

## 揭秘比亚迪动力电池核心技术

作为纯电动汽车最核心的零部件之一，动力电池对车辆的续航里程、整备质量、动力表现、操控性能等息息相关。在纯电动汽车的制造成本方面，电池的占比也最高，普遍在30%以上，这导致了电动汽车较高的售价以及后期维护成本。因此，降低电池的单位成本，以及增加电池的能量密度，一直是电动汽车技术发展的主要方向。

对原本就是以电池起家的比亚迪来说，高性能电池是比亚迪的杀手锏之一。尤其是在换装了能量密度更高、放电电压更高、低温性能更好的三元锂电池后，比亚迪EV车型系列的核心竞争力更是得到大幅提高。

本期内容，我们将对比亚迪秦Pro EV500车型的电池包进行全面拆解，并解析比亚迪所掌握的电池包安全设计、热管理设计等创新及管理技术。

### 方形铝壳集成工艺

在揭开电池包的超薄非金属上盖，以及二氧化硅气凝胶防火隔热层之后，我们可以清楚地看到电池包整体的布置结构，其中最直观可见的便是电池包的集成工艺。集成工艺在动力电池的研发中非常重要，必须满足机械防护、热安全防护、热管理、环境防护等全方面安全要求的前提下，追求轻量化及优化成本

与特斯拉所采用的圆柱型电芯方式不同，比亚迪采用了国内普及率更高的方形铝壳，具有能量密度高，集成难度低的优势。另外，方形的封装工艺，也有助于缩小电芯间的缝隙，让整体尺寸更加紧凑，而圆柱电芯必然要在电芯间留出三角形的空隙，降低了空间利用率。

镁铝合金材质打造的电芯壳体，与圆柱型电池所采用的不锈钢壳体相比，更轻成本更低，有利于提高电芯的能量密度，而且制造成本也更低。而且方壳的结构可以容纳更多电解液、电芯极片膨胀应力更低，电池寿命比圆柱形长2倍以上

### 电池模组

秦Pro EV500采用了比亚迪自主研发的镍钴锰三元电池，也就是在钴酸锂基础上，经过改进，以镍钴锰作为电池正极材料，并合理配比镍钴锰的比例。在优化成本、保证安全的同时，使得电池具有容量高、热稳定性好、充放电电压宽等优良的电化学性能。

并且有效提高电池能量密度，达到160.9Wh/kg，结合56.4kWh的容量。实现NEDC续航里程420km，60km/h等速续航里程500km，从而有效缓解用户在续航里程方面的忧虑。并且得益于电池组的高能量密度，有效降低汽车的电池装载量，从而减轻汽车的自重。

电池模组的成组方式充分考虑到了散热和轻量化的需求，采用两侧铝制短板加弹性钢带捆扎的方式，自适应电池在充放电过程中的膨胀。同时多种规格的模组可以实现灵活的布局，适应不同车型的需要。在车体中部尽量扁平，单层布局，增加车内高度空间。

在细节设计上，主回路连接和它信号采集的部分使用了铝巴，在同样导电能力的情况下，重量相比使用铜材质可以降低一半以上，而且成本也能得到控制。

不过我们发现在引出极上采用了铜排而非铝排，这是因为铝排的硬度较低，在高温、高应力的情况下，铝会发生塌缩，并且塌缩之后不易回弹，一热一冷就会导致缝隙加大，接触电阻上升，带来安全隐患。

而在铜铝不同材质的连接上，比亚迪采用了一种叫做电磁脉冲焊的技术。相对于现在常用的铜铝直接碾压连接或超声波焊接技术，电磁脉冲焊的工艺难度比较大，虽然成本也会相应提高，但效果是最好的，是目前比较先进的技术。

在每一个电池极柱和极柱之间，也用激光把铝制汇流排和极柱熔焊在一起，保证可靠性。并且在汇流排上设计有一个凹陷，用来吸收机械振动以及电击膨胀带来的应力。而如果是直铝巴，随着电池的老化膨胀，相邻电池的极柱间距会增大，拉伸应力会影响焊点的可靠性。

在信号连接的部分，比亚迪采用了柔性电路板，相对于传统采样线束的方案，集成度更高，也更轻薄。如果仔细观

察，会发现柔性电路板上有着细丝状的布线，我们称之为采样线熔断线。它的作用是在碰撞时，可能会挤压采样线束造成短路，进而引起采样线起火，这些细丝便会在短路时由于过流而发生熔断，从而切断短路回路，确保整个线束的安全和电池模块的安全。

## 电池管理系统

由于采用了锂电池，为了保证电池始终处在一个比较合适的温度范围内进行工作，比亚迪为其配备了一套独立的电池智能温控管理系统，以确保动力电池在复杂的温度环境之下可以获得稳定可靠的性能。这套智能温控管理系统通过液体介质保温和降温，能有效保证电池温度均一性。

在冷却方式上，比亚迪在电池内增加了散热回路，通过板式换热器与空调回路相连，电池进出水和电池级耳处都布有温度传感器，结合电池温度实时调节空调压缩机的功率来控制电池进水温度及流量，以此来控制电池温度在适宜工作温度。

在加热方式上，比亚迪在电池散热回路里串联PTC水加热器，通过调节水加热器的功率，控制进水温度及流量，以此来控制电池在冬季也能工作在适宜温度，确保充电速度和放电动力学性。

并且通过电池管理系统BMS，实时监测电池状态，对低温、过充、过放、过温等进行保护，从而延长电池寿命。当温度过低或过高时，会限制充放电功率，而当温度严重过低或过高时，会禁止充放电，从而保护电池。

## 蛇形水冷扁管

用来冷却以及加热的水道管路布置在不同电池模组的底部或者侧面，同时我们注意到，电池包中的水管采用了与特斯拉相同的口琴管，这种口琴管很薄，壁厚在0.8-1mm，相比于传统的壁厚为1.6-2mm的铝合金水管，重量上要轻不少。

比较有特色的是，秦Pro EV500上所采用的这种横向弯折蛇形设计相比于特斯拉，可以说是采用了同样的技术路线，但从工艺角度上讲更难，尤其是在弯曲部分的外圈，材料内外侧的拉伸率相差比较大，容易发生褶皱和裂纹，对材料以及工艺的要求非常高。

这样做的好处也是显而易见的，特斯拉管路是为了从侧面“包住”电池，但问题是圆柱形电池与散热管路的接触面几乎是一条直线，效率较差，这也是为什么在最新的21700(Model3采用)电池模组中采用了整体灌胶方式，只能牺牲“重量”换“热量”。比亚迪的管路设计与方形电池配合较好，管路完全贴在电池侧壁，最大化接触面积。

这种设计既保证了每块电芯都能被冷却到，同时相对于用整块铝板设计的冷却水道，实现了非常好的轻量化效果。这在整个行业上属于领先的技术，对比亚迪来说完成了一个挑战。

## 组装工艺

整个电池包在总装的过程中，对工艺的控制非常完美。特别是在每一个水冷管的连接点，每一个接插件的连接点，每一个高压电气的连接点，以及结构固定的点上面基本上都有两到三道确认。

举个例子，一些低压的接插件负责电池的信号采集，如果BMS系统丢失了单体电压信号或者单体温度信号，就不能继续可靠地工作，也就无法完全保证电池的安全。

一般的接插件只有一个锁扣，锁紧之后会有锁止声音作为提示。而比亚迪不仅有声音作为确认，同时还有一个副锁扣，只有一级锁扣接插到位时，才可以将副锁扣闭合，两级的锁止设计非常到位。

另外，高压电器的连接也是整个电池包组装中最核心最关键的一点，尤其是在主回路连接的可靠性和低内阻设计上。比亚迪的电池包在主回路的长距离连接上采用了耐高温的聚酰亚胺压封的铜排，并且设计了很多立体弯折，从而在受到振动，或是受热膨胀时，通过这些弯折来吸收长度的变化，避免将载荷转移到连接螺钉上。

虽然从接触内阻的角度来讲，单螺钉的接触内阻就满足发热要求。但比亚迪依然坚持用双螺钉的设计方案，从而大幅提高可靠性。而且在螺钉的拧紧确认上，我们发现有三种颜色的色标，这意味着进行了三遍确认。第一遍为自动拧紧轴拧紧，并打上红色标记，后两遍为人工利用扭矩扳手复检，分别打上黄色和白色标记。

另外，整个电池包内的大部分管线都采用了尼龙网状编制管套，特别是与电池包壳体及内部器件接触的管线，在保护线束，避免磨损的同时，也起到降低噪音的作用。

## 总结

总的来说，比亚迪秦Pro EV500在整个电池包的轻量化和可靠性上做了非常多的努力，并且通过改良电芯配比、优化电池管理系统以及主动热管理技术，提高电池的能量密度，从而提高车辆的动力、操控以及续航性能。

尤其是在安全性方面的设计上，比亚迪的工程师们考虑得更是细致，从而最大程度保护用户的行车安全。以上这些，都体现出比亚迪在电池研发领域所具有的技术优势以及发展空间，可以说引领了行业技术发展方向。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/137613.html>