

ICS 编号

CCS 编号

团体标准

T/CHES XXX—20XX

调水工程安全评价导则

Guide for safety evaluation of water transfer project

（征求意见稿）

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布

前 言

本标准按照 SL/T 1-2024《水利技术标准编写规程》的规定起草。

本标准共分为 16 章和 4 个附录，主要技术内容有：

- 基础资料；
- 安全检查；
- 安全检测；
- 安全监测资料分析；
- 现状工程质量评价；
- 防洪能力复核；
- 水力复核；
- 渗流安全评价；
- 结构安全评价；
- 抗震安全评价；
- 金属结构与机电设备安全评价；
- 运行管理评价；
- 安全综合评价与分类。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由中国水利学会归口。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国水利学会（地址：北京市西城区白广路二条 16 号，邮编 100053），以便今后修订时参考。

本标准主编单位：中国南水北调集团中线有限公司

水利部大坝安全管理中心

本标准参编单位：南京水利科学研究院

中国南水北调集团东线有限公司

河海大学

南京水科院瑞迪科技集团有限公司

广东粤海珠三角供水有限公司

南水北调东线江苏水源有限责任公司

本标准主要起草人：

本标准主要审查人：

目 次

前 言	I
1 总 则	1
2 术 语	5
3 基本规定	7
4 基础资料	8
4.1 一般规定	8
4.2 资料搜集	8
5 安全检查	11
5.1 一般规定	11
5.2 渠道安全检查内容	11
5.3 管涵安全检查内容	13
5.4 倒虹吸安全检查内容	15
5.5 穿跨越安全检查内容	15
5.6 金属结构安全检查内容	16
5.7 其他安全检查内容	17
6 安全检测	19
6.1 一般规定	19
6.2 补充地质勘察	20
6.3 渠道结构安全检测	20
6.4 混凝土结构安全检测	21
6.5 砌体结构安全检测	23
6.6 管涵结构安全检测	23
6.7 金属结构安全检测	24
6.8 机电设备安全检测	25
6.9 水下检测	25
6.10 隐患探测	26
7 安全监测资料分析	28
7.1 一般规定	28
7.2 监测设施可靠性评价	28
7.3 监测设施完备性评价	29
7.4 监测资料分析	30
7.5 工程安全性态评估	32
8 现状工程质量评价	33
8.1 一般规定	33
8.2 工程地质条件评价	34
8.3 渠道工程质量评价	34
8.4 管涵工程质量评价	35

8.5	倒虹吸工程质量评价	36
8.6	金属结构与机电设备质量评价	36
8.7	工程质量评价结论	37
9	防洪能力复核	38
9.1	一般规定	38
9.2	防洪标准复核	38
9.3	设计洪水 and 设计洪水位复核	38
9.4	防洪能力复核	39
9.5	防洪能力复核结论	40
10	水力复核	41
10.1	一般规定	41
10.2	水力复核	41
10.3	冰期过流能力复核	42
10.4	水力复核结论	42
11	渗流安全评价	44
11.1	一般规定	44
11.2	渠道渗流安全评价	45
11.3	管涵渗流安全评价	47
11.4	倒虹吸渗流安全评价	47
11.5	渗流安全评价结论	48
12	结构安全评价	49
12.1	一般规定	49
12.2	渠道结构安全评价	50
12.3	管涵结构安全评价	51
12.4	倒虹吸结构安全评价	52
12.5	阀井（室）建筑物结构安全评价	错误！未定义书签。
12.6	结构安全评价结论	53
13	抗震安全评价	54
13.1	一般规定	54
13.2	抗震设防烈度复核	54
13.3	渠道抗震安全评价	55
13.4	管涵抗震安全评价	55
13.5	倒虹吸抗震安全评价	55
13.6	抗震安全评价结论	56
14	金属结构与机电设备安全评价	57
14.1	一般规定	57
14.2	金属结构安全评价	57
14.3	水力机械安全评价	58
14.4	电气设备安全评价	60

14.5	供电系统安全评价	62
14.6	金属结构与机电设备安全评价结论	63
15	运行管理评价	65
15.1	一般规定	65
15.2	运行管理能力评价	65
15.3	日常检查与安全监测评价	65
15.4	工程维修养护评价	66
15.5	安全生产与应急管理评价	66
15.6	信息化系统评价	66
15.7	安全年度报告	67
15.8	运行管理评价结论	68
16	安全综合评价与分类	69
附录 A	工程安全检查表	71
附录 B	混凝土结构质量评价	79
附录 C	信息化系统评价	81
附录 D	安全年度报告内容	89
	本标准用词说明	90

1 总 则

1.0.1 为做好调水工程安全评价工作，规范其技术工作内容、方法及安全准则，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于已建调水工程的工程安全评价，调水工程配套工程可参照使用。

1.0.3 本标准主要引用下列标准：

- GB 7894 《水轮发电机基本技术条件》
- GB 11022 《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》
- GB 14285 《继电保护和安全自动装置技术规程》
- GB 18306 《中国地震振动参数区划图》
- GB 28725 《埋地预应力钢筒混凝土管道的阴极保护》
- GB50007 《建筑地基基础设计规范》
- GB 50025 《湿陷性黄土地区建筑规范》
- GB 50201 《防洪标准》
- GB 50286 《堤防工程设计规范》
- GB 50288 《灌溉与排水渠系建筑物设计规范》
- GB 50052 《供配电系统设计规范》
- GB 50059 《35-110kV 变电所设计规范》
- GB 50086 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》
- GB 50112 《膨胀土地区建筑技术规范》
- GB 50150 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》
- GB 50265 《泵站设计标准》
- GB 50288 《灌溉与排水工程设计标准》
- GB 50332 《给排水工程管道结构设计规范》
- GB 50487 《水利水电工程地质勘察规范》
- GB 50662 《水工建筑物抗冰冻设计规范》
- GB 51180 《煤矿采空区建(构)筑物地基处理技术规范》
- GB 51247 《水工建筑物抗震设计标准》
- GB/T 709 《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》
- GB/T 3323 《焊缝无损检测》
- GB/T 5656 《离心泵技术条件（Ⅱ类）》

GB/T 6451 《油浸式电力变压器技术参数和要求》

GB/T 9652.1 《水轮机调速系统技术条件》

GB/T 11022 《高压交流开关设备和控制设备标准的共用技术要求》

GB/T 11345 《焊缝无损检测超声波检测技术、检测等级和评定》

GB/T 12325 《电能质量供电电压偏差》

GB/T 14173 《水利水电工程钢闸门制造、安装及验收规范》

GB/T 15468 《水轮机基本技术条件》

GB/T 30948 《泵站技术管理规程》

GB/T 35490 《预应力钢筒混凝土管防腐蚀技术》

GB/T 50123 《土工试验方法标准》

GB/T 50152 《混凝土结构试验方法标准》

GB/T 50315 《砌体工程现场检测技术标准》

GB/T 50344 《建筑结构检测技术标准》

GB/T 50876 《小型水电站安全检测与评价规范》

SL 25 《水利水电工程等级划分及洪水标准》

SL 27 《水闸施工规范》

SL 36 《水工金属结构焊接通用技术条件》

SL 41 《水利水电工程启闭机设计规范》

SL 44 《水利水电工程设计洪水计算规范》

SL 47 《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范》

SL 62 《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》

SL 74 《水利水电工程钢闸门设计规范》

SL 75 《水闸技术管理规程》

SL 101 《水工钢闸门和启闭机安全检测技术规程》

SL 105 《水工金属结构防腐蚀规范》

SL 176 《水利水电工程施工质量检验与评定规程》

SL 191 《水工混凝土结构设计规范》

SL 210 《土石坝养护修理规程》

SL 211 《水工建筑物抗冰冻设计规范》

SL 212 《水工预应力锚固设计规范》

SL 214 《水闸安全评价导则》

SL 226 《水利水电工程金属结构报废标准》

SL 229 《小型水力发电站自动化设计规范》

SL 230 《混凝土坝养护修理规程》

SL 235 《土工合成材料试验规程》

SL 252 《水利水电工程等级划分及洪水标准》

SL 253 《溢洪道设计规范》

SL 258 《水库大坝安全评价导则》

SL 260 《堤防工程施工规范》

SL 265 《水闸设计规范》

SL 274 《碾压式土石坝设计规范》

SL 279 《水工隧洞设计规范》

SL 281 《水电站压力钢管设计规范》

SL 282 《混凝土拱坝设计规范》

SL 285 《水利水电工程进水口设计规范》

SL 306 《水利系统通信运行规程》

SL 316 《泵站安全鉴定规程》

SL 317 《泵站设备安装及验收规范》

SL 319 《混凝土重力坝设计规范》

SL 345 《水利水电工程注水试验规程》

SL 352 《水工混凝土试验规程》

SL 378 《水工建筑物地下开挖工程施工规范》

SL 379 《挡土墙设计规范》

SL 381 《水利水电工程启闭机制造安装及验收规范》

SL 386 《水利水电工程边坡设计规范》

SL 425 《水利水电起重机械安全规程》

SL 430 《调水工程设计导则》

SL 436 《堤防隐患探测规程》

SL 511 《水利水电工程机电设计技术规范》

SL 548 《泵站现场测试与安全检测规程》

SL 551 《土石坝安全监测技术规范》

SL 599 《衬砌与防渗渠道工程技术管理规程》

SL 601 《混凝土坝安全监测技术规范》

SL 621 《大坝安全监测仪器报废标准》

SL 629 《引调水线路工程地质勘察规范》

SL 654 《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》

SL 673 《水电站桥式起重机》

SL 702 《预应力钢筒混凝土管道技术规范》

SL 713 《水工混凝土结构缺陷检测技术规程》

SL 725 《水利水电工程安全监测设计规范》

SL 734 《水利工程质量检测技术规程》

SL 764 《水工隧洞安全监测技术规范》

SL 766 《大坝安全监测系统鉴定技术规范》

SL 768 《水闸安全监测技术规范》

SL/T 291.1 《水利水电工程勘探规程 第 1 部分：物探》

SL/T 430 《调水工程设计导则》

SL/T 790 《水工隧洞安全鉴定规程》

SL/T 794 《堤防工程安全监测技术规程》

SL/Z679 《堤防工程安全评价导则》

SL/T 794 《堤防工程安全监测技术规程》

JGJ 79 《建筑地基处理规范》

SD 120 《浆砌石坝施工技术规范（试行）》

TB J17 《铁路桥渡勘测设计规范》

T/CHES 22 《渡槽安全评价导则》

1.0.4 调水工程安全评价除应符合本标准规定外，还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

为满足不同地区需水要求,实现水资源优化配置而兴建的将水资源跨流域、跨区域输送的水利工程。

2.0.2 安全评价 safety assessment

安全评价是通过工程安全检查、安全检测、安全监测资料分析,采用理论分析、数值计算、试验等手段对工程的防洪能力、水力安全、渗流安全、结构安全、抗震安全、金属结构与机电设备安全等进行计算复核,明确各项的安全类别。

2.0.3 安全综合评价 integral safety assessment

安全综合评价是在工程安全检查、安全检测、安全监测资料分析基础上,根据防洪能力、水力、渗流、结构、抗震、金属结构与机电设备等各项安全评价结果,并参考现状工程质量与运行管理评价结论,对评价对象的安全性态进行综合评价,明确评价对象的安全类别,提出存在的主要问题和处理措施建议等。

2.0.4 安全年度报告 annual safety report

安全年度报告也称作安全年度评估报告,主要开展安全年度工作评价,是对本调水年度的调度运行、检查检测、安全监测、维修养护、应急管理等工作进行的分析评估,为开展安全鉴定工作提供支撑。

2.0.5 隐患探测 hidden defect detection

隐患探测是指利用仪器设备或机具对建筑物内部的缺陷、病害进行探查和探测的工作。

2.0.6 地球物理勘探 geophysical prospecting; geophysical exploration

地球物理勘探是指利用地球物理的原理,根据各种岩石(土)之间的密度、磁性、电性、弹性、放射性等物理性质的差异,选用不同的物理方法和物探仪器,测量工程区的地球物理场的变化,以了解其水文地质和工程地质条件的勘探和测试方法。

2.0.7 无损检测 nondestructive testing

无损检测是指对材料或工件实施一种不损害或不影响其未来使用性能或用途的检测手段。通过无损检测发现材料或工件内部和表面所存在的缺欠、测量工件的几何特征和尺寸、测定材料或工件的内部的性能和状态等。

2.0.8 水下检测 acoustical- vision detection in underwater

水下检测是指利用水下电视及声波、电磁波等技术手段专门探测水底地形地貌、水下地

层分层和水下目标形态的一种检测方法。

2.0.9 耐久性 durability

耐久性是指在设计确定的环境作用和规定的维修、使用条件下，结构及其构件在设计的合理使用年限内保持其适用性和安全性的能力。

2.0.10 特殊渠段 special channel segment

特殊渠道是指深挖方（开挖深度超过 15m）渠段，高填方（填土高度超过 8m）渠段，中强膨胀土（岩）渠段，中等以上湿陷性黄土类渠段，砂土筑堤渠段，煤矿采空区渠段，地下水位较高的渠段（高于 1 级马道）等。

2.0.11 穿跨(越)邻接建筑物 other structures crossing, spanning and adjoining water diversion project

穿跨（越）邻接建筑物是指沿线建设的桥梁、公路、铁路、地铁、管道、缆线、取水、排水等需要在调水工程管理范围和保护范围内穿越、跨越、邻接调水工程的工程设施。

3 基本规定

3.0.1 调水工程安全评价的对象包括调水工程中大坝、水闸、堤防、泵站、渠道、渡槽、管涵、隧洞、倒虹吸、穿越工程等各类建筑物，以及金属结构、机电设备、管理和附属设施等。

3.0.2 调水工程安全评价方式包括安全年度报告编制和安全评价两类。

3.0.3 安全年度报告编制通过对调水年度内调水工程的调度运行、检查检测、安全监测、维修养护、应急管理等工作进行分析评估，了解调水工程总体运行性态，提出维修养护建议，确定下一年度安全评价对象。

3.0.4 安全评价应综合考虑不同建筑物安全鉴定周期要求，可结合调水工程特点、规模、工程布置、管理单位设置等划分评价单元，按评价单元开展安全评价，宜按现地管理单位或设计单元划分评价单元，对评价单元内的各类建筑物同期进行安全评价。

3.0.5 调水工程安全评价主要技术工作包括基础资料收集、工程安全检查、安全检测、安全监测资料分析、复核计算与安全评价、现状工程质量评价、运行管理评价等，在此基础上编写工程安全综合评价报告，综合分析和评价工程安全状况，提出工程安全类别及建议。

3.0.6 安全评价应制订工作大纲，并按工作大纲要求组织开展工程安全检查和基础资料收集，进行必要的补充地质勘察、建筑物安全检测（探测）、金属结构和机电设备检测测试、安全监测及自动化系统检测测试，安全监测资料分析，现状工程质量及实际工作条件复核，对工程防洪能力、水力安全、渗流安全、结构安全、抗震安全、金属结构与机电设备安全等进行复核计算与安全评价，并结合运行管理和现状工程质量评价结果，对工程安全状况进行综合评价。复核计算的荷载和参数应反映工程现状。

3.0.7 首次安全评价应按本标准要求进行全面评价，后续安全评价应重点针对运行中暴露的质量缺陷和安全问题进行专项论证。

3.0.8 当调水工程某段渠道、隧洞（管道）或是其他单个建筑物在工程运行中遭遇强烈地震、极端气温、特大暴雨以及出现影响工程安全运用的突发事件等特殊情况下，应进行专门的安全评价，复核计算与安全评价内容根据实际情况确定。

3.0.9 水库、水闸、堤防、泵站、渡槽、隧洞等建筑物安全评价工作参照对应的行业标准或团体标准的技术要求执行，其他建筑物安全评价和调水工程安全综合评价按本标准规定执行。

3.0.10 调水工程安全综合评价结论分为正常、基本正常和不正常三类。对安全综合评价结论为基本正常和不正常的工程，应系统性地提出维修养护、加固、更新改造、检修和加强管理等建议。

4 基础资料

4.1 一般规定

4.1.1 应根据安全评价需要,搜集和整理工程所处区域水文气象、工程特性、工程地质与水文地质、设计与施工、安全监测、自动化调度、工程安全状况、运行管理等方面的资料。

4.1.2 基础资料应全面、真实、完整,能反映工程当前的实际状况,应特别注意搜集运行过程中可能发生变化的资料,包括水文系列延长、抗震标准改变、功能变化、特征值变化、调度运行方式改变,相关行业最新规划,以及河道冲淤变化、中小流域地形地貌变化等外部条件变化方面的资料。

4.1.3 应对搜集的基本资料的准确性和可靠性进行分析,对存在明显错误或系统偏差的资料,应予纠正或剔除。

4.1.4 当搜集的基础资料不满足安全评价要求时,应通过走访、现场检查、补充地质勘察、安全检测等途径和手段查清补齐。

4.2 资料搜集

4.2.1 水文气象资料搜集和复核应按 SL 44 的有关规定进行,重点搜集和分析流域区划最新规划,中小流域的流域面积、地形地貌、河道长度、纵比降等变化资料。

4.2.2 工程特性方面应搜集工程概况、工程布置、主要技术经济指标、工程特性表等资料。

4.2.3 工程地质与水文地质方面应搜集和分析各阶段工程地质勘察资料,主要搜集初步设计阶段的工程地质、水文地质资料及专题研究报告、施工地质编录及岩(土)体物理力学性质等成果。

4.2.4 设计资料搜集应包括下列内容:

- 1 各设计阶段经审批的工程设计图纸和报告。
- 2 有关专题研究报告。
- 3 设计变更文件。
- 4 历次设计审查意见和批复文件。

4.2.5 施工资料搜集应包括下列内容:

- 1 工程质量监督、检测和施工、监理质量管理资料。
- 2 施工过程中发生的主要质量问题及处理措施。
- 3 观测设施的考证资料及施工期观测资料。

- 4 金属结构及机电设备、自动化系统和其他重要设备的制造、安装、调试资料。
- 5 工程历次验收报告和竣工图纸。
- 6 工程移交和遗留问题处理资料。

4.2.6 安全监测资料搜集应包括以下内容：

- 1 搜集工程安全监测系统设计与安全监测设施安装埋设资料，及运行期新增和变更的安全监测系统设计和监测设施布设资料。
- 2 搜集施工期和运行期人工巡视检查资料、监测记录以及历次工程安全监测资料整编与分析报告。
- 3 交叉及控制建筑物应重点搜集进出口建筑物表面及基础变形、相邻块体间的不均匀沉降、进出口建筑物渗漏等各类监测设施资料和监测资料。
- 4 渠道部分应重点搜集深挖方、高填方、砂土填筑段、中强膨胀土、煤矿采空区、高地下水、软土（岩）等特殊渠段的监测设施资料和变形、渗流、应力应变等监测资料。
- 5 水库大坝主要搜集上下游水位、降雨量、坝体坝基变形、应力应变、坝基扬压力和渗流量等的监测资料。
- 6 隧洞工程主要搜集进出口边坡、进出口建筑物的变形、渗流和地下水位；隧洞的变形、渗流、渗漏量，接缝、应力应变和锚固力、进出口水位等的监测资料。
- 7 PCCP（预应力钢筒混凝土管道）主要搜集钢丝断丝监测、阴极保护、地基沉降、混凝土应力、管道覆土压力、外水压力、内水压力等的监测资料。
- 8 管涵主要收集箱体变形、接缝、混凝土应力应变、地基沉降、混凝土应力、覆土压力、外水压力、内水压力等监测资料。
- 9 与冰期输水有关的水文、气象、冰凌和流量等监测资料。
- 10 节制闸闸前闸后水位、过闸流量与闸门开度等闸门运行观测资料。
- 11 运行期新增和变更的安全监测设施的监测资料。

4.2.7 自动化系统资料搜集应包括水量调度、闸站监控、视频监控等核心生产应用系统，企业运行相关的办公运营应用系统，以及通信网络等信息化基础设施资料。

4.2.8 工程安全状况资料搜集应包括下列内容：

- 1 安全年度报告。
- 2 历次工程安全评价及鉴定结论建议的处理情况资料。
- 3 工程运行过程中暴露的工程质量缺陷、重大隐患排查治理、重大风险辨识管控、工程安全事故处理情况等资料。

4 历次工程验收及遗留问题的处理情况资料。

4.2.9 运行管理资料搜集应包括下列内容：

1 管理单位机构设置。

2 运行管理的规章制度和技术标准。

3 运行管理设施配备情况。

4 人员配备和经费安排情况。

5 工程管理确权划界情况。

6 运行记录文件。

7 工程养护、维修、加固等技术管理资料。

8 应急预案和遭遇洪水、地震、安全事故、冰冻灾害、穿越工程突发事件、台风等应急处理资料。

9 通水运行以来新建穿跨（越）邻接建筑物的安全影响评价资料。

10 工程运行大事记。

5 安全检查

5.1 一般规定

5.1.1 安全检查内容应包括工程日常安全检查资料收集、安全检查和现状分析。

5.1.2 安全检查应对土建工程和设备设施进行全面检查和评价,重点检查日常安全检查工作中暴露的问题、工程关键部位或薄弱环节,以及评价穿跨(越)邻接建筑物、工程保护范围等对工程安全的影响等。对检查中发现的问题、缺陷或不足,应初步分析其成因和对工程安全运用的影响。

5.1.3 安全检查宜采用常规检查方法和量测工(器)具相结合的方式,必要时可采用开挖深坑(或槽)、探井、钻孔取样,或孔内电视、孔内注水试验、示踪法、潜水员探摸,或水下电视、地质雷达、高密度电法、瞬变电磁法以及综合物探等方法。线路较长时宜利用遥感卫星、无人机、无人船、监测站网、在线业务系统等现代化技术手段实施现场检查。如存在影响工程运行安全的水下隐患缺陷时,应在停水期或输水期经专家论证并经主管部门批准后停水开展必要的安全检查。

5.1.4 安全检查应根据安全评价的实际情况,由工程管理处或主管部门组织水文、地质、水工、金属结构、机电设备、安全监测、信息和运行管理等相关专业的专家,重点查阅工程设计、施工、运行管理、验收等基础资料,检查和评估工程的外观状况、结构安全、运行条件,以及穿跨(越)邻接建筑物、工程保护范围对引调水工程安全的影响等,初步判断工程运行状况,提出安全评价工作的重点和建议,明确安全检测、安全复核的具体部位和内容,为安全评价提供依据。

5.1.5 水库、水闸、堤防、泵站、渡槽、隧洞等建筑物安全检查分别参照 SL 258、SL 214、SL/Z 679、SL 316、SL/T 790、T/CHES 22 的有关规定执行。调蓄工程现场检查根据调蓄水库大坝、调蓄池结构类型不同进行分类评价,调蓄池安全检查参照挖方渠道边坡检查的规定执行。

5.1.6 安全评价单位应参加安全检查,收集有关资料,填写工程安全检查表(附录 A),整理安全检查专家意见,按照无明显安全隐患、较严重安全隐患、严重安全隐患,对检查结果进行分级,编写工程安全检查报告。

5.2 渠道安全检查

5.2.1 渠道安全检查应包括内外渠坡、内坡衬砌板、渠道运行维护道路路面、防洪堤及渠道

管理和保护设施，应重点检查工程的关键部位和薄弱环节。

5.2.2 渠道安全检查的项目和内容、方法和要求应按 SL 551、SL/T 794 及 SL 599 等有关规定执行。

5.2.3 渠道安全检查应重点检查下列项目和内容：

- 1 内坡衬砌板有无冻融、冻胀、裂缝、破损、滑塌、隆起及生物附着物等情况，变形缝填充材料有无脱落、开裂等。
- 2 渠道运行维护道路路面有无裂缝、沉陷、破损，路缘石、界桩、界碑损坏，路面与路缘石结合部位缝隙有无张开，渠肩线是否顺直等。
- 3 一级马道以上渠坡坡面是否有雨淋沟、裂缝、塌坑、孔洞、滑坡、渗水。坡面排水沟是否完好、顺畅，排水孔是否堵塞，排水量有无变化，坡面或平台支护材料有无变形、裂缝等。
- 4 填方渠道外坡是否有塌坑、雨淋沟、裂缝，坡脚是否有渗水、隆起或开裂等。
- 5 渠道内外坡有无白蚁活动痕迹、蚁穴等。
- 6 对于流速较大或存在跨渠建筑物墩柱的渠道流态是否正常，有无淘刷问题。
- 7 防护设施是否破损、遗失，有无异常变形。
- 8 保护范围内是否有危及工程安全的挖坑、挖塘和和其他危害工程安全的侵占行为等。

5.2.4 特殊渠段安全检查还应包括下列项目和内容：

- 1 深挖方渠段重点检查防洪堤是否存在塌陷、缺口和溃口等；坡顶截流沟是否淤堵、破损或排水不畅等，地面是否存在裂缝等。
- 2 高填方渠道外坡面是否有管涌、渗水、裂缝、塌坑、孔洞、冲刷等，坡脚是否隆起、开裂或长期积水、浸泡等，反滤体是否存在塌陷和土体流失等。
- 3 砂土筑堤段重点检查内坡衬砌板有无冻融、冻胀、裂缝、破损、滑塌、隆起等情况，外坡面重点检查混凝土防护板有无冻融、裂缝、破损、滑塌、隆起、渗水等情况。
- 4 煤矿采空区渠段重点检查是否有裂缝、塌陷、不均匀沉陷、渗漏等情况。
- 5 高地下水位渠段重点检查渠道集水井水位是否正常，渠道外水水位是否超过渠道水位，抽排水设施是否完好，逆止阀堵塞、损坏情况。
- 6 中强膨胀土换填段重点检查换填方是否塌陷、滑塌等，排水设施是否完好，抗滑桩上部连系梁是否变形、开裂。

5.2.5 渠道与穿渠、跨渠建筑物结合部应重点检查以下项目和内容：

- 1 渠道与穿渠建筑物结合部位外坡侧有无渗水，反滤排水设施是否完好，穿渠建筑物

变形缝有无错动、渗水。

2 跨渠建筑物墩柱与渠道结合部位是否有不均匀沉陷、错缝等，有无渗漏现象等。

3 跨渠建筑物墩柱结构对渠道水流流态是否有影响。

4 穿跨（越）邻接建筑物管理运行情况；穿跨（越）邻接建筑物有无损坏，能否安全运用，是否影响主渠道安全运行。

5.2.6 暗渠工程应重点检查下列项目和内容：

1 内壁、底板、顶板是否有裂缝、剥落、鼓包或明显变形。

2 管道接口、变形缝、检查井与暗渠连接处是否松动、错位或渗漏。

3 暗渠内水流是否通畅，是否存在局部淤积、杂物堵塞或流速异常。

4 暗渠上方及周边地面是否有裂缝、塌陷或明显沉降。

5.2.7 渠道应开展白蚁检查，根据白蚁活动地表迹象和真菌指示物或根据白蚁食物习性设置引诱物吸引白蚁前来取食判断白蚁危害。未发现白蚁的区域，每年检查监测次数不应少于 2 次，检查时间可安排在每年的 4~6 月、9~11 月分别检查 1 次；发现白蚁的区域，每年检查监测次数不少于 4 次，检查时间可安排在每年的 4~6 月、9~11 月分别检查 2 次。

5.3 管涵安全检查

5.3.1 管涵安全检查范围应包括各类型管道（预应力钢筒混凝土管（PCCP）、玻璃钢夹砂管（FRPM）、球墨铸铁管（DIP）、钢管（SP）、箱涵、暗涵等）、阀室（井）建筑物以及阀（室）井机械电气设备等，应重点检查工程的关键部位和薄弱环节。

5.3.2 管涵安全检查应重点检查下列项目和内容：

1 运行管理情况应重点检查下列内容：

（1）工程管辖范围内是否存在非法开挖、钻探、侵占、偷窃等。

（2）管涵沿线是否存在地面沉陷、裂缝，邻近地面冒水等。

（3）工程建筑物、金属结构、机械电气等是否维护，是否处于安全和完好的工作状态。

（4）管涵本体、管涵与阀井建筑物连接部位、阀井设备有无漏水、渗水、透水现象。

（5）现场安全防护措施是否齐全完好。

（6）管线工程调压塔、检修井等进人孔是否通畅。

（7）阀井开关是否灵敏，开度是否满足设计要求。

2 各类型管涵应重点检查下列内容：

（1）管顶地面沉陷、渗水情况，防护工程沉陷、损坏、冲毁，顶部裸露情况。

(2) 输水管线与阀室（井）建筑物结合处是否有渗漏、错位等。

(3) 带水条件下可采用水下无人自主导航潜航器开展管内摄像、声波反射等无损检测。

(4) 运行监测设备采集和传输是否正常，数据分析是否定期开展。

(5) 输水管涵结构性态包括内壁混凝土破损、磨蚀、裂缝，内部接缝错位、填充材料损坏、聚脲鼓包和脱落、碳纤维布脱落、生物附着物等情况。

(6) 输水管涵变形，渗漏，爆管等。

(7) PCCP 断丝、钢管腐蚀等。

(8) 无水条件下可采用管涵机器人搭载图像识别、无损检测设备开展人工和仪器巡查。

3 阀室（井）建筑物应重点检查下列内容：

(1) 土工建筑物现场检查应包括环基回填土，管理范围内取排水设施回填土、边坡等。

(2) 石工建筑物现场检查应包括冷却塔砌体结构的其他建筑物。

(3) 混凝土建筑物现场检查应包括环基、塔基、塔筒、塔身、取水口建筑物，预埋管线等。

(4) 调压塔井、泄水井、补排气井混凝土构筑物如侧墙、底板等是否有裂缝或异常变形。

(5) 阀井、镇墩的沉降位移是否正常。

(6) 管涵与阀井建筑物连接处是否漏水，止水材料是否老化。

(7) 阀井建筑物盖板、检修孔是否完好。

(8) 通气孔有无阻塞、检修孔有无损坏等情况。阀井建筑物混凝土裂缝及伸缩缝填充材料损坏、渗水、不均匀沉降、聚脲鼓包和脱落、碳纤维布脱落、生物附着物等情况。

4 阀（室）井机械电气设备应重点检查下列内容：

(1) 阀（室）井机械电气设备的补排气阀、调压阀门设备有无锈蚀、老化或松动情况，是否可以正常使用。

(2) 阀井仪表是否正常示值，元器件是否老化；管涵与阀井建筑物连接处是否漏水，止水材料是否老化；阀井建筑物盖板、检修孔是否完好。

(3) 通气孔有无阻塞、检修孔有无损坏等情况。

(4) 阀井设备有无锈蚀情况，是否可以正常启闭。

(5) 阀（室）井配套供电设备是否正常运行。

5.3.3 对于有阴极保护要求的管涵，应检查测试桩是否完好，铭牌是否清晰，接线是否牢固，阴极保护探头、内置 MnO_2 参比电极、数据采集器工作等装置是否完好、正常运行。

5.4 倒虹吸安全检查

5.4.1 倒虹吸安全检查范围应包括进出口连接段、进出口闸室段、管身段、管身段顶部防护设施和进出口防护等，应重点检查工程的关键部位和薄弱环节。

5.4.2 倒虹吸应重点检查下列项目和内容：

- 1 进出口连接段翼墙有无不均匀沉陷、错台、止水拉裂，填土有无沉陷。
- 2 进出口连接段及裹头外坡有无裂缝、沉陷、滑塌、孔洞、洇湿、渗水、冲刷，排水沟有无淤堵、破损等。
- 3 管身段顶部防护工程有无沉陷、损坏、冲刷破坏，地面沉陷、渗水等，上下游防护工程是否破损，河道采砂控制范围是否明确。
- 4 进口检修闸、出口控制闸进出水流流态是否正常等。
- 5 管身内有无混凝土裂缝，斜管段结构缝有无拉开、平管段结构缝有无挤压，伸缩缝填充材料有无损坏、渗水、不均匀沉降，以及有无生物附着物。
- 6 进口检修闸、出口控制闸闸室有无混凝土裂缝、不均匀沉降等情况。
- 7 防护设施是否破损，有无异常变形。

5.4.3 排水倒虹吸安全检查还应重点检查下列项目和内容：

- 1 进出口翼墙有无裂缝、倾斜，翼墙平台有无塌陷。
- 2 进出口底板及翼墙墙体有无洇湿、渗水。
- 3 进出口过流通道有无淤堵，出口地势有无变化，能否畅通排水。
- 4 管身混凝土或结构有无裂缝、破损、渗水，有无不均匀沉降。
- 5 进出口周边及上下游的渠道外坡有无渗水、裂缝、沉陷和滑塌等。

5.5 穿跨越工程安全检查

5.5.1 穿跨越工程包括调水工程管理和保护范围内穿越、跨越调水工程的桥梁、公路、铁路、地铁、管道、缆线、排水等工程设施。

5.5.2 桥梁、公路、铁路等跨越安全检查范围应包括桥头、桥台、桥墩、桥面、引导护坡及桥梁防抛网等，应重点检查以下项目和内容：

- 1 桥头与渠顶运行维护道路三角地带有无塌陷、不均匀沉降等。
- 2 桥头及桥面截排水设施、桥梁排水管、桥梁接缝等有无破损。
- 3 桥台及引道护坡是否坍塌；桥头边坡有无冲刷。
- 4 桥墩周边渠道混凝土衬砌板有无破损、塌陷等。

5 桥墩墩柱、支座和梁体有无破损。

6 桥梁防撞护栏有无破损，桥梁防抛网有无破损、缺失和封闭不严等。

5.5.3 地铁、管道、缆线等穿越工程主要检查影响调水工程运行安全的进出口结构运行状况，条件具备的还应当检查管涵内部情况，应重点检查以下项目和内容：

1 管涵是否有淤堵、裂缝、渗水、不均匀沉陷和鼓包等缺陷。

2 进出口结合部是否存在裂缝、渗水，变形是否正常。进出口周边及上下游 50m 范围内的渠道外坡有无润湿、渗水、冒水、裂缝、沉陷、滑塌。

5.5.4 排水涵洞安全检查还应重点检查下列项目和内容：

1 进出口翼墙有无裂缝、倾斜，翼墙平台有无塌陷。

2 进出口底板及翼墙墙体有无润湿、渗水。

3 进出口过流通道有无淤堵，出口地势有无变化，能否畅通排水。

4 管身混凝土或结构有无裂缝、破损、渗水，有无不均匀沉降。

5 进出口周边及上下游的渠道外坡有无渗水、裂缝、沉陷和滑塌等。

5.5.5 排水倒虹吸安全检查还应重点检查下列项目和内容：

1 进出口翼墙有无裂缝、倾斜，翼墙平台有无塌陷。

2 进出口底板及翼墙墙体有无润湿、渗水。

3 进出口过流通道有无淤堵，出口地势有无变化，能否畅通排水。

4 管身混凝土或结构有无裂缝、破损、渗水，有无不均匀沉降。

5 进出口周边及上下游的渠道外坡有无渗水、裂缝、沉陷和滑塌等。

5.5.6 排水与灌溉跨渠渡槽安全检查应重点检查下列项目和内容：

1 进出口过流通道有无淤堵，排水出口地势有无变化，能否排泄畅通。

2 槽内有无积水或水流有无溢出风险等。

3 渡槽附近渠道边坡截排水设施是否破坏，其边坡有无冲刷。

4 槽身有无裂缝、破损、渗水，有无不均匀沉降。

5.6 金属结构安全检查

5.6.1 金属结构安全检查范围包括金属结构（拦污栅、钢闸门、启闭机）、水力机械和电气控制设备等，应重点检查易腐蚀的薄弱和隐蔽部位。

5.6.2 金属结构安全检查应按照 SL 101、GB/T 50876 的规定执行。

5.6.3 闸门、拦污栅应重点检查下列项目和内容：

1 闸门及拦污栅启闭过程中有无卡阻、跳动、异常振动和响声。

2 闸门关闭时的漏水情况。

3 门体是否存在裂纹、变形、蚀损等，支承、运转、锁定装置等是否变形、破损与缺失等，止水装置是否老化与磨损等，紧固件是否松动，制动器的摩擦衬垫是否磨损明显。

5.6.4 启闭机应重点检查下列项目和内容：

1 启闭机运行状况是否正常。

2 门（桥）机的机架、行走机构、起升机构是否存在变形、裂纹与锈蚀，钢丝绳是否锈蚀与磨损。

3 卷扬式启闭机的机架、转动机构是否存在裂纹与锈蚀、磨损与卡阻，钢丝绳是否锈蚀与磨损。

4 液压启闭机的活塞杆是否磨损、裂纹，油路是否渗漏等。

5.6.5 水力机械检查应重点检查下列项目和内容：

1 水轮机、调速器或水泵等运行是否存在振动、噪声、轴承发热的情况。

2 油、气、水等辅助系统主要部件是否锈蚀、老化、缺损等，储油罐、输油管道、闸阀及其零配件是否漏油，阀门、仪表系统工作是否可靠。

5.6.6 电气控制设备检查应重点检查下列项目和内容：

1 电缆及传输线路的固定、标志标识，绝缘层有无破损与老化。

2 配电、动力、控制等设备柜内温度、湿度，连接点有无烧灼、氧化等。

3 发电机组有无漏油、漏水。

4 传感器信号发讯、检测数据、仪表显示、各项基本运行控制及保护等性态有无异常。

5 防雷与接地设备有无锈蚀、松脱、失效等。

5.6.7 桥式起重机系统设备有无异常，焊接机架、机座、箱体、吊板、吊钩、卷筒、制动器、传动齿轮等主要承重构件是否存在裂纹、变形、锈蚀、缺失等。

5.7 其他安全检查

5.7.1 其他安全检查内容包括自动化系统、管理和附属设施、工程保护范围等。具体安全检查范围应包括下列项目：

1 自动化系统安全检查范围应包括安全监测系统、控制系统、通信系统、运行调度应用系统等，应重点检查运行中易出现故障的传感器、采集设备、安全防护设施等。应按 SL 306、SL 766 有关规定执行。

2 管理和附属设施安全检查范围应包括与工程安全有关的安全监测设施、备用电源、照明、通信、交通、应急与防护设施等。

3 工程保护范围重点检查对引调水工程安全的外部影响、潜在运行风险等。

5.7.2 自动化系统运行现状和监测（控）设施完好性，应重点检查下列项目和内容：

1 自动安全监测仪器设备、摄像头、水位计、开度仪等是否正常工作。

2 传输线缆、通信设施、防雷和保护设施是否完好，监测系统是否能正常采集，监控系统和闸门控制系统操作是否灵活、可靠。

5.7.3 管理和附属设施安全检查还应重点注意下列项目和内容：

1 变形观测墩、测压管管口保护装置等人工观测设施是否存在破损，测点有无编号、编号是否清晰，安全监测资料是否按规范进行整编分析。

2 供电线缆有无断裂、脱落，供电杆、塔有无变形、倒塌，沟、井有无积水、破损等。

3 备用电源的电缆及传输线路的固定、标志标识，绝缘层有无破损与老化。

4 场内照明灯具和信号灯的工作状况有无异常。

5 通信电路和设备运行是否正常，故障处理是否及时。

6 交通是否畅通、设施是否完备，应急设施是否完备、可靠。

7 防冻和排冰设施的状况及其效果。

8 管理范围内的防护设施是否完整。

5.7.4 工程保护范围安全检查应重点检查下列项目和内容：

1 工程保护范围内有无未经许可的穿（跨）越渠道、邻接工程或施工情况。

2 未永久征地的地下建筑物顶部有无堆土、堆物、建房等影响工程安全的占压行为。

3 工程保护范围有无影响工程安全的爆破、打井、采矿、取土、采砂、钻探、挖塘、挖沟等作业。

4 工程保护范围内有无影响工程安全的水体颜色异常、浑浊等情况。

6 安全检测

6.1 一般规定

6.1.1 安全检测项目应根据安全检查成果，结合工程运行情况和影响因素综合确定，重点对历次验收遗留工程施工质量问题、运行中暴露的质量缺陷及其处理效果进行安全检测，主要包括以下内容：

- 1 补充地质勘察。
- 2 渠道结构安全检测
- 3 混凝土结构安全检测。
- 4 砌体结构安全检测。
- 5 管涵结构检测。
- 6 金属结构安全检测。
- 7 机电设备安全检测。
- 8 水下检测。
- 9 隐患探测。

6.1.2 安全检测应编制安全检测方案，且应符合下列要求：

- 1 检测项目应和现状工程质量评价、结构和渗流安全评价内容相协调。
- 2 检测测点应能真实反映工程实际安全状态，且满足相关规范要求。
- 3 检测宜选在对检测条件有利和对工程运行干扰较小的时段进行，应以无损检测方法为主，尽可能减少对检测对象结构的扰动与不利影响。
- 4 检测工作结束后，应及时修补因检测造成结构或构件的局部损伤，修补后的结构构件应达到原结构构件承载力的要求。
- 5 对暂未纳入标准的检测新方法、新技术、新设备等，经组织专家评审后可以采用。
- 6 重点对因遭遇强烈地震、极端气温、特大暴雨造成损毁的渠道或建筑物进行检测。

6.1.3 对长期运行未做过水下检测（查）的，或地基渗流异常的，或水流流态异常的，或发生异常变形的部位，应进行水下检测，并符合下列要求：

- 1 重点检测水下部位有无淤积、接缝破损（特别是止水失效）、结构断裂、混凝土腐蚀、钢筋锈蚀、冲坑和塌陷等异常现象。
- 2 水下检测应根据建筑物重要性、病害程度与水环境条件，可采用水下目视检测、水下摄像、水下超声波检测、探地雷达检测等技术。必要时经专家论证后排除局部甚至全部水

体或清除淤泥进行直接检测。

6.1.4 多跨渡槽、多孔水闸等的安全检测应符合下列要求：

- 1 应选取能较全面反映工程实际安全状态的槽跨、闸孔进行抽样检测。
- 2 选取缺陷较多或病害较严重的槽跨、闸孔进行抽样检测。
- 3 选取受力不利的槽跨、闸孔进行抽样检测。
- 4 抽样比例应综合槽跨、闸孔、数量、运行情况、检测内容和条件等因素确定，并符合 T/CHES 22 要求；节制闸、退水闸和分水闸的抽样比例应符合 SL 214 要求。槽跨、闸孔数量较小时，抽样比例取较大值，检测比例应满足表 6.1.1 的要求。

表 6.1.1 多孔（跨）结构的抽样检测比例

孔（跨）数	≤5	6~10	11~20	≥21
抽样比例	100% ~ 50%	50% ~ 30%	30% ~ 20%	20%

6.1.5 宜结合安全评价的实际情况，参照 SL 734 的要求，划分检测单元，选取测区（测线、测点）布置和数量。

6.1.6 安全检测完成后应编制安全检测报告，提出安全检测的主要结论及建议，为复核计算和安全评价提供依据。

6.2 补充地质勘察

6.2.1 当缺少工程地质资料时，或已有资料不能对工程质量作出准确评价结论时，应补充工程地质勘察；或当工程存在可疑质量缺陷或运行中出现异常时，且已有资料不能满足安全评价需要，应补充钻探试验，以取得工程现状参数，为质量评价和安全复核提供依据。

6.2.2 补充开展的钻探应重点针对工程质量问题或缺陷，在满足相关规程规范要求的基础上，尽量减小对工程现状的影响。

6.2.3 补充地质勘察应按 GB 50487、SL 629 及 GBT 50123 的相关规定执行，取得相应参数和分析成果。

6.3 渠道安全检测

6.3.1 渠道安全检测应根据现场安全检查情况进行，检测部位包括渠身、渠坡、渠道衬砌板、防渗体。重点检测渠身有无明显渗漏通道、洞穴等内部缺陷（隐患），浸润线是否正常，及换填土质量、砂土含水率情况等土体物理力学性能，渠道衬砌板是否脱空。

6.3.2 渠身检测包括渠身填筑土体物理力学性能检测和内部缺陷（隐患）探测：

- 1 渠身填筑土体物理力学性能包括土性分析（颗粒分析、液塑限）、压实度、相对密度

和渗透性，反滤料的颗粒级配。土性分析（颗粒分析、液塑限）、压实度、相对密度和渗透性等检测方法按 GBT 50123 的规定执行。

2 内部缺陷（隐患）探测方法按本导则 6.10 节和 SL 436 的规定执行。

6.3.3 渠坡检测包括坡面平整度、裂缝、洞穴，排水孔反滤、排水孔位置。平整度、裂缝长度、宽度检测可采用尺量方法。

6.3.4 渠道衬砌板检测主要包括衬砌板强度、裂缝、脱空、抗冻和抗渗性能。宜采用下列检测方法：

1 混凝土抗压强度、抗冻和抗渗性能检测方法按 SL 352 的相关规定执行。

2 裂缝长度、宽度检测采用尺量方法；必要时选用超声波法检测裂缝深度，检测技术要求按 SL 713 的相关规定执行。

3 脱空检测方法按本导则 6.10 节和 SL/T 291.1 的规定执行。

6.3.5 防渗体检测内容包括防渗墙质量、防渗土工合成材料质量及防渗效果。宜采用以下检测方法：

1 防渗墙质量检测包括防渗墙的完整性（连续性）与墙体深度和厚度等。防渗墙的完整性（连续性）宜采用普查和详查相结合的方法，普查可采用垂直反射波法、探地雷达法、浅层地震波法、直流电法等，对于普查发现异常处，应采用跨孔声波、弹性波 CT、全孔壁光学成像进行检测。墙体深度检测方法按 SL/T 291.1 的规定执行，墙体厚度宜采用现场取样检测。

2 防渗土工合成材料质量检测包括力学性能、焊黏接质量和厚度等，应按 SL 235 的规定执行，取样制样宜结合破损衬砌板拆除时进行。

3 防渗效果应按照 SL 345 进行压（注）水试验检测。

6.4 混凝土结构安全检测

6.4.1 混凝土结构安全检测应根据现场安全检查情况进行，检测内容应包括下列项目：

1 混凝土外观质量和内部缺陷检测，包括裂缝、剥落、破损、露筋、蜂窝麻面、孔洞、冲刷、渗漏等。

2 混凝土性能检测，包括抗压强度、抗渗、抗冻性能、碳化深度、骨料碱活性等。

3 混凝土保护层厚度、钢筋分布和锈蚀程度检测。

4 结构缝变形和尺寸检测、基础不均匀沉降检测。

5 预应力混凝土检测，包括钢束锚固区段的裂缝和沿预应力筋的混凝土纵向裂缝等。

6 当钢筋混凝土因侵蚀性介质作用而发生腐蚀时,应按 SL 352 的规定测定侵蚀性介质的成分、含量、并检测其腐蚀程度。

6.4.2 混凝土结构检测可采用下列方法进行:

1 混凝土外观质量和内部缺陷检测时,应对缺陷的类型、位置、尺寸、形态和数量进行量测。内部缺陷检测宜采用超声波法、冲击回波法、探地雷达法等非破损方法,必要时可采用局部破损方法对非破损检测结果进行验证。以上检测方法应按 SL 352、SL 713 的规定执行。

2 混凝土裂缝深度检测可采用超声波法,必要时可钻取芯样予以验证,检测操作应按 SL 352、SL 713 的规定执行;裂缝长度可采用量测法进行,宽度可采用读数放大镜法或裂缝宽度比对卡进行。裂缝灌浆效果可采用骑缝超声检测法验证。

3 混凝土碳化深度采用酒精酚酞法检测,具体按 JGJ/T 23 的规定执行。

4 混凝土抗压强度检测可采用回弹法、超声回弹综合法、射钉法或钻芯法等方法,应优先采用无损检测方法,具体可根据现场条件选择。检测操作应分别按 JGJ/T 23、CECS 02、CECS 03 及 SL 352 的规定执行。

5 混凝土抗渗、抗冻性能、碱活性等应现场取芯后进行室内试验检测,检测操作应按 SL 352 的规定执行。

6 混凝土保护层厚度、钢筋分布检测宜采用非破损的电磁感应法或雷达法,检测操作应按 JGJ/T 152 的规定进行。钢筋锈蚀程度检测可采用电化学测试方法,检测操作应按 SL 352 及 GB/T 50344 的规定执行。

7 混凝土结构缝变形量测应按 GB/T 50152 的规定执行。

8 检测混凝土内部空洞、不密实和低强度等缺陷可选择探地雷达、超声横波反射三维成像法、脉冲回波法、单孔声波法、穿透声波法或声波 CT 法。

9 侵蚀性介质成分、含量及结构腐蚀程度检测,应根据具体腐蚀状况,参照 SL 352 的有关规定进行。

6.4.3 混凝土剥离破坏检测可按 JGJ/T 411 的有关规定进行。

6.4.4 建筑物基础灌注桩的完整性检测可采用低应变法,可按 JGJ 106 的规定进行。

6.4.5 采用碳纤维布加固或聚脲加固防护的渡槽槽壁,应抽样检测有效黏结面积,必要时检测正拉黏结强度,检测方法及检测操作应按 CECS 146、GB/T 35490 的有关规定执行。

6.5 砌体结构安全检测

6.5.1 砌体结构安全检测可根据工作需要与现场检测条件确定，宜包括以下项目和内容：

- 1 砌石检测。
- 2 浆砌石或混凝土砌石砌缝检测。
- 3 砌筑质量、砌体结构损伤与变形检测。

6.5.2 检测单元、测区和测点要求按 GB/T 50315 的有关规定执行。

6.5.3 砌石检测包括外观质量、砌石强度、尺寸偏差等检测项目。外观质量、尺寸偏差等采用目测、尺量检测；砌石强度包括抗压强度和软化系数等检测，砌石强度可采用钻芯法或切割成立方体试块的方法检测，检测操作应按 GB/T 50344 的有关规定执行。

6.5.4 浆砌石或混凝土砌石应增加砌缝检测。砌筑砂浆检测包括砂浆强度、品种和抗冻性，及排水孔反滤、排水孔位置等检测项目。砌筑砂浆检测可采用砂浆回弹法，检测方法选用原则及检测操作应按 GB/T 50315 的规定执行。排水孔反滤、排水孔位置等采用目测、尺量检测。

6.5.5 砌体结构变形检测包括表面平整度、坡度、砌缝砂浆饱满度与密实度、裂缝等项目，采用目测、尺量检测。

6.6 管涵结构安全检测

6.6.1 管涵结构安全检测包括 PCCP、FRPM、DIP、SP 等各类型管涵结构与阀室（井）建筑物结构，以及箱涵、暗涵等结构。

6.6.2 各类型管涵及阀室（井）建筑物结构安全检测应包括下列项目和内容：

- 1 管芯混凝土和保护层砂浆的外观检测和内部缺陷检测可参照 6.4.1 条执行，管芯混凝土强度检测应按 JGJ/T 294 规定执行，且宜采用无损检测方法，保护层砂浆检测参照 JGJ/T 136 的规定执行。

- 2 当 PCCP 混凝土管芯内表面出现较长的纵向裂缝，接头出现渗漏水，砂浆保护层出现开裂、空鼓，PCCP 发生过超载使用，外界环境和运行条件改变造成 PCCP 损坏等情况时，应检测预应力钢丝的完整性情况。检测方法按 GB/T 35490 的规定执行。

- 3 对碳纤维布黏结加固的 PCCP 段，应抽样检测有效黏结面积，必要时检测黏结强度，检测方法按 CECS 146 的规定执行。

- 4 对采用聚脲防护加固的 PCCP 管段，应检测聚脲涂层厚度，必要时检测黏结强度，检测方法按 GB/T 35490 的规定进行，评价聚脲防渗处理效果。

5 阀室（井）建筑物结构安全检测可参照 6.4.1 条执行。

6.6.3 箱涵、暗涵等结构安全检测应包括下列项目和内容：

1 箱涵、暗涵结构检测包括外观检测、混凝土结构及阀室（井）建筑物等。

2 箱涵、暗涵等外观检测可采用人工检测、电视检测、声纳检测、管涵潜望镜检测等，参照 CJJ 181-2012 的规定进行。

3 箱涵、暗涵的混凝土结构参照 6.4 节的规定执行。

4 箱涵、暗涵的阀室（井）建筑物参照 6.7 节的规定执行。

6.6.4 PCCP、SP 等阴极保护检测可参照 GB 28725 规定执行，重点检测通电时的保护电位、瞬时断电时的保护电位、汇流点处的保护电位、腐蚀电位、阴极极化值、保护电位和土壤电阻率。

6.7 金属结构安全检测

6.7.1 金属结构包括钢闸门、拦污栅和启闭机等，安全检测宜包括下列项目和内容：

1 外观（含生物影响）检测。

2 腐蚀检测。

3 材料检测。

4 无损探伤。

5 应力检测。

6 振动检测。

7 闸门启闭力检测。

8 启闭机运行状况检测。

9 其它项目检测。

6.7.2 外观（含生物影响）检测为必检项目，其余为抽检项目。金属结构安全检测项目、检测操作、检测报告，抽检项目抽样要求参照应按 SL 101、SL 548 的规定执行。

6.7.3 金属结构安全检测可采用下列方法进行：

1 外观（含生物影响）检测可采用卷尺、直尺、测深仪、深度游标卡尺等量测仪器和量测工具进行。必要时可采用摄像、拍照等辅助方法进行记录和描述。

2 腐蚀量检测可采用测厚仪、测深仪、深度游标卡尺等量测仪器和量测工具进行。

3 材料检测宜采用先进可靠的无损检测方法进行。

4 焊缝表面有疑似裂纹缺陷时，可选用磁粉检测或渗透检测。焊缝内部缺陷可选用射

线检测或超声波检测。

5 应力检测前，应根据材料特性、结构特点、荷载条件等，按 SL 74、SL 41 对闸门和启闭机主要结构进行应力计算分析，了解结构应力分布状况，确定测点位置和数量。检测宜在设计工况下进行。

6 结构振动（位移、速度、加速度、动应力等）检测可采用位移传感器、速度传感器、加速度传感器或电阻应变计等，自振特性检测可采用激振器激励、冲击激励等方法使结构产生振动，宜采用测振传感器测量自振响应信号。

7 启闭力检测包括启门力检测、闭门力检测和持住力检测。启闭力检测宜在设计工况下进行。根据启闭机的型式和现场条件，启闭力检测可采用直接检测法或间接检测法。直接检测法宜采用测力计或拉压传感器直接测量启闭力。间接检测法宜采用动态应力检测系统，通过测量吊杆（吊耳）、传动轴的应力换算得到启闭力。

6.7.4 金属结构应定期进行安全检测。安全检测周期应根据按 SL 101 的有关规定执行，并可根据闸门和启闭机的运行时间及运行状况适当调整。

6.8 机电设备安全检测

6.8.1 机电设备检测包括水轮机或水泵、主阀、调速器、电站辅助设备、柴油机、电气设备发电机或电动、励磁系统、主变压器、高压开关、避雷针、低压电器、蓄电池、计算机监控与信息系统等。

6.8.2 电气设备检测包括接入系统与电气主接线、发电机或电动机、主变压器、高压配电设备、厂（站、闸）供电、过电压保护及接地、照明、电缆等电气一次，以及计算机监控系统、继电保护、励磁系统、直流电源、火灾报警等电气二次。

6.8.3 机电设备检测方法应按 GB/T 50876、SL 548 有关规定执行。

6.9 水下检测

6.9.1 水下检测内容应包括缺陷、形态结构、状态等。

6.9.2 水下缺陷检测宜包括下列内容：

1 混凝土表面蜂窝、麻面、孔洞、露筋、腐蚀、裂缝、疏松区、剥蚀、脱落及冲坑等情况，及缺陷的分布、数量、走向、长度、宽度等。

2 钢筋锈蚀情况。

3 结构缝充填材料破损情况。

4 点、线或面渗漏情况。

5 水下排水设施（逆止阀）损坏情况。

6.9.3 水下形态结构、状态等检测宜包括外观尺寸、沉降变形、生物附着物、淤积物、平整度以及表面磨蚀、空蚀情况。

6.9.4 水下检测应根据安全评价对象重要性、病害程度与水环境条件，选择水下摄像、二维图像声呐、三维成像声呐、多波束声呐、侧扫声呐等方法，并符合下列规定：

1 进行小范围的局部检测，宜采用水下摄像。

2 进行大面积缺陷检测宜先采用多波束声呐、侧扫声呐扫描普查，再在重点部位或检测异常部位采用水下摄像或二维图像声呐、三维成像声呐进行详查。

3 隧洞、闸门及其门槽等水下检测方法的选择宜符合下列规定：

(1) 宜采用水下机器人搭载水下高清摄像头进行检查。

(2) 水下场地条件允许时，可采用三维成像声呐进行整体扫描，再采用水下机器人搭载水下摄像头或成像声呐进行局部检查。

(3) 水下阻塞、堆积、沉积物检测宜采用多波束声呐、侧扫声呐、浅地层剖面法等方法。

6.10 隐患探测

6.10.1 隐患探测应按 SL/T 291.1、SL/T 827、SL 436 的有关规定执行，应做到普查与详查相结合，重点突出。隐患探测应注意探测结果与工程地质和水文地质条件、施工质量检测等资料的综合分析。

6.10.2 隐患探测可采用电法勘探、探地雷达、地震勘探、弹性波测试、层析成像、水声勘探、放射性测量、综合测井等方法，应根据探测任务、地质及地球物理条件、地形地貌特点、现场试验结果选择。地质、地球物理条件复杂或重要渠段、输水建筑物和渠段结合部，宜采用多种能互相验证的物探方法。隐患探测设备可选择相应方法对应的探测设备，也可采用车载隐患探测法。

6.10.3 渠道、输水建筑物和渠道结合部的渗漏探测应符合下列规定：

1 渗漏探测宜包含渗漏出口与渠水的连通情况，进口、出口、裂隙、破碎带、砂层、孔洞等渗漏缺陷的规模、位置与埋深。

2 探测时宜先进行普查，可选用高密度电法、充电法、磁电阻率法、激发极化法、伪随机流场法、瞬变电磁法、自然电位法、探地雷达法、地震反射法；然后根据普查资料确定若干主要异常区域进行详查，可选用电磁波 CT 法、弹性波 CT 法、地球物理测井。

3 当渗漏存在多个进口或出口时，宜选用充电法、磁电阻率法、伪随机流场法在各进口、出口处分别通电探测。

4 渗水量在某一渠道水位附近变化较大时，宜在水位变化区采用时移探测法。

6.10.4 渠道隐患探测应符合下列规定：

1 探测内容包括渠坡中的洞穴、裂缝、高含砂层、护坡脱空、渗漏、管涌等。

2 普查探测宜以电剖面法、瞬变电磁法和探地雷达法为主；详查探测宜以面波法、高密度电法、探地雷达、弹性波法、自然电场法、磁电阻率法、流场法、温度场法为主。

3 探测浸润线以上的洞穴、裂缝和高含砂层宜选用面波、高密度电法、探地雷达法等。探测浸润线以下的洞穴、渗漏、裂缝宜选用瞬变电磁法。

4 探测护坡脱空区可采用探地雷达法。

5 探测浸润线以下的渗漏、管涌等隐患宜选用自然电场法、磁电阻率法、流场法，有钻孔可利用时还可采用温度场法。

6.10.5 衬砌板脱空检测应符合下列规定：

1 衬砌板脱空普查可选用红外热成像。

2 衬砌板脱空检测可采用超声横波反射三维成像、声波反射法、脉冲回波法、探地雷达法等。

6.10.6 地下水探测应符合下列规定：

1 地下水探测内容应包括地下水位、地下水富集情况、地下水流速流向。

2 探测地下水流速流向、渗透速度可选用自然电场法、充电法、扩散法等。

3 探测地下污水分布范围可选用电阻率法、激发极化、磁电阻率法。探测周边污水排入、渗流位置应选用激发极化法、高密度电法、磁电阻率法。

7 安全监测资料分析

7.1 一般规定

7.1.1 安全监测资料分析通过水位、气温、降雨量等环境量与变形、裂缝开度、应力应变、渗透压力、渗流量等效应量监测资料的分析，评估工程安全性态是否正常。水力学观测资料分析可根据工程具体情况参照有关专业规定进行。

7.1.2 安全监测资料分析包括安全监测设施可靠性评价、安全监测系统完备性评价、监测资料初步和系统分析，以及工程安全性态评估。

7.1.3 安全监测设施可靠性评价包括监测考证资料评价、现场检查与测试评价、历史测值评价及综合评价。安全监测设施可靠性评价应按 SL 766 的规定执行。

7.1.4 安全监测设施完备性评价在安全监测设施可靠性评价的基础上，对其能否满足工程安全监控需求进行评价。监测系统完备性评价应按 SL 725、SL 766 的规定执行。

7.1.5 安全监测资料分析一般采用比较法、作图法、特征值统计法及数学模型等方法。渠道宜参照 SL/T 794、SL 551 执行；混凝土坝宜按 SL 601 执行，土石坝宜按 SL 551 执行；水闸等宜按 SL 768 执行；隧洞宜按 SL 764 执行；其他建筑物可参照上述规范和相关标准执行。

7.1.6 应重点分析复杂地质条件上的建筑物、不同建筑物结合面及结合部，以及运行中出现异常现象等部位的监测资料；对因加固或监测系统更新改造造成监测资料不连续的，应分阶段进行分析，并注意两阶段资料的对比和衔接。

7.2 监测设施可靠性评价

7.2.1 监测设施可靠性评价应收集工程特性、监测设施考证及安全监测等资料。监测设施可靠性评价以测点为评价单元。

7.2.2 监测设施考证资料评价应包括资料完整性、监测仪器选型适应性和安装正确性。监测设施考证资料评价标准应符合下列规定：

- 1 监测资料完整性合格，仪器选型合适、安装合格，评价为可靠。
- 2 监测资料完整性不合格，或仪器选型不合适、或安装不合格，评价为不可靠。
- 3 其他情形，评价为基本可靠。

7.2.3 监测设施现场检查与测试应包括监测设施的外观、标识、线缆及连接、数据采集设备、工作状态、运行环境和观测条件等。现场测试仪器仪表与被测监测仪器应适配，应经检定/校准合格并在有效期内，且工作正常。监测设施现场检查与测试评价结果分为可靠、基本可

靠、不可靠。变形、渗流、应力应变及温度、环境量、强震等各类监测设施检查和测试内容、方法及评价标准按 SL 766 的规定执行。

7.2.4 历史测值评价宜采用监测物理量进行评价，以过程线分析为主，可结合相关性图、空间分布图、特征值分析等方法。当监测物理量测值存在异常时，应对仪器测读值进行分析评价。仪器测读值评价宜根据仪器工作特性及测读值变化情况判定数据可靠性。评价标准应符合下列规定：

- 1 数据变化合理，过程线呈规律性变化，无系统误差或虽有系统误差但能够排除，评价为可靠。
- 2 数据变化基本合理，过程线能呈现出明确的规律，仪器可能存在系统误差但可修正，评价为基本可靠。
- 3 数据变化不合理，过程线无规律或系统误差频现，难以处理修正，测值无法分析和利用，评价为不可靠。

7.2.5 监测设施可靠性综合评价标准应符合下列规定：

- 1 监测设施考证资料评价和历史测值评价结果为可靠或基本可靠，现场检查与测试评价结果为可靠，综合评价为可靠。
- 2 监测设施考证资料评价和历史测值评价结果为可靠或基本可靠，现场检查与测试评价结果为基本可靠，综合评价为基本可靠。
- 3 监测设施考证资料评价、历史测值评价、现场检查与测试评价结果中一项为不可靠，综合评价为不可靠。

7.2.6 应对所有监测设施可靠性进行统计整理。可靠的监测设施应继续进行监测。基本可靠的监测设施可继续监测，应在分析的基础上进一步评价其可靠性。不可靠的监测设施应按 SL 621 规定停测、封存或报废。

7.3 监测设施完备性评价

7.3.1 安全监测设施完备性评价的目的是基于可靠性评为可靠或基本可靠的现有监测设施，对其能否满足工程安全监控需求进行评价。

7.3.2 安全监测设施完备性评价时，应明确被监测系统的重要监测项目和一般监测项目。可根据工程运行的实际情况和安全监控的需要，对被评价的监测系统中监测项目的重要性进行必要调整。

7.3.3 监测设施布置应符合下列规定，否则评价为不完备。

1 渠道典型断面处、地形突变处、地质条件复杂处、特殊渠段以及有交叉建筑物、跨（越）邻接建筑物或可能异常处，应设置变形和渗流监测断面。

2 不同建筑物类型结合处、不同结构段接缝处、已出现结构性裂缝处，应设置接（裂）缝监测。

3 地下水位较高的隧洞或存在内水外渗可能的隧洞、倒虹吸、暗涵等建筑物应设置渗水压力监测项目。

4 隧洞不良地质条件洞段，应设置围岩压力、围岩锚固力及支护结构的应力应变监测仪器。

5 在渡槽、倒虹吸、暗涵、箱涵、混凝土坝等大型混凝土结构受拉区、可能产生裂缝部位和裂缝可能扩展处，应设置应力应变监测仪器，预应力结构工程应设置预应力监测仪器。

7.3.4 监测系统完备性的评价标准应符合下列规定：

- 1 重要监测项目无缺项，重要监测项目和一般监测项目布置均合理，评价为合格。
- 2 重要监测项目缺项，或重要监测项目不缺项但其布置不合理，评价为不合格。
- 3 其他情形，评价为基本合格。

7.4 监测资料分析

7.4.1 监测资料分析分为初步分析和系统分析。初步分析是在对监测资料进行整理整编后，采用历时过程线、分布图、相关图及特征值比较等对监测资料的合理性进行检查与分析。系统分析是在初步分析的基础上，采用各种方法进行的定性、定量以及综合性正反分析，并对工程性态作出评价。

7.4.2 在对监测资料进行初步分析时，应对由于测量因素（包括仪器故障、人工测读及输入错误等）产生的异常测值进行处理（剔除或修订），以保证监测资料分析的有效性及可靠性。

7.4.3 监测资料分析可采用比较法、作图法、特征值统计法及数学模型法等。

1 比较法，包括监测值与技术警戒值相比较、监测物理量之间的对比、监测成果与理论的或试验的成果（或曲线）相对照等三种。

2 作图法，包括各监测物理量的过程线及特征原因量下的效应量（如变形量、渗流量等）过程线图，各效应量的平面或剖面分布图，以及各效应量与原因量的相关图等。

3 特征值统计法，对物理量的历年最大值和最小值（包括出现时间）、变幅、周期、年平均值及年变化趋势等进行统计分析。

4 数学模型法，建立效应量（如位移、渗流量等）与原因量之间的定量相关关系，可

分为统计模型、确定性模型及混合模型，以及数值模型。使用数学模型法作定量相关分析时，应同时用其它方法进行定性分析，加以验证。

7.4.4 调水工程各类型建筑物安全监测资料分析重点如下：

- 1 水库大坝重点分析坝体沉降、水平位移、裂缝开合度等变形量是否在允许范围内，是否存在加速趋势；变形与荷载（水位、温度、地震等）的相关性。渗流量是否稳定或异常增大，与库水位的关系；渗透压力分布是否符合设计预期，是否存在异常升高。
- 2 水闸重点分析闸墩、翼墙沉降、水平位移与裂缝开合度；闸基渗流量、渗透压力（孔隙水压力）；闸底板扬压力分布。
- 3 堤防重点分析堤顶沉降及水平位移，堤身浸润性情况。
- 4 泵站重点分析泵房基础沉降、水平位移；进出水池底板及侧墙裂缝、位移；压力管道支墩及镇墩变形；进出水池水位、流量、流速分布；水泵进出口压力、真空度；气蚀监测（噪声、振动频率）；水泵机组（电机、轴承、联轴器）振动幅值、频谱；轴承温度；管道压力脉动、水锤压力峰值等。
- 5 填方渠段应关注渠坡沉降，渠坡浸润线位置情况，高填方渠段重点关注分层沉降位移；挖方渠段应重点关注渠道水平位移，渠坡地下水水位情况，深挖方渠段重点关注边坡深层位移；膨胀土渠段应结合表面与内部变形监测资料，判断渠坡是否出现异常变形，湿陷性黄土渠段应根据变形观测资料判断是否出现湿陷，采空区渠段应关注渠坡变形趋势，分析当前采空区是否稳定；渠道与建筑物结合部接触渗流情况等。
- 6 渡槽应重点关注槽身跨中挠度、支墩/桥墩不均匀沉降；槽身纵向伸缩缝开合度、横向位移；基础（桩基、承台）位移及倾斜；预应力钢筋还应关注混凝土内部应力变化情况。
- 7 隧洞应重点分析洞周收敛变形（水平、垂直位移）、地表沉降；断层、软弱夹层错动位移。钢拱架应力、锚杆（索）轴力；衬砌结构变形、接缝张开度。洞内渗水量、水压，外水压力分布等。
- 8 倒虹吸及管涵应重点关注地表沉降、水平位移，管身及接缝渗漏情况。

7.4.5 安全监测资料分析应包括以下内容：

- 1 分析历年监测年度报告资料，通过外观异常部位、变化规律和发展趋势，定性判断与工程安全的相关性，为加强仪器监测和监测数据的系统分析提供依据。
- 2 分析效应量随时间的变化规律（利用监测值的过程线图或数学模型），尤其注意相同外因条件下的变化趋势和稳定性，以判断工程有无异常和向不利安全方向发展的时效作用。
- 3 分析效应量在空间分布上的情况和特点（利用监测值的各种分布图或数学模型），以

判断工程有无异常区和不安全部位。

4 分析效应量的主要影响因素及其定量关系和变化规律(利用各种相关图或数学模型),以寻求效应量异常的主要原因,考察效应量与原因量相关关系的稳定性,预测效应量的发展趋势,并判断其是否影响工程的安全运行。

5 分析各效应监测量的特征值和异常值,并与相同条件下的设计值、试验值、模型预测值,以及历年变化区间相比较,分析技术警戒值的合理性。当监测效应量超出技术警戒值或监控指标时,应及时对工程进行相应的安全复核或专题论证,分析异常情况是否影响工程的安全运行。

7.5 工程安全性态评估

7.5.1 工程安全性态评估应在监测资料系统分析基础上,对结构整体稳定、工程和基础的变形协调性、防渗系统可靠性、应力应变与温度,及结构与其它建筑物的连接部位的变形及渗流稳定性进行分析。

7.5.2 安全监测资料分析应作出以下明确结论:

1 结构变形是否符合一般规律和趋于稳定;渗流场是否稳定,渠道浸润线(面)及控制和输水建筑物的基底扬压力是否正常;混凝土结构应力(压力)、应变是否小于规范或设计允许值。在此基础上,综合评价工程安全性态。

2 巡视检查或监测资料应反映工程安全性态异常的部位、性质、特征和出现的时间、运行条件,以及异常情况的处理情况与效果。

3 根据安全监测工作中存在的问题,对安全监测系统工作状态进行分析评价,提出安全监测设备、方法、测次等改进意见。

4 根据监测资料分析结果,指出可能影响结构安全的潜在隐患与原因,并针对性提出改善工程运行管理、养护维修或加固的建议。

7.5.3 根据监测资料分析结果对渠道、管涵、建筑物安全性态进行评估,应遵循下列原则:

1 当所有监测资料变化规律正常,测值在技术警戒值或监控指标及规范、设计、试验规定的允许值内,运行过程中无异常情况,可认为工程安全性态正常。

2 当局部监测资料存在趋势性变化现象,但测值仍在技术警戒值或监控指标及规范、设计、试验规定的允许值以内,可认为工程安全性态基本正常。

3 当监测资料有向结构安全不利方向发展的明显趋势性变化,或测值发生突变,超出技术警戒值或监控指标时及规范、设计、试验规定的允许值,可认为工程安全性态异常。

8 现状工程质量评价

8.1 一般规定

8.1.1 现状工程质量评价是复核调水工程建筑物基础处理的可靠性、防渗处理的有效性以及建筑物结构的安全性、适用性与耐久性是否满足规范和工程安全运行要求。

8.1.2 现状工程质量评价应包括下列主要内容：

- 1 复核调水工程建筑物工程地质条件及基础处理是否满足设计和安全运行要求。
- 2 复核调水工程建筑物现状工程质量是否满足现行规范要求。
- 3 根据运行现状，分析工程质量变化情况，查找是否存在工程质量缺陷，并评估对工程安全性、适用性与耐久性的影响。
- 4 为调水工程建筑物安全评价提供符合工程实际的计算参数。

8.1.3 现状工程质量评价宜以单体调水建筑物或分段结构为评价单元，应在勘测、设计、施工、验收、运行等相关资料分析基础上，重点对历次验收遗留工程施工质量问题、运行中暴露的质量缺陷及其处理效果，及安全检查、安全检测（探测）、安全监测反映的质量问题，进行评价。

8.1.4 现状工程质量评价宜采用下列基本方法：

- 1 现场安全检查法。通过安全检查并辅以简单测量、测试及安全监测资料分析，复核结构形体尺寸、外观质量及运行情况是否正常，进而评判工程质量。
- 2 资料分析法。通过对工程施工质量控制、质量检测（查）、验收以及安全鉴定、运行、安全监测及已有安全检测等资料的复查和分析，对照规范要求，评价工程质量。
- 3 钻探试验与检测法。当上述两种方法尚不能对工程质量作出评价时，应通过检测（探测）或补充钻探试验取得工程现状参数，并据此对工程质量进行评价。

8.1.5 当复核发现调水工程建筑物现状工程质量不满足规范要求或存在重大质量缺陷时，应结合渗流安全、结构安全、抗震安全复核成果作进一步分析论证，确定是否需要采取措施进行处理。

8.1.6 对加固处理的结构，应评价其加固工程质量是否满足设计与安全运行要求。

8.1.7 水库、水闸、堤防、泵站、渡槽、隧洞等建筑物现状工程质量评价分别参照 SL 258、SL 214、SL/Z 679、SL 316、SL/T 790、T/CHES 22 的有关要求执行。调蓄工程质量评价宜根据调蓄水库大坝、调蓄池结构类型不同进行分类评价，调蓄池工程质量评价参照挖方渠道

有关要求执行。

8.2 工程地质条件评价

8.2.1 应对调水工程建筑物安全评价对象所处区域的地形地貌、地层岩性、地质构造、地震、水文地质等进行评价，查明是否存在影响工程安全的地质缺陷和问题。

8.2.2 应复查调水工程建筑物工程基础处理方法的可靠性和处理效果等，是否满足设计和安全运行要求。

8.2.3 当有地震设防要求时，应复查地震活动情况和工程地质的有关资料，复核地震基本烈度、抗震措施，对抗震有利、不利和危险地段作出综合评价。

8.2.4 对运用中发生地震烈度或工程地质条件发生重大变化的建筑物，应评估地震烈度或工程地质条件变化及其对工程安全的影响。

8.2.5 地基处理质量评价应查明地基处理措施以及承载力，存在湿陷、沉陷、膨胀、冻胀、冲刷、地震液化等不良物理现象的土基处理等是否满足 GB 50288 的要求。

8.3 渠道工程质量评价

8.3.1 渠道工程质量应评价混凝土衬砌、渠基处理、渠道施工质量及现状，渠坡防护工程质量及现状等是否满足相关设计规范要求。

8.3.2 渠基质量应重点评价下列内容：

1 根据渠基土体特性和土层结构，重点复核特殊工程地质渠段渠基处理方法的可靠性和处理效果等。

2 渠基质量应重点复核采空区、高地下水位、高填方的渠基以及软弱渠基、透水渠基处理工程质量是否达到有关规范要求。

3 复核过水断面尺寸、保温层、衬砌板和防渗排水是否满足设计要求。

4 衬砌板混凝土变形情况，混凝土强度是否满足设计要求，裂缝分布情况和断裂成因分析，及其对渠道安全性和适用性的影响。

8.3.3 挖方渠道质量应重点评价下列内容：

1 膨胀土渠段复核非膨胀粘性土换填土特性、渗透性及压实度，水泥改性土的水泥含量和压实度等。

2 一级马道以上边坡出现沉陷、塌陷、裂缝、滑坡时，分析查明质量缺陷，复核边坡支护完整性、排水孔有效性。

8.3.4 填方渠道质量应重点评价下列内容：

1 背水坡出现沉陷、塌陷、裂缝、滑坡、散浸、管涌时，应分析查明质量缺陷；复核反滤压坡的完整性和有效性。

2 膨胀土渠段复核非膨胀粘性土换填土特性及压实度，水泥改性土的水泥含量和压实度等。

3 复核填土土料颗粒组成、干密度。

4 评价防渗设施的连续性和完整性。

8.3.5 退水渠工程质量主要评价退水渠防护段的基础处理、导流和抗冲防护设施等的现状等是否满足 GB 50288、GB 50286 的要求，并应包括下列内容：

1 防护段基础处理，防护段的长度、宽度是否满足设计要求。

2 导流和抗冲防护设施的稳定性和抗冲刷处理是否满足设计要求。

3 基础和两岸连接处理的质量评价，应结合工程监测资料和运行状况分析评价工程质量是否满足规范要求。

8.4 管涵工程质量评价

8.4.1 管涵工程包括 PCCP、FRPM、DIP、SP 等各类型管涵结构与阀室（井）建筑物结构，以及箱涵、暗涵等结构。管涵应评价工程质量是否满足相关规范要求。

8.4.2 管涵地基处理质量评价应查明岩石地基处理措施以及承载力，存在湿陷、沉陷、冻胀、冲刷、地震液化等不良物理现象的土基处理等是否符合 SL 702 的要求。箱涵、暗涵及其他管涵的基础处理应满足 SL 27、JGJ 79 等规范的要求，重点评价填土压实度（相对密度、孔隙率）、渗透系数、不均匀沉降是否满足要求，并分析变形安全。

8.4.3 复核管涵工程止水的有效性和耐久性是否满足规范要求。

8.4.4 管涵工程混凝土结构评价应按附录 B 进行质量复核，应重点复核现状混凝土质量是否满足设计要求。对运行、安全检查和全检测中发现的不均匀沉降、止水失效等问题，应分析查明质量缺陷成因，复核其对工程结构安全性、适用性和耐久性的影响。

8.4.5 PCCP 工程质量评价，预应力钢丝锈蚀范围应安全可控，重点评价断丝数量是否在安全运行范围内；管芯混凝土质量和保护层砂浆应重点评价现状混凝土和砂浆质量是否满足设计要求，分析查明质量缺陷成因，复核其对工程结构安全性、适用性和耐久性的影响。PCCP 阴极保护是否在保护电位范围内，是否满足 GB/T35490 的要求。经过加固的 PCCP 应满足相应的设计要求。

8.4.6 FRPM 工程质量评价，重点评价其刚度是否满足设计和 CECS129、GB/T 21238 等要

求；管涵内壁是否存在分层、鼓包、鼓包开裂、白斑、白斑空腔、白斑裂纹、气泡、白斑纹等缺陷，分析查明质量缺陷成因，复核其对工程结构安全性、适用性和耐久性的影响。

8.4.7 DIP、SP 工程质量评价，重点评价结构刚度、强度及焊缝质量是否满足设计和相关规范要求。

8.4.8 管涵工程质量评价还应符合下列要求：

- 1 管涵管顶埋深是否符合要求，防冲措施是否到位。
- 2 管涵穿越其它建筑物时，埋深是否满足其它相关行业的要求。

8.5 倒虹吸工程质量评价

8.5.1 倒虹吸工程质量应评价地基处理、管身结构、进出口连接段、进出口闸室段以及细部结构等施工质量及现状是否满足相关设计规范要求。

8.5.2 倒虹吸管与河（渠）道、堤防、公路、铁路等交叉连接时，应评价交叉连接段工程质量是否满足相关行业的规范要求。

8.5.3 管身结构、进出口连接段、进出口闸室段以及细部结构工程质量评价应符合下列要求：

- 1 管身结构、进出口连接段、进出口闸室段以及细部结构等混凝土结构工程按附录 B 进行质量复核。
- 2 若管身结构段出现不均匀沉降、裂缝、渗水，管顶覆土厚度出现严重不足，应在安全检查和检测基础上，分析查明质量缺陷成因，并评估对工程结构安全性的影响。

8.6 金属结构与机电设备质量评价

8.6.1 金属结构质量重点评价金属构件厚度、涂层厚度、防腐层附着力、闸门焊缝质量等是否满足 SL 101、SL 36、SL 105 及 GB/T 14173、GB/T 709 等规范的要求。

8.6.2 金属构件厚度评价应按照 GB/T 709 的规定执行。

8.6.3 涂层厚度评价应按 SL 105 的规定执行。

8.6.4 闸门焊缝质量评价应按 GB/T 14173 的规定执行。

8.6.5 机电设备质量应重点评价实际质量是否满足设计和运行要求，并符合 SL 511 的规定。其中绝缘电阻、三相电流电压等评价标准如下：

- 1 绝缘电阻评价标准根据 SL 381 要求，电气线路绝缘电阻应大于 $0.5M\Omega$ 。
- 2 启闭机电动机三相电流不平衡度不超过 $\pm 10\%$ 。
- 3 供电三相电压根据 GB/T 12325 的要求评价：
 - (1) 35kV 及以上供电电压正、负偏差绝对值之和不超过标称电压的 10%。

- (2) 20kV 及以下三相供电电压偏差为标称电压的 $\pm 7\%$ 。
- (3) 220V 单相供电电压偏差为标称电压的 $+7\%$ ， -10% 。
- (4) 对供电点短路容量较小、供电距离较长以及对供电电压偏差有特殊要求的用户，由供、用电双方协议确定。

8.7 工程质量评价结论

8.7.1 工程质量评价应根据安全检查、安全检测结果，结合历次验收结论、安全监测资料、运行状况等综合分析，评价工程质量是否符合有关规范的规定和工程运行的要求。

8.7.2 工程质量应按下列标准进行分类评价：

- 1 工程质量满足规范要求，且工程运行中未暴露明显质量缺陷，工程质量可评为“合格”。
- 2 工程质量基本满足规范要求，且工程运行中暴露出局部质量缺陷，但尚不严重影响工程安全，工程质量可评为“基本合格”。
- 3 工程质量不满足规范要求，或工程运行中暴露出严重质量缺陷和问题，安全检测结果大部分不满足规范要求，严重影响工程安全运行，工程质量应评为“不合格”。

9 防洪能力复核

9.1 一般规定

9.1.1 应根据工程设计阶段采用的水文资料和运行期延长的水文资料,并考虑工程所涉范围内人类活动影响、汇流面积变化、河道治理现状、河道防洪标准变更以及工程现状等,进行设计洪水和设计洪水位复核。

9.1.2 有防洪功能的建筑物,应复核工程防洪能力是否满足有关标准要求。无防洪功能的建筑物,应复核工程自身抵御洪水的能力是否满足设计要求。

9.1.3 防洪能力复核的主要内容包括防洪标准、设计洪水和防洪能力等。

9.1.4 如果经批复的工程现状防洪标准符合或高于标准规定,宜沿用原防洪标准。否则,应对防洪标准进行调整,并履行审批手续。

9.1.5 设计洪水复核应优先采用流量资料直接推算。设计洪水复核计算成果小于原设计洪水成果,宜沿用原设计洪水成果。

9.1.6 资料短缺河流应依据各省(市)新编制的《中小流域设计暴雨洪水图集》对设计洪水成果进行复核,重点搜集和分析流域面积、地形地貌、河道长度、纵比降等变化引起的产汇流参数变化。

9.1.7 水库、水闸、堤防、泵站等建筑物防洪能力复核应根据其功能,分别参照 SL 258、SL 214、SL/Z 679、SL 316 的有关要求执行。调蓄工程防洪能力复核根据调蓄水库大坝、调蓄池结构类型不同进行分类评价,调蓄池防洪能力复核参照挖方渠道有关要求执行。

9.2 防洪标准复核

9.2.1 只具有调水功能的建筑物,应按工程供水对象的重要性、引水流量和年引水量三个指标复核工程等别、建筑物级别和防洪标准是否符合 GB 50201、SL 252 的要求,复核等别时至少应有两项指标符合要求。

9.2.2 穿越河道堤防的输水建筑物防洪标准不应低于所在河流堤防的防洪标准。

9.2.3 若工程的现状防洪标准不满足规范要求,应按规范规定调整防洪标准,并作为防洪能力复核的依据。

9.3 设计洪水和设计洪水位复核

9.3.1 工程所依据的各种标准的设计洪水,包括洪峰流量、时段洪量、洪水过程线,洪水位、

洪水过程线等，可根据工程复核需要计算其相应内容。

9.3.2 根据资料条件，设计洪水复核方法宜与初步设计阶段采用方法一致。具体可采用下列方法。

1 工程地址或其上、下游邻近地点具有 30 年以上实测和插补延长的流量资料，应采用频率分析法计算设计洪水。

2 工程所在地区具有 30 年以上实测和插补延长的暴雨资料，并有暴雨洪水对应关系时，可采用频率分析法计算设计暴雨，并由设计暴雨推求设计洪水。

3 工程所在流域内洪水和暴雨资料均短缺时，可利用邻近地区实测或调查洪水和暴雨资料，进行地区综合分析，计算设计洪水。

4 工程所在流域内以及邻近地区洪水和暴雨资料均短缺时，可利用经审定的暴雨统计参数图集和暴雨径流查算图表，计算设计洪水。如果设计流域或邻近地区近期发生过大暴雨洪水，应对产流和汇流参数进行合理性检查，必要时可对参数作适当修正。

9.3.3 由流量资料推求设计洪水时，应利用设计阶段实测流量系列资料、历史调查洪水资料，并加入运行期实测流量系列资料，延长洪峰流量和时段洪量系列，进行设计洪水复核。当运行期无实测流量资料时，可建立降雨径流关系来间接推算运行期流量资料。

9.3.4 由实测暴雨资料推求设计洪水时，应利用设计阶段暴雨系列资料，并加入运行期实测暴雨系列资料，延长暴雨系列，进行设计暴雨复核，并由设计暴雨计算设计洪水。

9.3.5 根据流量资料、暴雨洪水计算设计洪水可参照 SL 44 的相关要求。

9.3.6 交叉断面上游有较大滞洪作用水库时，应考虑水库对交叉断面设计洪水的影响，分析设计洪水的地区组成，合理确定受上游水库调蓄影响后的交叉断面设计洪水。

9.3.7 交叉断面设计洪水位的复核，应符合以下规定：

- 1 交叉断面邻近的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。

9.4 防洪能力复核

9.4.1 根据防洪标准和设计洪水复核结果，水库大坝工程参照 SL 258，水闸工程参照 SL 214，进行工程坝（闸）顶高程复核，评判工程防洪能力是否满足规范要求。

9.4.2 根据工程防洪标准和设计洪水复核结果，复核交叉河道、排水建筑物的泄洪能力，评判工程现状泄洪能力是否满足规范和设计的要求。

9.4.3 根据设计洪水复核结果，评判倒虹吸工程埋深、渡槽工程基础底面埋深和槽下净空高度、进出口裹头高程是否满足规范和设计要求。

9.5 防洪能力复核结论

9.5.1 防洪能力复核应作出下列明确结论：

- 1 工程原设计防洪标准是否需要调整。
- 2 水文系列延长后，原设计洪水是否需要调整。
- 3 大坝（水闸）的现状坝（闸）顶高程是否满足规范要求。
- 4 河渠（渠渠）交叉工程、排水建筑物的泄洪能力是否满足规范要求。
- 5 穿（跨）河流的倒虹吸工程埋深、渡槽工程基础底面埋深和槽下净空高度、进出口裹头高程是否满足规范要求。

9.5.2 当工程防洪标准和防洪能力满足规范要求，工程防洪安全性应评定为 A 级。

9.5.3 当大坝（水闸）的防洪标准满足规范要求，但因坝（闸）顶高程不满足规范要求，通过采取临时应急措施可以满足规范要求，工程防洪安全性可评定为 B 级；否则，应评定为 C 级。

9.5.4 当排水工程防洪标准满足 9.2 节的要求，但因设计洪水调整导致泄洪能力不足，若采取应急措施可以解决泄洪能力不足的问题，工程防洪安全性可评定为 B 级；否则，应评定为 C 级。

9.5.5 当穿越河流的倒虹吸工程防洪标准满足规范要求，但因交叉断面设计洪水增大导致工程埋深不满足规范要求时，工程防洪安全性应评定为 C 级。

9.5.6 当跨越河流的渡槽工程防洪标准满足规范要求，但因交叉断面设计洪水增大导致工程基础底面埋深和槽下净空高度不满足规范要求时，工程防洪安全性应评定为 C 级。

9.5.7 当工程防洪标准不满足规范要求，工程防洪安全性应评定为 C 级。

10 水力复核

10.1 一般规定

10.1.1 水力复核应在安全检查或安全检测的基础上, 根据渠道、建筑物现状和实际运行水力条件, 评价渠道、建筑物水力状况。

10.1.2 结构体型应用经验较少或水力学条件技术复杂的重要建筑物, 应进行相应模型试验或数值模型计算分析。

10.2 水力复核

10.2.1 水力复核内容应包括进口控制断面过流能力、控制段流态与水面线、水头损失计算、水锤压力等, 以及闸门启闭对上下游渠道水面线的影响。

10.2.2 水力复核应依据 SL430、SL285、GB/T 50600、SL 265、GB 50265、SL 279、SL 281、SL 702、GB 50332 等规范的相关规定执行。

10.2.3 过流能力复核应符合下列规定:

- 1 根据建筑物现状, 选定影响过流能力的进口控制性断面, 糙率、流量系数、收缩系数、淹没系数等参数可通过水力学分析取用, 必要时可通过试验确定。
- 2 进水口过流能力应根据进水口型式和功能, 分别按 SL319、SL253、SL265、SL279 计算。
- 3 泵站进出水闸、出水管道及出水箱涵等应进行过流能力复核, 进水池应进行水下容积复核。
- 4 利用天然河道输水时, 应明确各功能所需的水位、流量、占用河道时间、河道形态等, 协调各功能要求, 经综合分析后确定河道供水设计水位、流量、输水时间。
- 5 隧洞、管涵过流能力计算应进行流态判别, 包括无压流、半有压流和压力流, 对于无压流, 还应区分无压流短洞和无压流长洞。
- 6 渡槽、无压隧洞、暗涵(渠)及长距离输水建筑物按明渠均匀流计算, 短距离输水建筑物或不同建筑类型过渡段可按非均匀流计算。
- 7 有压隧洞、倒虹吸管、有压管涵应按管流计算。
- 8 输水建筑物开敞式进口按堰流计算, 深式进口宜按管流计算。
- 9 倒虹吸在初期充水、小流量等运行情况下, 应复核其水力条件, 不应发生水流拉断、明满流交替等情况。
- 10 基于通水运行以来的观测数据, 率定闸门过流公式, 绘制闸门控制运用图表。

11 依据闸门启闭对上下游渠道水面线的影响，复核渠道的安全超高。

12 黄河以北渠道和建筑物的过流能力复核还应考虑冰冻的影响。

10.2.4 水头损失复核计算应符合下列规定：

1 沿程水头损失复核计算中的糙率应根据衬砌型式及运行后过流壁面附着物的变化，类比已有工程综合分析选用。局部水头损失复核计算中的局部阻力系数，可参照水力学资料分析决定，必要时可通过试验确定。

2 渠道（渡槽）、倒虹吸、暗涵（渠）等输水建筑物的总水头损失根据水力学资料复核计算。当渡槽采用多槽方案时，进口渐变段应增加一项侧收缩引起的水面降落值。

3 有压隧洞、有压管涵的水头损失复核计算应包括摩擦引起的沿程水头损失计算和进口、弯管、岔管、管径变换处、阀门及出口等引起的局部水头损失计算等。

10.2.5 水面线复核应先判别水面线类型，在选定控制断面后，可按分段求和法、数值积分法或其他方法计算。

10.2.6 有压输水管道应进行水力过渡过程计算。对小管径、低流速、低压力的输水管道系统的水力过渡过程计算，可采用经验公式或参照类似工程经验进行。对复杂和高压力输水管道应进行水力过渡过程数值模拟计算。

10.2.7 管道的水锤防护措施应结合水力过渡过程分析计算确定。

10.2.8 PCCP 水锤复核计算应与开泵、停泵、调节流量等工况机组转速变化和阀门正常关闭及拒动配合进行，复核计算内容包括正常工况最高压力线、特殊工况最高压力线、特殊工况最低压力线。通过水锤复核计算，评价调压塔、减压阀、空气阀等的布置合理性。

10.2.9 应基于水力复核结果，结合实际调度情况，提出优化调度建议。

10.3 冰期过流能力复核

10.3.1 对可能存在冰期输水的区域应进行冰期过流能力复核。

10.3.2 冰期过流能力复核应进行冰期输水能力控制指标和输水特性分析，并建立冰期输水数学模型，区分结冰期、稳定封冻期分别进行过流能力计算。

10.3.3 冰盖糙率和厚度可参照已有工程经验选用，对于重要工程区段宜结合原型观测、数值模拟和模型试验等综合分析确定。

10.3.4 基于与冰期输水有关的水文、气象及原型观测资料，复核渠道冰期的输水能力，并提出渠道冰期输水安全和运行控制等方面的建议。

10.4 水力复核结论

10.4.1 水力复核应作出下列明确结论：

1 各控制断面是否满足原设计过流能力要求，原设计水面线是否变化，控制段流态是否正常。

2 水锤压力是否影响输水安全。

3 冰期是否对输水能力产生影响，冰期过流能力能否满足原设计过流能力要求。

10.4.2 过流能力满足设计输水要求，控制段流态良好等满足规范和设计要求，水力安全性评定为 A 级。

10.4.3 过流能力基本满足设计输水要求，控制段流态无明显异常、虽影响输水效率但不影响水力安全，水力安全性可评定为 B 级。

10.4.4 过流能力不满足设计输水要求或控制段输水流态异常、且影响水力安全，水力安全性评定为 C 级。

11 渗流安全评价

11.1 一般规定

11.1.1 渗流安全评价是复核渠道和建筑物以及接头部位的渗流控制措施和当前实际渗流性态能否满足按设计条件安全运行的要求，水库大坝、水闸、堤防、泵站、渠道、隧洞、倒虹吸、管涵等应进行渗流安全评价。

11.1.2 渗流安全评价应包括下列主要内容：

1 复核渠道和建筑物（含地基处理）的防渗和反滤排水设施是否完善，设计与施工质量是否满足相关规范要求。

2 查明渠道和建筑物运行过程中发生过何种渗流异常现象，判断是否影响渠道和建筑物安全。

3 分析渠道和建筑物（含地基）的渗流特性及渗流安全性态，评判渠道和建筑物及其防渗和反滤排水设施渗透稳定性是否满足规范和安全运行要求。

4 分析渠道和建筑物存在的渗流安全问题及其原因，评估其可能产生的危害。

11.1.3 应在安全检查基础上，根据工程地质勘察、安全检测（含补充地质勘察、隐患探测）、渗流监测及其他相关安全监测等资料，综合监测资料分析、渗流反演分析和数值计算结果，对渠道和建筑物渗流工作性态进行安全评价。对开展渗流监测的渠道和建筑物，应首先进行监测资料分析，重点分析运行中暴露的渗流异常现象；对建筑物与渠道连接部位，应重点分析，评价其安全性。

11.1.4 渗流安全评价可采用现场安全检查法、监测资料分析法、安全检测（探测）法、数值计算分析法和经验类比法，宜综合使用。

1 现场安全检查法。应关注下列渗流性态不安全或存在严重渗流安全隐患的现象，并进一步分析论证：

（1）渗流量在相同条件下有趋势性增大，渗漏水出现浑浊或可疑物质，渗出点位置升高或移动等。

（2）建筑物与渠道结合部漏水，附近渠坡塌陷，渗水浑浊。

（3）渗透压力和渗流量同时增大，或其与渠道水位的关系突然改变，在相同条件下显著增大。

2 监测资料分析法。分析渗透压力和渗流量与环境量之间的相关关系，判断渗流性态是否正常；比较渗透压力和渗流量实测值或数学模型推算值与设计、试验或规范给定的允许值，判断渗流安全程度。监测资料分析方法具体见 7.4 节。

3 安全检测（探测）法。对现场发现有渗流异常，如渠坡或裹头出现明显渗水、出逸点升高、浸润性或扬压力抬升等现象时，应采用电法勘探、探地雷达、地震勘探、弹性波测试、层析成像、水声勘探、放射性测量和综合测井等方法进行探测，查明渗流异常成因，具体方法见 6.10 节。

4 数值计算分析法。采用理论公式或数值模型计算渠道和建筑物的位势、渗透压力、渗透坡降、渗流量等水力要素的特征值及分布，绘制流网图，评判防渗及排水系统的效果，以及关键部位渗透坡降是否小于容许渗透坡降，浸润线（面）是否低于设计值，渗流出逸点高程是否在反滤保护范围内等。数值计算方法宜采用渗流有限元法，当有渗流监测资料时，应通过反演分析确定渗流计算参数。

5 经验类比法。可根据工程实际情况、结构布置与工程地质条件、水文地质，依据工程经验或与类似工程对比，判断渗流安全性。

11.1.5 对于渗流性态复杂的渠道和建筑物，应采用三维有限元法进行计算，必要时应补充开展渗流安全检测和隐患探测，经专题研究论证，对渠道和建筑物渗流安全作出评价。

11.1.6 采用数值计算分析渠道和建筑物的渗流性态、进行渗流安全评价时，应考虑渠道和建筑物运行期和检修期可能出现的不利渗流条件，计算工况符合相应的设计规范或运行实际要求。

11.1.7 水库、水闸、堤防、泵站、渡槽、隧洞等建筑物渗流安全评价分别参照 SL 258、SL 214、SL/Z 679、SL 316、SL/T 790、T/CHES 22 的有关要求执行。调蓄工程渗流安全评价根据调蓄水库大坝、调蓄池结构类型不同进行分类评价，调蓄池渗流安全评价可参照挖方渠道有关要求执行。

11.2 渠道渗流安全评价

11.2.1 渠基渗流安全评价应包括下列内容：

1 应根据地基土的类型及其颗粒级配判别其渗透变形型式，复核其渗透稳定性，判断渗流出口有无管涌或流土破坏的可能性，以及渗流场内部有无管涌、接触冲刷等渗流隐患。

2 接触面的渗透稳定应主要评价下列两种情况：

（1）复核粗、细散粒料土层之间有接触冲刷和接触流土的可能性，粗粒料层能否对细粒料层起保护作用。

(2) 应分析散粒料土体与混凝土防渗墙、涵管和岩石等刚性结构界面结合的紧密程度、出口的反滤保护，复核其接触渗透稳定性。

3 应分析地基防渗系统的防渗性能与渗透稳定性是否满足设计及安全运行要求。

11.2.2 渠身渗流安全评价应复核渠身的防渗性能是否满足规范要求、渠身实际浸润线（面）和背水坡出逸点高程是否满足规范要求，还应注意渠身有无横向或水平裂缝、松软结合带或渗漏通道等。渗流安全复核还应当包括下列内容：

1 按照地质、断面型式等条件进行归类，选择代表性断面进行渗流分析和安全评价。

2 应根据所评价渠段的水文地质条件、地下水补给和排泄条件，采取的截渗和排水措施，渠道的实际运行环境条件等确定计算工况。

3 计算分析与评价主要包括浸润线位置、出逸坡降以及衬砌底板扬压力分布、渠道渗漏量等。

4 渠道及附近区域渗流场的水头、压力、坡降、渗流量等渗流要素符合相关规定。

5 应根据工程地质勘探成果确定渗透系数取值范围，并合理取值；当有可靠的安全监测数据时，宜进行反演分析，确定计算参数。

6 高填方渠段重点关注其浸润线位置，判断渠道各填土体的渗透稳定性，注意渠道外坡反滤压坡体及结合部的渗漏状况。

7 高地下水渠段应重点分析水位变化趋势、排水效果，以及对衬砌板安全影响。

11.2.3 渗流安全复核对下列情况应重点考虑和分析：

1 全填方渠段。

2 地下水位高于渠道运行低水位的挖方渠段或半挖半填渠段。

3 挖方渠道或半挖半填渠道外侧有水库、水塘、河道的渠段。

4 修建在河滩等透水地基上的渠段，应复核河道洪水期间渠基的渗透稳定性。

5 特殊性渠基土（膨胀土、湿陷性黄土、软土、砂土）渠段。

6 其他具有直接影响建筑物安全的渗流问题的渠段。

11.2.4 应复核渠道与控制、输水建筑物结合部的接触渗透稳定性，以及渠道两岸边坡地下水渗流是否影响渠坡的渗透稳定和岸坡的抗滑稳定。

11.2.5 应分析渗漏量与渠道水位之间的相关关系；当渗漏水出现浑浊或可疑物质，应分析是否存在接触渗漏问题。

11.2.6 应综合安全检查、检测（探测）和计算分析结果，评价渠坡及地基防渗和排水布置、渠道与建筑物结合部等的防渗、反滤、排水措施的有效性和可靠性。

11.3 管涵渗流安全评价

11.3.1 管涵工程渗流安全评价主要包括进口闸、调节池和管身、保水堰、通气孔的基础渗流，重点分析结构伸缩缝的渗流安全和箱涵上浮段的渗流安全。

11.3.2 当存在内水外渗时，应分析内水外渗对管涵围岩（土）的影响，判断管身外围结合带有无接触冲刷等渗透稳定问题。

11.3.3 当结合部存在渗漏时，应判断周围土体是否存在集中渗漏冲刷，并分析集中渗漏冲刷对建筑物安全的影响。

11.3.4 应分析工程所在地工作条件、地区气候和环境等情况，评价管涵结构缝和止水的抗渗性能和耐久性。

11.3.5 当有可靠的监测资料时，宜结合渗流监测资料，分析评价管涵外地下水的渗流性态及其对建筑物的影响。

11.3.6 当出现渗流条件变化、存在渗流安全隐患时，应进行渗流安全复核，渗流分析计算宜采用三维有限元法。

11.3.7 渗流计算工况根据运行条件 and 设计工况选取，计算参数应采用反演值或现场检测、勘探试验值，并分析参数选取的合理性。

11.4 倒虹吸渗流安全评价

11.4.1 倒虹吸渗流安全复核包括进出口渐变段、进出口闸室段和管身段渗流安全，重点复核进出口闸室段的基底渗流稳定、侧向渗流稳定，及相关建筑物和与渠道接头部位的渗流稳定。

11.4.2 应复核混凝土结构裂缝或伸缩缝有无漏水、岩（土）体与管（涵）结合带是否有水流渗出、出口有无反滤保护，建筑物外围结合带有无接触冲刷等渗透稳定问题，以及建筑物自身断裂（含止水破坏）漏水产生的基础冲刷问题。

11.4.3 应分析进、出口闸室段以及管身段等的渗流监测资料，评价内外水压力是否在设计允许范围内，必要时还应包括建筑物及其连接段的变形和应力应变（含压力）监测资料。

11.4.4 当出现渗流条件变化、存在渗流安全隐患时，应进行渗流安全复核，渗流分析计算宜采用三维有限元法。

11.4.5 渗流计算工况根据运行条件 and 设计工况选取，计算参数应采用反演值或现场检测、勘探试验值，并分析参数选取的合理性。

11.5 渗流安全评价结论

11.5.1 渗流安全评价应作出下列明确结论：

- 1 建筑物防渗、排水设施是否完善、有效。
- 2 建筑物渗透压力（扬压力）与渗漏量变化规律是否正常，渗透压力是否满足设计和规范要求。建筑物地基的渗透稳定性是否满足设计和规范要求。
- 3 建筑物结合部的接触渗透稳定性是否满足设计和规范要求。
- 4 运行中有无异常渗流现象。

11.5.2 当满足下列条件时，可认为建筑物渗流性态安全，评定为 A 级。

- 1 建筑物防渗、排水设施完善、有效，现状工程质量满足规范要求。
- 2 监测资料和计算分析表明，渠道和建筑物渗透压力（扬压力）、渗流量变化规律正常，渗透压力（扬压力）满足设计和规范要求，建筑物地基的渗透稳定性满足设计和规范要求。
- 3 建筑物结合部的接触渗透稳定性满足设计和规范要求。
- 4 运行中无渗流异常现象。

11.5.3 当满足下列条件时，可认为建筑物渗流性态基本安全，评定为 B 级。

- 1 建筑物防渗、排水设施较为完善，或部分失效，不影响渗流安全。
- 2 监测资料和计算分析表明，渠道和建筑物渗透压力（扬压力）、渗流量变化规律基本正常，渗透压力（扬压力）基本满足设计和规范要求，建筑物地基的渗透稳定性满足设计和规范要求。
- 3 建筑物结合部的接触渗透稳定性基本满足设计和规范要求。
- 4 运行中虽出现局部渗流异常现象，但尚不影响建筑物安全。

11.5.4 当满足以下条件之一时，应认为建筑物渗流性态不安全，评定为 C 级。

- 1 建筑物防渗、排水设施不完善或失效，或存在严重质量缺陷。
- 2 监测资料和计算分析表明，建筑物渗透压力（扬压力）与渗漏量变化规律异常，建筑物地基的渗透稳定性不满足设计或规范要求。
- 3 建筑物结合部的接触渗透稳定性不满足设计和规范要求。
- 4 运行中已出现严重渗流异常现象。

12 结构安全评价

12.1 一般规定

12.1.1 结构安全评价是复核渠道和建筑物在静力条件下的强度、变形与稳定性是否满足规范要求，水库大坝、水闸、堤防、泵站、渠道、渡槽、隧洞、倒虹吸、管涵等均应开展结构安全评价。

12.1.2 结构安全评价的主要内容包括渠道和建筑物的强度、变形与稳定性复核。输水渠道的重点是变形与稳定分析；建筑物的重点是强度与稳定分析。

12.1.3 结构安全评价可采用现场安全检查法、监测资料分析法、安全检测和计算分析法。应在现场安全检查基础上，根据工程地质勘察、安全监测、安全检测（探测）等资料，综合检测监测资料分析与结构计算对建筑物结构安全性进行评价。对有变形、应力、应变及温度监测资料的结构，应进行监测资料正反分析；对运行中暴（揭）露的影响结构安全的裂缝、孔洞、空鼓、腐蚀、塌陷、滑坡等问题或异常情况应作重点分析。

12.1.4 结构复核计算应根据工程运用条件、实际结构尺寸和物理力学参数进行。对于有监测资料的，应重视反演分析。复核应选取合适的计算方法、计算工况和计算模型，必要时采用数值仿真分析。

12.1.5 混凝土结构除应满足强度和裂缝控制要求外，还应根据所在部位的工作条件、地区气候和环境等情况，分别满足抗渗、抗冻、抗侵蚀和抗冲刷等耐久性的要求，并应根据建筑型式分别符合 SL 319、SL 265、SL 279、SL 211、SL 191、SL 654 等有关规定。

12.1.6 结构安全评价时，当按抗裂设计的结构构件出现裂缝，或需要限制裂缝宽度的结构构件出现超过允许值的裂缝时，应重点复核其结构强度和裂缝宽度。需要控制变形值的结构构件，出现超过允许值的变形时，应进行结构强度和变形验算。对主要结构构件发生锈胀裂缝或表面剥蚀、磨损而导致钢筋保护层破坏和钢筋锈蚀的，进行安全评价时应考虑其影响。

12.1.7 对预应力混凝土结构，应根据实际预应力测值，复核结构的强度、变形及裂缝开度等，对结构安全性态作出评价。

12.1.8 对结构性态复杂的输水渠道和建筑物，宜通过专题研究论证，对结构安全性态作出评价。

12.1.9 渠渠交叉、跨渠桥梁等结构的安全评价除按相应标准复核跨渠构件的安全性外，还应复核其对渠道安全的影响。

12.1.10 水库、水闸、堤防、泵站、渡槽、隧洞等建筑物结构安全评价分别参照 SL 258、SL 214、SL/Z 679、SL 316、SL/T 790、T/CHES 22 的有关要求执行。对设置有衬砌板的堤防工程按渠道衬砌工程结构安全复核的相关规定执行。调蓄工程结构安全评价根据调蓄水库大坝、调蓄池结构类型不同进行分类评价，调蓄池结构安全评价参照挖方渠道有关要求执行。

12.2 渠道结构安全评价

12.2.1 渠道结构安全复核应分析现状渠道能否满足设计条件下的结构安全要求，重点分析运行中曾出现或可能出现结构失稳的高风险渠段。

12.2.2 应根据地质分段、土（岩）的物理力学指标及地下水埋藏情况，及其失稳破坏模式，确定复核部位（断面）和工况，并应分析防渗排水失效或部分失效对结构安全性的影响。

12.2.3 渠道结构安全复核的计算工况可参照 SL 386 的规定执行，计算分析与安全检查、安全检测和安全监测资料分析相结合，必要时开展专题研究。

12.2.4 结构安全复核应选取典型断面，并采用渠道现状参数和设计水位、风速等。

12.2.5 渠道结构安全复核应包括下列内容：

- 1 内外渠坡稳定性，应重点复核出现裂缝、不均匀沉降，发生过险情的渠段。
- 2 渠道衬砌板、支护体的稳定性。
- 3 深挖方渠段一级马道以上边坡的稳定性。
- 4 抗浮稳定性，应重点复核渠道运行和检修期外水位高于渠道运行水位时渠道底板的抗浮稳定。
- 5 渠道的变形，应重点复核变形监测数据异常段及衬砌板破损严重渠段，以及堤顶、堤坡塌陷或隆起渠段。

12.2.6 渠道结构安全复核应重点考虑下列情况：

- 1 高填方渠段。
- 2 有下穿工程的渠段。
- 3 地下水位高于渠道运行低水位的挖方渠段或半挖半填渠段。
- 4 挖方渠道或半挖半填渠道外侧有水库、水塘、河道的渠段，或黄土类特殊土边坡段。
- 5 洪水影响显著的河滩地渠段。
- 6 特殊性渠基土（膨胀土、湿陷性黄土、软土、砂土）渠段。
- 7 发生过险情的渠段。
- 8 其他具有直接影响建筑物稳定问题的渠段。

12.2.7 渠道衬砌工程结构安全复核应包括下列内容：

- 1 衬砌强度，应重点复核衬砌冻融、剥落严重的渠段。
- 2 抗冲稳定性，应重点复核衬砌不完整或塌陷比较严重的渠段。
- 3 衬砌板是否存在影响渠道糙率的冲刷、淤积、生物堆积等。

12.2.8 穿渠建筑物的结构安全复核内容和方法应按照相关标准执行，并应分析不均匀沉陷、裂缝、滑动等问题。

12.2.9 退水渠结构安全评价应包括渠坡稳定性、渠坡和渠脚的抗冲性、导流和防冲防护工程安全性的复核。退水渠结构安全复核选取工况应采用实际运行工况，并与现场检查、测量和检测相结合，必要时开展专题研究。

12.2.10 退水渠结构安全评价应包括下列内容：

- 1 渠坡、渠脚的抗冲性，应重点复核退水闸运行工况变化、河势变化较快、迎流顶冲渠段。
- 2 渠坡和渠脚冲刷严重渠道的渠坡稳定性。

12.2.11 导流和防冲防护工程安全评价应包括以下内容：

- 1 防护堤强度，应重点复核防护堤不完整或塌陷的渠段。
- 2 抗冲稳定性，应重点复核防冲防护体出现水平向裂缝或渠脚受冲蚀比较严重的渠段。

12.3 管涵结构安全评价

12.3.1 管涵结构安全复核应包括管身和连接段的强度和稳定性等内容。

12.3.2 管涵结构稳定和强度复核计算方法可参照 SL 702 执行。

12.3.3 管涵结构安全复核应遵守工作极限状态设计准则、弹性极限状态设计准则和强度极限设计准则，其设计准则判别标准、计算方法可参照 SL 702 执行。应考虑地表超高填土和堆载对管涵结构安全的影响，管芯裂缝、预应力钢丝断丝和预应力松弛对 PCCP 承载力的影响。

12.3.4 管涵结构安全复核计算应考虑永久荷载、可变荷载和偶然荷载等，永久荷载包括自重、管身内水重、土压力、预加应力等，可变荷载包括管涵内水压力、外水压力和地面荷载等，偶然荷载为水锤荷载。

12.3.5 管涵结构稳定及地基承载力复核计算包括下列内容：

- 1 管涵抗浮稳定。
- 2 管涵直径变化处、转弯处、堵头、闸阀、伸缩节处的镇墩（支墩）或由限制性接头

连接的管段抗滑稳定。

- 3 管涵、镇墩（支墩）及阀井等建筑物基底应力应满足 SL 702 的规定。
- 4 对埋深在冲刷深度以上的过河管涵应复核其抗滑稳定。

12.4 倒虹吸结构安全评价

12.4.1 倒虹吸结构安全评价应包括结构强度、变形和稳定性等。

12.4.2 倒虹吸结构安全复核方法可参照 SL 279、SL 211 等规范。

12.4.3 应根据地形地质条件、荷载组合、构件尺寸选择典型断面进行强度和稳定复核，可采用结构力学法，必要时可采用有限元法建立建筑物和地基整体模型进行结构强度、变形和稳定分析。

12.4.4 结构强度复核还应符合下列规定：

- 1 结构计算可采用结构力学法进行，按进口斜管段、水平管身段和出口斜管段分别取出单宽管段进行计算。
- 2 应按弹性地基上的框架进行结构计算，当基底为软土时，可按自由变形框架计算。
- 3 结构抗裂度、裂缝宽度和变形验算按 SL 191 的规定进行，预应力结构按 SL 191、JGJ 369 的规定进行计算。
- 4 倒虹吸荷载组合及安全系数可参考水利工程安全评价相关规定执行，暗涵荷载组合和有关标准及安全系数可参照水利工程安全评价相关规定执行。

12.4.5 结构稳定复核包括管身抗浮稳定、斜管段抗滑稳定、基底应力、地基整体稳定性验算等，宜采用下列方法：

- 1 抗浮稳定计算可参照 SL 702 的规定执行。
- 2 斜管段抗滑稳定计算宜参照 SL 265 的规定执行，选取最易失稳的一节管段进行分析，当结构未埋置于冲刷线以下时，还应按管身挡水工况验算其抗滑稳定性。
- 3 宜采用材料力学法及结构力学法分别计算基底应力，取其大值验算地基承载力，具体可参照 GB 50007 的规定执行。
- 4 地基整体稳定性可按圆弧法或改良圆弧法（有软弱夹层）进行计算。
- 5 应按 SL 265 的规定计算复核地基沉降。
- 6 应复核结构相邻构筑物间的不均匀沉降是否符合 SL 265 的规定。

12.4.6 对地处湿陷性黄土、膨胀土地区等特殊地质条件的结构，应按 GB 50025 的有关规定，计算地基沉降量、基底应力等，分析其对结构安全的影响。

- 12.4.7 结构发生异常沉降、倾斜等变形时，应按实际地基岩土和填料土的物理力学指标，核算其稳定性及变形，并分析其对结构安全、开裂、止水等的影响。
- 12.4.8 应复核河道冲刷及防护。可结合水文地质条件，参考 TB 10017 的规定进行冲刷计算，并根据计算结果，复核河道及岸坡防护措施。
- 12.4.9 对受冰冻影响的倒虹吸管身，应考虑冰冻荷载作用。结构安全复核以及基础的抗冻拔稳定和强度验算应符合 GB 50662 的规定。
- 12.4.10 结构伸缩及沉降缝和止水等细部构造，应符合 SL 191 的有关规定，并应根据现场安全检查和检测成果，评价其有效性和耐久性。
- 12.4.11 进出口建筑物结构安全评价包括强度、刚度、稳定、地基承载力等内容，应符合 SL/T 790 的有关规定。
- 12.4.12 穿越渠道的倒虹吸的结构复核可参照上述评价方法。

12.5 结构安全评价结论

12.5.1 结构安全评价应作出下列明确结论：

- 1 各建筑物的稳定与强度是否满足规范要求。
- 2 各建筑物的变形规律是否正常，是否存在危及安全的异常变形。
- 3 消能防冲是否满足规范和运行要求。

12.5.2 结构安全评价应按下列标准分级：

- 1 结构的稳定、强度及消能防冲满足规范要求，无异常变形现象，结构安全评定为 A 级。
- 2 结构的稳定、强度及消能防冲满足规范要求，存在局部强度不足或异常变形尚不严重影响工程安全时，结构基本安全可评定为 B 级。
- 3 结构的稳定、强度或消能防冲不满足规范要求，或存在危及工程安全的异常变形，结构安全评定为 C 级。

13 抗震安全评价

13.1 一般规定

13.1.1 抗震安全评价是按照现行规范复核渠道和建筑物现状是否满足抗震要求。水库大坝、水闸、堤防、泵站、渠道、渡槽、隧洞、倒虹吸、管涵等应进行抗震安全评价。

13.1.2 抗震安全评价应包括以下主要内容：

1 复核工程场地地震基本烈度和工程抗震设防类别，在此基础上复核工程的抗震设防烈度或地震动参数是否符合 GB 18306 的规定。

2 复核工程的抗震稳定性与结构强度。

3 复核渠道及建筑物地基的地震永久变形，以及是否存在地震液化的可能。

4 复核工程的抗震措施是否合适和完善。

5 对布置有地震监测台阵的工程，应对地震原型监测资料进行分析。

13.1.3 当工程原设计抗震设防烈度或采用的地震动参数不符合现行规范要求时，应对抗震设防烈度或地震动参数进行调整，并履行审批手续。

13.1.4 抗震复核计算的荷载和荷载组合、计算方法、计算参数、计算结果的控制标准应按照相关规范执行，并符合 GB 51247 的相关规定。抗震措施复核及抗震荷载计算应按照 GB 51247 的规定执行。

13.1.5 对特殊地段和地质条件复杂的地段上的建筑物，必要时应通过专题研究论证，对建筑物抗震安全作出评价。

13.1.6 水库、水闸、堤防、泵站、渡槽、隧洞等建筑物抗震安全评价分别参照 SL 258、SL 214、SL/Z 679、SL 316、SL/T 790、T/CHES 22 的有关规定执行。调蓄工程抗震安全评价根据调蓄水库大坝、调蓄池结构类型不同进行分类评价，调蓄池抗震安全评价参照挖方渠道有关要求执行。

13.2 抗震设防烈度复核

13.2.1 工程场地地震动参数及与之对应的地震基本烈度应按 GB 18306 的规定确定，或专门研究确定的基本地震参数及设计烈度。

13.2.2 宜用地震基本烈度作为抗震设防烈度。工程抗震设防类别为甲类的水工建筑物，应根据其遭受强震影响的危害性，在地震基本烈度基础上提高 1 度作为抗震设防烈度。

13.2.3 当工程现状抗震设防烈度不满足上述要求时，应按 GB 18306 和 GB 51247 的规定对

抗震设防烈度进行调整，并作为本次抗震安全评价的依据。

13.3 渠道抗震安全评价

13.3.1 渠道抗震安全安全评价主要复核现状渠道能否满足设计条件下的抗震安全性要求，复核重点应为运行中曾出现或可能出现结构失稳的高风险段。渠坡抗震稳定性复核应重点复核出现裂缝的渠段。

13.3.2 渠道抗震安全复核计算工况可参照 SL 386 的规定执行，计算分析与巡查、检测和安全监测资料分析相结合，必要时应开展专题研究。

13.3.3 影响渠道安全的穿跨渠建筑物的抗震安全复核内容和方法应按照相关标准执行。

13.3.4 砂土筑堤段和砂土基础段重点复核是否有发生地震液化的可能，可按 GB 50487 的规定执行。

13.3.5 煤矿采空区重点复核地震作用下是否发生地基沉降开裂及塌陷的可能，可按 GB 51180 的规定执行。

13.4 管涵抗震安全评价

13.4.1 管涵抗震安全评价应主要复核管涵及其附属建筑物的抗震稳定性、结构强度和抗震措施是否满足规范要求。计算按照 GB 51247、GB 50288、SL 191 的规定执行。对邻近边坡或其他建筑物地震失稳时可能影响工程安全的，应评估其影响。

13.4.2 地基中存在软弱土、饱和砂土或饱和粉土时，应进行液化、震陷和抗震承载力的分析。地基中液化土层的判别可按 GB 50487 的有关规定执行。地基处理应分析评价是否满足建筑物抗震安全的要求。

13.4.3 管涵抗震措施应符合 GB 51247 的相关规定。

13.4.4 管涵及其附属建筑物抗震复核应符合下列要求：

1 抗震复核计算应包括抗震稳定和结构强度计算，计算方法、计算工况、荷载组合应符合 GB 51247 的规定。

2 进出口建筑物的抗震安全复核应按 GB 51247 和 SL 285 的有关规定进行结构强度、整体稳定、地基应力安全分析评价。

13.5 倒虹吸抗震安全评价

13.5.1 倒虹吸抗震安全评价主要对倒虹吸和暗涵地基、基础进行抗震稳定复核，对结构构件进行抗震强度复核，计算按照 GB 50288、GB 51247 和 SL 191 执行。

13.5.2 地基中存在软弱土、饱和砂土或饱和粉土时，应进行液化、震陷和抗震承载力的分析。地基中液化土层的判别可按 GB 50487 的有关规定执行。地基处理应分析评价是否满足建筑物抗震安全的要求。

13.5.3 对邻近边坡或其他建筑物地震失稳时可能影响倒虹吸和暗涵工程安全的，应评估其影响。

13.6 抗震安全评价结论

13.6.1 建筑物抗震安全评价应作出下列明确结论：

- 1 工程的抗震设防烈度是否符合规范要求。
- 2 建筑物的抗震稳定性与结构强度是否满足规范要求。
- 3 建筑物地基是否存在地震液化可能性。
- 4 连接建筑物抗震稳定性是否满足规范要求。
- 5 工程抗震措施及防震减灾应急预案是否符合要求。

13.6.2 建筑物抗震安全性评价应按下列标准分级：

- 1 满足标准要求，抗震措施有效，抗震安全性评定为 A 级。
- 2 满足标准要求，抗震措施存在缺陷尚不影响总体安全，抗震安全性可评定为 B 级。
- 3 不满足标准要求，或抗震措施缺少或不合适，影响工程抗震安全，抗震安全性评定为 C 级。

14 金属结构与机电设备安全评价

14.1 一般规定

14.1.1 金属结构与机电设备安全评价的目的是复核金属结构（闸门、拦污栅（包括清污机）、启闭设备）、水力机械、电气设备及供电系统等影响工程安全和运行的金属结构与机电设备在现状下能否按设计和规范要求安全与可靠运行。

14.1.2 应在安全检查基础上，综合安全检测及复核计算成果对金属结构与机电设备安全进行评价。制造与安装过程中的质量缺陷、安全检测揭示的薄弱部位与构件、以及运行中出现的异常与事故，应作为评价的重点。

14.1.3 金属结构与机电设备安全计算分析的有关荷载、计算参数，应根据最新复核成果及监测、试验及安全检测结果确定。

14.2 金属结构安全评价

14.2.1 根据安全检查与检测的结果，复核金属结构布置、闸门、拦污栅（包括清污机）、启闭设备选型、结构设计（包括结构布置与结构计算）、埋件设计、启闭力（持住力）计算等是否满足 SL 74、SL 41 的相关规定；复核闸门、拦污栅的现状质量是否满足设计及 GB/T 14173 的相关要求，启闭设备的现状质量是否满足设计及 SL 381 的相关要求；涂层的现状质量是否满足设计及 SL 105 的相关要求；以及闸门及启闭设施是否满足输水调度运行需要。

14.2.2 复核计算时，主要受力构件的厚度及断面尺寸应采用实测尺寸，计算方法应符合 SL 74、SL 41 的规定，容许应力还应乘以时间系数。时间系数按 SL 101 的规定执行。

14.2.3 应复核应急闸门的启闭机供电可靠性。

14.2.4 金属结构安全评价应根据安全检查与检测的结果、复核计算分析成果、运行性态等进行，可参照 SL 101 的规定进行，安全等级可分为安全、基本安全和不安全三个等级。

14.2.5 被评定为“安全”的金属结构应符合下列全部条件：

- 1 安全检查各项内容均符合设计及规范的要求。
- 2 现状检测的各项指标均符合设计及规范的要求。
- 3 一类、二类焊缝符合规范要求，无超标缺陷。
- 4 设计工况最大实测应力值和最大计算应力值均小于容许应力乘以时间系数之值。
- 5 计算最大启闭力（包括持住力）小于启闭机的额定容量。
- 6 闸门运行平稳，启闭无卡阻，无明显振动现象。

7 其他应急闸门的启闭机配有备用电源，并处于备用状态。

14.2.6 不满足 14.2.5 条中的任一条件但符合下列全部条件的金属结构评定为“基本安全”：

1 安全检查各项内容基本符合要求。

2 现状检测的各项内容基本符合要求。

3 一类、二类焊缝存在超标缺陷，但无裂纹、无大的变形等严重危害性超标缺陷。

4 设计工况的最大实测应力值或最大计算应力值超过容许应力乘以时间系数之值，但超过量小于 5%。

5 闸门运行中有明显振动，但尚不影响闸门安全运行。

6 计算最大启闭力（包括持住力）超过启闭机的额定容量，但小于启闭机的额定容量的 105%。

7 其他应急闸门的启闭机配置的备用电源存在缺陷，但短时间可以恢复正常工作。

14.2.7 不符合“安全”和“基本安全”等级条件的金属结构评定为“不安全”。

14.3 水力机械安全评价

14.3.1 水力机械安全评价对象为水轮机、调速器或水泵及出口阀门、以及桥式起重机、油气水等辅助系统设备，目的是复核水轮机、调速器或水泵及出口阀门、以及桥式起重机、油气水等水力机械现状能否满足安全运行，特种设备应进行专门评价。

14.3.2 根据安全检查与检测的结果，复核水力机械设备布置、设备选型、水力过渡过程、桥式起重机、油气水等辅助系统设计是否满足 SL 511 的规定，水轮机现状质量是否满足 GB/T 15468 的规定，调速器现状质量是否满足 GB/T 9652.1 的规定，水泵现状质量是否满足 GB/T 5656、SL 317 的规定，桥式起重机状质量是否满足 SL 673 的规定，以及自动控制系统是否满足输水调度运行需要。

14.3.3 水轮机或水泵安全评价应包括下列内容：

1 根据安全检查的情况与检测的数据，复核分析水轮机或水泵的主要参数及运行工况是否满足设计要求；复核水轮机或水泵安装高程、空蚀余量、飞逸转速能否满足要求；复核水泵突然事故失电时最大飞逸转速不得超过厂家保证值。

2 根据安全检查的情况与检测的数据，分析水轮机或水泵轴承温度、振动、摆度值、压力脉动、空蚀量等数据，涉及安全的部件是否存在裂纹、变形、漏水、漏油、锈蚀、磨蚀等缺陷，在导水叶开启或关闭过程中导水机构是否存在卡涩或其他异常状况。评价水轮机或水泵运行稳定性，是否存在安全隐患。

14.3.4 水轮机控制系统安全评价应包括下列内容：

1 根据安全检查情况，分析调速系统的性能是否符合规范要求及满足机组控制要求，根据甩负荷试验结果，评价最大转速上升率与压力上升率是否符合规范或设计要求。

2 根据安全检查的情况与检测的数据，分析调速器是否存在漏油、锈蚀、磨蚀，调速轴、接力器及推拉杆有无裂纹变形等缺陷；调速系统分段关闭装置、过速限制器、过速保护装置运行状态是否正常；安全阀、低压报警与紧急停机动作是否正常，油泵启动是否正常，评价调速系统是否存在安全隐患。

14.3.5 阀门安全评价应包括下列内容：

1 阀门包括闸阀、截止阀、球阀、蝶阀、节流阀、安全阀、减压阀、蒸汽疏水阀等，应根据安全检查情况，复核阀门关阀规律，及断流时间是否满足控制水泵反转转速和水锤防护的要求。

2 根据安全检查的情况与检测的数据，分析阀门是否存在漏油、锈蚀、磨蚀、裂纹、变形等缺陷；锁定装置动作是否正常，油泵启动是否正常，评价阀门完好程度，是否存在安全隐患。

14.3.6 辅助设备安全评价应包括下列内容：

1 分析油、气、水系统图，评价系统的可靠性，是否满足 NBT 35035 的规定，是否存在安全隐患。

2 根据安全检查的情况与检测的数据，分析油、气、水系统的设备与管路的锈蚀、磨蚀、渗漏情况，评价油、气、水系统完好程度，是否存在安全隐患。

3 起重设备、压力容器等属特种设备，应定期由国家相关部门进行安全检测，是否执行到位。

4 水力量测系统配置是否满足机组安全监测与自动控制需要。

14.3.7 水力机械安全评价应根据安全检查与检测的结果、复核计算分析成果、运行性态等进行，安全等级可分为安全、基本安全和不安全三个等级。

14.3.8 被评定为“安全”的水力机械应符合下列全部条件：

1 安全检查与检测的各项内容及指标均符合设计与规范的要求。

2 焊接件、铸件及锻件经检查，未发现表面或内部有裂纹超标的缺陷。

3 水轮机、水泵、调速器、液控蝶阀等主要设备运行指标符合设计与规范的要求，转轮及流道磨蚀未超标，设备与管路外观基本完好，无明显的漏水、漏油、甩油现象，机组振动、摆度、噪声符合标准，稳定性良好；各部轴承温度、油质等符合运行规程规定的要求。

- 4 调速器关机时间满足机组甩负荷时转速上升率与压力上升率符合设计与规范的要求。
 - 5 液控蝶阀关闭满足控制水泵反转转速和水锤防护的要求。
 - 6 起重设备、压力容器、消防设施定期检测合格；油、气、水辅助设备无安全隐患。
- 14.3.9 不满足 14.3.8 条中的任一条件但符合下列全部条件的水力机械评定为“基本安全”：
- 1 安全检查与检测的各项内容基本符合设计及规范的要求。
 - 2 焊接件、铸件及锻件存在超标缺陷，但无裂纹、无大的变形等严重危害性超标缺陷。
 - 3 水轮机、水泵、调速器、液控蝶阀等主要设备运行指标基本符合设计与规范的要求，转轮及流道磨蚀存在少量超标，设备与管路外观基本完好，存少量漏水、漏油现象，机组振动、摆度、噪声超标但超过量小于 5%；各部轴承温度、油质等符合运行规程规定的要求。
 - 4 调速器关机时间满足机组甩负荷时转速上升率与压力上升率符合设计要求。
 - 5 液控蝶阀关闭满足控制水泵反转转速和水锤防护的要求。
 - 6 起重设备、压力容器、消防设施定期检测合格；油、气、水辅助设备基本无安全隐患。

14.2.10 不符合“安全”和“基本安全”等级条件的水力机械评定为“不安全”。

14.4 电气设备安全评价

14.4.1 电气设备安全评价对象为接入系统、电气主接线、发电机或电动机以及变压器等电气一次设备、计算机监控及微机保护等电气二次设备，目的是复核电气一次、电气二次设备现状能否满足安全运行要求。

14.4.2 根据安全检查与检测的结果，复核接入系统与电气主接线、发电机或电动机、主变压器、高压配电设备、厂（站、闸）供电、过电压保护及接地、照明、电缆等电气一次设计，以及计算机监控系统、继电保护、励磁系统、直流电源、火灾报警等电气二次设计是否满足 SL 511、SL 229 的规定，发电机现状质量是否满足 GB 7894 的规定，变压器现状质量是否满足 GB/T 6451 的规定，高压配电设备现状质量是否满足 GB/T 11022 的规定，继电保护现状质量是否满足 GB 14285 的规定，电气试验是否满足 GB 50150 的规定，以及是否满足输水调度运行需要。

14.4.3 电气一次设备安全评价应包括下列内容：

- 1 评价水电站或泵站接入系统与电气主接线是否合理。
- 2 根据安全检查的情况与检测的数据，分析发电机或电动机的主要参数是否合理；评价现有电动机配套系数能否满足规范要求；评价电机启动时母线电压降是否满足规范要求。
- 3 复核现有电气设备的分断能力和动、热稳定性是否满足规范要求。

4 复核主变压器容量与主要参数，评价现状设备是否满足运行要求。

5 复核厂（站、闸）用电系统工作电源、备用电源和保安电源的容量，检查柴油发电机组定期启动记录，评价厂（站）用电电源数量与容量是否满足规范要求。

6 评价过电压保护及接地是否满足规范要求，室外配电装置、架空进线、母线桥、露天油罐等重要设施均应装设防直击雷保护装置，现场检测的接地电阻值是否符合设计要求。

7 根据安全检查的情况与检测的数据，检查发电机或电动机、变压器、高压开关（真空断路器、六氟化硫断路器、六氟化硫封闭式组合电器、隔离开关、负荷开关及高压熔断器等）、厂（站）用电设备、电缆及照明等是否符合规范要求，是否存在裂纹、变形、漏油、锈蚀等缺陷，分析对设备正常运行的影响程度。评价电气一次设备的运行稳定性，是否存在安全隐患。

14.4.4 电气二次设备安全评价应包括下列内容：

1 复核电（泵、闸）站电气二次设备配置是否合理，中控制室应设置火灾自动报警、视频监视系统，以及紧急操作按钮，在紧急情况下可以通过独立于监控系统的硬布线回路直接作用于机组停机、关闭事故闸门的可靠性，必要时可进行模拟试验。

2 根据安全检查与检测资料，评价计算机监控系统、继电保护及系统安全自动装置的配置是否符合规范要求。

3 根据安全检查情况与检测结果，分析励磁系统的配置是否符合规定要求及满足机组控制要求。励磁装置的稳定性与调节品质是否满足系统对电压调节的要求。

4 评价电（泵）站控制电源的可靠性，蓄电池组放电持续时间是否满足规范要求。

5 检查电（泵）站监控系统、励磁系统、调速系统、保护系统、故障录波装置等设备的时钟对时功能，核实上述设备的录波实时记录存储功能及断电存储功能。

6 评价电（泵）站通信是否满足生产管理与调度需要。

7 评价工业电视系统，监视点布置是否合理，清晰度、稳定性能否满足生产运行、消防监控及必要的安全警卫等方面的需要。

14.4.5 电气设备安全评价应根据安全检查与检测的结果、复核计算分析成果、运行性态等进行，安全等级可分为安全、基本安全和不安全三个等级。

14.4.6 被评定为“安全”的电气设备应符合下列全部条件：

1 安全检查与检测的各项内容及指标均符合设计与规范的要求。

2 电气设备设计符合规范要求，发电机或电动机、变压器、高低压配电开关等设备参数合理，分断能力和动、热稳定性满足规范要求。电机启动时母线电压降满足规范要求，厂

(站)用电电源数量与容量满足工程安全运行与规范要求。

3 设备未发现表面或内部有裂纹超标的缺陷,发电机或电动机及励磁设备、主变压器等主要设备运行指标符合设计与规范要求;无明显的漏油、甩油现象,温升、振动、摆度、噪声符合标准;电气试验符合 GB 50150 的规定;变压器及其它带电设备安全距离、防护设施满足规范要求,警示标志明显。

4 过电压保护、避雷设施及照明配置齐全,定期试验合格,实测接地电阻满足设计要求;电缆敷设与防火封堵措施符合规范要求,电缆无受损、过热现象。

5 各种信号装置、仪表指示正确,计算机监控系统、继电保护运行稳定,没有发生过拒动、误动操作,满足工程运行需要。

6 直流电源、工业电视系统,火灾自动报警系统、通信设备现状质量合格,满足生产管理与调度需要。

14.4.7 不满足 14.4.6 条中的任一条件但符合下列全部条件的电气设备评定为“基本安全”:

1 安全检查与检测的各项内容基本符合设计与规范的要求。

2 电气设备设计基本符合规范要求,发电机或电动机、变压器、高低压配电开关等设备参数基本合理,分断能力和动、热稳定性满足规范要求。电机启动时母线电压降满足规范要求,厂(站)用电电源数量与容量满足工程安全运行与规范要求。

3 电气设备未发现表面或内部有裂纹超标的缺陷,发电机或电动机及励磁设备、主变压器等主要设备运行指标基本符合设计与规范要求;有少量漏油、甩油现象,温升、振动、摆度、噪声未超过标准规定值的 105%;电气试验满足 GB 50150 的规定;变压器及其它带电设备安全距离、防护设施满足规范要求,警示标志基本明显。

4 过电压保护、避雷设施及照明配置基本齐全,定期试验合格,实测接地电阻满足设计要求;电缆敷设与防火封堵措施基本符合规范要求。

5 各种信号装置、仪表指示基本正确,计算机监控系统、继电保护运行基本稳定,基本满足工程运行需要。

6 直流电源、工业电视系统,火灾自动报警系统、通信设备现状质量基本合格。

14.4.8 不符合“安全”和“基本安全”等级条件的电气设备评定为“不安全”。

14.5 供电系统安全评价

14.5.1 供电系统安全评价对象为 35 (10) kV 供电系统、中心开关站、专用输电线路、降压变电站等,目的是复核供电系统现状能否满足安全运行。

14.5.2 根据安全检查与检测的结果,复核 35 (10) kV 供电系统、中心开关站、专用输电

线路、降压变电站等是否满足 GB 50059、GB 11022、GB 50052 的相关规定，以及是否满足输水调度运行需要。

14.5.3 供电系统安全评价应包括下列内容：

- 1 运行方式、无功功率平衡（补偿）方案、电压调节措施、中性点非直接接地方式、控制与继电保护方案等是否合理。
- 2 根据安全检查的情况与检测的数据，分析用电负荷的变化情况，评价重要负荷的供电可靠性。
- 3 按正常运行方式和检修方式分别进行统计，复核各负荷点降压站的供电范围、负荷分级、负荷计算、供电接线方式等的合理性。
- 4 在区段内的若干个降压站负荷点的计算负荷综合后，考虑负荷点的用电设备类型、运行方式、同时率、网络损耗等因素后，确定各区段的计算负荷，复核各中心开关（变电）站的供电区域划分、站址选择、接线方案选择、与相邻中心开关（变电）站的互联方式、接入系统等的合理性。
- 5 对每个中心开关（变电）站进行区段正常、检修和事故情况下的潮流计算，以复核导线截面和网络损耗。进行区段无功补偿和调压计算，确定补偿装置配置的合理性。

14.5.4 供电系统安全评价应根据安全检查与检测的结果、复核计算分析成果、运行性态等进行，安全等级可分为安全、基本安全和不安全三个等级。

14.5.5 被评定为“安全”的供电系统应符合下列全部条件：

- 1 安全检查各项内容均符合设计与规范的相关要求。
- 2 现状检测的各项指标均符合规范的相关要求。
- 3 中心开关站电气主接线满足电力系统的要求及送电可靠性，电气设备布置满足正常运行、安装维修、试验、短路和过电压状态的要求。过电压保护与防雷接地满足设计要求。
- 4 专用输电线路分段合理，导线截面、型号满足线路输送容量和电压降要求。防雷保护和接地装置满足规范要求。
- 5 负荷点降压（35/0.4kV、10/0.4kV）变电站接线方式、无功功率补偿方式合理。

14.5.5 不满足 14.5.4 条中的任一条款，但其基本符合设计和规范要求，基本满足工程运行需要，其它条款满足的，供电系统评定为“基本安全”。

14.5.6 不符合“安全”和“基本安全”等级条件的供电系统评定为“不安全”。

14.6 金属结构与机电设备安全评价结论

14.6.1 金属结构与机电设备安全复核应作出以下明确结论：

- 1 金属结构、水力机械、供电系统和电气设计与设备布置是否合理。
 - 2 闸门、拦污栅的强度、刚度及稳定性是否满足规范要求，启闭机的容量是否满足闸门运行要求。
 - 3 水轮机或水泵、调速器、进出水阀门及辅助设备性能指标是否符合设计与规范要求，机组甩负荷或泵组突然断电时转速上升率（水泵反转转速）与水锤压力最大值、最小值是否符合设计与规范要求。
 - 4 供电系统安全可靠，满足设计的功能要求。
 - 5 发电机或电动机、变压器、高低压配电开关等设备性能参数是否合理，分断能力和动、热稳定性是否满足规范要求，厂（站）用电电源数量与容量是否满足工程运行与规范要求。计算机监控系统、继电保护运行是否稳定。电气设备安全防护措施是否符合规范要求。
 - 6 运行与维护状况是否良好，金属结构、水力机械和电气设备现状质量是否符合规范要求，是否存在安全隐患。起重设备、压力容器等特种设备定期检测是否执行到位。
- 14.6.2 当金属结构、水力机械、电气设备、供电系统的安全等级，都被评定为“安全”，金属结构与机电设备安全评定为 A 级。
- 14.6.3 当金属结构、水力机械、电气设备、供电系统的安全等级，其中有一个被评定为“基本安全”，且无“不安全”项，金属结构与机电设备安全可评定为 B 级。
- 14.6.4 当金属结构、水力机械、电气设备、供电系统的安全等级有一个被评定为“不安全”，金属结构与机电设备安全应评定为 C 级。

15 运行管理评价

15.1 一般规定

15.1.1 运行管理评价的目的是评价调水工程现有管理组织、管理设施、管理能力以及运行管理、应急管理是否满足相关管理法规、规章与技术标准要求，并为改进工程运行管理工作提供指导性意见和建议。

15.1.2 运行管理评价应对所评价对象的运行管理能力、日常检查与安全监测、维修养护、安全生产、应急管理和信息化系统等内容进行评价。

15.1.3 运行管理、应急管理应根据相关管理法规、规章与技术标准，并结合调水工程具体情况，制定相应的规章制度，并有专人负责实施。

15.2 运行管理能力评价

15.2.1 运行管理能力主要评价工程管理机构、管理制度、管理设施等是否满足相关管理法规、办法与技术标准要求，以及是否满足工程运行管理实际需要。

15.2.2 管理机构评价主要对评价对象的运行管理单位的机构设置、人员配备是否满足有关规定和工程运行管理需要进行评价。

15.2.3 管理制度评价主要对评价对象的运行管理单位是否按照相关管理法规、规章与技术标准要求，制定适合工程实际的水量调度、用水管理、日常检查与安全监测、安全鉴定、维修养护、防汛抢险、安全生产以及行政管理、监督检查、技术档案等管理制度并严格执行。

15.2.4 管理设施主要评价安全评价范围内的安全监测设施及信息化系统、交通与通信设施、工程维修养护设备和防汛设施、运行管理单位办公生产用房等是否满足有关规定和工程运行管理需要，并处于正常运行状态。

15.3 日常检查与安全监测评价

15.3.1 日常检查与安全监测评价应根据评价类型和对象开展，主要评价运行管理单位是否按照相关制度、管理办法和技术标准要求，定期开展巡视检查和安全监测，及时发现是否存在工程安全问题和供水安全问题。

15.3.2 日常检查是指评价对象的运行管理单位对工程设施、室外设备、运行环境等进行的日常巡查，应评价巡查组织、巡查频次、巡查线路、巡查内容、巡查记录与分析及巡查要求等是否符合 SL 75、GB/T 30948 等相关标准的规定。

15.3.3 安全监测是评价对象的运行管理单位对工程安全性态开展的仪器监测，应评价监测人员、监测项目、监测频次、数据采集与管理、资料分析、信息化系统管理等是否符合 SL 551、SL 601、SL 768、SL 764 等相关标准的规定。

15.4 工程维修养护评价

15.4.1 工程维修养护评价包括对渠道与建筑物、金属结构与机电设备、管理设施（设备）、信息化系统等的检查、测试及养护和维修的评价。

15.4.2 渠道与建筑物、管理设施（设备）维修养护评价主要对运行管理单位是否编制工程年度维修养护计划，组织对工程和相关设施（备）进行经常性的养护和修理，使其处于安全和完整的工作状态。金属结构与机电设备维修养护主要评价是否制定维修养护计划，并开展经常性的养护与修理，使其处于安全运行状态。

15.4.3 渠道与建筑物、管理设施（设备）维修养护评价可参照 SL 210、SL 230、SL 75 的相关执行。

15.4.4 金属结构与机电设备维修养护评价可参照 SL 105、SL 226、SL 425 的相关规定执行。对金属结构、机电设备、信息化系统等还应定期检查和测试，确保其安全和可靠运行。

15.4.5 对工程以往开展的维修养护和加固改造工程设计、施工、验收及其效果应作详细记载和评价。

15.5 安全生产与应急管理评价

15.5.1 安全生产主要评价年度安全生产工作计划编制和总结、安全隐患排查和风险控制、安全生产检查、安全教育培训等工作是否符合管理单位相关制度标准的要求。

15.5.2 运行管理单位应根据安全生产制度及相关要求，组织编制年度安全生产工作计划，并严格过程管控，做好安全隐患排查和风险控制、安全生产检查、安全教育培训等工作，每年年底对年度安全生产计划执行情况进行总结。

15.5.3 应急管理主要评价应急预案的编制、培训、演练以及突发事件应急组织体系、运行机制、应急保障等是否符合管理单位相关制度标准的要求，工程抢险与应急调度方案是否合理可行。

15.5.4 安全生产与应急管理评价应满足下列要求：

- 1 应评价运行管理单位是否根据相关要求并结合工程实际，组织编制工程安全事故、防汛、穿越工程突发事件、冰冻灾害和地震灾害等应急预案，并履行相应审批和备案手续。

- 2 应评价运行管理单位是否做好工程安全事故、防汛、穿越工程突发事件、冰冻灾害和地震灾害等应急预案的培训、演练，并按照应急预案要求做好突发事件监测预警以及应急物资、设备和队伍的配备。

15.6 信息化系统评价

15.6.1 信息化系统评价包括安全监测自动化系统评价、控制系统评价、通信系统评价、运

行调度应用系统评价等。

15.6.2 安全监测自动化系统评价包括监测设施运行维护评价和监测自动化系统评价等。

1 监测设施运行维护评价内容包括运行管理、观测与维护等，主要评价监测设施运行维护是否满足 SL 551、SL 601、SL 768、SL 764 的相关规定。

2 监测自动化系统评价内容应包括数据采集装置、计算机及通信设施、信息采集与管理软件、运行条件、运行维护等。相关评价参照附录 C1 及 SL 766 的规定执行。

15.6.3 控制系统包括闸门（泵站）监控系统、视频监视系统及信息管理系统。主要评价内容包括信息采集装置的完备性、控制设备的可靠性、系统功能的实用性、系统管理及维护等方面。相关评价参照附录 C2 或相关标准执行。

15.6.4 通信系统包括站内通信、系统通信、对外通信及应急通信等。评价内容包括系统完备性评价、通信可靠性评价、通信系统安全性评价、系统管理及维护评价等。相关评价参照附录 C3 或相关标准执行。

15.6.5 运行调度应用系统包括基础平台完备性评价、实时监控与预警可靠性评价、调度计划准确性评价、运行调度应用系统管理及维护评价、运行调度应用系统综合评价等。相关评价参照附录 C4 或相关标准执行。

15.6.6 信息化系统评价结论分为合格、基本合格和不合格三个等级。合格的信息化系统应继续运行；基本合格的信息化系统可继续运行，应及时修复完善；不合格的信息化系统应及时更新改造。

15.7 安全年度报告

15.7.1 主要评价运行管理单位相关职能部门是否及时编制安全年度报告，以及安全年度报告内容是否完整规范、上一年度的安全年度报告建议及存在问题是否得到整改落实。

15.7.2 运行管理单位各部门做好相关专业资料的收集和整编，应在每个调水年度结束后的 15 日内上报运行管理单位。运行管理单位应在每个调水年度结束后的 30 日内，整编安全年度报告中相关专业资料。

15.7.3 安全年度报告应对上一年度的安全年度报告建议及存在问题落实情况进行评价，对本调水年度内的巡视检查和安全监测、安全检测（检验检测）、维修养护、安全生产、应急管理等方面的主要成效、经验和存在的主要问题进行总结，并提出下一年度安全评价及运行管理工作计划。具体内容参照附录 D。

15.8 运行管理评价结论

15.8.1 运行管理评价应作出以下明确结论：

- 1 管理机构和管理制度是否健全，管理人员职责是否明晰。
- 2 工程附属管理设施是否完善。
- 3 日常检查、安全监测是否正常和有效开展。
- 4 工程维修养护是否及时有效。
- 5 安全生产管理是否可控。
- 6 应急预案是否编制和科学合理，应急准备是否到位，应急处置是否及时有效。
- 7 信息化系统是否合格，可正常运行。
- 8 安全年度报告编写是否及时和规范。

15.8.2 当 15.8.1 条中八方面均做得好，工程能按设计条件和功能安全运行时，运行管理可评定为“规范”。

15.8.3 当 15.8.1 条中大部分做得好，工程基本能按设计条件和功能安全运行时，运行管理可评定为“较规范”。

15.8.4 当 15.8.1 条中大部分未做到，工程不能按设计条件和功能安全运行时，运行管理应评定为“不规范”。

16 安全综合评价与分类

16.0.1 安全综合评价是在安全检查、安全检测、安全监测资料分析基础上，根据各专项安全评价结果，参考工程质量与运行管理评价结论，对评价对象的安全状况进行综合评价，评定安全类别，并提出维修养护、加固、检修、更新改造和加强管理等建议。

16.0.2 水库、水闸、堤防、泵站、隧洞、渡槽等建筑物的综合评价结论分别按 SL 258、SL 214、SL/Z 679、SL 316、SL/T 790、T/CHES 22 的相关要求确定。

16.0.3 渠道、管涵、倒虹吸等建筑物的安全类别按下列规定进行评价与分级：

1 各建筑物安全综合评价应在现场安全检查与安全检测、安全监测评价等基础上，并参考现状工程质量与工程运行管理评价结论，根据防洪能力、渗流安全、结构安全、抗震安全、金属结构和电气设备等专项复核与评价结果，对建筑物安全进行综合评价，确定建筑物安全类别。

2 建筑物安全类别应按下列原则和标准进行确定：

(1) 一类建筑物：建筑物防洪能力、渗流安全、结构安全、抗震安全、金属结构和电气设备安全均满足规范要求，现状工程质量合格，运行管理规范或基本规范，能按设计标准正常运行的建筑物。

2 二类建筑物：建筑物现状防洪能力、渗流安全、结构安全、抗震安全、金属结构和电气设备安全存在一项以上（含一项）基本满足规范要求，或现状工程质量基本合格，运行管理不规范，在一定控制运用条件下才能安全运行的建筑物。

3 三类建筑物：建筑物防洪能力、渗流安全、结构安全、抗震安全、金属结构和电气设备安全存在一项以上（含一项）不满足规范要求，现状工程质量不合格，不能按设计标准正常运行的建筑物。

3 建筑物防洪能力、渗流安全、结构安全、抗震安全、金属结构和电气设备安全等各专项复核与评价结果均达到 A 级，且现状工程质量合格、运行管理规范或基本规范的建筑物，评定为一类建筑物；专项复核与评价中有一项以上（含一项）是 B 级的，可评定为二类建筑物；专项复核与评价中有一项以上（含一项）是 C 级的，或现状工程质量不合格，评定为三类建筑物。

16.0.4 当划分评价单元进行安全评价时，应对评价单元的所有建筑物安全状况分别进行评价，在此基础上提出评价单元的安全综合评价结论。安全综合评价安全类别评定应符合下列规定：

1 正常：所有承担调水功能的建筑物安全评价结论为一类，且不承担调水功能的建筑物安全评价等级不低于二类，无明显影响工程正常运行的明显隐患、缺陷问题和设备故障，运行管理规范或基本规范，按常规维修养护即可保证正常运行。

2 基本正常：有一座以上（含一座）承担调水功能的建筑物安全评价结论为二类，或所有承担调水功能的建筑物安全评价结论为一类，但存在不承担调水功能的建筑物安全评价等级低于二类，工程存在隐患、缺陷问题和设备故障，运行管理规范或基本规范，经维修养护或局部更新改造后可实现正常运行。

3 不正常：有一座以上（含一座）承担调水功能的建筑物安全评价结论为三类或四类，或运用指标达不到设计标准，存在严重隐患、缺陷问题和设备故障，运行管理基本规范或不规范，工程不能正常运行。

16.0.5 对安全类别为二类或三类的建筑物，应相应提出维修和加固建议。对安全综合评价为基本正常和不正常的工程，应从调水工程作为系统工程的角度，相应提出维修养护、加固、更新改造、检修和加强管理建议，确保调水工程输水安全。

附录 A 工程安全检查表

A.1 安全检查基本情况

安全检查对象名称及基本情况描述	
主要建筑物	
检查时间	
天气	
检查时渠道水位 (m)	
检查时渠道流量 (m ³ /s)	
检查人员	
安全检查发现的主要问题描述	
注：可根据工程实际情况增减表中内容	

A.2 大坝工程安全检查情况

检查部位			检查情况记录
大坝	引水闸	进口段	
		闸室段	
		出口段	
	大坝结构	坝顶路面和排水设施	
		坝体外观形象面貌	
		上游坝面	
		下游坝面	
		坝体排水设施	
		坝体内部廊道	
		坝基防渗帷幕和排水	
		上游、下游坝基	
		左、右坝肩	
	近坝库岸		
上游引渠、下游渠道	内坡衬砌板		
	运行维护道路		
	渠道外坡		
	防护设施		

注：可根据工程实际情况增减表中内容。

A.2 闸室（房）建筑物安全检查情况

检查部位		检查情况
进口段	岸坡	
	渠道	
	翼墙	
闸室段	闸室	
	启闭机房	
出口段	岸坡	
	渠道	
	翼墙	
注：可根据工程实际情况增减表中内容。		

A.3 泵站安全检查情况

检查部位		检查情况
主泵站	基础	
	钢筋混凝土结构	
进水池		
出水池		
流道（管道）		
泵站出水主管 PCCP		
注：可根据工程实际情况增减表中内容。		

A.4 渠道安全检查情况

检查部位		检查情况
渠道	内坡衬砌板	
	渠道运行维护道路	
	一级马道以上渠道内坡	
	渠道外坡	
	防洪堤	
防护设施	防护设施	
工程管理范围	管理范围内其他设备设施	
渠道与穿渠、跨渠建筑物结合部	渠道	外坡
		反滤排水设施
		穿渠建筑物变形缝
	结合部	墩柱与渠道结合部
注：可根据工程实际情况增减表中内容。		

A.5 渡槽安全检查情况

检查部位			检查情况
进口段	连接段	翼墙	
		填土	
	防护工程	外坡	
		排水设施	
	进口闸	闸室	
		水流流态	
槽身结构	槽身		
	槽内		
支座	支座结构		
	支座钢板		
下部结构	墩柱		
	周边填土		
出口段	连接段	翼墙	
		填土	
	防护工程	裹头外坡	
		排水设施	
	出口闸	闸室	
		水流流态	
注：可根据工程实际情况增减表中内容。			

A.6 管涵与 PCCP 安全检查情况

检查部位		检查情况
管涵、PCCP	管顶防护设施	
	相邻管节	
	管身两侧和附近	
	通气孔、检修孔	
	保水堰	
管身	混凝土结构	
	聚脲涂料/碳纤维布	
	生物附着物	
保护设施	阴极保护装置	
注：可根据工程实际情况增减表中内容。		

A.7 隧洞安全检查情况

检查部位			检查情况
进口段	洞脸	支护设施	
		排水设施	
	洞顶	洞顶地表	
	进口闸	闸室	
		水流流态	
洞内	混凝土结构		
	洞顶岩体		
出口段	洞脸	支护设施	
		排水设施	
	洞顶	洞顶地表	
	出口闸	闸室	
		水流流态	
注：可根据工程实际情况增减表中内容。			

A.8 倒虹吸安全检查情况

检查部位			检查情况
进口段	连接段	翼墙	
		填土	
	防护工程	裹头外坡	
		排水设施	
	进口闸	闸室	
		水流流态	
管身段	顶部防护设施		
	地面		
	洞内		
出口段	连接段	翼墙	
		填土	
	防护工程	裹头外坡	
		排水设施	
	出口闸	闸室	
		水流流态	
注：可根据工程实际情况增减表中内容。			

A.9 退水渠安全检查情况

检查部位		检查情况
进口段	结合部	
退水渠	底板	
	护砌工程	
	渠身	
	渠顶	
消能防冲设施		
出口段	结合部	
	河道断面状况	
注：可根据工程实际情况增减表中内容。		

A.10 金属结构与机电设备安全检查情况

检查部位			检查情况
闸门	拦污栅		
	检修闸门		
	检修门槽		
	工作闸门		
	工作门槽		
启闭机	卷扬式启闭机	门架	
		启闭机	
		启闭电源	
		备用电源	
	液压启闭机	门架	
		启闭机	
		启闭电源	
		备用电源	
电气设备	电动机		
	水轮机		
	控制柜		
	配电柜		
	变压器		
	开关柜		
	电缆		
	防雷设施		
	备用电源		
注：可根据工程实际情况增减表中内容。			

A.11 信息化系统安全检查情况

检查内容			检查情况记录
安全监测系统	水雨情测报设施	水情测报设施	
		雨情测报设施	
	监测设施	变形监测设施	
		渗流及渗漏量监测设施	
		应力应变监测设施	
		温度监测设施	
		环境量监测设施	
		其他监测设施	
		监测资料整编分析情况	
通信系统	固定电话		
	卫星电话		
	移动电话		
	通信线路		
控制系统			
运行调度应用系统			
监控中心			
注：可根据工程实际情况增减表中内容。			

A.12 管理设施安全检查情况

检查项目			检查情况记录
管理设施	管理机构	机构组成	
		机构主管部门	
	管理队伍	行政管理人员	
		技术管理人员	
	管理制度	管理制度类型	
		管理制度执行情况	
	办公用房	办公用房面积	
		结构安全性	
	办公设备	计算机	
		打印机	
		监控设备	
		办公桌椅	

	交通道路	巡查及防汛路	
		与外界联系交通道路	
	车辆、船只	办公车辆	
		防汛抢险车辆	
		防汛抢险船只	
	防汛抢险储备物资	土石料木桩、	
		钢丝（筋）	
		编织袋	
		防汛抢险照明	
		其他	
	警报系统	警报设施	
		安保设施	
	供电及照明设施	工程区供电	
		工程区照明	
	维修养护设备及物资	维修养护机械设备	
		维修养护物资	
	调度运用计划	编制内容	
		培训	
	应急预案	编制内容	
		洪水风险图	
		有效性、可行性	
		宣传、培训及演练（习）	
	其他		
注：可根据工程实际情况增减表中内容。			

A.13 桥梁安全检查情况

检查部位		检查情况
桥头	桥头道路	
	桥头排水	
	与渠顶运行维护道路三角地带	
桥台和引道护坡		
桥墩、支座和梁体		
桥面（截排水设施、桥梁排水管、桥梁接缝）		
桥梁防撞护栏、防抛网		
注：可根据工程实际情况增减表中内容。		

A.14 穿跨越工程安全检查

检查部位		检查情况
进口段	过流通道	
	翼墙及其边坡	
	底板	
	上下游渠道外坡	
出口段	过流通道	
	翼墙及其边坡	
	底板	
	上下游渠道外坡	
管身段	混凝土	
	结构缝	
注：可根据工程实际情况增减表中内容。		

A.15 工程保护范围安全检查

检查内容		检查情况
外部影响	工程保护范围内穿(跨)越 邻接工程情况	
	未永久征地的地下建筑物 顶部情况	
	工程保护范围其他情形	
	工程保护范围内大面积水 体情况	
注：可根据工程实际情况增减表中内容。		

附录 B 混凝土结构质量评价

B.0.1 混凝土结构应复核强度、抗渗、抗冻等级及弹性模量等是否符合 SL 191、SL176、SL734、SL 775、SL319、SL 265 等相应规范的规定。

B.0.2 混凝土结构检测结果应符合下列要求：

- 1 抗压强度推定值或推定区间上限值及芯样抗压强度值、轴向抗拉强度不小于设计要求。
- 2 抗渗性能、抗冻性能、钢筋数量的检测结果达到设计要求。
- 3 钢筋间距和保护层厚度的检测结果合格率要达到技术标准要求。
- 4 内部缺陷的检测结果无明显不密实区和空洞。
- 5 弹性模量的检测结果达到设计和技术标准要求。

B.0.3 混凝土碳化深度评价按下列规定进行分类：

- 1 A 类碳化：轻微碳化，大体积混凝土的碳化。
- 2 B 类碳化：一般碳化，钢筋混凝土碳化深度小于钢筋保护层的厚度。
- 3 C 类碳化：严重碳化，钢筋混凝土碳化深度达到或超过钢筋保护层的厚度。

B.0.4 水工混凝土渗漏可分为集中渗漏、裂缝与伸缩缝渗漏及散渗。渗漏状况下列规定进行分类：

- 1 A 类渗漏：轻微渗漏，混凝土轻微面渗或点渗。
- 2 B 类渗漏：一般渗漏，局部集中渗漏、产生溶蚀。
- 3 C 类渗漏：严重渗漏，存在射流或层间渗漏。

B.0.5 混凝土结构裂缝分水工大体积混凝土、水工钢筋混凝土和渠道衬砌（素）混凝土工程三类进行分类判定。当缝宽、缝深和缝长等未同时符合下列指标时，应按照靠近从严的原则进行归类。

1 水工大体积混凝土裂缝可根据裂缝特性、缝宽和缝深等分类标准进行分类：

- (1) A 类裂缝：龟裂或细微裂缝，缝宽 $\delta < 0.2\text{mm}$ ，缝深 $h \leq 300\text{mm}$ 。
- (2) B 类裂缝：表面或浅层裂缝，缝宽 $0.2 \leq \delta < 0.3\text{mm}$ ，缝深 $300 < h \leq 1000\text{mm}$ 。
- (3) C 类裂缝：深层裂缝，缝宽 $0.3 \leq \delta < 0.5\text{mm}$ ，缝深 $1000 < h \leq 5000\text{mm}$ 。
- (4) D 类裂缝：贯穿性裂缝，缝宽 $\delta \geq 0.5\text{mm}$ ，缝深 $h > 5000\text{mm}$ 。

2 水工钢筋混凝土裂缝可根据裂缝特性、缝宽和缝深等分类标准进行分类：

- (1) A 类裂缝：龟裂或细微裂缝，缝宽 $\delta < 0.2\text{mm}$ ，缝深 $h \leq 300\text{mm}$ 且不超过钢筋保护

层厚度。

(2) B 类裂缝：表面或浅层裂缝，缝宽 $0.2 \leq \delta < 0.3\text{mm}$ ，缝深 $300 < h \leq 1000\text{mm}$ 且不超过结构宽度的 $1/4$ 。

(3) C 类裂缝：深层裂缝，缝宽 $0.3 \leq \delta < 0.4\text{mm}$ ，缝深 $1000 < h \leq 2000\text{mm}$ 或大于结构厚度的 $1/4$ 。

(4) D 类裂缝：贯穿性裂缝，缝宽 $\delta \geq 0.4\text{mm}$ ，缝深 $h > 2000\text{mm}$ 或大于结构厚度的 $2/3$ 。

3 渠道衬砌（素）混凝土工程裂缝按下列规定进行分类：

(1) A 类裂缝：缝深较浅，为龟裂或细微不规则状裂缝，缝宽 $\delta < 0.2\text{mm}$ 。

(2) B 类裂缝：缝宽 $\delta \geq 0.2\text{mm}$ ，缝长 $l \geq 200\text{cm}$ ，缝深基本穿透结构厚度。

B.0.6 钢筋锈蚀按其对建筑物危害程度按下列规定进行分类：

1 A 类锈蚀：轻微锈蚀，混凝土保护层完好，但钢筋局部存在锈迹。

2 B 类锈蚀：中度锈蚀，混凝土未出现顺筋开裂剥落，钢筋锈蚀范围较广，截面损失小于 10%。

3 C 类锈蚀：严重锈蚀，钢筋表面大部分或全部锈蚀，截面损失大于 10%或承载力失效，或混凝土出现顺筋开裂剥落。

B.0.7 钢筋保护层厚度应符合下列规定：

1 处于一类环境的梁、柱、墩混凝土保护层最小厚度为 30mm，墙、板混凝土保护层最小厚度为 20mm。

2 处于二类环境的梁、柱、墩混凝土保护层最小厚度为 35mm，墙、板混凝土保护层最小厚度为 25mm。处于三类环境下的梁、柱、墩混凝土保护层最小厚度为 45mm，墙、板混凝土保护层最小厚度为 30mm。

3 截面厚度不小于 2.5m 的底板及墩墙保护层最小厚度为：40mm（二类环境），50mm（三类环境）。有抗冲耐磨要求的结构面层钢筋，保护层厚度应适当增大。有受冻要求的梁、板、柱、墩、墙的钢筋保护层厚度宜适当增加。

B.0.8 对已发现的混凝土性能指标不满足标准要求，应评估对结构安全性、适用性和耐久性的影响。

附录 C 信息化系统评价

C.1 安全监测自动化系统评价

C.1.1 监测设施运行维护评价内容包括运行管理评价、观测与维护以及监测资料整编分析等，评价方法及标准应符合 GB/T 41368、SL/ 551、SL 601、SL/T 794、SL 768 及 SL 766 等有关技术规范的规定；监测设施运行维护评价等级分为合格、基本合格、不合格，评价标准应符合下列规定：

- 1 运行管理评价、观测与维护评价、资料整编分析评价结果均为合格者，评价为合格。
- 2 运行管理评价、观测与维护评价、资料整编分析评价结果任一项为不合格，评价为不合格。
- 3 其他情形，评价为基本合格。

C.1.2 监测自动化系统评价内容包括数据采集装置、计算机及通讯设施、信息采集与管理软件、运行条件及运行维护等，评价方法及标准应符合 SL 766 的规定，同时应对监测自动化系统所有设备评价进行统计整理，根据各项评价结果，监测自动化系统评价等级分为合格、基本合格、不合格，评价标准应符合下列规定：

- 1 数据采集装置、计算机及通讯设施、信息采集与管理软件、运行条件全部合格，运行维护为合格或基本合格，评价为合格。
- 2 计算机及通讯设施为合格，数据采集装置、信息采集与管理软件、运行条件有一项及以上为基本合格，运行维护为基本合格，评价为基本合格。
- 3 其他情形，评价为不合格。

C.1.3 安全监测自动化系统综合评价应根据监测设施运行维护评价、监测自动化系统评价进行，并及时提出监测系统鉴定报告，综合评价应符合下列规定：

- 1 监测设施运行维护和监测自动化系统均合格，安全监测自动化系统鉴定为合格。
- 2 监测设施运行维护或监测自动化系统为基本不合格，安全监测自动化系统鉴定为基本合格，应及时对基本正常项进行改造完善，达到合格标准。
- 3 监测设施运行维护和监测自动化系统有任一项不合格，安全监测自动化系统鉴定为不合格，应及时对不正常项进行改造完善，使其达到合格标准。

C.2 控制系统评价

C.2.1 分析计算机监控结构配置图、保护测量配置图、视频系统结构图、集控中心网络结构图等，评价控制系统设计是否合理，是否符合规范要求，设备配置是否满足工程水量调度、

水闸监控、泵站或调蓄工程监控、安全监测、工程防洪、视频监视等的需要。

C.2.2 根据检测资料，评价数据采集测量误差是否符合规范要求，计算机监控系统的开关量与模拟量输入、输出的准确性和可靠性是否符合规定要求。

C.2.3 评价计算机监控系统界面画面清晰度，系统示意图与运行状态图是否直观、正确，数据刷新时间应不超过 2s（其中重要画面与报警画面小于 1s），动态反映相关设备状态、运行参数和报警信号是否符合设计或规范要求。

C.2.4 监控系统是否能自动或按运行人员的指令实时打印记录，主要设备的各种操作、事故和故障记录及有关参数和表格，是否定时打印。

C.2.5 监控系统能否进行以下管理：

- 1 自动统计主设备的运行小时数、投切次数、事故次数等数据，建立主要设备的运行档案。
- 2 建立历史数据库。
- 3 编辑、打印操作票。
- 4 储存继电保护整定值。
- 5 提供事故处理及其他运行管理的指导。

C.2.6 通过检查，评价计算机历史数据库、相关数据记录的存储是否符合要求，是否可通过图形、曲线、报表等方式显示、查询、打印数据库中的数据与信息，对各种操作情况进行记录存储与查询，包括断路器、隔离开关、闸门等设备的操作记录和操作人员的信息、操作内容、动作开始时间，动作次数，是否操作成功及操作失败原因等，各种位整定值和设定值的变更的记录存储与查询，各种故障与事故的记录存储与查询。

C.2.7 通过检查，评价远程对闸门、电（泵）站机电设备控制的准确性，以及自动按预先设定的程序对闸门或机电设备进行实时过程控制效果。

C.2.8 监控系统是否能采取计算机联网数据通信，同时实现远动功能或电（泵）站监控系统与上级调度自动化系统采用远动规约互联的方式，实现上级调度对水闸、电（泵）站的远动功能。

C.2.9 电（泵）站监控系统能否根据负荷曲线或预定的调节原则，或上级调度所实时发来的有功功率给定值，以节水多发为目标，并考虑到最低限度旋转备用，在躲开振动、汽蚀等条件约束下，确定开机组合方式及最优负荷分配。

C.2.10 主设备的自动切换是否正常。

C.2.11 评价计算机监控的可靠性指标是否符合规定要求，反映设备状态的正确率是否能达

到 100%。

C.2.12 监控系统通信是否完善正常，报警系统工作是否正常，监控系统自诊断、自恢复及掉电保护是否完善正常。

C.2.13 监控系统技术资料是否完备齐全，设备标志是否齐全，警告标志或安全标志是否完备，计算机环境条件是否符合规定要求。

C.2.14 抗电磁干扰和电磁相容性是否符合规定要求。

C.2.15 视频图像监视范围是否覆盖重要位置及与安全、环境有关的部位，前端设备稳定性如何，图像切换和信息叠加是否正常，图像编号、记录时间是否齐全，图像完整性、回放效果清晰度是否符合要求。

C.2.16 监控系统安全是否符合规定要求，计算机监控系统接地是否符合要求，监控系统电缆敷设和截面选择是否符合要求，监控系统电源是否安全可靠。

C.2.17 控制系统综合评价应根据《水工钢闸门和启闭机安全运行规程》SL/T 722、《泵站计算机监控与信息系统技术导则》SL 583 等技术标准，对信息采集装置的完备性、控制设备的可靠性、系统功能的实用性、系统管理及维护等进行分析评价，并及时提出控制系统鉴定报告，综合评价应符合下列规定：

1 信息采集装置的完备性、控制设备的可靠性、系统功能的实用性、系统管理及维护等评价均合格，控制系统鉴定为正常。

2 信息采集装置的完备性评价为基本合格，控制设备的可靠性、系统功能的实用性、系统管理及维护等评价为合格或基本合格，控制系统鉴定为基本正常，应及时对基本合格项进行改造完善，达到合格标准。

3 其他情形，控制系统鉴定为不合格，应及时对不合格项进行改造完善，使其达到合格标准。

C.3 通信系统评价

C.3.1 站内通信包括站内调度通信、站内生产管理通信；系统通信包括三级、二级及一级管理单位之间的调度通信和生产调度通信；对外通信包括与当地电信部门及其他有关部门之间的通信；应急通信应满足在常规通信方式失效情况下对外联络的需要。

C.3.2 系统完备性评价包括通信设备、通信线缆、路由、供电设备、信息数据库等，评价方法包括安全检查、查阅日常运行日志、关键指标现场测试，评价标准依据设计指标及 SL 517、SL/T 292 的规定，系统完备性评价等级分为合格、基本合格、不合格。

1 通信设备、路由、供电设备选型合适，布置合理；通信线缆选型及敷设规范；信息

数据库功能满足运行要求，且有一定裕度，系统完备性评价为合格。

2 通信设备、路由、供电设备任何一项设备选型不合适，通信线缆没按标准敷设、存在隐患，系统完备性评价为不合格。

3 其他情形，评价为基本合格。

C.3.3 通信可靠性评价包括通信设备、通信线缆、路由、供电设备、接口及中继等，评价方法包括查阅日常运行日志、关键指标现场测试，评价标准依据设计指标及 SL 517、SL/T 292 的规定，通信可靠性评价等级分为合格、基本合格、不合格。

1 通信设备、通信线缆、路由、供电设备、接口及中继等运行正常，传输质量满足设计要求，经现场检测测试均能正常工作的，通信可靠性评价为合格。

2 通信设备、通信线缆、路由、供电设备、接口及中继等有一项运行不正常，经现场检测测试不满足规范或设计要求，通信可靠性评价为不合格。

3 其他情形，评价为基本合格。

C.3.4 通信系统安全性评价包括防雷接地、应急通信、突发事件通信处置方案等，评价方法包括安全检查、查阅日常运行日志、关键指标现场测试，评价标准依据设计指标及 SL517、SL/T 292 的规定，通信系统安全性评价等级分为合格、基本合格、不合格。

1 防雷接地布设规范，经检测接地电阻小于 1Ω ；应急通信设备及线缆经测试正常可靠；突发事件通信处置方案满足要求，通信系统安全性评价为合格。

2 防雷接地布设基本规范，经检测接地电阻小于 4Ω ；应急通信设备及线缆经测试正常可靠；突发事件通信处置方案基本满足要求，通信系统安全性评价为基本合格。

3 其他情形，评价为不合格。

C.3.5 系统管理及维护评价包括设备运行管理评价、线缆运行管理评价、运行值班管理评价、维修养护效果评价等，评价方法包括安全检查、查阅日常运行日志、关键指标现场测试，评价标准依据设计指标及 SL517、SL/T 292 的规定，系统管理及维护评价等级分为合格、基本合格、不合格。

1 设备运行管理与线缆运行管理制度健全、定期进行测试和巡查，运行值班管理制度健全且落实较好，维修养护及时、规范，系统管理及维护评价为合格。

2 设备运行管理与线缆运行管理制度不健全，运行值班管理制度未落实，维修养护不及时、影响正常使用，系统管理及维护评价为不合格。

3 其他情形，评价为基本合格。

C.3.6 通信系统综合评价应根据系统完备性评价、通信可靠性评价、通信系统安全性评价、

系统管理及维护评价结果等进行,并及时提出通信系统鉴定报告,综合评价应符合下列规定:

1 系统完备性、通信可靠性、通信安全性、系统管理及维护等评价均合格,通信系统鉴定为合格。

2 系统完备性评价为基本合格,通信可靠性、通信安全性、系统管理及维护评价为合格或基本合格,通信系统鉴定为基本合格,应及时对基本合格项进行改造完善,达到合格标准。

3 其他情形,通信系统鉴定为不合格,应及时对不合格项进行改造完善,使其达到合格标准。

C.4 运行调度应用系统评价

C.4.1 运行调度应用系统基础平台完备性评价内容包括平台管理、网络与安全防护、基础数据与模型管理等,评价方法包括安全检查、查阅日常运行日志、关键指标现场测试,评价标准依据设计指标及 GB/T 22239 的规定,基础平台完备性评价等级分为合格、基本合格、不合格。

1 平台管理应包括系统管理、数据库管理、人机界面管理、权限管理、CASE 管理、告警管理和工作流管理。应逐项评价其完备性,所有内容齐全,满足设计技术指标评价为合格;缺项少于 3 项,总体满足设计技术指标评价为基本合格;缺项大于 3 项者评价为不合格。每项管理内容如下:

(1) 系统管理应包括系统节点及应用管理、进程管理、系统网络管理、系统资源监视、时钟管理、日志管理、定时任务管理、系统备份/恢复管理。

(2) 数据库管理应包括关系数据库、实时数据库、时间序列数据库、文件服务管理、数据库备份和恢复管理。

(3) 人机界面管理应包括人机界面基本要求、图元、画面编辑、人机交互、可视化管理。

(4) 权限管理包括组织机构管理、人员及用户管理、应用功能管理、角色管理、数据分发同步和协同管理。

(5) CASE 管理应包括模型 CASE 管理、方式数据 CASE 管理和图形 CASE 管理。

(6) 告警管理应包括告警定义、告警处理方式、告警汇总显示、告警日志和查询。

(7) 工作流管理应包括工作流流程管理、工作流分析统计和工作流日志管理。

2 网络与安全防护应从系统网络管理、系统安全两个方面进行评价。

(1) 系统网络管理是否能监控到各节点间的通信状况,合格标准是紧急及重要告警无

漏报。

(2) 系统安全要求应包括操作系统安全、数据库安全、安全监视、身份认证、安全授权、网络设备与安全设备，上述内容是否齐全且满足设计指标作为合格标准；缺少其中一项者可认定为不合格；其他情形可认为基本合格。

3 基础数据与模型管理应包括基础数据内容、基础数据维护和管理、调度模型管理。内容齐全、维护及时且符合设计要求，评价为合格；内容欠缺且不满足设计或运行要求，评价为不合格；其他情形评价为基本合格。

C.4.2 实时监控与预警可靠性评价包括系统稳态监视与设备集中监控评价、自动控制功能评价、综合智能分析与告警功能评价等，评价方法包括安全检查、查阅日常运行日志、关键指标现场测试，评价标准依据设计指标及 GB/T 22239 的规定，实时监控与预警可靠性评价等级分为合格、基本合格、不合格。

1 系统稳态监视与设备集中监控应能实现对运行调度应用系统实时运行稳态信息的监视和设备控制；并具备数据来集与处理功能、系统监视功能、数据记录功能、责任区与信息分流功能、操作与控制功能、数据交换功能等；其监控画面展示应包括自动生成光字牌监视图、动态展示一次二次设备事故或故障信号、按间隔进行归属，实现对变电站监控画面的远程浏览；告警功能应包括多种方式进行相关事件告警、告警抑制、延时告警等；监控统计分析功能应包括统计自定义，根据设定的延时、抑制、防抖动等过滤方式进行相关内容的统计。上述内容和功能齐全，且符合设计要求，评价为合格；内容欠缺且不满足设计或运行要求，评价为不合格；其他情形评价为基本合格。

2 自动控制应利用系统实时运行信息，结合实时调度计划信息自动调整可调控设备，实现系统的闭环调整，包括人工辅佐自动控制和自动控制功能。人工辅佐自动应具备实时数据处理、区域控制、PLC 控制、AGC 性能监视、PLC 性能响应测试等功能；自动控制应具备无功优化计算、监视与控制、上下级协调控制、历史记录和统计分析等功能。上述内容和功能齐全，且符合设计要求，评价为合格；内容欠缺且不满足设计或运行要求，评价为不合格；其他情形评价为基本合格。

3 综合智能告警应具备告警信息采集、综合、筛选、压缩、提炼和显示功能。

(1) 综合智能分析与告警应能基于系统稳态数据、动态数据、保护、故障录波以及告警直传等信息对系统故障在线进行识别、分析和告警；具备系统潮流越限、电压越限、断面越限等告警信息的可视化展示和告警功能；实现运行调度应用系统故障告警信息的实时推送。

(2) 综合智能告警指标如下：月度故障告警正确率不小于 90%；月度向上级正确推送

率不小于 95%。

(3) 上述内容和功能齐全，且符合指标要求，评价为合格；内容欠缺且不满足指标或运行要求，评价为不合格；其他情形评价为基本合格。

C.4.3 运行调度应用系统管理及维护评价包括基础数据评价、设备运行管理评价、系统运行管理评价、专业管理评价、信息展示与发布及内部综合管理评价等，评价方法包括安全检查、查阅日常运行日志、关键指标现场测试，评价标准依据设计指标及 GB/T 22239 的规定，调度管理及维护评价等级分为合格、基本合格、不合格。

1 系统管理基础数据评价应包括组织机构管理、人员信息管理、闸（泵）站数据管理、一次二次设备数据管理、调度主站设备管理、文档资料管理等评价。

2 设备运行管理评价应包括设备参数管理、土建项目调度工作管理、设备退役管理、一次设备状态管理、定值单管理、设备缺陷管理、继电保护 / 安全自动装置动作统计等评价。

3 系统运行管理评价应包括操作票管理、应急预案管理、事故报告管理、稳定限额管理、安控策略管理、调度安全管理等评价。

4 专业管理评价应包括专业管理报表、标准 / 规程 / 规范管理和知识管理等内容评价。

5 信息展示与发布及内部综合管理评价应包括系统运行信息、生产统计信息、运行调度应用系统动态、系统运行信息、生产统计信息、文档资料管理、新闻公告管理、多维动态信息展示、资料搜索管理、分布式查询、信息发布管理工具等内容评价。其中，内部综合管理应包括工程项目管理、工作计划管理、备品备件管理。

7 调度应用系统评价指标：

(1) 调度管理功能年可用率不小于 99.5%。

(2) 主要页面响应时间不大于 3s。

(3) 核心流程上线率为 100%。

C.4.4 运行调度应用系统综合评价应根据基础平台完备性评价、实时监控与预警可靠性评价、调度管理及维护评价进行，并及时提出运行调度应用系统鉴定报告，综合评价应符合下列规定：

1 基础平台完备性、实时监控与预警可靠性、调度管理及维护等评价均合格，运行调度应用系统鉴定为合格。

2 基础平台完备性评价为基本合格，实时监控与预警可靠性、调度管理及维护评价为合格或基本合格，运行调度应用系统鉴定为基本合格，应及时对基本合格项进行改造完善，达到合格标准。

3 基础平台完备性、实时监控与预警可靠性、调度管理及维护有任一项不合格，运行调度应用系统鉴定为不合格，应及时对不合格项进行改造完善，使其达到合格标准。

附录 D 安全年度报告内容

调水工程安全年度报告宜包括以下内容：

- 1 基本情况。包括工程概况、管理情况、管理设施及上一年度安全年度报告建议及存在问题的落实情况。
- 2 调度运行。包括运行调度简况、调度依据、正常调度、汛期调度、冰期调度和应急调度情况，年度运行调度工作评价、主要成效和存在的问题及建议。
- 3 安全检查。包括日常巡视检查、年度检查、定期检查和特别检查等的时间、背景、人员和内容，检查结论和处理情况；上级部门监督检查的时间、背景和内容，检查结论和主要问题，整改措施落实情况及成效；基于安全检查的工程安全状况的初步判断。
- 4 安全检测。包括土建、金属结构、机电设备及电力系统、运行调度应用系统和其他重要设备等年度检测结果；存在问题和整改情况。
- 5 安全监测。包括安全监测资料整编分析，以及异常数据的成因分析和处理情况，工程安全状况的初步判定；今后的监测重点部位和监测项目。
- 6 维修养护。包括工程维修养护计划和实施情况，存在的问题或遗留问题；新发现的问题、现象以及维护情况；提出初步评价以及对下年度维修养护计划的建议。
- 7 安全评价。包括本年度开展的安全评价的组织实施及主要结论，主要问题处置意见及落实情况；下一年度的安全评价计划。
- 8 安全生产。年度安全生产情况（包括重大隐患排查治理情况、重大风险辨识管控情况、工程安全事故处理等情况）。
- 9 应急管理。包括应急预案编制和演练情况；应急准备；突发事件及应急响应、处置情况，主要成效、经验及教训；进一步完善应急预案的建议。
- 10 专题研究。年度开展的与工程安全有关的专题研究分析及主要结论意见。
- 11 结论与工作计划。总结年度运行调度、安全检查、安全检测、巡视检查和安全监测、维修养护、安全生产、应急管理等方面的主要成效、经验和存在的主要问题，提出下一年度工程安全管理工作计划。

本标准用词说明

- 1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应该这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。