

佳氏福™

# 案例研究

先进中间膜技术令太空针塔焕发新生





西雅图太空针塔高605英尺（184米），是全球最具标志性的建筑结构之一。

## 先进中间膜技术令太空针塔焕发新生

西雅图太空针塔高605英尺（184米），是全球最具标志性的建筑结构之一。得益于独一无二的形状，西雅图的城市天际线在国际上备受瞩目，辨识度高达78%，仅次于拥有埃菲尔铁塔的巴黎。而这都归功于太空针塔的存在，若无该塔，西雅图的城市辨识度将跌至8%。

西雅图太空针塔为1962年世界博览会而建，其设计初衷旨在表明“太空时代”之意味，并由此作为人类太空时代的壮志象征而屹立不倒。除了这一标志性意义，太空针塔还能提供俯瞰城市及周边地区的惊人视角，其高520

英尺（158.5米）的顶层“飞碟型”观景屋使游客能在室内外360度无死角欣赏城市全景，不仅市中心美景可尽收眼底，城市周边的瑞尼尔山国家公园、普吉特海湾以及喀斯喀特和奥林匹克山脉都能一览无遗。

建筑设计公司  
夹层玻璃加工商  
建筑业主  
玻璃安装施工咨询方  
已备案的玻璃结构工程师  
已备案的整修工程师  
玻璃安装施工承包商

Olson Kundig (西雅图)  
Pulp Studio & Thiele Glas  
太空针塔有限责任公司  
Front股份有限公司与Front咨询有限责任公司  
Magnusson Klemencic协会  
奥雅纳工程顾问公司  
Herzog玻璃

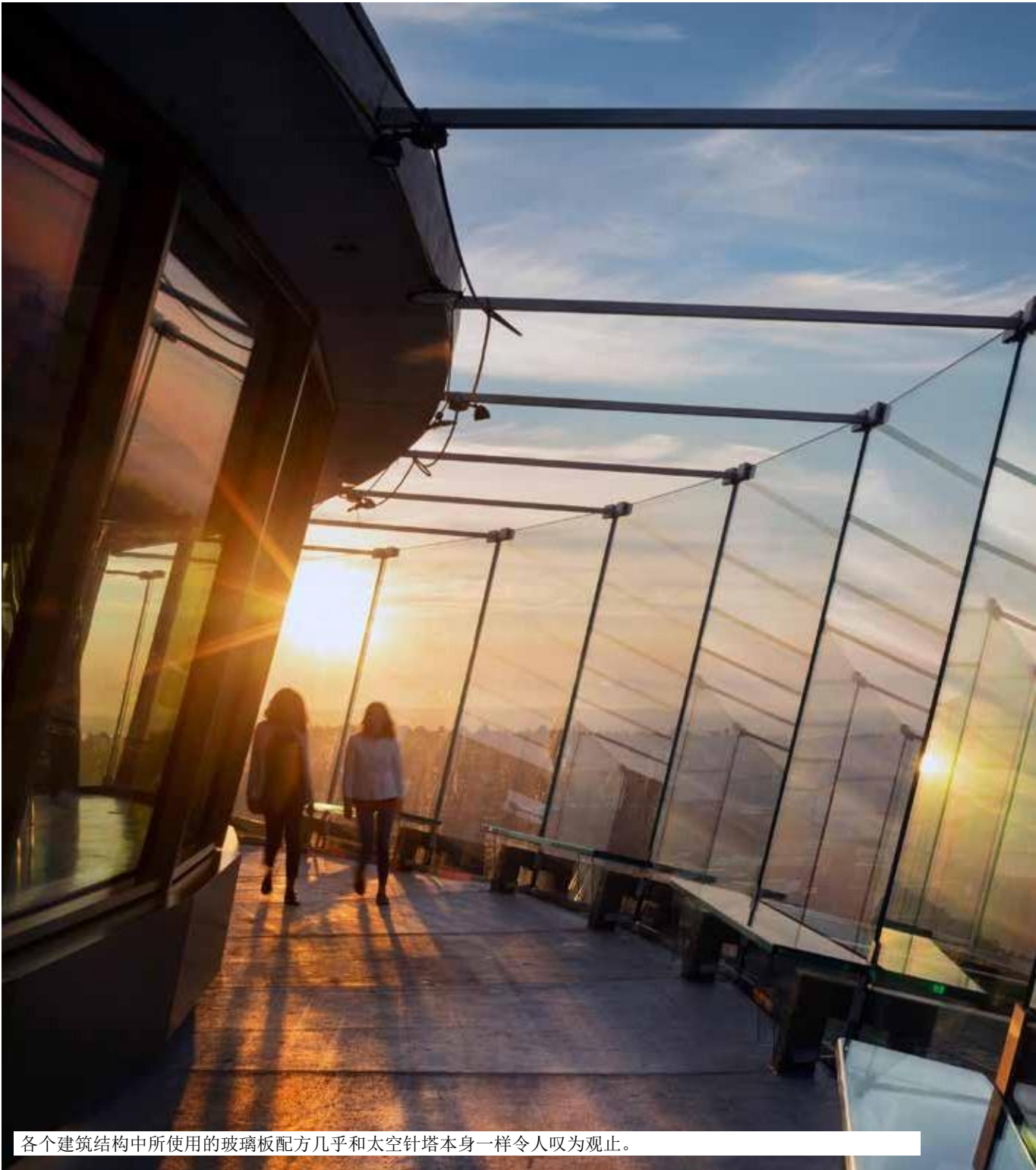
得益于上述这些体验，太空针塔成为一个极为热门的旅游景点。由于近期获得了一项针对建筑保护和修整的风险投资，相关部门决定对太空针塔进行简单的修整和完善，而这其中多项工作均提出要应用佳氏福™旗下的SentryGlas®离子性中间膜。

据Front股份有限公司的玻璃安装咨询工程师Richard Green所说，“此番决定基于一个问题，即如何确保这座具有纪念碑意义的太空针塔在未来50年内能继续巍然屹立，不减风采。为此，西雅图的一家设计公司Olson Kundig的设计负责人Alan Maskin和项目建筑师Blair Payson提出了一些初步想法，然后他们针对如何将结构可行性和公众期待两大理念完美结合起来进行了大量的调查研究。当地的标志性建筑保护委员会批准了他们的设计理念，但也同时提出了一个附加条件，即只能对建筑结构进行简要修整，不得改变外观，且必须保证其标志性。

图片：© Nic Lehoux



图片：© Nic Lehoux



各个建筑结构中所使用的玻璃板配方几乎和太空针塔本身一样令人叹为观止。

“在项目过程中，我们最紧张的便是能否获得标志性建筑保护委员会的批准，” Olson Kundig公司的Blair Payson解释道，“我们总共花费了18个月的时间才最终让项目设计方案获得批准，在此期间我们求助了当地的历史学家，他们不仅为我们提供了宝贵建议，还认可了我们对原先建筑设计的深厚感情。在整个项目进程中，我们直觉地相信所有玻璃结构设计理念基本都是可实现的，Front在概念验证过程中确认了这一点。我们知道，行业日新月异，新技术也层出不穷，我们所追求的目标并非天方夜谭。”

这次修整涉及包括SentryGlas®在内的大量结构性玻璃，旨在达成太空针塔的最初设计意图——提供欣赏周边景色面貌的无遮挡视野。此外，此番修整还实现了新功能，包括采用落地玻璃（涵盖户外观景台的高斜度露天玻璃墙和玻璃长椅）提供多层次观景体验。两个采用四周辐射型木嵌板的玻璃和钢结构楼梯（称为“Oculus楼梯”）将上层区域与下方Loupe层相连，其中设有全球首个且唯一的旋转玻璃地板——提供一种可向下俯瞰建筑支撑腿结构的前所未有的视角。



佳氏福™是建筑市场全球领先的夹层安全玻璃PVB薄膜和离子性中间膜生产商。佳氏福®旗下广泛的产品组合能为您提供出色的解决方案：

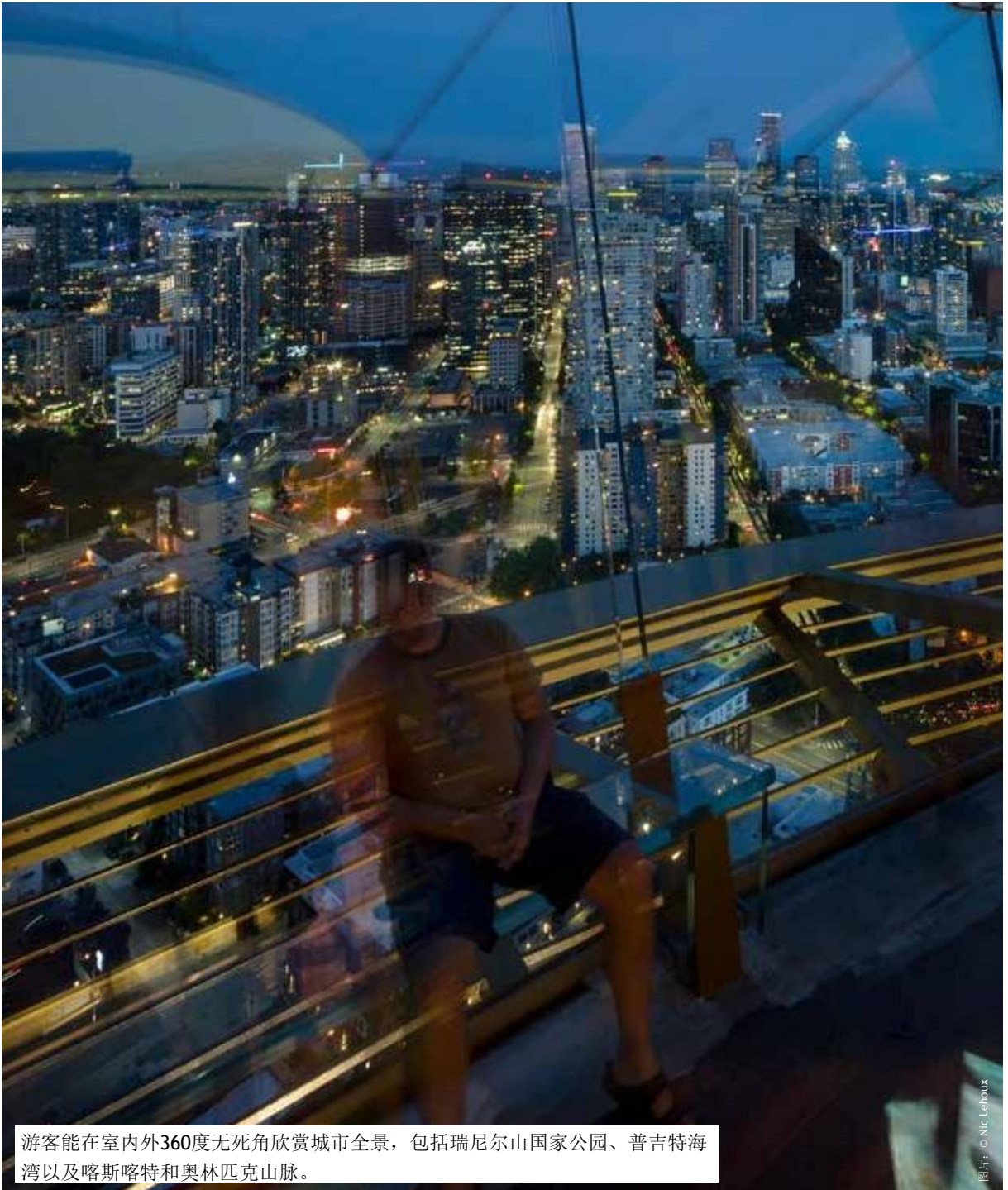
- **结构型：**佳氏福®硬质（ES）PVB和SentryGlas®离子性中间膜
- **隔音：**佳氏福® SC单层和多层隔音中间膜
- **紫外线控制：**从完全的紫外线保护到自然的紫外线透射
- **超白：**拥有业内最低的黄度指数
- **装饰和设计：**不透明黑白中间膜，彩色印花中间膜

各个建筑结构中所使用的玻璃板配方几乎和太空针塔本身一样令人叹为观止。呈倾斜角度的观景台屏障所使用的每一块玻璃板均由三块15毫米（0.6英寸）厚的超白玻璃及夹于其间的两片2.28毫米（90密耳）厚SentryGlas®中间膜组成。



“此番整修为我们开启了一扇窗，让我们能在现有建筑物的基础上，最大程度开放视野。太空针塔在1962年建成后，随着信息板、电话亭、安全围栏和笼架的架设，其原先清晰的视野逐渐消失。本次整修采用全新方法，旨在通过采用当年尚未问世的当代安全玻璃技术，消除一切可能的视野阻挡。我想，原来的建筑设计师一定会为现在所实现的视野效果激动不已。”

观景台屏障由超大尺寸玻璃板构成。走在观景平台上时，您最初可看到玻璃板的边缘并感知到其大小，但不一会儿它们便会完全消失——为您的观景体验平添一些刺激之感。



游客能在室内外360度无死角欣赏城市全景，包括瑞尼尔山国家公园、普吉特海湾以及喀斯喀特和奥林匹克山脉。

图片：© Nic Lehoux

Loupe玻璃地板或许是令人印象最为深刻的。这些玻璃地板从下往上包含由两块6毫米（0.24英寸）厚的超白玻璃板以及夹于其间的1.52毫米（60密耳）厚SentryGlas®中间膜组成的夹层玻璃、20毫米（0.8英寸）厚的氩气填充层、另一块由三块10毫米（0.4英寸）厚玻璃板及夹于其间的两片2.28毫米厚SentryGlas®中间膜组成的夹层玻璃、一片0.2毫米（0.008英寸）厚的透明安全薄膜以及一块6毫米厚玻璃板。

为了与太空针塔的原始外观保持一致，还在底部安装了拱腹，表面带有灰色玻璃色调，以模仿该结构所使用材料的原始颜色。该拱腹由两块夹层玻璃板组成，中间由一个16毫米（0.63英寸）厚的氩气填充层隔开。

两块夹层玻璃板均由两面6毫米厚无色超白玻璃板和夹于其间的2.28毫米厚SentryGlas®中间膜构成。

“观景台屏障是最令人深刻的建筑结构，”Green解释道，“这些屏障由超大块玻璃板组成。走在观景平台上时，您最初可看到玻璃板的边缘并感知到其大小，但不一会儿它们便会完全消失——为您的观景体验平添一些刺激之感。我们对这些玻璃板进行了广泛且极为严苛的测试，包括压裂这三层玻璃板以测试其标准荷载。这些玻璃板的设计原则与钢筋混凝土相同，即便三块玻璃板都破裂（发生的可能性不大），还有SentryGlas®提供必要的强度支撑。对于这些玻璃面板来说，由于仅在一侧边缘和两个角落提供支撑，因此该项测试至关重要，尤其是考虑到这些玻璃面板还以14.5度的角度向外倾斜。

而倘若倾斜角度再大一丁点，该结构都将被定级为悬垂结构。此外，SentryGlas®还解决了蠕变问题。由于玻璃板高达3米（10英尺）且仅在两侧提供支撑，因此标准PVB中间膜的抗蠕变性能并不能满足要求。

“而对于拱腹，由于该结构玻璃不易清洁，因此环境应力十分重要，”他补充道，“该结构必须保证从地面向上看呈现历史性外观。我们通过将建筑上的一个转盘电机掷下，测试这些面板的强度。这一投掷操作导致上面两层玻璃板破裂，但底部两侧玻璃板以及空气隔离层却完好无损，因此这些玻璃面板还具有足以支撑一个人体重的强度。这项测试真正证明了中间膜的出色性能。”

“该项目是玻璃和中间膜出色性能的绝佳展现，”Payson表示，“原先的设计师也希望更多地采用玻璃结构，但因当时的技术限制，这一设想有心无力。

1961年的建筑设计采用了较大尺寸的玻璃面板，但60年代的玻璃还无法提供必要的风力荷载能力——同时，当时玻璃材料的缺乏和预算限制也进一步阻碍了设计想法的达成——因此，心有余而力不足的他们只能尽力达到了当时所能达到的最大程度。建筑师对玻璃有着深深的迷恋，这种迷恋使得我们能打破内外部的区域差异。此次整修项目就是超越玻璃实际技术应用极限的一个完美案例。”

Green总结道，“接下来的重要事项便是创立一个标准，使得建筑师和工程师能将玻璃设计和使用为韧性破坏机制；我们的想法是，你可以设计出一个结构，确保其在即便玻璃破碎的情况下仍然牢固可靠——这是我们创立该标准的一大意义所在。通过使用SentryGlas®，我们能开发出仅采用简单细长支架的大型玻璃面板，因为这些玻璃即便在破碎的情况下仍能满足正常使用功能。若无法提供这种破碎强度保证，则需要为玻璃提供更多支撑，而这最终会影响观景体验。”



太空针塔的餐厅及酒吧区域设有全球首个且唯一的旋转玻璃地板。



欲了解可乐丽集团更多产品，请访问[www.kuraray.com](http://www.kuraray.com)。

您也可以在以下网站得到佳氏福®产品的进一步的信息：[www.trosifol.com](http://www.trosifol.com)。

可乐丽美国股份有限公司  
PVB部门  
美国特拉华州威明顿市  
Ste. 1101, 康科德大道2200号  
富国银行大楼  
邮政编码: 19803  
联系电话: + 1 800 635 3182

可乐丽欧洲股份有限公司  
PVB部门  
德国  
特洛伊斯多夫  
慕海姆大街26号  
邮政编码: 53840  
联系电话: + 49 2241

可乐丽有限公司  
PVB部门  
日本  
东京千代田区  
大手町 1-1-3号  
联系电话: + 81 3 6701 1453  
邮政编码: 100-8115

[trosifol@kuraray.com](mailto:trosifol@kuraray.com)  
[www.trosifol.com](http://www.trosifol.com)

**声明:**

©2019 可乐丽版权所有。保留所有权利。

佳氏福®、SentryGlas®和Butacite®是可乐丽公司及其关联公司的注册商标。本文中提供的信息、建议和细节均基于我们的当前最高知识和信奉，并经过审慎考虑。我们不为超出产品规范说明的性能提供任何担保。产品使用者需确保产品应用恰当，并符合相关法律法规。可乐丽株式会社及其子公司不保证或承诺该文档无任何错误、误差或批漏。