

GAOSU GONGLU

LIQING LUMIAN YANGHU GONGCHENG CESHE JISHU

高速公路

沥青路面养护工程测设技术

王子鹏 孙 倩 赵宝平 贾 梓 著

非外借



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

GAOSU GONGLU

LIQING LUMIAN YANGHU GONGCHENG CESHE JISHU

高速公路

沥青路面养护工程测设技术

王子鹏 孙 倩 赵宝平 贾 梓 著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书主要介绍了河北省高速公路沥青路面概况、沥青路面养护工程勘测设计现状、沥青路面养护勘测和沥青路面养护工程设计的相关内容。

本书可供交通行业从业人员参考学习,也可供相关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

高速公路沥青路面养护工程测设技术 / 王子鹏
等著. —北京:人民交通出版社股份有限公司, 2018.3
ISBN 978-7-114-14477-6

I. ①高… II. ①王… III. ①高速公路—沥青路面—
公路养护—工程测试—河北 IV. ①U418.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 004123 号

书 名: 高速公路沥青路面养护工程测设技术

著 作 者: 王子鹏 孙 倩 赵宝平 贾 梓

责任编辑: 袁 方 刘 倩

责任校对: 尹 静

责任印制: 张 凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 720×960 1/16

印 张: 5.75

字 数: 100 千

版 次: 2018 年 3 月 第 1 版

印 次: 2018 年 3 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-14477-6

定 价: 35.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前 言

高速公路的发展水平是国家现代化程度的重要标志。截至2016年年底,我国高速公路通车总里程突破13万km,以高速公路为骨架的干线公路网络基本形成,第一次大规模建设周期进入尾声,同时也跨入了大规模的公路养护时代。

路面养护是公路养护的重要内容。经过二十余年的探索,我国高速公路路面养护技术已经初步完善。河北省高速公路的建设和发展一直位于全国前列,对高速公路养护技术的探索也一直未曾停步。

随着高速公路通车里程的快速增长,高速公路的管养工作越来越重。在较大规模的养护专项工程中,路面大、中修工程占相当大的比重。其方案确定和设计是做好高速公路养护管理工作的关键之一。鉴于当前针对高速公路养护设计方面的规范、标准、指导性意见等规范体系正在建设中,作者结合河北省高速公路沥青路面养护工程设计咨询十多年来的经验,融合了河北省高速公路管理局对所辖高速公路养护管理工作中的成熟做法,依托“高速公路沥青路面技术状况评价及养护勘测设计成套技术研究”(编号2013-1-3)课题,对河北省境内高速公路沥青路面养护技术进行了系统的梳理,旨在为从事高速公路沥青路面养护设计、咨询工作的技术人员提供一套较为完整的参考资料,并促进高速公路沥青路面养护专项工程设计的规范化、标准化进程。

在此出版之际,特向为本书出版提供帮助和支持的河北省高速公路管理局、河北省交通运输厅公路管理局、河北交通投资集团有限公司、河北省交通规划设计院的领导及专家致以衷心的感谢!对河北锐驰交通

工程咨询有限公司、王子鹏公路养护技术创新工作室的全体成员及给予我们大力支持的业界朋友们致以衷心的感谢！

因时间仓促，书中疏漏及偏颇之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

作 者
2017 年 12 月

目 录

第一章 河北省高速公路沥青路面概况	1
第一节 沥青路面发展概况	1
第二节 路面使用性能整体状况	4
第三节 沥青路面常见病害规律及养护技术发展	6
第二章 沥青路面养护工程勘测设计现状	10
第一节 高速公路沥青路面养护工程管理模式及分类	10
第二节 路面养护工程勘测设计现状	13

上篇 沥青路面养护勘测

第三章 初步勘测	19
第一节 基础资料收集	19
第二节 沥青路面养护工程初步勘测	21
第四章 详细勘测	28
第五章 施工勘测	32
第六章 勘测报告编制	33

下篇 沥青路面养护工程设计

第七章 路面养护专项工程流程	37
第八章 养护需求分析	38
第九章 方案设计	42
第十章 施工图设计	45
第十一章 高速公路沥青路面养护设计文件编制	51
第一节 方案设计	51
第二节 施工图设计	61
第三节 设计成果的提交	71

附录 A 折算维修面积率计算方法 73

附录 B 路面钻芯取样方法 76

附录 C 现场照片采集方法 81

参考文献 84

第一章 河北省高速公路沥青路面概况

第一节 沥青路面发展概况

河北省境内高速公路绝大部分采用了沥青混凝土路面。从建设时间看,路面结构的发展主要可分为以下几个阶段:

一、第一阶段(1995 年以前)

1989 ~ 1995 年,河北省集中修建了京津塘(河北段)、京石、石太高速公路。这一时期路面结构特点(京津塘河北段除外):面层较薄,两层沥青层总厚度小于 15cm;基层厚度薄、强度弱,单层设置,底基层厚度较大。路面主要病害表现为推移、车辙等沥青混凝土层病害伴以局部基层强度不足为主因的承重基层等结构病害。

二、第二阶段(1995 ~ 2004 年)

1995 ~ 2004 年,河北省修建了石安、京秦、京沪、黄石、宣大等近 1000km 的高速公路。这一时期路面结构特点:

- (1)增加了层厚,调整了结构层,面层厚度增加为 3 层设置,一般为 4cm + 5cm + 6cm。
- (2)基层分上下两层设置,通常上层为 17 ~ 20cm 水泥稳定碎石,下层为 20cm 二灰碎石(砂砾);重视水损害,加强基层顶面的防水层设计。
- (3)底基层一般为单层设置,厚度多为 18 ~ 20cm。
- (4)表面层采用进口沥青。

该时期修建的路面典型病害表现为泛油、裂缝、车辙、桥面唧浆等,主要为沥青层病害。

三、第三阶段(2004 ~ 2010 年)

2004 年,河北省在认真研究总结前一阶段高速公路路面建设的经验,重点研究解决沥青路面车辙、水损害和裂缝等早期破损问题的基础上,发布了《河北省高速公路沥青路面建设指导意见》,取得了较好的效果,主要表现在以下几个方面:

1. 采取措施,有效解决车辙病害

(1) 提高了沥青面层混合料的高温稳定性的技术要求:动稳定度要求改性沥青混合料大于 3600 次/mm,普通沥青混合料大于 1500 次/mm。

(2) 上、中面层采用改性沥青,并提高了软化点。

(3) 应用 GTM 设计方法进行沥青混合料设计。

(4) 在重交通道路或路段上采用 SMA 等纤维沥青混凝土技术。

2. 加强高速公路沥青路面防排水设计,克服水损害

(1) 沥青面层采用密实型沥青混合料,减少雨水下渗。上表面层沥青混合料选用 AC-13 密实型沥青混凝土。

(2) 沥青混合料全部采用石灰岩机制砂代替天然砂,使用不超过 2% 的水泥(或消石灰粉)代替矿粉,以增强沥青与集料黏附力。

(3) 在半刚性基层顶面合理设置防水层,增强基层与面层的黏结。在中、上面层之间设置 SBS 改性热沥青防水黏结层,以起到防水、黏结和延缓反射裂缝的作用。

3. 采取措施,抑制路面裂缝

为抑制半刚性基层沥青路面裂缝,减少路面结构性能影响,在进行水泥稳定碎石、二灰稳定碎石基层混合料设计时除考虑强度要求外,并考虑干缩性、施工和易性,减少施工离析和开裂发生。加强矿料级配优选,采用骨架密实型混合料,并积极开展柔性基层沥青路面以及长寿命半刚性基层沥青路面研究。

4. 提高路面厚度

提高了路面沥青层厚度,路面设计的沥青层总厚度不小于 18cm。一般采用 4cm + 6cm + 8cm (10cm) 典型结构。

四、第四阶段(2010 年之后)

2010 年以后修建的高速公路,一般在半刚性基层顶面设置沥青碎石柔性基层,沥青层厚度(包括沥青碎石层)一般大于 20cm,如密涿、廊沧高速公路等。

通过对前阶段建设经验以及科研成果的总结分析,2013 年河北省交通运输厅编制了《河北省高速公路勘测设计标准化指南》。该指南结合河北省实际情况,固化了成熟的技术,优化了标准参数,细化了技术要求。

1. 沥青路面结构组合

给出了常见的沥青路面结构组合形式,具体方案的选择可根据项目特点和实际情况合理确定。

(1) 沥青面层(2~4 层) + 级配碎石上基层(1 层) + 水泥稳定碎石下基层(1 层)。

(2) 沥青面层(2~4 层) + 级配碎石上基层(1 层) + 水泥稳定碎石下基层(1 层) + 水泥或二灰稳定碎石或土(1 层)。

(3) 沥青面层(2~4 层) + 水泥稳定碎石上基层(1 层) + 水泥或二灰稳定碎石(土)下基层(1 层)。

(4) 沥青面层(2~4 层) + 水泥稳定碎石上基层(1 层) + 水泥稳定碎石下基层(1 层) + 水泥或二灰稳定碎石(土)(1 层) + 垫层。

2. 典型沥青路面结构

(1) 累计标准当量轴次 1200 万~2500 万次(重交通)

① 沥青层厚度(含柔性基层)为 18~22cm。

② 基层厚度为 36~40cm,采用 18~20cm 级配碎石上基层和水泥稳定级配碎石下基层,或者全部采用水泥稳定级配碎石。

③ 底基层采用水泥稳定粒料类或稳定土、二灰稳定粒料类或稳定土(土质路基)或者级配碎石(石质路基)。

④ 表面层、中面层采用改性沥青,在表面层和中面层设置 SBS 改性沥青防水层。

(2) 累计标准当量轴次 2500 万次以上(特重交通)

① 沥青层厚度(含柔性基层)为 22~26cm 或 26cm 以上。

② 基层厚度为 36~40cm,采用 18~22cm 级配碎石上基层和水泥稳定级配碎石下基层,或者全部采用水泥稳定级配碎石。

③ 底基层采用水泥稳定粒料类或稳定土、二灰稳定粒料类或稳定土(土质路基)或者级配碎石(石质路基)。

④ 表面层、中面层采用改性沥青,在表面层和中面层设置 SBS 改性沥青防水层。

河北省高速公路沥青层厚度的演变过程如图 1-1 所示。

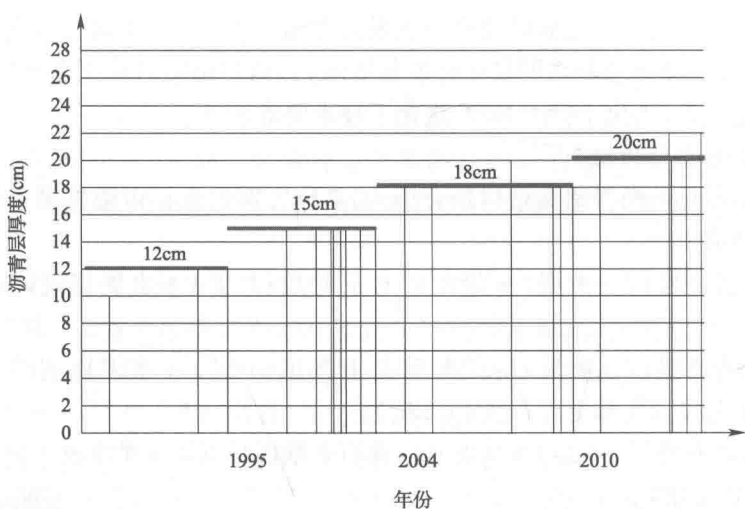


图 1-1 河北省高速公路沥青层厚度的演变示意图

第二节 路面使用性能整体状况

“十二五”期间，河北省交通运输管理部门根据《公路技术状况评定标准》(JTG H20—2007)、《公路养护技术规范》(JTG H10—2009)以及河北省自身情况，对路面技术状况提出了明确的指标要求：路段平均公路技术状况指数 MQI 达到 92 分以上，路面使用性能指数 PQI 大于 92 分，路段平均路面损坏状况指数 PCI、路面行驶质量指数 RQI 大于 93 分。

为了更加清晰、客观地了解河北省高速公路路面使用性能整体状况，通过对各高速公路路面技术状况检测数据的统计，挑选具有代表性的路段，利用现行规范的方法分析路面使用性能各个指标的整体状况。“十二五”期末，河北省高速公路沥青路面整体技术状况如表 1-1 所示，路网各检测指标均值及等级分布比例如图 1-2、图 1-3 所示。

路网路面总体技术状况统计表 表 1-1

路 况 指 标	指 标 均 值	评 价 等 级				
		优	良	中	次	差
公路技术状况 指数 MQI	94.0	1760.0km	161.0km	2.0km	0.0km	0.0km
		91.5%	8.4%	0.1%	0.0%	0.0%

续上表

路况指标	指标均值	评价等级				
		优	良	中	次	差
路面使用性能 指数 PQI	92.7	1927.8km	274.5km	3.7km	0.0km	0.0km
		87.4%	12.4%	0.2%	0.0%	0.0%
路面损坏状况 指数 PCI	93.3	1798.5km	346.1km	53.0km	4.6km	4.2km
		81.5%	15.7%	2.4%	0.2%	0.2%
路面行驶质量 指数 RQI	94.3	2178.6km	23.4km	3.4km	0.5km	0.0km
		98.8%	1.1%	0.2%	0.0%	0.0%
路面车辙深度 指数 RDI	90.5	1354.5km	760.1km	80.4km	10.6km	0.5km
		61.4%	34.5%	3.6%	0.5%	0.0%
路面抗滑性能 指数 SRI	87.5	1005.8km	813.0km	294.4km	85.8km	7.6km
		45.6%	36.8%	13.3%	3.9%	0.3%
路面结构强度 指数 PSSI	98.5	435.8km	5.0km	0.4km	0.0km	0.0km
		98.8%	1.1%	0.1%	0.0%	0.0%

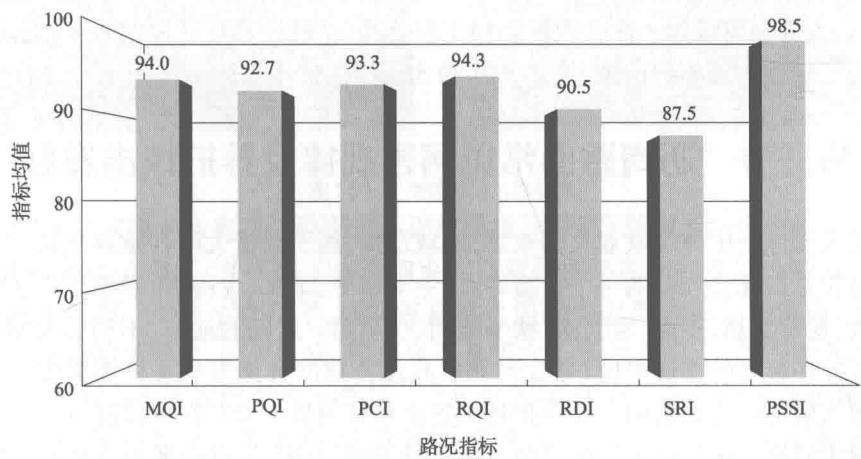


图 1-2 路网各检测指标均值

表 1-1、表 1-2 及图 1-3 显示,路网整体路况较好,PQI 均值接近 93;路面功能性指标 PCI 和 RQI 均值在 93 以上,特别是 RQI 值在 94 以上,路网路面行驶质量较好,具有较高的服务水平;路面结构强度指标 PSSI 接近 100,路网各路线结构强度充足,剩余结构寿命较高。

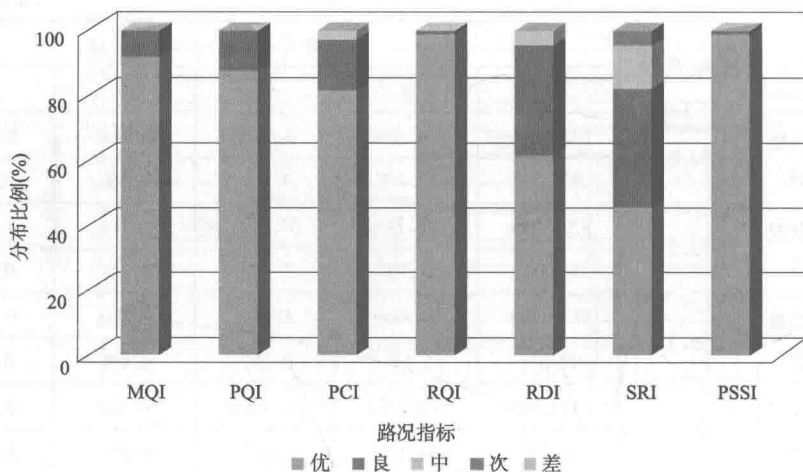


图 1-3 路网各指标评定等级分布比例

另外,由各指标的评价等级分布情况可知,RQI指标的优等路率接近100%,而PCI优等路率约为80%,明显低于RQI指标,说明随着路网各路线运营时间的增长,路表面病害已开始增加;RDI和SRI的优等路率偏低,主要是由于路网交通量较大,且大部分路线距上次大规模养护工程时间已较长,又缺乏以恢复车辙和抗滑性能为主的预防性养护措施,使得RDI和SRI指标整体偏低。

第三节 沥青路面常见病害规律及养护技术发展

河北省地处中纬度欧亚大陆东部,地域辽阔,属于温带大陆性季风气候。季风现象显著是河北省气候的一个典型特点,冬季寒冷、干燥、少雨雪,春季干旱、少雨、多风沙,夏季炎热、多雨、常沥涝,秋季晴朗、少阴雨。辽阔的地域、不利的气候条件以及差异性较大的交通组成,导致河北省高速公路沥青路面病害种类繁多。路面结构的发展与沥青路面病害及养护技术进步具有明显的交互性阶段特点。

因无修筑高速公路的经验且受经济条件制约,1995年以前通车的高速公路路面结构层普遍较薄,针对渠化交通未采取任何措施,路面病害主要表现为沉陷、推移、车辙等较为典型的病害,如图1-4所示。

1995~2004年,河北省主要对高速公路面层厚度及表面层性能进行了提升和改进,面层厚度增加为3层设置,表面层采用进口沥青,基层采用3层半刚性基层。

为了得到更高的表面抗滑、高温稳定等性能,对沥青混合料的级配进行了调

整,部分路段使用了 SMA、SAC、LSH 结构。路面病害得到了有效控制。该时期出现的主要病害为泛油、裂缝、车辙、抗滑不足等,如图 1-5 所示。



a)

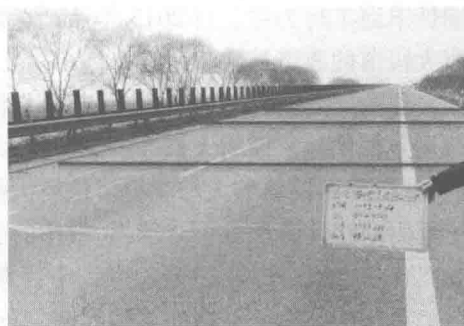


b)

图 1-4 典型车辙病害



a)



b)

图 1-5 半刚性基层反射裂缝

2004 年,《河北省高速公路沥青路面建设指导意见》提高了沥青面层混合料的高温稳定性技术要求,并采取了一系列克服沥青路面早期水损害以及抑制反射裂缝的技术措施。2004~2010 年,河北省基本上消除了大范围的车辙病害,但随着山区高速公路的增多,由于地质、路基变形及排水不畅等原因,引起的桥头跳车及纵向裂缝、局部沉陷等病害有所增多。河北省 2010 年以后修建的高速公路,一般在半刚性基层顶面设置沥青碎石柔性基层,沥青层厚度(包括沥青碎石层)基本大于 20cm,裂缝类病害依然是该阶段的主要病害类型,但是由于增加了沥青层厚度,反射裂缝基本上得到了较好的控制。该阶段的主要病害为温缩裂缝以及表面层沥青胶结料老化引起的块裂等,如图 1-6 所示。

截至 2017 年,2010 年以前通车的高速公路一般经过了一次较大规模的养护维修,通车更早的高速公路(例如京秦、石黄等)已经经过了两三次中修。对于 2010

年以后通车的高速公路,未进行大规模中修养护的路段较多。经过养护维修的路段路面病害呈现出和 2010 年以后修建的高速公路相同的态势。



图 1-6 表面层沥青老化导致的块裂

目前,河北省高速公路沥青路面养护以处置桥头跳车和裂缝、预防性养护及周期性罩面工程为主。自 2015 年后,收费站改扩建、增设互通及局部路段的加宽甚至大段落的改造扩建工程逐渐增多。

各高速公路自建成至今,除部分水泥混凝土路面得到改造外,尚未采取过路面结构全部挖除重铺的大修养护工程,仅对两条通车较早的路线进行了面层铣刨重铺,基层局部换填的大修工程。该类大修工程周期在 9~10 年,各路段的路面养护主要为预防性养护及中修罩面,常用的养护措施有 4cm 罩面、表面层铣刨重铺、现场热再生、薄层罩面、微表处等。中修养护周期一般在 5~7 年。图 1-7 为 2010 年以前通车的高速公路路面养护周期分布规律。

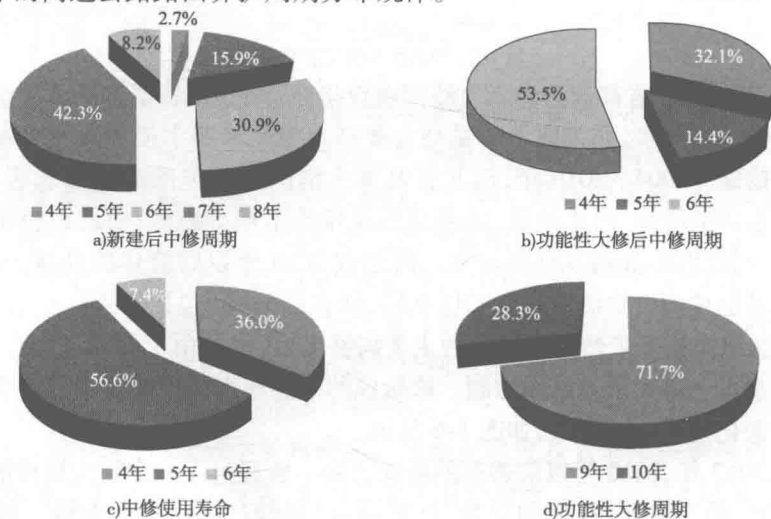


图 1-7 2010 年以前通车的高速公路路面养护周期分布规律

近年来,随着河北省高速公路养护里程的增长,对路面养护规划及长周期养护计划、设计正成为管理及研究重点。实现养护计划、设计、施工的规范化及标准化,以及环保、循环利用、不断交施工及快速修补等新技术、新材料、新工艺的应用是当前路面养护技术的重要研究方向。

第二章 沥青路面养护工程勘测设计现状

第一节 高速公路沥青路面养护工程管理模式及分类

近年来,我国在公路养护管理体制及运行机制改革上取得较大发展,总结起来主要有两种类型:

(1)管养分离。公路养护单位作为企业实行公司化管理,对公路大中修工程和养护实行公开招投标制,代表省份有河南省、辽宁省、吉林省。

(2)管养合一。公路养护单位作为事业单位,但内部实行企业化管理,如江西省、四川省、山东省、安徽省、福建省,其中安徽省、福建省、四川省在内部成立了养护公司,在区域内实行招标养护。

河北省高速公路实行公路建设、养护、管理、收费“四位一体”的管理模式,以河北省高速公路管理局、河北交通投资集团及各市交通运输局为代表的高速公路资产管理机构实施资产管理,路段公司或事业管理处具体负责经营管理。

通常来说,养护工程可依据公路工程的性质、规模、技术的复杂程度等进行分类,各国对于公路养护工程的分类各有不同。按照作业性质、范围和工作量,美国将其划分为路面修缮、表层翻修和路面重建三类,又归类为具体养护和交通服务两类(不包括改善工程);日本将其划分为保养和维修两大类,维修包括更新和改善的内容;国际道路会议常设协会建议各国将公路养护统一划分为日常养护、定期养护、特别养护和改善工程四类。

在我国《公路养护技术规范》(JTG H10—2009)中,将养护工程按工程性质、技术复杂程度和规模大小,划分为小修保养、中修工程、大修工程、改建工程四类。

《河北省高速公路养护管理办法》规定高速公路养护工作按其作业内容、工程性质、技术复杂程度和规模大小划分为日常养护、中修工程、大修工程和局部工程改建四类,具体如表 2-1 所示。