

广东省地方标准

旋转压实剪切试验法沥青混合料设计与
施工技术规范

编制说明

广东华路交通科技有限公司

保利长大工程有限公司

广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司

广东省南粤交通投资建设有限公司

二〇二二年十一月

目 录

1 编制的背景、必要性和目的.....	1
2 编制的指导思想与原则.....	3
2.1 编制的指导思想.....	3
2.2 编制原则.....	3
3 已有的工作基础.....	4
3.1 国内外技术和标准发展现状.....	4
3.2 编制单位的工作基础及项目经费、人才保障.....	6
4 编写单位、编写人员及分工.....	8
4.1 编制单位.....	8
4.2 编写人员及分工.....	8
4.3 编制组工作制度.....	9
5 进度计划安排.....	9
6 采标情况.....	10
7 重大意见处理情况.....	10
8 社会经济效益分析.....	11

1 编制的背景、必要性和目的

长期以来，马歇尔试验以其操作方法简单、设备价格低廉且易于推广等优点，一直成为我国沥青混合料的配合比设计的唯一方法。然而，由于马歇尔击实方法没有模拟实际路面成型时混合料压实状态，试件的受力模式也与实际路面混合料的受力状况相差甚远，而且用于表征沥青混合料稳定性的马歇尔稳定度和流值仅是一种经验性指标，与混合料的实际路用性能相关性不大。目前，我国公路沥青路面设计是以 BZZ-100 作为标准轴载，轮胎触地压强为 0.7Mpa，而马歇尔试验的击实功也是与 0.7Mpa 压强相对应的，可是随着行驶车辆大型化和重载化的发展，许多公路路面承受的压强已远远超过 0.7Mpa，有的甚至高达 1.4Mpa。以上情况表明，传统的马歇尔设计法已经不能满足现代重载交通条件下的沥青混合料设计要求，必须寻求一种更为合理的设计方法。

旋转剪切压实（Gyratory Testing Machine，简称“GTM”）试验法是美国工程兵团在六十年代为解决最大最重的轰炸机跑道容易破损的问题而专门研究发明的。GTM 试验法改进了马歇尔试验方法的不足，其不仅采用旋转揉搓压实来最大限度地模拟沥青路面碾压成型过程，而且采用实际行车轮胎下的最大接触压强作为试件成型的垂直压强，更准确地反映了车辆作用在路面上的情形。此外，GTM 试验法采用推理的方法来设计沥青混合料，可设计出满足实际荷载作用且抗变形能力强的沥青混合料，使设计的沥青混合料抗剪强度大于其所受剪应力，同时使其产生的应变控制在适当的范围内。基于此，GTM 作为一种理论研究和实际应用的工具已被公认为 90 年代彻底解决沥青混合料配合比设计与质量控制问题的最佳答案。

GTM 方法已于 1978 年列入了美国 ASTM 规范，2011 年再次进行修订。河北、天津等北方省份相继引进应用，并形成地方标准。但是，不同规范/标准中关于 GTM 的试验参数要求和仪器参数设置存在差异。（1）试验参数：GTM 试验直接得到的参数是旋转稳定值 GSI 和旋转剪切系数 GSF。GSI 是最终旋转角与中间最小旋转角之比，是混合料稳定性的量度，同永久变形相关。GSF 是沥青混合料剪切强度与最大剪应力之比，其值越大表示安全系数越高。美国 ASTM 规范要求 $GSF \geq 1.3$ 、 $GSI \leq 1.0$ ；河北、天津等北方省份的地方标准要求 $GSF \geq 1.3$ 、 $GSI \leq 1.05$ 。（2）仪器参数：机器角是 GTM 试验的主要仪器参数主之一，虽然其不直接参与 GTM 设计指标 GSI 和 GSF 的计算，但很明显，机器角越大，意味着压实过程中的揉搓作用更强。关于机器角的选择，当采用油压

滚轴时，各规范均采用 0.8°；但当采用气压滚轴时各规范的要求不一致，天津采用 1.35°，河北 2006 年和 2008 年的规范分别采用 1.35°或 2.0°，美国采用 2.0°。GTM 试验机为何采用不同的参数值，使用的参数值是否合理，以及这些参数值与当地实际路面工程匹配程度如何，都没有明确答案。

广东省处于亚热带高温、多雨地区。年降雨量大且降雨周期长，全省年均降雨量超过 2000mm，降雨往往从每年的 3 月份开始一直持续到 9 月份才结束；温度高且高温时间长，大部分地区年均气温在 20°C 左右，最高气温可达 40.3°C，全省除韶关、清远地区等少数地区外，常年无冰冻。广东地区经济发达，交通量大，珠三角地区及省际通道交通繁重，广深、广湛、广州环城等日断面流量甚至超过 30 万车次，重载、超载现象较普遍。一些高速公路和国省道轴载调查结果显示：广东地区货车超载率在 200%~300% 之间的占有较高的比例，后轴载重普遍高达 150kN 以上，极端轴载可达 900kN，轮胎胎压可达 0.9MPa 以上，有些甚至超过 1.1MPa。

由于湿热恶劣气候条件和大量重载交通叠加作用的影响，决定了广东省沥青路面对高温性能和水稳定性能的要求更高，采用的设计指标如厚度、空隙率等与国内其他省份有所不同，特别是与北方相比有一定差异，加之原材料、常用级配类型以及压实设备等的不同，因此不能完全照搬国内外同行对 GTM 设计的沥青混合料所推荐的设计指标、碾压设备及工艺、施工质量评价指标等，否则易导致路面车辙、水损等病害的发生。特别是针对目前广东省沥青面层设计厚度逐渐加厚、级配类型多种多样等实际情况，有必要对广东省不同级配类型 GTM 沥青混合料的设计参数、设计指标、路用性能评价方法、施工工艺以及施工质量验收和评定标准等进行深入研究，实现 GTM 沥青混合料铺装技术的系统化、完整化、本土化、本地化。

目前，国内、行业或地方关于 GTM 沥青混合料路面技术标准方面的研究有所缺失，仅在北方几个省市有所研究，没有针对湿热多雨地区特点的 GTM 沥青混合料研究。因此，在广东省交通运输行业开展《旋转压实剪切试验法沥青混合料设计与施工技术规范》的研究工作能够代表发展方向，具有很大的必要性和先进性。同时，广东华路交通科技有限公司从 2002 年开始便立项并针对课题“GTM 设计的沥青混合料性能及应用研究”开展了系统的研究，并于 2011 年立项并针对课题“基于 GTM 的重载交通沥青混合料设计及施工技术研究”开展了更深入的研究，提出了基于 GTM 的重载交通混合料合理设计方法、沥青混合料路用性能评价方法及标准、合理施工工艺、沥青混合料质量检验评

定方法及标准等进行系统研究等成套技术。通过对 GTM 沥青混合料开展多年研究，编写单位积累了丰富的经验，并先后在多条高速公路进行应用：2009 年首次在广梧高速公路进行 GTM 试验路铺筑，通车 10 余年，应用效果良好；2012 年在江肇高速公路铺筑了 1.7km 的 GTM 试验路铺筑，采用 5cm70 号普通沥青 GAC-16 上面层+6cm50 号普通沥青 GAC-20 中面层+11cm50 号普通沥青 ATB-25 下面层，三层全部采用普通沥青，通车至今，路面没有出现坑槽、泛油、车辙等任何病害。该技术在实体工程应用十余年来，有效减少了路面车辙病害和水损病害的发生。可见 GTM 沥青混合料的相关技术、方法、指标等应用较为广泛且技术成熟，对广东省交通运输行业地方标准建设及行业发展均能起到很好的推动作用。

2 编制的指导思想与原则

2.1 编制的指导思想

《旋转压实剪切试验法沥青混合料设计与施工技术规范》制订遵循以下指导思想：

一是服务省内、服务工程。体现规范为省内服务的指导思想，紧紧围绕广东省科学发展对高性能沥青路面的迫切需求，对旋转剪切压实沥青混合料路面的材料性质、配合比设计、施工工艺、质量标准等开展规范制订工作。

二是实用规范、指导生产。本次规范制定的目的就是指导旋转剪切压实沥青混合料应用的规范化，根据已有研究成果及推广应用的经验，广泛征求相关专家的意见，深入总结各工程项目的好经验好做法，共同做好规范制订工作。

三是保质保量、及时规范。项目第一承担单位广东华路交通科技有限公司及项目负责人确保充足的人力、物力投入到规范制订工作。按照省市场监督管理局和标委会的相关要求，项目执行过程中及时汇报工作进展，做好大纲、征求意见稿、送审稿和报批稿等各阶段工作，按时、高质量、规范化、程序化地完成标准制订工作。

2.2 编制原则

《旋转压实剪切试验法沥青混合料设计与施工技术规范》制订工作的原则主要包括以下四个方面：

一是制订工作要突出重点、有的放矢。针对旋转剪切压实沥青混合料的特点及施工控制的关键技术，从旋转剪切压实沥青混合料的材料要求、设计标准、施工工艺、质量控制标准等方面开展标准的制定工作。

二是技术内容要科学、合理、可操作。积极吸纳近年来国内最新研究成果；吸纳近年来经工程验证的成熟技术和好经验、好做法；积极采用经验证符合我国国情的国际标准和国外先进标准；广泛征求主管部门、项目业主、设计、设备企业等的意见，凝聚共识。制订的技术内容要充分考虑工程实施的可行性和可操作性。

三是与相关规范要协调一致。注重规范间协调一致、互为补充、系统配套的原则，处理好本规程与《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40-2004、《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20-2011、《公路工程质量检验评定标准》JTGF80/1-2004 等行业规范的关系，理清主从，按照《中华人民共和国标准化法》、《广东省标准化条例》的要求开展制订工作。

四是充分依托科研成果，紧密结合实际应用经验。充分依托项目第一承担单位广东华路交通科技有限公司已完成“GTM 设计的沥青混合料性能及应用研究”和“基于 GTM 的重载交通沥青混合料设计及施工技术研究”科研课题的研究成果，结合 GTM 路面在广东省的实际应用情况，总结应用经验，保证本规程的可实施性。

3 已有的工作基础

3.1 国内外技术和标准发展现状

早在 20 世纪 50 年代，国外就开始旋转剪切压实（简称“GTM”）沥青混合料路面的相关研究工作。美国研发了 GTM 旋转试验机，把压实、剪切和车辆模拟合为一体，能够更近似地模拟车辆作用在柔性路面上的试验机。对采用 GTM 和马歇尔方法设计的沥青机场道面进行对比研究，结果表明 GTM 沥青混合料抗车辙性能更优。1978 年，有关 GTM 沥青混合料的试验方法首次被收进 ASTM 规范，开始了规范的推广应用，规范号为 ASTM D3387。

国内采用 GTM 沥青混合料的设计方法开始于 20 世纪 90 年代。1995 年、1998 年天津和河北先后引进 GTM 试验设备，并应用于工程实践，对其设计原理及试验方法进行了消化吸收，特别对其设计的沥青混合料性能进行了系统研究。河北省石太高速公路等 3000km 的道路上使用 GTM 沥青混合料，有效缓解了车辙病害。2002~2003 年，交通部科研所在山西祈临高速公路平遥服务区采用 GTM 沥青混合料铺筑试验段，研究柔性基层沥青路面的抗车辙性能，试验路跟踪检测结果表明 GTM 设计的混合料抗车辙性能显著提高。随后，GTM 沥青混合料在河南濮鹤路、黄河二桥，内蒙古二赛公路、白音

察干—集宁高速公路、集宁—丰镇高速公路、青红高速公路鲁冀界至邯郸段等工程得到较广泛的推广应用，效果显著。至今，GTM 沥青混合料在河北、天津、河南、北京、内蒙古等地区 3000 余公路沥青路面成功应用，尤其在一些重载交通路面工程中表现出了优异的抗车辙性能。

河北省于 2006 年、2008 年先后发布了《GTM 沥青混合料施工技术指南》、《旋转剪切压实试验法（GTM）沥青混合料设计与施工技术规范》（DB 13/T 978-2008）地方标准。

天津于 2011 年颁布实施了《GTM 法沥青混合料设计与施工技术规范》（TJG F40 02-2011）地方标准。

GTM 最初被认为适用于连续密级配沥青混合料的设计。随着越来越多的实体工程实践，该设计方法已扩大到 SMA、SAC 等多种级配沥青混合料的研究。同时，由于 GTM 试验配有直径最大达 203mm 的试模，又可应用于大粒径的沥青混合料。目前，GTM 法不仅可用于确定最佳沥青用量，也可用于级配优化与选择。总之，GTM 不仅仅是一种试件成型设备，其成型试件的优点也不仅仅是最大限度地模拟了路面施工时的碾压工况，更为有价值的是，它以汽车轮胎的接地压强作为成型试件的一个主要控制条件，不固定试件成型功能而以被试验对象达到极限平衡状态作为结束条件，恰恰能反映不同沥青混合料的物理力学特性。相对于马歇尔设计方法，无论是成型方式还是设计指标均有质的进步。可见，GTM 沥青混合料具有优异的高温性能，且空隙率可以很低，可以展望在广东省这样的高温、多雨地区，用其来减少沥青路面的车辙病害具有优越性。

但是，一方面，GTM 原有指标单一，单纯追求高温稳定性能，有意无意的忽略了水稳定性等其他性能，造成混合料功能设计上的顾此失彼；另一方面，国内对 GTM 技术的研究仅停留在引进和应用阶段，未对 GTM 体系的合理性和适用性进行研究，且 GTM 沥青混合料的设计方法在国内应用时间相对较短，仅在有限的几个北方省市使用，积累的数据与经验较少，相关的系统研究不够全面。

因此，广东华路交通科技有限公司从 2002 年开始便立项并针对课题“GTM 设计的沥青混合料性能及应用研究”开展了系统的研究，并于 2011 年立项并针对课题“基于 GTM 的重载交通沥青混合料设计及施工技术研究”开展了更深入的研究，提出了基于 GTM 的重载交通混合料合理设计方法、沥青混合料路用性能评价方法及标准、合理施工工艺、沥青混合料质量检验评定方法及标准等进行系统研究等成套技术。GTM 技术

先后在多条高速公路进行应用：2009年在广梧高速公路进行GTM沥青混合料试验路铺筑，2012年在江肇高速公路进行GTM沥青混合料试验路铺筑，有效减少了路面车辙病害和水损病害的发生。

3.2 编制单位的工作基础及项目经费、人才保障

(1) 工作基础

2002年，广东华路交通科技有限公司承担广东省交通科技项目“GTM设计的沥青混合料性能及应用研究”对GTM沥青混合料的设计方法以及路用性能等进行了较为详细的研究。该课题在国内外现有研究成果的基础上，初步提出了适合于广东地区的GTM沥青混合料原材料选择标准、配合比设计方法、路用性能指标以及与马歇尔法的相关性等。在室内研究成果的基础上，课题组于2009年底铺筑了试验路段，一方面验证了室内科研成果，另一方面通过试验工程的铺筑，初步总结了GTM沥青混合料的施工工艺、施工质量控制及检验标准等。

2011年，广东华路交通科技有限公司与保利长大工程有限公司（原“广东省长大公路工程有限公司”）承担广东省交通科技项目“基于GTM的重载交通沥青混合料设计及施工技术研究”，在原有研究成果的基础上，提出了基于GTM的重载交通混合料合理设计方法、沥青混合料路用性能评价方法及标准、合理施工工艺、沥青混合料质量检验评定方法及标准等进行系统研究等成套技术，为广东省沥青路面质量的进一步提高开辟一条新的途径。课题在广东云梧、江肇高速公路铺筑了试验路，经过7~10年的通车营运，GTM试验路段路用性能良好。

2014年05月21日，广东省交通运输厅在广州市组织召开了“基于GTM的重载交通沥青混合料设计与施工技术研究”项目成果验收和鉴定会。验收和鉴定委员会专家听取了项目组的汇报，审阅了验收材料，经讨论一致认为：项目组在理论分析、室内试验、实体工程验证的基础上，完成了基于GTM的重载交通沥青混合料设计方法、性能评价、施工工艺，以及质量检验和评定标准等研究，取得如下创新成果：（1）通过对GTM沥青混合料设计法的设备、样品等关键参数试验研究，提出了适合湿热地区基于GTM设计法的合理试验参数设定值，以及一套机器角的检定校准方法。（2）研究提出了一套基于GTM的改进型重载交通沥青混合料设计方法，相对于传统的沥青混合料抗高温稳定性、水稳定性、疲劳性能有明显提高。（3）通过对广东多条高速公路沥青路面使用性能调查，提出了一套适合湿热地区重载交通特点的沥青混合料高温稳定性和水稳定性评价方

法及标准。（4）运用X-ray CT扫描技术、离散元方法，对GTM沥青混合料细观结构进行分析和数值模拟，表明了GTM沥青混合料的细观结构更均匀和密实。（5）提出了一套适合湿热地区重载交通特点的基于GTM法的沥青路面施工工艺，质量检验、评定方法和标准。项目研究成果在广梧高速、江肇高速公路得到成功应用，使用效果良好。项目组已完成任务书（合同）规定的任务，验收组专家一致同意项目通过验收。

2014年12月，“基于GTM的重载交通沥青混合料设计与施工技术研究”项目获中国公路学会科学技术奖二等奖。

上述课题研究及工程应用均为该标准编制奠定了坚实基础。

（2）项目经费保障

广东华路交通科技有限公司历经56年的不断积累与发展，目前资产总额近3.5亿元，汇聚了1100多人的员工队伍，其中博士、硕士110多名，教授级高工、高级工程师170多人。拥有占地13亩、建筑面积近7000平方米的公司总部和占地54亩、建筑面积9600平方米的研发检测基地，配置了价值6000多万元的先进科研与试验检测仪器设备，具有较强的综合实力。

保利长大工程有限公司（原“广东省长大公路工程有限公司”）是广东省最早创建的一支公路施工专业队伍，公司现总资产超过300亿元，年施工产值超过150亿元，是具备国家公路工程施工总承包特级资质、公路行业设计甲级资质并拥有对外经营权的大型企业。在施工工艺、产品质量、科技进步等方面先后获得国家和省部级科技进步奖90多项，取得发明专利34项，鲁班奖2项，中国土木工程詹天佑奖8项。

广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司主要从事公路行业、市政行业、建筑行业 and 风景园林的规划、咨询、勘察、设计、监理、检测监测、施工图审查和养护施工等业务。现有在职员工1700余人，其中，中高级以上技术职称人员近800人。自成立以来，公司承担并完成了广东省大部分国省道、高速公路和一大批市政工程、建筑工程的勘察设计任务，以及一大批综合交通规划编制工作。

广东省南粤交通投资建设有限公司是经广东省人民政府批复成立，负责交通建设投融资和政府还贷高速公路建设、经营和管理的国有独资公司。目前，公司及所属单位员工约2500人，负责筹建、建设和管理的高速公路项目19个，总共里程约2000公里，总投资近3000亿元。

可见，编写组具备充足的项目经费开展该标准的编制工作。

(3) 人才保障

多位项目组成员曾作为主要研究人员参与课题“GTM设计的沥青混合料性能及应用研究”和“基于GTM的重载交通沥青混合料设计及施工技术研究”的研究工作，在GTM沥青混合料方面经验丰富，为本标准编制提供了便利条件。项目组成员大多都长期在一线从事GTM沥青混合料的研究、试验检测、技术咨询工作，积累了丰富的工程经验；且部分人员曾作为主要研究人员参与多项国家标准、行业标准、团体标准、地方标准、企业标准的研究和编制工作，在标准编制方面具有一定的经验，为本标准的编制提供了便利条件。目前，项目组成员均在科研一线工作，项目组可把主要时间和精力投入到本地方标准的编制工作中，完成该项标准的编制。

4 编写单位、编写人员及分工

编写单位的主要编写人员均在科研或生产的一线岗位上长期从事材料开发与应用、施工研究、试验检测、相关技术咨询等工作，积累了丰富的工程经验，为本规程的制定提供了有利保障。确保本规范内容科学合理、设计设置条款符合实际要求。

4.1 编制单位

(1) 主编单位广东华路交通科技有限公司，负责编制组人员分工、工作方案和进度计划控制，并负责规程编制大纲、调研、征求意见稿、送审稿、总校稿、报批稿等工作。

(2) 参编单位保利长大工程有限公司、广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司、广东省南粤交通投资建设有限公司参与必要的调研工作，参与本规程中的施工工艺、施工质量管理与检查验收等相关章节的编写工作。

4.2 编写人员及分工

由广东华路交通科技有限公司、保利长大工程有限公司、广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司、广东省南粤交通投资建设有限公司从事本规程相关工作的人员组成项目组，编制人员与分工如下表所示。

表 4.2 规程编写人员及分工

姓名	职务/职称	工作单位	分工
吴传海	总工程师/教高	广东华路交通科技有限公司	主编，负责材料标准编写，标准统稿
杨东来	副总工程师/教高	保利长大工程有限公司	负责施工工艺章节编写
陈沃浩	高级工程师	广东省南粤交通投资建设有限公司	负责开展资料调研
胡志涛	高级工程师	广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司	负责开展资料调研
李善强	道路所所长/教高	广东华路交通科技有限公司	负责配合比设计章节编写
马健萍	高级工程师	广东华路交通科技有限公司	负责施工质量管理与检查验收章节编写
吴俊强	高级工程师	广东省南粤交通投资建设有限公司	协助开展资料调研
周建山	高级工程师	保利长大工程有限公司	协助施工工艺章节编写
许新权	道路所总工/教高	广东华路交通科技有限公司	负责施工质量管理与检查验收章节编写
范倩	工程师	广东华路交通科技有限公司	协助配合比设计章节编写
刘锋	高级工程师	广东华路交通科技有限公司	负责透层、粘层、封层章节编写
严超	高级工程师	广东华路交通科技有限公司	协助资料调研及试验验证
伍宇	高级工程师	广东华路交通科技有限公司	负责沥青混合料施工离析快速评价方法及控制标准编写
刘新海	工程师	广东华路交通科技有限公司	协助透层、粘层、封层章节编写

4.3 编制组工作制度

本标准将实行主编负责制，本规程的立项申报、编制、征求意见、送审、报批等过程均由主编负责组织，并负责该规程编制过程中用到的资源配置、方案制订、进度管理等。副主编协助主编开展各项方案实施及管理等工作。

①主编掌握课题的进度以及课题遇到的相关问题，并做好总结分析等工作；编制任务分配后，编制组定期召开讨论会议，讨论本标准编制的技术问题、进度及下一步的工作计划；

②根据课题工作的需要召开专家咨询会议或者向相关专家进行主动咨询；

③定期组织课题参与单位交流课题进度以及成果质量的讨论。

5 进度计划安排

本标准具体工作进度计划如下表：

表 5 规程进度计划安排

阶段	时间	工作内容
大纲及初稿阶段	2022.01~2022.04	根据目前研究情况对标准大纲、工作大纲进行修改完善；开展大纲审查会；留存相关材料备案。
征求意见稿阶段	2022.05~2022.06	根据初稿审查会意见对标准进行修改完善，形成标准征求意见稿；将征求意见稿向有关单位（主要是编制单位所在集团公司内部单位和主要业务联系单位等）和专家征求意见；留存相关材料备案。
送审稿阶段	2022.07~2022.08	根据征求意见稿反馈情况对标准进行修改完善，形成标准送审稿；将标准送审稿及征求意见稿阶段的相关材料行文报送标委会秘书处；根据送审稿征求意见稿反馈情况，对标准进行修改完善，并将完善后的送审稿等材料行文报送标委会秘书处；召开标准送审稿审查会；留存相关材料备案。
总校阶段	2022.08~2022.10	根据送审稿审查会意见对标准进行修改完善，形成总校稿；召开标准总校稿总校会，开展标准总校工作；留存相关材料备案。
报批阶段	2022.10~2022.11	根据标准总校会意见对标准进行修改完善，形成标准报批稿；将标准报批稿及标准技术审查过程全套材料行文报送标委会秘书处。

6 采标情况

该规程的编制不违反相关法律法规及强制性标准。

参考和引用标准包括：《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）、《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20-2015）。

未引用相关专利。

7 重大意见处理情况

规程编制过程中，编制组内若出现重大分歧，拟采用的处理方式有以下三种，直至问题顺利解决。

- （1）组织编制组成员召开内部讨论会，结合理论、经验和实际应用情况，对出现的重大分歧进行讨论、分析；
- （2）分析重大分歧产生的原因，开展试验验证；
- （3）邀请相关专家召开评审会，对编制组出现的重大分歧进行专项分析。

8 社会经济效益分析

GTM 设计的沥青混合料其突出特点是密度高、沥青用量，可以有效减少沥青路面在重载交通下出现车辙、推移、拥包等剪切破坏。同时由于其沥青用量偏小，为使路面空隙率达到要求，保证其具有较好的密水性，因此其施工方法较马歇尔法设计的沥青混凝土有所不同。

从施工角度分析，与马歇尔法设计的混合料相比，GTM 混合料主要在拌合楼出料速度、施工进度以及压路机油耗等方面会增加了一定的工程费用，从这部分增加的费用可通过加强施工管理方面弥补或可忽略不计；而从原材料角度考虑会降低约 9% 的费用。因此，仅从施工角度分析采用 GTM 设计的沥青混合料可有效降低工程造价（初步估算，每 100 公里高等级公路沥青路面可降低造价 2000 万元以上）。

从路用性能角度考虑，GTM 混合料具有优异的高温稳定性。从目前我省高等级公路沥青路面养护维修方面考虑，普通沥青路面一般 3 年左右部分路段出现较为严重的车辙，需要铣刨重铺处理。以某长约 100 公里高速公路为例，在一个寿命周期内（十年）需进行 3 次铣刨重铺专项养护，每次重铺 10 公里计，共需专项养护费用 2400 万元（每公里铣刨重铺造价按 80 万计）；而 GTM 沥青路面在一个寿命周期内最多需要进行 1 次铣刨重铺专项养护，仅从养护费用方面考虑每 100 公里高速公路在一个寿命周期内可节约养护经费 1600 万元。

同样以某长约 100 公里高速公路为例，普通沥青路面每次车辙养护维修工期按一个月计算，每天造成的交通拥堵费用按 100 万元计，则每次维修造成的交通拥堵费用为 3000 万元，则 3 次维修造成的交通拥堵费用为 9000 万元。GTM 沥青路面仅需 1 次维修，交通拥堵费用为 3000 万元，因此从车辆通行费用的角度考虑，GTM 沥青路面在一个寿命周期内可增加通行费用 6000 万元。此外，混合料施工及废料处理还会造成对环境的污染等。

综上所述，GTM 混合料本身显著减低工程造价，结合其优异的长期路用性能（减少车辙、泛油、推移等我省常见病害），将大幅减少养护费用，增加通行费用。若在我省推广 1000 公里的 GTM 路面，十年内至少可取得 9.6 亿元的经济效益。如果再考虑混合料施工、废料处理对环境的污染和路面频繁破坏对社会的不良影响等，采用 GTM 沥青路面具有更大的优势和更好的经济社会效益。