CECS CECS×××

中国工程建设标准化协会标准

建筑光伏幕墙设计标准

Standard for design of building PV curtain wall

（征求意见稿）

**20XX北京**

中国工程建设标准化协会标准

建筑光伏幕墙设计标准

Standard for design of building PV curtain wall

**T/CECS \*\*\* -20XX**

主编单位：xxxxxxxx

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX年××月××日

中国计划出版社

20XX 北 京

**前    言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2019年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2019]12号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准共分7章和2个附录，主要技术内容包括：1 总则、2 术语与符号、3 基本规定、4 材料与设备、5 光伏构件设计、6 建筑与结构设计、7 电气设计。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由珠海兴业绿色建筑科技有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：珠海市香洲区金珠路9号，邮政编码：519085）。

主 编 单 位：珠海兴业绿色建筑科技有限公司

参 编 单 位：

主要起草人：

主要审查人：

目录

1 总 则 1

2 术 语、符 号 2

2.1 术 语 2

2.2 符 号 2

3 基本规定 5

3.1 一般规定 5

3.2 系统分类 5

4 材料与设备 6

4.1 一般规定 6

4.2 光伏构件用材料 6

4.3 电缆 7

4.4 逆变器 9

4.5 储能装置 9

5 光伏构件设计 10

5.1 一般规定 10

5.2 光伏构件的构造设计 10

5.3 光伏构件的建筑物理性能设计 13

5.4 光伏构件内部电气设计 15

6 建筑与结构设计 17

6.1 一般规定 17

6.2 建筑设计 17

6.3 结构设计 20

7 电气设计 22

7.1 直流设计 22

7.2 交流侧设计 25

7.3 并网设计 26

7.4 监测系统 28

7.5 线缆敷设 28

7.6 防雷与接地 28

附 录 A 夹胶光伏构件胶膜厚度选用准则 29

附 录 B 发电量计算 30

本标准用词说明 32

引用标准名录 33

#

**Contents**

[1 General provisions](#_Toc10877) 1

[2 Terms and symbols](#_Toc26156) 2

[2.1 Terms](#_Toc25915) 2

[2.2 Symbols](#_Toc5481) 2

[3 Basic Requirements](#_Toc29125) 5

[3.1 General Requirements](#_Toc30508) 5

[3.2 Taxonomy](#_Toc13297) 5

[4 Materials and equipment](#_Toc353) 6

[4.1 General Requirements](#_Toc3523) 6

[4.2 PV components](#_Toc19126) 6

[4.3 Cable](#_Toc27907) 7

[4.4 Inverter](#_Toc15456) 9

[4.5 Energy storage device](#_Toc9843) 9

[5 PV components design](#_Toc12012) 10

[5.1 General Requirements](#_Toc5083) 10

[5.2 Structural design of PV components](#_Toc12974) 10

[5.3 Building physical performance design of PV components](#_Toc21314) 13

[5.4 Internal Electrical design of PV components](#_Toc2190) 15

[6 Design of building and Structural](#_Toc14597) 17

[6.1 General Requirements](#_Toc13882) 17

[6.2 Architectural design](#_Toc21434) 17

[6.3 Structural design](#_Toc14611) 20

[7 Electrical Design](#_Toc6130) 22

[7.1 DC design](#_Toc13639) 22

[7.2 AC side design](#_Toc15200) 25

[7.3 Grid-connected design](#_Toc11000) 26

[7.4 Supervision and control System](#_Toc16885) 28

[7.5 Cable laying](#_Toc18786) 28

[7.6 Lightning protection and earthing](#_Toc5341) 28

[Appendix A Selection criteria for film thickness of laminated PV components](#_Toc12951) 29

[Appendix B Power generation calculation](#_Toc16477) 30

[Explanation of wording in this standard 32](#_Toc30808)

[List of quoted standards](#_Toc31378) 33

#  总 则

### 1.0.1为保证建筑光伏幕墙工程设计质量，满足安全适用和绿色经济等基本要求，制定本标准。

### 1.0.2本规范适用于新建、改建和扩建的民用建筑的光伏幕墙设计，包括并网光伏系统和微网光伏系统。特殊条件下或有特殊要求的光伏幕墙应按专门规定进行设计。

### 1.0.3光伏幕墙设计除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

#  术 语、符 号

## 术 语

### 光伏构件 PV components

具备光伏发电功能的建筑材料或建筑构件。

### 光伏幕墙 PV curtain wall

具有光伏发电功能的幕墙。

注：采光顶为幕墙的一种特殊形式。

* 1. 薄膜电池芯片 Thin film battery chip

指可进行物理连接和电气连接的发电单元，这个发电单元一般包含基底和位于基底上的发电膜层。

**【条文说明】薄膜电池芯片常用基底为普通浮法玻璃。**

##  符 号

*A*a——薄膜太阳电池面积总和；

*A*b——边框面积；

*A*Si——所有晶体硅太阳电池面积总和，穿孔型晶体硅太阳电池应减去空洞部分；

*a1*——矩形玻璃板块竖向边长；

*a2*——矩形玻璃板块横向边长；

*b1*——玻璃与左、右边框的平均间隙；

*b2*——玻璃与上、下边框的平均间隙；

*Cc*——储能电池总容量；

*D*——最长无日照期间用电时数，即当地最大连续阴雨用电时数；

*df*——构件在风荷载标准值或永久荷载标准值作用下产生的挠度值；

*df,lim*——构件挠度限值；

*Ep*——发电量；

*ES*——标准条件下的辐照度（常数=1 kW•h/m2）；

*F*——储能电池放电效率的修正系数，通常为1.05；

*fw*——光伏构件的的极限温差形变，在无实验数据的情况下可取2mm；

*H*——光伏构件在垂直方向上连续安装的高度；

*HA*——水平面太阳能总辐照量；

*K*——综合效率系数；

*Ka*——效率系数，包括储能电池的放电效率，控制器、逆变器以及交流回路的效率；

*Kv*——光伏构件的开路电压温度系数；

*K'v* ——光伏构件的工作电压温度系数；

*K1*——光伏幕墙方阵的安装倾角与方位角修正系数。

*K2*——光伏构件衰减修正系数；

*K3*——光伏玻璃幕墙组件温度修正系数；

*Kp*——光伏玻璃幕墙组件峰值功率温度系数；

*K4*——光伏构件表面污染及遮挡修正系数；

*K5*——光伏组串适配系数；

*K6*——光伏幕墙发电系统可用率；

*K7*——逆变器平均效率；

*K8*——集电线路损耗系数；

*L*——上下相邻光伏构件边缘间的间距（通风口高度方向上的尺寸）；

*N*——光伏构件串联数（N取整）；

*PAZ*——组件安装容量；

*P0*——负载功率；

*R*——构件抗力设计值；

*S*——荷载效应按基本组合的设计值；

*SE*——地震作用效应和其他荷载效应按基本组合的设计值；

*t*——光伏构件昼间环境极限低温；

*t'*——工作状态下光伏构件的电池极限高温；

*tavg*——当地平均气温；

*U*-储能电池的放电深度；

*ulim*——由主体结构层间位移引起的分格框的变形限值；

*Vdcmax* ——逆变器和光伏构件允许的最大系统电压，取两者小值；

*VMPPTmin*——逆变器MPPT电压最小值；

*Voc* ——光伏构件的开路电压；

*Vpm*——光伏构件最佳工作电压；

*X*——建筑光伏构件边框长度；

*Z*——建筑光伏构件边框宽度；

*φ*——透光率；

*φ*c——透明部分的透光率总和；

*φ*c'——电池部分的透光率总和；

*γ0*——结构构件重要性系数；

*γRE*——结构构件承载力抗震调整系数。

# 基本规定

##  一般规定

### 新建光伏幕墙的设计应纳入建筑工程设计，统一规划和管理，与建筑工程同时投入使用；改建和扩建光伏幕墙的设计应按建筑工程设计审批程序进行专项工程的设计。

### 光伏幕墙设计应做到技术先进、经济合理、实用可靠。

### 光伏幕墙设计使用年限应不小于25年，与主体相连的预埋或后置连接件的设计使用年限应与主体使用年限相同。

**【条文说明】即使光伏构件因为衰减而出现电气性能下降，也不应影响围护结构25年的设计使用年限要求。**

### 光伏幕墙的电气系统应满足《民用建筑电气设计规范》JGJ 16的相关要求。

### 光伏幕墙性能应满足《建筑幕墙》GB/T 21086、《建筑玻璃采光顶技术》JG/T 231的相关要求。

**【条文说明】光伏幕墙的抗风压性能、气密性能、水密性能、热工性能、隔声性能、耐撞击性能、光学性能、承重性能、平面内变形性能和抗震性能等指标应满足标准要求。**

### 光伏幕墙作为建筑的一部分，其防火设计应符合《建筑防火设计规范》GB 50016的有关规定。

##  系统分类

1. 光伏幕墙发电系统按接入电网方式可分为下列两种系统：
2. 并网光伏幕墙发电系统；
3. 微网光伏幕墙发电系统。
4. 光伏幕墙发电系统按光伏构件类型分为下列两种系统：
5. 晶体硅光伏幕墙发电系统；
6. 薄膜光伏幕墙发电系统。

#  材料与设备

## 一般规定

### 光伏幕墙材料应符合国家现行标准的有关规定及设计要求，尚无相应标准的材料应符合设计要求。

### 光伏幕墙用材料在满足安全性、耐候性和可靠性的同时，还应符合国家节能要求和环保要求，其性能应满足设计要求。

### 直流配电柜设计应满足现行国家标准《低压成套开关设备和控制设备》GB 7251.1的相关规定。

### 直流汇流箱设计应满足现行国家标准《光伏发电站汇流箱技术要求》GB /T 34936的相关规定。

### 交流配电柜、及直流配电柜设计应满足现行国家标准《低压成套开关设备和控制设备》GB 7251.1的相关要求。

### 数据采集和监控系统应符合《用户侧并网光伏电站监测系统技术规范》CGC/GF020相关规范。

##  光伏构件用材料

### 光伏构件所选用的玻璃外观、质量和性能应符合下列国家现行标准的规定：

1 《平板玻璃》GB11614；

2 《建筑用安全玻璃 第2部分：钢化玻璃》GB15763.2；

3 《建筑用安全玻璃 第3部分：夹层玻璃》GB15763.3；

4 《建筑用安全玻璃 第4部分:均质钢化玻璃》GB15763.4；

5 《半钢化玻璃》GB 17841；

6 《中空玻璃》GB/T11944；

7 《着色玻璃》GB/T 18701；

8 《镀膜玻璃 第一部分 阳光控制镀膜玻璃》GB/T18915.1；

9 《镀膜玻璃 第二部分 低辐射镀膜玻璃》GB/T18915.2；

10 《真空玻璃》JC/T1079；

11 《超白浮法玻璃》JC/T 2128。

### 光伏构件的封装材料应符合下列国家现行标准的规定：

1 《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776；

2 《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB／T14683；

3 《中空玻璃用硅酮结构密封胶》GB 24266；

4 《中空玻璃用丁基热熔密封胶》JC/T 914；

5 《建筑光伏组件用乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)胶膜》JG/T 450；

### 6 《建筑光伏组件用聚乙烯醇缩丁醛(PVB)胶膜》JG/T 449；

7 《建筑光伏夹层玻璃用封边保护剂》JG/T 465；

8 《建筑门窗幕墙用中空玻璃弹性密封胶》JG/T471；

9 《建筑物隔热用硬质聚氨酯泡沫塑料》GB 10800。

### 光伏构件用密封胶、结构胶、夹胶、背板、玻璃、垫块、边框等材料之间应具有相容性。

### 光伏构件柔性材料应符合《建筑用柔性薄膜光伏构件》JG/T 535。

### 带铝合金边框光伏构件的铝合金材料的牌号所对应的化学成分应符合《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190的有关规定。铝合金型材加工应符合《铝合金建筑型材》GB 5237、《建筑用隔热铝合金型材》JG 175的规定，其截面尺寸允许偏差不应低于高精级的要求。

##  电缆

### 光伏专用电缆选型应满足以下要求：

1. 光伏专用直流电缆应通过相关认证测试；
2. 耐受电压不应小于1000V；
3. 具备抗臭氧、抗紫外线、耐高温、耐湿热、耐严寒、耐凹痕、无卤、阻燃、经受机械冲击等特性；
4. 光伏电缆宜选用带非金属护套的电缆或金属铠装电缆；
5. 运行环境温度为-40~90℃，电缆导体最高工作温度120℃；
6. 正常使用寿命不低于25年；
7. 电缆导体符合EN 60228 第5类要求，必须镀锡；
8. 电缆绝缘层厚度应不小于0.5mm。

### 电力电缆选型应满足以下要求：

* 1. 电缆导体材质、芯数、绝缘类型、绝缘水平、护层类型、金属屏蔽应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217和《建筑物电气装置》GB 16895中关于载流量的规定。电缆截面应充分考虑敷设方式及敷设环境温度的影响；
	2. 在易燃、易爆、特别潮湿、对铝有腐蚀、人员聚集较多、重要的资料室、计算机房、重要的库房、消防线路、紧靠高温设备及有特殊规定的其他场所应选用铜芯电缆；
	3. 电力电缆在在型材空腔、槽盒、桥架内敷设或电缆成束敷设时，应采用阻燃电缆；
	4. 接地线应用铜芯电缆；
	5. 架空绝缘电力电缆宜采用钢芯铝绞线。

### 信号电缆应满足以下要求：

* 1. 信号电缆，包括控制电缆和通信电缆，其布线及接口应符合现行国家标准《综合布线系统工程设计规范》GB 50311中的规定；
	2. 数据通信中可用的传输介质宜选用双绞线、同轴电缆和光缆。

###  线缆保护线管和桥架应满足以下要求

1. 电缆桥架应符合现行行业标准《电控配电用电电缆桥架》JB/T 10216和《民用建筑电气设计规范》JGJ/T 16的有关规定；
2. 钢制电缆桥架应符合现行国家标准《节能耐腐蚀钢制电缆桥架》GB/T 23639和现行行业标准《户内户外钢制电缆桥架防腐环境技术要求》JB/T 6743的有关规定；
3. 电缆保护管的选择，应满足使用条件所需的机械强度和耐久性，满足电气设计使用寿命。

## 逆变器

### 并网逆变器应符合《光伏并网发电逆变器技术要求》GB/T 37408的要求。

### 储能逆变器应符合《电化学储能系统储能变流器技术规范》GB/T34120的要求。

### 微型逆变器应符合《光伏并网微型逆变器技术规范》NB/T 42142的要求。

### 逆变器外壳防护等级应符合《光伏发电并网逆变器技术规范》NB/T 32004中的相关规定，室内放置的应符合IP20的防护等级，室外的应符合IP54的防护等级。

### 逆变器的材料防火要求应该符合《光伏发电并网逆变器技术规范》NB/T 32004中的要求。

### 海拔超过2000m的地区，逆变器应按照《光伏发电并网逆变器技术规范》NB/T 32004中对海拔的要求进行降额使用。

## 储能装置

### 电池储能功率控制系统应符合《电池储能功率控制系统技术条件》NBT 31016的相关规定。

### 铅酸蓄电池应符合《储能用铅酸蓄电池》GB/T 22473中的相关规定。

### 锂电池应符合《[锂离子蓄电池总成接口和通讯协议](http://www.biaozhuns.com/archives/20120929/show-117403-87-1.html%22%20%5Ct%20%22_blank%22%20%5Co%20%22JB/T%2011138-2011%20%E9%94%82%E7%A6%BB%E5%AD%90%E8%93%84%E7%94%B5%E6%B1%A0%E6%80%BB%E6%88%90%E6%8E%A5%E5%8F%A3%E5%92%8C%E9%80%9A%E8%AE%AF%E5%8D%8F%E8%AE%AE)》JB/T 11138、《[锂离子蓄电池模块箱通用要求](http://www.biaozhuns.com/archives/20120929/show-117406-87-1.html%22%20%5Ct%20%22_blank%22%20%5Co%20%22JB/T%2011141-2011%20%E9%94%82%E7%A6%BB%E5%AD%90%E8%93%84%E7%94%B5%E6%B1%A0%E6%A8%A1%E5%9D%97%E7%AE%B1%E9%80%9A%E7%94%A8%E8%A6%81%E6%B1%82)》JB/T 11141中的相关规定，根据不同种类，锰酸锂蓄电池还应符合《[锰酸锂蓄电池模块通用要求](http://www.biaozhuns.com/archives/20120929/show-117404-87-1.html%22%20%5Ct%20%22_blank%22%20%5Co%20%22JB/T%2011139-2011%20%E9%94%B0%E9%85%B8%E9%94%82%E8%93%84%E7%94%B5%E6%B1%A0%E6%A8%A1%E5%9D%97%E9%80%9A%E7%94%A8%E8%A6%81%E6%B1%82)》JB/T 11139的要求，磷酸亚铁锂蓄电池还应满足《[磷酸亚铁锂蓄电池模块通用要求](http://www.biaozhuns.com/archives/20120929/show-117405-87-1.html%22%20%5Ct%20%22_blank%22%20%5Co%20%22JB/T%2011140-2011%20%E7%A3%B7%E9%85%B8%E4%BA%9A%E9%93%81%E9%94%82%E8%93%84%E7%94%B5%E6%B1%A0%E6%A8%A1%E5%9D%97%E9%80%9A%E7%94%A8%E8%A6%81%E6%B1%82)》JB/T 11140的要求。

# 光伏构件设计

## 一般规定

### 光伏构件按封装类型可分为：玻璃封装光伏构件、柔性封装光伏构件、金属板封装光伏构件、人造板封装光伏构件。

### 玻璃封装光伏构件按构造可分，单玻封装、双玻组件、中空玻璃光伏构件等。

### 光伏构件按光伏电池的类型可分为晶体硅光伏构件、薄膜光伏构件等。

### 光伏幕墙定制构件的设计应满足国家现行标准《建筑用光伏构件通用技术要求》JG/T492的相关规定。

### 光伏构件所选用的玻璃应满足国家现行标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ113的相关规定。

### 玻璃封装光伏构件应满足国家现行标准《玻璃幕墙工程技术规范》（JGJ 102）和《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ255中玻璃选型和结构计算的相关规定。

### 金属板封装光伏构件应满足国家现行标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133中板材选型和结构计算的相关规定。

### 人造板封装光伏构件应满足国家现行标准《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336中板材选型和结构计算的相关规定。

### 光伏夹层玻璃应符合《建筑用太阳能光伏夹层玻璃》GB 29551的性能要求；光伏中空玻璃应符合《建筑用太阳能光伏中空玻璃》GB/T 29759的性能要求。

### 光伏幕墙定制光伏构件的设计，应根据产品的技术路线以及技术要求原则来选型和设计。

## 光伏构件的构造设计

### 光伏构件选用的普通钢化玻璃宜经过均质化处理。

### 夹胶光伏构件的胶片层应满足强度和耐候要求，厚度选择应符合建筑安全要求。宜优先选用PVB，其厚度选用准则遵照附录A。外露的光伏夹胶玻璃边缘应封边处理。

### **【条文说明】其它种类胶膜包括EVA或离子型聚合物等，其厚度根据材料性能确定，可参考附录A选取。**

### 夹胶光伏构件的各层玻璃如作为结构受力构件参与结构计算时，各层单片玻璃厚度差不宜大于3mm。

**【条文说明】无论是两层还是三层的夹胶光伏构件，各层玻璃如共同受力参与结构计算，厚度相差过大，则两片玻璃受力不均匀，容易产生破裂。但是如果某一层玻璃不参与受力计算，如6T+0.76PVB+2T钢化夹胶玻璃，所有荷载均由6mm钢化玻璃承担，2mm钢化玻璃仅视为一层保护膜不参与结构计算，则可以不考虑“厚度差3mm”的要求，又如：8T+1.14PVB+3.2+1.14PVB+8T钢化夹胶玻璃，中间的3.2mm玻璃为薄膜电池的芯片，不钢化，不参与受力，同样为设计合理的光伏构件。**

### 单玻封装光伏构件的玻璃厚度不宜小于5mm。

**【条文说明】单玻封装光伏构件的结构构成通常为玻璃+EVA+PV+EVA+光伏背膜，由于多了两层胶片，使得该结构的抗冲击性能（软物冲击和硬物冲击）增加，满足安全玻璃的要求，而该类构件必须采用有边框的设计，这就避免了裸边玻璃在运输安装过程中小于6mm情况下容易破损的问题。因此，单层玻璃夹胶光伏构件的最小玻璃厚度定为5mm。**

### 光伏构件整体尺寸应与建筑模数尺寸相统一，便于与建筑构件相衔接，且应符合《建筑模数协调统一标准》GB50002的相关规定。

### 光伏构件的尺寸应尽可能与太阳电池模数相协调，根据常规模数进行光伏方阵组合设计。综合考虑透光性、发电效率、发电量、电气和结构安全。晶体硅太阳电池的内部连线除考虑电气性能以外还需考虑建筑美观性能。

### 晶硅光伏构件的尺寸以晶硅芯片数的整数串并联关系确定，晶硅芯片的间距应符合电气绝缘及安全电压要求，带封边边框的光伏构件的电池边距应不小于15mm，不带封边边框的光伏构件的电池的边距不小于30mm。晶硅构件的设计满足现行国家标准《地面用晶硅光伏组件设计鉴定与定型》GB/T 9535的要求。

### 薄膜光伏构件的尺寸以薄膜电池芯片的整数串并联方式及数量确定，薄膜构件的设计满足现行国家标准《地面用薄膜光伏组件设计鉴定与定型》GB/T 18911的要求。

### 薄膜电池芯片或晶硅电池片可根据建筑效果的需要合理裁剪、拼接、组装。应兼顾电池芯片的排布规则，考虑异型构件对电气设计的影响。

**【条文说明】为了提高光伏屋面建筑光伏构件的承载力和安全度，内外片玻璃均可采用半钢化或钢化玻璃，每片玻璃的厚度可根据工程实际情况计算。外片玻璃越厚，光的透过就会越少，影响太阳电池的发电效率，因此建材型光伏构件的尺寸不宜过大，宜采用有良好温度应力的玻璃。晶体硅太阳电池的内部连线除考虑电气性能外，还需考虑建筑美观性能。**

**标准薄膜电池片常规尺寸有四种（单位均为mm）：1245×635、1300×1100、1400×1100、1200×600；标准正方形晶硅芯片常规模数有：156.75mm, 158.75 mm, 166 mm，182 mm和210mm。**

**为了满足建筑尺寸和建筑效果的要求，无论是薄膜电池芯片或是晶硅芯片均可进行裁剪再拼装，为了满足损耗低、可利用率高的要求芯片的裁剪不宜随心所欲，宜兼顾上述标准尺寸的模数。**

**在圆形或不规则型屋顶或墙面安装建筑光伏构件时，往往受到总面积和建筑光伏构件排布设置的影响，会有部分区域发电组件的设置不经济。此时，为满足美观的需要，采用外型一致但无发电功能的建筑光伏构件予以填充，此类建筑光伏构件被称为“装饰片”，其外形往往呈现不规则形。除了充作“装饰片”的建筑光伏构件不安装接线盒和单线外，其他部分的材料和制作工艺应同标准建筑光伏构件一致。**

### 光伏构件固定边框安装位置设计，应避免边框投射阴影对电池的遮挡。

### 光伏构件燃烧性能应符合《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624中不低于B1级的要求。

## 光伏构件的建筑物理性能设计

### 建筑光伏构件的光学和热学性能应符合《玻璃幕墙光热性能》GB/T 18091的要求。

**【条文说明】建筑光伏构件玻璃的可见光透射比、传热系数、可见光反射比等参数应满足建筑热工要求。**

###  有遮阳、保温、隔热功能的建筑光伏构件应作热工分析，计算太阳得热系数、传热系数，满足围护结构热工性能要求。

### 薄膜光伏构件的透光率可按下式计算：



*φ* = [(*X*×*Z*－*A*a－*A*b)×*φ*c＋*A*a×*φ*c']÷(*X*×*Z*)

式中：

*φ*—透光率（%）

*X*—建筑光伏构件边框长度（mm）

*Z*—建筑光伏构件边框宽度（mm）

 *φ*c—透明部分的透光率总和（%）

（*φ*c＝*φ*c1×*φ*c2×*φ*c3×*φ*f1×*φ*f2……，*φ*c1、*φ*c2、*φ*c3……分别为组成建筑光伏构件从外到内透明部分的透光率，*φ*f1、*φ*f2……分别为组成建筑光伏构件从外到内所有胶膜的透光率）

*φ*c'—电池部分的透光率总和（%）

（*φ*c'＝*φ*a×*φ*c2×*φ*c3×*φ*f1×*φ*f2……，*φ*a—薄膜电池芯片透光率（%），*φ*c2、*φ*c3……分别为组成建筑光伏构件从外到内电池部分的透光率，*φ*f1、*φ*f2……分别为组成建筑光伏构件从外到内所有胶膜的透光率）

*A*a—薄膜电池芯片面积总和（㎜2）

*A*b—边框面积（不带边框的取0）

**【条文说明】薄膜光伏构件采用激光/机械刻蚀法、打孔法实现透光率要求，通过调整薄膜电池芯片上的刻线宽度及数量或孔洞大小和数量来控制透光率大小。**

### 晶体硅光伏构件的透光率可按下式计算：



*φ* = (*X*×*Z*－*A*Si－*A*b)×*φ*c÷(*X*×*Z*)

式中：

*φ*—透光率（%）

*X*—建筑光伏构件边框长度（mm）

*Z*—建筑光伏构件边框宽度（mm）

*A*Si—所有晶体硅太阳电池面积总和，穿孔型晶体硅太阳电池应减去空洞部分（㎜2）

*A*b—边框面积，不带边框的取0

*φ*c—透明部分的透光率总和（%）

（*φ*c＝*φ*c1×*φ*c2×*φ*c3……，*φ*c1、*φ*c2、*φ*c3……分别为组成建筑光伏构件从外到内所有玻璃的透光率）

**【条文说明】晶硅光伏构件通过调整电池芯片之间的间距来实现透光率要求，并控制透光率大小**

### 光伏构件的颜色选择应符合下列要求：

1. 光伏构件及边框的颜色应符合建筑设计的要求；
2. 光伏构件的色彩均匀性应满足国家现行标准《建筑用光伏构件通用技术要求》JG/T492的相关规定。

**【条文说明】光伏构件的色彩可通过调整前板玻璃、背板玻璃或胶片的颜色和花纹来达到色彩一致的要求或其他建筑效果的要求。晶体硅太阳电池可以有多种颜色的选择，主要通过二氧化氮的用量来改变表面颜色。一般晶体硅光伏构件表面采用蓝色或黑色，因为这两种颜色对可见光波长的吸收最佳，如果换成其他颜色，对其波长的范围就会反映不敏感,影响太阳电池的效率。所以除了特定场合，一般不建议选用除蓝色或黑色以外的颜色。薄膜太阳电池常用的颜色为暗红色、深褐色、深灰色、深蓝色等，应根据建筑实际情况，选用合适的颜色，同时考虑相应的功率损失。**

## 光伏构件内部电气设计

### 光伏构件的设计应满足组件的结构安全、电气绝缘和接地的安全要求；

### 晶体硅光伏构件出线盒方向电池片数列宜布置为偶数；

### 电气连接的设计应满足接触压力不经非导电材料转递，并不受接线盒的弹性变形影响；

### 接线盒的选用，应满足其在使用过程中能承受相应的电气、机械、热和腐蚀应力的要求；

### 导线的接线端子压紧装置的压紧力设计合理，安装时不应损害导线，并连接可靠，且不受温度变化的影响；

### 导线的接线端子以及夹紧机构其机械强度、导电性、以及防腐性能应适合组件实际工况条件。潮湿的环境下，应有防止电化学腐蚀的措施。

### 光伏构件应设置旁路二极管，其选用的类型和参数，以及散热设计应满足光伏构件使用年限要求；

**【条文说明】光伏构件为避免局部阴影遮挡而设置旁路二极管。**

### 接线盒在光伏构件上的附着强度应符合《地面用晶硅光伏组件设计鉴定与定型》GB/T 9535或《地面用薄膜光伏组件光伏构件设计鉴定与定型》GB/T 18911中引出端强度试验要求

### 根据光伏幕墙类型采用不同类型的接线盒，用于建筑采光区域的建筑光伏构件，宜采用侧边接线盒，其它无特殊外观要求的可采用背接接线盒。

**【条文说明】若采用背接接线盒，则需安装在建筑光伏构件的边角处，不应影响建筑采光和室内效果。同时设计时考虑接线盒的可靠性。**

**普通光伏构件的接线盒一般粘在背面，接线盒较大，很容易破坏建筑物的内视甚至外视效果，通常不为建筑师所接受，因此设计时应将接线盒设置在边角处或隐藏起来，旁路二极管没有了接线盒的保护，要考虑采用其他方法来保护，可将旁路二极管和连接电缆线隐藏在幕墙骨架结构或线槽中，以防阳光直射和雨水侵蚀。**

### 侧边接线盒厚度不宜大于组件厚度。

### 带金属边框光伏构件应设置等电位连接孔。

# 建筑与结构设计

## 一般规定

### 玻璃光伏幕墙的建筑和结构设计应满足《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102等相关标准要求。

### 人造板材光伏幕墙的建筑和结构设计应满足《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336等相关标准要求。

### 金属与石材光伏幕墙的建筑和结构设计应满足《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133等相关标准要求。

### 光伏采光顶的建筑和结构设计应满足《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ255等相关标准要求。

## 建筑设计

### 光伏幕墙的设计应符合建筑设计要求。

1. 光伏幕墙应根据建筑功能、建筑外观、建筑耗电量以及周边环境条件等进行设计；
2. 建筑设计应为光伏幕墙的安装、使用、维护和保养等提供必要的承载条件和安装空间；
3. 光伏幕墙不得降低建筑本身或相邻建筑的建筑日照标准，应满足建筑的采光与通风要求；
4. 光伏幕墙宜安装在朝向南、东、西的建筑立面上，宜保证光伏幕墙每天接收不小于3小时的日照时长；
5. 光伏构件应具有可维修更换性；
6. 确定光伏构件的板块尺寸时，应有效提高玻璃原片利用率，同时应适应光伏构件生产设备的加工能力；
7. 光伏幕墙构件的类型、规格和安装位置应根据建筑设计和用户需求确定；
8. 应减少由于朝向和遮挡对光伏发电造成不利影响；
9. 应便于排水、除雪、除尘，保证通风良好；
10. 应满足消防要求和防雷要求；
11. 应便于光伏幕墙方阵和建筑相关部位的检修和维护，光伏幕墙宜预留检修通道。

### 光伏幕墙设计时其性能应满足相关标准规范的要求。

1. 公共建筑光伏幕墙的热工性能应满足《公共建筑节能设计标准》GB 50189的相关规定；居住建筑光伏幕墙的热工性能应满足《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134、《温和地区居住建筑节能设计标准》JGJ 475的相关规定；
2. 光伏幕墙的可见光反射比不得超过0.2。

### 光伏构件布置与分格宜考虑就近组串和电气特性一致性的要求。

### 光伏构件跨越变形缝布置时，应通过构造设计满足主体结构的变形要求。

【条文说明】：在做建筑幕墙分格设计时，一般不允许光伏构件跨越变形缝设置，如必须跨越设计，应采用一侧结构悬挑的方式，将跨越变形缝的光伏构件另一侧悬挑设置以适应建筑各个方向的变形量。

### 光伏幕墙应考虑通风散热。

**【条文说明】光伏构件电池工作温度不宜高于85℃，工作温度过高不仅仅影响电池的实时发电效率，也影响电池的寿命。**

### 光伏幕墙与建筑主体结构间宜预留通风间距，光伏幕墙宜开设通风口。

### 对于光伏构件背后为实体墙面的非透明光伏幕墙，宜在光伏构件与墙体间留有一定间距，其值宜按下式确定：

D≥0.1H，且D≥50mm

式中：

*D*—光伏背板与墙面的距离；

*H*—光伏构件在垂直方向上连续安装的高度。

### 对于光伏构件背面为建筑窗或透光玻璃的双层光伏幕墙，为了达到空气层良好的通风散热目的，光伏构件背板与建筑窗或透光玻璃的距离应不小于50mm。

### 光伏幕墙的设计，在保证安全的前提下，宜尽量减小支撑结构对空气层的阻隔。

### 宜在光伏幕墙不同高度设置进出通风口，通风口水平方向上的尺寸宜与幕墙、采光顶水平宽度一致，通风口高度方向上的尺寸宜按下式确定：

L≥0.08H

式中：

*L*—上下相邻光伏构件边缘间的间距（通风口高度方向上的尺寸）；

*H*—光伏构件在垂直方向上连续安装的高度。

### **【条文说明】在北方地区，冬季出于综合考虑减少墙体热损失时，光伏幕墙空气层宜采取封闭的形式，将通风口关闭或不开设通风口。**

### 通风口处安装百叶等存在遮挡的装饰物时，宜适当加大通风口保证具有同等的过流面积。

### 光伏系统的建筑设计尚应满足以下要求：

1. 采用带框光伏构件或明框幕墙、采光顶系统时，应适当增大距离，避免幕墙、采光顶型材对太阳电池产生阴影遮挡；
2. 不宜将光伏线缆敷设于等压腔内；
3. 光伏幕墙不宜在现场打注硅酮结构密封胶；
4. 光伏幕墙型材龙骨的端面、切口、孔位等部位均应进行防腐处理，龙骨选用钢型材时，因敷设需要现场开孔的，开孔后型材孔壁位应做好防腐处理；

### 5 框式光伏幕墙宜采用可隐藏线缆的龙骨，组串线缆可通过建筑横梁、立柱等作为承载槽盒，但不得降低相关消防要求；

### 6 光伏幕墙不宜设计为在现场打注硅酮结构密封胶的安装方式。

### 光伏幕墙设计时应满足各项安全规定：

1. 对使用中容易受到撞击的部位，应设置明显的警示标志；人员容易接触到的、容易发生漏电，引起触电的部位应设置明显的警示标志；
2. 同一块光伏构件不应跨越两个防火分区；
3. 光伏幕墙线缆穿过不同防火分区及外墙敷设，应做好防火措施且以较高防火等级选型；
4. 采用螺栓连接及挂接或插接的光伏构件，应有可靠的防松、防滑、防脱措施；
5. 光伏幕墙发电系统应采取防止光伏构件损坏、坠落的安全防护措施；
6. 结构密封胶和建筑密封胶应在有效期内使用，不应将建筑密封胶作为结构密封胶使用。

## 结构设计

### 光伏幕墙应具有足够的承载能力、刚度、稳定性和相对于主体结构的位移能力。

### 光伏幕墙结构设计应计算下列作用效应：

1. 非抗震设计时，应计算重力荷载和风荷载效应；
2. 抗震设计时，应计算重力荷载，风荷载和地震作用效应。
3. 光伏幕墙构件应按各效应组合中的最不利组合进行设计。

### 光伏幕墙结构构件应按下列规定验算承载力和挠度：

1. 无地震作用效应组合时，承载力应符合下式要求：

γ0S≤R

1. 有地震作用效应组合时，承载力应符合下式要求：

SE≤R/γRE

式中：

*S*—荷载效应按基本组合的设计值；

*SE*—地震作用效应和其他荷载效应按基本组合的设计值；

*R*—构件抗力设计值；

*γ0*—结构构件重要性系数，应取不小于1.0；

*γRE*—结构构件承载力抗震调整系数，应取1.0。

1. 挠度应符合下式要求：

df ≤ df,lim

式中：

*df*—构件在风荷载标准值或永久荷载标准值作用下产生的挠度值；

*df,lim*—构件挠度限值，按表6.3.3选用。

**表6.3.3 挠度限值df,lim**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项 次 | 结构形式 | 挠度容许值 |
| 1 | 钢结构 | L/250 |
| 2 | 铝合金结构 | L/180 |
| 3 | 木结构 | L/200 |

注：L为支承结构跨度（m）；双向受弯的杆件，两个方向的挠度应分别符合本条第3款的规定。

### 轻质填充墙不应作为光伏幕墙的支承结构。

### 光伏幕墙与[建筑主体](http://wiki.zhulong.com/baike/detail.asp?t=建筑主体" \t "_blank)结构通过预埋件连接时，预埋件应在主体结构施工时埋入，当没有条件采用预埋件连接时，应采用其他可靠的连接措施，并通过试验确定其承载力。

### 光伏幕墙与主体结构的连接件的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。

### 光伏幕墙与主体结构采用后置锚栓连接时，应符合下列规定：

1. 锚栓产品应有出厂合格证；
2. 碳素钢锚栓应经过防腐处理；
3. 应进行承载力现场试验，必要时应进行极限拉拨试验；
4. 每个连接[节点](http://wiki.zhulong.com/baike/detail.asp?t=节点" \t "_blank)不应少于2个锚栓；
5. 锚栓直径应通过承载力计算确定，并不应小于10mm；
6. 不宜在与化学锚栓接触的连接件上进行结构型焊缝焊接操作；
7. 锚栓承载力设计值不应大于其[极限承载力](http://wiki.zhulong.com/baike/detail.asp?t=极限承载力" \t "_blank)的50％。

### 光伏构件的缝宽应符合温度变形和主体结构位移的要求，并在嵌缝材料的受力和变形的承受范围之内，入槽的光伏构件边缘至边框槽底的间隙应符合下式要求：

2c1(1+a1/a2·b2/b1) ≥ulim+fw

式中：

*ulim*—由主体结构层间位移引起的分格框的变形限值（mm）；

*fw*—光伏构件的的极限温差形变，在无实验数据的情况下可取2mm；

*a1*—矩形玻璃板块竖向边长（mm）；

*a2*—矩形玻璃板块横向边长（mm）；

*b1*—玻璃与左、右边框的平均间隙（mm），取值时考虑1.5mm的施工偏差；

*b2*—玻璃与上、下边框的平均间隙（mm），取值时考虑1.5mm的施工偏差。

### 光伏幕墙龙骨做为线槽时，型材截面必须满足结构受力要求，应按开口型材进行强度计算，不得降低荷载标准。

### 光伏幕墙设计应采取构造措施防止幕墙、采光顶变形对型材内线缆产生挤压。

# 电气设计

## 直流设计

### 光伏组串设计

1. 光伏幕墙发电系统光伏幕墙应进行光伏组串数设计，光伏组串数应同时满足以下条件：
2. 同一光伏组串中各光伏构件的电性能参数宜保持一致；
3. 光伏组串的最大功率点电压应在逆变器的最大功率跟踪电压范围内；
4. 光伏组串的最大开路电压不能超过光伏构件昼间环境极限低温下光伏构件最大系统电压及逆变器的最大直流输入电压；
5. 输入逆变器的光伏组串峰值功率宜不超过逆变器最大输入功率。
6. 光伏组串的计算方法：
7. 光伏组串的最大功率点电压最大值和最小值分别按式（1）和式（2）进行计算。

 (1)

 (2)

式中：

——组串的最大功率点电压；

——组串的最小功率点电压；

——单块光伏构件的最大功率点电压；

——光伏构件的电压温度系数（V/℃）；

——光伏构件昼间环境极限低温（℃）；

——工作状态下光伏构件的电池极限高温（℃）；

——串联数。

1. 光伏组串的最大开路电压按式（3）进行计算。

 (3)

式中：

——光伏组串的最大开路电压；

——单块光伏构件的开路电压。


### 直流汇流箱选型设计应符合现行国家标准《光伏发电站汇流箱技术要求》GB/T 34936的规定：

### 逆变器选型应满足以下要求：

1. 逆变器应按型式、容量、相数、频率、冷却方式、功率因数、过载能力、温升、效率、输入输出电压、最大功率点跟踪（MPPT）、保护和监测功能、通信接口、防护等级等技术条件进行选择。
2. 光伏幕墙发电系统中光伏方阵与逆变器之间的容量配比应综合考虑光伏方阵的安装方位角、倾角、场地条件、太阳能资源、各项损耗等因素，经进行智能软件模拟确定，智能软件模拟时，接入单台逆变器的光伏方阵模拟发电功率不宜大于该逆变器额定容量的1.1倍。
3. 微网逆变器的选型应根据负载确定，其额定功率应不小于负载额定功率，避免过载运行。当用电设备为纯阻性负载或功率因数大于0.9时，逆变器额定容量应为用电设备功率的1.1倍~1.15倍。当逆变器以多个设备为负载时，逆变器额定容量要乘以负载同时系数。当负载为感性负载时，需要考虑感性负载容量启动系数（一般为5~8）以及感性负载所占比重。
4. 不同朝向、不同倾角或不同类型的光伏幕墙方阵应单独配置逆变器或分别接入不同路MPPT中。
5. 逆变器选型应满足温度、相对湿度、海拔高度、地震烈度、污秽等级等环境的使用要求，同时应考虑潮湿及盐雾的影响。
6. 海拔高度大于2000米使用时，逆变器应采用高原型产品或降容使用。

### 光伏幕墙发电系统直流侧应具备直流电弧故障检测和断开功能，光伏组串不应直接接入无直流电弧保护功能的逆变器。

### 直流线缆应满足以下要求：

1. 直流电缆的选型设计应按现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217的要求；
2. 直流线路损耗宜小于等于2%；
3. 直流电缆应采取防晒措施；
4. 电缆敷设不应影响检修通道。

### 储能装置选型应满足以下要求：

1. 微网光伏幕墙发电系统储能电池组容量受多种因素的影响，其中主要因素为日均用电量、连续阴雨天数、储能电池的类型及其电特性等参数。储能电池的总容量可按下式计算：

Cc=D\*F\*P0/U\*Ka

式中：

*Cc*—储能电池总容量（KWh）

*D*—最长无日照期间用电时数（h），即当地最大连续阴雨用电时数，一般可取3-5天的用电时数

*F*-储能电池放电效率的修正系数，通常为1.05

*P0*-负载功率（KW）

*U*-储能电池的放电深度，通常为0.5-0.8

*Ka*-效率系数，包括储能电池的放电效率，控制器、逆变器以及交流回路的效率，通常为0.7-0.8。

1. 铅酸蓄电池应满足国家现行标准《储能用铅酸蓄电池》GB/T 22473的要求；
2. 锰酸锂蓄电池应满足国家现行标准《锰酸锂蓄电池模块通用要求》JB/T 11139的要求；
3. 磷酸亚铁锂蓄电池应满足国家现行标准《磷酸亚铁锂蓄电池模块通用要求》JB/T 11140的要求；
4. 锂离子蓄电池应满足《锂离子蓄电池总成通用要求》JB/T 11137的要求；
5. 储能系统应采用在线检测装置进行智能化实时监测，应具有在线识别电池组落后单体、判断储能电池整体性能、充放电管理等功能，宜具有人机界面和通讯接口。

### 有储能装置的光伏幕墙发电系统，储能装置侧应装设过直流电流保护电器。

## 交流侧设计

### 逆变器输出电压与并网电压等级不一致时，应设置变压器，变压器选型设计应满足以下要求：

1. 变压器高低压侧额定电压分别与并网电压和逆变器额定交流输出电压一致；
2. 如当地电力部门无要求，变压器额定容量宜不小于接入此变压器的逆变器额定容量之和；
3. 选用干式、气体绝缘或非可燃性液体绝缘的节能型变压器，其生产制造标准应符合国家或行业相关标准；
4. 根据逆变器性能要求，设计双分裂变压器、双绕组变压器或其他满足要求的变压器；
5. 联接组别可选用：低压并网时，Yn,d11型；高压并网时，Dy11型；
6. 变压器与其它电气装置需要相互靠近布置时，其防护等级应不低于IP3X；
7. 变压器应优先选用自冷式、低损耗电力变压器。

### 交流柜（箱）选型设计应满足以下要求：

1. 额度电压应与并网接入电压等级相匹配；
2. 输入回路均应具备过流保护功能；
3. 输出回路应具备过流保护和防雷功能。

### 并网箱（柜）的设计应满足以下要求：

1. 额度电压应与并网接入电压等级相匹配；
2. 并网回路应设置可视断点的电气元件；
3. 并网回路应具备防雷功能；
4. 计量装置精度应满足当地电力部门的要求；
5. 计量装置应设置独立计量室，并应铅封处理；
6. 应满足当地电力部门的其他要求。

### 交流线缆选型设计应满足现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217的要求。

## 并网设计

### 并网接入电压应满足以下要求：

1. 并网型光伏幕墙发电系统接入电网的电压等级宜根据系统容量、配电网结构、负载特性、接入距离等综合考虑；
2. 光伏幕墙发电系统接入电网的电压等级应按照光伏系统额定功率，接入点电网网架结构等条件确定，接入电压等级选取见表7.3.1；

**表7.3.1 光伏幕墙发电系统接入电网电压等级推荐表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 接入容量 | 运行方式 | 接入电压等级 |
| 1 | ≤8 kW | 自发自用/余量上网 | 0.22 kV |
| 2 | 8 kW～1 000 kW | 自发自用/余量上网 | 0.38 kV |
| 3 | ＞1 000kW | 自发自用/余量上网 | 10kV |

1. 当光伏幕墙发电系统并网点电压在90%～110%标称电压之间时，光伏幕墙发电系统应能正常运行。

### 接入电网方式应满足以下要求：

1. 光伏幕墙发电系统可采用单点集中并网或多点分散并网，具体应结合电网规划、负荷平衡消纳、经济性与维护便利等综合因素确定；
2. 并网型光伏幕墙发电系统接入电网的方式有：低压接入用户侧配电箱、低压接入公共配电室或箱变、中压T接公共电网、中压接入用户侧、中压接入公共配电室或箱变；
3. 光伏幕墙可以以电缆或母线方式接入原配电网；
4. 以低压接入的光伏幕墙发电系统在并网点应安装易操作、具有明显断开点、具备开断故障电流能力的开断设备；以中压接入的光伏幕墙发电系统在并网点应安装易操作、可闭锁、具有明显开断点、可开断故障电流的开断设备；
5. 因光伏幕墙发电系统接入改变原配电网的保护、计量等动作特性时，应对原配电网对应装置进行改造，以适应新的发配电运行方式。

### 电能量计量

1. 光伏幕墙发电系统应在并网点设置并网计量表，用于光伏发电量计量；
2. 对于余电上网的光伏幕墙发电系统，接入配电网前，应明确上网电量和下网电量关口计量点，原则上关口计量设计在产权分界点；
3. 通过中压电压等级接入的光伏幕墙，关口计量点应安装同型号、同规格、准确度相同的主、副电能表各一套；低压接入的系统电能表单套配置；
4. 计量装置的设计应满足《电能计量装置技术管理规程》DL/T448。

### 电能质量应满足以下要求：

1. 光伏幕墙发电系统接入后，所接入公共连接点的电压偏差应满足《电能质量 供电压偏差》GB/T 12325的规定；
2. 光伏幕墙发电系统接入后，所接入公共连接点的电压波动和闪变值应满足《电能质量 电压波动与闪变》GB/T 12326的规定；
3. 光伏幕墙发电系统接入后，所接入公共连接点的电压不平衡度应满足《电能质量 三相电压不平衡》GB/T 15543的规定；
4. 光伏幕墙发电系统所接入的公共连接点的谐波注入电流应满足《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14594的规定。

### 应对光伏幕墙发电系统接入电网后的功率因素进行测算，测算结果应满足当地电力部门的要求，不满足要求时，应增设无功补偿装置或改造原有无功补偿装置。

## 监测系统

### 光伏幕墙发电系统的检测系统应符合无人值班的要求。

### 10 kV及以上电压等级接入的光伏幕墙发电系统应设置控制系统。

### 10 kV及以上电压等级接入的光伏幕墙发电系统应设置计算机监控系统，主要功能应符合下列要求：

### 采集电气设备的运行参数，包括直流侧输入电压、电流；光伏方阵所在地气温、风速、风向、太阳辐射强度等环境参数；逆变器输出电压、电流、发电量等；

### 对屋面并网光伏发电系统电气设备的运行参数进行分析；

### 运行参数出现异常时发出警示；

### 满足电网调度自动化要求。

### 10 kV及以上电压等级接入的屋面并网光伏发电系统宜配置一套时间同步系统，标准同步时钟本体应能接收中国北斗卫星和GPS卫星发送的信息，作为主时钟的时间基准。

### 10 kV及以上电压等级接入的屋面并网光伏发电系统宜配置一套交流不间断电源系统，交流不间断电源系统持续供电时间按不小于1 h考虑。

### 宜设置视频监控系统。

## 线缆敷设

### 线缆敷设应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217及行业标准《太阳能光伏玻璃幕墙电气设计规范》JGJ/T365第5部分布线系统的相关要求。

### 光伏幕墙发电系统布线应综合考虑走线美观性、施工便捷性、维护方便性、运行安全性等方面因素。

### 光伏线缆不宜在光伏幕墙胶缝中敷设，如不可避免，应选择对线缆保护层腐蚀性较小的耐候密封胶。

### 线缆跨越变形缝敷设时，预留长度应满足光伏幕墙的变形要求。

## 防雷与接地

光伏幕墙发电系统的防雷设计应符合现行国家标准《光伏发电站防雷技术要求》GB/T 32512和《光伏幕墙发电系统》GB 50057的相关规定。

# 附 录 A **夹胶光伏构件胶膜厚度选用准则**

夹胶光伏构件是一种三明治夹层结构：钢化玻璃/胶膜/电池芯片/胶膜/钢化玻璃。胶膜一般使用PVB，PVB胶膜填充钢化玻璃与电池芯片之间的空隙。若电池芯片为薄膜电池芯片时，芯片结构一般为沉积/涂覆于普通浮法玻璃基片上的发电膜层，发电膜层和普通浮法玻璃基片共同构成薄膜电池芯片。此时，薄膜电池芯片结构中的浮法玻璃基片不参与受力计算。

夹胶光伏构件中PVB胶膜厚度的选用遵循下表的规定：

|  |  |
| --- | --- |
| 钢化玻璃厚度（mm） | PVB胶膜膜厚度（mm） |
| 短边≤800 mm | 800 mm＜短边≤1500 mm | 短边＞1500 mm |
| ≤6 mm | 0.76 | 1.14 | 1.52 |
| 8~12 mm | 1.14 | 1.52 | 1.52 |
| ≥15 mm | 1.52 | 2.88 | 2.88 |

注：1）钢化玻璃厚度的选取以夹胶光伏构件中较厚钢化玻璃片的厚度为准。

2）对于单片钢化或热增强夹层玻璃，因存在热炸裂的不稳定因素，且受力结构不合理，不推荐使用该种结构。若坚持使用，PVB厚度须在相应规定基础上增加0.38mm，并对非钢化或热增强玻璃的破裂不承担相应责任。

# 附 录 B **发电量计算**

光伏幕墙发电系统发电量Ep计算公式如下：



式中：

*Ep*——发电量（kWh）；

*PAZ*——组件安装容量（kWp）；

*HA*——水平面太阳能总辐照量（kWh/m2，峰值小时数）；

*ES*——标准条件下的辐照度（常数=1 kW•h/m2）；

K——综合效率系数。

以上计算公式可用于估算每月或全年发电量。计算月发电量时，应取各月的日均水平面太阳总辐照量乘以每月的天数；逐月计算的全年发电量可用于光伏幕墙发电系统设计的效益评估。光伏幕墙发电系统的发电量不但与所在地太阳能资源情况有关，还需根据光伏幕墙设计、光伏幕墙光伏方阵的布置和环境条件等因素计算确定。当全年水平面太阳总辐照数据已知时，即可计算全年发电量。太阳辐照数据宜采用气象部门对当地的实测值。

综合效率系数K是考虑了各种因素的修正系数，包括：光伏幕墙方阵的安装倾角与方位角修正系数，光伏构件或光伏组件的衰减修正系数、温度修正系数、表面污染及遮挡修正系数，光伏组串适配系数，光伏幕墙发电系统可用系数，逆变器平均效率和集电线路损耗系数等。综合效率系数K可按下式计算：



式中各参数可按下列原则确定：

*K1*——光伏幕墙方阵的安装倾角与方位角修正系数：将水平面太阳能总辐射量转换到光伏幕墙方阵陈列面上的折算系数，可根据组件的安装方式，结合所在地纬度、经度确。

*K2*——光伏构件衰减修正系数。其中，晶体硅光伏构件的衰减可取年衰减0.8％或根据产品手册确定，其他类型光伏构件的衰减率需参考产品手册；

*K3*——光伏玻璃幕墙组件温度修正系数：由光伏玻璃幕墙组件的峰值功率温度系数和当地平均气温决定，可由下式计算



式中：

*Kp*——光伏玻璃幕墙组件峰值功率温度系数（％/℃）。根据产品手册确定，若产品手册没有提供相关参数则按照晶硅组件取0.45，非晶硅组件取0.2；

*tavg*——当地平均气温（℃）。计算月发电量时，应取当地月平均气温；

*K4*——光伏构件表面污染及遮挡修正系数：光伏构件表面由于灰尘或其他污垢蒙蔽而产生的遮光影响，以及由于障碍物对投射到组件表面光照的遮挡及光伏方阵各方阵之间的互相遮挡而产生的遮光影响；

*K5*——光伏组串适配系数：因为光伏构件输出电流及电压的不一致而导致的光伏方阵输出的衰减，由光伏组串的电压、电流离散性确定；

*K6*——光伏幕墙发电系统可用率：全年总小时数与光伏幕墙发电系统检修维护及故障小时数的差值除以全年总小时数；

*K7*——逆变器平均效率：逆变器平均效率是逆变器将输入的直流电能转换成交流电能在不同功率段下的加权平均效率，可由逆变器厂商的数据确定；

*K8*——集电线路损耗系数：包括光伏幕墙发电系统直流侧的直流电缆损耗、逆变器至计量点的交流电缆损耗。

# 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

 1）表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

 2）表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

 3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

 4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 标准中指明应按其他有关标准执行的写法为：

“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

1. GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分（试验方法 试验Ka：盐雾）
2. GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成分
3. GB/T 4728 电气简图用图形符号
4. GB 5237 铝合金建筑型材
5. GB/T 6451 油浸式电力变压器技术参数和要求
6. GB/T 6995.2 电线电缆标准试验方法
7. GB 7251 低压成套开关设备和控制设备
8. GB/T 10228 干式电力变压器技术参数和要求
9. GB 10800 建筑物隔热用硬质聚氨酯泡沫塑料
10. GB 10963 家用及类似场所用过电流保护断路器第2部分：用于交流和直流的断路器
11. GB11614 平板玻璃
12. GB/T11944 中空玻璃
13. GB/T 12325 电能质量 供电压偏差
14. GB/T 12326 电能质量 电压波动与闪变
15. GB 13539.1 低压熔断器
16. GB 14048 低压开关设备和控制设备 第2部分：断路
17. GB/T 14594 电能质量 公用电网谐波
18. GB／T14683 硅酮和改性硅酮建筑密封胶
19. GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡
20. GB15763 建筑用安全玻璃
21. GB 16776 建筑用硅酮结构密封胶
22. GB 16895 建筑物电气装置
23. GB 17841 半钢化玻璃
24. GB/T 18091 玻璃幕墙光学性能
25. GB/T 18701 着色玻璃
26. GB/T18915 镀膜玻璃
27. GB/T 19064 家用太阳能光伏电源系统技术条件和试验方法
28. GB 20052 三相配电变压器能效限定值及节能评价值
29. GB/T 21086 建筑幕墙
30. GB/T 22473 储能用铅酸蓄电池
31. GB/T 23639 节能耐腐蚀钢制电缆桥架
32. GB 24266 中空玻璃用硅酮结构密封胶
33. GB 24790 电力变压器能效限定值及能效等级标准
34. GB 29551 建筑用太阳能光伏夹层玻璃
35. GB/T 32512 光伏发电站防雷技术要求
36. GB/T 29759 建筑用太阳能光伏中空玻璃
37. GB 50016 建筑设计防火规范
38. GB 50054 低压配电设计规范
39. GB 50189 公共建筑节能设计标准
40. GB 50217 电力工程电缆设计规范
41. GB 50311 综合布线系统工程设计规范
42. GB 50797 光伏发电站设计规范
43. JGJ/T 16 民用建筑电气设计规范
44. JGJ 75 夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准
45. JGJ 102 玻璃幕墙工程技术规范
46. JGJ 113 建筑玻璃应用技术技程
47. JG 175 建筑用隔热铝合金型材
48. JGJ 255 采光顶与金属屋面技术规程
49. JGJ/T 365 太阳能光伏玻璃幕墙电气设计规范
50. JG/T 449 建筑光伏组件光伏构件用聚乙烯醇缩丁醛（PVB）胶膜
51. JG/T 450 建筑光伏组件用乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)胶膜
52. JG/T 465 建筑光伏夹层玻璃用封边保护剂
53. JG/T 471 建筑门窗幕墙用中空玻璃弹性密封胶
54. JG/T 4926 民用建筑光伏构件通用技术要求
55. JC/T 914 中空玻璃用丁基热熔密封胶
56. JC/T 1079 真空玻璃
57. JC/T 2128 超白浮法玻璃
58. DL/T 5222 导体和电器选择设计技术规定
59. JB/T 6743 户内户外钢制电缆桥架防腐环境技术要求
60. JB/T 10216 电控配电用电电缆桥架
61. JB/T 11137 锂离子蓄电池总成通用要求
62. JB/T 11139 锰酸锂蓄电池模块通用要求
63. JB/T 11140 磷酸亚铁锂蓄电池模块通用要求
64. JB/T 11141 锂离子蓄电池模块箱通用要求
65. NB/T 32004 光伏发电并网逆变器技术规范
66. CNCA/CTS0001 直流汇流箱技术规范
67. CGC/GF020:2012 用户侧并网光伏电站监测系统技术规范