

文章编号: 0451-0712(2004)07-0047-06

中图分类号: U416.216

文献标识码: B

如何改善水泥混凝土路面舒适性

傅 智

(交通部公路科学研究所 北京市 100088)

摘 要: 结合《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG D40-2002)和《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTG F30-2003)相关规定,指出改善水泥混凝土路面舒适性的技术措施和方法。现有的水泥混凝土路面新技术完全有可能将其行车舒适性提高到人们普遍接受的程度。

关键词: 水泥混凝土路面; 舒适性; 平整度; DBI 技术; 钢筋混凝土路面; 钢纤维混凝土路面

高等级公路特别是高速公路路面要求快速、安全、舒适和畅通,为行驶的车辆提供优质的服务。高等级公路水泥混凝土路面舒适性问题相当重要,改进行车舒适性是水泥混凝土路面研究、设计、施工、养护及运营管理的一个重要发展方向,是水泥混凝土路面建设中必须着力要解决好的重要问题之一。如果我们新建的大量高速公路水泥混凝土路面舒适性欠佳,不能提供安全舒适的服务,那么,水泥混凝土路面这种高级路面形式就有可能被挤出高速公路,不能在高等级公路上大量推广应用,只能作为低等级公路的路面结构。而作为低等级公路的路面结构,与薄层沥青路面相比,它在造价方面并无优势可言。

水泥混凝土路面的行驶舒适性之所以重要,体现在如下几个方面。

(1)影响到高速公路对沥青“黑”色路面或水泥“白”色路面两种路面形式的选择和确定。我国高速公路大多数选用沥青混凝土路面,重要原因之一是在相同平整度条件下,水泥混凝土刚性路面不及沥青柔性路面舒适。

(2)影响运营效果。舒适性不佳的水泥混凝土路面降低行车时速,增加车辆的颠簸,颠簸不仅增大了车轮对路面的冲击破坏力,加速路面破损,导致其养护难度增大,养护费用增加。同时又加速车辆的损坏,运营成本增大,间接影响行车安全。

(3)由于舒适性欠佳使水泥混凝土路面的服务水平降低,影响了水泥混凝土路面在高等级公路上的建设数量,使我国大量富足的水泥资源得不到有

效利用。

因此,有必要对水泥混凝土路面的舒适性开展研究,以便推进水泥混凝土路面在我国高速公路上的更广泛使用,带动国民经济发展。世界各国在优选“黑、白”路面时,主要取决于本国资源约束条件。我国是世界上连续 20 年的第一大水泥生产国,2003 年产水泥 8.2 亿 t,具有全世界最富足的水泥资源。2003 年底我国建成了沥青与水泥混凝土两种高级路面总和 34.4 万 km,其中 19.9 万 km 水泥混凝土路面,占总数的 58%。但是由于水泥混凝土路面舒适性不佳,我国在高速公路上建造的水泥混凝土路面相对较少,除了广西壮族自治区、湖南、广东等少数几个省区水泥混凝土路面比例较大以外,全国水泥混凝土路面在高速公路上的比例大致在 1/4~1/5 左右。与我国这样一个水泥大国的国情不很对应。

1 改善水泥混凝土路面舒适性的基本技术途径

路面的行车舒适性是一种车辆与路面联合作用的综合结果或司乘人员的感觉效果,在车辆和平整度相同的条件下,水泥混凝土刚性路面的舒适性一般不及沥青柔性路面,沥青柔性路面的舒适性来源于车辆和路面的双重减振。客观地讲,水泥混凝土路面是一种刚性路面,缺乏沥青柔性路面的路面减振缓冲效果,因此,在相同平整度情况下,刚性路面几乎是完全弹性体,它引起的车辆颠簸和振动有所放大;其次,水泥混凝土路面的表面抗滑构造比较规则,缺乏沥青混凝土路面多维不规则的低噪表面,所

以,刚性路面的噪音较大。尽管水泥混凝土路面与沥青混凝土路面相比,在舒适性的两项主要指标上存在先天不足,但也并非不可改变,现有的水泥混凝土路面新技术完全有可能将其舒适性改进到人们普遍可以接受的程度。

改善水泥混凝土路面的舒适性主要应从以下几个方面着手:

(1) 提高路基压实度标准、使用冲击压实、改善土技术提高路基稳固性,最大限度地减少路面纵曲线的垂直沉降变形,提高高速行车时大波长的平整度,从而改善舒适性;

(2) 选用更强更耐冲刷的贫混凝土基层,减少由于小局部塌陷沉降引起的断板、断角、面板破碎现象,减少冲刷脱空造成的面板错台现象;

(3) 改进水泥混凝土路面结构设计,在高等级公路上使用每条缩缝插传力杆的混凝土路面,选用更加舒适的连续钢筋混凝土路面或钢纤维混凝土路面等;

(4) 使用滑模摊铺机械提高水泥混凝土路面的施工平整度,改善交工通车时的平整度;

(5) 在人口密集或集中的城镇道路上使用水泥混凝土路面减小噪音技术。

这些是当前我国水泥混凝土路面设计和施工中的提高舒适性的具体内容。而消灭断板与错台引起的“咯噔”路,为我国当前改善水泥混凝土路面舒适性的首要目标。下面结合《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG D40—2002)(以下简称设计规范)和《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTG F30—2003)(以下简称施工规范)相关规定,指出改善水泥混凝土路面舒适性的基本技术途径和方法。

2 提高路基、基层的支撑稳固性

路基与基层支撑稳固性对路面舒适性的影响主要表现在局部不均匀的垂直下沉,当不均匀沉降面积较小时,表现为面板将局部脱空,产生断板、断角的结构破坏或粉碎性面板破损,在这些部位行车有显著的跳车台槛,导致强烈的行车颠簸。当下沉面积较大时,在水泥混凝土路面上主要表现为设计纵曲线的丧失,大波长严重不平整,行车呼悠。在上述两种情况下,司乘人员均极不舒适。从舒适性和结构完整性两方面均要求提高水泥混凝土路面路基的支撑稳固性。

2.1 路基稳固性措施

设计规范和施工规范均在相关条款中强调了路基的稳固性:路基应稳定、密实、均质,对路面结构提供均匀的支承。施工规范还要求:对桥头、软基、高填方、填挖方交界等处的路基段,应进行连续沉降观测,并采取切实有效的措施保证路基的稳定性。

施工规范在条文说明中建议的路基稳固措施如下。

(1) 提高高等级公路水泥混凝土路面路基的压实度标准。已经颁布自 2004 年 5 月 1 日起开始执行的《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)中,已经全面提高了路基的压实度标准。多年来,作者在所有参与建设的高速公路水泥混凝土路面工程中已经提高了一级压实度标准。实践证明是行之有效的。

(2) 对颗粒粒径较粗的粉土、沙土、砂砾、砾料土乃至爆破石方,均可采用冲击压实技术提高路基的稳固性,它对路基压实度的影响深度可达 1.5 m,如果路基高度较低,则可在路床顶面冲击压实,冲击压实后的路基上部一般可达到 97%左右的压实度。对于填方高度较高的路基,可按 1~1.5 m 冲压一层,逐层冲压至路床。目前,南非兰派公司的冲压技术又有所进步,可在冲压过程中检测出每个冲击点的压实度,并能够描绘出冲压后路基的各点压实度彩绘等值线图。

(3) 对于高塑性指数的粘土,当其含水量较高时,上述两种技术措施均无法奏效,可采用石灰改善土技术。石灰改善土与基层适用的石灰土不同的是:改善土的石灰剂量仅有石灰土的 1/2~1/3。目前国内有各种土壤固化剂也可选用,使用前应做固化效果的检验,但是土壤固化剂的造价不可能低于石灰。

2.2 使用贫混凝土基层改善基层的稳固性和耐用年限

设计规范将贫混凝土基层规定为特重交通量下的首选基层结构;施工规范编写了贫混凝土基层的原材料、配合比、施工工艺与质量检验等内容,其理由是通过国内外的高速公路工程实践,与其他基层相比,证明贫混凝土基层是抗冲刷性能最好的基层,也是迄今为止强度最高的路面永久性刚性基层结构。在其使用期内,路面翻修时,基层依然完好无需翻修。贫混凝土基层是在公路路面工程中实现可持续发展的新型基层结构。贫混凝土基层是对我国大量采用的半刚性基层的补充和扩展。特别适用于非稳固路基与地基以及特重、重交通量下冲刷脱空严

重的路段使用。

贫混凝土基层在国外有50年以上的使用历史,但在我国,高等级公路上使用贫混凝土上基层仅有几年,刚刚开始。1998年交通部公路科学研究所与河北省交通厅合作,在宣大高速公路上用滑模摊铺机施工了10 km的特重载交通下的贫混凝土基层试验路段。2002年广西南潭高速公路做了20 km实体工程;2003年在北京110国道二级特种交通的运煤公路上完成了20 km的贫混凝土基层与连续钢筋混凝土路面。我们已经有了些工程经验,通过两部规范的贯彻实施,我们将在积累更多经验的同时,将贫混凝土基层做得更好。

设置贫混凝土上基层的路面设计是按双层面板体系来计算的。目前我国施工规范所编写的贫混凝土基层的施工工艺是按振捣棒振捣密实的塑性低强度混凝土(也可用碾压混凝土工艺施工,但提高强度的同时必须切缝),特重交通下,其7 d抗压强度10.0 MPa,28 d设计弯拉强度3.0 MPa;28 d设计抗压强度15 MPa。贫混凝土基层的原材料要求比半刚性水泥稳定砂砾基层严格,比水泥混凝土路面板的要求略松。贫混凝土配合比按普通混凝土计算公式进行。为了保证贫混凝土基层的平整度和表面,贫混凝土基层中可掺Ⅲ级及其以上的粉煤灰,超掺系数比面板略大。

若按统一的水稳基层中水泥与砂石料的比例计算水泥用量:水稳基层4%~6%;贫混凝土基层8%~10%;混凝土面板14%~16%。28 d抗压强度分别是:水稳基层28 d 4~7 MPa(7 d 3~5 MPa);贫混凝土基层28 d 7~15 MPa(7 d 5~10 MPa);混凝土面板28 d 30~45 MPa(28 d设计弯拉强度4~5 MPa)。由此可见,贫混凝土基层的水泥用量和强度均处在水稳基层与水泥混凝土路面之间。

贫混凝土基层另一特色是其必须切缝,灌缝。除了胀缝中传力杆与胀缝板的要求外,其他接缝中均不设钢筋。3 m直尺平整度比相应等级的路面降低1 mm,高速公路3 m直尺平整度要求4 mm。

显而易见,贫混凝土基层除了更耐冲刷外,其承载能力比半刚性基层高,弯沉更小,在具有更高的支撑稳固性的同时,使用年限更长。

贫混凝土基层有3个问题需要着力解决:一是,在水泥混凝土路面上,从面层到上基层、(基层)、下基层的刚度必须是递减的,采用了贫混凝土上基层的路面,须相应提高基层或下基层的刚度,即提高水

泥稳定基层及下基层的水泥用量,按半刚性上基层制作基层或底基层;二是,贫混凝土基层对于路基的垂直沉降在抵抗断裂能力更高的同时,会发生贫混凝土基层底部脱空现象,即面层脱空,上基层底部亦脱空,此时的灌浆稳板需要同时灌几层。为了防止贫混凝土基层的断板破坏,在钢筋补强路段可将面板中双层钢筋网的下层,配置在贫混凝土基层中,以增加抵抗力矩,防止其断裂破坏;三是,贫混凝土基层的切缝,在水泥混凝土路面上通过缝对缝来解决反射裂缝问题,切缝对沥青混凝土路面防止反射裂缝不利,需要按白加黑设置防裂层或应力消散层。

3 采用新型路面结构消灭“咯噔”路

目前在我国水泥混凝土路面上不舒适最主要原因是普通素混凝土路面断板与错台引起的“咯噔”跳车现象,消灭“咯噔”路,为我国当前改善水泥混凝土路面舒适性的首要目标。这种“咯噔”跳车的根源与普通素水泥混凝土路面结构适应不了特重、重交通量和超重轴载有很大的关系,改进水泥混凝土路面的结构设计是改善水泥混凝土路面舒适性的重大措施之一。

3.1 全缩缝插传力杆的素混凝土路面

在新修订的设计规范和新编施工规范中,对于特重、重交通量和超重载作用下的普通素水泥混凝土路面都规定了应在每条缩缝中插入传力杆钢筋。我国高等级公路水泥混凝土路面结构自此开始改变了结构设计和施工要求。要求新建特重、重交通下的水泥混凝土路面的最低要求结构是全缩缝插传力杆的素混凝土路面,其目的是利用每条缩缝插入的传力杆来消灭“咯噔”路,改善行车舒适性。

过去我国在普通素混凝土路面上按强度理论设计胀缝附近的3条缩缝传力杆,传力杆钢筋的直径较小,目前新修订设计规范是按挠度变形理论来设计传力杆钢筋,结果使得传力杆钢筋的直径加大了。设计规范(JTJ 012-94)表5.2.5中,当板厚260~300 mm时,传力杆直径为30 mm,新修订设计规范(JTG F40-2002)表5.2.5中,已修改为同样板厚时传力杆直径32~38 mm。

在新编施工规范中,素混凝土路面每条缩缝插传力杆的施工采用2种方式。

一是,滑模摊铺机自带的传力杆自动插入装置及DBI(Dowel Bar Inserting Set)技术,我们已经在河北宣大高速公路和广东汕汾高速公路施工完成了

2 条高速公路共 50 余 km。从凿开测量、钢筋保护层深度检测及通车运营 4~5 年的连续观察来看,采用 DBI 施工单根传力杆钢筋的倾斜概率不大于 1/40 万。传力杆设置精度及可靠性是很高的,能够满足“要设必须设好”的工程要求。

二是,湖南省在 200 余 km 高速公路上使用的加工好在滑模摊铺机前固定前置传力杆钢筋支架的做法。这种方法最关键的是要防止钢筋支架推移变形倾斜,要求固定好后预先手工振捣,再进行滑模摊铺。这种方式不会有单根传力杆钢筋的倾斜,但比较容易发生传力杆钢筋支架的整体平行前移。检测表明其整体前移的概率约 1/1 000。也能满足工程对传力杆设置精度的设置施工要求。

目前《公路水泥混凝土路面滑模施工规程》(JTJ/T037.1—2000)与施工规范(JTG F30—2003)中规定的传力杆钢筋支架形状不同,前者规定为梯形钢筋支架,后者规定为双 U 形支架,各有优劣。梯形支架是直接照搬美国的形状,好处是比较节省支架钢筋,缺点是梯形支架钢筋有跨缝连接,使用当中不是每条缩缝均可拉开,一般要 3~5 条缩缝才能拉开 1 条,而这条拉开的缩缝位移量相当大,给其缩缝灌缝密封带来较大难度,必须在通车 2 年左右时,重新灌宽缩缝防水渗漏。双 U 形支架在缩缝两侧钢筋是完全分离的,不影响缩缝的开口位移,但支架钢筋用量较大,造价较高。目前情况下 2 种形状的传力杆钢筋支架均可根据具体情况选用。

从 DBI 法与前置传力杆钢筋支架法的对比可见,施工规范优先推荐 DBI 法,通过作者的分析,滑模摊铺机配备的 DBI 装置的投资仅为单幅高速公路 10 km 的支架钢筋费用,不仅插入精度及可靠性更高,而且不降低滑模摊铺速度,摊铺更流畅,因停机次数大为减少而平整度更高。

3.2 钢筋混凝土路面

钢筋混凝土路面也是一种舒适性更好与投资更高的水泥混凝土路面新结构,是我国在山岭及丘陵区重点推广采用的新型路面结构,根据湖南 2000 年完成的耒宜高速公路 60 km 连续钢筋混凝土路面以及 100 余 km 超重载高等级公路的使用状况来看,它是所有高级路面中承载能力最强、使用年限最长的重载路面结构。

配筋混凝土路面在我国已经有预应力钢筋混凝土路面、连续钢筋混凝土路面和间断钢筋混凝土路面等 3 种进行过研究和工程试验,由于预应力钢筋

混凝土路面技术尚不成熟,张拉控制难度较大,仅做过 200 m 试验段,目前在工程中投入实用的是后 2 种。

一是,用于普通水泥混凝土路面做局部补强使用得相当多的间断钢筋混凝土路面,目的是防止填挖方交界、软基、高填方路基纵横断面不均匀沉降产生的断板破坏,防止构造物前后的面板冲碎破坏。这种间断钢筋混凝土路面钢筋网内面板无接缝,钢筋网端部设置缩缝并填缝,在特重、重交通路面的横向应设传力杆,纵向应加密一倍设置拉杆。

二是,用于山岭、重丘、暗河或采空区的连续钢筋混凝土路面。南非的实践表明,连续钢筋混凝土路面使用在平原微丘区,可在特重交通下使用 30 年以上。连续钢筋混凝土路面要求在构造物前后设地锚梁与宽翼缘工字钢胀缝。连续钢筋混凝土路面可不设纵横接缝,不需要切缝灌缝。连续钢筋混凝土路面不设接缝会由于混凝土材料的干缩、温缩及荷载应力作用下开裂,但此种裂缝由于有了钢筋的限制,裂缝开口宽度很小,在最低气温下裂缝宽度不大于 0.2 mm,不至于透水、结冰,引起接缝破坏。

目前在我国高速公路上,湖南耒宜等高速公路的决算表明:280 mm 厚连续钢筋混凝土路面工程的造价低于 180 mm 双面层改性沥青混凝土路面;每条缩缝插传力杆的 260 mm 混凝土路面造价不高于 150 mm 进口重交通沥青混凝土路面。连续钢筋混凝土路面不可能有错台,舒适性得到了根本改善。

3.3 钢纤维混凝土路面与桥面

新设计规范与施工规范中均编写有钢纤维混凝土路面的内容,钢纤维混凝土路面之所以比普通混凝土路面具有更好的舒适性,其原因:一是,钢纤维在接缝中未切割部位与传力杆相似起到错台限制作用;二是,钢纤维混凝土路面的缩缝间距为 10 m 左右,比普通水泥混凝土路面大,引起错台颠簸的横向缩缝减少一半,明显减少了错台。因此,钢纤维混凝土路面显然比普通混凝土路面舒适,其舒适性处在全缩缝插传力杆的素混凝土路面与钢筋混凝土路面之间。

新设计规范与老规范相比有重大改变,将原钢纤维体积掺量由 1.2% 减少为 0.6%~1.0%;板厚折减系数由 0.55~0.65 增大为 0.65~0.75。路面用钢纤维混凝土的设计弯拉强度标准值为 6.0 MPa。

新编施工规范中编写了钢纤维混凝土路面与桥面下述要求。

(1) 钢纤维材料。

①单丝抗拉强度不小于 600 MPa。

②外形要求为保证混凝土表面磨损后,磨出的钢纤维不轧轮胎,保证行车安全,钢丝切断形、耙钩与倒钩形不宜采用。

③为保证钢纤维在混凝土中分布的均匀性,防止钢纤维搅拌结团,无法摊铺,波浪形不宜采用。

④为保证钢纤维的增强作用,要求钢纤维的长度大于最大公称粒径的 $1/3$,最大不超过最大公称粒径的 2 倍。路面桥面钢纤维混凝土最大公称粒径规定为 19.0 mm,钢纤维的适宜长度应在 25~38 mm 之间。

(2) 钢纤维混凝土配合比。

①混凝土中掺钢纤维并不增强耐磨性,加之钢纤维混凝土拌和物较干,为改善工作性及耐磨性,要求钢纤维混凝土中应使用高效减水剂。

②钢纤维混凝土单位水泥用量平均比普通混凝土高 50~70 kg/m³。

③钢纤维混凝土的砂率比普通混凝土高 10%。

(3) 钢纤维混凝土路面施工。

①为防止振捣棒拖出无钢纤维的坑穴或沟槽引发开裂,不允许插入振捣,仅使用平面振捣密实方式施工。

②钢纤维混凝土施工各工艺环节要紧凑。

③钢纤维混凝土路面与桥面只能使用硬刻槽方式制作抗滑构造。

(4) 双钢混凝土桥面施工。

①为防止桥面铺装层的剪切脱层,不允许在长跨径、大挠度、刚度较小的桥面钢纤维混凝土铺装层中取消锚固钢筋网。目前施工规范中规定有双钢混凝土桥面,不能仅用钢纤维混凝土铺装桥面。

②桥面铺装时,钢筋网必须整体连续,不得因摊铺宽度不足而切断。摊铺宽度不足,滑模摊铺时应采用带钢筋凹槽的底部模板,其他施工方式摊铺时应采用中空模板。

③桥面钢纤维混凝土的抗压强度不小于主梁混凝土强度等级;钢纤维混凝土桥面铺装层的极限最薄厚度不应小于 70 mm,平均厚度不小于 90 mm。

④其他施工要求与钢纤维混凝土路面相同。

4 提高水泥混凝土路面的平整度及其长期保持效果

4.1 提高水泥混凝土路面的施工平整度

影响水泥混凝土路面舒适性的最主要因素首先

是施工平整度。所谓路面不舒适,最主要指路面引起的行车颠簸较严重。显而易见,严重的行车颠簸现象来源于低劣的平整度。路面的施工平整度越差,颠簸越大越严重,舒适性也越差。对于设计车速 100~120 km/h 的高速公路、一级公路而言,大波长的动态平整度比 3 m 直尺所表示的小波长的平整度更为重要。所以,3 m 直尺平整度可作为施工质量控制指标,在施工过程中使用。对高速公路、一级公路需要测量动态平整度,并依此为交工和竣工验收的质量评定标准。

对于施工平整度而言,很大程度上取决于所使用的施工方式。目前国内塑性水泥混凝土路面的施工方式有:人工加小型机具施工、三辊轴施工、轨道摊铺机施工和滑模摊铺机施工等 4 种方式。施工规范规定施工方式应按所建设的公路等级确定,公路等级不同,关乎舒适性最重要的平整度技术要求是不同的。很显然,通过大量的施工经验积累和检测,表明施工方式不同,不仅机械装备的投入差别很大,最重要的是得到的路面平整度差别显著。对高速公路水泥混凝土路面要改善舒适性,应该使用滑模施工方式来保证较高的平整度。

目前,我国高速公路水泥混凝土路面最佳的动态平整度是滑模摊铺机械施工的,水泥混凝土路面平整度能够达到 3 m 直尺 ≤ 3 mm 占 95%;颠簸累计值 $\delta \leq 0.70$;国际平整度指数 $IRI \leq 1.17$ 。100 km 以上高速公路全部车道的总平均动态平整度可达到 $\delta \approx 0.9$ 、 $IRI \approx 1.5$,滑模施工的 6~10 km 路段上最好动态平整度 $\delta \approx 0.45$ 、 $IRI \approx 0.75$ 。滑模施工的水泥混凝土路面动态平整度可以达到与机铺沥青混凝土路面相当的高水平。新编施工规范已经将过去高速公路、一级公路水泥混凝土路面的平整度 $\delta \leq 1.5$ 提高到 $\delta \leq 1.2$ 。其他施工方式一般均难于达到目前高速公路水泥混凝土路面的平整度要求。在高速公路水泥混凝土路面上,利用滑模施工技术大幅度提高和努力保证施工动态平整度,这就意味着行车舒适性将大大地改善。

4.2 水泥混凝土路面在运营中的平整度保持性

普通水泥混凝土刚性路面的一个特点是有较多的纵横接缝,优良的施工平整度只是具备了运营使用过程中良好舒适性的必要条件,不是充分条件。对普通素混凝土路面而言,在运营过程中始终保持良好舒适性的前提是接缝的状态要好。就是不能发生错台、接缝啃边及破坏,当然更不能发生断板。除了

下部基层和路基支撑要稳固外,还要求面板接缝不漏水,基层耐冲刷,不产生板底脱空,面板接缝间错台。

路基欠稳固断板和基层冲刷脱空错台是造成平整度劣化和舒适性变差的首要原因。错台是造成水泥混凝土路面行车不舒适印象的罪魁祸首。对普通素水泥混凝土路面而言,解决错台问题的关键在于稳固路基和优选基层类型,水泥混凝土路面的上基层不得使用不耐冲刷的石灰土基层、石灰粉煤灰稳定基层及土含量大于 15% 的砂砾土稳定类基层。特别是不得使用两黑一白渗透水排不出的“蓄水槽”横断面结构,这种结构的水泥混凝土路面错台和断板发展得很快,平整度和舒适性劣化得也很快。

普通素水泥混凝土路面和沥青混凝土路面在运营过程中的平整度变化见图 1^[1]。在水泥混凝土路面使用初期的 1~2 年内,由于路面上影响平整度的尖端磨掉,所以略有提高,然后,它在运营的很长一段时期内,不会像沥青混凝土路面那样发生车辙和拥包,将保持良好的施工平整度长期不变,但是等到面板一旦发生断板和错台,平整度就将逐渐劣化。沥青混凝土路面在运营过程中,由于产生了车辙和拥包,平整度比水泥混凝土路面衰减得快得多。达到使用年限时,必须再加铺沥青混凝土面层,使平整度改善。尽管施工初期沥青混凝土路面的平整度要优于水泥混凝土路面,但是,如图 1 所示,由于其平整度在使用过程中衰减过快,在整个运营寿命期内的平整度及其舒适性不如水泥混凝土路面。

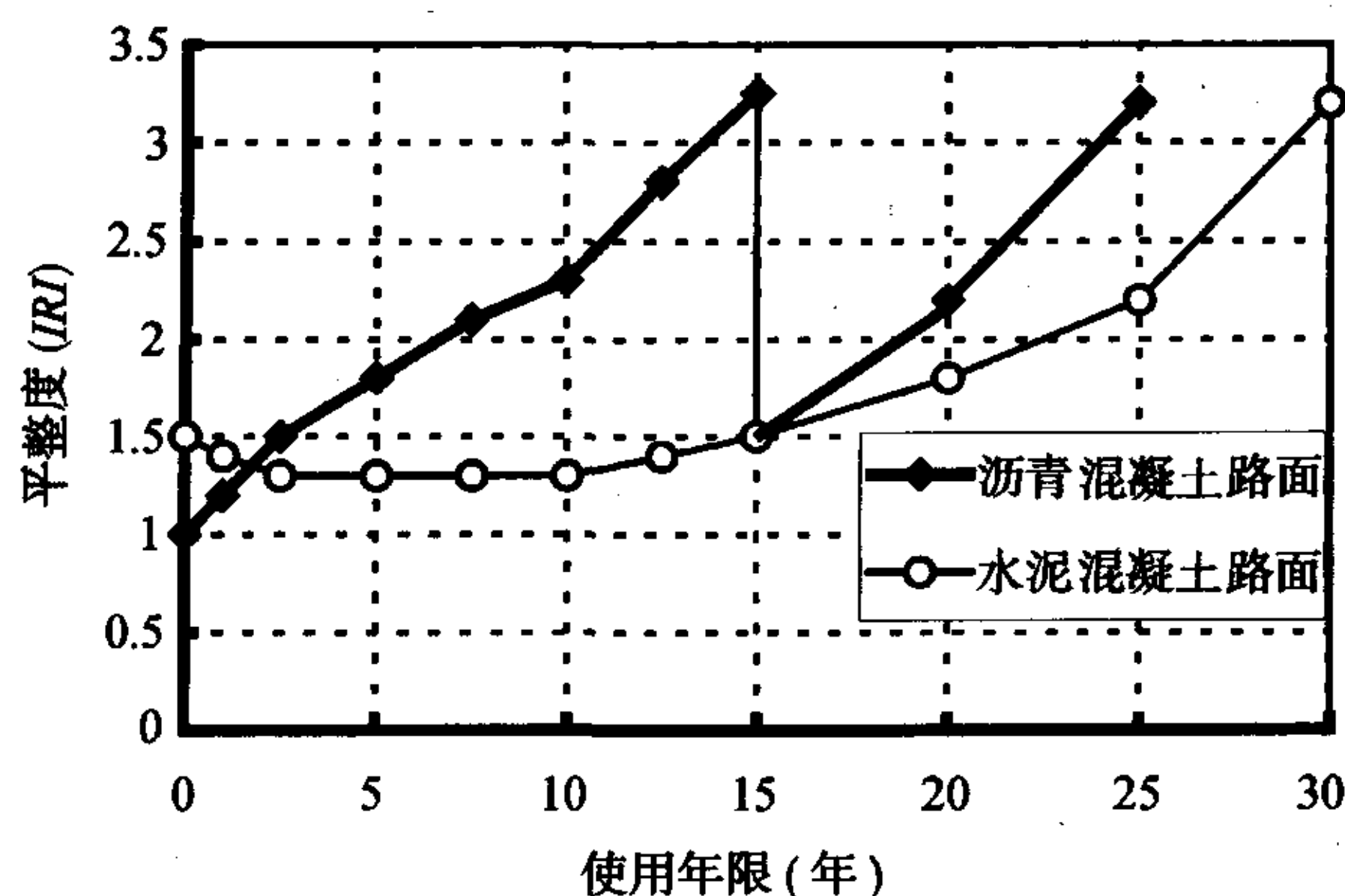


图 1 沥青混凝土路面与水泥混凝土路面平整度 IRI 的变化

为了解决水泥混凝土路面的错台问题,从根本上改善水泥混凝土路面在运营过程中的保持优良的平整度和舒适性,可以使用水泥混凝土路面的新型结构形式,如所有缩缝均带传力杆的混凝土路面,连

续或间断钢筋混凝土路面、纤维混凝土路面。

从 1998 年始,在作者的积极倡导下,我国在湖南、广东、山西、河北的新建高速公路混凝土路面上,开始使用所有缩缝均插传力杆的水泥混凝土路面结构和连续钢筋混凝土路面结构形式。大大地提高了运营过程中的平整度和舒适性。

5 水泥混凝土路面的噪音及其控制技术

水泥混凝土刚性路面上的行车噪音一般比沥青柔性路面大 3 dB 左右,原因主要有 3 个^[2]: 刚性材料对声音的反射比柔性材料大;汽车发动机声音在水泥混凝土路面表面抗滑宏观构造平台对噪音的反射;车轮高速行驶与路面规则气流旋涡形成噪音。发动机的噪音和车辆本身的减噪措施是汽车工业的任务,对路面而言,在刚性路面上使用多孔吸音措施是抵抗不了车轮的碾压和冲击破坏的,同时有孔隙堵塞等问题,只有加大路表面的粗糙度,提高表面混凝土强度和耐磨性,采用裸露集料的方式降低噪音。

目前国际上寻找到的水泥混凝土路面上降低噪音的方法是裸露骨料的低噪音抗滑表层,其解决噪音的技术措施是将水泥混凝土路表面做成与沥青混凝土路面相同的表面结构。作者在德国调研,发现世界上只有德国标准要求使用裸露集料降低噪音的结构。它采用最大粒径 7 mm 厚度 50 mm 的高强低噪音混凝土表层。混凝土强度等级达到 C70。应特别注意中、低强度的混凝土路面是不适宜做裸露粗集料的表层的,路面抵抗不了车轮的冲击荷载。施工时,高强低噪音混凝土表层与本体混凝土路面使用 1 台滑模摊铺机湿接湿 1 次摊铺,不采用振捣密实,而采用均匀夯实方式,摊铺后洒超缓凝剂,在 24 h 之内用机械刷刷掉砂浆表层,裸露粗集料。

水泥混凝土路面刚性路面追求的噪音标准与沥青混凝土路面相同。并认为沥青混凝土路面的噪音标准是可以接受的。这里涉及到一系列路面噪音的检测方法、标准及其噪音大小的相关规定。

这种降低噪音的技术对粗集料品质要求与沥青混凝土路面是相同的,对裸露的粗集料同样有抗滑和抗磨光的要求,需要使用玄武岩、辉绿岩等高耐磨和高抗磨光的粗集料。其次,裸露粗集料的刚性路面对混凝土抗压强度要求很高,必须是 C70 以上的高强混凝土才能抵抗车轮的强大冲击脱落作用。另外,为了保证平整度,裸露的粗集料表面必须足够平整,不得使用振捣棒插入振捣。

文章编号: 0451-0712(2004)07-0053-03

中图分类号: U414.18 文献标识码: B

高寒地区水泥混凝土路面配合比设计

赵尚传¹, 周正德², 王建良², 朱建平²

(1. 交通部公路科学研究所 北京市 100088; 2. 青海省公路建设管理局 西宁市 810008)

摘 要: 针对高寒地区的气候特点, 从减小收缩、防止断板、提高抗冻性能的角度, 论述了水泥混凝土路面配合比设计中应该注意的问题。

关键词: 高寒地区; 水泥混凝土路面; 配合比设计

高寒地区的气候特点一般干燥多风, 寒冷缺氧, 冬长夏短, 四季不分明, 地区降雨分布差异显著, 空气稀薄缺氧, 含氧量比海平面少 30% 左右, 昼夜温差和年温差极大, 以青海省 214 线姜清段为例, 年温差可达 60~70 °C, 气候条件非常恶劣, 给水泥混凝土路面施工和正常使用带来了严峻的考验。214 线水泥混凝土路面施工配制强度一般要求不低于 5.0 MPa, 采用现在生产的水泥以及外加剂技术很容易做到。控制水泥混凝土的弯拉强度已经不是 214 线水泥混凝土路面配合比设计的难点, 而适应 214 线高寒的气候特点, 减少施工过程的断板率、提高路面抗冻耐久性、保证路面良好的使用状态才是高寒地区水泥混凝土路面配合比设计中的重点。

1 材料选择

1.1 水泥

引气混凝土的配制应采用不低于 32.5 级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥, 不宜采用矿渣硅酸盐水泥和粉煤灰水泥。因为矿渣和粉煤灰能大幅度降低水泥混凝土的含气量, 而矿渣水泥和粉煤灰水泥中的矿渣和粉煤灰的含量难以确定, 而且各批次又不一致, 这为确定引气剂的合理掺量带来困难。如确需掺加粉煤灰或矿渣, 可以采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥掺加粉煤灰或矿渣的方法, 根据需要确定粉煤灰或矿渣的掺量, 然后掺加引气剂。此时, 引气剂的掺量需增加, 增加量视粉煤灰或矿渣掺量而定, 此时采用的水泥标号应不低于 42.5 级。

收稿日期: 2004-03-16

裸露粗集料的降低噪音的主要原理: 一是, 汽车发动机噪音的漫反射; 二是, 车轮与路面气流旋涡的不规则干涉耗散, 降低噪音。

噪音作为舒适性的一项内容, 在我国目前尚未提到议事日程, 原因是我国对高速公路噪音标准没有强制规定。在某些发达国家则不同, 高速公路上产生的噪音是有强制性标准要求的, 不在路面上降低噪音, 就必须在高速公路两侧设置隔音设施。在某些场合, 路面降低噪音的代价要小于在高速公路两侧设置隔音墙等工程设施。

高速公路低噪音水泥混凝土路面的理论、施工技术和实现方式, 我国已经掌握。问题是目前除了市政路面外公路工程上尚未有需求。一旦有此需求, 就

可以使用滑模摊铺机来生产。

参考文献:

- [1] Michael S Janoff. Pavement Smoothness. NAPA, 1994.
- [2] M D Jane. Low Noise Concrete Pavement. 7 International Road Conference, 1992.
- [3] JTG D40-2002, 公路水泥混凝土路面设计规范[S].
- [4] JTG F30-2003, 公路水泥混凝土路面施工技术规范[S].
- [5] JTJ/T 037.1-2000, 公路水泥混凝土路面滑模施工规程[S].
- [6] 傅智. 高速公路滑模摊铺水泥混凝土路面平整度研究[J]. 公路, 1997, (4).
- [7] 傅智. 水泥混凝土路面舒适性研究[J]. 公路, 2000, (1).