

# 美国公路战略研究计划 2 ( SHRP 2 )

## 先进的公路安全、设计和性能体系

贾渝 吕正龙

苏交科集团股份有限公司

新型道路材料国家工程实验室

2018年3月17日



- **1981~1984年**：美国运输部联邦公路管理局委托美国国家运输研究委员会(TRB)、美国各州公路与运输官员协会(AASHTO)进行SHRP立项前期研究
- **1984年**：研究报告公开发表 ( TRB SR 202 “美国公路-加快革新步伐” )
- **1984~1987年**：AASHTO项目建议书国会辩论
- **1987年**：国会通过 “地面运输与统一改线援助法”  
Surface Transportation and Uniform Relocation Assistance Act
- **1987-1993年**：项目实施



- 获取巨额盈利
- 开拓忽视的领域
- 攻克现有机制下无法展开的重大课题
- 重视实用性
- 大规模和联合攻关（科研一体化）
- 与国家政策变化一致、与新技术接轨
- 改进交通安全、保护环境



## 01

- 胶结料性能规范与试验
- 混合料设计方法系统
- 混合料性能分析系统



沥青

## 02

- 水泥与混凝土
  - 化学与物理性质
  - 耐久性
  - 无损监测与分析
  - 力学性质分析
- 桥梁与结构
  - 物理状况检查与评估
  - 化学防护与根治
  - 改进传统方法
  - 建立新规范



混凝土与结构

## 03

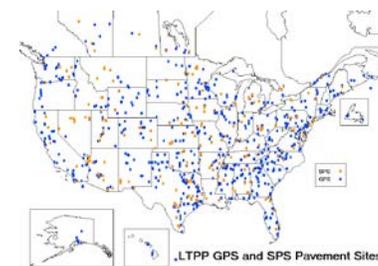
- 养护经济效益
  - 定量分析养护有效性
  - 开发测量系统与仪器
  - 改进材料与设备
  - 工作区安全系统与装置
  - 新技术培训
- 冰雪控制
  - 预防路面结冰
  - 路面化冰
  - 改进集雪控制方法
  - 冰雪控制工作管理



公路运营

## 04

- 评估现有设计方法、改进设计公式
- 开发修复施工方案与设计方法
- 确定载荷、气候、结构、设计对性能的影响
- 确定施工质量对养护水平的影响
- 建立国家路面长期性能数据库

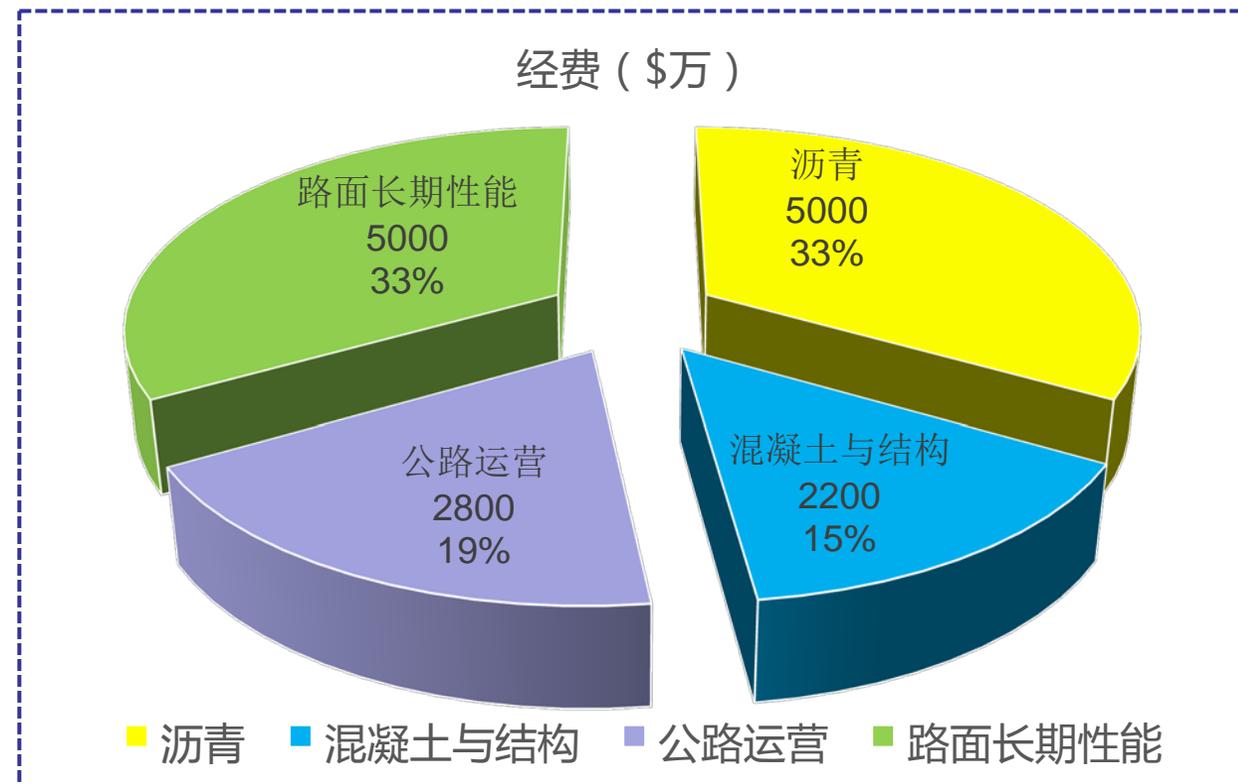


路面长期性能

■总经费：\$1亿5千万

■期限：5年（1987-1993）

课题名称	经费
沥青	\$5,000万
混凝土与结构	\$2,200万
公路运营	\$2,800万
路面长期性能	\$5,000万



- 130多项
- 内容：沥青、混凝土与结构、公路运营、路面长期性能
- 形式：规范、标准、试验方法、手册、软件、指南、录像带
- 研究报告

Superior  
Performing  
Asphalt  
Pavements

Su per pave  
高性能沥青路面

## ■ SHRP2不是父辈的SHRP

### SHRP

- 业主费用和运营
- 工程学科
- 材料、设备
- 规范、方法



### SHRP2

- 用户费用和期望
- 各学科间交叉
- 运营、安全
- 行为、体制



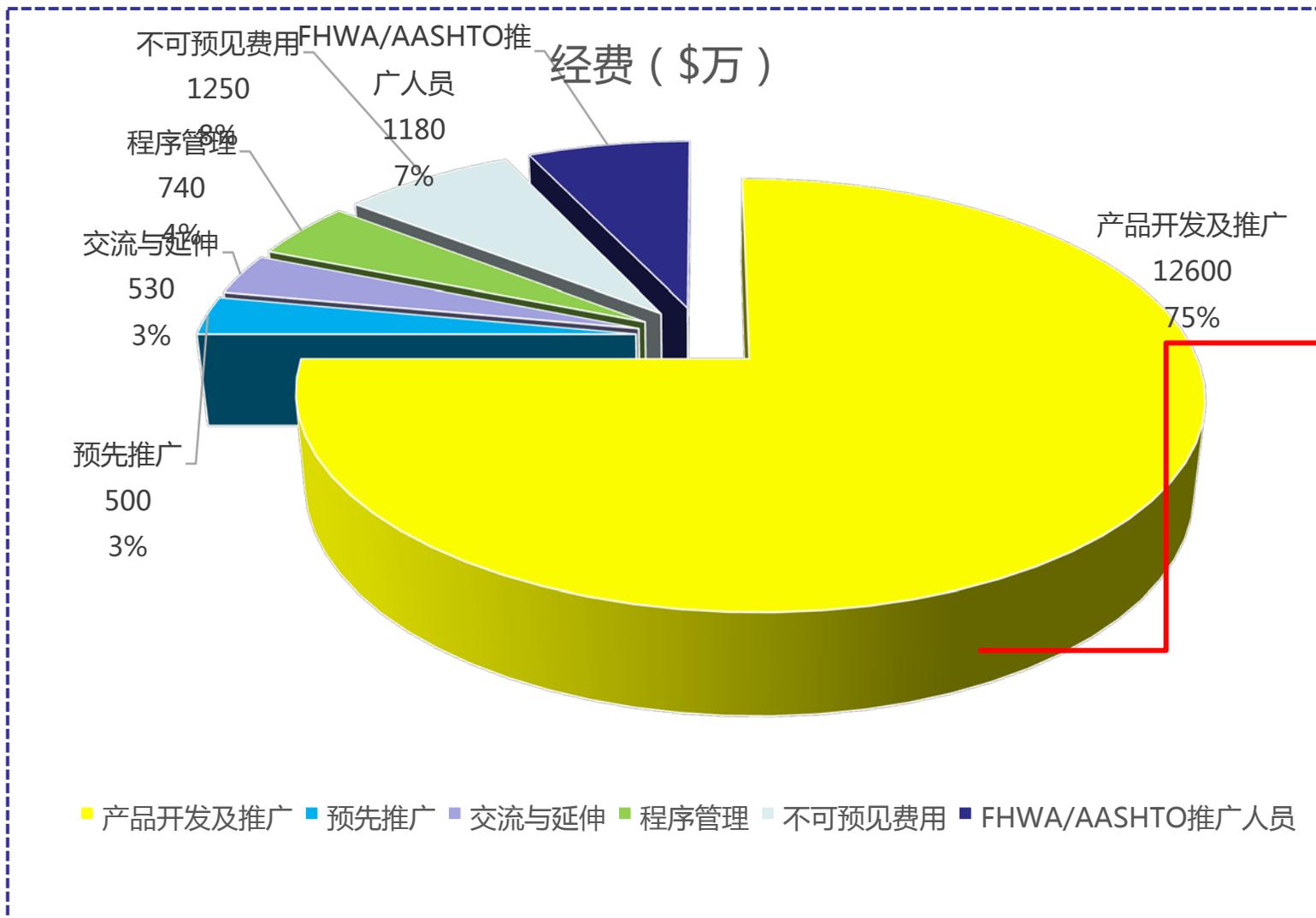
## ■ Future SHRP-SHRP 2

- **1998年**：TEA-21要求→特别报告 SR260
- **2001年**：AASHTO 决议→与FHWA合作中间计划
- **2002-2003年**：中间计划→详细的研究计划
- **2005年**：SAFETEA-LU 授权新的SHRP，即**SHRP2**

- ✓ Safe, Accountable, Flexible, Efficient Transportation Equity Act: A Legacy for Users (SAFETEA-LU) ( 2005 - 2009 )
- ✓ **安全的、负责的、灵活的、有效的平等运输法:用户遗产(SAFETEA-LU) ( 2005 - 2009 )**

- 从系统角度强调公路需求
- 鼓励与公路非传统领域的研究
- 明白公路研究和技术项目相互依靠的知识

## ■SHRP2推广经费预算：\$16,900万



研究领域	推广经费
更新	\$4,050万
安全	\$3,340万
可靠性	\$2,770万
通行能力	\$2,460万
合计	\$12,620万

# 互联网上的SHRP2

## ■ GoSHRP2

[www.fhwa.dot.gov/GoSHRP2](http://www.fhwa.dot.gov/GoSHRP2)

- 推广援助项目
- 学习如何使用SHRP2成果

## ■ SHRP2 @ AASHTO

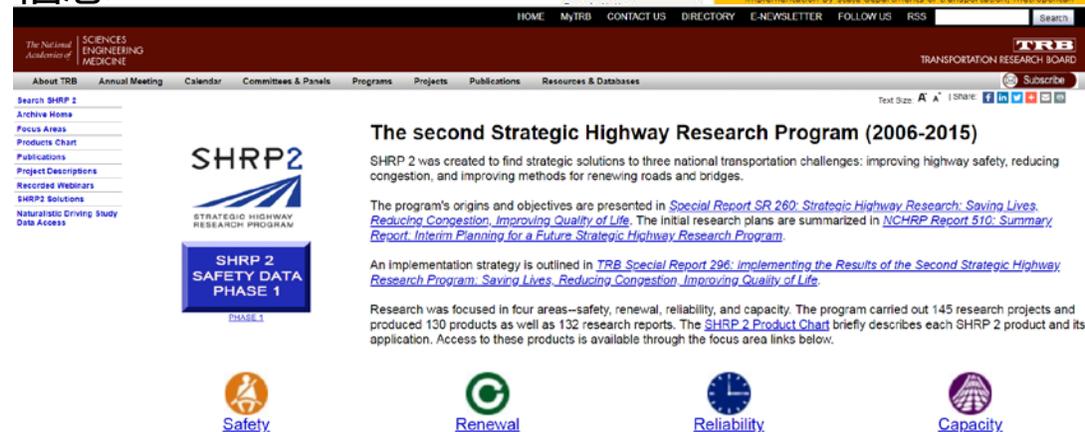
<http://SHRP2.transportation.org>

- 为AASHTO会员提供推广信息

## ■ SHRP2 @ TRB

[www.TRB.org/SHRP2](http://www.TRB.org/SHRP2)

- 研究阶段资料





**安全**：通过分析司机，道路和车辆因素分析车祸，碰撞事故和普通驾驶，促进驾驶安全



**可靠性**：通过更好的操作减少拥堵并创造更多可预测的旅行时间



**通行能力**：规划和设计一个公路系统，提供最小的干扰并满足社区的环境和经济需求

**更新**：利用现有资源，创新和技术快速维护和修复恶化的基础设施

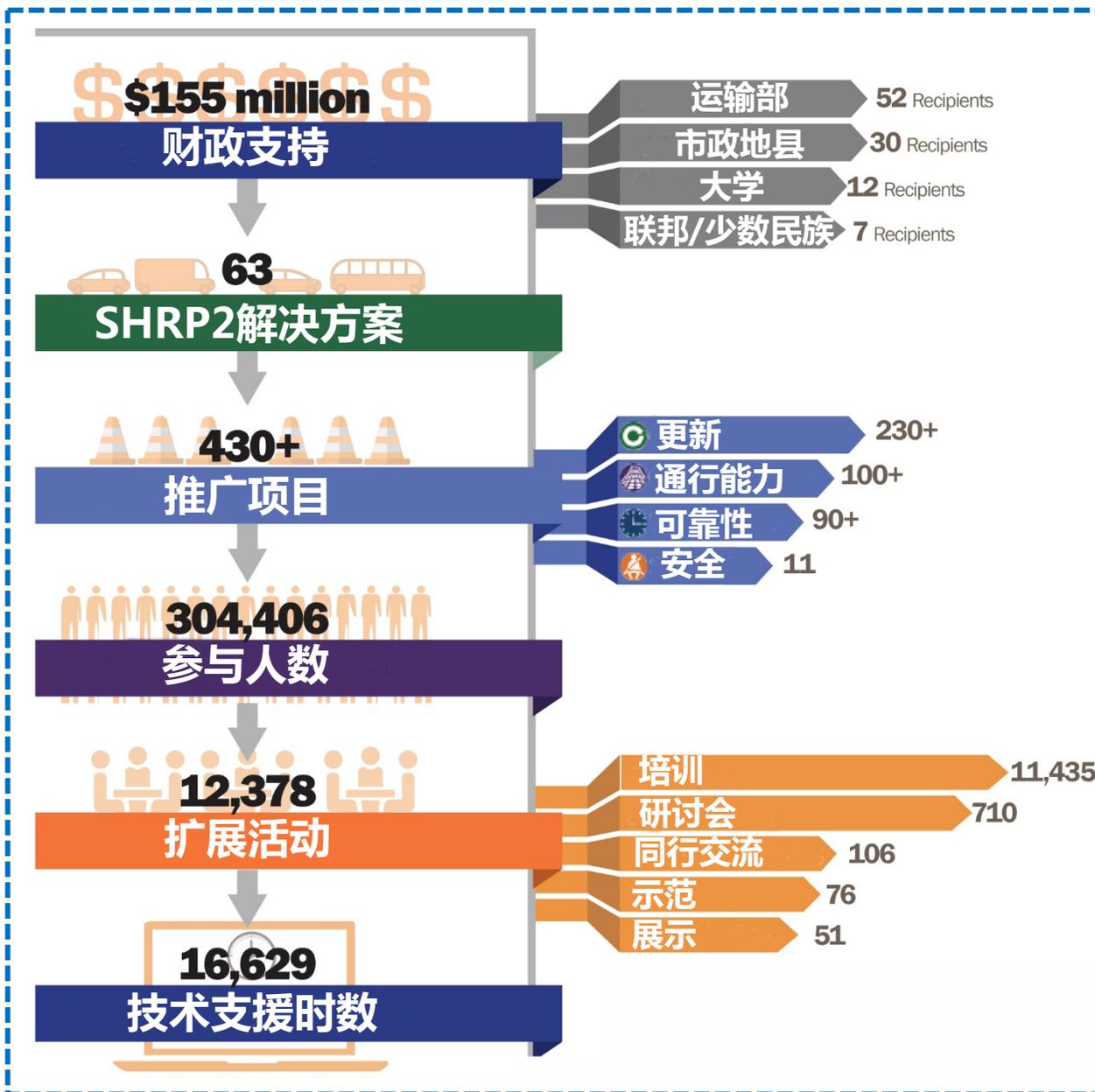


Save lives.  
Save money.  
time.

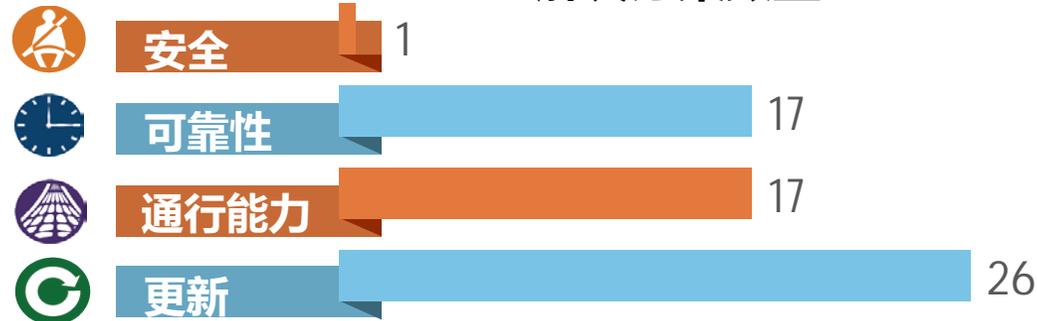
- SHRP2 的研究阶段已经结束，联邦公路管理局（FHWA）和美国国家公路和运输官员协会（AASHTO）负责实施由此产生的**SHRP2解决方案产品推广**
- FHWA和AASHTO在TRB的支持下制定了一项为期三年的计划，以指导推广最高优先级的SHRP2解决方案
- 技术支持项目Implementation Assistance Program (IAP)为推广这些创新解决方案的机构提供资金和技术援助
- 七轮技术支持项目（2013.02~2016.04）
- **SHRP2 教育连接项目**成立于2015年，旨在通过项目帮助还在学校的下一代交通专业人使SHRP2解决方案取得成功
- 在所有项目完成之前，2018 SHRP 2的实施仍在全面展开



# SHRP2 解决方案&产品推广



## SHRP2 解决方案数量



- 桥梁建造得更快
- 更流畅的交通和更少的拥堵
- 降低建设成本
- 更安全的道路
- 更智能的环境审查

拯救生命  
(Save life)

节约成本  
(Save money)

节省时间  
(Save time)

- 数据来自AASHTO 2017年SHRP2推广重点年度报告，数据统计至2017年11月1日
- <http://shrp2.transportation.org/Documents/SHRP2%202017%20Annual%20Report.pdf>

## 概念验证试点

- 评估产品准备
- 承包商支持收集数据并评估产品应用

## 主要采用者 激励措施

- 帮助抵消与产品推广和风险缓解相关的成本
- 要求参与人提供旨在进一步完善该产品的具体交付

## 用户激励

- 支持推广活动，例如进行内部评估，改变工艺和组织同行交流

## ■安全解决方案 ( Safety solutions ) -1项

<https://www.fhwa.dot.gov/goshrp2/Solutions/Safety/List>



- 1.从概念到对策- 使用SHRP2安全数据进行部署的研究

( Concept to Countermeasure – Research to Deployment Using the SHRP2 Safety Data )





## ■可靠性解决方案 ( Reliability Solutions ) -17项

<https://www.fhwa.dot.gov/goshrp2/Solutions/Reliability/List>

- 1. **可靠性数据和分析工具** Reliability Data and Analysis Tools (L02/L05/L07/L08/C11)
- 2. **运营策略的城市高速公路模型** Urban Freeway Models for Operations Strategies (L03)
- 3. **仿真和规划模型的可靠性** Reliability in Simulation and Planning Models (L04)
- 4. **组织可靠性工具** Organizing for Reliability Tools (L06/L01/L31/L34)
- 5. **用车载视频数据搜索、改正驾驶员行为引起非循环拥堵的可行性/可靠性性能** Modeling Approach to Performance Measurement for Reliability/ Feasibility of Using In-Vehicle Video Data to Explore How to Modify Driver Behavior that Causes Non-Recurring Congestion (L10)
- 6. **评估旅行时间可靠性改善的经济评估模型** Economic Evaluation Models to Assess Improvements in Travel-Time Reliability (L11)
- 7. **全国交通事故应急管理培训计划**  
National Traffic Incident Management Responder Training Program (L12/L32A/L32B)
- 8. **可靠性数据存档** Reliability Data Archive (L13/L13A)



## ■可靠性解决方案 ( Reliability Solutions ) -17项

<https://www.fhwa.dot.gov/goshrp2/Solutions/Reliability/List>

- 9. 沟通旅客信息并评估对旅行者的价值 Communicating Traveler Information and Estimating Its Value to Travelers (L14)
- 10. 谷歌地图上起终点位置的可靠信息 Origin-to-Destination Reliability Information on Google Maps (L15A)
- 11. 特殊事件临近信息资源 Proximity Information Resources for Special Events (L15B)
- 12. 提高旅行时间可靠性的框架 Framework for Improving Travel-Time Reliability (L17)
- 13. TIM 培训课程评估和报告工具 Post-Course Assessment and Reporting Tool for TIM Training (L32C)
- 14. 城市高速公路模型验证 Validation of Urban Freeway Models (L33)
- 15. 运输决策中建模、经济评估、论证和使用旅行时间可靠性的局部方法 Local Methods for Modeling, Economic Evaluation, Justification, and Use of Travel-Time Reliability in Transportation Decision Making (L35)
- 16. 区域运营论坛 Regional Operations Forum (L36)
- 17. WISE : 工作区影响和策略评估软件 WISE: Work Zone Impacts and Strategies Estimator Software (R11)

在更新领域内进行，在可靠性领域内推广



## ■通行能力解决方案 ( Capacity Solutions ) -17项

<https://www.fhwa.dot.gov/goshrp2/Solutions/Capacity/List>

- 1. PlanWorks : 更好的规划、更好的项目 PlanWorks: Better planning. Better projects. (C01)
- 2. 规划处理包 Planning Process Bundle (C02/C08/C09/C12/C15)
- 3. EconWorks (C03/C11)
- 4. 推广生态逻辑 Implementing Eco-Logical (C06)
- 5. TravelWorks (C10/C04/C05/C16)
- 6. 将货运更好地纳入公路运力规划和决策指南 Guide to Better Integrating Freight Transport into Highway Capacity Planning and Decisions (C15)
- 7. 三个DOT试点测试协作决策框架 , 包括自我评估方法 Pilot Test the Collaborative Decision-Making Framework with Three DOTs, Including a Self-Assessment Method (C18A)
- 8. 三个DOT试点测试协作决策框架 , 包括自我评估方法 Pilot Test the Collaborative Decision-Making Framework with Three DOTs, Including a Self-Assessment Method ( C18B )





## ■通行能力解决方案 ( Capacity Solutions ) -17项

<https://www.fhwa.dot.gov/goshrp2/Solutions/Capacity/List>

- 9. 三个DOT试点测试协作决策框架，包括自我评估方法 Pilot Test the Collaborative Decision-Making Framework with Three DOTs, Including a Self-Assessment Method ( C18C )
- 10. 三个DOT试点测试协作决策框架，包括自我评估方法 Pilot Test the Collaborative Decision-Making Framework with Three DOTs, Including a Self-Assessment Method ( C18D )
- 11. 加快项目交付 Expediting Project Delivery (C19)
- 12. 货运需求建模和数据改进 Freight Demand Modeling and Data Improvement (C20)
- 13. 环境保护方法 C06 A&B试点 Pilot Test the C06 A&B Approaches to Environmental Protection (C21A)
- 14. 环境保护方法 C06 A&B试点 Pilot Test the C06 A&B Approaches to Environmental Protection (C21B)
- 15. 环境保护方法 C06 A&B试点 Pilot Test the C06 A&B Approaches to Environmental Protection (C21C)
- 16. 环境保护方法 C06 A&B试点 Pilot Test the C06 A&B Approaches to Environmental Protection (C21D)
- 17. 传达PlanWorks的价值 ( C22 ) Communicating the Value of PlanWorks (C22)



## ■更新解决方案 ( Renewal Solution ) -26项

<https://www.frwa.dot.gov/goshrp2/rolation/renewal/list>

- 1. 三维公共设施定位数据存储库 3D Utility Location Data Repository (R01A)
- 2. 公共设施包 Utility Bundle (R01A/R01B/R15B)
- 3. 公共设施调查技术 Utility Investigation Technologies (R01B)
- 4. 深埋公共设施定位新技术 Innovation in Location of Deep Utilities (R01C)
- 5. 土工技术工具包 GeoTechTools (R02)
- 6. 工人疲劳风险管理 Worker Fatigue Risk Management (R03)
- 7. 快捷更新的新桥梁设计 Innovative Bridge Designs for Rapid Renewal (R04)
- 8. 预制水泥混凝土路面 Precast Concrete Pavement (R05)
- 9. 非破坏性试验(NDT)工具箱 NDToolbox (R06)





## ■更新解决方案 ( Renewal Solution ) -26项

<https://www.frwa.dot.gov/goshrp2/rolation/renewal/list>

- 10. 水泥混凝土桥面非破坏性试验 Nondestructive Testing for Concrete Bridge Decks (R06A)
- 11. 建筑材料指纹技术 Techniques to Fingerprint Construction Materials (R06B)
- 12. 沥青路面增强质量控制技术 Technologies to Enhance Quality Control on Asphalt Pavements (R06C)
- 13. 判断路面脱空的先进方法 Advanced Methods to Identify Pavement Delamination (R06D)
- 14. 施工中改善水泥混凝土路面平整度的工具(R06E) Tools to Improve PCC Pavement Smoothness During Construction (R06E)
- 15. 连续式路面弯沉测量技术的评价 ( R06F ) Assessment of Continuous Pavement Deflection Measuring Technologies (R06F)
- 16. 隧道衬砌非破坏性试验 ( R06G ) Nondestructive Testing for Tunnel Linings (R06G)
- 17. 快速更新的性能规范 Performance Specifications for Rapid Renewal (R07)



## ■更新解决方案 ( Renewal Solution ) -26项

<https://www.frwa.dot.gov/goshrp2/rolation/renewal/list>

- 18. 快速更新项目风险管理 Managing Risk in Rapid Renewal Projects (R09)
- 19. 复杂项目的项目管理策略 Project Management Strategies for Complex Projects (R10)
- 20. 判断和管理公共设施的冲突 Identifying and Managing Utility Conflicts (R15B)
- 21. 铁路—公路 ( DOT ) 缓解策略 Railroad-DOT Mitigation Strategies (R16)
- 22. 桥梁使用寿命设计 Service Life Design for Bridges (R19A)
- 23. 桥梁的使用寿命极限状态设计 Service Limit State Design for Bridges (R19B)
- 24. 新的复合路面系统 New Composite Pavement Systems (R21)
- 25. 路面更新解决方案 Pavement Renewal Solutions (R23)
- 26. 大交通量道路路面保存的指南 Guidelines for the Preservation of High-Traffic-Volume Roadways (R26)

## ■ 1. 3D模型帮助机构确定最优交通运输解决方案

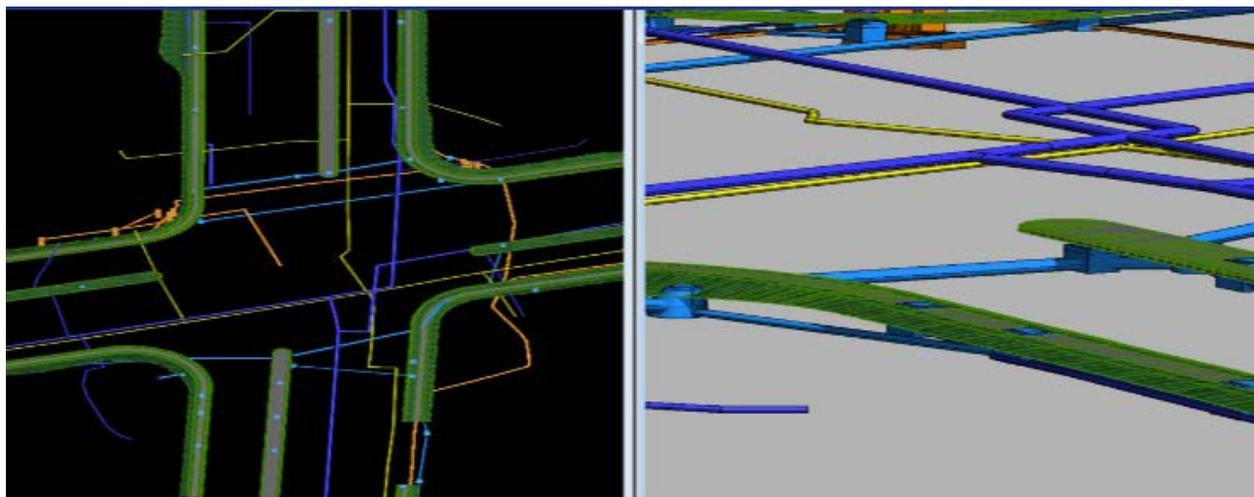
### — 三维公共设施定位数据存储库 ( R01A )

#### ● 挑战

- 地下公共设施的定位，保护和重新迁移都会对施工和公共设施服务带来严重的延误。

#### ● 解决方案

- SHRP2的三维存储和提取数据模型适用大量的公共设施数据，为业主在项目设计阶段、施工阶段或将来的项目提供可靠的数据。



## ■ 2. 用于更好地管理运输项目中的效用冲突的技术和资源

### — Utility Bundle ( R01A / R01B / R15B )

#### ● 挑战

- 在设计和实施运输项目时，在设计阶段结束时或施工期间发现的公用设施冲突会延长施工时间，造成安全隐患并增加成本。



#### ● 解决方案

- 捆绑包：实用程序捆绑包 ( R01A , R01B , R15B ) ， Utility Bundle由三个SHRP2实用程序解决方案组成；
- [3D Utility Location Data Repository \( R01A \)](#)：3D建模可帮助代理商设计最佳的运输解决方案；
- [实用调查技术公司 \( R01B \)](#)：推进技术以帮助机构检测地下水公用事业；
- [识别和管理公用事业冲突 \( R15B \)](#)：加强公路机构和公用事业公司之间的合作以加快项目交付。

## ■ 3. 推进技术来帮助机构检测地下公用设施实用调查

### — 公共设施调查技术 ( R01B )

#### ● 挑战

- 尽管全国各地有许多合格的地下工程公司，但机构及其合作伙伴可能**无法掌握快速发展的技术。**
- 一些机构也在努力确定地下效用检测所需的工作范围，并测量结果的表现。需要**教育和工具**来帮助机构适当地确定公用设施定位工作的范围，并鼓励承包商/顾问使用最佳可用技术。

#### ● 解决方案

- 探索的先进技术有助于实现多传感器方法，为地下公用事业工程师和地球物理服务提供商提供完全准确的检测，定位和表征地下公用设施的最佳机会；
- 两个先进的公用设施识别技术：多通道地质雷达（MCGPR）和时域电磁感应（TDEMI）；
- 最成功的是将各种地球物理技术相结合，以获得对地下公用设施更完整和准确的评估。



## ■4. 深埋公共设施定位新技术 ( R01C )

### ● 挑战

- 如果公用设施可以可靠定位，即使在地下深处，采用非破坏性技术，也可以避免开挖的延误和成本以及公用设施冲突的风险。
- 发展中的技术超越了浅层地下公用设施定位技术，并扩大了寻找深层公用设施所需的定位缩放能力。

### ● 解决方案

- 开发并测试了**原型长距离无线电频率ID**和**低频声学定位**技术，扩大地下公用设施可以找到和识别的区域。

## ■ 5. 土工技术选择指导和工程工具，用于堤防，路基和路面支持应用

### — GeoTechTools ( R02 )

#### ● 挑战

- 许多项目都需要土工技术解决方案，以便在有限的空间和具有挑战性的土壤条件下实现创新的项目建设。许多岩土工程解决方案要么未被广泛使用，要么相对较新。结果，这些技术的全部好处没有尽可能广泛地实现。

#### ● 解决方案

- SHRP2的GeoTechTools系统集合了**选择、设计、控制**质量所需的所有信息，并将堤防建设、路基和路面支持等土壤改良技术整合到一个便利和全面的系统中，为运输机构及其承包商提供使用信息的成熟技术。
- [www.GeoTechTools.org](http://www.GeoTechTools.org)是一个**基于网络的决策工具**，已经确定了超过**46种土工技术解决方案**，用于设计和施工软土地基，堤岸拓宽和路基和路面。该网站广泛而有组织的工程工具共同帮助工程师和项目经理选择并应用最适合特定现场问题和条件的解决方案。



## ■ 6. 提高施工区员工的态势意识

### — 工人疲劳风险管理 ( R03 )

#### ● 挑战

- 管理员工疲劳和提高工作人员安全的工具将有助于交通运输机构降低加班时间延长，日班时间延长，夜间和周末工作以及在与快速更新项目相关的交通相邻的保护区内开展的工作。
- 在快速更新环境中减少工作人员的疲劳可以减少疲劳造成的工人伤害，提高项目生产力，并保证项目在预算内按时进行。

#### ● 解决方案

- 疲劳风险管理实践和技术;
- 在快速更新环境中管理劳动力疲劳的工具包;
- 示范培训和宣传材料，以协助今后的实施。

## ■ 7. 标准化的计划，设计和概念可以使用预制构件更快地构建和更换桥梁

### — 用于快速更新的创新桥设计（R04）

#### ● 挑战

- 美国桥梁库存老化，交通拥堵加剧以及工作区安全问题，传统的顺序式“现场施工”桥梁施工方法不能满足需要，该行业必须找到更智能，更快捷的方法来替代桥梁，这



些技术将在制造和施工中提供规模经济，减少交通中断并提高安全性。预制桥梁构件已在许多州使用，但迄今为止，**每种设计都是独特的，需要高水平的工程和施工监督。**

#### ● 解决方案

- SHRP2的更新产品桥梁设计为国家和地方交通部门提供了**预制桥梁项目的设计工具包**。标准化方法简化了桥梁更换系统的设计，制造和安装所需的**活动**，时间更短，并且可以在数小时或数天内安装，而不是数周或数月。

## ■ 8. 使用预制混凝土路面（PCP）系统的工具，以缩短关键道路施工封闭的持续时间，并提供长效性能

### — 预制混凝土路面（R05）



#### ● 挑战

- PCP系统可以快速安装，并立即重新打开巷道部分，最大限度地减少中断。但是，由于技术相对较新，**关于PCP最佳实践和性能的信息尚未得到充分记录**。许多PCP系统是**专有的**，一些从业人员发现他们很难使用。

#### ● 解决方案

- SHRP2为机构开发了用于PCP系统的选择，设计，构建，安装和维护准则和工具，并提供了开发成本效益评估的工具。
- 研究发现，模块化路面技术仍在不断发展，但在使用10年后，设计良好且构造良好的PCP系统可以提供高质量，长期的服务，并且通常是快速修复的理想选择并修复现有路面。

## ■9. 进行设计评估和施工检查的高速无损检测程序，以更快地重新开放设施

### —NDToolbox ( R06 )

#### ● 挑战

- 随着公路机构努力满足公共需求，以更快，更有限的资源提供耐用和所需的基础设施，他们需要确保他们的测试程序是全面，可靠和快速的。现有的无损检测技术需要发展以跟上日益增长的对改善设施的需求，并减少与施工有关的延误。



#### ● 解决方案

- 通过SHRP2开发的**无损检测 ( NDT )** 技术可以在七个快速更新应用中推进实践应用，以检查现有和新建道路，桥面和隧道。这些技术使重新开放时间更快，并且在现场测试中显示出显著的优势，包括更短的检测时间，节约的成本，早期发现的桥面和路面磨损和磨损以及更高效的隧道检查。

## ■ 10. 更好，更快速的方法来确定混凝土桥面状况

### — 混凝土桥面板无损检测 ( R06A )

#### ● 挑战

- 在结构不良的混凝土桥面数量是影响美国桥梁的最大问题之一。随着公路机构努力优化预防性维护，修理和更换的有效时间，范围和方法，评估桥面状况变得越来越重要；正常的链条拖拉，锤击声音以及识别混凝土桥面板缺陷的目视方法不能准确、安全地提供足够维护混凝土桥面所需的信息。

#### ● 解决方案

- 基于网络的NDToolbox有助于识别和描述可用于定位混凝土桥面板主要缺陷的测试技术；
- **最重要的技术是探地雷达 ( GPR ) ，冲击回波 ( IE ) 和超声波(Ultrasonic)和表面波 ( SAWA ) 。**

## ■ 11. 没有取样延迟的材料鉴定

### — 建筑材料指纹技术 (R06B)

#### ● 挑战

- 建筑材料质量保证或质量控制 (QA/QC) 的常规测试手段通常是十分耗时和昂贵的，而且其检测结果也并不总是可靠的。

#### ● 解决方案

- SHRP2建筑材料指纹技术使用便携式光谱技术可用于施工中建筑材料的化学成分、化学组成，或其组成中添加剂的定性和定量检测。



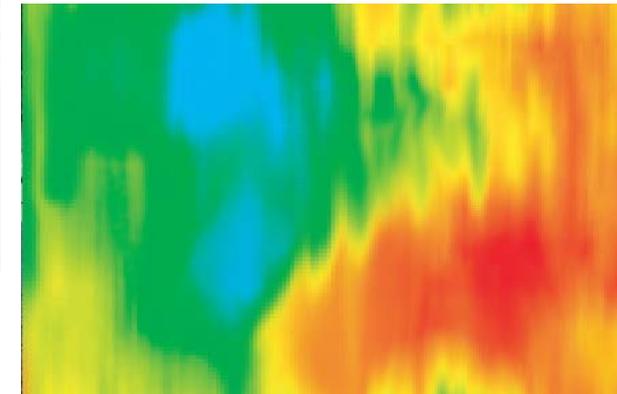
## ■12. 使用红外（IR）成像和探地雷达（GPR）对新热拌沥青混合料（HMA）层进行均匀性测量

### —提高沥青路面质量控制的技术（R06C）

#### ● 挑战

- HMA材料的均匀性对沥青产品的耐久性和性能至关重要。

**离析，密度不足和不均匀**仍然是全国各地与建筑有关的重  
大问题，对路面使用寿命有重大不利影响。



#### ● 解决方案

- SHRP2检测了两种无损检测技术，用于测量施工期间沥青路面的均匀性和潜在缺陷区域。

□ **红外线和地质雷达** 都可以对路面100%的面积进行实时测试，改进了热拌或温拌沥青混合料施工中获得质量控制数据的实践状态。

- 红外技术专注于热均匀性设备，监测施工材料温度，使施工人员实时进行调整。

- 地质雷达对薄层路面碾压后的密度进行快速调整，避免使用费时费钱的核子密度仪检测。

## ■13. 可检测热拌沥青混合料（HMA）脱空的无损检测技术，以合理的行驶速度运行，并覆盖整个车道宽度。

### —识别路面分层的先进方法（R06D）

#### ● 挑战

- 沥青路面的脱空，可导致几种表面破损，如接触的裂缝表面撕裂，影响路面的寿命



#### ● 解决方案

- 疲劳风险管理实践和技术; 在快速更新环境中管理劳动力疲劳的工具包; 示范培训和宣传材料，以协助今后的实施。
- 三个新技术可以判断沥青路面的不连续性，带有**全路幅，多个天线的地质雷达**，以每小时65公里速度进行频率扫描，**冲击回声和表面波组合系统**，能实时显示收集资料的质量，IE软件可以立刻提供判断怀疑的路面状况。



## ■14. 经过验证的技术能够识别可能影响混凝土路面平整度的表面不规则性，并提供实时更正的机会。

### —改善施工期间PCC路面平整度的工具（R06E）

#### ● 挑战

- 大多数国家已经实施了混凝土路面平整度规范，要求测量成品路面上的表面轮廓以进行验收测试。但是，在完成的硬化混凝土上进行测试之前，通常没有平整的迹象。没有实时纠正的问题可能导致以后纠正表面不符合规范的重大支出。

#### ● 解决方案

- 对几项创新技术进行评估和测试，改进工艺控制，允许施工中对设备和操作进行实时调整，最终报告、经验教训和模型规范提供了**使用实时平整度技术**的更好指导。



## ■15. 连续路面弯沉测量技术评估 ( R06F)

### ● 挑战

- 连续弯沉测量装置越来越多地用于支持路面管理业务流程，**不干扰交通**的技术具有特殊意义。
- 评估确定了这些年轻技术拥有**先进的网络级数据收集功能**，并显示出项目级使用的承诺。
- 该项目的目标是对现有连续弯沉测量偏转装置的潜力进行批判性评估，以此作为开发适用于**快速更新项目的最佳路面修复策略**的实用且具有成本效益的工具。

### ● 解决方案

- 该项目已完成。该**最终报告**是可用的。
- 最终报告可在[www.trb.org/Main/Blurbs/167283.aspx](http://www.trb.org/Main/Blurbs/167283.aspx)上获取。

## ■ 16. 使用无损检测技术快速全面地查明隧道衬砌内部或后面的缺陷

### — 隧道衬里的无损检测 ( R06G )

#### ● 挑战

- 隧道检查是一个具有挑战性的问题，很难检查维修问题或缺陷，如渗漏，混凝土衬板开裂，混凝土剥落，脱空和其他脱粘问题。由于隧道封闭，交通量大，以及在交通不便时需要经过漫长的弯路隧道，构成了技术必须解决的独特运营挑战。

#### ● 解决方案

- 基于网络的开源NDToolbox有助于识别和描述可用于定位隧道衬砌主要缺陷的测试技术。**探地雷达 ( GPR )**，**红外热成像分析和冲击回波技术**被认为是最合适的。这些技术使检查人员能够驾车穿越隧道并进行检查而不会关闭车道。



## ■17. 性能规范加速建设，减少监督并鼓励创新方法

### —快速更新性能规范 ( R07 )

#### ● 挑战

- 传统的规范由业主设计，规定和控制，阻碍了更快交付项目，减少纠纷的创新技术发展。

#### ● 解决方案

- **性能规范强调最终结果，激励承包商**，对不同的项目类型和项目提交方式，提供了一个规范模板。
- 包括二卷规范作者的指南,规范模板内容包括热拌沥青路面，水泥混凝土路面，水泥混凝土桥面等，其他施工也包括工作区管理，质量管理等模板。



## ■18. 在加速公路建设项目中管理和降低风险

### —快速更新项目风险管理（R09）

#### ● 挑战

- 高速公路项目有各种规模，并采用各种融资机制和交付方式。

对这些项目的工作往往涉及**时间延迟**，**预算超支**和其他意想不到的问题或影响项目绩效的“风险”的可能性。低估计划，成本或中断的风险会增加延误，对预算造成负面影

响，需要进行昂贵的更改，并且会削弱公众的信心。

- 目前使用的传统风险评估和减灾活动在项目规划，设计和交付过程中往往缺乏严谨和形式。

#### ● 解决方案

- “快速更新项目风险管理指南”为优化创新提供了提供了**识别**，**评估**，**缓解**，**分配和监控**风险的实用的工具和技术，将**时间安排**和**预算风险**降到最低，并建立了更好的项目。



## ■ 19. 管理复杂项目的更全面，创新的方法。

### — 复杂项目的项目管理策略 ( R10 )

#### ● 挑战

- 复杂的高速公路项目有各种规模，并采用各种融资机制和交付方式。

在这些项目上工作往往涉及复杂的后勤，新的施工方法，有争议的利益相关者问题和限制性规定。

- 项目管理长期关注三个要素 - **成本，进度和技术要求**（范围，设计，质量和综合交付）。然而，复杂的项目，尤其是快速更新领域的项目，需要更强大的成功。
- 超越传统方法需要运输机构，承包商，咨询工程师和外部利益相关方之间更强的合作关系。

#### ● 解决方案

- 复杂项目的项目管理策略 ( R10 ) 扩展了运输部门通常使用的三维分析。它创建了一个模型，**在五个领域促进项目管理：成本，进度，技术，财务和环境**。评估复杂性因素的方法将有助于管理者进行合理的资源分配并指导规划和实施。



## ■20. 加强公路机构和公用事业公司之间的合作，加快项目交付

### —识别和管理效用冲突（R15B）

#### ● 挑战

- 在设计阶段结束时或施工期间发现的公用设施冲突会延长施工时间，造成安全隐患并增加成本。
- 在定位，保护和重新安置地下公用事业造成建设和公用事业服务的重大延误。
- 在运输项目的设计和开发过程中最大限度地减少公用事业迁移可以加快项目交付和降低成本。



#### ● 解决方案

- **效用冲突矩阵（UCM）** 及其伴随报告 [“效用冲突和解决方案的识别”](#) 提供了识别和解决公共机构和公用事业公司可用于帮助改善公路项目开发过程的公用事业冲突的概念和程序。
- UCM旨在帮助机构和公用事业公司确定最佳和最具成本效益的解决方案，还可扩展以支持各种项目规模和条件，并可在不同级别的项目设计中使用。独立的UCM，数据模型和数据库可以在 [TRB网站上找到](#)，同时还有一份配套 [研究报告](#)，介绍了来自国家交通部门的最佳实践，以及识别当前问题和经过验证的解决方案的案例研究。<sup>44</sup>

## ■21. 简化运输机构与铁路之间流程，协调和合作的创新技术。

### — 铁路DOT缓解策略 ( R16 )

#### ● 挑战

- 每年，交通运输机构都要建设数百个跨越，与铁路交叉的道路交叉，平行或不平行的公路项目，这就要求负责这些结构的组织之间进行广泛的协调，开发和建设的延误确实发生。
- 铁路部门必须在施工期间和几十年后的安全，工程和运营影响方面仔细评估运输代理项目。
- 对于代理机构而言，在等待铁路审查和协议时发生延误可能会增加项目成本并延长用户的续约需求。随着铁路量的增长，项目协调的需求将继续增加。

#### ● 解决方案

- 通过SHRP2开发的**示范协议，样本合同，培训材料和标准化最佳实践**的收集使公共机构和铁路能够识别和规避冲突的来源，并制定谅解备忘录 ( MOU ) 以推进项目。这些模板反映了铁路和公共机构的观点，流程，预算，资金和良好实践。



## ■ 22. 选择和设计耐用的桥梁系统和部件的全面指导， 这些桥梁系统和部件既易于检查，又能更好地适应其环境 — 桥梁使用寿命设计 ( R19A )



### ● 挑战

- 需要单个桥梁部件和系统（如轴承，桥面板，接头，立柱和桁材）频繁且昂贵的检查，维护和修理，这些活动导致车道封闭，造成道路工人和驾驶者拥挤并影响安全。桥梁工程师需要改进的设计选项，以便他们可以提供可运行100年或更长时间的桥梁。

### ● 解决方案

- **桥梁服务寿命设计指南**是一份全面的参考文件，它补充了AASHTO规范，并为桥梁工程师配备了开发针对给定条件和限制的特定解决方案的工具。它代表了一种设计服务寿命的新方法，可以生成更持久的桥梁组件和系统，这些组件和系统更易于检查并更适合其环境。本指南关注具有一个或多个跨度的典型桥梁，最大单跨长度为100米。
- 它涉及适用于新桥梁和现有桥梁的设计，制造，施工，操作，维护，修理和更换问题。

## ■ 23. 桥梁的使用寿命极限状态设计 ( R19B )

### ● 挑战

- 桥梁结构部件以不同的速率劣化，这会导致桥梁未达预期使用寿命提前关闭。根据目前的系统，桥梁结构部件根据“极限状态的性能”设计，没有考虑聚焦于长寿命和耐久性设计的使用寿命极限状态。



### ● 解决方案

- SHRP2的桥梁使用寿命极限状态设计**工具包**提供了一个量化框架来更精确地评估使用寿命极限状态。这个工具包提供了**实际性能数据、基于组件的劣化模型和通用桥接元件的具体指南**，以及：校准使用寿命极限状态规范的框架、使用寿命极限状态负载和阻力因素、使用寿命极限状态的桥梁设计程序和模型规范、未来使用寿命极限状态改善所需的工具、包括耐久性设计的模型规范变更、这个工作包包含数据库、用于校正的软件工具、开发新的或修订的电子数据表以及劣化模型。
- 这个框架可以校正下了AASHTO使用寿命极限状态设计元素：动载位移、轴承运动、基础和保留结构的解决方案、紧凑型钢不减的永久变形、结构钢筋和混凝土中的钢筋疲劳、滑移临界型螺栓连接、具体方法。

## ■ 24. 指导设计和建造长寿命复合材料路面系统，以比传统路面更低的成本提供耐用，可持续的集料表面 — 新型复合材料路面系统 ( R21 )



### ● 挑战

- 今天许多机构面临着可持续发展（即使用回收材料）的挑战，要**经济**地修复路面，同时还要提供了**长期的使用寿命**。将新沥青混凝土路面和/或混凝土路面结合在一起的路面通常具有很长的使用寿命，具有**优异的表面特性，结构容量和快速更新的能力**。由于缺乏设计和使用这些材料的可靠指导，因此很少有道路被有意设计成利用复合路面，美国运输机构需要指导，规范，客观可靠的性能数据和生命周期成本分析来支持这些路面系统的使用。

### ● 解决方案

- SHRP2的复合路面解决方案提供了现有复合路面系统的详细性能数据，并提供了两种类型的复合路面（热拌沥青路面（HMA））与水泥混凝土（PCC）和PCC /PCC。
- 使用符合力学 - 经验路面设计指南（MEPDG）的程序。

## ■ 25. 使用现有路面并实现长寿命使用的指导原则

### — 路面更新解决方案 ( R23 )

#### ● 挑战

- 通过识别能够取得成功的项目，高速公路机构可以更加自信地应用该过程，并从更低成本和更快恢复设施中获益。

#### ● 解决方案

- 交互式的基于网络的路面设计范围界定工具提供了急需的指导，用于决定将现有路面作为道路更新项目一部分的地点和条件。它包括就地使用现有路面的方法，以确保使用沥青，混凝土和创新材料的道路更长的使用寿命。
- 本指南将帮助运输机构通过将现有路面作为设计的一部分，对路面更新项目做出更好的决策。基于现有材料的快速再利用，新路面的成本降低以及加速施工过程，运输代理商，司机，高速公路工作者，承包商和纳税人将受益于节约时间。



## ■ 26. 提供延长路面使用寿命的最经济实惠的选择指南

### — 大交通量道路路面保存指南 (R26)



#### ● 挑战

- 多年来，运输机构通过应用路面保存技术成功地延长了某些类型的道路的使用寿命。
- 为了实现这些技术在更广泛的道路上的优势，各机构需要一种系统的方法，考虑到各种道路状况和适当的治疗时机，以减少负面交通影响。

#### ● 解决方案

- 综合SHRP2报告显示，许多传统技术以及一些新技术可用于延长高交通量道路的使用寿命，并避免破坏性和昂贵的重建和重建项目。
- 大交通量道路的保存方法及其配套指南阐明了影响保存处理决策的关键因素，包括交通状况，路面状况，气候条件，可用工作时间以及处理性能和成本。热拌沥青路面和水泥混凝土路面的初步和最终可行性矩阵允许工程师快速识别特定的处理类型（如裂缝填充），并查看是否推荐用于特定的遇险类型和严重程度。

- SHRP2研究经费？M（7年），而它的推广经费169M（4年），推广经费与研究经费几乎相当，推广力度大
- 推广计划周密强劲，值得我们借鉴
- SHRP到SHRP2 经历20年，从业主到用户、从工程学科到各学科间交叉、从材料设备到运营安全、从规范方法到行为体制，从硬件到软件，从产品到系统，从传统领域到非传统领域
- 中国发展快，我们不到10年就面临了美国当时20年后的状况，因此研究它的成果很有必要

- 汇总和发现相关的信息
- 判别和筛选可用的信息和技术
- 关注一个在中国可能有前途的技术和成果
- 实施转化成熟技术和成果
- 创新发展落地的技术
- 推广应用本土化的技术

- 11. 建筑材料指纹技术(R06B) 牛晓伟 [nxw08@jsti.com](mailto:nxw08@jsti.com)
- 12. 沥青路面增强质量控制技术(R06C) 张丽丽 [zll1325@jsti.com](mailto:zll1325@jsti.com)
- 13. 判断路面脱空的先进方法 ( R06D ) 张鹏 [zp298@jsti.com](mailto:zp298@jsti.com)
- 15. 连续式路面弯沉测量技术的评价 ( R06F ) 刘爱华 [lah24@jsti.com](mailto:lah24@jsti.com)
- 17. 快速更新的性能规范 ( R07 ) 吕正龙 [lzl31@jsti.com](mailto:lzl31@jsti.com)



# 谢谢！

贾渝

13605174800

[jy@jsti.com](mailto:jy@jsti.com)

吕正龙

15950525748

[lzl31@jsti.com](mailto:lzl31@jsti.com)