

培训指导教材

——光伏发电系统电缆选型

二〇一九年七月（修订版）



内容提要

一、涉及电缆选型的相关标准和规范

二、光伏发电系统电缆种类、特点及敷设方式

三、光伏发电系统电缆选型计算

四、常用电缆选型与对照表

一、涉及电缆选型的相关标准和规范

DL /T 5044-2004 中华人民共和国电力行业标准

- 选用多芯电缆时，其允许载流量可按同截面单芯电缆数值计算。
- 由直流柜引出的控制线、信号线应选择铜芯电缆。其压降不应大于直流系统标称电压的5%。
- 直流电缆的选择和敷设应符合GB 50217中有关的规定。

GB 50217 电力工程电缆设计规范

- 直流供电回路宜采用两芯电缆，当需要时可采用单芯电缆。
- 高温（100℃以上）或低温（-20℃以下）场所不宜用聚氯乙烯绝缘电缆。
- 直埋敷设电缆时，当电缆承受较大压力或者有机机械损伤危险时，应用钢带铠装电缆。
- 最大工作电流作用下的电缆芯温度，不得超过按电缆使用寿命确定的允许值。
- 确定电缆持续允许载流量的环境温度，如果电缆敷设在空气中或电缆沟，应取最热月日最高温度的平均值。

- 电缆路径的选择应符合下列规定
- （1）避免电缆遭受机械性外力、过热、腐蚀等危害。
- （2）满足安全要求条件下使电缆较短。
- （3）便于敷设、维护。
- （4）避开将要挖掘施工的地方
- 电缆在任何敷设方式及其全部路径条件的上下左右改变部件，都应满足电缆允许弯曲半径要求。

二、光伏发电系统电缆种类、特点及敷设方式

光伏发电系统电缆种类主要有：

- ◆ 光伏专用电缆
- ◆ 动力电缆
- ◆ 控制电缆
- ◆ 通信电缆
- ◆ 射频电缆

光伏专用电缆：PV1-F 1*4mm²和H1Z2Z2-K1*4mm²

1, PV1-F 1*4mm²: 电压600/1000V, 其相应TUV认证已经停止更新, 即将过渡淘汰; 2, H1Z2Z2-K1*4mm²: 电压1500V, 是德国TUV机构最新光伏电缆标准, 是前者优化替代产品。

- 组串到汇流箱的电缆一般用：光伏专用电缆H1Z2Z2-K1*4mm²。
- 特点：光伏电缆，结构简单，其使用的聚烯烃绝缘材料具有极好的耐热、耐寒、耐油、耐紫外线，可在恶劣的环境条件下使用，具备一定的机械强度。
- 敷设：可穿管中加以保护，利用组件支架作为电缆敷设的通道和固定，降低环境因素的影响。

动力电缆：ZC-YJV22

- 钢带铠装阻燃交联电缆ZC-YJV22广泛应用于：汇流箱到直流柜，直流柜到逆变器，逆变器到变压器，变压器到配电装置的连接电缆，配电装置到电网的连接电缆。
- 光伏发电系统中比较常见的ZC-YJV22电缆标称截面有：
2.5mm²、4mm²、6mm²、10mm²、16mm²、25mm²、35mm²、50mm²、70mm²、95mm²、120mm²、150mm²、185mm²、240mm²、300mm²。

- 特点：
- （1）质地较硬，耐温等级90℃，使用方便，具有介损小、耐化学腐蚀和敷设不受落差限制的特点。
- （2）具有较高机械强度，耐环境应力好，良好的热老化性能和电气性能。
- 敷设：可直埋，适用于固定敷设，适应不同敷设环境（地下，水中，沟管及隧道）的需要。

动力电缆：NH-VV

- NH-VV铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套耐火电力电缆。适合于额定电压0.6/1KV。
- 使用特性：长期允许工作温度为80℃。敷设时允许的弯曲半径：单芯电缆不小于20倍电缆外径，多芯电缆不小于12倍电缆外径。电缆在敷设时环境温度不低于0摄氏度的条件下，无须预先加热。电压敷设不受落差限制。
- 敷设：适合于有耐火要求的场合，可敷设在室内，隧道及沟管中。注意不能承受机械外力的作用，可直接埋地敷设。

控制电缆：ZC-KVVP

- ZC-KVVP铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套编织屏蔽控制电缆。适用于交流额定电压450/750V及以下控制、监控回路及保护线路。
- 特点：长期允许使用温度为70℃。最小弯曲半径半径不小于外径的6倍。
- 敷设：一般敷设在室内、电缆沟、管道等要求屏蔽、阻燃的固定场所。

通信电缆：DJYVRP2-22

- DJYVRP2-22聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜丝编织屏蔽铠装计算机专用软电缆，适用于额定电压500V及以下对于防干扰要求较高的电子计算机和自动化连接电缆。
- 特点：DJYVRP2-22电缆具有抗氧化性，绝缘电阻高，耐压好，介电系数小的特点，在确保使用寿命的同时，还能减少回路间的相互串扰和外部干扰，信号传输质量高。最小弯曲半径不小于电缆外径的12倍。
- 敷设：电缆允许在环境温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的条件下固定敷设使用。敷设于室内，电缆沟，管道等要求静电屏蔽的场所。

通信电缆：RVVP

- 铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套绝缘屏蔽软电缆RVVP，又叫做电气连接抗干扰软电缆，是适用于报警、安防等需防干扰，安全高效数据传输的通信电缆。
- 特点：额定工作电压3.6/6KV，电缆导线的长期工作温度为90℃，最小允许弯曲半径为电缆外径的6倍。主要用来做通信电缆，起到抗干扰的作用。
- 敷设：RVVP电缆不能再日光下暴晒，底线芯必须良好接地。如需抑制电气干扰强度的弱电回路通信电缆，敷设于钢制管、盒中。与电力电缆平行敷设时相互间距，宜在可能的范围内远离。

射频电缆：SYV

- 实芯聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套射频同轴电缆SYV。
- 特点：监控中常用的视频线主要是SYV75-3和SYV75-5两种。如果要传输视频信号在200米内可以用SYV75-3，如果在350米范围内就可以用SYV75-5。
- 敷设：可穿管敷设。

附表1：电缆产品型号中各部分代号及其含义

符号	意义	符号	意义	符号	意义
A	安装线缆	X	橡胶	P	屏蔽
B	布电线	VZ	阻燃聚氯乙烯	R	软线
K	控制	B	聚丙烯	S	双绞，射 (频)
F	氟塑料	V	聚氯乙烯	B	平行（即扁 的）
J	交联	L	铝	B	编织套
SB	无线电装置用 线	H	橡胶套	D	不滴流
WDZ	无卤低烟阻燃 型	Y	聚乙烯	T	特种
F	分相	ZR	具有阻燃	W	耐气候耐油

附表2: 数字标记铠装层外被层或外护套

➤ 0无---

1联锁铠装纤维外被

2双层钢带聚氯乙烯外套

3细圆钢丝聚乙烯外套

4粗圆钢丝

5皱纹(轧纹)钢带

6双铝(或铝合金)带

8铜丝编织

9钢丝编织

三、光伏发电系统电缆选型计算

电缆截面的选择

- 电缆截面的选择应满足允许温升、电压损失、机械强度等要求，直流系统电缆按电缆长期允许载流量选择，并按电缆允许压降校验，计算公式如下：
- 按电缆长期允许载流量： $I_{pc} \geq I_{ca}$
- 按回路允许电压降： $S_{cac} = P \cdot 2L I_{ca} / \Delta U_p$
- 式中：

- ◆ I_{pc} ----- 电缆允许载流量, A;
- ◆ I_{ca} ----- 计算电流, A;
- ◆ I_{cal} ----- 回路长期工作计算电流, A;
- ◆ S_{cac} ----- 电缆计算截面, mm^2 ;
- ◆ P ----- 电阻系数, 铜导体 $P=0.0184 \ \Omega \cdot mm^2/m$, 铝导体 $P=0.0315 \ \Omega \cdot mm^2/m$;
- ◆ L ----- 电缆长度, m;
- ◆ ΔU_p ----- 回路允许电压降, V。

- 举例：有一个0.5MW的光伏发电系统，其采用的组件标称电流为8A，额定工作电压 U_o 为30V，汇流箱规格为12进1出，500KWp三相逆变器标称电压为270V，变压器的规格为500KVA，升压至10KV电网。这个光伏发电系统电缆选型规格。
- 组串到汇流箱电缆：H1Z2Z2-K 1*4mm²。
- 汇流箱到直流柜电缆为：ZC-YJV22 2*50mm²。
- $I_{直} = P_{总} / U_{汇} = 0.5MW / (30 * 12) V = 833A < 2 * \underline{540} = 1080A$
∴ 直流柜到逆变器电缆为：ZC-YJV22 4*300mm或6*185mm²。

- $I_{\text{低}} = P_{\text{逆}} / (1.732 * U_{\text{逆}})$
 $= 500\text{KWp} / (1.732 * 270\text{V}) = 1068\text{A} < 1080\text{A}$
- $\therefore$ 逆变器到变压器电缆为： ZC-YJV22 6*300mm² 或 9*185mm²
- $I_{\text{高}} = P_{\text{变}} / U_{\text{高}} = 500\text{KVA} / 1.732 * 10\text{KV} = 29\text{A}$
- $\therefore$ 变压器高压侧电缆为 ZC-YJV22 3*25mm²。

- 注意：电缆的载流量受敷设方式及周围环境影响较大，电缆的电压降受电缆长度的影响较大，所以载流量可以认为是电缆长期运行绝不可能超过的值，最好按电缆载流量的70%~80%来选择电缆才能有效的保证线路的温升及电压降。

➤ 电缆载流量口诀：

估算口诀：

二点五下乘以九，往上减一顺号走。

三十五乘三点五，双双成组减点五。

条件有变加折算，高温九折铜升级。

穿管根数二三四，八七六折满载流。

四、常用电缆选型与对照表

汇流箱两侧电缆选型对照表

序号	汇流箱规格	断路器额定电流	组件侧电缆规格	直流柜侧电缆规格
1	2进1出	16A	PV1-F 1*4mm ²	4或6mm ²
2	3进1出	25A	PV1-F 1*4mm ²	6mm ²
3	4进1出	32A	PV1-F 1*4mm ²	10mm ²
4	5进1出	40A	PV1-F 1*4mm ²	10或16mm ²
5	6进1出	50A	PV1-F 1*4mm ²	16mm ²
6	7进1出	63A	PV1-F 1*4mm ²	16mm ²
7	8进1出	64A	PV1-F 1*4mm ²	25mm ²
8	9进1出	80A	PV1-F 1*4mm ²	35mm ²
9	10进1出	80A	PV1-F 1*4mm ²	35或50mm ²
10	11进1出	100A	PV1-F 1*4mm ²	50mm ²
11	12进1出	100A	PV1-F 1*4mm ²	50mm ²
12	13进1出	125A	PV1-F 1*4mm ²	50或70mm ²
13	14进1出	125A	PV1-F 1*4mm ²	70mm ²
14	15进1出	125A	PV1-F 1*4mm ²	70mm ²
15	16进1出	160A	PV1-F 1*4mm ²	70mm ²
16	17进1出	200A	PV1-F 1*4mm ²	70mm ²

直流柜两侧电缆选型对照表

序号	直流柜规格	断路器规格	汇流箱侧电缆规格	逆变器侧电缆规格	备 注
1	2进1出	16A	4mm ²	4mm ²	
2	3进1出	32A	6mm ²	6mm ²	
3	4进1出	40A	10mm ²	10mm ²	
4	5进1出	50A	16mm ²	16mm ²	
5	6进1出	50A	16mm ²	16mm ²	
6	7进1出	63A	16mm ²	16mm ²	
7	8进1出	80A	25mm ²	25mm ²	
8	9进1出	80A	35mm ²	35mm ²	
9	10进1出	80A	50mm ²	50mm ²	
10	11进1出	100A	50mm ²	50mm ²	
11	12进1出	100A	50mm ²	50mm ²	
12	13进1出	125A	70mm ²	70mm ²	
13	14进1出	125A	70mm ²	70mm ²	
14	15进1出	125A	70mm ²	70mm ²	
15	16进1出	160A	70mm ²	70mm ²	
16	17进1出	160A	70mm ²	70mm ²	

逆变器两侧电缆选型对照表

序号	逆变器规格	逆变器相数	直流柜侧电缆规格	变压器侧电缆规格	备 注
1	5KWp	单相	2*6mm ²	2*6mm ²	
2	10KWp	单相	2*10mm ²	2*10mm ²	
3	17KWp	三相	2*10mm ²	3*10mm ²	
4	20KWp	三相	2*16mm ²	3*16mm ²	
5	50KWp	三相	2*70mm ²	3*50mm ²	
6	100KWp	三相	2*120mm ²	3*120mm ²	
8	250KWp	三相	2*300mm ² 或4*120mm ²	3*300mm ²	
9	500KWp	三相	4*300mm ² 或6*185mm ²	6*300mm ² 或9*185mm ²	
10	630KWp	三相	6*300mm ² 或8*185mm ²	9*240mm ²	

变压器两侧电缆选型对照表

序号	变压器规格	变压器位置	低压侧电缆规格	高压侧电缆规格	备 注
1	500KVA	T接终端	6*300mm ²	3*25mm ²	
2	630KVA	T接中间端	9*300mm ²	3*25mm ²	
3	1000KVA	T接中间端	12*300mm ²	3*70mm ²	
4	1250KVA	T接中间端	15*300mm ²	3*95mm ²	

上海光亨电缆有限公司

谢谢!

上海光亨电缆有限公司

官网: www.shghdl.com

诚信通: www.shghdl.1688.com

固话: 021-37527559

业务电话: 17521786599(同微信)

地址: 上海市奉贤区庄行镇东街265号

