

废弃矿井抽水蓄能电站建设指南

Guidelines for construction of pumped storage power stations in abandoned mines

2025 - 05 - 24 发布

2025 - 06 - 24 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

 4.1 统筹规划 2

 4.2 因地制宜 2

 4.3 合理布局 2

 4.4 适度规模 2

 4.5 生态保护 2

 4.6 协调一致 2

5 建设规划 3

 5.1 电力发展规划 3

 5.2 电站规划 3

 5.3 特征水位规划 3

6 工程勘查 3

 6.1 工程地质勘察 4

 6.2 水文调查 4

7 建设流程 4

 7.1 站点普查 4

 7.2 站点选择 5

 7.3 电站设计 5

 7.4 电站施工 5

8 试运行及监测 6

 8.1 试运行 6

 8.2 监测 6

9 验收 6

参考文献 8

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省能源局提出并组织实施。

本文件由山东省能源标准化技术委员会归口。

废弃矿井抽水蓄能电站建设指南

1 范围

本文件确立了利用废弃矿井建设抽水蓄能电站的总则，提供了建设规划、工程勘察、建设流程、试运行及监测、验收等方面的指导。

本文件适用于利用废弃矿井建设抽水蓄能电站。

2 规范性引用文件

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

- GB 16423 金属非金属矿山安全规程
- GB 18306 中国地震动参数区划图
- GB/T 50511 煤矿井巷工程施工标准
- NB/T 10072 抽水蓄能电站设计规范
- NB/T 10073 抽水蓄能电站工程地质勘察规程
- NB/T 10075 水电工程岩溶工程地质勘察规程
- NB/T 10504 水电工程环境保护设计规范
- NB/T 10857 水电工程合理使用年限及耐久性设计规范
- NB/T 35009 抽水蓄能电站选点规划编制规范
- SL 168 小型水电站建设工程验收规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

废弃矿井 abandoned mine

因矿产资源枯竭、不符合安全开采条件以及政策限制等原因而被关闭废弃的煤矿或非煤矿井。

3.2

废弃矿井抽水蓄能电站 abandoned mine pumped storage power station

利用废弃矿井参与建设的抽水蓄能电站。

3.3

下水库 lower reservoir

电站中用于存储下泄水量的矿井巷道或硐室。

3.4

上水库 upper reservoir

电站中用于存储上抽水量的矿井巷道、硐室或地表水库。

3.5

输水系统 water conveyance system

连接上水库、水泵水轮机和下水库的输水管道系统。

3.6

半地下式抽水蓄能电站 semi-underground pumped storage power station

上水库位于地表、下水库位于地下的抽水蓄能电站。

3.7

全地下式抽水蓄能电站 fully underground pumped storage power station

上水库、下水库均位于地下的抽水蓄能电站。

3.8

矿震 mine earthquake

在地下开矿挖井时形成大面积空洞，受局部构造应力、采掘附加应力和地应力场变化等的影响，于局部地带形成高应力集中区，矿石在一定的诱发条件下，急剧而猛烈地释放出来，引起地层结构运动。

3.9

综合利用库容 comprehensive utilization of storage capacity

在不同运行模式（储能模式、发电模式及调节模式）下，能够充分利用的蓄水巷道、硐室及地表水库的最大容积。

4 总则

4.1 统筹规划

废弃矿井抽水蓄能电站规划建设宜以当地电力系统调节为重要前提和基本依据，并与电力发展规划保持一致，统筹各类调节电源，确定建设的必要性及规模。

4.2 因地制宜

宜考虑所在地的具体地理条件和废弃矿井资源状况，灵活选择建设方案（半地上式、全地上式及全地下式），合理规划废弃矿井抽水蓄能电站。

4.3 合理布局

宜考虑区域内废弃矿井资源、地形地貌、水资源分布情况和建设要求，合理布局蓄能电站的地域范围。

4.4 适度规模

宜根据当地废弃矿井的地下可利用空间规模、可供发电与补给的水量、电网容量和电站发电容量，确定适合的电站建设规模与调节能力。

4.5 生态保护

宜合理、适度、科学地开发利用废弃矿井资源，保护区域生态环境，确保利用废弃矿井建设抽水蓄能电站的生态可持续性，减小建设和运营过程对环境的影响。

4.6 协调一致

宜考虑废弃矿井抽水蓄能电站建设与当地政府及相关部门的协调沟通，其符合区域发展战略和规划是至关重要的。此外，还需注意站点选择和工程参数拟定等方面与区域规划的协调一致。

5 建设规划

5.1 电力发展规划

- 5.1.1 宜考虑地区电力系统特点、资源条件、电源规划等，对废弃矿井建设抽水蓄能电站的必要性与可行性进行论证。
- 5.1.2 宜调查了解废弃矿井建设抽水蓄能电站规划地区的废弃矿井资源赋存特征、社会经济特点、生态环境状况。
- 5.1.3 宜收集在电力系统及分区的用电负荷、用电结构和负荷特性现状及远景预测、电源组成现状及发展规划、网架现状及发展规划等方面资料的内容和要求，包括有关新能源及可再生能源发展规划、区外送电规划等相关成果资料。
- 5.1.4 宜考虑拟定方案及调节能力，进行多方案技术经济比较后进行电站建设方案的路径优化选择。

5.2 电站规划

- 5.2.1 废弃矿井的选用宜考虑电站建设需求，电站的设计布局宜遵循合理布局、经济高效且便于施工、运行和维护的原则，保证设备的安全性和运行效率，符合 NB/T 35071 规定。
- 5.2.2 在利用已有水库建设半地下式抽水蓄能电站时，宜考虑原工程等级是否满足电站建设宜求，对不满足的工程可进行升级改造。
- 5.2.3 电站在设计布局时，宜考虑布置安全设施，包括防洪设施、防地灾设施、避雷、消防设施等，保障电站运行安全。
- 5.2.4 电站规划宜考虑矿区内临近电站的生产矿井扰动、废弃矿坑与采空区治理等工程的影响。
- 5.2.5 电站在设计布局时，宜考虑上水库库容、下水库库容、发电厂房等设施之间的距离、相互关系和联动作用等因素，合理确定各个设施的位置和布置。
- 5.2.6 电站输水通道、发电厂房、输电线路、通信设施等建设宜考虑地形地貌、通行条件等因素，保证输送效率和运行安全。
- 5.2.7 宜明确合理综合利用库容、合理的装机规模。
- 5.2.8 电站在设计布局时，宜考虑环境保护措施，包括噪声、振动、水污染等问题的处理，保护周围的环境生态。
- 5.2.9 宜论证电站建设的生态价值、社会价值及经济价值。
- 5.2.10 电站规划宜按 NB/T 35009、NB/T 10075 要求收集整理相关的基础资料，还宜考虑社会经济及电力系统资料、选点规划及综合利用资料、工程设计资料等。
- 5.2.11 宜明确电站在电力系统中的运行方式，计算能量指标并进行工程效益分析。

5.3 特征水位规划

- 5.3.1 电站上、下水库正常蓄水位与死水位的确定，宜考虑废弃矿井的地形条件、地下空间、地质条件、泥沙淤积及水库淹没影响；蓄水巷道落差与电站运行水头变幅宜考虑地下硐室稳定、机组安全运行等因素。
- 5.3.2 电站上水库、下水库调节库容中发电调节库容的确定宜满足以下条件：
 - a) 对于日调节抽水蓄能电站，发电调节库容根据电站在典型日负荷图上的工作位置确定；
 - b) 对于周调节抽水蓄能电站，发电调节库容根据周负荷曲线平衡确定。
- 5.3.3 当利用废弃巷道或硐室作为抽水蓄能电站的上、下水库时，宜兼顾综合用水与系统发电要求，合理划分综合利用库容与发电调节库容；可设置发电保证水位，预留发电专用调节库容。

6 工程勘察

6.1 工程地质勘察

- 6.1.1 宜参考 NB/T 10073 确定电站建设规划阶段的勘察内容、方法和勘探深度。
- 6.1.2 宜对拟建电站的上、下水库、输水发电系统及各主要建筑物场地与边坡进行工程地质勘探及论证，为拟建电站的设计与建设提供地质依据。
- 6.1.3 宜调查收集恶劣环境、地质灾害、不良地质体及由此引发的灾变稳定性问题。
- 6.1.4 宜开展必要的试验、物探、钻探工作，查明巷道、地下硐室等围岩地质条件，对其渗漏及稳定性进行评价。
- 6.1.5 宜初步评价废弃矿井井下巷道、硐室渗漏性及由此引发的安全问题。
- 6.1.6 宜初步查明废弃矿井开采范围、采空区分布、矿柱留设、开采扰动、地质构造等情况，评价上、下水库成库及建坝的可行性以及废弃矿井地下巷道、硐室成库的围岩稳定性。
- 6.1.7 宜调查收集并复核矿井开采资料，开展相应的勘探和测绘工作，查明巷道、地下硐室的空间分布，准确计算地下水库储水体积。
- 6.1.8 开展区域构造稳定性调查宜考虑下列因素：
 - a) 充分利用区域地质志、区域水文地质图、矿产地质图、地质灾害分布图等资料，作为拟建废弃矿井抽水蓄能电站区域地质研究的基础和编绘区域综合地质图的依据；
 - b) 利用航空遥感资料、废弃矿井开采资料等，对拟建电站区域开展调查分析；
 - c) 对拟建电站进行区域构造稳定性和地震安全性初步评价，依据 GB 18306 确定地震动参数；
 - d) 对拟利用废弃矿井受相邻生产矿井或废弃矿井矿震灾害影响的可能性及危害程度进行评估。

6.2 水文调查

- 6.2.1 宜调查废弃矿井水文地质条件，宜考虑包括矿井水资源的可利用量、水头和流量等，为确定装机容量提供依据。
- 6.2.2 宜考虑地表降水量、井下涌水量等水资源的测定和分析，为电站初期蓄水和运行补水测算提供依据。
- 6.2.3 宜调查收集电站影响范围内含水层、隔水层等水文资料。
- 6.2.4 宜考虑拟利用区域岩体水力渗流特性，为电站建筑物、构筑物防渗设计提供参考。
- 6.2.5 宜考虑矿井邻近地下水水质，为电站设备选型与结构设计提供依据。
- 6.2.6 宜分析矿区采水、采矿等工程活动引起的地下水动态变化，预测水文地质环境变化趋势和规律。
- 6.2.7 宜利用现代水文地质勘探技术综合分析矿井水文地质信息，确定矿井的水文地质特征和水资源储量等。
- 6.2.8 基本水文资料收集宜包括下列内容：
 - a) 对处于小流域的站点，宜收集有关部门的小流域水文分析成果；
 - b) 电站水文计算时可利用已有实测资料，并对暴雨、洪水、固体径流等重要资料进行复核；缺乏实测资料时，需根据设计设立气象站、水文站或水位站并及时观测；
 - c) 宜收集工程所在河流泥沙资料；无泥沙测验资料时，宜设站进行泥沙测验或在汛期进行巡回泥沙测验。
- 6.2.9 气象条件调查宜参照 NB/T 10072 执行。

7 建设流程

7.1 站点普查

- 7.1.1 选点规划时，宜先开展站点资源普查；对已进行过普查的地区，需对原普查成果进行复核。

- 7.1.2 宜调查废弃矿井的地理位置和历史资料，确定其位置、建设规模及可利用规模等。
- 7.1.3 宜开展水文地质勘察、水文监测等工作，考虑废弃矿井的地下水位、水头及水质等水文地质条件，评估废弃矿井的水资源储量和利用可行性。
- 7.1.4 宜考虑地下空间结构的安全性和可利用性，避免潜在的地质安全风险。
- 7.1.5 废弃矿井建设抽水蓄能电站选点规划宜参照 NB/T 35009 进行现场查勘筛选出普查站点，编入普查成果。

7.2 站点选择

宜考虑自然条件、废弃矿井资源条件、水资源条件、经济性以及设计规划要求等因素综合选择电站站点，宜考虑以下因素：

- a) 靠近负荷中心或输电线路，降低输电成本与损失；
- b) 选择地面交通运输便利、井下功能完善的矿井以便运输设备和物资；
- c) 选择具有足够蓄水空间或可供扩容改造的矿井以保证其达到合理的装机容量；
- d) 电站水头为 200 m~800 m；
- e) 靠近河流、湖泊等水源的地点，以保证补给水源的充足性和稳定性；
- f) 宜考虑岩石稳定、矿区发生地质灾害的风险程度，确保场地能满足电站建设荷载，包括电站设备和水重量等；
- g) 电站避开洪涝、高烈度地震、易滑坡等不利自然灾害的区域，保证电站易于维护；
- h) 电站主要建筑物、构筑物避开活断层；无法避开时应设置在活断层下盘。

7.3 电站设计

- 7.3.1 评估矿井的适用性，蓄能电站可获得的水源丰富，以满足电站前期蓄水及后期补水需要。
- 7.3.2 建设半地下式抽水蓄能电站时，若废弃矿井地表附近满足规划要求，宜优先在废弃矿井附近的地表规划上水库，利用废弃矿井建设为下水库。
- 7.3.3 设计时宜考虑输水系统的合理性，以实现水体在上、下水库间循环。
- 7.3.4 设计时宜考虑符合环保标准，尽可能地降低对生态环境的影响，宜增加水体净化措施以避免污染邻近水源。
- 7.3.5 设计时宜考虑经济合理性，对电站的投资回报率和成本效益进行评估。
- 7.3.6 电站主要建筑物结构的设计使用年限宜参照 NB/T 10857 执行。
- 7.3.7 设计时宜考虑地震、矿震、台风、洪水、干旱、结冰等因素。
- 7.3.8 上水库、输水系统设计时宜考虑加固防渗，并合理布置抽排水系统。
- 7.3.9 宜重点考虑井下蓄水巷道或硐室加固防渗措施。
- 7.3.10 宜考虑运行期间因淤积导致水库库容的变化，留设相应治理方法。
- 7.3.11 宜考虑在应力、渗流及温度等多场耦合条件下围岩的长期稳定性。
- 7.3.12 宜考虑设置抽蓄电站运维期间工作人员生命维持与安全保障应急设施。
- 7.3.13 宜考虑地下蓄水库抽水及发电工况下水气时空变化特征，提出地下巷道群补气、排气综合措施。
- 7.3.14 宜考虑工程布置、运行方式、机组特性等开展复杂洞库输水发电系统水力过渡过程分析。
- 7.3.15 宜对蓄水巷道及硐室开展循环水压、水质、矿压等因素影响下的加固设计。
- 7.3.16 宜专题论证分析电站厂房、上水库、下水库、人工坝体等大型建筑物、构筑物稳定性及加固措施。

7.4 电站施工

- 7.4.1 宜根据布局规划，对建筑物的布局和尺寸、进出水口的位置和数量等要求进行施工方案研究。

7.4.2 施工方案宜力求施工技术先进、可靠，施工工期合理，施工干扰小，施工成本低，施工强度和施工资源需求较均衡以及符合施工期环境保护要求，通过综合比较后选定最优施工方案。

7.4.3 施工时，宜进行施工机械配套组合方案的研究，经过技术经济比较后确定施工机械的类型和数量；在进行施工机械配套组合设计时宜首先确定起主导控制作用的机械，其他与之配套的机械设备需要量宜根据主导机械而定，其生产能力宜略大于主导机械的生产能力。

7.4.4 宜按照 GB/T 50511 进行废弃煤矿井下施工，且符合《煤矿安全规程》；废弃金属及非金属矿井井下施工时，宜参照 GB 16423 执行。

7.4.5 宜考虑废弃矿井的布局和地质情况，挖掘井巷，敷设电缆，安装管道。

7.4.6 施工道路布置宜考虑施工方案、施工强度、运输强度、车型、运输物件尺寸和地形条件等因素统一规划确定。

7.4.7 宜考虑拟建电站布置的特点、地形地质条件、水文气象条件等因素，研究选定主要单位工程的施工方案，确定施工所需的大型施工设施规模；确定主要单位工程施工进度的合理性和可行性。

7.4.8 宜建立施工过程的环保管控机制，提出相应的生态环境保护措施与监测手段。

8 试运行及监测

8.1 试运行

8.1.1 宜根据实际情况制定详细的试运行计划，试运行计划宜包括电站运行的所有环节。

8.1.2 宜配备一支可快速及时解决问题的专业运维团队。

8.1.3 宜定期组织开展电站运行和维护员工培训工作，提高运维人员的管理水平，制定详细的应急响应方案。

8.1.4 宜定期对电站主要建筑物进行巡视检查，确保其正常运行。

8.1.5 宜定期对电站设备进行如更换润滑油、液压油和冷却剂等在内的检查和维护工作，以确保其正常运行。

8.1.6 宜定期对软、硬件系统检查、维护和升级，保证系统持续、安全、可靠运行。

8.1.7 宜对维护管理中发现的缺陷及时处理。

8.1.8 宜对电站运行过程文件定期整理、备份、存档，并根据要求对文件设置权限和保密等级。

8.1.9 按照国家相关计量法规对能源计量器具进行定期检定、校准及评估，建立相应的能源计量器具维护档案和制度。

8.2 监测

电站试运行过程中，需对其进行监测以确保安全，监测内容宜包括以下事项：

- a) 对电站主要建筑物、构筑物及地表变形进行安全监测并争取实现在线数据采集，实时了解电站运行的状态；
- b) 对电站内气体成分及含量进行实时监测，监测设备具备监测数据异常报警功能；
- c) 对水库中水质、水量进行动态检验与监测；
- d) 根据电站的建设和规模建立在线安全监测预警系统，并在关键部位安装摄像头并建立视频监控系统，以便及时发现问题并解决；
- e) 生产系统、辅助生产系统及主要设备的监测系统需具备能耗异常报警功能，宜采用手机 APP、短信、邮件等多种形式的报警手段；
- f) 对上水库、下水库中水体渗漏量和渗漏位置进行监测。

9 验收

- 9.1 确保电站的建设符合当地的建设法规和安全要求，半地下式抽水蓄能电站具备安全泄洪通道；全地下式抽水蓄能电站具备水量调度能力。
- 9.2 宜按照 SL 168 的相关规定对电站的水力机械、电气设备、水工建筑物等进行验收。
- 9.3 对电站水库的初期运行状况进行检查和评估，确保其运行符合 DL/T 2425 的相关规定。
- 9.4 宜按照 SL 168、NB/T 10504 的相关规定对电站的建设用地、环境保护、职业病防护设施等进行验收。

参 考 文 献

- [1] GB 50010 建筑设计规范
 - [2] GB 50122 煤矿井下水利水电工程设计规范
 - [3] GB 50736 煤矿井下矿压监测技术规范
 - [4] GB 50784 水电站环境保护技术规范
 - [5] GB 50868 矿山建设工程安全评价规范
 - [6] GB 50869 矿山建设工程施工安全规范
 - [7] GB 50885 水电工程测量规范
 - [8] GB 50918 矿山建设工程施工质量验收规范
 - [9] GB 50947 水电站机电设备安装工程施工及验收规范
 - [10] GB 51130 水电工程水工结构物设计规范
 - [11] NB/T 35071 抽水蓄能电站水能规划设计规范
 - [12] DL/T 2425 抽水蓄能电站水库运行管理规范
 - [13] 煤矿安全规程
-