

# 电线的基本

## 容许电流计算公式

电线的容许电流是指在不损坏特性的前提下，可长时间流动的最大电流值。  
绝缘电线的容许电流I可按以下公式计算。

$$I = K_0 \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{\gamma R_{th}}}$$

I: 容许电流 (A),  $K_0$ : 多根设置时的容许电流降低率,  
 $\gamma$ :  $T_1$ ℃时的导体有效电阻 ( $\Omega/\text{cm}$ ),  $R_{th}$ : 电线的总热电阻 ( $^\circ\text{C}/\text{W}/\text{cm}$ ),  $T_1$ : 电线最高容许温度 ( $^\circ\text{C}$ ),  
 $T_2$ : 环境 (基础) 温度 ( $^\circ\text{C}$ )

$\gamma_0$ : 20℃时的直流最大导体电阻 ( $\Omega/\text{km}$ )

$\alpha$ : 导体电阻温度系数 (20℃时, 铜0.00393、铝0.0040)

表1 多根布设的最大容许电流降低率  $K_0$

条件	1	2	3	6	4	6	8	9	12
排列 中心 间隔									
$s=d$	—	0.85	0.80	0.70	0.70	0.60	—	—	—
$s=2d$	1.00	0.95	0.95	0.90	0.90	0.90	0.85	0.80	0.85
$s=3d$	—	1.00	1.00	0.95	0.95	0.95	0.90	0.85	0.85

$d$ =电线外径  $s$ =电线的中心间隔

表2 最高容许温度  $T_1$

材质	最高容许温度 $T_1$ ( $^\circ\text{C}$ )
一般乙烯	60
耐热乙烯	80, 105
架桥乙烯	105
聚乙烯	75
架桥聚乙烯	90, 105
TFE	250
FEP	200
尼龙	90
硅橡胶	180

导体有效电阻  $\gamma$  ( $\Omega/\text{cm}$ )

$$\gamma = \gamma_0 \{1 + \alpha (T_1 - 20)\} \times 10^{-5}$$

环境温度异于30℃时的电流减少系数

额定温度 ( $^\circ\text{C}$ )	环境温度 ( $^\circ\text{C}$ )			
	30	40	50	60
60	1.00	0.82	0.57	—
80	1.00	0.90	0.77	0.63
90	1.00	0.92	0.82	0.71
105	1.00	0.93	0.85	0.78
125	1.00	0.95	0.89	0.83
150	1.00	0.96	0.91	0.95
200	1.00	0.97	0.93	0.90

电线的总热电阻  $R_{th}$  可按以下公式计算。

$$R_{th} = R_1 + R_2$$

$$R_1 = \frac{P_1}{2\pi} \log_e \frac{d_2}{d_1}$$

$$R_2 = \frac{10P_2}{\pi d_2}$$

$R_1$ : 绝缘体与护套的热电阻 ( $^\circ\text{C}/\text{W}/\text{cm}$ )

$R_2$ : 电线表面的热电阻 ( $^\circ\text{C}/\text{W}/\text{cm}$ )

$d_1$ : 导体外径 (mm)

$d_2$ : 电线外径 (mm)

$P_1$ : 绝缘体固有热电阻 ( $^\circ\text{C}/\text{W}/\text{cm}$ )

$P_2$ : 表面散热热电阻 ( $^\circ\text{C}/\text{W}/\text{cm}^2$ )

表3 绝缘体的固有热电阻  $P_1$

材质	固有热电阻 $P_1$ ( $^\circ\text{C}/\text{W}/\text{cm}$ )
乙烯	600
架桥乙烯	600
聚乙烯	450
架桥聚乙烯	450
TFE	450
FEP	400
尼龙	450
硅橡胶	500

表4 表面散热热电阻  $P_2$

材质	表面散热热电阻 $P_2$ ( $^\circ\text{C}/\text{W}/\text{cm}$ )
表3所示材料	$500 + 10 \cdot d_2 (d_2 \leq 40)$
浸渍编织	$400 + 20 \cdot d_2 (d_2 \leq 20)$

电线捆扎后的容许电流减少系数

电线根数	系数	电线根数	系数
1	1.00	11	0.43
2	0.85	12	0.42
3	0.75	13	0.41
4	0.68	14	0.40
5	0.62	15	0.39
6	0.56	16	0.38
7	0.52	17	0.37
8	0.49	18	0.37
9	0.46	19	0.36
10	0.44	20	0.35

## 电压下降

电压下降是指使用电线进行机器接线时，因电线本身的电阻引起电线内电压下降，从而导致机器电压下降。

电压下降会影响负载的电力、功率以及线路的交流电阻、电感。受端电压符号为 $E_r$ 、电流符号为 $I$ 、电流功率角符号为 $\theta$ 、线路电阻符号为 $R$ 、线路电抗符号为 $X$ 、线路长度符号为 $\ell$ ，则送端电压 $E_s$ 如图A可得

$$E_s = \sqrt{(E_r \cos \theta + R I \ell)^2 + (E_r \sin \theta + X I \ell)^2}$$

上式可简单近似表示为

$$E_s = E_r + I (R \cos \theta + X \sin \theta) \ell$$

因此，线路的电压下降为

$$E_s - E_r = I (R \cos \theta + X \sin \theta) \ell$$

忽略上式中的电路电抗并将功率看作1而不受影响时，经常使用下述简略式以计算近似值。

单相2线式时(图B)

$$e = E_s - E_r = R \cdot I \cdot \ell \times 2$$

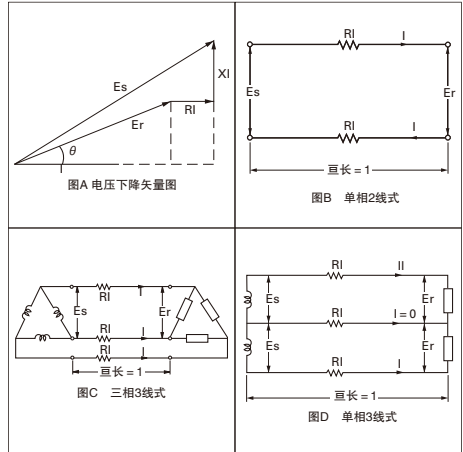
三相3线式时(图C)

$$e = E_s - E_r = R \cdot I \cdot \ell \times \sqrt{3}$$

单相3线式时，假设负载平衡的中性线中无电流流过，则计算公式如下(图D)。

$$e = E_s - E_r = R \cdot I \cdot \ell$$

注意， $e$ 是指中性线与外侧线或与各相1线之间的电压下降。



## 特性速查图的查看方法

本产品目录部分基准已变更。

※速查图中记载的等级仅为参考值，并非保证值。

耐热性	乙烷的额定温度一般为60°C。使用特殊乙烷或其它特殊材料可增加耐热性。 1 60°C 2 小于等于80°C 3 小于等于105°C 4 小于等于151°C 5 大于等于151°C
耐油性	一般情况下，乙烷与橡胶一样即使沾到油也不会膨胀，但是会硬化并失去柔软性。虽与油的种类也有关，但可以通过使用特殊乙烷或材料增加耐油性。(1~5级并不保证耐油性。) 1 无耐油性 2 对试验油ASTM NO.1具有耐性 3 对试验油ASTM NO.2具有耐性 4 对一般切削油均具有耐性 5 对所有油都具有耐性(但需注意燃料油等挥发性较高的油)
耐干扰性	一般采取双绞线和屏蔽的耐干扰对策，即可增加耐干扰性能。 1 未采取耐干扰对策 2 双绞线电缆 3 屏蔽电缆 4 双绞线+屏蔽电缆 5 耐干扰性能非常优异
耐扭转性	扭转电线时所需的性能。 1 无耐扭转性能 2 可对应拖拽电缆时的扭转 3 扭转度小于90度时，一定程度可使用 4 扭转90度时，一定程度可使用 5 不断剧烈扭转的机械也可使用
耐震性	在电机、电动工具等震动部使用时所需的性能。 1 无耐震性 2 可对应少许的震动 3 可在没有弯曲的震动部接线 4 完全可对应在没有弯曲的震动部接线 5 在有弯曲的震动部也可接线
耐左右弯曲性	在左右弯曲试验中经比较后的性能值。 1 无左右弯曲性能 2 可对应轻微的左右弯曲。 3 可在左右弯曲45度的弯曲部中使用 4 可在左右弯曲90度的弯曲部中使用 5 完全对应振动、左右弯曲
电缆拖链试验	使用电缆拖链时所需的性能。为了实现长期稳定的使用，电缆拖链接线时请参阅●1182页的确认“3.关于电缆拖链的接线”。(1~5级并非保证值，仅为实测值或根据设计规格等计算的估计值。) 1 不适用于电缆拖链 2 可根据条件使用 3 电缆拖链试验500万次或以下(使用时敬请注意) 4 电缆拖链试验1000万次或以下 5 电缆拖链试验1000万次或以上
耐环境物质性能	下面是24种化学物质在电缆中含有状况的评价结果。大部分的电缆为评价4和5。 1 环境破坏化学物质调查24品种调查中，或含有 2 不含铅，但含有其它物质，或调查中 3 不含铅及六价铬，但含有其它物质，或调查中 4 不含六价铬、铅、水银、镉、PBB、PBDE(符合欧洲RoHS标准) 5 符合欧洲RoHS标准，且其它物质调查完成或调查中

## 电线的分类

“本产品目录”作为电线选型的基准，从各种角度对种类繁多的电线进行了分类。

### 1. 按使用部位分类

分为“柜内机器连接用”与“柜间连接 / 机器间连接用”，并进一步按照使用目的与使用部位分类电线，制成一一对应的一览表。

### 2. 按用途分类

对电线的结构、功能进行了说明。请作为电气 / 电子机器用电源线按电力供给线与电气信号传输线分类、使用时的选择基准。

### 3. 按额定温度、额定电压分类

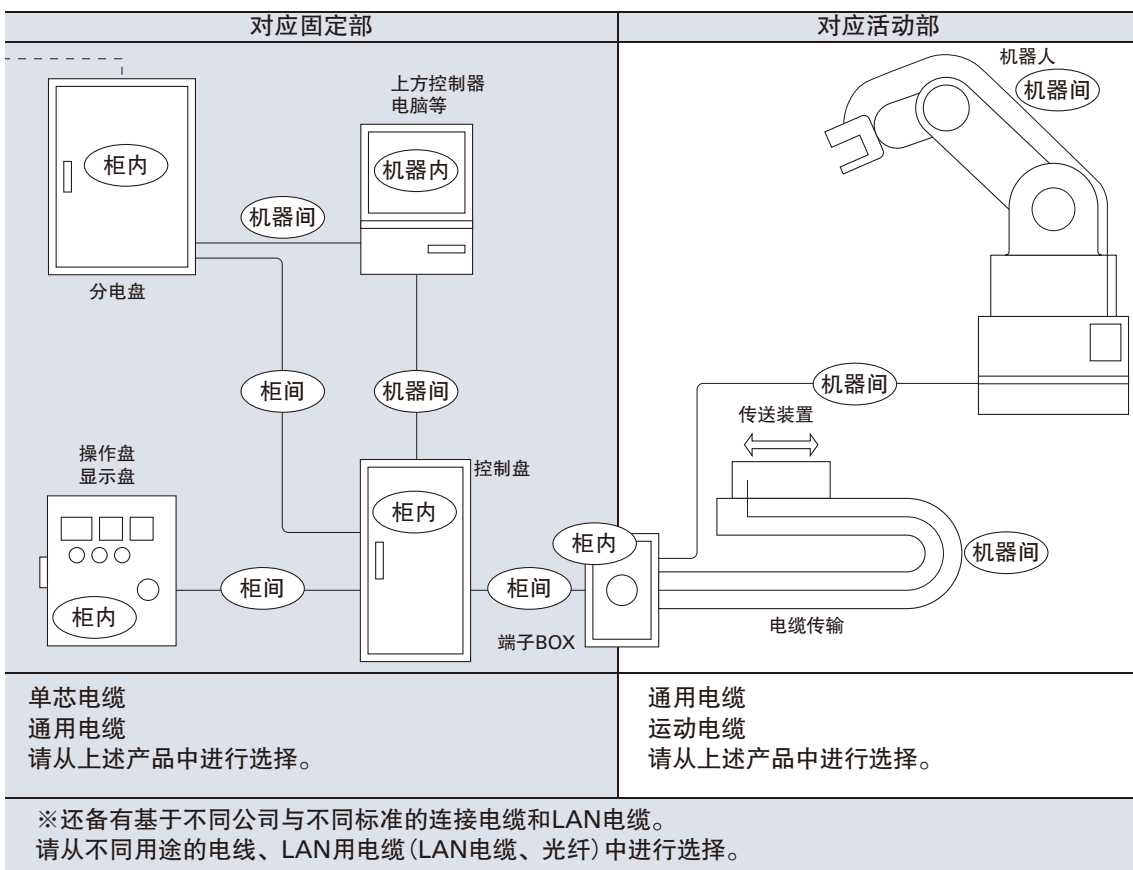
单芯电线、多芯电线都按照额定电压450/750V、300/500V以下的顺序记载，耐热温度方面则是在各产品目录最显眼的位置记载了使用温度范围。

### 4. 按标准分类

各国对使用电气用零件制定了相应标准。请选择获得相应国家标准的电线，或遵照标准的电线。（请参见1176页）

## 按使用部位分类

以下是根据“柜内机器连接用”与“柜间连接 / 机器间连接用”不同使用目的与使用部位分类电线，并依此进行选择的基准之一。



## 按用途分类

电气/电子机器用电线根据其用途分为电力供给线与电气信号传输线两大类。传输电线时电压、电流的大小对电力线非常重要，而电气信号的传输方法则对信号线非常重要。

因此，理解电线的构造、功能是选型的基准之一。

### 1.关于电力供给用电线

电源用电线是与电力的接点，因此以内线规定为首，与各国的安全法规存在直接关系。选择时，请以相关法定安全法规为基础选择所需产品。

### 2.关于电气信号传输电线

计算机、数据通信等电子机器对电线存在各种程度的电气特性要求。计算机周围机器间的电缆等是重要的信号传输电路。请备齐以下各项。

- ① 机器间必须备有规定电气特性以连接信号
- ② 耐干扰对策(屏蔽、双绞线等)
- ③ 具有一定程度的活动性(有利于狭窄场所的接线)

## 按额定温度、额定电压分类

“额定温度”是指不会产生低温脆化以及高温软化、劣化等现象的温度。根据绝缘材质的不同而有所差异。产品目录的各产品页中记载了使用温度范围，请依此判断。不可在使用最高温度下使用，敬请注意。

“额定电压”是指不会引起绝缘破坏，并且可连续使用的最高使用电压。“柜内机器连接用”与“柜间连接/机器间连接用”电线一般使用600V、300V以及100V以下的电线。关于电压记载内容请根据各产品页的标题进行判断。

## 关于电线的选择

选择电气/电子机器用电线时，请考虑到承受电压、电流的大小以及支流、交流等诸多条件后再进行选择。

但是，电气/电子机器用电线与电力电缆及通信电缆不同，存在多种选择，而且部分产品并未标准化，因此选择比较困难。由此可知，选择时必须明确所需电线的电气特性、耐弯曲性、柔软性、耐油性等机械特性，以及对使用环境的相关要求，然后再选择融合了各种要求特性的电线。

另外，与连接器、端子类等组合时(连接线加工时)，必须选择适合电线尺寸以及适合电线的加工外径等满足各种物理方面要求的电线。

### 关于尺寸的选择

选择电线尺寸时，

- ① 根据电线的容许电流与负载电流选择尺寸
- ② 根据电压下降选择尺寸

诸如此类，必须考虑到电线的负载及综合要素。例如，电线较短时，电压下降少，因此根据容许电流可选择的电线尺寸较多。反之，电线过长则电压下降大，从而需增大电线尺寸。

※关于电压下降，请参阅●1184页。

index

产品目录

交易指南

电缆

圆形连接器  
(线束)矩形连接器  
(线束)

尼龙连接器

机器设备线束

端子台

压接端子

固定部件·  
铁氧体磁环软管·线槽·  
保护管

LAN线缆

测量通信线束

AC电源线·  
接插件

电源排插

配线工具

开关按钮·  
蜂鸣器开关电源·  
保险丝

AC/DC风扇

多层信号灯·  
旋转报警灯

变压器

键盘·鼠标

显示器·  
显示器支架

箱体

技术资料

索引

2012.02

▼  
2012.10