

493570

电子设备电源技术普及丛书

小型充电机

王 鸿 麟 编 著



南矿冶学院



图书馆藏

3234

HL

人 民 邮 电 出 版 社

电子设备电源技术普及丛书

小型充电机

王鸿麟 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

小型充电机应用十分广泛，无论是汽车、拖拉机，还是日益深入人们生活的便携式电子设备，以及其它使用蓄电池的地方，都离不开它。

本书首先叙述了蓄电池充放电的简单原理；然后，以通俗易懂的方式重点介绍了各种小型充电机的基本原理、主要用途和使用注意事项，并介绍了老式充电机改装硅充电机的方法；此外，还对新发展的快速充电机和太阳能充电器作了介绍，并给出了实用电路和印制电路板图，供有兴趣的读者制作参考。

本书可供工矿企业、部队基层单位和农村拖拉机站的充电技术人员和工人阅读。也是适于业余爱好者和初学者的读物。

电子设备电源技术普及丛书

小 型 充 电 机

王鸿麟 编 著

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1983年12月第一版
印张：2 12/32 页数：38 1983年12月河北第一次印刷
字数：52千字 插页：1 印数1—16,000册

统一书号：15045·总2781—有5328

定价：0.27 元

丛 书 前 言

任何电子设备都离不开电源，为了普及电源技术知识，我们编辑出版了“电子设备电源技术普及丛书”。对一些常用的电源设备或器件，通俗易懂地简单讲解它的基本原理、规格性能、使用注意事项，并列举一些实用电路，介绍制作或调测方法等等。

主要读者对象为无线电爱好者、电子技术初学者以及从事电子技术和通信工作的工人和非电源专业的技术人员。

这套丛书要求在普及电源技术知识的同时，力求与实际相结合，向初学者介绍起码的实用技术，使之能解决简单的具体问题，从而为登堂入室创造条件，希望为我国电源技术培养人才起一定的促进作用。

本丛书初步计划出版有关于电池、微型电池、锌银蓄电池、常用晶体管稳压电源、整流器、逆变器、可控硅等方面的小册子，欢迎关心科普的作者和读者对本丛书的选题、内容等方面提出意见和建议。

本丛书是1979年11月在第二届全国电源技术年会上倡议组织的，并成立了编委会，负责审定本丛书编写原则和选题，推荐适宜的作者和审核书稿等事宜。编委会由下列人员组成：

章燕翼、李道恺、李厚福

倪本来、李颖达、李宗光

马传添、谭 信、蔡效平

“电子设备电源技术普及丛书”编委会

前 言

公路上疾驶的汽车，田野里奔驰的拖拉机，各种各样的便携式电子设备和通信设备……都需要蓄电池。众所周知，蓄电池在使用前和使用过程中必须充电，给蓄电池充电的设备叫做充电机。随着电子技术的发展，充电机也不断革新。近年来，蓄电池充电技术发生了明显变化，大量采用各种新型充电机，充电时间大大缩短。编写本书的目的是为了向工矿企业、部队基层单位、汽车修配厂、农村拖拉机站从事充电技术工作的人员，介绍一些常用小型充电机，使他们熟悉和了解这些充电机的工作原理和使用维修方法。当然，本书也适合广大初学者学习。

在这本小册子的编写过程中，西安无线电十六厂靳凤林同志，西安电子仪器厂张裴仪同志，西安六三一研究所田金玉同志，给予大力支持和帮助，在此表示感谢。由于本人水平有限，书中错误在所难免，希广大读者批评指正。

作者

1982年10月

目 录

一、日新月异的蓄电池充电技术	(1)
1.1 蓄电池的充放电	(1)
1.2 历史悠久的常规充电法	(4)
1.3 快速充电的秘密	(6)
1.4 神奇的瞬息充电法	(8)
1.5 不用电的太阳能充电技术	(8)
二、靠变压器调压的充电机	(9)
2.1 充气管充电机	(9)
2.2 硅充电机	(17)
2.3 老式充电机改装硅充电机的方法	(24)
三、靠整流元件调压的可控硅充电机	(26)
3.1 可控硅工作特点和简易检查法	(26)
3.2 KGCA-1型可控硅充电机	(29)
3.3 KGCA-2型自控充电机	(36)
3.4 DZ-607自动稳流可控硅充电机	(42)
四、小型充电机的新秀——DKSC-B型快速充电机	(47)
4.1 工作特点和主要组成部分	(47)
4.2 基本工作原理	(48)
4.3 快速充电的主要优点	(60)
五、太阳能充电器	(63)
5.1 硅太阳能电池简介	(63)
5.2 最简单的太阳能充电器工作原理	(64)
5.3 最简单的太阳能充电器制作方法	(67)
5.4 最简单的太阳能充电器的调试和使用方法	(69)

一、日新月异的蓄电池

充电技术

1.1 蓄电池的充放电

自从发明了“电”以后，就有人想：“天空中的雷电白白浪费实在可惜，能不能把这些电储存起来呢？既然瓶子可以储水，能不能让它储存电荷呢？”根据这个设想，就有人在瓶子的外面涂上一层金属，中央放置一根金属棒并把这种瓶子，放到高山顶上收集电荷。结果，真的把电荷收集起来了。后来人们就把这种能够容纳电荷的瓶子叫做集电瓶。但是由于这种集电瓶体积庞大，储存的电量很小，不能对用电器长时间供电。

现在用的蓄电池（也叫蓄电瓶）与最原始的集电瓶完全不同。它是由正、负极板、容器和电解液组成的，如图 1 所示。一百多年来，经过不断改进，目前，蓄电池已成为一种优良的直流电源，并得到广泛应用。比如，电报、电话、载波、微波通信、卫星通信、电

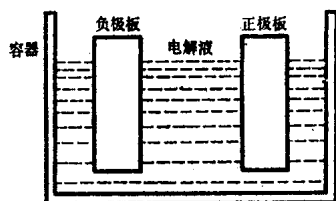


图 1 蓄电池构造示意图

子计算机、电子手表以及其它电子设备的工作电源；汽车、拖拉机、飞机等运输工具的起动电源；以及电汽车、潜水艇等装置的驱动电源等。

根据所用的电解液，蓄电池可以分为酸性蓄电池和碱性蓄电池。目前应用最广的是酸性蓄电池，下面简单介绍这种蓄电池是如何工作的。

酸性蓄电池的正极板是由二氧化铅制成的；负极板是由纯铅制成的（一般为海绵状铅）；电解液是用蒸馏水和硫酸配制的。正负极板上的活性物质与硫酸发生化学反应后，正负极板之间便产生一定的电位差，其电动势一般为2伏。

当蓄电池的正、负极之间接上负载以后，在电动势的作用下，电流从正极通过负载流回负极，蓄电池供给负载电能。这个过程叫做蓄电池放电。在放电过程中，由于极板上的物质与电解液产生化学反应，正、负极板上的物质都逐渐变为硫酸铅，蓄电池的端电压逐渐下降，电解液中的硫酸也逐渐减少，水逐渐增多，电解液比重逐渐降低。当放电到一定程度后，蓄电池就“精疲力尽”，再也没有“能力”给负载供电了。如果让它继续放电，蓄电池就会因“过度疲劳”而产生一些“慢性病”。开始“症状”并不明显，天长日久，日积月累，就可能变成“不治之症”。因此，放电到一定程度后，必须及时用外电源给蓄电池补充能量，这个过程叫做蓄电池充电。蓄电池充电系统一般都由交流电源、变压器、整流元件和蓄电池组成，如图2(a)所示。近年来，由于太阳能电池迅速发展，太阳能充电器也开始应用。这种充电器由太阳能电池、直流变换器和蓄电池组成，如图2(b)所示。

充电时，外电源的正极接蓄电池正极，负极接蓄电池的负极，只要外电源的电动势高于蓄电池的端电压，外电源就能不断地把电能送入蓄电池。在充电电流作用下，正、负极板上的物质发生化学变化，负极板上的硫酸铅逐渐变为纯铅（海绵状铅），正极板上的硫酸铅逐渐变为二氧化铅。由于正负极板上逐渐生成

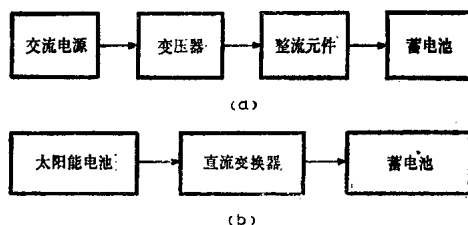


图 2 充电过程示意图

不同的物质，蓄电池的端电压逐渐升高，储存的电能逐渐增加。同时，在电解液中，硫酸逐渐增多，水逐渐减小，电解液的比重逐渐升高。充电过程后期，正、负极板上的硫酸铅基本上都已变为二氧化铅和纯铅，这时就应当停止充电。如果再继续大电流充电，充电电流只能起分解水的作用。这时，正负极上便产生大量的氧气和氢气，蓄电池内有大量气体冒出，使电解液开始“沸腾”，气泡猛烈地撞击极板，使极板上的活性物质慢慢脱落，这种现象称为过量充电。

充足电的蓄电池在规定的放电条件下能够放出的电量（即放电电流 I_t 和放电时间 t_t 的乘积）称为蓄电池的容量，单位为“安时”，通常用 C 表示。应当指出，“安时”这个电量单位与常用的电量单位——库仑是一致的，由于1库仑=1安培·秒，所以，1安时=1安培×3600秒=3600库仑。

蓄电池放电电流的大小由放电率表示。通常都采用10小时放电率放电。它表示用额定电流放电时，蓄电池10小时可以放出额定容量 C ，即 $I_t \times 10 = C$ ，因此，放电电流 $I_t = \frac{C(\text{安时})}{10(\text{小时})} = 0.1C$ （安培）。同样，蓄电池的充电电流也可以用充电率表示。对于100安时的蓄电池来说，10小时充电率的电流为： $\frac{C(\text{安时})}{10(\text{小时})} = \frac{100\text{安时}}{10\text{小时}} = 10\text{安}$ ，一小时充电率的电流为：

$$\frac{C(\text{安时})}{1(\text{小时})} = \frac{100\text{安时}}{1(\text{小时})} = 100\text{安}。$$

1.2 历史悠久的常规充电法

1. 蓄电池的初充电

蓄电池出厂以前，必须经过适当的充放电处理，以便使正、负极板上分别形成二氧化铅和纯铅。但在处理过程中，极板上的活性物质可能形成得不够充分，如果经长期贮存，极板表面还会被氧化，所以新蓄电池不能象干电池那样立刻对负载供电，使用前还必须给它充电。新蓄电池第一次充电，通常叫做初充电。

初充电前，应对蓄电池进行全面检查，尤其应认真细致地检查容器，确认容器无破裂后，再灌入比重适当的电解液。液面的高度应超出极板10~15毫米。这时，还不能马上充电，一般应静置4~6小时，使电解液逐渐浸透极板。在这期间，极板孔隙内将吸收一部分电解液，所以，液面下降。同时，由于极板上的活性物质与电解液发生化学反应，电解液的比重也将下降。因此应适当再添加相同比重的电解液。此后，还应再一次认真检查容器有无漏液现象，并且用直流电压表检查单格电池的极性是否正确。

初充电时，首先用10小时充电率的电流充电，大约25小时后，单格蓄电池的端电压可以上升到2.5伏，并且蓄电池内开始冒气泡。为了避免剧烈冒气，应将充电电流减小一半，以20小时充电率继续充电。再经过30~50小时，蓄电池才能充足电。充电过程中，还应当注意，电解液的温度不应超过40°C。

当温度过高时，应降低充电电流或者采取必要的降温措施。此外，在充电过程中，还应当适时添加电解液并调整电解液的比重。

2. 蓄电池的正常充电

在正常使用过程中，当蓄电池的电基本上释放完毕，也就是放电终了时，应及时充电，这种充电叫做正常充电。正常充电大约需要15小时。

蓄电池正常充电的一般方法有：恒流充电法、恒压充电法和分级恒流充电法。

采用恒流充电法时，在充电过程中，充电电流始终不变。如果选用较大的充电电流，可以缩短充电时间，但是在充电过程后期，蓄电池将剧烈冒气。这样不仅浪费电能，而且也会因极板上活性物质脱落而降低蓄电池的寿命（即充放电循环次数）。如果选用的充电电流过小，则将大大延长充电时间。

采用恒压充电法时，在充电过程中，外电源的电压始终保持不变。这样，刚开始充电时，由于蓄电池的端电压较低，充电电流较大。随着端电压不断升高，充电电流逐渐减小。采用这种方法可以避免蓄电池过量充电。但是，由于充电过程后期，充电电流过小，极板深处的活性物质不能充分恢复，充电效果较差。

采用分级恒流充电法时，充电初期，选用较大的充电电流，充电后期改用较小的充电电流，这种方法的充电效果较好，并且对蓄电池的寿命也没有影响。

上述充电方法是国内外长期采用的充电方法，通常称为常规充电法。如上所述，采用这种充电方法，充电时间很长，不能保证蓄电池经常处于工作状态，给各项工作带来很大影响。

尤其是在战争中，将严重影响不间断的指挥，甚至贻误战机，使战斗失利。此外，近年来，石油供应日益紧张，由蓄电池驱动的电汽车应运而生，并日益受到人们的重视。虽然电汽车具有噪声小、无污染、省能源等优点，但是由于蓄电池充电时间太长等缺点，因而不能迅速推广应用。

过去，为了缩短蓄电池的充电时间以满足紧急需要，常常用很大的电流往蓄电池内硬“灌”，结果，蓄电池往往因“吸收”不了而变成气泡“吐”了出来。这样不仅浪费了大量的电能，缩短了蓄电池的寿命，而且也不可能显著提高充电速度。为了缩短充电时间而又不影响蓄电池的寿命，人们又发明了快速充电法。

1.3 快速充电的秘密

经过多年试验，科学工作者发现：蓄电池可接受的充电电流 i_c （即不产生剧烈冒气的充电电流）是随充电时间 t 的增加而迅速减小的，如图 3 所示。

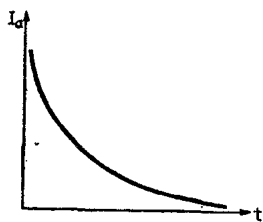


图 3 蓄电池可接受充电电流曲线

可接受的充电电流为什么会迅速减小呢？我们知道，蓄电池充电时，活性物质与电解液产生的化学反应首先在极板表面进行。由于在充电化学反应中，电解液中的硫酸逐渐增加，因此极板表面电解液的浓度迅速增加，如果充电电流不随充电时间 t 的增加而减小，蓄电池内的化学反应就非常激烈，极板表面与远离极板的电解液的浓度相差很大，电解液中因浓度差而产生极化电压（这种现象称为浓差极化）。浓差极化使蓄

电池的端电压升高，由于反电势升高，蓄电池充电电流迅速减小，充电时间拖长。

同时，由于化学反应的速度远远低于电子运动的速度，充电时，外电源送到蓄电池内的电子不能及时被化学反应消耗掉，极板上将逐渐积累大量的电荷，因而，正、负极板之间产生极化电压（这种现象通常称为电化学极化）。充电电流越大，极板上积累的电荷越多，正、负极板之间的极化电压越高，充电电流下降得也越快。

此外，由于蓄电池具有一定的内阻，充电电流在内阻上产生电压降，因此，充电时，蓄电池的端电压升高，充电电流下降。因内阻压降而使蓄电池端电压升高的现象称为电阻极化。

充电过程中，上述各种极化现象都阻碍电化学反应顺利进行，因此，严重影响充电速度。

蓄电池停止充电后，充电电流中断，电阻极化迅速消失，电解液的浓度差也因扩散作用而逐渐消失，极板上积累的电荷也因化学反应继续进行而逐渐减少，所以浓差极化和电化学极化都逐渐减弱。如果在充电过程中，经过短时间停止充电后，再让蓄电池瞬时大电流放电，放电时，由于极板表面电解液的浓度迅速降低，极板上积累的电荷迅速减少，所以浓度极化和电化学极化迅速消失。这样，停止放电后，蓄电池即可用很大的电流继续充电，从而大大提高充电速度。这种充电方法叫做脉冲充电、放电去极化快速充电法。蓄电池充放电电流波形如图4所示。采用这种充电方法，充电电流一般在 $1C$

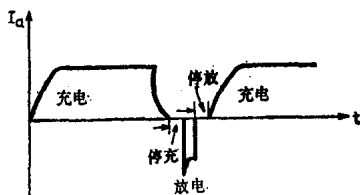


图 4 蓄电池充放电电流波形

~10C 之间, 有时可达15C (采用常规充电法时, 充电电流为0.1C)。由于充电电流很大, 所以几十分钟甚至几分钟即可将蓄电池充足电。目前, 在国内, 由于蓄电池结构等因素限制, 充电电流一般都选为1C~1.5C, 充电时间在1小时左右。

1.4 神奇的瞬息充电法

近年来, 由于电力电子技术的迅速发展, 特大功率的快速充电装置已很容易制造, 同时蓄电池的结构也作了很大改进, 因此, 小容量蓄电池可以用更大的充电率(800C甚至4000C)充电。这样, 充电时间只需要几秒钟。这种方法通常称为瞬息充电法。显然, 采用这种充电方法, 需要大容量的充电设备, 而且对蓄电池的结构也有特殊要求, 因此, 目前国内尚未应用。

1.5 不用电的太阳能充电技术

太阳辐射到地球上的巨大能量通过太阳能电池可以直接转换成电能。近年来, 由于太阳能电池的迅速发展, 它已广泛应用于电子手表、电子计算器、人造卫星、无人灯塔和微波通信中继站。由于太阳能电池的输出功率随光照强弱而变化, 为了确保不停电供电, 太阳能电池必须和蓄电池一起使用。光照较强时, 太阳能电池除了给负载供电外, 还对蓄电池充电; 光照较弱和无光照时, 由蓄电池给负载供电。太阳能电池除了与蓄电池共同向负载供电外, 还可以通过直流变换器将它的电压升高, 然后对端电压较高的蓄电池充电。本书第五章将进一步介绍太阳能充电器的工作原理。

二、靠变压器调压的充电机

小型充电机的主要作用是对6伏、12伏和24伏的蓄电池充电。如前所述，蓄电池充电时，外接电源（即充电机）的输出电压必须高于蓄电池的端电压。因此，对电压不同的蓄电池充电时，充电机的输出电压必须作相应改变。过去广泛应用的充气管充电机、氧化铜充电机、硒充电机和硅充电机等都是靠改变变压器的抽头来调整输出电压的。由于氧化铜充电机和硒充电机体积大、效率低，目前已很少使用。硅充电机体积较小，效率也较高，目前应用较广泛。充气管充电机虽然效率也很低，但由于它有一些较特殊的用途，目前仍在使用的。下面简要介绍充气管充电机和硅充电机的工作原理和使用维护方法。

2.1 充气管充电机

充气管充电机的型号很多。虽然它们的结构不完全相同，但是工作原理和使用维护方法基本上相同。下面只介绍目前仍在使用的充十一型充电机。

充十一型充电机主要作用是对汽车、拖拉机用的起动蓄电池进行充电。它可以对串联的1~8只起动蓄电池（每只电池的电压为6伏）充电，最大充电电流为12安（单管工作时，最大充电电流为6安）。它既可以由220伏50赫交流电源供电，也可以由110伏50赫交流电源供电。为了说明该机的工作原理，首先介绍充气管的工作原理。

1. 会发光的充气整流管

充气整流管通常用玻璃作外壳，内部装有两个电极——阴极和阳极。管壳内充有汞蒸汽或少量的氩、氛等惰性气体。最常用的有汞汽整流管和钨氩整流管。

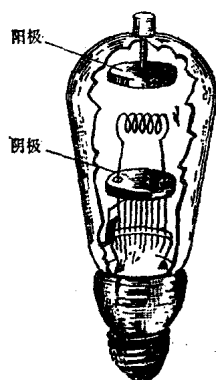


图 5 汞汽整流管的构造

汞汽整流管也叫水银整流管，管壳内装有阳极、阴极和灯丝，如图 5 所示。抽成真空的玻璃管壳内，加入一些水银。当阴极加热后，管壳内的温度升高，水银就变成汞蒸汽。

汞汽整流管的阴极是用氧化物制成的。阴极加热后，阴极内自由电子运动的速度增加，当自由电子运动的速度增加到一定数值时，它就能脱离阴极表面而发射到空间去。

在汞汽管工作过程中，为了使阴极具有适当的温度，必须由灯丝给阴极加热。由于灯丝电压很低（一般低于 5 伏），要使阴极具有足够的温度，要求灯丝电流很大。

汞汽管的阳极是由镍、铁或石墨制成的，通常为圆盘状。它的作用是吸收阴极发射的电子。

如图 6 所示，当灯丝电压 E_f 加到汞汽整流管的灯丝两端时，有很大的电流流过灯丝，灯丝温度升高。由于灯丝和阴极是连在一起的，所以阴极的温度也升高，并且开始发射电子。如果在阳极和阴极之间加上阳极电压 E_a （阳极接电源正极，阴极接电源负极），由于阳极正电压的吸引，阴极发射出的电子奔向阳极，并且经过阳极电源 E_a 回到阴极，这样就形成了阳极

电流 i_a 。应当注意，电流的方向与电子运动的方向是相反的。当阳极正电压很高时，阳极对带负电荷的电子的吸引力很大，向阳极运动的电子便具有相当高的速度。就象枪膛内射出的子弹能够穿透很厚的物体那样。高速运动的电子与管壳内汞蒸汽原子相碰撞时，就会破坏气

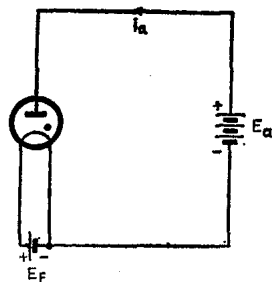


图 6 汞整流管的工作原理

体原子的结构。气体原子的外层电子因得到相当大的能量而脱离原子。在正常状态下，原子核带的正电荷与电子带的负电荷是相等的，所以整个原子可以看作是不带电的。当原子失去外层电子后，由于原子核带的正电荷并没有减少，所以气体原子带正电荷。带正电荷的原子通常都叫做离子，带正电荷的离子叫做正离子，带负电荷的离子叫做负离子。由于高速电子的冲撞，气体原子形成正离子的过程叫做气体电离，如图 7 所示。气体原子电离后产生的电子，朝阳极

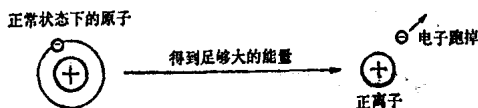


图 7 原子电离示意图

运动的过程中，又使其它气体原子电离。这样，在管壳内便会象雪崩似的产生大量的正离子和电子。电子因受阳极的吸引而迅速向阳极运动，从而形成阳极电流。正离子受阴极吸引，但由于它的质量较大，所以只能缓慢地向阴极运动。在阴极附近，这些正离子将和正在向阳极运动的电子（空间电荷）结合成中性原子，这个过程称为复合。在复合过程中，原子要释放出电离时吸收的能量。将能量以光的形式辐射出来，因此汞汽