

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB

地方标准

DB XX/T XXXX—XXXX

水库汛末运行水位动态控制方案编制导则

Guidelines for the formulation of dynamic control schemes for
reservoir operating water level at the end of flood season

（征求意见稿）

完成时间：2024 年 6 月

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发布

水库汛末运行水位动态控制方案编制导则

1 范围

1.1 为加强中小洪水管理，科学利用汛期雨洪资源，提升广东省大中型水库（以下简称“水库”）汛末回蓄水平，进一步发挥现有水库综合利用效益，规范水库汛末运行水位动态控制工作，指导水库汛末运行水位动态控制方案及论证报告编制，特制定本文件。

注1：按照GB/T 22482第8.2条洪水等级划分规定：洪水要素重现期小于5a的洪水，为小洪水；洪水要素重现期为5a~20a的洪水，为中洪水；洪水要素重现期为20a~50a的洪水，为大洪水；洪水要素重现期大于50a的洪水，为特大洪水。因此，中小洪水指重现期在20年一遇以下的洪水。

1.2 本文件适用于广东省已建的、存在防洪与兴利共用库容的大中型水库。水库实施汛末运行水位动态控制必须同时具备以下条件：

- a) 当地社会经济发展需进一步发挥水库综合作用，提高洪水资源利用率。
- b) 水库大坝为通过安全鉴定的一类坝，或泄水等主要建筑物无安全隐患的二类坝。
- c) 水库具有完善可靠的气象水文预测预报系统，预见期、预报精度满足调度要求，洪水预报方案满足GB/T 22482要求，预报方案精度当达到乙级或乙级以上。
- d) 水库具备健全的管理机构、较强的技术力量与较高的管理水平。
- e) 水库已按现行规程规范要求，完成汛限水位复核工作，具备可靠的水库运行安全应急预案。

注：按照SL 258第12.0.2条规定，一类坝为实际抗御洪水标准达到GB 50201规定，大坝工作状态正常，工程无重大质量问题，能按设计正常运行的大坝；二类坝为实际抗御洪水标准不低于水利部颁布的水利枢纽工程除险加固近期非常运用洪水标准，但达不到GB 50201规定，大坝工作状态基本正常，在一定控制运用条件下能安全运行的大坝；三类坝为实际抗御洪水标准低于部颁水利枢纽工程除险加固近期非常运用洪水标准，或者工程存在较严重安全隐患，不能按设计正常运行的大坝。洪水预报方案精度评定内容与方法参见附录A。水库洪水调度应达到SL 224考评规定的优或良等级，考评内容与方法参见附录B。

1.3 坚持“安全第一、统筹兼顾”原则，在满足水库工程安全、服从防洪总体安排的前提下，根据上下游水文特性、水文气象预报水平及开发任务主次关系，按照发挥水库综合利用效益要求拟定汛末运行水位动态控制方案。

1.4 首次申请实施汛末运行水位动态控制的水库，需开展技术论证。水库汛末运行水位动态控制论证报告为独立文件，应保证依据充分、过程清晰、结论明确，其深度要求应能作为指导水库编制汛末运行水位动态控制方案与开展汛期调度的基础。如工程状况、运行条件、工程保护对象、设计洪水等情况发生变化时，应当及时论证、修订并按程序报批。

1.5 水库主管部门或运行管理单位应根据汛末运行水位动态控制论证报告评审意见，在每年汛前结合预报来水情况，组织编制水库汛末运行水位动态控制方案专章，并纳入水库年度汛期调度方案（运用计划）。

1.6 水库汛末运行水位动态控制方案编制除应符合本文件规定外，尚应符合国家和广东省现行有关标准和规范的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 20486 江河流域面雨量等级
- GB/T 22482 水文情报预报规范
- GB/T 28592 降雨量等级
- GB 50201 防洪标准
- SL 44 水利水电工程设计洪水计算规范
- SL 72 水利建设项目经济评价规范
- SL 224 水库洪水调度考评规定
- SL 258 水库大坝安全评价导则
- SL 706 水库调度规程编制导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

汛期 flood season

广东省汛期一般为每年四月中旬至十月中旬。省人民政府防汛防旱防风指挥机构根据雨情、水情，结合防汛工作实际确定并公布每年全省汛期起止日期。地级以上市人民政府防汛防旱防风指挥机构可以根据当地实际情况，确定并公布本行政区域提前进入汛期或者延后结束汛期。

3.2

汛末 at the end of the flood season

广东省主汛期为6月至8月，防汛关键期为7月16日至8月15日，主汛期过后到汛期结束为汛末。

3.3

防洪高水位 upper water level for flood control

水库承担下游防洪任务，在调节下游防护对象的防洪标准洪水时，坝前达到的最高水位。

3.4

汛限水位 flood season limit water level

水库汛期允许兴利蓄水的上限水位，也是防洪调度的起调水位，又称为汛限制水位或防洪限制水位。

3.5

防洪库容 flood control storage capacity

防洪高水位至汛限水位之间的水库容积，用以控制洪水，满足水库下游防洪保护对象的防洪要求。

3.6

兴利库容 adjusting storage capacity

正常蓄水位至死水位之间的水库容积，用以调节径流，满足水库的供水、发电、灌溉、生态等兴利运用要求，又称为有效库容、调节库容。

3.7

水库汛末运行水位动态控制 dynamic control of reservoir operating water level at the end of the flood season

水库汛末运行水位动态控制是指水库在汛末，根据实时雨情、水情，利用预报成果，在不降低防洪标准，确保水库、上下游地区防洪安全前提下，按照经科学论证并经有关部门审批的动态控制方案，对

水库水位进行动态调度。调度过程中当预报将发生洪水时，能及时消落到汛限水位，并按照设计防洪调度规则进行洪水调度。

3.8

动态控制域 dynamic control range

水库汛末运行水位动态控制方案中，允许上浮的最高水位与消落的最低水位之差。

3.9

水量利用系数 water utilization coefficient

水量利用系数指计算时段内，水库的利用水量与总入库水量的比值，一般使用百分率表示。其中，利用水量指计算时段内总入库水量与径流过程中弃水量的差值。水量利用系数用于表示天然水量的利用程度。

3.10

汛末有效蓄水率 full storage rate at the end of flood season

汛末有效蓄水率指计算时段内，汛期截止日期后一天的水库有效蓄水量与兴利库容的比值，一般使用百分率表示。有效蓄水量指水库库水位对应库容与死库容之差。汛末有效蓄水量与水库兴利运行效益息息相关。

4 水库汛末运行水位动态控制依据

4.1 一般规定

水库汛末运行水位动态控制论证报告应说明：各水工建筑物的安全运用条件、各金属结构设备的安全运用条件、水库汛末运行水位动态控制的工程安全监测与巡视检查要求。

注1：水工建筑物包括：大坝、进水/出水口塔体及边坡、泄水建筑物、消力池（塘）、排沙建筑物、发电引水设施及发电机组、升船机、过鱼设施等。

注2：金属结构设备包括：检修闸门、工作闸门、事故闸门、拦污栅、启闭机等。

注3：工程安全监测与巡视检查要求包括：安全监测与巡视检查的项目、内容、时间、频次；安全预警指标、水库水位消落限制条件；资料整理与分析、异常情况的处理与上报流程等。

4.2 基础资料

收集下列基本资料：

- a) 特征水位：正常蓄水位、防洪高水位、汛限水位、死水位、设计洪水位、校核洪水位等。
- b) 特征库容：总库容、防洪库容、调洪库容、兴利库容、死库容等。
- c) 调度参数：防洪标准及安全泄量、供水量与供水保证率、灌溉面积与灌溉保证率、装机容量与保证出力、通航标准、生态基流或最小下泄流量等。
- d) 运行曲线：库容曲线、泄流曲线、下游水位流量关系曲线、水电站水轮机出力限制线等。
- e) 设计开发成果：设计径流与洪水、总体设计方案、重点工程总体布置等。

4.3 防洪体系及相关工程建设情况

收集所在流域防洪体系及相关工程建设资料：

- a) 水库所在河流（河段）防洪规划的编制及审批情况。
- b) 水库所在河流（河段）防洪规划的主要保护范围及防洪标准、总体布局、规划方案与规划实施等具体情况，包括流域内已建和在建的堤防、分洪区、蓄滞洪区工程，与水库综合利用要求有关的蓄、引、提水工程等。

- c) 水库调度规程的编制、审批情况及其主要内容。
- d) 水库实际调度运行情况及其因防洪规划实施引起的防洪形势变化情况。
- e) 上下游与水库相关的、已建（拟建）的综合利用梯级水库基本资料。
- f) 水库库区征地移民情况，重点分析汛限水位到正常蓄水位之间的征地移民历史遗留问题，包括耕地、人口、重要设施分布情况。

4.4 水文气象情报与预报情况

收集水文气象情报与洪水预报相关资料：

- a) 水库所在流域水文气象特征基本情况，包括：上下游的降水分布、蒸发、控制断面流量、泥沙等情况；流域产汇流参数及历史实测洪水过程等；水文频率分析成果。
- b) 水库坝址上下游水文气象站网布置情况，包括：水库上游干支流、下游至控制断面区间干支流的水文气象站网的布置；水库气象信息采集、观测、传输、储存、整理的内容及方式；水文气象预报的内容、方式。
- c) 水库现行水文气象情报与预报的内容、方式与精度，包括：历年短、中、长期的水文气象预报方案与水库洪水预报方案，以及它们的编制说明与经验总结；分析预报信息在水库实际运行中的作用与存在问题；评价遥测站点的代表性、预报系统的功能是否达到设计要求。
- d) 库区及坝址历史发生大暴雨相关情况，分析选取入库洪水不利典型过程。

5 实施水库汛末运行水位动态控制的必要性分析

5.1 水库开发任务

- 5.1.1 说明水库原初步设计批复的工程开发任务和工程建成后经有关部门审批调整的工程开发任务。
- 5.1.2 梳理水库在地区防洪、供水、灌溉、发电、生态与航运等方面实际承担的任务，根据流域雨情、水情与工情变化情况，分析水库实际发挥的作用。

5.2 水库综合利用要求

5.2.1 防洪调度要求

- a) 结合流域区域相关规划分析水库下游防洪保护区发展变化情况，复核设计防洪标准。
- b) 分析水库下游防洪控制河段冲淤变化、河道整治及堤防等工程建设情况与标准，复核防洪控制断面现状及规划的分级控制水位、安全泄量。
- c) 在维持水库已批复的防洪库容不变的情况下，根据水库下游防洪控制断面的安全泄量，复核现状及规划水平年水库的防洪调度方式、泄流过程和控泄流量等，并与原规划设计成果进行对比分析。

5.2.2 灌溉与供水调度要求

- a) 梳理供水区社会经济发展及水源工程供水情况，分析供水区水资源开发利用现状、存在的主要问题，以及水库供水任务与需求。
- b) 分析水库现状与设计的用水对象变化情况，复核灌溉与供水范围、用水权益、用水顺序、用水过程、用水量及用水保证率。

5.2.3 发电调度要求

- a) 梳理水库电站供电区域社会经济发展，分析供电区域电源点、用电现状、存在的主要问题，以及水库电站在电力系统的地位与作用。
- b) 对比分析水库电站现状与设计的供电区域变更情况，复核发电保证率。年调节与多年调节水库电站需结合自身情况，说明保证出力、加大出力、预想出力、降低出力等参数。
- c) 分析地区供电对水库电站的要求。

5.2.4 生态用水调度要求

- a) 梳理水库下游生态保护、库区水环境保护与水生生物多样性保护的现状与目标，分析水库生态用水调度存在的主要问题，以及其对水库泄流量的要求。
- b) 分析水库生态用水调度现状，复核生态流量保证率。

5.2.5 航运调度要求

- a) 以航运为主要任务的水库，应结合下游航道整治情况，根据航道水深、水位变幅或流速的要求，复核通航标准及航运等级；兼顾航运任务的水库，应说明下游航道整治及设计最小通航流量变化情况。
- b) 有船闸、升船机等过坝通航建筑物的水库，应说明汛期为保障大坝和通航安全，对航道和过坝设施采取限航或停航的有关规定。
- c) 分析水库航运调度现状与存在的主要问题，复核通航保证率。

5.2.6 分析现状与设计条件，开展压咸补淡、促进鱼类繁育等方面对水库的调度要求。

6 实施水库汛末运行水位动态控制的可行性分析

6.1 水库工程可行性分析

- 6.1.1 参照大坝安全鉴定成果，分析大坝的安全性与可靠性。
- 6.1.2 结合水库泄水建筑物组成及泄流能力，分析泄水设施的运行状况，统计建库以来实际最大泄流规模等参数。存在除险加固或改造的水库应详细说明情况。
- 6.1.3 兼具供水、发电等开发任务的水库，应说明调度设施规模，分析其安全性与可靠性。
- 6.1.4 统计水库建库以来的弃水年份、弃水时段及弃水量，计算水库水量利用系数与汛末有效蓄水率。
- 6.1.5 结合水库开发任务，论述水库实施汛末运行水位动态控制的综合利用效益及作用。

注1：水库综合利用效益及作用应采用系列法或频率法计算其多年平均值。对于防洪、供水、灌溉等调度功能，还应计算设计年及特大洪涝年或特大干旱年的效益及作用。依据水库设计功能，可从防洪（潮）、供水、灌溉、发电、航运及其他效益综合分析。

注2：防洪（潮）效益应按水库实施汛末运行水位动态控制减轻或避免的洪灾损失和土地开发利用价值计算，以多年平均效益和特大洪水年表示。防洪（潮）效益应包括直接效益和间接效益，应在调查与分析洪灾损失基本资料的基础上进行计算。

注3：供水效益可采用最优等效替代法、综合替代法、影子水价法或分摊系数法进行计算。供水工程通常包括水源工程、输水工程、水厂和市政管网工程，应按整体工程计算供水效益，各分项工程相应的效益应按其工程投资费用占总投资费用的比例进行分摊。

注4：灌溉效益可采用分摊系数法、影子水价法或缺水损失法进行计算。

注5：发电效益可采用最优等效替代法、综合替代法或影子电价法计算。水电站容量和电量，应采用有效容量和有效电量。梯级水电站及跨河流引水电站，除应考虑本电站的效益外，还应考虑由于本级水电站建设可增加或减少其他梯级电站的效益。

注6：航运效益可采用对比法、最优等效替代法或综合替代法计算水库提供或改善通航条件所获得的效益。

注7：其他效益水库其他效益包括水土保持效益、渔业效益、生态效益、滩涂开发效益、旅游效益等。

6.2 上下游影响区可行性分析

6.2.1 结合水库移民实际搬迁情况，分析现状淹没影响区的主要保护对象及其分布高程，复核水库库区实际淹没控制水位，对比其与原设计库区淹没控制水位，分析水库库容的占用情况。

6.2.2 对于多沙河流，根据水库库区淤积观测资料，分析水库淤积情况及其影响，复核水库不同淤积年限的库容曲线。

6.2.3 根据水库库尾实际淤积形态和不同淤积年限，复核水库设计回水成果。

6.2.4 结合近年来水库下游防洪工程规划与实施情况，说明防洪控制断面的安全泄量和相应水位变化情况。

6.2.5 河道型水库、库区有重要保护对象或重要设施的水库均应建立库区河道水动力学模型，推求库区回水水面线，分析对库区上游影响。

7 水文气象预报精度水平及可利用性分析

7.1 一般规定

7.1.1 应用洪水预报开展水库汛末运行水位动态控制，需具备以下基础条件：

- a) 水库具备完善可靠的水雨情测报系统、洪水调度规程与洪水预报方案。
- b) 水文气象预报宜采用短、中期相结合的模式，短期主要为1~3天降雨预报、入库流量及库水位预报、防洪控制断面洪峰水位（流量）预报；中期主要为4~7天的降雨、水库入库洪水过程趋势预报。
- c) 短期降雨预报与短期洪水预报成果应稳定可靠，宜采用专业机构提供的成熟预报产品，有条件可开展专项预报。

注：采用的降雨预报与洪水预报方法应符合预报流域水文特性，能实现预定降雨或洪水要素的预报，并能达到规定的精度要求。国内外常用雨量站（雨量计）和气象雷达两种方法进行降雨预报，主要预报方法包括雷达回波外推法、时间序列模型模拟法和神经网络模型法等；国内外常用水文学方法、水力学方法、系统数学模型等方法进行洪水预报。其中，水文学方法有新安江模型、Tank模型、Stanford模型、HEC-HMS模型、TOPMODEL模型、TOPKAPI模型、SWAT模型和Easy DHM模型等；水力学方法分为一维、二维和三维模型，包含MIKE系列模型、HEC系列模型、Hydroinfo系列模型等；系统数学模型有支持向量机、BP神经网络模型、人工神经网络模型等。

7.1.2 基于水文气象预报编制水库汛末运行水位动态控制方案时，需通过预报精度评价与可利用性分析，提出可靠的预报精度和预见期长度。预报方案及精度评定所应用的历史暴雨洪水资料应重点关注汛末。

注：为满足水库汛末运行水位动态控制方案编制需求，水文气象预报精度评定主要考虑预报精度和预见期长度。预报精度高低决定可利用的有效预见期长度；预见期长度决定水库预泄的时段长短，是水库预泄能力的约束之一。预报精度评价可参照GB/T 22482要求确定。预见期分为天然预见期与有效预见期。其中，天然预见期为流域内出口断面最远点处的降雨流到出口断面所经历的时间；有效预见期为从发布预报时刻到预报的水文状况出现时刻的时间间隔。本文件内预见期指有效预见期。

7.1.3 受不确定性因素影响，预报成果存在一定误差，采用预报进行调度时应充分计及预报误差并留有余地，还需提出控制风险的相应对策。

注：水库汛末运行水位动态控制风险指由于水库汛末运行水位动态控制过程中的自然、人为不确定因素的影响，水库系统防洪安全风险在实施汛末运行水位动态控制前后的变化量，即以水库系统的设计防洪标准为依据，以原设计条件下的风险为基础，主要考虑水库采用动态控制方案与原设计方案的风险变化。

7.2 短期降雨预报精度水平分析

7.2.1 短期降雨预报成果需经过精度评定，分析降雨预报的精度水平及可利用性。

7.2.2 短期降雨预报精度评定样本为水库所在流域及下游区间短期降雨预报成果，样本需具备代表性。

7.2.3 短期降雨预报精度评定内容为不同预见期、不同降雨量级的准确率、空报率、漏报率、实际降雨量级的频次频率及概率分布规律。

注1：短期降雨预报内容为降雨量数值时，需将降雨预报数值按等级转换为相应的雨量等级，其中面平均雨量预报依据GB/T 20486标准转换，单站降雨量预报依据GB/T 28592标准转换。江河面雨量等级划分与不同时段单站降雨量等级划分见附录C。

注2：选用统计学方法分析的准确率、漏报率及实际降雨量的频次频率，如果预报与实况属于相同的降雨量级，则视该次预报为正确；如果预报的降雨量级大于实际降雨量级，则为空报；如果预报的降雨量级小于实际降雨量级，则为预报漏报，各指标计算方法见附录A。实际降雨量级的频次频率为分预见期、分降雨量级的前提下，分别统计各量级所有预报样本中实际出现各种降雨量级的次数和频率。

7.2.4 分析不同预见期的降雨预报精度，找出精度明显下降的突变时间点，确定降雨预报可利用的预见期长度。

7.2.5 分析不同量级的降雨预报精度，提出降雨预报的应用策略。

注：依据短期降雨预报精度评定成果，简要归纳出在水库汛末运行水位动态控制调度过程中，短期降雨预报的作用及应用降雨预报指导调度的对策。

7.3 短期洪水预报精度水平分析

7.3.1 短期洪水预报成果需经过精度评定，统计预报误差，分析预报误差分布规律、预报精度影响因素、极大误差出现的原因等，评价短期洪水预报水平。

注：水库短期洪水预报项目和范围根据不同的应用需求略有差异，总体上预报项目主要有入库洪峰、洪量、洪水过程、水库最高水位、最大泄量等，重要的中、小水库还需预报入库洪水总量。具有防洪任务的水库，在进行调度时，还需根据水库调度方案对库区及下游的防洪控制断面做出预报，主要内容为各防洪断面的水位或洪峰流量。同时，需针对性地制作水库至防洪控制断面的区间来水预报，为补偿调度提供依据。

7.3.2 短期洪水预报精度评定内容与方法如下：

- a) 评定项目包括入库流量洪峰与过程，防洪控制断面洪峰水位（流量）。
- b) 评定样本以水库建库以来的实际洪水预报成果为主；水库建库时间较短时，可增加建库前坝址洪水预报成果为样本。
- c) 预报精度评定方法应按 GB/T 22482 第 6.5 条规定，对不同预见期的洪水预报样本进行总体评定，同时分别评定不同洪水量级预报精度。预报误差指标采用绝对误差、相对误差，预报误差统计内容为平均误差、最大误差等。
- d) 为减少样本对预报精度评定的影响，可采用数理统计方法计算保证率误差，绘制保证率误差曲线，分析不同保证率的预报误差分布规律。

注：短期洪水预报精度水平分析的任务是通过统计预报误差指标，分析预报影响因素、误差分布规律，评价短期洪水预报水平。预报精度评定方法主要按GB/T 22482规定（参见附录A），预报方案精度可采用有效性（确定性）系数或合格率两种方式评定预报方案等级，作业预报精度评定则需用实际洪水作业预报成果与实际观测值对比，对作业预报的精度质量做出评定，并进行误差指标统计，分析预报精度水平、影响因素及误差规律。

7.3.3 根据预报精度评定结果分析预报方案精度，分析水库和区间不同预见期、不同量级、不同保证率洪水的洪峰、峰现时间与洪水过程（洪量）的预报误差，评价预报总体水平；分析不同保证率防洪控制断面洪峰水位（流量）的预报误差及其对水库安全泄量的影响，评价防洪控制断面预报总体水平。

注：通过研究洪水预报误差统计特性，即预报误差及其概率分布特征，推导出小概率误差或小概率洪水相应的误差大小，作为调度方案风险率分析的基础。洪水预报误差分布规律主要应用数理统计概率分布函数解析拟合的方

法进行分析，应用较多的概率分布为正态分布、对数分布、P-III型分布及采用极大熵原理求得误差概率分布等，受样本数据限制和预报水平影响，预报误差并不一定符合固定的分布。精确确定未知分布的样本系列的分布形态往往非常困难，其概率分布形式很难确切给出，只能通过有限的实际洪水预报误差序列资料作为样本，找出一些方法推求其概率分布，仅满足概率分布与样本基本吻合，了解实际洪水预报误差分布及极端预报误差理论上出现的可能性。

7.4 洪水预报信息可利用性分析

7.4.1 采用的短期洪水预报成果精度多年平均误差应基本稳定，保证率 85%~90%的预报误差增大趋势应平缓，预报误差分布应具有明显规律性。

7.4.2 洪水预报的有效预见期长度，应从防洪安全角度，综合降雨预报、洪水预报及水库下游防洪控制断面的可利用预见期长度确定。

7.4.3 比选水库汛末运行水位动态控制方案，应考虑以下预报精度指标：

- a) 满足水库自身及上下游防洪标准。
- b) 在有效预见期内，水库能预泄至汛限水位。
- c) 预泄时，应考虑区间洪水叠加影响，不增加下游的防洪压力。
- d) 确定水库汛末运行水位上限与泄流方案持续时长时，应考虑入库洪峰、洪量及峰现时间预报误差的影响。

注：由于水库流域特性的差异性 & 洪水预报影响因素的复杂性，不同水库对预报误差的承受度差异很大，因此水库对预报精度的要求也存在差别，在调度方案研究时，需对实例水库进行具体分析，预报精度指标确定时按水库任务分别进行。水库入库水量预报精度应考虑水库及上游防洪标准，按预报误差不造成水库及上游超过控制目标确定。水库入库洪峰预报精度应概率水库下游的防洪标准，按预报误差不造成下游防洪保护对象超过控制目标确定。

8 设计洪水复核及汛期分期

8.1 设计洪水复核

8.1.1 应对水库入库径流进行复核，包括设计依据站径流还原、系列延长、系列代表性和一致性分析。

8.1.2 说明水库推求原设计洪水采用的方法、洪水或暴雨资料、历史或特大洪水资料。

注：设计洪水指水利水电工程设计所依据的设计标准的洪水，包括洪峰流量、洪水总量和洪水过程线3个组成部分。设计洪水的复核方法可参照SL/T 278规定。

8.1.3 分析水库建库以来设计洪水资料与条件变化情况，说明洪水资料还原方法、系列延长情况及其代表性，复核历史与特大洪水的重现期。

8.1.4 根据还原延长后的洪水资料与历史洪水，推求水库坝址（或入库）设计洪水。考虑水库上游蓄水或引水工程建设情况，分析其对入库设计洪水的影响。

8.1.5 下游控制断面设计洪水复核主要包括：

- a) 采用延长后的洪水系列与历史洪水资料，复核防洪控制断面设计洪水。
- b) 分析干支流洪水遭遇情况，复核防洪控制断面洪水地区组成设计洪水。

8.1.6 对比分析原设计洪水与复核设计洪水，若两者差异较大，经调洪演算对防洪特征水位等产生较大影响时，需经原审批单位审查同意后再采用复核成果。

8.2 汛期分期

8.2.1 汛期分期的基本原则。

- a) 根据广东省主汛期降水以锋面雨为主、汛末以台风雨为主的实际情况，原则上汛期分为两期。
- b) 根据水库所在流域实际情况，各分期形成暴雨洪水的天气系统成因应有明显差异。
- c) 各分期内洪水量级要接近，不同分期的洪水量级应有显著差异。
- d) 避免割裂天然洪水过程，分期日界的选定应使所选的洪水样本基本不跨峰，尽量以月、旬或侯为分期的日界。
- e) 若水库初设报告中已有汛期分期成果，经复核后可采用。

8.2.2 汛期分期方法应采用成因分析法和数理统计方法，必要时辅以其它方法。

注：汛期分期的主要方法有成因分析法、数理统计法和模糊统计法。其他方法有分形分析法、模糊集合分析法、系统聚类法、圆形分析法、矢量统计法、均值变点、概率变点、小波分维估计、定性统计、Fisher最优分割法、层次聚类、相关系数等。分期方法应以成因分析法为主，成因分析法确定的主汛期一般较长，为了确定指标值突变点的合理性、定量分析出分期的具体日界，以数理统计方法为辅，分析指标在一年内的变化规律，如集中程度、季节变化、各时段出现频率等，当指标相对变化值突变到某一量值时，则认为该时段进入主汛期。资料允许水库也建议考虑应用模糊统计方法进行界定。

8.2.3 当分期指标的统计值或相对值在前后两个统计时段（月、旬或侯）有明显变化时，则该时间交点为此分期指标前后两期的分界点。分期指标的资料长度不应小于 30 年。不同水库应根据资料情况，采用多种指标综合确定。主要分期指标如下：

- a) 统计汛期各旬（侯）历年调查和实测最大洪峰流量，若某旬（侯）发生年最大洪峰流量的量级明显大于邻期，且该旬（侯）内发生年最大洪峰流量次数占整个汛期发生次数的比例大于 10~15%时，可认为该时段处于主汛期。
- b) 统计汛期各月、旬（侯）年平均流量，若连续旬（侯）平均流量明显大于汛期平均流量时，可认为该时段处于主汛期。
- c) 统计汛期各月、旬（侯）暴雨（洪水）天数，各旬（侯）日降雨超过大雨（或暴雨）量级的天数占整个汛期总发生的天数超过 10%时，可认为该时段处于主汛期。
- d) 统计汛期各月、旬（侯）降雨量，若旬（侯）多年平均降雨量大于汛期多年平均旬（侯）降雨量，则可认为时段处于主汛期。根据广东省降水统计规律，也可以将多年平均连续四个月最大降水量作为主汛期，广东省水资源三级区部分选用站点多年平均降水量月分配表见附录 D。
- e) 参照工程下游和邻近流域工程洪水分期的划分成果。

注：全国范围内进行水库汛期分期研究采用的指标主要有日降雨、日流量、旬（侯）平均降雨、径流量及平均流量、入库洪峰流量和水库水位等；考虑到我省降雨特性，亦将连续最大的四个月降雨量纳入其中。分期指标的选取和指标值的确定很关键，经过研究选取建议将多年平均旬降雨量应作为首选指标，当多年平均旬降雨量超过汛期平均旬降雨量时，多个水库都进入主汛期。其次，应用月旬日降雨超过大雨以上量级的天数作为分期指标，可按旬统计，各旬占整个汛期总发生次数大于10%时，可认为处于主汛期。针对省内各雨量站连续最大四个月降水量占年降水量50~70%的特点，可认为降水量连续最大的四个月处于主汛期。采用多年平均旬流量为指标，我省全年降雨均较北方丰富，可认为当旬平均流量大于汛期平均流量时，水库处于主汛期。年最大洪峰流量资料容易获得，资料短缺水库可采用该指标，当多年最大洪峰流量各旬发生次数占整个汛期发生的次数大于10%~15%时，则可认为水库进入主汛期。采用模糊统计法进行分期时，汛期与非汛期的硬性指标选取很关键，各流域应根据具体情况结合成因分析法和数理统计法选定，一般选择日降雨（不小于20mm）、多年平均流量为指标，或者根据该地区的供水和发电具体情况确定（如水库停止供水或满负荷发电时的多年平均入库流量）。

8.2.4 暴雨洪水的季节性变化规律在不同地区存在明显差异，进行汛期分期时，应采用多种汛期分期指标，分析暴雨洪水在汛期内的变化规律与天气成因的关系，综合确定汛期各分期的起止时间。

注：广东省内梅雨与台风雨发生的时间与成因具有明显不同，台风雨大于梅雨，产生的洪水亦大于后者。按梅雨与台风雨发生的时段分期，拟定分期设计洪水，并设置不同防洪库容，可有效减少大中型水库防洪与兴利矛盾。在划定汛期分期时，应注重洪水成因差异，分析洪水在各时期的量级变化。

8.3 分期设计洪水

8.3.1 确定汛期分期后，可根据水库运行需求，计算分期设计洪水，同时应计算防洪控制断面与区间分期设计洪水，拟定各分期设计洪水的地区组成。推求分期设计洪水与计算洪水地区组成的方法可参考SL 44规定。

注：分期设计洪水指一年中某个时段所拟定的设计洪水。各个分期内的设计洪水和设计洪水计算可以采用相同的计算方法。为解决防洪与兴利的矛盾，充分利用汛期雨洪资源，根据年内不同时期洪水发生特性，计算分期设计洪水，便于水库调度时在不同时期内依据相应的分期设计洪水预留防洪库容。当上游水库按分期设计洪水调度时，应计算上游水库至设计断面区间相应的分期设计洪水，并与上游水库下泄流量过程叠加计算设计断面的分期设计洪水，其分期的起止日期应与上游水库的分期协调。

8.3.2 频率计算中分期洪峰流量和不同时段洪量系列，主汛期可采用年最大法，汛末可采用分期内年最大法选样。当洪水过程跨越分期界限时，选样时应保持洪水过程的完整性。

8.3.3 分期设计洪水计算时，历史洪水重现期应在分期内考证，其重现期不应短于在年最大洪水系列中的重现期。

注：历年分期洪水选样原则为分期内最大值，因此在考虑历史洪水时，其重现期应遵循分期洪水系列的选样原则，在分期内考证。分期考证的历史洪水重现期不应短于其在年最大洪水系列中的重现期。

8.3.4 对计算的分期设计洪水，应分析各分期的洪水统计参数和同频率设计值的年内变化规律，并与年最大洪水统计参数和同频率设计值进行比较，检查其合理性。

注：洪水的年际变化较大，分期内的历史洪水调查与考证难度较大，特别是系列较短时，分期洪水频率计算成果的抽样误差要比年最大洪水的大。一般情况下应将分期洪水的均值及各种频率的计算值汇于同一分布图，分期季节或分期变化规律，并与年最大洪水的频率计算成果相比较。在使用范围内，各分期的洪水不允许与年最大洪水的频率曲线相互交叉，分期洪水设计值不应超过年最大设计洪水值，如不协调，应加以调整。

9 水库汛末运行水位动态控制方案制定

9.1 一般规定

汛末运行水位动态控制应不降低工程安全标准、水库下游的防洪标准和库区安全标准；调度判别条件简单明确，调度方式应安全可靠，具有可操作性；采用洪水预报信息进行调度时，应充分考虑预报误差及其他不利因素，确保防洪安全；综合比选多方案技术经济和风险分析确定水库汛末运行水位动态控制方案。

注：水库汛末运行水位动态控制方案制定，其核心是在满足水库本身及上下游防洪标准与要求的原則下，通过调节不同防洪标准频率设计洪水过程，寻求判断水库改变泄流量的判断指标（俗称调洪规则）及相应的汛末运行水位动态控制域。通常，动态控制域以汛末运行水位的最大值为上限，以汛限水位为下限。每一个汛末运行水位动态控制方案，其成果输出集包括泄水流量、弃水量、发电量与供水等兴利效益、风险率或洪灾损失及其阶段末水位等各项指标。若其中的某些方案满足水库自身和上下游防洪要求，则称之为可行方案集。汛末运行水位动态控制方案的制定与选择，首先选择汛末运行水位动态控制类型，然后按选定类型制定汛末运行水位动态控制可行方案，最后根据可行方案的指标输出集优选出推荐方案。

9.2 控制判别条件

9.2.1 汛末运行水位动态控制的起止时间应以汛期分期的分界点日期为判别条件，分界点日期不能采用范围值。

9.2.2 汛末运行水位动态控制运行方式的判别条件宜采用水库入库流量（或水位）、区间流量、防洪控制断面流量（或水位）等。

9.2.3 采用洪水预报信息进行汛末运行水位动态控制时，应分析预报信息的预报精度、预见期（包括水库入库洪水和水库～防洪控制断面区间洪水）对调度判别条件的影响：

- a) 当水库防洪库容对设计洪峰变化较为敏感时，分析水库及下游区间的洪峰预报相对误差对判别条件的影响，洪峰预报相对误差应不大于 20%。
- b) 当水库防洪库容对设计洪量变化较为敏感时，分析水库及下游区间的洪量预报相对误差对判别条件的影响，洪量预报相对误差应不大于 20%。
- c) 当水库错峰调度对设计洪水峰现时间变化较为敏感时，分析水库峰现时间预报相对误差对判别条件的影响，误差依据提前 1~2 个时段的峰现时间计算。
- d) 参考分析预见期变化对判别条件的影响。结合洪水预报条件及精度评定成果拟定预报误差范围，预见期相对误差应不大于 30%。

注：采用洪水预报信息进行汛末运行水位动态控制是利用洪水的预见期进行预泄。影响预泄流量的主要因素是洪水的预见期和预报精度。以气象或水文预报信息作为判别条件时，应充分考虑预报的洪峰流量（水位）、洪量、洪峰的出现时间、预见期的误差影响。

9.3 控制运行方式

9.3.1 应根据入库洪水类型及特性、水库设计洪水成果及设计标准、防洪保护对象安全泄量及下游河道特征等信息，结合水库综合利用要求，合理选择水库汛末运行水位动态控制方式。

注：水库汛末运行水位动态控制与防洪调度方式相似，按照设计依据信息可分为不考虑预报信息的常规调度方式与考虑预报信息的调度方式。常规调度方式不考虑预报信息，以实际库水位或入库流量为改变水库下泄流量判断标准，制定常规调度方式及规则指导水库实时调度。广义的水库防洪预报调度方式是在常规调度方式的基础上，既考虑利用有限历史样本资料中的最不利典型洪水和实际水位流量信息，又充分利用雨水情自动测报预报系统可能提供的各种信息，包括实际降雨、预报洪水及其预报误差等信息的调度设计方法。

9.3.2 复核水库原设计防洪调度方式是否满足设计防洪特征水位的要求。

注：水库原设计防洪调度方式是制定汛末运行水位动态控制方案的重要内容。从工程及上下游防洪安全角度出发，在复核设计洪水参数的基础上，按照防洪调度的思路拟定若干可行的调度方案，调节设计洪水，优选出各种频率洪水、各种典型洪水都能保证防洪安全的调度规则。水库原设计防洪调度方式确定的调度规则、防洪特征水位、安全泄量将作为水库实时调度阶段的约束。通过洪水调节计算，分析水库防洪高水位、设计洪水位、校核洪水位等是否满足原设计要求，复核水库大坝是否安全。为复核库区安全标准，需对水库汛末运行水位动态控制采用上浮水位的水库回水水面线进行计算，复核库区特别是库尾水面线是否在淹没控制范围以下。为保证水库下游河道防洪安全，水库预泄流量不能大于河道最低一级安全泄量。

9.3.3 当区间洪水预见期大于洪水由坝址传播至防洪控制点的时间时，水库宜采用预蓄预泄的汛末运行水位动态控制方式。

- a) 当预报入库洪水演进至防洪控制断面与水库～防洪控制断面区间流量之和不大于防洪保护对象最低一级安全泄量时，水库按不超过该分期内运行水位的上限运行。
- b) 当预报入库洪水演进至防洪控制断面与水库～防洪控制断面区间流量之和大于防洪保护对象最低一级安全泄量时，水库应加大下泄流量，尽快将库水位消落到汛限水位。在预泄期间，对于有多级控泄要求的水库，下泄流量与水库～防洪控制断面区间流量之和应不大于防洪保护对象最低一级安全泄量；对于仅有一级控泄要求的水库，最大下泄流量不宜超过下游河段警戒水位对应流量。
- c) 当库水位消落到汛限水位后，水库按防洪调度方式运行。
- d) 当预报入库洪水和区间洪水进入退水期时，在防汛预警解除后，水库应在保证下游防洪控制断面安全泄量基础上，将库水位逐渐消落至汛末运行水位动态控制的上限，维持正常运行，直至下一次洪水（或预报降雨）开始或防汛启动之前。

注：考虑洪水预报误差的预蓄预泄调度方式的基本思路是充分考虑预报误差对调度的影响，在合理利用中小洪水资源，提高水库兴利效益的同时，确保防洪安全。以水文气象预报信息为防洪调度判别条件时，首先应分析预报信息的预报精度、预见期（包括水库的入库洪水和水库-防洪控制断面的区间洪水）是否满足调度要求。区间洪水预见期大于洪水从坝址至防洪控制点的传播时间，水库采用考虑洪水预报误差的预蓄预泄调度方式。主要防洪预报调度方式包括逐级调节法、逐级调节滞后泄流法、区间数法、主（辅）指标法、天气类型指标法等。

9.3.4 对于设置汛期分期的水库，可根据各分期设计洪水的大小及防洪要求，分别制定调度方式。

注：根据水库分期洪水计算成果，在保障防洪安全的前提下，基于原设计防洪调度运行方式，分析计算水库主汛期、汛末的水位动态控制域及其判别方式。

9.4 控制运行方案

9.4.1 设置有汛期分期的水库，在保证水库自身防洪安全及完成防洪任务的前提下，按防洪调度运行方式复核水库的汛限水位。

9.4.2 水库汛限水位可作为汛末运行水位动态控制方案的下限，利用洪水预报有效预见期、水库预泄能力、水位安全消落速率等综合确定汛末运行水位动态控制方案的上限。必要时，可进一步研究各分期内降低水位动态控制下限或提高水位上限的可行性及经济合理性。

注：水库汛末运行水位动态控制域的下限，通常采用水库常规调度方式所确定的汛限水位。水库预报条件较好，可将水库水位预泄到原设计汛限水位以下，以进一步提高水库的防洪效益。下浮水位的确定原则是：要求预报失误后，能利用上次洪水的退水余量回蓄到汛限水位。汛末运行水位动态控制域的上限考虑重点因素为：洪水预见期长度及误差、预报信息及误差对调度方式判别条件的影响，水库预蓄预泄调度方式对水库及上下游产生的防洪影响等。洪水预见期越长，预泄能力越大，可上浮的水位空间越大。为简化水库预报调度方式存在的不确定性，利用预报信息作为水库判断条件时要考虑一定的误差范围。水库汛末运行水位动态控制的上浮方案可根据水库消落水位特点，以各分期运行水位下限为基础，按0.25~0.5m间隔拟定若干个可行的上浮方案进行洪水调节计算、径流调节计算，并进行风险分析计算。

9.4.3 汛末运行水位动态控制方案上限水位，应综合比选多方案洪水调节计算、径流调节计算及风险分析成果确定。

- a) 分析各方案水库洪水调节计算成果是否满足工程、库区及下游防洪保护对象安全标准，剔除不满足安全标准的方案。
- b) 分析各方案防洪控制断面流量是否满足安全泄量及持续时间长度要求，说明其与原设计防洪调度方案安全泄量持续时间长度变化，剔除不满足安全泄量要求的方案。
- c) 分析坝址上游及防洪控制断面水位变化速率是否满足水库大坝及下游堤防水位骤降安全条件与航运调度等要求，剔除不满足水位变幅要求的方案。
- d) 分析洪水预泄时间是否短于预见期，剔除预泄时间不满足预见期要求的方案。
- e) 分析各方案主要防洪风险因子、增量风险大小与风险控制措施，剔除超过风险可接受范围方案。
- f) 分析各方案多年平均及丰、平、枯典型年来水条件下，弃水量、供水量与发电量等效益指标。
- g) 分析与本水库联系紧密的其它水库主要效益指标变化情况。
- h) 各方案的信息资料应可靠、均衡，遵循效益与风险权衡的原则评价各方案，舍弃风险较大、效益较小的方案。

注1：预蓄预泄汛末运行水位动态控制方案。基于“预报精度和预见期”，利用预见期内的水库泄流能力，在满足下游防洪安全的前提下，留有余地选择上浮的汛末运行水位，但要求下次洪水来临前降低库水位。主要内容：水库洪水预报精度及预见期分析，预报预泄的判断方式，如何确定预泄时间，预报预泄量值控制，泄洪建筑物运用方式等。

注2：预泄回蓄汛末运行水位动态控制方案。水库汛末运行水位动态控制域的下限，通常取为水库汛限水位，但在保证水库回蓄的情况下，采用预泄回蓄调度方式，可将水库水位预泄到汛限水位以下，以提高水库的防洪效益。

在接到灾害性降雨预报时，将库水位降低到汛限水位以下。下浮水位的确定原则是：要求预报失误后，能利用上次洪水的退水余量回蓄到汛限水位。

注3：预蓄不预泄汛末运行水位动态控制方案。基于防洪预报调度方式和梯级水库防洪库容补偿方式，确定水库上浮水位。上浮水位确定的原则是：对利用的洪水预报和降雨预报信息可能产生的预报误差，有弥补措施，仍可抗御原设计或校核洪水。弥补措施包括：同流域库群的富余防洪库容、水库设计的安全超高等。

9.4.4 当水库相邻两期水位由高水位过渡到低水位时，应在低水位起点日期前泄放多余蓄水量；当水库相邻两期水位由低水位过渡到高水位时，应在低水位终点日期后开始蓄水。

9.5 控制方案可行性评价

推荐的水库汛末运行水位动态控制方案，应综合评价其可行性：

- a) 分析水库发生常遇洪水、防洪控制断面防洪标准洪水及大坝设计标准洪水的判别条件是否明确，分析调度运行方式是否具有可操作性。
- b) 分析水库泄洪设施及闸门启闭设备等控制设施是否满足调度方案控制泄量要求。
- c) 分析水库至防洪控制断面的洪水传播规律是否开展过验证。
- d) 分析水库预泄时，水文自动测报等系统是否满足预见期要求。
- e) 分析水库采用汛末运行水位动态控制方案后，对下游及其它梯级防洪、供水、发电等综合利用效益的影响。
- f) 综合评价汛末运行水位动态控制方案实施的可行性。

注1：水库汛末运行水位动态控制方案的选择，要考虑水库调洪的最高水位、下游控制站组合流量、水库兴利蓄水等防洪与兴利目标，是较复杂的多目标决策问题。因此，对所制定的汛末运行水位动态控制可行方案进行优选排序，连同各方案的其他信息一并提供给决策者。

注2：防洪安全评价。对水库下游防洪安全风险评价，选择防洪控制断面通过各级安全泄量时段数量及持续的最长时段作为汛末运行水位动态控制实施前、实施后对比的重要参数。对于有多级控泄流量要求的水库，可分析水库汛末运行水位动态控制实施前后防洪控制断面通过各级安全泄量时段数量及持续的最长时段变化，以此说明是否会对防洪控制断面造成过大风险。对于水库防洪安全评价，除评价水库设计洪水位、校核洪水位是否超过原计划标准外，还需从安全稳定角度对大坝水位下降速率分析；也有一些河道的堤防对水位下降速率有明确要求。因此，在水库采用预泄防洪调度方式时，要对水库和堤防的水位下降速率进行复核。对于库区淹没安全影响评价，要分析上浮方案特点及对水库泥沙淤积、其他中小洪水调度水位等变化，并进行水库回水计算分析。

注3：风险评价。对各动态控制方案进行风险分析，剔除风险分析不满足要求的方案。风险不仅体现在本水库，其下泄流量过程的变化也会对下游其他梯级的效益和风险产生影响。在制定调度方案时，不能将风险转嫁到下游，也不能以牺牲下游其他梯级的各项效益换取本水库的效益。

注4：经济效益评价。对满足防洪、风险要求的方案进行经济效益分析。水库实施汛末运行水位动态控制前后增量效益主要分析供水和发电的增量效益。供水和发电增量效益计算的基本思路为：首先根据水库现状的综合利用要求，通过水库的兴利调度计算，计算水库实施汛末运行水位动态控制前后多年平均供水量和多年平均发电量的增量。选择满足安全运用条件、风险可控、经济效益指标较好的方案作为水库汛末运行水位动态控制的推荐方案。

10 水库汛末运行水位动态控制风险与效益分析

10.1 一般规定

10.1.1 水库汛末运行水位动态控制风险分析旨在评估水库系统（上游影响区、大坝及下游影响区）在实施汛末运行水位动态控制前后防洪安全风险的变化。

注：水库汛末运行水位动态控制风险则是指由于水库汛末运行水位动态控制过程中的自然、人为不确定因素的影响，

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/858060047127006123>