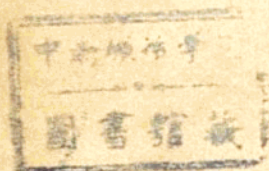


237384

车间电气设备的 使用和修理

〔苏联〕Л.Б. 李弗林 著
原冶金工业出版社翻译组译校



中国工业出版社

車間电气設備的 使用 和 修理

〔苏联〕Л. Б. 李 弗 林 著

原冶金工业出版社翻译組译校

中 国 工 业 出 版 社

本书是原著第四版的譯本，是根据原著第三版中譯本修訂的。

本书叙述电动机及其控制器械的工作原理，并說明車間电气設備的使用方法。

这是一本参考书，可用来培养看管工业电气设备的电工，也可用来提高已有实际經驗的电工的技能。

本书前一版譯本是由前重工业部工业教育司欧阳惠霖、申济湘、刘砚田三同志譯校的，新版本是由刘砚田同志修訂的。

Л. Б. Ривлин

ОБСЛУЖИВАНИЕ ЦЕХОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ Москва 1956 Ленинград

* * *

車間电气設備的使用和修理
原冶金工业出版社翻譯組譯校
(根據原冶金工业出版社重印)

*

冶金工业部科学技术情报产品标准研究所书刊編輯室編輯 (北京市灯市口71号)

中国工业出版社出版 (北京牛黄胡同10号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本850×1168 1/32 ·印张8 7/8 ·字数231,000

1958年5月北京第一版

1966年2月北京新一版·1966年2月北京第一次印刷

印数0001—5,270 ·定价(科四) 1.10元

*

統一书号: 15165·3321 (冶金-546)

目 录

序言	8
----------	---

第一章 直流电机

1. 直流电的获得方法	10
2. 电枢绕组	13
3. 电枢绕组的类型。迭绕组和波绕组	17
4. 直流电机的结构	23
5. 电枢反应	29
6. 整流	31
7. 附加磁极	33
8. 直流电机的激磁	34
9. 直流电机作为电动机来运转	37
10. 电动机的电枢反应和整流	39
11. 直流电动机的类型和性能	40
12. 直流电动机的开动和调速	42
13. 电动机的反转和制动	47

第二章 变压器和整流器

14. 变压器的作用原理和构造	54
15. 变压器的结构	57
16. 自耦变压器	59
17. 整流器概述	60
18. 水银整流器	60
19. 半导体整流器	66

第三章 交流电动机

A. 感应电动机	70
20. 感应电动机的作用原理和构造	70
21. 感应电动机的结构	75
22. 三相感应电动机的运转	79
23. 感应电动机的开动	81

24. 电动机的调速	88
25. 电动机的反转和制动	92
26. 单相感应电动机	93
27. 交流整流子电动机	95
B. 同步电动机	96
28. 同步电动机的作用原理	96
29. 开动。同步电动机的性能	98

第四章 电动机的主要运转状态和结构型式

30. 主要运转状态	101
31. 电动机的结构型式	102

第五章 量 电 仪 表

32. 安培计和伏特计	105
33. 瓦特计	107
34. 电度表	108
35. 量电仪表量程的扩大	110
36. 绝缘电阻测定器	113

第六章 电动机的控制器械和保护器械。配电盘和配电箱

37. 电动机的控制和控制器械	115
38. 手动控制器械	116
39. 自动控制器械	124
40. 保护器械	133
41. 低压配电盘及配电箱	141

第七章 电动机的自动控制

42. 自动技术在国民经济中的意义	145
43. 电动机自动控制线路的构成原理	145
44. 鼠笼式感应电动机的自动控制	149
45. 滑环式感应电动机的自动控制	157
46. 直流电动机的自动控制	160
47. 控制电动机的电子自动装置和电机自动装置的运用	164

第八章 电气照明概論

48. 电光源	169
49. 照明灯具	172
50. 灯的连接	172

第九章 車間电气设备的經營組織

51. 概論	177
52. 电气设备的經濟运行。功率因数对电气设备工作的影响	178
53. 改善电气设备功率因数的方法	180
54. 电气设备的定期檢修	183
55. 工具的正确使用	189
56. 维护車間电气设备的值班电工的职责	192

第十章 电气设备的维护

57. 电气设备维护的概述	196
58. 开动和停止电动机的規則	197
59. 电动机各部分的許可溫度。許可負載	199
60. 整流子、滑环和电刷的维护	201
61. 軸承的维护。潤滑油	205
62. 皮帶傳动裝置的维护	207
63. 車間配电裝置和开动器械的维护	207
64. 电气照明设备的维护	212

第十一章 看管电气设备时要作的一些工作

65. 絕緣电阻的測量	214
66. 間隙的測量	215
67. 电动机的拆卸和裝配	218
68. 滑动軸承襯和滚动軸承的更換	220
69. 电动机设备的調准	223
70. 直流电机电刷和搖环的安裝	228
71. 直流电机極性的确定	229
72. 直流电机端綫的接法	230
73. 感应电动机端綫的接法	233
74. 电动机的干燥	234

第十二章 电动机在开动和运行时發生的主要毛病

A. 感应电动机	241
75. 电动机在开动时發生的毛病	241
76. 电动机在运行时發生的故障	242
B. 直流电动机	242
77. 电动机在开动时發生的毛病	242
78. 电动机在运行时發生的故障	243
B. 一般故障	244
79. 电动机在运行时發生的故障	244

第十三章 电机繞組主要故障的檢定和消除方法

80. 直流电机繞組故障的檢定和消除方法	246
81. 感应电动机繞組故障的檢定和消除方法	253
82. 变阻器故障的檢定和消除方法	259

第十四章 車間电气設備的主要安全操作規程

83. 防止触电。安全用具	262
84. 电气設備安全操作規程的一般規則	265
85. 进行切换和更換保險器	268
86. 1000伏以下和以上的电动机和变流机的看管	269
87. 防止机械性質受伤的办法	272
88. 触电人的紧急救护	273
附录 电机用的电刷	281
参考文献	283

前 言

本書是作者把 1953 年版本加以修改和补充而成的版本。

在許多章节中都作了修改和补充。作了最重大的补充的有以下几方面：水銀整流器和半导体整流器，同步电动机，电动机的自动控制，电力扩大机，改善电气設備功率因数的方法及电动机設備的調准等。此外，重新拟定了車間电气設備主要安全操作規程的各节。

在修訂本書时，也曾尽可能地考慮到了讀者的意見和願望。

和前几版一样，本版的对象也是正在學習工厂电工技能的人，以及已当电工而欲增进在电气設備使用方面的知識的人。

所有对本書的批評和希望請寄到：Ленинград, Марсово поле, 1, Л.О.Госэнергоиздата。

作 者

共产主义就是苏维埃

政权加全国电气化

弗·依·列宁

序 言

现代工业企业都装备有电气设备。电能可用来开动工作机、机床，用来照明、加热和熔炼金属，用于化学工业，用于高频电流干燥，用于电弧焊接和接触焊接以及其他许多方面。

通常在企业中没有厂用发电站，电能是由区域动力系统经架空线路或电缆线路送来的。为了减少损失，电能通常在6至10千伏以上的电压下输送，大型企业有时甚至由35至110千伏线路供电。

电压在厂用变电所中用变压器来降低。大多数用户——电动机和电气照明器具——由220至380伏电源供电。个别用户——巨型电动机和电炉——可在3至6千伏下运行。

自区域线路送入企业的经常是三相交流。需要有直流时，可利用特备的交流装置，如整流机组或整流器。

送入企业的大部分电能，照例由驱动各种机组和机床的电动机所取用。

电动机的容量变化极大——由几瓦到几万千瓦。这就使得电动机能适应于各种各样的机器，例如上至大型轧机——初轧机，下至缝紉机，用途非常广泛。

如果说最初电动机在工业中主要用来转动天轴，那么近来不仅每部机床、每部机器都采用单独的电动机，而且甚至尽量使每部机床的各种运动都由紧装在运动部分之旁的单独电动机来实现

电动机的控制在大多数情况下是自动化的。工人管理着許多按钮和开关，利用它們来把命令传给特殊的控制器械，从而实现电动机的开动、停止、制动、变速等。有时某一机組的工作实际上是在完全沒有工人参加的情况下完成的。在这种情况下电动机由繼电器来控制。繼电器能够控制电气、机械、热力及其他的量，并能在控制电路中发出所需的电冲。这时工人的作用只是監視机組的运行。

自动化的最高阶段是全盘自动化，这时許多生产机組都結合成一个統一的自动系統，因此，不管什么样的产品、零件或部件的生产过程都全部自动化了。

任何一种生产的电气化和自动化，其主要环节終究是电动机。所以在研究工业企业电气設備的时候，首先必須熟悉电机、电机的作用原理、基本性能、运行条件等。只有熟悉了这些以后，才可以进而熟悉控制器械和电动机的控制电路。本書也采用这种叙述次序。

第一章 直流电机

1. 直流电的获得方法

电机可用来把机械能变为电能，也可以用来把电能变为机械能。在前一情况下，电机是电源——发电机，而在后一情况下，电机则为电动机。

根据电流的种类，电机分为直流电机和交流电机。直流电机（所指的是整流子机）实际上乃是装有特殊装置（整流子）的交流电机。整流子用来变交流电为直流电。为了更好地阐明整流子的作用。下面先讨论最简单的交流电机的工作。

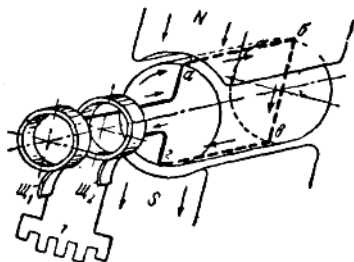


圖 1 交流电的获得方法

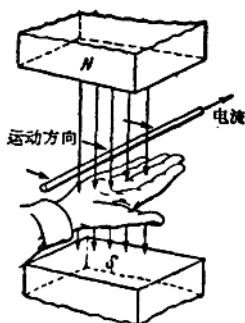


圖 2 右手定則

將表面上裝有綫圈 $abcr$ 的电樞置于兩磁極 N 及 S 的磁場中（圖 1）。綫圈 $abcr$ 由配置在一个直径平面上的兩导体 ab 及 cr 組成。綫圈的兩端接在兩個滑环上，而滑环又固定在电樞的軸上。在滑环上有兩個固定的电刷 M_1 和 M_2 ，在电樞旋轉时沿滑环而滑动。如果电樞以特定速度旋轉，則在綫圈中將根据电磁感应定律感应电势。下面讓我們来确定这电势的变化特性。

綫圈在任何位置时的电势的方向决定于右手定則。右手定則

歸結如下：如果把右手置于磁場中（圖 2），使手掌向着北極、依手掌平面折成直角的大姆指指向導體的運動方向，則其餘併起而伸直的四指所指的方向即為電勢的方向。如果將這定則用於順時針方向旋轉的電樞的綫圈導體，則在綫圈處於圖 1 所示的位置時導體 ab 及 cd 中電勢的方向即如箭頭所指。導體 ab 中電勢的這一方方向一直保持到導體 ab 離開北極的下方為止。當導體 ab 移到南極的下方時，電勢的方向改變。在導體 cd 中也發生同樣的情況。因為兩導體是彼此順接的，所以兩導體在綫圈處於任何位置時所感應出來的電勢是相加的。

由此可見，在電樞轉半周的期間內導體中的電勢有一方向，在電樞轉另一半周的期間內電勢又有一相反的方向，即電樞在固定的磁場中旋轉時在綫圈中感應交變電勢，這電勢在電樞旋轉 1 周的期間內兩次改變方向。這可以用圖示方法表示於圖 3，電勢的正值標于橫軸之上，而負值則標于橫軸之下（綫圈中電勢的任何方向可取為正值）。至于電勢曲線的形狀，則它完全決定于磁極間磁場的分佈狀況。

實際上，按照電磁感應定律，當電樞在磁場中以等速旋轉時，導體在任一瞬間所感應的電勢與該導體在該瞬間所處位置的磁感應強度成比例。通常在磁極中心綫下方的磁感應值為最大，而順着往極尖去的方向逐漸減小至零。如果磁感應在磁極下方按圖 3 所示的正弦曲線分佈，則在綫圈中所感應出來的電勢也具有正弦的特性。磁感應曲線在某種尺度上也代表電勢曲線。

如果將任一外電阻 r 接于電刷，則在這樣所得到的閉合回路中便通過交流電流。

為了變交流電為直流電，即迫使電流總是按一個方向通過外電路，須把綫圈 $abcd$ 的兩端連接在兩個彼此絕緣的銅半環（圖 4）上。銅半環乃是簡單整流子的整流子片。在半環上安置有電刷 III_1 和 III_2 。須把電刷放在適當的位置，使它在自一個整流子片轉到另一整流子片上的瞬間，綫圈中感應出的電勢恰等于零，即綫圈自圖 4 所示的位置轉動了 90° 。

当电樞旋轉时，在綫圈中依然感应交变电势，但因电刷 M_1 永远接触与切割北極磁力綫的导体相連接的整流子片，而电刷 M_2 永远接触与切割南極磁力綫的导体相連接的整流子片，所以在由电阻 r 所組成的外回路中的电流永远按一个方向流动。当电樞按箭头所指的方向旋轉时，电刷 M_1 为負（-）电刷，而电刷 M_2 則为正（+）电刷。由此可見，利用整流子可以將交流电变为直流电。得到的电势曲綫如圖 5 所示。在对应于电樞旋轉半周的时间內，电势由零增到最大值（在电樞处于如圖 4 所示的位置时），然后減至零。电樞每旋轉一全周，电势的上述变化特性重复一次。由圖可知，电势曲綫，亦即外电路电流的方向虽保持不变，但具有显著的脉动特性。上述裝置正是一台最簡單的直流發电机。但是，这种發电机極不完善，因为由它發生的电流是脉动的，电压極低，用起来很不方便。

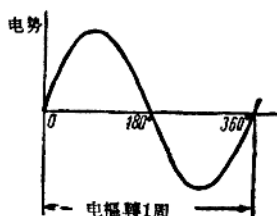


圖 3 圖 1 所示裝置的电势曲綫

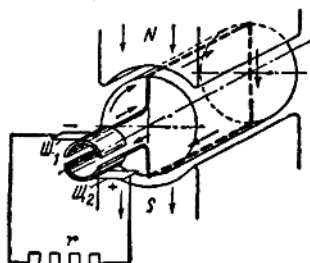


圖 4 直流电的获得方法

为了减小脉动，須增加綫圈匝数和整流子片数，使各綫圈均匀分佈于鋼質圓筒的表面上。

圖 6 表示这种發电机的原則構造圖，發电机具有三个綫圈 1—1、2—2、3—3 和六个整流子片。每一綫圈仅在其兩端所連接的整流子片与电刷相接触的时间內，即电樞相应旋轉 60° 的时间內才和外电路接通。在电樞于磁場內旋轉 1 周的过程中，所有三电刷都依次与电刷接触。故电刷上的电势变化曲綫較為平滑，

如圖 7 上的粗綫所示。电势不总是減少至零，它在一較窄的范围內变动着。

进一步改善直流电机的方法，仍然是大量增加綫匝和整流子片的数目。此外，还不采用圖 6 所示的开路繞組而采用閉路繞組。在开路繞組中，各綫圈不相互連接，在每一整流子片上只連接一个綫圈端。但在閉路繞組中，所有綫圈是相互連接的，这时脉动便不显著，而电压值也合乎实际需要。

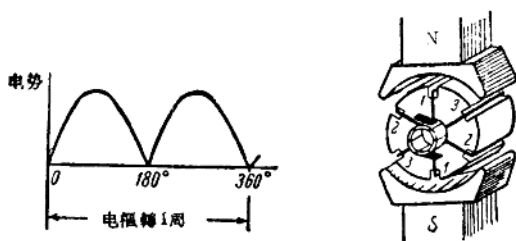


圖 5 圖 4 所示裝置的电势曲綫 圖 6 三綫圈的直流發電机

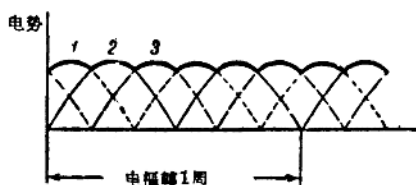


圖 7 圖 6 所示發電机的电势曲綫

2. 电 樞 繞 組

为了闡明电樞繞組的裝置原理，下面取一具有四个綫匝和四个整流片的电樞作为第一个例子(圖 8, a)。按八根导体在电樞上的排列次序标上号碼。导体的各端彼此連接並用連接綫与整流子連接。在整流子側的連接綫用实綫表示，在电樞后端的連接綫以虛綫表示，各导体相互間的連接，应使导体中感应出来的电势相

加，而不是相減。

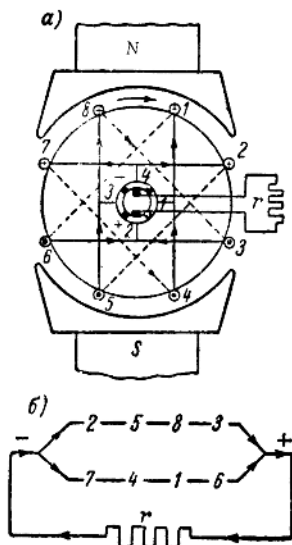


圖 8 具有四個綫匝的电樞
a—綫組的接綫圖；b—电流在电樞导体
和外电路中的路徑

將导体 1 順着电樞放置在北極之下。其始端与整流子片 1 連接，而其后面的末端則与导体 6 連接。這兩导体 1 和 6 便組成一个綫匝。这一綫匝的末端連接于整流子片 2 上。整流子片 2 又借前端面上的連接綫与导体 3 連接，导体 3 是另一綫匝的始端。导体 3 的末端在后端面上与导体 8 連接。导体 8 是第 2 綫匝的末端，它和整流子片 3 連接。第三綫匝包括导体 5 及 2，第四綫匝包括导体 7 及 4。連接所有各导体时，要使一綫匝的末端連接在整流子片上並与次一綫匝的始端連接，直到最后一綫匝的末端和第一綫匝的始端連接为止。在我們所談的情况下，在导体 4 (第四个綫匝的始端)

和 1 相連接以后，繞組便告完成，因为导体 1 是第一綫匝的始端。

由單个綫匝相互連接而構成的整个电樞繞組是一个閉路繞組，每一綫匝的始端和末端都連接在不同的整流子片上。每一整流子片与一綫匝的始端和次一綫匝的末端連接。

現在根据右手定則来規定圖 8, a 所示电樞的每一导体中的电势方向。电樞的旋轉方向如箭头所示。根据一般采用的假定，由

我們流入圖面的導體電勢方向以十字表示，向着我們的電勢方向以點表示。同時也以箭頭表示出電樞前後端面上所有連接綫中的電勢方向。

研究了圖 8.a 便可知道，由導體 3 及 6 來的電流同時導入整流子片 2，而由整流子片 4 來的電流則導入導體 2 及 7。

今在 N 和 S 極下的整流子面上各裝一固定電刷，使電刷在整流子旋轉時能在其表面上滑過。此外，將電阻 r 接在電刷上。由圖 8.a 可知，電流由整流子片 2 上的電刷流入電阻 r 中，並經過電阻返回整流子片 4 上的電刷中。可見第一電刷是正的，而第二電刷是負的。在負電刷處電流分成兩平行分路，而後兩分路又在正電刷處又匯合起來。每一分路共有四根導體。

圖 8.6 表示在圖 8.a 所示的電樞情況下，電流在外電路和電樞導體中的路徑。

當電樞旋轉 $1/8$ 轉時（圖 9.a），每一電刷同時與兩整流子片接觸，綫匝 1—6 為正電刷所短接，而綫匝 2—5 為負電刷所短接。這些綫匝不感應電勢，因為它們已從電路中切出；此外，它們在磁場中所處的位置是感應電勢最小的位置。圖 9.6 表示在圖 9.a 所示電樞情況下的電流路徑。

如果電樞繞組由許多綫匝和整流子片組成，則在整流子上的電刷同時跨接兩個整流子片的同一條件下，也有兩個綫匝被短接；因而感應出電勢的綫匝數，為繞組的綫匝數減去 2。電樞繞組的綫匝數愈多，在電樞處於不同位

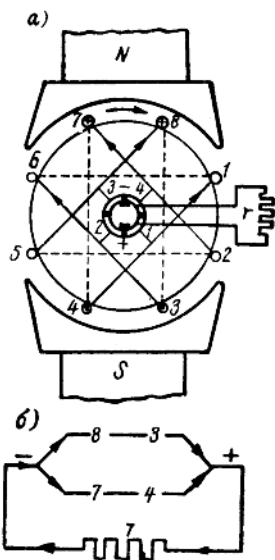


圖 9 電樞自圖 8 所示的位置
旋轉 $1/8$ 轉時的情況
a—整流子上電刷的位置；b—電流在
導體及外電路中的路徑

置时的电势之差就愈小。

在上述繞組中感应的电势很小。为了在电刷間得到相当大的电压，在电枢上須裝置許多綫匝。每一分路的所有导体都串联起来，因而导体中的电势是相加的；此时在每一并联分路中可获得較大的电势。

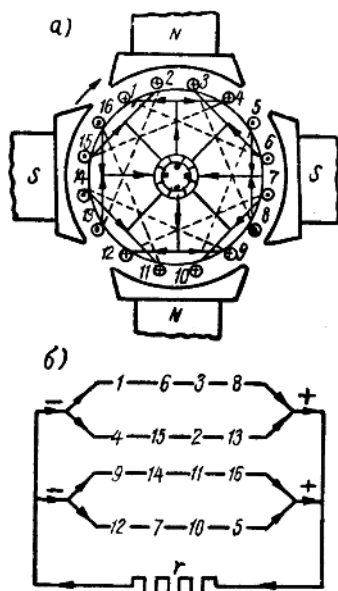


图 10 具有四个并联分路的四极电机
a—繞組接綫图；δ—电流在繞組导体及外电路中的路径

并使繞組成为閉路。

图 10, a 表示一个四极的电机，在电枢上均匀安排着 16 根导体（8 个綫匝）。在綫匝互相連接并和整流子相連时，要使每一綫匝的末端与次一綫匝的始端相連。連接一直进行到第八个綫匝

到此为止，我們已討論了从最简单的发电机得到直流电的方法，这发电机的磁场是由两个磁极所建立的。实际上，一般采用的发电机都是多极的，即 4, 6, 8 等极的发电机。多极发电机的优点是：在同一容量下，它的尺寸比两极的小，在繞組中可以有二个以上的并联分路（以下我們可以看到）。因而在外电路电流很大时，发电机的各分路中电流并不大。

在多极电机中，磁极的极性是輪流更换的。因而在这种电机电枢上安排繞組时，必須和两极电机一样，将串接起来的导体安排在两相邻而不同名的电极下，以使这些导体中的电势相加，