

中华人民共和国电力行业标准

水利水电工程动能设计规范

DL/T 5015—1996

条文说明

目次

1	总则 .....	(2)
2	术语 .....	(2)
3	综合利用 .....	(2)
4	基本资料与依据 .....	(3)
5	方案比较 .....	(3)
6	负荷预测与供电范围 .....	(4)
7	电力、电量平衡 .....	(4)
8	特征水位选择 .....	(6)
9	装机容量选择 .....	(7)
10	水轮机机组、机型选择 .....	(7)
11	输水道尺寸及日调节池容积选择 .....	(8)
12	初期蓄水和装机程序 .....	(8)
13	抽水蓄能电站动能设计 .....	(8)

## 1 总 则

**1.0.1** SDJ 11—77《水利水电工程水利动能设计规范》(以下简称 SDJ 11—77)第 1 条及第 2 条的综合改写。

动能设计是水利水电工程前期工作的一个重要组成部分,涉及范围广,政策性强,需要有一个正确的指导方针和应遵循的原则,这是本条主要内容。据多年的实践经验,新增了要将设计水电站放在所涉及到的水资源系统和电力系统中去研究其相互影响等内容,旨在经济、合理地开发利用水资源。

**1.0.2** SDJ 11—77 第 6 条的修改。

对规范适用范围的规定,本条规定了对“规模较小的中型水电站可适当简化”的内容。因为大、中型水电站的规模范围跨度很大,不能强求一致。动能设计工作的繁简取决于设计水电站在电力系统中所占的比重、作用及应承担的综合利用任务,以及水库的调节性能等因素。就实践经验而言,一般对调节性能较差或装机容量在 10 万 kW 以下的中型电站,其动能设计内容可以简化。

**1.0.3** SDJ 11—77 第 3、4、58 条的综合改写。

主要阐明动能设计内容。鉴于在电力系统中,电源规划所预计的水火电站特性、比重对设计水电站特征值影响较大,故增加了与动能设计密切相关的电网电源规划为基础的内容。

**1.0.4** 新编条文。

规定了项目经济评价应遵循的准则与规范。

**1.0.5** SDJ 11—77 第 5 条改写。

侧重写了有关动能设计的基本资料并补充了生态与环境的内容。同时,强调了对基本资料不只限于调查、收集,而且还应研究分析,以保证引用资料的合理性和可靠性。此外,根据动能设计工作比较方案多的特点,明确各比较方案所采用的基本资料与计算精度应一致。

## 2 术 语

为明确含义,对本规范各章内所涉及的部分技术名词加以说明。

## 3 综合利用

**3.0.1** 基本沿用 SDJ 11—77 第 8 条。

根据本规范第 1 章总则中水利水电工程动能设计必须认真贯彻综合利用的原则编写。

**3.0.2** 新编条文。

为了进一步合理确定工程应承担的综合利用任务,以及按其主次关系,协调水资源利用各部门之间的矛盾,以充分发挥工程的综合效益,强调水利水电工程动能设计必须对有关方面的要求进行调查研究与分析工作,并列出对有关方面调查研究的主要内容。

**3.0.3** 沿用 SDJ 11—77 第 10 条。

**3.0.4** 基本沿用 SDJ 11—77 第 11 条,将有关条款合并改写。

**3.0.5** 沿用 SDJ 11—77 第 12 条。

**3.0.6** 沿用 SDJ 11—77 第 13 条。

## 4 基本资料与依据

### 4.0.1 新编条文。

说明动能设计应具有的基本资料与依据。

### 4.0.2 新编条文。

说明社会经济调查的内容。

### 4.0.3 新编条文。

水利计算本是动能设计不可分割的一部分,水利计算和动能经济分析相互交叉,互为依据。本条提到的水利计算成果是动能设计的依据。

补偿调节计算本属水利计算范畴,考虑到水利计算规范尚未修订故先择要写入本条。近年来我国设计单位对补偿调节计算研究结果表明,补偿调节计算中若不考虑本条所列约束条件,将夸大补偿调节效益,会明显影响动能设计成果。

### 4.0.4 新编条文。

鉴于近几年的经验,淹没损失的大小十分重要,但移民安置方案是否可行更为关键。本条中的淹没处理,不仅包括淹没实物指标,还包括移民安置方案和重要淹没对象的位置及控制高程,后者往往是选择正常蓄水位和汛期限制水位的约束条件。

### 4.0.5 SDJ 11—77 第 93、97 条部分内容的改写。

水库泥沙淤积回水曲线是确定水库淹没处理范围的依据;水头损失计算成果是选择输水道尺寸、水轮机和计算电力、电量效益的依据;不恒定流计算是研究协调调峰水电站与下游用水部门之间矛盾的依据。

### 4.0.6 新编条文。

工程投资是进行经济评价、选择各种特征值的依据。

### 4.0.7 新编条文。

机组设备资料和输变电设备投资是选择水轮机和论证供电范围以及评价工程经济性需要的基本资料。

## 5 方案比较

本章除 5.0.3 条外,其余为新编条文,集中一章编写,是为了避免分章重复。

**5.0.1** 明确凡需进行方案比较才能选定的工程特征值,都要在进行费用和效益比较的基础上综合分析确定。

**5.0.2** 强调方案比较中的费用和效益都应具备相同的可比基础。在各款文字中就不同方案在综合利用各部门和电力系统需求两个主要方面作了规定。若满足的程度有差别时,应采取替代或补偿措施,使各比较方案在效益上一致,这样在比较时仅需比较费用差别并以最小费用准则进行选择。就水电站而言,不同方案在电力、电量和调峰能力诸方面对电力系统的满足程度的差别,要以增加其他电源或改变电源构成作为替代措施,以使各方案能同等程度满足电力系统的要求。所选择的替代措施应是现实可行和经济的。当以火电站作为替代电站时,二者在电力、电量方面的差别,一般可按 1.1 倍水电容量和 1.05 倍水电电量计算火电容量和电量,其运行特性应能满足调峰能力要求。

**5.0.3** 强调了以电力系统整体计算不同方案的节约燃料效益,并就设计水电站在电力系统的不同作用,规定了计算节约燃料效益的方法。

**5.0.4** 本条阐明对于分期开发的工程,需考虑资金积压因素对方案比选的影响。

**5.0.5** 基本沿用 SDJ 11—77 第 74 条。

## 6 负荷预测与供电范围

**6.0.1** 新编条文。

阐明动能设计应具有的电系统有关资料的内容。

**6.0.2** 新编条文。

规定动能设计中负荷预测和负荷曲线编制的内容,其中典型日负荷曲线包括冬、夏两季或春、夏、秋、冬四季,用以进行系统年电力、电量平衡。

**6.0.3** 沿用 SDJ 11—77 第 59 条并加以补充。

补充了设计水电站供电范围可能的三种情况及其分析或论证的约束条件。

鉴于联网涉及面广,影响联网各方利益,因此,写入了“必要时还应提出联网各方的财务效益和费用分配的建议”。

**6.0.4** 沿用 SDJ 11—77 第 61 条并加以补充。

根据目前全国各电力系统均有多座水电站联合运行的情况,补充规定“按水电站群统一选择设计保证率”。同时,为不使系统水电站群设计保证率偏低,以提高系统运行的可靠性,补充了“保证率以外特枯水年份水电站群的不足出力 and 电量,可用系统火电站全部事故备用容量的 50% 弥补为限”的内容。

**6.0.5** 新编条文。

阐明选择设计代表年的原则。由于水电站群可相互进行径流、电力补偿,因而丰、平、枯水代表年应以水电站群为主选择,并应尽量考虑使该年的频率与设计水电站的频率接近。

在进行机组和输水道尺寸选择时,由于各水电站的水头预想出力受水轮机出力限制线约束,且相互间不能补偿;输水道尺寸则受各水电站自身的建设条件、装机容量、引用流量等制约,因此规定以设计水电站为主选择各代表年。

**6.0.6** 新编条文。

为 6.0.5 条的补充。当设计水电站的设计保证率和设计代表年与水电站群不一致时,为了确切地反映设计水电站的保证出力及多年平均年发电量指标,补充此条。

**6.0.7** 沿用 SDJ 11—77 第 60 条并加以补充。

鉴于通过逐年电力电量、平衡计算不同装机容量方案的容量、电量效益,结合技术经济比较,同时选定装机容量和设计水平年,符合电力系统动态发展和资金时间价值的实际,但工作量较大,且不确定因素较多。根据目前国内两种方法均在使用的实际情况,本条规定两种方法并存。

## 7 电力、电量平衡

**7.0.1** 新编条文。

电力、电量平衡的目的在于从系统整体阐明设计水电站在电力系统中的容量效益和电量效益。鉴于近年来许多电力系统存在调峰能力不足问题,因此本条增加了调峰能力平衡的内容。调峰能

力平衡系每时日的平衡,即当日开机容量的可调容量与开机容量允许最小技术出力之差为调峰能力,当调峰能力大于或等于当日日负荷曲线最大负荷加旋转备用与低谷负荷之差,即调峰能力达到平衡。

#### 7.0.2 新编条文。

本条规定在进行电力、电量平衡时,除应研究设计水电站运行方式外,尚应研究其他电站的运行方式,以便合理安排各类电站在负荷图上的工作位置。规定应优先利用已建水电站的容量、电量,以便客观地反映设计水电站在电力系统中的容量效益和电量效益。

**7.0.3** 参照 SDJ 11—77 第 67 条,并根据《电力系统技术导则》的规定,将原规定负荷备用容量采用最大负荷的 5 % 左右修改为 2 %~5 %。

日调节或无压引水式水电站担负部分负荷备用,应具有相应的备用容量可连续工作 2h 备用容积的规定,是考虑火电受机组增荷率的限制难以很快增加出力,可先利用这类水电站多发出力。2h 系参照火电机组增荷时间而定。

**7.0.4** 基本沿用 SDJ 11—77 第 67 条。

#### 7.0.5 新编条文。

本条规定系统事故备用容量在各类电站的分配原则。

承担事故备用容量的各类电源均应具有相应的能量或燃料储备。其中水电站水库内预留所承担事故备用容量在基荷连续运行 3~10 d 的备用容积(水量),主要是考虑火电机组事故后所需检修的时间。

#### 7.0.6 新编条文。

水火发电机组的年平均检修时间是参照有关规定的大修、小修历时以及近几年检修实际制定;对核电机组的运行管理,我国尚无成熟经验,暂参照国际有关资料制定。

#### 7.0.7 新编条文。

系规定参与系统电力、电量平衡的各类电源均应满足该类电源的技术特性。例如:昼夜内不能开停运行的高温高压火电机组,其发电出力的可调范围为其技术最小出力至额定容量之间;对可实行昼夜内开停运行的机组,其可调范围则是从技术最小出力到额定容量,以及全停。

背压式热电站的发电出力由其供热负荷的强制出力决定。抽气式热电站的出力可调范围,是从热强制出力到额定容量。同时应注意热电站在日负荷低谷和高峰时的热强制出力对电力系统调峰能力的影响。

水电机组发电出力的可调范围是从零到额定容量(或水头预想出力),但应避免在汽蚀振动限制区运行。当水电站日调节库容不足或航运、灌溉、供水等部门要求出库流量稳定在某一范围内时,水电站出力可调范围受其影响。

#### 7.0.8 新编条文。

旨在阐明系统日电力、电量平衡的要求和内容。7.0.8.1 款系指电力平衡而言。7.0.8.4 系指电量平衡而言。7.0.8.2 款及 7.0.8.3 款系指对调峰能力平衡而言。

#### 7.0.9 新编条文。

旨在规定对有些水电站,应计算其容量效益和电量效益。

#### 7.0.10 新编条文。

本条具体阐明年电力平衡的内容和要求。

对低水头电站而言,在汛期水头受阻较大,为了更好地反映设计水电站容量效益,故规定需进行丰水年平衡。对于装机容量较大,且水电比重也较大的电力系统,一旦遇到特枯年,出力降低程

度应以火电全部事故备用容量的 50 % 弥补为限,为了对此加以检验,故规定需进行特枯年的电力平衡。

#### 7.0.11 新编条文。

年电量平衡应按丰、平、枯三个代表年分别编制。水电站的电量效益应经过电力系统电力、电量和调峰能力平衡,从设计水电站多年平均年发电量中扣除强制弃水电量后求出。水电站产生强制弃水的原因有:电力系统因调峰要求迫使设计水电站日内工作位置由基荷转向峰、腰荷;在水电比重大的电力系统汛期承担旋转备用的及受月内低负荷限制少发的水电电量等。

#### 7.0.12 新编条文。

指明可采用静态或动态负荷曲线进行电力、电量平衡及新增机组如何参加平衡。

#### 7.0.13 新编条文。

由于水电站投产后,容量效益和电量效益增长过程对特征值、装机容量以及经济评价有较大影响,因此,本条规定设计水电站应从第一台机组投产到设计水平年进行逐年或每隔二、三年编制系统电力、电量平衡。若设计水平年之后几年,例如 5 年左右,有明显影响设计水电站运行方式或电量效益的变化因素,则应补充进行该年的电力、电量平衡。

#### 7.0.14 新编条文。

本条系根据当前实践经验,列出了需要进行分区电力、电量平衡的四种情况。

## 8 特征水位选择

#### 8.0.1 沿用 SDJ 11—77 第 64 条。

补充了梯级影响生态与环境等因素。

#### 8.0.2 新编条文。

根据多年实践,强调了水库淹没在正常蓄水位选择中的重要性,并规定了在正常蓄水位选择的比较阶段,水库淹没损失即应考虑回水并计入泥沙淤积的影响。

#### 8.0.3 新编条文。

由于多年调节水库初期蓄水时间较长,不同正常蓄水位方案之间会出现水库充蓄时间的差别,影响着方案之间效益与费用,以及对下游已建和在建水电站或其他综合利用部门对水电站放水要求满足程度的变化,故在方案比较中应计入其影响。

#### 8.0.4 新编条文。

根据多泥沙河流上已建水电站的运行实践,泥沙淤积量和淤积部位对兴利库容和综合利用部门会有影响,并影响工程(电站)的效益和费用的变化,应予以重视。

#### 8.0.5 新编条文。

汛期限制水位是一个重要的特征水位。条文规定了选择时应考虑的主要因素。

#### 8.0.6 沿用 SDJ 11—77 第 65 条。

增补了确定极限死水位的内容。

#### 8.0.7 新编条文。

我国众多河流多为梯级开发,本条文规定了在选择特征水位时,应考虑梯级之间的相互影响。

## 9 装机容量选择

### 9.0.1 SDJ 11—77 第 66 条中有关内容的修改与补充。

阐明装机容量选择时必须研究的内容。

### 9.0.2 新编条文。

规定装机容量选择要与设计水平年选择的两种方法相对应。

### 9.0.3 新编条文。

因引水式电站装机容量的变化对日调节池容积、引水系统水头损失和费用影响较大,故增加本条文。

### 9.0.4 新编条文。

补充了 SDJ 11—77 第 66 条中关于设置重复容量的设计内容。

### 9.0.5 新编条文。

明确了论证配置季节性用电户所应考虑的因素。

### 9.0.6 新编条文。

对在同一电力系统中多座水电站设计水平年相近时,为避免各水电站运行方式相互矛盾而导致各水电站装机容量不协调,故作此条规定。

### 9.0.7 沿用 SDJ 11—77 第 68 条。

### 9.0.8 SDJ 11—77 第 71 条的修改和补充。

补充了在协调上、下游梯级电站引用流量时,应考虑经济合理性。如上、下游梯级电站区间径流很少,可基本同步运行,其引用流量宜协调;若梯级间有较大区间径流或下游梯级有调节库容,或开发任务、开发方式不同等,梯级电站的引用流量一般可不强求协调。

### 9.0.9 新编条文。

已建电站扩机增容,与新建电站选择装机容量的要求有所不同。扩建装机往往是为了承担电力系统更多的尖峰容量,从而增加系统调峰能力,故增加本条文。

## 10 水轮机机组、机型选择

### 10.0.1 新编条文。

阐明水轮机机组、机型选择应包括的主要内容。

### 10.0.2 SDJ 11—77 第 69 条有关内容的补充。

为了与 SDJ 173—85《水力发电厂机电设计技术规范》统一,本条文中以“额定水头”代替原条文中的“设计水头”。

额定水头的选择与系统对水电站运行方式要求密切相关,本条文强调了水头降低时机组水头预想出力对电力、电量平衡的影响。

### 10.0.3 SDJ 11—77 第 69 条部分内容的补充。

本条文增加了机组机型选择应计算不同方案的容量、电量效益及费用,并需综合分析比较确定。

### 10.0.4 新编条文。

系计算容量效益的规定。

### 10.0.5 新编条文。

系计算电量效益的规定。

#### 10.0.6 SDJ 11—77 第 69 条有关内容的补充。

## 11 输水道尺寸及日调节池容积选择

### 11.0.1 沿用 SDJ11—77 第 70 条。

### 11.0.2 新编条文。

阐明输水道尺寸选择中容量和电量效益的计算方法,对调峰水电站,强调输水道的水头损失应按日运行方式逐时进行计算,不再引入平均立方流量的概念。

### 11.0.3 新编条文。

对有几条输水道的水电站,规定计算水头损失时所采用流量的分配原则。

### 11.0.4 新编条文。

旨在阐明日调节池容积的计算方法和关于适当留有余地的幅度。根据已建电站运行经验,安全系数可采用 1.1~1.2。

### 11.0.5 新编条文。

阐明明渠引水式水电站利用渠道进行日调节的计算内容和约束条件。

### 11.0.6 新编条文。

规定了梯级水电站日调节池容积选择应考虑的因素。

## 12 初期蓄水和装机程序

### 12.0.1 SDJ 11—77 第 98 条的补充与完善。

对水库蓄水需要时间较长的水电站,投入初期,需协调蓄水与系统用电和各综合利用部门用水的要求,故需研究、确定初期蓄水过程。蓄水过程的长短,又直接影响电站效益的发挥。因此,一般当无其他条件限制时,水库初期蓄水可采用在满足各用水用电部门必须的要求下,使水库尽快蓄水,尽早达到正常调度运用的程度。必要时,在技术下阶段设计中,可计算不同蓄水方案的电力、电量效益增长过程和费用增量以及对下游水电站电力、电量的影响,比较选定初期蓄水方案。

### 12.0.2 新编条文。

阐明确定水电站装机程序应考虑的因素。

### 12.0.3 新编条文。

阐明研究分期建设应考虑的因素。

## 13 抽水蓄能电站动能设计

本章为 SDJ 11—77 第 72 条的充实和具体补充。

抽水蓄能电站的动能设计与常规水电站有共性,因此,本规范前 12 章的有关条款亦适用于抽水蓄能电站。

本章是针对纯抽水蓄能电站特点而写,所拟条文反映了我国近几年的设计实践经验,并力求完整。对于混合式抽水蓄能电站和季调节抽水蓄能电站,目前设计实践经验不多,尚不具备编写条件,有待今后补充。

**13.0.1** 轮廓列出抽水蓄能电站动能设计应包括的内容:

**13.0.2** 本条规定若抽水蓄能电站存在若干个上库址或下库址可供选择时,应通过方案比较选定。

**13.0.3** 据近几年设计经验,水源是建设抽水蓄能电站可行与否的重要条件,故规定必须落实水源。

**13.0.4** 利用已建水库作抽水蓄能电站的上库或下库,一般会在一定程度上影响原有工程的功能或效益,如因占用库容而减少调节流量或影响原水库的引水系统等。采取改建、补救的措施有:增大原水库库容、改建引水系统、另找补充水源等。

**13.0.5** 天然湖泊的水情、水位变化(包括季节性变化和年际变化)关系到电站取水口高程、兴利库容、水头、装机容量、年电量等的计算或选择,而建设抽水蓄能电站将会扩大水位的变幅和变率,也会影响生态与环境 and 有关部门的效益,故编此条。

**13.0.6** 抽水蓄能电站与常规水电站的运行特性有所不同,为此,本条规定了在选择抽水蓄能电站装机容量时应着重研究的几个方面的内容:

(1)电力系统的负荷水平、负荷特性及全系统各类电源的运行特性与系统调峰能力平衡有关,也影响抽水蓄能电站的装机容量。

(2)承担系统调峰是抽水蓄能电站的首要任务。因此,电力系统调峰能力是否平衡是装机容量选择的主要因素。

(3)抽水蓄能电站既发电(调峰),又抽水(填谷),所以在上下两库调节能力范围内的水量必须平衡。

(4)抽水电源是保证抽水蓄能电站抽水运行的基本条件。抽水电源可靠性的研究内容包括:该电源在负荷低谷时的供电能力和网络输电能力能否满足抽水的需要。

(5)抽水蓄能机组的抽水工况往往有一定的限制,如有些机组只能提供两种运行工况:或满负荷全机抽水,或停运。为此,在电力、电量平衡时,必须考虑这一条件。

(6)当抽水蓄能电站参与电力系统调峰或抽水运行时,全系统有可能节约燃料,也有可能多耗燃料。因此,应从全系统范围计算燃料消耗量的差别,并研究其对装机方案经济性的影响。

(7)设计采用的负荷水平和负荷特性属预测成果,存在不确定性,而它对抽水蓄能电站的作用和效益影响较大,所以应对负荷进行敏感性分析,以合理选定装机容量。

**13.0.7** 抽水蓄能电站的库容和装机容量密切相关,所以两者必须同时选择。

鉴于水电站和抽水蓄能电站在负荷图上的工作位置有时会互相影响,所以要求根据设计枯水年计算抽水蓄能电站的发电库容。

**13.0.8** 抽水蓄能电站上、下库库容有限,而且获得库容的代价较大,但其水量可循环使用。当电力系统出现事故时,首先将担负系统调峰运行的电源或机组的工作位置下移,并同时启动系统设置的事故备用容量,尖峰的不足部分由抽水蓄能电站担负,且时间较短。为此,本条规定抽水蓄能电站在一般情况下,可担任日内峰荷时期短时间的事故备用。

**13.0.9** 抽水蓄能机组与常规水电机组选择基本相同。对抽水蓄能机组有时还需选择型式,即二机式、三机式或四机式。根据我国现状,机组往往要从国外引进,所以机组供应条件亦是重要因素。有时启动抽水对电力系统稳定运行的冲击影响是选择单机容量的制约因素。

**13.0.10** 与常规水电机组相比,不仅要确定额定水头,还要确定额定扬程。一般情况下,抽水蓄能机组的发电额定水头可按满发额定容量时最小的上、下库水位差减去相应的水头损失确定;而额定扬程应根据满载抽水时最大的上、下库水位差加上相应的水头损失确定。

**13.0.11** 本条规定抽水蓄能电站的年电量应考虑本条所列外界条件的影响。