**第1章 绪论**

1.1研究背景及意义

近年来，伴随着社会经济高速发展，城市化进程正在逐步加快，交通在人类的生产生活中扮演着越来越重要的角色，人们对于交通的需求与依赖程度逐渐加深，随之而来的是机动车数量的爆发式増长，与此同时，交通堵塞，事故频发，环境污染，能源消耗也成为了亟待解决的问题。相关数据表明，到2015年底，全国机动车保有量为2.79 亿辆，其中汽车1.72 亿辆，占 61.65%；机动车驾驶人 3.27 亿人，其中汽车驾驶人超过 2.8亿人。相比 2010 年的 2.07 亿辆，全国机动车保有量 5 年来增长了 34.78%，增速之快令人惊叹。机动车的急剧增加也带来了一系列交通问题，如交通拥堵，最为明显的表现是早晚上班高峰时间段内城市道路或节假日期间高速公路等道路拥堵绵延数公里，造成道路通行能力急剧下降，由此带来的时间、经济及环境损失严重，同时给民众出行及相关部门管理带来了很多不便。

所以，人们越来越关注城市交通拥堵这一问题，如何解决也引起了人们的重视。多数城市所选择的解决办法有：进行城市交通规划，建立公交专用道，实施错峰出行制度，收取交通拥堵费，交通需求管理等。有些城市为了减少交通拥堵所带来的损失，开始大量修建道路。然而，当斯定律表明：新道路的建设从表面看来增加了道路容量，短时间内会减少行程时间，但同时已有道路上的交通流会逐渐转移，城市的整体拥堵状况在一段时间后会恢复至原来的水平。实际上，汽车数量并未因道路的修建而减少，这种方法其实在无形中鼓励了更多车辆的出行。所以，长远来看，建设新的道路无法从根本上解决这一难题。

传统的交通管理技术已经不能承受这个日新月异的社会所带来的交通压力了。面对不断出现的交通问题，智能交通系统开始展露头角，根据不同城市的交通系统的特点，通过结合当下先进的信息科技技术、电子通信技术、传感技术等运用于不同城市的交通领域。全方位的展示交通系统中人、车、路元素相互错综复杂的关系，能够全方位、实时监控，并基于

这些数据基础给出相应的解决方案。智能交通系统（ITS）包含多个子系统，如数据采集系统、数据分析系统、数据发布系统等，涵盖车辆控制、道路监测及收费、驾驶人员管理和事故处理等多方面。其中，交通诱导系统是未来智能交通系统的一个重要研究内容，而短时交通流预测又是交通诱导系统的核心。如何利用目前海量的交通大数据，获得交通流的各种属性，并通过智能化的手段合理地预测出未来时间内道路交通流的变化，为出行人员提供具体、及时且准确的流量信息，进而优化车辆出行路径、疏导车流、避免拥堵，是智能交通系统至为关键且亟待解决的问题。

短时交通流预测其预测步长一般在十几分钟之内，由于交路况信息受很多不确定因素的影响，具有不确定性，所以交通流呈非线性变化；因此，面对时间间隔非常小的交通流数据集，交通模型的预测结果与现实生活的相差越大。如果能够准确实时的对交通流信息进行预测，那么对于整个社会道路交通事业的发展有着重大的意义。本课题的研究内容便是对短时交通流量的预测。

1.2国内外研究现状

首先应用于短时交通流预测的是基于线性理论的模型，有卡尔曼滤波模型及滑动平均模型；然后出现了基于非线性理论的模型，小波分析模型和非参数回归模型。此后，神经网络模型由于能够较精确地逼近非线性系统成为了学术界研巧的热点。近年来，对交通流数据的预处理化及采用智能算法与神经网络模型结合的方法成为了短时交通流预测研究的主要方向。

2000年，贺国光等人将时间序列模型、卡尔曼滤波模型及自适应权重神经网络模型分别用来预测短时交通流Ｗ，其中，时间序列模型在实际应用中的实用性不高；当预测的时间间隔缩短至５分钟Ｗ内时，卡尔曼滤波模型不能保化预测精度，所Ｗ不能应用于实时在线预测；而神经网络模型对短时交通流的预测取得了较好的效果。2003年，宗春光、宋靖雁等人通过对交通流时间序列的特点进行分析，提出了一种基于相空间重构的局部短时交通流预测方法Ｗ，使用从北京市交管局获得的实际交通流数据进行仿真实验，取得了满意的效果。2005年，徐启华、了兆奎等人通过动态递归神经网络对短时交通流进行预测，由于递归神经网络模型的动态记忆能力较静态神经网络更具适用性，因此对交通流的预测效果更精确。2006年，田晶、杨玉珍等人使用了基于ＬＭ（Ｌｅｖｅｎｂｅｒｇ－Ｍａｒｑｕａｒ邮算法的ＢＰ神经网络模型和基于混浊时间序列的预测模型对短时交通流进行预测Ｗ，实验结果证明两种模型预测效果相差不大，但基于混浊序列的预测方法在实时性上更优，并且随着时间序列的增加，预测效果会更好。2006年，王进等人给出了基于混浊动力学理论的短时交通流预测方法，首先使用主分量分析法对数据进行处理，然后进行相空间重构，最后使用实际交通流数据进行预测仿真，通过对交通流时间序列的处理，扩展了对短时交通流预测的研究内容Ｗ。2008年，张朝元等人将改进的最小二乘支持向量机算法应用到了短时交通流的预测中，通过与传统的支持向量机方法及多元线性回归方法的对比，证明了基于改进的最小二乘支持向量机算法具有更高的预测精度。2009年张晓莉等人针对交通流预测中存在的捜索速度慢，案例库生成难的问题，提出了一种基于平衡二叉树算法的Ｋ－邻近非参数回归模型，能够保证实时性的同时具有较高的预测精度。

2010年，谭国真、王凡等人在广义神经网络短时交通流预测基础上，将训练集进行分解，从而加快了对训练样本的处理速度，能够同时满足短时交通流预测的精确性和实时性。2011年，李松、罗勇等人提出了基于遗传算法优化ＢＰ神经网络的短时交通流预测应用研巧，将遗传算法与梯度下降算法结合用于优化权值及网络拓扑结构，作者通过实验证明了使用单一算法的预测效果不如两种算法混合训练的结果。2012年，李松等人进行了基于改进的粒子群算法优化ＢＰ神经网络短时交通流预测的研究，通过使用改进的粒子群算法对巧始权值进行优化，算法中对粒子的更新过程进行了改进，通过对更新后的粒子进行部分初始化，避免陷入局部最优解，在一定程度上扩大了搜索空间，提髙了算法寻找到全局最优解的可能性。2013年，高述涛提出了布谷鸟算法优化ＢＰ神经网络的短时交通流预测，通过布谷鸟算法寻找到较优的一组网络参数，然后通过梯度下降算法进行参数的调整。2013年，ＹｕＷａｎｘｉａ等人提出了基于小波降噪的短时交通流量预测研究。由于短时交通流量不稳定，容易被局部噪声破坏，作者采用小波变换技术对交通流数据进行分解及重建。然后通过粒子群算法优化ＲＢＦ神经网络对短时交通流进行预测。作者使用了５个数据集进行实验，仿真结果表明了基于小波降噪的粒子群算法优化ＲＢＦ神经网络模型在每个误差指标上都优于单一的ＲＢＦ神经网络。2013年，ＧＡＯＪｕｎｗｅｉ等人提出了基于遗传算法优化的小波神经网络短时交通流预测。作者基于遗传算法的全局搜索能力，优化小波神经网络的权值和小波因子，仿真结果表明基于遗传算法的小波神经网络模型不仅能够有效的避免网络陷入局部极小值，而且具有较快的收敛速度和较高的预测精度。2013年，ＫｉｔＹａｎＣｈａｎ提出了使用自适应粒子群优化算法结合神经网络与模糊推理的组合模型对高速公路传感器采集到的数据进行短时交通流预测，通过与遗传算法的对比分析，证明了自适应粒子群算法有较好的寻优效果，对短时交通流的预测精度有很大的提升。２０１４年，金玉婷对混沌和小波神经网络的短时交通流预测方法进行了研究，取得了较好的预测效果。

２０１５年，梁巧，谭建军等人提出了一种基于Ｍａｐｒｅｄｕｃｅ的短时交通流预测方法。文中通过遗传算法优化相关参数，采用Ｍａｐｒｅｄｕｃｅ优化Ｋ邻近算法的搜索速度，实验结果表明该方法在保证预测精度的前提下，能够更快的收敛，提高了预测的速度。２０１５年，ＴｉａｎＹｏｎｇｘｕｅ等人提出一种基于长期记忆的神经网络短时交通流预测方法。由于目前的研巧中大多数模型的输入历史数据长度是预定义且静态的，不能够自动的确定最佳时间滞后。为了克服这个缺陷，作者提出了ＬＳＴＭＲＮＮ（ＬｏｎｇＳｈｏｒｔＴｅｒｍ ＭｅｍｏｒｙＲｅｃｕｒｒｅｎｔＮｅｕｒａｌＮｅｔｗｏｒｋ）模型，能够自动记忆长期历史输入数据从而确定最佳时间滞后。作者将该模型与经典预测模型进行了比较。实验结果表明，所提出的模型可以实现更高的准确度和广义性。２０１５年，ＯｈＳＤ、ＫｉｍＹＪ和ＨｏｎｇＪ提出了基于混合模式识别模型对城市的交通流进行预测，主要是将高斯混合模型集群方法与人工神经网络相结合，通过与支持向量机和Ｋ邻域捜索算法的对比，证明了该方法能够更准确的预测城市交通流量。２０１５年，ＰａｎＹｕｌｉｎ，ＷａｎｇＤｏｎｇ等人提出了小波神经网络与自回归移动平均模型相结合的方法，通过误差补偿提高了短时交通流预测的精度。

２０１６年，刘韵提出了基于免疫粒子群算法的神经网络短时交通流量预测方法，应用了免疫理论中的浓度选择机制Ｐ１］，送种方法在保证粒子的多样性的同时也能够保证种群一定程度的收敛，使用改进后的粒子群算法优化神经网络的权值，提高了短时交通流预测的准确性。２０１６年邵俊倩提出了基于小波模糊神经网络的实时交通流预测，用神经网络实现模糊推理，完成对交通流的预测估计。２０１６年，黄文明提出了改进人工蜂群算法优化ＲＢＦ神经网络的短时交通流预测，利用改进的人工蜂群算法确定ＲＢＦ神经网络的中屯、值和单元数。采用平均商策略初始化种群，自适应调节邻域捜索步长，基于自适应比例选择策略平衡全局搜索和局部捜索能力，对交通流的预测效果较好。２０１６年，ＷａｎｇＤｏｎｇ和ＸｉｏｎｇＪｉｅ等人提出了在非平稳条件下基于在线顺序极限学习机的短时交通流预测方法ＰＷ。在高速公路高峰交通状况和非平稳状态下，采用简化单层前馈网络结构的短时交通流预测方法，即集成在线顺序极限学习机，通过快速训练历史数据，逐步更新模型。实验结果表明，作者所提出的方法在平均绝对百分比误差，均方根误差上均优于传统的极限学习机方法。２０１６年，ＣｈａｉＹａｎｃｈｏｎｇ等人提出了基于小波分析和神经网络的短时交通流量预测方法作者将Ｍｏｒｌｅｔ小波分析技术与ＢＰ神经网络结合对短时交通流量进行预测，使用小波分析对交通流数据进行预处理，然后按照梯度下降算法调整权值，结果表明该模型提高了交通流预测的精度。２０１６年１１月，ＦｕＲｕｉ，ＺｈａｎｇＺｕｏ等人提出了基于ＬＳＴＭ（ＬｏｎｇＳｈｏｒｔ－ＴｅｒｍＭｅｍｏｒｙ）和ＧＲＵ（Ｇａｔｅｄ艮ｅｃｕｒｒｅｎｔＵｎ化；）神经网络模型的短时交通流预测方法口，首次将ＬＳＴＭ和ＧＲＵ神经网络结合应用到交通流预测中，通过仿真实验，表明了该模型的预测效果比自回归移动平均模型的预测效果更好。近年来，各国学者开始将深度学习模型逐渐应用到了短时交通流的预测问题上。２０１６年，民ｉｄｈａＳｏｕａ、ＡｒｉｅｆＫｏｅｓｄｗｉａｄｙ等人采用了基于深度学习和ＤＳ证据理论的大数据框架短时交通流预测方法，对历史交通流量数据与天气数据进行相应的处理，预测短时交通流量，取得了较好的预测效果。２０１６年，ＨｕＷｅｎｂｉｎ，ＹａｎＬｉｐｉｎｇ等人采用粒子群算法优化支持向量机对短时交通流数据进行预测，通过与ＢＰ神经网络、自回归移动平均模型的预测效果进行对比，表明该模型具有更高的预测精度口。２０１６年，ＴａｎＨｕａｃｈｕｎ等人提出了基于ＤＴＣ（ＤｙｎａｍｉｃＴｅｎｓｏｒＣｏｍｐｌｅｔｉｏｎ）的短时交通流预测方法，通过动态张量法获取交通流内部的信息，补全缺失的交通流数据，并对短时交通流进行预测。

２０１６年，ＫｕｍａｒＡｂｈｉｓｈｅｋ和ＢｉｊａｎＢｉｈａｒｉＭｉｓｒａ提出了基于混合遗传算法和时间延迟神经网络模型的交通流预测方法，输入向量除了交通流数据外，还考虑了速度、温度和湿度等因素，通过各种因素的不同组合建立了五种预测模型，仿真实验结果表明基于多种因素的神经网络模型对于交通流的预测效果更加可靠。

２０１７年，ＣｈｅｎｇＡｎｙｕ、Ｊｉａｎｇ沿ａｏ和ＬｉＹｏｎｇｆｕ等人提出了一种基于混浊理论和支持向量机回归方法的多源交通流预测方法。首先对交通流数据进行降噪处理，然后对一维的交通流量信息进行相空间重构映射到高维空间中，从而获得更加丰富的交通流量信息及特征，再使用支持向量回归模型预测短时交通流量。作者使用了多个数据集进行实验，结果表明与单一模型相比，基于相空间重构的支持向量机回归模型在短时交通流预测的准确性和及时性方面都有更好的效果。

综上所述，近年来对短时交通流预测的研究主要有＾下几个方面：一种是对原始的交通流数据进行分析和处理，主要是特征提取和缺失数据的补全；一种是基于海量数据的交通流预测，除了需要大量的交通流量的数据外，还有相关的湿度、温度、天气情况等数据，而这些数据在目前条件下不容易得到；更多的是使用智能算法与神经网络相结合，期望得到更高的预测精度和稳定性。

1.3论文主要内容及章节简介