



# 对应 I E 3 等级的 高压&防爆电机

东芝三菱电机产业系统株式会社  
电机系统事业部 技師長  
堀切 威士  
2018年11月25日

# Index

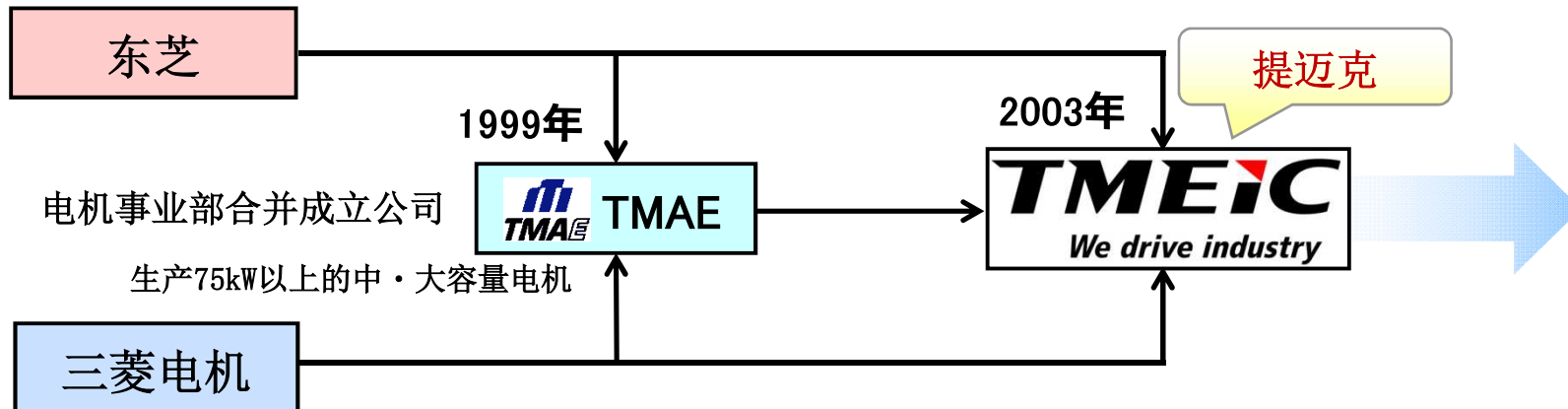
1. 产品开发背景及目的
2. 产品开发进度
3. 产品技术方面特点



# 关于东芝三菱电机产业系统株式会社



东芝与三菱电机的产业系统事业部门、电力电子事业部门、电机制造事业部门以及TMAE电力(株)等公司进行综合合并，于2003年成立的公司



# 1. 产品开发背景及目的

## 电机支撑社会的公共基础设施

TMEIC 的电机活跃在建筑空调等的业务领域到工业领域的多样领域及用途，支撑了社会的公共基础设施。



### 三相感应电机种类

#### 低压电机

200V, 400V级

#### 高压电机

3kV, 6kV级

#### 非防爆电机



#### 防爆电机



耐压防爆形 安全增防爆形

### 用途



泵



风机·空压机



吊车·搬送装置

三相感应电机  
TM21-F II 系列

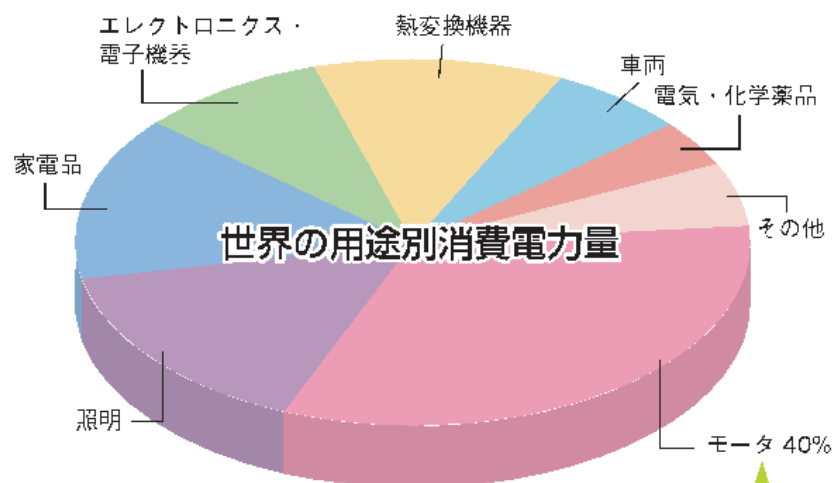
75~2000kW

# 1. 产品开发背景及目的

## 电机的耗电现状

电机的耗电量占全球总体耗电量**40~50%**

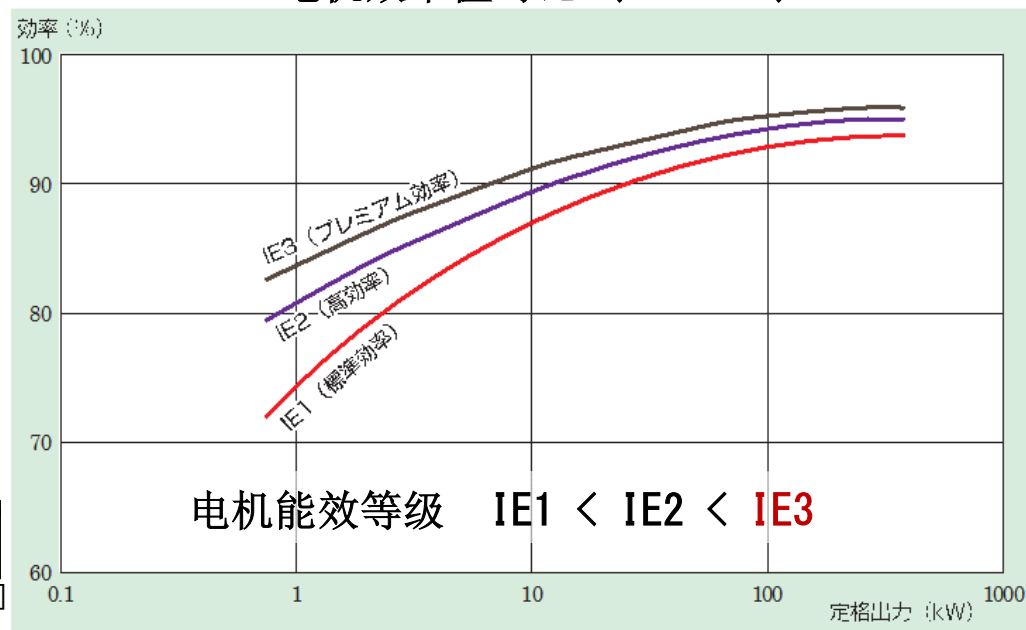
在日本，电机使用台数约1亿台，占比全年的全部耗电量约1兆kWh的**55%**。



降低电机能耗, 对节能贡献效果影响显著

[出典Motor Systems Motor Summit 2008]

### 电机效率值对比 (4P-50Hz)



电机能效等级 IE1 < IE2 < IE3

## 【节能法】

2015年在日本国内开始了规定电机效率的领跑者制度!

IEC (国际电气标准会议) 上规定了统一的效率等级 (IE1: 标准效率、IE2: 高效率、IE3: 超高效率)、日本的电机生产厂家不仅针对日本国内市场, 也针对海外市场, 在维持竞争力同时, 为了可以满足电机的交货及电机可以开始投产, 从2015年度开始与欧洲电机生产厂家在同一时间内开始切换生产IE3效率等级电机。

# 1. 产品开发背景及目的

## 开发目的（新的出发点）

### 节能法的产品范围

- (1) 单速三相鼠笼式感应电机（工频电源驱动）
- (2) 额定输出： 0.75kW以上~375kW以下
- (3) 极数： 2极、4极或是6极
- (4) 额定电压 - 频率： **1000V以下** - 50Hz 及60Hz
- (4) 时间额定： S1（连续使用），S3 80%ED
- (5) 变频专用电机(可工频电源)也在范围内

### 适用规定以外

- (1) 特殊绝缘
- (2) 星三角启动方式
- (3) 船用电机
- (4) 水下电机
- (5) 防爆电机
- (6) 高转速电机
- (7) 栅极电机
- (8) 高防护等级电机
- (9) 极端低温环境下使用电机



### TMEIC的出发点



社会公共基础设施 ·  
追求客户的价值

高效率化技术的追求

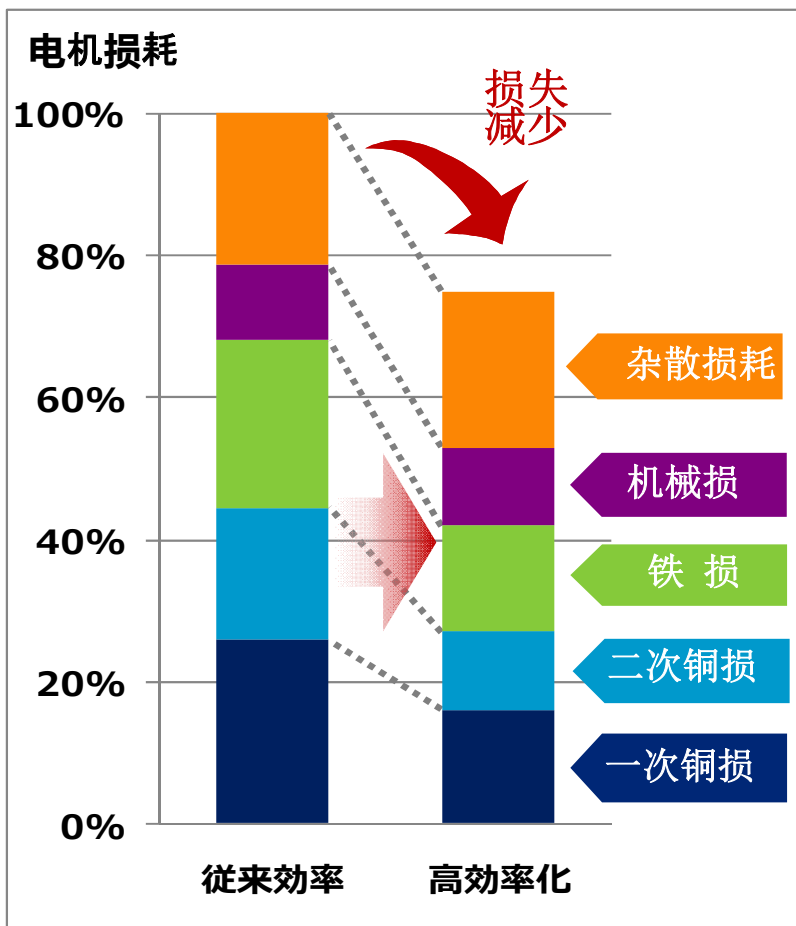
高压&防爆电机  
致力于高效率的开发

即使规定适用以外的范围  
普及促进节能电机  
为节能·保护环境做贡献

## 2. 开发进程

### 电机的高效率化（课题）

#### 电机产生损耗及高效率化



### 损耗原因

#### 銅損

增加銅材

产生于定子线圈/转子轴的电阻损耗  
(电流散热引起)

#### 鐵損

增加鐵心材料

产生于定子鐵心的损耗  
(磁通引起)

#### 機械損

轴承、风机、转子发生的摩擦损耗

#### 雜散損耗

高次谐波引起的鐵損、过电流损耗等

通过以往的方法提高效率  
增加銅材、鐵心材料的使用量  
降低銅損、鐵損

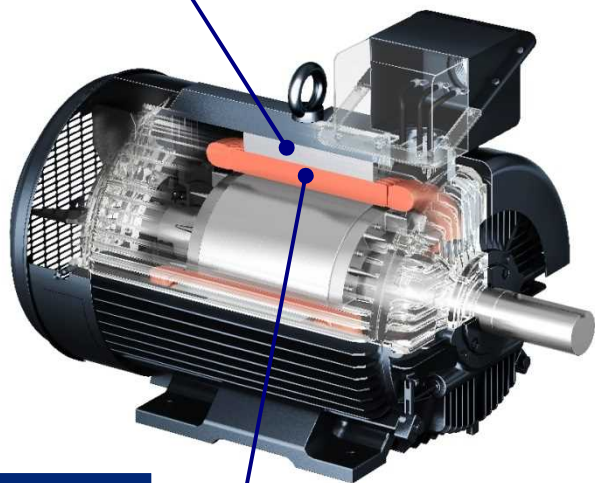
## 2. 开发进程

### 电机的高效率化（课题）

以往方法提高效率

#### 增加铁心材料

增大铁心体积、降低磁通密度、降低损耗

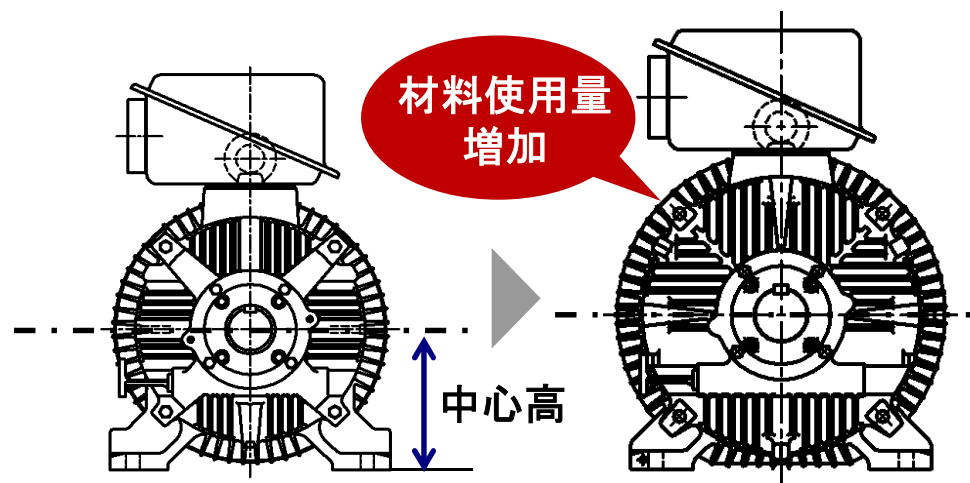


#### 增加铜材

增大导体（铜线/铝线）的断面积，降低阻抗损耗

之前的效率

高效率化



铁心尺寸变大  
电机全长变长  
帧数(中心高)变大

课题

- ✓ 电机体格（外形）变大
- ✓ 增加耗材



## 2. 开发进程

### 防爆型的高效率化（课题）

- 工厂等的需求虽多，由于严格的条件限制，探讨作为规定适用以外机种的 防爆型电机（特别是耐压隔爆型）的高效率化

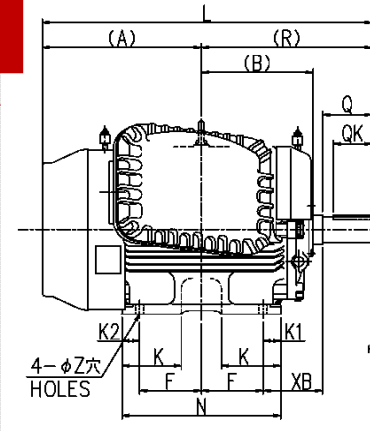
#### （例）耐压隔爆型电机



耐压隔爆型：在电机内部，即使发生燃气的爆炸，承受爆炸压力，产生的火花不会泄露到外部的结构

机壳为根据工厂电气设备防爆准则，防爆认证的爆炸试验合格

#### 课题



防爆检定合格品的结构尺寸决定后，不能变更机壳及尺寸。

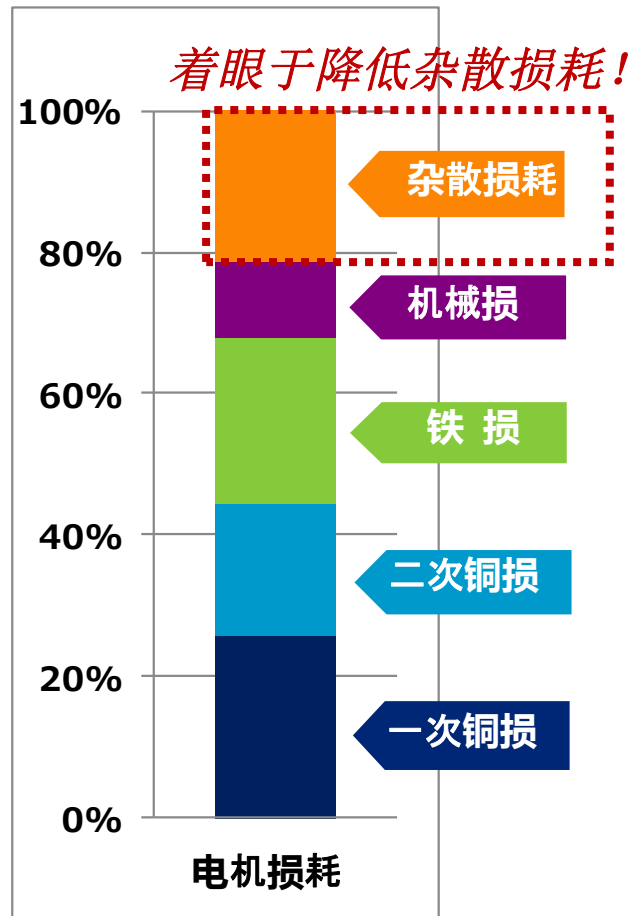
（变更时，每次都需要检定试验）

高效率化设计、不能简单的将电机外形变大。

## 2. 开发进程

### 针对课题探讨

#### 探讨降低损耗



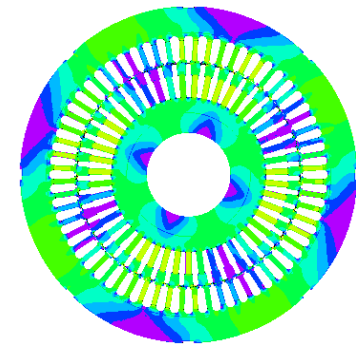
在什么地方，产生了多少损耗？  
损耗原因??

#### 杂散损耗

- (1) 由于磁通中包含高次谐波，发生高次谐波铁损、高次谐波过电流损等
- (2) 由于磁通的性质及构造形状的影响，发生深沟效果、集肤效应引起导体电阻的增加等
- (3) 不寄予扭矩其他因素引起，发生电气回路的循环电流、对于结构体的过电流等

#### 阐明杂散损耗的产生要因

- ✓ 根据详细磁场解析、阐明发生杂散损耗起因的设计因子  
追求将效率最大化的最优设计
- ✓ 降低含杂散损耗，铜损、铁损

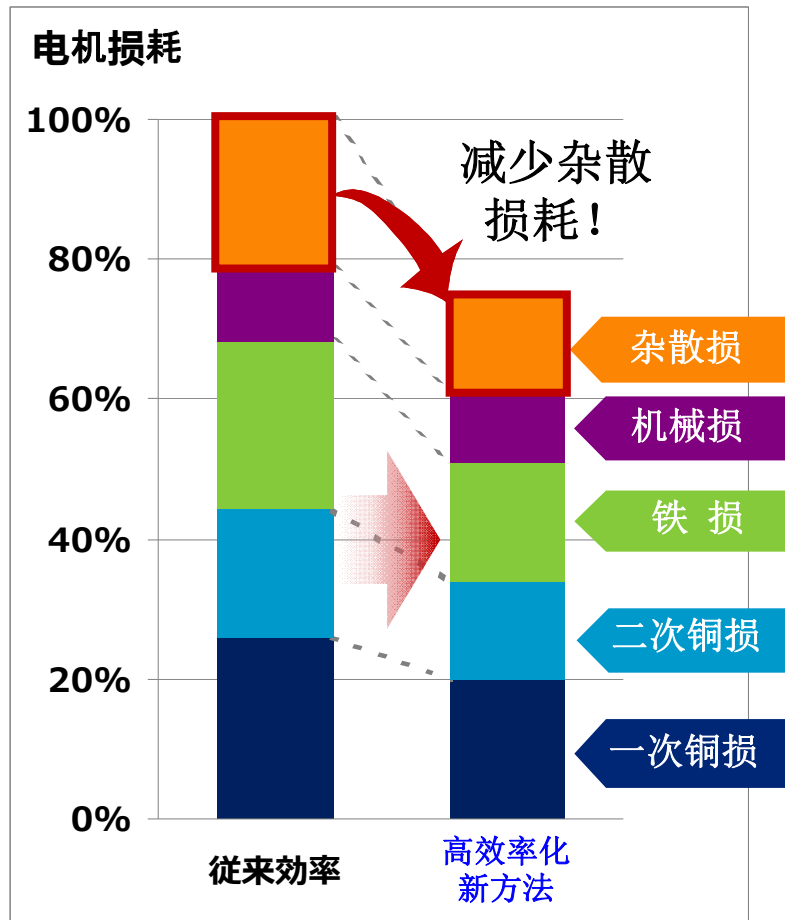


磁场解析(例)

## 2. 开发进程

### 开发进程的成果

① 高效率化 新方法：降低杂散损耗

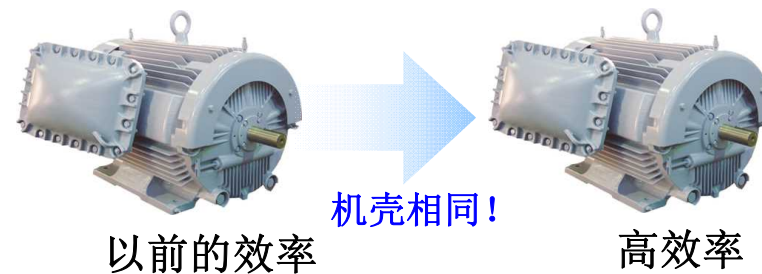


② 通过新方法的附带效果:

- 抑制增加铜材及铁心材料的使用量
- 考虑到节省资源化及减少环境负荷

耐压隔爆型采用现行检定合格构造  
已有机器容易更换(安装互换性)

- 生产周期缩短, 支持客户的  
投产计划  
更新促进高效率电机!



### 3. 产品技术方面特点

#### 先进性·独创性

- ✓ 在各种各样的场所和用途使用的高压、防爆、低压 8 极以上的电机，由于在高效率限制范围以外，向高效率电机更新的选择较少。
- ✓ 另一方面，客户(\*1)从长远来看，追求降低年平均 1 % 以上的能源消耗单位或是电气需要平均化评价单位。

(\*1)能源使用量（原有换算值）为年度1,500 k $\ell$  / 以上，特定企业人或是被指定的特定连锁化企业人



#### 通过新方法的高效率化技术的成果

- ◆ 实现降低杂散损耗
- ◆ 抑制使用材料的增加
- ◆ 容易更新至高效率化

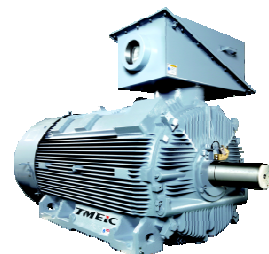
扩大高效率化集中



隔爆形



增安隔爆形



高压、低压 8 极以上

### 3. 产品技术方面特点

#### 节省资源化、降低环境负荷

适用通过新方法的高效率化设计，抑制使用材料的增加  
每个使用备件上，配合进行减少重量

(例) 90kW的减少重量效果

**电气导体** 定子线圈(铜线)  
转子杆(铝铸件)

86kg ⇒ 68kg **降低21%**

**铁心材料** 定子, 转子铁心(电磁钢板)

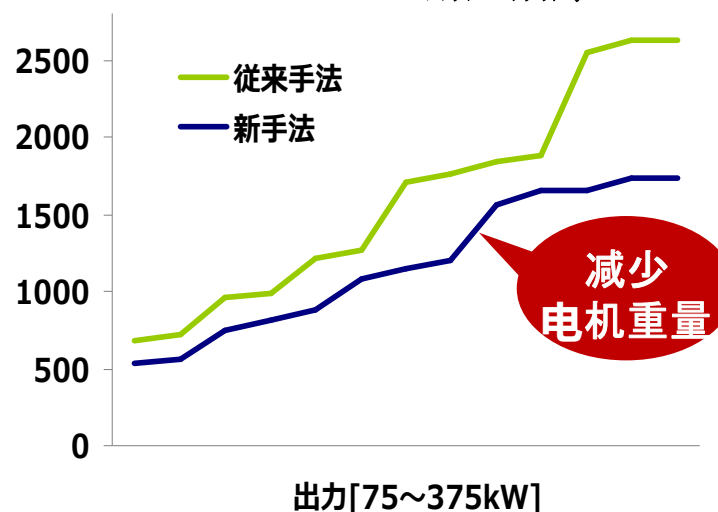
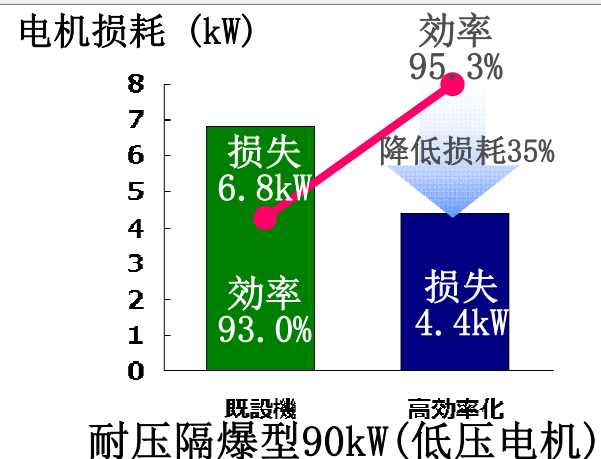
257g ⇒ 188kg **降低27%**

**机壳** 铸件

210g ⇒ 162kg **降低23%**

**电机重量**

710g ⇒ 560kg **降低21%**



以往手法及新方法的高效率化电机重量比较

考虑到节省能源化、减少环境负荷的电机

### 3. 产品技术方面特点

#### ■ 总结

- 开始IE3超高效率等级后、为了减少环境负荷，进一步扩大对社会的贡献、着眼于规定适用以外的高压&防爆电机的高效率化。

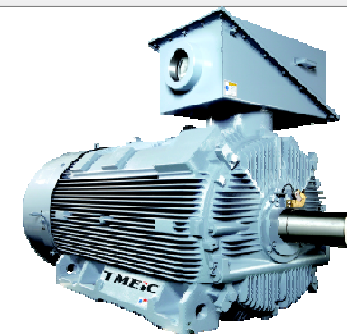
特别是防爆电机的高效率化，响应石油、化学用户的众多期望、推进研究

致力于研究降低技术评价困难的杂散损耗、

拥有耐压防爆电机的安装互换性(活用既存检定)、

实现 I E 3 等级的高效率化、为客户更新需求做贡献

- 已开发的高效率化技术也反映在高压及低压 8 极以上的机种
- 相比以前设计，实现了减少材料使用量，对资源的有效活用做出贡献



高压电机



防爆电机

拓宽了高效率电机的适用基线、促进了节能化产品的普及



非常感谢聆听。