

装配式钢结构被动房在岛礁工程 独立房屋中的应用探讨

商亦蓝,高屹

(海军后勤学院 天津 300450)

摘要:装配式钢结构被动房是一种新型的节能环保建筑,具有轻质高强、施工快捷简便、抗震性能好、对环境影响小等许多突出优点,因而在独立房屋等岛礁建筑上有广阔的应用前景。文章对装配式钢结构被动房的概念进行了简要介绍,对其优点进行了针对性分析,并在此基础上提出了装配式钢结构被动房在岛礁独立房屋中应用的设想;针对岛礁的特殊地理位置和恶劣的环境特征,从运输、施工、使用和维护4个环节出发,讨论了装配式钢结构被动房在岛礁工程实际应用中应注意的运输困难、能源匮乏、锈蚀严重、台风多发等主要问题,并给出了装配式轻钢结构体系结合模块化、小型化运输的整体方案和锈蚀防护、冷桥阻断等构造措施。

关键词:独立房屋;装配式;钢结构;被动房;岛礁工程;应用探讨

中图分类号:TU391;P7

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2018)03-0067-05

Passive House in Independent House of Reef Engineering

SHANG yilan, GAO yi

(Institute of Naval Logistics, Tianjin 300450, China)

Abstract: The fabricated steel structure passive house is a new type of energy saving and eco-friendly building. It has many outstanding advantages such as light weight, high strength, quick and simple construction, good seismic performance and little influence on environment which lead to a broad application prospect in the construction of reef buildings, such as independent house. This paper gave a brief introduction of the concept of fabricated steel structure passive house and analyzed the advantages of it. On this basis, the idea of its application in independent houses on the reefs was put forward. According to the specific geographical location and bad environmental characteristics of the reefs, the main problems that should be noticed in application were discussed from four different aspects: transportation, construction, use and maintenance. These problems included transportation difficulties, lack of energy, severe rust, typhoons and so on. Moreover, the overall plan of assembly light steel structure system along with modular and miniaturized transportation and structure measures like corrosion protection and break of cold bridge were presented.

Key words: Independent house, Fabricated, Steel structure, Passive house, Reef engineering, Application discussions

1 引言

近年来,岛礁及其海洋权益日益被人们所重视,小型无人岛礁的开发建设也逐渐提上日程。与内陆的传统建筑不同,岛礁的特殊地理位置和严酷环境特征给独立房屋等基础设施的建设带来了新的问题和挑战。

近几年来逐渐兴起的装配式钢结构被动房十分适合应用于岛礁工程中,但目前仍缺乏相应的研究和工程实践,需要结合岛礁工程背景和独特环境特征对装配式被动房在岛礁工程中的应用进行探讨,并提出针对性的解决策略。

2 装配式钢结构和被动式房屋的概念

装配式钢结构是指预先在工厂内依照标准的规格将钢材制作成建筑单元或部件,之后运输至施工现场进行装配,最终组成完整建筑的结构。与传统的结构形式相比,装配式钢结构具有空间设计灵活、集成化程度高、自重轻、承载力高、建造周期短、产品质量高、可回收再利用等许多优点^[1]。

被动式房屋建筑(简称被动房)是一种不使用或不依赖主动能源的超低能耗建筑形式,是许多年来国外倡导的一种全新节能建筑概念,现在已然成为国际公认的建筑节能新标准。1988年,被动式房屋的概念由瑞典德隆大学的 Adamson 教授和德国的 Feist 博士提出,而第一座“被动房”建筑于1991年在德国的达姆施塔特市建成,至今运行良好,平均能耗不到 $15 \text{ W/h}^{[2]}$ 。

被动式房屋有其独特的技术特征,首先是保温性优越的结构体系和隔热性能突出的门窗框和门窗玻璃;然后是无热传导设计和构造,还有密闭的围护结构;最后是高效热回收系统或能源新风系统。其中,优越的保温性能、无热传导设计和构造以及密闭的围护结构是被动式房屋节能的三大要素,它们不仅造就了被动式房屋良好的物理特性,也延长了被动房结构的使用寿命。

3 岛礁工程独立房屋的建造分析

岛礁工程独立房屋是指位处偏远岛礁,独立存在(远离主要功能区),体量比较小,同时能源保障不是十分不便,需要利用自然资源进行自给自足保

障的建筑。

在岛礁工程独立房屋建设中考虑采用装配式钢结构被动房有以下几点原因。

(1)运输问题是岛礁工程建设的首要问题,岛礁工程独立房屋远离内陆,距离的增加带来的是运输成本和运输难度的提升,采用钢结构,尤其是轻钢结构,由于其自重较轻的特点可以有效减轻运输的压力,降低运输成本。

(2)能源问题是独立房屋正常工作的核心问题,一方面由于孤悬海外,岛礁上能源供给缺乏;另一方面我国许多岛礁地处热带,气候炎热,由于功能要求导致较大的室内外温差,这又给岛礁建筑带来了更多的能源消耗,在这一背景下,被动式房屋卓越的隔热性能就能得到充分的发挥,节约大量的能源,减轻能源供应压力。

(3)施工困难是岛礁工程中的突出问题,采用装配式的施工方法可以让施工过程更加简便、快捷,干法施工对现场条件要求低,对环境的污染也更小。

(4)岛礁一般地势复杂,故而土地资源也相对稀缺,采用钢结构可以为建筑设计带来更大的自由度,灵活的设计可以有效提高出房率^[3]。

(5)我国岛礁大多位处太平洋板块和印度板块交界位置,地震频发,而钢结构作为一种延性材料具有更好的抗震性能,同时装配式结构通过节点的半刚性处理,也可以有效地缓解地震作用,减轻地震灾害。

综合上述原因,装配式钢结构被动房在岛礁独立房屋建设中有广阔的应用前景,但与此同时,我们也应意识到由于岛礁的特殊环境,即便是采用了装配式钢结构被动房的结构形式,在工程施工中仍有许多潜在的问题,需要特别注意。

4 装配式钢结构被动房在岛礁特殊环境中应用需注意的问题及应对策略

4.1 运输过程中需注意的问题及应对策略

岛礁工程独立房屋建设在运输过程中主要有以下4点需要注意的问题。

(1)海上远距离运输困难。岛礁孤悬海外,工程材料和相关机具设备陆路运输无法到达,只能采用海运,而海上远距离运输常受到恶劣天气和自然

灾害的影响,如台风、雷电、暴雨等特殊情况的出现都可能影响到运输环节。

(2)大型船只靠岸困难。一些岛礁周围会有暗礁分布,大型船只往往难以接近岛屿,同时当海浪过大时船舶也难以靠岸。

(3)靠岸后卸载困难。开发程度低的小型岛礁往往没有建设可以用于货物装卸的设施,船只靠岸后难以顺利卸载。

(4)岛礁上的二次运输困难。对于一些面积较大的岛礁,有可能独立房屋建设所在地与船舶停靠点有较远的距离,这时就需要对工程材料和相关机具设备进行岛上的二次搬运,而岛礁上往往地形复杂且无交通道路,这就给岛上的二次运输带来了困难^[4]。

针对以上4点问题,要解决运输困难的问题,最重要的就是要减少建筑材料的自重,同时也应减少大型设备的使用。采取钢结构形式可以有效减轻建筑的自重,缓解运输压力,降低运输成本。装配式的施工方法可以减少大型设备的使用,从而简化施工过程。

在此基础上,还可以注重构配件的模块化和小型化,这样就可以减小运输的规模,减少大型船只的使用,也可以减小卸载和二次运输的难度。所谓的模块化是指解决复杂问题时将整个系统划分成若干模块的过程,装配式建筑的核心思想就是建筑整体的模块化,模块化过程将钢结构划分为钢梁、钢柱、楼板等若干部分,在工厂分批完成预置,运至现场后再进行拼装,在工厂中分块、分批次完成可以提升不同生产区间的针对性,提高生产效率,在运输过程中合理分批,组合运输则更体现了统筹学的思想,可以大大节约运输成本,减小运输难度;而小型化则更强调拆分部件的体量尽可能缩小,例如一种新型的无比钢结构体系,其基本构件就是由轻型薄壁方钢管和V型连接件连接而成的小型桥架,建筑体系中的墙、柱、梁等均由此基本构件拼装组合而成,这样的小型化设计无疑可以进一步地方便部件的生产和运输^[5]。

4.2 施工过程中需注意的问题及应对策略

4.2.1 高温、高湿、高盐雾带来生锈隐患

一些岛礁常年处于高温状态下,而风速常年维

持在5~8级,海风刮起海浪后会在空气中形成高浓度盐离子的腐蚀性雨雾,在高温、高湿、高盐雾三者的综合作用下钢铁制品很容易生锈。传统的镀锌钢材可以在一定程度上防止锈蚀,但是在岛礁恶劣环境中往往也难以继,例如在某岛礁进行的轻钢结构施工过程中发现,287 g/m²的热镀锌钢构件室外暴露3天后就会腐蚀发黑,严重影响工程的施工质量,故而,在岛礁特殊环境下需要在施工过程中采取特殊的防锈处理,钢构件运至现场后,需要首先在构件表面进行除锈操作,将运输中可能产生的锈迹除去,保证构件表面光滑后,在表面刷上一层氟碳油漆,涂层厚度需达到200 μm以上,以延长构件的防锈时间。

此外,在节点处如果采取传统的焊接方法进行连接,则焊缝处很容易在水、盐、高温的综合作用下氧化,严重影响节点的强度和结构整体的安全性能。如果在焊接完成后同样进行表面除锈,并喷防锈漆,可以有效缓解焊接点的锈蚀,但同时也增大了工作量,人工操作的不确定性也给焊接点防锈的可靠性和耐久度带来了考验。

针对这一问题,可以采用自攻螺钉的连接方式,钢结构部件运至现场后直接采用预先经过防锈处理的自攻螺钉连接,不仅操作简单,施工可靠性高,而且无薄弱环节,整体耐锈蚀性好,非常适合在岛礁工程中应用。

4.2.2 台风等季节性气候条件影响施工

我国许多岛礁都位于台风多发区域,每年的10月至翌年的3月东北季风盛行,5—9月西南季风盛行,而台风的旺季为每年的7—10月,平均每年发生台风6~7次,较多的年份可达10余次。台风和伴随的暴雨等恶劣气候不仅推迟了工程进度,影响工程质量,还威胁到施工人员的生命安全。此外,相比于传统的混凝土和砖砌结构,钢结构由于其自重较轻,风灾带来的破坏往往更大,而装配式结构虽然施工速度较快,但如果刚好在装配过程中遭遇台风则极易带来毁灭性破坏。针对这一问题,施工应尽可能避免台风多发季节,同时施工过程中应做好台风监控和预测信息的收集,合理安排工期进度,如果施工过程中遭遇到较大规模台风,应尽快

做好现场结构支护固定和人员疏散工作,将损失降低到最小。

4.2.3 装配过程中吊装困难

岛礁环境的特殊性导致大型设备难以进场,这就会导致装配施工过程中吊装的困难,应对方法与运输过程相同,也是强调构配件的模块化和小型化,将构配件尺寸减小后只需少量小型的吊装设备即可完成吊装过程。

4.3 使用过程中需注意的问题及应对策略

4.3.1 “冷桥”现象影响被动房性能

优越的隔热性能是被动式房屋节能的重要因素,故而要在使用过程中应尽可能避免“冷桥”现象的产生。

所谓冷桥,是指整个结构覆盖的隔热层中存在的一些空隙或者薄弱部位,冷桥的存在会直接导致该处存在热量传递,也影响了整体建筑的隔热性能。这些薄弱点常见于保温棉被挤压的部分、建筑结构与地坪交界处、屋面天窗及墙面门窗的孔口处、外挑阳台板的连接处等部位。通常采取的办法是采用双层保温棉并采取错开搭接的布设方式,以充分保证连接处的隔热性能;门窗等孔洞无疑是另一种影响建筑物隔热性能的部位,外部的各种孔口都是容易产生冷桥的薄弱点,故而被动房建筑的窗户宜采用3层夹胶中空钢化玻璃,门窗洞口的处理则宜将次结构处的保温棉布设,窗框、门框中的发泡剂填充和连接洞口的聚氨酯泡沫板构造相结合^[6]。

在岛礁施工中宜采用自攻螺钉的连接方式,但岛礁上空气湿度大,部分自攻螺钉又贯穿室内外,在室内外温差作用下容易形成冷凝水,一方面可能加速钢构件的锈蚀,影响结构的安全性能;另一方面冷凝水的存在作为一种传热介质也容易形成“冷桥”,所以施工中宜在自攻螺钉连接的部位增设硬质板隔热块,来缓解其中的热能传递^[7]。

4.3.2 岛礁能源、水资源缺乏

岛礁能源供给是岛礁工程使用过程中的重要问题,由于岛礁电力资源保障不便,柴油机自发电成本高,所以应采用开源节流的方法,一方面充分利用岛礁上的其他能源如太阳能、风能等^[8],建立相

关的发电设施实现能源供给;另一方面则应充分发挥被动房的节能优势,做好隔热构造,维持相对恒定的室内温度,减少能耗,最终实现独立房屋能源自给自足的目标。

岛礁上淡水资源的缺乏也是生产生活中的一大难题,除了日常的节约用水和一水多用以外,还可以采用收集净化雨水、太阳能海水淡化等手段获取淡水资源,解决用水难题。

4.3.3 岛礁垃圾难于处理

岛礁生态环境相对脆弱,施工完成后的建筑垃圾或是后续生产生活中的日常垃圾如不妥善处理极易污染海洋环境,破坏生态平衡,故而一定要重视岛礁垃圾问题。采用装配式钢结构,由于构配件都是工厂预置,施工完成后剩余的建筑耗材较少,现场装配带来的污染也极为有限,故而可以考虑将剩余的少量建筑垃圾分类处理后,用于修建周边景观中的建筑小品,充分利用资源,变废为宝^[9]。而针对生产生活中的日常垃圾,由于岛礁土地资源的稀缺,应尽可能减少填埋处理,而是考虑垃圾的分类处理和回收利用,实现资源的循环利用,对于无法回收利用的无害垃圾,优先考虑焚烧的处理方法,对于有害垃圾则应妥善收集,根据不同有害物特性分批次针对性地处理。

4.4 维护过程中需注意的问题及应对策略

由于岛礁环境的特殊性,维护环节是岛礁工程中不可忽视的一环,而其中最重要的就是钢结构的日常防锈维护,根据钢结构规范中的防腐维护要求,每年需要进行一次防腐蚀保护层外观检查,检查涂层的破损情况,每5年需要进行防腐蚀保护层防腐性能检查和腐蚀量检查,检查结构的鼓泡、剥落、锈蚀情况并测定钢结构壁厚,根据检查的结果确定钢结构的锈蚀情况,确定修复或更新的范围,进行准确到位的防腐蚀维护^[10]。由于岛礁往往属于强腐蚀性环境,如果条件允许应将此时间适当缩短,以保证结构的安全。同时,在台风、地震等重大自然灾害后应对钢结构腐蚀情况进行全面检查并做好维护工作。

5 总结

装配式钢结构被动房在岛礁独立房屋建设中

有着巨大的优势和广阔的应用前景,但岛礁环境的特殊性也给装配式钢结构被动房的应用带来了新的问题,本研究针对装配式钢结构被动房在岛礁独立房屋应用中可能会遇到问题,从运输、施工、使用和维护4个方面进行了具体的分析和探讨,提出了相关的应对策略。目前装配式钢结构被动房在岛礁工程中的应用还处于初期探索阶段,缺乏深入的研究和相关的实践,相信随着有关研究的进一步深入,在得到丰富的实验数据和实践经验后,装配式钢结构被动房会在岛礁工程中得到充分的发展和运用。

参考文献

- [1] 卢俊凡,王佳,李玮蒙,等.装配式钢结构住宅体系的发展与应用[J].城市住宅,2014(8).
- [2] 卢求.德国被动房超低能耗建筑技术体系[J].动感:生态城市与绿色建筑,2015(1):29-36.
- [3] 宋晖,汤坤贤,陈庆辉.新型建筑材料和建筑技术在海岛的应用前景分析[J].海洋开发与管理,2014,31(9):22-25.
- [4] 王鹏.从苏山岛营房项目看海岛部队建设工程的物资供应管理[J].中国新技术新产品,2009(23):219-219.
- [5] 王小平,蒋沧如,蔡江勇,等.一种新型轻钢结构:无比轻钢龙骨体系[J].钢结构,2007,22(3):27-31.
- [6] 车松岩,赵金城.钢结构工程中的“冷桥”及其处理方法[J].钢结构,2004,19(4):20-22.
- [7] 商亦蓝,李凌峰.被动房装配式无比钢结构设计应用探讨[J].中国科技纵横,2017(8).
- [8] 刘文白.海岛工程基础设施建设的关注点分析[J].海洋开发与管理,2013,30(s1):47-51.
- [9] 易传军.海岛建筑设计和施工浅谈[J].建筑技艺,2009(3):124-127.
- [10] 中华人民共和国建设部.钢结构设计规范:GB 50017-2003[S].北京:中国计划出版社,2003.