

# 基于模块化的大型体育赛事公共设施设计研究

张驰

(清华大学, 北京 100084)

**摘要:** **目的** 通过探究模块化理论在大型体育赛事公共设施设计中的应用策略, 为其在具体设计时融入可持续理念提供新的思路。**方法** 从公共设施对大型体育赛事的积极助益切入, 通过梳理大型体育赛事中的公共设施现状, 对现存的问题进行总结。同时, 通过分析模块化设计的定义、特点和优势, 探索如何利用其解决上述问题。基于此, 总结出设计时需要注意的五种设计要素和三条设计原则。**结果** 依托北京冬奥会竞赛场馆公共设施进行具体实践, 梳理了竞赛场馆、运动项目、交互技术和公共设施之间的关系, 生成了具体的设计方案。方案可以在赛前和赛后被放置在城市空间中, 用来宣传冬奥理念并纪念冬奥会的举办, 最终形成赛前宣传-赛时体验-赛后纪念的可循环使用体系。**结论** 模块化理论在大型体育赛事公共设施设计中的应用具有现实意义, 它不仅能够有效解决公共设施在不同场馆中的适用性问题, 还能通过可循环使用的模式, 使这些设施在非赛时能够持续利用, 延续赛事的影响, 并传递可持续发展的理念。

**关键词:** 公共设施; 模块化设计; 大型体育赛事; 北京冬奥会

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)24-0501-10

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.24.054

## Design of Public Facilities for Large-scale Sports Events Based on Modularity

ZHANG Chi

(Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**ABSTRACT:** The work aims to explore the application strategy of modularization theory in the design of public facilities for large-scale sports events, and to provide new ideas for the integration of sustainable concepts in their specific design. Starting from the positive benefits of public facilities to large-scale sports events, the current situation of public facilities for large-scale sports events was sorted out and the existing problems were summarized. At the same time, the definition, characteristics and advantages of modular design were analyzed in order to explore how it could be used to solve the above problems. Based on this, five design elements and three design principles required to be focused on during design were summarized. Relying on the public facilities in the competition venues of the Beijing Winter Olympic Games, specific practice was carried out and the relationships among competition venues, sports, interactive technologies and public facilities were sorted out, and thus specific design solutions were generated. The solutions can be placed in the urban space before and after the games to promote the concept of the Winter Olympics and commemorate the Winter Olympics, and finally form a recyclable system of pre-game promotion-game time experience - post-game commemoration. The application of modular theory in the design of public facilities for large-scale sports events is of practical significance, which can not only effectively solve the problem of applicability of public facilities in different venues, but also make these facilities continue to be utilized in non-competition time through the mode of recycling, continue the impact of the event, and convey the concept of sustainable development.

**KEY WORDS:** public facilities; modular design; large-scale sports events; Beijing Winter Olympic Games

随着我国城市化进程的加快, 公共建筑、公园、广场等的不断涌现, 推动了公共空间领域的扩展, 促

进了公共设施的完善。公共设施的内容相当丰富, 涵盖了在城市空间中为人们提供各种服务的设施。如

今,公共设施已成为城市文化表达不可或缺的组成部分。大型体育赛事是城市文化与竞技运动完美融合的盛大活动,公共设施在其中发挥着重要作用。《奥林匹克运动21世纪议程:体育促进可持续发展》《奥林匹克2020议程》等的发布使各类大型体育赛事更加关注可持续发展理念,以及赛事公共设施的设计与使用。模块化设计的可循环模式与此相契合,将其与大型体育赛事中的公共设施结合,可以更好地将可持续理念应用于实际建设中。基于以上,本文将探讨如何更好地将模块化理论应用于大型体育赛事的公共设施设计中,为其建设注入可持续理念,带来新的启示。

## 1 大型体育赛事中的公共设施

### 1.1 公共设施对大型体育赛事的积极助益

公共设施,一词来自于英国,英语为 street furniture,翻译为“城市家具”,在其他国家被译为“街道设施”“都市家具”等。其伴随着城市的发展而产生,放置在室外是连接人与自然的媒介,并以多样的形式为人们的室外活动提供支持<sup>[1]</sup>。每个城市空间中都需要特定功能的公共设施,通过独特的造型,它们塑造了浓厚的城市环境,展现了城市独特的文化氛围。公共设施代表着城市的形象,反映所在城市特有的景观面貌和人文风采,是社会发展和民族文明的具象载体。

近年来,我国对承办大型体育赛事的重视程度不断提高。大型体育赛事是指具有广泛影响力的综合性或单项运动赛事,包括世界性比赛以及洲际、地区或全国性比赛,例如奥林匹克运动会、亚洲运动会和世界大学生运动会等<sup>[2]</sup>。这些赛事的举办不仅仅关乎比赛本身,还对承办城市甚至整个国家的形象和文化传播起到了重要的推动作用<sup>[3]</sup>。成功举办大型体育赛事能够促使承办城市展示其独特的城市风貌和文化内涵,公共设施在这一过程中扮演着重要的角色。

公共设施在大型体育赛事中扮演着多重积极的角色。首先,作为城市环境景观的重要组成部分,公共设施能够有效营造大型体育赛事的氛围。设计师通过各种各样的公共设施点缀城市空间,使人们能够融入赛事的语境中,感受赛事文化的魅力。其次,大型体育赛事的举办城市借助公共设施展示其独特的文化底蕴,为不同文化之间的交流和互鉴提供了机会。来自不同地区和国家的的人们因为赛事而聚集在一起,通过使用和欣赏公共设施,分享彼此的理解,为世界文明的交流提供了契机。同时,公共设施也成为城市文化表达和传播的媒介。

### 1.2 大型体育赛事中公共设施的现状分析

大型体育赛事对于公共设施也尤为注重,因此在竞赛场馆附近设立了多种类型的公共设施。根据服务人群的不同,这些设施可以大致分为三种类型。

首先,为观众和运动员服务的公共设施。观众和运动员是大型体育赛事公共设施的主要服务人群,因此需要提供多种公共设施,包括观众信息亭、观众卫生间、候车区指示牌和志愿者服务站等<sup>[4]</sup>。例如2022年北京冬奥会共设置众多城市志愿服务站点,主要提供常规的路线指引、应急救助等服务,见图1。此外,无障碍设施也是这类设施中非常重要的一部分,包括盲道、无障碍坡道和无障碍卫生间等。

其次,为媒体工作人员服务的公共设施。由于大型体育赛事中一些竞赛场地设置在室外,媒体人员需要在户外对比赛进行拍摄和报道。为满足这一需求,大型体育赛事的竞赛场馆附近设置了专门为媒体工作而设计的公共设施。例如,在北京冬奥会中,国家体育场闭环内设有冬奥会开闭幕式转播的核心区域媒体综合区,该区域由奥林匹克转播服务公司负责运作,其中包括集装箱和媒体转播车等组成的公共设施。

最后,为安保和运维人员服务的公共设施。安保和运维人员在维持赛事正常进行方面扮演着重要的角色,因此大型体育赛事为他们设置了多种设施,可大致分为以下三类。首先是安保类型设施,见图2,如安检设施、安保围栏和现场安保执勤岗亭等;其次是交通类型设施,如驾驶员卫生间、交通管理人员和驾驶员休息室、车辆调度室和交通设施等;最后是维护类型设施,如消防团队办公室、疫情处置室等。



图1 2022年北京冬奥会志愿者服务站  
Fig.1 Volunteer service station for Beijing  
2022 Winter Olympic Games



图2 2022年北京冬奥会安检设施  
Fig.2 Security check facilities for Beijing  
2022 Winter Olympic Games

### 1.3 大型体育赛事中公共设施的现存问题

通过以上归纳与总结可以看出,大型体育赛事中的公共设施种类繁多、涵盖面广,在为观众提供便捷服务和保障比赛的顺利进行等方面起到了重要的作用,然而其也存在着一些问题。

目前,大型体育赛事闭幕之后,延续冬奥会热情和可持续使用的公共设施数量相对较少。通过以上分析可以看出,现有的公共设施主要集中在提供赛事所需的基础服务,例如信息功能、卫生功能和安检功能等。然而,对于传播赛事理念和赛后延续热情的设施较为有限。大型赛事对于可持续理念较为重视。目前,大型体育赛事中的公共设施在赛后主要采取以下处理方式:对临时租赁的设施进行回收和再利用;对经过修缮可再次使用的拆卸物进行捐赠、售卖等二次利用;不能直接使用的拆卸物可制成再生材料;只有部分设施可以继续保留在场馆作为常设设施使用<sup>[5]</sup>。由此可以看出,赛后大部分公共设施将会被拆除,可持续使用的设施较为有限。因此,如何利用设施延续赛事热情、延长设施使用时间以实现可持续发展的目标,是目前需要着重考虑的问题。

模块化设计遵循可持续循环模式,具有多种与低碳环保相关的特点和优势,并已广泛应用于各个领域。在当前大型体育赛事倡导可持续发展的背景下,模块化设计引起了人们更多的关注。本文旨在将模块化设计与公共设施相结合,以彰显可持续理念在大型体育赛事相关建设中的应用,并提供新的思路和方法。

## 2 模块化设计及其概述

### 2.1 模块化设计的概念界定

模块的概念最早由 Starr 提出,其认为“模块是可以单独进行设计和制造的部件,而这些部件又可以以多种方式进行组合”<sup>[6]</sup>。随着时代的发展,模块的应用也逐渐从产品的特定部件脱离实体,朝向系统级别演化,因此模块化的概念随之产生。总体而言,模块化是将复杂系统分解为简单模块,并将这些模块组合成系统的过程。在整个过程中,需要遵守相应的规则,并广泛应用于各个领域。在设计领域中,模块化设计是一种方法,其核心是基于功能分析,将整个系统根据功能分解为若干独立的模块,通过模块的拆分和组合来获得功能相同或不同的系列产品<sup>[7]</sup>。

### 2.2 模块化设计的性质特点

通过上文对模块化设计定义的分析可以看出,模块化设计与传统设计存在一定区别。模块化设计不仅仅关注单一的产品,而是考虑整个系统,从而形成了独特的设计特点。

首先,模块化设计中的整体规划具有系统化的特点。模块化设计是建立在系统化思维之上,通过对系

统中各个要素进行有效的分析和拆解,从而形成单独模块的设计。这些单体模块之间存在着横向或纵向的序列,每种模块都被赋予不同的功能。通过组合不同数量和种类的模块,构建出更为复杂的系统<sup>[8]</sup>。由于模块化设计具有系统化特点,其在实际的拆装组合过程中更加清晰、有条理。

其次,模块化设计中的单体模块具有标准化的特点。一方面,系统内的每种模块具有统一的尺寸,从而确保整个系统具有良好的兼容性。系统中的单体模块都符合标准化要求时,有助于整体设计的系统化形成<sup>[9]</sup>。另一方面,模块化设计的关键之一是模块间连接端的标准化。设计师需要对单体模块的连接端口或连接模块进行标准化设计,以实现不同种类单体模块的组合。

最后,模块化设计中的组合方式具有多元化的特点。在模块化设计中,单体模块之间存在着多种组合方式,由于连接部分的通用性,不同数量或功能的单体模块可以以多种形式进行组合。这种多样性在一定程度上丰富了整体系统的变化性,并且还可以根据具体应用环境进行灵活的搭配。在实际使用中,模块化设计可以根据特定需求进行排列组合,既满足了使用者个性化的需求,又增加了一定的趣味性。

### 2.3 模块化设计的优势特征

在实际应用中,模块化设计由于其独特的性质和特点,展现出了许多优势。通过对模块化设计的特点进行分析和总结,本文归纳出了三个优势。

首先,模块化设计符合可持续发展。单体模块在工厂进行预制加工后,运输到施工地点进行安装,这一过程中注重绿色环保,避免了材料的过度浪费。同时,各种模块的重复使用不仅延长了整体模块的使用寿命,还减少了二次生产所带来的浪费,符合可持续发展的理念<sup>[10]</sup>。此外,模块化设计实现了全周期的设计模式,涵盖了从模块的生产和运输阶段到施工和使用阶段,再到拆除未受损模块重新投入处理阶段,从而实现可持续发展的目标。

其次,模块化设计利于高效性设计。通过分析模块化设计的过程可以看出,其首先将整个系统分解为单个模块,然后对这些模块进行具体设计,从而大大降低了设计复杂系统的难度;通过不同模块之间的组合,可以获得更多的产品变种,进一步减少了重新设计的需求,因此提高了研发的效率<sup>[11]</sup>。另一方面,由于整体设计的系统化,设计过程中的思路更加明确,避免了在设计初期出现不切实际的想法和思路。此外,它有利于明确团队中不同工种的项目目标,减少了因为磨合而产生的反复调整。

最后,模块化设计满足个性化需求。单体模块由于连接部分的通用性,可以组合生成不同形态或功能的最终产品。使用者可以根据自己的需求对单体模块

进行排列组合,以获得更为便利的使用体验。在这一过程中也体现了模块化设计的核心思想,即通过少量通用的单体模块形成尽可能多的产品,以满足个性化需求。

### 3 基于模块化的大型体育赛事公共设施设计策略

#### 3.1 设计要素

本文将模块化绿色环保的设计优势应用于大型体育赛事公共设施的设计,旨在使可持续理念更好地融入这些设施的建设中。在实际设计中,其需要进行综合的思考,那么对设计要素的整理则尤为重要。

第一,大型体育赛事公共设施要注重实用功能的提供。功能性是公共设施设计的基本要素和存在的依据。通过设置具有功能的设施,赛事可以为到场观众提供更便利的服务,创造更舒适的空间环境,从而增加大型体育赛事公共设施的附加值并强化其舒适性<sup>[12]</sup>。在具体设计中,除了基本的休憩、游乐、商业和交通等功能,公共设施还可以添加体验竞赛运动和城市文化等功能。基于这些要素设计的公共设施还可以在闭幕式之后继续供人们使用,以发挥最大的效用,符合可持续理念。

第二,大型体育赛事公共设施要注重整体造型的塑造。在强调功能性的同时,设计师还需关注设施本身的审美性。因此,在实际设计中,造型的塑造变得尤为关键,并涉及许多细节。除了需要注意造型形态、大小和材质之间的对比与统一、对称与均衡、节奏与韵律之外,还需要考虑模块之间的结合方式等<sup>[13]</sup>。此外,色彩在塑造造型中也扮演着重要的角色,它与设施的形态密切相关。例如,在冬奥会公共设施设计中,可以使用白色、蓝色等颜色来营造冬奥氛围。在具体模块设计时,除了考虑上述细节外,还需要思考最终组合形成的造型效果。

第三,大型体育赛事公共设施要注重人体尺度的把握。尺度感是人们在环境中寻找自身定位的重要手段之一,其给予人们的归属感也决定了设施在竞赛场馆中的亲和性。在公共设施设计中,作品应当设置在适合人们活动的范围内,以便人们更容易接触,并增加场馆中人们相互交流的机会<sup>[14]</sup>。在模块化设计下的大型体育赛事公共设施中,不仅单体模块需要符合合适的尺寸,还应考虑它们组合时的尺寸。此外,设计师还需思考设施自身的形态和尺寸如何与竞赛场馆相呼应,以及公共设施在竞赛场馆整体规划中的合适位置以及与整体布局的协调性等问题。

第四,大型体育赛事公共设施要注重适于场地的组合。场地是公共设施设计的基础和限制条件。不同的场地具有各自的特点,包括环境条件和可用空间等。因此,设计师需要对场地进行仔细的分析,以确

保公共设施的设计能够最大程度地利用和适应场地条件。适合场地的设计可以确保公共设施与周围环境协调一致,不会破坏景观或产生不必要的影响。为了更好地适应赛事中不同的场地,模块化设计是一种较为合适的思维方式。模块化设计的重要特点之一是多样化的组合方式,它在大型体育赛事公共设施设计中体现为能够适配不同的竞赛场地<sup>[15]</sup>。

第五,大型体育赛事公共设施要注重季节需求的满足。基于模块化的大型体育赛事公共设施在设计时还需要满足防寒、防风、防雨等季节的需求。例如,由于冬奥会一般在冬季举办,并且一些场地会根据竞赛的要求设置在群山之中,所以人们在户外游览、观看比赛时会感受到较低的气温和较强的风力,甚至可能遇到下雪等情况。因此,设施的单体模块和组合整体应设计成密闭空间,以营造一个能防寒保暖和阻挡风雪的环境。此外,设施还可以结合冬奥会的绿色环保理念,根据举办场地的阳光充足或风力较强等特点,利用太阳能、风能等清洁能源为室内供暖,以打造一个温暖舒适的观赛环境<sup>[16]</sup>。

#### 3.2 设计原则

基于模块化的大型体育赛事公共设施的设计除了需要考虑实际的设计要素外,还需要准确表达设计理念,使设计师能够传达其想要表达的内容,并让观众能够有效理解。因此,对设计原则的把握也尤为重要。

第一,大型体育赛事公共设施需要对竞赛理念进行阐释。融入竞赛理念可以营造专业、激烈和竞争的氛围。体育赛事作为一项竞技活动,其设施设计应反映出比赛的竞争性和激烈性,使参与者和观众能深切感受到比赛的紧张与激情。通过使用相关的图案、色彩和造型等,设计可以强调赛事的特殊性和独特性,提升场馆的整体竞赛氛围。同时,融入赛事理念还能加强场馆的身份认同和品牌形象。体育赛事作为一种文化和社会活动,具有独特的身份和品牌形象。通过将赛事的理念、价值观以及相关的元素融入设施设计中,可以增强其与赛事的关联性,并提升公共设施的品牌价值和知名度。人们可以更容易地将公共设施与具体的赛事和体育文化联系起来。

第二,大型体育赛事公共设施需要对城市文化进行表达。每个城市都有独特的文化传统和历史背景,将这些元素融入体育赛事公共设施的设计中,能够突出城市的独特魅力和风格,使人们更好地感受和认知到举办城市的文化内涵<sup>[17]</sup>。大型体育赛事的举办城市通过各种公共设施,如休息服务设施和环境交通设施等,展现其独特的文化,并表述着举办国家或地区的历史,使来自不同国家的游客能够更好地感受和了解其特色。不同地区或国家的人们聚集在一起,通过使用大型赛事中的公共设施,彼此分享自己的理解,提

供了文明交流和互鉴的机会，也促进了城市文化的传播。

第三，大型体育赛事公共设施需要融入数字体验理念。融入数字体验理念的目的在于提供更丰富、互动性更强的体验，以满足现代社会对数字化和智能化环境的需求。通过将数字技术与公共设施相结合，可以为用户创造更加便捷、个性化的体验，并且提供更多参与和互动的机会<sup>[18]</sup>。数字体验可以通过交互装置、虚拟现实、增强现实等技术手段实现，使用户能够深度参与其中，增强对体育赛事的认知和理解。因此，将数字体验理念融入公共设施设计较为符合现代社会对数字化和智能化环境的期望<sup>[19]</sup>。此外，数字媒介由于其非物质化的特点，以虚拟场景等形式巧妙地融入公共设施领域，并可以反复使用，以最少的资源消耗，满足人们在物质层面与精神层面上的需求，实现可持续发展。

## 4 基于北京冬奥会的公共设施设计实践

### 4.1 设计定位

2022年第24届冬季奥林匹克运动会在北京成功举办，这一盛会带来了广泛的影响。它不仅掀起了人们参与冰雪运动的热潮，还展示了冬奥文化的独特魅力。在这其中，公共设施发挥了重要作用。冬奥会设置了多种类型的公共设施，通过对现有资料进行梳理和分析后可知，这些设施主要以为观众提供基本服务，保障赛事正常进行和进行赛事实时转播为主，主要集中在卫生间、信息亭、指示牌和安检设施等。观众通常通过在竞赛场馆中观看具体赛事来感受冬奥文化。然而，这种方式只能让观众对冬奥会所传达的理念有一个相对浅显的理解。因此，通过公共设施让人们体验冰雪运动并发现其所散发的魅力变得尤为重要。

由于冬奥会大部分在冬季举办，并且一些场馆会根据竞赛场地的限制设置在群山之中，因此观众在户外观看比赛时会感受到较低的气温和较大的风力，甚至有时还会遇到下雪的情况。因此，北京冬奥会场馆中的公共设施主要以篷房、板房和箱式房等为主要形式。它们具有便捷运输和易于拼装的优点，但造型相对单一，并在比赛结束后需要大量拆除，无法进一步满足可持续发展的理念。基于上述两个方面，本文将体验冰雪运动为公共设施的主要功能，通过造型塑造来体现冬奥理念和传统文化，并考虑如何在非比赛期间继续使用，形成可持续使用的体系，作为主要内容进行具体实践。

### 4.2 方案概念

本方案以北京冬奥会的理念“共享奥运”和“人人共同参与”为核心进行设计。方案以“聚合”为概念提取相关意象并进行具体设计，以传达不同国家的

运动员汇聚在一起的主题。在整体造型方面，方案由雪花的凝华过程推演而来，采用四周向中心聚拢的形态来展现聚合的理念。整体采用鸟儿振翅飞翔的造型来表达聚拢向上的含义，见图3。鸟儿振翅飞翔，展示了自由与力量的完美融合。它们在广袤的天空中勇敢地穿越风雪，超越地面的束缚。正如冬奥的理念一样，鸟儿鼓励人们超越自我，突破限制，实现梦想。造型的下半部分从张家口群山中演化而来，与张家口地区的文脉相契合，整体好似鸟儿从群山中一跃而出。在冰雪的舞台上，鸟儿振翅飞翔的景象成为冬奥的象征之一。它们展示了人类的勇气和毅力，激发每个人追求卓越的梦想。正如鸟儿在寒冷的天空中翱翔一样，冬奥给予人们勇往直前的力量，使他们超越极限，创造奇迹。同时，每个空间采用古代建筑中的坡屋顶形式，坡屋顶设计体现了北京传统建筑的特色和历史文化。坡屋顶作为古代建筑风格的代表，突显了北京古都的历史渊源和传统文化。它具有斜向、起伏的坡度，配合檐口的翘曲弯折，形成了独特的屋顶线条，彰显出传统建筑的庄重和柔和之美。方案的尺寸设置为长26 000 mm、宽20 000 mm、高13 750 mm，使观众更容易与之接触，并能在其中进行各种活动，见图4。在材料方面，方案采用了张拉膜材质，其白色的外观与冰雪的主题相契合，并且在安装和拆除过程中也更便捷高效。此外，设施在室内地面设置排风口向内部供暖，以满足冬季防寒保暖需求，确保游客能够舒适地游览和休憩。通过将整体方案进行模块化拆分，方案的单体模块由此形成。



图3 六瓣组合鸟瞰图

Fig.3 Aerial view of six-petal combination

本方案由空间模块和连接模块两个核心部分构成。空间模块分为三种类型，包括主体展示空间、入口展示空间和连接通道空间。为了符合北京的城市文化，这三种空间模块采用了坡屋顶的形式，并在侧面采用了曲线凸凹的纹理。这样的设计不仅增加了造型的丰富度，还与连接模块的纹理相契合，实现了拼接组合的效果。主体展示空间是方案的核心，人们可以在其中体验冰雪运动并感受冬奥文化。入口展示空间则起到引导人们进入空间和营造整体氛围的作用。连

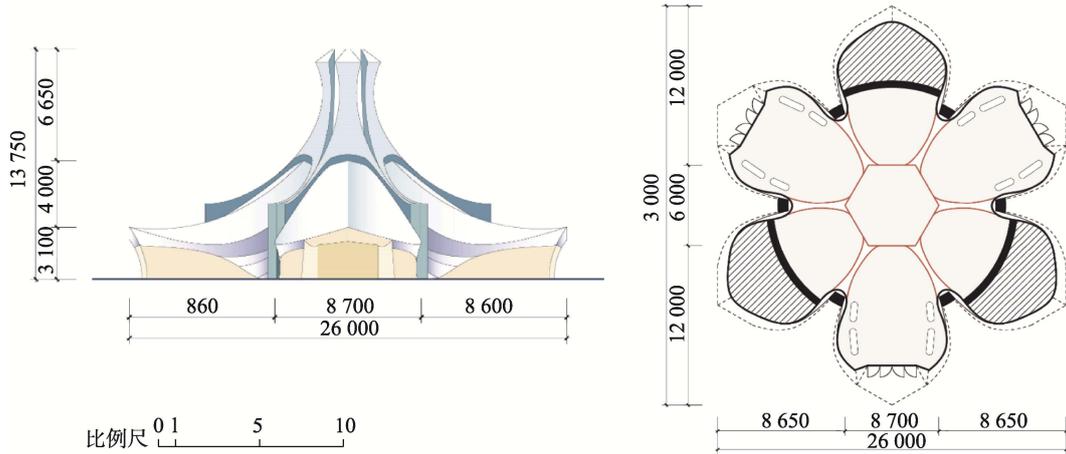


图4 六瓣组合平面图、立面图  
Fig.4 Plan and elevation of six-petal combination

接通道空间用于连接不同瓣数的单体，例如可以连接三个三瓣单体或四个四瓣单体等。方案中还包括两种连接模块，即主体连接模块和伸缩连接模块，见图5。主体连接模块的造型形似一只振翅飞翔的鸟儿，展现出优雅、自由的姿态，曲线流畅且富有动感，仿佛随时都能腾空而起。它将内部的中央弧顶与外部的主体展示空间、入口展示空间和连接通道空间相连接。伸缩连接模块则连接主体展示空间和连接通道空间。方

案通过改变伸缩模块的扇环角度来实现不同的模块组合，随着瓣数的增加，伸缩模块的角度逐渐降低。在三瓣组合时，模块的角度最大；而在六瓣组合时，则没有伸缩模块。通过改变瓣数或整体个数，方案形成了多种不同的组合形态，见图6。每个场馆的组合方式由场馆特点、运动项目和交互形式共同决定。本方案将以上三者结合成一个系统，根据它们之间的联系来确定最终的形态。

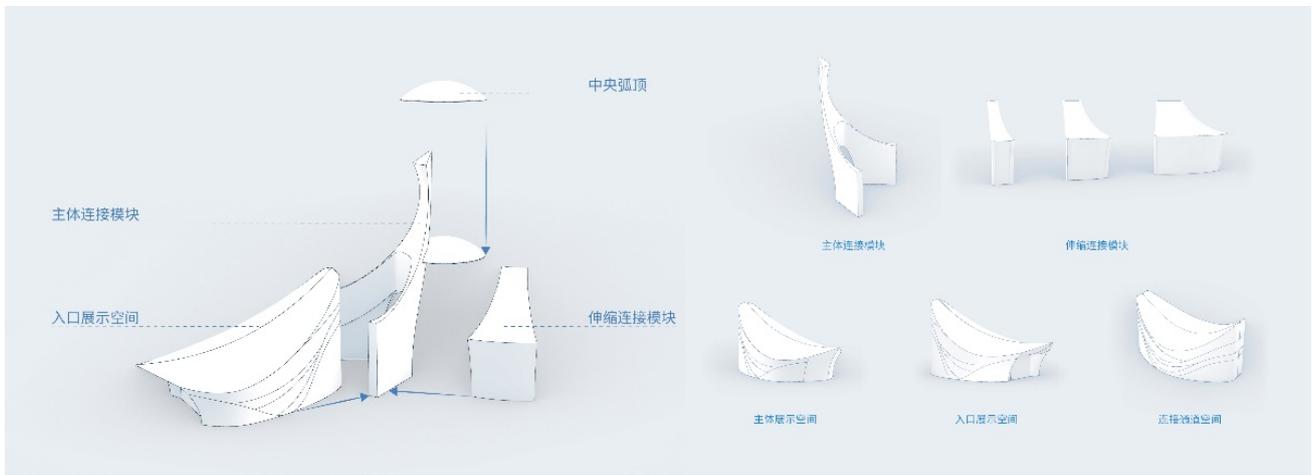


图5 模块爆炸分解图  
Fig.5 Module explosion decomposition diagram

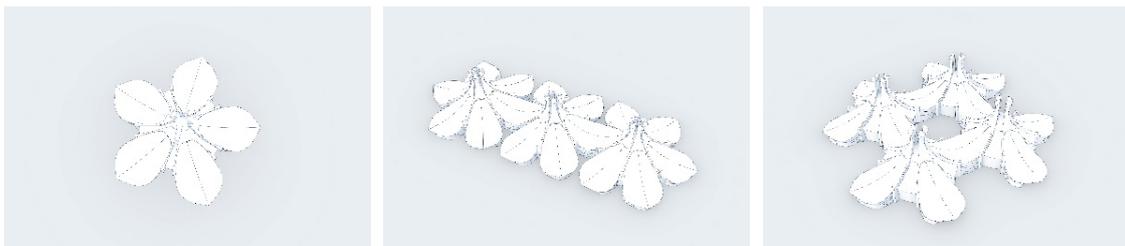


图6 五瓣组合鸟瞰图、三整体组合鸟瞰图、四整体组合鸟瞰图  
Fig.6 Aerial views of five-petal combination, three-whole combination and four-whole combination

### 4.3 应用分析

本方案旨在探讨竞赛场馆、运动项目、交互形式和设施形态之间的关系，并建立一个系统以确定每个竞赛场馆所对应的设施形态和空间。在该系统中，竞赛场馆与运动项目之间存在固定的对应关系，而场馆特点则决定了设施的形态。同时，运动项目决定了交互形式和应用空间。因此，本研究将从以上两个方面进行具体分析。

一方面，本方案对场馆与设施形态进行分析。由于 2022 北京冬奥会场馆分布在北京、延庆、张家口三个赛区，每个的场馆面积、地形等存在一定的差别，所以方案需要因地制宜，根据场地的特点采取不同的组合方式。本方案对建筑占地面积和场馆总面积比值进行分析，得到三个区间。通过分析数值得出冬季两项中心、越野滑雪中心、云顶滑雪公园和高山滑雪中心比值在 0~0.1；跳台滑雪中心、雪车雪橇中心、首都体育馆、五棵松体育中心和国家速滑馆比值在 0.1~0.3；国家体育馆、国家游泳中心和首钢滑雪大跳台比值在 0.3~0.5，见图 7，每个区间对应不同的单体模块或是整体个数，影响最终的方案效果。同时，本次研究还对北京、延庆赛区场馆及张家口赛区场地的形态进行了一定分析，通过对其具体长宽比值的计算及划分，探讨地块形态和设施之间的关系。对数值进行梳理，见图 8，北京冬奥会的竞赛场馆形态长宽比分布在 1~1.5、1.5~3、3~5 三个区间之中，其将会影响模块与模块间的连接形式，决定着每个场馆的设施更偏向于窄长形态或是正方形形态。

另一方面，本方案对项目与交互形式进行分析。本方案通过多重的标准将北京冬奥会的竞赛项目进行详细划分，以匹配不同的交互形式。北京冬奥会共有 15 个分项，其比赛形式各异，结合交互形式的特点主要按照以下三个标准进行划分。首先，根据项目重视竞技速度还是观赏性进行分类；其次项目是否为

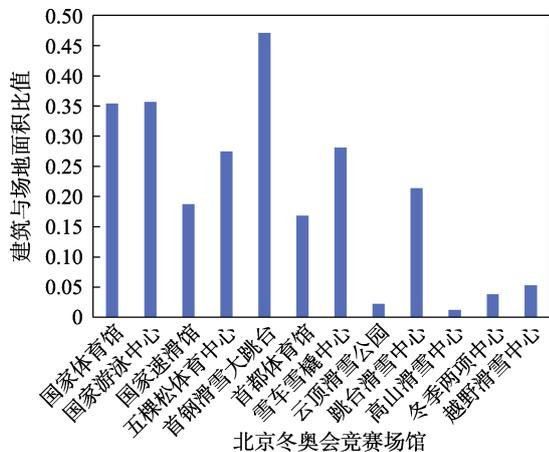


图 7 建筑与场地面积比值分析  
Fig.7 Building to site area ratio analysis

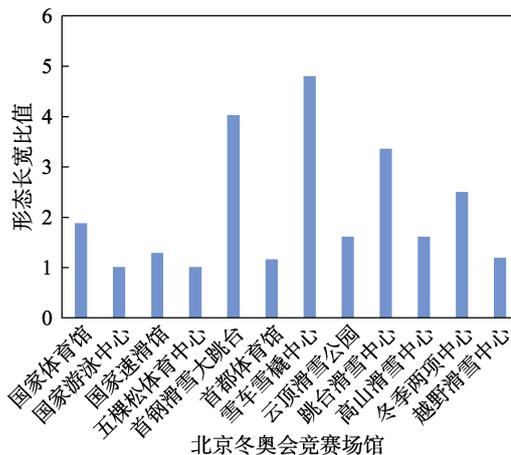


图 8 场地形态长宽比值分析  
Fig.8 Site morphology aspect ratio analysis

团体运动；最后项目在在比赛过程中是否借助装备。根据以上三条标准将 15 个分项与交互形式进行具体对应，如短道速滑和越野滑雪重视竞技速度，没有在空中的旋转跳跃，则可对应 VR 交互进行体验速度感和 AR 二维层面的交互；花样滑冰和自由式滑雪注重动作的观赏性，则可对应全息展示让观众进行三维欣赏并与屏幕互动，将复杂动作简化处理；冰球和冰壶重视团队的配合技巧，则可对应投影交互和地幕交互让更多人进行配合互动；雪车和雪橇需要借助相应装备进行比赛，则可对应实体模型交互让人们进行互动，以体验真实的临场感。每种交互形式由于其观众的互动模式不同而应用在不同的空间中，结合场馆与设施形态的分析，最终得到每个竞赛场馆具体的外部形态和内部空间，见图 9。

### 4.4 非赛时转化

冬季奥林匹克运动会每四年在不同地区举办，在闭幕之后如果意味着又产生出一处旧迹，那么其在当地的影响力也会不断衰减，举办地的投入就会变成一种挥霍。因此，加强冬奥会在非赛时期的传播效应变得至关重要。

基于此，本文将模块化理论应用于北京冬奥会公共设施的设计中，旨在创建一个可持续利用的系统，使其在非比赛期间仍能发挥作用。赛事结束后，通过改变模块组合的形式，这些设施可以适应不同的用地，放置在举办城市的公园和广场中。设计师可以根据场地比例，计算单体和核心设施的数量。这些设施不仅是场地的亮点，还能传达冬奥会的内涵，以此纪念冬奥会的举办。另一方面，冰雪运动主要在冬季进行，并且常受地理条件的限制，因此亟需在全球范围内推广，增加人们的参与度。本方案还可以将设施放置在无法常年体验冰雪运动的地区，并通过设施中的数字交互装置让人们感受冬奥文化。在下一届冬奥会举办之前，这些设施可以集中到举办城市，并在城市

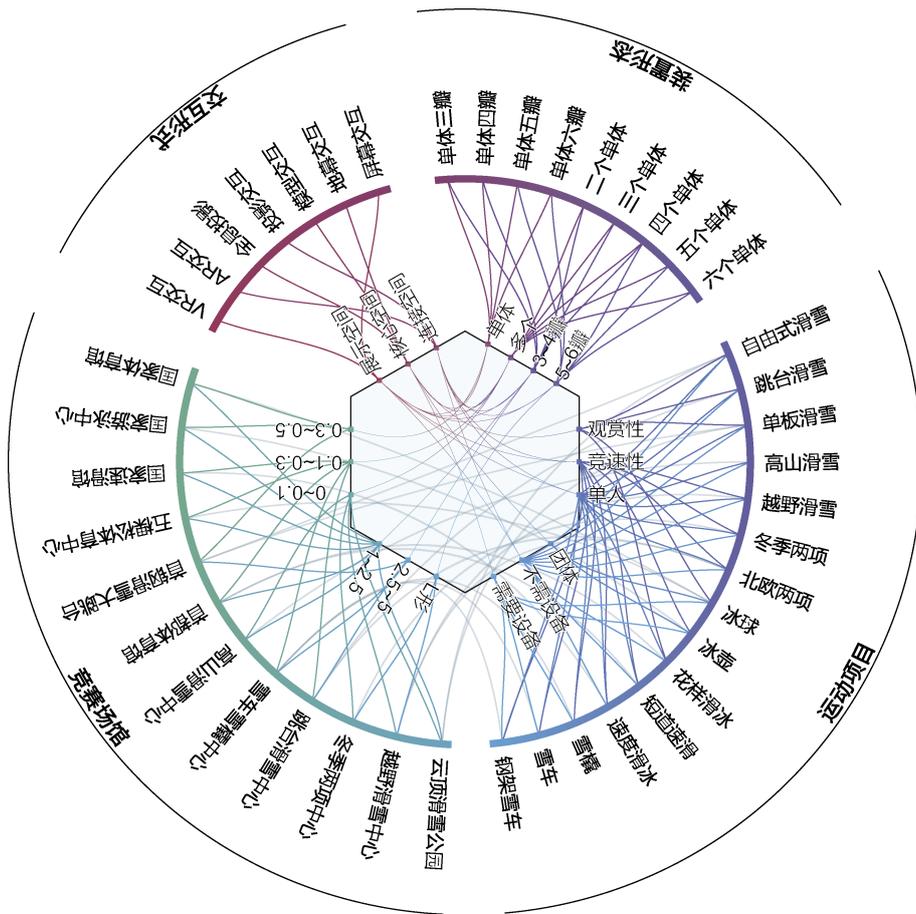


图9 竞赛场馆、运动项目、交互形式和设施形态之间的关系  
 Fig.9 Relationship between competition venues, sports, forms of interaction and facility forms

空间中展示，以宣传冬奥会的理念。设计师们可以运用下一届冬奥会的标志性元素，例如会徽、吉祥物、色彩系统和核心图形，营造冬奥会的氛围。此外，这些设施还可以提供志愿者解说和赛事宣传等功能，转化为下一届冬奥会的志愿者服务站和观众信息亭等设施。

最终形成了赛前宣传-赛时体验-赛后纪念的全生命周期体系，旨在传递可持续发展理念，见图10。通过融入模块化理论，设施的安装和拆卸更加便利，显著提高了运输效率和流动能力。设施主造型施工可分为连接模块安装、主体模块张拉膜结构安装和张拉膜安装三个部分。主造型安装时间预计为五天；室内施工、设备电器安装和其他项目时间预计为六天，总共安装时间预计为十天，见表1。模块化理论的应用简化了设施的安装和拆卸过程，缩短了施工时间，同时减少了人力资源需求。在运输方面，造型连接主体和张拉膜钢结构，拆装成符合半挂平板车宽度或高度的尺寸，用13.5 m × 2.3 m × 2.8 m半挂平板车运输。造型用铝板、钢材、玻璃、门以及多媒体设备等用6.2 m × 2.0 m × 2.0 m小型厢车运输。运输车辆在将设施从制造地点运送至目标地点的过程中起到关键

作用。设施的尺寸与可用运输车辆相匹配，以确保运输过程的安全性和高效性。

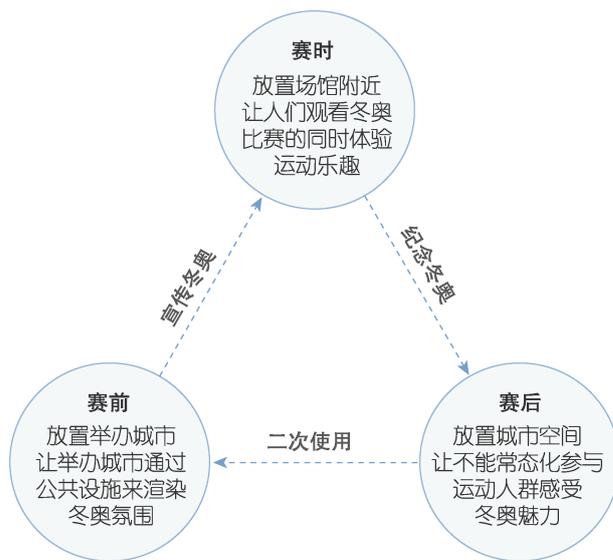


图10 赛前宣传-赛时体验-赛后纪念设计体系  
 Fig.10 Design system of pre-game promotion - game time experience - post-game commemoration

表 1 安装计划表  
Tab.1 Installation schedule

序号	类别	项目名称	时间 (日)											备注	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	主造型施工	连接钢构安装	■												吊装组合件
		张拉膜钢构安装	■	■											吊装组合件
		张拉膜安装			■	■	■	■							
		电路安装				■	■	■							
2	室内施工	弧形龙骨安装					■	■	■						
		弧形铝板安装						■	■	■					
		地面地台安装									■	■			
		感应门安装							■	■					
3	设备电器	LED 屏幕安装								■	■	■			
		拼接屏安装									■	■	■		
		灯具安装										■	■	■	
4	其他项目	保洁											■	■	
		验收													■

### 5 结语

当前，大型体育赛事的建设愈发重视可持续理念，但是赛事中的公共设施在赛后会被大量拆除，真正继续使用、延续赛事热情的设施数量却较少。模块化设计秉承着可循环的使用模式，其绿色环保优势也逐渐凸显出来，本文将其与公共设施融合将会是一次有意义的尝试。基于以上，本文从公共设施对大型赛事的积极助益切入，梳理大型体育赛事中三类公共设施的总结，总结出其在赛后都面临着大量拆除、延续赛事影响的设施较少等问题。同时，通过对模块化设计的定义、特点和优势进行详细分析与归纳，探索如何运用其解决以上问题，形成了基于模块化的大型体育赛事公共设施的设计策略。其在设计时需要注重实用功能的提供、艺术造型的塑造、人体尺度的把握、适于场地的组合和季节需求的满足等要素，更需要把握竞赛理念的阐释、城市文化的表达和数字互动的结合等原则。最后，本文以北京冬奥会场馆公共设施为例进行具体的设计实践，通过对所需元素和遵循原则的整合，梳理竞赛场馆、运动项目、交互形式和设施形态之间的联系，以形成关系网络，最后生成具体的方案。其还可以在赛前放置在举办城市中，通过人们体验冰雪运动来渲染冬奥氛围；赛后放置在不能常态化参与冰雪运动的地区，人们通过体验冰雪运动来感受冬奥魅力，形成赛前宣传-赛时体验-赛后纪念的可循环使用体系，以此突出可持续理念。最终希望为未来大型体育赛事公共设施的建设贡献微薄之力。

#### 参考文献：

[1] 安秀. 公共设施与环境艺术设计[M]. 北京：中国建筑

工业出版社, 2007.

AN Xiu. Public Facilities and Environmental Art Design [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2007.

[2] 沈建华, 肖锋. 大型体育赛事对城市形象的塑造[J]. 沈阳体育学院学报, 2004, 23(6): 745-746, 785.

SHEN Jian-hua, XIAO Feng. Moulding of Urban Image by Holding Comprehensive Competitive Sports Events [J]. Journal of Shenyang Institute of Physical Education, 2004, 23(6): 745-746, 785.

[3] 徐成立, 刘买如, 刘聪, 等. 国内外大型体育赛事与城市发展的研究述评[J]. 上海体育学院学报, 2011, 35(4): 36-41, 73.

XU Cheng-li, LIU Mai-ru, LIU Cong, et al. Review of Domestic and Overseas Researches on Mega Sports Events and Urban Development[J]. Journal of Shanghai University of Sport, 2011, 35(4): 36-41, 73.

[4] 浦茜. 2014 年南京青奥会临时设施设计研究[D]. 南京：南京艺术学院, 2013.

PU (Q/X). Research on the design of temporary facilities for 2014 Nanjing youth Olympic games[D]. Nanjing: Nanjing University of the Arts, 2013.

[5] 柳千训. 充分利用冬奥场馆临建设施[J]. 北京观察, 2022(4): 43.

LIU Qian-xun. Make Full Use of the Temporary Facilities in the Winter Olympics Venues[J]. Beijing Observation, 2022(4): 43.

[6] 徐双庆, 陈学光, 李晶. 国内外模块化理论研究综述[J]. 科技管理研究, 2008, 28(9): 179-182, 201.

XU Shuang-qing, CHEN Xue-guang, LI Jing. A Summary of Modular Theory Research at Home and Abroad [J]. Science and Technology Management Research, 2008, 28(9): 179-182, 201.

[7] 童时中. 模块化原理 设计方法及应用[M]. 北京：中国标准出版社, 2000.

- TONG Shi-zhong. Design Method and Application of Modular Principle[M]. Beijing: Standards Press of China, 2000.
- [8] 童时中. 模块化是复杂产品系统发展的“必由之路”——献给标准化大师李春田教授[J]. 中国标准导报, 2015(11): 18-23.
- TONG Shi-zhong. Modulization is the Only Way on Development of Complex Products and Systems[J]. China Standards Review, 2015(11): 18-23.
- [9] 薛文凯. 公共设施创新设计[M]. 北京: 北京大学出版社, 2021.
- XUE Wen-kai. Innovative Design of Public Facilities [M]. Beijing: Peking University Press, 2021.
- [10] Nathan Shedroff. 设计反思: 可持续设计策略与实践 [M]. 刘新, 覃京燕, 译. 北京: 清华大学出版社, 2011.
- NATHAN S. Design is the Problem: the Future of Design Must be Sustainable[M]. LIU Xin, QIN Jing-yan Translated. Beijing: Tsinghua University Press, 2011.
- [11] 陈睿莹. 从模数化到模块化设计[J]. 艺术与设计(理论), 2012, 2(12): 128-129.
- CHEN Rui-ying. From the Modularized Design to Modular Design[J]. Art and Design, 2012, 2(12): 128-129.
- [12] 沈迭. 基于可持续理念的城市公共设施设计策略[J]. 包装工程, 2021, 42(16): 361-363, 375.
- SHEN Die. Urban Public Facility Design Strategy Based on Concept of Sustainability[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(16): 361-363, 375.
- [13] 王昀, 王菁菁. 城市环境设施设计[M]. 上海: 上海人民美术出版社, 2014.
- WANG Yun, WANG Jing-jing. A Guide for Design of Urban Furniture[M]. Shanghai: Shanghai People's Fine Arts Publishing House, 2014.
- [14] 王峰. 数字化背景下的城市公共艺术及其交互设计研究[D]. 无锡: 江南大学, 2010.
- WANG Feng. The Research on the Interactive Design of City Public Art under the Background of Digital Age[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2010.
- [15] 董翠. 低碳理念下的城市公共设施设计研究[J]. 文艺争鸣, 2011(8): 27-29.
- DONG Cui. Research on the Design of Urban Public Facilities under the Concept of Low Carbon[J]. Literary and Artistic Contention, 2011(8): 27-29.
- [16] 黄诗鸿. 参与和交流——绿色设计中人性化因素在城市公共设施中应用的探讨[J]. 生态经济, 2010, 26(3): 164-167.
- HUANG Shi-hong. Participation and Communication—Discussion on the Application of Humanized Factors in Green Design in Urban Public Facilities[J]. Ecological Economy, 2010, 26(3): 164-167.
- [17] 方敏. 城市形象战略与公共设施设计的良性互动研究[J]. 设计, 2019, 32(17): 53-55.
- FANG Min. Study between Urban Image Strategy and Public Facilities Design[J]. Design, 2019, 32(17): 53-55.
- [18] 杨晨, 冉达. 艺术、科技与文化的多元互动——以南京南部新城的公共设施设计为例[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计), 2020(6): 199-201.
- YANG Chen, RAN Da. Multi-Interaction of Art, Technology and Culture—Taking the Design of Public Facilities in the New Town in Southern Nanjing as an Example[J]. Journal of Nanjing Arts Institute (Fine Arts & Design), 2020(6): 199-201.
- [19] 徐慧. 交互设计对城市公共设施的更新与发展研究[J]. 包装工程, 2021, 42(4): 263-266.
- XU Hui. Update and Development of Urban Public Facilities by Interaction Design[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(4): 263-266.

责任编辑: 马梦遥