

ICS 号

CCS 号

团体标准

T/ CABEE-XXXX

《建筑光储直柔系统评价标准》 (征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国建筑节能协会 发布

建筑光储直柔系统评价标准

T/CABEE-JH2021049

编制组

2022年12月

前 言

根据《中国建筑节能协会团体标准管理办法（试行）》（国建节协（2017）40号）及《关于印发〈2021年度第二批团体标准制修订计划〉的通知》（（国建节协[2021]31号））的要求，由深圳市建筑科学研究院股份有限公司会同有关单位组建编制组，经广泛的调查研究，认真总结实践经验，考察有关国内外标准和先进经验，并在广泛征求意见的基础上，共同编制了本标准。

本标准的主要内容包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.评价指标与要求；5.评价与测试方法；6.星级评价。

本标准由中国建筑节能协会标准化管理办公室负责管理（联系电话：010-57811483，邮箱：biaoban@cabee.org），由深圳市建筑科学研究院股份有限公司负责具体内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至深圳市建筑科学研究院股份有限公司（地址：广东省深圳市福田区梅坳三路29号建科大楼，邮编：518049）。

目 录

1	总则	5
2	术语	7
3	基本规定	9
	3.1 评价对象与阶段.....	9
	3.2 评价流程与依据.....	10
4	评价指标与要求	12
	4.1 一般规定.....	12
	4.2 光伏、与储能评价指标.....	12
	4.3 直流配用电评价指标	15
	4.4 柔性效果评价指标	17
	4.5 柔性过程评价指标	20
5	评价与测试方法	22
	5.1 一般规定.....	22
	5.2 电能质量测试方法	24
	5.3 供电安全测试方法	25
	5.4 柔性效果指标测试方法.....	28
	5.5 柔性过程指标测试方法.....	31
6	星级评价	32
	6.1 一般规定.....	32
	6.2 预评价阶段等级判定.....	32
	6.3 运行评价阶段等级判定.....	33

1 总则

1.0.1 【编制目的】为贯彻落实国家“双碳”战略，推动建筑光储直柔有序建设，规范建筑光储直柔系统检测和评价，制定本标准。

【条文说明】

光储直柔系统能够使建筑能源系统具备用电负荷灵活调节能力，在电力市场化机制下实现供需互动，优化用电负荷曲线，是实现城市能源系统整体效率最优的综合技术。该技术包含了建筑高比例分布式可再生能源与直流微网技术、用户建筑与电网友好互动技术以及建筑分布式储能应用技术等。

民用建筑逐步成为能源的消费主体。根据中国建筑节能协会发布的《中国建筑能耗研究报告(2020)》显示，2018年全国建筑全过程能耗总量为21.47亿tce，占全国能源消费总量比重为46.5%。2018年全国建筑全过程碳排放总量为49.3亿tCO₂，占全国碳排放的比重为51.3%。随着经济结构调整，上述比例未来还会进一步提高。国务院印发的《2030年前碳达峰行动方案》、政策文件中明确提出的“提高建筑终端电气化水平，建设集光伏发电、储能、直流配电、柔性用电于一体的‘光储直柔’建筑”。所谓“光储直柔”指的是采用了分布式光伏和储能、直流电气系统，并且末端用电设备具备负荷调节能力的建筑。当然，不同工程采用的具体技术存在差异，导致性能和能力可能相去甚远，因此需要按照统一规则进行检测和评价。这也是编制本标准的目的。

在民用建筑领域发展分布式能源、分布式储能、直流配电和柔性用电技术，以提高建筑用能的柔性，既符合未来建筑高效、低碳的要求，也符合城市能源系统清洁、可靠的发展趋势。开展建筑光储直柔评价标准研究，将对我国光储直柔规模化健康发展起到重要推动作用。

1.0.2 【适用范围】本标准适用于民用建筑中光储直柔系统的检测与评价。

【条文说明】

本条规定了本标准的适用范围。目前，光储直柔系统已在国内多个建筑中进行了示范应用。据不完全统计，目前已经建成和在建的具备光储直柔特性的示范建筑已经有六十余栋，包括了城镇新建和改造的办公建筑、居住建筑，也包含了

农村居住建筑和工业建筑。但对于工业建筑项目还比较少，一些使用特点和规律还没有清晰的了解，因此本标准光储直柔系统主要指服务于民用建筑的光储直柔系统，包括了新建、扩建、改建的城镇建筑和农村建筑。

本评价标准侧重于光储直柔系统的柔性评价，重点区分不同系统的柔性性能差异。光储直柔系统中光伏、储能是分布式电源，直流配电是链接光伏和储能的桥梁，柔性是系统运行的效果。光储直柔的四个纬度并非并列的关系，而是措施和效果的关系。因此本标准中对光储直柔系统的评价以“柔”性效果为主，兼顾“光储直”的措施评价。

1.0.3 【执行相关标准的要求】建筑光储直柔系统检测与评价除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】

光储直柔系统是建筑、分布式能源、储能系统、建筑自控系统等多项技术的综合利用，还涉及到与市政电网之间的能量和信息互动。各行业和专业都有相应的设计、施工验收等规范，本标准仅针对光储直柔系统应用工程直流配电系统性能和柔性调节等性能的测试与评价进行规定和要求。所以，除满足本标准的要求外，也应同时遵守与工程应用相关的其他标准和规范。

2 术语

2.0.1 光储直柔 solar DC system with energy storage for flexibility improvement

配置建筑光伏和建筑储能，采用直流配电系统，且用电设备具备功率主动响应功能的新型建筑供配电系统。

2.0.2 光伏发电自用率 self-consumption ratio

建筑物光伏发电系统直接利用部分的年光伏发电量与全年光伏发电总量的比值。

2.0.3 电压偏差 voltage deviation

直流电气系统实际电压与标称电压之间的偏差相对值，单位%。持续 10s 以上的为稳态电压偏差，持续时间介于 10ms~10s 的为暂态电压偏差。

2.0.4 纹波系数 ripple factor

电压或电流中交流分量与直流分量之比，通常以百分数表示。交流分量峰峰值与直流分量之比，称为纹波峰峰值系数；交流分量有效值与直流分量之比，称为纹波有效值系数。

2.0.5 柔性调节能力 flexibility

建筑及其使用者，利用电气设备、电化学储能、储热（冷）、建筑围护结构热惰性或用行为调整等手段，实现建筑用电功率主动调节的能力。

2.0.6 基线功率 baseline load

调节负荷在没有参加调节时，按照一定的时间周期计算得到的用电负荷曲线。

2.0.7 计划调节曲线 planned load profile

可调节负荷被调用时段内由外部调度机构下发的向上或向下计划调节容量曲线。

2.0.8 单次调节能力 adjustment capability of load

在保障建筑自身正常运行的条件下，可调资源依据单次外部指令在 30min~2h 短时间内，调节自身用电负荷功率的能力。

2.0.9 连续调节能力 continuous adjustment capability of load

在保障建筑自身正常运行的条件下，可调资源依据连续外部指令在全天 24h 内，调节自身用电负荷功率的能力。

2.0.10 响应时间 load response time

系统自接收调节指令起，直到功率变化量首次达到目标控制功率 90%所需的时间，单位 s。

2.0.11 响应速率 load response speed

建筑光储直柔系统响应调节指令时，单位时间内的功率调节量，即功率调节的速度，单位 kW/s。

2.0.12 调节精度 load control accuracy

建筑光储直柔系统实际运行功率与其控制要求功率之间的差值占调节目标功率的比例，单位%。

2.0.13 持续调节时间 load control duration

建筑光储直柔系统运行功率达到目标控制功率，且功率偏差始终控制在容许范围以内时间长度，单位 min。

3 基本规定

3.1 评价对象与阶段

3.1.1 【评价对象】建筑光储直柔评价宜以单栋建筑或建筑群为评价对象，也可对建筑的部分区域或与其连接的充电桩系统进行评价。

【条文说明】

本条文规定了建筑光储直柔系统评价对象的空间范围。当以单体建筑或建筑群为评价对象时，评价中涉及系统性、整体性的指标，需基于建筑所属工程项目的总体进行评价。当建筑中部分区域应用光储直柔系统，也可采用本标准进行评价。评价区域应有清晰的边界范围，例如供电服务范围边界、产权边界或设备设施管理边界，评价中涉及系统性、整体性的指标，需基于光储直柔系统实施的范围。

3.1.2 【评价阶段】建筑光储直柔系统评价应在工程竣工并投入使用一年后进行。工程施工图设计完成后，可进行预评价。

【条文说明】

光储直柔系统涉及到建筑光伏和建筑储能、直流配电和建筑自控系统，还涉及到用电电器和建筑围护结构等方面，对其进行评价前应当依据国家现行有关工程验收标准对各部分完成竣工验收，其目的是为了确工程质量和安全是满足要求的。本条提出“预评价”，是为了能够在光储直柔系统施工安装前来评估其性能，便于及时发现问题，及时进行优化或调整。设计阶段预评价不做分级判定，仅做设计参考，项目可根据自身需求选择是否开展预评价。

3.1.3 【评价依据】建筑光储直柔评价应以实际测试数据为基础。预评价时，以计算或模拟数据为基础。

【条文说明】

本标准的评价以测试的数据为基础，评价的结果也以具体的数值进行描述，因此必须进行实际测试。由于光伏发电全年分布密度变化很大，负荷也随季节和使用规律变化，因此需要在规定的工况下测试，计算出建筑光储直柔系统的性能。

预评价阶段评价主要依据设计文件、相关计算书和模拟报告。

3.2 评价流程与依据

3.2.1 【评价流程】建筑光储直柔系统评价流程应包括预评价和运行评价两阶段。申请评价方应按本标准第 5 章规定开展测试，并提交测试报告。预评价时，应提交相关指标模拟或计算报告。

【条文说明】

本条文规定了建筑光储直柔系统评价的整体流程。评价分为了预评价和运行评价，分别对应工程的设计阶段和运行阶段。基础级要求是光储直柔系统稳定可靠运行的基础，是光储直柔系统需要达到的基本性能要求，因此适用于预评价和运行评价两阶段。等级评价侧重柔性性能评价，是建筑光储直柔系统实现与电网交互的关键，鉴于目前尚未有可靠、公认的柔性性能仿真软件，因此仅对能够开展现场测试的正式评价阶段开展。光储直柔系统测试应由具备建筑能效测评资质的第三方检测机构开展。

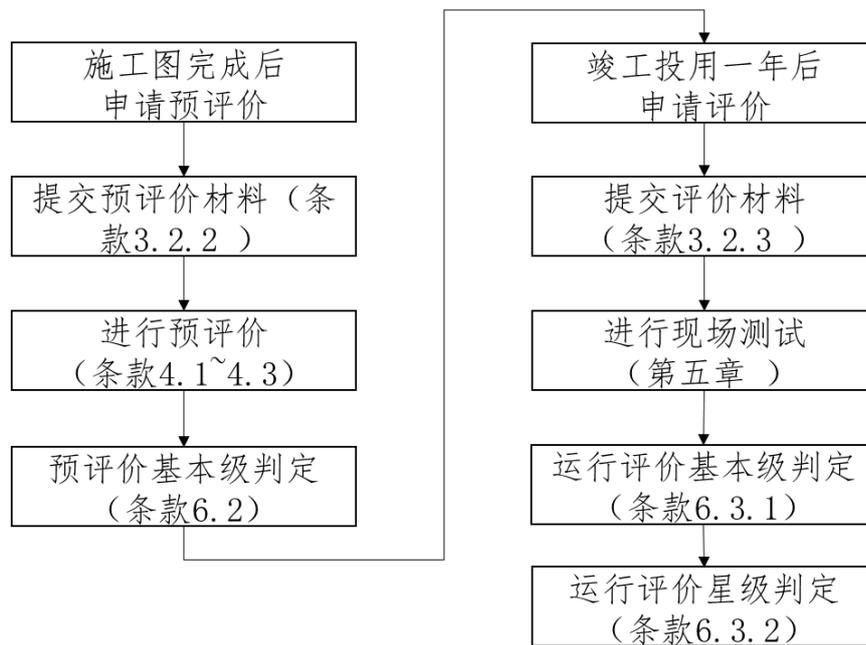


图 3.2.1 建筑光储直柔系统评价流程

3.2.2 【预评价材料】预评价所依据的文件和资料应包括但不限于下列内容：

- 1 项目立项、审批文件；

- 2 项目施工图设计文件及审查报告；
- 3 负荷计算书、光伏和储能容量等模拟计算文件；
- 4 主要设备选型依据；
- 5 运行控制策略说明。

【条文说明】

本条文规定了建筑光储直柔预评价的依据材料。光储直柔系统预评价主要指标和要求为本标准第四章第 4.1~4.3 节规定。参与预评价的项目提供资料需对应相关指标和要求，在设计文件、计算书和设备选型中体现各条文要求，并对运行控制策略进行说明，为后继柔性控制的实现奠定基础。

3.2.3 【评价材料】评价所依据的文件和资料应包括但不限于下列内容：

- 1 项目立项、审批文件；
- 2 项目竣工图及竣工验收文件；
- 3 主要材料、设备质量证明文件及测试报告；
- 4 运行数据，包括年总能耗值、年光伏发电量以及春夏秋冬四季节典型工作日和非工作日的 24h 逐时负荷曲线。

【条文说明】

本条文规定了正式评价阶段应提供的材料。项目立项、审批文件确保建设流程合规，主要材料、设备质量证明文件及检测报告确保关键部件质量符合设计和国家有关标准的要求。需要提供质量证明文件和检测报告的关键设备包括交直/直直变换器、光伏变换器、储能变换器，线缆以及开关等保护装置；需要提供现场见证检验报告及验收记录的关键设备包括传感器、测量/计量表具、控制器和监控软件等。需要提交的基本运行数据包括全年总能耗值、全年光伏发电量以及春夏秋冬四季节典型工作日和非工作日的 24h 逐时负荷曲线。典型工作日和非工作日逐时负荷曲线应采用对应季节各天平均数据。基本运行数据与第五章规定的现场测试结果相互印证，是判断系统稳定高效运行的重要依据。

4 评价指标与要求

4.1 一般规定

4.1.1 【部件要求】建筑光储直柔系统中的光伏组件、储能电池、直流交流变换器和电气装置等关键部件应有质检合格证书，性能参数应符合国家现行有关标准和设计要求，并提供测试报告。

【条文说明】

本条规定了对光储直柔系统所采用的关键部件、安全可靠性和环保措施等进行检查的主要内容，审查的主要依据是其相应的检测报告，确保其性能指标符合设计和国家有关标准的要求。在采用本标准进行基本性能测试和柔性性能评价测试之前，要对关键部件的安全性进行检查和确认。

4.1.2 【系统要求】建筑光储直柔系统的拓扑、容量配置、用电保护配置、负载类型、控制系统和主要部件的类型和技术参数应符合设计要求。

【条文说明】

本条规定了对光储直柔系统实施量和系统配置情况进行检查的主要内容，审查的主要依据是其施工图纸，现场检查实施情况与设计的一致性。同时，本系统层面的形式审查也为后继基本性能测试和柔性性能测试奠定基础。

4.2 光伏、与储能评价指标

4.2.1 【光伏安装】建筑中光伏组件安装面积应不小于建筑屋顶可安装面积的50%。

【条文说明】

本条文规定了建筑光储直柔系统中屋顶光伏应达到的规模。直流配电系统是以建筑光伏规模化利用为基础，在高比例应用建筑光伏的前提下才能发挥直流配电系统节能效益，单纯地将城市电网交流电转化成直流并不能带来显著的节能效益。因此，本条文规定了建筑光储直柔系统中应充分利用屋顶资源，尽可能采用屋顶光伏可再生能源。对于部分太阳辐射资源欠缺的地区，由于无法经济合理的利用太阳能资源，实际上此类区域的建筑也就不适合采用光储直柔

技术。屋顶可安装面积指屋顶总面积扣除设备或构筑物占用面积和受到阴影遮挡面积后的屋顶面积。光伏组件安装面积指包括了屋顶光伏面积和立面光伏面积。对于采用立面光伏的项目，其安装面积可按照各朝向的年发电量折算到屋顶安装面积。对于光伏组件转换效率、衰减率、费效比和可再生能源替代率等性能指标，依据现行相关标准评价，本标准中不再赘述。

本条文判定合格方法主要为结合现场勘查，扣除不可利用部分、遮挡部分等（如图 4.2.1 所示），并通过审查设计文件判定。



图 4.2.1 不同建筑屋顶形式可利用面积示意图

4.2.2 【光伏消纳】建筑光储直柔系统中光伏发电应优先本地消纳，其光伏发电自用率应满足下列规定：

1 当光伏全年发电量占建筑全年用电量比例小于等于 30%时，光伏发电自用率应达到 100%；

2 当光伏全年发电量占建筑全年用电量比例在 30%~100%时，光伏发电自用率应达到 80%以上；

3 当光伏全年发电量占建筑全年用电量比例大于 100%时，光伏发电自用率应达到 80%以上或在本变压器台区内全部消纳。

【条文说明】

本条文规定了光储直柔系统本地光伏消纳的性能要求。光伏发电的消纳既是对光伏系统性能的要求，也是对储能容量配置和系统控制能力的要求。因此，本条文采用光伏发电自用率对本地光伏消纳能力进行评价。同时，由于不同类型和规模的建筑其光伏发电与负荷的比例不同，难于统一要求，因此本条文分类给出了光伏自用率指标。本条文的合格判定方法主要为审查设计图纸和基本运行数据。

本条鼓励光伏尽可能本地消纳不上网，原因在于光伏波动性会对电网造成影

响。对于部分容积率较小，光伏安装面积大的建筑，光伏发电量有可能大于建筑用电量，因此在建筑红线内依靠建筑自身储能进行全部消纳的经济性差。在此情况下，可选择与同一台区变压器下的相邻建筑协同消纳光伏发电，避免光伏发电返送到上一级变压器。

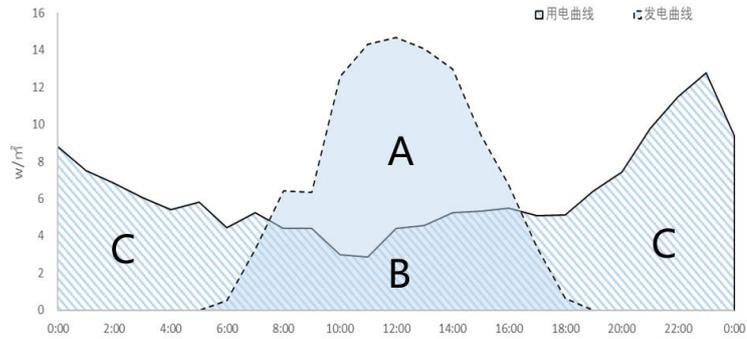


图 4.2.2-1 光伏发电日自用率示意图 (自用率= $\Sigma B / (\Sigma A + \Sigma B)$)

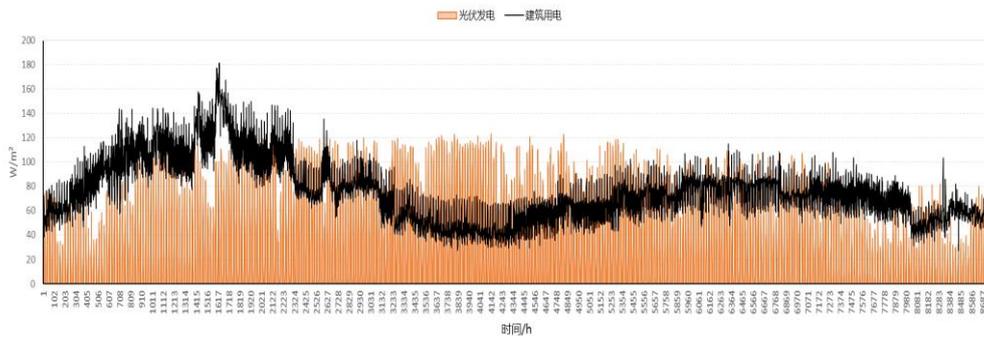


图 4.2.2-2 光伏发电年度自用率示意图

4.2.3 【储能配置】 建筑光储直柔系统应配置储能设备。

【条文说明】

本条文规定了光储直柔系统中储能配置要求。本条文所指储能设备包括：1、各类型的电化学储能电池；2、充放电功率可调节的智能电动汽车充电桩和换电设施；3、电驱动的冰蓄冷或水蓄冷/蓄热系统。上述三种储能形式都是光储直柔系统中调节能力的可靠来源。光储直柔系统柔性调节资源还包括建筑本体的蓄冷蓄热和运行功率可调节、可时移的用电电器，但上述柔性调节资源的实际调节能力还受制于设备本身的使用规律、用户的调节意愿和调节成本等多方面的限制。因此，调节的不确定性和难度相对较大，本条文没有包含在内，但在柔性调节能

力的测试中可包含此部分调节能力。

4.2.4 【充电桩】 建筑光储直柔系统可配置直流充电桩，其功能宜满足下列规定：

- 1 直流充电桩宜具备有序充电管理功能；
- 2 直流充电桩宜具备双向充放电功能。

【条文说明】

电动汽车充电桩是光储直柔系统中柔性调节能力的重要来源。充电桩的柔性调节功能包括了有序充电管理和双向充放电两种。充电桩有序充电管理即根据直流系统中供需平衡的条件，调节充电桩充电功率，改变充电功率曲线，避免无需充电对直流配电系统造成的冲击。双向充放电功能是在有序充电管理的基础上，允许电动汽车向直流配电系统反向放电，即将电动汽车中的电化学储能电池作为建筑储能的一部分进行充放电调度。

4.3 直流配用电评价指标

4.3.1 【直流负荷】 建筑光储直柔系统中直流用电设备总额定功率占直流供电能力的比例不应小于 50%。

【条文说明】

本条文规定了建筑光储直柔系统中直流负载的种类和功率占比。建筑光储直柔系统应遵循“直流发电直流用电”的设计原则，尽可能减小直流到交流的逆变损失。同时，直流负荷也是实现建筑柔性重要调节资源。因此，本条文对直流负荷占比做了基本规定。直流供电能力指从交直流变换器的额定容量。本条文判定合格方法主要为结合现场勘查，并通过审查设计文件判定。

4.3.2 【电能质量】 建筑光储直柔系统供电电能质量评价指标和要求应符合下列规定：

- 1 系统稳态电压应在 85%~105%标称电压范围内；
- 2 在负荷大幅快速波动情况下，系统暂态电压变动不应大于 5%标称电压；
- 3 在正常运行条件下，直流电气系统中电压纹波峰峰值系数和有效值系数应分别小于 1.5%和 1.0%。

【条文说明】

电能质量是保障系统稳定运行，用户安全用电的基本要求。本条规定了光储直柔系统中电能质量应该达到的指标，包括了系统稳态电压范围、暂态电压波动范围和纹波系数。其中稳态电压波动是向用电设备传递功率需求信息的途径，也是低成本实现柔性调节的基础；暂态电压波动系统稳定控制能力的体现，本条文中“负荷大幅快速波动”指功率在 100ms 内从 20%额定功率上升到 80%额定功率，或从 80%额定功率降低到 20%额定功率。纹波系数是影响系统正常运行的重要因素，本条文中“正常运行条件”指在标称电压条件下，功率在 20%~100%额定功率的情况。本标准指标的取值依据中国建筑节能协会团体标准《民用建筑直流配电设计标准》T/CABEE 030—2022。本条文的合格判定方法主要为审阅设计文件，并按照本标准第 5.2 节测试方法进行现场测试。

4.3.3 【供电安全】建筑光储直柔系统故障保护、电击防护性能和要求应符合下列规定：

- 1 应能够识别常见故障和不正常运行状态，且应具备过流、电压异常保护、绝缘监测以及交流窜入等保护和报警功能；
- 2 DC750V 和 DC375V 系统应具备电网异常响应、低电压穿越、防孤岛保护功能；
- 3 DC750V 系统的配电和用电设备应配置用电安全标识，设备应采取可靠锁闭。

【条文说明】

本条规定了光储直柔系统中用电保护应具备的功能和应该达到的指标，包括了故障保护和人身电击防护两个方面。本条文主要针对影响安全影响较为突出的 DC750V 和 DC375V 两个电压等级。DC48V 属于特低安全电压，对用户和设备的安全影响有限，因此在本评价标准中不做特别要求。本标准指标的取值依据《民用建筑直流配电设计标准》T/CABEE 030-2022。本条文的判定方法主要为审阅设计文件，并按照本标准第 5.3 节测试方法进行现场测试。

4.3.4 【运行控制】建筑光储直柔系统的运行控制系统应具备下列功能：

- 1 调节建筑储能、分布式光伏和用电设备的运行状态和功率；
- 2 根据直流系统电压自动切换运行模式。

【条文说明】

本条规定了光储直柔系统的运行控制系统功能要求。本条文分为两个层面，其一控制系统应能调节系统中储能和光伏等分布式电源的运行状态和运行功率，同时也应能调控部分用电设备的运行功率，对分布式电源和用电负载均具备控制能力。这是实现光储直柔系统内部供需平衡，并与市政电网进行交互的基础。其二规定了系统运行模式切换的应根据直流系统电压变化，这是直流配电系统区别交流系统的主要特征之一，也是简化控制系统，实现低成本柔性调节的关键途径。本条文的合格判定方法主要为审阅设计文件，并按照本标准 5.3 节测试方法进行现场测试。

4.4 柔性效果评价指标

4.4.1 【评价内容】建筑光储直柔系统柔性效果评价应包括单次调节能力评价和全天 24h 连续调节能力评价。

【条文说明】

实现柔性用电是建筑光储直柔系统的最主要目标。柔性用电能力评价主要侧重于评价其自身用电功率曲线与外部需求曲线之间的匹配程度，既可包括根据电网用电指令来进行实时功率调节，也包括需求响应时短时间调节自身用电功率，还包括根据实时电价、电力动态碳排放因子变化等主动进行柔性用电调节的能力等。

目前全国各地普遍开展的需求响应机制研究，主要是针对单次调节能力的要求，既在特定的时刻，按照与需求响应管理机构的约定，一次性的降低或提高运行功率并保持一定时间的能力。调节的时间长度一般为 15min 至 1h 范围内，期间调节指令保持不变，用户可采取多种响应方式，整体来说控制难度不大。而连续调节主要针对全天 24h 的持续调节，不仅调节时间长，调节指令也相应动态变化，控制难度更大。未来基于虚拟电厂参与电力现货交易，提供实时调频服务、跟踪实时动态电价或碳排放因子等都依赖于全天连续调节能力。

4.4.2 【单次调节能力】建筑光储直柔系统的单次调节能力评价应包含最大调节容量比例、向上调节和向下调节的调节电量比例，并应符合下列规定：

1 最大调节容量比例 δ_{max} 应按下列公式计算：

$$\Delta P = \max\{|P(t) - P_0(t)|\} \quad (4.4.2-1)$$

$$\delta_{max} = \Delta P / P_0(t) \quad (4.4.2-2)$$

式中： ΔP —光储直柔系统最大调节容量（kW）；

$P(t)$ —光储直柔系统在 t 时刻的实际功率（kW）；

$P_0(t)$ —同一时刻不调节时的基线功率（kW）。

2 调节电量比例（ γ_{up} 和 γ_{down} ）应按下列公式计算：

$$Q_{up} = \int_t^{t+T} [P(t) - P_0(t)] dt \quad (4.4.2-3)$$

$$Q_{down} = \int_t^{t+T} [P_0(t) - P(t)] dt \quad (4.4.2-4)$$

$$\gamma_{up} = Q_{up} / \int_t^{t+T} P_0(t) dt \quad (4.4.2-5)$$

$$\gamma_{down} = Q_{down} / \int_t^{t+T} P_0(t) dt \quad (4.4.2-6)$$

式中： Q_{up} 和 Q_{down} 一分别为向上调节和向下调节电量（kWh）；

$P(t)$ —建筑光储直柔系统在 t 时刻的实际功率（kW）；

$P_0(t)$ —同一时刻不调节时的基线功率（kW）；

T —按最大调节容量 ΔP 调节时，光储直柔系统可以保持的最大可持续的时长(h)。

【条文说明】

建筑光储直柔系统可实现自身用电功率的调节，其调节能力体现在可向上调节或向下调节的功率。以基线功率 P_0 为基础，在保障原有基本功能需求的情况下建筑光储直柔系统可以向上调节或向下调节自身用电功率，并可保证一定的调节时长（例如持续进行功率调节 1 小时、2 小时）。电力辅助服务市场或者辅助服务管理实时细则中明确向上或下调节能力应不低于门槛值，邀约型调节能力突出的核心能力在于建筑楼宇可以提前安排设备运行策略，通过手动或者自动方式满足邀约时段的功率控制目标。

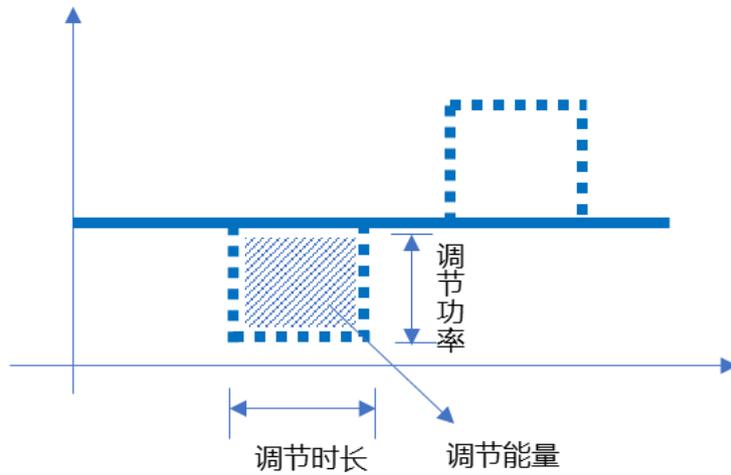


图 4.4.2 单次调节能力示意图

4.4.3 【连续调节能力】建筑光储直柔系统连续调节能力评价指标包括相对于全天 24 小时计划目标功率曲线的功率偏差指标和电量偏差指标，并应符合下列规定：

1 在调节期间，各时刻（15min 时间窗口）平均功率偏差指标（ α_P ）应按下列式计算：

$$\alpha_P = \text{Max} \left(\left| \frac{P(t) - P^*(t)}{P^*(t)} \right| \right) \quad (4.4.3-1)$$

式中：

$P(t)$ —光储直柔系统在 t 时刻的平均功率（kW）；

$P^*(t)$ — t 时刻的调节指令的目标功率（kW）。

2 在调节响应期间，整个调节过程调节电量偏差（ α_Q ）应按下列式计算：

$$\alpha_Q = \frac{\int_t^{t+T} |P(t) - P^*(t)| dt}{\int_t^{t+T} P^*(t) dt} \quad (4.4.3-2)$$

式中：

T —全天 24 小时为调节周期。

【条文说明】

建筑光储直柔系统可根据电网给出的功率调节指令进行自身用电功率调节。该过程中电网侧对建筑提出逐时功率调节需求（例如调节时长 24h，功率响应颗粒度为每 15min），建筑通过调节自身用电功率曲线来尽量满足电网指令要求。

该响应过程中，功率偏差率、电量偏差率反映了建筑光储直柔系统实际用电指标与指令用电目标之间的差异：偏差率越小，表明该建筑用电曲线越能随电网指令目标曲线进行柔性调节的能力越大；反之，表明其随电网指令用电曲线的调节能力越小。电力辅助服务市场或者辅助服务管理实施细则中明确调节偏差量需进行考核，该指标反应了调节过程中是否按照调节要求进行持续且方向一致的调节。

响应精度指建筑光储直柔系统实际运行功率与其控制要求之间的差值占调节目标功率的比例。建筑光储直柔系统根据调节指令进行功率响应，目标指令功率与实际运行功率间的差异表征了响应精度。

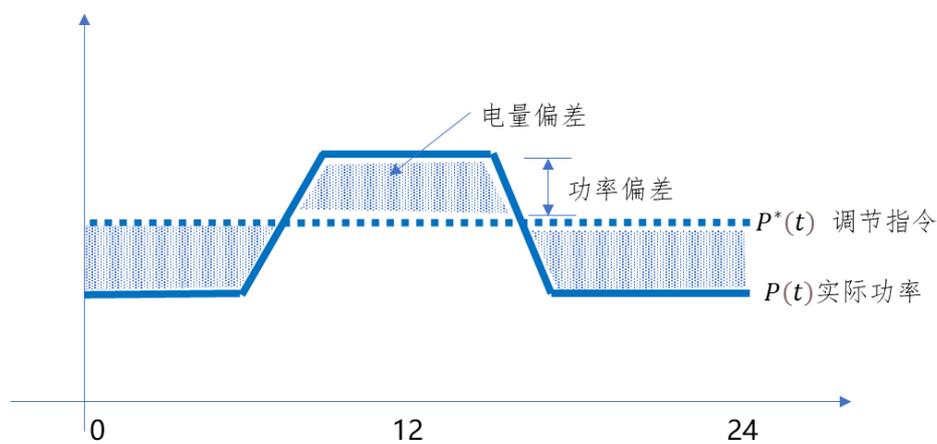


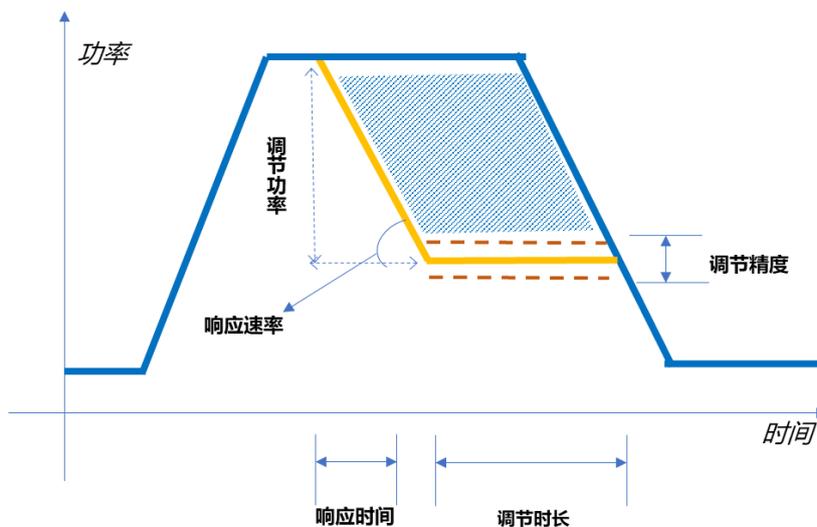
图 4.4.3 连续调节能力示意图

4.5 柔性过程评价指标

4.5.1 【评价内容】建筑光储直柔系统柔性过程评价指标应包括响应时间、响应速度和持续调节时间。

【条文说明】

本条文规定建筑光储直柔系统的柔性过程评价指标内容。评价指标选择参照了《南方区域电力辅助服务管理实施细则》中对可调节负荷相关性能要求。这些指标一方面对应电网调度需求，另一方面也是建筑自身聚合不同柔性资源的特性指标。



4.5.2 【响应时间】建筑光储直柔系统响应时间（ T_1 ）应按下列公式计算：

$$T_1 = T_{(0.9*(P^*-P))} - T_{(P)} \quad \text{公式 (4.5.2)}$$

式中：

$T_{(P)}$ —光储直柔系统接收到调节指令的时刻；

$T_{(0.9*(P^*-P))}$ —光储直柔系统运行功率首次达到调节指令目标值 90%的时刻。

【条文说明】

响应时间指建筑光储直柔系统自接收调节指令起，直到功率变化量首次达到目标控制功率 90%的时间。接收调节指令后，建筑光储直柔系统将根据自身用电功率和目标用电功率之间的差异来进行功率调节，将自身用电功率趋向于目标功率。根据建筑光储直柔系统的用电设备、用电调节策略来确定合适的调节方式，将用电功率达到 90%目标功率时的时间，作为其响应时间。

4.5.3 【响应速率】建筑光储直柔系统响应速率（ V ）应按下列公式计算：

$$V = \frac{90\% \times |P(t) - P^*(t)|}{T_1} \quad (4.5.3)$$

【条文说明】

响应速率指建筑光储直柔系统指响应调节指令进行功率调节的速率。响应时间和响应速度反映了建筑进行功率调节的快慢。接收调节指令后，可根据建筑自身用电特征、建筑配电系统运行调节策略来进行指令响应，完成功率调节。功率响应变化时间应在指令变化周期内，例如当电网根据每 15min 发出功率响应指令时，功率响应在此周期内完成。

4.5.4 【持续调节时间】建筑光储直柔系统持续调节时间 (T_2) 应按下式计算：

$$T_2 = T_{(\alpha_p > \alpha)} - T_{(0.9*(P^* - P))} \quad \text{公式 (4.5.4)}$$

式中：

$T_{(\alpha_p > \alpha)}$ —光储直柔系统运行功率偏差首次超容许范围的时刻；

α —调节过程中容许的最大功率偏差值。

【条文说明】

持续调节时间是系统运行功率达到目标控制功率，且功率偏差始终控制在容许范围以内时间长度。根据不同削峰填谷需求，持续调节时间要求在 15 分钟以上，单次响应的持续时间一般在 1h~2h。

5 评价与测试方法

5.1 一般规定

5.1.1 【测试工况】建筑光储直柔系统性能测试工况应满足下列条件：

- 1 在测试前，应确保系统连续正常运行 3d~5d；
- 2 在测试日，系统负荷率应不低于 50%，电化学储能系统初始容量在 50%~80%之间，平均太阳总辐射强度应不小于 700W/m²；
- 3 以蓄冷/蓄热作为主要调节资源情况，应选择在供冷/供热季进行测试；
- 4 向下调节测试时段宜安排在工作日用电峰值时段；向上调节测试时段宜安排在节假日用电谷值时段。

【条文说明】

本条文首先规定建筑光储直柔系统性能测试的测试工况条件。测试工况首先规定了测试前系统应处于正常运行状态，避免系统异常或负荷变化较大不能准确

反映系统的性能指标；在测试日中，进一步对负荷率、储能初始容量和光伏发电情况进行了规定。系统的负荷率指持续 15min 以上的负荷峰值功率同系统配电容量的比值。系统中如有储能系统其初始状态的容量应保持在一定水平，避免初始状态的影响过大或过小估计系统调节潜力。同时，测试期间太阳辐射强度也应在一定水平之上。对于采用蓄冷/蓄热为主要调节资源的系统，也要求在其正常运行时段进行测试。测试建筑光储直柔系统的柔性调节能力，应保证建筑运行在正常使用阶段，日常运行功率满足建筑的基本功能要求，并根据建筑已有的用电功率情况获得建筑自身用电的峰谷值及出现的时间段，作为测试建筑柔性调节能力的基础条件。建筑基准功率曲线可来自建筑能耗计量系统，也可根据实际建筑运行管理状况来自建筑运维记录。

5.1.2 【基线功率】 建筑光储直柔系统性能测试时，基线负荷的计算应满足现行国家标准《需求响应效果监测与综合效益评价导则》GB/T 32127 或建筑所在省辅助服务基线计算规则的要求。

【条文说明】

基线功率是计算柔性指标的基础。《需求响应效果监测与综合效益评价导则》GB/T 32127 中给出了基线功率的计算和修正方法，可以作为测试基线功率的确定方法。在电力辅助服务实践中，不同省市有可能会依据自身情况，给出不同的基线确定方法，因此在本标准中也规定可采用本地的基线确定方法。当本地没有规定时，应以按照国标 GB/T 32127 规定的方法计算基准功率。测试日期应安排在建筑正常使用期间如工作日，并建议获取建筑逐时用电功率曲线（或建筑日用电功率的峰谷值及对应时刻）作为建筑基本用电特征信息，为柔性调节能力测试提供依据。

5.1.3 【测试仪表】 建筑光储直柔系统测试所使用的仪器设备应满足国家现行有关标准的规定，并应定期校准，仪器设备准确度等技术要求应满足表 5.1.3 的规定。

表 5.1.3 测试仪表准确度要求

名称	准确度等级	备注
电压传感器	0.5 (0.2) 级 ^a	FS (满量程)
电流传感器	0.5 (0.2) 级 ^a	FS (满量程)
温度计	±0.5℃	
湿度计	±3%	相对湿度
电能表	0.2 级	FS (满量程)
数据采集装置	0.2 级	数据宽带≥10MB/s
注：电能质量测量时的准确度要求为 0.2 级。		

【条文说明】

本条目的在于确保各建筑光储直柔系统性能测试结果的准确性和一致性。相同的参数可以采用多种测量设备和方法，采用的仪表精度不同，测试结果的误差也会相差较大，因此有必要统一仪器仪表的技术参数。本条文取值参照现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 的要求。

5.2 电能质量测试方法

5.2.1 【电能质量测试内容】建筑光储直柔系统电能质量测试应包括稳态、暂态电压变动范围、电压纹波峰峰值系数和有效值系数。

【条文说明】

本条文规定了光储直柔系统基本性能测试的指标，对应本标准第 4 章 4.3.2 条文要求。其中电压偏差指直流电气系统实际运行电压与标称电压之间的差值，包括了正常运行过程中稳态（持续时间 10s 以上）电压波动，系统运行状态切换、大负荷冲击时暂态（持续时间 10ms~10s）电压波动范围。

5.2.2 【电能质量测试流程-稳态】建筑光储直柔系统稳态电压范围、电压纹波峰峰值系数和有效值系数的测试应符合下列规定：

- 1 应测量直流母线和主要配电回路上的电压值，并应监测直流负载功率、分布式电源功率以及交直流变换器输出功率；
- 2 应分别在交直流变换器、储能和光伏作为电压支撑源的情况下，测量系统稳态电压、电压纹波峰峰值系数和有效值系数。

【条文说明】

本条文规定了建筑光储直柔系统稳态电压范围、电压纹波峰峰值系数和有效

值系数的测试的要求。一方面规定了主要的测量参数，用于直接判断和计算相应的指标值是否满足对应限值要求，另一方面监测直流负载功率、分布式电源功率以及交直流变换器输出功率等参数，用于判断测试工况是否满足规定的测试工况要求，性能参数的测试结果是否有效。

由于光储直柔系统具有多种运行模式。在不同运行模式下，系统中不同变换器主导时，系统的稳态参数也会不同。因此，本条文要求在分别交直流变换器、储能和光伏作为电压支撑源的情况下进行测试。在各组测试数据都满足性能指标要求的情况才能判定符合规定指标要求。

5.2.3 【电能质量测试流程-暂态】建筑光储直柔系统暂态电压范围的测试应符合下列规定：

1 应测量直流母线和主要配电回路上的电压波形，且应监测直流负载功率、分布式电源功率以及交直流变换器输出功率；

2 应分别记录并网和离网切换过程、储能和光伏供电切换过程以及冲击负荷切入情况下，直流母线和配电回路上电压暂态变化过程。

【条文说明】

光储直柔系统暂态电压的波动主要是由于系统运行状态切换和负荷快速波动引起。因此本条文中要求分别测量并网/离网切换过程、储能和光伏供电切换过程以及冲击负荷切入情况下暂态电压变化范围。在冲击负荷切入和切出测试过程中，冲击负荷可采用单一大功率用电设备或电阻负载，冲击负荷的功率通常不小于系统供电能力的30%，变化速率不小于每秒5%负载功率。在各组测试数据都满足性能指标要求的情况才能判定符合规定指标要求。

5.3 供电安全测试方法

5.3.1 【供电安全测试内容】建筑光储直柔系统供电安全和功能测试应包括故障检测、保护和报警功能，以及设备运行状态切换和功率调节。

【条文说明】

本条文规定了建筑光储直柔系统在用电保护和运行控制两个方面应进行实验的功能，分别对应本标准第4.3.3条和第4.3.4条的要求。

5.3.2 【供电安全测试-保护】建筑光储直柔系统故障保护功能测试应符合下列规定：

1 应测量典型配电回路和直流母线上的暂态电压、电流变化，且监测交直流变换器、光伏和储能输出侧电压、电流值；

2 应在配电回路末端制造短路故障，并记录配电回路上短路电流和母线电压跌落幅度和保护设备动作时间，观察保护设备配合程度；

3 应在直流母线上制造接地故障，且绝缘监测应能正确报警。

【条文说明】

本条文规定了配电回路末端短路故障和直流母线绝缘下降两种常见故障的测试要求。其中，配电回路末端短路故障测试应测量该测试回路上的暂态电压电流变化和保护设备的动作时间，同时监测交直流变换器、光伏和储能输出侧电压、电流值，用于判断测试工况是否满足条文 5.1.1 规定的测试工况要求。测试过程中，观察各级断路器保护配合关系是否正确，是否能够准确的切除故障点，是否有越级动作的现象发生，是否造成系统中变换器保护闭锁或其他配电回路的末端用电设备保护。如无上述现象，则可判定短路故障的保护有效、准确。值得注意的是，光储直柔系统在不同运行模式时，短路电流的来源不同，短路电流的差异也较大，因此，宜测试并网和离网两种状态下系统短路电流水平，综合评判其短路故障保护的有效性。

在直流母线绝缘下降测试应先确认绝缘监测系统数量，如有两套以上的绝缘监测系统，应只保留测试对象正常工作，其他母线或回路上的绝缘监测系统应退出工作，避免相互干扰，影响测试的有效性。

5.3.3 【供电安全测试-控制】建筑光储直柔系统设备运行状态切换和功率调节功能测试应符合下列规定：

1 应测量直流母线和主要配电回路上的电压、电流值，并应监测直流负载功率、分布式电源功率以及交直流变换器输出功率；

2 并网/离网切换功能测试应记录切换过程电压波动范围和响应时间，观察状态切换指令执行；

3 系统稳定性能测试应采用大负荷切入切出方式，记录大功率设备切入冲

击电流变化范围、母线电压变化范围和冲击时间，观察系统运行状态，及保护状态；

4 储能充放电功率调节功能应记录充放电过程电压波动范围和储能电池温度变化，观察充放电状态切换和功率调节指令执行。

【条文说明】

本条文目的在于测试光储直柔系统能否安全稳定的实现设计中的运行、控制功能，具体包括并网/离网切换、储能充放电状态切换和大负荷切入/切出。本测试可以全天运行过程中开展，随着光伏和用电负荷的变化，光储直柔系统在不断切换运行状态，调节储能电池充放电状态和功率；也可以通过短期测试，通过人为调节负荷运行功率，改变光储直柔系统的运行状态，进而观测系统的控制性能。

5.4 柔性效果指标测试方法

5.4.1 【测试内容】建筑光储直柔系统柔性效果测试应包括单次调节能力和连续调节能力。

【条文说明】本条文规定柔性效果指标的测试内容,分别对应本标准第 4.4.2 条和第 4.4.3 条的指标要求。

5.4.2 【测试架构】建筑光储直柔系统柔性性能测试系统应符合下列规定:

- 1 应在市政电源进线交流侧或交直流变换器输出侧布置电压和电流测点,光伏和电化学储能应布置电压和电流测点;
- 2 数据采集频率应不小于 12 次/min。

【条文说明】

光储直柔评价测试装置部署于建筑光储直柔系统机房现场。利用光储直柔评价测试装置,模拟电网平台下发调度指令至建筑光储直柔系统管理平台,由建筑光储直柔系统管理平台向其聚合的负荷资源点发送调节指令。

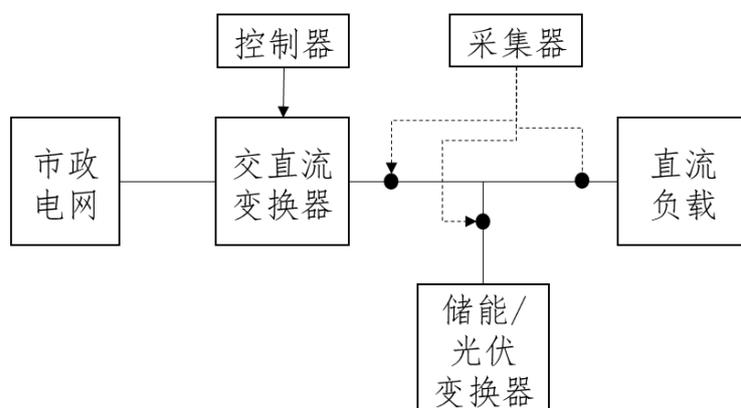


图 5.4.2 测试系统架构示意图

5.4.3 【测试流程】建筑光储直柔系统柔性效果测试应按下列流程开展:

- 1 根据本标准第 5.4.2 条搭建测试系统,并对相关传感器和仪表进行校核,且应满足本标准第 5.1.3 条的要求;
- 2 根据本标准第 5.1.1 条确定测试条件满足测试工况要求;
- 3 根据本标准第 5.1.2 条计算基线负荷;
- 4 宜将光伏发电关闭,避免光伏发电波动对调节能力评的影响。

5 根据单次调节测试或连续调节测试类型，对光储直柔控制系统发送调节测试指令；

6 在测试期间，记录太阳辐射、气温等外部条件；

7 根据现场功率分析仪记录的数据，按本标准第 5 章规定计算最大调节容量比例和调节电量比例指标。

【条文说明】

本条文规定了建筑光储直柔系统柔性性能测试流程，主要包括了测试条件搭建、测试工况校核、基线负荷计算、调节指令选择和下发、调节过程监测以及测试结果处理等。为避免光伏发电波动对建筑光储直柔系统调节性能测试结果的影响，降低不确定性的干扰，建议在测试日关闭光伏发电。

5.4.4 【测试曲线-单次调节】建筑光储直柔系统单次调节性能的测试指令应符合下列规定：

- 1 单次性能测试指令应包含向上调节和向下调节两种测试指令；
- 2 测试指令形式宜为相对基线负荷功率的比例；
- 3 持续调节时间不应少于 15min，初始阶段调节指令应为最大调节容量与基准负荷比值；
- 4 可逐步下调指令设定值，使持续调节时间达到 1h 或以上（图 5.4.4）。

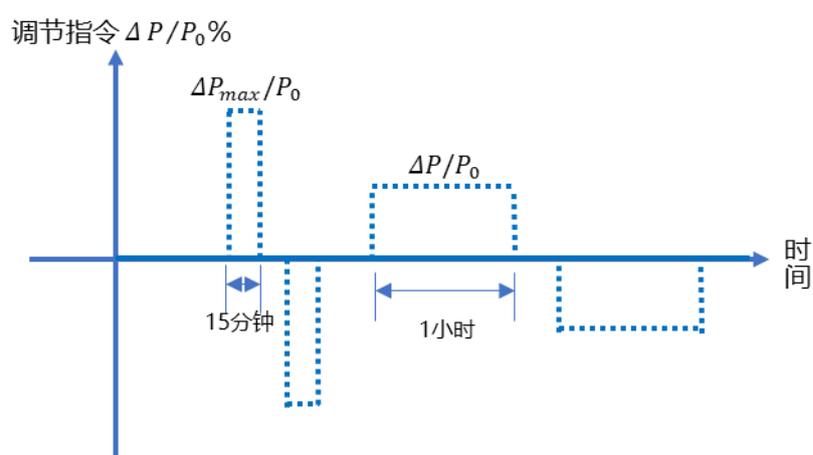


图 5.4.4 单次调节测试曲线

【条文说明】

本条文规定了单次调节指令形式。测试中应按照本条文给出的测试曲线开

展最大调节容量比例 δ_{max} 和调节电量比例 γ_{up} 和 γ_{down} 的计算。每次调节以达到储能或可调资源的控制边界为结束条件,例如电化学储能达到其充放电电压上限或下线时结束调节。其中,15min调节时长的测试结果可用于计算最大调节容量比例 δ_{max} 。由于不同可调资源的调节特性差异,上调功率和下调功率有可能不一致,在计算最大调节容量比例时应以两者较大者为准。1h 或以上的调节时长的测试结果可用于计算调节电量比例 γ_{up} 和 γ_{down} 。

5.4.5 【测试曲线-连续调节】建筑光储直柔系统连续调节性能的测试指令应符合下列规定:

- 1 应采用基线负荷全天平均功率与各时刻基线功率的差值作为调节量;
- 2 测试指令形式宜为调节量相对各时刻基线负荷功率的比例,时间间隔不大于 15min,测试时间周期为 24h (图 5.4.5);

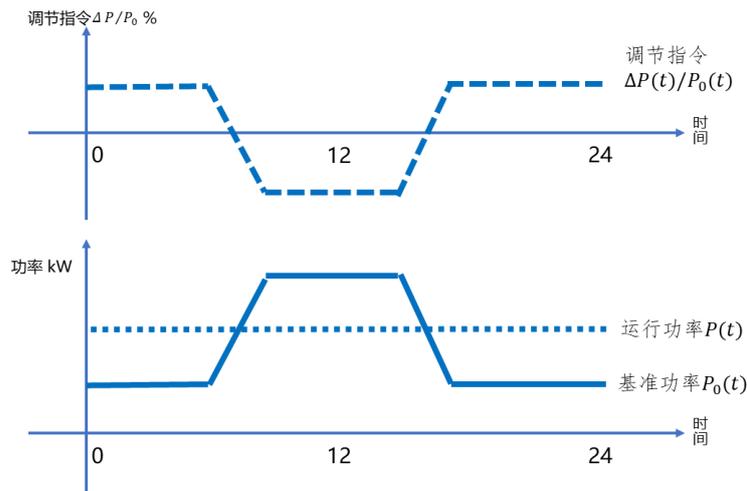


图 5.4.5 连续调节测试指令曲线

【条文说明】

本条文规定了连续调节指令形式。全天 24h 的连续调节既是对光储直柔系统储能容量配置的要求,也是对控制系统调节速度和控制算法的能力的要求。在实际工程中,由于不同系统规模、配置和所在地域性差异,较难给出统一的测试指令使不同的光储直柔系统具备可比性。因此,本标准采用基线负荷全天平均功率与各时刻基线功率的差值作为调节量,采用调节量相对各时刻基线负荷功率的比例作为调节指令。在此控制指令下,系统实际的运行功率将趋向于全天运行的平

均功率，也即是恒功率运行。这种控制目标虽然在实际工程中并非最优，但简单易于理解，可适用于不同地域、不同类型的建筑，使不同系统之间的调节性能可进行比较。

5.5 柔性过程指标测试方法

5.5.1 【测试内容】建筑光储直柔系统柔性过程测试应包括响应时间、响应速度和控制精度。

【条文说明】

本条文规定柔性过程指标的测试内容，对应本标准第 4.5 节的指标要求。

5.5.2 【测试流程】建筑光储直柔系统调节过程指标测试应以单次调节测试为基础，并应符合下列规定：

- 1 应采用具有连续录波功能的电量测试分析仪，进行连续数据采集。
- 2 应按本标准第 4.5 节规定，分别计算向上调节和向下调节的响应时间、响应速率。

【条文说明】

由于不同调节资源的特性不同，向上调节和向下调节过程指标有可能会不一致，因此应分别计算上调和下调过程指标，评价以两者较优的为准。

6 星级评价

6.1 一般规定

6.1.1 【评价分级】建筑光储直柔系统分级划分应为基本级、一星级、二星级、三星级 4 个等级。

6.1.2 【评价判定】建筑光储直柔系统在预评价阶段可进行基本级判定，不进行高星级分级判定。在运行评价阶段，评价机构应对申请评价方提交的分析、测试报告和相关文件进行审查，出具评价报告，确定等级。

6.2 预评价阶段等级判定

6.2.1 【预评价】预评价阶段，建筑光储直柔系统的单项评价指标全部满足本标准第 4 章第 4.1~4.3 节的规定，可判定为基本级；当有 1 个单项评价指标或要求不符合规定时，应判定为不合格。

【条文说明】

本条文规定了建筑光储直柔系统性能预评价阶段基本级判定的规则，即满足下表中所有单项性能和功能指标要求的项目判定其基本性能合格。

表 6.2.1 预评价阶段建筑光储直柔基本级判定要求

项目		基本级指标和要求	预评价阶段
一般规定	4.1.1 部件要求	关键部件符合标准和设计要求。	项目施工图纸及审查报告、主要设备选型依据审查
	4.1.2 系统要求	系统设计符合标准要求。	项目施工图纸及审查报告
光伏指标	4.2.1 光伏安装	安装面积/可利用面积>50%	项目施工图纸及审查报告
	4.2.2 光伏消纳	光伏全年发电量占建筑全年用电量比例<30%时，光伏发电自用率应达到 100%。	负荷计算书、光伏、储能容量等模拟计算文件
		30%<光伏全年发电量占建筑全年用电量比例<100%时，光伏发电自用率>80%。	负荷计算书、光伏、储能容量等模拟计算文件
	光伏全年发电量占建筑全年用电量比例>100%时，光伏发电自用率>80%或本变压器台区内消纳。	负荷计算书、光伏、储能容量等模拟计算文件	

储能指标	4.2.3 储能配置	配置一种及以上的储能设备	设计文件审查
	4.2.4 充电桩配置	配置电动汽车充电桩，并具备有序充电管理功能	设计文件审查
直流配用电	4.3.1 直流负荷	直流负荷功率占直流供电能力的比例不应小于 50%	负荷计算书、光伏、储能容量等模拟计算文件
	4.3.2 电能质量	稳态电压应在 85%~105%标称电压范围	项目施工图纸及审查报告、主要设备选型依据
		暂态电压变动应不大于 5%标称电压	项目施工图纸及审查报告、主要设备选型依据
		纹波的峰峰值系数和有效值系数应分别小于 1.5%和 1.0%	项目施工图纸及审查报告、主要设备选型依据
	4.3.3 供电安全	保护系统具备故障识别和保护功能	项目施工图纸及审查报告、主要设备选型依据
		DC750V 和 DC375V 电压等级采取规定的电击防护措施	项目施工图纸及审查报告、主要设备选型依据
	4.3.4 运行控制	具备状态切换和功率控制功能	运行控制策略说明。
		系统采用直流母线电压控制	运行控制策略说明。

6.2.2 【预评价】预评价阶段，申请方应按照本标准 4.4 节规定提交柔性指标计算或模拟结果。

【条文说明】

预评价阶段，柔性指标属于光储直柔系统的设计目标，应在系统方案设计前明确，便于开展系统容量配置和运行策略的编制。但柔性性能受到实际设备能力、运营管理、用户意愿等多方面的影响，设计阶段仅是对柔性实现可能性的规划和设计，并不保证能够在实际运行中完全实现。因此，设计阶段仅需要提供柔性指标的设计计算或模拟文件，用以判断设计是否合理，不作为等级评价的依据。

6.3 运行评价阶段等级判定

6.3.1 【运行评价-基本级】运行评价阶段，建筑光储直柔系统的单项评价指标全部满足本标准第 4 章第 4.1~4.3 节的规定，可判定为基本级；当有 1 个单项

评价指标或要求不符合规定时，应判定为不合格。

【条文说明】

本条文规定了建筑光储直柔系统性能基本级判定的规则，即满足第4章基本性能与要求中所有单项性能和功能指标要求的项目判定其基本性能合格。

6.2.2 运行评价阶段建筑光储直柔基本级判定要求

项目		基本级指标和要求	运行评价阶段
一般规定	4.1.1 部件要求	关键部件符合标准和设计要求。	项目竣工图纸、主要材料、设备质量证明文件及检测报告
	4.1.2 系统要求	系统设计符合标准要求。	项目竣工图纸、主要材料、设备质量证明文件及检测报告
光伏指标	4.2.1 光伏安装	安装面积/可利用面积>50%	项目竣工图纸及现场勘查
	4.2.2 光伏消纳	光伏全年发电量占建筑全年用电量比例<30%时，光伏发电自用率应达到100%。	项目竣工图纸、运行基本数据
		30%<光伏全年发电量占建筑全年用电量比例<100%时，光伏发电自用率>80%。	项目竣工图纸、运行基本数据
	光伏全年发电量占建筑全年用电量比例>100%时，光伏发电自用率>80%或本变压器台区内消纳。	项目竣工图纸、运行基本数据	
储能指标	4.2.3 储能配置	配置一种及以上的储能设备	项目竣工图纸及现场勘查
	4.2.4 充电桩配置	配置电动汽车充电桩，并具备有序充电管理功能	项目竣工图纸及现场勘查
直流配用电	4.3.1 直流负荷	直流负荷功率占直流供电能力的比例不应小于50%	项目竣工图纸及现场勘查
	4.3.2 电能质量	稳态电压应在85%~105%标称电压范围	现场检测记录和报告
		暂态电压变动应不大于5%标称电压	现场检测记录和报告
		纹波的峰峰值系数和有效值系数应分别小于1.5%和1.0%	现场检测记录和报告
4.3.3 供电安全	保护系统具备故障识别和保护功能	现场检测记录和报告	

		DC750V 和 DC375V 电压等级采取规定的电击防护措施	现场检测记录和报告
		DC750V 系统具备安全标识	现场勘查和报告
	4.3.4 运行控制	具备状态切换和功率控制功能	现场检测记录和报告
		系统采用直流母线电压控制	现场检测记录和报告

6.3.2 【运行评价-高星级】运行评价阶段，建筑光储直柔系统可在满足基本级的基础上进行高星级评价，并应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 建筑光储直柔系统星级评价

星级评价指标		一星级	二星级	三星级	
光伏、储能评价指标	4.2.3 储能配置	\	配置两种以上储能形式	配置两种以上储能形式	
	4.2.4 充电桩配置	\	充电桩具备双向充放电功能	充电桩具备双向充放电功能	
直流配电评价指标	4.3.1 直流负荷比例,%	直流负荷功率占直流供电能力的比例>60%	直流负荷功率占直流供电能力的比例>80%	直流负荷功率占直流供电能力的比例达到100%	
柔性性能评价指标	4.4.2 单次调节能力	最大调节容量比例,%	不小于基线功率的 20%	不小于基线功率的 50%	不小于基线功率的 50%
		调节电量比例,%	不小于基线电量的 20%	不小于基线电量的 50%	不小于基线电量的 50%
	4.4.3 连续调节能力	功率偏差指标,%	\	目标功率的±15%	目标功率的±5%
		调节电量偏差,%	\	理论调节电量的±15%	理论调节电量的±5%
	4.5.1 柔性过程评价指标	响应时间,s	不大于 120s	不大于 60 s	不大于 12s
		响应速率,1%/min	可调节负荷容量的 0.5%/min	可调节负荷容量的 1%/分钟	可调节负荷容量的 1%/分钟
		持续调节时间,min、h	30 min	1 h	2 h

【条文说明】

本条文参照削峰填谷、自动功率响应和调频等辅助服务的技术要求对光储直柔系统柔性性能进行了等级划分。由于辅助服务相关技术要求还在探索中，各地区电网的要求也不尽相同。因此，本条文所列等级不同辅助服务要求完全对应，实际工程可参考本等级选择适合的辅助服务类型。

评价过程中，如各项指标均达到该等级要求，则可判定系统整体达到该等级要求；如有一项或几项低于该等级要求，则应按照低一星级进行判定。

