

格瑞普·赋能未来穿戴

SMART RING BATTERY

（ 智能戒指弧形电池
技术行业白皮书 ）



SMART RING BATTERY

摘要

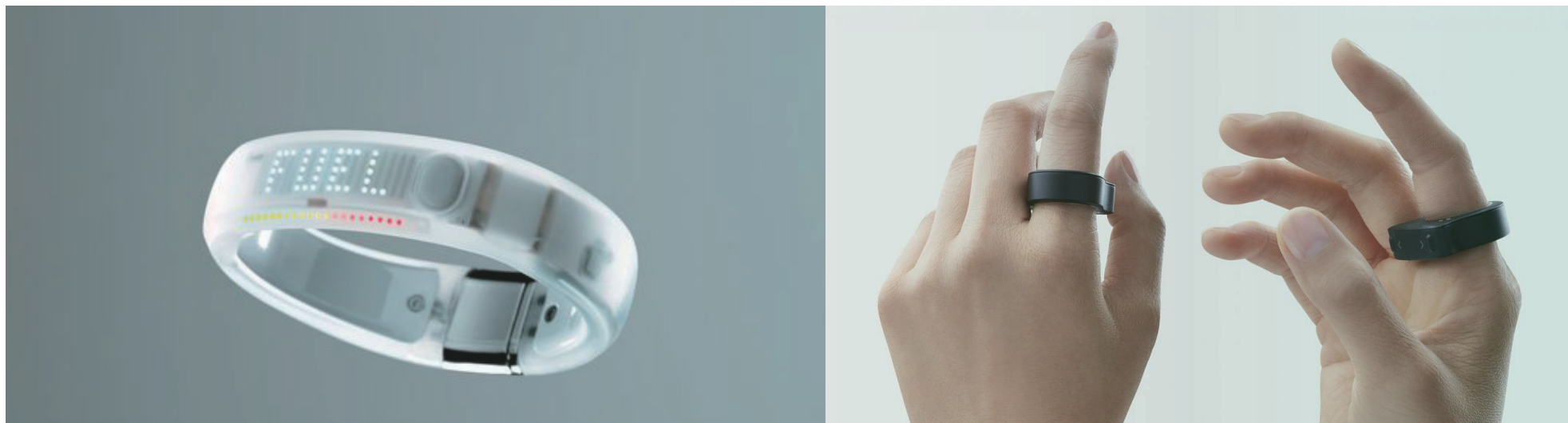
随着智能穿戴设备向更微型化、更无感化的方向发展，智能戒指已成为市场的新焦点。然而，其独特的环形结构对内部元器件，尤其是电池的形态、性能 and 安全性提出了前所未有的挑战。续航焦虑、佩戴舒适度和长期可靠性是当前智能戒指产品面临的核心痛点。本白皮书将深入探讨弧形电池技术如何成为突破这些瓶颈的关键，并详细阐述我司凭借独有的叠片工艺专利技术，在能量密度、循环寿命、结构设计和材料创新上所建立的行业领先优势，为下一代智能戒指产品提供成熟、可靠的动力解决方案。





PART 1

第一章：智能戒指的市场机遇与核心技术瓶颈



1.1 智能戒指的定义与市场展望

智能戒指 (Smart Ring)

是一种佩戴于手指的微型智能穿戴设备，集成了传感器、处理单元和无线通信模块，旨在以最无感、最便捷的方式提供健康监测（如心率、血氧、体温、睡眠质量）、信息提醒、移动支付及智能家居控制等功能。得益于其高度的便携性和时尚性，智能戒指市场正迎来爆发式增长。据行业分析机构预测，全球智能戒指市场规模预计将从2023年的数亿美元增长至2030年的数十亿美元，年复合增长率（CAGR）超过25%。这一高速增长的背后，是消费者对更便捷、更长效的健康追踪解决方案的迫切需求。



1.2 电池技术：决定产品成败的核心瓶颈

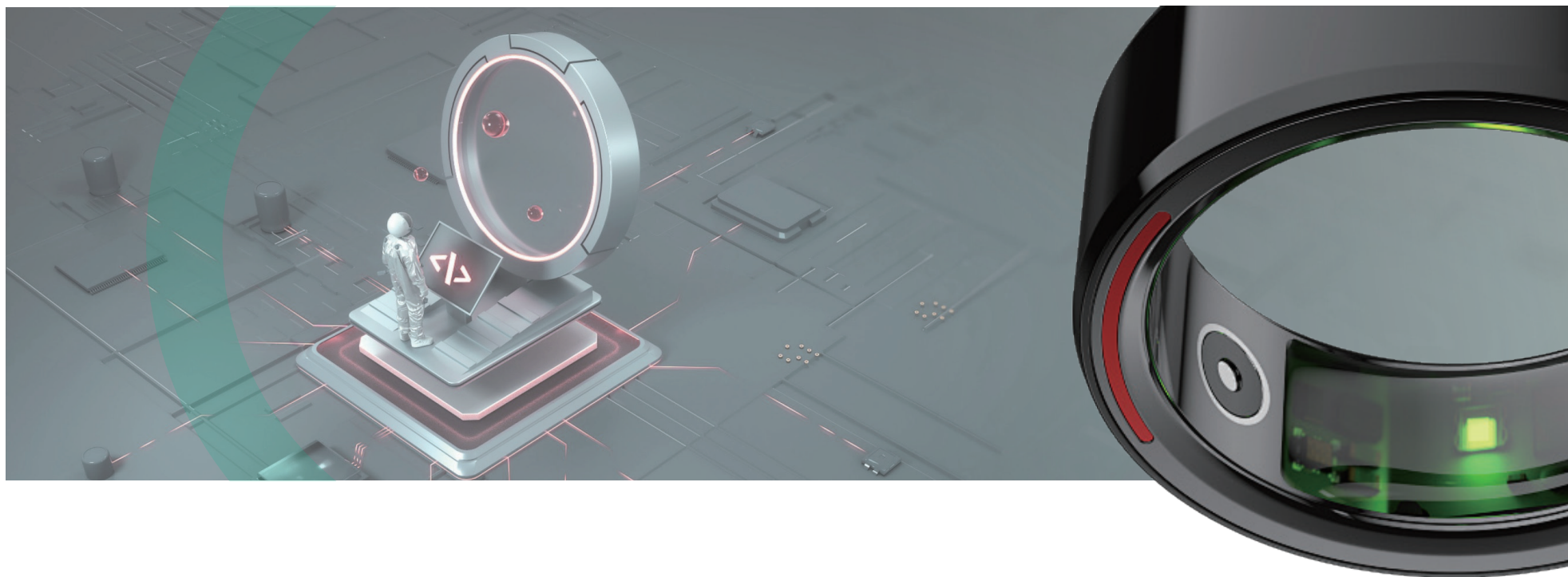
传统的卷绕工艺电池难以完美适配弧形结构，往往导致空间浪费、性能不稳乃至安全隐患，这正是行业亟待突破的技术瓶颈。

尽管市场前景广阔，但智能戒指的成功与否，很大程度上取决于用户体验，而电池技术是决定体验的基石，其瓶颈主要体现在：

空间极限的挑战：戒指的形态要求电池必须在极其有限的弧形空间内实现尽可能高的能量密度。

性能与续航的矛盾：用户期望长续航，但小体积电池的容量天然受限，同时高频率的数据监测对电量消耗巨大。

安全与可靠性的红线：作为24小时贴身佩戴的设备，电池的安全性和在各种环境下的稳定性至关重要，不容丝毫妥协。



PART 2

第二章：技术基石——三大专利创新构建核心壁垒

我们通过对电池制造工艺、结构和设计的系统性创新，构建了强大的专利护城河，从根本上解决了行业痛点。

2.1 工艺创新： 叠片工艺的根本性优势

智能戒指的弧形结构对电池制造工艺提出了根本性的挑战。行业内普遍采用的传统“卷绕工艺”在这一领域已显现出其固有的局限性，而我们的核心竞争力，源于对制造工艺的颠覆性革新——叠片工艺。

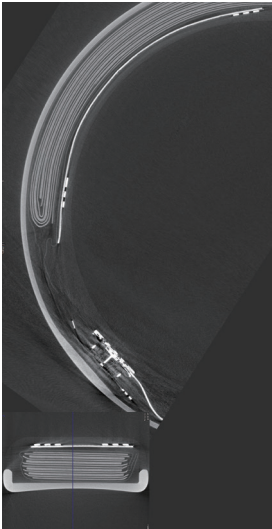
卷绕工艺的内在缺陷 vs 叠片工艺的逻辑优势

（ 卷绕工艺 WINDING PROCESS ）

类似于卷寿司，将正极、负极和隔膜等材料层叠后卷绕成型。

技术瓶颈

- **内部应力与形变：**
在强行弯曲成弧形时，卷绕电芯的内外侧会产生巨大的应力差异，内层受挤压，外层被拉伸。这不仅会导致电极材料涂层的脱落，还会造成电池内部界面接触不良，从而增加内阻、降低循环寿命。竞品中观察到的“叠片体尾部折叠”现象正是这种应力集中的体现。
- **空间利用率低：**
卷绕工艺在弧形两端会不可避免地产生“死区”，即无法被活性物质有效填充的空间，导致能量密度打折扣。
- **一致性差：**
在微小尺寸下，卷绕的张力控制极为困难，极片对齐精度低，导致成品电池的容量和内阻差异较大，一致性差。



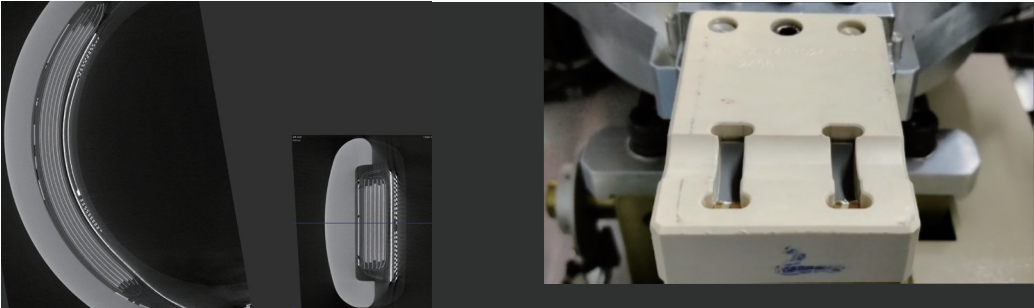
卷绕弧形电池结构图

（ 叠片工艺 E-STACKING PROCESS ）

如同堆叠扑克牌，将单个的正极片、负极片和隔膜片逐一堆叠，再通过热压成型。

技术逻辑与应用价值

- **无应力成型，结构更稳定：**
我们的核心发明专利（专利号：2013102115950）详细描述了这一制备方法。通过先堆叠后热压的方式，每一层电极材料都能在自然状态下贴合成完美的弧度。这种均匀的内部结构避免了机械应力，保证了电极界面的紧密贴合，这是我们电池电化学性能更优越、循环寿命更长（大于500次）的根本原因。
- **原生弧形成型，安全性更高：**
我们的核心工艺是在电芯完成叠片后，在化成（即首次充电激活）之前，通过热压工艺使其一体成型为弧形。原生弧形成型确保了电池内部隔膜和电极结构的完整性和一致性，从根本上杜绝了因后期弯折可能导致的内部微短路风险，极大地提升了产品的长期可靠性与安全性。
- **极致的空间利用，能量密度更高：**
叠片工艺可以使电芯的形状与智能戒指的壳体完美匹配，几乎没有空间浪费。结合我们采用的高能量密度硅碳负极材料，我们能在同等体积下实现更高的电量（例如，在竞品（16mAh）相同的尺寸下我们可做到21mAh），直接解决了智能戒指的续航焦虑。
- **更高产品良率：**
该工艺能有效将外观不良率控制在3%以下，保证了大规模量产的品质和一致性。



叠片弧形电池结构图

热压成弧形电池工艺

2.2 结构创新： 赋能极致的微型化设计

此外，我们持有“电池（**弧形-双头极耳**）”外观设计专利（专利号：2023308255884），通过双头极耳等创新设计，进一步优化了电池在戒指内的空间布局 and 连接可靠性。

我们通过实用新型专利（专利号：2018200140227）“适用于叠片锂离子用的隔膜袋带”，突破了微型电池的制造极限。

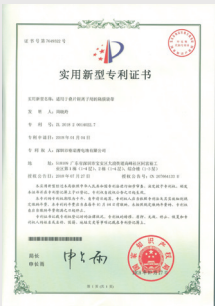
技术逻辑：

该专利技术确保了在极窄的宽度下，依然能保持极片堆叠的精确对齐和结构稳定。

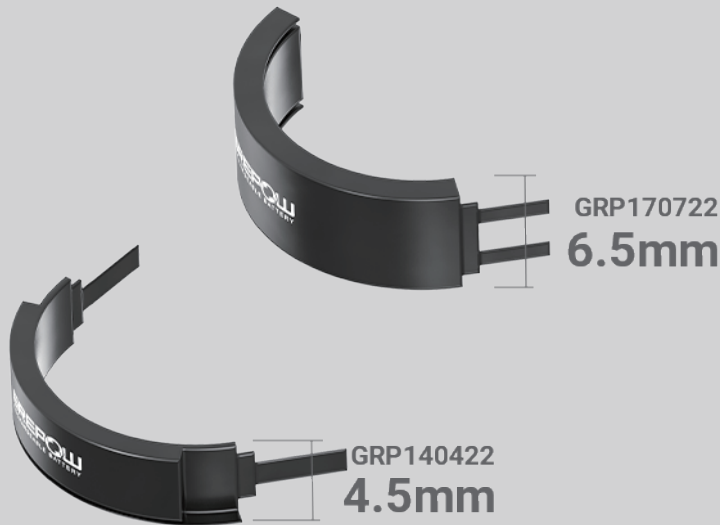
应用价值： 这项技术解放了智能戒指的工业设计。我们能制造出厚度薄至1.0mm（通常2mm），宽度窄至4.1mm（通常6mm）的电池。这使得终端产品可以更轻薄、更符合人体工学，从而提升佩戴舒适度和时尚感，拓宽产品的适用人群。



2023308255884



2018200140227



2.3 安全创新：源于设计的可靠性保障

对于24小时贴身佩戴的智能戒指，电池安全性是不可逾越的红线。我们的设计理念是从电化学原理和严苛的检测手段双重保障安全，而非被动依赖保护电路。

（全检测的逻辑与安全价值）

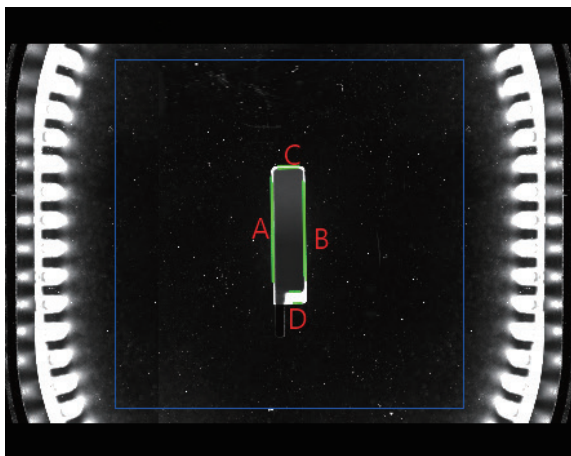
我们的电池安全，源于每一道工序的严苛把控和精准检测。

X-Ray 全检，把控内部结构

我们在电池设计及制造环节引入了 X-Ray全检测，对电池叠片工艺进行逐片检查，确保 Overhang（负极边缘超出正极边缘）的准确性。这一过程能够发现并纠正叠片偏差，从源头上杜绝安全隐患。同时，成品电池也通过X-Ray检测其内部结构完整性，避免潜在的结构缺陷。

极片 CCD 定位检测，提升精准度

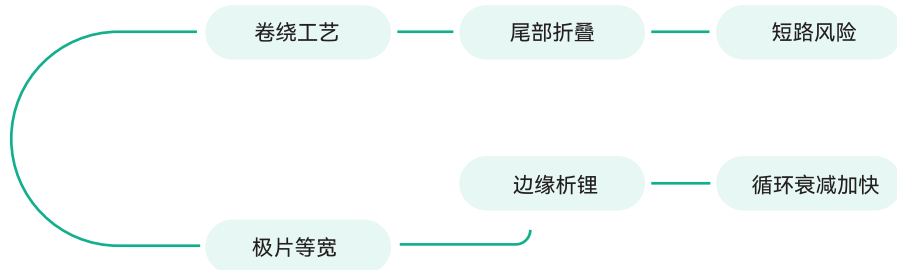
在极片制造环节，我们采用 CCD高精度定位检测，实现极片尺寸与位置的全检。与抽检不同，这一全覆盖的检测方式显著提升了工艺的稳定性与一致性，确保每一片极片都符合严格的设计要求。



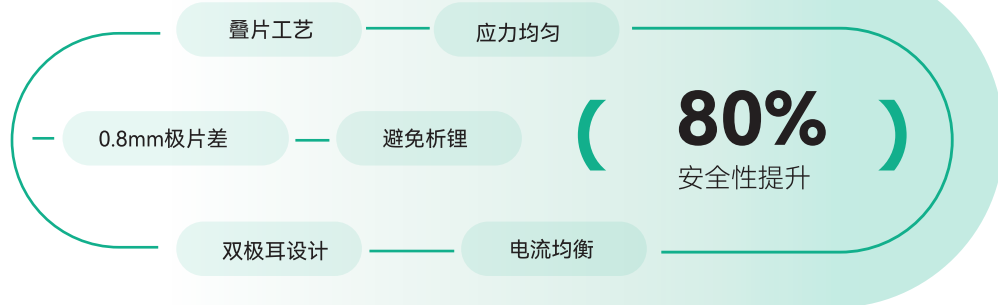
OK

A距离: 0.243
B距离: 0.256
C距离: 0.452
D距离: 1.839
隔膜面积: 80882

（其他品牌）



（格瑞普）



应用价值：

通过 Overhang精准控制、X-Ray全检测以及极片CCD全检的组合，我们能够最大限度地抑制潜在的锂枝晶风险，保持电池在长期循环下的性能稳定。对于智能戒指等长时间贴身佩戴设备，这意味着更高的安全性、更持久的寿命与容量稳定性，并显著提升用户信赖与品牌口碑。

2.4 材料创新：能量密度的跨越式突破

为满足可穿戴设备对极致轻薄与超长续航的需求，我们在核心材料体系上实现了重大创新，特别聚焦于硅基负极材料的应用与优化。

（核心技术：定制化掺硅负极配方）

我们在负极材料的研发中，探索并定制了包括 15%掺硅、30%掺硅以及纯硅在内的多元化配方体系，以应对不同产品对性能的差异化要求。与传统石墨负极相比，硅碳体系在容量和体积能量密度上均表现出显著优势，其中100%硅碳负极的创新配方体系取得了突破性进展：

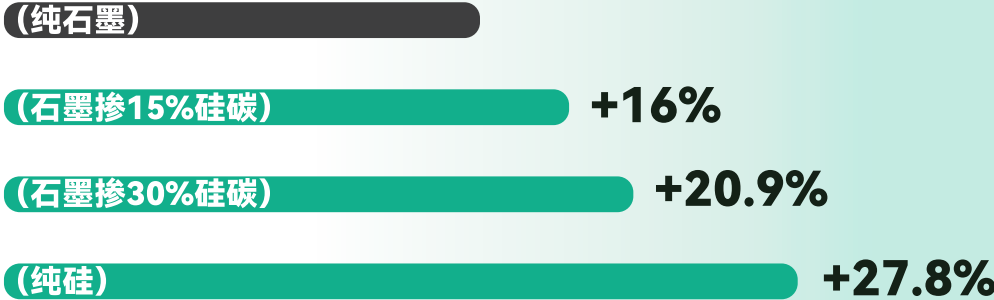
容量提升：
其容量相比传统的石墨负极提升了27.8%。

体积能量密度提升：
关键的体积能量密度提升了17.2%。

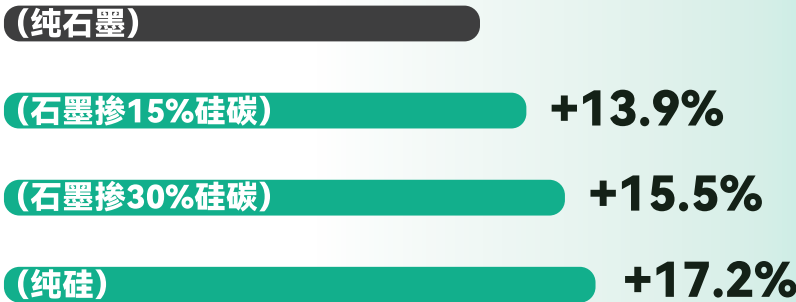
应用价值：

通过硅碳负极的引入，电池在相同体积下可储存更多能量，有效延长设备续航；同时在高倍率和长循环条件下依然保持稳定输出。对于智能戒指等微型可穿戴设备而言，这意味着在有限空间内获得更长的使用时长和更强的性能支持，从而大幅提升用户体验与产品竞争力。

负极不同掺硅占比容量提升比例



负极不同掺硅占比体积能量密度提升比例





PART 3

第三章：性能验证——数据驱动的全方位优势

卓越的工艺和设计，最终体现为在各项关键性能指标上的全面领先。我们的GRP1607026弧形电池与竞品的对比测试数据，直观地证明了这一点。

3.1 更高的能量效率，更长的有效续航

叠片工艺vs卷绕工艺: 能量密度与内阻

能量密度

密度提高+10%

(我司叠片工艺)

(传统卷绕工艺)

电池内阻

阻值降低-27%

(我司叠片工艺)

(传统卷绕工艺)

为何叠片工艺更优？

技术逻辑：

叠片工艺使电极层间的排列更加均匀且紧密，减少了离子迁移路径的不均衡和局部电流集中问题。结果是更低的内阻与更高的活性物质利用率，直接带来能量密度和效率的提升。

应用价值：

对于体积受限、功耗集中的智能戒指，叠片工艺电池显著延长续航。更高能量密度让同尺寸电池提供更持久电量，更低阻值则确保在GPS、心率监测等高功耗场景下依然稳定输出。用户因此能享受更长使用时长与更少充电频率，整体体验与信赖感大幅提升。

3.2 更宽的温度适性，更可靠的全天候佩戴

为何我们的温度适应性更强？

技术逻辑：

在-20℃的低温下，电解液粘度增大，离子运动受阻，电池性能会急剧下降。我们的电池凭借更优化的电解液配方和更稳定的内部结构，保持了更好的离子通道，因此仍有更高的放电效率。在60℃高温下，稳定的界面则能抑制副反应的发生，同样保持放电高效率。

应用价值：

这意味着佩戴智能戒指的用户无论是在冬季滑雪还是在夏季的户外运动中，设备都能稳定工作，提供不间断的健康数据监测和交互功能，这构成了产品全天候可靠性的核心。

+7.0%

低温性能 (-20℃, 0.2C)

+2.3%

高温性能 (60℃, 0.5C)

低温性能 (-20℃)

69.4%

(格瑞普)

62.4%

(其他品牌)

高温性能 (60℃)

97.3%

(格瑞普)

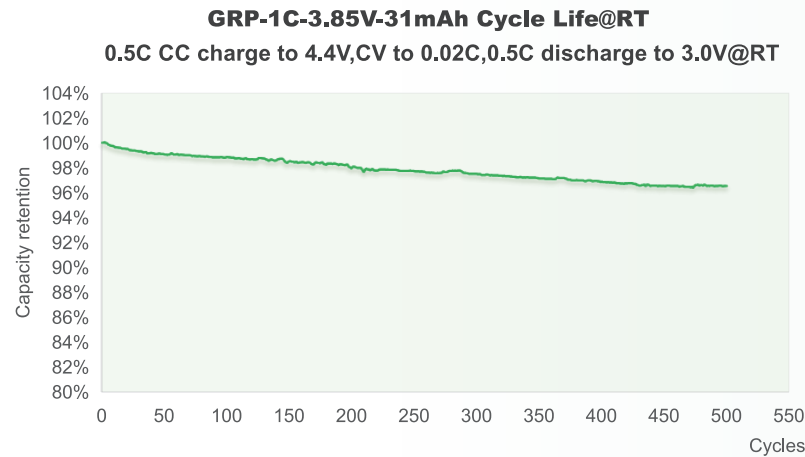
95.0%

(其他品牌)

3.3 更出色的循环寿命，更长的产品生命周期

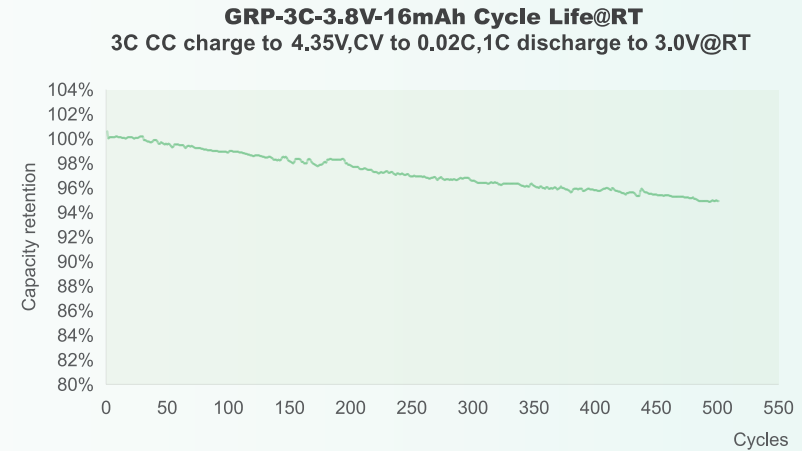
高压（4.4V）：
0.5C充放电循环500次后，容量保持率高达

96%



高压快充（4.35V）：
3C充电/1C放电循环500次后，容量保持率仍可达到

95%



技术逻辑：

电池的寿命衰减，本质上是活性材料的损失和内部结构的破坏。我们通过稳定的叠片结构、安全的负极Overhang设计以及先进的硅碳负极和高压体系，共同构建了一个极其稳固的电化学系统。这使得我们的电池在经历500次深度充放电循环后，依然能保持95%至96%的容量。特别是我们的快充电池，在3C充电/1C放电的严苛测试下，500次后容量保持率仍高达94%-95%。

应用价值：

500次循环通常意味着接近两年的正常使用。高容量保持率向最终用户承诺了产品的长期价值——即使用两年后，智能戒指的续航表现不会出现断崖式下跌，这直接关系到用户的长期满意度和复购意愿。



PART 4

第四章：未来展望——引领下一代智能戒指电池技术

作为行业领导者，我们不仅立足当下，更着眼于未来，致力于通过持续的技术突破，定义下一代智能戒指的动力核心。

GREPOW 定义下一代智能戒指的动力核心。

4.1 能量密度的再突破

我们将继续深化在硅基负极材料等前沿领域的研发，探索更高克容量的新型材料体系。我们的目标是在现有尺寸基础上，

将电池容量再提升 **20% - 30%**,

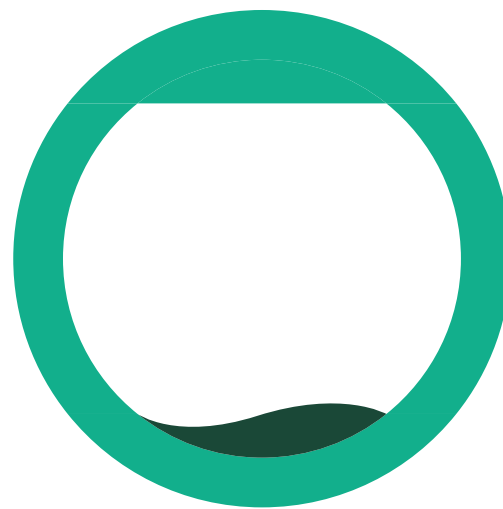
实现 “**充电一次，使用一周**”
的终极用户体验。

4.2 充电体验的革命

在保证高能量密度和长寿命的同时，我们将致力于提升充电速度。通过优化电极动力学和电解液配方，我们的目标是实现

“**充电五分钟，使用一整天**”

的超级快充技术，彻底消除用户的电量焦虑。



4.3 形态与集成的终极探索

未来的智能穿戴将更加无缝地融入人体。我们正在预研全柔性电池乃至与生物兼容的电池技术，探索将电池与戒指结构一体化成型的可能性，为未来更轻、更柔软、更智能的穿戴设备提供终极的

动力解决方案

结论

智能戒指的浪潮已至，而电池技术是决定品牌能否在这片蓝海中乘风破浪的关键。我司凭借独有的叠片工艺、系统的专利布局、卓越的产品性能和前瞻的未来规划，已在该领域建立了无可撼动的领导地位。我们的电池不仅是一个零部件，更是智能戒指产品实现更长续航·更美设计·更高安全性和更强可靠性的核心赋能者。我们已获得智能戒指头部品牌的广泛应用和市场验证，并期待与更多行业先锋合作，共同定义并引领智能戒指的美好未来。

GREPOW
SMART RING
BATTERY

