



T/MIITEC 010-2023

储能技术与应用产业人才岗位能力要求

Industrial Talents Competency Framework of Energy Storage

Technology and Application

2023-01-03 发布

2023-01-03 实施

工业和信息化部人才交流中心 发布

目 次

前 言..... 1

1 范围..... 2

2 术语和定义..... 2

3 储能技术与应用主要方向及岗位..... 3

4 储能技术与应用产业人才岗位能力要素..... 4

5 储能技术与应用产业人才岗位能力要求..... 4

 5.1 规划评估方向岗位能力要求..... 4

 5.2 研发设计方向岗位能力要求..... 6

 5.3 应用场景方向岗位能力要求..... 10

 5.4 储能管理方向岗位能力要求..... 14

 5.5 储能环保方向岗位能力要求..... 16

附 录 A （资料性附录）储能技术与应用产业人才岗位能力提升..... 19

 A.1 储能技术与应用岗位能力提升内容..... 19

 A.2 储能技术与应用岗位能力提升阶段和方式..... 19

 A.3 储能技术与应用岗位能力提升活动供给类别..... 19

附 录 B （资料性附录）储能技术与应用产业人才岗位能力评价..... 21

 B.1 储能技术与应用产业人才岗位能力评价方法..... 21

 B.2 储能技术与应用产业人才岗位能力评价等级..... 21

 B.3 储能技术与应用产业人才岗位能力等级评价权重..... 21

参考文献..... 22

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

本标准由工业和信息化部人才交流中心提出并归口。

本标准起草单位：工业和信息化部人才交流中心、江苏大学、江苏金海创新能源技术有限公司、清华大学、北京理工大学、华中科技大学、重庆大学、江苏省储能行业协会、智能输配电设备产业技术创新战略联盟、国电南京自动化股份有限公司、南京消防器材股份有限公司、国网上海能源互联网研究院有限公司、江苏时代新能源科技有限公司、山东电工时代能源科技有限公司、平高集团储能科技有限公司、中国科学院电工研究所、浙江高泰昊能科技有限公司、华为数字能源技术有限公司、江苏天合储能有限公司、国家能源集团科学技术研究院有限公司、南方电网调频调峰发电有限公司储能科研院、苏州精控能源科技有限公司、烟台创为新能源科技股份有限公司、上海电气国轩新能源科技有限公司、南京创源动力科技有限公司、浙江可胜技术股份有限公司、张家港清研检测技术有限公司、国网江苏省电力有限公司镇江供电分公司、广州鹏辉能源科技股份有限公司、上海派能能源科技股份有限公司、北京博润新源科技有限公司。

本标准主要起草人：李学林、色云峰、程宇、李利利、施佳文、陈俊伶、王洪旗、戴源、朱孝勇、莫纪平、王以丹、朱俊鹏、张建琛、王磊、白雪杰、李占军、陈宝林、华山、陈满、程林、黄文瑞、储凯、赵鸿翔、范克峰、韩筛根、吴鸣、纪雯阁、蒋凯、李佳、张海林、李明明、刘永刚、刘志远、秦伟、于建斌、孙健、孙玉树、滕国鹏、李海波、王中照、宋久福、温富光、程益德、熊瑞、闫志鑫、杨义、屠凌燕、殷劲松、张伟峰、程亚兵、郑照红、蒋治亿。

本标准为首次制定。

储能技术与应用产业人才岗位能力要求

1 范围

本标准规定了储能技术与应用领域主要方向岗位能力要求。

本标准适用于指导各单位开展储能技术与应用人才培养、人才评价、人才招聘、人才引进等工作。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

电化学储能电站 electrochemical energy storage station

采用电化学电池作为储能元件,可进行电能存储、转换及释放的电站,由若干个不同或相同类型的电化学储能系统组成。

[来源: GB_T 40090-2021《储能电站运行维护规程》, 3.1]

2.2

电化学储能系统 electrochemical energy storage system

以电化学电池为储能载体,通过储能变流器进行可循环电能存储、释放的设备组合。

[来源: GB_T 40090-2021《储能电站运行维护规程》, 3.2]

2.3

电池管理系统 battery management system

监测电池的状态(温度、电压、电流、荷电状态等),为电池提供通信接口和保护的系统。

[来源: GB_T 34131-2017《电化学储能电站用锂离子电池管理系统技术规范》, 3.6]

2.4

储能变流器 power conversion system

电化学储能系统中,连接于电池系统与电网(和/或负荷)之间的实现电能双向转换的变流器。

[来源: GB/T 34120-2017《电化学储能系统储能变流器技术规范》, 3.3]

2.5

并网运行模式 grid mode

储能变流器同步并入交流电网，以电流源特性运行，把电网电能存入电池组或将电池组能量回馈到电网的运行模式。

[来源：GB/T 34120-2017《电化学储能系统储能变流器技术规范》，3.5]

2.6

离网运行模式 islanded mode

储能变流器以电压源特性运行，为储能系统交流侧所连接的电网提供电源的运行模式。

[来源：GB/T 34120-2017《电化学储能系统储能变流器技术规范》，3.6]

3 储能技术与应用主要方向及岗位

3.1 主要方向

根据储能技术与应用产业人才需求，本标准聚焦储能技术与应用 5 个主要方向岗位，分别是规划评估、研发设计、应用场景、储能管理与储能环保。

3.2 主要岗位及职责

本标准主要涉及以下储能技术与应用岗位，具体如表1所示。

表 1 储能技术与应用各方向主要岗位及职责

序号	方向	岗位名称	岗位职责
01	规划评估	储能规划工程师	负责储能规划、储能配置、应用与选型
02		储能评估工程师	负责储能投资成本分析、经济性评估与市场分析
03	研发设计	储能电池工程师	负责储能电池单体及系统设计与应用
04		储能设备工程师	负责储能设备研发、工艺与检测
05		储能电气工程师	负责储能系统电气设计、并离网设计与储能电力系统
06		储能仿真工程师	负责储能器件和系统性能仿真与优化设计
07		储能系统工程师	负责储能系统集成设计、研发、调试与测试
08		储能软件工程师	负责储能设备与系统软件开发
09	应用场景	光伏储能工程师	负责光伏储能系统设计、研发与解决方案
10		风电储能工程师	负责风电储能系统设计、研发与解决方案
11		微网储能工程师	负责微电网储能系统设计、研发与解决方案

12		储能电站工程师	负责储能电站设计、研发与解决方案
13		汽车储能工程师	负责新能源汽车储能系统设计、研发与解决方案
14		氢储能工程师	负责氢能设备、氢储能系统设计与研发
15	储能管理	储能安全工程师	负责储能安全方案设计、安防监测、消防技术、安全管理与热管理
16		储能运维工程师	负责储能设备、设施运行与维护管理
17		储能项目管理工程师	负责储能工程管理与项目管理
18	储能环保	储能电池梯次利用工程师	负责储能电池梯次利用技术研发与应用
19		储能环保工程师	负责储能系统回收、环保技术研发与环保评价
20		储能碳足迹工程师	负责储能系统回收技术经济性评价、储能碳足迹分析

4 储能技术与应用产业人才岗位能力要素

本标准按照综合能力、专业知识、技术技能、工程实践能力四个维度提出了储能技术与应用产业人才岗位能力要素。

表 2 储能技术与应用产业人才岗位能力要素列表

维度	要素	说明
综合能力	软能力	指相应岗位人才为完成工作任务所应具备的行为特征和综合素质，包括学习追踪、沟通协调、需求与趋势分析、业务场景把握等技能
专业知识	基础知识	指相应岗位人才应掌握的通用知识，主要包括基本理论、相关标准与规范知识以及有关法律法规、安全、隐私等
	专业知识	指相应岗位人才完成工作任务所必备的知识，主要指与具体岗位要求相适应的理论知识、技术要求和操作规程等
技术技能	基本技能	指相应岗位人才为完成工作任务所应具备的对基础知识应用的水平以及熟练程度
	专业技能	指相应岗位人才为完成工作任务所应具备的对专业知识应用的水平以及对特殊工具使用的掌握
工程实践	经验	指相应岗位人才在实际工程与项目推进中应当具备的经验

5 储能技术与应用产业人才岗位要求

5.1 储能规划评估方向岗位要求

5.1.1 储能规划工程师

a) 综合能力

- 熟悉储能行业现状、应用场景和发展趋势；
- 了解国家新能源战略及建设规划，对光伏、风电及氢能等新能源发展趋势及区域分布有深入了解，并能结合储能的应用场景形成明确的储能规划思路；
- 具备较强的学习能力，并能在工程项目中合理、有效使用新技术；
- 具备较强的管理能力、沟通能力及团队合作能力，并能在多学科背景团队中发挥作用；

b) 专业知识

- 熟悉电力电子技术、自动控制原理、计算机科学与技术、电力调度通信网络、信息安全、热管理、高压电气、消防安全、电力系统运行原理等专业基础知识；
- 熟悉电化学储能不同技术路线，了解电化学储能与物理储能、相变储能等其他形式储能之间的互补特性；
- 熟悉储能本体及控制设备的结构、原理与关键技术，包括储能EMS、PCS、BMS、电池、设备舱、升压变压器等；
- 熟悉储能电站的并、离网运行模式，以及运行模式切换的相关要求；
- 掌握储能规划评估涉及的法律法规、政策规定、标准规范等；
- 熟悉储能电站的运行机制，了解储能电站维护；
- 掌握储能电站参与电网辅助服务的要求与获益方式；
- 熟悉电站的接入方式、上网电价、收益计算方式、利用率；
- 熟悉储能电站的设计要点及风险点，如散热通风、消防安全、信息安全、并网接入等；

c) 技术技能

- 具备储能规划设计、储能配置、应用与选型等能力；
- 熟悉储能电站的规划、设计、运行、检修等要求；
- 具备运用计算机进行辅助设计、数值计算与仿真分析的能力；
- 熟悉常用的电气规划、设计、仿真软件，如psasp、pascad、autocad、matlab等；
- 有较强的数据整理、分析与总结能力，并能基于数据得出可靠的结论；
- 掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用；

d) 工程实践

- 熟悉储能项目商业模式及开发流程；
- 熟悉储能项目技术经济评估方法及计算流程；
- 具备相当的储能工程项目规划设计的实践经验，熟悉储能电站的审批流程、建设流程、验收流程；
- 能根据应用场景需求和各种储能特点，制定最优储能应用解决方案。

5.1.2 储能评估工程师

a) 综合能力

- 熟悉储能行业现状、应用场景和发展趋势；
- 具有较强的项目管理能力、执行能力、沟通能力及团队合作能力，并能在多学科背景团队中发挥作用；

b) 专业知识

- 熟悉电化学储能不同技术路线，了解电化学储能与物理储能、相变储能等其他形式储能之间的互补特性；
- 熟悉不同技术路线的储能项目商业模式、开发流程、系统组成、建设流程等；

- 熟悉储能经济模式以及经济效益分析方法，包括但不限于需求侧响应、峰谷价差、回收弃风电量、辅助调峰服务等经济模式以及商业运营模式、建设成本测算、盈利分析等等经济效益分析方法；
- 掌握碳金融与绿色金融理念，并熟悉相关政策与规定；
- 熟悉电力交易、碳交易、成本测算、收益分析、市场分析等所需要的相关金融专业知识；
- 熟悉国内及国际相关标准体系及规范，了解国内外技术标准的差异与标准体系发展动向；

c) 技术技能

- 掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用；
- 具备运用计算机进行辅助数值计算与分析的能力，掌握数值计算与分析常用编程语言；
- 掌握储能系统及投资成本分析、经济性评估、市场分析，其中成本分析包括储能设备成本、配套设备成本、施工成本、运维成本、财务成本等，经济性评估包括成本计算、寿命计算、经济效益计算等，市场分析包括电力交易市场、碳交易市场等；
- 熟悉常用的储能经济性评估工具，如energy storage valuation tool, ESVT,以及对 λ 、 C_{LocE} 的计算；
- 有较强的数据整理、分析与总结能力，并能基于数据得出可靠的结论；

d) 工程实践

- 具备相当的储能工程项目评估的实践经验，能够高质量输出储能应用评估报告；
- 具备相当的储能系统及投资成本分析、经济性评估、市场分析的实践经验，能够根据所采用的储能系统特点，对储能工程项目进行全面、精确、客观、专业评估。

5.2 研发设计方向岗位能力要求

5.2.1 储能电池工程师

a) 综合能力

- 熟悉电池发展历史、行业现状、技术趋势；
- 具备较强的创新意识，项目管理能力、执行能力、沟通能力及团队合作能力，并能在多学科背景团队中发挥作用；

b) 专业知识

- 熟悉电化学理论知识，熟悉无机、有机、高分子材料的结构、成分与理化表征技术；
- 熟悉正极、负极、电解液、隔膜及辅材中某一种或多种的原料、前驱体、生产工艺；
- 熟悉国内及国际电池设计与测试相关标准体系及规范，了解国内外技术标准的差异与标准体系发展动向；
- 了解储能电池状态监测与评估、剩余寿命评估等方法；

c) 技术技能

- 掌握常见的电池测试试验、建模和状态估计方法；
- 掌握常用的电池仿真软件和基本算法，如Comsol、Pybamm等；
- 具备较强的实验动手能力，熟练使用DOE进行实验设计和数据分析；
- 具备较强的数据整理、分析与总结能力，并能基于数据得出可靠的结论；

d) 工程实践

- 具备一定的储能电池研发设计实践经验；

- 具备进行储能材料及系统的合成、设计、工程运行控制、故障诊断、可靠性分析、技术经济分析的实践经验；
- 具备新工艺、新产品开发与设计以及技术改造与创新的实践经验。

5.2.2 储能设备工程师

a) 综合能力

- 熟悉储能设备发展历史、行业现状、技术趋势；
- 了解储能行业中的新产品、新技术、新材料、新工艺、新模式；
- 具备较强的创新意识、领导能力、沟通表达能力及团队合作能力，在多学科背景团队中发挥作用的能力；

b) 专业知识

- 熟悉电路、电力电子技术、自动控制原理、计算机科学与技术、机械电子等相关专业基础知识；
- 了解储能原理与技术、储能电站设计与运行等专业知识；
- 熟悉电化学电池、储能变流器、BMS、EMS、低压及中压开关电气设备等的结构、原理、关键技术、工艺与检测、产品标准与选型；
- 熟悉储能设备的电气、结构、保护控制、消防安全、电网接入、并离网运行控制等设计规范；
- 熟悉储能设备相关的法律法规、标准规范等；

c) 技术技能

- 熟练使用产品生命周期管理、ERP等研发生产辅助系统；
- 掌握基本的科学研究方法，能够根据储能运行分析与经济测算，合理制定储能设备研发需求；
- 具备运用计算机进行辅助设计、数值计算与分析的能力；
- 具备储能设备研发、工艺与检测的能力；
- 具备较强的数据整理、分析与总结能力，并能基于数据得出可靠的结论；

d) 工程实践

- 具备一定的储能设备研发设计实践经验，能够指导设备的生产、装配、调试等；
- 具备一定的储能设备解决方案实践经验，能够设计满足特定需求的系统、设备或工艺流程；
- 具备一定的储能设备试验测试实践经验，能够设计储能设备调试、试运行、投运运行等的测试大纲和方案。

5.2.3 储能电气工程师

a) 综合能力

- 熟悉储能发展历史、行业现状、技术趋势；
- 具备较强的项目管理能力、执行能力、沟通能力及团队合作能力，并能在多学科背景团队中发挥作用；

b) 专业知识

- 掌握电路、电力电子技术、自动控制原理等专业基础知识；
- 掌握储能原理与技术、储能电站组成、设计与运行等专业知识；
- 熟悉电力变换、输送、分配、控制相关理论；
- 掌握储能电气系统设计；

- 掌握并、离网运行模式及其设计；
- 掌握电气原理图，断路器、接触器、继电器等常用电气元器件等结构和原理；
- 掌握储能系统的构成，锂电池、双向变流器、BMS、EMS、逆变器、高配开关电源等各部分结构和原理；
- 熟悉电化学储能系统、分布式能源等电气系统设计相关法律法规、标准规范及相关政策；

c) 技术技能

- 掌握储能系统电气设计、并离网设计、储能电力系统参数优化和调试的能力；
- 掌握相关电气设备性能，具备储能系统相关电气设备和器件的选型与验证能力；
- 具备储能系统电气、BMS高压箱、配电箱、控制柜、汇流柜等各子模块电气原理图的绘制能力；
- 掌握使用电力制图软件，如EPLAN，AUTOCAD等设计工具；
- 具备储能系统电磁兼容、安全性设计能力；
- 具备熟练的电气一次或电气二次设计能力，并可与土建、建筑、暖通、消防等专业进行专业化沟通；
- 具备运用计算机进行储能产品的辅助设计、数值计算与数据分析的能力；

d) 工程实践

- 具备一定的储能电气选型、设计实践经验，能够规范进行文档编写，如可研方案、初步设计、电气BOM清单、工艺要求、测试要求、产品使用说明书等；
- 具备电气工艺的分析设计与优化实践经验，能够指导生产人员安装接线、电气施工、运维，进行现场电气技术支持；
- 具备指导储能零部件、分系统产品入厂出场测试经验。

5.2.4 储能仿真工程师

a) 综合能力

- 熟悉储能发展历史、行业现状、技术趋势；
- 具备较强的创新意识、良好的沟通表达和团队合作能力；
- 具备较强的创新意识、良好的学习能力、沟通表达和团队合作能力，并能在多学科背景团队中发挥作用；

b) 专业知识

- 熟悉电化学技术、电路、电力电子技术、自动控制原理、计算机科学与技术等相关专业基础知识；
- 了解储能原理与技术、储能电站组成、设计与运行等专业知识；
- 熟悉储能电池、双向变流器、BMS、EMS、高配开关电源等结构、原理、关键技术、工艺与检测；
- 熟悉并、离网运行模式及其无缝切换；
- 掌握储能仿真相关的法律法规、标准规范等；

c) 技术技能

- 掌握基本的科学研究方法，具备设备操作、相关实验操作能力；
- 具备运用计算机进行辅助设计、数值计算与仿真分析的能力；
- 掌握仿真技术与仿真软件的使用，储能器件和系统性能仿真与优化设计的能力；
- 具备较强的数据整理、分析与总结能力，并能基于数据得出可靠的结论；

d) 工程实践

- 具备相当的储能仿真实践经验；
- 能够针对特定的储能问题，提供合理的解决方案，并设计满足特定需求的系统、设备或工艺流程。

5.2.5 储能系统工程师

a) 综合能力

- 熟悉储能发展历史、行业现状、技术趋势；
- 具备良好的创新意识、学习能力以及分析解决问题的能力；
- 具备强烈的系统风险识别和掌控的能力；
- 具有较强的沟通表达能力及团队合作能力，并在多学科背景团队中发挥作用的能力；

b) 专业知识

- 熟悉电路、电力电子技术、自动控制原理、计算机科学与技术等相关专业基础知识；
- 熟悉储能原理与技术、储能电站组成、设计与运行原理等专业知识；
- 熟悉电池、双向变流器、BMS、EMS、逆变器、UPS、高配开关电源等结构、原理、关键技术、工艺与检测；
- 熟悉空调系统、液冷系统、风冷系统等温控系统的工作原理、效能计算和仿真；
- 熟悉消防系统、照明系统、弱电系统等储能配套系统；
- 熟悉并、离网运行模式，以及不同储能应用场景的运行模式和系统需求；
- 熟悉储能子系统的选型原理和策略、集成技术、调试技术、测试技术；
- 熟悉电化学储能设计规范、系统认证标准；

c) 技术技能

- 具备针对储能的系统需求，设计满足性价比的解决方案、选择满足特定需求的设备或器件，制定可实施的工艺流程的能力；
- 具备运用计算机进行辅助设计、数值计算、仿真与分析的能力，如热仿真分析、收益分析、能耗分析等；
- 具备根据储能系统需求制定相关实验方案，操作设备进行实验的能力；
- 具备较强的数据整理、分析与总结能力，并能基于数据得出可靠的结论；
- 具备根据锂电池电化学特性，对电池进行选型，并制定符合需求的管理策略的能力；
- 具备利用FMEA、FTA等工具进行系统风险识别，并制定有效的防控措施的能力；
- 具备硬件开发、出图、EMC设计、安规设计、可靠性设计及可测试性设计等能力；

d) 工程实践

- 具备一定的储能系统集成实践经验；
- 具有分析和解决现场问题的经验和能力，包括但不限于EMC、功率匹配、数据采集、数据传输、功率控制、热平衡等。

5.2.6 储能软件工程师

a) 综合能力

- 熟悉储能发展历史、行业现状、技术趋势等，包括人工智能、大数据等在技术在储能行业中的应用及发展趋势；
- 熟悉储能行业的应用场景，储能系统中的相关软件应用；
- 具有较强的沟通表达能力及团队合作能力，并在多学科背景团队中发挥作用的能力；

b) 专业知识

- 掌握储能系统架构及系统部件，包括电池系统、BMS系统、PCS、EMS等产品；

- 熟悉软件开发流程，熟悉软件编码规范，了解软件架构知识；
- 熟悉Linux、RTOS等操作系统，并有相关开发经验；
- 熟悉RS-485、RS-232、以太网等通讯接口；
- 熟悉CANBUS、Modbus-RTU、Modbus-TCP/IP、SPI、IEC61850、103、104等通讯原理及等通信协议；
- 了解数据库基本知识；

c) 技术技能

- 具备扎实的编程基础，有一定的软件模块设计能力；
- 熟悉电力电子拓扑基本原理及PWM调制，具备一定的软件工程能力、了解嵌入式芯片（DSP、ARM、FPGA）相关知识；
- 熟练应用VHDL、Verilog等硬件描述语言，了解主流的FPGA、CPLD等现场可编程逻辑器件的硬件架构；
- 熟悉常用的软件开发工具、编译工具、代码管理工具等；

d) 工程实践

- 具备较强的软件需求分析和撰写方案的能力，以及软件架构和功能方案呈现能力；
- 具备光伏、风电或电化学储能项目行业洞察、应用场景分析、项目售前支持、解决方案设计等实践经验；
- 具备完整的嵌入式软件、系统集成软件开发或上层监控软件开发的项目经验。

5.3 应用场景方向岗位能力要求

5.3.1 光伏储能工程师

a) 综合能力

- 熟悉光伏储能发展历史、行业现状、技术趋势；
- 具备良好的系统的技术创新与设计能力；
- 具备良好的创新意识、学习能力以及分析解决问题的能力；
- 具备较强的领导能力、沟通表达能力以及团队合作能力，并能在多学科背景团队中发挥作用；

b) 专业知识

- 熟悉电路、电力电子技术、自动控制原理、计算机科学与技术等专业基础知识；
- 熟悉光伏储能电站原理、组成与运行逻辑等专业知识；
- 掌握光伏组件、电池、变流器、逆变器、BMS、EMS、PCS等设备原理、结构、特性、关键技术与操作等；
- 熟悉储能设备整体结构、原理与关键技术；
- 熟悉各类电力电子拓扑结构；
- 熟悉并、离网运行模式；
- 熟悉光伏系统设计、精通电气原理图、常用通讯协议；
- 熟悉光伏与储能接入电网要求；
- 熟悉光伏电站和储能电站并网验收标准和流程；
- 熟悉相关国家电气设计规范，以及相关法律法规、政策规定等；

c) 技术技能

- 熟练操作PVsyst、RETScreen、AutoCAD、博超等光伏系统设计软件；
- 具备PCS、BMS、EMS等储能系统及附属电气部件的选型、定制、适配和绘制相应的电气原理图的能力；

- 具备离、并网光伏电站储能系统搭建及设计能力；
- 具备运用计算机进行辅助设计、数值计算与分析的能力；

d) 工程实践

- 具备一定的光伏储能系统设计、设备选型、故障处理、光伏项目管理等实践经验。

5.3.2 风电储能工程师

a) 综合能力

- 熟悉风电储能发展历史、行业现状和技术趋势；
- 具备良好的风电储能技术分析能力及创新能力；
- 具备良好的数据整理、分析与总结能力；
- 具备良好组织协调能力及项目管理能力；

b) 专业知识

- 熟悉电力电子技术、自动控制原理、过程控制、计算机科学与技术、数值分析和概率统计、电力系统运行原理等专业基础知识；
- 熟悉风机运行基础特性，了解风电处理易产生电压波动及闪变等特性，掌握风电场管理和维护技术；
- 熟悉风电场运行技术及规模化风电场群控制等相关技术理论；
- 熟悉电化学储能、物理蓄能、储热、氢能等各种储能原理与应用技术；
- 熟练掌握储能电源、变流器、逆变器、BMS、EMS、PCS 等储能设备原理、特性等；
- 熟悉国内外主流厂家双馈、直驱风力发电机组设计、原理、性能特点；
- 熟悉风电储能法律法规、政策规定、标准规范等；

c) 技术技能

- 具备风场配置储能技术技能，具备风电储能系统整体方案设计、优化实施以及技术监督指导的能力；
- 熟练使用风电 ABB、倍福、巴赫曼等电控系统，熟悉风电应用的低压电器设备；
- 熟练掌握 MW 级双馈/直驱风电机型的运行维护技术；
- 具备数据分析专业技能，掌握储能规模配置的整体设计方法；
- 具备计算机辅助设计技能及风电机组整机设计软件应用的能力；
- 具备离、并网风电储能电站整体方案规划设计能力，掌握风电储能电站整体技术路线，具备研发高效的与风电机组容量相匹配的储能装置及其配套设备的能力；

d) 工程实践

- 具备一定的风电储能系统设计、设备选型、故障处理、风电项目管理等实践经验。

5.3.3 微网储能工程师

a) 综合能力

- 熟悉微网储能发展历史、行业现状、技术趋势；
- 具备良好的沟通、管理、团队合作与分析撰写能力；
- 具备较强的沟通表达能力及团队合作能力，并在多学科背景团队中发挥作用的能力；

b) 专业知识

- 熟悉电路、电力电子技术、自动控制原理、计算机科学与技术等理论知识；
- 熟悉微网储能原理、组成与运行等；
- 熟悉柴油机、光伏、风电等各种发电能源的工作原理；

- 熟悉储能 EMS、PCS、BMS、电池、设备舱、升压变压器、逆变器等设备结构、原理与关键技术；
- 熟悉微网业务流程与微网控制技术；
- 熟悉微网控制策略、常用通讯协议；
- 熟悉微网储能设备的电气、结构、保护控制及并、离网运行模式；
- 熟悉微网储能项目商业模式及开发流程；
- 熟悉柴油机、光伏、风电等各种发电能源的工作原理；
- 熟悉相关国家和行业电力系统运行控制相关规范、规程、标准等；

c) 技术技能

- 具备 PCS、BMS、EMS 等储能设备及附属电气部件的选型、定制、适配的能力；
- 熟悉微网系统设计，电气原理图绘制；
- 熟悉 PVsyst、RETScreen、AutoCAD、EPLAN、博超等系统设计和电气设计软件的操作；
- 熟悉微电网并网及孤岛运作、控制等技术；
- 了解交流及直流微网的技术差异，能够进行交、直流微网顶层架构的搭建，可以对微网中储能设备提出明确的技术规范；
- 具备熟练运用计算机进行辅助设计、数值计算与分析的能力；

d) 工程实践

- 具备一定的微网储能项目开发、申报、设计、建设、故障排查、验收等实践经验。

5.3.4 储能电站工程师

a) 综合能力

- 熟悉储能发展历史、行业现状、技术趋势；
- 具备良好的创新意识、学习能力以及分析解决问题的能力；
- 具备较强的沟通协调、组织管理能力及团队协作意识；

b) 专业知识

- 熟悉电路、电力电子技术、自动控制原理、计算机科学与技术、电力系统分析、电气工程基础、工程热力学、流体机械学等专业基础知识；
- 熟悉储能设备结构、原理与关键技术；
- 熟悉储能电站在电力系统中的调度运行技术；
- 熟悉相关电力电子拓扑结构；
- 熟悉储能电站设计，精通电气原理图、常用通讯协议；
- 熟悉储能电站生产流程、管理流程等相关制度；
- 熟悉储能技术标准体系，以及国家、行业相关规定、标准与规范等；

c) 技术技能

- 具备储能电站设计、运行、故障分析、检修、试验等能力；
- 具备储能系统及附属电气部件的选型、定制、适配、安装、解体和绘制相应的电气原理图的能力；
- 具备运用计算机进行编程、辅助设计、数值计算与分析的能力；
- 具备较强的动手操作能力，能熟练操作常用仪器及工器具；
- 了解储能电站接地、防雷、暖通、消防等辅助专业的设计标准；
- 熟悉常用电气设计及仿真计算机软件操作；

d) 工程实践

——具备一定的储能电站设计、制造、安装、运行、检修、试验实践经验。

5.3.5 汽车储能工程师

a) 综合能力

——熟悉新能源汽车动力电池发展历史、行业现状、技术趋势；
——具备良好的沟通、分析撰写及团队合作能力；
——具备较强的技术创新意识和学习能力；

b) 专业知识

——熟悉电路、电力电子技术、自动控制原理、新能源汽车技术、计算机科学与技术等专业基础知识；
——熟悉汽车储能系统原理、组成与运行等专业知识；
——熟悉汽车动力电池电芯、BMS 等结构、原理、特性、测试标准及流程；
——熟悉汽车储能系统控制策略；
——熟悉电气原理图绘制与常用通讯协议；
——熟悉新能源汽车充电及充换电站电池充放电设备参与需求侧管理的相关政策与技术规范；

c) 技术技能

——具备汽车储能系统设计的能力；
——具备新能源汽车储能系统及附属电气部件的选型、定制、适配的能力；
——具备运用计算机进行辅助设计、数值计算与分析的能力；
——具备汽车储能系统测试的能力，制定测试方案及其标准；
——熟悉 V2G（Vehicle-to-grid 车辆到电网）的技术原理与实现方法；
——熟悉常用的电气设计、仿真分析软件及储能系统设计软件；

d) 工程实践

——具备一定的新能源汽车储能项目开发与系统设计的实践经验，能够根据应用场景需求和新能源汽车储能特点，制定新能源汽车储能系统控制策略。

5.3.6 氢储能工程师

a) 综合能力

——熟悉氢能发展历史、行业现状、技术趋势；
——对氢能领域和产业政策有敏锐的洞察力，具有良好的学习能力和团队协作能力；
——具有良好的逻辑思维，具备较强的沟通协调、计划执行能力、项目管理能力；

b) 专业知识

——熟悉氢能制备、原理、特性、测试标准及流程；
——熟悉氢储能系统原理、组成与运行等；
——了解光伏、风电、水电解制氢、储能、微电网等系统的构成及工作原理、标准和安全规范，对可再生能源制氢（光伏制氢、风电制氢、风光耦合制氢、匹配储能等）技术有深入了解；
——了解固体氧化物燃料电池（SOFC）、质子交换膜燃料电池（PEMFC）等常见燃料电池堆的工作原理、系统构成及应用领域；
——了解碱水制氢、质子交换膜制氢等技术经济发展趋势，了解电解制氢成本与新能源价格的敏感度关系；
——熟悉相关的法律法规、政策规定、标准规范等；

c) 技术技能

- 具备器件选型、定制、适配的能力；
- 具备原理图的设计与绘制的能力；
- 具备氢储能能在工程装备应用的规划、设计与应用方案的能力；
- 具备运用计算机进行辅助设计、数值计算与分析的能力；
- 熟悉实验设备操作；
- 熟练掌握 CAD 制图软件、revit 三维软件或 solidworks 三维软件或 CATIA 三维软件；
- 具备一定的三维制图设计能力、熟练掌握电解水制氢或煤化工制氢相关工作流程，了解加氢站的前期开发流程；

d) 工程实践

- 具备一定的氢储能实践经验，能够开展系统规划设计、资源与需求匹配分析、系统配置、能源转换设备与储能设备选型等工作。

5.4 储能管理方向岗位能力要求

5.4.1 储能安全工程师

a) 综合能力

- 熟悉储能发展现状、技术趋势、应用场景等；
- 具备较强的分析和撰写储能安全解决方案的能力；
- 具备良好的创新意识、学习能力、动手操作能力以及分析解决问题的能力；
- 具备良好的项目管理能力、团队合作能力、与各级安全管理主管部门沟通协调的能力；

b) 专业知识

- 熟悉电路、电力电子技术、自动控制原理、计算机科学与技术、物联网技术、信息安全、热管理、高压电气、电力系统运行原理、消防工程等专业基础知识；
- 熟悉电池防火技术、电气防火技术、防灭火自动化技术、灭火技术、消防给水、消防管理信息和应急处置等技术；
- 熟悉储能原理与技术、储能电站设计与运行等；
- 熟悉储能本体及控制设备的结构、原理与关键技术；
- 熟悉并、离网运行模式，以及运行模式切换的相关要求；
- 熟悉储能安全方案设计、安防监测、消防技术、安全管理、热管理等；
- 熟知电气安全法规，具备对系统、部件、元件等多层次，电、化学、热、应急救援等多维度下的危险源识别、安全规范编制及安全监督管理能力；
- 掌握储能安全领域的法律法规、政策规定、标准规范等；

c) 技术技能

- 熟悉储能电站的规划、设计、运行、检修等要求，掌握储能电站安全相关的设计要点及风险点，如散热通风、热失控、消防安全、信息安全等；
- 具备储能系统安全方案设计、安防监测、热失控预警防控、消防技术、安全管理的能力；
- 具备运用计算机进行辅助设计、数值计算与分析的能力；
- 具备较强的数据整理、分析与总结能力，并能基于数据得出可靠的结论；

d) 工程实践

- 具备一定的储能安全实践经验；
- 具备根据应用场景安全需求，制定最优储能安全应用解决方案；

- 具备清晰的经验沉淀思路，基于安全案例及经验，建立储能安全领域知识库及案例库，并进一步构建储能安全知识图谱；
- 掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。

5.4.2 储能运维工程师

a) 综合能力

- 熟悉储能发展现状、技术趋势、应用场景等；
- 具备较强的学习能力，并在工程项目中合理、有效使用新技术；
- 具备较强的沟通协调能力和团队合作能力；
- 具有应急事件的处置能力；

b) 专业知识

- 熟悉电路、电力电子技术、电力系统运行原理、自动控制原理、计算机科学与技术等相关专业知识；
- 熟悉低压、高压、消防等专业知识及操作；
- 熟悉储能电站运行原理、组成、与控制策略；
- 熟悉并、离网运行模式以及对应的模式切换；
- 熟悉相关的法律法规、标准规范等；
- 熟知变电站相应的安全管理制度；

c) 技术技能

- 熟悉光伏组件、风机、电池、BMS、EMS、PCS、升压变压器、逆变器等储能设备结构、原理、操作、故障排查与检修；
- 熟悉电网故障排查与检修；
- 熟悉储能电站运维常用工具的使用与操作；
- 具备运用智能运维工具进行设备检测、故障排查与分析的能力；
- 具备高低压设备运维规范安全的操作能力；
- 具备电站运维数据的整理、分析与总结能力，对电站效益、发电量及故障率等实施有效管控的能力；
- 具备应急事件的处置能力，掌握基本的生命急救知识与技能；

d) 工程实践

- 具备一定的储能设备操作、故障排查与维修的实践经验；
- 具备低压、高压、消防等安全操作实践经验。

5.4.3 储能项目管理工程师

a) 综合能力

- 熟悉储能发展历史、技术现状、发展趋势、应用场景、商业模式等；
- 具备良好的沟通协调能力和语言表达能力与分析撰写能力；
- 具备学习新技术、新管理模式的学习能力；
- 具备较强的项目管理能力、执行能力、沟通能力及团队合作能力；

b) 专业知识

- 熟悉电路、电力电子技术、自动控制原理、计算机科学与技术、高压电气、消防安全、工程管理等专业基础知识；
- 熟悉储能电站原理、电气系统设计、储能系统架构设计、建设流程与运行；
- 熟悉锂电池、变流器、BMS、EMS、PCS、升压变压器、逆变器等储能设备；

- 熟悉储能消防安全、电网接入、并离网运行控制等设计规范；
- 熟悉储能项目管理经济性评估、成本核算；
- 熟悉相关的法律法规、政策规定、标准规范等；

c) 技术技能

- 熟练应用甘特图等项目进度管理工具；
- 熟悉项目现场配置储能系统条件并进行现场勘察整理；
- 具备储能系统运输、吊装、安装过程中的安全性的方案和论证的能力；
- 具备质量管理与监督、进行厂验、来料检验、安装检查的能力；
- 熟练运用计算机进行辅助设计、建模与数据分析软件；
- 熟悉储能电站项目建设全流程及现场工程施工管理、系统调试与验收；
- 掌握储能项目投资成本分析、经济性评估与市场分析、项目运营管理能力；
- 熟悉负责项目档案的建立及项目文件的交付验收，满足ISO的合规要求；

d) 工程实践

- 具备一定的储能项目管理实践经验，能够根据采用的经济模式和储能项目特点，对储能工程项目进行全面、精确、客观、专业评估的能力；
- 具备一定的项目现场分析和解决问题的实践经验，制定最优化的项目解决方案。

5.5 储能环保方向岗位能力要求

5.5.1 储能电池梯次利用工程师

a) 综合能力

- 善于捕捉储能行业信息和技术趋势，对电池梯次利用方面进行新技术开发与技术和工程方面的更新；
- 具备一定的创新意识，较强的市场和技术洞察力；
- 具备良好的沟通表达和团队合作能力；

b) 专业知识

- 熟悉电路、电子、自动控制、计算机科学与技术等专业基础知识；
- 熟悉电池基本性能，电池的基本原材料的组成和性能以及测试方法；
- 熟悉掌握电池梯次利用行业研究及开发所需的法律政策等；
- 了解国内及国际储能梯次利用标准体系及规范，了解国内外技术标准的差异与标准体系发展动向；

c) 技术技能

- 熟悉电池梯次利用技术研发与应用最新技术趋势和专业研究工具；
- 熟悉电池性能、可利用性、可靠性与安全性评估，能对实验的结果进行实际分析；
- 掌握电池测试流程、设备操作与软件操作；
- 熟悉退役电池状态评估方法，熟悉退役电池成组后再利用的应用要求以及性能评估方法；

d) 工程实践

- 具备一定的电池梯次利用实践经验；
- 具备调研、梳理及分析电池梯次利用行业痛点的能力，有参与储能电池梯次利用行业解决方案规划及设计的经验。

5.5.2 储能环保工程师

a) 综合能力

- 了解储能环保市场现状，具有较强的市场洞察力；
- 具备一定的学习能力和创新能力；
- 具备良好的沟通表达和团队合作能力；

b) 专业知识

- 熟悉化学、化工、有色冶金、冶金物理化学、环境工程、材料化学等专业基础知识；
- 熟悉储能设备结构、原理与测试；
- 熟悉储能环保技术应用、储能设备回收与环保评价；
- 熟悉储能设备及设施的无害化处理技术应用；
- 掌握相关的法律法规、政策规定、标准规范等；

c) 技术技能

- 具备储能系统回收、环保技术研发与环保评价的能力；
- 掌握现有环保技术与无害化处理技术；
- 能够针对储能项目的施工特点和环境保护问题，制定详细可行的防控措施；
- 具备储能环保新技术、新设备的设计与研发；
- 具备储能设备及设施的无害化处理新技术、新设备的设计与研发的能力；
- 具备实验设备熟练操作能力；
- 具备运用计算机进行辅助设计、数值计算与分析的能力；
- 有较强的数据整理、分析与总结能力，并能基于数据得出可靠的结论；

d) 工程实践

- 具备设计储能环保系统与无害化处理系统，对可能发生环境污染或破坏事件的场所制定应急预案等方面的储能环保实践经验。

5.5.3 储能碳足迹工程师

a) 综合能力

- 了解双碳发展现状及未来趋势；
- 具备前瞻性分析的能力，了解各种储能应用方向和应用场景；
- 具备较强的学习能力和应用能力；
- 具备良好的沟通表达和团队合作能力；

b) 专业知识

- 熟悉电化学储能、物理蓄能等各种储能方式、储能原理、储能应用以及储能电站的运行模式；
- 熟悉碳排放的计算及碳交易流程；
- 熟悉各种储能系统碳回收的社会效益分析、储能系统的经济性评价、储能系统全生命周期的碳足迹分析；
- 掌握能源管理体系产生的背景，熟悉能源管理体系建立的原则，分析工业企业能效优化实施路径；
- 熟悉相关的法律法规、政策规定、标准规范等；

c) 技术技能

- 具备运用计算机进行辅助数值计算与分析的能力；
- 具备较强的数据整理、分析与总结能力，并能基于数据得出可靠的结论；

d) 工程实践

- 具备一定的储能系统及投资成本分析、经济性评估、市场分析、社会和环境效益分析的能力；

——掌握项目管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。



附录 A (资料性附录)

储能技术与应用产业人才岗位能力提升

A.1 储能技术与应用产业人才岗位能力提升内容

岗位能力提升内容应包括：

- a) 软技能等相关综合能力提升；
- b) 基础知识、专业知识等相关知识提升；
- c) 基本技能、专业技能等相关技术技能提升；
- d) 基于项目经验的工程实践能力提升。

A.2 储能技术与应用产业人才岗位能力提升阶段和方式

储能技术与应用产业人才岗位能力提升分为岗前提升和在岗提升两个阶段，构成储能技术与应用相关岗位从业人员不同阶段和能力水平的终身教育体系。

- a) 岗前提升方式，包括：
 - 1) 理论教学；
 - 2) 理论与实践一体化教学；
 - 3) 项目实训、企业实习等方式。
- b) 在岗提升方式，包括：
 - 1) 内部在岗培训；
 - 2) 外部脱岗培训；
 - 3) 项目实践或导师辅导等。

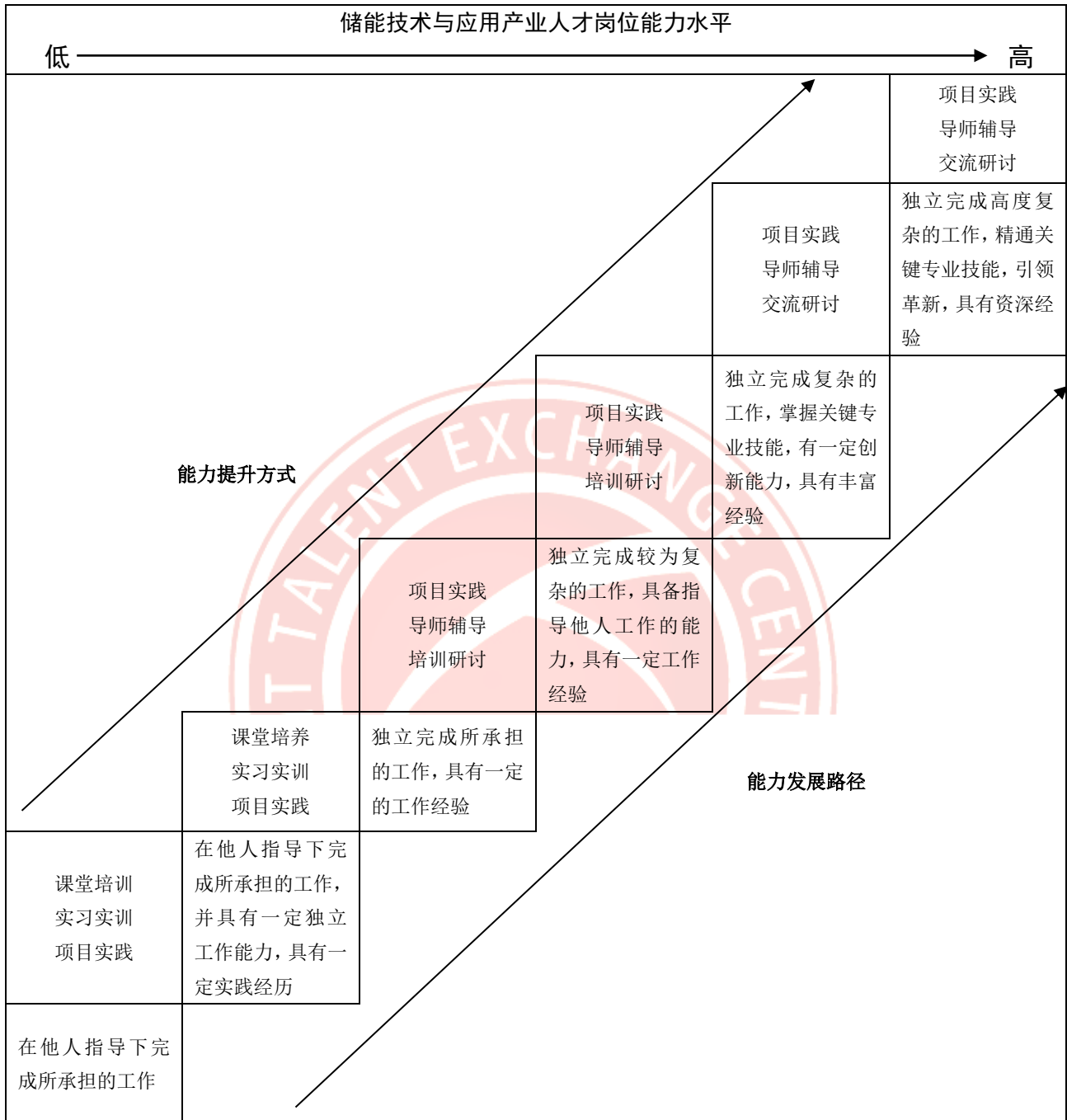
A.3 储能技术与应用产业人才岗位能力提升活动供给类别

储能技术与应用产业人才岗位能力提升活动供给包括：

- a) 教育、培训机构培养：符合要求的各级教育机构（普通高校、中等和高等职业院校等）及培训机构应根据储能技术与应用各岗位能力要求，制定人才能力提升方案，为储能技术与应用产业及企业培养合格的从业人员，满足个人发展需要；
- b) 企业培养：企业结合业务发展需要，应根据储能技术与应用各岗位能力要求有针对性、有计划地实施岗位能力提升计划，满足个人发展需要，增强企业竞争力；
- c) 个人培养：从业人员根据个人发展计划，做好职业规划与岗位定位，对标储能技术与应用岗位能力要求，不断积累提高综合能力，积累专业知识、技术技能和工程实践经验。

储能技术与应用产业人才岗位能力提升路径见图A.1。

图A.1 储能技术与应用产业人才岗位能力提升路径



附 录 B (资料性附录)

储能技术与应用产业人才岗位能力评价

B.1 储能技术与应用产业人才岗位能力评价方法

对从业人员进行评价和定级，评价结果可以作为储能技术与应用产业人才能力胜任、职业发展等活动的依据。评价方式包括：

- a) 综合能力主要通过笔试或答辩等方式进行评价；
- b) 专业知识主要通过笔试考核的方式进行评价；
- c) 技术技能主要通过实验考核方式进行评价；
- d) 工程实践主要通过成果评价方式进行评价。

B.2 储能技术与应用产业人才岗位能力评价等级

储能技术与应用产业人才岗位能力评价等级可以分为初、中、高级三级，能力分为9等。

- a) 初级（1—3级）：在他人指导下完成所承担的工作，并具有一定独立工作能力，具有一定实践经历；
- b) 中级（4—6级）：独立完成较为复杂的工作，具备指导他人工作的能力，具有一定工作经验；
- c) 高级（7—9级）：独立完成高度复杂的工作，精通关键专业技能，引领革新，具有资深经验。

B.3 储能技术与应用产业人才岗位能力等级评价权重

储能技术与应用产业人才岗位能力等级评价权重表如下：

表B.1 储能技术与应用产业人才岗位能力等级评价权重表

评价维度		专业知识	技术技能	工程实践/综合能力
岗位等级		评价分值权重		
高级	9 级	20%	30%	50%
	8 级			
	7 级			
中级	6 级	50%	25%	25%
	5 级			
	4 级			
初级	3 级	70%	25%	5%
	2 级			
	1 级			
备注		评价总分满分为 100 分，由综合能力、专业知识、技术技能、工程实践四项评价维度的权重总分所得。		

参 考 文 献

- [1] GB 51048-2014 《电化学储能电站设计规范》
 - [2] GB/T 34120-2017 《电化学储能系统储能变流器技术规范》
 - [3] GB/T34133-2017 《储能变流器检测技术规程》
 - [4] G/T 34131-2017 《电化学储能电站用锂离子电池管理系统技术规范》
 - [5] GB/T 34131-2017 《电化学储能电站用锂离子电池管理系统技术规范》
 - [6] GB/T 29320-2012 《光伏电站太阳跟踪系统技术要求》
 - [7] GB/T 36276-2018 《电力储能用锂离子电池》
 - [8] GB/T 36545-2018 《移动式电化学储能系统技术要求》
 - [9] GB/T 36547-2018 《电化学储能系统接入电网技术规定》
 - [10] GB/T 36548-2018 《电化学储能系统接入电网测试规范》
 - [11] GB/T 36549-2018 《电化学储能电站运行指标及评价》
 - [12] GB/T 36274-2018 《微电网能量管理系统技术规范》
 - [13] GB/T 36558-2018 《电力系统电化学储能系统通用技术条件》
 - [14] GB/T 37658-2019 《并网光伏电站启动验收技术规范》
 - [15] GB/T 38335-2019 《光伏发电站运行规》
 - [16] GB/T 40090-2021 《储能电站运行维护规程》
 - [17] JCIAPS-20210002 《储能用锂离子电池系统安全评测技术规范》
 - [18] JCIAPS20210001 《预制舱式锂离子电池储能系统火灾抑制装置》
 - [19] T/MIITEC 004-2021 《工业和信息化人才岗位能力评价通则》
-