目 录

[第1章 绪 论 1](#_Toc470247373)

[1.1 研究背景 1](#_Toc470247374)

[1.2 研究意义 2](#_Toc470247375)

[1.3 国内外研究现状 3](#_Toc470247376)

[1.3.1 国内外电力市场交易模式 3](#_Toc470247377)

[1.3.2 电力预测研究现状 4](#_Toc470247378)

[1.3.3 推荐系统研究现状 6](#_Toc470247379)

[1.4 论文章节安排 7](#_Toc470247380)

# 绪 论

## 研究背景(已完成)

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(已完成)

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。

### 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Xerox Palo Alto研究中心开发了实验系统Tapestry【12】,该系统是基于当时相对新颖的利用其他用户显式反馈（评分和注释）的思想，帮助用户过滤邮件，解决邮件过载问题。（**需改进的语句**） 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】。随着互联网的爆炸式扩张，数据稀疏性成为推荐系统最突出的问题【11】，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．1994年产生了第一个能够自动推荐的系统GroupLens【14】。该系统也是为文本文档（Usenet新闻消息）过滤而开发的，和Tapestry不同之处在于，Tapestry专指一个点（比如一个网站内、一个系统内）的过滤机制，GroupLens则是既能跨网计算又能自动完成。

MIT的PattieMaes研究组于1995年创立了Agents公司（后更名为FireflyNetworks）。明尼苏达州的GroupLens研究组于1996年创立了NetPerceptions。这一时期工作主要解决在大大超越实验室规模的情况下运行带来的技术挑战，开发新算法以降低在线计算时间等。

1997年，Resnick等人【13】首次提出“推荐系统”（Recommender System, RS）的概念，认为该词比“协同过滤”更能准确地描述推荐技术。接下来推荐系统就进入商业应用中去，最著名的电子商务推荐系统就是亚马逊（Amazon.com），用户选择一个感兴趣的商品之后，该网站会显示出用户可能感兴趣的商品。Linden等人公布了在Amazon.com中使用的基于物品内容的协同过滤方法，该方法能处理大规模的评分数据（当时有2900万客户和几百万的商品目录），并能产生质量良好的推荐，大大提高了Amazon的营业额，据统计，推荐系统的贡献率在20%~30%之间【15】。另一个成功的应用是Facebook的广告，系统根据个人资料、用户朋友感兴趣的广告等对个人提供广告推销。

推荐系统是[11,12]目前互联网中最常见的智能技术，无论是电子商务、电影网站、音乐网站以及目前的在线广告和在线应用推荐，推荐系统都扮演着至关重要的角色。在20世纪90年代早期，利用网络上数百万人的意见帮助人们寻找自己感兴趣的商品和内容非常具有诱惑力。目前为止，这个简单想法确实在不同的领域也证明了其有效性，这个简单的想法就是推荐系统的前身。1992年，帕洛阿尔托研究中心在Tapestry系统中引入了协同过滤推荐的概念和算法，向世人展现了如果将显示的标签数据以及隐式的用户行为数据存入数据库中，以及用户如何通过这些数据进行过滤选择出自己感兴趣的商品或内容。

纵观推荐系统的发展历程，主要有四个相互交叠的发展阶段。在早期阶段基本上就属于推荐系统的探索阶段，不仅包括了协同过滤还包罗了基于知识的推荐系统，在初始阶段，例如FindMe系统证实了推荐系统的有效性，为日后人们在该领域展开科研以及互联网商业实践方面奠定了基础。在这一阶段中关键的事件是1996年3月份在伯克利举办的推荐系统协同过滤专利研讨会，研讨会将不同领域的中的人们聚集在一起，主要围绕推荐系统这一主题进行商讨最终达成共识。接下来的发展阶段，推荐系统随着快速发展的互联网行业而展现其功能，1995年MIT的Pattie Maes研究组创立了Agents公司，后期更名为荧火虫网络，同期还有许多其他公司兴起并奋起直追，在实验过程中，工作人员为了证明推荐系统能够提供有效的推荐而遇到各种挑战。需要处理上百万的用户和物品以及每秒成千上百的交易，开发人员为了降低在线计算时间而开发许多新的推荐算法，包括至今还在应用的降维方法和基于物品的关联算法。在这一时期，推荐系统的研究领域非常广泛，例如冷启动问题、隐式评分及可信度等用户体验相关的问题。但是，随着2000年到2005年互联网泡沫的破灭，许多推荐系统公司由于无法将推荐利用到更全面的商业主流互联网公司而倒闭，但是推荐系统作为一种技术依旧广泛应用在电子商务、互联网推荐中。同时，推荐系统吸引了各个学科的研究人员加入，如机器学习，人工智能，数据挖掘等，他们将本学科的方法引入到推荐系统中，为推荐系统注入了新鲜血液，提供了更多新的方法和成果。由于可以获得海量的数据，推荐算法的研究成果取得了很大的提升，在2006年Netflix大奖赛上将预测精度提高10%被奖励100万美元更是将推荐算法推上了高峰。

在我国，互联网行业快速发展，中国的网民数量已经达到世界首位，网络消费正在悄然改变着人们的消费观念，成为最有潜力的消费主流。许多国内大型电子商务平台都引入了推荐系统，如淘宝网、京东商城、当当网等针对不同用户的购物行为分析其偏好，使用户体验到个性化定制的消费体验，在海量商品中更加容易获得自己感兴趣的商品。除此之外，一些社区网站的兴起使电子商务平台网站结合用户的社区网络进行个性化推荐，如人人网、朋友圈、微博等社交网络的兴起，以及以陌陌、微信等为代表的基于移动互联网的社交网络快速发展社交网络的蓬勃发展推动了个性化推荐技术的进步，也对新形势下个性化推荐提出了新的要求，加速了电子商务与社交网络的深度融合。

### 国内外典型移动交易服务系统(未完成)

阿里移动交易系统包含三大平台：淘宝、天猫和阿里巴巴。淘宝网（taobao.com）移动端是中国最大的网购零售平台，拥有近5亿的注册用户数，每天有超过2.4亿的固定访客。同时每天的在线商品数已经超过了8亿件，平均每分钟抽出4.8亿万件商品。淘宝平台营造了包括C2C团购、分销、拍卖等多种电子商务模式在内的综合性零售商圈。淘宝旺铺服务是由淘宝提供给淘宝卖家，允许卖家使用淘宝提供的计算机和网络技术，实现区别于淘宝一般店铺展现形式的个性化店铺页面显现功能的服务。淘宝指数是一款基于淘宝的免费数据查询平台，可通过输入关键词搜索的方式，查看淘宝市场搜索热点、成交走势、定位消费人群在细分市场的趋势变化的工具。天猫是一种B2C（Business to Consumer）模式的交易平台，把品牌商和生产商整合在一起，为商家和消费者之间提供一站式解决方案。2014年2月19日，天猫国际上线，为国内消费者直供海外原装进口商品。阿里巴巴批发网即1688批发网，定位于网上采购批发大市场，帮助工厂、品牌商、一级批发商引进大量的买家，包括十万级的淘宝网店掌柜、百万级的线下城市实体店主、千万级的现有批发市场买家，提供一系列交易工具，打造全球最大的批发大市场。1688以批发和采购业务为核心，通过专业化运营，完善客户体验，全面优化企业电子商务的物业模式。目前，1688已覆盖原材料、工业品、服装服饰、家居百货、小商品等16个行业大类，提供从原材料采购-生产加工-现货批发等一系列的供应服务。

京东商城是中国B2C市场最大的3C网购专业平台，是中国电子商务领域最受消费者欢迎和最具影响力的电子商务网站之一。京东商城的市场定位是：中国最大的电脑、数码、通讯、家用电器产品网上购物商城。相较于同类电子商务网站，360buy京东商城拥有更为丰富的商品种类，并凭借更具竞争力的价格和逐渐完善的物流配送体系等各项优势。京东覆盖全国的5个仓储物流中心，以这5个仓储物流中心为点，覆盖59个城市，用户通过移动端App平台购买京东商城上的商品，通过计算机系统前台的订单处理，后台系统与企业内部的管理信息系统连接，以便快速进行订单处理、库存管理和更新财务数据，并和外部贸易伙伴进行电子数据交换，以便实现快速电子订货，通知本地物流系统送达商品。

滴滴打车是一款免费基于移动应用的打车App应用软件，时下最热的移动端应用“打车软件”平台，2012年,滴滴打车在北京中关村诞生，9月9日正式在北京上线，此后便与正在火热发展的移动互联网行业相互交融。现在，滴滴打车每天为全国超过1亿的用户提供便捷的召车服务和更加本地化的生活服务，让正在高速发展的中国移动互联网真正渗透到用户心中。目前，滴滴打车已经成为了全国最大的移动应用打车软件交易平台。“滴滴打车”改变了传统打车方式，建立培养出大移动互联网时代下引领的用户现代化出行方式。较比传统电话召车与路边扬招来说，滴滴打车的诞生更是改变了传统打车市场格局，颠覆了路边拦车概念，利用移动互联网特点，将线上与线下相融合，从打车初始阶段到下车使用线上支付车费，画出一个乘客与司机紧密相连的O2O完美闭环，最大限度优化乘客打车体验，改变传统出租司机等客方式，让司机师傅根据乘客目的地按意愿“接单”，节约司机与乘客沟通成本，降低空驶率，最大化节省司乘双方资源与时间。

微商是一种社会化移动社交电商模式。它是企业或者个人基于社会化媒体开店的新型电商，主要分为两种：基于微信公众号的微商成为B2C微商，基于朋友圈开店的成为C2C微商。微商和淘宝一样，有天猫平台(B2C微商)也有淘宝集市（C2C微商)。所不同的是微商基于微信“连接一切”的能力，实现商品的社交分享、熟人推荐与朋友圈展示。微商是基于微信生态集移动与社交为一体的新型电商模式，主要分为两个环节：B2C环节、C2C环节。微商B2C环节是由货物供应者（包括厂商、供货商、品牌商）提供一个微信上搭建的统一移动商城，直接面向消费者，负责产品的管理、发货与产品售后服务。微商C2C环节是由微客个人端实现商品的社交分享、熟人推荐与朋友圈展示等。微客属于移动端商城插入的个人分销的功能，可以去除产品与消费者之间的隔阂，开启一个人人电商的时代。微客分享商品链接到朋友圈、微博、QQ空间等社会化媒体上，通过熟人关系链实现口碑传播，一旦有人通过该链接进行交易，微客就能获得佣金，且佣金无需人力结算，SDP自动进行分账。

## 论文章节安排(未完成)

本文主要部分分为六个章节进行，下面描述每个章节的研究内容。

第1章，绪论介绍了论文的研究背景和意义，阐述了论文的主要内容是基于电力改革的背景而提出的交易平台设计，并在系统中实现电力负荷预测及推荐算法。同时，介绍了电力交易的国内外研究现状以及推荐系统的研究现状。

第2章，相关技术介绍主要是详细介绍推荐系统中协同过滤算法，同时介绍了传统互联网推荐系统与移动端推荐系统的概念和区别，除此之外，还介绍了推荐系统的相关技术和电力预测技术。

第3章，基于用户属性相似度的协同过滤推荐算法主要是针对本文电力交易方式改变这一背景，提出了基于用户相似度的矩阵填充算法，填充后的矩阵实现基于用户相似度的协同过滤推荐，以列表的形式将Top\_k发电企业推荐给大用户，促进双方交易。

第4章，基于粒子群神经网络电力负荷预测主要通过粒子群优化神经网络算法，精确预测发电企业的电力负荷，以服务与推荐算法中关于发电企业推荐的电量匹配中。

第5章，电力交易推荐系统的移动端的实现主要介绍了移动端电力推荐系统的整体架构以及架构实现，并将预测算法与推荐算法在移动端平台实现，实现整体电力交易推荐系统。

第6章，总结与展望主要内容是总结整篇论文的思路与设计，并针对不足对下一步工作提出展望

# 