

【作业】

注: $1at = 10mH_2O = 10^5 Pa = 0.1MPa = 1kg/cm^2$,

1. 如图 2-104 所示的泵装置。泵从一个密闭水箱抽水, 输入另一密闭水箱, 水箱内的水面与泵轴齐平, 试问:

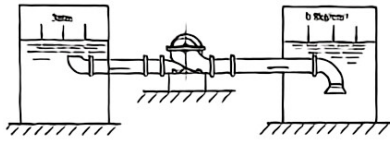
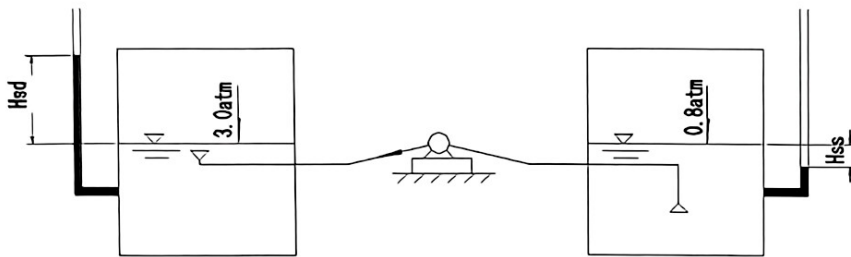


图 2-104 密闭式离心泵装置

(1) 该泵装置的静扬程 $H_{ST} = ?$ (m) (2) 泵的吸水地形高度 $H_{ss} = ?$ (m) (3) 泵的压水地形高度 $H_{sd} = ?$ (m)

解: $H_{ss} = 2m$; $H_{sd} = 20m$; $H_{ST} = 22m$;



2. 三台泵三种抽水装置如图 2-105 (a) (b) (c) 所示。三台泵的泵轴都在同一标高上, 其中 (b)、(c) 装置的吸水箱是密闭的, (a) 装置的吸水井是敞开的。

试问: 要使 $H_{ss(a)} = H_{ss(b)} = H_{ss(c)}$ 时, 则如图 2-105 中 $H_A = ?$ (m); $p_c = ?$ (at)

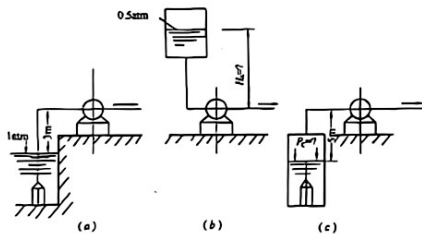
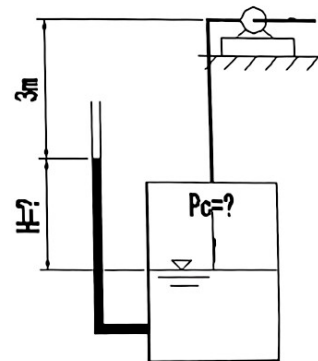
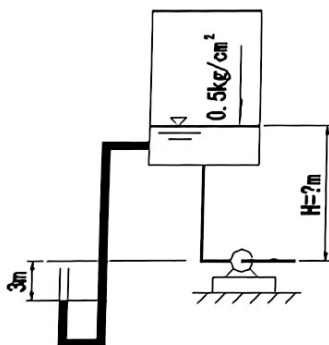


图 2-105 三种抽水装置

解: $H_{ss(a)} = H_{ss(b)} = H_{ss(c)} = 3m$; $H_A = 2m$; $p_c = 1.2at$



3. 岸边取水泵房，水泵由河中直接抽水输入高地密闭水箱中。

已知条件： $Q = 160 \text{ L/s}$ ，吸水及压水管道中的局部水头损失假设各为 1 m 。

吸水管长 $l_1 = 30 \text{ m}$ ，压水管长 $l_2 = 200 \text{ m}$ ，（铸铁）

吸水管管径 $D_s = 400 \text{ mm}$ ，压水管管径 $D_d = 350 \text{ mm}$ 。

水泵的效率 $\eta = 70\%$ ；其它标高值见图。

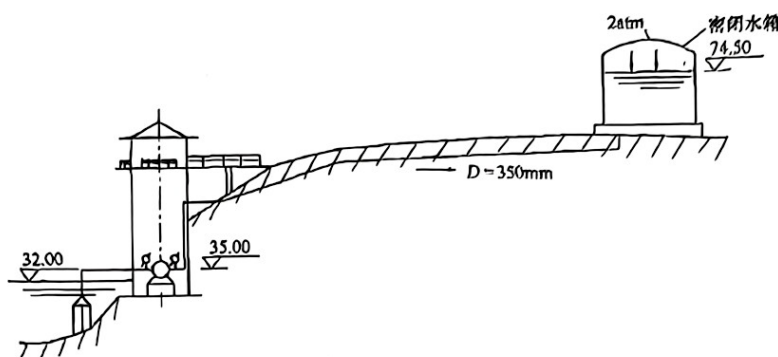


图 2-106 岸边取水泵房

试问：

- (1) 水泵吸入口处的真空表读数为多少 mH_2O ？相当于多少 mmHg ？相当于真空度为%多少？
- (2) 水泵的总扬程 $H = ?$
- (3) 电动机输给水泵的功率 $N = ? (\text{kW})$

解： (1) $Q = 160 \text{ L/s}$

吸水管管径 $DN400 \xrightarrow{\text{查表 (不用算)}} v = 1.27 \text{ m/s}, i = 0.00571$

$$\rightarrow \Sigma h_s = i \cdot l = 0.00571 \times 30 = 0.171 \text{ m}$$

压水管管径 $DN350 \xrightarrow{\text{查表 (不用算)}} v = 1.66 \text{ m/s}, i = 0.0116$

$$\rightarrow \Sigma h_d = i \cdot l = 0.0116 \times 200 = 2.32 \text{ m}$$

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w1-2}$$

$$32.00 + 0 + 0 = 35 + \frac{p_v}{\gamma} + \frac{1.27^2}{2g} + 1.171 \Rightarrow$$

$$\frac{p_v}{\gamma} = -4.25 \text{ mH}_2\text{O} = -0.312 \text{ mHg}$$

相当于真空度为 42.5%

$$(2) z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + H = z_3 + \frac{p_3}{\gamma} + \frac{\alpha_3 v_3^2}{2g} + h_{w1-3}$$

$$32.00 + 0 + 0 + H = 74.50 + 10 + 0 + 1.171 + 3.32 \Rightarrow H = 56.99 \text{ m}$$

$$(3) N = \frac{N_u}{\eta} = \frac{\rho Q H}{\eta} = \frac{9807 \times 0.16 \times 56.99}{0.70} = 127.75 \text{ kW}$$



【作业】

5. 现有离心泵一台，量测其叶轮的外径 $D_2 = 280\text{mm}$ ，宽度 $b_2 = 40\text{mm}$ ，出水角 $\beta_2 = 30^\circ$ ，假设此水泵的转速 $n = 1450\text{r/min}$ ，试绘制其 $Q_T \sim H_T$ 理论特性曲线。

$$\text{解: } H_T = \frac{u_2}{g} \left(u_2 - \frac{Q_T}{F_2} \cot \beta_2 \right)$$

$$u_2 = 2\pi n \cdot R_2 = (2 \times 3.14 \times 1450 / 60) \times 0.14 = 151.8 \times 0.14 = 21.26\text{m/s}$$

$$A = \frac{u_2^2}{g} = 46.1$$

$$F_2 = 2\pi R_2 \cdot b_2 = (2 \times 3.14 \times 0.14) \times 0.04 = 0.0352\text{m}^2$$

$$B = \frac{u_2}{g} \frac{1}{F_2} \cot \beta = \frac{21.26}{9.8} \times \frac{\cot 30^\circ}{0.0352} = 106.78$$

$$Q_T \sim H_T \text{ 理论特性曲线: } H_T = 46.1 - 106.7 Q_T$$

6. 一台输送清水的离心泵，现用来输送密度为水的 1.3 倍的液体，该液体的其他物理性质可视为与水相同，泵装置均同。试问：

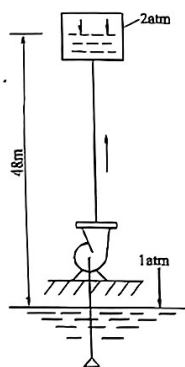


图 2-108

(1) 该泵工作时，其流量 Q 与扬程 H 的关系曲线有无改变？在相同的工作情况下，泵所需要的功率有无改变？

答：无改变。理论扬程与密度无关。功率改变。 $N = \frac{N_u}{\eta} = \frac{\rho g Q H}{\eta}$ 。

(2) 泵出口处的压力表读数 (MPa) 有无改变？如果输送清水时，泵的压力扬程 H_d 为 0.5MPa ，此时压力表读数应为多少 MPa ？

答：有改变。此时 $1.3 \times 0.5\text{MPa} = 0.65\text{MPa}$

(3) 如该泵将液体输往高地密闭水箱时，密闭水箱内的压力为 2at (图 2-108)，试问此时该泵的静扬程 H_{ST} 应为多少？

答：有改变。此时 $H_{ST} = 48 + \frac{10}{1.3} = 55.7\text{m}$



【作业】

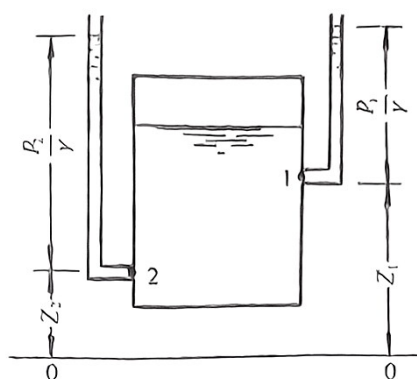


图 2-8 测压管水头

8. 在图 2-109 所示的泵装置上，在出水闸阀前后装 A、B 两只压力表，在进水口处装一只真空表 C，并均相应地接上测压管。现问：

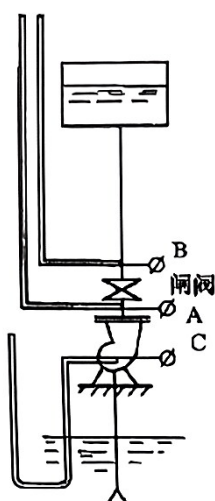


图 2-109 闸阀调节时的压力变化

(1) 闸阀全开时，A、B 压力表的读数及 A、B 两只测压管的水面高度是否一样？

答：

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Sigma h_{1-2} \Rightarrow (Z_1 + \frac{p_1}{\gamma}) - (Z_2 + \frac{p_2}{\gamma}) = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \Sigma h_{1-2} \Rightarrow$$

$$(Z_1 + \frac{p_1}{\gamma}) - (Z_2 + \frac{p_2}{\gamma}) = \Sigma h_{1-2}$$

不一样。但是很接近。

(2) 闸阀逐渐关小时，A、B 压力表的读数以及 A、B 两只测压管的水面高度有何变化？

$$\text{答：} (Z_1 + \frac{p_1}{\gamma}) - (Z_2 + \frac{p_2}{\gamma}) = \Sigma h_{1-2} \Rightarrow h_{1-2} \uparrow \longrightarrow (Z_1 + \frac{p_1}{\gamma}) \uparrow (Z_2 + \frac{p_2}{\gamma}) \downarrow$$

读数及高度 A↑B↓。



(3) 在闸阀逐渐关小时, 真空表 C 的读数以及它的比压管内水面高度如何变化?

$$\text{答: } Z_0 + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} = Z_c + \frac{p_c}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g} + \sum h_{0-c} \Rightarrow 0 + 0 + 0 = Z_c + \frac{p_c}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g} + \sum h_{0-c}$$

$$0 - (Z_c + \frac{p_c}{\gamma}) = \frac{v_c^2}{2g} + \sum h_{0-c} \rightarrow \frac{v_c^2}{2g} \downarrow \sum h_{0-c} \downarrow \rightarrow (Z_c + \frac{p_c}{\gamma}) \uparrow \rightarrow \text{读数} \downarrow$$

C 表读数↓; 比压管高度↑。

9. 如图所示, A 点为该水泵装置的极限工作点, 其相应的效率为 η_A 。当闸阀关小时, 工作点由 A 点移至 B 点, 相应的效率为 η_B 。由图可知 $\eta_B > \eta_A$, 现问:

(1) 关小闸阀是否可以提高效率? 此现象如何解释?

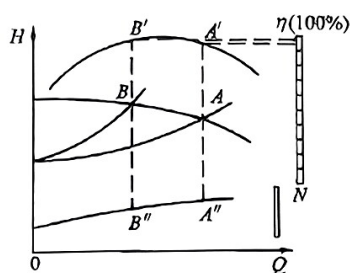


图 2-110 闸阀调节时离心泵装置工况点的变化

答: 不一定提高效率。单泵工况点受管道装置的影响, 工况点问题。

(2) 如何推求关小闸阀后该泵装置的效率变化公式?

$$\eta = \frac{N_u}{N} = \frac{\rho g Q' H'}{N} = \frac{\rho g (Q - \Delta Q)(H + \Delta H)}{N}$$

10. 某取水工程进行初步设计时, 泵的压水管路可能有两种走向, 如图 2-111 (a) 及 2-111 (b) 所示。试问:

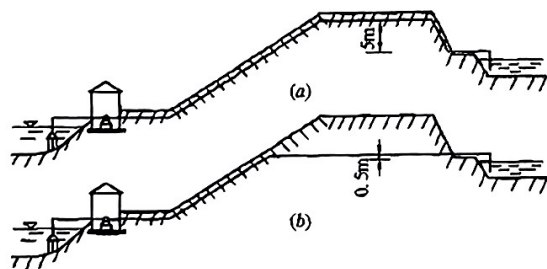


图 2-111 取水泵房管道走向比较

(1) 如管道长度、口径、配件等都认为近似相等。则这两种布置, 对泵站所需的扬程是否一样? 为什么?

答: 不一样。最不利点位置导致的水泵所需扬程不一样。

(2) 如果在图 2-111 (a) 的布置中, 将最高处的管道改为明渠流, 对泵工况有何影响? 电耗有何变化? 为什么?

答: 工况点向右移动。电耗加大。



【作业】

14. 同一台泵，在运行中转速由 n_1 变为 n_2 ，试问其比转数 n_s 值是否发生相应的变化？为什么？

答：【一】定义，反应性能，用于分类，所以不变。

【二】
$$\frac{n_{s1}}{n_{s2}} = \frac{3.65n_1\sqrt{Q_1}}{H_1^{\frac{3}{4}}} / \frac{3.65n_2\sqrt{Q_2}}{H_2^{\frac{3}{4}}} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{H_2}{H_1}\right)^{\frac{3}{4}} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^{\frac{3}{2}} = 1$$

∴ $\frac{n_{s1}}{n_{s2}} = 1$ 即比转数不发生变化。

15. 在产品试制中，一台模型离心泵的尺寸为实际泵的 $\frac{1}{4}$ 倍，并在转速 $n = 730r/min$ 时进行试验。此

时量出模型泵的设计工况出水量 $Q_m = 11L/s$ ，扬程 $H_m = 0.8m$ 。如果模型泵与实际泵的效率相等。

试求：

实际水泵在转速 $n = 960r/min$ 时的设计工况流量和扬程。

解： $\lambda = 4$

由 $\frac{Q}{Q_m} = \lambda^3 \left(\frac{n}{n_s}\right)$ 得， $\frac{Q}{11} = 4^3 \times \left(\frac{960}{730}\right) \Rightarrow Q = 925.81L/s$

由 $\frac{H}{H_m} = \lambda^2 \left(\frac{n}{n_s}\right)^2$ 得， $\frac{H}{0.8} = 4^2 \times \left(\frac{960}{730}\right)^2 \Rightarrow H = 22.14m$

16. 清理仓库时，找出一台旧的 BA 型水泵，从其模糊的铭牌上，可看出：

$Q = 32L/s$ ， $H = 50m$ ， $n = 2900r/min$ ， $N = 22.9kW$ ， $\eta = 68.5\%$ 。

试绘制 $Q \sim H$ ， $Q \sim N$ ， $Q \sim \eta$ 性能曲线。

解：
$$n_s = \frac{3.65n\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}} = \frac{3.65 \times 2900 \times 0.032^{\frac{1}{2}}}{50^{\frac{3}{4}}} = 100.7$$

	$\bar{Q}(\%)$	$\bar{H}(\%)$	$\bar{N}(\%)$	$\bar{\eta}(\%)$	$Q = \bar{Q} \cdot Q_0$	$H = \bar{H} \cdot H_0$	$N = \bar{N} \cdot N_0$	$\eta = \bar{\eta} \cdot \eta_0$
1	10	116	51	22	3.2	58	11.68	15.07
2	20	115	60	40	6.4	57.5	13.74	27.40
3	30	114	65	53	9.6	57	14.89	36.31
4	40	113	72	65	12.8	56.5	16.49	44.53
5	50	113	78	77	16	56.5	17.86	52.74
6	60	112	83	85	19.2	56	19.01	58.23
7	70	110	89	92	22.4	55	20.38	63.02
8	80	108	93	96	25.6	54	21.30	65.76
9	90	105	98	99	28.8	52.5	22.44	67.82
10	100	100	100	100	32	50	22.9	68.50
11	110	93	100	98	35.2	46.5	22.9	67.13



【作业】

21. 某机场附近一个工厂区的给水设施如图 2-112 所示。已知：采用一台 14SA-10 型离心泵工作，转速 $n = 1450r/min$ ，叶轮直径 $D = 466mm$ ，管道阻力系数 $S_{AB} = 200s^2/m^5$ ， $S_{BC} = 130s^2/m^5$ ，试问：

- (1) 当泵与密闭压力水箱同时向管路上 B 点的四层楼房屋供水，B 点的实际水压等于保证 4 层楼房屋所必须的自由水头时，问 B 点出流的流量应为多少 m^3/h ？
- (2) 当泵向密闭压力水箱输水时，B 点的出流量已知为 $40L/s$ 时，问泵的输水量及扬程应为多少？输入密闭压力水箱的流量应为多少？

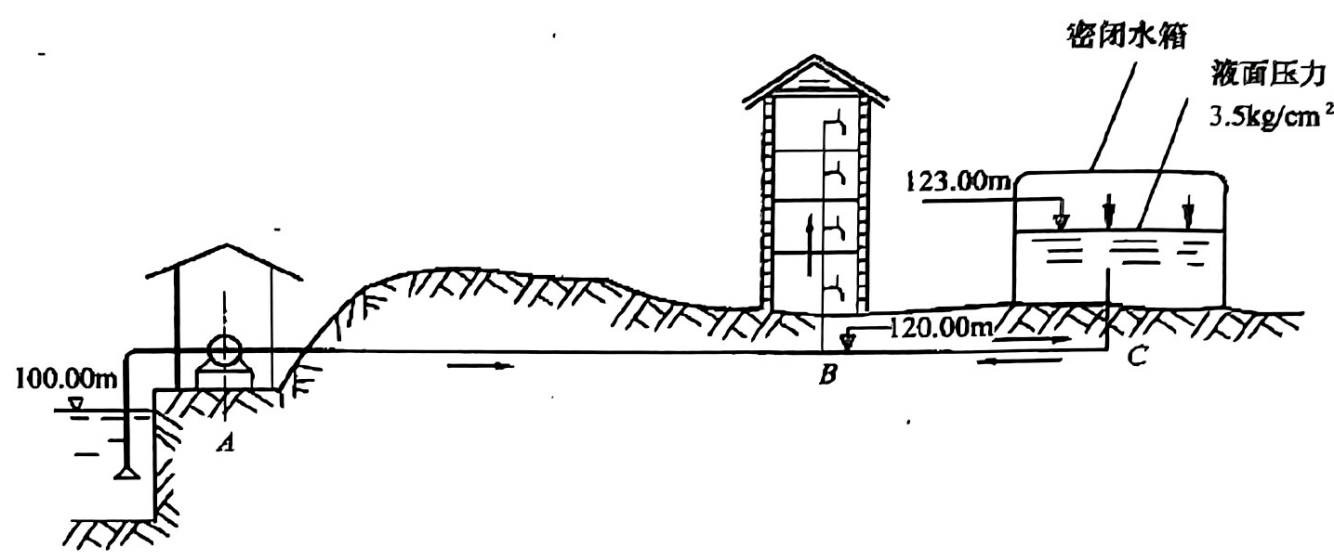


图 2-112 厂区给水设备

$S_{AB} = 200s^2/m^5$

Q (m³/s)	0.08	0.16	0.24	0.32	0.40
H (m)	1.28	5.12	11.52	20.48	32.00

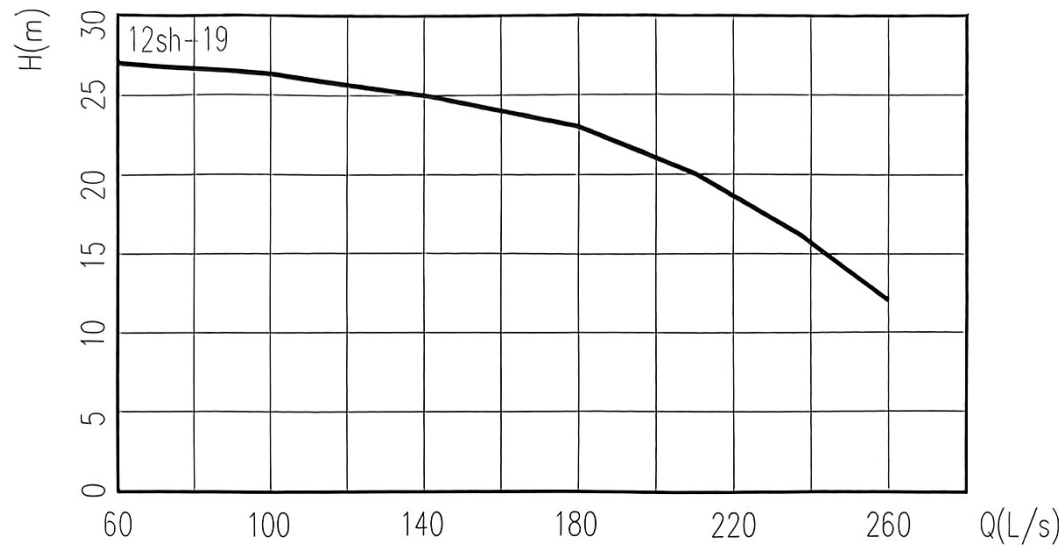
$S_{BC} = 130s^2/m^5$

Q (m³/s)	0.08	0.16	0.24	0.32	0.40
H (m)	0.83	3.33	7.49	13.31	20.80



【作业】

18. 某循环水泵站中，夏季为一台12sh-19型离心泵工作，水泵叶轮直径 $D_2 = 290mm$ ，管路中阻力系数 $S = 225s^2/m^5$ ，净扬程 $H_{ST} = 14m$ 。到了冬季，用水量减少了，该泵站须减少 12%的供水量，为了节电，到冬季拟将另一备用叶轮切小后装上使用。问：该备用叶轮应切削外径百分之几？（12sh-19型离心泵特性曲线见下图）



解： $H = H_{ST} + \Sigma h = 14 + 225Q^2$

Q (m³/s)	0.06	0.10	0.14	0.18	0.22
H (m)	14.81	16.25	18.41	21.29	24.89

描点，交 $Q \sim H$ 曲线于点 A (190L/s,22.1m)

冬季流量减少 12%，得新的工况点 B 的流量为： $Q_B = 167.2L/s$

则 $H_B = 14 + 225 \times 0.167^2 = 20.3m$

则 B 点经过切削抛物线 $H = kQ^2$ ，即 $H_B = kQ_B^2$

则 $k = \frac{H_B}{Q_B^2} = \frac{20.3}{0.167^2} = 727.5$ ，即切削抛物线 $H = 727.5Q^2$ 。

Q (m³/s)	0.06	0.10	0.14	0.18	0.22
H (m)	2.62	7.28	14.26	23.57	35.21

(1分)

切削抛物线交 $Q \sim H$ 曲线于点 B (175L/s,20.9m)

$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{D_1}{D_2} \Rightarrow \frac{175}{167.2} = \frac{290}{D_2} \Rightarrow D_2 = 277mm$ $\frac{290 - 277}{290} \times 100\% \Rightarrow 4.5\%$

