

第 一 章

总 论

第一节 道路养护管理和改扩建工程概述

一、道路养护管理和改扩建工程的定义及区别

（一）道路养护管理

公路竣工投入运营使用后，在行车荷载和自然环境因素的影响下，特别是随着累计交通量和累计轴载数量的增加，道路的建筑材料性质和道路结构疲劳衰变，道路的使用性能呈逐渐下降的趋势，影响了道路原有设计服务水平的发挥。为使道路在设计期内保证原有设计功能的正常发挥，需要对道路在使用过程中出现的影响道路功能和服务水平的任何问题进行修复，以保持道路及其设施的良好状态，这一工作过程称为道路的养护管理。

道路的养护管理是保证汽车高速、安全、舒适和经济行驶不可缺少的经常性工作，做好现有公路的养护管理工作是公路养护管理部门的首要任务，也是公路建设与使用过程中的一个重要问题。其基本任务包括如下：

经常保持公路及其设施的完好状态，及时修好损坏部分，保证行车安全、舒适和畅通。

采取正确的技术措施，提高养护工作的质量，以延长公路的使用寿命

命。

防治结合，治理公路存在的病害与隐患，逐步提高公路的抗灾能力；对原有技术标准过低的路段构造物以及沿线设施进行分期改扩建，逐步提高公路的使用质量和服务水平。

（二）公路改扩建工程

目前，在我国的现行有关规范中，道路改扩建工程按其工作性质属于道路养护管理的范畴，因为道路养护指导方针之一是普及与提高相结合，以提高为主，而且要求在整个公路养护管理工作中，应把现有公路的养护和技术改造作为首要任务。由此可见，原有公路的改造、扩建升级是公路养护管理的一个重要工作内容。但从道路改建工程的工作内容、程序、设计、施工的难易程度和对原有道路等级和路面结构形式的忠实程度等方面来看，道路的改扩建工程与常规的道路养护管理工作还是有着较为显著的区别。

因此，可将道路改扩建工程定义为：是在原有道路的基础上提高道路的等级和抵抗荷载的强度而进行的改扩建工程，它包括两个方面的含义，其一是因现有道路及其附属设施不适应交通流量需求所进行的道路技术等级的提高，即对道路几何线形的改扩建工程；其二是因交通流轴载需求而进行的道路结构强度的改扩建工程，称此两种对道路不同方面进行改善的工程为改扩建工程。按此定义，道路改扩建工程与道路的日常养护工程相比具有如下特点：

因不满足道路交通流量需求而进行的道路改扩建工程，一般需要对原有路基、路面进行加宽，由于道路等级和设计车速的提高，常需对道路平、纵线形进行改善或改线。

因道路结构不满足车辆轴载要求或因已达设计疲劳寿命而进行的道路改扩建工程，一般需要对原有结构层进行补强或废弃原有结构层进行改建。

基于扩建工程上述的两个特点，需要从不同方面对原有道路实行改扩建设计，即对原有道路的几何线形和结构进行改扩建设计。

由于要进行原有道路的改扩建工程设计，故需提供设计年限内的交通量资料，因此，需对原道路的历史交通量和现状交通量进行调查（包括交通量的轴载资料）并对远景年的交通量进行预测。

⑤由于在公路养护技术规范中规定，道路的改扩建工程由省级公路管理机构或地市级公路管理机构根据道路的等级和归属进行审批，所以，一般国、省干线由省级公路管理部门负责，县级以上由地市级公路管理部门负责，并根据批准的计划和设计预算来组织实施，并通过招投标来完成。

由于道路的改扩建工程是在原有道路的基础上进行的建设工程，不可

避免地与原有道路条件发生种种联系，因此与新建道路相比，道路改扩建工程还具有以下特点：

与原有道路条件和基础密切相关。所谓相关是指所使用的设备、工程建设内容、施工组织管理、工程成本费用等各方面与原有道路的相关性，与新建工程有较大区别。

效益与费用的识别和计算比较复杂。道路改扩建工程是在已有的道路基础上进行的追加投资，从而获得增量效益。由于原有旧路已经在运营使用，而且其运营状况还将会发生变化，因此造成旧路改扩建后的效益与成本难以识别，即计算与分析也比较复杂。

由于道路改扩建工程期间需要不中断交通施工，特别是对比较重要和交通量比较大的道路，工程建设的难度很大。

由于原有道路仍具有一定的残值，因此道路改扩建工程应考虑对其残值的充分利用，由此会增加工程对新设备、新工艺、新材料和新技术方面的需求问题，从而增加道路改扩建工程的难度。

（三）改扩建工程与道路养护管理的区别

1. 目的和基本任务方面的区别

道路养护的目的和基本任务，在道路养护规范中已有较明确的规定，主要是：

要经常保持道路及其设施的完好状态，及时修复其损坏部分，以保持行车安全、舒适、通畅和设计的服务水平；②采取各种技术措施保证道路的设计使用年限；③采用不同的养护措施，如日常的小修工程、定期的中修和大修工程，治理道路存在的各种病害和隐患，提高好路率。

道路改扩建工程的目的和基本任务主要是：

采用提高道路技术等级的改扩建手段，保持道路及其附属设施与其交通需求的相适应性和相应技术等级的服务水平；②采用加宽路基路面宽度和改善平纵线形等工程技术措施，提高道路等级，满足交通流不断增加的需求；③采用增加道路结构厚度的工程技术措施，满足道路的抗荷载要求和增加其疲劳寿命。

2. 设计方面的区别

道路的日常养护，包括养护中的大、中修工程，其根本目的是在维持道路原有设计结构和服务水平的基础上，为保证道路及其设施的完好状态而进行的养护和修复工程。这就是说全部养护工程的依据就是道路的原始设计标准与设计服务水平。其设计内容仅是对道路在使用中出现的各种病害进行处治设计或对已出现道路破损苗头与迹象的病害进行的预防性处治，称为预防性设计。通常又将上述设计称为小修保养工程设计和大、中修工

程设计。其设计的指导思想是经常保持路面的平整、坚实，路拱适度，行车舒适、安全、排水畅通，但此种设计只需符合原有道路设计标准。

道路改扩建工程的目的在于提高原有道路的技术等级，可通过加宽、加厚补强或既加宽又加厚补强等技术处理措施得以实现。故应对实现的技术路线及其标准进行设计，称为改扩建工程设计，属于对原有道路进行改善提高的范畴。

道路改扩建工程设计，应按照国家有关技术改造的方针、政策及《技术标准》和《设计规范》的规定进行，其原则应符合高于原道路等级的标准进行。原有道路路面或基层的改善设计，与新建道路设计还有所区别，设计时必须考虑就地取材原则，尽量利用原有路面和基层材料，合理利用旧路结构，选择好新材料，进行组合设计。对于改扩建工程的设计程序、特点和要求将在后续章节中详细介绍。

3. 工程内容方面的区别

根据交通部 2001 年下发的《公路工程管理办法》对路面养护工程内容的分类，以及本书中对改扩建工程内容的定义，二者的工程内容有着较大的区别。为正确界定道路改扩建工程和道路养护管理，可参照表 1-1 的具体内容。

道路养护与改扩建工程分类表 表 1-1

小修保养	中修工程	大修工程	改扩建工程
1. 清除路面杂物 保持路面清洁； 2. 处理沥青路面的泛油、壅包、松散等病害； 3. 水泥混凝土日常清缝、灌缝及堵塞裂缝； 4. 路缘石的修理； 5. 沥青路面修补坑槽、沉陷、处理波浪、局部龟裂等病害； 6. 水泥混凝土路面板块的局部修理； 7. 桥头、涵顶跳车的修理	1. 砂土路面处理翻浆 调整横坡； 2. 碎砾石路面局部路段加厚、加宽，调整路拱，加铺磨耗层，处理严重病害； 3. 沥青路面严重病害的处理； 4. 沥青路面整段封层罩面； 5. 水泥混凝土路面严重病害的处理； 6. 水泥混凝土路面接缝材料的整段更换； 7. 整段安装、更换路缘石； 8. 桥头搭板或过渡路面的整修	1. 整段用稳定材料改善土路； 2. 整段加宽、加厚或翻修重铺碎砾石路面； 3. 翻修或补强、重铺高级、次高级路面； 4. 补强、重铺或加宽高级、次高级路面	1. 整线、整段提高公路技术等级 铺筑高级、次高级路面； 2. 新铺碎砾石路面； 3. 水泥混凝土路面病害处理后 补强或改造为沥青混凝土路面

前苏联早在 1944 年编制的道路维修分类法中 为了明确道路改建工程这一定义 曾指出 道路改扩建与养护维修之间的区别在于 改扩建要提高原有道路的等级。但从技术的观点看,道路的改扩建与大中维修所要进行的某些工程之间似乎并没有原则上的区别,因为道路的大修工程也要恢复道路的技术水平。

综上所述,在改善道路使用性能方面,公路养护中的大修工程与改扩建工程的区别是相对的。因为以往道路无论是大修还是改扩建设计,管理者都力图最大限度地利用旧路以降低原材料和投资的消耗。其结果往往导致设计中线形要素和标准采用最低的和极限的容许值,使道路在建成完工后,只能最低限度地满足交通需求,这种情况有时在新建道路中也会出现。在这种情况下,如果技术和经济条件允许,原则上可以通过大修和改扩建工程来改善和提高道路各种参数,使道路向更高的标准靠近,既可以在道路养护的大修工程中将道路的线形提高到高等级的最高标准,也可以通过改扩建工程将该道路改建成高一等级中的最低标准。基于这一点,可以认为道路的改扩建工程应该包括通常道路养护管理中的大修工程;从设计和施工等方面看,大修工程与改扩建工程具有极大的相似性。

二、道路改扩建工程的依据、目的与必要性

(一) 道路进行改扩建工程的依据

对一条正在运营使用的道路来说,是否需要对其进行改扩建工程建设,或者说是否要对该道路的改扩建工程进行可行性研究,是一个十分重要的问题。它既涉及到对该道路性能的评价,同时也涉及到对该道路残值利用的经济效益问题。本文根据道路改扩建工程的定义,认为一条道路需要进行改扩建工程建设或对其改扩建工程进行可行性研究,其依据如下。

1. 道路结构强度依据

根据《公路养护技术规范》 沥青路面强度规定用强度系数 SSI 作为评价标准 SSI按式 (1-1)计算 即

$$SSI = \text{路面设计弯沉值} / \text{路段代表弯沉值} \quad (1-1)$$

规范中将 SSI 分为 5 级 对不同等级公路 SSI 的分级见表 1-2。

并且规定 当路面强度系数 SSI 在中等级以下时 认为道路强度不满足设计要求 应采取对原有道路进行结构补强的措施。

对于水泥混凝土路面,《公路养护技术规范》中规定采用路面综合评定指标 SI 其计算公式为:

路面强度评价标准表

表 1-2

标准 公路等级 评价标准	优		良		中		次		差	
	高速或 一级 公路	其他 等级 公路	高速或 一级 公路	其他 等级 公路	高速或 一级 公路	其他 等级 公路	高速或 一级 公路	其他 等级 公路	高速或 一级 公路	其他 等级 公路
强度 指数 SSI	≥ 1.0	≥ 0.83	$0.83 \leq$ SSI < 1.0	$0.66 \leq$ SSI < 0.83	$0.66 \leq$ SSI < 0.83	$0.5 \leq$ SSI < 0.66	$0.5 \leq$ SSI < 0.66	$0.3 \leq$ SSI 0.5	$0.3 \leq$ SSI 0.5	SSI < 0.3

$$SI = S_1 \times P_1 + S_2 \times P_2 + S_3 \times P_3 \quad (1-2)$$

$$S_1 = PCI/10 \quad (1-3)$$

$$S_2 = \begin{cases} 10 & c \leq 2 \\ 17 - 2.5 \times c & 2 < c \leq 6 \\ 0 & c > 6 \end{cases} \quad (1-4)$$

$$S_3 = \begin{cases} 10 & F > 55 \\ 0.4 \times F - 1 & 38 < F \leq 55 \\ 0 & F \leq 38 \end{cases} \quad (1-5)$$

式中： S_1 ——路面破损状况所占分数；

S_2 ——平整度所占分数；

c ——路面平整度指标；

S_3 ——摩擦系数所占分数；

P_1 、 P_2 和 P_3 ——为相应指标的权重 按公路的等级、性质和相应指标的重要性确定 具体可参见《公路养护技术规范》(JTJ 073—96)。

坏板率及总坏板率 HBN_k 计算式为：

$$HBN_k = W_{ij} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S_{ij} / S_m \quad (1-6)$$

$$HBN = HBN_1 + HBN_2 + \dots + HBN_n \quad (1-7)$$

式中： W_{ij} ——计算坏板率的权数 取值于《公路养护技术规范》(JTJ073—96)；

S_{ij} —— i 种损坏 j 种程度的板块数；

S_m ——计算路段的总板块数；

$K = 1, 2, \dots, n$ ——对应的各种损坏类型；

HBN_1 、 HBN_2 、 \dots 、 HBN_n ——各种损坏类型坏板率。

其中当 S_{ij} 为中等以下、坏板率在 15% ~ 50% 之间和当坏板率超过 50% ~ 70% 时宜对该路段进行改扩建。

2. 道路交通流量适应程度

原有道路的交通拥挤度是衡量其通行能力大小及其服务水平的一个重要指标。通过对原有道路交通量的调查和统计分析, 可以为我们评价现有道路的交通量适应状况提供资料, 进而作为提出相应道路改扩建工程技术改造标准的依据, 以达到提高现有道路通行能力和满足交通需求的目的。

一般对道路交通拥挤程度描述的指标定义为交通拥挤度, 其计算式为:

$$\text{调查路段拥挤度} = \frac{\theta}{c} \quad (1-8)$$

式中: θ ——路段调查标准车型交通量 我国规定的标准车型分为两类 对高速公路和一级公路为小汽车, 对其他等级公路为中型货车, 应将调查交通流中的车型按《公路工程技术标准》中的车型换算系数换算成标准值 (辆/h);

c ——调查路段设计通行能力, 即在一定设计服务水平下, 路段断面每小时允许通过标准车数量的最大值。

交通拥挤度的划分标准是: $\left\{ \begin{array}{l} \text{通畅路段 拥挤度} < 1 \\ \text{拥挤路段 拥挤度} \geq 1 \\ \text{阻塞路段 拥挤度} \geq 1.5 \end{array} \right.$

我国将公路的服务水平分为四级, 虽没有对各级道路拥挤度作出严格定义 但也用车速、流量和车流密度对道路交通流状态加以详细区分。为配合本书根据交通量确定道路改扩建工程的决策, 在参考国内部分研究资料的基础上 将道路的交通拥挤度作为道路改扩建工程的依据 认为:

道路的一、二级服务水平 属于交通通畅状态 其拥挤程度小于 1 交通流相对比较平稳 如果无意外事故发生, 一般不会出现阻塞和延误 此时道路的通行能力尚有余力 无需考虑改扩建;

道路的三级服务水平, 其拥挤度处在大于或等于 1、小于 1.5 的范围 此时交通流已明显处于拥挤状态 且不稳定 尽管车道利用率较高 但随时停车频繁 延缓增大 有时会超过道路使用者的忍耐程度 此时道路已处于改扩建需求的边缘 是否要进行改扩建 还要依据该道路改扩建工程可行性研究的结果;

道路的四级服务水平 其拥挤程度大于或等于 1.5 路上交通流基本处于阻塞状态 应该立即采取果断措施对现有道路进行改扩建 以提高道路通行能力 满足交通正常运行的要求。

3. 基于道路路面功能恢复的改扩建工程

道路路面功能恢复的技术措施主要是路面的罩面工程，按路面的材料不同可分为：

对沥青路面功能的恢复：沥青路面罩面按其功能划分为普通罩面（简称罩面）防水型罩面（简称封层）和抗滑罩面（简称抗滑层）三种。其主要的功能为消除路面破损、完全恢复原有路面平整度和抗滑性能等。

水泥混凝土路面：对水泥混凝土路面出现较大面积的破损、露骨、较多裂缝和表面剥落的路段，应采用加铺面层的办法恢复混凝土路面表面平整度和摩擦系数。加铺面层可采用普通水泥混凝土、钢纤维混凝土或沥青混凝土。

（二）道路改扩建工程的目的和必要性

1. 道路改扩建的目的

道路改扩建工程是道路养护管理工作的重要组成部分。由于汽车在道路上行驶，除了克服各种阻力外，还会通过车轮把垂直力和水平力传给路面，水平力中又分为纵向力和横向力两种。在上述各种外力的作用下，路面结构层内产生大小不同的拉应力、剪应力和压应力；同时道路还受到车辆行驶振动力、冲击力的作用和车轮真空吸力的作用；另外路基和路基上的各种筑路材料还承受自然因素的侵蚀作用，其作用结果是材料性质的衰变，导致道路结构整体承载能力下降。如果上述的这些应力超过了路面结构的整体强度或者是超过了某一部分的强度时，道路就会出现断裂、沉陷、波浪、松散和磨损等破坏现象，致使道路的服务水平下降。当对道路的日常养护工作不足以使道路保持足够的强度抵抗其在车辆荷载行驶作用所产生的各种应力时，路面的整体刚度不足以产生抵抗车辆荷载的抗变形能力时，此种情况下在车辆荷载作用下路面便产生过量的变形而造成上述的各种破坏。

因此必须对路面结构定期地采取改扩建改善措施，使路面保持有一定的强度、刚度和稳定性，从而使路面结构具有足够的抗疲劳强度以及抗老化形变累积的能力，确保其耐久性。另外，随着时间的推移，一般道路的交通需求和轴载也都是呈上升的趋势，为使流量的增加不致产生过分的交通拥挤，必须有计划、有目的地加宽道路。总之，对原有道路的改扩建工程主要是从道路结构方面和道路通行能力方面，有计划地提高道路的技术等级，以适应公路交通运输发展的需求。

2. 道路改扩建的必要性

道路改扩建工程的必要性来自以下几个方面。

其一是通过改扩建工程改善道路的使用性能的必要性。如前所述，道路在使用过程中，其使用性能会因行车荷载和环境因素的不断作用而逐渐

变坏。道路使用状况的好坏将直接影响到车辆的行驶舒适性和行车费用。显然道路使用性能的恶化将增加车辆的运营费用增加燃油、轮胎和保修材料的消耗，以及增加行程时间等费用，直接影响到社会和经济效益。在道路使用期间内还需投入大量资金以维护包括日常养护和改建道路使之保持一定的使用性能，充分发挥其经济效益，因此，养护工作具有十分重要的经济价值和社会效益。

从道路使用管理的角度讲，应对所有不满足使用性能最低要求的道路采用养护或改扩建措施；特别是对较大程度上不满足使用性能要求的道路，采取改扩建维护措施，对节省建设成本费用是十分重要的。

其二是改扩建工程通过有效投资创造更大经济效益对节省资金的必要性。道路的改扩建工程，包括对现有道路的监测与评价、可行性研究、规划设计和施工，并不是一个凭空提出的概念，而是各个道路管理部门在资金有限的条件下，考虑怎样把有限的资金使用到最需要采取措施并能取得最佳效果的道路上，使现有路网保持合理的服务水平。道路管理部门在日常工作中要不断地作出有关道路改扩建的各项决策。

其三是改扩建工程是使现行公路网有效和协调的必要手段。某些道路改扩建规模的大小与该道路在区域公路网内所起作用密切相关。区域公路网中各等级道路的相互连接具有一定的科学性和协调性，将科学、合理规划的路网和现行公路网相比较可以发现，许多规划路线与现有道路应是重合的，从中可以发现，少数道路无论是布局还是道路现有技术参数都是不合理的或不满足交通需要的，由此可提出改扩建或新建道路的要求。

三、道路改扩建工程的技术特点

（一）道路改扩建工程的路面设计问题与特点

道路改扩建工程在设计和施工技术等方面，与一般的养护管理工程（多为中小修）有较大的区别，宏观上看与新建公路一样，都要按现行有关规范进行设计与施工，但从具体工作内容和特点来看，道路的改扩建工程无论在设计还是在施工方面，都与新建公路存在本质的区别。具体的道路改扩建工程技术特点表现在以下几个方面。

1. 平面设计

道路改扩建工程的平面设计是在既有路线的前提下进行的，其大的设计原则是在满足相关设计规范的前提下，应充分考虑利用原有道路，以减少征地和路基土方工程数量。因此，改扩建工程平面线形设计应考虑如下特点：

（1）对原有道路沿线地质状况的充分调查

改扩建的道路通常情况下是已使用多年,经过长时间荷载作用,路基应该基本稳定,或者说路基沉降已经完成。地质状况调查的目的,在于分析改扩建拓宽路基与原有道路路基之间的沉降差异。这一差异值是改扩建道路拓宽方式(单侧或双侧拓宽)路面结构形式(刚性或半刚性路面)及是否要对新旧路基进行技术处理的重要影响因素。这一点与新建公路有着本质的区别,由此增加了改扩建工程的技术难度。

(2) 平纵组合不当的路段设计调整

由于原有道路,在长期的养护和改善管理下,会使道路产生一些平纵组合不当路段和纵断面不合理路段,须在设计中加以调整改善。

平面线形的布设对道路改扩建工程来说尤为重要,在具体实施时,要做到统筹兼顾,必要时改变平面线形走向或废弃部分道路,以获得较完美的效果。另外在平面线形设计时,还应考虑道路沿线建筑、规划等情况。

改扩建道路的纵断面调整对道路的视距、行车、街道排水影响较大,同时也是改扩建工程的一项重要工作。在此路段,平纵断面是相辅相成的,有时还会与结构层设计相关,此时应在大的改扩建设计原则下,统筹兼顾,不可仅重视一个方面而忽视另一个方面的问题。同时道路改扩建还要考虑远景发展,在不显著增加工程量的前提下,尽量采用较高标准,但也决不能过分强调纵坡平缓、线形顺直、在纵坡设计中采用大填大挖割线设计,而使原有较好路基遭到破坏。

(3) 改扩建道路路面结构

如果改扩建道路的路段平面维持不变时,应考虑对旧路原有结构层的利用问题。其实,在对原路面结构和强度进行检验的基础上,通过计算分析便能确定其是否能够承担未来的交通量。

一般情况下,旧路经过多年的养护维修,其路面结构层厚度及其路面材料组成都已发生较大变化,应通过调查分析以确定旧路的路面材料是否可以作为将来改扩建道路路面结构的基层或底基层。其可能性结果如下:

如果得到的回答是肯定的,表明原道路结构材料可以在新道路结构中直接利用,则需进一步检验老路路面结构强度,用以计算改扩建道路路面结构厚度。

对不能直接利用的旧路结构,应考虑是否进行冷再生或热再生技术,尽量利用旧路结构材料。

(二) 桥涵的改扩建问题

由于桥涵受修建时道路技术标准限制,加之受荷载的疲劳损坏,使得改建道路上的桥涵往往不能够满足改扩建后标准的要求。因此,在改扩建时必然要进行合理地取舍。

另外，旧路线上的桥梁、涵洞在长期的使用过程中，一般都有过不同程度地维修和改造，加上桥梁的结构各异，荷载等级也不尽相同，故应对沿线桥涵的可利用性进行调整，必要时需进行承载能力的测定。

对沿线桥梁、涵洞进行调查与检测的目的为：

1. 确定旧桥梁的可利用性

特别是对道路等级提高的改扩建工程，这种可利用性的确定工作量和难度较大。

2. 对确定为可利用的桥梁进行改扩建设计

对确定为可利用的桥梁进行加固、加宽方案设计。

3. 对涵洞的取舍和改造设计

对于涵洞的取舍应考虑其荷载标准与改扩建道路等级的匹配，以及涵洞对过水的要求。

（三）道路改扩建工程中的施工组织

为减少征地和工程数量，降低工程造价，道路改扩建工程通常的设计原则是尽量利用旧路，主要是通过改造和提高旧路技术水平，达到提高公路等级的目的。已进行的公路改扩建工程的统计资料调查表明，一般道路改扩建工程设计时的旧路利用率一般在 70% 左右。由于道路的改扩建工程一般是在不中断交通的情况下进行，这给施工和车辆的通行都带来一定的困难和不便，特别是在路基的施工期间尤为突出，因此必须采用严格的施工组织管理、强有力的措施才能确保正常的交通秩序和车辆行驶畅通。

根据以往的改扩建工程施工经验，造成交通不畅的原因有：

在深挖、高填方路段 旧路被破坏后 没有有效的交通组织措施 特别是遇到长时间的阴雨天气；

在长挖方路堑或长路堤路段，先开挖的一侧高或是填方一侧未处理好，即破坏了用来维持交通的旧路或已处理好的行车道一侧。

施工方法不当引起。

单行线无人指挥，驾驶员抢道行驶或机动车在单行线上抛锚。

施工路线拉得太长及旧路大量破坏。

因此，施工单位必须认真做好施工方案的比选，落实好维持交通的措施，并指定专人管理，在单行线较长的路段设交通指挥岗。改扩建路段严格按照要求报批后方能开工，一旦发现问题应及时组织处理，以保证车辆行驶畅通和正常的交通秩序。

（四）改扩建工程中的新技术、新工艺和新设备

由于改扩建工程以尽量利用旧路为基本前提，因此在工程施工过程中，具有与新建道路施工显著不同的特点，具体有以下几方面：

1. 新技术

(1) 对旧路的路基、路面的评价技术(包括检测技术)

由于待改扩建的道路,无论是沥青路面还是水泥混凝土路面(包括道路的路基和路面)都应有不同程度的利用价值,正确地对待改扩建道路进行评价是合理利用旧路价值的基础。因此,旧路的评价是道路改扩建工程的一个重要环节。

对待改扩建道路的评价因其不同的部位,所需的评价技术也不尽相同,大致可分为水泥混凝土路面的评价和沥青混凝土路面的评价。具体可分为道路路基评价、道路结构层评价、道路上桥梁的评价等。具体的评价技术详见有关章节。

(2) 旧路面材料的再生利用技术

道路的改扩建工程需要对废旧沥青和砂石进行回收和再生处理后重新利用,涉及到材料的回收工艺和处理利用技术问题。这一新技术不仅可以节约原材料,还可保护生态环境,防止废旧沥青与砂石的污染环境。

国外的沥青路面再生工艺分为冷再生(就地再生)和热再生两种,其中热再生又可分为厂拌热再生和就地热再生两种。在 20 世纪 80 年代后期,由于路面加热技术和再生材料测试技术的不断成熟和完善,热再生技术在道路养护中的应用较广泛。但在路面改扩建工程中,现场冷再生和厂拌热再生应用较多。

(3) 改扩建工程中的旧路面处理技术

当改扩建道路可对旧路的路基、路面进行整体利用时,为保证改扩建后新路的质量,需对可利用路段的旧路病害进行处理。如防止旧路裂缝的反射技术又如当旧路需加宽时新旧路基、路面的连接处理技术等涉及到一些处理施工的工艺和技术问题。

2. 新设备

由于道路改扩建工程涉及上述新工艺和新技术,故对设备也有更多的要求。如道路改扩建工程施工中遇到的第一个问题就是旧路的处理问题,对于沥青路面和水泥混凝土路面,这一问题无论是从工作量上还是从施工难度上讲都是比较的,如果没有一些特殊的施工机械,则会造成事倍功半。

3. 新材料

改扩建工程中,无论是冷再生还是热再生工艺所利用的旧路材料,在性能和力学特性上与常规道路建筑材料都有着较大的区别,因此在施工工艺、质量检测手段、材料设计以及材料路用性能研究等方面,都还需要进行进一步的深入探讨和经验摸索

（五 道路改扩建中的环境影响与保护

道路改扩建工程对环境的影响包括：对沿路植被的破坏、造成水土的流失、空气和水源的污染、噪声的污染以及对自然景观和人文景观等的影响。为此，为改善对公路的环境保护，在道路改扩建施工过程中应采取如下对策：

植被保护对策。在改扩建施工过程中，应严格按设计方案进行取土，杜绝随意取土的现象；同时施工过程中还应杜绝随意处置工程弃土和堆放废渣。

大气污染防治对策。施工中应尽量减少对居民的影响及对空气的污染。

噪声污染的防治。对处于居民居住区的路段，高噪声、高振动的施工机械在夜间（19:00~7:00）应停止施工作业。

对景观的保护。对于开挖取土破坏的地带，要采用植树植草恢复其自然景观，同时还应加强道路绿化以改善道路景观，使道路与自然景观相协调。

另外，道路的改扩建施工，应尽量配合沿线的村镇规划，避免不合理的拆迁，同时还应使公路与城镇连接部分与城镇规模相协调。

第二节 国内外道路改扩建工程与技术概况

一、国外道路发展进程与改扩建技术

（一 国外道路发展与道路养护管理

以美、英、法、德、加拿大、日本为代表的工业发达的资本主义国家早在 20 世纪 70 年代初期就已经基本建成干线公路和高速公路网，导致新建道路减少而现有道路的养护维修问题日益突出，为了保证和改善提高现有道路网的服务水平，每年需要耗费大量资金用于道路的养护和改善工程上。因此，世界上这些工业发达国家的公路管理部门开始将注意力转向对现有道路的养护、维修和改扩建上。世界上最早的路面养护管理系统也是在这一背景下研究建立起来的。

当前，国外先进路面养护维修管理系统已发展成为一个包括道路从开始使用到养护，再到重建（改建或扩建）在内全过程的全面科学管理系统。该系统在合理使用有限资金、尽可能提高路面服务水平、获得最佳的费用一效益等方面取得了显而易见的成果，这一点取决于系统的指导思想。该系统认为，一个效益好、费用低的养护维修决策和工作，即所谓的费用一效益

最佳的决策和工作，不仅仅取决于技术性的因素，而且涉及到诸如组织、计划、协调和决策等许多管理因素。特别是对改扩建工程，不仅要及时地掌握路面病害的发生程度和发展状态，还要正确选择适当的维修决策、合理地组织安排维修作业、正确地进行费用一效益评价、进行环境保护方面的考虑等等。这些不仅仅是一个技术问题，也不仅仅是一个技术设备的问题，而需要从技术、经济、管理和社会等各方面进行综合考虑和决策。

（二 国外公路养护维修管理与改扩建工程的分类

根据公路养护性质的不同，国外公路的养护管理对策也不同，大体上，按其养护性质可分为三类，即：

1. 一般养护

一般养护包括经常性养护和定期养护。经常性养护是对路面、排水管道、安全护栏、交通标志和信号、道路标线以及绿化等进行日常清理和维护，还包括季节性养护和临时性排除障碍工作。

2. 特殊养护

特殊养护又称临时性养护，主要是对路基和路面的重铺和维修工作。

3. 改善养护

改善养护的目的或是为了提高道路的通行能力或是为了改善车辆的行驶条件。

从上述养护工作分类看，其中的特殊养护和改善养护工作与本书定义的道路改扩建工作相类似。

（三 国外道路改扩建工程

进入 20 世纪 70 年代后，国外这些工业发达国家的公路网都面临着大规模的重建工作，为迎接公路交通运输日益强大的挑战，各国政府都花大力气研究和改善道路的使用性能和特性。在初期建立的路面养护维修管理系统的基础上，重点对以下方面的问题开展了深入研究。

1. 完善路面状况和使用工况数据库信息

道路的养护和改扩建决策必须建立在大量路况信息的基础上，科学的决策是以强大的数据库管理系统作为支撑的，具体所需的数据应包括以下内容：

(1) 原道路路面特性数据，包括各层路面的设计和施工数据，以及翻修、重建、补强后的路面特性，诸如道路材料、几何参数、路面结构和各层厚度、所用材料的物理力学性能等；

(2) 路面使用性能数据 包括平整度、路面损坏状况、承载能力和抗滑能力等；

(3) 路面使用工况数据 包括交通流量、载荷特征、交通量增长率等交通

数据和温度、晴雨等天气数据；

(4)路面服务能力评价基础数据。

2. 路况参数调查和使用性能监测的方法与手段

过去常用目测法来调查路面的损坏状况和使用手持仪器来测量路面使用性能，这样做不仅十分费工费时，而且数据的人为主观误差比较大，另外这些仪器受自然环境影响较大。经过多年的研究工作，路况检测手段已经取得了很大的进步，如研制出弯沉仪、摩擦系数仪等路面性能自动测试设备，另外还有交通量测试系统、轴载自动称重等设备。这些自动化和高精度设备为路面状况参数检测提供了科学保证。

3. 路面使用性能检测模型和费用一效益评估、决策模型的建立

由于影响路面病害及其发展的因素众多，由此导致路面状况恶化的规律十分复杂，而且具有很大的不确定性。因此要判断和评估路面的生命周期和进行正确的养护、改扩建决策及确定其方案具有相当的难度，通常的做法主要是依靠工程技术人员的经验，因此判断误差往往过大，造成决策的可靠性和可信度下降。况且路面的养护、改扩建决策不仅仅是技术问题，还受经济、管理和社会多方面因素的影响，具有较强的系统性。

近些年来，有关专家对此开展了较为深入的研究，已经使用了包括专家系统在内的使用性能预测方法，建立了费用一效益评估、决策模型，并采用了包括动、静态优化方法在内的决策优化方法，使所有存在的问题有了一定程度的解决和突破。

4. 对改扩建道路材料的利用研究

国外特别重视对道路资源的再生利用研究，在道路的改扩建工程和路面重铺的工程中应用废旧沥青、砂石回收工艺经再生处理后重铺路面不仅节约了沥青和砂石资源，还可防止废旧沥青混合料和砂石材料对环境的污染。

国外对沥青路面的再生工艺可分为厂拌再生和就地再生两种，而就地再生又可分为就地热再生和就地冷再生。就地冷再生是对铣刨的沥青混合料加入泡沫沥青或水泥，拌和后进行碾压，一般可作新路面的底面层使用。20世纪80年代后期，由于路面加热技术和再生材料测试技术的不断成熟和完善，就地热再生工艺技术得以在大多数国家应用。

路面再生技术可一次性全面消除路面病害，完全恢复路面的车辆行驶性能，其社会效益和经济效益非常显著。

5. 改扩建机械的研制

由于道路的改扩建工程首先碰到的问题是对原有路面结构的处理，因此需要一些与常规道路修筑工程不同的机械设备。为提高道路改扩建工程

的效率，国外研制了相应的成套专用施工设备。如为适应沥青路面冷再生工艺的冷再生机，即将路面粘结层通过冷铣刨机使材料铣刨松散，通过添加粘料后形成新的混合料用来铺筑坚固的基层或底基层，典型的设备产品由德国的维特根、意大利的玛莲尼等公司生产。沥青热再生机、热再生设备用于沥青路面的重铺工程，主要用于维修表面层，世界上生产热再生机的厂家主要有美国热动力公司和德国的维特根公司。

二、国内道路的发展与道路改扩建工程

（一）国内道路发展现状

自 20 世纪 80 年代以来，我国加大了公路基础设施的建设力度和投资力度，加快了公路建设的速度。截至 2001 年底，公路通车里程已达 143 万 km（香港、澳门特别行政区和台湾的公路里程未统计在内），其中高速公路通车里程已达 1.9 万 km，公路网密度达到 $14.6\text{km}/100(\text{km})^2$ ，一张干支衔接、布局合理、四通八达的全国公路网已初步形成。这标志着公路在交通运输体系中已占有极其重要的位置，对促进国民经济增长、提高综合运输能力、降低运输费用、改善投资环境和加快中国社会主义现代化建设已起到了举足轻重的作用。

为了适应未来我国国民经济和社会发展的需要，以及便利中国与周边国家的经济贸易和文化交流，国家交通部于 2002 年制定了中国公路交通三阶段发展规划。第一阶段到 2010 年，公路交通紧张和制约国民经济发展的状况要得到全面改善，以高速公路为主的国道主干线要将人口 100 万以上城市和人口 50 万以上的大部分城市贯通。第二阶段到 2020 年，初步形成国道主干线和国家重点公路组成的公路网，使国内大部分地区可以在 3h 之内到达骨架公路网，全国公路里程将达 230 万 km，高速公路 5.5 万 km。第三阶段到 2040 年，公路交通基本实现现代化，达到中等发达国家的水平，形成全国高速公路网，高速公路总里程将达 8 万 km。

从上述交通部制定的公路建设的三个发展阶段看，在今后的 30~40 年中，我国公路建设的任务还将很重。

与此同时，由于社会交通运输量的快速增长，特别是在经济发达地区主干公路的实际运输量已远远超过其设计能力，造成交通阻塞现象严重，交通事故频繁，急需进行改扩建。有些道路已经到了不堪重负的程度。再有，由于汽车车型结构和轴载结构发生的变化，使得在 20 世纪 60~80 年代修建的道路大都已达到或超过设计寿命，由于养护维修资金的紧张而一直处于超期服役状态，道路病害逐年增多，直接影响道路交通畅通，降低了运输效率，制约了国民经济的发展。

因此，在当前我国道路的建设与重修重建改造任务都比较艰巨的状态下，如何借鉴国外先进的道路养护管理和维修改造经验与技术，提高我国道路的改扩建技术水平和改扩建工程质量，开发和研制出适合我国道路结构条件的成套改扩建机械与设备，是我国道路养护与维修改建管理部门面临的一个亟待解决的重要问题。

（二）我国道路改扩建现状及其存在的问题

根据我国当前的公路现状结构，如 2001 年的 143.8 万 km 中有近半数二级以下公路，目前旧路的改扩建仍然是提高道路等级、改变道路行车条件的一个重要手段，尤其是一些早期修建的沥青类路面的道路，改扩建方案比新建路线方案有着更高的经济价值。

近 20 年以来，我国道路的养护与维修水平已经有了很大提高，如日常养护已经基本上实现了以机械养护为主，而且在养护新材料、新技术和新工艺方面都取得了长足的发展。1985 年，我国首先在辽宁基地移植了英国的沥青路面管理系统而后经过国家交通部的“八五”攻关工作建立了我国自己的公路养护管理系统，在理论上已接近或达到发达国家的水平。该系统的使用，使道路的养护质量有了明显的提高，但在数据采集手段、成套机械化设备和投资上还有一定的不足。

近些年来，我国通过采用先进的公路管理方法和养护技术，提高了公路养护作业效率和高山路况的作业手段，并在研究和推广新的管理技术和方法方面取得了重要的进展。具体表现在：

1. 道路养护管理原则的完善

所制定的“公路养护管理技术规范”对公路养护的技术要求、公路养护工程分类与管理、公路养护质量的考核、公路养护管理技术体系等作了全面的规定。

2. 公路养护新材料、新技术和新工艺的应用

科学技术是第一生产力，在道路养护与改扩建工程中，不断依靠新科技手段，积极开发和大力研究推广一系列新材料、新技术和新工艺，如沥青路面冷再生和热再生技术、沥青路面坑槽修补技术等，极大地提高了公路养护作业的效率和管理水平，确保了公路养护管理的质量。

在道路的改扩建方面，我国将道路的改善提高纳入道路养护维修管理的范畴如表 1-3 所示道路的改扩建计划作为道路养护管理系统模块结构中的一部分。受目前公路建设中存在的重道路建设（新建道路）而轻道路养护维修思想的影响，道路的改扩建工作无论是在系统的管理方面，还是在技术水平、新材料、新工艺和机械化施工方面还都有待于提高和完善。具体体现在以下方面。