



# 水轮机主要参数选择 -模型主要综合特性曲线法

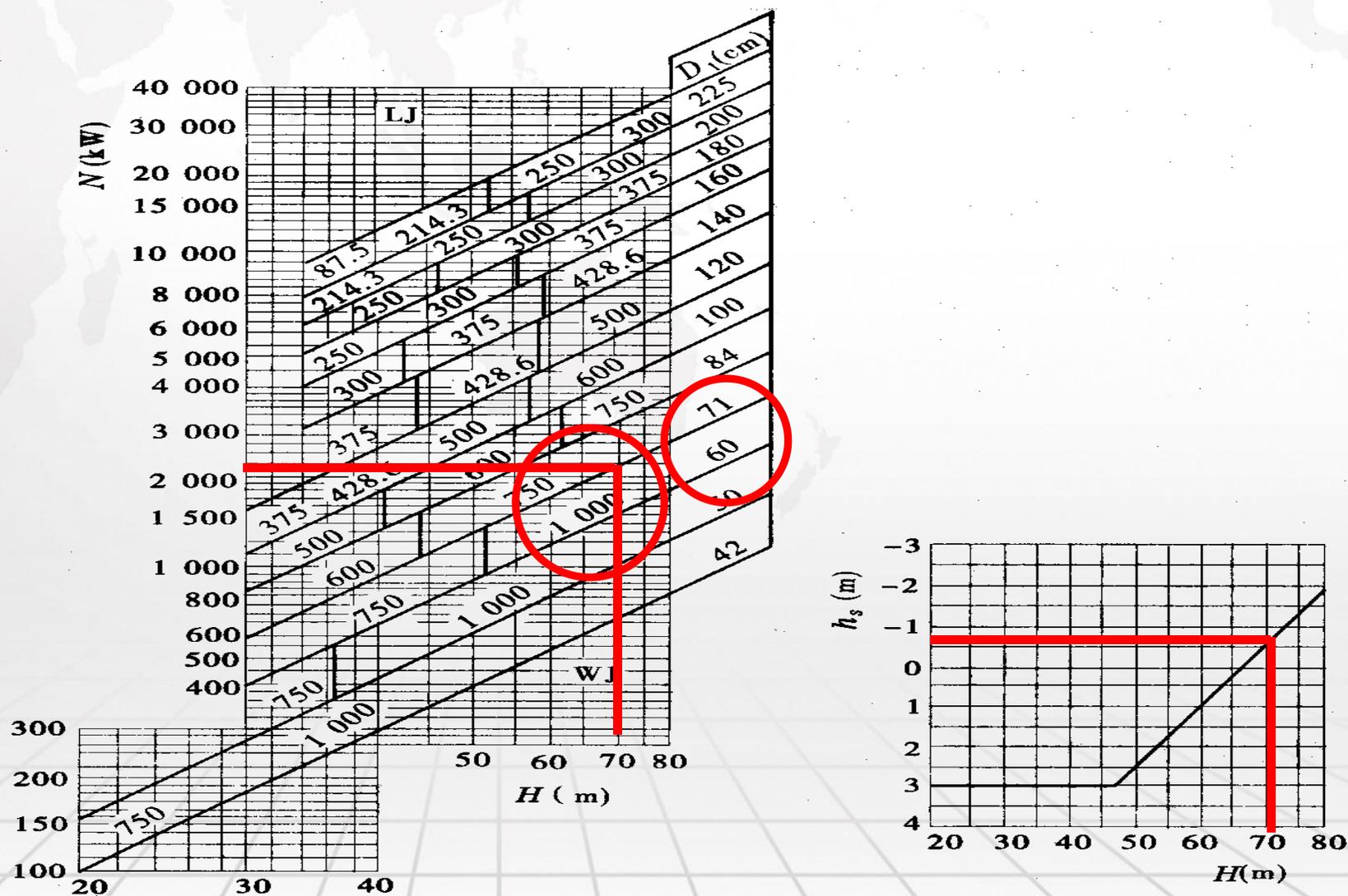


主讲教师 万晓丹

黄河水利职业技术学院

# 课前回顾

## ◆ 主要参数选择 → 系列应用范围图法



HL220系列水轮机应用范围图

# 内容

01



## 模型主要综合特性曲线法

## 计算转轮直径

职业素养、严谨细致

$$D_1 = \sqrt{\frac{N}{9.81 Q'_1 H_p^{3/2} \eta}} \quad (\text{m})$$

$N$  ——水轮机单机出力，kW；

$H_p$  ——设计水头，m；

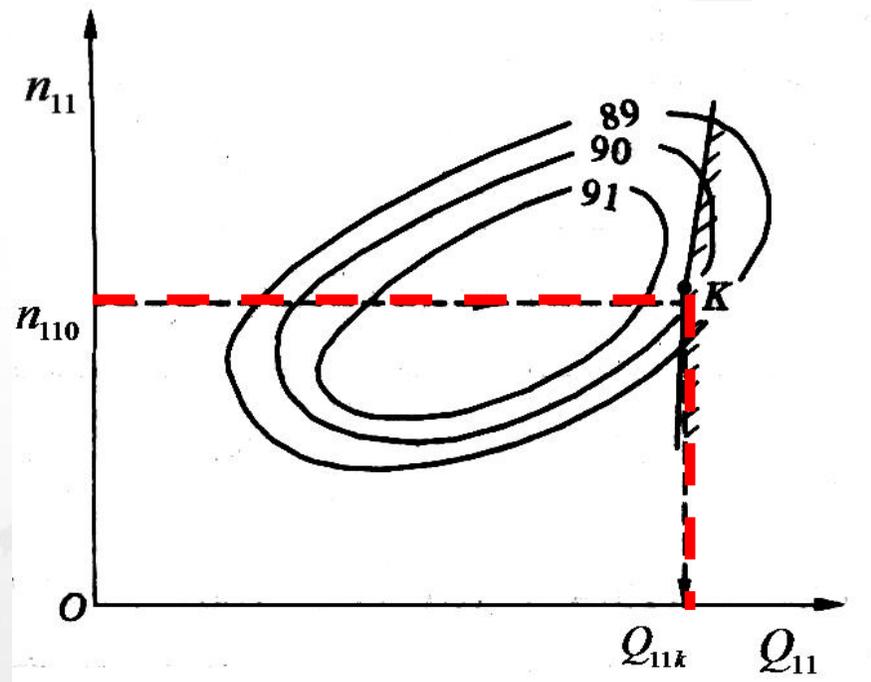
$\eta$  ——原型水轮机的效率；

$Q'_1$  ——水轮机单位流量。

## 计算转轮直径

### 水轮机单位流量

混流式水轮机：查5%出力限制线



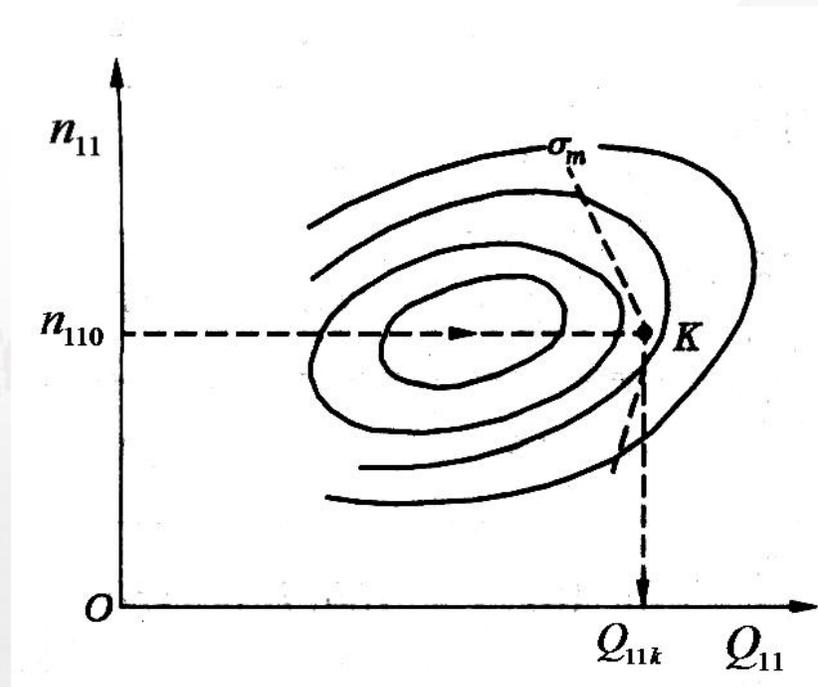
混流式水轮机单位流量的选择

## 计算转轮直径

### 水轮机单位流量

转桨式水机：允许的吸出高度反推  
允许汽蚀系数。

$$\sigma = \frac{10 - \frac{\nabla}{900} - H_s}{H} - \Delta\sigma$$



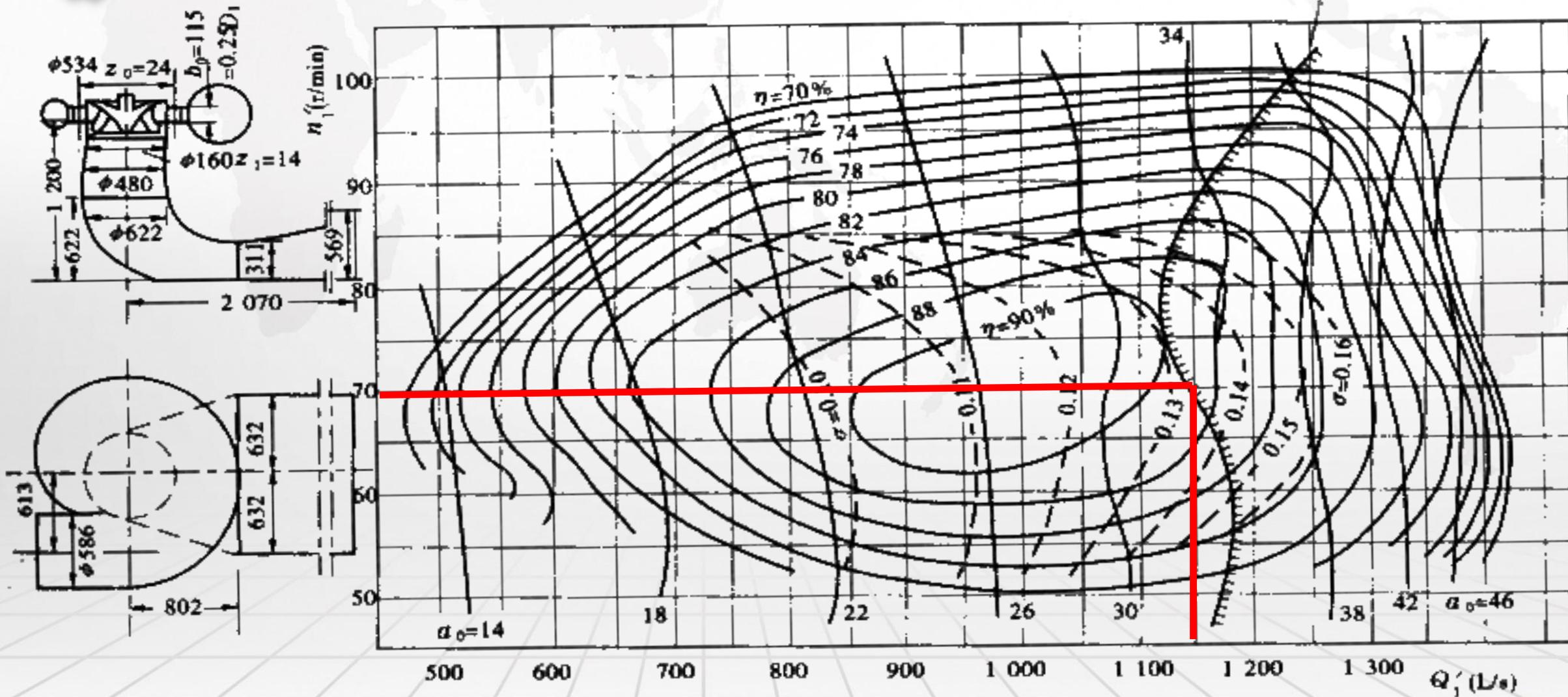
转桨式水轮机单位流量的选择

# 计算转轮直径

## 大中型混流式转轮型谱参数

适用水头范围 $H$ (m)	转轮型号		导叶相对高度 $b_0$	最优单位转速 $n'_{10}$ (r/min)	推荐使用最大单位流量 $Q'_1$ (L/s)	模型汽蚀系数 $\sigma_m$	模型转轮			备注
	规定型号	曾用型号					直径 $D_{1m}$ (mm)	叶片数 $z_1$	试验水头 $H_m$ (m)	
< 30	HL310	HL365	0.391	88.3	1 400	0.36 *	390	15	0.305	
25 ~ 45	HL240	HL123	0.365	72	1 320	0.2	460	14		
35 ~ 65	暂缺	HL263	0.3	73	1 250	0.165	404	15		暂用
	HL230		0.315	71	1 110	0.17 *				
50 ~ 85	HL220	HL702	0.25	70	1 150	0.133	460	14		
70 ~ 105	暂缺		0.25	69	1 040	0.11				建议暂用 HL220
90 ~ 125	HL200	HL741	0.20	68	960	0.10	460	14		
	HL180	HL662 (改型)	0.20	67	860	0.085	460	14		

# 计算转轮直径



HL220-46转轮主要综合特性曲线

## 计算转轮直径

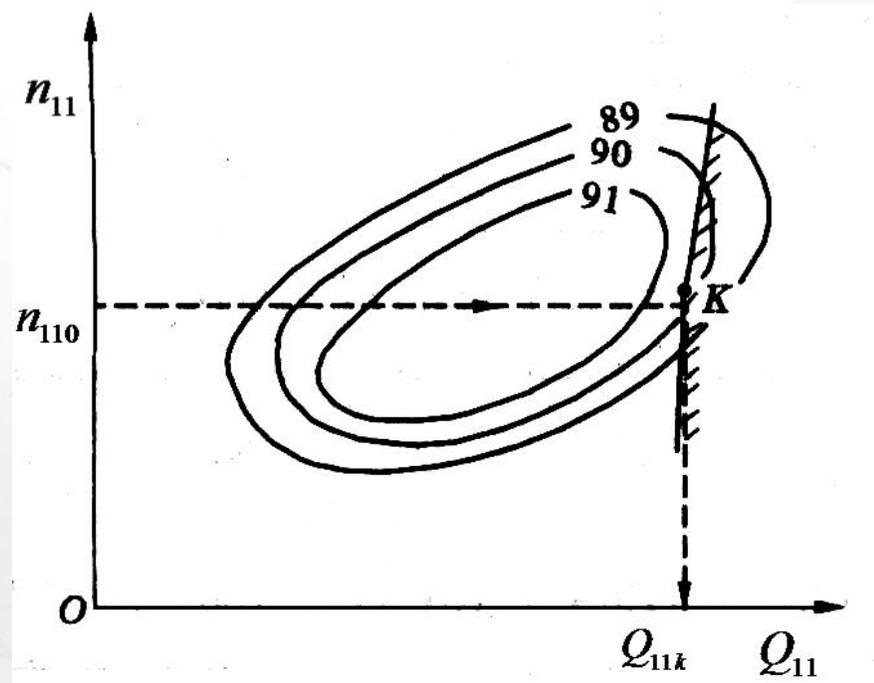
## 原型水轮机的效率

$$\eta = \eta_m + \Delta\eta$$

$\eta_m$  —— 单位流量计算点处的模型效率；

$$\Delta\eta = 1\% \sim 3\%$$

$D_1$  确定后需进行效率修正。



模型水轮机效率的选择

## 计算转轮直径

## 原型水轮机的效率

$$\Delta\eta = \eta_{max} - \eta_{mmax} - \Delta\eta_{\text{工}}$$

混流式水轮机  $H \leq 150\text{m}$

$$\eta_{max} = 1 - (1 - \eta_{mmax})^5 \sqrt{\frac{D_{1m}}{D_1}}$$

混流式水轮机  $H > 150\text{m}$

$$\eta_{max} = 1 - (1 - \eta_{mmax})^5 \sqrt{\frac{D_{1m}}{D_1}} \sqrt[20]{\frac{H_m}{H}}$$

轴流式水轮机

$$\eta_{max} = 1 - 0.3(1 - \eta_{mmax}) - 0.7(1 - \eta_{mmax})^5 \sqrt{\frac{D_{1m}}{D_1}} \sqrt[10]{\frac{H_m}{H}}$$

$\Delta\eta_{\text{工}}$  —— 大型水轮机为1%~2%，中小型水轮机为2%~4%。

## 计算转轮直径

反击型水轮机转轮标称直径系列表（单位：cm）

25	30	35	(40)	42	50	60	71	(80)	84
100	120	140	160	180	200	225	250	275	300
330	380	410	450	500	550	600	650	700	750
800	850	900	950	1000					

## 计算转速

$$n = \frac{n'_1 \sqrt{H}}{D_1} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{n'_{10} \sqrt{H_a}}{D_1}$$

$n'_1$ ——单位转速，**采用最优单位转速** $n'_{10}$ ， $n'_{10} = n'_{10M} + \Delta n'_1$

$H$ ——采用加权平均水头或设计水头

# 计算转速

## 磁极对数与同步转速关系表

磁极对数 $P$	3	4	5	7	8	9	10	12	14
同步转速 $n$ (r/min)	1000	750	600	428.6	375	333.3	300	250	214.3
磁极对数 $P$	16	18	20	22	24	26	28	30	32
同步转速 $n$ (r/min)	187.5	166.7	150	136.4	125	115.4	107.1	100	93.8
磁极对数 $P$	34	36	38	40	46	48	50		
同步转速 $n$ (r/min)	88.2	83.3	79	75	71.4	68.2	62.5	60	



## 检验水轮机的工作范围

(1) 检验水轮机的设计单位流量,接近不超过选用值。

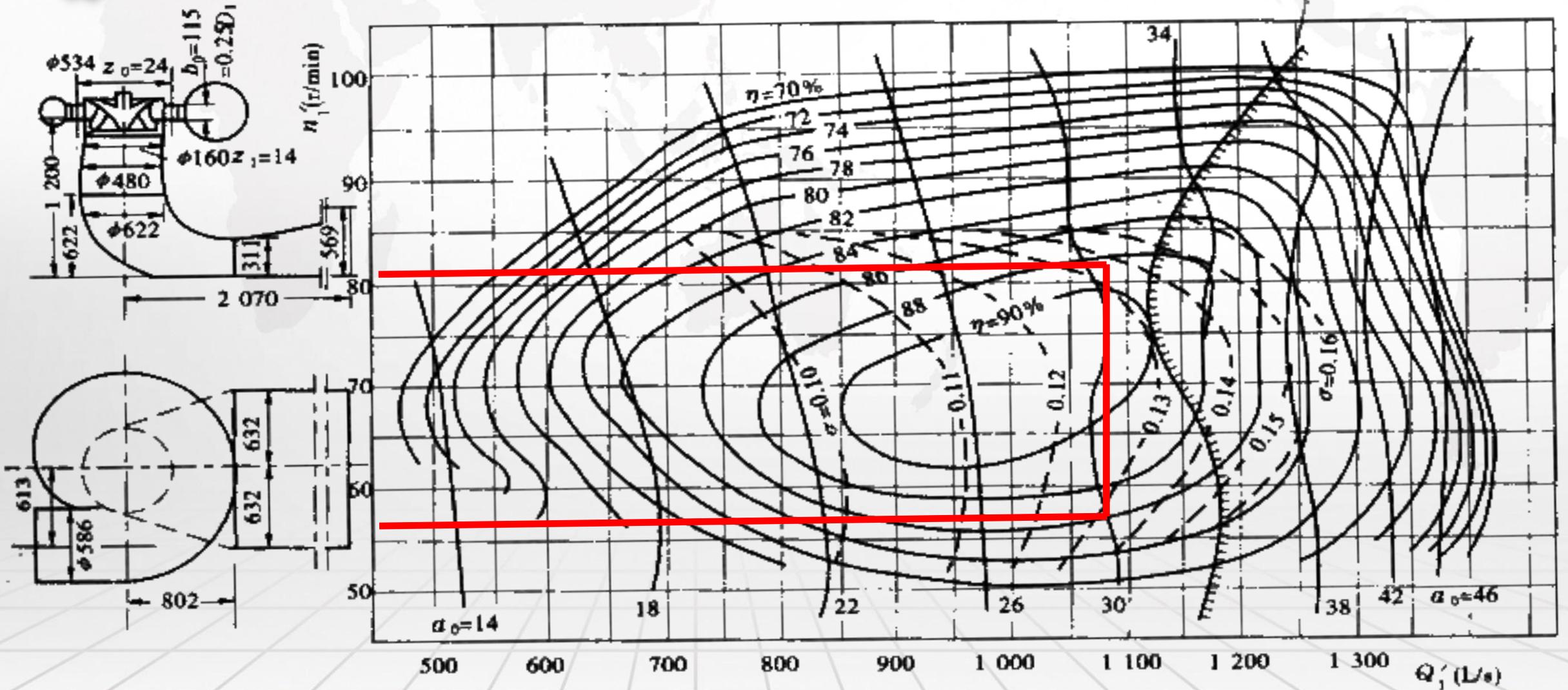
$$Q'_1 = \frac{N}{9.81D_1^2 H_p^{3/2} \eta} \quad Q = Q'_1 D_1^2 \sqrt{H}$$

(2) 计算不同水头下对应的模型单位转速

$$n'_{1min} = \frac{nD_1}{\sqrt{H_{max}}}$$

$$n'_{1max} = \frac{nD_1}{\sqrt{H_{min}}}$$

# 检验水轮机的工作范围



HL220-46转轮主要综合特性曲线

## 计算允许吸出高度和安装高程

$$H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - (\sigma + \nabla \sigma)H$$

汽蚀系数 $\sigma$ 由设计水头、最大水头、最小水头分别求出的单位流量和单位转速，查主要综合特性曲线求得，最后取安全的最小值。

立轴混流式水轮机安装高程：
$$Z_s = Z_a + H_s + \frac{b_0}{2}$$



# 祝您学习愉快!

主讲教师 万晓丹

黄河水利职业技术学院