ICS 91. 220
P 98

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 656—2014

泵站拍门技术导则

Technical guides for the flap valve of pumping stations

2014-11-05 发布　　2015-02-05 实施

中国水利水电出版社
电话查询:8008699855
手机查询:4007328366

中华人民共和国水利部　发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布水利行业标准的公告
（泵站拍门技术导则）

2014年第66号

中华人民共和国水利部批准《泵站拍门技术导则》(SL 656—2014)为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	泵站拍门技术导则	SL 656—2014		2014.11.5	2015.2.5

水利部

2014年11月5日

前　言

根据水利部水利行业标准制修订计划安排，按照《水利技术标准编写规定》（SL 1—2002）的要求，制定本导则。

本导则共5章和3个附录。主要技术内容有：

——总则；

——术语；

——拍门选择与布置；

——技术要求；

——安装与运行试验。

本导则为全文推荐。

本导则批准部门：**中华人民共和国水利部**

本导则主持机构：**水利部水利水电规划设计总院**

本导则解释单位：**水利部水利水电规划设计总院**

本导则主编单位：**水利部水利水电规划设计总院**

本导则参编单位：**中水淮河规划设计研究有限公司**
湖南搏浪沙水工机械有限公司

本导则出版、发行单位：**中国水利水电出版社**

本导则主要起草人：**伍　杰　秦钟建　叶　锋　刘　良**
罗　阳　严登丰　晋成龙

本导则审查会议技术负责人：**何成连**

本导则体例格式审查人：**郑　寓**

目　次

1　总则 …… 1
2　术语 …… 2
3　拍门选择与布置 …… 3
3.1　拍门选择 …… 3
3.2　拍门布置 …… 3
4　技术要求 …… 5
4.1　水力性能 …… 5
4.2　材料 …… 5
4.3　结构 …… 6
4.4　辅助设施 …… 6
5　安装与运行试验 …… 8
5.1　安装 …… 8
5.2　运行试验 …… 8
附录A　自由式拍门水头损失近似计算 …… 9
附录B　自由式拍门开启角近似计算 …… 10
附录C　自由式拍门停泵闭门撞击力近似计算 …… 14
标准用词说明 …… 18
条文说明 …… 19

1 总　　则

1.0.1 为规范泵站拍门技术要求，保证拍门工作可靠、运行安全、降低能耗、技术先进，制定本导则。

1.0.2 本导则适用于泵站水泵出水流（管）道出口断流用拍门的选择、设计、制造、安装、试验及验收。

1.0.3 本导则规定了水泵出水流（管）道出口断流用拍门的选择与布置、技术要求及安装与运行试验等方面的内容。

1.0.4 本导则的引用标准主要有以下标准：

《优质碳素结构钢》（GB/T 699）

《碳素结构钢》（GB/T 700）

《不锈钢焊条》（GB/T 983）

《铸造铜合金技术条件》（GB/T 1176）

《焊接用钢丝》（GB/T 1300）

《球墨铸铁件》（GB/T 1348）

《低合金高强度结构钢》（GB/T 1591）

《合金结构钢》（GB/T 3077）

《碳钢焊条》（GB/T 5117）

《低合金钢焊条》（GB/T 5118）

《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》（GB/T 5293）

《一般工程用铸造碳钢件》（GB/T 11352）

《水工金属结构防腐蚀规范》（SL 105）

《大型低合金钢铸件》（JB/T 6402）

1.0.5 泵站拍门除应符合本导则规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术　语

2.0.1 拍门　flap valve

装设在水泵出水流（管）道出口处，防止停机时水流倒灌的单向活门。

2.0.2 自由式拍门　free flap valve

无任何控制装置，完全靠水流冲开，靠自重或倒流水的冲击力关闭的拍门。

2.0.3 拍门安置角　placement angle

拍门止水平面与铅直方向的夹角。

2.0.4 拍门开启角　opening angle

拍门开启时，门体密封面与水平面或铅直面的夹角。

2.0.5 门座　base of flap valve

支撑拍门门体的基础部件。

2.0.6 密封装置　sealing device

为防止拍门门体与门座之间的止水周界渗漏水而设置的止水装置。

2.0.7 缓冲装置　damping device

为减小拍门关闭时拍门门体与门座撞击力而设置的装置。

3 拍门选择与布置

3.1 拍门选择

3.1.1 拍门选择应符合下列规定：

1 应满足泵站水泵出水流（管）道安全可靠地截断水流和保护机组的要求。

2 应根据机组运行要求、水泵扬程、出水流（管）道型式和尺寸等因素综合泵站节能设计进行技术经济比较后确定。

3 孔口尺寸 1200mm 及以下的拍门宜优先选用技术成熟、运行可靠的定型产品。

4 孔口尺寸 1200mm 以上的拍门可选用双节式、多扇组合式、自由侧向式或带有控制装置等型式的节能型拍门。

5 应根据水质、自然环境和运行条件，选用合适的制作材料并采取有效的防腐蚀措施。

3.1.2 孔口尺寸 1200mm 及以下的拍门宜采用自由侧向式或浮箱式等节能型拍门。

3.1.3 泵站采用圆形拍门时，其公称直径不宜大于 2000mm。

3.1.4 孔口尺寸 2000mm 及以上的拍门宜进行专项设计，必要时应进行拍门模型试验研究，经验收合格后方可采用。

3.2 拍门布置

3.2.1 拍门布置应保证安全运行，满足安装、维护和检修方便的要求，并做到整齐、美观。

3.2.2 孔口尺寸 1600mm 及以下的拍门可布置在开敞式出水池内或压力水箱内。

3.2.3 孔口尺寸 1600mm 以上的拍门宜布置在开敞式出水池内。

3.2.4 拍门控制及辅助设施等布置应保证安全运行，方便管理

和维护。

3.2.5 水工建筑物应预留便于拍门及其辅助设施搬运、安装、检修用的吊环、空间位置或操作平台。

3.2.6 压力水箱内布置拍门时应预留检修孔。

4 技术要求

4.1 水力性能

4.1.1 按水泵设计流量复核拍门出口处流速，流速不宜大于2.0m/s。自由式拍门水头损失近似计算见附录A。

4.1.2 设计工况下整体自由式拍门开启角应大于60°；双节自由式拍门上节门开启角宜大于50°，下节门开启角宜大于65°，上、下节门开启角差不宜大于20°。增大拍门开度可采用减小门重、调整重心、采用空箱结构或于空箱中填充轻质材料等措施。当采用加平衡重措施时，应有充分论证。自由式拍门开启角近似计算见附录B。

4.1.3 侧向式拍门的设计开启角度宜为85°，不应小于80°，不应大于或等于90°。

4.2 材　料

4.2.1 焊接结构材料可采用Q235、Q345等钢材，其质量标准应符合GB/T 700、GB/T 1591规定。

4.2.2 铸件材料应符合下列要求：

1 碳素钢铸钢件可采用ZG230－450、ZG270－500、ZG310－570、ZG340－640等铸钢，其质量标准应符合GB/T 11352的规定。

2 合金铸钢件可采用ZG35CrMo、ZG42CrMo、ZG40Cr等铸钢，其质量标准应符合JB/T 6402的规定。

3 球墨铸铁可采用QT 450－10、QT 500－7等铸铁，其质量标准应符合GB/T 1348的规定。

4.2.3 锻件材料应符合下列要求：

1 碳钢锻件可采用35号、45号钢等锻钢，其质量标准应符合GB/T 699的规定。

2　合金钢锻件可采用 35Mn2、40Cr 等锻件，其质量标准应符合 GB/T 3077 的规定。

4.2.4　焊接材料应符合下列要求：

1　手工焊接用的焊条应采用 GB/T 5117、GB/T 5118、GB/T 983 中的有关型号。选择的焊条型号应与主体金属材料相适应。

2　自动焊和半自动焊应采用与主体金属强度相适应的焊丝和焊剂，焊丝和焊剂应符合 GB/T 1300、GB/T 5293 的规定。

4.2.5　轴承可采用青铜或自润滑材料。青铜的性能应符合 GB/T 1176 的规定。

4.2.6　止水材料可根据运行条件采用橡皮等高分子材料或其他形式止水材料。

4.2.7　防腐材料应符合 SL 105 的规定。

4.3　结　　构

4.3.1　拍门门体宜采用焊接钢结构。拍门公称直径不大于 800mm 的整体自由式拍门可采用球墨铸铁或具有抗冲击性能的非金属材料制作。拍门结构应满足强度、刚度和稳定性要求；结构设计应考虑停泵产生的撞击力。对撞击力较大的应设置缓冲装置，以减小闭门撞击力。自由式拍门停泵闭门撞击力近似计算见附录 C。

4.3.2　拍门止水工作面宜与门座进行整体配合机械加工。

4.3.3　拍门铰座可采用焊接结构、铸钢或锻钢；拍门铰座吊耳孔宜加设自润滑耐磨衬套。

4.3.4　拍门闭门应保证机组的安全。

4.4　辅 助 设 施

4.4.1　拍门后流（管）道应设通气孔，通气孔应有防护设施。通气孔面积可按公式（4.4.1）计算确定：

$$S \geqslant (0.015 \sim 0.03)A \qquad (4.4.1)$$

式中　S——通气孔面积，m^2；

　　A——孔口（管道）面积，m^2。

4.4.2　控制装置等辅助设施的动作应满足泵站各工况下拍门闭门截断水流保护水泵机组的要求。

5 安装与运行试验

5.1 安　　装

5.1.1 拍门安装前应对拍门及其基础进行全面检查，按设计图纸进行尺寸复测，合格后方可安装。

5.1.2 拍门安装时应保证拍门安置角和密封性能符合设计要求。

5.2 运 行 试 验

5.2.1 拍门安装后应进行无水动作试验，应满足下列要求：

1 拍门运转动作灵活，无异常声响，活动部件与固定部件间无卡阻现象。

2 拍门密封装置良好。

3 设有缓冲装置的拍门，缓冲装置动作正常。

5.2.2 拍门无水动作试验合格后方可进行拍门现场断流试验，试验运行时应检查拍门的运行状况，发现问题及时处理并做好运行记录。

5.2.3 拍门运行试验合格后，应提交运行试验报告。

附录A　自由式拍门水头损失近似计算

A.0.1　拍门局部水头损失系数可按公式（A.0.1）计算。

$$\zeta_P = 0.012e^{0.076(90-\alpha+\alpha_B)} \tag{A.0.1}$$

式中　ζ_P——拍门局部水头损失系数；

α——拍门开启角，(°)；

α_B——流（管）道中心线与水平面夹角，(°)。

A.0.2　拍门局部水头损失值可按公式（A.0.2）计算。

$$\Delta h_P = \zeta_P \frac{v^2}{2g} \tag{A.0.2}$$

式中　Δh_P——拍门水头损失值，m；

ζ_P——拍门局部水头损失系数；

v——流（管）道出口流速，m/s；

g——重力加速度，m/s^2。

A.0.3　泵站出口总水头损失值可按公式（A.0.3）计算。

$$\Delta h_t = (1+\zeta_p)\frac{v^2}{2g} \tag{A.0.3}$$

式中　Δh_t——拍门水头损失值，m；

ζ_P——拍门局部水头损失系数；

v——流（管）道出口流速，m/s；

g——重力加速度，m/s^2。

附录 B　自由式拍门开启角近似计算

B. 0. 1　整体自由式拍门开启角如图 B. 0. 1 所示。当拍门前管（流）道任意布置，门外两边无侧墙时，可按公式（B. 0. 1 - 1）计算；当拍门前管（流）道水平布置，门外两边有侧墙时，可按公式（B. 0. 1 - 2）计算。

$$\sin\alpha = \frac{m}{2}\cos^2(\alpha - \alpha_B) \qquad \text{(B. 0. 1 - 1)}$$

$$\sin\alpha = \frac{m}{4}\frac{\cos^3\alpha}{(1-\cos\alpha)^2} \qquad \text{(B. 0. 1 - 2)}$$

式中　α——拍门开启角，(°)；

α_B——管（流）道中心线与水平面的夹角，(°)；

m——与水泵运行工况、管（流）道尺寸、拍门设计参数有关的参数。

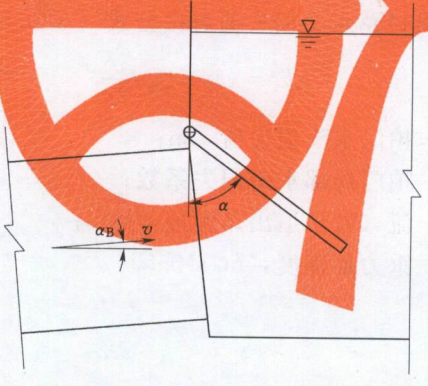

图 B. 0. 1　整体自由式拍门开启角示意图

B. 0. 2　与水泵运行工况、管（流）道尺寸、拍门设计参数有关的参数，其值按公式（B. 0. 2）计算。

$$m = \frac{2\rho Q v L_c}{G L_g - W L_w} \qquad \text{(B. 0. 2)}$$

式中 m——与水泵运行工况、管（流）道尺寸、拍门设计参数有关的参数；

ρ——水体密度，kg/m^3；

Q——水泵流量，m^3/s；

v——管（流）道出口流速，m/s；

G——拍门自重力，N；

W——拍门浮力，N；

L_c——拍门水流冲力作用平面形心至门铰轴线的距离，m；

L_g——拍门重心至门铰轴线的距离，m；

L_w——拍门浮心至门铰轴线的距离，m。

B.0.3 双节自由式拍门开启角，如图 B.0.3 所示。双节自由式拍门开启角按公式（B.0.3-1）和公式（B.0.3-2）联立方程用数值计算方法求解。

$$\sin\alpha_1 = m_1\cos^2(\alpha_1-\alpha_B) + m_3\frac{\cos(\alpha_2-\alpha_B)[\cos(\alpha_1-\alpha_B)+\sin(\alpha_2-\alpha_1)]}{4\left[1-\frac{h_1}{h_1+h_2}\cos(\alpha_1-\alpha_B)\right]^2} \tag{B.0.3-1}$$

$$\sin\alpha_2 = m_2\frac{\cos^2(\alpha_2-\alpha_B)}{4\left[1-\frac{h_1}{h_1+h_2}\cos(\alpha_1-\alpha_B)\right]^2} \tag{B.0.3-2}$$

式中 α_1，α_2——上节拍门和下节拍门开启角，(°)；

α_B——管（流）道中心线与水平面的夹角，(°)；

h_1，h_2——上节拍门和下节拍门的高度，m；

m_1，m_2，m_3——与水泵运行工况、管（流）道尺寸、拍门设计参数有关的参数。

B.0.4 与水泵运行工况有关的参数可按公式（B.0.4）计算。

$$m_1 = \frac{\rho Q v L_{c1} h_1}{(h_1+h_2)[G_1L_{g1}-W_1L_{w1}+(G_2-W_2)h_1]} \tag{B.0.4}$$

式中 m_1——与水泵运行工况有关的参数；

ρ——水体密度，kg/m^3；

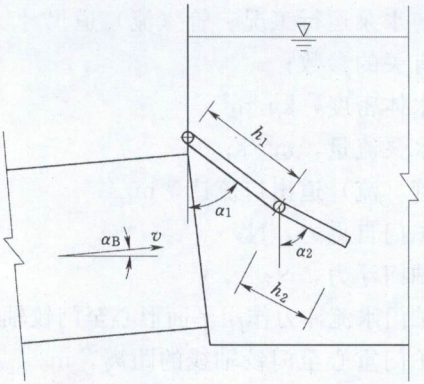

图 B.0.3　双节自由式拍门开启角示意图

Q——水泵流量，m^3/s；

v——（流）道出口流速，m/s；

h_1，h_2——上节拍门和下节拍门的高度，m；

G_1，G_2——上节拍门和下节拍门的自重力，N；

W_1，W_2——上节拍门和下节拍门的浮力，N；

L_{g1}——上节拍门的重心至门铰轴线的距离，m；

L_{w1}——上节拍门的浮心至门铰轴线的距离，m；

L_{c1}——上节拍门水流冲力作用平面形心至相应门铰轴线的距离，m。

B.0.5　与管（流）道尺寸有关的参数可按公式（B.0.5）计算。

$$m_2 = \frac{\rho Q v L_{c2} h_2}{(h_1 + h_2)(G_2 L_{g2} - W_2 L_{w2})} \tag{B.0.5}$$

式中　m_2——与管（流）道尺寸有关的参数；

ρ——水体密度，kg/m^3；

Q——水泵流量，m^3/s；

v——管（流）道出口流速，m/s；

h_1，h_2——上节拍门和下节拍门的高度，m；

G_2——上节拍门和下节拍门的自重力，N；

W_2——上节拍门和下节拍门的浮力，N；

L_{g2}——下节拍门的重心至门铰轴线的距离，m；

L_{w2}——下节拍门的浮心至门铰轴线的距离，m；

L_{c2}——下节拍门水流冲力作用平面形心至相应门铰轴线的距离，m。

B.0.6 与管（流）道尺寸有关的参数可按公式（B.0.6）计算。

$$m_3 = \frac{\rho Q v h_1 h_2}{(h_1 + h_2)[G_1 L_{g1} - W_1 L_{w1} + (G_2 - W_2) h_1]} \tag{B.0.6}$$

式中 m_3——与拍门设计参数有关的参数；

h_1，h_2——上节拍门和下节拍门的高度，m；

ρ——水体密度，kg/m^3；

Q——水泵流量，m^3/s；

v——管（流）道出口流速，m/s；

G_1，G_2——上节拍门和下节拍门的自重力，N；

W_1，W_2——上节拍门和下节拍门的浮力，N；

L_{g1}——上节拍门的重心至门铰轴线的距离，m；

L_{w1}——上节拍门的浮心至门铰轴线的距离，m。

附录C　自由式拍门停泵闭门撞击力近似计算

C.0.1　停泵后正转正流时间可按公式（C.0.1）计算。

$$T_1 = \frac{\eta}{\rho g Q H}\left[J(\omega_0^2 - \omega^2) + \rho M Q^2\right] \qquad (C.0.1)$$

式中　T_1——停泵正转正流时间，s；

ρ——水体密度，kg/m^3；

g——重力加速度，m/s^2；

H——停泵前水泵运行扬程，m；

Q——停泵前水泵流量，m^3/s；

η——停泵前水泵运行效率；

J——机转动部件转动惯量，$kg \cdot m^2$；

ω_0——水泵额定角速度，rad/s；

ω——正转正流时段末水泵角速度，rad/s，ω 值可由水泵全特性曲线求得，或取轴流泵 $\omega=(0.5\sim0.7)\omega_0$，混流泵 ω、离心泵 $\omega=(0.4\sim0.5)\omega_0$；

M——与管（流）道尺寸有关的系数。

C.0.2　与管（流）道尺寸有关的系数，其值可按公式（C.0.2-1）计算，当管（流）道断面尺寸为常数时，其值可按公式（C.0.2-2）计算。

$$M = \int_0^L \frac{dl}{f(l)} \qquad (C.0.2-1)$$

$$M = L/A \qquad (C.0.2-2)$$

式中　M——与管（流）道尺寸有关的系数；

L——管（流）道进口至出口总长度，m；

$f(l)$——管（流）道断面积沿长度变化的函数；

A——管（流）道断面积，m^2。

C.0.3 停泵后正转逆流时间可按公式（C.0. 3）计算。

$$T_2 = T_1 \frac{\omega}{\omega_0 - \omega} \tag{C.0.3}$$

式中 T_1——停泵正转正流时间，s；

T_2——停泵正转逆流时间，s；

ω_0——水泵额定角速度，rad/s；

ω——正转正流时段末水泵角速度，rad/s，ω 值可由水泵全特性曲线求得，或取轴流泵 ω=（0.5～0.7）ω_0，混流泵 ω、离心泵 ω=（0.4～0.5）ω_0。

C.0.4 整体自由式拍门停泵下落运动：正流阶段运动可由方程（C.0. 4-1）求解，逆流阶段运动可由方程（C.0.4-2）求解。

$$\alpha'' = a\alpha'^2 - b\sin\alpha + c_1\left(1 - \frac{t}{T_1}\right)^2 \cos^2\alpha \tag{C.0.4-1}$$

$$\alpha'' = a\alpha'^2 - b\sin\alpha - c_2\frac{t}{T_2} \tag{C.0.4-2}$$

式中 α——拍门瞬时位置角度，rad；

α'——拍门运动角速度，rad/s；

α''——拍门运动角加速度，rad/s^2；

t——时间，s；

T_1、T_2——停泵后正转正流和正转逆流历时，s；

a、b、c_1、c_2——与水泵运行工况、管（流）道尺寸、拍门设计参数有关的常数。

C.0.5 与水泵运行工况、管（流）道尺寸、拍门设计参数有关的常数可分别按公式（C.0.5-1）～公式（C.0.5-4）计算。

$$a = \frac{1}{4J_p}K\rho B\left[(h+e)^4 - e^4\right] \tag{C.0.5-1}$$

$$b = \frac{GL_g - WL_w}{J_p} \tag{C.0.5-2}$$

$$c_1 = \rho QvL_c/J_p \tag{C.0.5-3}$$

$$c_2 = \rho gHBhL_y/J_p \tag{C.0.5-4}$$

式中 a、b、c_1、c_2——与水泵运行工况、管（流）道尺寸、拍

门设计参数有关的常数；

B——拍门宽度，m；

h——拍门高度，m；

e——拍门顶至门铰轴线的距离，m；

J_p——拍门绕铰轴线转动惯量，kg·m^2；

K——拍门运动阻力系数，可取 $K=1\sim1.5$；

G——拍门的自重力，N；

W——拍门的浮力，N；

L_g——拍门重心至门铰轴线的距离，m；

L_w——拍门浮心至门铰轴线的距离，m；

ρ——水体密度，kg/m^3；

g——重力加速度，m/s^2；

Q——停泵前水泵流量，m^3/s；

v——停泵前管（流）道出口流速，m/s；

L_c——拍门水流冲击力作用平面形心至门铰轴线的距离，m；

L_y——拍门反向水压力作用平面形心至门铰轴线的距离，m。

C.0.6 拍门停泵下落运动方程可用布里斯近似积分、龙格-库塔法或其他数值计算方法求解。

C.0.7 拍门撞击力可按公式（C.0.7）计算。

$$N=\frac{1}{L_n}\left[\left(M_y-\frac{1}{2}M_R\right)+\sqrt{\left(M_y-\frac{1}{2}M_R\right)^2+\frac{SE}{\delta}J_p\,\omega_m^2\,L_n^2}\right] \tag{C.0.7}$$

式中 N——拍门撞击力，N；

L_n——撞击力作用点至门铰轴线的距离，m；

M_y——拍门水压力绕门铰轴线的力矩，N·m；

M_R——拍门运动阻力绕门铰轴线的力矩，N·m；

ω_m——拍门下落运动计算所得闭门角速度，rad/s；

S——拍门缓冲块撞击接触面积，m^2；

E——缓冲块弹性模量，N/m^2；

δ——缓冲块厚度，m。

C.0.8 拍门水压力绕门铰轴线的力矩和拍门运动阻力绕门铰轴线的力矩可分别按公式（C.0.8-1）和公式（C.0.8-2）计算。

$$M_y = \frac{1}{2}\rho g H h^2 B \qquad \text{(C.0.8-1)}$$

$$M_R = \frac{1}{4}KB\rho h^4 \omega_m^2 \qquad \text{(C.0.8-2)}$$

式中 h——拍门高度，m；

B——拍门宽度，m；

H——拍门下落运动计算所得作用水头，m；

ω_m——拍门下落运动计算所得闭门角速度，rad/s；

ρ——水体密度，kg/m^3；

g——重力加速度，m/s^2；

K——拍门运动阻力系数，可取 $K=1\sim1.5$。

标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要　求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推　荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允　许
不必	不需要、不要求	

中华人民共和国水利行业标准

泵站拍门技术导则

SL 656—2014

条 文 说 明

目　　次

3　拍门选择与布置…… 21
4　技术要求…… 29
5　安装与运行试验…… 31

3 拍门选择与布置

3.1 拍门选择

3.1.1 孔口尺寸为泵站出水流（管）道出口的当量直径。泵站流（管）道出水口断面一般为圆形或矩形，出水口为圆形时，孔口尺寸为出水口断面直径；出水口为矩形时，孔口尺寸为当量孔口直径。矩形流（管）道出水口的当量孔口直径可按公式（1）计算：

$$D=\frac{2BH}{B+H} \tag{1}$$

式中 D——当量孔口直径，mm；

B——矩形出水口宽度，mm；

H——矩形出水口高度，mm。

节能型拍门指采用新材料、新技术、新工艺或其他辅助设施等措施，具有增大开启角度，改善过流条件，减小阻力和降低运行能耗特点的拍门。

侧向式拍门，又称为“节能型侧向式全自动止回装置”，拍门采用“自由侧向式水平开启”方式替代传统“悬吊式垂直上下开启”方式，并具有靠自重自动关闭的能力。侧向式拍门已经用于湖北、湖南、安徽、江西、甘肃和广东等省的实际工程中。有关检测机构实测数据表明，这种拍门的开启角度可达85°，节能效果明显，提高了泵站装置效率，且运行平稳，闭门冲击力小，该产品已被列入水利部“948”项目，正积极推广。

为了增加孔口尺寸1200mm以上拍门的开启角、减小水力损失和拍门停泵闭门时的撞击力，可采用双节式、多扇组合式或自由侧向式等型式拍门，也可根据工况实际情况设置机械平衡、油压装置等辅助设备控制拍门开启角度、闭门速度及撞击力。

根据国内已使用过的自由式拍门的经验，列举典型拍门示意

图如图 1～图 7 所示，并对各种拍门的主要特点和使用条件作简要说明，供选用拍门时参考。

自由式圆形铸铁拍门（如图 1 所示），拍门直径适用范围约为 350～1600mm。其材质为铸铁，曾在一些泵站使用中出现不少问题，且其局部水力损失系数较大，运行能耗较大。因此，从安全和节能等方面考虑一般不建议选用，但可用于年运行时间短且可靠性要求不高的小型泵站。

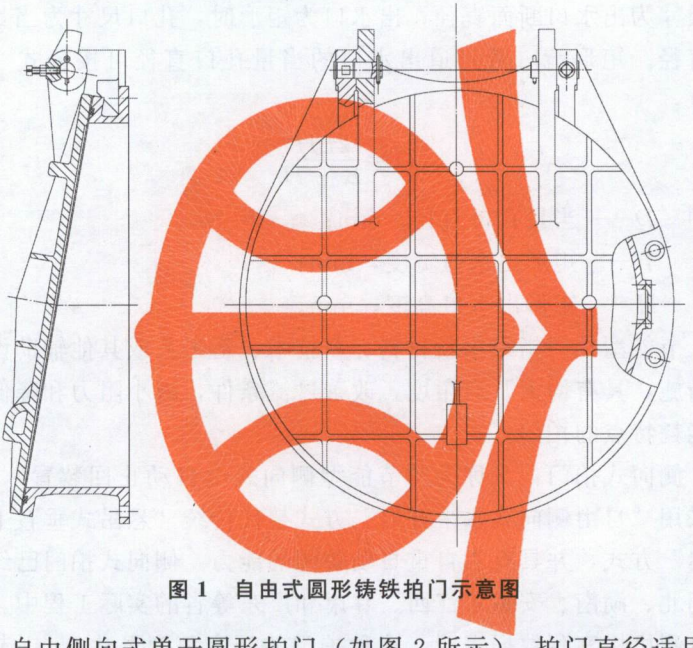

图 1　自由式圆形铸铁拍门示意图

自由侧向式单开圆形拍门（如图 2 所示），拍门直径适用范围约为 350～1000mm。当拍门直径小于 1000mm 时，建议采用自由侧向式单开圆形拍门代替自由式圆形铸铁拍门。

自由侧向式双开圆形拍门（如图 3 所示），拍门直径适用范围约为 1200～2200mm；自由式圆形浮箱拍门（如图 4 所示），拍门直径适用范围约为 1400～3000mm。因此，当拍门直径大于 1000mm 且小于 2000mm 时可采用这两种型式的拍门。

自由式方形浮箱拍门（如图 5 所示）、自由侧向式双开方形拍门

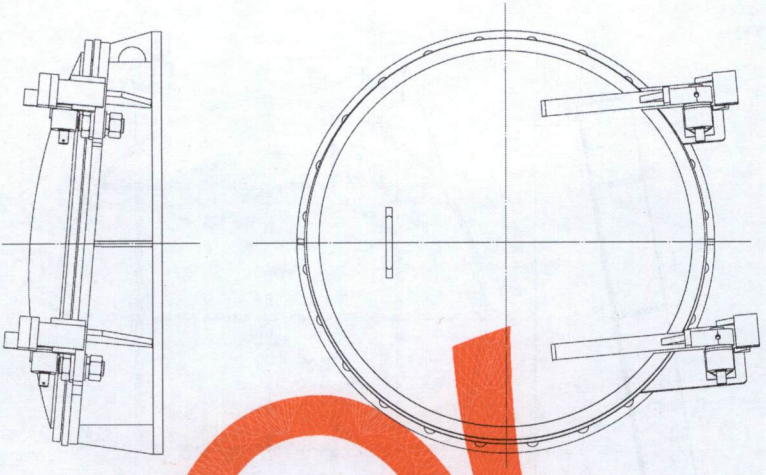

图 2　自由侧向式单开圆形拍门示意图

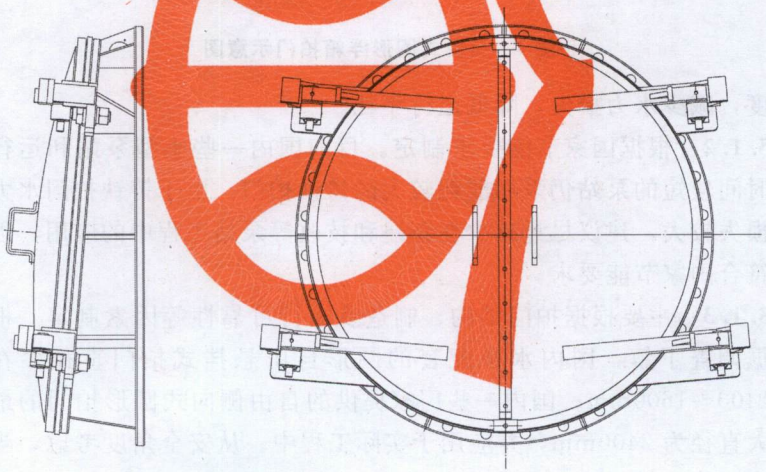

图 3　自由侧向式双开圆形拍门示意图

（如图 6 所示）和自由式双节方形浮箱拍门（如图 7 所示）在大中型泵站应用较多，其尺寸根据水泵出水流道出口的尺寸确定，拍门需进行专门设计。对年运行时间长和装置效率要求较高的泵站一般采用自由式双节方形浮箱拍门，以利于增大拍门开启角

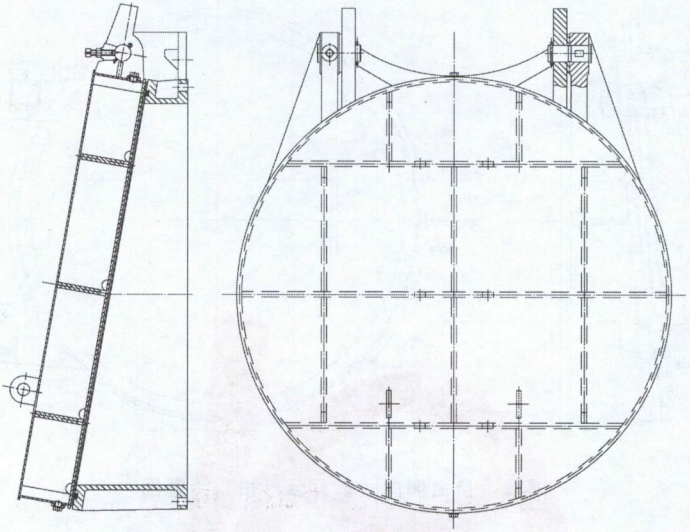

图 4　自由式圆形浮箱拍门示意图

度，减少水力损失，降低运行年耗。

3.1.2　根据国家节能要求制定。目前国内一些小型泵站和运行时间较短的泵站仍采用能耗较大的铸铁拍门。由于铸铁拍门水力损失较大，建议尽量减少在新建和技改等泵站工程中的应用，以符合国家节能要求。

3.1.3　主要根据拍门结构、制造及运行可靠性等因素制定。根据调查了解，国内水泵配套的圆形自由悬挂式拍门直径多在1400～1600mm；国内一些厂家提供的自由侧向式圆形拍门的最大直径为2400mm，并应用于实际工程中。从安全角度考虑，当流（管）道出口口径大于2000mm时一般不采用圆形拍门，而建议泵站流（管）道出口采用矩形出口形式，采用矩形拍门。

3.1.4　进行大型拍门的模型试验研究是必要的。结构尺寸较大的拍门其水力性能对泵站水泵装置的效率影响较大，同时闭门撞击力直接影响拍门和水工建筑物的安全，因此大型拍门的设计要根据泵站特点进行拍门模型试验，研究拍门的开启角度、闭门速

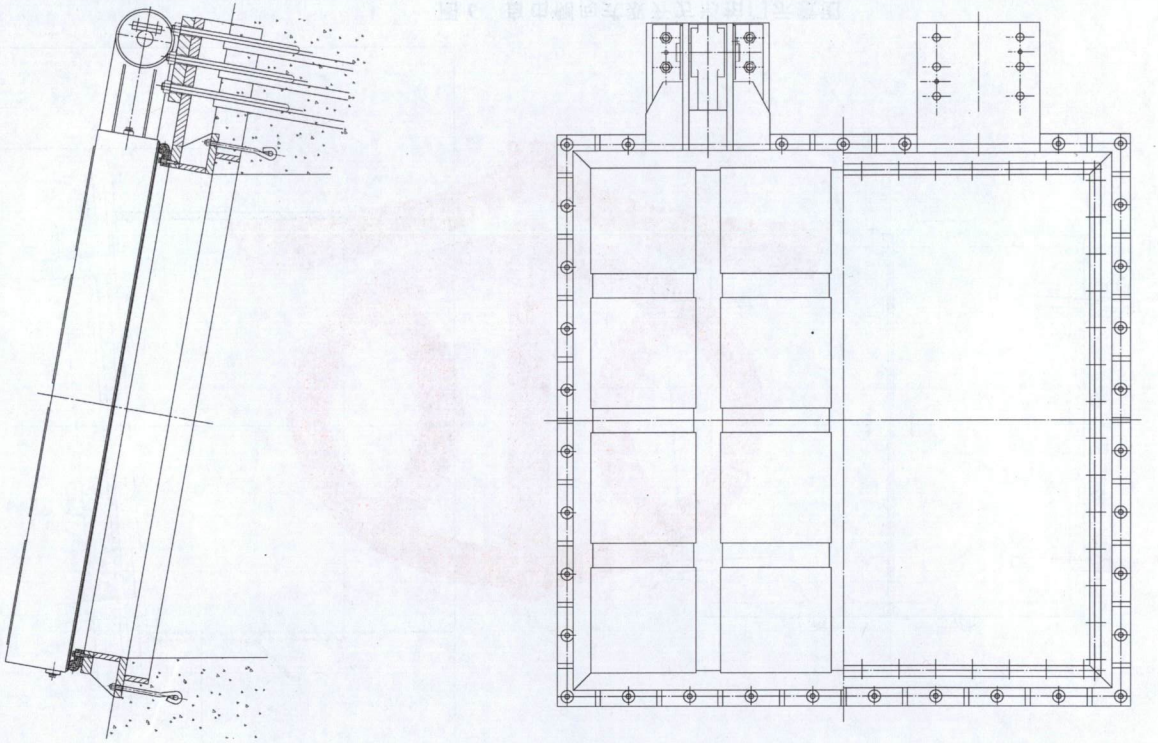

图 5　自由式方形浮箱拍门示意图

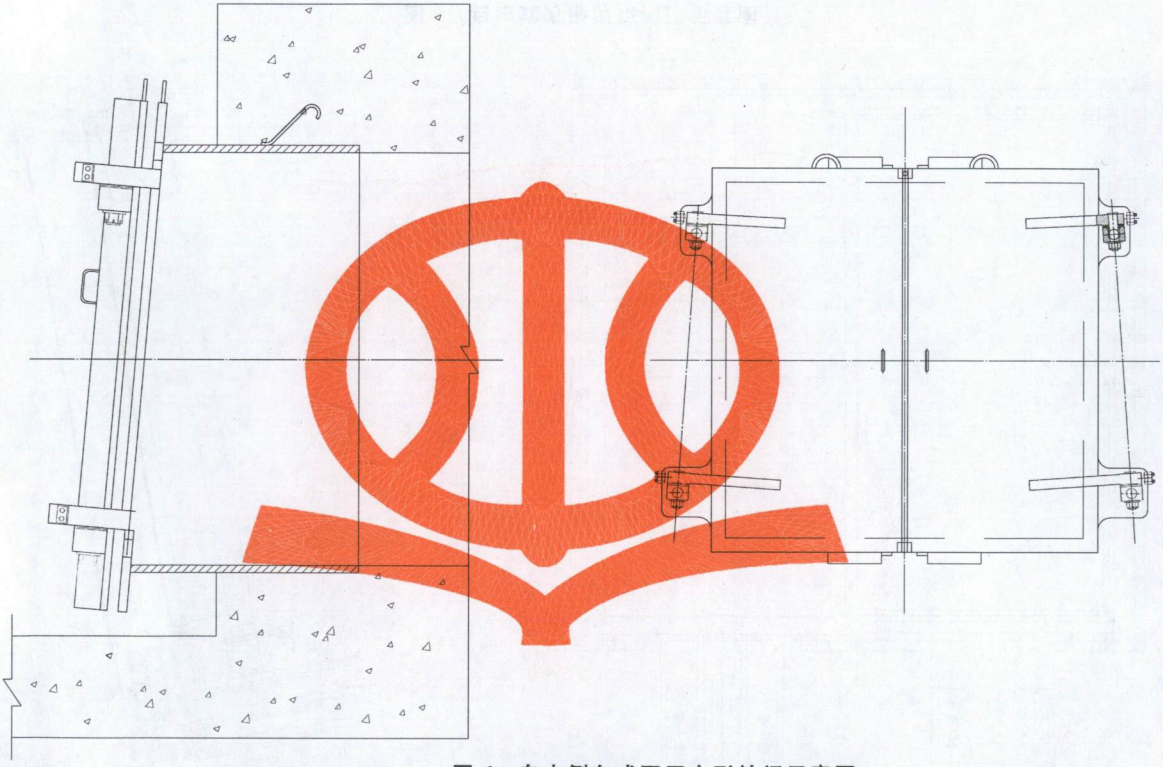

图 6　自由侧向式双开方形拍门示意图

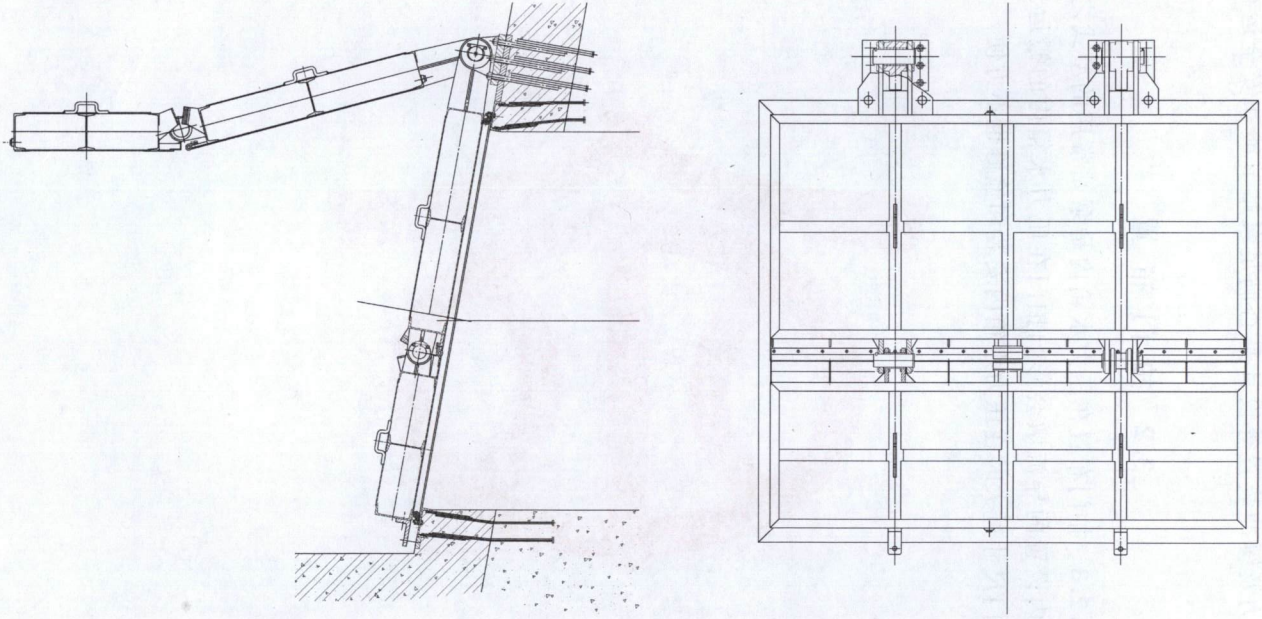

图 7　自由式双节方形浮箱拍门示意图

度、撞击力及缓冲装置等设计是否满足泵站节能和安全运行的要求。

3.2 拍门布置

3.2.2、3.2.3 拍门布置在压力水箱内是泵站常用的型式之一，压力水箱内设置的导流墩会影响拍门在压力水箱内的搬运。同时，当拍门尺寸过大时在压力水箱内安装和检修也不方便。

4 技术要求

4.1 水力性能

4.1.1 为了减小拍门水头损失，规定在水泵设计流量工况时拍门出口处流速不大于 2.0m/s。在进行拍门局部水头损失计算时，自由悬挂式拍门不同角度的局部水头损失系数可取表 4.1.1 中数值或按附录 A 公式（A.0.1）进行计算；侧翻式拍门局部水力损失系数可直接取 0.1。

表 4.1.1 拍门水头损失系数

拍门开启角 α（°）	20	30	40	50	60
局部损失系数 ζ_p	2.5	1.0	0.6	0.3	0.1

4.1.2 参照《泵站设计规范》（GB 50265）的要求编写。

4.1.3 当侧向式拍门设计开启角度小于 80°时，拍门的局部水力损失值增大，会降低泵站装置效率，不利于泵站节能。侧向式拍门利用门体重力分力和反向水流作用力作为拍门闭门的动力，当拍门开启角大于或等于 90°时，达不到截断水流保护机组的要求。当拍门不能及时截断水流水时泵站易发生水流倒灌、机组倒转甚至飞逸及抬机等事故。

4.2 材　　料

4.2.1 拍门门体结构材料推荐钢材的材质均为在水利工程中成功应用的钢材材质。针对使用情况，满足下列要求：①承重结构的钢材，保证其抗拉强度、屈服点、伸长率和硫、磷、碳的含量满足要求；②主要受力结构材料具有冷弯试验的合格保证；③承受动载和有疲劳要求的焊接结构钢材，其材料具有相应计算温度冲击韧性的合格保证。

4.2.2 铸铁拍门推荐采用球墨铸铁，尽量不采用灰铸铁。

4.2.5 近年来生产自润滑轴承材料厂家众多，层次不齐，建议采用通过鉴定的并比较成熟的自润滑轴承材料，确保工程安全。

4.3 结　　构

4.3.1 过去小型拍门一般由水泵制造厂供应，多为灰铸铁制造，据调查，在使用中出现了不少问题，为安全计，不建议采用灰铸铁拍门。

4.3.2 参照 GB 50265 的要求编写。

4.3.3 拍门铰座是主要的受力结构件，出现事故的机会较多且不易检修，故要引起重视。

4.4 辅 助 设 施

4.4.1 参照 GB 50265 的要求编写。

4.4.2 拍门采用液压、机械设备控制时，辅助设施的动作时间和可靠性要满足拍门闭门截断水流保护机组的要求。同时，还要对设有控制设备的拍门进行闭门撞击力复核，确保泵站的安全。

5　安装与运行试验

5.1　安　　装

5.1.1　安装前按设计和制造图纸等技术文件和资料的要求进行检查和试验。检查各配合面、密封面间隙等是否符合要求。同时，清理和检查拍门的安装基础，确保其基础螺栓留有足够的距离，以方便安装与检修。

5.2　运 行 试 验

5.2.1　拍门无水动作试验是现场有水断流试验和运行的准备工作，通过无水动作试验易发现拍门的装配、动作存在的问题与故障，以减少拍门正常运行的潜在故障。