

光伏电池、组件生产企业 零碳工厂建设参考指南

2023年

本报告与以下
机构合作完成





目录 CONTENTS

执行摘要	2
第一章 背景	6
第二章 目的及适用范围	10
第三章 排放源及碳排放核算标准和指南	12
3.1 国际现行企业（组织）层面温室气体核算标准或指南	13
3.2 我国现行企业层面温室气体核算标准或指南	16
3.3 地方标准等其它核算标准	18
3.4 本参考指南依据的温室气体核算标准及排放源的确认	19
第四章 零碳工厂建设原则	20
第五章 减少和控制范围一排放	22
5.1 提升清洁能源占比	23
5.2 避免保护气泄漏	24
5.3 优化制冷剂的选择	24
5.4 灭火器的选择和管理	26
第六章 减少和控制范围二排放	28
6.1 建筑	29
6.2 通用设备	31
6.3 计量设备	31
6.4 照明	33
6.5 可再生能源利用	34
6.6 能源高效利用	34
6.7 能源和碳排放管理系统	35
6.8 绿电使用	36
6.9 电力系统优化	39
第七章 减少和控制范围三排放	40
7.1 建筑	41
7.2 供应商选择	44
7.3 原材料及包装材料	44
7.4 办公用品	45
7.5 水资源利用	45
7.6 废弃物处理	47
7.7 交通出行与物流选择	48
7.8 生产符合生态设计的产品	49
第八章 碳排放管理	50
第九章 零碳工厂声明要求	53
9.1 声明前需经过评价	54
9.2 零碳工厂声明要求	54
第十章 术语表	55
第十一章 参考文献	58



第一章 背景

气候变化是一项跨越国界的全球性挑战。全球气候变化治理已经成为世界各国密切关注的问题。在《巴黎协定》的指导下，各国达成了将全球平均气温升幅控制在工业化前水平以上 2°C 以内的共同目标，同时寻求将气温升幅控制在 1.5°C 以内的措施。为共同解决全球气候问题，彰显大国责任与担当，2020 年 9 月 22 日，国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上指出，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。工业是我国二氧化碳排放的最主要领域，占比高达 70%，工业绿色低碳改造，是实现碳达峰、碳中和目标的关键。2022 年 7 月 7 日，工业和信息化部、国家发展改革委、生态环境部印发的《工业领域碳达峰实施方案》中提出“完善绿色制造体系，深入推进清洁生产，打造绿色低碳工厂、绿色低碳工业园区、绿色低碳供应链，通过典型示范带动生产模式绿色转型。”在双碳背景下，建设“零碳工厂”已成为企业寻求价值链“净零”排放以迈向零碳的关键路径。

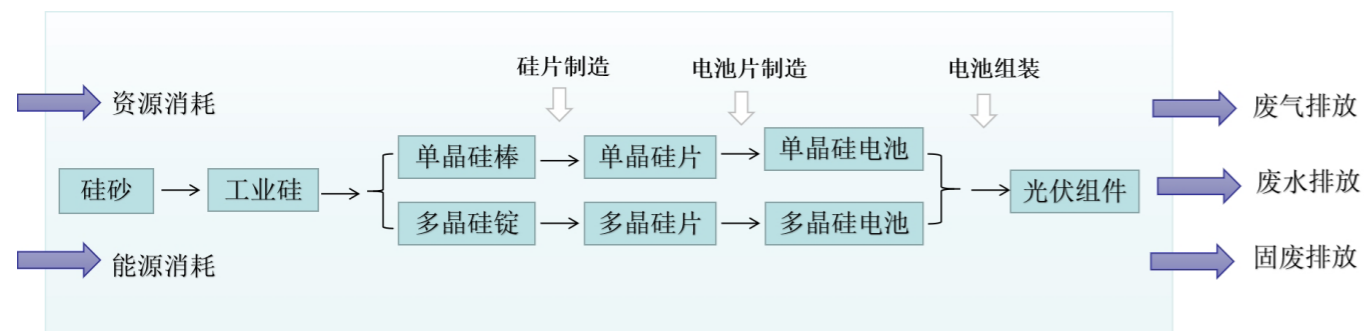
目前全球范围内已经有超过 800 家企业确定了碳中和目标。苹果公司早在 2008 年就提出了核心碳目标：“2020 年实现自身碳中和”以及“2030 年实现供应链碳中和”。在减排路径方面，苹果主要采取了低碳设计、再生材料使用、减少员工通勤等措施。在碳抵消方面，苹果坚持自建新能源电站以满足电力使用需求。博世集团（Bosch）作为全球第一大汽车技术供应商已在超过 400 个业务所在地实现碳中和，并计划在已实现范围一和范围

二碳中和的基础上，到 2030 年将上游和下游排放量（范围三）系统性地减少 15%。博世为实现碳中和系统地应用了四大举措：提高能源效率、使用可再生能源、采购绿色电力以及用碳汇来抵消不可避免的碳排放。相比之下，在我国宣布碳中和目标之后，由于缺乏前期的知识积累，国内多数企业尚停留在“宣布启动碳中和规划”层面，明确提出实现碳中和的具体时间计划的企业仍在少数。

能源系统转型对实现碳达峰、碳中和目标至关重要。光伏发电因其无限性、清洁性等优点已成为能源转型的中坚力量。在产业政策和全球市场需求的驱动下，我国光伏技术持续进步，已经形成了从硅料到光伏系统建造和运营的完整产业链，并且在全球范围内拥有较高的产业规模优势，我国光伏电池和组件的产量已占到全球市场的 80% 以上。在高速发展的同时，光伏电池、组件产业的资源环境问题也逐渐显现，尤其是在双碳背景下，其制造端面临碳排放较高、能源消耗总量大的双重困境。国际能源署（IEA）发布的《光伏全球供应链特别报告》显示：从多晶硅到组件的生产过程中，电力消耗占能源总消耗的 80% 以上，是影响碳排放的主要因素。另外，光伏组件生产环节的材料消耗产生的 CO₂ 排放量约占组件生产 CO₂ 排放总量的 60% 以上，大于电力消耗产生的 CO₂ 排放量。因此，减少资源与能源消耗产生的碳排放是实现光伏电池、组件生产企业零碳生产的关键。



图5 光伏组件生产过程



为指导企业开展零碳工厂建设工作，加速实现脱碳目标，国内相关机构相继发布了零碳工厂相关标准（见表 1）。这些标准的发布机构包括地方政府、研究机构、高校、企业、非官方组织等。其中，地方政府出台的零碳工厂建设评价标准从当地实际情况出发，具有一定的地域局限性；以学术团体为主体制定的零碳工厂相关标准研究范围更广，具有普遍适用性，但是对不同行业企业的指向性不强，无法指导所有行业的工厂实现零碳排放。同时，这些标准侧重于对现有工厂的评价，对于新建工厂如何

从设计之时起便以实现零碳为目标进行建设及运营的指导性不强。因此，在打造零碳工厂的过程中，亟需制定针对行业生产特点的零碳工厂建设标准指南。本参考指南将从工厂设计开始，指导光伏电池、组件生产企业全方位开展零碳工厂建设工作，对光伏制造产业“提标、增效、节能、降碳”高质量发展具有重要意义。

表 1 零碳工厂相关标准说明

标准名称	适用范围	标准类型
《零碳工厂评价规范》	适用于企业建立和实现零碳工厂，以及第三方评价机构针对零碳工厂的评价活动。	团体标准
《零碳工厂评价通用规范》	适用于以实现碳中和为目标的有实际生产过程的工厂，同时适用于指导编制具体行业、企业零碳工厂评价标准。	团体标准
《零碳工厂评价通则》	适用于以实现碳中和为目标的有实际生产过程的工厂，同时适用于指导编制具体行业企业零碳工厂评价标准。	团体标准
《零碳工厂创建与评价技术规范》	适用于工业企业开展零碳工厂创建与评价工作	团体标准
《零碳工厂认定和评价指南》	适用于具有实际生产过程的工厂，并作为工业行业制定零碳工厂评价标准或具体要求的总体要求	团体标准
《浙江省绿色低碳工厂建设评价导则》	适用于浙江省绿色低碳工厂创建和评价	地方标准

第二章

目的及适用范围

本参考指南规定了光伏电池、组件生产企业零碳工厂建设的基本原则、温室气体核算标准、建设过程中如何减少和控制范围一、范围二及范围三的排放，如何加强碳排放管理，以及零碳工厂声明要求。

本参考指南主要用于指导晶澳太阳能科技股份有限公司光伏电池、组件生产企业建设零碳工厂，其他光伏电池、组件生产企业可参照使用。



第三章 排放源及碳排放核算 标准和指南

完整准确地识别自身排放源，是光伏电池、组件生产企业开展碳排放核算、采取减排措施、最终实现零碳工厂的重要基础。



3.1 国际现行企业(组织)层面温室气体核算标准或指南

自十九世纪末以来，各类国际组织机构和发达国家政府通过大量走访、调研和分析，开发形成了不同层面的碳排放核算标准。其中，世界资源研究所（WRI）、世界可持续发展工商理事会（WBCSD）、国际标准化组织（ISO）和英国标准协会（BSI）等机构在国家（区域）、企业（组织）、产品和服务及个人等层面，形成了系统的温室气体排放核算体系。

针对企业（组织）层面的温室气体核算，通常指对该组织在组织边界、运营边界、时间边界内的各类活动所产生的温室气体排放量进行核算。企业（组织）层面较为通用的温室气体核算标准主要包括世界资源研究所（WRI）和世界可持续发展工商理事会（WBCSD）发布的《温室气体核算体系》（GHG Protocol）中的《温室气体核算体系：企业核算与报告标准》和《温室气体核算体系：企业价值链（范围3）核算与报告标准》，以及国际标准化组织（ISO）发布的ISO 14064-1:2018《温室气体-第1部 组织层面上温室气体排放与移除的量化和报告指南性规范》。



3.1.1 《温室气体核算体系》(GHG Protocol)

《温室气体核算体系：企业核算与报告标准》为企业或组织制定温室气体清单报告提供标准和指导，为企业参与自愿或强制性的温室气体机制、进入温室气体市场提供指导，并且能帮助组织识别温室气体排放源并排序，减少组织层面的温室气体排放，是目前国际上采用的最广泛的温室气体核算标准。温室体系核算体系涵盖《京都议定书》中的六类温室气体，即：二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)以及六氟化硫(SF₆)，上述六种温室气体具有不同的全球增温潜势(GWP)。

全球增温潜势(GWP)指在一定时期(通常为100年)内，排放到大气中的1千克温室气体的辐射强迫与1千克二氧化碳的辐射强迫的比值，全球增温潜势值越大表示对全球变暖的影响越大，二氧化碳(CO₂)的全球增温潜势(GWP)取1作为基准值。

辐射强迫：当地面和对流层温度保持不变时，平流层温度重新调整到辐射平衡后对流层顶净辐射通量的变化。温室气体浓度的变化能改变这种辐射能量平衡，引起气候变化，单位是瓦/平方米(W/m²)。具有变暖效应的变化称为“正”强迫，而具有降温效应的变化称为“负”强迫。当正负力失衡时，结果是地球平均地表温度发生变化。

常见的温室气体全球增温潜势(GWP)如表2所示。

为统一碳核算方式、明晰碳核算过程，GHG Protocol将排放范围划分为范围一、范围二和范围三。范围一是直接温室气体排放，指组织拥有或控制的排放源所产生的直接排放，包括固定源燃料燃烧、移动源燃料燃烧、化学或生产过程和无组织逸散等活动产生的排放。

范围二是组织外购电力的使用而产生的间接排放。

范围三是其他间接温室气体排放。范围三包含了范围二之外的其他间接碳排放，包括采购商品和服务、资本货物、燃料和能源相关活动(不包括在范围一和范围二中)、上游运输和配送、运营产生的废物、商务旅行、员工通勤、上游租赁资产、下游运输配送、销售产品加工、销售产品的使用、售出产品的报废处理、下游租赁资产、特许经营和投资等十五个类别，包括价值链上游和下游的排放。

《温室气体核算体系：企业核算与报告标准》通过以下部分内容指导企业或组织开展温室气体排放核算、报告和核查。

- 温室气体核算与报告原则
- 温室气体排放清单报告编制目标及设计
- 设定组织边界
- 设立运营边界并识别排放源
- 跟踪长期碳排放
- 识别与计算温室气体排放量
- 管理排放清单质量
- 核算温室气体减排量
- 报告温室气体排放量
- 核查温室气体排放量

《温室气体核算体系：企业价值链(范围3)核算与报告标准》是国际上最早提出企业价值链温室气体排放的概念与核算方法，与《温室气体核算体系：企业核算与报告标准》组成企业开展温室气体排放核算工作的完整体系，可帮助企业发现全价值链上的排放源与减排机会。

表2 六类温室气体¹全球增温潜势值(部分)

类别	名称	GWP	来源
二氧化碳	CO ₂	1	《IPCC第六次气候变化评估报告-气候变化2021:物理学科基础》第七章:《地球能量收支、气候反馈和气候敏感性》补充材料
甲烷	CH ₄	27.9	
氧化亚氮	N ₂ O	273	
氢氟碳化物	HFC-23	14,600	
	HFC-32	771	
	HFC-41	135	
	HFC-125	3,740	
	HFC-134	1,260	
	HFC-134a	1,530	
	HFC-143	364	
	HFC-143a	5,810	
	HFC-152	21.5	
	HFC-152a	164	
	HFC-161	4.84	
	HFC-227ea	3,600	
	HFC-236cb	1,350	
	HFC-236ea	1,500	
	HFC-236fa	8,690	
HFC-245ca	787		
HFC-245fa	962		
HFC-365mfc	914		
HFC-43-10mee	1,600		
全氟碳化物	PFC-116	12,400	
	PFC-14	7,380	
	PFC-218	9,290	
	PFC-318	10,200	
	PFC-31-10	10,000	
	PFC-41-12	9,220	
PFC-51-14	8,620		
六氟化硫	SF ₆	25,200	

1. 氢氟碳化物、全氟碳化物种类较多，此处只列举了常见的部分种类。

3.1.2 ISO14064

ISO 14064 标准是国际社会广泛认可的基础标准，ISO 14064-1: 2018《温室气体 - 第 1 部 组织层面上温室气体排放与移除的量化和报告指南性规范》规定了从选择排放源及量化方法开始，通过计算企业（组织）的温室气体排放量，进而编制温室气体排放报告的标准，包括开发设计报告的原则和要求。ISO14064 考虑了七类温室气体，包括《京都议定书》中的六类温室气体以及 NF_3 。ISO14064-1 将企业（组织）的温室气体排放源划分为以下类型：

类别 1：直接温室气体排放

包括固定源燃料燃烧直接排放、移动源燃料燃烧直接排放、化学反应过程的直接排放、逸散排放、土地利用、土地利用改变及林业的直接排放。

类别 2：采购能源产生的间接排放

能源包括电、热、蒸汽、冷却和压缩空气。

类别 3：交通运输产生的间接排放

包括车用冷源泄漏、上游能源生产及运输产生的排放、运输工具的制造产生的排放、上下游产品运输及配送产生的排放、员工通勤、客户到访交通排放、商务出行等。

类别 4：组织使用的产品产生的间接排放

包括原料、辅料、生产资料、服务采购产生的排放、废弃物处理产生的排放、使用租赁设备产生的排放。

类别 5：组织产品使用有关的间接排放

包括企业终端产品使用过程及产品报废后处理产生的排放。

类别 6：其他来源的间接排放

其他类别中未包括的排放。

此外，标准提到对于温室气体排放或清除作用不明显，或排放量和清除量无法量化的，可排除并说明原因。

3.2 我国现行企业层面温室气体核算标准或指南

我国目前初步建立了涵盖国家、地方、企业三级的温室气体排放核算体系。2000 年以来，我国已初步构建了国家温室气体清单编制工作机制。从“十二五”起，我国发布了省级温室气体清单编制指南，逐步建立完善省级碳排放强度考核制度，初步构建了省级碳排放强度核算机制。2013 年以来，国家分三批印发了 24 个行业企业温室气体排放核算方法与报告指南，涉及行业覆盖我国碳排放总量 70% 以上，逐步建立了行业企业碳排放核算体系，企业可根据对应指南核算和报告其在运营上有控制权的所有生产场所和生产设备使用导致的温室气体排放。

除上述指南外，我国企业层面温室气体核算标准还包括《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T 32150）及另外 10 个不同行业的核算标准，各企业可根据所属行业性质及企业活动特点选择合适的温室气体排放核算标准评估自身的温室气体排放情况。



目前，没有针对光伏电池、组件生产企业的温室气体核算行业标准，可采用《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南》进行核算，指南主要考虑的排放源种类包括化石燃料燃烧 CO_2 排放、碳酸盐使用过程 CO_2 排放、工业废水厌氧处理

CH_4 排放、 CH_4 回收与销毁量、 CO_2 回收利用量以及企业净购入的电力和热力隐含的 CO_2 排放，具体排放源和排放量根据企业实际情况进行识别和核算。

3.3 地方标准等其它核算标准

除全国碳排放核算方法和报告指南外，各地方也出台了针对本地区实际情况的温室气体核算标准或指南。

表3 部分地方温室气体核算指南

省市名称	指南名称
上海	《上海市温室气体排放核算与报告指南(试行)》
深圳	《组织的温室气体排放量化和报告指南》
天津	《天津市温室气体排放核查指南》
北京	《北京市企业(单位)二氧化碳排放核算和报告指南》
衢州	《农业碳账户碳排放核算与评价指南》《能源企业碳账户碳排放核算与评价指南》《道路运输企业碳账户碳排放核算与评价指南》
重庆	《重庆市工业企业碳排放核算和报告指南(试行)》《重庆市企业碳排放核算、报告和核查细则》

其他行业核算标准主要包括国家已公布的 24 个行业外的其他行业如金融、建筑和交通等行业标准，由业内相关机构或企业组织编制，供相关企业参考并使用。

表4 部分行业温室气体核算标准

行业	标准名称
金融	《金融机构环境信息披露指南》(JR/T 0227-2021)
	The Global GHG Accounting and Reporting Standard for the Financial Industry《全球金融行业温室气体核算和报告标准》
	《金融机构碳核算技术指南(试行)》
建筑	《建筑碳排放计算标准》(GB/T 51366-2019)
	《碳中和建筑评价导则》
交通	《乘用车燃料消耗量评价方法及指标》(GB/T 27999-2019)

3.4 本参考指南依据的温室气体核算标准及排放源的确认

国内企业可分为控排企业和非控排企业，控排企业通常指重点排放单位，即纳入地方试点或全国碳排放权交易市场的企业，通常采用国家或地方发布的行业核算标准核算并报告其排放情况；非控排企业，即未纳入地方试点或全国碳排放权交易市场的企业，可根据自身情况及外部需求选择国际、国内相关核算指南或标准对自身的碳排放进行核算与报告。

考虑到光伏电池、组件生产企业参与科学碳目标倡议 (SBTi) 等各类国际倡议的需求，以及承受国际市场对产品碳足迹相关要求的压力，本参考指南依据国际上通用的《温室气体核算体系：企业核算与报告标准》及《温室气体核算体系：企业价值链（范围 3）核算与报告标准》将光伏电池、组件生产企业可能产生的不同种类的温室气体排放源根据范围一、范围二、范围三进行逐一识别和划分，并在后续章节针对每部分排放源提出对应的减少和控制排放量的措施。

范围一排放：直接温室气体排放。

范围一指组织拥有或控制的排放源所产生的直接排放，包括固定源燃料燃烧、移动源燃料燃烧、化学或生产过程或无组织逸散等活动产生的排放。

光伏电池、组件生产企业涉及直接排放源可能包括备用发电机、锅炉使用产生的固定源燃烧排放（如使用），厂内使用柴油 / 汽油运输工具造成的移动源燃料燃烧排放，以及保护气、制冷剂、灭火器等使用产生的逸散性排放。

范围二排放：组织购买使用电力产生的间接温室气体排放。

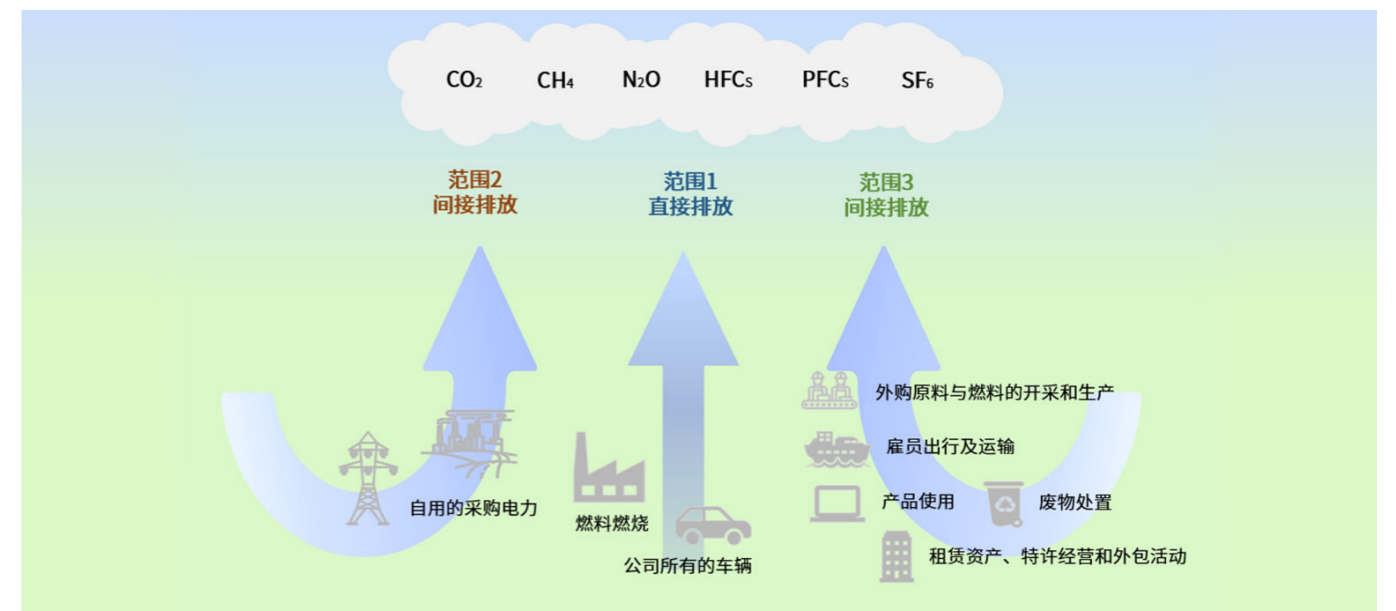
电力消耗产生的间接温室气体排放是光伏电池、组件生产企业的主要排放源，是企业开展减排措施应重点关注的内容。

范围三排放：其他间接温室气体排放。

范围三包含了范围二之外的其他间接温室气体排放，包括采购商品和服务、资本货物、燃料和能源相关活动（不包括在范围一和范围二中）、上游运输和配送、运营产生的废物、商务旅行、员工通勤、上游租赁资产、下游运输配送、销售产品加工、销售产品的使用、售出产品的报废处理、下游租赁资产、特许经营和投资等十五个类别，包括价值链上游和下游的排放。

光伏电池、组件生产企业涉及的其他间接排放源主要包括采购商品和服务、燃料和能源相关活动（不包括在范围一和范围二中）、上游运输和配送、运营产生的废物、商务旅行、上游租赁资产、下游运输配送、销售产品加工、售出产品的报废处理等。

图6 价值链上的范围和排放概况



光伏电池、组件生产企业可优先实现范围一和范围二的零碳排放，并在此基础上逐步实现范围三减排。需注意的是，科学碳目标倡议 (SBTi) 要求范围三排放量占范围一、范围二及范围

三排放总量比例大于 40% 的企业必须开展范围三的核算并设置近期减排目标。

第四章 零碳工厂建设原则

建设零碳工厂的光伏电池、组件生产企业，应围绕零碳工厂目标，结合企业的实际情况，坚持优先采取自身温室气体减排行动，对于部分不可避免的温室气体排放，可通过碳抵消方式进行中和，实现零碳排放。建设零碳工厂应遵循以下原则：

- 合规性：工厂依法合规设立，在建设和运营过程中遵守有关法律法规和政策；
- 相关性：开展零碳工厂建设的企业应为光伏电池、组件生产企业；
- 真实性：所涉及工厂的相关信息均应真实有效，不应存在缺漏或弄虚作假；
- 完整性：工厂披露的所有碳排放相关信息应完整、准确。



第五章

减少和控制范围一排放

光伏电池、组件生产不涉及直接消耗化石能源产生的排放，仅包括备用发电机、锅炉产生的固定源燃烧排放（如使用），厂内使用柴油 / 汽油运输工具造成的移动源燃料燃烧排放、保护气、制冷剂、灭火器等产生的逸散性排放。因此，范围一排放占全厂排放比例很小。



5.1 提升清洁能源占比

工厂应优化用能结构，提升低碳清洁能源占比，建设电气化工厂。

若工厂内存在需要使用化石燃料的设施设备，应尽量避免或减少使用高碳能源。备用柴油发电机宜采用燃料掺烧或替代实现降碳；柴油或汽油车辆宜采用电动车或其他新能源车进行替代；

燃气锅炉宜使用智能电锅炉替代，如必须使用燃气锅炉，应加强运行调整、合理配风、降低排烟损失，充分燃烧天然气，提升燃烧的质量和燃烧的效率，减少各项热损失。

氢能

氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用情景广泛的二次能源，作为国际公认的清洁能源正在引起越来越多的重视，2020年美国发布了《氢能计划发展规划》，欧盟发布了《欧盟氢能战略》，国家发展改革委、国家能源局联合印发了《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》。我国具有良好的制氢基础与广泛的应用市场，发展氢能的优势显著，近年来已在氢能领域取得了多方面的进展，我国氢能产业发展迅速，基本涵盖氢气制—储—输—用全链条。

氢能在交通、工业、建筑和电力等诸多领域均有广阔应用前景，作为替代燃料被使用，可以有效减少油气等化石燃料的使用，有利于帮助行业实现深度脱碳。

生物质燃料

生物质燃料是指来自生物质的生物柴油、乙醇和其他合成能源，包括燃料乙醇、林业原料乙醇等，可用于替代由石油制取的汽油和柴油等，是全球可再生能源开发利用的重要方向。

生物质燃料燃烧效率高，且可有效替代石油天然气等传统燃料，减少碳排放，降低环境污染，在碳中和背景下生物质燃料具备独特优势，发展前景稳健。

国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》明确提出“要因地制宜发展生物质发电、生物质能清洁供暖和生物天然气”。国家《能源法》提出“加快推进生物质发电、热电联产和分布式能源等清洁化利用技术开发”。

在政策推动、市场需求持续增长等因素的共同作用下，生物质燃料在终端能源消费领域将得到进一步的推广应用。

5.2 避免保护气泄漏

工厂如使用了温室气体作为保护气体，应采取恰当的措施，减少或避免保护气的泄漏、逸散导致的碳排放，可参考以下措施：

- 安装泄漏检测系统：在使用保护气和易泄漏的区域安装泄漏检测系统来监测保护气泄漏情况，及时发现泄漏并采取措施加以控制；

- 定期维护检修：对保护气存储设备及使用设备设施进行定期检修维护，以确保处于良好状态，不会出现泄漏的风险；

- 及时更新：及时更新设备和技术，使用先进的新设备新技术代替落后的旧设备旧技术，以提高安全性和防范保护气泄漏。

保护气

焊接金属用的保护气体主要有：Ar（氩气）、He（氦气）、N₂（氮气）、CO₂（二氧化碳）、O₂（氧气）、H₂（氢气）等，根据焊接工艺的要求，有单元保护气、二元混合气、三元混合气、四元混合气。

单元保护气一般为 Ar，主要用于 TIG 焊接（非熔化极惰性气体保护电弧焊），也适用于铝合金薄板 MIG 焊接（熔化极惰性气体保护焊）。

Ar+He 混合物主要用于 MIG 焊接（熔化极惰性气体保护焊）。根据焊接材料的厚度改变混合物的比例。材料越厚，He 浓度越高。主要用于焊接铝合金。

5.3 优化制冷剂的选择

工厂宜替代或减量使用全球增温潜势²高的物料，减少使用过程中温室气体排放，如使用全球增温潜势更低的制冷剂。目前制冷剂种类已多达近百种，还在不断发展增多，其中被广泛采用的几种制冷剂如下表所示。

表5 常用制冷剂种类及其特性

序号	名称	理化性质	优点	缺点	用途	全球增温潜势
1	NH ₃ (代号: R717)	氨的凝固温度为 -77.7℃, 标准蒸发温度为 -33.3℃, 在常温下冷凝压力一般为 1.1 ~ 1.3MPa	易于获得、价格低廉、压力适中、单位制冷量大、放热系数高、几乎不溶于油、流动阻力小, 泄漏时易发现	有刺激性臭味、有毒、可以燃烧和爆炸, 对铜及铜合金有腐蚀作用	目前使用最为广泛的一种中压中温制冷剂, 适用于大型冷库	0
2	CHClF ₂ (代号: R22)	烷烃的卤代物, 学名二氟一氯甲烷, 标准蒸发温度约为 -41℃, 凝固温度约为 -160℃, 冷凝压力同氨相似	冷凝压力同氨相似, 被广泛应用于 -40 ~ -60℃ 的双级压缩或空调制冷系统中	对臭氧层有破坏、并且存在温室效应, 中国也将于 2030 年完全淘汰禁止使用	用于往复式压缩机, 广泛应用于工业、商业、家用制冷设备等, 绝大部分冷库都适用	1,960
3	五氟乙烷 / 三氟乙烷 / 四氟乙烷混合物 (代号 R404A)	一种不含氯的非共沸混合制冷剂, 常温常压下为无色气体, 贮存在钢瓶内, 是被压缩的液化气体	清洁、低毒、不燃、制冷效果好、环保、不破坏大气臭氧层	生产成本低, 价格较贵	大量用于中低温冷冻系统	1,896.08
4	CH ₂ FCF ₃ (代号: R134a)	化学稳定性很好, 溶于水性高于 R22	毒性非常低, 在空气中不可燃, 安全类别为 A1	溶于水性高, 有少量水分存在时, 在润滑油等的作用下, 将会产生酸、二氧化碳或一氧化碳, 将对金属产生腐蚀作用, 或产生“镀铜”作用, 损害制冷系统	适用于干燥和清洁度较高的制冷系统	1,530
5	HFC 型近共沸环保制冷剂, 由 R32(二氟甲烷) 和 R125 (五氟乙烷) 组成 (代号: R410A)	外观无色, 不浑浊, 易挥发, 沸点 -51.6℃, 凝固点 -155℃, 制冷时系统工作压力为 0.7 ~ 0.8MPa, 制热时系统工作压力为 2.88 ~ 3.2MPa, 水溶性与 R22 几乎相同, 不与矿物油或烷基苯油相溶	国际认可并推荐的主流中高温环保制冷剂, 毒性极低, 化学和热稳定性高, 安全环保, 不破坏臭氧层	压力比 R22 高出 60%, 对系统耐压部件强度要求较高	广泛使用的中高温制冷剂, 主要应用于家用空调、中小型商用空调、移动空调、除湿机、冷冻式干燥机、船用制冷设备、工业制冷等制冷设备	R32: 771 R125: 3,740 R410A: 2,255.5
6	二氟甲烷 (代号: R32)	无色、无味、轻微燃烧, 易溶于油, 难溶于水	零臭氧损耗潜势, 制冷性能强, 较少灌注量有利于降低成本	易燃易爆, 遇明火、高温时分解为 HF、碳酰氟等, 操作不当易发生危险	替代 R22, 作复配中低温混合制冷剂	771
7	丙烷 (代号: R290)	无色气体, 纯品无臭, 微溶于水, 溶于乙醚、乙醇	不破坏臭氧层, 温室效应非常小, 具有良好的材料相容性, 导热系数高, 蒸发潜热更大, 分子量小, 流动性好, 输送压力更低, 压缩机负载小, 较少灌注量, 有利于降低成本	易燃易爆	主要用于中央空调、热泵空调、家用空调和其它小型制冷设备, 或作为低温混配冷媒的一种组分	0.02

制冷剂（除 NH₃ 外）具有一定温室效应，工厂应加强管理，安排专门人员定期检查制冷设备，避免制冷剂泄漏。

2. 全球增温潜势：指在一定时期（通常为100年）内，排放到大气中的1千克温室气体的辐射强迫与1千克二氧化碳的辐射强迫的比值，全球增温潜势值越大表示对全球变暖的影响越大，二氧化碳（CO₂）的全球增温潜势（GWP）取1作为基准值。

5.4 灭火器的选择和管理

工厂应优先选用不会产生温室气体排放的灭火器，如特殊情况下必须选择会产生温室气体排放的灭火器，应定期检查灭火器，避免损坏和泄漏。



灭火器的种类及使用范围

1) 干粉灭火器

干粉灭火器中的干粉主要是各种无机盐，如磷酸铵盐、氯化钾、氯化钠等。适用于扑救石油及其产品、可燃气体和电器设备的初起火灾。该种灭火器具有灭火效力高、灭火速度快、无毒性、不腐蚀、不导电、久储不变质等特点，目前使用广泛。

2) 泡沫灭火器

泡沫灭火器的灭火原理是通过喷射出大量二氧化碳及泡沫，粘附在可燃物上，使可燃物与空气隔绝，达到灭火的目的。广泛应用于工厂、企业、学校、机关、公共建筑、车船、家庭等许多场所，主要用于扑救非水溶性可燃易燃液体及一般固体物质的初起火灾，但不适用于扑救带电设备和金属钾、钠、镁、铝等火灾。

3) 二氧化碳灭火器

二氧化碳不含水分，灭火后能很快散逸，不留痕迹，对于机器设备和一般物质均无损害作用，用于扑灭精密仪器、内燃机、重要文件档案发生的火灾最合适。同时，二氧化碳不导电，可以扑救 600V 以下的各种带电设备的火灾。但是，二氧化碳不能扑救金属钾、钠、镁、铝等的火灾，因为它与这类物质能起化学反应。

4) 1211 灭火器

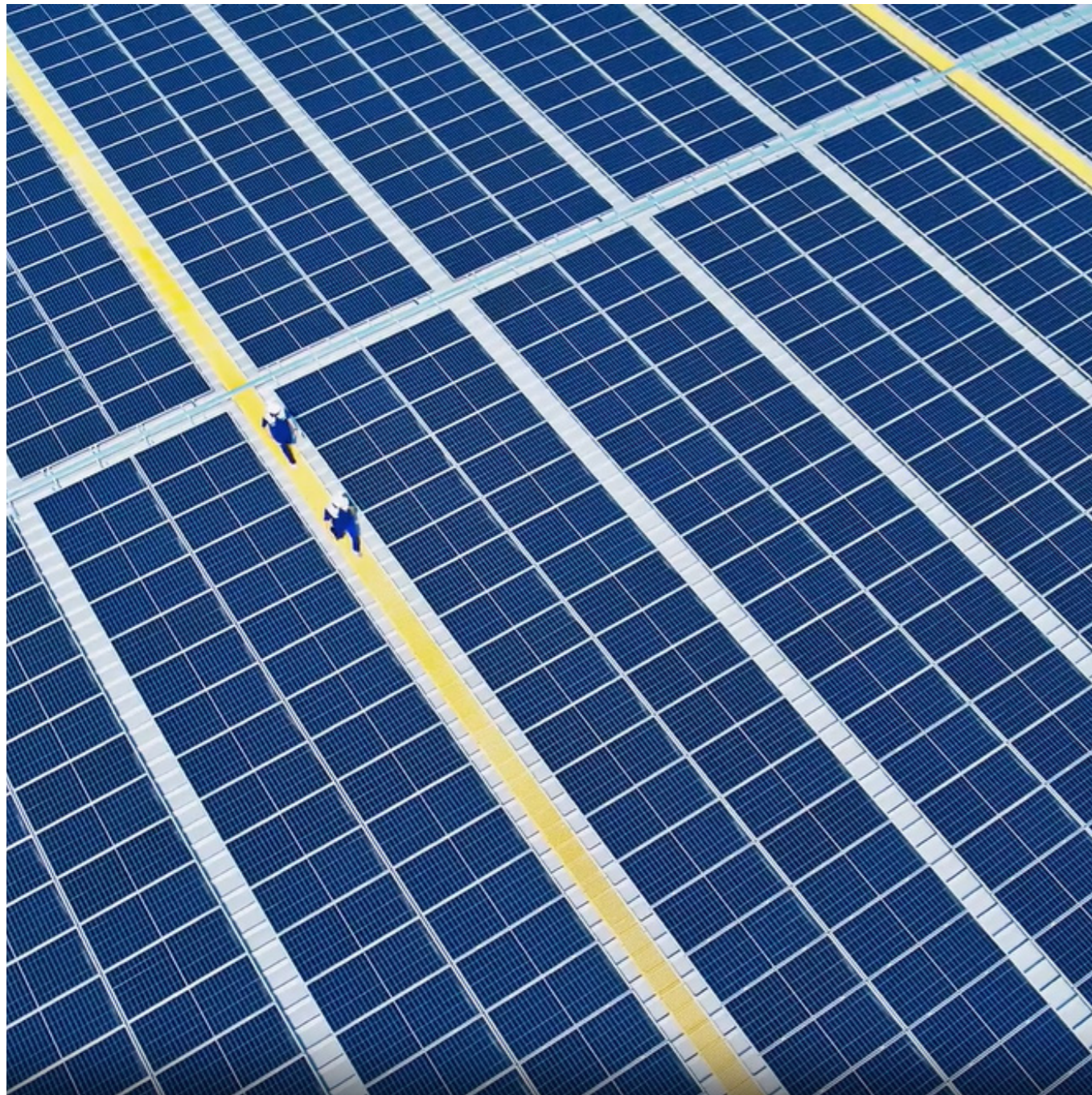
1211 灭火器是一种轻便高效的灭火器材，适用于扑救油类、精密机械设备、贵重仪表、电子仪器设备及文物、图书档案等物品的初起火灾，也可扑救电器设备火灾等。1211 是二氟一氯一溴甲烷的代号，分子式为 CF_2ClBr ，1211 曾经是我国生产和使用最广的一种卤代烷灭火剂，以液态罐装在钢瓶内，但由于该灭火剂对臭氧层破坏力强，我国已于 2005 年停止生产 1211 灭火器。

5) 酸碱灭火器

只适用于扑救竹、木、纸、棉、毛、麻等一般可燃物质的初起火灾，不适用于忌水的化学药品如钾、钠、镁、电石等以及石油产品的火灾。

第六章

减少和控制范围二排放



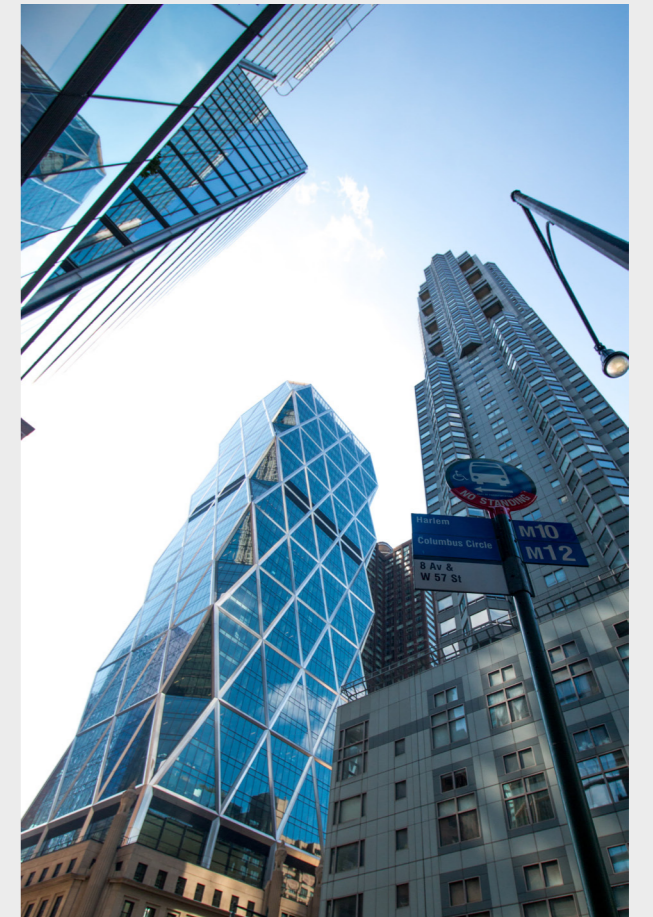
6.1 建筑

- 以降低建筑能耗为目标，充分利用天然采光、自然通风以及围护结构保温隔热等被动式建筑设计手段降低建筑的用能需求。建筑围护结构的热工参数符合国家现行有关标准的规定。
- 暖通建筑节能：对于暖通系统，应合理选择空调形式和设备。大容量的设备长期低负荷运转无形中增加了设备的造价和电能的损失，可采用风冷热泵式空调机为工厂提供制冷，机组可根据负荷变化自动调节，在满负荷运行条件下比普通分体式空调节能 20% 左右。
- 合理采用自然光，有条件时建议采用智能照明系统。
- 可再生能源利用：条件允许的情况下，建筑设计宜采用建筑光伏系统；建筑供暖和空调合理采用地源热泵及其他可再生能源。
- 如为自建建筑，厂房和办公楼宜分别满足《绿色工业建筑评价标准》（GB/T50878-2013）、《绿色办公建筑评价标准》（GB/T50908-2013）建设标准。

零碳建筑实例

美国赫斯特大厦

赫斯特大厦是纽约第一座在启用时获得美国绿色建筑委员会 LEED 黄金级别认证的超高层写字楼。从建筑外壳到内部装修全部采用可回收且无污染排放的材料，充分考虑到将来二次甚至多次利用的可能。采用内墙最少化的设计，以增加自然光的利用；大厦顶部被设计成可以收纳雨水的平台，使得排向城市下水道的雨水减少约 25%，雨水流入大厦底部的回收水箱，补给大厦空调系统蒸发的水分。管道里多余的水还被用来灌溉周围的植物，并补给大厦内庭景观瀑布的水源。传感器会感应到员工的离开，自动关闭灯和电脑；内部的人造灯会随着外部光线的暗弱自动调整。大厦中庭的温度调节主要依靠可制热和制冷的发光地板。地板中预先埋入管道，冬天管道里的热水可以为中庭创造一个高度约 1.9 m 的“温暖区”，夏天管道里的冷水可以为中庭降温。赫斯特大厦不仅节约能源利用，更提供了优越的工作生活条件。作为实现可持续发展的代价，采用了多项新技术和新设计的赫斯特大厦造价比普通写字楼要高 30% 左右。



什么是被动式建筑

被动式建筑是一个全新的节能概念，它是在低能耗建筑的基础上发展起来的，指通过使用保温性能较高的材料和传热系数较低的门窗，采用优化的建筑构造做法达到高效的保温隔热性能，并利用清洁能源和家电设备的散热为室内提供热源，减少或不使用主动供应的能源，使建筑达到舒适温度。被动式建筑与传统建筑相比，可以节能高达 90% 以上。



6.2 通用设备

宜采用国家相关部门发布的节能装备推荐目录中的装备或效率高、能耗低、水耗低、物耗低的设备产品，提高生产能效。通用设备或其系统的实际运行效率或主要运行参数应符合该设备经济运行的要求，不应使用已明令禁止生产、使用的能耗高、效率低的设备。

- 通用设备是国民经济各部门用于制造和维修所需物质技术装备的各种生产设备。光伏电池、组件生产企业常见的通用设备有泵、空压机、制冷设备等。
- 为促进节能高效产品的推广应用，引导和推动生产与消费方

式的转变，促进企业节能降碳，工业和信息化部办公厅先后公布了《节能机电设备（产品）推荐目录》《国家工业和信息化领域节能技术装备推荐目录》《“能效之星”装备产品目录》等节能产品目录，涵盖了变压器、电动机、空压机、压缩机、制冷设备等多类产品。

- 为加快淘汰高耗能落后机电设备（产品），持续提升重点用能设备能效水平，工业和信息化部办公厅公布了《高耗能落后机电设备（产品）淘汰目录（第一批）-（第四批）》，包括电动机、电焊机、变压器、风机、泵等多类产品。

6.3 计量设备

工厂应依据《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB 17167-2006）、《用水单位水计量器具配备和管理通则》（GB/T 24789-2022）等要求配备、使用和管理能源及其它资源的计量器具和装置。工厂以下设备需满足分类计量的要求：

- 照明系统；
- 冷水机组、相关用能设备的能耗计量和控制；
- 室内用水、室外用水；
- 空气处理设备的流量和压力计量。



《用能单位能源计量器具配备和管理通则》中的具体要求包括：

- 用能单位应加装能源计量器具。
- 主要用能设备及主要次级用能单位应按照下表要求加装能源计量器具。

表 6 能源计量器具配备率要求

单位 (%)

能源种类		进出用能单位	进出主要次级用能单位	主要用能设备
电力		100	100	95
载能工质	水	100	95	80

注1：因生产光伏电池和组件涉及的能源种类只有电力，涉及的载能工质为水，故只列出此部分能源计量器具配备要求，下同。

单台设备能源消耗量大于或等于下表中一种或多种能源消耗量限定值的为主要用能设备。用能量（产能量或运输能量）大于或等于下表中一种或多种能源消耗量限定值的次级用能单位为主要次级用能单位。

表7主要用能设备及主要次级用能单位能源消耗量(或功率)限定值

主要用能设备		
能源种类	限定值	单位
电力	100	kW
水	1	t/h
主要次级用能单位		
能源种类	限定值	单位
电力	10	kW
水	5,000	t/a

- 用能单位的能源计量器具准确度等级应满足下表的要求。

表8用能单位能源计量器具准确度等级要求

计量器具类别	计量目的		准确度等级要求
电能表	进出用能单位有功交流电能计量	I类用户	0.5S
		II类用户	0.5
		III类用户	1.0
		IV类用户	2.0
		V类用户	2.0
	进出用能单位的直流电能计量		2.0
水流量表(装置)	进出用能单位水量计量	管径不大于 250 mm	2.5
		管径大于 250 mm	1.5

注：运行中的电能计量装置按其所计量电能量的多少，将用户分为五类。I类用户为月平均用电量500万kWh及以上或变压器容量为10,000kVA及以上的高压计费用户；II类用户为小于I类用户用电量（或变压器容量）但月平均用电量100万kWh及以上或变压器容量为2,000kVA及以上的高压计费用户；III类用户为小于II类用户用电量（或变压器容量）但月平均用电量10万kWh及以上或变压器容量为315 kVA 及以上的计费用户；IV用户为负荷容量为315 kVA以下的计费用户；V类用户为单相供电的计费用户。

6.4 照明

- 工厂厂区及各房间或场所的照明应尽量利用自然光，人工照明应符合《建筑照明设计标准》（GB 50034-2013）规定。
- 不同场所的照明应进行分级设计，照明功率密度值（LPD）应符合《建筑照明设计标准》（GB 50034-2013）中关于照明功率密度限值目标值的要求，具体要求参见下表。

表9 光伏组件工厂工业建筑一般照明标准值

参考平面及其高度	照度标准值 (lx)	统一眩光值 (UGR)	照度均匀度 (U ₀)	房间或场所的显色指数 (R _a)
0.75m 水平面	300	19	0.60	80

表10 工业建筑和办公建筑照明功率密度限值

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m ²)	
	现行值	目标值
光伏组件厂房	≤ 11.0	≤ 10.0
普通办公室 / 会议室	≤ 9.0	≤ 8.0
走廊	一般	≤ 2.5
	高档	≤ 4.0
厕所	一般	≤ 3.5
	高档	≤ 6.0
风机房、空调机等	≤ 4.0	≤ 3.5

- 工厂及公共场所照明系统直按照建筑使用条件和天然采光采取分区、分组与定时自动调光等措施。生产区照明可实现分车间、工段、工序独立控制。
- 宜选用能效等级 2 级以上的节能型照明产品，节能灯等节能型照明设备的使用率应不低于 50%。
- 建议厂区内应用太阳能路灯、智慧灯杆。

6.5 可再生能源利用

具备相关资源条件的工厂，在满足安全、经济、环保等条件下，应在工厂范围内充分开发利用可再生能源，如建设分布式光伏、分散式风电、空气源热泵等。

分布式光伏

分布式光伏发电一般指的是在用户周围布置装机规模小的分散式、模块化太阳能光伏发电单元，它以“就近原则”为中心，能够实现就近并网、就近发电、就近使用和就近转换，且具备非外送型的特征。分布式光伏发电的运营模式，以“余电上网、电网调节、自发自用和就近使用”为主。

分散式风电

所谓分散式风电，是指所产生电力可自用，也可上网且在配电系统平衡调节的风电项目。与分布式光伏项目的特点相似，分散式风电也侧重于“自发自用”、“就近消纳”。

空气源热泵

空气源热泵是一种利用高位能使热量从低位热源流向高位热源的节能装置，利用空气中的热量来进行加热和制冷的设备。空气源热泵比传统的电热设备更加节能和环保，因为它可以利用大气中的自然能源来进行加热和制冷，减少能源的浪费和环境污染。

空气作为热泵的低位热源，取之不尽，用之不竭，运行成本相对较低。相较于其他类型的热泵及空调设备，空气源热泵的安装费用较低，且维护管理也比较简单。

但空气源热泵受空间限制、外界温度和噪音等因素的影响较大，在使用时需要综合考虑。

6.6 能源高效利用

- 工厂应提高能源利用效率，开展能源梯级利用、余能回收等措施。
- 工厂宜采用多元储能等措施，推动能源多能高效互补利用。
- 工厂可联合园区探索开展源网荷储一体化、多能互补的智慧能源系统、智能微电网、虚拟电厂建设，提高供能稳定性，实现能源高效利用。

源网荷储一体化

源网荷储一体化是指将能源的生产、传输、负荷和储能集成到一个系统中，实现能源的互联互通和多元化利用。这种一体化系统能够实现多能流输转、协同作用及应急响应能力，能够更加灵活地响应能源市场需求和用户需求，提高能源利用效率，促进能源的可持续发展和能源安全。

多能互补的智慧能源系统

智慧能源系统是一种整合集成了先进的信息技术、能源生产、传输、储存与利用等方面的系统，旨在提高能源效率、优化能源供应和消费结构、促进可持续发展。智慧能源系统主要有以下特点：

- 1) 数据驱动：依靠数据的采集、分析和建模，实现能源生产、传输、负荷和储能的精细化管理和优化调控。
- 2) 能源互联互通：通过智能电网技术和物联网等技术手段，实现能源的多元化联接和交互，提高能源利用效率。
- 3) 能源数字化：运用数字技术和人工智能技术，实现能源的数字化建模、仿真、预测和精准调控。
- 4) 能源智能化：利用智能化技术，创造智慧能源服务，实现个性化的能源供应与服务、环保用能、运营安全和管理效率。
- 5) 能源可持续性：将能源领域的可持续性作为核心发展目标，实现生态和经济可持续发展。

智能微电网

智能微电网指的是微型智能配电系统，融合了能量管理系统、负荷管理系统和微能源管理系统，具备独立的特征。智能微电网的发展需要有先进的通信技术及信息技术作为保障，这样才能使电力系统向安全、灵活和清洁方向发展，有利于实现“智能电网”发展目标。智能电网的对象是每个环节的电力系统，包括用电、配电、输电和发电环节，以研发新型电网控制技术为基础，将它们有机的整合到一起，从而实现各个环节的智能化信息交流，对电力生产、使用和输送进行系统性优化。

虚拟电厂

虚拟电厂指的是以分散的、小规模的可再生能源发电设施、储能设施和柔性负荷设施为节点，在智能电网系统控制下，组成具有集中式电厂特征的电力资源整合与优化利用平台。虚拟电厂建设涉及到智能电网、能源互联网、物联网、人工智能等多个领域技术的融合与应用。

6.7 能源和碳排放管理系统

工厂宜采用工业互联网、物联网、大数据、边缘计算、数字孪生、智能物联 AIoT 等技术，建立能源和碳排放管理系统（以下简称“能碳管理系统”）。能碳管理系统可自动收集计算并直接查看车间及设备的能耗数据及温室气体排放数据，支持时、日、月的数据汇总管理，根据业务需求，对不同负载进行限制和警告。

建立能碳管理系统有利于工厂实现精准的能源和温室气体管理及绩效管控，帮助工厂实现高效节能、绿色低碳运行，达到降低能源消耗、减少温室气体排放的目的。能碳管理系统具体要求包括技术要素和数据要素。

6.7.1 技术要素

- 设施要素：关键工序设备宜具有远程监测功能，实现设备与能碳管理系统间的信息实时互联。
- 硬件要素：在关键工序应用数字化设备，在关键用电设施设备安装智能电表，智能电表需具备数据采集和转发能力，能够通过 IEC 104、Modbus、BACnet 等工业协议，或 API、SFTP 的方式将电表数据转发和接入到能碳管理系统。

6.7.2 数据要素

- 数据采集要求：能碳管理系统应能自动采集设备的运行数据，数据的上传率达到 90%，最低数据上传频率为每日一次，原始数据至少保存 5 年。
- 数据质量要求：采集到的数据需完整、准确且可靠，具备必要的组件，可识别并修正常见的数据错误，如设备调试、故障及通讯问题产生的数据异常等。

主要绿色电力/绿色电力证书交易制度(截至2023年5月15日)

	定义	分布式发电交易又名“隔墙售电”，即允许分布式发电通过配电网将电力直接销售给周边的能源消费者，而不是先低价卖给电网，再由用户从电网高价买回。
	特点	1) 优势：分布式发电位于电力消费场所或与之相邻，“隔墙售电”能使其所发电量无需远距离和升降压来传输。与集中式发电供电方式相比，具有可就近利用清洁能源资源、减少电力损耗、节省输电费用以及减少对土地和空间资源占用的优点； 2) “隔墙售电”相比自发自用项目，隔墙售电用户选择灵活，解决了自发自用项目用户用电不稳定这一痛点，相比全额上网项目，隔墙售电可以获得一个相对较高的交易电价；与常规电力交易相比，隔墙售电是买卖双方都可得利的模式，免交最高电压等级输配费用和交叉补贴减免带来的空间使得买卖双方都能从中获益； 3) 局限性：市场化程度低、公共服务滞后、管理体系不健全，“过网费”机制、系统备用成本分摊、偏差考核机制等各项细则仍有待进一步完善。
分布式发电交易	相关政策	1) 2017 年，国家发展改革委、国家能源局印发《关于开展分布式发电市场化交易试点的通知》，允许分布式发电项目单位与配电网内就近电力用户进行电力交易，电网企业承担分布式发电的电力输送和组织电力交易的公共服务，按政府核定的标准收取输配电费用（过网费），“隔墙售电”试点开启； 2) 2019 年 5 月，国家发展改革委公布首批 26 个分布式发电市场化交易试点名单，主要分布在江苏、河南、河北、安徽等 10 个省份； 3) 2019 年 12 月，江苏能监办发布《江苏省分布式发电市场化交易规则（试行）》，成为全国范围内首个允许分布式发电参与“隔墙售电”的省份。2021 年，山东省、浙江省也先后发布文件，鼓励分布式可再生能源电力就地就近开发利用，开展市场化交易； 4) 2022 年 8 月 25 日，国家能源局印发《国家能源局 2022 年深化“放管服”改革优化营商环境重点任务分工方案》，方案提出完善市场交易机制，支持分布式发电就近参与市场交易，推动分布式发电参与绿色电力交易。
	支持项目类型	1) 分布式发电项目，是指接入配电网运行、发电量就近消纳的中小型发电设施，要求：接网电压等级在 35kV 及以下的项目，单体容量不超过 20MW，单体项目容量超过 20MW 但不高于 50MW，接网电压等级不超过 110kV 且在该电压等级范围内就近消纳； 2) 风电、光伏项目
	节能减排权益及认可情况	分布式发电市场化交易的可再生能源电量部分视为购电方电力消费中的可再生能源电力消费量，对应的节能量计入购电方，碳减排量由交易双方约定。
	发展现状	2019 年 5 月，国家发展改革委和国家能源局公布了 2019 年分布式发电市场化交易试点名单，涉及江苏、安徽等 10 个省份，均为风电及光伏项目，其中新建项目 147 万千瓦。试点中目前仅有苏州工业园区 12MW 分布式发电项目已并网发电。
绿证交易	定义	目前尚未有国际条约，因此，国际上也尚未有关于绿证的统一定义。结合国际流行的几种主要绿证的特点、其核发机构的说明或定义，可以将绿证定义为由特定政府机构或第三方组织根据绿电溯源体系和标准核发的用以证明对应电量来自于可再生能源发电项目的一种证书。
	特点	能够准确、排他、可追踪、不重复地记录特定电量的清洁能源属性，让每千瓦时电量都能拥有独一无二的身份证明而不会与其他电量混淆。
	相关政策	1) 中国绿证：国家发展改革委、国家能源局会同财政部于 2017 年 1 月联合发布了《关于试行可再生能源绿色电力证书核发及自愿认购交易制度的通知》，决定由国家可再生能源信息管理中心向陆上非水可再生能源（风能、光伏等）发电企业核发绿色电力证书（“绿证”），电力用户向发电企业购买绿证，发电企业对于出售绿证获益部分，不再接受财政补贴。另外，国家发展改革委、国家能源局发布的《关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》中，也将绿证作为新能源消纳量核算指标之一。2023 年 2 月 10 日，国家发展改革委、财政部、国家能源局发布的《关于享受中央政府补贴的绿电项目参与有关事项的通知》明确可再生能源项目（含有补贴项目、平价上网项目）将全部参与绿色电力市场化交易。 2) 国际绿证：国际上绿证交易制度通常是可再生能源配额制的配套政策，是通过市场化方式给予可再生能源产业补贴的机制。荷兰在 2001 年最先开展绿证交易，随后美国、日本、英国、澳大利亚等 20 多个国家均实行了绿证交易，一些国家和地区已经建立了绿证交易市场。欧洲绿证体系由欧盟推动，非欧盟绿证需经过审批后才能在欧盟范围内交易，绿证除了用以履行配额义务外，在某些国家也可作为碳减排证明参与碳市场（如美国加利福尼亚州碳交易），或用以满足采购方的清洁能源使用要求，塑造企业低碳形象。

能碳管理系统案例

2021 年，远景依托 EnOS 智能物联操作系统正式发布了“方舟”碳管理系统。企业能够利用“方舟”碳管理系统的智能物联和数字化技术，基于“人工智能+物联网+大数据+区块链”等技术，实时追踪自身运营和价值链的碳足迹，测算出需要减少和抵消的碳排放量，通过优化原材料供应，使用可再生能源供能，提高能源使用效率，同时可以生成碳排放报告，模拟及优化减排路径，直通外部的绿色权益市场采购绿电、绿证（I-REC）、碳汇、CCER 等碳信用，实现端到端的碳管理闭环。

基于“方舟”碳管理系统，远景能源告别了低效且容易出错的人工表格统计的传统方式，通过物联网和系统集成技术，将全球各地工厂的电表、气表、热表、水表、分布式光伏/风力发电、储能、充电桩等设备产生的能耗、碳排放或减排数据都接入云端，并实时自动更新。

6.8 绿电使用

工厂可选择绿色电力直供、参与绿色电力交易或采购绿色电力证书的电力消费方式，逐步提高可再生能源电力使用比例。



	支持项目类型	1) 中国绿证核发对象：陆上风电和集中式光伏发电项目； 2) 目前世界上较为常见的绿证主要包括北美可再生能源证书（Renewable Energy Certificate, RECs）、欧盟来源担保证书（Guarantees of Origins, GO）、国际可再生能源证书（I-REC）和全球可再生能源交易工具（APX Tigrs）。国际绿证核发对象：涵盖风能、太阳能、水力和生物质能等可再生能源项目，全球可再生能源交易工具（APX Tigrs）主要针对无补贴项目，国际可再生能源证书 I-REC 规定享受国家新能源补贴政策获得电价补贴的（Feed in Tariff (FIT)）的设备不可注册，2021 年 6 月取消对发行主体的限制，国有和非国有企业均可参与注册。
	节能减排权益及认可情况	1) 中国绿证由中国政府推出，在国内得到广泛认可，由于缺乏环境权益唯一性认定，权威性和影响力不如国际绿证，价格也明显高于国际绿证； 2) 国际绿证因其具有全球追溯性，被温室气体公约（GHGP）、碳披露组织（CDP）以及 RE100 所认可，国际认可度很高。
	发展现状	1) 自绿证制度推出以来，由于新能源电力的消纳量不足，中国绿证交易并不活跃。根据中国绿色电力证书认购交易平台的数据，截至 2023 年 5 月 15 日，累计风电核发电量 5,029 万张，累计光伏核发量 3,523 万张，累计风电交易量 1,010 万张，累计光伏交易量 1,418 万张； 2) 相对于国际绿证，国内机构核发绿证并不具备价格优势且国际认可度不高，很难满足出口企业需求。当前我国补贴项目绿证价格在 190 元 / 张左右，平价项目绿证价格在 30 ~ 50 元 / 张左右。而 APX Tigrs 的平价项目绿证约为 30 元 / 张，水电 I-REC 价格在 3 ~ 4 元 / 张。
绿电交易	定义	绿电交易是指用户通过电力交易的方式直接购买使用风电、光伏等新能源电力，用以满足电力用户购买、消费绿色电力需求，并提供相应的绿色电力消费认证。
	特点	证电合一，是绿色电力消费的直接证明，当前跨省、跨区绿电“点对点”交易的渠道还未打通，交易品种、合同周期等不够灵活，不能及时满足购电企业的需要。
	相关政策	1) 国家发展改革委于 2021 年 9 月批准《绿色电力交易试点工作方案》，试点由电力用户或售电公司与绿色电力（即风能、光伏等可再生能源上网电量）发电企业同步开展电力中长期交易和绿证认购交易，明确了绿电交易与绿证衔接，实现“证电合一”，即由国家能源主管部门组织国家可再生能源信息管理中心进行绿证核发并转至电力交易中心，电力交易中心依据绿电交易结果将绿证分配至电力用户； 2) 2022 年 1 月 18 日，国家发展改革委、国家能源局发布《关于加快建设全国统一电力市场体系的指导意见》（发改体改〔2022〕118 号），将“探索开展绿色电力交易”单列于“构建适应新型电力系统的市场机制”项下，指出应引导有需求的用户直接购买绿色电力，做好绿色电力交易与绿证交易、碳排放权交易的有效衔接； 3) 2022 年 1 月 18 日，为全面促进消费绿色低碳转型升级，国家发展改革委等部门发布《促进绿色消费实施方案》（发改就业〔2022〕107 号），方案指出要引导用户签订绿色电力交易合同，并在中长期交易合同中单列，加强高耗能企业使用绿色电力的刚性约束，且明确提出了建立绿色电力交易与可再生能源消纳责任权重挂钩机制； 4) 2022 年 1 月 30 日，国家发展改革委、国家能源局出台《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》，该意见提出开展绿色电力交易试点，鼓励发电侧与用户侧或售电公司等签订长期购售电协议，并支持微电网、分布式电源、储能和负荷聚合商等新兴市场主体独立参与电力交易。这一文件除了鼓励签订长期购售电协议以保证交易稳定性及交易规模外，还创新地提出了将更多的新型电力市场主体纳入到市场中，进一步以市场化方式引导消费绿色低碳转型； 5) 2022 年 2 月，南方电网发布《南方区域绿电交易规则（试行）》，规则提到符合绿证发放条件的风电、光伏等可再生能源发电企业，现阶段主要是集中式陆风、集中式光伏，后续放开后，范围可能逐步扩大至水电； 6) 2023 年 2 月 10 日，国家发展改革委、财政部、国家能源局发布《关于享受中央政府补贴的绿电项目参与绿电交易有关事项的通知》，扩大了绿电参与市场规模，在推动平价可再生能源项目全部参与绿电交易的基础上，稳步推进享受国家可再生能源补贴的绿电项目参与绿电交易。
	支持项目类型	现阶段主要是集中式陆风、集中式光伏，后续放开，可能范围逐步扩大至水电。
	节能减排权益及认可情况	RE100 认可绿电交易
	发展现状	各地绿电交易电量正在不断攀升。广西电力交易中心官方数据显示，2023 年 3 月，广西绿电交易成交电量 2.67 亿千瓦时，环比增长近 26 倍；作为绿电交易大省，2022 年广东绿电成交电量超 15 亿千瓦时，增长 50 余倍；浙江 2022 全年累计交易电量达到了 25.76 亿千瓦时。

6.9 电力系统优化

企业应通过优化电能质量、优化电缆布线等措施，实现电力系统优化，提高用能效率。

电能质量优化

无功补偿

根据国家电网公司《电力系统无功补偿配置技术原则》，配电变压器的无功补偿装置容量可按变压器最大负载率为 75%，负荷自然功率因数为 0.85 考虑，补偿到变压器最大负荷时其高压侧功率因数不低于 0.95，或按照变压器容量的 20% ~ 40% 进行配置。

谐波治理

随着非线性用电设备（如 UPS、开关电源、整流器、变频器、逆变器等）的大量投运，电网中谐波分量越来越大，不仅增加了电网损耗，引发电容器损毁，而且影响生产设备的正常运行。可在变压器低压侧进行谐波处理，有效降低电路损耗，同时提高设备运行的可靠性，提高设备的使用寿命。

电缆布线优化

优化导线截面

根据线路的负载情况，优化供电导线截面，使供电电流处于经济运行区域，降低线路损耗。

缩短供电半径

针对长距离线路，可以考虑通过负荷转供（移线、新增变压器等）的方式实现来缩短供电半径，减小电流流过的距离，进而减小线损。

第七章 减少和控制范围三排放



7.1 建筑

7.1.1 建筑材料

优先选用绿色建材、可循环材料、可再利用材料及利废建材和本地建材，减少建材在全生命周期中的能源消耗。室内装饰装修材料满足国家标准 GB 18580 ~ 18588 和《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的要求。

表11 国家标准 GB 18580-18588

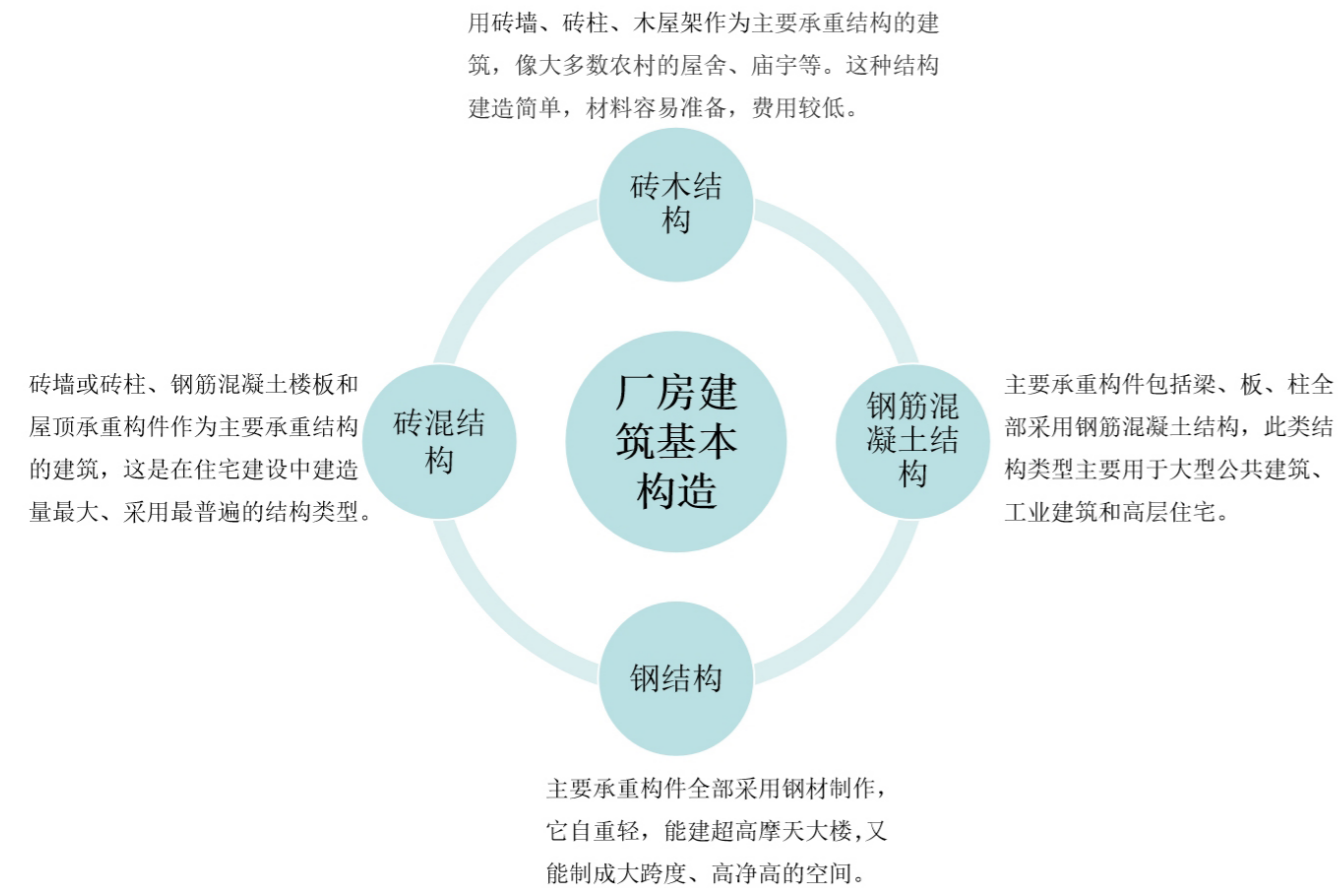
GB 18580-2017	室内装饰装修材料 人造板及其制品中甲醛释放限量
GB 18581-2020	木器涂料中有害物质限量
GB 18582-2020	建筑用墙面涂料中有害物质限量
GB 18583-2008	室内装饰装修材料 胶粘剂中有害物质限量
GB 18584-2001	室内装饰装修材料 木家具中有害物质限量
GB 18585-2001	室内装饰装修材料 壁纸中有害物质限量
GB 18586-2001	室内装饰装修材料 聚氯乙烯卷材材料地板中有害物质限量
GB 18587-2001	室内装饰装修材料 地毯、地毯衬垫及地毯胶粘剂有害物质释放限量
GB 18588-2001	混凝土外加剂中释放氨的限量

- **绿色建材：**指采用清洁生产技术，不用或少用天然资源和能源，大量使用工农业或城市固态废弃物生产的无毒害、无污染、无放射性，达到使用周期后可回收利用，有利于环境保护和人体健康的建筑材料。
- **可再生建筑材料：**指在加工、制造、使用和再生过程中具有最低环境负荷的，不会明显地损害生物的多样性，不会引起水土流失和影响空气质量，并且能得到持续的管理的建筑材料，主要有生态砖、竹子、夯土、聚碳酸酯板等。
- **利废建材：**指在满足安全和使用性能的前提下，使用废弃物等作为原材料生产出的建筑材料，其中废弃物主要包括建筑废弃物、工业废料和生活废弃物，例如利用建筑废弃混凝土生产再生骨料制作成混凝土砌块、水泥制品或配制再生混凝土，利用工业废料、农作物秸秆、建筑垃圾、淤泥为原料制作成水泥、混凝土、墙体材料、保温材料等建筑材料。

7.1.2 建筑结构

采用钢结构、砌体结构和木结构等资源消耗和环境影响小的建筑结构体系。

图7 厂房建筑基本构造



- **钢结构建筑：**是替代水泥建筑的一种重要方式，相较于传统混凝土建筑，它更加绿色低碳、节能节水，并且具有主材可回收、装配简单、减少人工、抗震性能好等优势，被誉为 21 世纪的“绿色建筑”，如鸟巢、武汉雷神山医院等都是钢结构建筑。
- **砌体结构：**由块体和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建（构）筑物主要受力构件的结构，叫做砌体结构，一般可分为三大类，砖砌体、砌块砌体和石砌体，容易就地取材。砖主要用粘土烧制，石材的原料是天然石，砌块可以用工业废料—矿渣制作。砖墙和砌块墙体能够隔热和保温，节能效果明显。
- **木结构：**具有环保及保温节能性好的特点。木材能减少空气中的 CO₂，可持续发展的林业可提供永不枯竭的森林资源。轻型木结构的保温节能性能优于其他任何材料建成的结构形式。木材本身就是出色的绝热体，在同样厚度的条件下，木材的隔热值比标准的混凝土高 16 倍，比钢材高 400 倍，比铝材高 1,600 倍。

7.1.3 厂区绿化设计与生物多样性保护

厂区绿化适宜，兼顾生物多样性保护原则，优先种植乡土蜜源与花果植物，增加蜜源昆虫与鸟类多样性，采用少维护、吸附性强、抗性强的植物，减少日常维护的费用，常见的固碳效果较好的乡土植物见下表。

表12 常见的固碳效果较好的乡土植物

所在地区	植物种类
东北地区	红松、落叶松、白桦、水曲柳
华北地区	银杏、榆树、侧柏、樟子松、刺槐、国槐
华东、华中地区	雪松、云杉、垂柳、樟树、杉木、毛白杨、白榆、马褂木、湖北紫荆
华南地区	灰木莲、马尾松、大叶相思、乐昌含笑、白栎、黄樟、枫香
西北地区	油松、华山松、冷杉、白榆、新疆杨、银新杨、沙枣、胡杨
西南地区	云南樟、女贞、滇朴、红花木莲、云南七叶树、银杏

图8 工厂绿色植物种植规划原则

来源：厂区绿化植物的选择探析

优先采用乡土植物的原则	利于生产的原则	生态优先的原则	兼顾节能的原则
<ul style="list-style-type: none"> • 乡土植物对环境的抗性强，病虫害不易爆发成灾，即便发生也因天敌的大量存在，而较外来树种容易控制，可以避免毁灭性灾害。乡土植物来源于当地，运输距离短，这样一方面节约运输成本，另一方面移栽前后的环境变化小，可提高苗木的成活率。 	<ul style="list-style-type: none"> • 工业企业中的绿地应满足生产、运输的要求。工业绿地的景观规划设计不能一味地追求景观环境，而忽略了企业的基本功能—生产。植物生长不应遮挡生产作业中所需要的视线，不应占用储存原料、半成品、成品的用地，不应阻碍企业在生产、销售中的运输。 	<ul style="list-style-type: none"> • 园林作为自然科学的组成部分，本身又是一项创造环境、改造环境的工作。植物的生长习性各不相同，其对各种生态因子有一定的适应范围。要遵循植物生长的自身规律及对环境条件的要求，因地制宜，合理科学配置，使各类植物喜阳耐阴，喜湿耐旱，各重其所，乔木、灌木、地被、攀援、岩生、水生，以及常绿、落叶、草木等植物共生共存。因此，无论是植物的选择还是植物配置，均应优先考虑生态性。 	<ul style="list-style-type: none"> • 一个绿色生态的工业企业，不仅仅要做到保护环境，还要做到最大限度地减少能源消耗。园林植物不仅仅具有美化环境的作用，还可以吸收二氧化碳、分泌杀菌素、吸收有毒气体、阻隔粉尘、能阻隔噪音、调节气温。应尽量利用植物的这些功能，减少使用耗费能源的机器设备。

7.2 供应商选择

工厂宜选择绿色、低碳和环保表现更加优秀的供应商。工厂可设置供应商考核评估机制和淘汰机制，并对其进行追踪考核，根据考评结果对供应商名单进行动态调整，考核指标可包括：

- 1) 环境管理体系建设及认证情况；
- 2) 质量管理体系建设及认证情况；
- 3) 能源管理体系建设及认证情况；
- 4) 职业健康安全管理体系建设及认证情况；
- 5) 近三年是否发生较大及以上环境污染事件、质量和安全事故；
- 6) 近三年是否被列入工业节能监察整改名单，且未按要求完成整改；
- 7) 是否入选工信部绿色制造体系名单；
- 8) 是否环保达标并披露污染物排放情况；
- 9) 是否核算并披露企业温室气体排放；
- 10) 是否获得碳足迹证书；
- 11) 是否注重资源节约集约利用，采用可回收材料替代原生材料生产；
- 12) 是否使用绿色电力；
- 13) 是否有III型环境产品声明 EPD 等。



7.3 原材料及包装材料

光伏电池生产阶段主要原材料包括单晶硅片、银浆、银铝浆、网版等，组件生产阶段主要原材料包括电池片、互联条、汇联条、玻璃、POE、EVA、接线盒、边框、托盘、围板、盖板、垫板等，产品运输阶段主要使用原料桶、瓦楞纸箱、木箱等包装物。在生产条件允许的情况下，工厂宜使用回收材料、可回收材料替代原生材料、不可回收材料，优先选用更绿色低碳的材料。



案例一：苹果公司宣布，未来新产品使用全新无碳环保铝制造

苹果公司通过绿色债券计划，筹集现金以资助从能源生产到制造工艺等方面的环境友好举措。通过与美国铝业公司、力拓公司以及加拿大和魁北克政府在 2018 年开始的投资合作，帮助刺激了低碳铝生产的突破性技术进步。

苹果将向加拿大公司 ELYSIS 购买全球首批商用纯度的低碳铝金属，并计划用于手机新机型，这批铝将由位于加拿大魁北克省的工业研究与开发中心使用水电生产。据悉，ELYSIS 公司开发了一种专有的电极材料，作为炼制铝时的阳极，相较于传统碳阳极通常每 25 天更换一次，ELYSIS 公司研制的新型阳极预计可使用几年都不需要更换，在提升生产率的同时，有效消除减少生产过程中的温室气体排放。

7.4 办公用品

工厂应提倡无纸化办公，爱惜办公用品，减少资源浪费和损耗，可参考以下措施：

- 做好办公用品的采购工作，实现降本增效的目标。在每季度首月提出计划量，有效监督办公用品的使用，在满足正常办公用品需要的前提下尽量节省，减少浪费。每月未发布当月各部门办公用品使用情况及费用执行情况信息，对超预算部门进行提醒、警示、通报。
- 办公用品和办公耗材实行专人专管，所有采购的办公用品和办公耗材都纳入采购管理系统，且仓库管理员与采购员独立设置。
- 提倡无纸化办公，尽量通过电子邮件等方式往来沟通、收阅文件。
- 重复利用。内部使用的非正式纸质材料可以使用双面打印，对于已无使用价值又留有较多空白的纸张可把空白部分裁剪、搜集、保存下来，用作草稿纸或其它用途，做到物尽其用，变废为宝。



7.5 水资源利用

提高水资源利用率。合理规划屋面和地表雨水径流，合理确定雨水调蓄、处理及利用工程；在保证用水安全的前提下，建设中水回用系统，回收率达到国内同行业先进或领先水平；景观用水、绿化用水、卫生间冲洗用水、清扫地面用水、消防用水

及建筑施工用水可采用中水等非传统水源；使用节水型用水器具，如优先采购安装节水型水龙头、节水型便器系统及节水型沐浴器；选择质量好的供水阀门、开关、水管等，避免造成水资源流失。

雨水收集与利用

屋面雨水可通过雨水管直接收集到储存设备内，地面雨水收集系统应结合厂区的规划布局、地形地貌进行组织，宜采用暗渠收集雨水，经装填砾石或其他滤料的渗水槽系统进行预处理，然后收集到储存设备内，收集到的雨水可作为景观绿化用水、生活区冲洗用水等。

节水型水龙头的主要类别及简介

■ 陶瓷片密封水嘴水龙头

水龙头的密封水嘴采用陶瓷材料制成，具有高硬度、耐磨损、不腐蚀等特点，具有很好的密封性能，能够有效地避免水龙头的漏水现象。此外，与传统的橡胶垫相比陶瓷片密封设计更加精密耐用，并且不会因为长时间使用而老化，从而延长水龙头的使用寿命。

■ 感应型水龙头

感应型水龙头是一种自动感应水流开关的水龙头，也称为自动感应水龙头。它采用红外线感应技术，当用户的手位于感应范围内时，发射器就会感应到手的位置，将信号发送到控制器，然后控制器自动打开水阀，让水流出。当手离开感应范围时，水龙头会自动关闭水阀。感应水龙头常与延时装置搭配使用，通过内置电磁阀在一定时间内自动关闭水流，时间一般可设置为 3~10 秒不等，具有方便快捷的优点。

感应型水龙头具有节约水资源，避免浪费，卫生环保等优点。感应型水龙头广泛应用于公共厕所、机场、车站等需要频繁使用的公共场所，也逐渐成为商业机构和家庭卫浴的新趋势。常见的感应水龙头包括光电感应水龙头、红外感应水龙头、机械感应水龙头等。

■ 节水水龙头

节水水龙头是一种可以控制水流量的水龙头。它通过内置的限流器或其他设计，将水流量控制在一个合适的范围内，从而达到节约用水的目的。相比传统的水龙头，节水水龙头将超过需要的水流量减少 50% 以上，能够有效减少水流量，避免浪费，在保护珍贵水资源的同时也能够为用户节省用水费用。常见的节水水龙头有流量可调节节水龙头、压力补偿节水龙头、气动冲水节水龙头等。

■ 变距式水龙头

变距式水龙头是一种可以调节水温和水流的水龙头，能够根据用户的需要调整水流的强度和温度。变距式水龙头通常由进水管、水龙头本体、两个或三个转动方向的手柄或按钮、限流器和筛网等部件组成。用户可以通过手柄或按钮，实现流量和温度的调节，不仅方便了使用，还节省了水资源。变距式水龙头被广泛应用于家庭、酒店、商场、办公室等场所。

■ 自闭式水龙头

自闭式水龙头是一种为节约水资源而设计的节能型水龙头，内置的感应装置可以感应用户的动作，当一定时间内没有再靠近时，水龙头会自动关闭水流，以避免浪费，通常适用于公共场所。

7.6 废弃物处理

7.6.1 污染物处理

工厂宜采用促进固废减量处置和污水资源化再生利用的工艺，减少前后端固废处理和水处理产生的碳排放。废气、废水排放应满足国家、地方及行业废气、废水排放标准。



7.6.2 报废产品处理

工厂应采用先进的生产工艺并持续进行节能技改，优化生产工艺，降低产品残次品率，并在产品设计阶段充分考虑废弃处理阶段的资源利用，促进废弃产品和残次品的拆解回收利用。

组件回收是光伏产业链上的最后一环，随着光伏发电的大规模利用，退役和废旧光伏组件的回收利用成为越来越突出的问题，中国将在 2030 年面临需要回收 150 万吨的光伏组件的问题，在 2050 年需要回收的光伏组件将达到约 2,000 万吨，组件回收必要性与紧迫性并存。光伏组件生产单位可布局组件回收业务，

研究光伏组件回收及无害化处理关键技术，形成光伏产业链闭环可持续发展。

晶澳太阳能科技股份有限公司持续推进产品全生命周期的绿色低碳，探索产品拆解回收，2022 年 4 月，联合多方发起“光伏回收产业发展合作中心”并成为副董事长单位，积极推动光伏回收领域的体系建立与完善。



近年来我国政府对光伏组件回收产业的赋能力度持续加大，并在宏观指导和调控方面进一步优化细节。2021年10月，国务院印发的《2030年前碳达峰行动方案》明确提出，推进退役动力电池、光伏组件、风电机组叶片等新兴产业废物循环利用。2022年2月，工信部等八部门联合印发的《加快推动工业资源综合利用实施方案》再次明确，推动废旧光伏组件、风电叶片等新兴固废综合利用技术研发及产业化应用。工信部等多部门先后下发《关于促进光伏产业链供应链协同发展的通知》和《关于推动能源电子产业发展的指导意见（征求意见稿）》，着重强调要加强、加快废弃组件回收技术、标准及产业化研究，突出推动光伏组件回收利用技术研发及产业化应用的重要性。

光伏组件的回收方法包括物理法和化学法，国内首条基于物理法和化学法组件低成本环保处理成套工艺示范线已建成。针对这两种技术路线，我国目前水平可以做到质量回收率92%以上，硅、银、铜等重要元素回收率94%以上，这两项指标在国际基本处于领先地位。

7.7 交通出行与物流选择

7.7.1 低碳出行

工厂班车、公务车提倡优先选用电车，厂内或厂区周边配套建设电动车充电站、充电桩，鼓励员工选择公共交通，提倡共享出行、低碳出行。



7.7.2 物流选择

- 工厂宜采用电动化物流链条，非道路移动机械优先选用电动机械。
- 工厂宜以路径最优为前提，优化设计物流方式，缩短物料的运输距离，减少相应的能源消耗，实现低碳运输。
- 可采用多式联运的方式来减少碳排放。



多式联运

多式联运指的是在货物运输过程中，通过多种运输方式相互衔接，实现物流传输链的运营。例如，货物可以从起点经过公路、铁路、水路、航空等不同的交通工具，最终到达目的地。

多式联运的运作流程包括多个环节，如货物的集货、拼箱、配载、承运等，需要各个环节之间的协调配合，以保证货物能够安全、准时地到达目的地。

多式联运的优势包括：节省时间和费用、提高运输效率、减少运输风险和保险费用、方便操作和管理控制等。同时，多式联运也面临着一些挑战，例如各个运输方式之间的衔接、信息交互等问题。

7.8 生产符合生态设计的产品

- 工厂宜依据 GB/T 24256《生态产品设计通则》，优化产品设计和生产工艺，减少原辅材料的消耗和能源消耗，宜使用低碳的原物料，降低产品全生命周期温室气体排放。
- 工厂宜采用欧盟产品环境足迹 PEF 指南，适当参考 ISO14040-44 (2006)、ISO14067 (2018)、PAS2050 等适用的标准或规范对产品进行碳足迹核算或核查，并利用其结果对其产品进行碳足迹改善。
- 在相关官方平台公布产品的碳足迹或其他相关产品环境影响结果。

第八章 碳排放管理



8.1 工厂应建立温室气体排放管理体系和制度

温室气体排放管理体系和制度包括但不限于：

- 最高管理者统筹及决策温室气体排放相关管理工作，授权并提供温室气体排放管理体系建立、实施、保持和持续改进所需要的资源，以支持零碳工厂的实现；批准建立内部温室气体排放管理机构（部门或小组），协调分配相关角色的职责和权限；确定温室气体排放管理体系的方针、目标、指标范围和边界，确保建立与工厂发展战略方向及所处环境相一致的温室气体排放管理方针和目标；参与管理评审，确定新的改进机会，确保温室气体排放管理体系实现预期结果并持续改进。
- 建立温室气体排放管理机构（部门或小组），在组织内部明确规定和传达相应的温室气体排放管理职责和权限，以有效推动温室气体排放管理；制定企业零碳计划，监督落实碳减排措施；定期评估企业温室气体排放情况，提出改进意见和建议并定期向最高管理层报告零碳工厂的实现情况。
- 建立能源使用、温室气体排放管理制度，包括但不限于建立能源消费统计、汇总和报送制度、能源定额管理制度、能源计量器具管理制度、节能降碳宣传、培训及考核制度、温室气体排放核算及内部评审制度等。

8.2 工厂应制定适合的温室气体减排方案

工厂需结合自身规模、能力、需求等实际情况，制定适合的温室气体减排方案，以实现减排目标。温室气体减排方案应包括前文所述的范围一、范围二及范围三的内容。

8.3 工厂应定期编写温室气体排放报告

工厂应根据国际公认的温室气体排放核算和报告相关指南要求，编写工厂的温室气体排放报告。温室气体排放报告至少应包括以下内容：

- 温室气体排放核算依据
- 排放源
- 涵盖的时间段
- 具体核算方法
- 边界及范围
- 排放量



8.4 工厂应根据温室气体排放报告及第三方核查结果进行碳抵消

碳抵消方式主要有两种，包括在工厂边界外自主建设减碳项目和购买受国家认可的碳抵消产品。

8.4.1 在工厂边界外自主建设减碳项目

可通过申请国际国内自愿减排项目或绿色电力证书，抵消企业自身碳排放。适用的国际国内主要减排机制及绿色电力证书包括但不限于以下四种。

8.4.1.1 CCERs

国家核证自愿减排量（China Certified Emission Reduction, CCER）是指对我国境内可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目的温室气体减排效果进行量化核证，并在国家温室气体自愿减排交易注册登记系统中登记的温室气体减排量。

2012年，国家发展改革委印发《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》和《温室气体自愿减排项目审定与核证指南》两大关键文件，国内自愿减排交易市场启动。2015年自愿减排交易信息平台上线，CCER进入交易阶段。2017年，CCER项目备案暂停，存量的CCER交易仍在进行。

8.4.1.2 GCC

全球碳委员会（Global Carbon Council, GCC）由海湾研究与发展组织（Gulf Organization for Research & Development, GORD）于2016年建立，是中东和北非地区第一个自愿碳抵消项目。GCC机制下签发的碳信用为核证碳信用（Approved Carbon Credits, ACCs）。

8.4.1.3 I-RECs

国际可再生能源电力证书（International Renewable Energy Certificate, I-REC）由总部位于荷兰的非营利基金会 I-REC 标

8.4.2 购买受国家认可的碳抵消产品

国家认可的碳抵消产品包括但不限于 CERs、CCERs、ACCs、I-RECs、GECs、VCUs 等。

如果企业加入了科学碳目标倡议（STBi），为实现制定的科学碳目标，在选择“market-based”核算方法的前提下，企业可通过购买可再生能源电力证书（I-RECs 等）用于实现范围二减排目标。范围一和范围三减排仅可通过企业采取主动减排措施

准负责注册，目前由英国 Green Certificate Company 负责中国大陆地区的签发，一张 I-REC 相当于 1MWh 的绿色电力。目前中国注册的项目主要技术类型为风力发电、光伏并网发电和水力发电，考虑到三种技术的环境影响，目前国内市场价格有较大差异。为避免重复计算，已参与其他碳交易机制的项目、项目以电力直购形式出售的绿色电力，以及获得政府补贴的电量不得再重复申请 I-REC 签发。无补贴光伏发电项目可申请 I-REC，但需根据规模评估其成本与收益。

8.4.1.4 GECs

绿色电力证书（Green Electricity Certificate, GEC）是国家依据可再生能源上网电量，通过国家能源局可再生能源发电项目信息管理平台向符合资格的可再生能源发电企业颁发的具有唯一代码标识的电子凭证，一张 GEC 相当于 1MWh 的绿色电力。2017年1月国家发展改革委、财政部、国家能源局三部委联合发布了《关于试行可再生能源绿色电力证书核发及自愿认购交易制度的通知（发改能源[2017]132号）》，标志着我国绿色电力证书制度正式试行。GEC 目前分为补贴证书和平价证书两大类，价格仍考虑以市场定价为基础，但不高于相应的国家补贴标准。

实现，科学碳目标倡议不接受采购减排量用于抵消企业产生的排放量。

如果企业加入 RE100，可通过公司设施自产可再生能源电力、直接从发电企业采购绿电、从电网采购绿电、与绿电供应商签署绿电 PPA、购买绿证（I-RECs 等）的方式实现 100% 使用绿电。

第九章 零碳工厂声明要求



9.1 声明前需经过评价

工厂进行零碳工厂声明前可按照《PAS 2060 碳中和证明规范》进行碳中和承诺及实现碳中和。

工厂应制定零碳工厂实施计划，内容包括但不限于：

- 对工厂碳中和承诺的陈述；
- 工厂碳中和的时间表；包括：碳中和期限、基准线日期、首次合格日期、未来承诺期限等；
- 与工厂实现碳中和时间表相对应的温室气体减排目标；
- 计划实现和维持温室气体减排的措施；
- 所采用的碳抵消策略。

工厂完成 8.1-8.3 相关要求后，应委托具备资质的第三方机构开展碳排放核查。经核查后，若工厂碳排放不为 0，则应根据 8.4 要求开展碳抵消，并取得碳抵消凭证或委托第三方机构出具实现碳中和的相关证明，证明工厂某一时间段内实现碳中和。

注：工厂核算边界及核算时间范围内的温室气体排放量小于等于用以抵消的碳信用数量时，即可判定达成碳中和；反之，则不能判定达成碳中和。工厂应承诺用于碳中和的碳信用或（和）碳汇不作为任何其他用途使用。

9.2 零碳工厂声明要求

工厂满足 9.1 要求后，可开展零碳工厂声明。工厂开展零碳工厂声明可采用报告、新闻的形式，对外召开发布会或在官方网站、微信公众号发布等。

零碳工厂声明内容建议包括但不限于：

- 零碳工厂名称、企业性质、法定代表人、注册地址、生产地址、行业类别、企业联系人及联系方式等；
- 应用周期、范围边界、依据温室气体排放核算与报告标准或技术规范、排放设施、核算方法、排放量、碳中和实现情况等；
- 温室气体减排措施实施情况及减排目标的完成情况。

工厂宜维持零碳工厂状态，定期开展碳排放核算、核查、碳抵消等。

零碳工厂声明案例

2022 年 2 月 28 日，伊利集团获得了全球知名国际检验认证集团——必维集团（Bureau Veritas）颁发的碳中和工厂核查声明（PAS 2060）。伊利集团以新闻形式在其官方网站对外发布，随附《碳中和核查声明》、《云南伊利乳业有限责任公司 PAS2060 合格解释性陈述》、碳减排量注销证明、碳减排量注销情况等文件。

第十章 术语表



下列术语及定义适用于本规范。

零碳工厂 Zero-Carbon Factory

温室气体排放核算边界内，在一定时间内（通常以年度为单位）生产、服务过程中产生的温室气体排放量，按照二氧化碳当量（CO₂e）计算，在尽可能自主减排的基础上，剩余排放量实现由核算边界外的减排项目清除，和（或）相应数量的碳信用抵消的工厂。

国家核证自愿减排量 Chinese Certified Emission Reduction (CCER)

对我国境内可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目的温室气体减排效果进行量化核证，并在国家温室气体自愿减排交易注册登记系统中登记的温室气体减排量。

温室气体 Greenhouse Gas

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的波长在红外光谱内辐射的气态成分。包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）。

节能量 Energy Saving

满足同等需要或达到相同目的的条件下，能源消耗 / 能源消费减少的数量。

节能措施 Energy Conservation Measures

为提高能源利用效率、降低能源消耗或改进能源使用，在组织内部计划或已经采取的方法或行动。

碳信用 Offset Credits

项目主体依据相关方法学，开发温室气体自愿减排项目，经过第三方的审定和核查，依据其实现的温室气体减排量化效果所获得签发的减排量。

注 1: 碳信用包括但不限于国家温室气体自愿减排项目产生的国家核证自愿减排量（CCERs）、国际自愿减排项目核证碳标准（VCS）产生的核证碳信用（VCUs）、清洁发展机制（CDM）的核证减排量（CERs），以及政府批准、备案或认可的碳普惠项目减排量等。

注 2: 1 个额度碳信用相当于 1 吨二氧化碳当量。

碳抵消 Carbon Offset

温室气体排放的减少或碳储存的增加用于补偿其他地方发生的排放。

碳汇 Carbon Sink

大气中清除二氧化碳的过程、活动或机制。

碳中和 Carbon Neutrality

工厂温室气体核算边界内，在一定时间内（通常以年度为单位）建设、生产、服务过程中产生的所有温室气体排放量，按照二氧化碳当量计算，在尽可能自主减排的基础上，剩余部分排放量被核算边界外的减排项目清除，和（或）相应数量的碳信用、碳排放配额等抵消的过程或状态。

碳排放 Carbon Emission

组织在核算边界内生产、活动和服务过程中各个环节产生的所有温室气体排放量，以二氧化碳当量的形式表示。

碳排放管理体系 Carbon Emission Management System

用以建立碳排放管理方针、目标、过程和程序以实现预期目的的一系列相互关联的要素的集合。

基准线日期 Baseline Date

工厂碳排放量首次确定的时间。

应用周期 Application Period

用于做出声明的基准线日期和首次核查日期之间或连续核查日期之间的一段时间。

注：应用周期没有具体的长度，可以根据工厂的温室气体减排方案来确定。但是，连续的应用周期应该是等长的，除非第一个应用周期因包含历史减排量而被延长。

零碳工厂声明 Zero-Carbon Factory Statement

关于零碳工厂的正式陈述。

智能物联 Artificial Intelligence & Internet of Things

人工智能技术与物联网技术的融合，通过物联网产生、收集来自不同维度的、海量的数据存储于云端、边缘端，再通过大数据分析，以及更高形式的人工智能，实现万物数据化、万物智联化。

第十一章 参考文献



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。

- [1] PAS 2060 碳中和证明规范
Specification for the demonstration of carbon neutrality
<https://knowledge.bsigroup.com/products/specification-for-the-demonstration-of-carbon-neutrality-1/standard>
- [2] ISO 14064—1 温室气体第 1 部分：对组织层面上温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南
Greenhouse Gases-Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emission and removal
<https://www.iso.org/standard/66453.html>
- [3] 温室气体核算体系：企业核算与报告标准（修订版）
<https://ghgprotocol.org/corporate-standard>
- [4] 温室气体核算体系：企业价值链（范围 3）核算与报告标准
<https://ghgprotocol.org/corporate-value-chain-scope-3-standard>
- [5] GB/T50878 绿色工业建筑评价标准
https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zhengce/zhengcefilelib/201308/20130820_224790.html
- [6] GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=29DE620206A268D0E27B8739E332D70E>
- [7] GB 24789 用水单位水计量器具配备和管理通则
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=2E6416F9608D7EA3D7339FBA742EBA85>
- [8] GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=D94F85213E25B0A5A5791A51831F31AE>
- [9] GB/T50908 绿色办公建筑评价标准
https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zhengce/zhengcefilelib/201309/20130924_224803.html
- [10] GB 50034-2013 建筑照明设计标准
https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zhengce/zhengcefilelib/201312/20131211_224901.html
- [11] GB 6566 建筑材料放射性核素限量
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=51615A2BD8C0045539EA3DAE71612339>
- [12] GB 18580 室内装饰装修材料 人造板及其制品中甲醛释放限量
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=3345334EB620CE121DCDEEB82C603349>
- [13] GB 18581 木器涂料中有害物质限量
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=C41A8ACCE775451F2C3CDEF61D4BF1B0>
- [14] GB 18582 建筑用墙面涂料中有害物质限量
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=5B1B0772FFEDFF08DD2B525F95B99528>
- [15] GB 18583 室内装饰装修材料 胶粘剂中有害物质限量
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=5206EBDEE6A68E94CD130F6DA60CD28C>
- [16] GB 18584 室内装饰装修材料 木家具中有害物质限量
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=E88676C207C5B252708CAE16A182BF7E>
- [17] GB 18585 室内装饰装修材料 壁纸中有害物质限量
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=3380E622A6969431C6E94F54EFBFB709>
- [18] GB 18586 室内装饰装修材料 聚氯乙烯卷材地板中有害物质限量
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=7B43AD3137C545B56309C0A8A6B9C268>
- [19] GB 18587 室内装饰装修材料 地毯、地毯衬垫及地毯胶粘剂有害物质释放限量
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=FCBB7DF244AF85388333AAE268B250F7>
- [20] GB 18588 混凝土外加剂中释放氨的限量
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=DF87A122570139C04EACA5416B0FEB8C>

- [21] T/CECA-G0171 零碳工厂评价规范
<http://file2.foodmate.net/wenku2022/TCECAG0171-2022.pdf>
- [22] T/SEESA009 零碳工厂创建与评价技术规范
<http://www.ttbz.org.cn/Pdfs/Index/?ftype=st&pms=60942>
- [23] 香港联合交易所有限公司证券上市规则 附录二十七 环境、社会及管治报告指引
https://www.hkex.com.hk/-/media/HKEX-Market/Listing/Rules-and-Guidance/Listing-Rules/Consolidated-PDFs/Main-Board-Listing-Rules/consol_mb_sc.pdf?la=zh-HK
- [24] 浙江省绿色低碳工厂建设评价导则（2022 版）
https://jxt.zj.gov.cn/art/2022/1/30/art_1582899_23342.html
- [25] GB/T 24256-2009 产品生态设计通则
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=2D51D2E8E65149451A9ECBF762C2CF52>
- [26] ISO14040-44 (2006) Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines
<https://www.iso.org/standard/38498.html>
- [27] ISO 14067:2018 Greenhouse gases— Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification
<https://www.iso.org/standard/71206.html>
- [28] RE100 Technical Criteria
<https://www.there100.org/sites/re100/files/2022-12/Dec%2012%20-%20RE100%20technical%20criteria%20%2B%20appendices.pdf>
- [29] Green Electricity Certificate (GECs) of China
https://www.there100.org/sites/re100/files/2020-10/Chinese%20GEC%20Paper_RE100_2020%20FINAL.pdf
- [30] SBTi Corporate Net-Zero Standard
<https://sciencebasedtargets.org/resources/files/Net-Zero-Standard.pdf>

Green to  green

Green to  grow

Green to  great