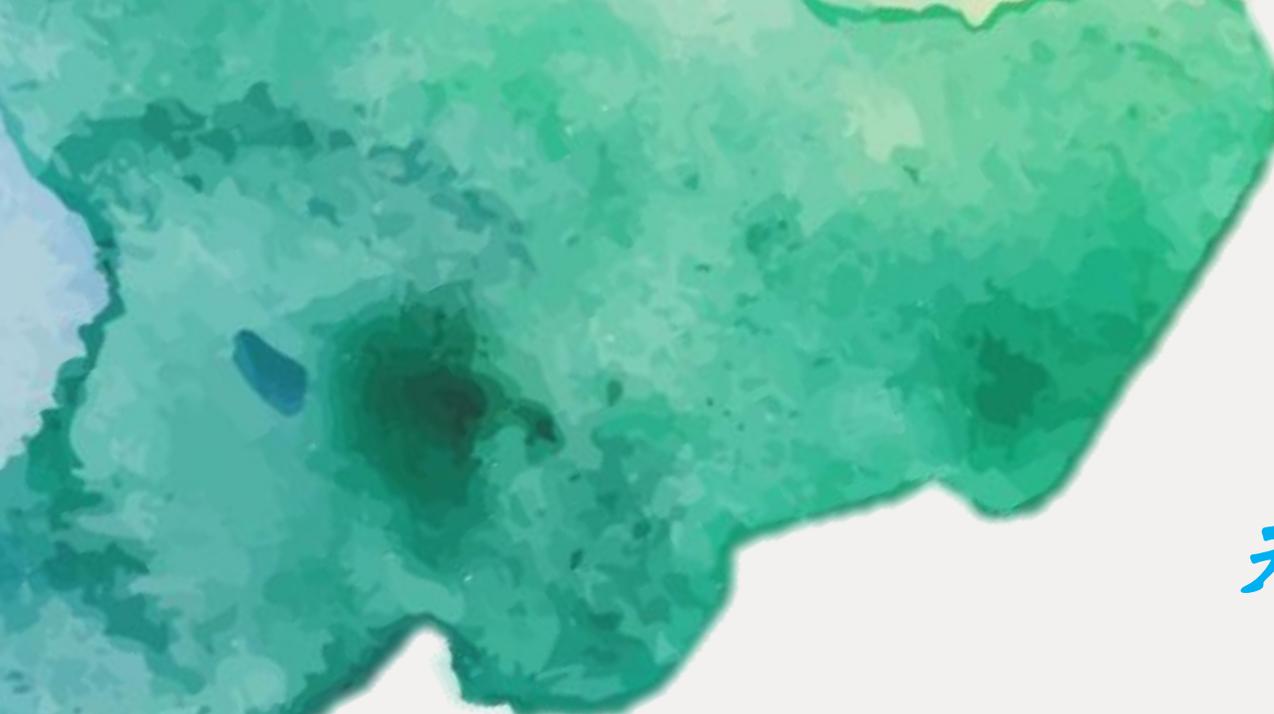




BLDC电机一体化驱动系统介绍

主讲人：王如

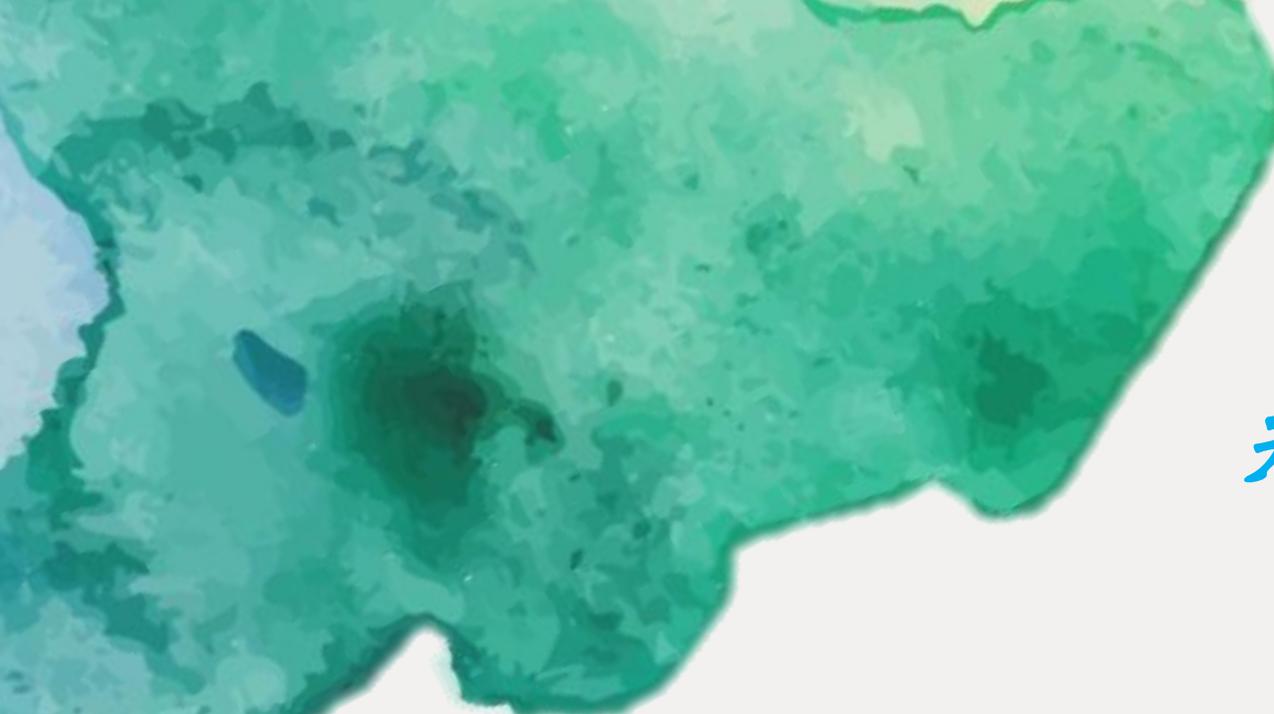
中创机电科技（深圳）有限公司



无刷电机发展现状

随着无刷电机的市场需求越来越多，主流电机厂都投入一定的研发资源开发无刷电机，同时半导体公司也推出了很多针对无刷电机的专用芯片，这些都方便了无刷电机的设计推广。

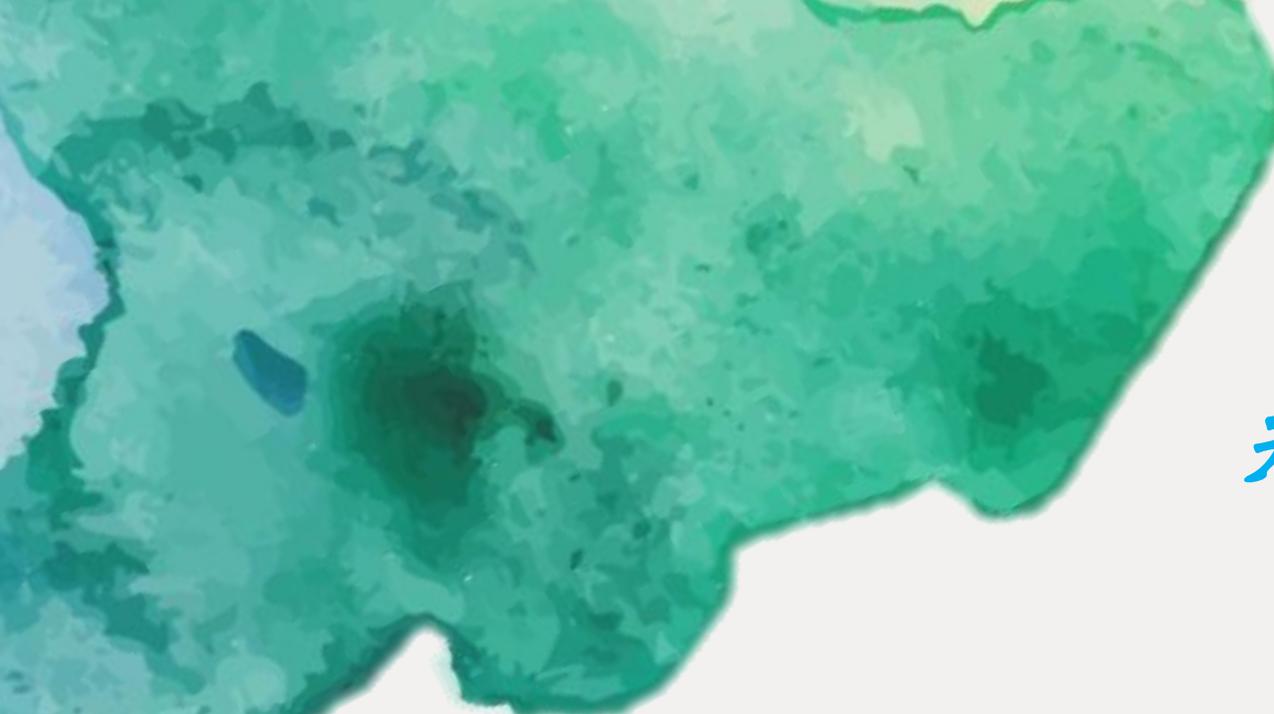




无刷电机设计现状

无刷电机概念在七八十年代就提出，国内在九十年代陆续开发无刷电机，国内军用行业在九十年代就陆续开发并实际应用无刷电机，国内民用电机行业基本上是在2000年后陆续开始开发，形成批量生产的无刷电机也基本就是近10年左右的事情。

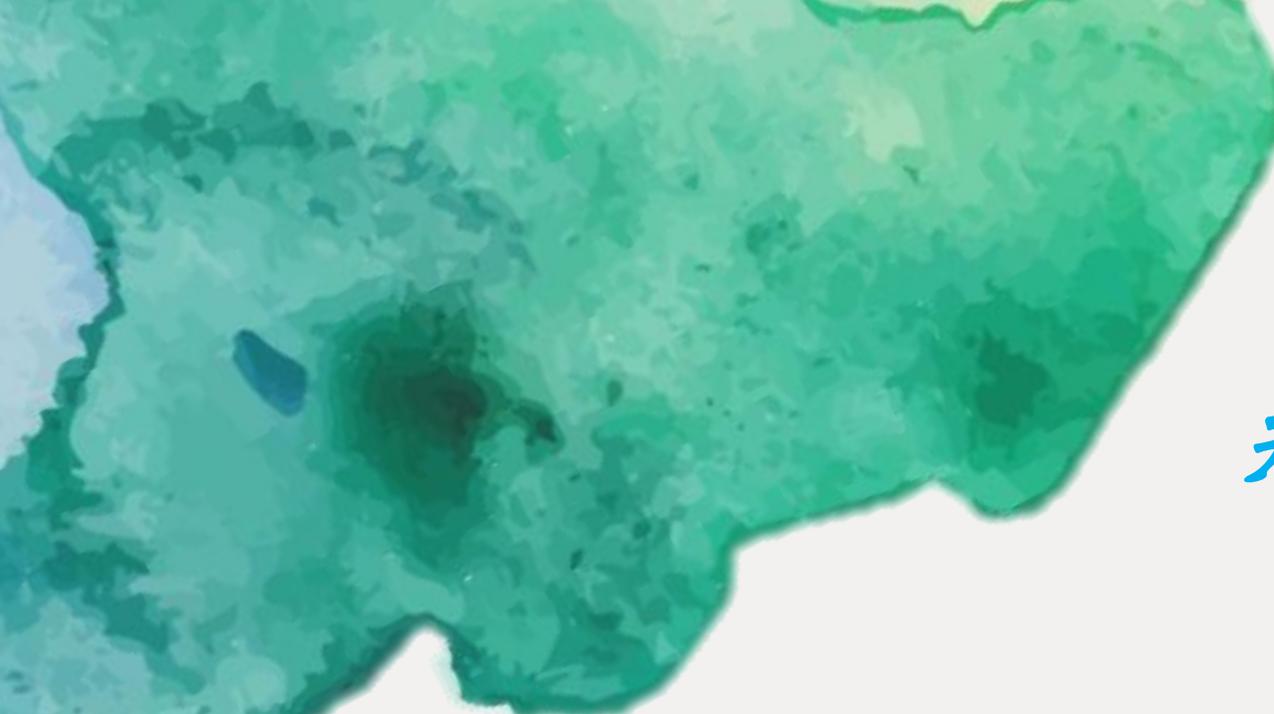




无刷电机设计特点

无刷电机是典型的机电一体化产品，无刷电机本体必须经过半导体器件组成的控制系统才能驱动运行，因此谈到**无刷电机必然包括相匹配的控制**，因此无刷电机最终性能的好坏同时取决于电机及控制器的设计好坏。

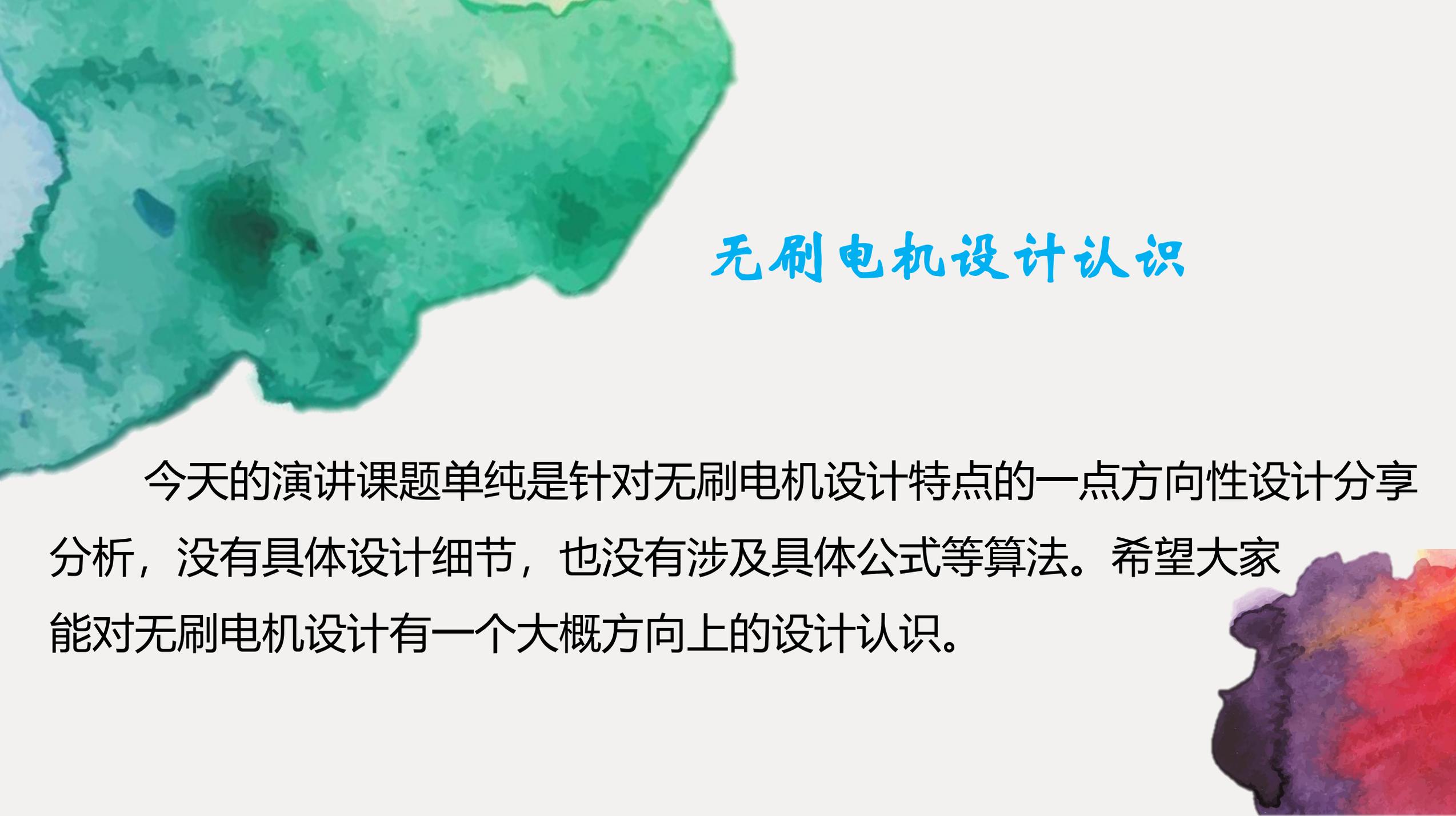




无刷电机设计人才

目前针对无刷电机的工程师系统，设计电机的工程师基本上只懂电机本体设计，设计控制器的工程师基本上只懂控制器设计，目前很少有同时精通无刷电机本体及控制器的工程师，因此无刷电机行业对设计人才需求很大，尤其是即懂电机又懂控制器设计的人才。





无刷电机设计认识

今天的演讲课题单纯是针对无刷电机设计特点的一点方向性设计分享分析，没有具体设计细节，也没有涉及具体公式等算法。希望大家能对无刷电机设计有一个大概方向上的设计认识。



CONTENTS

01 电动工具用无刷电机设计特点

08

02 按摩器用无刷电机设计特点

21

03 风机用无刷电机设计特点

26



锂电供电的手持式系列无刷电动工具





无刷电机在电动工具行业的大批量应用 势不可挡

国际电动工具市场

国际公司 /Company Name	产品/Product	主要市场/Main Market
HITACHI/日立(日本)	全系列无刷电动工具等	全球
Hilti/ 喜利得(德国)	全系列无刷电动工具等	全球市场
FEIN/泛音(德国)	全系列无刷电动工具等	全球市场
Dewail/百得、得伟 (美国)	全系列无刷电动工具等	全球市场
BOSCH/博士 (德国)	全系列无刷电动工具等	全球市场
MAKITA/牧田 (日本)	全系列无刷电动工具等	全球市场
TTI/创科 (香港)	全系列无刷电动工具等	全球市场

国内电动工具市场

国内公司 /Company Name	产品/Product	主要市场/Main Market
宝时得	全系列无刷电动工具等	全球市场
德朔	全系列无刷电动工具等	全球市场
锐奇	全系列无刷电动工具等	全球市场
东成	国内大型中低端市场，无刷电动扳手	国内市场
南通大艺	无刷电动扳手，国内第一	国内市场
格力博	全系列无刷电动工具等	全球市场
亚特电器	全系列无刷电动工具等	全球市场
恒友	全系列无刷电动工具等	全球市场
汉浦	国内大型中低端市场，无刷电动扳手	全球市场
明磊	无刷电动扳手，国内第一	全球市场

无刷电机在电动工具行业的应用特点分析

1、半导体行业发展

性能优良、价格低廉的电子元器件为制造无刷直流电机（BLDCM）创造了基本条件。

80年代初期，电机本体与换向驱动电路的价格比大约为1：10，而当今已降至1：1，这就为大量推广应用创造了先决条件，由于电力电子技术和集成控制技术高速发展，欧美国家及日韩地区，无刷直流电机在近3年里得到迅速推广。

2、节能需要

目前全球每年生产大约2亿台各种类型的电动工具及园林工具，每年耗费的电能及相关的能源数以亿计，但纵观整个电动工具行业，传统低效率的电机还占有超过95%以上的份额，那么成功地把无刷电机应用到电动工具行业就势在必行。

3、锂电技术的发展

近几年锂电技术的逐渐成熟及大批量的推广应用直接推动了无刷电机在电动行业的快速应用发展。

无刷电机的优点

1、无电刷、低干扰

- 无刷电机去除了电刷，最直接的变化就是没有了有刷电机运转时产生的电火花，这样就极大减少了电火花对遥控无线电设备的干扰。

2、噪音低，运转顺畅

- 无刷电机没有了电刷，运转时摩擦力大大减小，运行顺畅，噪音会低许多，这个优点对于模型运行稳定性是一个巨大的支持。

3、寿命长，低维护成本

- 少了电刷，无刷电机的磨损主要是在轴承上了，从机械角度看，无刷电机几乎是一种免维护的电动机了，必要的时候，只需做一些除尘维护即可。

4、效率高

无刷电机采用永磁设计及电子换向驱动，大部分电机可以达到80%以上的效率，对节能减排有重大意义。

无刷电机在电动工具行业应用的优点

1、无电刷、无换向火花、低干扰

- 无换向火花，减少电动工具在多粉尘环境中使用的安全性；
- 低干扰，降低电动工具使用时对其他电子设备的电磁干扰。

2、噪音低，运转顺畅

- 低噪音，极大地改善了用户的体验及身心健康；
- 无电刷接触，电机运行更平稳，且容易实现更高速运行，在相同体积下，无刷工具可输出更大功率、更大扭力。

3、寿命长，低维护成本

- 无刷电动工具电机的使用寿命至少3000个小时，比普通有刷电机的300小时，提高了10倍以上的使用时间，免维护，减少了售后成本，极大地提高了产品的使用可靠性。

4、效率高

无刷电机比普通有刷电机效率高15个百分点，再加上无刷电机灵活的控制特点，再锂电系统中，无刷电机比普通有刷电机提高50%以上的续航时间。

Boccs

[Http://www.boccs.cn](http://www.boccs.cn)

BLSB21B

HAMMER FORCE
无刷冲击电锤

轻巧、强力

东莞市盛耀工具制造有限公司
DONG GUAN CHENG YAO TOOLS CO.,LTD.

额定电压(伏)	21V
空载转速(/分钟)	0-1400
敲击次数(/分钟)	0-4500
最大鑽孔直径	
木头(毫米)	28
金属(毫米)	13
混凝土(毫米)	22
衝擊能量(焦耳)	1.7
蓄電池類型	鋰電池
充電電壓	100-240V
電池容量	40AH 50AH
可充電溫度範圍	-5-40

电动工具用无刷电机设计特点

电锤应用:

混凝土墙壁、木材、石材等材料的开孔

电锤特点:

- 1、在旋转开孔的同时带有锤击功能: 冲击大、震动大、多灰尘;
- 2、手持式工具: 要求体积小、重量轻、方便携带, 一般正常锂电电锤的重量在3-4Kg。
- 3、开孔多(一个电池包): 要求功率大、效率高。

电动工具用无刷电机设计特点



电锤用直流无刷电机

电机设计要求

震动大、冲击大：

电机结构强度要高

采用高强度玻璃纤维尼龙的绕线支架，**玻纤含量35%-45%**；

- 采用尽可能粗的输出轴，**Ø8mm甚至Ø 10mm**的输出轴直径，直接在轴上滚齿；输出轴的高硬度处理，**硬度HRC50以上**；

- 零部件之间的过盈配合需要有**足够的过盈量**来承受高强度震动及冲击。

多灰尘：

电机要求能在多灰尘工况下正常工作

- 密封轴承**，防止灰尘进入轴承内部加速轴承的损坏；

- 定子线圈浸漆处理**，加固线圈、增加散热，防止灰尘进入线圈内部。

体积小、重量轻，还需要有足够大的输出功率及效率：

- Ø48mm**直径的**分体式**电机；

- 高转速**，电机空载转速一般在**22000rpm**以上；

- 在小体积、高转速情况下，需要绕制至少**Ø1.0**以上线径漆包线，考虑绕线工艺特点，需要槽口宽，少槽数的极槽配合，目前大部分采用**4极6槽结构**。

- 采用高等级的**N42SH及以上钕铁硼**强磁材料；

- 强制风冷**，转子带风叶。

BOCCS

BL
MOTOR

欧洲标准设计安全开关

电量显示

金属防尘网 可拆卸清理



大功率 1000W

砂輪直徑: Emery wheel diameter: 100mm (4")
空載轉速: No-load speed: 9000r/min
電池容量: Battery: 18V/3.0Ah/4.0Ah
充電電壓: Charger input: 100-240V
重量: Net: 2.3kg

无刷马达

终身免维护, 续航时间超长

东莞市盛耀工具制造有限公司
DONG GUAN CHENG YAO TOOLS CO.,LTD.

电动工具用无刷电机设计特点

角磨机应用

- 1、金属表面的磨削
- 2、钢筋及角钢的切割

角磨机特点

- 1、转速稳定;
- 2、手持式工具: 要求体积小、重量轻、方便携带
- 3、切割功能: 要求功率大、效率高。

电动工具用无刷电机设计特点



角磨机用直流无刷电机

电机设计要求

转速稳定:

- 电机采用3档调速，每档速度做**速度闭环**处理:

电机要求能在多灰尘工况下正常工作

- **密封轴承**，防止灰尘进入轴承内部加速轴承的损坏;
- **定子线圈浸漆处理**，加固线圈、增加散热，防止灰尘进入线圈内部。

体积小、重量轻，还需要有足够大的输出功率及效率:

- **Ø48mm**直径的**分体式**电机;
- **高转速**，电机空载转速一般在**2200rpm**以上;
- 在小体积、高转速情况下，需要绕制至少Ø1.0以上线径漆包线，考虑绕线工艺特点，需要槽口宽，少槽数的极槽配合，目前大部分**采用4极6槽结构**。
- 采用高等级的**N42SH及以上钕铁硼**强磁材料;
- **强制风冷**，转子带风叶。

电动工具用无刷电机设计特点



电钻

电钻应用

广用于建筑、装修、泛家具等等行业，用于在物件上开孔或洞穿物体

电钻特点

- 1、转速稳定；
- 2、手持式工具：要求体积小、重量轻、方便携带
- 3、要有足够的启动及堵转力矩以便客户突发的大负载情况。

电动工具用无刷电机设计特点



电钻用直流无刷电机

电机设计要求

考虑整机工艺性：

- 一些客户会考虑到整机塑胶模具尺寸的不稳定性，会采用左图的整体式结构无刷电机
- 考虑到重量要求，采用**尼龙注塑**的前后端盖，考虑到强度要求，需要在尼龙中加入一定比例的玻纤，**玻纤含量35%-45%**。

多灰尘：

电机要求能在多灰尘工况下正常工作

- 密封轴承**，防止灰尘进入轴承内部加速轴承的损坏；
- 定子线圈浸漆处理**，加固线圈、增加散热，防止灰尘进入线圈内部。

体积小、重量轻，还需要有足够大的输出功率及效率：

- 高转速**，电机空载转速一般在**22000rpm**以上；
- 在小体积、高转速情况下，需要绕制至少 $\varnothing 1.0$ 以上线径漆包线，考虑绕线工艺特点，需要槽口宽，少槽数的极槽配合，目前大部分采用**4极6槽结构**。
- 采用高等级的**N42SH及以上钕铁硼强磁材料**；
- 强制风冷**，转子带风叶。

无刷电机在按摩器行业的应用



赠:专业收纳包



街舞2限量版炫酷黑9度

- 7小时续航 (特斯拉汽车同款电池)
- 6按摩头可替代
- 6档可调节
- 铝合金机身

送 按摩头



送 收纳礼盒



MERACH&FLOW联名款

- 7小时超长续航
- 4个按摩头可替换
- 进口新品
- EUIPO欧盟品质标准



麦瑞克, 全球家庭健身专家



家用版

3种智能自动程序

6档科学频率调节

2000mAh锂电池

美国进口智能芯片

6专业科学按摩头

赠



专用包



无刷电机在按摩器行业的大批量应用

无刷电机在电动行业与按摩器行业的应用相同点

- 1、手持式设备
- 2、重量轻
- 3、锂电技术应用

无刷电机的特点在锂电供电的应用设备中具有得天独厚的应用优势



筋膜枪用无刷电机设计特点

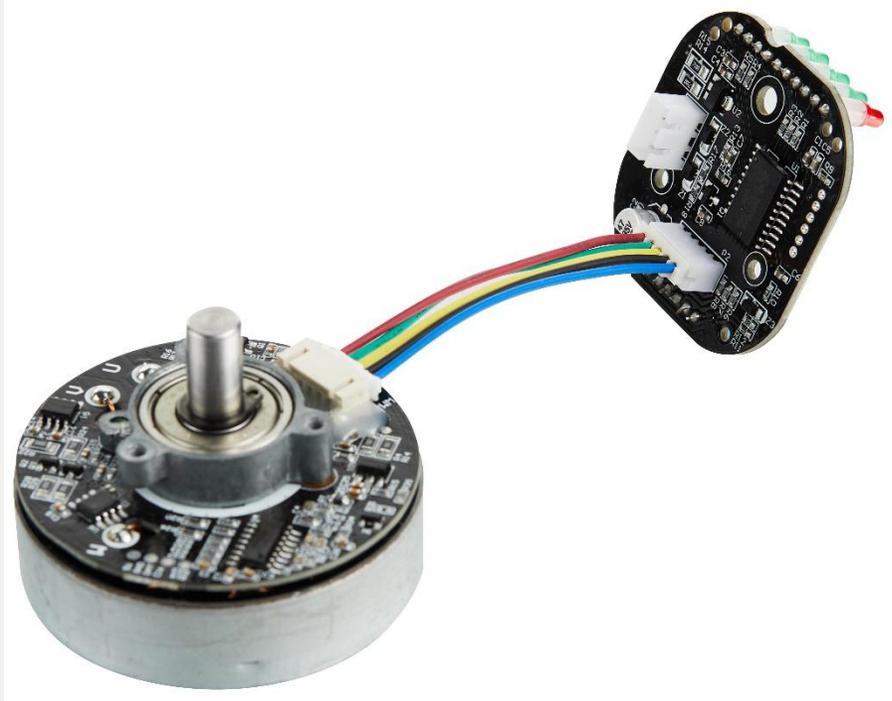
筋膜枪应用

- 1、运动健身者的筋膜舒缓放松：大功率；
- 2、久坐少运动者的按摩放松：小功率。

筋膜枪特点

- 1、转速稳定；
- 2、单手手持式：要求体积小、重量轻、方便携带
- 3、锤击功能

筋膜枪用无刷电机设计特点



筋膜枪用直流无刷电机
驱动系统

电机设计要求

电机输出轴带偏心块，电机连续振动输出：

电机结构强度要高

采用高强度锌合金安装支架，在尽可能保证一定强度下较少零部件的重量；

- 采用尽可能粗的输出轴，**Ø8mm**的输出轴直径，直接在轴上滚齿；输出轴的高硬度处理，**硬度HRC50**以上；

- 零部件之间的过盈配合需要有**足够的过盈量**来承受高强度震动及冲击。

体积小、重量轻，还需要有足够大的输出功率及效率：

- Ø58mm**直径的**外转子电机**，转动惯量大，**低速大扭矩**；

- 电机与控制器集成**在一起，简化整机设计；

- 采用**冲压机壳**、**环形磁环**简化电机结构，降低零部件成本、简化生产工序；

- 系统解决方案提供：无刷电机+控制器+调速板+锂电充电板+锂电保护板
统一设计接口与协议，给客户**提供无缝连接的系统解决方案**

无刷电机在风机行业的应用





**无刷电机的低噪音、高效率及长寿面的
特点将促使在风机行业的大批量应用**

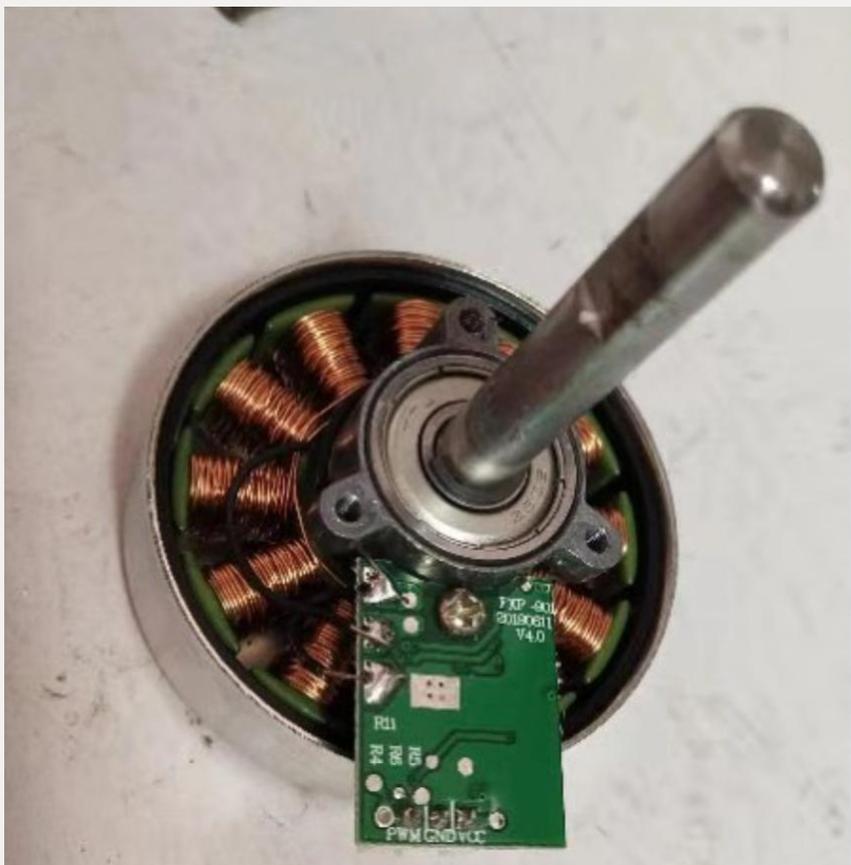


风机用无刷电机设计特点

风机特点

- 1、转速稳定；
- 2、噪音低
- 3、无极调速。

风扇用无刷电机设计特点



风扇用直流无刷电机
驱动系统

电机设计要求

电机带扇叶负载，长期连续工作：

- 采用高强度锌合金安装支架，在尽可能保证一定强度下较少零部件的重量；
- 采用尽可能粗的输出轴，以能承受连续工作扇叶的旋转力矩，一般选用 **Ø8mm** 的输出轴直径，；

低成本、低噪音：

- **Ø58mm** 直径的**外转子**电机，转动惯量大，**低速大扭矩**；
- 电机正弦波反电势设计，匹配正弦波控制方案，降低电机噪音；
- **电机与控制器集成**在一起，简化整机设计；
- 采用尽可能集成的IC，降低控制器成本
- 采用**冲压机壳**、**环形磁环**简化电机结构，降低零部件成本、简化生产工序；
- 系统解决方案提供：无刷电机+控制器+调速板+电源板
统一设计接口与协议，给客户**提供无缝连接的系统解决方案**



无刷电机会随着半导体、锂电等相关技术行业的发展而得到大批量应用。



无刷电机的推广应用同样也取决于优秀的设计工程师的卓越设计，推动无刷电机在相关行业的无缝匹配应用。

卓越电机设计工程师培养计划

- 设计工程师要非常了解整机产品的工作特性才能设计出相匹配的电机及控制器：因此，工程师一定要亲自测试及亲自体验整机及类似整机产品的实际使用情况，**掌握整机工作特点的细节**；
- 电机及控制器设计方案要设计到刚刚好满足客户要求，产品设计能达到客户要求的同时一定不能过剩，产品需要**追求最极致的成本优化**；
- 通过设计优化，简化零件设计及零件组合数量，简化生产工艺，提高生产效率，确保产品**组装有相当高的合格率和生产效率**；
- 核心设计工程师培训：
工程师基本设计技能 (电机原理、结构设计) → 生产工艺 1年 (熟悉电机生产工序) → 品质QC一年 (熟悉检验标准、统计方法)
→ 采购跟单一年 (熟悉零部件制程及特性) → 生产管理一年 (熟悉电机生产管理原则) → **造就卓越电机设计工程师**



THANK YOU

