



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112702907 A

(43) 申请公布日 2021.04.23

(21) 申请号 201980057367.8

阿基米德·鲁兹-哥伦比

(22) 申请日 2019.07.08

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

(30) 优先权数据

代理人 韩雪梅

62/695,259 2018.07.09 US

(51) Int.Cl.

16/377,276 2019.04.08 US

A01G 15/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

B05B 13/02 (2006.01)

2021.03.02

B05B 5/025 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2019/040763 2019.07.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/014099 EN 2020.01.16

(71) 申请人 美国政府(美国农业部代表)

地址 美国哥伦比亚特区华盛顿

申请人 积极影响&科学管理

(72) 发明人 丹尼尔·E·马丁

权利要求书1页 说明书4页 附图14页

(54) 发明名称

用于人工影响天气的空中静电系统

(57) 摘要

系统使用特别改进的喷雾组件以将带电荷的流体在所选择的云下方喷出,使得上升气流将带电荷的流体携带到云中并引起降水。喷雾器的尺寸、电荷和设计被特别设计以引起降水。



1. 一种播种云的方法,所述方法包括以下步骤:
  - (a) 为飞行器配备喷雾系统,所述喷雾系统包括至少一个喷雾器,所述喷雾器包括:
    - (1) 喷嘴,所述喷嘴产生雾化喷雾;
    - (2) 电极,所述电极包围所述喷嘴;
  - (b) 利用至少约100英尺/分钟的上升气流使所述飞行器起飞并且定位云;
  - (c) 向所述喷嘴提供加压流体,使得所述流体从所述喷嘴喷出;以及,
  - (d) 对所述电极充电,使得从所述喷嘴喷出的所述流体具有电荷。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
  - (e) 当所述上升气流在100英尺/分钟以下消散时,关闭所述加压流体并搜索所述上升气流超过100英尺/分钟的区域或云。
3. 根据权利要求2所述的方法,还包括:
  - (f) 当所述上升气流处于超过100英尺/分钟的区域时,重复步骤(c)、(d)、(e)和(f),直到流体耗尽。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(a)中,所述喷雾系统包括至少2个垂直对齐的喷雾器。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(a)(1)中,所述喷雾器生成50 $\mu\text{m}$ 至200 $\mu\text{m}$ 之间的体积中径喷雾。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(a)(1)中,所述喷雾器生成约120 $\mu\text{m}$ 的体积中径喷雾。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(a)(1)中,所述喷嘴的喷雾角度在100psi下为60°-90°。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(a)(1)中,所述喷嘴的喷雾角度在100psi下为约80°。
9. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(a)(2)中,在所述电极的后缘和所述喷嘴孔口之间存在约0mm至10mm的间隙。
10. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(a)(2)中,在所述电极的后缘和所述喷嘴孔口之间存在约4.9mm的间隙。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(b)中,所述云定位在地平面以上1,000至15,000之间。
12. 根据权利要求1的所述的方法,其中,在步骤(c)中,所述流体包括水。
13. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(c)中,所述流体包括可充电的流体。
14. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(c)中,将所述水加压至约50-100psi。
15. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(c)中,所述流体具有每分钟约5至10加仑的离开所述喷雾器的流速。
16. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(d)中,所述电极将正电荷赋予从所述喷嘴喷出的水。
17. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(d)中,用+5,000至15,000V下的2mA电流对所述电极进行充电。

## 用于人工影响天气的空中静电系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2018年7月9日提交的美国临时申请No.62/695,259的权益,其全部内容通过引用结合到本文中。

### 技术领域

[0003] 本公开的方法和系统涉及带静电荷的空中应用。具体地,本文描述的系统和方法涉及“播种”云以产生降水。

### 背景技术

[0004] 目前,播云是通过将致冰催化剂(glaciogenic) (碘化银) 和吸湿性(氯化钙) 焰剂发射到符合特定分布并具有使得云被认为是用于播种的良好候选的特定的特征集的云中来完成的。焰剂增强了云内的胶体的不稳定性,从而增加了降水的可能性。为了部署焰剂,飞行员寻找并在(优选地) 位于地平面以上1,000至15,000英尺之间的具有平坦底部的丘状云下飞行。必须存在至少200ft/min的上升气流来部署焰剂。

[0005] 虽然目前可用的焰剂有些效果,但是它们相对昂贵,并且必须存在强的上升气流以最好地使用该焰剂。需要一种更便宜、更通用且优选更有效的播种云的手段出现。代替焰剂,本文所描述的方法(优选地) 使用从特定选择的喷雾系统喷出的普通带电荷的自来水来播种目标云。发明人提出的系统和方法比目前使用的基于焰剂的技术更有效、更灵活、更高效和更便宜。

### 发明内容

[0006] 本公开涉及一种“播种”云的方法。根据该方法,飞行器配备有喷雾系统,该喷雾系统包括至少一个喷雾器。喷雾器的喷嘴产生雾化喷雾。喷嘴被带正电荷的电极包围,该带正电荷的电极被设计成将负电荷赋予从喷雾器喷出的流体。在操作中,配备有喷雾系统的飞行器利用至少100ft/min的上升气流起飞并定位候选云。飞行员在云下方飞行并打开喷雾系统,使得带负电荷的加压流体从喷嘴喷出。然后,上升气流将带电荷的流体向上携带到云中,从而进行播种该云。

### 附图说明

[0007] 图1是安装在飞行器上的优选实施例的喷雾组件的照片。

[0008] 图2是喷雾组件的示意图。

[0009] 图3示出了用于实施优选实施例的方法的一般操作环境和优选条件。

[0010] 图4示出了由于静电(ES) 播种引起的风暴寿命的增加。风暴的持续时间可以通过更有效的暖雨过程和/或在风暴内的冰的产生而延长。潜在的加热将允许风暴垂直生长,从而增加其寿命。持续时间更长的风暴将在更大面积的土地上产生更多的水。

[0011] 图5示出了由于ES播种引起的风暴面积的增加。这是风暴的2维尺寸。风暴覆盖的

土地越多,影响越大。增加风暴面积增加了受播云益处影响的个体的数量。

[0012] 图6示出了由于ES播种引起的风暴体积的增加。这是风暴的3维尺寸。该测量包括面积,但也包括云的深度。风暴越大且越深,则风暴持有更多水分的可能性越大。

[0013] 图7示出了由于ES播种引起的风暴顶高度的增加。这是风暴的最高部分,其允许人们知道垂直生长。由于云的体积,生长得更垂直的云将产生更多的降雨量。另外,具有高的顶高度表明冰核形成过程正在发生,从而暗示潜热的释放。

[0014] 图8示出了由于ES播种引起的风暴的最大dBz的增加。术语“最大dBz”通常定义为由雷达产生的反射率。更高的dBz可以指示冰雹或非常高浓度的云滴。通过增加Max dBz,可以示出云工作的效率是多少。将这些生成的数据与冰雹报告进行比较,以确保播云抑制冰雹,这已经在研究中被记录并且在多个国家中操作地进行。

[0015] 图9示出了由于ES播种引起的风暴的最大dBz的顶高度的降低。如果最大dBz的顶高度较高,则是冰雹的良好指示。冰雹是不期望的。然而,当最大dBz的顶高度较低时,较大的液滴和/或冰的量在云中较低,因此具有作为雨而不是冰雹的降水的较高可能性。

[0016] 图10示出了由于ES播种引起的6km以上的风暴的体积的增加。这是可能低于冻结的云的数量。随着更大、更深的云延伸超过冻结高度,冰核形成过程更有效。

[0017] 图11示出了由于ES播种引起的风暴的降水通量的增加。降水通量是包括给定时间内的分块区域(boxed area)的参数。因此,较高的降水通量是表示降水风暴强度的参数。在播云中,目标是增强降雨量,并且该参数是该目标的主要指标。

[0018] 图12示出了由于ES播种引起的风暴的降水量的增加。降水量是从云中出来的降雨量。类似于降水通量,降水量是表示有多少降水正在从有播种的云相对于无播种的云中落下的参数。

[0019] 图13示出了由于ES播种引起的风暴的云量的增加。云量与降水量相似,然而并非所有的水分都从云中落下。这提供了对云中有多少水分的洞察。当与降水量比较时,可以计算效率。

[0020] 图14示出了由于ES播种引起的风暴的“Nu”的增加。在人工影响天气领域中,术语“Nu”描述云的效率,其是降水量与云量的比较。

## 具体实施方式

[0021] 本公开涉及一种用带电荷的流体“播种”云并由此增强降水的可能性的系统和方法。如图1所示,该方法包括为飞行器配备喷雾器和喷嘴的系统以播种云。在所公开的方法中使用的喷雾系统是最初在Carlton的美国专利5,975,425中公开的喷雾装置的改进形式,该专利通过引用结合到本文中。

[0022] 如图2所示,现有的喷雾系统10包括至少两个喷雾器12、14。发明人通过使用设计为生成50-200 $\mu\text{m}$ 之间的体积中径(VMD)喷雾的喷嘴16来改进Carlton喷雾器。这些类型的喷嘴16被称为“TX-VK”中空锥形喷嘴,并且它们由各种公司制造。这种类型的喷嘴16产生精细雾化的喷雾图案,并提供对喷雾区域的完全覆盖。在100psi下,典型的喷雾角度为60°至90°(优选80°)。

[0023] 如图2所示,喷嘴16被电极20包围。电极20通过结构构件22和相关联的电导体24附接到充电系统26。充电系统26用相同的(优选地为正的)电极性对所有电极20进行充电。通

过使电极20带正电荷,当液滴从喷嘴16喷出时,将负电荷赋予水滴。值得注意的是,发明人已改进了Carlton装置,使得电极20的后缘距离喷嘴16孔口为优选4.9mm(0.0-10.0mm)。

[0024] 在操作中,如图1和图2所示,喷嘴系统10在结构上连接到能够执行喷雾操作的飞行器。飞行器被配置为携带能够持有大量自来水的料斗/水箱28。水箱28将水供应到喷嘴16-从而使得用户能够执行播云操作。

[0025] 尽管在优选实施例中使用自来水,但是其它可充电的流体和水基液体也应被认为在本发明的范围内。例如,可以用任何水基溶液进行喷雾操作,水基溶液包括纯净水、盐水或水基流体,该水基流体包括溶解的化学物质或金属,当流体从飞行器喷出时,这些化学物质或金属可以影响/增强流体的物理或电气特性和性能。

[0026] 如图3中总体示出的,一旦飞行器被适当地配置,飞行器起飞并寻找符合特定分布并具有使得云被认为是用于播种的良好候选的特定的特征集的积云和积雨云。具体地,飞行器飞行员寻找具有明确定义的平坦底部的可播种云。云可以在地平面以上(AGL)1,000至15,000英尺之间的高度。图3示出了用于实施优选实施例的方法的一般操作环境和优选条件。

[0027] 一旦定位了可接受的云,飞行员就在保持VFR飞行条件的同时尽可能接近地在云的底部飞行。当云下方的上升气流超过100ft/min时,飞行员将喷雾系统10“打开”,并将从水箱28流出的液体/水压力设置为50-100psi,这产生5.0-10.0加仑/分钟的到喷雾系统10的系统流速。同时,充电系统28将2mA的电流(在+5.0-15.0kV处)赋予从喷雾系统10的喷嘴16喷出的液体。当上升气流消散时,飞行员关闭喷雾系统10并搜索另一云。重复该过程,直到飞行员用完燃料或水/液体。

[0028] 在可替代应用中,本文所描述的方法和系统也可用于抑制冰雹、消散雾或治理烟雾。该系统和方法也可用于雪增强(积雪增强)。在那些实施例中,飞行器可以在云上方飞行并且喷出(或者以其他方式部署)液体/水,使得液体向下落入目标云中。

[0029] 现场测试结果

[0030] 在2017年夏天,发明人和相关的技术支持团队通过使用本公开中描述的方法播种16个云来收集西德克萨斯地区的数据。将由发明人的系统生成的数据与通过在可比较的条件下使用(传统的)双播种系统播种51个云而收集的数据进行比较。图4-图14以图表的方式示出了发明人的方法与传统方法相比的结果,以及没有人为干预的自然过程(即“对照”或“不做任何事情”选项)的结果。

[0031] 如上文简要描述的,图4-图7示出了与ES播种相关联的云/天气事件的持续时间和尺寸的显著增加。具体地,图4示出了寿命(即,以分钟测量的持续时间)的增加;图5示出了(如以 $\text{km}^2$ 为单位测量的)二维水平面积的增加;图6示出了(以 $\text{km}^3$ 为单位测量的)三维体积的增加;以及,图7示出了(以km为单位测量的)ES播种的云的垂直高度的增加)。

[0032] 图8-图14示出了经常与雨和/或冰雹相关联的特征。图8-图9比较了对照和双播种替代方案的最大dBz特征。图10比较了6km以上的云的(以 $\text{km}^3$ 为单位的)体积—这是经常与冰雹相关联的特征。图11(指向降水通量)、图12(降水量)、图13(云量)和图14(Nu)都是风暴密度和强度的测量。所有这些特征都示出了ES播种的显著改进结果。

[0033] 总之,在现场测试期间收集的数据证实了ES播云的益处。值得注意的是,图8、图11、图12和图14示出了相对于传统播云方法,降雨量可能性的估计增加200%至300%,以及

风暴强度(最大dBz)和云效率(nu)的增加。数据还示出了“降水通量”——这是与播种的云相关联的降雨量强度的量度——超过两倍。

[0034] 出于前述原因,清楚的是,本文描述的方法和装置提供了创新的播云系统。当前系统可以以多种方式进行修改并且应用于各种技术应用中。所公开的方法和装置可以通过特定操作或应用的需要进行修改和定制,并且可以根据需要修改和限定各个部件以实现期望的结果。

[0035] 尽管没有描述结构的材料,但是它们可以包括与本文所描述的功能一致的各种组合物。这些变型不应被认为是偏离本公开的精神和范围,并且所有这些修改都旨在包括在所附权利要求的范围内,对于本领域技术人员是显而易见的。

[0036] 本文公开的数量、百分比和范围不意味着限制,并且在所列举的数量、百分比和范围之间的增量被具体地设想为本发明的一部分。本文公开的所有范围和参数应理解为包括其中包含的任何和所有子范围,以及端点之间的每个数值。例如,所阐述的范围“1至10”应被认为包括在最小值1和最大值10之间(且包括端值)的任何和所有子范围,该任何和所有子范围包括所有整数值和小数值;即,所有子范围以最小值1或更大(例如,1至6.1)开始,以最大值10或更小(例如,2.3至9.4、3至8、4至7)结束,并且最终到包含在该范围内的每个数字1、2、3、4、5、6、7、8、9和10。

[0037] 除非另有说明,否则说明书和权利要求书中使用的表示成分的量、性质(如分子量、反应条件)等的所有数字应理解为在所有情况下都由术语“约”修饰。因此,除非另有说明,否则在以下说明书和权利要求书中列出的数值性质是近似值,该近似值可以根据在本发明的实施例中寻求获得的所需性质而改变。类似地,如果术语“约”在可用数字量化的测量之前,则该测量被假定变化多达10%。基本上,如本文所用,术语“约”是指相对于参考量、水平、值或数量变化多达10%的量、水平、值或数量。

[0038] 除非另有定义,否则本文所用的所有技术和科学术语都具有与本发明所属领域的普通技术人员通常理解的相同的含义。尽管与本文所描述的那些类似或等同的任何方法和材料可用于本发明的实践或测试,但现在描述优选的方法和材料。

[0039] 术语“基本上由组成”排除了基本上妨碍方法(或过程)或组合物的预期活性的附加方法(或过程)步骤或组合物组分,并且可以由本领域技术人员(例如,从考虑本说明书或本文公开的本发明的实践)容易地确定。本文说明性的公开的发明可以在缺少任何在本文没有具体公开的元件的情况下适当地实施。



图1

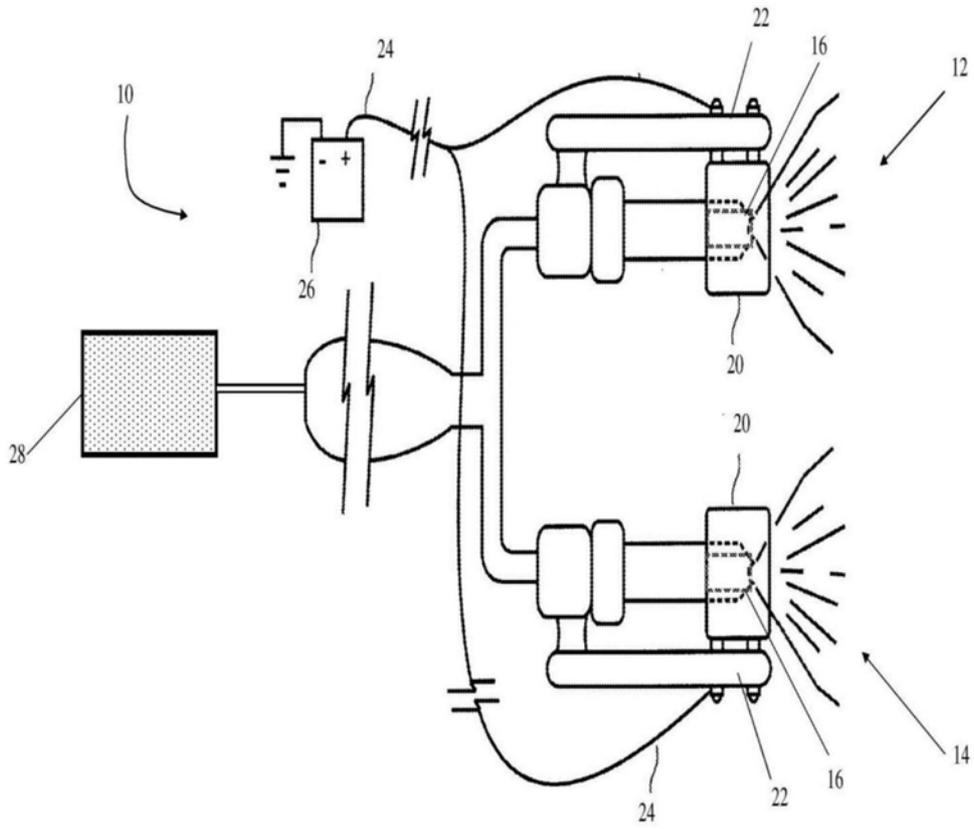


图2

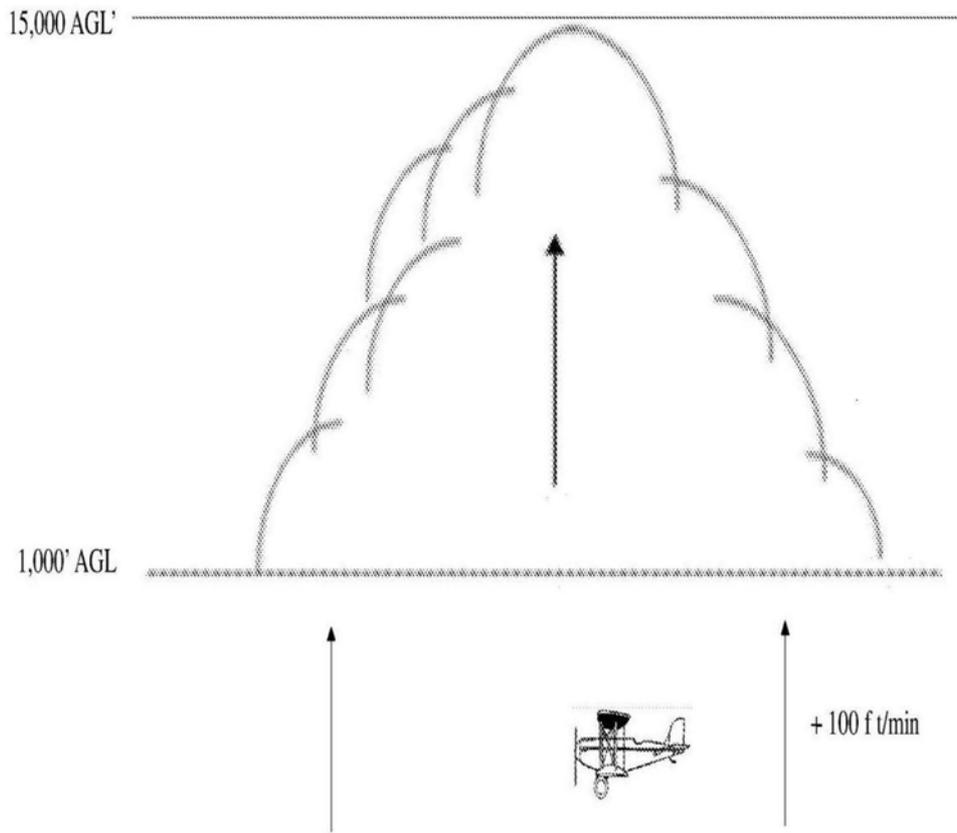


图3

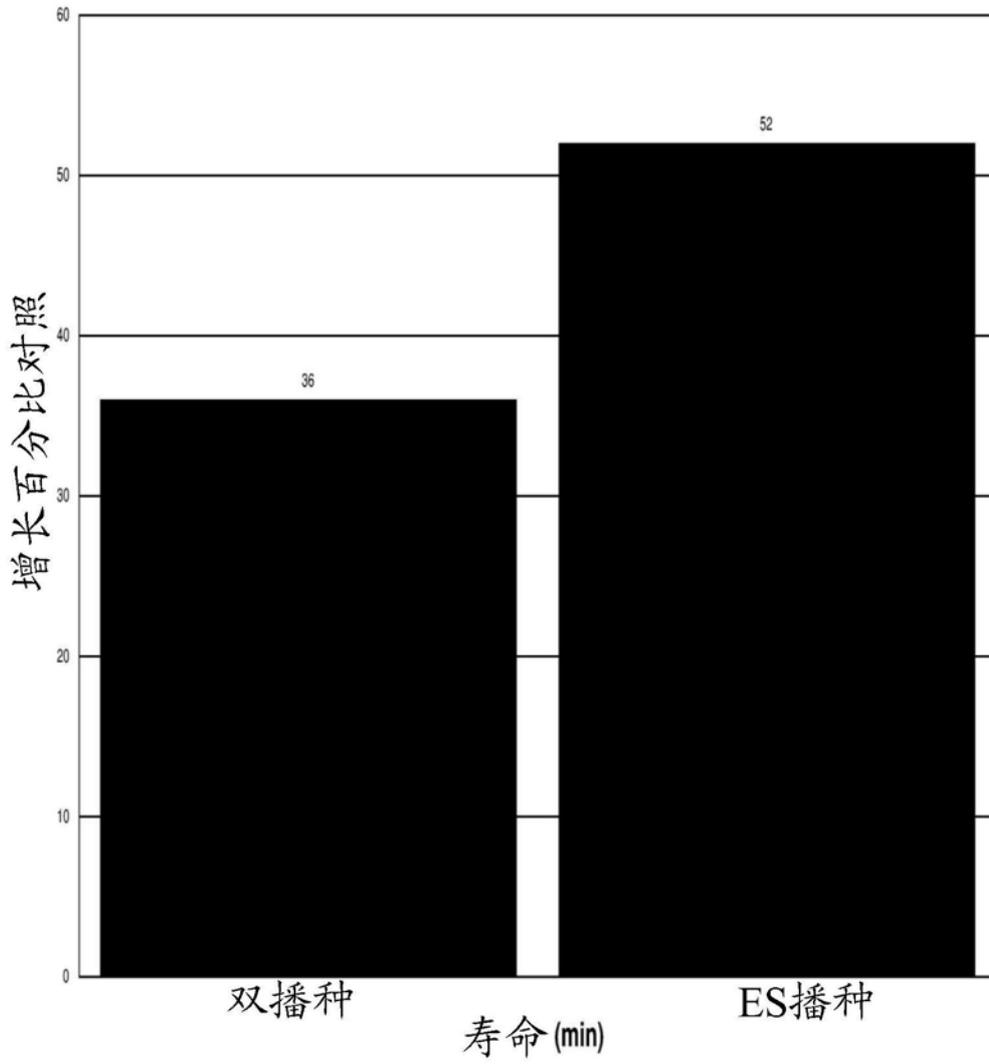


图4

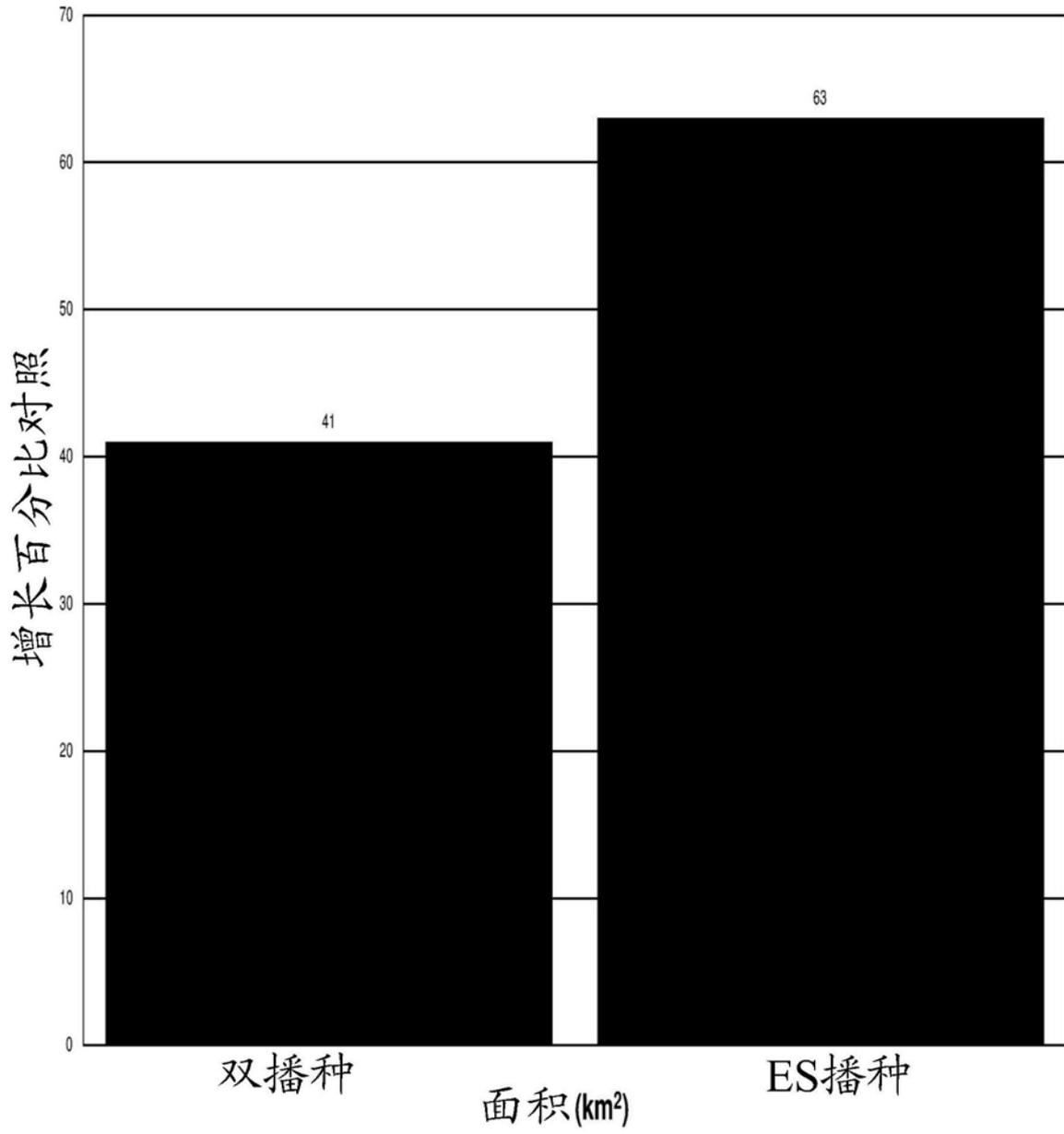


图5

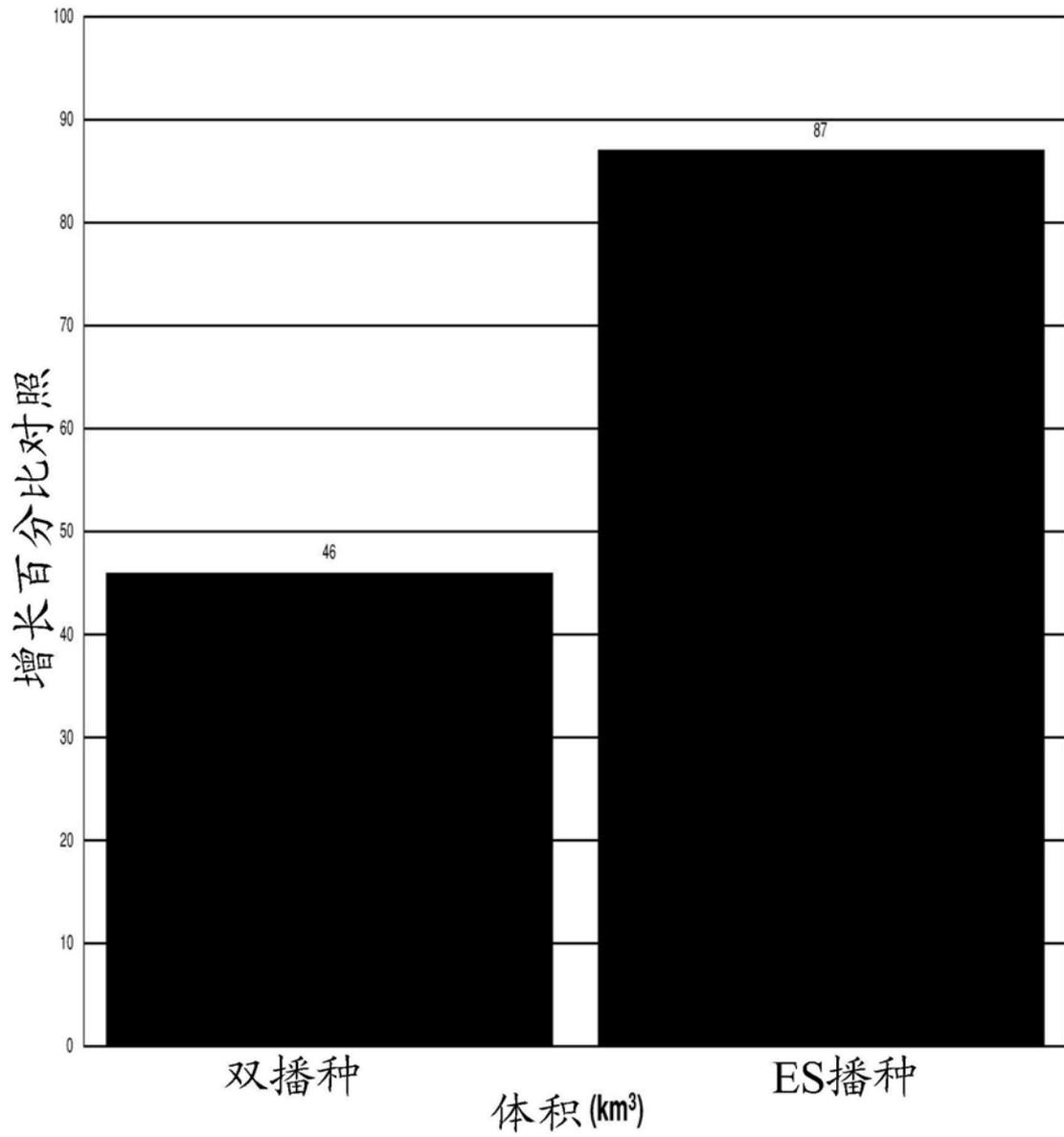


图6

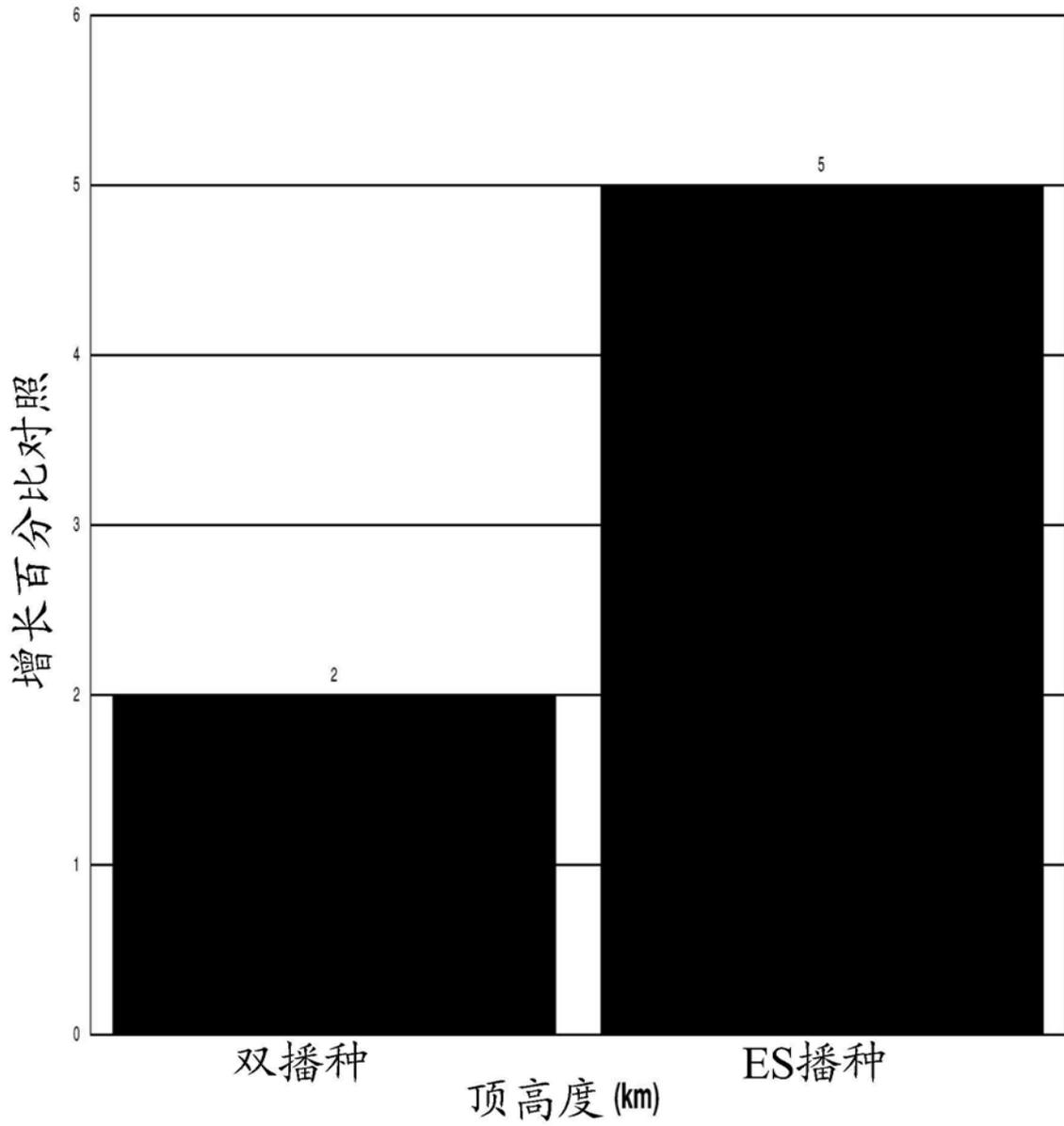


图7

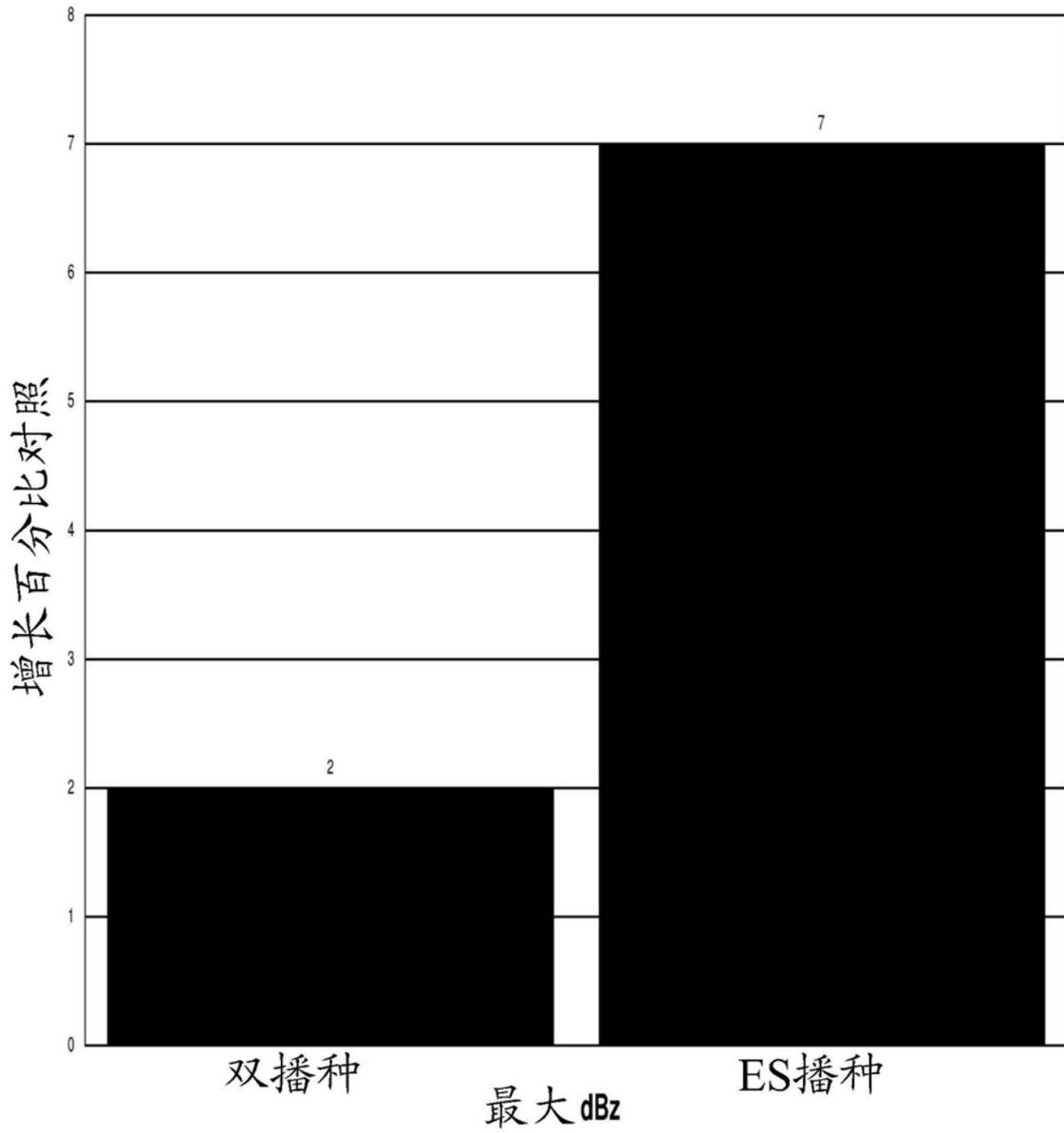


图8

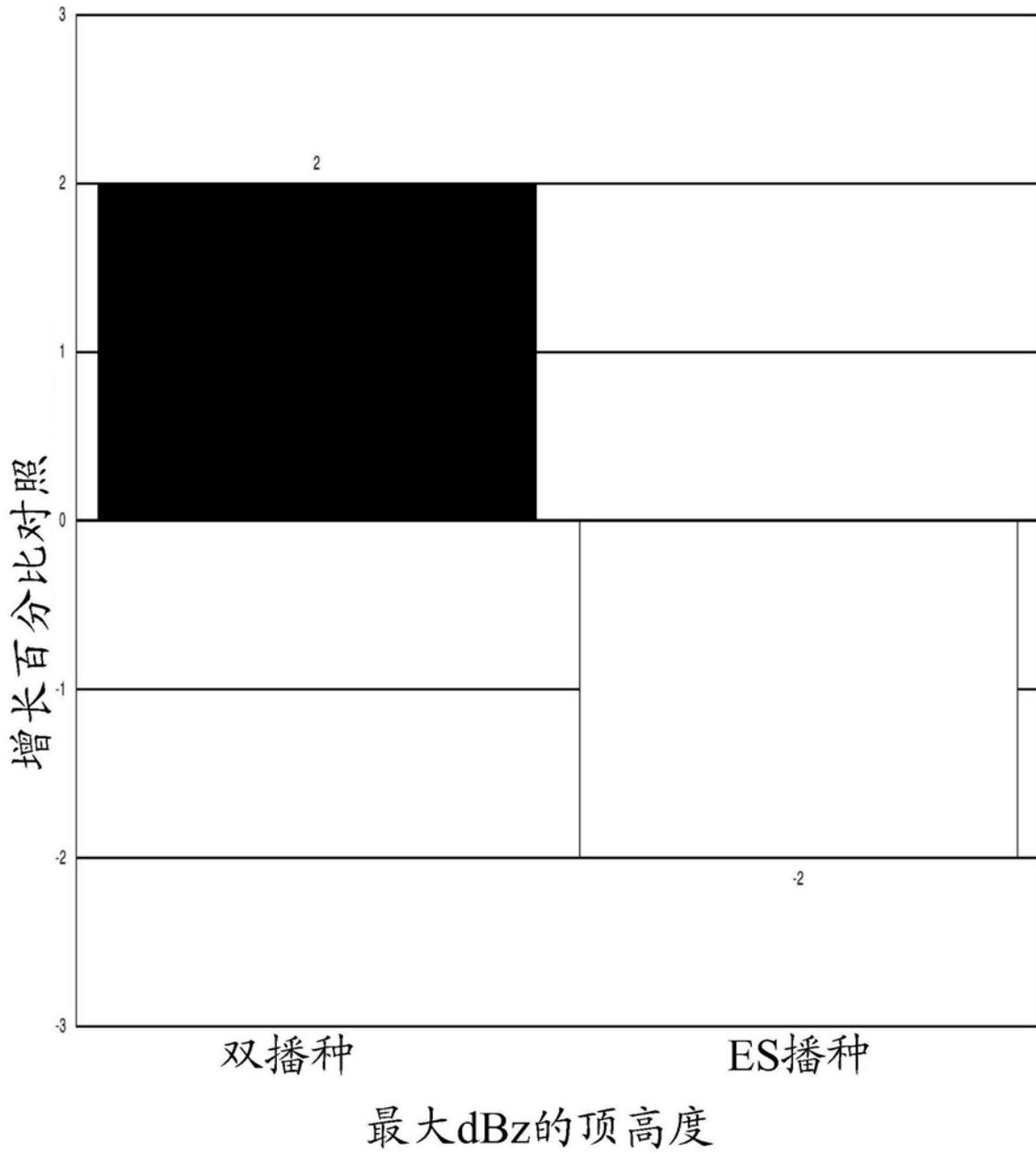


图9

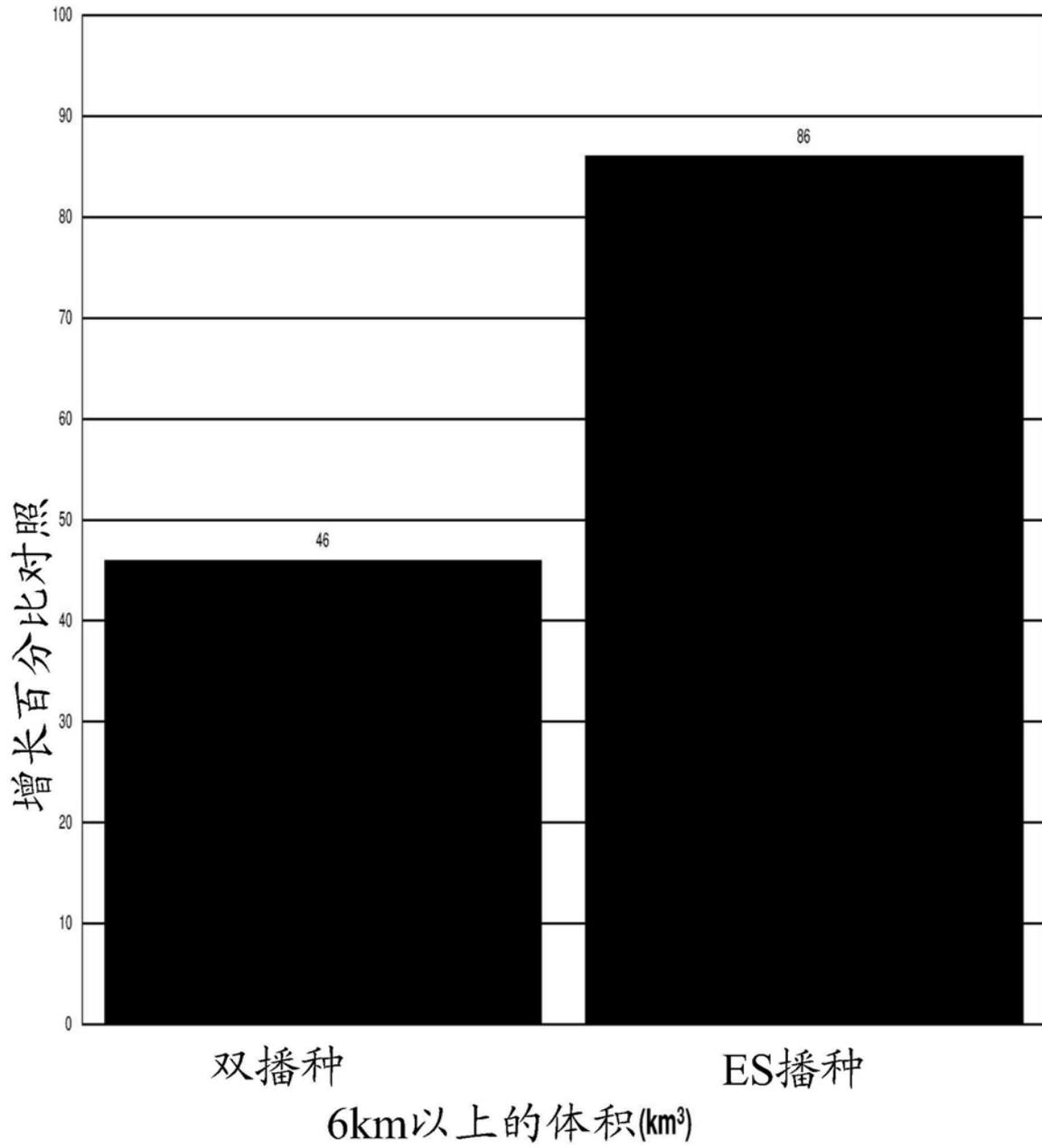


图10

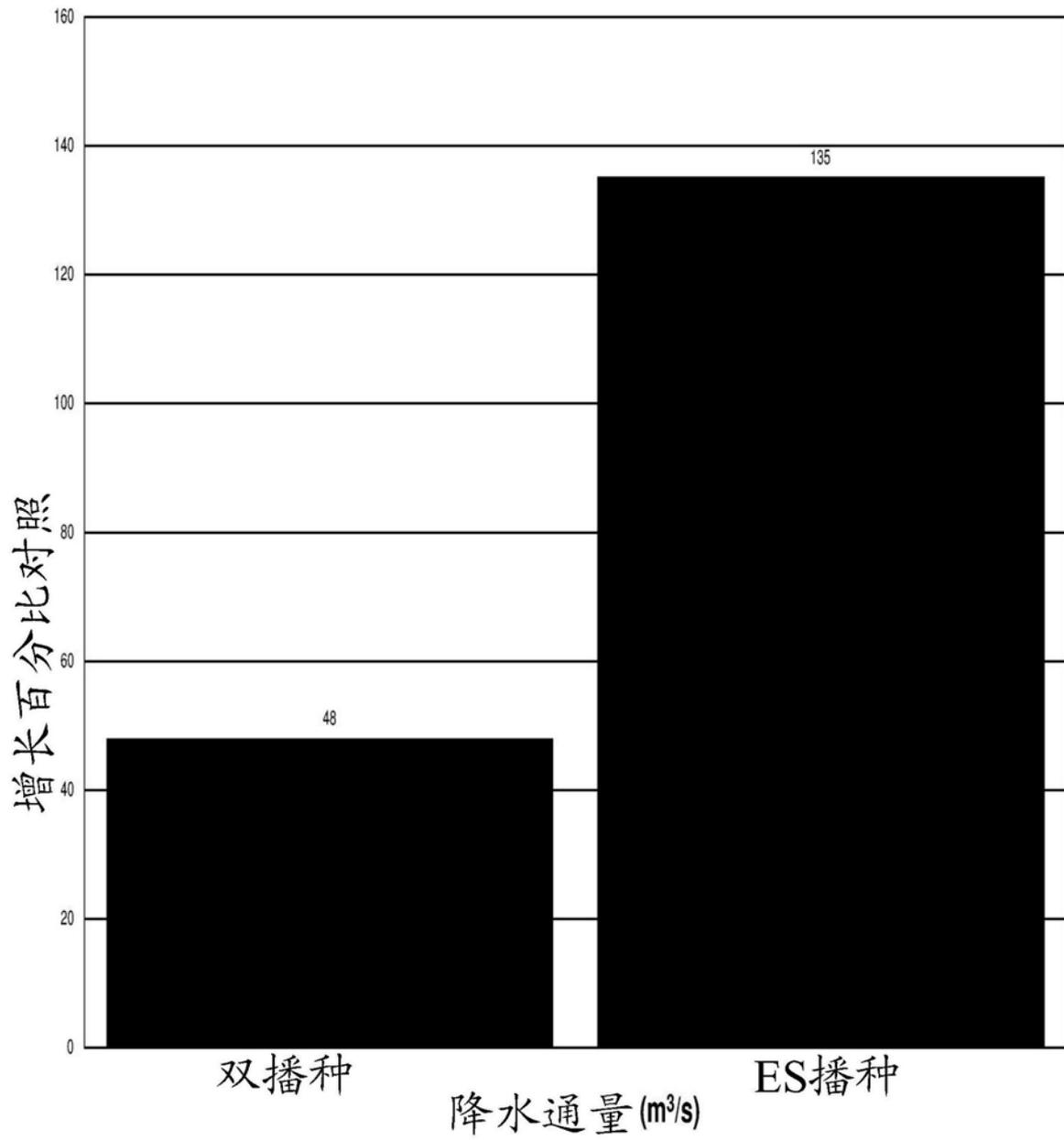


图11

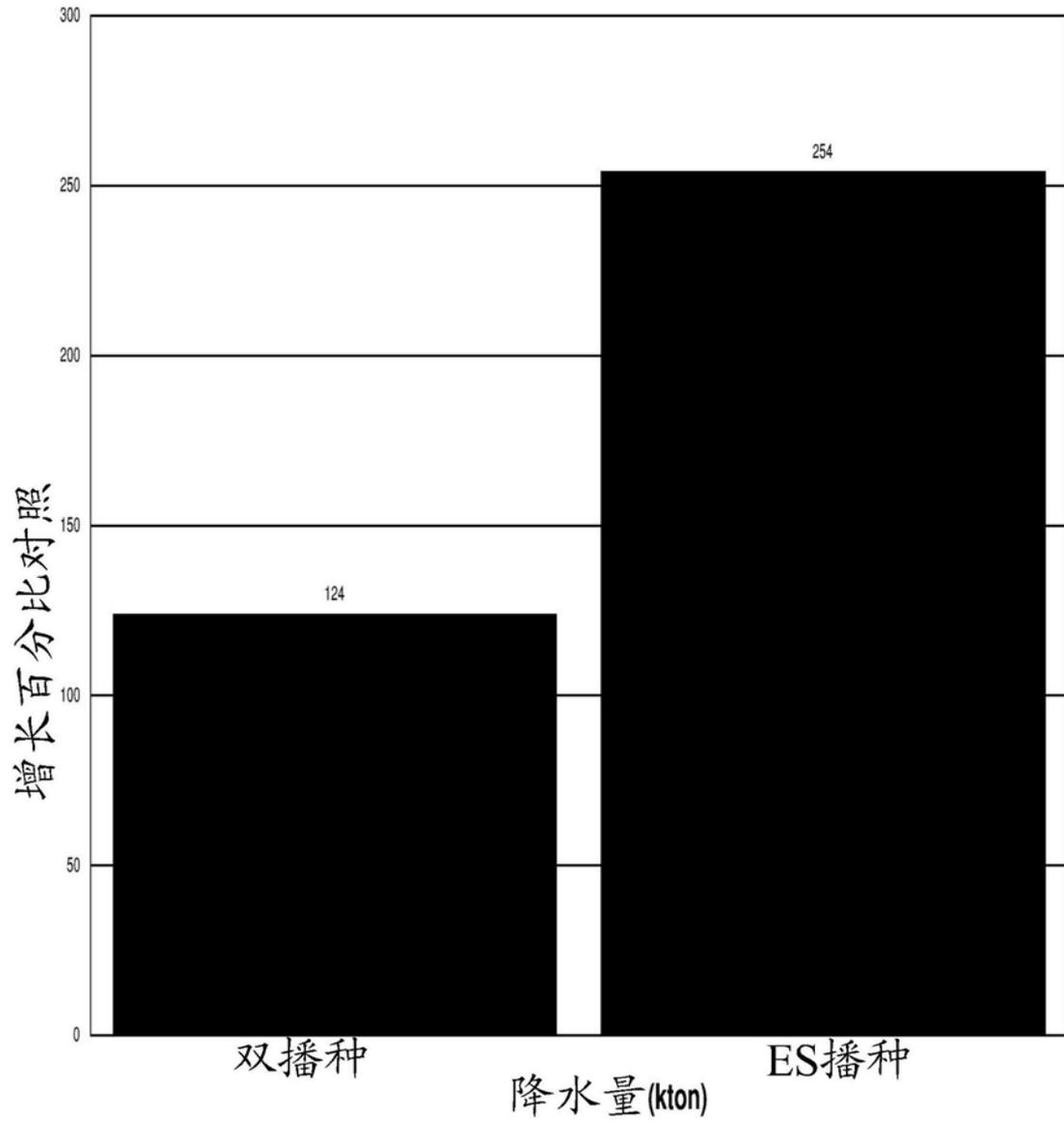


图12

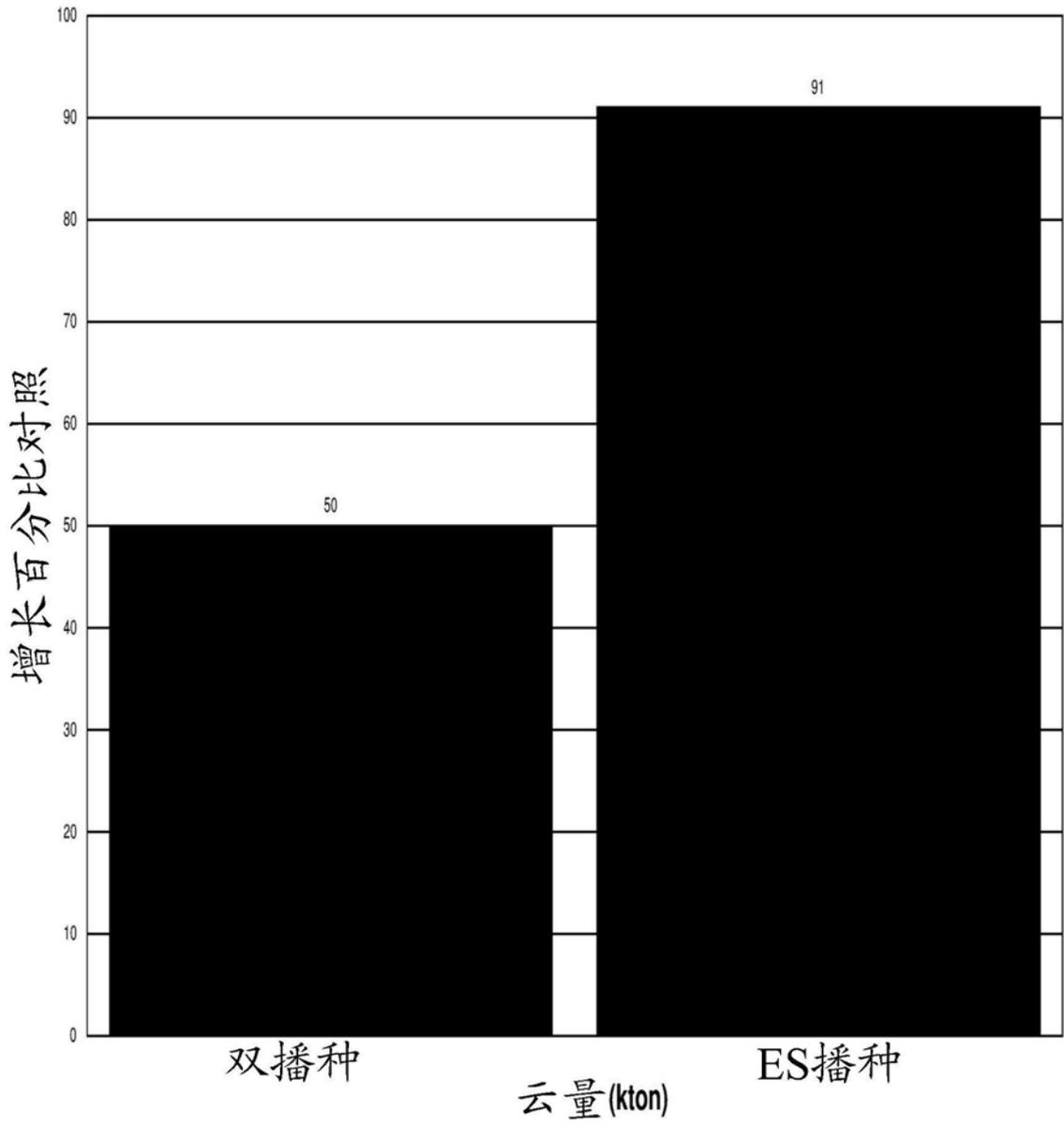


图13

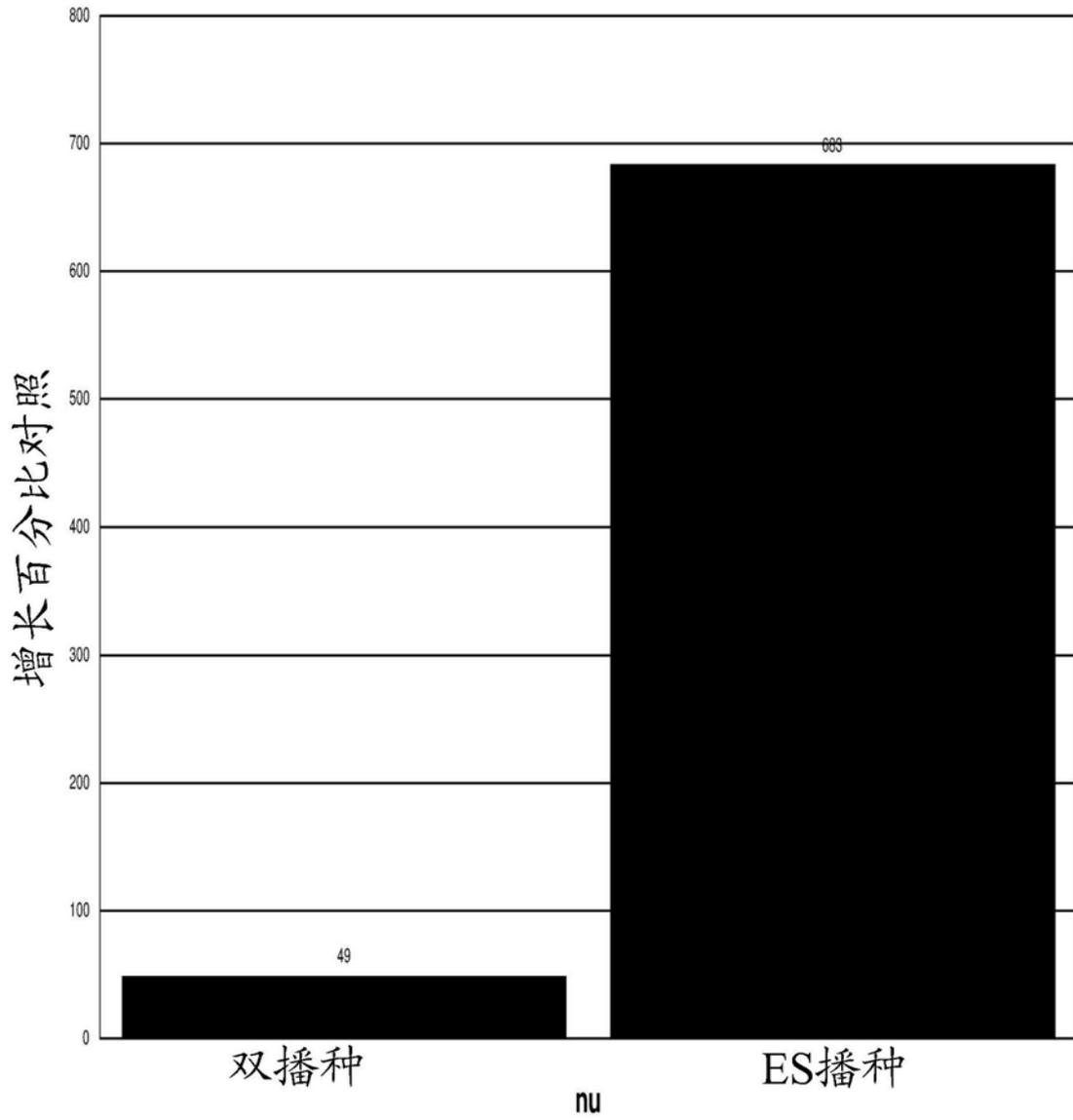


图14