

灌溉水库兴利调度图绘制方法探析

章绍一, 陈光洪

(四川省水利水电勘测设计研究院 规划设计分院, 四川 德阳 618000)

摘要:水库调度图的编制越来越受到相关部门的重视,目前灌溉水库兴利调度图的绘制方法较多,成果差异大。对各种方法进行了分析比较,并通过实例计算结果检验分析,说明宜优先采用水利工程水利计算规范推荐的绘制方法。

关键词:灌溉水库;兴利调度图;灌溉设计保证率;长系列法

中图分类号:TV7;TV212;TV21

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)04-0071-04

1 概述

对已经建成的水利工程,领导部门和管理单位最关心的是如何在保障工程安全的前提下将工程的设计效益充分发挥出来。而在难以准确预测气象和水文条件的情况下,通常采取利用历史资料绘制水库调度图用以指导水库的调度运用,以避免或减轻因水库蓄、泄水量不当而造成的损失和灾害。同时,依据水库调度图及调度方式进行水库调节计算,亦可以复核检验水库规模的合理性,故水库调度也是水库设计的重要内容之一。

2012年10月水利部以水建管〔2012〕442号文印发了《水库调度规程编制导则(试行)》,同时要求各级水行政主管部门督促水库主管部门和运行管理单位组织编制水库调度规程,尽快完成大、中型水库及重要小型水库调度规程的编制和审批,同年,四川省水利厅以川水函〔2012〕2387号文转发了该文件并提出了相应要求,我省大中型水库调度规程的编审工作相继展开。在近年进行的水库调度文件编审工作中,部分工程技术人员对水库调度图绘制方法认识不一,特别是在兴利调度中较少采用《水利工程水利计算规范》(SL104-95)中推荐的方法,而多采用一些参考资料(如学校教材或计算手册)中介绍的绘制方法。由于参考资料不同,成果各异。有时审查专家与设计人员因参考的书籍不同而发生不必要的争执。因此,笔者认为:有必要就水库调度图绘制方法进行探讨。

鉴于我省的中型水库多以灌溉为主,因此,笔者以灌溉水库兴利调度为代表讨论水库调度图的

绘制方法。水库兴利调度图的绘制方法主要有三类:一是代表年法,二是长系列法,三是概率分析法,其中前两类为目前广泛采用。笔者对前两类绘制方法做简要介绍。

2 方法概述

2.1 代表年法

2.1.1 年调节水库

(1)代表年的选择。

代表年的选择可分为实际代表年法和设计代表年法。

实际代表年又称典型年,系根据灌溉设计保证率,从年来水量和年用水量系列中选择年来水量和用水量接近设计保证率的3~5 a,且各年来、用水分配应尽可能代表不同的年内分配,在所选年份中,全年或作物生长期的来水量应等于或大于相应的灌溉用水量,以保证当年水库不因兴利库容的限制而使灌溉用水遭受破坏。

设计代表年法是将上述所选年份的来、用水过程按设计保证率的年来、用水量与实际所选年份的来、用水量之比进行缩放,所求得的来、用水量均符合设计保证率,年内分配各不相同的设计代表年来、用水过程。

(2)调度线的绘制。

现将常见的4种绘制方法简述如下:

其一:对每一代表年,按正常供水工作,从供水期末死库容开始,逆时序调节计算至蓄水期初为止,求得各月末水库蓄水量及水位。将计算结果中的水库水位与时间的关系线绘制在同一张图上,连结各月水位的最高点(即取上包线)即得防

破坏线(也称保证供水线),连结各月水位的最低点(即取下包线)即得限制供水线(也称降低供水线)。

其二:防破坏线绘制同方法一。限制供水线的绘制方法为:对每一代表年,按正常供水工作,从蓄水期初死库容开始,顺时序调节计算至供水期末,求得各月末的水库蓄水量及水位;将计算结果中的水库水位和时间的关系线绘制在同一张图上,连结各月水位的最低点,即为限制供水线。

其三:对每一代表年,按正常供水工作,从供水期末死库容开始,逆时序调节计算至蓄水期初为止,求得各月末的水库蓄水量及水位。将计算结果中的水库水位与时间的关系线绘制在同一张图上,连结各月水位的最低点即得限制供水线;从蓄水期末正常蓄水位开始,逆时序调节计算至供水期初为止,求得各月末的水库蓄水量及水位。将计算结果中的水库水位与时间的关系线绘制在同一张图上,连结各月水位的最高点即得防破坏线。

其四:采用各代表年的兴利调节计算成果,将同月份的库水位绘制在同一张图上,取上包线为防破坏线,下包线为限制供水线。

2.1.2 多年调节水库

(1)代表年的选择和多年调节库容的确定。

对于多年调节水库,当多年库容蓄满尚有余水时可加大供水;当多年库容已经放空、来水仍不足灌溉时,应降低供水。因此,一般要求把兴利库容分为多年调节库容与年库容两部分进行水库调度。如果在兴利调节时采用数理统计法求多年调节库容,代表年求年库容,则可直接采用。如果调节计算是用长系列法计算出的水库兴利库容,则需先确定年调节库容,再用兴利库容减去年调节库容求得多年调节库容。年调节库容的计算方法为:选择3~5个年来水量等于或略大于用水量的年份,分别计算其调节库容,选其中较大者作为年调节库容。

一种分析认为:当多年库容蓄满、尚有余水能加大供水的情况发生在枯水系列的第一年,或多年库容已经放空仍不能满足灌溉覆水量需降低供水的情况发生在枯水系列的最后一年,可只研究设计枯水系列第一年的水库蓄满及最后一年放空

的情况,而不必分割多年调节库容和年调节库容。

(2)调度线的绘制。

当划分了多年调节库容和年调节库容时,与年调节类似有三种方法:

其一:对计算年库容的每一代表年,按正常供水工作,从供水期末、多年库容蓄满开始,逆时序进行调节计算至蓄水期初为止,求得各月末的水库蓄水量及水位,将计算结果中的水库水位和时间的关系线绘制在同一张图上,取上包线即得防破坏线;从供水期末、死库容开始,逆时序进行调节计算至蓄水期初为止,求得各月末的水库蓄水量及水位,将计算结果中的水库水位和时间的关系线绘制在同一张图上,取下包线即得限制供水线。

其二:防破坏线的绘制同方法一。限制供水线绘制方法为:对各代表年,按正常供水工作,从蓄水期初死库容开始,顺时序调节计算至供水期末,求得各月末的水库蓄水量及水位;将计算结果中的水库水位与时间的关系线绘制在同一张图上,连结各月水位的最低点,即为限制供水线。

其三:取推求年库容的各代表年同月水位,点绘于同一张图上,取其下包线即为限制供水线;再在各月水位相应库容上加上相应的多年调节库容,连结各月水位的最低点即为防破坏线。

当不划分多年调节库容和年调节库容时,对每一枯水系列的最后一年,按正常供水工作,从供水期末死库容开始,逆时序调节计算至蓄水期初,求得各月末的水库蓄水量及水位。将计算结果中的水库水位与时间的关系线绘制在同一张图上,连结各月水位的最低点即得限制供水线;对每一枯水系列的第一年从蓄水期末正常蓄水位开始,逆时序调节计算至供水期初为止,求得各月末的水库蓄水量及水位。将计算结果中的水库水位与时间的关系线绘制在同一张图上,连结各月水位的最高点即得防破坏线。

2.2 长系列法

2.2.1 长系列顺时序算法

将长系列法调节计算成果中设计保证率以内年份的同月水位点绘于同一张图上,取上包线为防破坏线,下包线为限制供水线。这一方法为

《水工设计手册》和《水库调度设计规范》(GB/T50587-2010)所推荐。

2.2.2 长系列逆时序算法

该方法在《水利工程水利计算规范》SL104-95的5.3.4条文说明中论述为:当具备长系列来水量及灌溉用水量资料时,一般采用逆时序调节计算方法连续计算求出历年逐月(或旬)的库水位过程,取灌溉设计保证率以内各年份中各月(或旬)的上包线为防破坏线;再对全部破坏年份按满足特枯水年灌溉用水量的要求进行逆时序调节计算,求出各月(或旬)的上包线作为降低供水线。当降低供水线高于防破坏线时,要减少特枯水年的灌溉用水量,使降低供水线低于防破坏线。对于这种情况,一定要分析研究合理的保证供水区及降低供水区。

3 方法的选择

3.1 各种方法的使用情况及分析

3.1.1 各种方法的使用情况

尽管《水利工程水利计算规范》(SL104-95)已经实施20多年了,且大多数水库设计均采用长系列法进行水库调节,但在水库调度图绘制中,却多采用代表年法。分析其原因,可能有两个方面:一是历史形成的操作习惯;二是水库调度图仅反映了一个年度的水位时间关系,让人误以为就是代表年成果。

3.1.2 各方法的优缺点分析

(1)代表年法。

代表年法的主要优点是需要的资料相对较少,计算工作量小。因此,在缺乏足够资料和先进计算手段的历史条件下被广泛采用;但其缺点亦较多,主要为:其一,代表年法将调节年度统一划分为每年固定不变的蓄水期和供水期,不同的水文年份均从相同的水位起调或终止,以及将水库简单的分为年调节和多年调节两种类型,这与水库的实际运行情况不一定相符;其二,由于水库来水与灌区用水关系不很密切,选择符合要求的代表年存在随意性;仅以几个年份作代表,难以反映水库来水和灌区用水在年际和年内分配上的不均匀性和组合的多样性;其三,如上所述,代表年法在调度图的计算绘制上存在多种不同的观点和做法,难以统一;其

四,只研究正常供水的年份,而缺乏对保证率以外的特殊干旱年份调度运行进行分析。

(2)长系列顺时序算法。

该方法的优点是克服了代表年法中代表年选择和调节周期划分的人为性,且直接采用水库调节计算成果,计算工作量小;缺点是对保证率以外的年份的水库调度缺乏指导依据。

(3)长系列逆时序算法。

该方法的优点是按照水库前期预留足够的蓄水量且保证在正常年内不破坏的原则计算防破坏线,保证在保证率以外不发生深度破坏的原则计算限制供水线,思路清晰,对不同时期的水库运用情况均有分析,成果较为可靠;其缺点是计算工作量较大。

3.2 案例分析

3.2.1 工程概况

为验证上述分析结果,笔者以一个实例加以说明。某工程设计灌溉面积为10万亩(1ha=15亩),坝址集水面积为52km²,水库多年平均来水量为4029万m³,灌区用水量为2848万m³,正常蓄水位高程466m,相应库容3875万m³,死水位高程440m,死库容368万m³,灌溉设计保证率为70%。水库采用38a长系列调节计算,水库供水保证率可达72%。

3.2.2 调度图的绘制

现分别采用代表年法、长系列顺时序算法和长系列逆时序算法绘制其兴利调度图。

采用代表年法先判断水库属于多年调节水库,通过选取3个来、用水接近年份做代表年,计算年调节库容为1951万m³,则多年调节库容为1566万m³,按上述代表年法中多年调节水库方法一绘制的调度图见图1。

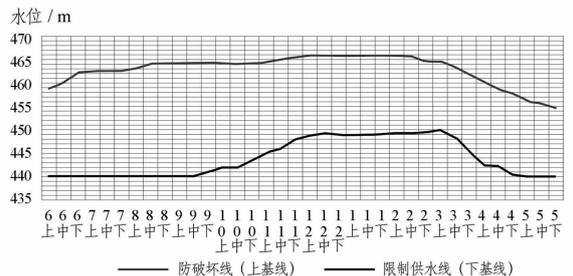


图1 代表年法水库调度图

采用长系列顺时序计算法绘制的水库调度图见图2。

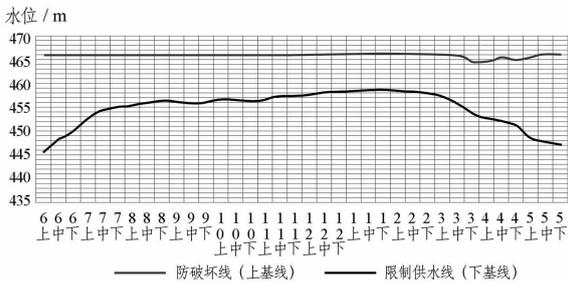


图2 长系列顺时序计算法水库调度图

采用长系列逆时序计算绘制水库调度图。首先对调节成果进行分析,修正破坏年的灌溉供水量。为防止深度破坏,对破坏特枯水系列供水量按需求水量的60%进行计算,其成果见图3。

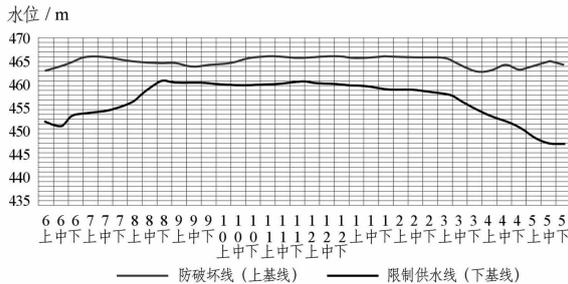


图3 长系列逆时序计算水库调度图

3.2.3 成果检查与比较

依据调度图,按照下述原则进行水库调节计算,以检验其成果的合理性。

当水库水位高于防破坏线时,根据来、用水情况,在控制时段末水位不低于防破坏线的前提下可加大灌区供水量,加大水量应考虑放水工程的取水能力限制;当水库水位在防破坏线与降低供水线之间时,则按灌区需要正常供水;当水库水位低于降低供水线时,根据来、用水情况,在控制时段末水位不低于死水位的前提下,按减少用水量的20%~40%降低供水。调节成果见表1。

可见,采用代表年法绘制的水库调度图调节,加大供水量多,严重缺水年数和时段也多。采用长系列顺时序计算法绘制的调度图调节,加大供水量很少,但仍有严重缺水现象。采用长系列逆时序计算法,不仅有一定的加大供水量,而且可以消除严重的缺水现象。

使用前两种方法要实现较好的调度效果,都

表1 使用不同调度水库调节成果表

项 目	水库调节成果			
	无	图1	图2	图3
使用调度图	无	图1	图2	图3
灌溉供水保证率/%	72%	72%	72%	72%
最大年缺水率/%	51%	51%	53%	48%
最大旬缺水率/%	100%	100%	96%	48%
严重缺水年数 (年缺水率>50%)	2	2	1	0
严重缺水时段 (旬缺水率>50%)	52	40	5	0
年均灌溉供水量/万 m ³	2 523	2 515	2 472	2 463
加大供水量/万 m ³	0	183	12	58
总供水量/万 m ³	2 523	2 698	2 484	2 521

需要对调度图做较大修正。而长系列逆时序计算法只需修改枯水年设计供水过程即能够得到满足需要的结果,可操作性较强。

4 结 语

目前,水利部根据《水利工程水利计算规范》(SL104-95)实施以来的新经验和新科研成果,初步完成了对其的修编工作,但修编后的规范对灌溉水库兴利调度图的绘制仍然基本维持原推荐的方法。

综上所述,灌溉水库调度图的绘制宜优先选用水利计算规范推荐的方法;其次采用水库调度设计规范推荐的方法。只有当资料不足时,才采用代表年法。但是,无论采用哪种方法,都需要按设计提出的调度原则和调度图进行调节计算,以检验成果的合理性,必要时进行适当的修正,以符合设计和管理要求。

参考文献:

- [1] 水利工程水利计算规范,SL104-95[S].
- [2] 水库调度设计规范,GB/T50587-2010[S].
- [3] 华东水利院,主编.水工设计手册第二卷[M].北京:水利电力出版社,1984.
- [4] 叶守泽,主编.水文水利计算[M].北京:水利电力出版社,1992.
- [5] 周之豪、沈曾源、施熙灿、李惕先,合编.水利水能规划(第2版).北京:水利水电出版社,1997.
- [6] 武鹏林,霍德敏,马存信,晋 华,编著.水利计算与水库调度[M].北京:地震出版社,2000.

作者简介:

覃绍一(1966-),男,四川彭州人,高级工程师,工程硕士,从事水利水电规划设计和技术监督工作;
陈光洪(1971-),男,四川简阳人,高级工程师,学士,从事水利水电规划设计和技术监督工作。

(责任编辑:李燕辉)