



热血铸就极地传奇

——记清华大学建筑设计研究院设计所所长张翼博士

■本报记者 潘锋

地球的南北两极,是全球变化的“驱动器”,全球气候变化的“冷源”,也是地球与外星联系的重要窗口。尤其是南极,是地球上至今未被开发、未被污染的洁净大陆。那里不仅有着世界上最纯粹的美丽,而且蕴藏着无数的科学之谜和信息。那里是科学研究和实验的圣地,是与全球环境变化,特别是全球气候变化、经济可持续发展、人类的生存和命运休戚相关的一片疆土。

为了解开那些无数的科学之谜和信息,世界各国纷纷在南北两极建立了自己的科学考察站,中国也不例外。

然而,在两极极端恶劣的环境里建设考察站并不容易,其中究竟有着怎样的奥秘?带着好奇,记者采访了即将再次赶赴南极的张翼博士。

牵手南极

南极,被人们称为第七大陆,是地球上最后一个被发现,唯一没有土著人居住的大陆。这里不仅是世界最冷的地方,也是世界上风力最大的地区。

除此之外,这里还是目前世界上唯一没有明确主权归属的大陆。面积为1400万平方公里的南极大陆,不仅储存了地球表面大部分的淡水资源,而且还蕴藏着丰富的能源、矿产和生物资源,更保存有大量珍贵的地球环境成千上万年的历史记录。南极的气候、环境、生态变化与地球气候、环境、生态变化间的相互作用与影响,极地资源的可持续开发利用,南极区域内国家权益的争夺与维护等众多问题,无疑将成为今后几十年世界各国普遍关注的热点。这些问题也必将对各国的政治、经济、科学、军事、外交、文化和国家发展规划等产生极为重要的影响。

南极科学考察是一项体现国家综合国力的大科学系统工程,反映出一个国家在权益、资源、环境和科技等方面的国策,以及能力与水平。

我国的极地考察经过20年的努力,在国际极地考察中占有了一席之地,但与世界主要的极地考察国家相比还存在着较大的差距,突出表现在两个方面:一是考察经费投入不足,二是极地考察能力建设严重滞后。中国的南极考察站(长城站建于1984年,中山站建于1988年)已超过当时的设计使用年限。由于受历史条件的限制,

建站初期缺乏总体规划,原有的基础设施支撑体系功能不完整,加之南极恶劣的自然条件,又加速了两站基础设施的老化,破损和报废的设施设备越来越多,存在很多的不安全因素,整体能力有不同程度的下降,已无法满足目前考察人员生活工作的要求,出现许多急需解决的问题。

为此,2002年,国家海洋局会同13个部委局拟定了《我国“十五”极地考察能力建设总体方案》,提出了在“十五”期间提升我国南极考察站的考察能力,通过两站的总体规划、设计,使之符合国际南极环境保护规定;满足科学考察专业功能需要,具有完备的生活设施、先进的通信和交通手段、高效的数据样品采集处理和分析条件、可靠的安全保障体系和一定范围的科考辐射能力;使站区建筑总体质量提高到一个新的层次,缩小和其他先进极地考察国家的差距。

而极地考察站站区规划与设计的双重重任就落在时任清华大学建筑设计研究院创作室主任的张翼肩上。

面对这一极具挑战性的工作,张翼毫不犹豫地承担下来,一干就是10年。

从零开始,全面提升考察站水平

张翼接手中国南极考察站“十五”能力建设工程的设计任务,可以说是完全从零开始。

不论在国际还是国内,由于南极考察站数量有限,且建设缺乏连续性,不易形成研究所需要的规模;设计人员接触极地考察站的机会很少,且往往是项目式,研究工作也只是限于所做的工程,因此关于南极考察站设计的资料极少。

南极考察站建筑的设计没有规范可循,其设计有很强的探索、研究性质,而过去二十年来考察站建筑的设计大多由施工单位的技术人员完成,缺乏专业配合,力量薄弱,甚至存在设计隐患,远远不能达到极地建设的要求。各种设计与施工的经验教训没有得到及时系统的总结,导致犯同样的错误或重复已有研究工作。而在极地考察站建筑的规范和系统理论方面,更是完全空白。

面对这种现状,张翼迎难而上,决心改变中国极地考察站设计的现状。他不仅要圆满地完成新一代考察站的设计,还要建立起极地考察站建筑设计规范,形成系统的设计策略。

作为南极考察站项目的主持人、设计负责

人,张翼从南极到北极,先后考察了十几个国外极地考察站,并对澳大利亚、德国、比利时、智利、挪威等国家的南极组织总部及其在国内正在预组装的考察站建筑进行考察。

通过实地调研,张翼获得了大量第一手资料。其完成的中国南极考察站调研报告,第一次对中国南极考察站的现状进行了系统的分析,随后完成的中国南极考察站“十五”能力建设可行性研究报告,第一次对中国南极考察站站区建设进行了系统、科学、深入的研究,基本建立了中国南极考察站研究体系。在后续进行的初步设计与施工图设计阶段,从制定南极考察站建筑设计的规范和设计任务书,到站区的规划、建造形式的选择、能源的综合利用、全程的环保策略、创造性的材料应用与构造节点设计,都凝聚了张翼领衔的设计团队的大量心血。

在张翼等人年复一年的不懈努力下,他们先后完成了中国南极考察站“十五”能力建设的可行性研究、初步设计和施工图设计工作,并多次奔赴现场进行工地服务工作。“十五”期间,长城站建成1700多平方米,中山站建成3800多平方米。目前,已经全部顺利通过验收,投入使用。

如今的南极考察站已经是旧貌换新颜。站区安全保障能力得到大幅提升,站区设施的规模与水平得以提高,使用功能得以完善,对科研的保障支撑能力大大提高;通过合理选用热源、废热充分回收、提高建筑保温、开发可再生能源等,大幅度提高了节能水平;通过调整站区规划,从根本上治理建筑垃圾,实现污水零排放,严格废物处理,建立了完善的防范燃油污染措施,加强废气噪声控制,环境保护跨入国际先进水平;全面提升了后勤保障能力,提高了库房地面机械化、自动化及管理水平,为内陆考察站提供了保障;全面提高了信息、通讯水平,使身处南极的科考队员能够得到后方的有力支持。

创立“南极考察站建筑设计策略体系”

在从事南极考察站设计的过程中,张翼深深感到,随着新一轮南极考察站建设的热潮到来,我国南极考察站建设迫切需要全面、系统的考察站建筑设计理论与策略的指导。这不仅是我国南极考察能力的保证,也是我国从南极考察大国走向南极考察强国的保证。

通过对南极考察站项目长期的研究并结合工程设计工作,张翼创立了“南极考察站建筑设计策略体系”。该体系以南极考察站为主要研究对象,从影响南极考察站建筑的主要因素:环境与气候、运输与施工、生态环境、社会心理等领域出发,针对性地提出整体的设计策略。

南极考察站建筑设计策略的理论基础是整体均衡的极地系统观、回归本源的极地建筑观、一分为二的极地环境观;南极的特殊性使许多本来是次要的联系成为了主要的、直接的联系,南极运输、施工、气候与房屋建设之间密切的联系,构筑了南极整体均衡的系统观的基础;研究南极考察站建筑必须从系统的角度出发,以系统的整体性、相关性、层次性、目的性、历时性作为研究南极考察站建筑设计策略的基本方法原则;南极特殊的恶劣环境、遥远的地理位置,都使人类在南极的活动面临了巨大的挑战,生存、安全、健康等人类最基本、最重要的需求再次被提到首要位置,人的需求以及人们对建筑的需求回归了本源;南极的环境具有双重特性:一方面拥有对人类的巨大威胁,另一方面南极的环境又是如此的脆弱,人类的活动对南极的生态环境有着很大的影响。因此,对南极考察及相应的南极环境保护需要一分为二的观点。影响南极考察站的因素包括环境与气候、施工与运输、生态与环保、节能与成本、心理需求与功能需求等;南极考察站设计的原则是安全性、独立性、适用与可行性、耐久性与耐候性、经济与高效性、人性化、节约能源、保护环境等。这些影响因素与设计原则一起,构建了南极考察站建筑设计策略体系。南极考察站建筑设计策略体系涵盖了南极建站过程中最主要的环节与内容,包括站区选址与规划策略、建造体系策略、外部形态体系策略、功能与需求策略、节能策略、环境保护策略、建筑材料策略等。

该研究具有开创意义,填补了国内该领域的空白,为我国南极科学考察站的可持续发展提供了有力的理论指导。在南极考察站建筑设计策略的指导下,完成了中国南极长城站、中山站改扩建工程以及内陆昆仑站站址工程的可行性研究与设计工作。同时在设计实践中,该理论也得到了进一步的完善。

挑战内陆“冰穹A”

全世界在南极有77个考察站,大多分布在

南极边缘地区。而在南极内陆建站极其困难,只有美国、俄罗斯、德国、法国、意大利、日本6个国家的5个考察站。

南极内陆最后一个具有重大战略意义与科学价值的区域就是“冰穹A”地区。这是一个令人充满敬畏的名字,被称作“人类不可接近之极”。

“冰穹A(Dome Argus)”是南极冰盖最高区域,海拔超过4050米的面积达9582平方千米,其最高海拔4092.75米,位于东经77°21'11",南纬80°22'00",被称为“冰盖高点”。“冰穹A”独特的地理环境又决定了它是开拓南极冰盖新领域的“科学制高点”。

张翼介绍说:“把‘冰穹A’最高点确定为内陆站预选站址,在该点建立考察站,既可以满足气候环境本底监测、天文学观测、日地系统观测和地球物理观测等项目,也可以满足实施重大科学工程项目(如深冰芯钻探、冰下地质钻探等)的

把对环境的不利影响减到最小。

“不仅如此,我们还面临工期十分短暂的问题。实际工作天数只有不到30天,现场施工机械设备短缺,而且建筑完全建在3000米厚的冰盖之上。”张翼说。

“然而,我喜欢这种挑战,这对我来说,不是一次任务或者工作,而是一场战役,一场必须胜利的战役。”

张翼不负众望,创新性地设计了全新的建造模式。昆仑站一期建设采用预制集装箱模块与现场组装相结合的方式,主要为保温要求较高的主体结构,包括宿舍、活动室和科研、发电、水处理装置及锅炉、通风机房等,外部围护层现场安装,以保证保温性能,内部采用集装箱式模块拼接,以减少现场工作量。

该方案综合考虑了运输能力、使用性能、建造工期、施工能力等因素,在运输与吊装、使用空间、节能、投资等方面占有优势,大大减少了现场



中国南极内陆昆仑站 夏立民摄

需要。”中国南极内陆昆仑站的建设,标志着中国进入国际极地考察的第一方阵,实现中国极地科考事业“从大到强”的跨越。

但这次跨越,面对的是极端恶劣的恶劣环境的挑战。

首先就是运输距离远,难度大。

从国内出发到南极内陆考察站要经过约15000公里,是一个漫长、充满各种挑战的艰苦过程。从国内到中山站为破冰船运输,穿越巨浪滔天的西风带,到达中山站附近后,还要冒着危险进行冰上卸货,将物资从隐藏着无数冰裂隙的浮冰上运到中山站;再采用雪地车拉雪橇的运输方式,在南极冰盖上行进1200多公里才能到达“冰穹A”地区。而这段路程由于高海拔、低温缺氧,地面人员运输需耗费数周时间,时常有内陆队员突发高原病被紧急抢救。

第二个挑战是极低的温度。

“冰穹A”是南极内陆距海岸线最远的一个冰穹。根据我国内陆冰盖考察队安装在“冰穹A”最高点的自动气象站观测资料,2005年全年最低温度为-82.3°C,夏季最高温度-35°C,实测的年平均温度为-58.4°C。在这一极端低温下,所有建筑材料、设备都面临巨大考验,要在长时间里经受极端低温,所使用的建筑材料非同一般。

第三个挑战是如何应对高原缺氧。

“冰穹A”最高点海拔4093米,区域冰厚在1500米至超过3000米的范围内随下覆地形的不同而有较大的变化。由于“冰穹A”顶点气压较低,资料显示约在590~560百帕之间(1~4月),氧气的含量较低,相当于我国青藏高原近5000米高程的含氧量水平。内陆考察队队员在经过几天的适应后,4个人才能抬动一个50公斤重的冰芯样品箱,3个人可以挪动1个近200公斤重的油桶。内陆队使用的PB-240雪地车在此高度有明显的功率下降、燃烧不足迹象,只能拖拽2个重型雪橇,约15吨的重量行驶。这对建站的施工是巨大挑战。

此外,较高的环保要求也是必须要顾及的。南极是遭受人类破坏最少的大陆,保护南极环境对人类具有重大的意义。保护南极环境不仅是保护南极地区,实质上是保护我们居住的这颗星球和我们人类自身。目前,南极环境已不同程度地受到了人类的破坏。为了保证南极环境的清洁,尽量减少人类活动对南极环境的影响,在南极内陆建立考察站必须从环保的理念出发,尽可能地

施工难度与施工周期。

“这种方式后来被证明是非常好的,但当时这种施工方案对中国的考察站建设者来说是一种全新的尝试,是一种创新。”张翼说。

在应对-83°C低温的挑战方面,张翼介绍说,面对极地极端的低温气候,首先考虑的应该是什么材料能够在超低温环境下保持性能,其次是保温构造的设计。在这方面当时做了很多研究,工作人员在国内进行了预组装及耐低温实验,因为国内的技术力量、人力、物力、财力都很齐备,一旦发现问题能够马上解决。

为解决如何在3000多米厚的冰盖积雪上搭建建筑平台问题,张翼带领他的团队进行了深入的研究与探索,通过放大基础平台与压掷积雪基层,最终圆满地解决了这些难题。

在应对极地高原缺氧的问题上,张翼介绍说,氧气的制造有很多种方式,可以通过化学药品生成,也可以从空气中收集,但是出于环保和安全的考虑,最后采用的是一种类似于分子筛的方式,就是将空气中的分子过滤,以获得所需的氧气。

中国南极内陆昆仑站在南极条约协商国局长理事会的环评会议上顺利通过考核,这是对内陆考察站保护环境水平的最好评价。

中国南极内陆昆仑站一期工程于2009年2月17日如期建成。中共中央总书记、国家主席胡锦涛在给中国南极考察队的贺电中指出,中国南极昆仑站的建成,必将拓展中国南极科学考察研究的领域和深度,这是中国为人类探索南极奥秘作出的又一个重大贡献。

内陆昆仑站的建成也是提高我国自主创新能力、推动重大科技基础设施建设的重要成就之一。

胡锦涛总书记在十七届四中全会第一次全体会议上作了关于中共中央政治局近一年来所做的其他主要工作的讲话。其中,“提高自主创新能力,组织实施国家科技重大专项,推动重大科技基础设施建设,加强重大基础科学和高新技术研究,推动突破制约产业转型升级的重要关键技术”的工作成就介绍包括我国自主研发的支线喷气客机成功首飞、南极昆仑站建成、“嫦娥一号”卫星成功受控撞月,这给与了南极内陆昆仑站很高的评价。

2011年12月,对南极来说,迎来了与人类接触的100周年纪念日;而对张翼来说,他又将起航,奔赴南极。这次,不知他又将接受怎样的挑战呢?



中山站高空物理观测站 张翼摄



靠近南极冰盖的雪龙船 张翼摄