

車間電氣設備的 使用和修理

Л. Б. 李 弗 林 著
重工業部工業教育司 譯校

The lower half of the book cover features a dark green background with several technical illustrations in a lighter, metallic tone. These include a large central motor or generator, a smaller motor to the left, a cylindrical component with a fan-like structure to the right, and various tools like a saw, a wrench, and a screwdriver. At the bottom center, there is a stylized graphic of a circuit board or a series of parallel lines.

重工業出版社

車間電氣設備的使用和修理

Л. Б. 李弗林 著

重工業部工業教育司 譯校

重工業出版社

本書根據蘇聯國立動力出版社（Государственное энергетическое издательство）出版的李弗林（Л. Б. Ривлин）所著「車間電氣設備的使用和修理」（Обслуживание цехового электрооборудования）1953 年第三版譯出。

這是一本參考書，可用來培養看管工業電氣設備的電工，也可用來提高已有實際工作經驗的電工的技能。

本書敘述電動機及其控制器械的工作原理，並說明車間電氣設備的使用方法。

本書由重工業部工業教育司歐陽惠霖、申濟湘、劉硯田三同志集體譯校。

Л. Б. РИВЛИН
ОБСЛУЖИВАНИЕ ЦЕХОВОГО
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
Госэнергоиздат (Москва 1953 Ленинград)

* * *

車間電氣設備的使用和修理

重工業部工業教育司 譯校

重工業出版社（北京西直門內大街三官廟11號）出版
北京市書刊出版業營業許可證出字第〇一五號

* * *

重工業出版社印刷廠印

一九五五年四月第一版

一九五五年四月北京第一次印刷（1—4, 185）

$787 \times 1092 \cdot \frac{1}{25} \cdot 200,000 \text{字} \cdot \frac{3}{9} \text{印張} \cdot \text{定價(8)} 1.60 \text{元}$

書號 0241

* * *

發行者 新華書店

前 言

本書是作者把1949年版本加以修改和訂正而成的版本。

和前兩版一樣，本版的對象也是正在學習工廠電工技能的人以及已當電工而欲增進在電氣設備使用方面的知識的人。

和前版比較起來，本書增加了有關變壓器的概論以及用來控制電動機的電子自動裝置和電機自動裝置的概論。

另一方面則刪去了電工學基本概念的部分。我想讀者可以從1952年出版的 B. Ю. 羅蒙諾索夫和 K. M. 波李凡諾夫所著的「初級電工原理」（中文譯本已出版——譯者註）一書中得到這些知識。

所有對本書的批評和希望請寄到：列寧格勒涅瓦大街28號國立動力出版社列寧格勒分社。

作者

目 錄

序言.....	9
---------	---

一、直流電機

1. 直流電的獲取.....	11
2. 電樞繞組.....	12
3. 電樞繞組的類型。疊繞組和波繞組.....	16
4. 直流電機的結構.....	21
5. 電樞反應.....	26
6. 整流.....	28
7. 附加磁極.....	29
8. 直流電機的激磁.....	30
9. 直流電機的電動機運轉.....	33
10. 電樞反應和電動機的整流.....	35
11. 直流電動機的類型及其性能.....	36
12. 直流電動機的開動和調速.....	38
13. 電動機的反轉和制動.....	43

二、變壓器

14. 變壓器的作用原理和構造.....	48
15. 變壓器的結構.....	50
16. 自耦變壓器.....	52

三、交流電動機

A. 感應電動機.....	55
17. 感應電動機的作用原理和構造.....	55

18. 感應電動機的結構·····	60
19. 三相感應電動機的運轉·····	64
20. 感應電動機的開動·····	66
21. 電動機的調速·····	70
22. 電動機的反轉和制動·····	73
23. 單相感應電動機·····	74
24. 交流整流子電動機·····	76
5. 同步電動機·····	77
25. 同步電動機的作用原理·····	77
26. 開動。同步電動機的性能·····	78

四、電動機的主要運轉狀態和結構型式

27. 主要運轉狀態·····	81
28. 電動機的結構型式·····	82

五、量電儀表

29. 安培計和伏特計·····	84
30. 瓦特計·····	86
31. 電度表·····	87
32. 互感器·····	88
33. 絕緣電阻測定器·····	91

六、電動機的控制器械和保護器械

34. 電動機的控制和控制器械·····	93
35. 手動控制器械·····	94
36. 自動控制器械·····	101

37. 保護器械.....	109
38. 低壓配電盤及配電裝置.....	114

七、電動機的自動控制

39. 自動控制在國民經濟中的意義.....	117
40. 電動機自動控制線路的構成原理.....	117
41. 感應電動機的自動控制.....	121
42. 直流電動機的自動控制.....	125
43. 控制電動機的電子自動裝置和電機自動裝置的運用.....	128

八、電氣照明概論

44. 電氣光源.....	131
45. 照明燈具.....	133
46. 燈的連接.....	134

九、車間電氣設備的經營組織

47. 概論.....	137
48. 電氣設備的經濟運行。電氣設備功率因數的改善.....	138
49. 電氣設備的定期檢查和修理.....	140
50. 工具的正確使用.....	148
51. 維護車間電氣設備的值班電工的職責.....	149

十、電氣設備的維護

52. 電氣設備維護的概述.....	153
53. 開動和停止電動機的規則.....	153
54. 電動機各部分的許可溫度。許可負載.....	156

55. 整流子、滑環及電刷的維護·····	158
56. 軸承的維護。潤滑油·····	162
57. 皮帶傳動裝置的維護·····	164
58. 車間配電裝置和開動器械的維護·····	164
59. 電氣照明設備的維護·····	167

十一、看管電氣設備時要作的一些工作

60. 絕緣電阻的測量·····	169
61. 間隙的測量·····	170
62. 電動機的拆卸和裝配·····	173
63. 滑動軸承襯和滾動軸承的更換·····	175
64. 電動機設備的調準·····	177
65. 直流電機電刷和搖環的安裝·····	181
66. 直流電機極性的確定·····	183
67. 直流電機引出線端的接法·····	183
68. 感應電動機引出線端的接法·····	185
69. 電動機的乾燥·····	187

十二、電動機開動時和運行時的主要毛病

A. 感應電動機·····	192
70. 電動機開動時的毛病·····	192
71. 電動機運行時的故障·····	192
B. 直流電動機·····	193
72. 電動機開動時的毛病·····	193
73. 電動機運行時的故障·····	194
B. 一般故障·····	195
74. 電動機運行時的故障·····	195

十三、電機繞組主要故障的檢定及其消除的方法

- 75. 直流電機繞組故障的檢定及其消除的方法.....197
- 76. 感應電動機繞組故障的檢定及其消除的方法.....204
- 77. 變阻器故障的檢定及其消除的方法.....209

十四、車間電氣設備的主要安全操作規程

- 78. 觸電的防止。安全用具.....212
- 79. 電氣設備安全操作規程的一般規則.....214
- 80. 在380伏（有接地中線）、220和110伏配電盤和配電裝置
上進行工作的保安規程.....215
- 81. 電動機的主要安全操作規程.....216
- 82. 防止機械性質受傷的辦法.....219
- 83. 防火辦法。電氣設備火災的撲滅.....220
- 84. 觸電者的緊急救護.....221
- 附錄一 單極保險器226
- 附錄二 電機用的電刷228

共產主義就是蘇維埃
政權加全國電氣化
弗·依·列寧

序 言

在戰前幾個五年計劃以及戰後第一個五年計劃的年代裏，我國發電量增長得如此迅速，以致蘇聯在發電和用電方面都在世界上佔了頭等地位。

蘇聯共產黨第十九次代表大會關於1951—1955年蘇聯發展第五個五年計劃的指示，規定了國家電氣化事業在今後的巨大發展。電站的總發電能力在五年內應大約增加到二倍，水電站的發電能力應大約增加到三倍。重要工業部門的所有各種電氣設備，無論是電動機或其控制器械，都應當充分保證供應。

現代工業企業都裝備有電氣設備。電能可用來開動工作機器、機床，用來照明、加熱和熔煉金屬，用於化學工業，用於高頻電流乾燥，用於電弧銲接和接觸銲接以及其他許多地方。

通常在企業中沒有廠用電站，電能是由區域動力系統經架空線路或電纜線路送來的。爲了減少損失，電能通常在6至10千伏以上的電壓下輸送，大型企業有時甚至由35至110千伏線路供電。

電壓在廠用變電所中用變壓器來降低。大多數用戶——電動機和電氣照明器具——由220至380伏電源供電。個別用戶——巨型電動機和電爐——可在3至6千伏下運行。

自區域線路送入企業的經常是三相交流。需要有直流時，則用特備的變流裝置，如整流機組或整流器。

送入企業的大部分電能，照例由驅動各種機組和機床的電動機所取用。

電動機的控制大多數情況下是自動化的。工人管理着許多按鈕和開關，利用它們來把命令傳給特殊的控制器械，從而實現電動機的開動、停止、制動、變速等。有時某一機組的工作實際上是在完全沒有

工人參加的情況下完成的。在這種情況下電動機由繼電器來控制。繼電器這種器械能够控制電氣、機械、熱力及其他的量，並能在控制電路中發出所需的電衝。這時工人的作用只是監視機組的運行。

自動化的最高階段是全盤自動化，這時許多生產機組都結合成一個統一的自動系統，因此，不管什麼樣的產品、零件或部件的生產過程便都全部自動化了。

任何一種生產的電氣化和自動化，其主要環節終究是電動機。所以在研究工業企業電氣設備的時候，首先必須熟悉電機、電機的作用原理、基本性能、運行條件等。只有熟悉了這些以後，才可以進而熟悉控制器械和電動機的控制電路。本書也採用這種敘述次序。

* * *

電動機的容量變化極大——由幾瓦到幾萬瓩。這就使得電動機可以適應於各種各樣的機器，例如上至大型軋機——初軋機，下至縫紉機，用途非常廣泛。

如果說最初電動機在工業中主要用來轉動天軸，那麼近來不僅每部機床、每部機器都採用單獨的電動機，而且甚至盡量使每部機床的各種運動都由緊裝在運動部分之旁的單獨電動機來帶動。

製造第一部實用的直流電動機及其後改進的榮譽，屬於俄羅斯科學院士 Б. С. 雅可比，他在1834年就製造了第一部直流電動機。

此後我國 П. Н. 亞勃洛契科夫和 И. Ф. 烏薩金發明了單相變壓器，這個發明大大促進了電機工程的發展和單相交流電動機的製造。

世界上第一部三相電動機是由傑出的俄羅斯發明家 М. О. 多利沃多布羅沃利斯基製造出來的。三相感應電動機運用便利，廣泛應用在所有工業部門裏，現在已是最普及的一種電動機了。

雖然俄羅斯科學家和發明家在電機工程的世界性成就上起着主導作用，但是在沙皇俄國，工業的電氣化並沒有得到應有的發展。只有偉大的十月社會主義革命才為電力的生產和使用開闢了廣闊的道路。

雖然我國在電氣化方面，由於蘇聯的援助，在過去幾年中，已經取得了長足的進步，但是，在沙皇俄國，工業的電氣化並沒有得到應有的發展。只有偉大的十月社會主義革命才為電力的生產和使用開闢了廣闊的道路。

一. 直流電機

1. 直流電的獲取

直流發電機用來獲取直流電，它的作用以電磁感應現象為基礎。

將線框1—2放在磁鐵NS的均勻磁場中(圖1)，線框的兩端分別連接在互相絕緣的半環3和4上；在半環上放有電刷5和6。電刷是固定不動的，並且在線框旋轉時能在半環上滑過。

線框在磁場中旋轉時，框邊1和2中由於切割磁力線而感應得電勢。根據右手定則，我們便知道：當線框順時針方向旋轉時，這電勢的方向如圖1的箭頭所指。

如果有一電阻7連接在電刷上，則沿着環路即有始終向一方流動的電流通過。當線框順時針方向旋轉時，電刷5的符號為-(負)，而電刷6則為+(正)。這是由

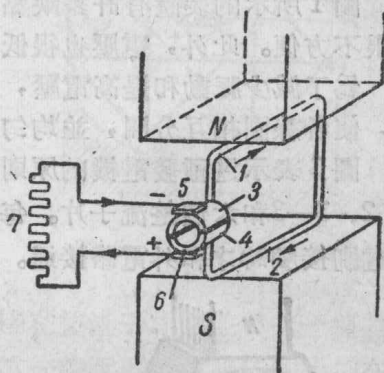


圖 1 直流電的獲取

於：雖然框邊在旋轉時交變地切割磁力線。(有時在北極下，有時在南極下)，但和電刷5接觸的半環，始終是在北極N下切割磁力線的框邊的半環。而和電刷6接觸的半環，則始終都是在南極S下切割磁力線的框邊的半環。這就是說，電流始終以同一方向流過電刷，雖然它的大小時時刻刻在變化着。

現在讓我們來圖示在恆速旋轉時線框電勢的變化，以及圖示在這一裝置中電流的變化(圖2)。在線框平面垂直於磁通方向的第一瞬間，電勢最小，因為線框邊切割磁力線的速度最小。然後，當線框旋轉四分之一轉時，框邊位於磁極的中心(圖1)，電勢增到最大值 $a\phi$ 。經過又一四分之一轉時，線框的電勢減小到零。線框再繼續旋轉時，其中電勢便要改變方向，但電刷間的電壓由於半環的關係，依舊保持原有的極性，又將增加到最大值。

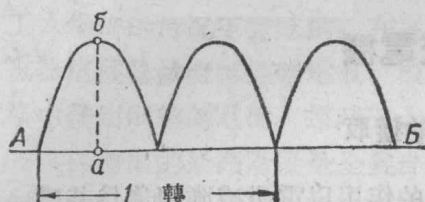


圖 2 圖 1 所示裝置的電勢變化曲線

所以，外電路中的電流將時刻向同一方向流動，即電流的方向是固定的。

上述裝置不是別的，它正是一部最簡單的直流發電機。

由許多互相絕緣的銅片所構成的圓環稱為整流子。由上述可知，整流子的用途是將線圈中得到的交流變為直流。

圖 1 所示的裝置有許多缺點；由它所得到的電流是脈動的，用起來很不方便。此外，電壓也很低。

為了減少脈動和提高電壓，須增加線圈匝數和相應的整流子片數；使各線圈相互分開，並均勻分佈於鋼質圓筒的表面上。

圖 3 表示這種發電機的原則構造圖，發電機具有三個線圈 1—1，2—2，3—3 和六個整流子片。每一線圈僅在其兩端所連的兩整流子片和電刷接觸時才和外電路接通。在磁場中旋轉一週的過程中，所有三

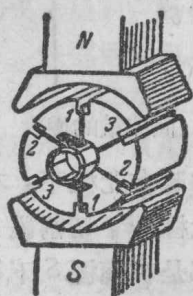


圖 3 三線圈的直流發電機

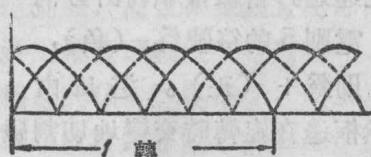


圖 4 圖 3 所示發電機的電勢曲線

線圈都依次與電刷接觸。故電刷上的電勢變化曲線較為平滑(圖 4)。

進一步改善直流電機的方法，仍然是大量增加線匝和整流子片的數目。此外，還不採用圖 3 所示的開路繞組而採用閉路繞組。在開路繞組中，各線圈不相互連接，在每一整流子片上只連接一個線圈端。但在閉路繞組中，所有線圈是相互連接的，這時脈動便不顯著，而電壓值也合乎實際需要。

2. 電樞繞組

現在取一具有四個線匝和四個整流子片的電樞。在電樞表面上裝

八根導體。按導體在電樞上的排列次序標上號碼。電樞的端面圖如圖 5 所示。線匝各端用連接線與整流子片連接，而且在電樞後端面的連接線以虛線表示。各導線相互間的連接，應使導體中感應的電勢相加，而不是相減。

將導體 1 順着電樞放置在北極之下。其始端與整流子片 1 連接，而其後面的末端則與導體 6 連接。這兩導體 1 和 6 便組成一個線匝。這一線匝的末端連接於整流子片 2 上。整流子片 2 又藉前端面上的連接線與導體 3 連接，導體 3 是另一線匝的始端。導體 3 的末端在後端面上與導體 8 連接。導體 8 是第 2 線匝的末端，它和整流子片 3 連接。第三線匝包括導體 5 及 2，第四線匝包括導體 7 及 4。繼續

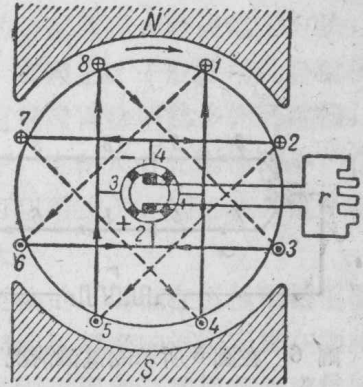


圖 5 具有四個線匝的電樞

連接各導體時，要使一線匝的末端連接在整流子片上並與次一線匝的始端連接，直到最後一線匝的末端和第一線匝的始端連接為止。在我們所談的情況下，在連接導體 4 和 1 時繞組便完成，因為導體 1 是第一線匝的始端。

由單個線匝相互連接而構成的整個電樞繞組是一個閉路繞組，而每一線匝的始端和末端都連接在不同的整流子片上。每一整流子片與一線匝的始端和次一線匝的末端連接。

現在根據右手定則來規定圖 5 所示電樞的每一導體中的電勢方向。電樞的旋轉方向如箭頭所示。根據一般採用的假定，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線中的電勢方向。

研究了圖 5 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5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

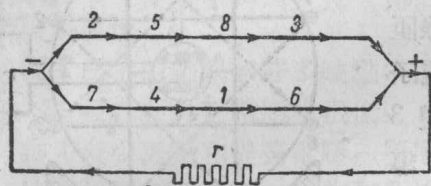


圖 6 在圖5所示的電樞情況下，電流在電樞繞組和外電路中的路徑

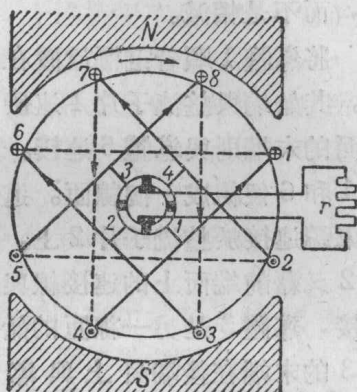


圖 7 當電樞旋轉 $\frac{1}{2}$ 轉時的情況

是負的。在負電刷處電流分成兩平行分路，而後兩分路在正電刷處又匯合起來。每一分路共有四根導體。

圖6表示在圖5所示的電樞情況下，電流在外電路和電樞導體中的路徑。粗線上方的數字表示電樞的導體，外電路的電阻以 r 表示，電流方向以箭頭表示。

當電樞旋轉 $\frac{1}{2}$ 轉時（圖7），每一電刷同時與兩整流子片接觸，線匝1—6為正電刷所短接，而線匝2—5為負電刷所短接。這些線匝不感應電勢，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8表示在圖7所示電樞情況下的電流路徑。

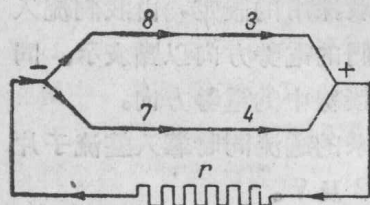


圖 8 在圖7所示的電樞情況下，電流在繞組和外電路中的路徑

如果電樞由8個線匝（即16根導體）和8個整流子片組成，則在一樣的條件下，整流子上的電刷將同時跨接兩個整流子片，把兩個線匝短接；因而感應出電勢的不是16根導體，而是12根導體。

在上述繞組中感應的電勢很小。爲了在電刷間得到相當大的電壓，在電樞上須裝置許多線匝。每一分路的所有導體都串聯起來，因而導體中的電勢是相加的；此時在每一並聯分路中可獲得較大的電勢。

到此爲止，我們已討論了從最簡單的發電機得到直流電的方法，這發電機的磁場是由兩個磁極所建立的。實際上，一般採用的發電機都是多極的，即 4, 6, 8 等極的發電機。這種發電機稱爲多極發電機。

多極發電機的優點是：在同一容量下，它的尺寸比兩極的小，在繞組中可以有幾個並聯分路（以下我們可以看到）。因而在外電路電流很大時，發電機的各分路中電流並不大。

在多極電機中，磁極的極性是輪流更換的。因而在這種電機電樞上安排繞組時，必須和兩極電機一樣，將串接起來的導體安排在兩相隣而不同名的電極下，以使這些導體中的電勢相加，並使繞組成爲閉路。

圖 9 表示一個四極的電機，在電樞上均勻安排着 16 根導體（8 個線匝）。在線匝互相連接並和整流子相連時，要使每一線匝的末端與次一線匝的始端相連。連接一直進行到第八個線匝的末端和第一個線匝的始端相接爲止，於是我們便獲得一個閉路繞組。各線匝互相連接的地方又接在整流子片上，因而電樞有八塊整流子片。

當四極發電機的電樞旋轉一週時，每一導體在北極和南極下都通過兩次。

現在用十字和點表明電樞各導體中的電勢方向，用箭頭表明電樞前端面（從有整流子的一邊看）各連接線中的電勢方向。由圖 9 可見，電勢在電樞導體和連接線中是這樣分配的，即在整流子上不像兩極電機一樣可裝兩個電刷，而可裝四個電刷，其中兩個是正的，兩個是負的。

圖 9 表示的繞組包括四個並聯分路。圖 10 所示是電流在電樞繞組中和外電路中的路徑。研究了這圖便可知道，兩正電刷和兩負電刷可以成對地連接起來，實際上通常都是這樣作的。

如果我們在六極電機的電樞上依據上述法則安排導體，則可得到

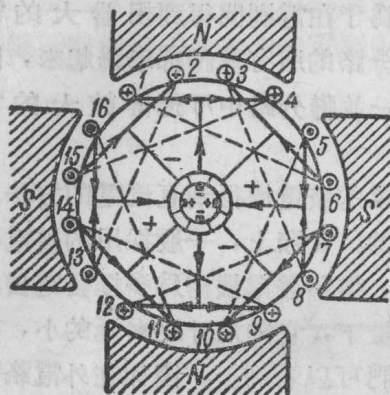


圖 9 具有四個並聯分路的四極電機

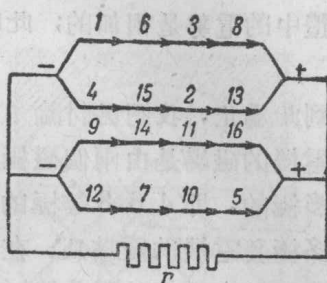


圖 10 圖 9 的電樞繞組的電流路徑

六個並聯分路，並可裝設六個電刷（三個正的，三個負的），即電刷數等於極數。

正如我們前述，電樞繞組應是閉路的，即繞組的安排應服從於一定的法則。

3. 電樞繞組的類型。疊繞組和波繞組

有時用展開形式來表示電樞繞組。圖11就是一個與圖9相對應的繞組展開圖。安置在電樞表面上的導體在這裏也標以號碼。圖的上面表明導體在後端面的連接，它和圖9的虛線相對應，而圖的下面則表

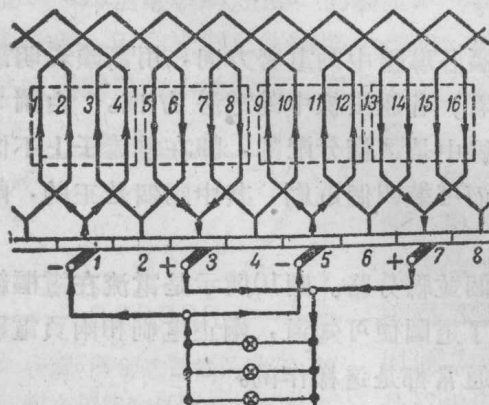


圖 11 疊繞組的展開圖

明導體末端和整流子片的連接。研究了圖11便知道，電樞繞組像一個疊一個的環，因此，這種繞組稱為疊繞組。有時也稱為並聯繞組，因為它的並聯分路數目等於極數。

電樞上的導體也可以連成兩並聯分路的繞