

# TRANSPORT NOTES



## 道路及城市交通课题组

世界银行, 华盛顿特区

Transport Note No. TRN-29

2006年3月

### 道路管理系统的成功要素

Kevin McPherson and Christopher R. Bennett

在过去的20年中,几乎所有的道路管理部门已经实施了某种形式的计算机道路管理系统(RMS)。这些系统用来帮助道路管理部门计划并优化对道路资产管理投资。

尽管已投入了大量的时间和资金,其中有些系统取得了成功,也有一些在某些方面遭遇了失败。也许界定失败是很容易的,但失败的原因却常常是复杂并多层次的。对于任何一种失败过的系统在世界某个其它地方却获得成功应用,那里的道路部门也曾遇到相似的问题和限制。

本文将讲述RMS可以成功实施的各种要素。它是报告“道路管理系统的成功要素”的简编版。该报告的全文内容可由此链接下载得到。  
[www.road-management.info](http://www.road-management.info)

本文的撰写得到TRISP的赞助: 英国国际发展署与世界银行的合作研究并共享交通和农村基础设施服务领域的知识。

## 1 何谓道路管理系统?

道路管理系统的主要功能可以划分为:

- 规划;
- 项目计划;
- 准备;
- 运行。

道路管理系统(RMS)主要涉及道路监控、规划和计划。主要的活动包括:

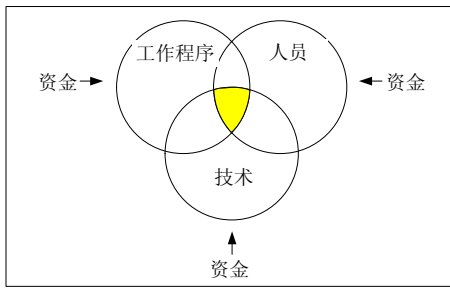
- 需求评估;
- 决策性规划,包括发展并保持路产的预算;
- 制定在预算限制之内的长期工程支出计划;

- 数据采集: 以上活动所需数据。主要的的数据包括: 道路资产清单, 使用状况, 交通及经济数据。

此处定义 RMS 为任何用于存储并处理道路和(或)桥梁资产、使用状况、交通及相关数据的系统,从而用于道路的规划和项目计划。与 RMS 相关的是适当的业务流程,用该系统来实现道路部门的业务需求。

## 2. 工作程序, 人员及技术

如图 1 所示,同任何系统一样,RMS 依靠三个基本要素: 工作程序, 人员及技术。当然足够的资金保证也是必不可少的。如果缺乏任何一项,道路管理系统就不可能成功。



成功项目适当解决了全部 3 个因素。

图 1: 工作程序、人员、技术和资金

如果没有人员来运行系统, 或没有合适的工作程序, 即使世界上最先进的技术都将最终失败。要想 RMS 成功, 我们必须清楚了解每一个要素的重要性。

通过良好的管理理念, 决策者和经营者在与外部相关单位的联系中, 和与部门内部工作往来中均应表现出自己对该系统的投入。实施机构应该有清楚的政策来说明关于道路资产管理的目标。工作程序应该细述如何使用 RMS 来达到这样的目标。

理想情况下, 一个单独的组织机构应清楚界定对于系统和数据的责任, 并安排具有良好素质且受过培训的工作人员来开发并扩大系统。除了路产管理的关键工序, 很多其他的辅助工序也将起到作用, 例如: 预算, 财务管理, 人力资源管理, IT 管理。在数据采集、人员培训和提高、软硬件维护等方面, 这些辅助工序对于保证系统的可持续性也是至关重要的。

数据采集设备及软硬件应该切合目标, 并得到充分的使用和适当的维护。这些必须在维修养护合同和更换策略中予以充分考虑。

本文将分析以上每一关键要素, 并确定可以引导 RMS 成功实施的要素。

### 3 工作程序

RMS 应该在道路管理部门的业务运作中起到积极的作用。这就要求合适的功能认定, 来确认其与该部门业务工作程序的适应性。

#### 3.1 年度报告/业务计划

大多数部门都需要准备年度报告或业务计划。如果 RMS 可以有助于这样的报告或计划, 就可保证 RMS 的可持续发展性。

年度报告陈述所辖道路的现状表现, 并预测未来的投资需要。典型的要素包括:

- **关键性能指数 (KPI):** 通过这些指数, 有关部门可以评价路况性能, 如路网的平均状况, 路面养护的公里数等。定期地采集数据为很多的 KPI 指数提供了基础。
- **五年目标:** 这些目标反映了有关部门的总体目标, 且应与远期的战略规划相一致。
- **年度路产管理计划:** 年度路产管理计划描述为达到有关部门的目标而制定的具体活动, 包括详细的年度工程安排。这将包括路面及结构物的资产管理计划, 以及需要新建道路或确定提高通行能力的区域。
- **财务计划:** 财务计划描述道路养护目前和未来资金来源的要求 (道路养护基金、政府资金、国际捐赠援助等) 以及支出安排。

RMS 应可以支持以上所有的领域。

#### 3.2 需求评估

实施 RMS 的一个重要目标之一就是证实预算的合理性, 并指导将有限的资金安排到投资回报最大的领域。

“需求评估”是路网需求的资金无限定分析。它是用来计算养护或提高路产价值所需的实际成本, 或在现存养护项目备选清单中, 将服务水平提高到一个已确定的级别上。因为没有预算的限制, 这有利于为有关部门制定政策。它也可由有关部门用来验证预算要求的合理性, 而此时的预算则来源于有资金限定的分析。

#### 3.3 资产价值

“资产价值”在基础设施监管中是一个重要的概念。有关部门应该有定义清楚的养护或提高路产价值的目标。资产价值的概念也提供了一种机制, 用来比较在同一机构或同一国家内不同基础设施投资的价值。

利用道路部门通常容易可得的数据可以使资产评估变得相对简单。该数据包括: 资产清单, 路况, 新建工程的成本, 翻新及修理。Schliessler and Bull (2004) 开发了一种资产评估的简单技术。在该文献中介绍了很多种更加详细的方法。

#### 3.4 RMS 建立后的下步工作方案的准确度

大多数 RMS 是用来准备年度工作计划的。这些工作建立在路段的基础上，并预测未来路网的养护需求。RMS 中需要考虑的一个关键的事项是所预测的养护计划如何反映实际的养护需求。换句话说，该系统可以产生出正确的结果吗？

结果是否正确可以从以下几方面定义：

- 推荐的养护措施的类型；
- 该措施的范围和适用位置；
- 建议的实施年份。

任一部门为未来规划而应用 RMS 时，需要确认所作的预测在当地背景条件下的可靠性。这是用“命中率”分析法（准确预测的数目）来进行的。预测模型与现实养护需求之间不可能百分之百的吻合，理解这一点十分重要。通常，预测模型考虑诸如经济评估，预算限制等因素，而这些因素通常在工程评估中被忽略。所获得的数据也常常会出现问题：系统可能没有考虑到所有的因素（如：交通安全）及统计模型中常有的一些基本限制。

然而，如果制定一个强大的反馈机制（此机制能确认模型预测同所评估的需求之间存在显著差别的地方），预测的总体准确性和适当性将会提高。已经有经验表明，数据质量和加强实地校准可以使得“命中率”提高到 80% 以上。但是这要求有关部门具有持续提高质量的计划。

### 3.5 RMS 计划的实施

RMS 在有关部门中的发挥的作用取决于 RMS 计划实际实施的程度。由于预算、技术和物质供应因素的关系，即使预测的今后工作计划 100% 准确，它也不会 100% 被实施。然而，如果 RMS 是规划过程中不可缺少的组成部分，且预测合理，那么预测计划中的大部分通常就会得到实施。

监测计划实施率的机制对所有的 RMS 都大有益处。

## 4 人员

### 4.1 制度化

“制度化”是指“形成机构健全且制度良好的系统”。在 RMS 制度化中考虑的重要方面同任何的管理系统都是类似的，它们包括：

- 为系统建立一个有责任明确的组织单位；
- 为整个系统的运作制定预算，包括所有员工，设备，数据采集（外包或自行承担），往来现场的交通等；
- 具备高素质，有良好管理技术，并能控制预算的人员；
- 系统所有方面的明确和具体的工作职责；
- 持续提高质量的计划；
- 清晰的管理报告；
- 定期对所有要素的审核并在必要时采取补救措施。

### 4.2 培训

实施 RMS 系统要进行的培训至少应包含如下部分：

- 网级参照系统的原则；
- 作用及责任；
- 数据采集政策和程序；
- 网级与项目级的数据；
- 数据的准确性和容许误差；
- 数据质量保证；
- 系统运作；
- 报告；
- 审核。

为管理招标数据采集事宜，具备基本的合同管理技能也是同样重要的。很多国家将数据采集外包，是出于以下要讨论的一系列原因。准备工作大纲、评估建议书、合同谈判、数据采集合同的管理和质量保证等方面的能力要求有很强的管理能力、技巧和经验，而这些能力、技巧和经验通常在 RMS 实施时是必须具备的。在这些方面的培训也因此被认为是整体工作中必须的一部分。

另外，有关部门应有一套特定培训材料来培训员工。经常会有一些组织抱怨员工流失问题，还有，员工常常被派到不同的工作领域或者得到提升。由此，培训材料就更为重要，同样重要的是，在需要时，经培训的业务员工能够提供新的培训。许多业主在系统实施

时，选择“培训培训者”的方法，来降低大量的咨询时间和费用。若不能很好准备和提供培训材料，这就不可能成功。

### 4.3 持续的质量提高

对于任何业务领域企业的成功，质量管理都是至关重要的。一个团体表现的持续完善应该是该团体的永恒目标（ISO，2000）。质量是整个组织机构的责任，而不是任何个人或办公室的责任。

已经成功应用 RMS 很多年的道路部门，在它们的实施过程中，开始了持续提高质量的计划。这明显表现在本文涉及的许多领域中：数据采集，培训，路网模型，命中率分析。没有一个系统和组织是静态的。这就要求有不懈的努力来时时地提高它。要求来自有关部门的全心投入和推动，尤其是每个相关员工的努力。

## 5 信息技术

### 5.1 信息技术管理

任何实施某种形式管理系统如 RMS 的大型组织，都应该有一个独立的信息技术部门。如果没有全面负责信息技术（IT）的部门，就可能缺少 IT 政策，缺少在整个机构中开发和利用 IT 的策略，及细化 IT 实施的方法。所有的这些都可能导致 IT 方面丧失可持续性。

IT 部门的主要责任包括：

- IT 预算；
- IT 采购；
- 网络管理；
- 系统管理（包括数据备份）；
- IT 安全性；
- IT 架构的开发；
- 用户须知和培训；
- 用户支持。

### 5.2 IT 预算

IT 预算应包括所有新硬件及软件的采购，网络运行（包括租用线路的成本），硬件和软件的更换，保修和维护协议，技术支持等。

### 5.3 IT 架构与标准

“技术架构”是有关部门指导获取、建立和维护 IT 资源的一系列原则、指南或规划。它提供一个运作框架，在此框架内，可以建立 IT 基础设施，并支持机构所需要的应用软件和数据，从而满足机构的业务需求。

建立“技术架构”的好处在于：

- 控制多样性，在组织内部设立标准：**IT 设施的多样性会增加技术和支持的成本，遏制互动运作，不利于信息共享和系统集成。
- 采购过程简单化：**技术架构可以加速和便利采购流程，因为只有适当的产品才会得到考虑。在主要开支和供应方面都可以实现规模经济。
- 阐明长期目标并提供一个构架单元来应对环境的变化：**“技术架构”可增加未来技术升级和扩大的需求及可预见性。
- 增加网络服务的稳定性和可靠性。**

例如，如果一个机构维护着三个独立的数据系统，那么就要求数据库和系统管理者具有这三个独立系统的先进技术。这通常意味着整个使用许可费用要明显高于获得现场使用许可或企业使用许可的费用。同时还要求有三个独立的技术支持和养护协议。数据库管理系统（DBMS）的版本更新也将更加容易规划和实施。机构内部的应用软件开发人员可将精力集中在一种数据库环境而非多种环境。

如果机构没有一个正式的技术架构及对全部采购的适当控制，就很可能在该组织内出现零散的 IT 实施。这会增加成本，降低工作效率，从而影响 RMS 等 IT 项目的成功。

### 5.4 市场上成熟的商业软件（COTS）的使用

只要有可能，大多数大型组织机构都有使用市场上成熟的商业软件（COTS 软件）的政策，而不是开发定制软件（无论是通过咨询项目开发还是在组织内部进行研发）。COTS 比开发定制软件的可能优势在于：

- 成本：**与起从零开始研发相比，商业软件成本低很多；

- **独立性：**业主不会只限于一家特别的咨询顾问，因为很可能有多家可提供所需的系统实施支持；
- **时间：**可以在本组织机构里更快地实施起来（节省开发时间）；
- **经验：**现成的软件已经在大量的客户组织机构（有时达数百家）中应用了很多年，因此除了软件供应商内部的测试外，它已经接受过非常严格的用户测试；
- **功能性：**现成的软件通常会提供比客户原先的考虑更加有用的功能；
- **持续的开发：**为了应对其他客户对软件改进的要求，软件供应商会持续地升级软件；
- **交换想法：**软件供应商会经常组织一些会议来交换不同用户的想法和经验。

COTS 也有一些潜在缺点：

- **要求：**现成的软件功能可能不完全与客户要求相吻合，因此可能需要一些工作现场的支持。
- **用户化：**因为软件供应商对现有客户的责任，开发新功能可能会花费更长的时间。
- **成本：**很多组织机构都面临着为软件的技术支持和保修协议筹集资金的困难<sup>1</sup>。

好的软件供应商提供的精心挑选的 COTS 软件包总是要比定制软件更有优势。在道路和资产管理及道路规划的领域中，有很多类似的软件包。在这些系统中，对 RMS 要求和说明中应该包括的关键系统特征已经在表 1 中描述。

关于 COTS 软件包和供应商的仔细审查和评估是非常关键的。这要求考虑软件公司的经济稳定性，系统的技术能力，以及产品的说明。非常重要是在**采购之前**，进行“差别分析”来找出组织机构的运作程序有关的系统功能和特征。两者可能的差别说明或是运作程序或是软件有待改进或优化。

那些已经具备系统的机构经常会表示，不愿意对他们的定制系统进行任何改变，因为不想损失他们的前期投资。然而，通过未来转换

<sup>1</sup>技术支持与维护的合同价一般是软件每年原价的12-20%。但此成本应与咨询方开发提高的成本作比较。

到 COTS 软件包，这项投资并不一定会损失。通常，在 RMS 中，数据的费用会占到实施该系统 70-80% 的成本。如果可以将数据直接应用到新系统（这应是任何项目实施的要求）中，那么大部分的已经投入先前系统中的成本便可以得到保留。

### 5.5 RMS 的功能要求

表 1 中总结了一些对 RMS 的关键功能要求。完整的内容清单可以参阅 McPherson and Bennett (2005)。请注意这仅是一个指南而已。并不是一个包括每个 RMS 所需的功能要求的详尽清单，事实上，许多实施机构可能并不需要清单列出的所有功能特征。

然而，随着他们对 RMS 的应用经验的增长，这些机构渐渐发现他们需要更多系统内置功能和特征。大多数著名的 COTS 系统，在一定程度上支持表 1 中 90% 以上的功能项。这些功能实施的确切方式可能会不同，因此与供应商及其他用户间进行一些具体的交流讨论是非常值得的，这有利于用户在采购之前更好地了解系统的工作情况。同时也有必要将功能要求与技术要求相结合来适合实施机构的架构，即：操作系统、数据库系统、地理信息系统及其他应用软件。

最后，很多 COTS 软件包可以满足路和桥两方面，以及其他基础设施资产的管理。用单一的系统来维护所有资产清单和状况数据有很多的好处，特别是它推行使用一个共同的网络参考系统。

### 5.6 系统适用性测试

一系列的适用性测试应该于工程伊始便与供应方/咨询方达成协议，并应该在软件完成或安装结束时正式进行这些测试。很少有机构真正进行适当而完整的适用性测试，这常是由于他们的 IT 部门没有完全地参与到该系统安装实施中来（见上述），还因为适应性测试的任务常被指派给初级人员。既然实施机构将使用 RMS 来管理其业务，因此适当的测试是必不可少的。正式的适应性测试可以减少系统的不安全性，且可减少今后使用时出现问题。

### 5.7 硬件和软件的支持与维护

最实用的 IT 政策都规定系统软件及硬件维护协议的使用。没有维护协议的话，系统实施机构会承担这样的风险：系统在极短的时间内老化，或者是必须保留针对软件旧版本的员工技能。维护协议比每隔 4-5 年全部更换软件并再培训员工更经济。

硬件协议提供在协议时间内根据业务需求提供配件服务和置换的保证，这样就无需在出现系统故障时，使用专项资金购买配件（硬盘，新的显示器等）。

软件服务协议是必要的，它可以确保在保修期和升级后获得持续的软件服务，而不需要购买新软件使用许可，可以使实施机构获得最新的技术更新信息以及软件平台和系统中越来越受到重视的安全补丁。

简单来说，从长远来看，服务和维护协议将减少保有道路管理系统的总成本。

**表 1 RMS 的部分主要功能要求**

- ❑ **趋势分析：**可以生成报告/图表，从而显示任何数据属性随时间变化的趋势。
- ❑ **审核跟踪：**所有数据变更必须要经过审核，包括变更时间、负责执行变更的用户名、之前的数据值。
- ❑ **其它资产清单：**允许储存或交叉参照到其它资产项目，如：桥梁和其它结构物。

**表 1 RMS 的部分主要功能要求**

- ❑ **术语和当地语言：**所有屏幕显示、菜单内容和报告都按当地语言和术语配置。
- ❑ **道路网络参照：**支持不同的网络参照方案。
- ❑ **网络编辑：**允许路段管理的划分和合并，路段长度的修订，保证对于相关路段的所有数据完整性。
- ❑ **用户自定义的项目和属性：**允许用户定义储存数据的类型，定义各种的储存数据的属性。在数量、类型和属性方面不应该设有限制。
- ❑ **多媒体储存和演示：**允许作为资产项目属性的多媒体文件的储存和演示（如图片、影像等）。
- ❑ **安全：**允许安全系统的制定，使得不同的用户能够进入不同的应用模块和数据活动。
- ❑ **与 GIS 的整合：**RMS 需与 GIS 整合来演示路网地图上的资产和状况数据。
- ❑ **汇报：**报告系统应是灵活的，界面设置应能使用户从 GUI 定义自己的报告而不需要对软件的应用重新规划。
- ❑ **自动分段：**自动分段功能应能比较和总结数据供分析。用户能够采用任何关键资产或状况数据来定义路段划分标准。
- ❑ **数据转换：**路段数据需要按不同的标准来转换到系统内自动生成的路段上。

## 5.8 系统集成

应用 IT 多年的大型组织最终都发现需要集成系统，否则将导致许多不同数据库包含同样信息或者信息的参考在其它数据库里。而时过不久，手动调整程序也将不再能应付。

对于道路部门来说，道路数据库通常与桥梁数据库、交通数据库、日常养护管理系统数据库以及 GIS 数据库等分离。所有这些系统最好是采用一个通用的参考系统（即道路网络）。参照系统所作的任何改动都会牵动多个数据库做相同的改动。否则仅在一个数据库里中进行改动而另一个数据库没有改动时，就会产生数据不一致的问题。最近的文献表明 70% 的软件开发都致力于系统集成。

一些主要软件供应商已经意识到这一点，许多 RMS 能够储存多种类型资产的信息（道路、桥梁、标志、交通数据等）。这种做法可能具有一些优点，包括节约数据库使用许可成本、更多能够与实施机构交换信息的用户群，但更重要的是加强数据在各系统间的一致性，因为他们必须采用相同的参考系统。同样理想的是，所有以上的系统都采用同样的 GIS 系统和同样的 GIS 数据，而不需要在同一组织内的不同部门之间人工转换实现共享。

许多 RMS 也提供 API（应用软件界面），使其它应用软件能够与其结合起来。常见的功能包括将数据参考反映到道路网络的能力（即使存在另一个数据库系统），以及在软件的其他应用中重新找回信息（如网路清单和状况）。

越来越多的实施机构偏向于采用集成的系统。当规划一个 RMS 的实施需要在功能和技术方面选择正确软件时，这就更加关键了。系统储存任何资产信息以及不同系统之间交换数据的能力就变得更加重要。这也需要成为系统的技术功能要求的一部分。

## 6 数据采集

### 6.1 简介

数据（即资产清单、路况、交通、环境和成本数据）对任何 RMS 的成功都是非常关键的。没有数据，就不可能分析和监控道路网络。数据上出现问题往往是导致 RMS 失败的主要原因之一。

数据也是非常昂贵的，每个数据项目需要时间、努力和资金去采集、储存、提取和使用。数据采集的第一条规则就是从不因“有数据在那里就好”或者“总有一天它会派上用场的”而采集数据。已经有一些论文建议只采集需要的数据或者只根据所要求的“信息质量等级”（IQL）来采集。由 Bennett and Paterson 2000 年提出并对此理念进行了详细的阐述。

但是由于“数据采集”而导致的 RMS 的失败并不被看作数据采集自身的失败，而是数据采集制度的失败，特别是：

- 没有清楚的数据采集政策；
- 数据采集所需资金不够；
- 员工没有受到适当的培训或监控；
- 没有质量保证程序；
- 没有经过审核；
- 没有专门设备或车辆的更新策略。

所有上述的问题都需要在 RMS 实施时特别考虑。

### 6.2 位置参照

管理道路网络数据的能力决定于准确和实用的位置参考系统。大多数国家有某种线性参考系统，此系统中，方位数据是参照从一个已知位置方位开始到目标位置的距离得来的。通常都有一些为大家熟知的公里桩或路段内固定的距离标记点。使用从已知点出发的距离，有利于其他项的参考（如：交通标志）。与那些固定标记点有关的数据采集和报告能力对于帮助现场的工作人员确定目标位置有非常重要的作用。以这些标记点为基础来收集数据可以大量地减少错误积累，而此种错误常是由路段起始处的测量开始积累起来。

### 6.3 数据采集政策

数据采集政策可以是相当简单的，它可以在一个较高层次规定数据采集的类型、频率和详细程度（或 IQL）。它也可以描述数据采集的过程（自行采集或外包）。此类政策向实施机构提供了清楚的责任和任务的指导，能够更好与其它机构讨论数据共享的问题。

道路部门采集的数据基本类型包括：

- **道路资产数据：** 这些是典型的一次性收集的数据，当道路产生变化时才需要更新。通常每五年核对或更新一次数据，这可能包括视频数据。
- **路面状况数据：** 这些数据的采集有不同的频率，取决于道路等级。主要道路和重要快速路的数据采集更频繁一些，通常是 1-2 年采集一次，而支路则是 2-5 年。采集频率必须足够高，用以确认影响道路养护决策的主要路面状况的改变。
- **交通数据：** 交通流量数据通常通过一套全国范围内的永久交通计数站来进行采集，再由其它地方的短期统计进行补充（典型的有七天交通量）。轴载数据通常在路网内少数的有代表性的静态地点进行采集。
- **地点数据：** 路网本身的坐标数据点位置的地点参照标记点（如公里桩），或结构物。通常这些都会输入在 GIS 里。

数据采集和更新政策必须是十分清晰的，必须能指导管理方法以确保有充足的资金和人员实施政策的活动。更高质量和更详细的数据采集需要更多的资金和人力。任何 RMS 项目的实施需要清楚地量化与成本的关系，与决策层和管理层事先取得一致的认同，用以确保从中期到长期的充沛资金和人力资源，同时还需要考虑设备。

### 6.4 数据采集程序

关于机构的数据采集程序，有两种基本选择：一个是组织内部自行采集数据，另一个是外包数据采集。抉择因各个组织机构而不同，取决于其采购、运营、维护专门设备的能力。

在采集数据的现场调查中需用专门设备，采集的数据有：平整度、全球定位系统（GPS）、路面变形、抗滑性能和路面结构。这些设备的运营涉及很多难以实现的要求，如：

- 设备的成本太高，以至于只能从其它同样重要的活动中调整资金来满足这些设备需求；
- 实施机构难以筹备资金，用于进口/获得和安装配件或设备的保养（尤其那些设备的主机是从国外进口的）；
- 需要受过高等技能培训的专业人员来操作设备，而道路部门不经常用到这些技术，因此员工、技能和培训可能随时间而流失；
- 如果员工没有受到完整的培训并且没有成文的质量保证程序，设备校准和检查长期要求就不能得到满足。

许多实施机构能够自行管理和维护某些特殊的勘察设备以及确保员工的技能。通常这些国家对于这些特殊的项目会聘请顾问或承包商来进行数据采集。在采集过程中，这个实施机构内的员工将受到设备使用和操作的培训，项目完成后，这些员工可以继续进行数据采集。

也有其它实施机构制定完全外包专业勘察的政策。那些使用这些设备的全职顾问或承包商，通常更有能力进行数据采集，因为他们聘用高技能的人员，这些人员努力采纳或甚至是开发最新的技术，并遵守事先批准的设备的校准和验证程序。

数据采集外包的一个确定原因是减少该实施机构为自身目的而人为操控数据的可能。如果采用这种方法，该组织必须要有自己的数据采集程序，并有能力对提交延误或数据错误要求违约补偿金。

这里提的建议是很明确的。对那些难以进行校准、运营、维护和获得资金来确保和维护专门数据采集设备的组织机构，应该采用数据采集外包的政策。

当然，做出这个决定会在数据采集合同管理的制度和培训以及数据质量保证方面产生复杂结果，这些结果将在下文进行讨论。

## 6.5 数据质量保证

实施机构**必须**建立适当的数据质量保证（QA）程序。质量保证程序必须与该机构的数据采集政策一致，特别是关于信息质量等级方面（包括数据采集的准确度和频率）。

对于业主一方，不管数据采集是否由该组织内部进行还是外包出去，质量保证都是必须的。

想当然地认为顾问方或数据采集承包商将提供质量优良的数据是危险的，在整个数据采集过程中有很多出现错误的机会，甚至在使用自动数据采集设备以及与经验丰富的承包商合作的时候都会发生。设备总是在开发或更新中，每次新的发展都会随之产生新的问题。同样，新的或没有经验的承包商员工可能不清楚或忘记遵守设备校准的程序。

即使已经将数据采集外包多年的组织机构，他们聘请经验丰富的承包商，也一直在寻找改善数据质量的方法。例如，新西兰最近引进了准确的质量保证程序，包括与同一承包商签署多年的数据采集合同以保证检测队伍的连贯性，因为早前的分析显示不同顾问的数据采集是存在差异的。

值得注意的是，质量保证（QA）适应于整个数据采集和数据精简程序。道路数据通常是庞大的，一旦提交给业主，数据需要小心的控制和管理。业主方对于数据进行的任何修改或变更都需要适当记录，可能的话应通过自动审核功能将其记录在电脑化的 RMS 系统中。同时，应该进行定期审核以确保质量程序实实在在地得到遵循。审查的结果也需要存档，并采取相应的后续措施。只有遵循这些程序，用户（内部和外部）才会对数据本身以及用此数据所做的分析抱有信心。

## 6.6 数据采集合同管理

尽管这里建议一些实施机构考虑外包数据采集的政策（见上文 6.4），如果这些政策被采用，那就需要更仔细地考虑数据采集合同管理方面的机构能力。

全国 10000 公里以上道路的数据采集合同的采购和管理对于任何一个组织而言都是一个挑战，表 2 给出一些基本的但有时被忽略的采购原则。

必须意识到数据采集合同管理需要付出相当大的努力。需要有专业技术才能够理解和验证数据的有效性。作为质量保证计划的一部分，现场检查是必须的。当收到数据后，需要大量人力和资源的努力和投入来确认数据的质量，然后才能付款。

以下是典型的 10000 公里道路网络数据采集合同对所需业主员工数的估计（针对合同监督、合同管理和数据质量保证）：

- **平整度数据：**在合同期中 1 - 2 名全职的业主员工（可能长达 9 个月，视具体情况和设备供应状况而定）。

- **路网清单数据**：取决于路网清单中的项目和其属性的数量，通常在合同执行过程中安排 2 - 3 名全职业主员工。如果可能采集到影像数据，并且能够重新检查路网资产数据，则估计需要 3 - 4 名全职业主员工。
- **GPS 数据**：在合同实施过程中需要 1 名全职业主员工，需要具备良好的 GIS 和 GPS 操作技能。

**表 2 数据采集合同管理的基本原则**

- 应要求承包商在正式检测前对路网进行确认调查（最少 100 公里长），这样帮助承包商在正式检测开始前尽早地筛选出设备供应和技术相关事宜。只要能证明这些验证调查数据是适宜的，这些数据必须经过完整的处理和输入到 RMS 中。
- 应要求承包商每个数据采集团队都进行有效性调查，如果有不同的小组、不同的车辆和不同的设备，那么所有的设施都需要测试。
- 应要求承包商在合同开始前建立自己的质量保证计划，该计划需要得到业主的批准。
- 更有帮助的是要求承包商将质量保证计划作为建议书的一部分，评标时可以在技术评估里包括对质量保证计划的评估。
- 应要求在检测前和检测过程中都保留校准记录。
- 应要求数据采集后在短期内就提交数据（尽可能少于 2 周，绝不超过 1 个月）
- 只为协议中所要求的数据付款，而不是为所花的时间付款或为提交的全部数据付款。有必要在协议中对数据的批准时间（通常是 30 天之内）达成一致，以确保业主的员工有足够的时间来检查数据。
- 在合同中应有违约补偿金条款，以应对数据提交延误或数据质量持续很差的情况。

对于有经验的承包商或有管理数据采集合同经验的机构，员工人数要求可以适当降低，但不能降低太多。一些实施机构聘请顾问代表他们来管理数据采集合同和保证质量。

将三种主要数据类型的采集合并在一个数据采集合同中，会给实施机构带来严重的组织上的困难。任何包括数据采集的 RMS 实施项目应该对一定数量的业主员工进行最前沿的数据质量保证方面的培训。在输入到 RMS 前，大多数的数据质量保证最好是在电子数据表格中进行的，因此需要良好的电子数据表格和数据库操作技能以及分析技能。

与上述的方法相反，一些 RMS 项目让咨询顾问进行数据采集和录入新实施的 RMS 系统，而业主的参与几乎没有。这样业主就错过了开发和实施数据采集质量保证程序的机会，在系统移交后，如果没有咨询顾问在场的情况下，业主员工很可能不具备系统操作的技能。

通常会有一些数据非常复杂难以解释的情况（如 FWD 数据需要专业的知识）。因此强烈建议如果组织不具备保证这些数据的质量的技能，那就需要聘请独立的承包商或顾问来代替其进行。

## 6.7 GIS数据采集

在此单独强调 GIS 数据的问题，是因为 GIS 数据常可能与其它组织机构共享，因此会产生一些特别的问题。

即使对于路网数据（通常是道路部门负责的空间数据库），道路部门也很难确保数据是最新的。由于新道路施工、道路改线、道路拓宽和道路移交（在部门与部门之间），道路网络每年的变化高达 10% 是不足为奇的。所以必须对此类数据如同对待其它数据般制定相关政策（即多久需要更新一次以及数据采集的准确度是怎样的）。

当道路部门采用 GIS 系统时，表 3 所给出的关于 GIS 数据采集方面的因素应予以考虑。

**表3 GIS实施的要点**

- 要在内部利益相关人和其它相关机构的外部利益相关人之间达到一致的政策、标准和准确度。地图数据比其它道路数据更多地被共享并提出来单独使用。

- ❑ 尤其要对道路网络地形图的更新建立政策，考虑组织是否有能力自行采集 GPS 数据或考虑是否需要聘请 GPS 承包商。也可能请道路施工承包商来提供竣工图或新道路的 GPS 坐标数据，虽然这种做法对道路翻新没有效果。
- ❑ 数据说明的标准必须先达成一致并得到实施。
- ❑ 数据质量标准须包括数据整理程序、数据线形的转折、数据多边形的闭合以及特征数据的域值等。
- ❑ 应考虑数据的版本变化，使历史空间分析成为可能。

## 7 结论

是什么可以使 RMS 获得成功？除了资金外，还有三个主要因素：工作程序、人员和技术。如果这三个中的任何一个疏于考虑或失败都会导致 RMS 失败。

有些部门成功地考虑到这三个因素，但是大多数组织都没有考虑。大多数的项目都只专注技术问题，而没有对系统的制度化和必要的辅助系统给予足够的重视。

实施 RMS 系统的关键因素是**制度化**（工作程序和人员），而不是技术，尽管后者也很重要。必须确保在任务大纲中有专门的条款强调最高层面上的制度化问题。但往往都将重点放在技术上。很多的招标文件的工作大纲都要求咨询顾问方实施系统，然后提供在职培训，最后向管理层进行高层汇报。这种做法是完全不够的。

项目的要求和工作大纲必须更加明确，应要求咨询顾问方在建议书中详细地描述在项目计划中如何考虑制度化的问题。评标时应对应建议书是否充分考虑制度化进行评分，这方面应该比技术占有更多的权数，尤其是因为现在技术都已经成熟了。但目前的实际情况恰好相反，技术被放在了首要位置。

所以要想成功实施 RMS，未来的项目必须遵守以下三个关键方面的建议。

### 7.1 工作程序

引入 RMS 并不能保证它会得到应用或成功。相关组织机构必须遵守基本的资产管理原则。决策层和管理层在系统实施前和实施过程

中的积极参与是绝对必要的。如果高级管理层对系统的重视不够，就不会提供足够的资金和支持来维护系统，所以必须具备以下各个要素：

- ❑ 商务计划。在其中采用“资产价值”和 RMS 其它主要性能指标。这是决策层和管理层的责任，它也可以帮助将重点放在 RMS 本身，并且争取足够的预算和资金来运营系统。
- ❑ 制度上的支持。包括高层决策人对资产管理/资产保存“理念”的充分投入。
- ❑ 定期地向部长们和其他政府高官汇报资产保护的重要性以及正在采取的措施来使道路基础设施受到合理的保护。
- ❑ 采用特定而又切合实际的主要性能指标和目标来衡量资产价值并实现保值增值。这些指标可用来监控目标的实现，并且每年年末评估是否已经实现目标并采取相应的措施。通过在年度报告中公布这些信息，确保机构对这项工作负责。
- ❑ 准备数据采集和 RMS 运作的年度预算。即使这最初需要外来捐赠资金注入，地方政府也应该分阶段地增加预算以确保 RMS 在一定时间内可以自我满足资金需求。
- ❑ 制定数据采集和数据质量保证的政策和程序。
- ❑ 必须进行数据和系统的技术审核（内部或外部），并提出并实施相关建议。
- ❑ 持续质量改善计划亦是非常关键的，没有一个系统是静态的，所有的系统都能够不断改进。

### 7.2 人员

RMS（包括所有电脑系统、数据、政策和工作步骤）应由实施机构内专门的部门运作，可能是计划部门或类似的部门。这个专门的部门应该积极努力地在组织内推广系统，包括向更高级的管理层推广、增加对系统的认识度、管理数据采集、不断地寻找改进数据采集程序的方法及数据质量保证、研究市场上现成可用的软件包和系统、建立并维护实施规划和程序系统的技术和功能要求以及协调与 RMS 相关的其他应用软件。

在确保具备合适的人员方面：

- 有关机构内应设立一个部门来专门实施 RMS;
- 应有系统运作的预算, 包括所有的人员、设备、数据采集 (外包或内部自行)、现场交通、质量保证等。
- 对于各项活动都应有清楚的工作描述并具备部门里员工职业发展的途径。
- 需要有持续的人员培训和发展计划 (和预算) 以解决人员流失问题并在必要时进行再培训。此培训应包括提供硕士或其它本科学历以上的学位机会以增加在该领域工作的吸引力。
- 需要招聘资格合格和具备良好的管理技术的人员, 而他们将可以掌握并控制自己的预算。
- 工作责任应明确包括:
  - 道路网络参照系统的管理 —— 控制、确认、培训和向其它单位的推广。
  - 数据采集—— 规划、管理、监督和协调。
  - 数据质量保证—— 核对和检查所有的数据。
  - 向管理层报告—— 向管理层提交报告并汇报工作。
- 对于采用数据采集外包的机构, 尤其需要具有丰富的合同管理经验的人员。
- 实施机构需要遵守合理的基本管理原则, 包括工作步骤、记录和审核等。
- 致力于持续提高质量。
- 道路部门应尽可能考虑外包或由外部机构拥有 RMS 系统, 但是这取决于私人外包商的技术能力和该道路部门的组织政策。
- 任何购买 IT 设备的大型机构都需要具备一个技术框架, 或清晰的技术标准和指导, 这样可以避免使用不同基础设施软件 (操作系统、数据库、GIS 等) 引起的混淆和辅助支持问题, 同时, 制定硬件和软件的更换/更新制度也是必要的, 另外可以通过集中采购硬件和系统软件来实现显著的规模经济。
- 所有的 IT 设施必须尽可能采用商业开发的现成产品 (COTS)。
- 对于 RMS 的未来实施, 需要制定一套功能和技术要求说明。功能要求中包括软件的功能。根据已有的丰富经验, 对于一个确定规模的道路部门, RMS 的一般功能要求是比较容易制定的。任何系统的主要功能要求可参考: McPherson and Bennett (2005)。技术要求应给出 RMS 适用的技术环境 (即硬件、操作系统、数据库、GIS 和其它应用软件等), 这与实施机构的技术架构有关。
- 实施机构需要建立并恪守长期 IT 预算策略, 包括硬件和软件维修保养协议 (也需要硬件更换策略)。
- 招标文件的“工作大纲”中应要求与其它应用软件“集成”, 如 HDM-4 与 RMS 的集成, 必须要更加准确地予以说明, 以增加业主对此问题的认知和重视, 并使咨询顾问在投标前更清楚地了解业主的需要。
- 应仔细地评估对系统的网络化实际要求并清楚地在工作大纲中加以说明。业主也需要确保 IT 基础设施 (包括硬件、系统软件、数据库和 GIS) 能够支持网络化系统的正常运作。

### 7.3 技术

RMS 对于 IT 要求非常严格。RMS 的运用必须与实施机构的整体的 IT 策略相适应, 还需要 IT 方面的适当支持。

- 合同条款必须清楚地反映实施机构内部 IT 的支持, 不能将 IT 策略与实施 RMS 系统分开来考虑。必要时, 需要对确定并实施 IT 策略以协助 RMS。

## 8 参考资料

Bennett, C.R. and Paterson, W.D.O. (2000). “校准指导 HDM-4 参考系列 - 第五册” PIARC, Paris. 可从 [www.lpcb.org](http://www.lpcb.org) 下载。

ISO (2000). “质量管理体系- 基础知识和词汇”。可从 [www.iso.org](http://www.iso.org) 下载。McPherson, K. and Bennett, C.R.

(2005). “道路管理系统的成功因素”，可从 [www.road-management.info](http://www.road-management.info) 下载。

Schliessler, A. and Bull, A. (2004). “道路网络管理”，R UN-ECLAC/GTZ 报告，可从 [www.gtz.de/roads](http://www.gtz.de/roads) 下载。

- Formatted: Spanish (Spain-Traditional Sort)
- Formatted: Spanish (Spain-Traditional Sort)
- Formatted: Spanish (Spain-Traditional Sort)
- Field Code Changed
- Formatted: Spanish (Spain-Traditional Sort)
- Formatted: Spanish (Spain-Traditional Sort)

|