

文章编号: 0451-0712(2005)12-0063-06

中图分类号: U416.216

文献标识码: B

水泥混凝土路面断板的原因分析

谈至明¹, 刘伯莹², 唐伯明³

(1. 同济大学道路和交通工程教育部重点实验室 上海市 200092;
2. 路桥集团海外公司 北京市 100011; 3. 重庆交通学院 重庆市 400074)

摘 要: 详细分析了我国近几年水泥混凝土路面的使用状况不佳、使用寿命低于设计预期的原因, 指出车辆超载超限、工程建设质量欠佳、设计方法不够完善和养护维修水平低下是其根本原因。其中, 车辆超载超限排列首位。

关键词: 水泥混凝土路面; 结构断裂; 原因; 分析

我国从20世纪80年代起,水泥混凝土路面得到了迅速的发展,1980年全国水泥混凝土路面的里程仅有1 600 km,至2004年底,全国水泥混凝土路面总里程已超过17万km,占高等级路面1/2左右,且每年增长1万多km。但是,近几年,我国水泥混凝土路面的使用状况不佳,使用寿命大大低于设计预期,尤其是一些以货运为主的重交通干道,早期损坏严重,往往在开放交通的3~5年之内,结构性损坏——断板就达到20%以上。也就是说,目前一些水泥混凝土路面不但没有体现出使用寿命长、养护费用低的优点,反而使水泥混凝土路面维修困难的弱点

进一步突显。因此,弄清水泥混凝土路面断板原因,进而研究针对性的防治措施,是目前我国水泥混凝土路面发展中亟待解决的关键问题。

1 路面板断裂类型和原因分类

从水泥混凝土路面断裂的力学特征来看,水泥混凝土路面断板可分为疲劳断裂和非疲劳断裂²两大类。疲劳断裂是指水泥混凝土路面在环境和行车荷载反复多次作用下,水泥混凝土材料损伤逐渐累积,初始微细裂隙渐渐发展形成贯穿板厚的裂缝,最终造成路面板的断裂。非疲劳断裂是指非环境和行车

基金项目:交通部西部交通建设科技项目(2002 318 822 35);上海市重点学科建设项目资助
收稿日期:2005-06-09

Analysis of Contrast Experiments on Erosion Stability of Red Bed Soft Rock Slope with and Without Vegetation Protection

ZHOU Li-rong¹, XIANG Bo², ZHOU De-pei¹

(1. Department of Geotechnique, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;
2. Highway Planning, Survey, Design and Research Institute, Department of Communications of Sichuan Province, Chengdu 610041, China)

Abstract: The erosion stability of red bed soft rock slope are studied, before and after the red bed soft rock slope is under the protection of plants, by the method of in-site artificial simulation rainfall experiments. On the basis of the test process and analyses of the test data some conclusions are obtained, such as scour quantity of rock and soil, runoff of rain, entrapped rainfall etc. These conclusions can provide guidance for protection measures selection and provide reference data for parameters selection in the process of erosion stability design for red bed soft rock slope.

Key words: vegetation protection; red beds; terrestrial clastic rock; washing-out; rain intensity

荷载“反复作用”而引起的路面板的结构断裂。

水泥混凝土路面的非疲劳断裂主要是由施工阶段的缺陷造成的,在水泥混凝土的塑性阶段和硬化过程中,因原材料或(和)配合比不当,锯缝不及时,或养生不力等原因,水泥混凝土出现过大的收缩应变,结构收缩内应力超过其早期强度而产生断裂或结构损伤。前者在未通车的建设期显现,而后者在通车的初期出现。

水泥混凝土路面的疲劳断裂也可划分为 2 类:一类为现行路面结构设计方法中作为结构设计所控制的断裂;另一类是非结构设计所控制的断裂。非结构设计所控制的断裂主要包括:

(1)基层与路面板之间出现脱空,使得水泥混凝土路面板的应力应变出现较大的变化,临界荷位、板最大应力和其位置均与规范设计方法中的要求有较大的差异,因而,出现了非设计标准所控制的断裂;

(2)水泥混凝土材料在环境条件作用下出现的非强度性断裂,如冻融循环引起的结构断裂;

(3)现行路面结构设计理论中,由于认识上的不足或数学上的困难,采用了众多假设,然而由这些假设忽略的因素所造成的结构断裂并不罕见,例如半刚性基层裂缝的反射、地基的不均匀沉降引起的结构断裂等。

造成我国水泥混凝土路面断裂严重、使用寿命短的原因有很多,从宏观层面来看,这些众多的原因可归类于 4 大方面:

- (1)交通运输管理不力造成的车辆超载超限现象;
- (2)设计理论和方法未充分适应重载交通的需求;
- (3)工程建设中未很好地把握关键技术,工程质量监控力度不够;
- (4)养护维修的观念落后和新技术推广不力。

2 车辆超载超限

前几年,我国对公路运输管理不力,货运车辆超载超限十分普遍和严重,是我国路面结构过早破损的首要原因,主要表现在 3 个方面。

(1)车辆的生产和进口方面未能严格执行国家强制性标准。

国家强制性标准《道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值》(GB 1589—2004)与交通部颁布《超限运输车辆行驶公路管理规定》规定了我国道路(公路与城市道路)上行驶的各类载重车辆的总重量和轴荷最大限值(表 1)。但是,表 2 给出的几种公路上较常用

单后轴和双后轴载重卡车的轴荷和总重量均不满足该规定。

表 1 国内道路车辆允许总质量和最大轴重

总质量最大限值/t						轴荷最大限值/t		
货车		挂车		汽车列车		轴型	单轮	双轮组
二轴	16	二轴全挂	20	四轴	35	单轴	6	10
三轴	25	二轴半挂	35	五轴	43	双联轴	10	18
四轴	31	三轴半挂	40	六轴	49	三联轴	12	22
						半挂双联轴		20

表 2 几种较常用违反国家强制标准的载重卡车

车名	轮轴型号	设计额定参数		
		总重 kN	载重 kN	满载时后轴重 kN
红岩 CQ1191	二轴双轮组	191.5	103.5	127.8
日产 CKB450	二轴双轮组	171.2	102.0	112.5
依维柯 MP190	二轴双轮组	190.0	118.8	120.0
斯太尔 K38	二轴双轮组	195.0	132.5	130.0
黄河 JN360	三轴双轮组	270	150.0	2×110.0
红岩 CQ1300	三轴双轮组	300.0	183.0	2×119.5
红岩 CQ302	三轴双轮组	300.0	200.0	2×119.0
斯太尔 P43	三轴双轮组	325.0	238.5	2×130.0
斯达-斯太尔 1491	三轴双轮组	320.0	207.0	2×130.0
依维柯 MP380E	三轴双轮组	380.0	282.0	2×150.0

(2)“大吨小标”和车辆非法改装现象未得到有效制止。

车辆的“大吨小标”现象,不仅涉及到车辆的生产厂商,还与车辆生产审批的行政部门有关。车辆的非法改装(加高车厢、更换高压轮胎、增强弹簧钢板等)活动猖獗,除了一些车辆改装厂只顾追求自身利益而无视国家有关规定之外,与某些行政部门的管理不力也有很大关系,例如,许多地区的车辆年检制度形同虚设。

(3)运输市场混乱、监管不力。

对道路运输市场监管不力,道路运输市场形成了恶性竞争势态。车主以竞相压价来承揽货源,以超限超载来获取利润,超载越多,赚得越多,形成“压价→超限超载→运力过剩→再超限超载”的恶性循环。

由于上述 3 大原因,加上一些部门和地方为利益所驱动,对超载超限缺乏有效的管理,近 10 年来,我国公路运输的超载超限情况越来越严重,对交通安全和公路基础设施造成了极大危害。据统计,70%

的道路安全事故是由于车辆超载超限引发的,50%的群死群伤性重特大道路交通事故与超载超限有直接关系;超载超限车辆的荷载远远超过了公路和桥梁的设计承受能力,致使路面损坏、桥梁断裂,正常使用年限大大缩短,不得不提前大中修和重建^[4]。为此,2004 年 4 月成立了由交通部、公安部、国家发展改革委员会、国家质检总局、国家工商总局、国务院法制办、国家安监局等 7 部委联合组成的全国治理车辆超限超载领导工作小组,开始为期 4 年的全国性车辆超限超载治理工作。经过 1 年集中治理,超载超限上升的势头得到遏制,全国超限超载车辆所占比例,已从治理前的 80% 以上降到 10% 左右^[5]。自 2005 年 4 月 1 日起,超载超限的治理进入综合治理阶段,转向车辆的生产、上牌和年检等部门的整顿^[6]。但最终的效果尚待时间验证。

3 设计理论和方法的不足

1984 年之前,我国水泥混凝土路面设计方法基本是套用前苏联的。自 1978 年起,在交通部公路规划设计院和同济大学的主持下,开展了全国性的“水泥混凝土路面设计理论、方法和参数的研究”,在 1978 年~1986 年的 9 年间,全国共有 54 个高校、科研、设计和管理单位参加了此项研究工作。随后的 7 年(1987~1993)间,与水泥混凝土路面设计理论和方法有关的全国性研究课题主要有国家科技工作引导性项目 025 课题“高等级、重交通水泥混凝土路面修筑技术”、交通部课题“水泥混凝土路面结构的可靠性研究”等。上述课题的研究成果有力地推动了我国水泥混凝土路面的发展。1994 年颁布的《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTJ 012-94)和 1984 年颁布的《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTJ 012-84)就是在上述研究基础上修订的。现有水泥混凝土路面的绝大部分就是按照上述 2 个规范中给定的设计方法设计的。

但是,由于当时我国水泥混凝土路面少(1980 年全国水泥混凝土路面里程约 1 600 km,1988 年全国水泥混凝土路面里程为 8 264 km),交通量也较低,缺乏修筑重载交通条件下的水泥混凝土路面的实践经验,水泥混凝土路面设计理论和方法的研究尚处于探索完善阶段,无论是在设计理论、结构构造,还是材料性能要求等方面均存在一些明显的不足。

(1) 对水危害的认识不足。

水对公路的危害,以前主要关注的是边坡的冲刷、路基的稳定和路床强度的下降等方面。在我国,水对路面结构的危害近年来才受到人们的关注。

尽管水泥混凝土材料对水并不敏感,不会遭水弱化,但是,水泥混凝土路面结构对水是相当敏感的,尤其是基(垫)层材料的抗冲刷能力与水有很大关系。我国重载水泥混凝土路面的损坏大多数与水损害有关。

当水泥混凝土路面的纵、横向接缝嵌缝料质量低下或(和)管养不力造成接缝嵌缝料失效时,雨水沿接缝下渗至板底,当基(垫)层不透水或渗透系数很小时,基(垫)层顶面将出现滞留水,在行车荷载的作用下,基(垫)层顶面的滞留水形成有压水在板底和接缝处高速流动,对基(垫)层顶面进行反复冲刷,基(垫)层材料中的细颗粒被拖曳离开结构体,并从接缝处带出,形成了唧泥现象。随着细颗粒的不断带出,板底形成脱空,接缝两侧产生错台。当水泥混凝土路面与基(垫)层之间脱空量及范围较大时,水泥混凝土路面板犹如悬臂板,荷载应力将大幅度增加,结构极易发生断裂。

水泥混凝土路面板底脱空现象的形成与下列因素有关:

- ① 接缝嵌缝料失效不能阻止雨水下渗;
- ② 基(垫)层材料抗冲刷能力不足;
- ③ 路面结构层抗弯曲刚度偏小和接缝的传荷能力不足;
- ④ 交通量大、轴载重。

在 1978 年~1986 年的全国性“水泥混凝土路面设计理论、方法和参数的研究”课题中,研究的重点是水泥混凝土路面的荷载应力和温度应力的计算方法,混凝土的疲劳特性,以及考虑荷载应力和温度应力综合作用的设计方法,对基层作用认识不足,仅推荐用石灰煤渣、石灰土、水泥稳定碎石替代砂垫层。20 世纪 80 年代末,随着交通量的增加,水泥混凝土路面板底出现的唧泥、错台现象开始引起人们的重视,在“高等级、重交通水泥混凝土路面修筑技术”课题研究中,提出了采用控制板底挠度的方法以限制因板底脱空和基层受侵蚀而引起的唧泥、脱空扩展、错台和断裂等损坏^[7]。但是,对基层的抗冲刷能力仍缺乏足够的重视,在 1994 年颁布的设计规范中,抗冲刷能力很低的水泥稳定土、石灰稳定土、级配砾石和石灰稳定工业废渣仍被推荐。

(2) 力学分析模型不能很好地反映半刚性基层

的作用和特点。

我国水泥混凝土路面结构分析采用半无限地基上薄板模型;垫层和基层扩散荷载的作用采用层状弹性体理论,按直径为 0.30 m 的单圆承载板作用下产生的最大弯沉相等的等效原则,将基层与地基模量换算成半无限空间体的当量模量。这种处理方式,随着基层刚度的增大,其误差有扩大之势,因此,不能很好地表征半刚性基层(水泥稳定碎石、二灰稳定碎石),或刚性基层(贫混凝土、碾压混凝土)的特性和作用。其主要问题为:

①板中受荷时,基层顶面当量模量偏大,与此相反,板边、板角受荷时,基层顶面当量模量可能偏小,因此,地基扩大系数(修正地基非线性等因素影响)在不同荷位情况下的数值是不同的;

②基层宽度的影响被忽略,上述当量模量的处理方式,隐含着基层是被视为无限宽的,实际上,基层的宽度是有限的,仅比路面宽出 0.3~0.8 m;

③半刚性或刚性基层的荷载扩散能力被不恰当地纳入了路面板的接缝传荷能力之中,造成对“接缝传荷”能力理解上的错误,例如,无传力杆的胀缝,其“接缝传荷能力”竟会高达 60% 以上;

④没有分析基层结构的受力状况,也无法控制基层的结构破坏。

(3) 过于迁就低成本和落后的施工技术。

20 世纪 70~80 年代,我国处于改革开放的初期,国力较弱,公路建设资金严重不足,施工技术较落后,缺乏大型施工机械。因此,人们过分地考虑了降低公路建设成本,而忽视了公路寿命周期的总成本。因而在 1984 年和 1994 年的设计规范中,对一些行之有效但成本较高的措施未做明确的规定。

①人们对横缝传力杆的作用(减小横缝边缘的弯沉,基本消除横缝两侧板的弯沉差,减少横缝处板底脱空发生几率和减缓脱空区扩大速度,避免错台现象的发生)是有共识的,但是,由于造价偏高和施工困难,在 1984 年和 1994 年的设计规范中均未强调采用。在 1994 年的设计规范中则指出:“在特重交通的公路上,横向缩缝宜加设传力杆。”由于是非强制性的措施,其结果是我国近 20 年来修筑的水泥混凝土路面几乎无一例外地未加设传力杆。

②路面内部排水是为了解决渗入至路面结构内部雨水的出路问题,防止雨水或毛细水长期滞留在路面结构内部而软化和冲刷基(垫)层,是适用于多雨地区重载交通公路、防止水损害的有效技术措施,

但因其造价较高,而未强调。

③性能优良而价高的材料未推荐,质劣价低的材料未被淘汰。接缝嵌缝料的质量好坏,直接关系到是否能有效地阻止雨水沿接缝下渗至板下。例如,欧美等许多国家,早在 20~30 年前,已将质劣的沥青玛蹄脂、聚氯乙烯胶泥等排除在备选嵌缝料之外,取而代之的是耐久性和粘结性良好的硅酮、聚胺酯和橡胶沥青等。而在 1984 年和 1994 年的设计规范中,硅酮因价高而未推荐,沥青玛蹄脂、聚氯乙烯胶泥因价低而仍被列入备选嵌缝料之列。

(4) 路面结构设计未被重视,设计水平低下。

公路工程设计中,设计人员偏重于公路路线设计,对路面结构设计不够重视,对其设计依据,如当量标准轴载作用次数、路基的水文状况、材料的配合比及其力学性能(强度、模量等)等缺少深入分析和论证,路面结构分析停留于形式,往往采用未经充分论证和实际检验的所谓的“典型结构”,使某些水泥混凝土路面的设计水平十分低下。笔者调研时,曾发现几段水泥混凝土路面就是因设计不当而导致各种工程问题,例如:①因不设拉杆而导致纵缝张开现象;②纵缝不切缝而引起的沿纵缝边缘啃边碎裂;③在不平整的砂石路面和沥青表处路面上直接浇筑水泥混凝土路面板;④弯道横向加宽处的路面板宽达 7~8 m;⑤横向缩缝不封填。

4 工程建设中的问题

20 世纪 70~80 年代,我国水泥混凝土路面施工技术较为落后,砂石材料的计量采用粗糙目测的体积法估计,水泥混凝土的拌和大多采用自落式小型搅拌机,水泥混凝土路面的摊铺和抹面以人工为主,辅以小型机具,路面的施工质量较低。随着高等级公路的迅速发展,水泥混凝土路面施工技术得到了很大的提高,各种先进的大型专用施工机具被研发(三辊轴式)和引入(轨道式和滑模式专用水泥混凝土路面摊铺机)。但是,水泥混凝土路面建设质量尚存在不少问题,有待改进和提高。

(1) 相关人员的专业技能不够,质量意识不强。

近 20 多年来,水泥混凝土路面建设超常发展。1980 年,全国水泥混凝土路面的里程仅有 1 600 km,到 1988 年底增至 8 264 km,每年平均增加 800 多 km;在之后的 10 多年间,每年的水泥混凝土路面的通行里程增加近 10 000 km,至 2004 年底,全国水泥混凝土路面总里程已超过 17 万 km。在这种超常发展的

情况下,无论是建设方、施工方或是养护管理部门,其人员的知识储备和专业技能提高显得有些滞后和脱节,不能很好地把握水泥混凝土路面建设中的关键技术,因此,工程的建设质量没有得到应有的提高。不少工程质量问题是因“无知者无畏”造成的。例如:2 m 高路堤一次填筑,在压实度只有 80% 多的路堤上铺筑基层;为了方便抹面,在振捣好的水泥混凝土顶面上浇水及洒水泥;在高低不平的砂石路和损坏严重且未加处理的旧水泥混凝土路面上直接浇筑水泥混凝土面层等。

另外,尚有一些因管理方监管不力和施工承包商偷工减料造成的严重质量问题。例如,在某高速公路某一翻修段现场,笔者曾量测到路面板最小厚度为 0.18 m (设计厚度为 0.24 m),基层最小厚度为 0.15 m (设计厚度为 0.22 m)。

(2) 新技术的推广力度不够。

近 10 年来,我国从国外引进了许多先进的路面施工机具,如大型的滑模摊铺机等。但是,从全国范围来看,新技术的推广力度不够,过于强调与当地情况相适应,绝大多数的水泥混凝土路面仍采用以人工为主辅以小型机具施工,有些地方甚至仍在采用自落式小型搅拌机拌和路用水泥混凝土。

(3) 质量管理体系不够健全。

10 多年前,我国就已参照菲迪克条款,建立了工程监理制度。但是,在工程质量管理方面尚存在不少有待改进之处。

① 工程管理体系结构欠完善。

我国公路项目的建设主体仍以指挥部为主,一个项目进入施工建设期就通过行政手段成立由各方面人员参加的工程指挥部,指挥部的负责人大多由省、市、县行政领导兼任,公路建成通车后,指挥部解散,相关人员回原单位,公路交由当地路政部门管理。工程指挥部具有超强的协调各方面关系的能力,对推动我国公路的超常发展起到过积极的作用。但是,由于工程指挥部只是个临时机构,其弊端显而易见,例如,它对工程建设期的投资平衡和进度的关注远远要大于对工程质量的关注,对项目在整个使用期内的服务水平和工程经济性要求根本不予顾及。

近几年,有些地区在推行公路建设的业主化管理方面,如公司化的高速公路扩建,取得了一些可喜的成果。

另外,由于公路投资大,又属公共基础设施,因此,行政干预多,被公认为工程质量大敌的“关后门”

行政性工期做法仍屡见不鲜。

② 工程验收重表观、轻内在质量。

现行的水泥混凝土路面的工程验收方法中,路面几何尺寸和表观评价占主要地位,反映路面内在质量的指标较少,抽样率也很低。加上临时性的指挥部均有喜功偏好,工程最终验收中的许多依据(施工中的试验报告,隐蔽工程验收报告)或多或少含有水分。因此,工程验收的质量等级不能真正反映工程的内在质量。许多验收时评定为优良工程的项目,在开放交通后 1~2 年,甚至几个月内就出现了严重的质量问题。

③ 质量的过程控制欠完备。

公路建设施工工期长,隐蔽工程多,施工过程中各个环节须严格监控,才能保证最终的工程质量。但是,目前由于体制和验收方法的缺陷,人们对施工过程中各个环节的监控欠重视。例如,路面工程中大量使用的砂石材料的生产过程基本上不在监控之列,表现为砂石集料生产商缺少提高其产品质量的动力。迄今,生产的集料针片状含量多规格差的镗式破碎机仍是许多地区碎石生产的主要机械。

另外,动态质量管理等先进的管理手段不够普及,对工程质量缺乏预见性,一旦出现某一偏差,会造成大面积的工程质量缺陷。

(4) 相关研究不足。

我国水泥混凝土路面研究集中在路面的结构力学分析、设计方法等方面,对路面施工技术的研究相对较少。因此,施工中存在的问题不能得到及时发现和解决。例如,实际工程中较为常见的水泥混凝土路面浇筑初期的塑性开裂问题,因对其开裂机理和影响因素缺乏足够的了解,难以快速地找到有效措施加以预防。

另外,水泥混凝土路面施工的先进大型专用机械(如滑模式水泥混凝土路面摊铺机)虽从国外引入,但因相应开发研究不足,未能很好地形成与之相适应的符合我国国情的成套技术,从而影响其推广和普及。例如,目前采用滑模式摊铺机施工的水泥混凝土路面表面易出现塑性开裂的问题,已成为其推广的一大障碍。

5 养护维修中的问题

我国水泥混凝土路面养护维修中存在着养护维修观念落后、路面状况评定手段缺乏和新技术推广不力等 3 方面的问题。

(1)落后的养护维修观念。

与沥青混凝土路面相比,水泥混凝土路面具有养护工作量小的优点。但这一优点被很多公路养护部门夸大,以致许多地区的水泥混凝土路面在建成通车后,日常养护仅仅是路面清扫,直到水泥混凝土路面出现破碎或发生下陷等严重影响行车舒适性或行车安全的病害时,才进行换板维修。这种养护观念十分有害,必须予以纠正。

20 世纪 90 年代,欧美各国的道路工作者提出:路面养护的重点应该从传统的反应型养护方式转变为主动的预防性养护方式。路面预防性养护是指在路面未出现严重的结构性损坏之前,即针对潜在损坏或在损害尚轻微的始发期,适时采取相应的措施对路面进行养护,达到延长路面服务寿命的一种养护策略和方法。美国密歇根州认为,从 1992 年至 1998 年,通过实施预防性养护计划已经节约了 7 亿多美元。美国加利福尼亚州运输部门的报告指出,预防性养护措施能恢复路面使用性能,延长其服务寿命 5~7 年。

(2)路况评定手段的缺乏。

做好路面预防性养护的首要问题是如何把握恰当的养护时机,若过迟养护,路面结构性损坏已出现,则无低成本的养护措施;若太早养护,则其投资回报差。欲把握恰当的养护时机,必须很好地了解路面状况,及时发现潜在损坏,才能采用相应的措施养护。但是,我国目前公路的路况评定,主要注重外观性指标,如我国路面养护质量评定中的“好路率”^[3],而反映路面结构内在状况的指标较少,手段也缺乏,如水泥混凝土路面底脱空状态的评定等。

(3)新技术、新材料的推广不力。

我国指导水泥混凝土路面养护修复的行业标准《公路水泥混凝土路面养护技术规范》(JTJ 073.1—2001)^[3]于 2001 年颁布实施,规范中吸收了国内外先进的养护技术,对促进我国水泥混凝土路面养护技术的提高起了积极的作用。但从全国范围内看,水泥混凝土路面养护的新技术和新材料推广不力,许多地区的水泥混凝土路面养护维修措施仅只有换板一项。

6 结语

我国近几年水泥混凝土路面的使用状况不佳,使用寿命低于设计预期的原因可归于车辆超载超限、工程建设质量不佳、设计方法不够完善和养护维修水平低下 4 个方面。

(1)车辆超载超限主要表现为:车辆生产和进口方面未能严格遵守执行国家标准,“大吨小标”和车辆非法改装现象未得到有效制止,运输市场混乱、监管不力。

(2)设计方法的问题主要有:对水危害的认识程度不够;设计理论中力学分析模型不能很好地反映半刚性基层的作用和特点;过于迁就低成本和落后的施工技术;路面结构设计未被重视和设计水平低下。

(3)工程建设的质量问题源于:相关人员的专业技能不够,质量意识不强;质量管理体系不够健全;新技术的推广力度不够及相关研究不足。

(4)养护维修中存在的主要问题是:养护维修观念的落后、路况评定手段的缺乏和新技术的推广不力。

参考文献:

- [1] JTG D40—2002,公路水泥混凝土路面设计规范[S].
- [2] JTG F30—2003,公路水泥混凝土路面施工技术规范[S].
- [3] JTJ 073.1—2001,公路水泥混凝土路面养护技术规范[S].
- [4] 交通部张春贤部长在全国治理车辆超限超载工作电视电话会议上的讲话[Z]. 2004.
- [5] 全国车辆超限超载运输集中治理取得初步成效[Z].
- [6] 交通部,等. 2005 年全国治超工作要点[Z]. 2005.
- [7] 同济大学. 高等级、重交通道路修建水泥混凝土路面的研究[R]. 1990.
- [8] 姚祖康. 水泥混凝土路面设计理论和方法[M]. 北京:人民交通出版社,2003.
- [9] 李华,缪昌文,金志强. 水泥混凝土路面修补技术[M]. 北京:人民交通出版社,1999.
- [10] 美国国家科学研究院. 王嫵,查旭东,韩春华,译. 水泥混凝土公路技术实践与展望[M]. 北京:人民交通出版社,2000.