

ICS 93.080.99

P 96

备案号:



# 中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 724-xxxx

代替 JT/T 724-2008

## 旋转压实仪

Gyratory compactor

(征求意见稿)

20××-××-××发布

20××-××-××实施

中华人民共和国交通运输部 发布



## 目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 结构.....	2
5 一般要求.....	3
6 技术要求.....	3
7 试验方法.....	6
8 检验规则.....	10
9 标志、包装、运输和储存.....	11
附录 A（规范性附录）有效内旋转角的动态检测方法.....	12
附录 B（规范性附录）试模内径检测方法.....	15

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准代替 JT/T 724—2008《旋转压实仪》，与 JT/T 724—2008 相比，除编辑性修改外主要技术内容变化如下：

- 修改了旋转压实仪的定义（见 3.1；2008 年版 3.1）
- 修改了内旋转角的定义（见 3.2、3.3、3.4；2008 年版 3.2、3.3、3.4、3.5）；
- 删除了工作原理，并修改了系统组成的描述（见 4、2008 年版 4.1）；
- 删除了扭矩的定义（2008 年版 3.7）
- 增加了一般要求（见 5）；
- 修改了对于有效内旋转角的技术要求（见 6.5.3.2、2008 年版 5.4.3.4）；
- 增加了环境条件（见 7.1）；
- 增加了产品抽样与判定的内容（见 8.3、8.4）；
- 修改了动态内旋转角的检测方法，并作为附录 A 列出；
- 修改了试模内径的检测方法，并作为附录 B 列出。

本标准由全国交通工程设施（公路）标准化技术委员会（SAC/TC223）提出并归口。

本标准起草单位：交通运输部公路科学研究院、福建省高速公路建设总指挥部、南京东永神富科技有限公司。

本标准主要起草人：严二虎、周震宇、曾俊铖、王志军、常嵘、吴晓东。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- JT/T 724—2008 。

# 旋转压实仪

## 1 范围

本标准规定了旋转压实仪的结构、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存。

本标准适用于旋转压实仪的生产、检验和使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 9969.1 工业产品使用说明书 总则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**旋转压实仪** gyratory compactor

在室内试验条件下，沥青混合料通过揉搓方法作匀速旋转运动，达到设定压实次数或高度的试件成型设备。

### 3.2

**内旋转角** internal angle

旋转压实仪旋转压实过程中，试模内部直径与试模上、下压盘之间的夹角。

### 3.3

**顶部内旋转角** top internal angle

旋转压实仪旋转压实过程中，试模内部直径与上压盘之间的角度。

### 3.4

**底部内旋转角** bottom internal angle

旋转压实仪旋转压实过程中，试模内部直径与下压盘之间的角度。

### 3.5

有效内旋转角 effective internal angle

顶部内旋转角和底部内旋转角的平均值。

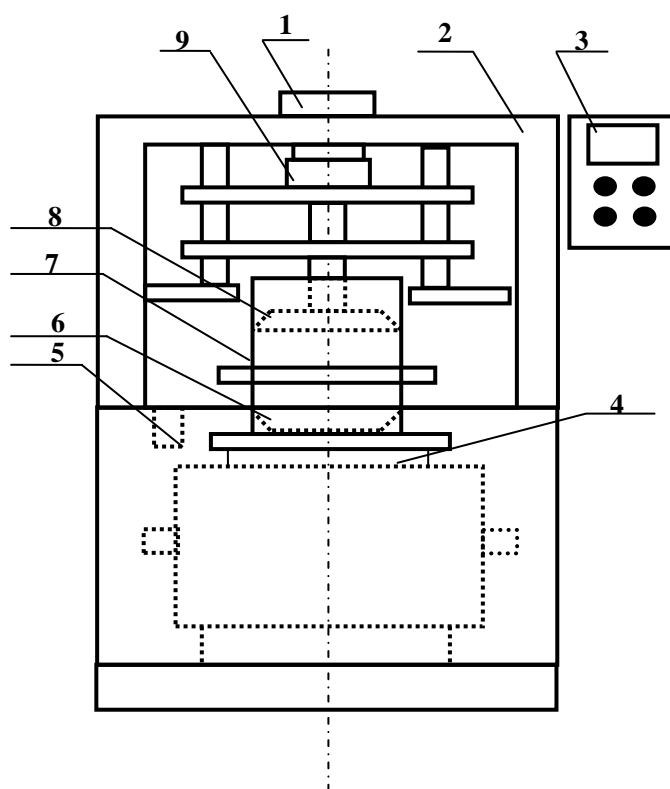
### 3.6

偏心距 eccentricity

旋转压实仪旋转主轴与试模上(下)压盘的作用力作用点之间的距离。

## 4 结构

旋转压实仪主要由加载装置、反力架、控制装置、旋转基座、测力装置和测位移装置等组成。必要时还可配置剪应力测试装置和压头加热装置。旋转压实仪典型结构见下图 1。



说明:

- |          |           |          |
|----------|-----------|----------|
| 1——加载装置; | 4——旋转基座;  | 7——试模;   |
| 2——反力架;  | 5——测位移装置; | 8——上压盘;  |
| 3——控制装置; | 6——下压盘;   | 9——测力装置。 |

图 1 旋转压实仪结构示意图

## 5 一般要求

- 5.1 反力架上应安装材质为透明可视材料的安全防护装置。
- 5.2 反力架应具有足够刚性。若采用结构钢型材焊接反力框架，焊接成型后，需要进行时效处理。
- 5.3 加载装置采用丝杠传动机构时，滚珠丝杠应由合金结构钢制作，精度等级为 2 级；变速箱采用蜗轮、蜗杆减速技术，蜗轮应选用耐磨损材料制作；传动机构的电机应选用步进电动机。
- 5.4 旋转基座中的压实角度调整机构应具有压实角度调整功能和自动松开、自动锁紧的功能。

## 6 技术要求

### 6.1 整机外观

外观应光洁，无缺损，无锈蚀。

### 6.2 反力架安全防护装置

安全防护装置配有电源控制开关，具有安全防护作用。关闭安全防护装置，电源控制开关发生作用，旋转压实仪正常运转；开启安全防护装置，旋转压实仪自动停止运转。

### 6.3 加载装置

#### 6.3.1 组成

加载装置由支撑架，加载压盘，传动机构等组成，其中传动机构可分为丝杠传动机构、液压传动机构和气动传动机构三类。

#### 6.3.2 支撑架

6.3.2.1 支撑架由支撑板，支撑立柱等组成。

6.3.2.2 支撑板按组装位置不同，分为支撑板(上)和支撑板(下)，支撑板的上、下平面应平行，平行度允许误差不大于 0.20mm，表面粗糙度 Ra 0.8 $\mu$ m。

6.3.2.3 支撑立柱表面淬火处理，洛氏硬度值 36HRC-40HRC，表面粗糙度 Ra 0.4 $\mu$ m。

6.3.2.4 两支撑立柱对试模底座平面的垂直度允许误差 0.20mm。

6.3.2.5 支撑板(上)及支撑板(下)沿支撑立柱上下滑动自如。

#### 6.3.3 丝杠传动机构

丝杠传动机构在加载状态下时，运转应平稳。

### 6.3.4 液压传动机构

- 6.3.4.1 液压传动机构提供试件制备过程中的垂直压强。
- 6.3.4.2 活塞杆上升及下降时应运行平稳，不应有窜动、爬行现象。
- 6.3.4.3 各液压器件、液压管路不应漏油，并可靠固定。

### 6.3.5 气动传动机构

- 6.3.5.1 气动传动机构提供试件制备过程中的垂直压强。
- 6.3.5.2 活塞杆上升及下降时应运行平稳，不应有撞击现象。
- 6.3.5.3 各气动器件、气动管路不应漏气，并可靠固定。

### 6.3.6 加载压盘

- 6.3.6.1 加载压盘的材质选用合金结构钢。
- 6.3.6.2 加载压盘上、下平面应平行，平行度允许误差 0.05mm，表面粗糙度 Ra 0.4 $\mu$ m。
- 6.3.6.3 加载压盘的外径尺寸：对于 150mm 试件， $149.60_{-0.10}^{+0.15}$  mm；对于 100mm 试件， $99.60_{-0.10}^{+0.15}$  mm。
- 6.3.6.4 加载压盘淬火处理，洛氏硬度值 48HRC-52HRC。

### 6.3.7 加载装置垂直压强

加载装置作用于试模底座平面的垂直压强：试验初始 0~5 次时为 600kPa $\pm$ 60kPa。大于 5 次后应恒定在 600kPa $\pm$ 18kPa。

## 6.4 控制装置

- 6.4.1 控制装置实现对旋转压实仪运行的自动控制和试验数据采集、分析、统计。
- 6.4.2 主要操作界面应附有屏幕操作提示和解释功能。
- 6.4.3 应设置通信接口。
- 6.4.4 应设置手动紧急停止按钮。当旋转压实仪在运行过程中机械部分出现异常情况时，或继续进行试验不能保证试验质量时，能够紧急停止机械部分的运转。

## 6.5 旋转基座

### 6.5.1 组成

旋转基座由旋转套、压实角度调整机构、旋转传动机构、试模底座组成。

### 6.5.2 旋转套

- 6.5.2.1 旋转套包括旋转外套和旋转内套。
- 6.5.2.2 旋转外套的齿形部分表面高频淬火处理，洛氏硬度值 45HRC-50HRC。



### 6.5.3 压实角度调整机构

6.5.3.1 压实角度可调，其调整范围应能够满足试验需要。

6.5.3.2 压实角度按内旋转角进行控制，有效内旋转角允许误差为 $\pm 0.02^\circ$ ；且顶部内旋转角与底部内旋转角之差小于 $\pm 0.10^\circ$ 。

### 6.5.4 旋转传动机构

旋转基座通过旋转传动机构获得旋转，旋转基座的压实工作转速  $30\text{r/min} \pm 0.5\text{r/min}$ 。

### 6.5.5 试模底座

6.5.5.1 试模底座用于固定试模，材质应选用合金结构钢。

6.5.5.2 试模底座上、下平面应平行，平行度允许误差  $0.05\text{mm}$ ，表面粗糙度  $Ra\ 0.4\mu\text{m}$ 。

6.5.5.3 试模底座淬火处理，洛氏硬度值  $48\text{HRC}-52\text{HRC}$ 。

## 6.6 测力装置和测位移装置

### 6.6.1 测力装置

6.6.1.1 测力传感器量程  $0\text{kN}-20\text{kN}$ ，准确度  $1\%$ ，分辨力  $0.01\text{kN}$ 。

6.6.1.2 测力装置静态垂直测量示值误差不大于  $2\%$ 。

### 6.6.2 测位移装置

6.6.2.1 测位移装置可以是测位移传感器或旋转编码器。

6.6.2.2 测位移传感器量程  $0\text{mm}-200\text{mm}$ ，准确度  $0.1\%$ ，分辨力  $0.05\text{mm}$ 。

6.6.2.3 旋转编码器准确度  $0.01\text{mm}$ ，分辨力  $0.01\text{mm}$ 。

6.6.2.4 测位移装置静态垂直测量示值误差  $0.1\text{mm}$ 。

## 6.7 试模

6.7.1 外观应光洁，无毛刺，锐角倒钝，表面防锈处理。

6.7.2 试模应具有足够刚性，材质选用合金结构钢或合金工具钢。

6.7.3 试模淬火处理，洛氏硬度值  $48\text{HRC}-57\text{HRC}$ 。

6.7.4 试模内孔表面粗糙度  $Ra\ 0.4\mu\text{m}$ 。

6.7.5 试模尺寸要求如下：

- a) 内径： $\phi 150_{-0.10}^{+0.00}\text{mm}$ ， $\phi 100_{-0.10}^{+0.00}\text{mm}$ ；
- b) 壁厚不小于  $7.5\text{mm}$ ；
- c) 高度不小于  $250\text{mm}$ 。

## 7 试验方法

### 7.1 试验环境

7.1.1 环境温度：20℃±5℃。

7.1.2 相对湿度：小于 85%。

### 7.2 试验仪器和器具

试验所用仪器和器具如下：

- a) 游标卡尺：0mm~300mm，分度值 0.02mm；
- b) 外径千分尺 1：0mm~25 mm，分度值 0.01mm；  
    外径千分尺 2：75mm~100mm，分度值 0.01mm；  
    外径千分尺 3：125 mm~150mm，分度值 0.01mm；
- c) 表面粗糙度样块；
- d) 标准测力仪：0kN~30kN，准确度 0.3%；
- e) 标准量块：准确度 2 级；
- f) 直角尺：0mm~300mm，准确度 1 级；
- g) 厚薄规(塞尺)：0.02mm~1mm；
- h) 测量块： $\phi 100\text{mm} \times 114\text{mm}$ ，两端面平行度 0.02mm；
- i) 磁力表座：百分表量程 0mm~10mm，分度值 0.01mm；
- j) 平板：准确度 2 级；
- k) 转速测量仪：激光(或红外线)、手持式；
- l) 便携式洛氏金属硬度计。

### 7.3 整机外观

用目测和手感检查旋转压实仪的外观，应符合 6.1 的规定。

### 7.4 反力架安全防护装置

安全防护装置电源控制开关有效性的检测步骤如下：

- a) 启动旋转压实仪电源总开关；
- b) 关闭安全防护装置，锁紧，按下启动键，旋转压实仪旋转基座正常运转，按下停止键；
- c) 开启安全防护装置，再次按下启动键，旋转压实仪旋转基座不能运转；
- d) 结果应符合 6.2.1 的规定。

## 7.5 加载装置

### 7.5.1 支撑架

#### 7.5.1.1 支撑板的检测步骤如下：

- a) 用量程为 0~25mm 的外径千分尺，沿支撑板的周边(每边确定三个测量点)，逐点测量支撑板的厚度值，根据厚度值间接计算支撑板的平行度允许误差，应符合 6.3.2.1 的规定；
- b) 用表面粗糙度样块(平磨工序)检测支撑板的平面粗糙度，应符合 6.3.2.1 的规定。

#### 7.5.1.2 支撑立柱的检测步骤如下：

- a) 清洁、研磨试模底座平面，无污物、无锈蚀，磕碰研平；
- b) 以试模底座平面为基准面，将直角尺的垂直立面轻轻靠紧支撑立柱的侧母线，有效固定，然后用厚薄规(塞尺)测量直角尺垂直立面与支撑立柱侧母线之间的最大间隙，连续做三次，求平均值，两支撑立柱对试模底座平面的垂直度应符合 6.3.2.3 的规定；
- c) 用表面粗糙度样块(外磨工序)检测支撑立柱的外径粗糙度，应符合 6.3.2.2 的规定。

#### 7.5.1.3 支撑立柱与支撑板配合状况

启动旋转压实仪，用目测检查支撑立柱与支撑板之间的配合状况，应符合 6.3.2.4 的规定。

### 7.5.2 丝杠传动机构

加载状态下，目测检查丝杠传动机构，要运转平稳，应符合 6.3.3.1 的规定。

### 7.5.3 液压传动机构

加载状态下，目测检查液压传动机构，活塞杆上、下要运行平稳；各液压器件、液压管路无漏油现象，应符合 6.3.4 的规定。

### 7.5.4 气动传动机构

加载状态下，目测检查气动传动机构，活塞杆上、下要运行平稳；各气动器件、气动管路无漏气现象，应符合 6.3.5 的规定。

### 7.5.5 加载压盘

加载压盘检测步骤如下：

- a) 准备平板，清洁工作面，同时研磨加载压头两平面，使其清洁，磕碰研平；
- b) 将加载压盘水平置放在平板工作面上，除去磁力的磁力表座同样置放在平板工作面

上，百分表指针压紧在加载压盘的上平面，调零；

- c) 水平移动磁力表座，测量加载压盘上、下平面的平行度，应符合 6.3.6.2 的规定；
- d) 用表面粗糙度样块(平磨工序)检测加载压盘上、下平面的粗糙度，应符合 6.3.6.2 的规定；
- e) 用量程为 0~300mm 的游标卡尺检测加载压头的外径尺寸，应符合 6.3.6.3 的规定；
- f) 用便携式洛氏金属硬度计检测加载压头的淬火硬度，应符合 6.3.6.4 的规定。

#### 7.5.6 加载装置垂直压强

加载装置垂直压强检测步骤如下：

- a) 清洁、研磨试模底座平面，保证无污物、无锈蚀，磕碰研平；
- b) 提升加载压头，在加载压头与试模底座平面之间放入标准测力仪，标准测力仪传感器的中心对准试模底座中心；
- c) 标准测力仪传感器上平面置放  $\phi 150_{-0.10}^{+0.00}\text{mm} \times 20\text{mm}$  结构钢制作的压板；
- d) 放下加载压头，加载装置加载力作用在标准测力仪传感器上(加载力相当于 10.6 kN $\pm$ 0.31 kN)，记录标准测力仪显示的标准值；
- e) 计算加载装置垂直压强，应符合 6.3.7 的规定。

#### 7.6 控制装置

启动控制装置，检查其显示界面及程序运行状况，应符合 6.4 的规定。

#### 7.7 旋转基座

##### 7.7.1 旋转套

用便携式洛氏金属硬度计检测试模底座的淬火硬度，检测结果应符合 6.5.2.2。

##### 7.7.2 压实角度调整机构

7.7.2.1 目测及手动检查压实角度的调整机构，应符合 6.5.3.1 的规定。

7.7.2.2 按附录 A 检测有效内旋转角允许误差，顶部内旋转角与底部内旋转角之差。

##### 7.7.3 旋转传动机构

旋转传动机构检测步骤如下：

- a) 将反光膜固定在旋转基座旋转外套外壁的适当位置，将转速测量仪安放在合适的位置；
- b) 设定转速 30 r/min $\pm$ 0.5r/min，启动旋转压实仪，旋转基座旋转，将转速测量仪发射光装置对准反光膜，转速连续测量 5min；

- c) 记录转速测量仪显示值，应符合 6.5.4.1 的规定。

#### 7.7.4 试模底座

试模底座检测步骤如下：

- a) 准备平板，清洁工作面，同时研磨试模底座两平面，使其清洁，磕碰研平；
- b) 将试模底座水平置放在平板工作面上，除去磁力的磁力表座同样置放在平板工作面上，百分表指针压紧在试模底座的上平面，调零；
- c) 水平移动磁力表座，测量试模底座上、下平面的平行度，应符合 6.5.5.2 的规定；
- d) 用表面粗糙度样块（平磨工序）检测试模底座的平面粗糙度，应符合 6.5.5.2 的规定；
- e) 用便携式洛氏金属硬度计检测试模底座的淬火硬度，应符合 6.5.5.3 的规定。

#### 7.8 测力装置和测位移装置

##### 7.8.1 测力装置静态垂直测量示值误差

测力装置静态垂直测量示值误差检测步骤如下：

- a) 清洁、研磨试模底座平面，无污物、无锈蚀，磕碰研平；
- b) 提升加载压头，在加载压头与试模底座平面之间放入标准测力仪，标准测力仪传感器的中心对准试模底座中心；
- c) 加载压头作用在标准测力仪传感器上，分别施加能量级近似为 5kN、8kN、12kN、15kN、20 kN 的垂直压力，记录标准测力仪的标准值及旋转压实仪的显示示值；
- d) 计算标准值及显示示值在各个能量级的示值误差，应符合 6.6.1.2 的规定。

##### 7.8.2 测位移装置静态垂直测量示值误差

测位移装置静态垂直测量示值误差检测步骤如下：

- a) 清洁、研磨试模底座平面，无污物、无锈蚀，磕碰研平；
- b) 将测量块水平置放在试模底座平面的中心位置，加载压头作用在测量块上，调零；
- c) 提升加载压头，在加载压头与测量块之间放入标准值为 5.00mm 的标准量块，加载压头作用在标准量块上，记录标准量块的标准值与旋转压实仪的显示示值之间的示值误差；
- d) 按照上述方法，依次放入标准值为 10.00mm、15.00mm、20.00mm、30.00mm、50.00mm 的标准量块，分别检测标准量块的标准值与旋转压实仪显示示值之间的示值误差，应符合 6.6.2.4 的规定。

#### 7.9 试模

- 7.9.1 用目测和手感检查试模的外观，应符合 6.7.1 的规定。
- 7.9.2 用便携式洛氏金属硬度计检测试模的淬火硬度，检测结果应符合 6.7.3 的规定。
- 7.9.3 用表面粗糙度样块(外磨工序)检测试模内孔的表面粗糙度，应符合 6.7.4 的规定。
- 7.9.4 按照附录 B 方法测定试模内径，应符合 6.7.5 的规定。
- 7.9.5 用量程为 0~300mm 的游标卡尺及 75mm~100mm 的外径千分尺、125mm~150mm 的外径千分尺检测试模的外径及厚度尺寸，每个尺寸连续测量 3 次，求平均值，所有尺寸应符合 6.7.5 的规定。

## 8 检验规则

### 8.1 检验分类

- 8.1.1 检验分型式检验和出厂检验。
- 8.1.2 有下列情况之一时，应进行型式检验：
  - a) 新产品定型或产品转产鉴定时；
  - b) 产品正式生产后，如果其结构、材料、工艺或者关键配件原件发生较大改变，可能会影响到产品性能时；
  - c) 产品停产半年以上，重新恢复生产时；
  - d) 国家质量监督机构和行业管理部门提出型式检验要求。

### 8.2 检验项目

检验项目见表 1。

表 1 旋转压实仪检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	技术要求	试验方法
1	外观	+	+	6.1	7.3
2	加载装置	+	+	6.3	7.5
3	控制装置	+	-	6.4	7.6
4	旋转基座	+	+	6.5	7.7
5	测力装置和测位移装置	+	+	6.6	7.8
6	试模	+	+	6.7	7.9

注：“+”为必检项目；“-”为不检验项目。

### 8.3 判定规则

- 8.3.1 对于出厂检验和型式检验，检验的全部项目应达到相应的技术要求，任一项不合格，则判定不合格。

## 9 标志、包装、运输和储存

### 9.1 标志

9.1.1 每台旋转压实仪应在显著位置固定铭牌，铭牌应字迹清晰。铭牌的内容应包括：

- a) 生产单位名称、地址；
- b) 产品名称和型号；
- c) 制造日期和出厂编号；
- d) 主要技术指标。

9.1.2 包装箱的标识内容应包括：

- a) 生产单位名称；
- b) 产品名称和型号；
- c) 出厂日期；
- d) 包装尺寸；
- e) 数量和净质量、毛质量；
- f) 搬运注意事项。

### 9.2 包装

9.2.1 包装箱应确保仪器设备在运输搬运过程中不受损坏。

9.2.2 包装箱内应附有产品合格证、符合 GB 9969.1 要求的使用说明书及必要的装箱清单。

### 9.3 运输

产品在运输过程中，应防雨淋、防磕碰、防倒置。

### 9.4 储存

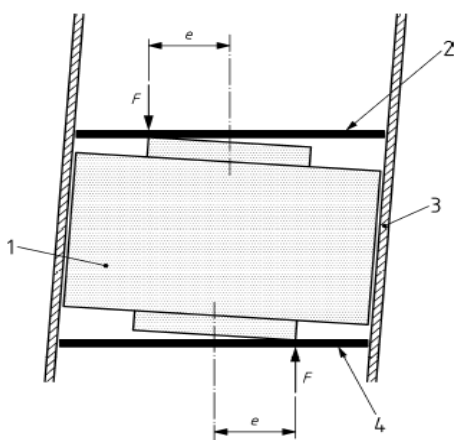
储存过程中应放在干燥、通风的库房内，防尘、防潮、防腐蚀。

附录 A  
 (规范性附录)  
 有效内旋转角的动态检测方法

A.1 试验仪器

试验仪器为动态内旋转角测量装置，结构示意图见 A.1，要求如下：

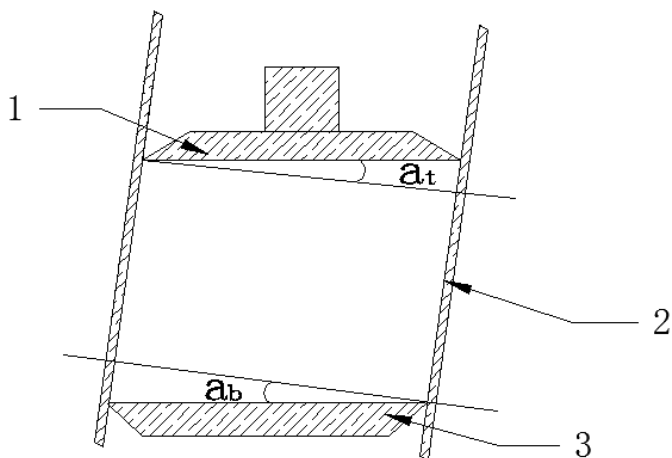
- a) 能在旋转压实仪试模中旋转时使压盘产生倾斜扭矩  $466.5\text{N} \cdot \text{m} \pm 10\text{N} \cdot \text{m}$  (即  $F \times e$ ，其中  $F$  为作用于压盘上平行于旋转主轴方向的力； $e$  为偏心距，为 22mm)；
- b) 能同时测定内旋转角和压力，内旋转角示意图见 A.2；
- c) 角度量程  $0.2^\circ \sim 2.0^\circ$ ，精度  $0.001^\circ$ ，压力量程  $0 \sim 2.0\text{kPa}$ ，高度  $0.01\text{mm}$ ；
- d) 配有数据采集、显示及温度测量等功能。



说明：

- 1——动态内旋转角测量装置；
- 2——上压盘；
- 3——试模；
- 4——下压盘。

图 A.1 动态内旋转角测量装置示意图



说明：

- 1——上压盘；



- 2——试模；  
3——下压盘。

图 A.2 内旋转角示意图

## A.2 试验准备

有效内旋转角的动态检测准备工作：

- a) 对于每个试模，均需要标定内旋转角，当采用不同的上、下压盘时也需要重新标定；  
将试模上、下压盘和动态内旋转角测量装置的表面清理干净、无碎片；
- b) 若试模内壁或者上、下压盘接触混合料的表面有划痕，则舍弃不得再用；
- c) 动态内旋转角测量装置需定期进行校准。使用前检查探针尖端与接触环有无缺陷。

## A.3 试验步骤

有效内旋转角的动态检测步骤如下：

- a) 将动态内旋转角测量装置组装好，放进试模中，调整探针或标准基座，使能够测量顶部内旋转角，将试模放入旋转压实仪中，同时注意将试模和上、下压盘进行对中。  
也可以先将试模放入旋转压实仪、对中后，再将动态内旋转角测量装置放入试模；
- b) 根据不同设计方法和体系，设定有效内旋转角、垂直压力和旋转速率（如 Superpave 设计方法要求有效内旋转角为  $1.16 \pm 0.02^\circ$ ；垂直压力为  $600 \text{kPa} \pm 18 \text{kPa}$ ，旋转速率为  $30 \text{r/min} \pm 0.5 \text{r/min}$ ）。微调降低旋转压实仪上压盘，启动旋转压实仪进行旋转压实，使试模和动态内旋转角测量装置一起作旋转运动；
- c) 旋转到设定次数（可根据动态内旋转角测量装置生产厂家要求设定）后停止，待上压盘上升一定高度后，取出试模；从试模中取出动态内旋转角测量装置，也可以采用脱模仪将动态内旋转角测量装置取出。完成一次内旋转角测量，记录角度测量值，准确到  $0.01^\circ$ ；
- d) 按照以上 a) — c) 的步骤测定 4 个位置的顶部内旋转角，分别记为  $\alpha_{t,i}$ 。每个位置测量一次；然后关闭旋转压实仪，沿顺时针方向转动动态内旋转角测量装置约  $90^\circ$  再次测定；依次测定左右前后 4 个位置。4 个位置的顶部内旋转角最大值与最小值之差不大于  $0.05^\circ$ ，否则，应重新测定；
- e) 调整探针或标准基座，使能够测量底部内旋转角。按照同样方法，测定 4 个位置的底部内旋转角，精确至  $0.01^\circ$ ，分别记为  $\alpha_{b,i}$ 。

## A.4 计算和结果处理

A. 4. 1 按公式(A.1)、(A.2)分别计算顶部与底部四个位置测定的内旋转角平均值, 公式(A.3)计算有效内旋转角:

$$\alpha_t = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 \alpha_{t,i} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$\alpha_b = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 \alpha_{b,i} \dots\dots\dots (A.2)$$

$$\alpha = \frac{\alpha_t + \alpha_b}{2} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

$\alpha_t$ ——顶部内旋转角, 单位为度(°);

$\alpha_b$ ——底部内旋转角, 单位为度(°);

$\alpha_{t,i}$ ——顶部某位置内旋转角测定值, 单位为度(°);

$\alpha_{b,i}$ ——底部某位置内旋转角测定值, 单位为度(°);

$\alpha$ ——有效内旋转角, 单位为度(°)

A. 4. 2 有效内旋转角允许误差为 $\pm 0.02^\circ$ , 且顶部内旋转角与底部内旋转角之差小于 $\pm 0.10^\circ$ 。

**附录 B**  
**(规范性附录)**  
**试模内径检测方法**

**B.1 试验仪器**

仪器如下：

- a) 三点内径千分尺：精度为 0.0025mm；
- b) 校准环规：与试模内径相同尺寸，分度值 0.001mm；主要对试模测量前对三点千分尺进行校核。

**B.2 试验准备**

三点内径千分尺校核步骤：

- a) 将三点内径千分尺、校准环规在 18-28℃恒温 45min 以上；
- b) 将校准环规放在平台上，将三点内径千分尺放置在环内，但测量爪不接触环表面。转动三点内径千分尺调节旋钮使测量爪向外伸展；同时，在内径量规上部进行小转动，使其测量爪端部与校准环规内孔正好咬合；然后降低环形运动幅度，直至测量爪端部与校准环规内孔完全咬合上，安装要紧固，但是不要太紧；
- c) 将三点内径千分尺调零。对于无电子复位的机械式三点内径千分尺，确认表的读数在校准环规的 0.0025mm 范围内。缩回测量爪，将三点内径千分尺从校准环规取出。如果表的读数误差大，则重新标定。

**B.3 试验方法与步骤**

试模内径测量步骤：

- a) 确定测量的旋转方向。将试模放在平台上，内壁垂直与平台。在试模端部做个记号，第一个位置 A 为记号位置，第二个位置 B 为 A 位置旋转 90°，第三个位置 C 为 A 位置旋转 180°，来识别测量时旋转方向。具体见图 B.1 中 a)、b)和 c)；

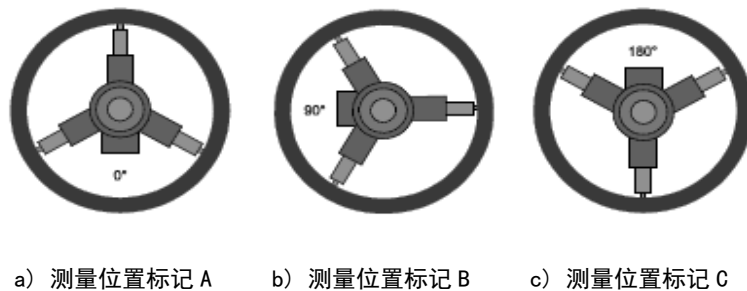


图 B.1 试模测量位置标记

- b) 测量过程中，沿着垂直方向在三个高度位置测量试模内径。三个高度位置自上而下分

- 别记为 1、2 和 3；第一个测试高度位置距试模顶部 50mm，第二个测试高度位置距顶部 100mm，第三个高度位置距离试模底部 50mm。具体见下图 B.2；
- c) 每个高度沿圆周方向三个位置测量 3 次，最终得到 9 个内径测量结果。将三点内径千分尺放于第一个测点位置 1，使其中的一个接触点与第一个记号位置 A 相对应，测量结果记为“1A”；
- d) 释放三点内径千分尺，将其旋转 90° 与第二个记号位置 B 相对应，测量结果记为“1B”；
- e) 再次释放三点内径千分尺，旋转 90°（与 1A 成 180°）与第三个记号位置 C 相对应，测量结果记为“1C”，见图 B.2 中 a)；
- f) 对于第二个与第三个高度位置的测量重复 c)—e)过程，得到测量结果标记为“2A”、“2B”和“2C”以及“3A”、“3B”和“3C”。具体分别见下图 B.2 中 b)、c)。

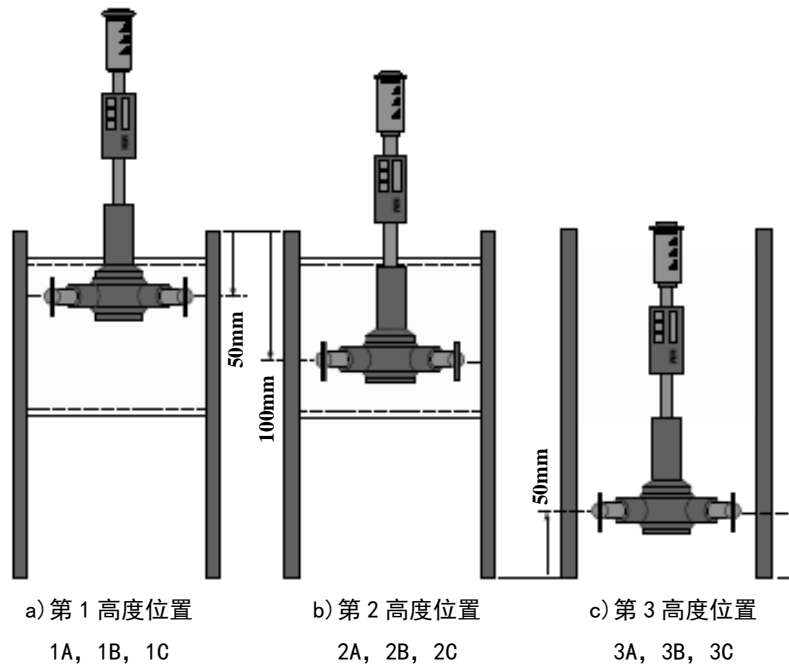


图 B.2 试模内三点内径千分尺测量位置

#### B.4 计算与结果处理

B.4.1 试模内径在 3 个高度位置测定值按公式 (B.1)、(B.2) 和 (B.3) 计算。

$$D_1 = \frac{D_{1A} + D_{1B} + D_{1C}}{3} \dots\dots\dots (B.1)$$

$$D_2 = \frac{D_{2A} + D_{2B} + D_{2C}}{3} \dots\dots\dots (B.2)$$

$$D_3 = \frac{D_{3A} + D_{3B} + D_{3C}}{3} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

$D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ ——试模内径在高度位置 1, 2, 3 的测定值, 单位为毫米 (mm) ;

$D_{1A}$ 、 $D_{2A}$ 、 $D_{3A}$ ——试模内径在高度位置 1, 2, 3 对应的标记 A 位置的测定值, 单位为毫米 (mm) ;

$D_{1B}$ 、 $D_{2B}$ 、 $D_{3B}$ ——试模内径在高度位置 1, 2, 3 对应的标记 B 位置的测定值, 单位为毫米 (mm) ;

$D_{1C}$ 、 $D_{2C}$ 、 $D_{3C}$ ——试模内径在高度位置 1, 2, 3 对应的标记 C 位置的测定值, 单位为毫米 (mm) 。

B. 4. 2 试模内径计算按公式 (B.4) 计算。

$$D = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 D_i \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

$D$ ——试模内径尺寸, 单位为毫米 (mm) ;

$D_i$ ——试模在高度位置  $i$  处的内径测定值, 单位为毫米 (mm) 。

B. 4. 3 每个高度位置的测量值平均值与内径范围要求进行比较, 当任何单值不满足要求时, 即该试模不合格。

---