柘林水电厂经济运行软件

系统操作手册

华中科技大学

二〇一七年三月

目　录

一、系统概要 1

1.1 系统架构设计 1

1.2 系统功能介绍 1

二、系统登录 3

2.1 进入系统登录界面 3

2.2 验证用户 3

三、电站信息查询模块 6

3.1 机组基本信息查询 6

3.1.1 功能说明 6

3.1.2 操作方法 6

3.2 水位库容曲线查询 7

3.2.1 功能说明 7

3.2.2 操作方法 7

3.3 尾水下泄流量曲线查询 9

3.3.1 功能说明 9

3.3.2 操作方法 9

3.4 预想出力曲线查询 10

3.4.1 功能说明 10

3.4.2 操作方法 10
3.5 NQH 曲线查询 12
3.5.1 功能说明 12
3.5.2 操作方法 12
四、经济运行模块 12
4.1 经济运行计算 12
4.1.1 功能说明 12
4.1.2 操作方法 12
4.2 报表生成 18
4.2.1 功能说明 18
4.2.2 操作方法 18

一、系统概要

1.1 系统架构设计

柘林水电厂经济运行应用系统采用 B/S（Browser/Server，即浏览器/服务器）结构模式设计，具有跨平台、硬件性能要求低等优点，用户操作平台只需装有浏览器，便可联网使用本系统，减轻了系统维护与升级的成本和工作量。

本系统使用当前热门的微框架 SpringBoot 与 Thymeleaf 模板引擎开发，采用典型的 MVC(Model View Controller)结构设计，即表示层、业务层与数据层分层开发，实现了业务逻辑与数据显示的分离，提高系统的稳定性以及可扩展性，便于维护。系统表示层：柘林水电厂经济运行应用系统的表示层采用 html+Bootstrap3（来自 Twitter，是目前最受欢迎的前端框架）设计，旨在丰富图形界面显示，提升用户体验指数；业务层：系统采用面向切面的编程技术，提高模块内聚性。模型计算与界面交互统一使用 Java 管理，采用依赖注入与控制反转的方式，有效降低了模型与用户操作事务之间的耦合度，提升了应用程序的组建速度。数据层采用开源 MySQL 数据库，使用 JPA 接口完成数据库交互。

本系统不属于终端服务器，用户在自己的终端如 PC 或者平板使用浏览器输入系统地址便可进行登录，推荐使用谷歌、火狐以及 IE9 以上的浏览器。

1.2 系统功能介绍

系统主要包括电站信息查询以及厂内经济运行两大模块，负责电站基本信息的查询以及经济运行方案的制作，系统结构图如下图 1.2-1 所示。

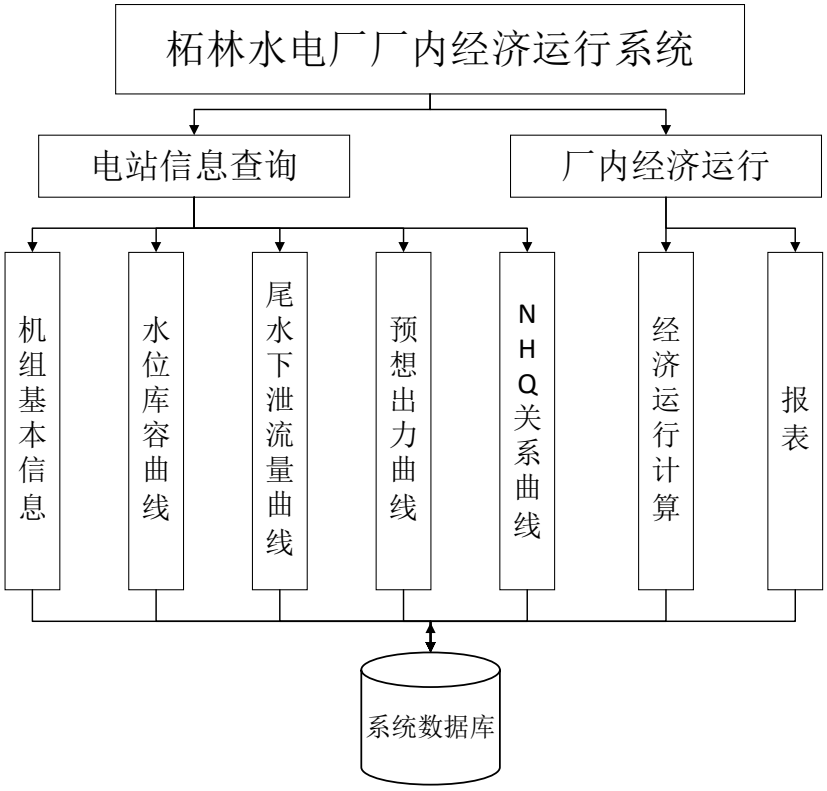


图 1.2-1 系统结构图

（1）电站信息查询

电站信息查询模块包括【机组基本信息查询】、【水位库容曲线查询】、【尾水下泄流量查询】、【预想出力查询】以及【NQH 曲线查询】等子模块。机组基本信息查询模块用于了解整个电站所有机组的详细信息；水位库容曲线模块用图表方式展现水位库容关系，同时提供方便易用的查询工具，用于搜索、插值等操作。其他几个查询模块操作方法类似，均能方便完成相应的查询操作。

（2）厂内经济运行

厂内经济运行模块根据水库上游来水量或电力系统当前时段给定的负荷要求，综合考虑机组不可运行区（汽蚀区、振动区）、机组耗量特性、运行工况等多方面因素，在保证电厂安全运行的前提下，以耗水量最小为原则，采用动态规划算法求解机组组合优化问题以及使用查询最优负荷分配表的方法求解负荷分配问题，确定电厂机组运行台数、台号和机组间的负荷分配。同时，避免机组的频繁启、停，应尽可能使机组工作位置不落入振动区，当机组必须运行在振动区时，须综

合考虑穿越振动区的耗水代价及运行安全，以达到经济运行的目的。模块能方便进行输入以及导入，计算结果以丰富的图表展现，最终可生成经济运行报表提供下载。

二、系统登录

为增强系统安全性能，系统需要验证用户才可使用，并且系统不提供注册功能，只能使用特定的账户才能登录（系统交付时会提供用户组账户密码）。系统部署成功后系统会被分配一个固定地址，用户在浏览器输入后验证账户名、密码即可使用本系统。

2.1 进入系统登录界面

在浏览器地址栏输入系统地址，即可打开系统登录界面如图 2.1-1.

图 2.1-1 系统登录界面

2.2 验证用户

在登录界面输入用户名、密码，点击登录按钮即可登录系统；登录界面带有【记住密码】选项，方便下次直接登录。

图 2.2-1 系统登录输入选项

用户输入密码有误，将会有下图 2.2-2 提示。

图 2.2-2 密码输入错误提示

账户名或者密码为空时，输入框会以红框提示。如下图 2.2-3 所示。

图 2.2-3 未输入账户名密码登录提示

用户注销当前账户时会有如下提示：

图 2.2-4 用户注销提示

登录成功后，可以看到如下登陆成功页面。可选择【电站信息查询】、【厂内经济运行】以及【软件操作指南】几个主要功能模块；右上角可显示当前登录的用户名以及注销按钮。

图 2.2-5 成功登录界面

三、电站信息查询模块

在电站运行管理以及制定运行计划时，需要查询电站机组信息以及相关各种特征曲线，方便决策。

3.1 机组基本信息查询

3.1.1 功能说明

机组基本信息查询模块用于浏览水电站机组的基本信息如机组型号、类型、铭牌出力、振动区以及工作水头等。

3.1.2 操作方法

在系统界面左侧的系统菜单选择【机组基本信息查询】，即可打开如图 3.1-1 所示机组基本信息查询页面。

图 3.1-1 机组基本信息查询页面

3.2 水位库容曲线查询

3.2.1 功能说明

用于交互查询水库的水位库容曲线，为水库日常运行决策提供参考。

3.2.2 操作方法

在系统菜单选择【水位库容曲线查询】选项，即可进入水位库容查询界面。界面包括查询操作区、水位库容表、水位库容曲线等，如下图 3.2-1 所示。

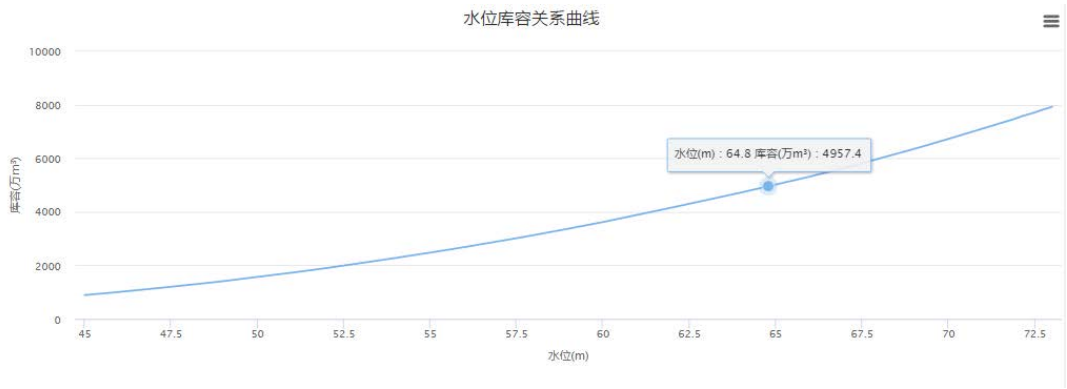


图 3.2-1 水位库容曲线查询界面

图表右上角有图表输出选项卡，可将图表下载为 png、jpg、pdf 以及 svg 等多种格式图片或文档。

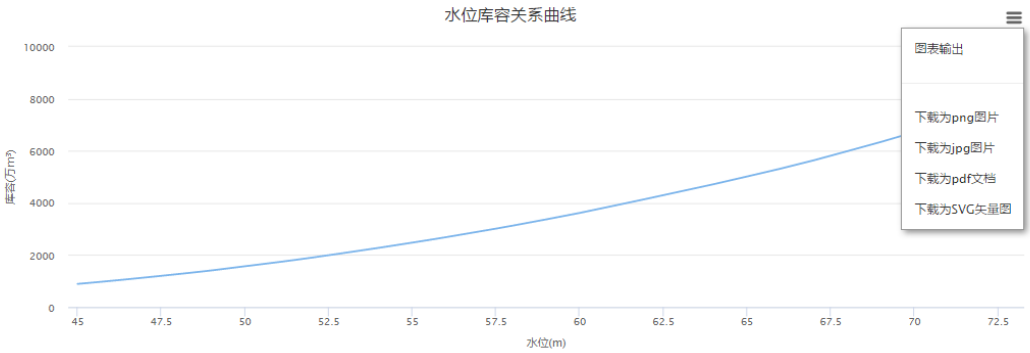


图 3.2-2 图表输出选项

在查询操作区可进行多种功能查询，包括“根据水位查询库容”、“根据库容查询水位”以及搜索选项。输入查询参数即可插值获得相应结果，如图 3.2-3 所示，输入库容值即可查询相应水位。

图 3.2-3 水位库容查询操作页面

使用搜索框可完成数据检索操作，方便查询需要的数据。

图 3.2-4 数据检索页面

3.3 尾水下泄流量曲线查询

3.3.1 功能说明

用于交互查询水库的尾水下泄流量曲线，为水库日常运行决策提供参考。

3.3.2 操作方法

在系统菜单选择【尾水下泄流量曲线查询】选项，即可进入尾水下泄流量曲线查询界面。界面包括查询操作区、水位流量表、下泄流量曲线等。操作与水位库容曲线查询类似，在查询操作区输入查询参数即可得到查询结果。如下图 3.3-1 及图 3.3-2 所示。

图 3.3-1 查询操作界面

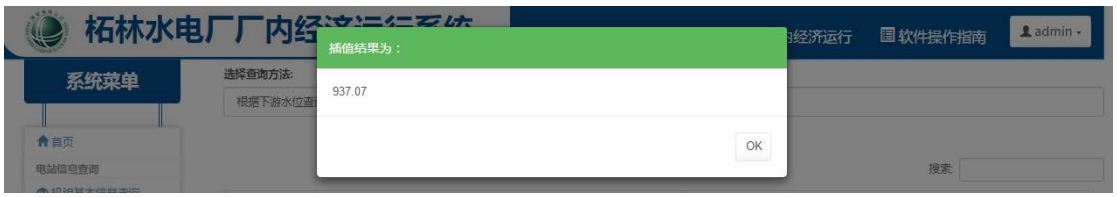


图 3.3-2 查询结果

下泄流量(m³/s)	下游水位(m)
0	20
105	20.5
194	21
306	21.5
444	22
606	22.5
776	23
953	23.5
1150	24
1380	24.5
1640	25

显示第 1 至 12 项结果，共 15 项

图 3.3-3 下游水位与下泄流量关系表

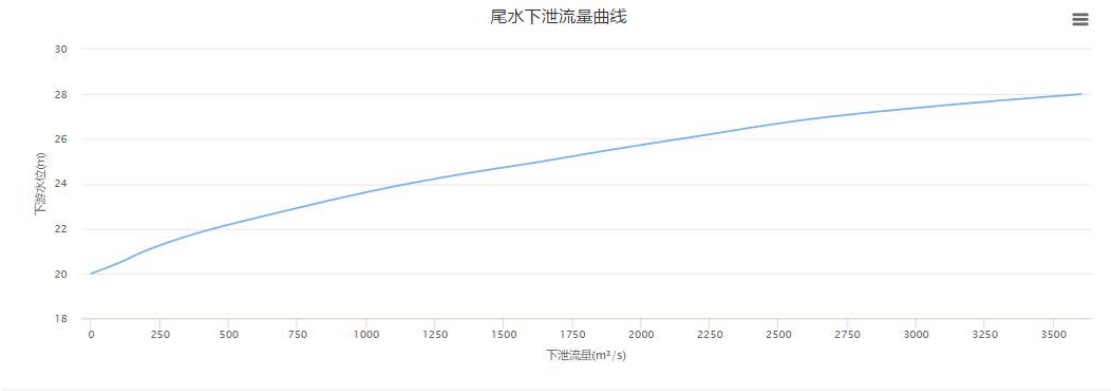


图 3.3-4 尾水下泄流量曲线图

3.4 预想出力曲线查询

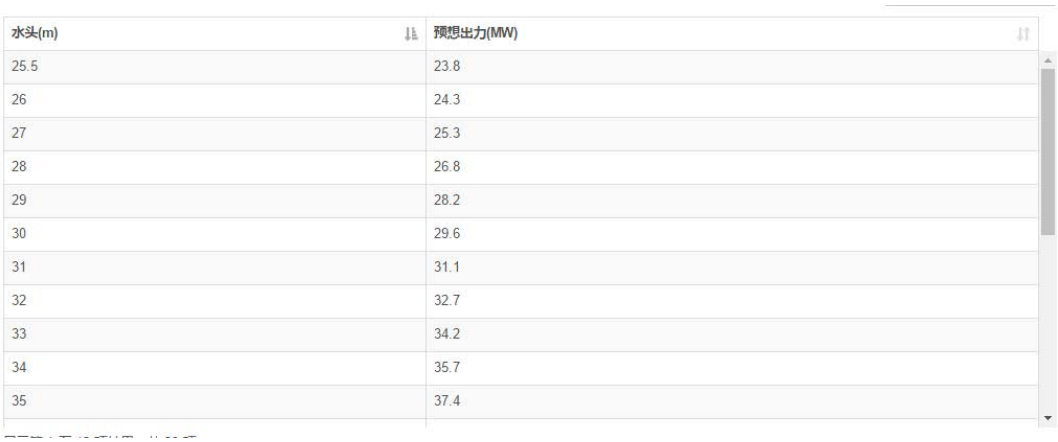
3.4.1 功能说明

用于交互查询机组的预想出力曲线，为经济运行提供参考。

3.4.2 操作方法

在系统菜单选择【预想出力曲线查询】选项，即可进入预想出力曲线查询界面。界面包括查询操作区、水头预想出力表、预想出力曲线等。操作与水位库容曲线查询类似，在查询操作区输入查询参数即可得到查询结果。

图 3.4-1 预想出力曲线查询界面



水头(m)	预想出力(MW)
25.5	23.8
26	24.3
27	25.3
28	26.8
29	28.2
30	29.6
31	31.1
32	32.7
33	34.2
34	35.7
35	37.4

图 3.4-2 水头预想出力表

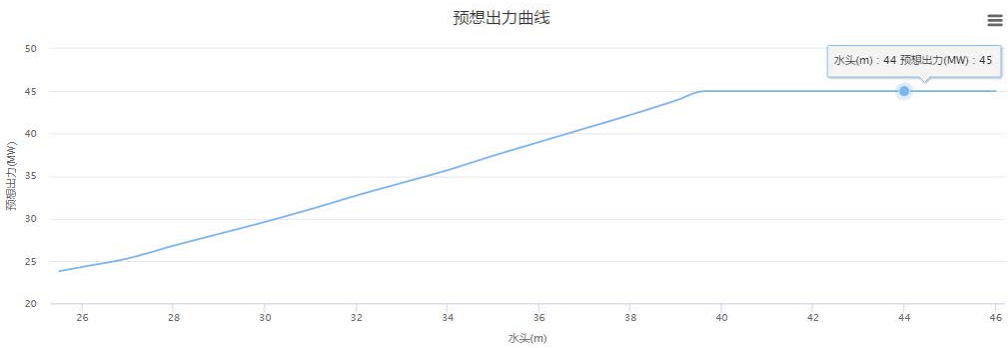


图 3.4-3 水头预想出力曲线

3.5 NQH 曲线查询

3.5.1 功能说明

用于交互查询机组的 NQH 曲线，为经济运行提供参考。

3.5.2 操作方法

在系统菜单选择【NQH 曲线查询】选项，即可进入 NQH 曲线查询界面。界面包括查询操作区、NQH 曲线等。通过选择不同的机组类型查看不同的 NQH 曲线。

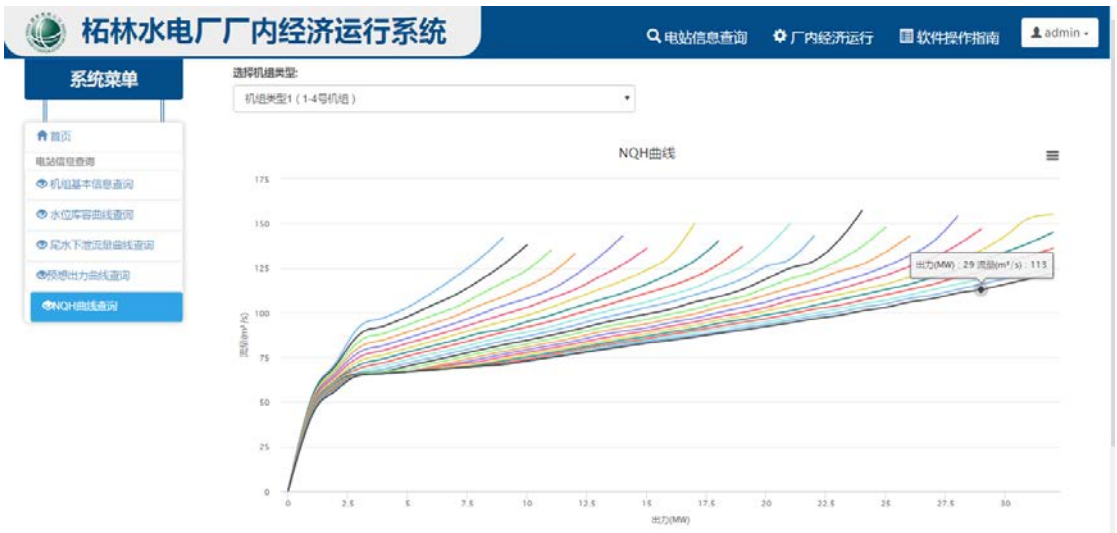


图 3.5-1 NQH 曲线查询界面

四、经济运行模块

4.1 经济运行计算

4.1.1 功能说明

整合电站参数并高效计算机组出力、发电耗水率等指标，实现时间的最优化，指导电站经济运行，同时为其他机组检修改造提供技术资料。

4.1.2 操作方法

通过导航栏的【厂内经济运行按钮】进入厂内经济运行页面，本页面菜单栏包括“经济运行计算”以及“报表”两个选项。经济运行操作包括四个步骤：

第一步：基本条件设置。如图 4.1-1 所示，页面可对调度日期、优化方法、初始水位以及机组台数等基本参数进行设置。

图 4.1-1 基本条件设置页面

第二步：来水信息设置，点击“选择文件”可以选择 excel 文件，然后点击“导入”即可将数据导入到图表中，实现图表联动。

图 4.1-2 来水信息设置页面

第三步：机组信息设置，可通过按钮设置机组检修状态：

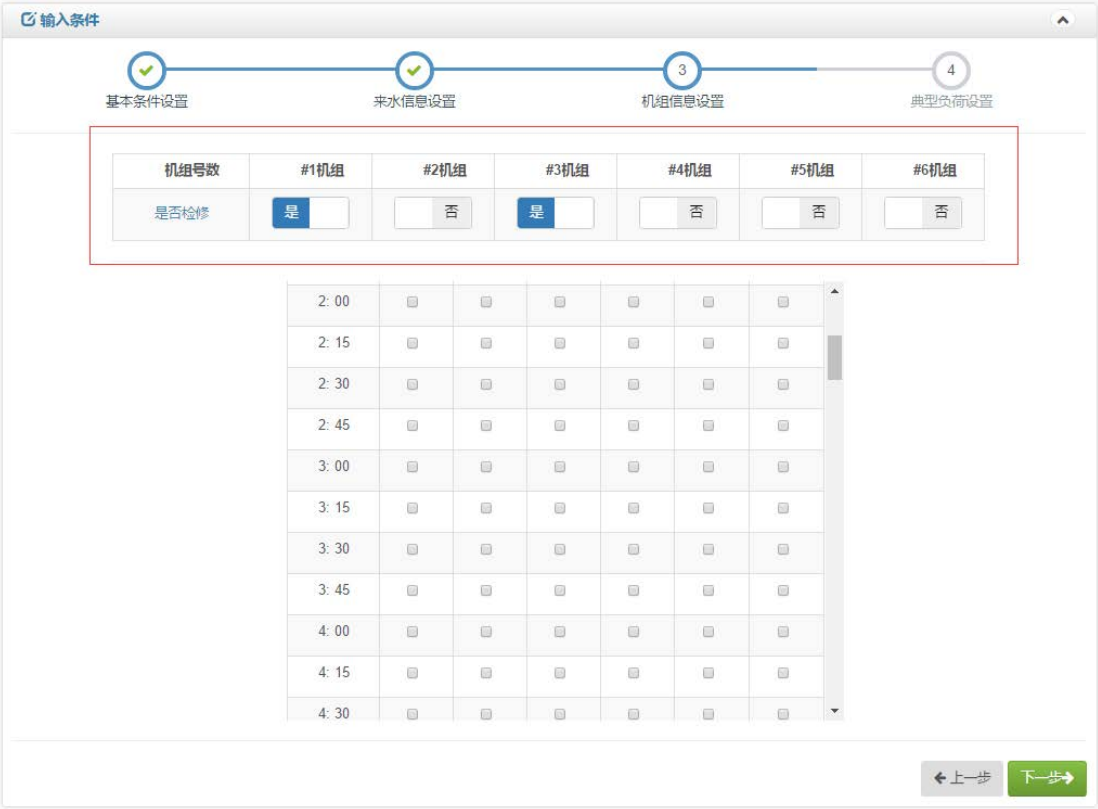


图 4.1-3 机组信息设置页面

第四步：典型负荷设置，与第二步的来水信息设置的布局相同。

图 4.1-4 典型负荷设置页面

步骤完成后点击右下角计算按钮进行计算，跳出如下对话框：

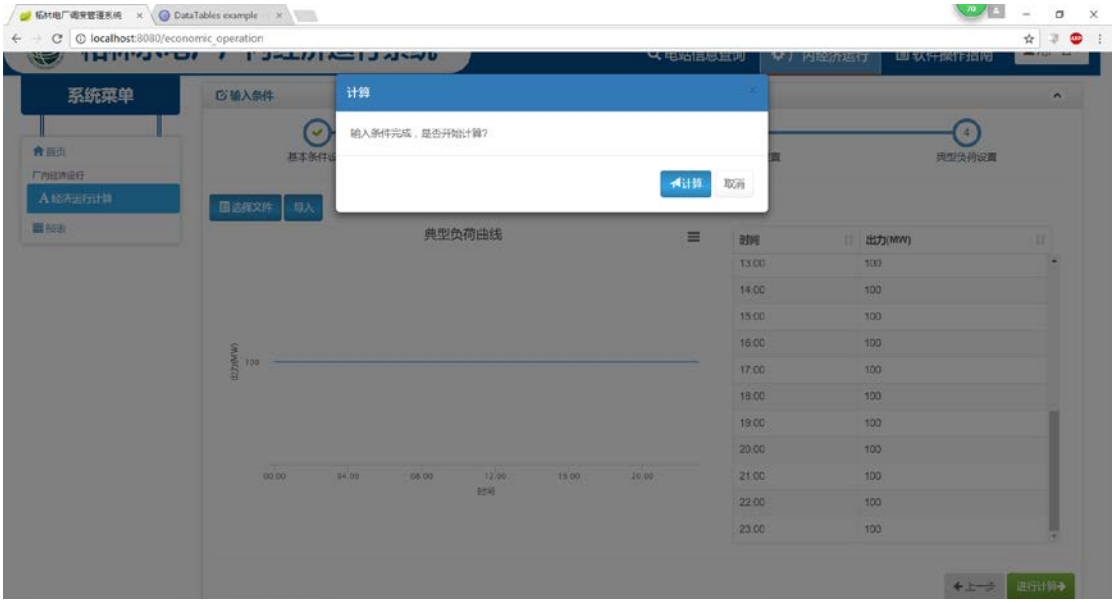


图 4.1-4 计算确认页面

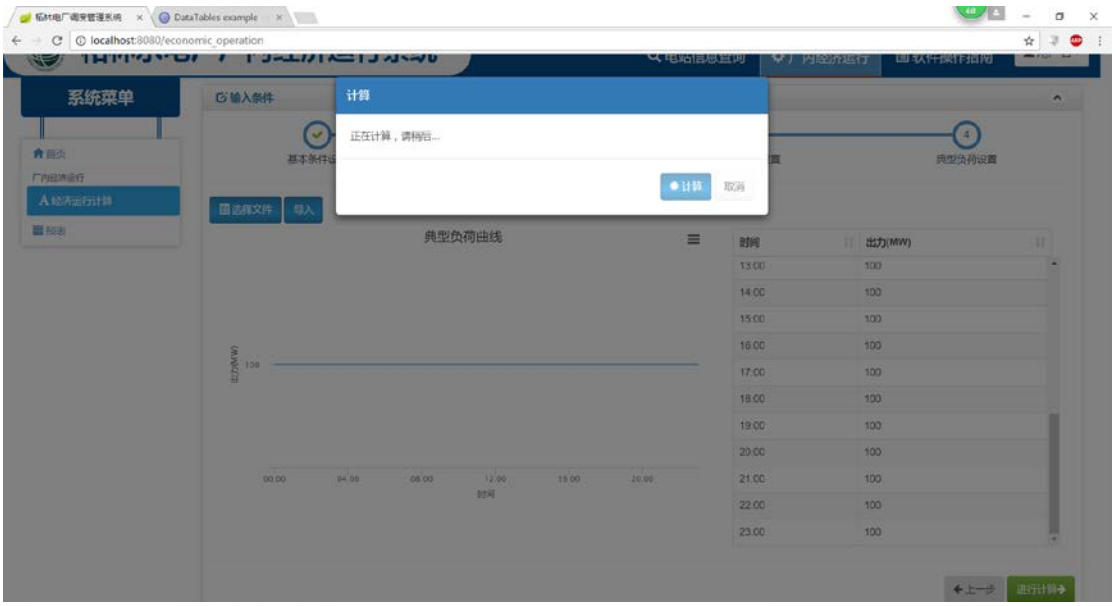


图 4.1-5 正在计算页面

计算完成后，下方计算结果框出现计算结果。包括经济运行结果总表、电站结果图、机组出力图、机组耗流情况以及耗水率情况，如下图所示：

计算结果

经济运行结果总表 | 电站结果图 | 机组出力 | 机组耗流 | 耗水率

时间	末水位 (m)	水头 (m)	N1 (MW)	N2 (MW)	N3 (MW)	N4 (MW)	N5 (MW)	N6 (MW)	Q1 (m³/s)	Q2 (m³/s)	Q3 (m³/s)	Q4 (m³/s)	Q5 (m³/s)	Q6 (m³/s)
00:00	64.169	41.71	34.3	34.3	34.3	0	114.2	0	96.7	96.7	96.7	0	302	0
00:15	64.168	41.71	34.3	34.3	34.3	0	114.2	0	96.7	96.7	96.7	0	302	0
00:30	64.167	41.71	34.3	34.3	34.3	0	114.2	0	96.7	96.7	96.7	0	302.1	0
00:45	64.166	41.71	34.3	34.3	34.3	0	114.2	0	96.6	96.6	96.6	0	302.1	0
01:00	64.165	41.93	38	36	0	0	120	0	105.1	100.1	0	0	313.8	0
01:15	64.164	41.93	38	36	0	0	120	0	105.1	100.1	0	0	313.8	0
01:30	64.163	41.93	38	36	0	0	120	0	105.1	100.1	0	0	313.8	0
01:45	64.162	41.93	38	36	0	0	120	0	105.1	100.1	0	0	313.8	0
02:00	64.162	41.98	35.9	35.9	0	0	115.2	0	99.8	99.8	0	0	303.1	0
02:15	64.161	41.98	35.9	35.9	0	0	115.2	0	99.8	99.8	0	0	303.1	0
02:30	64.16	41.98	35.9	35.9	0	0	115.2	0	99.8	99.8	0	0	303.2	0
02:45	64.159	41.98	35.9	35.9	0	0	115.3	0	99.8	99.8	0	0	303.2	0
03:00	64.158	41.72	34.3	34.3	34.3	0	111	0	96.8	96.8	96.8	0	295.1	0
03:15	64.157	41.72	34.3	34.3	34.3	0	111	0	96.8	96.8	96.8	0	295.1	0
03:30	64.156	41.72	34.3	34.3	34.3	0	111.1	0	96.8	96.8	96.8	0	295.2	0
03:45	64.155	41.72	34.3	34.3	34.3	0	111.1	0	96.8	96.8	96.8	0	295.2	0

图 4.1-6 经济运行结果总表

图 4.1-7 电站结果图

图 4.1-8 机组出力图

图 4.1-9 机组耗流图

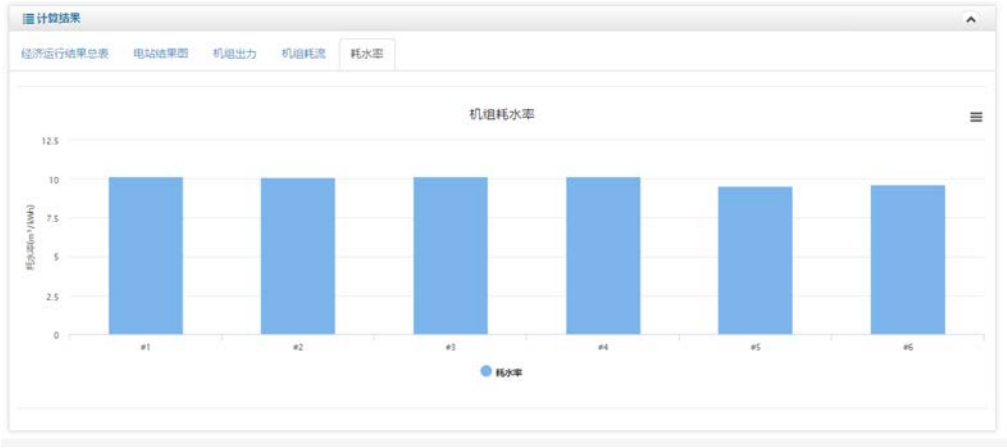


图 4.1-10 机组耗水率图

4.2 报表生成

4.2.1 功能说明

直观展现经济运行结果，提供打印输出。

4.2.2 操作方法

在系统菜单选择【水位库容曲线查询】选项，即可进入水位库容查询界面。界面包括查询操作区、水位库容表、水位库容曲线等。

点击报表按钮，选择报表生成的时间段，即可查询到历史生成的报表，并可进行下载。

图 4.2-1 查询日期设置

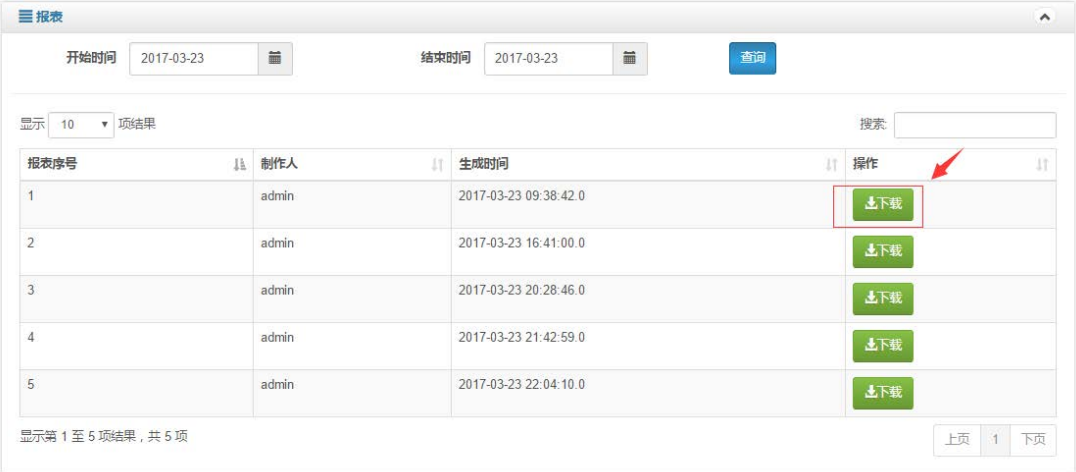
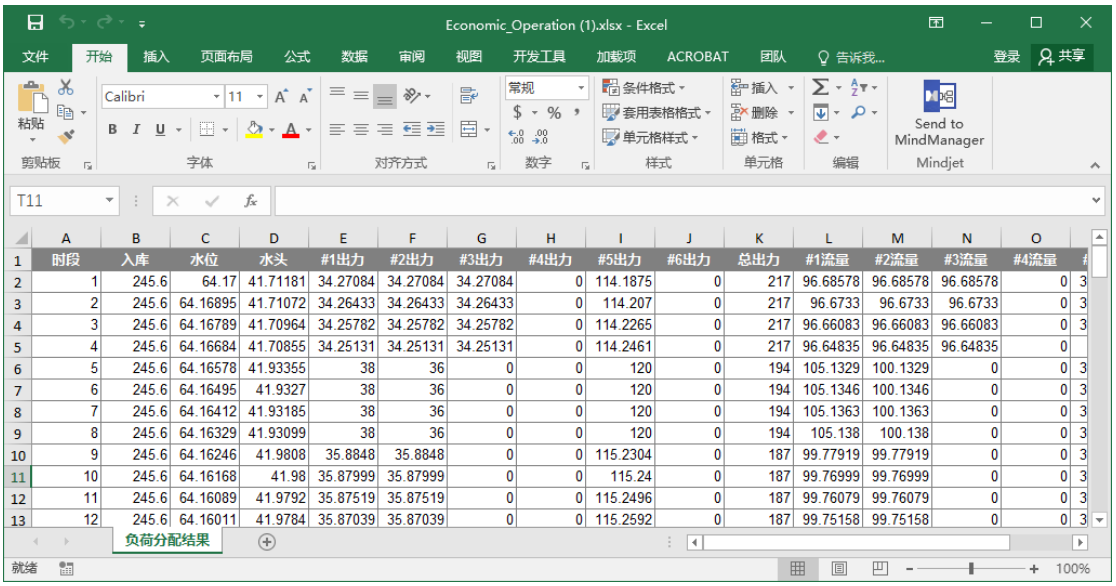


图 4.2-2 报表查询结果显示



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	时段	入库	水位	水头	#1出力	#2出力	#3出力	#4出力	#5出力	#6出力	总出力	#1流量	#2流量	#3流量	#4流量
2	1	245.6	64.17	41.71181	34.27084	34.27084	34.27084	0	114.1875	0	217	96.68578	96.68578	96.68578	0
3	2	245.6	64.16895	41.71072	34.26433	34.26433	34.26433	0	114.207	0	217	96.6733	96.6733	96.6733	0
4	3	245.6	64.16789	41.70964	34.25782	34.25782	34.25782	0	114.2265	0	217	96.66083	96.66083	96.66083	0
5	4	245.6	64.16684	41.70855	34.25131	34.25131	34.25131	0	114.2461	0	217	96.64835	96.64835	96.64835	0
6	5	245.6	64.16578	41.93355	38	36	0	0	120	0	194	105.1329	100.1329	0	0
7	6	245.6	64.16495	41.9327	38	36	0	0	120	0	194	105.1346	100.1346	0	0
8	7	245.6	64.16412	41.93185	38	36	0	0	120	0	194	105.1363	100.1363	0	0
9	8	245.6	64.16329	41.93099	38	36	0	0	120	0	194	105.138	100.138	0	0
10	9	245.6	64.16246	41.9808	35.8848	35.8848	0	0	115.2304	0	187	99.77919	99.77919	0	0
11	10	245.6	64.16168	41.98	35.87999	35.87999	0	0	115.24	0	187	99.76999	99.76999	0	0
12	11	245.6	64.16089	41.9792	35.87519	35.87519	0	0	115.2496	0	187	99.76079	99.76079	0	0
13	12	245.6	64.16011	41.9784	35.87039	35.87039	0	0	115.2592	0	187	99.75158	99.75158	0	0

图 4.2-3 报表界面