



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104132000 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201410369192. 3

(22) 申请日 2014. 07. 30

(73) 专利权人 扬州大学

地址 225009 江苏省扬州市大学南路 88 号

(72) 发明人 陆林广 徐磊 陆伟刚 王海

李亚楠

(74) 专利代理机构 扬州苏中专利事务所(普通合伙) 32222

代理人 许必元

(51) Int. Cl.

F04D 29/54(2006. 01)

审查员 程亮

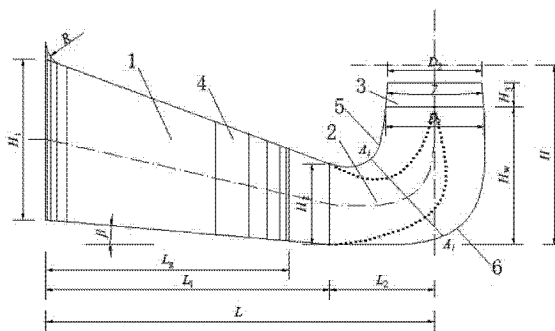
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

一种水力性能优异的肘形进水流道及其应用方法

(57) 摘要

一种水力性能优异的肘形进水流道及其应用方法,属于水利工程泵站技术领域。所述肘形进水流道其几何形体的特征是由直线段、肘弯段和圆台段 3 部分组成,直线段中设置中隔墩;其中,几何形体简单的平直段、直线段和圆台段提供取值范围,几何形体复杂的肘弯段提供详细的断面位置和断面数据;流道所有尺寸均用相对值表示,将这些相对值乘以泵站拟采用的水泵叶轮直径即可得该泵站进水流道的实际所需尺寸,所述直线段和圆台段的参数可根据泵站的实际需要一定范围内调整,以适应不同泵站对流道长度、高度和底边倾角等主要几何参数的不同需要。本发明可保证每座泵站肘形进水流道的设计质量,水力性能优异、适用面宽、应用方便,对于确保大中型泵站的安全、稳定和高效运行具有重要意义。



1. 一种水力性能优异的肘形进水流道,其特征是,所述肘形进水流道包括直线段、肘弯段和圆台段,肘弯段进水端设置直线段,肘弯段出水端设置圆台段,直线段内设有中隔墩;以水泵叶轮直径 D 为基准值,所述肘形进水流道长度 L 为 $4.2D$ 、进口宽度 B_1 为 $2.4D$ 、高度 H 为 $1.85D$;所述直线段的长度 L_1 为 $2.92D$ 、进口高度 H_1 为 $1.65D$ 、底边倾角 β 为 5° 、进口顶板圆弧半径 $R = 0.25D + 0.2m$;所述圆台段的高度 $H_3 = 0.1065D + 0.4367m$ 、锥角 γ 为 8° 、进口直径 D_1 为 $1.008D$ 、出口直径 D_2 为 $0.973D$;所述中隔墩的长度 L_g 为 $2.5D$ 、厚度 $B_g = 0.1739D + 0.1913m$ 、头部圆弧半径 $R_{g1} = 0.3D$ 、尾部圆弧半径 $R_{g2} = 3D$;所述肘弯段的长度 L_2 为 $1.08D$ 、高度 H_w 为 $1.42D$ 、进口宽度 B_2 为 $2.4D$ 、进口高度 H_2 为 $0.83D$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的水力性能优异的肘形进水流道,其特征是,所述肘弯段的三维形体采用断面位置和断面数据表示,断面数据包括肘弯段各断面的纵剖面上边线坐标 (X_{1i}, Y_{1i}) 、纵剖面下边线坐标 (X_{2i}, Y_{2i}) 、断面高度 H_{wi} 、断面宽度 B_{wi} 和断面过渡圆半径 R_{wi} 。

3. 一种水力性能优异的肘形进水流道的应用方法,其特征是,包括以下步骤:

(1) 肘形进水流道包括直线段、肘弯段和圆台段,直线段内设有中隔墩;以水泵叶轮直径 D 为基准值,所述肘形进水流道长度 L 为 $4.2D$ 、进口宽度 B_1 为 $2.4D$ 、高度 H 为 $1.85D$;所述直线段的长度 L_1 为 $2.92D$ 、进口高度 H_1 为 $1.65D$ 、底边倾角 β 为 5° 、进口顶板圆弧半径 $R = 0.25D + 0.2m$;所述圆台段的高度 $H_3 = 0.1065D + 0.4367m$ 、锥角 γ 为 8° 、进口直径 D_1 为 $1.008D$ 、出口直径 D_2 为 $0.973D$;所述中隔墩的长度 L_g 为 $2.5D$ 、厚度 $B_g = 0.1739D + 0.1913m$ 、头部圆弧半径 $R_{g1} = 0.3D$ 、尾部圆弧半径 $R_{g2} = 3D$;所述肘弯段的长度 L_2 为 $1.08D$ 、高度 H_w 为 $1.42D$ 、进口宽度 B_2 为 $2.4D$ 、进口高度 H_2 为 $0.83D$;

(2) 将所述肘形进水流道各几何尺寸的相对值乘以泵站拟采用的水泵叶轮直径 D 得该泵站进水流道直线段、肘弯段和圆台段的实际所需尺寸;

(3) 所述肘形进水流道直线段的长度 L_1 为 $2.92D$,根据泵站上部结构布置的需要在此基础上改变 L_1 , L_1 改变时相应改变所述中隔墩的长度 L_g ;

(4) 所述肘形进水流道直线段的底边倾角 β 为 5° ,根据肘弯段与泵站前池衔接的需要在此基础上改变 β ,其改变量 $\Delta\beta$ 小于等于 5° , β 改变后该段各断面的高度保持不变;

(5) 所述肘形进水流道圆台段 (3) 的高度 $H_3 = 0.1065D + 0.4367m$ 、锥角 γ 为 8° ,根据泵站的实际需要改变 H_3 ,圆台段 (3) 的进口直径 D_1 和出口直径 D_2 保持不变、锥角相应改变为 γ' ,圆台段高度 H_3 的减少量不大于 $0.15D$;

(6) 根据换算和调整后的所述肘形进水流道的几何参数,在绘图软件中绘制所需的肘形进水流道单线图。

4. 根据权利要求 3 所述的水力性能优异的肘形进水流道的应用方法,其特征是,所述肘弯段的三维形体采用断面位置图和断面数据表示,断面数据包括肘弯段各断面的纵剖面上边线坐标 (X_{1i}, Y_{1i}) 、纵剖面下边线坐标 (X_{2i}, Y_{2i}) 、断面高度 H_{wi} 、断面宽度 B_{wi} 和断面过渡圆半径 R_{wi} 。

一种水力性能优异的肘形进水流道及其应用方法

技术领域

[0001] 本发明属于水利工程泵站技术领域,具体涉及一种水力性能优异的肘形进水流道及其应用方法,主要用于指导广大工程技术人员设计水力性能优异的肘形进水流道,保证每座大中型立式泵站肘形进水流道设计的质量。

背景技术

[0002] 立式泵站在我国的应用最为广泛,肘形进水流道是大中型立式轴流泵站最常用的进水流道,其作用是在引导水流从前池流向水泵叶轮室的过程中有序转向和均匀收缩,为水泵叶轮室进口提供符合要求的流态。设计性能优异的肘形进水流道是保证水泵安全、稳定、高效运行的必要条件。南水北调东线一期工程 14 座新建立式泵站全部采用了肘形进水流道。肘形进水流道三维形体复杂,传统的水力设计方法采用基于一维理论的“平均流速法”,与流道内实际的三维湍流流动差距很大,肘形进水流道的水力设计质量缺少保证,所设计的流道不能满足水泵叶轮对流场的要求,有时甚至会在流道内产生旋涡等有害流态,严重影响泵站的安全、稳定和高效运行。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供了一种水力性能优异的肘形进水流道及其应用方法,应用本发明得到的肘形进水流道水流转向有序、均匀,流道内无任何不良流态,水力性能优异,确保实现泵站安全、稳定、高效运行的目标。

[0004] 本发明的第一个目的是通过以下技术方案实现的,一种水力性能优异的肘形进水流道,包括直线段、肘弯段和圆台段,肘弯段进水端设置直线段,肘弯段出水端设置圆台段,直线段内设有中隔墩;以水泵叶轮直径 D 为基准值,所述肘形进水流道长度 L 为 $4.2D$ 、进口宽度 B_1 为 $2.4D$ 、高度 H 为 $1.85D$;所述直线段的长度 L_1 为 $2.92D$ 、进口高度 H_1 为 $1.65D$ 、底边倾角 β 为 5° 、进口顶板圆弧半径 $R = 0.25D + 0.2m$;所述圆台段的高度 $H_3 = 0.1065D + 0.4367m$ 、锥角 γ 为 8° 、进口直径 D_1 为 $1.008D$ 、出口直径 D_2 为 $0.973D$;所述中隔墩的长度 L_g 为 $2.5D$ 、厚度 $B_g = 0.1739D + 0.1913m$ 、头部圆弧半径 $R_{g1} = 0.3D$ 、尾部圆弧半径 $R_{g2} = 3D$;所述肘弯段的长度 L_2 为 $1.08D$ 、高度 H_w 为 $1.42D$ 、进口宽度 B_2 为 $2.4D$ 、进口高度 H_2 为 $0.83D$ 。

[0005] 进一步地,所述肘弯段的三维形体采用断面位置图和断面数据表示,断面数据包括肘弯段各断面的纵剖面上边线坐标 (X_{1i}, Y_{1i}) 、纵剖面下边线坐标 (X_{2i}, Y_{2i}) 、断面高度 H_{wi} 、断面宽度 B_{wi} 和断面过渡圆半径 R_{wi} 等。

[0006] 本发明的第二个目的是通过以下技术方案实现的,一种水力性能优异的肘形进水流道的应用方法,包括以下步骤:

[0007] (1) 肘形进水流道包括直线段、肘弯段和圆台段,直线段内设有中隔墩;以水泵叶轮直径 D 为基准值,所述肘形进水流道长度 L 为 $4.2D$ 、进口宽度 B_1 为 $2.4D$ 、高度 H 为 $1.85D$;所述直线段的长度 L_1 为 $2.92D$ 、进口高度 H_1 为 $1.65D$ 、底边倾角 β 为 5° 、进口顶板圆弧半径

$R = 0.25D + 0.2\text{m}$; 所述圆台段的高度 $H_3 = 0.1065D + 0.4367\text{m}$ 、锥角 γ 为 8° 、进口直径 D_1 为 $1.008D$ 、出口直径 D_2 为 $0.973D$; 所述中隔墩的长度 L_g 为 $2.5D$ 、厚度 $B_g = 0.1739D + 0.1913\text{m}$ 、头部圆弧半径 $R_{g1} = 0.3D$ 、尾部圆弧半径 $R_{g2} = 3D$; 所述肘弯段的长度 L_2 为 $1.08D$ 、高度 H_w 为 $1.42D$ 、进口宽度 B_2 为 $2.4D$ 、进口高度 H_2 为 $0.83D$;

[0008] (2) 将所述肘形进水流道各几何尺寸的相对值乘以泵站拟采用的水泵叶轮直径 D 得该泵站进水流道直线段、肘弯段和圆台段的实际所需尺寸;

[0009] (3) 所述肘形进水流道直线段的长度 L_1 为 $2.92D$, 根据泵站上部结构布置的需要在此基础上改变 L_1 , L_1 改变时相应改变所述中隔墩的长度 L_g ;

[0010] (4) 所述肘形进水流道直线段的底边倾角 β 为 5° , 根据肘弯段与泵站前池衔接的需要在此基础上改变 β , 其改变量 $\Delta\beta$ 小于等于 5° , β 改变后该段各断面的高度保持不变;

[0011] (5) 所述肘形进水流道圆台段的高度 $H_3 = 0.1065D + 0.4367\text{m}$ 、锥角 γ 为 8° , 根据泵站的实际需要改变 H_3 , 该段的进口直径 D_1 和出口直径 D_2 保持不变, 其锥角则相应改变为 γ' , 圆台段高度 H_3 的减少量不大于 $0.15D$;

[0012] (6) 根据换算和调整后的所述肘形进水流道的几何参数, 在绘图软件中绘制所需的肘形进水流道单线图。

[0013] 进一步地, 所述肘弯段的三维形体采用断面位置和断面数据表示, 断面数据包括肘弯段各断面的纵剖面上边线坐标 (X_{1i}, Y_{1i}) 、纵剖面下边线坐标 (X_{2i}, Y_{2i}) 、断面高度 H_{wi} 、断面宽度 B_{wi} 和断面过渡圆半径 R_{wi} 等。

[0014] 与现有技术相比, 本发明具有以下有益效果:

[0015] 第一, 本发明的肘形进水流道水力性能优异, 使用方法简单, 便于面广量大的工程技术人员采用; 可保证每座泵站肘形进水流道设计的质量, 对于确保大中型泵站的安全、稳定和高效运行具有重要意义。

[0016] 第二, 本发明提供的肘形进水流道由直线段、肘弯段和圆台段等 3 个部分组成, 在直线段内设置中隔墩, 所述直线段用于消除泵站前池来流中的横向流速; 所述肘弯段用于使水流作 90° 转向, 并同时作快速、有序的侧向收缩, 阻止水流在作 90° 转向时产生脱流、旋涡等不良流态; 所述圆台段用于调整作 90° 转向后的水流, 使其均匀、顺直地流向水泵叶轮室进口; 应用本发明得到的肘形进水流道水流转向有序、均匀, 流道内无任何不良流态, 水力性能优异。

[0017] 第三, 根据对已建泵站肘形进水流道主要尺寸的统计, 其长度、宽度和高度的相对值 (以水泵叶轮直径 D 为基准值) 比较接近。流道所有尺寸均用相对值表示, 对于一般大中型立式泵站, 将这些相对值乘以水泵叶轮直径 D 即可得到所需的流道尺寸 (单位为 m); 流道的长度、高度和底板倾角可根据泵站的实际需要一定范围内很方便地进行调整。

[0018] 第四, 本发明提供的肘形进水流道水力性能优异: ①根据 20 多年来对肘形进水流道的研究成果, 选择其中经过充分优化水力设计和严格性能测试、并得到普遍成功应用的肘形进水流道; ②所述肘形进水流道的主要水力性能指标如下: 流道出口水流速度分布均匀度 $V_u \geq 97\%$; 流道出口水流进入水泵叶轮室的平均角度 $\bar{\theta} \geq 87^\circ$; 设计流量的流道水力损失 $\Delta h \leq 0.12\text{m}$ 。

附图说明

- [0019] 图 1a 是本发明肘形进水流道单线图的纵剖面图；
 [0020] 图 1b 是本发明肘形进水流道单线图的平面展开图；
 [0021] 图 1c 是图 1a 和图 1b 中的 A_i-A_i 断面图；
 [0022] 图 2a 是本发明肘形进水流道肘弯段的纵剖面图；
 [0023] 图 2b 是本发明肘形进水流道肘弯段的平面展开图；
 [0024] 图 3a 是本发明肘形进水流道直线段长度调整纵剖面示意图；
 [0025] 图 3b 是本发明肘形进水流道直线段长度调整平面展开示意图；
 [0026] 图 4a 是本发明肘形进水流道直线段底边倾角调整纵剖面示意图；
 [0027] 图 4b 是本发明肘形进水流道直线段底边倾角调整平面展开示意图；
 [0028] 图 5a 是本发明肘形进水流道圆台段高度调整纵剖面示意图；
 [0029] 图 5b 是本发明肘形进水流道圆台段高度调整平面展开示意图；
 [0030] 图中：1 直线段，2 肘弯段，3 圆台段，4 中隔墩，5 纵剖面上边线，6 纵剖面下边线。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述。

[0032] 本发明的目的：(1) 提供一种适用面宽的肘形进水流道，该流道已经过严格测试，证明其水力性能优异，并已在大中型泵站得到普遍的成功应用；(2) 提供的肘形进水流道由直线段 1、肘弯段 2 和圆台段 3 组成，其中，几何形体简单的直线段 1 和圆台段 3 提供取值范围，几何形体复杂的肘弯段 2 提供详细的断面位置和断面数据，流道所有几何尺寸均以相对值表示（以水泵叶轮直径 D 为基准值）；(3) 将所述肘形进水流道各几何参数相对值乘以泵站拟采用的水泵叶轮直径 D 即可得该泵站进水流道的所需尺寸，直线段 1 和圆台段 3 的参数可根据泵站的实际需要一定范围内调整，以适应不同泵站对流道长度、高度和底边倾角等主要几何参数的不同需要。

[0033] (1) 提供的肘形进水流道水力性能优异；

[0034] ①根据 20 多年来对肘形进水流道的研究成果，选择其中经过充分优化水力设计和严格性能测试、并得到普遍成功应用的肘形进水流道；

[0035] ②所述肘形进水流道的主要水力性能指标如下：

[0036] 流道出口水流速度分布均匀度 $V_u \geq 97\%$ ；

[0037] 流道出口水流进入水泵叶轮室的平均角度 $\bar{\theta} \geq 87^\circ$ ；

[0038] 设计流量的流道水力损失 $\Delta h \leq 0.12m$ 。

[0039] (2) 所提供的肘形进水流道几何形体表达方式；

[0040] ①将所述肘形进水流道分为直线段 1、肘弯段 2 和圆台段 3 等 3 部分；

[0041] ②所述肘弯段 2 是肘形进水流道设计的核心部分，其作用是使水流有序地进行 90° 转向，受离心力的影响，肘弯段的水流流态复杂，该段水力设计的优劣对流道水力性能影响很大；该段在作 90° 转向的同时，断面形状由方变圆，几何形体复杂；为保证流道水力设计的质量，该段的三维形体采用详细断面数据表示，提供该段断面位置图和断面数据表，数据表中包括各断面纵剖面上边线 5 的坐标 (X_{1i}, Y_{1i}) 、纵剖面下边线 6 的坐标 (X_{2i}, Y_{2i}) 、断面高度 H_{wi} 、断面宽度 B_{wi} 和断面过渡圆半径 R_{wi} 等数据；

[0042] ③所述直线段 1 位于肘弯段 2 之前,是泵站前池和肘弯段之间的过渡段,该段的几何参数包括流道直线段长度 L_1 、进口宽度 B_1 、进口高度 H_1 、底边倾角 β 、流道进口的顶板圆弧半径 R ;

[0043] ④所述圆台段 3 位于肘弯段 2 出口断面与流道出口断面之间,其作用是调整肘弯段流出的水流流态,对流道出口水流流速分布均匀度 V_0 和水流进入水泵叶轮室的平均角度 $\bar{\theta}$ 影响很大,该段的几何参数包括圆台高度 H_3 、圆台锥角 γ 、进口直径 D_1 、出口直径 D_2 ;

[0044] ⑤在所述直线段 1 中设置中隔墩 4,其作用主要是满足流道结构布置的需要,同时也有利于调整从前池进入流道的水流;所述中隔墩 4 分为头部圆弧段、中部直段和尾部圆弧段等 3 部分,其几何参数包括中隔墩长度 L_g 、厚度 B_g 、头部圆弧半径 R_{g1} 、尾部圆弧半径 R_{g2} 。

[0045] (3) 建立便于推广的肘形进水流道应用方法;

[0046] ①将所述肘形进水流道各几何尺寸参数相对值乘以泵站拟采用的水泵叶轮直径 D 得该泵站进水流道的所需尺寸;

[0047] ②所述直线段 1 的长度 L_1 根据泵站上部结构布置的需要,在已有尺寸的基础上加长或缩短,该段尺寸的调整对流道水力性能基本没有影响;

[0048] ③所述直线段 1 的底边倾角 β 根据肘弯段与泵站前池衔接的需要,在一定的范围内增加或减少, β 改变后该段各断面的高度保持不变;

[0049] ④所述圆台段 3 的高度 H_3 根据泵站的实际需要在已有尺寸的基础上适当增加或减少, H_3 的增加对提高肘形进水流道水力性能是有利的。

[0050] 实施例 1

[0051] (1) 本发明的肘形进水流道如下:

[0052] 以水泵叶轮直径 D 为基准值。本发明提供的肘形进水流道长度 L 为 $4.2D$ 、进口宽度 B_1 为 $2.4D$ 、高度 H 为 $1.85D$; 直线段 1 的长度 L_1 为 $2.92D$ 、进口高度 H_1 为 $1.65D$ 、底边倾角 β 为 5° 、顶板圆弧半径 $R = 0.25D + 0.2m$; 圆台段 3 的高度 $H_3 = 0.1065D + 0.4367m$ 、锥角 γ 为 8° 、进口直径 D_1 为 $1.008D$ 、出口直径 D_2 为 $0.973D$; 中隔墩 4 的长度 L_g 为 $2.5D$ 、厚度 $B_g = 0.1739D + 0.1913m$ 、头部圆弧半径 $R_{g1} = 0.3D$ 、尾部圆弧半径 $R_{g2} = 3D$; 肘弯段 2 的长度 L_2 为 $1.08D$ 、高度 H_w 为 $1.42D$ 、进口宽度 B_2 为 $2.4D$ 、进口高度 H_2 为 $0.83D$; 肘弯段 2 各断面的纵剖面上边线 5 的坐标 (X_{1i}, Y_{1i}) 、纵剖面下边线 6 的坐标 (X_{2i}, Y_{2i}) 、断面高度 H_{wi} 、断面宽度 B_{wi} 、断面过渡圆半径 R_{wi} 等数据见表 1, 肘弯段 2 各断面的位置如图 2 所示; 表 1 中肘弯段 2 纵剖面上边线 5 和纵剖面下边线 6 的坐标采用相对坐标系, 其原点为肘弯段纵剖面进口下边线坐标; 表 1 中各数据为相对值 (以水泵叶轮直径 D 为基准值)。

[0053] 表 1 肘弯段断面数据表

[0054]

断面 编号	上边线坐标		下边线坐标		断面高度 H_w	断面宽度 B_w	过渡圆半径 R_w
	(X_{w1}, Y_{w1})	(X_{w1}, Y_{w1})	(X_{w2}, Y_{w2})	(X_{w2}, Y_{w2})			
1	0.000	0.832	0.000	0.000	0.832	2.400	0.000
2	0.039	0.819	0.107	0.000	0.822	2.393	0.008
3	0.078	0.810	0.214	0.000	0.821	2.376	0.019
4	0.118	0.803	0.321	0.000	0.829	2.350	0.035
5	0.158	0.800	0.428	0.000	0.845	2.317	0.057
6	0.199	0.800	0.535	0.000	0.868	2.278	0.086
7	0.239	0.804	0.642	0.000	0.899	2.231	0.119
8	0.279	0.811	0.749	0.003	0.935	2.177	0.150
9	0.318	0.823	0.856	0.011	0.974	2.116	0.181
10	0.356	0.839	0.962	0.027	1.013	2.049	0.212
11	0.391	0.859	1.066	0.052	1.052	1.977	0.240
12	0.423	0.883	1.167	0.087	1.089	1.899	0.267
13	0.452	0.911	1.263	0.135	1.123	1.815	0.292
14	0.477	0.944	1.349	0.198	1.148	1.729	0.316
15	0.495	0.980	1.423	0.276	1.165	1.643	0.338
16	0.510	1.018	1.482	0.364	1.171	1.557	0.361
17	0.521	1.057	1.527	0.462	1.168	1.472	0.381
18	0.531	1.096	1.558	0.564	1.157	1.391	0.400
19	0.539	1.136	1.578	0.669	1.139	1.318	0.419
20	0.546	1.176	1.591	0.776	1.118	1.254	0.435
21	0.553	1.216	1.597	0.882	1.096	1.196	0.450
22	0.558	1.256	1.599	0.989	1.075	1.143	0.464
23	0.563	1.296	1.599	1.097	1.055	1.095	0.475
24	0.568	1.337	1.596	1.203	1.037	1.056	0.485
25	0.572	1.377	1.591	1.310	1.021	1.029	0.495
26	0.576	1.417	1.584	1.417	1.008	1.008	0.504

[0055] (2) 本发明的应用方法如下：

[0056] ①将所述肘形进水流道各几何尺寸的相对值乘以泵站拟采用的水泵叶轮直径 D 得该泵站进水流道实际所需的尺寸，所述肘形进水流道肘弯段 2 各断面的数据可调入 excel 表格中进行统一处理；

[0057] ②所述肘形进水流道直线段 1 的长度 L_1 为 $2.92D$ ，根据泵站上部结构布置的需要在此基础上改变 L_1 ， L_1 改变时相应改变所述中隔墩 4 的长度 L_g ， L_1 和 L_g 改变的方式如图 3 所示，图中，虚线表示 L_1 和 L_g 改变后的直线段 1 和中隔墩 4 的型线， ΔL 为 L_1 的改变量；

[0058] ③所述肘形进水流道直线段 1 的底边倾角 β 为 5° ，根据肘弯段 2 与泵站前池衔接的需要在此基础上改变 β ，其改变量 $\Delta\beta$ 不大于 5° ， β 改变后该段各断面的高度保持不变，倾角改变的方式如图 4 所示，图中虚线表示 β 改变后的直线段 1 型线；

[0059] ④所述肘形进水流道圆台段 3 的高度 $H_3 = 0.1065D + 0.4367m$ ，锥角 γ 为 8° ，根据泵站的实际需要改变 H_3 ，改变方式如图 5 中所示，圆台段 3 的进口直径 D_1 和出口直径 D_2 保持不变、锥角相应改变为 γ' ，图中：虚线表示 H_3 改变后的流道型线、 ΔH_3 为 H_3 的改变量，圆台段高度 H_3 的减少量不大于 $0.15D$ ；

[0060] ⑤上述直线段 1 和圆台段 3 几何参数的调整均不改变肘弯段的几何形体。

[0061] (3) 根据换算和调整后的所述肘形进水流道的几何参数，在 AUTO CAD 软件中绘制所需的肘形进水流道单线图。

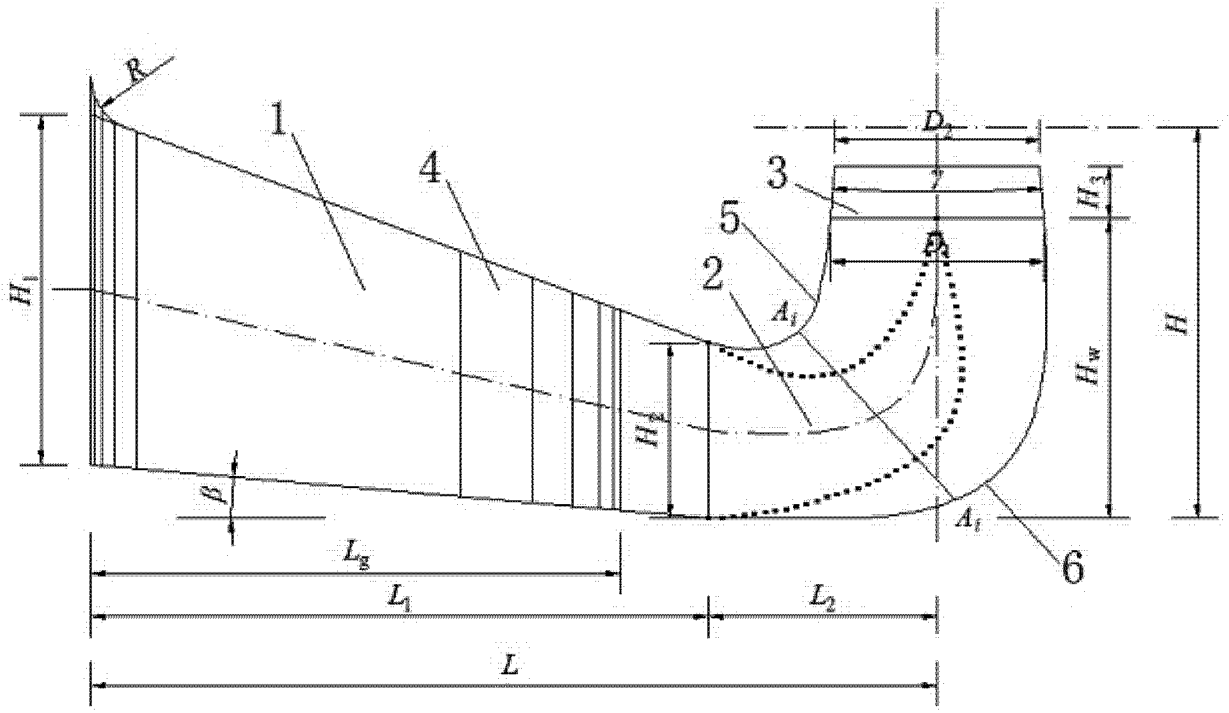


图 1a

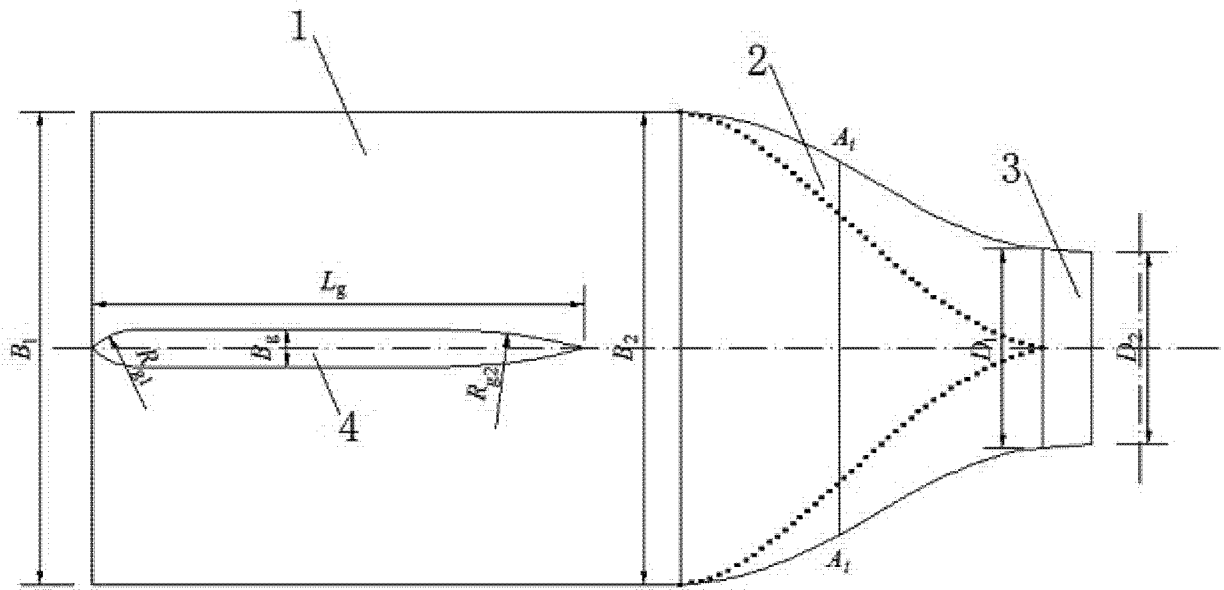


图 1b

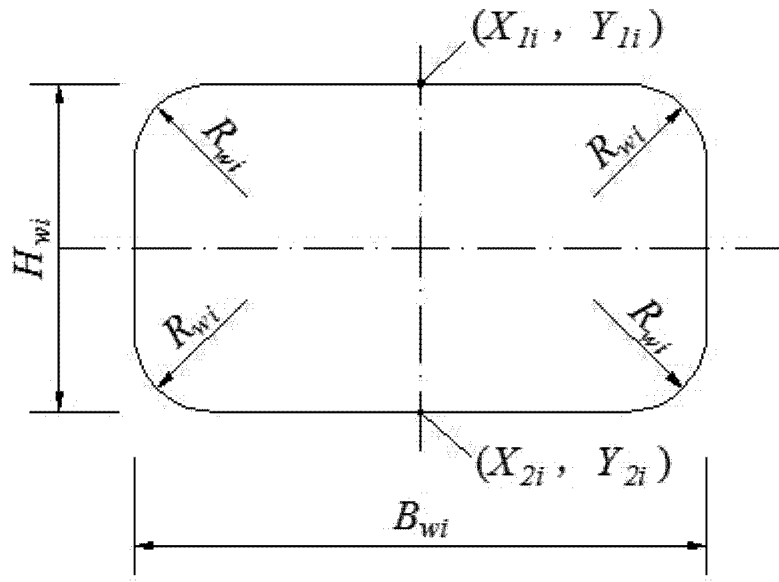


图 1c

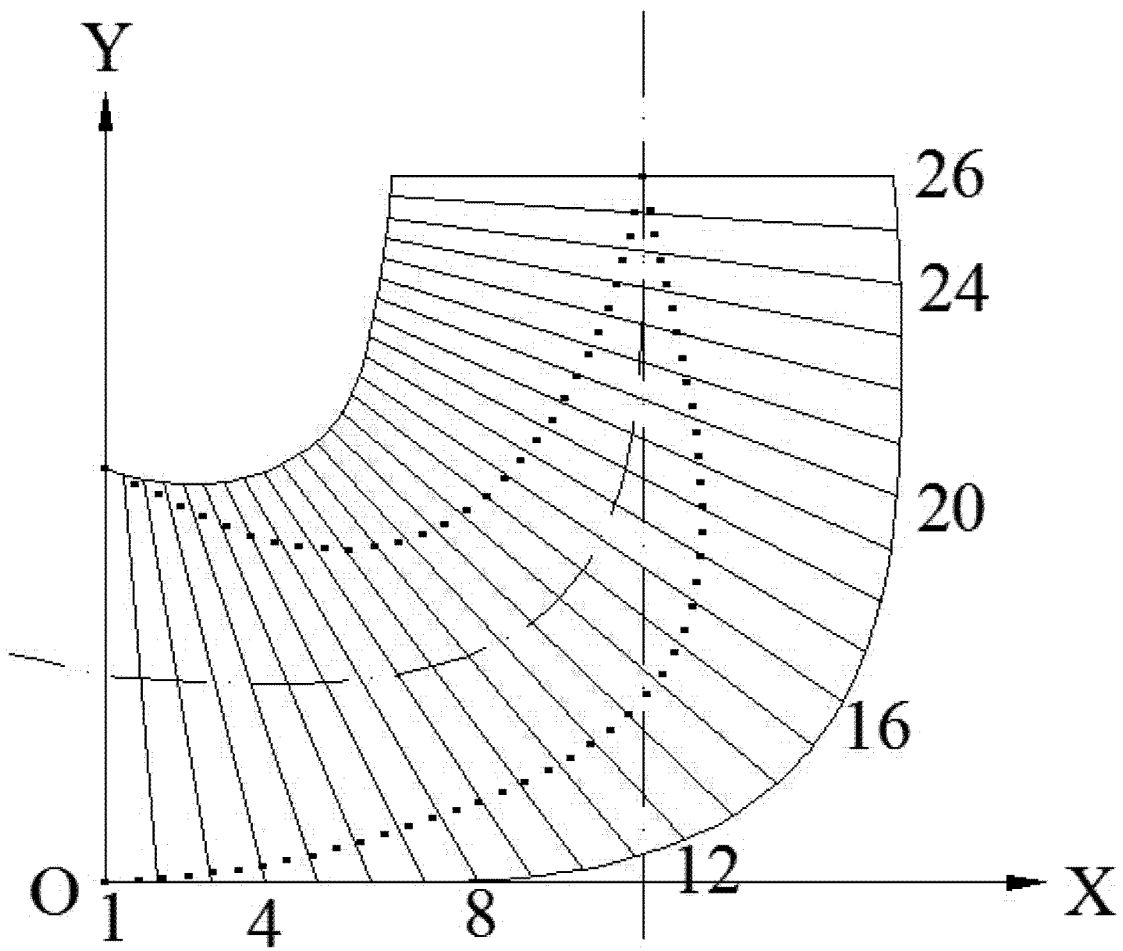


图 2a

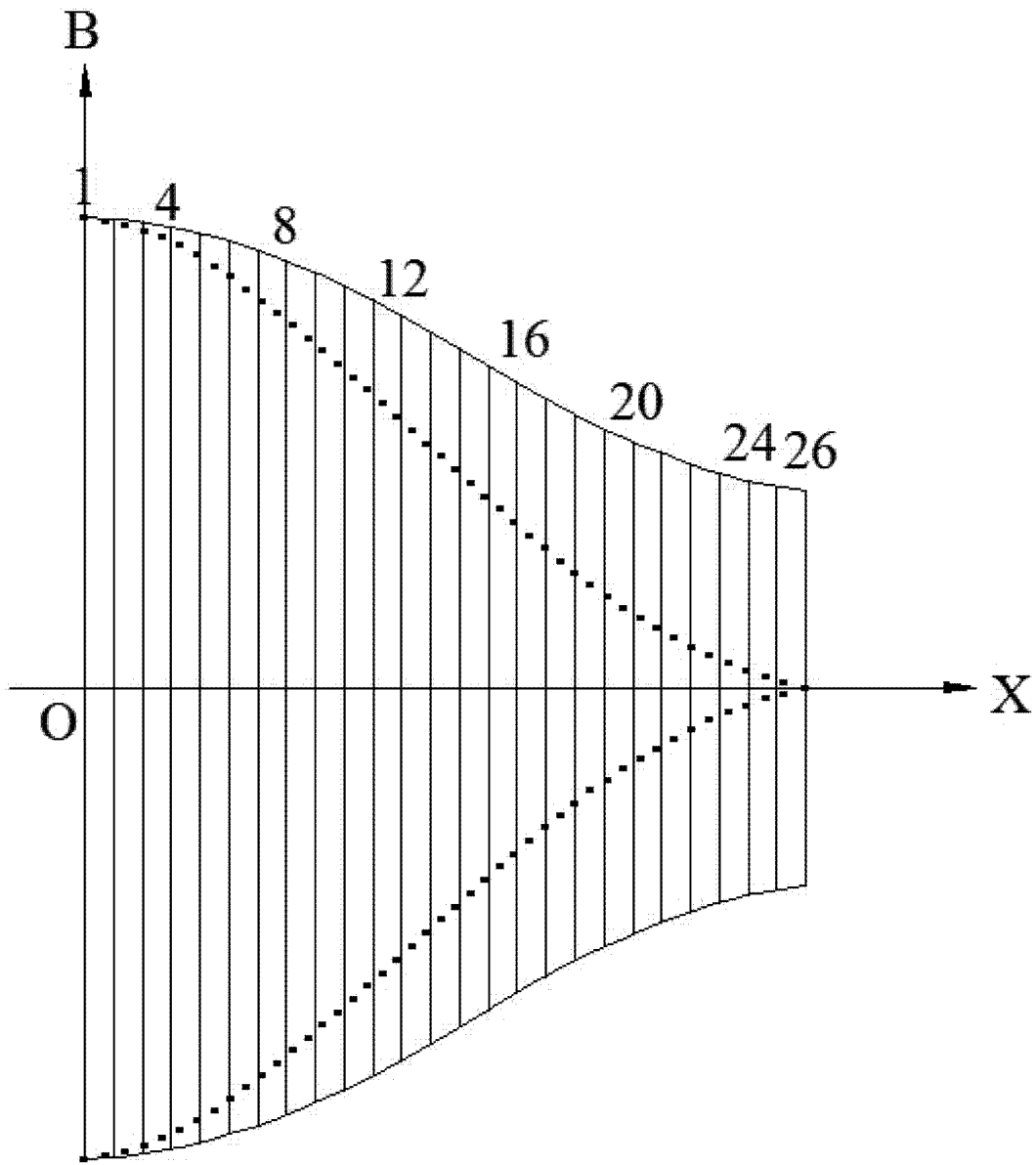


图 2b

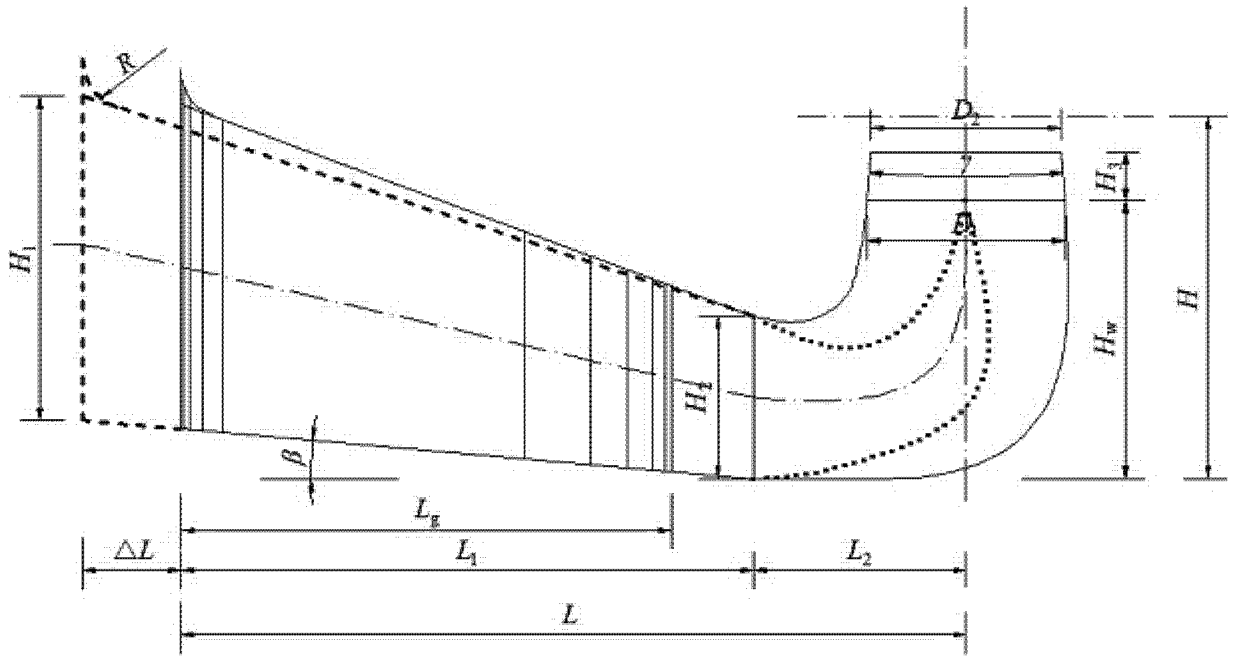


图 3a

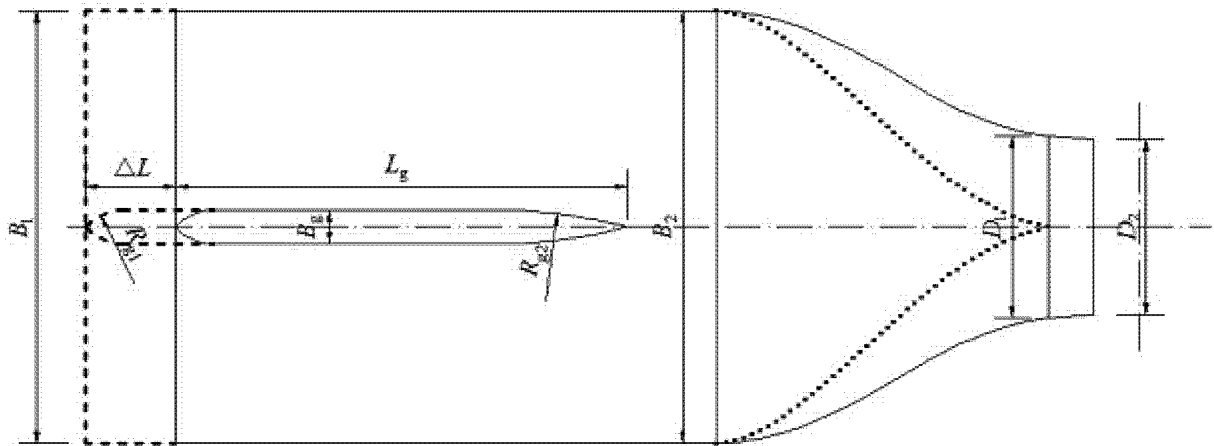


图 3b

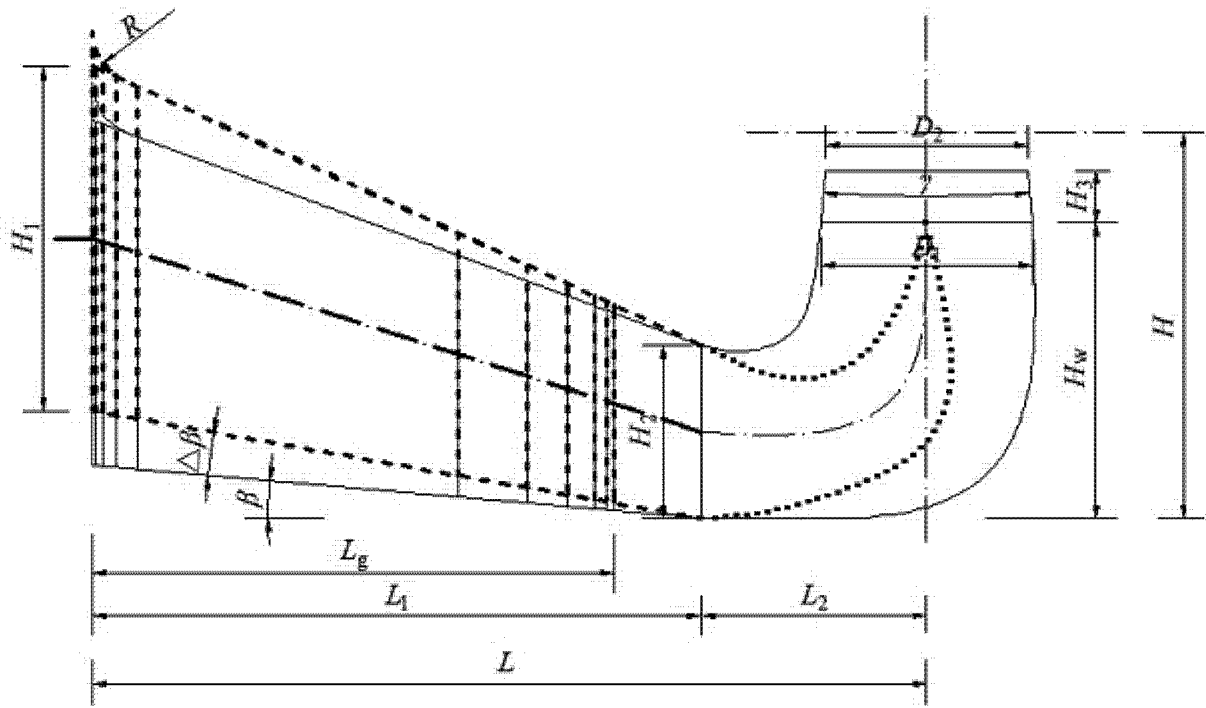


图 4a

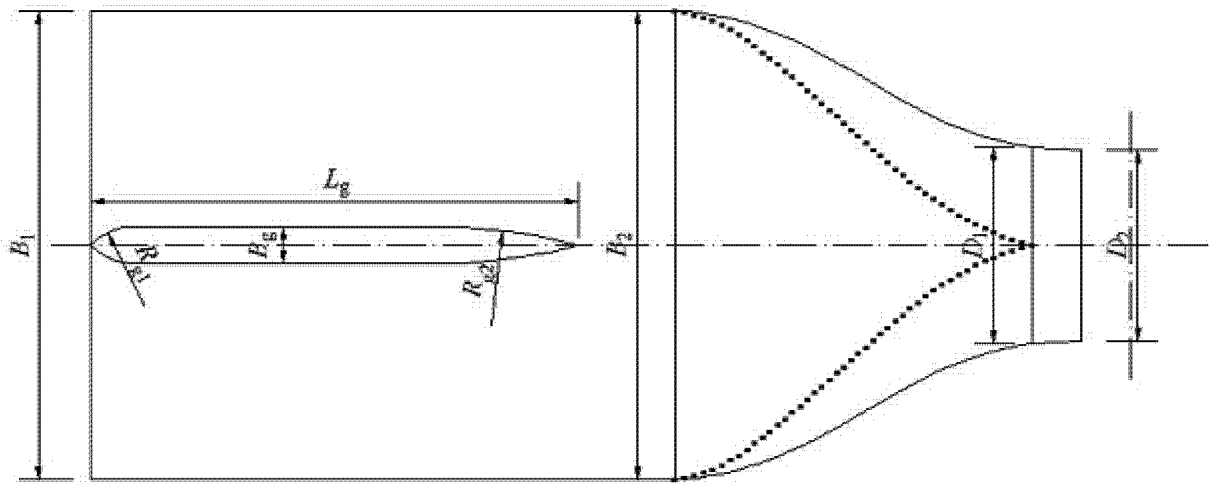


图 4b

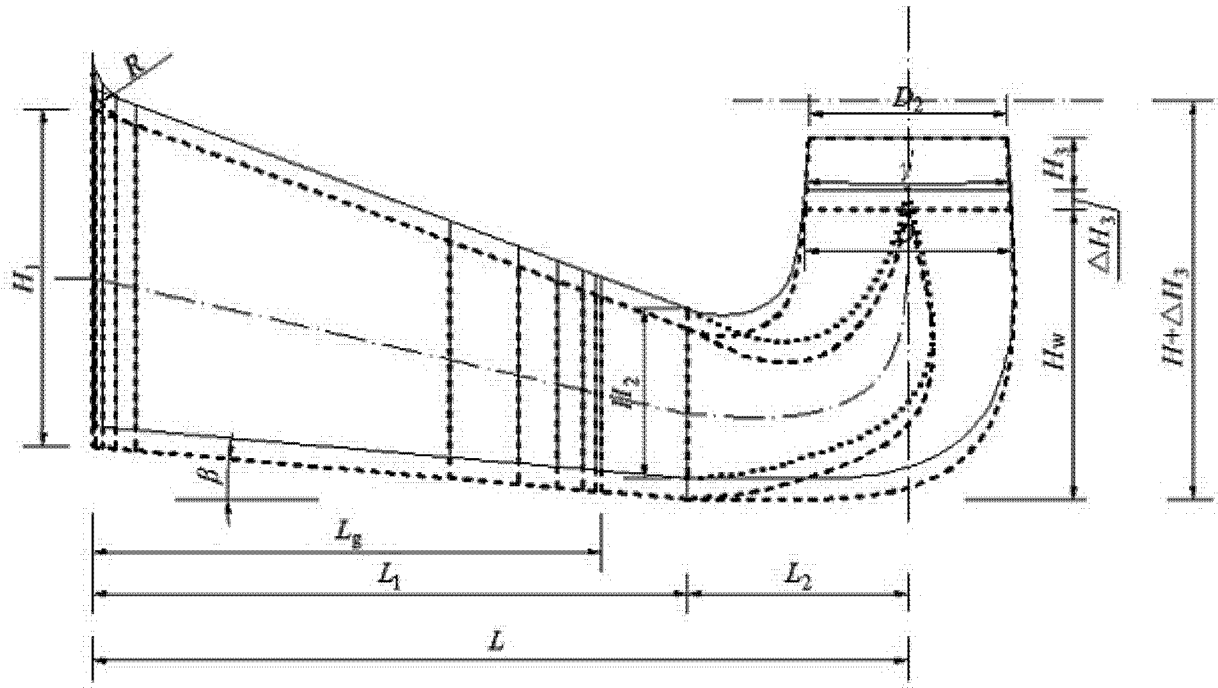


图 5a

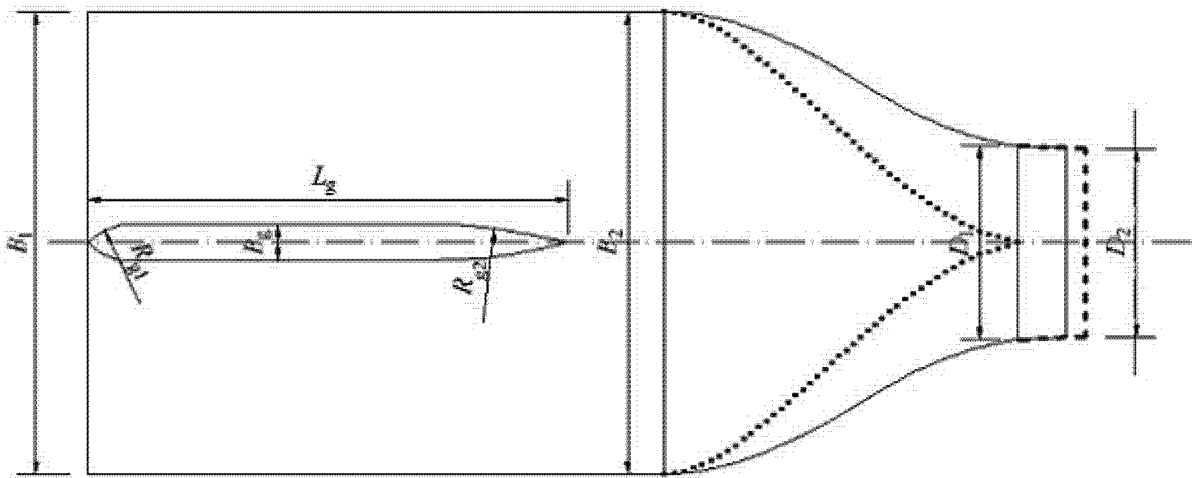


图 5b