

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/CIEP

中国工业环保促进会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

沙戈荒地区风光火储多能互补型系统技术要求

Technical Requirements for Multi-Energy Complementary Systems of Wind, Solar, Thermal and Storage in Sand, Desert and Wasteland Bases

草案版次选择

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业环保促进会 发布

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。

本文件由中国工业环保促进会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

沙戈荒地区风光火储多能互补型系统技术要求

1 范围

本文件规定了沙漠、戈壁、荒漠（以下简称“沙戈荒”）地区风电、光伏、光热、火电及各类储能设施组成的多能互补型系统（以下简称“系统”）的基础要求、技术要求及运行维护的要求。

本文件适用于沙戈荒地区多能互补型系统的建设、运维全过程，为系统设计、设备选型、工程建设、运行管理及验收提供技术依据。

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。

NB/T 11082 风光水火储多能互补发电工程规划报告编制规程

NB/T 11554 风光储可再生能源综合开发项目技术规范

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

3.1

容量配比 capacity ratio

各种电源、负荷、储能、电网设备之间，容量大小的搭配比例。

4 一般要求

4.1 资源环境

4.1.1 资源条件

系统建设前应完成风光资源详查，明确风功率密度、年有效光照小时数等核心参数，为电源配置提供依据。

4.1.2 地质与环境条件

应开展地质勘察，确保建设场地满足设备基础承载要求；充分考虑风沙、低温、强紫外线等环境影响，预留设备防护与适应空间。

4.1.3 外送与消纳条件

系统容量应与外送通道输送能力、区域电力消纳需求匹配，按照NB/T 11082要求，避免弃风弃光。

4.2 协同控制

4.2.1 控制系统建设

构建分层架构的能源协同控制系统，宜具备与电网调度、企业能源管理系统的交互能力。

4.2.2 核心功能

实时监测、智能决策、快速响应、优化调度。

4.3 并网管理

4.3.1 接口参数

并网点电压等级应与外送通道匹配，电能质量满足总谐波畸变率 $\leq 3\%$ ，电压闪变、三相不平衡度应符合电网要求。

4.3.2 调试与验收

按NB/T 11554要求开展出力调节、故障穿越等试验，验收合格后方可并网。

4.3.3 通信适配

采用 IEC 61850、Modbus 等标准化协议，通信延迟 ≤ 50 毫秒，双链路冗余设计保障风沙、雷电环境下通信稳定。

4.4 设备防护

4.4.1 防沙防尘

户外设备外壳防护等级应 $\geq IP65$ ，通风口采用迷宫式设计 with 防尘过滤（精度 $\geq 5 \mu m$ ），运动部件应配备密封防尘结构。

4.4.2 温湿度适配

设备工作温度范围应覆盖 $-30^{\circ}C \sim 60^{\circ}C$ ，储能、电控设备应配备恒温控制装置，内部温度维持在 $5^{\circ}C \sim 40^{\circ}C$ 。

4.4.3 抗老化与防腐

户外设备应采用耐候性材料与防腐涂层，金属结构件热镀锌处理，紧固件选用不锈钢材质。

4.5 系统监测

4.5.1 监测体系

应覆盖发电设备、储能系统、输配电设备、环境参数及电网运行状态，监测设备适配沙戈荒环境，测量精度达标。

4.5.2 监测内容

包括各电源出力、储能 SOC / 温度 / 储热量、风速 / 光照 / 沙尘浓度、并网点电压 / 频率 / 谐波等参数。

4.5.3 数据管理

数据保存期限应 ≥ 5 年，加密传输，数据丢包率应 $\leq 0.1\%$ 。

5 技术要求

5.1 电源配置

5.1.1 选型适配

5.1.1.1 风电设备应选用适配沙戈荒地区风资源特性、地质条件及风沙环境的沙戈荒型风力发电机组，具备抗风沙、耐低温、防腐蚀等性能。

5.1.1.2 光伏组件应选用耐紫外线、抗风沙磨损、耐高温差的类型，适配沙戈荒地区强辐射、大温差的环境特征。

5.1.1.3 火电设备应采用清洁高效机型，具备快速启停、灵活调峰能力，符合国家火电清洁利用相关要求，适配新能源出力波动的补偿需求。

5.1.1.4 光热设备应选用传热效率高、熔盐兼容性好的集热器与换热设备，适配沙戈荒地区充足的光照资源条件。

5.1.2 布局与容量配比

- 5.1.2.1 系统布局应结合沙戈荒地区地形地貌、风资源分布、光照条件及外送通道走向，优化各电源单元的空间分布，减少相互遮挡与传输损耗。
- 5.1.2.2 风电、光伏、火电的容量配比应综合考虑区域电力消纳需求、外送通道输送能力及调峰调频要求，确保系统出力稳定性与经济性平衡。
- 5.1.2.3 新能源与火电的容量配比应根据当地新能源资源、火电调峰能力确定，火电容量应能满足系统最小稳定出力需求，保障极端天气下电力供应连续。
- 5.1.2.4 光热与光伏的容量配比应结合两者出力特性互补性，光热容量应能有效平抑光伏出力日内波动。

5.2 储能系统

5.2.1 类型选择

- 5.2.1.1 应根据系统发电规模、调峰调频需求、输电通道特性及经济性，合理选择电化学储能、熔盐储热等储能类型，宜使用构网型储能。
- 5.2.1.2 电化学储能系统适用于短时调峰、调频及出力波动平抑场景；熔盐储热系统应与光热发电、火电系统耦合配置，适用于长时储热与跨日调峰场景。

5.2.2 容量配比

- 5.2.2.1 电化学储能系统容量应与风电、光伏出力波动特性匹配，其功率调节范围应能覆盖新能源单小时最大出力波动幅度，充放电响应速率应满足实时平抑需求。光伏发电系统应结合当地资源条件选择最优容配比。
- 5.2.2.2 熔盐储热系统储放热时长应与新能源出力峰谷差匹配，至少满足单日峰谷调节需求，具体容量应结合系统负荷特性、火电调峰能力综合核算。
- 5.2.2.3 储能系统总容量应根据系统调峰需求、外送通道约束及可靠性要求确定，确保系统出力满足电网接纳要求。

5.2.3 运行控制

- 5.2.3.1 电化学储能系统应具备毫秒级充放电响应能力，功率调节范围为 0~100% 额定功率，充放电转换效率不低于 90%，具备平滑新能源出力波动的实时控制功能。
- 5.2.3.2 熔盐储热系统应与光热、火电实现协同耦合运行，储热温度应满足光热发电与火电补热需求，具备根据新能源出力变化动态调整储放热速率的控制逻辑。
- 5.2.3.3 储能系统应接受能源协同控制系统的统一调度，根据系统出力偏差、电网频率及电压变化，自动调整充放电状态，实现与其他电源单元的精准协同。

5.3 设备选型

5.3.1 核心设备选型

- 5.3.1.1 储能电芯应选用循环寿命长、高低温性能稳定、安全性能优异的类型，适配沙戈荒地区 -30℃~60℃的极端温度范围。
- 5.3.1.2 PCS（储能变流器）应具备宽电压输入范围、高转换效率及抗电磁干扰能力，适配沙戈荒地区复杂的电磁环境。
- 5.3.1.3 变压器应选用耐风沙、防腐蚀、散热性能良好的机型，油箱及冷却系统应具备防沙堵设计。
- 5.3.1.4 热管理系统应具备冬季保温、夏季散热功能，电化学储能系统热管理温差控制在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内，确保设备在极端温度下稳定运行。

5.3.2 储热介质与换热设备

- 5.3.2.1 熔盐储热介质应具备耐高温、低损耗、化学稳定性好的特性，适用温度范围应覆盖光热集热与火电补热需求，凝固点应低于沙戈荒地区冬季最低环境温度 5°C 以上。
- 5.3.2.2 熔盐管道应配备伴热装置与保温层，伴热功率应能防止冬季管道内熔盐凝固，保温层热损耗应满足系统能效要求。伴热应符合以下要求：

- a) 电伴热的发热芯线为耐高温的 Cr20Ni80 或 Cr10Ni90 镍铬合金材料，绝缘层为绝缘、导热性能良好的含量在 99.7% 以上的高纯度氧化镁，外护套材料为不低于 Incoloy 825 合金材料。电伴热的护套的外径、厚度和均一程度符合 GB 13033-2007 或 IEEE Std 515-2012 的要求，且护套厚度不会低于外径的 10%。
 - b) 电伴热采用无冷热段接头的单芯线结构，米功率不超过 120W/m。保证冷段线有足够长度接入引线盒，接线盒处的温度不高于 50℃ 或环境温度加 15℃。
 - c) 电伴热线热稳定性良好：在 250℃~560℃ 温度区间循环反复 600 次后，电缆发热量维持在设计值 90% 以上。
 - d) 在电压变化为 ±15%，频率变化为 ±2% 的条件下，电伴热系统能无损害地连续工作。
 - e) 电伴热系统容量应满足在环境温度 -35℃ 和风速 10m/s 的条件下熔盐管道、阀门和容器被加热并能保持在 565℃ 的能力。
 - f) 熔盐管道，阀门和容器应保持在 290℃ 以上。空熔盐管道，阀门和容器必须在 48 小时内从最低设计环境条件预热至 350℃。
 - g) 电伴热安装紧贴管壁（铝箔/铜带固定），避免悬空；阀门/法兰全覆盖。
 - h) 保温：耐高温硅酸铝+外护层，外表面 ≤50℃（环境 <25℃）。
 - i) 仪表元件可与其所在工艺管线使用同一伴热回路，也可单独伴热回路。
 - j) 电伴热所加热的部件最高工作温度 600℃，电伴热能在环境温度和在工作温度下正常工作，并能承受设计寿命内 30000 次启停和温度波动。
 - k) 一个加热单元配置多根伴热线时，需间隔并行敷设，确保每根伴热线都能独立的对整个被加热设备或管道进行均匀加热。
 - l) 电伴热系统及其辅助设备应有固定铭牌和明显冷端标识，采用不锈钢材质制作。铭牌不易损坏。标志醒目、整齐、美观、不易掉落。
 - m) 电伴热接电源引出线采用多股线，不得采用单股硬线，导线的绝缘层采用耐低温（耐低温性能不低于零下 40℃）、抗紫外线、抗高温老化性能良好的材料。
- 5.3.2.3 换热设备应具备防沙石磨损与抗紫外线老化性能，换热表面应采用耐磨耐腐蚀涂层，结构设计应便于风沙清理。

5.4 系统调节能力

5.4.1 火电调节

火电机组最小稳定出力 ≤ 额定容量 30%，300MW 及以上机组分钟爬坡速率 ≥ 3% 额定容量，热态启动时间 ≤ 2 小时，满足应急调峰需求。

5.4.2 系统整体调节

1 分钟内出力波动 ≤ ±5% 额定总容量，15 分钟内 ≤ ±10%；频率调节死区 ≤ ±0.05Hz，电压调节覆盖电网 ±5% 额定电压波动；新能源出力骤降 30% 时，10 分钟内补足 80% 出力缺口。

6 运行维护

6.1 运行管理

6.1.1 运行调度

基于实时监测与负荷预测，执行协同控制系统调度指令，优化各单元出力分配，避免设备过载与新能源弃置。

6.1.2 状态监控

每日监测储能 SOC、电池温度、熔盐液位等关键参数，定期核查电能质量与设备运行状态，及时预警异常。

6.1.3 应急处置

制定极端风沙、低温、设备故障等应急预案，储备应急物资，确保系统快速恢复运行。

6.2 维护管理

6.2.1 巡检周期与内容

风电叶片每季度巡检、齿轮箱每 6 个月检测；光伏组件每季度清理与检查；火电机组按现行标准执行，重点维护调峰控制系统；储能系统每日监测、每季度校准/检查；输配电设备每月巡检。

运维期间应保障外送电力供应，满足受端联网晚高峰保障率等要求。

6.2.2 维护要求

建立设备全生命周期档案，记录巡检、维护、故障处理信息；维护人员经专业培训，配备沙戈荒适配的维护设备与交通工具，储备充足备品备件。
