



东莞劲胜精密组件股份有限公司

DongGuan JANUS Precision Components Company Limited

**液态硅胶在3C电子产品
防水结构件上注射成型工艺及模具**

报告人：王长明

2015 年 3 月 13 日

1 手机等3C产品防水技术发展概况

2 液态硅胶性能及成型工艺

3 液态硅胶在防水结构件上应用

4 防水类产品的成型模具

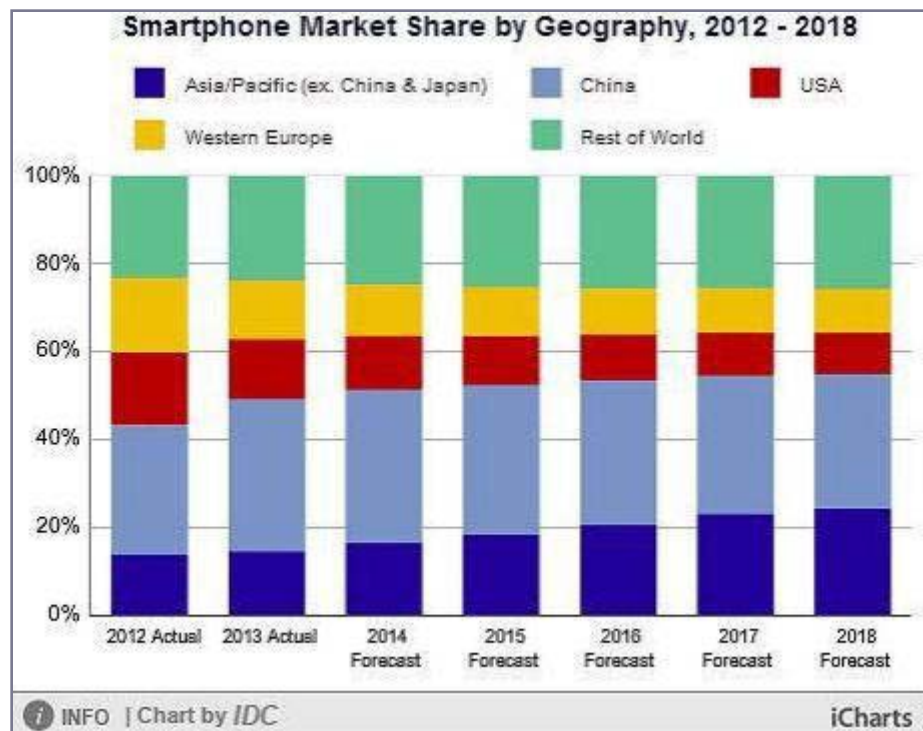
5 防水性能测试方法

6 案例分析（塑胶、金属、玻璃）

手机产品发展趋势

目前智能手机在传统市场已趋于饱和，但新生市场对低价设备的需求仍将持续增长。

IDC预测，2013年至2018年的平均年复合成长率将达12.7%。



相较2013年的10.1亿只，2014年全球智能手机出货量达12.5亿只，年成长率达23.8%，预计2018年智能型手机出货量可达18亿只，中国将占全球智能手机出货量的近1/3。

平均价格将持续下降

智能手机的平均售价将会持续下滑，预计到2017年，智能手机的平均售价将下降到265美元。

地区	2013 智能手机平均售价	2017 智能手机平均售价	5 年复合年增长率
亚太地区	262	215	-8.90%
欧洲	419	259	-9.00%
北美	531	567	2.10%
拉丁美洲	288	246	-5.70%
中东和非洲	338	230	-7.30%
总计	337	265	-7.30%

在日趋激烈的市场竞争中，手机制造企业将目光投向了防水手机，企业布局防水手机速度正在加快，在全球开始打响“防水战”。



防水手机将成标准配置

据报道，在2015年，防水功能将会成为索尼中端手机的一个标准配置，索尼的合作伙伴均已根据索尼要求，研发防水机型。



三星Galaxy S4 Active

防水型智能机的出货量在未来两年内提升20-30%，防水手机将开始普及，并成为手机的基本功能之一。



索尼 Xperia Z1 (可在水下拍摄)

除了索尼的防水手机布局，三星、HTC、联想、华为和酷派也将在中端机型中支持防水功能。



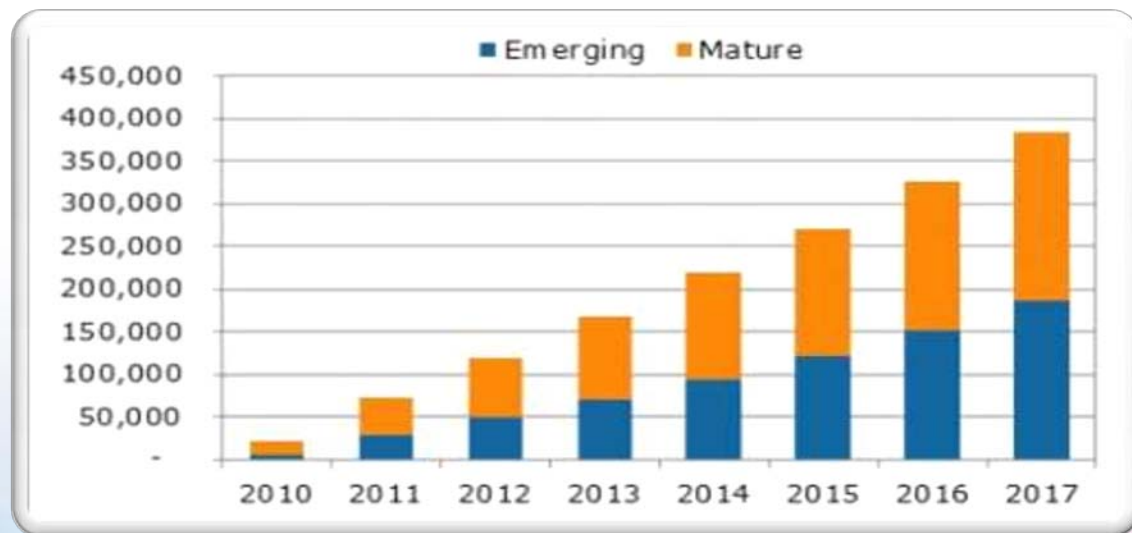
摩托罗拉ME525

平板电脑及可穿戴设备发展趋势

NPD预测，2017年平板电脑出货量将达到3.833亿台，全球市场份额将从去年的36%增至46%。SONY，Arbor等厂商也越来越多推出防水机型，如索尼Xperia Tablet Z、Arbor Gladius 10等防水平板电脑。



防水智能手表



BergInsight预测，2019年可穿戴设备出货量将达到1.68亿台，同时防水功能也将成为其基本配置。

液态硅胶在电子产品防水上的运用

随着用户对高性能手机的要求不断提升，防水功能手机已经开始普及，日本电子产品市场80%都有防水性能，硅胶作为防水材料被广泛应用于电子产品，下图是京瓷、NEC、SONY等公司的相机、手机、数码产品的防水壳体。



传统电子设备防水技术

防水胶垫



双料成型胶塞



O形密封环

传统3C产品防水技术，通常是用涂胶粘接、超声焊接等方式，在塑胶构件的槽/筋位置，设置硅胶防水圈或利用塑胶加TPU双色成型的方法，实现防水的功能。但该方式由于中间需要手工操作，其装配的精度、稳定性无法保证，防水效果较差。

防水泡棉/背胶



防水圈螺丝



1 手机等3C产品防水技术发展概况

2 液态硅胶性能及成型工艺

3 液态硅胶在防水结构件上应用

4 防水类产品的成型模具

5 防水性能测试方法

6 案例分析（塑胶、金属、玻璃）

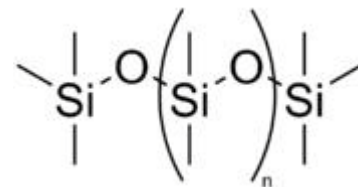
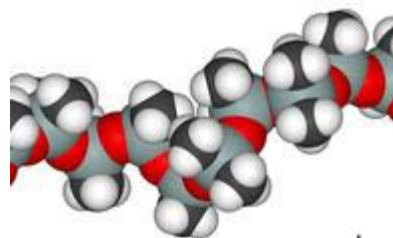
液态硅胶产品应用

液态硅胶以其良好的热稳定性、抗寒性，电绝缘性能以及燃烧时无有毒物质产生，在各个领域被广泛使用，如消费电子、健康用品、汽车、婴儿用品、医疗用品、潜水，防水用品、厨房用具以及密封件等。



液态硅橡胶加工历史

液体硅橡胶注射成型技术的研究始于20世纪70年代，最初用于成型形状复杂的航空航天产品。



1944 – 美国, GE/Dow Corning 发展合成橡胶

1954 – 美国, RTV-1K 和RTV-2K 进入市场

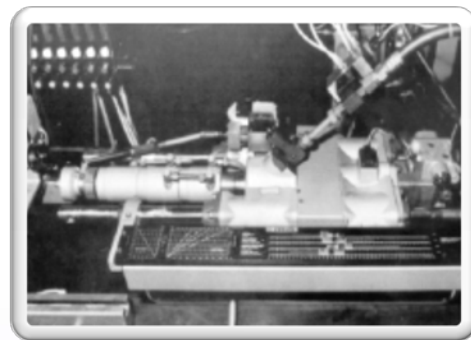
1975 – 美国, 发展液体硅橡胶

1977 – 美国, 第一种液体硅橡胶产品

1979 – 液体硅橡胶进入欧洲

1980 – 第一台ARBURG LSR 注射机，模具水平提升

1990 – 引入MQ树脂和抑制剂，冷流道模块技术

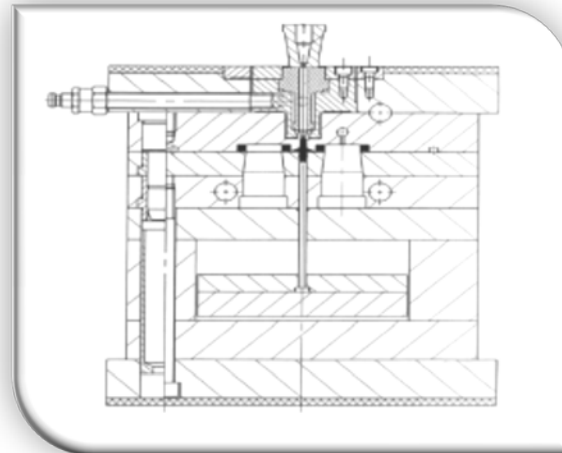


在80年代，因其成型成本低，能耗少，效率高，可实现自动化等优点，液态硅橡胶开始得到各国的重视，需求量急剧上升。

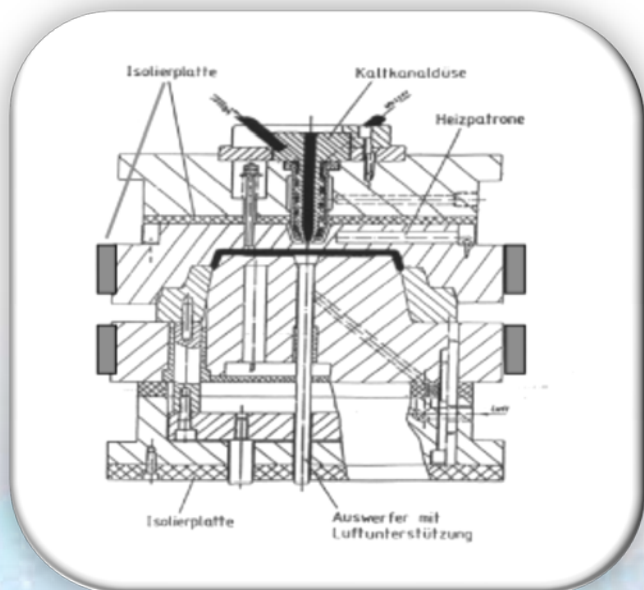
液态硅橡胶加工历史

80年代是LSR发展较慢的时期，几个技术问题一直难以解决：

- 1、LSR的高流动性和高强度之间的矛盾；
- 2、硅胶混合后安全操作时间不足而交联问题；
- 3、模具设计水平限制。



模内冷流道模块



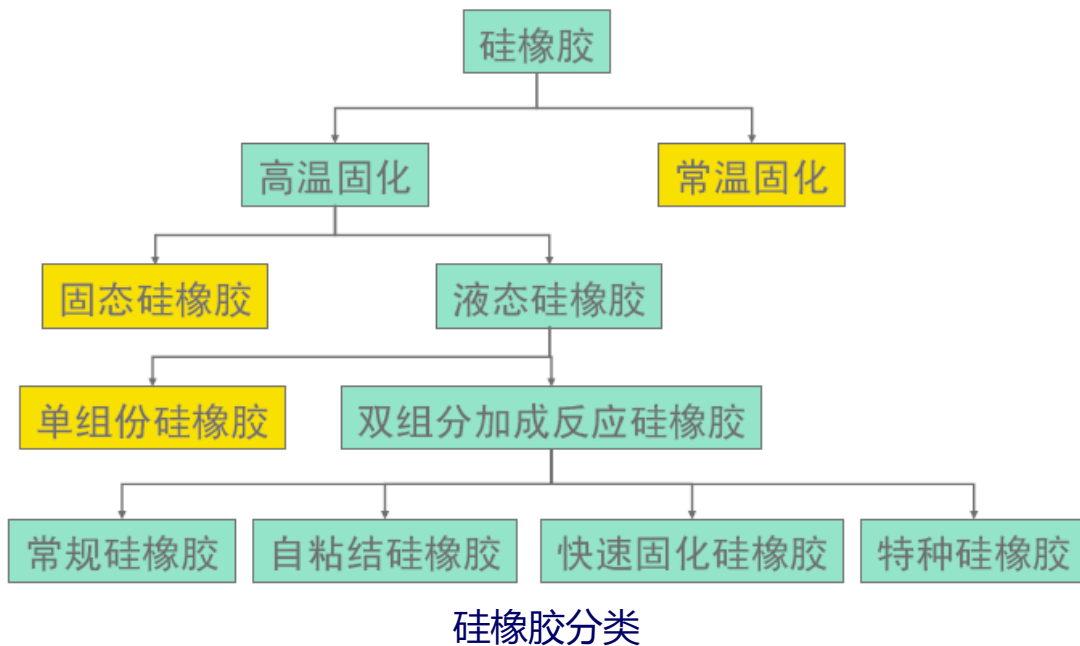
90年代后LSR得到了极大地发展，在液态硅橡胶中引入了MQ树脂和抑制剂，模具设计及冷流道模块技术终为该工艺的长远发展铺平了道路。

液态硅胶材料介绍

液态硅橡胶，简称LSR，是一种**热固性**材料，具有良好的流动性。

硅胶种类

生产中，一般将硅胶材料分为**固态硅胶**和**液态硅胶**，均可用于3C产品防水结构件。

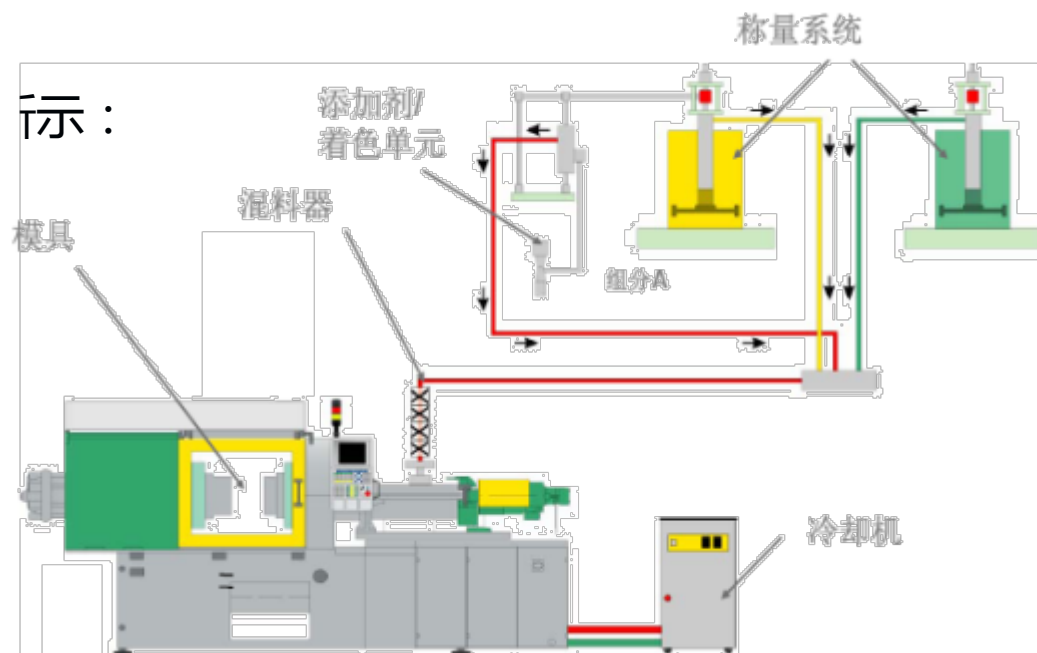


液态硅胶在手机精密结构件上的应用是近几年内兴起的一种工艺，其工艺的选择可根据产品结构的不同，使用**自粘性硅胶**或**普通硅胶+底涂**的方式实现，合理的搭配可有效提高生产中的良品率。

液态硅胶相关设备

液态硅胶注塑机，其附件及作用如下所示：

- 液态硅胶送料系统
- 冻水机
- 抽真空设备
- 加热控制器



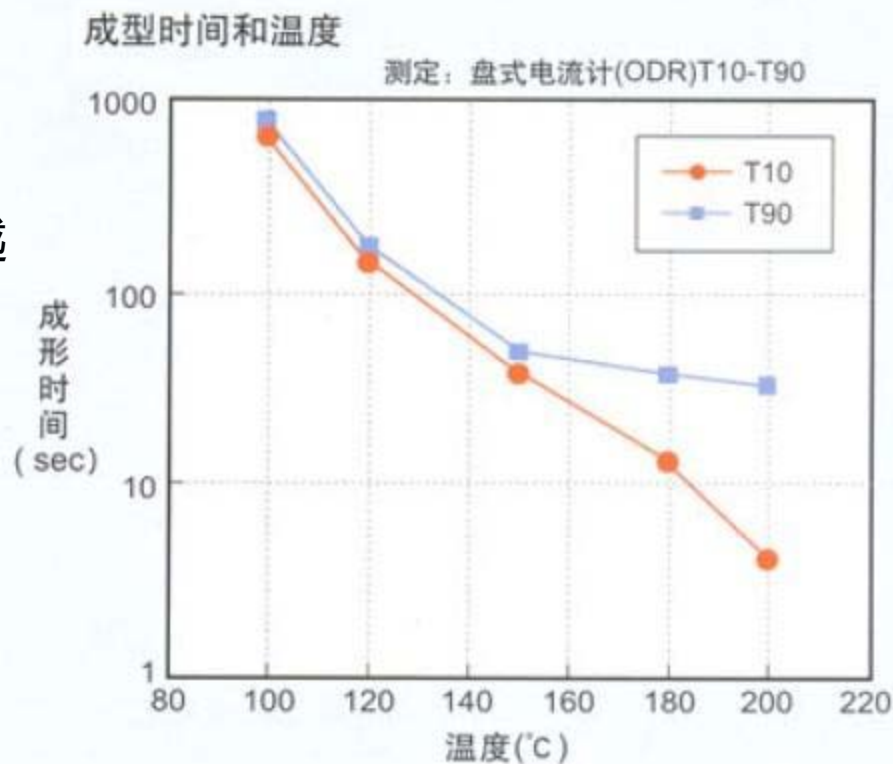
硅胶注塑机结构示意图



液态硅胶成型温度

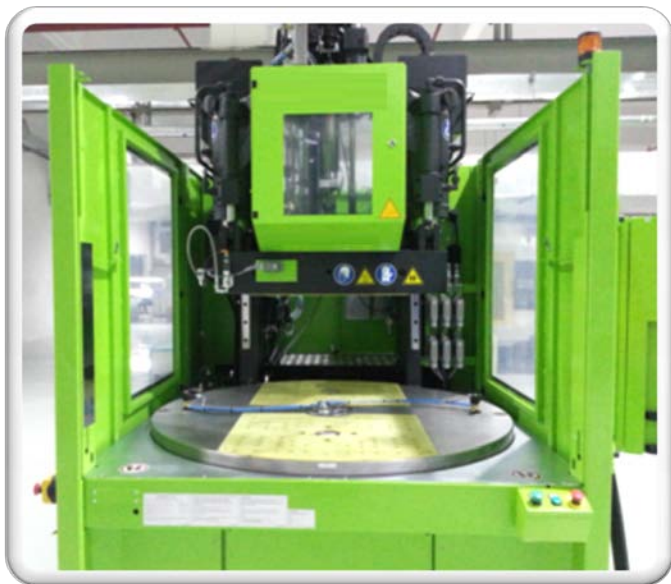
液态硅胶为热固性材料，需在一定的温度下固化，温度越高，硅胶的固化速度越快，但要考虑到塑胶材料的耐热性能。

生产周期受硅胶硫化时间影响较大，需尽量使用能在较低硫化温度下快速硫化的硅胶原料。



液态硅胶固化温度与时间关系图

液态硅胶成型设备



立式硅胶注塑机



卧式硅胶注塑机

液态硅胶注塑设备有立式和卧式两种，机台的参数配置根据不同产品结构及功能需求进行相应的调整，从而模具结构，产能，生产成本上会有差异。

1 手机等3C产品防水技术发展概况

2 液态硅胶性能及成型工艺

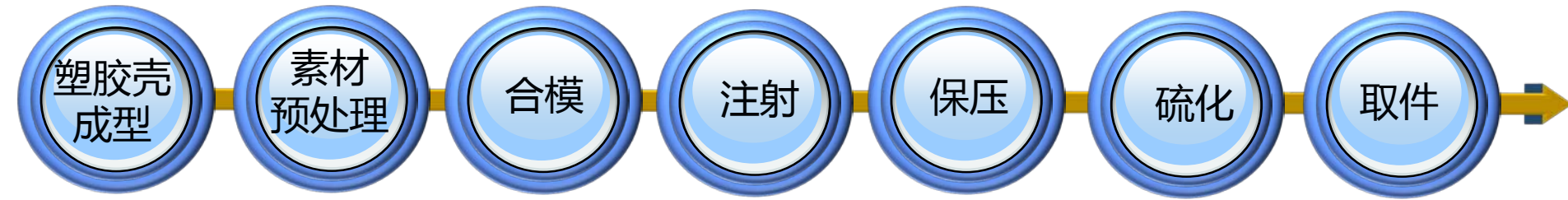
3 液态硅胶在防水结构件上应用

4 防水类产品的成型模具

5 防水性能测试方法

6 案例分析（塑胶、金属、玻璃）

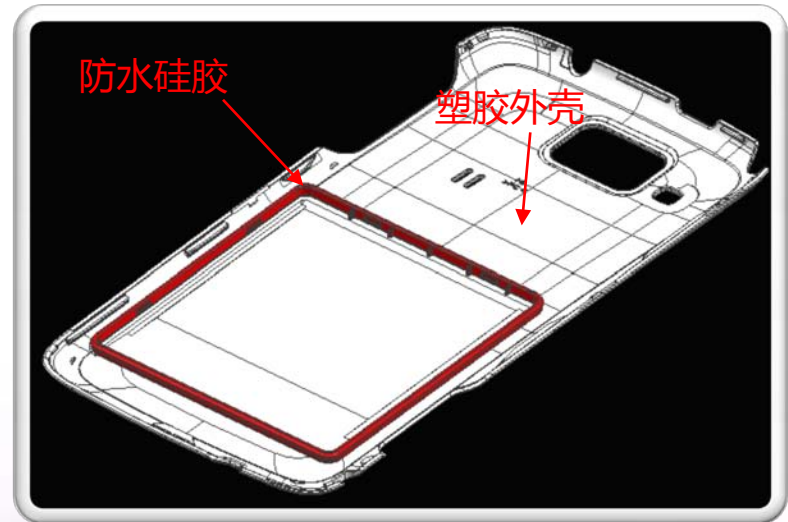
硅胶模具成型流程



塑胶+液态硅胶二次成型工艺流程



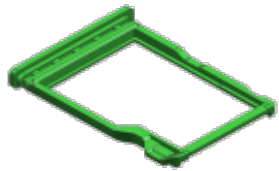
液态硅胶成型设备



防水产品

手机防水结构件实现方式

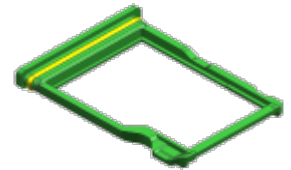
手机类防水结构件的材料适用性广，金属、塑胶、玻璃等材质均可使用二次成型方式实现。



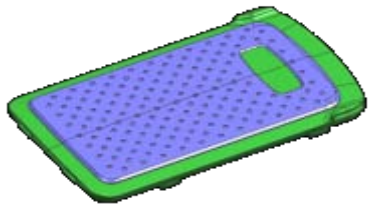
金属素材



硅胶模内二次成型



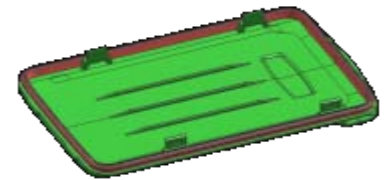
金属防水结构件



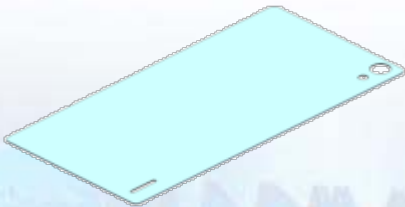
双色塑胶素材



硅胶模内二次成型



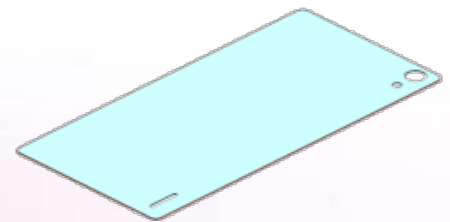
塑胶防水结构件



玻璃素材

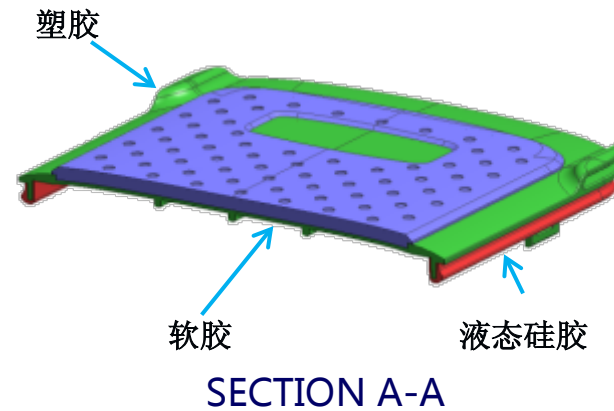
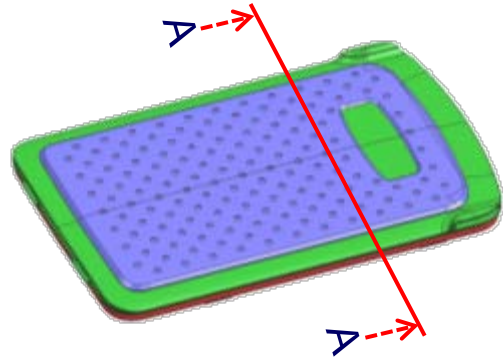


硅胶模内二次成型



玻璃防水结构件

电池壳类防水产品成型分解



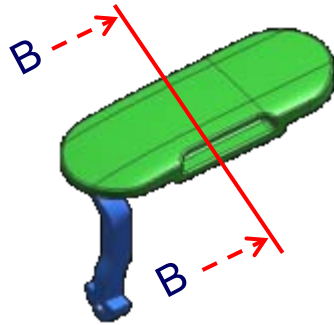
电池壳类防水产品结构



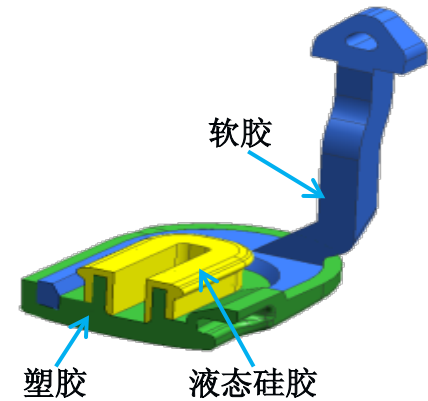
防水电池壳

在电池壳背面成型液态硅胶密封电池仓，在满足多次拆卸的前提下提供了足够的防水性能。

卡塞类防水产品成型分解



防水卡塞



SECTION B-B

卡塞类防水产品结构



防水卡塞

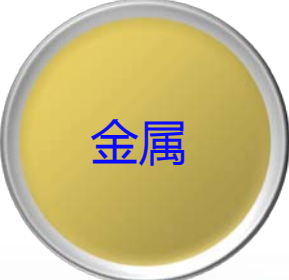
在双色卡塞背面成型液态硅胶，用于USB、SIM卡、SD卡孔槽的防水，更换方便且防水性能稳定。

材质对硅胶成型影响

由于材料性能的差异，不同材质对成型工艺的要求也有不同，需针对不同产品进行相应调整，主要区别为：



塑胶

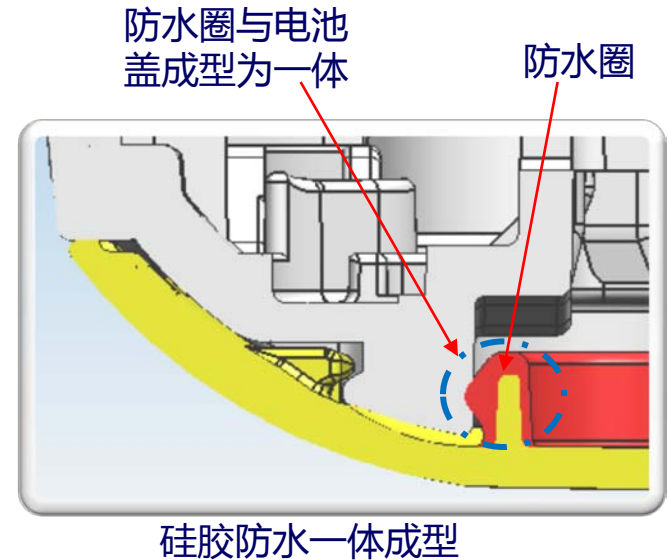
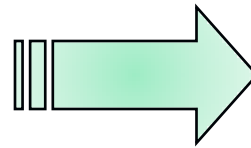
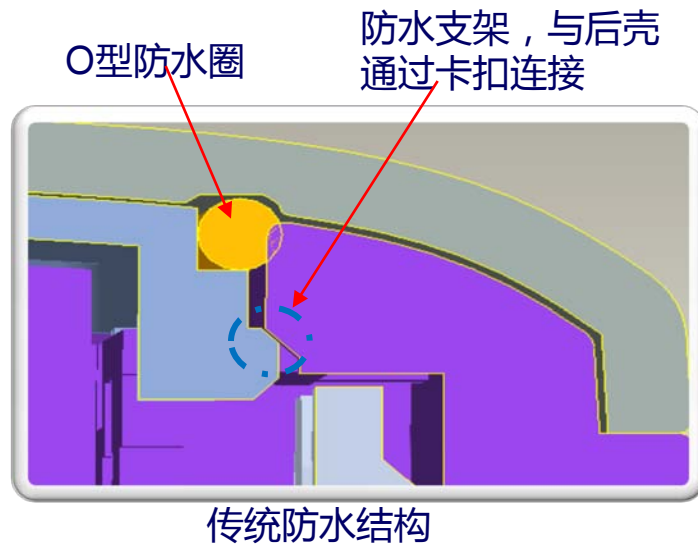


金属



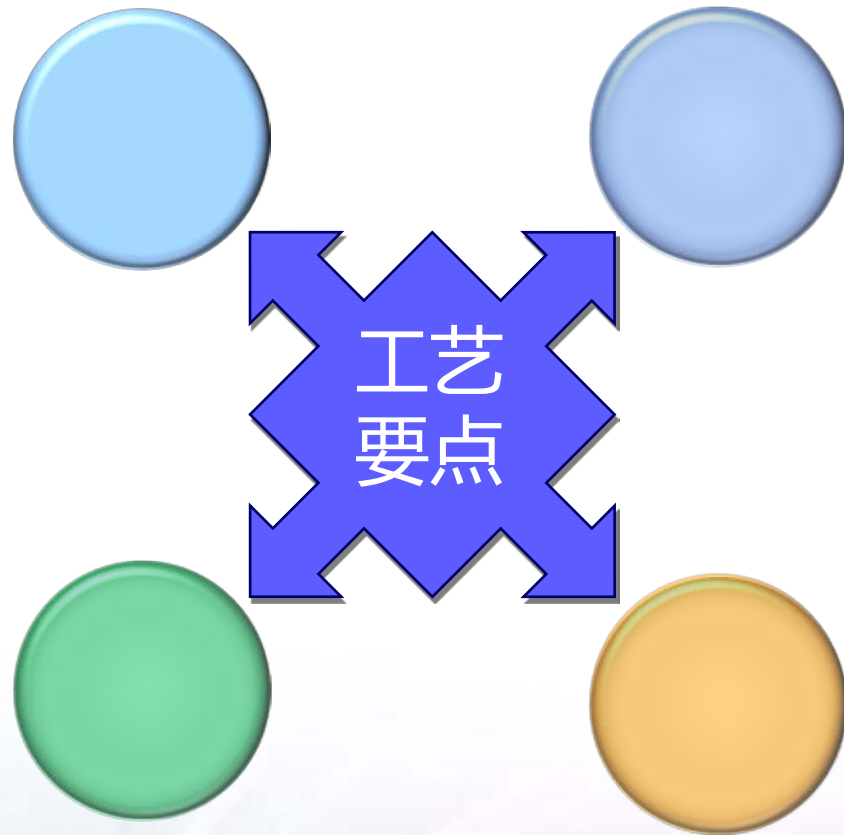
玻璃

硅胶成型工艺优势



- 防水结构简化，整体结构更为紧凑；
- 装配精度、重复精度提高，防水效果提升；
- 减少了硅胶圈装配工序，降低成本；
- 防水硅胶圈与电池盖粘结强度高，可多次拆装；

硅胶成型工艺要点



1 手机等3C产品防水技术发展概况

2 液态硅胶性能及成型工艺

3 液态硅胶在防水结构件上应用

4 防水类产品的成型模具

5 防水性能测试方法

6 案例分析（塑胶、金属、玻璃）



硅胶模具介绍



硅胶模具设计要点



硅胶模具设计要点



液态硅胶设计主要问题点

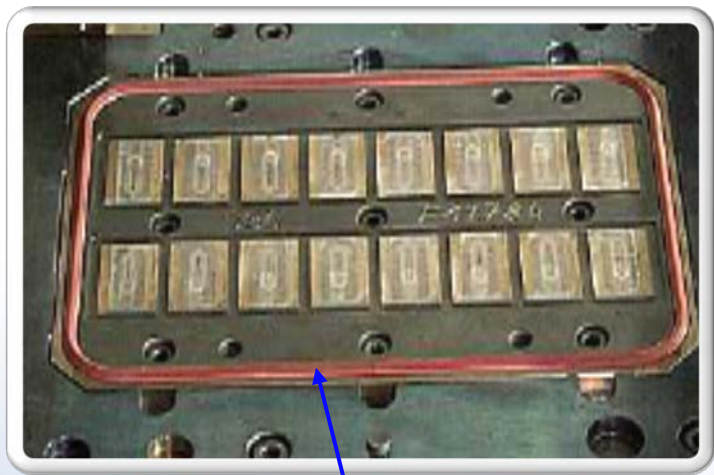
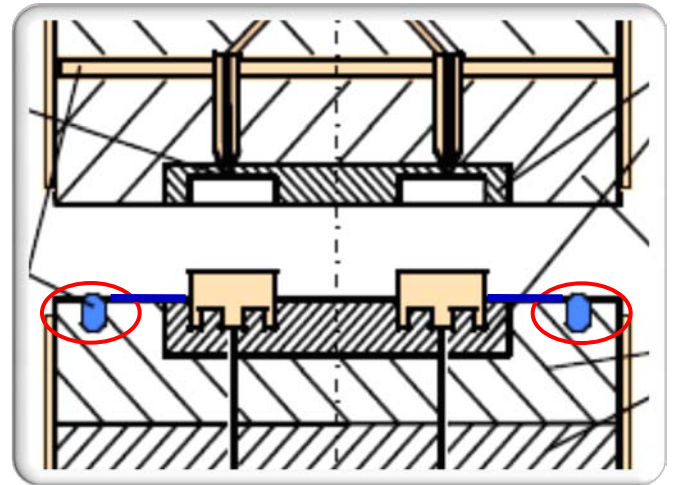


硅胶模具温度





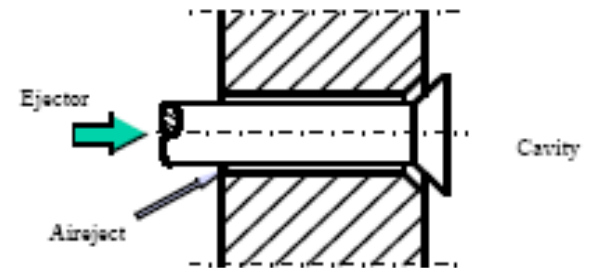
硅胶模具排气结构



硅胶密封圈



硅胶模具脱模结构





硅胶模具隔热结构





硅胶模具流道系统



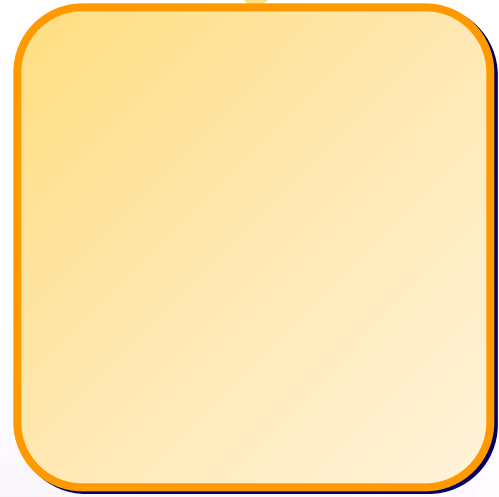
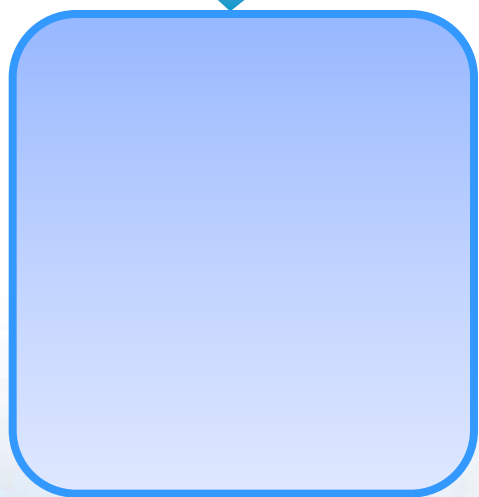


成型时产品变形控制点

硫化温度

顶出平衡

压力均衡



1 手机等3C产品防水技术发展概况

2 液态硅胶性能及成型工艺

3 液态硅胶在防水结构件上应用

4 防水类产品的成型模具

5 防水性能测试方法

6 案例分析（塑胶、金属、玻璃）



手机进水途径

手机外壳上的装配间隙和孔位，都是水分子的入侵点。包含机壳装配面，按键处，侧按钮处，转轴，测试点，螺丝孔，听筒孔，受话器孔，USB孔等位置，即能通气的位置就能进水，这是防水手机在设计时重点关注的区域。

防水点

- 1 / INCELL贴合屏幕
- 2 / 耳机塞
- 3 / 麦克风孔
- 4 / 侧键
- 5 / 6个防水螺钉
- 6 / 主防水圈
- 7 / 电池盖
- 8 / 防水槽



防水材料

- 1 / 双面胶防水处理
- 4 / 硅胶防水圈
- 3 / 防水透气膜
- 2 / 6 / 7 / LIM防水胶圈
- 6 / 国内唯一使用液态硅胶注塑防水胶圈



防水点

- 听筒 / 9
- USB连接器 / 10
- 红外镜头 / 11
- 透气孔 / 12
- 扬声器 / 13
- 闪光灯镜头 / 14
- 摄像头镜头 / 15
- LDS天线孔 / 16



双面胶防水处理 9 / 11 / 13 / 14 / 15

硅胶防水圈 / 10

防水透气膜 / 12

点胶防水 / 16

防水材料

双面胶防水处理 9 / 11 / 13 / 14 / 15

硅胶防水圈 / 10

防水透气膜 / 12

点胶防水 / 16



防水检测常用方法有两种：

- 以水为介质的浸水测试
- 无介质的真空（无水）测试



防水测试机



真空试水机

防水手机测试注意事项：

不管是浸水还是真空检测，一定要组装成一个封闭的空间，内部有无PCB板等电子元件均可。组装后，孔位需用防水胶封闭，才能进行测试。

目前单独的两个件组装后是很难进行准确的漏水测试。



IPXX等级中关于防水实验的规定-1

(1) IPX 1

方法名称: 垂直滴水试验

试验设备: 滴水试验装置

试样放置: 按试样正常工作位置摆放在在以 1r/min 的旋转样品台上, 样品顶部至滴水口的距离不大于 200mm

试验条件: 滴水量为 10. 5 mm/min

持续时间: 10 min

(2) IPX 2

方法名称: 倾斜 15° 滴水试验

试验设备: 滴水试验装置

试样放置: 使试样的一个面与垂线成 15° 角, 样品顶部至滴水口的距离不大于 200mm。每试验完一个面后, 换另一个面, 共四次。

试验条件: 滴水量为 30. 5 mm/min

持续时间: 4×2. 5 min (共10 min)

(3) IPX 3

方法名称: 淋水试验

试验方法:

a. 摆管式淋水试验

试验设备: 摆管式淋水溅水试验装置

试样放置: 选择适当半径的摆管, 使样品台面高度处于摆管直径位置上, 将试样放在样台上, 使其顶部到样品喷水口的距离不大于 200mm, 样品台不旋转。

试验条件: 水流量按摆管的喷水孔数计算, 每孔为 0. 07 L/min, 淋水时, 摆管中点两边各 60° 弧段内的喷水孔的喷水喷向样品。被试样品放在摆管半圆中心。摆管沿垂线两边各摆动 60°, 共 120°。每次摆动(2×120°) 约 4s

试验时间: 连续淋水 10 min

b. 喷头式淋水试验

试验设备: 手持式淋水溅水试验装置

试样放置: 使试验顶部到手持喷头喷水口的平行距离在 300mm 至 500mm 之间

试验条件: 试验时应安装带平衡重物的挡板, 水流量为 10 L/min

试验时间: 按被检样品外壳表面积计算, 每平方米为 1 min (不包括安装面积), 最少 5 min

4) IPX 4

方法名称: 溅水试验

试验方法:

a. 摆管式溅水试验

试验设备和试样放置: 与上述 IPX 3 之 a 款均相同;

试验条件: 除后述条件外, 与上述 IPX 3 之 a 款均相同; 喷水面积为摆管中点两边各 90° 弧段内喷水孔的喷水喷向样品。被试样品放在摆管半圆中心。摆管沿垂线两边各摆动 180°, 共约 360°。每次摆动(2×360°) 约 12s

试验时间: 与上述 IPX 3 之 a 款均相同 (即10 min)。

b. 喷头式溅水试验

试验设备和试样放置: 与上述 IPX 3 之 b 款均相同;

试验条件: 拆去设备上安装带平衡重物的挡板, 其余与上述 IPX 3 之 b 款均相同;

试验时间: 与上述 IPX 3 之 b 款均相同, 即按被检样品外壳表面积计算, 每平方米为 1 min (不包括安装面积) 最少 5min



IPXX等级中关于防水实验的规定-2

(5) IPX 5

方法名称: 喷水试验

试验设备: 喷嘴的喷水口内径为 6.3mm

试验条件: 使试验样品至喷水口相距为 2.5m ~ 3m, 水流量为 12.5 L/min (750 L/h)

试验时间: 按被检样品外壳表面积计算, 每平方米为 1 min (不包括安装面积) 最少 3 min

(6) IPX 6

方法名称: 强烈喷水试验;

试验设备: 喷嘴的喷水口内径为 12.5 mm

试验条件: 使试验样品至喷水口相距为 2.5m ~ 3m, 水流量为 100 L/min (6000 L/h)

试验时间: 按被检样品外壳表面积计算, 每平方米为 1 min (不包括安装面积) 最少 3 min

(7) IPX 7

方法名称: 短时浸水试验

试验设备和试验条件: 浸水箱。其尺寸应使试样放进浸水箱后, 样品底部到水面的距离至少为 1m。试样顶部到水面距离至少为 0.15m

试验时间: 30 min

(8) IPX 8

方法名称: 持续潜水试验;

试验设备、试验条件和试验时间: 由供需 (买卖) 双方商定, 其严酷程度应比 IPX 7 高。

注意: 另外, 许多户外用电子产品也在强调漂浮能力。

IPXX等级中关于防尘实验的规定

0 无防护

1 防护50mm直径和更大的固体外来体 探测器, 球体直径为50mm, 不应完全进入

2 防护12.5mm直径和更大的固体外来体 探测器, 球体直径为12.5mm, 不应完全进入

3 防护2.5mm直径和更大的固体外来体 探测器, 球体直径为2.5mm, 不应完全进入

4 防护1.0mm直径和更大的固体外来体 探测器, 球体直径为1.0mm, 不应完全进入

5 防护灰尘 不可能完全阻止灰尘进入, 但灰尘进入的数量不会对设备造成伤害

6 灰尘封闭 柜体内在20毫巴的低压时不应进入灰尘

注: 探测器的直径不应穿过柜体的孔

1 手机等3C产品防水技术发展概况

2 液态硅胶性能及成型工艺

3 液态硅胶在防水结构件上应用

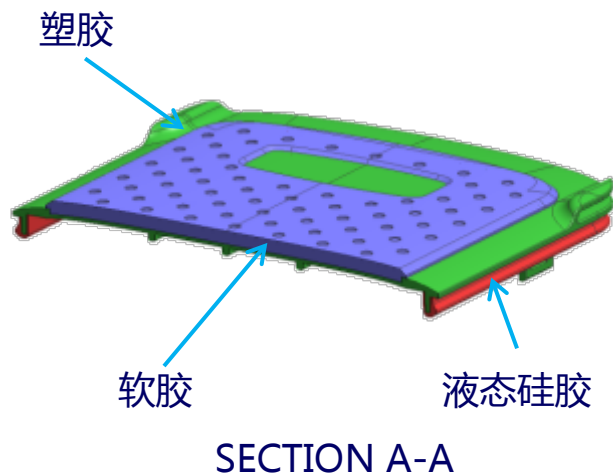
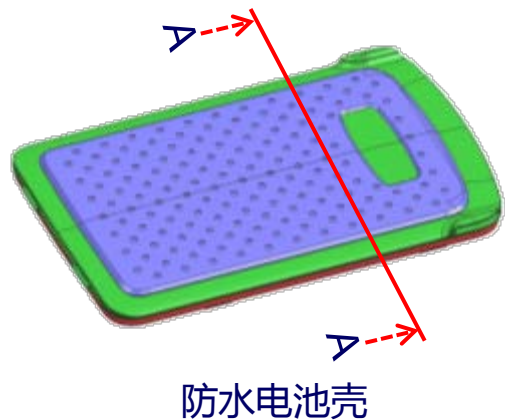
4 防水类产品的成型模具

5 防水性能测试方法

6 案例分析（塑胶、金属、玻璃）

案例分析

产品防水结构



塑胶与硅胶一体成型



防水电池壳

产品特点：

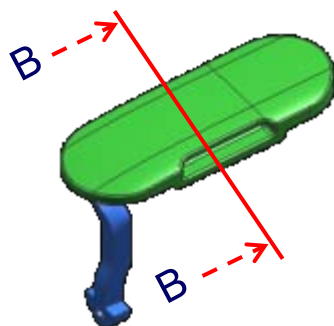
- 1、实现手机防水、防尘、防摔功能；
- 2、表面无痕，且无需喷涂等表面处理；
- 3、防水等级可达 7 级。

工艺：双色注塑+LIM成型

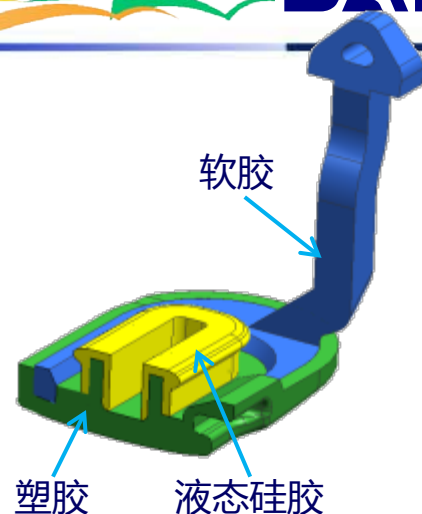
材质：PC+TPU+LSR

案例分析

产品防水结构

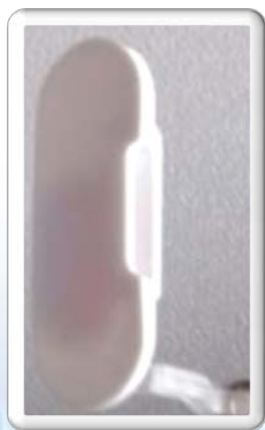


防水卡塞



SECTION B-B

塑胶与硅胶一体成型



防水卡塞

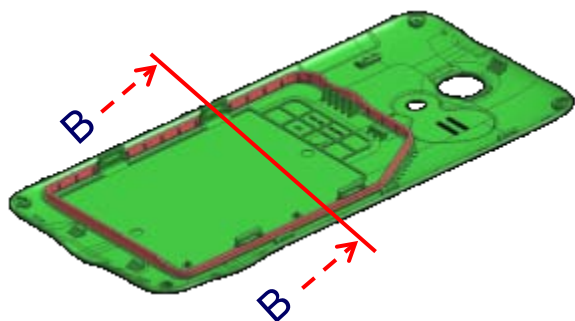
产品特点：

- 1、TPU与LIM极小间隔成型；
- 2、实现表面喷涂高光；
- 3、防水等级可达 7 级。

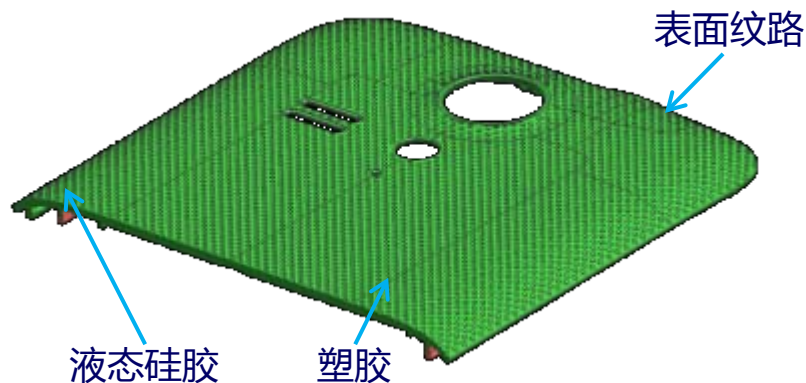
工艺：双色注塑+LIM成型+喷涂
材质：塑胶+软胶+LSR

案例分析

产品防水结构



防水电池壳



SECTION B-B

塑胶与硅胶一体成型



防水电池壳

产品特点：

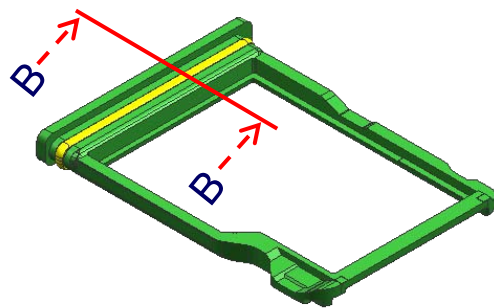
1. 表面复杂纹路无压伤；
2. 薄壁高品质外观；
3. 防水等级可达 7 级。

工艺：注塑+LIM成型+喷涂

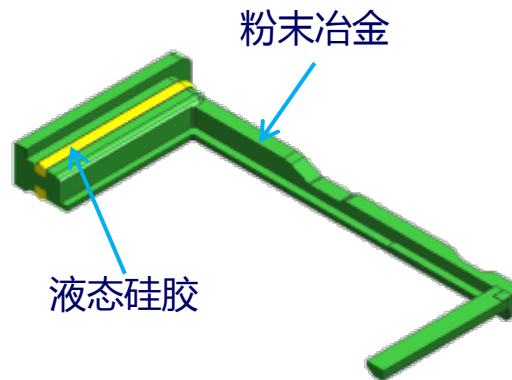
材质：塑胶+LSR

案例分析

产品防水结构



防水卡托



SECTION B-B

金属与硅胶一体成型



防水卡托

产品特点：

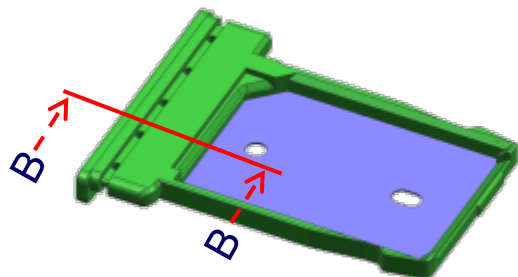
1. 硅胶模内金属成型；
2. 结构简单强度高；
3. 防水等级可达 5 级。

工艺：MIM成型+LIM成型+喷涂

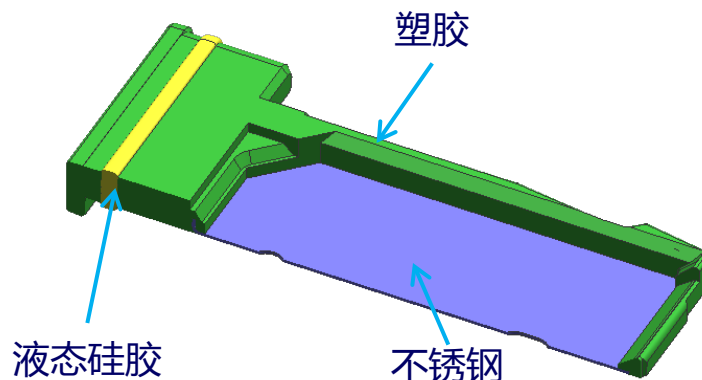
材质：粉末冶金+LSR

案例分析

产品防水结构



防水卡托



SECTION B-B

金属+塑胶+硅胶一体成型

产品特点：

1. 塑胶+不锈钢+硅胶模内成型；
2. 结构简单强度高；
3. 防水等级可达 5 级。

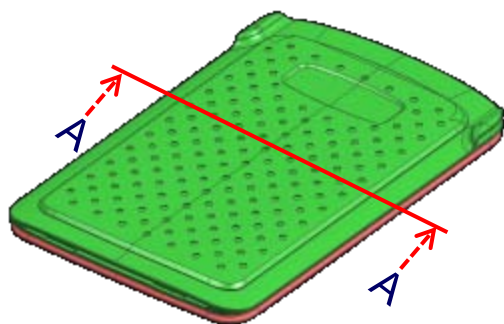
工艺：MIM成型+LIM成型+喷涂
材质：塑胶+不锈钢+LSR



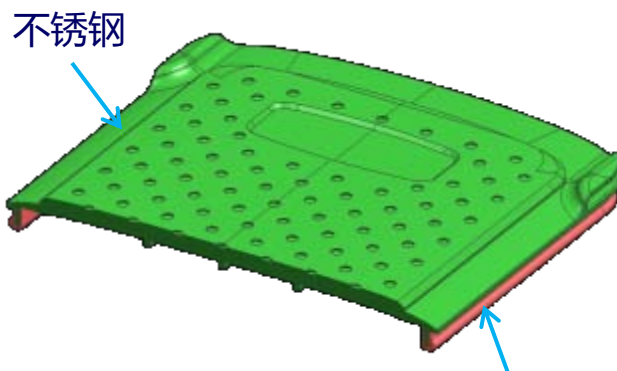
防水卡托

案例分析

产品防水结构



防水电池壳



SECTION A-A 液态硅胶

金属与硅胶一体成型



防水电池壳

产品特点：

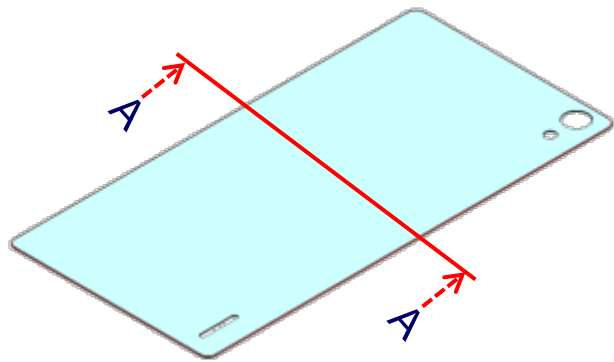
1. 硅胶模内金属成型；
2. 结构简单强度高；
3. 防水等级可达 5 级。

工艺：CNC+LIM成型+喷涂

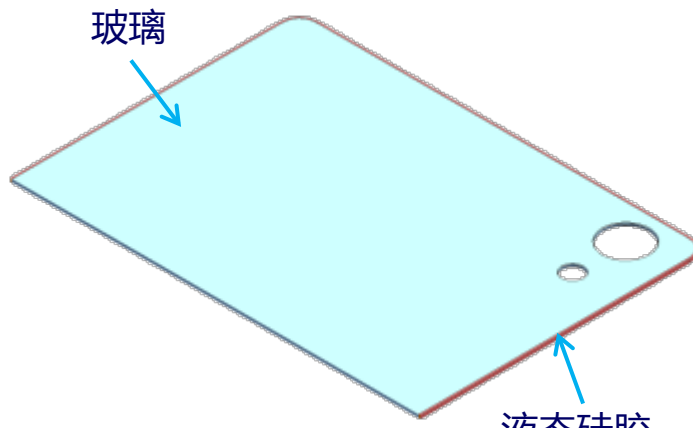
材质：不锈钢+LSR

案例分析

产品防水结构



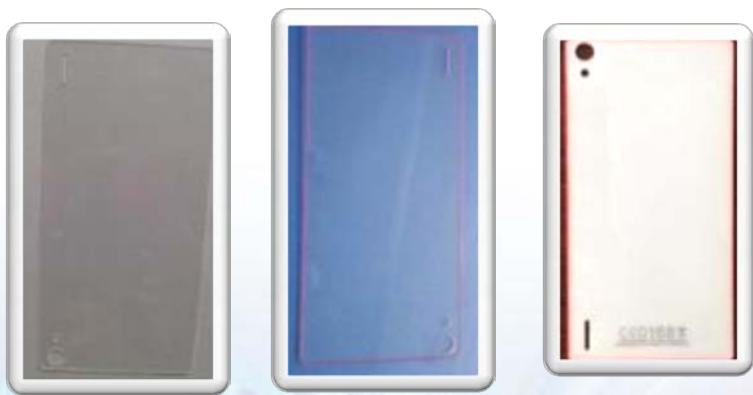
玻璃防水



SECTION A-A

液态硅胶

玻璃与硅胶一体成型



玻璃防水

产品特点：

1. 硅胶模内玻璃成型；
2. 实现玻璃盖板防水、防摔功能；
3. 防水等级可达 5 级。

工艺：玻璃+LIM成型+印刷

材质：玻璃+LSR

THE END!

谢 谢!