

西部交通科技项目

合同号：2006 318 000 100

单位编号：

密级：

分类号：

农村公路路面养护技术研究 (报告简本)

辽宁省公路管理局

长安大学

四川省公路局

广东省公路局

二零零九年六月

中文题名	农村公路路面养护技术研究(报告简本)			
英文题名	Study on pavement Maintenance technology of rural highway			
项目负责人	李 江	报告撰写人	祖熙宇	谢永才
	周 谦		姚 卓	高晓刚
			郝培文	陈 柯
项目主要参加人	李 江	辽宁省交通厅公路管理局		
	周 谦	辽宁省交通厅公路管理局		
	祖熙宇	辽宁省交通厅公路管理局		
	姚 卓	辽宁省交通厅公路管理局		
	谢永才	辽宁省交通厅公路管理局		
	闵祥虎	沈阳市公路管理处		
	王 琳	辽宁省交通厅公路管理局		
	郝培文	长安大学		
	沈忠仁	四川省公路局		
	林保华	广东省公路局		
	苏衍斌	辽宁省交通厅公路管理局		
	李跃全	抚顺市公路管理处		
	刘 丰	朝阳市公路管理处		
	王延萍	葫芦岛市公路管理处		
	陈 伟	大连市公路管理处		
	祝 龙	辽宁省交通厅公路管理局		
	王恩涛	辽宁省交通厅公路管理局		
	施 磊	辽宁省交通厅公路管理局		
	高晓刚	辽宁省交通厅公路管理局		
	董 宇	抚顺市公路管理处		
	张 敏	四川省公路局		
	冯 佳	四川省公路局		
	尹全贤	大连市公路管理处		
	汪海年	长安大学		
李小洪	长安大学			
陈 柯	长安大学			
主题词	农村公路 路面 养护			
关键词	路面 农村公路 养护 技术 模型 预测			

报告摘要:

随着农村公路建设的不断推进,农村公路路面里程将飞速增长,农村公路的功能将不断完善,加之农村经济发展,农村公路的交通流量将显著提高,养护压力将逐渐加大。因此,解决以路面养护为核心的农村公路养护问题具有重要的现实意义。

本项目通过实地调研和广泛收集基础资料,借鉴国内外发达地区农村公路路面养护的成功经验和研究成果,对目前农村公路路面养护中存在的一些问题进行了深入、细致的分析,并针对这些问题,初步构建了农村公路路面养护的基本框架。项目结合辽宁省各地现有的设备、施工力量以及农村公路养护人员,通过农村公路养护示范工程来对农村公路的养护管理和养护技术进行深入研究,提出了合理的农村公路养护管理方式、经济实用的农村公路养护新技术,养护新材料和养护施工工艺以及现场的质量控制方法与指标。

项目将室内实验研究和现场示范路检验验证相结合,通过不同类型的中小修养护技术示范工程,规范了施工工艺,验证了农村公路路面养护技术相关成果。

目 录

1. 概述	1
2. 研究内容与结论.....	2
2.1 农村公路路面养护技术状况调查与分析.....	2
2.2 农村公路路面使用性能评价、预测和养护决策研究 ...	6
2.3 农村公路路面养护实用技术研究.....	10
2.3.1 提出农村公路路面小修保养的维修方法	10
2.3.2 提出一整套适合我国国情的农村公路路面中小修养护技术	11
2.3.3 提出农村公路路面养护环保技术.....	11
2.3.4 实施农村公路路面养护技术示范工程	11
2.3.5 提出农村公路路面养护质量控制标准	25
2.3.6 分析养护技术定额成本构成.....	26

1.概述

多年来，全国各地在干线公路路面养护技术方面进行了广泛的研究，在沥青路面、水泥路面的大中小修技术、路面养护评价决策以及新技术、新材料、新工艺的应用方面取得了一系列的研究成果，并在实际生产中得到了成功的应用。基于干线公路路面的养护评价决策体系、养护技术已趋于成熟。

但是，目前围绕农村公路路面养护技术的研究还很不完善，尽管部分省市已在某一方面进行了研究，但仍属于起步阶段，很多省份提出农村公路养护参照《公路养护技术规范》执行，但是农村公路具有显著的自身特点，不能简单套用高等级公路路面养护技术。本课题根据我国实际情况并结合国内外研究成果，对农村公路路面养护技术进行专题研究非常好必要、及时。

本项目紧密结合当前农村公路路面养护实际，对沥青路面、水泥路面等养护技术进行重点研究，同时对弹石路面、砌石路面等简易路面养护技术进行适当探讨。鉴于路面大修、改建技术和新建基本相同，且此前交通部已于 2003 年立项进行了专项研究并取得了重要的研究成果，本课题重点研究沥青路面和水泥路面的中、小修养护技术，本课题所指农村公路主要是乡道和村道。

本项目以农村公路路面养护技术为背景，以农村公路实际养护工程为依托，以解决“三农”问题、适应农村经济发展对公路交通基础设施的新要求为契机，吸取国内外先进技术 with 成功经验，为我国农村公路养护提供科学有力的技术支撑与保障。

本项目通过实地调研和广泛收集基础资料，借鉴国内外发达地区农村公路路面养护的成功经验和研究成果，对目前农村公路路面养护中存在的一些问题进行了深入、细致的分析，并针对这些问题，初步构建出农村公路路面养护的基本框架。项目结合辽宁省各地现有的设备、施工力量以及农村公路养护人员，通过农村公路养护示范工程来对农村公路的养护管理和养护技术进行深入研究，提出合理的农村公路养护管理方式、经济实用的农村公路养护新技术，养护新材料和养护施工工艺以及现场的质量控制方法与指标。

项目将室内实验研究和现场示范路检验验证相结合，实施过程包括：收集与分析国内外现有资料；在此基础上制订详尽的项目实施方案和室内实验方案；以室内实验研究为基础实施养护示范过程；对示范工程进行跟踪检测。

2. 研究内容与结论

2.1 农村公路路面养护技术状况调查与分析

调研以辽宁、四川和广东三省的农村公路为调研主要对象，在大量的实地调研及广泛收集资料的基础上，充分剖析了农村公路路网特征、现状，及目前存在的诸多问题，进而延伸到全国农村公路的养护管理发展上。

(1) 对三个省份的农村公路养护状况进行了调研，并对其特征进行了分析，为分析农村公路典型病害及处治方法提供了参考依据。

表 1 沥青路面重点调查路段

地区	线路	修建年份	病害率 (%)	PCI
新宾县	旺江线	2003	4.02	73.39
新宾县	榆高线	2004	1.59	81.84
新宾县	驿王线	2005	0.69	87.13
新宾县	沈红线	2006	0.02	97.01
建平县	建大线	2004	2.14	79.48
建平县	建东线	2005	0.40	89.72
建平县	朱馒线	2006	0.07	94.98
瓦房店市	永大线	2004	1.49	82.32
瓦房店市	红曲线	2005	0.05	95.63
瓦房店市	华苇线	2006	0.00	100.00
新民县	偏乌线	2003	5.67	69.34
苏家屯区	林北线	2004	3.27	75.56
苏家屯区	石刘线	2005	0.29	90.99
苏家屯区	邵张线	2006	0.02	97.01
建昌县	黑后线	2003	4.05	73.31
建昌县	石梨线	2004	1.92	80.37
建昌县	胜姜线	2005	0.24	91.67

表 2 水泥混凝土路面 PCI 统计表

地区	线路名称	修建年份	病害率 (%)	PCI
辽宁绥中县	山东线	2005	22.32	55.38
辽宁绥中县	京苏线	2005	4.60	78.46
辽宁绥中县	翁条线	2005	3.84	80.18
辽宁绥中县	京万线	2006	3.08	82.09
辽宁绥中县	高狼线	2006	3.30	81.52
辽宁绥中县	东牛线	2006	6.30	75.10
辽宁绥中县	山山线	2007	0.72	90.84
辽宁绥中县	松山线	2007	0.58	91.71
辽宁绥中县	高新线	2007	1.04	89.15

四川蓬溪县	三金路	2002	11.44	67.22
四川蓬溪县	大吉路	2003	13.94	64.08
四川蓬溪县	胜农路	2003	5.81	76.01
四川蓬溪县	陈宝路	2004	7.69	72.71
四川高县	新杨路	2003	6.48	74.78
四川南溪县	南长路	2003	6.34	75.03
四川翠屏区	沙凉路	2004	4.63	78.39
四川屏山县	屏美路	2005	2.98	82.36
四川南溪县	牟大路	2006	1.47	87.28
四川翠屏区	自宜路	2006	1.77	86.12

农村公路沥青路面调研总共选取了 59 条路线，其中沈阳 13 条，抚顺 13 条，朝阳 10 条，葫芦岛 8 条，大连 15 条，从图 1 可以看出，调研路线分布比较均匀。

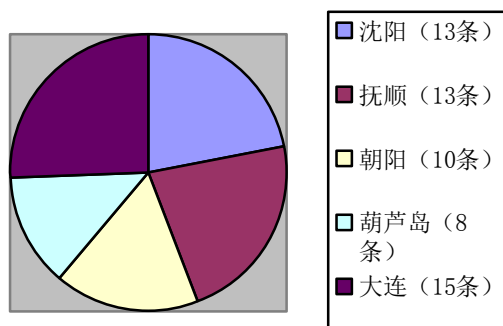


图 1 调研路线分布

在所选取的调研路线中按技术等级划分，二级路 3 条，三级路 46 条，四级路 10 条。

可以看出当前辽宁省农村公路沥青路面以三级路面为主，占 78% 左右，四级路面占 17% 左右。

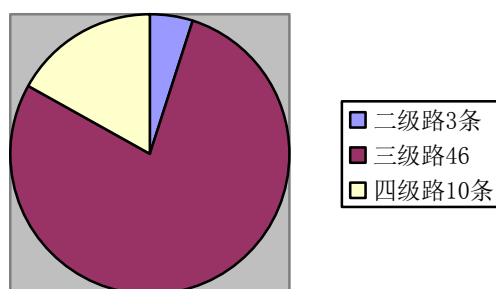


图 2 路面技术等级

基层类型采用的是水稳砂砾和水泥石灰碎石土，其中水稳砂砾在调研的 59 条路线中占了 55 条，占 93.2%，基层的厚度从 15cm 到 20cm 都有，还有一条基层厚度为 22cm。

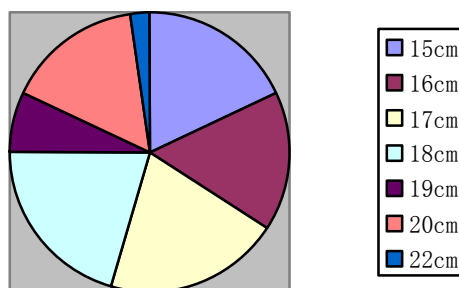


图3 路面基层厚度

路面底基层类型主要有天然砂砾、水结砂砾、级配碎石、二灰土；其中天然砂砾 44 条，水结砂砾 15 条，级配碎石 5 条，二灰土 5 条

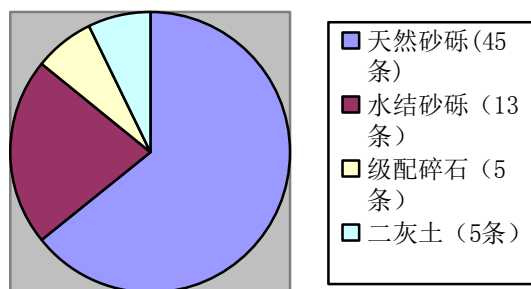


图4 路面基层类型

路面底基层厚度主要是 15cm 和 20cm，其中 15cm 为 38 条，占 64.4%，20cm 为 21 条，占 35.6%。

面层除大连外均是沥青混凝土，面层厚度除大连经济情况较好，修筑了 8 条 4cm 厚和 7 条 6cm 厚外，别的市全部是 3cm 厚。

路面宽度包括 5m、6m、7m 和 9m，其中 5m 宽路面有 18 条，6m 宽路面有 5 条，7m 宽路面有 34 条，9m 宽路面有 2 条。

路面修建年份都是 2003 年以后，2003 年到 2006 年修建的路面都有。

农村公路水泥混凝土路面共重点调研了 19 条路线，其中辽宁省 9 条，四川省 10 条。按照路面技术等级划分，调研路线中有四级路 18 条，等外路 1 条。

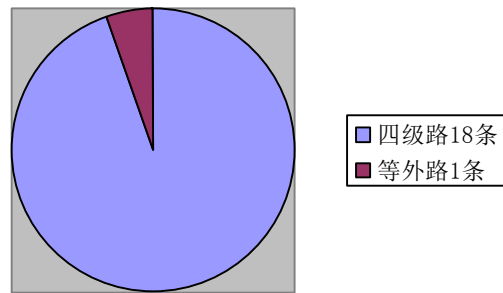


图5 路面技术等级

按照行政等级划分，调研路线中有县道2条，乡道7条，村道10条。

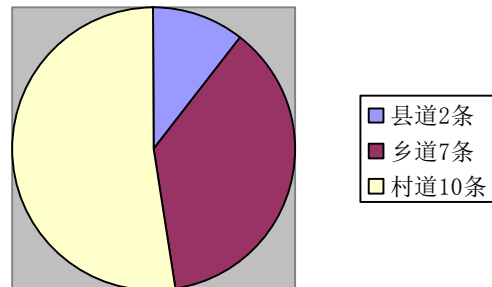


图6 路面行政等级

调研的路线中，路面面层厚度分布在18Cm到22Cm之间，其中18Cm的10条，20Cm的8条，22Cm的1条。

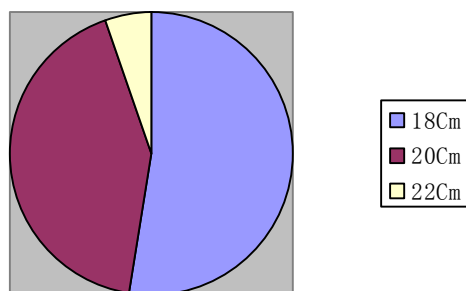


图7 路面面层厚度

调研的路线中，路面基层厚度分布在15Cm到25Cm之间，其中15Cm的2条，18Cm的3条，20Cm的9条，25Cm的5条。

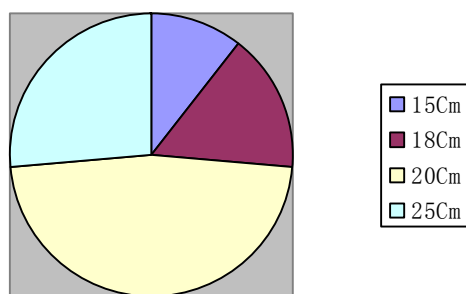


图 8 路面基层厚度

(2) 对不同年份修建的农村公路进行了病害统计, 提出了适合农村公路的各种病害的权重。

(3) 利用时间—空间替代法将不同路线的病害拟合到一条路线, 从而选取了重点路段进行弯沉调查和交通量调查, 并在弯沉调查的基础上提出了评价农村公路结构强度的 RPSI, 为后续的建模工作奠定了基础。

(4) 分析了辽宁地区农村公路的结构, 分析了不同面层和不同基层在农村公路中的适用性, 并推荐了农村公路的典型结构。

(5) 分别从沈阳、大连、葫芦岛、抚顺和朝阳 5 个城市入手, 对辽宁地区农村公路的养护体制进行了深入研究, 指出目前农村公路养护体制中存在的问题, 并提出了整改意见。

(6) 对农村公路环保技术进行了调查分析, 对废旧沥青混合料通过冷再生运用在农村公路修建或大修上的适用性进行了分析, 并提出了农村公路养护时环境保护的对策和措施。

2.2 农村公路路面使用性能评价、预测和养护决策研究

在对辽宁、四川和广东三省农村公路病害数据统计、弯沉调查和交通量调查的基础上, 建立了适用于农村公路路面使用性能预测模型和养护决策模型。

取得主要结论如下:

(1) 对现行的路面使用性能评价模型进行了修正, 在农村公路沥青路面中仅考虑路面状况指数和结构强度指数, 提出了评价农村公路结构强度的指数 RPSI (Rural road Pavement Structure Index) 以及适用于农村公路的使用性能评价模型。

各条线路的结构强度指数 SSI (Structure Strength Index) 如表 3 所示:

表3 结构强度指数 (SSI) 一览表

路线名称	动态弯沉 (mm)	静态弯沉 (0.01mm)	容许弯沉 (0.01mm)	SSI
抚顺沈红线	1374.65	95.68	95	0.99
抚顺旺江线	1383.19	96.28	95	0.99
抚顺驿王线	1206.25	83.87	95	1.13
抚顺榆高线	1169.83	81.32	95	1.17
葫芦岛黑后线	1305.35	90.82	95.6	1.05
葫芦岛胜姜线	1511.14	105.25	95.6	0.91
葫芦岛石梨线	1445.55	100.65	95.6	0.95
沈阳林北线	761.32	52.68	106	2.01
沈阳偏乌线	1289.33	89.70	96	1.07
沈阳邵张线	1218.54	84.73	106	1.25
沈阳石刘线	1020.53	70.85	106	1.50
朝阳建大线	1056.16	73.35	94	1.28
朝阳建东线	786.79	54.46	95	1.74
朝阳朱馒线	925.51	64.19	95	1.48
大连洪曲线	1339.47	93.21	96	1.03
大连永大线	615.34	42.45	81.8	1.93
大连华苇线	1028.06	71.38	96	1.34

从表 3 中可以看出, SSI 的取值范围主要分布在[0.9,2.01]之间, 为了统一值域并确定不同 SSI 值在 0—100 之间的位置, 在这里并没有采用《公路技术状况评定标准》中的 PSSI 对结构强度进行评价, 因为在将动态弯沉反算成为静态弯沉以后, 按照规范的评价方法, 辽宁地区的 PSSI 都很高, 大部分处于 90 左右, 这不但不符合辽宁地区农村公路的实际情况, 同时也为后续的预测模型建立工作带来了难度, 因此引入一个新的指标 RPSI (Rural way Pavement Strength Index) 对结构强度进行评价。合理假设它与 SSI 的对应关系, SSI=1.5 时 RPSI 取 100, SSI=1.2 时 RPSI 取 85, SSI=1.0 时 RPSI 取 75, SSI=0.8 时 RPSI 取 60, SSI=0.6 时 RPSI 取 40, 其他取中间值, 重新分析后进行回归, 得到式 1-1 和图 9 的模型。

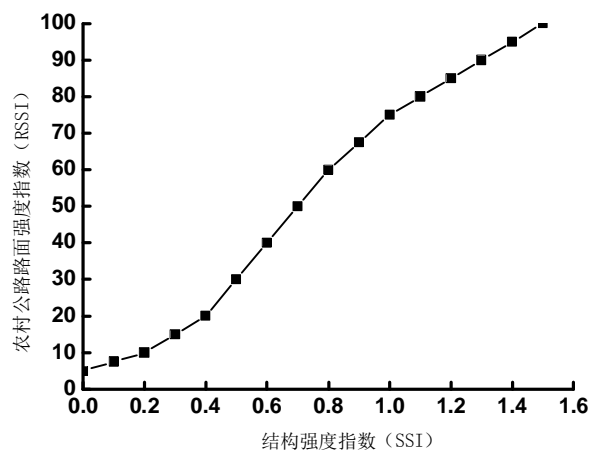


图9 农村公路路面强度指数模型

$$RPSI = \frac{100}{1 + 17.76 \exp(-4.02 \times SSI)} \quad (1-1)$$

参考《公路技术状况评定标注》确定 RPSI 的评价标准如表 4。

表4 RPSI的评价标准

评价标准	优	良	中	次	差
RPSI	≥90	80-90	70-80	60-70	<60

(2) 采用空间—时间替代法将不同路线的病害数据拟合到一条路线中，并运用灰色理论模型和马尔可夫模型对其使用性能进行预测。

(3) 在对影响养护决策的因素进行了分析的基础上，提出了农村公路沥青路面和水泥混凝土项目级决策方法，并采用排序和多目标线性 0—1 规划决策方法提出了适合农村公路的网级养护决策方法。

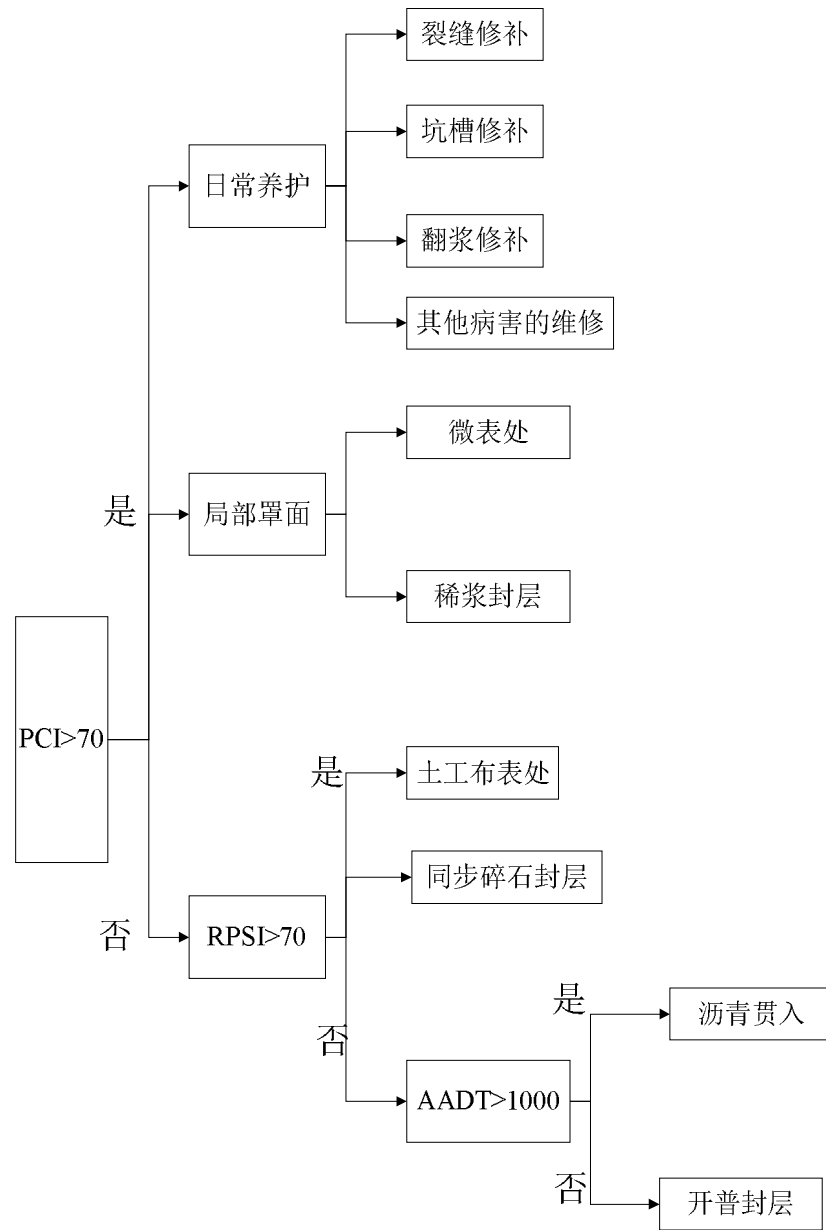


图 10 农村公路沥青路面养护决策树

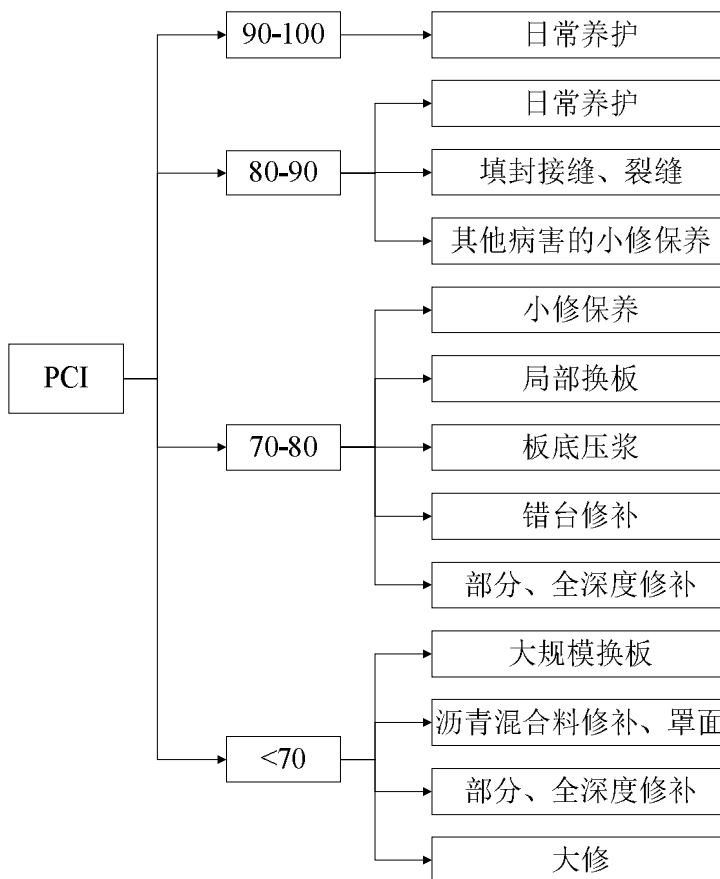


图 11 农村公路水泥路面养护决策树

(5) 对农村公路预防性养护进行了研究，确定了农村公路预防性养护最佳养护时机，并利用费用—效益分析法确定了农村公路预防性养护的最佳养护措施。

2.3 农村公路路面养护实用技术研究

本课题借鉴现有干线公路的成套养护中小修技术、质量控制标准及环保技术等经验，采用宏观研究与对比分析相结合、实地调查、专家咨询以及示范工程相结合、技术性和经济性相结合的理论分析方法，在农村公路路面养护中小修养护技术、养护环保技术以及养护质量控制标准等方面得出如下主要研究结论：

2.3.1 提出农村公路路面小修保养的维修方法

对农村公路沥青路面主要病害包括裂缝、坑槽、翻浆和推移产生原因进行了分析，并有针对性提出了病害维修时机、材料、方法以及评价指标；对农村公路水泥混凝土路面主要病害破碎板、裂缝、磨光露骨、断板、错台、唧泥、坑洞以及接缝料损坏产生原因进行了分析，并有针对性地提出了各种病害的维修方法。

2.3.2 提出一整套适合我国国情的农村公路路面中小修养护技术

针对我国农村公路路面养护现状，研究了不同层次养护技术，包括同步碎石封层、稀浆封层、纤维土工布表面处治技术以及开普封层等，并通过室内实验提供了养护使用时的标准配比，根据路面破损状况与交通量，推荐了使用场合和范围，规范了施工工艺与方法。

2.3.3 提出农村公路路面养护环保技术

(1) 提出在农村公路路面养护中优先使用稀浆封层、冷拌冷铺、橡胶粉改性沥青和厂拌冷再生等环保养护技术。

(2) 提出厂拌冷再生技术再生沥青混合料配合比设计方法和步骤，规范了施工工艺和路用性能检测方法。

2.3.4 实施农村公路路面养护技术示范工程

通过不同类型的中小修养护技术示范工程，规范了施工工艺，验证了农村公路路面养护技术相关成果。

1、开槽灌缝施工工艺

(1) 开槽



图 12 裂缝开槽

用开槽机正确开槽，跟踪指示装置对准裂缝，然后用开槽机对裂缝进行开槽，由于灌缝材料与周围路面及环境存在的温差较大，开槽横截面尺寸对修补后的效果有着直接的关系，开槽的尺寸选择为 1~2cm 宽，1.5~3cm 深，开槽深度与宽度尺寸比不宜超过 2: 1。

(2) 清缝和烘干



图 13 清缝和烘干

用空气压缩机对所开凹槽进行清缝，清出缝内的碎石和粉末等杂物，需配置加热烘干设备对所开槽在灌缝之前进行预加热，提高灌缝材料的粘结力。

(3) 灌缝



图 14 灌缝

启动灌缝设备，对灌缝材料加热，当灌缝料温度达到工作温度时便可进行灌缝作业。为了确保裂缝凹槽处在清洁和干燥状态，这一步应紧跟上一步进行，尽可能缩短两个阶段的时间间隔，减少裂缝再被弄脏的可能。施工过程中，应始终注意保持路面的清洁，避免出现质量问题，控制好灌缝料的用量；

(4) 贴缝

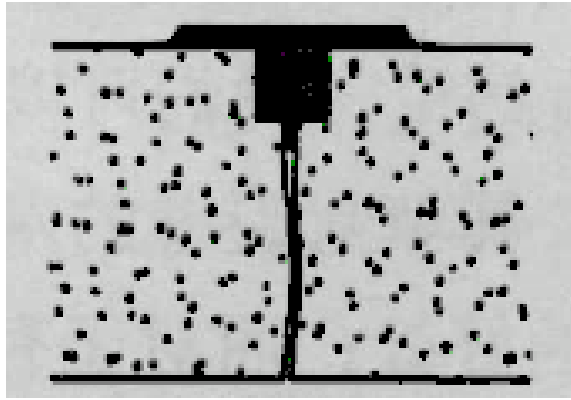


图 15 贴缝

用烙铁将溢出裂缝的沥青烙平，在裂缝两侧拖成宽度为 8~10cm，厚度为 0.1cm 的封层，形成最佳的贴缝效果；最后形成的裂缝填封结构型式应采用方槽有贴封式，如图 7-4。

(5) 撒石屑



图 16 撒石屑

表面撒石屑、细砂或细土，用扫帚扫匀，避免行车粘走沥青。

(6) 检查验收

灌缝后缝宽均匀，密实，现场清理干净。

坑槽维修施工工艺

(1) 坑槽开挖



图 17 坑槽切割和开挖

根据坑槽破损情况，按照“圆坑方补、斜坑正补”的原则，划出所需修补坑槽的轮廓线，沿所划轮廓线用切割机切割至坑底稳定部分，其深度不得小于原坑槽的最大深度，周边要求整齐，内壁要求大致垂直，底面要求坚实。开挖时注意将坑槽周边松动部分清理掉。

(2) 坑槽清理



图 18 坑槽清理

采用人工手动清扫，将开挖后的沥青块、尘土、废渣清扫出，坑槽内不得存有杂物，废渣的清除要见到稳定面为止，同时将坑边四周的杂物清理干净。

(3) 刷粘层油



图 19 刷粘层油

采用的粘层油可用乳化沥青或石油沥青，用量一般为 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$ ，用手工或小型机具喷洒进坑槽及坑槽周边。

(4) 材料摊铺



图 20 摊铺沥青混合料

采用人工方式进行摊铺，在摊铺前根据坑槽大小确定投料量，摊铺系数取 $1.2\sim 1.3$ 。填满后坑槽中央处应稍高于四周路面并呈弧形。

(5) 坑槽压实



图 21 坑槽压实

采用压路机或平板振动夯进行压实，按照先中间后两边的原则进行压实。为了提高修补边缘新旧料接缝的粘结强度，可采用热沥青或乳化沥青对其进行封边处理。

(6) 检查验收

修补完的坑槽表面应光洁、平整、无轮迹，坑槽四周和边角一定要压实、无松散等现象。

同步碎石封层

(1) 清洁路面。对原路面应彻底清理干净。人工先用铁锹、扫帚清理干净原路面杂物，后用风炮将灰尘吹净；并保持路面干燥。洒布沥青材料时气温不能低于 20℃，路面温度不能低于 25℃，有雾或下雨坚决不能施工。



图 22 清洁路面

(2) 提前封闭交通，设置安全导帽、指标牌及限速牌等交通标志。

(3) 确定施工幅度。根据路面的宽度和施工设备性能，合理确定碎石封层的施工幅数及每幅施工宽度。同时，选定标尺，确定参照物，使司机能够按参照物行走，这样既能保持封层的线形，又可以保证在下一幅施工时前后两幅的顺利接缝。确定施工幅宽时，应尽量减少施工幅数，减少纵接缝的数量，

(4) 撒布时应符合下列要求：封层过程中，封层车要行驶平稳、匀速，沥青的撒布温度控制在 160℃~170℃，从左向右进行封层施工时，施工第一幅时，应在左侧石料撒布器上加上夹板，防止石料飞溅，施工最后一副时，与左侧采用同样方法。



图 23 同步碎石封层车施工

(5) 撒布沥青后，发现有空白时，应及时进行人工补撒；当有沥青聚集时应刮除，防止因沥青结合料的不均匀喷撒导致的剥离、斑纹、泛油。

(6) 当发现有条状油斑时，应及时关闭喷油嘴和料门，检查喷油嘴的压力是否符合要求，料门是否被大粒径石料堵塞；当发现有泛油时，应在泛油处补撒嵌缝料。当有过多的浮动石料时，应扫出路，并不得搓动已粘着在位的石料。

(7) 当车内任何一种材料用完时，应立即关闭所有输送材料的阀门，并将封层车按前进方向驶出施工作业段。

(8) 压实及成型。当封层车前进约 10m 左右时，用 9t~13t 压路机碾压。相邻两幅初压完成后，即可进行错轮碾压，全幅碾压遍数不少于 5 遍，碾压时，应遵循先两边后中间、先慢后快的原则，碾压时每次轮迹应重叠 30cm，碾压速度控制在 70m/min，且每次折回的位置避免在同一横断面上。



图 24 同步碎石封层碾压

(9) 接缝处理，在施工缝及构造物两端的连接处操作应仔细，接缝应紧密、平顺。横缝处理，在施工初始前的新旧路面及前后两侧喷撒时产生的接缝应搭接良好。横缝可

采用对接法处理方式。在每段接缝处，用铁板或油毡纸横铺在每起撒点前及终点后，其长度 1m~1.5m 浇撒第二层沥青时的搭接缝要错开。纵缝的处理，施工下一幅时，封层左侧石料的撒布应与上一幅右侧的石料对齐，保证纵缝对接良好。

(10) 初期养护及开发交通，封层结束后即可限速开放交通，车速不超过 30km/h。



(a)

(b)

图 25 纤维同步碎石封层路面

稀浆封层

(1) 对当日进行稀浆封层的路段进行交通管制，同时做好交通疏导。



图 26 交通管制

(2) 清扫路面，使路面保持清洁，利于封层料与原路面结合良好。清扫原路面上的泥土和垃圾，对粘附在路面上的泥土和其它杂物用清水冲洗，并保证封层摊铺时原路面不能有积水。



图 27 清洁路面

(3) 按路面的宽度调整封层车摊铺槽宽度，半幅摊铺，半幅通车并按此宽度划出引导稀浆封层机定向控制前进的基准线。

(4) 拌和好的稀浆混合料流入摊铺箱，当混合料体积达到摊铺箱容积的 $\frac{2}{3}$ 时，开动摊铺机以 $1.5\sim 3\text{km/h}$ 的速度前进。摊铺时应保证稀浆摊铺量与搅拌量的一致，保持摊铺箱中的稀浆混合料的体积为摊铺箱容积的 $\frac{1}{2}$ 左右，同时打开封层机下面的喷水管，喷水润湿路面。

(5) 封层车必须保证匀速行驶，并随时观察后面摊铺作业情况，保证路面宽度。



图 28 稀浆封层施工

(6) 稀浆混合料摊铺后，立即使用橡胶耙进行人工找平，对漏铺和稀浆不足处应立即进行修整。找平时尤其应注意超大粒径骨料产生的纵向刮痕，应清除并填平。随时填补或铲除摊铺不均匀的地方(离析、大料划痕)，并铲除外溢稀浆，保证路肩不被污染。



图 29 路面找平

(7) 接缝处理：对于横缝，每车的最后 2~3m 的不均匀混合料应立即铲除，下一车的摊铺应重叠一个摊槽的宽度进行施工；对于纵缝，施工中应对每幅边缘及时修补整齐，做到垂直平顺，对于已凝固的混合料，应进行预湿处理。



图 30 接缝处理

(8) 铺筑后，尚未固化成形前，禁止一切车辆通行。对局部损坏，立即用稀浆修补，以免使病害扩大。



(a)

(b)

图 31 稀浆封层

开普封层（橡胶沥青碎石封层+纤维改性乳化沥青稀浆封层）

开普封层的施工工艺与稀浆封层和同步碎石封层施工工艺相同。



图 32 开普封层路面

沥青贯入式

(1) 将路面上的灰尘、杂草等清扫干净。

(2) 撒主层矿料

撒一层 10~20mm 的石料，用量 $18\sim 20\text{m}^3/1000\text{m}^2$ ，无论机械或人工铺撒矿料，撒料后应快速，要顺路纵向均匀撒铺，做到无空白，无堆积，厚度一致。

(3) 碾压主层矿料

石料铺平后，立即开始碾压，先用 10~12T 三轮压路机慢速进行碾压。直至石料大致紧密，无明显轮迹为止。碾压时三轮压路机按后轮宽 $1/2$ 错轮碾压，一段需碾压 4~6 遍，如有不符合要求处应进行找补。

(4) 喷洒第一层沥青

沥青用量控制在 $2.0\sim 2.3\text{kg}/\text{m}^2$ ，温度 $160\sim 170^\circ\text{C}$ ，无论机械或人工撒布，保证均匀、无空白，无堆积。

(5) 撒布嵌缝料

采用 5~10mm 的石料，用量 $12\sim 14\text{m}^3/1000\text{m}^2$ ，沥青浇洒后，应立即趁热撒布嵌缝料，嵌缝料要撒布均匀不得有露油或重叠太多处，撒布后用扫帚扫匀，个别嵌缝料不足之处应找补。

(6) 碾压嵌缝料

方法同 3)，碾压 2~3 遍。

(7) 喷洒第二层贯入沥青

沥青用量控制在 $1.8\sim 2.0\text{kg}/\text{m}^2$ ，方法同 3)。

(8) 撒布封层料



图 33 撒布封层料

封层料采用 $3\sim 5\text{mm}$ 集料，用量 $3\sim 4\text{m}^3/1000\text{m}^2$ 。

(9) 碾压封层料

采用 $6\text{t}\sim 8\text{t}$ 压路机作最后碾压，碾压方法同 (3)，宜碾压 $2\sim 3$ 遍。



图 34 碾压封层料

(10) 初期养护

施工结束后，要设专人进行养护，待返油，要及时撒石屑养护，并仔细扫匀。如封面石料被行车带出甩到路面两侧，应急时扫出路外。直到成型为止，最后将浮料扫出，转入正常养护。



图 35 沥青贯入式

纤维土工布表面处治技术

- (1) 将路面上的灰尘、杂草等清扫干净。
- (2) 喷洒第一层沥青，第一层沥青用量控制在 $0.6\sim 0.7\text{ kg/m}^2$ ，喷洒沥青一定要均匀适度，边线顺直，做到无空白、无堆积、雾状均匀喷洒。



图 36 喷洒第一层沥青

- (3) 贴土工布，在喷过油的路段上，按计算好的长度分段迅速把布贴好，布面一定要摆正、展平，布幅间搭接 5cm ，做到布不翘曲，不打褶，布贴好后，采用简单的滚筒设备将土工布压实，贴面不实处再用推耙推平压实，以免影响贴接效果，产生隔离活动层。



图 37 贴土工布

(4) 喷洒第二层沥青，第二层沥青用量控制在 $0.7\sim 0.9\text{kg}/\text{m}^2$ ，用量过低，不能将石屑充分粘结，失去石屑封层作用，过多造成浪费，也容易泛油。



图 38 喷洒第二层沥青

(5) 撒石料，喷第二层沥青后要立即撒一层 $5\sim 10\text{mm}$ 的石料。要求无空白，无堆积，厚度均匀一致。石屑用量为 $6\sim 8\text{m}^3/1000\text{m}^2$ ，过少不能起到封层作用，过多易产生搓板。



图 39 撒布集料

(6) 碾压，用 $6\sim 8\text{T}$ 轻型压路机稳压 $3\sim 4$ 遍，应先从路边开始，逐渐移至中心，

然后再从另一边移向中心,每次轮迹重叠约30cm,压路机行驶速度开始不宜超过2 km/h,以后可适当增加。直至表面平整稳定,无明显轮迹为止。



图 40 碾压

(7) 开放交通,控制行车。应采取有效措施进行控制,车速控制在15~25km/h。

(8) 初期养护,施工结束后,要设专人进行养护,待返油后,如油量过多,要及时撒石屑养护,最后将浮料扫出,转入正常养护。



(a)

(b)

图 41 纤维土工布表面处治路面

2.3.5 提出了农村公路路面养护质量控制标准

总结提出了农村公路沥青路面、水泥路面路面的养护质量控制,包括对原材料的质量检验、施工过程中的质量控制、工序间的检查验收以及施工后路用性能检查。在综合考虑养护技术装备条件、管理水平和资金保障能力等因素,提出路面养护质量控制标准的量化指标要求。

2.3.6 针对不同的农村公路路面养护技术,分析了其定额成本构成,为今后确定养护定额提供了支持

表 5 3CM 沥青混凝土罩面定额成本分析

项目名称	3CM 沥青混凝土罩面				
面积 (m ²)	1000 m ²				
处治方法	摊铺沥青混凝土 3CM, 沥青混凝土为厂拌机摊。				
使用材料	名称	单位	数量	单价(元)	投资小计(元)
	乳化沥青	t	1.1	4000	4400
	石屑	t	8.8	100	880
	沥青砼	t	93	350	32550
使用机械	名称	数量(台班)	台班单价(元)		
	拖拉机	1	200		200
	水车	0.4	400		200
	沥青洒布车	0.2	400		80
	摊铺机	0.2	2500		500
	14T 光轮压路机	0.4	800		320
	双振压路机	0.4	1000		400
	20T 自卸汽车	1	1200		1200
投入人工	数量		单价(元/人)		
	16		50		800
其它费用	5500				
总费用	47030				
单位面积费用 (元/m ²)	47.03				

表 6 4CM 沥青贯入式定额成本分析

项目名称	4CM 沥青贯入式				
面积 (m ²)	1000 m ²				
处治方法	沥青贯入式 4CM				
使用材料	名称	单位	数量	单价(元)	投资小计(元)
	石油沥青	t	5.5	5000	27500
	1~2 碎石	t	15	100	1500
	2~4 碎石	t	46	100	4600
	中砂	t	10	90	900
使用机械	名称	数量(台班)	台班单价(元)		
	拖拉机	4	200		800
	双振压路机	4	1000		4000
	洒水车	0.5	800		400
	沥青洒布车	2.5	400		1000
投入人工	数量		单价(元/人)		
	25		50		1250

其它费用	6000
总费用	47950
单位面积费用 (元/m ²)	47.95

表 7 1.5CM 单层沥青表处定额成本分析

项目名称	1.5CM 单处				
面积 (m ²)	1000 m ²				
处治方法	在原沥青旧路面上不用洒透层油, 只单层沥青表处 1.5CM。				
使用材料	名称	单位	数量	单价(元)	投资小计(元)
	石油沥青	t	1.9	5000	9500
	0.5-1 碎石	t	16	100	1600
	中砂	t	5	100	500
使用机械	名称	数量(台班)	台班单价(元)		
	拖拉机	1	200		200
	沥青洒布车	0.5	400		200
	14T 光轮压路机	0.8	800		640
投入人工	数量		单价(元/人)		
	15		50		750
其它费用	1500				
总费用	14890				
单位面积费用 (元/m ²)	14.89				

表 8 3CM 双层沥青表处定额成本分析

项目名称	3CM 双处				
面积 (m ²)	1000 m ²				
处治方法	在原沥青旧路面上不用洒透层油, 只双层沥青表处 3CM。				
使用材料	名称	单位	数量	单价(元)	投资小计(元)
	石油沥青	t	3.5	5000	17500
	0.5-1 碎石	t	8.5	100	850
	1~3 碎石	t	21	100	2100
	中砂	t	5	100	500
使用机械	名称	数量(台班)	台班单价(元)		
	拖拉机	2	200		400
	沥青洒布车	1	400		400
	14T 光轮压路机	1	800		800
投入人工	数量		单价(元/人)		
	20		50		1000
其它费用	2500				
总费用	26050				
单位面积费用 (元/m ²)	26.05				

表 9 纤维土工布表面处治技术定额成本分析

项目名称	纤维土工布表面处治技术				
面积 (m ²)	1000 m ²				
处治方法	两油一布加一石料				
使用材料	名称	单位	数量	单价(元)	投资小计(元)
	玻璃纤维布	m ²	1000	2	2000
	碎石 (0.5-1cm)	t	8	100	800
	石油沥青	t	1.4	5000	7000
使用机械	名称	数量(台班)	台班单价(元)		
	8T 轻型压路机	1	800		800
投入人工	数量		单价(元/人)		
	10		50		500
其它费用	2500				
总费用	13600				
单位面积费用 (元/m ²)	13.60				

表 10 纤维稀浆封层技术定额成本分析

项目名称	纤维稀浆封层				
面积 (m ²)	1000 m ²				
处治方法	纤维稀浆封层厚 8mm 左右				
使用材料	名称	单位	数量	单价(元)	投资小计(元)
	乳化沥青	t	1.2	4000	4800
	石料	t	9	100	900
	水	t	2.3	4	9.2
	水泥	t	0.1	400	40
	纤维	t	0.01	6000	60
使用机械	名称	数量(台班)	台班单价(元)		
	稀浆封层车	0.20	10000		2000
	装载车	0.25	1000		250
	水车	0.5	400		200
投入人工	数量		单价(元/人)		
	10		50		500
其它费用	3000				
总费用	11759.2				
单位面积费用 (元/m ²)	11.759				

表 11 同步碎石封层定额成本分析

项目名称	同步碎石封层				
面积 (m ²)	1000 m ²				
处治方法	同步碎石封层				
使用材料	名称	单位	数量	单价(元)	投资小计(元)
	石油沥青	t	1.5	5000	7500

	石料	t	16	100	1600
使用机械	名称	数量(台班)	台班单价(元)		
	同步碎石封层车	0.20	10000		2000
	装载车	0.5	1000		500
投入人工	数量		单价(元/人)		
	5		50		250
其它费用	500				
总费用	12350				
单位面积费用 (元/m ²)	12.35				

表 12 开普封层定额成本分析

项目名称	开普封层				
面积 (m ²)	1000 m ²				
处治方法	沥青碎石封层+纤维乳化沥青稀浆封层				
使用材料	名称	单位	数量	单价(元)	投资小计(元)
	石油沥青	t	1.5	5000	7500
	石料	t	21	100	2100
	乳化沥青	t	0.7	4000	2800
	水	M ³	1.8	4	7.2
	水泥	t	0.07	400	28
	纤维	t	0.007	6000	42
使用机械	名称	数量(台班)	台班单价(元)		
	同步碎石封层车	0.20	10000		2000
	稀浆封层车	0.2	10000		2000
	装载车	0.75	1000		750
	水车	0.5	400		200
投入人工	数量		单价(元/人)		
	10		50		500
其它费用	6000				
总费用	23927.2				
单位面积费用 (元/m ²)	23.927				

表 13 各种中修养护技术的费用和服务期限对比

养护技术	费用 (元/m ²)	服务期限 (年)	费用/服务期限 (元/年·m ²)
3CM 沥青混凝土罩面	47.03	6~9	5~9.4
4CM 沥青贯入式	47.95	5~8	6~9.6
3CM 沥青表面处治	26.05	3~5	5.2~8.6
纤维土工布表面处治	13.60	4~6	2.6~3.3
纤维稀浆封层	11.76	3~5	2.4~4

同步碎石封层	12.35	4~6	2.1~3.1
开普封层	23.93	8~10	2.4~3