

# 水电站课程设计

## 1.设计题目

水电站厂房布置设计

## 2.设计目的

进一步巩固和加深厂房部分的理论知识，培养学生独立思考、分析问题及运用理论知识解决实际问题的能力，提高学生制图、使用现行规范、查阅技术资料、使用技术资料的能力以及编写设计说明书的能力。通过该课程设计使学生初步掌握水电站厂房设计的内容、步骤和方法

## 3.设计任务

3.1、进行厂区枢纽布置

3.2、根据给定的资料进行水轮发电机组的选型；

3.3、根据水轮发电机组的型号选择相应的蜗壳、尾水管、调速器及其它辅助设备；

3.4、根据所选择的设备进行主、副厂房的平面和立面的布置设计，从而确定厂房的轮廓尺寸。布置设计包括以下几方面内容：

3.4.1、主机组及相应辅助设备的布置；

3.4.2、主、副厂房各层的布置；

3.4.3、主、副厂房梁、板结构的布置；

3.4.4、厂内交通道的布置。

## 3.设计资料

本次课程设计的前半部分，即机组的选型、调速器及辅助设备的选择已在水轮机选型作业中完成，因此所有资料已发到每人手中，此阶段的设计内容就是要求根据每人选择的机组进行相应的厂房布置设计。

## 4.设计成果

4.1、设计图纸一张。

4.1.1、图纸内容包括：1) 沿机组中心线厂房横剖面图（1：50~1：100）；

2) 发电机层平面图（1：100~1：200）；

- 3) 水轮机层平面图 (1: 100~1: 200);
- 4) 蜗壳层、尾水管层平面图 (1: 100~1: 200);
- 5) 厂区枢纽布置图 (1: 500)

- 4.1.2、图纸要求:
- 1) 要求绘于 1 号白图上或用计算机绘图;
  - 2) 要严格控制图要求绘制工程图;
  - 3) 设计图纸要求正确、美观、清楚、整洁;
  - 4) 图中所用符号应合乎统一规定的符号, 文字用仿宋体书写;
  - 5) 要求图中尺寸标注完整、正确, 图纸上要有必要的说明。

#### 4.2、计算书、说明书一份。

计算书、说明书要求有以下内容:

- 1) 封面;
- 2) 前言;
- 3) 中、英文摘要及中、英文关键词;
- 4) 目录;
- 5) 正文;

正文的内容包括:

- (1) 工程概况及设计资料;
- (2) 水轮机、发电机的选型及其所考虑的因素;
- (3) 蜗壳、尾水管、调速设备的选型及其所考虑的因素;
- (4) 水电站在整个枢纽中的位置及厂房枢纽布置概述 (包括供水方式、引近方式、厂区回车场及对外交通道。)
- (5) 通过主厂房的剖面布置, 确定主厂房各主要高程, 并说明理由及所考虑的因素;
- (6) 通过主厂房各层的平面布置, 确定水电站主厂房的长度和宽度, 并说明理由及所考虑的因素;
- (7) 确定副厂房的位置及厂内布置, 并说明理由及所考虑的因素;
- (8) 确定厂内各层平面和立面的交通条件;
- (9) 确定厂外的交通条件;
- (10) 其它你认为所必须的内容;

(11) 说明书要求论据充分、合理，字迹清晰端正（可打印），文句通顺，逻辑性强，无错别字。

6) 结论；

7) 总结与体会；

8) 参考文献。

**备注：**各层平面图均包括同层的副厂房。厂房横剖面图若剖到副厂房，也必须绘出副厂房。

## **6.设计步骤**

6.1、在熟悉所给资料、详细了解设计任务的基础上进行厂区枢纽布置，要求确定引水道（包括压力前池或调压室）、压力钢管、主厂房、副厂房、变压器场、高压开关站、尾水道、交通道的相对位置。在厂区枢纽布置图中，应标明各主要建筑物的尺寸及主要交通道。

6.2、确定各设备的尺寸

6.2.1、通过水轮机的选型计算，选择相应的水轮机并确定水轮机的有关参数（包括：水轮机型号、转轮直径、标准同步转速、水轮机的工作范围、允许吸出高度、水轮机的安装高程、绘制水轮机的运转特性曲线。）

6.2.2、选择蜗壳的型式，确定蜗壳的有关参数（包括：断面型式、蜗壳的包角、蜗壳进口断面的平均流速。）；并通过相关的水力计算，确定蜗壳的轮廓尺寸。要求画在坐标纸上，并附在说明书中。

6.2.3、选择相应的调速设备；

6.2.4、选择尾水管的型式，确定尾水管的尺寸，并画在坐标纸上，附在说明书中。

6.2.5、估算发电机的主要尺寸，并画在坐标纸上，附在说明书中。

6.3、厂房布置

6.3.1、以安装高程为基准，根据已选定的机电设备进行厂房的剖面布置，从而确定厂房各主要高程。

6.3.2、根据主要的机电设备及主要辅助设备的布置和运行要求，并考虑吊车的跨度进行厂房各层的平面布置，从而确定主厂房的平面尺寸。在进行各层的平面布置时应严格注意：

1) 主要机电设备及主要辅助设备之间的协调。包括调速设备、油、水、气系统

的布置和相互协调。

- 2) 考虑吊车的工作范围，保证须起吊的设备在吊钩的极限范围内，并注意吊钩的工作范围对边机组段尺寸的影响。
- 3) 从保证运行安全及方便出发，协调厂内外电气设备的布置。
- 4) 布置厂内的交通系统，包括连接各层的楼梯、吊物孔（包括蝶阀吊孔）各层平面的交通通道的位置及尺寸。
- 5) 根据机组的安装、检修条件，确定装配场的位置、高程及平面尺寸；其中，还应考虑变压器的检修。
- 6) 确定蜗壳及尾水管检修时的进入孔位置及厂内集水井的位置。
- 7) 合理布置厂房的梁、柱系统，使其满足结构、施工及安装要求。
- 8) 初步拟订厂房各构件的结构尺寸，包括梁、柱、门、窗、墙、楼板等。

6.4、根据机电设备及油、水、气系统的布置，结合参考资料提供的参考面积，对与主厂房运转有直接关系的副厂房进行布置。

6.5、在横剖面图和平面图上应标明各项高程及主要尺寸，所标注尺寸应符合工程图要求。正式图纸可手绘，也可用计算机绘图。

6.6、编写说明书。

## 7.设计资料

水电站装机容量 13.6 万千瓦，效率 97.5%，最大工作水头 38.0m,最小工作水头 27.0m，加权平均水头 32.0m，设计水头为 30.5m，海拔高程 27m，下游设计水头最低水位 22m。

## 8.摘要及关键词

本课程设计主要是水利水电枢纽工程中水电站厂房设计的部分工作。设计目的在于进一步巩固和加深厂房部分的理论知识，培养学生独立思考、分析问题及运用理论知识解决实际问题的能力，提高学生制图、使用现行规范、查阅技术资料、使用技术资料的能力以及编写设计说明书的能力。通过该课程设计使学生初步掌握水电站厂房设计的内容、步骤和方法。

根据已有的原始资料 and 设计要求进行设计，主要内容有：水电站总体布置，水轮机型号的选择以及水轮机特性曲线的绘制，蜗壳尺寸的确定，尾水管尺寸的确定，调速器的选择，水电站厂房尺寸的确定，尾水渠渠道布置、形式选择等，并根据要求绘制相应的平面布置图 和剖面图。

关键词：装机容量、效率、水轮机、蜗壳、尾水管、调速器、发电机、厂房。

This course is designed primarily water conservancy and hydropower dam project in the part of the hydropower plant design work. Designed to further consolidate and deepen the theoretical knowledge of plant parts, training students to think independently, analyze problems and apply the theoretical knowledge to solve practical problems, to enhance students mapping, the use of existing norms, access to technical information, the ability to use technical data and preparation of design manual ability. Through the course designed to give students a preliminary design of the hydropower plant to master the content, procedures and methods. The basis of the raw data and design requirements for the design, the main contents are: hydropower overall layout, the choice of turbine type and turbine characteristic curve drawing, scroll determine the size, tube size determination, the choice of governor, determine the size hydropower plant, tailrace channel layout, form selection, and are required to draw the appropriate floor plan and sections.

Keywords: capacity, efficiency, turbine, scroll, tail pipes, governor, generator, plant.

第 一 章	水轮机选型计算.....	6
第 一 节	水轮机型号的选择.....	6
第 二 节	水轮机主要参数的计算.....	6
一	HL240 型水轮机方案主要参数计算.....	6
二	ZZ440 型水轮机方案主要参数的计算.....	9
第 三 节	水轮机方案的分析比较.....	12
一	HL240 型水轮机运转特性曲线的绘制.....	13
第 二 章	蜗壳的型式及其主要尺寸的确定.....	16
第 一 节	蜗壳的型式.....	16
第 二 节	蜗壳的主要参数的选择.....	17
第 三 节	蜗壳的水力计算.....	17
第 三 章	尾水管的型式及其主要尺寸的确定.....	18
第 四 章	水轮机调速设备的选择.....	19
第 一 节	调速功的计算.....	19
第 二 节	接力器的选择.....	20
第 三 节	调速器的选择.....	21
第 四 节	油压装置的选择.....	21
第 五 章	水轮发电机选择计算.....	22

第一节	发电机主要部分的尺寸计算.....	22
一	机距.....	22
二	定子铁芯内径.....	22
三	定子铁芯长度.....	22
四	定子铁芯外径.....	23
第二节	外形尺寸估算.....	23
一	平面尺寸估算.....	23
二	轴向尺寸的计算.....	24
三	水轮发电机重量估算.....	25
第三节	压力管道参数计算.....	26
第四节	主厂房主要尺寸的确定.....	26
一	主厂房长度的确定.....	26
二	主厂房宽度的确定.....	27
三	主厂房高程的确定.....	28
第五节	副厂房的布置.....	30
一	副厂房的组成.....	30
二	副厂房的位置.....	30
三	副厂房平面布置的设备.....	30
第六章	参考文献.....	31

# 第一章 水轮机选型计算

## 第一节 水轮机型号的选择

根据水电站的工作水头范围，在反击式水轮机系列型谱表中查得 HL240 型水轮机和 ZZ440 型水轮机都可以使用，这就需要将两种水轮机都列入比较方案，对其参数分别予以计算和选定。

## 第二节 水轮机主要参数的计算

### 一 HL240 型水轮机方案主要参数计算

#### 1 转轮直径的计算

$$D_1 = \sqrt{\frac{N}{9.81Q_1' H_r^{3/2} \eta}}$$

式中  $N = 34870\text{kW}$  ;  
 $H_r = 30.5\text{m}$  ;  
 $Q_1' = 1240\text{L/s} = 1.24\text{m}^3/\text{s}$  (由附表1查得)。

同时在附表 1 中查得水轮机模型在限制工况下的效率 $\eta_{M} = 90.4\%$ ，由此可初步假定水轮机在该工况的效率为 92%。

将以上各值代入上式得

$$D_1 = \sqrt{\frac{34870}{9.81 \times 1.24 \times 30.5^2 \times 0.92}} = 4.30\text{m}$$

选用与之接近而偏大的标准直径 $D_1 = 4.5\text{m}$ 。

## 1 效率修正值的计算

由附表 1 查得水轮机模型在最优工况下的 $\eta_{M_{\max}} = 92.0\%$ ，模型转轮直径 $D_{1M} = 0.46\text{m}$ ，则原型水轮机的最高效率 $\eta_{\max}$ 可依 (3-23) 式计算，即

$$\eta_{\max} = 1 - (1 - \eta_{M_{\max}}) \sqrt{\frac{D_{1M}}{D_1}} = 1 - (1 - 0.92) \sqrt{\frac{0.46}{4.5}} = 94.9\%$$

考虑到制造工艺水平的情况取 $\varepsilon_1 = 1\%$ ；由于水轮机所应用的蜗壳和尾水管的型式与模型基本相似，故认为 $\varepsilon_2 = 0$ ，则效率修正值 $\Delta\eta$ 为：

$$\Delta\eta = \eta_{\max} - \eta_{M_{\max}} - \varepsilon_1 = 0.949 - 0.92 - 0.01 = 0.019$$

由此求得水轮机在限制工况的效率为：

$$\eta = \eta_M + \Delta\eta = 0.904 + 0.019 = 0.923\% \quad (\text{与原来假定的数值接近，不再校正})$$

## 2 转速的计算

$$n = \frac{n'_{10} \sqrt{H_a}}{D_1}$$

式中  $n'_{10} = n'_{10M} + \Delta n'_1$

由附表 1 查得在最优工况下的 $n'_{10M} = 72\text{r/min}$ ，同时由于

$$\frac{\Delta n'_1}{n'_{10M}} = \sqrt{\frac{\eta_{\max}}{\eta_{M_{\max}}}} - 1 = \sqrt{\frac{0.949}{0.92}} - 1 = 0.016 < 0.03$$

所以 $\Delta n'_1$ 可忽略不计，则以 $n'_{10} = 72$ 代入上式得：

$$n = \frac{72\sqrt{32}}{4.5} = 90.5 \text{ r/min}$$

选用与之接近而偏大的标准同步转速  $n = 93.8 \text{ r/min}$ 。

### 3 工作范围的验算

在选定的  $D_1 = 4.5 \text{ m}$ 、 $n = 93.8 \text{ r/min}$  的情况下，水轮机的  $Q'_{1\max}$  和各种特征水头下相应的  $n'_1$  值分别为：

$$Q'_{1\max} = \frac{N}{9.81 D_1^2 H_r^{3/2} \eta} = \frac{34870}{9.81 \times 4.5^2 \times 30.5^{3/2} \times 0.923} = 1.13 < 1.24 \text{ m}^3/\text{s}$$

则水轮机的最大引用流量  $Q_{\max}$  为：

$$Q_{\max} = Q'_{1\max} D_1 \sqrt{H_r} = 1.08 \times 4.5 \times \sqrt{30.5} = 126.37 \text{ m}^3/\text{s}$$

对  $n'_1$  值：在设计水头  $H_r = 30.5 \text{ m}$  时

$$n'_{1r} = \frac{n D_1}{\sqrt{H_r}} = \frac{93.8 \times 4.5}{\sqrt{30.5}} = 76.4 \text{ r/min}$$

在最大水头  $H_{\max} = 38.0 \text{ m}$  时

$$n'_{1\min} = \frac{n D_1}{\sqrt{H_{\max}}} = \frac{93.8 \times 4.5}{\sqrt{38.0}} = 68.5 \text{ r/min}$$

在最小水头  $H_{\min} = 27.0 \text{ m}$  时

$$n'_{1\max} = \frac{n D_1}{\sqrt{H_{\min}}} = \frac{93.8 \times 4.5}{\sqrt{27.0}} = 81.2 \text{ r/min}$$

在 HL240 型水轮机的模型综合特性曲线图上，分别画出  $Q'_{1\max} = 1130 \text{ L/s}$ 、 $n'_{1\min} = 68.5 \text{ r/min}$  和  $n'_{1\max} = 81.2 \text{ r/min}$  的直线，如图所示。可以看出这些直线所标出的水轮机相似工作范围（阴影部分）仅包括了部分高效率区，所以对选定的直径  $D_1 = 4.5$ 、 $n = 93.8 \text{ r/min}$  还须和其他方案作比较。

### 5 水轮机吸出高 $H_s$ 的计算

由水轮机的设计工况（ $n'_{1r} = 76.4$ 、 $Q'_{1\max} = 1130$ ）在图上可查得相应的气蚀系数



$\sigma = 0.195$ ；由设计水头  $H_r = 30.5\text{m}$ ，在图 2-16 上查得  $\Delta\sigma = 0.04$ ，则可求得水轮机

的吸出高为：

$$H_s = 10.0 - \frac{\nabla}{900} (\sigma + \Delta\sigma) H_r = 10.0 - \frac{27}{900} (0.195 + 0.04) \times 30.5 = 2.8025\text{m} > 4\text{m}$$

## 二 ZZ440 型水轮机方案主要参数的计算

### 1 转轮直径 $D_1$ 的计算

$$D_1 = \sqrt{\frac{N}{9.81 Q_1' H_r^{3/2} \eta}}$$

式中  $N_r$ 、 $H_r$  值同前。对于  $Q_1'$  值，可由附表 2 查得该型水轮机在限制工况下的  $Q_1' = 1650\text{L/s}$ ，同时还查得气蚀系数  $\sigma = 0.72$ 。但在允许高程  $[H_s] = 4\text{m}$  时，则相应的装置气蚀系数  $\sigma_z$  为：

$$\sigma_z = \frac{10.0 - \frac{\nabla}{900} [H_s]}{H} = \frac{10.0 - \frac{27}{900} + 4}{30.5} = 0.46 < 0.72$$

所以，为了满足对吸出高的限制， $Q_1'$  值可在 ZZ440 型水轮机模型综合特性曲线图上依工况点 ( $n_{10}' = 115$ 、 $\sigma = 0.46$ ) 查得为  $1240\text{L/s}$ 。同时亦可查该工况点上  $\eta_M = 86\%$ ，由此可初步假定水轮机的效率为 **89.5%**。将

以上各值代入上式，便可求得：

$$D_1 = \sqrt{\frac{34870}{9.81 \times 1.24 \times 30.5^{3/2} \times 0.895}} = 4.42\text{m}$$

选用与之接近而偏大的标准直径  $D_1 = 4.5\text{m}$ 。

### 2 效率修正值的计算

对轴流转浆式水轮机，叶片在不同转角时的最大效率  $\eta_{\text{max}}$  可用 (3-24) 式计算，即  $\eta_{\text{mas}}$

$$\eta_{\text{max}} = 1 - (1 - \eta_{\phi M \text{max}}) 0.3 + 0.7 \sqrt{\frac{D_{1M}}{D_1}} \sqrt[10]{\frac{H_M}{H_r}}$$

已知  $D_{1M} = 0.46\text{m}$ 、 $H_M = 3.5\text{m}$ 、 $D_1 = 4.5\text{m}$ 、 $H_r = 31.5\text{m}$ ，代入上式，则得：

$$\eta_{\phi \text{max}} = 1 - (1 - \eta_{\phi M \text{max}}) \left[ 0.3 + 0.7 \sqrt{\frac{0.46}{4.5}} \sqrt[10]{\frac{3.5}{31.5}} \right] = 1 - 0.657(1 - \eta_{\phi M \text{max}})$$

叶片在不同转角时的  $M_{max}$  值可自图 3-10 查得，由此便可应用上式求得相应于该角时的水轮机最高效率  $\eta_{max}$ ，并将计算结果列于表 4-8。

表 4-8

叶片转角 ( $^{\circ}$ )	-10	-5	0	+5	+10	+15
$M_{max}$ (%)	84.9	88.0	88.8	88.3	87.2	86.0
$\eta_{max}$ (%)	90.1	92.1	92.6	92.3	91.6	90.8
$\eta_{max} - M_{max}$ (%)	5.2	4.1	3.8	4.0	4.4	4.8
(%)	4.2	3.1	2.8	3.0	3.4	3.8

当选取制造工艺影响的效率修正值  $\eta_1 = 1\%$  和考虑异形部件的影响时，便可计算得不同角时效率修正值为：

$$\eta_{max} - M_{max} = 1\%$$

将  $\eta_{max} - M_{max}$  的计算结果亦同时列入表 4-8 中。

由附表 2 查得在最优工况下模型的最高效率  $M_{max} = 89\%$ ，由于最优工况很接近于

0 的等转角线，故采用效率修正值  $\eta_1 = 2.6\%$ ，这样便可得出原型水轮机的最高效率

为：

$$\eta_{max} = 0.89 + 0.026 = 0.916 = 91.6\%$$

已知在限制工况 ( $n_{10} = 115$ 、 $Q_1 = 1240$ ) 模型的效率为： $M = 86\%$ ，而改点处于

10 与 15 两等角线之间，用内插法可求得该点的效率修正值为  $\eta_1 = 3.56\%$ ，

由此可求得水轮机在限制工况下的效率为：

$$\eta = 0.86 + 0.0356 = 0.896 = 89.6\%$$

与原来假定的效率 90.0% 很接近，不在校正。

## 2 转速的计算

由于  $\frac{n}{n_{10M}} = \sqrt{\frac{\eta_{max}}{M_{max}}} = 1 + \sqrt{\frac{0.916}{0.89}} = 1 + 0.0145 = 1.0145$

所以不考虑 $n'_{10}$ 的修正，由此求得水轮机的转速为：

$$n = \frac{n'_{10} \sqrt{H_a}}{D_1} = \frac{115 \sqrt{32}}{4.5} = 144.56 \text{ r/min}$$

选用与之接近而偏大的标准同步转速 $n = 150 \text{ r/min}$ 。

### 3 工作范围的验算

在选定的 $D_1 = 4.5 \text{ m}$ 、 $n = 150 \text{ r/min}$ 的情况下，水轮机的 $Q'_{1 \max}$ 和各种特征水头下相应的 $n'_1$ 值分别为：

$$Q'_{1 \max} = \frac{34870}{9.81 \times 4.5^2 \times 30.5^{3/2} \times 0.896} = 1.16 \text{ m}^3/\text{s}$$

则水轮机的最大引用流量 $Q_{\max}$ 为：

$$Q_{\max} = Q'_{1 \max} \frac{D_2}{D_1} \sqrt{\frac{H_r}{H_1}} = 1.10 \times 4.5^2 \times \sqrt{30.5} = 129.73 \text{ m}^3/\text{s}$$

对 $n'_1$ 值：在设计水头 $H_r = 30.5 \text{ m}$ 时

$$n'_{1r} = \frac{nD_1}{\sqrt{H_r}} = \frac{150 \times 4.5}{\sqrt{30.5}} = 122.22 \text{ r/min}$$

在最大水头 $H_{\max} = 38.0 \text{ m}$ 时

$$n'_{1 \min} = \frac{nD_1}{\sqrt{H_{\max}}} = \frac{150 \times 4.5}{\sqrt{38.0}} = 109.50 \text{ r/min}$$

在最小水头 $H_{\min} = 27.0 \text{ m}$ 时

$$n'_{1 \max} = \frac{nD_1}{\sqrt{H_{\min}}} = \frac{150 \times 4.5}{\sqrt{27.0}} = 129.9 \text{ r/min}$$

在图 3-10 上，分别画出

$Q'_{1 \max} = 1160 \text{ L/s}$ 、 $n'_{1 \min} = 109.50 \text{ r/min}$ 、 $n'_{1 \max} = 129.90 \text{ r/min}$ 的直线，如图所示。

可以看出这些直线所标出的水轮机相似工作范围（阴影部分）基本上包括了特性曲线的高效率区。

### 5 水轮机吸出高 $H_s$ 的计算

在设计工况( $n'_{1r} = 122.22$ 、 $Q'_{1 \max} = 1160$ )时，由图 3-10 可查得气蚀系数 $\sigma = 0.41$ ，

由此可求得水轮机的吸出高  $H_s$  为;

$$H_s = 10.0 - \frac{\nabla}{900} - (\sigma + \Delta\sigma)H = 10.0 - \frac{27}{900} - (0.41 + 0.04) \times 30.5 = -3.755\text{m} > -4\text{m}$$

(满足要求)

### 第三节 水轮机方案的分析比较

为了便于分析比较，现将两种方案的有关参数列于下表

表 4-9 水轮机方案参数对照表

序号	项目	ZZ440	HL240
1	推荐使用水头范围 (m)	20~40	25~45
2	最优单位转速 $n'_{10}$ (r/min)	115	72
3	最优单位流量 $Q'_{10}$ (L/s)	800	1100
4	限制工况单位流量 $Q'_{1\max}$ (L/s)	1650	1240
5	最高效率 $\eta_{M\max}$ (%)	89	92
6	设计工况气蚀系数 $\sigma$	0.38	0.186
7	工作水头范围 (m)	27~38	27~38
8	转轮直径 $D_1$ (m)	4.5	4.5
9	转速 $n$ (r/min)	150	93.8
10	最高效率 $\eta_{\max}$ (%)	91.6	94.9
11	额定出力 $N_r$ (kW)	34870	34870
12	最大引用流量 $Q_{\max}$ ( $m^3/s$ )	130.85	126.37
13	吸出高 $H_s$ (m)	-3.755	2.8025

从上表的对照中可以看出，两种不同的机型方案在同样水头下同时满足额定出力的情况下，HL240 与 ZZ440 相比较来看，它具有效率高工作范围好、汽蚀系数小等优点，这可以提高水电站的年发电量和减小厂房的开挖量。 选用HL240 型水轮机。

# — HL240 型水轮机运转特性曲线的绘制

## 1 基本资料

转轮的型式	HL240 型, 模型综合特性图
转轮的直径和转速	$D_1 = 4.5m$ 、转速 $n = 93.8r / min$
特征水头	$H_{max} = 38.0m$ 、 $H_r = 30.5m$ 、 $H_{min} = 27.0m$
水轮机额定出力	$N_r = 34870kW$
水轮机安装处的海拔高程	$= 27.0m$

## 2 等效率曲线的计算与绘制

取  $H_{max} = 38.0m$ 、 $H = 34.0m$ 、 $H_r = 30.5m$ 、 $H_{min} = 27.0m$  等 4 个水头列表 4-15 分别

进行计算, 表中在不同转角  $\phi$  时的效率修正值  $\Delta \eta_\phi$  可由表 4-8 得到。根据计算结果可首先绘制各水头下的水轮机工作特性曲线图 4-16 (a), 然后绘制效率曲线图 4-16 (b)。

Hmax=38 (m) n' l=68.5 (r/min) N=46.53 η Q' l (MW)				Hmax=34 (m) n' l=72.4 (r/min) N=39.38 η Q' l (MW)			
η M (%)	Q' l (m <sup>3</sup> /s)	η = η M + Δ η (%)	N (MW)	η M	Q' l	η	N
86	0.81	87.9	33.1	86	0.78	87.9	27
87	0.84	88.9	34.7	87	0.83	88.9	29.1
88	0.87	89.9	36.4	88	0.86	89.9	30.4
89	0.91	90.9	38.5	89	0.92	90.9	32.9
90	0.94	91.9	40.2	90	0.95	91.9	34.4
91	0.97	92.9	41.9	91	0.99	92.9	36.2

以上内容仅为本文档的试下载部分, 为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文, 请访问:  
<https://d.book118.com/868101113056006100>