发表于《建筑技艺》杂志2010年第2期

可持续的不锈钢交通运输建筑设计

Sustainable Stainless Steel Transit Station Design

可持续的不锈钢交通运输建筑设计

Sustainable Stainless Steel Transit Station Design

撰文 凯瑟琳·胡斯卡（Catherine Houska）

摘 要 引人注目且具可持续性的交通运输建筑设施是当代讲求效率的基础设施建筑中的重要组成部分。除拥有夺目的外观外，经正确选择的不锈钢具有更佳的耐久性，维护要求最少，可长期安全使用并保持安防和交通控制的功能。不锈钢这些特性及其内在的可持续性，使其成为世界范围内新建交通设施的重要设计材料。因此，重新审视不锈钢的应用、优点及规格将给设计者以信心，在那些设计使用寿命50年以上的作品中选用不锈钢材料进行设计。

关键词 不锈钢 可持续 可循环利用成分 减少热量吸收 屋顶径流

1 导言

交通运输设施，如火车站、机场和地铁车站， 是当代高效基础设施的重要组成部分，通过它们有效而不间断的服务，创造了巨大的经济和环境效益。世界上现存许多具有历史纪念意义的交通建筑，但是大部分年代久远的交通设施在当初只是为单纯实现其运输功能、低维护和低成本而建设的。目前日益扩大的城市规模和减少道路拥堵以及降低化石燃料使用的愿望鼓励世界各国的政府重建、更新和扩建公共交通运输系统。

影响新型建筑结构设计的因素有以下几个。第一， 以具有吸引力且空间开阔（通常具有良好的空气流通性）的建筑替代过去昏暗的、有幽闭恐怖感的建筑来作为城市的门户。这种新型交通建筑展现出对来访者的欢迎，并提升公共交通系统的能力和效率以鼓励公共交通工具的使用。 第二，伴随着人们对可持续设计的兴趣增长，政府部门更多地要求建设能满足最少材料更新需要且能达到50年甚至100年服务寿命的建筑物。因此，需要我们进行更加完全彻底的建筑物室内外应用材料的对比研究。这些研究通常包括耐腐蚀性，耐划伤、耐冲击性和野蛮损坏，维护要求，服务寿命，材料中的可循环利用成分，室内环境中挥发性有机化合物的释放，服务寿命期满后材料的回收和再利用，以及建筑物对能源和水的消耗。

此外，公共安全问题，如地面的防滑性、安保能力、防火和抗风性能、抗震性能，栏杆和障碍设施的长期完好性，以及老年及残障人士通道问题正在变得越来越重要。在这些研究分析中，不锈钢均获得了一贯的好评，特别是在设计服务寿命在30年或更长的建筑物上表现得尤为突出。

2 不锈钢在交通建筑领域的应用历史

虽然不锈钢是一种相对新型的建筑材料，直到20世纪20年代才成为设计师的可选材料，但它已在国际建筑设计中产生了巨大的影响。不锈钢应用在许多令人瞩目的建筑上寿命已达80年而未曾发生表面退化或需要进行更新。在正确地进行了不锈钢选材、加工和维护后，不锈钢的寿命可以与建筑物一样长，甚至可达几个世纪。这种超长的寿命使不锈钢成为一种富有吸引力和成本效益且对环境友好的可持续交通运输建筑物设计的选择。

2.1 不锈钢在早期交通设施中的应用

设计师在不锈钢材料被引入进市场不久后便开始在交通运输行业中使用不锈钢（第一个全不锈钢客运列车于1934年

图片 1
约翰. 肯尼迪（JFK）国际机场到达航站楼（前 4 号航站楼，1956）的抛物线状不锈钢屋顶。
感谢Overly 制造公司提供照片。

开始运营）。到20世纪六、七十年代，不锈钢制入口门、旋转栅门、安防门、售票亭及其它组件已常见于铁路及地铁车站中。在20世纪50年代，空中旅行有了巨大的发展，不锈钢也被应用于新建航站楼中。例如，在1956年，不锈钢被用于建造纽约约翰·肯尼迪（JFK）国际机场新国际到达楼（前4号航站楼）的抛物线状屋顶（图片1）。

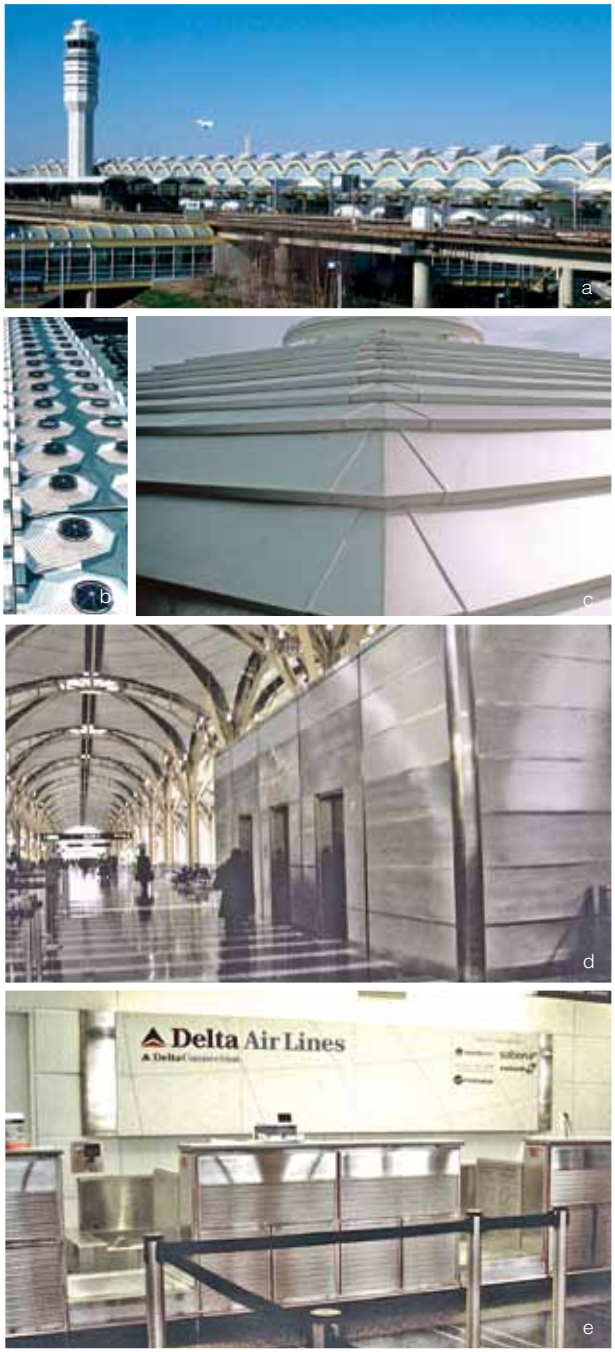
2.2 过去15年的应用发展

几个获得国际公认的公共交通建筑对这种建筑材料的兴起起到了推动作用。1994年建设完成的伦敦滑铁卢国际车站为这座城市打造出了一个供欧洲之星国际列车之用的闪闪发亮的当代城市门户。Nicholas Grimshaw事务所在这座车站的设计中，因不锈钢具有低维护要求和长达125年设计使用寿命而大量使用了不锈钢。采用316L不锈钢用于建造显眼的屋顶和结构件，要求耐磨和耐腐蚀的地面踏板，售票处、咨询台、旋转栅门和安保障碍设施（图片2）。

罗纳德·里根华盛顿国家机场新B/C航站楼于1997年竣工。如同滑铁卢火车站，该航站楼被设计成具有长久使用寿命和展示作用的一国之都的门户。304不锈钢被用于建造屋顶、入口天篷、门、售票柜台、立柱包覆、曲线式不锈钢楼梯、零售店入口、花盆、餐饮服务区及餐桌、指示牌、咨询台、电梯、安保障碍设施和旋转行李传送带（图片3）。同样如滑铁卢火车站，耐用的浮雕效果表面不锈钢在该建筑内部获得了广泛应用，以减小划伤和撞击造成的损失。

为满足该项目严格的屋顶低反射率的要求，开发了轧制亚光不锈钢表面，并随后在全世界多个大型机场和火车站屋顶获得应用。香港1998年开发的九龙火车站，作为城市规划的一部分，以高速铁路走廊方式连将市区与新机场连接起

图片 2 (a至 c)
伦敦滑铁卢火车站的设计者采用316不锈钢作屋顶结构支撑、面板、防滑地面和楼梯踏板、票务柜台外侧、栏杆和其他物件。
感谢国际镍协会（Nickel Institute）提供照片。



图片 3 (a 至 e)
定制亚光表面304不锈钢用于罗纳德．里根华盛顿国家机场的百慕大风格屋顶。它还用于室内票务柜台、电梯、指示牌和其他用途。
感谢 Overly 制造公司提供照片(4 a 至 c)。
感谢北美特钢协会提供照片(4 d 和 e)。

图片 4 (a 至 b)
香港九龙火车站的显框316不锈钢屋顶是访客得到的对这座城市的初次介绍。
感谢TFP Farrells提供照片。

来并起到促进西九龙地区开发的作用。该车站有1100 000平方米的混合用途面积并让访港旅客对香港留下初步印象。包括用于屋顶建造的316不锈钢在内的那些富有吸引力且经久耐用的建设材料获得选用，亚光型316不锈钢屋顶兼具耐海洋腐蚀环境和抗台风能力。304不锈钢被用于一系列室内用途，如电梯和包柱（图片4）。

近期新的可持续性机场、火车站和地铁设计都广泛采用了不锈钢。不锈钢在其传统应用领域有了实质性的发展，如售票柜台、旋转栅门、包柱及安防障碍设施。此外，还出现了几个重要的应用趋势。即，小巧的不锈钢拉杆和拉索正越来越多地被用作支撑大型室外玻璃幕墙及较小些的室内玻璃幕墙。不锈钢支撑可见度低，结构部分既具吸引力且又不会阻碍人们的视线，从而创造出轻快通透的空间结构，因此，这种不锈钢支撑玻璃幕墙在大型机场航站楼中的应用尤为普遍。此外，在采用不锈钢结构来支撑玻璃天篷和屋顶方面也有了重大发展。

3 近期的机场项目

3.1 西班牙，巴拉哈斯（ Barajas ）机场

马德里的巴拉哈斯（Barajas）机场在2004年完工时拥有当时世界上机场航站楼中最大的玻璃幕墙。Richard Rogers事务所与Lamela事务所共同设计了这座西班牙门户建筑，具有明亮开放的内部空间的航站楼，采用高强度的2205双相不锈钢杆及连接系统大大有助于使玻璃结构支撑系统的尺寸和可见度最小化。因不锈钢结构支撑不需要进行喷涂处理，这使得长期维护费用也得以最小化，并使精良的结构细部得以展现且成为一种装饰性设计元素（图片5）。壮观的玻璃幕墙让自然光线充满了航站楼，产生出轻快通透的外观景象。

3.2 美国达拉斯Ft. Worth国际机场

达拉斯/ Ft. Worth国际机场新的D航站楼（2005）为使室内空气质量达到美国绿色建筑评级体系（LEED）标准，采用了满足有机化合物零挥发要求的不锈钢墙板和其它室内部件，其引人注目的轧制亚光不锈钢表面也可满足阳光反射指数（SRI）的要求。纽约的新牙买加火车站（2006）是这座城市郊区新的火车及客运公交枢纽，它采用316轧制亚光表面不锈钢建造屋顶，这与采用不锈钢以满足耐久要求的其他传统用途一样，在沿海地区可满足100年的使用寿命要求。[1]

3.3 泰国素旺那普机场

曼谷新建的素旺那普机场航站楼于2006年竣工，其围

图片5 (a 至d)
巴拉哈斯机场的玻璃幕墙采用2205高强度双相钢和316不锈钢支撑。
感谢 西班牙FOLCRÁ提供照片。

合玻璃幕墙为世界规模最大的玻璃幕墙之一。通过采用最先进的技术，将其设计成一座低能耗的建筑。这座由Murphy/Jahn设计的建筑物最为壮观的景象之一就是靠材质为316 的不锈钢铸造的爪件和沿着镀锌钢索通过冷加工而提高了强度的不锈钢拉力杆来支撑的玻璃幕墙。

根据这样的设计，最终建成了这座轻快、通透且具低维护成本的建筑物。Richard Green是该航站楼的幕墙顾问，他说明道：“成本分析显示，采用不必涂漆的316不锈钢使其比采用涂层碳钢的设计更省钱。”如同这里提到的其他机场一样，素旺那普机场的内部设施也广泛采用了不锈钢建造。除票务柜台、安检台、行李处理和其他常用用途外，304不锈钢也被用于建造不锈钢索护栏、楼梯及其他既引人注目且又持续耐久的细部（图片6）。

3.4 美国印第安纳波利斯国际机场

印第安纳波利斯国际机场新的Colonel H. Weir Cook航站楼于2008年11月投入使用。在这座111 000 m^2的新建筑中，304不锈钢如同在迈阿密国际机场一样获得了广泛的应用。经多种表面耐用处理的不锈钢具备了可长期耐划伤、撞击的能力和耐久性。因为不锈钢有如此广泛的可耐划伤和撞击损伤的表面类型，使其为设计工作提供了极大的灵活性。

图片 6
曼谷素旺那普机场的316不锈钢玻璃幕墙支撑和304不锈钢内部设施细节。
感谢Rainer Viertböck提供照片 a 至 e
感谢Carl D’Silva提供照片 f 至i

不锈钢被用于票务柜台、行李处理、电梯、指示牌、 花盆、座椅以及其他用途（图片7）。

3.5 意大利安科纳–法尔科纳拉机场（Ancona–Falconara）

位于意大利亚得里亚海岸马尔凯大区的安科纳–法尔科纳拉机场（Ancona–Falconara）刚刚于2008年增加了两座新航站楼。就像马德里的新航站楼那样，大型玻璃外墙采用了可视度最小化的支撑系统。此外，内墙也是玻璃结构。内外墙玻璃的结构支撑均采用316不锈钢杆、索缆和其他部件制造。316不锈钢也用于指示牌、门窗框和窗户遮阳板。

图片 7 (a 至 d)
印第安纳波利斯国际机场新的Colonel H. Weir Cook 航站楼内部空间大量采用304不锈钢
感谢Forms + Surfaces提供照片。

3.6 美国罗利–达勒姆国际机场（Raleigh–Durham）

不锈钢在近期和当前的机场建设项目中的应用并不局限于玻璃幕墙支撑和室内设施。与近期在美国达拉斯、底特律以及华盛顿哥伦比亚特区建设的机场航站楼一样，于2008年10月投入使用的罗利–达勒姆国际机场（Raleigh–Durham）一期新2号航站楼的屋顶采用了特殊亚光轧制表面的304不锈钢。这种表面的光反射率很低，从而不会闪花飞行员的眼睛。不锈钢制屋顶兼具可靠持久和引人注目的特点。涂漆表面最终将会褪色、剥落，而不得不进行更换。此外，暴露于航空燃油环境中一段时间后，涂漆表面会加速老化。

这些机场选用304不锈钢的原因是它们均位于内陆，并且无除冰盐使用环境。Raleigh–Durham国际机场二期将于2011年投入使用，它也采用了表面相同的不锈钢。这种表面的不锈钢材料也被用于建设中的加利弗尼亚州萨克拉门托机场。

3.7 美国西南俄勒冈地区机场

各种规模的新建机场都在显眼的部分采用不锈钢进行建造。位于度假区的几家美国小型机场最近投资建设了新航站楼。因为这些机场主要服务于富人和公司的私人喷气飞机，所以选用了能给人以高端外观感受的不锈钢建造外立面墙板、屋顶、入口天篷和其他细部。这其中的一个例子就是西南俄勒冈地区机场。这个机场靠近的一个高尔夫球场属世界最高评级球场之列。虽然也有商业航班，但该机场的首要服务对象还是那些装满高尔夫球手的私人喷气飞机。机场于2008年7月投入使用。外立面为普通2B表面和蓝绿色电化学着色表面的不锈钢盖瓦。因其地处沿海，所以选用316不锈钢（图片8）。

3.8 美国迈阿密国际机场

迈阿密国际机场是目前世界上最大的机场之一，其交通流量居世界之首，是南、北美洲之间的门户。始于1997年，计划于2010年竣工，分多期施工的迈阿密国际机场主扩建及改造更新计划已近完成。扩建南北两座航站楼及中央大厅将使该设施增加250 838m^{2}的面积。此外，还进行了对既有航站楼和中央大厅设施的大规模更新，旅客停车库增加及一项主要的货物运转处理设施的扩建工程。

不锈钢因其具有耐用性，耐撞击和划痕损伤，以及可提供多种类型表面状态和花纹，而在整个迈阿密国际机场室内和室外均获得了广泛的应用。浮雕式、喷丸处理、无方向划丝及No.4抛光等表面形式的304不锈钢广泛应用于室内设施，如指示牌、电话台、展示柜、立柱包覆、电梯轿箱、花盆、废弃物回收箱以及墙壁护壁板。图片9显示了位于新南

图片8
西南俄勒冈机场

航站楼以及更新后的北航站楼和中央大厅的这些用途。

因迈阿密国际机场位于腐蚀性较强的南弗罗里达地区，机场外立面采用了316不锈钢。即使在弗罗里达内陆地区，也至少存在一定程度的海盐（氯化物）暴露情况。浮雕式和抛光表面被用于停车场墙壁和电梯，航站楼入口处的地板和立柱包覆以及不锈钢雕塑。正因为针对高交通流量环境的要求选择了适当的钢种和表面形式，因此，尽管项目早期安装的不锈钢已延长使用多年，但其与新近安装的部分相比，仍具有相似的富有吸引力的外观。

4 火车和地铁车站

4.1 新加坡MRT会展中心车站

新加坡MRT会展中心站于2001年投入使用，该站作为樟宜机场铁路线的延伸部分由知名设计师Norman Foster爵士设计，它改善了通往会展中心的途径。这一设计的目的是为了处理展会活动带来的高负荷交通流量。因其位于海盐暴露区且有预料中的高交通流量，所以选用了具备持久耐蚀性的材料。穹顶形状的设计受到了宇宙飞船的启发，其屋顶材料为钛材，天篷、墙板和玻璃支撑系统为316不锈钢（图片10）。

4.2 奥克兰Britomart火车站

奥克兰Britomart火车站是新西兰有史以来由地方政府承担的最大的基础设施项目，该站于2003年完工。因其紧邻海岸，室内有遮蔽的部分和室外用途均为316不锈钢。站内的天花板、墙壁及立柱包覆均采用316编织表面不锈钢（图片11）。铁轨旁的强制通风立柱、装饰柱及站内其他用途采用定制的浮雕式和抛光处理表面不锈钢进行包覆，也选择性地

图片 9 (a 至 d)
迈阿密国际机场的新建南航站楼和位于北及中央航站楼已更新改造的部分采用经抛光、压花和喷丸表面处理的304不锈钢。
感谢Forms + Surfaces提供照片。

图片 10
MRT新加坡会展中心站的穹顶形状设计受到了宇宙飞船的启发，屋顶材料为钛，遮蔽部分和玻璃支撑系均为316不锈钢。
感谢国际镍协会（Nickel Institute）提供照片。

图片11
新西兰奥克兰的新Britomart火车站室内采用编织316不锈钢天花板和立柱包覆。定制浮雕和抛光表面用于铁轨旁的强制通风柱 。
感谢国际镍协会（Nickel Institute），摄影师Catherine Houska

使用了一些电化学着色不锈钢。室外广场的环形天窗、公共汽车候车篷及通风室为316不锈钢。

4.3 欧洲的火车站

由于不锈钢具有的耐用性、防腐蚀性、防火性和设计灵活性，欧洲的巴黎、伦敦和布鲁塞尔的火车、地铁新建线路均广泛使用不锈钢材料。伦敦Vauxhall Cross汽车站于2004年完工，它是伦敦第二繁忙的汽车站，可使公共汽车、地铁线路以及铁路运输相互连接；骑车人转入公共交通系统因而有了更加便利的途径；并且，还帮助这一地区焕发生机。容易被行人注意到的曲面屋顶的各段和墙面板均采用表面为压花亚麻布图案的316不锈钢，从而使外表整齐划一。屋顶安装的光伏发电太阳能电池板使车站的能源需求降低了30%（图片12）。

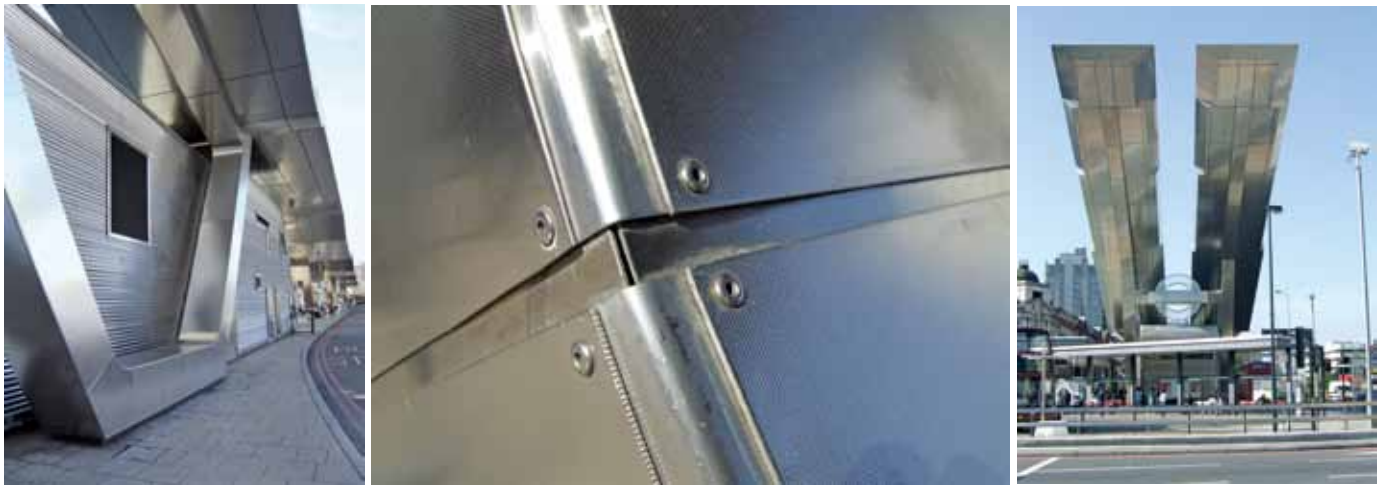
5 建筑用不锈钢牌号与规格

在建筑领域里最常用的不锈钢牌号是304、304L、316、316L，以及相对较少的2205；此外，还有许多其它钢种已被使用。不锈钢与其它常用建筑金属材料相比具有更高的耐腐蚀性能，特别是在有环境污染和氯盐（主要是除冰盐和海岸环境含盐）暴露的情况下。在建筑领域的应用中，一般只有当在严酷的使用环境中选用了不适当的不锈钢钢种时，结构或穿孔失效才会成为引起关注的问题。选择正确的不锈钢钢种和表面可以避免因表面锈蚀（锈色污迹）而致的美学效果退化。可以帮助进行不锈钢选材的文章和由行业协会出版的这种小册子有很多[2]。

5.1 奥氏体不锈钢

304/304L、316/316L是最为常用的建筑用不锈钢。它们具有相同的强度水平，并且可容易的由机械成型或焊接而成实际建筑应用中的任何产品。这两类材料都可以通过冷加工变形来提高其强度水平。

304不锈钢一般适用于气候可控的室内环境及具有轻度城市污染的温和室外环境用途。如果处于一定的氯盐暴露环



图片 12
Vauxhall Cross 站
照片提供: Thomas Pauly, Euro Inox

境或存在较高水平的污染时，应选用光滑表面的304不锈钢并进行定期清洁，并应预料到在清洗的间隔期中可能会有一些污渍出现。

316不锈钢除含与304等量的铬和镍外，还含有钼，因而更耐腐蚀。通常建议在暴露于低/中度海盐腐蚀环境、除冰氯盐及/或中度工业污染或更高程度城市污染水平时，使用316不锈钢。除非选择光滑的表面并进行定期清洗，否则316不锈钢并不能对存在高表面氯盐累积的用途或在暴露于含盐水喷雾/飞溅环境中时提供充分的腐蚀防护。

5.2 双相不锈钢

双相不锈钢如2205的强度比未冷作硬化的304、316不锈钢和普通碳素结构钢大大提高。某些双相不锈钢如2205的耐腐蚀性能甚至比316不锈钢都有很大的改进提高。这种高强度和耐蚀性可以允许设计师减小结构部分的尺寸，将裸露的金属支撑细部用作雕塑设计中的一部分，以及可以免除不断的涂层维护需要。

5.3 海岸环境位置的确定

典型的海岸环境被定义为距大型含盐水体（如海洋、港口或盐湖）8至16公里范围内的区域。对如日本、英国这样的岛屿以及有强海岸风暴的地区（如美国的海湾地区）而言， 有文件记录显示海盐向内陆大大延伸。此外，在大型半岛和伴有强风暴天气模式的海岸地区，也在更靠内陆的地区发现海盐存在。例如，美国整个佛罗里达半岛都暴露在海盐环境中[3]。 在海水喷溅和浸没区需要更加耐蚀的不锈钢。因有遮蔽物而使雨水不能冲刷到的部位也需要具有更高耐蚀水平的不锈钢材料。

5.4 结构用途

冷作硬化后的304和316不锈钢，以及2205和其他类型不锈钢正越来越多地用于框架隐蔽化的玻璃幕墙、轻型天篷及其他类型结构中。如马德里巴拉哈斯机场（Barajas，2004）和曼谷素旺那普机场（Suvarnabhumi ，2006）壮观的玻璃幕墙系统采用不锈钢支撑，创造出惊人的外墙效果，它们都跻身世界最大玻璃幕墙之列。纽约市新的Bowling Green地铁站建造了由316不锈钢与玻璃构成的较小型的入口，这也体现在已公布的新第二大街线（建设中）方案中。

6 设计要点

一般而言，人们期望交通运输建筑能以最小的维护来提供格外长的服役期。这对铁路、地铁车站及其外墙、屋顶和室内高处尤为正确。环境中的腐蚀性物质会加速建筑材料和保护性涂层的退化变质。材料的耐腐蚀性能与其持久性直接相关，并且在选材时应考虑到下面几个因素：环境污染，尤其是工业污染，除冰盐和海盐会加速建筑物外立面和被遮蔽部分的腐蚀速率。

6.1 遮蔽位置

敞向外界空气的建筑区域，如地铁和火车站的入口，通常被认为比能被雨水冲洗到的部分更一易被腐蚀。前面部分所述不锈钢选择指导原则适用于明显暴露、会被雨水冲洗到的部分，而遮蔽处则更具腐蚀性。

交通建筑设施带有暴露于外界空气中的遮蔽区域是常见的。这一点在选择被遮蔽部位的材料时应予以考虑，因为这会导致比无遮蔽状态更多的腐蚀情况发生。在无雨水冲刷或人为清洗时，大量颗粒沉积物（如污物、盐份、污染物）会

在材料表面积累；而当遇到来自潮湿空气中的水分时，如果所用材料耐蚀能力不够或涂层退化，腐蚀就会发生。因此，建议暴露于氯盐或腐蚀性污染环境的遮蔽部位选择更加耐蚀的不锈钢材料或进行一定的维护清洗。

6.2 使用场所的特殊性

设计者还应考虑到用于另一种用途的建筑金属材料上的漆或涂层是否会因使用场所的特殊情况而加速老化。例如，机场建筑的外立面会暴露在飞机喷气发动机燃料烟气和大量被风刮起的磨损性颗粒（如沙子），这就可能出现这种加速老化的现象。对于无需涂层保护的不锈钢而言，燃油暴露环境并不是一个需要关注的问题，因为不锈钢正是因其耐蚀性而被用作处置各种燃料油。沙暴或类似的天气情况可能会最终改变不锈钢表面的纹路，但不锈钢并非靠涂层来防腐，而且不锈钢是十分耐磨的。

6.3 尿液暴露环境

不锈钢是制造公共卫生间隔断、纸巾盒、洗手池和其他物件的首选材料。这是因为，不像涂漆或塑料表面那样，不锈钢可以迅速彻底地使用不含化学物质的蒸汽清洗消毒。不锈钢比陶瓷和搪瓷碳钢更具延展性和耐冲击性。很多运输管理当局指定316不锈钢用于制造公共卫生间紧固件和隔断，这是因为316比304更耐尿液腐蚀。事实上，在美国公共交通运输协会（APTA）的《交通运输设施建筑指导》中，专门推荐在可能存在尿液暴露的环境中使用316不锈钢。不幸的是，公共交通设施中的尿液暴露环境并不总是局限在卫生间内。有时，在地铁和火车站内不太引人注意的地方也有尿液暴露环境。这会导致某些金属材料的腐蚀，且其气味也很难从未经对所用材料的多孔表面进行密封处理的地方去除。有鉴于此，在这些地方，常常采用316不锈钢来制作墙板、电梯轿厢及其他用途。

6.4 铁金属颗粒暴露环境

当轨道交通使用重轨地铁或可快速减速的市郊列车时，从路轨摩擦产生的铁金属颗粒可能会随涌入的气流带进车站。这些微粒极有可能会沉积在粗糙或多孔的表面上，造成表面变色。此时应避免使用编织表面和粗糙表面的不锈钢，而光滑表面一般表现良好，因为被列车带起的风力会把微粒从光滑表面吹走，使其来不及在表面上锈蚀着色。

6.5 防火需要

最后，因其卓越的防火性能和抗热辐射性能，不锈钢还是世界许多地方制造声效墙板的首选材料。在较低的火焰温度下，铝很快会失去强度，可能致使吸音墙板垮塌，堵住逃生之路。虽然碳钢可以满足防火要求，但它的维护成本高，而且当涂层失效后，它会渐渐失去诱人的外表，变得败坏不堪。

6.6 清洁

可以使用非酸性、温和、不含氯化物的家用洗涤产品容易地对不锈钢进行清洗。根据不锈钢表面是否有污物、食物、指纹或油脂来选择清洗产品。洗碗剂、去油剂、甚至玻璃水等产品都可用于定期对不锈钢表面进行清洁复原。当不锈钢表面被海报、油漆、标记笔等乱涂乱画的破坏行为弄脏后，这些污迹可以用去胶剂、软性非金属棕刷和塑料刮削器去除[4]。

7 表面类型

为交通运输设施进行不锈钢选材时必须考虑到两个因素。第一，较为光滑的表面（即Ra≤20微英寸或12微米）积攒的沉积物（即盐类、灰尘、污染物）更少，这有助于提高耐蚀性能和外观。第二，理想的交通运输设施用不锈钢表面可掩盖意外划伤、撞击损伤。

7.1 无方向性表面及织纹表面

不锈钢经加工形成无方向性轻度或重度划丝的表面，是应用于诸如柜台台面、座椅和行包处理设备等的理想材料，因为它们可以隐藏不锈钢表面的损伤。较深的表面划痕模式更为粗糙并将积攒更多的尘土和腐蚀性沉积物。因此，它们更适合用在室内设施的表面或能经常得到清洁的地方。当撞击和划痕损伤问题都需要被注意到时（如立柱包覆和墙板），应考虑采用织纹表面（浮雕式或压花式）或编织不锈钢。

织纹表面是通过在十分光滑的轧制表面上压入图案而形成的，并且，只要所选特定图案容易被雨水冲洗且空气中的颗粒物水平不高，其在室外用途中可以表现得和光滑表面一样好。编织不锈钢也可用于诸如停车库、机场栅栏、遮阳板及植物承托物等室外用途上。但是，除非使用耐腐蚀等级比316更高的材料，编织不锈钢不应用在沿海或除冰盐暴露环境，因为这会发生缝隙腐蚀。

8 可持续设计的优点

除了可提供长服务期、（清洁时）能避免使用有潜在毒性的化学清洗剂，不锈钢还在多种方面限制对环境的负面影响。不锈钢平均含有60%的循环废钢量；在建筑和基础设施里使用的不锈钢，一旦抵达其服务期的终点，估计可回收的比例高达92%[5]。在历史上不锈钢使用量就比较高的国家里，其循环物料比例更高，尤其是对304和316等普通奥氏体

不锈钢而言，不锈钢不会被降级回收利用且重复回收利用不会使材料性能退化。不锈钢不像涂层钢、地毯和其他建筑产品，用于室内墙板不会产生任何排放物（VOCs）。不锈钢屋面和墙面还有助于降低建筑物的降温要求、减少热岛效应（UHIs）。

8.1 隔热

美国对外立面墙和屋面材料的测试已经表明，常用的不锈钢屋面、墙面和砖、混凝土、木料及沥青相比，可以使建筑物少吸收热，也可减少向建筑物内的热传导。如果做好屋面密封，使用空心墙，那么不锈钢的这一性能改善作用可以得到更大的发挥。不锈钢的低腐蚀率可使屋面、墙面板更长久地保持这种高性能，只须偶尔清洗一下，去除积攒的污物即可。和其他金属一样，如果再涂上高反射率的涂料，就可以进一步限制建筑物吸收的热量。

8.2 屋面径流

世界各地的很多研究都考查了各种屋面材料（比如沥青、金属、粘土瓦、混凝土）的径流，主要目的是确定这些径流对人、植物和野外生物有无潜在毒性。不锈钢屋面的金属或毒性物质的径流率比其他常见屋面材料都低。进而言之，不锈钢屋面径流中的镍、铬含量常常低过可检出限，更远低于典型的饮用水要求的浓度极限。这使得不锈钢在环境敏感地区和需要收集雨水进行灌溉和人用的地方都成为理想的屋面材料。更多不锈钢在可持续性方面的信息可在以前发表于Construction Specifier 上的文章中找到[6]。

结论

不锈钢是用于公共交通建筑的最具可持续性的材料之一。这是因为它提供了长久的服务寿命，能够降低能源需求，不需要使用危险的化学清洗剂进行清洁并能使维护要求达到最小化。伴随着人们对可持续性建筑越来越高的兴趣，在过去的15年中，不锈钢在公共交通建筑中的应用获得了实质性的增长。同时，不锈钢还为设计师提供了有趣的美学设计选择，如框架隐蔽化玻璃幕墙。不锈钢的实际表现性能根据按用途选择的特定的不锈钢种类和表面而决定。有关文献和说明建议应从生产厂家和工业协会获得[7]。

致谢

作者感谢国际镍协会（Nickel Institute），国际钼协会（IMOA），Euro Inox, Murphy/Jahn Architects, Richard Gre en, Forms & Surfaces, Next Door, and Overly Manufacturing Company在本文写作中所给予的支持。

相关资料

更多关于不锈钢选材及其在建筑领域里的应用信息可从国际镍协会(NI)和国际钼协会(IMOA)网站及办事处获得。

注释

[1]《不锈钢包覆出可持续的幕墙和屋顶》– 凯瑟琳・胡斯卡（Catherine Houska）于 The Construction Specifier 2008年 8 月号, 第 4 8 – 6 2 页。

[2]更多不锈钢选材与设计资料请见《滨水设计》– 凯瑟琳・胡斯卡（Catherine Houska）于The Construction Specifier2007年 1 1月号第 5 4 – 6 6 页；《推动以结构不锈钢设计外观》– 凯瑟琳・胡斯卡（Catherine Houska）与Kirk Wilson,于The Construction Specifier2007年 4 月号第 2 8 – 4 2 页；《耐蚀金属：第二部分》– 凯瑟琳・胡斯卡（Catherine Houska）于 The Construction Specifier 2000年 1 1月号；《腐蚀防护指南》– 国际镍协会出版物11024号；及《室外用途应选用哪种不锈钢》– 国际钼协会。

[3]地图式历史数据可自美国国家大气沉积计划网站http://nadp.sws.uiuc.edu/isopleths/获得。

[4]关于不锈钢清洁的资料可自国际钼协会网站(http://www.imoa.info)和镍协会小册子 (11 014)《维护与清洁指南》获得。

[5]国际不锈钢论坛 (ISSF)网站 http://www.worldstainless.org/

[6]《建筑金属可持续性的比较》– 凯瑟琳・胡斯卡（Catherine Houska）与 Dr. Steven Young于 The Construction Specifier, 2006年 7 月号第 8 0 – 90页和《不锈钢包覆出可持续的幕墙和屋顶》– 凯瑟琳・胡斯卡（Catherine Houska）于 The Construction Specifier 2008年 8 月号,第48 – 62页。

[7]在世界各地的不锈钢行业协会中，获取免费技术文献和案例研究的最有用的资料来源是国际镍协会（Nickel Institute） http://www.nickelinstitute.org和国际钼协会http://www.imoa.info，以及北美特殊钢协会http://www.ssina.com和 Euro Inox http://www.euro-inox.org/。

作者简介

凯瑟琳・胡斯卡（ Catherine Houska）是TMR咨询公司（TMR Consulting）的高级开发经理，是国际知名的建筑金属材料顾问，专长于不锈钢及其表面选择、规格、修复和失效分析，并发表了100多篇专业文章。胡斯卡女士是美国公共交通运输协会（APTA）委员会的成员，该组织负责编写了目前的北美交通运输场站设计、规格及维护指南。

胡斯卡女士的联系电子邮件地址为chouska@tmr-inc.com