

可控 АДП系列 空心轉子电动机

A. A. 万因菲里德著

国防工业出版社

可控 АДП 系列 空心轉子电动机

A. A. 万因菲里德著

陈宗菊译

黄起文 白尚禹 校

内 容 提 要

本书介绍了自动装置用 АДП 系列空心转子电动机的设计经验，列举了 АДП 系列电动机的基本技术数据，并且简要地介绍了这类电动机的结构、使用特点、动态特性以及接线图。此外，书中还列举了空心转子电动机的研究与计算方法。

本书可供仪器和系统设计单位的工程技术人员阅读。

УПРАВЛЯЕМЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ С
ПОЛЫМ РОТОРОМ ТИПА АДП
А. А. ВАЙНФЕЛЬД
СУДПРОМГИЗ 1957

*

可控 АДП 系列空心转子电动机

陈 宗 菊 译

黄起文 白尚禹 校

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第 074 号

国防工业出版社印刷厂印刷 内部发行

*

850×1168¹/₃₂ 印张 4¹/₈ 86 千字

1964年1月第一版 1964年1月第一次印刷 印数：001—600册

统一书号：N15034·702 定价：1.00 元

可控 AДП 系列 空心轉子电动机

A. A. 万因菲里德著

陈宗菊译

黄起文 白尚禹校

内 容 提 要

本书介绍了自动装置用 АДП 系列空心转子电动机的设计经验，列举了 АДП 系列电动机的基本技术数据，并且简要地介绍了这类电动机的结构、使用特点、动态特性以及接线图。此外，书中还列举了空心转子电动机的研究与计算方法。

本书可供仪器和系统设计单位的工程技术人员阅读。

УПРАВЛЯЕМЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ С
ПОЛЫМ РОТОРОМ ТИПА АДП
А. А. ВАЙНФЕЛЬД
СУДПРОМГИЗ 1957

*

可控 АДП 系列空心转子电动机

陈宗菊译

黄起文 白尚禹 校

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第 074 号

国防工业出版社印刷厂印刷 内部发行

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张 4 $\frac{1}{8}$ 86 千字

1964 年 1 月第一版 1964 年 1 月第一次印刷 印数：001—600 册

统一书号：N15034·702 定价：1.00 元

目 录

緒論	5
第一章 电动机的一般說明	7
1. 結構特点	7
2. 电动机的基本特性	13
3. 工作制。冷却条件	14
4. 动态特性	17
5. 电动机参数	18
6. 接綫方式	20
7. 控制功率与激磁功率之比	30
8. 各种不同接綫方式时, AIII系列电动机的 技术数据和工作特性	33
第二章 电动机的研究方法	65
9. 定子繞組漏抗的确定	65
10. 鉄損的确定	68
11. 轉子內磁場基波損耗的确定	70
12. 額定負載时的向量图和損耗分离。轉子內 磁場高次諧波損耗的确定	72
第三章 电动机的計算	74
13. 一般說明	74
14. 轉子归算电阻	75
15. 穩定調速的条件	81
16. 額定轉速和极数的选择	86

17. 效率和热负荷的选择	88
18. 主要尺寸的确定	90
19. 电磁负荷的选择	92
20. 定子、转子和内定子尺寸的确定	95
21. $s_2 = 0$ 时的电压和电流方程式	97
22. 损耗	98
23. 控制绕组的计算	103
24. 额定情况下特性的确定	107
25. 激磁绕组的计算	110
26. 温升计算	112
27. 电动机计算实例	113
参考文献	131

緒 論

在現代自動裝置中，正在採用着運轉上更為可靠的無接觸式電動機來代替有滑動接觸的自整角機和執行電動機。

在小功率隨動系統內，過去一直採用直流換向器式電動機作為執行電動機。這種電機在頻繁起動、動態制動和逆轉的情況下，當換向器過載時，有時會遭到損壞；顛簸和振動時，電刷同換向器會失去接觸；由於電刷與換向器摩擦時所形成的導電微粒的增加，在運轉過程中導電部分對機殼的絕緣電阻將迅速降低。換向器式電動機運轉時，要求對電刷和換向器進行經常的繁重的維護工作。

為了用無接觸式電動機代替換向器式電動機，曾經設計了可控制的 АДП 型小慣性非磁性空心轉子異步電動機系列，這類電動機廣泛地應用於自動控制系統中。

本書列舉了 АДП 系列電動機的基本技術數據，並簡要地介紹了它的結構特點。

如果在激磁迴路和控制迴路內接有電容器，則 АДП 系列電動機能最有效地在隨動系統中工作。

電動機的輸入功率，有可能在由網絡輸入的激磁功率和由擴大機輸入的控制功率之間重新分配。這種可能性被用來減小控制功率。

為了選擇電動機在隨動系統內的工作制，在第一章末列

举了各种接綫方式；以及控制功率对激磁功率的各种不同比值时，电动机的技术数据表和工作特性曲綫。

第二章介紹了参数和損耗的試驗确定法；以及在两相对称和不对称供电时，根据試驗数据繪制空心轉子电动机向量图的方法。

第三章敘述了空心轉子电动机簡化了的尺寸選擇方法和計算方法。

第一章 电动机的一般说明

1. 结构特点

AДП系列电动机系两相异步电动机，定子绕组由激磁绕组 C_1C_2 和同它成 90° 电度角的控制绕组 Y_1Y_2 组成（图1）。

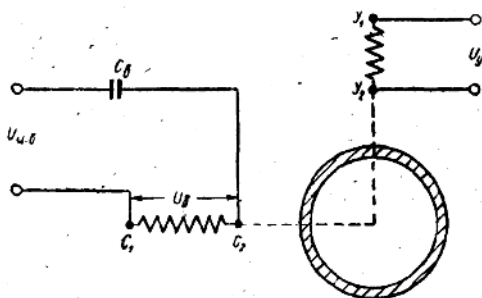


图1 АДП型电动机的接线图。

激磁绕组接到电压 $U_{н.в}$ 幅值不变的网络上，控制绕组接到信号电压 U_Y 幅值变化的控制装置上。

这些绕组的磁势造成空间静止的脉动磁场 Φ_n 和 Φ_Y 。为了造成旋转磁场，激磁绕组电压 U_n 借助于与激磁绕组串联的电容 C_B ，相对于控制绕组电压 U_Y 有一相位差。旋转磁场切割铝转子，就在其中感生出电流，此电流与磁场发生相互作用。这种相互作用所造成的转矩，迫使转子向着磁场旋转的方向转动。当网络电压不变时，改变控制电压即可调节转速。

АДП系列电动机的剖视图如图2所示。

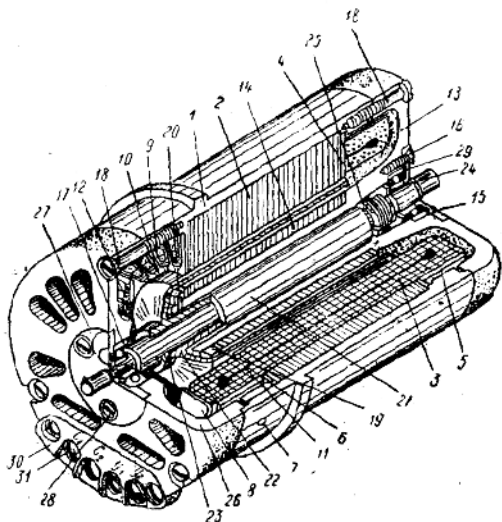


图2 АДП系列电动机的剖视图:

定子: 1—机壳; 2—铁心; 3—定子绕组; 4—端面绝缘; 5—机壳绝缘垫; 6—铁心紧固环; 7—销子; 8—钎焊处绝缘垫; 9—槽绝缘; 10—槽楔; 11—绕组层间垫片; 12—引线端。内定子: 13—端盖; 14—铁心; 15—轴承盖; 16—轴承盖上的螺钉; 17—轴承; 18—螺钉; 19—铁心紧固环; 20—销子。转子: 21—转轴; 22—杯形铝转子; 23—销子; 24—垫圈; 25—擋圈。前端盖: 26—端盖; 27—标牌盖; 28—轴承盖上的螺钉; 29—调节垫圈; 30—接线板; 31—接线螺钉。

АДП系列电动机的主要部件为转子1、定子(外定子)2和内定子3,如图3所示。薄壁杯形铝转子1位于外定子铁心2与固定的内定子3之间的气隙内。

转子 非磁性空心转子的结构如图4所示。为了增强杯形转子结构的刚度,杯底作成截圆锥体形状。为了节省转子

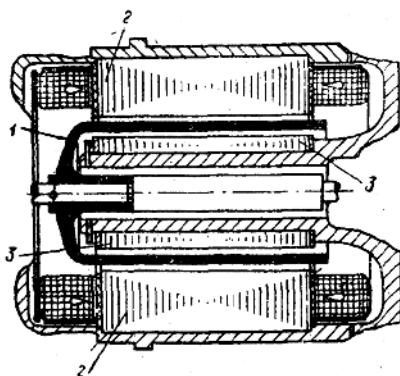


图3 AЛП系列电动机主要部件图。

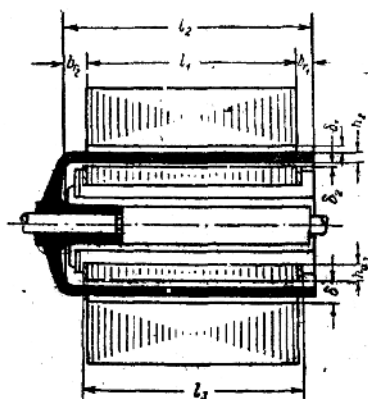


图4 AЛП系列电动机的转子和定子铁心。

所占位置，转子轴套作成双面的。

从定子铁心中露出伸向转子锥体底的圆筒部分长度为 b_{r_2} ，选择 b_{r_2} 值应保证锥体底部和内定子3（图3）之间有

足够的間隙。从定子鉄心中露出到內定子端盖的轉子圓筒部分长度 b_1 选择为 3~4 毫米；这个数值的选择在 § 20 中另有叙述。

杯形轉子用 А-1 鋁作成，这种鋁重量既輕，导电率又高，而且杂质含量不超过 0.4%。鋁的杂质含量愈少，材料的导电率就改变得愈小，电动机的技术数据也愈加稳定。

采用导电率高的材料能够减小杯形轉子的厚度。随着轉子厚度的减小，轉子的惯性力矩和轉子所处內外定子之間的气隙 δ 变小。气隙 δ 的减小，使得激磁电流和定子內的损耗也减小。АДП 系列电动机外定子与轉子之間的气隙 δ_1 以及轉子与內定子之間的气隙 δ_2 都选择为 0.2 毫米。

当 $\delta_1 = \delta_2 = 0.2$ 毫米时，轉子的徑向偏摆不应超过 0.05 毫米，因为偏摆过大轉子就会与定子相碰。轉子車外圓后从心軸上取下时，如果机械应力傳給了薄壁杯形轉子，則轉子徑向偏摆就会增大。为此，在杯形轉子与心軸之間留出几微米的間隙，以保証自由拆卸；并在心軸上塗些油脂，以免轉子加工时在心軸上打滑迴轉。

АДП 系列电动机杯形轉子的厚度 h_2 选为 0.3 毫米，当此厚度减到 0.2~0.25 毫米时，就会大大增加杯形轉子制造的劳动量。

为了提高机械强度，用反向挤压法制造薄壁轉子毛坯。在反向挤压的过程中，材料被挤压得很密实。其制造过程如下：将毛坯 1（图 5）装入凹模 4 內，冲头 3 以約 200 吨的压力用快速动作把毛坯 1 挤压成杯形轉子毛坯 2。經加工后，用专用夹具将杯形轉子装到轉軸上，并用銷釘固紧。

定子 АДП 系列电动机外定子与內定子之間的气隙

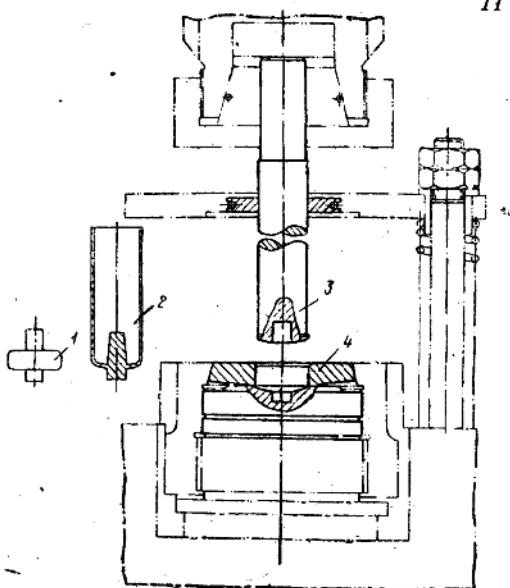


图5 转子毛坯反向挤压用工艺装备。

$$\delta = \delta_1 + h_1 + \delta_2 = 0.2 + 0.3 + 0.2 = 0.7 \text{ 毫米。}$$

随着 δ 的增大，激磁电流与额定电流之比 $\frac{I_u}{I_n}$ 也逐渐增大，AДП 系列电动机的这个比值等于 0.8~0.9。

当电流增大时，为了限制定子绕组内的损耗，必须采用加大绕组铜线截面的方法来减小其有效电阻。为此目的，减小 AДП 系列电动机的齿宽 b_{z1} 和 b_{z3} 以及定子轭高 h_{s1} (图 6)，使定子槽面积最大限度的增加。

AДП 系列电动机中部齿宽 b_{z2} 选为 1.2~2 毫米。如果再继续减小齿宽，就会在制造定子冲模、铁心压装以及嵌线时造成困难，同时也将使铁损增加。

当齿宽为 1.2~1.5 毫米时, 冲压厚度为 1 毫米的薄定子铁心端片有困难, 为此可将几片 0.35 毫米厚的冲片胶在一起, 以得到加厚的端片。为了在胶粘之前以及在装成铁心压入机壳之前对冲片进行校正, 采用了一种专用的以全部槽口(切口)定位的定子冲片迭压工具。

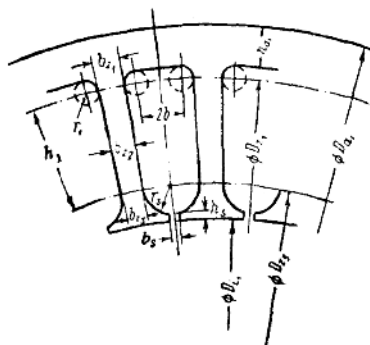


图6 定子冲片。

AДП 系列电动机定子轭高 h_{a1} 已经减少到 3~5 毫米。如果再继续减少定子轭高, 就会使定子绕组端部的安置和电动机端盖的紧固都发生困难。

为了保持定子铁心磨削时齿部的强度, 槽口高度 h_1 选为 0.3~0.45 毫米。

槽面积与定子内外圆所包面积之比, 在 АДП 系列多极电动机中为 0.556~0.585。因而定子的大部分面积是用来放置绕组铜线的。

内定子 由 АЛ-2 合金用压铸法制造的电动机后端盖 13 (图 2) 有一个圆柱形的凸出部分, 将涂过漆的电工钢片套到此凸出部分上, 然后将内定子铁心 14 固紧。

对于增强电动机耐振性而言，主要问题是减小内定子在受振动影响时的振幅。为此已经提高了端盖的强度并且减低了内定子铁心冲片的高度 h_a 。(图4)。

2. 电动机的基本特性

АДП系列电动机中有58、70、85和108毫米四种不同的机壳外径尺寸。后三种外形尺寸与船用装置制造中所采用的CJI系列换向器式电动机外形尺寸相符合。

АДП系列电动机由频率为50赫芝和400~500赫芝的网络供电而工作。

频率为50赫芝的网络供电时，采用额定转速为1800~2000转/分的两极电动机。

频率为400~500赫芝的网络供电时，采用额定转速为6000转/分的四极和六极电动机。

通常激磁绕组串联一电容器，以使激磁绕组电压和控制绕组电压间产生相位差。激磁绕组回路接有电容器，由频率为50和500赫芝网络供电的АДП系列电动机的主要尺寸和技术数据列于表1。

供电频率为50赫芝的电动机，其激磁回路电压选为110伏；为了降低激磁绕组上和电容器上的电压，在供电频率为500赫芝的电动机中，其激磁回路电压已经降低到36伏[●]。

选择АДП-263А、АДП-363А和АДП-563А型电动机的控制绕组，应使此三种型号的电动机都能够由输出级相同的扩大机来控制。同时也考虑到，供电频率为500赫芝时，扩

● 选择激磁回路电压的依据参看§25。——原书注

表1 АДП系列电动机的主要尺寸和技术数据

名 称	代表 符号	計量 单位	АДП -262	АДП -362	АДП -562	АДП -1	АДП -263А	АДП -363А	АДП -563А
极数	$2p$	—	2	2	2	4	6	6	6
机壳外径	D	毫米	70	85	108	58	70	85	108
不包括軸伸的电机 长度	L	毫米	105	121.5	157	70	105	121.5	157
电流频率	f_1	赫芝	50	50	50	500	500	500	500
网络电压、激磁迴 路电压)	$U_{H\pi}$	伏	110	110	110	74	36	36	36
控制电压	U_y	伏	115	110	160	224	260	235	212
轉速	n	轉/分	1850	1950	2000	6000	6000	6000	6000
有效功率	P_2	瓦	9.5	19	41.5	11.1	27.8	46.4	62
效率	η	%	21.8	32.6	35.6	26.4	34	39.1	40.6
激磁功率	P_H	瓦	22.5	39.5	86.5	21	47.5	60	88.5
控制功率	P_y	瓦	21	19	30	21	34.5	58.5	64
激磁迴路电流	I_H	安	0.22	0.47	0.84	0.36	1.38	1.80	2.95
控制迴路电流	I_y	安	0.46	0.50	0.55	0.19	0.47	0.59	0.61
激磁迴路的电容器	C_H	微法	2.5	6.5	11	0.75	3.9	6.6	13
激磁繞組功率因数	$\cos\varphi_H$	—	0.4	0.48	0.45	0.47	0.33	0.433	0.492
电容器电压	U_{C_H}	伏	277	227	247	142	115	88	72
激磁繞組电压	U_H	伏	254	175	228	123	104	77	61

大机可以由电压220伏的机组直接供电。

通常用于接触式随动系统中，供电频率为50赫芝的 АДП-262 和 АДП-362 型电动机，其控制电压选择为近于110伏。

3. 工作制。冷却条件

АДП系列电动机采用A級絕緣，因此，当周圍介质温度为+40°C时，定子繞組銅綫的温度不应超过周圍介质温度。