《晶硅太阳能电池安全生产管理规范》

编 制 说 明

标准编制组

一、工作简况

（一）任务来源

光伏产业在全球范围内蓬勃发展，新产品和技术层出不穷，但晶硅太阳能电池生产过程使用大量特种气体、危险化学品，行业归属工贸企业，且基本都存在多个重大危险源，存在一定的安全风险。且国内外国家、行业、地方及团体标准，涉及安全管理方面几乎处于空白状态。

光伏行业普遍存在的问题：工艺危险性大、施工管理难度高、电气安全突出、设备购买安全标准难以量化、防爆安装大部分错误、环保排放压力大、安环管理系统亟待完善、运营管理难度高、应急管理要求高等特点。横店集团东磁股份有限公司作为光伏企业的一员，深感建立晶硅太阳能相关安全生产管理规程的重要性和迫切性。根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国标准化法》及国家能源局《关于进一步加强光伏制造行业规范管理的通知》（国能发新能〔2021〕45 号）要求，为规范晶硅电池生产过程中的安全管理，保障从业人员健康与生产安全，由横店集团东磁股份有限公司牵头、浙江省应急管理科学研究院、横店集团控股有限公司等企业共同承担本标准的制定工作。

（二）协作单位

本标准起草单位包括横店集团东磁股份有限公司、浙江省应急管理科学研究院、横店集团控股有限等。其中，横店集团东磁股份有限公司负责统筹编制及技术论证，协作单位分别承担生产现场调研、风险评估及部分技术参数的验证工作。

（三）主要工作过程

根据任务要求，2024 年 7 月由横店集团东磁股份有限公司组织协作单位成立了标准编制工作组，并制定工作计划。

2024 年 9 月，横店集团东磁股份有限公司在标准申报的基础上启动了标准起草任务。经与部分起草单位部分起草单位成员多次沟通讨论，确立了标准起草的技术路线。

2025 年 2 月初步完成了晶硅太阳能电池安全生产管理的调研工作，编制组开展了晶硅电池生产企业的实地调研，收集生产工艺流程、危险源识别、现有安全管理措施等数据，了解了国内生产企业信息，调研了国内外相关标准。

2025 年 2 月，召开专家研讨会，初步形成标准草案稿，重点论证生产工序安全要求、辅助系统安全要求、消防设施及安全管理和应急处置等内容。

2025 年 3 月，召开研讨会，对草案稿进行讨论。

2025 年 3 月，进一步修改完善形成征求意见稿。

（四）主要起草人及其所做工作

郭槿君（横店集团东磁股份有限公司），全面负责标准的修订过程。

吕　韩（浙江省应急管理科学研究院），负责国内外同类标准的调研工作，及技术参数的评估确定，标准文本的起草工作

李宝德（横店集团东磁股份有限公司），葛政亮（横店集团控股有限公司）负责标准内容的论证工作。

二、标准编制原则及主要技术内容论证

（一）标准编制原则

1.安全性原则

本标准以保障从业人员生命健康和企业生产安全为核心，所有技术条款和管理要求的制定均以预防事故、控制风险为前提。具体包括风险源头控制、冗余防护设计、应急响应保障。

2.先进性原则

为了适应标准化工作的需要，进一步与国际先进标准相协调，结合国际先进经验与行业技术发展趋势，推动标准与国际接轨，提升企业全球竞争力。

3.统一性原则

本标准为团体标准，确保标准与现行法律法规、国家标准体系协调一致，避免交叉矛盾。

4.本土化原则

本标准立足中国产业实际，兼顾不同规模企业的实施可行性。

5.适用性原则

本标准的编制结合我国晶硅电池生产的行情，确保标准条款具备可操作性和普适性，适应多样化生产场景。

（二）确定标准主要技术内容的论据

1. 标准引用情况说明

序号	首次出现的条款号或附录号	类型	主要内容	引用文件号/标准号	引用文件/标准名称	引用的主要相关内容
1	3.1-3.6	术语	术语	GB 50704-2011	硅太阳能电池工厂设计规范	晶硅太阳能电池、特种气体、工艺尾气等 7 个术语定义
2	4.1	通用要求	耐火等级	GB50016-2014	建筑设计防火规范	厂房和库房耐火等级
3	4.2	通用要求	防雷设计	GB50057-2010	建筑物防雷设计规范	建筑物的防雷措施
4	4.9	通用要求	厂房和仓库办公室和休息室	GB50016-2014	建筑设计防火规范	厂房和仓库平面布置
5	5.4	生产工序安全要求	火灾危险性	GB50016-2014	建筑设计防火规范	厂房和仓库危险性分类
6	6.1	辅助系统安全要求	特种气体站房布置、储存量、火灾危险性类别	GB50646—2020	特种气体系统工程技术标准	特种气体站房一般规范
7	6.2	辅助系统安全要求	特种气体系统气瓶	GB50646—2020	特种气体系统工程技术标准	特种气体系统一般规范
	6.2	辅助系统安全要求	特种气体生产储存量	GB18218—2018	危险化学品重大危险源辨识	特种气体站房达到重大危险源的设计
8	6.4	辅助系统安全要求	放散管	GB16912-2008	深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程	防毒、防冻伤、防窒息

序号	首次出现的条款号或附录号	类型	主要内容	引用文件号/标准号	引用文件/标准名称	引用的主要相关内容
9	6.5	辅助系统安全要求	尾气系统	GB50019-2015	工业建筑供暖通风与空气调节设计规范	尾气处理系统设备
10	7.1	消防设施要求	安全疏散	GB17945-2024	消防应急照明和疏散指示系统	应急照明和疏散指示系统
11	8.1	安全管理和应急处置	安全管理	GB/T33000-2016	企业安全生产标准化基本规范	安全生产标准化建设
	8.3	安全管理和应急处置	应急措施	GB/T29639-2020	生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则	综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案

2. 确定标准主要内容的依据

晶硅太阳能电池安全生产管理规程主要由通用要求、生产工序安全要求、辅助系统的安全要求、消防设施要求、安全管理和应急处置组成。针对硅太阳能电池厂的安全设计有 GB 50704-2011《硅太阳能电池工厂设计规范》，特种气体系统安全设计有 GB 50646-2020《特种气体系统工程技术标准》，电池组件安全环境的有 GB/T 29195-2012《地面用晶体硅太阳电池总规范》，评估屋顶光伏系统的防火安全的有 GB/T 37237-2018《光伏组件防火性能试验方法》，组件安全认证有 T/CPIA 003-2019《光伏组件安全认证技术规范》，光伏建筑的有 T-CECS 10054-2019《光伏建筑一体化系统防火技术规程》，但针对晶硅太阳能电池的安全生产管理没有相关的标准要求，主要包括通用性、生产工序、辅助系统、消防设施、安全管理和应急处置等方面要求，本规程侧重生产安全管理，与 GB 50704-2011《硅太阳能电池工厂设计规范》的工厂设计技术要求形成“设计-管理”闭环管理，同时也细化 GB 50646-2020《特种气体系统工程技术标准》的安全，强化安全管理要求。

（三）主要编制内容说明

1. 标准英文名称

标准的英文为Safety Production Management Regulations for Crystalline Silicon Solar Cells。

2. 标准结构

由于本标准是团体标准，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。

3. 通用要求

晶硅电池的建筑防火设计及厂房、仓库防雷设计等均参照现有国标 GB 50016、GB 50057 等执行，其中 4.4 对化学品中间仓库、柴油库、柴油发电机房间、电动叉车及 AGV 充电区、划片机及集尘器的防火隔墙、防火门明确了要求。4.5 对存在可燃性粉尘工序的除尘装置明确了要求。消防重点部位的视频监控装置，消控室、中控室的人员巡查和值守在 4.6 中进行了明确。同时通用要求 4.7-4.11 里对灭火、火灾探测器和自动灭火装置以及挂牌上锁、警示标识、防火隔墙的耐火极限明确了相关要求。对于全厂设置自动喷淋系统，有不适用于 AGV 小车等的锂离子电池的特殊情况。

4. 生产工序安全要求

生产工序中 5.1 对涉及易燃易爆化学品的叉车明确应采用手动叉车或防爆型叉车，5.2-5.3 对三氯氧磷的运输，以及三氯氧磷、TMA、酒精等危化品区域设置可燃（有毒）气体浓度报警装置和事故通风规定了要求。5.4 对工厂的危化品中转库、暂存区火灾风险，参照 GB50016 明确了规定。5.5-5.10 中，对大功率电气设备、电气火灾监控系统，以及丙类建筑的间距和事故通风、湿制程和有机排的安全设施、硅烷管道的安全设计等方面均进行了明确。

5. 辅助系统安全要求

辅助系统包含气体站房、特种气体系统、化学品供应系统、大宗气体供给系统、尾气系统以及夹层管理。

（1）气体站房

标准对气体站房的布局、消防参考现有国标明确了具体要求。

（2）特种气体系统

特种气体系统的设计在参考现有国家标准的基础上，对特种气体柜、阀门箱、事故排风机、特种气体管道等设备及相关联的报警联锁有了进一步详细要求，同

时特气站房气体一旦储存量超限，就会构成重大危险源，其设计应满足现行国家标准《危险化学品重大危险源辨识》GB18218 的有关规定。

（3）化学品供应系统

晶硅电池生产过程的化学品供应系统应根据生产工艺和化学品的品质、数量、物理化学特性等确定，规模化连续生产的晶硅太阳能电池工厂，宜设置化学品集中供应系统，标准对化学品库、中间库、分配间的储存、安全设施、输送设备及管材管件等设计进行了详细规定，

（4）大宗气体供应系统

标准给出了硅太阳能电池厂房大宗气体供气方式的几种方式，并对其中氧气管道的放散管和安全技术措施提出了相关要求。

（5）尾气系统

硅晶电池生产过程会产生有害物质，本标准对产生有害物质的工艺生产设备，建议宜采用自动化，并应采取密闭、隔离和负压操作措施，同时本标准明确了排风系统及废气处理系统设备的防爆要求，对于排风中有爆炸风险、毒性的物质，标准对其排风系统设计以及消防要求做了进一步要求。

（6）夹层管理

标准对夹层的人员进出管理、夹层巡检路线以及夹层的安全防护设计和措施方面明确了要求，通过安全设施的监控加上现场人员管理确保夹层的安全。

6.消防设施要求

晶硅电池的消防设施包括安全疏散设施、灭火系统、通风设施、排烟设施、消防应急器材以及电气设施。其中晶硅电池生产过程可能存在粉尘、有害气体（含窒息气体）、可燃蒸汽，标准规定该部分应设置工作通风设施，而对于二甲苯、层压、自动焊、湿制程、扩散、PECVD、丝印、烧结过程应设置局部抽排风设施。标准对重点区域的排烟设施进行详细的要求，包括其与外面连通部位的安全要求。考虑到晶硅电池生产需要性质各异的特种气体和化学品，标准对需要配备的消防应急器材进行了详细罗列，确保不同特种气体和化学品以及常规火灾合适的消防器材。

7.安全管理和应急处置

标准不仅定义了晶硅电池的安全设计方面具体要求，同时在生产管理上结合

安全生产法律法规和企业经验基础上明确了相关要求，其中电池片生产企业应至少通过三级企业安全生产标准化评审，满足国家安全生产基本的规章制度和操作规程。应急措施上，电池片生产企业应按国家要求编制综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案，其中标准对消防重点部位进行了具体要求，宜成立基层灭火组织。

三、采用国际标准和国外先进标准的程度

（一）采标情况

国外没有一个完全针对晶硅电池安全生产管理的标准，本标准参考了《光伏系统—文件、调试测试和检验》中关于电气安全和系统测试的要求（IEC 62446-1:2016）、美国国家电气规范中关于危险区域电气设备防爆的条款（NFPA 70 (NEC)）、《半导体制造设备安全指南》中关于特种气体系统、化学品管理的技术要求（SEMI S2-0421E）、环境管理体系标准中关于危险废物处理和应急响应的要求（ISO 14001:2015）、《爆炸性环境—爆炸预防和防护》中关于可燃气体和粉尘爆炸风险控制的规范（EN 1127-1:2019）。

（二）与国际、国外同类标准水平的对比情况

在气体系统安全管理方面，本规程对硅烷、氨气等特种气体的管道设计、泄漏监测及应急处理要求与 SEMI S2 标准基本一致，并强化了双套管和冗余控制措施。化学品储存与分配的防火分隔要求、应急淋浴设施配置与 NFPA 70 及 ISO 14001 协调一致，同时结合国内实际细化了对危化品中转库的分隔比例限制。消防设施要求（如自动喷淋系统、排烟设施）参考了 NFPA 101《生命安全规范》，但针对锂离子电池火灾的特殊性，增加了大流量水灭火和局部自动灭火装置的优先配置要求。

（三）与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

编制组对国际主流晶硅电池生产企业的安全管理体系及设备进行了调研，测试了多家国外同类工厂的消防系统响应时间、气体泄漏报警灵敏度等关键参数。结果表明，本规程提出的硅烷管道双套管压力监测、废气处理系统防爆设计等技术要求，能够有效覆盖国际同类标准的防护水平，且在夹层安全管理、AGV 充电区防火分隔等细节上更具针对性。

四、与有关现行法律、法规和其他相关标准的关系

本规程符合《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国消防法》《中华人民共和国职业病防治法》中关于生产安全、职业病防护及消防设施配置的强制性要求。依据《危险化学品安全管理条例》对三氯氧磷、硅烷等危化品的储存、运输及泄漏应急措施进行了规范，因而，本标准是贯彻实施相关国家法律法规的技术基础，满足行业监督管理需要。

本规程的建筑防火设计引用 GB 50016《建筑设计防火规范》，细化丙类厂房的防火分区设置要求。特种气体系统技术要求与 GB 50646《特种气体系统工程技术规范》、GB 50704《硅太阳能电池工厂设计规范》保持一致，并补充了硅烷管道双套管和事故排风联锁控制的具体条款。消防应急设施要求与 GB 50140《建筑灭火器配置设计规范》、GB 50974《消防给水及消火栓系统技术规范》相衔接，同时针对锂离子电池火灾特性调整喷淋系统适用范围。本规程填补了晶硅电池生产领域综合性安全生产标准的空白，与现有标准（如 GB/T 29639《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》）形成互补，共同构建覆盖设计、施工、运维全流程的安全管理体系。

五、重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据

无

六、标准性质建议

晶硅太阳能电池生产过程涉及易燃易爆气体（如硅烷）、高危化学品（如三氯氧磷、TMA）及高能耗设备，一旦发生事故可能造成重大人员伤亡、环境污染及财产损失。根据《中华人民共和国标准化法》对“保障人身健康和生命财产安全”的强制性要求，建议本规程作为团体标准实施，以确保以下目标：统一晶硅电池生产企业团体的安全技术门槛，避免因标准差异导致的安全漏洞；强制规范特种气体系统、危化品管理、夹层区域等高风险环节的技术措施，降低火灾、爆炸、中毒等事故概率；为监管部门提供明确执法依据，强化企业主体责任落实。

七、 标准实施日期的建议及依据

（一）实施日期的建议

建议本规程自发布之日起 X 个月后正式实施。

（二）依据

（1）技术改造与成本投入

现有企业需对特种气体管道系统、夹层防火分隔、锂离子电池灭火设施等进行改造，预计平均周期为 X 个月。新建项目可直接按本规程设计，无需过渡期。

（2）老旧产品退出市场

不符合本规程要求的防爆电气设备、单层化学品管道等需逐步替换，预计市场淘汰周期为 X 个月

（3）社会影响

2022 年我国晶硅电池年产量就已经占全球 80%以上，本规程实施后，预计可减少行业事故率 X%，年直接经济损失降低约 X 亿元。

八、 实施标准的有关政策措施

作为团体标准，建议在标准生效前，应注意针对广大的生产企业和检测检验机构开展标准宣贯工作，宣讲标准主要内容和原因，帮助理解标准要求及其应用。

九、 其他应予以说明的事项

无