

中华人民共和国水利行业标准

SL 430—2008

---

# 调水工程设计导则

Design guideline for water diversion project

2008-07-22 发布

2008-10-22 实施

---

中华人民共和国水利部 发布

# 前 言

根据水利部水利水电规划设计管理局（以下简称“管理局”）水总局科〔2001〕1号“关于下达2001年度水利水电勘测设计技术标准制定、修订项目计划及主编单位的通知”，按《水利技术标准编写规定》（SL 1—2002）要求，制定本标准。

《调水工程设计导则》共18章67节，主要内容有：总则、术语、工程建设的必要性和任务、水文、工程地质、水资源供需分析与配置、工程总体布局及工程规模、水源保护、工程布置及建筑物、机电及金属结构、施工组织设计、征地移民、水土保持、环境影响评价、节能设计、工程管理、投资、经济评价。

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部水利水电规划设计总局

本标准解释单位：水利部水利水电规划设计总局

本标准主编单位：水利部南水北调规划设计管理局

本标准参编单位：中水北方勘测设计研究有限责任公司  
深圳市水利规划设计院

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：张国良 高安泽 祝瑞祥 王宏斌  
郑永良 牛万军 宋新峰 姚建文  
郝福良 张怀军 徐建闽 程大珍  
欧阳晓红 任东红 何广海 刘冰莹  
张士杰 刘澜文 张左强 周梁山  
张功权 陈洪蛟 王晓全 李加水  
刘 卫 李明强 陈宝中 张艳春

本标准审查会议技术负责人：董安建 刘志明

本标准体例格式审查人：窦以松

# 目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	工程建设的必要性和任务	3
4	水文	4
4.1	一般规定	4
4.2	径流分析	4
4.3	交叉断面设计洪水与设计洪水位	4
4.4	泥沙、冰情、水文测报系统	5
5	工程地质	6
6	水资源供需分析与配置	8
6.1	一般规定	8
6.2	规划范围与分区	8
6.3	设计水平年和供水保证率	8
6.4	调入区水资源供需分析	9
6.5	调出区水资源供需分析	9
6.6	水资源配置	10
7	工程总体布局及工程规模	11
7.1	工程总体布局与实施方案	11
7.2	工程规模	12
7.3	调度运行原则	13
8	水源保护	14
9	工程布置及建筑物	15
9.1	一般规定	15
9.2	工程等级和洪水标准	15
9.3	工程选线及选址	17
9.4	工程总布置	18

9.5	水工建筑物设计	21
10	机电及金属结构	24
10.1	一般规定	24
10.2	水力机械	25
10.3	电工	27
10.4	调度及自动化	28
10.5	金属结构	30
11	施工组织设计	32
11.1	一般规定	32
11.2	施工导流	32
11.3	天然建筑材料	33
11.4	施工总布置	33
11.5	主体工程施工	34
11.6	施工总进度	34
12	征地移民	36
12.1	一般规定	36
12.2	实物指标调查	36
12.3	农村移民安置	36
12.4	征地移民补偿投资	36
13	水土保持	38
13.1	一般规定	38
13.2	区域概况及水土流失现状调查	38
13.3	主体工程水土保持评价	38
13.4	水土流失防治责任范围及防治分区	38
13.5	水土流失预测分析	39
13.6	水土流失防治方案	39
13.7	水土保持监测	39
14	环境影响评价	40
14.1	一般规定	40
14.2	环境现状调查和评价	40

14.3	环境影响预测评价	41
14.4	环境保护对策措施	41
14.5	环境监测	42
14.6	环境保护投资估算	42
15	节能设计	43
15.1	一般规定	43
15.2	输水系统节能	43
15.3	建筑节能	43
15.4	水力机械设备节能	44
15.5	电气设备节能	44
15.6	金属结构设备节能	45
15.7	暖通空调及给排水系统节能	45
15.8	施工方案节能	46
16	工程管理	47
16.1	一般规定	47
16.2	管理体制、机构设置和人员编制	47
16.3	工程管理范围和保护范围	47
16.4	管理设施	48
16.5	运行管理	48
17	投资	49
17.1	一般规定	49
17.2	项目划分	49
17.3	编制方法	49
17.4	投资文件组成	50
18	经济评价	51
18.1	国民经济评价	51
18.2	财务评价与资金筹措方案	51
18.3	不确定性分析和风险分析	52
18.4	综合评价	53
	标准用词说明	54
	条文说明	55

# 1 总 则

- 1.0.1** 为指导调水工程设计，规范设计内容，制定本标准。
- 1.0.2** 本标准适用于新建、改扩建大中型调水工程的设计，各设计阶段的设计内容和深度可根据有关编制规程的要求增加和取舍。
- 1.0.3** 调水工程设计，应遵照国家的方针、政策，符合已批复的流域综合规划和水资源规划。
- 1.0.4** 调水工程设计，应正确处理调入区与调出区水资源开发利用、国民经济发展及生态与环境保护的关系。
- 1.0.5** 调入区需水预测应充分考虑节水因素及用水户对水质的要求；可调水量分析应重视保护调出区的生态与环境，调出区经济和生态受到影响的，应提出合理的补偿措施。
- 1.0.6** 调水工程设计，应根据有关地区经济社会发展和保护生态与环境的要求，对拟定的工程任务、总体方案及规模，从技术、经济、生态与环境等方面进行充分的论证。设计方案应技术先进、经济合理、运行管理安全可靠。
- 1.0.7** 本标准主要的引用以下标准：  
《防洪标准》(GB 50201)  
《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252)
- 1.0.8** 调水工程设计，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 调水工程 water diversion project

为满足供水、灌溉、生态需水要求，兴建的跨水系、跨区域的水资源配置工程。

### 2.0.2 调出区 the area for diverting water out

调出水量的地区（流域）。

### 2.0.3 调入区 the area for diverting water in

调入水量的地区（流域）。

### 2.0.4 受水区 reception basin

外调水的供水范围。

### 2.0.5 取水点 intake point

供水水源取引水枢纽（涵、闸、站等）所在的地址。

### 2.0.6 收水点 water receiving point

接受调引水量的地点。

### 2.0.7 输水线路区 the area for water transporting route

调水工程取水点到收水点间输水系统经过的地区。

### 2.0.8 可调水量 the water volume for diverting

满足调出区合理的生活、生产和生态与环境用水后可能外调的水量。

### 2.0.9 控制建筑物 control structure

输水工程中节制闸、分水闸、退水闸等建筑物的统称。

### 2.0.10 交叉建筑物 cross structure

输水渠道跨越天然河道、其他渠道、道路或天然河道等穿越输水渠道的渡槽、倒虹吸、涵洞、箱涵等建筑物的统称。

### 2.0.11 调度及自动化 dispatching and modernization

对调水工程线路上的输水建筑物、机电及金属结构设备的统一调度和自动化管理，是以计算机技术和通信网络为基础的系统。

### 3 工程建设的必要性和任务

**3.0.1** 调水工程的必要性论证应包括以下主要内容：

1 分析调入区水资源开发利用现状、用水结构和节水水平等。

2 分析调入区国民经济和社会发展对水资源的需求。

3 分析水资源短缺对国民经济发展的制约作用以及生态环境状况与水资源的关系。

4 叙述流域综合规划和水资源规划对调水工程的安排。

**3.0.2** 应根据相关流域的规划成果，以及水资源开发状况和用水发展趋势，考虑现有的技术经济条件，论述调水的可能性。

**3.0.3** 应根据调水工程必要性论证和调水的紧迫性要求，考虑技术经济等因素论述工程任务，并结合工程分期实施安排，提出分期任务。

## 4 水 文

### 4.1 一 般 规 定

**4.1.1** 调水工程水文分析计算主要内容应包括调出区与调入区水资源分区或有关工程设计断面的地表水资源量、地下水资源量、水资源总量和地下水可开采量，以及调出区、调入区有关工程设计断面和输水线路交叉断面的设计洪水、洪水位、泥沙等。

**4.1.2** 应了解调水工程涉及地区的江河湖泊分布情况，地形、地貌、水文地质、土壤、植被等自然地理状况，以及流域水利工程建设情况。

**4.1.3** 应着重搜集有关地区暴雨图集、水文手册、治涝手册、近期大暴雨和洪水资料，以及有关水文、水资源的分析计算和调查研究成果。

### 4.2 径 流 分 析

**4.2.1** 调出区与调入区的径流系列应同步。应对比调出区、调入区径流的丰枯特性，进行互补性分析。

**4.2.2** 根据资料条件和设计要求，选用径流系列代表段和代表年时，应将调出区与调入区作为整体进行分析。

**4.2.3** 应在分析地表水与地下水相互关系的基础上，分析地下水的可开采量。

### 4.3 交叉断面设计洪水与设计洪水位

**4.3.1** 交叉断面河流上下游短缺实测水文资料时，可采用暴雨径流查算图表推求设计洪水，必要时应对设计暴雨参数和产汇流参数进行复核。

**4.3.2** 交叉断面上游水库有较大滞洪作用时，应考虑水库对交叉断面设计洪水的影响。设计洪水的地区组成应采用同频率洪水

组成法。

**4.3.3** 交叉断面河流无流量资料时，可利用邻近地区集水面积接近并有较长资料的参证水文站成果，采用水文比拟法推求非汛期施工设计洪水。

**4.3.4** 调水工程交叉断面设计洪水位的计算，应符合以下规定：

1 交叉断面上下游有实测或调查水文资料时，可采用水面线法计算。

2 交叉断面上下游短缺水文资料时，可按曼宁公式法推算。

3 设计河段发生洪水漫溢或串流时，可采用二维非恒定流法推算。

#### **4.4 泥沙、冰情、水文测报系统**

**4.4.1** 对于从多沙河流调水的工程，应根据设计需要，统计分析引水口断面的悬移质含沙量及其年内、年际变化特征，分析含沙量与流量的关系以及泥沙的颗粒级配和矿物组成。

**4.4.2** 对于需布置输水倒虹吸的交叉断面，应分析计算历年最大月平均含沙量的均值。当交叉断面河流无泥沙资料时，可利用邻近地区集水面积接近并有较长资料的参证水文站成果，应考虑下垫面差异进行推求。

**4.4.3** 对于寒冷或严寒地区的调水工程，应统计有关河段冰情特征，提出结冰开始时间、解冻时间、开河方式、流冰量、最大冰块尺寸等数据，分析冰情对工程施工与运行的影响。

**4.4.4** 对于水库工程，应按有关标准进行水文自动测报系统规划设计；对于输水工程，应进行水量自动监测系统规划设计。

## 5 工程地质

**5.0.1** 调水工程地质勘察应执行有关地质勘察规范，重点对调水工程布置、选线和选址进行地质论证，提供工程地质资料。

**5.0.2** 区域地质及地震勘察应包括以下主要内容：

- 1 区域地质与构造背景。
- 2 区域构造稳定性。
- 3 地震动参数。
- 4 对于地质构造复杂、地震活动频繁的工程区（段），进行专门论证。

**5.0.3** 调水工程水库、湖泊等调节控制工程，应主要勘察库区（湖区）的渗漏问题、关系主要建筑物安全和正常运行的工程地质问题，库水位骤升、骤降等特殊工况对库岸岩（土）体边坡稳定性的影响等。

**5.0.4** 输水渠道（包括埋涵）勘察应包括以下主要内容：

1 地形地貌、喀斯特塌陷区、古河道、移动沙丘及地下采空区等。对于穿越城镇、工矿区的渠道，还应包括地下构筑物 and 地下管线等。

2 地层岩性，重点是工程性质不良岩土层的分布。

3 含水层和隔水层的分布、地下水补排条件、岩土体的渗透性和土壤的盐渍化现状等。

4 傍山渠道沿线崩塌、滑坡、泥石流、洪积扇和残坡积土等的分布。

5 基岩渠段的覆盖层、岩体风化带与卸荷带、地质构造、主要结构面组合及对工程的影响。

**5.0.5** 输水隧洞勘察应包括以下主要内容：

1 地形地貌。

2 地层岩性、覆盖层厚度和物质组成、喀斯特发育特征、

放射性元素及有害气体等。

3 地质构造发育情况等。

4 岩体风化、卸荷特征、崩塌、滑坡、泥石流等不良物理地质现象等。

5 地下水位、主要含水层、汇水构造和地下水补排条件等。

6 对于深埋长隧洞，包括形成高外水压力、突（涌）水（泥）的地质条件，围岩变形较大的岩组及大断裂破碎带的分布和特征，地应力特征及产生岩爆的可能性，地温分布特征等。

7 对拟采用掘进机施工的隧洞，还应围绕对掘进机设计和施工影响较大的工程地质问题进行地质论证。

**5.0.6** 交叉建筑物及控制建筑物勘察应包括以下主要内容：

1 地形地貌，崩塌、滑坡、泥石流等不良物理地质现象等。

2 地层结构、岩土类型，重点为工程性质不良岩土层等的分布。

3 水文地质条件，重点为地基渗漏、渗透稳定及基坑开挖发生涌水、涌砂的可能性。

4 岩石地基的覆盖层厚度，风化与卸荷带特征，地质构造及主要结构面组合关系，岩溶发育情况等。

**5.0.7** 天然建筑材料勘察应符合下列规定：

1 天然建筑材料勘察内容应包括工程所需各类料源的分布、储量、质量及开采运输条件。

2 考虑输水线路及建筑物的分布情况进行料场选择。

3 对于工程开挖料和拟外购的天然建筑材料，应按有关规定进行勘察。

## 6 水资源供需分析与配置

### 6.1 一般规定

- 6.1.1** 水资源供需分析应重视对有关地区经济社会、资源利用、环境保护等方面的调查研究，搜集以往有关水资源规划和科研成果。
- 6.1.2** 调水工程应进行有关地区的水资源供需分析。调入区应在节水、治污并合理利用当地水源的基础上，分析需调水量。调出区应在考虑生态与环境用水的基础上，分析可调水量。
- 6.1.3** 应根据调入区水资源供需分析结果、调出区各取水点的可调水量成果，考虑水源的优质优用等因素，提出可能的调水组合方案。

### 6.2 规划范围与分区

- 6.2.1** 调入区水资源供需分析范围，除有直接关系的地区和流域外，必要时还应包括可能涉及的地区和流域。
- 6.2.2** 调出区水资源供需分析范围，应包括取水点断面上游为与取水点断面来水有直接关系的区域和下游因调水可能影响的范围。
- 6.2.3** 调入区水资源供需分析的分区应依据河流水系、行政区划和供水系统进行划分。
- 6.2.4** 调出区应以取水点断面为界分别进行分区。上游应考虑现有主要供水工程的位置、水文站等因素进行分区，下游应考虑调水可能影响的对象进行分区。

### 6.3 设计水平年和供水保证率

- 6.3.1** 设计水平年宜采用基准年和近期、远期水平年，并以近期水平年为重点。

**6.3.2** 应根据调水工程的任务及用户的重要程度，结合水资源分布及可利用情况，合理确定供水保证率。城乡生活供水保证率为95%~97%，工业供水保证率为90%~95%，农业和生态环境供水保证率为50%~90%。

## **6.4 调入区水资源供需分析**

**6.4.1** 调入区水资源开发利用现状调查内容应包括供水工程的供水量、不同用水行业及部门的用水量，分析现状用水结构、节水水平、缺水状况及原因。

**6.4.2** 调入区经济社会发展指标预测，应在国家、地区国民经济和社会发展规划及远景规划的基础上进行。缺乏地区远景规划资料的，可根据地区历史情况，结合近期社会经济发展趋势及生产力布局进行合理预估推测。

**6.4.3** 调入区需水量预测应遵循从紧的原则，制定可行的节水方案，采用节水定额进行预测，并对预测结果进行合理性分析。

**6.4.4** 供水量预测应在现状实际供水量的基础上，考虑当地水资源挖潜，结合现有工程供水能力可能的增减变化和规划拟新建、配套、扩建工程项目可能增供的水量进行预测，同时考虑非常规水的可供水量。

**6.4.5** 应进行各水平年当地水源的水资源供需分析，提出各分区不同行业的缺水量及过程。

## **6.5 调出区水资源供需分析**

**6.5.1** 调出区水资源开发利用现状调查，应重点调查取水点断面下游地区现状供水工程及供水量、河道内生态用水情况等。

**6.5.2** 调出区需水量预测，应充分考虑调出区社会、经济长远发展和维护生态与环境对水资源的需求。

**6.5.3** 应进行调出区长系列水资源供需分析，提出各可能取水点的可调水量及过程。

**6.5.4** 必要时应分析有补偿措施条件下的可调水量。

## 6.6 水资源配置

- 6.6.1** 调水工程水资源配置应遵循优水优用、高水高用、当地水与客水统一配置的原则。
- 6.6.2** 应将调入区、调出区作为一个整体供水系统，建立供水系统网络节点图。
- 6.6.3** 应结合可能的调水工程方案，进行调入区水资源配置，提出受水区、供水对象、需调水量及过程。
- 6.6.4** 应根据调入区水资源配置结果、调出区各取水点的可调水量以及水质状况，提出可能的调水组合方案。
- 6.6.5** 应分析调入区和调出区同时发生特枯水年的供水状况，制定相应的应急供水对策。

## 7 工程总体布局及工程规模

### 7.1 工程总体布局与实施方案

**7.1.1** 调水工程应综合考虑调出区各取水点的取水条件、供水目标的满足程度以及技术经济环境等因素，论证并提出总体布局方案；应根据各区段的地形、地质条件和建筑物形式进行总干渠分区段水头分配，确定主要控制点水位，提出全线总体控制性指标。

**7.1.2** 工程总体布局方案应结合水资源配置方案拟定，从社会、技术、经济、环境等方面进行多方案比选。

**7.1.3** 调水工程宜选用自流引水方式。需要采用提水方式时，应综合考虑运行管理费用和工程投资等因素进行全面比较。

**7.1.4** 供水水源丰富、调水规模相对较小时，可直接从江河、湖泊等天然水域取水；供水水源年内分配不均匀，调水规模较大，要求保证率又较高时，宜从水库等人工水域取水。

**7.1.5** 应根据调水工程的落差，结合输水线路的地形、地质条件，以及移民占地、工程投资、运行管理与维护费用等，分段对明渠、管涵、管道等输水建筑物型式进行技术经济比选。

**7.1.6** 输水线路上宜设置一定数量的调蓄水库，特别是输水线路终端的调蓄水库。调蓄水库应结合供水系统特点和用户的分布情况进行合理布局，宜设在有成库条件的输水线路上或距输水线路较近的位置。已有水库、湖泊，在不影响原有功能的前提下，应尽量利用。

**7.1.7** 应通过调入区和调出区长系列联合调节计算，按满足保证率要求确定设计调水量。并结合供水系统的统一调度，确定调入区各分区的设计调水量。

**7.1.8** 因调水影响调出区用水与现有工程的功能和工程效益时，应安排适当的工程措施予以补偿。补偿标准以恢复原有工程的功

能和原规模的效益为原则。

**7.1.9** 调水工程与防洪、排涝河道交叉，对防洪有影响时，应妥善协调与防洪、排涝的关系，保障交叉建筑物的安全。经过蓄滞洪区的，除保证渠系安全外，不应影响蓄滞洪区的正常运用。对河道回水有影响的，应予以补偿。

**7.1.10** 调水工程规模较大，技术较复杂，且调入区经济社会发展对调水的紧迫程度要求不同时，应结合资金筹措和工程实施条件，按照分期建设方案相互衔接的原则确定分期供水目标与范围，对多组分期实施方案进行比选，推荐可行的分期建设方案。

## 7.2 工程规模

**7.2.1** 应收集调入区、输水工程沿线和调出区的社会经济资料。

**7.2.2** 水源工程建筑物规模，应按调水的最大规模确定。

**7.2.3** 调水工程的总干渠及各级渠系的规模，可根据总调水量和各分区调水量，结合调蓄工程规模和受水区的需水过程等分析论证，合理确定。

**7.2.4** 输水线路上的倒虹吸、渡槽等交叉建筑物的规模，应根据所在区段渠系工程的规模，结合输水系统水头优化、局部水头优化等合理确定，并与交叉工程设施的规模相适应。利用现有防洪、排涝河道输水时，应考虑防洪、排涝的要求。

**7.2.5** 输水系统中泵站的规模，应根据站址地形、控制点设计水位等综合分析确定。

**7.2.6** 输水渠系上节制闸的规模，应与所在渠系的规模一致。

**7.2.7** 退水闸的规模，应考虑退水段的水量、退水时间、退水承泄区的承受能力等因素确定。

**7.2.8** 补偿工程规模，应以不降低调出区用水保证程度为原则进行安排。

**7.2.9** 应根据调水量、可利用水头，以及电力系统对电力电量的需求，对建设动能回收电站的必要性和装机规模等进行论证。

**7.2.10** 应根据调水工程分期建设的任务和分期建设方案，考虑

不同分期之间的衔接，拟定分期规模。

### 7.3 调度运行原则

**7.3.1** 应根据调出区的用水要求，有关水文、气象条件，工程检修要求，以及外调水与当地水之间的配置关系，论证并提出工程总体调度运行原则。

**7.3.2** 应研究调水工程与相关防洪、排涝、灌溉、航运工程的关系，提出满足各部分功能要求的工程调度运行原则。

**7.3.3** 寒冷和严寒地区的输水工程有冰期输水要求时，应提出防治流冰、冰塞以及冰盖下输水的调度运行方式。

**7.3.4** 对长距离自流输水的调水工程，应按满足工程功能要求和输水安全的原则提出调度控制方式。

## 8 水源保护

**8.0.1** 水源保护规划应包括水质现状调查与评价，水体污染负荷调查，水体纳污能力及入河（水库）控制量计算等内容。

**8.0.2** 水质现状重点调查内容应包括取水口、现有输水河道或渠道、支流入口、调节水库的水质监测资料，确定水质类别，分析水质在年内的变化规律。

**8.0.3** 水体污染负荷调查内容应包括取水口以上相关河道、现有输水河道、调节水库排污口的废污水和污染物的排放量、排放规律。

**8.0.4** 污染物预测指标主要应包括  $BOD_5$ 、COD、 $NH_3 - N$ 。

**8.0.5** 应根据不同用水部门对水质的要求，按最高功能要求确定水源保护目标。

**8.0.6** 应进行取水口以上相关河道、输水河道、调节水库的水体纳污能力计算，提出入河（调节水库）污染物控制量。

## 9 工程布置及建筑物

### 9.1 一般规定

9.1.1 调水工程水工建筑物布置与设计应根据各自的功能需要，做到任务明确、相互协调，保证调水工程正常运行。

9.1.2 输水线路穿越铁路、公路等工程时，交叉建筑物设计除应符合水利行业标准外，还应满足相关行业设计标准的要求。

### 9.2 工程等级和洪水标准

9.2.1 调水工程的等别，应根据工程规模、供水对象在地区经济社会中的重要性，按表 9.2.1 综合研究确定。

表 9.2.1 调水工程分等指标

工程等别	工程规模	分等指标			
		供水对象重要性	引水流量(m <sup>3</sup> /s)	年引水量(亿 m <sup>3</sup> )	灌溉面积(万亩)
I	大(1)型	特别重要	≥50	≥10	≥150
II	大(2)型	重要	50~10	10~3	150~50
III	中型	中等	10~2	3~1	50~5
IV	小型	一般	<2	<1	<5

9.2.2 以城市供水为主的调水工程，应按供水对象重要性、引水流量和年引水量三个指标拟定工程等别，确定等别时至少应有两项指标符合要求。以农业灌溉为主的调水工程，应按灌溉面积指标确定工程等别。

9.2.3 调水工程各单体永久性水工建筑物级别，应根据其所属工程等别和建筑物重要性，按表 9.2.3 确定。

表 9.2.3 永久性水工建筑物级别划分

工程等别	主要建筑物	次要建筑物
I	1	3
II	2	3
III	3	4
IV	4	5

**9.2.4** 对特别重要的 2~4 级主要永久性水工建筑物，失事后将造成重大损失，修复难度大、历时长，或站址地质条件特别复杂、或采用实践经验较少的新型结构时，应经过论证并报主管部门批准可提高 1 级，但洪水标准不予提高；失事后造成损失不大的 1~3 级主要永久性水工建筑物，应经过论证并报主管部门批准可降低 1 级。

**9.2.5** 利用现有河道输水时，河道堤防级别应根据调水工程的等别、原河道堤防级别、输水位抬高可能造成的影响等因素综合确定，但不得低于原河道堤防级别。

**9.2.6** 穿堤输水建筑物级别不应低于所在堤防级别。

**9.2.7** 调水工程调蓄水库的洪水标准应符合 SL 252 及 GB 50201 中的相关规定。

**9.2.8** 调水工程永久性水工建筑物洪水标准，应根据其级别按表 9.2.8 确定。

表 9.2.8 调水工程永久性水工建筑物洪水标准

水工建筑物级别	洪水重现期 (a)	
	设计	校核
1	100~50	300~200
2	50~30	200~100
3	30~20	100~50
4	20~10	50~30
5	10	30~20

泵站的洪水标准应取上限，但 5 级泵站校核洪水标准重现期应取 20 年；穿越堤防的永久性建筑物洪水标准，应不低于所在堤防洪水标准。

调水工程河渠交叉建筑物洪水标准，应根据穿越河道断面上流域面积、交叉建筑物布置及结构形式等综合分析确定。

### 9.3 工程选线及选址

**9.3.1** 输水线路应根据输水形式、地形地质条件、地面建筑物分布情况，结合受水区分布条件，通过综合比较工程占地、环境影响、输水安全、施工条件等进行多方案技术经济比选确定。

**9.3.2** 输水线路宜布置在沿线地质构造简单，地层结构稳定、水文地质条件有利的地区，宜避免通过不良地质地段。

**9.3.3** 输水线路在满足输水任务的前提下，宜短而顺直，当输水线路为适应地形变化需设置弯道时，弯道半径应在可能范围内选择较大值。

**9.3.4** 输水线路宜避免穿越蓄滞洪区。必须穿越时应进行论证，并采取相应的工程措施。

**9.3.5** 输水线路宜减少与天然河道、沟渠、公路、铁路、地下管道的交叉，不可避免时，应力求立体交叉。

输水线路穿越重要河流时，可适当调整线路，选择合适的交叉点，妥善处理交叉建筑物布置与交叉河道的防洪、排涝、航运等关系。

**9.3.6** 在不改变河道、湖泊防洪调度原则的情况下，长距离调水工程宜充分利用现有河道、湖泊及建筑物。

**9.3.7** 采用明渠输水时，应避免或减少调水工程沿线的高填方或深挖方地区，不可避免时，高填方渠段宜布置在重要城镇下游。

**9.3.8** 调蓄水库库址应根据输水线路沿线地形地质条件、用水户分布，结合供水时段特点，选择距离输水线路较近的天然沟

谷、洼地，具备地质条件好、移民占地少、施工方便、工程投资少、无环境影响制约，并满足防洪、供水要求等条件的地址。

**9.3.9** 泵站站址应根据调水方案、工程规模、运行管理要求并结合地形地质条件、对外交通、电源、工程占地、施工等因素经技术经济比较确定。

**9.3.10** 首部取水枢纽应根据取水条件和取水方式以及与输水设施的关系，结合地形地质条件合理选择取水场址，进行取水枢纽建筑物选型和布置。

## **9.4 工程总布置**

**9.4.1** 应根据选定的调水方案、输水形式和运行调度要求，结合地形地质条件及施工环境，确定首部取水枢纽、输水建筑物、控制建筑物、各类交叉建筑物、泵站和调蓄水库等主要建筑物的功能、型式和布置。

**9.4.2** 首部取水枢纽采用有坝引水时，工程布置应符合以下原则：

1 取水口位置应考虑水库淤积或漂浮物影响，水质应满足供水要求，布置在库岸稳定、地形地质条件适宜、入流通畅的位置。

2 取水口高程应根据水库供水规划、供水要求，结合输水建筑物布置经综合比较确定。

3 控制设施的控制能力应满足水库供水水位变化和供水系统运行调度要求，并考虑检修的需要。

4 闸前引水工程布置和引水建筑物型式应结合地形条件确定。

5 引水工程控制建筑物的规模应满足水库最低供水位时取水流量要求。

**9.4.3** 首部取水枢纽采用无坝引水时，工程布置应符合以下原则：

1 取水点位置应满足水质和水量要求，引水高程适宜，供

水量充足，且运行管理灵活方便；并应根据河岸地质条件、河道洪水特性、含沙量、河床变迁规律，通过技术经济比较后确定。

2 取水口高程应根据取水河段的水文条件、供水要求，结合输水建筑物布置经综合比较确定。

3 在多泥沙河流上引水，应采取有效防沙措施，防止泥沙进入干渠。

4 在有漂浮物的河流上，应采取有效措施，防止漂浮物及冰凌进入干渠。

5 渠首附近上下游河道，应根据需要因地制宜进行整治，使河床保持稳定，保证取水口引水顺畅。

6 引水工程控制设施布置应满足天然河道防洪和引水工程安全运行要求。

**9.4.4** 首部取水枢纽采用泵站提水时，工程布置应符合以下原则：

1 站址应选择地形地质条件较好，适于建站，便于输水线路前后衔接、交通方便、附近有较好电源条件的地址。

2 考虑防洪要求，滞洪区内不宜设置泵站。

3 满足供水水质和水量要求，且运行管理灵活方便。

4 在有漂浮物的河流上，应采取有效措施，防止漂浮物影响泵站正常运行。

5 渠首附近上下游河道，应根据需要因地制宜进行整治，使河床保持稳定，保证泵站取水口引水顺畅。

**9.4.5** 应根据输水规模、水质要求，结合输水线路沿线的地形地质、自然环境条件，选择合适的输水建筑物型式。

利用天然河道输水时，水质应满足供水要求，必要时应利用输水管道将供水系统与天然河道分离，实现清水、污水分流。

**9.4.6** 采用明渠输水时，应根据地形条件、水头分配，分段合理确定渠道纵坡。

**9.4.7** 输水线路沿线应根据输水任务、工程安全、运行调度要求布置分水设施、退水设施、节制闸等建筑物。

1 分水设施应根据用水户分布及其配套设施规划，并结合用户要求和运行调度模式，布置在运行过程中水位或断面压力水头相对较稳定的部位。

2 退水设施布置应结合工程安全需要，选择合适的退水位置，宜布置在重要交叉建筑物的进口前。

3 节制闸布置应结合输水工程的调度模式、水位或流量控制要求，宜与重要交叉建筑物结合布置。

**9.4.8** 长距离输水工程与天然河道、其他输水工程等交叉时，交叉方式可采用平交和立交。交叉方式应结合交叉河流（或渠道）的水流条件、防洪要求、输水工程的运行模式、功能、水质保护等因素经分析论证确定。

**9.4.9** 梯级泵站布置应按总功率最小原则，并结合地形地质条件、各级调蓄水库控制水位、泵站进出水池水位等经综合比较确定；各级泵站设计扬程宜相近；在满足机组选型、输水管道承压情况下，宜减少泵站级数。

**9.4.10** 调蓄水库应结合供水系统特点和用户的分布情况进行合理布局，调蓄水库的设置应有利于提高供水工程的供水保证率、有利于均化区段供水设施的供水强度，非常情况下可作为部分用户的应急水源。

**9.4.11** 城市、工业供水为主的输水线路具备双线输水条件时，可优先考虑双线输水或部分双线输水。

**9.4.12** 位于寒冷地区的输水工程，当有冰害时应采取有效的防冰排冰措施。

**9.4.13** 输水工程布置时应考虑必要的检修条件。拟定检修条件时应结合输水建筑物的特点、沿线调蓄水库的分布情况、用水户的依赖程度等，经分析合理确定。必要时检修条件可分段拟定。

**9.4.14** 对于大型交叉建筑物，应经安全性分析确定是否需要考虑单独检修条件。当需要考虑单独检修时，应按多通道输水设计，并应在交叉建筑物进出口布置检修闸。

## 9.5 水工建筑物设计

**9.5.1** 采用明渠输水时，过水断面型式应结合渠道穿越的地形地质条件、输水能力、施工要求、工程占地、投资等因素分析比较确定。

**9.5.2** 输水建筑物（输水明渠、涵洞、隧洞、交叉建筑物等）应按设计流量确定过水断面尺寸，并按加大流量复核过流能力。

**9.5.3** 输水渠道渠顶超高由安全加高和风浪等因素引起的壅高计算确定。安全加高应根据建筑物级别按 SL 252 确定。

**9.5.4** 输水明渠渠顶高程由渠道外洪水水位控制时，渠顶高程应由堤外设计洪水水位及校核洪水水位加相应的超高确定。

**9.5.5** 有航运要求的输水明渠，渠顶超高应满足相关标准要求。

**9.5.6** 人工输水渠道衬砌方案，应根据当地气候、环境、地质等自然条件，结合渠道断面设计、过水能力及工程投资和运行维护等要求，经比较选定。

**9.5.7** 利用天然河道输水时，应根据河道现状情况、输水和水质要求对河道进行必要的整治。输水位高于原河道水位时，应分析其影响，并采取相应的工程措施。

**9.5.8** 采用压力管涵输水时，应根据输水能力要求、管道压力线分布情况和施工方法等因素综合分析比较确定管涵的结构型式、过水断面尺寸、埋置深度和材料选择。压力管涵设计应遵循以下原则：

1 管涵的最小压力水头不宜小于 2m，在管道出口处可根据具体情况适当降低，但不应小于 1m。

2 管涵埋置深度应根据内外水压力、土压力、冲刷深度、冻土厚度、环境条件和检修条件合理确定，不应小于冻土厚度。当覆土区种植农作物时，埋置深度应大于耕作层和农作物生长所需的覆土深度；对于穿越城市市区的管涵还应满足城市设施相关要求。

3 管涵沿线应根据地形地质条件、运行要求，布置所需的

检修井、检修排水通道、通气、调压减压等设施，并设置必要的变形缝和伸缩缝（伸缩节）。在管道检修井、通气井出口处应做好防护和标志。

**9.5.9** 采用无压隧洞输水时，过水断面型式应根据地形地质条件、输水能力、施工要求、衬砌工作条件等因素经综合分析比较确定。并应遵循以下原则：

1 无压隧洞断面结构选型、衬砌型式应结合围岩条件、施工方法经技术经济比较确定，地质条件较好时宜采用城门洞型断面。

2 长距离无压隧洞检修、通风补气通道宜结合施工支洞、对外交通条件进行布置，必要时应进行通风补气计算。

3 无压输水隧洞采用城门洞型且顶拱锚喷支护时，水面线不宜超过直墙范围。

4 对于低流速通气条件良好的无压隧洞，在恒定流情况下，洞内水面线以上的空间不宜小于隧洞断面面积的 15%，其高度不应小于 0.4m。

**9.5.10** 梯级泵站采用串联有压运行时，应采取有效工程措施保证站间流量平衡。

**9.5.11** 利用输水工程附近的现有水库作为调节水库时，应根据运行调度需要进行水库与输水工程之间的连接和控制建筑物设计。

**9.5.12** 输水建筑物地基应满足承载能力、稳定和变形的要求。建筑物基础处理方案应综合考虑地基地质条件、建筑物结构特点、施工条件和运行要求等因素，经技术经济比较确定；对特殊地质条件的地基应进行必要处理。

**9.5.13** 应根据全线输水系统的运行调度要求及不同运行工况，进行整个系统非恒定流计算，确保系统正常安全运行。

**9.5.14** 应根据输水工程型式、沿线水文地质条件、地下水水质情况，进行输水工程防渗、排水设计。

**9.5.15** 调水工程分期实施时，建筑物设计方案应根据结构型式

特点、建筑物之间的衔接关系以及施工方法，结合分期规模，经技术经济综合分析比较确定。

**9.5.16** 调水工程各输水建筑物安全监测设计应根据建筑物重要性、地基条件、工程运用及设计要求，确定监测部位、监测项目、合理布置监测仪器，选定主要监测仪器及设备数量。

**9.5.17** 输水线路穿越下列不良地质渠（洞）段时，应进行专门安全监测设计。

- 1 中、强膨胀土渠段。
- 2 中等以上湿陷性黄土渠段。
- 3 煤矿采空区渠段。
- 4 饱和砂土渠段。
- 5 其他特殊渠段。

**9.5.18** 调水工程重要建筑物应进行水工（河工）模型试验。

## 10 机电及金属结构

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 调水工程机电及金属结构设计应与整个调水工程的重要性和建设标准协调一致，重大技术问题应安排必要的专题论证和研究，做到技术先进、经济合理、运行灵活、安全可靠、检修维护方便。

**10.1.2** 调水工程水力机械设计应遵循以下规定：

1 水泵的效率应符合国家对机电设备能效限定和节能评价的有关规定，大型水泵（装置）的效率指标应通过综合论证确定。

2 水泵进、出水流道的设计，应根据泵站特征水位、泵型及地形地质条件确定，并满足水泵安全、高效、稳定运行的要求。大型泵站的进、出水流道应进行三维流动数值仿真计算优化，并通过装置模型试验验证。

3 水流含沙量高或具有较强腐蚀性时，应对水泵通流部件的材料选择和抗磨蚀保护措施进行综合研究。

**10.1.3** 调水工程调度及自动化系统应包括计算机监控系统、信息采集和处理系统、视频监视系统及其相应的通信网络等。

**10.1.4** 调水工程调度及自动化系统总体设计内容应包括确定调度分级及监控权限，确定自动化系统的构成、功能要求及主要设备配置方案等。

**10.1.5** 调水工程调度及自动化系统设计应遵循安全可靠、技术先进和经济合理的原则，并应进行专项研究，提出专项报告。

**10.1.6** 调水工程中闸门、启闭机等设备的规格宜统一。

**10.1.7** 金属结构设备选型应满足调水工程全线远程（自动化）操作的需要。

## 10.2 水力机械

**10.2.1** 水泵型式和参数应在考虑工程规模、重要性及对运行可靠性要求、泵站布置条件、国内外科研成果、制造厂的设计制造能力及水平、可选泵型的技术特性及经济投资等因素后，经方案综合比较选定。并应符合下列要求：

1 调水工程中的梯级泵站或泵站群中泵站的主要参数和条件基本相同时，宜优先采用同一种泵型；当不同泵型经综合比较差别不大时，宜优先选择结构简单、利于工程运行和维护的泵型。

2 对于叶轮出口直径不小于 1000mm 的离心泵、叶轮出口直径不小于 1600mm 的轴流泵、混流泵，应有可靠的水泵模型试验资料，必要时应依据国标、行标及 IEC 标准（引进项目）进行模型验证试验。

3 需要国内新开发水泵水力模型，或从国外引进水力模型或产品时，应进行论证。

**10.2.2** 泵站水泵装机台数的选择，应符合以下要求：

1 梯级泵站确定水泵单机流量（工作台数）时，考虑泵站间来水、分水、调蓄能力及水量损失等影响，并满足梯级泵站间灵活运行、流量匹配和调水工程最末一级泵站不同时段设计供水流量的要求。

2 对于进、出水位变化较大的泵站，结合输水系统的调蓄能力，研究在最高运行扬程下调水工程对水泵供水流量的要求。对于有分期建设要求的泵站，水泵单机流量按照各分期供水流量要求确定。

3 对于运行在多泥沙水流中的泵站，水泵单机流量选择时，考虑取水泥沙含量、泥沙特性以及泥沙沿输水线路的分布对不同泵站水泵性能和站间流量平衡的影响，适当留有裕度。

4 备用机组的台数，应根据工程规模、重要程度、泵站年运行小时数，泵站间输水线路的调蓄能力与流量平衡要求、水泵

通流部件受被输送介质的磨损或腐蚀程度，以及水泵组检修维护安排等，经技术经济综合比较后确定。

**10.2.3** 泵站扬程变幅较大时、或加权平均扬程接近泵站最大运行扬程或最低运行扬程时，应对所选水泵能否在全部运行范围内安全、稳定运行进行分析并提出解决措施。

**10.2.4** 梯级泵站间的流量（水量）应平衡。除非出现异常情况，在正常运行期间应尽量避免产生弃水。当输水系统存在流量不平衡因素时，应根据工程实际情况确定运行调节控制措施，重大技术方案应通过技术经济综合论证后选定。

**10.2.5** 对于含有单一泵站或梯级泵站的调水工程中可能会产生水力过渡过程危害的泵站，应进行各种危险组合工况下的水力过渡过程计算。计算结果应满足相关标准的要求。

**10.2.6** 泵站和输水系统的布置，除应考虑工程地形地质条件、施工条件和投资等因素外，还应从保证输水系统和水泵组长期安全运行的角度，选用水力学运行相对较简单的布置方式。有条件时应避免采用泵站间有压串联运行或水泵并联运行。当经综合论证必须采用泵站有压串联运行或水泵并联运行时，应满足下列要求：

1 通过有压管（涵）串联运行的泵站，其水泵的扬程～流量特性和装机台数宜一致，串联运行泵站的数量不应超过两座，并应对第二级泵站水泵进水系统和水泵壳体的强度进行校核。

2 采用并联运行的水泵的设计扬程应接近，并联运行的台数不应超过4台。大型泵组或泵站出水系统水力损失占水泵运行总扬程的比例较大时，应尽量减少并联运行水泵的台数。当采用定速水泵和变速水泵并联运行时，应核定变速水泵的变速范围和运行稳定性。

**10.2.7** 水泵配套电动机功率，除应考虑水泵在全部运行范围及运行工况下可能出现的最大轴功率要求外，还应考虑在规定的 pumps 大修周期内，由于泥沙磨蚀等因素造成水泵效率下降使轴功率增加等不利因素并计入一定的功率储备系数后，经综合分析后

确定。

**10.2.8** 压力输水管涵上的调节阀、液控阀、泄水（压）阀及检修阀等，应根据工程总体布置情况和要求选择确定；空气阀的数量、型式、规格及布置应根据过渡过程计算成果确定。

**10.2.9** 调水工程中含有多座泵站，并需要逐级进行系统初充水时，整个输水系统的初扬水充水系统宜统筹考虑。

## 10.3 电 工

**10.3.1** 调水工程的供电（接入电力）方案应根据工程规模和负荷性质，结合所在地区的电力系统发展规划，经技术经济比较确定。并应遵循以下原则：

1 沿线闸站、梯级泵站的供电系统应进行整体设计。经论证配变电网络可统筹设置。

2 重要水闸、泵站宜采用专用供电线路供电。根据各泵站的规模、在调水系统中的重要性及泵站之间的相互影响程度，合理确定供电线路引接点、供电电压、供电回路数及无功补偿等。

3 大中型泵站宜采用“站变合一”的专有变电站。

**10.3.2** 电气主接线应根据工程供电系统设计及泵站在工程中的重要性、建设规模、运行方式、电动机启动方式、配电装置选型等因素，按满足供电可靠、接线简单、操作灵活、维修方便、便于实现自动化、节省投资等要求确定。并应符合下列规定。分期建设时，应便于分期过渡。

1 泵站高压侧可采用单母线分段接线、桥形接线、单母线接线或线路—变压器组接线。经比选可采用其他接线形式。

2 泵站电动机电压侧宜采用单母线接线或单母线分段接线。

3 电动机启动方式根据供电系统情况、电动机型式、容量及台数可选用全压异步启动、变频启动或降压启动等方式。

**10.3.3** 主要电气设备选择应遵循与整个调水工程的建设标准协调一致，技术先进、安全可靠、经济合理、运行管理方便、优先选用节能环保型产品，符合当地环境条件，同类设备减少品种等

原则合理选择，并应符合下列规定：

1 高压配电装置选择应根据电压等级、工程环境地理条件、工程布置等情况，对户内金属封闭开关设备、气体绝缘金属封闭开关设备（简称 GIS）及敞开式配电装置进行技术经济比较后确定。

2 高压断路器型式选择应根据电压等级选用真空型或 SF6 型。应对所对应回路的电动机及干式站用变压器配置过电压保护装置。保护装置宜靠近电动机及干式站用变压器。

3 主变压器的容量、台数、型式等的选择应根据装机规模、供电系统、机组启动方式、电气主接线形式、运行方式及环境等因素综合确定。变压器额定容量采用标准容量系列值。机组采用全压启动方式或供电系统电压波动偏移较大时，可采用有载调压型变压器。

4 电动机的型式、额定电压、功率因数、电抗参数及 GD2 值等的选择，应结合供电系统、机组启动方式、电气主接线形式、运行方式及设备选择等因素综合分析确定。

**10.3.4** 主要电气设备布置应根据工程的环境条件、地形地貌、主要建筑物布置特点、运行维护及便于分期施工等条件，经综合分析确定。

高压配电装置和主变压器宜靠近负荷中心布置，并应减少占地。35kV 及以下电压等级宜采用户内布置。

**10.3.5** 继电保护宜采用微机型继电保护装置。

## 10.4 调度及自动化

**10.4.1** 应根据运行管理要求合理设置调度分级、调度中心（备用调度中心）及调度分中心。提出各级监控权限。

**10.4.2** 监控方式宜按“无人值班，少人值守”设计。应具备调度中心（调度分中心）控制和现地控制方式。

**10.4.3** 调水工程数据采集应包括下列内容：

1 提出全线监控、监测、监视等的设计原则和信息量估算。

2 提出主要设施、输水建筑物及主要设备的量测设计原则。根据输水建筑物及其主要设备的重要性及所处地质、地理情况合理设置量测站点，根据调度监控的要求设置监测点。

3 调查统计供电、用电点的数量，负荷性质，提出调度监控的范围及设计方案。

4 根据调水工程对视频监视的要求，提出监视点数量和配置方案。

**10.4.4** 调度及自动化系统组网方案设计应遵循以下原则：

1 调度及自动化系统以计算机监控系统为基础，宜采用分层分布式结构，可设调度中心（调度分中心）、站控和现地控制级。组网方案应根据工程需求及技术发展状况进行比选。

2 调度中心（调度分中心）计算机监控系统中重要的装置宜采用冗余或双重化设置。

3 调度中心（调度分中心）与各被控级之间的通道应可靠，必要时宜双重化。

4 各级监控系统的自动化设备应与其在调水工程中的作用和运行维护条件相适应。

5 提出与其他系统的接口方式。

**10.4.5** 调度中心（调度分中心）计算机监控系统应具有下列主要功能：

1 实时调度控制功能。

2 数据采集、处理及存储功能。

3 自诊断、自恢复和监视功能。

4 根据需要可设置仿真、培训和运行管理功能。

**10.4.6** 水闸、泵站等监控系统应根据工程调度及自动化的要求及各建筑物特点，选定系统功能、结构及主要设备配置。

**10.4.7** 计算机监控系统采用 UPS 供电方式时，其蓄电池容量应能满足事故放电持续 1h 的要求。

**10.4.8** 调水工程通信系统总体方案设计应遵循以下原则：

1 根据工程信息传输需求，经技术经济比选，确定通信传

输方案及主要设备配置。

2 总体方案应将调度自动化和其他另行设置的独立系统统筹设计，并应充分利用已有通道或公用网络。

**10.4.9** 应依据调水工程通信系统总体方案，结合水闸、泵站等工程特点和电力系统调度及流域水利调度的要求，确定对外和内部通信方案以及主要设备配置。

## 10.5 金属结构

**10.5.1** 调水工程金属结构设计宜遵守下列规定：

1 对特殊运行条件下的非常规闸门、启闭设备的选型和布置应进行论证。

2 对于工程需要采用的新型材料、新型产品应进行论证。

3 对运行过程中所产生的污物，应提出存放或处理措施。

**10.5.2** 调水工程首部枢纽金属结构设计，应根据枢纽水工建筑物的布置，对水电站、溢洪道、输水洞、泄水底孔、引水渠、节制闸等水工建筑物的闸门、拦污栅、启闭机等进行方案布置和比较。对有坝引水 and 无坝引水进水口的拦污、清污方式做方案研究。提出金属结构布置方案。

**10.5.3** 调水工程明渠的金属结构设计，应根据渠道及水闸等建筑物的总体布置，经比选提出金属结构布置方案。渠道较长时，宜在分水闸或节制闸处设拦污、清污设备。季节性输水的渠道，金属结构的检修设备可适当简化。

**10.5.4** 泵站进水口应设检修闸门、拦污栅、清污设备和启闭机等金属结构设备。有条件时检修闸门与拦污栅可共槽。污物较多时可在引水渠或前池进口处加设拦污、清污设备。进水口建筑物如有防淤或调节流量要求时，应增设进水口工作闸门及启闭设备。泵站出水口应根据水泵组的形式，提出断流用闸门及启闭机的布置方案。应根据运行要求，论证出口设事故闸门、工作闸门的一门、一机布置的必要性。

**10.5.5** 调水工程水下金属结构设备防腐所用涂装（涂料、金属

涂层等)原料,应符合环境保护标准的规定。

**10.5.6** 寒冷和严寒地区调水工程有冬季运行工况时的金属结构设计应遵循以下原则:

- 1 闸门不得承受静冰压力,闸门门槽宜设防冻加热设施。
- 2 泵站前池或渠道进水口的拦污栅宜倾斜布置。
- 3 退水闸应兼有排冰功能。
- 4 启闭机房宜设保温措施。
- 5 采用液压启闭机时,其液压油的凝固点应低于当地最低气温,液压启闭机油箱宜设加热设备。

# 11 施工组织设计

## 11.1 一般规定

**11.1.1** 调水工程应进行全线或分段的施工组织设计，对重要的单体建筑物可单独编制施工组织设计。

**11.1.2** 调水工程施工组织设计应收集工程沿线地区水文、气象、地形、地质等资料，了解建筑材料来源和供应条件，以及对外交通、施工供电、供水及通信等条件。

**11.1.3** 调水工程施工组织设计，应根据工程总体布置，结合实际，因地制宜、因时制宜、统筹安排、妥善协调各单体建筑物的施工，做到节约用地、节能减排和保护环境，积极推广应用新技术、新工艺、新材料和新设备。

**11.1.4** 调水工程施工组织设计应充分考虑建设期与运行期、近期与远期、临时与永久的结合。

## 11.2 施工导流

**11.2.1** 布置在河道上的重要单体建筑物应进行施工导流设计。

**11.2.2** 导流建筑物级别应根据其保护对象、失事后果、使用年限和规模，按表 11.2.2 确定。

表 11.2.2 导流建筑物级别划分

级别	保护对象	失事后果	使用年限 (a)	导流建筑物规模	
				围堰高度 (m)	库容 (亿 m <sup>3</sup> )
3	有特殊要求的 1 级永久性水工 建筑物	淹没重要城镇、工矿企 业、交通干线或推迟总工 期，造成重大灾害和损失	> 3	> 50	> 1.0
4	1 级、2 级永 久性水工建筑物	淹没一般城镇、工矿企 业或影响工程总工期，造 成较大经济损失	3~1.5	50~15	1.0~0.1

表 11.2.2 (续)

级别	保护对象	失事后果	使用年限 (a)	导流建筑物规模	
				围堰高度 (m)	库容 (亿 m <sup>3</sup> )
5	3 级、4 级永久性水工建筑物	淹没基坑, 对工程总工期影响不大, 经济损失较小	< 1.5	< 15	< 0.1

**11.2.3** 导流建筑物根据表 11.2.2 的指标分属不同级别时, 应以其中最高级别为准。但列为 3 级导流建筑物时, 至少应有两项指标符合要求。

**11.2.4** 导流建筑物设计洪水标准应根据导流建筑物类型和级别在表 11.2.4 规定的幅度内, 结合风险度分析, 合理选用。对失事后果严重的, 应提出遇超标准洪水的应急措施。

表 11.2.4 导流建筑物洪水标准 [重现期 (a)]

导流建筑物类型	导流建筑物级别		
	3	4	5
土石结构	50~20	20~10	10~5
混凝土或浆砌石结构	20~10	10~5	5~3

## 11.3 天然建筑材料

**11.3.1** 应根据工程沿线单体建筑物的分布及对天然建筑材料的需求选择多个料场进行比选。

**11.3.2** 料场比选时应考虑天然建筑材料的位置、储量、质量、可采率、开采范围、开采深度及运输条件等因素。

**11.3.3** 工程沿线附近没有足够的合格天然建筑材料时, 应研究人工生产砂石料的可能性及合理性。

## 11.4 施工总布置

**11.4.1** 应根据调水工程的特点、行政区划、分标方案、土石方

调配等综合分析，合理划分施工分区。重要的单体建筑物可单独划分施工区。

**11.4.2** 施工总布置应结合全线、分段、分区统筹考虑，做到合理利用地形和施工条件，施工设施布置紧凑，减少施工干扰，满足施工总进度和施工强度要求。

**11.4.3** 施工总布置宜做到土石方挖填平衡；应统筹规划弃渣场地，弃渣处理应符合环境保护及水土保持的要求；对临时占用的耕地应予以复耕。

**11.4.4** 对外交通和场内交通运输方案应根据运输量和运输强度，结合施工总布置进行技术经济比较，统筹规划，合理确定。

## 11.5 主体工程施工

**11.5.1** 取水建筑物、泵站、调蓄水库、输水明渠、管涵、交叉建筑物、控制建筑物等常规工程的施工，应执行相关标准，根据建筑物布置型式及工程规模，结合施工场地条件，从施工强度和工期等方面进行分析比较，提出合理的施工方案和施工设备选型。

**11.5.2** 较长的输水隧洞工程的施工，应进行常规法与掘进机法施工方案比选。比选时应考虑隧洞沿线地形地质条件、地下水状况、隧洞长度、断面形状及大小、有无布置施工支洞和检修支洞的条件等。

**11.5.3** 对控制工期、投资比重较大及施工难度较大的单项工程或采用施工新技术、新工艺、新材料和新设备的单项工程施工方案应作重点研究。

**11.5.4** 大型调水工程施工宜采用可重复使用的大型成套施工设备，提出设备的选型和数量。

## 11.6 施工总进度

**11.6.1** 编制施工总进度时，应与全线、分段、分区进度统筹考虑，根据我国施工管理水平和机械化程度，合理安排施工期。

**11.6.2** 施工总进度计划安排宜采用国内平均先进施工水平编制，适当留有余地，均衡分配资源。单项工程施工进度与施工总进度应相互协调，各项目施工程序前后兼顾、衔接合理、干扰少、施工均衡。

## 12 征 地 移 民

### 12.1 一 般 规 定

**12.1.1** 调水工程征地移民设计的主要内容应包括确定征地移民范围，调查征地移民范围内的实物指标，分析评价所产生的社会、经济、环境、文化等方面的影响，编制农村移民安置规划和集镇、城镇迁建规划，进行工业企业迁建、专业项目恢复改建和防护工程设计，编制水库水域开发利用规划，提出水库库底清理技术要求，编制征地移民补偿投资估算。

**12.1.2** 调水工程征地移民设计，应遵照移民设计有关政策和标准，实行开发性移民方针，正确处理国家、地方、集体、个人之间的关系，妥善安置移民的生产、生活，使移民的生活水平达到或者超过原有水平，并为移民以后的发展创造条件。

### 12.2 实 物 指 标 调 查

**12.2.1** 输水线路区实物指标调查应对沿线文物、占压矿藏予以重视。

**12.2.2** 输水线路区穿越城镇时，对涉及的地下公共设施和地下市政管道等市政设施应重点调查。

### 12.3 农 村 移 民 安 置

**12.3.1** 输水线路区应以涉及乡或行政村为单位分析移民安置的环境容量。

**12.3.2** 输水线路区农村移民生产安置应以调整责任田为主，以中低产地改造、适度开垦荒地为辅，原则上在本乡（镇）内解决生产安置问题。

### 12.4 征 地 移 民 补 偿 投 资

**12.4.1** 征地移民补偿投资应分省（自治区、直辖市）编制。

**12.4.2 征地移民补偿投资应遵循以下原则：**

**1** 国家已有征地移民方面的法律、法规、部门行政规章时，应按国家相关规定执行。

**2** 国家没有规定时，可执行省（自治区、直辖市）的法规和规章。

**3** 国家和省（自治区、直辖市）均没有明确规定或规定不适用于水利水电工程时，可参照已建和在建水利水电工程及沿线省（自治区、直辖市）实际情况确定。

## 13 水土保持

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 调水工程水土保持方案设计内容应包括调水工程涉及区域条件及水土流失现状调查，主体工程水土保持评价，水土流失防治责任范围及防治分区划分，水土流失预测，拟定水土流失防治和水土保持监测方案。

**13.1.2** 调水工程水土流失防治责任范围应根据调水工程的征占地范围，扰动地表面积及产生的水土流失危害等确定。

### 13.2 区域概况及水土流失现状调查

**13.2.1** 水土流失现状调查的内容应包括调水工程沿线地质、地形地貌、水文气象、植被种类和水土流失现状等。

**13.2.2** 输水线路区水土流失现状调查的方法可以遥感调查为主，结合实地调查进行。

### 13.3 主体工程水土保持评价

**13.3.1** 应对主体工程选定的取料场、弃渣场从水土保持的角度进行综合比选。

**13.3.2** 输水线路穿越山区、丘陵区时，应合理选择线路走向，尽量避免深挖、高填。

**13.3.3** 应评价主体工程中具有水土保持功能的措施是否符合水土保持要求。

### 13.4 水土流失防治责任范围及防治分区

**13.4.1** 应根据工程实际情况，合理确定工程可能造成水土流失的直接影响区域；应将工程管理占地范围列入项目区水土流失防治责任范围。

**13.4.2** 应按地貌类型、工程布局和行政区划合理划定防治分区。

### **13.5 水土流失预测分析**

**13.5.1** 应根据调出区、输水线路区和调入区自然条件和工程特点，分区进行水土流失预测。

**13.5.2** 水土流失预测内容应包括扰动地表面积、损坏水土保持设施面积、弃土（渣）量、新增水土流失量、水土流失危害。

### **13.6 水土流失防治方案**

**13.6.1** 应根据水土流失防治分区合理确定水土流失防治目标。

**13.6.2** 应根据调出区、输水线路区和调入区地形地貌、水土流失特点，选择合理的工程措施和植物措施进行水土流失防治，提出水土流失防治方案总体布局。

**13.6.3** 应根据调水工程的特点，设置临时性防护措施，以减少对原地貌的破坏。

**13.6.4** 采用明渠穿越风沙区时，应对线路两侧沙丘采取压障处理。

**13.6.5** 应根据当地立地条件，合理选择植物种类，做好输水线路周边绿化。

**13.6.6** 输水明渠穿越城区时，水土保持措施应与市政绿化美化相结合。

### **13.7 水土保持监测**

**13.7.1** 水土保持监测应按有关标准进行。

**13.7.2** 水土保持监测应明确监测项目、内容、方法、时段、频次，并结合调水工程特点制定合理可行的水土保持监测计划。

## 14 环境影响评价

### 14.1 一般规定

**14.1.1** 调水工程环境影响评价的内容应包括工程概况与工程分析，环境现状调查与评价，环境影响识别，环境影响预测与评价，环境保护对策措施及其技术、经济论证，环境监测与管理，环境影响的经济损益分析，环境风险分析，公众参与，评价结论等。

**14.1.2** 调水工程环境影响评价的范围，应包括调出区、输水线路区、调入区。

**14.1.3** 调水工程的环境保护目标应重点确定水功能目标和取水口下游生态环境敏感目标。

### 14.2 环境现状调查和评价

**14.2.1** 环境现状调查范围，应为工程影响区域。包括取水点及上游、下游河段（含连通的水域）、输水线路区、受水区、淹没区、移民安置区、施工占地区等。

**14.2.2** 应结合调水工程和影响地区的特点，重点调查以下内容：

- 1 工程涉及环境敏感区的基本情况（含保护对象、级别）。
- 2 调出区水源、输水线路区河流、受水区水域的水质状况。
- 3 点、面污染源情况。包括城镇居民生活、工矿企业废水排放量，污染物类别及含量，农药化肥的使用情况等。
- 4 自然疫源性疾病、虫媒传染病、介水传染病、地方性疾病情况等。

5 调出区、调入区和输水线路区社会环境现状。

**14.2.3** 环境现状评价应分析现状存在的主要环境问题，并重点评价取水点现状水质是否满足供水对象要求。

### 14.3 环境影响预测评价

14.3.1 重点预测评价应包括以下内容：

- 1 对水文情势的影响。
- 2 对生态环境尤其是取水口下游水域生态环境的影响。
- 3 取水点、输水线路、河渠交叉处、调蓄水域、渠道末端的水质变化。
- 4 沿线及受水区地下水水位的变化，以及地下水水位变化后对土壤次生盐碱化的影响。
- 5 调水工程涉及血吸虫等疫源地时，预测其扩散的可能性。
- 6 对重点文物、自然保护区、风景名胜区的影響。
- 7 工业、城市供水新增废水排放的影响。
- 8 对地区防洪、排涝的影响。
- 9 对社会经济的影响。

14.3.2 应综合分析各调水方案的环境影响，为比选调水方案提供依据。

### 14.4 环境保护对策措施

14.4.1 调水工程对环境的不利影响，应采取减免措施。

14.4.2 调水工程水环境保护对策措施应包括以下内容：

- 1 对水源地和输水工程两侧划定保护区。
- 2 提出调水工程对水环境不利影响的减免措施。
- 3 对输水线路区采取“截污、导流”等水质保护措施。
- 4 对水源地污染源提出治理建议。
- 5 提出工业、城市供水新增污废水排放的污染治理建议。

14.4.3 对取水口下游生态环境的不利影响，应制定合理的调度方案或采取其他补偿措施，重点应提出下游生态用水的保证措施。

14.4.4 工程可能引起土壤盐碱化时，应提出预防控制措施。

14.4.5 输水工程对行洪、排涝的影响，应提出减免措施。

**14.4.6** 对重点文物、自然保护区、风景名胜区有不利影响时，应提出减免措施。

## **14.5 环境 监测**

**14.5.1** 地表水水质监测应在取水点、沿线省界、调入区主要支流入口及污染控制单元的控制断面、输水渠道与交叉河流交叉点上游、下游，设立水质监测断面。

**14.5.2** 应建立全线水质风险预警系统，制定防范措施。

## **14.6 环境保护投资估算**

**14.6.1** 对于既保护环境又为主体工程服务，以及为减轻或消除因工程兴建对环境造成不利影响需采取的环境保护、环境监测、环境工程管理等措施，其所需的投资均应列入工程环境保护总投资。其中工程投资、移民投资中具有环境保护性质的投资及水土保持投资单独计列，其余项目投资为环境保护专项投资。

**14.6.2** 环境保护专项投资及工程投资、移民投资中具有环境保护性质的投资应根据有关标准编制。

## 15 节能设计

### 15.1 一般规定

**15.1.1** 调水工程设计应体现节约能源的原则，使节能与技术要求统一。

**15.1.2** 调水工程的节能设计内容应包括输水系统、建筑、机电设备、金属结构、施工及工程运行管理等方面。应根据调水工程所在地自然条件、工程任务与规模、工程所在地能源供应状况、国家和地方制定的节能中长期规划和节能目标等，合理确定工程节能设计原则。

### 15.2 输水系统节能

**15.2.1** 调水工程输水线路总体布置应考虑取水点的取水条件、取水点与收水点的天然落差、输水沿线的地形条件，对首部取水工程、输水系统及泵站水力系统设计进行优化。

**15.2.2** 在条件许可时应优先采用自流引水方式，并对输水系统的布置和水力糙率选择进行优化。

**15.2.3** 采用泵站提水时，应结合泵站布置、地形、地质条件等，尽可能降低泵站提水扬程，减小管网运行水力损失。泵站的总体布置应综合考虑工程投资和运行管理费用等因素进行方案比选。

### 15.3 建筑节能

**15.3.1** 应根据当地自然环境、不同建筑物的使用目的及使用要求等确定各类建筑物的节能设计原则，合理确定各类建筑物的能耗标准。

**15.3.2** 地面建筑物应在技术和经济合理的基础上，降低对采暖及制冷负荷的要求，提高采暖、制冷、通风及照明设施的能源利

用率。

**15.3.3** 地下建筑物应充分考虑到机电设备和人员所需要的运行环境、空气温度、湿度及采光的要求，通过优化设计来实现节能目标。

**15.3.4** 调水工程的附属建筑物、生活办公建筑物的节能设计应符合国家有关标准要求。宜充分利用地热资源；对于日照资源比较丰富的地区，宜充分利用太阳能资源。

## **15.4 水力机械设备节能**

**15.4.1** 调水工程中水力机械设备的节能设计内容应包括设备的选型、参数和能量指标选择、水力系统设计及运行方式确定。

**15.4.2** 应根据泵站提水扬程，合理选择水泵结构型式，根据提水流量规模和运行要求，通过技术经济比较确定泵站装机台数，使长期运行的综合能耗最小。

**15.4.3** 应优先选择标准的、国家推荐的高效节能设备，满足国家或行业对设备能效限定值和节能指标评价的规定。当采用非标设备时，其效能指标应经过必要的论证和优化。

**15.4.4** 水泵和阀门的流道结构应合理、水力性能好、阻力系数小。

**15.4.5** 当水泵运行扬程变幅较大或需要调节水泵流量时，宜考虑变速调节。

## **15.5 电气设备节能**

**15.5.1** 调水工程中电气设备的节能设计内容应包括对设备型式和参数的合理选择、采用先进的节能技术和优化运行方式。

**15.5.2** 应优先选用国家推荐的低损耗系列电力变压器产品，降低长期运行电能损耗。

**15.5.3** 应根据被驱动装置的特性和用途，合理配置电动机的型式、参数。标准产品应优先采用国家推荐的节能电机。调水工程中的泵站水泵配套电动机的型式，应在充分考虑供电系统状况、

供水系统的运行要求后，经技术经济比较确定。当电网系统需要无功补偿时，大型电动机应优先采用稳定性好、运行效率高的同步电动机。

**15.5.4** 应用在变负荷调节场合的电动机，宜考虑变速调节技术。

**15.5.5** 应根据对照明特性的要求，优先选用国家或行业推荐的新型高效节能灯具。应对照明系统设计进行优化，合理配置照明线路、照明灯具的位置、数量和照明强度，符合国家建筑照明设计标准的要求。

**15.5.6** 应合理选择输电线路材料和截面，降低输电线损率。

**15.5.7** 应优化电气设备布置，降低动力电缆的输电损耗。

**15.5.8** 应合理选择控制设备所需要的控制电源形式，优先采用以计算机、PLC 为控制核心的弱电控制设备，降低控制回路能耗。

**15.5.9** 大容量电动机应采用适当的启动方式，降低启动过程中的激磁电流。

**15.5.10** 应选择安全、稳定、可靠、低能耗直流系统控制电源。

## **15.6 金属结构设备节能**

**15.6.1** 调水工程中金属结构设备节能设计内容应包括各类以电动机驱动或液压驱动的闸门。除了要考虑驱动装置的节能外，闸门的水力设计应保证流态稳定，避免产生激振。

**15.6.2** 寒冷地区的闸站防冰、防冻设计应考虑长期运行安全、可靠和节能要求。

## **15.7 暖通空调及给排水系统节能**

**15.7.1** 调水工程中通风、采暖、空调及给排水系统的节能设计，应符合国家民用建筑节能管理规定和公共建筑节能设计标准要求。

**15.7.2** 应根据建筑物规模和运行环境要求，合理确定通风系统

规模和通风机容量、数量配置，优先选择国家推荐的高效节能型风机。

**15.7.3** 条件允许时应优先采用自然通风。

**15.7.4** 应合理确定工程所在地区的采暖期和供暖耗热指标，合理确定工程各区域要求的采暖温度，针对不同供暖区域选择采暖形式。有条件的宜优先采用太阳能采暖和充分利用地热资源。

**15.7.5** 采用水采暖时，应采用国家推荐的高效节能型锅炉和热交换性能高的散热片，并对供水管网的材料、敷设方式、管道保温措施等进行优化，提高室外管网的热输送效率。

**15.7.6** 泵站主厂房宜充分利用电动机的热风采暖。

**15.7.7** 应根据设备布置和运行人员工作要求，合理布设（冷）空气调节系统。根据当地夏季室外空气参数，合理确定空调系统的制冷量要求。

## **15.8 施工方案节能**

**15.8.1** 应优化施工组织设计，按照运距最短、运行合理的原则进行施工厂区的布置，降低施工过程各种能耗。

**15.8.2** 应优化施工方案，根据项目施工特点合理选择施工机械和设备，使其能够得到充分利用，提高施工机械和设备的利用率。

**15.8.3** 应优化工艺过程，使施工生产及生活用水尽量做到重复利用，节约水资源。

**15.8.4** 施工中应尽量做到挖填平衡、充分利用开挖料，合理利用混凝土模板，提高模板的周转次数。

## 16 工程 管理

### 16.1 一 般 规 定

**16.1.1** 调水工程管理设计内容应包括管理体制、机构设置、人员编制、工程管理设施设备、工程管理范围和保护范围、调度运行管理等。

**16.1.2** 管理设施设备应具有一定的先进性，安全可靠、经济实用、便于操作；改扩建工程应充分利用现有的管理设施。

**16.1.3** 管理单位组建方案和外部隶属关系应经过有关部门的批准。

### 16.2 管理体制、机构设置和人员编制

**16.2.1** 调水工程管理设计应根据调水工程任务和管理单位收益状况等，对调水工程管理单位分类定性。

**16.2.2** 调水工程建设期和运行期的管理体制应根据调水工程特点、规模、供水对象、工程布置、行政区划、管理单位性质等确定，管理机构宜分级设置并明确相应的职责和权利。

**16.2.3** 应根据调水工程规模、线路长度、工程布置和机构设置方案，按照精简高效、管养分离的原则，合理确定管理单位岗位设置和人员编制。

### 16.3 工程管理范围和保护范围

**16.3.1** 工程管理范围应按照节约用地、利于管理的原则确定，并符合以下规定：

1 调蓄水库、泵站、交叉建筑物、水闸工程管理范围应按照有关标准确定。

2 输水明渠工程管理范围应为渠道开口线或堤外坡脚线以外 15m 的范围（特殊渠段根据需要可适当放宽）。

**3** 河道倒虹吸、渠道倒虹吸、暗渠、渡槽、涵洞等建筑物的工程管理范围，应为各建筑物上游、下游防护工程、建筑物各组成部分的覆盖范围，两侧为建筑物外轮廓线以外 50m。

**4** 隧洞工程管理范围进出口应为渐变段外轮廓线，进口、出口两侧为建筑物轮廓线外 50m。

**16.3.2** 调水工程管理范围应与穿越的铁路、公路、堤防、管线等有关管理范围相协调。

**16.3.3** 调水工程应在管理范围以外划定工程保护范围。隧洞和暗涵根据工程需要划定工程保护范围。

## **16.4 管理设施**

**16.4.1** 应按照有利管理、方便生活、经济适用的原则，综合分析、合理确定管理用房建筑面积、建设标准和征地面积。

**16.4.2** 应根据工程等级、规模、机构设置配备必要的交通设备和管理道路。

**16.4.3** 管理信息系统应与调度及自动化系统统筹考虑。

**16.4.4** 生产、生活区的庭院工程和环境绿化美化设施，应通过庭院总体规划和建筑布局合理确定。

**16.4.5** 提出其他管理设施及维护设施的内容和数量。

## **16.5 运行管理**

**16.5.1** 应根据工程任务和建筑物运用条件，提出调度运用原则和管理维护要求。

**16.5.2** 应提出工程各监测项目的监测技术要求。

**16.5.3** 应提出供水计划管理原则。

**16.5.4** 应在工程财务评价的基础上，提出工程运行初期和正常运行期间所需要的年运行管理费用、经费来源和水费征收办法。

## 17 投 资

### 17.1 一 般 规 定

**17.1.1** 调水工程投资应采用水利行业的标准编制，涉及其他行业部分，可依据相关行业标准计算。

**17.1.2** 调水工程投资应综合考虑行政区划及工程类别等因素，分别计列。

**17.1.3** 调水工程沿线受水城市或受水单位的配套工程投资，可根据需要计列。

### 17.2 项 目 划 分

**17.2.1** 调水工程应根据工程具体情况，适当划分为包含一定数量和相对独立的单项工程集合，每个单项工程集合单独编列投资。

**17.2.2** 大型水源工程和大型跨河交叉建筑物，可按其工程属性列入枢纽工程项目。

**17.2.3** 输水干（支）线上渠道（河道）、管线、隧洞、倒虹吸、水库、电站、泵站、水闸等可列入引水工程项目划分。如单项建筑物属于大型工程且施工技术复杂程度较高时，可视其编制要求，列入枢纽工程项目。

### 17.3 编 制 方 法

**17.3.1** 根据设计阶段深度要求可采用类比分析或计算确定基础单价；输水线路沿线基础价格差别较大时，应分段分析确定。

**17.3.2** 根据设计阶段深度要求可采用类比分析或计算确定建筑及安装工程单价。

**17.3.3** 分部工程投资根据设计阶段深度要求计算。各设计阶段对投资影响较大的工程量，均应进行单价分析，并按工程量乘单价计算投资。

**17.3.4** 水库淹没处理、工程占地、环境保护、水土保持等投资，应汇总列入项目总投资。

**17.3.5** 预备费、建设期融资利息、静态投资、总投资及年度安排等，应符合以下规定：

1 基本预备费率，执行水利行业标准；个别单项工程费率标准确需调整的，应对其进行风险分析后确定。

2 价差预备费及建设期融资利息，应按照单项工程集合采用水利行业规定计算，并根据项目总投资要求汇总编列价差预备费及建设期融资利息。

3 静态投资、总投资，按照调出区的水源工程、输水干（支）线工程、大型跨河交叉建筑物和大型集中公用设施分类汇总，工程部分应列示建筑工程、机电设备及安装工程、金属结构设备及安装工程、临时工程、独立费用等分部工程投资数额。

对于分期实施的工程，分期实施间隔超过三年时，二期及以后实施的工程只计算静态投资。

4 投资的年度安排，分为项目总体投资年度安排和单项工程集合年度安排，应依据施工组织设计总进度计算。

**17.3.6** 按照项目划分要求，调入区的受水城市或受水单位自来水干（支）管网、自来水厂、污水处理厂以及农业用水中支、斗、农田间配套等工程投资可根据地方或其他行业标准计算。

## **17.4 投资文件组成**

**17.4.1** 应按照设计阶段要求编列投资文件正件和附件。正件及附件均应单独成册。

**17.4.2** 投资文件正件应包括工程总表、水源工程及输水干（支）线工程总表、建筑工程、设备及安装工程、独立费用、分年度投资和主要工程单价等计算表。

**17.4.3** 投资文件的附件应包括人工预算单价计算表、主要材料预算价格计算表、电价计算表、主要工程单价分析表、独立费用计算书等。

## 18 经济评价

### 18.1 国民经济评价

**18.1.1** 调水工程的费用应只计入调水工程建设新增加的固定资产投资、流动资金和年运行费。

**18.1.2** 固定资产投资应包括主体工程、补偿工程和相应的供水配套工程投资。年运行费应包括调水专用工程、共用工程中调水分摊部分、供水配套工程以及利用的已有工程因调水而增加的年运行费。应分别计算工程运行初期和正常运行期的年运行费。

**18.1.3** 具有综合利用功能的调水工程，应根据需要进行各项功能之间的费用分摊，以及主要供水地区或供水部门之间的费用分摊。

**18.1.4** 调水工程经济效益应按照有、无项目对比可获得直接效益计算。

**18.1.5** 应根据调入区需水量增长情况，工程供水能力及配套程度，分别计算项目运行初期及正常运行期的供水效益。对社会、生态和环境效益宜量化，难以量化的可定性分析。没有采取补偿措施的不利影响应计入负效益。

**18.1.6** 具有综合利用功能的调水工程，除应对整体项目进行国民经济评价外，还应针对调水部分进行评价，必要时应对主要供水目标或地区进行国民经济评价。

### 18.2 财务评价与资金筹措方案

**18.2.1** 工程投资及成本费用除应按功能分摊外，还应根据评价需要分段和在不同用水户之间进行分摊。

**18.2.2** 调水工程应对整体工程进行供水成本测算。必要时应对各重要节点进行供水成本测算。

**18.2.3** 应按照“补偿成本、合理收益、优质优价、公平负担”

的原则进行整体工程、重要节点以及主要用水户的水价测算。并对测算水价的现实性与可行性进行分析。

**18.2.4** 应根据用水户（或用水地区）的经济状况，分析测算可承受水价。

**18.2.5** 以预测的水价为基础进行财务评价其结果不可行时，应按照满足资本金利润率要求与贷款偿还要求测算水价，并分析水价的可行性。

**18.2.6** 贷款能力测算，应根据贷款来源及还款条件，测算不同供水价格情况下，项目资本金与债务资金比例。

**18.2.7** 对准公益性调水工程，应根据权益投资者不同的预期报酬率要求，测算资本金中政府资本金与企业资本金的比例。

**18.2.8** 在贷款能力测算成果的基础上，应根据工程财务状况和各投资者的出资能力，综合考虑投资分摊结果等因素，拟定资金筹措方案。

**18.2.9** 调水工程除应进行整体工程财务评价外，分期建设时，还应对分期工程进行财务评价。必要时，可针对独立核算管理单位进行财务评价。

**18.2.10** 应考虑受水区用水增长情况，预测项目运行初期及正常运行期的水费收入，对工程运行初期的财务生存能力进行分析，提出维持项目运行的措施。

**18.2.11** 对于以社会公益性质为主，国民经济效益及社会效益显著的调水工程，如水价较低、财务收入少，不能维持工程正常运行时，应提出维持工程正常运行的水价标准或财务补贴措施。

### **18.3 不确定性分析和风险分析**

**18.3.1** 调水工程不确定性分析可以敏感性分析为主。

**18.3.2** 调水工程应进行风险分析。财务风险和经济风险可在敏感性分析的基础上进行。应根据风险评价的结果，提出规避、控制与防范风险的措施。

## 18.4 综合评价

**18.4.1** 应在国民经济评价的基础上，根据调水工程涉及的各项社会因素，采取定量和定性分析相结合的方法，从地方及国家的角度，进行社会效益分析及评价。

**18.4.2** 应在国民经济评价和财务评价的基础上，根据工程投资规模及分期建设情况，调入区水资源紧缺对经济发展的影响，从工程的经济效益、社会效益、环境效益、生态效益和工程运行财务指标等各方面对工程进行综合评价。

## 标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要 求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推 荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允 许
不必	不需要、不要求	

中华人民共和国水利行业标准

调水工程设计导则

SL 430—2008

条 文 说 明

## 目 次

1	总则	57
3	工程建设的必要性和任务	59
4	水文	61
5	工程地质	64
6	水资源供需分析与配置	66
7	工程总体布局及工程规模	72
8	水源保护	78
9	工程布置及建筑物	79
10	机电及金属结构	92
11	施工组织设计	102
12	征地移民	105
13	水土保持	106
14	环境影响评价	108
15	节能设计	110
16	工程管理	112
17	投资	115
18	经济评价	119

# 1 总 则

**1.0.1** 新中国成立以来，我国已修建了数十座大型调水工程，但至今没有针对调水工程的设计规范。在已建调水工程的设计和运行中，遇到一些问题，有些问题反映出规划设计阶段的缺陷。编制本标准的目的，就是通过总结已建调水工程的经验和教训，提出调水工程的设计原则和内容，用于指导调水工程设计。

**1.0.2** 严格地讲，只要有水量调入调出的工程就是调水工程，这样的调水工程数量很多，工程规模相差也很大。规模较大的调水工程，其设计有特殊的复杂性，对调入区调出区的社会、经济、环境等方面的影响比较显著，因此本标准主要针对大中型调水工程。“大中型”的定义见 9.2.1 条。

本标准内容涉及调水工程设计的各个阶段，主要是项目建议书和可行性研究阶段。各设计阶段的内容和深度依据项目建议书、可行性研究和初步设计编制规程的要求增加和取舍。调水工程设计的重点和难点是前期阶段。已建调水工程反映出的问题主要集中在工程总体方案、工程规模等方面，这些都是工程设计前期阶段，即项目建议书和可行性研究阶段要重点论证和解决的问题。

**1.0.3** 根据《中华人民共和国水法》，流域综合规划是根据经济社会发展需要和水资源开发利用现状编制的开发、利用、节约、保护水资源和防治水害的总体部署；水资源规划是符合流域综合规划总体安排的专业规划；调水工程只是满足上述规划所确定规划目标的水资源配置工程，因此调水工程设计，必须符合流域综合规划的安排。

**1.0.4** 调水工程是水资源优化配置的重要手段。调出水量应以保证调出区各项合理用水为前提，同时调入区应根据资源性缺水的实际条件，合理调整产业布局，优化产品结构，强化节约用

水。调出区的合理用水除国民经济用水外，还包括满足生态与环境的基本用水和生态敏感目标的用水，不能以牺牲调出区的生态与环境为代价，来增加调入区的供水，特别是用来改善调入区的生态。

**1.0.5** 对于调入区，通过一定的工程措施调入水量，除了一定的经济投入外，还会减少调出区的水资源可利用量，因此在国民经济发展总体布局、用水结构和用水定额等方面都要考虑处于缺水地区的客观条件，充分体现节水的思路；对于调出区，由于本身处于相对丰水地区，国民经济发展总体布局、用水结构和用水定额等方面均与此相适应，调出水量后应仍能满足国民经济和生态环境的用水要求。当然，建设节水型社会的总体要求适用于任何地区。

调水工程应以保证调出区各方面利益为前提，调出区利益受到调水影响的应采取措施给予合理补偿。

**1.0.6** 水利是国民经济的基础产业，水是人类赖以生存的不可替代的资源。调水工程涉及对调出区和调入区水资源的重新配置，将对调出区和调入区的政治、社会、生态与环境等产生不同程度的影响。因此，调水工程设计除符合流域综合规划的安排外，需要考虑政治、社会、技术、经济及生态与环境等因素，对工程规模、任务及总体方案进行充分论证。

**1.0.8** 调水工程由水库、泵站、水闸、渡槽、倒虹吸、动能回收电站、输水渠道、管线、隧洞等组成。本标准只针对调水工程的特有内容和需要编制，调水工程其他内容和单项工程的设计除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

### 3 工程建设的必要性和任务

**3.0.1** 本条规定了调水工程必要性论证应包含的内容。调水工程的必要性，应根据流域综合规划和专业规划，考虑国民经济发展以及保护和改善生态环境对水资源的要求，从政治、社会、技术、经济、生态与环境等方面进行分析论证。主要强调了4个方面。

1 调查分析调入区水资源开发利用现状，包括水资源的开发、利用、节约、保护和管理等方面，分析调入区的节水状况和用水结构，综合评价调入区水资源状况，分析存在的主要问题，从水质、水量方面提出调水的必要性。

2 需要详细分析调入区国民经济和社会发展状况，根据不同的发展目标，说明国民经济和社会发展对调水的要求。

3 在必要性论证过程中应详细分析缺水对国民经济发展的制约作用，重点分析继续过度开发水资源可能导致的生态与环境问题，说明采取海水淡化、深度污水处理、加强节水配套措施等办法解决水资源短缺问题，相对于兴建调水工程而言，是不经济的，因此才需要进行外部调水。

4 调水工程必须与流域综合规划和专业规划相衔接。论证调水工程建设必要性，无论是对于调出区还是调入区，都应该符合流域综合规划和专业规划，专业规划包括水资源综合规划和供水规划等。

**3.0.2** 本条所指的相关流域的规划成果，包括调入区和调出区，特别是针对调出区而言，需要考虑调出区的具体情况，分析外调水的可能性。在此基础上，才能提出相对可行的调水方案，进行下一步的分析论证。

**3.0.3** 本条指出了论述调水工程的任务应考虑的因素。应结合工程建设的必要性进行论述。工程建设的任务和调水所要解决的

问题正是工程建设的必要性所在，两者密不可分。要考虑调入区和调出区的具体情况进行分析。工程任务可考虑调水的轻重缓急程度、经济社会发展水平、用水户对水价的承受能力等因素，分期实现。

## 4 水 文

### 4.1 一 般 规 定

**4.1.1** 调出区与调入区水资源分区的地表水资源量、地下水资源量、水资源总量、地下水可开采量计算是调水工程水文分析计算的基本内容。调出区与调入区的水资源分区，一般以全国水资源综合规划水资源分区为基础，按流域分水岭、枢纽坝址和行政区界进行划分，并要满足水资源供需分析对水资源分区的要求。

调出区与调入区有关工程设计断面是指水库坝址、电站厂址以及引水口、水闸等所在断面。

交叉断面是指输水线路工程跨河（沟）建筑物所在断面。

计算内容应根据工程的设计要求，进行取舍。

**4.1.2** 调水工程所涉及地区的地形、地貌、水文地质、土壤、植被等自然地理和江河湖泊分布状况是水文要素形成的下垫面条件。流域的治理开发情况反映了人类活动的影响。这些情况关系到流域的水文特征和水文分析计算的内容，应进行全面了解。

**4.1.3** 基本资料是水文计算的基础。除按有关规定要求搜集外，本条强调了着重搜集的资料。有关水文、水资源的调查研究成果是水文计算的重要参考资料，主要包括枢纽工程的水文分析计算成果、历史洪水调查成果、水资源及其开发利用调查评价成果等。

### 4.2 径 流 分 析

**4.2.1** 大型调水工程的调出区和调入区一般相距较远，调出区和调入区所在地区自然地理、水文气象条件等有所差异。调出区与调入区径流的互补性是指调出区径流与调入区同年、月经流的丰、枯遭遇情况。调出区与调入区年、月经流互补性分析，可通过点绘调出区代表站与调入区代表站同期径流过程线、相关关系

等方法，分析调出区与调入区径流的丰、枯遭遇情况。一般调出区与调入区相距越远，流域的自然地理、水文气象条件差别越大，其径流系列的相关性越差，而互补性越好。

**4.2.2** 调水工程径流系列的代表段、代表年选择，应考虑调出区年径流系列和调入区年径流系列两者的丰枯遭遇组合情况。因此，应将调出区和调入区年径流系列作为一个整体进行分析选定。

**4.2.3** 计算地下水的可开采量，首先应搞清楚地表水与地下水的相互关系。为避免重复，不宜将补给河流的泉水等作为地下水的可开采量。若在泉域打井或傍河打井作为水源地进行开采，应按取用河川径流量考虑。

### **4.3 交叉断面设计洪水与设计洪水位**

**4.3.1** 交叉断面河流（沟）上下游短缺实测水文资料时，可采用经审定的暴雨径流查算图表推求设计洪水。当暴雨等值线图所用资料系列截止年份距设计年份间隔时间较长，或近年有大暴雨洪水发生时，应延长暴雨资料系列，对暴雨径流查算图表的设计暴雨参数和产汇流参数进行复核。

**4.3.2** 参考南水北调设计经验，当上游水库控制面积占交叉断面以上总面积的10%以上，或水库控制面积虽不大但为大暴雨区时，应考虑上游水库对洪水调蓄的影响；当交叉断面与上游水库坝址距离很近，区间面积小于交叉断面以上河流总面积的5%时，可直接采用与上游水库相同标准的设计下泄流量或适当加成；当上游水库对洪水的调蓄作用较小时，可不考虑其影响。

交叉断面以上设计洪水的地区组成，采用区间洪水同频率、水库以上为相应洪水的同频率洪水组成法，一般对交叉断面防洪有利，即设计偏于安全。

**4.3.3** 交叉断面河流无流量资料的非汛期施工设计洪水，可选择邻近地区集水面积接近并有较长资料的参证水文站，进行非汛期施工设计洪水计算，利用参证水文站成果按水文比拟法推求交

叉断面施工设计洪水。

#### 4.3.4

1 当交叉断面上下游有实测或调查水文资料，且交叉断面与资料断面之间河段洪水无漫溢、分流、串沟及大的支流汇入时，可采用水面线法计算交叉断面设计洪水位。

2 当交叉断面上下游短缺水文资料，且河段洪水无漫溢、分流、串沟及大的支流汇入时，可按曼宁公式法推算交叉断面水位流量关系曲线，再依据该曲线推求设计洪水位。

3 当交叉断面河段有洪水漫溢、分流、串沟及大的支流汇入时，可采用二维非恒定流数学模型推算设计洪水位。

### 4.4 泥沙、冰情、水文测报系统

4.4.1 对于从多沙河流调水的工程，含沙量往往是制定年引水时间或分析渠道泥沙淤积的重要要素。根据设计要求，一般统计分析历年各级含沙量出现的天数和发生的时间及与流量的关系。

对于高扬程泵站，泥沙可能对水泵产生严重的磨损。应根据设计要求，分析泥沙的颗粒级配及矿物组成。

4.4.2 对于需布置输水倒虹吸等的交叉断面，为分析交叉断面河道冲刷深度，应计算历年最大月平均含沙量的均值。当交叉断面河流无实测泥沙资料时，可选择邻近地区集水面积接近并有较长资料的参证水文站，计算历年最大月平均含沙量的均值，考虑下垫面条件的差异推求交叉断面设计值。

4.4.3 对于从寒冷或严寒地区河流调水的工程，冰情往往是制约年引水时间的因素。应根据设计要求，选择代表站统计有关河段冰情特征，提出结冰开始时间、解冻时间、开河方式、流冰量、最大冰块尺寸等数据。

4.4.4 调水工程水文遥测站网，除满足水库工程水文自动测报的要求外，还应满足输水工程水量管理调度的监测要求。输水工程需在有关水量分配主要控制断面或计量断面设立水量监测遥测站。

## 5 工程地质

**5.0.1** 本条主要规定了调水工程地质勘察总的原则。本导则所列的地质勘察主要为调水工程特有的内容，与其他工程地质勘察重复的内容基本不再列入。

**5.0.2** 本条规定了调水工程区域地质和地震勘察的内容和要求。

2 调水工程区域构造稳定性调查的主要目的为：在符合调水工程设计的条件下，采用综合勘察方法，为调水工程的布置选择地壳稳定性相对较好的地段，尽量使长引水线路避开不利地段。

3 初步确定工程场地的地震动参数，包括地震动峰值加速度和地震动反应谱特征周期，一般可根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306—2001）直接查得，特殊情况（如地震动参数交界处等）需对地震动参数进行专门论证。

**5.0.3** 调水工程调蓄水库类型较多，除利用天然沟谷或平原围限建库外，还有利用天然湖泊调蓄，或人工开挖围限成库，或采用地下水库等，调蓄水库的运行方式与常规水库有很大的区别，这些都影响调蓄水库勘察的方法和内容等。地质勘察的重点是蓄水工程的渗漏问题。

**5.0.4~5.0.6** 主要规定了输水线路（主要包括渠道、隧洞、交叉建筑物和控制建筑物等）工程地质勘察的主要内容和要求。

对深埋长隧洞在勘察方法、技术和勘察设备方面应加以研究，根据其特点和已揭示的主要地质问题进行综合分析，有针对性地采用新技术和先进设备。

在拟采用掘进机施工的引水隧洞地质勘察中，引水线路的选择要充分考虑掘进机的特点，尽量对线路裁弯取直，同时对影响掘进机施工的主要工程地质问题，如膨胀岩、涌水、外水压力、岩溶、大型断裂破碎带等进行专题勘察和试验研究，为设计和施

工提供依据。

**5.0.7** 本条规定了天然建筑材料勘察的重点是结合长引水线路的特点，合理、经济地选择料场。现在许多调水工程存在使用开挖料和外购天然建筑材料的情况，本条也规定了勘察要求。

## 6 水资源供需分析与配置

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 重视调入区和调出区基本情况和基本资料的搜集、整理、分析。调水工程水资源供需分析宜在流域水资源等规划的基础上进行，因此应收集有关规划、科研成果，了解已有规划的实施情况和存在问题。

**6.1.2** 调水工程水资源供需分析，一般包括调入区和调出区水资源供需分析，应统筹兼顾调出区和调入区的用水需要，防止对生态与环境造成破坏。当拟调水量小于取水点断面多年平均来水量的5%时，调出区水资源供需分析可简化。在国家批复的分配水量份额内调水的工程，调出区水资源供需分析可简化。

### 6.2 规划范围与分区

**6.2.1** 调入区水资源供需分析，首先结合调水工程的任务，拟定调水工程可能的供水范围，考虑供水范围及所在流域已建和拟建的供水系统等确定调入区水资源供需分析范围。

**6.2.2** 调出区取水点断面上游水资源供需分析范围一般选择该断面以上流域或靠近取水点断面的两个水文站之间控制区域。下游范围根据影响对象的分布确定，应重点分析取水点所在一级支流河口以上区域。影响流域或水系全局的调水工程，对整个流域或水系进行研究。

**6.2.3** 分区水资源供需分析一般反映分区总体情况，有时会出现总体上供需是平衡的，而有些地区有余，有些地区不足。因此分区宜小些，目的是可较全面地反映水资源的供需情况。一般选择水资源分区界套行政区界范围大小适宜的区域为宜，资料比较容易取得，如社会经济、供水用水资料等。

**6.2.4** 调水可能影响的对象主要是指调水断面下游河道内的生

态保护对象、引水口以及水电站等。水资源供需分区的划分考虑这些因素以利于分析调水对其产生的影响。

### 6.3 设计水平年和供水保证率

**6.3.1** 基准年宜选用距报告编制年1~3年内的某一年份。调水工程实现后5~10年作为近期水平年。调水工程实现后20~30年作为远期水平年。设计水平年尽可能与国民经济和社会发展规划及远景规划目标一致。

基准年的经济社会指标、供水量、用水量等资料是近、远期水平年水资源供需分析评价的基础，应进行详细的调查和分析，以真实反映现状水平。

**6.3.2** 在特殊情况下，可适当提高或降低供水保证率。有特殊要求的供水对象（核电厂供水等），其供水保证率不受本标准约束。

农业供水保证率南方和北方可有所区别，南方水量丰沛地区可取较大值，北方可取较小值。

调水工程一般是城市水源的一部分或只是补水工程，是通过与其他水源的联合供水来满足各用户的供水保证率。因此，调水的保证率不一定要与用户供水保证率相同。

### 6.4 调入区水资源供需分析

**6.4.1** 调入区水资源开发利用现状分析，主要包括经济社会资料分析、供水基础设施调查统计、供水量调查统计、用水量调查统计、供水水质调查分析、供用耗排分析等内容，尽量利用流域或区域最新调查评价成果。进行缺水原因分析，一般考虑水文气象条件、经济社会发展及生态环境对水的需求、水资源开发利用存在的问题等。

**6.4.2** 经济社会发展指标预测是需水量预测的基础工作之一。与需水预测有关的经济社会发展指标主要有：人口及城市化率，经济发展指标，农业发展及土地利用指标等。预测的经济社会发

展指标，宜与有关部门协商确定，与有关行业的规划相协调，各项指标应尽量采用有关专业部门提供的预测成果。在水资源紧缺地区，预测成果要考虑水资源条件。

**6.4.3** 调入区需水量预测应遵循从紧的原则，是指调入区的需水预测应考虑水资源条件及其对经济社会发展的制约作用，适当调整产业结构与生产力布局；制定提高水资源利用效率的各种节水措施，采用节水定额预测需水量。

节水措施一般包括水价、管理类的软措施和设施、设备、器具类的硬措施。如调整农业作物种植结构，减少农业用水；通过价格杠杆的作用可减少超标准用水；通过节水设施、设备等，提高水的重复利用率等。

需水量预测成果合理性分析方法包括发展趋势分析、结构分析、用水效率分析、用水节水指标分析等。进行不同方案、不同水平年预测成果比较，及与国内外条件类似地区的分析比较。从宏观上控制高耗水行业的发展，甚至对地区国民经济的发展规模进行控制。各部门用水定额应与同行业生产力的发展相协调，以使预测成果尽可能符合今后不同水平年的实际情况。随着节水措施的推行和科技进步，用水定额将逐步降低。根据国内外资料，一般情况下，需用水量的增长率随着经济社会的发展逐渐降低。

**6.4.4** 可供水量应在现状供水量调查的基础上，充分考虑供水潜力。一般从地表径流、地下水、现有引水工程、非常规水等方面分析调入区的供水潜力。非常规水的可供水量，应研究局部地区雨水集蓄利用、中水回用等。在水资源严重紧缺、有条件的地区，应研究海水利用和微咸水利用。

可供水量计算应预测不同规划水平年工程状况的变化，现有工程既要考虑因工程老化等导致供水能力的下降，又要考虑改变工程功能与实施优化调度而导致供水能力的增加；布局新增水资源开发利用工程，要符合流域规划，充分考虑对下游和对岸水量及供水工程的影响。对地下水可供水量，应根据现状开采量和地下水补给量，结合取水措施进行估算。对可利用的微咸水和海水

利用量，应根据资源和生产布局，说明可利用的数量。

说明分区不同水源可供水量的水质情况，为水资源配置提供依据。

**6.4.5** 水资源供需分析应在充分考虑调入区水资源及多种水源开发利用和节水的基础上进行。按控制节点和供用水单元之间水资源供、用、耗、排水的相互关系和联系，概化出调入区水资源系统网络图，进行当地水源的供需分析。

水资源供需分析成果应说明缺水的空间分布、缺水行业、缺水量和过程。一般情况应采用长系列调节计算方法，通过对控制节点来水、供水和用户用水需求进行调节计算，得出供需分析成果。资料缺乏的地区可采用典型年法，选择代表不同来水保证率的典型年，进行供需平衡分析计算。

## 6.5 调出区水资源供需分析

**6.5.1** 取水点断面下游地区现状供水工程及供水量，主要调查引水口分布、取水方式、主要用水户、设计引水量、近年实际引水量等。河道内生态用水情况主要调查河道内水生生物、植物种类和分布，河道内航运、水力发电、旅游、水产养殖等情况。

**6.5.2** 调出区需水量应预测经济社会需水、生态与环境需水、河道内其他需水。并对河道内需水量进行重点分析。

经济社会需水量由经济社会发展指标和需水定额确定。经济社会发展指标预测应在国民经济发展规划的基础上进行，在缺乏上述规划资料时，可以根据流域的历史、现状和近期经济社会发展趋势进行预测；需水定额应在现状用水定额的基础上分析确定。

生态环境需水是指为维持生态与环境功能和进行生态环境建设所需要的最小水量，分为河道内和河道外生态需水。河道内生态环境用水分为维持河道基本功能和河口生态环境的用水，采用环境影响评价分析成果。

河道内其他需水量主要包括航运、水力发电、旅游、水产养

殖等部门的需水，河道内生产用水一般不消耗水量，可以“一水多用”，要通过在河道中预留一定的水量给予保证。

河道内总需水量是河道内生态环境需水量及河道内其他需水量的外包值。

**6.5.3** 取水点断面上、下游区域水资源供需分析的目标不同，通过上游区域的水资源供需分析，确定不同水平年的取水点断面的来水量；通过下游区域的水资源供需分析，确定不同水平年下游需要取水断面下泄的水量。应优先满足调出区的需水量，提出可能取水点的可调水量。

**6.5.4** 当调水对调出区下游生态保护目标用水、引水口取水等可能产生较明显影响时，一般进行基本方案和有补偿方案可调水量分析，提出可调水量。基本方案是指调出水量后不影响调出区供水的可调水量方案。补偿方案是对调出区供水产生影响，采取补偿措施，增加可调水量的方案。

## 6.6 水资源配置

**6.6.1** 任何一项调水工程除遵循一般水资源配置原则外，应对调水工程的特性，分析调水工程涉及区域的水资源状况，结合供水目标制定调水工程的水资源配置原则。如南水北调工程水资源配置遵循“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”的原则，主水与客水统一配置的原则。

一般调水工程结合不同水源供水的比例与次序，不同地区供水的途径与方式，不同用户供水的保证程度与优先顺序，水源工程、输水工程等制定配置原则。

必要时水资源配置要考虑不同用户对水价的承受能力。

**6.6.2** 遵循水资源供需调配原则，根据调入区水资源供需分析结果，考虑调出区水源条件，将调入区、调出区作为一个整体供水系统，建立涵盖水源工程、受水区的供水系统网络节点图。

**6.6.3** 在无外调水的情况下，受水资源短缺的影响，当地不同行政部门之间可能存在有关河流的分水协议，受类似因素的影响

其水资源供需分析的缺水量可能分布范围比较广泛。为合理确定调水工程规模、最大限度解决调入区的缺水问题，应根据调水工程可能到达的位置和经过的范围，以调入水就近利用、当地水优水优用和高水高用等配置原则进行当地水源的优化配置。受水区的选取，应以调入区开源和节流条件下水资源优化配置的缺水地区分布为基本依据，并应初步考虑实现优化配置所需的具体工程措施的可行性。

水质优良的应优先供给生活和对水质要求高的用水户；城市污水处理厂的中水可以作为城市绿化用水；矿坑排水可以作为火电厂的冷却水等。

供水目标是指城镇生活与工业、农业灌溉和生态等，按其对水价的承受能力或供水任务确定不同供水目标方案。

**6.6.4** 调入区水资源初步配置结果应包括供水目标的受水区范围、调入水量的供水对象等。调水工程水资源配置组合方案的多少，取决于调入区的供水目标和调出区水源情况。对需要调入水量和可能调出水量进行拟合，必须计入调水工程沿途可能的水量损失，应明确需调水量及过程与可调水量及过程的衔接点。并考虑调入水量利用后的排水及其重复利用。

**6.6.5** 特殊枯水年缺水情势分析，可以调入区与调出区的径流互补性分析结果为基础，按调入区和调出区同时发生特枯水年为条件，分析其供水状况。应急对策应包括工程措施和非工程措施，对所采取的应急对策进行定量与定性分析，评估对社会、经济、生态和环境可能带来的作用与影响。

## 7 工程总体布局及工程规模

### 7.1 工程总体布局与实施方案

**7.1.1** 本条规定了调水工程总体布局方案需考虑的因素。在工程实践中，除需要考虑各水源点的取水条件、供水目标的满足程度以及技术经济环境等因素外，可能还需要考虑补偿措施、地区之间经济社会发展水平的差异、相关政策措施等相关因素。

在确定全线总体控制性指标时，可按照地形、地质条件和建筑物所需的一般水头差考虑。针对自流输水的渠道而言，对于水头紧张、水头分配比较复杂和敏感的情况，应进行专题研究论证，合理设计总干渠纵断面和水面线。

**7.1.2** 本条提出了调水工程总体布局方案选择的原则。重点强调了确定调水工程总体布局方案时应进行多方案比选，方案拟定时应结合水资源配置方案进行，每一个方案都能满足调水的基本功能，技术上都是可行的，然后再进行综合比选，选择技术可行、经济合理、环境影响小、社会可接受的方案。

**7.1.3** 本条提出了引水方式的选择应考虑的因素。引水方式的选择实际上和调水线路、输水建筑物类型的选择有着密切的关系。引水方式需考虑的因素很多，包括供水水源地、经过区和受水区的高程以及地形、地质、环境条件，还需考虑技术、经济因素，以及工程占地与环境影响等因素。引水方式选择一般符合以下规定：

(1) 水源地高程较高、受水区高程较低，为节约能源、减少运行费用，有条件的应尽可能选择自流调水方式。

(2) 水源地高程较低、受水区高程较高的，可选用提水调水方式。

(3) 调水规模较大、调水距离长，所在地区地形复杂的，宜选用自流和提水相结合的调水方式。

根据目前已建工程的情况，只要条件允许，首选方式是自流，其次才是泵站提水方式。需要采用提水方式时，应综合考虑运行管理费用和工程投资等因素进行全面比较。目前，大多数的调水工程采用的是自流和泵站提水相结合的混合式调水方式。

**7.1.4** 本条提出了取水水源地的取水方式。分不同情况从天然水域取水和从人工水域取水。区别在于两者的水源条件和所要求的保证率不同。采取从人工水域取水的方式由于经过了人工控制措施，因此可以减小调水规模，提高调水的保证率，但工程投资相应增大。

**7.1.5** 输水建筑物型式的比选主要考虑保护水质和输水安全等因素。明渠输水和管涵输水各有优缺点。有条件的应优先采用明渠输水，也可采用有压或无压管涵输水和混合输水的方式。以城乡供水为主，对水质要求较高、工程投资较明渠增加不多的，应优先采用管道输水，也可采用渠、管结合输水。

**7.1.6** 调水工程一般输水线路较长、调水量较大，且调水过程与用水过程存在不一致性，应根据条件尽可能建设调蓄工程或利用输水线路上已有的调蓄工程进行水量调节。调蓄水库的作用既可以提高供水保证率，又可以减小输水工程规模。

调蓄工程的任务可能是单一的，更多的是兼顾其他的综合利用要求，规模论证视工程任务根据来水和用水，采用长系列法进行调节计算。作为调蓄工程的供水保证率必须满足受水对象的用水保证率要求。还应解决好蓄水与防洪的关系。

应根据供水时段特点、工程调度要求、沿线用水户分布情况及输水线路检修要求，合理布设在线调蓄水库，确保供水安全。

**7.1.7** 调水工程的设计调水量，宜根据调入区设计水平年的缺水量和调出区可调水量，经技术、经济比较合理确定，一般符合以下原则：

(1) 对调出区水资源较丰富，可调出水量较多的，可按“以需定供”的原则，结合其他条件确定。

(2) 调出区可调水量有限，而调入区需水量较大的，应统筹

协调，按“以供定需”的原则，以调出区可承受、调入区缺水可缓解为目标，合理确定调水规模。

上述原则只是确定调水工程总规模应考虑的主要因素，在实际论证过程中，还需要根据其他条件综合分析论证。为了降低调水工程的规模，在调入区应进行当地水资源的优化配置，使调入水量的用水过程尽量均匀，并在考虑输水时间的情况下使调水过程尽可能与用水过程同步。

资料条件具备时，应按长系列法进行调节计算，分析不同年份需水的满足程度。该方法调水量、保证率的概念清楚。调水规模一般采用年调水量和分区年调水量进行表述。调水规模的确定除考虑有效调水量外，还应计入水量损失。调水工程系统的水量损失包括各单项工程的蒸发和渗漏损失。

**7.1.8** 调水工程建成后，对调出区用水一点也不影响的很少，或多或少都对调出区有一定影响。一般来讲，可接受程度是不降低调出区的用水保证程度，调水量较多及影响较大的，还需要建设调出区补偿工程。国内在建的大型调水工程南水北调东线和中线工程，均对调出区安排了补偿工程。

本条提出了调水影响工程的补偿工程安排原则。一般按恢复原有工程的功能和按原规模的效益，安排补偿处理工程。包括对调出区的影响、对输水沿线和调入区的影响。

从已建调水工程影响分析，可以分为以下几个方面：①水源区（取水口以上河段）包括水库加坝、库区水位加高移民搬迁、水土保持和环境保护、发电、航运、供水等影响；②中下游河道（取水口以下河段）包括发电、航运、工农业及生活用水、生态环境等影响；③输水线路区：利用现有防洪排涝河道输水或与防洪排涝河道交叉，以及输水渠对沿线及交叉的公路、铁路、渠道、左（右）岸排水、环保、文物等影响；④供水区对城镇、工业、农业、环保等方面的影响。根据已建工程的经验，调水影响补偿工程协调工作量很大，与地方政府和群众的利益关系密切，处理的妥善与否直接影响调水工程的建设 and 效益的发挥。

针对调水工程对调出区的影响和调水沿线的影响，其影响处理工程宜符合以下规定：

(1) 根据调出水量，分析对调出区已建、在建、拟建工程的发电、工农业及生活用水、航运、生态等造成的影响，并按恢复原有工程的功能和原规模的效益，拟定补偿处理工程设施的规模。应特别重视对水源区和水源区上、下游河道的影响。

(2) 调水工程利用已有水库、河道等蓄水、输水的，应研究论证需增加的调节能力、输水能力，并将调水过程与设计洪水过程叠加，分析调水对已有工程防洪的影响，提出洪水期间停止调水或采取其他措施的调度运用方案。

**7.1.9** 根据《中华人民共和国防洪法》的有关规定，在河道、蓄滞洪区建设非防洪工程项目，应进行防洪影响评价。对回水有影响的，应按有关移民规范确定相关补偿标准。

**7.1.10** 调入区的需调水量是随着不同水平年经济社会的发展而变化的，在近期水平年和远期水平年需调水量相差较大的情况下，为了避免因工程闲置而造成的资金浪费，因此，对于规模较大，工程较复杂的调水工程，需要拟定不同的分期实施规模。分期规模要依据调入区缺水的紧迫程度、资金筹措情况、施工条件先易后难、调水工程由简单再复杂的顺序等因素来拟定。对于近期规模，要明确具体的受水范围和供水对象。

分期建设规模宜逐步扩大，建设方案应相互衔接，特殊工程宜远近结合一次建成。应采取适当的保证措施，使分期建设的工程及时发挥效益。

## 7.2 工程规模

**7.2.1** 在确定调水工程规模时，首先应收集有关区域的社会资料，包括人口、国内生产总值（GDP）、产业结构、各行业用水情况等。有关的需水量和可供水量应与经济社会发展规划相衔接。

**7.2.2** 本条规定了水源工程建筑物规模确定原则。

**7.2.3** 本条规定了总干渠及各级渠系的设计规模应考虑的因素。在初步确定了调水工程的总规模之后，应采用长系列法，根据可供水性和需水过程，进行逐年、逐月、逐旬甚至逐日调节计算，分析不同年份需水的满足程度。调水规模一般采用分段设计流量和分区年调水量进行表述。

**7.2.4~7.2.7** 规定了如何确定调水工程输水建筑物规模。根据已建调水工程实际情况，分输水线路上的倒虹吸和渡槽、泵站、节制闸、退水闸、排冰设施、其他交叉建筑物等六种类型提出了原则规定。

**7.2.8** 本条提出了确定调出区补偿工程规模的原则。

**7.2.9** 在调水工程所在地或邻近地区有电力需求，且地形条件等许可的情况下，尽可能在调水工程沿线建设动能回收电站，电站布置一般结合水源工程、调蓄工程进行。动能回收电站的装机规模论证与常规水电站相同。电站的运行要服从于调水，结合调水发电。

**7.2.10** 本条提出了调水工程可根据情况分期建设，实现不同阶段的调水目标而对应不同的调水规模，强调分期之间的衔接问题。

### 7.3 调度运行原则

**7.3.1** 本条提出了在确定调水时间时应考虑的因素。一般包括水文、气象条件，含沙量、冰期输水、汛期与防洪的相互影响，输水建筑物类型和工程检修要求等几类。另外，应进一步明确外调水与当地水之间的配置关系，以便确定工程总体调度运行原则。

**7.3.2** 在研究调水工程的调度运行方案时应协调与防洪、排涝、灌溉、航运部门的关系。

**7.3.3** 对寒冷区和严寒区应提出冰期输水的对应措施。

**7.3.4** 对于长距离自流输水的情况，应确定运行调度控制方式。国内调水工程，根据不同情况，一般采用常流量控制和下游节制

闸前常水位控制两种方式。采用常流量控制时，渠道水位会根据不同的情况有所变化，同时闸门开度相应变化；采用下游节制闸前常水位控制时，渠道流量的变化由闸门开度相应变化来控制。

## 8 水源保护

**8.0.1** 本条规定了水源保护规划的主要内容。

**8.0.2** 水质现状调查应以收集资料为主，当资料不能满足需要时，应实地监测。

**8.0.3** 取水口以上相关联河道为对调出区取水口水质有影响的排污口对应河道。取水口以上相关联河道、现有输水河道、调节水库的支流可视同排污口。

## 9 工程布置及建筑物

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 调水工程输水线路长，水工建筑物种类繁多，各建筑物布置应结合调水任务、规模、各自结构特点，明确其功能，互不干扰、统一协调，满足工程运行管理、环境景观、全线自动化调度等要求。

**9.1.2** 调水工程的建筑物设计除满足本导则规定的工程等别及建筑物级别、洪水标准以外，水利行业的其他设计内容，包括抗震、抗冻胀、防渗设计等，均应执行相应的单项设计标准。

输水线路穿越铁路、公路等其他工程时，交叉建筑物设计标准应满足相关行业的设计标准，主要是为了确保交叉建筑物及被穿越工程的安全。

### 9.2 工程等级和洪水标准

**9.2.1** 调水工程等别，根据供水对象重要性、引水流量、年引水量、灌溉面积分为 I、II、III、IV 等。

(1) 供水对象重要性：

调水工程供水对象主要为城镇生活和工业用水的，根据供水对象的重要性分成四等。其分等的城市重要性指标可参考表 1 确定。1996 年《中国城市统计年鉴》已把特大城市的非农业人口指标下限 150 万人下调为 100 万人。

表 1 城市重要性分类表

重要性	规模	城市人口（万人）
特别重要	特大城市	$\geq 100$
重要	大城市	100~50
中等	中等城市	50~20
一般	小城市	$< 20$

(2) 引水流量分等指标：

该指标在《灌溉与排水工程设计规范》(GB 50288—99)基础上，将用于确定引水枢纽等别的引水流量标准值调高一级使用，即一等工程对应引水流量为不小于  $50\text{m}^3/\text{s}$ ，余下依此类推。

(3) 年引水量分等指标：

年引水量指标为本导则新提出的指标，根据收集的 23 项调水工程资料初步分析，确定年引水量大于 3 亿  $\text{m}^3$  时为大型工程，按年引水量确定工程等别对已建工程符合率达 75%。

(4) 灌溉面积分等指标：

调水工程以农业灌溉为主要任务时，灌溉面积指标应按《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252—2000) 第 2.1.1 条确定。

按表 9.2.1 中的指标确定的调水工程工程等别对已建 16 项工程符合率达 87.5%。

**9.2.2** 按表 9.2.1 中的分等指标对已建调水工程的等别进行符合性分析，按供水对象重要性拟定的等别符合率为 62.5%。不符合的工程中，所定等别均高于原设计等别。主要原因为，特大型城市大多为多水源供水，调水工程只是城市供水水源的一部分，有的只是补充水源，供水量占城市总用水量的比重不大，与城市总人口规模没有直接关系。因此按与城市总人口规模对应的城市重要性指标确定工程等别，对部分城市存在所定等别偏高的问题。因此，在使用供水对象重要性指标确定工程等别时，与引水流量和年引水量分等指标配合使用，确定等别时，需要至少两项指标符合要求。

按灌溉面积指标拟定工程等别与原设计等别全部符合。因此，以灌溉为主的调水工程可按灌溉面积指标确定工程等别。实际上已建以灌溉为主的调水工程，基本是按 SL 252 中灌溉面积指标确定工程等别。

**9.2.3** 调水工程水工建筑物级别与 SL 252—2000 第 2.2.1 条、《灌溉与排水工程设计规范》(GB 50288—99) 第 2.0.4 条规定

一致，根据所属工程等别及其在工程中的作用和重要性确定。调水工程永久性水工建筑物指调水工程运行期间使用的建筑物，根据其重要性分主要建筑物和次要建筑物。主要建筑物指位置特别重要，失事后将造成重大损失、修复难度大、影响调水工程效益的，次要建筑物指失事后损失不大、易于修复、不影响调水工程效益的建筑物。

**9.2.4** 调水工程中主要建筑物位置特别重要，失事后将造成重大损失的；地质条件特别复杂，基础设计参数不易准确确定；采用新型结构实践经验少，其级别经论证后可提高一级。而失事后对调水工程不造成重大损失，对工程效益影响不大时，其级别经论证后可降低一级。级别的提高与降低必须报主管部门批准。

**9.2.5** 调水工程利用河道输水时，河道堤防级别的确定应综合考虑调水工程等别、原河道堤防级别等因素确定，但不得低于原河道堤防级别。

当河道输水能力满足设计输水要求、且不影响河道防洪要求，无需采取工程措施或只需安排输水影响处理工程，输水河道堤防应按原河道堤防级别确定；河道输水能力不满足设计输水要求，需采取工程措施，输水河道级别应按所属工程等别确定；但对于双线输水河道，其中一条线路出现事故并不影响整个线路输水，输水河道堤防级别可降一级，但不得低于原河道堤防级别。

**9.2.6** 调水工程穿堤建筑物与堤防一起承担挡水作用，故规定穿堤建筑物级别不得低于堤防级别。可根据穿堤建筑物规模和重要性确定等于或高于堤防本身级别。

**9.2.8** 本条文与 SL 252 的相关规定一致。堤防上水工建筑物一般为钢筋混凝土结构，当堤防需要加高时，它们随之加高较困难。因此规定它们的洪水标准应不低于堤防的洪水标准。

调水工程河渠交叉建筑物洪水标准应综合考虑穿越处河道上流域面积、交叉建筑物结构型式等因素确定。

南水北调中线一期工程规定：总干渠河渠交叉断面以上集流面积大于等于  $20\text{km}^2$  的河渠交叉建筑物设计洪水标准为百年一

遇，校核洪水标准为 300 年一遇；集流面积小于 20km<sup>2</sup> 的左岸排水建筑物设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 200 年一遇；总干渠与各类河渠交叉、左岸排水建筑物连接渠段的防洪标准与相应的主体建筑物洪水标准一致。

### 9.3 工程选线及选址

**9.3.1** 调水工程输水线路的选择关系到工程占地、移民安置规划、施工工期、工程造价和运行安全，是一个综合分析、经济比较的过程，一般进行 2~3 条输水线路可行方案的比较，合理选定。

输水线路比选要综合考虑各种因素。地形、地质条件，施工难易程度等因素最终反映到工程量和投资的大小以及工程效益上；方案比选时应应对工程占地和迁移人口给予足够重视；输水线路比选要方便运行管理，减少运行管理和工程维护费用，保证工程安全运行；调水工程输水线路如便于分期实施，对减少资金积压和规避经济风险至关重要。

**9.3.2** 尽量避开地质条件复杂或不良地质地段是输水线路选择中应考虑的重要问题。地质条件的好坏对建筑物的布置、地基处理、工程造价有着重要影响，有时地质条件甚至决定了一项工程的成败。

输水线路穿越山地而采用隧洞输水时，隧洞进出口应选在有基岩出露，地质条件简单，风化较浅，岩石新鲜完整部位，隧洞进出口、洞身上覆岩体厚度应适中，并满足布置要求即可，不一定越深埋越好。否则，将增加施工支洞布置难度、也将在施工、检修、交通、地应力等方面带来新的问题，甚至影响工期增加投资。

输水线路上的各类交叉建筑物应尽量布置在基岩上，或地基承载力满足设计要求，以减少基础处理费用。

**9.3.3** 该条规定了输水线路转弯半径在可能范围内宜尽可能取大值，以改善输水渠道水流条件。输水线路转弯半径范围应根据

相关标准确定。

当输水渠道布置需要转弯时，弯道半径一般不应小于 5 倍水面宽度。有通航任务的渠道，应根据航道等级确定，并满足交通部门要求。

**9.3.4** 蓄滞洪区是流域防洪的重要组成部分，在蓄滞洪区内修建调水工程，势必影响蓄滞洪区的正常运用，同时蓄滞洪区的运用也会影响到调水工程的正常运行。因此，为保证供水工程运行安全，输水线路应避免布置在滞洪区内，不可避免时，应进行专门论证，包括防洪影响评价，并采取必要的工程防护措施，确保输水线路安全。

**9.3.5** 输水线路选择时，应尽量减少与天然河道、沟渠、公路、铁路、地下管道交叉。一是可以减少交叉建筑物数量，以节省工程投资；二是可以减少相互之间的干扰，有利于工程的运行管理。当必须穿越重要河流时，应妥善处理好调水工程与河道防洪、排涝、航运的关系，满足各部门功能的发挥，同时应尽量避免因交叉建筑物的修建导致交叉河流的河势发生大的变化。

南水北调中线一期工程规定：总干渠与河渠交叉断面以上集流面积大于等于  $20\text{km}^2$  的布置河渠交叉建筑物；集流面积小于  $20\text{km}^2$  的布置左岸排水建筑物；总干渠与现有灌溉渠道交叉，若灌溉渠道设计流量大于  $0.8\text{m}^3/\text{s}$ ，布置渠渠交叉建筑物，设计流量小于  $0.8\text{m}^3/\text{s}$ ，调整灌渠布置解决。交叉建筑物布置应遵循下列原则：

**1** 在河道防洪、河势条件允许的条件下，可考虑对河道适当缩窄，但行洪断面应根据调洪演算成果和防洪影响评价确定。

**2** 考虑运行检修要求，渠穿河交叉建筑物的独立输水通道不少于 2 条，便于检修，提高输水保证率。

**3** 交叉建筑物轴线位置应根据总干渠总体布置最优原则确定。交叉断面处河道应主流集中，稳定性好，岸坡稳定。

**4** 便于施工导流，施工场地布置。

**9.3.6** 长距离调水工程，应在保证输水安全、水质满足供水要求基础上，尽量利用现有河道、湖泊、水库及建筑物，发挥现有河道、湖泊、水库等的综合利用功能，节省工程投资。但应不改变河道、湖泊、水库的防洪调度原则，并应进行多方案比较，综合选定。如南水北调东线一期工程利用了洪泽湖、骆马湖、南四湖、东平湖等。

**9.3.7** 总干渠（明渠）布置一般要求地面起伏小、高程适中；穿越地形起伏较大的不平坦或丘陵地区，线路应大致沿等高线布置，尽量避免深挖和高填。

为保证供水工程运行安全和输水线路附近城镇的安全，避免渠道失事给下游城镇造成大的灾害，高填方输水渠段应布置在城镇下游。

**9.3.8** 本条提出了调蓄水库库址选择应考虑的因素。根据供水时段特点、工程调度要求、沿线用水户分布情况及输水线路地形地质条件，进行多方案比较，合理选择在线调蓄水库库址，节省投资，确保供水安全。对已建水库、天然河道、湖泊在不影响原工程的功能的情况下宜尽量利用。

**9.3.9** 泵站站址选择应满足调水方案总体设计、城镇建设总体规划要求，综合考虑各种因素后确定。并注意以下几点：

（1）考虑工程占地、拆迁因素，减少拆迁补偿费。

（2）考虑工程扩建、分期实施，为今后扩建留有余地。

（3）考虑水源、泥沙条件，避免引渠泥沙淤积，影响泵站运行。

（4）站址应选在岩土坚实、抗渗性能良好的天然地基上，避开不良地质段。

（5）供水泵站站址选在城镇上游，河床稳定，水质良好河段。

**9.3.10** 首部取水枢纽根据河水位、河岸地形、地质条件及引水高程、引水流量的要求，结合有坝引水、无坝引水、泵站提水方式，经技术经济比较后合理选取场址。

## 9.4 工程总布置

**9.4.1** 调水工程由许多单项工程组成，取水的形式主要有有坝取水、无坝取水、泵站提水。应根据选定的输水线路，工程场址地形地质条件，施工条件、工程规模等经多方案比较确定工程总体布置及各单体建筑物布置，使其功能明确，互不干扰。并选定取水口、输水隧洞、泵站、调蓄水库等主要建筑物型式。

**9.4.2** 本条规定了首部取水枢纽有坝取水（或水库取水）布置的基本原则和要求。有坝引水指当河道水量较丰富，水位较低，不能保证自流引水，或引水量较大，无坝引水不能满足要求时，则可拦河筑坝，壅高水位，保证引水流量。有坝引水枢纽由壅水坝、进水闸、冲砂闸、防排沙设施、上下游河道整治等建筑物组成。有坝取水枢纽应根据地形地质条件、河道自然条件，拟定不同布置方案，进行技术经济比较，选定最优方案。

**9.4.3** 本条规定了首部取水枢纽无坝取水布置的基本原则和要求。无坝取水是指当河道的枯水位和流量都能满足灌溉、城市供水要求时，不需在河道修建拦河坝，只需在河岸上适宜地点开渠并修建取水建筑物，从河流侧面引水。无坝引水根据所在河段地形地质条件、水文泥沙特征、河床稳定性、引水量大小、取水口位置，充分利用弯道环流原理，拟定不同布置方案，进行技术经济比较，选定最优方案。

**9.4.4** 本条规定了首部取水枢纽泵站提水布置的基本原则和要求。泵站取水建筑物应根据河段水文、地形地质条件、水质水量、运行管理、投资等因素综合考虑，进行多方案布置比较，选定最优方案，必要时，应进行水工模型试验。

**9.4.5** 调水工程应根据沿线自然环境条件，水质要求，地质地形条件经技术经济方案比较合理选择输水明渠、埋涵（管）、隧洞等输水形式。城市供水水质要求高时，应做到清水、污水分流，做好输水线路防污、排污口门设计，必要时应采取管涵输水。

**9.4.6** 按照全线水头分配优化结果，根据明渠各段地形条件，衬砌型式，分段拟定合适经济纵坡，确定渠道水头，节省投资。

**9.4.7** 本条规定了控制建筑物布置的基本要求。分水设施应根据用水户分布及其配套设施的规划确定，分水闸一般设置在分水渠道进口处。分水角宜为  $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ，闸室进口不应凸入上级渠道。为了保证输水建筑物安全，在总干渠大型建筑物（渡槽、倒虹吸、跌水）上游一侧布设退水闸。总干渠较长时，退水闸布置应照顾到干渠分段长度。节制闸、退水闸应结合河渠交叉建筑物布置，尽量利用天然河道、沟谷作为退水通道，退水道出口与承泄区水位差较大时，应布置连接段。节制闸应结合输水交叉建筑物进出口设施进行布置，对于输水倒虹吸等压力输水建筑物一般与出口设施结合布置，对于渡槽、涵洞等明流输水设施一般与进口设施结合布置。

**9.4.8** 本条规定了输水工程与天然河道、其他输水工程交叉时交叉建筑物的布置原则。有条件的可采用平交，但必须保证水质要求，且不影响河道（沟）正常行洪、排涝；对于以城镇生活、工业用水为主的调水工程，一般采用立交方式；立交的原则是“小流量穿大流量”，即在规模较小的一方修建渡槽或倒虹吸跨越（穿越）规模较大的一方。

对于河渠交叉建筑物，要充分考虑总干渠设计水位、河道洪水水位相对关系，根据技术可靠、施工可行、运行管理方便的原则，经技术经济方案比较确定河渠交叉建筑物型式。当总干渠设计流量小于河道 20 年一遇洪峰流量时，宜布设渠穿河的交叉型式，否则宜布设河穿渠的交叉型式。对于渠渠交叉建筑物，尽量不占用总干渠水头，灌区设计流量小于  $0.8\text{m}^3/\text{s}$ ，不单设交叉建筑物，可调整灌渠布置解决。

**9.4.9** 本条规定了梯级泵站布置原则。梯级泵站布置应符合总功率最小原则，目的是减少装机。各级泵站设计扬程相近，便于机组选型。泵站级数布置应结合输水线路地形高差、输水水位、水头损失、水泵选型、投资等综合考虑，尽量减少泵站级数，节

省投资。

**9.4.10** 根据供水时段特点、工程调度要求、沿线用水户分布情况及输水线路检修要求，合理布设在线调蓄水库，均匀向用户供水，提高供水保证率，确保供水安全。

**9.4.11** 双线输水具有较高的安全度，当一条线路出现故障时，另一条线路可以继续输水，从而提高了整个线路输水的安全度。但双线输水需要建两条输水线路，运行管理复杂，投资较大，应进行经济比较确定。对于以城市供水为主的输水线路，供水保证率高，具备双线输水条件时，应优先考虑，若采用单线输水时，应考虑事故检修时备用水源，调蓄水库位置，即不是单一水源。

**9.4.12** 位于寒冷和严寒地区的输水工程，在冬季取水时，必须考虑有效的防冰排冰措施，防止建筑物冻融破坏。尤其是水流中的冰凌等对泵站、渠道运行危害较大。应重点研究在渠道内形成冰盖、冰盖下输水、或保持不结冰流速问题。

**9.4.13** 调水工程应具备放空检修条件，检修条件根据建筑物布置情况分段拟定。检修设施布置要结合输水线路地形条件、建筑物特点、交通条件、施工支洞、建筑物重要性进行布置。

**9.4.14** 大型交叉建筑物单独检修，应进行安全分析论证，但不应影响正常输水。交叉建筑物断面设计时可考虑2孔以上输水方式，并设置检修闸门控制。

## 9.5 水工建筑物设计

**9.5.1** 渠道横断面形式有梯形、矩形、抛物线形及复式断面，应根据地形地质条件、过流能力、占地等因素综合考虑确定。断面设计应重点研究渠道边坡，特别是水上边坡、渠道超高、糙率、施工条件、工程占地等因素对投资的影响，在满足输水能力条件下，进行多方案比较，并根据水力最佳断面确定渠道实用经济断面，尽量节省工程量。

**9.5.2** 输水渠道设计流量是设计渠道纵、横断面和渠系建筑物的主要依据；而加大流量考虑管理运用过程中，可能出现规划设

计未预料到的情况、短时期加大输水量。因此输水断面设计应留有余地，保证在加大流量时安全通过，不发生水流漫溢，造成损失。

**9.5.3** 南水北调中线一期工程对输水明渠渠道超高进行了大量专题研究，安全加高按 SL 252 确定。风浪壅高按有关规定或经验估算确定，并考虑以下因素：

- (1) 由风浪引起的波浪壅高。
- (2) 总干渠调度运用及控制方式引起的闸前水位壅高。
- (3) 冰期输水时流冰、壅冰或冰盖下输水要求的水面高度。
- (4) 跨渠桥梁、跌水、陡坡及各种渠系建筑物前引起的水位壅高。
- (5) 糙率计算误差或渠道运行期间糙率变化引起的水位壅高。
- (6) 渠道内淤积引起的水位壅高。
- (7) 总干渠全线无调节水库、计算误差等其他因素引起的水位壅高。

**9.5.4** 对输水渠道有防洪要求时，应满足防洪标准规定，渠道超高按 SL 252 确定。

**9.5.5** 对有航运要求的输水明渠渠道超高一般应高出最高洪水位 1.0~1.5m，填方渠道超高一般应高出最高洪水位 2.0~3.0m；并应满足相关标准要求。

**9.5.6** 渠道衬砌主要作用是减少渗漏、提高渠道水利用系数，减少糙率，加大流速，防止渠道冲刷破坏。人工渠道设计应根据当地自然条件、渠道渗漏分析、糙率、冻土深度对输水的影响，确定衬砌型式，对不同衬砌型式、衬砌材料、工程投资进行比较，选取最优方案。大型渠道衬砌应研究降低糙率、采用机械化施工的必要性。

**9.5.7** 当利用天然河道输水时，应对河道的防洪等功能、现有取水设施、航运条件、河道支流分布与水质情况、河岸稳定性、植物生长情况、水流条件、河岸地下渗流封闭性等进行全面考

察。并分析增加输水功能后相关条件和环境变化，对运行期间可能出现的问题进行预测分析，初步确定需要采取的河道整治、现行相关设施功能性恢复、动植物保护等工程措施。

**9.5.8** 本条规定了压力管道、箱涵设计的基本原则和要求。采用压力管涵输水，管涵内压力状态应保持有压状态，避免出现明满流交替状态，否则，管涵内将发生振动、空蚀、掺气、脉动压力现象，对过流能力、结构受力状态产生不利影响。

1 有压管涵留有 2m 压力水头是我国有压洞设计一直沿用的标准。

2 管涵埋置深度应根据运用条件、外部环境、冻土厚度等因素确定，为保证运行安全，管涵埋置深度不得小于冻土深度。穿越市区时按城市设施布设要求确定。

3 管涵检修设施根据地形条件、运行要求布设，检修井、通气井应做好安全防护设施，警示标志，避免发生人身伤亡事故。

**9.5.9** 本条规定了无压隧洞的设计原则和要求。

2 为保证工程安全，隧洞检修、通风补气通道、放空口宜结合施工支洞布置在连接各隧洞的跨沟建筑物的进出口处，以便事故时快速放空，同时方便施工、节省投资、节省运行维护费用。

长隧洞需要增设通气孔补气时，应选择隧洞埋深不大，适合布置通气孔出口的山谷部位，采用地质钻钻孔，通气孔出口做好防洪和安全标志。

3 当输水隧洞采用城门洞型且顶拱锚喷支护时，为安全计水面线不宜超过直墙范围。

4 无压输水隧洞洞内水面线以上的净空关系到隧洞输水过程中是否会发生明满流过渡问题，为防止出现明满流过渡状态，在通气条件良好，水流为恒定流情况下，水面线以上应留有足够的空间。洞内水面线以上的空间不宜小于隧洞断面积的 15%，其高度不应小于 0.4m。此规定与水工隧洞设计规范要求一致。

**9.5.10** 串联运行泵站，站间无调节池，为运行安全，应做好站间流量平衡分析计算，并通过设置溢流井、调压井等弃水补水工程措施解决流量平衡，也可采取带变频装置的变速机组通过改变机组转速来改变机组流量。

串联有压梯级运行泵站，应通过稳态计算、水力过渡过程计算，确定机组事故停机时机组运行台数允许组合、不利的运行参数、最大、最小水锤压力、蝶阀关闭程序等，确保整个系统运行安全。

**9.5.11** 利用现有水库作为调节水库时，应对水库与输水工程间的连接建筑物进行设计，连接建筑物一般包括入库、出库泵站、放水闸、输水渠（洞）等。

**9.5.12** 建筑物地基计算包括地基承载力、稳定、沉降变形计算，计算结果是判断地基要不要处理、如何处理的依据。地基不满足设计要求，就会影响建筑物的安全和正常使用。因此，规定建筑物地基应满足承载力、稳定、变形的要求。

水工建筑物地基处理方法很多，但任何一种处理方法都有它的适用范围和局限性，因此应针对每一个具体工程进行具体分析，综合考虑地质条件、建筑物结构特点、施工条件、运行要求等，经技术经济比较确定合适的地基处理方案。

对特殊地质条件（液化、湿陷性黄土、膨胀土）地基应进行必要处理，可采用以下措施：

（1）对地基中有可能发生“液化”的土层应挖除，该土层难以挖除时，宜采用桩基础、振冲碎石桩、强夯等措施处理。

（2）当地基为湿陷性黄土地基时，可采用重锤表层夯实、换土垫层、预浸水等方法处理。

（3）当地基为膨胀土地基时，可将膨胀土层挖除，换填无膨胀性土料垫层，或采用桩基础处理。

**9.5.13** 调水工程水工建筑物种类繁多，应根据全线运行调度要求，确定每个建筑物运行条件、工况，确定合理运行控制参数、保证工程运行调度安全，因此全系统非恒定流计算是一个重要

内容。

**9.5.14** 输水建筑物地基防渗排水布置是设计十分重要环节。尤其是建在松软地基上的建筑物，工程失事多由防渗排水不当造成，应高度重视。

防渗排水布置应根据输水建筑物结构、地下水位、运行环境、地质条件等因素综合考虑确定。根据建筑物护砌型式，分析计算输水渠道、隧洞、河道渗漏量，搞好防渗排水设计，提高渠道水的利用系数。

**9.5.16** 输水工程建筑物安全监测设计目的就是为安全调度运行提供依据，发现问题，及时解决，及时掌握建筑物运行状况，验证科学研究和设计成果的正确性，为水工设计理论发展积累资料，确保全线运行安全。监测设计依据建筑物重要性、地质条件，选择监测断面，布置监测仪器、完成监测项目布置设计。不同建筑物的安全监测设计（隧洞、水闸、倒虹吸、渡槽、桥梁、泵站、管涵、明渠）均应满足其相关标准规定。

**9.5.17** 调水工程线路长，穿越地质条件复杂，对不良地质段应进行有针对性的监测。目的是及时收集监测信息，研究分析监测数据，及时确认和修改支护、衬砌参数，保证施工安全、建筑物稳定运行。

**9.5.18** 调水工程重要建筑物结构型式、断面尺寸、过流能力、水流流态、河渠交叉对河道防洪影响等，必要时根据要求进行水工模型试验。

## 10 机电及金属结构

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 包含有多座泵站的大型远距离调水工程有许多特殊的课题需要深入研究，特别是影响到工程运行效益、安全可靠性的重大技术问题如：大型水泵结构选型和参数设计、高性能水泵水力模型（装置）开发研究、多泵站群大型电动机选型和接在同一电网中的多泵站群运行稳定性及无功补偿研究、运行在多泥沙水流中的水泵结构设计和抗泥沙磨蚀措施研究、长距离梯级输水工程复杂管路系统水力学仿真和过渡过程研究等。应针对工程实际情况和需要，分阶段进行必要的专题研究。

#### 10.1.2

1 水泵效率是影响用泵站逐级提水的调水工程运行效益的关键因素，在国家出台一系列机电设备节能降耗措施和规定的情况下，更需要加强重视。在国内已建和在建的大型调水工程如山西省万家寨引黄一期工程、南水北调东线一期工程中，都曾对水泵的效率水平进行了专题论证研究。为了保证南水北调东线工程的设计、制造、建设和运行管理水平，国务院南水北调工程建设办公室还专门组织国内专家，有针对性的制定了《南水北调泵站工程水泵采购、监造、安装、验收指导意见》，对大型低扬程水泵装置效率指标提出了明确规定。

**10.1.3** 这里是调度及自动化系统所包括的基本内容。

**10.1.5** 调水工程调度及自动化涉及的方面较广，受制约因素多，往往滞后于同期工程的建设和设计阶段，而对系统的安全性要求又较高，为保证质量，规定调度及自动化要进行专项研究，提出专项报告。

**10.1.6** 由于调水工程水工建筑物较多，所以金属结构设备类型及大小尺寸就多。在工程设计中应尽量统一孔口尺寸、减少设备

的规格或品种，以降低采购成本和工程造价，并便于工程通水后的运行和维护。

**10.1.7** 为满足调水工程全线自动化操作需要，对金属结构设备及辅助设备（拉杆、锁锭等）的远程控制如何实现应进行研究和落实。

## 10.2 水力机械

**10.2.1** 设有泵站的调水工程往往因其输送流量大、年运行时间长、距离远而电能消耗占工程年运行费的比例很大，直接影响到工程的运行效益；泵组设备的可靠性和运行稳定性直接影响到供水系统的运行安全。因此，应根据泵站的规模、扬程范围及运行条件，在经过实际工程使用验证、技术成熟、性能先进的水泵模型或国家推荐的系列产品中选择若干可能的方案，从技术特性、经济指标、运行可靠性及设计制造经验等方面，经综合比较选定。水泵型式及适用扬程范围见表 2。

表 2 水泵型式及适用扬程范围

水泵型式		适用净扬程范围 (m)
按照水流方向划分	按照结构特征划分	
贯流式	灯泡式	1~5
	轴伸式	
轴流式	桨叶不可调	3~8
	桨叶可调	
混流式		6~30
离心式	单级泵	15~160
	多级泵	≥80

**1** 当调水工程中包含有多座泵站时，为保证水泵选型质量和泵站间的匹配运行，便于今后设备采购、安装和运行维护，宜根据具体情况考虑基本的选型原则，尽可能减少泵型规格数量。当同一扬程段有两种以上泵型可供选择时，应从技术特性 ( $D_2$ 、

$n$ 、 $\eta$ 、 $NPSH_c$ )、经济指标(机组设备、传动设备、起重设备造价、厂房土建工程量及其估价、年抽水耗电量)、运行可靠性(包括水泵运行的稳定性、设备使用的成熟可靠程度)、以及设计制造经验、制造难度等方面,经技术经济比较后,择优选定。

对于最大扬程在 4m 及以下的泵站,根据国内外水利水电工程实践和运行经验,贯流式水泵显示出具有良好的经济合理性和技术可行性,推荐优先选用灯泡贯流式。

对于扬程变化幅度( $H_{\max}/H_{\min}>3.0$ )在 4~8m 扬程段的大型泵站,水泵选择时应考虑水泵运行的水力稳定性要求,宜优先考虑具有调节性能的轴流转桨式水泵。

**2** 由于工程需要,当用户或设计者对所选择的水泵特性资料需要有更深一步的了解,或需要辨别特性资料的真伪时,所选择的、用于验证水泵模型特性的试验台应通过权威部门的鉴定,具有为用户提供权威公正数据的资质。

**3** 水力模型开发主要是指,对于大型、特大型或有特殊要求的调水工程,当社会上现有泵型或水泵水力模型均不能满足工程前期设计要求时,为保证工程规划设计的顺利进行,经充分论证后可提出开发新水力模型的要求并纳入前期科研工作,其目的是为水泵选型、确定泵站布置方案及水泵关键技术经济指标提供决策支持。但应注意,新模型开发投资较大、周期长、中间验证困难,因此,一定要注意开发方式。在工程设备采购时,通常采用由中标的制造商承担水力模型的研发和向原型水泵的转化任务,是设备合同的重要部分。

## 10.2.2

**1** 调水工程中泵站水泵单机流量和装机台数,特别是梯级泵站水泵单机流量的选择需要考虑的因素较多。除了本条文提出的针对调水工程中含有多座泵站时需要注意的相互影响因素外,还应考虑泵站年运行时间、运行方式和大修要求、枢纽布置及对外交通运输条件、泵组设备制造能力和制造技术水平等其他因素的影响,分别计算机电设备、土建工程费用及耗电量,进行综合

比较后选定。

**2** 具有较大扬程变化范围的泵站，当系统缺乏调蓄能力时，应研究在高扬程区如何解决系统流量（水量）平衡要求。

**3** 在多泥沙水流中工作的水泵，除了其通流部件会受到泥沙磨损外，还会加剧空蚀，从而造成磨损空蚀联合破坏，使水泵抽水能力下降，出水流量减小。由于不同泵型参数可能遭受的泥沙磨蚀程度不同，会直接影响调水工程梯级泵站间的流量平衡。为了保证泵站供水流量要求，除了应选择空蚀性能好的水力模型外，确定水泵单机流量时应根据泥沙含量、颗粒级配、泥沙颗粒形状及硬度增加一定的安全裕量。一般经验，当泥沙含量在 $5\text{kg}/\text{m}^3$ 及以下时，水泵单机流量可在原来的基础上增大 $3\% \sim 5\%$ 。

**4** 备用机组台数与泵站重要性、泵组年运行小时及调度运行方式密切相关。一般情况下，工业及城市生活供水工程泵站的年利用小时较高且要求的供水保证率高，为了使泵组能够轮换运行以提供必要的检修维护时间，应考虑必要的检修备用机组；对封闭的梯级输水泵站和为重要供水用户供水的泵站，如果系统缺乏水量调蓄能力，应同时考虑事故备用机组；当水泵容易受到含沙水流的磨蚀或强腐蚀介质的腐蚀时，为保证泵站供水安全并使受损泵组及时得到修复，可适当增加备用机组的台数。

**10.2.3** 本条强调了应注意最大运行扬程、最低扬程与设计扬程比值较大的泵站水泵在各扬程、流量区域对运行稳定性和空化性能的要求。当为了在高扬程区保证系统流量平衡而增大水泵稳定运行范围、通过加大配套电动机功率来增大水泵的供水能力时，需要研究其可行性和合理性。

**10.2.4** 输水系统流量（水量）平衡控制是远距离调水工程特殊的和需要认真研究的重要课题，在工程输水系统总体设计和总体调度运行原则确定后，输水系统流量（水量）调度平衡要求直接影响到机电设备的设计和控制原则。由于调水距离比较长，所调水量很宝贵，应力争做到不弃水运行。

造成级间不平衡流量（水量）的因素可能包括：级间有水流汇入或分出；级间具有调蓄能力；输水系统存在蒸发、渗漏等输水损失；泵站进、出水侧水位有变化；存在泥沙磨损和汽蚀问题；水泵制造允许流量偏差等。

梯级输水系统流量（水量）平衡控制措施通常都会涉及到工程调蓄设施和设备调节控制措施两方面，影响面都比较大，因此，采取何种措施应针对工程实际情况和当前技术发展水平，通过技术经济综合比较后确定。

**10.2.5** 随着技术进步，过渡过程计算主要采用计算机数值分析仿真。但在项目建议书和可行性研究阶段，因往往受到泵组技术资料等的限制，还难以进行计算机仿真计算时，可以采用简易算法，如图解法、经验公式法等。

**10.2.6** 水泵串、并联运行主要指采用离心泵组的泵站。

**1** 梯级有压串联运行的泵站，系通过有压输水洞（管）、调压塔等，将两座泵站间的压力尽可能均匀地分配给各级泵站，以达到系统输水流量的自动平衡。由于串联运行过渡过程十分复杂，因此，不管是串联运行的水泵，还是串联运行的泵站数量均不应超过两个。串联运行水泵的扬程—流量特性应尽可能一致；串联运行泵站除了水泵的扬程—流量特性应尽可能一致外，两座泵站运行机组的台数也应尽可能一致。当后一级泵站因故抽送流量少于前一级泵站的来流量时会造成其进水系统涌高压，必须校核该站水泵进水管和壳体的强度。

**2** 规定并联运行的水泵台数不应超过 4 台，除考虑了土建管道工程费用因素外，还要考虑水泵性能的影响。如并联台数过多，当只有一台泵组运行时其管路通过流量只有几分之一，由于扬程损失与过流量成平方关系，管路水头损失会非常小，造成水泵运行工况严重偏离设计点，扬程大大降低，出流量加大，并有可能要求降低水泵的安装高程、增大配套电动机轴功率等。此外，对于高扬程、低比转速（ $N_s \leq 90$ ）的离心泵，由于扬程—流量曲线可能存在驼峰，还须考虑并联运行的稳定性。

对于大型泵站，从安全可靠运行出发，宜尽量避免采用多台机并联运行方式，最终应通过与土建管道工程的技术经济比较分析后确定。

当有定速泵组和变速泵组并联在一根出水总管上运行时，变速泵的调速运行范围会受到限制，需要综合确定。

## 10.3 电 工

**10.3.1** 供电（接入电力）系统方式设计是以区域电力系统发展规划设计为基础的。但由于调水工程规模大、影响区域广、可能分期施工、工期长等特点可能对区域电力系统发展规划有一定影响。因此，对用电负荷规模及容量较大的工程，在前期阶段应积极与电力系统配合。以便于设计出合理的供电系统。

3 “站变合一”的专用变电站是针对以往的“站变合一”的专用变电站提出的。在调查中了解到全国现运行的大中型泵站中绝大多数泵站都采用了“站变合一”的专用变电站方式。此种方式技术可行，经济合理。是大多数泵站运行部门及供电管理部门都比较欢迎的方式。但调查中也了解到在“站变合一”的专用变电站中，虽然有些变电站布置与泵站“合一”了，但由于变电站的产权及管理仍属供电部门。造成泵站与变电站运行管理不统一。很容易出现管理、运行及检修等矛盾与混乱。鉴于以往经验，并考虑到调水工程的规模及重要程度，推荐采用“站变合一”的专用变电站，即所有权和运行管理权与泵站统一的变电站方式。

### 10.3.2

3 如果供电系统在最小运行方式下能够承受电机全压异步启动的冲击，并且机组也能够顺利启动成功时。可首先考虑全压异步启动方式。当电机容量较大，台数较多时，可考虑变频启动方式。如某工程单机容量达 12MW，单座泵站装机多达 10 台，就采用了变频启动方式。现在某些工矿企业采用磁控电抗器或热变电阻启动方式，但在大中型泵站中未见成功运行工程，故本导

则未推荐。降压启动方式在早期建设的泵站有所采用，但近些年来采用的较少。

### 10.3.3

2 对于 35kV 级断路器，在早年采用 SF6 型较多。近年来很多的设计选用了真空型断路器。对于 10kV 及以下级高压断路器，在国内工程设计中选用真空型断路器已普遍认可，近年来绝大多数设计均采用了真空型断路器。

但真空断路器的操作过电压是设计及用户一直关注的问题。经过多年国内外运行实践、理论研究及模拟实验说明，只要合理的配置过电压保护装置，就可较好的保护电机等弱绝缘设备免受过电压危害。国内某工程的计算机仿真计算结果及国外一些模拟实验等均提出了采用避雷器和 R-C 阻容保护方案，并且保护装置靠近被保护对象效果会更好的建议。《交流电气装置过电压保护和绝缘配合》(DL/T 620—1997)中也推荐在断路器与电机之间装设避雷器或 R-C 阻容吸收装置。

3 泵站主变压器选择时，要考虑的一个主要因素就是电机启动方式。对于变频启动方式，主变压器可按正常容量选择。对于全压异步直接启动方式，当单台电机容量占对应主变压器容量较大时，就会影响主变压器容量及形式的选择，当然，也与电气主接线形式及运行方式有关。此时应通过技术和经济比较确定。

4 对于调水工程，所建泵站多采用大型电动机。大型电动机中异步电动机造价较同步电动机低，但其效率也较同步电动机低，且稳定性也不如同步电机，功率因数也较低（要满足供电系统的要求需增加无功补偿装置）。同步电机具有效率高、抗干扰能力强稳定性好（尤其适用于一段母线带多台机情况）、功率因数高，而且可无级调节，无功与电网匹配合理等优点。对某些年运行小时数较大的泵站，结合一次投资及长期运行成本综合考虑，一般采用同步电机会更合理。特别是一些大型、在调水系统中起重要作用、且经济指标相差不明显情况下更应优先考虑采用同步电动机。近年来随着对工程综合性能要求的提高，在水利

工程中较多的大、中型泵站设计选用了同步电动机。

#### **10.3.4**

对于大中型泵站，泵站“站变合一”的专有变电站高压配电装置基本为 35kV 或 110kV 电压等级。35kV 电压等级户外敞开式布置基本为早年建设的。近年来随着成套开关柜普遍应用，越来越多的 35kV 电压等级的采用了户内成套开关柜式布置方案。对于 110kV 电压等级由于造价原因，多采用户外敞开式布置，但近年来也有一些工程采用了户内 GIS 式布置。

### **10.4 调度及自动化**

**10.4.1** 调度中心、调度备用中心、调度分中心的设置以及调度分级，应根据工程等级、运行要求及管理体制等因素合理设置。在灌溉调水工程中不宜设置调度备用中心或调度分中心。

**10.4.2** 全线监控方式与管理体制、工程运用的要求及安全可靠性要求有很大关系。调度中心和分中心的控制权限，应根据工程的具体情况确定，此处不作统一要求。一般按下列方式设置：

调度中心（调度分中心）控制是全线输水控制的正常运行方式，在此方式下，水闸及泵站的经常监视、操作由调度中心（调度分中心）值班人员负责，水闸及泵站值班人员仅负责设备的巡视检查、日常维护以及紧急事故处理等；

现地控制方式是在调度中心（调度分中心）计算机系统发生故障或与调度中心（调度分中心）失去联系时，水闸及泵站的经常监视、操作改由现场值班人员负责。

#### **10.4.4**

**3** 调度中心（调度分中心）与各被控级（水闸及泵站）之间的通道可采用以下方式之一，也可采用混合方式。

(1) 通过通信系统联网，这种方式适用于被控级内单独设置计算机监控系统的情况。

(2) 直接与被控级的各现地控制单元通信，不设现地级计算机监控系统。这种方式适用于电气接线简单、闸门或泵组台数少

的水闸及泵站。

4 为便于将来系统的运行维护、备品备件的管理以及系统的扩展开发，应对各被控级的自动化设备型式提出指导意见。

5 调水工程除调度及自动化系统外，一般还另行设置有其他的独立系统，如水工建筑物安全监测系统、环境监测系统（水质监测系统）、水文监测系统、水资源系统、地理信息系统、消防监测系统和办公自动化（MIS）系统等，其信息应能通过接口根据需要送入调度及自动化系统。故应在设计时提出接口型式和通信规约。

**10.4.6** 各水闸、泵站的自动化水平和控制方式应根据调度及自动化的总体要求和建筑物的具体情况确定。如是否采用“无人值班、少人值守”的控制方式，工程的运行及设备状态信息是否要远传，是否需要远方监视和控制等。此外，还应考虑电力系统的调度要求。

**10.4.9** 各水闸、泵站的通信设计应符合调度及自动化的总体要求，满足电力系统调度及流域水利调度的要求。如：通信方式、组网的方法、接入方式、信道的容量等。并根据各水闸、泵站的具体情况确定其交换功能和容量及系统接入方式。

## 10.5 金属结构

### 10.5.1

1 这里指由于工程所必需而类型又不常用的闸门和启闭机。

3 这里主要指清污设施清理出来的污物。以往的工程对这个问题都没有做深入的研究，而在工程运行后所产生的污物对下游或周边环境造成新的污染。为此工程在设计中应考虑这一问题，可与有关专业共同研究，提出存放或处理措施。

**10.5.4** 泵站工程金属结构布置设计应按《泵站设计规范》（GB/T 50265）的相关条文执行，并在金属结构设备选型上考虑调水工程的整体性要求。

**10.5.5** 金属结构防腐应避免在调水过程中造成二次污染，保证

水质符合国家的环保标准。

#### **10.5.6**

- 1 门槽设防冻和加热设施，可保证闸门灵活启闭。
- 2 拦污栅倾斜布置便于清理浮冰。

# 11 施工组织设计

## 11.1 一般规定

**11.1.1~11.1.4** 调水工程的特点是线路长、建筑物多，施工组织设计涉及的内容比较广泛，本节内容主要针对调水工程的特点提出了一些基本要求，其他未涉及到的内容应遵守《水利水电工程施工组织设计规范》（SL 303—2004）的有关规定。

## 11.2 施工导流

**11.2.2~11.2.4** 大型、中型及重要的单体建筑物工程，其施工导流建筑物的级别和设计洪水标准与 SL 252 的规定一致。

## 11.3 天然建筑材料

**11.3.1~11.3.3** 选择的料场应能满足材料的质量和数量要求，根据距离的远近，按工程的分段、分区选择开采条件好、成本低、不占或少占耕地的料场。人工骨料宜选用石灰岩或其他硬度适中的料场作为料源，避免采用高硬度、高二氧化硅含量的岩石作为料源。

## 11.4 施工总布置

**11.4.1、11.4.2** 施工工区应根据工程规模的大小、施工能力及工期要求划分，做到便于管理、方便施工。调水工程建筑物多、线路长、布置分散，因此，布置相对集中的水库、泵站及重要的交叉建筑物可单独划分为一个工区；输水建筑物根据距离长短、施工能力及工期要求划分工区。施工总布置方案应根据施工总进度和施工强度的要求，充分考虑不同施工时段对施工场地的需求，做好前后衔接，避免重复拆迁。

**11.4.3** 土石方挖填平衡计算除考虑主体工程外，还应计算临时

工程的场地平整、施工道路等土石方工程量。

**11.4.4** 在现有对外交通条件的基础上，进行全线、分段、分区的对外交通规划，场内主要交通干线布置应与对外交通干线布置和对外交通运输方案、运输量和运输强度相适应。

## 11.5 主体工程施工

**11.5.1、11.5.2** 由于受地形地质条件的限制，调水工程中采用深埋长隧洞作为输水建筑物的方案越来越多，采用常规钻爆法开挖隧洞难以满足快速、安全、文明施工的需要。掘进机施工技术经过近半个世纪的发展，技术已相当成熟，采用掘进机开挖比常规钻爆法开挖具有掘进速度快、施工安全、超挖少和对围岩扰动小的优势，可以把长隧洞由于受施工条件限制而不得不设计成折线的布置形式改成直线布置形式，不仅缩短了洞线长度，还减少了施工支洞的数量和相应的临建设施，带来巨大的经济效益和社会效益。

20世纪后期，使用掘进机开挖隧洞在我国得到普遍推广和应用。仅调水工程中使用双护盾掘进机施工的甘肃引大入秦工程、山西万家寨引黄工程开挖隧洞总长度已达150km；使用开敞式掘进机施工的辽宁东水西调工程挖隧洞总长度超过60km，目前，还有很多调水工程的输水隧洞正在采用掘进机开挖。

对于长度大于10km、洞室断面为圆形、开挖直径为3~12m、岩石单轴抗压强度在200MPa以内、构造较均匀、岩溶不发育、地下涌水量较小的深埋长隧洞，宜采用全断面岩石掘进机开挖。

**11.5.3、11.5.4** 随着科学技术的不断进步，越来越多的新技术、新材料、新工艺应用于工程建设中，施工设备和设备工法也在不断创新，如南水北调工程中推广使用的大型渠道衬砌机，施工质量好、效率高。施工组织设计中应积极推广应用这些先进技术，提高工程质量和生产效率，降低工程造价。

## 11.6 施工总进度

**11.6.1、11.6.2** 严格执行基本建设程序，遵照国家政策、法令和有关规程规范，是编制施工总进度最基本的原则。施工总进度编制应对全线控制工程总工期或分段关键项目作重点研究，采取有效的技术或安全措施，缩短工程建设周期。对复杂的工程，适当留有余地。单项工程施工进度既是施工总进度的构成部分，又是编制施工总进度的基础；既要服从总进度的整体安排，又要为合理调整施工总进度提供依据。

应按照工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期四个阶段拟定施工总进度。

## **12 征 地 移 民**

### **12.1 一 般 规 定**

**12.1.1** 规定了调水工程征地移民设计的工作内容。

### **12.2 实 物 指 标 调 查**

**12.2.1、12.2.2** 对输水线路区实物指标调查容易忽视的内容进行了强调。

### **12.3 农 村 移 民 安 置**

**12.3.1** 调水工程的输水线路区一般具有线路长、涉及地方多等特点，应在分村占用土地调查的基础上，以涉及乡或行政村为单位分析涉及地区的环境容量，防止超容量的就地后靠。

## 13 水土保持

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 本条规定了调水工程水土保持方案的工作内容。

### 13.2 区域概况及水土流失现状调查

**13.2.2** 调水工程的特点是线路长，工程项目多，像南水北调工程跨越多个省、市，本条说明了对线路区的自然概况和水土流失现状调查可以遥感调查的方法为主，并结合常规的收集资料、实地调查等方法进行。

### 13.3 主体工程水土保持评价

**13.3.1~13.3.3** 规定了对主体工程选线、取料场选址、弃土（渣）场选址、主体工程防护等指标作出水土保持评价；对输水线路选择提出最佳方案，特别是在土壤侵蚀强烈地区应尽量避免深挖、高填，最大限度地减少对原生地貌的扰动，对不符合水土保持要求的，提出改进意见。

### 13.4 水土流失防治责任范围及防治分区

**13.4.1** 本条说明了工程管理占地范围是项目建设区的重要组成部分，特别是输水线路区一般较长，容易被忽视，应根据工程区实际情况，合理确定工程责任范围。

**13.4.2** 调水工程的特点是线路长，可能跨越多个流域，地貌类型差异较大，根据其特点，本节规定了应按地貌类型划分一级区，按工程布局和施工区合理划定二级及其以下防治分区。

### 13.5 水土流失预测分析

**13.5.1** 根据调水工程的特点，本节规定了水土流失预测应按一

级区、二级区分区进行。

**13.5.2** 本节规定了调水工程水土流失预测的内容。

## **13.6 水土流失防治方案**

**13.6.1** 根据调水工程输水线路长的特点，本节规定了应分区确定扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率、林草覆盖率等指标。

**13.6.2~13.6.4** 规定了应从控制工程区水土流失的角度，充分考虑调出区、输水线路区和调入区穿越的不同地形、地貌，因地制宜，在干旱、半干旱、半湿润、湿润区分别选择合理的工程措施和植物措施进行水土流失防治，提出控制水土流失的不同方案，

**13.6.5** 本节规定了植物措施应在对当地立地条件分析的基础上，推荐多树种、多草种，并优先选用当地乡土种类。

## **13.7 水土保持监测**

**13.7.2** 调水工程的特点是线路长，涉及的气候类型多样，本节规定了水土保持监测应根据各防治分区水蚀、风蚀、重力侵蚀等不同的特点，选择代表性强的监测点，采用相应的监测方法，制定切实可行的监测计划。

## 14 环境影响评价

### 14.1 一般规定

**14.1.3** 环境保护目标包括环境与生态功能目标及环境敏感目标。环境与生态功能目标包括水质目标、生态系统功能和土地利用功能目标、污染物控制要求等；环境敏感目标包括需特殊保护区、生态敏感与脆弱区和社会关注区等敏感目标。

### 14.2 环境现状调查和评价

**14.2.2** 规定了应重点调查的环境要素，对于其他需要调查的环境要素及调查的要求、方法、范围，应按《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T 88—2003）中环境现状调查和评价的规定进行。

1 环境敏感区包括自然保护区、水源保护区、风景名胜区、湿地、重点保护文物古迹等。

### 14.3 环境影响预测评价

**14.3.1** 环境影响预测评价应在环境影响识别与筛选的基础上对本条中的预测内容进行取舍或增加。

对取水口下游水域生态环境的影响预测评价，应在下游水域生态环境用水预测的基础上进行，原则上应保证河道基流量，综合考虑下游其他生态环境用水。下游水域应包括河道、连通的湖泊、湿地等，其生态环境用水需要考虑的因素为：工农业生产及生活需水量；维持水生生态系统稳定所需水量；维持河道水质的最小稀释净化水量；维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量；水面蒸散量；维持地下水位动态平衡所需要的补给水量；航运、景观和水上娱乐环境需水量；河道外生态需水量包括河岸植被需水量、相连湿地补给水量等。

河道生态基流量通常可供选用的计算方法为：①以多年平均年径流量的百分数作为河流最小生态环境需水量，北方地区一般取 10%~20%，南方地区一般取 20%~30%；②根据近 10 年最小月平均流量或 90% 保证率最小月平均流量，计算多年平均最小生态环境需水量；③选择满足河道基本功能、未断流，又未出现较大生态环境问题的某一年作为典型年，将典型年最小月平均流量或月径流量，作为满足年生态环境需水的平均流量或月平均的径流量。

## **14.4 环境保护对策措施**

**14.4.3** 对取水口下游生态环境不利影响的环境保护措施应保障取水口下游水域水生生态系统基本稳定。

## 15 节能设计

### 15.1 一般规定

**15.1.1** 节约能源是解决我国能源问题的根本途径。节能设计是加强节能工作的重要组成部分，对合理利用能源、提高能源利用效率，从源头上杜绝能源的浪费具有重要意义。

**15.1.2** 调水工程设计应在涉及能耗的各个环节进行节能设计，使项目及单项工程能耗指标符合国家有关标准的规定。

### 15.2 输水系统节能

**15.2.1~15.2.3** 输水系统的节能设计主要是在考虑节能因素的条件下进行布置方案的比选和优化。

### 15.3 建筑节能

**15.3.1~15.3.4** 建筑节能主要是通过合理利用太阳能、风能、地热等资源以及优化建筑物围护结构设计等实现节能目标。

### 15.4 水力机械设备节能

**15.4.1~15.4.5** 水力机械设备节能主要是通过设备选型和优化装机台数等实现节能目标。

### 15.5 电气设备节能

**15.5.1~15.5.10** 电气设备节能主要是通过设备选型和优化运行方式等实现节能目标。

### 15.6 金属结构设备节能

**15.6.1、15.6.2** 金属结构设备节能主要通过驱动装置和水力设计等实现节能目标。

## **15.7 暖通空调及给排水系统节能**

**15.7.1~15.7.7** 暖通空调及给排水系统节能主要通过设备选型和合理利用太阳能、风能、地热等资源实现节能目标。

## **15.8 施工方案节能**

**15.8.1~15.8.4** 施工方案节能主要通过优化施工方案实现节能目标。

## 16 工程 管理

### 16.1 一 般 规 定

**16.1.1** 本条规定了调水工程管理设计的主要内容。为了使调水工程建成投产后能满足生产、经营管理和职工生活需要，必须具有相应的管理条件和管理设施。

**16.1.2** 管理设计是工程建成后正常运行的基础，调水工程使用寿命都在几十年，管理设计应充分考虑现代化管理的需要及可持续发展要求，使管理设施安全可靠，经济高效；对于改扩建工程，现有管理设施能够使用的应当利用。

### 16.2 管理体制、机构设置和人员编制

**16.2.1** 管理单位分类定性执行国务院《水利工程管理体制改革的实施意见》。

### 16.3 工程管理范围和保护范围

**16.3.1** 根据调水工程安全、维护、检修、美化环境和管理的需要，应在工程覆盖范围以外划定一定范围，由工程管理单位管理和建设。合理确定调水工程管理范围，是管理设计的重要内容之一，也是进行工程建设和管理运用的基本依据。

工程管理范围内的土地，必须在工程建设前期，通过必要的审批手续和法律程序，实行划界确权、明确管理单位的土地使用权。

由于调水工程是单项工程组成的综合工程，而各单项工程基本都有相应的工程管理设计规范，所以，本标准不作重复规定。条文中仅对调水工程特有的输水明渠、河道倒虹吸、渠道倒虹吸、暗渠、渡槽、涵洞、隧洞等建筑物的工程管理范围做了规定。

**16.3.3** 在管理范围以外，还应根据需要划定一定范围作为工程的保护范围，由管理单位负责对该范围的开发利用活动进行监督。

## 16.4 管理设施

**16.4.1~16.4.5** 规定了工程管理设施设计的原则与内容。

## 16.5 运行管理

**16.5.1、16.5.2** 为了保证调水工程安全运用，要求编制各主要建筑物及附属设施和设备的运用、维修及工程监测、水质监测的技术要求，使工程管理人员有章可循。

**16.5.4** 调水工程年运行管理费，是指全部工程项目（包括附属设施）初期运行和正常运行阶段，每年需要支出的全部运行管理费用，在《水利建设项目经济评价规范》（SL 72—94）中对年运行管理费的项目内容和计算方法等都作了明确规定。

《水利工程供水价格管理办法》中规定，“水利工程供水应逐步推行基本水价和计量水价相结合的两部制水价”。两部制水价可采取下列两种形式进行测算：

（1）基本水价和计量水价相结合的两部制水价：

基本水价应按照补偿供水直接工资、管理费用和 50% 的折旧费、修理费的原则核定。

基本水价 = 基本水费 / 基本水量

基本水量 = 基本水费 / 预测的水价

基本水费 = 供水直接工资 + 管理费用  
+ 50% 的折旧费 + 修理费

当实际供水量小于基本水量时，按照基本水费收取；当实际供水量大于基本水量时，基本水量以外的供水量按照计量水价收费。

（2）容量水价和计量水价相结合的两部制水价：

两部制水价 = 容量水价 + 计量水价

容量水价 = (口门分摊的年固定资产折旧额  
+ 年固定资产投资利息) / 年分配水量

计量水价 = (口门分摊的成本 + 费用 + 税金 + 利润  
- (年固定资产折旧额 - 年固定资产投资利息)  
/ 年实际供水量

容量水费 = 口门分摊的年固定资产折旧额  
+ 年固定资产投资利息

计量水费 = 计量水价 × 年实际供水量

容量水费用于补偿供水的固定资产成本，不管是否用水，用水户都应缴纳容量水费；计量水费按照计量水价和年实际取水量计收。

# 17 投 资

## 17.1 一 般 规 定

**17.1.1** 投资计算应做到编制依据充分，基础资料详实，测算水平一致。调水工程涉及多个部门、多个行业 and 不同专业的设计工作，编制办法、编制依据应遵循专业专用原则，凡属于水利工程性质或范畴的工程，投资编制应执行水利部颁发的定额和标准。

其他行业，如永久输变电、通信、电子等应执行相关行业的定额和标准。

**17.1.2、17.1.3** 编制工程投资，首先要明确投资范围。调水工程从取水源头到受水终点涉及调出区、输水线路区和调入区的各类水利工程、公用设施工程、环境影响补偿工程和附属配套工程，投资规模大、建设内容繁杂，因此，需根据项目投资属性和产权构成方式，合理划分投资范围，为投资计算、项目划分、融资方案、经济评价等后续分析工作提供依据。

各类工程应计列的投资包括：

(1) 调出区的工程投资应计列新建扩建改建加固水库、水电站、泵站、水闸等枢纽工程及有关补偿工程的投资。

(2) 输水线路区的工程投资应计列包括输水渠道、管线、隧洞、在线调节水库、动能回收电站、泵站、交叉建筑物、分水闸等工程的投资。

(3) 调入区的工程投资应计列调蓄水库、接水渠道或受水城市和受水单位列入第一个接水点或取水口门至输水线路分水闸（不含分水闸）的工程的投资。

(4) 环境影响补偿工程投资应计列移民、占地、环境保护、水土保持、水资源补偿等工程的投资。

(5) 大型集中公用设施工程投资应计列永久供变电，通信、全线联合调度控制等设施的投资，不包括应列入各单项工程的公

用设施工程的投资。

(6) 调水工程沿线受水城市或受水单位为其配套的新建、改建和扩建的自来水干(支)管网、自来水厂、污水处理厂以及农业用水中支、斗、农田间配套等工程的投资。

## 17.2 项目划分

**17.2.1** 调水工程是一项复杂的包含各种类型的建筑群体,对技术复杂、关键性控制工程,或按行政区域需要分段和专业相对独立的工程划分为单项工程集合,并独立编列投资文件,有利于各设计阶段投资分析和计算,有利于经济技术指标的分析 and 研究。

其他相对独立的专业,项目划分应执行相关行业的规定。

**17.2.2** 水利部水总〔2002〕116号文规定,水利工程按其工程性质划分为枢纽工程和引水及河道工程两大类,由于这两类工程在项目划分、费用构成上有区别,特别是在计算标准上存在较大差异,前者高于后者,因此根据工程规模及施工技术复杂程度将大型水源工程和大型跨河交叉建筑物列入枢纽工程项目划分。

**17.2.3** 由于线路区的输水干(支)线工程由众多建筑物组成,如果每一个建筑物都按其工程规模划分不同的工程属性,并确定不同的计算标准,在编制项目投资时较为繁琐,为简化编制工作,规定了线路区的输水干(支)线工程原则上全部列入引水工程项目划分。

可列入枢纽工程项目划分的大型单项建筑物工程附加了工程规模和施工技术复杂程度两个条件,大型单项建筑物工程主要指水库枢纽、电站、超长隧洞(一般不小于10km)等工程,具体划分标准参见SL 252。由于工程规模大并不等于工程施工技术复杂,因此附加了施工技术复杂程度条件,只有同时具备以上两个条件才能视为枢纽工程,否则应视为引水工程。

## 17.3 编制方法

**17.3.1** 基础价格是影响工程投资编制质量和准确程度的因素之

一，由于不同设计阶段工作深度和掌握的资料不同，编制方法也不相同。考虑到设计阶段编制深度不一致，可采用不同的方法确定基础价格。

输水线路区跨越多个行政区域时，由于地理环境因素、区域经济千差万别、市场价格变化很大，不宜采用统一价格，应根据调研资料，分段计价，或根据输水线路工程量，采取分段加权确定基础价格。

**17.3.2** 工程投资一般可以采用单位估价法或扩大指标估价法。单位估价法需要编制工程单价，包括建筑工程单价和安装工程单价，考虑设计阶段深度不同，可以采用不同的计算方法。

**17.3.3** 每一个单项工程按照其专业规定，如工程部分，可以分解为建筑工程、机电设备及安装工程、金属结构设备及安装工程、施工临时工程、独立费用等五个部分；又如水土保持工程，可以分解为工程措施、植物措施、施工临时工程、独立费用等四个部分。因此，简称分部工程投资。根据水利行业规定，不同设计阶段，分部工程投资可按照项目设计精度、投资主次关系确定不同的计算方法。

### **17.3.5**

**3** 调水工程在分期实施时，如果分期间隔时间过长（一般超过3年），以后可能发生的材料、设备、人工等价格和利率变化因素难以预料，计算动态投资意义不大，所以规定二期及以后实施的工程只计算静态投资。

**17.3.6** 调水工程完成整个输水目标，达到预期的投资效益，没有受水城市或受水单位自来水干（支）管网、自来水厂以及农业用水中支、斗、农田间配套等工程将无法实现，对于项目总投资或经济评价工作，这些配套工程投资需要明确。但由于项目实施目标的投资属性和产权构成方式的不同，所以提出其投资根据需要计列。

## 17.4 投资文件组成

**17.4.1~17.4.3** 投资文件需要展示各种方案的投资数额，以供项目决策分析与评价之用。正件与附件单独成册，可以提高文件的专业使用效果和利用率。

工程总表中应包括环境影响补偿投资。

## 18 经济评价

### 18.1 国民经济评价

**18.1.1** 费用计算中，利用的已有水利工程（如蓄水坝、河道、水闸等）的原建设投资费用，不予计入调水工程国民经济评价的工程费用中。

**18.1.2** 主体工程、配套工程投资计算范围，对向城镇供水（包括工业、生活、环境用水）的工程，以与现有城镇供水工程（或水源地）相接处为分界点，以上为主体工程，以下（包括水厂、城镇供水管网）为配套工程。对向农业灌溉供水的工程，以干渠或输水分干渠分水口门为分界点，干渠或输水分干渠及其以上工程为主体工程，以下（包括田间工程）为配套工程。配套工程的费用可根据类似工程的配套费用确定，有条件情况下，供水配套工程投资可按照扩大指标估算。如经济评价费用计算中不包括其配套费用，则配套工程所产生的供水效益不应计入。

补偿工程投资指避免或减轻因调水而引起的不利影响所做的各类工程投资。调水工程的实施可能对调出区特别是调出区下游、输水沿线地区产生不利的影 响，包括用水影响、航运影响、生态环境影响，利用已有水利工程而对该工程原有功能的影响等，补偿工程指在工程设计中为避免或减轻因调水而引起的不利影响所采取的各种补偿措施，其补偿费用应计入调水工程的工程费用中，不能完全补偿的影响所产生的负效益，应计入工程的效益中。如南水北调东线工程投资中应包括对江苏省里下河地区用水的补偿，南水北调中线工程投资中应包括对汉江下游的用水影响补偿费用等。

调水工程的流动资金等其他项目计算参照《水利建设项目经济评价规范》（SL 72—94）的规定进行。

在《水利建设项目经济评价规范》中，已明确规定了年运行

费用的组成。工程运行初期，受调入区配套工程建设的影响，其供水量尚未达到设计供水量；同时，调入区需水量也尚未达到设计水平年的需水规模。因此，在进行费用计算时，要分析运行初期的供水量，并计算不同供水量所对应的年运行费用。

**18.1.3** 许多水利工程具有综合利用的功能，如调水工程的渠首枢纽工程，除供水功能外，多还具有防洪、发电等功能，输水河道除输水外还具有泄洪、航运、除涝等功能。在国民经济评价中，除对整体工程进行经济评价外，还应针对供水部分进行经济评价。需要对共用工程费用在多目标之间进行分摊，费用分摊方法可参照 SL 72—94 中附录 B 的规定。

调水工程线路长，供水地区多，为评价对某地区供水的经济合理性，在供水地区之间应进行费用分摊。由于工程对各地区的供水保证率的差别，不同供水地区之间的费用分摊采用供水量比例进行分摊时，应考虑供水保证率的差别对工程效益的影响。

南水北调东线工程根据沿线供水口门分布情况，划分区段，按照各区段规划增供水量分摊工程费用，分摊计算公式如下：

$$C_n = \sum_{i=1}^n \frac{W_n}{\sum_{j=i}^m W_j} C_i$$

式中  $C_n$ ——第  $n$  段分摊的工程费用；

$C_i$ ——第  $i$  段参与分摊的共用工程费用；

$W_n$ ——对应第  $n$  段的增供水量；

$W_j$ ——对应第  $j$  段的增供水量；

$n$ ——顺调水方向对分摊区段的编号 ( $n=1, 2, \dots$ )；

$m$ ——区段划分总数。

**18.1.4** 调水工程的效益计算以供水产生的直接效益为主，SL 72—94 中对灌溉效益、城镇供水效益、乡镇生活供水效益等计算方法均有明确的规定，本导则不再列出具体的计算方法，调水工程效益计算可根据具体的情况选择合适的计算方法。效益与费用计算口径应一致，工程费用中不包括城镇管网配套及灌溉田间

配套费用时，其供水效益中不应包括该部分费用产生的效益。

**18.1.5** 调水工程线路长，供水范围广，工程运行初期，受水区的配套程度影响工程供水效益的发挥，因此效益计算必须与各受水区配套程度相对应。受水区的需水量增长有一定的过程，工程设计供水量为受水区达到设计水平年需水量下的供水量，应根据预测的经济发展水平、需水量增长速度，确定设计水平年前各年的供水量及供水效益。

水文现象具有随机变化的特性，调出区、调入区不在同一流域，两个流域径流量丰、平、枯的不同遭遇，其调出区可调水量、调入区需水量的变化，直接影响工程的供水量。可根据水文系列调算的工程供水系列计算工程供水效益，也可以多年平均供水量计算的多年平均供水效益作为工程正常运行期的供水效益。

调水可能引起生态环境的变化，应尽量采取措施补救，避免产生不利影响，不能避免的不利影响所产生的负效益，尽可能以货币形式表示。

**18.1.6** 本条中的主要供水目标可根据工程情况按照供水城市或供水区域划分，采用其分摊后的工程费用计算经济指标，其主要目的是论证工程对某一区域供水的经济合理性。

## **18.2 财务评价与资金筹措方案**

**18.2.1** 分段分摊费用的目的，一是作为各用水户出资比例的依据；二是为了测算各用水户的供水成本，以便为水价制定提供依据。可按照供水量比例或分水流量比例逐段进行分摊，分摊时应考虑供水保证率的影响。在工程设计及调度运行上，不同用水户采取不同的供水保证率，为了体现供水优质优价原则，供水保证率高的行业或地区分摊较多的过程投资及运行费用。费用分摊时如何体现供水保证率，目前还没有公认的计算方法。按照水量进行分摊时，可采取对供水量进行折算的方法进行，供水保证率低的供水量乘以小于 1.0 的折算系数。

**18.2.2** 重要节点指主要分水口、计量断面或重点建筑物等

位置。

**18.2.3** 拟订合理可行的水价是调水工程项目贷款能力测算及财务评价的基础。水价的高低直接关系到工程财务收入及工程建设资金筹措方案，关系到工程财务评价的可信度。因此，本条强调在综合分析比较的基础上，确定水价。综合分析指按照下面给出的几种水价测算方法进行测算比较。

(1) 参考现行市场供水价格并考虑水资源开发利用状况预测的水价。

(2) 原水成本水价、成本利润水价。

(3) 用户可承受的水价。

(4) 价格主管部门和国家有关部门核定批准的水价。

(5) 供水受水双方协议商定的水价。

**18.2.4** 对重点用水户（如大型电站、矿区、灌区等）应进行专门测算，水价的变化对其产品成本（或价格）的影响；灌区供水应调查并测算灌溉农户的年收入或亩收入，分析对水价的承受能力。工程实施后对供水区加权平均水价的影响，提出可能的水价上涨幅度。

**18.2.5** 我国现行的水价制度市场化程度较低，供水水价由水利部门提出方案，经价格主管部门核定审批，重要供水工程的水价由上级政府批准或举行价格听证会，在现行水价基础上预测的水价偏低则导致财务评价上不可行。因此，可在满足资金筹措方案的基础上推算水价，提出不同资金筹措方案的推算水价，供参考决策。

2004年1月，开始实施国家发展和改革委员会与水利部联合制定的《水利工程供水价格管理办法》，其中对水价制定原则和办法，水价制度等做了规定。

**18.2.6** 贷款能力测算是调水工程财务评价的组成部分，其计算方法和主要计算参数除本标准规定外，还应按照《水利建设项目贷款能力测算暂行规定》（水规计〔2003〕163号）和SL 72—94中的有关规定和国家现行的财税价格政策执行。

资本金是大型经营性投资项目筹资必备条件，是确定项目贷款比例计算建设期融资利息的基础；拟订资本金比例，资本金应付利润率方案可考虑以下几种情况：①不同来源的资本金采用相同的应付利润率分配方案。②还贷期、还贷后不同应付利润率分配方案。③还贷期全部资本金均不分配利润方案。

**18.2.8** 项目的融资通常需要在投资估算的基础上进行，可能的融资渠道是构成项目融资方案的基础，作为大型基础设施建设项目，明确项目投资主体，对项目的融资方案具有决定性的影响。资金筹措方案内容包括融资额度、投资主体的组成、融资利率以及借款偿还措施。

**18.2.10** 根据工程初期的供水能力、配套工程建设程度、需水量增长水平，确定工程初期的供水量，计算运行初期的水费收入；由于供水量受调入区和调出区水量丰枯的影响现象随机变化，可按照规划设计供水量或多年平均供水量计算正常运行期的水费收入。

**18.2.11** 受水价政策的影响，调水工程特别是向农业供水的调水工程，其财务收入较低，经济指标较优而财务上往往不可行。对于该种情况，应从建设资金来源及组成、水价标准及财务补贴三方面进行分析，如增大资本金、减少贷款额度、降低贷款利息、提高水价标准、或运行期每年给予补贴等，提出各种可行的维持工程正常运行方案及各项政策保证措施等，供决策部门参考。

### 18.3 不确定性分析和风险分析

**18.3.2** 调水工程可能遇到各种复杂问题，如线路地质问题，供水区、受水区的水量丰枯遭遇问题，输水线路的安全问题、供水区、受水区的经济发展对供需水量的变化影响等，均将对工程经济效益的发挥和财务收入造成很大影响。敏感性分析和风险分析的具体分析方法及参数选取依据 SL 72—94 中的规定。

## 18.4 综合评价

**18.4.1** 对特大型调水工程和非常重要的大型调水工程，应进行区域经济与宏观经济影响分析。对于一般的调水工程，只需要进行简单的社会评价。

社会评价应收集国家或地区的中期和远期发展规划和要求，从国家和地方两个层次进行分析，考察与项目建设有关的各种可能的影响因素，包括正面影响和负面影响，直接影响和间接影响，短期影响和长期影响，局部影响、全局影响。其发展规划和要求应重点收集与水资源开发利用或受水资源影响的有关方面的规划；对于调水规模小，仅对区域经济产生影响的工程，以收集地区的中期和远期发展规划资料为主，并从地方层次面上进行社会评价。

**18.4.2** 综合评价应对项目经济上和财务上是否合理、可行提出明确的结论，为决策提供科学依据。调水工程有些效益及影响难以用货币指标表示，如对调入区经济的促进作用，对各项产业发展的影响，对人民的收入提高及生活质量的改善，对生态环境的影响等，必要时应对各项进行定性分析。