

FanGrid – 风墙

Leslie He, Nov 29th 2017

ebm papst



Agenda

- 1 公司介绍
- 2 EC技术
- 3 技术创新 RadiPac
- 4 FanGrid 风墙

1

公司介绍

成功故事

ebm

1963

Gerhard Sturm和
Heinz Ziehl创立
Elektrobau Mulfingen
GmbH & Co. KG (ebm)

1992

PAPST Motoren
GmbH (1942 在St.
Georgen创立) 成为
集团公司之一

1997

Landshut的Alcatel
SEL 成为集团公
司之一

2003

ebm, PAPST 和 mvl
三家公司更名为
ebm-papst

2007

集团营业额超过
十亿欧元

Gerhard Sturm担任
咨询委员会主席



4

2010 

推出“绿色科技”理念，
是节能环保的象征

2013

ebm-papst 庆祝成立
50周年

变速箱专家Zeitlauf
成为集团成员之一

2016

ebm-papst集团收购
西班牙电子专家
IKOR（其总部在San
Sebastian）

2017

集团全球总销售额达
十九亿欧元，创历史
新高

集团数据

2016/2017财年

ebmpapst

1,901

集团营业额
(百万欧元)

77%

出口份额

14,398

员工数量

105.5

研发支出
(百万欧元)

166

投资
(百万欧元)

26

生产基地

49

销售机构

43

子公司



6

ebmpapst 核心价值

ebmpapst



- 电机技术
- 高效电机的研发与生产



- 电子技术
- 依必安派特独有设计



- 空气动力技术
- 安静、高效

这三项技术完美结合，

为客户制造最先进的风机！

技术创新 FFU EC风机发展历史

ebm

1990年代

第一代 用于净化厂房的EC风机

DC电机

外置控制系统

2000年代

第二代用于净化厂房的EC 风机

直接交流输入

内置控制系统

2010年代

第三代用于净化厂房的EC风机

非凡曲线叶形（RadiCal）



依必安派特中国概况

ebmpapst

- 1996年进入中国市场，2000年大规模生产
- 2个基地，总面积40,000平方米
- 1,860名雇员，其中1,533名生产员工（截止2017年7月）
- 定制化解决方案，应用工程技术，研发及生产



依必安派特中国 外高桥基地

ebm

- 职能：市场销售、客服、财务、研发、物流
- 雇员人数：187人
- 总面积10,000平方米
- 仓储区域5,000平方米



10

依必安派特中国 南汇基地

ebm

- 职能：生产、物流、风机组装、注塑成型
- 总面积30,000平方米，11座厂房
- 国产化风机尺寸可达 Φ 910mm
- 雇员人数：1,673人，其中生产人员1,533名



上海技术研发中心 空气动力性能测试

ebmpapst

- 亚太最大风洞，居区域风机制造厂商之最
- 为用户提供专业测试服务

- 符合ISO 5801和AMCA 210-07 标准
- 风机直径尺寸40mm至1.3m
- 风量从0.8m³/h至60,000m³/h (3,000帕)
- 最大样品功率12 KW
- 风洞尺寸13.5m(长), 3.2m(宽), 6.2m(高)



12

上海技术研发中心 噪音测试

ebm

papst

- 专业噪音实验室捕捉风机真实声噪

- 半消音室，地基悬浮隔离外界震动干扰
- 符合 EN ISO 3745标准
- 消音室尺寸：
11.1m (长), 7.2m(宽), 6.4m(高)

声压和声功率级的测定

- 符合 EN ISO 3744和 ISO 13347-3标准
- 背景噪音低于20 dB(A)
- 频率范围 80Hz 至20,000Hz



2

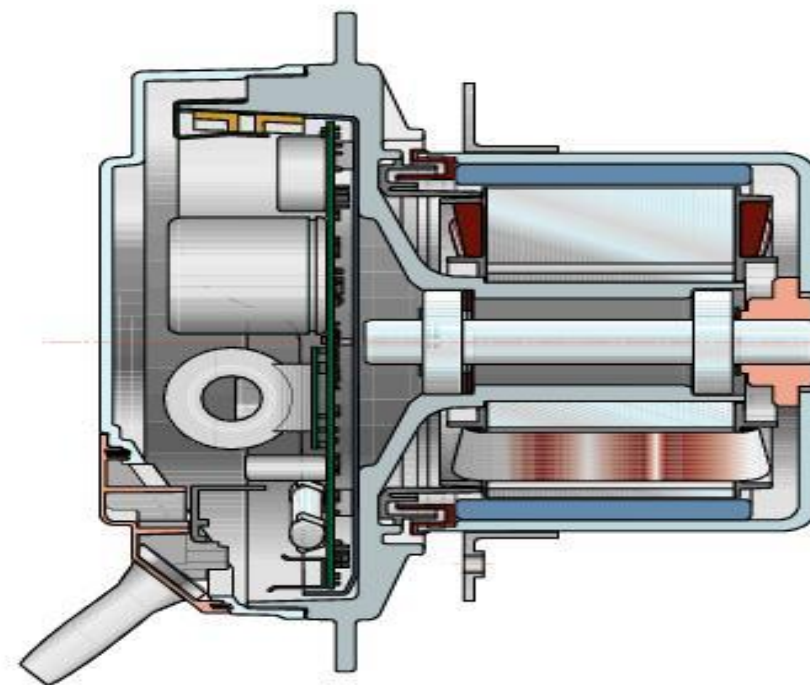
EC技术

EC技术

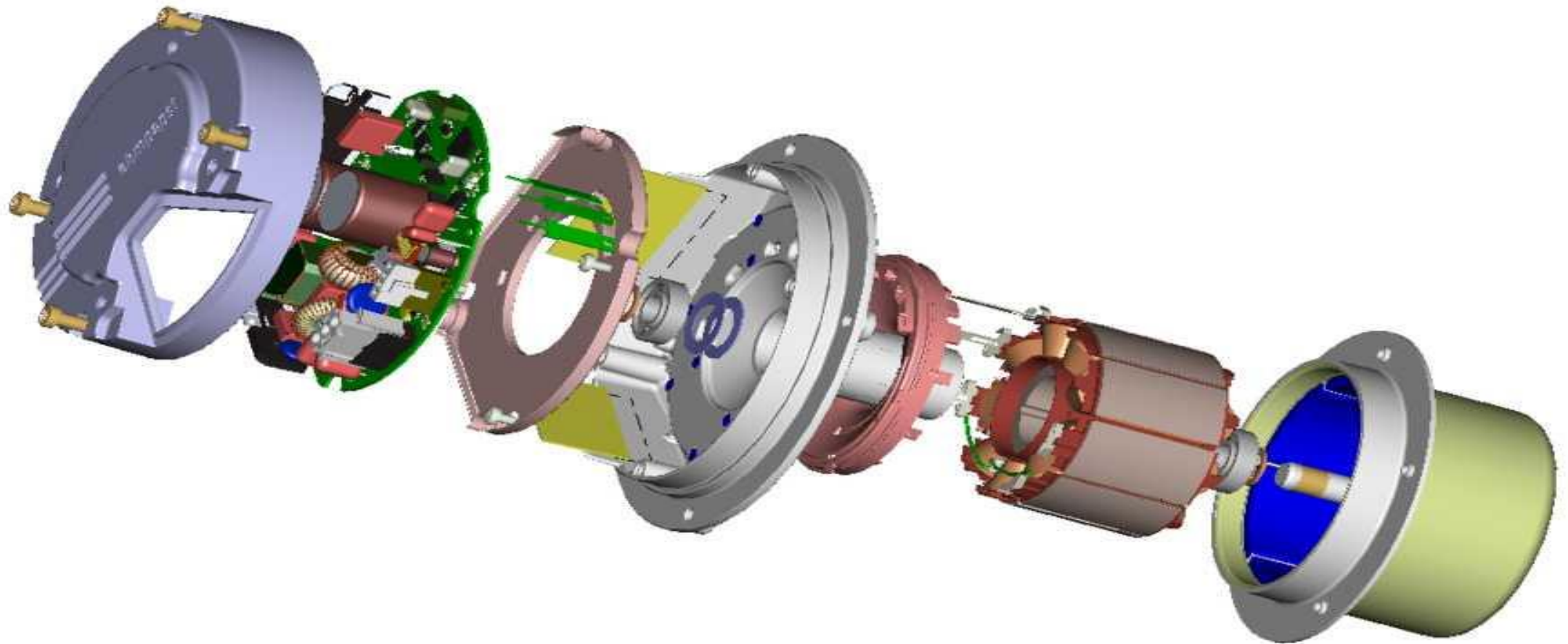
- 直流无刷电机
电子控制换向 (by PCB)
- 我们称之为...

ELECTRONICALLY
COMMUTATED

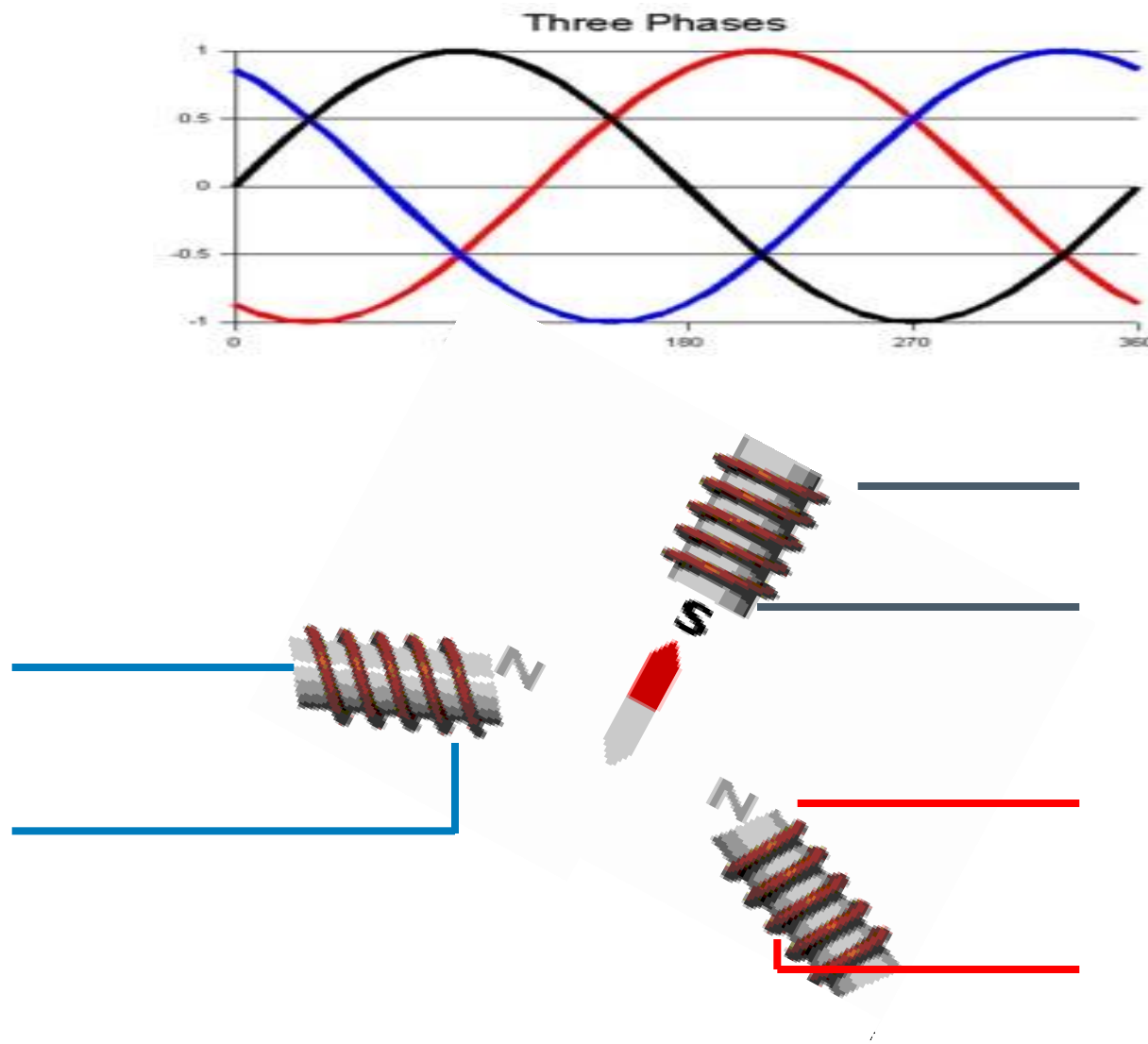
EC Motors



EC技术

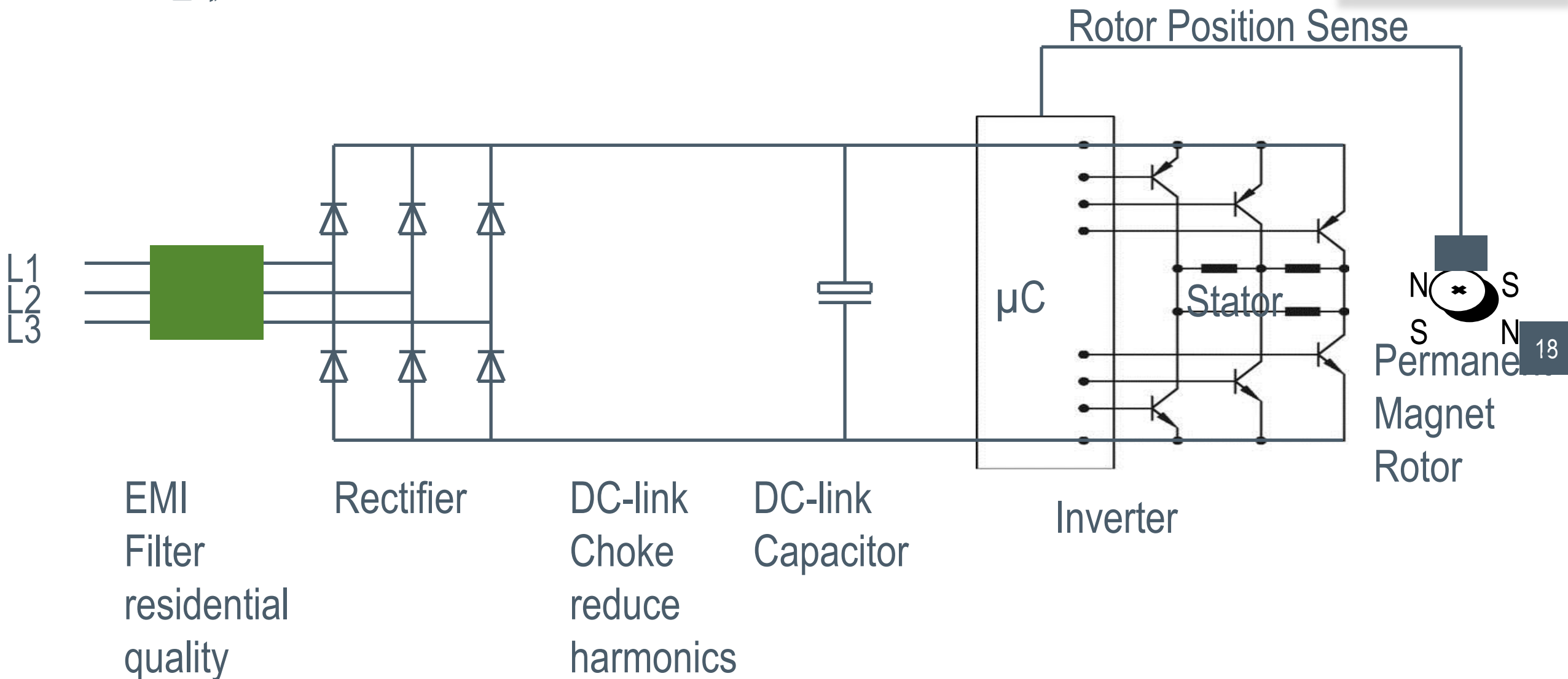


EC技术 AC电机

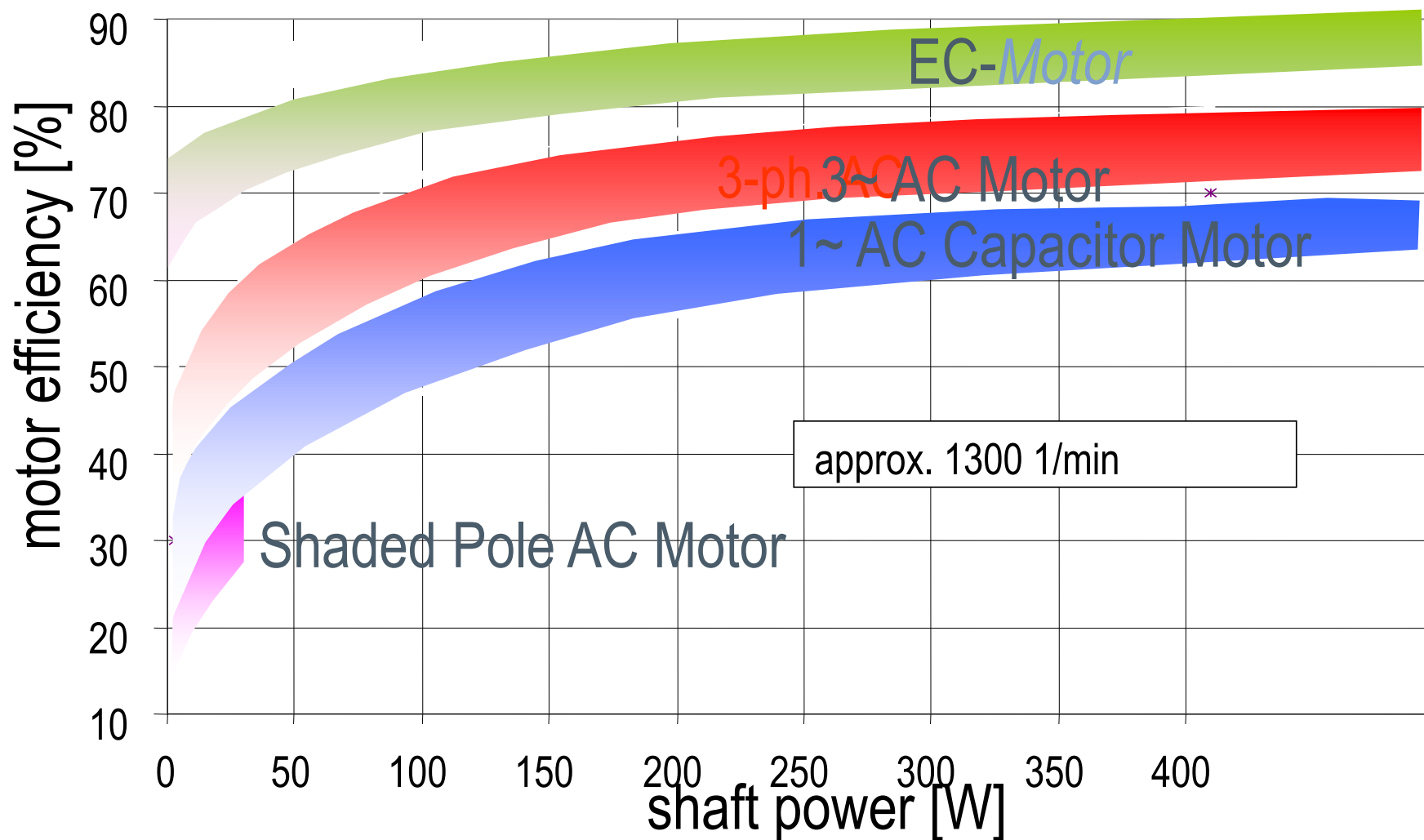


EC技术 EC电机

ebm



EC技术 高效



EC技术 AC风机+变频器

ebm papst

400 V / 50 Hz

EMC过滤器

压力传感器

控制器

变频调速器

冷凝器

电源过滤器

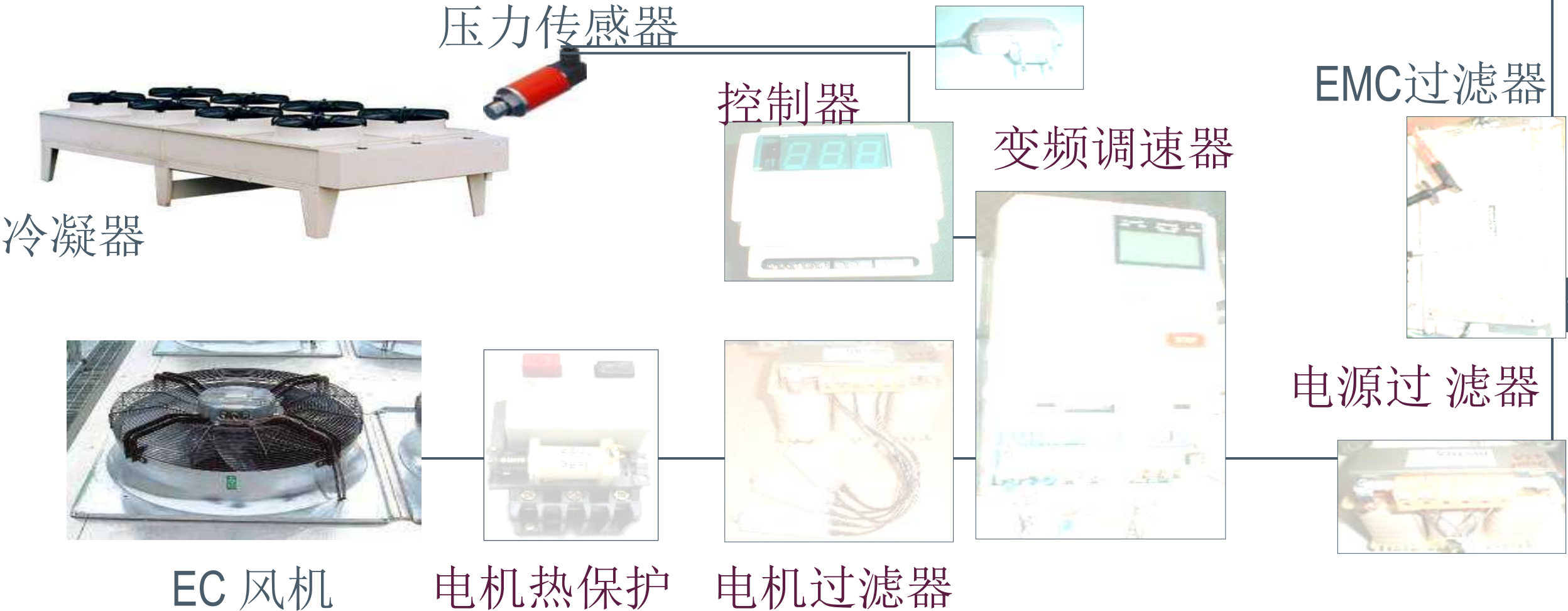
交流风机

电机热保护

电机过滤器



EC技术
EC风机



EC技术
EC风机

ebm papst

400 V / 50 Hz

EMC过滤器

电源过 滤器

传感器电源

压力传感器

控制器

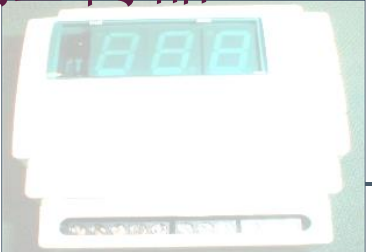
变频调速器

冷凝器

EC 风机

电机热保护

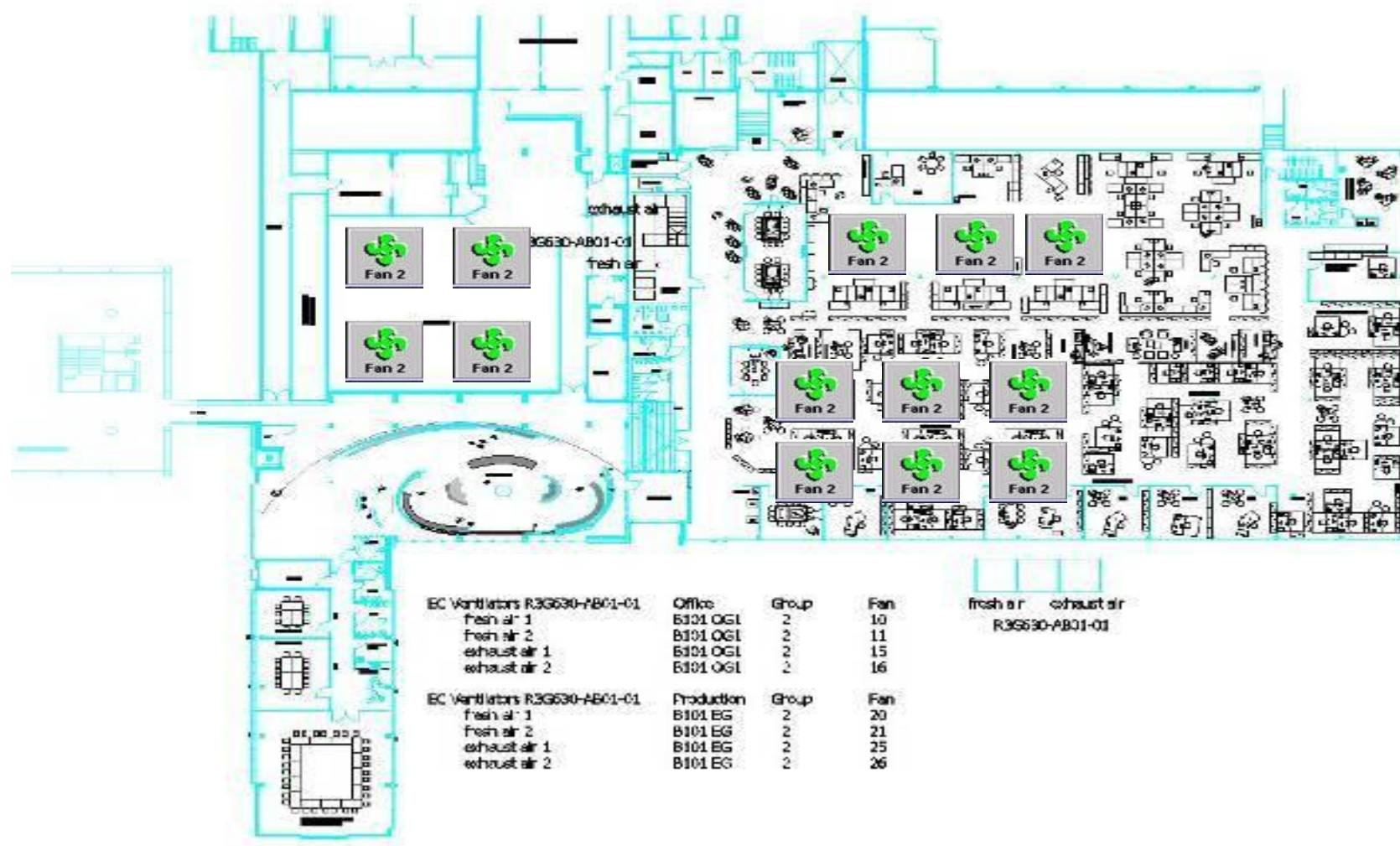
电机过滤器



EC技术 速度控制—监控与反馈

ebm papst

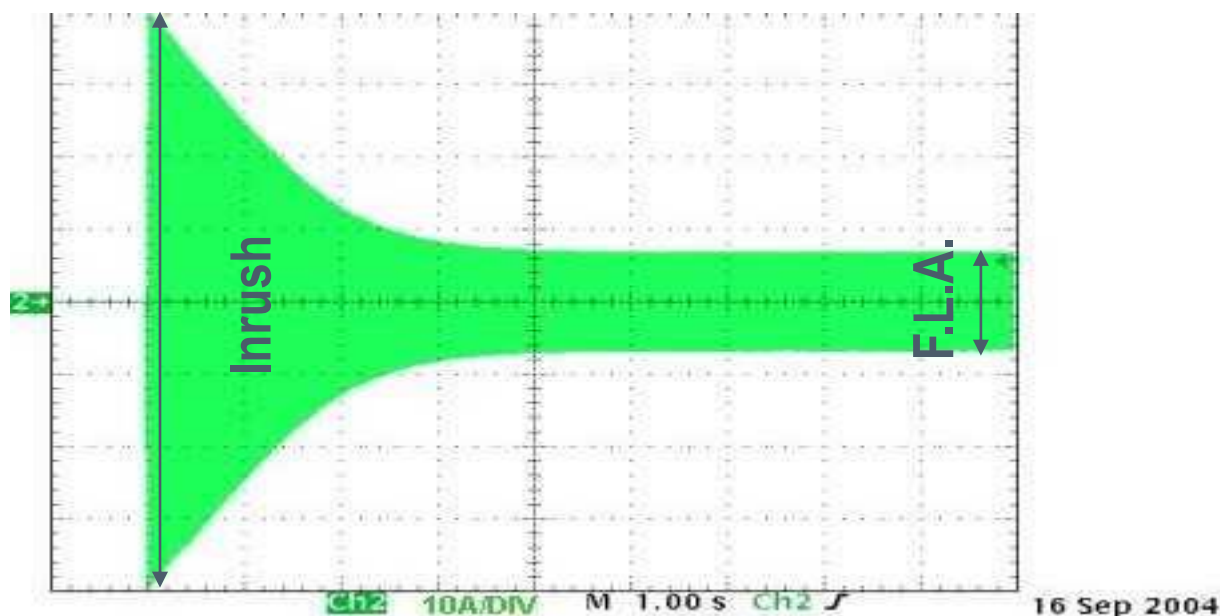
控制 实际运转
层面控制/监控
风机位置
速度
功率
运行时间
报警



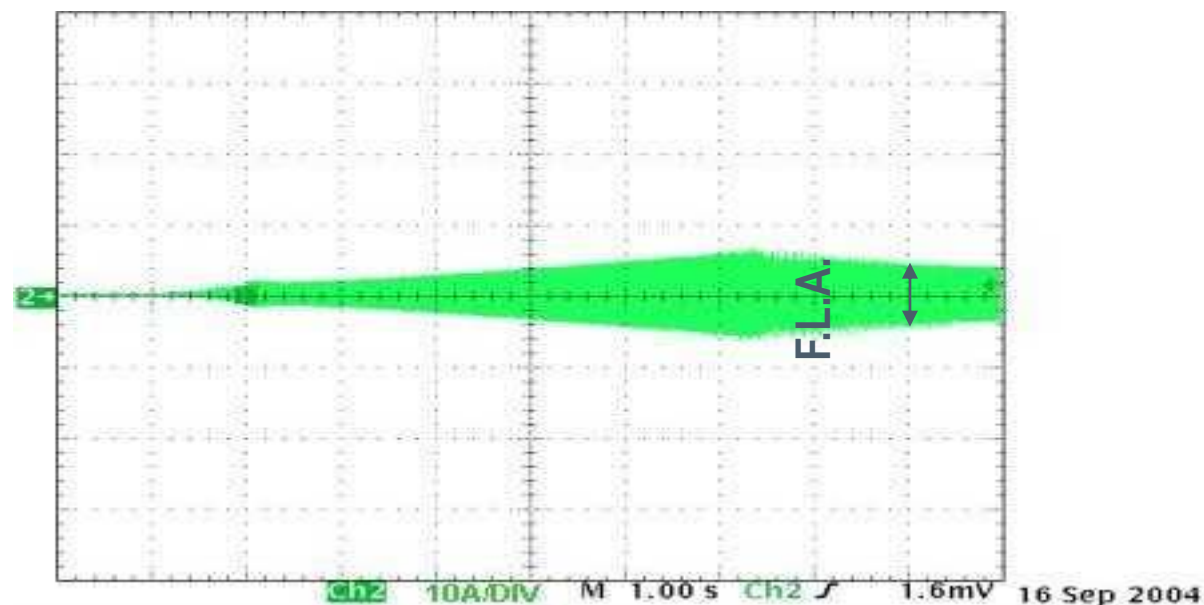
EC技术 软启动

ebm

*AC motor inrush current =
3.5 times higher than F.L.A.*

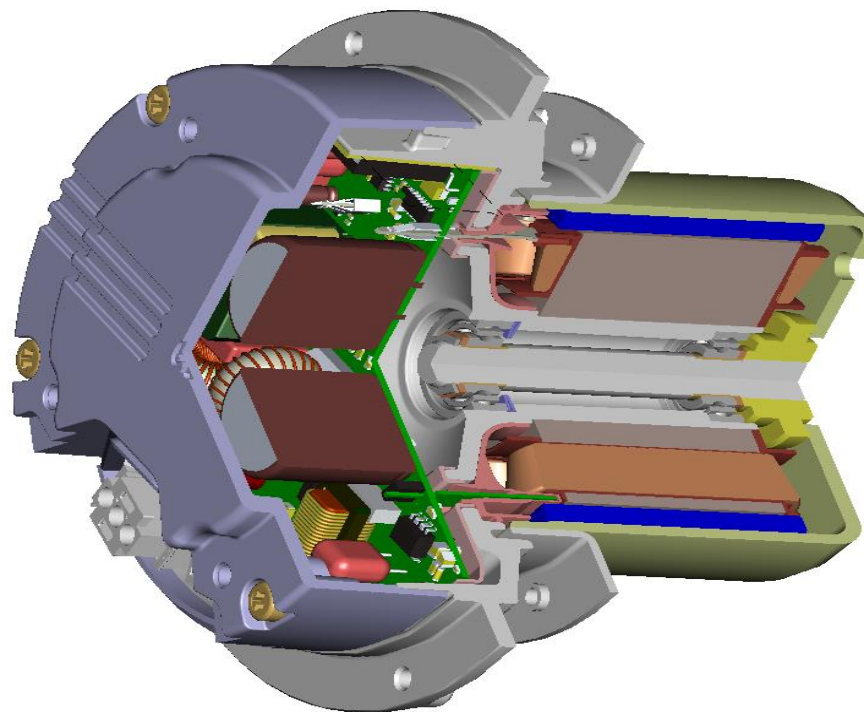


*EC motor current
ramps up slowly to F.L.A.*



EC技术 技术特点

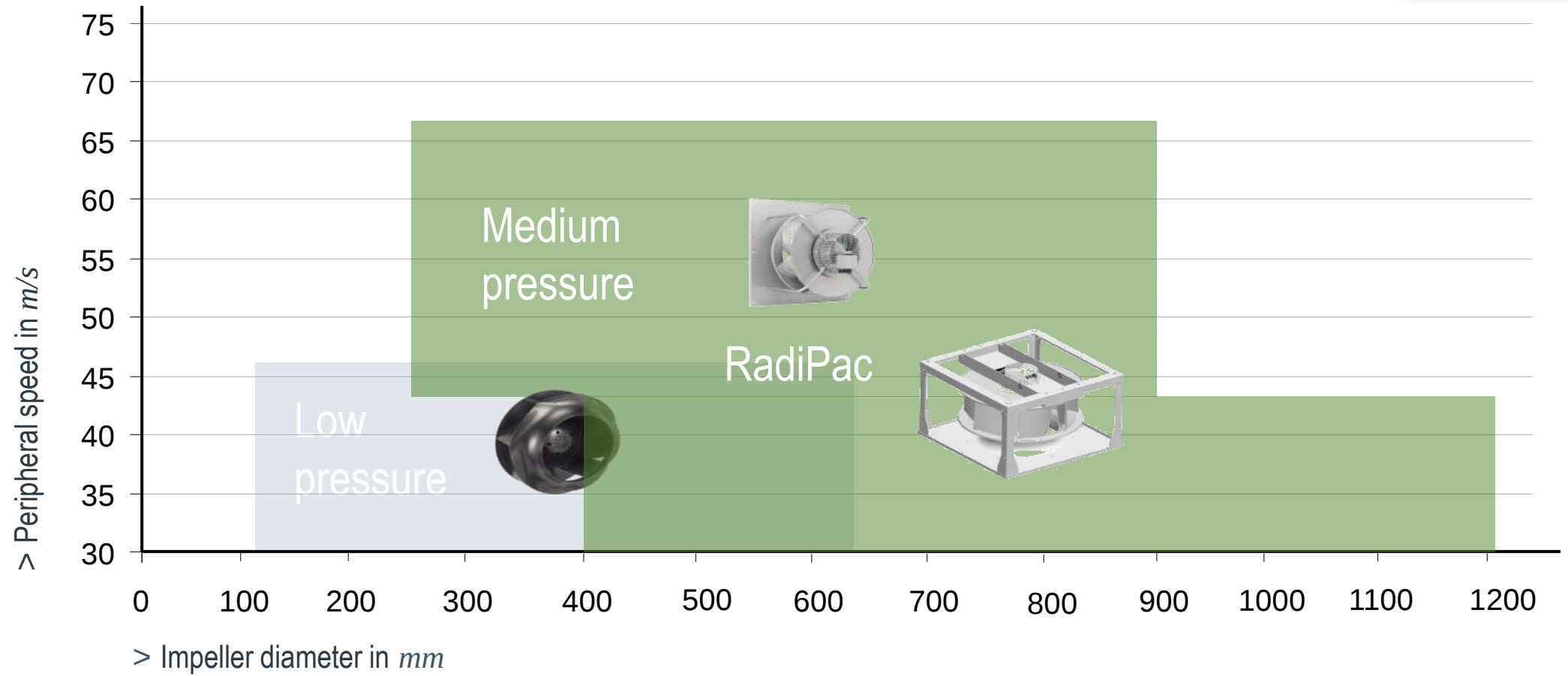
- 节能
- 低噪音
- 紧凑设计
- 完整的电子控制系统
- EMC & EMI
- PFC
- 完整的电机保护
- 机械部件与电子控制系统完美的匹配
- 长寿命，免维护
- 多风机联网监控
- 全范围调速



3

RadiPac

RadiPac



RadiPac 持续改进

- RadiPac 风机的持续改进

[Movie](#)



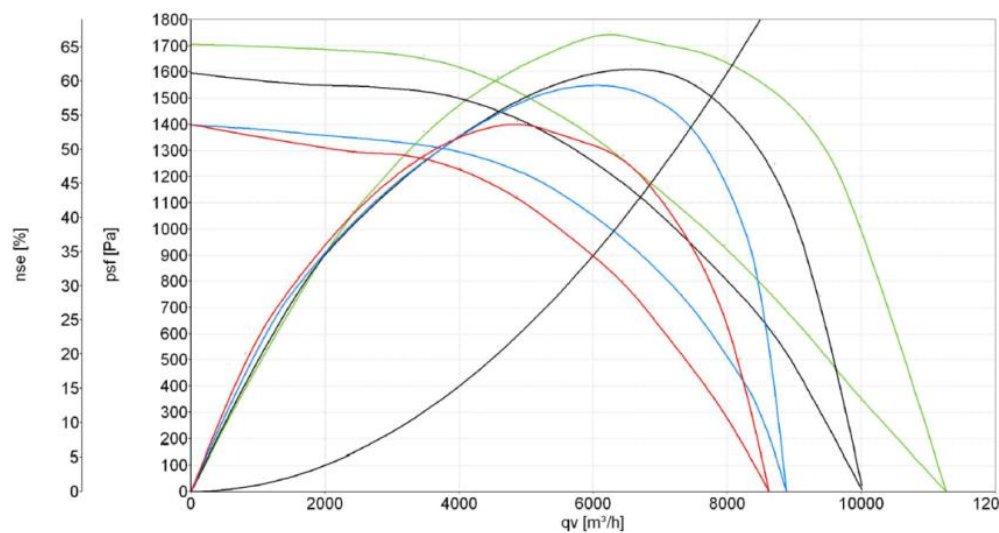
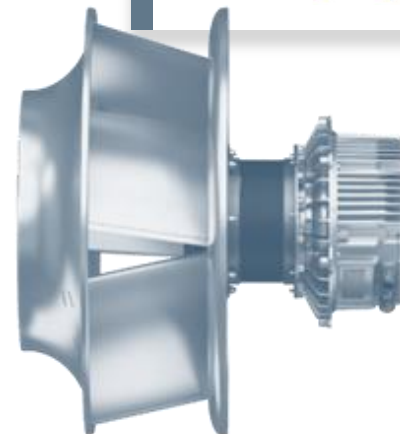
2005
54,0%

2009
59,8%

2013
62,3%

2015
67,3%

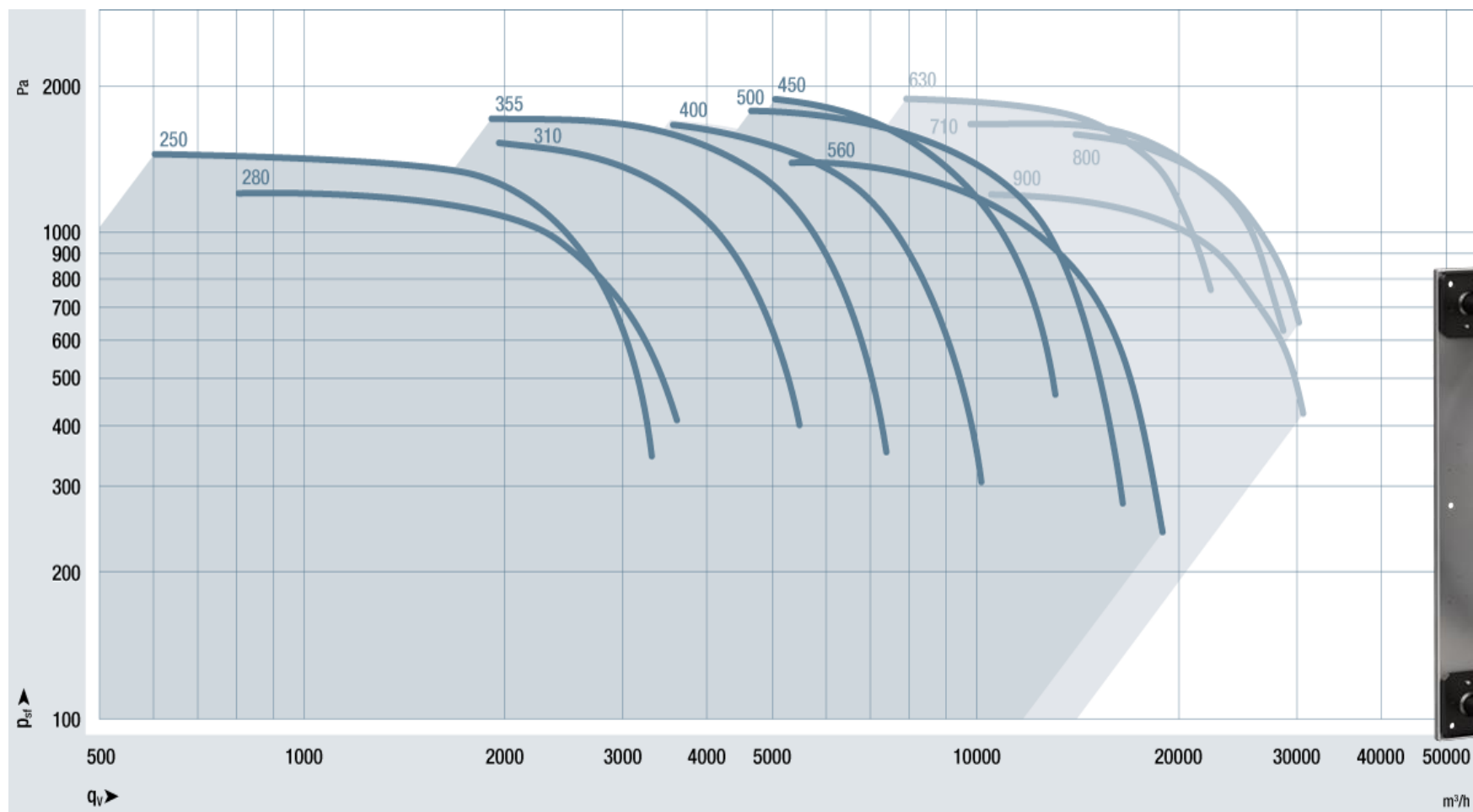
ebm



RadiPac

风量范围

ebm

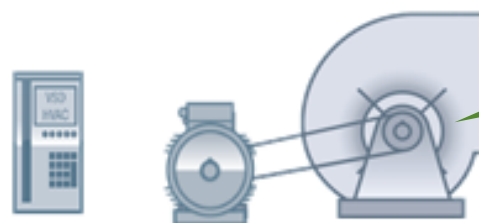


500 W to 12 kW



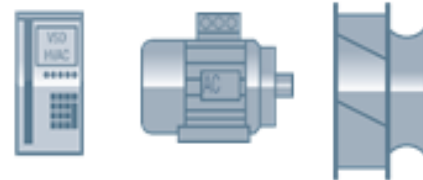
市场上不同的解决方案

配用VFD的AC风机

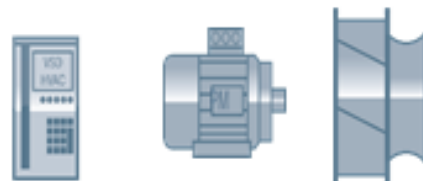


皮带磨损
粉尘污染

配用VFD的AC风机

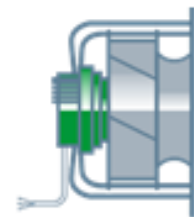


配用VFD的PM风机



RadiPac EC风机

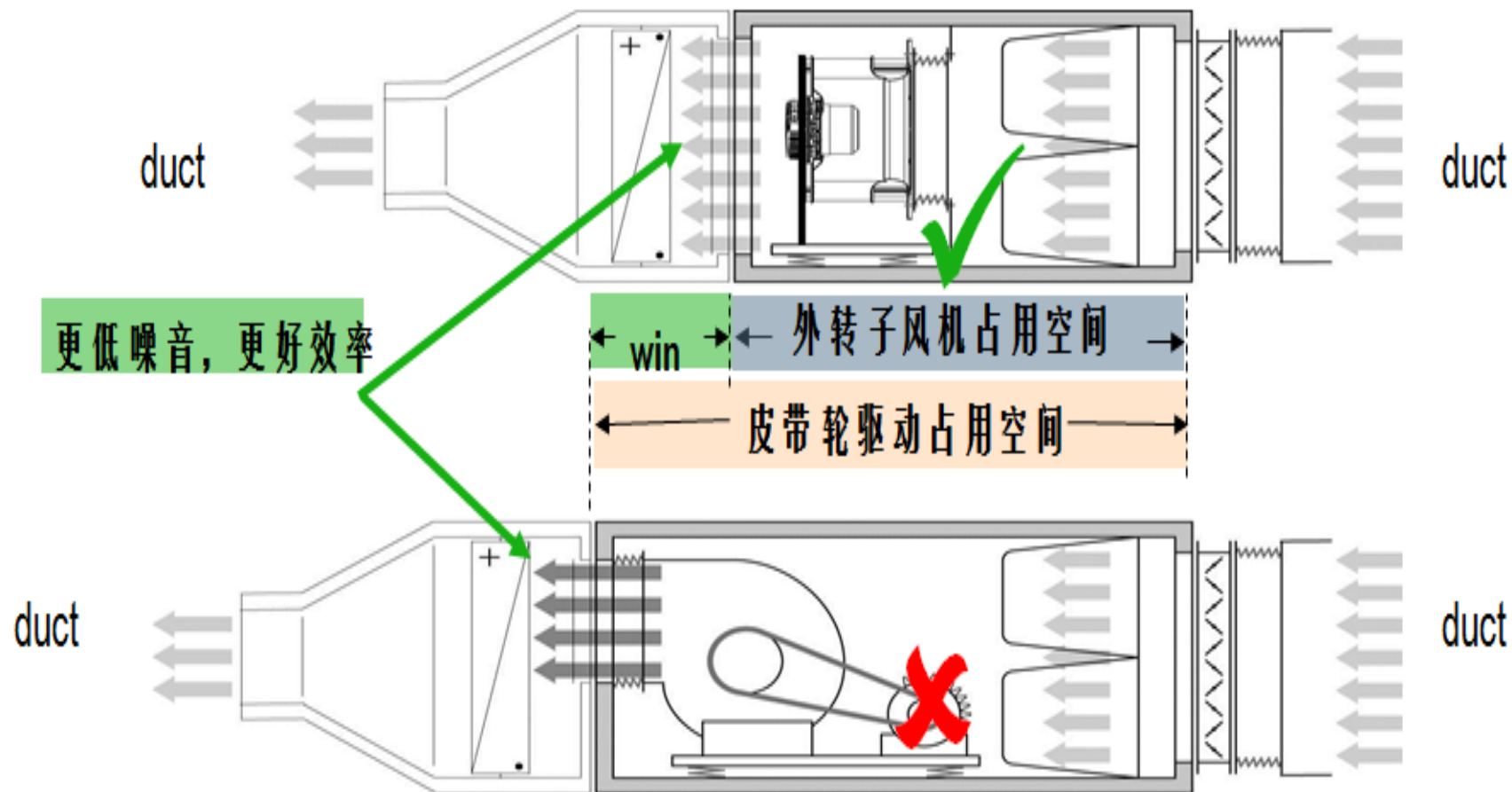
→ 即插即用



RadiPac 结构紧凑

ebm

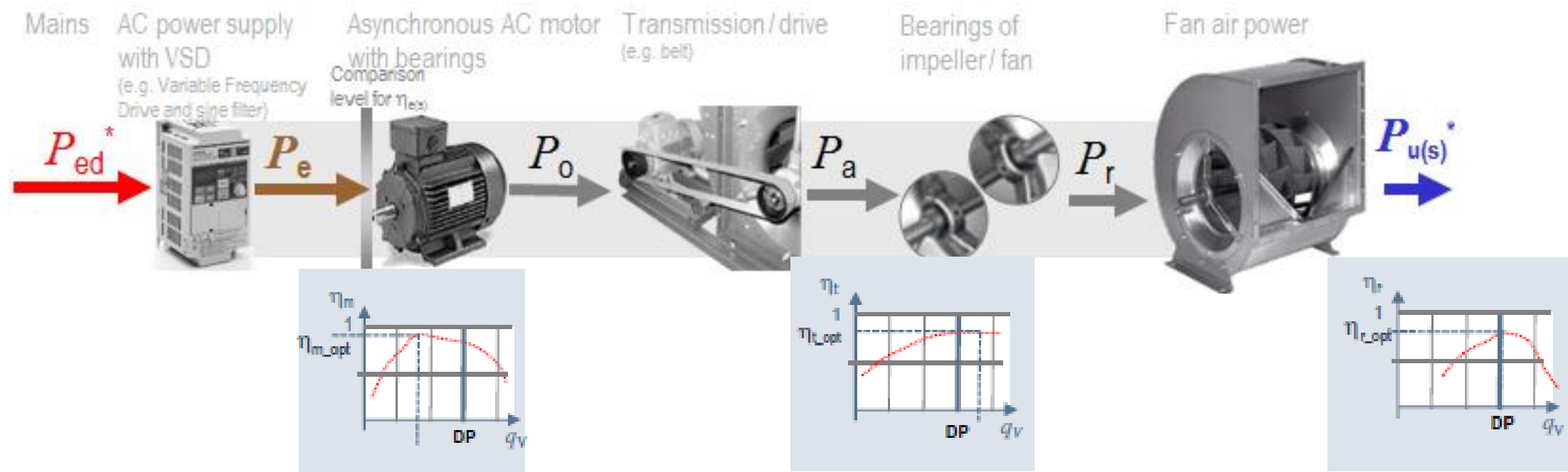
基于外转子技术的RadiPac EC风机，有效节约了皮带传动或内转子传动轴占用的空间，非常适合AHU、VOC产品的结构形式



RadiPac

效率优于其他方案

ebm



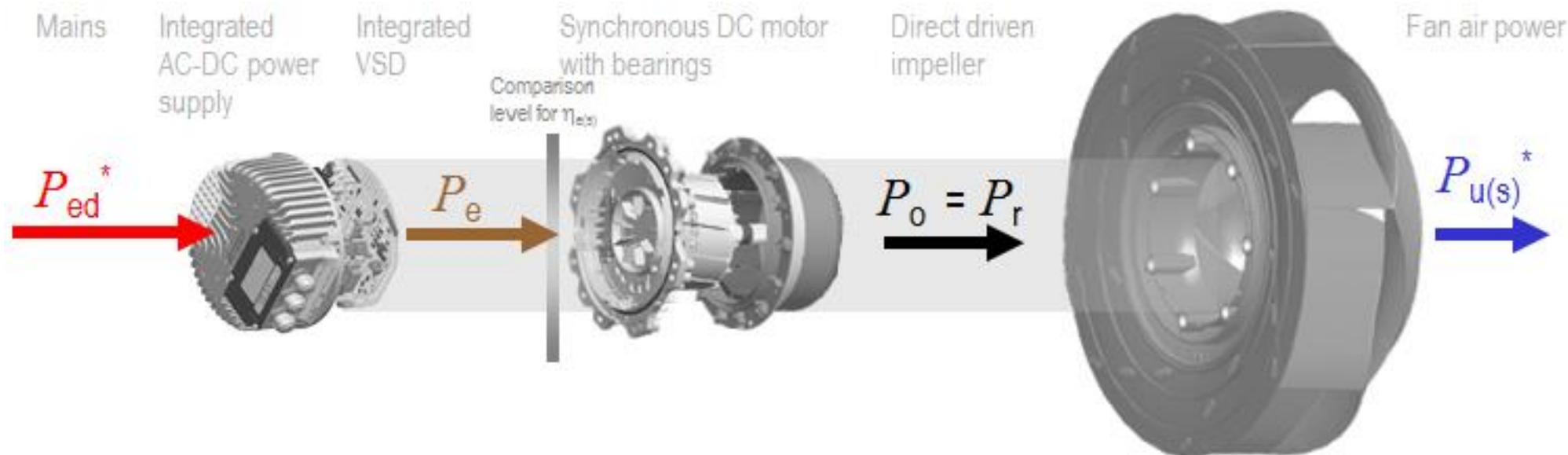
$$\eta_{e(s)} = \eta_m \cdot \eta_T \cdot \eta_b \cdot \eta_{r(s)} \cdot C_m \cdot C_c$$

$$\eta_{e(s)} \neq \eta_{m_max} \cdot \eta_{T_max} \cdot \eta_{b_max} \cdot \eta_{r(s)_max}$$

- 市场上典型的皮带轮驱动，电机、皮带轮、叶轮等组成部件来自不同的供应商，拼装后，最优效率点无法同时达到。

RadiPac

效率优于其他方案



- RadiPac EC风机的EC电机效率（ P_{ed}^* 转 P_o ）高达**90%以上**，叶轮75%（ P_r 转 $P_{u(s)}$ ），**直驱无传动环节**，并且**整体优化调校效率**，使电机和叶轮同时达到高效区域，整体效率 $90\% \times 75\% = 67.5\%$

RadiPac

效率优于其他方案

ebm

叶型优化，效率提升

RadiPac“机翼型”EC风机对风叶结构进一步优化后效率更高！

机翼型风叶
圆形叶片前缘



- 进气流损失少
- 无气流分离
- 宽效率峰值
- 稳定性高

叶片尾缘倾斜



- 下游气流无紊流
- 声噪低

锥形连接法兰



- 电机转子较少气流损失

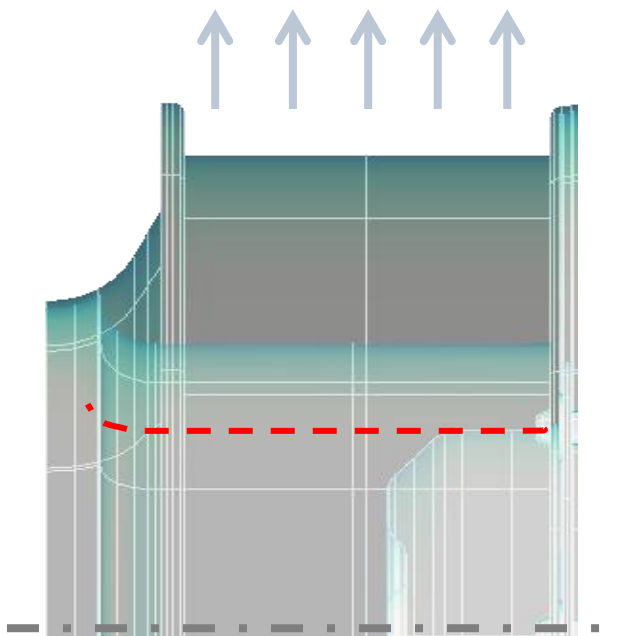
集成径向扩散器



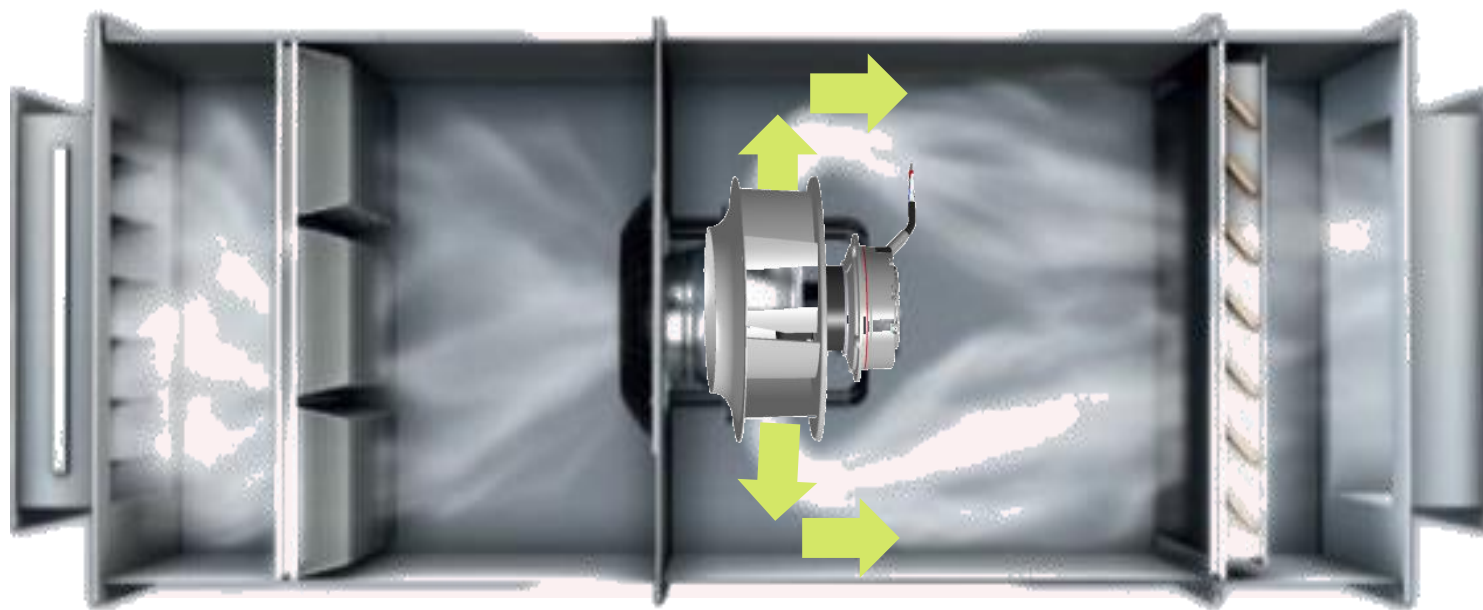
- 收集静压
- 提高效率

RadiPac

效率优于其他方案

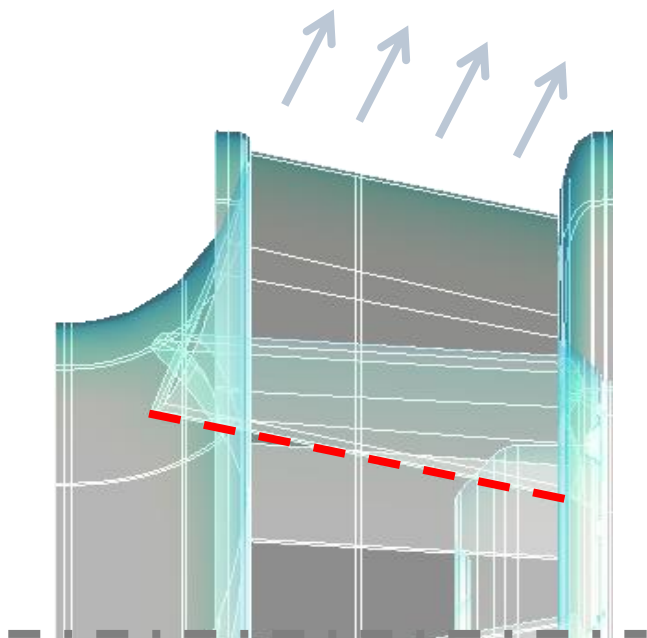


AHU – 以往的空气流动

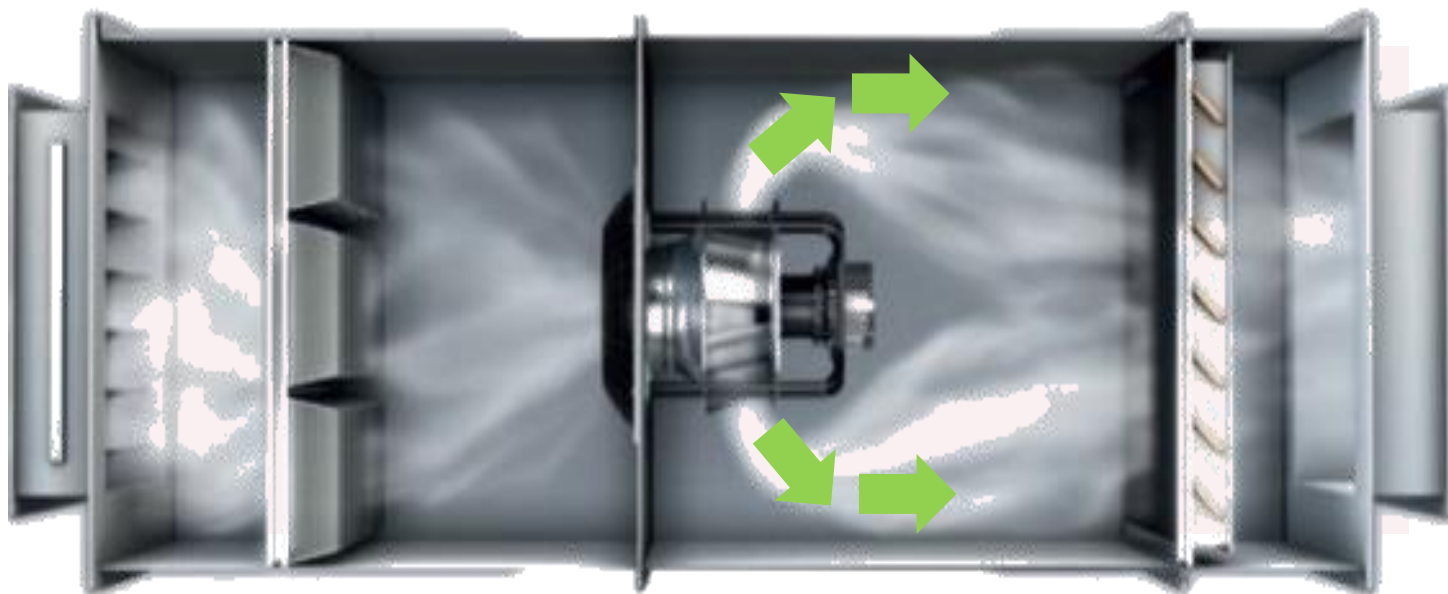


RadiPac

效率优于其他方案



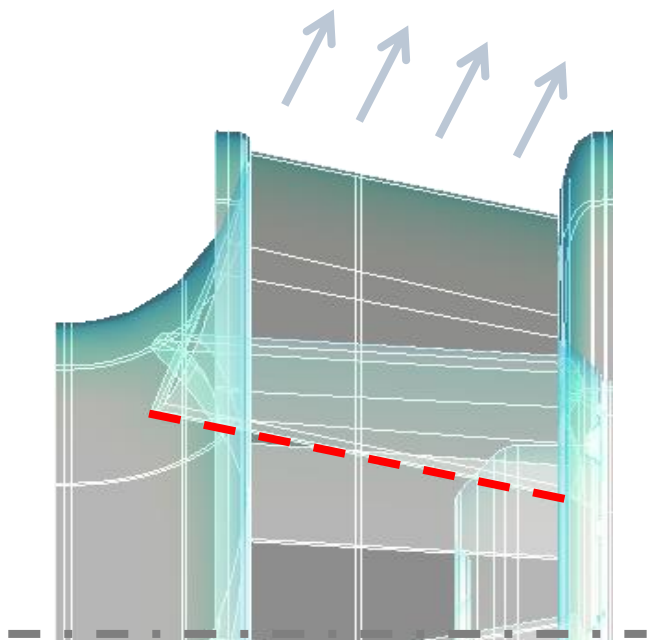
AHU – 现在的空气流动



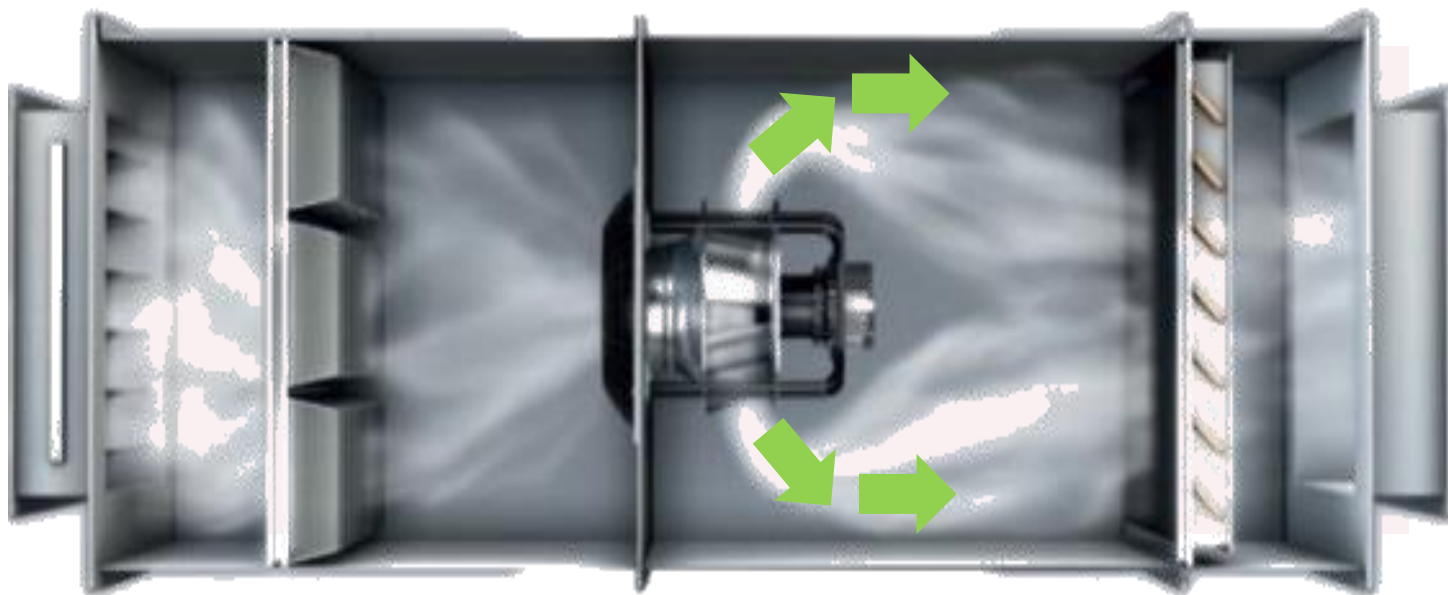
RadiPac

效率优于其他方案

ebm



AHU – 现在的空气流动



RadiPac

效率优于其他方案

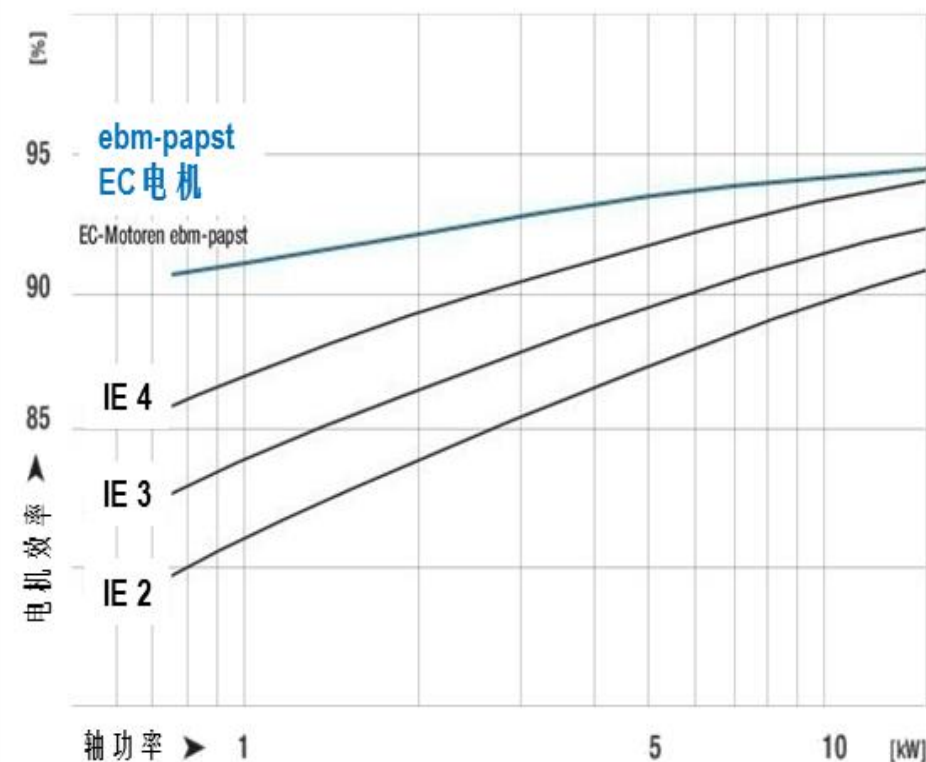
EC 效率恒定 Vs. AC 效率衰变

- EC电机的调速范围广，10%-100%转速都可以调到，并且在各种输出功率下（各档转速）效率相对恒定在91-95%
- AC电机借助VFD调速，频率调整范围通常在30-60Hz，调速范围狭窄，并且在低功率（低速）转态下效率衰减非常明显，IE4电机85-95%，IE3电机83-93%，IE2电机80-90%
- 因而在同样的变风量系统下，EC电机系统持续的以相对恒定的高效率工作，AC电机系统则在衰变的效率下工作，总体看EC将更节能
- 另计入VFD本身能耗是电机能耗的5-20%，AC电机系统的总体效率就更低了，更加省电

效率高

IE等级

标准IEC电机（4极，50Hz）的IE等级

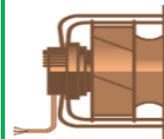


RadiPac

效率优于其他方案

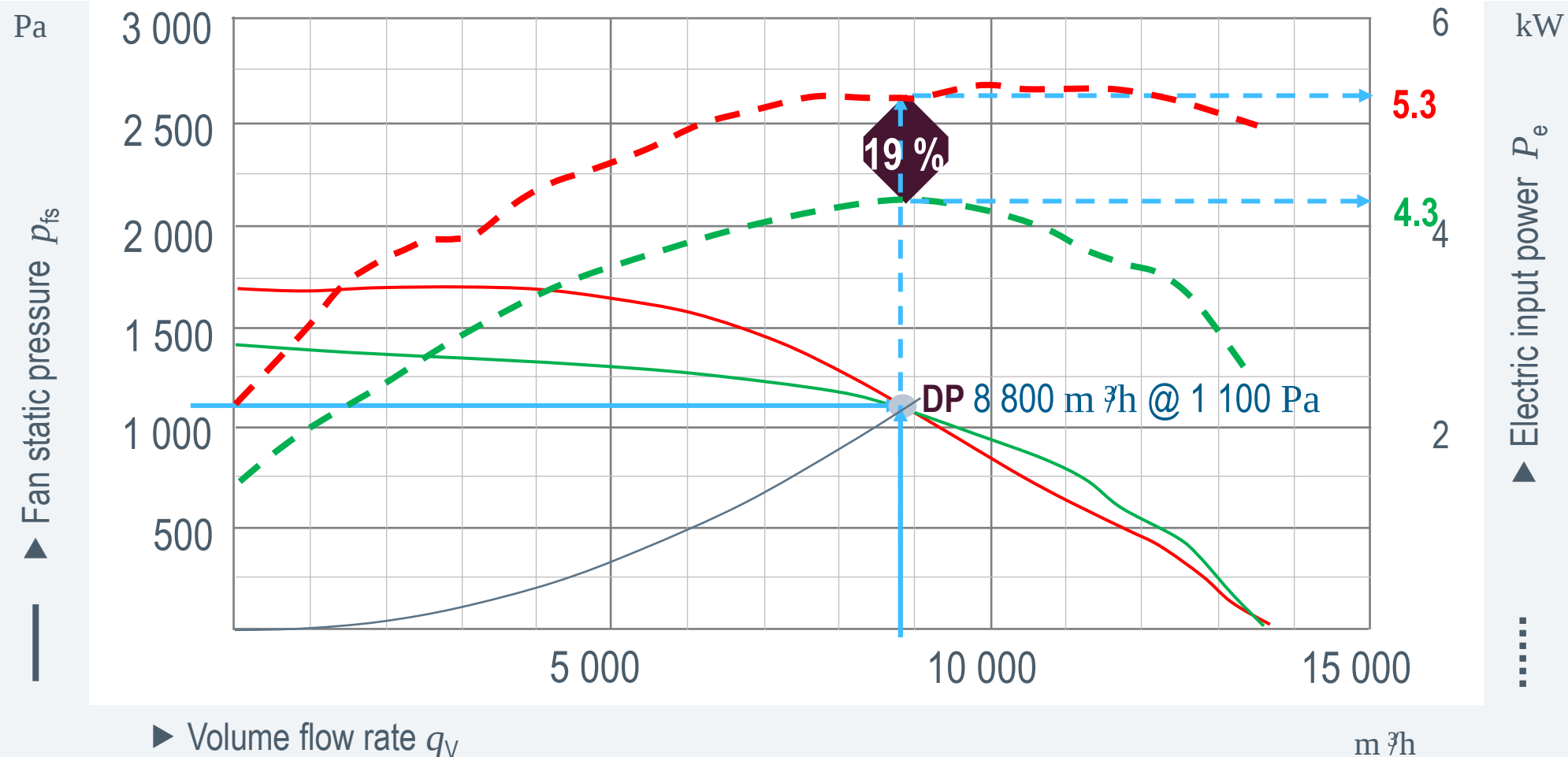


AC IE2 motor with belt drive,
backward-curved impeller Ø 355



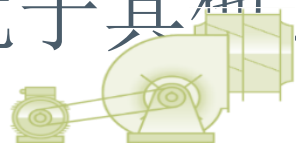
GreenTech EC fan with integrated
variable speed drive,
backward-curved impeller Ø 500

ebm

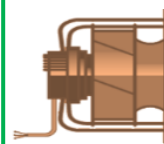


RadiPac

效率优于其他方案

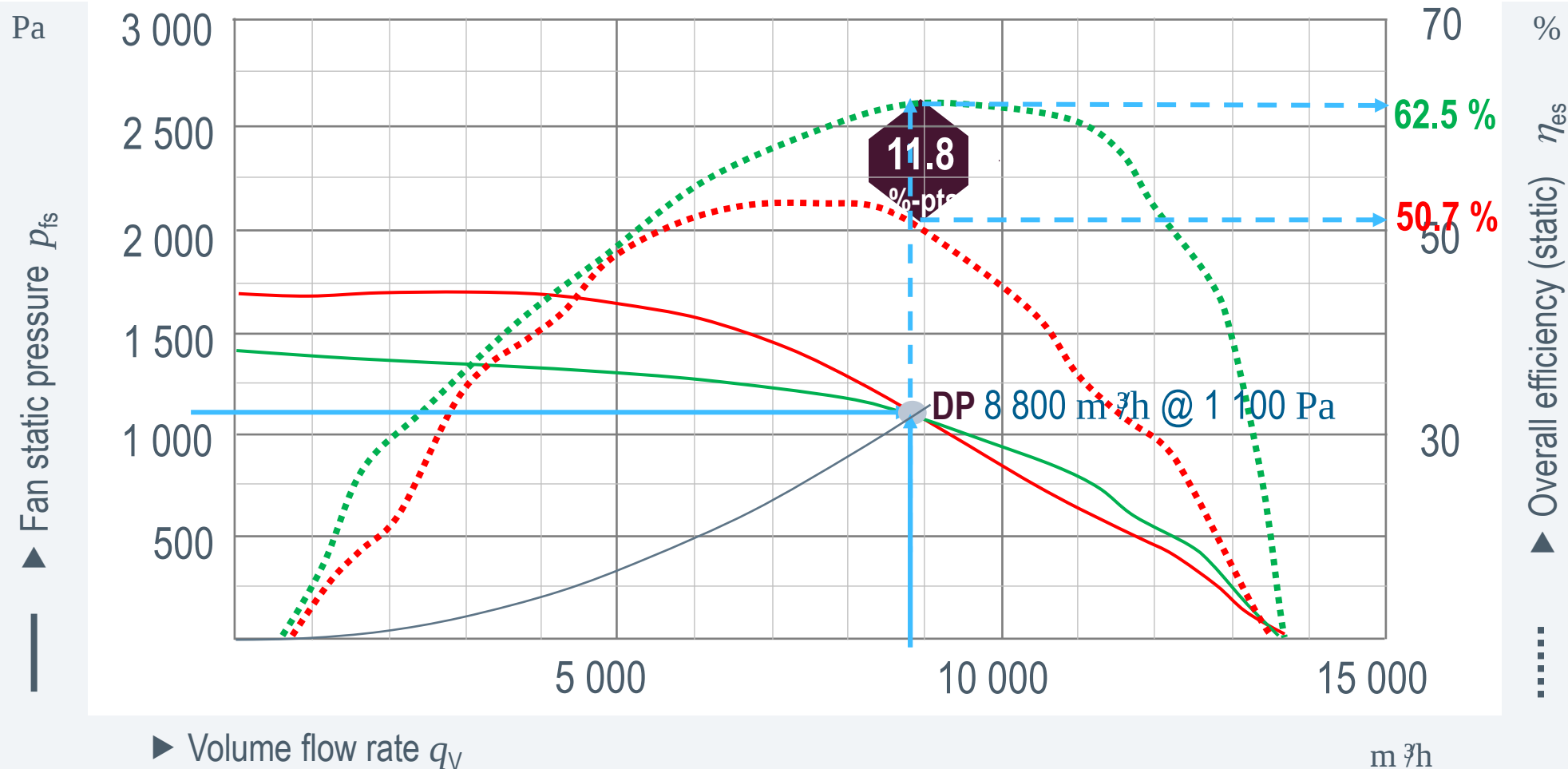


AC IE2 motor with belt drive,
backward-curved impeller Ø 355



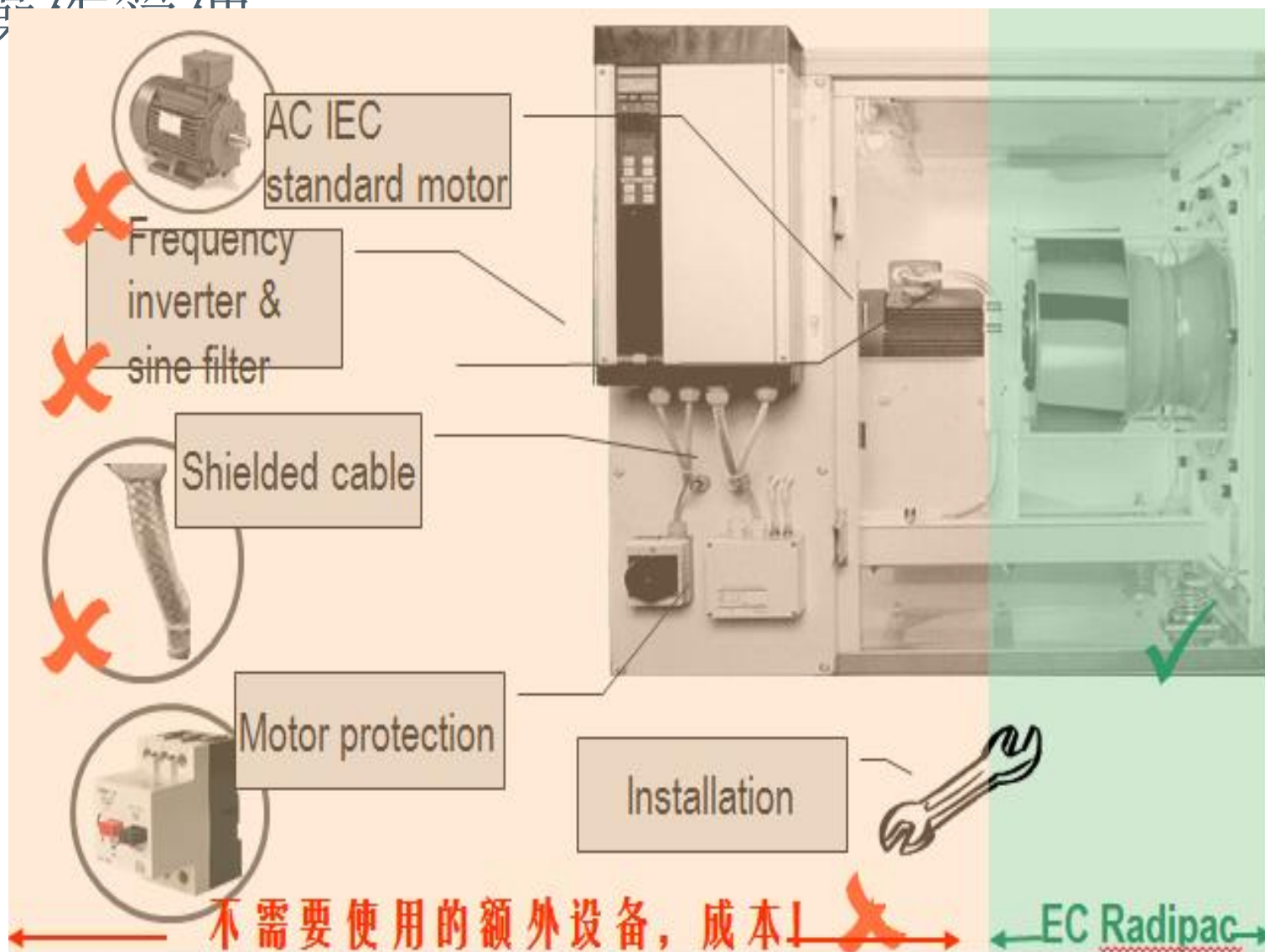
GreenTech EC fan with integrated
variable speed drive,
backward-curved impeller Ø 500

ebm papst



RadiPac

操作指南



ebm papst



EC简约 Vs AC 复杂

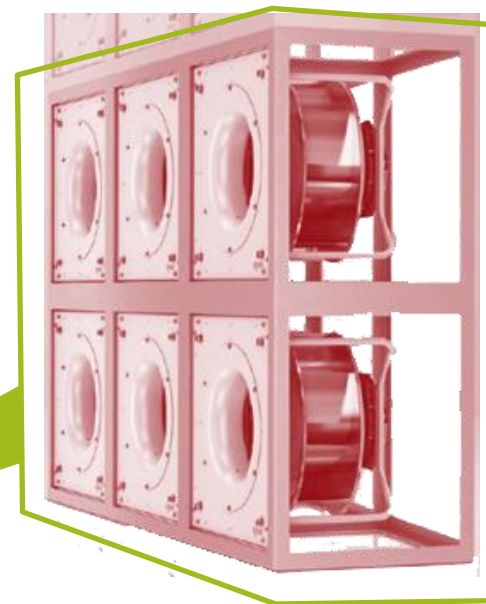
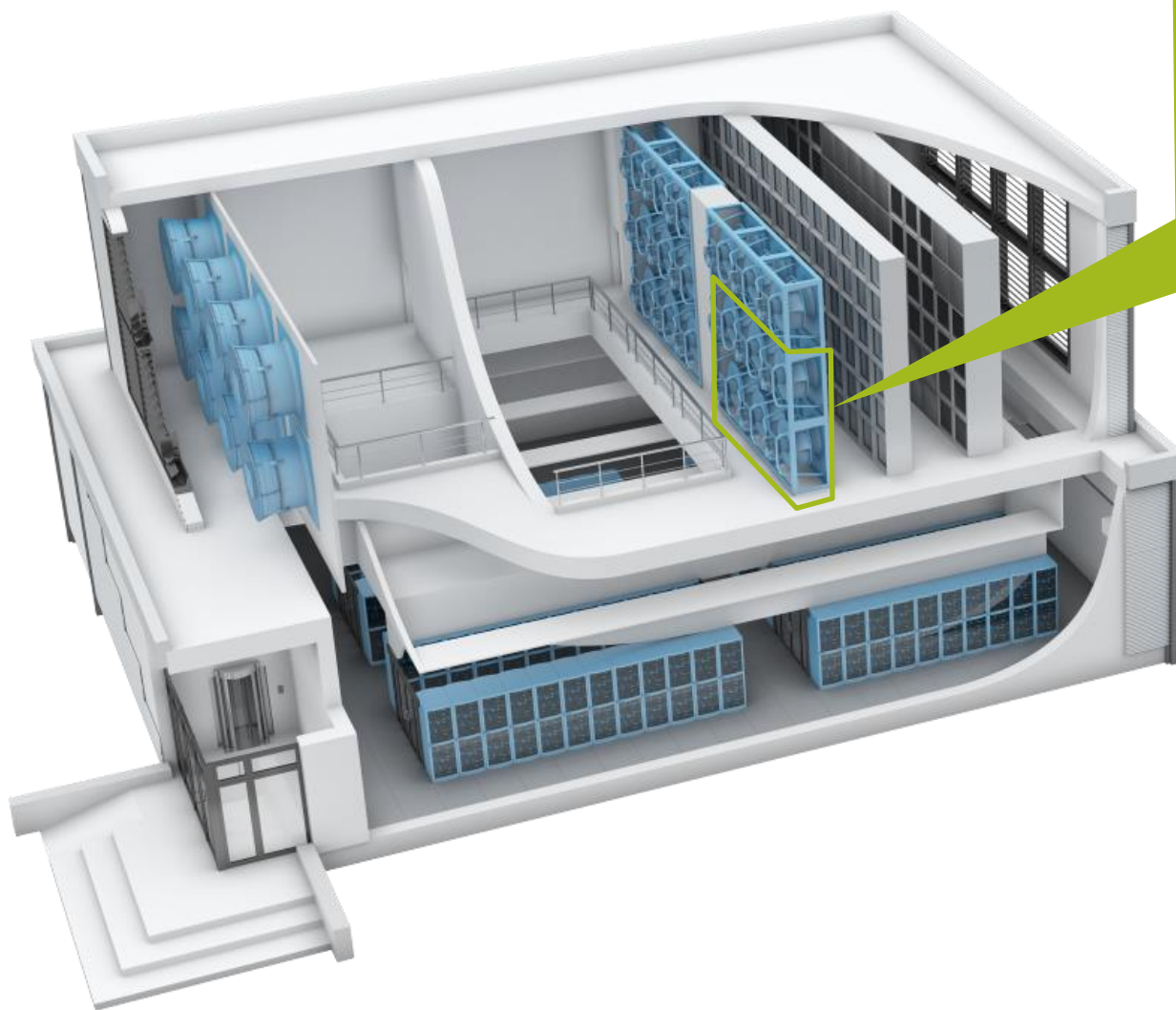
- 考虑到AC系统需要变频器、滤波器等等一些调速额外设备，EC系统的成本可能更低
- 尺寸紧凑、重量轻，节约搬运、安装成本
- 更加省电，节约使用成本

41

4

FanGrid 风墙

FanGrid 风墙

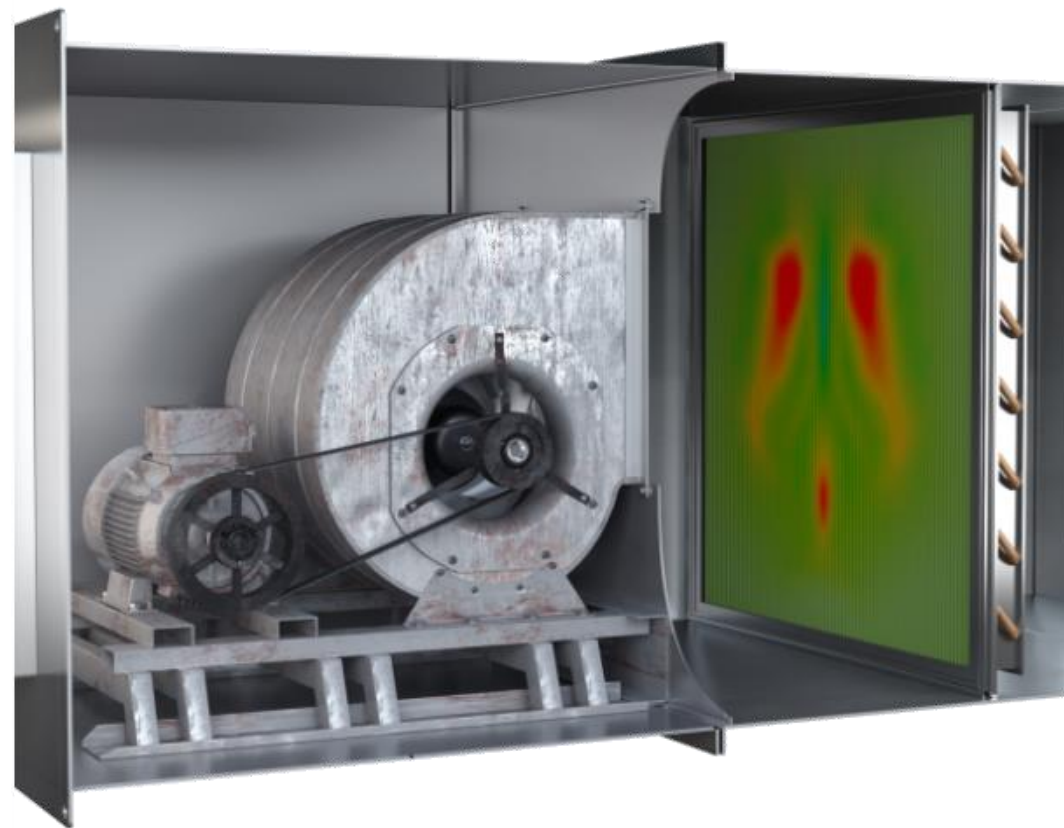


ebm

FanGrid

结构紧凑，送风均匀

ebm



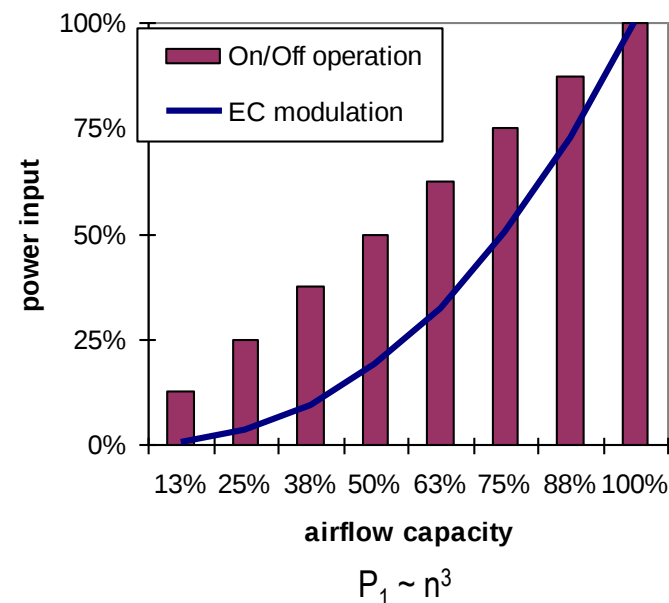
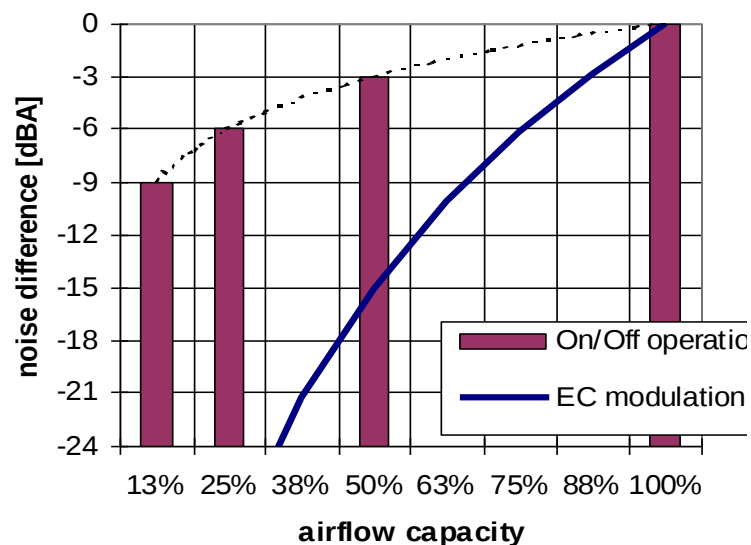
FanGrid

能耗降低，保证冗余

ebmpapst



- 当某台风机出现故障停转时，其余风机可以更高速度运转，补偿停转风机造成的风量损失，系统不用马上停机待修
- 利用MODBUS，精准控制整个风墙
- 系统仅需50%风量时，EC系统降转速工作，能耗减少75%，噪音下降15dB；采取关一半风机达到50%风量的系统，能耗减少50%，噪音下降3dB



$$\Delta L_p [\text{dB}] = 50 \times \log_{10} (n_1/n_2)$$

FanGrid 结构

ebm

papst



①

+



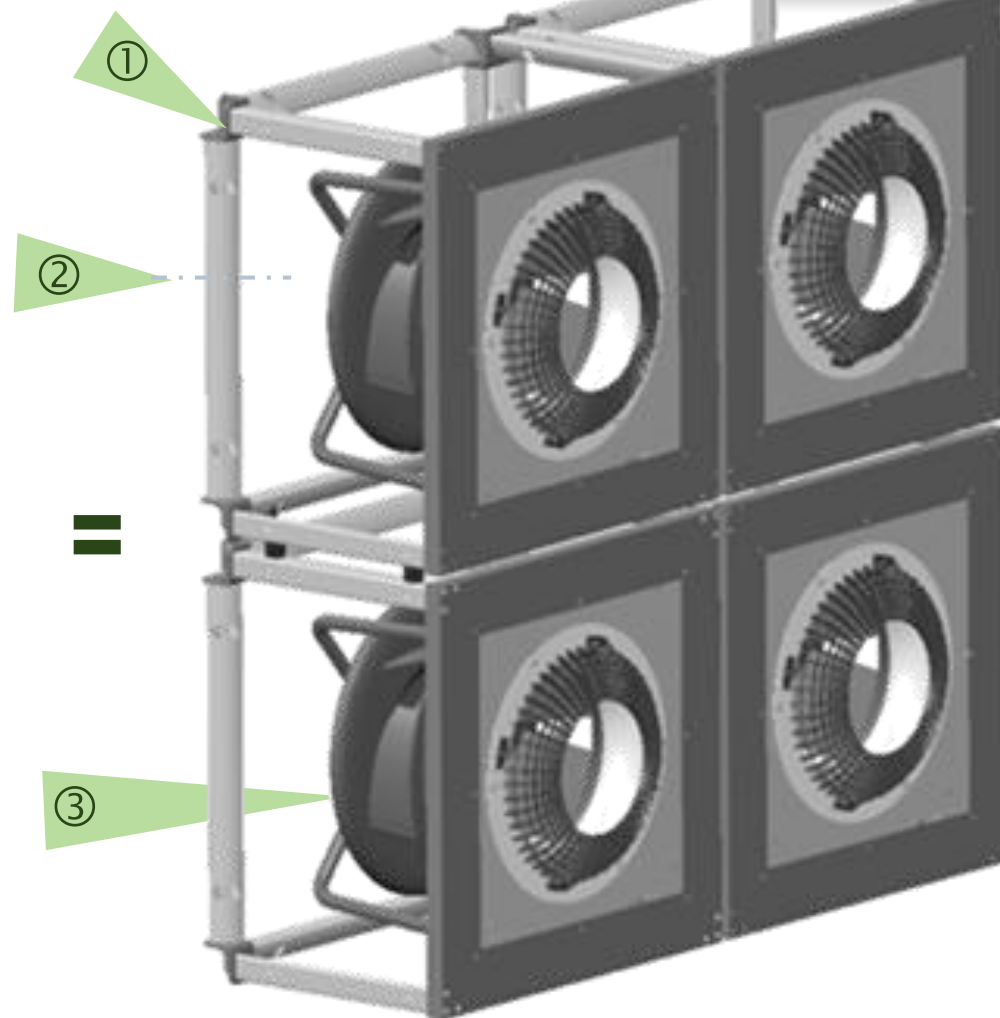
②

+



③

=



Thank you for discovering
ebm-papst.

ebmpapst

