

# 电世界信箱选集

(发电机、电池、电线与电缆、供电与用电)



上海科学技术出版社

# 电世界信箱选集

(发电机、电池、电线与电缆、供电与用电)

上海科学技术出版社

## 内 容 提 要

本书是由过去十多年来电世界月刊中所设的“电世界信箱”解答的答案,重新整理,选录汇编而成的选集(計分四部分)。本书为第三部分,包括发电机、电池、电綫与电纜、供电与用电等方面的問題共78題。本书所选問題,大部分是有关实际构造、使用、维护与修理方面的知識,亦有基本原理,答复比較詳細,可供工厂企业中从事发电、輸配电、用电方面的技术人員及工人参考。

## 电 世 界 信 箱 选 集

(发电机、电池、电綫与电纜、供电与用电)

---

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业許可証出 093 号

---

上海市印刷六厂印刷 新华书店上海发行所发行

---

开本 787×1092 1/32 印张 2 22/32 排版字数 56,000

1958 年 11 月第 1 版 1965 年 7 月第 9 次印刷

印数 206,501—225,500

統一书号 15119·1023 定价(科四)0.28 元

# 目 录

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第一章 发电机              | 1  |
| 一、发电机的构造和特性          | 1  |
| (1) 綫圈长度如何計算         | 1  |
| (2) 繞組改繞后如何計算        | 1  |
| (3) 反猎兎裝置            | 2  |
| (4) 发电机的温升           | 3  |
| (5) 如何測量发电机的綫圈温度     | 3  |
| (6) 探測綫圈             | 4  |
| 二、发电机的运用             | 5  |
| (1) 60 周发电机改为 50 周运用 | 5  |
| (2) 发电机轉速变化的范围       | 6  |
| (3) 发电机并联運轉的方法       | 6  |
| (4) 煤气引擎发电机的并联运用     | 10 |
| (5) 并联運轉时的功率因数       | 12 |
| (6) 頻率相差 2 周, 能否并联運轉 | 14 |
| (7) 四台发电机如何并联        | 15 |
| (8) Y 联三相发电机中性点的接地   | 17 |
| 三、发电机的故障             | 18 |
| (1) 发电机发热过度如何维护      | 18 |
| (2) 負荷增加时, 电灯暗下去     | 20 |
| (3) 運轉时震动如何补救        | 21 |
| 四、励磁机                | 21 |
| (1) 励磁机容量如何計算        | 21 |
| (2) 励磁机电压升不高, 原因何在   | 22 |
| (3) 励磁机电流为何失常        | 23 |
| 五、电压調整器              | 25 |
| (1) 銀阻自动調整器          | 25 |

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| (2) 为何并联时只能允许一机利用自动调压器 ..... | 26        |
| 六、直流发电机 .....                | 27        |
| (1) 直流发电机电压失常 .....          | 27        |
| (2) 直流电焊机整流器为何发黑 .....       | 28        |
| (3) 如何增高发电机的电压 .....         | 30        |
| (4) 直流发电机并联运转如何接法 .....      | 31        |
| (5) 整流器上发生火花如何补救 .....       | 33        |
| (6) 整流器发白原因 .....            | 33        |
| (7) 炭刷的辫子线 .....             | 34        |
| 七、其他发电机 .....                | 34        |
| (1) 感应发电机何以能反馈电流到电源 .....    | 34        |
| (2) 机车发电机 .....              | 35        |
| (3) 没有磁极的发电机 .....           | 36        |
| (4) 变流机 .....                | 37        |
| <b>第二章 电池 .....</b>          | <b>39</b> |
| 一、干电池 .....                  | 39        |
| (1) 为什么干电池不能保持长久 .....       | 39        |
| (2) 如何防止干电池在雨季受潮 .....       | 40        |
| (3) 干电池药品配制成分 .....          | 41        |
| (4) 干电池中为何不用氧化铜做极化剂 .....    | 42        |
| (5) 干电堆的构造 .....             | 42        |
| 二、加水电池 .....                 | 43        |
| (1) 什么是加水电池 .....            | 43        |
| 三、空气电池 .....                 | 44        |
| (1) 空气电池的原理 .....            | 44        |
| (2) 空气电池中的活性碳素板如何制成 .....    | 44        |
| 四、蓄电池 .....                  | 45        |
| (1) 如何干储蓄电池 .....            | 45        |
| (2) 阴极板取出后为什么会冒气 .....       | 46        |
| (3) 如何复活生了白色斑点的极板 .....      | 48        |
| (4) 碱性蓄电池在充电时应否加开盖子 .....    | 48        |
| <b>第三章 电线与电缆 .....</b>       | <b>50</b> |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 一、导綫 .....                     | 50 |
| (1) 导綫截面如何換算 .....             | 50 |
| (2) 容許載流量的計算公式 .....           | 50 |
| (3) 确定导綫安全載流量的原則 .....         | 51 |
| (4) 导綫的橡胶絕緣 .....              | 52 |
| (5) 关于塑胶电綫的絕緣电阻 .....          | 53 |
| (6) 銅鋁綫联接处发热 .....             | 55 |
| 二、电纜 .....                     | 56 |
| (1) 电纜安全載流量的計算公式 .....         | 56 |
| (2) 如何防止电纜接头的故障 .....          | 56 |
| (3) 如何驅除电纜的潮气 .....            | 57 |
| (4) 斜井內电纜之安装 .....             | 57 |
| (5) 測量电纜芯綫間的电容 .....           | 58 |
| (6) 电纜受电解作用而腐蝕 .....           | 59 |
| 三、电热絲 .....                    | 60 |
| (1) 电热絲的工作电流 .....             | 60 |
| (2) 能否提高电热絲的工作电流 .....         | 60 |
| <b>第四章 供电与用电</b> .....         | 62 |
| 一、輸配电 .....                    | 62 |
| (1) 电力网对于电信綫路的影响 .....         | 62 |
| (2) 13.2千伏綫路的絕緣电阻 .....        | 62 |
| (3) 三綫断了一根对发电設备的影响 .....       | 63 |
| (4) 停电检修鉄杆上仍然带电 .....          | 64 |
| (5) 无穷汇流排 .....                | 65 |
| (6) 如何提高低压綫路的端电压 .....         | 65 |
| 二、三相两綫接地制 .....                | 68 |
| (1) 为什么大容量綫路不能使用三相两綫制 .....    | 68 |
| (2) 三相阻抗不平衡运行是否安全 .....        | 68 |
| (3) 三相两綫接地制的接地 .....           | 69 |
| (4) 如何避免三相两綫接地制对于电信綫路的影响 ..... | 72 |
| (5) 三相两綫制避雷器裝置的要求 .....        | 73 |
| 三、靜电电容器 .....                  | 74 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| (1) 如何提高功率因数 .....               | 74 |
| (2) 静电电容器装在何处为宜 .....            | 75 |
| (3) 静电电容器的放电装置 .....             | 75 |
| (4) 放电线圈可否用电压互感器代替 .....         | 76 |
| (5) 放电用电压互感器不可用熔丝保护 .....        | 77 |
| (6) 保护熔丝的容量 .....                | 78 |
| (7) 户内用及户外用有何区别 .....            | 78 |
| (8) 3.3 千伏电容器用于 6.6 千伏如何联接 ..... | 79 |

# 第一章 发 电 机

## 一、发电机的构造和特性

### (1) 綫圈长度如何計算

【問】 六角形綫圈的总长度如何計算?

【答】 六角形低压綫圈总长度的算法如下:

$$b = \sqrt{c^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{2}{3}a\right)^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{7}}{6}a。$$

式中:  $l$  = 槽长 + (30~50)毫米(发动机加大得多);

$c = \frac{2}{3}a$  ( $a$  为綫圈宽度); 总长  $L = l + 2b$ 。

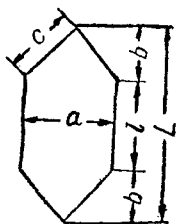


图 1-1 綫圈长度計算图

### (2) 繞組改繞后如何計算

【問】 有一只直流发电机改的单相发电机,轉速1800~2400轉/分,电压180~240伏。相改为二相或三相应用,不知如何計算繞組?

**【答】** 这一电动机的磁场线圈如系原来的，可不必更动。交流发电机的转速与极数有关，四极的是 1500 或 1800 转/分，2 极的是 3000 或 3600 转/分，否则发出的电不能作电动机的电源。如需将发电机改为多相，可改成三相的。电枢线圈的计算并不简单，可用实地试验的方法求得适当的线圈，求法如下：

先将每一极的线圈分为三组，联成三相的发电机，在正确转速下，将磁场通入和原来相等的直流电压，测量在此情况下发电机的电压。但必须注意，空载或轻载时的电压比满载时高得多；如果在空载时测量电压，可根据目前空载和重载时的电压比，酌量减小量得的电压，使符合满载时的情况。再根据需要的电压，将线圈匝数更动（匝数和电压成正比）。导线的截面，可在匝数确定后根据槽的截面决定。

### **(3) 反猎觅装置**

**【问】** 我厂有 25 千伏安 380 伏旧发电机一台，近来检查线圈时，发现转子表面有许多铜梗，并且有捷接环捷接，请问这环起什么作用？是否可以不放？

**【答】** 发电机转子磁极表面上装的铜条及端环，可使发电机的运转比较稳定。这样小的发电机，不放也没有大的影响。这铜条和端环所组成的绕组是一个反猎觅的装置。当发电机转速有忽高忽低的变化时，该绕组内产生了反转矩，和鼠笼式电动机的原理相似，足以阻止转速的摆动。

发电机三相绕组载有三相电流，就产生旋转磁场，当发电机在同步转速运转时，旋转磁场与鼠笼式装置（即铜条与端环）间无相互运动，该装置不起作用。若转速忽低于同步，则旋转磁场与鼠笼式装置间有相互运动，铜梗割切旋转磁场而产生电流，此电流与旋转磁场间产生旋转力矩将转子向前推，使转速增加，回

到同步狀況。反之，如轉速忽高于同步，銅梗上也產生電流，方向轉上述的相反，其產生的轉矩，將轉子向後推，即使轉子緩慢，也使轉速回到同步為止。

#### (4) 發電機的溫升

**【問】** (1) 已知發電機的無負荷溫度，欲推知其全載溫度，公式如何？其他辦法有沒有？

(2) 10 千瓦發電機七成新，其溫升最高可允許多少？若試驗其全載溫升要試驗幾小時？全載試驗是否還有其他目的？

**【答】** (1) 發電機的溫升，不能從無負荷溫升推算；用公式計算不能準確，且無簡單的公式。小的發電機可直接試驗。

(2) 小型發電機額定溫升為  $50^{\circ}\text{C}$  (最高室溫為  $40^{\circ}\text{C}$ )，欲試驗溫升，約須負荷五六小時，如開始時即過荷 20% 左右約一小時，有 3 小時左右便可以了，負荷試驗除溫升外，並可試出電壓變動率以及勵磁機的性能等。

#### (5) 如何測量發電機的繞圈溫度

**【問】** 本廠有 150 千瓦交流發電機，前因燒毀後而修理，用紡綢、絕緣紙、紗布再上絕緣漆，上下二繞圈間再隔以云母片。在最高負荷時溫度為  $53^{\circ}\text{C}$ ，請問此種材料屬於何級絕緣？其安全溫度為若干？如鐵心溫度為  $53^{\circ}\text{C}$ ，則繞圈內部溫度為若干？用何法裝一溫度計於鐵心上？

**【答】** (1) 你所說的發電機絕緣系屬 A 級。其上下兩繞圈間雖隔有云母片，不過只為局部的防止高壓漏電危險。繞圈所可忍受的溫度，以所包紡綢、紗布、絕緣紙等為準，最高不能超過  $105^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 測量繞圈溫度可用溫度計法或電阻法。溫度計所測的為繞圈外部溫度；電阻法所測得者為繞圈內部平均溫度。鐵心

温度通常以温度计测量，如线圈与铁心温度相同，如均以温度计测量，则读数应约略相同。如用电阻法测量，则线圈温度较铁心高出摄氏 10 度。如线圈嵌入铁心不够紧密，两者之间有空隙时，两者温度之差可达摄氏 15°，这是很不好的现象，说明线圈的热不能很好地由铁心传导散去。

铁心上装温度计，通常用适量油灰或毡将温度计下面的玻璃球包着，并且固着于铁心上。

### (6) 探测线圈

**【问】** 某发电机温度计如图 1-2。用  $F$  来校正温度表的指针时，图中的 2 要和 3 相连。如果用  $B$  来读  $A$  的温度时，1 要和 2 相连，并要调节  $E$ ，将直流电源加入，否则  $B$  的指针左右摆动甚剧，不能读出数字。此种型的温度计，何以必须加用一直流电，它和热力耦温度计有何不同？

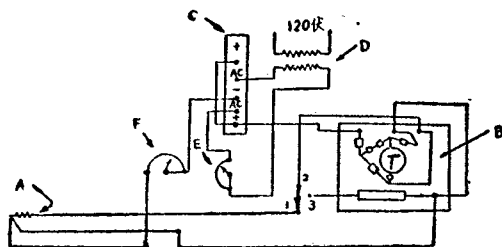


图 1-2

$A$ —探测线圈（埋在发电机绕组中间测量发电机温度之用）； $B$ —温度表，其指针可以指出发电机温度的读数； $C$ —整流器； $D$ —电源变压器； $T$ —电流计； $E$ —变阻器； $F$ —变阻器（可以校正  $B$  的读数）

**【答】** 所说的一种温度计，称为电阻温度计，是利用探测线圈的温度系数，即利用在各种温度时电阻的变化，以测定埋藏地点的温度。测定的方式是运用惠斯登电桥的原理，探测线圈组

成电桥的一个臂，指示温度的計器，就是电桥中間的电流計，直接測定不平衡的电流，但同时指示繞圈的温度。所以这种溫度計，必須接有直流电源，就是用整流器将交流变为直流，接在电桥的另外两端。当 2 与 3 相接时，探测电阻未接入电桥內，由电桥本身四只电阻組成綫路，可用  $T$  調整直流电压以調节电流計  $T$  之讀数。以 1 与 2 相接，以探测电阻  $A$  接入綫路，电流計讀数表示其电阻值，即間接表示发电机的温度。热耦溫度計是利用两种不同金属的接触点，在各种不同温度时所产生的电动势指示的計器，实际上就是一只微伏特計，所以不需要外施电源。热耦溫度計常用以測量高温。

## 二、发电机的运用

### (1) 60 周发电机改为 50 周运用

**【問】** 我厂的发电机是 5200 伏，60 周 36000 轉/分，今欲改为 50 周，将轉速減至 3000 轉/分是否可以？如不变轉速，需添何种装置？改为 50 周后，原装表計及透平机有何影响？电压要低多少？我們想和市电統一改为 6600 伏，不知繞組可否改接？

**【答】** 改变发电机的周率，除变更轉速外，尚可用变周机，后者需要两只同容量的同期机（发电机和电动机），設備費用很高不适用。你厂的发电机宜于降低轉速。改成 50 周后，原装表計仍合用，对透平机的影响尚不大。注意：（1）透平速度調节器及油泵等附属設備，必須調整或修改；（2）所有厂內自用电动机的速度和出力都将变动，需要补救；（3）发电容量将減低。轉速降低后，如欲保持电压不变，必須增加励磁电流，使磁极和鉄心內磁通密度过分飽和而发热，所以必須降低电压。发电机內的

磁通密度較額定电压时高出 5% 是无妨的，因此电压可不依轉速降低的百分率而降低，可降到 4400 伏左右。如需改为 6600 伏，要加一只 6600/4400 伏的自耦变压器，繞組是不能改接的。若將繞組重新接綫并不合算。

## (2) 发电机轉速变化的范围

**【問】** 发电机周率的变化不应超过 5%，而轉子强度試驗則在超过額定轉速 20% 时进行。这样說来，如果轉子强度試驗良好，可否在超过額定轉速 20% 的情况下連續運轉？

**【答】** 如果发电机的轉速增加 20%，則周率增加 20%，在电气方面对发电机的影响不大，但机械方面是否能連續的长期的安全運轉，还有問題。发电机的周率增加后，电动机及其負荷的轉速均增加，而且电动机的起動轉矩等显著的减小，可能造成工作上的困难，在改变发电机的轉速时，这些問題必須充分考虑。

发电机周率的变化规定不超过 5%，是因为各項电气設備在周率变化 5% 以內时还能正常運轉，而轉子强度試驗的目的是試驗轉子能否安全運轉，并不是說可以在超轉速时对一切无妨碍。

## (3) 发电机并联運轉的方法

**【問】** 如何能够使并列安全，并如何进行人工手动并列的演习？

**【答】** 并列时最重要的是要掌握下列三点：

- (1) 加入发电机的电压与系統电压相等；
- (2) 加入发电机的周率和系統周率相同；
- (3) 加入发电机电压相位和系統电压相位一致。

如不能掌握上列三点，系統上就会受到冲击。但对于上列

三点的掌握必須要有适当的經驗，因为人工操作的油开关动作不可能太快，所以在并列的时候，需要提前把操作綫路合上，至于提前多少才能使恰在同步点合閘，就完全要靠經驗。

最安全的并列办法是采用自动并列机，但此項設備目前采购不易。建議采用下列方法来并列以策安全，并可供缺乏經驗的工人同志来作演习操作。

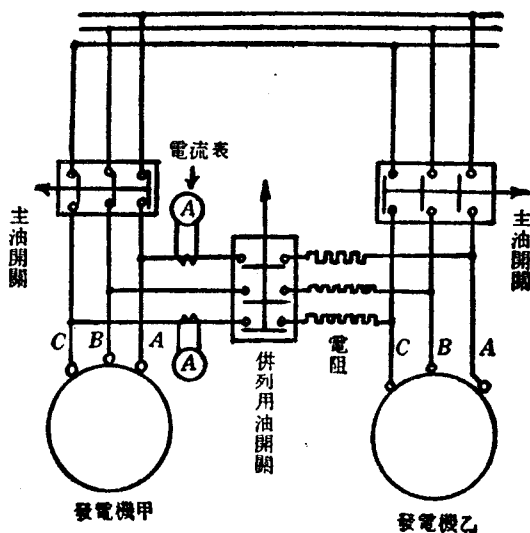


图 1-3

接綫方法如图1-3所示，用一容量較小的油开关通过电阻联接于两发电机母綫之間，同时联接一安培表。其操作方法如下：

例如发电机乙正在運轉而发电机甲将加入并列運轉。此时发电机甲的主油开关在掉閘地位，并列油开关亦在掉閘地位。并列时可先将并列用油开关按并列的手續并上，即使并得不恰当，亦不会造成很大冲突致成事故，因为有电阻在限制着电流。这

个并列用油开关可以供操作者演习。在演习时可以电流表来作为并列是否良好的指示,如果并列恰在同步点,则电流表没有电流指示数,否则即有电流指示出来。

上述设备同样可以用作安全并列,先将并列油开关按并列手续合闸后,调节至电流表没有电流指示时,再将发电机甲的主油开关合闸,合闸后再将并列用油开关拉闸。这样并列比直接用主油开关来并列要安全得多,可以避免冲突的发生。

**【問】** 我厂设备(甲)62.5千伏安、60周、900轉/分、440伏三相四綫交流电机一台,系直接用75马力柴油机带动;(乙)30千伏安、50周、1500轉/分、380伏三相四綫交流电机一台,系用三角皮帶以340轉/分重柴油机带动,目前因生产用电不足,拟将二机并联运用,故现有62.5千伏安、60周电机已改为50周使用,轉速亦改为750轉/分,电压380伏。

电机原有设备:(一)二机均有电盘、电压表、安培表、周率表和油开关;(二)二机均有綫路至总分电盘,各路有三刀开关及安培表;(三)有并车用平衡表一个(有三灯指示及表上有伏特指示)。

(1) 甲机改后与乙机并联是否可能?

(2) 柴油机形式不同,轉速不同,直接及間接,并联运行是否可靠?

(3) 上項原有仪表是否能够并联或缺少什么?

(4) 并联运用时用油开关及电阻先合闸,可保安全。但油开关、电阻、安培表与并联二机的容量,怎样才算合适?

(5) 并列油开关合闸后,安培表有讀数,証明此次并未列在同步。怎样调节二机得到同步?

(6) 目前很多厂已采用自动同步并车法,希介紹。

(7) 甲乙两机并联,用什么方法较为安全?

**【答】** (1)甲机与乙机在发电机方面是可以并列运行。

(2) 柴油机的問題,主要在于調速器的速度变动率,两者能够合乎并列运行中自动合理分配負荷的要求。如果不合,当負荷增加时,两机的負荷分配会不合理。

(3) 并车用平衡表。如果指同步指示器,則表計已足够并列运行之用。

(4) 上述并列运行的演习方法中,电阻主要为限止过大的平衡电流。按平衡电流为

$$i_{ym} = \frac{\sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 2E_d''}{Z_{d1}'' + Z_{CB} + Z_{d2}''}$$

式中:  $E_d''$ ——发电机并列运行合閘时的电压(伏);  $Z_{d1}''$   $Z_{d2}''$ ——发电机甲及乙的纵軸次瞬間阻抗(欧);  $Z_{CB}$ ——联系被同步发电机的連絡綫的等效阻抗(欧)(包括串联电阻)。

为了計算簡化起见,  $Z_{d1}''$  及  $Z_{d2}''$  之值日前与  $Z_{CB}$  之值相較甚小,略去不計;  $Z_{CB}$  的电抗部分亦較小,略去不計,即  $Z_{CB} \approx R$  (串联的电阻值)。并列运行演习为了安全,使平衡电流  $i_{ym}$  不大于最小发电机的額定电流,設

$$i_{ym} = \frac{30 \times 1000}{\sqrt{3} \times 380} = 45.5 \text{ 安。}$$

$$i_{ym} = \frac{\sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 1.2 E_d''}{R}$$

即 
$$45.5 = \frac{\sqrt{2} \times 1.8 \times 1.2 \times 380}{R}$$

$$R = \frac{\sqrt{2} \times 1.8 \times 1.2 \times 380}{45.5} = 25.5 \text{ 欧。}$$

(5) 并列后如安培表有讀数,則可調节調速器及电压,使电流的指示数降到零而达到同步。

(6) 自动同步并车法內容甚多,請參閱已出版的“动力系統自动化”143 页第五章发电机的自动同步化。

(7) 最安全可靠的方法为采用自动同步化。

#### (4) 煤气引擎发电机的并联运用

**【問】** 我厂有 40 千瓦发电机二座,都是 220/380 伏,并都用 45 马力的煤气引擎直接帶动,問:

(1) 这两座电机是否可以合并送电,如何并法?

(2) 在开动时,有一根沒有火的地綫有火,但有时又沒有,这个现象是什么原因?

**【答】** (1)这两座发电机可以并列送电,但并列送电有下列几个条件:

1. 两个发电机的电压相等;
2. 两个发电机的周率相等;
3. 两个发电机的电压相位一致。

故要使两个发电机并列,必須要有下列設備:

1. 两个发电机都有电压表,这两个电压表須装在一起,以便并列时調整到两个发电机的电压相等。

2. 两个发电机都有周率表,这两个周率表須装在一起,以便并列时調整到两个发电机的周率相等。

3. 装置相序灯如图 1-4 所示,使两个发电机的 A、B、C 三相的相序相同,即三組相序灯同时亮同时暗(如一組亮一組暗即非同一相序,只須将发电机的出綫端子换接一下即可)。

并列时,先将一号发电机开出正常发电,将二号发电机开出調整电压至与一号发电机相同,即两个电压表上的指示数相同。