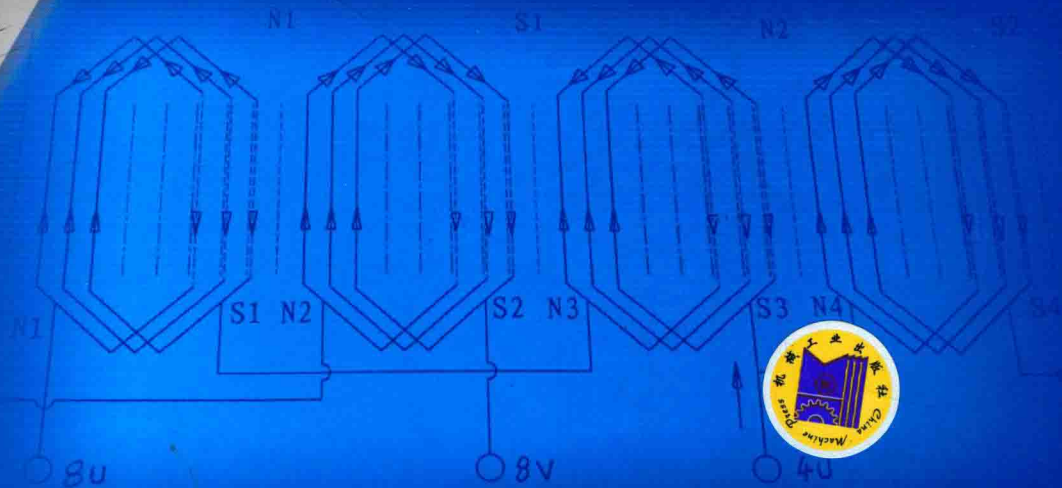


电机绕组接线图 实例详解与设计

乐洪宾 编著

修理师的好助手
设计师的好参谋

一相一图
参数详析



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电机绕组接线图实例详解与设计

乐洪宾 编著

常州大学图书馆
藏书章



机械工业出版社

本书以量大面广的三相异步电动机的绕组为对象,详细介绍了绕组排列的由来、三相首线位置的确定、连线的方法和极数的确定,对于双层绕组的展开图以一相为一图,对极数多、槽数多、路数多,特别是双速绕组,力求看到易读易懂。同时,书中列出了每极每相的槽数槽号,故对绕组的认知就更加科学,书中提供的展开图均为经过检验的已投产的产品。本书可供电机制造、修理和维护人员使用,也可供大、中院校电机、电工专业师生教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

电机绕组接线图实例详解与设计/乐洪宾编著. —北京:机械工业出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-111-58051-5

I. ①电… II. ①乐… III. ①电机—绕组—图集 IV. ①TM303.1—64

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第231225号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:朱林 责任编辑:朱林

责任校对:肖琳 封面设计:陈沛

责任印制:孙炜

北京中兴印刷有限公司印刷

2018年1月第1版第1次印刷

260mm×184mm·28印张·688千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-58051-5

定价:99.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

市面上有许多电机绕组接线图集，很多图没有说明电动机绕组的布线原理？没有从理论上分析其工作原理，例如：

- 1) 三相线圈和线圈组的排列如何得出？
- 2) 三相绕组首线 U_1 、 V_1 、 W_1 的间距如何确定？
- 3) 对双速电机绕组如何能在展开图上看出现双速（两种极数）？
- 4) 三相线圈组间的连线如何确定？

上述问题就是本书作者也是许多从事电机制造和修理工作的工程技术人员要问的，这就是作者要编写本书的目的。

全书共分两篇：

第一篇为电机绕组接线图

第一章：单速、单层绕组、整数槽，共 22 例

第二章：单速、双层绕组、整数槽，共 35 例

第三章：单速、双层绕组、分数槽，共 24 例

第四章：双速、单绕组，双层共 31 例

第二篇为电机绕组设计

其中第一章有 8 例、第三章有 3 例、第四章有 6 例的内容是作者的改进和创新，并用于生产实际。

为了便于阅读，本书第二章、第四章的展开图和第三章多数展开图均为一相一图，主要目的在于条理清晰，容易理解，便于记住和发现问题。这也算是对三相展开图的一个创新。

本书的另一个特点是，书中大部分的例子把每极每相的槽数槽号都列成表，可以更清楚地认识它们相互之间的关联，更科学合理地掌握工作原理。

电机绕组一词，可定义为电机线圈的布阵与接线。

本书只适用于量大面广的三相异步电动机绕组的解读、修理和设计。

书内 N (north pole) 表示北极

S (south pole) 表示南极

本书可供大、中院校电机、电工专业师生研读，也可供电机维修人员之用。

由于作者水平有限，不当或错误之处在所难免，希望读者指正。

乐洪宾写于 2017 年 8 月

目 录

前言

第一篇 电机绕组接线图

第一章 单速、单层绕组、整数槽

页数

1-1	12 槽 2 极,	节距 1-6	2
1-2	18 槽 2 极,	节距 $\frac{1-9}{2-10}$ $\frac{11-18}{11-18}$	3
1-3	24 槽 2 极,	节距 $\frac{1-12}{2-11}$	4
1-4	30 槽 2 极,	节距 $\frac{1-16}{2-15}$ $\frac{17-30}{18-29}$	5
1-5	12 槽 4 极,	节距 1-4	6
1-6	24 槽 4 极,	节距 1-6	7
1-7	24 槽 8 极,	节距 1-4	8
1-8	36 槽 4 极,	节距 $\frac{2/1-9}{1/1-8}$	9
1-9	36 槽 6 极,	节距 1-6	10
1-10	36 槽 12 极,	节距 1-4	11
1-11	48 槽 4 极,	节距 1-11	12
1-12	48 槽 4 极,	节距 1-11 二路	14
1-13	48 槽 8 极,	节距 1-6	16

1-14	48 槽 16 极,	节距 1-4	18
1-15	54 槽 6 极,	节距 $\frac{2/1-9}{1/1-8}$	20
1-16	72 槽 6 极,	节距 1-11	22
1-17	72 槽 6 极,	节距 1-11 二路	24
1-18	72 槽 8 极,	节距 $\frac{2/1-9}{1/1-8}$	26
1-19	72 槽 8 极,	节距 $\frac{2/1-9}{1/1-8}$ 二路	28
1-20	72 槽 12 极,	节距 1-6	30
1-21	72 槽 12 极,	节距 1-6 二路	31
1-22	72 槽 12 极,	节距 1-6 三路	32
第二章 单速、双层绕组、整数槽			33
2-1	30 槽 2 极,	节距 1-11	34
2-2	36 槽 2 极,	节距 1-13	38
2-3	42 槽 2 极,	节距 1-16 二路	42
2-4	48 槽 2 极,	节距 1-18 二路	46
2-5	54 槽 2 极,	节距 1-17 二路	50
2-6	36 槽 4 极,	节距 1-9	54
2-7	36 槽 4 极,	节距 1-9 二路	58
2-8	36 槽 4 极,	节距 1-9 四路	62
2-9	36 槽 6 极,	节距 1-6	66

2-10	36 槽	6 极,	节距	1-6	二路	70	3-1	18 槽	4 极,	节距	1-5	175
2-11	48 槽	4 极,	节距	1-11	二路	74	3-2	24 槽	6 极,	节距	1-5	178
2-12	48 槽	4 极,	节距	1-12	四路	78	3-3	30 槽	4 极,	节距	1-7	182
2-13	48 槽	8 极,	节距	1-6		82	3-4	36 槽	8 极,	节距	1-5	185
2-14	48 槽	8 极,	节距	1-6	二路	86	3-5	36 槽	8 极,	节距	1-5 二路	189
2-15	48 槽	8 极,	节距	1-6	四路	90	3-6	36 槽	10 极,	节距	1-4	191
2-16	48 槽	8 极,	节距	1-6	八路	94	3-7	45 槽	4 极,	节距	1-10	195
2-17	54 槽	6 极,	节距	1-9		98	3-8	45 槽	6 极,	节距	1-8	199
2-18	54 槽	6 极,	节距	1-9	二路	102	3-9	45 槽	8 极,	节距	1-6	204
2-19	54 槽	6 极,	节距	1-9	三路	106	3-10	45 槽	12 极,	节距	1-5	208
2-20	60 槽	4 极,	节距	1-14	二路	110	3-11	48 槽	6 极,	节距	1-9	213
2-21	60 槽	4 极,	节距	1-14	四路	114	3-12	48 槽	6 极,	节距	1-9 二路	218
2-22	60 槽	10 极,	节距	1-6		118	3-13	48 槽	12 极,	节距	1-5	223
2-23	60 槽	10 极,	节距	1-6	二路	122	3-14	54 槽	8 极,	节距	1-8	228
2-24	60 槽	10 极,	节距	1-6	五路	126	3-15	54 槽	8 极,	节距	1-8 二路	232
2-25	72 槽	4 极,	节距	1-17	二路	130	3-16	54 槽	10 极,	节距	1-6	234
2-26	72 槽	4 极,	节距	1-17	四路	134	3-17	54 槽	10 极,	节距	1-6 二路	238
2-27	72 槽	6 极,	节距	1-12	二路	138	3-18	54 槽	12 极,	节距	1-5	242
2-28	72 槽	6 极,	节距	1-12	三路	142	3-19	54 槽	16 极,	节距	1-4	246
2-29	72 槽	6 极,	节距	1-12	六路	146	3-20	60 槽	6 极,	节距	1-10 二路	251
2-30	72 槽	8 极,	节距	1-9	二路	150	3-21	60 槽	8 极,	节距	1-8 二路	256
2-31	72 槽	8 极,	节距	1-9	四路	154	3-22	60 槽	8 极,	节距	1-8 四路	260
2-32	72 槽	8 极,	节距	1-9	八路	158	3-23	72 槽	10 极,	节距	1-8	264
2-33	72 槽	12 极,	节距	1-6		162	3-24	72 槽	10 极,	节距	1-8 二路	266
2-34	72 槽	12 极,	节距	1-6	三路	166	第四章 双速、单绕组、双层				270	
2-35	72 槽	12 极,	节距	1-6	四路	170	4-1	24 槽	4/2 极,	节距	1-7	271
第三章 单速、双层绕组、分数槽						174	4-2	24 槽	8/4 极,	节距	1-4	275

4-3	36 槽	4/2 极,	节距	1-10	279
4-4	36 槽	6/4 极,	节距	1-7 (一)	284
4-5	36 槽	6/4 极,	节距	1-7 (二)	289
4-6	36 槽	8/2 极,	节距	1-16	294
4-7	36 槽	8/4 极,	节距	1-6	299
4-8	36 槽	8/6 极,	节距	1-5	304
4-9	36 槽	12/6 极,	节距	1-4	309
4-10	36 槽	16/4 极,	节距	1-8	314
4-11	48 槽	4/2 极,	节距	1-13	319
4-12	48 槽	8/4 极,	节距	1-7	324
4-13	48 槽	16/4 极,	节距	1-11	329
4-14	48 槽	16/6 极,	节距	1-9	334
4-15	48 槽	16/8 极,	节距	1-5	339
4-16	54 槽	6/4 极,	节距	1-10	344
4-17	54 槽	8/4 极,	节距	1-8	349
4-18	54 槽	8/6 极,	节距	1-7	354
4-19	54 槽	12/6 极,	节距	1-6	359
4-20	54 槽	16/6 极,	节距	1-10	364
4-21	54 槽	18/6 极,	节距	1-9	369
4-22	54 槽	24/6 极,	节距	1-8	374

4-23	60 槽	16/4 极,	节距	1-13	379
4-24	60 槽	20/10 极,	节距	1-9	384
4-25	72 槽	6/4 极,	节距	1-15	389
4-26	72 槽	6/4 极,	节距	1-13	394
4-27	72 槽	8/4 极,	节距	1-10	399
4-28	72 槽	12/6 极,	节距	1-7	404
4-29	72 槽	12/8 极,	节距	1-7 (一)	409
4-30	72 槽	12/8 极,	节距	1-7 (二)	414
4-31	72 槽	24/6 极,	节距	1-11	419

第二篇 电机绕组设计

附录	429
附录 A YZS 系列振动电动机设计数据	429
附录 B 力矩电动机设计数据 (钢转子)	432
附录 C Y 系列三相异步电动机铁心及绕组技术数据	435
附录 D Y2-E 系列 (IP54) 三相异步电动机技术数据 (380V、50Hz)	439

第一篇 电机绕组接线图

第一章 单速、单层绕组、整数槽

单速指的是电机绕组通电后,只能产生一种旋转磁场转速,它与电源频率成正比,与极对数成反比,用公式表示如下:

$$n = \frac{60f}{p}$$

式中

f ——电源频率;

p ——极对数;

n ——旋转磁场的转速, r/min。

例如:

频率为 50Hz,极数为一对(2极)时,转速为 3000r/min。

频率为 50Hz,极数为二对(4极)时,转速为 1500r/min。

频率为 50Hz,极数为三对(6极)时,转速为 1000r/min。

频率为 50Hz,极数为四对(8极)时,转速为 750r/min。

频率为 60Hz,转速变为上述转速的 1.2 倍。

实际上中小型异步电动机转子的转速都略小于旋转磁场的转速,它们不同步,故名异步。

单层绕组,即一个定子槽内只放一个线圈边,但每一个线圈有两个线圈边,它可以放入两个槽,故定子 24 槽只需要 12 个线圈,36 槽只需要 18 个线圈,余类推。

整数槽即电机定子槽数能被极数和三相除尽得 1, 2, 3……换言之,

即每极每相分得的槽数是 1, 2, 3……整数,就是整数槽。

例如: 24 槽三相 8 极每极每相槽数 $q = \frac{24}{8 \times 3} = 1$

48 槽三相 8 极每极每相槽数 $q = \frac{48}{8 \times 3} = 2$

36 槽三相 4 极每极每相槽数 $q = \frac{36}{4 \times 3} = 3$

24 槽三相 2 极每极每相槽数 $q = \frac{24}{2 \times 3} = 4$

三相绕组 A、B、C 的首尾端分别用 U_1 、 U_2 ; V_1 、 V_2 ; W_1 、 W_2 表示。

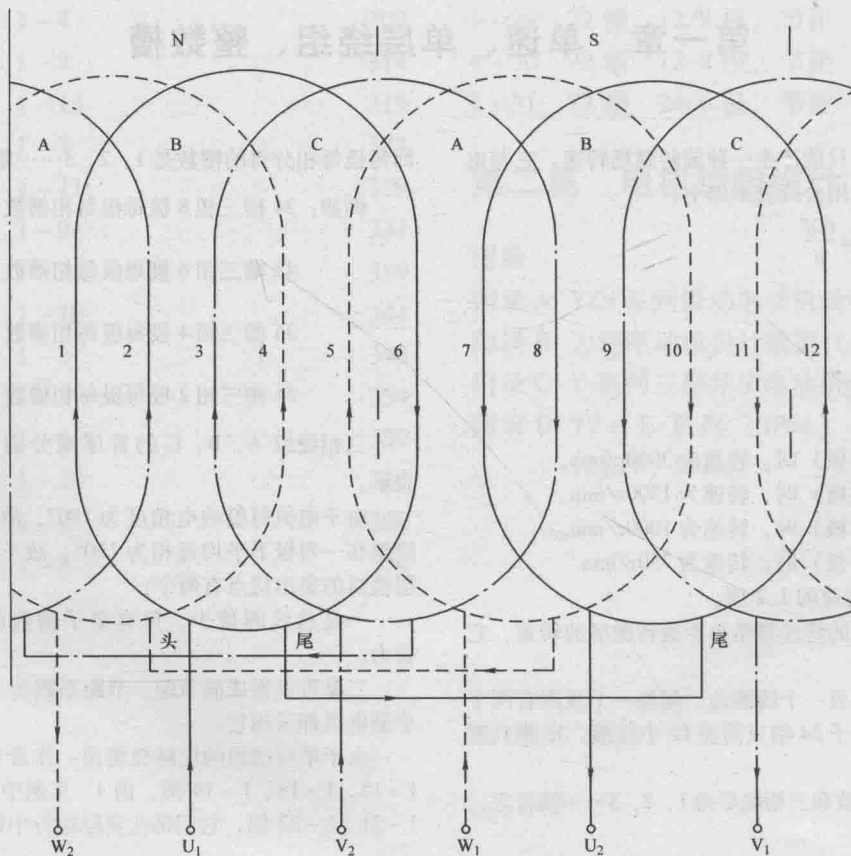
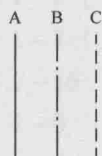
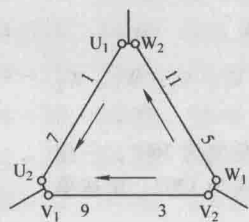
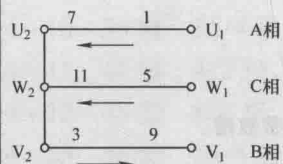
由于电机每极的电角度为 180° ,故每对极的电角度为 360° ,三相绕组在一对极下平均每相为 120° ,故三相首线相距应为 120° 。单速单层绕组的突出优点有两个:

一是总线圈数少,只有定子槽数的一半,下线简单方便,省工省力。

二是可以做成满节距,节距系数为 1,有效匝数多,效率高,因此小型电机都采用它。

由于单层绕组的优越性突出,作者在生产实践中由 1-8 例延伸成 1-15、1-18、1-19 例,由 1-9 例中发展成 1-16、1-17、1-20、1-21、1-22 例,它们都在实际运行中得到了应用和验证。

1-1 12槽2极, 节距1-6



解说

1. 12槽2极三相电机每极每相槽数 $q = \frac{12}{2 \times 3} = 2$, 故有三相槽相序排列为 2 2 2……a b c……

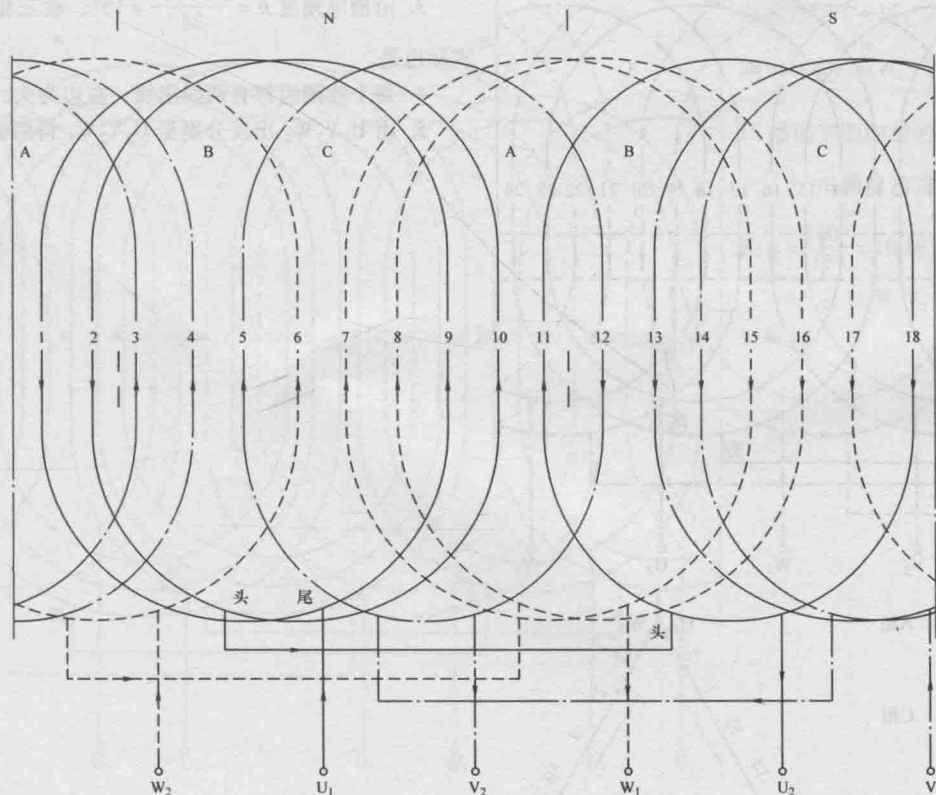
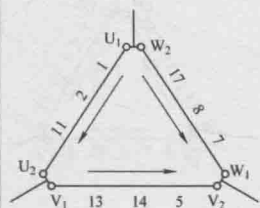
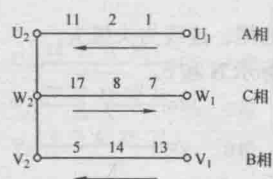
2. 极距 $\tau = \frac{12}{2} = 6$ 槽, 本处采用单层链式绕组节距 1-6, 它达到了满节距 1-7 的效果。

3. 由槽电角度 $\theta = \frac{2 \times 180^\circ}{12} = 30^\circ$, 故有三相首线相距 $n = \frac{120^\circ}{30^\circ} = 4$ 槽, 本处实际也是。

4. 每个线圈出线两根, 左边为头, 右边为尾, 连线为尾接尾。

5. 由 $U_1W_1V_2$ 向上走至 $U_2W_2V_1$ 得两极, 见标示 N 和 S。

1-2 18槽2极, 节距 $\overset{1-9}{2-10}$ 11-18



解说

1. 18槽2极三相电机每极每相槽数 $q = \frac{18}{2 \times 3} = 3$, 故有三相相序排列为3 3 3……a b c……

2. 由极距 $\tau = \frac{18}{2} = 9$ 槽, 按选用满节距时, 应取1-10。但本处采用单层交叉法, 取节距 $\overset{1-9}{2-10}$, 11-18, 同样获得了满节距的效果。

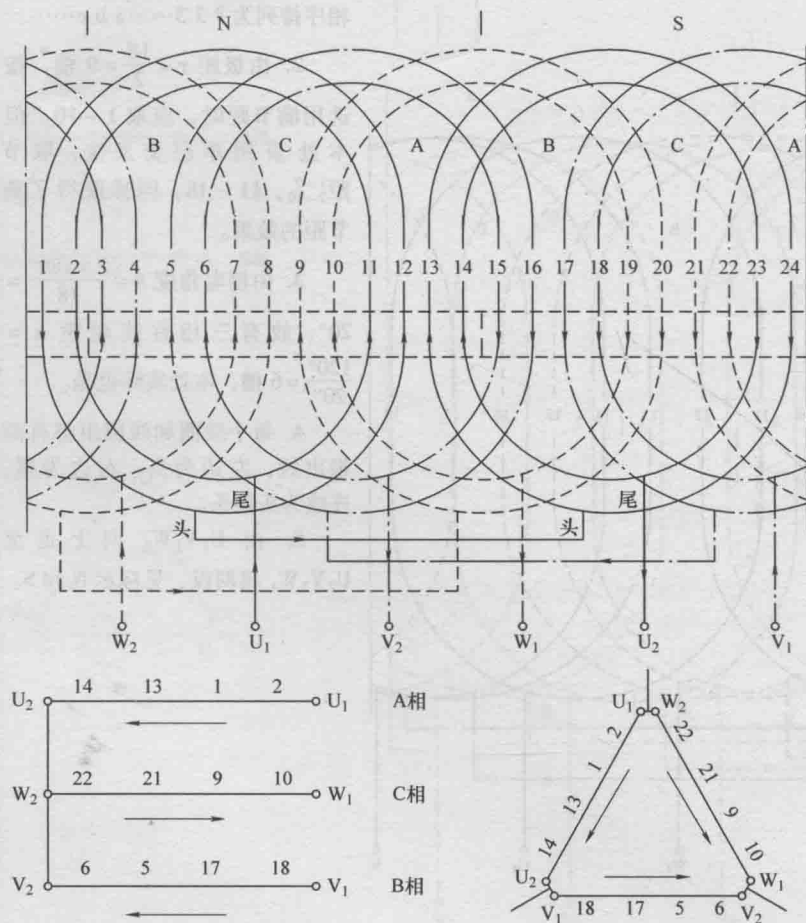
3. 由槽电角度 $\theta = \frac{2 \times 180^\circ}{18} = 20^\circ$, 故有三相首线相距 $n = \frac{120^\circ}{20^\circ} = 6$ 槽, 本处实际也是。

4. 每个线圈和线圈组都有两根出线, 左边为头, 右边为尾, 连线为头接头。

5. 由 $U_1 V_1 W_2$ 向上走至 $U_2 V_2 W_1$ 得两极, 见标示N和S。

1-3 24槽2极, 节距 $\frac{1-12}{2-11}$

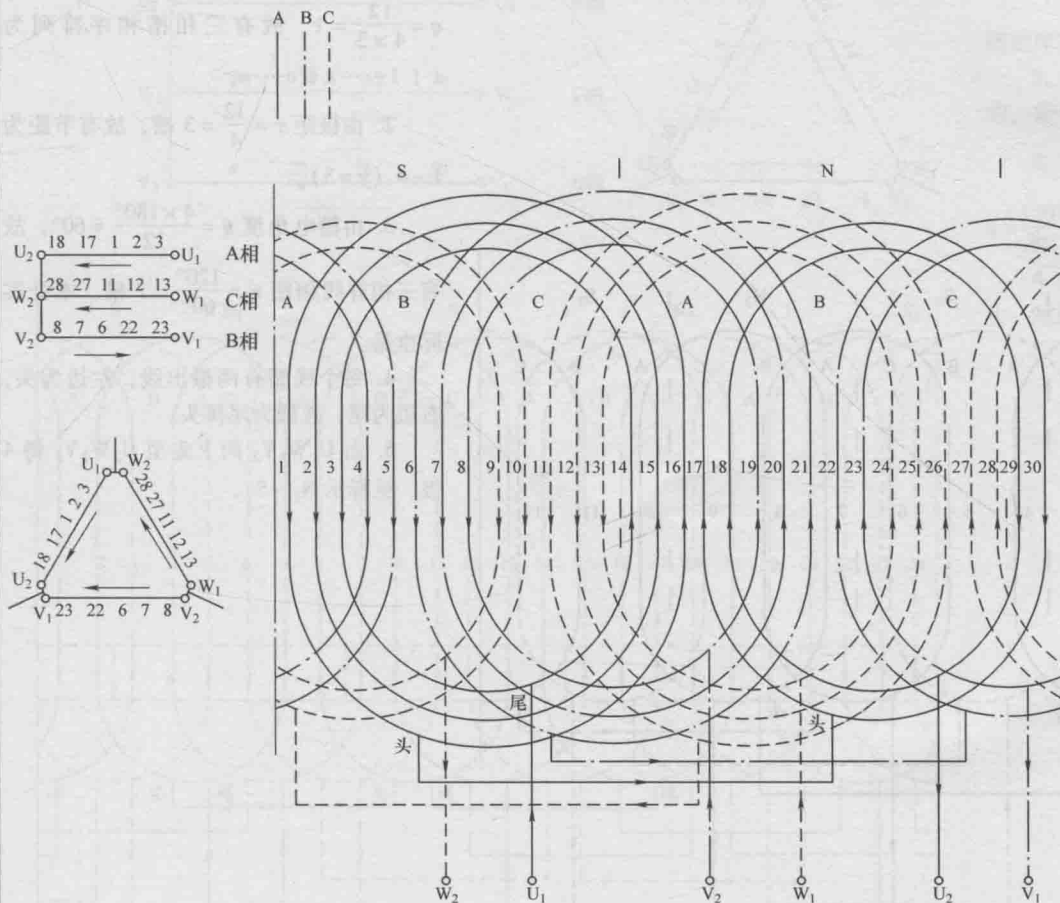
A B C



解说

1. 24槽2极三相电机。每极每相槽数 $q = \frac{24}{2 \times 3} = 4$, 故有三相槽相序排列为 4 4 4……a b c……
2. 本单层同心式绕组节距 $\frac{1-12}{2-11}$, 达到了满节距 1-13 的目的。
3. 由槽电角度 $\theta = \frac{2 \times 180^\circ}{24} = 15^\circ$, 故三相首线相距 $n = \frac{120^\circ}{15^\circ} = 8$ 槽, 本处实际也是。
4. 每个线圈组都有两根出线, 左边为头, 右边为尾, 连线为头接头。
5. 由 U₁V₁W₂ 出发分别至 U₂V₂W₁ 得两极, 见标示 N 和 S。

1-4 30 槽 2 极, 节距 $\overset{1-16}{2-15} \overset{17-30}{18-29}$
3-14



解说

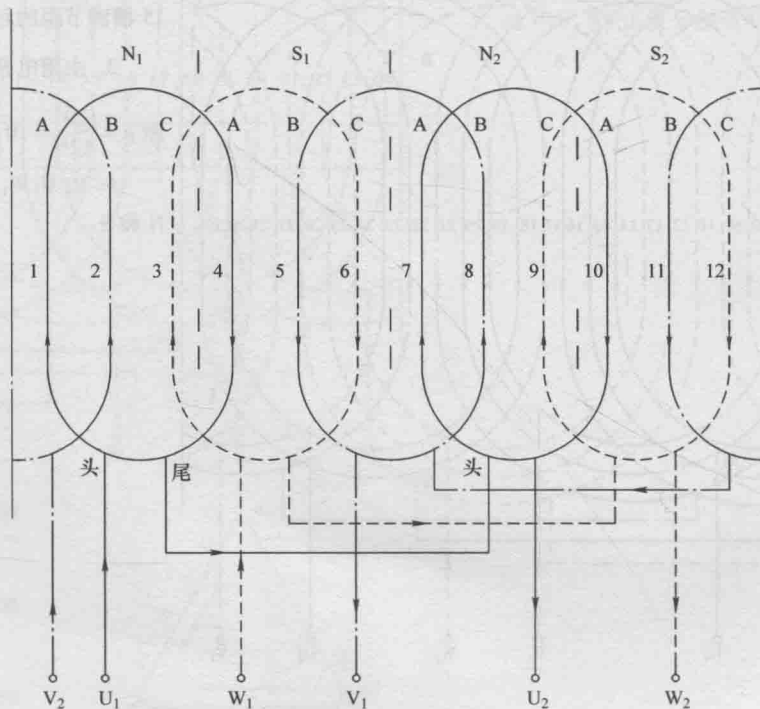
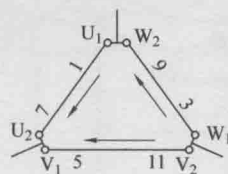
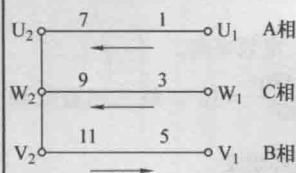
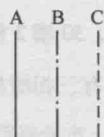
1. 30 槽 2 极三相电机, 每极每相槽数 $q = \frac{30}{2 \times 3} = 5$ 。故有三相槽相序排列为 5 5 5……a b c……

2. 本处极距 $\tau = \frac{30}{2} = 15$ 槽, 要使节距 $y = \tau = 15$, 本应选用 1-16, 2-17……, 但它节距大, 浪费铜, 改选用节距 $\overset{1-16}{2-15} \overset{17-30}{18-29}$ 单层同心式绕组, 同样达到了每极 15 槽满节距的目的, 省铜, 电效率高。

3. 由槽电角度 $\theta = \frac{2 \times 180^\circ}{30} = 12^\circ$, 故三相首线相距 $n = \frac{120^\circ}{12^\circ} = 10$ 槽, 本处实际也是。

4. 由 $U_1 W_1 V_2$ 向上走至 $U_2 W_2 V_1$ 得两极, 见标示 N 和 S。

1-5 12槽4极, 节距1-4



解说

1. 12槽4极三相电机每极每相槽数
 $q = \frac{12}{4 \times 3} = 1$, 故有三相槽相序排列为
 1 1 1 a b c

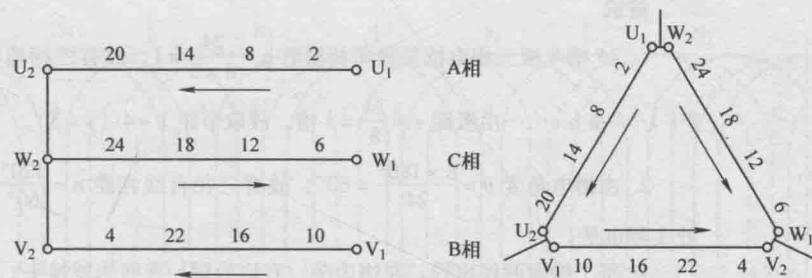
2. 由极距 $\tau = \frac{12}{4} = 3$ 槽, 故有节距为
 1-4 ($\gamma=3$)。

3. 由槽电角度 $\theta = \frac{4 \times 180^\circ}{12} = 60^\circ$, 故
 有三相首线相距 $n = \frac{120^\circ}{60^\circ} = 2$ 槽, 本处实
 际也是。

4. 每个线圈有两根出线, 左边为头, 右边为尾, 连线为尾接头。

5. 由 $U_1 W_1 V_2$ 向上走至 $U_2 W_2 V_1$ 得4
 极, 见标示 $N_1 \sim S_2$ 。

1-6 24槽4极, 节距1-6



解说

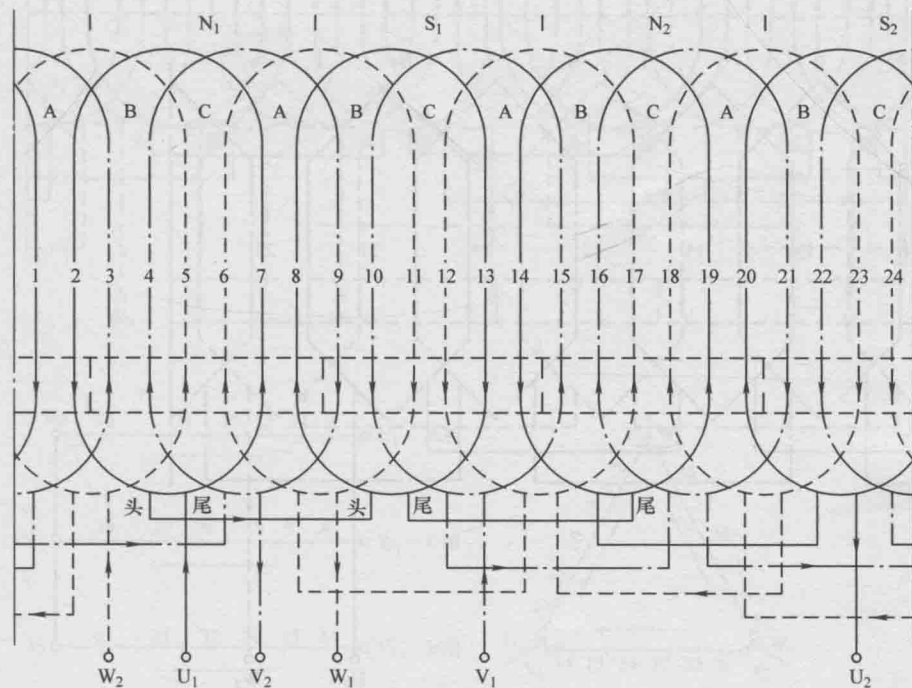
1. 24槽4极三相电机每极每相槽数 $q = \frac{24}{4 \times 3} = 2$, 故有三相槽相序排列为 2 2 2……a b c……

2. 本单层链式绕组, 节距 1-6, 达到了满节距 1-7 的目的, 效率高, 省铜。

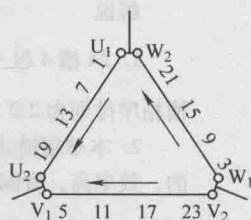
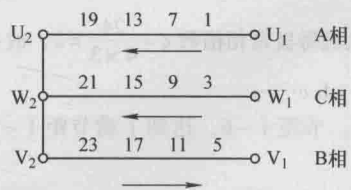
3. 由槽电角度 $\theta = \frac{4 \times 180^\circ}{24} = 30^\circ$, 故三相首线相距 $n = \frac{120^\circ}{30^\circ} = 4$ 槽, 本处 U₁W₁V₁ 实际也相距 4 槽。

4. 每个线圈两根出线, 左边为头, 右边为尾, 连线为头接头, 尾接尾。

5. 由 U₁V₁W₂ 出发分别至 U₂V₂W₁ 得 4 极, 见标示 N₁ ~ S₂。

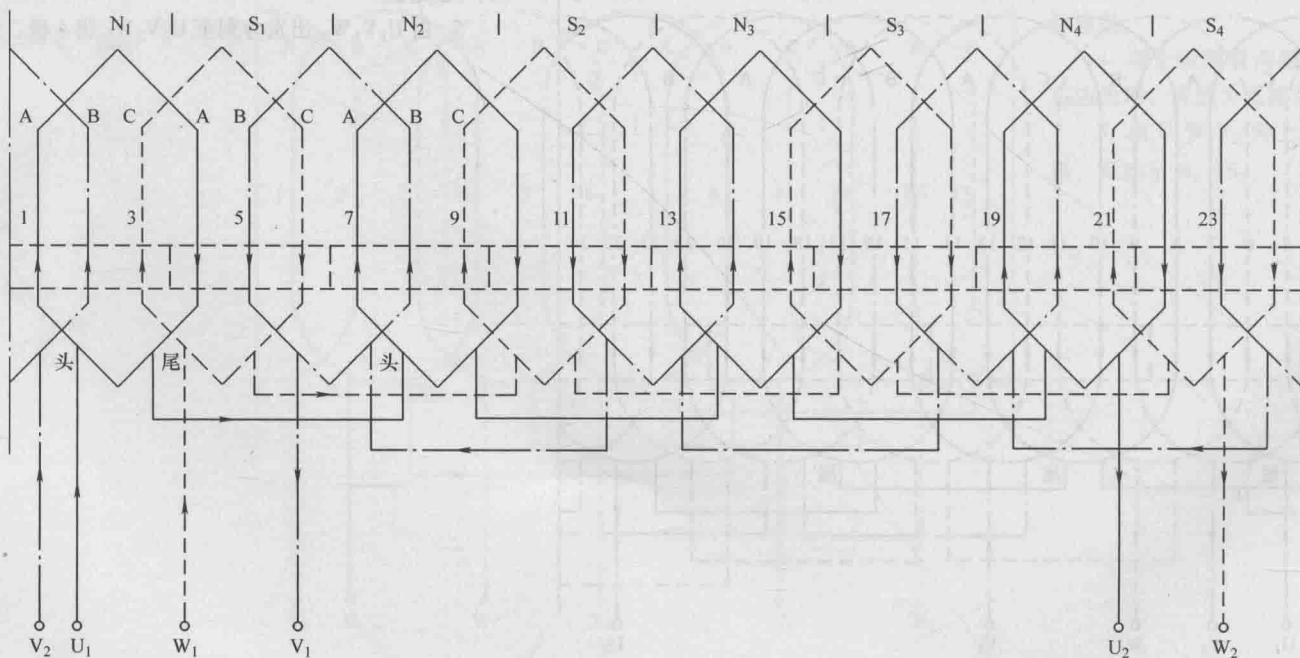


1-7 24 槽 8 极，节距 1-4

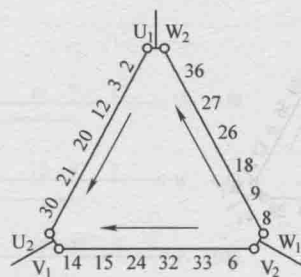
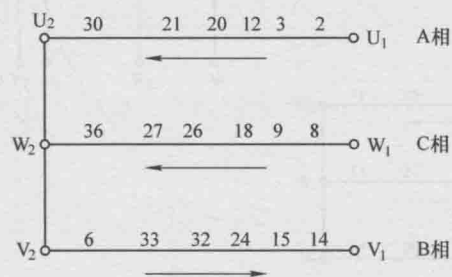
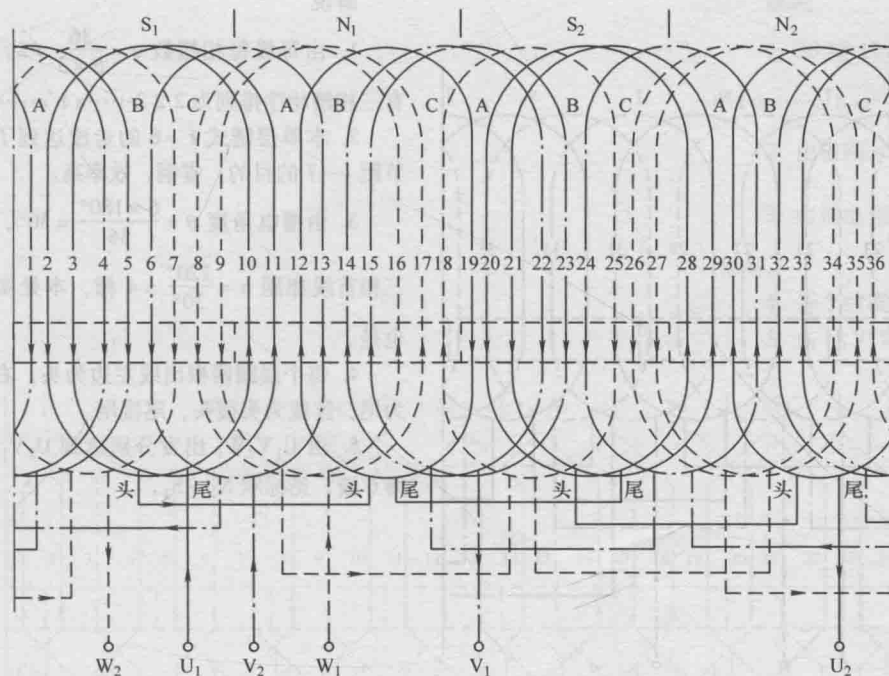


解说

1. 24 槽 8 极三相电机每极每相槽数 $q = \frac{24}{8 \times 3} = 1$ ，故有三相槽相序排列为 1 1 1……a b c……由极距 $\tau = \frac{24}{8} = 3$ 槽，故取节距 1-4 ($y=3$)。
2. 由槽电角度 $\theta = \frac{8 \times 180^\circ}{24} = 60^\circ$ ，故有三相首线相距 $n = \frac{120^\circ}{60^\circ} = 2$ 槽，本处实际也是。
3. 每个线圈两根出线，左边为头，右边为尾，连线为尾接头。
4. 由 $U_1 W_1 V_2$ 出发分别走至 $U_2 W_2 V_1$ 得 8 极，见标示 $N_1 \sim S_4$ 。



1-8 36槽4极, 节距 $\frac{2}{1}-9$
 $\frac{1}{1}-8$



解说

1. 36槽4极三相电机每极每相槽数 $q = \frac{36}{4 \times 3} = 3$, 故有三相槽相序排列为 3 3 3……a b c……

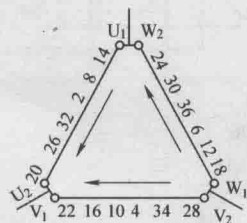
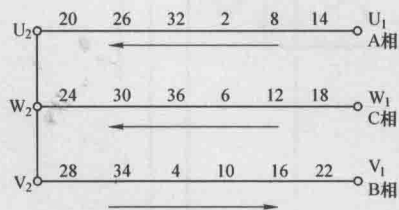
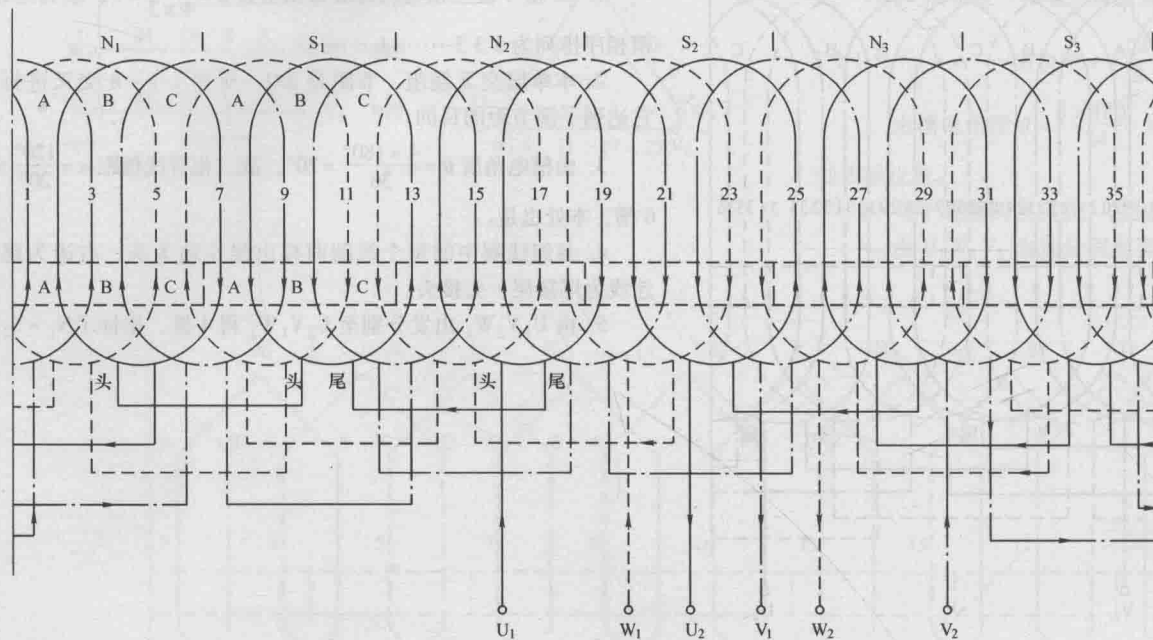
2. 本单层交叉绕组, 节距是 $2/1-9$ 和 $1/1-8$ 交叉进行, 它达到了满节距的目的。

3. 由槽电角度 $\theta = \frac{4 \times 180^\circ}{36} = 20^\circ$, 故三相首线相距 $n = \frac{120^\circ}{20^\circ} = 6$ 槽, 本处也是。

4. 每组线圈中的每个线圈两根出线左边为头, 右边为尾, 连线为尾接尾, 头接头。

5. 由 $U_1 V_2 W_1$ 出发分别至 $U_2 V_1 W_2$ 得 4 极, 见标示 $N_1 \sim S_2$ 。

1-9 36槽6极, 节距1-6



解说

1. 由每极每相槽数 $q = \frac{36}{6 \times 3} = 2$, 故有三相槽相序排列为 2 2 2.....a b c.....
2. 本单层链式 1-6 的走法达到了满节距 1-7 的目的, 省铜, 效率高。
3. 由槽电角度 $\theta = \frac{6 \times 180^\circ}{36} = 30^\circ$, 故三相首线相距 $n = \frac{120^\circ}{30^\circ} = 4$ 槽, 本处实际也是。
4. 每个线圈两根出线左边为头, 右边为尾, 连线为头接头, 尾接尾。
5. 由 $U_1 V_2 W_1$ 出发分别达到 $U_2 V_1 W_2$ 得 6 极, 见标示 $N_1 \sim S_3$ 。