同济大学字

毕业设计(论文)开题报告

（适用于工科类、理科类专业）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课题名称 | 有轨电车线路运行安全防护永久及临时速度曲线设计软件实现 | | |
| 副标题 |  | | |
| 学院(系) | 交通运输工程学院 | | |
| 专　　业 | 交通工程 | | |
| 学生姓名 | 曾诚 | 学号 | 1251440 |
|  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2016 | 年 | 03 | 月 | 4 | 日 |

1. 毕业设计（论文）课题背景（含文献综述）

## 1.1有轨电车介绍

伴随着经济的快速发展和城市化、机动化的进程, 国内大多数城市的空间布局由单中心向多中心转变。在国内大中城市中,新城区、开发区的建设成为未来城市的发展趋势, 这有利于现代有轨电车在城市中的使用。

1)在优先发展公共交通的背景下,现代有轨电车的灵活多变特点能很好地适应连接新旧城之间以及新区内部的优质、高效的公共交通系统服务需求。

2)城市交通堵塞和环境污染日益严重, 考虑到城市交通投资的约束, 现代有轨电车能与其它轨道交通相互协调,共同承担城市的交通需求,以提高公共交通的服务竞争力,提高城市生活质量。

3)在道路资源充分、施工条件良好的新城区,应尽量实现现代有轨电车路权专用, 以提高运行速度和断面运能, 实现快速、大容量的运输目标。

有轨电车是采用电力驱动并在轨道上行驶的轻型轨道交通车辆。有轨电车是一种公共交通工具，亦称[路面电车](http://baike.baidu.com/view/14738309.htm)或简称电车，属轻铁的一种﹝以电力推动的列车，亦称为电车﹞。但通常全在街道上行走，列车只有单节，最多亦不过三节。另外，某些在市区的轨道上运行的缆车亦可算作路面电车的一种。

## 1.2有轨电车发展历程（背景）

自年第一辆城市有轨电车在德国诞生后，世界各地开始发展城市有轨电车。在世纪初，这种以轨道作为车辆导向的大运量客运交通工具得到了快速发展。在世纪年代，仅美国的有轨电车总长度就达公里。然而，随着西方国家私人汽车的急剧增长，大量汽车涌上街头，旧式有轨电车行驶与其他车辆混行等问题日益突出。世纪年代开始，世界各国的大城市纷纷拆除了有轨电车线路。到世纪年代，以汽车为主导的交通模式所带来的问题日渐凸显，能源危机、环境污染、土地紧缺、交通拥堵等问题，迫使欧美发达国家重新将大容量的轨道交通作为发展城市公共交通的重点。由于中小城市无法负担地铁的巨额投资，各国环境和交通部门便着手进行了有轨电车的运营、建设、研究和发展。

由于有轨电车的独特优势，从上世纪九十年代开始，世界的大城市又开始了有轨电车的建设。1992年，法国相继建成了多条有轨电车而且大大缓解了相应区域的交通拥挤。由此各国又开始了对有轨电车的建设。

作为成熟的轨道交通方式，有轨电车凭借其相对经济、节能和环保特点成为了很多城市公共交通的主力运载工具。一些城市在废弃有轨电车几十年后，又开始重新研究建设这个系统。在保留和发展有轨电车的过程中，工程技术人员坚持不懈地攻克了制约有轨电车发展的相关技术，并对早期的有轨电车系统加以改造，使得有轨电车可以持续发展，于是具有低噪音、低振动、省能源、能高速等高性能的现代有轨电车在欧洲中小城市应运而生。

国内第一条有轨电车于年在上海建成通车，它标志着我国城市公共交通的一个里程碑。年以后在大连、北京、天津、沈阳、哈尔滨、长春等城市都相继建成了有轨电车。到了年代，我国有轨电车有了很大发展，成为当时城市公共交通的主要交通工具。随着我国汽车工业的迅速发展，机动性更好的公交汽车越来越普遍，旧式有轨电车逐渐被无轨公共车辆所替代。年代末，我国各大城市的有轨电车线路基本拆完，仅剩下大连、长春个别线路保留至今。大连、鞍山、长春所使用的有轨电车均为大连电车工厂生产制造的。值得一提的是，型有轨电车是我国自行研制的第一种有轨电车。1983年定型生产的DL621型六轴有轨电车是国内首次采用铰接车体技术的城市轨道车辆。

最近，上海市城市规划设计研究院编制的《恢复使用、发展有轨电车的可行性研究》提出，在上海市内可以布置总长254 km、14 条有轨电车线路，这些线路的布置设想如下。

T1：从北外滩出发，走新建路隧道沿浦东南路，再穿越耀华路隧道回到浦西，最终到达上海南站。

T2：从北外滩出发，沿新建路、海伦路、东宝兴路等到达外环线。

T3：从上海西站出发，沿交通路、延长西路、经花园路、四川北路、四川中路、四川南路，再绕行中华路、人民路。

T4：从老城厢出发，沿半淞园路、龙华路向西延伸至宛平南路，再向南穿过龙华机场，经龙水路，沿上中路至虹梅路折南到达外环路。

T5：从外滩出发，沿延安东路、延安中路、延安西路、转入番愚路、吴中路至外环线。

T6：从外高桥保税区出发，沿杨高北路南下，经金桥开发区、张江高科园区，最终到达黄浦江边。

T7：从外高桥保税区出发，沿五洲大道向西，过嫩江路隧道，沿翔殷路、水电路、汶水路到达真大路。

T8：从高桥镇出发，沿东塘路、浦东大道，经张杨路、罗山路直到黄浦江边。

T9：浦东南部地区，从外环线出发，沿锦锈路到沿浦路。

T10 ：从军工路出发，到杨树浦路，折向西经提蓝桥，到达高阳路、东大名路。

T11：从长寿路出发，直到外环线。

T12 ：从古浪路出发，直到外环线。

T13 ：从外环线长清路出发，到达铜仁路，与轨道交通M6 线交汇。

T14 ：从外环线刘场路出发，到达上海火车站北广场。

## 1.3上海浦东张江有轨电车

上海浦东张江有轨电车项目一期工程已于年正式投运，运营控制系统同步开通使用。经过运营，系统各向指标正常，运行平稳，达到设计要求，满足了运营需要。与地铁、轻轨等传统的轨道交通不同，张江有轨电车工程采用橡胶轮胎、导向轨结构，车辆行进时主要依据地面交通信号红绿灯，车辆运行速度由司机自主掌控。道岔信号主要用于控制导向轨道贫，引导车辆前进方向。

正线有3组道岔，共付，分别在起点站折返渡线、终点站折返渡线和进出车辆段的岔线上。方案釆用了车载无线道岔控制技术，在对道岔控制时通过微波识别获取道岔控制权，确保只有唯一机车能够控制当前道贫，从而提高了行车安全。

以为主要定位方式，在进入盲区时，能自动切换辅助定位模块；以GPRS为通信平台，将实时采集到的数据车辆定位、车辆营运、车辆违规、安全等传送到控制中心服务器，同时接收控制中心服务器传送过来各种消息和指令，实现双通信功能；支持语音和文字或方式智能报站，兼备服务用语、违规提示、语音提示、电子站牌等功能；接收和显示来自系统平台的单项调度和集群调度指令信息；如出现超速、滞站、非正常开关门、异常情况、路堵、事故、故障、纠纷等实现信息即时报警。项目釆用数字集群技术为其专用无线调度系统平台服务，使用兆数字集群政务共网的数字集群网络摩托罗拉系统服务，数字集群终端设备为电车调度和相关业务提供无线通信或数据传输等服务。由数字集群网、控制中心无线调度台含通话录音设备、车载台和手持台组成，具有调度呼叫、数据业务等功能。共配置安装在有轨电车车辆上的车载台套、放在调度控制中心的基地台和语音录音器各套，供工作人员使用的手持台套。

## 1.4路口信号优先控制系统

有轨电车主要是采用公交优先的方法进行交叉路口的信号控制。现代有轨电车在地面路段行驶时与社会车辆共同行驶在道路上，虽然享有专用路权，但与其他车道之间存在着平面交叉，因此，如何合理利用资源，不可避免地需要利用路口信号优先控制系统，以便控制调度中心实时监控各有轨电车车辆的运行状况，保障整条线路运营的安全和通畅，保证有轨电车与社会车辆有序运行。有轨电车在公交路口处应按公交系统路口信号灯显示行车，具体设计时需结合有轨电车线路布置情况和路口性质进行分析。目前广泛应用于现代有轨电车工程的路口信号优先控制系统主要有“区域控制”和“集中控制”2 种模式。

1.4.1 区域控制方案。

有轨电车全程保持卫星定位，调度中心定位主要针对运营全局的监视和应急情况下的指挥; 车载定位装置无须电子地图显示、主要负责定位信息的实时计算。在车辆进入预先设定的“判定范围”内时，车载设备结合车辆位置信息、车速和已知的交叉口位置信息等，启动预计到达时间的计算，并通过短程通信以一定时间间隔将“优先请求信号”发送至具备有“信号优先判定模块”的路边设备，由路边设备根据当前信号灯相位并结合当时行车状况，选择延长或缩减相位为有轨电车车辆显示绿灯。在此过程中，车辆通过路边设备与路口机依靠无线传输信道进行实时交互，以确保行驶车辆能够与路口机充分配合，在保证行车安全的前提下通过路口。

1.4.2 集中控制方案。

在有轨电车上装载BD/GPS，车辆通过GPRS 向控制中心发送本车位置信息，该信息通过公共交通信号优先系统处理，从控制中心通过光缆向交警控制中心的智能交通信号控制主机发送优先信号; 然后通过智能交通信号系统接口对系统进行控制干预，以达到优先的目的。公共交通信号优先系统在其内部可以通过比对车辆运营实时位置时间表与运营方提供的理想到站时间表，来确定该有轨电车是否能够准时到达车站，是否需要调整途经路口的信号灯相位，以此达到信号优先的目的。其中，区域控制模式由于信号优先的交互仅处于区域范围内，因此信号优先判定过程中基本不存在信息传输延时问题; 车辆位置信息无需频繁上传，信息传输成本相对较低; 在车载定位设备基础之上，如加之通信和管理功能，则可形成完善的车载系统。集中控制模式相对区域控制而言，GPＲS传输信息量过大，不利于运营成本的控制; 定位信息的传输存在延时，定位精度不高，特别是在车辆高速运行的情况下，影响优先信号的实时性和连续性等。综合考虑各种因素，路口信号区域控制模式显然具有更广泛的实用性。

## 1.5 有轨电车安全运行速度

现代有轨电车是行走于地面道路的一种公共交通工具。它除了具有轻轨交通的运行特性外，还要与市政道路交通相结合。其交通要素主要包括现代有轨电车路权类型、车道布设方式、路权隔离方式以及车站形式。这些交通要素对市政道路交通的整体通行会产生直接的影响。

现代有轨电车线路通常是沿着城市道路走向布设，因此线路的曲线半径小，个别地段的曲线半径在20m以下。为了使车辆能够顺利、快速通过曲线，采用小定距的设计和铰接装置的结构是必要的。有轨电车的车辆形式有四轴单节车、六轴单铰接车和八轴双铰接车三种。

现代有轨电车的运行速度主要取决于现代有轨电车车辆的最高速度、最大加速能力、线路特征、站间距及停站时间等因素。现代有轨电车系统基本是路面系统，在平交道口设置相应的优先信号，站间距在500m~800m之间，在繁华地区站间距有的不足500m。因此，现代有轨电车车辆的最高行驶速度一般设定在60km/h左右，平均运行速度在18km/h~ 25km/h之间，最高可达40km/h。

## 1.6 有轨电车路权形式

现代有轨电车可供选择的路权形式主要有全封闭路权、半封闭路权和共享路权三种形式。现代有轨电车作为城市公共交通的替代形式，路权形式的选择要综合考虑城市交通需求、城市道路布局及与其他交通方式的融合。

半封闭形式采用地面敷设方式，基础设施简单、经济、便捷，对城市其他交通干扰较小，同时能够充分发挥低地板现代有轨电车的优势，与城市道路布局结合好。车门处低地板正好与站台等高，乘客上下车便捷；在穿越平交道口时，采取现代有轨电车信号优先措施，能够保证现代有轨电车较好的服务质量（旅行速度和准点率）。

现代有轨电车线路的布设对沿线道路交通的影响主要包括：区域路网、路段通行能力、交叉路口、沿线单位出入口及过街行人的影响。

1.6.1 区域路网

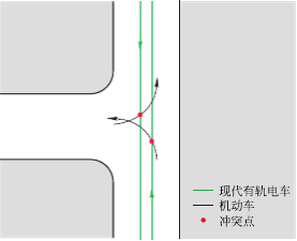
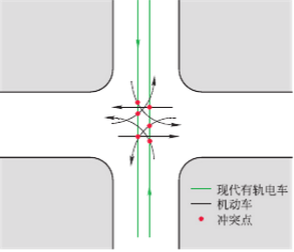
现代有轨电车交通组织应结合周边路网现状及规划条件，通过对近远期交通量进行合理的预测，发现周边路网在现代有轨电车建成后可能存在的问题，并提出改善建议。

1.6.2

路段通行能力沿线路段交通组织，线站位方案布设时，应尽可能减少对道路资源的占用。对建设条件较好的路段，现代有轨电车尽量采用半封闭路权，同时必须保证现状道路的车道数，维持现有道路交通现状。

1.6.3 交叉口

若现代有轨电车采用路中布设，对于沿线采取了禁左措施的T型交叉口（见下左图），即只允许“右进右出”，现代有轨电车线路敷设对禁左的T型交叉口不造成影响；但是对于可以左转的T型交叉口，需采取调整信号灯相位及周期或采取封闭、禁左、绕行等措施，因为现代有轨电车的路中布设对这些T型交叉口的通行能力和服务水平有一定的影响。现代有轨电车穿越十字交叉口，沿中央布设将占用既有交叉路口的左转专用车道，如下右图所示。另外，为提高现代有轨电车的通行效率，尽量考虑实现现代有轨电车信号优先，将对既有交叉路口的信号控制造成一定影响，而现代有轨电车路中布设将对沿线十字交叉口通行能力及信号控制造成一定影响。现代有轨电车沿线的路段掉头车道需调整至上下行的灯控交叉口，会对交叉口的整体通行能力造成一定影响。



二、毕业设计（论文）方案介绍（主要内容）

## 2.1课题研究方向

本设计将根据有轨电车的车辆特性和线路特性，计算有轨电车安全的速度曲线，支持外部线路参数的输入或文件导入、临时限速的设置，用计算机软件实现速度曲线自动生成。设计成果将以软件形式，部署在车载系统上，提供实时最大车速的计算。设计基本思路拟用Python完成全部开发，核心使用Python的dxfwrite库，前期将学习并测试其CAD解析能力，需要实现CAD图的坐标解析，数值标注等功能。后期主要建立数学模型，计算速度曲线，并根据线路实际参数，设计出模拟数据，并代入进行测试。

## 2.2主要内容

2.2.1 查阅有轨列车安全速度曲线相关论文，设计具体算法

通过查阅论文资料，了解有轨列车控制系统中，速度曲线的算法，目的在于保障有轨列车的安全舒适和提高运输效率、行车密度。关键在于了解算法的输入参数和速度计算原理，为之后模型的建立打下基础。

2.2.2 学习DXF相关知识，并掌握Python解析DXF技术

有轨列车的线路图主要还是用CAD绘制，CAD的主要格式有DWG和DXF，而DWG格式加密级别较高，不适合用其他程序解析，这里选择统一使用DXF格式，Python中的dxfwriter库较为完善，然而为了实现具体操作，将会对dxfwriter的源码进行删改。

2.2.3 建立模型，开发安全速度曲线计算软件，编写文档

用Python实现数学模型，并设计大量模拟数据进行测试，保证在各种条件下均能正常计算。同时编写软件开发文档，记录功能实现过程，供后期使用，调试及二次开发参考。

三、毕业设计（论文）的主要参考文献

[1] 曾小清等编著，《轨道交通运行控制与管理》，人民交通出版社，2015

[2] 叶霞飞，顾保南. 城市轨道交通工程[M]. 华中科技大学出版社，2007.

[3] [陆云](http://book.jd.com/writer/%E9%99%86%E4%BA%91_1.html),[刘达德](http://book.jd.com/writer/%E5%88%98%E8%BE%BE%E5%BE%B7_1.html)等.现代有轨电车工程[M].西南交通大学出版社,2015.

[4] 薛美根，杨立峰，程杰现代有轨电车主要特征与国内外发展研究［J］.城市交通，2008，6(6):88-91

[5] 王舒祺.现代有轨电车交叉路口优先控制管理方法研究综述[J]．城市轨道交通研究，2014（6）:17－22．

[6] 林琳.基于模糊控制的BRT交叉口信号优先控制方法研究[J].郑州铁路职业技术学院学报,2010, 04.

[7] 王明文，王国良，张育宏.现代有轨电车与城市发展适应模式探讨[J].城市交通，2007,5(6):12-15.

[8] 唐森，马韵.现代有轨电车在城市区域内的适应性[J]上海交通大学学报，2011 , 08(45):71-75.

[9] 马作泽.现代有轨电车地面控制系统原理样机研制[D], 2011, 12.

[10] Tim Parkin, dxfwrite 1.2.0 : Python Package Index [DB/OL ] , 2015

[11] Wang Yanqing, Zeng Xiaoqing, Li Yang. Similar Normal Distribution of Pedestrian Speeds at Signalized Intersection Crosswalks. ISDEA 2014 Fifth International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications,

[12] Autodesk , AUTOCAD. DXF格式详解 [DB/OL] , 1992

[13] 丁强，现代有轨电车交通概述［J］.都市快轨交通，2013，12.

[14] 王明文，王国良，张育宏.现代有轨电车与城市发展适应模式探讨[J]. 城市交通，2007，（6）：71-72.

|  |
| --- |
| 指导教师审核意见：（针对选题的价值及可行性作出具体评价）  指导教师签名  年 月 日 |
| 专业审核意见：  负责人签名  年 月 日 |