

沥青混凝土面层压实度双控指标在实际工程中的应用研究

陈昕

镇江市交通运输综合行政执法支队

摘要：以实验室标准密度与最大理论相对密度作为沥青路面压实度施工质量的评定标准已广泛应用于目前工程建设中。本文结合目前在建公路工程实际，开展了对沥青面层压实度指标评定标准研究。通过研究表明，实验室标准密度（马歇尔标准密度）在实际运用中存在较多局限，无法严谨正确评定路面压实度实际施工质量，而以最大理论相对密度作为各等级公路沥青路面压实度施工质量评定标准更加合理。

关键词：马歇尔标准密度；最大理论相对密度；空隙率；压实度；沥青路面

一、引言

随着交通现代化的快速发展，沥青路面施工质量一直是公路工程建设领域关注的重点，而压实度指标作为沥青路面施工质量的重要评判指标更是工程建设中重点控制的内容，根据目前我国行业规范《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1-2017）规定，高速公路、一级公路沥青路面压实度指标应选用实验室标准密度（马歇尔标准密度）与最大理论相对密度进行评定，以合格率低作为评定结果，其他等级公路选用1个标准（大部分工程选用马歇尔标准密度）进行评定。本文结合镇江市公路建设实际，从路面施工质量控制以及指导路面施工的角度出发，通过开展沥青路面压实度两种评定指标的相关研究，来评判实验室标准密度（马歇尔标准密度）与最大理论相对密度在实际应用中的优劣。

二、工程释义

试验室标准密度（马歇尔标准密度）：依据《沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20-2011）中T0702-2011击实法试验得出。用以室内模拟发生在实际沥青混凝土路面的压实度（该制作的芯样须满足沥青混合料其他体积指标的要求），为施工质量检验提供基础。最大理论相对密度概念：假设压实沥青混合料试件全部为矿料（包括矿料自身内部的孔隙）及沥青所占有的、空隙率为零的理想状态下的最大密度，依据《沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20-2011）中T0711-2011理论最大理论相对密度试验得出，是进行沥青混合料设计和施工质量控制的最关键的数据。根据现行规范（JTG F80/1-2017）中规定高速公路、一级公路沥青路面压实度应选用试验室标准密度与最大理论相对密度2个标准进行评定，以合格率低作为评定结果；其他公路选用1个标准进行评定，见表1。

表1 沥青混凝土面层实测项目

检查项目	规定值或允许偏差		检查方法和频率
	高速公路 一级公路	其他公路	
压实度（%）	≥试验室标准密度的96%（*98%） ≥最大理论密度的96%（*94%） ≥试验段密度的98%（*99%）		每200m测一点。核子（无核）密度仪每200m测1处，每处5点

注：表内压实度，高速公路、一级公路应选用2个标准评定，以合格率低作为评定结果；其他公路选用1个标准进行评定。带*者是指SMA路面。

三、马歇尔标准密度来评判压实度指标的局限

在目前工程实际中，沥青混凝土路面压实度检测指标经常出现超过100%的超密现象，与实际不吻合。因而，也说明了我们用试验室标准密度（马歇尔标准密度）来评定压实度存在局限。

（一）与沥青路面实际施工匹配程度低

马歇尔沥青混合料设计方法作为世界各国现行常用的设计方法已有半个多世纪，对混合料设计和沥青路面做出了应有的贡献，但是随着交通量、轮胎压力和轴载的迅速增长，以及“四新技术”的不断深入应用，这个带有经验性质的方法逐渐显出局限性。一方面，击实方法很容易将某些颗粒击碎或在分料时分料不均匀，从而改变混合料的级配；另一方面，击实方法不能模拟压路机和行车的揉搓碾压作用，与目前施工现场重型碾压设备与施工工艺的匹配性不足。

结合镇江市公路建设某合同段试铺段数据（见表2-4），通过数据可以发现，由于试验室内的马歇尔击实竖向冲击成型方式与现场揉搓/击振组合碾压成型方式的不同，其固定的击实功与实际现场的成型压力、碾压遍数等均存在较大差异，从而出现了采用马歇尔标准密度来评定压实度基本处于100%的超密状态，这与实际不吻合，因而用马歇尔标准密度来评判压实度指标缺乏一定的参考性。

表2 某合同段试铺段机械设备一览表

序号	机械设备名称	型号	产地	生产能力	数量（台/套）
1	沥青拌和楼（附有打印机）	玛连尼MAP4000型	意大利	400T	1
2	热储料仓		意大利	200T	1
3	沥青摊铺机	福格勒2100-3L	德国		2
4	沥青摊铺机	沃尔沃8820	瑞典		1
5	非接触式平衡梁		丹麦		2
6	双钢轮压路机14T	悍马HD138	德国		2
7	双钢轮压路机14T	戴纳派克CC624HF	瑞典		1
8	胶轮压路机	CLG6530	柳工		2
9	胶轮压路机	LRS230-2	洛工		1
10	装载机	ZL50	厦工		5
11	手扶式震动夯				1
12	运输车辆			40T	15
13	洒水车		东风	8T	1
14	森林灭火鼓风机				4

（二）马歇尔标准密度受人为了的影响因素大

马歇尔标准密度各个环节不可避免的会受人为了的影响，而这些影响对马歇尔密度的取值而言较为明显。例如稍稍降低试验室沥青混合料拌和温度和击实温度就可以得出较低的马歇尔密度。以这样的密度作为标准密度，即使压实度达到规范要求的标准，然而实际的路面密度仍偏低，空隙率偏大，因而存在部分施工单位有意降低拌和与压实温度，使标准马歇尔密度偏低，来提高沥青路面压实度现象，以普通的AC-20路面结构沥青混合料为例，见表5。

表5 现AC-20沥青混合料温度与马歇尔标准密度关系

AC-20（普通沥青）		
温度	135	145
马歇尔标准密度	2.382	2.395

表3 碾压方式组合

碾压组合	阶段	压路机类型	碾压遍数	碾压速度	遍数
组合 I (K1003+209.7~K1003+380)	初压	悍马HD138 (2台)	半幅碾压, 第1遍前静后振, 第2遍前后振	1.5~2km/h	2
	复压	CLG6530 (2台)	半幅碾压, 各碾压5遍	3.5~4.5km/h	5
		LRS230-2 (1台)	全幅碾压, 各碾压2遍	3.5~4.5km/h	2
	终压	CC624HF (1台)	全幅碾压, 静压2遍	2.0~3.0km/h	2
组合 II (CK0+197.3~CK0+374.6和AK1+300~AK1+408.1)	初压	悍马HD138 (2台)	全幅碾压, 第1台前静后振, 第2台前后振	1.5~2km/h	2
	复压	CLG6530 (2台)	半幅碾压, 各碾压4遍	3.5~4.5km/h	4
		LRS230-2 (1台)	全幅碾压, 各碾压2遍	3.5~4.5km/h	2
	终压	CC624HF (1台)	全幅碾压, 静压2遍	2.0~3.0km/h	2

表4 现场压实度检测结果汇总

取样位置		芯样高度(cm)	芯样密度(g/cm ³)	标准密度(g/cm ³)	旋转密度(g/cm ³)	最大理论密度(g/cm ³)	压实度(%)	
桩号	横距m						马歇尔	理论
K1003+330	1	8.4	2.412	2.416	2.441	2.542	99.8	94.9
K1003+330	5	8.4	2.441				101.0	96.0
K1003+330	7	8.2	2.409				99.7	94.8
K1003+330	8	8.5	2.445				101.2	96.2
K1003+330	9	9.2	2.433				100.7	95.7
K1003+260	1	8.5	2.468				102.2	97.1
K1003+260	3	8.4	2.466				102.1	97.0
K1003+260	5	8.4	2.434				100.7	95.8
K1003+260	7	8.3	2.482				102.7	97.6
K1003+260	9	8.6	2.489				103.0	97.9
组合 I 平均值		8.5	--				--	96.3
CK0+220	1.5	9.2	2.412	2.415	2.439	2.542	99.9	94.9
CK0+220	3.5	8.3	2.441				101.1	96.0
CK0+220	5.5	8.3	2.409				99.8	94.8
CK0+285	1.5	8.3	2.445				101.2	96.2
CK0+285	3.5	8.4	2.433				100.7	95.7
CK0+285	5.5	8.2	2.468				102.2	97.1
AK1+380	2	10.0	2.466				102.1	97.0
AK1+405	3.5	10.5	2.434				100.8	95.8
AK1+408	3.5	10	2.482				102.8	97.6
组合 II 平均值		9.0	--					
要求		≥7.6	--	--	--	--	≥98	93~97

当采用较低温度击实成型的马歇尔标准密度作为压实度控制指标时会造成路面强度偏低, 空隙率偏大, 从而进一步加快早期路面病害的发展。

(三) 低等级公路实际压实度指标合格率不足

根据目前我国行业规范《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1-2017) 要求, 绝大多数沥青路面马歇尔压实度是符合要求的, 但同样的工程如果采用最大理论相对密度作为压实度控制指标时, 就会存出现不合格的数值(见表6)。对高速公路及一级公路来说出现合格率低的多数为最大理论压实度, 这较为合理。但规范中对其他等级公路采用一个标准指标进行控制(一般实际过程中大多单位采用马歇尔压实度), 这不利于完全真实反映路面压实度及空隙率, 因而在对于二级及以下公路进行压实度质量控制时采用最大理论相对密度作为控制指标更加合理。

表6 镇江市某农村公路路面压实度指标合格率

路段	技术等级	采用马歇尔控制指标合格率	采用最大理论相对密度控制指标合格率
某农村公路	二级	100	98
某农村公路	二级	100	97
某农村公路	二级	100	100
某农村公路	二级	100	94

四、最大理论相对密度为压实度评定标准的现实意义

由于最大理论相对密度是假设压实沥青混合料试件全部为矿料(包括矿料自身内部的孔隙)及沥青所占有、空隙率为零的理想状态下所得出的最大密度。因而空隙率对沥青路面的影

(下转第152页)

保护为中心, 构筑“生态修复、生态治理、生态保护”三道防线, 坚持城镇污水、垃圾、河道、乡村环境同步治理, 控制排污总量。对于被侵占的河道, 一律采取退耕还河, 建立河道水草生物缓冲区域, 建立必要的生态环保小流域, 打造生态廊道。

(六) 持续推进河道治理工作

要持续推进河道整治工作, 始终秉持“人水和谐, 治理一段达标一段”的工作思路, 全面汇聚多方力量、资金与资源开展治理工作, 保证河道能按照规划要求, 实现调控河势、防御灾害的目标, 进一步提升河道整治工程创造的效益^[4]。

三、结束语

加强河道管理是促进经济社会全面协调发展的必然要求, 也是增强其防洪减灾能力的重要基础。只有管好河道、用好河

道, 才能维护河流健康, 将其防洪减灾功能充分发挥出来。

参考文献

- [1] 张鑫鑫. 加强河道整治工程施工管理的措施[J]. 时代农机, 2018, 46(7): 153-154.
- [2] 陈德忠. 水利河道管理中的安全责任及治理措施[J]. 区域治理, 2018(48): 155-157.
- [3] 牟毓. 河道治理措施探讨[J]. 工程建设与设计, 2018(18): 104-105.
- [4] 刘文星. 新时期河道管理行业加强思政工作的策略探讨[J]. 智库时代, 2018(41): 30+32.
- [5] 袁鹏, 刘凡, 裴素祥, 陈业芹. 农村生态河道治理模式探究[J]. 治淮, 2018(09): 45-47.

(上接第86页)

响是我们不可忽视的一个重要因素。

(一) 空隙率影响路面沥青使用性能

空隙率即整体压实混合料内矿料及沥青以外的空隙占混合料总体积的百分率。结合工程实际, 沥青混合料的透水性随着空隙率的增大而增加, 试验表明当混合料空隙率小于8%时, 沥青面层透水系数较小; 当空隙率大于8%时, 路面透水系数急剧增长, 路面的透水性随之增大。路面透水性与空隙率的关系意味着具有较大空隙率的沥青混合料面临着更加苛刻的水侵蚀, 将直接关系到路面的使用状况。目前镇江市高等级沥青路面普遍采用SUP型沥青混凝土面层, 其设计空隙率约在4%左右, 考虑达到规范要求的96%压实度后, 路面建成时的空隙率正好达到8%左右, 使刚建成的路面正好处于透水性的分界值。这种设计既满足了规范要求, 又对实际施工有着重要的指导作用。

同时混空隙率对沥青与集料的黏附性也同样影响很大, 结合实际工程试验数据, 当沥青面层的空隙率小于4%时, 混合料空隙不连通, 基本上已经不怎么透水; 而当沥青面层的空隙率大于8%时, 混合料内的空隙相互连通, 水可以自由地在沥青层内流动。因此, 沥青面层的空隙率较大且透水时, 空气、水更容易进入沥青路面的结构层, 致使路面结构层中的沥青在氧气、水以及温度的作用下发生化学反应, 从而导致沥青性能劣化, 发硬变脆失去黏性, 粘结力下降, 最终导致路面损坏。

(二) 空隙率影响沥青路面强度

沥青混凝土路面直接承受着车辆荷载和自然环境的双重影响作用, 沥青路面强度取决于本身的骨架结构、材料设计等因素, 因而沥青混合料的力学性能是路面设计中重要内容之一。结合工程实际, 混合料空隙率越大, 混合料的实际有效厚度就会越小, 整体抗力也会越低。同时空隙率增大时, 则沥青混合

料中集料间的接触点也会相应减少, 影响了沥青混合料的力学性能, 从而也严重的影响了沥青混凝土路面强度。

因此空隙率大小不仅影响着路面结构中沥青的使用性能, 更影响了沥青路面强度。而以假设空隙率为零理想状态下所得出的最大理论相对密度为标准来评判路面压实度显得更加科学、准确, 并能更好的指导实际施工。

五、结语

沥青路面压实度的双控评定指标已普遍应用于公路工程建设中, 并且在沥青路面施工质量控制中发挥了重要的作用。通过本文的分析可知, 以试验室马歇尔标准密度作为压实度的评定指标显得单一且局限; 在实际沥青路面的压实度评定中, 无论是对高速公路、一级公路还是其他等级公路沥青路面, 以最大理论相对密度为标准来评判实际压实度不仅能够反应实际压实度指标的大小, 还能了解路面的空隙率指标, 能更加科学的反映路面的实际施工质量, 从而能更好的为工程建设、管理、养护等提供决策依据。

参考文献

- [1] 黄国章. 关于道路工程施工质量“双控指标”应用的探讨[J]. 福建建设科技, 1997(3): 21-22.
- [2] 王峰娟. 公路工程沥青路面施工技术与管理策略[J]. 交通标化, 2014(08): 39-41.
- [3] 卜宗. 公路工程沥青路面施工技术及其质量控制研究[J]. 交通世界(建养机械), 2015(1): 118-119.
- [4] 卢保伟. 公路工程沥青路面施工技术与管理[J]. 交通科技, 2013(06): 52-54.
- [5] 卓佳. 高速公路沥青路面压实度控制现状及其控制措施[J]. 科技创新导报, 2011(19): 65-65.
- [6] 王伟, 赵军军, 王志美. 高速公路沥青路面压实度控制现状及措施[J]. 交通标准化, 2011(14): 79-83.