

TPMS技术与发展趋势

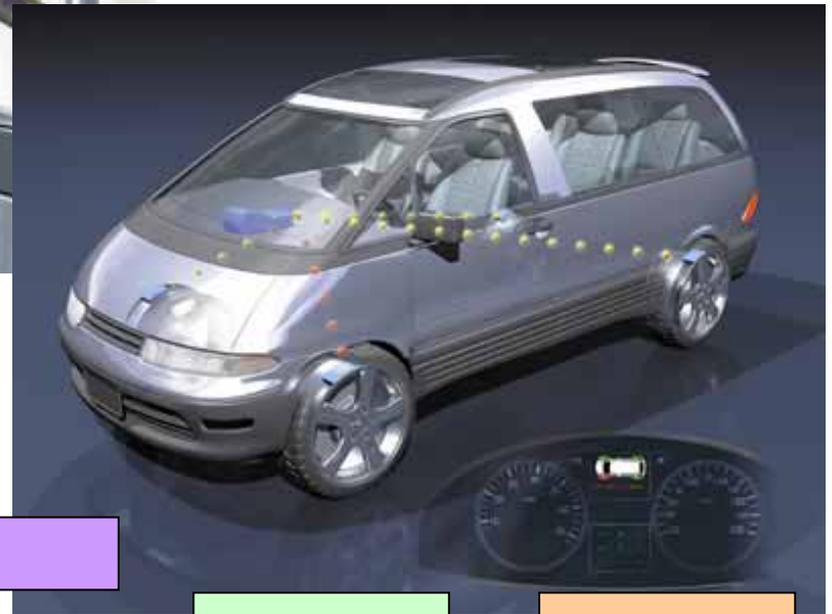


颜重光

Alec Yan

2005-8

TPMS的系统组成



P/T/A Sonser

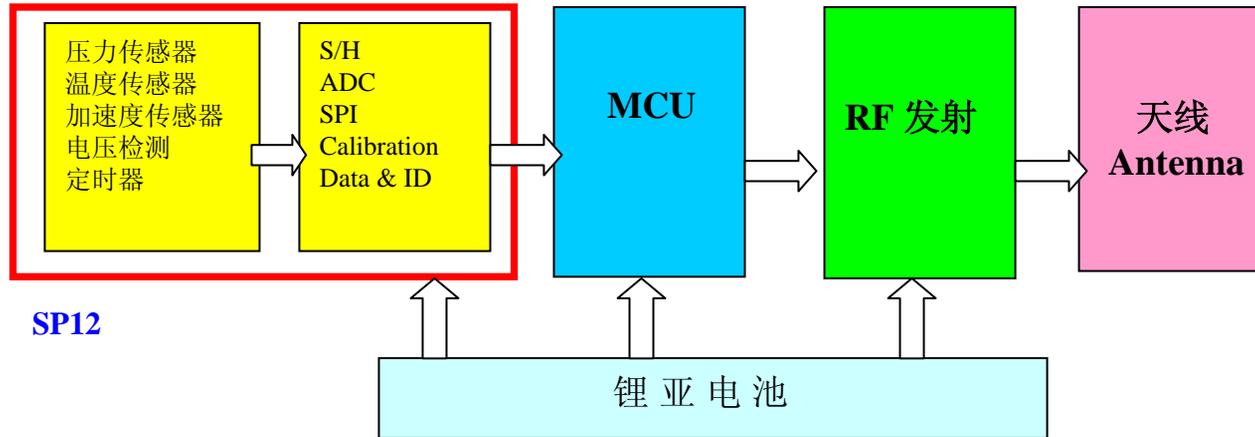
MCU

RF

Battery

Antenna

TPMS发射器

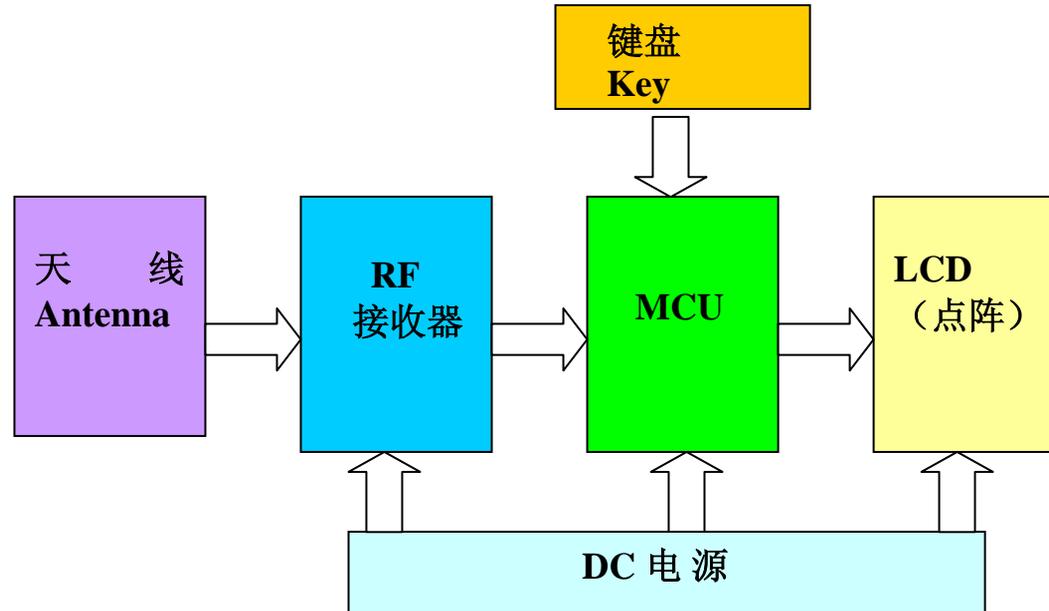


TPMS发射器由五个部分组成

- (1) 具有压力、温度、加速度、电压检测和后信号处理ASIC 芯片组合的智能传感器SoC;
- (2) 4-8位单片机 (MCU) ;
- (3) RF射频发射芯片;
- (4) 锂亚电池;
- (5) 天线。

外壳选用高强度ABS塑料。所有器件、材料都要满足-40℃到+125℃的使用温度范围。

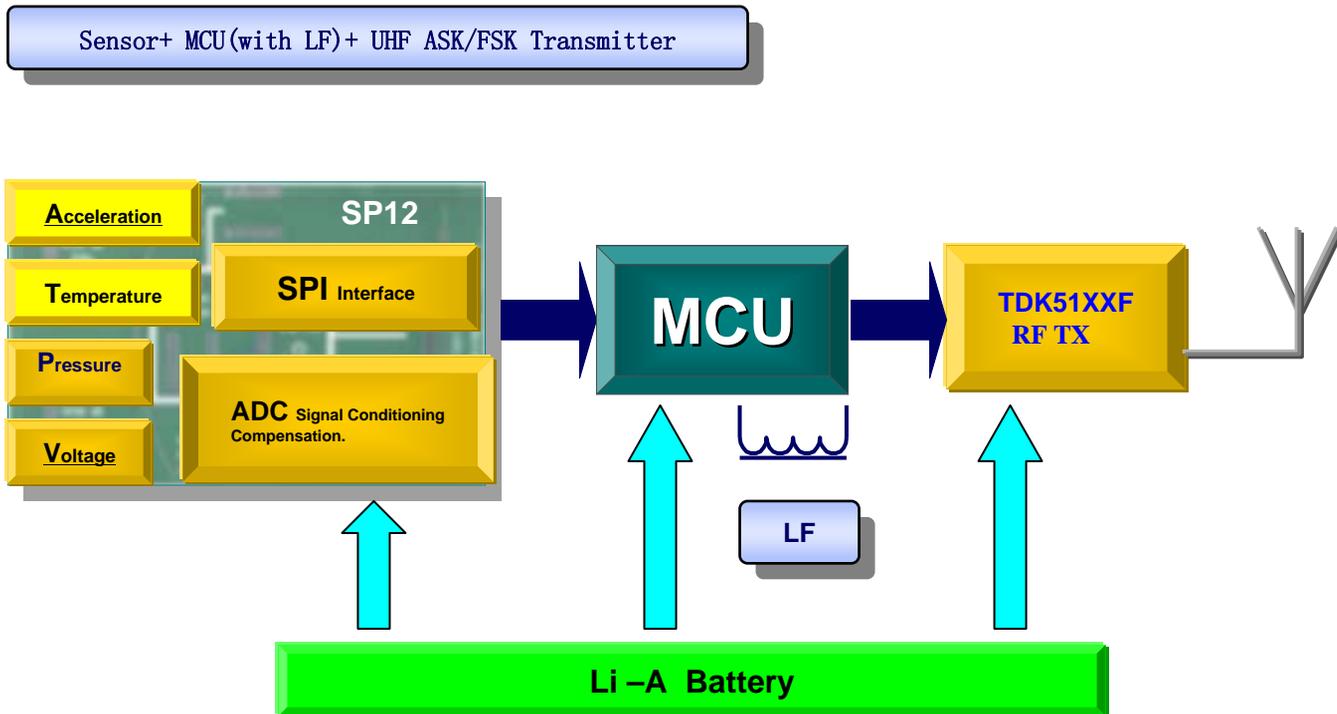
TPMS接收器



TPMS接收器由六个部分组成

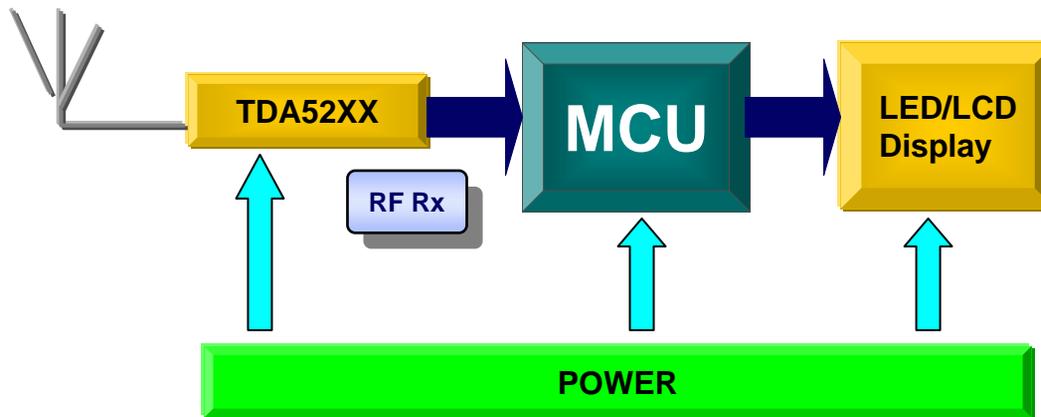
- (1) 天线
- (2) RF接收器
- (3) MCU
- (4) 键盘
- (5) LCD点阵/字符、LED
- (6) DC电源

基于SP12的TPMS 方案 Tx

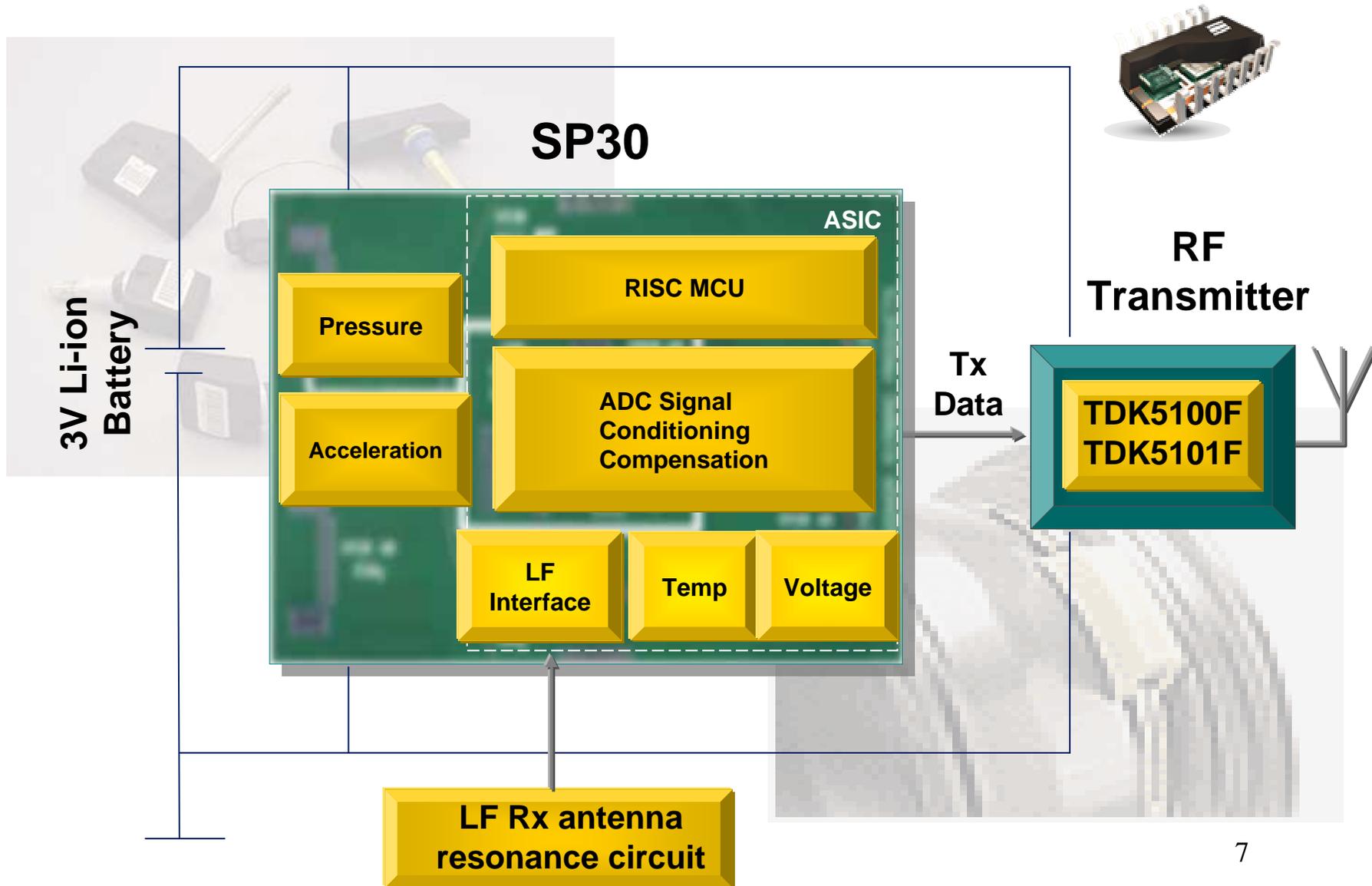


基于SP12的TPMS 方案 Rx

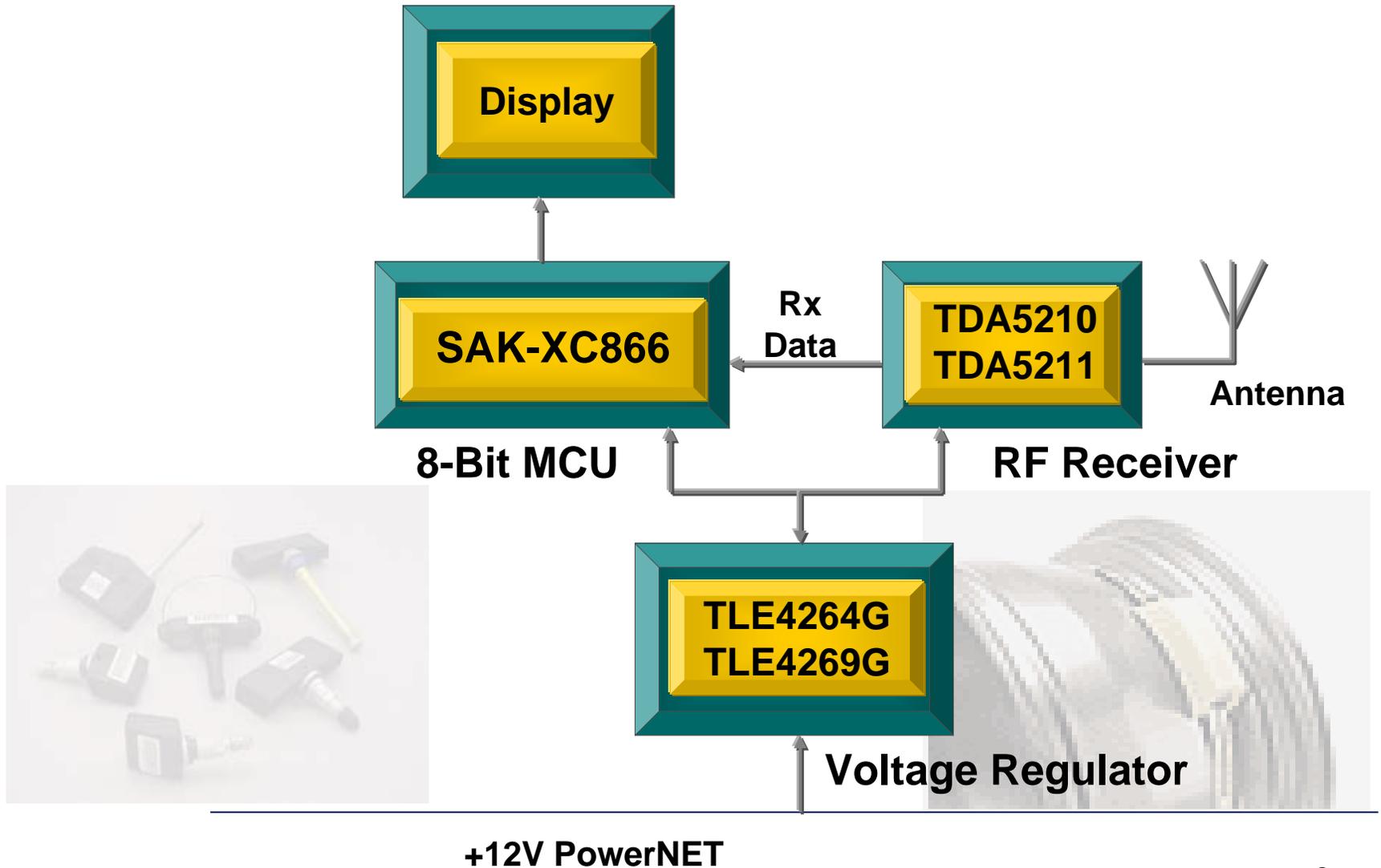
UHF ASK/FSK Receiver + MCU + LCD/LED Display



基于SP30的TPMS发射方案 Tx

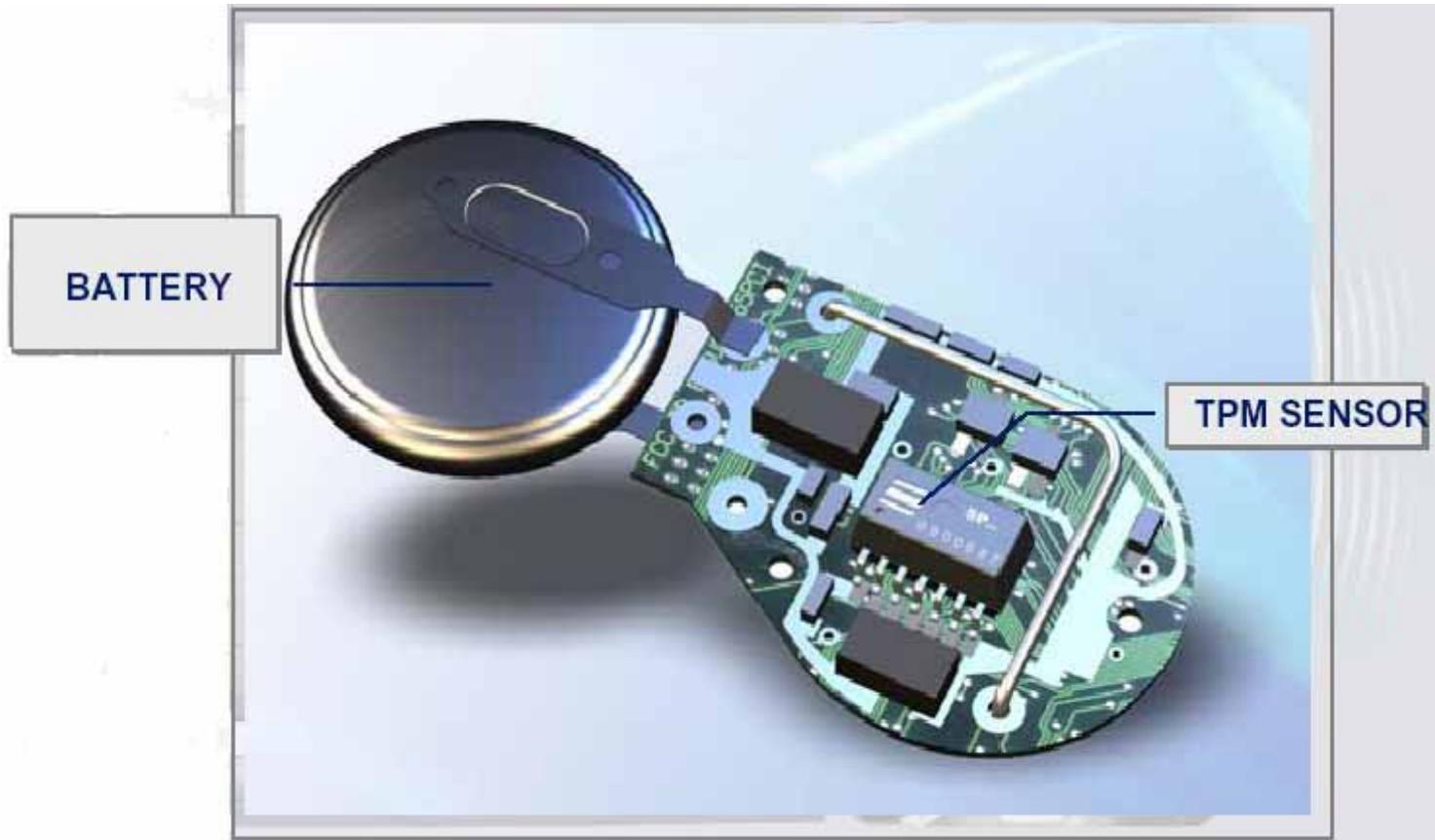


TPMS 接收器方案 Rx



+12V PowerNET

TPMS发射系统



传感器模块是TPMS的关键器件之一



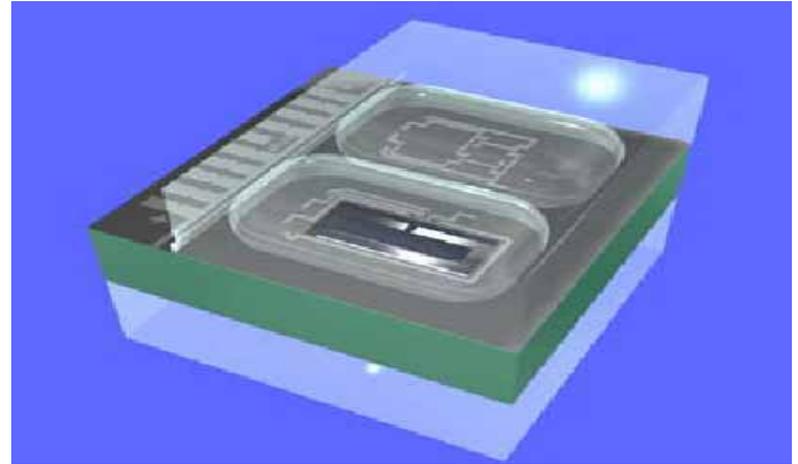
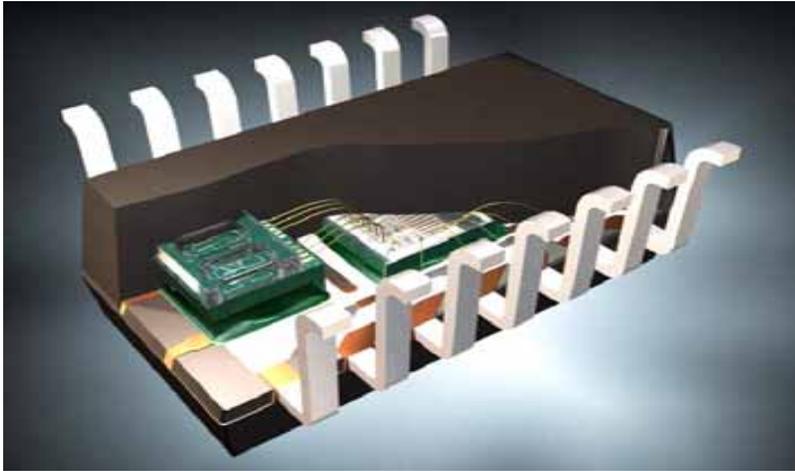
TPMS传感器模块

- TPMS传感器是一个集成了半导体压力传感器、半导体温度传感器、数字信号处理单元、和电源管理器的片上系统模块。为了强化胎压检测功能，有不少TPMS传感器模块内还增加了加速度传感器、电压检测、内部时钟、看门狗，和带12 bit ADC、4k Byte Flash、2k ROM、128 Byte RAM、128 Byte EEPROM及其它功能的ASIC数字信号处理单元或MCU。这些功能芯片使得TPMS传感器不仅能实时检测汽车开动中的轮胎压力和胎内温度的变化，而且还能实现汽车移动即时开机、自动唤醒、节省电能等功能。电源管理器确保系统实现低功耗，使一节锂电池可以使用3-5年。

TPMS的压力传感器都是用基于MEMS技术来设计、生产的，主要有硅集成电容式压力传感器，如Motorola的MPXY8020、MPXY8040；和硅压阻式压力传感器，如GE NovaSensor的NPX1、NPX2，Infineon SensoNor的SP12、SP12T、SP30。硅压阻式压力传感器是采用高精密半导体电阻应变片组成惠斯顿电桥作为力电变换测量电路的，其测量精度能达0.01-0.03%FS。

硅集成电容式压力传感器 vs 硅压阻式压力传感器

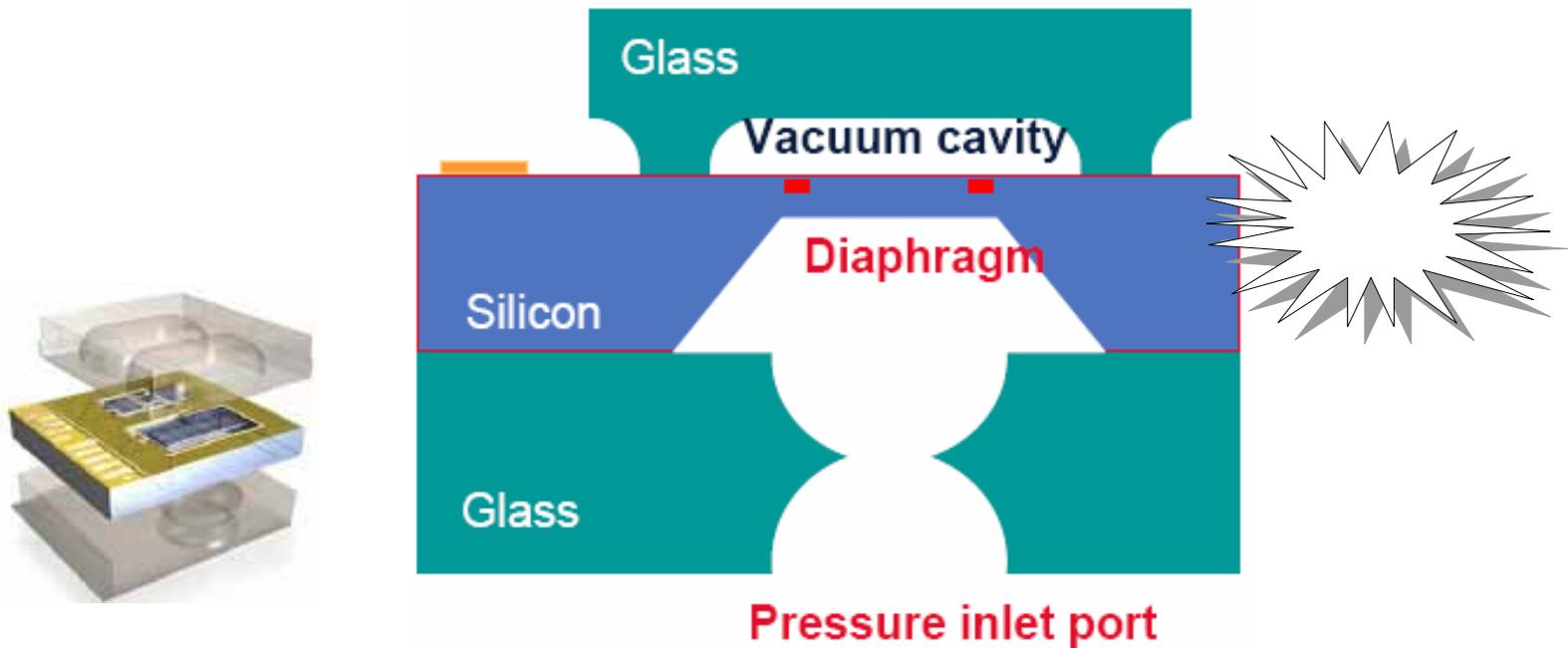
SP30内部结构



压力、加速度、温度MEMS芯片与电压检测、MCU组合封装在一个包装内。

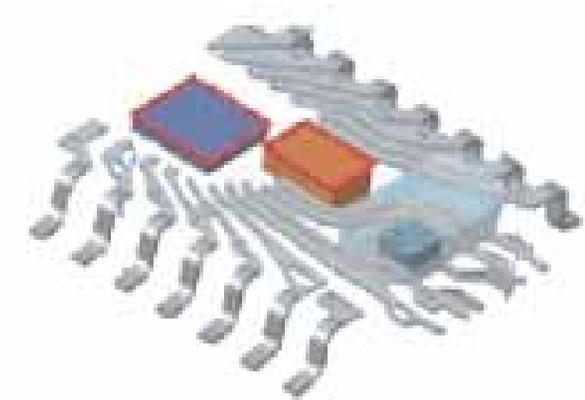
组合压力和加速度传感器的die

SP30压力传感器内部结构



三层堆叠模块 (玻璃-硅-玻璃) 具有最佳的介质兼容性

NPX2三维模型

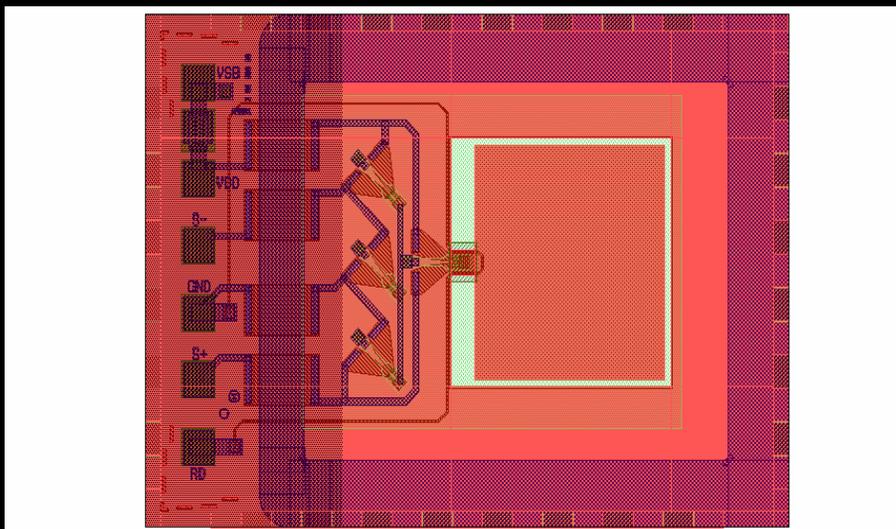


内含压力、加速度温度传感器和**MCU**
打开**NPX2**三维模型可以看到内部架构



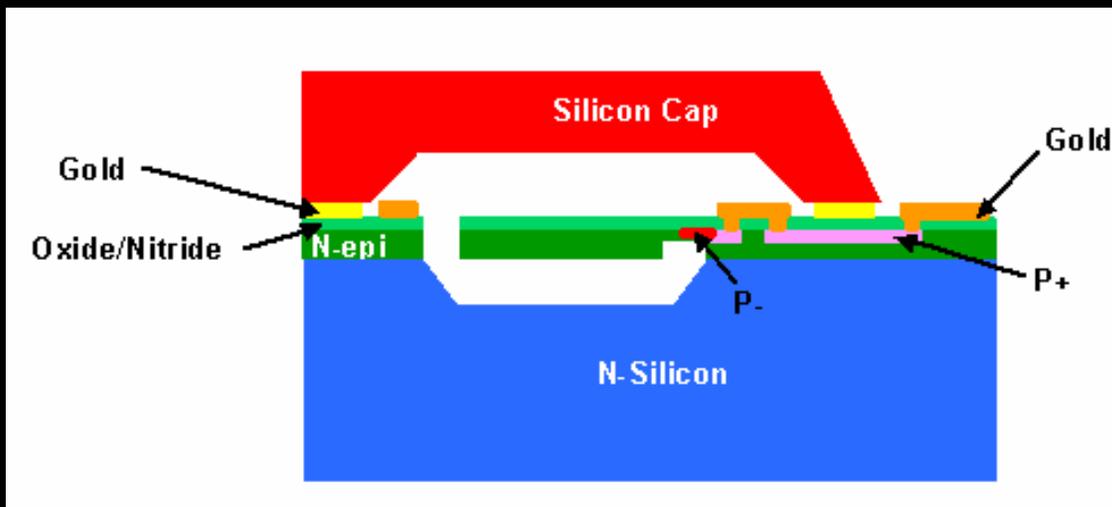
NPX2 加速度传感器内部结构

顶视图

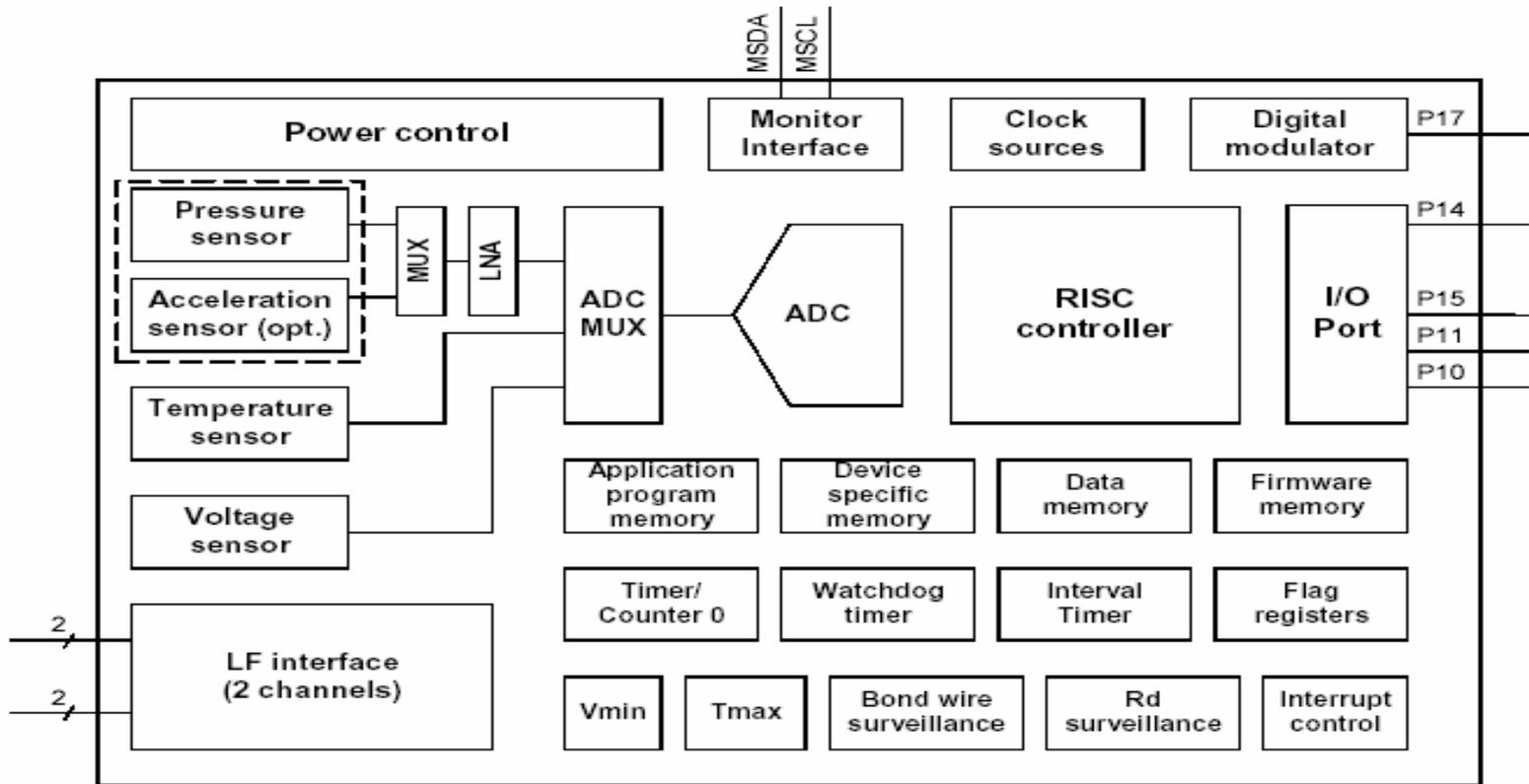


- 坚固设计，可承受5次5000g的跌落试验
- 多晶硅主动防护设计提高设备的电气稳定性
- 共晶结合封装技术产生机械应力小

截面图

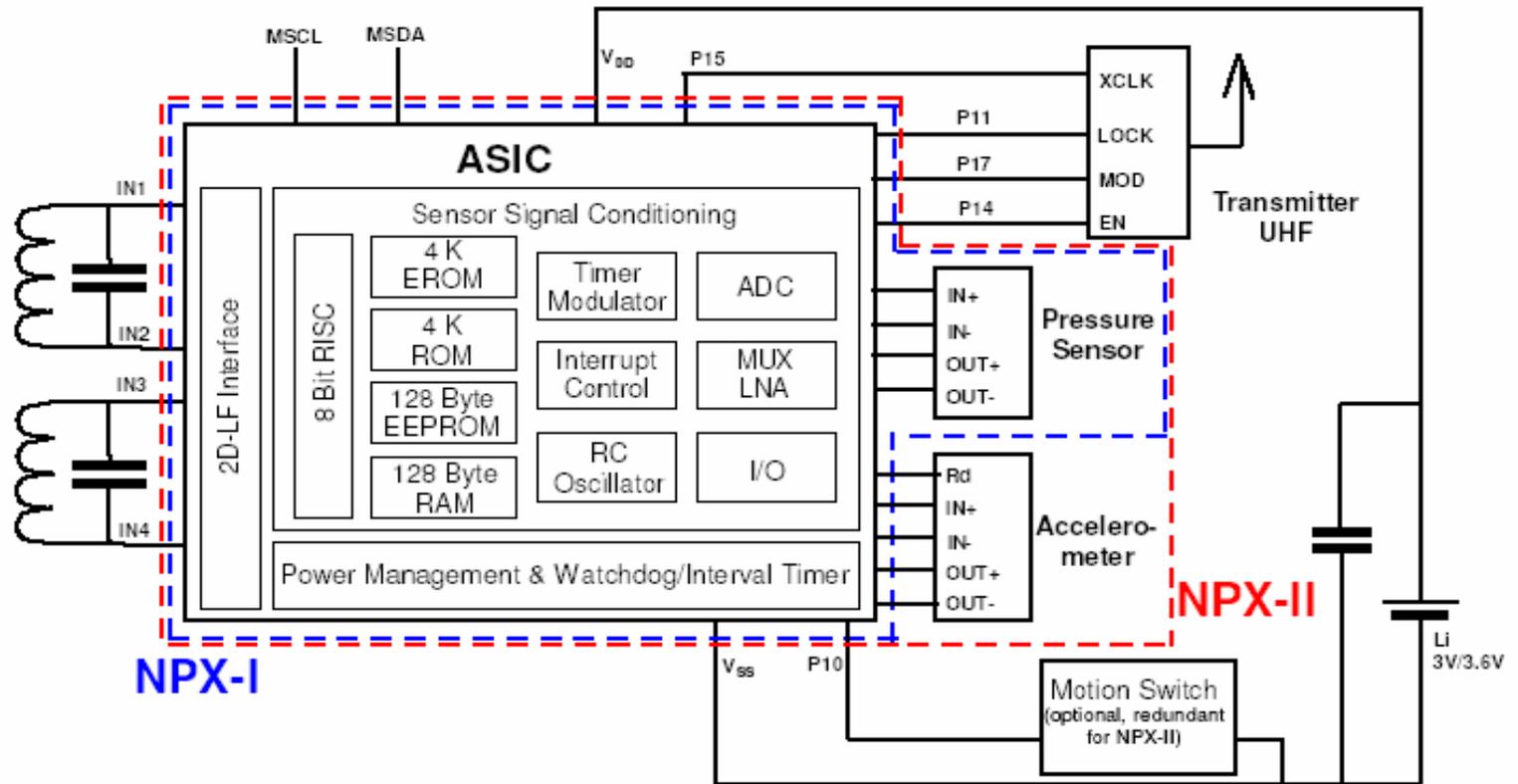


SP30功能框图

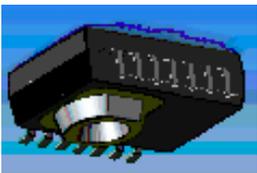


SensoNor Sensor + Philips MCU

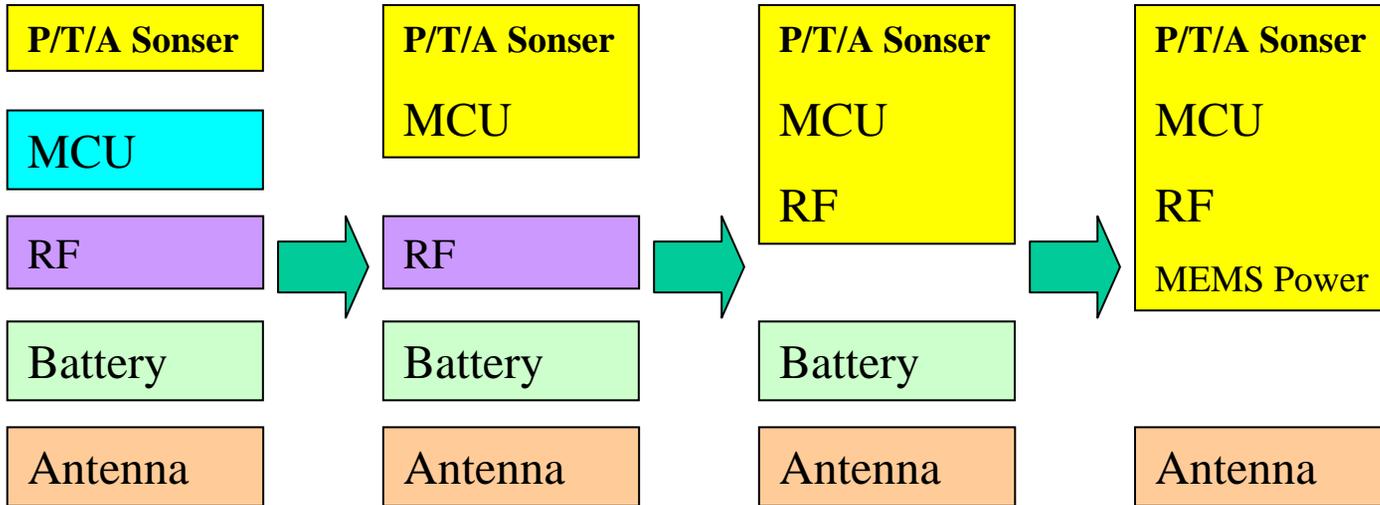
NPX功能框图



NovaSensor Sensor + Philips MCU



TPMS传感器模块技术发展趋势



汽车轮胎压力监视系统是驾车者、乘车人的生命安全保障预警系统，将是一个永恒的主题，因此，TPMS将成为汽车安全保障系统之一。TPMS发射模块将向高度集成化、单一化、无线无源化方向发展。随着TPMS产品市场对IC高整合度和高可靠性的要求，目前已经有了如Infineon SP12/SP30、GE NPX那样的将所需测试各物理量的传感器与MCU合二为一的智能传感器模块，在未来几年内还会开发出包含RF发射芯片三合一的模块，包含利用运动的机械能自供电的四合一的模块，届时胎压监测发射器只有一个模块和一个天线组成，客户的二次设计变得十分简便。

TPMS传感器模块技术发展趋势

米其林集团公司、固特异轮胎橡胶公司已开发出在轮胎制造时的成形工序中，将压力、温度监测和信号发射装置被埋入轮胎胎壁内，它在轮胎的整个寿命期间（一般为1~7年）发挥作用；作为信号接收装置做成如手机的手握式解码读出器，可方便驾驶者出车时插装在车上，下车后随身携带。

以RFID技术作为研发智能轮胎的基础，美国固特异轮胎橡胶公司就是其中的一员。该公司和西门子VDO汽车配件公司合作，成功研发出一种钮扣电池般大小的带RFID卡传感器。该传感器除了能够感知轮胎内的气压、胎体温度的变化并发射反映这种变化的信号外，还具有标识轮胎的功能，也就是说，它既可用于轮胎气压监测，还可以用于轮胎历程可追溯性记录。

上海交通大学也开始基于声表波技术的TPMS开发研究，这种能同时测量轮胎内压力、温度和发射数据的SAW传感器，不仅可实现智能轮胎信息的无源测量和无线发送，并且将拥有中国人自主知识产权。

选好RF是 TPMS关键之二



RF芯片选用的要求是：

- (1) 发射功率尽可能大，接受灵敏度尽可能高；
- (2) 芯片外型尺寸尽可能小；
- (3) 具有比较好的性能/价格比。

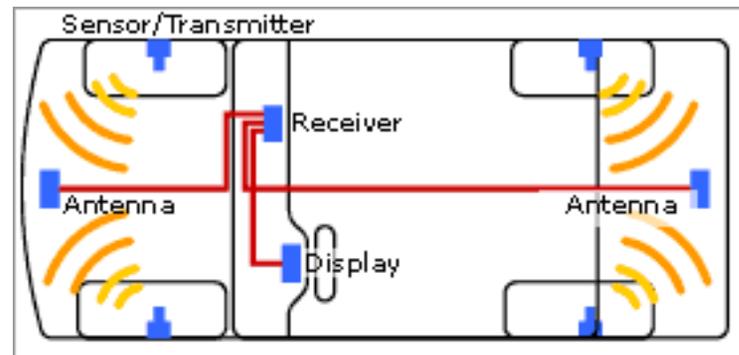
天线设计思考--TPMS关键之三



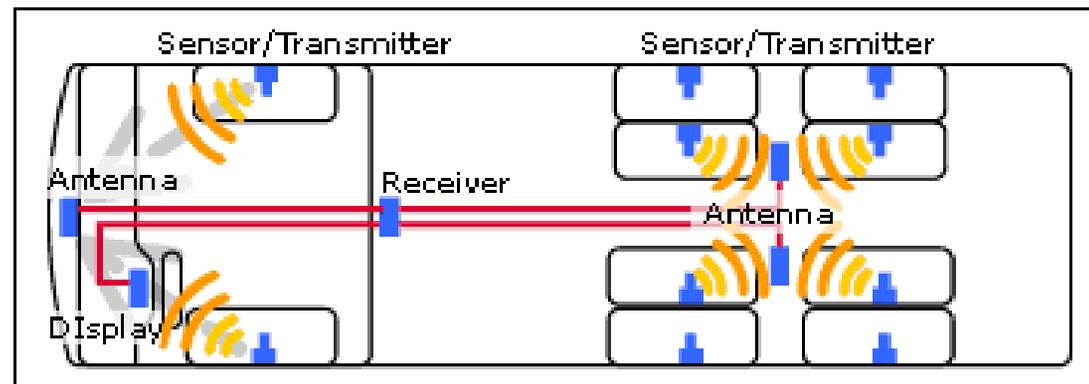
- TPMS发射器的天线靠近气门咀，位于轮毂内，因而在设计天线时必须考虑金属轮毂和车轮高速行驶时天线不断变换方向、角度的影响。
- 螺旋天线可能是一种比较好的选择，它可扩大发射和接收的角度，有效地克服静动态盲点。
- 螺旋天线的直径（ D ）、圈数（ N ）、圈间距（ S ）、螺旋角（ α ）决定了天线的效率、增益和方向性。

外置天线增强信号接收能力的方法之一

Passenger Car System



Truck and Bus System



加速度传感器与唤醒

SP12/30 和NPX2系列的智能传感器都包含了加速度传感器，加速度传感器利用其质量块对运动的敏感性，实现汽车移动即时开机，进入系统自检、自动唤醒，汽车高速行驶时按运动速度自动智能确定检测时间周期，用软件设定安全期、敏感期和危险期，以逐渐缩短巡回检测周期和提高预警能力、节省电能等功能。可以利用**加速度传感器+MCU+软件设计**完成唤醒的功能设定，不再需要用其它芯片，以免增加成本。

TPMS产品发展趋势



轮毂内气门咀按装



轮胎外气门咀按装



TPMS产品发展趋势

Truck and Bus



多轮大卡车的接收器

Car



按装在倒车镜上的接收器

大卡车TPMS需要信号转发器

大卡车用TPMS的发射器可多至36个，因此后面几十个轮子的信号都要接力和中转，必须加信号转发器，因为现在的大卡车从后轮到驾驶室的距离在10米左右，半挂车更长，TPMS的发射功率如超过10dBm，那末整个产品和系统要接受无线电管制委员会管制，因此全世界几乎所有的TPMS发射功率都在此以下，信号转发器可以缩短接收器的接收距离，提高接收效果。

中国TPMS市场迎来初春

- 2005年中国的TPMS开发、生产厂商已经多达**200**家，其中有自主设计和生产能力的占**30%**，真正大批量生产的厂家很少。
- 一大批本科生、研究生以TPMS为毕业设计课题，为TPMS造就了一批可用之才和新鲜血液。
- 一批国内生产的汽车开始将TPMS作为标准配置。
- **等待中国政府行为，TPMS市场增长的驱动力来自政府高速公路交通安全管理的立法。**
- 美国政府要求汽车制造商加速发展TPMS系统，在2000年美国国会通过了TREAD法案。TREAD法案的要求之一是到2007年，所有在美国销售的汽车都必须安装轮胎压力监视系统。美国公路交通安全局（NHTSA）要求所有在美国销售的汽车都必须安装轮胎压力监视系统，并提出了汽车生产商的执行时间表。
- 美国《今日美国报》4月8日报道说，到2008年，所有重量在10000磅以下的四轮汽车都必须安装轮胎压力监测系统，这一规定适用于轿车、跑车、皮卡和面包车。报道还指出，美国汽车制造商称，他们生产的汽车中已经有大约18%采用TPMS技术。



美国 TPMS 法案

- 美国国家高速公路交通安全管理局TPMS装配规定(April 8, 2005)
- 美国公路交通安全局 (NHTSA) 要求所有在美国销售的汽车都必须安装轮胎压力监视系统, 并提出了汽车生产商的执行时间表。

– 新出厂的轻型汽车* TPMS配置率：

- 2005, 10月5日 * 20% (第 1阶段)
- 2006, 9月1日 70% (第 2阶段)
- 2007, 9月1日 100%
- * 180 days after publication in the federal register

– Changes to Proposed Rule making (Sep 16, 2004):

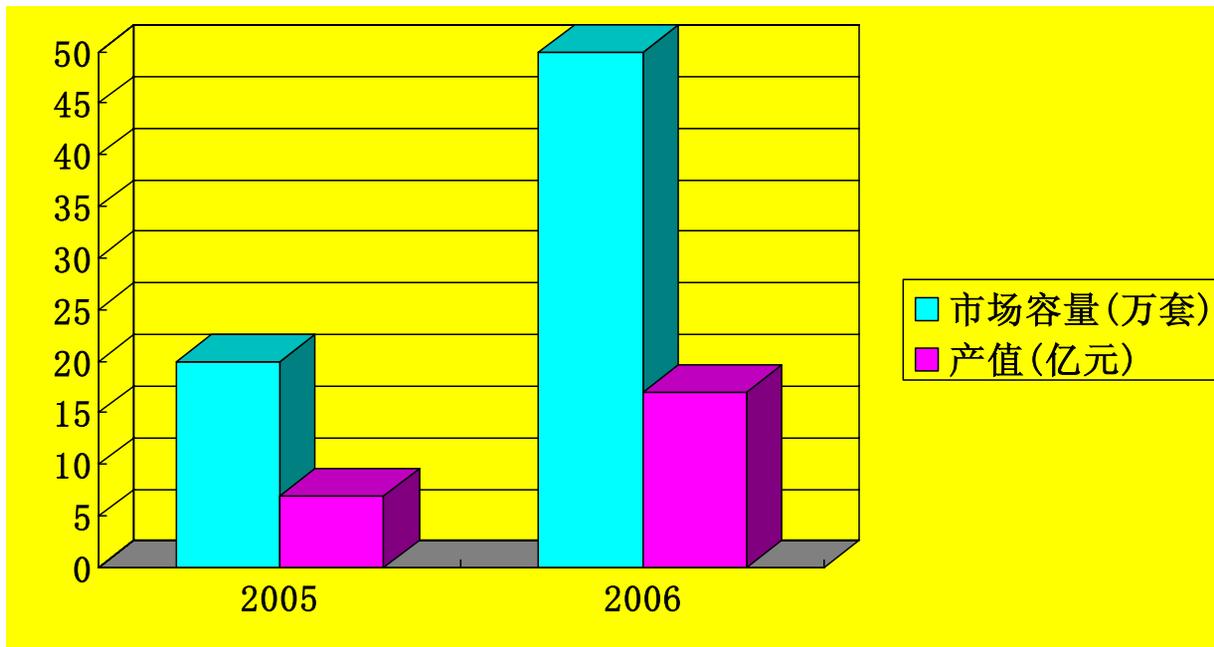
- **Carry-forward credits for light vehicles**
(that are manufactured between April 8, 2005, and the conclusion of phase-in on Sep 1, 2007)
- **Carry-backward credits for manufacturers**
(which defer compliance with a part or all of the certification requirements under the standard of the first phase-in period)



* 轻型汽车即整车毛重不超过 4,536 kg (10,000 磅)

China TPMS Market Scenario

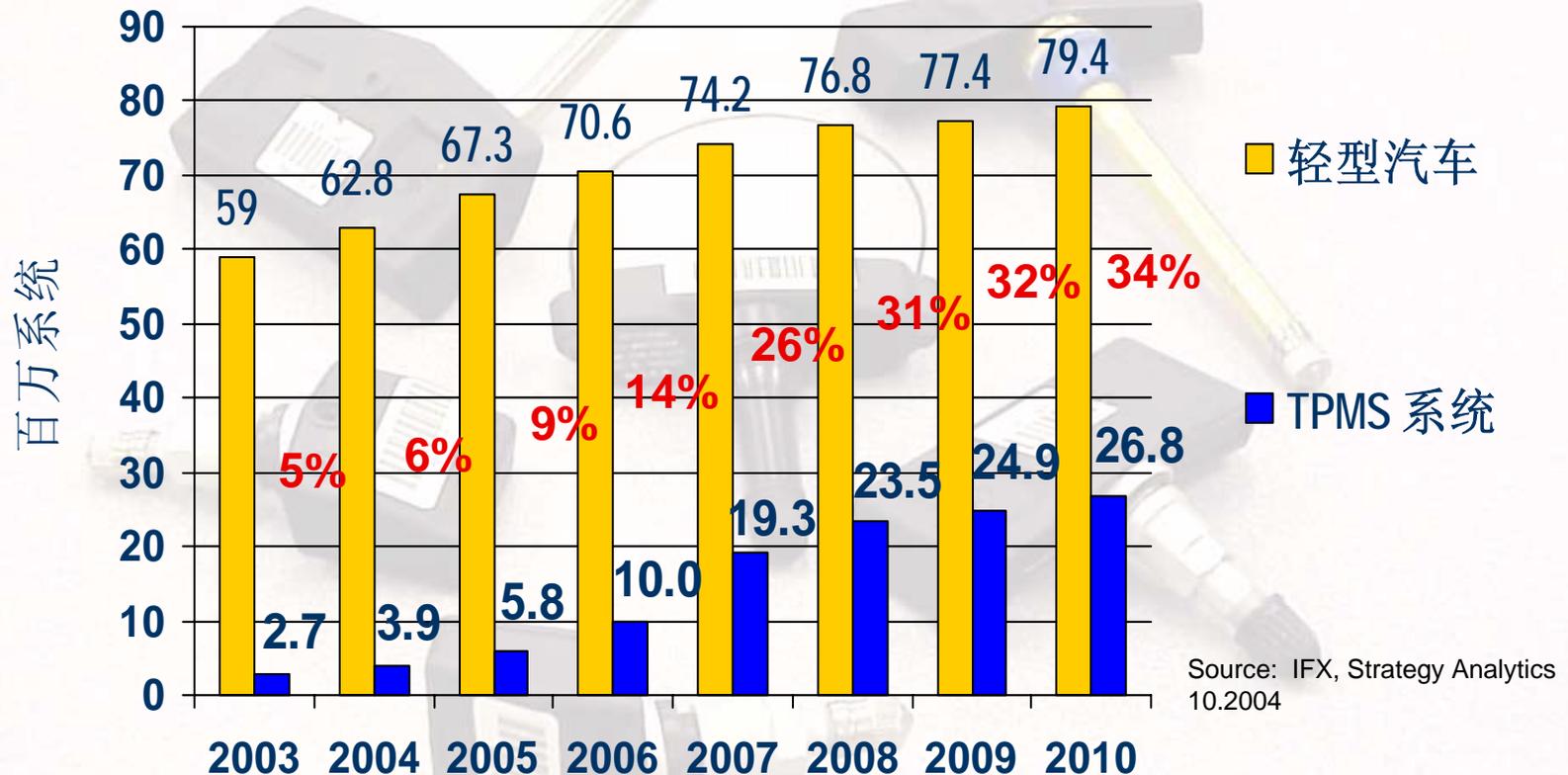
中国TPMS市场预测



中国正在成为全球最大的汽车市场，据有关部门对中国TPMS市场预测：**2005**年底市场容量就将达**20**万套，近**7**亿人民币；**2006**年将达到**50**万套，近**17**亿元。

美国TPMS 市场预测

基于美国国家高速公路交通安全管理局法规 (April 8- 2005)



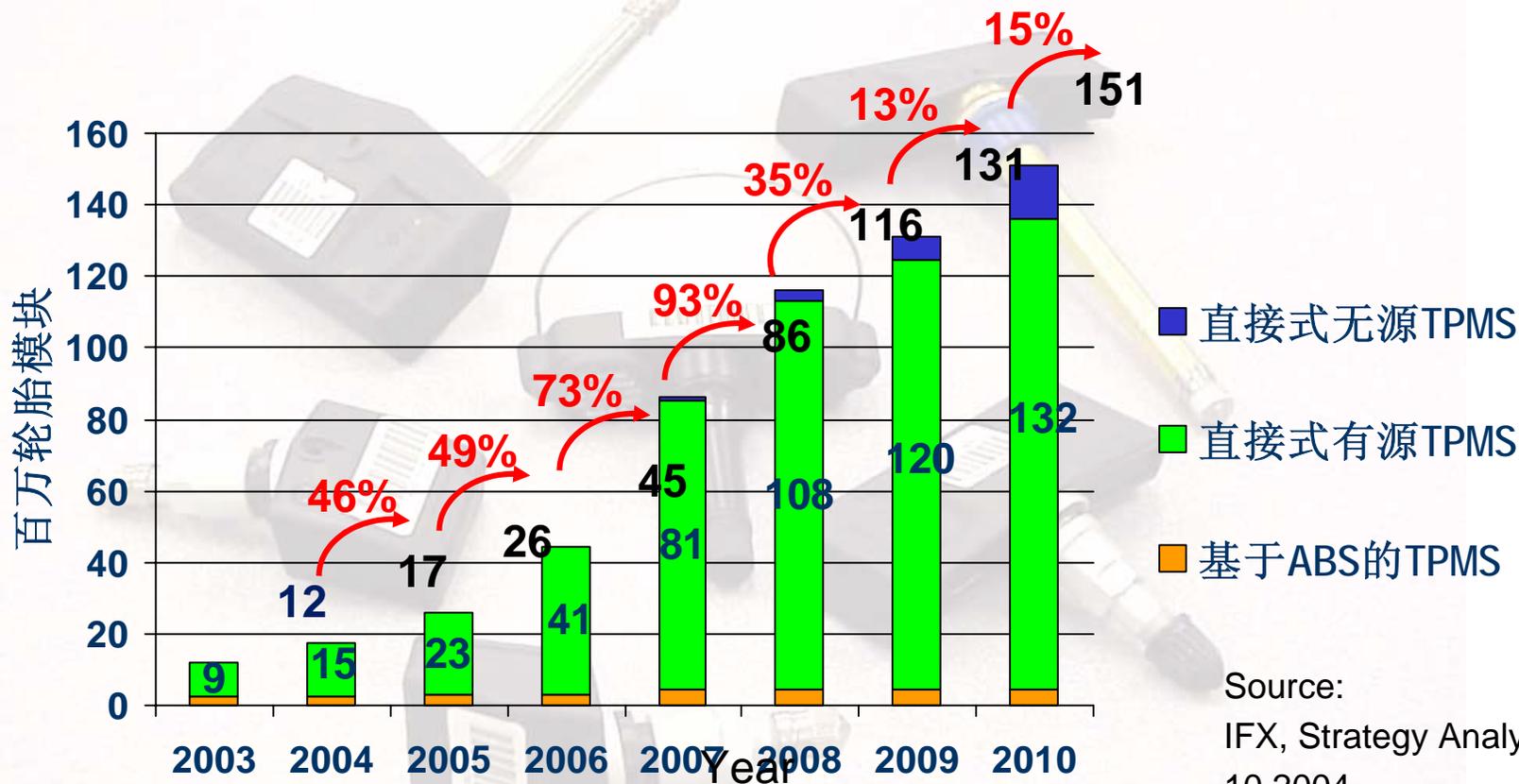
TPMS 市场增长的驱动力来自美国高速公路交通安全管理局的立法。

In 2008, 19.5 mio light vehicles (= 26% of ww market) are from NAFTA,

only 4.0 mio light vehicles (= 5% of ww market) are from other regions.

TPMS Market Scenario

国际TPMS市场预测



Source:
IFX, Strategy Analytics
10.2004

- 直接式有源TPMS将是市场主流方案
- 现有的无源TPMS方案尚未成熟

Thanks !



CP: 13701600663

E-mail: alecyan@public4.sta.net.cn