

杜勇：公交大数据技术创新与应用

1. 大数据背景下的北京公交

最近几年,北京地面公交客运量在逐年下滑,下滑的幅度达到了10%以上。这其中包含了很多原因,主要的原因在于北京轨道交通大规模的发展。2014—2017年间,北京新开通了七条地铁线,总里程约100公里。到2020年北京地铁的运营里程将会达到1000公里。另一方面,近几年互联网的进入使交通行业产生的新业态,这对地面公交也造成了一定的冲击。

从2014年开始,地面公交的客运量逐年下降,而轨道逐年提升。到2015年9月份,轨道交通每天客运量已经超过了地面公交。对于典型的公交站点,轨道交通的开通使地铁站周边的公交站点的客运量急剧下降。

近两年兴起的共享单车,这种出行方式和公交、地铁相比有很大区别。公交、地铁是中长距离的运输,单车出行主要以短途为主。我们认为总体上共享单车、公交、地铁是一种互补关系。通过分析2016—2017年的数据,我们发现共享单车投放比较集中的公交站点,站点的客运量也受到了影响。平均客运量下降了30%,更有甚者达到50%,所以共享单车对地面公交的局部客运量还是会有一些影响。

实际在这种情况下,地面公交运营企业感受到冲击和压力。因为客运量对运营企业来说是生命线。所以传统的企业面临着转型升级的压力,但是大数据为传统行业的管理方式变革带来了机遇。

以北京市为例,对于公交方面的数据,我们拥有包括4万多个站点的数据。同时每天会产生大概10亿条的车辆定位数据,以及1000万条乘客刷卡的数据,还有基于手机的数据。这些都是很宝贵的数据资源。在这个背景下,通过大数据的驱动,公交技术的创新,可以提高企业的效益、管理的效率,以及面向乘客的服务水平。

2. 我们的探索与实践

2009年之前,基于出租车的卫星定位数据分析实时路况,主要还是面向机动车驾驶员服务。从2010年开始,在前期工作的基础上,依托了国家“863计划”课题,还有北京市科委的科研课题,启动了面向公共交通数据的研究。

到2013年的时候,北京公交做了一款APP,它可以查公交的到站时间和到站距离。2014年我们在数据处理领域进行拓展,除了向社会提供出行服务之外,还有公交企业运营管理。到今年为止,我们初步形成了技术体系,而且这个成果获得了北京市科学技术奖,以及中国智能交通协会的科学奖。

在公交的大数据处理方面,我们的工作主要包括三个方面,分别是基础、支撑和应用。在基础方面我们进行了精细化数据的预处理工作,这个工作往往会被大家忽略,人们往往去关注模型、算法。在支撑层面我们实现了精准化计算公交的特征。在应用层面我们实现智慧公交的决策服务,包括提供出行服务,运营管理的服

务,甚至政府的决策服务。通过以上实践,我们认为要把东西做到实处,让它好用、实用,还要围绕着实际的需求,而不是纯理论的研究。

下面将简要阐述这三方面工作。

在数据汇聚和处理方面,目前我们梳理了北京公交的数据集,包括15大类,积累的数据大概1000亿条,这些数据里面既包括线路、站点、车辆等静态数据,也包括卫星定位还有刷卡记录等动态数据,另外还有很多与地图相关的数据。到目前为止,这些数据实际上已经明确了数据接入标准、存储的规格还有动态预处理流程,基本形成了数据预处理体系。

在公交的特征计算方面,主要包括客流计算,和公交运行速度计算。在客流计算方面,我们发现了数据存在不可避免的问题,包括刷卡记录所反映的站需和实际不匹配的问题,以及乘客刷卡时间上有提前或延后的问题。另外还有驾驶员报站和实际到站不同步的问题等等。针对这些问题,我们形成了基于关键数据链客流的计算方法。

在速度计算方面,我们面临很多的问题,包括公交车辆卫星定位数据样本分布不全,缺失,以及公交车红绿灯的等待带来的误差。这种情况下,我们也形成了一套精准的计算公交车的运行速度方法。通过这些技术的突破,我们每天能够准确、实时的掌握北京市的大概900多条的公交线路,还有4万多个站点的客运量。在运行速度方面北京市全部运行路网的速度以及公交车辆的速度可以实时提

取,精度达到一分钟。

在应用层面我们做了这么几方面的工作:支持公交更智能化的调度,基于多层次目标的优化调度方法。所谓的多层次目标我们主要是以客运量最大、运行时间最短,以及车辆满载率适中为主要目标。同时要兼顾司乘人员的劳动时常,还有厂站的物理条件等等,从而推导出能够为线路提供优化的排班调度计划以及最优的配车数。

北京公交运营方面对上述技术做了较好的应用示范。首先在客运量上,去年9月份开通的线路,随着配车数的增加,每个月平均每天的客运量有一个提升。但优化前每天平均客运量约为5000人次,在优化完调度时刻表以后,整体客运量提升了20%左右,另外司乘人员的劳动时间也是平均减少了20分钟。最后在满足线路要求的前提下,实际的配车数比计划配车数减少了6辆。在公交线路网规划方面,当公交线路新增调整或者延长时候,我们会进行精确化客运量的预测,例如首末站和中途站的设置。对于北京公交新开通的一个线路,左图是最开始的方案,线路比较长,站点比较多,和轨道交通接驳的四个站点,传统认为这样客运量应该是比较大。预测结果约为每天3500人次。基于我们的方法对其稍微调整,线路与站点也减少了,和地铁接驳点由原来的四个变成了两个。运输效率明显提高。公交的安全管理方面,我们所做的探索主要是采用计算机图像识别处理,计算车上乘客的数量、排队等候的数量,针对驾驶员疲

劳驾驶行为进行预判。而且,基于数据我们也提出了地面公交运营的评价体系,这个主要给公交企业提供量化的、客观的、数字化指标,让他们了解整个运营的实际情况是什么。在对社会的信息服务方面,我们推出了公交车到站时间、到站距离查询服务。2013年推出的时候仅包含了78条线路,现在到目前为止已经达到800多条,北京公交线路覆盖率达到99%。最近,我们将和一些全国性的定值公交的互联网平台合作,依据我们线路规划的方法,选取出一些线路来,让他们进行实际的运营。

3. 未来发展展望

最后我们认为大数据技术和公交未来的发展需求,大数据技术和公交未来的发展,还有很多事情可以去做的。

第一,我们应该以我们乘客的实际需求,多样化的需求作为导向,以大数据作为支撑,从而改变现有单一的公交运营模式,能够向社会、乘客提供多元化、主动的服务模式。比如说在传统运营的线路基础上,提供接驳专线、高铁快巴、微循环小巴等等。

第二,我们可以对社会提供更好的服务,包括现有的公交到达预测,车上拥挤程度预测,让大家有一个更便捷、舒适的出行体验。

另外现在国家、地方政府特别重视节能减排,运营车辆也在更新车纯电动。这个方面我觉得还有很多工作需要进行,包括纯电动车辆换电站布局、规划等等。

用公交定义百姓的城市圈

——山东省济宁市探索全域公交一体化纪实

7月底,在山东省济宁市财政局企业管理处工作的孔令辰双休日回曲阜老家的时候又没开车,还是挤城际公交打了个来回。

“两城往返约100公里,我开车油钱就得花五六百块。坐公交单程才4块,刷卡还九折,速度也慢不了多少。更主要是省心、安全,还不耽误跟亲友喝顿酒呢。”老孔这账算得头头是道。

从2013年6月到去年底,从市中心到11个县(市、区),济宁交运集团先后开通18条以票价低、班次多闻名的城际公交线路,在全国地级市中率先建立起通达全部下辖县(市、区)的城际公交运营体系,将各地“孤岛”状的城乡公交网络紧密连通在了一起,把全域公交一体化的便宜与便捷送到了全市百姓的身边。

济宁城际公交全域贯通后,今年上半年客流量已近1100万人次,预计全年客流量将达2100万人次,相当于800多万济宁居民每人一年坐公交跨城流动两次半。

盛夏的中午,35°C的高温下,济宁汽车北站开空调的候车厅里和外面的站亭下,各条城际公交线路都有几人或十几人在排队。

“这会儿人是最少的,各线路一般15到20分钟发一班车。赶上早晚高峰期,一些线路调成10分钟发一趟车都挤得满满的。”济宁城际公交集团有限公司经理张明秀说,“我们城际公交日发送旅客6万人次,高峰时段日发送旅客突破8万人次。与长途汽车相比,(城际公交)各线路年发送旅客数量增加了1到3倍。”

价格是最优的指挥棒。济宁交运集团副总经理路秀贞介绍说,长途汽车执行的是道路运输价格,基本保证盈利,而城际公交是按10公里1元的城市公交标准定价,各线路票价降幅平均达70%;同样是济宁到曲阜,长途汽车至少15元,城际公交仅4元;济宁到微山110公里的城际公交线路全程才10元,不到原来长途汽车35元票价的三成。不仅如此,在城际公交的9折优惠卡之外,济宁还在全市发放敬老卡、爱心卡和优抚卡,65岁以上老人、残疾人和伤残军人持卡免费乘坐所有公交车,60岁以上的居民可享受半价优惠。可以说,在城际客运领域,济宁也把公交惠民原则发挥到了极致。

“经常有老人早上来赶车到区县农村买菜,回来坐着车顺便把菜择干净,10点多到家,还能歇会儿再做饭。”张明秀笑着说。仅从全市30万张敬老卡的刷卡数据看,到去年底,济宁城际公交已为老年人免费800多万元,全部由市政财政买单。城际公交的出现尤其便利了农村居民。农家出身的路秀贞告诉记者,以往通村的长途汽车班次少,票价高,农民进城既不方便也不舍得坐长途车,特别是进城务工人员,驾农用三轮车、搭拖拉机或者骑摩托成了常见的选择。如今,济宁各地基本实现城乡公交一体化,再连上便宜的城际公交,农民们可以摒弃不安全的交通方式,在全市范围内愉快地来一场“说走就走”的旅行了。

据济宁市交警部门统计,城际公交开通5年来,全市涉及农用车的道路交通事故量全面下降,与之前的5年相比,事故起数下降74.57%、死亡人数下降63.92%、受伤人数下降79.01%。

四通八达的惠民公交网络还解决了一个“顽疾”——多年来动用行政、司法的力量都没法根治的黑车、无证三轮车拉客乱象,在济宁各地已基本消失。

因工作需要明察暗访过所有18条城际公交线路的孔令辰告诉记者,城际公交大大拓展了济宁市民心目中的城市圈,不仅全市跨城的商旅、务工明显活跃起来,有力地促进了市县经济融合发展,而且,城市的家庭下乡观光休闲,农村的居民进城购物娱乐也成了风尚。“对城际公交来说,双休日都成了高峰期。我这趟到曲阜来回都没赶上座。”他说。

依托完善的公交出行系统,在孔孟之乡济宁,不用政府号召,全域旅游已经走进了百姓的生活,蓬勃发展的旅游产业也为乡村振兴增光添彩。

赚钱的买卖赔钱做?

在济宁汽车北站的场院里,记者看到,20多辆明黄色的城际公交和几辆暗橙色的快速公交巴士(BRT)正列队待发。

“包括BRT在内,我们的484辆城际公交车全部是清洁能源或纯电动车,节能环保,时尚舒适。”张明秀自豪地说,城际公交开通至今,济宁交运集团已累计投入资金2.5亿元,用于购置新能源公交车、搭建运营调度平台等。

由于“物美价廉”,每条城际公交线路的开通之日,就是同程长途大客车的下岗之时。

——您也许不知道,这被挤垮的济宁长途客运业务,原本竟是济宁交运集团自己占有垄断优势的主业。

由1948年的兖州兵站起家,2006年改制为全员持股的民营股份制企业的济宁交运集团,从2007年起用3年多时间,累计投资两亿多元,陆续收购、兼并了全市的公、私营长途客运班车,基本实现了济宁交运集团一个市场主体的集约化经营,甚至创下了1台长途车年赚50万元的佳绩。可是,已经“一统江山”的他们不仅没有坐地起价,反而“自废武功”,用赔本的城际公交取而代之,还淘汰了数百辆燃油长途汽车,原因何在?

“城际公交虽然是政府倡导的,但的确是企业想干的事。”济宁交运集团总经理张敦勇坦言,受高铁发展、私家车普及,以及黑车抢客等的冲击,近几年交运集团长途客运的载客量和营收大幅下滑,3000多名相关司乘、运营、后勤员工的生计堪忧。城际公交的发展可以保住这些人的饭碗,也让3000多个家庭以及整个交运集团免于动荡。这个,可以说“人和”。

济宁交运集团统揽全市长途客运市场的格局,则为城际公交的普及提供了“地利”,可

将发展矛盾化解在企业内部,并在体现企业的责任与担当的同时,稳稳地占据这一块市场,为城乡物流等业务的发展打好基础。

然而,在巨额亏损这一可预见前景下,以上设想只能是空中楼阁。

万事俱备,只欠东风……

交运集团有过“冲动”的教训。张敦勇深有感触地回忆道,公路“村村通”之后,交运集团曾响应号召主动开通了一批通村公交线路。这些名为“都市公交”的班次为了保本,只好执行道路运输票价,单价少则四五元,多则十几元。但是,城乡居民乘车的热情不高,不少线路依然亏得难以维持。

“全国很多城市都来探寻济宁城际公交的经验,我说关键经验不在企业,而是政府财政的有效支持。”张敦勇说,正是靠着财政支持到位这一“天时”,将“政府要干”“企业想干”变成“企业能干”,济宁城际公交才没有沦为“换个马甲”的长途汽车。

让全市居民同享均等化的公交服务

“济宁发展城际公交不是作秀,而是作为城市发展战略的一个重要组成部分。”济宁市财政局党组副书记王玉留介绍说,2009年,省政府批准的《济宁市城市总体规划(2008—2030)》提出了“济兖邹曲阜”城市群融合发展规划。实践中,市委、市政府认识到,城市群融合发展,交通是基础和纽带,而公交一体化更是人们感受得到的“城市融合”标志。优先发展公交体系,让市民享受安全、便利、快捷、经济的公共服务,既是加快市县融合、减轻大气污染的重大举措,也是提升百姓的获得感、幸福感、安全感,提升政府满意度的责任所在。于是,在充分调研的基础上,2013年,济宁市召开党政联席会议,专题研究“济兖邹曲阜”都市区公交一体化等问题,明确了开通时间。

此次会议还解决了一个最根本的问题:决定将城际公交纳入市财政支持体系。

这一体系有两大核心:一是车辆购置和运营补贴机制。济宁交运集团设立独立法人资格,实行单独核算的济宁城际公交集团有限公司,自筹资金购置车辆,政府按车辆运行年限分年度进行补贴。市财政局每年委托第三方审计机构对城际公交公司的运营成本费用审计,对认定为合理的成本费用,财政在予以补贴的同时,还按1%—3%的成本利润率给予补助。二是以市为主,合理分担的公交投入机制。市级财政承担BRT线路及主城区跨区运营的城际公交运营补贴(2017年起按市、区财政7:3的比例分担),并按6:4的比例与其他县(市、区)财政分担城际公交线路的运营补贴。

2013年6月26日,济宁中心城区至兖州、曲阜、邹城、嘉祥的7条城际公交线路顺利开通;9月,兖州、曲阜、邹城之间的3条城际公交互通线路开通;2014元旦,济宁至高铁曲阜

东站快速公交线路开通。随后,在其他县市人民群众的热切要求下,经市政府批准,2014年12月,济宁开通了至金乡、鱼台、汶上的3条城际公交线路;2017年12月,济宁到泗水、微山、梁山三县的4条线路开通运营。至此,济宁中心城区至各县(市、区)的城际公交全部贯通,18条线路运营总里程820公里,660个站点绝大部分在沿线乡村。

与此同时,在各地财政的支持下,交运集团先后在8个县市区开通城市、城乡公交线路248条,线路总长度6650公里,共投放公交车2150辆(其中纯电动公交车1660辆),全面实现城乡公交一体化,各线路票价一般不超过两元,曲阜市、金乡县均已全域推行1元公交。

“2013年以来的5年间,市级财政直接投入公交方面的补贴补助资金累计达6.3亿元,市县财政对城际公交的运营补贴达到4.3亿元。随着运营线路的增加,今年,预计市县财政对城际公交的运营补贴将达到1.3亿元。”济宁市财政局企业管理处主任宋令锐说。

如今,以城际公交线路为主干,城市公交和城乡公交为延伸和交织,济宁中心城区至各县城、乡镇、村庄四级公交网络已初具规模,全市城乡居民均等化的公交服务正成为现实。

算明白账 坐放心车

“有别于我们一直以来对城市公交实行的定额补贴机制,对城际公交,从开始就尝试分清哪些是企业该担的,哪些是政府要补的,以及市、县级财政各自应承担哪些事权和支出责任,以确保补贴机制公平、合理、可持续,并发挥出激励约束作用。”宋令锐告诉记者,经过4年的实践,济宁财政局、交运集团积累了丰富的数据,探索出可行的路径。2017年6月,《济宁市公交企业成本规制管理办法》和《济宁市公交投入和补贴资金管理办法》正式出台,标志着适用于全市所有公交类型,责任清晰、合理分担、规范统一的公交运营补贴机制成型。

以公交场站(亭、牌)等公交设施的建设、维护为例,以往多由公交企业办理,协调各方的难度很大。《济宁市公交投入和补贴资金管理办法》明确“按市批准的规划设计统一标准,由沿线所在县(市、区)负责”,交运集团已建设的一些场站设施也被当地政府收购,企业可以更专注于做好运营服务。

又如,2012年,济宁市提出,新上公交车辆必须是节能环保型公交车。6年间,仅市级财政就通过政府买单的方式,为主城区公交更新车辆支付3亿多元。而城际公交发展,前期车辆购置成本同样巨大。该让济宁交运集团自筹资金购置车辆,在扣除已享受中央财政新能源车推广补贴的基础上,市财政将其余购车费用通过车辆折旧纳入运营补贴,开通5年来已弥补城际公交车辆折旧1亿元以上,有效地减轻了财政的当期负担。

《济宁公交企业成本规制管理办法》则详尽列示了人工成本、直接运营成本等4大类15个项目的具体内容及规制,这一成本费用“清单”的设计同样体现着理财的严谨与智慧。

拿主要成本项目来说,办法规定,燃料及动力用量、营运车辆修理费、轮胎消耗费等项目,参照公交企业前3年加权平均百公里消耗水平,对标公交行业平均消耗标准确定规制,并以车辆使用年限3年或行驶里程20万公里划线,线前设5%、线后设10%的上下浮动范围。实际发生数超过浮动范围上限的,按浮动范围上限计入规制成本;实际发生数在浮动范围内的,按实际发生数计入规制成本;实际发生数低于浮动范围下限的,按浮动范围下限计入规制成本,即其差额100%作为节能降耗奖励补贴给公交企业。

“两个办法中像这样对企业降本增效的激励约束比比皆是。”宋令锐说,这样做看似规矩更多,约束更细,但企业和政府都会因此获得一个清清楚楚的明白账:实际亏损多少,其中哪些是政策性的,政府应该弥补,哪些是经营性的,企业应该通过内部管理消化;成本中哪些对标行业有差距,等等。企业拿了这本账,挖潜降耗有目标、有抓手;政府拿了这本账,补贴清算更公正、更透明。

不仅如此,从今年起,济宁市交通局、财政局还委托第三方机构对公交企业进行年度计划和运营服务考核,考核内容包括安全运营、乘客满意度等,考核结果与补贴资金的30%挂钩,以85—90分为达标区间,超奖低扣。路秀贞给记者算了笔账,假如城际公交公司今年的成本规制减去营业收入为1.3亿元,而考核得分为95分,则考核调减率为30%*(95-90)/100=1.5%,企业就能多得195万元的补贴;若考核仅得80分,则将被扣减195万元。“这更加调动了我们主动优化管理保障安全、提升服务质量的积极性。”他说。

在济宁汽车北站的公交智能调度中心,记者看到,所有运营中的城际公交车辆实时位置及图像都显示在屏幕上。张明秀介绍说,每辆城际公交车均安装了GPS卫星定位系统和车内外4路视频监控,中心可以对驾驶员、营运车辆实施综合管理,全方位做好安全保障工作。而乘客也可通过“济宁交运通”微信公共平台,查看公交车实时位置信息,还能直接用手机刷支付宝乘车呢。

张敦勇对城际公交财政补贴资金的及时到位赞不绝口。虽说“金主”分别是市、县(市、区)财政,但公司根本不用去“求爷爷告奶奶”,所有的补贴资金都由济宁市财政统一支付,县(市、区)财政分担资金年终通过财政体制结算上解。而且,市财政每年一季度就预拨本年度75%的补贴资金,并清算上年度补贴资金,公司的运营不因财政补贴不到位而受到影响。

“这是我们财政部门做好服务的应有之义。”王玉留说。