大的今天，用户在数据的海洋里显得手足无措，数据量已经足够大，但是这些数据的利用率却降低，随之而来的“信息过载”问题亟待解决。目前，针对该问题以用户为主动的解决方案是当今互联网广泛采用的搜索引擎,而推荐引擎则是用户作为被动接受推荐对象的主体,广泛地应用于电子商务等互联网应用上。推荐技术在今天的互联网应用和产品中被广泛采用，比如电子商务的商品推荐、社交网络上的好友推荐等，它们是目前互联网上最常见的智能产品形式。推荐系统是为了解决“信息过载”问题而出现的新技术。从上个世纪90年代开始，推荐系统开始被众多学者及领域专家所熟知和研究，内容涉及近似理论、认知科学和信息检索等相关学科。长期以来，推荐系统领域的研究工作重点围绕在用户信息获取和建模、推荐算法研究、推荐系统评价指标、以及推荐系统的应用和社会影响的研究【2】。根据用户的兴趣爱好推荐符合用户兴趣的对象是推荐系统的核心功能。由于推荐系统可以辅助市场主体达到个性化营销而提升销售量，为企业增大利润，推荐系统相关技术获得了众多企业的重视，很多学者相继对推荐系统进行深入的研究，推荐系统领域得到了长足的发展。

基于电力市场急需的供给侧结构性改革，结合推荐系统在“互联网+”上的巨大成果，依托于电力市场的第二次改革的背景，将推荐系统与电力市场有机结合是在即将形成的“互联网+”的交易双赢模式中移动互联网技术融合于实体经济的创新思想。在上述改革的大环境和要求下，本文首先调研发达国家在电力市场服务及移动互联网技术建设方面的先进经验和理念，从建立移动端电力市场交易管理的常态机制，提供完善的移动端电力市场服务产品角度出发，融合推荐系统技术体现的巨大商业价值，以满足统一电力市场交易平台运营管理的不同需求，既保证了供电侧发电供给与购电侧用电行为的平衡，又提高了服务模式的体验。

## 研究意义

在以互联网技术为驱动的互联网时代,电力领域的交易模式正在发生着天翻地覆的变化,以往的线下交易发展至如今的线上交易。国家电网作为电力交易的枢纽和服务配备，移动互联网技术作为发电企业和用电企业之间沟通的桥梁，推荐技术则是移动互联网应用于电力交易领域的重要纽带，电力交易模式发生改变，为了提升服务质量，设计一个能用在电力交易领域的服务平台是大势所趋的。由于电力能源作为电力市场特殊商品，它是一种无法大规模储藏的能源，电力能源的生产、输送和消费都是通过电力网络同时完成的，在电力生产的过程中，即不存在半成品，也不存在库存品。为了使电力生产、流通和消费等环节能很好的相互衔接，电力工业需要采用大量的自动化控制技术和设备，以实现发、输、售、用各个环节的相互紧密配合，协调统一的进行。电力交易服务平台的实施可以从互联网的角度来解决电力输配的供需平衡问题，并且能很好的完成售电和用电，发电和输配等过程的紧密结合，而且做到了信息化，共享化，更易于管理。在这样的平台上建立起电力推荐服务能提高服务的质量，增加可观的盈利，提高市场的利用率，该平台对发电企业以及大用户双方都有想当可观的利益，促进双方的合作和经济的发展。

电力交易行业迈进到“互联网+”的时代浪潮中，不仅体现在技术上的迈进，而且体现在解决传统电力市场问题的角度发生改变，观念开始有了新的突破。该平台的实施既能打破商品交易的中间环节，而且去中介化，打造了创新平台。电力商品传输与销售完全依赖信息垄断的行为来获取超额利润的行业模式完全被打破，电力产品的生产者即发电企业可以更加直接的与购电方发生交易行为，不仅降低了成本，而且提高了效益。另一方面，建立“互联网+”的信息交互平台，即该电力交易领域的服务平台，是在信息平等的基础上，提供满足售电和购电双方信息共享的开放性的供需互动的商业系统，不仅可以满足供需双方基本业务需求，还能提供可靠的服务进而是双方都能从中获取盈利，相信经过市场不断对其迭代会促成一个功能完善，服务体验优质的电力互联网商业带，其发展潜力巨大。上述两层意义恰恰体现了该平台的实施是对《意见》提出了“管住中间、放开两头”思路的落地。推荐策略的引入也可以鼓励多买多卖，激发电力市场的活力，才能真正意义上打破供需用户单一的僵局。有电力改革的政策作为驱动，加之移动互联网技术的落地都会促进电力改革的成果和增加改革的红利。

## 研究现状



### 国内外电力市场交易模式(已完成)

目前西方各国竞相进行电力市场化改革。美国、英国、北欧、日本等国家和地区通过改革来扩大市场范围，激励竞争，提高资源配置效率。随着可再生能源的发展，清洁能源消纳的需求也在一定程度上刺激市场。电力交易模式主要体现在发电和售电环节引入竞争机制。

美国电力改革集中体现在引入竞争机制，减轻对市场的干涉，降低电力成本，提高输配效率。由于美国国情，不同的州有不同的电力改革方案，共同点在于在原有的电力交易模式下引入市场竞争机制，按照电压等级和用电容量，分阶段、从大用户开始逐步放开用户选择权。售电主体准入由国家层面的监管机构进行审批。在美国1/3的州开放用户选择权。在财务方面，美国德克萨斯州要求售电主体或其担保公司有形资产净值不低于1亿美元【5】。美国售电侧放开的18个州中13个州大工商用户更换供电商的比例在80%以上，但居民用户行使购电选择权的比例普遍不高【4,6】。英国电力市场交易主要是电力交易所进行，电力交易所是独立于电网公司和发电企业的第三方交易市场，在政府的政策和条例约束下由电网公司组建，其主要业务是提供电力的短期交易，多数为当日电力现货交易市场，为电网公司监控供需不平衡的信息，并负责供需平衡的控制。英国对于用户选择权已经全部放开【4】，历时9年【4】。在北欧，世界上唯一一个横跨多国的电力交易市场，其电力市场服务体系拥有自身独特的特点，重点突出在电力市场的开放性。北欧电力交易所提供双边交易的电量信息和电价信息，成交量和成交价格的历时数据，接入的实时数据，统计数据每日现货市场价格数据，甚至还有提供用于研究的科研教学数据，绿色电力数据等等。这充分体现了北欧电力市场的开放性。日本的会员制在国际电力交易市场上别具一格。在市场上交易必须具有交易会员的资格。交易会员的申请需要提供相应的资金。日本电力交易所的市场分为日前现货市场，远期合约市场，自由合约市场三种【】。对于开放选择权用户上，日本开放范围扩大到全部用户的60%【4】，日本的垂直一体化电力公司，大用户不太喜欢更换电力供应商，电力公司的市场份额受市场竞争的影响较小【4】，十大供电商所占市场份额的综合高达93.9%【7】。

与国外的电力市场运营模式相比，当前，我国电力交易改革的重点在于发展大用户直接交易模式。主要内容包括市场主体准入机制、售电侧放开电力交易平台、发电商与售电商的交易模式、电价机制、余缺电量平衡机制、监督惩罚机制等方面。为了逐步推动交易趋向市场化发展，全面放开售电侧市场成员交易，需要制定切实有效的交易主体准入机制，利用市场经济的杠杆来优化配置电力资源。售电侧放开电力交易平台实施后，发电商获得自主电力交易能力，使得电力交易形式变得更加多样，国家已经逐步成立了33个电力交易中心。在发电商与售电商的交易模式这块，我国电力交易以签订中长期合约为主，包括双边交易（单一发电商与单一售电商交易为双边交易，体现为“一对一”的模式）和多边交易（“多对一”及“一对多”模式下发电商与售电商的交易为多边交易）。在电价机制上，大用户直接交易的价格机制包括交易电价、输配电价、辅助服务费用的计量与结算、收取方式、税费处理以及其他代收基金的安排等方面的机制。价格机制的确定对于大用户直接交易的成败息息相关。改革的另一重点在于余缺电量平衡机制，当突发事件和外力突发时，用户实际用电量和直接交易的合约电量会有差距，该机制即是应对该类事件的保障性服务机制。监督惩罚机制是为保证交易的合法性、有效性、、公平性和安全性而建立的。通过上述改革，我国的电力市场交易模式、服务模式等逐渐趋于完善。各部分改革试点中发电企业均能以竞价上网的模式入网，符合交易规则的大用户能直接向发电企业购电，实现点对点交易。这将是目前我国电力市场建设改革的重点。

### 国内外推荐系统研究现状(完成ing)

伴随着互联网的迅速发展,网络上记录的数据量急剧增长,用户逐渐陷入信息的汪洋大海之中,快速而高效地从如此浩瀚的数据海洋中获取我们所需要的信息变得越来越紧迫.尽管传统搜索引擎可以在一定程度上解决用户的信息检索需求,然而它们只能呈现给所有的用户同样的排序结果,无法针对不同用户的兴趣爱好主动提供个性化的服务.在此背景下,推荐系统应运而生.具体而言,推荐系统通过收集和分析用户的各种数据来学习用户的兴趣和行为模式,从而为用户推荐它所需要的信息和服务.由于推荐系统可以有效地解决信息过载问题,因而受到来自学术界和工业界的广泛关注.随着互联网的迅速发展，网络上的信息量呈现井喷式的暴涨，用户逐渐陷入信息的汪洋大海之中，如何快速且准确地在“过载”的信息中为用户找到自己真正需要的信息是互联网时代的主要任务以及当务之急。推荐系统通过收集和分析用户的各种数据来学习用户的兴趣和行为模式，从而为用户推荐其需要的信息或服务【8】。1992年9月，Xerox Palo Alto研究中心开发了一套利用相关用户的显式反馈解决信息过载问题的实验系统Tapestry【12】，用于邮件过滤。1994年自动推荐的系统GroupLens诞生【14】。GroupLens可以跨网站计算也可以自动完成推荐。GroupLens是为Usenet新闻过滤而产生的。1995年~1996年间，由于数据量增大，信息过载问题日渐严重，这一阶段的研究集中在计算性能的提升，降维方法和基于物品的关联规则算法都是这一时期产生的。在1997年，“推荐系统”（Recommender System, RS）的概念首次被提出【13】，协同过滤算法是至今为止发展最成熟，应用最广泛的推荐算法。该算法的诞生标志着推荐系统的诞生【9】。其核心思想是：使用先验可用的用户对项目评分集来了解用户和项目之间的相互依赖关系，通过相邻项目的评分（基于邻居的[9,28]）或推测低维嵌入(low-dimensional embedding)（基于潜在因子的[21,29]）来预测用户对项目的评分【10】。在1997年以后，推荐系统逐渐被应用到电子商务网站中，比如著名的亚马逊(Amazon.com)。在亚马逊的推荐系统中，率先使用基于物品的协同过滤算法，可以处理超大规模的评分数据，推荐系统的应用为亚马逊带来了空前的效益，推荐系统为其做出的贡献率在20%~30%【15】。推荐系统还被广泛应用于广告推送，例如社交网站Facebook，采用了广告推荐，好友推荐等。2000年到2005年互联网泡沫到来，当时的新兴的以推荐系统业务为核心的公司纷纷倒闭，但是推荐技术的研究依然继续。2006年以后，推荐系统的研究来了一波新的高潮。随着推荐系统技术的不断迭代，其为各行各业带来的效益不断提升。预计未来的若干年，推荐系统的研究还将持续升温。随着互联网的爆炸式扩张，当今推荐系统还有很多问题亟待解决。如数据稀疏性问题，冷启动问题等。数据稀疏性成为推荐系统最突出的问题【11】，会导致目标用户选择出的邻居不合理，进而导致推荐结果准确度降低．

在国内，互联网发展迅猛，崛起飞快。电子商务是目前国内引入推荐系统最为广泛的商业领域，比如：淘宝、天猫、京东商城、当当网、苏宁易购等等。这些互联网公司会针对不同用户的不同需求分析用户的偏好，为用户“量身定做”感兴趣的商品列表，作为推荐，可以为企业带来更多的商业价值。社交网络引入推荐系统也比较广泛，如微博、微信朋友圈等。为用户推荐其感兴趣的用户，即朋友推荐。推荐系统的应用范围不断扩张，在新的形势下不断提出新需求，推进推荐技术不断进步，从而促进社会发展。

## 本文组织结构

本文共分为六章，每张主要研究内容如下：

第1章，绪论。介绍了本文的研究背景和意义，基于电力改革背景，提出电力交易推荐系统设计方案和推荐算法设计方案。介绍了电力交易与推荐系统的国内外研究现状。

第2章，相关技术。从推荐算法、统计方法和推荐系统三个角度简要介绍本文研究的推荐系统相关的核心技术。

第3章，基于时序社交关系的协同过滤算法。提出了基于时序社交关系的协同过滤算法，给出了算法的推荐框架。在三个真实数据集上验证了算法的准确性和效率与传统的推荐算法相比有一定程度的提高。

第4章，基于用户偏好估计的协同过滤算法。提出了基于用户偏好估计的协同过滤算法，并详细阐述算法思想。最后通过在两个真实数据集上对算法的精确性和数据稀疏性问题上做出了评价。

第5章，电力交易推荐系统移动端设计与实现。设计并实现基于Android平台下的电力交易推荐系统原型，使用软件工程的思路阐述电力交易推荐系统移动端原型的设计和实现过程。

第6章，总结与展望。对本文研究的内容做出总结，并说明本文亟待解决的问题，对下一步工作进行展望。

# 