



中科博达  
ZHONGKEBODA

专业生产环境试验箱, 服务热线: 010-61258324, 61258374

**FIFA**<sup>®</sup>

For the Game. For the World.



FIFA 足球场草坪质量计划  
测试方法  
指南  
2015 年 10 月版



## 目录

1	前言
2	引用标准
3	实验室试样
4	现场测试位置
5	测试条件
6	用于测试的球
7	用于测试的足球鞋钉
8	足球反弹的测定
9	角球反弹的测定
10	球滚动的测定
11	吸震能力的测定
12	标准垂直变形量的测定
13	能量恢复的测定
14	旋转阻力的测定
15	表皮/地面摩擦的测定
16	人工老化程序
17	合成填料的评估程序
18	表面平坦度的评估程序
19	人造草坪产品耐热测定程序
20	人造草坪产品磨损测定程序
21	填料飞溅量测定程序
22	短距离球滚动测定程序
23	绒头净高测量程序
24	人造草坪草丝内紫外线稳定剂含量测定程序
25	颗粒填料的颗粒粒度分布测定程序 (FIFA 20)
26	填料深度测量程序 (FIFA 测试方法 21)
27	差示扫描量热法 (DSC) 测量程序 (FIFA 22)
28	草丝纤度测定程序 (FIFA 方法 23)
29	人造草坪系统渗透速率测定程序 (FIFA 24)
30	草丝厚度测量程序 (FIFA 方法 25)
31	FIFA 采用国际和欧洲标准测试方法

本指南编写过程中已尽全力确保所含内容的准确性。但是，凡使用本指南内容开展足球场草坪开发建设的用户（“用户”），均应充分考虑使用本指南可能产生的风险，以及可能产生的财产损失或损害及任何人员伤亡，自行承担相应风险，同时保护 FIFA（国际足联）及其官员、董事、从业人员、咨询顾问和代理机构，使其免于上述损失或伤害所导致的各种索偿、法律程序、诉讼、赔偿、成本、费用及所有其它责任。

用户遵守本指南要求的，并不能视为该用户能豁免其应尽的法律义务。

用户遵守本指南要求，即构成该用户认可了本免责声明条款。

FIFA 保留随时根据需要修订、更新或删除本指南章节的权利。

2015 年 FQP 测试方法指南中的变化（相对于 2012 年版）

- 关于提前磨损的新方法
- 关于测定短距离球滚动的新方法
- 关于耐热测定的新方法
- 关于测定填料飞溅的新方法
- 关于人造草坪草丝内紫外线稳定剂含量测定的新方法
- 关于测量绒头净高的新方法
- 关于填料深度测量的方法
- 关于纤度测量的方法
- 关于测量渗透性的方法
- 关于测量颗粒填料的方法
- 关于测定差示扫描量热法的方法

## 1 前言

本指南介绍了根据 FIFA 品质概念评估人造草坪足球地面的程序。虽然编写该指南来说明足球场草坪（人造草坪表面）应如何测试，但球/地面和运动员/地面测试也可以用来评估天然草坪场地的品质。

本版本指南取代 2015 年 10 月 26 日开始生效的之前的版本。

## 2 引用标准

本指南包含了（通过注明日期或未注明日期的参考文件）其他出版物的相关规定。对于注明日期的引用文件,仅在通过修改或修订将所引用出版物的后续修改或修订包含在参考文件中时,方可适用于本指南。对于未注明日期的引用文件,适用其最新版本。

## 3 实验室试样

- 3.1 一块被界定为人造地面和填料的足球场草坪，影响运动成绩或地面的生物力学反应的任何减震垫以及所有支撑层。
- 3.2 测试应针对影响运动成绩或地面的生物力学反应的构建的各个要素进行。
- 3.3 除了足球场草坪铺设于旨在促进地面的动态性能的基底上以外，实验室测试应在铺设于硬质平坦的混凝土地面的试样上进行。
- 3.4 如果一块足球场草坪铺设于旨在促进地面的动态性能的基底上，球反弹、角球反弹、吸震能力和垂直变形量的测量应在以下试样上进行，该试样包含足球场草坪和基底，铺设到生产商或供应商指定的深度。
- 3.5 针对球滚动、旋转阻力、表皮/地面摩擦和表皮磨损的实验室测试，应对影响反应的所有元素进行测试——这通常不包括支撑层。
- 3.6 试样的尺寸  
试样应等于或大于表 1 中所列的尺寸。

测试	试样的最小长度	试样的最小宽度
球反弹	1.0m	1.0m
角球反弹	1.0m	1.0m
角球反弹	5.0m	1.0m
吸震能力	1.0m	1.0m
垂直变形量	1.0m	1.0m
旋转阻力	1.0m	1.0m
地面摩擦/磨损	1.0m	1.0m
低温及高温测试	0.4m	0.4m
模拟磨损	5.0m	1.0m
耐热测试	1.0m	1.0m
飞溅测试	1.0m	1.0m
人工老化：地毯绒头草丝	20 米长	
紫外线稳定剂评估	1 米长	

3.7 除非在测试方法中规定,实验室试样应不包括接头或镶嵌线。

### 3.8 试样的制备

填充之后, 填充的试样进行测试前调节后, 用手拉辊在试样上来回滚动 50 遍 (一遍是指一只手拉辊由内向外来回一次), 或 lisport XL 测试仪 20 个来回。辊筒应重  $(28.5 \pm 0.5)$  公斤, 直径  $(118 \pm 5)$  毫米, 并装有如图 1 所示的塑料鞋钉, 详见表 1。鞋钉应如图 2 所示, 由塑料制成, 并具有  $96 \pm 2$  的邵氏 A 硬度。

注: 关于鞋钉位置,  $\pm 1$  毫米的制造公差已被证明是符合要求的。

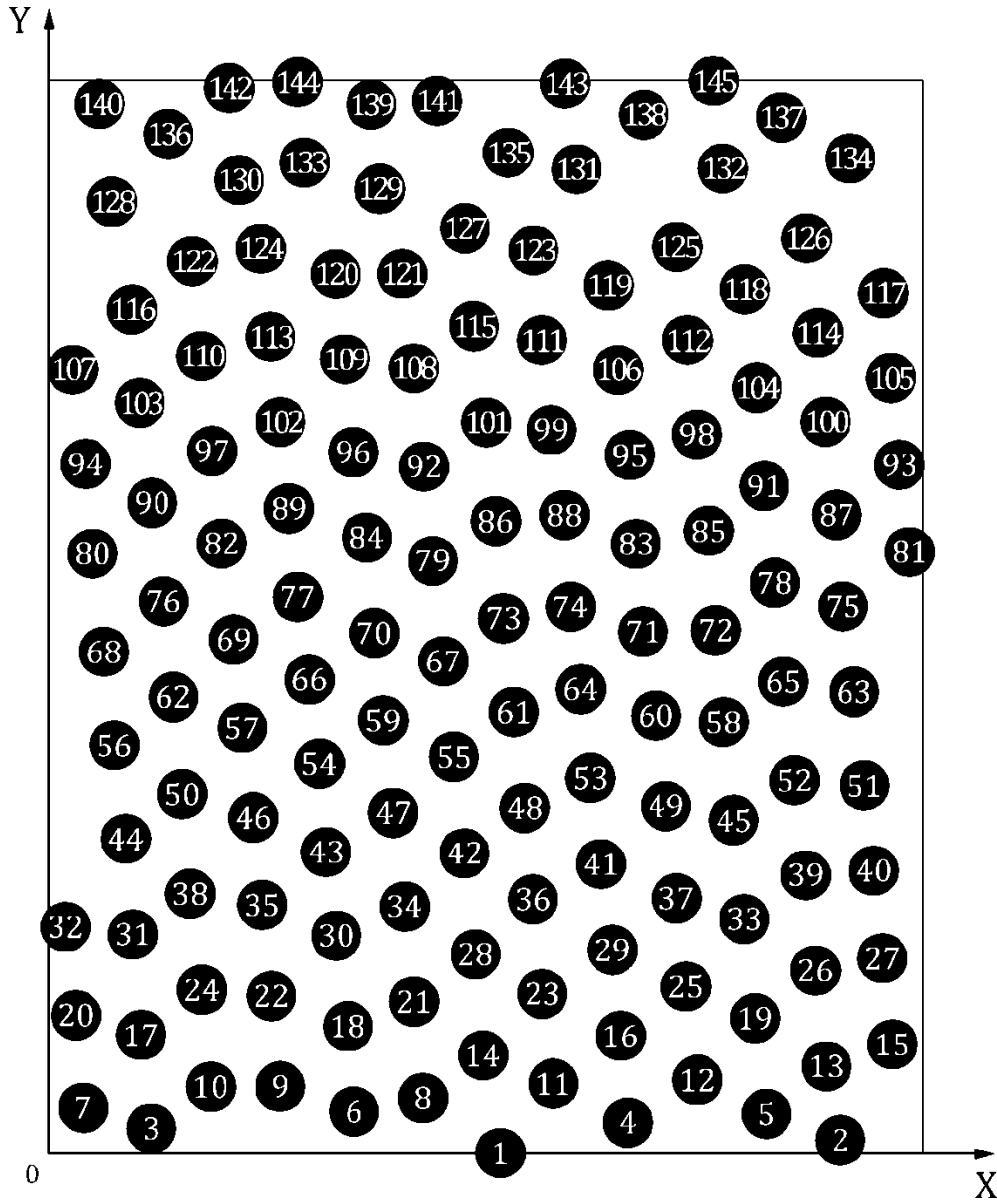


图 1 - 鞋钉的图样

表 1 - 鞋钉位置坐标 (鞋钉中心)

STUD - X AXIS - Y AXIS			STUD - X AXIS - Y AXIS			STUD - X AXIS - Y AXIS		
	mm	mm		mm	mm		mm	mm
1	154,5	0,0	51	279,5	127,5	101	150,0	252,5
2	271,5	4,5	52	255,5	128,5	102	78,5	252,5
3	35,0	8,5	53	185,5	129,5	103	31,0	259,0
4	198,5	10,5	54	92,5	134,5	104	242,5	264,5
5	246,0	13,5	55	139,0	136,5	105	289,0	268,0
6	105,0	14,0	56	22,0	141,0	106	195,0	270,5
7	11,5	16,0	57	65,5	146,5	107	7,5	271,0
8	128,5	19,0	58	231,5	149,0	108	125,0	271,0
9	79,0	23,0	59	114,5	149,5	109	101,0	274,5
10	55,0	23,0	60	208,0	151,0	110	51,5	275,5
11	173,0	24,0	61	159,5	152,5	111	169,5	280,5
12	222,0	25,0	62	42,0	157,5	112	219,0	280,5
13	267,0	30,0	63	276,0	158,5	113	76,0	282,0
14	149,0	33,5	64	182,5	160,0	114	263,5	284,0
15	289,5	37,0	65	252,5	162,5	115	145,5	285,0
16	196,0	40,0	66	89,0	164,0	116	28,0	291,5
17	31,0	41,0	67	135,0	170,0	117	286,0	297,0
18	102,0	43,5	68	18,5	173,0	118	239,0	298,5
19	242,0	46,0	69	63,0	177,5	119	192,0	300,0
20	8,5	47,0	70	111,0	179,5	120	98,0	304,0
21	125,0	52,5	71	204,5	180,0	121	121,0	304,0
22	76,0	54,0	72	229,0	180,5	122	48,5	308,0
23	169,0	55,0	73	155,5	184,5	123	166,0	312,0
24	52,0	56,0	74	178,5	188,5	124	72,0	312,5
25	218,5	57,5	75	272,5	189,0	125	215,0	313,5
26	263,0	63,0	76	38,5	190,5	126	260,0	316,0
27	286,0	67,0	77	85,0	192,5	127	142,0	319,5
28	146,0	68,5	78	249,0	196,5	128	21,0	329,0
29	193,0	70,5	79	131,5	204,5	129	113,0	333,0
30	98,5	75,0	80	14,5	207,0	130	64,5	336,0
31	28,0	75,5	81	294,5	208,0	131	180,0	340,0
32	5,5	78,0	82	58,5	210,5	132	231,0	340,0
33	239,0	81,0	83	201,0	210,5	133	87,0	342,5
34	122,0	85,0	84	108,5	212,5	134	275,0	343,5
35	73,0	85,5	85	226,0	215,0	135	157,5	345,5
36	166,0	88,0	86	153,0	218,0	136	40,0	352,0
37	215,0	88,0	87	270,0	220,0	137	251,0	357,5
38	48,5	89,5	88	176,5	220,5	138	204,0	358,5
39	259,5	96,0	89	82,0	222,5	139	110,0	362,5
40	283,0	97,5	90	34,5	224,5	140	16,5	362,5
41	189,0	100,0	91	246,0	231,0	141	133,0	363,5
42	142,0	103,0	92	128,5	237,5	142	61,0	368,0
43	94,5	104,0	93	292,0	237,5	143	177,5	369,0
44	25,5	109,0	94	12,0	238,5	144	84,5	370,0
45	235,0	114,5	95	199,0	241,0	145	228,0	370,0
46	69,5	116,0	96	104,0	242,0			
47	118,5	117,5	97	55,0	243,0			
48	162,5	119,5	98	222,0	248,0			
49	211,5	119,5	99	172,5	250,0			
50	46,0	123,5	100	266,5	252,5			

#### 4 现场测试位置

除非另有规定, 现场测试应在图 2 所示的位置上进行。

所有的现场测试, 除非另有规定, 应在位置 1-6 上进行。该测试位置的方位应由测试机构来确定。

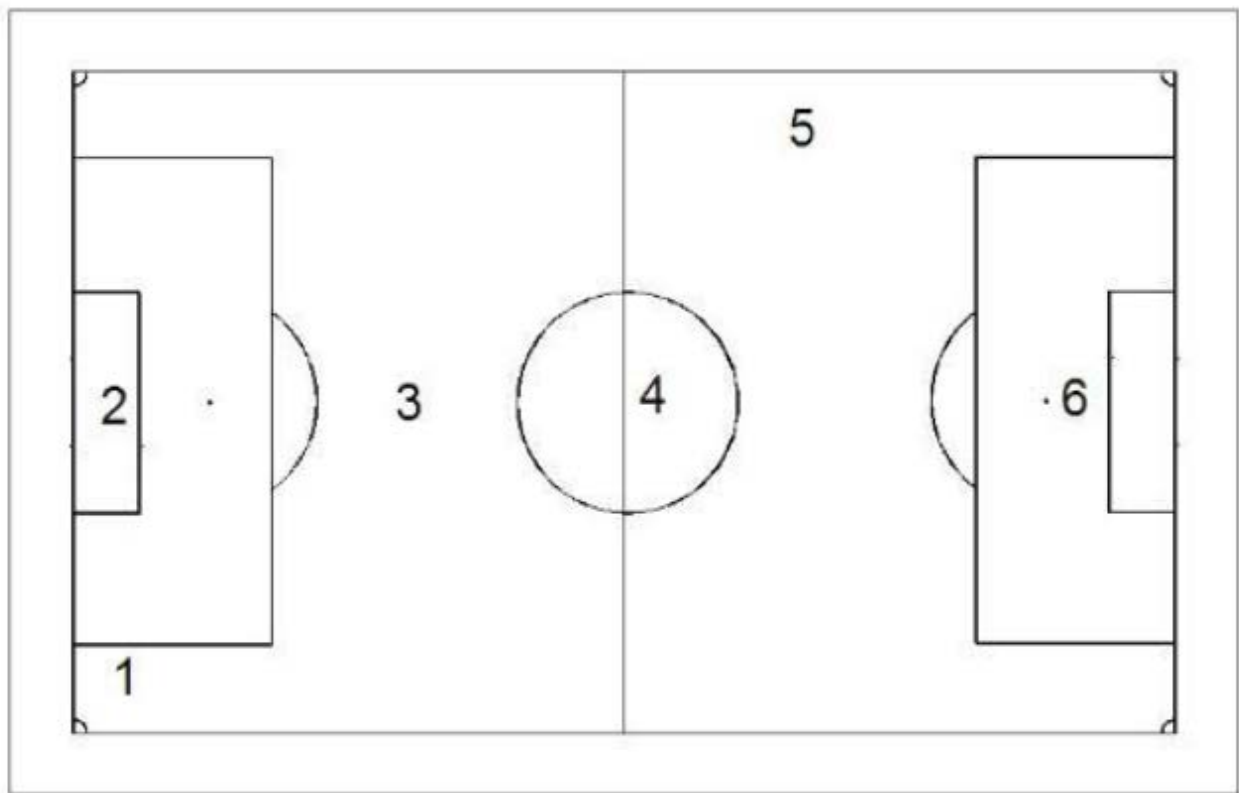


图 2 -现场测试位置

除了球滚动测试以外, 其他测试项目不应在草坪接缝处或拼接的功能线上进行

#### 5 测试条件

##### 5.1 实验室测试

实验室测试应在  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$  的环境实验室温度下进行。

在测试前试样应被保持在实验室温度中至少 3 小时。

应在适当测试程序指定的干燥和潮湿的试样上进行实验室测试。

##### 5.2 湿试样的制备

湿样本的制作方法是, 在试件上均匀喷洒一定量的水, 让水完全浸透样本。(如有疑问, 洒水量应相当于试样的体积)。试样润湿后, 任其沥干 15 分钟, 然后再立即进行测试。

##### 5.3 现场(场地)测试

现场测试应在测试当时盛行的气象条件下进行, 但地面温度不得超出 $-5^{\circ}\text{C}^1$ 至 $+50^{\circ}\text{C}$ 的范围。如因天气情况无法按规定的温度范围进行测试, 则应在测试报告中明确说明与规定测试条件的具体偏差情况。如测试不合格, 则应在规定范围内重新测试一遍。

应当报告测试时的地面和环境温度及环境相对湿度。

球滚动和球反弹测试 (除非测试区域屏蔽风) 应在最大盛行风速小于 2 米/秒时进行。应当报告测试时的风速。

如因天气情况无法按规定的风速范围进行球滚动测试, 且球滚动超出了有关规定, 应实施简化测试程序, 应使用屏蔽物 (例如, 通过使用塑料大棚的方式) 来降低最大风速, 使其达到小于 2 米/秒, 只要绒头净高 (任何填料上草的高度) 是一致的 (球场均值 $\pm 3$  毫米), 且整个场地中的草在每个标准现场测试位置绝大多数都垂直的。简化测试中, 球滚动须至少在球场的的一个区域上进行三个方向 ( $0^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  和  $180^{\circ}$ ) 的测试。如果测出绒头净高不一致 (球场均值 $>\pm 3$  毫米) 或不满足每个测试位置绝大多数垂直, 球滚动应当在每个标准的现场测试位置使用必要的屏蔽物来进行测量。球场的平均绒头净高应通过测量 0 米、5 米和 8 米的每个现场测试位置上间距在  $0^{\circ}$ 、 $90^{\circ}$ 、 $180^{\circ}$  和  $270^{\circ}$  的绒头净高来计算 (六个测试位置每个 9 个读数)。

## 6 用于测试的球

测试应当使用 FIFA 品质专业足球<sup>2</sup>来进行。每次测试都应直接在测试前调整球的压力, 在测试温度下, 球从  $2.0 \pm 0.01\text{m}$  的高度落下后, 在混凝土上对球底部的反弹值能达到  $1.35 \pm 0.03\text{m}$ 。如果压力调节量过大或过小, 导致球压超出生产商规定的正常工作压力范围, 则该球测试不合格。

为防止损害到球的表皮, 用于球滚动测量的球不得被用于任何其它测试。

注: 应尽量减少足球的内在差异给测试结果造成的影响, FIFA 认证的测试实验室都提供精选的测试球。

## 7 用于测试的足球鞋钉

用于旋转阻力和样本调节辊的鞋钉应符合图 3。它们应由塑料制成, 并且具有  $96 \pm 2$  的邵氏 A 硬度。

---

<sup>1</sup>场地可以在低至 $-5^{\circ}\text{C}$  温度下进行测试, 只要在测试时场地上没有冰。

<sup>2</sup>测试许可使用 FIFA 批准的足球 (指定至 2014 年)



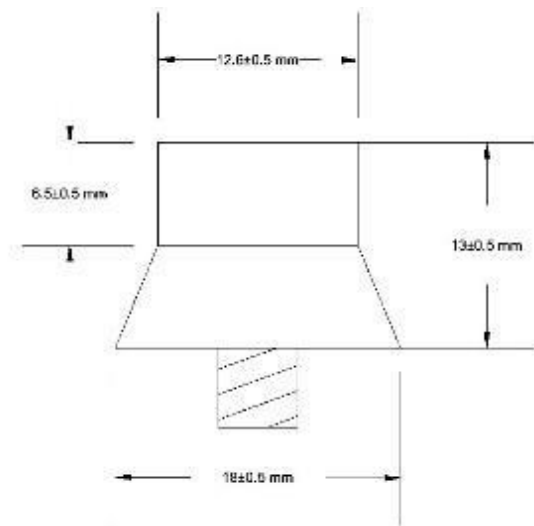


图 3 —— 足球鞋钉的轮廓 (新)

### 鞋钉更换 —— 旋转阻力

在最多 50 次测试后, 应测定鞋钉的长度。如果任何鞋钉小于 11.0 毫米, 都应当被更换。

## 8 球反弹的测定 (FIFA 测试方法 01)

### 8.1 原理

一个球从 2 米高处释放并计算出其从地面反弹的高度。

室内测试也可通过模拟使用表面的方式, 评定上述压实特性。

### 8.2 测试装置

#### 8.2.1 测量仪器

测试装置包括:

- 一台电磁或真空释放机械装置, 使球从  $2.00 \pm 0.01$  米处垂直落下 (自球的底部测量), 而不带任何冲力或旋转。
- 垂直标尺用来确认球的跌落高度。
- 定时装置, 声音激活, 测量精度高达 1ms。
- 足球
- 测量风速精确度为 0.1 米/秒 (仅适用现场测试) 的装置。

### 8.3. 测试步骤

测试前立刻验证球在混凝土上的垂直反弹。

从  $2.00 \pm 0.01$  米处释放球, 球的底部到球场表面的填充和非填充系统上草的顶端, 并以秒为单位记录第一次和第二次冲击之间的时间。

注: 为了限制气门的影响, 当球被固定时, 它会被优先地定位于顶部

### 8.4 结果的计算和表达

每个测试计算反弹高度应使用以下公式:

$$H = 1.23 (T - \Delta t)^2 \times 100$$

式中

H = 反弹高度, 以厘米为单位

T = 第一次和第二次冲击之间的时间, 以秒为单位

$\Delta t = 0.025$  秒

球反弹的报告值四舍五入到最近的 0.01 米作为绝对值, 以米为单位, 如 0.80 米。

实测值的不确定范围按  $\pm 0.03$  米记录。

## 8.5 在 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的实验室测试

### 8.5.1 步骤

确定在五个位置上试样的球反弹，每个相隔至少 100 毫米，并距试样的侧面至少 100 毫米。在每个单独球反弹之前，按照生产商声明的原始状态重新调节样本。

根据具体需要，按干湿两种条件进行测试。

### 8.5.2 结果的计算

计算来自五个测试的球反弹的平均值。

## 8.6 在使用过程中模拟机械磨损后的实验室测试

### 8.6.1 步骤

按照 FIFA 测试 20 决定试样。

使用 Lisport XL 装置中的试样，将其放在适当位置并进行如下测试。在测试期间记录地面温度和环境温度。

应至少由五个位置来确定试样的球反弹。每次测试应在试样的充分条件区域中进行，距任何边缘至少 100 毫米，距任何其他测试位置至少 150 毫米。在进行测试之前，除去相邻测试中任何移位的填料。

测试应在干燥条件下进行，湿度是系统的固有成分时除外。

### 8.6.2 结果的计算

计算并指出出自五个测试的球反弹的平均值。

## 8.7 现场测试

### 8.7.1 测试条件

测试应按照测试当时的气象条件进行，但不得违背第 5.3 条规定的限值。应当报告该条件。

### 8.7.2 步骤

记录在测试过程中的最大风速。

在每个测试地点进行五个单独的测量，每一个相隔至少 300 毫米。

### 8.7.3 结果的计算

就每个测试地点计算来自五个测试的球反弹的平均值。

## 9 角球反弹的测定 (FIFA 测试方法 02)

### 9.1 原理

一个球以指定的速度和角度被投射到地面上, 从撞击后该球的即时速度比撞击前球的即时速度中计算出角球反弹。

### 9.2 测试装置

测试装置包括:

- 一台气动炮, 能够以指定的角度和速度将球投射到地面上。
- 雷达测速仪, 能够测定球与试样冲击之前或之后的水平速度。该雷达测速仪的取值精度为 0.1km/h。
- 足球

### 9.3 测试步骤

测试前立刻验证球在混凝土上的垂直反弹。

调节气动炮, 使得炮嘴直径最低点的垂直高度在填料面层以上  $0.90 \pm 0.02\text{m}$  (如系统装有填料); 或位于绒头面层上 (如系统未装填料) 这样该球以  $15 \pm 2^\circ$  的水平夹角离开大炮, 并在即将冲击地面之前达到  $50 \pm 5$  公里/小时的速度。

安装雷达使其与炮相邻, 平行于地面, 沿着球将被发射的方向, 并在雷达测速仪的中间的垂直高度距测试地面在 450 毫米和 500 毫米之间。

投射球到地面, 记录球在即将与地面发生冲击前及刚刚冲击后的运动速度。

重复该过程五次, 以确保该球未两次打到同一个位置上。

### 9.4 结果的计算和表达

使用下式计算角球反弹:

$$\text{角球反弹(\%)} = (S2 / S1) \cdot 100$$

式中

S2=反弹后的速度, 以公里/小时为单位

S1=反弹前的速度, 以公里/小时为单位

角球反弹的报告值四舍五入到最接近的整数百分比, 例如 55%。

实测值的不确定范围按  $\pm 5\%$  绝对值记录。

## 9.5 实验室测试

### 9.5.1 步骤

确定试样的角球反弹，确保每个测试位置之间相隔至少 300 毫米，并距试样的侧面至少 100 毫米。

以 90°旋转试样并重复

根据具体需要，按干湿两种条件进行测试。

### 9.5.2 结果的计算

就每个测试的方向计算来自五个测试的角球反弹的平均值。

从测试的两个方向上计算角球反弹的平均值。

## 10 球滚动的测定 (FIFA 测试方法 03)

### 10.1 原理

一个球滚下一个斜坡，使其滚动穿过地面，直到它停下了。记录该球穿过地面行进的距离。

### 10.2 测试装置

测试装置包括:

- 一个球滚动的斜坡，如图 4 所示，由两个光滑平行圆杆组成，其与球的接触面积最大直径为 40 毫米，其内部边缘相距  $100 \pm 10$  毫米。球应从斜坡转移到地面，没有跳跃或弹跳。
- 测量球滚动距离的装置，精确度到 0.01 米（如钢卷尺、激光）。
- 足球
- 测量风速精确度为 0.1 米/秒（仅适用现场测试）的装置。

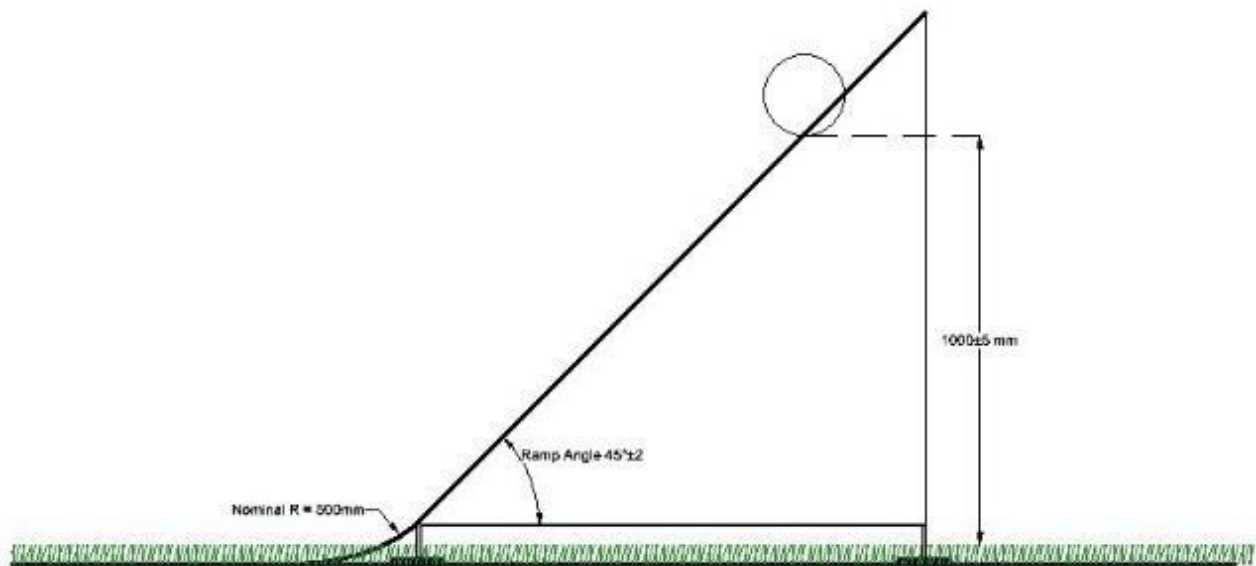


图 4: 球滚动斜坡

### 10.3 测试步骤

测试前立刻验证测试球对混凝土的垂直反弹。

调整斜坡，以便它垂直于地面，这样导轨的末端位于填料（在填充系统中）的顶部或在未填充系统上草的顶端，以使得球从斜坡平滑地滚动到地面上，无跳跃或弹跳。

把球放置在球滚动斜坡上，以使压在斜坡上的球中心下面的点在试样上方  $1000 \pm 5$  毫米。

释放该球，使其滚下斜坡并穿过试样，直到它停下了。

测量从球首先与试样（地毯绒头的顶端）接触的点到球停下了的位置处停在试样上的球中心下面的点之间的距离。

#### 10.4 结果的表达

球滚动的报告值四舍五入到最近的 0.1 米的, 例如 6.9 米。

实测值的不确定范围按 $\pm 0.05$  米记录。

#### 10.5 现场测试

##### 10.5.1 测试条件

测试应按照测试当时的气象条件进行, 但不得违背第 5.3 条规定的限值。应当报告该条件。

##### 10.5.2 步骤

记录在测试过程中的风速。

在每个测试位置进行三次单独测量, 每个相隔至少 100 毫米。

至少在 4 个方向上 ( $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 和  $270^\circ$ ) 进行测试, 每个方向上三次单独的测量, 以确定结果是否受诸如斜坡或草坪方向等因素的影响。

遇到斜坡时, 应在斜坡上上下下滚动; 遇到凸起部位时, 则滚动的位置应防止球在任何方向滚过凸起部位。

##### 10.5.3 结果的计算

就每个测试位置/方向计算来自三个测试的球滚动的平均值。

计算每个测试位置的来自所有测试的球滚动的平均值。

## 11 吸震能力的测定 (FIFA 测试方法 04a)

### 11.1 原理

让一个带有弹簧的落体下落到试样上。记录该落体从其释放的时刻直到其冲击到试样之后的加速度。吸震能力是通过对比试样的最大力度和对混凝土冲击的基准力进行比较来计算的。

### 11.2 测试装置

吸震装置的工作原理见下图 5 及主要元件表。表内基本元件的具体特点将在下文介绍。

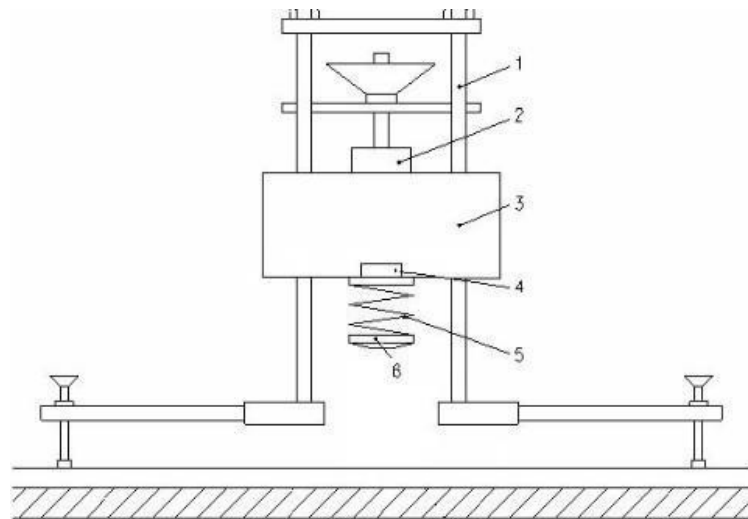


图 5 —— 测试装置

1.对落体的引导

2.电磁铁

3.落体

4.加速度计

5.弹簧

6.测试脚

#### 11.2.1 电磁铁 (2)

使用电磁铁, 可使落体下落高度的设置精度达到 $\pm 0.25\text{mm}$ 。

#### 11.2.2 落体 (3)

落体包含一个加速度计、一个螺旋式金属弹簧 (5) 和一个钢测试脚 (6)。(3) + (4) + (5) + (6) 的总质量应是  $20.000\text{克} \pm 100\text{克}$ 。

#### 11.2.3 压阻式加速度计 (4)

加速度计具有  $50\text{克}$  足尺容量 ( $= 50 \times 9.80665\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), 具有以下特点:

- 频率范围: 带宽直到  $1000\text{赫兹}$  ( $-3\text{dB}$ )
- 线性: 超过工作范围  $2\%$ 。

重力传感器应被放在落体重心的垂直线上, 并尽可能置于落体的下侧。重力传感器应牢牢固定在落体上, 防止自动滤波。

#### 11.2.4 螺旋式钢弹簧 (5)



弹簧率为  $2000 \pm 100 \text{N/mm}$ ，线性超过 0.1 至 7.5kN 的范围。

弹簧的线性特性由 1000N 的最大增量来控制。

弹簧应被集中放置在落体重心点以下。

弹簧在其末端应有三根同轴线圈刚性地固定在一起。

弹簧的质量应为  $800 \text{克} \pm 50 \text{克}$ 。

#### 11.2.5 测试脚（6）

测试脚直径为  $70 \pm 1$  毫米，最小厚度为 10 毫米。

测试脚的下侧部分是圆形的，半径为  $500 \text{毫米} \pm 50 \text{毫米}$ ，边缘半径为 1 毫米。

测试脚的质量应为  $400 \text{克} \pm 50 \text{克}$ 。

#### 11.2.6 测试装置支架

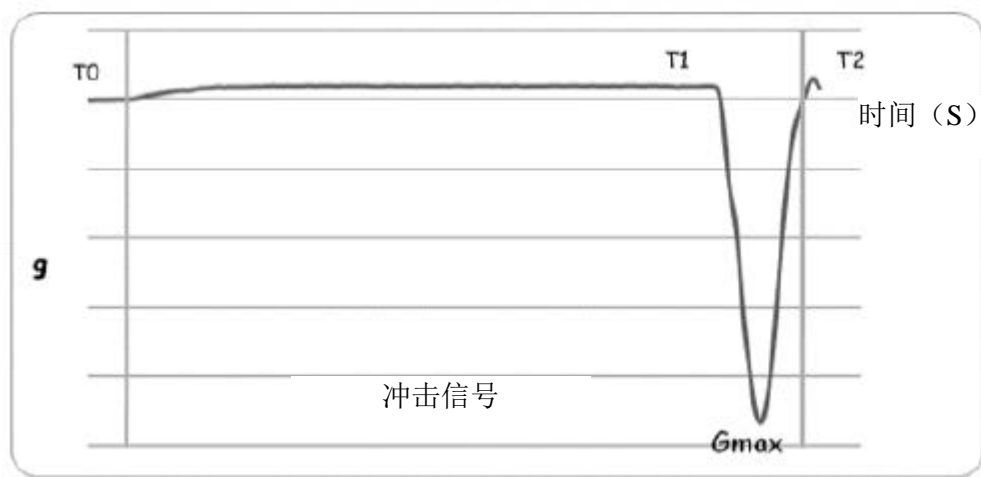
该支架包括三个可调支脚。

脚距落体对试样的冲击点的距离不小于 250 毫米。支架如此设计以便于确保装置的重量被平均分布在其三个脚上。对于带有质量的装置，对每只脚产生的压力必须小于  $0.020 \text{N/mm}^2$ 。对于没有质量的装置，对每只脚产生的压力必须大于  $0.003 \text{N/mm}^2$ 。

#### 11.2.7 信号记录

调节和记录加速度计信号的装置及显示所记录信号的装置。（参见图 6）。

- 采样速率：最低 9600 赫兹
- 电子 A/D 转换器，具有 16 位的最低分辨率
- 有 2 阶低通的信号过滤，具有 600 赫兹截止频率的巴特沃斯滤波器。



传感器的信号

图 6 ——代表落体加速度随时间变化的曲线示例

式中

T0: 落体开始下降的时间

T1: 测试脚与地面初始接触的时间（与落体速度的最大绝对值  $V_{\max}$ \*相对应，参见图 7）

T2: 冲击到试样之后其反弹过程中落体的最大绝对速度的时间（由  $V_{\min}$ \*决定，参见图 7）

\* $V_{max}$  和  $V_{min}$  可以是正值或负值, 这取决于加速度计设置。

通过加速计信号的积分和二重积分, 计算落体在下落过程中其速度和位移的平均值的一种方式。(参见图 7)

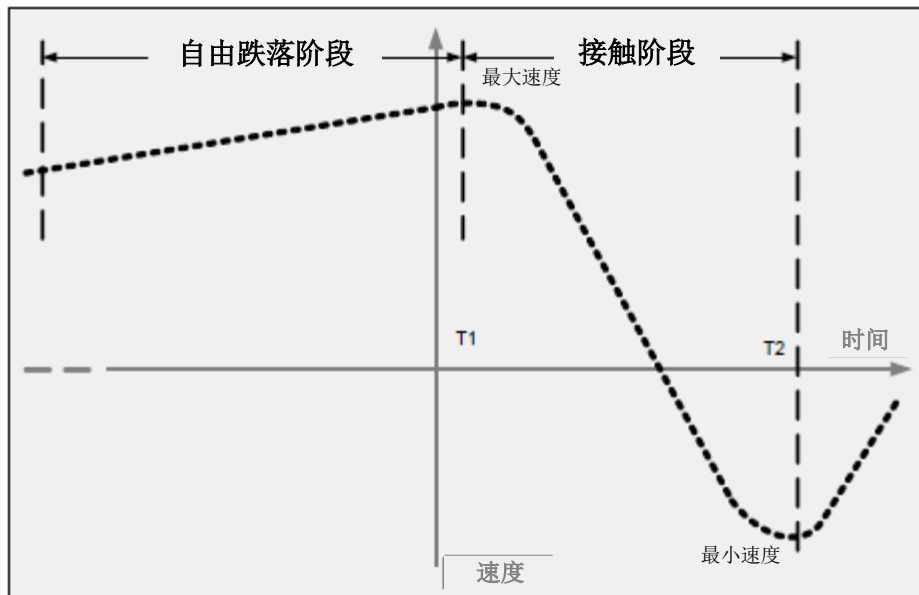


图 7 —代表落体的速度随着时间变化的曲线示例

### 11.2.8 辅助设备

#### 11.2.8.1 用于在-5℃测试的辅助设备

一台温湿条件调节箱, 能够将温度保持在-8℃至-12℃。

一个试样托盘, 具有如下设计规格:

- 内尺寸至少 450 毫米\*450 毫米
- 深度比试样厚度高至少 10 毫米
- 刚性网底部, 使其从试样中自由排水。
- 温度探头

#### 11.2.8.2 用于在 50℃测试的辅助设备

一台符合 ISO188 标准的空气循环烘箱

温度探头

### 11.3. 装置的验证: 落体冲击速度和提升高度

此验证有必要确保该装置的正确功能, 且必须进行:

对于实验室测试: 在规则的时间间隔, 依照该装置的使用强度。建议是测试的每一天进行一次验证。

对于现场试验: 在任何实地现场测试之前。

验证过程包括四个步骤, 并必须在稳定和刚性地面上进行。

(在 5 公斤/平方厘米的压力下无显著偏斜的地面)

#### 步骤 1

设置一个垂直自由跌落的装置。垂直公差：最大 1°

设置测试脚下表面的高度在刚性地面以上 55.00±0.25 毫米

使落体跌落在水泥地面上并记录落体的加速度

#### 步骤 2

重复步骤 1 两次，给出三次冲击的总数。

#### 步骤 3

对于每一次冲击，从 TO 到 T1 整合加速度信号，并计算初始冲击速度。计算出 3 次冲击的平均冲击速度。

平均冲击速度应是在 1.02 米/秒到 1.04 米/秒的范围。

#### 步骤 4

在冲击速度的验证后，将落体放在刚性地面上。

测量装置上的一个静态参考点（例如，磁铁基座的底部）和落体的顶部之间的高度。

该高度将是一个参考，并应被用于所有随后的测量；它被指定为“**提升高度**”。

### 11.4 测试步骤

设置装置垂直于（90°±1 度）试样

平稳地把测试脚降低到试样的表面。

在 10 秒内，设置该装置验证的步骤 4 中描述的参考“提升高度”

并把落体挂在磁铁上。

#### 第一次冲击：

在 30（±5）秒后（在移除测试落体后使试样放松）使落体落下并记录加速度信号。

在冲击后 10 秒内，检查提升高度并把落体重新连接到磁铁上。

#### 第二次冲击

30（±5）秒后，使落体落下并记录加速度信号。

在冲击后 10 秒内，检查提升高度并把落体重新连接到磁铁上。

#### 第三次冲击

30（±5）秒后，使落体落下并记录加速度信号。

不要以任何方式刷或调整两次冲击之间的地面。

#### 11.4.1 吸震能力计算

用下面的公式计算在冲击时的峰值力（ $F_{max}$ ）

$$F_{max} = m \times g \times G_{max} + m \times g$$

式中

$F_{max}$  是峰值力，以牛顿 N 为单位

$G_{max}$  是在冲击过程中的加速度峰值，以克为单位（1 克=9.81m/s<sup>2</sup>）

m 是落体，包括弹簧、测试脚和加速计，以公斤为单位

$g$  是重力加速度 (9.81 m/s<sup>2</sup>)

用下面的公式计算吸震能力 ( $F_{red}$ )

$$SA = \left[ 1 - \frac{F_{max}}{F_{ref}} \right] \times 100$$

式中

$SA$  是吸震能力, 以%来表示

$F_{max}$  是在运动表面测量的最大力, 以 N 为单位

$F_{ref}$  是固定于 6760N 的基准力 (针对于混凝土地面计算的理论值)

结果的表达

吸震值四舍五入到 0.1% 的, 例如 56.9%。

## 11.5 实验室测试

室内试验地面必须是符合以下要求的混凝土地面:

- 厚度至少 10 厘米
- 混凝土硬度最少 40 兆帕, 验证依据 EN 12504-2 “结构中的混凝土试验——第 2 部分: 无损检验——回弹数的测定。”

### 11.5.1 在 23±2℃ 的实验室测试

根据测试步骤 11.4, 对试样的相同点进行三次冲击。

不要以任何方式刷或调整两次冲击之间的地面。

在三个位置重复该过程, 每个位置相隔至少 100 毫米, 并距试样的侧面至少 100 毫米。

计算三个位置吸震的平均值。

根据具体需要, 按干湿两种条件进行测试。

### 11.5.2 在 -5℃ 的室内试验

把试样放到样本盘中, 并将人造草坪草浸入水中, 草坪顶端到水面的距离至少 10 毫米。

至少一小时后, 从水中取出试样, 并将其放置在一个自由排水基座上, 使它通过重力沥干 30 ± 2 分钟。

把试样和样本盘放置在一个调节箱中, 温度在 -8℃ 至 -12℃ 之间。

240 ± 5 分钟后, 从调节箱中取出试样和金属托盘。除试样中含有游离矿物基外, 其它情况下, 应从金属盘中小心取出试样, 以免扰动其中的填充材料。

试样置于测试地面, 并使其加热。系统装有填料的, 将温度探头插入功能性填料的面层; 系统未装填料的, 则将温度探头插在主基布的顶部, 监测其温度变化。

当温度压表达到 -5℃ 时, 进行吸震能力的一次测量 (仅一次冲击)。移动该装置并重复获得三个结果。

在测试过程中试样的温度不应上升到 -3℃ 以上。

在冲击前, 不要以任何方式刷或调整表面。

仅在干燥条件下进行测试。

计算三次初始冲击的吸震能力的平均值（-5°C）。

*注：在冷冻箱中冷却一块混凝土板，并使用这个作为测试地面将延长可进行测试的时间长度。该混凝土板必须是平坦的，并在试验过程中不得移动。*

### 11.5.3 在 50°C 的室内试验

在 50°C±2°C 温度的烘箱中预热。

把试样放置到烘箱内。

在烘箱内，试样应保持稳定，免受牵拉和暴露于四周的空气中。

240±5 分钟后，从烘箱中取出试样，并将其放置在测试地面上。

测定吸震值，按测试程序 11.4 的方法，对同一个部位进行三次冲击测试。

试样的温度应不低于 48°C。

仅在干燥条件下进行测试。

计算吸震能力（50°C）。

如果此初始第一个位置的结果不符合要求，在其他两个位置上重复该过程，彼此相距至少 100 毫米并距测试样的侧面至少 100 毫米。

计算每个测试位置的第二次和第三次冲击的吸震能力（50°C）的平均值。

如果需要的话，计算出三个测试位置的吸震能力（50°C）的第二次和第三次冲击的平均值。

*注：在烘箱中加热一块混凝土板，并使用这个作为测试地面将延长可进行测试的时间长度。该混凝土板必须是平坦的，并在测试过程中不得移动。*

### 11.5.4 在使用过程中模拟机械磨损后的实验室测试

按照第 20 节决定试样。

只要可能，在 Lisport XL 机器内部对试样进行测试，或小心地从 Lisport XL 机器中取出试样并将其放置在测试地面上。

在五个位置测定试样的吸震能力。

每次测量应在试样的充分条件区域中进行，距任何边缘至少 100 毫米，距任何其他测试位置至少 150 毫米。

仅在干燥条件下进行测试。

计算每个测试位置的第二次和第三次冲击的吸震能力的平均值。计算来自五个测试位置的吸震能力（模拟使用）的平均值。

## 11.6 现场测试

### 11.6.1 测试条件

测试应按照测试当时的气象条件进行，但不得违背第 5.3 条规定的限值。应当报告该条件。

### 11.6.2 步骤

测试按图 8 所示的 19 个测试位置进行。其中 15 个测试位置为固定位置，均采用图中所示的一般部位。位置 F、R、N、B 可按图中所示位置测试，也可由测试机构自行决定。除因客户要求或担心而不得不采用粘接式地毯接缝外，其它情况下不得使用粘接式接缝。

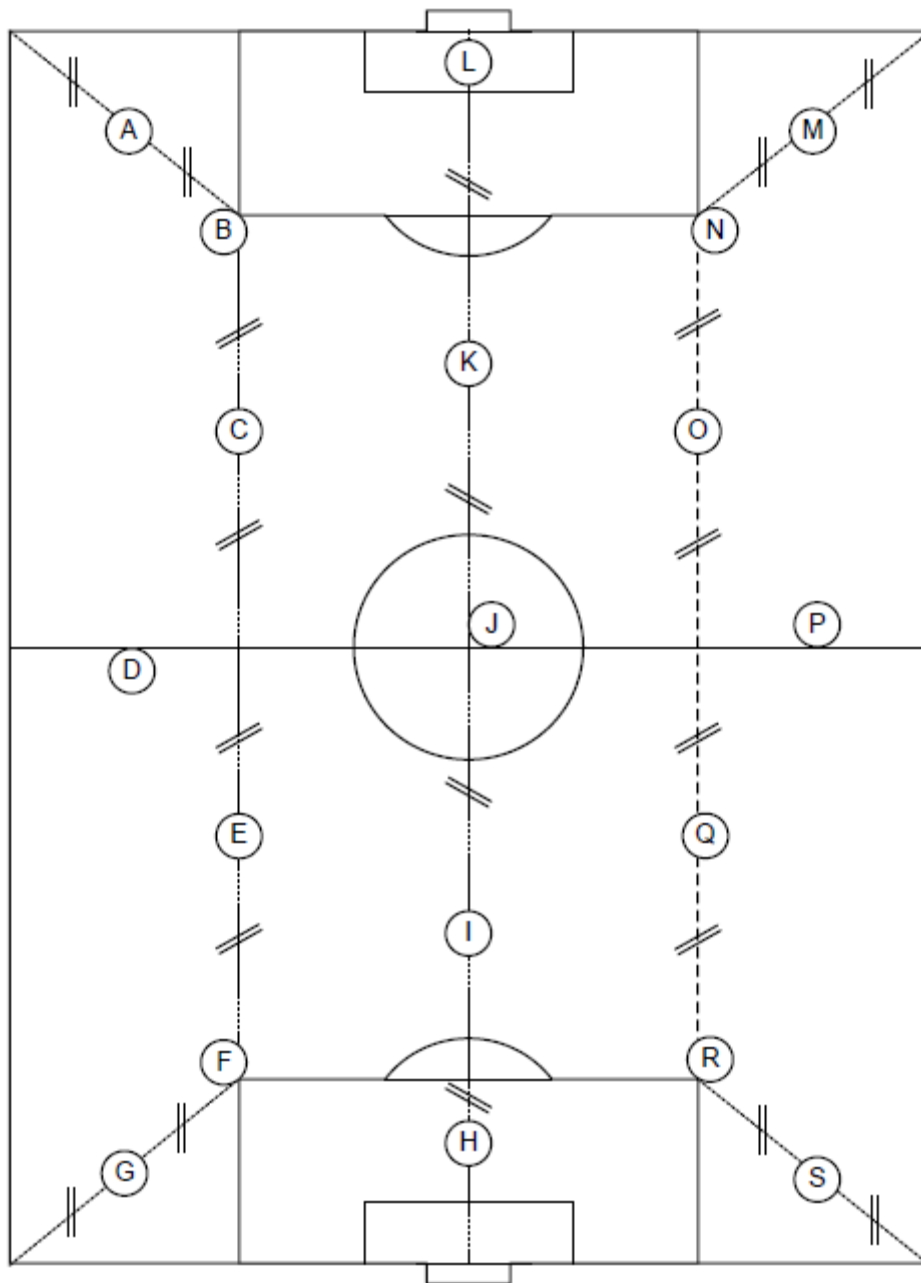


图 8—— 现场测试位置

### 11.6.3 结果的计算

计算每个测试位置的吸震能力的平均值（第二次和第三次冲击）。

## 12 垂直变形量的测定 (FIFA 测试方法 05a)

### 12.1 原理

让一个带有弹簧的落体下落到试样上。

记录该落体从其释放的时刻直到其冲击到试样之后的加速度。试样的垂直变形量通过落体在试样上（在其对它的冲击之后）的位移进行计算。

### 12.2 测试装置

见描述 11.2

### 12.3. 装置的验证

见描述 11.3

### 12.4 测试步骤

见描述 11.4

#### 12.4.1 垂直变形量的计算和表达

落体的位移值  $D_{mass}(t)$  的计算是对区间  $[T_1, T_2]$  上的  $V_{(t)}$  进行积分。积分从  $(T_1)$  开始。 $(T_1)$  为落体达到最高速度的时刻

关于时间区间  $[T_1 - T_2]$ ，试样的垂直变形量 (VD) 被定义为：

$$VD = D_{mass} - D_{spring}$$

式中

$$D_{mass} = \int_{T_1}^{T_2} G dt, \text{ with } D_{mass} = 0 \text{ mm at } T_1$$

$$D_{spring} = \frac{(m \times g \times G_{max})}{C_{spring}}$$

$F_{max}$  是峰值力，用牛顿 N 为单位

$G_{max}$  是在冲击过程中的加速度峰值，以克为单位 (1 克=9.81m/s<sup>2</sup>)

m 是落体，包括弹簧、底板和加速度计，以公斤为单位

g 是重力加速度 (9.81 m/s<sup>2</sup>)

$G_{spring}$  是弹簧常数 (由校准证书给出)

结果的表达

报告精确到 0.5 毫米的垂直变形量

### 12.5 实验室测试

#### 12.5.1 在 23±2°C 的实验室测试

就测试吸震能力的三个位置计算垂直变形量 (参见 11.5.1).

计算每个测试位置的第二次和第三次冲击的垂直变形量的平均值。

计算三个测试位置的垂直变形量的第二次和第三次冲击的平均值。

根据具体需要，按干湿两种条件进行测试。

#### 12.5.2 在-5℃的实验室测试

按吸震测试的位置计算垂直变形量(见 11.5.2)。计算三个首次冲击的垂直变形量的均值(-5℃)。

#### 12.5.3 在 50℃的室内试验

就测试震动吸收的位置计算垂直变形量(参见 11.5.3)

就初始测试位置计算第二次和第三次冲击的垂直变形量(50℃)的平均值。

如果需要的话,计算三个测试位置的垂直变形量(50℃)的第二次和第三次冲击的平均值。

#### 12.5.4 在使用过程中模拟机械磨损后的实验室测试

就测试吸震能力的位置计算垂直变形量(参见 11.5.4)

仅在干燥条件下进行测试。

计算每个测试位置的第二次和第三次冲击的垂直变形量的平均值。

计算来自五个测试位置的垂直变形(模拟使用)的平均值。

### 12.6 现场测试

#### 12.6.1 测试条件

测试应按照测试当时的气象条件进行,但不得违背第 5.3 条规定的限值。应当报告该条件。

#### 12.6.2 步骤

就测试吸震能力的位置计算垂直变形量(参见 11.6.2)

#### 12.6.3 结果的计算

计算每个测试位置的垂直变形的平均值(第二次和第三次冲击)。





## 13 恢复能量的测定 (FIFA 测试方法 13)

### 13.1 原理

让一个带有弹簧的落体下落到试样上。记录落体自松手到撞击试样后的加速度。  
落体对比落体撞击试样前后的能量值, 即可得出落体恢复原状的能量值。

### 13.2 测试装置

见描述 11.2

### 13.3. 装置的验证

见描述 11.3

### 13.4 测试步骤

见描述 11.4

#### 13.4.1 测试结果的计算和表达

计算由下式定义的能量恢复 ER (%) :

$$ER = [E_2/E_1] \times 100$$

式中

$$E_1 \text{ 是冲击之前的能量} \quad E_1 = 0.5 \times m \times V_{\max}^2$$

$$E_2 \text{ 是冲击之后的能量} \quad E_2 = 0.5 \times m \times V_{\min}^2$$

$V_{\max}$  是在 T1 冲击之前的速度 (参见图 7) 以米/秒为单位

$V_{\min}$  是在 T2 冲击之后的速度 (参见图 7) 以米/秒为单位

m 是落体, 包括弹簧、底板和加速度计, 以公斤为单位

### 13.5 实验室测试

#### 13.5.1 在 23±2℃ 的实验室测试

就测试吸震能力的三个位置计算能量恢复 (参见 11.5.1).

根据具体需要, 按干湿两种条件进行测试。

计算每个测试位置的第二次和第三次冲击的能量恢复的平均值。

计算三个测试位置的能量恢复的平均值。

#### 13.5.2 在使用过程中模拟机械磨损后的实验室测试

就测试吸震能力的位置计算能量恢复 (参见 11.5.4)

仅在干燥条件下进行测试。

计算每个测试位置的第二次和第三次冲击的恢复能量的平均值

计算来自五个测试位置的恢复能量 (模拟使用) 的平均值。

### 13.6 现场测试

#### 13.6.1 测试条件

测试应按照测试当时的气象条件进行, 但不得违背第 5.3 条规定的限值。应当报告该条件。

#### 13.6.2 步骤

就测试吸震能力的位置计算能量恢复（参见 11.6.2）

### 13.6.3 结果的计算

计算每个测试位置的能量恢复的平均值（第二次和第三次冲击）。

## 14 旋转阻力的测定 (FIFA 测试方法 06)

### 14.1 原理

测试脚加载后与表面接触,测试转动测试脚所需的扭矩值,并计算其旋转阻力。

通过室内测试,评定表面在使用时对机械磨损特性的影响

### 14.2 测试装置

该装置的原理如图 7 中所示。它包括以下内容:

测试脚 1 个。测试脚为直径  $150\pm 2\text{mm}$  的金属圆盘,底面等距离布置 6 个足球鞋钉。各鞋钉距圆盘中心距离分别为  $46\pm 1\text{mm}$ 。

带升降手柄的轴杆 1 只,对中固定在钉子盘的中部。

双手柄式机械扭矩扳手 1 只,刻度自 0 到  $60\text{Nm}$  以上,刻度的递进幅度不得大于  $2\text{Nm}$ 。扳手固定在轴杆顶部。

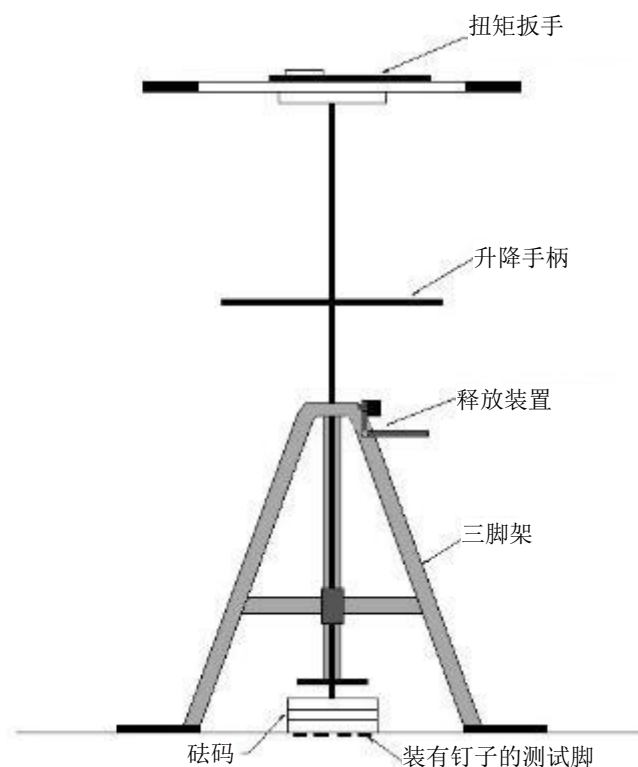


图 9——旋转阻力装置

一组环形砝码,其集中停留在钉子盘的上表面,并能自由转动。钉子盘、砝码和轴的总重量应为  $46\pm 2$  公斤。

三角架和导杆,用于在测试过程中最大程度限制测试脚的横向运动。三角架不得限制轴的自由转动,导杆应当包含一种装置,其使受力的测试脚从一个  $60\pm 5$  毫米的高度跌落到试样上。

### 14.3 测试步骤

每次测试前,彻底清除圆盘和鞋钉上的填料/碎屑。

组装该装置,检查测试脚是否活动自如。取下扭矩扳手,并将受力的测试脚从  $60\pm 5\text{mm}$  的高度下落至表面。再次固定扭矩扳手。

把扭矩扳手指示针清零。

在扭矩扳手上不设置任何垂直压力, 扭矩扳手也不施加任何旋转扭矩, 以 12 转/m 的标称转速平稳转动扳手和测试脚, 中途勿停顿, 直至测试脚发生移动, 并旋转到 45° 以上。

记录旋转扭矩上显示的最大值, 记录值四舍五入到最近的 Nm 值。

#### 14.4 结果的计算与表达

计算旋转阻力的平均值。

报告四舍五入到 1 牛米的平均结果, 例如, 40 牛米。

实测值的不确定范围按  $\pm 2$  牛米记录。

#### 14.5 实验室测试

在五个位置测定旋转阻力, 确保每个测试位置相隔至少 100 毫米(测试脚的外缘边到外缘边), 并距试样的侧面至少 100 毫米(测试脚的外缘边)。计算来自五个测试位置的平均数。

根据具体需要, 按干湿两种条件进行测试。

#### 14.6 模拟使用后的实验室测试

只要有可能, 在 Lisport XL 机器内部用试样进行测试, 或小心地从 Lisport 磨损机器中取出试样并放置到测试地面上。在五个位置测定试样的旋转阻力。每次测量应在试样的充分条件区域中进行, 距任何边缘至少 100 毫米, 且距任何其他测试位置至少 150 毫米。计算来自五个测试位置的平均数。

#### 14.7 现场测试

##### 14.7.1 测试条件

测试应按照测试当时的气象条件进行, 但不得违背第 5.3 条规定的限值。应当报告该条件。

##### 14.7.2 步骤

在每个测试位置进行五次单独的测量, 每个相隔至少 100 毫米(测试脚的外缘边到测试脚的外缘边)。

## 15 表皮/地面摩擦的测定 (FIFA 测试方法 08)

### 15.1 原理

一个安装有硅皮的旋转测试脚，使其以圆周运动穿过试样，计算出硅皮和试样之间的摩擦系数。

### 15.2 装置

测试装置包括:

- Securisport® 运动场地面测试仪
- 测试脚，详见图 14
- 由马格工艺 AG 提供的硅皮 L7350，索内塔尔达尔街 8600 号
- 瑞士迪本多夫（电话：+41 44 824 9191）
- 水准仪
- 抛光精钢试板( $0.2\mu\text{m} < \text{Ra} < 0.4\mu\text{m}$ ).

### 15.3 步骤

注意：在测试过程中不要碰到硅皮。

#### 滑动距离力的测定——新的测试表皮

在水中洗净三个硅皮样本，每个大小是 8 厘米\*15 厘米。放置在空气中 24 小时，使其晾干。

用双面胶带和夹紧螺钉把一个测试表皮连接到测试脚上（露出光滑的一侧）。确保硅皮的光滑表面是测试面；把开槽侧连接到测试脚上。



带有夹紧螺钉的测试脚

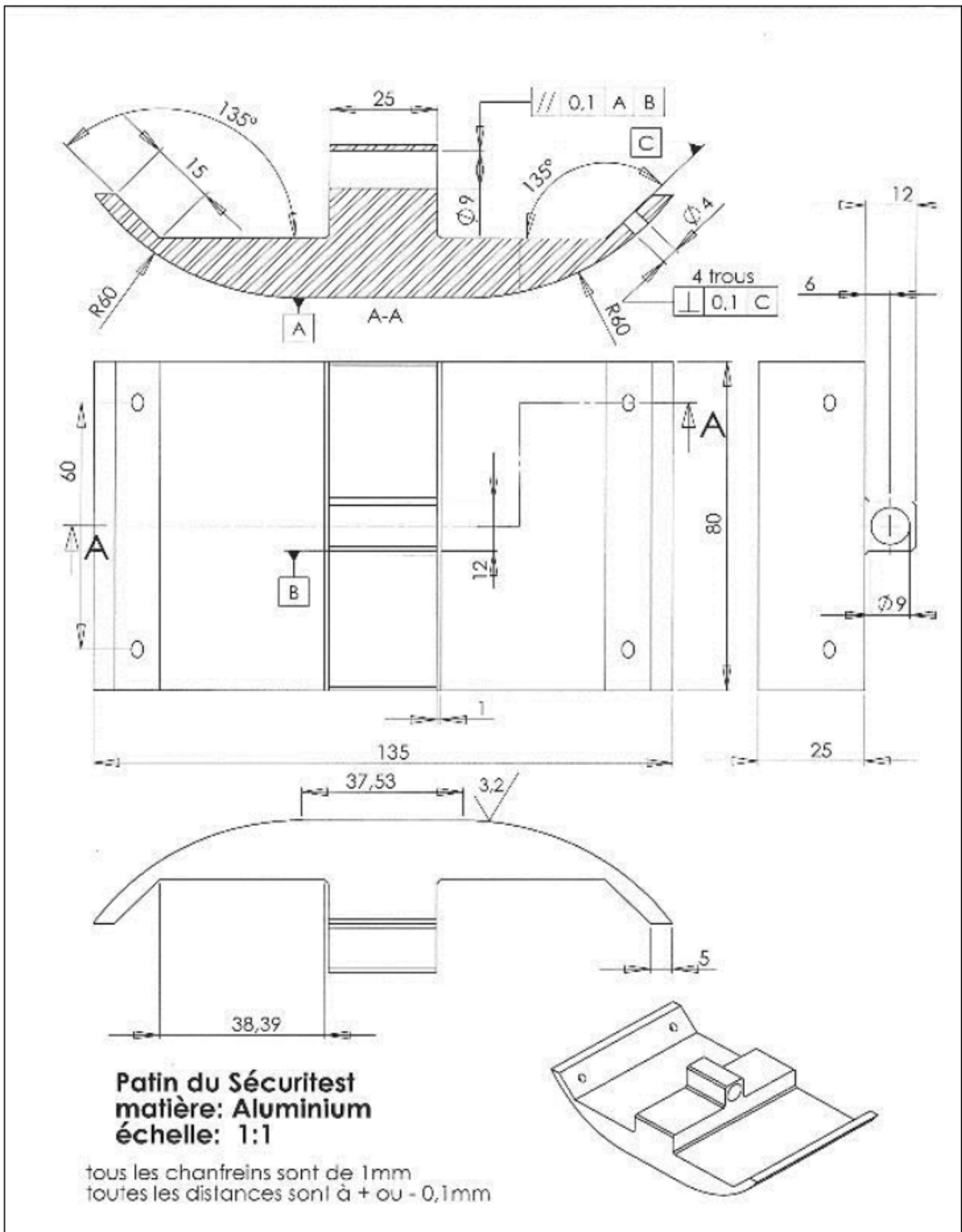


图 10——测试脚

用丙酮清洁金属测试板，并使其蒸发至少 5 分钟。

将拉带连接到测试脚上的安装螺钉上并将测试脚（硅皮）放置到干净的测试板上，添加附加质量，以获得  $1700 \pm 50$  克的总质量，确保测试脚在测试板上保持稳定。

按  $500 \pm 10 \text{mm/min}$  的速度，测量 100mm 滑动距离下，沿金属板拖动硅皮所需的力。力度测试重复 10 次以上。

硅皮测定超过 40 毫米到 80 毫米的一个滑动距离的平均力。

计算十次测量值的平均力 ( $F_{\text{new skin}}$ )。确保标准偏差小于 0.3，平均力为  $6 \pm 1.5 \text{N}$ 。

在另外两个硅皮的样本上重复此操作。

在  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  的实验室条件下进行测试。



图 11：滑动距离力的测定  
(注意添加到测试脚上的附加质量)

#### 表皮摩擦的测定

在  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  的实验室条件下进行测试。

将试样连接到实验室地面上，以防止在试验过程中的活动。

使用双面胶带将硅皮连接到 Securisport 运动场地面测试仪的测试脚上并安装到该装置上。调整测试脚以使它正好处于试样的上方。

把 Securisport 运动场表面测试仪放置在试样上并调平。以  $100 \text{N} \pm 10 \text{N}$  给测试脚施加垂直力，调动测试脚转动。让测试脚以  $40 \pm 1 \text{转/min}$  的速度转动 5 个整圈，按不小于 40Hz 的频率采样。

测试脚开始转动时产生的峰值忽略不计。计算 Securisport 上所示摩擦系数的均值。

重复测试三次，变换测试之间的人造表皮并更换填料。

计算和报告三次测试的平均摩擦系数

### 表皮磨损的测定

从 Securisport 中小心取出测试脚,不要碰测试表皮。用压缩空气清除测试表皮上的任何碎屑。

把测试脚(安装了硅皮的)放置到干净的金属板上,并增加一个附加质量,以获得  $1700 \pm 50$  克的总质量。

测量以  $500 \pm 10$  毫米/分钟的速度沿金属板拉硅皮超过 100 毫米的滑动距离所需要的力。重复力测量至少十次。

测定超过 40 毫米到 80 毫米的一个滑动距离的平均力。

使用下面的公式计算表皮磨损:

表皮磨损 =  $100 \times [F_{\text{新表皮}} - F_{\text{磨损的表皮}}] / F_{\text{新表皮}}$

式中

F (新表皮) = 表皮磨损测试前第 2-4 次测试的平均力值

F (磨损的表皮) 在表皮磨损测试之后第二次至第四次测试的平均力值

报告结果精确到 1%, 例如 10%。

重复该测试 3 次。

注: 此测试的不确定性值都还有待证实。



## 16 人工老化程序 (FIFA 测试方法 10)

### 16.1 原理

在被控制的环境条件下通过荧光紫外灯测试暴露于人工老化中的几根草丝和聚合填料, 测定在颜色、外观和选定的物理性质方面所产生的变化。

### 16.2 装置

配有荧光紫外灯和环控装置的人工老化柜, 其特点如下:

- a. EN ISO 4892-3:2006 标准的 UVA-340 纳米灯 (1A 型), 其能谱范围符合 EN ISO 4892-3:2006 标准, 并且在 340 纳米的条件下, 以  $0.80\text{W}/\text{m}^2/\text{nm}$  的辐射度对试样均匀施加辐射。
- b. 曝光室, 采用惰性材料制造, 能提供 a) 项所述的均匀辐射, 同时设有相关参数的控制测量方式。
- c. EN ISO 4892-3:2006 标准的润湿机构。冷凝或水雾均可, 用于润湿试样的外露表面。

通过冷凝机构润湿试样时, 在机构下方设置容器, 通过对水加热产生水汽。容器沿试件所占用的整个范围设置。由于测试架 (完全装满试件) 形成了曝光室的侧壁, 因此, 所有试件的背部均会承受曝光室环境温度或室内环境空气的冷却效应。冷凝或喷雾用水应符合 EN ISO 4892-3:2006 规定的水质标准。

通过湿度冷凝机构润湿试样外露表面时, 在装置下设置容器, 通过对水加热产生水汽。容器沿试件所占用的整个范围设置。由于试样架 (完全装满试样) 形成了曝光室的侧壁, 因此, 所有试件的背部均会承受曝光室环境温度或室内环境空气的冷却效应。通过试样喷雾润湿时, 喷雾的水应符合 EN ISO 4892:2:1999 规定的水质标准。

- d. 辐射计, 符合 EN ISO 4892-1: 2000, 5.1.7, 以监测辐射度和曝辐量。
- e. 黑板温度计, 符合 EN ISO 4892-1: 2000。
- f. 试样架, 由惰性材料制成, 其不会影响曝光的结果。

### 16.3 曝光条件

曝光周期为  $55^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$  的黑色标准温度下, 干紫外线曝光  $240\pm 4$  分钟; 随后在达到平衡点后, 以  $45^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$  的黑色标准温度, 在无辐射的条件下冷凝曝光  $120\pm 2$  分钟。

### 16.4 试样

对于除草丝厚度不同外、其它特性值均相同的<sup>3</sup>产品, 只需对厚度最薄的产品测试即可。测试结果可运用于各种厚度较大的同类产品。

### 16.5 步骤

草丝试样绕试样架包裹, 包裹时防止外露处重叠, 试样面朝灯防止在测试柜内。有空隙的部位均用盲板遮挡, 保证曝光条件均一。

露出试样, 测量在试样表面的辐射度和曝辐量。曝光周期为  $(55\pm 3)^{\circ}\text{C}$  的黑板温度下干燥紫外线曝光  $(240\pm 4)$  分钟, 随后在无辐射的情况下,  $(45\pm 3)^{\circ}\text{C}$  的黑板温度冷凝曝光  $(120\pm 2)$  分钟。如试样是通过冷凝润湿的, 则每次采用 120min 以上的间隔, 确保试样达到平衡点。平衡时间不计入暴露周期。完成  $(9,600\pm 125)\text{kJ}/\text{m}^2/340\text{nm}$  的曝光后, 从曝光柜中小心取出试样, 按产品规格书规定的要求测试。

<sup>3</sup>产品具有相同的差示扫描量热法痕迹 (峰值不多于  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  的差异, 相同的紫外线稳定剂百分比和相同的横截面形状。



注 (9600±125) 千焦耳/平方米/ 340 纳米的一个曝光将需要约 5000 小时, 随周期以完成湿度循环。

## 16.6 试样的评估

### 16.6.1 草丝

根据 EN ISO 20105-A02, 使用灰度等级与未曝光试样比较, 评估曝光试样的颜色变化。

根据 EN 13864 (最小计量长度约 100 毫米) 测定草丝的曝光样本的抗张强度, 与未曝光的草丝的试样相比计算出抗张强度的百分比变化 (以 N 为单位)。

### 16.6.2 聚合填充材料 (橡胶、热塑性塑料等)

根据 EN ISO 20105-A02, 使用灰度等级与未曝光试样比较, 评估曝光试样的颜色变化。

对曝光的样本和未曝光的聚合填料拍照, 显示人工老化的视觉效果。

## 17 合成填料的评估 (FIFA 测试方法 11)

### 17.1 原理

通过分析合成填料, 测定其中有机材料对无机材料的比值。结合功能性填料不同的材质类型, 该测试按所用填料的不同划分为两种不同的测试程序。

### 17.2 装置

#### 17.2.1 热重分析仪 (TGA), 其具有以下特点:

- 加热速率达到 40°C/分钟
- 氮气吹扫气体, 流速范围 10 毫升/分钟至 50 毫升/分钟。
- 应按照生产商的说明维护和校准分析器

#### 17.2.2 分析天平, 精度±0.01mg

#### 17.2.3 氮气供应装置

### 17.3 样本的调节

#### 17.3.1 打开装置, 使其平衡至少 30 分钟

#### 17.3.2 使用用于校准仪器相同的吹扫气体流速

### 17.4 步骤

#### 17.4.1 丁苯橡胶填料的热重分析 (TGA) (由回收轮胎覆盖或未覆盖。)

- 整个测试过程中要适用流速在 10 毫升/分钟至 50 毫升/分钟范围内的氮气吹扫气体。
- 样本重量应在≥ 40 毫克和≤ 100 毫克之间
- 加热程序:
  - o 从 50°C 加热至 300°C, 加热速率 15°C/分钟
  - o 保持样本在 300°C 下 8 分钟
  - o 从 300°C 加热至 650°C, 加热速率 15°C/分钟
  - o 从 650°C 加热至 850°C, 加热速率 25°C/分钟

#### 17.4.2 对于三元乙丙橡胶、热可塑性橡胶和其他高分子填料类型的热重分析

- 整个测试过程中要适用流速在 10 毫升/分钟至 50 毫升/分钟范围内的氮气吹扫气体。

- 样本重量应在 $\geq 40$  毫克和 $\leq 100$  毫克之间

## 17.5 试样的评估

### 17.5.1 丁苯橡胶填料的热重分析

#### 测量

- 有机物: 质量损失高达  $650^{\circ}\text{C}$
- 无机物:  $100\%$  - 有机物的%
- 弹性体: 在  $300^{\circ}\text{C}$  和  $650^{\circ}\text{C}$  之间的质量损失

### 17.5.2 对于三元乙丙橡胶、热可塑性橡胶和其他高分子填料类型的热重分析

#### 测量

- 有机物: 质量损失高达  $650^{\circ}\text{C}$
- 无机物:  $100\%$  - 有机物的%
- 弹性体 (仅用于三元乙丙橡胶): 第二个峰值开始 (通常为  $400^{\circ}\text{C}$  左右) 和  $650^{\circ}\text{C}$  之间的质量损失

## 18 表面平坦度的评估程序 (FIFA 方法 12)

### 18.1 原理

利用直尺在球线之间的表面上方纵横拉动, 测量球场表面的平整度。直尺下部的偏差值采用经校准的分度量具即滑规测量。

### 18.2 装置

#### 直尺设计

- 长  $3000 \pm 10$  毫米, 宽  $75 \text{ 毫米} \pm 5 \text{ 毫米}$ , 高  $40 \text{ 毫米} \pm 5 \text{ 毫米}$
- 最小重量  $6.6^4$
- 直尺的线性度:  $\pm 2$  毫米
- 直尺的硬度: 最小值 2 毫米
- 表面上的滑动面:  $75 \text{ 毫米} \times 3000 \text{ 毫米}$
- 一种拉动直尺的装置, 通常是拉绳。直接固定到直尺上, 也可穿过直尺中的空芯。拉绳的长度应保证技术人员能够在直线拉动直尺的同时, 观察其下部的潜在偏差。技术人员拉动直尺时, 距离直尺的距离最小不得小于 3.0m, 最大不得超过 5.0m。

#### 楔子 (滑规):

- 长  $250 \pm 5$  毫米<sup>5</sup>,
- 宽  $15 \pm 2$  毫米,
- 高度范围从 2 毫米至 18 毫米
- 楔子角度:  $4 \pm 0.2^\circ$

滑规应在其上表面间隔标明刻度, 对应于 1.0 毫米的高度增加。

### 18.3 步骤

从其中一个转角开始, 直尺对准边线中心进行测量。直尺平行于纵线方向拖过球场表面。

直尺沿表面拖动的速度合理, 不得出现陡然波动, 确保直尺始终与表面保持接触, 不会弹离表面。

为检查到球场表面的每一个部位, 前后两次的测量部位之间应有 0.5m 以上的交叠。

凡偏差值  $\geq 10\text{mm}$  的, 均在现场平面图中记录, 同时注明偏差出现的部位是在高处还是地处。

平行于纵线完成表面检查后, 再垂直于纵线检查一遍。

### 18.4 补充说明

其他缺陷也可以体现, 包括 (但不限于) 开缝、开打线、不同的纤维长度等等。所有该类缺陷也应记录在现场平面图上。

---

<sup>4</sup>如果直尺由于草丝的弹力作用而无法落位到填料面层, 应考虑加大测试装置的重量。增重量应保证直尺能稳稳地立在填料面层上。

<sup>5</sup>如 250 毫米的楔子太大, 可用小一点的楔子或尺子评估偏差。

## 19 人造草坪产品耐热测定程序 (FIFA 测试方法 14)

### 19.1 原理

目的是测定地面水平足球场草坪上太阳辐射的热效应。这个方法适用于暴露于太阳辐射的足球场草坪系统。这种测试方法没有考虑所有的气候影响,如地面上风的运动。就一致性方面,空气流通和底基层是标准化的。

根据基本气候设计类型 A2“基本高温”——运行条件 (参考: MIL-STD-810G), 这种测试方法已经发展到模拟炎热干燥的气候条件。

### 19.2 装置

测试柜及任何配套的测试装置均应符合 EN 60068-2-5 标准的要求。

在世界各地的不同气候带, 太阳辐射度、温度和湿度各不相同。本项评估选用的干热气候特征, 是按世界上地面温度问题越来越严重的地区选定的。这些地区的气候特点如下表所示:

表 1: 基本气候设计类型 A2“基本高温” ——运行条件

(参考: MIL-STD-810G)。

当地时间	环境空气	相对湿度	太阳辐射
	℃	%	W/m <sup>2</sup>
0100	33	36	0
0200	32	38	0
0300	32	41	0
0400	31	44	0
0500	30	44	0
0600	30	44	55
0700	31	41	270
0800	34	34	505
0900	37	29	730
1000	39	24	915
1100	41	21	1040
1200	42	18	1120
1300	43	16	1120
1400	43	15	1040
1500	43	14	915
1600	43	14	730
1700	43	14	505
1800	42	15	270
1900	40	17	55
2000	38	20	0
2100	36	22	0
2200	35	25	0
2300	34	28	0
2400	33	33	0

曝光时间:

测试持续时间是 24 小时。

气流速度:

测试柜内的气流速度必须在 0.25 米/秒和 1.5 米/秒之间。

### 19.3 步骤

#### 19.3.1 样本制备

样本尺寸：40 厘米×30 厘米。基准支撑是填充有石头基层的矩形木制容器（至少 10 毫米厚的木板）。

石层属性：

- 颗粒尺寸：0/20 毫米，根据测试方法 EN 933-1
- 厚度：150 毫米± 5 毫米
- 压实：用 5.5 公斤的重物手动压实。
- 初始湿度标准：5 ± 0.5%。混合基层应在烘箱中被完全干燥，然后加入 5% 的水分并均匀地分布在石头基层。

制备后，在被放到测试柜中之前，须将样本保持在 18°C 和 28°C 之间最少 24 小时。

在测试柜中样本的位置必须对应预期的照射。

#### 19.3.2 测量

温度

由热电偶传感器进行测量。必须使用 T 型。每个热电偶必须已预先校准。准确度应为 0.2°C。

必须使用至少 3 个热电偶用来测定最终结果。

它们必须安装在距样本的边界 100 毫米±5 毫米之处，且彼此相距 100 毫米±5 毫米的距离。

热电偶必须位于填料表面的顶面下方 5 毫米。

至少每隔 5 分钟记录数据。

#### 19.3.3 报告

测试报告应包括：

- 达到的最大温度
- 超过 24 小时期间的温度、辐射度、湿度的图形描绘

#### 19.3.4 分类

分类	温度范围°C
1 类	<50
1-2 类	50-55
2 类	56-65
2-3 类	66-70
3 类	> 70

## 20 人造草坪产品耐热测定程序 (FIFA 测试方法 15)

### 20.1 原理

小车上设有两个转盘和两只钉辊。小车沿足球场草坪试样来回移动, 按照人造草坪足球场表面实际观察的情况, 模仿人造草坪的机械磨损和填料压实状况。

### 20.2 装置

Lisport XL 应包括含有在 x、y 平面上的两块转盘和两根钉辊的小车 (或其他装置) (辊子必须由小车拖动并不是机动的)。小车以  $0.15 \pm 0.01$  米/秒的速度穿过试样。

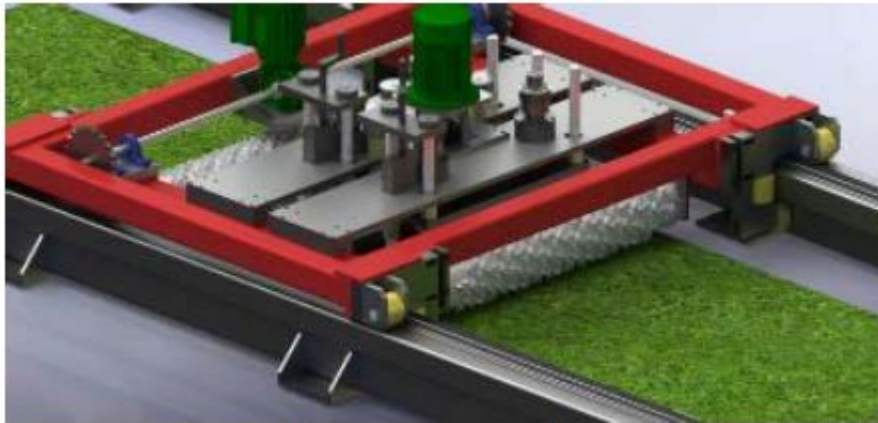


图 12 – 概图

#### 20.2.1 转盘

$$\left\{ \begin{array}{l|l} T_x & 0 \\ T_y & 0 \\ T_z & R_z \end{array} \right\}$$

每块转盘应具有自由特性的机械角度特性

转盘应相互垂直独立 (参见图 2, 作为一个示例), 并间隔 (每块板的中心) 250 到 350 毫米<sup>6</sup>。每个转盘分别装有 1 块  $89 \times 900 \pm 1 \text{mm}$  (X, Y) 的长方形橡皮, 同时具备基于  $10.0 \text{mm} \pm 0.25 \text{mm}$  半径的环向-平移运动, 同向转动速度  $540 \pm 10 \text{rpm}$ , 反向转动时呈  $180^\circ$  夹角。

该转盘应被设计为确保一个  $30 \pm 1 \text{g/cm}^2$  的恒定压力被施加在整个试样上。为了确保这一点, 2 块转盘应:

- 设有一个自由度 (Z 轴)
- 是彼此独立的, 使得一块板的任何垂直运动不得影响另一块板的垂直运动,
- 可自由地垂直移动到试样的水平之上至少 10 毫米。

<sup>6</sup>该范围设置幅度大, 是因为两个转盘之间的运动距离有 40mm, 另外还有 60mm 的设计公差。

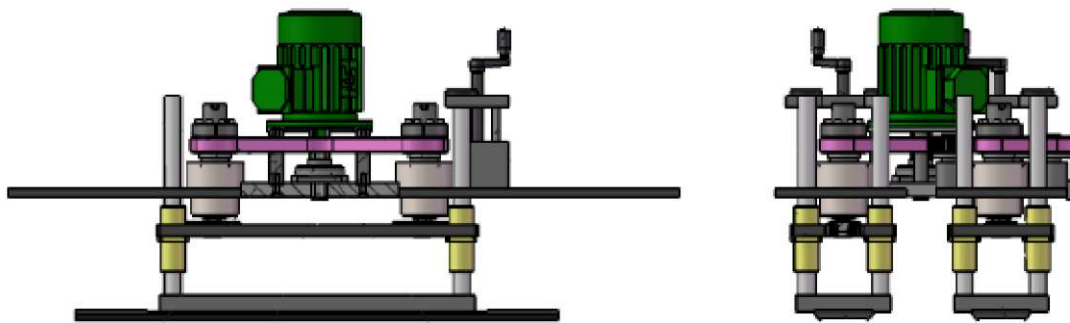


图 13: 机械外形

为了避免由金属框架支撑的橡胶鞋底产生的损害,  $45^{\circ} \times 10$  毫米的倒角应连接在框架的边缘 (参见图 3 为例)

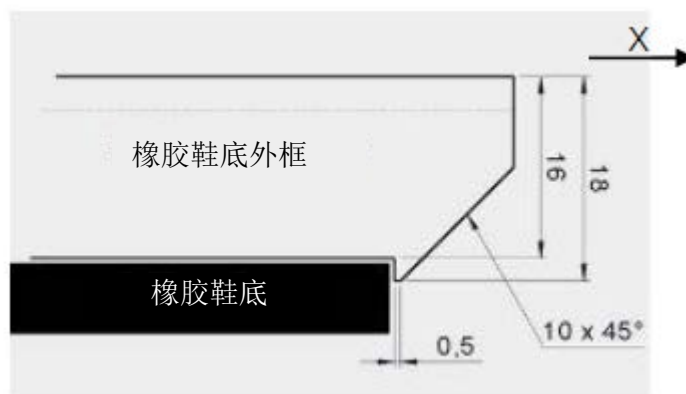


图 14: 橡胶鞋底外形

### 20.2.2 橡胶测试鞋底

每块振动板的磨损面均应采用 Autosoler 6mm、Profile 26 Fine Crepe, 供应商为 Nora Systems GmbH

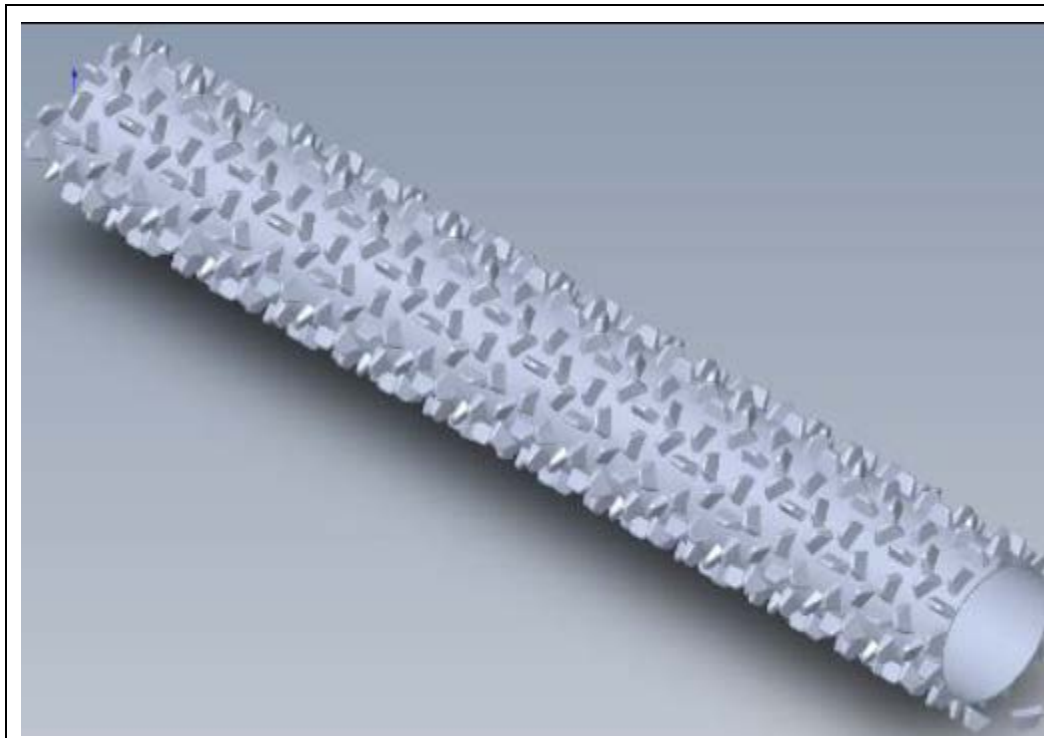
公司地址: 2-4 Hohnerweg, 69469 Weinheim, Germany 网址: [www.nora-shoe.com](http://www.nora-shoe.com). 测试鞋底应具有  $93 \pm 2$  的邵氏硬度。

### 20.2.3 钉辊

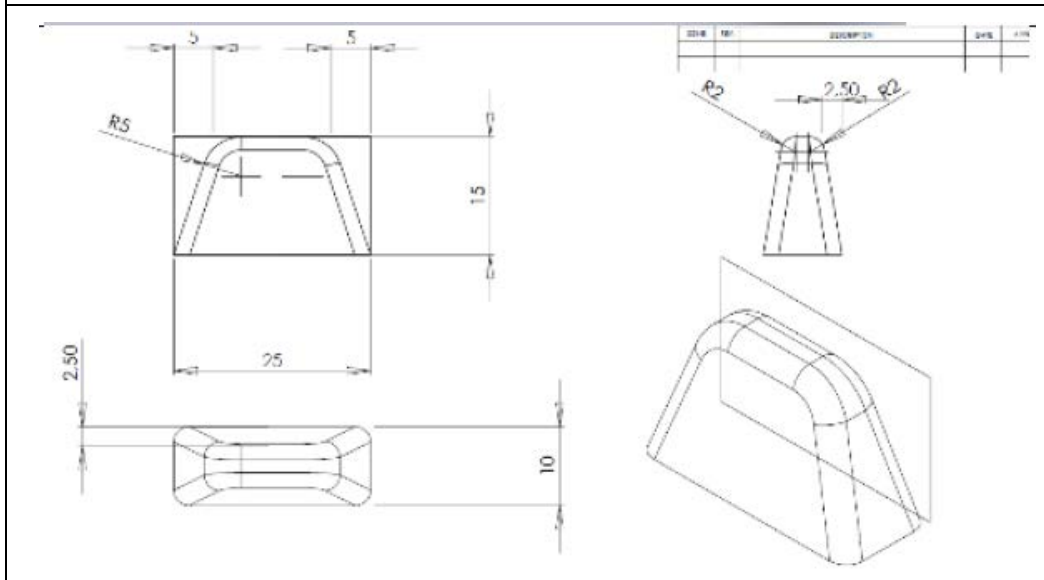
各钉辊均采用 1 个长度  $955 \pm 10$ mm、直径  $120 \pm 1$ mm 的金属筒, 筒上装有聚酰胺 (PA 12) 钉子/叶轮模压型材, 具体见图 4)。每根钉辊的总重为  $95 \pm 5$ kg。

注: 在实践中, 建议在两个半圆柱体中制造套筒, 然后把圆柱体拧到金属辊上。





钉辊的全貌图



饰钉 / 刀片细节

图15 - 钉辊

(所有尺寸具有一个± 5%的公差)

注：适用于制造辊套的数字 3D 文件可从 FIFA 电子邮件 [football.turf@fifa.com](mailto:football.turf@fifa.com) 中获得。推荐的制造方法是使用专业的 3D 打印方法。

辊子须邻近手推车托架内的振动板安装。它们应被设计为仅在 Z 轴的方向滚动，来确保辊子的全部重量施加到样本上。每根辊子轴和每块最近的振动板中部之间的距离应为 200 至 300 毫米。

该机器的设计应确保在试样横向端部上的主导辊的无限制旋转，以确保饰钉不会反复冲击样本上的相同位置

注：每次来回结束后，振动板均不得脱离试样。

## 20.3 步骤

### 20.3.1 试样

试样应被固定在地面上，以确保在磨损模拟过程中没有移动。

注 1：为最大程度减少不均一老化，建议样本所放置的地板，以 3.0m 直尺实测的最大偏差值不超过 2.0mm。

注 2：可利用双面胶带、法兰方式实现。在填充样本之前有必要穿孔留下的孔洞，以免地板与基布之间发生颗粒滑移现象（通常为砂粒）。

试样应充分代表由生产商指定的足球场草坪系统。它应当包括指定的性能和稳定填料，并在适当情况下包括任何减震垫或弹性层。

试样的尺寸应保证一个至少 2.5 米\*0.9 米的均匀调节区域，以便进行必要的性能测量。

### 20.3.2 测试基层

当根据 EN 12504-2 第 2 部分测量时，试样应被放在一个平坦光滑的刚性固体混凝土地面上，最小厚度 100 毫米，最小刚度 40 兆帕。

### 20.3.3 测试步骤

#### 20.3.3.1 试样制备

检查钉辊状况是否存在钉子磨损的情况。如钉子的外缘发现有明显的损伤或毛刺，或有 10 个或以上的钉子高度都在 14mm 或以下，即需更换钉套。每次换样检测时，都要同时换用一个新的橡胶底板。

#### 试样的制备与预检

在 Lisport XL 中，严格按照生产商说明书及 EN 12229 标准规定的要求制作试样。

除功能性填料的设计本身就具有特定含水量（如有机填料等）外，所有 FIFA 产品的评价性检测均为不含水试样。填料通过 20 次来回处理（每个来回中，试样分别来回通过一次）进行固结，再进行初始性能测试。核对首次性能测试的结果是否符合待检系统相应的正常值。

注：

- 1 所有其他的 FIFA 性能测试应在单独的试样上进行来消除润湿试样的影响；
- 2 如果生产商要求进行潮湿测试，则应在试验报告中注明，该结果不得用于任何官方的 FIFA 测试报告。

#### 20.3.3.2 调节程序

20.3.3.2.1 按连续调节-停止的步骤重复 500 个来回。按第 1.5.3 条所述步骤维护试样。按上述连续调节-停止 500 个来回的间隔不断重复，直到达到规定的来回数。最终维护（重新导入填料并均匀分布），再进行 20 个来回。然后，在不再维护试样的前提下，进行性能测试。

20.3.3.2.2 FIFA 质量产品的产品评估测试共进行 3020 个来回，具体方式如下：

- 在初始性能测试之前进行 20 个巩固来回
- 以 500 个来回的间隔进行调节
- 最后 500 个来回之后和性能测试之前接着表面维护进行 20 个来回

- 用一把手持扫把充分刷表面，来模拟将会发生的正常维护。

20.3.3.2.3 对于 FIFA 质量产品评估测试共进行总计 6020 个来回，具体方式如下：

- 在初始性能测试之前进行 20 个巩固来回。
- 以 500 个来回的间隔进行调节
- 最后 500 个来回之后和性能测试之前接着表面维护进行 20 个来回
- 用一把手持扫把充分刷表面，来模拟将会发生的正常维护。

#### 20.3.4 功能性填料更换

使用一台真空吸尘器收集任何填料；已经从试样上脱落的材料（参见图 5 和图 6）。用已经从试样上脱落的材料重新填充试样。



图 16——填料分散和填料收集的示例



图 17——填料收集的示例

在调节后的部位上小心更换收集的填充材料，用适当的施用装置保证材料均匀分布，如图 7 所示。



图 18——分散的填料重新分配

## 21 填料飞溅量测定程序 (FIFA 测试方法 16)

### 21.1 原理

一台高速摄像机用于拍摄一个球对试样的冲击。然后对球与地面相互作用的图像进行分析, 作为高对比度 2 色图像, 在这里针对一个完全白色背景, 填料作为黑色像素出现在图像上。从这台高清摄像机大小的图像 (1280×1024) 中, 我们可以用数学计算填料飞溅的密度, 即黑色占白色像素的百分比。这种方法能获取飞溅显著的外观特征, 再赋值于数学计算数值, 用于评定草坪的飞溅特性值。运用这种方法, 能同时实现定性和定量两种数据分析。

### 21.2 范围

当前的测试方法被认为是一种基于实验室的测试。存在提供飞溅测试作为现场测试计划的一部分的可能性。

### 21.3 测试装置

- 一台球炮, 用于以  $50\pm 2$  公里/小时的速度、以  $45\pm 2^\circ$  的角度把球发射到测试地点。球炮不能给出大于 3 转/秒的旋转, 以在高速摄像头的图像上进行验证。
- 25.4mm 高速摄像头 1 个, 能以 1280x1024 的像素及 300Hz 以上的速度记录图像。摄像头感应器孔径上装有光学镜片, 焦距 500mm, 光圈范围在 f/1.4-f/16 之间。
- 一个均匀的光源, 其将提供强烈的白色背光。该设备必须被视为无闪烁。
- FIFA 批准的足球, 其压力经过调整, 确保从  $2.00\pm 0.01\text{m}$  高度处释放时, 在混凝土上的反弹量为  $1.35\pm 0.02\text{m}$ 。
- 测量装置, 距离精确度到  $\pm 0.01$  米, 角度精确到  $\pm 0.1^\circ$ 。
- 离开球炮的球速应使用高速摄像头进行测量。

### 21.4 试样

为了进行该测试方法, 必须制备 2 个试样, 最小尺寸 1x1 米并按照 EN 12229: 2014 进行填充。试样必须均匀填充并遵循一个逻辑程序, 以确保测试的可重复性。样本活动必须被限制, 以确保所制备的试样不被干扰。

为确保在测试过程中试样的均匀性, 在加入填料之前样本排水孔必须被密封。

### 21.5 装置安装

#### 21.5.1 设备位置

球炮必须安装在一处合适的位置, 以确保球以  $45\pm 2^\circ$  的角度冲击在草坪样本上的指定位置。该位置在第 21.6.2 节中指定。

高速摄像头垂直于球撞击表面的方向布置。被测位置与摄像头镜头之间的距离为  $2.5\pm 0.01\text{m}$ 。如果需要的话, 摄像头可根据需要移动, 在保证能看见填料测锤移位情况的同时, 不会影响规定的距离和垂直度。

放置可选的均匀光, 对着摄像头, 并提供背光功能。这可能在某些照明条件下有所要求以确保高对比度的图像。

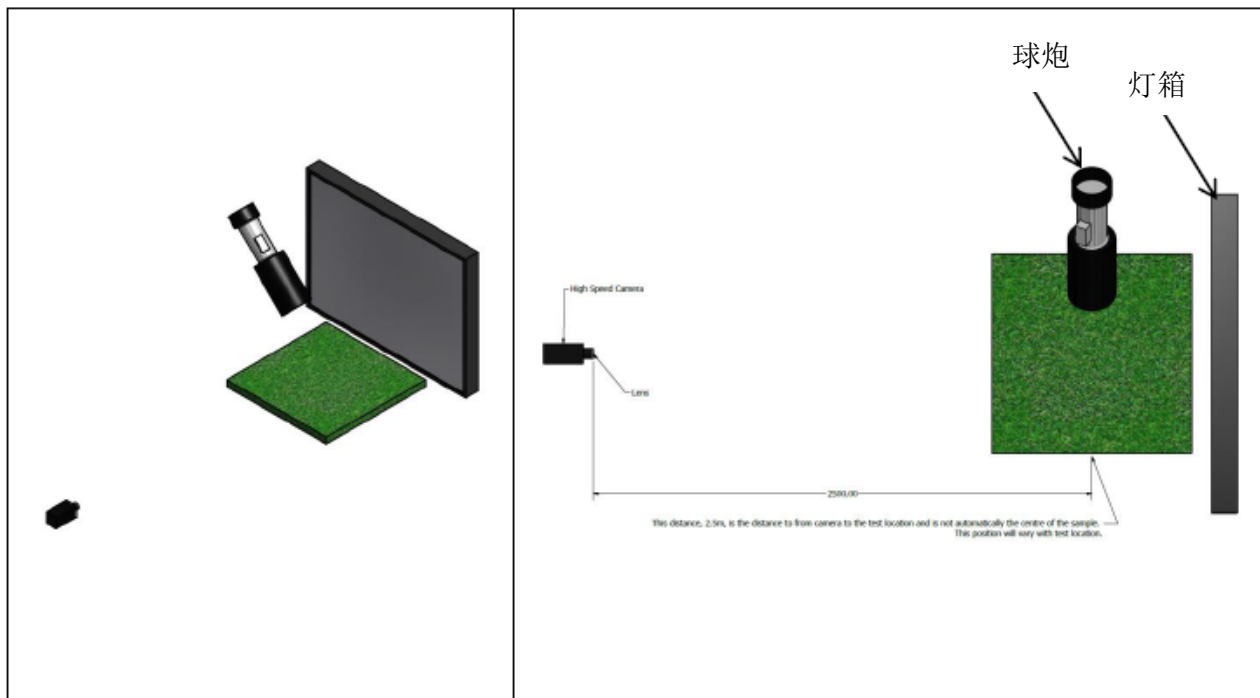


图 19 设置示意图

摄像头必须与水平面以上的镜头成  $5^\circ\pm 1^\circ$  角度, 调节离地面高度, 以使样本的底部可见, 同时使得飞溅窗口的可见部分尽可能大。

### 21.5.2 摄像头及环境的校准

摄像头应安装在合适的位置, 以使得在 2 色图像上整个有效图片是白色的。可以进行图像裁剪来删除非因飞溅出现在图像上的暗区。从这点来说, 摄像头聚焦、曝光和环境照明条件应进行调整, 以确保其能够在 2 色图像上检测到直径 1 毫米的黑点, 但不小于一个 0.5 毫米的点。该点应在从摄像头到样本中心的距离是可见的, 在此距离内会发生冲击, 并且该点在校准期间在图像上的所有位置应该是可检测的。

注: 在图像上任何可见的暗点会歪曲结果, 产生较高的填料飞溅百分比。

## 21.6 测试步骤

### 21.6.1 对于单个地点的测试步骤

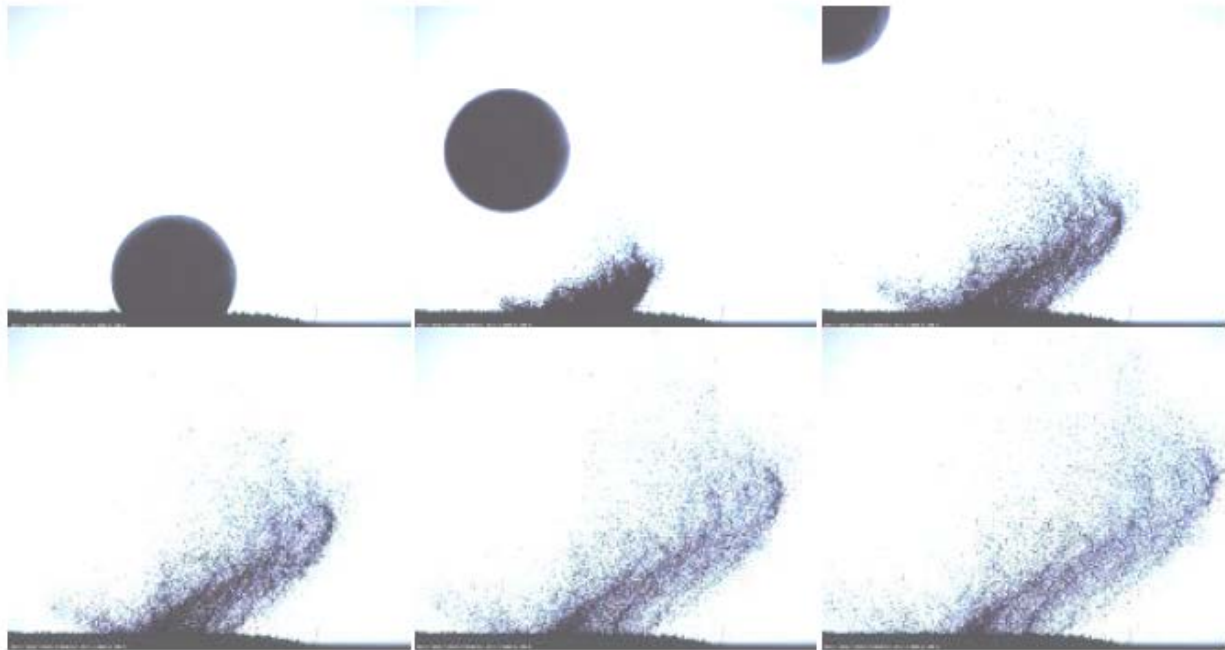


图 20 在飞溅测试过程中记录的图像

球被球炮发射到样本上，使用高速摄像头来记录对样本的冲击。应捕捉球撞击表面处的整个交互情况。



图 21 原始飞溅图像

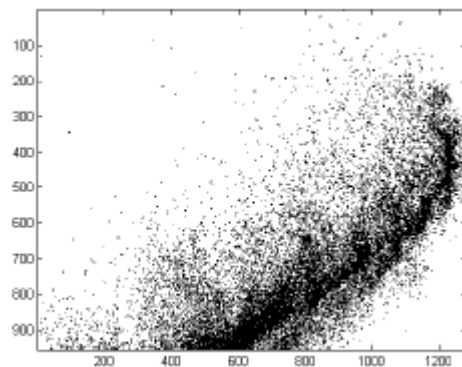


图 22 彩色飞溅图像

这些帧之后被转换成 2 色黑白图像并进行裁剪，以确保图像中无草丝。计算图像中黑白像素的百分比。【1】然后记录最高的“飞溅百分比”作为测试结果。

【1】注：分析时的标准图像尺寸为 1280x1024。飞溅百分比应始终使用大小为 1280x1024 的帧来计算，即使在裁剪后。此方法假定任何裁剪区域将自动为空白。

#### 21.6.2 样本测试地点平面图和测试方向

12 个测试地点分布在共两个 1x1 米的样本上来完成一次测试。该测试必须在样本上以 2 个方向进行：

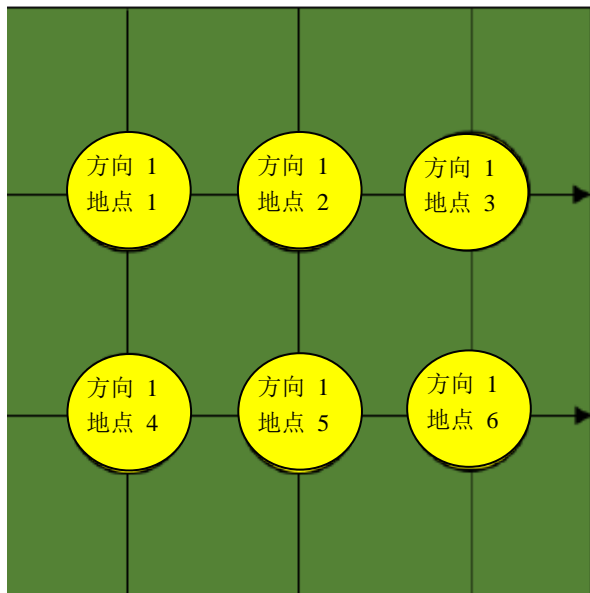
- 方向 1——顺/逆草束方向。
- 方向 2——垂直于草束方向

每个方向将测试 6 个地点，整体共 12 个测试地点。

避免冲击同一位置，不在测试过程中由于位移有额外填料的任何区域进行测试。

样本测试地点的示例在下图 23 中详细描述。在任何测试地点中心和试样的边缘之间应该观察到至少 0.2 米的距离。在任何测试地点，测试地点的冲击坑不得重叠。必须谨慎确定试样地点，以确保从样本中射出的任何材料不会落入未经测试的地点。

## 示例 1



## 示例 2

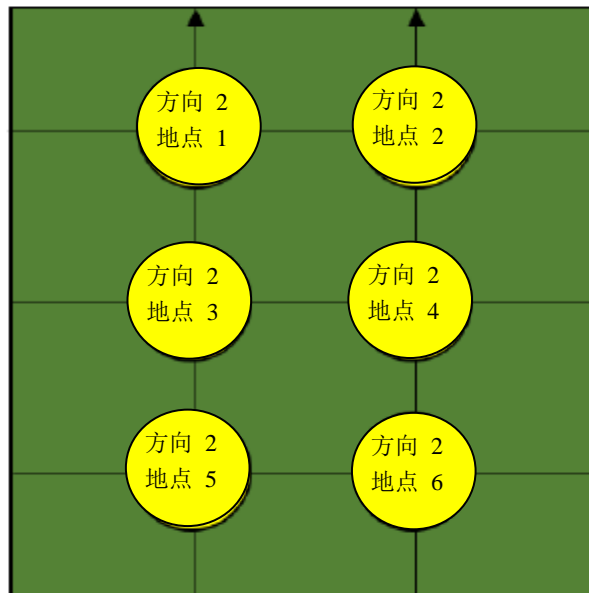


图 23 测试地点示例

### 21.7 计算及结果报告

然后，对于图像应用一个简单的百分比计算，来计算每帧中的飞溅百分比：

$$\text{Splash Percentage} = \frac{\text{No of Black Pixels}}{\text{Resolution of the image in pixels}} * 100 = \frac{\text{No of Black Pixels}}{(1280 * 1024)} * 100$$

来自所有捕捉帧的当前最高飞溅百分比是针对该地点被记录的飞溅百分比。

对于方向 1 收集 9 个飞溅百分比，然后取平均值来得出该方向的整体飞溅百分比。对于方向 2 重复此过程，然后所有 18 个结果取平均值来计算最终的飞溅百分比，以便建立来自最高飞溅方向峰值飞溅的近似值。

飞溅试验报告应包括在测试过程中记录的最高密度飞溅冲击的图像。



## 22 短距离球滚动测定程序 (FIFA 测试方法 17)

### 22.1 原理

从一个斜坡滚动一个足球并通过两组计时门, 其计算出越过已知距离的该球的速度。

让球从多个不同释放高度滚动, 以便通过球全长度滚动的各个阶段评定球与表面的交互情况。通过此法可较好地获得全面滚动的过程。使用两种速度和一个已知距离, 可计算球的减速值, 并求出球从动到不动的距离。

### 22.2 装置

- 球滚下斜坡, 如第 10 节 (FIFA 测试方法 03) 所述。

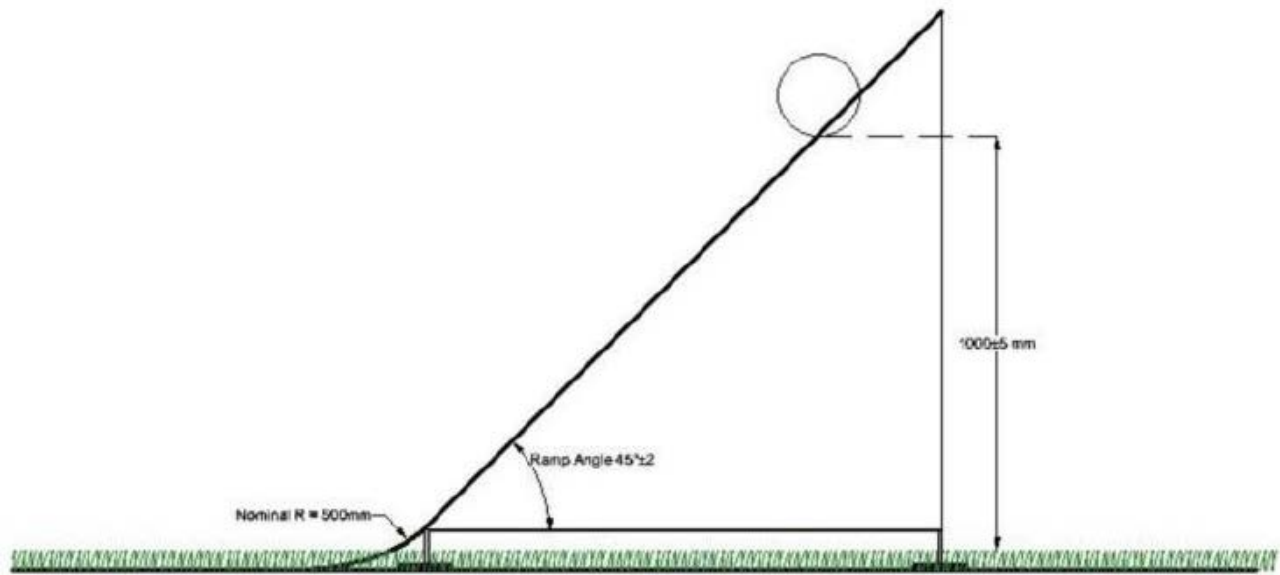


图 24: 球滚动斜坡

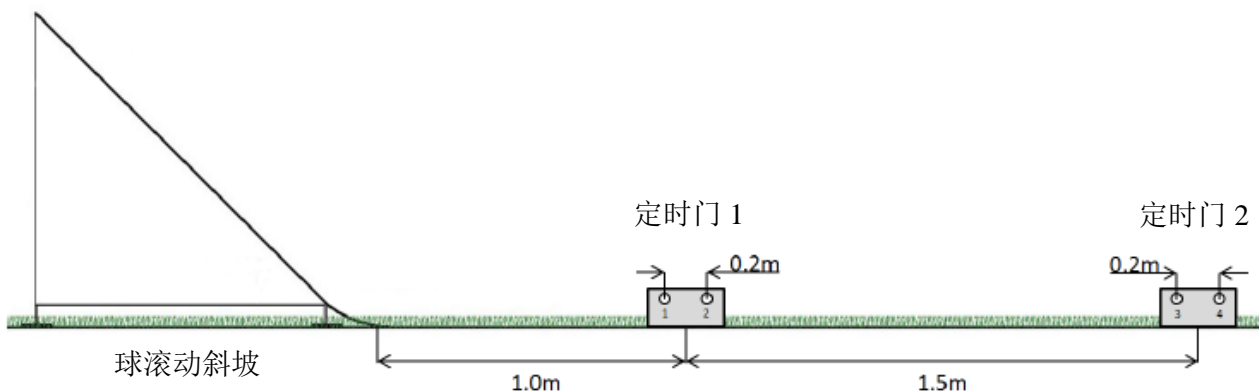
- FIFA 批准的足球, 如第 6 节所规定。
- 距离测量装置, 能够测量高达 1 毫米的距离, 精确度达 $\pm 1$  毫米。
- 光学激活定时门系统, 测量精度 1mm 以上, 在滚动中的球运动超过  $0.2 \pm 0.01\text{m}$  时触发。计算两个点之间的球速需要两套定时门。
- 室内地板刷带柔软刷毛, 用于在测试过程中按指定的时间间隔恢复表面的绒头。

### 22.3 步骤

#### 22.3.1 装置安装

安装斜坡使得其集中在试样的一端, 以确保导轨平行于被测试的方向。当使用填充系统时, 斜坡曲线的端部应被搁在填料上, 当使用未填充系统时, 应在压缩的茅草上, 以确保该球从斜坡平滑地滚动到试样上。

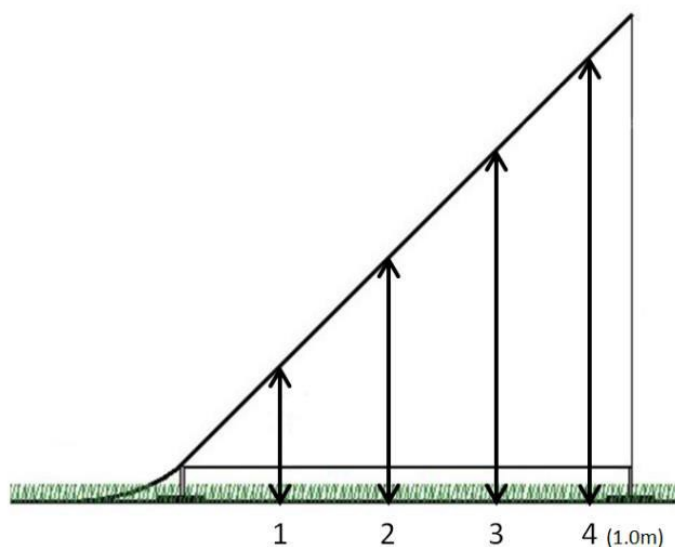
按图 2 所示步骤装设装置。



**图 25: 球滚动斜坡和定时门位置**

定时门包括 2 个传感器，当球通过时激活一个定时器。这些传感器相隔  $200 \pm 10$  毫米分布。测量精确距离，并在结果的计算中考虑该测量。从球滚动坡道（球接触表面的位置）到第一个定时门的中心的距离必须是  $1.0 \pm 0.01$  米。目的是为了确保该球在通过定时门之前沿着表面平稳地滚动。定时门 1 和定时门 2 的中心之间的距离必须是  $1.5 \pm 0.01$  米。

应在斜坡上选择 4 个释放高度，从该位置释放球如图 3 所示，释放高度 1 应是球斜坡上选择的最低高度。释放高度应予以调整，以确保球停在通过第二个定时门介于 0.1 米与 0.5 米之间。最后的释放高度为最高，并应与一个完整的球滚动相同， $1.0 \pm 0.01$  米。其它两个释放高度位于中间，应在高度 1 和 4 之间均匀地递增。垂直测量释放高度，作为球上的最低点，即当球被放置在斜坡上时，使用 3.0 指定的距离测量装置，测出的球到草坪上填料水平的距离。所有释放高度必须可重复到  $\pm 0.01$  米。



**图 26: 球释放高度**

### 22.3.2 试样

为进行此测试方法，根据 EN 12229: 2014，在适当情况下，必须制备和填充至少  $3 \times 1$  米的试样。

### 22.3.3 测试步骤

#### 图 3: 球释放高度

把球放置在斜坡上，使得该球的最低点与位置 1 接触，如图 3 所示。释放该球并使其自由地

滚动穿过试样, 并通过使用光学活性的定时门系统的定时门, 如 3.0 所规定。记录在定时门 1 时的初始速度“ $V_{start}$ ”, 和定时门 2 记录的该球的最终速度“ $V_{end}$ ”。

$V_{start}$  和  $V_{end}$  使用速度、距离和时间之间的关系用  $t_{gate1}$  和  $t_{gate2}$  来计算。

$$v = Ss/t$$

### 公式 (1) ——速度、距离和时间的关系

“ $S_s$ ” 被定义为精确距离, 在每个定时传感器之间所测量。“ $t$ ” 是对于球的前面到定时传感器 1 和定时传感器 2 ( $t_{gate1}$ ) 之间行进所花费的时间。使用定时传感器 3 和定时传感器 4 ( $t_{gate2}$ ) 针对  $V_{end}$  进行相同的计算。

然后再次重复该过程两次, 针对球释放高度得到 3 组结果。

每次已进行了 2 个球滚动, 表面应使用刷子进行恢复。涂刷按照拖动运动进行, 以步行的速度仅重复一次。

针对所有的 4 个释放高度, 应该重复这些步骤。对于第一次的两个低的释放高度必须收集 3 组  $V_{start}$  和  $V_{end}$ , 但对于较高的两个高度仅须收集 2 组  $V_{start}$  和  $V_{end}$ 。

## 22.4 结果的计算与表达

在该种测试方法的结尾, 对于四个不同的释放高度, 应该已收集 10 组  $V_{start}$  和  $V_{end}$ 。

计算的第一阶段是确定每个高度的  $V_{start}$  和  $V_{end}$  的平均值。这将留下 4 个  $V_{start}$  值和 4 个  $V_{end}$  值。使用起始和结束速度的 4 组值, 可用一个二阶多项式方程来表示  $V_{start} / V_{end}$  之间的关系, 该方程反映了关于各种球滚动速度, 球和表面之间的相互作用。

该种关系的二阶多项式如下:

$$v_{end} = a(v_{start})^2 + b(v_{start}) + c$$

### 公式 2——二阶多项式方程结构

使用这种关系和斜坡上高度 4 的  $V_{start}$  平均值, 这是标准球滚动测量的释放高度, 该方程用来估计 1.5 米后该球的  $V_{end}$ 。对于该过程的另一次迭代, 预测的  $V_{end}$  值被用作  $V_{start}$  值。重复此过程直到:

$$v_{end} \leq 0$$

得到球滚动长度的第一部分:  $S_p = \text{Number of Iterations} * S_g$

### 公式 3——基本球滚动计算

“ $S_p$ ” 是球在球滚动计算的主要部分已经走过的距离。“ $S_g$ ” 是各组定时门之间测量的距离, 在该方法中定义为 1.5 米。“迭代次数” 是迭代之前多项式方程重复的次数, 其中  $V_{end} \leq 0$ 。

球滚动长度的第二部分, 或残留球滚动, 是基于预测来自上次迭代的  $V_{start}$  对于该球完全停止所花的时间来计算的——其中  $V_{end}$  变为负值。为了计算该结果, 首先要通过倒数第二迭代计算该球的减速:

$$a1 = (v_{end2} - v_{start2}) / 2S$$

### 公式 4——独立于加速度的时间运动方程

然后, 该减速度值可以用于预测球滚动的最终阶段的减速直到  $V_{end} = 0$  米/秒。该公式由来自多项式过程的最后迭代的  $a1$  和  $V_{start}$  所构成, 其中  $V_{end} \leq 0$ 。然后公式 5 可用于计算球滚动距离的最后部分, 即  $S_r$ , 其从  $S_p$  的结束直到  $V_{end} = 0$  米/秒时发生, 这时该球会停止。

$$S_r = -(v_{start})^2 / 2a1$$

### 公式 5——以距离为目标的公式 4 的重排列形式

预测的球滚动计算，相当于一个标准全长球滚动，包括：

$$\text{Predicted Ball Roll} = S_i + S_p + S_r$$

### 公式 6——预测球滚动计算（使用来自方程 3 和 5 的结果）

$S_i$ ”是指斜坡的端部和第一个光闸中部之间的距离（1.0 米）。

预测的球滚动结果应针对两个试样方向报告。单独报告每个方向，精确到 0.1 米。

## 23 绒头净高测量步骤（FIFA 测试方法 18）

### 23.1 原理

作为实验室和现场测试的一种验证手段，以确保绒头净高符合产品声明。如果绒头净高是正确的，可推断出两个填料的总和也是正确的（不必是比例）。复检时它还有助于证实填料水平是否与先前的测试一致。

### 23.2 装置

一个钢制玻璃棱镜框架，长度最小 150 毫米；宽度最小 125 毫米；以及高度最小 70 毫米。该框架应包含一个透明棱镜，带有反射材料制成的镜像底面，其应成  $45 \pm 0.2$  度角。一个标尺，单位“毫米”，高度  $40 \pm 1$  毫米，具有 1 毫米的测量分辨率。

### 23.3 步骤

棱镜测量仪置于人造草坪表面上。用气泡/酒精水准仪的装置确保棱镜测量仪在表面上横平竖直。记录 10 个最高草丝纤维的长度；与第一次测试呈  $90^\circ$  角再次测量一遍（现场测量时，每个测试位置分别按球场纵横方向交替测试，计算每个位置从 10 个最高草丝纤维测量的中值绒头高度，计算单位为 mm）。从 20 个最高草丝纤维处测量最高绒头纤维的中值。

应在如 11.6.2 所述的现场试验的 19 个测试地点，以及相隔至少 100 毫米、并距一个未磨损样本的边缘至少 100 毫米的 3 个地点进行测量。

## 24 人造草坪草丝紫外线稳定剂含量测定程序 (FIFA 测试方法 19)

### 24.1 原理

草丝的试样被暴露于红外光并且测定在吸光度上的变化。

### 24.2 装置

1. 配备有衰减全反射 (ATR) 装置的傅立叶变换红外反射 (FT-IR) 设备
2. 一台符合 ISO 188 标准的空气循环烘箱
3. 超声波清洗器
4. 软化水
5. 23 +/- 2°C 和 50 +/- 5% 相对湿度的气候室

样本的调节

如果样本取自场地, 它们必须在 23 +/- 2°C 和 50 +/- 5% 相对湿度的气候室中稳定至少 11 天。

### 24.3 步骤

注:

根据生产商的指南, 在每次测量之前清洁 ATR 晶体!

#### 24.3.1 关于新鲜样本的程序

##### 24.3.1.1 峰值的鉴定

至少 5 个单丝或纱带放入烘箱, 以 105°C 温度烘烤 4h +/- 15min。

样本置入干燥器内 2h 以上, 使之达到室温。

“加热后的”样本置入 FT-IR 设备的 ATR 晶体上进行 32 次扫描。沿纤维在 3 个不同的位置读取能谱值。

至少 5 个原单丝或纱带放在 ATR 晶体上进行 32 次扫描, 取得最少 3 个能谱值。

这些能谱值的平均值彼此进行比较。热处理使得紫外线稳定剂的反应发生转变, 这将在紫外线稳定剂峰值的转换中反应出来。

##### 24.3.1.2 峰值的量化

最少 5 个单丝或纱带放到 FT-IR 设备的 ATR 晶体上。

每次测量包含 32 次扫描。

测量草丝的 8 个不同位置。

能谱必须在位于 2950cm<sup>-1</sup> 的碳峰对于聚乙烯进行校正并需要做基线校正。

测量吸收峰 (以 1.1 来确定) 的最大高度。

如果测量到异常低值, 检查 ATR 的样本架是否完全填满材料。如果是这种情况, 应当除去这些测量。

计算 8 个不同位置的平均值。如果这 8 个测量值的变化 (标准偏差对平均值的比) 系数高于 10%, 则测量另外的 8 个样品。

对用于紫外线测试的样本进行相同的测量。

##### 24.3.1.3 计算

$$\text{紫外线稳定剂的原始浓度 (\%)} = \frac{\text{样本的吸光度} * 100}{\text{紫外线样本的吸光度}}$$

#### 24.4 场地样本的清洁。

来自场地的样本包含沙子和橡胶的痕迹，这些需要被洗掉。

在场地上由砂层保护的草丝是从该样本的其余部分上切下来的。

这些草丝被放置在带水的锥形瓶中。该锥形瓶放置在超声波清洗器中 15 分钟。15 分钟后，用镊子把样本从水中取出，并用软纸擦去水。

根据 24.3.1 进行测定。

## 25. 颗粒填料的粒度分布测定程序 (FIFA 方法 20)

### 25.1 范围

该程序描述了测定颗粒填料的颗粒粒度分布的测试方法, 以及相比于生产商的产品声明, 测定样本一致性的测试方法。

### 25.2 参考

EN 933-1 聚合物的几何性能试验——第 1 部分: 颗粒粒度分布的测定——筛分法

### 25.3 步骤

称取 300 克以上的颗粒填料, 置入烘箱中洁净的烤盘上, 以  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  的温度烘烤 2 小时以上。再次称量样本, 如减重量超过  $1.0 \pm 0.1$  克, 则将它放回到烘箱, 再烘烤 2 小时。然后再次称量样本。如样本重量与之前读数一致, 减重量未超出  $1.0 \pm 0.1$  g 的范围, 则从烘箱中取出样本。否则重复上述步骤, 直到重量一致, 减重量未超出  $1.0 \pm 0.1$ g 的范围。从烘箱中取出样本, 冷却至室温 (冷却时间 1 小时以上)。

根据 EN 933-1 使用以下筛子测定填料的颗粒粒度分布: 0.00mm、200 $\mu\text{m}$ 、315 $\mu\text{m}$ 、0.5mm、0.63mm、0.80mm、1.00mm、1.25mm、1.60mm、2.00mm、2.50mm、3.15mm 和 4.00mm。

### 25.4 结果的计算

#### 定义

**d** 开始于最小的筛子, **dtest** 是最大的筛子, 10%或更少的样本通过它 (即 0%到 10%的样本小于 **d** 指定的筛子)。

**D** 开始于最大的筛子, **Dtest** 是最小的筛子, 10%或更少的样本被留下 (即 0%到 10%的样本大于 **D** 指定的筛子)。

在图上绘制结果, 并确定样本的 **dtest** 和 **Dtest** 的值。

相比于整体试样质量, 计算落在 **dtest** 和 **Dtest** 之间样本的质量百分比。

### 25.5 结果的分析

#### 生产商声明值的确认——型式批准性室内测试

生产商的声明值应明确拟由 **d** 和 **D** 所涵盖的范围。为使样本符合生产商声明值, **dtest** 和 **Dtest** 筛子网眼尺寸应该是声明的 **dm** 和 **Dm** 值加减一个筛孔尺寸, 总填料样本的至少 60%应在所声明的范围内, 如图 25 所示。

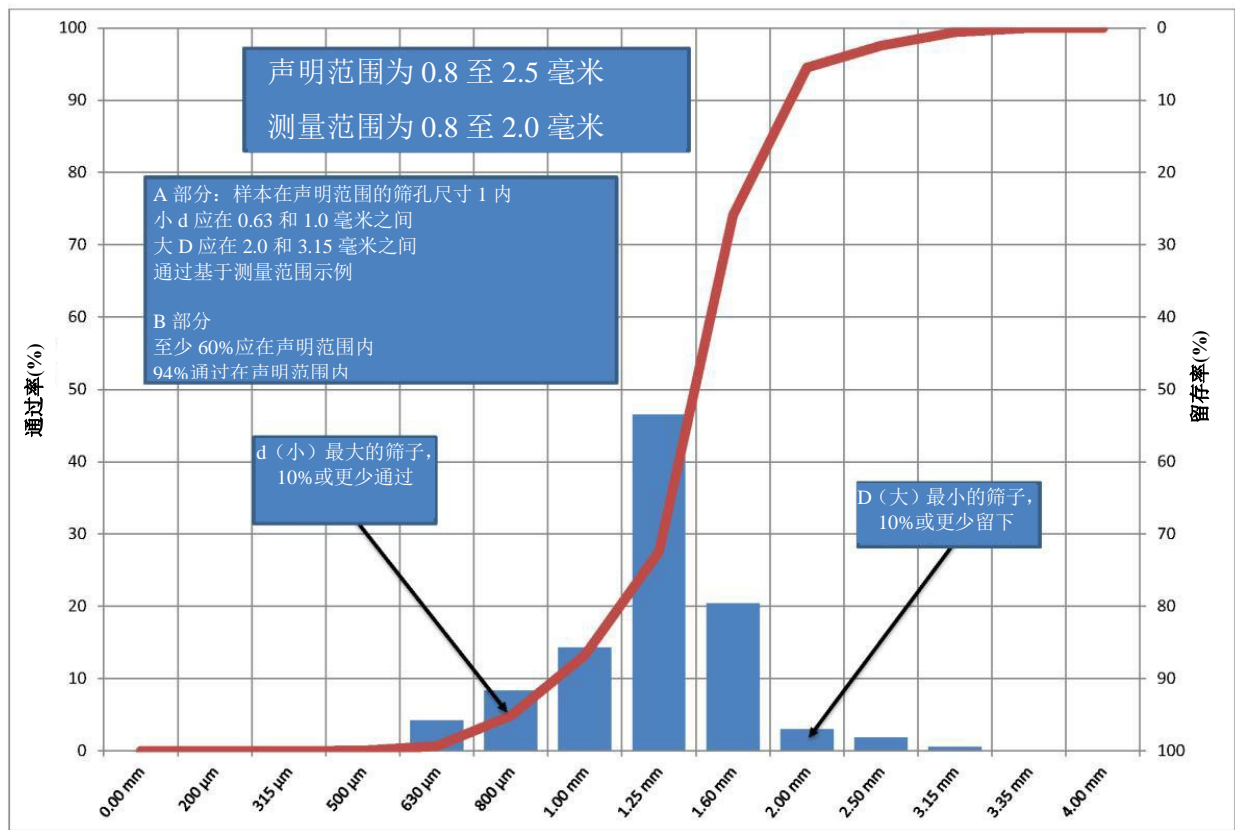


图 27 颗粒分布曲线的示例



## 26 填料深度测量程序 (FIFA 测试方法 21)

### 26.1 范围

该测试方法是基于 EN 1969, 并使用改进的装置以迎合足球场草坪地面的柔软性, 以便于获得一致的、可复制的和可重复的结果。

### 26.2 装置

厚度测量探头, 这包括具有三个平头的圆筒、钢探针、圆形断面, 直径大约 2 毫米, 这些探针以一个三角方式设置, 间距相隔大约 15 毫米至 20 毫米, 探针应足够长, 当插入被测表面时, 从被测材料的上表面 (填料) 穿透的最小深度, 可以通过校准的、有刻度圆筒的装置来测量, 该装置能够以 1 毫米为增量精确到 0 至 50 毫米之间。圆形基板直径应至少 25 毫米, 以便减少测量期间的填料的压缩。

### 26.3 测试

把深度计放置在草坪表面上, 确保在底板下没有多余的物品。仅利用手的压力从圆筒中伸出探针; 推动柱塞进入填充材料中, 同时用另一只手支撑计量器直立。继续推探针直到感觉到球场基底材料的阻力, 释放活塞上的压力, 检查并滑动圆筒计量器进入到填料的表面。

直接从有刻度的标尺读取穿透深度, 记录该数值作为填料深度。应在 11.6.2 所述的 19 个测试地点进行测量。



图 28: 填料深度计

## 27 差示扫描量热法 (DSC) 测量程序 (FIFA 方法 22)

### 27.1 范围

本程序规定了评定足球场草坪纤维熔点、并以此评定所用纤维一致性的测试方法。

### 27.2 参考

ISO 11357-3 塑料——差示扫描量热法 (DSC)

注:

用于第三代地面的纤维通常由一个单一聚合物或由聚合物的混合物制成。单个聚合物通常会显示一个特定的比较窄的熔融峰,如图 27。

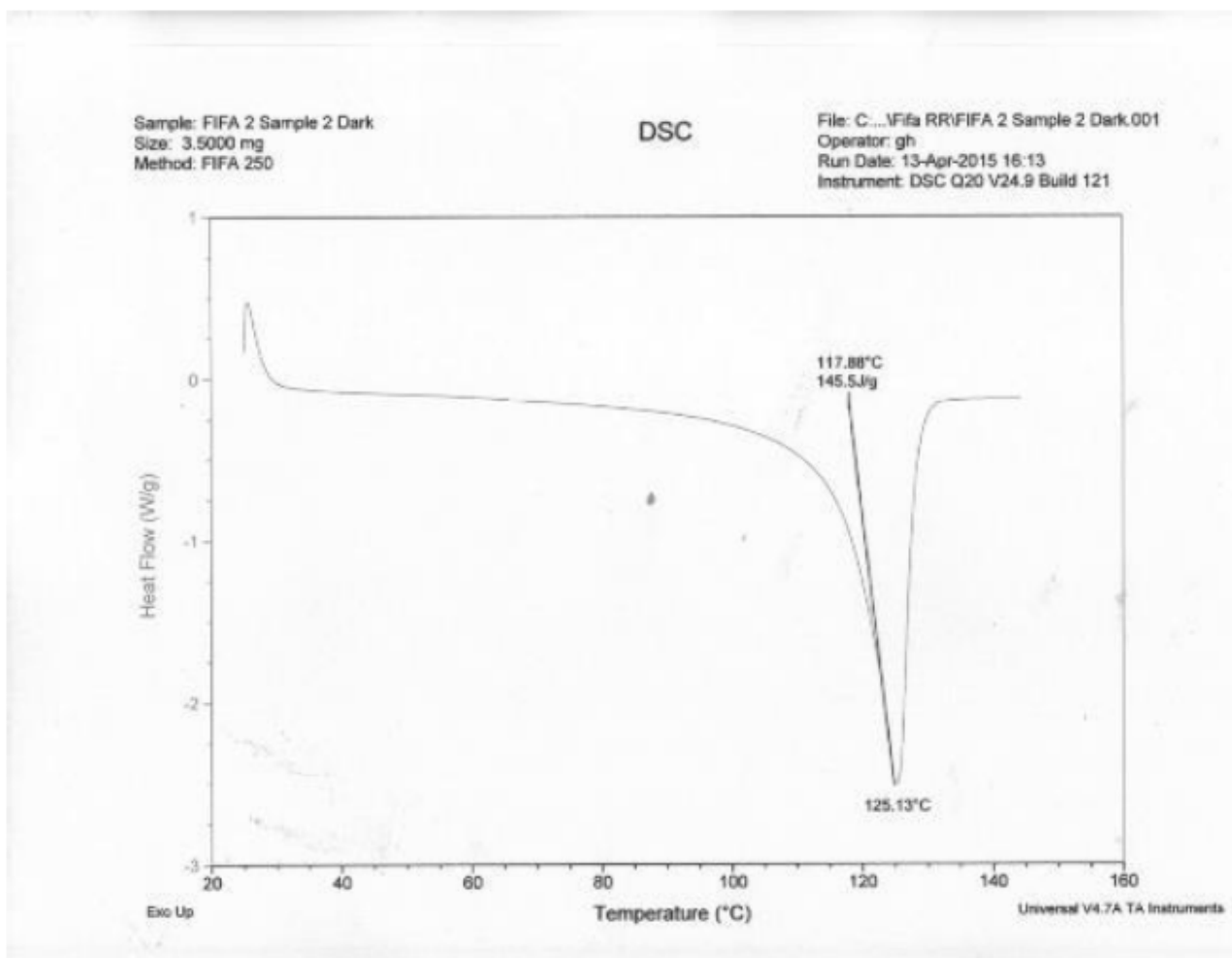


图 29: 具有单个熔融峰的 DSC 曲线的示例

相反地,聚合物的混合物会显示广泛围的熔融。混合物的各个独立成分都将有其自己的熔融峰。这些单独的熔融峰将叠加在另一个现有熔融峰上,这些密集的熔融峰将显示出比分散的熔融峰更广泛的熔融,如图 28。如果聚合物的混合物的熔融峰更分散,那么峰值将进一步扩大,或峰值要么单独出现,要么将在整个熔融峰上出现一个“峰肩”。

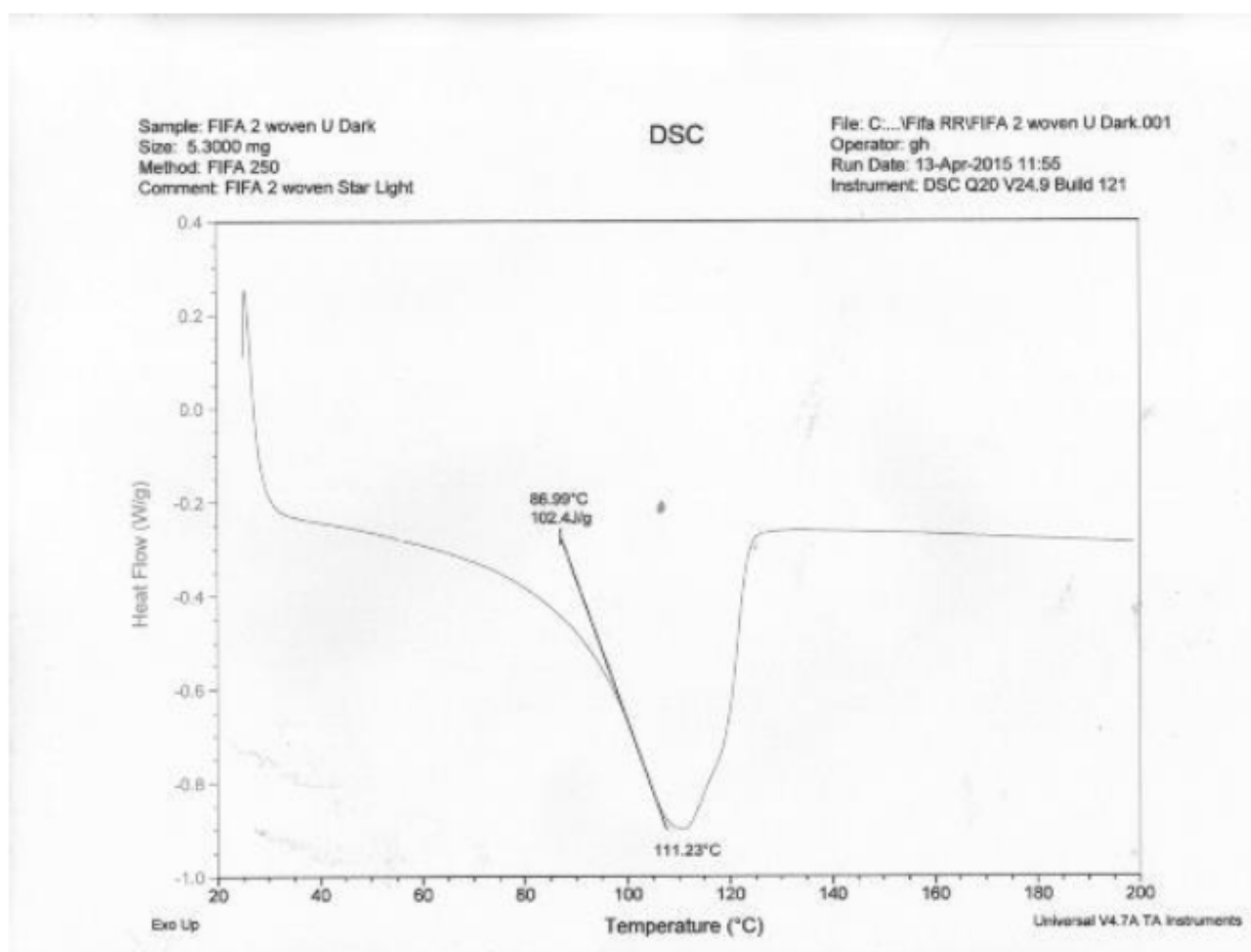


图 30: DSC 曲线表示具有聚合物混合物的纤维的熔融行为

在图 28 中峰值显然更广泛, 并约 120°C 左右出现一个峰肩, 然而该设备仅在 111.23°C 测得一个峰肩。

以下温度程序将被用于测量:

1. 在 30.00°C 平衡
2. 以 20.00°C/分钟加热到 190.00°C
3. 等温 5 分钟
4. 以 20.00°C/分钟冷却到 50.00°C
5. 等温 5 分钟
6. 以 20.00°C/分钟加热到 190.00°C

### 27.3 结果

27.3.1 记录纤维的第二个耐热峰值的熔点和热含量。

27.3.2 记录峰值的宽度, 以°C 为单位, 在峰值高度的 50%, 如果出现一个峰肩, 还应标注其熔点。

单个聚合物通常会显示一个特定的比较窄的熔融峰, 如图 27, 也有由单一聚合物制作的一些纤维, 其分子量分布较宽, 这将产生一个单一的宽峰。

## 28 草丝纤度测定程序 (FIFA 方法 23)

### 1 原理

分析一根草丝以确定线密度纤度。

### 2 装置

2.1 分析天平, 具有±1 毫克的精确度

2.2 测量计, 读数精确到 1 毫米

2.3.符合 ISO 188 标准的空气循环烘箱

2.4.镊子

### 3 样本的调节

如果样本来自一个(湿)场地, 它们应在 70°C烘箱中干燥 24 小时。之后它们在 23 +/- 2°C和 50 +/- 5%相对湿度中调节最少 24 小时。

### 4 步骤

#### 4.1.通用方法

用镊子从地毯的背面取出 20 块完整簇绒。

用镊子刮去胶乳(或涂层)的任何残余物。

测量每块草坪的长度, 精确到毫米。记下该长度。

称量该 20 块干净的簇绒。

#### 4.2.特殊情况

在涂层或胶乳不能被除去的情况下:

取 3 块最小 200x200 毫米的草坪样本。刮掉每一块的绒头并测量已经刮掉的绒头的长度, 精确到毫米。根据 ISO 8543 计算簇绒量。

### 5.结果的计算

#### 5.1.通用方法

计算 20 块簇绒的总长度。

$$\text{纤度} = \frac{\text{20 块簇绒的重量 (以克为单位)}}{\text{20 块簇绒的总长度}} \times 10,000,000$$

#### 5.2 特殊方法

$$\text{纤度} = \frac{\text{3 个样本的绒头重量 (以克为单位)}}{\text{3 个样本的簇绒量} \times 2 \times \text{绒头的长度(以毫米为单位)}} \times 10,000,000$$

## 29 人造草坪系统渗透速率测定程序 (FIFA 测试方法 24)

### 29.1 范围

此测试方法主要是基于 EN 12616: 2003 并已经进行了调整, 以适应足球场草坪的要求。

### 29.2 定义

本项测试中, 空隙率是指材料中水可通过系统的渗透率, 按一段时间后落水的水头水位计量。空隙率可作为系统元件联动测量, 也可按防震垫、地毯等单项测量, 还可按地毯+防震垫+填料系统组合测量。

### 29.3 装置

- 一个金属或塑料材料环, 已知直径 300 毫米 $\pm$ 2 毫米, 并将该环密封至减震垫和地毯样本上的一种方法 (机械地用夹子或通过使用硅密封剂或类似的东西)。
- 一个支撑网格, 位于样本下方, 当水被加到环上时以防止变形, 一旦水已经被加到环上, 从环的外侧到中心最大变形为 5 毫米。在环的里面, 应该是 3 个水平导线或棒材和一个中央棒, 与其他三个水平导线或棒材成 90°, 宽度应为 2.5  $\pm$  0.5 毫米以防止地毯中任何孔隙的孔阻塞。
- 一个温度计或热电偶, 取值精度为 0.1°C
- 秒表 (精确到 0.1 秒)
- 水平仪



图 31: 空隙率测试装置的示例

### 29.4 样本制备

- 在  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  的温度的实验室中调节试样和任何相关的填料，最小周期 4 小时。
- 准备一个减震垫和/或地毯的样本，通过任一方法将它密封在环中；确保孔隙的孔最小数在 300 毫米的环形区域内可见。测量试样中孔的直径和位置，并记录/拍照来列入报告内。
- 如果需要的话，填充地毯到指定的填料深度。确保所有的纤维都出现，而且在填料下方没有被困纤维。各层均应利用一个具有 5.00 公斤  $\pm$  0.25 公斤质量的圆盘，在自重下进行压缩，该盘应在表面被旋转和反转至少 5 整圈，以确保任何地毯填料的压实和平整，不应在该盘上添加额外的压力。
- 如果使用网眼支护，确保在样本中没有下垂，否则将导致样本中的不均匀水头。
- 试样的润湿应喷洒 5 升以上的水进行润湿。水通过土工布材料制作的圆盘或筛孔目径不大于 300 微米的金属筛喷洒。洒水时，防止圆环侧向漏水。出现侧向漏水时，重新密封样本，矫正漏水现象。样本沥水 30 分钟以上。

#### 29.5 步骤

- 确保在测试开始之前试验装置水平。
- 通过网格或土工织物均匀地分配水来压密样品。要应用的水头应该是在样本上填料或衬底以上 70-90 毫米之间，以最高者为准。测定从填料或衬底上方 30-10 毫米落在头部所需的时间（即在头部 20 毫米跌落），记录该时间，精确到 0.1 秒，确保在计时器启动之前除去任何土工织物。如果通过渗透速率慢则停止测试 30 分钟。
- 再次重复该测试 2 次，取近 2 个结果的平均值。

#### 29.6 结果的计算和表达

$$I_c = \frac{F_{wc} C}{t_c}$$

$F_{wc}$  是水位（毫米）的下降；

$t_c$  是水位下降所需时间（小时）；

$C$  是 BS.EN: 12616: 2003 表 1 中给出的适当的温度修正系数。

### 30 草丝厚度测量程序 (FIFA 方法 25)

#### 30.1 范围

此方法描述了如何测量草丝的厚度, 包括通过图像的形状识别。

#### 30.2 装置

##### 30.2.1 概述

显微镜能够放大 200X 到 250X 范围, 并能够测量尺寸。

#### 30.3 样本

从至少 3 块不同的草坪线切割下至少 3 条纤维来进行测量和拍照。

当从一卷、三根纤维取样时, 必须进行测量和拍照, 彼此不小于 5 米。

#### 30.4 步骤

在地毯中从可用长度切割下一块大约 50 毫米±10 毫米长的纤维。

用一个倒立压缩空气瓶冷却样本的一端, 并针对铝板使用锋利刀片 (优选手术刀) 准确切割该端。

得到的样本要进行一个干净的切割, 无纤维的毛刺或变形。



图 32: 样本制备过程

利用支撑, 使得切断的末端处于垂直位置并垂直于显微镜, 证实该切口是干净的, 如果需要的话, 依据纤维的颜色, 使用不同背景颜色的刀片, 以最大限度地提高图像的清晰度。

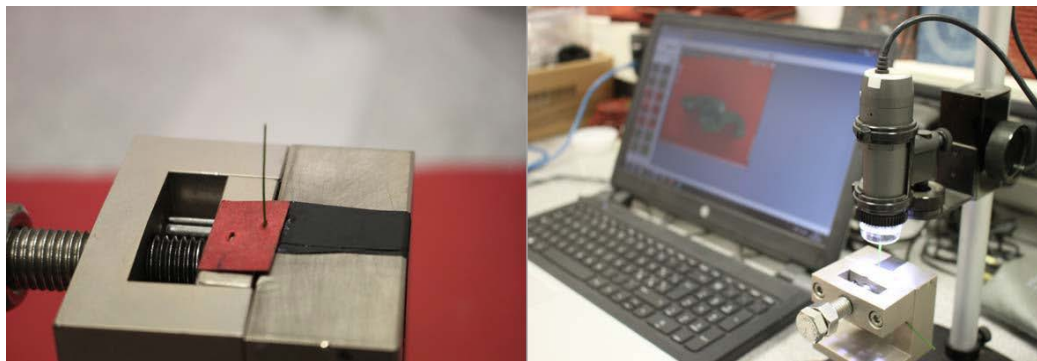


图 33: 在显微镜下放置

调整显微镜的放大倍数在 200X 到 250X 范围内, 并在确保它们在对焦拍摄照片后, 集中于纤维的剖面。

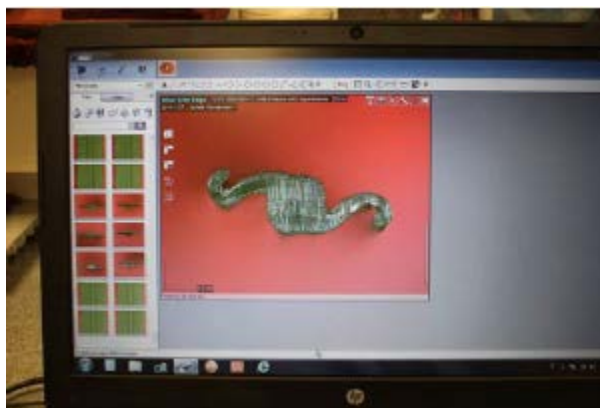


图 34: 显微镜下样本的屏幕视图

现在进入以下各点的测量。

使用显微镜（线）的测量功能

- 1) 纤维的最大宽度;
- 2) 纤维的最大厚度, 简称为其宽度的垂线;
- 3) 在每边, 至少在中心和末端之间读出一个中间值;

使用显微镜的“圆形”功能, 在最大厚度区域尽可能内切最大的圆形。

获得的图片将被包括在 FIFA 实验室报告中, 具有以下细节:

- 长度 15 厘米
- 宽度 10 厘米
- 分辨率 100 点每英寸

### 30.5 结果

注: 草丝尺寸的三个方面:

- 横截面
- 宽度 A 面
- 宽度 B 面

如有复杂的形状, 按照下面的例子标明几个点的尺寸。



以 220X 抄录草丝图片示例

**白线:** 抄录草丝各断面线条, 明确显示草丝的最大厚度值、最小厚度值及不同厚度值, 包括总长度及总宽度。

**黄线:** 内切圆按草丝各横截面的直径/半径和面积。

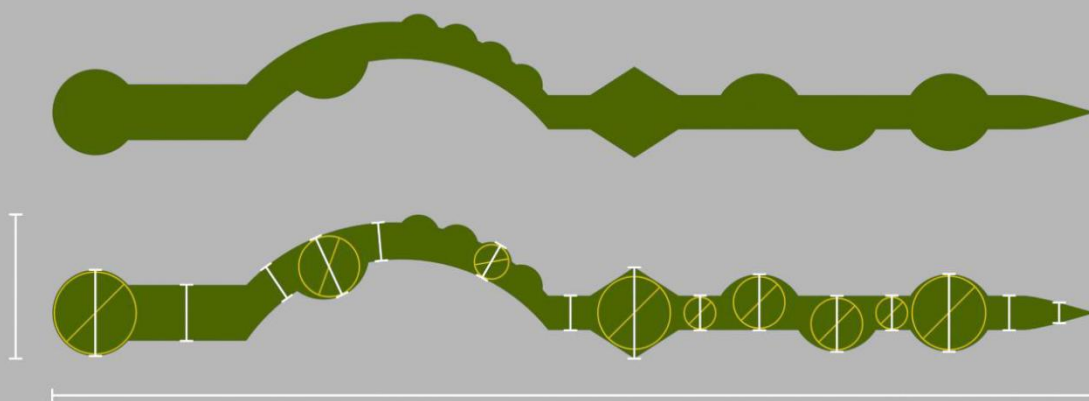


图 35: 厚度测量的样本

### 31 FIFA 采用国际和欧洲标准测试方法的列表

关于测量足球场草坪的材料性质,除了本指南中所描述的测试方法,FIFA 已采用以下国际和欧洲的标准。

碎石下基层颗粒粒度	EN 933 -1	颗粒粒度的测定: 筛分法
填料的体积密度	EN 1097 - 3	聚合物的机械和物理性能试验——第 3 部分: 松散体密度和空隙率的测定
减震垫的厚度和填充层的深度	EN 1969	运动场表面: 人造运动表面的厚度的测定
人造草坪的胶接强度	EN 12228	运动场表面: 人造表面的胶接强度测定
减震垫的抗张强度	EN 12230	运动场表面: 人造运动表面的抗张强度测定
热水浸没	EN 13744	运动场表面: 热水浸没加速老化的程序
人造草坪的单位面积质量	ISO 8543	铺地织物: 质量测定方法
人造草坪的单位面积簇绒量	ISO 1763	地毯: 单位长度和单位面积簇绒或线圈数目的测定
人造草坪基底上的绒头长度	ISO 2549	手结地毯: 机织底层上簇绒引线长度的测定
人造草坪单位面积质量和绒头总重	ISO 8543	铺地织物: 质量测定方法
草丝拔出力	ISO 4919:	地毯: 绒头拔出力的测定。
填料和碎石基层材料的颗粒形状	EN 14955	运动场表面: 室外运动场碎石矿物表面的成分和颗粒形状的测定