

舒正芳編著

# 旋轉电机的 公差配合



机械工业出版社

# 旋轉电机的 公差配合

舒正芳編著



机械工业出版社

1959

## 出版者的話

旋轉电机的公差和配合在大量生产中占有着很重要的地位，它不仅关系着企业内部的生产秩序，并且还和使用部門有着十分重要的关系，所以在实际生产中掌握这方面的基本知識就成为很必要的。

本書專就旋轉电机的公差配合作一系統的說明和介紹。首先就公差和配合的基本知識作了簡要的介紹，然后就电机各种零件間裝配的公差配合作了較詳細的說明，此外还就压配合的計算作了扼要的介紹。

本書供四級以上电机制造工人和修理工人學習用，也可以作为初級技術人員在实际工作中的參考讀物。

NO. 3107

---

1959年12月第一版    1959年12月第一版第一次印刷  
787×1092<sup>1/32</sup> 字數 58千字 印張 2<sup>13/16</sup> 0,001—4,550冊

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版  
机械工业出版社印刷厂印刷    新华書店發行

---

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号    定價(11) 0.45 元

# 目 次

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一章 公差和配合              | 5  |
| 1 压配合                  | 6  |
| 2 过渡配合                 | 9  |
| 3 活动配合                 | 12 |
| 4 基孔制与基轴制              | 16 |
| 第二章 轴承装配的公差配合          | 19 |
| 第三章 轴与轴上零件装配的公差配合      | 26 |
| 1 滑环                   | 28 |
| 2 换向器                  | 30 |
| 3 轴的圆角                 | 32 |
| 4 键与键槽                 | 35 |
| 第四章 机座装配的公差配合          | 37 |
| 第五章 硅钢片冲片              | 40 |
| 第六章 空气隙、电刷及孔间距离公差      | 41 |
| 1 空气隙                  | 41 |
| 2 电刷                   | 43 |
| 3 孔间距离公差               | 44 |
| 第七章 自由尺寸公差及其他          | 49 |
| 第八章 压配合的计算             | 55 |
| 1 冷压配合时的压力计算           | 55 |
| 2 热压配合零件加热温度(或预冷温度)的计算 | 59 |
| 第九章 尺寸链                | 60 |

101

101

## 第一章 公差和配合

旋轉电机是由許多零部件組成的。当一个零件插在另一个零件里面，或者两者的表面相互連接，这时我們便要規定它們之間可以有多大的公隙或者公盈，这就叫做「配合」。

根据实际加工制造的經驗指明，同一个工人使用同样材料在同一机床制造一种零件时，所制零件的尺寸不可能完全相同。实际加工制造时，由于机床、工、夹、量具、零件發热以及操作工人的不同等等原因，所制造出来的零件更不可能完全相同。因此我們規定零件尺寸允許在一定範圍里变动，这就叫做「公差」。

同一类型的产品是在很多不同的工厂里进行制造生产的。要使得零部件都能相互装配，这是大量生产所必然要求的。因为这不仅在制造装配方面显示出无穷的优点，并且使維護与修理工作的工作量也大大的減輕了。要达到零部件能够进行互换，那就必須按照規定的公差与配合制度来生产。我国已在1956年由第一机械工业部頒布了「公差和配合」的部頒标准。

但是并不要求所有的零部件都需要不經過任何選擇和加工就能装配，以达到完全互换的，这是因为常常受到很多具体条件所限的緣故。例如：有的零部件尺寸特別小或者形状特別复杂，制造和測量都很困难，因此难于达到互换；有的是由于零部件尺寸特別大，制造成本貴，即使尺寸偏差大了些，为了尽量利用以便降低生产成本，这样就达不到互换的

目的；有的是由于达到所要求的加工精度，机械加工費用过高或者現有的机械加工方法还不能达到所要求的加工精度，因此就不能滿足互換性的要求来进行生产。

但是除了上述情况，对于現代化的生产如何使能够互換的零部件都具有互換性，这是制造企业應該努力去做到的，这就要求按照规定的公差配合制度来进行生产。

从装配和修理方面来考虑，旋轉电机應該具备互換性的零件和尺寸的，有：

1. 由底脚到軸中心的高度 $\left(\frac{\Gamma OCT}{HKTH} - \frac{8858}{2209}\right)$ ；
2. 底脚的孔徑和孔間距离；
3. 軸伸的尺寸 $\left(\frac{OCT}{HKTH} - \frac{8858}{2209}\right)$ 以及皮帶輪和靠背輪的互換性；
4. 軸承以及有軸承的端蓋的互換性；
5. 軸和換向器的配合尺寸；
6. 电樞以及轉子的互換性（直流电机旋轉的鉄心称为电樞，交流电机旋轉的鉄心称为轉子）；
7. 磁極綫圈的互換性；
8. 备用繞組元件的互換性；
9. 刷握和电刷（ГОСТ 2332-43）的互換性。

由此可見公差和配合在大量生产中是占有重要地位的，它不仅关系着本企业的生产秩序，并且与使用部門也有着十分重要的关系。

現在專就公差配合方面有关的常識擇要介紹如下。

## 1 压配合

由于相互配合时零部件所要求的配合性質不相同，例如

有的配合要求很紧，有的要求很松，因此在部頒标准中将配合分为三大类，即：压配合、过渡配合和活动配合。

压配合是用作零件的永久连接，不需要另加连接件如鍵、螺釘。其中强压及重級压配合可以用来傳遞特別大的扭轉力矩或者可以在很大的动載荷下进行工作；但是选用强压及重級压配合时，應該特別注意零件本身必須是由坚强材料制成的，特別是包容件的材料更加重要，因为包容件本身会产生很大的擴張应力。

压配合除了分成强压及重級压配合外，还有中型及輕型压配合。中型压配合傳遞扭轉力矩較小，只有重級的一半左右。当采用重級配合可能引起材料产生不容許应力的場合，有时用中型压配合来代替，但此时必須附加必要的机构以便保証所必須傳遞的扭轉力矩。

輕級压配合用在扭轉力矩或者移动力很小，甚至沒有的地方；或者根据使用情况，允許零件偶然有相对运动并沒有什么关系的；或者用于有其他附加紧固装置以保証零件静止不动的地方。

压配合是依靠装配时所产生的压力来固定的，因此这就要求被包容件的尺寸應該比包容件的尺寸大，也就是說，需要有[公盈]。但是各种压配合的公盈值是不相等的，其中强压配合公盈值最大，重級压配合次之，而輕級压配合是四者中最小的，如表1。

表1中的相对公盈是指公盈与直徑間的比值。

各种压配合的公盈随着零件公称尺寸的加大而加大。例如重級压配合中的热压配合，当公称尺寸为50毫米时，最大公盈为0.105毫米；当公称尺寸为80毫米时，最大公盈为

0.14毫米。

表 1 压配合的公盈

| 压配合的种类        |     | 强 压   | 重 級   | 中 級    | 輕 級     |
|---------------|-----|-------|-------|--------|---------|
| 相对公盈<br>(有效的) | 最 小 | 0.001 | —     | —      | —       |
|               | 平 均 | —     | 0.001 | 0.0005 | 0.00025 |

选择压配合时需要考虑以下各点:

1. 应根据零件本身的特点, 选用合适的压配合。例如配合面越长, 选择压配合的精度应高些但公盈要小些; 材料强度低或零件孔壁比较薄的, 为了不使零件变形损坏, 应该选用公盈小的; 零件形状复杂的, 应该选用公盈小的, 如配合面旁的轴径变动大, 同时轴径截面改变处圆角很小, 或者配合面旁有键槽、螺纹或者是空心轴的, 都需选用公盈小的。

2. 应根据零件工作特点来选用合适的压配合。例如需要傳遞扭轉力矩大的, 公盈应该大; 工作中需要保证可靠的固定连接, 也应该选用公盈大的; 工作时所受的作用力是反复的 (如轴经常正反转的) 或者受冲击负载的, 也应选用公盈大的; 工作时包容件的溫度較被包容件为高的, 公盈也应该增大, 反之, 包容件的溫度較被包容件为低的, 公盈应该减小; 零件速度高的, 应该选用公盈大的压配合。

3. 应根据加工制造的特点选用合适的压配合。例如: 零件在装配时受到的轴向压力大的, 公盈可以选大的; 零件制造精度要求高, 需要达到互换的, 应该选用精度高的压配合; 机械加工设备差的, 可以选用精度低的压配合。

## 2 过渡配合

过渡配合中的包容件与被包容件間可能有公盈也可能有公隙，但是公盈或者公隙的数值都很小。試举 2 級精度的过渡配合为例，列出在各种名义尺寸的公盈和公隙值如表 2。

表 2 2 級精度过渡配合的公盈及公隙值(微米)

| 配合种类     | 公盈或公隙 | 名义尺寸 (毫米) |          |           |            |            |            |            |             |              |              |              |              |
|----------|-------|-----------|----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|          |       | 自 1 到 3   | 大于 3 到 6 | 大于 6 到 10 | 大于 10 到 18 | 大于 18 到 30 | 大于 30 到 50 | 大于 50 到 80 | 大于 80 到 120 | 大于 120 到 180 | 大于 180 到 260 | 大于 260 到 360 | 大于 360 到 500 |
| 固配合<br>T | 公 盈   | 13        | 16       | 20        | 24         | 30         | 35         | 40         | 45          | 52           | 60           | 70           | 80           |
|          | 公 隙   | 4         | 5        | 6         | 7          | 8          | 9          | 10         | 12          | 15           | 15           | 15           | 20           |
| 牢配合<br>T | 公 盈   | 10        | 13       | 16        | 19         | 23         | 27         | 30         | 35          | 40           | 45           | 50           | 60           |
|          | 公 隙   | 6         | 8        | 10        | 12         | 15         | 18         | 20         | 23          | 27           | 30           | 35           | 40           |
| 紧配合<br>H | 公 盈   | 7         | 9        | 12        | 14         | 17         | 20         | 23         | 26          | 30           | 35           | 40           | 45           |
|          | 公 隙   | 9         | 12       | 14        | 17         | 21         | 24         | 27         | 32          | 36           | 41           | 46           | 55           |
| 密配合<br>H | 公 盈   | 3         | 4        | 5         | 6          | 7          | 8          | 10         | 12          | 14           | 16           | 18           | 20           |
|          | 公 隙   | 13        | 17       | 21        | 25         | 30         | 35         | 40         | 47          | 54           | 61           | 68           | 80           |

从表 2 中可以看到，四种过渡配合里的任何一种配合的过盈或者間隙值都是随着名义尺寸的加大而增大。其中固配合的过盈值較大，間隙值較小，所以配合也就較紧；而密配合的过盈值是四者中最小，間隙值最大，所以配合也就最松。但是必須指明，这里所指的配合松紧是就一批零件来講的，如果单独就一对零件來說，密配合可能是过盈配合，而固配合可能是間隙配合，因此密配合反而較固配合为紧，这是因

为在每一种配合中都存在着过盈或間隙配合的可能性。在实际生产时，由于大部分零件都是接近公差範圍的中間值，上述那种密配合較固配合为紧的情况，只能看作是个别的。

在过渡配合中不容許有大的过盈或者間隙值，所以过盈公差或者間隙公差很小，这就要求軸和孔应该有較高的精度等級，所以在部頒的「公差和配合」标准中，只有1級、2級和2a級精度才有过渡配合。

由于在过渡配合中公盈值很小，所以不能如同压配合那样依靠公盈来傳遞大的扭轉力矩；同时又因为公隙值很小，所以不能保証包容件与被包容件間可以自如地运动，所以过渡配合不能用来作为动的連接，而只能作为靜的連接。

当过渡配合需要用来傳遞扭轉力矩时，可以加装鍵、銷子以及螺釘或螺栓等連接件。

在装卸时，由于过渡配合的公盈值很小，所以比压配合在装或卸时要容易得多；同时由于公隙值也很小，配合时不像活动配合那样会发生松动，容易保証包容件与被包容件的中心位置相一致，所以与活动配合中用鍵連接的配合比起来要准确得多。

过渡配合具备了上述許多特点，所以在机械制造业中被广泛地采用。

过渡配合中的四种配合，在选用时可以参考以下的簡單說明。

固配合 ( $\Gamma_1, \Gamma, \Gamma_{2a}$ ) 主要用在：

1. 零件必須可靠的保持自己相对位置的場合。装配时須用很大的力（利用压力机），拆卸也就很不方便。所以这种配合一般用鍵連接时，也只用在不經常拆卸的場合。

2. 公盈值較大时，不致影响連接零件强度的場合。

3. 有很大的振动及冲击負載的場合，而該場合因为各种原因而无法采用中級压配合时。或者用在沒有附加固紧装置、而采用零件选择与分組方法进行装配来作为靜止連接的地方。

因为固配合本身具备过渡配合的特点不多，所以通常較少采用。

牢配合 ( $T_1, T, T_{2a}$ ) 主要用在：

1. 零件必需保証絕對紧密，同时拆卸机会較小的地方。拆卸时也需要較大的力，如利用重錘等来进行。

2. 用于不許零件变形而不能采用固配合的場合。当結合面的長度超过直徑 1.5 倍时，可以用牢配合来代替固配合。

牢配合与固配合相比較，虽然后者可以傳遞較大的动載荷，并且大部分零件具有公盈，所以有些場合即使不用鍵也可以得到类似輕級压配合；而牢配合当用鍵連接时，才可以傳遞較小的动載荷或者大的靜載荷。但是因为牢配合較固配合具有更多的过渡配合特点，所以采用得較为普遍。

紧配合 ( $H_1, H, H_{2a}$ ) 的間隙不太大，平均公隙接近于零，所以零件的中心仍旧容易对准。当用鍵来連接时可以傳遞較小的靜載荷。

紧配合的拆卸比較方便，只要用手錘就可以拆装一般尺寸不大的零件，所以在較多拆卸的地方广泛采用这种配合。

密配合 ( $\Pi_1, \Pi, \Pi_{2a}$ ) 在多数場合都具有間隙，所以零件中心位置不容易非常精确的对准。当用鍵連接时，可以傳遞小的靜載荷。

密配合拆卸很方便，可以用手或木錘来进行，所以采用

于需要拆卸較多的地方；但如果拆卸很經常的地方，采用这种配合又嫌稍紧了一些。因此这种配合的优点不很多，所以也不常采用。当包容件与被包容件配合長度較長而中心位置又能对准时，可以用密配合来代替紧配合。

总的說来，在选用过渡配合时，應該根据：

1. 是否需要时常拆卸的，拆卸机会較多的地方就要采用紧配合或密配合等較松的配合。

2. 选用各种配合时，應該注意所受載荷的型式（动載荷还是靜載荷）和載荷的大小。当有冲击載荷和振动时，就要选用牢配合或者固配合。

### 3 活动配合

根据潤滑理論，如果要使包容件与被包容件之間能够保持正常的轉动，那末它們之間必須有一定的間隙，以便存放潤滑油。当被包容件轉动时，潤滑油便会在間隙中形成油膜，假如間隙不够大，就会造成半液体摩擦，容易使被包容件磨損；如果間隙很大而表面很粗糙，潤滑油又会变成渦流，因此也不能保証正常的良好运行。所以在决定間隙大小时，應該考虑到：旋轉速度大小，轉速大的零件，間隙應該增大；同一軸上軸承数目多的，間隙也應該大些；工作时，軸的溫度比孔的溫度高的，間隙也要大些；潤滑油粘度大的，間隙也应大些。

根据部頒标准，活动配合分为滑配合、紧动配合、动配合、輕动配合及松动配合五种。其中滑配合与1級精度的紧动配合屬於半液体摩擦配合，2級与3級精度的各种动配合都是带油膜的液体摩擦，4級与5級精度的各种活动配合都

是属于带渦流的液体摩擦配合。

活动配合主要的特点是配合零件間有間隙。其中滑配合 ( $C_1$ 、 $C$ 、 $C_{2a}$ 、 $C_3$ 、 $C_{3a}$ 、 $C_4$ 、 $C_5$ ) 的最小間隙都等于零。在任何一級精度中都有滑配合，它可以用作动連接也可用来作为靜連接。同时由于过渡配合中沒有3~5級精度，便采用滑配合来代替。所以滑配合用得非常普遍。現在分別就各种滑配合的应用討論如下。

$C_1$ 用于經常拆卸而对零件同心度要求特別高的場合以及縱向相对移动而它的导向精度要求特別高的連接。

$C$  用于：1. 經常拆卸的零件并且零件对准中心或同心度要求很高的。

2. 工作时保持不动，但是在布置及調整时可有相对移动的零件。

3. 用于零件定中心的凸緣而表面同心度要求很高的。

4. 代替活动配合中难以达到的紧动配合  $H_1$ 。

$C_{2a}$ 用于加工精度可以較2級低的，以此来代替  $C$ ，某些場合还用来代替紧动配合  $H_1$ 。采用在当連接零件有很緩慢的相对移动、間隙需要極小并且变向載荷下要避免歪斜与冲击的場合；也用在連接表面較長而通常有較大正确几何形状偏差的場合。

$C_3$ 用于：1. 精度要求不高，通过鍵或銷子来傳遞扭轉力矩的零件与軸的配合。

2. 同心度及零件对准中心要求不很高的場合。

3. 止推墊圈及其他类似零件与包容件的配合，当軸綫与端面必需严格保持垂直而中心对准精确度不重要的場合。

4. 支承中靜止的軸或銷子。

$C_{3a}$  用于最大間隙可能扩大而不到 4 級精度的配合, 除少数情况外可以用来代替  $C_3$ , 节省加工費用。

$C_4$  及  $C_5$  用于: 1. 低精度结构的靜止連接。

2. 当調整与把紧时, 零件需要自由地滑动的連接零件。

3. 用在管接头座体及盖压凸緣連接的中心对准时。

4. 用于某些零件中, 它的一种部件在連接以后需要錫焊或焊接的。

由于滑配合的最小間隙都是零, 作相对运动时就很难, 所以滑配合大都做为靜連接, 当用在动連接上, 一般都只在極緩慢的移动上方才采用。

紧动配合 ( $H_1, H_2$ ) 用于: 1. 保証有間隙以便更換时容易裝置的零件或者零件間須自由地作短時間周期性移动的場合。

2. 用在行程不大而要求保持最小間隙以便保証零件自如移动和对准中心的場合。

3. 逆轉时可能有冲击而不許可有很大間隙的場合。

动配合 ( $X, X_3, X_4, X_5$ ) 的間隙較大, 用在普通轉速的零件上, 它是活动配合中应用得最广的。

$X$  应用在: 1. 用于中等轉速及精确装配的零件与軸承連接中。

2. 用于有两个支承的軸上, 轉速要求适度而不变, 軸在支承上的压力、大小及方向保持不变的。

3. 也用在軸自由轉动的場合, 如中小型电机的軸与滑动軸承。

$X_3$  应用在: 1. 高速旋轉的零件与軸承的連接。

2. 支承距离較远或用几个支承的轉軸, 長軸承中的軸,

精度要求不高的，在軸上自由轉動的零件。

3. 有附加導向杆的機器的活塞與汽缸。

4. 在工作行程、調整、拉緊等不大時，零件容易彼此移動的連接。

5. 當同軸的同心度要求不高時；以及汽缸蓋與其他零件的對中心。

$X_4$  應用在：1. 間隙變動較大的零件。

2. 用於表面鍍過後應成為互換性的零件。

3. 用於光拉材料作很松的配合。

$X_5$  用於工作時必須有很大間隙並容許這些間隙有很大變動的零件。

- 輕動配合 ( $J_1, J_1$ ) 的間隙很大，一般用於高速轉動的零件中，但在中等轉速而轉動軸承很長或者有三個以上的軸承時，也採用這種配合。

$J_1$  用在轉速較高，或者因為結合表面較長或者因裝置不夠精確而使間隙須有補償準備的場合，如渦輪發電機的軸承與襯瓦。

$J_4$  用於與  $X_5$  同樣的情況中，但是當採用配合  $X_5$  由於間隙過大而不許可時。

鬆動配合 ( $III, III_3, III_4$ ) 的間隙十分大，用在裝備不精密而速度很大的地方；或者在工作時軸的溫度高於孔的溫度的場合。

$III$  用在：1. 零件相對轉速很高，但軸承壓力較小、裝配不精確及可能歪曲的場合。

2. 高溫運轉時被包容件膨脹比包容件大的如渦輪發電機的軸承襯瓦。

III<sub>3</sub>用于与III相同的情况下，当因为装配不精确可能歪斜或特殊的工作条件需有更大的間隙的。

III<sub>4</sub>用在有很大間隙的連接，具有較大的公差。

#### 4 基孔制与基軸制

在公差和配合制度中規定有基孔制与基軸制两种。基孔制是指同一公称尺寸、同一精度等級的孔与軸相配时，孔的極限尺寸保持固定，而將軸的極限尺寸作适当改变来得到各种不同的配合。例如  $\phi 50$ ，2 級精度基孔制的孔的公差为  $\phi 50 \pm 0.027$ ，也就是不管是那种配合，孔的極限尺寸是在 50 到 50.027 範圍內。为了得到不同的配合，軸的極限尺寸需作不同的改变。如作固配合，軸的尺寸为  $\phi 50 \pm 0.035$ ，即軸的極限尺寸为 49.982 到 50.035 範圍中；而作密配合时，軸的尺寸为  $\phi 50 \pm 0.008$ ，即軸的極限尺寸在 49.992 到 50.008 範圍中。

在基孔制中公称尺寸就是孔的最小極限尺寸，因为孔的公差永远是加大孔徑的。例如前举的公称尺寸是  $\phi 50$ ， $\phi 50$  也就是孔的最小極限尺寸。基孔制中孔是基准件，用符号  $A$  来表示。

基軸制是指同一公称尺寸，同一精度等級的孔与軸相配合时，軸的極限尺寸保持固定，而將孔的極限尺寸作适当改变以便得到各种不同的配合。例如  $\phi 50$ ，2 級精度的軸，軸的公差为  $\phi 50 \pm 0.017$ ，它的極限尺寸为 49.983 到 50 的範圍中，也就是在任何一种配合下，軸的尺寸都在这一範圍中。但为了得到各种不同的配合，孔的尺寸便需要作不同的改变。如作固配合，孔的尺寸应为  $\phi 50 \pm 0.035$ ，即孔的極限尺寸在 49.965 到 50.007 範圍中；而作密配合，孔的尺寸为  $\phi 50 \pm 0.008$ ，