

实例研究 05 香港建筑外墙及围栏

高城市污染

中高级海岸盐暴露

长江集团中心（Cheung Kong Center），是香港 63 层大厦，于 1999 年竣工。其外墙材料选用玻璃以及 316 不锈钢（又称 UNS S31600, EN 1.4401, SUS 316）。含有 2% 钼的 316 不锈钢改进了材料抵抗由污染物及盐引起腐蚀的能力。（图 A，图 B）大厦距离海港 30 米（100 英尺）到 1600 米（1 英里），暴露于含海盐的空气和雨水中，但没有直接的盐喷雾。外墙是经过 HyClad Cambric 精压以及精密四号表面抛光处理的，因此雨水及常规的维护清洗即可从其光滑表面清除掉腐蚀性污染物以及污垢。长江集团中心大厦是由几家建筑公司（Cesar Pelli, Leo A. Daly, Hsin-Yieh 兴业）联合设计的，并保持了它原有的迷人外观。



【图 A，图 B】

长江集团中心是图 A 近景中的高层建筑（大厦），正门口及其它细节请见图 B。表面抛光处理过的 316 不锈钢是用于城市污染及沿海环境的极佳选择。窗户清洁通道与大厦内部相连接，使得窗户清理更加方便。如图 A 所示，大厦与海港紧紧相邻。

（照片由 Outokumpu 提供）



【图 C】

海水的拍打及喷溅会引起 316 不锈钢的锈蚀。粗糙加工的围栏表面，加上非经常性清洗，都会使问题更加严重。

（照片由 Nickel Institute 提供）

香港会议中心（Hong Kong Convention Center）附加工程于 1997 完工。如图 A 所示，它是建在海港中的人工半岛。会议中心由风景花园环绕。周边围栏材料是 316 不锈钢。围栏经受着海水的喷溅，偶尔也会受到海水拍打。另外，空气中的悬浮盐微粒含量是很高的。若不经表面平滑处理及经常性清洗，316 不锈钢就会在海雾中发生锈蚀。

非常粗糙的围栏表面会积存盐份和腐蚀性污染物，因而加速腐蚀过程。图 C 展示了围栏在经过三年暴露，不做维护清理情况下的锈蚀情况。目前，围栏上部每天都被清洗一次，下部每月清洗一次，以减轻锈蚀。选用更耐腐蚀的不锈钢以及表面平滑处理都会减少或取消对维护清理的需求。

不锈钢选材规范

国际钼协会 (IMO) 的发行刊物《哪种不锈钢可作外墙建筑专用材料?》一文为不锈钢选材提供了帮助。以下对暴露站点及设计的评价都是根据此刊物中相应规定进行的。发行刊物可以通过网页 (www.imoa.info) 和电话 (+44 20 8742 2274) 得到。

一. 环境

评分 = 3

对于香港的这一区域, 年平均 SO₂ 含量 22 µg/m³, 属中等水平。空气中悬浮颗粒 97 µg/m³ 是香港最高含量, 主要来源于柴油机动车尾气, 发电站, 海洋悬浮盐颗粒及灰尘。基于其高悬浮颗粒含量和来源, 这两个暴露站点均属高城市污染级别。

二. 海岸盐暴露

长江集团中心, 评分 = 3

围栏, 评分 = 5

沿海盐份 (氯化物) 对建筑用金属, 包括一些不锈钢, 会有腐蚀作用。最苛刻的沿海应用环境要数暴露在被盐水喷雾, 拍打, 以及/或者浸泡的环境。船运, 风力, 和其他因素都可能产生海洋悬浮盐颗粒和盐雾。因围栏暴露于部分海水喷淋和拍打中, 所以评为 5 级。长江集团中心大厦只暴露在含海盐的空气和雨水之中, 评为 3 级。

三. 地区气象特征

评分 = 0

香港属亚热带气候, 通常最低和最高气温为 16°C (60°F) 和 29°C (84°F)。年降雨量约为 2218 毫米 (87 英寸)。亚热带腐蚀性随雨水参数而变化。虽然较高的温度和湿度会增加腐蚀, 但在大多数情况下, 经常性或季节性的暴风雨会冲洗掉表面的腐蚀性污染物及盐的沉积物因而降低了腐蚀性, 评分为 0。

四. 设计考虑

长江集团中心, 评分 = -1 或 -2

围栏, 评分 = 2

围栏的表面粗糙度 R_a 大于 1 微米 (40 微英寸) 因而增加了评分 (+2)。因为较粗糙的加工表面会积存腐蚀性物质, 从而使腐蚀过程得以在更长的时间内进行, 与此同时, 水份得以挥发造成盐份的浓集。长江集团中心, 材料表面平滑, HyClad Cambric 图案被压制在基体金属表面上。基体金属本身固有的表面粗糙度 R_a 0.1 微米 (4 微英寸), 应该用于分数评定。只要压制图案容易被清理并且不太可能积存污染物, 就评为 -2。抛光过的管材表面粗糙度 R_a 小于 0.5 微米 (20 微英寸), 评分为 -1。

五. 维护周期

长江集团中心, 评分 = -2

围栏, 评分 = -3

会议中心的围栏在第一个三年维护期内没有被清理过 (图 C), 因而需要补救性清理以恢复其表面光洁。目前, 围栏上部每天被清洗一次, 其余部分每月清洗一次。在维护期间, 从每月清洗的表面上可以见到轻微的锈蚀。与窗户清理同步, 对长江集团中心外墙用不锈钢, 每年进行四次以上的清理。如果空气中悬浮颗粒含量能被进一步降低, 就无需频繁的清理以保大厦的美观。

不锈钢选择

总分: 长江集团中心, 2 或 3

围栏, 7

暴露于有经常性暴雨冲淋但不受盐水喷溅, 拍打或浸泡的环境里, 选用表面光滑平整的 316 不锈钢, 通常是在沿海腐蚀性地区最经济的选择。如果空气中悬浮颗粒含量高, 才需要偶尔的清理以保持其自然的美观。长江集团中心外用部件都经过 HyClad Cambric 非常光滑的处理, 因而不需要频繁的清理也能保持其美观 (总分: 2~3)。更加平滑的表面能使会议中心围栏总分降低到 4。如果想免除对围栏的清理, 可以考虑选用其它不锈钢, 如 317LMN (又称 UNS31726, EN 1.4439, SUS317LN), 2205 (又称 S32205 或 S31803, EN 1.4462, SUS 329J3L) 以及 904L (又称 UNS N08904, EN1.4539, SUS 890L)。在经常被海水拍打或浸泡环境里需要选用超级双相钢, 超级铁素体不锈钢, 或者含 6% 钼的超级奥氏体不锈钢。这些不锈钢可以用于长期装置, 在暴露于轻微海雾的条件下, 即使是粗糙的加工表面, 也无需维护和清理即可保持其自然光洁。

致谢: 作者向 Mark Basford (Outokumpu) 及 David Jenkinson 博士 (Nickel Institute) 表示感谢, 他们的协助使这项研究成为可能。

International Molybdenum Association (IMO) (国际钼协会)
2 Baron's Gate, 33 Rothschild Road, London W4 5HT, UK
电话号码: +44 20 8742 2274, 传真: +44 20 8742 7345
电子邮件: info@imoa.info, 网页: www.imoa.info

International Stainless Steel Forum (ISSF) (国际不锈钢论坛)
Rue Colonel Bourg 120, B-1140 Brussels, Belgium
电子邮件: info@worldstainless.org,
网页: <http://www.worldstainless.org/>

国际钼协会 (IMO) 在保证提供技术上正确的信息方面做出了极大努力。但是 IMO 并不确保本文中信息的准确性或者在任何一般或特殊应用中的适用性。建议读者只能把本文提供的材料当作一种信息, 而不能用于任何特殊或一般应用或依据。IMO, 其会员, 全体职员及顾问拒绝对所有由使用本文中信息而引起的损害负责。

中文翻译代表由国际不锈钢论坛 (ISSF) 发起的不锈钢合作小组。

本文预备者: IMO 顾问 Catherine Houska. TMR Stainless (www.tmrconsulting.com)

IMO ABC 05/04