



可穿戴设备的工程师指南： 从设计失误中吸取的经验



可穿戴设备的工程师指南： 从设计失误中吸取的经验

作者： Charlene Vance，工业胶带及胶粘剂部市场经理
Del R. Lawson 博士，医疗解决方案部研发经理
Dylan Cosgrove，中央研究实验室系统运营经理
John Sebastian，模切市场运营经理
John Wheatley，显示材料和系统部门科学家
Jonathan Kahl 博士，中央研究实验室感知科学专家
Kris Godbey，医用材料与技术应用专家
Nate J. Anderson，中央研究实验室感知科学专家
Nathaniel D. Anderson 博士，企业研究感知科学
Steve Austin，工业胶带及胶粘剂部全球应用工程师
Tony Kaufman，医用材料与技术新业务风险投资官

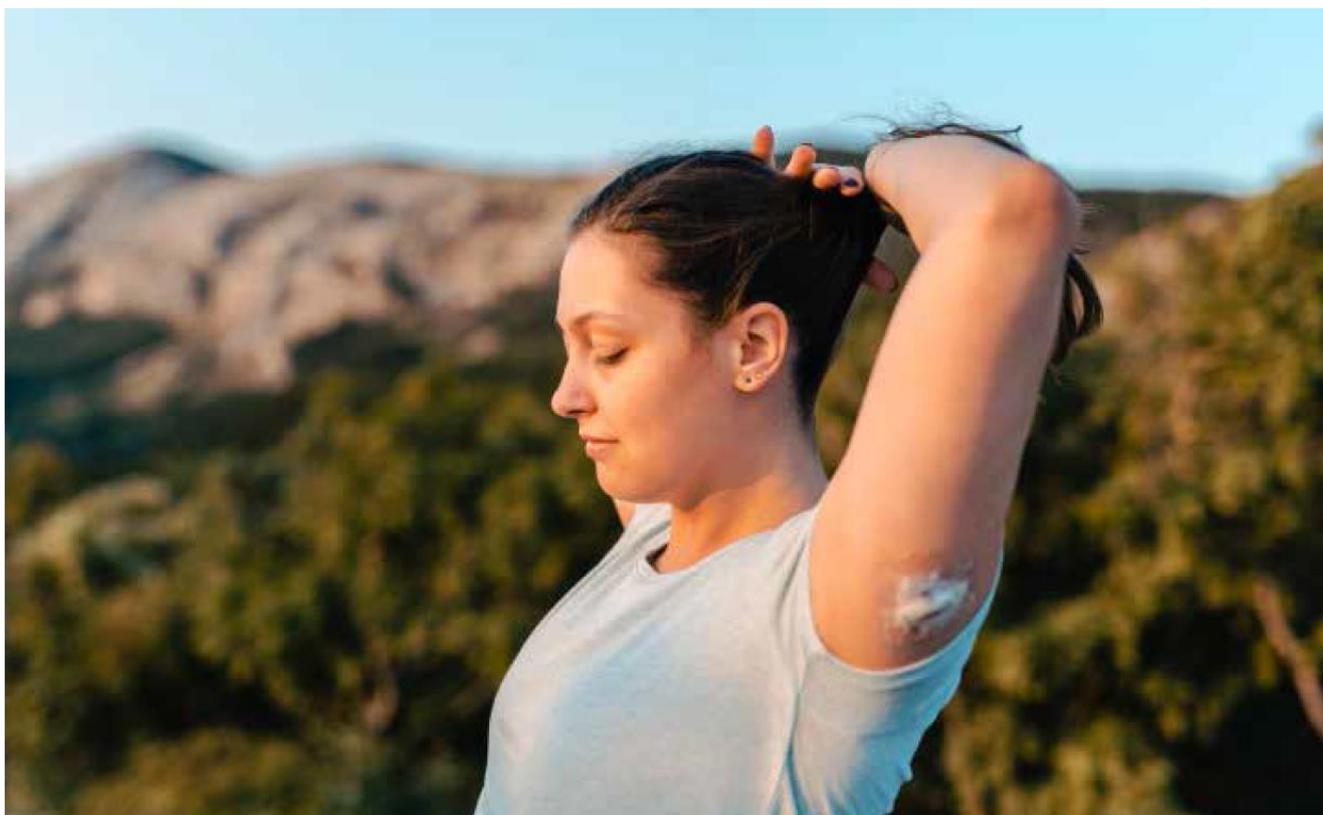
以患者为中心的护理在医疗行业变得无处不在。我们正在从「医生最了解」的文化转变为为了患者寻求多种意见、高度定制的治疗方案和自行监测健康。人们经常每天光顾网络论坛来寻求如何更好地实现管理疾病的想法。总体而言，患者及其护理人员正在寻求适合他们生活方式的更为便利的疾病或健康管理方法，以及经由电子信息来更私密地和谨慎地与医生联系。

医疗保健的变化和医疗技术创新的步伐比以往任何时候都快。如同临床医生一样，可穿戴设备设计工程师在当今的医疗行业中发挥着重要作用。设备制造商必须不断改进他们的产品以跟上步伐。

可帮助患者监测和管理慢性病的可穿戴医疗设备是医疗专业人员所制定的治疗计划与患者自身保持独立、积极生活方式能

力之间的桥梁；但是，为了实现这样的目标，可穿戴设备必须满足多项要求。患者需要能够轻松融入日常生活的设备，这些设备需要个性化、易于使用和舒适且持久耐用。

我们知道设计一个能够满足以上所有的装置绝非易事。这就是为什么我们透过与世界各地的设计工程师和设备制造商合作来丰富我们的知识以分享本指南。您将了解同行在将可穿戴医疗设备推向市场时遇到的各种状况，而更为重要的是，可以了解如何避免一些失误。我们将讨论解决系统设计的重要性、材料如何协同工作、设备的可制造性，以及如何将患者放在首位以帮助像您这样的创新者做出好的决定。我们的目标是帮助您创新可穿戴技术，以提高人们的生活质量并舒缓压力。



勾选用户所需的选项

□ 持久耐用性

让患者专注于生活，而不是不断地担忧他们的疾病。随着技术变得更加智能和先进，患者希望装置能够最大限度地减少全天候疾病管理所带来的不便。为了使装置能够成功地做到这一点，它需要以无缝融入患者日常生活的方式来设计。设备在经长时间佩戴应具有防水性和弹性。保持灵活性和耐用性的纤薄外形有助于防止边缘翘起并提高美感。设备装置需要承受日常生活的各种活动，包括抵抗颠簸、拖曳和拉扯的影响。具备屏蔽、抑制和吸收能量的材料和组件有助于延长设备的使用寿命。

□ 舒适性

从鞋子到床再到汽车，人们都在寻找更佳的舒适性—可穿戴设备也不例外。不会容忍过度的瘙痒、揉擦感或外来刺激。与移除相关的疼痛也需要最小化，且可穿戴设备更换频率之间的时间应该最大化。材料可以透过具有弹性、透气性和减少水分积聚来帮助提高舒适度。糟糕的系统设计，包括装置的尺寸、连接方式还是透气性（皮肤发痒或受刺激），通常都会导致让人感觉不适。

□ 使用便利性

操作需要简单直观。如果用户无法理解如何使用并操作，那么技术无论有多先进都无用武之地。当设备简单易用时，用户可以更迅速地使用它，并且可以采用一致和有持续性的使用方式。例如，管理按钮和需要确认的次数很重要。如果系统设计复杂，可能会导致不规范操作或患者使用了错误的剂量。我们建议与精通用户体验的合作伙伴

进行合作，尤其是那些能够就量产的难易程度和实用性提出建议的伙伴们。

□ 个性化

虽然一些患者更喜欢通用设备，但其他人则希望自豪地使用大胆而多彩的产品。无论他们处于消费光谱的哪一端，归根就底，大多数患者都希望他们的装置能够反映他们是谁。对于希望大规模生产的设备制造商来说，这可能具有一定的挑战性。幸运的是，有解决方法可用。例如，用于外层覆盖的胶带产品就可以很好地进行大规模生产，同时提供个性化的观感和触感。

□ 持久动力

患者不得不频繁更换他们的设备或为他们的装置充电，这既不方便又烦心—而且可能会具有一定的危险性。比如这可能意味着在没有监测他们健康关键数据的情况下持续了数小时。具有更好电源管理的装置可能会产生更具备一致的数据，且在设备的整个生命周期内对其维护的单位成本可能更低。

满足以上这些系统需求的设备已经走上成功之路，从以下失误中吸取经验将有助于他们继续沿着这条道路前进。

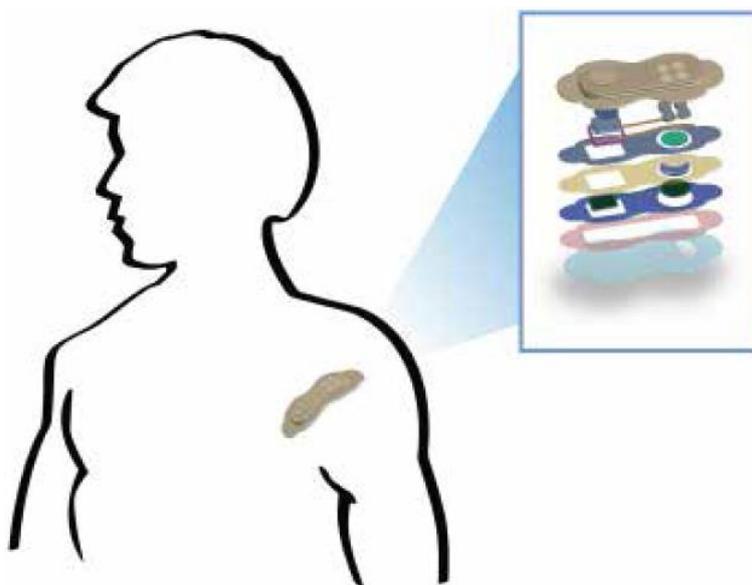


1

设计不兼容或整合度低的系统

在设计您的设备时，最重要的一点是要考虑整个系统。这包含各种材料（包括黏合剂）、设计和制造过程。如果不这样做，您可能会错过优化装置可制造性的机会。整合度低的系统还会导致一系列其他问题，这些问题会影响舒适度、易用性、产品性能、用户接受度、尺寸大小等。

例如，选择正确的粘接解决方案并与对您在设计时选用的材料有专业知识的模切商合作，可以提供优化您选择的材料的层叠组合方式，这可以改善它们的加工组装过程和性能。



2

错误定义市场需求

医疗器械公司经常会过度概念化他们的产品，试图实现他们认为用户想要的东西。此时当它导致过度设计或设计不足的时，就会成为问题。您的创新透过强大的实验数据来推动决策将有更大的成功机会。

首先，确定您的设备将有助于解决问题。所有关键利益相关者都需要对正在解决的问题有深刻的理解，并在指导每个决策中统一起来。这将有助于节省时间，避免成本超支，并使每个人都在同一层面上前进。

从那时起，请与参与研发的人员进行讨论以协调工作。在开始设计之前，您必须了解最终用户真正需要和想要的装置性能。确保研发部门支持您的决定，例如患者是想要通用设备还是可以个性化以匹配其风格的装置。其他设计中的细微差别，例如使应用程序和删除更便捷的意见，可以改进设备本身以及用户对它的接受程度。研发过程中还可以发现一些不可控的潜在负面因素，例如患者的文化背景、整体健康状况、潜在的人口统计学问题以及他们的生活环境。

请记住，最初的研发过程不会是「完美的」过程。它应该是一项结合不同类型，从定量研究到行为研究的持续努力。定期与研发团队沟通，了解他们发现了哪些新信息以及哪些数据再次肯定了之前的假设。如果有任何客户数据的反馈可用，则应深度挖掘它，用以对提出的挑战、支持性问题、技术请求和其他反馈等进行讨论；社交媒体和

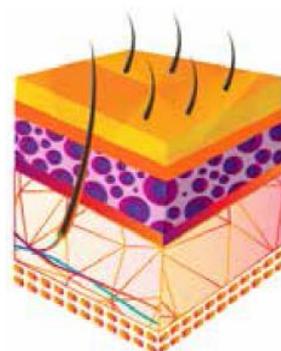
用户支持小组也可以提供有价值的见解。设计和创新是迭代过程，随着时间的推移，当前数据对于改进至关重要。

不幸的现实是，研发过程可能会变得很昂贵。但是，必须在产品开发后期进行设计更改—或者创建一个一旦上市就失败的产品—也会产生严重甚至更糟的后果，大大影响时间成本和预算。在开发前期进行投资相对于处理未来的负面影响，更符合您的最大利益。

3

不认真看待皮肤问题

我们之中的许多人喜欢认为皮肤是不透水的。但事实并非如此。皮肤是我们抵御外部世界的主要屏障，也是我们抵御感染和损伤的第一道防线。它是人体最大的器官，有助于调节体温和体内液体平衡等许多关键性的功能。当水分和皮肤细胞从真皮的深层过渡到角质层的顶层时，它就像一条传送带。我们创造了新的皮肤层，对于普通成年人来说，表层皮肤每 10 到 20 天就会更换脱落一次。



设计可长时间佩戴在皮肤上的设备需要考虑皮肤的性质并预防设备使用寿命期间可能发生的潜在损害。太强的胶粘剂会在移除装置时伤害皮肤。胶粘剂太弱会导致装置脱落，增加患者的成本或在没有替换品的情况下无法持续使用。不考虑透气性的装置和胶粘剂设计可能会无意中聚集水汽，从而导致刺激或浸渍，从而进一步伤害皮肤。确保您的设计尽早考虑所有这些需求，以改善设备在整个佩戴期间的体验和性能。它还将提高患者的依从性。

4

没有将设备的佩戴时间纳入每个决定

当我们为项目提供建议时，佩戴时间始终是首要考虑因素。所有其他决定都取决于它——从哪种类型的胶粘剂最适合应用到装置的外壳材料都是这样。

如果它是需要贴在皮肤上的设备，佩戴时间就更加重要了，因为它需要贴合的基材：皮肤是如此的与众不同。与无生命的材料们（如金属或塑料）相比，皮肤会定期移动、呼吸并完全自我再生。最重要的是，并非所有皮肤都能承受相同程度的外部刺激。在年龄、整体健康状况和其他无法控制的变量影响下，皮肤所承担的功能需要能够正常运作，特别是还有装置需要粘贴超过一两天时间的时候。

这是一项艰巨的任务，但您的设计可以透过多种方式满足皮肤的需求。

首先，尽可能选用透气背衬和胶粘剂的组合，因为它们会让湿气透过胶带。水蒸气透过率（MVTR）有助于表示胶带的透气性。但是，胶带粘贴的可穿戴设备可能会改变水蒸气穿透水平。您应该在装置周围使用裙边（或延伸边缘），而不是将胶带切割成装置的确切大小。这样做有助于保持皮肤的弯曲和移动能力，同时保持胶粘剂和皮肤之间的牢固黏合。例如，当装置撞到门口时，它还可以帮助降低失效率。

与此相关的是，如果您的设备与预期用户的皮肤黏弹性（皮肤在不同温度下随着时间的推移吸收和释放能量的方式）兼容，则可以延长佩戴时间。如果没有考虑到皮肤的黏弹性，用户的皮肤可能会因此而应激拉伸，从而产生超弹性材料性能损伤。

除了贴在皮肤上的应用之外，佩戴时间会影响各种设计决策，包括电源管理、材料选择、应用和移除以及整体耐用性。

如有疑问，您的材料供应商应该能够帮助您做出正确的决定。



5

使用不具备相容性的材料

在设备上所使用的材料出现的问题，很可能在产品已经投放市场后才出现。这将非常麻烦，因为此时再做出具有成本效益的更改为时已晚。

要主动确认相容性，请从您的选材开始。最常用于医疗器械的材料有：

聚乙烯 [LDPE、HDPE]：舒适的低密度和超低密度版本触感柔软、易于使用且价格合理。

- 相容：大多数胶粘剂，但可能需要预处理或打底以形成牢固的黏合。与其他类似聚合物的热密封性良好。
- 不相容：高温，如蒸气或高压灭菌。

硅橡胶：常用，但难以粘接。

- 相容：其他硅胶聚合物和硅胶胶粘剂。
- 不相容：虽然有一些底涂剂可以提供帮助。但不能热合到其他材料上，很少有其他材料或胶粘剂能很好地黏合到它上面。

PVC：耐腐蚀、透明且柔韧，但较难处理且可能与其他材料不相容。

- 相容：其他 PVC 层。
- 不相容：使 PVC 变得柔软和有弹性的塑化剂往往会迁移到大多数黏合剂和某些材料（例如聚乙烯和聚氨酯）中，从而导致贴合失效。

聚酯 [PET]：可塑、透明、具备防护性且易于粘接，但略硬且不易弯曲。

- 相容：大多数胶粘剂都能很好地黏附在干净的聚酯 [PETE] 上。可以热封到纤维无纺布上，但大多数非 PET 薄膜需要兼容的热封剂才能很好地黏合。
- 不相容：有一些化学品，但通常是惰性的。

聚氨酯 [PUR]：柔韧、柔软且经得起消毒灭菌。伤口敷料的理想选择。

- 相容：大多数胶粘剂（可能更适合转移胶膜，它们可以随着 PUR 薄膜拉伸和移动）。
- 不相容：脂肪酸和油性物质会被它吸收，导致 PUR 薄膜膨胀和变弱。不能热封，因为它具有非常高的熔点。

以皮肤为目标接触材料，装置中所使用的物料必须符合国家 / 地区法规及 / 或产业标准（例如 ISO 10993）的生物相容性要求，且不得使用乳胶或动物衍生材料等相关材料来进行生产制造。

尽早与材料供货商讨论您计划使用的所有材料。来自您的材料供货商的反馈将确保您朝着正确的方向前进，并减少在后期放量过程中出现相容性问题的可能性。

6

将胶粘剂的选择视为一项琐碎的事

在设计可穿戴医疗设备时，「胶带就只是胶带」的心态是一种危险的过度简化。从胶粘剂在不同情况下的表现到它如何与其他装置材料相互作用，它会影响设备的整体功能和准确性。粘接力是功能系统的一部分，因此了解系

统的每一层如何影响整体粘接力的性能非常重要。如果在设计过程的早期不考虑胶粘剂的选择，可能会导致制造问题、装置故障，并可能对用户造成伤害。

制造问题：如果选定的胶粘剂非常柔软，它可能会在模切和后续生产过程中黏住设备，导致意外的成本增加和因计划外停机和清洁而造成的延误。此外，较软的胶粘剂可能需要制造设备以较慢的速度运行，这会增加运行时间并增加商品的总体成本。使用耐用的脱模表面对加工模具进行预涂 / 预处理、使用低黏附性处理保护接触辊、冷却辊 / 鼓风机以及使用避免与胶粘剂表面接触的螺纹设计可以帮助避免这些问题。与具有专业知识并精通所选材料的加工商或第三方制造商合作，可以帮助确保您在设计中使用正确的胶粘剂，优化可制造性并最大限度地提高产量。

装置故障：黏附在皮肤上的设备需要在预期的佩戴时间内保持粘性才能成功实现其临床目的。如果使用的胶粘剂性能不足，装置可能会过早脱落。这可能会导致错过关键药物的读数或剂量。此外，将组件黏合在一起的胶粘剂选择不当可能会导致部件移位、消毒期间或之后出现故障，或者更糟的是，装置会结构失效。

对用户的危害：皮肤是一种敏感的物质，因此选择正确的胶粘剂系统以避免潜在的医疗胶粘剂相关皮肤损伤（MARS）是非常重要的。MARS 可能由不正确的备皮、不正确的胶粘剂选择以及设备应用或移除不当时错误引起。MARS 的严重程度从机械性皮肤刺激到表皮撕脱和张力性水泡。一旦患者感到疼痛，他们可能不想再次使用产品或将其推荐给其他人，因此请确保考虑撕除力量与疼痛的相关性。一些胶粘剂用在了某些「最佳位置」，

在既定的去除力水平下提供较少的疼痛。

幸运的是，可以透过为每个应用仔细周到地选择最佳胶粘剂来避免出现这些结果。在开始设计过程之前，请咨询您的材料供货商，了解材料的独特特性、产品的使用环境类型、用户的年龄范围和总体健康状况、在身体上的位置及其所预期佩戴的时间。

7

没有及早评估供电选项

对于患有慢性疾病的可穿戴设备用户来说，如果产品断电，是会出大问题的，并且可能危及病人生命。使装置可充电或由电池供电的决定并非是一个轻率的决定。设计师需要考虑多种设计和用户影响，例如电池可用空间、充电或更换电池之间的后备电量以及充电选项。

为了帮助确定您的设备应该是可充电的还是电池供电的，请考虑以下问题：

- 我们能否优化电气或光学系统以降低功率消耗？

- 电池需要多大？
- 它需要持续多长时间或需要多久更换一次？
- 您有哪些充电选项（插线、无线、来自其他装置、运动 / 太阳能等）？
- 用户是否能够轻松取出电池进行充电？

具有更高能效的装置可以实现更频繁的数据收集。电源效率还可以转化为更小的电池和装置，有助于实现更纤薄的外形，从而提高患者的舒适度。



8

选择不兼容的消毒灭菌方法

并非每个装置都需要消毒灭菌，但如果需要，则整个结构的设计应能够承受这个过程。

可穿戴设备通常使用的消毒灭菌方式主要有三种类型——环氧乙烷气体、电子束和伽马辐射。环氧乙烷气体需要将设备放入密封室内以杀死细菌，这很耗时，且可能会产生

残留，但与其他方法相比它对材料本身的影响较小。辐射是一个更快的过程，电子束和伽马辐射都能有效地杀死细菌。缺点是辐射暴露会改变大多数胶粘剂、其他常用材料和大多数药品的效能。

考虑到这一点，请彻底测试您计划使用所需消毒方法的所有材料，以确认兼容性并显示它们的效能可能如何变化。最终归结为您的装置将在何时何地佩戴。但是，对于其他装置，可以暂时取出药物，对装置进行消毒，然后在应用之前，将药物重新添加到装置中或在消毒后无菌填充装置。

9

没有考虑如何处置废弃的设备

废弃产品的正确处置是一个安全和环境问题，特别是如果产品是一次性的（例如针头及 / 或给药装置等）。在美国，仅就糖尿病而言，据估计每天有 **650** 万人处理针头和注射器，其中大部分废物被送往垃圾填埋。如果没有国家安全处置计划，环卫工人和生活小区就会面临风险。¹

在设计产品时，应关注其从开始到废弃的整个生命周期。批判性地考虑其组件、材料和预期功能，以确定您可以进行哪些调整以确保安全处置和可能的回收利用。可以考虑以下几点：

- **产品组成：**考虑整个设备装置是否应作为生物危害物处理，以及组件是否可以拆卸回收。
- **佩戴时间：**在可能的情况下延长佩戴时间有助于减少浪费。
- **电源：**确定您的装置是否可以充电。
- **针头处理：**如果您的装置或涂药器使用针头及 / 或给药装置，请确保使用说明（IFU）明确阐述如何安全地处理它。

10

光线干扰问题

如果您的产品使用光学传感器，您可能需要担心来自不需要的波长或其他方向的光导致的光学干扰。它可以来自环境光源或装置内使用多个光源（也称为光学串扰）。它不仅会导致信噪比下降，而且还需要更多的电能才能发挥作用。在 LED 或传感器上使用定向光栅和波长滤波器可显著提高传感器系统的性能。

由于可穿戴设备既薄又灵活，因此通常认为没有足够的厚度来控制光学器件。然而，用于超薄应用的微型光学器件通常用于消费类电子产品，例如手机这样的产品中。可以在医疗器械中使用相同的技术，增加产品的精密性。

光学器件还可用于影响光源和皮肤中光线的角度分布。您还可以控制光学传感器的视场角来共同优化光源和探测器。管理光的特性可以减少皮下光散射的问题，以最大限度地减少噪音或确保光在装置进行测量之前与组织充

分相互作用。

检测荧光（例如来自皮下标记物）变得越来越重要。可以使用光学薄膜来帮助提高一或多种波长的信号辨别力。

11

没有考虑其他外部干扰

可穿戴设备需要防范许多潜在风险才能正常运行。尤其是包含电子设备的产品特别容易受到来自光源或电源的外部干扰。



让我们从可穿戴设备面临的日常威胁开始一水。大多数（但不是全部）可穿戴设备都需要防水，无论它们是透皮贴剂、脑震荡传感器或是连续血糖监测仪。佩戴时间、预期用途和环境条件也在这里发挥作用。如果只是为了保持黏附几个小时且不会与湿气接触，那么防水性就不是那么重要。但是，对于佩戴时间较长的装置，必须密封设备，以使用户可以洗澡、出汗甚至于游泳。带有电子组件

的设备在密封到装置中之前通常需要涂上一层保护层。

另一个日常威胁是静电，因为它会积聚并对装置的性能产生负面影响。就像使用其他非医疗器械一样，在电子设备上加入静电屏蔽和放电装置，这对于在易燃物周围工作的人来说非常重要。

一个相对较新的威胁是黑客攻击和违反个人隐私规定的信息收集。如今我们经常媒体上听到它。任何连接到网络的设备都有可能被黑客攻击和入侵。医疗器械制造商应主动降低网络安全性风险，并确保安全措施到位。²

12

创建繁琐或不直观的操作过程

在确定设备的操作方式时，您应该让市场研究中的客户意见为您指明方向。当这些工作没有做好时很可能会让人非常痛苦。

一定要考虑您的最终用户的情况、他们的能力以及您的设备需要哪些操作。如果您的最终用户患有关节炎，他们可能难以处理体积较小的设备装置和部件。或者，最终用户可能需要能够自己将装置黏在手臂背面。繁琐且不直观的操作过程可能会导致装置故障或误用，从而使得用户变得沮丧，例如胶粘剂自己贴合在一起了或者说离型纸难以去除。



需要考虑的问题包括：

- 装置将由受过培训的专业人员操作还是用户自行使用？
- 可以用一只手还是两只手操作该装置吗？
- 使用操作会涉及多少步骤？
- 是否需要进行提前备皮？

减少步骤数量对于创建一个简单的操作过程来说是必不可少的，人们可以在第一时间做对。对于产品的第一印象对于持续建立病人良好的使用依从性和使得设备良性运行至关重要。

您并不总是需要完全重新构建您的产品以适应其操作方法。一些简单的优化解决方案可能是在模切加工过程中添加一个小提手或者是一个简单的机械结构改动。

当然，会存在一些操作比其他的更复杂，而且无法规避。在这种情况下，清晰明白的说明书可以使一切变得不同。确保它们是为最终用户全面编写的。虽然技术术语可能更适用于医疗工作者，但您的日常用户将从简单易懂的说明中受益更多。图表和影片教学也很有帮助。请记住，一张图或一张照片很多时候真的比一千个字更有价值——因为不是每个人都能阅读或拥有正确阅读说明的能力。

13

在过高温度下进行加速老化测试

在进行加速老化测试时，可以使用 120°F（50°C）条件来加速老化产品和其组件，持续九周的时间相当于自然老化一年。³⁴ 可以查到很多关于加速老化的信息，但请记住您选择的材料旨在供人们佩戴，通常设计的温度范围与汽车和航空航天部件所需的温度范围不同。对于这些材料，在更高的温度（大约 150°F 或大约 70°C）下进行测试是可以接受的，因为它们实际上可能在类似的条件下使用。提高加速老化的温度可以节省一些时间，因为它持续的时间更短。然而，对于医疗材料，包括用于贴在皮肤上的应用的胶粘剂，更快地运行加速老化测试可能会产生不准确的结果。耐心等待测试所需的时间从而得到更为可靠的测试结果。当然也需要记得同时在成品包装中进行自然老化测试。

我们建议参考国家 / 地区法规、特定于产品的指导文件和行业标准，以确保稳定性测试方案和试验在适当的时间内进行，并具有统计学意义的有效样本量和足够的成品批次变化。您的材料供货商还应该能够为其材料提供相应的质保期限。

此外，使用来自多个批次的测试样品将有助于对材料的性能进行更可靠的验证。如果没有批次差异性，测试结果就不会那么全面或准确。

14

未能预见制造过程的影响

在产品开发的早期阶段就开始考虑如何生产制造可以帮助您避免重新设计、项目延迟、成本超支和商业化过程中的产量放大问题。例如，如果制造商在不考虑技术规格的情况下，仅因为外观和感觉而选择了带背衬的胶带，失误可能是在没有完成多项内部结构研究和测试背衬是否与所需的胶粘技术兼容的情况下选择了该胶带。如果早点解决这一步，制造商就可以学会如何最好地选择材料，避免产生令人头痛的问题和项目时间的浪费。

结论

作为工程师和科学家同行，我们明白产品设计是一个涉及不停犯错纠错的迭代过程。这是人性和我们学习的方式。爱迪生在发明白炽灯泡后有句名言：「我从没有失败过，我刚刚发现了 10,000 种行不通的方法。」尽管您的时间表和预算可能无法容纳 10,000 次尝试，但作为一名设计工程师，您知道他那种坚持不懈精神的重要性。

未来几年，医疗技术创新将继续为我们所有人打开新的大门。更先进的材料和技术肯定会不断涌现，但将保持不变的是设计、测试和制造医疗器械所需的对细节和远景的高度关注。参与该过程的每个步骤和人员都会产生影响。与包括胶粘剂、光学技术、电子技术、加工工艺和工程方面的专家在内的跨学科团队合作，这样您就可以从各种角度收集情报并预测潜在的问题和需求。

慢性疾病的管理可能是一份全职工作，它不应因监控设备而变得更加复杂。透过关注患者的需求、周到地选择材料并主动规划，您完全可以通过优秀的产品来提高真正需要它的人们生活质量。

参考文献

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3192588/>
2. <https://www.fda.gov/medical-devices/digital-health/cybersecurity>
3. <https://www.astm.org/Standards/F1980.htm>
4. <https://www.mddionline.com/general-aging-theory-and-simplified-protocol-accelerated-aging-medical-devices>

请上 [3M.com/MedTech](https://www.3M.com/MedTech) 了解更多信息



3M中国有限公司
3M 医用材料与技术
上海市兴义路 8 号万都中心大厦 34 楼
电话 021-62753535
网址 www.3M.com.cn/MedTech
医用材料选型工具: www.findmyadhesive.com

3M 是 3M 的注册商标。
请回收利用。于美国印刷
© 3M 2019。版权所有。
70-2011-7919-2