

## 稀有金属

# 经过CTP里程碑后 金属锂有望崛起

作者：

分析师 杨诚笑 SAC执业证书编号：S1110517020002

分析师 孙亮 SAC执业证书编号：S1110516110003



行业评级：强于大市（维持评级）  
上次评级：强于大市

## 摘要

### CTP是动力电池的里程碑，技术变更有望加速

CTP和刀片电池的出现是动力电池的里程碑，打破了锂电池的路径依赖

意味着整个产业愿意付出协同成本让动力电池获得更好的性能

新的技术应用可能加速，包括硅碳负极、预锂化；会带来上游产品结构的变化

### 预锂化带来金属锂的崛起

硅碳负极形成SEI膜的锂消耗量大，需要预锂化配合

金属锂带的补锂效果较好，下游对金属锂价格的接受度高

金属锂扩产限制条件较大，关注赣锋锂业和威华股份在金属锂方面的价值

**风险提示：**新冠疫情风险，新能源汽车补助退坡风险，CTP技术应用延期的风险，锂价继续下跌的风险等

## 目录1

0

工业  
的  
路径依赖

1

CTP  
打破依赖  
优化形态

2

预锂化与  
金属锂的  
崛起



# 0 工业的路径依赖

# 工业中的路径依赖：轨距为什么是1435mm

1937年火车的标准轨距被定义为1435mm（四英尺八英寸半）。实际在1890年，美国大部分铁路开始采用这一标准后，不再有悬念。

从蒸汽机车、电力机车、动车到高铁一直沿用这一标准。

轨距越宽，货运大尺寸运输越方便，客运承运能力越高。

为什么要一直使用接近100年前的标准？

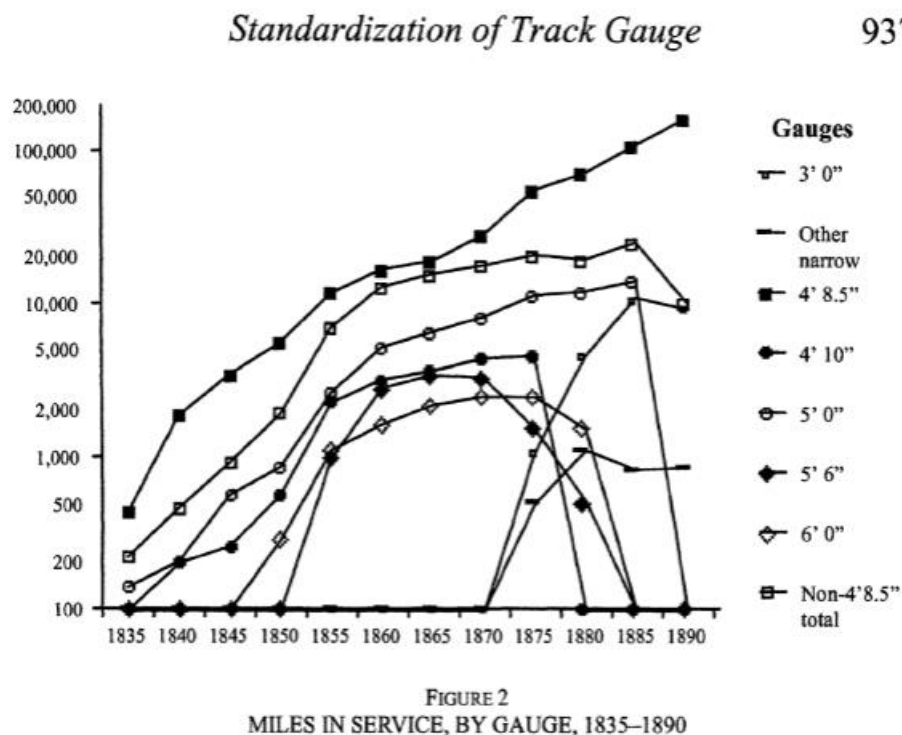
工业路径依赖！

1，铁路投资极高，更换轨距需要重新建设铁路；

2，众多为标准轨距配套的零件以及生产零件所使用的设备都需要更换；

极高的协同成本带来高铁的路径依赖。

图1：1890年1435mm轨距就已经胜出



资料来源：Douglas J. Puffert, 《The Standardization of Track Gauge on North American Railways, 1930-1890》，天风证券研究所

# 工业中的路径依赖：突破路径依赖是新产品的里程碑

新技术、新产品出现后，是否能替代老技术、老产品。除了本身的性能/成本优势以外，还需考虑这部分优势能否抵消需要付出的协同成本；在下游对新技术/新产品的优势足够认可时，会打破原有的路径依赖。

**打破路径依赖，是新技术/新产品发展的里程碑事件。**

# 1

## CTP：打破依赖 优化形态



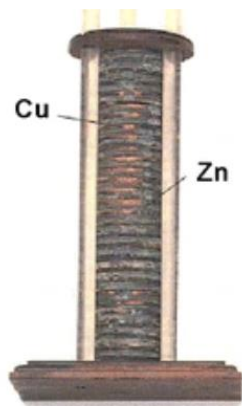
# 锂电池-沿用工业电池的圆柱体结构

锂电池也存在路径依赖。1800年，帕维亚大学教授亚历山德罗·沃尔塔研发出世界上第一块电池。他将铜和锌组成的一堆交替圆盘，并用浸泡在盐水中的粘贴板圆盘隔开，形成了圆柱形的伏打桩（Volta Pile）结构。

随后，伏打桩激发了对不同类型电池的研究热潮，1860年，普兰特沿用了伏打桩的圆柱形结构，将两片薄铅片松散地卷在一起，并用一块法兰绒或橡胶条隔开，发明了世界上第一块充电电池。

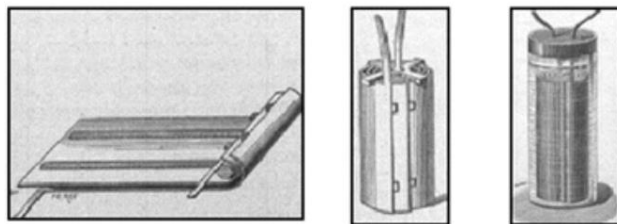
1990年，索尼推出第一块商业化锂离子电池，由于需要适应之前工业设备中的电池槽位，锂电池依旧延续传统工业电池的圆柱形结构，以圆形结构为主的电池设计理念逐步成为工业生产主流。为适应圆柱体结构，锂电池内部结构采取了卷绕设计。

图 1：世界上第一块电池



资料来源：DAJ Rand, 《A journey on the electrochemical road to sustainability》，天风证券研究所

图 2：世界上第一块充电电池



资料来源：DAJ Rand, 《A journey on the electrochemical road to sustainability》，天风证券研究所



# 叠片的性能更好 更适合动力

为了适应圆柱体结构，到目前为止卷绕仍然是大部分锂电池的生产工艺。

锂离子电池的负极在充电时会膨胀，卷绕的环形结构会导致非线性膨胀，集流体和隔膜不断受到压力还受到拉力。在经过多次循环后，锂离子的分布会变得不均匀。

相比卷绕式，叠片式的负极为线性膨胀，所以在性能上叠片式要好于卷绕式。

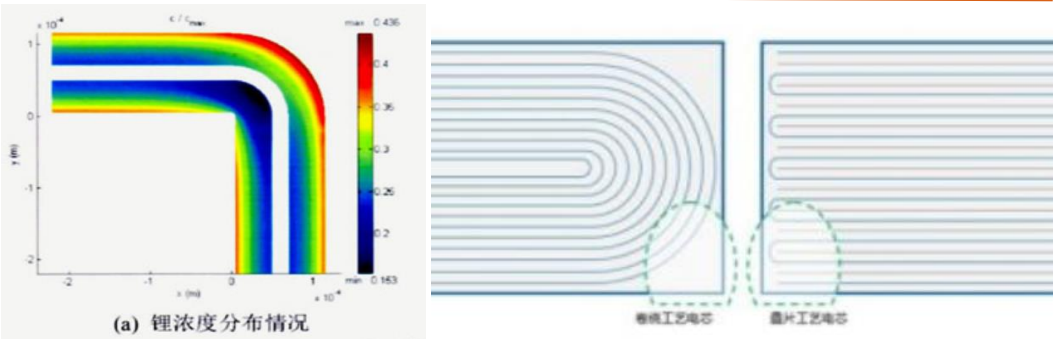
但同样因为路径依赖，锂电池过去的大部分设备配套都是为卷绕式设计的，经过很多年的改进，生产效率高于叠片式。

表 1：卷绕式锂电池与叠片式锂电池对比

	卷绕式	叠片式
放电平台	放电平台低，内阻高极化大	放电平台高。内阻较低极化较小
电池容量密度	容量密度略低	容量密度较高
电池能量密度	能量密度略低	能量密度高
电池的适用厚度	适用范围较窄	适用范围较宽
电池厚度变形	容易变形，内部结构不均一	不容易变形，内部结构统一
电池形状	形状单一；只能做成长方体电池	灵活的尺寸
电池涂布	涂布要求高，需严格控制膜密度	涂布要求低，可通过叠片分档来排除密度不良造成的影响
分切	分切方便，合格率高	分切繁琐，合格率低
电池点焊	点焊容易。每个电池只需要点焊两处	容易虚焊。所有极片都要点焊到一个焊点
操作工要求	对操作工要求低	对操作工要求高

资料来源：电子发烧友网，天风证券研究所

图4：相比叠片，卷绕的问题较多



资料来源：新能源网，天风证券研究所

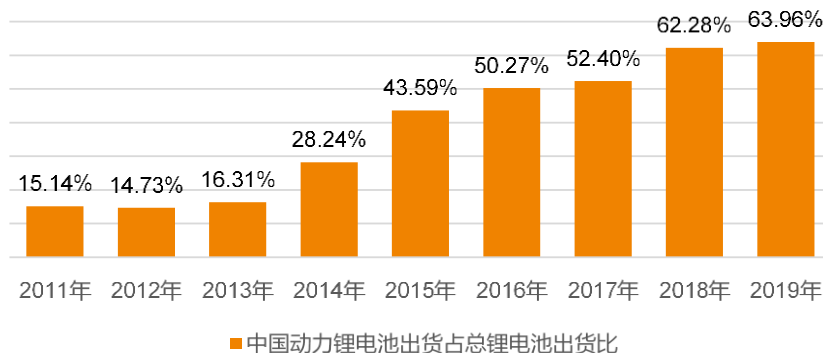
# 动力占比超过50% 路径依赖理应让位性能追求

相比传统的电池应用，受制于有限的重量和空间，需要承担剧烈变化的输出要求，动力电池对于电池性能的追求远高于其他应用。同时作为新兴的应用场景，新能源车没有已经形成并且协同成本很高的成熟路径。

2018年开始，全球的锂离子电池中已经超过一半为动力锂电池。国内2019年超过60%。

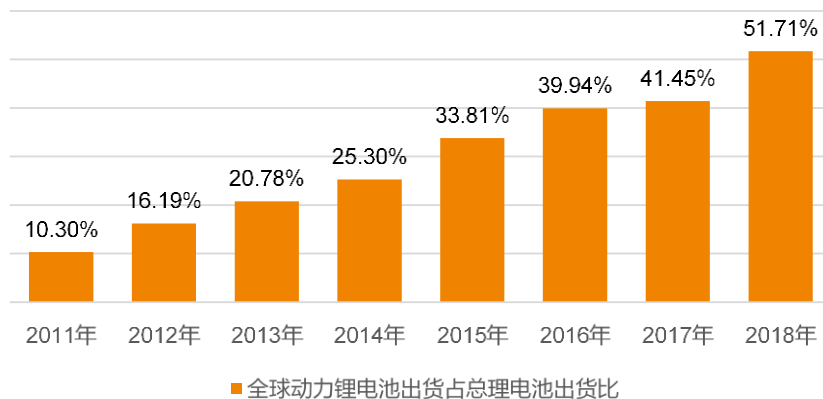
动力锂电池在锂离子电池中的重要性不断提升。

图 5：中国动力锂电池市场规模



资料来源：真锂研究，天风证券研究所

图 6：全球动力锂电池出货占总锂电池出货比



资料来源：真锂研究，天风证券研究所

# CTP打破依赖让大尺寸叠片成为可能

CTP（Cell to Pack）横空出世，这是第一款从电池生产工艺就单纯为新能源汽车服务的电池，是动力电池重要性的里程碑。

CTP的出现意味着整个产业链认可动力电池的重要性，愿意单纯为动力电池付出协同成本。

CTP电池有众多的优势，其中最重要的一点：

CTP可以装入大尺寸叠片的“刀片”电池。

在空间能量密度大幅提升质量能量密度提升的同时，可以发挥叠片性能好的优势，可能成为现阶段最适合动力电池的形态。

大尺寸叠片弥补了叠片最大的缺陷：生产效率不如卷绕的问题。

更为重要的是，普遍被认为锂离子电池未来的固态电池，只能采用叠片的方式进行生产。

CTP同样是通向未来的钥匙。

图7：宁德时代CTP电池



资料来源：宁德时代CTP发布会（中国汽车网），天风证券研究所

图8：比亚迪刀片电池组



资料来源：BYD刀片电池发布会（凤凰网），天风证券研究所

# 动力锂电池的新技术有望加速推广

CPT和刀片电池的出现，意味着产业链愿意付出更多成本来配套动力电池。

所以动力锂电池的新技术应用可能因此加速。

## 锂离子电池

正极向高镍化方向发展

碳酸锂切换  
氢氧化锂

负极向硅碳方向 金属锂方向发展

硅碳使用负极补锂  
金属锂负极

固态锂电池可能加速

安全性更好  
负极改金属锂必须

正极：高镍化已经进入实质性阶段。

负极：硅碳负极可能会加速应用。

其他应用：预锂化。

## 2

# 预锂化与金属锂的崛起

# 硅碳负极与预锂化

硅碳负极应用有望加速。相比正极已经进入高镍化的快车道，负极可能成为未来一段时间变化较大的主要电池材料。硅负极的能量密度显著高于石墨负极，但由于体积膨胀较大，因此折中采用硅碳负极。采用叠片工艺的刀片锂电池是线性膨胀，硅碳负极的应用可能会因CTP的渗透率提升而加速推广。

**形成SEI膜会让电池损失10%的能量密度：**锂离子电池的电量取决于其中可以在正负极之间移动的锂离子。目前锂离子电池中的锂离子全部来自正极，磷酸铁锂正极可以脱嵌约90%的锂离子，对三元来说可以自由移动的锂离子更加可贵，因为NCM811和NCA正极只能脱嵌约80%的锂离子。约有10%的锂离子在首次充电进入负极（石墨负极）时会与电解液等物质形成SEI膜而无法继续自由移动。硅材料的表面积高于石墨，如果采用硅碳负极，会损失更多的锂离子（15%-35%）。

表 2：硅碳负极体积膨胀较大

	石墨负极	硅碳负极	纯硅负极
能量密度(mAh/g)	310-370	>1000	4200
体积膨胀	形成致密 SEI 膜，电芯厚度增加 4%	压实密度低，嵌锂后体积显著膨胀（100%-300%）	410%

资料来源：石墨邦，Maziar Ashuri,《Silicon as a potential anode material for Li-ion batteries: where size, geometry and structure matter》，天风证券研究所

# 预锂化降低SEI膜损失

预锂化可以挽回大部分SEI膜的损失。预先在负极加入的锂可以替代从正极移动的锂离子形成SEI膜从而挽回能量密度的损失。特别是对于形成SEI膜损失更大的硅碳负极进行预锂化的必要性更强。目前行业重点发展的是采用锂箔补锂和金属锂粉（SLMP）补锂。稳定化金属锂粉是用碳酸锂等对锂粉进行钝化处理后的粉末，对负极进行预锂化处理后，可以降低40%的负极首次不可逆容量。金属锂箔和稳定化金属锂粉的效果则更加突出，预锂化后可以将硅碳负极的首次库伦效率从提升至85%以上，也就是降低了80.7%的负极首次不可逆容量，可能成为未来主要的预锂化方式。

表3：锂箔补锂和稳定化金属锂粉末的预锂化效果显著

	石墨负极（全电池）			硅碳负极（全电池）		
预锂化方式	补锂前 CE	补锂后 CE	提升百分点	补锂前 CE	补锂后 CE	提升百分点
锂箔补锂	92.00%	99.70%	7.70%	58.85%	85.34%	26.49%
稳定化锂金属粉末	82.35%	87.80%	5.45%	56.78%	88.12%	31.34%
硅化锂粉	87.00%	96.70%	9.70%	77.60%	90.80%	13.20%

数据来源：朱亮、严长青,《锂离子电池预锂化技术的研究现状》，天风证券研究所



# 预锂化有望带来金属锂的崛起

预锂化带来单位千瓦时的材料变化。预锂化等于使用锂提升了电池的能量密度，单位千瓦时对锂的需求变化不大，但产品结构会从锂盐倾向于锂金属。预锂化带来的有效提升能量密度8%以上，除了锂以外的正极、负极、电解液、铜箔铝箔集流体等材料的需求可能相应降低。

锂箔价格在1171万/吨以下时电池可平价提高能量密度。锂箔在预锂化过程中，几乎所有的锂都可以**增加电池的电量**。按照三元电池3.7V来计算，每增加1KWH需要锂箔70克。按照电芯820元/KWH的价格来计算，不计预锂化工艺费用，每吨锂箔价格在1171万元以下，下游就可以在不增加成本的情况下提升能量密度。目前金属锂的价格54.5万元/吨，含量折合碳酸锂10.31万元/吨，距离下游可接受的价格空间较大。

表4：金属锂价格下游接受度高

名称	数量
阿伏伽德罗常数（个/mol）	6.02E+23
元电荷电量（库伦/个）	1.602E-19
1mol锂离子电量(mah/mol)	26.79
1mol锂离子对应电池容量（WH/Mol）	99.12
1KWH电量需要锂（克/KWH）	70.03
锂原子量(g/mol)	6.941
1吨锂箔对应多少电量（KWH）	14280.26
1KWH电芯价格（元/KWH）	820
1吨锂箔能卖多少钱（万元/吨）	1170.98

资料来源：钜大锂电，天风证券研究所

# 金属锂的扩产不易

**期待金属锂的崛起。**预锂化在动力电池中渗透率达到100%，则每年动力电池的需求中8%-15%需要以金属锂的方式提供，如果预锂化渗透率快速提高，不排除金属锂价格独立上涨的可能。**金属锂工艺决定不易扩产。**目前金属锂的生产主要采用电解氯化锂的工艺，每生产一吨金属锂，副产品5吨氯气。氯气有毒无法直接在空气中排放，同时因强腐蚀性无法长期储存，金属锂厂附近需要有相应规模的使用氯气的化工厂。较为严格的生产条件限制导致金属锂扩产不易。

表9：目前金属锂主要采用氯化锂电解的方式生产



资料来源：赣锋锂业2019年年报，天风证券研究所

## 关注金属锂的相关公司

**关注赣锋锂业和威华股份：**赣锋锂业金属锂产能全球第一，截至2019年末公司拥有金属锂产能1600吨，如果金属锂价格走出独立行情，公司有望成为最受益标的之一。威华股份子公司致远锂业设计金属锂产能1000吨，同样值得关注。

# 风险提示

新冠疫情风险，新能源汽车补助退坡风险，CTP技术应用延期的风险，锂价继续下跌的风险等

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益20%以上
		增持	预期股价相对收益10%-20%
		持有	预期股价相对收益-10%-10%
		卖出	预期股价相对收益-10%以下
行业投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅5%以上
		中性	预期行业指数涨幅-5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅-5%以下

THANKS