

中国可持续能源项目

大卫与露茜尔·派克德基金会
威廉与佛洛拉·休利特基金会 合盟
能 源 基 金 会
项目资助号：G-0309-07042

昆明快速公交 BRT 系统研究

The Study on BRT System in Kunming

昆明市城市交通研究所

2004 年 11 月

昆明快速公交 BRT 系统研究

The Study on BRT System in Kunming

课题负责人	林 卫		
课题研究人员	林 卫	高级工程师	昆明市城市交通研究所
	唐 翀	高级工程师	昆明市城市交通研究所
	文 杰	高级工程师	昆明市城市交通研究所
	张旭东	高级工程师	昆明市城市交通研究所
	计文波	助理工程师	昆明市城市交通研究所
	高 杰	助理工程师	昆明市城市交通研究所
	孙静怡	副教授	昆明理工大学交通学院
	赵 升	工程师	昆明同想电脑软件公司

目 录

执行报告	1
(一) 概述	1
(二) 课题主要结论及建议	3
(三) 下步工作计划	5
一、昆明市公交专用道规划设计规程研究	6
(一) 一般规定	6
(二) 交叉口规划设计	7
(三) 路段规划设计	7
(四) 站台规划设计	7
二、昆明城市BRT线网规划研究	9
(一) 快速公交(BRT)的概念和经验	9
(二) 昆明城市公交现状及评价	10
(二) 公交客流趋势及容量	11
(三) 公交骨干线网布设方案及实施	11
(四) 实施性技术建议	15
三、昆明城市公交票制系统研究	16
(一) 昆明公交票制现状	16
(二) 昆明公交新票制技术原则	17
(三) 昆明公交新票制系统技术研究	18
(四) 新票制的预期效果与风险	22
(五) 实施建议	23
四、昆明城市BRT保障体系研究	25
(一) 昆明发展BRT的主要外部因素分析	25
(二) BRT保障体系的框架	26
(三) BRT保障体系的内容及原则	27

执行报告

（一）概述

1996 年，昆明与苏黎世开展了公共交通规划国际技术合作，提出“公交优先”政策。1999 年 4 月，昆明建成首条现代公交专用道，在中国最早开始了 BRT 的实践。

2003 年 11 月，能源基金会支持昆明市开展《快速公交系统规划研究》，提供了部分项目资金和高水平的技术咨询，旨在继续推动昆明最终建立快速公交和加快实现城市交通可持续发展的步伐。在为期一年的项目合作中，昆明市城市交通研究所完成了《昆明公交专用道设计规程研究》、《昆明城市 BRT 线网规划研究》、《昆明城市公交票制系统研究》、《昆明城市 BRT 保障体系研究》4 个项目，并已通过专家评审。其中的主要内容，已作为我单位的正式技术建议提交昆明市政府，其中一些主要建议已为市政府采纳，并责成有关部门进行落实。目前，该项工作已初显成果，表现在以下几个方面：

1. 2004 年 2 月，《昆明主城区交通畅通工程方案》中确立了建设 BRT 系统的具体措施，并列入政府工作报告。
2. 2004 年 7 月，与昆明市公共汽车总公司共同完成现状公交线路的查询册；并利用不同颜色区分各中心场站的线路，形成现状公交网络图，使公交线网的识别更加简单、清晰。
3. 2004 年 8 月，建立了 96312 号码的“风行彩云”公交线

路电话查询服务。

4. 2004 年 9 月，结合昆畹路（规划“井”字公交专用道的一部分）的改造建设，完成既定的第四条公交专用 2.6km 的初步设计工作，预计 2005 年上半年完成建设。
5. 2004 年 10 月，昆明公交公司车辆装配厂在新型车辆生产中，吸取了 BRT 系统要求的部分车辆设计概念，采用环保发动机；宽大车体空间和车门；较低的车辆地板高度等。
6. 2004 年 11 月，在昆明成功举办了国际城市可持续能源发展市长论坛，在政策层面极大推进了昆明乃至其它中国大城市 BRT 的发展。
7. 2004 年 12 月，昆明市城市交通研究就“市长论坛”的主要观点，通过媒体进行了大量宣传，并在 2005 年昆明城市交通综合整治工作计划中，向政府提出了建设 BRT 的近期对策和技术建议。

总体而言，本项目以技术研究为基础，以推进昆明 BRT 建设为目标，积极发挥交通所在指导城市交通发展方面的政府咨询作用，在精心完成技术工作的同时，积极通过宣传、技术指导或建议等形式，不断强化城市政府和其它职能部门关于“公交优先”的交通发展理念，全面推进昆明现代 BRT 系统的实施。

（二）课题主要结论及建议

1. 昆明从实施“公交优先”战略以来，建设了适合中国城市特点的，在中国标准和效率最高的公交专用道。但与国际上先进的 BRT 相比，其容量和服务水平有巨大差距，有必要进行改善和提升，以向政府和公众展示“公交优先”应有的效果。
2. 现代 BRT 是一个综合的系统，只有专用道设施是远远不够的，还需要在车辆、线网、车站及场站、营运调度、公交票制、乘客服务系统等方面，按现代 BRT 的标准，建设适合具体城市特点的 BRT 系统。
3. 现代 BRT 可以达到轨道交通的运力和服务水平，其建设和营运费用远低于轨道交通，而且能在很短时间内建成投入使用，特别适合于象昆明这样经济实力有限的发展中国家城市。
4. 昆明的公交专用道需要在设施方面进行改善，不仅要提高标准，优化设计细节，最重要的是要以低矮硬质隔离的方式保证公交专用道的封闭性，提高公交运行的效率和稳定性，同时应能在紧急情况下作为应急通道使用。
5. 分阶段拓展昆明城市公交专用道路网规模公交专用道路网，最终形成总长 63KM 规模。按 BRT 标准建成西昌路、北京路、人民东路沿长线公交专用道，此后配合东部新城开发，建设菊华立交经贵昆路、昆洛路进入东城的高标准公交专用道。
6. 建立免付换乘电子新公交票制，建议采用乘客 2 次乘车上车时间差 1 小时内，不需要另行付费的计费模式，对于一次出行，实现一次付费全网通行，使乘客由使用“线路”出行转

变为使用“网络”出行，同时提高乘客的登乘速度，减少公交站点滞留时间。这种出行需求的改变，将促使公交线网形成更合理的布局。

7. 优化公交线网布局，形成分级接驳体系：一级线网为 BRT 标准的大运量、高服务水平线路；二级线网作为一级线网的补充，是地区性公交干线；三级线网为高覆盖率的客流收集支线系统。
8. 提高公交专用道容量和运行效率，采用高品质的超长型公交车，在封闭的公交专用道上运行大容量骨干线路，使其运力达到 12000~15000 人次/小时的水平。
9. 通过信号控制技术，实现公交在交叉口的信号优先，使专用道上公交平均营运速度达到 20~25KM/小时，同时提高公交运行的稳定性和准点率。
10. 建立人性化、信息化的公交乘客服务系统，使乘客、特别是外来游客能很便捷获得使用公共交通的必需的信息，提升公交服务水平和吸引力。
11. 公交场站按客运枢纽进行规划和建设，以使公交线路之间、不同公共交通方式之间、公共交通与其它交通方式（小汽车、自行车、步行等）形成良好的换乘关系，形成一体化系统。
12. 以“公交优先”为目标，建立良好的保障体系，为公共交通创造良好的发展环境。如城市交通政策、客运市场整合、新技术应用、财政支持及其它优惠政策等。

（三）下步工作计划

《昆明快速公交系统规划研究》已构建了昆明由公交专用道系统向 BRT 发展的技术框架和措施。下一步的工作重点，一方面是推进这些措施分阶段的落实；另一方面要在具体项目的实施过程中，向有关部门提供持续的技术支持。封闭公交专用道、实施免付换乘新票制、优化公交线网和建设新的公交专用道将是优先考虑的项目。

一、昆明市公交专用道规划设计规程研究

公共汽车专用道是城市公交运行的有效载体，是实现快速公交体系必需的基础设施。在中国特定的城市交通环境下，技术上如何实现公交优先，是众多中国城市共同面临的具有重大现实意义的问题。为探索适合中国国情的城市公交发展模式和成功实用的公共汽车专用道技术，从设施层面上保障公交路权和充分发挥专用道效能，我们总结了昆明市已实施的三条公交专用道的设计经验，形成设计规程，目的是指导建公交专用道的改善和新建公交专用线和 BRT 系统的设计，并期望通过进一步的实践和完善提高，最终形成具有较高水平和一定权威性的技术规程。

（一）一般规定

1. 公交专用道规划和设计的范围是在城市公共交通规划的指导下，对城市公交专用道的网络、走廊位置、路线选择进行研究，综合考虑各种技术、经济、社会因素进行确定。
2. 公交专用道规划、设计、建设必须以城市总体规划、城市综合交通系统规划基础，结合城市发展规模，满足公共交通的客流需求，达到各种交通方式协调发展。
3. 在新区建设和有条件的区域，应考虑设置单向两条专用车道的大容量公交专用道。
4. 公交专用道规划设计应在道路空间使用和交通设施布置、交通信号设置上体现公交优先的交通政策。
5. 公交专用道应根据交通工程的要求，处理好人、车路、环境的关系。

（二）交叉口规划设计

1. 交叉口交叉形式
2. 交叉口地面公交停靠站台设置的位置、形式、结构和功能要求
3. 公交专用道在交叉口的处理，交叉口渠化方式及要求
4. 结合专用道设计的城市道路平面交叉口规划、设计流程
5. 对交叉口进出口道的长度、车道断面宽度要求、公交站台尺寸等要求
6. 非机动车系统和行人步行系统、交通标志标线等管理设施和附属的设计要求

（三）路段规划设计

1. 路段横断面分配、公交专用道在断面中的布置
2. 路段机动车道和非机动车道的设计
3. 公交专用道的隔离设施（保障路权的措施）
4. 路段标志、标线
5. 过街设施、过街信号

（四）站台规划设计

1. 一般要求
2. 站台类型、选择要求
3. 站点、站距的规定
4. 站台结构、竖向、排水的要求
5. 站台上辅助设施的组成

中国大城市有着不同于其它国外大城市的特点，如人口密度高、存在大量自行车交通、路网密度不足、街道普遍狭窄等，昆明市公交专用道规划设计规程，将国际 BRT 的成功经验和中国大城市的特点相结合，形成了系统的具有中国特色的公交专用道技术。

二、昆明城市 BRT 线网规划研究

BRT 线网规划研究将着重从建立城市中心区公共交通快速通道的角度，结合城市土地利用，搭建一个有利于形成高效、经济、可行的公交线网构架，提出分步骤实施计划，以指导一定时期内公交线路的优化、调整及布设。

（一）快速公交（BRT）的概念和经验

在城市这样一个特定的范围内，快速公交能够比小汽车更好地满足乘客的需求。快速公交线网设计必须重视安全性，速度，可靠性，便捷性和舒适性。通过对国外城市公共交通发展和昆明实施 BRT 系统的经验比较，巴西库里提巴快速公交体系发展对昆明市更具有借鉴作用。在此基础上，提出昆明在现有专用道基础上分阶段实施快速公交的构想，主要包括：

1. 公交线网与票制的整合；
2. 专用道路在现有基础上的拓展、延伸、改造；
3. BRT 走廊与沿线土地利用的整合，确立以“公交引导性”的城市发展理念；
4. 优化 BRT 线网和营运调度，提升车辆技术水平，形成大容量、高效率 and 良好识别性的公交走廊，为全面建设 BRT 创造条件；
5. 利用 BRT 的经济性、灵活性的特点，统筹考虑其在未来城市公共交通系统中的功能和定位，做到远近结合；
6. 确立优先发展城市公共交通的地位，并在运行机制和建设中上鼓励公共交通和步行。

（二）昆明城市公交现状及评价

1. 公交基础设施

目前昆明已拥有总计全长为 19.5 公里的公交专用道路。分别为位于城市中心区南北向的北京路公交专用道、东西向的人民路和金碧路路公交专用道，并采用路中式的设置型式，较好地保证了公交路权。

2. 公交线网

昆明市拥有公交营运线路 93 条，其中市区线路 64 条，近郊线路 24 条，远郊班车线路 5 条。营运线路总长度为 2191 公里，其中市区线路为 664 公里，线路平均里程 10.4 公里；运营线路网总长为 1072 公里，公交服务范围随城市的扩展将进一步扩大。

3. 公交运营

近年来，昆明市公交客运量以年均增长率 11.5% 在逐年递增，呈现出良好的发展趋势。在现行政策下，企业的利润在很大程度上影响着公交公司乃至整个城市公交的发展。

公交线网依然是原来较小运营规模下的构架，没有充分考虑利用线网固有的衔接、转运来实现公交线网的相对均衡，导致产生大量孤立的单线。这种模式尽管可在一定程度上减小乘客换乘，但却很难满足城市各区域间的公交联系，一定程度上阻碍了公交客源更大幅度的增长。

4. 主要结论和评价

城市交通政策导向及公交基础设施建设对公交发展产生着重要的影响；城市的快速扩展，出行空间距离增加，导致更多居民的机动化出行要求；票制会对公交客流的出行需求和出行特征产生重大

影响，进而也影响着公交线网的布局；一定时期内，企业效益增长是必要措施，但长远仍需要提高整个公交线网的运营效率。

（二）公交客流趋势及容量

随着城市发展，昆明城市功能布局发生了一定程度的变化。城市中心区居住人口呈向外疏散的趋势，而就业岗位却通过高强度的土地开发进一步积聚。造成市民通勤空间、时间的拉长，平均出行距离增加（目前约 5km），潮汐式的交通出行特征日趋明显。公交流向集中在城市核心区与北片、东南片、西片及西片与北片、东南片的几个方向。

公交运营分析表明，已建成的三条专用道在城市中心区承担了较大比例的客流运输负荷，应尽快向 BRT 方式进行提升。根据分析测算，在保证一定的运行速度及专用道型式不做大的改动条件下，对交叉口信号进行改进，采取小于 150 秒的周期长度，并引入大容量的现代公共汽车（载客 160 人-250 人），其理论断面高峰运力仍可达到 15000-22000 人次/小时。

（三）公交骨干线网布设方案及实施

1. 目标与原则

近期公交线网的优化设计达到以下目标：

- (1) 完善主城中心区的公交专用道运行系统，同时推动 BRT 在城市新区的实现；
- (2) 高效换乘，达到全体乘客的总出行时间最少；
- (3) 各级线网匹配良好，发挥网络整体效益，运营费用最小；
- (4) 保证线网理想的覆盖率，减少公交盲区；
- (5) 保证适当的公交企业运营效益。

对线网的调整、优化设计，具体应遵循以下原则：

- (1) 根据 BRT 的设计理念，提升既有公交专用道的运行效率和容量，全面形成高标准 BRT 公交专用道路网；
- (2) 推进大容量现代 BRT 在城市新区建设中的实施；
- (3) 在尽量减少换乘次数的同时，形成方便换乘的公交线网；
- (4) 使“基础道路网”的空白区最小，实现理想的公交网络覆盖；
- (5) 公交线路设置长度保证运营的经济合理性；
- (6) 合理平衡供给需求关系，局部区域的需求顺应供给；
- (7) 充分考虑乘客对现状线路的习惯性，采取与票制相适应的渐进调整步骤。

2. 公交线网结构

昆明公交线网结构确定为“方格放射+环”的分级线网模式。

“方格”是以“井”字专用道上运行的 BRT 骨干线路为基础线网的模式；“放射”是以“井”字围合的区域为中心，通过与之相接的道路向外布线的方式；“环”配合专用道路网，以实现客流的换乘与转运，并满足沿线的公交客流需求。

公交线网分级根据道路条件、客流需求等因素共划分为三级，包括：

- (1) 直达快线。城市客运交通走廊——公交专用道为主要通道，满足沿线客流需求，并负担由其它等级线路转运产生的客流。具有鲜明的 BRT 特征和强大的客运供给能力。
- (2) 地区性干线：直达快线网的辅助线路，可部分经过客运走廊与直达快线并行，期望运送速度为 15~20km/h。
- (3) 客流收集支线：与地区性干线、直达快线相接或相交构成的

线路，功能是在客流发生点和以上两级线网之间收集和疏散客流。

3. 公交线网及 BRT 线路方案规划

昆明市市区公交规划线网共由约 58 条线路组成，总长度为 551.6km，平均线路长度为 9.5km。其中，一级直达快线 13 条，长度 137.7km；二级地区连线 19 条，长度 196.1km；三级区域客流收集线为 26 条，长度 217.8km。其中，市区线网中含 7 条在公交专用道上运行的 BRT 线路，线路长度为 47km，此外，在主城通往新城的城市主干道上也设置了一条长 26 km 的 BRT 线路，因此，昆明最终规划 BRT 网络长度共有 73km，具体如下表所示：

昆明 BRT 规划线路表

表 1

线路号	长度(km)	平均站距(m)	线路走向	站点
001	11.9	661	银河小区-北市区场站-烟草路-北京路 延长线-火车北站-北京路-火车南站	19
002	10.8	568	岷山-人民西路-人民中路-人民东路- 昙华寺	20
003	8	500	大观楼-大观路-西园路-西坝路-金碧 路-拓东路-东站-菊花村	17
004	11.5	575	黄土坡-昆崂路-西站-西昌路-弥勒寺- 金碧路-省体育场-岔街-老民航路-关 上	21
005	13	591	黄土坡-昆崂路-西站-西昌路-老海埂 路-兴科路-十里长街-日新立交-机场	23
006	10.9	606	菊花村-东站-拓东路-塘子巷-北京路- 北站-北京路延长线-烟草路-北市区场 站	19
007	9.9	550	岷山-人民西路-人民中路-交三桥-北 京路-火车南站	19
新区	26	约 800	菊花村-呈贡新城	30

(1) 公交骨干线网运营

昆明公交要达到承担全市 25%~35%的居民出行目标，公交日总出行量应在 185 万人次~270 万人次之间。因而，BRT 线路的运营必须从以下几个主要方面进行改善，包括：

- 公交车辆：载客量不小于 160-180 人/车的高品质大容量、大开门、低地板现代公交车；
- 运营调度：建立基于 GPS 或其它定位系统的现代公交运营调度中心，确保 BRT 运行稳定和高效。
- 公交票制系统：实现“无缝”换乘，使乘客利用便捷的公交网络去完成其交通活动，而非单一线路。
- 公交信号：路口信号优先或减小周期长度，近期考虑应采取不大于 150 秒的周期长度，另外，可考虑根据公交车速设置绿波。

(2) 线路换乘枢纽

根据城市总体规划及公交线网规划的要求，确定了与城市近、远期发展规模及布局相符的 5 个公交枢纽场站、5 个公交换乘中心及 6 个换乘接转站。

- 公交枢纽场站：黄土坡场站、北市区场站、菊花村场站、火车南场站、岷山场站；功能是停车保养，并承担线路到发、调度的任务，是城市公交系统之间及公交与其它交通进行衔接的枢纽。
- 公交换乘中心：北站、梁家河停车场、小西门停车场、潘家湾停车场、东站停车场；利用原有市内的公交停车场，形成市内公交线路间的乘客换乘中心，主要是衔接不同等级的线网，换乘中心建设要考虑土地的综合利用。
- 换乘接转站：小菜园、交三桥、塘子巷、弥勒寺、潘家湾、

昆百大-正义路步行区；换乘接转站是公交干线网交汇点，保证乘客使用公交线网的普遍性和灵活性。

(3) BRT 线网的分步实施

- 提高公交专用道的运营效率；
- 对五个规划公交换乘中心站，实施三级线与骨干线路免费换乘的试点；
- 在新的线网构架下成立运营分公司；
- 延伸和拓展专用道和 BRT 线路；
- 尝试土地利用与 BRT 结合的开发模式。

(四) 实施性技术建议

1. 确立城市公共交通的优先发展政策；
2. 制定有利于快速公交的交通管理措施；
3. 与城市公共交通发展相结合的土地利用规划；
4. 公共汽车与其它城市客运方式之间的整合；
5. 建设完善的行人步行体系。

三、昆明城市公交票制系统研究

公交票制是快速公交的重要组成部分之一，它对快速公交乃至整个公交系统的服务水平和运作效率具有重要的影响。票制包括费率、车票类别、付费方式、验票方式等基本要素。

（一）昆明公交票制现状

昆明公共交通现行票制为投币制，即在公交车前门设钱箱，乘客投币上车，票价一般公交车 1 元/次，豪华公交车 2 元/次，不设找补。此外，还有大量福利性月票，每年月票的经营损失高达 2700 万元。

投币制造成的主要问题是：

1. 严重阻碍换乘，形成只使用“线路”，不使用“网络”的公交出行特征；
2. 投币制直接导致公交线网布局的复杂、混乱和低效；
3. 过于复杂的线网，很难进行有效的调度，乘客难以掌握和使用；
4. 因票制原因，公交专用道上线路过多，自身效率不高，又影响社会交通；
5. 投币制不支持使用大开门、大容量公交车；
6. 投币导致车辆入口处流动效率低下，直接影响公交的运行效率；
7. 须预先准备零钞，乘客不方便；
8. 票务流程低效，有票款流失隐患；
9. 阻碍多方式一体化高效客运市场的形成。

投币制对昆明公共交通系统各个方面的影响程度，远远超乎一般的认识和估计。当前迫切需要解决的几个突出问题，如线网布局、服务水平、客流偏低等，都与现行票制有着密切和直接的关系。分析和评估认为，公交投币制已成为现阶段制约昆明城市公共交通发展的最大瓶颈，构建现代公交票制势在必行，迫在眉睫！

（二）昆明公交新票制技术原则

1. 效率原则：实现高效快捷的票务流程，提高乘客上下车速度，削减公交车在站点的滞留时间，提高公交运行效率。
2. 简单原则：贯彻“以人为本”的理念，票制系统设计要简单易懂，最大程度方便乘客掌握和使用。
3. 网络原则：新票制要减少或消除公众使用公交“网络”服务的费用障碍，改变乘客只使用“线路”的传统出行模式，使大量的潜在客流转化为市场客流。
4. 社会原则：票制要体现公共交通的社会服务职能，价格定位要充分考虑一定时期公众，特别是中低收入市民的经济承受能力，并对交通弱者（老人、学生、儿童等）给予福利性照顾。政府应给予公交企业履行社会职能相应的优惠政策和必要补贴。
5. 安全原则：对经营方来说，整个票款流程需要绝对有效和安全；对于乘客而言，要保证支付正确和预付资金的安全，乘客对消费额和余额有知情权。
6. 经济原则：票价结构原则上要能平衡营运成本和服务水平；票制系统的建设、使用和维护也应当是低成本的。
7. 兼容原则：公交票制要兼容面向不同群体、多种支付方式和计费机制的变化，尤其要考虑不同公交方式之间、公共交通

与其它交通方式之间的换乘和联运票制一体化要求。

8. 增值原则：应充分考虑 IC 卡除车票外可能的“增值”，如客流数据功能、其它消费及支付功能等。

（三）昆明公交新票制系统技术研究

1. 发展策略

近期策略：在一票投币制基础上，引入电子车票，主要目的是逐步扩大使用电子车票的客流比例，按乘次计费方式基本不变；降低或消除换乘费用障碍。

中远期策略：全面推行电子公交票制，使之成为主流票制；开发适应多种需求和多种乘客群的票价体系；实现多种公共交通系统和多种交通方式的票制一体化，实现高效换乘和联运；实现多种增值功能。

2. 近期票制技术方案

引入非接触式 IC 卡公交票制，它将与投币制并存相当一段时期，逐渐成为主流支付方式，并最终替代投币制。

（1）票价结构

近期仍执行按次计费，暂不考虑按票区或乘距收费。对 IC 卡乘客给予适度的优惠票价折扣，以扩大持卡乘客比例。福利性月票原则上只对老人、儿童、中小學生及其它政策规定的优抚对象发放。近期票制改革的关键目标是实现换乘免付。

昆明近期票制费率建议

表 2

乘客类别		公交车型	票价	备注
投币乘客		普通公交车	1 元/乘次	
投币乘客		高档公交车	2 元/乘次	
普通卡乘客	乘行	普通公交车	0.9 元/乘次	优惠 10%
		高档公交车	1.8 元/乘次	优惠 10%
	换乘	同车型之间 高档公交车换普通 公交车 普通公交车换高档 公交车	免费 免费 0.9 元/乘次	满足设定的免费换乘条件
个人卡乘客	中小 学生	普通公交车	20 元/月	卡证合用, 当月有效
	老人	普通公交车	20 元/月	卡证合用, 当月有效
	其它优 抚对象	普通公交车	按政策规定	卡证合用, 当月有效
儿童		所有公交车型	免费	身高 1.3 米以下, 与成人 同行。

(2) 车票类别

投币、普通 IC 卡（用于一般乘客）、个人 IC 卡（主要用于享受福利车票的群体）

(3) 计费与验票方式

投币制：在公交车前门设钱箱，乘客上车时，按规定数额投入现金，每次一投。

IC 卡：读卡器识别乘客类别及其出行过程等影响计价的信息，根据设定的计费机制对卡内储值进行扣款，并显示扣款数及余额。

实现换乘免付有两种方案：

方案一：由系统识别上下车时间（这样需要在上下门处各设一个读卡器），读卡器判断若本次乘行与上一次乘行所用公交车辆不同，且上车时间与前次乘行的下车时间差在 20 分钟以内，则不扣除

卡上费用，显示通过上车验证。这样可以将一卡多刷与换乘区别开来。

方案二：乘客在前一次乘行上车付费后一个小时内，下一次出行可使用不同的公交线路，这样就省去了在下车处加装读卡器。

(4) IC 卡系统结构框架

昆明公交 IC 卡系统原则上应由几下 4 个基本部分构成：信息及控制系统、信息传输系统、制造维护系统、客户服务系统。

3. 中远期票制技术设想

中远期公交票价结构及车票优化的措施建议

表 3

序号	目标	措施及技术方案
1	增强对经常性公交乘客的吸引，扩大公交固定客流市场规模	<ul style="list-style-type: none"> ● 一定时限内，使用公交超过一定次数后，对出行费用给予优惠。 ● 只针对有特定使用者的个人 IC 卡，通过设定计费机制实现。
2	鼓励多交预付款，减少票务作业量，增加效益	<ul style="list-style-type: none"> ● 一次性预付额超过一定数量，给予适当折扣。 ● 以折扣价购买和充值。
3	优化票价结构，理顺成本与服务水平的关系	<ul style="list-style-type: none"> ● 建立公交票制分区，服务于整个昆明大都市区。
4	鼓励大型活动乘坐公交，缓解此类活动车流高度集中对正常交通的干扰，高效疏解客流	<ul style="list-style-type: none"> ● 活动门票与公交车票结合； ● 根据活动的性质、规模及影响，按商业行为或行政行为操作。
5	覆盖新的公共交通方式和与公交换乘联运的其它交通方式	<ul style="list-style-type: none"> ● 票制一体化，按合作多赢原则构建合理的结算机制，实现票款自动划拨。 ● 不同营运商、不同交通方式换乘费用的减免。

中远期公交票价结构及车票优化的措施建议

续表 3

序号	目标	措施及技术方案
6	鼓励在公交非高峰出行，缓解高峰期的过度拥挤	<ul style="list-style-type: none"> ● 根据一天内客流量与运力投入的差值大小，对客运低峰期的公交出行给予适度的票价优惠，使一部分对票价敏感的乘客群改在低峰期出行。 ● 通过优化普通 IC 卡和个人 IC 卡计费方式实现。
7	方便和吸引短期游客、出差人员等使用公共交通，提升昆明旅游城市的质量和品味	<ul style="list-style-type: none"> ● 发行一次性短期凭证式车票（可考虑天数、适用区域、适用公交方式等多种因素），如日票、几日票、周票等； ● 发行游客 IC 卡，提供多种价位选择； ● 提供方便快捷的购卡、充值、退卡服务； ● 对持有效机票或火车票的游客，给予有吸引力的资费优惠或免费接驳公交线路。
8	满足特殊和个性化的票制服务需求	<ul style="list-style-type: none"> ● 针对一些特殊需求，提供专门的票价； ● 引入外观设计体现时尚的多样化、个性化 IC 卡，如饰物、手表等实物形式。

公交 IC 卡将来需要应用于广泛的领域，例如：停车收费、租车服务、高速公路或其它路桥收费、出租车客运服务、加油站、市政公用行业的支付（如煤气、自来水、电力、公园等）以及购物及娱乐等活动。

（四）新票制的预期效果与风险

如何使各个方面都能得到可能的最大利益，防范可能出现的矛盾和风险，是至关重要的。下面就昆明新公交票制可能产生的效果和风险进行简要分析。

1. 公交经营者角度

(1) 预期效果

新票制将提升城市公共交通的品质形象和吸引力；

新票制将使公交线网优化获得真正的动力；

新票制有利于公交降低成本和拓展服务规模；

新票制将增加公交客流；

新票制将带来新的收入来源；

新票制使能够尽快促进高水平 BRT 系统的形成。

(2) 风险

换乘客流的票款收入将损失；

取消成人月票面临一定难度；

不同经营方之间的财务结算可能发生争议；

新票制的运作方式会直接影响经营者的利益；

需要强大的服务网点支撑。

2. 政府角度

(1) 预期效果

改善城市交通效率和交通环境质量；

提升大众客运系统的品质和效率；

实现多行业电子支付。

(2) 风险分析

协调社会目标和企业利益的关系有难度；
需要处理好票制一体化与局部利益的关系；
需要处理好各发展阶段之间的关系。

3. 公众角度

(1) 预期效果

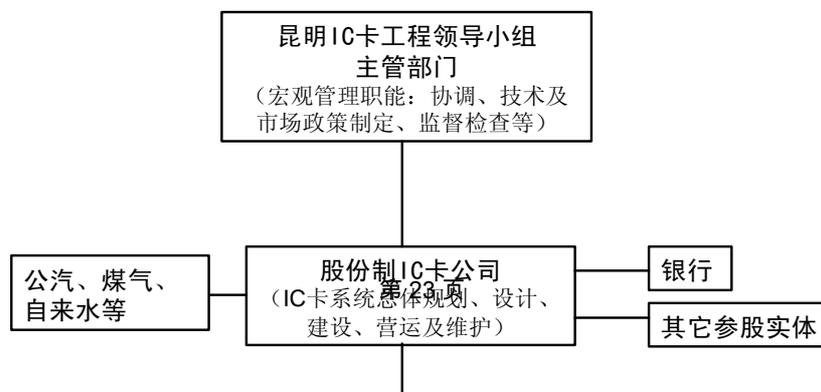
一次付费，全网通行；
使用公交更优惠、更便捷；
多样化和个性化。

(2) 风险分析

票制细节考虑不周会引发若干纠纷；
原成人月票持有者既有利益受损；
票务服务不佳会带来用卡不便。

(五) 实施建议

1. 建立 IC 卡运作的管理机制，确保 IC 卡总体技术框架和各时期功能的实现，制定各类相关的规章制度。
2. 先期以公共交通为主体启动城市 IC 卡工程，条件成熟时，再向其它领域拓展。
3. 采取政府指导下的市场化运作方式，以股份制公司的形式，通过商业银行平台进行操作，避免通过行政手段成立垄断的 IC 卡公司。



四、昆明城市 BRT 保障体系研究

公交优先的含义并非仅仅是设立公交专用道，更需要在整个城市社会体制内，以公共交通方式作为交通领域的优先发展对象做出的整体响应。BRT 保障体系着重研究了 BRT 基础技术框架以外的，与 BRT 发展相关的各种政策、机制、管理及技术要素，提出相应的原则和建议，以推动昆明 BRT 的健康发展。

（一）昆明发展 BRT 的主要外部因素分析

1. 城市交通发展行为偏离“公交优先”的发展政策。昆明虽然是中国最早推行公交优先的城市，但至今未从立法层面确立“公交优先”的城市交通发展政策，城市交通建设的重点仍然是“车交通”。
2. 崇善小汽车的交通意识阻碍公交发展。一方面，这种意识使机动车的取向严重偏向小汽车交通模式，拥有小汽车的人群普遍拒绝公共交通；另一方面，小汽车群体对政策具有更强的影响力。
3. 公交的便捷性受到城市现状格局的制约。昆明有大量次干道支路不具备公交通行条件，造成不少公交死角；即使是公交专用道，也由于空间不足，一定程度影响了设施效率，特别是难以形成高效率的换乘枢纽站。
4. 传统公交体制和运营管理影响公交服务水平。在现行的传统体制下，公交企业兼有垄断行业和公共设施的性质。一方面本身由于缺乏竞争没有活力，另一方面不能完全按市场规律运作，又得不到应有的补贴。此外，粗放的人工调度，不仅

效率低下，而且很难保证理想的运营状态，直接影响了公共交通的服务水平。

5. 客运市场管理混乱。城市中存在大量的非法客运经营活动，同时对个体客运，特别是中巴车，缺乏有效的管理，形成对公共交通的恶性竞争，干扰正常客运秩序。
6. 个体机动车交通增长迅速，道路拥挤。迅速的汽车化使整个城市路网均处于拥堵状态，直接导致公交车辆的运营速度和准点率下降，社会车辆抢占公交专用道的现象也经常发生。
7. 公交与其它交通方式缺乏整合。在交通策略特别是规划措施上，还没有考虑小汽车、自行车与公共交通的换乘，既流失公交客流，又不能有效减少中心区交通负荷。
8. 技术因素影响公共交通服务水平。未能通过一些成熟的技术手段来提升公共交通运营效率和服务水平，如现代调度中心、乘客信息服务系统，信号优先技术等。

（二）BRT 保障体系的框架

1. 资金保障。通过政策和机制，使公共交通发展获得足够和稳定的资金来源，它不仅用于建设现代标准的公共交通设施和车辆，而且应当使公共交通的维护、运营处于理想的状态，保证公共交通良好的服务水平。
2. 速度保障。速度保障的关键是消除公交车辆运行过程中的各种延误和干扰因素，提高公交的运营速度，这不仅针对 BRT 线路，还包括普通公交线路。对于 BRT 线路而言，首先必须绝对保证公交对专用道的路权，同时尽可能减少公交车辆在交叉口的延误，才能保障公交在城市道路上的运营速度。
3. 设施保障。作为 BRT 的基础硬件系统的设施，主要包括道

路、场站、站点等，主要通过规划编制和规划管理进行控制。要做到设施齐全、功能布局合理，有足够的容量和空间。

4. 运营效率保障。一方面公交经营体制上，应当形成有序和健康的市场竞争机制；另一方面是运营调度优化，通过建立现代公交调度中心，应用新的科技手段，提高公交运行效率。
5. 客源保障。通过培养现代交通意识，建立鼓励乘坐公交和限制小汽车使用的政策和引导机制，逐步提升居民公交出行比例，形成良好的交通方式结构。
6. 安全保障。安全保障的重点，是有效降低涉及公交的治安事件和交通事故。

（三）BRT 保障体系的内容及原则

1. 公交优先的政策

- 法定交通发展战略和交通政策；
- 公交线网及设施规划及分步实施计划；
- 以公交为导向的城市建设和改造规划；
- 城市公共交通的资金额度及来源；
- 体现公交优先的资金计划；
- 公共交通的投融资政策；
- 有利于公交发展的价格政策和政策性亏损的补偿政策；
- 公交的税收优惠政策；
- 公共交通专项资金的设立及管理；
- 法定公交专用道及设施的专属使用权；
- 公交信号优先技术和管理对策；
- 公共交通事故及故障快速处理预案；

- 城市公共客运市场的准入管理法规；
- 非法运营的管理处罚规定；
- 先进的公共交通技术标准；
- 公共交通服务评价指标；
- 公共交通成本及费用核算标准；
- 公交专用道的设施技术标准；
- 城市公交专用道、设施安全对策及措施。

2. 交通需求管理政策

- 合理控制交通设施发展的政策；
- 有差别的停车收费及拥挤收费措施；
- 建设项目的交通影响评价制度；
- 交通方式引导政策；
- 交通总量限制策略；
- 交通流量时空调控对策。

3. 协调的城市管理机制

- 法制化管理体系；
- 规划、建设、管理统一协调的城市交通管理机制；
- 城市交通新理念的教育体制；
- 面向公共交通的交通管理模式（如信号优先）。

4. 客运市场管理

- 规范城市公共客运秩序；
- 取缔和严惩非法运营；
- 有效的监管体系。

5. 公交运营

- 公交运营市场竞争机制；

——现代营运调度系统；

——乘客服务系统。

总之，公共交通优先是一个完整的系统，要实现公交发展目标，昆明不仅需要在技术上构建 BRT 系统，更要提供良好的公共交通发展保障体系，才能实现公交优先的预期效果，最终形成以公共交通为主体的现代交通系统。