

Study on Pavement Performance Assessment Method and Standard of Highway Airstrip Asphalt Pavement

Baohua Shi¹, Wei Ren¹, Peng Deng^{1*}, Yong Shen², Bing Cao³

¹Aerospace Engineering College, Airforce Engineering University, Xi'an Shaanxi

²Air Force Shenyang Logistics Training Base, Shenyang Liaoning

³China Railway No. 5 Engineering Group, Overseas Company, Guiyang Guizhou
Email: sbh12345@126.com, *1924717623@qq.com

Received: Jun. 28th, 2017; accepted: Jul. 14th, 2017; published: Jul. 17th, 2017

Abstract

Highway airstrip asphalt as an alternate airport must be on-site testing and assessment of pavement performance before enabling. According to the current situation and the actual situation of highway runway, the road performance test and assessment method, civil aviation and military airport are selected to improve the current situation of highway runway pavement performance evaluation method and standard. Using Pavement Condition Index, International Roughness Index, Side-way Force Coefficient, Structure Strength Index as the evaluation indexes of Highway airstrip asphalt pavement. Site test of the domestic representative of the four highway runway, the data analysis, the highway runway asphalt pavement performance evaluation index grading standard recommended value. For the wartime to enable the highway runway provides a reference.

Keywords

Road Engineering, Highway Airstrip, Asphalt Pavement, Assessment Method, Evaluation Standard

公路飞机跑道沥青道面使用性能评测方法与标准研究

史保华¹, 任伟¹, 邓鹏^{1*}, 沈勇², 操兵³

¹空军工程大学, 航空航天工程学院, 陕西 西安

²空军沈阳后勤训练基地, 辽宁 沈阳

³中铁五局海外公司, 贵州 贵阳

Email: sbh12345@126.com, *1924717623@qq.com

*通讯作者。

收稿日期：2017年6月28日；录用日期：2017年7月14日；发布日期：2017年7月17日

摘要

公路飞机跑道(以下简称公路跑道)作为备用机场,启用之前必须对道面使用性能状况进行现场测试与评价。针对目前公路跑道沥青道面性能评测方法和标准在国内尚未有明确规定的现状,基于公路跑道的使用要求与实测情况,通过对比公路、民航以及军用机场的道面性能检测及评价方法,选择以道面状况指数 PCI 、国际平整度指数 IRI 、横向力系数 SFC 、强度指数法 SSI 作为公路跑道道面使用性能的主要评估指标。现场测试国内具有代表性的四条公路跑道,进行数据分析,得到公路跑道沥青道面使用各性能评价指标的分级标准建议值。为战时启用公路跑道提供了参考。

关键词

道路工程, 公路跑道, 沥青道面, 评价方法, 评价标准

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

公路跑道是以高速公路为基道,供战时或特殊情况下飞机起降的预备跑道,它作为一种便于伪装、经济性好的特殊机场形式,逐渐成为我国军用机场体系的重要组成部分[1]。公路跑道道面在使用过程中会因多种因素的影响而逐渐劣化,如车辆超载、雨雪侵蚀、温度变化等[2]。在启用公路跑道前,为保证飞机的使用安全,必须对道面相关性能指标进行现场测试,并做出科学评价。因而公路跑道沥青道面评测方法和评价标准的研究成为一个十分重要的课题。

从上世纪七十年代开始,我国就开始修建自己的公路跑道,然而到现在与之配套的道面性能检测方法和评价标准依旧空缺。相关研究成果主要集中在公路工程 and 机场工程方面[3] [4] [5],《公路沥青路面养护技术规范》(JTJ 073.2-2001)和《公路技术状况评定标准》(JTG H20-2007)对公路沥青道面检测与评价给出了详细的标准与规程,包括各性能指标的测试方法,检测设备,评价参数的选取与计算等;《民用机场道面评价管理技术规范》(MH/T 5024-2009)详细阐述了机场道面现场测试的多种方法及评价标准。目前国内对公路跑道的研究主要集中在建设和管理措施上[6],如荣先文从我国公路跑道建设及使用管理情况的综合分析入手,梳理了我国公路跑道建设的主要特点,指出了当前存在的一系列矛盾和问题,提出了加强公路跑道建设管理的对策措施[7];李晓庆,郑汝海针对高速公路跑道建设的现状,从公路跑道的建设和养护管理方面进行分析,指出高速公路飞机跑道建成后,要及时完善各项保障措施,加强管理养护工作[8]。

本文选取国内具有代表性的四条公路跑道,根据其道面的损坏情况,初步提出了公路跑道沥青道面使用性能评价指标。结合公路跑道的特点和使用要求,系统分析了公路、民用机场以及军用机场道面性能的评测方法与评价标准,确定公路跑道沥青道面最佳评价方法。最后对四条跑道道面进行实测,通过数据分析,得到公路跑道沥青道面性能评价标准建议值。为公路跑道道面性能评价体系的建立奠定了理论基础,为战时启用公路跑道提供了参考。

2. 评价指标的确定

本研究通过实测与调研,收集了国内多条公路跑道道面性能的相关资料。本文选取四条具有代表性的公路跑道进行数据分析,四条沥青道面的使用年数、性能状况和交通量上存在一定的梯度关系,能够代表不同时间段公路跑道性能状况,具有一定的参考价值。为简便描述及保密需要,分别以路段 1、路段 2、路段 3 和路段 4 表示四条公路跑道,并将其使用情况汇总至表 1。

分析检测收集到的路段 1、路段 2、路段 3 和路段 4 表面情况,其主要损坏类型有裂缝、轮辙、泛油、疲劳损坏、沉陷和松散,见表 2。

根据表 2 中四条公路跑道道面损坏类型的统计结果可以发现,现有公路跑道沥青道面的损坏类型在与沥青道面常见的损坏类型基本一致,参考公路、民航机场及军用机场道面性能评价指标,确定公路跑道沥青道面性能应主要包括四个指标:表面损坏状况、平整度、抗滑性能和承载力。

3. 评测方法与评价标准的确定

3.1. 道面损坏状况

3.1.1. 表面损坏的检测和评价方法

道面损坏状况直接影响公路跑道的使用质量和安全,决定跑道对汽车、飞机的服务能力。《军用机场水泥道面使用性能评定标准》(GJB 2264-1995)中以人工目测作为军用机场水泥混凝土道面表面状况的调查方法,采用水泥混凝土道面破损指数作为其道面破损的评价方法,目前还没有机场沥青道面评价方法。《民用机场道面评价管理技术规范》(MH/T 5024-2009)和《公路沥青路面养护技术规范》(JTJ 073.2-2001)中规定以智能图像扫描车作为道面状况检测手段收集道面破损数据,以道面状况指数 *PCI* 作为道面损坏状况的评价方法。

Table 1. The design and use of each road

表 1. 各路段设计及使用情况

指标	路段 1	路段 2	路段 3	路段 4
设计弯沉(mm)	0.162	0.245	0.251	0.231
设计年限	15	15	15	15
已使用年数	2	3	6	5
设计轴次(万次)	1500	778.5	769	1194
已运行次数(万次)	138	131.4	253	404
交通增长率	8%	9.3%	9%	10.6%
直线段长度(m)	2200	2700	2800	2700

Table 2. The damage types of road surface

表 2. 各段道面损坏类型情况汇总

路段	裂缝	轮辙	泛油	疲劳损坏	沉陷	松散
路段 1	*	/	/	/	/	/
路段 2	**	*	*	*	*	*
路段 3	**	*	*	*	**	*
路段 4	**	**	**	**	*	*

表中:“*”表示该种破坏类型存在,“**”表示该种破坏类型广泛存在。

军用机场的道面破损指数法以人工目测法作为调查手段，主观性较强，检测速度慢，且其计算过程中以水泥道面板块作为计量单位，该方法难以在沥青道面中使用。而公路和民航部门的 *PCI* 道面状况指数评价法以道面智能扫描车作为测试手段，测试速度快、精确度高且全智能操作，能够精确的得到道面表面裂缝、微变形等状况，并可自行计算面积和 *PCI* 指数。因此，推荐以智能检测车作为公路跑道沥青道面损坏状况的检测方法，以道面破损指数 *PCI* 作为评价指标，与公路和民航系统接轨。

3.1.2. 道面损坏状况的评价标准

采用 ZY-RTM3 型智能路面测试车对四条跑道全路面进行测试扫描，根据各道面表面损坏数据，分别计算各路段 *PCI* 指数，计算结果汇总于表 3。

从计算结果可以看出，各路段 *PCI* 指数普遍较高，按照公路和民航的标准，其评价结果分别为：“优”，“优”，“良”，“良”，与各跑道的实际情况相符。对公路跑道而言，在应急启用时其表面状况可采取修补等应急措施进行快速处理，在使用性能综合评价中权重较低。而平时作为高速公路使用时，对表面要求相对较高，可依据公路和民航标准。因此，建议采用公路和民航的标准作为公路跑道沥青道面表面损坏状况评价标准，其标准见表 4。

3.2. 平整度

3.2.1. 平整度的检测和评价方法

《公路沥青路面养护技术规范》(JTJ 073.2-2001)中以路面行驶质量指数 *RQI* 作为公路沥青路面运行适量的评价方法，其大小由国际平整度指数 *IRI* 进行计算；《民用机场道面评价管理技术规范》(MH/T 5024-2009)则提出直接以国际平整度指数 *IRI* 作为道面运行质量的评价方法；《军用机场标准》中规定其平整度的测试方法为 3 米直尺法，以直尺下最大间距作为平整度评价方法。

公路路面行驶质量指数 *RQI* 和民用机场国际平整度指数 *IRI* 的道面平整度评价方法均需要以 *IRI* 的测试结果作为依据，其测试设备是激光平整度仪，对道面高程识别精确、测试过程快速连续。而军用机场道面平整度测试中普遍使用的 3 米直尺法，测试结果为最大间隙，与公路和民航的标准没有对比性，测试速度慢、测试结果误差大，且在公路跑道沥青道面平整度测试过程中，待测道面依然处于部分通行状态，使用 3 米直尺法进行测试难以保障操作人员的安全。因此，推荐采用激光平整度仪测试公路飞机跑道沥青道面平整度，以国际平整度指数 *IRI* 作为平整度的评价指标。

3.2.2. 平整度评价标准

采用车载式激光平整度仪对道面平整度进行了检测，根据实测数据，对四条道面的平整度指数 *IRI* 进行分析，其结果见表 5。

由表 5 数据分析结果对比表 1 各道面的使用情况可以发现，道面平整度指数 *IRI* 随着使用年限以及

Table 3. The value of Pavement Condition Index for each road

表 3. 各路段 *PCI* 指数

路段	路段 1	路段 2	路段 3	路段 4
<i>PCI</i>	98.1	91.6	82.3	80.5

Table 4. The Pavement Condition Index evaluation standard of highway runway asphalt pavement (suggestive value)

表 4. 公路跑道沥青道面状况指数 *PCI* 评价标准(建议值)

道面损坏等级	优	良	中	次	差
<i>PCI</i>	≥85	[70 85)	[55 70)	[40 55)	<40

Table 5. The average of the International Roughness Index for each road
表 5. 各段道面平整度均值

路段		IRI 均值(m/km)	
路段 1	上行	1.300	1.302
	下行	1.305	
路段 2	上行	3.240	3.200
	下行	3.160	
路段 3	上行	4.830	4.645
	下行	4.460	
路段 4	上行	5.640	5.420
	下行	5.200	

交通量的增加逐渐增大，道面平整度水平逐渐降低。具体分析如下：

1) 路段 2 与路段 1 已通行交通量基本相同，但二者平整度指数相差较大。主要有两方面原因：一是路段 1 是严格按照公路飞机跑道一级甲类标准设计，其设计标准相对较高道面初始性能好；二是路段 2 路面所在地属于重要的能源输出通道，其交通量组成中，中型以上货车的比例占到了约 48%，重载对道面的损坏较大。

2) 路段 2 与路段 3 道面相比，在使用时间和交通量上均相当于路段 3 道面的一半，其平整度指数相对路段 3 明显较低，道面平整度状况更为优质，可以看出使用时间和交通量对道面平整度指数的明显影响。

3) 路段 4 与路段 3 相比，虽然通车时间比路段 3 少一年，但是交通量多于路段 3 约 150 万次，交通量的巨大差异造成了其平整度指数的差距。

通过分析可知，道面设计标准、通行时间和已运行当量轴次对道面平整度指数都会产生显著影响。公路跑道满足飞机和汽车共用使用的特点，其平整度要求应明显高于公路的标准，但与民航机场沥青道面相比，飞机的运行次数、荷载均远低于民用机场，因此，其平整度标准可相对于民用机场降低。依据上述分析和现有数据样本，提出了表 6 的评价标准建议。

3.3. 抗滑能力

3.3.1. 抗滑能力的检测及评价方法

《公路沥青路面养护技术规范》中以横向力系数 SFC 和摆式摩擦仪摆值 BPN 作为路面抗滑性能的评价方法。根据《民用机场道面评价管理技术规范》，道面抗滑性能评定以摩擦系数为主，无法测定摩擦系数时，可用构造深度评价。

公路规范中虽然提供了横向力系数 SFC 和摆值 BPN 两种评价方法，但同时也明确了只有当不具备横向力系数的测试条件时才使用摆式仪法。民航机场的规范中，对道面抗滑性能的测试采用测试车法。可知，在抗滑性能检测手段上，公路和民航部门都更多的倾向于选择横向力系数测试车作为抗滑性能的测试手段，仅在不具备其测试条件时才使用摆式仪进行测试。综上分析，公路跑道沥青道面抗滑性能检测推荐采用横向力系数测试车进行检测，以横向力系数 SFC 作为公路飞机跑道沥青道面抗滑性能的评价方法。

3.3.2. 抗滑性能评价标准

为分析道面抗滑性能状况，实际采用 MU-METER 双轮式横向力系数测试车和摆式仪分别检测其抗滑性能，进行对比分析。

Table 6. The international roughness index evaluation standard of highway runway asphalt pavement (suggestive value)
表 6. 公路跑道沥青道面平整度指数 *IRI* 评价标准(建议值)

等级	优	良	中	差
<i>IRI</i>	≤3	(3 4]	(4 5]	>5

为了科学合理的提出公路飞机跑道沥青道面抗滑性能评价标准, 首先对现有四条道面的抗滑性能进行分析, 由测试数据中的各段道面横向力系数可方便求得 *SFC* 的均值, 但考虑到算术平均值不能充分体现各段道面中的薄弱部分, 且抗滑性能关系汽车和飞机的安全使用, 尤其对高速运行的飞机而言是非常重要的参数, 应通过更合理的数理统计对数据进行处理, 得到能够更客观反应道面抗滑性能的横向力系数代表值。

根据对历年全国代表性地区高速公路路面横向系数 *SFC* 的采样数据进行分布检验分析发现, 横向力系数的指标符合正态分布[9] [10], 考虑采样本数量的原因, 适合采用 *t* 分布单边置信度保证率系数计算 *SFC* 的值, 作为测试路段 *SFC* 的代表值, 其计算方法如下:

$$SFC_d = \overline{SFC} - \frac{t_\alpha}{\sqrt{n}} S \quad (1)$$

式中: SFC_d —— *SFC* 代表值;

\overline{SFC} —— *SFC* 平均值;

S —— 标准差;

n —— 检测点数;

t_α —— *t* 分布表中随测点数和保证率(置信度)而变的系数。

公路规范中将高速公路的保证率定为 95%, 考虑到抗滑性能对飞机运行的重要性, 将公路跑道的保证率确定为 99%。以此为基础对四条道面的横向力数据分析结果汇总于表 7。

由表 7 分析结果结合表 1 可知, 道面抗滑性能与道面使用年数及交通量有着明显的相关关系, 尤其是路段 4 与路段 3 的横向力系数差异, 二者通车时间相差一年, 但由于交通量的巨大差异, 路段 4 的横向力系数值明显低于路段 3, 这是因为沥青道面的表面抗滑性能的形成机理与沥青混合料集料的表面棱角有密切关系, 交通量的增大对集料的磨损显著提高, 导致道面表面纹理构造趋于平滑, 道面抗滑性能明显下降。

在进行公路跑道抗滑性能评价标准分析时, 必须考虑飞机高速、大荷载、作用次数少的使用特点。因此, 公路跑道沥青道面的抗滑性能应在公路标准的基础之上适当提高, 而公路飞机跑道在现实中仅在特殊情况才临时启用, 其交通量决定其对道面抗滑性能的要求可相对民航机场适当降低。结合上述分析和现有测试数据的计算结果, 参考公路和民航的分级标准, 建议将公路跑道沥青道面横向力系数评价标准确定见表 8。

考虑到公路跑道用作机场道面的紧急性和临时性, 在无横向力检测条件的情况下, 可能采用摆式仪进行应急检测的对策, 为增加评价标准的实用性, 结合路段 1 跑道的实测数据对摆式仪摆值和横向力系数测试车的测试结果进行了拟合, 表明二者的测试结果具有很好的线性相关性, 其拟合结果见图 1。

通过对路段 1 公路飞机跑道实测数据进行拟合, 得到了横向力系数 *SFC* 与摆式仪摆值 *BPN* 之间的函数关系为:

$$\begin{aligned} y_{SFC} &= 1.3655BPN - 13.091 \\ R^2 &= 0.9458 \end{aligned} \quad (2)$$

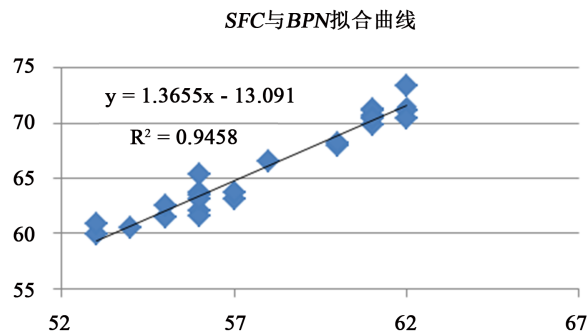


Figure 1. Fitting relationship of SFC and BPN

图 1. SFC 与 BPN 拟合关系

Table 7. The value of Side-way Force Coefficient for each road

表 7. 各路段 SFC 代表值

路段	SFC 代表值	
路段 1	上行	57.53
	下行	55.10
路段 2	上行	53.50
	下行	52.15
路段 3	上行	45.39
	下行	46.28
路段 4	上行	38.83
	下行	36.27

Table 8. The side-way force coefficient evaluation standard of highway runway asphalt pavement (suggestive value)

表 8. 公路飞机跑道沥青道面 SFC 评价标准(建议值)

评价等级	优	良	中	差
SFC	≥ 55	[45 55)	[35 45)	< 35

通过拟合公式建立的摆值与横向力系数之间的关系可以使得在不具备道面横向力系数测试条件时，依然能够获取对应的当量横向力系数值，保证了评价标准的实用性。

3.4. 承载能力

3.4.1. 承载力的检测及评价方法

军用机场使用质量评定标准中，机场道面结构承载能力评定可采用 ACN-PCN 方法和道面剩余寿命估计的方法；《公路沥青路面养护技术规范》通过路面弯沉进行评价，采用强度指数 SSI 作为公路沥青路面的强度评价方法。ACN-PCN 方法评定道面承载强度，仅能进行横向数值对比，确定道面对当前飞机型号的适应性，一般适用于刚性道面。因此，推荐使用落锤式弯沉仪作为公路跑道沥青道面弯沉的检测技术，引用了公路规范中的强度指数法对公路跑道沥青道面强度进行评价。

3.4.2. 道面承载能力评价标准

公路跑道沥青道面承载能力与平整度、抗滑性能等指标有明显差别，平整度和抗滑性能更多体现在

道面表层的性质上,性能出现下降时,可以通过相对简单的手段进行恢复或提高,而道面弯沉是一个“终身性”的性能,在道面不进行大修的情况下,一般道面弯沉是一个随时间的变化量,不能像平整度和抗滑性那样,性能指标能够通过面层处理得到显著改善。因此,对公路跑道沥青道面承载力的评定必须首先对道面弯沉的变化规律进行分析,得到其对于使用时间的变化规律,才能够对不同使用年限的道面进行强度评定。通过查阅文献[11]可知,沥青道面弯沉的变化曲线呈“勺子形”,见图2,一般可分为如下三个阶段:

结合现有四条道面数据的使用年数可以发现,路段1高速道面应处于弯沉变化第一阶段的末期,属于最大刚度状态;路段2道面处于第二阶段的中期,弯沉迅速增长;路段3和路段4处于第三阶段,道面结构整体趋于稳定。因此在确定道面强度指数的评价标准时,应根据四条道面所处状态合理确定分级点。

利用 Dynatest 8000 型落锤式弯沉仪对道面弯沉进行检测,路段1、路段2、路段3和路段4道面强度指数计算结果汇总于表9。

由表9分析结果结合表1,可以发现:路段1强度指数远大于其他余路段,首先是因为路段1自身道面结构层厚度较大,其次路段1处于弯沉变化的第一阶段末期,属于道面刚度的最大状态;路段2处于弯沉变化第二阶段的中期,虽然道面弯沉依然小于设计弯沉,但其强度指数与第一阶段的路段1相比已明显下降,道面弯沉明显增大,这与弯沉变化规律是相符的;路段3处于弯沉变化的第三阶段,道面弯沉的快速增长基本停止,整体处于弯沉增长后的稳定阶段,因此,其道面强度指数较第二阶段的路段2有大幅度下降,表明其道面弯沉经历了全过程的快速生长期;路段4虽然交通量相对路段3大很多,但路段4设计轴载次数也大,且路段4运行5年刚过了道面弯沉增长期,其实测弯沉代表值与设计弯沉极为接近,这与前面分析的结论是一致的。

在公路飞机跑道使用过程中,其道面受荷载情况可以大致分为两种:一是在平时以汽车荷载为主,交通量大,道面承载力不足会导致道面结构内部较早出现疲劳裂缝,裂缝自下而上发展逐渐在表层出现;二是临时启用,作为飞机跑道,此时期道面受飞机起飞降落产生的冲击荷载和水平运动荷载共同作用,尤其是冲击荷载,其作用力对道面产生的竖向冲击作用在道面承载力不足的情况下极易使道面表面先出现裂缝,在水损坏等作用下裂缝自上而下发展,破坏道面结构内部,造成承载力进一步下降形成恶性循环。因此,公路飞机跑道沥青道面的承载力要求应相对于公路的标准适当提高,本研究根据这一思想,结合公路路面强度指数评价标准,依据现有四条道面测试数据的分析,公路跑道沥青道面强度指数的评价标准建议值列于表10。

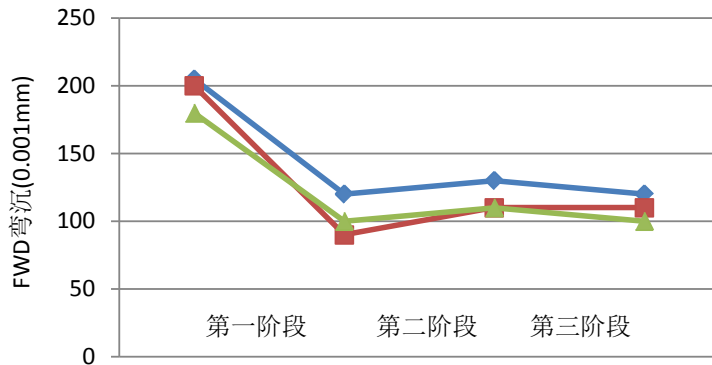


Figure 2. The deflection curve of asphalt pavement

图2. 沥青路面弯沉变化曲线

Table 9. The value of Structure Strength Index for each road
表 9. 各路段强度指数

路段	弯沉代表值	SSI	
路段 1	上行弯沉代表值: 90.110	1.80	1.78
	下行弯沉代表值: 91.920	1.76	
路段 2	上行弯沉代表值: 164.85	1.49	1.51
	下行弯沉代表值: 159.73	1.53	
路段 3	上行弯沉代表值: 337.01	0.74	0.78
	下行弯沉代表值: 305.25	0.82	
路段 4	上行弯沉代表值: 243.82	0.95	0.96
	下行弯沉代表值: 239.27	0.97	

Table 10. The Structure Strength Index evaluation standard of highway runway asphalt pavement (suggestive value)
表 10. 公路飞机跑道沥青道面 SSI 评价标准(建议值)

等级	优	良	中	差
SSI	≥1.5	[1 1.5)	[0.75 1)	<0.75

4. 结语

1) 根据实测和调研收集的数据归纳公路跑道沥青道面出现的主要损坏类型,通过分析各损坏类型对道面性能的影响,确定了公路跑道沥青道面使用性能的主要评价指标。

2) 根据确定的评价指标对国内四条高速公路跑道进行指标现场测试,通过对各道面使用现状及性能数据的分析,结合公路和民航的相关规范、标准和公路跑道的使用特点提出了公路跑道沥青道面的表面损坏状况、平整度、抗滑性能和承载力等指标的检测方法 & 评价标准建议值,具有一定的参考价值。

3) 本研究所获得的各道面性能数据,在检测手段上以公路的检测手段为主,其测试结果相对飞机使用而言标准偏松,虽然建议值提高和严格了评价标准,但由于测试数据量的限制,评价标准分级可能存在不够客观或者片面性,仅能作为参考意见,我们将在课题后期,通过更多的调研采样和测试,进行更深入的分析研究,通过大量的数据分析,提出评价指标更为合理的标准值。

基金项目

国家交通战备科研项目(JTZB2014-01)。

参考文献 (References)

- [1] 赵磊, 史保华, 许巍, 等. 公路飞机跑道建设的现状与发展[J]. 军事交通学院学报, 2010, 12(6): 18-21.
- [2] 史保华, 操兵, 许巍, 等. 公路飞机跑道水泥混凝土道面静载承载能力研究[J]. 科学技术与工程, 2016(1): 136-140.
- [3] 邵腊庚, 廉向东, 等. 广西百罗高速公路沥青路面早期破坏原因分析与处置对策[J]. 中外公路, 2015(1): 23-25.
- [4] 胡群芳, 刘文, 李清富. 公路沥青路面使用性能灰色综合评估[J]. 公路交通科技, 2006, 23(1): 12-15.
- [5] 方彪. 无锡机场沥青道面使用性能评价及维护对策研究[J]. 城市建筑, 2016(15): 377.
- [6] 周桂新. 浅谈高速公路军用飞机跑道建设及养护管理[J]. 甘肃科技, 2003, 19(9): 102-103.
- [7] 宋先文. 公路飞机跑道建设管理的现状、特点及对策措施[J]. 国防, 2015, 1(34): 66-68.

- [8] 李晓庆, 郑汝海. 加快高速公路飞机跑道的建设及管理[J]. 山西建筑, 2007, 33(28): 284-285.
- [9] 孙家伟. 浅议沥青混凝土路面抗滑指标[J]. 公路, 2006(8): 270-272.
- [10] 王蒙, 何艳. 市政道路沥青混凝土路面使用性能评价研究[J]. 城市道桥与防洪, 2016(11): 123-126.
- [11] 王丹, 华泽峰, 王守立. 路面弯沉变化规律及检测[J]. 辽宁交通技术, 2006(1): 44-46.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojtt@hanspub.org