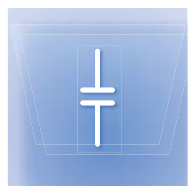
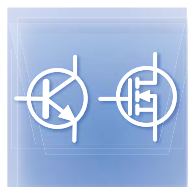


TDK

Power Electronics

World

TDK 电力电子产品指南



欢迎光临电力电子世界。

目录

基础篇

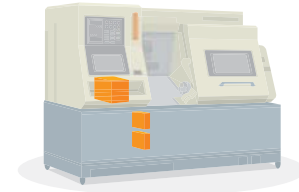
- 什么是 DC(直流)? 什么是 AC(交流)?... 3
- 没有完全意义上的直流和交流... 4
- 为什么需要稳压电路?... 5
- 电源装置的各种职能分工... 6
- 什么是整流? 什么是平滑?... 7
- 了解主要部件的功能... 8
- 构筑最合适的电源系统... 9
- 分布式电源系统与功率模块... 10

技术篇

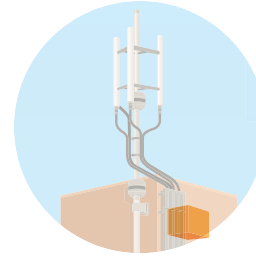
- 线性电源的构造... 11
- 开关电源的构造... 12
- 非隔离型 DC-DC 转换器的基本电路... 13
 - 斩波电路方式(降压型转换器、升压型转换器)
 - 电荷泵方式
- 隔离型 DC-DC 转换器的基本电路... 15
 - 反激转换器、正激转换器
 - RCC 方式、推挽方式、全桥方式
- 为了进一步提高效率的技术... 17
 - 开关电源的损耗部位、软开关
 - 功率因数补偿、谐波校正电路
 - 同步整流方式、数字控制
- 支撑电源性能的核心部件... 19
 - 电容器、线圈、变压器
- 开关电源的噪声对策... 20
- UPS(不间断电源装置)的挑选方法... 21
- 新型电源系统与电池... 22
- 开关电源的发展史



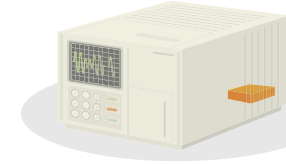
工厂自动化、控制设备



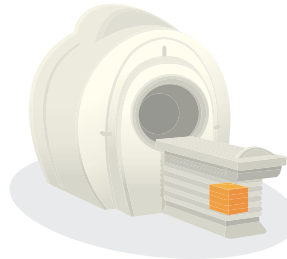
通讯、广播设备



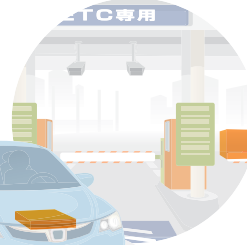
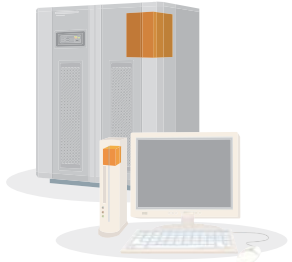
测量、试验设备



医疗设备



电脑、办公自动化设备



汽车、交通控制设备



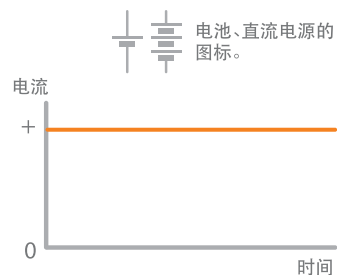
家电、民用设备

▶ 什么是 DC(直流)? 什么是 AC(交流)?

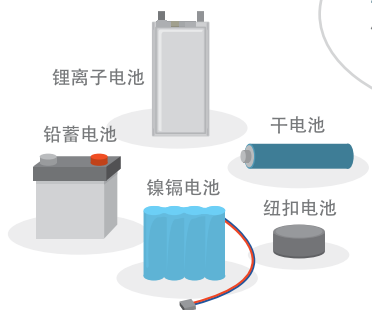
电流可分为直流 (DC) 与交流 (AC)。直流是指像干电池那样电流流向与大小 (电压) 固定的电流。交流是指电流流向与大小随时间进行周期性变化的电流。以前人们只知道静电 (摩擦生电), 电池发明以后, 首先利用的是直流, 后来又发明了发电机, 交流也被利用起来。

DC(直流)是“Direct Current”的缩略语。

直流 直流的电流方向与大小是固定的。



一次电池与二次电池

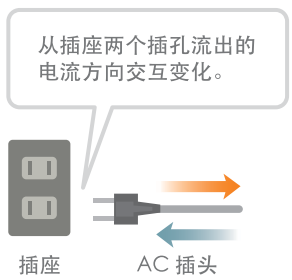
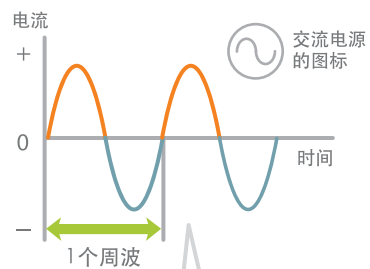


干电池等一次性电池称作一次电池, 能够充电反复使用的电池称作二次电池 (充电电池)。



AC(交流)是“Alternating Current”的缩略语。

交流 交流的电流方向与大小进行周期性变化。



交流频率

将交流电流方向在一秒钟内变化几个周期称作交流频率。单位为 Hz (赫兹)。商用交流频率, 在大陆和香港为 50Hz, 台湾为 60Hz。

低频、高频

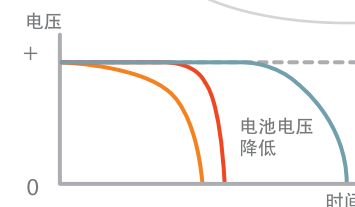
将频率比较低的交流称作低频, 较高的交流称作高频, 通常高频是指频率在 kHz、MHz 以上的交流。

将电力公司供给的商用交流的这种波形称作正弦波。

※交流电流不一定是正弦波, 也有脉冲状波形的交流。

▶ 没有完全意义上的直流和交流

电池 (干电池、充电电池) 能量降低后, 电机电器便无法运转。这是由于电池的电压会随着时间不断降低。近年由于集成电路的驱动电压降低, 很小的电压变动也会成为问题。



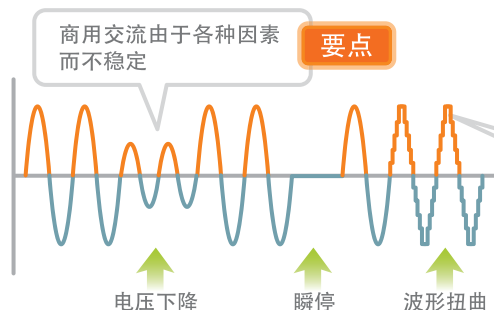
电池电压逐渐下降。放电曲线根据电池种类各不相同。



插座的交流电压在 220V ± 10% 之间变化, 不是固定的。

从插座获得的商用交流不能说是稳定的。根据连接到配电网的负荷 (电气设备等) 状态, 商用交流是不稳定的。比如盛夏的中午, 附近各家各户同时利用空调时电压就会降低。此外, 还会产生瞬间的送电停止 (瞬停), 由于叠加噪声而造成波形扭曲等情况。

< 商用交流的不稳定因素 >



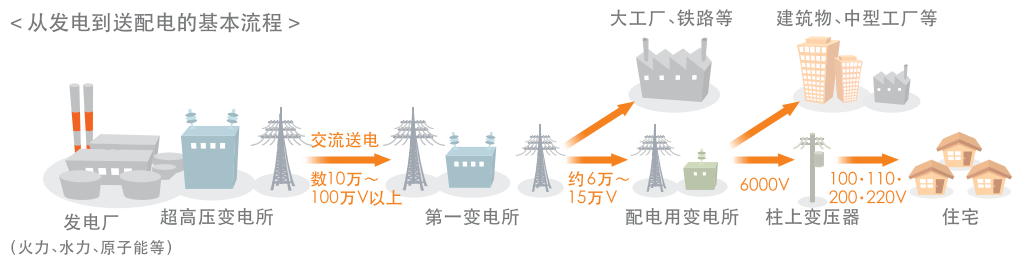
如果高频交流电流作为噪声叠加的话, 就形成这种锯齿状波形。

负荷

将接在电源上消耗能量的东西总称为“负荷”。具体是指, 电阻或电路、连接的设备等。

为什么电力使用高压交流进行送电?

< 从发电到送配电的基本流程 >



使用高电压送电功率损耗 (因电线电阻引起的发热损耗) 少。

交流有使用变压器能够方便地转换电压的优点 (一部分送电途径也采用直流送电)。

为什么需要稳压电路？

不管是电池的直流，还是将商用交流使用 AC 适配器转换获得的直流，都存在不稳定的电压变动。这样一来，对于电压变动很敏感的电器就会引发故障，因此通过稳压电路输出稳定电压的直流。其方式分为，线性方式（也称为串联方式、降压方式）与开关方式。

线性方式原理简单，但效率不高，发热损耗大。

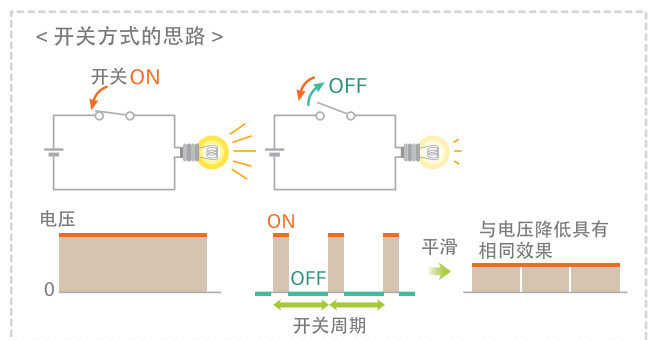
线性方式（串联方式）



开关方式可以实现小型、轻量、高效率的稳压电源。

开关方式

比如，在右图的电路中，通过迅速对开关进行导通 / 断开操作，可以获得与电压降低相同的效果，从而使电灯的亮度降低。通过半导体元件实现这个过程的就是开关方式的电源。



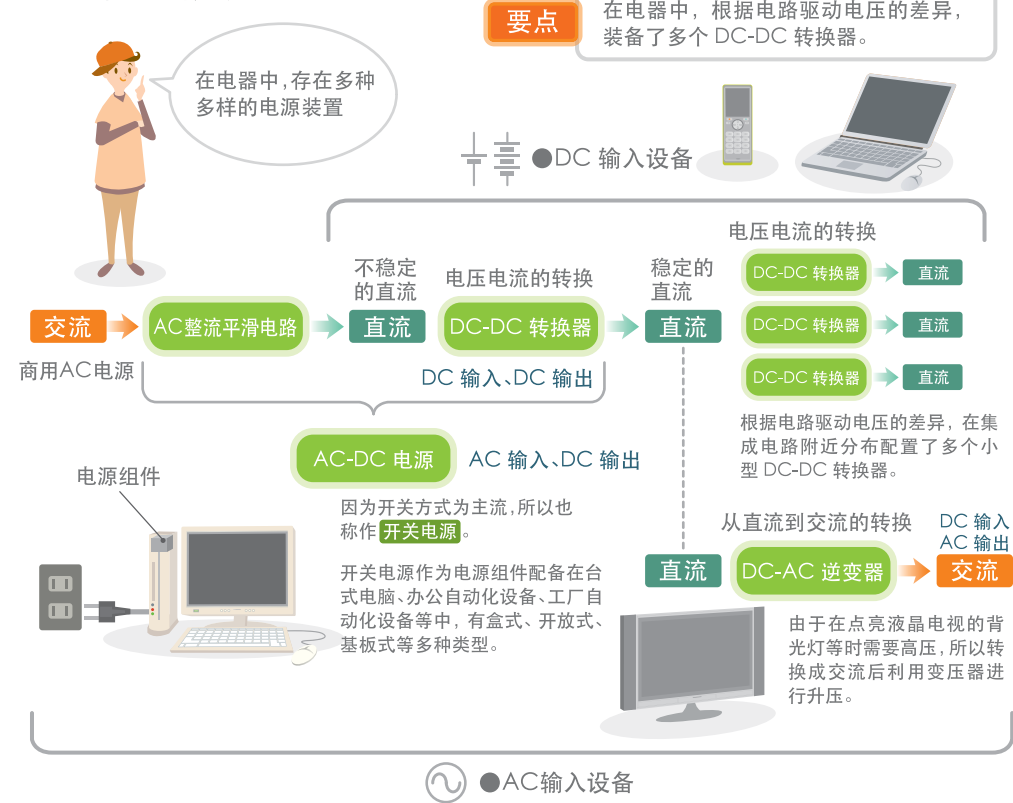
要点 将其称作 PWM (Pulse Width Modulation; 脉宽调制)



电源装置的各种职能分工

几乎所有的电器都使用直流运转。于是，将商用交流进行整流（还属于不稳定的直流），通过 DC-DC 转换器进行电力转换（电压及电流转换），同时通过稳压电路获得非常稳定的直流。

< 电器内部的电力转换装置 >



线性电源与开关电源的优点 / 缺点

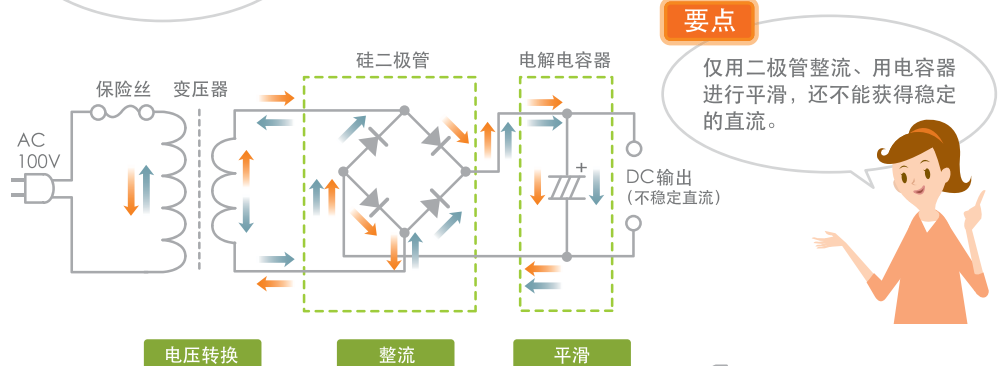
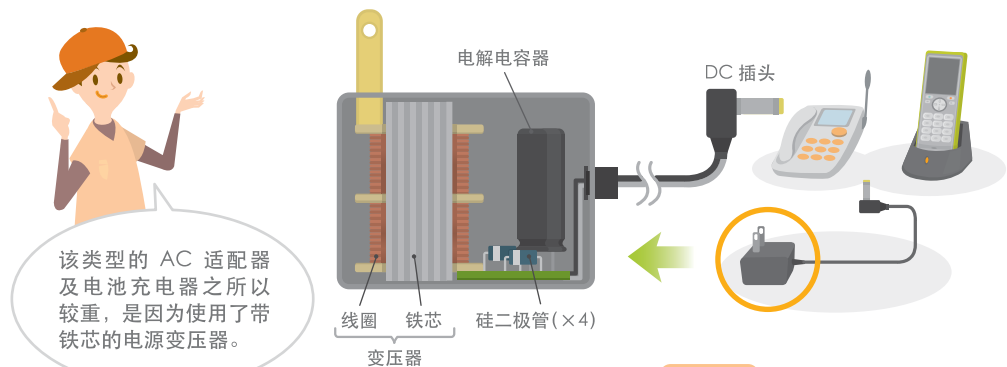
	线性电源	开关电源
效率	低(30 ~ 60%)	高(70 ~ 90以上)
放热量	大	小
大小、重量	大型、重	小型、轻
稳定度	高	一般
辐射噪声	无	有(需要噪声对策)

要点 开关方式电源的缺点是，随着半导体元件的高速开关会发生开关噪声。因此，使用噪声滤波器进行 EMC 对策（噪声对策）是不可避免的。

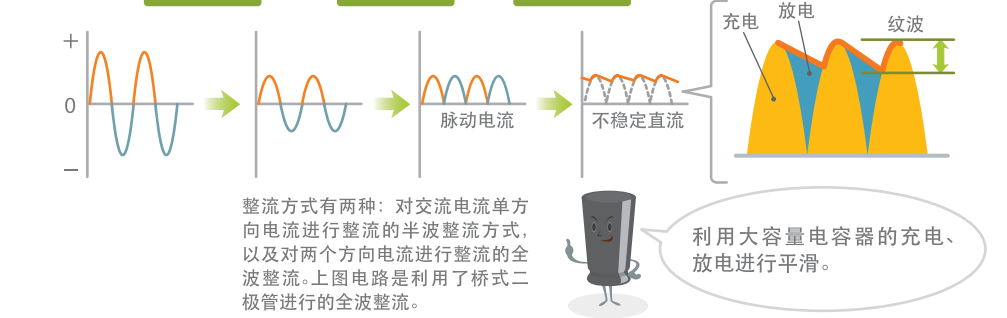
▶ 什么是整流？什么是平滑？

将交流转换为直流称作整流。利用让顺向电流通过而不让逆向电流通过的二极管进行整流。在仅经过整流的直流中，留有像交流痕迹一样的波纹状电压变动(纹波)，因此使用电容器将其进行平滑处理。

通过简易型 AC 适配器及电池充电器了解电源电路的基础



要点
仅用二极管整流、用电容器进行平滑，还不能获得稳定的直流。



▶ 了解主要部件的功能

为了理解电源的构造，需要了解主要部件的功能。如果熟悉了电路符号，就能够读懂电源电路的框架。

电容器(C)、线圈(L)、电阻(R)为三大被动器件

电容器	线圈(电感)	变压器	电阻
<p>虚线(或实线)表示磁芯。 扼流圈等含磁芯的线圈</p> <p>SMD (表面贴装器件) 类型的电容器中，积层陶瓷电容器为主流。</p>	<p>虚线(或实线)表示磁芯。 扼流圈等含磁芯的线圈</p>	<p>一次线圈 二次线圈</p> <p>包括电源变压器和高频变压器等</p>	<p>在学校课本等采用该符号。</p>
<p>储存大量电荷是电源中平滑电容器的功能。其像瞬间充放电的电池一样发挥作用，还具备让交流通过的性质。</p>	<p>线圈能够顺畅地让直流通过，但对于交流却像电阻一样，储存电能。</p>	<p>一次线圈的功率通过磁芯传到二次线圈。这时会产生称作磁损的损耗(主要是发热损耗)，因此，磁芯材料的特性对电源效率有很大影响。</p>	<p>要点</p>

用于电源电路的半导体元件特称为功率半导体

二极管	晶体管	MOSFET	IC(集成电路)
<p>只让顺向电流通过</p>	<p>集电极 基极 发射极</p>	<p>漏极 栅极 源极</p>	
<p>该元件具有只让单向电流通过的性质。</p>	<p>这是具备放大功能的半导体元件，在电源电路中作为将电流进行导通/断开操作的开关元件。MOSFET 是使用了金属氧化物半导体的场效应晶体管。</p>	<p>由半导体基板(硅等)上形成的多个晶体管、二极管、电阻等元件所构成的集成电路。</p>	

► 构筑最合适的电源系统

开关电源(AC-DC 电源)及 DC-DC 转换器,根据大小、容量、形状等的不同,有很多种类。DC-DC 转换器,大致可以分为隔离型与非隔离型。隔离型为使用了变压器的类型(防止触电),非隔离型为没有使用变压器的小型类型。将多个部件紧凑地集成于一个基板上的功率模块使用也较多。

非隔离型 DC-DC 转换器

DC 输入
DC 输出

隔离型 DC-DC 转换器

输出从1W左右~数百W。

AC-DC 功率模块

AC 输入
DC 输出

AC-DC 电源

单体式
开放式
单体式(机架安装式)

输出为不足 10W ~ 3000W 以上。
有宽幅输入、多路输出等多种。

非隔离型 用于隔离型的后级,转换为电路工作所需的电压。小型且价格低。

隔离型 使用变压器实现电气隔离。不利于小型化及低价化。

在笔记本电脑内部,也安装了多个小型 DC-DC 转换器,转换并提供所需电压。

将 AC-DC 转换器与 DC-DC 转换器紧凑地一体化,采用不需要冷却风扇的传导冷却方式。输出为 50 ~ 1000W 左右。

► 分布式电源系统与功率模块

近年,随着集成电路的低电压化、大电流化等,正在转换为将小型高效的 DC-DC 转换器配置到集成电路附近的分布式电源系统。

< 以前的电源系统 >

以前系统的问题

- 使用多个隔离型DC-DC转换器在成本及节省空间方面有问题。
- 正在推行集成电路的低驱动电压化,但突然降低到低电压,效率不高。
- 高频时,到负荷之前的配线电阻及电感成分的影响会增大。

< 分布式电源系统 >

什么是POL? POL (Point of Load)

- 隔离型 DC-DC 转换器只需 1 个即可。
- 在负荷(集成电路)的旁边配置小型 DC-DC 转换器。

分布式电源系统的优点

要点

高效率的非隔离型 DC-DC 转换器由于发热少不需散热片,所以可以在印刷电路板上集成电路的旁边进行安装。

通过功率模块实现简便紧凑的分布式电源系统

将 AC-DC 转换器、DC-DC 转换器、PFHC(功率因数补偿、谐波校正电路)功能(→第 17 页)等各种电源电路集成为一体的产品称作 AC-DC 功率模块。可以灵活适应各种分布式电源系统。

< 分布式电源系统与 AC-DC 功率模块 >

功率模块以砖为单位统一了规格。

■ 砖种类与尺寸

116.8mm
61mm
全砖 (高度为 12.7mm) 半砖 四分之一砖 八分之一砖 十六分之一砖

要点

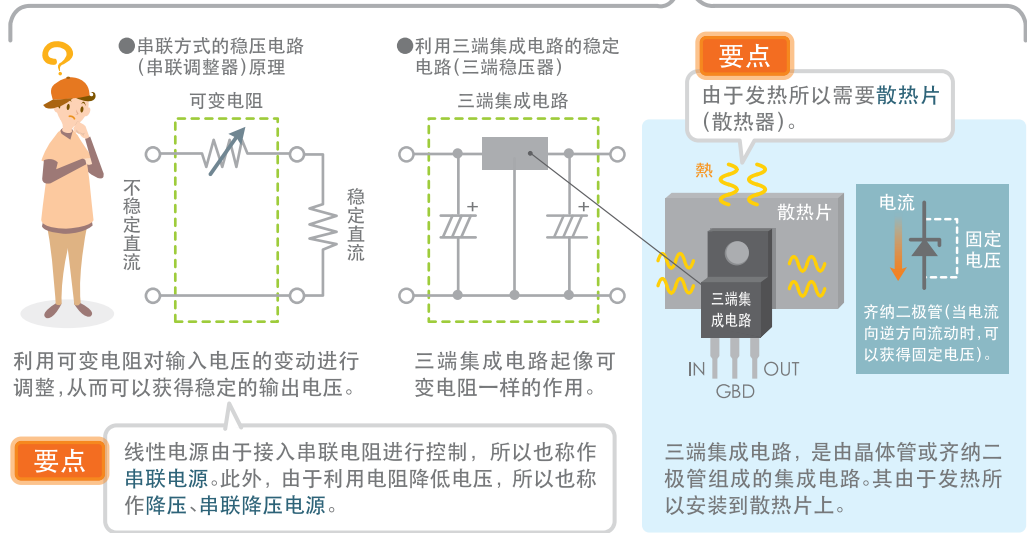
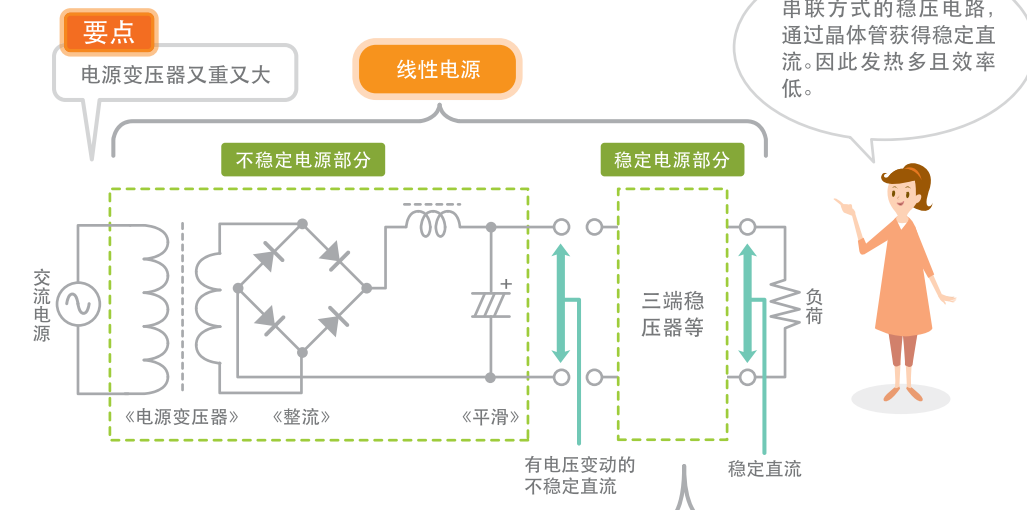
功率模块采用高效率化不需要冷却风扇的传导冷却方式。可以将所有的电源装置安装到相同的印刷电路板上。

线性电源的构造

商用交流仅经过整流平滑的过程还属于不稳定的直流。(→参照第 7 页)。稳压电路将其转换为电压变动较小的直流。首先来了解一下以前曾为主流的线性方式的稳压电路。

线性电源需要又重又大的电源变压器。

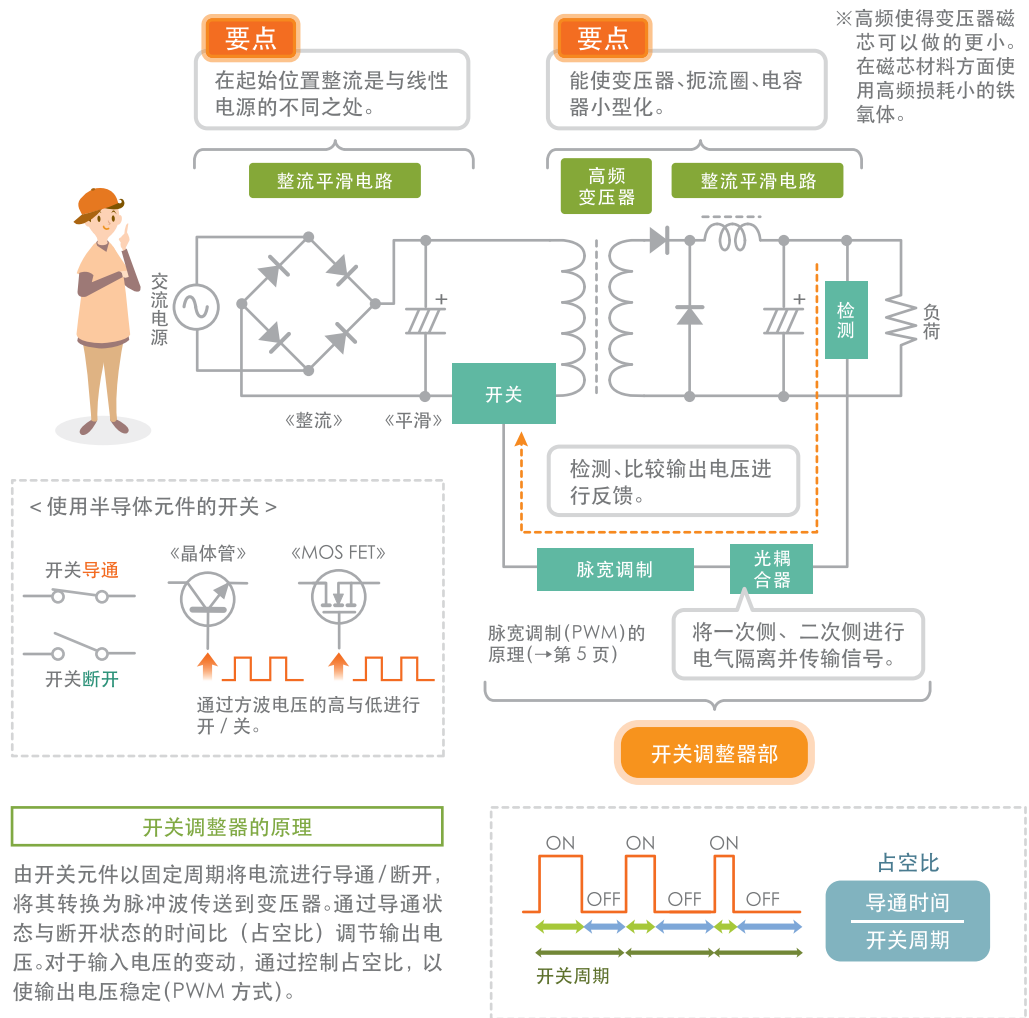
< 使用三端集成电路的线性电源 >



开关电源的构造

将经过整流的不稳定直流电通过开关元件(晶体管或 MOSFET)的高速开关转换为高频脉冲,并传送到变压器。而且通过检测、比较其输出电压并进行反馈,控制脉冲宽度获得稳定直流。虽然与线性电源相比小型、轻量、高效,但电路会变得复杂,另外,由于高速开关而发生噪声,所以噪声对策是必不可少的。

通过对脉冲宽度进行反馈控制获得电压固定的直流。

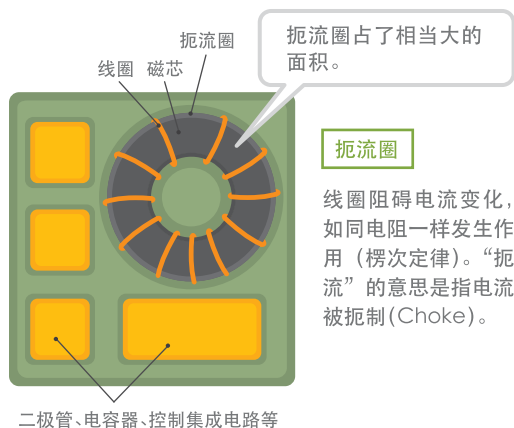


► 非隔离型 DC-DC 转换器的基本电路

在非隔离型 DC-DC 转换器中，也有几种方式。在输出不足 1W ~ 几 W 左右的小型板载类型采用的是斩波电路方式。其中有降压型 (step-down) 转换器和升压型 (step-up) 转换器。这两种方式都能够实现利用较少部件制作既小型又低廉的局部电源。此外，更为简便的电荷泵方式的特点是不采用线圈和变压器，而采用电容器。

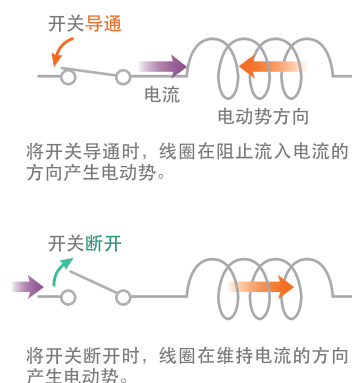
斩波电路方式

< 小型板载类型 DC-DC 转换器 (斩波电路方式) 的部件安装例示 >



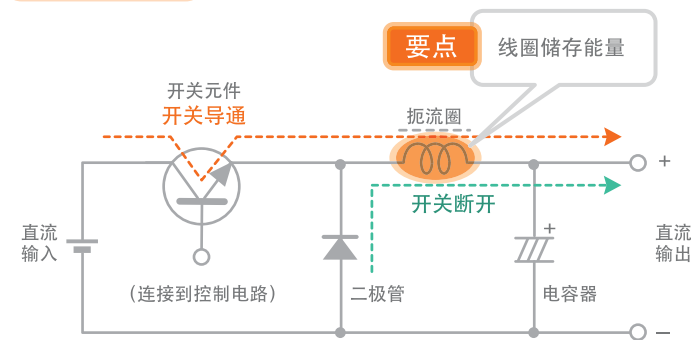
少功率输出的小型板载类型

< 开关与线圈的作用 >



降压型转换器

输入电压 > 输出电压



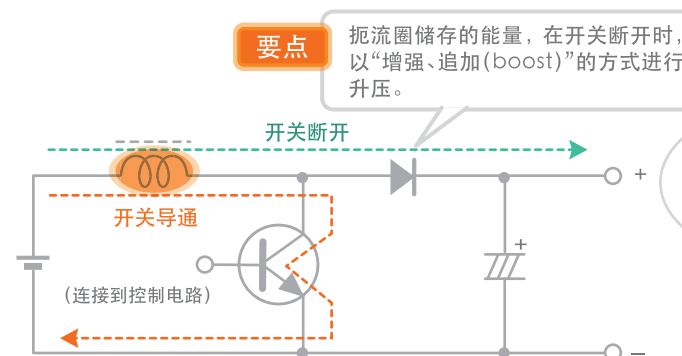
- ① 开关导通：通过从输入到输出流动的电流，在扼流圈中储存能量。
- ② 开关断开：扼流圈在保持电流时产生电动势，通过二极管输出电流。（开关元件串联连接到电路上。通过设定占空比可以降至所需电压。）

斩波电路 (Chop) 是因将电流通过开关像剪断一样进行传送而得名的。



升压型转换器

输入电压 < 输出电压



开关元件以并联形式连接也是与降压型不同之处。



- ① 开关导通：通过流入的电流在扼流圈中储存能量。
- ② 开关断开：扼流圈要维持电流，将储存的能量释放出来。

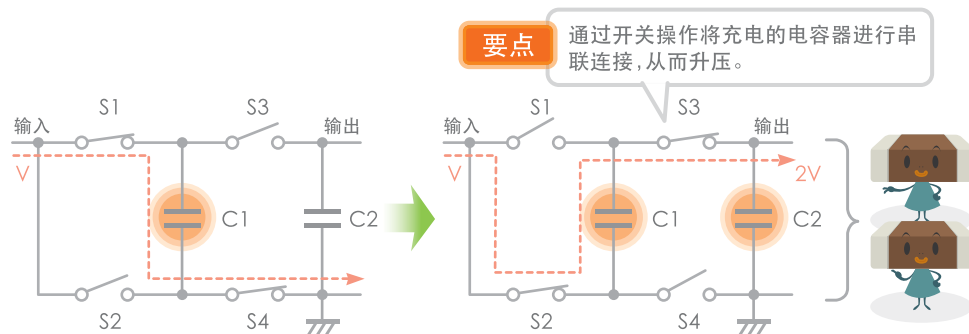
※还有将降压型转换器与升压型转换器两者功能结合在一起的升降压型转换器。其特点是将极性进行反转。

电荷泵方式

使用电容器的少量输出类型

电容器的基本功能是储存电荷。利用这一原理的就是电荷泵方式。是不用变压器或线圈，只用电容器进行电压转换的小型简易 DC-DC 转换器。将储存在电容器的电荷，通过开关像接力传水一样进行传送升压。

< 电荷泵方式的 DC-DC 转换器 (升压型) 的基本原理 >



使 S1、S4 导通，对 C1 进行充电 (实际的开关操作由集成电路进行)

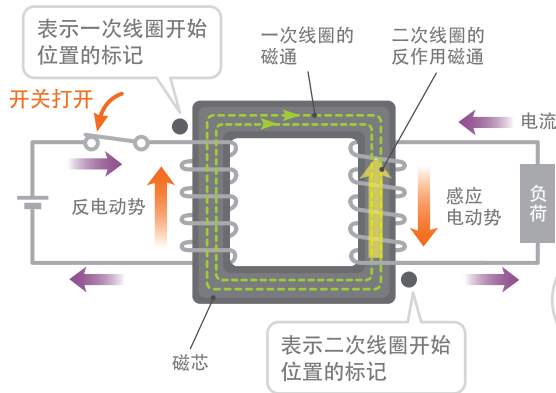
在使 S1、S4 断开，使 S2、S3 导通时，C1 的电荷被传送到 C2，转为 2 倍的电压后进行输出。



隔离型 DC-DC 转换器的基本电路

隔离型 DC-DC 转换器主动利用变压器，支持高功率输出。了解了基本原理及核心电路，理解也会加深。

< 变压器的原理与电动势的方向 >

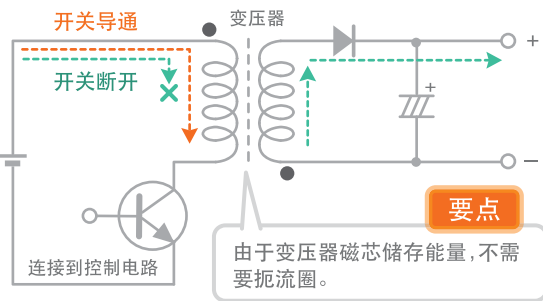


在开关导通时，从一次线圈就会产生磁通，但这时会产生阻碍磁通量增加的电动势（反电动势）。通过磁芯的一次线圈的磁通，会在二次线圈产生反作用磁通，产生电动势（感应电动势）出现电流（感应电流）。在开关断开时，电流方向正好相反。

要点

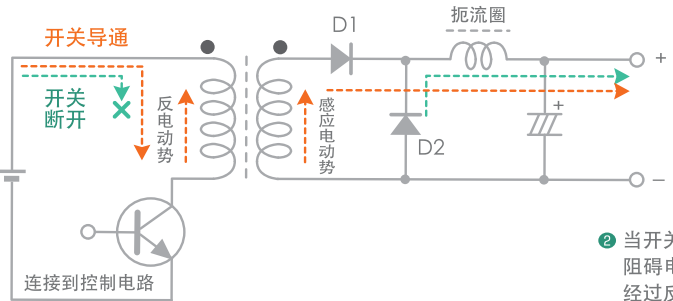
一次、二次线圈的电动势（反电动势、感应电动势）相对于●标记的方向彼此相同。

反激转换器 小功率~中功率输出类型



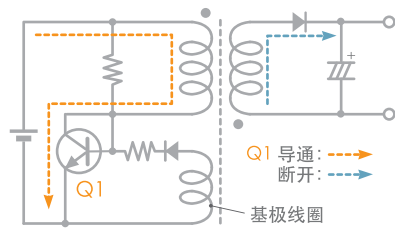
- 当开关导通时，在一次线圈中流过电流(→)，通过产生的磁通使得磁芯被磁化（能量储存）。由于二极管的方向相反，在二次线圈中不流过感应电流。
- 当开关断开时，在磁芯中储存的能量被释放出来，经过二极管产生电流流动(→)。可以看做是变压器线圈起着扼流圈的作用。

正激转换器(单端式) 中功率输出类型



- 当开关导通时，根据变压器原理在一次线圈、二次线圈产生电动势（反电动势、感应电动势），经过二极管(D1)产生电流流动(→)。这时，在扼流圈中储存能量。
- 当开关断开时，在扼流圈中产生电动势以阻碍电流变化，储存的能量被释放出来，经过反向二极管(D2)产生电流流动(→)。

RCC方式(自励式反激转换器) 小功率输出类型

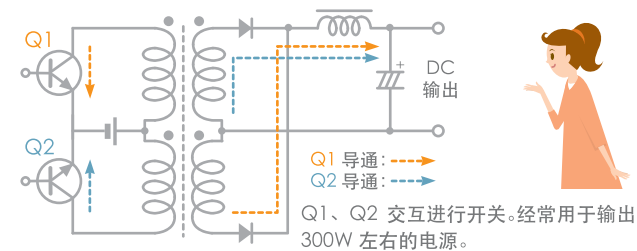


通过基极线圈的基极电流使 Q1 导通，产生集电极电流流动。在基极电流不足时就会断开，在二次侧产生电流流动。自励式就是重复该动作的方式。部件数量不用很多即可，用于简易的小功率输出电源。

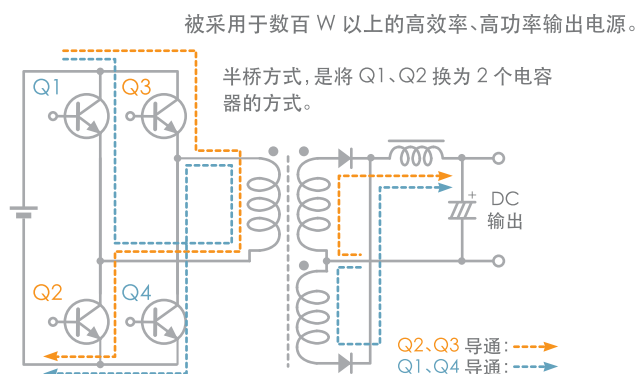
※为防止磁饱和和在变压器磁芯中加入间隙(→第 19 页)
*RCC: Ringing Choke Converter

中功率~高功率输出类型是利用多个开关元件的多端方式，其电路虽然复杂，但能够实现高效率化、降低噪声以及高功能化。

推挽式方式 中功率~高功率输出类型



全桥方式 中功率~高功率输出类型

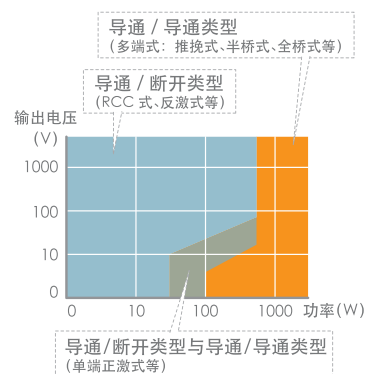


被采用于数百 W 以上的高效率、高功率输出电源。

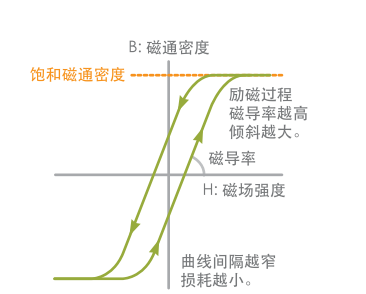
导通/导通方式与导通/断开方式

在 DC-DC 转换器中，有在开关元件导通时输出能量的导通 / 导通方式，以及在开关元件断开时输出能量的导通 / 断开方式。

以输出电压功率区分的类型



磁性磁芯的 B-H 曲线



各种磁芯材料的性能比较

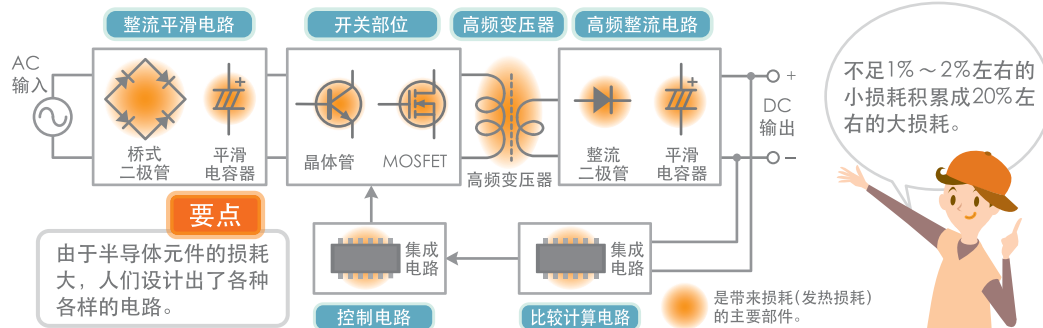
	硅钢	铁氧体	非晶合金
透导率	中	良	优
饱和磁化	优	中	中
铁损耗	差	优	优
制造成本	中	优	差

为了进一步提高效率的技术

即使电源仅提高 1% 的效率,也会给整个社会带来巨大的节能效益。下面介绍几项为了进一步提高效率的新技术。

开关电源的损耗部位

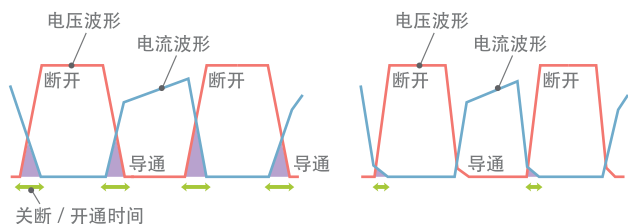
< AC-DC 开关电源的主要损耗(发热损耗)部位 >



软开关

通常的开关(硬开关)

软开关



软开关是指,通过精确控制导通/断开的时机,减少开关损耗的技术。其中有在电压为零的状态下进行开关操作的 ZVS 方式及在电流为零的状态下进行开关操作的 ZCS 方式等。

为了实现进一步的高频化,通过线圈与电容器的谐振进行开关操作的谐振型电源也开始投入实用化。

* ZVS: Zero Voltage Switching
ZCS: Zero Current Switching

功率因数补偿、谐波校正电路(PFHC)

这是指,通过抑制商用电流中所含的高次谐波(基波频率的整数倍的成分)调整波形,从而改善功率因数的技术。

要点

在电源中由于线圈或电容器既储存能量,又将其返回到输入方,因此功率因数为 1 以下。

将配备 PFHC 的 AC-DC 转换器与 DC-DC 转换器进行一体化的功率模块



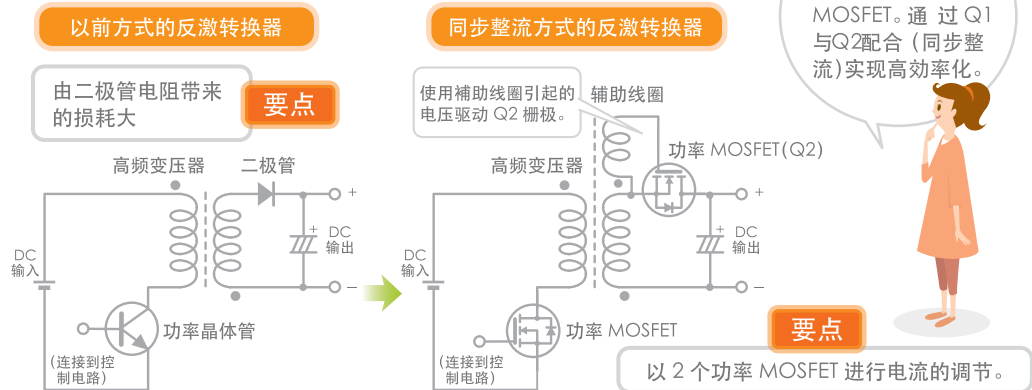
PFE 系列

(视在功率是指通过电压计与电流计测得的数值的积,是表面上的功率)。

在开关电源中损耗大的是半导体元件。另外,为了进行小型化,提高开关操作的频率,损耗也会增大。在电源技术的最前线,正在为解决这些问题的研究。

同步整流方式

< 隔离型 DC-DC 转换器的简易同步整流电路例示 >



数字控制

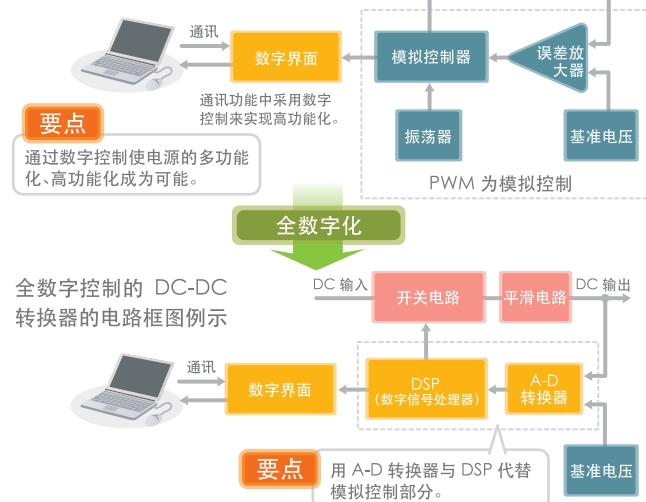
电源的数字控制,从通讯系统开始,发展到了包括控制电路在内的全数字化控制。

全数字化的优势

- 输入输出电压、输出电流、温度等电源信息,能够实时显示在电脑上。
- 通过精密的输出控制进行节能。
- 可以容易实现为防止由冲击电流带来的半导体元件破损的软启动功能等。
- 对于分布配置多个 DC-DC 转换器的 POL 电力管理也有利。
- 可以减少元器件数量。

※ 2005 年,开始了采用 DSP (Digital Signal Processing) 的全数字控制 DC-DC 转换器,现在正在推进利用数字控制的 AC-DC 电源的产品化。

通讯功能中采用数字控制的 DC-DC 转换器电路例示



▶ 支撑电源性能的核心部件

在开关电源中，与二极管、晶体管、MOSFET、集成电路这些半导体元件共同承担很大任务的是，电容器、线圈、变压器等被动器件。

电容器(电解电容器、薄膜电容器、积层陶瓷贴片电容器)

积层陶瓷贴片电容器小型、可靠性高、寿命长，其中还有接近薄膜电容器及电解电容器的大容量类型。作为 EMC 对策产品(噪声对策产品)也很重要。

由于容量大，被用于平滑电容器。

铝电解电容器

小型、高可靠性、长寿命是其特长。高频特性方面也具有优势。

积层陶瓷贴片电容器

线圈(扼流圈、SMD 功率线圈)、变压器(高频变压器)

在开关电源中，除了使用主变压器以外，使用各种变压器及线圈也很多。另外，在手机等一些产品中配置了 SMD (表面贴装器件)类型的小型功率线圈。磁芯材料的特性，不仅影响电源的高效化，对小型、薄型、轻量化的影响也很大。

扼流圈

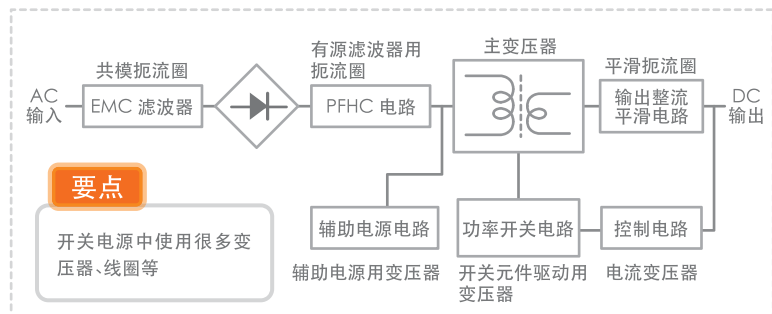
变压器

为防止磁饱和，在磁芯中设置间隙。

不过，从间隙漏出的磁通会产生噪声等，因此需要进行屏蔽。

通过调整间隙，可以控制特性。不过，作为从间隙漏出的磁通对策，需要进行磁屏蔽。

在中心部位设置间隙，漏磁通带来的影响就会变小。



要点

开关电源中使用很多变压器、线圈等

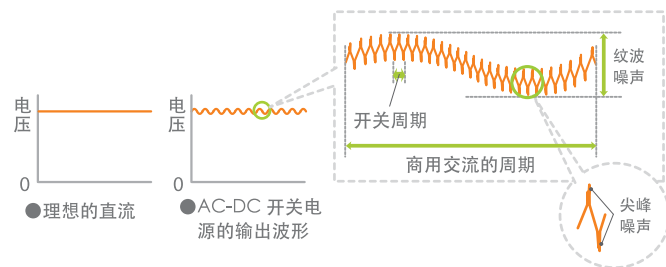


线圈用线轴、变压器外观、铁氧体磁芯(有 EE 磁芯、EI 磁芯等各种形状)。

▶ 开关电源的噪声对策

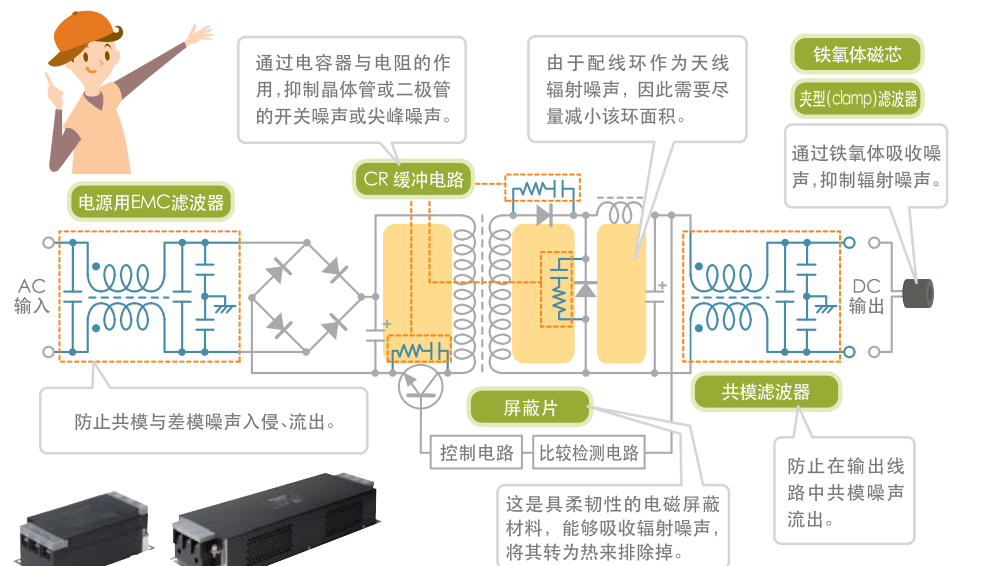
开关电源的缺点是产生噪声。TDK 提供涉及 EMC 对策整个过程的总体 EMC 解决方案，其中包括各种 EMC 对策部件(噪声对策部件)以及电波暗室内的噪声测量。

<开关电源(AC 输入)中特有的噪声>



从设计开发阶段实施的 EMC 对策,带来整体的成本削减

<开关电源(AC 输入)的 EMC 对策例示>



《电源线路用 EMC 滤波器》

其他噪声发生源

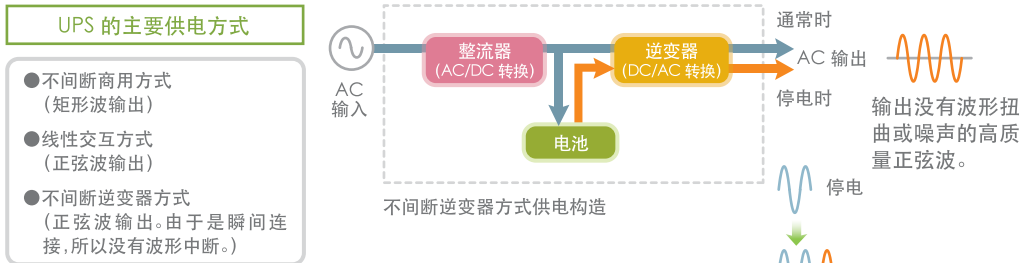
- 晶体管或二极管发生的噪声，从散热用散热片发散。
- 从变压器或扼流圈漏出的磁通，在金属外壳等发生涡电流，成为引起噪声的原因。
- 大电流导通 / 断开处的配线或部件。导线的感应成分也会影响，因此配线和导线应尽量可能的短。

需要先进的电路设计技术、模拟技术等。



▶ UPS(不间断电源装置)的挑选方法

UPS(不间断电源装置)能够防止由停电或电压下降、商用交流波形扭曲等各种电源障碍引起的意外的系统停机。针对不同用途有丰富的产品线。



< UPS 容量的计算方法 >

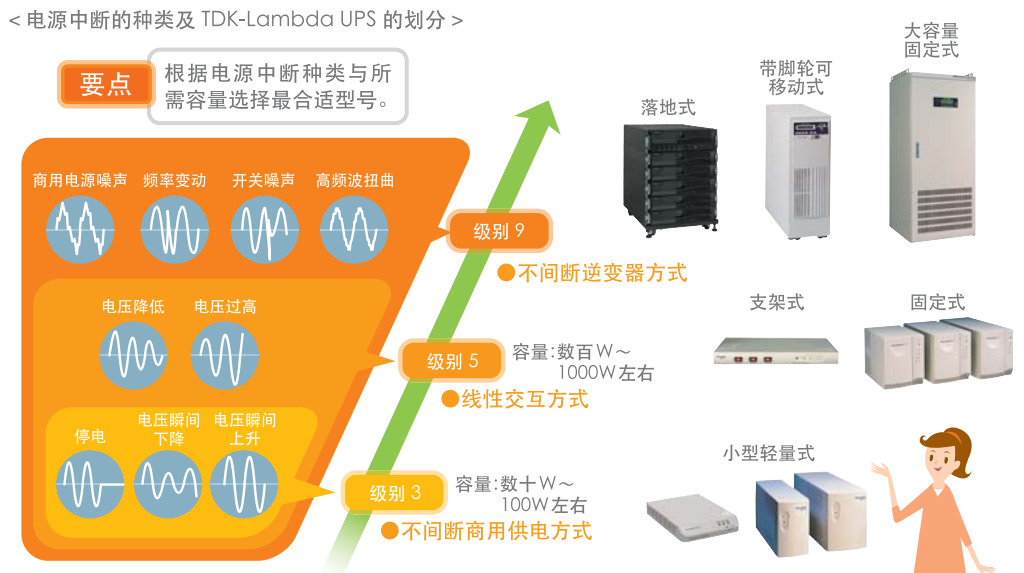
- 总容量(VA) = (VA 标注机器的合计容量) + (W 标注机器的合计容量 × 0.6)
- 总容量(W) = (VA 标注机器的合计容量 × 功率因数) + (W 标注机器的合计容量)

对总容量(VA)与总容量(W)的双方均追加 10 ~ 30% 的裕量。

选择比计算出的两个数值容量大的 UPS。当电源的故障时必须要有一定的裕量。

标注 V·A 的时候,将双方数值相乘。(例如: 100V·1.8A → 180VA)
* 功率因数根据连接设备不同而不同,因此要注意。一般为 0.6 ~ 0.8。

UPS 根据容量与电源中断级别有多种多样的类型



根据能够适应的电源障碍数进行的级别分类,以及与各级别对应的供电方式。

▶ 新型电源系统与电池

近年,UPS 的电池正在从以前的铅蓄电池过渡到锂离子电池,UPS 的小型、轻量、长寿命化正在迅速发展。混合动力汽车(HEV)等电动汽车普及的关键也是电池。

在电动汽车(HEV、EV)中电池是核心技术。

< 各种二次电池的能量密度 >

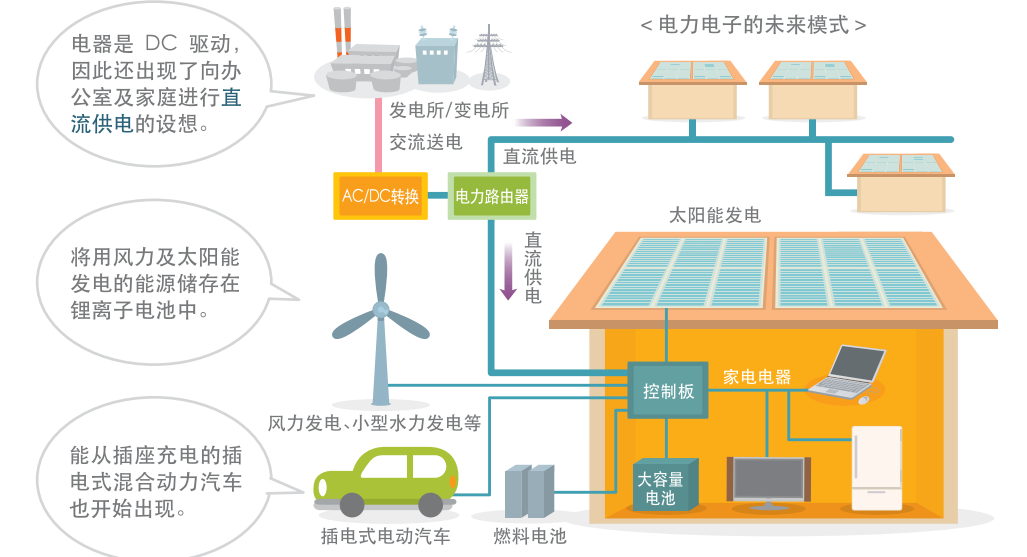
< HEV(并联方式例示)的基本机制与 DC-DC 转换器 >

要点 在节约电池方面,要求使用高效率的车载 DC-DC 转换器。

配备锂离子电池、镍氢电池等。约 200 ~ 300V 的高压。

TDK 的 HEV 用 DC-DC 转换器。将主电池的高压转换为低压。

锂离子电池的应用有助于自然能源的全面利用。



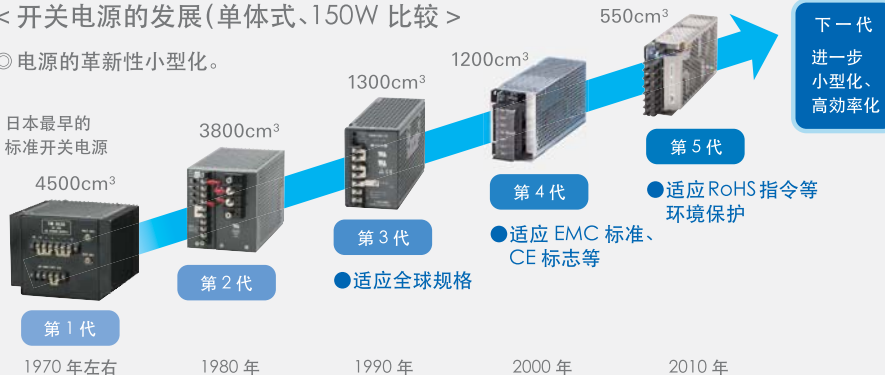
在节能及地球环境保护方面,电力电子起着很大作用。

开关电源的发展史

- 1960 年左右 当时的主流为采用真空管的稳压电源
美国国家航空航天局着手开发用于航天机械的开关电源
- 1965 年左右 开始开发用于开关电源的半导体元件
- 1970 年左右 当时,TDK 及日本电子存储器工业株式会社
(Nemic-Lambda 的前身)着手进行开关电源事业
- 1972 年 日本电子存储器工业株式会社制造销售日本最早的标准开关电源
- 1974 年 开关电源被用于商用电视游戏,市场扩大
- 1976 年 TDK 制造销售开关电源用变压器
- 1978 年 继承日本电子存储器工业株式会社的经营权,成立了
Nemic-Lambda(Densei-Lambda 的前身)
- 1995 年 TDK 开始生产混合动力汽车用 DC-DC 转换器
- 2000 年 TDK 销售开关电源 RKW 系列、JBW 系列
- 2004 年 Densei-Lambda(TDK-Lambda 的前身)销售开关电源 HWS 系列
- 2005 年 Densei-Lambda 加盟 TDK 集团
销售配备锂离子电池的 UPS(完全无铅)
- 2006 年 开始销售 TDK-Lambda 品牌的产品
面向市场投入 13 个系列、共 234 种型号的电源用 EMC 滤波器
(所有型号都适应 RoHS 指令)
- 2008 年 TDK-Lambda 株式会社成立

< 开关电源的发展(单体式、150W 比较 >

◎ 电源的革新性小型化。



TDK 电力电子世界

发行日 2009 年 3 月 31 日 / 发行者 TDK 株式会社广告部
〒103-8272 東京都中央区日本桥 1-13-1 Tel.03-5201-7102