



Innozinc
技术介绍



第四代高耐腐蚀陶瓷锌涂层的新范式

4th Generation Ceramic Galvanizing, A New Paradigm in Corrosion Resistance

技术介绍

陶瓷锌涂层 Innozinc 具备优异的耐腐蚀性能，是一种可在常温下进行的锌涂覆技术，能够减少碳排放，实现基材轻量化，可替代电镀锌与热浸镀锌，是一种具有革新性的镀锌技术。

Innozinc 的特性



耐腐蚀性

- **中性盐雾试验 (SST)** : [KS D 9502] 720小时
- **复合循环腐蚀试验 (CCT)** : [JIS H 8502] 80循环



经济性

- **轻量化**: 采用常温离子化镀锌工艺，非热浸镀方式，可实现材料的轻量化设计与电镀，防止弯曲与扭曲



使用性能

- **耐久性**: 采用离子化镀锌工艺，与铁基材之间具有优异的结合力
- **加工性**: 镀层在加工后 (如弯曲、开槽) 不会剥离
- **拧合性**: 薄膜陶瓷锌涂层具有出色的紧固性、拧紧性能和密封性，适用于紧固件
- **焊接性**: 根据用途可在不去除涂层的情况下直接焊接，提高生产效率并降低成本
- **安全性**: 无需清除锌渣 (Zinc Dross) 和毛刺 (Burr)，镀层外观整洁
由于不使用500°C高温熔融槽，保障作业人员的安全
自动化设备运营，确保生产管理便捷及质量一致性优良



环保性能

- **减少碳排放**: 不使用化石燃料，镀锌工艺过程中无直接CO2排放源
与需全年维持500°C高温的热浸镀锌相比，可减少约65%的碳排放
- **镀锌烟气**: 在常温下进行镀锌，不会产生热浸镀锌过程中常见的金属烟气
- **焊接烟气**: 焊接过程中产生的有害金属烟气与金属成分与普通铁材相当
- **有害重金属**: 符合 RoHS 标准，未检测出六种有害重金属

镀锌规格特性比较

SPEC	电镀锌 Elec Galvanizing	热浸镀锌 Hot-dip Galvanizing	Innozinc Ceramic Galvanizing
耐腐蚀性 (SST)	240小时	500小时	720小时 以上
涂膜厚度	8μm 以上	50~77μm	8μm 以上
锌附着量	86g	550g	86g
硬度	9H	9H	9H
附着性	5B	5B	5B
颜色	Silver	Silver	Silver (浅黄色)
上涂附着性	Good	Bad	Good
紧固性	Good	Bad	Good
焊接性	Good	Bad	Good

镀锌工艺

Innozinc Technology

加载	脱脂	水洗	除锈	水洗	中和	电解脱脂	水洗	Innozinc 镀锌	水洗	活化 (+稳定化)	水洗	干燥	纳米无机后处理	干燥	卸载
----	----	----	----	----	----	------	----	-------------	----	-----------	----	----	---------	----	----

- **Innozinc 镀锌**: 通过多种添加剂的作用，在形成锌涂层的同时确保锌层的稳定性，并形成有助于与无机后处理结合的结构。
- **活化 (+稳定化)**: 在锌涂层形成后，去除表面的杂质与氧化膜，同时生成一层防腐蚀的薄保护膜 (钝化层)。
- **纳米无机后处理**: 纳米级的无机处理液可渗透并结合至锌层内部，在最表层形成致密的薄膜网状结构。

Innozinc 设备



KEMP 所拥有的设备可广泛适用于从紧固件等小型五金制品到钢格栅、电缆桥架等中大型产品的表面处理。

请通过下方二维码查看 Innozinc 工艺的详细信息。



RACK 工艺视频



BARREL 工艺视频

适用产品

Innozinc 可广泛应用于太阳能结构物、船舶与海洋产业、集装箱部件、通信设备、数据中心、输电、电力工程、建筑及陆上工厂等多个工业领域。

集装箱

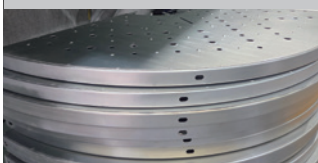


集装箱锁杆

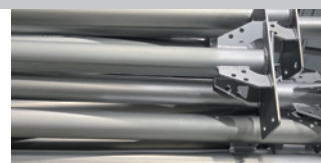


集装箱支架

通信设备



踏板

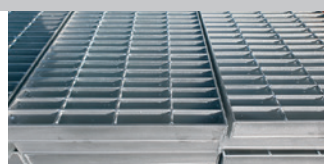


管道及支撑件

数据中心



系统槽钢支架



钢格栅

输电



电缆支架



电缆吊架

建筑及陆上工厂



管道



型钢



角钢



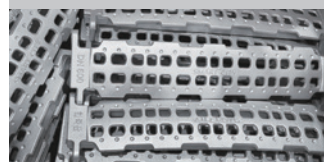
管接头, 接头

汽车



制动卡钳

道路



无噪音排水沟盖板、道路用格栅

其他五金制品



螺栓



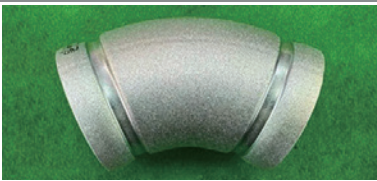
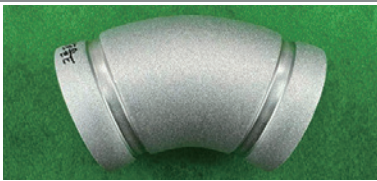
螺母

盐雾试验 (SST) 耐腐蚀性能比较

- **电镀锌**: SST 480小时后, 整体出现白锈和红锈
- **热浸镀锌**: SST 480小时后, 整体出现白锈, 部分出现红锈
- **Innozinc**: SST 480小时后无异常

由于电镀锌与热浸镀锌均为纯锌特性, 暴露在盐分环境中时锌会迅速氧化, 腐蚀较易发生。

相比之下, Innozinc在镀锌过程中引入无机陶瓷物质, 能有效稳定锌层, 显著延缓氧化, 具有优异的耐腐蚀性能。

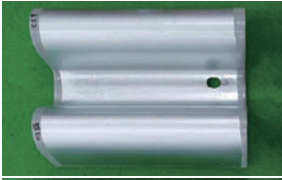
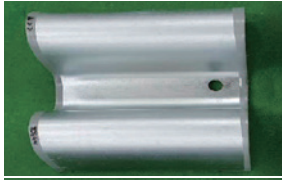
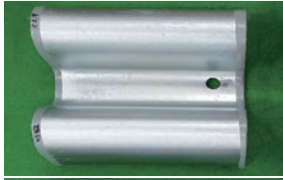
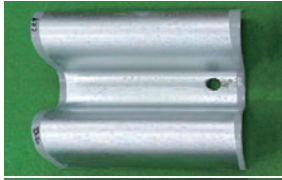
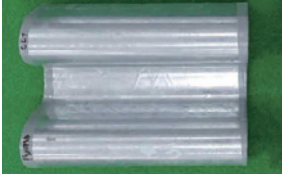
区分	电镀锌 8μm	热浸镀锌 80μm	Innozinc® 8μm
SST 测试前			
SST 480小时			

Test method : [ASTM B 117] 盐雾喷雾 (35±2°C, 5±1% NaCl)

复合腐蚀试验 (CCT) 耐腐蚀性能比较

- **Innozinc**: 即使在80个循环后, 仍保持良好的表面状态
- **热浸镀锌**: 在40个循环时出现大量白锈及少量红锈

即使在盐雾-干燥-湿润反复交替的条件下, 与锌发生物理和化学结合的无机陶瓷物质仍能维持高度稳定性。与仅喷盐雾的SST不同, CCT包括干燥与湿润过程的反复循环, 更贴近实际使用环境, 是评估耐腐蚀性能更为严苛的测试方法之一。

区分	测试前	40Cycle	64Cycle	80Cycle
Innozinc® 8μm				
热浸镀锌 80μm				

Test method : [JIS H 8502] CCT 80Cycle / 1Cycle: 盐雾喷雾(35°C, 5% NaCl) 2hr - 干燥(60°C, 25% R.H) 4hr - 湿润(50°C, 98% R.H) 2hr

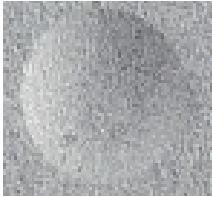
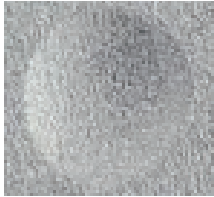
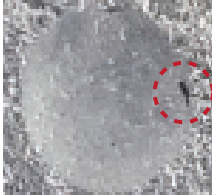
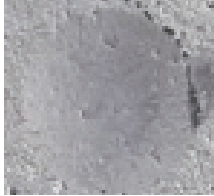
实际现场暴露测试结果

在印度洋、大西洋、太平洋等实际航行环境下, 对安装在集装箱上的锁杆进行对比测试的结果如下:

- **Innozinc**: 表面几乎无变化
- **热浸镀锌**: 表面出现明显的多处氧化现象

Innozinc® 海上运行5个月后	Innozinc® [海上运行5个月后]	热浸镀锌 [海上运行9个月后]
		
		
		Container built : 11/2024
		Container built : 06/2024

抗冲击性 / 抗弯曲性

区分	抗冲击性测试	
	1	2
Innozinc® 8μm		
热浸镀锌 77μm		

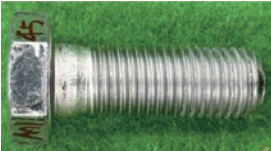
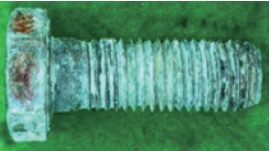
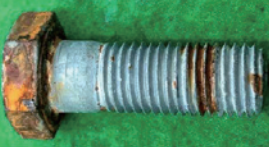
区分	抗弯曲性测试	
	1	2
Innozinc® 11μm		
热浸镀锌 51μm		

Test method: 抗冲击性评估 [ISO 6272-1]: 使用1kg重的锤子从1m高度自由落下, 观察涂层的裂纹或剥离程度

抗弯曲性评估 [KS B 0812] (Erichsen冲压试验): 利用内金属冲头对涂膜试样加压, 直至出现裂纹, 通过冲头位移距离评估涂层延展性能

- **抗冲击性评估:** 两种镀层样品在冲击部位及其周围均未观察到表面缺陷
- **抗弯曲性评估:** Innozinc 的抗弯曲性能为 11.7mm, 表现优异, 而热浸镀锌为 7.0mm, 相对较低
抗弯曲测试的结果受涂层厚度及与基材的附着力影响。Innozinc 在加工、弯折等变形过程中与基材结合力优异, 能稳定维持涂层完整性。

因螺栓损伤导致的各类镀层耐腐蚀性能对比

测试方法	区分	SST 测试前	SST 360hr	SST 720hr
1. 工具固定 (Tooling) 	Innozinc®			
2. 固定后目视检查 	热浸镀锌			
3. 盐雾喷雾试验 [ASTM B117]	Zinc Flake Coating			

Test method: 使用电动工具进行拧紧与拆卸各2次 → 进行720小时盐雾喷雾试验 (ASTM B117)

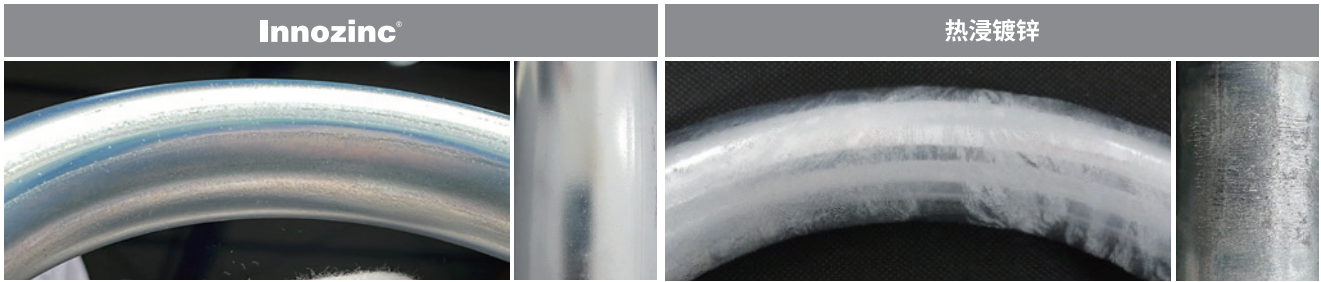
- **Innozinc:** SST 360小时出现白锈, 至720小时仍维持白锈状态
- **热浸镀锌:** SST 360小时起出现大量白锈及部分红锈
- **ZFC:** SST 360小时起, 螺栓头部与螺纹部出现严重红锈, 720小时后头部全面发生红锈

在螺栓损伤条件下的耐腐蚀性评估顺序为: Innozinc > 热浸镀锌 > ZFC

Innozinc 在损伤后仍具备最小的品质波动与最高的可靠性, 即使面对物理冲击或外部损伤, 仍可维持优异的耐腐蚀性与耐久性。即使面对物理冲击或外部损伤, 仍可维持优异的耐腐蚀性与耐久性。

加工性(弯折): 镀后加工

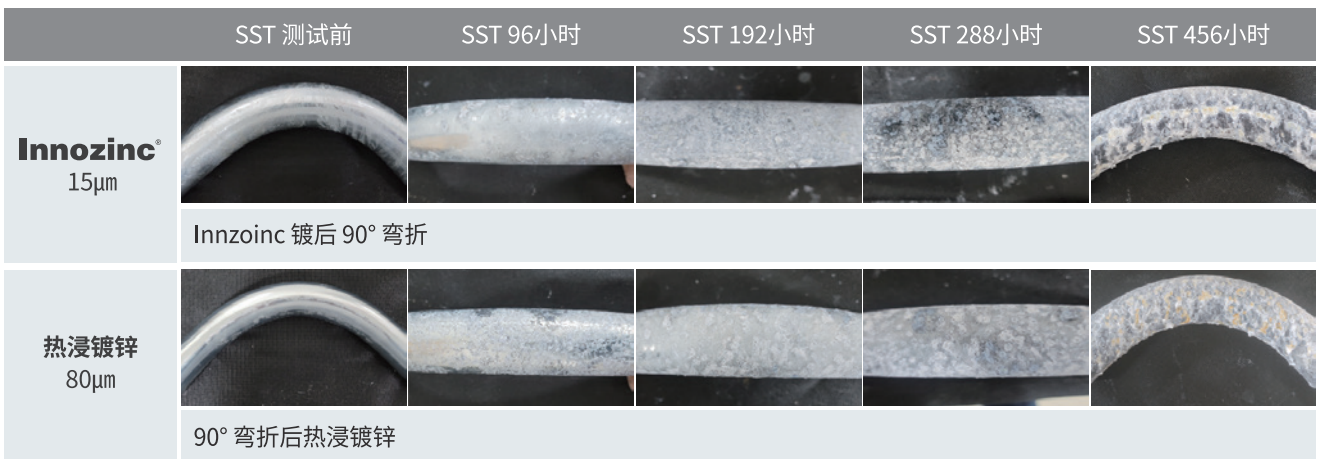
- **Innozinc**: 可在镀后进行弯折加工, 具备优异的加工性能, 即使在镀后进行140°弯折也不会造成镀层损伤
- **热浸镀锌**: 镀后弯折时会产生裂纹, 无法在镀后进行弯折加工



Bending 耐腐蚀性能对比

- **Innozinc (镀后弯折)**: SST 288小时出现黑锈, SST 456小时出现红锈
- **热浸镀锌 (弯折后镀)**: SST 288小时出现黑锈, SST 456小时出现红锈

Innozinc 在镀后进行弯折的管材, 与在弯折后进行热浸镀锌的管材, 展现出相当甚至更优的耐腐蚀性能。



加工性 (Groove)

- **Innozinc**: 加工后仍能保持涂层表面平整, 无异常现象
- **热浸镀锌**: 加工后出现剥离、起翘、涂层压溃等损伤

涂层损伤是导致管道腐蚀的主要原因之一, 而 Innozinc 具备出色的抗冲击性与弯曲性能, 即使在开槽加工后, 其内外表面也无任何损伤, 能长期保持性能稳定。



焊接性

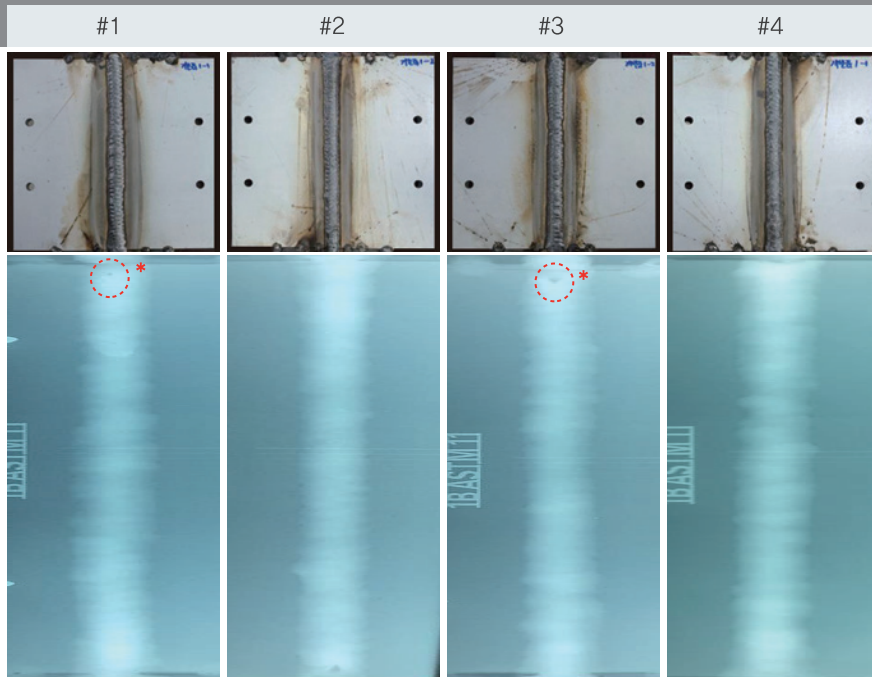
测试方法

1. 评估裂纹、咬边、搭焊、气孔等的发生情况
2. 进行焊接缺陷评估
3. 得出评估结果



焊接缺陷评估测试报告

Innozinc® 焊接性测试



焊接缺陷评估照片

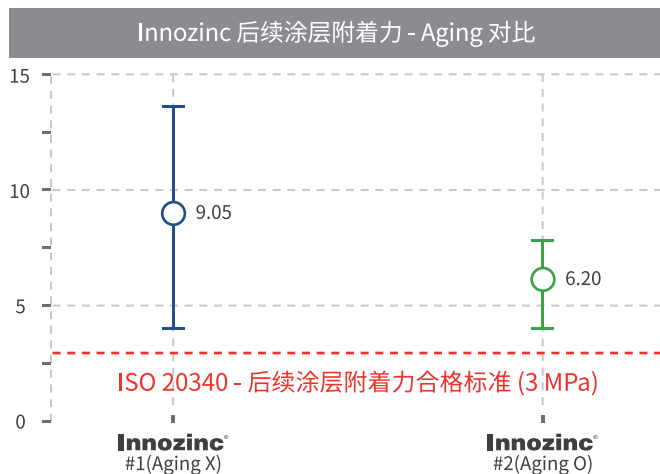
将4块 Innozinc 镀锌试样在不去除锌层的情况下进行焊接评估,结果为“无缺陷”。

* 起止端裂纹、气孔等不属于评估范围(非镀层引起的缺陷)

- **热浸镀锌焊接:** 由于锌的熔点较低, 焊接时易先渗入焊缝, 导致气孔与裂纹生成; 厚镀层在熔化过程中会产生大量烟气。因此, 为了进行热浸镀锌焊接, 需额外去除焊接部位的镀层, 或在镀锌前通过遮蔽处理避免焊区上锌。
- **Innozinc 镀层焊接:** 陶瓷涂层有助于提高焊接性能, 减少焊渣等异物附着, 并降低焊接烟气的产生。根据用途, Innozinc 可在不去除镀层的情况下直接焊接, 必要时仅需短时间打磨即可进行焊接处理。

后续涂层附着力

测试结果显示, Innozinc 在后续涂层的附着力评估中表现出超过 3MPa 的高数值, 优于最低附着力标准, 表明其与环氧涂料具有良好的结合性能。热浸镀锌由于表面白化问题, 易导致后续涂料剥离; 而 Innozinc 通过锌层白化抑制技术, 能长期稳定维持后续涂层的附着力。



后续涂层附着力 Pull-Off Test 结果			
No.	Innozinc® #1	Innozinc® #2(Aging)	
1	10.26	7.82	附着强度 (MPa)
2	11.94	4.67	
3	4.40	7.09	
4	13.63	4.09	
5	9.25	6.76	
6	13.58	6.77	
7	6.92	7.94	
8	7.89	5.45	
9	6.31	6.80	
10	6.32	4.65	
平均值	9.05	6.20	
标准偏差	3.23	1.38	

Test method: ISO 20340 Paints and varnishes - Performance requirements for protective paint systems for offshore and related structures



蔚山工厂:44252 韩国 蔚山广域市 北区 孝文2路 87
办公室:44420 韩国 蔚山广域市 中区 城安路 144, 4楼
电话:052-289-1155
传真:052-289-1157
邮箱:kempkorea@naver.com
网址:www.kempkorea.com

This information and our technical advice - whether verbal, in writing or by way of trials - are given in good faith but without warranty, and this also applies where proprietary right of third parties are involved. Our advice does not release you from the obligation to verify the information currently provided - especially that contained in our safety data and technical information sheets - and to test our products as to their suitability for the intended processes and uses. The application, use and processing of our products and the products manufactured by you on the basis of our technical advice are beyond our control and, therefore, entirely your own responsibility.



Innozinc ver.1 / OCT 2025