

ICS 93.010

CCS P40

团 体 标 准

T/CI—2023

压缩空气储能发电工程选址技术规程

Technical code for siteplanningof compressed air energy storage power plant

(征求意见稿)

2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

中国国际科技促进会 发布

目 次

前 言	1
引 言	2
1 范围	7
2 规范性引用文件	7
3 术语和定义	7
4 基本规定	8
5 资料收集和分析	9
5.1 资料收集	9
5.2 资料分析及要求	9
6 站点普查与调查	10
6.1 普查要求	10
6.2 内业筛查	10
6.3 实地调查	10
7 工程地质勘察	11
7.1 地面工程地质勘察	11
7.2 地下工程地质勘察	11
7.3 其他	12
8 规划选址	12
8.1 选址基本要求	12
8.2 站点选址	12
9 各规划站点建设条件及方案	12
9.1 电站装机容量选择	12
9.2 地下储气库选择	12
9.3 发电厂房选择	13
9.4 进出气通道选择	13
9.5 储气容量选择	14
9.6 工艺系统设备初步选型	14
9.7 施工条件	14
9.8 主要建筑物布置	14
10 规划站点评价及开发顺序建议	14
10.1 负荷预测	14
10.2 电力系统评价	14
10.3 社会与环境初步评估	15
10.4 成本估算及效益评估	15
10.5 站点评价及开发顺序建议	15
附录A（资料性）压缩空气储能工程选点规划编制大纲	16
附录B（规范性）压缩空气储能电站选点规划报告编写目录	17
附录C（资料性）压缩空气储能电站地下储气库最小埋深的评估方法	18

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。

本文件由中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司、山东电力工程咨询院有限公司、中国长江三峡集团有限公司。

本文件主要起草人：

引 言

储能技术是具有战略性、基础性、前瞻性的重大能源技术，已成为政府关注和支持的焦点。我国能源生产和消费革命，迫切需要解决可再生能源大规模接入、传统电力系统削峰填谷、分布式区域能源系统负荷平衡等重大问题，而大容量储能是解决上述问题的关键支撑技术，助力我国“碳中和”目标的实现。

目前我国唯有抽水蓄能实现了大规模利用，抽水蓄能技术比较成熟，但在我国水利资源和风能、太阳能资源经常存在地域错位，且其容量和功能不能完全满足我国储能发展的需求。预计到2050年我国储能装机将达电力总装机的10%-15%。因此发展抽水蓄能外的其它大规模储能技术势在必行。

为了推动和规范压缩空气储能行业发展，科学指导压缩空气储能电站规划选点工作，解决风电、太阳能等可再生能源波动性和间歇性对电网电能质量的影响，实现削峰填谷和平稳输出，增强电网对故障的应对能力，满足用户对电能安全、可靠、高效以及优质的要求，规范压缩空气储能电站选点规划原则、工作内容、工作深度及技术要求，制定本文件。

压缩空气储能发电工程选址技术规

1 范围

本文件规定了压缩空气储能电站选点规划的一般原则，方法和要求。本文件适用于新建压缩空气储能电站选点工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

NBT 35009—2013 抽水蓄能电站选点规划编制规范

Q/SY 1418—2011 盐穴储气库声纳检测技术规范

SY/T 7644—2021 盐穴型储气库井筒及盐穴密封性检测技术规范

DB14T 2049—2020 煤矿采空区（废弃矿井）煤层气地面抽采安全规范

3 术语和定义

3.1

压缩空气储能 (Compressed-Air Energy Storage, CAES)

在电网负荷低谷期将电能用于压缩空气，在电网负荷高峰期释放压缩空气推动膨胀发电机组发电的储能方式。

3.2

储气库 (underground gas storage)

储存压缩空气的构筑物。

3.3

发电厂房 (power house)

利用压缩空气发电的厂房。

3.4

进出气通道 (induction trunk intake passage)

用于连接储气库与发电厂房并传输压缩空气的通道。

3.5

地下储气库 (underground gas storage)

储存压缩空气的地下天然洞穴和人工洞室。

3.6

盐穴 (salt cavern)

盐矿开采后留下的具有良好密封性的矿洞。

3.7

天然洞穴 (natural-cavity)

天然形成的可用于储存压缩空气的洞穴。

3.8

废弃矿洞 (Abandoned mine cave)

采矿留下的稳定性和密封性较好的矿洞。

3.9

人工洞库 (Cave Depot of Manual creation)

人工开挖的用于储存压缩空气的地下洞室。

3.10

储能时长 (Energy storage duration)

储气系统的储气量用于维持发电机组在额定功率下连续工作的时间。

3.11

开发规模 (exploitation scale)

基于电网、用户及电源需求水平，地质条件和法律法规要求，可进行压缩空气储能电站的开发容量。

3.12

装机容量 (installed capacity)

压缩空气储能电站中所装有的全部膨胀发电机组额定功率的总和。

3.13

储气容量

储气库中用于发电的压缩空气最大体积。

4 基本规定

4.0.1 选点规划工作前，应编制压缩空气储能工程选点规划编制大纲。编制大纲的编写格式可参见附录A。

4.0.2 在规划工作中，宜协同开展资料收集与实地踏勘等工作。

4.0.3 压缩空气储能电站规划工作宜按站点资源普查和规划站点选择进行，由面到点逐步深入的原则。

4.0.4 压缩空气储能电站规划应满足国土资源规划、环境保护等要求。

4.0.5 应合理确定规划水平年，制订规划目标的实现年期。

4.0.6 综合分析实地及其他相关资料，提出规划区域的工程地质、交通运输及施工条件的评价结论。

4.0.7 初步分析电网消纳能力及受电市场，提出规划场址的接入系统初步方案，必要时提出配套

电网规划建设建议。

4.0.8 依据场址选择条件与要求，初步确定压缩空气储能电站开发场址，估算规划装机容量。

4.0.9 匡算规划项目的建设投资，并进行初步财务评价。

4.0.10 提出规划目标和建设实施方案，并推荐近期开发工程。

4.0.11 完成规划报告的编制。规划报告的编制的编制格式可按见附录B执行。

5 资料收集和分析

5.1 资料收集

5.1.1 压缩空气储能电站开发选点规划应收集基本资料，并检验和甄别资料的真实性、准确性、时效性和适用性。

5.1.2 可采用数字自然资源数据库和地理信息技术(遥感和地理信息系统)进行资料收集。

5.1.3 基本资料的收集应符合下列要求：

a) 气象资料应收集降雨、气温、气压、蒸发、冰情等实测资料系列。对于实测资料缺乏的地区，可收集邻近工程的相关资料。

b) 水文资料宜收集地表水体等有关水文资料。

c) 地形资料宜收集规划区比例尺1:10000~1:50000地形图。缺少地形图时，可使用30m或更高分辨率的全球地形数据。

d) 地质资料应收集区域地质及地震、邻近工程地质资料。

e) 资源资料应收集土地、矿产、能源、林业等资源。

f) 电力系统资料宜收集电源构成、电力负荷、年供电量、负荷结构、负荷曲线、电网结构，以及电力市场和发展规划等；变电站容量及间隔。

g) 人工洞库宜收集规划区岩性分布及岩体物理力学特性等资料。

h) 盐穴型储气库宜收集盐矿层平面和垂向分布特征、夹层特征等矿产勘查资料以及盐穴平面布置、溶腔情况(埋深、间距、体积形态、顶底板岩性和厚度、夹层岩性和厚度等)、采卤井情况(采卤方式、井身结构、套管结构等)等井腔资料。搜集盐矿勘探资料、钻井完井资料、盐矿开采资料、盐矿开采历史及盐穴产权情况等资料。

i) 废弃矿洞型储气库宜收集矿层平面和垂向分布特征、夹层特征、矿石品位等矿产勘查资料以及矿区开采方式、采空区范围(包括洞室埋深、尺寸、长度、坡度、方位等)、巷道布置、支护形式、变形破坏特征、涌水量等采矿资料及产权情况等资料。

j) 其他资料宜收集自然灾害记录、法律法规、历史遗址、保护区和自然遗产等。

5.2 资料分析及要求

5.2.1 规划水平年的确定应满足下列要求：

a) 应根据电力系统电力发展需求，结合压缩空气储能电站策划的前期工作进度及建设周期分析确定。

b) 宜采用电站并网发电年份，并尽可能与国民经济发展规划年份相一致。

5.2.2 电力系统资料分析，应包括以下内容：

a) 电网现状以及电网规划分析宜包括电网结构、地理分布、电压等级以及对压缩空气储能电站开发的关系和影响。

b) 电源、负荷现状及规划分析宜包括电源构成、负荷结构、年最大负荷(功率)、年最小负荷(功率)、负荷年内分布、年供电量、电力电量增长率、电力市场和法规、以及风能、太阳能、水能等其他可再生能源发展应用的影响。

c) 分析地区的能源资源构成、开发条件、开发利用程度、生产及消费构成等情况。

d) 结合电力系统用电负荷现状及远景预测成果，分析规划水平年电力系统及分区的负荷水平、负荷特性及调峰和备用等需求。

e) 结合新能源和可再生能源发展规划以及区外送电规划等相关成果，分析现状和规划水平年电源结构及存在问题。

f) 结合电力系统网架现状及规划资料，分析规划水平年电网潮流分布特征。

5.2.3 建设必要性分析，应包括以下内容：

a) 根据电力系统电力发展规划，从市场需求、安全稳定及经济运行、合理布局、环境保护、节能减排、促进地区经济发展和推荐规划站点建设条件等方面阐述压缩空气储能电站建设的必要性。

b) 对于有风能及太阳能发电等可再生能源、区外来电或核电的电力系统，应根据这些电源的规模及运行特性，分析其对电力系统运行的影响及建设压缩空气储能电站的必要性。

6 站点普查与调查

6.1 普查要求

6.1.1 地形地质条件应适合布置压缩空气储能电站相关建筑物。

6.1.2 电力输送宜方便，电站离负荷区或者离公共电网距离较近。

6.1.3 交通和运输有多种不同方案可供选择。

6.1.4 普查站点应少占用耕地、村镇、林木等自然、社会资源。

6.1.5 普查站点应避免开自然资源 and 自然遗产保护区、文物保护区。

6.1.6 普查站点应考虑电力市场需求，以及电力系统对电站的额外要求。

6.1.7 普查站点应与已有建筑物、交通等综合利用功能相结合。

6.1.8 避免与国家 and 地方现有方案和规划相冲突。

6.2 内业筛查

6.2.1 应在第5章资料收集和分析的基础上，根据6.1节普查要求进行内业筛查，选出普查站点，初步框定电站开发型式和建设规模。

6.2.2 密封性较好的盐穴、稳定性较好废弃矿洞等宜纳入筛查范围。

6.3 实地调查

6.3.1 水文地质调查应包含以下内容：

a) 调查普查区地表水和地下水的特征，预测地下洞室的涌水量。

b) 分析地表水和地下水对工程的影响。

6.3.2 地质调查应包含以下内容：

a) 调查普查区的地形地貌、岩体结构、地质构造以及存在的不良地质现象。

b) 初步分析洞室成洞可行性和场地的稳定性。

6.3.3 矿洞调查应包含以下内容：

a) 调查储气库的类型等。

b) 对普查区的废弃矿洞、盐穴、含水层、硬岩洞穴等大小、埋深、稳定性、密封性等进行调查，初步筛选分析建库的合理性和可行性。

6.3.4 电网调查应包含以下内容：

a) 调查普查区已建或规划建设的电网情况，分析电站接入电网的可行性。

b) 对于独立电网区域应调查分析用户用电需求。

6.3.5 电源调查应包含以下内容：

a) 调查普查区已建或规划建设的风电场、光伏、光热电站等电源情况。

b) 调查普查区已建或规划建设的生物质、地热等电源情况。

6.3.6 环境调查应包含以下内容：

a) 调查普查区及周边生态、水资源、文物等环境情况。

b) 调查周边管网、建筑等工业环境情况。

c) 分析工程建设对环境可能造成的影响。

6.3.7 用地调查应包含以下内容：

a) 调查普查区土地性质及用地规划。

b) 分析工程建设用地属性及对周边建设的影响。

6.3.8 建筑材料调查应包含以下内容：

- a) 调查普查区天然建筑材料以及人工骨料的料源，初步估算质量和储量。
 - b) 评价开采运输条件及可用性。
- 6.3.9 弃渣场调查应包含以下内容：**
- a) 调查普查区及周边可堆放工程建设弃料的场所。
 - b) 初步估算可弃渣方量。
- 6.3.10 交通条件调查应包含以下内容：**
- a) 调查普查区及周边的公路、铁路等交通情况。
 - b) 调查普查区新建道路或其他选择如索道方式的可能性和困难程度。
- 6.3.11 社会经济调查应包含以下内容：**
- a) 调查普查区自然和社会环境状况。
 - b) 分析国家有关法律法规、政策、规定、规划、行业标准等对压缩空气储能电站开发与利用的促进作用。
 - c) 初步匡算投资成本及收益。

7 工程地质勘察

7.1 地面工程地质勘察

7.1.1 地面工程地质勘察应包括下列内容：

- a) 初步查明区域断裂活动性和地震基本烈度，初步评价区域性构造稳定性。
- d) 了解地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质现象等基本地质条件。
- b) 了解滑坡、泥石流等主要地质灾害发育和分布情况。
- d) 了解特殊性岩土发育和分布情况。
- d) 进行主要工程地质问题初步评价。

7.1.2 地面工程地质勘察方法应符合下列要求：

- a) 勘察工作应以工程地质测绘为主，并配合必要的物探和轻型勘探。
- b) 地质测绘的比例尺可选用1:10000~1:50000。可采用无人机倾斜摄影、三维激光扫描、航卫片遥感解译等方法进行地质测绘，并进行现场核验。
- c) 对拟推荐的近期工程，应进行主要岩（土）试验和水质分析。

7.2 地下工程地质勘察

7.2.1 地下工程地质勘察应包括下列内容：

- a) 初步查明区域断裂活动性和地震基本烈度，初步评价区域性构造稳定性。
- b) 了解地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质现象等基本地质条件。
- c) 了解特殊岩体及软弱岩体发育和分布情况。
- d) 新建人工硬岩型储气库的围岩进行工程岩体初步分类，初步评价其成洞条件。
- e) 废旧矿洞利用型储气库的围岩进行工程岩体初步分类，对其稳定性进行初步分析并评价其可用性。
- f) 对盐穴利用型储气库稳定性和密封性进行初步分析并评价其可用性。
- g) 进行主要工程地质问题初步评价。
- h) 初步提出地下工程埋深及布置方案地质建议。

7.2.2 地下工程地质勘察方法应符合下列要求：

- a) 勘察方法应以地质测绘、物探工作为主；对拟推荐的近期工程宜布置1~3个钻孔。
- b) 地质测绘的比例尺可选用1:10000~1:50000。可采用无人机倾斜摄影、三维激光扫描、航卫片遥感解译等方法进行地质测绘，并进行现场核验。
- c) 对拟推荐的近期工程，应进行主要岩石室内试验、钻孔原位试验、钻孔物探测试和水质分析。
- d) 在水文条件复杂区域可开展地下水动态长期观测。
- e) 宜对近期开发利用的洞穴、盐穴、废弃矿洞等进行围岩变形监测。

7.3 其他

- 7.3.1 调查天然建筑材料以及人工骨料的料源，初步评价质量和储量及开采运输条件。
- 7.3.2 调查弃渣场的场地及容量。
- 7.3.3 调查施工和生活用水水源及水质。

8 规划选址

8.1 选址基本要求

- 8.1.1 规划站点规模应适应电力系统发展需要，分布应满足电力系统布局及功能要求。
- 8.1.2 规划站点宜距离负荷中心和枢纽变电站较近，送变电条件较好，水源水质可满足要求，地形地质、工程布置、施工交通条件较好。
- 8.1.3 应合理避让自然保护区、风景名胜区、水源保护区、森林公园、地质公园等环境敏感区域，区分站点对敏感对象的实质影响，科学地处理好开发与环境保护的关系。
- 8.1.4 尽量减少对城市集镇、人口聚集区和耕地集中区等的影响，协调好资源开发与区域经济发展的关系。

8.2 站点选址

- 8.2.1 应根据压缩空气储能电站合理规模和合理布局要求、综合分析调查和勘察成果，分析各站点的建设条件，综合确定规划站点。
- 8.2.2 根据规划水平年电力系统的电力需求，应进行电力电量和调峰容量平衡，分析电力市场空间和调峰容量盈亏，分析压缩空气储能电站最小技术需求规模。
- 8.2.3 各类电源的运行特性及调峰能力应通过调查研究拟定。
- 8.2.4 根据电力系统用电结构、负荷特性及各类电源调节特性，应分析电力系统对压缩空气储能电站调节性能的要求，初步拟定压缩空气储能电站需要的满发利用小时数。
- 8.2.5 根据地区能源资源条件，应分析电力系统可能采用的其他调峰措施，通过初步技术经济比较，分析建设压缩空气储能电站的经济性，提出规划水平年电力系统对电站合理需求规模。
- 8.2.6 站点初步规划还应考虑从工程区外获得或向区外输送调峰容量后对需求规模的影响。
- 8.2.7 站点初步规划合理规模应根据负荷水平、负荷特性、电源结构及运行特性等因素的可能变化情况，确定电站合理需求规模的可能变化范围。
- 8.2.8 结合压缩空气储能电站站点建设条件，宜根据电力系统分区负荷特点、电源分布、网架结构、潮流分布、与区外容量的交换，提出合理布局意见。

9 各规划站点建设条件及方案

9.1 电站装机容量选择

- 9.1.1 电站装机容量选择应在站点普查与调查以及勘察工作基础上进行。
- 9.1.2 应根据资源条件，结合用户、电网等需求初步拟定规划站址装机容量。
- 9.1.3 规划站点合计装机规模应大于规划水平年新增经济合理规模。

9.2 地下储气库选择

- 9.2.1 地下储气库选择应在地形地质条件以及规划选址工作基础上进行。
- 9.2.2 应根据地质勘察成果初选围岩稳定性较好且经济合理的洞室范围。
- 9.2.3 应根据工程地质条件，结合压缩空气储能电站要求和工程总布置进行。
- 9.2.4 宜避开对洞室围岩稳定不利的工程地质、水文地质条件复杂的区段。
- 9.2.5 埋深应满足安全稳定性和最小覆盖深度要求，地下储气库最小埋深的评估方法见附录C。
- 9.2.6 宜避开大规模的断层破碎带、活断层、易溶盐岩、膨胀岩、岩溶洞穴发育带、采空区、有

害气体及放射性物源富集区段和导水断层、岩溶暗河等地下水汇集区。

9.2.7 宜避开高地应力、突水突泥地段。

9.2.8 宜选择较易施工地段。

9.2.9 盐穴型储气库的选址还应满足密封性要求。

9.3 发电厂房选择

9.3.1 发电厂房选择应结合地形地质条件、环境条件、电力系统条件、地下储气库位置。

9.3.2 应符合区域总体规划建设要求。

9.3.3 宜靠近电源，接近负荷中心，有利于提高供电电压质量，减少输电线路投资以减少投资和电能损耗，提高供电质量。

9.3.4 应节约用地，不占或少占耕地及经济效益高的土地。

9.3.5 应与城乡或工矿企业规划相协调，便于架空和电缆线路的引入和引出。

9.3.6 架空线路走廊应与厂房同时选定，避免交叉。

9.3.7 交通运输宜便于厂区管理和主要设备的运输，且注意噪声和灰尘污染和交通安全。

9.3.8 应选择地质、地形条件较好的区域，避开断层、滑坡、塌陷、溶洞、泥石流等地段。避开有危岩和易发生滚石的场所。

9.3.9 宜避免选在有重要文物或开采后对厂房有影响的矿藏地点，并征得有关部门的同意。

9.3.10 周围环境宜无明显污秽，所址宜设在受污染源影响最小处，避免设备被污染后会降低绝缘和寿命，威胁安全运行。

9.3.11 厂房标高宜在50年一遇高水位之上，且不宜布置在低洼地段，并满足防洪要求。

9.3.12 应具有生产和生活用水的可靠水源。

9.3.13 应考虑对周围环境和邻近工程设施的影响和协调，减少由于发电厂房的电位升高、电磁感应无线电干扰、噪声等对周围邻近设施，如：军事设施、通讯电台、电信局、飞机场、领(导)航台、国家重点风景旅游区等，必要时，应取得有关协议或书面文件。

9.3.14 宜避开易燃、易爆区和大气严重污秽区及严重盐雾区。

9.4 进出气通道选择

9.4.1 进出气通道选择应结合发电厂房、地下储气库位置等因素综合选取。

9.4.2 进出气通道选线应根据隧洞区工程地质条件，结合工程总布置进行，宜避开对隧洞围岩稳定不利的工程地质、水文地质条件复杂的区段，并宜选择较短的路线，长度一般不大于2km，且满足施工及运行坡度条件要求。

9.4.3 地面厂房与地下储气库高差较大的电站宜减小洞线坡度，洞线走径可设计成盘旋形状，以满足施工及运行坡度条件要求。

9.4.4 进出气通道选择应考虑施工支洞成洞条件及进出口稳定条件。

9.4.5 洞线选择应符合下列规定：

a) 宜避免穿越沟谷、山脊鞍部及大型岩溶汇水洼地等负地形。

b) 当穿越沟谷或傍山隧洞浅埋时，宜根据沟谷段或傍山浅埋段覆盖层厚度、物质组成及边坡稳定条件等，

c) 提供选择洞线位置的围岩成洞及地质条件宜较好。

9.4.6 洞线宜避开大规模的断层破碎带、活断层、易溶盐岩、膨胀岩、岩溶洞穴发育带、采空区、有害气体及放射性物源富集区段和导水断层、岩溶暗河等地下水汇集区。

9.4.7 洞线与主要断裂及特殊岩带走向的交角宜大于30°。

9.4.8 当隧洞穿越活断层时，应提供下列资料：

a) 研究断层活动时代、活动方式、活动速率等活动特征。

b) 预测其在设计使用期限内累计最大可能蠕滑位移量或最大可能突发位移量。

c) 提供隧洞特殊结构型式设计所需的地质资料。

9.4.9 隧洞进口、出口宜布置在地形完整、边坡稳定、基岩裸露、岩质坚硬、风化卸荷较弱的岩体上或覆盖层较浅的地带。

9.5 储气容量选择

9.5.1 储气容量应根据储气库的类型、地质条件等因素综合选取。

9.5.2 储气容量的选择宜电站装机容量、经济性指标等综合确定。

9.6 工艺系统设备初步选型

9.6.1 工艺系统设备初步选型应根据装机规模、工程布置、建设条件等初拟关键设备及压缩机、膨胀机、储气库、储换热等主要系统。

9.6.2 应推荐确定初步的系统配置方案。

9.7 施工条件

9.7.1 应对工程区的划站址水文气象、地形地质、工程布置及施工场地等基本条件进行说明。

9.7.2 应对主要建筑材料料源规划、施工用水用电等供应条件进行说明。

9.7.3 宜对工程建设废弃料的存放和处置情况进行说明。

9.7.4 应对规划站址的对外交通运输方案、主体工程施工方法，初拟施工总布置进行说明。

9.7.5 应初步估算主要临建工程量，初拟施工控制进度，提出总工期。

9.7.6 应对规划站点施工条件提出评价意见。

9.7.7 利用已有洞穴、盐穴、废弃矿洞等建设电站时，应结合利用原有建筑物的既有方案，初步分析施工对原有建筑物及其运行产生的影响，分析施工期可能存在的问题，并提出对策措施。

9.8 主要建筑物布置

9.8.1 主要建筑物布置应在满足地形地质、建设条件等条件下进行。

9.8.2 应充分利用地形地质条件以减少施工工程量；

9.8.3 应尽量使发电厂房与地下储气库靠近，距离不大于2km；

9.8.4 应尽量使接入系统与发电厂房靠近；

9.8.5 应考虑设备运输的方便，尤其最大设备运输的可能性；

9.8.6 应充分考虑防洪问题；

9.8.7 应避开文物等重要建筑物；

9.8.8 应考虑施工的方便性；

9.8.9 应考虑建筑物总体布置的和谐美观；

10 规划站点评价及开发顺序建议

10.1 负荷预测

10.1.1 应根据负荷现状以及社会经济发展规划，对可能直接供电区域进行近、中、远期负荷预测，并进行负荷的特征量值、结构、年内分布等分析。

10.1.2 应根据负荷现状以及国民经济发展规划，对宏观电力市场的发展趋势进行预测。

10.2 电力系统评价

10.2.1 应提出规划站点的电力接入点。

10.2.2 通过外送方式送出电力的电站，应说明外送受端电力系统的现状和发展规划情况，提出拟利用外送通道。

10.2.3 宜提出规划站址出线电压等级、汇集站位置、规模、站内汇集线路方案、接入系统电压等级和出线回路数量。

10.2.4 应进行规划区压缩空气储能电站的出力特性分析，提出电站总体的逐月典型日出力特性曲线。

10.2.5 应按照规划电站规模，结合出力特性分析成果，评价规划区所属电力系统，或受端电网、用户、电源对电力的消纳能力。

- 10.2.6 应提出电力电量平衡、调峰容量平衡计算成果等。
- 10.2.7 规划电站与其他能源结合利用时，宜提出出力互补分析成果。

10.3 社会与环境影响初步评估

- 10.3.1 应对压缩空气储能电站建设可能影响的范围进行自然环境和社会环境现状调查，并作为评估项目社会与环境影响的基线。
- 10.3.2 应根据电站开发型式、规模、运行方式，预测对建设范围内环境的影响，并对主要不利影响提出初步对策措施。
- 10.3.3 应根据电站建筑物占地范围、施工过程的影响等，预测在恢复措施实施后，对项目周围环境永久性影响的程度。
- 10.3.4 应初步估计占用森林、农作物、耕地、林地的数量。
- 10.3.5 应初步估计房屋搬迁数量以及人口迁移数量。
- 10.3.6 应根据调查结果，按照国家环境评估准则，对项目环境影响提出初步评估意见。

10.4 成本估算及效益评估

- 10.4.1 成本估算方法可分为分项估算方法和综合造价计算方法，评估方法应满足下列要求：
 - a) 分项估算方法宜先按照拟定的建设方案，估算电站主要建筑物工程量，再按照当地的价格指标进行单价分析，再根据工程量和单价分项估算工程成本。发电设备成本可按照台套估算。分项工程成本汇总后可得出电站建设总成本。
 - b) 综合造价计算方法宜根据当地同类电站的综合单价(每千瓦造价)，乘以本电站装机容量得出电站建设总成本。
 - c) 根据电站参数结合经验成本研究可用于成本估算。
- 10.4.2 估算工程静态总投资时，应分析计算单位千瓦投资和单位千瓦小时投资等经济指标。
- 10.4.3 可根据国家的统计指数，即电站发电运行成本占建造成本的比例，计算电站年发电运行成本。
- 10.4.4 应根据电力的利用、地区发展和社会经济效益来评价电站的效益。

10.5 站点评价及开发顺序建议

- 10.5.1 规划站址评价应从资源利用、建设施工难度、储能指标、综合利用效果等方面对规划站点进行技术性评价。
- 10.5.2 应根据初步估算的成本，按照静态法或动态法，对规划站点进行初步经济评价。
- 10.5.3 应根据电站建成后可能对社会提供的贡献，进行社会效益评价。
- 10.5.4 应根据规划站址的资源情况以及开发条件，结合以下因素提出开发顺序建议：
 - a) 满足本地区当前的用电需要，以及社会经济、负荷发展的需要；
 - b) 满足电力系统对局部电源的要求；
 - c) 与投资能力和建设技术水平相适应。
 - d) 与资源整体规划及开发方案相协调。

附录 A

(资料性)

压缩空气储能工程选点规划编制大纲

A.1 综合说明

- A1.1 规划站点地理位置及范围、所属行政区域。
- A1.2 规划区及邻区自然条件，包括地理走势、地形地貌、水文气象、森林植被、区域地质、矿产资源等。
- A1.3 规划区内的社会经济条件，包括人口分布、经济状况、产业结构、行政管理等。
- A1.4 规划区内的资源情况，包括资源总量、资源分布、资源特点、可开发量等。
- A1.5 规划成果综述，包括资源开发总量、电站数量、站点分布、技术经济指标等。
- A1.6 附图、表
 - a) 规划电站地理位置示意图。
 - b) 规划电站工程特性表。

A.2 资料说明

- A2.1 资料收集整理。包括资料种类、资料来源、收集方式、整理归档等。
- A2.2 资料基本评价。包括资料的完整性、时效性、真实性、适用性等。
- A2.3 资料技术分析。包括资料系列补充完善、规律分析、成果评价、应用价值等。

A.3 规划原则及方法说明

- A3.1 规划原则说明，包括规划依据、规划目标、环保控制等。
- A3.2 规划方法说明，包括规划程序、主要技术方法、成果质量控制等。

A.4 规划站址说明

- A4.1 站址选择原则，包括资源利用、建设条件、技术优先、经济优先等原则。
- A4.2 站址选择成果说明，包括建设条件、开发方式、征地移民、社会与环境影响、技术经济指标、投资成本等。

A.5 综合评价

- A5.1 资源评价，包括蕴藏总量、时空分布、能量密度、开发条件等。
- A5.2 规划电站评价，包括资源利用程度、布局合理性、开发价值、环境影响控制等。

A.6 开发建议意见

- A6.1 前期工作布局，包括资源复核、水文观测、可研计划等。
- A6.2 资源开发建议，包括开发次序、开发条件、注意事项等。

附录 B

(规范性)

压缩空气储能电站选点规划报告编写目录

B.1 综合说明

- B1.1 选点规划依据及工作概况
- B1.2 地区社会经济及电力系统概况
- B1.3 建设压缩空气储能电站的必要性
- B1.4 规划站点工程简介
- B1.5 近期工程选择
- B1.6 结论及下一步工作意见

B.2 建设压缩空气储能电站的必要性分析

- B2.1 电力系统发展规划
- B2.2 储能类项目发展规划
- B2.3 建设压缩空气储能电站的必要性

B.3 规划站址选择

- B3.1 站点普查
- B3.2 规划站点选择

B.4 规划站点建设条件（分别介绍每个规划站址）

- B4.1 概述
- B4.2 工程地质
- B4.3 电力系统
- B4.4 环境保护
- B4.5 施工安装
- B4.6 主要建设方案
- B4.8 投资估算

B.5 近期工程选择

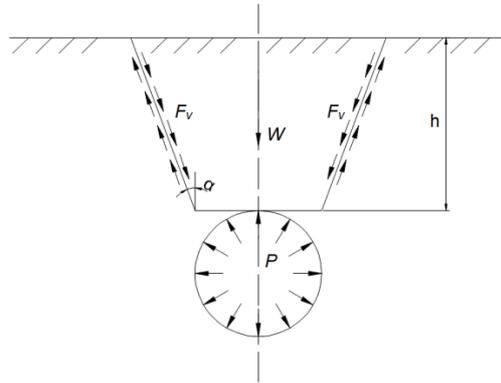
- B5.1 各规划站址技术经济指标
- B5.2 各规划站址比较及近期工程选择
- B5.3 初步经济评价
- B5.4 综合分析及结论

附录 C

(资料性)

压缩空气储能电站地下储气库最小埋深的评估方法

地下储气库最小埋深评估,可按库内储气压力作用小于岩体重力与预估破坏面抗剪阻力之和的要求确定,岩体破坏面采用锥形围岩上抬模型,见图C.0-1。



图C.0-1 锥形围岩上抬模型

储气库竖向最小埋深可按下列公式计算:

$$W = \gamma h D l \quad (\text{C.0-1})$$

$$F_v = (ch / \cos \alpha)(2l + 2D) + (k_0 \gamma h^2 \tan \phi / \cos \alpha)(l + D) \quad (\text{C.0-2})$$

$$\alpha = 45^\circ - \phi / 2 \quad (\text{C.0-3})$$

$$k_0 = 1 - \sin \phi \quad (\text{C.0-4})$$

$$P = p D l \quad (\text{C.0-5})$$

$$K_v P \leq (W + F_v) \quad (\text{C.0-6})$$

式中: W ——上覆岩体等效重力作用 (kN);

γ ——岩体重度 (kN/m³);

h ——竖直埋深 (m);

D ——隧洞直径 (m);

l ——隧洞长度 (m);

F_v ——竖向岩体抗剪断作用 (kN);

c ——粘聚力 (kPa);

ϕ ——摩擦角 (°);

α ——破裂角 (°);

k_0 ——侧压力系数;

P ——储气压力作用 (kN);

p ——储气压力 (kPa);

K_v ——竖向埋深安全系数,可取1.50~1.80,对于上覆岩体较破碎的取高值。

对于埋深在山体中的地下储气库,在确定的竖向埋深基础上,储气库水平最小埋深可按下列公式计算:

$$H=k_0\gamma hDl \quad (\text{C.0-7})$$

$$F_h=(cs/\cos\alpha)(2l+2D)+(\gamma h \tan\phi/\cos\alpha)l+(k_0\gamma h \tan\phi/\cos\alpha)D \quad (\text{C.0-8})$$

$$K_h P \leq (H+F_h) \quad (\text{C.0-9})$$

式中： H ——岩体侧压力作用（kN）；

s ——水平埋深（m）；

F_h ——水平岩体抗剪断作用（kN）；

K_h ——水平埋深安全系数，可取1.30~1.50，对于上覆岩体较破碎的取高值。