



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104464848 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201410581971. X

(22) 申请日 2012. 01. 06

(62) 分案原申请数据

201210002478. 9 2012. 01. 06

(71) 申请人 中国核工业二三建设有限公司

地址 101300 北京市顺义区林河开发区双河
大街 18 号 1 幢 306 房

(72) 发明人 张永胜

(74) 专利代理机构 北京市邦道律师事务所

11437

代理人 段君峰

(51) Int. Cl.

G21C 17/00(2006. 01)

G21C 13/00(2006. 01)

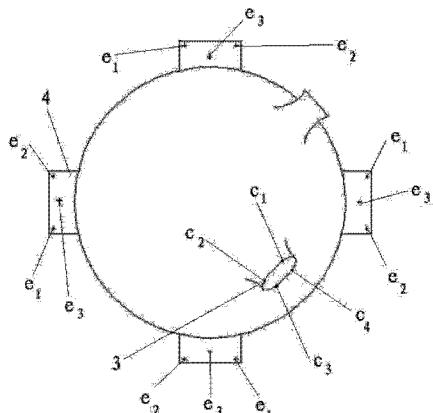
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

安装核电站核岛内蒸汽发生器的方法

(57) 摘要

本发明涉及核电站中核岛安装的方法。为解决安装核电站核岛内蒸汽发生器时，吊装时间长，安装成本高的问题。本发明提出一种安装核电站核岛内蒸汽发生器的方法，将待安装蒸汽发生器放置在支撑装置上，拆除掉待安装蒸汽发生器本体支撑上的保护装置；然后在待安装蒸汽发生器本体上设置测量点；再在靠近待安装蒸汽发生器的底部处设置测站点以安放测量装置；将基准尺放置在待安装蒸汽发生器的底部的下方，利用测量装置对基准尺、测量点以及测站点进行测量，并记录数据；利用工业测量系统对测得的数据进行处理，计算得出垫板厚度；制作垫板并吊装待安装蒸汽发生器。这样，一次吊装即可完成蒸汽发生器的安装，降低了安装成本。



1. 一种安装核电站核岛内蒸汽发生器的方法,其特征在于,该安装方法包括如下步骤:

第一步,将待安装蒸汽发生器放置在支撑装置或贮存装置上,并将所述待安装蒸汽发生器的本体支撑上的保护装置拆除掉;

第二步,在所述待安装蒸汽发生器的本体上设置测量点:在所述待安装蒸汽发生器的表面上选取至少两个圆周,且这两个圆周之间有一定间距,在所述圆周上选取四个测量点,分别为所述圆周的最高点、最低点和两个侧面中间点,且所述侧面中间点相对于所述最低点的高度为所述最高点相对于所述最低点的高度的一半,以便得到所述圆周的圆心坐标并进而得出所述待安装蒸汽发生器的纵向轴心线;在所述待安装蒸汽发生器的热管口的端口处的内沿圆周或外沿圆周上选取四个均匀分布的测量点以便得出所述热管口的端口中心坐标;在所述本体支撑的支撑面上选取至少一个测量点以便得到所述支撑面与所述端口中心之间的垂直距离;

第三步,在靠近所述待安装蒸汽发生器的底部处设置测站点以安放测量装置,且所述测量装置可以在三个不同的测站点上观测到同一个测量点,且相邻的两个测站点与该测量点之间的连线的夹角大于 10° ;

第四步,将工业测量系统的基准尺放置所述待安装蒸汽发生器的底部的下方,且所述测量装置可以在至少两个不同的测站点上观测到该基准尺;

第五步,将所述测量装置依次安放在不同的测站点上,用所述测量装置对所述基准尺以及所述测量装置可以观测到的测量点和测站点进行观测,并根据所述测量装置所在的测站点不同分组记录所观测到的基准尺、测量点及测站点的水平角度值和竖直角度值;

第六步,先对所述工业测量系统进行参数设置,再将所测得的数据按组导入到所述工业测量系统中,并对测得的数据进行整体平差运算处理,生成所述测量点在以第一测站点为坐标原点的坐标系下的三维坐标,该第一测站点为所述测量装置测得第一组导入到所述工业测量系统中的数据时所在的测站点;

建立新的三维坐标系,且该三维坐标系以所述待安装蒸汽发生器的纵向轴心线为Z轴,以所述热管口的端口中心到所述待安装蒸汽发生器的纵向轴心线的垂直线段所在的直线为X轴;

对所述测量点的三维坐标进行坐标转换,以得到所述测量点在所述新的三维坐标系下的坐标,进而得到所述支撑面与所述端口中心之间的垂直距离h,再根据公式计算得出垫板的厚度t:

$$t = h + H_1 - H_2,$$

其中,t为垫板的厚度,h为本体支撑的支撑面与热管口的端口中心之间的垂直距离, H_1 为待安装蒸汽发生器的热管口的端口中心的预定安装高度, H_2 为支撑腿的高度;

第七步,制作所述垫板,并在所述待安装蒸汽发生器安装就位前,所述垫板已位于所述支撑腿上;然后使所述待安装蒸汽发生器安装就位。

2. 根据权利要求1所述的安装核电站核岛内蒸汽发生器的方法,其特征在于,所述工业测量系统为SMN工业测量系统。

3. 根据权利要求1或2所述的安装核电站核岛内蒸汽发生器的方法,其特征在于,在该方法的第二步中,在所述支撑面上选取三个不重合测量点。

4. 根据权利要求1或2所述的安装核电站核岛内蒸汽发生器的方法,其特征在于,在该方法的第四步中,所述测量装置可以在三个不同测站点上观测到所述基准尺。
5. 根据权利要求1或2所述的安装核电站核岛内蒸汽发生器的方法,其特征在于,在该方法的第七步中,在吊装所述待安装蒸汽发生器的同时将所述垫板置于所述支撑腿上。
6. 根据权利要求1或2所述的安装核电站核岛内蒸汽发生器的方法,其特征在于,所述测量装置为全站仪。

安装核电站核岛内蒸汽发生器的方法

[0001] 本发明专利申请是申请日为 2012 年 1 月 6 日,申请号为 201210002478.9,发明名称为安装核电站核岛内蒸汽发生器的方法的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及核电站中核岛设备安装的方法,尤其涉及安装核电站核岛内蒸汽发生器的方法。

背景技术

[0003] 在安装核电站核岛中的蒸汽发生器时,需将蒸汽发生器安装到预定的高度以便于蒸汽发生器上靠近底部处的热管口与核岛中的其他设备配合。

[0004] 在现有技术中,通常是先将用以安装蒸汽发生器的支撑腿安装好。然后通过吊装装置将蒸汽发生器吊装到支撑腿的上方,并使蒸汽发生器本体上的本体支撑与支撑腿的位置相对应,调整蒸汽发生器的吊装高度,使其位于预定高度。再测出支撑腿的顶端与本体支撑的支撑面之间的竖直距离,并以该竖直距离为垫板的厚度制作垫板。再将垫板置于支撑腿的顶部上,且蒸汽发生器的本体支撑压靠在垫板上,完成蒸汽发生器的安装。在制作垫板时,可将蒸汽发生器吊出,待垫板制作完成后,再将蒸汽发生器吊装到支撑腿的上方,进行安装;也可以利用吊装装置将蒸汽发生器一直吊在支撑腿的上方直到垫板制作完成,再进行安装。这两种安装方法,要么需要将蒸汽发生器长时间吊起,要么需要对蒸汽发生器进行多次吊装,吊装时间长,投入的人力物力多,安装成本高。

发明内容

[0005] 为解决现有技术中安装核电站核岛中的蒸汽发生器时,吊装时间长,安装成本高的问题,本发明提出一种安装核电站核岛内蒸汽发生器的方法,该安装方法包括如下步骤:

[0006] 第一步,将待安装蒸汽发生器放置在支撑装置或贮存装置上,并将所述待安装蒸汽发生器的本体支撑上的保护装置拆除掉;

[0007] 第二步,在所述待安装蒸汽发生器的本体上设置测量点:在所述待安装蒸汽发生器的表面上选取至少两个圆周,且这两个圆周之间有一定间距,并在所述圆周上选取至少三个不重合的测量点以便得到所述圆周的圆心坐标并进而得出所述待安装蒸汽发生器的纵向轴心线;在所述待安装蒸汽发生器的热管口的端口处的圆周上选取至少三个不重合的测量点以便得出所述热管口的端口中心坐标;在所述本体支撑的支撑面上选取至少一个测量点以便得到所述支撑面与所述端口中心之间的垂直距离;

[0008] 第三步,在靠近所述待安装蒸汽发生器的底部处设置测站点以安放测量装置,且所述测量装置可以在至少两个不同的测站点上对同一个测量点进行观测;

[0009] 第四步,将工业测量系统的基准尺放置所述待安装蒸汽发生器的底部的下方,且所述测量装置可以在至少两个不同的测站点上观测到该基准尺;

[0010] 第五步,将所述测量装置依次安放在不同的测站点上,用所述测量装置对所述基准尺以及所述测量装置可以观测到的测量点和测站点进行观测,并根据所述测量装置所在的测站点不同分组记录所观测到的基准尺、测量点及测站点的水平角度值和竖直角度值;

[0011] 第六步,先对所述工业测量系统进行参数设置,再将所测得的数据按组导入到所述工业测量系统中,并对测得的数据进行整体平差运算处理,生成所述测量点在以第一测站点为坐标原点的坐标系下的三维坐标,该第一测站点为所述测量装置测得第一组导入到所述工业测量系统中的数据时所在的测站点;

[0012] 建立新的三维坐标系,且该三维坐标系以所述待安装蒸汽发生器的纵向轴心线为Z轴,以所述热管口的端口中心到所述待安装蒸汽发生器的纵向轴心线的垂直线段所在的直线为X轴;

[0013] 对所述测量点的三维坐标进行坐标转换,以得到所述测量点在所述新的三维坐标系下的坐标,进而得到所述支撑面与所述端口中心之间的垂直距离h,再根据公式计算得出所述垫板的厚度t:

$$[0014] t = h + H_1 - H_2,$$

[0015] 其中,t为垫板的厚度,h为本体支撑的支撑面与热管口的端口中心之间的垂直距离, H_1 为待安装蒸汽发生器的热管口的端口中心的预定安装高度, H_2 为支撑腿的高度;

[0016] 第七步,制作所述垫板,并在所述待安装蒸汽发生器安装就位前,所述垫板已位于所述支撑腿上;然后使所述待安装蒸汽发生器安装就位。

[0017] 这样,本领域的技术人员在安装蒸汽发生器时,只需通过进行测量和计算即可得出垫板的厚度,进而只需一次吊装即可完成蒸汽发生器的安装,减少了吊装蒸汽发生器的时间或吊装次数,减少了安装投入,降低了安装成本。

[0018] 优选地,所述工业测量系统为SMN工业测量系统。

[0019] 优选地,在该方法的第二步中,在所述圆周上选取四个测量点,分别为所述圆周的最高点、最低点和两个侧面中间点,且所述侧面中间点相对于所述最低点的高度为所述最高点相对于所述最低点的高度的一半。这样,在确定所述圆周的圆心时,只需测量出最高点和最低点之间的间距以及两个侧面中间点的水平角度值和竖直角度值,减少了测量量,缩短了测量时间,提高了安装效率。

[0020] 优选地,在该方法的第二步中,在所述热管口的端口处的内沿圆周或外沿圆周上选取四个均匀分布的测量点。这样,不仅便于测量,而且提高了热管口的端口中心的测量精度。

[0021] 优选地,在该方法的第二步中,在所述支撑面上选取三个不重合测量点。这样,可利用这三个点到热管口的端口中心的垂直距离的平均值作为所述支撑面到热管口的端口中心的垂直距离,提高了该垂直距离的测量精度,进而提高了垫板的厚度的测量精度。

[0022] 优选地,在该方法的第三步中,在设置测站点时,所述测量装置可以在三个不同的测站点上观测到同一个测量点,且相邻的两个测站点与该测量点之间的连线的夹角大于 10° 。这样,可以提高测量点的测量精度。

[0023] 优选地,在该方法的第四步中,所述测量装置可以在三个不同测站点上观测到所述基准尺。这样,可以提高基准尺的测量精度,进而提高测量点的测量精度。

[0024] 优选地,在该方法的第七步中,在吊装所述待安装蒸汽发生器的同时将所述垫板

置于所述支撑腿上。这样,就可以进一步的缩短待安装蒸汽发生器被吊起的时间,降低了安装成本。

[0025] 优选地,所述测量装置为全站仪。

附图说明

[0026] 图 1 是本发明中待安装的蒸汽发生器上定位圆周及定位圆周上的测量点的布设示意图;

[0027] 图 2 是待安装蒸汽发生器的本体支撑带有保护装置时的局部结构的示意图;

[0028] 图 3 是本发明中用来确定待安装的蒸汽发生器的纵向轴心线的定位圆周的分布示意图;

[0029] 图 4 是本发明中待安装的蒸汽发生器上本体支撑的支撑面上的测量点及热管口的端口中心定位测量点的布设示意图;

[0030] 图 5 是本发明中的测站点的布设示意图。

具体实施方式

[0031] 为节约安装成本,本领域的技术人员在进行研究后认为,在安装蒸汽发生器之前,可先对待安装蒸汽发生器进行三维测量,并根据测量结果计算出安装待安装蒸汽发生器时所需的垫板的厚度,制作垫板,并在垫板制作完成后将待安装蒸汽发生器,且在待安装蒸汽发生器安装就位前,垫板已位于支撑腿上,在待安装蒸汽发生器安装就位后,垫板位于支撑腿与蒸汽发生器的本体支撑之间,即在待安装蒸汽发生器安装就位后,垫板位于支撑腿上,蒸汽发生器的本体支撑压靠在垫板上。具体操作如下:

[0032] 第一步:将待安装蒸汽发生器如图 1 平放在支撑装置或贮存装置上,使待安装蒸汽发生器的本体表面上的最低点与地面之间有一定间距,以便于测量。同时将图 2 中所示的待安装蒸汽发生器的本体支撑 1 的保护装置垂直支撑连接板 2 拆除,以便于在本体支撑的支撑面上布设测量点。当然,也可以将待安装蒸汽发生器竖立在支撑装置或贮存装置上。

[0033] 第二步:在待安装蒸汽发生器上布置测量点。

[0034] 如图 1 和 3 所示,在待安装蒸汽发生器的本体表面上,在靠近待安装蒸汽发生器两端且位于本体支撑 1 上方的突出圆柱带上分别取一个圆周作为确定待安装蒸汽发生器的实际纵向轴心线的定位圆周,其中,靠近待安装蒸汽发生器的顶部的圆周为定位圆周 A,靠近待安装蒸汽发生器的底部的圆周为定位圆周 B。用水准仪分别确定圆周 A 和圆周 B 的最高点 a_1 和 b_1 以及最低点 a_2 和 b_2 的位置,然后将水准尺竖直地立于待安装蒸汽发生器的前侧或后侧,配合水准仪测量并计算出 a_1 和 a_2 之间的距离 d_1 以及 b_1 和 b_2 之间的距离 d_2 ,进而分别计算得出圆周 A 上的两个侧面中间点 a_3 、 a_4 相对于最低点 a_2 的高度值为 $d_1/2$ 和圆周 B 上的两个侧面中间点 b_3 、 b_4 相对于最低点 b_2 的高度值为 $d_2/2$,即圆周 A 的圆心 A' 相对于最低点 a_2 的高度值和圆周 B 的圆心 B' 相对于最低点 b_2 的高度值。当然,也可以根据侧面中间点相对于最高点的高度值得出圆心 A' 相对于最高点 a_1 的高度值和圆心 B' 相对于最高点 b_1 的高度值。再分别在圆周 A 和圆周 B 上放线以确定测量点 a_3 、 a_4 、 b_3 及 b_4 的位置。这样,在用全站仪测量得到测量点 a_3 、 a_4 、 b_3 及 b_4 的水平角度值和竖直角度值后,经过平差即可计算得出圆周 A 的圆心 A' 和圆周 B 的圆心 B' 的三维坐标值,进而可得出待安装蒸汽发生器

的纵向轴心线。当然,在实际测量时,还可以在圆周 A 和圆周 B 上分别取三个或者五个或更多个测量点来确定圆心 A' 和 B' 的位置。当然,还可以在待安装蒸汽发生器的本体表面上选取三个或更多的圆周,并在所选取的圆周上选取更多的测量点,以提高测量精度,进而提高所得到的待安装蒸汽发生器的纵向轴心线的精确度。

[0035] 如图 4 所示,在热管口 3 的端口处的外沿圆周上选取四个均匀分布的点 c₁、c₂、c₃ 和 c₄ 作为热管口 3 的端口中心定位测量点,以在后续步骤中用全站仪分别测量出 c₁、c₂、c₃ 和 c₄ 的水平角度值和竖直角度值,进而得出该热管口 3 的端口中心的坐标。优选地,在热管口的端口处的内沿圆周上选取定位测量点,以提高测量精度。当然,也可以在热管口的端口处的端面上的圆周上选取测量点,还可以在选定的圆周上选取三个或者五个或更多的测量点。

[0036] 如图 4 所示,在待安装蒸汽发生器的本体支撑朝向热管口 3 方向的支撑面 4 上任意选取三个不重合的测量点 e₁、e₂ 和 e₃,以在后续步骤中用全站仪分别测出测量点 e₁、e₂ 和 e₃ 的水平角度值和竖直角度值,进而得出测量点 e₁、e₂ 和 e₃ 的坐标。这样,就可以根据热管口 3 的端口中心坐标和测量点 e₁、e₂ 和 e₃ 的坐标计算出测量点 e₁、e₂ 和 e₃ 与热管口 3 的端口中心之间的垂直距离 h₁、h₂、h₃,进而得出 h₁、h₂、h₃ 的平均值,即本体支撑的支撑面 4 与热管口 3 的端口中心之间的垂直距离 h。当然,也可以在待安装的蒸汽发生器的本体支撑的支撑面 4 上任意选取一个测量点。为了进一步地提高测量精度,优选在待安装的蒸汽发生器的本体支撑的支撑面 4 上选取四个或四个以上测量点,并以这些测量点与热管口的端口中心之间的垂直距离的平均值作为待安装的蒸汽发生器的本体支撑的支撑面与热管口的端口中心的垂直距离。

[0037] 在进行该第二步操作时,可根据现场状况或个人习惯调整顺序。也就是说,可以先布设热管口的端口中心定位测量点,再布设定位圆周及定位圆周上的测量点,最后布设本体支撑的支撑面上的测量点,只要在确定测站点前将待测量的测量点确定即可。

[0038] 第三步:如图 5 所示,在靠近待安装蒸汽发生器的底部处设置五个测站点 f₁、f₂、f₃、f₄ 及 f₅ 以安放全站仪对待安装蒸汽发生器上的各个测量点进行测量。全站仪能够在至少两个测站点上观测到待安装蒸汽发生器上的同一测量点以及至少一个其他测站点,比如位于测站点 f₁ 和 f₂ 上的全站仪均可对待安装蒸汽发生器上的定位圆周 A 上的测量点 a₃ 以及测站点 f₃ 进行测量。当然,测站点的位置及数量均是根据待测量的测量点位置来确定的。优选地,相邻的两个测站点与同一个测量点之间的连线的夹角 α 大于 10°。为了提高测量精度,可优选全站仪能够在三个测站点上对同一个测量点或至少一个其他测站点进行全圆观测。另外,为了提高测量精度,还可以在同一圆周上的相邻的两个测量点之间设置转站点,且全站仪能够在至少两个测站点上对该转站点进行测量,并将对该转站点进行测量得到的测量数据作为承接该相邻的两个测量点的测量数据的过渡数据。

[0039] 第四步:将校准后的工业测量系统的基准尺放置在待安装的蒸汽发生器的底部的下方,且全站仪能够在至少两个测站点上观测到该基准尺。优选地,全站仪能够在三个测站点上的观测到该基准尺。

[0040] 第五步:将全站仪依次安放在不同的测站点上,用全站仪对基准尺以及其能够观测到的所有测量点和测站点进行全圆观测,并将测量得到的基准尺以及各个测量点和测站点的水平角度值和竖直角度值记录下来,并根据全站仪所在的测站点的不同将所述记录的

数据分组,比如当全站仪位于测站点 f_1 上时,所测得并记录的数据为第一组数据,当全站仪位于测站点 f_2 上时,所测得并记录的数据位第二组数据。当然,在对基准尺、测量点及测站点进行测量时,可以随意调整测量顺序,只要在全站仪位于同一个测站点上时将基准尺以及该全站仪此时能够观测到测量点和测站点全部测量并完成数据记录即可。也可以先对测量点进行测量,再对测站点进行测量,最后对基准尺进行测量。

[0041] 另外,还可以使用经纬仪来对基准尺以及各个测量点和测站点进行全圆观测。

[0042] 第六步:先对工业测量系统进行参数设置,再将在第五步中测量得到的数据按组导入到该工业测量系统中,并对导入的数据进行整体平差运算处理,生成待安装蒸汽发生器的本体上的各个测量点在以第一测站点为坐标原点的坐标系下的三维坐标。此时所说的第一测站指的是测量得到导入的第一组数据时全站仪所位于的测站点,比如导入的第一组数据为全站仪位于测站点 f_3 上时所测得的数据,则此时的第一测站为测站点 f_3 。在数据平差运算处理完成后,查看数据处理信息中单位权中误差、均方根误差、角度观测改正数,并检查各个测量值的点位精度是否满足点位精度 $\leq 0.3\text{mm}$ 的要求,若满足要求,则进行后续数据处理;若不满足要求,则重新进行现场测量,直至数据符合精度要求。然后根据所测得的各个测量点及测站点的三维坐标计算得出待安装蒸汽发生器的本体的实际纵向轴心线、热管口的端口中心的三维坐标,建立新的三维坐标系。该新的三维坐标系以待安装蒸汽发生器的本体的实际纵向轴心线为 Z 轴,以热管口的端口中心垂直于待安装蒸汽发生器的本体的实际纵向轴心线的线段所在直线为 X 轴。再对待安装蒸汽发生器上的各个测量点的坐标值进行三维坐标转换,进而得出所有测量点在新的坐标系下的三维坐标。根据本体支撑的支撑面上的测量点在 Z 轴向上的坐标值得出本体支撑的支撑面与热管口的端口中心之间的垂直距离 h ,并根据公式(1)计算出垫板的厚度 t 。

$$[0043] t = h + H_1 - H_2 \quad (1)$$

[0044] 其中, t 为垫板的厚度; h 为本体支撑的支撑面与热管口的端口中心之间的垂直距离; H_1 为待安装蒸汽发生器的热管口的端口中心的预定安装高度; H_2 为支撑腿的高度。优选地,采用 SMN 工业测量系统对测量得到的数据进行处理。SMN 工业测量系统是一个以系统软件为核心,集成现代高精度电子经纬仪、全站仪、激光跟踪仪、数字相机及各种附件于一体的工业测量系统。该系统可通过获取测量点的角度或距离信息得到该测量点的空间三维坐标。

[0045] 第七步:根据计算得出的支持垫板的厚度制作垫板,在垫板制作完成后,可以先利用起重吊装装置将待安装蒸汽发生器吊至支撑腿的上方,然后将垫板置于支撑腿上,再将待安装蒸汽发生器吊装到垫板上;也可以先将垫板置于支撑腿上,然后在吊装待安装蒸汽发生器;还可以在吊装待安装蒸汽发生器的同时将垫板置于支撑腿上。只要在安装完成后,垫板位于支撑腿与蒸汽发生器的本体支撑之间,使蒸汽发生器的热管口处于预定的安装高度即可。优选在吊装待安装蒸汽发生器的同时将垫板置于支撑腿上,这样,可以进一步的缩短蒸汽发生器被吊起的时间,进而降低安装成本。

[0046] 采用这样的方法安装核电站核岛内的蒸汽发生器,只需一次吊装即可将待安装蒸汽发生器安装在核岛内的支撑腿上,吊起时间短,安装效率高,降低了安装成本。

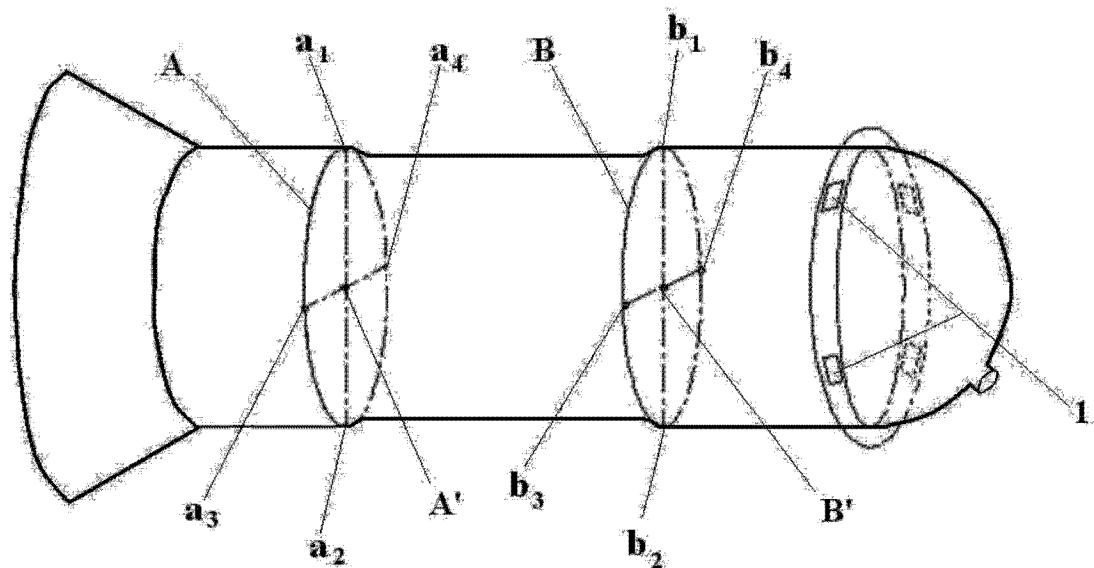


图 1

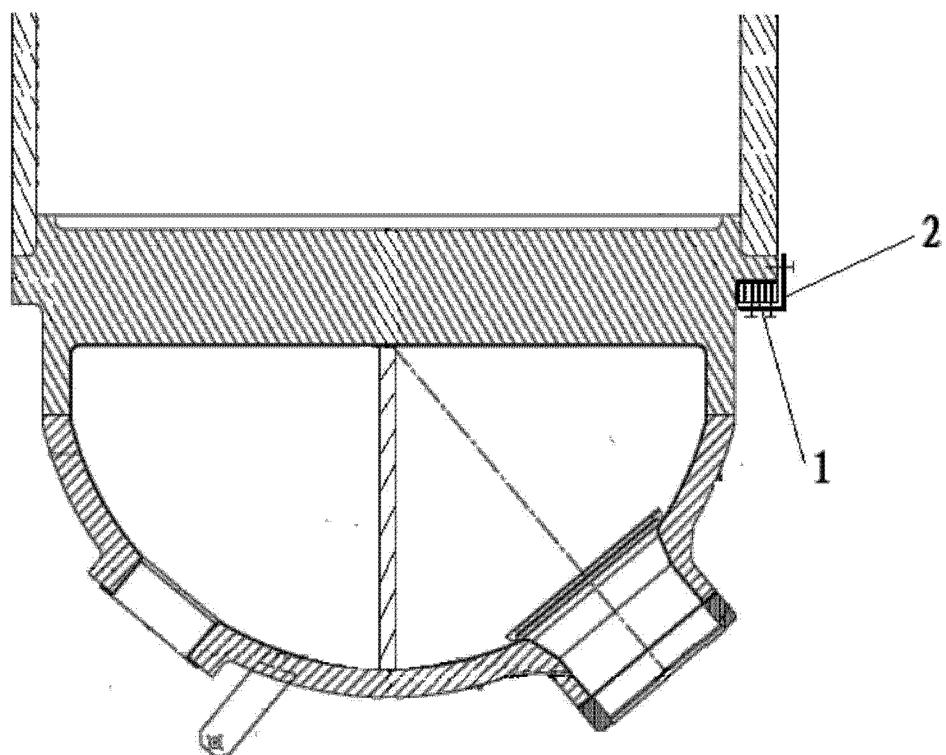


图 2

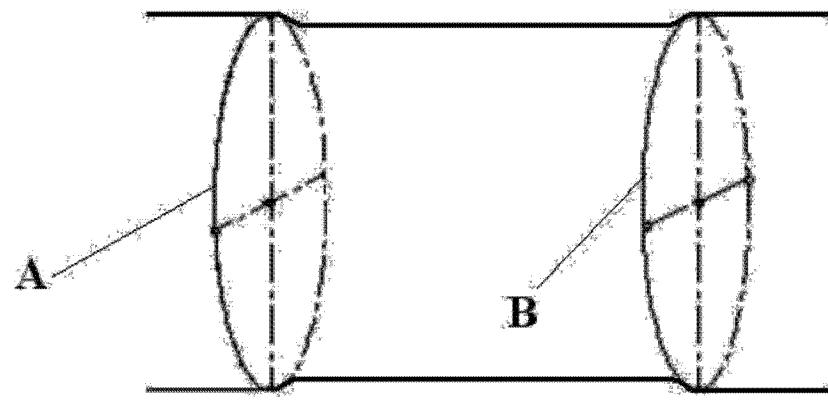


图 3

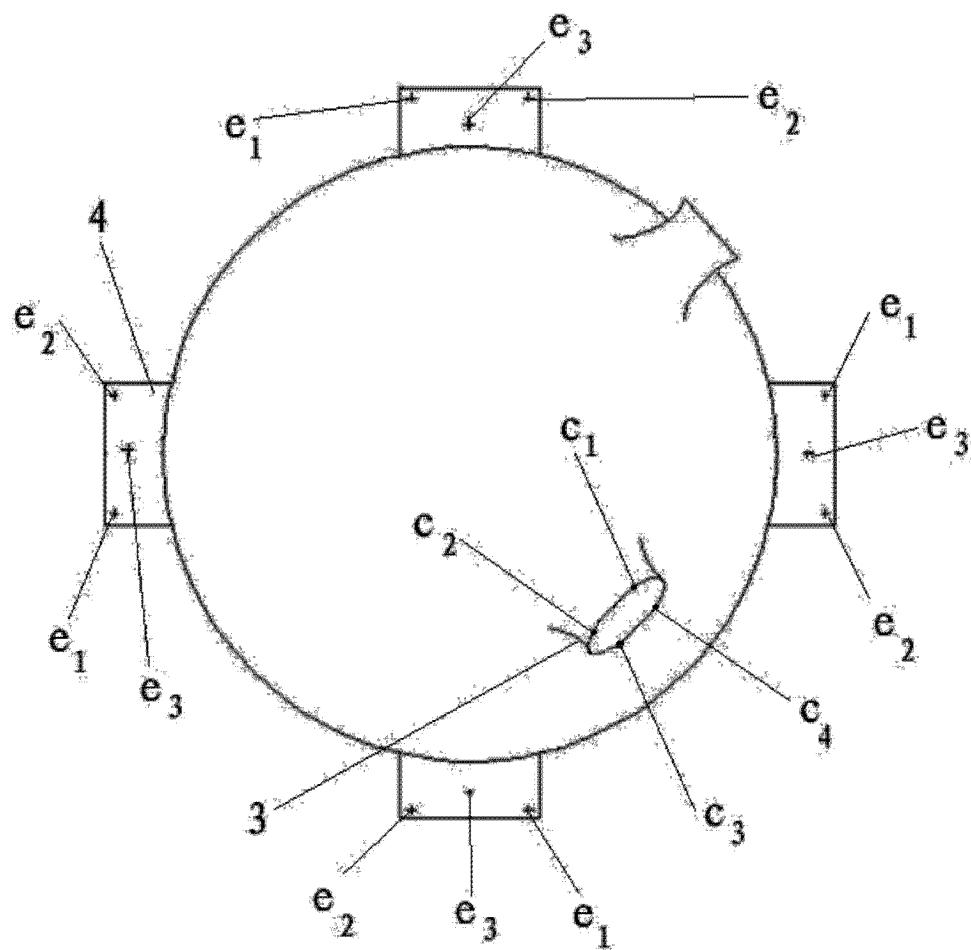


图 4

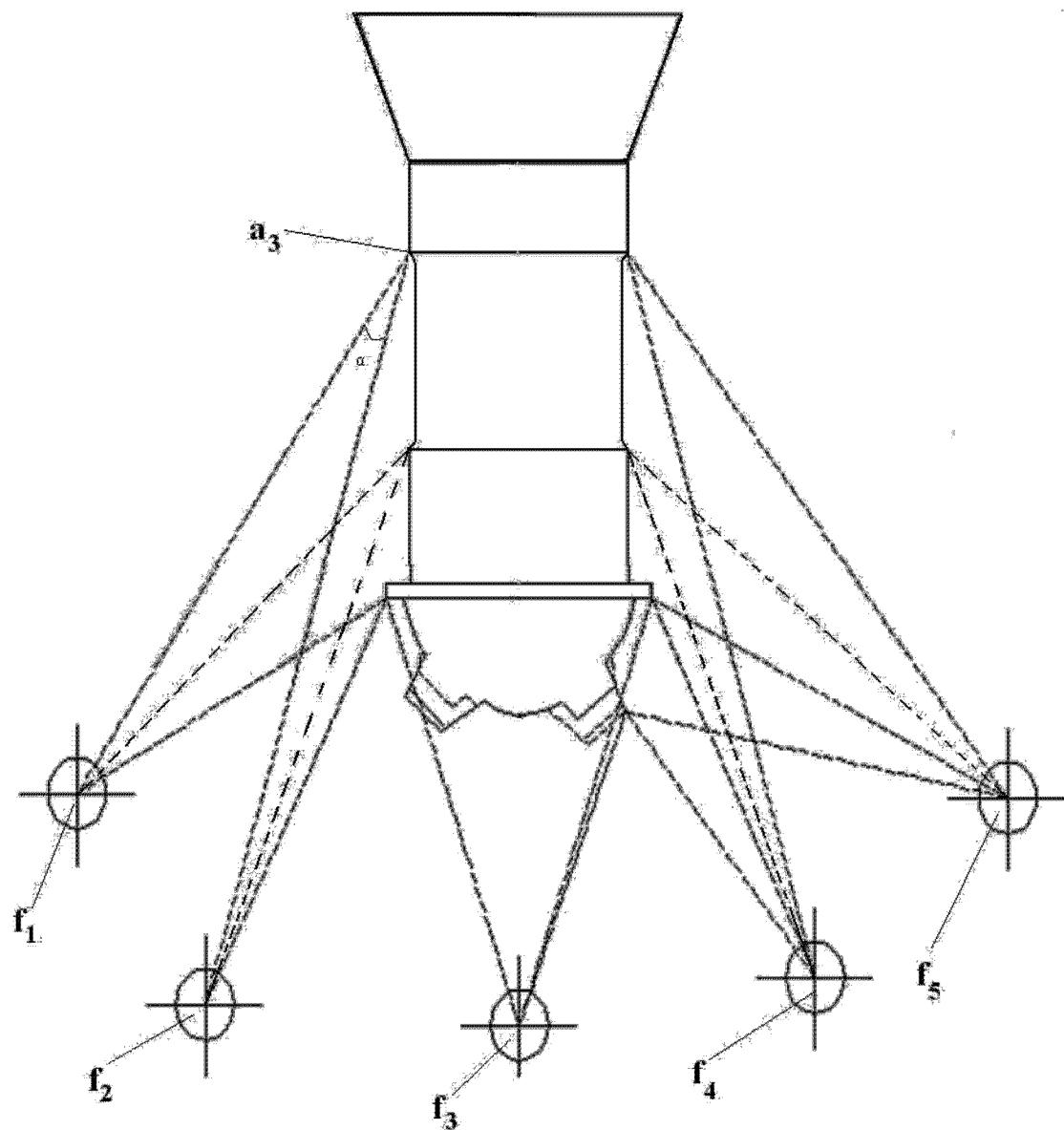


图 5