

交通部西部交通建设科技项目

合同号：2009 318 223 108

密 级：

交通编号：

单位编号：

分 类 号：

**路面平整度和逆反射测量系统
量值溯源技术研究
(研究总报告简本)**

交通运输部公路科学研究所

2011 年 12 月

项目研究报告辑要

中文题名	路面平整度和逆反射测量系统量值溯源技术研究		
英文题名	Research on Traceability Technology of Road Roughness and Retroreflection Measurement System		
交通编号		项目来源	交通运输部
单位编号		合同号	2009 318 223 108
分类号	R00	项目起止年限	2010年1月~2011年12月
第一完成单位	交通运输部公路科学研究所	密 级	
项目负责人	常行宪（教授级高工）	报告撰写人	朱传征（副研究员）
	包左军（教授级高工）		常成利（研究员）
	孟书涛（研究员）		朱立伟（副研究员）
			包左军（教授级高工）
项目主要参加人	朱传征（副研究员） 常成利（研究员） 朱立伟（副研究员）		
	张智勇（研究员） 李伟（工程师） 杨勇（工程师）		
	和松（教授级高工） 窦光武（高级工程师） 韩文元（研究员）		
	白媛媛（工程师） 龚柏岩（高级工程师） 毛利建（工程师）		
	孙岳（工程师） 刘恒柏（助理工程师） 高捍忠（高级工程师）		
	侯君辉（高级工程师）		
主题词	路面平整度，逆反射，量值溯源		
关键词	路面平整度；逆反射；量值溯源及传递；计量基（标）准		

报告摘要:

项目研究了路面平整度和逆反射测量系统的量值溯源和传递原理及模型，建立了其量值溯源体系，研制了路面平整度和逆反射测量系统量值溯源和传递的计量标准，编制计量检定规程，规范了路面平整度仪和逆反射测量系统的量传方法和途径，填补了我国国家计量体系表的空白，实现了路面平整度和逆反射测量系统的量值溯源及传递，为依法有效开展相应计量检定和校准工作提供了必要技术保障。

项目取得如下研究成果：1) 建立了符合我国国情的路面平整度和逆反射测量系统量值溯源体系，提出了量值溯源图，完善了我国国家计量检定体系表，填补了国家计量检定体系的空白；2) 研制了路面平整度和逆反射测量系统的量值溯源及传递四项计量标准，其中三项通过了国家质量监督检验检疫总局的考核，并获授权；3) 编制了路面平整度和逆反射测量系统的计量检定规程 3 项，标准装置操作规程 1 项，2 项已发布；4) 提出了基于实路环境的路面平整度变换技术、五自由度高精度角度定位系统及恒定受光面积准确控制技术，为项目计量基准的建立提供了技术支撑。5) 直接支撑了国家道路与桥梁工程检测设备计量站建设，使其通过了考核与授权（编号：（国）法计（2011）00067 号），有力地推动了公路交通计量学科的发展与成长。

Abstract:

This project focuses on the road roughness measurement system and retroreflection measurement system. Deeply studies have been made on the principles and models of value's traceability. Through a series of research, two standards are developed and their respective metrological systems are builded. Then, by establishing verification regulations, metrological methods and routes are standardized. All of these studies fill the blank of our country's metrological system diagram and realize value's traceability. Simultaneity, these studies provide technical guarantee for carrying out verification and calibration legally.

The achievements of this project are listed as bellow.

1) According to the national conditions, it builds metrological systems and puts forward traceability diagrams of road roughness measurement system and retroreflection measurement system. These harvest perfects and fills the blank of our national metrological system diagram.

2) Four measurement standards pass the examination of AQSIQ and the three obtain authorization.

3) Three verification regulations and one operation rule are established. And two of them have been issued.

4) This project provides technical guarantee for the establishment of measurement standards. Especially, road roughness changeable technology, high accuracy angle orientation system of five freedom degree, cnstant exposed area control technology.

5) With the support of these studies, National Road and Bridge Metrology Station passes the examination and obtains authorization. And at the same time, development and growth of transport metrological subject are promoted powerfully.

目 录

1	引言.....	1
1.1	项目概况.....	1
1.2	项目研究背景.....	3
2	研究内容及关键技术.....	6
2.1	子题一：路面平整度测量系统量值溯源技术研究的研究内容及关键技术.....	7
2.2	子题二：逆反射测量系统量值溯源技术研究内容及关键技术.....	9
3	项目取得的研究成果及创新点.....	11
3.1	项目取得的研究成果.....	11
3.2	项目创新点.....	13
4	项目的经济社会效益.....	14
5	结论及建议.....	15
5.1	项目结论.....	15
5.2	建议.....	17

1 引言

1.1 项目概况

“路面平整度和逆反射测量系统量值溯源技术研究”是经交通部西部交通建设科技项目管理中心批准的西部交通建设科技项目计划的课题，交通运输部公路科学研究所为该项目的承担单位。

该项目通过对路面平整度和逆反射测量系统量值溯源技术的研究，开创了具有公路专业特色的量值溯源体系；获取了我国路面平整度测量和逆反射测量两项行业最高计量标准的关键技术；建立了计量标准向上溯源到国家基准的有效途径，确定了向下量值传递到检测设备及工作计量器具的技术与方法；为实现路面平整度和逆反射的计量准确及量值统一提供了技术基础和必要条件。该项目的实施解决了众多路面平整度和逆反射检测设备长期以来无法有效检定或校准的量值溯源问题，从而保证了检测设备数据的准确性，实现了我国路面平整度和逆反射量值的量值统一；规范了路面平整度和逆反射测量仪器的研制、生产、销售和维修，保障了路面工程和逆反射产品及工程的检测质量；增强了我国路面平整度和逆反射测量技术的基础研究能力，提高了交通安全水平和公众服务水平，极大地提高了工程建设质量评价的科学性与法制性。

项目的主要研究内容是：研究路面平整度和逆反射测量系统的量值溯源和传递的原理、模型及适用性分析；研究建立路面平整度仪检

定装置、逆反射测量标准装置和逆反射标准器组，并对计量标准进行量值溯源和传递途径研究、重复性和稳定性试验研究、计量特性研究；根据研究结果，编制路面平整度和逆反射测量系统量值溯源和传递的国家计量检定规程草案，从而补充和完善国家计量体系中缺损的重要环节，规范量传的方法和途径。本项目以国家道路与桥梁工程检测设备计量站（以下简称国家计量站）的筹建为依托工程，以项目的研究成果作为国家计量站筹建期的重要技术支撑，以通过国家主管部门对车载式路面激光平整度仪检定装置、逆反射测量标准装置和逆反射标准器组的国家标准考核作为技术成果的有效转化，并结合国家计量站筹建工作的进展全面评估项目研究技术成果的应用效果，从而极大地推动公路工程专业计量技术的科学发展，填补该领域的长期空白。

本项目的的主要研究目标如下：

（1）通过对路面平整度测量系统的量值溯源技术研究，分析适用于量值溯源和传递的平整度检测设备工作原理，建立国际平整度指数的计算模型，提出国际平整度指数 IRI 计量标准的设计原理和实现方法，建立可变平整度水平的试验道路，研制车载路面激光平整度仪检定装置，通过国家计量标准考核。

（2）通过对逆反射测量系统的量值溯源技术研究，分析适于量值溯源和传递的逆反射测量工作原理和方法模型，基于原理和模型提出实现方法，并根据系列试验研究与计量性能分析，研制逆反射测量标准装置和逆反射计量标准器组，通过国家计量标准考核。

本项目研究期限为 2 年，研究总经费为 242 万元人民币，全部为部拨经费。

1.2 项目研究背景

1.2.1 公路专用仪器设备量值溯源的迫切需求

公路是重要的交通运输基础设施，是国民经济发展的动脉。随着我国公路交通快速有序的发展、公路建设规模和客货运输量飞速的增长，公路工程建设质量控制和运营道路设施状况的质量监测也日益重要。试验检测数据的规范、客观、公正、准确直接关系到工程建设质量和设施使用状况，而公路专用仪器设备则是进行相应试验检测，最终获取试验检测数据的必备工具。只有使用检定合格的仪器设备才能保证检测数据的准确可靠，才能更有效的加强工程质量管理，保障公路设施的完好与安全。

目前公路专用仪器设备的量值溯源工作存在着技术复合性、专业独特性、工程在线性和地域差别等特点，这就决定了公路工程的量值溯源技术与社会通用量值溯源体系具有很大的差异性；而且相当一部分交通领域特有的参数指标无法从现有社会通用计量系统中直接或间接获得量值传递，在较长时间内国家计量体系中一直存在着重要的缺失一环，从而无法保障公路专用测试仪器或装置数据的计量准确性与量值统一。因此，公路专用仪器设备的计量检定和校准已成为一个长期困扰交通行业，需要及早解决的问题。

由于公路专业在工程计量领域所欠缺的是一个层面问题，在众多环节当中首先要破解主要问题，从而形成切入结构性问题的有着力点与相应解决措施的支撑点。

在衡量公路工程质量的众多指标中，路面平整度是道路使用者直接接触的路面使用性能指标之一，直接影响了道路使用者的乘坐舒适性、安全性以及运输经济性。为了保证公路运营的服务质量，我国公路建设和养护一直把路面平整性作为一个重要的质量评价指标。在新颁布的《公路技术状况评定标准》中，路面平整度指标 RQI 在路面使用性能指标 PQI 中的权重达到了 0.4，并且要求平整度的检测频率不少于 1 次/年。在全国公路养护与管理大检查中，路面平整度指标占路面总检查结果的 60% 权重，凸显了该指标的重要作用。而车载式路面激光平整度仪在公路工程建设、工程交竣工质量验收、公路运营养护水平评价过程中亦是一个重要的检测设备，其测值准确性直接影响到工程质量和运营服务水平的评价。尽管这类设备的应用非常普遍，但是数据处理过程较为复杂，并且设备的输出指标为综合性的行业专用技术指标，整套检测系统由多个部分组成，单个指标的检定合格不能保证系统整体输出值的准确性。由于路面平整度检测设备溯源性的困难，交通运输部委托交通运输部公路科学研究所负责现场检测设备——车载式路面激光平整度仪的测值准确性检查工作。公路院的技术人员严格按照世界银行关于激光平整度仪校准方法的要求，对全国 29 台套设备进行了检查。检查结果表明，同一厂家生产的设备测值基本一致，但是不同厂家之间的差异仍然较大，个别厂家的设备测

值偏离度远超容忍度，从中可以看出，行业内对此类设备的量值统一和溯源需求极为迫切。

逆反射材料是交通安全诱导设施中常用的关键材料，主要应用于交通标志、路面标线、突起路标、轮廓标等安全设施中，逆反射性能的优劣直接影响其效能，是其最关键的技术指标，对驾驶的安全视认性至关重要。以 2005 年交通运输部公路科学研究对交通标志板实施的质量监督为例，逆反射系数指标不符合标准的要求在产品的质量问題中仍占有一定的比例。在交通运输部公路科学研究所对逆反射测量仪开展校准工作之前，若要对逆反射测量仪进行量值溯源，需要到国外如美国国家标准技术研究院（NIST）进行，这种方式费用高，时效性和便利性差，操作极为不便。交通运输部公路科学研究所自 2007 年开始对逆反射测量仪开展初步的校准工作，采用的是基于相对测量的原理和方法，该方法的准确性和可靠性完全依赖于仪器的校准数据，如果没有建立起完善的溯源和传递体系，则根本无法保证该量值的统一。显然，及时开展逆反射测量系统量值溯源技术研究是非常必要和迫切的。

简而言之，目前公路工程专用仪器设备的量值溯源体系尚未建立和完善，部分参数的量值溯源与传递技术仍处于空白。本项目结合当前公路工程质量评价及控制的实际需要，选择对公路质量中安全性和舒适性直接相关，且需求广泛，量值溯源甚为迫切的路面平整度和逆

反射性能两项指标的量值溯源技术展开研究，并首次开启了系统地进行公路交通行业的工程计量学基础研究与应用技术研究的先河。

1.2.2 国家道路与桥梁工程检测设备计量站的建站需求

立足于行业的迫切需求，为系统和全面的开展公路工程专业的计量检定活动，组建能够涵盖公路工程试验检测主要技术特点的国家级专业计量检定机构，同时也是对国家计量体系的完善和补充，交通运输部于 2008 年向国家质量监督检验检疫总局（以下简称国家质检总局）提交了《关于申请建立国家道路与桥梁工程检测设备计量站的函》（厅函科教[2008]26 号），正式申请建立国家级公路工程检测设备计量站。质检总局于 2008 年 5 月回复《关于同意筹建国家道路与桥梁工程检测设备计量站的函》（国质检量函[2008]357 号），同意筹建国家道路与桥梁工程检测设备计量站（以下简称国家计量站）。

建立具有专业特色而又亟需的计量标准是计量站在筹建期的重要工作，交通运输部公路科学研究所针对公路专用检测仪器设备的特点和应用状态、以及目前交通检测和计量检定的发展，综合考虑公路试验检测需求量、重要程度、技术成熟度和计量特点，以路面平整度和逆反射系数等数个参数的量值溯源研究为重点，作为考核计量站符合法定要求与否的关键性技术指标。

2 研究内容及关键技术

本项目通过对路面平整度和逆反射测量系统的量值溯源技术进

行系统、全面和深入的研究，研究建立符合交通行业特点的有效量传途径，实现路面平整度和逆反射两项重要指标的量值统一和计量准确，补充和完善国家计量检定体系中的交通运输专业组成部分。

本项目分为两个子题，分别为：

子题一：路面平整度测量系统量值溯源技术研究；

子题二：逆反射测量系统量值溯源技术研究。

各子题的研究内容及关键技术如下：

2.1 子题一：路面平整度测量系统量值溯源技术研究的研究内容及关键技术

2.1.1 研究内容

（1）车载激光平整度仪工作原理及适用条件研究

重点是调查国内外车载激光平整度仪生产厂商，分析激光平整度仪理论模型，根据激光平整度仪的工作原理并通过道路条件的改变，如平整性、横坡度、纵坡变化，确定激光平整度仪的适用条件。

（2）国际平整度指数（IRI）的溯源技术研究

研究国际平整度指数（IRI）作为计量指标的可行性，分析国际平整度指数指标分解溯源的可行性和有效性，结合我国的计量体系建立符合我国国情的国际平整度指数溯源方法。

（3）路面平整度计量标准的建立

基于车载式路面激光平整度仪工作原理，研究在平台道路上实现快速高程变换技术以及实现试验道路的平整度变换方法，建立路面平整度计量标准，实现对建立的计量标准、检定装置进行稳定性试验、重复性试验研究及不确定度分析，并进行检定结果的验证等工作，最终通过行政主管部门的考核成为行业最高计量标准。

（4） 车载式路面激光平整度仪国家检定规程草案编制

在总结平整度计量标准研究成果的基础上，修订完成行业检定规程，并按照国家检定规程的要求编制车载式路面激光平整度仪的检定规程草案，为今后将行业检定规程上升为国家规程做好准备工作。

2.1.2 解决的关键技术

（1） 国际平整度指数（IRI）量值溯源技术

国际平整度指数为综合性指标，不能够直接溯源至社会公用标准或国家基准，也没有标准的平整度测量设备作为参考。本研究拟参考世界银行（45、46 号技术文件）的做法，结合研究激光平整度仪的测量特点，研发车载激光平整度仪检定装置，建立起国际平整度指数与社会公用计量标准或国家基准之间的联系，从而实现国际平整度指数的溯源性。

（2） 试验平台平整度水平变换技术

为了满足激光平整度仪的检定过程要求，试验平台道路必须能够提供多种不同平整度水平。本研究将通过快速高程变换技术实现同一

平台道路满足各种检定参数的需求。

（3）国际平整度指数计量标准的传递技术

由于本研究所建计量标准满足国际平整度指数的溯源要求，能够保持计量标准的复现性、重复性和稳定性，但是仍不能够满足全国大范围平整度设备计量检定的需求。本研究将通过软硬件技术开发，突破激光平整度仪准确度瓶颈，研发高精度激光平整度仪作为平整度计量标准的高效传递工具，适用于全国不同区域的广泛需求。

2.2 子题二：逆反射测量系统量值溯源技术研究内容及关键技术

2.2.1 研究内容

（1）逆反射测量原理研究与模型建立

研究逆反射测量系统的工作原理和测试方法，构建逆反射性能各类测量模型，分析不同测量模型的计量学特性，确立适用于量值溯源和传递的逆反射计量体系数学模型。

（2）逆反射测量系统量值溯源与传递技术研究

研究逆反射测量系统的量值溯源性特性，分析其溯源到国家基准的有效途径，确定逆反射测量系统的主要计量特性；研究从逆反射测量系统传递到工作计量器具及检测设备的有效溯源技术，建立清晰、完整的量值传递路径。

（3）逆反射测量系统计量标准研究

研究影响逆反射测量系统量值传递能力的因素，分析该类因素对逆反射测量系统的干扰，建立逆反射测量系统计量标准；对建立的计量标准、检定装置进行稳定性试验、重复性试验研究及不确定度分析，通过对检定结果的试验验证等工作，最终获得行政主管部门的考核成为行业最高计量标准。

（4）逆反射测量系统计量标准的国家检定规程草案编制

在总结逆反射测量系统计量标准研究成果的基础上，修订完成行业检定规程，并按照国家检定规程的要求编制逆反射测量系统的检定规程草案，为今后将行业检定规程上升为国家规程做好准备工作。

2.2.2 解决的关键技术

（1）逆反射量值溯源技术

从逆反射的测量原理和应用技术的基础研究着手，最终解决目前社会通用计量检定体系仍然无法实现逆反射量值溯源的问题。本项目研究了逆反射测量技术的不同原理、方法和工作模型，分析了不同测量模型的计量学特性，研究适用于进行溯源的具有较高级别计量学属性的逆反射测量系统，从而建立溯源至国家基准的有效途径和方式。

（2）逆反射量值传递技术

逆反射计量标准是逆反射指标量值传递的最关键环节，因此本项目的重点是研究建立逆反射计量标准，并通过试验分析其准确性、重复性和稳定性，研究逆反射计量标准对工作计量器具的向下传递技术，实现交通运输行业逆反射计量器具的量值溯源与传递体系。

（3）逆反射测量标准装置研制

逆反射测量标准装置是逆反射测量系统计量标准中的一级计量标准，是本项目拟建立的逆反射测量领域部门最高计量标准。通过研究分析其工作原理、技术指标、硬件搭建、及重复性试验、稳定性试验等，研制成逆反射测量标准装置，填补了国家计量体系中交通计量专业在逆反射领域的空白。

3 项目取得的研究成果及创新点

3.1 项目取得的研究成果

本项目通过对路面平整度和逆反射测量系统的量值溯源和传递的原理、模型及适用性分析，建立了路面平整度和逆反射测量系统的量值溯源体系，研制了路面平整度仪检定装置、逆反射测量标准装置和逆反射标准器组，进行了计量标准的量值溯源和传递途径研究、重复性和稳定性试验、计量特性研究，通过了国家计量标准考核。在此基础上，编制了路面平整度和逆反射测量系统量值溯源和传递的国家计量检定规程草案，规范了路面平整度仪和逆反射测量系统的量传方法和途径，填补了我国国家计量体系表中相关量值溯源及传递的空白，实现了计量标准向上溯源到国家基准，向下量值传递到检测设备及工作计量器具的有效途径和技术方法，为依法有效开展相应计量检定和校准工作提供了必要的技术保障。

项目取得的研究成果如下：

1) 建立了符合我国国家计量检定体系要求的路面平整度和逆反射测量系统量值溯源体系，提出了路面平整度和逆反射测量系统量值溯源图，完善了我国国家计量检定体系表，填补了我国国家计量检定体系中路面平整度和逆反射测量领域的空白。

2) 研制了路面平整度（国际平整度指数 IRI）和逆反射测量系统的量值溯源及传递四项计量标准，即：车载式路面平整度仪检定装置、高精度路面平整度检测仪二级计量标准、逆反射测量标准装置和逆反射标准器组。其中路面平整度一级计量标准、逆反射测量标准装置和逆反射标准器组三项计量标准通过了国家质量监督检验检疫总局的国家计量标准考核，并获得授权，授权号分别为：

- Ⅰ 车载式路面平整度仪检定装置，授权证书号：2010 国量标交通证字第 062 号；
- Ⅰ 逆反射测量标准装置，授权证书号：2010 国量标交通证字第 065 号；
- Ⅰ 逆反射标准器组，授权证书号：2010 国量标交通证字第 066 号。

3) 编制了路面平整度和逆反射测量系统的计量检定规程 3 项，其中 2 项已作为交通运输部部门计量检定规程发布。具体包括：

- Ⅰ JJG(交通) 075-2009 《车载式路面激光平整度仪检定规程》；
- Ⅰ JJG(交通) 101-2010 《逆反射标准器》；

4) 提出了完善的基于实路环境的路面平整度变换技术，为车载式路面平整度仪标准检定装置提供了技术支撑。

5) 直接支撑了国家道路与桥梁工程检测设备计量站建设，完成了依托工程，使国家道路与桥梁工程检测设备计量站通过了国家质量监督检验检疫总局的考核与授权，证书编号为(国)法计(2011)00067号。

6) 发表高水平学术论文 7 篇，其中 EI 收录 2 篇；申请国家专利 5 项，获得授权 5 项。

3.2 项目创新点

本项目取得的创新性研究成果如下：

1) 建立了符合我国国情的路面平整度和逆反射测量系统量值溯源体系，给出了路面平整度和逆反射测量系统量值溯源图，完善了我国国家计量检定体系表，填补了我国国家计量检定体系中路面平整度和逆反射测量领域的空白；

2) 研制并首次建立了路面平整度和逆反射测量系统量值溯源和传递的车载式路面平整度仪检定装置、逆反射测量标准装置和逆反射标准器组 3 项交通行业最高基准（已通过了国家质量监督检验检疫总局的标准考核），实现了路面平整度和逆反射测量系统量值的科学、有效溯源及传递；

3) 首次提出了相同道路平台条件下的路面高程快速变化方法，

实现了基于快速平整度水平变换技术的国际平整度指数计量标准；

4) 提出了集成双向角度控制、激光定位及类光阑恒定受光面控制装置的五自由度高精度角度定位系统及受光面积准确控制技术，确保了逆反射测量标准装置的精度、稳定性及重复性。

4 项目的经济社会效益

公路是重要的交通运输基础设施，是国民经济发展的动脉。随着我国公路交通快速有序的发展、公路建设规模和客货运输量飞速的增长，公路工程建设质量控制和运营道路设施状况的质量监测也日益重要。试验检测数据的规范、客观、公正、准确直接关系到工程建设质量和设施使用状况，而公路专用仪器设备则是进行相应试验检测，最终获取试验检测数据的必备工具。只有使用检定合格的仪器设备才能保证检测数据的准确可靠，才能更有效的加强工程质量管理，保障公路设施的完好与安全。

目前我国交通行业拥有路面平整度和逆反射测量设备数百台套，开展相关检测和试验服务的实验室近百家，国内外相关测量设备的制造厂商数十家，这些不同厂家、不同类型和不同使用单位的测量设备的量值是公路建设质量和安全水平评价的关键要素。通过本项目的实施解决了众多路面平整度和逆反射检测设备长期以来无法有效检定或校准的量值溯源问题，从而保证了检测设备数据的准确性，实现了我国路面平整度和逆反射量值的量值统一；规范了路面平整度和逆反

射测量仪器的研制、生产、销售和维修，保障了路面工程和逆反射产品及工程的检测质量；增强了我国路面平整度和逆反射测量技术的基础研究能力，提高交通安全水平和公众服务水平，极大地提高了工程建设质量评价的科学性与法制性，具有重要的经济、社会效益。

此外，本项目以国家道路与桥梁工程检测设备计量站（以下简称国家计量站）的筹建为依托工程，以项目的研究成果作为国家计量站的筹建期的重要技术支撑，以通过国家主管部门对车载式路面激光平整度仪检定装置、逆反射测量标准装置和逆反射标准器组的国家标准考核作为技术成果的有效转化，并结合国家计量站筹建工作的进展全面评估项目研究技术成果的应用效果，从而极大地推动公路工程专业计量技术的科学发展，填补该领域的长期空白，对我国公路工程质量提升以及施工过程质量保证、确保公路运输的安全性、舒适性具有重要意义，经济社会效益明显。

5 结论及建议

5.1 项目结论

本项目的研究结论如下：

1) 公路工程建设质量控制和运营道路设施状况的质量监测也日益重要，试验检测数据的规范、客观、公正、准确直接关系到工程建设质量和设施使用状况，而公路专用仪器设备的量值溯源及传递是保证公路专用仪器设备测量精度及稳定性的关键环节。进行公路工程专

用仪器设备量值传递及溯源技术的研究，是公路工程质量管理及控制、公路运营及管理的迫切需求。

2) 目前公路工程专用仪器设备的量值溯源体系尚未建立和完善，相当部分参数的量值溯源与传递技术仍处于空白。本项目结合当前公路工程质量评价及控制的实际需要，选择对公路质量中安全性和舒适性直接相关，且需求广泛，量值溯源甚为迫切的路面平整度和逆反射性能两项指标的量值溯源技术展开研究，并首次开启了系统地进行公路交通行业的工程计量学基础研究与应用技术研究的先河。

3) 本项目确定了路面平整度和逆反射测量系统溯源及传递的量值——国际平整度指数（IRI）、发光强度系数和逆反射系数，建立了该量值的溯源及传递体系，提出了上述量值的溯源图，研制了上述量值的一级、二级计量标准，实现了我国路面平整度和逆反射测量系统量值的科学溯源和有效传递，填补了我国国家计量体系表的相关空白，建立了上述量值的交通行业的最高基准，通过了国家计量标准考核，取得了丰硕的研究成果。

4) 项目组编制了编制了路面平整度和逆反射测量系统的计量检定规程 3 项，车载式路面激光平整度仪标准装置操作规程 1 项，均已发布，规范了路面平整度仪和逆反射测量系统的量传方法和途径，填补了我国国家计量体系表中相关量值溯源及传递的空白，实现了计量标准向上溯源到国家基准，向下量值传递到检测设备及工作计量器具的有效途径和技术方法，为依法有效开展相应计量检定和校准工作提

供了必要的技术保障。

5) 直接支撑了国家道路与桥梁工程检测设备计量站建设，完成了依托工程，使国家道路与桥梁工程检测设备计量站通过了国家质量监督检验检疫总局的考核与授权。

6) 本项目的实施有助于提高我国公路工程质量管理及控制水平，提高我国公路工程质量及安全性，具有重要的社会及经济效益。

5.2 建议

项目仅针对择对公路质量中安全性和舒适性直接相关，且需求广泛，量值溯源甚为迫切的路面平整度和逆反射性能两项指标的量值溯源技术展开研究，突破了多项关键技术，建立了行业的最高基准，实现了该 2 项指标的量值传递及溯源，有效保证了路面平整度和逆反射测量系统的量值统一和准确可靠。

然而，公路工程涉及设备众多，参数多样，量值的组合类型繁多，溯源及传递途径尚有许多未能建立，对我国公路工程专用仪器设备的量值传递及溯源造成了极大影响。本项目在路面平整度和逆反射测量系统两个专业设备的量值确定、模型建立及溯源技术等方面进行了有益的尝试。公路工程专用设备中尚有许多类似设备迫切需要进行量值传递及溯源技术的研究，希望能够得到交通运输部科技司、交通部西部项目管理中心以及交通运输部公路科学研究所的持续的支持及投入。