

# 军用机场沥青混凝土道面典型结构

翁兴中, 杜俭, 曹三桂  
(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

**摘要:**不同等级机场选用其代表飞机作为设计飞机,把土基强度划分3个等级。通过对我国高等级公路面层、基层和底基层组成材料的模量值和强度实测值进行了大量的统计分析,得到了典型结构设计参数的取值范围。抗拉强度结构系数 $K_t$ 采用固定值。按照《军用机场沥青混凝土道面技术规范》所规定的方法,计算出各级机场沥青道面的典型结构。

**关键词:**沥青混凝土;设计参数;典型结构

**中图分类号:** V35    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1009-3516(2007)01-0014-04

2004年完成的《军用机场沥青混凝土道面技术规范》,在国内首次建立了军用机场沥青道面的设计方法,并推荐了沥青道面的典型结构。这些工作的完成,为在机场推广沥青道面提供了技术保障,改变了以往我军沥青道面设计无方法、无标准可依的局面。

按照文献规定,军用永备机场可分为4级,即1、2、3和4级<sup>[1]</sup>。对于不同等级的机场,需要选取不同的典型结构。同一级机场中,可保障数种飞机。在设计典型结构的时候,如果考虑所有保障的飞机,是不可能也不现实的。因此需要选取一种主要机型作为道面典型结构的设计飞机<sup>[2]</sup>。这种机型选取要求是目前被广泛使用,具有一定的代表性,用这种飞机进行典型结构的设计,基本上就能够反映该级机场的使用特征。

根据对国内1-4级军用机场所使用飞机的调查结果,选用的计算典型结构的机型为:运-7、歼-8II、轰-6、轰-6。由于军用飞机主要是保障训练和作战,其交通量的变化是很小的。为了计算方便,取某一固定值作为抗拉强度结构系数 $K_t$ <sup>[3]</sup>。1、2、3、4级机场面层为1.5、1.6、1.8、2.0;基层底基层为1H5、1.8、1.8、2.0。

## 1 设计参数与设计指标

### 1.1 土基回弹模量

#### 1.1.1 土基回弹模量最低限值的确定

所谓土基回弹模量最低限值是指道面设计中所允许的最低土基强度。若土基的回弹模量达不到该值时就必须换土或进行稳定处理。土基强度达到低限值要求后,才能进行道面结构设计。土基回弹模量最低限值的确定主要考虑2个方面的因素:一是地区因素;对于不同地区由于土质和含水量差异很大,土基回弹模量差异也很大;因此需要对不同地区的采用不同的最低值。二是经济因素;土基回弹模量最低限值定得过低,任何土质的强度都能达到,就失去了意义;如果定得过高,则某些地区的土基都无法达到要求,都需要进行换土或处理,就会造成浪费。

#### 1.1.2 土基回弹模量 $E_0$ 的划分

土基回弹模量 $E_0$ 是影响道面结构厚度最敏感因素之一。在进行道面典型结构研究中,为了方便使用,不应把土基回弹模量划分太细,选取3个等级比较合适。土基回弹模量划分等级应在不同土基等级范围内对道面结构所产生的影响大致相同作为依据。

收稿日期:2006-06-26

基金项目:军队科研基金资助项目(GJBJ-9803)

作者简介:翁兴中(1962-),男,浙江金华人,教授,主要从事机场工程研究。

当土基回弹模量划分为 30 MPa - 44 MPa、45 MPa - 65 MPa 和大于 65 MPa 时,对 3、4 级机场其底基层(设计层)厚度变化在 15 cm - 16 cm 之间,2 级机场在 5 cm - 6 cm 之间。满足了土基回弹模量划分原则。同时,也覆盖了土基回弹模量的变化范围。对于内蒙、西北干旱地区,其土基回弹模量值偏高,根据对实测的土基回弹模量进行分析,最低限值定为 45 MPa,按同样的变化范围划分土基回弹模量等级。具体划分见表 1。

表 1 土基回弹模量划分等级

土基强度等级	内蒙、西北	其它地区
	干旱地区	
$S_1$	$45 \leq E_0 < 60$	$30 \leq E_0 < 45$
$S_2$	$60 \leq E_0 < 80$	$45 \leq E_0 < 65$
$S_3$	$\geq 80$	$\geq 65$

## 1.2 基层和面层的模量值

### 1.2.1 半刚性基层材料<sup>[4]</sup>

1) 水泥级配集料。对全国各地的高速公路实测水泥级配集料的抗压回弹模量进行统计分析,其变异系数的变化范围为 0.045 - 0.393,平均 0.211。计算回弹模量的代表值的范围时,取变异系数为 0.20 - 0.30。计算回弹模量的代表值确定按 84.1% 保证率考虑。由此得水泥稳定级配集料的回弹模量实际值为 934 MPa - 1 067 MPa。由此,对于水泥级配集料的回弹模量设计值可取 900 MPa - 1 100 MPa。

2) 石灰粉煤灰级配集料(以下简称二灰级配集料)。计算出二灰级配集料类的抗压回弹模量的均值为 1 351 MPa。与水泥稳定集料相同,同样取变异系数为 0.20 - 0.30,并考虑一倍标准差的保证率,其回弹模量的变化范围为 946 MPa - 1 081 MPa。

### 1.2.2 半刚性底基层材料

1) 石灰土。通过对十几条高等级公路底基层模量变异系数的调查,其平均变异系数为 0.33。对于高等级公路石灰土底基层模量的变异系数取 0.19 - 0.33,则含有一倍标准差保证率的抗压回弹模量的变化范围为 440 MPa - 532 MPa。道面的要求比路面高,石灰土材料回弹模量的设计值可取 500 MPa - 700 MPa。

2) 二灰土。计算得二灰土材料回弹模量得平均值为 690 MPa。二灰土回弹模量得变异系数变化在 0.114 - 0.30 之间,平均 0.189。对于高等级公路二灰土底基层的回弹模量取其变异系数为 0.09 - 0.19。取 1 倍标准差保证率的模量变化范围为 558 MPa - 650 MPa。机场道面设计时,其设计值可取为 600 MPa - 900 MPa。

3) 水泥土。水泥土回弹模量的变异系数变化在 0.094 - 0.367 间,平均为 0.210。对于高等级公路水泥土底基层的回弹模量取其变异系数 0.07 - 0.21。考虑一倍标准差的保证率后,模量变化范围为 510 MPa - 600 MPa。由此可取,水泥土材料回弹模量的实际值为 500 MPa - 600 MPa。对于机场道面可适当加大,其设计值可取为 600 MPa - 900 MPa。

### 1.2.3 沥青混凝土

大多数地区的 10℃ 时沥青混凝土回弹模量的试验结果为 1 000 MPa - 3 000 MPa 左右。计算得模量的平均值为 1 648 MPa。将此值乘以 0.69 就可推算出 15℃ 时的抗压回弹模量的均值为 1 137 MPa。由于沥青混凝土抗压回弹模量的变异系数平均为 0.23,则分别计算出 10℃ 和 15℃ 时含有一倍标准差的抗压回弹模量为 1 270 MPa 和 878 MPa。由此可取沥青混凝土抗压回弹模量实际值为:900 MPa - 1 200 MPa。机场道面的沥青混合料的技术要求比公路的高,沥青混凝土抗压回弹模量的设计值可取 1 200 MPa - 1 500 MPa。沥青碎石的回弹模量约为沥青混凝土的 0.7 倍。

## 1.3 间接抗拉(劈裂)强度

### 1.3.1 半刚性材料

对于高等级公路的路面基层,水泥稳定级配集料的应大于 3.0 MPa。其 90d 龄期劈裂强度在 0.48 MPa - 0.87 MPa 之间,平均值 0.67 MPa,变异系数为 0.21。二灰稳定级配集料的应大于 0.8 MPa,其 180 d 龄期的劈裂强度在 0.52 MPa - 0.80 MPa 之间,平均 0.72,变异系数为 0.16。

### 1.3.1 沥青混凝土的劈裂强度

在重冰冻地区,应取温度 10℃ 时的强度,在轻冰冻地区,应取温度 15℃ 时的强度。沥青混凝土 10℃ 时的劈裂强度平均值为 1.91 MPa,标准差  $S = 0.39$  MPa;15℃ 时的劈裂强度平均值为 0.72 MPa,标准差  $S = 0.17$  MPa。沥青混凝土的劈裂强度的设计值为:10℃ 时 1.5 MPa;15℃ 时 0.7 MPa。

## 2 典型结构

### 2.1 推荐典型结构的基本原则

1) 各级机场沥青道面典型结构以3层式为主<sup>[5-6]</sup>,即面层、基层、底基层,对于特殊地区土基状况,可酌情增设垫层。

2) 沥青面层厚度的确定主要考虑机场等级的影响。半刚性基层沥青道面的承载能力主要依靠半刚性基层。因此,主要通过改变基层的厚度来提高结构的强度。沥青面层总厚度控制在8 cm - 18 cm。机场等级相同,土基变化时,基层厚度不同。土基强度相同,沥青面层和基层厚度随机场等级而变化。

3) 基层(或底基层)厚度变化尽可能考虑施工因素即施工作业次数最少,但基层厚度也不宜超过40 cm。

4) 材料选择应结合当地实际,充分利用当地材料,以降低工程造价。

### 2.2 典型结构

按照前述所确定的沥青道面结构的设计参数,用《军用机场沥青混凝土道面技术规范》规定的设计方法可以计算各级机场沥青道面的典型结构。表2为2级机场道面典型结构。

表2 2级机场道面推荐典型结构

土基强度等级/MPa	S <sub>1</sub> (30-45)	S <sub>2</sub> (45-60)	S <sub>3</sub> (≥60)
AC 面层/cm	11-13	11-13	11-13
CSG(LFGA)基层/cm	20-25	20-25	20-25
LFG(CS)底基层/cm	50	45	40
AC 面层/cm	11-13	11-13	11-13
CBG 基层/cm	20-25	20-25	20-25
LS 底基层/cm	50	45	40
AC 面层/cm	9-11	9-11	9-11
LFSG(CSG)基层/cm	20-25	0-25	20-25
LSG 底基层/cm	48	42	38
AC 面层/cm	9-11	9-11	9-11
CGA 基层/cm	20-25	0-25	20-25
CS 底基层/cm	50	45	40
AC 面层/cm	8-10	8-10	8-10
LFGA 基层/cm	40-42	35-38	30-32
SG 底基层/cm	40	40	40

(注:AC-沥青混凝土,LFGA-二灰稳定集料,LFCR-二灰稳定碎石,LFSG-二灰稳定砂砾,CGA-水泥稳定集料,CCR-水泥稳定碎石,CSG-水泥稳定砂砾,LFS-二灰稳定土,LS-石灰稳定土,CS-水泥稳定土,CLS-石灰水泥土,SG-砂砾,GA-集料)

## 3 结束语

通过统计分析我国现有高等级公路路面结构的实测参数,结合军用机场的使用特点,提出军用机场沥青混凝土道面典型结构的结构设计参数的取值范围,建立军用各级机场沥青道面典型结构。所提供的典型结构方便了设计人员,使设计出的道面结构具有合理,设计过程简便。

### 参考文献:

- [1] GJB3497-1998. 军用永备机场建设标准[S].
- [2] 翁兴中,孙建斌. 军用机场沥青混凝土道面交通量换算[J]. 公路,2003,(6):82-85.
- [3] 孙建斌,翁兴中. 军用机场沥青混凝土道面结构设计指标确定[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2005,6(1):8-10.
- [4] 交通部公路科学研究所,高等级公路半刚性基层沥青路面材料参数的研究[R]. 北京:交通部公路科学研究所,1995.
- [5] 冷培义,翁兴中,蔡良才. 机场道面设计[M]. 北京:人民交通出版社,1995,1-648.
- [6] 翁兴中. 机场道面加铺沥青面层的荷载应力分析[J]. 中国公路学报,1994,7(4):20-25.

(编辑:姚树峰)

## Standardized Structure for Asphalt Pavement of Military Airport in China

(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, Shaanxi, China)

**Abstract:** The present airplanes in different grades of airports are chose as design airplanes in the paper. The soil is divided into three grades by lowest value of soil modulus and the dividing principle of soil modulus. It is clear that the range of designing parameters of pavement on the Standardized Structure is achieved based on statistic analysis for test values of the modulus and strength on expressway in China. The Standardized Structure can be calculated on the basis of designing method specified in <Technical Code of Asphalt Pavement for Military Airfield> in China.

**Key words:** asphalt pavement; designing parameters; standardized structure

(上接第13页)

碍物的位置与高程以及超高值提供了理论基础。备用跑道净空区的内、外过渡面范围亦可参照本文介绍的方法进行确定<sup>[5]</sup>。

**参考文献:**

- [1] 蔡良才. 机场规划设计[M]. 北京:解放军出版社,2002.
- [2] 蔡良才,邵 斌,郑汝海,等. 机场净空区范围确定方法[J]. 交通运输工程学报,2004,4(4):30-32.
- [3] 蔡良才,种小雷,郑汝海,等. 机场净空障碍物限制面的确定[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2005,6(6):1-3.
- [4] 蔡良才,王声,郑汝海,等. 飞机起飞着陆航迹测试与分析[J]. 东南大学学报(自然科学版),2002,32(2):264-267.
- [5] 邵 斌,蔡良才,王亦斌. 备用跑道净空要求分析[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2003,4(6):23-25.

(编辑:姚树峰)

## Calculation of Confirmation to Transitional Surface Range in the Airfield Clearance Rules

CAI Liang - cai, SHAO Bin, ZHENG Ru - hai, CHONG Xiao - lei WANG Guan - hu  
(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, Shaanxi, China)

**Abstract:** In view of the regular problems in the airfield clearance condition evaluation, the paper calculates and analyzes the transitional surface range between terminal clearance zone and side clearance zone in detail. The paper indicates the shapes of the transitional surfaces in various zones, calculates the coordinates of the key dots, and puts forward a method of calculating the various dots in the line between transitional surface and inner level surface, and between conical surface and outer level surface. All these have provided a theoretical basis for determining exactly the position, the elevation and the superfluous height of obstacle in the airfield clearance zone.

**Key words:** road and railway engineering; airfield; airfield clearance; transitional surface