

水闸抵御潮 汐涨落

水闸是调节水道水位和流速的可移动障碍物。当今世界，气候变化和洪水风险不断增加，水闸需要比以往更加高大和坚固。含钼双相不锈钢由于其强度和耐腐蚀性，是制造水闸的理想材料。



© Nicolas Janberg (Structurae)

摘自《钼世界》2022年第2期

河流沿岸或沿海地区常常易遭受洪水的侵袭，这些世界上人口最稠密的地区依靠水闸保证生活的正常。水闸传统上由木材或金属制成，其背后的基本技术很古老（斯里兰卡在4000多年前就使用了水闸门），如今仍在继续完善。一些现代水闸采用双相不锈钢，与其他建造材料相比，它具有显著的优势。后面的项目案例展示了这些闸门在整个使用寿命中如何节约材料、资金和减少排放。

阿夫朗什圣米歇尔山

圣米歇尔山（Mont St Michel）是一座潮汐岛，岛上有一座修道院，看上去像漂浮在海洋上。这座花岗岩山靠近Avranches，距离法国西北海岸约1公里。自8世纪以来，宗教朝圣者穿过仅在低潮时才露出水面的泥泞沙滩，抵达修道院。但修道院周围海水和光不断变化的状态受到了威胁，来自Couesnon、Sée和Selune河的泥沙不断被巨浪带入海湾，在岩石和海岸之间堆积，将圣米歇尔山与陆地连接起来。

淤泥和沙子堆积的原因可以追溯到19世纪，当时将河流改道以开辟牧场，阻止了河流将泥沙沉积物带入海中。1869年修建的一座堤坝为游客提供了与该岛的永久连接，进一步阻碍了水的自由流动。现在圣米歇尔山脚下的沙子比200年前高了3米。为了减少沉积物的堆积，法国政府在库埃松河上修建了一座大坝。八套包覆了2205双相不锈钢的水闸门，将涨潮时蓄积的河水，在退潮时释放，从而将泥沙冲入海中。此外，阻挡河流的旧堤坝被吊脚桥取代，使水在岛周围自由流动，提高了从海湾清除沉积物的效率。

使用了约36吨Industreel公司的双相不锈钢板包覆闸门的涂层碳钢框架。钼含量为3%的2205双相不锈钢，因其优异的耐腐蚀性能和耐磨性能而被选用。钼有助于防止海水腐蚀和沉积物磨损。在大量磨损性的颗粒以及高流速条件下，对于易腐蚀、较软的材料如铝或碳钢来说，“冲蚀腐蚀”是一个很大的风险。水闸系统中不可避免的干湿界面也会加剧腐蚀。焊接良好的双相不锈钢，其表面具有高硬度和高耐腐蚀性，抵御这些风险的能力远远优于其他金属或较低合金化的牌号。



在涨潮时，圣米歇尔山一天两次被海水包围

面向修道院和开放海湾的库士农大坝也已成为旅游景点。项目建筑师在大坝顶部设计了一个公共空间，可以欣赏圣米歇尔山的美景，每年吸引数百万游客参观这座被列入联合国教科文组织世界遗产名录的古迹。

在涨潮期间，略微降低旋转闸门可以使海水流过其顶部边缘，流入库士农河，同时减少泥沙涌入。在退潮期间，水闸被逐渐抬高，这样河水连同淤泥和沙子可以从水闸下流出



斯德哥尔摩斯拉森

斯拉森是瑞典斯德哥尔摩历史名城中心正中央的一座船闸。它始建于17世纪。这座水闸保护了斯德哥尔摩东端Mälaren湖周围地区Mälardalen的200万居民，保护其饮用水免受流入的半咸水的影响。该社区本身叫做“斯拉森(Slussen)”，水闸是该地区的一个特色。该社区是斯德哥尔摩最繁忙的社区之一，其繁忙的水上交通穿越基础设施很难进行维护。一个大规模的城市规划项目正在进行中，以拓宽斯拉森的排水渠，改造其公共交通通道，并安装新的水闸。新的闸门中，有两个用于控制水位，两个供船只通行，要求能够抵御半咸洪水长达百年。这对于钢铁而言是一个严峻的挑战，因为钢铁在这样的条件下易生锈，而2205双相不锈钢可完美胜任此项工作。

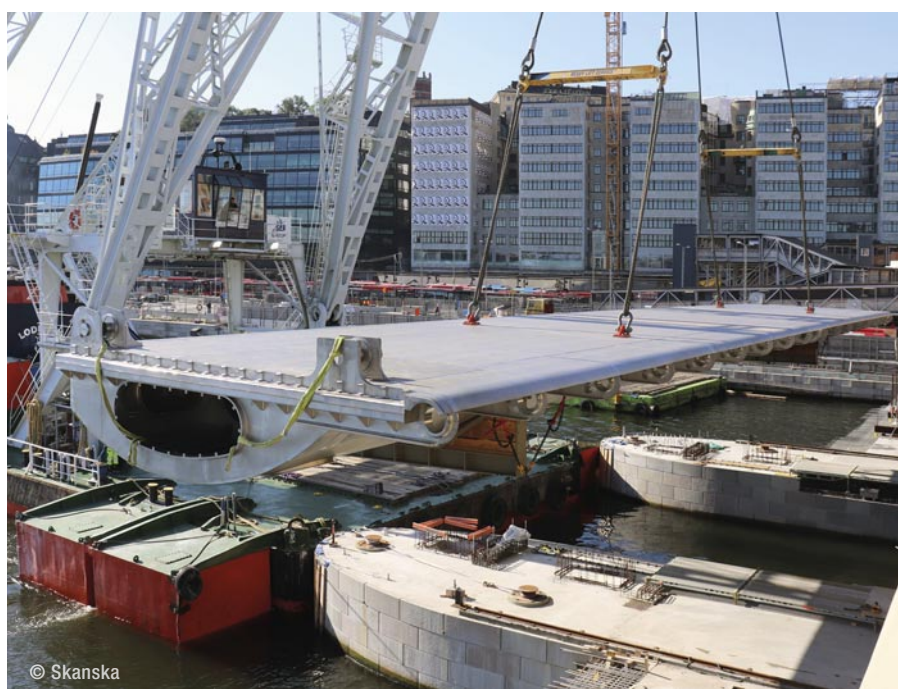


新的水闸将是斯拉森社区重建的核心元素

由于近年来降雨量增加和冬季变暖，Mälaren湖周围的洪水是人们担心的一个主要问题。2000年是瑞典自1860年以来降雨量最多的一年。在那一年，流入湖中的水量远远超过了通过水闸排出的水量。洪水非常严重，几乎涌入斯德哥尔摩市中心地铁车站的隧道。附近的Gamla Stan（即老城）火车站就不那么幸运，售票大厅进水，导致短暂关闭。随后二十年的气候模型证实，这个洪水灾害并不反常，相反，类似的极端洪水事件的频

率和强度都可能增加。虽然Gamla Stan火车站轨道未被洪水淹没，但2000年的洪水也许是对未来的一个警告。如果不提高Mälaren湖的排水能力，整个斯德哥尔摩地区将很容易遭受前所未有的灾难。新的双相不锈钢水闸足够庞大和坚固，能够排放的水量比以往多得多。

2205双相不锈钢复合板闸门在车间制造，通过驳船运输至目的地



半咸水的腐蚀性

半咸水对金属的腐蚀性差异很大，有些半咸水几乎像淡水，而另一些则接近海水的咸度。而氯化物（盐）浓度只是影响半咸水腐蚀性的一个因素，温度、细菌含量、溶解固体和pH值也是材料腐蚀的影响因素。2205双相不锈钢的耐腐蚀性比316不锈钢强得多，并能承受更高含量的氯化物。2404双相不锈钢的耐腐蚀性不如2205双相不锈钢，但也优于316不锈钢，并且在氯化物含量较低的半咸水中表现良好。

因为双相不锈钢比碳钢坚固得多，所以闸门足够轻，可以在车间制造并运到现场。与现场焊接相比，能够在制造车间进行焊接不仅节约了成本和资源，而且还能实现更好的质量控制。这些巨型防洪门目前是世界上最大的，重达70吨，由Stål和Rörmontage公司制造。闸门将抵御日益频繁和严重的风暴袭击。整个斯拉森项目预计将于2025年完工。

哥德堡 Gårda 大坝

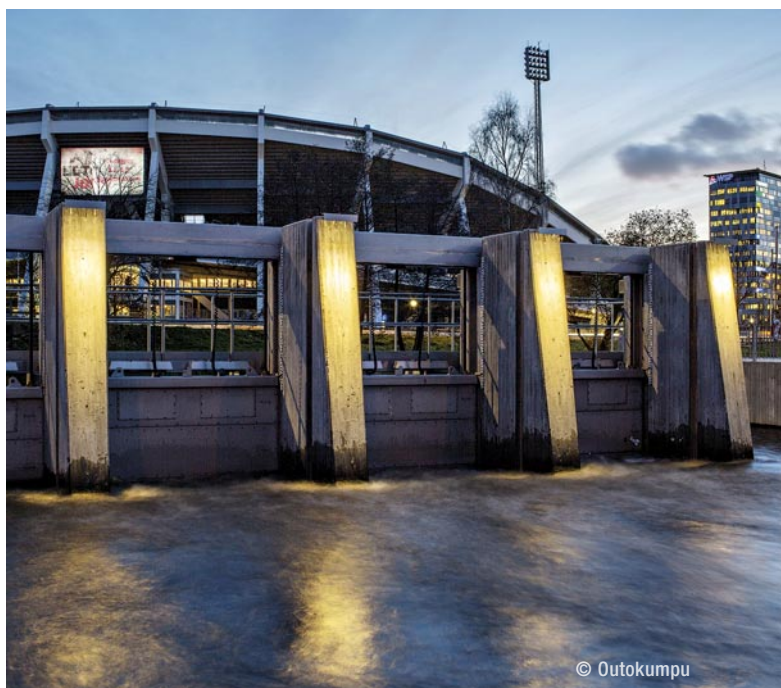
瑞典的港口城市哥德堡横跨一系列运河和桥梁交错的岛屿。上升的海平面及如此之多的水道，对社区构成了重大的洪水风险。2013年，曾经控制着群岛内外水流的木制水闸因腐烂而被更换。旧水闸的状况非常糟糕，需要一个临时支撑结构来将它们固定在一起。所设计的新闸门能承受120年的潮起潮落。尽管哥德堡的运河通常是淡水，但海水偶尔会回流，提高了氯化物含量。奥托昆普公司的2404双相不锈钢，钼含量为1.6%，因其强度和较高的耐盐腐蚀能力而被选用。如果闸门所使用的橡胶密封件维护得当，则闸门的使用寿命可长达设计寿命的数倍。总共有五个闸门，每个闸门长3.1米，宽2.2米，重约7吨。

尽管已经腐朽，但最初的木制水闸是这座城市的一个美丽地标，居民们希望模仿他们的一些特质。制造商用400多个特制的部件拼出了新的大门，来复制木门的美学效果。

通往更安全社区之门

与其他材料相比，双相不锈钢具有更长的使用寿命，需要更少的维护。尽管双相不锈钢前期成本较高，但考虑到项目的整个生命周期成本，它通常是一种更具成本效益的解决方案。无需重新喷漆、重新涂装或更换水闸上的部件，意味不会因维护而封闭道路导致交通混乱，城市防洪无缺口，生产和运输新材料所产生的温室气体排放也会减少。在21世纪，管控不断变化的江河湖海并不容易，但双相不锈钢将帮助抵御潮汐涨落。(Karlee Williston)

尽管新水闸坚固、安全，但它们的设计与之前的木制水闸相似



© Outokumpu