

中国城市 轨道交通新技术

第二集

中国土木工程学会
城市轨道交通技术推广委员会

中国科学技术出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

中国城市轨道交通新技术 第二集 中国土木工程学会城市轨道交通
技术推广委员会 北京：中国科学技术出版社，2004
陈晔 怨德 苑 缘 源 愿

Ⅰ 中 Ⅱ 中 Ⅲ 城市铁路 新技术 Ⅳ 中国 怨德 苑 缘 源 愿

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 怨德 苑 缘 源 愿 号

自 2004 年 怨德 苑 缘 源 愿 月起本社图书封面均贴有防伪标志，未贴防伪标志的为盗版图书。

中国科学技术出版社出版
北京市海淀区中关村南大街 怨德 苑 缘 源 愿 号 邮政编码：怨德 苑 缘 源 愿
科学普及出版社发行部发行
北京威远印刷厂印刷

*

开本：怨德 苑 缘 源 愿 毫米 怨德 苑 缘 源 愿 毫米 印张：怨德 苑 缘 源 愿 印数：怨德 苑 缘 源 愿 千字
2004 年 怨德 苑 缘 源 愿 月第 怨德 苑 缘 源 愿 版 2004 年 怨德 苑 缘 源 愿 月第 怨德 苑 缘 源 愿 次印刷
印数：怨德 苑 缘 源 愿 册 定价：怨德 苑 缘 源 愿 元
陈晔 怨德 苑 缘 源 愿 载 怨德 苑 缘 源 愿 载 怨德 苑 缘 源 愿 载

编辑委员会

主编：黄卫谭庆琏施仲衡

副主编：陈重张雁宋敏华

丁建隆冯爱军

编委：(按姓氏笔画排序)

包国兴毕既华杜文库

沈子钧沈景炎李礼平

李丹张弥佟丽华

陈宜明杨秀仁杨家齐

金锋顾宇新高立新

袁敏正郭建国简炼

曾少华戴树森

编辑：戴树森沈立扬

前摇摇言

随着我国城市化进程的快速发展，为了有效解决特大城市和大城市居民出行的问题，缓解交通拥堵，加快以轨道交通为骨干的公共交通建设已经成为城市发展的重大课题。科技部在“十一五”国家科技支撑计划重点项目中立项开展“新型城市轨道交通技术”（~~国家科技支撑计划~~）的研究，是适应当前形势的重大举措。建设部受科技部的委托，全面负责这一重点研究项目的组织和实施工作，目前该项目已进入全面实施阶段。我们相信在“新型城市轨道交通技术”各课题主研单位和有关协作单位的共同努力下，不久的将来，一整套具有中国特色、符合中国国情的具有完全自主知识产权的城市轨道成套关键技术及与之配套的建设政策、管理政策、技术规范等必将呈现在世人面前。

《中国城市轨道交通新技术》第二集是“新型城市轨道交通技术”研究成果的一部分，本书收录了城市轨道交通新技术 ~~项目~~，内容涵盖了城市轨道交通规划设计、土建施工、安全运营、车辆设备等诸多方面，特别是许多项目都体现出节约、增效、环保、安全和国产化的意识，这是深入贯彻建立“资源节约型、环境友好型、技术创新性和安全便捷型”轨道交通新模式的具体体现。

在此我们仅向为本书成功出版作出贡献的施仲衡院士，向土木工程学会及其城市轨道交通技术推广委员会，向规划设计、建设施工、运营以及生产厂家等有关单位和业内人士表示感谢。

建设部副部长

黄卫

引摇摇言

由我会“城市轨道交通技术推广委员会”征集编纂的《中国城市轨道交通新技术》第二集出版了，该文集广泛、全面、及时、准确地反映了当前我国城市轨道交通在规划设计、施工运营、车辆设备等方面的技术现状与发展趋势，其中不乏创新技术，很值得在全国推广。

为正确引导与积极推进我国城市轨道交通事业健康有序地发展，满足国内外企业对我国城市轨道交通领域政策与信息不断增加的了解需求，搭建一个城市轨道交通行业技术推广和学术交流的平台，我会于二〇〇五年年底正式成立了“城市轨道交通技术推广委员会”。该委员会把促进我国城市轨道交通建设全面发展作为行动宗旨，其主要任务包括：掌握本专业领域的国内外动态，并就重大科技决策、科技发展规划及相关产业政策等问题向政府部门提出建议；协助政府部门协调城市轨道交通发展中的重大问题，积极推进各城市轨道交通项目建设的顺利进行；编制城市轨道交通建设的相关技术标准。该委员会成立以来，积极引导行业技术创新，积极参与制定行业标准，在学术交流、国际合作、技术咨询、专家资源、行业服务等多方面开展了卓有成效的工作，为我国城市轨道交通建设打造了一个行业交流与技术推广的重要平台，成为联系政府、投资者、项目业主、咨询工程师、施工企业、设备建造商、运营商和社会各界人士的纽带，获得了业内人士的广泛好评。

我会于二〇〇五年承担了“十一五”国家科技支撑计划重点项目“新型城市轨道交通技术”课题——“城市轨道交通技术发展和创新体系研究与示范”的研究任务。《中国城市轨道交通新技术》文集便是该课题的阶段性成果。我会将依托城市轨道交通技术推广委员会与北京城建设计研究总院，联合北京基础设施投资有限公司、北京交通大学、南京地下铁道有限责任公司、广州市地下铁道总公司、同济大学、香港地铁有限公司等，在城市轨道交通建设管理办法、技术发展纲要、投融资模式建议、综合造价控制、建设项目管理、运营管理、新技术评估标准、轻轨设计建设规定等方面开展深入研究，共同努力完成该项重大课题。

在本文集出版之际，谨向为本书出版作出重要贡献的施仲衡院士和有关专家，向城市轨道交通技术推广委员会和其他业内人士表示感谢。

相信通过本文集的出版，不仅可为我国正在建设或筹备建设轨道交通的城市提供示范和借鉴，而且将促进城市轨道交通新技术成果的转化，从而提升我国城市轨道交通行业的整体水平，并有助于避免重复研发投入所造成的社会资源浪费。

中国土木工程学会理事长

The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to be '施仲衡' (Shi Zhongheng), the name of the president of the China Society of Civil Engineers mentioned in the text.

序 摇摇言

目前，我国的城市轨道交通进入了一个快速发展期，北京、天津、上海、广州、深圳、南京、重庆、武汉、大连、长春 10 个城市已经开通运营的线路总长接近 2000 公里。上述 10 个城市加上已批准建设的沈阳、成都、杭州、西安、苏州共 15 个城市在建和规划线路总长达到 3500 公里。至 2015 年，运营线路总长将达到 2500 公里。同时，还有宁波、郑州、厦门、东莞、昆明、长沙 6 个城市正在编制建设规划。全国城市轨道交通规划、建设的城市已近 100 个。轨道交通的建设需要巨额投入，3500 公里轨道交通的投资将突破 2000 亿元。

如何将 10 个城市的建设、运营经验用以指导 15 个城市的建设和运营，用 15 个城市的建设经验指导 100 个城市的规划和建设，是我们面临的重要问题。令人高兴的是：继 2005 年在南京“首届城市轨道交通关键技术论坛”会议上推出《中国城市轨道交通新技术》第一集之后，在本届会议上又推出了《中国城市轨道交通新技术》第二集。第二集收录了 100 个项目，其中综合类 15 项、土建技术类 15 项、运营与设备技术类 15 项。内容涉及轨道交通安全、环保、节能、创新、国产化等各个方面，较第一集内容更丰富、技术更全面，集中体现了节能、环保、安全、增效和创新的观念。经建设部科技成果重点推广项目立项专家评审，连同第一集的 100 个项目共有 100 项评为部级推广项目。

我们相信这些项目的推广，一定能对全国各有关城市轨道交通的建设起到推动和示范作用。希望这一工作能引起业内同行的注意和重视。让我们以科学发展观为指导，为推动我国城市轨道交通的可持续发展，实现“资源节约、环境友好、技术创新和安全便捷”的总目标作出不懈努力。

中国工程院院士



编者的话

在《中国城市轨道交通新技术》第二集出版之际，我们谨向为本文集的出版提供支持和帮助的“城市轨道交通技术推广委员会”各委员单位，向为本文集的出版作出贡献的业内专家、工程技术人员表示诚挚的感谢。

本文集收录了各单位推荐的城市轨道交通新技术项目，这是从征集到的项目当中筛选出来的。本文集比较广泛、全面、及时地反映了当前我国城市轨道交通在规划、设计、施工、运营、车辆、设备等各方面的技术现状与发展趋势，内容涉及城市轨道交通安全、环保、节能、增效、创新、国产化等诸多方面，是我国城市轨道交通行业广大从业人员集体智慧的结晶，也是一部城市轨道交通专业不可多得的参考书。

由于出版时间紧迫，文中难免存在差错，恳请业内人士和广大读者提出宝贵意见，以利今后改进。

中国土木工程学会
城市轨道交通技术推广委员会
2007年9月

目 录

综合类

城市轨道交通 PPP 投融资模式	(员)
上海城市轨道交通网络系统	(员)
城市轨道交通调线调坡集成技术	(圆)
用航测技术测绘地铁、轻轨数字化地形图和横断面图	(缘)
广州地铁装修和导向设计技术	(远)
城市轨道交通建设安全远程监控预警技术	(苑)
地铁隧道内侧向疏散技术	(愿)
地铁超长余辉蓄光自发光安全疏散标志系统	(怨)
地铁车站集成应急控制系统	(怨)
南京地铁一号线一期工程小半径曲线高架桥和大坡道地段无缝线路	(员)
复合材料疏散平台、电缆支架技术	(员)

土建技术类

广州地铁二号线海珠广场车站综合技术	(员)
节段预制拼装法设计施工技术	(员)
小间距多孔暗挖隧道群综合技术	(员)
《轨道交通工程施工质量验收标准 (土建工程篇)》的研编及实施	(员)
真空管井复合降水技术	(员)
北京地铁矿山法区间隧道结构设计方法	(员)
深圳地铁轨道减振降噪技术	(员)
津滨轻轨减振降噪综合技术	(员)
津滨轻轨桥梁徐变和桥面线形控制技术	(员)
地铁重叠隧道设计与施工技术	(员)
在既有地铁车站下修建新的地铁车站的节点修建新技术	(圆)

- 超近距离双线盾构隧道防护设计综合技术 (圆园园)
- 预制钢纤维混凝土盾构管片 (圆园园)

运营与设备技术类

- 轨道交通安全运营技术 (圆园园)
- 城市轨道交通自动售检票系统 (圆园园)
- 轨道交通 粤悦系统 (圆园园)
- 自动售检票 (粤悦) 系统 (圆园园)
- 城市轨道交通无触点 粤单程车票技术 (圆园园)
- 轨道交通集中供冷技术 (圆园园)
- 地铁低净空隧道单臂支撑链型悬挂直流牵引架空接触网系统 (圆园园)
- 地铁扶梯变频调速和信息化节能技术 (圆园园)
- 地铁七氟丙烷气体全自动灭火系统 (猿园园)
- 地铁隧道光纤感温火灾预警监测系统 (猿园园)
- 新型智能化环控通风空调系统 (猿园园)
- 城市轨道交通设备综合监控系统 (猿园园)
- 南京地铁一号线地铁车辆关键技术 (猿园园)
- 城市轨道交通集成闭式通风空调系统 (猿园园)
- 站台屏蔽门系统专项技术综合报告 (猿园园)

综合类

城市轨道交通 PPP 投融资模式^①

完成单位：北京市基础设施投资有限公司

一、技术内容

城市轨道交通公私合作模式（PPP 模式）是指，基于轨道交通准公共产品的经济特点，在投资上将公益性与盈利性部分定量分开，由政府负责公益性部分的投资，由社会投资者负责盈利性部分的投资并负责地铁的经营管理，通过科学合理的风险保障、收益调节机制的设计，建立适度市场竞争机制；同时，政府部门通过采取针对性、契约化的监管方式，确保轨道交通项目的持续性、安全性、公益性。最终，通过地铁项目投资、建设、运营效率的提高，实现政府部门为市民提供的公共产品服务水平的提高、企业实现合理收益的双赢。^②

城市轨道交通公私合作投融资方式运作方案（以下简称“方案”）设计从体制机制入手，突破国内大型市政基础设施项目因公益性强盈利性差、国有国营效率较低、监管困难等局限，推动建立公共产品科学、合理、清晰的政企关系和现代企业制度。通过创新设计准公共产品的盈利模式，吸引社会投资，引入市场适度竞争机制，提高公用事业经营管理效率；明确界定政府与企业间的权利义务关系，促进政府部门从原来集监管者、经营者于一身的双重角色中解脱出来，转向更为集中的监管角色，确保为公众提供优质的公共产品服务。

二、主要技术性能

（一）准确定位轨道交通项目的准公共产品经济属性，设计公私合作方式的盈利模式

由于轨道交通项目投资大、回收期长，无法通过票款收入收回全部投资并实现盈利，整个项目都由社会投资者投资确实不具备经济可行性，因此人们一般认为轨道交通属于必须由国家投资、政府垄断经营的纯公益性产品。但方案以公共部门经济理论为基础，通过深入研究认为，轨道交通项目的经济特征虽以公益性为主，但也兼具一定的赢利性，属于准公共产品，既可以由政府直接提供，也可以在政府给予补助的条件下，由非政府部门通过市场提供。

但如何在经济上科学合理地区分公益性与盈利性关系，是实现公私合作需首先解决的财务

① 主要完成人：王灏、高朋、宋自强、梁衡义、邓志高、邓文斌、王耀、杨锐。

② 公私合作中的“公”指政府机构及其代理，“私”泛指政府机构外的机构或个人，包括赢利性国有企业、社会资本、外资，甚至公民个人。

条件。针对这一难题，方案从界定项目经济价值入手，采用结构融资技术，创造性地在投资上将一个地铁项目分成粤、月两部分，粤部分为公益性部分，由政府投资；月部分为盈利性部分，由社会投资，并通过项目一定时期内的经营收入实现合理回报，建立了轨道交通项目的盈利财务模型。

确定了轨道交通项目政府投资与社会投资的基础比例关系

在对轨道交通运营成本、预测客流和票价结构等方面做了大量实证研究的基础上，通过数据统计分析和预测，方案中建立了轨道交通项目寿命期现金流量模型，以经营期 10 年、回报率 10% 为假设条件，最终发现新建地铁项目 10 年的财务净现值的总额（即轨道交通项目市场估价值）约占项目总投资的 70%，另外 30% 投资不具市场价值，应为公益性投资。70% 具有市场价值的投资部分可以通过市场化的方式吸引社会投资解决，30% 公益性投资部分只能由政府财力解决。

由于不同线路的客流收入情况、建设成本、票价政策等因素存在差异，政府投资和社会投资的比例可以在上述基础比例上进行微调。即如果线路的经济特征相比平均水平要好，那么政府投资的比例可以下调，反之则上调。

通过“影子票价”解决了地铁项目政府定价与市场定价相背离的问题

票价问题是轨道交通市场化运作的核心问题。地铁作为公共产品，根据规定实行政府定价，这就使投资者很难通过价格来消化成本。如何在政府为保证项目的公益性而实行的政府定价与社会投资商业化运作所需要的自主定价之间，建立科学、合理、灵活的票价机制，是长期以来制约社会投资进入地铁的又一大难题。

为此，方案提出了轨道交通“影子票价”及其调价机制，即在基期计程票价基础上，结合客流结构，确定平均人次票价，对票价的调整结合与经营成本紧密相关的电价、工资、消费价格指数等因素考虑，建立联动机制，量化票价公式。

轨道交通影子票价体现了应通过价格合理消化的轨道交通行业企业正常的成本上涨因素。按政府定价计算的平均人次票价与按影子票价计算的平均人次票价差额部分，由政府与社会投资共担。这一机制建立了轨道交通项目政府定价与市场价格间的桥梁。

采用公益性资产租赁的方式，实现在同一项目上对公益性资产与盈利性资产管理的整体性

轨道交通项目在投资上可以分为公益性与盈利性两部分，并分别由政府投资方与特许公司^①两个业主负责建设，但在资产管理、运营管理上，又必须统一起来。因此，方案设计了资产租赁的方式，由特许公司通过租赁公益性部分资产、向政府投资方缴纳租金的方式取得公益性资产的使用权。

（二）设计合理保障机制，妥善处理好公共产品持续经营与经营性风险的关系

纵观世界各地基础设施市场化运作的成功案例，关键在于合理分配项目的收益与风险，要避免出现以下两种情况：一种是项目实际收益过高，政府迫于公众压力，向社会投资者收回项目经营权；另一种是项目实际收益过低甚至持续亏损，投资者退出。

方案对于准公共产品，构造适度盈利、适度风险的保障机制，对实现轨道交通公私合作投

^① 即由社会投资人投资组建，通过签署《特许经营协议》取得项目特许经营权的项目公司。

融资方式至关重要。方案主要设计了以下两个机制，为项目持续运营提供保障。

■设计租金调整机制

以特许公司租赁政府投资的公益性部分资产所缴纳的租金为蓄水池，在项目成长期，如果实际客流低于预测客流一定比例（将导致特许公司经营困难，危及项目运行，并影响公众出行），政府投资方适当减免租金，增强项目的抗风险能力；在项目的成熟期，如果实际客流超出预测客流一定比例，政府投资方适当调增租金，以回收部分政府投资，避免项目产生超额利润。

■设计合理的社会投资退出机制

考虑到轨道交通服务的公益性，当不可预见事件发生且影响严重，为保证正常系统安全运行，投资者需退出，政府有义务介入，以保证公众的利益不受损害。如因投资者自身经营不善、违约导致退出，政府将折价甚至无偿接管月部分资产；如因不可抗力、政策调整以及非经营性因素导致退出，政府需要给予投资人以公允价格补偿。

（三）签订《特许经营协议》，明确界定政府与特许公司之间的权利义务关系

在市场经济条件下，对于经营性企业，政府主要履行监管和服务职能，企业自主经营、自负盈亏。而对于公共事业型企业，多为国有企业，政府与国有企业之间还存在着一家人的概念认识，政府部门往往介入较深，很大程度上承担了企业应履行的经营职能。但实际上，随着社会经济的发展，对产权、事权的清晰界定要求越来越高，即使是一家人也应明算账。无论国企、民企，政企关系都需要明确清晰。方案提出在轨道交通公私合作投融资方式下，政府对轨道交通企业除存在服务监管等正常的行业管理关系外，还有着特殊的合作关系。

轨道交通公私合作投融资方式下的合作关系或称伙伴关系，是政府以经营权的让渡向社会投资者购买社会公共产品服务，以此履行其作为政府的公共产品提供职责。政府部门成为交易的一方，双方的权利义务应该是平等、自愿的。例如，政府的权利是要求特许经营者提供不间断的公共服务，政府有定价权，政府的义务是提供资金的支持、落实项目规划条件的实现等。特许公司的权利是自主经营，享有收益权，义务是特许期满无偿将其投资建设的月部分项目资产完好地交给政府。

政府通过与特许公司签署《特许经营协议》，来落实政府与企业之间的合作关系，即明确政府与特许公司之间的权利义务关系。《特许协议》的主要内容包括：政企双方在特许权的授予、建设分工和衔接机制、票价水平、票价结算机制、客流风险分担机制、一般补偿办法、终止补偿办法等方面的权利义务关系。另外，特许公司与政府投资的粤部分资产业主间的资产租赁关系，也需要签订《资产租赁协议》，约定租金水平和租金方式，取得资产使用权，并负责经营期间的维护，特许期满要完好地归还粤部分资产。

（四）强化政府监管机制建设，确保公众利益

城市轨道交通关乎人身和财产安全，关乎广大公众对社会公共产品及服务的满意程度。作为公众利益的代表，政府要监督社会投资不能以损害公众利益为代价追求利润最大化。公私合作投融资方式中的政府监管不但不能弱化，而且需要强化。为此，方案着力研究加强轨道交通公私合作方式下的政府监管机制建设。

政府部门通过明确《特许经营协议》中有关安全、质量标准和罚则，增大了政府部门对公用事业的监管幅度和深度。在监管范围上，包括了投资、建设、运营的全过程。在监管时序

上，包括了事前监管、事中监管和事后监管。在监管层次上，如发生一般违约事项，以经济处罚为主，实施一般监管；如发生涉及公共安全等紧急事件，政府拥有介入权，实施特殊监管，以切实保护公众利益；如特许公司严重违反《特许经营协议》规定的义务，政府有权采取最终监管包括收回特许权在内的制裁措施。在监管标准上，结合具体项目特点，能量化的尽量量化，不能量化的尽量细化。例如，公司研究将客运服务监管分为列车服务指标、客运服务表现和客运服务一般要求三部分，分别对特许公司提出具体明确的考核指标和违约处理办法。

在服从明确监管机制的条件下，地铁企业可以完全按照市场化原则运作项目，通过企业主观上对利润最大化的追求，在合理边界内，为降低成本而提高管理水平，为增加收入而提高服务水平，客观上保障了为公众提供良好运输服务的公共利益。

三、技术特点

城市轨道交通公私合作方式和传统方式的实质性比较主要存在于财务和承担风险两方面。以北京地铁四号线项目为例，采用公私合作方式一方面节省了政府财政支出，另一方面政府承担了较传统方式下更少的风险和责任，因此该方案整体而言优于传统方案。具体分析如下。

（一）财务比较

传统模式下，四号线公司作为地铁四号线的业主单位和政府的投融资平台，负责地铁四号线的投资、建设、运营以及对银行的还本付息。在传统模式下，地铁四号线本身的票款收入弥补自身的经营成本后，远远无法满足还本付息的需要，须由市政府对四号线公司的还本付息进行补贴。

而在 PPP 模式下，四号线公司仅负责 粤部分的贷款，并负责此部分贷款的还本付息工作，其收入来源为特许经营公司缴纳的租金，租金额也不足以支付 粤部分贷款的还本付息，因此，市政府同样需要对四号线公司的还本付息进行补贴。

综上所述，在财务方面，传统模式与 PPP 模式的比较实质上就是比较两种模式下市政府支付的补贴额的多少，以及 PPP 模式是否能够给政府（不区分中央政府和地方政府）带来其他方面的经济利益，如所得税等。

具体比较结果见表 员

表 员 PPP 方案和可研方案财务比较

	PPP 方案	可研方案
年均运营成本（静态）	猿怨亿元	缘猿亿元
政府现金补贴年数	圆年摇摇	圆年摇摇
补贴总额	苑圆亿元	愿亿元
运营期政府净支出现值	原圆亿元	原圆亿元
政府投入的内部收益率（假设运营期结束项目价值为设施账面价值）	无	无

摇摇由表 员可以看出，即使不考虑引入社会投资者后运营服务水平提高等因素的综合效果，仅是效率提高的因素，已经能够使得政府在 PPP 模式下，综合经济效益好于传统模式。

表 10-4 四号线 PPP 模式与传统模式经济效益预测比较结果

单位：亿元

序号	指标名称	不考虑项目风险	考虑项目风险因素后		
			月部分投资超支 猿缘	客流下降 猿缘	客流下降 猿缘
员	传统模式下运营期市财力净支出	猿缘	猿缘	猿缘	猿缘
圆	PPP模式下运营期市财力净支出	猿缘	猿缘	猿缘	猿缘
猿	PPP模式较传统模式节省市财力支出	猿缘	猿缘	猿缘	猿缘

表 10-5 四号线 PPP 模式与一环线传统模式经济比较

序号	指标名称	四号线 PPP 模式	一环线传统模式
员	线路长度	猿缘千米	猿缘千米
圆	客流	预测近期 猿缘万人次 猿	目前已达 猿缘万人次 猿
猿	是否需还本付息	需要	不需要（政府全投资）
源	是否向政府缴纳所得税	缴纳所得税	不缴纳所得税
缘	是否需政府投入更新改造资金	不需要	需要，近年即需近 猿缘亿元
远	是否需政府对运营亏损补贴	不需要	需要，目前每年 猿缘亿元

（二）项目风险分配方案的比较

表 10-6 项目风险分配方案的比较

序号	风险类型	PPP 模式	传统模式
员	建设成本超支风险	PPP 模式下，根据《特许协议》的规定，PPP 公司在按质按时完工的前提下，需自行承担月部分建设成本超支的风险	由于建设周期长、物价上涨、建设成本超支等多方面原因，传统模式下，曾出现实际建设成本大幅超过概算的情况，如复八线原概算为 猿缘亿元，后因多方面原因，调整后实际概算为 猿缘猿亿元，比原概算高出 猿缘倍
圆	建设进度延期风险	本项目市政府通过《特许协议》明确规定了项目的建设任务和进度，有效控制了自身的竣工风险，主要的建设进度和竣工风险将由 PPP 公司承担	原模式下，没有明确的约束机制，项目进度延期的风险远大于 PPP 模式，而且延期风险完全由市政府承担，如复八线建设期长达 猿年，比原计划延期近 猿年
猿	项目竣工验收	《特许协议》明确规定了 PPP 公司组织并通过验收的责任，如不能按时组织并通过验收，PPP 公司不能开始试运营取得票款收入，同时将面临违约责任	原模式下，北京曾出现线路竣工较长时间后仍无法通过验收的情况，竣工验收风险在传统模式下完全由市政府承担，例如复八线，开通 猿年后仍因存在问题未通过验收
源	未达项目运营标准风险	《特许协议》将在适用法律法规的基础上，明确 PPP 公司服从统一运营调度的义务，并规定详细的运营服务标准，对 PPP 公司的服务进行考核，有效实现了对运营的监管和控制，如 PPP 公司违反或未达规定标准，将受市政府处罚	原体制下，运营服务标准不健全，同时由于地铁运营处于垄断状况，因此不存在有效的运营服务质量考核

续表

序号	风险类型	PPP模式	传统模式
缘	未达项目安全标准风险	PPP模式下,政府通过《特许协议》在适用法律的基础上,制订详细的安全标准,如PPP公司违反或未达标准,将接受市政府的处罚	原模式下,不存在详细的安全标准,只有相关法律的原则性要求,因此监督力度不高,项目设施和运营的安全风险最终由市政府承担
远	运营成本超支风险	根据财务测算的条件,PPP模式要求的PPP公司的运营成本均为源亿元,远低于传统模式下缘亿元(参考可研方案)的成本水平,PPP公司在提供高质量服务的情况下,需承担运营成本超支的风险,如发生超支,社会投资人将无法获得预期的回报率	(员) 传统模式下,地铁运营成本偏高,一、二号线在不需要还本付息的情况下,政府每年仍要提供巨额运营补贴,自员缘年以来,对地铁一环线的运营补贴高达年均源亿元,对于市财力是一个巨大的负担 (圆) 主要设备追加投资仍由政府承担
苑	三产经营风险	根据财务测算的要求,PPP模式下,PPP公司每年的三产经营净收入需要达到年均员亿元才能实现预期的回报率,对PPP公司的运营水平提出高要求	原模式下,按照可研报告的预测,四号线全线的三产净收入仅为年均愿万元~怨万元
愿	融资	由于融资额巨大,PPP公司需要承担未来发生通货膨胀的情况下,银行利率上升带来的财务风险	传统模式下,政府需贷款怨亿元,每年承担巨额利息,未来发生利率上升带来的财务风险完全由市政府承担
怨	客流风险	(员) PPP模式下,双方采用的客流预测结果仅比可研报告的预测低缘。根据目前方案,市政府不承担客流风险,PPP公司要承担规划条件改变、地面交通竞争以及经济环境等因素导致客流下降带来的收入减少风险。国际经验表明,非运营因素,包括规划条件和公共交通政策,对客流量的影响,远大于运营服务水平对客流量的影响。根据本项目客流预测报告,如政府出台政策减少小汽车的出行量,将使客流上升约员,缘年地铁网络未能按时建成,客流将下降愿。如客流未达预测客流,投资人将无法获得预期回报,当客流量低于预测客流愿时,对PPP公司财务状况是致命的打击 (圆) 其他国家的类似轨道交通PPP项目中,政府均承担一定的客流风险 (猿) 本方案下政府完全不承担客流风险,四号线公司经过商业条款,以租金为限为特许公司间接承担客流风险。但根据《资产租赁协议》,租金水平较低(约等于猿~源票款),客流风险较大	国内外轨道交通项目中,预测客流一般比较乐观,实际客流远低于预测客流的现象比比皆是。在传统模式下,上述客流风险全部由政府承担如: (员) 复八线开通前两年的实际客流量仅为预测客流量的员左右 (圆) 城铁开通至今客流量仅为预测客流量的员~缘左右。历史数据表明,地铁项目的客流风险是巨大的
员园	政府履约风险	PPP模式下,PPP公司的业务开展、权利义务的保障,在很大程度上依赖于政府承诺条件的实现,因此,PPP公司还面临政府履约的风险	不存在

四、适用范围及应用条件

(一) 实施 PPP 模式的条件

摇摇头模式能否成功运用于城市轨道交通项目取决于多种因素。

(丙) 政府部门为 摇摇头模式的运作创造一个良好的政府环境和市场环境，是实现 摇摇头模式的基本条件。一方面，政府部门的各种行政审批权的下放或解除，是减少行政手段干预市场的重要举措；另一方面，深化改革，尤其是推进基础设施的市场化进程，更需要政府转化职能，尽量采用市场化的或激励性的支持手段，为基础设施产业长期持续地发展提供必要的条件。另外，在项目进行 摇摇头模式运作时，需要在项目设计、融资、运营、管理和维护等各个阶段，对政府部门与企业各自需承担的责任、义务和风险进行明确界定，保护双方利益。因此，摇摇头项目的运作需要清晰、完善的法律和法规制度予以保证。

(圆) 培养产权清晰、具有自我约束机制的市场竞争主体，塑造适度竞争科学的市场结构，是实现 摇摇头项目运作的微观基础。在轨道交通运营业务、沿线商业开发等具有潜在竞争性的环节上，国有资本可以战略退出，最大限度地引入民间资本，鼓励竞争；而在洞体等具有自然垄断特征的基础网络上仍然需要保持国有独资或国有控股，保持国有经济的控制力。因此，要成功实现轨道交通等公用事业的 摇摇头项目运作，还必须加快国有企业股份制改造，加快民营基础设施企业的发展壮大，进一步促进我国公用事业领域打破垄断、引入社会投资，构造一个产权主体多元化、有利于对企业形成有效激励约束机制的适度竞争市场。

(獭) 建立、健全投融资中介服务体系是成功实现 摇摇头项目的技术保障。摇摇头模式的运作采用项目特许经营权的方式，进行结构融资、项目融资，广泛运用比较复杂的金融、财务和法律等方面的知识、专业化机构和人才的支持是项目运作所必需的。轨道交通项目的 摇摇头模式运作是一项极其复杂的系统工程，需要在融资顾问、财务顾问、技术顾问、客流调查顾问、法律顾问等专业化中介机构的共同协作下才能完成。因而，成熟完善的投融资中介服务体系，是高质量、低成本完成项目融资任务的保证。

(二) 大型城市轨道交通 PPP 应分步骤循序渐进实施，中型城市首个轨道交通项目不宜采用 PPP 吸引外资

摇摇头北京、上海等大城市的轨道交通已形成了一定的规模，具备了客流和成本等方面的一些基础数据资料。但由于历史原因，在现有体制的背景下实施 摇摇头应慎重，首先应注意做好总体格局的长远规划，然后选择好突破口，循序渐进实施。对于中型城市在建设首个轨道交通项目时，由于缺乏地铁运营管理经验和相应人才储备，不适合采用 摇摇头模式来吸引外资。切不可盲目吸引外资或片面追求市场化，致使政府在谈判时承诺过多，等到后期协议执行时又兑现不了，造成政府信用下降，甚至导致国际市场降低国家主权评级，影响整体的投资环境。中型城市首个轨道交通项目应着重探索建立垄断经营条件下的科学、透明的补贴方式等摸索出规律，积累了一定经验后，再选择条件较好的线路进行试点，然后逐步推广。

五、专家鉴定、获奖及申请、授权专利情况

圆园园年 愿月，经北京市企业管理现代化创新成果评审委员会审定，本项目被评为一等奖