

# 深覆盖层上的水库大坝 蓄水安全设计评价

本书编写委员会 著



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

# 深覆盖层上的水库大坝 蓄水安全设计评价

本书编写委员会 著



中国水利水电出版社

[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

· 北京 ·

内 容 提 要

在深覆盖层上修建大坝的工程很多，采用的水库大坝蓄水安全评价方法各有千秋，总体评价思路没有形成系统的模式。本书将带领读者一起探寻深覆盖层上修建的土石坝和坝基处理设计历程、思路和理念及大坝蓄水安全评价。本书内容包括：河口村水库工程大坝蓄水设计安全评价，工程地质评价；宝泉抽水蓄能电站工程设计评价，上、下水库设计评价，渗流控制设计评价等。

本书可供从事坝工建设的勘测设计、施工、运行、科研、教学等科技人员阅读参考，也可作为相关领域大专院校师生的参考资料和工程案例读物。

图书在版编目（C I P）数据

深覆盖层上的水库大坝蓄水安全设计评价 / 《深覆盖层上的水库大坝蓄水安全设计评价》编写委员会著. -- 北京：中国水利水电出版社，2017.6  
ISBN 978-7-5170-5711-6

I. ①深… II. ①深… III. ①水库蓄水—安全设计—安全评价 IV. ①TV697.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第178850号

|      |                                                                                                                            |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名  | 深覆盖层上的水库大坝蓄水安全设计评价<br>SHEN FUGAICENG SHANG DE SHUIKU DABA XUSHUI<br>ANQUAN SHEJI PINGJIA                                   |
| 作 者  | 本书编写委员会 著                                                                                                                  |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社<br>(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)<br>网址：www.waterpub.com.cn<br>E-mail：sales@waterpub.com.cn<br>电话：(010) 68367658（营销中心） |
| 经 售  | 北京科水图书销售中心（零售）<br>电话：(010) 88383994、63202643、68545874<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                |
| 排 版  | 中国水利水电出版社微机排版中心                                                                                                            |
| 印 刷  | 北京瑞斯通印务发展有限公司                                                                                                              |
| 规 格  | 184mm×260mm 16开本 30.75印张 729千字                                                                                             |
| 版 次  | 2017年6月第1版 2017年6月第1次印刷                                                                                                    |
| 印 数  | 0001—1000册                                                                                                                 |
| 定 价  | 99.00元                                                                                                                     |

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

## 编 写 委 员 会

王美斋 李 鑫 杜全胜 赵 宁 侯咏梅

涂善波 李 艳 陈友平 杨应军 刘少丽

刘现锋 张 毅 李建军 常学军 姜苏阳

水库蓄水验收前必须进行蓄水安全鉴定。蓄水安全鉴定是大型水利水电建设工程蓄水验收的必要依据，未经蓄水安全鉴定不得进行蓄水验收。水利部负责监督和指导全国水利水电建设工程蓄水安全鉴定工作。各级水行政主管部门按照工程竣工验收的分级管理权限负责监督和指导蓄水安全鉴定工作。蓄水安全鉴定内容：①检查工程形象面貌是否符合蓄水要求。②检查工程质量（包括设计、施工等）是否存在影响工程安全的隐患。对关键部位、出现过质量事故的部位以及有必要检查的其他部位要进行重点检查，包括抽查工程原始资料和施工、设备制造验收签证，必要时应当使用钻孔取样、充水试验等技术手段进行检测。③检查洪水设计标准，工程泄洪设施的泄洪能力，消能设施的可靠性，下闸蓄水方案的可靠性，以及调度运行方案是否符合防洪和度汛安全的要求。④检查工程地质条件、基础处理、滑坡及处理、工程防震是否存在不利于建筑物的隐患。⑤检查工程安全检测设施、检测资料是否完善并符合要求。大坝实行定期安全鉴定制度，首次安全鉴定应在竣工验收后5年内进行，以后应每隔6~10年进行一次。运行中遭遇特大洪水、强烈地震、工程发生重大事故或出现影响安全的异常现象后，应组织专门的安全鉴定。

大坝蓄水安全评价涉及专业众多，其评价内容包括工程等别设计标准复核、洪水设计及评价、度汛方案及评价、地震设防烈度及抗震设计和评价、建筑物安全评价和大坝安全综合评价等几个方面。

河口村水库工程规模为大（2）型，工程等别为Ⅱ等，由大坝、泄洪洞、溢洪道及引水电站组成，其中大坝为1级建筑物，泄洪洞、溢洪道为2级建筑物，发电洞、电站厂房等为3级建筑物，导流建筑物级别为4级。电站装机容量11.6MW，年发电量约2874/406万kW·h。总工期60个月。2016年12月底河口村水库工程全部完工。河口村水库面板坝建在深覆盖层上，大坝趾板建在深覆盖层上的面板坝因具有了坝基开挖量小、简化导流、缩短工期、降低造价等显著优点，坝高122.5m。

宝泉抽水蓄能电站枢纽为一等大（1）型工程，主要建筑物由上水库、下水库、输水系统、地下厂房洞群和开关站等组成。上水库主坝最大坝高

94.8m, 主坝为沥青混凝土面板堆石坝, 主坝库底为第四系覆盖层。2008年8月30日开始往上库正式抽水。

河口村水库和宝泉抽水蓄能电站的水库各有特点, 其安全评价内容和方法也各有特色。本专著力求在水库大坝蓄水安全评价的工程设计技术方面有所突破, 体现先进性、科学性和合理性。

本书由王美斋编写了第4章4.2节~4.3节; 李鑫编写了内容提要、前言、第1章1.1节; 李鑫、李艳编写了第1章1.4.1小节~1.4.3小节; 侯咏梅编写了第1章1.3节; 杜全胜、侯咏梅编写了第1章1.4.4小节~1.4.5小节; 赵宁编写了第5章5.1节; 涂善波编写了第1章1.2节、1.8节、1.9节、第2章2.1节~2.4节; 陈友平、杨应军编写了第4章4.1节; 刘少丽编写了第1章1.7节、第6章6.1节~6.6节; 刘现锋编写了第3章3.3节、3.4节、第5章5.2节~5.6节; 张毅编写了第1章1.5节、第2章2.5节、第6章6.7节; 李建军编写了第1章1.6节、第2章2.6节~2.8节、第3章3.1节; 常学军编写了第1章1.4.6小节、参考文献。在编写过程中参与专题研究的其他设计人员参与了基础资料收集和子课题的部分编写, 不再一一列出。全书由姜苏阳统稿。

本书引用了大量的设计科研成果和文献资料, 并得到了多家单位和多位专家的大力支持, 在此, 谨一并表示衷心的感谢! 由于本书涉及专业众多, 编写时间仓促, 错误和不当之处在所难免, 敬请同行专家和广大读者赐教指正。

编者

2017年2月

# 目 录

## 前言

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第 1 章 河口村水库工程大坝蓄水设计安全评价 | 1   |
| 1.1 工程现状介绍              | 1   |
| 1.2 洪水设计及评价             | 4   |
| 1.3 地震设防烈度及抗震设计和评价      | 11  |
| 1.4 主要建筑物设计             | 13  |
| 1.5 设计更改及优化             | 183 |
| 1.6 工程缺陷处理              | 186 |
| 1.7 导流洞封堵方案             | 193 |
| 1.8 建筑物安全评价             | 201 |
| 1.9 工程存在的问题及建议          | 205 |
| 第 2 章 河口村水库工程地质评价       | 206 |
| 2.1 勘察工作概况              | 206 |
| 2.2 区域地质概况              | 207 |
| 2.3 水库区工程地质条件           | 209 |
| 2.4 坝址区基本地质条件           | 215 |
| 2.5 面板堆石坝工程地质条件及评价      | 232 |
| 2.6 泄洪（导流）洞工程地质条件及评价    | 252 |
| 2.7 天然建筑材料              | 262 |
| 2.8 结论与建议               | 264 |
| 第 3 章 宝泉抽水蓄能电站工程设计评价    | 268 |
| 3.1 工程等别设计标准复核          | 268 |
| 3.2 工程设计过程              | 270 |
| 3.3 枢纽工程总体布置及各建筑物主要尺寸   | 270 |
| 3.4 枢纽总布置评价             | 272 |
| 第 4 章 宝泉抽水蓄能上水库设计评价     | 274 |
| 4.1 主坝、副坝设计评价           | 274 |
| 4.2 上水库库盆设计             | 353 |
| 4.3 自流排水洞设计             | 379 |

第 5 章 宝泉抽水蓄能下水库设计评价..... 389

5.1 浆砌石坝设计评价..... 389

5.2 泄水建筑物的水力设计..... 429

5.3 导流底孔封堵设计..... 435

5.4 堰顶橡胶坝设计 ..... 437

5.5 库岸清理及库岸稳定..... 438

5.6 大坝观测分析及安全评价 ..... 440

第 6 章 宝泉抽水蓄能渗流控制设计评价..... 451

6.1 设计修改及调整 ..... 451

6.2 上水库防渗方案及渗控标准 ..... 451

6.3 库岸沥青混凝土面板防渗结构设计 ..... 455

6.4 库底黏土铺盖防渗结构设计 ..... 468

6.5 防渗体排水及反滤设计..... 471

6.6 防渗接头设计 ..... 475

6.7 库盆渗漏量计算及排水能力复核 ..... 479

参考文献 ..... 481

# 第 1 章 河口村水库工程大坝蓄水设计安全评价

## 1.1 工程现状介绍

### 1.1.1 工程概况

河口村水库位于黄河一级支流沁河最后一段峡谷出口处,下距五龙口水文站约 9km,属河南省济源市克井乡,是控制沁河洪水、径流的关键工程,也是黄河下游防洪工程体系的重要组成部分。河口村坝址控制流域面积  $9223\text{km}^2$ ,占沁河流域面积的 68.2%,占黄河小花间流域面积的 34%。

河口村水库的开发任务以防洪、供水为主,兼顾灌溉、发电、改善河道基流等综合利用。

河口村水库工程规模为大(2)型,工程等别为 II 等,由大坝、泄洪洞、溢洪道及引水电站组成,其中大坝为 1 级建筑物,泄洪洞、溢洪道为 2 级建筑物,发电洞、电站厂房等为 3 级建筑物,导流建筑物级别为 4 级。电站装机容量 11.6MW,年发电量约 2874/406 万  $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。总投资约 27.75 亿元,总工期 60 个月。

水库建成后与三门峡、小浪底、故县、陆浑四座水库联合运用,可使黄河花园口 100 年一遇洪峰流量削减  $600\sim 1500\text{m}^3/\text{s}$ ,从而减轻下游堤防的防洪压力,减少东平湖滞洪区分洪运用概率,进一步完善黄河下游防洪工程体系,同时也为黄河干流调水调沙改善条件。

水库建成后,可将沁河武陟站 100 年一遇洪水洪峰流量由  $7110\text{m}^3/\text{s}$  削减到  $4000\text{m}^3/\text{s}$ ,使沁河下游防洪标准从 25 年一遇提高到 100 年一遇,减轻沁河下游的洪水威胁,还可保障沁河下游穿越该地区的南水北调中线总干渠的防洪安全。

水库建成后可为当地提供城市生活和工业用水  $1.28\text{亿 m}^3$ 、灌溉用水  $6280\text{万 m}^3$ ,灌溉面积 31.05 万亩,补源面积 20 万亩。其次改善沁河下游生态环境,保证沁河下游五龙口断面  $5\text{m}^3/\text{s}$  流量。

河口村水库主要设计指标如下:

校核洪水位为  $285.43\text{m}$ ,相应库容为  $3.17\text{亿 m}^3$ ;

设计洪水位为  $285.43\text{m}$ ,相应库容为  $3.17\text{亿 m}^3$ ;

正常蓄水位为  $275.00\text{m}$ ,相应库容为  $2.5\text{亿 m}^3$ ,其有效库容为  $1.96\text{亿 m}^3$ ;

前汛限水位为  $238.00\text{m}$ ,相应库容为  $6820\text{m}^3$ ,其有效库容为  $1599\text{m}^3$ ;

死水位为  $225.0\text{m}$ ,相应库容为  $5076\text{m}^3$ 。

### 1.1.2 前期设计工作

新中国成立以来,黄河水利委员会和山西、河南两省曾多次对沁河干流工程进行规划

研究,黄河勘测规划设计公司从1956年就开始对沁河五龙口以上坝址进行查勘设计。

1968年9月,河南省提出《沁河下游规划报告》,要求兴建河口村水库;1971年7月山西省提出《沁河流域规划》,要求兴建张峰水库。1973年5月黄河水利委员会主持山西省、河南省共同参加完成了《沁河干流工程选点报告》,研究了干流工程布局,推荐近期上游修建张峰水库,以灌溉、发电为主,结合防洪;下游修建河口村水库,以防洪为主,结合灌溉、供水,兼顾发电。

根据1976年国务院国发〔1976〕41号文批复《关于防御黄河下游特大洪水意见的报告》中“支流工程除已建伊河陆浑水库需复核加固外,拟再兴建洛河故县和沁河河口村水库”的意见,黄河水利委员会规划设计院会同河南黄河河务局和新乡地区水利局共同组成设计班子,进行部分测量、钻探和水库规划工作,于1980年5月提出《沁河河口村水库初步设计阶段报告》(工程规划),确定河口村水库的开发任务为:防洪、灌溉并兼顾发电。推荐选用Ⅱ坝线(河口村坝址),水库最高洪水位为285.00m,总库容3.3亿 $\text{m}^3$ ,最大坝高117m,坝型为黏土心墙堆石坝,最大泄量 $12050\text{m}^3/\text{s}$ ,灌溉引水最大流量 $56\text{m}^3/\text{s}$ ,电站装机12MW。运用方式为“蓄清排浑”。此后根据初步设计要求,进行了大量的地勘试验补充工作,1983年年底基本完成初步设计工作。

依据国家计委〔1984〕1684号文《关于简化基本建设项目审批手续的通知》精神,黄委会设计院在上述工作成果的基础上,于1985年4月编制了《沁河河口村水库工程可行性研究报告》,确定水库的开发目标、工程规模和运用方式不变,采用《沁河河口村水库初步设计阶段报告》(工程规划)的结论。

1988年3月,水利电力部水利水电规划设计管理局组织专家对《沁河河口村水库工程可行性研究报告》进行了初步审查,对报告的各个部分提出了具体的修改意见,建议编制《河口村水库可行性研究补充报告》再行审批。水利部以水规字〔1988〕第7号文对水利电力部水利水电规划设计管理局的初步审查意见进行了批复。

黄河勘测规划设计有限公司于2005年3月编制完成了《沁河河口村水库工程项目建议书》。2005年6月水利部水利水电规划设计总院对其进行了审查,基本同意修改后的《沁河河口村水库工程项目建议书》(2006年2月),并于2006年5月以水总设〔2006〕239号文将该项目建议书审查意见上报水利部。水利部研究后基本同意该审查意见,并于2006年5月以水规计〔2006〕415号文将审查意见报送国家发展和改革委员会。根据《国家发展改革委办公厅关于委托对沁河河口村水库进行评估的函》(发改办投资〔2008〕175号)的要求,中国水电工程顾问集团公司组织专家组,于2008年3月6日至8日,对《沁河河口村水库工程项目建议书》进行了评估,形成了《沁河河口村水库工程项目建议书专家组评估意见》,经评估委员会审议后,形成了评估报告报送发改委。

2009年2月27日,国家发展和改革委员会以《国家发展改革委关于河南省沁河河口村水库工程项目建议书的批复》(发改农经〔2009〕562号)对项目建议书进行了批复,确定河口村水库的开发任务是“以防洪、供水为主,兼顾灌溉、发电、改善河道基流等综合利用”。

根据水利部要求,《沁河河口村水库工程可行性研究报告》于2009年3月编制完成,2009年7月通过水利部水利水电规划设计总院的审查。

2011年4月1日,完成河口村水库主体第一批工程招标(泄洪洞土建及安装工程标、引水发电土建及安装工程标、防渗工程标)。

2011年4月13日,完成河口村水库主体第二批工程招标(大坝工程标、溢洪道土建及安装工程标、工程监测标)。

2011年4月27日,在河口村施工现场举行了主体开工动员大会,河口村水库主体6个标段的承包商全部进场,大坝、泄洪洞、引水发电洞、库坝区防渗工程、溢洪道工程及水库原型观测工程等6个标段的施工全面展开,标志着河口村水库主体工程全面进入施工阶段。

2011年10月19日,河南省河口村水库顺利实现了大河截流。

### 1.1.3 大坝蓄水鉴定范围及形象面貌要求

#### 1.1.3.1 导流洞封堵蓄水鉴定范围

根据工程设计,本工程2号泄洪洞前半段是由导流洞设龙抬头改造而成,为满足2号泄洪洞改造及2014年水库下闸蓄水要求,需要需利用2013—2014年的非汛期时段,导流洞下闸封堵才能具备施工条件。一旦导流洞下闸封堵,库内水位很快会壅高(2号泄洪洞进口高程为210.00m),由于2号泄洪洞进口塔架及塔后洞身正在施工,因此上游来水还要尽快排走,以免影响整个2号洞施工。由于1号泄洪洞已经具备过流条件,1号泄洪洞进口高程为195.00m,因此导流洞下闸封堵后,在2号泄洪洞改造期间,需全面开启1号泄洪洞泄流。

但由于导流洞进口高程低(进口高程为177.20m),导流洞下闸封堵后,虽然考虑1号泄洪洞全面开启泄流,同时根据非汛期导流20年一遇设计标准,1号泄洪洞全面泄流后,最高壅水位可达204.20m,库前已经形成初期蓄水条件。根据河口村水库开工后实际施工情况,同时为保证水库蓄水后剩余工程的安全施工,初期蓄水需分为两个阶段:第一阶段为导流洞封堵蓄水,即导流洞下闸封堵,而1号、2号泄洪洞不下闸,此时1号泄洪洞处于开敞状态,水库来水均由1号泄洪洞下泄,由于此时水库蓄水高程不超过204.20m,不具备蓄水发电及向下游工业供水功能,仅为改造2号泄洪洞施工。第二阶段为导流洞已经封堵,1号、2号泄洪洞施工完成,1号、2号进水塔满足下闸挡水条件,且工程具备运用要求,则1号、2号泄洪洞下闸,水库具备蓄水发电及向下游供水功能,水库正式进入初期蓄水阶段;初期蓄水计划在2014年汛后进行。因此本阶段安全鉴定为初期蓄水的第一阶段。

根据导流洞封堵蓄水及非汛期导流标准20年一遇最高水位为204.20m,以及2号泄洪洞改造施工应具备的施工条件,控制本次建筑物安全鉴定高程为210.00m。导流洞封堵后在此高程影响主要建筑物为大坝及泄洪洞,因此本次蓄水鉴定范围主要为大坝(含防渗墙及大坝基础帷幕)、泄洪洞及导流洞等建筑物。由于左岸山体帷幕底部高程为225.00m,因此溢洪道、发电引水工程及左岸山体帷幕均不在本次安全鉴定范围。

#### 1.1.3.2 主要建筑物形象面貌要求

根据上述安全鉴定的范围,安全鉴定建筑物需要达到的形象面貌要求如下:

##### 1. 导流建筑物

- (1) 导流洞闸门槽完好,槽内污物、淤积清理完成。
- (2) 导流洞闸门止水检查处理完成。

(3) 导流洞闸门门体检查合格。

(4) 导流洞下闸的其他准备工作已经到位,具备下闸条件。

(5) 与导流洞封堵施工有关的施工组织设计方案、应急预案准备完善。

(6) 导流洞封堵闸门应完成门叶安装,调试完毕,并验收合格;汽车吊就位、调试完毕,并验收合格。

## 2. 大坝

(1) 大坝 286.00m 高程以下填筑、一期混凝土面板(高程 165.00~225.00m)、大坝上游河床段趾板(含防渗板)与防渗墙的连接板、大坝左右岸趾板等完成。

(2) 大坝上游现浇防渗墙、防渗墙与两岸连接段的高趾墙完成。

(3) 大坝上游高趾墙、大坝左右岸趾板(含防渗板)基础以下固结灌浆完成。

(4) 大坝上游 215.00m 高程以下的上游压盖填筑完成。

(5) 大坝上游一期面板以下坝体内部的地质探洞封堵完成。

(6) 坝体填筑及一期混凝土面板、趾板、连接板、高趾墙等混凝土施工缺陷的检查与处理全部完成。

(7) 大坝上游两岸边坡的支护工程及探洞处理工程完成。

(8) 大坝上游库区接地网完成。

(9) 坝后排水带末端(下游围堰处)砌石护坡工程完成。

(10) 拆除坝下所有影响永久建筑物泄洪及排水的临时建筑物,完成大坝上游清理及平整工作。

## 3. 泄洪洞

(1) 1号泄洪洞进口引渠、进口塔架(含电站进水口)、洞身、出口明渠(不含挑流鼻坎)土建工程完成。

(2) 1号泄洪洞进口塔架基础及洞身灌浆工程完成。

(3) 1号泄洪洞具备过流条件,事故检修闸门埋件(流道内)、工作闸门及其埋件安装、检验合格,工作闸门具备临时启闭条件。

(4) 1号泄洪洞及1号进水塔 210.00m 高程以下混凝土施工缺陷的检查与处理完成。

(5) 8号地质探洞封堵完成。

(6) 210.00m 高程以下1号泄洪洞进水塔及塔前库区防雷接地完成。

(7) 拆除所有影响泄洪的临时建筑物并清除堆渣。

## 4. 防渗工程

(1) 坝基防渗墙、2号灌浆洞等土建工程完成。

(2) 坝基防渗墙及坝基左右岸趾板下帷幕灌浆完成。

(3) 2号灌浆洞内帷幕灌浆完成。

# 1.2 洪水设计及评价

沁河流域位于东经  $112^{\circ}\sim 113^{\circ}30'$ ,北纬  $35^{\circ}\sim 37^{\circ}$ ,是黄河三门峡至花园口区间两大支流之一,发源于山西省沁源县霍山南麓的二郎神沟。流经山西省安泽、沁水、阳城、晋

城等县市,至河南省济源市五龙口出太行山峡谷进入平原。下行 90km,经济源、沁阳、博爱、温县,于武陟县南贾村汇入黄河。河道全长 485km,落差 1844m,平均坡降 2.16‰。流域面积 13532km<sup>2</sup>,呈南北向狭长形,约占黄河三花间流域面积 41615km<sup>2</sup> 的 32.5%,占黄河流域总面积的 1.8%。

沁河一级支流长度在 25km 以上的共计有 30 条,全长 1029km;长度在 2~5km 的支毛沟 347 条,全长 5715km。

河口村水库位于沁河最后峡谷段出山口五龙口以上约 9km,坝址以上控制流域面积 9223km<sup>2</sup>,占沁河流域面积的 68.2%,占黄河小花间无工程控制区间面积的 34%。库区为峡谷型河道,两岸为陡壁悬崖,河床为砂卵石沉积层组成,间有局部基岩出露,河谷狭窄,宽度多为 300~500m,河道蜿蜒曲折,坡陡流急,河道平均比降为 5.27‰。

沁河流域目前已建中型水库有 5 座,小(1)型水库有 33 座。工程总库容 2.366 亿 m<sup>3</sup>,兴利库容 1.043 亿 m<sup>3</sup>。水库工程控制面积 2851km<sup>2</sup>,占沁河流域面积的 21.07%。中型水库主要分布在丹河,5 座中型水库中有 4 座分布在丹河上,另一座水库董封水库位于沁河支流获泽河上。较大的水库有丹河任庄水库,总库容 0.805 亿 m<sup>3</sup>,由于水库漏水,未发挥应有作用。

张峰水库工程位于山西省晋城市沁水县张峰村沁河干流上,是沁河干流第一座大型水利枢纽工程,水库设计标准百年一遇,校核标准两千年一遇。张峰水库在河口村水库上游 163km 左右,于 2008 年通过蓄水安全鉴定,目前已下闸蓄水运用。水库是以城市生活和工业供水、农村人蓄饮水为主,兼顾防洪、发电等综合利用。水库总库容 3.92 亿 m<sup>3</sup>,防洪库容 0.36 亿 m<sup>3</sup>。

位于河口村水库坝轴线下 400m 处建有河口水电站,该电站 1994 年 6 月竣工,同年 9 月试运行发电。2001 年技改后,装机容量达到 3×3600kW (10800kW),多年平均年发电引水量约 2 亿 m<sup>3</sup> 左右,多年平均年发电量为 4680 万 kW·h。

此外,沁河下游干流有引沁济潞、广惠渠、兴利渠三个灌区,丹河有丰收渠、引丹渠两个引水口。

### 1.2.1 暴雨洪水特性

#### 1.2.1.1 暴雨特性

流域内暴雨主要集中在 7—8 月。暴雨期副热带环流可分为经向与纬向两种类型。在经向环流作用下,影响暴雨的天气系统有台风、台风倒槽和南北向切变线等。纬向环流型暴雨天气系统为东西向切变线(具有低涡活动)、三合点和西风槽。前者形成南北向带状暴雨,后者造成东西向带状暴雨。

流域处在太行山区内侧,地形对降雨有较大影响。暴雨的地区分布一般是由北向南递增,且基本上是由流域周围的山地向河谷递减。

#### 1.2.1.2 洪水特性

沁河洪水由暴雨形成。年最大洪峰多发生在 7—8 月,其中 8 月出现洪峰的次数最多,占 50.0% 左右。洪峰出现时间最早为 7 月上旬,最迟到 9 月下旬。一次洪水历时均在 5 日之内,洪峰陡涨陡落,呈单峰型或双峰型,洪量集中。

从洪水组成情况来看,沁河流域洪水来源多以五龙口以上来水为主。五龙口以上洪水

主要来源于润城至五龙口区间，从历年各站最大 3 日洪量统计来看，润城至五龙口区间洪量约占五龙口平均为 60% 以上，最大可达 89%。

从洪水遭遇情况来看，发生较大洪水时，沁河五龙口以上与山路平以上洪水遭遇机会较多。据武陟站 1954 年、1956 年、1966 年、1968 年、1982 年五场洪水统计，有四场洪水五龙口以上来水与山路平以上来水遭遇。

1.2.2 初设阶段设计洪水成果

黄河勘测规划设计有限公司于 2010 年 12 月编制完成了《沁河河口村水库工程初步设计报告》，2011 年 3 月 28—30 日，水利部水利水电规划设计总院在北京主持召开了该报告审查会，最终的结论为“基本同意该《初设报告》”，其中对水文部分水库设计洪水的审查意见为“同意坝址天然设计洪水成果仍采用可研阶段审定成果，500 年一遇洪峰流量为 8900m<sup>3</sup>/s；2000 年一遇洪峰流量为 11500m<sup>3</sup>/s。”

沁河五龙口、武陟、山路平站设计洪水计算，采用洪水频率分析法，根据《水利水电工程设计洪水计算规范》（SL 44—2006）规定进行经验频率计算，再按 P—Ⅲ型曲线采用目估适线法进行参数调整。采用历史调查洪水加入实测洪水系列计算。五龙口站洪水系列为 1895 年、1943 年、1953—1998 年共 48 年，其中 1895 年按特大值加入计算，重现期为 104 年；1943 年由于其洪峰流量仅有 4100m<sup>3</sup>/s，略小于实测最大值 4240m<sup>3</sup>/s，故将 1943 年历史洪水按实测连续系列处理。山路平站洪水系列为 1846 年、1794 年、1892 年、1932 年、1895 年、1954—1998 年共 40 年，其中 1846 年和 1794 年历史洪水分别按 205 年以来最大、次大处理；1892 年、1932 年和 1895 年加入实测系列计算。武陟站洪水系列为 1895 年、1943 年、1934—1937 年、1950—1998 年共 55 年，其中 1895 年按 104 年处理，1943 年按实测值处理。

1.2.2.1 花园口、三花区间设计洪水

花园口及三花区间的设计洪水成果在 1976 年经水利部审查后，黄河水利委员会规划设计院又于 1980 年、1985 年、1994 年、1997 年先后 4 次延长系列对其进行推算并经上级部门审查。根据水利部水规总院审查意见，仍采用 1976 年成果。各站及区间的设计洪水成果见表 1.2-1。

表 1.2-1 花园口、三花区间设计洪水成果表

| 站名  | 控制面积<br>/km <sup>2</sup> | 项目             | 计算<br>年份 | 统计参数  |       |           | 不同频率的设计值   |            |           |           |
|-----|--------------------------|----------------|----------|-------|-------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|
|     |                          |                |          | 均值    | $C_v$ | $C_s/C_v$ | $P=0.02\%$ | $P=0.05\%$ | $P=0.2\%$ | $P=1.0\%$ |
| 花园口 | 730036                   | $Q_m/(m^3/s)$  | 1976     | 9780  | 0.54  | 4         | 51100      | 46000      | 38200     | 29200     |
|     |                          | $W_5/亿 m^3$    | 1980     | 26.5  | 0.49  | 3.5       | 117.0      | 106.3      | 90.2      | 71.3      |
|     |                          | $W_{12}/亿 m^3$ | 1976     | 53.5  | 0.42  | 3         | 189.4      | 174.9      | 151.9     | 125       |
|     |                          | $W_{45}/亿 m^3$ | 1976     | 153   | 0.33  | 2         | 397.8      | 374.9      | 338.9     | 294       |
| 三花间 | 41615                    | $Q_m/(m^3/s)$  | 1976     | 5100  | 0.92  | 2.5       | 43000      | 38250      | 31000     | 22700     |
|     |                          | $W_5/亿 m^3$    | 1976     | 9.80  | 0.90  | 2.5       | 80.4       | 71.4       | 58.1      | 42.8      |
|     |                          | $W_{12}/亿 m^3$ | 1976     | 15.03 | 0.84  | 2.5       | 112.3      | 100.3      | 82.1      | 61.0      |
|     |                          | $W_{45}/亿 m^3$ | 1976     | 31.6  | 0.64  | 2         | 154.8      | 141.6      | 120.7     | 96.5      |

1.2.2.2 河口村设计洪水

1. 天然设计洪水

沁河各站及区间设计洪水采用历史调查洪水加入实测洪水系列计算。项目建议书阶段，各站资料系列截至 1998 年，可研阶段又将资料延长至 2006 年，历史洪水重现期做相应调整。两次计算成果相差不大，可研阶段复核成果偏小 5%左右，最终仍采用项目建议书阶段计算成果。初步阶段与可研阶段相比，仅新增两年实测资料，且 2006 年以来工程所在流域及黄河下游均未发生大水，故没有对设计洪水资料系列进行延长，仍采用原成果，见表 1.2-2。

表 1.2-2 沁河五龙口、武陟、丹河山路平站及五武区间设计洪水计算成果表

| 项目                          | 站名  | 不同频率的设计值   |           |         |         |         |          |
|-----------------------------|-----|------------|-----------|---------|---------|---------|----------|
|                             |     | $P=0.05\%$ | $P=0.2\%$ | $P=1\%$ | $P=2\%$ | $P=5\%$ | $P=20\%$ |
| $Q_m/(\text{m}^3/\text{s})$ | 五龙口 | 11500      | 8900      | 5980    | 4790    | 3290    | 1340     |
|                             | 山路平 | 8560       | 6370      | 3970    | 3010    | 1850    | 535      |
|                             | 武陟  | 14500      | 11000     | 7110    | 5540    | 3650    | 1350     |
|                             | 五武间 | 4750       | 3990      | 3170    | 2680    | 1890    | 584      |
| $W_3/\text{亿 m}^3$          | 五龙口 | 8.77       | 6.96      | 4.9     | 4.04    | 2.94    | 1.41     |
|                             | 山路平 | 4.53       | 3.38      | 2.12    | 1.62    | 1.01    | 0.30     |
|                             | 武陟  | 12.04      | 9.46      | 6.54    | 5.33    | 3.80    | 1.72     |
|                             | 五武间 | 3.83       | 3.12      | 2.23    | 1.78    | 1.15    | 0.34     |
| $W_5/\text{亿 m}^3$          | 五龙口 | 10.59      | 8.48      | 6.08    | 5.07    | 3.77    | 1.92     |
|                             | 山路平 | 4.92       | 3.72      | 2.39    | 1.85    | 1.19    | 0.40     |
|                             | 武陟  | 15.16      | 11.96     | 8.35    | 6.85    | 4.93    | 2.30     |
|                             | 五武间 | 4.16       | 3.44      | 2.52    | 2.03    | 1.35    | 0.46     |
| $W_{12}/\text{亿 m}^3$       | 五龙口 | 18.02      | 14.18     | 10.17   | 8.63    | 6.41    | 3.26     |
|                             | 山路平 | 7.6        | 5.77      | 3.74    | 2.91    | 1.90    | 0.66     |
|                             | 武陟  | 25.17      | 19.87     | 13.87   | 11.37   | 8.18    | 3.81     |
|                             | 五武间 | 6.43       | 5.33      | 3.94    | 3.20    | 2.16    | 0.75     |

2. 入库设计洪水

河口村入库设计洪水考虑不利设计洪水组成并经上游张峰水库调节后求得。各频率的坝址设计洪水峰、量值见表 1.2-3。

表 1.2-3 张峰水库影响后河口村水库坝址设计洪峰流量、  
— 洪量成果表（以 1982 年为典型年）

| 项 目                         |       | 张峰、五龙口同频率，张五区间相应设计值 |           |           |         |         | 张五区间、五龙口同频率，张峰相应设计值 |           |           |         |         |
|-----------------------------|-------|---------------------|-----------|-----------|---------|---------|---------------------|-----------|-----------|---------|---------|
|                             |       | $P=0.05\%$          | $P=0.2\%$ | $P=0.5\%$ | $P=1\%$ | $P=2\%$ | $P=0.05\%$          | $P=0.2\%$ | $P=0.5\%$ | $P=1\%$ | $P=2\%$ |
| $Q_m/(\text{m}^3/\text{s})$ | 五龙口天然 | 11500               | 8900      | 7220      | 5980    | 4790    | 11500               | 8900      | 7220      | 5980    | 4790    |
|                             | 张峰影响  | -150                | -40       | -50       | -70     | -210    | -90                 | -80       | -20       | -1320   | -1130   |
|                             | 河口村坝址 | 11350               | 8860      | 7170      | 5910    | 4580    | 11410               | 8820      | 7200      | 4660    | 3660    |

续表

| 项 目               |       | 张峰、五龙口同频率，张五区间相应设计值 |      |      |      |       | 张五区间、五龙口同频率，张峰相应设计值 |      |      |      |      |
|-------------------|-------|---------------------|------|------|------|-------|---------------------|------|------|------|------|
|                   |       | $P=$                | $P=$ | $P=$ | $P=$ | $P=$  | $P=$                | $P=$ | $P=$ | $P=$ |      |
|                   |       | 0.05%               | 0.2% | 0.5% | 1%   | 2%    | 0.05%               | 0.2% | 0.5% | 1%   | 2%   |
| $W_3$<br>/亿 $m^3$ | 五龙口天然 | 8.77                | 6.96 | 5.78 | 4.9  | 4.04  | 8.77                | 6.96 | 5.78 | 4.9  | 4.04 |
|                   | 张峰影响  | 0.08                | 0    | 0    | -0.2 | -0.05 | 0                   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|                   | 河口村坝址 | 8.85                | 6.96 | 5.78 | 4.7  | 3.99  | 8.77                | 6.96 | 5.78 | 4.9  | 4.04 |
| $W_5$<br>/亿 $m^3$ | 五龙口天然 | 10.59               | 8.48 | 7.11 | 6.08 | 5.07  | 10.59               | 8.48 | 7.11 | 6.08 | 5.07 |
|                   | 张峰影响  | 0.06                | 0    | 0    | 0    | 0     | 0                   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|                   | 河口村坝址 | 10.65               | 8.48 | 7.11 | 6.08 | 5.07  | 10.59               | 8.48 | 7.11 | 6.08 | 5.07 |

1.2.3 设计洪水复核

1.2.3.1 设计洪水复核

在近期完成的“黄河流域水文设计成果修订”项目中，将沁河武陟站的洪水系列延长到了 2010 年。武陟站设计洪水本次复核与初设成果比较情况见表 1.2-4，从表中可以看出，复核成果与初步设计阶段的采用成果相比，各频率设计值有所减小，减小幅度在 10% 以内。

表 1.2-4 武陟站天然设计洪水成果比较表

| 成果                | 项目             | 资料系列 |     |          | 均值   | $C_v$ | $C_s$<br>$C_v$ | 不同频率的设计值   |           |           |
|-------------------|----------------|------|-----|----------|------|-------|----------------|------------|-----------|-----------|
|                   |                | $N$  | $n$ | $\alpha$ |      |       |                | $P=0.01\%$ | $P=0.1\%$ | $P=1.0\%$ |
| 本次<br>复核          | $Q_m/(m^3/s)$  | 1895 | 116 | 1        | 855  | 1.49  | 3.0            | 17700      | 12000     | 6560      |
|                   | $W_3/亿 m^3$    | 1895 | 116 | 1        | 1.08 | 1.12  | 3.0            | 14.51      | 10.23     | 6.14      |
|                   | $W_5/亿 m^3$    | 1895 | 116 | 1        | 1.44 | 1.06  | 3.0            | 17.81      | 12.68     | 7.72      |
|                   | $W_{12}/亿 m^3$ | 1895 | 116 | 1        | 2.4  | 1.06  | 3.0            | 29.68      | 21.13     | 12.87     |
| 河口村<br>水库初<br>步设计 | $Q_m/(m^3/s)$  | 1895 | 104 | 1        | 990  | 1.4   | 3.0            | 18600      | 12700     | 7110      |
|                   | $W_3/亿 m^3$    | 1895 | 104 | 1        | 1.22 | 1.06  | 3.0            | 15.09      | 10.74     | 6.54      |
|                   | $W_5/亿 m^3$    | 1895 | 104 | 1        | 1.62 | 1.02  | 3.0            | 18.94      | 13.55     | 8.35      |
|                   | $W_{12}/亿 m^3$ | 1895 | 104 | 1        | 2.69 | 1.02  | 3.0            | 31.44      | 22.51     | 13.87     |

1.2.3.2 复核结论

2006—2012 年，沁河流域普遍降雨偏少，形成的洪水量级不大，在这期间，五龙口站的实测最大洪峰仅为 1060 $m^3/s$ （2007 年）。这几年的系列加入后，会使沁河各站均值稍有减小，对各站及河口村水库设计洪水成果的影响很小。

鉴于复核后的沁河设计洪水成果较原审查成果略有减小，但变化不大，本次仍推荐采用河口村水库初步设计阶段审定成果，河口村水库入库设计洪水也仍采用初设阶段审定成果。

1.2.4 泄洪设施的泄洪能力和主要特征水位复核

根据复核，本阶段泄洪建筑物泄洪能力与初设阶段一致，泄流能力见表 1.2-5，水

位—库容曲线见图 1.2-1。

表 1.2-5 河口村水库泄流能力表

|              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 水位/m         | 225  | 230  | 240  | 250  | 260  | 265  | 270  | 275  | 280  | 285   | 290   |
| 泄洪洞泄量/(m³/s) | 1042 | 1146 | 1331 | 2847 | 3187 | 3344 | 3493 | 3637 | 3774 | 3907  | 4036  |
| 溢洪道泄量/(m³/s) |      |      |      |      |      |      | 325  | 1707 | 3945 | 6677  | 9825  |
| 总泄量/(m³/s)   | 1042 | 1146 | 1331 | 2847 | 3187 | 3344 | 3818 | 5344 | 7719 | 10584 | 13861 |

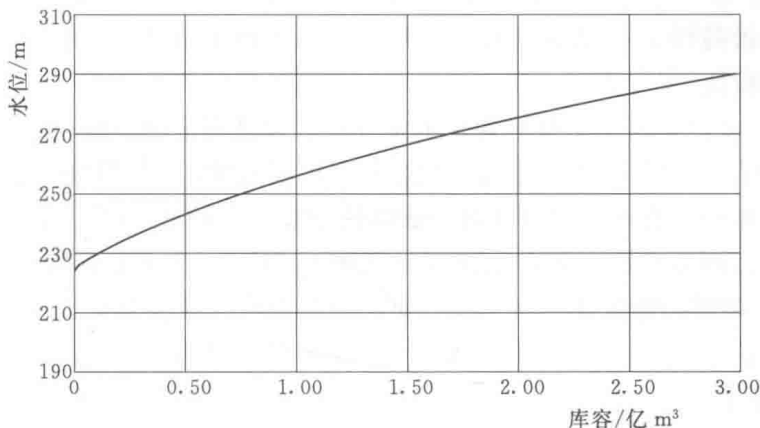


图 1.2-1 河口村水库水位—库容曲线

河口村水库汛期限制水位 238.00m，防洪高水位 285.43m。在满足河口村水库大坝本身安全情况下，要求河口村水库在控制沁河武陟站流量不超过 4000m³/s 的同时，并尽可能拦蓄黄河下游洪峰流量和超万洪量。拟定的水库防洪运用方式如下。

(1) 当预报花园口站流量小于 12000m³/s 时，若预报武陟站流量小于 4000m³/s，水库按敞泄滞洪运用；若预报武陟站流量大于 4000m³/s，控制武陟流量不超过 4000m³/s。

(2) 当预报花园口流量出现 12000m³/s 且有上涨趋势，水库关闭泄流设施；当水库水位达到防洪高水位时，开闸泄洪。其泄洪方式取决于入库流量的大小：若入库流量小于防洪高水位相应的泄流能力，按入库流量泄洪；否则，按敞泄滞洪运用，直到水位回降至防洪高水位。此后，如果预报花园口流量大于 10000m³/s，控制防洪高水位，按入库流量泄洪；当预报花园口流量小于 10000m³/s，按控制花园口 10000m³/s 且沁河下游不超过 4000m³/s 泄流，直到水位回降至汛期限制水位。

采用复核后的泄流曲线计算的河口村水库的设计、校核洪水位见表 1.2-6。

表 1.2-6 河口村水库调洪计算成果表（1982 年典型）

| 下游洪水重现期/a | 汛限水位/m | 水库洪水标准/a | 防洪高水位/m | 防洪库容/亿 m³ | 流量/(m³/s) |       | 库容/亿 m³ |      | 最高水位/m |
|-----------|--------|----------|---------|-----------|-----------|-------|---------|------|--------|
|           |        |          |         |           | 最大入库      | 最大出库  | 最大蓄量    | 调洪库容 |        |
| 100       | 238    | 100      | 285.43  | 2.30      | 4660      | 2160  | 2.64    | 2.30 | 285.43 |
|           |        | 500      |         |           | 8820      | 7600  | 2.64    | 2.30 | 285.43 |
|           |        | 2000     |         |           | 11410     | 10800 | 2.64    | 2.30 | 285.43 |

从表 1.2-6 看出，按现阶段复核泄流曲线计算，500 年一遇设计标准洪水位为