

# 民用机场飞机荷载桥梁荷载试验指南

(征求意见稿)

《民用机场飞机荷载桥梁荷载试验指南》编写组

二〇二一年六月

征求意见稿

## 目 次

1 总则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	3
3 基本规定.....	4
3.1 一般规定.....	4
3.2 试验程序.....	4
3.3 计算原则.....	5
4 测试设备与技术要求.....	6
4.1 一般规定.....	6
4.2 参数测试.....	6
4.3 参数测试要求.....	6
5 滑行道桥荷载试验.....	8
5.1 一般规定.....	8
5.2 试验工况及测试截面.....	8
5.3 测试内容.....	9
5.4 测点布置.....	10
5.5 滑行道桥堆载试验法.....	17
5.6 滑行道桥飞机静力加载试验法.....	18
5.7 滑行道桥准静态回归外推试验法.....	18
5.8 试验数据分析.....	19
6 试验报告编制.....	22
6.1 一般规定.....	22
附录 A 荷载试验所用飞机参数表.....	23
附录 B 试验过程中混凝土裂缝情况检查记录表.....	27
附录 C 试验报告格式.....	28
本指南用词说明.....	35
引用标准名录.....	36

## 1 总则

- 1.0.1** 为规范和指导机场滑行道桥梁（以下称滑行道桥）荷载试验工作，保障滑行道桥的安全运营，制定本指南。
- 1.0.2** 本指南适用于新建及在役中的滑行道桥进行荷载试验。
- 1.0.3** 滑行道桥荷载试验除应符合本指南规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。
- 1.0.4** 机场滑行道桥梁荷载试验工作应满足机场运行管理的相关要求。

征求意见稿

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 滑行道桥梁 taxiway bridge

滑行道桥梁是机场滑行道跨越障碍物而修建的构筑物。

#### 2.1.2 滑行道桥荷载试验 load test for taxiway bridge

通过施加荷载的方式对滑行道桥结构或构件的受力特性进行的现场试验测试。

#### 2.1.3 目标荷载 goal load

事先设定的期望滑行道桥能够承受的荷载，需要通过荷载试验进一步确定。

#### 2.1.4 静态荷载 static load

对滑行道桥施加不随时间移动的试验荷载。

#### 2.1.5 准静态荷载 quasi-static load

对滑行道桥施加随时间缓慢移动的试验荷载。

#### 2.1.6 静态应变值 static strain value

荷载不随时间移动而对滑行道桥产生的应变值。

#### 2.1.7 静态挠度值 static deflection value

荷载不随时间移动而对滑行道桥产生的挠度值。

#### 2.1.8 准静态应变值 quasi-static strain value

荷载缓慢移动过桥而产生的稳定而非突变的应变值。

#### 2.1.9 准静态挠度值 quasi-static deflection value

荷载缓慢移动过桥而产生的稳定而非突变的挠度值。

#### 2.1.10 控制荷载 control load

为进行荷载试验所确定的荷载，可用来确定荷载试验效率和初步分级加载等级所采用的荷载，可以是设计荷载或目标荷载。

#### 2.1.11 荷载试验效率 load efficiency ratio

试验荷载所产生的效应与控制荷载所产生的效应的比值。

#### 2.1.12 结构校验系数 structural verification coefficient

对于滑行道桥堆载试验法，结构校验系数为试验荷载作用下结构应变（应力）或变形实测值与相应理论计算值的比值；对于滑行道桥外推试验法，结构校验系数为外推后结构应变

(应力) 或变形响应值与相应理论计算值的比值。

## 2.2 符号

$G$  ——飞机重量；

$n_c$  ——各机型主起落架的总轮数；

$P_t$  ——各机型主起落架上的单轮轮载；

$\rho$  ——起落架荷载分配系数；

$S$  ——控制荷载产生的同一加载控制截面内力或变形的最不利效应计算值；

$S_s$  ——试验荷载作用下，某一加载试验项目对应的加载控制截面内力或变形的最大计算效应值；

$\eta_q$  ——荷载试验荷载效率；

$\Delta S$  ——温度修正前的测点加载测值变化量；

$\Delta S_t$  ——温度修正后的测点加载测值变化量；

$C$  ——测点的支点沉降影响修正量；

$S_i$  ——加载前的测值；

$S_l$  ——加载达到稳定时的测值；

$S_u$  ——卸载后达到稳定时的测值；

$S_p$  ——试验荷载作用下量测的结构残余变形（或残余应变）值；

$S_t$  ——试验荷载作用下量测的结构总变形（或总应变）值；

$S_e$  ——试验荷载作用下量测的结构弹性变形（或应变）值；

$\Delta S_p$  ——相对残余变形或应变；

$\eta$  ——结构校验系数。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

3.1.1 滑行道桥如有下列情况，宜进行荷载试验：

- 1 技术状况等级为三类（其中上部结构评为四类）、四类。
- 2 需要通过超过设计的大型飞机荷载。
- 3 遭受重大自然灾害或意外事件。
- 4 采用其他方法难以准确判断其能否承受预定的荷载。

3.1.2 滑行道桥在计算分析时，应考虑其空间力学效应，采用空间模型进行分析计算。

3.1.3 荷载试验应保证桥梁结构整体及局部受力安全。

3.1.4 新建滑行道桥宜在桥面铺装达成设计强度后进行荷载试验。

#### 【条文说明】

桥面铺装施工完成且达到其设计强度，可以保证加载试验时桥面板受力更接近于设计状态。

3.1.5 滑行道桥宜在天气条件较平稳的时间段进行荷载试验。

#### 【条文说明】

天气条件平稳下进行指3级风以下，气温在5℃到35℃之间以及无雨情况下进行荷载试验。

3.1.6 滑行道桥进行荷载试验时，试验荷载或设计荷载轮载的布置与计算可参考附录A。

3.1.7 可在滑行道桥梁底布设传感器，利用健康监测系统对滑行道桥的加载响应进行实时监测。

### 3.2 试验程序

3.2.1 滑行道桥荷载试验应按照试验准备、现场实施和试验结果分析三个阶段进行。

3.2.2 试验准备阶段工作内容应包括：

- 1 收集滑行道桥设计资料、施工和竣工资料等。
- 2 进行现场调查。主要调查滑行道桥结构的总体尺寸、支座工作状况等。
- 3 测试孔选择。对拟试验桥联（座）进行现场踏勘和外观检查，选择代表性桥孔作为测试孔，同时考虑便于支架搭设或检测车操作等。

4 方案编制。根据控制荷载作用下的效应计算值，确定最不利控制截面，按等效原则拟定试验荷载大小、试验工况、加载位置及方法，制订试验加载、测点布设及测试方案。

3.2.3 现场实施阶段工作内容应包括：

- 1 检测单位与建设单位或机场管理机构进行协调，选择滑行道桥荷载试验方法。
- 2 进行现场准备。
- 3 进行预加载试验，以对测试系统工作状况进行调试。对于准静态回归外推法，可利用飞机缓慢通过桥梁进行系统调试。
- 4 进行正式加载试验。
- 5 过程监控。对主要控制截面最大效应实测值进行监测，并与相应的理论计算值进行分析比较。关注结构关键部位的力学指标变化，依据校验系数，判断滑行道桥结构状况是否正常，再加载是否安全，确定可否进行下一级加载。

**3.2.4** 试验结果分析阶段工作内容应包括：

- 1 数据分析。对原始测试记录进行分析处理，提取有价值的信息。
- 2 报告编制。按照实际施加荷载情况对滑行道桥结构内力、应力（应变）和变形进行理论计算，并根据理论计算和测试数据对比分析，对试验结果做出判断与评价，并完成荷载试验报告。

### 3.3 计算原则

**3.3.1** 滑行道桥进行荷载试验时，应依据竣工图文件建立空间计算模型，并根据设计荷载确定试验控制荷载。根据控制荷载进行分级，由低一级向高一级荷载等级对控制截面的纵、横向内力、应力（应变）、变形等进行计算。

**3.3.2** 对加固或改建后的滑行道桥进行荷载试验时，其空间模型应考虑原结构病害、损伤情况、及加固措施的影响。

**3.3.3** 当计算控制截面的荷载试验效率满足要求时，应保证其他截面的响应不得超出规定范围。



## 4 测试设备与技术要求

### 4.1 一般规定

4.1.1 应选用标定有效期内的测试设备对滑行道桥进行荷载试验。

4.1.2 滑行道桥应变、挠度的测试宜选取性能稳定、精度较高的仪器。

#### 【条文说明】

滑行道桥应变的测试，可选择可装配式多用途应变测量传感器，此类型传感器测值稳定、精度高、灵敏度高、抗干扰能力强且拆卸方便。

滑行道桥挠度的测试，可选择远距离桥梁挠度测试系统，该测试系统可实现远距离高质量成像，经过处理可得到待测目标的静、动态位移以及实时动态曲线。

4.1.3 荷载试验前应对测试设备进行检查。

4.1.4 应采取必要的措施对测试现场的仪器设备进行安全保护。

### 4.2 参数测试

4.2.1 滑行道桥荷载试验测试参数可参考表 4.2.1。

表 4.2.1 滑行道桥荷载试验测试参数表

试验方法	测试参数	测试仪器
堆载试验法、飞机静力加载试验法	静态拉、压应变	应变计、动态应变仪
	静态主应变	
	静态竖向变位	位移计、动态应变仪
	静态水平变位	
	裂缝	裂缝观测仪
	水平倾角	倾角观测仪
竖向倾角		
准静态回归外推试验法	准静态拉、压应变	应变计、动态应变仪
	准静态竖向变位	位移计、动态应变仪
	准静态水平变位	
	裂缝	裂缝观测仪

### 4.3 参数测试要求

4.3.1 准静态应变、变位可通过动态应变仪获得动态响应时程曲线，然后采用数字滤波法得到最大静应变与静挠度。

4.3.2 测试设备安装完毕后，应进行系统调试，并进行不少于 15min 的稳定观测。

4.3.4 试验过程中应对测试数据进行实时分析，发现异常现象应查明原因并采取补救措施。

4.3.5 试验结果可采用计算机自动采集记录。

征求意见稿

## 5 滑行道桥荷载试验

### 5.1 一般规定

5.1.1 滑行道桥荷载试验方案应在桥梁调查的基础上制定。

**【条文说明】**

滑行道桥试验方案一般包括测试截面、测试内容、测点布置、试验荷载、试验数据分析等内容。

5.1.2 新建滑行道桥荷载试验应包括偏载工况的加载试验；在役滑行道桥荷载试验应包括中载工况的加载试验。

**【条文说明】**

(1) 滑行道桥进行设计时，一般以偏载作为最不利工况进行控制，故对于新建滑行道桥，以偏载试验为主。

(2) 滑行道桥运营过程中，飞机荷载一般沿滑行道中线运行。考虑滑行道桥飞机荷载运营特点，对于在役滑行道桥进行荷载试验时，以中载试验为主。

5.1.3 对横向独立分幅的滑行道桥，荷载试验应分别进行。

**【条文说明】**

横向独立分幅的滑行道桥是指整座滑行道桥以变形缝（没有缝宽）的形式将整座桥梁沿纵向被分隔开来。

5.1.4 滑行道桥进行荷载试验前应制定应急预案。

### 5.2 试验工况及测试截面

5.2.1 滑行道桥荷载试验应按照最不利受力原则和代表性原则确定试验加载孔。

5.2.2 常见滑行道桥荷载试验工况及测试截面宜按表 5.2.2 确定。

表5.2.2 常见桥梁荷载试验工况及测试截面

桥型	试验工况	测试截面
简支梁桥	①跨中截面主梁最大正弯矩工况 ②支点附近主梁最大剪力工况	①跨中截面 ②靠近支点 $h/2$ 截面
连续梁桥	①主跨支点位置最大负弯矩工况； ②主跨跨中截面最大正弯矩工况； ③边跨主梁最大正弯矩工况	①主跨（中）支点截面； ②主跨最大弯矩截面； ③边跨最大弯矩截面

闭合框架桥	①跨中截面主梁最大正弯矩工况； ②锚固端最大或最小弯矩工况	①跨中截面； ②锚固端梁
连续刚构桥	①主跨墩顶截面主梁最大负弯矩工况； ②主跨跨中截面主梁最大正弯矩及挠度工况； ③边跨主梁最大正弯矩及挠度工况 ④墩顶纵桥向最大水平变形工况	①主跨墩顶截面； ②主跨最大正弯矩截面； ③边跨最大正弯矩截面 ④墩顶截面

注：h—主梁梁高。

## 5.3 测试内容

5.3.1 常见滑行道桥试验测试内容可按表 5.3.1 确定。

表5.3.1 常见桥梁的试验测试内容

桥型	测试内容
简支梁	①跨中截面挠度和应变 ②支点斜截面主应变 ③支点沉降 ④混凝土梁体裂缝
连续梁	①主跨支点斜截面主应变 ②主跨最大正弯矩截面挠度和应变 ③边跨最大正弯矩截面挠度和应变 ④支点沉降 ⑤混凝土梁体裂缝
闭合框架桥	①主梁最大正弯矩截面挠度和应变 ②锚固端最大或最小弯矩截面应变 ③支点沉降 ④混凝土梁体裂缝
连续刚构	①主跨墩顶截面主梁应变 ②主跨最大正弯矩截面挠度和应变 ③边跨最大正弯矩截面挠度和应变 ④墩顶支点截面附近斜截面主应变 ⑤墩身控制截面应变 ⑥墩顶纵桥向水平变位

5.3.2 在竖向挠度测试时，应同时测试支点的竖向变位，并按本规程第 5.8.3 条进行支点沉降修正。

5.3.3 对于高墩滑行道桥，应进行墩的纵桥向变位测试。

### 【条文说明】

高墩滑行道桥一般指墩高超过 20m 的滑行道桥。

## 5.4 测点布置

5.4.1 应变测点的布置应遵循下列原则：

- 1 常见滑行道桥梁荷载试验单向应变测点布置可参考表 5.4.1-1。

征求意见稿

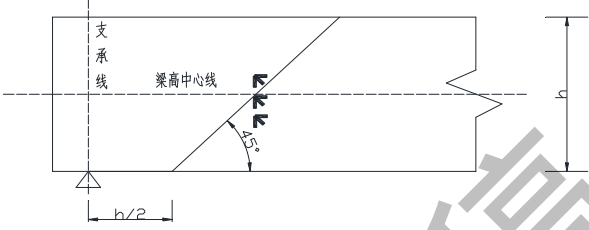
表 5.4.1-1 主要截面应变测点布置示意图

构件名称	主要截面类型	应变测点布置示意
混凝土主梁	整体式实心板	
	预应力混凝土 T 梁	
	分离式箱梁	
	整体式箱梁	
钢梁	钢箱梁	

征求意见稿

- 2 钢筋混凝土结构的受拉区应变测点宜布置在受拉区最外层主钢筋上。
- 3 主应变应采用应变花进行测试，其测点布置如表 5.4.1-2 所示。

表5.4.1-2 应变花测点布置示意

构件名称	主要测试内容	应变测点布置示意	测试位置
主梁	近支点附近 主应力处		简支梁支点向 桥跨方向1/2梁高 处沿45°方向与主 梁梁高中心线相交 位置不宜少于3片 应变片；其余构件 主应力测试位置应 经计算确定

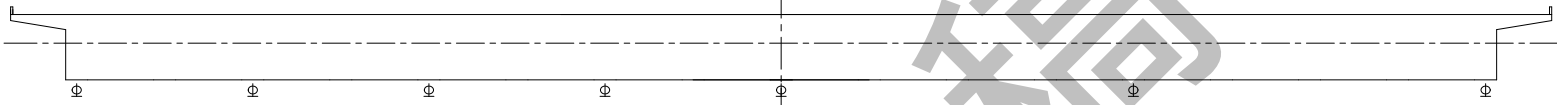
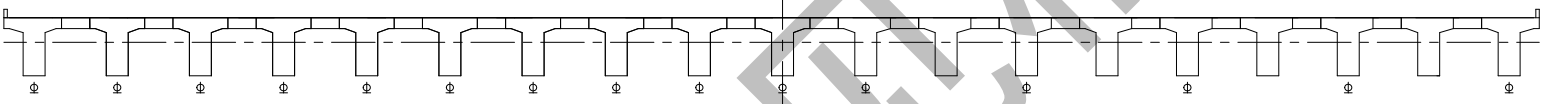
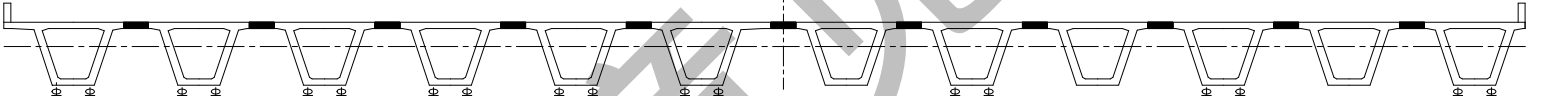
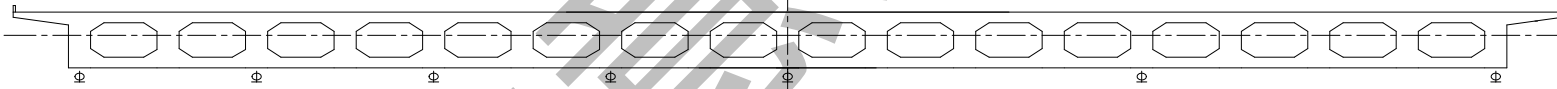
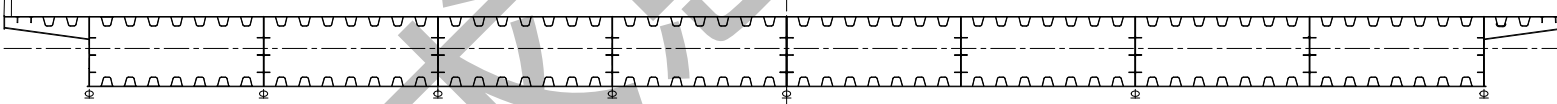
#### 5.4.2 变位测点布置应遵循下列原则：

- 1 常见滑行道桥梁荷载试验挠度测点布置可参考表 5.4.2。



征求意见稿

表 5.4.2 主要截面挠度测点布置示意图

构件名称	主要截面类型	挠度测点布置示意
混凝土主梁	整体式实心板	
	预应力混凝土 T 梁	
	分离式箱梁	
	整体式箱梁	
钢梁	钢箱梁	

征求意见稿

2 主梁水平位移测点应根据计算布置在相应的最大位移处。

3 支座沉降的测点宜靠近支座处布置。

**5.4.3** 裂缝测点应布置在开裂明显、宽度较大的部位。

**5.4.4** 倾角测点宜根据需要布置在转动明显、角度较大的部位。

## 5.5 滑行道桥堆载试验法

**5.5.1** 可采用堆载的方式对滑行道桥进行加载。

**5.5.2** 新建滑行道桥荷载效率  $\eta_q$  宜介于 0.85~1.05 之间；在役滑行道桥荷载效率  $\eta_q$  宜介于 0.95~1.05 之间。应按式 (5.5.3) 计算。

$$\eta_q = \frac{S_s}{S(1 + \mu)} \quad (5.5.3)$$

式中： $S_s$ ——堆载试验作用下，某一试验项目对应的加载控制截面内力或位移的最大计算效应值；

$S$ ——控制荷载产生的同一加载控制截面内力或位移的最不利效应计算值；

$\mu$ ——冲击系数值，参考《机场滑行道桥设计指南》。

**5.5.3** 采用堆载加载时，应根据加载分级情况，分别编号、称重、记录各级荷载量。

**5.5.4** 堆载加载时应保证桥面板局部承载安全，保证滑行道桥不会发生局部加载破坏。

**5.5.5** 滑行道桥试验荷载应分级施加，加载级数应根据试验荷载总量和荷载分级增量确定，一般可分成 3~5 级。

**5.5.6** 加卸载过程中，应保证非控制截面内力或变形不超过控制荷载作用下的该非控制截面的最不利值。

**5.5.7** 试验加载过程中，应记录结构出现的异常响动、晃动等异常现象，并做好处理措施。

**5.5.8** 分级加载时间间隔应满足结构反应稳定的时间要求。当进行主要控制截面最大内力（变形）加载试验时，分级加载的稳定时间不应少于 5min。

**5.5.9** 当试验过程中发生下列情况之一时，应停止加载，查清原因，采取措施后再确定是否进行试验：

- 1 控制测点应变值已达到或超过计算值。
- 2 控制测点变形（或挠度）超过计算值。
- 3 实测变形分布规律异常。
- 4 桥体发出异常响声或发生其他异常情况。

**5.5.10** 吊装堆载物时，吊机最高点不应大于障碍物限制面，机场障碍物限制面可参考《飞行区技术标准》（MH5001-2013）。

**5.5.11** 观测与记录应符合下列规定：

- 1 加载试验之前应对测试系统进行不少于 15min 的测试数据稳定性观测。

2 应做好时间、环境气温、工况等记录。

3 试验前应对既有裂缝观测、记录，并将其标注在结构上；试验时应观测新裂缝的长度、宽度及既有裂缝发展状况，并描绘出结构表面的裂缝分布及走向，并专门记录，记录图表可采用附录 B 的格式。

## 5.6 滑行道桥飞机静力加载试验法

5.6.1 可采用飞机静力加载的方式对滑行道桥进行试验。

### 【条文说明】

飞机静力加载试验法是采用飞机荷载进行静力分级加载，并建立低荷载试验效率与对应响应值的回归关系，外推滑行道桥在目标荷载下的响应值，与相应的理论值对比后，评价结构的承载能力。

5.6.2 进行试验时，试验工况宜以大于 100t 为极差，至少采集三架不同重量的飞机作用下的结构静态响应值，然后外推目标荷载下的响应值。

### 【条文说明】

试验及分析表明，愈高的加载效率前提下，采用较多的加载分级可获得精度更高的回归结果。

5.6.3 飞机静力加载试验法的试验过程控制及记录应按 5.5 节进行。

5.6.4 飞机静力加载试验法的试验荷载为通行状况下滑行道桥试验期间通过的实际飞行荷载，试验后应收集飞行荷载重量、型号。

## 5.7 滑行道桥准静态回归外推试验法

5.7.1 可采用准静态回归外推的方式对滑行道桥进行试验。

### 【条文说明】

准静态回归外推试验法通过采集滑行道桥在不同重量飞机缓慢通过时的动挠度、动应变，利用数字滤波技术得到相应的静态挠度与应变，推算滑行道桥在目标荷载下的响应值，与相应的理论值对比后，评价结构的承载能力。

5.7.2 采用准静态回归外推法进行试验时，宜采集通航飞机沿滑行道中线以 3-5NM/H(1.5-2.5m/s)的速度滑行时，控制截面的响应时程曲线。并采用数字滤波法求取最大静挠度及应变，外推目标荷载下的静挠度及应变。

### 【条文说明】

经调研，飞机最慢通过滑行道桥的速度为 3-5NM/H (1.543-2.572m/s)，此时飞机滑行速度较小，不需考虑飞机升力的作用。

5.7.3 准静态回归外推法进行试验，试验工况宜以大于 100t 为极差，至少采集三架不同重量的飞机作用下的结构响应值。

5.7.4 进行试验后，应收集试验荷载的重量与型号。

**5.7.5 准静态回归外推法荷载试验过程控制应包含下列内容：**

1 正式试验前应进行预加载试验，对测试系统进行稳定性检查。桥梁空载状态下，动应变、动挠度信号在预定采集时间内的零点漂移不宜超过预计最大值的 5%。

2 宜根据预加载试验具体情况对测试仪器参数设置做调整。按照调整确定的试验方案与试验程序应进行加载试验，观测并记录各测试参数，并应采取措施避免电磁场以及对讲机、手机等对测试结果的影响。

3 正式试验过程中，应根据观测和测试结果，实时判断结构状态是否正常，从而确保试验安全。各工况试验完成后，应对测试数据进行检查和确认。如发现幅值异常或突变、零点严重偏离、异常电磁干扰、噪声过大等，应在排除故障后重新进行试验。

4 全部试验完成后，应在现场对主要的测试数据进行检查和初步分析，确保测试数据的准确性和完整性。

**【条文说明】**

桥梁动态测试仪器属弱电设备，设备通常远离电磁干扰源，必要时采取屏蔽措施。在仪器附近使用对讲机、手机等通信设备可能会产生意想不到的干扰，试验前通常进行必要验证，以控制此类干扰。

**5.7.6** 试验过程应采集各种机型慢速通过滑行道桥得到的挠度、应变时程曲线，并采用数字滤波法求取最大静挠度、应变值。

**5.7.7** 飞机通过滑行道桥过程中，应记录不同时刻飞机在滑行道桥上的载位，便于与时程曲线对应。

**5.8 试验数据分析**

**5.8.1** 试验数据分析时，应根据温度、支点沉降及仪表的标定结果对测试数据的影响进行修正。当这类因素对测值的影响小于 1% 时，可不修正。

**5.8.2** 温度影响修正可按式 (5.8.2) 进行修正计算。

$$\Delta S_t = \Delta S - \Delta t K_t \quad (5.8.2)$$

式中： $\Delta S_t$ ——温度修正后的测点加载测值变化量；

$\Delta S$ ——温度修正前的测点加载测值变化量；

$\Delta t$ ——相应于  $\Delta S$  观测时间段内的温度变化量 (°C)。对应变宜采用构件表面温度，对挠度宜采用气温；

$K_t$ ——空载时温度上升 1°C 时测点测值变化量。如测值变化与温度变化关系较明显时，可采用

$$\text{用多次观测的平均值， } K_t = \frac{\Delta S_1}{\Delta t_1} ;$$

$\Delta S_1$ ——空载时某一时间区段内测点测值变化量；

$\Delta t_1$ ——相应于  $\Delta S_1$  同一时间区段内温度变化量 (°C)。

5.8.3 当支点有沉降发生时, 应修正其对挠度值的影响, 修正量  $C$  可按式(5.8.3)计算。

$$C = \frac{l-x}{l} \cdot a + \frac{x}{l} \cdot b \quad (5.8.3)$$

式中:  $C$ ——测点的支点沉降影响修正量;

$l$ ——A 支点到 B 支点的距离;

$x$ ——挠度测点到 A 支点的距离;

$a$ ——A 支点沉降量;

$b$ ——B 支点沉降量。

5.8.4 测点变位或应变可按公式 (5.8.4-1~5.8.4-3) 计算。

$$S_t = S_l - S_i \quad (5.8.4-1)$$

$$S_e = S_l - S_u \quad (5.8.4-2)$$

$$S_p = S_t - S_e = S_u - S_i \quad (5.8.4-3)$$

式中:  $S_t$ ——试验荷载作用下量测的结构总变位(或总应变)值;

$S_e$ ——试验荷载作用下量测的结构弹性变位(或应变)值;

$S_p$ ——试验荷载作用下量测的结构残余变位(或残余应变)值;

$S_i$ ——加载前的测值;

$S_l$ ——加载达到稳定时的测值;

$S_u$ ——卸载后达到稳定时的测值。

5.8.5 测点的相对残余变位(或应变)可按式(5.8.5)计算。

$$\Delta S_p = \frac{S_p}{S_t} \times 100\% \quad (5.8.5)$$

式中:  $\Delta S_p$ ——相对残余变形(或应变)(%) ;

$S_p$ 、 $S_t$ ——意义同前。

5.8.6 测点校验系数应符合下列规定:

1 测点校验系数  $\eta$  应按式(5.8.6)计算。

$$\eta = \frac{S_e}{S_s} \quad (5.8.6)$$

式中:  $\eta$ ——校验系数;

$S_e$  ——同式 (5.8.4-2);

$S_s$  ——同式 (5.5.3)。

2 当结构处于线弹性工作状态时, 应根据量测到的测点应变, 利用虎克定律计算测点的应力。

**5.8.7** 应按照实测结构的力学响应分析滑行道桥的横向分配比例。

**5.8.8** 试验结果分析应包括以下内容:

1 校验系数  $\eta$  应包括应变 (应力) 校验系数及挠度校验系数, 其值应按式 (5.8.6) 计算。应变 (应力)、挠度校验系数应符合表 (5.8.8) 所示的常值范围。

表5.8.8 常见滑行道桥结构试验校验系数常值表

桥梁类型	应力 (或应变) 校验系数	挠度校验系数
钢筋混凝土梁桥	0.40~0.80	0.50~0.90
钢筋混凝土板桥	0.20~0.40	0.20~0.50
预应力混凝土桥	0.60~0.90	0.70~1.00
钢桥	0.75~1.00	0.75~1.00

2 处于线弹性工作状况的结构, 测点实测变形(或应变)与其理论值应呈线性关系。

3 对于常规结构, 实测的结构或构件主要控制截面应变沿高度分布图应符合平截面假定。

4 主要控制测点的相对残余变位(或应变)越小, 说明结构越接近弹性工作状况。当相对残余变位(或应变)大于20%时, 表明结构的弹性状态不佳, 应分析原因, 必要时再次进行荷载试验以确定。

5 将实测荷载横向分配比例与理论模型横向分配比例可进行对比, 若无较大差异且实测荷载横向分配比例不出现突变等现象, 则说明横向受力协调性好。

**5.8.9** 试验数据处理时, 可根据测试内容选择下列试验图 (曲线) 表进行绘制:

1 各工况下实测响应值与理论计算值的对照表, 并绘制关系曲线。

2 荷载与控制测点的实测变位或应变的关系曲线。

3 各工况下控制截面响应图, 沿纵横向挠度图。

4 应变沿控制截面高度分布图。

5 实测横向分配比例与相应计算值的对照表, 并绘制关系曲线。

**5.8.10** 采用回归外推时, 应利用分级加载下试验荷载的实测值与对应荷载试验效率进行线性拟合, 拟合后的外推应依据回归方程进行。

**5.8.11** 采用回归外推法进行试验时, 可根据测试内容增加以下图表:

1 荷载试验效率-挠度 (应变) 回归外推曲线图。

2 测点变位或应变的回归值与理论值的对比曲线。



## 6 试验报告编制

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 滑行道桥荷载试验报告应包括封面、扉页、目录及正文部分。正文部分应由工程概况、试验目的及依据、试验仪器设备、荷载试验、试验结论、技术建议、附件等七部分组成。

**6.1.2** 滑行道桥荷载试验报告格式可参考本指南附录 C 的要求。

征求意见稿

## 附录 A 荷载试验所用飞机参数表

飞机主起落架的轮载，可按飞机参数计算确定，按式 (A.0.1) 进行计算，各起落架构型见图 A.0.1~图 A.0.5。

$$P_t = G\rho/n_c \quad (\text{A.0.1})$$

式中： $P_t$ ——主起落架上的单轮轮载 (kN)；

$G$ ——各机型飞机的重量 (kN)，设计荷载取值参见表 A.0.1；

$\rho$ ——主起落架荷载分配系数，取值参见表 A.0.1；

$n_c$ ——各机型主起落架的总轮数，取值参见表 A.0.1。

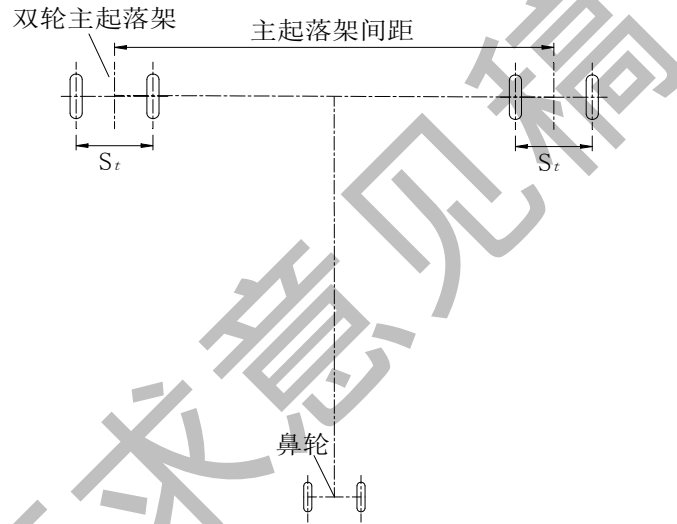


图 A.0.14 轮起落架构形图

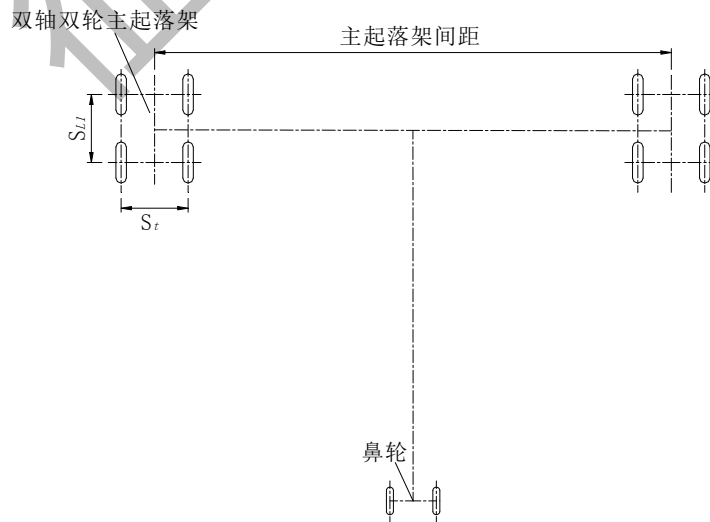


图 A.0.28 轮起落架构形图

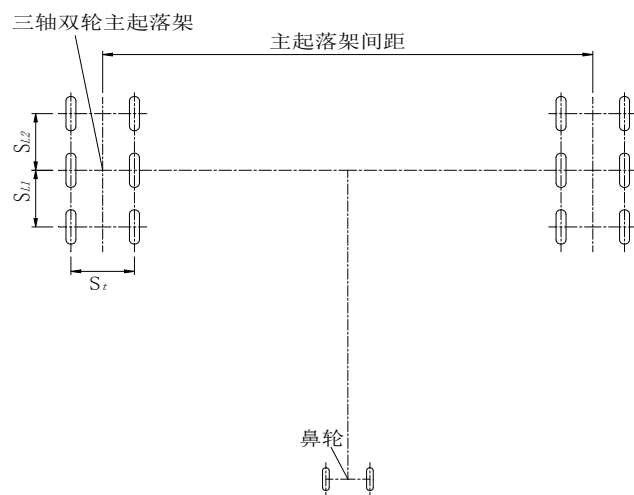


图 A.0.3 12 轮起落架构形图

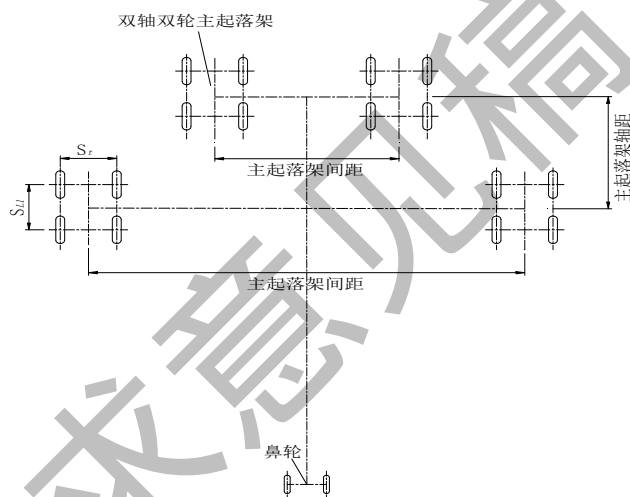


图 A.0.4 16 轮起落架构形图

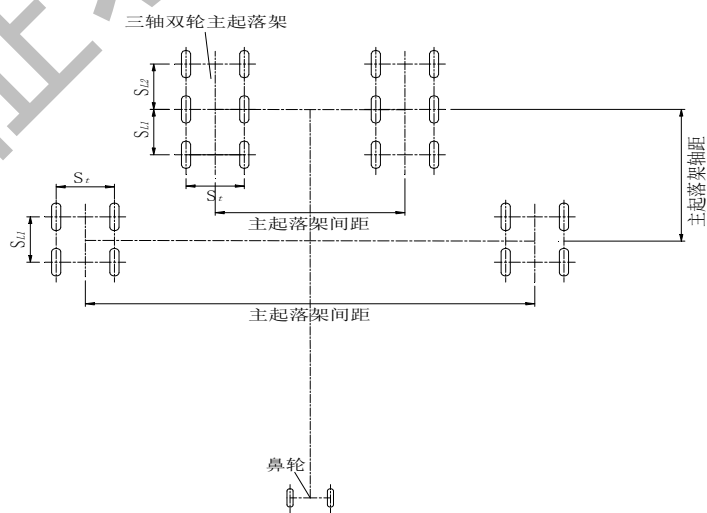


图 A.0.5 20 轮起落架构形图

表 A.0.1 滑行道桥荷载试验所用飞机参数表

序号	机型	最大滑行重量 (kN)	主起落架荷载分项 系数 $\rho$	主起落架间距 (m)	主起落架轴距(m)	主起落架总轮 数	主起落架轴距			主起落架构 型
							$S_t$	$S_{11}$	$S_{12}$	
1	B737-300	566.99	0.950	5.23	—	4	0.78	—	—	双轮
2	B737-200	567.00	0.935	5.23	—	4	0.78	—	—	双轮
3	B737-500	607.82	0.950	5.23	—	4	0.78	—	—	双轮
4	B737-600	657.90	0.950	5.72	—	4	0.86	—	—	双轮
5	B737-400A	682.60	0.950	5.24	—	4	0.78	—	—	双轮
6	A318	684.00	0.950	7.60	—	4	0.93	—	—	双轮
7	B737-700	703.30	0.950	5.72	—	4	0.86	—	—	双轮
8	A319	704.00	0.926	7.60	—	4	0.93	—	—	双轮
9	MD-90	712.14	0.950	5.09	—	4	0.71	—	—	双轮
10	A320	758.52	0.931	7.60	—	4	0.93	—	—	双轮
11	B737-900	792.43	0.950	5.72	—	4	0.86	—	—	双轮
12	B737-800	792.60	0.950	5.72	—	4	0.86	—	—	双轮
13	A321	843.00	0.956	7.60	—	4	0.93	—	—	双轮
14	B757-200	1161.00	0.950	7.32	—	8	0.86	1.14	—	双轴双轮
15	B757-200pf	1229.30	0.950	7.32	—	8	0.86	1.14	—	双轴双轮
16	A310-200	1329.00	0.932	9.60	—	8	0.93	1.40	—	双轴双轮
17	B767-200	1437.89	0.950	9.30	—	8	1.14	1.42	—	双轴双轮
18	B767-300	1596.50	0.950	9.30	—	8	1.14	1.42	—	双轴双轮
19	A300	1659.00	0.950	9.60	—	8	0.89	1.40	—	双轴双轮
20	B767-200er	1796.23	0.950	9.30	—	8	1.14	1.42	—	双轴双轮
21	B767-300er	1873.34	0.950	9.60	—	8	1.14	1.42	—	双轴双轮
22	B787-800	2283.84	0.913	9.80	—	8	1.30	1.46	—	双轴双轮
23	A330-200	2339.00	0.950	10.68	—	8	1.40	1.98	—	双轴双轮
24	A330-300	2339.00	0.958	10.68	—	8	1.40	1.98	—	双轴双轮
25	B787-900	2517.44	0.936	9.80	—	8	1.52	1.51	—	双轴双轮

续表

序号	机型	最大滑行重量 (kN)	主起落架荷载分项 系数 $\rho$	主起落架间距 (m)	主起落架轴距(m)	主起落架总轮 数	主起落架轴距			主起落架构 型
							$S_t$	$S_{11}$	$S_{12}$	
26	B777-300	3002.80	0.948	11.00	—	12	1.40	1.45	1.45	三轴双轮
27	B777-200	3002.80	0.954	10.98	—	12	1.40	1.45	1.45	三轴双轮
28	B777-200LR	3411.00	0.938	10.97	—	12	1.40	1.45	1.48	三轴双轮
29	B777-300ER	3411.00	0.936	10.97	—	12	1.40	1.45	1.48	三轴双轮
30	B747-200B	3791.00	0.952	11.00/3.84	3.07	16	1.12	1.47	—	双轴双轮
31	B747-300	3791.00	0.952	11.00/3.84	3.07	16	1.12	1.47	—	双轴双轮
32	B747-400	3978.00	0.952	11.00/3.84	3.07	16	1.12	1.47	—	双轴双轮
33	B747-400F	3978.00	0.952	11.00/3.84	3.07	16	1.12	1.47	—	双轴双轮
34	B747-400COMBI	3978.00	0.952	11.00/3.84	3.07	16	1.12	1.47	—	双轴双轮
35	A380-800	5620.00	0.570	12.46/5.26	3.28	20	1.53	1.70	1.70	三轴双轮

注：1 表中主起落架间距指起落架之间横向中-中的距离，表中有两个数据时，前者为离飞机鼻轮较近的两个主起落架之间的横向中-中的距离。主起落架轴距为  $S_t$  为主起落架轮子之间的横向中-中距离， $S_{11}$ 、 $S_{12}$  为纵向中-中距离（其中  $S_{11}$  离飞机鼻轮较近）。

2 本指南仅给出常用飞机的起落架构型图，对于一些特殊飞机起落架构型图可查阅相关机型的构造图。

## 附录 B 试验过程中混凝土裂缝情况检查记录表

表 B 凝土裂缝检查记录表

桥梁名称：构件名称：

裂缝 编号	裂缝测值					
	加载前		加载期间		加载后	
	裂缝长度 (m)	裂缝宽度最大值 (mm)	裂缝长度(m)	裂缝宽度最大值 (mm)	裂缝长度 (m)	裂缝宽度最大值 (mm)
1						
2						
.....						
合计裂缝长度(m)						超过 0.2mm 裂缝长度_ (m)
裂缝分布及走向示意						

记录： 复核： 日期：

## 附录 C 试验报告格式

征求意见稿

C.0.1 封面宜采用下列格式

×××机场

**×××桥荷载试验报告**

×××(检)字(QL-××)×年第××号共×页

委托单位:

试验单位:

(报告日期)



征求意见稿

C.0.2 扉页宜采用下列格式

<p style="text-align: center;">×××机场</p> <p style="text-align: center;"><b>×××桥荷载试验报告</b></p> <p style="text-align: center;">×××(检)字(QL-××)×年第××号共×页</p> <p>项目负责人: (签字)</p> <p>报告编写人: (签字)</p> <p>报告审核人: (签字)</p> <p>报告审定人: (签字)</p> <p style="text-align: center;">(试验单位名称及盖章)</p> <p style="text-align: center;">(报告日期)</p>
---

### C.0.3 正文部分宜采用下列格式

## 1 工程概况

1 试验滑行道桥的所属工程、名称、建设或服役龄期、起止点中心桩号、结构形式、跨径组合、桥跨结构横断面形式、下部结构形式、控制荷载、主要技术指标。

2 给出至少一张结构整体外貌照片，以及包含主要尺寸的试验桥联（孔）结构的立面图、平面图及横断面图。

## 2 试验目的及依据

1 应按照桥梁结构类型和控制荷载的性质说明试验的目的。

2 应列出试验所依据的规范、标准、规程、设计图纸、竣工图纸及其他相关资料，若有特殊情况可不提供设计图纸及竣工图纸。

## 3 试验仪器设备

应包含试验仪器设备的名称（型号）、设备编号、主要技术参数等，可列表给出。

## 4 荷载试验

1 测试桥跨，截面选择，应变及挠度等测点布置，试验加载机型或加载物选择，试验工况及加载位置说明，试验测试过程，试验结果及分析和静载试验结论。

2 应简要说明桥梁结构内力分析选用的程序、材料主要参数、结构内力分析主要结果，并给出有关计算图式。

3 应依据计算结果选定测试截面，说明荷载试验截面的测试项目。

4 应按照测试截面说明应变、挠度等测点数量、布置形式，并给出图示。

5 应给出分级加载每一级加载的荷载试验效率。

6 采用堆载试验法或飞机静力加载试验法时，应依据测试截面次序分工况依次列出加载物的纵、横桥向加载位置，并辅以图示说明。

7 应简要说明试验准备、预加载、试验加载、卸载等主要试验过程。

8 采用飞机静力加载试验法或准静态回归外推试验法时，宜绘制出回归外推曲线图，并给出回归外推后的响应值。

9 采用准静态回归外推试验法时，宜给出各控制截面的时程曲线图和数字滤波过滤后的

响应值。

10 采用堆载试验法时，应以列表形式给出各工况下应变、挠度等测试截面实测值、平均值、残余值、理论计算值及校验系数。应将具有代表性测点的实测值与理论值绘制成图，便于观测试验荷载下的分布状况或结构响应。

11 采用飞机静力加载试验法或准静态回归外推试验法进行荷载试验应给出各工况下应变、挠度等测试截面外推值、理论计算值及校验系数。

12 应给出包括试验测试截面几何、力学参数，并依据实测数据判断结构工作状态是否满足设计要求或达到控制荷载要求等的荷载试验结论。

## 5 试验结论

1 试验结论应包含试验结论、试验过程裂缝状况等现象。

2 给出试验测试截面的几何、力学参数，应变、挠度等的校验系数，依据实测数据判断结构工作状态是否满足设计要求或控制荷载的要求。

## 6 技术建议

应根据荷载试验的结论对结构提出有针对性建议，如限载、维修加固等，或其他技术建议。

## 7 附件

1 典型的原始测试数据和工作照片。

2 必要的加载试验照片。

3 正文中需要辅助说明的其他相关支持资料。

## C.0.4 荷载试验名单宜采用下列格式

序号	姓名	职称	从事专业	资格证书类型及编号	本试验中的职责
1					
2					
3					
4					
5					
.....					

## C.0.5 荷载试验简表宜采用下列格式

所在机场			
桥梁名称		桥梁建成时间	
桥梁桩号		桥梁结构形式、跨径组成	
试验桥联（孔）结构形式		试验桥联（孔）跨径组成	
荷载试验类型		试验控制荷载	
荷载效率		加载方式	
加载工况数		试验日期	
主要结论			
技术建议			

## 本指南用词说明

1 为便于在执行本指南条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……规定（或要求）”。

## 引用标准名录

本指南主要引用的标准名录如下：

- [1] 《民航机场沥青道面设计规范》（MH/T5010-2017）
- [2] 《民航机场飞行区技术标准》（MH5001-2013）
- [3] 《民用机场飞行区场道工程质量检验评定标准》（MH5007-2017）
- [4] 《公路桥梁荷载试验规程》（JTG/T J21-01-2015）

征求意见稿