

ICS 27.140
P 59

NB

中华人民共和国能源行业标准

P

NB/T 10860—2021

水电站排水系统规范

Code for Drainage and Dewatering System
of Hydropower Stations

2021 - 12 - 22 发布

2022 - 06 - 22 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国能源行业标准

水电站排水系统规范

Code for Drainage and Dewatering System
of Hydropower Stations

NB/T 10860—2021

主编部门：水电水利规划设计总院

批准部门：国 家 能 源 局

施行日期：2022年6月22日

中国水利水电出版社

2022 北 京

中华人民共和国能源行业标准
水电站排水系统规范
Code for Drainage and Dewatering System
of Hydropower Stations
NB/T 10860—2021

*

中国水利水电出版社出版发行
(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)
网址: [www. waterpub. com. cn](http://www.waterpub.com.cn)
E-mail: [sales@mwr. gov. cn](mailto:sales@mwr.gov.cn)
电话: (010)68545888(营销中心)
北京科水图书销售有限公司
电话: (010)68545874、63202643
全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售
清淞永业(天津)印刷有限公司印刷

*

140mm×203mm 32开本 1.5印张 40千字
2022年6月第1版 2022年6月第1次印刷
印数 0001—1500册

*

书号 155226·140
定价 **40.00** 元

凡购买我社规程,如有缺页、倒页、脱页的,
本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

国家能源局 公 告

2021 年 第 6 号

根据《中华人民共和国标准化法》《能源标准化管理办法》，国家能源局批准《煤矿井下强制增渗工程设计规范》等 356 项能源行业标准（附件 1）、《Technical Code for Design and Calculation of Combustion System of Fossil-fired Power Plant》等 25 项能源行业标准外文版（附件 2），现予以发布。

- 附件：1. 行业标准目录
2. 行业标准外文版目录

国家能源局

2021 年 12 月 22 日

NB/T 10860—2021

附件 1:

行 业 标 准 目 录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
...						
11	NB/T 10860— 2021	水电站排水 系统规范			2021 - 12 - 22	2022 - 06 - 22
...						

前 言

根据《国家能源局综合司关于印发 2017 年能源领域行业标准制（修）定计划及英文版翻译出版计划的通知》（国能综通科技〔2017〕52 号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规范。

本规范的主要技术内容是：总则、术语、排水系统设计、排水系统设备配置、排水系统布置及安装、排水系统试验及验收、排水系统运行维护。

本规范由国家能源局负责管理，由水电水利规划设计总院提出并负责日常管理，由能源行业水电水力机械标准化技术委员会（NEA/TC 20）负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至水电水利规划设计总院（地址：北京市西城区六铺炕北小街 2 号，邮政编码：100120）。

本规范主编单位：中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

水电水利规划设计总院

本规范参编单位：中国水利水电第八工程局有限公司

南京贝特制泵有限公司

哈尔滨哈控实业有限公司

本规范主要起草人员：李月彬 唐 蕾 宗万波 袁延良

刘 涛 李 南 莫春霞 赵明琴

王洪庆 颜昌梅 李 峰 常福明

殷 晶 胡藤耀 李小乐 刘文广

唐林钧 黄 斌

本规范主要审查人员：戴康俊 曾镇铃 韩伶俐 高苏杰

石清华 易忠有 宫让勤 祝宝山

苟东明	蒋登云	孙文彬	陈顺义
武赛波	姚建国	苑连军	付国锋
张 强	王建华	梁玉福	张续钟
刘功梅	许义群	于纪幸	王雄文
王胜军	周科衡	邹茂娟	董郑森
岳 蕾	李仕胜		

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	排水系统设计	3
3.1	一般规定	3
3.2	厂房渗漏排水系统	3
3.3	机组检修排水系统	5
3.4	厂区水泵排水系统	6
3.5	大坝渗漏排水系统	7
4	排水系统设备配置	8
4.1	排水设备	8
4.2	阀门、管路及其附件	9
4.3	自动化元件	9
4.4	备品备件及专用工具	10
4.5	标志、包装、运输及贮存	10
5	排水系统布置及安装	12
5.1	布置	12
5.2	安装	13
6	排水系统试验及验收	15
6.1	工厂试验及验收	15
6.2	现场试验及验收	17
7	排水系统运行维护	18
附录 A	水泵备品备件	19
本规范	用词说明	21
引用标准	名录	22
附：条文	说明	25

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Design of Drainage and Dewatering System	3
3.1	General Requirements	3
3.2	Powerhouse Leakage Drainage System	3
3.3	Unit Dewatering System	5
3.4	Leakage Drainage Pumping System of Powerhouse Area	6
3.5	Dam Leakage Drainage System	7
4	Equipment Configuration of Drainage and Dewatering System	8
4.1	Drainage and Dewatering Equipment	8
4.2	Valves, Pipes and Accessories	9
4.3	Automation Components	9
4.4	Spare Parts and Special Tools	10
4.5	Marking, Packaging, Transportation and Storage	10
5	Arrangement and Installation of Drainage and Dewatering System	12
5.1	Arrangement	12
5.2	Installation	13
6	Testing and Acceptance of Drainage and Dewatering System	15
6.1	Factory Test and Acceptance	15
6.2	Site Test and Acceptance	17
7	Operation and Maintenance of Drainage and Dewatering	

System	18
Appendix A Pump Spare Parts	19
Explanation of Wording in This Code	21
List of Quoted Standards	22
Addition: Explanation of Provisions	25

1 总 则

1.0.1 为规范水电站排水系统的设计、设备配置、布置及安装、试验及验收、运行维护，保证水电站排水系统安全可靠、经济合理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建、扩建的水电站排水系统，不适用于水电站生活污水排放系统。

1.0.3 水电站排水系统主要包括厂房渗漏排水系统、机组检修排水系统、厂区水泵排水系统、大坝渗漏排水系统。

1.0.4 水电站排水系统，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 直接排水 direct drainage

不设集水井或集水廊道，由水泵或自流直接排除积水的排水方式。

2.0.2 间接排水 indirect drainage

需要排除的积水先汇集至集水井，再由水泵排除的排水方式。

2.0.3 厂房渗漏排水系统 powerhouse leakage drainage system

排除厂房渗漏水及设备漏排水的排水系统。

2.0.4 机组检修排水系统 unit dewatering system

机组检修时，排除机组部件内以及输水系统内积水的排水系统。

2.0.5 厂区水泵排水系统 leakage drainage pumping system of powerhouse area

用水泵排除厂区积水的排水系统。

2.0.6 大坝渗漏排水系统 dam leakage drainage system

用水泵排除大坝渗漏积水的排水系统。

3 排水系统设计

3.1 一般规定

- 3.1.1 水电站排水系统在条件允许时，宜采用自流排水方式。
- 3.1.2 厂房渗漏排水系统与机组检修排水系统应分开设置。
- 3.1.3 厂区水泵排水系统与厂房渗漏排水系统的集水井应分开设置。厂区、坝区积水不得引入厂房渗漏排水系统。
- 3.1.4 渗漏集水井的特征水位应包括高限报警水位、备用泵启动水位、工作泵启动水位和停泵水位。
- 3.1.5 机组检修集水井的特征水位应包括高限报警水位、工作泵启动水位和停泵水位。
- 3.1.6 集水廊道及集水井应设有清污措施，宜设置专用的排污管及必要的阀门，并预留清扫淤泥的供水、供气管路接口。
- 3.1.7 水电站排水系统的排水泵宜选用深井泵、潜水泵、离心泵。
- 3.1.8 排水泵出口应根据功能需要装设止回阀、检修阀、自动进排气阀。
- 3.1.9 厂房渗漏排水泵、厂区排水泵的排水管路出口宜布置在厂址最高尾水位以上。机组检修排水泵的排水管路出口宜布置在厂址正常尾水位以上。大坝渗漏排水泵的排水管路出口宜布置在坝址最高尾水位以上。当排水管路出口布置在最高尾水位以下时，应有防止尾水倒灌的措施。
- 3.1.10 寒冷和严寒地区，排水系统管路出口宜设在最大冰层厚度以下。

3.2 厂房渗漏排水系统

- 3.2.1 厂房渗漏排水量应计入下列水量：

- 1 厂房水工建筑物的渗水量。
- 2 水轮机顶盖自流排水量。
- 3 经含油污水系统处理后的厂内达标排水量。
- 4 其他需排入渗漏集水井的水量。

3.2.2 厂房渗漏排水集水廊道和集水井的设计应符合下列规定：

1 厂房渗漏排水集水廊道可采用预埋钢管或混凝土廊道。当采用混凝土廊道时，其断面高度不宜小于 2 m，宽度不宜小于 1.5 m。集水井可布置于集水廊道的一端或中间，面积应满足水泵布置和集水井清污要求。

2 集水廊道中任何一个工作地点至出口的距离不应超过 60 m。当集水廊道中任何一个工作地点至出口的距离超过 60 m 时，出口数量不应少于 2 个。

3 集水井应能收集厂房最低操作层的渗漏水。

4 厂房渗漏集水井的有效容积宜按汇集 30 min~60 min 各部位总渗漏水确定。

5 对于汛期厂址尾水位变幅较大且持续时间较长的水电站和多泥沙水电站，可增设汛期专用渗漏排水泵，并加大渗漏排水集水井有效容积。

6 当调相压水的排气管排至厂房渗漏集水井，集水井应满足泄压要求。

3.2.3 厂房渗漏排水系统应结合含油污水处理系统设计。厂房含油污水应汇集至油污集水井，经含油污水处理系统处理合格后方可进入厂房渗漏集水井。厂房渗漏排水系统集水井的设置应符合现行行业标准《水力发电厂含油污水处理系统设计导则》NB/T 10611 的有关规定。

3.2.4 水轮机顶盖泄压水不应排入厂房渗漏排水系统。

3.2.5 地下厂房长尾水系统，厂房渗漏排水的管路出口应满足机组检修及尾水隧洞检修时的排水需要。

3.2.6 厂房渗漏排水泵的扬程应根据厂房渗漏排水管路出口高

程、厂址最高尾水位、集水井运行水位范围、排水系统管路水力损失进行确定，并留有裕量。

3.2.7 厂房渗漏排水工作泵的设计流量应按集水井的有效容积、厂房渗漏水量和排水时间确定，排水时间宜取 20 min~30 min。厂房渗漏排水系统应设置备用泵，备用泵的总排水量不宜小于工作泵总排水量的 50%，且备用泵不宜少于两台，地下厂房可适当加大备用泵的排水容量。

3.2.8 当厂房渗漏集水井的水位达到高限报警水位时，厂房渗漏排水泵应全部投入运行。

3.3 机组检修排水系统

3.3.1 水轮机蜗壳底部适当位置应设置通向尾水管的排水管和阀门。设有水轮机进水阀的机组，进水阀前宜设置排水管路和阀门。排水管路和阀门的压力等级不应低于蜗壳设计压力。

3.3.2 机组检修排水可采用直接排水或间接排水方式，采用水泵排水时应满足下列要求：

1 对于长尾水隧洞的地下厂房或尾水位较高的水电站，可采用直接排水方式。

2 直接排水的水电站，其连通各台机组尾水管的排水管直径应满足排水流量的要求。对于多泥沙水电站，其连通各台机组尾水管的排水管宜设有冲淤措施。

3 采用间接排水方式，当厂址尾水位高于泵底座高程时，应采取防淹措施。

3.3.3 机组检修排水集水廊道及集水井的设计应符合下列规定：

1 机组检修排水集水廊道可采用预埋钢管或混凝土廊道。当采用混凝土廊道时，其断面高度不宜小于 2 m，宽度不宜小于 1.5 m。集水井可布置于集水廊道的一端或中间，面积应满足水泵布置和集水井清污要求。

2 集水廊道中任何一个工作地点至出口的距离不应超过

60 m。当集水廊道中任何一个工作地点至出口的距离超过 60 m 时，出口数量不应少于 2 个。

3 集水井及其进人门应为承压结构，集水廊道或集水井端部应设通气管，当通气管管口高程低于最高尾水位时，应设补排气装置。

3.3.4 地下厂房长尾水系统机组检修排水的管路出口，应满足机组检修及尾水隧洞检修时的排水需要。

3.3.5 机组检修排水泵的扬程可按 1 台机组检修、其他机组满负荷运行时的下游尾水位确定。对于在汛期有检修任务的水电站，机组检修排水泵的扬程应按汛期尾水位确定。

3.3.6 机组检修排水泵的设计流量，应按排除 1 台机组检修排水量及所需排水时间确定，并应符合下列规定：

1 机组检修排水量宜按厂址尾水位以下的进水流道、蜗壳和尾水流道内积水量以及进口闸门或进水阀门和尾水闸门的漏水量计算。

2 机组检修排水时间宜取 4 h~6 h。对于长输水发电系统的水电站，机组检修排水时间可适当延长。

3.3.7 机组检修排水口应设置在尾水管最低处，排水口应设拦污栅，排水管应有防止泥沙淤堵的措施。

3.3.8 水轮机蜗壳排水阀的直径宜按蜗壳进口直径的 1/10~1/20 选取。尾水管排水阀的直径应按满足机组检修排水泵排出流量的要求确定。

3.3.9 机组检修排水泵的台数不应少于 2 台，其中至少应有 1 台泵的流量大于上下游闸门或阀门总的漏水量。

3.3.10 冲击式机组可不设机组检修排水系统，当尾水流道需检修时，可采取临时排水措施。

3.4 厂区水泵排水系统

3.4.1 厂区排水系统的排水方式、管渠布置、排水设施及排水量，应根据水电站厂区不能自流排出的积水量设计。

3.4.2 厂区积水应遵循“自流排水为主，水泵排水为辅”的原则，不能自流排出的积水，应通过排水管、排水沟或排水廊道引至相应厂区建筑物的集水井内，然后由水泵排至下游。

3.4.3 厂区集水井应汇集不能自流排出的厂区积水。集水井有效容积不应小于 30 min 不能自流排出而进入集水井的水量。

3.4.4 厂区排水泵的扬程应满足下列要求：

1 厂区水泵排水系统应布置在厂房外，其系统积水应排至厂址下游。

2 厂区排水泵的扬程应根据厂区水泵排水管路出口高程、厂址最高尾水位、集水井运行水位范围、排水系统管路水力损失确定。

3.4.5 厂区排水泵的设计流量应按集水井的有效容积、积水量和排水时间确定。厂区水泵排水系统应设置备用泵。

3.4.6 当厂区集水井的水位达到高限报警水位时，厂区排水泵应全部投入运行。

3.5 大坝渗漏排水系统

3.5.1 大坝渗漏排水系统的排水方式、管渠布置、排水设施及排水量，应根据大坝不能自流排出的积水量设计。

3.5.2 大坝渗漏集水井的有效容积不应小于 60 min 的渗漏排水量。

3.5.3 大坝渗漏排水泵的扬程应根据水泵排水管路出口高程、坝址最高尾水位、集水井运行水位范围、排水系统管路水力损失确定。

3.5.4 大坝渗漏排水泵的设计流量应按集水井的有效容积、积水量和排水时间确定，排水时间宜取 20 min～30 min。大坝渗漏排水系统应设置备用泵，备用泵的排水量不宜小于工作泵总排水量的 50 %。

3.5.5 当大坝渗漏集水井的水位达到高限报警水位时，大坝渗漏排水泵应全部投入运行。

4 排水系统设备配置

4.1 排水设备

- 4.1.1 水泵的参数选择应满足流量、扬程、吸程等要求，水泵的设计流量应有 7 %~10 % 的裕量。
- 4.1.2 当泵房地面高程高于停泵水位 3 m 以上时，排水泵宜选用深井泵、潜水泵。当采用离心泵作为排水泵时，水泵安装高程应满足水泵允许吸上高度的要求。
- 4.1.3 需供润滑水的长轴深井泵，在启动前应向轴承内灌注润滑水。
- 4.1.4 长轴深井泵应符合现行行业标准《长轴离心深井泵 型式与基本参数》JB/T 3564、《长轴离心深井泵 效率》JB/T 3565 的有关规定。
- 4.1.5 井用潜水泵应符合现行国家标准《井用潜水泵》GB/T 2816 的有关规定。
- 4.1.6 潜水排污泵应符合现行行业标准《潜水排污泵》CJ/T 472 的有关规定。
- 4.1.7 排水泵的启动水位应满足水泵叶轮最低淹没要求。深井泵的启动水位应淹没第一级叶轮。当排水泵采用卧式离心泵，且水泵叶轮不满足最低淹没要求时，应设充水系统或抽真空装置，充水或抽真空时间不宜超过 5 min。
- 4.1.8 水泵运行扬程变幅较大时，应复核水泵稳定运行范围。并联运行的水泵主要技术参数应相同。
- 4.1.9 排水泵的叶轮材质根据运行要求选择，可选用铸钢、不锈钢、青铜、铸铁等。
- 4.1.10 水泵配套电动机型式宜为异步电动机，其功率应按照水

泵运行可能出现的最大轴功率进行配置，并留有一定的储备裕量。

4.1.11 水泵配套电动机供电方式应符合现行行业标准《水力发电厂厂用电设计规程》NB/T 35044 的有关规定。

4.1.12 离心泵能效指标应符合现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 的有关规定。

4.1.13 离心泵配套电机能效指标应符合现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613 的规定。并用潜水泵电机能效指标应符合现行国家标准《井用潜水电泵能效限定值及能效等级》GB 32030 的规定。

4.2 阀门、管路及其附件

4.2.1 水泵出口止回阀型式可选用水泵控制阀、静音止回阀、液控阀。

4.2.2 水泵进出口检修阀型式可选用蝶阀、球阀、闸阀。

4.2.3 阀门的公称压力不应小于阀门使用时可能承受的最大水压力。

4.2.4 阀门的公称直径应满足排水流量的要求，阀门的公称直径宜与管路的公称直径一致。公称直径 DN350 及以上的阀门可选用电动阀门。

4.2.5 与流道或水库相连的第一个阀门的阀体、阀瓣材质应为不锈钢。

4.2.6 排水系统管路可选用焊接钢管、无缝钢管、不锈钢管和复合钢管。埋设钢管应采用焊接方式连接。管路壁厚应满足介质压力与材料许用应力的要求，还应考虑结构刚度所需的最小壁厚要求。碳钢材质管路可考虑防锈、防腐措施，并应有不小于 2 mm 的腐蚀厚度裕量。

4.3 自动化元件

4.3.1 集水井至少应设置两套不同原理的水位监测元件，水位

监测元件型式宜为投入式液位变送器和浮球式液位信号器。

4.3.2 水泵出口管路应设置压力监测元件。厂房渗漏排水系统水泵出口宜设置流量监测元件。

4.3.3 启动前轴承需要灌注润滑水的长轴深井泵，其润滑水管上应装设自动操作阀和流量开关。自动操作阀可选用电磁阀或电动阀。

4.3.4 排水系统设置的自动化元件应符合现行行业标准《水力发电厂自动化设计技术规范》NB/T 35004 和《水电厂自动化元件基本技术条件》DL/T 1107 的有关规定。

4.4 备品备件及专用工具

4.4.1 阀门、自动化元件的备品备件应按每种型号阀门、自动化元件数量不少于 1 个配置，交通运输不方便的地区可适当增加备品备件的数量。水泵备品备件可按本规范附录 A 选取。

4.4.2 专用工具应满足设备安装、检修及维护的要求。

4.5 标志、包装、运输及贮存

4.5.1 排水系统设备应在明显位置设置固定铭牌，铭牌尺寸和技术要求应符合现行国家标准《标牌》GB/T 13306 的规定。铭牌内容应包括产品名称、型号、性能参数、外形尺寸、设备质量、生产厂家、出厂日期及编号。

4.5.2 排水系统设备包装应符合现行国家标准《包装储运图示标志》GB/T 191、《机电产品包装通用技术条件》GB/T 13384 的规定，包装外标志应醒目规范，随机文件包括产品合格证、产品使用说明书、装箱单、产品质量检验证书等。包装应满足从工厂到电站的运输、仓储、二次转运要求。

4.5.3 设备运输过程中应做好固定，并按设备的不同要求和运输方式采取防雨、防潮、防震、防霉、防冻、防盐雾和防运输变

形等措施。

4.5.4 设备到达水电站工地后及安装前，宜贮存在相对湿度不大于 85 %、温度为 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、通风、干燥、无腐蚀性介质且有遮蔽的场所，且不得随意叠放。

5 排水系统布置及安装

5.1 布 置

5.1.1 排水泵房的布置应符合下列规定：

1 泵房设备及管路的布置应满足设备安装、运行、维护和检修的要求，并做到整齐、美观。

2 泵房内应有运行巡回、维护通道，通道净宽不宜小于 1200 mm；出入泵房交通应顺畅方便。

3 泵房内宜有检修场地，泵房应考虑水泵和电动机的起吊措施。当水泵台数多于 3 台，且部件重量大于 0.5 t 时，泵房内宜设置吊点或其他起重工具。公称直径不小于 DN300 的闸阀或长柄阀附近应有足够的操作和拆装场地，顶部宜埋设吊环。

4 厂房吊物孔的设置，应考虑排水设备吊装的需求。

5 泵房高度应满足泵组起吊的要求。

6 相邻两台水泵电动机组突出部位的净距或与墙壁的净距，应能满足安全带距离要求以及拆、装泵轴或电动机转子的需要。电动机容量小于 55 kW 时，其净距不应小于 800 mm；电动机容量大于 55 kW 时，其净距应相应加大。

7 管路应与电气设备分开布置，且不宜直接布置在电气设备的上方。

5.1.2 深井泵的最低部位与集水井底面的距离应大于 0.5 m。

5.1.3 离心泵的布置应符合下列规定：

1 卧式离心泵的旋转方向应根据水泵布置条件进行确定。

2 水泵吸水管口距集水井底的距离宜为吸水管吸入口直径的 0.8 倍~1.5 倍，但不应小于 250 mm；吸水管口的最小淹没深度应大于 500 mm；吸水管口外缘距墙的距离应大于吸水管吸

入口直径的 1.0 倍~1.5 倍；两相邻吸水管口外缘之间的距离应大于吸水管吸入口直径的 2.0 倍~3.0 倍。

5.1.4 排水系统阀门的布置应符合下列规定：

1 阀门宜设在便于操作和拆修的地方。当阀门操作机构高于地面 2 m 以上时，宜考虑操作检修措施。

2 阀门操作机构不宜倒装，操作机构上应标明开关方向。

3 旋启式和静音式止回阀宜水平安装，阀盖朝上；垂直安装时水流方向应自下而上。阀体上的箭头方向应与水流方向一致。

4 阀门坑内应设排水管，坑内阀门连接管宜设可伸缩装置。

5.1.5 排水系统管路的布置应符合下列规定：

1 明敷管路应力求整齐美观，有条件时可将管路设在管沟内或专设的管路廊道内。管沟的宽度和深度应满足检修需要，管路与沟底的净距不宜小于 300 mm，管沟底面应有 1‰~5‰的排水坡度，坡向排水地漏口，管沟应有活动盖板。

2 平行敷设的管路应紧凑并满足检修要求。沿墙布置的管路，管件和墙面的净距不宜小于 100 mm。当管路公称直径大于 DN50 时，宜采用法兰连接。

3 排水管路出口布置在水下时，可考虑检修封堵措施。

4 在公称直径 DN500 及以上的水泵出口管路上，宜设置伸缩节。

5.1.6 排水系统自动化元件的布置应符合下列要求：

1 集水井水位监测元件应与水泵吸水口错开布置。

2 排水泵出口管路上的压力监测元件、流量监测元件应布置在易观察部位。

5.2 安 装

5.2.1 排水系统设备及管路安装应符合国家现行标准《水轮发电机组安装技术规范》GB/T 8564、《工业金属管道工程施工规

范》GB 50235、《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236、《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 和《水电水利工程金属结构与机电设备安装安全技术规程》DL/T 5372 的有关规定。

5.2.2 排水设备安装前应进行全面清扫、检查。

5.2.3 设备安装应在基础混凝土强度达到设计强度后进行。

6 排水系统试验及验收

6.1 工厂试验及验收

6.1.1 排水系统设备出厂前应通过工厂检查和试验。工厂试验及验收应包括性能试验、尺寸及外观检验、成套性检验。

6.1.2 水泵的出厂检验和试验应满足下列要求：

1 水泵的出厂检验和试验项目应满足表 6.1.2 的要求。

表 6.1.2 水泵出厂检验和试验项目

序号	项 目	出厂检验	型式试验或型式试验报告
1	外观及转动状态	√	√
2	水压试验	√	√
3	性能试验	—	√
4	叶轮静平衡与动平衡试验	√	√
5	振动测定	√	√
6	噪声测定	√	√

2 水泵的出厂检验和试验方法应符合国家现行标准《回转动力泵 水力性能验收试验 1 级、2 级和 3 级》GB/T 3216、《离心泵 技术条件（Ⅰ类）》GB/T 16907、《离心泵 技术条件（Ⅱ类）》GB/T 5656、《离心泵 技术条件（Ⅲ类）》GB/T 5657、《井用潜水泵》GB/T 2816 和《潜水排污泵》CJ/T 472 的有关规定。

6.1.3 电动机的出厂检验和试验应满足下列要求：

1 电动机的出厂检验和试验项目应满足表 6.1.3 的要求。

2 电动机的工厂检验和试验方法应符合现行国家标准《三相异步电动机试验方法》GB/T 1032 的有关规定。

表 6.1.3 电动机出厂检验和试验项目

序号	项 目	出厂检验	型式试验或型式试验报告
1	外观及运行状态	√	√
2	定子绕组绝缘电阻的测定	√	√
3	定子绕组在实际冷态下直流电阻的测定	√	√
4	耐电压试验	√	√
5	空载试验	√	√
6	负载特性试验	—	√
7	堵转电流和堵转转矩的测定	—	√
8	温升试验	—	√
9	振动测定	√	√
10	噪声测定	√	√

6.1.4 阀门的出厂检验和试验应满足下列要求：

- 1 阀门的出厂检验和试验项目应满足表 6.1.4 的要求。

表 6.1.4 阀门出厂检验和试验项目

序号	项 目	出厂检验	型式试验或型式试验报告
1	阀体材料化学成分和力学性能	√	√
2	阀门外观及尺寸检查	√	√
3	密封面硬度	√	√
4	阀杆硬度	√	√
5	无损检测	√	√
6	阀门强度试验	√	√
7	阀门密封试验	√	√
8	阀门性能试验	√	√
9	阀门寿命试验	—	√
10	阀门包装	—	√

2 阀门的出厂检验和试验方法应符合现行行业标准《电站阀门》NB/T 47044 的有关规定。

6.1.5 管路的工厂检验和试验项目、方法应符合现行国家标准《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163、《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T 14976、《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的有关规定。管路附件的工厂检验和试验项目、方法应符合国家现行标准《钢制对焊管件 类型与参数》GB/T 12459、《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 和《电站钢制对焊管件》DL/T 695 的有关规定。

6.2 现场试验及验收

6.2.1 排水系统安装完成后，应进行现场试验及验收，现场试验及验收应符合现行国家标准《水轮发电机组安装技术规范》GB/T 8564、《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184、《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231、《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 和《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683 的有关规定。

6.2.2 排水系统的现场试验应符合下列规定：

1 各固定连接部位不应有松动，各运动部件运转应正常，无异常振动、声响和摩擦。

2 在水泵周围 1 m 范围内，排水泵正常运行时产生的噪声应符合现行国家标准《泵的噪声测量与评价方法》GB/T 29529 的有关规定。

3 润滑水供水可靠，流量、压力应满足要求。

4 水泵出口自动进排气阀应工作正常，当水泵正常排水时，进排气阀应密封严密、不漏水。

5 集水井水位监测元件、水泵出口压力、流量监测元件等自动化元件指示应正常，信号应正确。

6.2.3 现场试验合格后，应出具试验报告。

7 排水系统运行维护

7.0.1 排水设备的运行应满足下列要求：

1 排水系统应有定期运行巡查制度，主要检查设备的主要运行参数指示、声音、气味，并记录关键数据。

2 润滑油或润滑脂应满足水泵、电动机运行的要求。

3 工作泵和备用泵宜轮换启动。

4 水泵启动运行时间应有详细记录。日常运行维护按设备技术要求进行。

7.0.2 管路、阀门及其附件、自动化元件的运行应满足下列要求：

1 阀门工作位置应指示正确，管路、阀门及其附件工作应无渗漏。

2 集水井水位监测元件，水泵出口压力、流量监测元件等自动化元件工作应正常。

7.0.3 排水系统的检修维护应满足下列要求：

1 排水泵和电动机等设备出现异常，应及时检修或更换。

2 排水泵和电动机宜定期更换润滑油或润滑脂。

3 集水井水位监测元件、水泵出口流量监测元件工作异常，应检修或更换。

4 集水井应定期进行检查和清污。

7.0.4 排水系统应做好运行维护记录，并应纳入档案管理。

附录 A 水泵备品备件

A.0.1 离心泵备品备件可按表 A.0.1 选取。

表 A.0.1 离心泵备品备件

序号	备品备件名称	单位	数 量	
			≤3 台泵	>3 台泵
1	叶轮	台套	—	1
2	机械密封	台套	1	2
3	O 型密封圈	台套	1	2
4	耐磨环	台套	1	2
5	叶轮轴	台套	1	2
6	轴承	台套	1	2
7	每种规格电动机	台	—	1

A.0.2 长轴深井泵备品备件可按表 A.0.2 选取。

表 A.0.2 长轴深井泵备品备件

序号	备品备件名称	单位	数 量	
			≤3 台泵	>3 台泵
1	水泵叶轮总成	台套	1	2
2	每种规格传动轴	根	1	2
3	支架轴承	台套	1	2
4	传动装置轴	个	1	2
5	每种规格电动机	台	1	1

A.0.3 潜水排污泵备品备件可按表 A.0.3 选取。

表 A.0.3 潜水排污泵备品备件

序号	备品备件名称	单位	数 量	
			≤3 台泵	>3 台泵
1	叶轮	台套	1	1
2	机械密封	台套	1	2
3	密封件	台套	1	2

A.0.4 井用潜水泵备品备件可按表 A.0.4 选取。

表 A.0.4 井用潜水泵备品备件

序号	备品备件名称	单位	数 量	
			≤3 台泵	>3 台泵
1	叶轮	台套	1	1
2	密封环	台套	1	2

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，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，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”。

引用标准名录

- 《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184
《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231
《工业金属管道工程施工规范》GB 50235
《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236
《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275
《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683
《包装储运图示标志》GB/T 191
《三相异步电动机试验方法》GB/T 1032
《井用潜水泵》GB/T 2816
《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091
《回转动力泵 水力性能验收试验 1 级、2 级和 3 级》GB/T 3216
《离心泵 技术条件（Ⅱ类）》GB/T 5656
《离心泵 技术条件（Ⅲ类）》GB/T 5657
《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163
《水轮发电机组安装技术规范》GB/T 8564
《钢制对焊管件 类型与参数》GB/T 12459
《标牌》GB/T 13306
《机电产品包装通用技术条件》GB/T 13384
《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T 14976
《离心泵 技术条件（Ⅰ类）》GB/T 16907
《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613
《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762
《泵的噪声测量与评价方法》GB/T 29529
《井用潜水电泵能效限定值及能效等级》GB 32030

- 《水力发电厂含油污水处理系统设计导则》NB/T 10611
《水力发电厂自动化设计技术规范》NB/T 35004
《水力发电厂厂用电设计规程》NB/T 35044
《电站阀门》NB/T 47044
《电站钢制对焊管件》DL/T 695
《水电厂自动化元件基本技术条件》DL/T 1107
《水电水利工程金属结构与机电设备安装安全技术规程》
DL/T 5372
《潜水排污泵》CJ/T 472
《长轴离心深井泵 型式与基本参数》JB/T 3564
《长轴离心深井泵 效率》JB/T 3565

中华人民共和国能源行业标准

水电站排水系统规范

NB/T 10860—2021

条文说明

制 定 说 明

《水电站排水系统规范》NB/T 10860—2021，经国家能源局2021年12月22日以第6号公告批准发布。

本规范制定过程中，编制组在广泛调查、深入研究的基础上，总结了水电站排水系统的实践经验，并征求了有关设计、科研和运行单位的意见。

为便于广大设计、建设、运行、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《水电站排水系统规范》编写组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

3	排水系统设计	28
3.1	一般规定	28
3.2	厂房渗漏排水系统	28
3.3	机组检修排水系统	29
3.4	厂区水泵排水系统	31
3.5	大坝渗漏排水系统	31
4	排水系统设备配置	32
4.1	排水设备	32
4.3	自动化元件	32
4.5	标志、包装、运输及贮存	32
5	排水系统布置及安装	34
5.1	布置	34
5.2	安装	34
6	排水系统试验及验收	35
6.1	工厂试验及验收	35

3 排水系统设计

3.1 一般规定

3.1.1 水电站排水系统设计需考虑工程布置条件，工程布置条件主要有地质条件、地形条件等。自流排水简单可靠，故提出此条。

3.1.2 从安全出发，要求厂房渗漏排水系统与机组检修排水系统分开设置。

3.1.3 厂区、坝区积水不得引入厂房渗漏排水系统，防止造成水淹厂房的可能。

3.1.5 考虑到机组检修排水时，尾水管排水阀门打开初期排水量较大，很可能使集水井内水位高于尾水管底板，为了保证机组检修期间的人身安全，建议机组检修集水井高限报警水位低于尾水管底板。

3.1.6 集水井底部设置集水坑有利于集水井清污，为便于清污水泵的布置，建议集水坑的宽度不小于 1.6 m。当选用深井泵和离心泵排水时，建议至少设置 1 台便于操作的潜水排污泵作为集水井及集水廊道的清污设备。集水井及集水廊道排污管的公称直径若小于 DN200，可能会影响施工期排水清淤效果。

3.1.7 长轴深井泵的电动机在顶端，有防潮防淹的优点，且应用广泛；潜水泵形式较多，潜水排污泵使用方便，并用潜水泵的设计制造水平近年来有了较大提高并得到了较广泛的应用；离心泵结构简单，效率较高。以上水泵型式各有优点，在设计时择优选择水泵型式。

3.2 厂房渗漏排水系统

3.2.1 厂房渗漏排水主要是指排厂房渗漏集水井内的水，而流

入厂房渗漏集水井内的既有厂房渗漏水，又有机组主要部位的漏水和辅助设备的生产排水。以上排水统称厂房渗漏排水。厂房水工建筑物的渗漏水量主要是由地质、水工专业预估提出，其他渗漏水量参照已建条件相似的水电站和制造厂资料估算。含油污水有机坑排水、压缩空气系统设备排污水、进水阀接力器周边地漏水、机修设备间地漏水、油压装置周边地漏水、厂内油库及油处理室地漏排水、事故油池地漏排水、变压器集油坑检修排水等。含油污水处理合格后的水才能进入厂房渗漏集水井，由厂房渗漏排水泵排至厂外。

3.2.2 有条件时适当加大集水井有效容积，有利于提高厂房渗漏排水系统的可靠性。对于抽水蓄能电站，调相压水的排气压力较大，建议调相压水的排气管排至厂房渗漏集水井，同时要求集水井盖板具有足够的泄压能力。

3.2.6 厂房渗漏排水泵排至厂址最高尾水位以上时，其设计扬程按排水管出口高程与集水井停泵水位之差加上管道水力损失确定，并根据集水井高限报警水位校核水泵的运行范围。厂房渗漏排水直接排至尾水隧洞或其他低于厂址最高尾水位的位置时，其设计扬程按下游最高尾水位与集水井最低水位之差加上管道水力损失确定，并根据集水井运行水位范围和下游尾水位运行范围校核水泵的稳定运行区域。

3.2.7 考虑到厂房渗漏排水系统的重要性和可靠性，本条要求厂房渗漏排水系统至少设置两台备用泵。

3.3 机组检修排水系统

3.3.2 机组检修排水由尾水管通过管路与水泵直接相连接的称为直接排水，机组检修排水由尾水管通过排水管路到集水井再由水泵排出厂外的排水方式称为间接排水。对于有些地下厂房或尾水位较高的水电站，机组检修采用间接排水时集水井设计困难，结构复杂，建议采用直接排水的方式。机组检修排水采用直接排

水方式，连通各台机组尾水管的排水管直径要满足水泵排水量的要求，主要是考虑管路中的流速和水头损失及水泵的安装位置要满足水泵的允许吸上高度。

3.3.3 为保证安全疏散，规定集水廊道中任何一个工作地点至出口的距离不要超过 60 m。

3.3.4 正常尾水位指全厂全部机组通过额定流量对应的下游尾水位。设有尾水调压室的水电站，机组检修排水通常排至尾水闸门后，且排水管出口高程高于正常尾水位。如有两条以上的长尾水隧洞且尾水隧洞和尾水管之间设有闸门时，通常相互交叉地将一台机组检修排水排到闸门后另一尾水隧洞内，或通过设置专门的排水管路廊道或竖井与已有廊道、隧洞结合，排至厂外，必要时进行排水路径的技术经济比较。

3.3.5 机组检修排水泵的扬程一般按一台机组检修，其他机组满负荷运行的下游尾水位考虑。在汛期有检修任务的水电站，机组检修排水泵的扬程按厂址设计尾水位校核。对埋深较大的地下和抽水蓄能电站及有特殊要求的水电站，机组检修排水泵扬程按厂址最高尾水位校核。

3.3.6 机组检修排水需要考虑进口闸门或进水阀门和尾水闸门的漏水量。闸门漏水量与安装质量、结构和材料等有关，差别较大。《水电工程钢闸门制造安装及验收规范》NB/T 35045—2014 建议为 $0.1 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ ；苏联《水工建筑物金属结构的制造及安装技术规范》建议为 $0.2 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}) \sim 0.3 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ 。水电站运行一段时间后，闸门漏水量一般均增大，故上游闸门漏水量建议为 $0.5 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}) \sim 1 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ ，下游闸门漏水量建议为 $1 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}) \sim 3 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ 。多年实践表明，大多数水电站检修排水时间均能在 4 h~6 h 之间。长输水发电系统的水电站机组检修排水时间适当加长，主要考虑到机组检修排水时间难以准确把握。

3.3.8 水轮机蜗壳排水阀直径推荐按蜗壳进口直径的 $1/10 \sim 1/20$ 估算，大容量高水头机组取小值，小容量低水头取大值。尾水管

排水阀直径的选择，既与机组检修排水容积、排水方式、机组检修排水时间的要求有关，又与进水闸门或进水阀、尾水闸门等的漏水量有关，所以尾水管排水阀的直径与水轮机直径尚无理论上的比例关系，故尾水管排水阀的直径暂按满足机组检修排水泵排出流量的要求来估算较为合理。

3.3.9 机组检修排水泵按同时运行考虑，不设备用泵。尾水管内积水排空后，当选用两台水泵时，按一台泵运行排除上下游闸门或阀门的漏水，所以每台泵的排水量均要大于上下游闸门或阀门的总漏水量。

3.4 厂区水泵排水系统

3.4.4 厂区排水泵排至最高尾水位以上时，其设计扬程按排水管出口高程与集水井最低水位之差加上管道水力损失确定，并根据集水井最高水位校核水泵的运行范围。厂区排水泵排至低于最高尾水位的位置时，其设计扬程按下游最高尾水位与集水井最低水位之差加上管道水力损失确定，并根据集水井运行水位范围和下游尾水位运行范围校核水泵的稳定运行区域。

3.5 大坝渗漏排水系统

3.5.3 大坝渗漏排水泵排至坝址最高尾水位以上时，其设计扬程由排水管出口高程与集水井最低水位之差加上管道水力损失确定，并要根据集水井最高水位校核水泵的运行范围。大坝渗漏排水泵排至低于坝址最高尾水位的位置时，其设计扬程按下游最高尾水位与集水井最低水位之差加上管道水力损失确定，并根据集水井运行水位范围和下游尾水位运行范围校核水泵的稳定运行区域。

4 排水系统设备配置

4.1 排水设备

4.1.2 当泵房地面高程高于停泵水位 3 m 以上时，若选用离心泵，允许吸上高度不容易满足，故提出此条。

4.1.3 当长轴深井泵井下深度较大时，水泵扬水管上水时间较长，传动轴承由于不能及时得到润滑冷却，容易造成其磨损或发热，从而降低传动轴承的使用寿命。长轴深井泵的传动轴承型式有橡胶轴承、高分子材料轴承、铜轴承等，不同的传动轴承型式对润滑冷却水的技术要求不尽相同，在启动前需根据制造厂的要求灌注润滑冷却水。

4.1.9 排水泵的叶轮材质根据其运行条件并结合建设单位的要求进行择优选择。

4.1.12~4.1.13 为促进水电工程节能降耗，水泵、电动机等排水系统设备的选型需符合国家现行标准的有关规定，故提出此条。

4.3 自动化元件

4.3.1 集水井至少设置两套不同原理的水位监测元件，有利于提高排水系统运行的安全性。

4.3.2 水泵出口管路上设置压力监测元件、流量监测元件，便于掌握排水泵的运行状态。压力监测元件一般选用压力表、压力变送器。流量监测元件一般选用流量开关、电磁流量计或流量累积元件。

4.5 标志、包装、运输及贮存

4.5.3 排水系统设备、管路运输过程中可能发生碰撞、变形或

损坏，所以运输过程中需做好设备的绑扎、固定和支撑，并采取必要的防护措施。

4.5.4 为了保证排水系统设备在工地交货后及安装前的贮存期内完好，本条规定了相应的贮存条件，水电站设置的机电物资库一般能满足规定的贮存条件。

5 排水系统布置及安装

5.1 布 置

5.1.1 水泵房是水电站运行人员经常巡视检查的部位，由中控室至水泵房的主要交通需考虑行走方便，一旦水淹厂房时需有人员的撤出方式及事故后的处理措施。为方便水泵安装和检修，水泵和电动机的上方需设置吊点或其他起重工具。如深井泵检修时，泵房高度不够，可以将吊点埋在上一层的楼板上，在泵房顶板上开孔。当水泵台数多、单件重量较大时，需设置起重工具，如手拉葫芦、单轨电动葫芦等。

5.2 安 装

5.2.2 排水系统设备在安装前，均需进行检查并清理干净，保证能够顺利安装。

6 排水系统试验及验收

6.1 工厂试验及验收

6.1.1 排水系统设备工厂试验及验收，需要针对水电站使用的具体产品从性能、尺寸、外观、成套性等方面进行检验。
