



中华人民共和国国家标准

GB/T 35030—2018

烟花发射高度、发射偏斜角、辐射半径 测定方法

Determination methods for launching height, launching
deflection angle and radiation radius of fireworks

2018-05-14 发布

2018-12-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国轻工业联合会提出。

本标准由全国烟花爆竹标准化技术委员会(SAC/TC 149)归口。

本标准起草单位：湖南烟花爆竹产品安全质量监督检测中心、合肥维克智能科技有限公司、安徽省计量科学研究院、安徽省产品质量监督检验研究院。

本标准主要起草人：杨林、朱玉平、黄茶香、吴安平、汪龙余、王道俊、闫金亮、赵元成、曾小军、张姜、盛道林。

烟花发射高度、发射偏斜角、辐射半径 测定方法

1 范围

本标准规定了烟花发射高度、发射偏斜角、辐射半径测定方法。

本标准适用于烟花升空类、礼花类、组合烟花类产品燃放时发射高度、发射偏斜角、辐射半径测定；喷花类燃放时喷射高度测定。

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 10631 烟花爆竹 安全与质量

GB 19593 烟花爆竹 组合烟花

GB 19594 烟花爆竹 礼花弹

GB 50161 烟花爆竹工程设计安全规范

3 术语和定义

GB 10631、GB 19593 和 GB 19594 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

发射高度 launching height

产品燃放时，主体或效果（件）发射升空最高效果高度或爆炸点高度。

3.2

发射偏斜角 launching deflection angle

产品燃放时，主体或效果（件）发射升空偏离水平面垂线的角度。

3.3

辐射半径 radiation radius

R

产品燃放时，主体或效果（件）升空爆炸时带火星体离爆炸点的最大距离。

3.4

电荷耦合器件 charge-coupled device; CCD

一种将光学影像转化为数字信号的半导体器件。

3.5

面阵 CCD 摄像机 area array CCD camera

面阵 CCD 是一种可以直接将二维图像转换为视频信号输出的二维图像传感器，其是按照一定的方式将一维线阵 CCD 的光敏单元及移位寄存器排列成二维面阵 CCD。CCD 摄像机集 CCD 摄像器件、器件驱动电路、图像处理电路、电源电路等于一体，直接输出全电视信号。

3.6

图像分析法 image analysis

采用两台面阵 CCD 摄像机正交布场或任意角度布场后,同步拍摄烟花爆竹发射全过程,通过面阵 CCD 交汇测量技术,计算出发射高度、发射偏斜角及辐射半径等物理量。

4 测定环境条件

4.1 气候条件

自然条件下,风速 ≤ 5 m/s。

4.2 场地要求

4.2.1 燃放试验场应开阔,平整,符合安全燃放要求。

4.2.2 燃放试验场外部安全距离应符合 GB 50161 要求。

4.2.3 观测点、燃放点区域地面应坚硬平整,观测点与燃放点之间,观测点之间无障碍物阻挡视线。

4.2.4 观测点与燃放点应在同一水平面上,若不在同一水平面上,则应先测试出高度差,在计算烟花发射高度时需要加入或减去高度差。

5 仪器设备

5.1 标杆

5.1.1 测量范围:0 m~10 m。

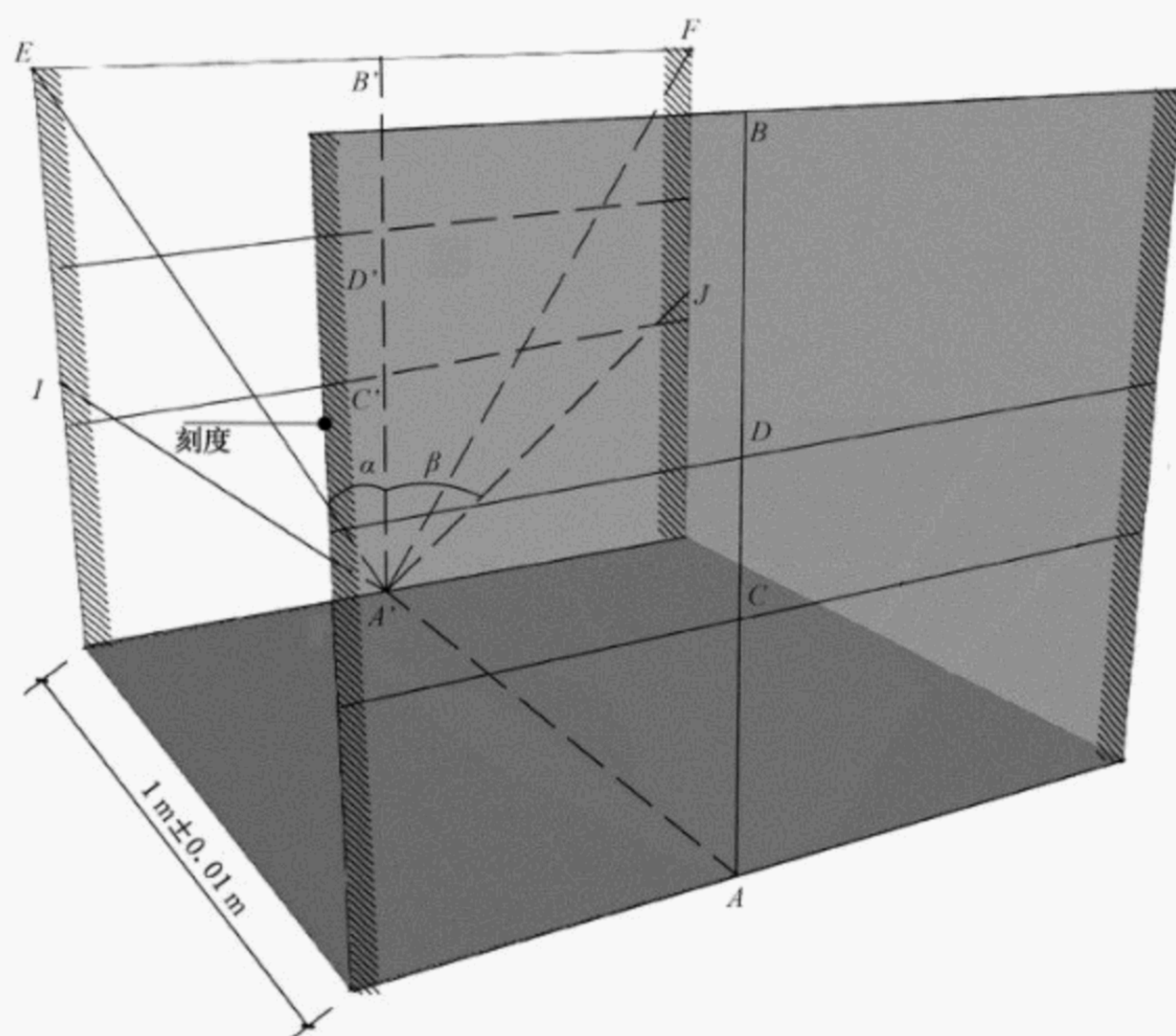
5.1.2 精度: ± 0.01 m。

5.2 观测屏

5.2.1 观测屏如图 1 所示。

5.2.2 刻度精度: ± 1 mm。

5.2.3 角度精度: $\pm 0.1^\circ$ 。



注： $\angle B'A'E = \angle B'A'F = \alpha = 22.5^\circ$ ； $\angle B'A'I = \angle B'A'J = \beta = 45.0^\circ$ 。

图 1 观测屏

5.3 便携式测高仪

5.3.1 测量范围：距离 0 m～1 000 m；倾角 $\pm 90^\circ$ 。

5.3.2 精度：距离 ± 30 cm；倾角 $\pm 0.25^\circ$ 。

5.4 烟花爆竹安全性能检测系统

5.4.1 双面阵 CCD 摄像机：像素大于 1 000 万，帧频大于 50 帧/s。

5.4.2 测量范围及误差：发射高度 0 m～500 m，误差 $< 1\%$ ；发射偏斜角 $0^\circ \sim 60^\circ$ ，误差 $< 1\%$ ；辐射半径 0 m～200 m，误差 $< 1\%$ 。

5.5 圆圈偏斜角测定装置

5.5.1 圆圈偏斜角测定装置如图 2 所示。

5.5.2 圆环内径： $2.49 \text{ m} \pm 0.01 \text{ m}$ 。

5.5.3 撑杆高度： $3.0 \text{ m} \pm 0.01 \text{ m}$ 。

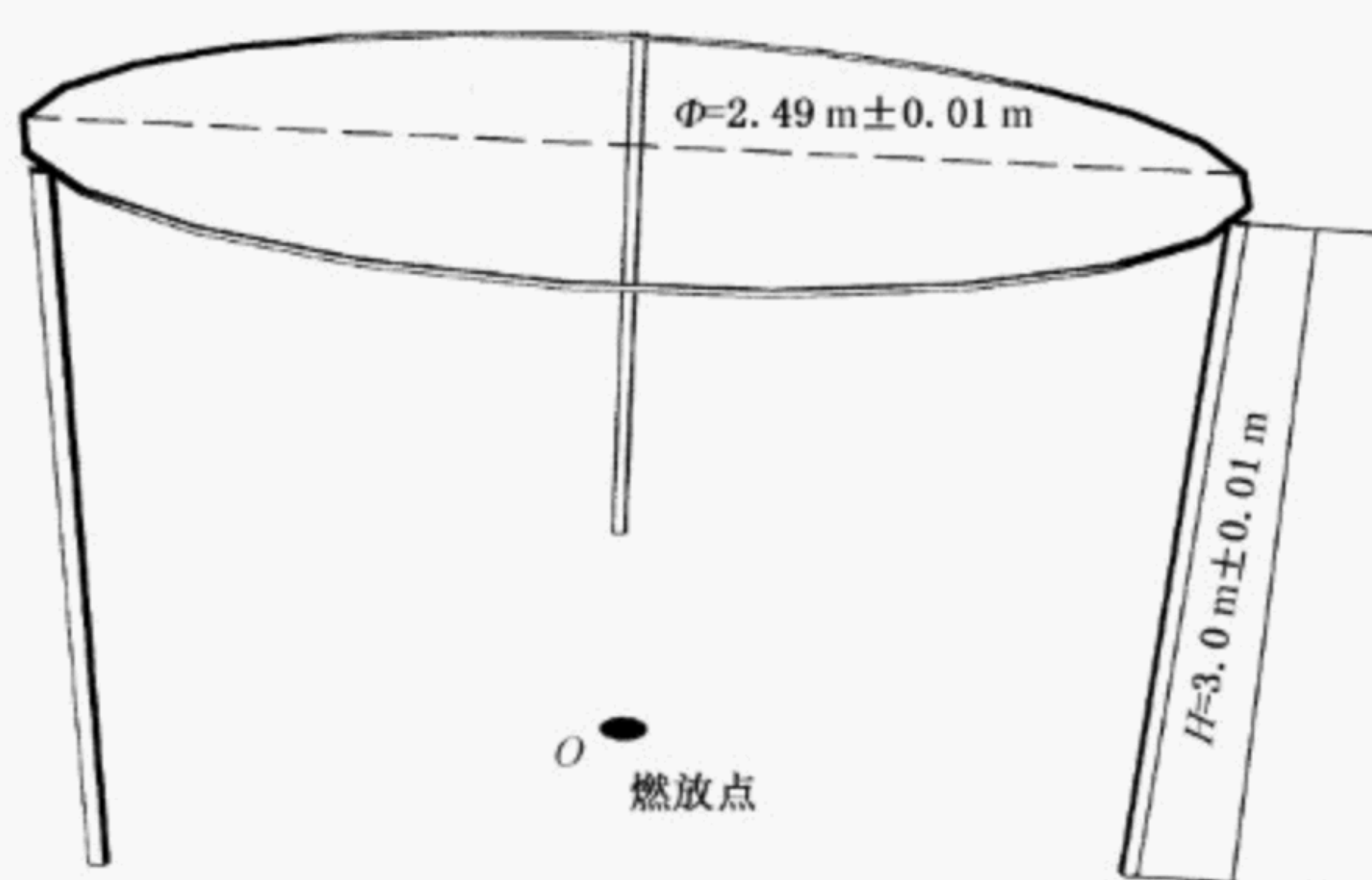


图2 圆圈偏斜角测定装置

6 测定方法

6.1 发射(喷射)高度测定

6.1.1 标杆参比测量法

将标杆连接成所需高度,固定在烟花燃放点附近作参比,按烟花的燃放说明点燃产品,观测判定烟花的发射(喷射)高度或主体的升空高度是否超过或低于标杆的高度。如以 1 m 的标杆作参比,观测 D 级喷花类产品喷射的带火星体高度是否超过 1 m;以 3 m、5 m 标杆作参比,观测升空类产品的最低升空高度是否超过 3 m 或 5 m;以 8 m 标杆作参比,观测喷花类产品喷射的带火星体高度是否超过 8 m。

6.1.2 观测屏法

6.1.2.1 方法原理

利用如图 3 所示直角三角形相似性,设定观测屏上观测线的高度,沿前后观测线组成的光束,观测判定烟花的发射(喷射)高度。

6.1.2.2 操作步骤

观测屏法具体操作步骤如下:

- 如图 4 所示,以燃放点为顶角,互成 90° 方向架设两台观测屏,根据需监测产品的发射(喷射)高度 H (如 C 级组合烟花的最低高度值为 15 m),控制观测角 γ 为 $30^\circ \sim 60^\circ$,确定观测屏的位置。
- 测量贴近观测线的观测点与燃放点之间的距离 L 。和观测点与地面的高度差 H_0 ,观测屏前后观测线的距离 L_1 为 1 m,可按照式(1)计算出前后观测屏上观测线的高度差 H_1 。

$$H_1 = (H - H_0) \times L_1 / L \quad \dots\dots\dots (1)$$

- 按烟花的燃放说明点燃产品,从观测点沿前后观测线组成的光束,观测产品的发射(喷射)高度是否超过或低于标准规定的高度限,若从某一观测屏观测到不符合标准要求,则可判定该产品的发射(喷射)高度不符合标准要求。

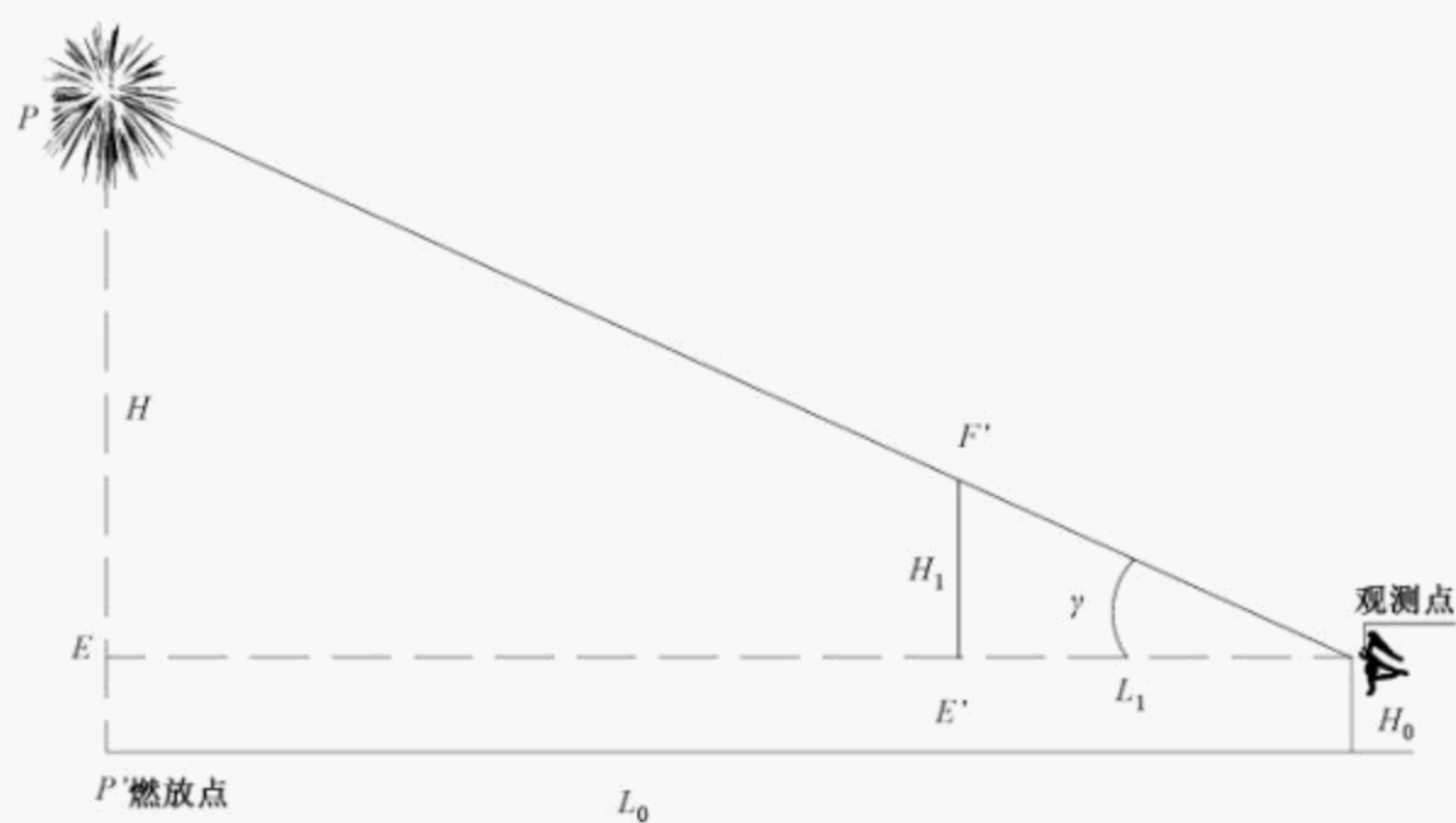


图3 观测屏法原理图

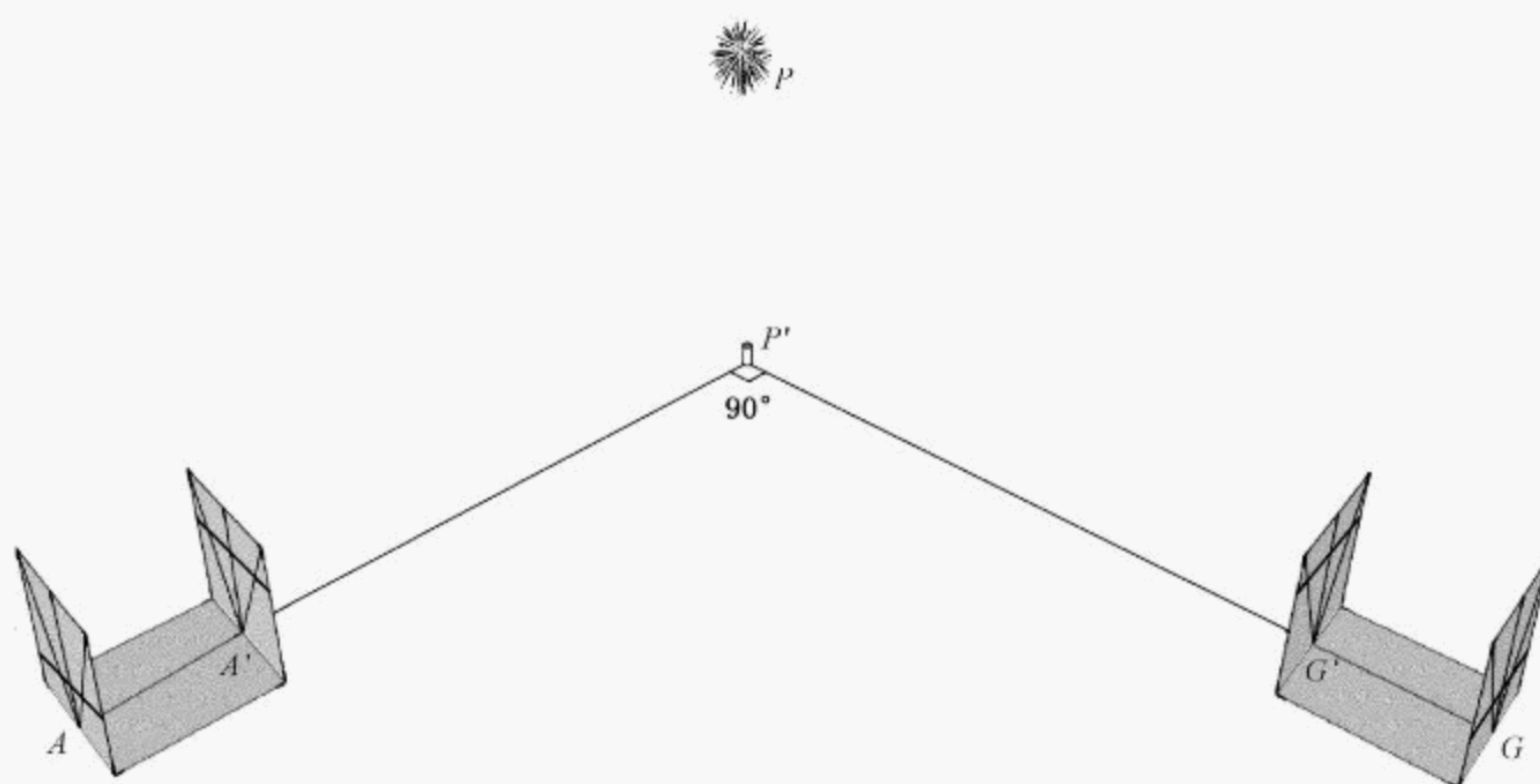


图4 观测屏法布站示意图

6.1.3 便携式测高仪法

6.1.3.1 方法原理

将测高仪对准爆炸点发射激光,记录下激光往返测高仪与爆炸点之间的时间,乘以光速,计算出测高仪与爆炸点的距离,另外通过记录下测高仪的俯仰角度,计算出爆炸点的垂直高度。

6.1.3.2 操作步骤

如图5所示,选择距燃放点的合适位置[以测高仪仰角(δ) $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 为宜],按烟花的燃放说明点燃产品,将测高仪对准爆炸点,调整高度测量模式,按下测量键,读取爆炸点高度值 H_2 ,和观测点与地面高度差 H_3 相加得到爆炸点距离地面的垂直高度值。

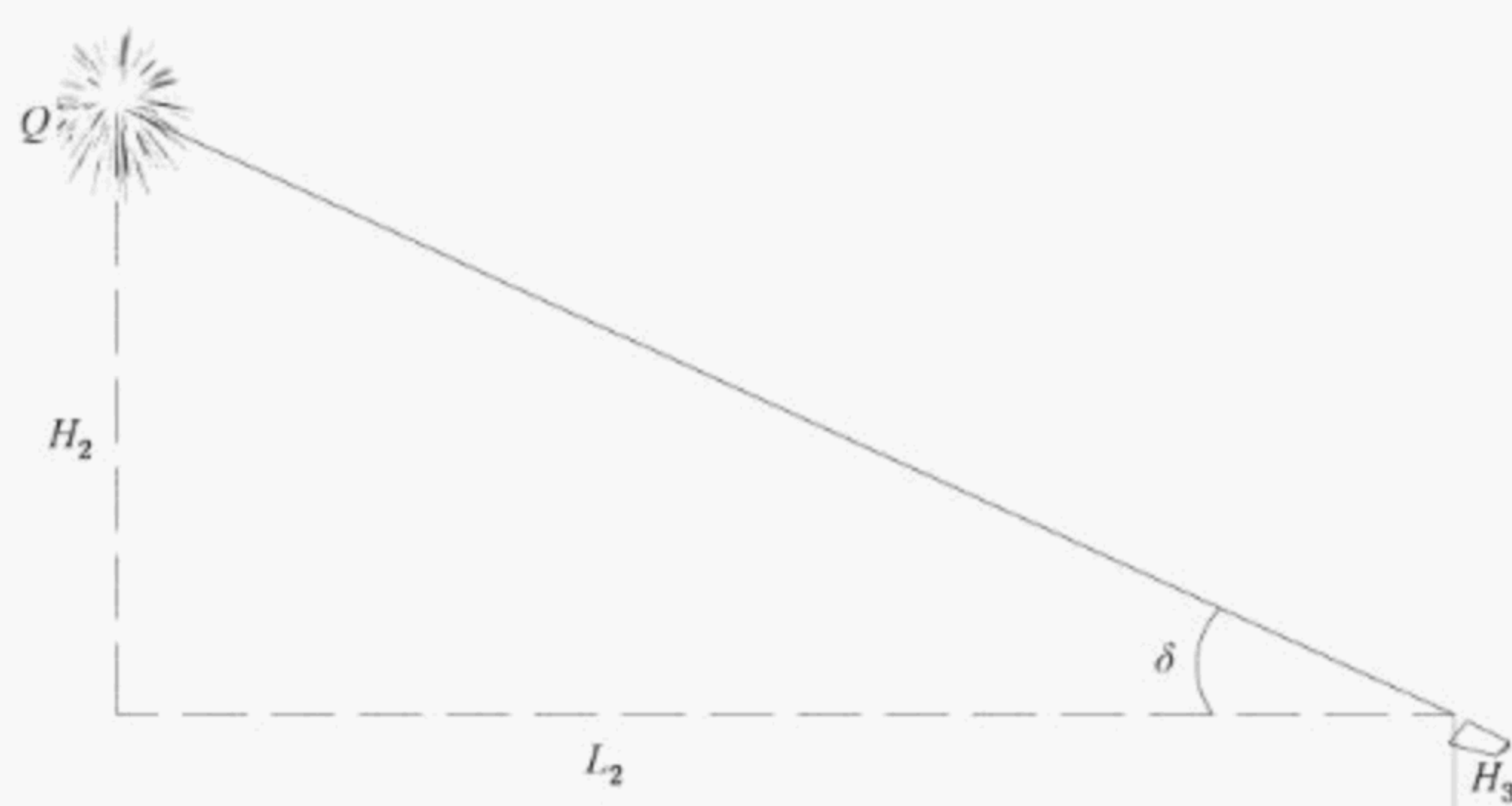


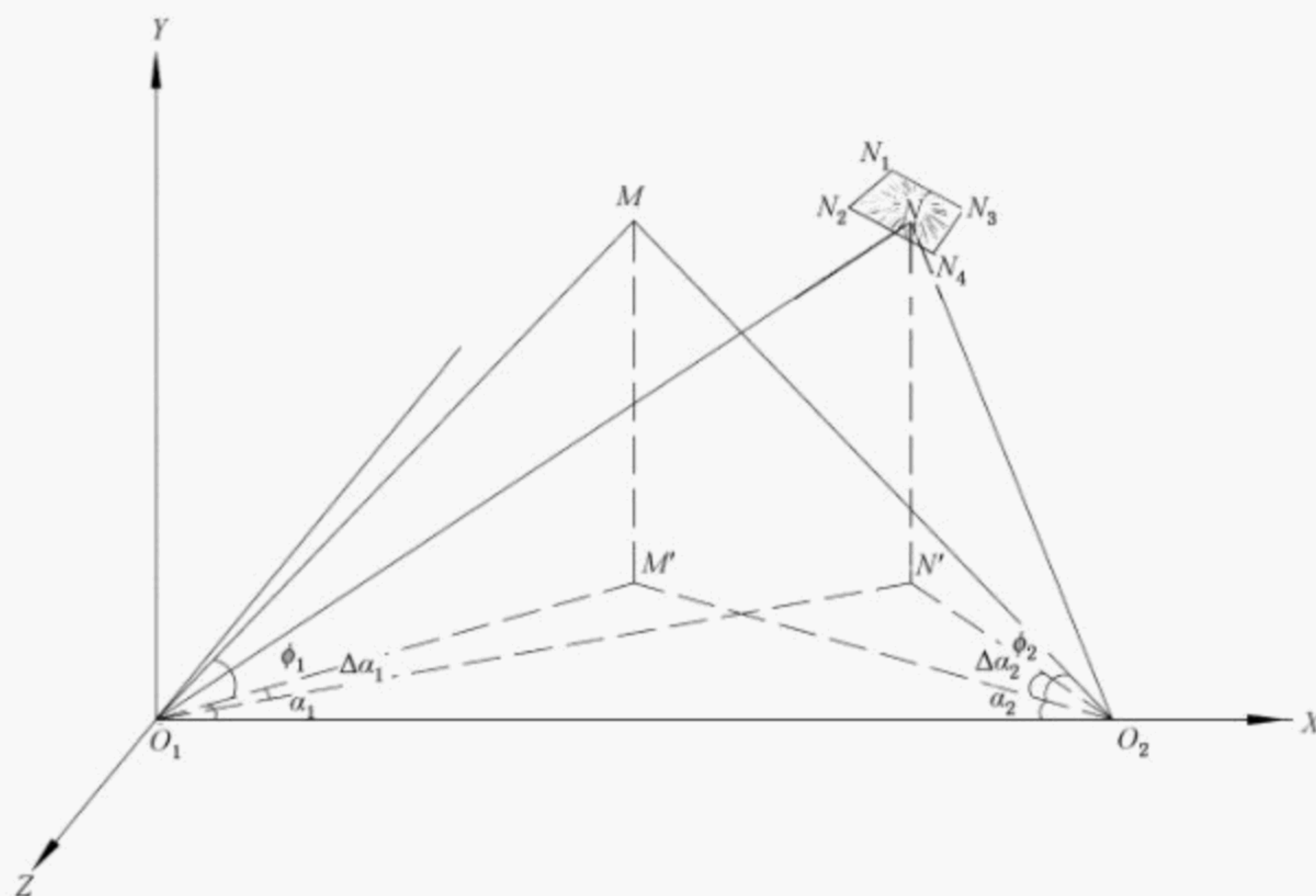
图5 便携式测高仪法示意图

6.1.4 烟花安全性能检测系统法

6.1.4.1 方法原理

利用两台面阵 CCD 摄像机交汇测量,如图 6 所示,两台面阵 CCD 摄像机的物镜中心分别为 O_1 和 O_2 ,假设两台摄像机的基准线为水平线,两光轴相交于一点 M ,以左边测试点摄像机的物镜中心 O_1 为原点, O_1 指向 O_2 的方向为 X 轴,过 O_1 指向上方为 Y 轴, Z 轴在水平面内与 X 轴垂直,且 O_1XYZ 符合右手定理。点 M 在 O_1XZ 平面内的投影为 M' ,两台摄像机的仰角分别为 φ_1 、 φ_2 ,方位角分别为 α_1 、 α_2 。按照等腰三角形交汇布站时, $\phi_1 = \phi_2$, $\alpha_1 = \alpha_2$ 。

设交汇点 M 在坐标系 O_1XYZ 中的坐标 $M(X_M, Y_M, Z_M)$,则由几何关系可知, $X_M = O_1M' \cos \alpha_1$, $Y_M = O_1M' \tan \varphi_1$, $Z_M = O_1M' \sin \alpha_1$ 。在三角形 $M'O_1O_2$ 内,由正弦定理可知, $O_1M' = \overline{O_1O_2} \sin \alpha_2 / \sin(\alpha_1 + \alpha_2)$ 。



注: $\angle M'O_1O_2 = \alpha_1$; $\angle M'O_2O_1 = \alpha_2$; $\angle M O_1 M' = \phi_1$; $\angle M O_2 M' = \phi_2$; $\angle M'O_1 N' = \Delta \alpha_1$; $\angle M'O_2 N' = \Delta \alpha_2$ 。

图6 交汇测量原理图

在摄像机 O_1 拍摄的图像上建立二维坐标系,以图像画幅中心为原点 O_p ,水平方向为 X_p ,垂直方向为 Y_p ,则点 M 的成像点与原点 O_p 重合。由于烟花炸点的位置不一定落在 CCD 摄像机的光轴上,设

烟花炸点 N 在拍摄图像 $O_p X_p Y_p$ 坐标系的位置为 $N(X_{pn}, Y_{pn})$ 。 M 点和 N 点与 O_1 和 O_2 连线在竖直面内投影的夹角为 $\Delta\phi_1, \Delta\phi_2$, 在水平面投影的夹角为 $\Delta\alpha_1, \Delta\alpha_2$ 。设烟花炸点 N 在 O_1 图像坐标系中的坐标为 (X_{pn1}, Y_{pn1}) , 在 O_2 图像坐标系中的坐标为 (X_{pn2}, Y_{pn2}) , 图像坐标系的方向与实测方向一致, 角度以逆时针方向为正。

设烟花炸点 N 在坐标系 $O_1 XYZ$ 中的坐标 $N(X_N, Y_N, Z_N)$, 则 $X_N = O_1 N' \times \cos(\alpha_1 + \Delta\alpha_1)$, $Y_N = O_1 N' \times \tan\Delta\phi_1$, $Z_N = O_1 N' \times \sin(\alpha_1 + \Delta\alpha_1)$ 。

其中 $O_1 N' = \overline{O_1 O_2} \times \sin(\alpha_2 + \Delta\alpha_2) / \sin(\alpha_1 + \Delta\alpha_1 + \alpha_2 + \Delta\alpha_2)$ 。这里摄像机的方位角: $\alpha_1 = \arccos(\overline{O_1 O_2} / 2L \times \cos\theta)$ (L 为测试点到发射点的斜距离, θ 为测试点与发射点的水平倾角, 以下同)。

当摄像机无仰角时, 根据光学成像原理, $\tan H = x_1 / \sqrt{y_1^2 + f^2}$, $\cos V = f / \sqrt{y_1^2 + f^2}$, $\tan V = y_1 / f$, 其中 H, V 为烟花炸点在摄像机 O_1 传感器上成像的水平和垂直方向上偏离视场中心的角度; x_1, y_1 为烟花炸点在摄像机 O_1 传感器上成像的水平和垂直方向上偏离视场中心的实际尺寸; f 为摄像机焦距。因此, $\tan H / \cos V = x_1 / f$ 。因为 $\tan\Delta\alpha_1 = x_1 / f$, 可得: $\tan\Delta\alpha_1 = \tan H / \cos V = x_1 / f$; 因为 $\cos\Delta\alpha_1 = f / \sqrt{x_1^2 + f^2}$ 且 $\tan\Delta\phi_1 = y_1 / \sqrt{x_1^2 + f^2}$, 可得: $\tan\Delta\phi_1 = \tan V \cos\Delta\alpha_1$ 。

当摄像机 O_1 仰角为 ϕ_1 时, $V = V' + \phi_1$ 。

$$\begin{aligned}\tan\Delta\alpha_1 &= \tan H / \cos(V' + \phi_1) = x_1 / \sqrt{y_1^2 + f^2} / (f / \sqrt{y_1^2 + f^2} \cos\phi_1 - y_1 / \sqrt{y_1^2 + f^2} \sin\phi_1) \\ &= x_1 / (f \cos\phi_1 - y_1 \sin\phi_1)\end{aligned}$$

因此, $\Delta\alpha_1 = -\arctg[x_1 / (f \cos\phi_1 - y_1 \sin\phi_1)]$ 。

$$\tan\Delta\phi_1 = \tan(V + \phi_1) \cos\Delta\alpha_1 = (f \sin\phi_1 + y_1 \cos\phi_1) \times \cos\Delta\alpha_1 / (f \cos\phi_1 - y_1 \sin\phi_1)$$

当摄像机 O_2 仰角为 ϕ_2 时, 同理可得, $\Delta\alpha_2 = \arctg(x_2 / (f \cos\phi_2 - y_2 \sin\phi_2))$ 。

发射高度: $Y = Y_N - \Delta Y$ 。其中, 发射点与测试点的高差为: $\Delta Y = L \times \sin\theta$ 。

烟花爆炸点分别在摄像机 O_1, O_2 传感器上成像的水平和垂直方向上偏离视场中心的实际尺寸 x_1, y_1, x_2, y_2 可以根据烟花炸点在图像中的像素坐标和 CCD 传感器尺寸及图像分辨率计算得到。测试点到发射点的斜距离 L 、两测试点之间的距离 $\overline{O_1 O_2}$ 、测试点与发射点的水平倾角 θ 以及测试点摄像机的初始仰角 ϕ_1, ϕ_2 可以通过激光测距机和倾角传感器测得。

6.1.4.2 操作步骤

烟花安全性能检测系统法具体操作步骤如下:

- 如图 7 所示, 以燃放点为顶角 ω , 和两个测试点之间要构成 $60^\circ \sim 120^\circ$ 的等腰三角形, 两测试点的高度差应小于 1 m。
- 根据预测发射高度安装连接好测试装置, 按照表 1 提供的角度, 将两摄像头调整到同一仰角, 打开测试系统, 填入“站间距离、仰角、站至烟花高低角”等参数。
- 烟花的燃放说明点燃产品, 摄录产品燃放全过程, 通过软件进行图像分析法处理数据, 读取爆炸点高度值。

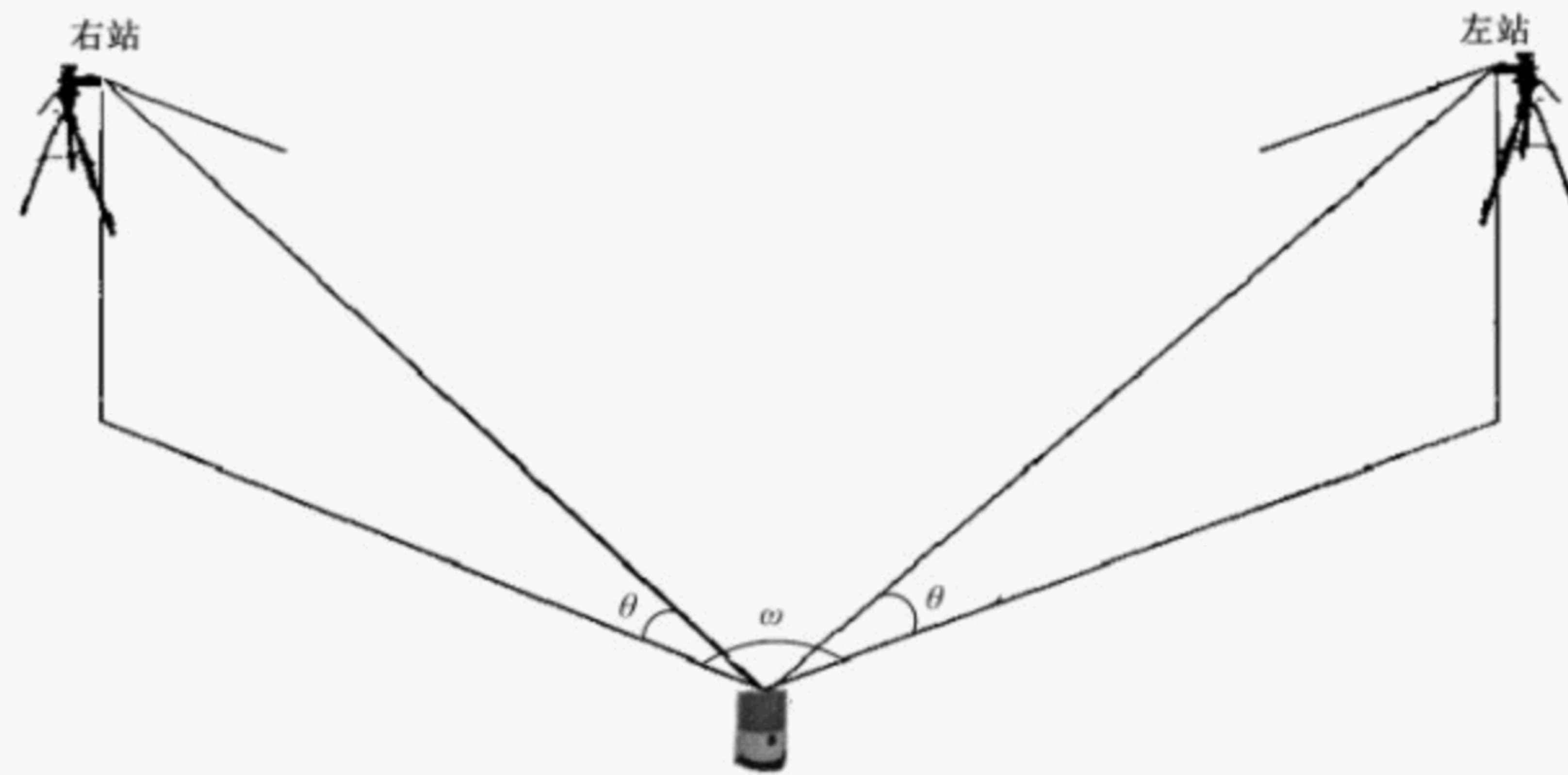


图 7 烟花安全性能检测系统法布站示意图

表 1 测试仰角设置参照表

H/m	30		70			100			120		150		200
L/m	30	50	50	70	100	70	100	150	100	150	100	150	150
θ	45°	30°	60°	45°	30°	60°	45°	35°	60°	40°	60°	45°	60°
注：L 表示发射点与摄像机间距；H 表示被测烟花发射的可能高度值； θ 表示摄像机参考仰角。													

6.2 发射偏斜角测定

6.2.1 圆圈偏斜角测定法

6.2.1.1 方法原理

根据需检测烟花的最大发射偏斜角大小,通过余弦定理,确定圆圈的直径和置空高度,将烟花置于圆圈中心在地面的投影位置,按燃放说明点燃,观测判定升空的产品主体或效果件是否从圆圈内穿过。如最大发射偏斜角为 22.5°,在 3 m 高处,应从直径为 2.49 m 的圆圈内发射升空,否则超出 22.5°。

6.2.1.2 操作步骤

将直径为 2.49 m 的圆圈置于 3 m 高支架上,如图 2 所示,将产品置于地面圆心 O 处,按燃放说明点燃产品,观测判定升空的产品主体或效果件是否穿过圆圈,以此判定发射偏斜角是否符合标准要求。

注：本方法可通过调整圆圈的直径和置空高度,观测低空发射产品在设定高度处是否超出规定的偏斜角度。

6.2.2 观测屏法

6.2.2.1 方法原理

将产品发射筒与观测屏中轴线(如图 1 中线 AB、A'B')位于同一平面,并垂直于水平地面,根据需检测偏斜角的大小(如 22.5°),在观测屏上设立与中轴线的夹角,通过观测屏观测判定升空的产品主体或效果件是否超出夹角边线。

6.2.2.2 操作步骤

以燃放点为顶角,互成 90°方向,将两台观测屏垂直安装在水平桌面或支架上,让产品发射筒与观

测屏中轴线位于同一平面,按燃放说明点燃产品,观测升空的产品主体或效果件是否在观测屏的 V 形中,若从某一观测屏中观测到超出了 V 形边线,则产品发射偏斜角超出标准要求;反之,符合标准要求。

注:可通过 6.1.2 方法设定观测的发射(喷射)高度,并通过本方法同时观测低空发射产品在该高度处是否超出规定的偏斜角度。

6.2.3 烟花爆竹安全性能检测系统法

6.2.3.1 方法原理

如图 6 所示,点 N 与点 M 在 O_1XZ 平面的投影距离与发射高度的正切角即为发射偏斜角,计算公式见式(2),其中, $M(X_M, Y_M, Z_M)$, $N(X_N, Y_N, Z_N)$ 坐标值和发射高度 Y 值在发射高度计算中可以得到。

$$\Delta\phi = \arctan(\sqrt{(X_N - X_M)^2 + (Z_N - Z_M)^2} / Y) \quad \dots\dots\dots(2)$$

6.2.3.2 操作步骤

按 6.1.4.2 的步骤布场,摄录产品燃放的整个过程,通过软件进行图像分析法处理数据,读取爆炸点发射偏斜角。

6.3 辐射半径测定

6.3.1 方法原理

如图 6 所示,通过数字图像处理方法,结合交汇测量原理,计算出烟花辐射最大的边缘空间坐标值 $N_1(X_{上}, Y_{上}, Z_{上})$ 、 $N_2(X_{左}, Y_{左}, Z_{左})$ 、 $N_3(X_{右}, Y_{右}, Z_{右})$ 、 $N_4(X_{下}, Y_{下}, Z_{下})$,分别计算 N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 与炸点中心位置 N 的距离,取最大值为辐射半径。

6.3.2 操作步骤

按 6.1.4.2 的步骤布场,摄录产品燃放的整个过程,通过软件进行图像分析法处理数据,读取最大辐射半径。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
烟花发射高度、发射偏斜角、辐射半径
测定方法

GB/T 35030—2018

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 20 千字
2018年5月第一版 2018年5月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-59876 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 35030-2018