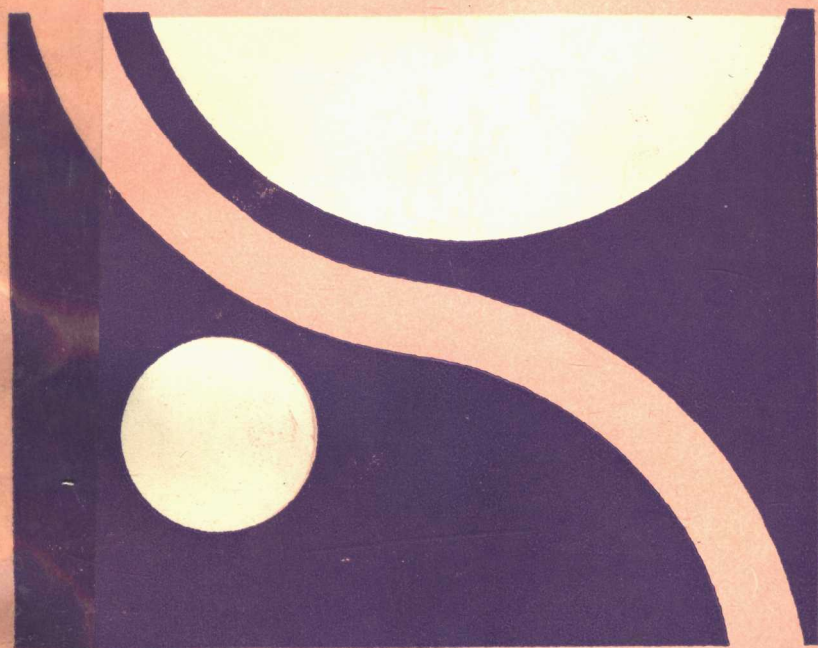


(新版)

电焊工安全操作

(日本) 劳动省安全科 主编



中国劳动出版社

(京)新登字 114 号

本书是根据日本中央劳动灾害防止协会编写的,《新版アーク溶接等作業の安全》翻译的。

主要包括:电焊的相关知识、弧焊装置基础知识、关于电弧焊作业方法的知识及有关法令摘抄(劳动安全卫生法、劳动安全卫生法实施细则、劳动安全卫生规则和安全卫生特别教育规程)及附表和附录。

本书可供管理人员和技术人员参考,也可供技工学校学生和在职工人自学使用。

新版アーク溶接等作業の安全

監修 労働者安全科

编者 中央労働災害防止協会

印刷・制本 新日本印刷(株) 1988 年第 9 版

电焊工安全操作

(新版)

[日本]劳动省安全科主编

责任编辑 王绍林

中国劳动出版社出版

(北京市惠新东街 3 号)

北京地质印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

850×1168 毫米 大32 开本 4 印张 102 千字

1992年10月北京第1版 1992年10月北京第1次印刷

印数: 4100 册

ISBN 7-5045-1082-3/TG·092 定价: 2.20 元

推 荐 的 话

电弧焊作业，在生产领域广泛应用，然而，由于焊接装置的不够完备或维修保养不良，焊接操作方法不当等原因，屡屡发生触电、坠落、爆炸、火灾等重大事故。

为了防止这类灾害的发生，必须在彻底推行贯彻弧焊装置的维修保养、按照正确的操作要领进行操作等项措施的同时，在焊工的操作技能方面进行必要的教育和培训。为此，在劳动安全卫生法中，对企业主规定了如下的义务：对进行电弧焊等有一定的危害作业的工人，必须依据安全卫生特别教育规程进行与其业务有关的安全或卫生方面的教育。

中央劳动灾害防止协会根据特别教育的基本准则，自1972年10月出版关于焊接作业人员用的教科书以来，随着有关法令的修改，经过再次的修订，在大力开展安全教育工作方面已经取得了重大的成果。然而，考虑到今后技术水平的提高等问题，仍需要追加新的事项，因而这次再版时进行了必要修订。

由于本书搜集了焊工必须掌握的知识，因而确信将其作为推进焊工的安全作业参考书是再合适不过的了。热忱祝愿有关各位对本书加以广泛应用，必将有助于全面掌握弧焊作业的正确操作要领和防止弧焊作业时灾害的发生。

1985年12月

劳动省劳动标准局安全卫生部

安全课长 长谷川 正

前 言

近年，弧焊技术取得了显著的发展，已经在各工业领域中得到广泛应用，并对我国工业的发展起了很大的作用。特别是近年来，虽然利用机械手的自动焊迅速普及，但是手工焊接方法仍然广泛应用着。所以在进行这些弧焊作业的同时，防止劳动灾害事故的发生，依然是个重要的问题。

中央劳动灾害防止协会根据 1972 年劳动安全卫生法的实施令，对焊工实施特别教育义务以来，出版了特别教育用教材，其后也随着有关法令的修改逐次进行了修订。但是这次，针对应该引进新技术新机器的实际状况，新增的关于半自动弧焊项目，进而对教材进行了全面的重新估价，全面修订出版发行。

对在本书编纂过程中给与协助的有关各位致以衷心的感谢，同时也衷心祝愿焊接作业的劳动灾害更加减少。

1985 年 12 月 中央劳动灾害防止协会

调查研究部长 冈村 惠

译 者 的 话

本书的翻译基本遵重原文，对某些词汇作了注释，并对原文中的明显笔误进行了修正。本书涉及的计量单位由译者换算为我国的法定计量单位，将原文中的计量单位表示在括号中。

本书的翻译出版，对于我国的电弧焊正确操作和防止作业时灾害的发生以及在人员培训方面，如能发挥点滴作用，本人则实感荣幸和欣慰。

在本书的翻译、校审和出版过程中，得到刘东寅教授和陈杏梅高级工程师的大力协助，在此一并表示感谢。

由于水平所限，译文难免出现一些缺点和错误，热忱希望广大读者提出宝贵意见。

王俊昌

1991年12月

目 录

第1篇 电焊的相关知识

第1章 电弧焊等的基础理论.....	(1)
1. 金属的焊接与切割	(1)
2. 焊接与切割方法的种类	(1)
3. 焊接方法的种类	(3)
4. 切割方法的种类	(5)
第2章 电的基础知识.....	(6)
1. 电的用语	(6)
2. 电路	(7)
3. 物质的电学性质	(8)
4. 低压电的触电危险性	(10)
5. 弧焊作业时的触电危险	(12)

第2篇 弧焊装置基础知识

第1章 弧焊装置概要.....	(14)
1. 弧焊装置构成	(14)
2. 手工电弧焊机	(14)
3. 半自动弧焊机	(17)
4. 各种弧焊机的使用和管理	(19)
第2章 交流弧焊机用自动防止触电装置.....	(20)
1. 功能	(20)
2. 工作原理	(20)
3. 种类	(21)
第3章 焊条、焊丝和焊钳.....	(23)
1. 焊条	(23)

2. 活性气体保护焊焊丝	(23)
3. 电焊钳	(25)
第4章 配线等	(27)
1. 动力线	(27)
2. 焊接电缆	(29)

第3篇 关于电弧焊作业方法的知识

第1章 焊接方法	(34)
1. 焊接材料的准备	(34)
2. 接头种类和焊接位置	(35)
3. 装配定位与焊接夹具	(37)
4. 手工电弧焊	(38)
5. 半自动电弧焊	(46)
6. 焊缝检验与焊接缺陷	(52)
7. 机器、用具等的整理与保管	(54)
第2章 灾害的防止	(56)
1. 触电灾害的防止	(56)
2. 触电时的急救方法	(60)
3. 眼害的防止	(66)
4. 防止皮肤受害	(69)
5. 防止烟尘、气体的侵害	(71)
6. 爆炸及火灾的防止	(73)
7. 坠落事故的防止	(74)
8. 作业前的检查和整備	(76)
第3章 灾害事例	(78)
1. 因动力线电缆的破损而触电	(78)
2. 在小型金属罐内进行电焊时触电	(78)
3. 拆除电弧焊用配线时触电	(79)
4. 在双层船底焊接作业中因接触电焊钳而触电	(80)

5. 换夹电焊条时因接触电焊钳而触电	(81)
6. 接触电焊条而触电坠落	(82)
7. 电弧焊接时油罐爆炸	(83)
8. 焊接顶棚内衬的作业中触电	(84)

第4篇 有关法令

1. 劳动安全卫生法 (摘录)	(86)
2. 劳动安全卫生法实施细则 (摘录)	(86)
3. 劳动安全卫生规则 (摘录)	(93)
4. 安全卫生特别教育规程 (摘录)	(100)
附表 1 交流弧焊机的种类、规格和特性	(101)
附表 2 小型交流弧焊机的种类、规格和特性	(102)
附表 3 陡降外特性整流器式直流弧焊机的种 类、规格和特性	(102)
附表 4 低电阻启动型 (I型) 防止触电装置的 种类、规格和特性	(103)
附表 5 高电阻启动型 (H型) 防止触电装置的 种类、规格和特性	(104)
附表 6 第2种橡胶绝缘电缆的规格	(106)
附录 1 交流弧焊机用自动防止触电装置的接线 以及安全使用基准的技术指南	(108)
附录 2 焊接用语	(115)

第 1 篇 电焊的相关知识

第 1 章 电弧焊等的基础理论

1. 金属的焊接与切割

制作金属器件的方法有：将熔融金属液注入铸型而成形的铸造法；对薄板进行冲压加工的塑性加工法；使用机械切削加工法以及将压延材料按要求切断成一定形状再结合起来的方法等。而大型构件几乎全部采用切断成形再结合的方法。

压延材料的结合方法，可以分为螺栓连接、铆接等机械连接法和利用焊接的冶金连接法。最近，后者的连接法成为制作大型构件的主要加工法。与前者相比，其主要优点如下：

- (1) 可以制作大型的坚固构件。
- (2) 可以减轻制品重量。
- (3) 作业工程少，可以缩短制作周期。
- (4) 容易保证构件的水密性、气密性。

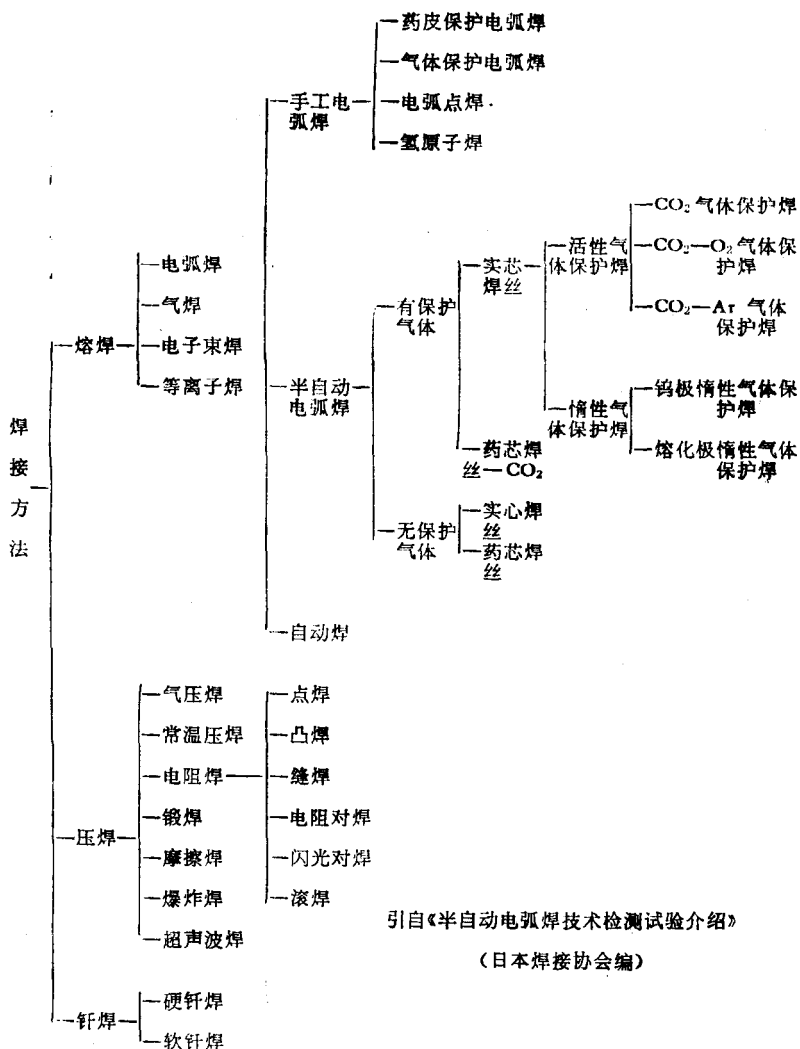
而且，金属的切割与焊接有着密切的关系，多数作业可以做等同处理。

2. 焊接与切割方法的种类

焊接方法大致可以按熔焊、压焊和钎焊来分类。还可以根据能源、对连接部施加机械压力与否以及连接部的焊接保护气氛等来分类。如图 1.1 所示。

大的分类定义如下：

(1) 熔焊 是通过将连接部近旁的母材加热至熔化状态而实现结合的方法，是熔化焊接的简称。对连接件不施加机械压



引自《半自动电弧焊技术检测试验介绍》

(日本焊接协会编)

图 1.1 焊接方法的分类

力。这种熔焊狭义地讲就被称为焊接。

(2) 压焊 是对结合部施加压力的焊接方法的总称。是加压焊接的简称。

(3) 钎接 在要结合的金属材料之间填充钎料的结合方法的总称，是钎焊焊接方法的简称。

切割金属的方法中，有剪床、锯床等使用机械力的方法，也有气割、等离子切割之类使用热能的方法。将后者称为热切割。图 1.2 所示为代表性的热切割方法。热切割方法中应用最多的是气割。最近，空气电弧切割、等离子弧切割以及激光切割也渐多地应用起来。

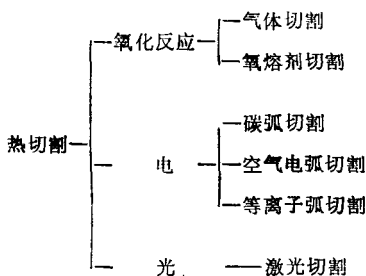


图 1.2 热切割方法（根据能源分类）

3. 焊接方法的种类

(1) 手工电弧焊 其焊接方法如图 1.3 所示。是一种利用电弧热能的焊接方法，使用的是药皮焊条。它虽然是最早开发使

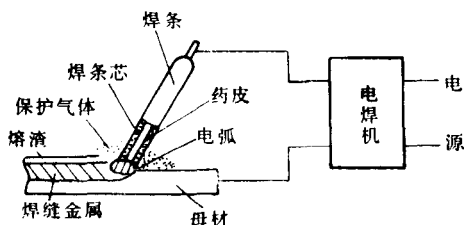


图 1.3 手工电弧焊

用的焊接方法，但由于电焊机和焊接材料屡经改良，至今仍然是使用最广的焊接方法。分直流和交流两种，在日本多用交流。

手工电弧焊可以用于所有的金属材料，但实际上主要应用于钢铁材料，有色金属采用钨极惰性气体保护电弧焊和熔化极惰性气体保护电弧焊。

手工电弧焊的优点如下：

- ① 设备费用低。
- ② 便于操作。
- ③ 基本技术的学习不需要很长的时间。
- ④ 容易得到优良的焊缝。
- ⑤ 组装价格低。

(2) 活性气体保护电弧焊 焊接方法如图 1.4 所示。它是用二氧化碳 (CO_2) 与惰性气体 (氩气 Ar , 氦气 He 等) 的混合气体，将焊接区与空气隔开进行焊接。仅用二氧化碳保护的方法称为二氧化碳气体保护电弧焊，它属于活性气体保护电弧焊的一种。

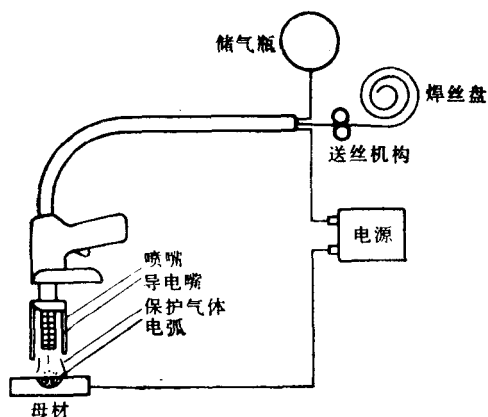


图 1.4 活性气体保护电弧焊

焊丝以一定速度自动送给，但电弧长度保持一定，该电弧长

度依焊机的特性而定。焊钳的移动靠焊工手工操作，或自动进行。前者称为半自动焊接，后者称为自动焊接。半自动焊接由于作业效率非常高，正在迅速普及，大有替代手工电弧焊之势。

活性气体保护电弧焊所适用的材料以钢铁材料为主，广泛应用于从软钢到高强度钢的焊接。

4. 切割方法的种类

(1) 空气电弧切割 利用电弧热将工件待切割部位熔化，而后用压缩空气将被熔化部分吹除的切割方法叫空气电弧切割。然而，在金属的切割上，由于气割的方法优点突出，所以空气电弧切割较少应用。对焊缝背面以及焊接缺陷部位的清理经常使用空气电弧切割。

(2) 等离子弧切割 等离子弧切割方法如图 1.5 所示。这种切割方法是靠工作气流的强迫热压缩使之发生数万度的等离子气流，这种超高温气流吹向被切割的金属材料使之熔融除去而切断的方法。用气割方法难以切割的不锈钢、铝及其它非铁金属用这种方法切割却非常容易，但设备费较昂贵，目前正在逐步普及。

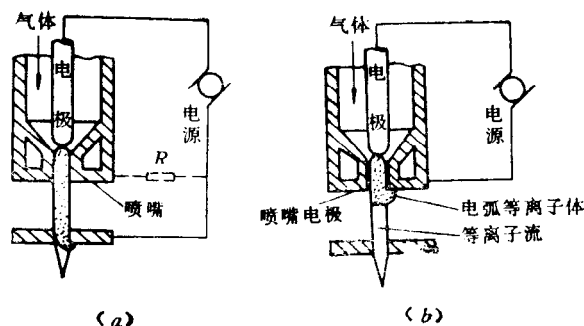


图 1.5 等离子弧切割
(a) 转动型电弧 (b) 非转动型电弧

第2章 电的基础知识

1. 电的用语

(1) 电压、电流、电阻 如图 1.6 所示, 用管子将水槽 A 与水槽 B 相连, A 和 B 水面的高度差越大, 管子的直径越大, 水的流量就越大。与水的流动相比, 电的原理也与之相类似。水位差就相当于电位差 (一般称作电压), 水的流动相当于电流, 管子相当于电线。如果电线的材质相同, 电线的直径越大, 电压越高, 流过的电量就越大。所以, 在电压相同时, 电流的流动状况是由电线的材质和形态 (长度、直径) 来决定的, 通常以其阻碍电流流动的性质来衡量, 称为电阻。

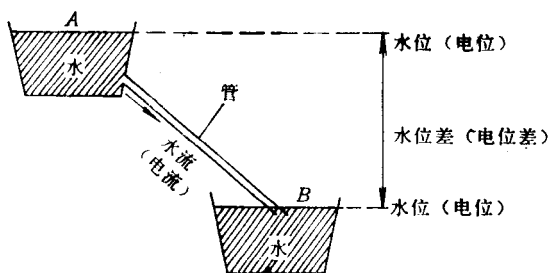


图 1.6 水的流动与电的相似性

电压的符号一般用 E 或 e 来表示, 单位为伏特 (V)。电流的符号用 I 或 i 来表示, 单位为安培 (A)。电阻的符号记作 R 或 r , 单位为欧姆 (Ω)。而且, 电压、电流、电阻之间有如下关系:

$$I (\text{A}) = \frac{E (\text{V})}{R (\Omega)}$$

此关系式称为欧姆定律。

(2) 电功率、电能 电源在回路中每秒供给的能叫电功率，用电压与电流的乘积来表示。电功率的符号记作 P 。当电压的单位用伏特、电流的单位用安培来表示时，电功率的单位为瓦特 (W) 或者用伏安 (VA) 来表示。

(3) 直流、交流 电有直流电和交流电之分。直流电的电流流动方向不变，大小一定，用符号 DC 来表示。干电池、蓄电池以及直流发电机等均为直流电源。使用直流电的电焊机称为直流电焊机。交流电，无论是电流的流动方向、还是电流的大小都是以一定的时间周期性变化的，用符号 AC 来表示。家庭及工厂等由供电公司供给的电均属交流电，使用交流电的电焊机称为交流电焊机。

(4) 频率 对于交流电流，每秒钟同一波形重复的次数称为频率，其单位用赫兹 (Hz) 来表示。在日本从供电公司供给的电，以富士河为界，其东部地区为 50Hz，西部地区为 60Hz。一般将 50 Hz、60 Hz 的频率称为商用频率。交流电弧电焊机所使用的也是商用频率。

(5) 接地 电气设备的金属外壳或配线与大地之间用导线连接起来称为接地。使用电弧电焊机时，电焊机的外壳与大地之间、以及母材侧配线与大地之间必须接地。

电焊机外壳的接地，根据电气设备技术标准（以下简称“电技”）第 28 条规定，必须按表 1.1 左栏“分类”所示的不同电压，进行中栏所列的接地工程。另外，电焊机的母材侧配线的接地必须根据同一“电技”的第 251 条规定按第三种接地工程进行。而且，各接地工程的接地电阻值必须在“电技”第 18 条规定的同表右栏所示值以下。

2. 电路

电流流动的路线简称为电路或称回路。电路中负载电阻的连接有串联和并联。所谓串联，就是将电阻 r_1 、 r_2 按图 1.7(a) 那

表 1.1

接地工程的种类与电阻值

分 类	接地工程的种类	接地电阻值
300 V 以下的低压用电器	第三种接地工程 (E_3)	100 Ω (在低压电路中, 如果设置该电路产生接地时在 0.5 s 以内自动断电装置应为 500 Ω)
超过 300 V 的低压用电器	特别第三种接地工程 (E_{ss})	10 Ω (在低压电路中, 如果设置该电路产生接地时在 0.5 s 以内自动断电装置的应为 500 Ω)

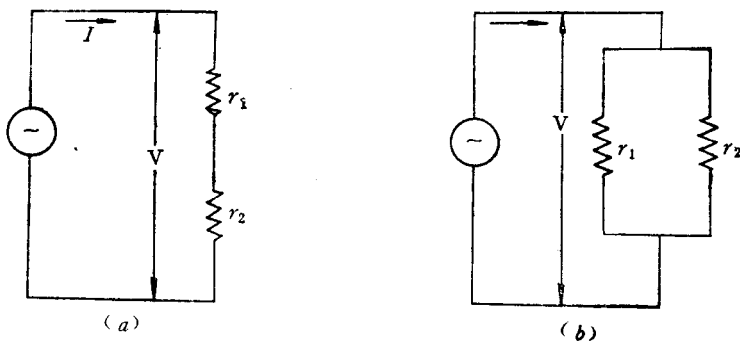


图 1.7 电路

样进行连接。串联电路的总电阻等于各电阻之和。即 $R_s = r_1 + r_2$ 。所谓并联，就是将电阻 r_1 、 r_2 按图 1.7(b) 那样进行连接。并联电路的总电阻 (R_p) 的倒数等于各电阻的倒数之和，即 $1/R_p = 1/r_1 + 1/r_2$ 。

3. 物质的电学性质

世间的物质中，有的如电线那样电流很容易通过，也有的如橡胶那样电流几乎不能通过。前者被称为导体，后者被称为不导体或称绝缘体。物质容易通过电流与否，可以用物质所具有的电阻

阻来表示。同一物质的电阻，与其长度成正比，与其横截面积成反比。所以，其值可以用单位长度的单位立方体的物质的电阻进行比较，将其称为电阻率。电阻率的符号用 ρ 、单位用 $\Omega\cdot\text{cm}$ 或 $\Omega\cdot\text{m}$ 来表示。表 1.2 是具有代表性的金属导体的电阻率，表 1.3 是具有代表性的绝缘体的电阻率。

表 1.2 金属导体的电阻率 (单位 $10^{-10} \Omega\cdot\text{cm}$)

元 素 (20°C)		合 金 (常温)	
银	1.62	钢	10~20
铜	1.69	硅钢(Fe-Si 4.5%)	62.5
铝	2.62	镍铬合金(Ni-Cr-Fe)	100~110
镁	4.46	锰铜合金(Cu-Mn)	34~100
钼	4.77	黄铜(Cu-Zn)	5~7
锌	6.1		
镍	6.9		
铁	10.0		
铂	10.5		
锡	11.4		
铅	21.9		
汞	95.8		

表 1.3 绝缘体的电阻率 (单位 $\Omega\cdot\text{cm}$)

树脂系材料(23°C)		橡胶系材料(20°C)	
聚乙烯	$>10^{18}$	天然橡胶	10^{15}
氯乙烯树脂	$>10^{18}$	氯丁橡胶	$10^{10}\sim10^{12}$
聚碳酸酯	2.1×10^{18}	硅酮橡胶	$10^{14}\sim10^{15}$
氟树脂(FEP)	2.0×10^{18}	乙烯丙烯橡胶	$10^{15}\sim10^{16}$

绝缘体所具有的电阻叫做绝缘电阻。电气设备及电缆等的绝缘性能就以其使用的绝缘体的绝缘电阻来评价。即使是同一材料，其绝缘电阻值根据长度和横截面积的不同也是变化的。而且，在实际的使用环境下，也会由于绝缘体的表面的污染情况、湿度的大小等而发生很大变化。表示绝缘电阻的单位一般不按欧姆(Ω)而按相当于其 100 万倍的兆欧($M\Omega$)使用。