

不锈钢板在广州亚运城综合体育馆围护系统中的运用

Application of Stainless Steel Sheet in Envelope System of Gymnasium for Guangzhou Asian Games

撰文 黄唯 中国京冶工程技术有限公司
李宏 霍高文建筑系统广州有限公司
李冰 上海金桥瑞和装饰工程有限公司天津分公司

摘 要 从设计和施工的角度说明不锈钢板在广州亚运城综合体育馆工程围护系统中的运用情况，为不锈钢材料在金属围护系统中的推广提供参考。

关键词 不锈钢 金属围护系统 广州亚运城综合体育馆

不锈钢具有表面光亮持久、耐腐蚀性好、强度高、加工性能好、维护成本低、防火性能优良、可100%回收等优点，已逐渐开始应用在建筑幕墙、屋面等建筑围护系统中。本文结合广州亚运城综合体育馆项目介绍不锈钢板在围护系统中的应用，以期推动不锈钢产品在国内的更好发展。

1 项目概况

广州亚运城位于广州市番禺区中东部，亚运城综合体育馆位于亚运城南端，北临风景优美的亚运村莲花湾，与运动村、升旗广场隔水相望，是进入亚运村的门户。综合体育馆工程包括亚运体育（体操）馆、台球馆、壁球馆及广州亚运历史展览馆，在2010年亚运会及残运会期间作为各相关项目的比赛场馆，其中广州亚运历史展览馆赛时作为亚奥理事会和第1~15届亚运会的展示场所，传扬亚运历史轨迹。

本工程总建筑面积约50 194m²，屋面为连续三维曲面，覆盖整个建筑并延续至地面，广州亚运城综合体育馆效果图如图1所示。



图1 广州亚运城综合体育馆效果图

综合馆、体操馆、历史博物馆屋面采用金属屋面系统，主要包括：不锈钢板屋面、不锈钢板幕墙、屋面遮阳玻璃天窗、屋面1.0mm装饰不锈钢板，共计约5万多m²。屋面系统构造及连接示意图如图2所示，室外侧屋面系统不含保温棉及直立锁边不锈钢防水屋面构造层。

体操馆采用不锈钢板幕墙系统，构造如图3所示。

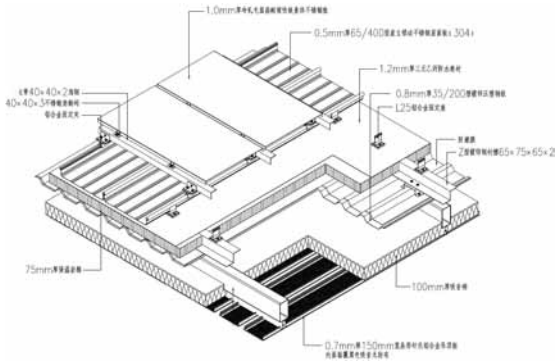


图2 屋面系统构造及连接示意图

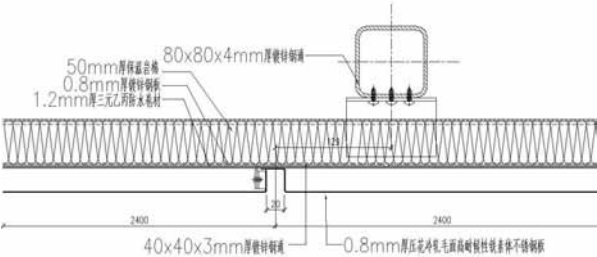


图3 不锈钢板幕墙系统构造图

2 不锈钢板在广州亚运城综合体育馆中的运用

2.1 不锈钢直立锁边屋面板

本工程屋面采用0.5mm厚不锈钢直立锁边防水板，同时作为装饰板支撑层，外挂不锈钢平板装饰层。装饰板开缝布置，不具有防水及排水功能。不锈钢直立锁边屋面板采用太钢产0.5mm厚304不锈钢。直立锁边屋面板采用Kalzip®屋面系统，不锈钢直立锁边屋面板型及连接如图4，5所示。

直立锁边板根据设计用量采购不锈钢卷，运至现场后，根据设计和现场复核尺寸在工地现场冷弯辊压成型。直立锁边屋面板自上世纪90年代开始在国内运用，由于成型工艺及系统技术要求，一般采用铝合金薄板制成，像本项目这样形状如此复杂且大面积应用的不锈钢直立锁边屋面板，国内尚未有先例。本工程在前期进行了不锈钢直立锁边板压型试验和连接强度实验，满足要求后方进行批量生产加工。

不锈钢直立锁边板屋面为连续三维曲面，面积约35 200m²，屋面覆盖整个建筑并延续至地面，造型复杂。设计过程中对屋面曲面进行详细分析并进行三维排板，在空间排板过程中，对三维屋面板布置进行量化分析，以确定其能满足生产和安装要求。如果局部不能满足要求，则需要调整该区域排板，直到满足要求为止。

根据以上分析和排板，本屋面采用了直板、扇形板交错布置的方案，曲面平滑处采用直板布置，曲面曲率较大部位采用扇形板布置，这样屋面板能连续铺设，板肋横向连续咬合。整个屋面共有直立锁边屋面板6 297片，规格约5 400种，最长屋面板74.8m，全部为现场测量、复尺并现场生产完成。屋面板三维布置如图6所示。

进行屋面设计时，纵向采用屋面整条板布置（中间屋脊最高点部位断开焊接），横向采用屋面板连续咬合布置，其它部位不设任何拼接缝，且在坡度较大部位采用顺坡向大肋扣小肋的布置方式，使屋面板连续、顺滑覆盖整个屋面。屋面板布置后，进行屋面板排



图4 不锈钢直立锁边屋面板型图

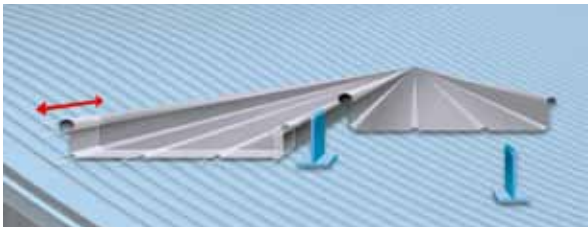


图5 不锈钢直立锁边屋面板连接示意图

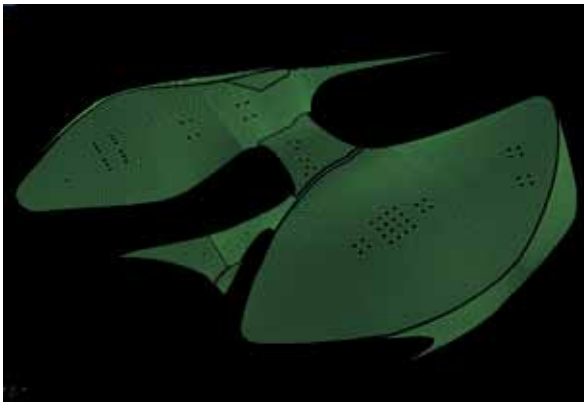


图6 不锈钢直立锁边板三维布置图

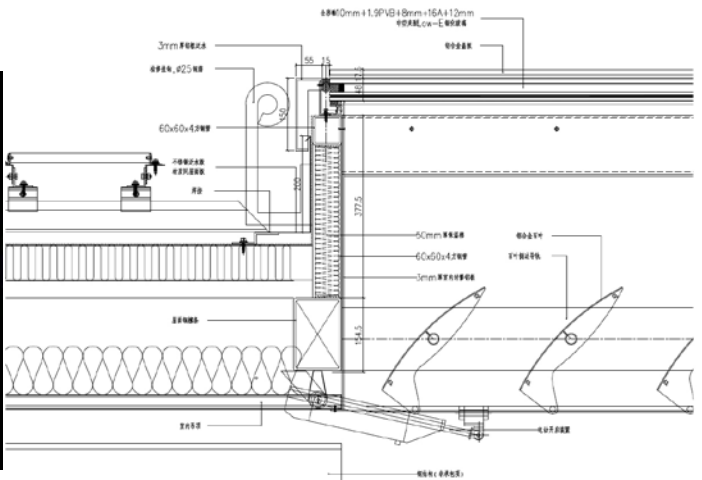


图7 天窗与屋面板交接部位节点构造图



图8 檩托、檩条安装



图9 钢底板及衬檩支撑安装



图10 保温棉及卷材铺设



图11 屋面板固定座安装

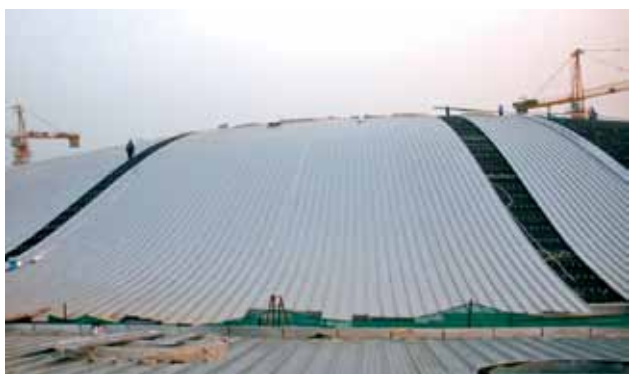


图12 防水屋面板分区及铺设

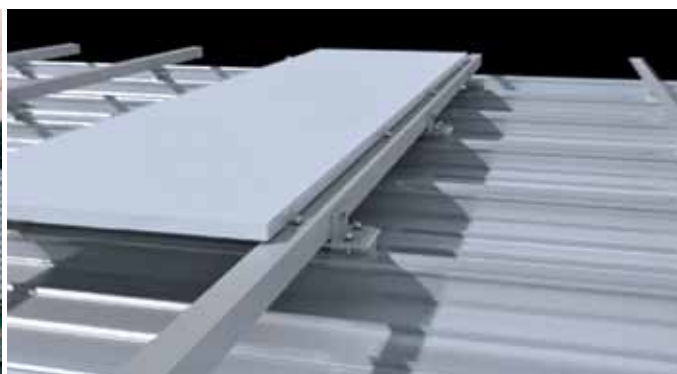


图13 装饰板连接示意图

水验算，雨水高度不会超过板肋，这样保证了屋面系统的防水性能和排水能力。

2.2 不锈钢直立锁边屋面板节点设计和构造处理措施

本工程屋面上布置了采光天窗和上人孔，与屋面板交接处需防水可靠，且保证金属屋面板的自由伸缩。因此，在洞口周边采用屋面板与泛水板焊接的连接方式，泛水直立边与洞口龙骨间保留一定空间，便于泛水板能随屋面板伸缩移动而不受阻。泛水直立边高度不小于200mm，保证洞口周边雨水不会超过泛水高度而渗入室内。天窗交接部位节点构造如图7所示。

不锈钢屋面板连接采用现场氩弧焊，焊接时温度较高，易将0.5mm厚不锈钢板熔穿，经多次试验，最终深化设计时将所有焊接部位的泛水板改为1.5mm厚不锈钢板，且在所有焊接部位下方铺设防火石棉布，在石棉布下铺设0.8mm厚镀锌钢板垫层。实践证明，采用这种方式后，有效地避免了焊接部位由于高温和熔渣而引燃直立锁边板下部三元乙丙卷材的风险。屋面檩条及直立锁边屋面板现场安装过程如图8~12所示。

2.3 不锈钢屋面装饰板

本工程地处海洋性气候地区，故屋面装饰板需采用具有高耐腐蚀性尤其是耐海洋性气候的材料，最终设计选用高耐候性铁素体不锈钢。原材料采用宝钢最新研制并生产的1.0mm厚B445R铁素体不锈钢。与奥氏体不锈钢（如316）比较，B445R热膨胀系数低，热变形小，且延展性好，易于加工及具有更好的耐腐蚀性和抗氧化性。屋面装饰板块尺寸为2400mm×590mm，纵、横向均留有20mm缝隙，每

块板单独固定。由于装饰板较薄，厚度仅为1.0mm，因此采用四周折边并背衬加劲肋的加工工艺，增强其刚度。

屋面装饰板与直立锁边板肋间采用特制的扣夹连接，扣夹与板肋咬合紧密，上部设置铝合金龙骨，不锈钢装饰板固定在龙骨上。装饰板连接、固定如图13所示。

为了防止屋面对周围环境造成反射性眩光污染，板材表面要求进行特殊处理，使其具有很好的漫反射性能，采用了消光防眩处理冷轧NO.2D毛面表面。

屋面装饰板原材料采用冷轧不锈钢卷，卷板对光的反射具有方向性，因此在加工、安装时均按钢卷的同一方向进行，以减小或避免由于面板对光的反射差异而形成的色差。在不锈钢卷分条、切板时清晰地在保护膜上标示了钢板轧制方向，且在二次加工和安装过程中根据标识方向进行生产和安装（图14，15）。

2.4 不锈钢压花幕墙板

压花不锈钢板是对不锈钢板进行高压冲压，形成特定凹凸样式表面的加工工艺（图16）。压花工艺能提高不锈钢板的强度，压花表面分散了光线在平面上的反射，产生亚光效果，可以减少光污染。本工程不锈钢板幕墙部分压花不锈钢板采用红色表面，现场完成照片如图17所示。

除此之外，本工程还使用了不锈钢吊顶板，采用0.8mm厚B445R压花不锈钢红色板，固定在钢结构龙骨下；所有排水天沟采用2.0mm厚304不锈钢，根据设计及现场复尺折弯加工，现场安装就位后焊接连接。本工程金属屋面、幕墙自2009年10月开始施



图14 装饰板龙骨安装



图15 不锈钢装饰板铺

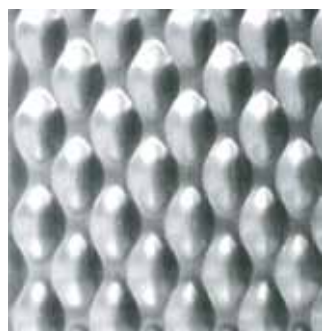


图16 不锈钢板表面压花样式



图17 不锈钢板幕墙安装后现场照片

工，于2010年8月完工，历时10个月。工程采用了多种不锈钢板材料和系统，为广州亚运城综合体育馆增添了丰富的色彩及神韵。

3 结语

不锈钢在建筑制品，如电梯、栏杆、扶手等方面的应用已非常成熟，但在建筑围护系统，尤其是屋面中的应用还处于起步阶段，材料选用、加工、应用等方面需要进一步研究、推广和标准化，以规范并更好促进不锈钢在建筑围护系统中的广泛应用。Ati

参考文献

- [1] The European Stainless Steel Development Association. Technical Guide to Stainless Steel Roofing. Building Series, Vol.5, 2004.
- [2] 黄唯. 双曲金属屋面系统工程设计与实施——广州亚运城综合体育馆金属屋面. 中国建筑防水, 2010 (19).
- [3] GB/T 3280-2007不锈钢冷轧钢板和钢带. 北京: 中国标准出版社, 2007.



第一作者简介

黄唯，中国京冶工程技术有限公司设计院科研部经理。曾任霍高文建筑系统（广州）有限公司技术经理和工程部经理，负责、参与的工程主要有：国家大剧院金属屋面工程可行性研究及实施方案、乔波室内冰雪世界维护系统建筑物理性能分析及实施方案、上海世博演艺中心金属屋面板外挂装饰板方案论证等。本科毕业于天津大学土木系，现在清华大学建筑学院建筑物理专业读硕士。