

文章编号:0451-0712(2006)08-0172-04

中图分类号:U416.03

文献标识码:B

沥青混凝土路面试验检测抽样方案的研究

扈惠敏¹, 沙爱民²

(1. 合肥工业大学 合肥市 230009; 2. 长安大学 西安市 710064)

摘 要: 在沥青混凝土路面施工质量控制过程中,通过对技术指标的试验检测,做出质量等级或合格与否的判断。技术指标试验检测的抽样方案,直接影响判断的结论。本文根据抽样检验理论并结合沥青混凝土路面质量控制特性分析压实度、混合料级配等关键指标的抽样方案,其结果可为沥青混凝土路面施工质量控制及技术规范的修订提供参考。

关键词: 沥青混凝土路面; 质量控制; 技术指标; 抽样方案

1 质量检验与抽样检验理论

对实体(工程)的一种或多种质量特性进行诸如测量、检查、试验、度量,并将结果与规定的质量要求进行比较,以确定各个质量特性的符合性的活动称为检验。质量检验的作用是:质量检验的结论可作为工程质量验证及确认的依据;质量问题的预防与把关;质量信息的反馈。

质量检验的类型在公路工程中可分为:(1)原材料、半成品的检验(类似于加工过程的进货检验);(2)工序检验,在施工、生产现场进行的对工序半成品的检验,其目的在于防止不合格半成品流入下一道工序,判断工序质量是否稳定,是否满足工序规格

要求;(3)成品检验,对已完工程的验收检验,成品检验是工程质量的最后检验,也比较全面。

按检验对象的数量,质量检验分为抽样检验与全数检验。抽样检验是根据统计原理,按照规定的方案,从一批产品中随机抽取部分产品进行检查,根据检查结果来判断这一批产品是否合格的一种质量管理方法。在公路工程施工中使用抽样检验的质量控制及评定方法。

制定产品的抽样检验方案时,要涉及4个关键参数 α 、 β 、 p_0 和 p_1 。既然抽样检验是由部分产品(样本)的质量情况推断产品批量的质量情况,推断错误在所难免。在抽样检验过程中,存在两类错误,即:本

收稿日期:2006-03-30

Experimental Research on Road Performance of
Gilsonite Modified Asphalt Mixtures

WU Kuang-huai¹, LUN Xing²

(1. College of Civil Eng., Guangzhou University, Guangzhou 510405, China;
2. Guangzhou Xinyue Asphalt Company Limited, Guangzhou 510101, China)

Abstract: In this paper, Gilsonite modified asphalt mixtures are manufactured by various dosage of Gilsonite being added during the dry cycle of the mixing procedure onto the hot aggregate rocks before bitumen being added, and then the Gilsonite modified asphalt mixtures are researched on their road performance. Test results show that the high temperature stability of mixture after proper dosage of Gilsonite being added as modifier is markedly enhanced, the low temperature performance of the mixture is also improved, and its property of resistance to water induced damage is fine.

Key words: Gilsonite; asphalt mixture; road performance

来应该判为合格的产品被错判为不合格,这种错误称为第一类错误,出现的概率记为 α ;另一种是应该判为不合格的产品被错判为合格,称之为第二类错误,出现的概率记为 β 。 α 又称为生产方(承包人)风险,这种错判将给生产方(承包人)带来损失。 β 又称为用户方(业主)风险,这种错判将给用户方(业主)带来损失。在抽样检验中要绝对避免这两类错误是不可能的,但控制这两类错误发生的概率是可能的。指定抽样检验方案的目的,就是要在控制 α 和 β 的前提下确定合理的抽取样本容量 n 以及 A_c 与 R_c 。 α 与 β 的取值要由生产方和用户方协商确定,一般 α 取为0.01、0.05、0.1; β 取为0.05、0.10、0.20。

参数 p_0 称为合格质量水平(Acceptable Quality Level),又记为AQL。它是生产方可接受的不合格品率的上限值,即当不合格品率 $p \leq p_0$ 时,认为是高质量的产品,这时应以高概率接受这批被检验的产品,以保护厂方(承包人)利益。 p_1 称为极限质量水平(Limiting Quality Level),它是用户方不能接受的不合格品率的下限值,即当不合格品率 $p \geq p_1$ 时,认为是低质量的产品,这时应以低概率接受这批被检验的产品,以保护消费者(业主)的利益。

相应于合格质量水平的拒收风险 $1-L(p_0)$ 称为承包人(生产方)风险,在实际应用中,通常取值为5%,按国际惯例,以 α 记 $1-L(p_0)$ 。相应于极限质量水平的接收概率 $L(p_1)$,称为使用方风险。在实际应用中,使用方风险通常可规定为10%或5%。按国际惯例,以 β 记 $L(p_1)$ 。对于高速公路施工, α 取值为0.05, β 取值为0.10。

2 计量型抽样方案

确定合理的以概率统计为基础的抽样数量,主要目的就是减小、平衡双方风险。可以根据抽样理论确定取样数量及频率。根据抽样理论^[1],有计量型抽样方案与计数型抽样方案两类。

计数型抽样方案一般只检测产品(质量特征值)是合格还是不合格,从一个产品取得的信息不多,因此往往需要较大的样品量才能做出判断。

设质量特征是正态分布的随机变量,采用计量标准型抽样方案往往可以减少样本量,但要求测值要精确,根据作者所做的分析^[2],沥青面层主要技术指标的测值符合或接近正态分布,且检测手段较完备,因此可采用计量型抽样方案。在这里主要讨论压实度(厚度)及混合料级配(油石比)的抽样频率问题。

当质量特性是计量值时,常用均值 μ 来表示一批产品的质量情况,并对其进行抽样检验。根据不同的产品(或不同检测指标值),有时要求 μ 越大越好,即质量特性有下规格限;有的要求 μ 越小越好,即质量特性有上规格限;也有的规定了质量特性的双侧规格限。由前面的分析及中心极限定理,可以认为质量指标 X 服从正态分布 $N(\mu, \sigma^2)$,由于 μ 未知,所以需要从被检验的产品批中抽取 n 个样本测定其特性值,然后用样本均值 \bar{X} 判断产品合格与否。在抽样检验时,如果标准差 σ 已知,则采用 σ 法确定抽样方案;如果标准差 σ 未知,就用样本标准差 s 作为 σ 的估计,这时采用 s 法确定抽样方案。

1981年以前,国际上通用的计量型抽样标准是美军军标MIL-STD-414^[1],该标准是1957年公布的,分 k 法与 m 法两种方法。在使用过程中,提出了若干改进意见,在414的基础上,采用了它的 k 法,于1981年通过了国际标准ISO3951,国际GB6378就是根据ISO3951修订的。MIL-STD-414适用于正态总体,由于例如材料强度、产品性能参数等很多是正态分布,因此,它的适用面比较广泛。 k 法的基本思想如下。

情况1: σ 已知,定义质量指标 Q 。给定上规格限 U 时,定义质量指标 $Q_U = (U - \bar{x})/\sigma$;给定下规格限 L 时,定义质量指标 $Q_L = (\bar{x} - L)/\sigma$ 。

抽样判别法则为:根据批量 N 、AQL、检验种类(正常,加严还是放宽),查得 n 、 k 。 k 为判别系数。若 Q_U 或 $Q_L \geq k$,接收;若 Q_U 或 $Q_L < k$,不接收。

情况2: σ 未知,定义质量指标 Q 。给定上规格限 U 时,定义质量指标 $Q_U = (U - \bar{x})/s$;给定下规格限 L 时,定义质量指标 $Q_L = (\bar{x} - L)/s$ 。

抽样判别法则为:根据批量 N 、AQL、检验种类(正常,加严还是放宽),查得 n 、 k 。 k 为判别系数。若 Q_U 或 $Q_L \geq k$,接收;若 Q_U 或 $Q_L < k$,不接收。

在公路工程实际应用中,使用情况2的时候较多。沥青面层指标较多,涉及抽样频率也很多,这里主要分析压实度(厚度)和沥青混合料级配(油石比)的抽样方式。

3 沥青路面技术指标抽样方案

3.1 压实度

抽样方案通常包括两方面的含义,一是抽样量,二是判别准则。前者,在公路工程中,即规定的取样频率、取样数量,而后者则根据施工技术规范要求进

行判断。本文中主要分析抽样量的问题。

路面工程取样频率的方式有两种:即按时间计算(一般以 d 为单位)和按数量(面积、长度、 t 等)计算,如现行规范中沥青混合料级配、油石比的检验频率为每台拌和楼每 d 取样 $1\sim 2$ 次,即是按时间计算,而压实度、厚度等规定每 $2\,000\text{ m}^2$ 取样一次,则是按面积计算的,这两种方式各有利弊。本文抽样频率设计中,综合考虑两种取样频率的优点。

(1)确定单位产品。

压实度的主要影响因素为碾压工艺、碾压温度和压实厚度。对于碾压工艺,一般每 $20\sim 30\text{ m}$ 为一碾压段落,可以认为在同一个碾压段碾压工艺基本相同;碾压温度主要受出场温度、等待时间和天气的影响,而在同一天施工时出场温度是主要影响因素,在生产中出场温度采用逐车检测的方式,一车混合料重量一般在 $20\sim 30\text{ t}$,可铺筑长度为 $12\sim 17\text{ m}$;压实厚度(中、下面层)受施工过程中挂钢丝线的高程控制,钢丝线每 10 m 打一钢桩。综合以上因素,可以认为每 10 m 铺筑路段为一个个体,即一个芯样可以代表 10 m 碾压路段的压实质量,这样对于压实度检验其单位产品为 10 m 。

(2)确定批量。

以 1 d 铺筑的里程为一生产批,若某天铺筑沥青面层长度为 800 m ,将其转化为抽样方案的批量,则 800 m 下面层则相当于批量为 $80(N=80)$ 。

(3)按 MIL—STD—414 的检查、抽样方案的程序,确定抽样量。

由给定的检查水平(通常是水平 II),批量 $N=80$,从样本量字码表^[1]中查得样本量字码为 E 。

根据样本量字码、AQL、检查方式及严格性,查相应的抽样方案表^[1],得 n 及 k 。在本文中,只使用 n (k 为判别字码)。查抽样方案检索表,得出 1 d 铺筑沥青面层长度为 800 m 时,其压实度抽样数量为 7 (即可以取 7 个芯样)。

(4)压实度抽样频率表。

根据以上分析方法,可以得出沥青面层(高速公路)压实度抽样频率,见表 1。

(5)上面层检验。

在进行沥青上面层施工时,为避免取芯造成的损坏及外观缺陷,业主及承包人均希望压实度抽样数量(取芯数量)减少,在这时可采用放宽检验方式。但在采用放宽检验时必须满足以下条件:在正常检

表 1 压实度抽样频率

| 当天铺筑长度/m | 批 量 | 抽样数量(取芯个数) | |
|-------------|---------|------------|--------|
| <250 | <25 | 4 | 3 |
| 260~500 | 26~50 | 5 | 3 |
| 510~900 | 51~90 | 7 | 3 |
| 910~1 500 | 91~150 | 10 | 4 |
| 1 510~2 800 | 151~280 | 15 | 5 |
| 备 注 | | 正常检查水平 | 放宽检查水平 |

查时,如果连续 10 批(10 个工作日)检验合格,且生产处于稳定状态,可以采用放宽检查,放宽检查比正常检查样本量小。在一次检查中,如果出现以下任何一种情况,应停止放宽检查,而恢复正常检查:(1)有 1 d 首次检查时,其检查结论为不符合规范要求;(2)生产出现异常;(3)由于其他原因(天气影响、原材料变化等),认为有必要恢复正常检查。

3.2 混合料级配(油石比)

沥青混合料级配取样频率,按《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40—2004),每 d 每台拌和楼取样 $1\sim 2$ 次,这样的规定并不合理,因为抽样量没有同拌和楼产量相联系。下面用统计抽样理论分析其取样频率。

(1)确定单位产品。

按抽样理论的分析,每一次混合料抽样可代表一盘料的质量特征,即单位产品为一盘料(3000 型拌和楼一盘料重量为 3 t , 4000 型拌和楼一盘料重量为 4 t , 2000 型拌和楼一盘料重量为 2 t)。单位产品根据拌和楼生产能力不同,分别为 2 t 、 3 t 、 4 t 。

(2)确定批量。

以 1 d 生产的沥青混合料为一批,产量除以单位产品,即得出批量。若拌和楼(3000 型)某天产混合料 $1\,500\text{ t}$ (可铺筑约 $1\,000\text{ m}$ 面层),其产品批量为 $500(N=500)$ 。

(3)抽样频率。

按正常检查水平,查抽样方案检索表,应每 d 取样 25 次(日产量 $1\,500\text{ t}$ 、 3000 型拌和楼)。很显然,从检测费用及人员、设备配置等方面考虑,这样检测并不现实。因此,在这种情况下,宁可增大使用方风险而减少样本量,即采用特殊检查水平^[1],特殊检查水平的样本量较少,所以也叫小样本抽查,它必然会增大 β (即使用方风险)。采用特殊检查水平时,沥青混合料取样频率见表 2(分析方法同压实度)。

表 2 沥青混合料级配、油石比取样频率

| 每 d 产量 t | 批量 | 取样频率 次 | 每 d 产量 t | 批量 | 取样频率 次 | 每天产量 t | 批量 | 取样频率 次 |
|-------------|-----------|-----------|-------------|---------|-----------|-----------|------|-----------|
| <840 | <280 | 3 | <1 120 | 280 | 3 | <560 | <280 | 3 |
| 840~1 500 | 500 | 4 | 1 120~2 000 | 280~500 | 4 | 560~1 000 | 500 | 4 |
| >1 500 | >500 | 5 | >2 000 | >500 | 5 | >1 000 | >500 | 5 |
| 备注 | 3000 型拌和楼 | | 4000 型拌和楼 | | | 2000 型拌和楼 | | |

表 2 频率略高于现行沥青混凝土路面施工技术规范的要求,但更符合抽样检验的风险理论及概率统计理论。频率的增加必然会引起试验检测费用及检测人员工作量的增加,基于费用及目前施工单位检测设备、技术人员数量的考虑,可将以上检验数量作为承包人、监理抽检的总数量,以适当减少检测工作量。

3.3 厚度

厚度检测可同压实度检测采取同样的频率与方法(参照表 1),但在过程控制中,对松铺系数及松铺厚度的检测是非常重要的。一般松铺系数通过试验路段确定,并经过前两个工作日的施工路段进行校核,而松铺厚度则是施工过程控制的重要指标。根据实践经验及厚度控制方式,可 10 m 断面检测 1 次,每次检测 3 点。

4 结论

抽样方案在质量检验中是一个非常重要的问题,抽样频率是否合理,直接影响对质量检验结果的判定,也直接影响工程质量。本文根据风险原理及计

量型抽样方案原理,得出如下主要结论。

- (1)压实度抽样频率应根据当天铺筑长度来确定。在铺筑上面层时,在满足相关条件时,可以采用放宽检查水平,减少抽样频率。
- (2)沥青混合料级配、油石比的抽检频率取决于拌和楼的(生产能力)和当天质量两个因素,按正常检查水平,取样量比较大,根据目前的实际施工惯性,可以采用特殊检查水平。
- (3)厚度的检测频率同压实度是相同的,但在过程控制中,应检测松铺厚度,以加强事中控制,根据实践经验,可以 10 m 断面检测 1 次,每次检测 3 点。

参考文献:

[1] 张公绪.新编质量管理学[M].北京:高等教育出版社,2001.

[2] 扈惠敏.沥青路面施工质量变异性研究[D].西安:长安大学公路学院,2005.

[3] JFG F40—2004,公路沥青路面施工技术规范[S].

A Study on Test Sampling Method of Asphalt Concrete Pavement

HU Hui-min¹, SHA Ai-min²

(1. Hefei University of Technology, Hefei 230001, China; 2. Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: During quality controlling of asphalt concrete pavement construction, quality degree or conclusion of qualified or not through testing technology index are determined. Sampling method of tests influences quality conclusion directly. According to sample theory and quality control characteristics of asphalt pavemen, sampling methods of key index such as compactness, gradation, thickness are analyzed. The conclusion is benefit for construction quality controlling and revising the technical specification.

Key words: asphalt concrete pavement; quality control; sample method; study