



“南北极环境综合考察与评估”专项

02-01

站基生物生态环境 本底考察



国家海洋局极地专项办公室 编



海洋出版社



“南北极环境综合考察与评估”专项

站基生物生态环境本底考察

国家海洋局极地专项办公室 编

海洋出版社

2016·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

站基生物生态环境本底考察/国家海洋局极地专项办公室编. —北京:
海洋出版社, 2016. 5

ISBN 978 - 7 - 5027 - 9438 - 5

I. ①站… II. ①国… III. ①极地区 - 生物 - 生态环境 - 科学考察
IV. ①X171. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 098750 号

ZHANJI SHENGWU SHENGTAI HUANJING BENDI KAOCHA

责任编辑: 张 荣

责任印制: 赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京朝阳印刷厂有限责任公司印刷 新华书店北京发行所经销

2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

开本: 889mm × 1194mm 1/16 印张: 19

字数: 480 千字 定价: 118.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

极地专项领导小组成员名单

组 长：陈连增 国家海洋局
副组长：李敬辉 财政部经济建设司
曲探宙 国家海洋局极地考察办公室
成 员：姚劲松 财政部经济建设司（2011—2012）
陈昶学 财政部经济建设司（2013—）
赵光磊 国家海洋局财务装备司
杨惠根 中国极地研究中心
吴 军 国家海洋局极地考察办公室

极地专项领导小组办公室成员名单

专项办主任：曲探宙 国家海洋局极地考察办公室
常务副主任：吴 军 国家海洋局极地考察办公室
副主任：刘顺林 中国极地研究中心（2011—2012）
李院生 中国极地研究中心（2012—）
王力然 国家海洋局财务装备司
成 员：王 勇 国家海洋局极地考察办公室
赵 萍 国家海洋局极地考察办公室
金 波 国家海洋局极地考察办公室
李红蕾 国家海洋局极地考察办公室
刘科峰 中国极地研究中心
徐 宁 中国极地研究中心
陈永祥 中国极地研究中心

极地专项成果集成责任专家组成员名单

组 长：潘增弟 国家海洋局东海分局

成 员：张海生 国家海洋局第二海洋研究所

余兴光 国家海洋局第三海洋研究所

乔方利 国家海洋局第一海洋研究所

石学法 国家海洋局第一海洋研究所

魏泽勋 国家海洋局第一海洋研究所

高金耀 国家海洋局第二海洋研究所

胡红桥 中国极地研究中心

何剑锋 中国极地研究中心

徐世杰 国家海洋局极地考察办公室

孙立广 中国科学技术大学

赵 越 中国地质科学院地质力学研究所

庞小平 武汉大学

“站基生物生态环境本底考察”专题

承担单位：中国极地研究中心

参与单位：国家海洋环境监测中心

中国科学技术大学

国家海洋局第一海洋研究所

国家海洋局第二海洋研究所

国家海洋局第三海洋研究所

上海海洋大学

同济大学

中国海洋大学

中国医学科学院基础医学研究所

《站基生物生态环境本底考察》

编写人员名单

编写人员：俞 勇 曾胤新 那广水 葛林科 孙立广

黄 涛 王能飞 杨 晓 金海燕 季仲强

张远辉 陈立奇 霍元子 何培民 王 峰

杨海真 刘晓收 史晓肿 徐成丽

序 言

“南北极环境综合考察与评估”专项（以下简称极地专项）是2010年9月14日经国务院批准，由财政部支持，国家海洋局负责组织实施，相关部委所属的36家单位参与，是我国自开展极地科学考察以来最大的一个专项，是我国极地事业又一个新的里程碑。

在2011年至2015年间，极地专项从国家战略需求出发，整合国内优势科研力量，充分利用“一船五站”（“雪龙”号、长城站、中山站、黄河站、昆仑站、泰山站）极地考察平台，有计划、分步骤地完成了南极周边重点海域、北极重点海域、南极大陆和北极站基周边地区的环境综合考察与评估，无论是在考察航次、考察任务和内容、考察人数、考察时间、考察航程、覆盖范围，还是在获取资料和样品等方面，均创造了我国近30年来南、北极考察的新纪录，促进了我国极地科技和事业的跨越式发展。

为落实财政部对极地专项的要求，极地专项办制定了包括极地专项“项目管理办法”和“项目经费管理办法”在内的4项管理办法和14项极地考察相关标准和规程，从制度上加强了组织领导和经费管理，用规范保证了专项实施进度和质量，以考核促进了成果产出。

本套极地专项成果集成丛书，涵盖了极地专项中的3个项目共17个专题的成果集成内容，涉及了南、北极海洋学的基础调查与评估，涉及了南极大陆和北极站基的生态环境考察与评估，涉及了从南极冰川学、大气科学、空间环境科学、天文学以及地质与地球物理学等考察与评估，到南极环境遥感等内容。专家认为，成果集成内容翔实，数据可信，评估可靠。

“十三五”期间，极地专项持续滚动实施，必将为贯彻落实习近平主席关于“认识南极、保护南极、利用南极”的重要指示精神，实现李克强总理提出的“推动极地科考向深度和广度进军”的宏伟目标，完成全国海洋工作会议提出的极地工作业务化以及提高极地科学研究水平的任务，做出新的、更大的贡献。

希望全体极地人共同努力，推动我国极地事业从极地大国迈向极地强国之列！

陈连增

前言

本书全面总结了“南北极环境综合考察与评估”专项“站基生物生态环境本底考察”专题任务在“十二五”期间的完成情况，系统展示了各学科考察工作取得的主要进展和初步成果。希望目前取得的基础科学数据和初步成果，有助于进一步探究我国南北极考察站区域的生态环境特征，深入研究全球变化和人类活动对极地生态环境的影响及其响应；有助于逐步构建极地生态环境长期监测网络，合理开发利用极地生物资源，有效保护极地生态环境；同时，也有助于完善南极考察队员生理心理健康监测、评估和维护体系，提高我国极地考察保障水平和极地考察站的科学管理水平。

本书的编写得到了极地专项领导小组、极地专项领导小组办公室和极地专项成果集成责任专家组的大力支持，在各学科团队的集体努力下编写完成。各部分的主要编写人员如下：俞勇和曾胤新负责本书汇总编写及“近岸海洋浮游生物生态学”相关内容编写；那广水和葛林科负责“有机污染物分布状况”相关内容编写；孙立广和黄涛负责“生态环境演变”相关内容编写；王能飞和杨晓负责“土壤微生物”相关内容编写；金海燕和季仲强负责“邻近海域水环境要素”相关内容编写；张远辉和陈立奇负责“大气化学环境”相关内容编写；霍元子和何培民负责“湖泊生物”和“潮间带大型藻类”相关内容编写；王峰和杨海真负责“陆域水与土壤环境”相关内容编写；刘晓收和史晓肿负责“潮间带底栖生物和微生物”相关内容编写；徐成丽负责“南极特殊环境对考察队员生理和心理影响的评估”相关内容编写。

我们衷心感谢参加本专题工作的全体同仁！十分感谢给予本专题工作倾力支持的各级领导、专家和有关组织管理单位！特别感谢历次考察队和考察站对本专题现场考察工作的鼎力协助！

由于我们的知识和水平有限，本书内容或有不足和错误之处，恳切希望读者和专家提出宝贵意见。

本书编写组
2016年6月

目次

第1章 总论	(1)
第2章 考察的意义和目标	(3)
2.1 考察背景和意义	(3)
2.2 我国极地站基生物生态环境科学考察简要历史回顾	(6)
2.2.1 站基生物生态环境科学考察简要历史	(6)
2.2.2 南极医学简要历史	(7)
2.3 考察区域概况	(8)
2.3.1 南极长城站	(8)
2.3.2 南极中山站	(9)
2.3.3 南极昆仑站	(9)
2.3.4 北极黄河站	(9)
2.4 考察目标	(10)
2.4.1 科学目标	(10)
2.4.2 在专项中的作用	(10)
2.4.3 与其他专题的关系	(11)
第3章 考察的主要任务	(12)
3.1 考察区域和站位	(12)
3.1.1 南极长城站考察	(12)
3.1.2 南极中山站考察	(13)
3.1.3 北极黄河站考察	(13)
3.1.4 南极特殊环境对考察队员生理和心理影响评估	(13)
3.2 考察内容	(14)
3.2.1 南极长城站站基生物生态环境考察	(14)
3.2.2 南极中山站站基环境考察	(15)
3.2.3 北极黄河站站基生物生态环境考察	(15)
3.2.4 南极特殊环境对考察队员生理和心理影响评估	(16)
3.3 考察设备	(17)
3.4 考察人员及分工	(19)
3.5 考察完成工作量	(20)
3.5.1 站基生物生态环境本底考察工作量	(20)
3.5.2 南极特殊环境对考察队员生理和心理影响评估工作量	(22)
第4章 考察的主要数据与样品	(24)
4.1 数据(样品)获取的方式	(24)



4.1.1	站基近岸海洋浮游生物生态学考察	(24)
4.1.2	站基邻近海域水环境要素调查	(25)
4.1.3	站基附近潮间带生物调查	(26)
4.1.4	站基土壤微生物考察	(27)
4.1.5	站基湖泊生物调查	(27)
4.1.6	站基陆域水与土壤环境基线调查	(28)
4.1.7	站基大气化学环境调查	(30)
4.1.8	站基有机污染物分布状况调查	(31)
4.1.9	站基生态环境演变调查与评估	(32)
4.1.10	南极特殊环境对考察队员生理和心理影响评估	(34)
4.2	获取的主要数据或样品	(38)
4.2.1	南极长城站生物生态环境本底考察	(38)
4.2.2	南极中山站环境本底考察	(45)
4.2.3	北极黄河站生物生态环境本底考察	(46)
4.2.4	南极特殊环境对考察队员生理和心理影响评估	(50)
4.3	质量控制与监督管理	(52)
4.4	数据总体评价情况	(53)
第5章	主要分析与研究成果	(55)
5.1	南极长城站站基生物生态环境特征分析	(55)
5.1.1	生物群落结构与多样性特征分析	(55)
5.1.2	环境现状分析	(93)
5.1.3	生态环境演变分析	(149)
5.2	南极中山站站基环境特征分析	(156)
5.2.1	环境现状分析	(156)
5.2.2	生态环境演变分析	(186)
5.3	北极黄河站站基生物生态环境特征分析	(189)
5.3.1	生物群落结构与多样性特征分析	(189)
5.3.2	环境现状分析	(194)
5.3.3	生态环境演变分析	(233)
5.4	南极特殊环境对考察队员生理和心理影响评估	(241)
5.4.1	南极冰穹 A 低氧复合高寒环境对第 28 次南极考察内陆考察队员生理和心理的影响评估	(241)
5.4.2	南极冰穹 A 低氧复合高寒环境对第 29 次南极考察内陆考察队员生理和心理的影响评估	(243)
5.4.3	南极光 - 黑暗周期对第 29 次中山站越冬队员睡眠和昼夜节律及其心理的影响评估	(247)
5.5	主要成果 (亮点) 总结	(249)
第6章	考察的主要经验与建议	(258)
6.1	考察取得的重要成果	(258)

6.2 对专项的作用 (259)

6.3 考察的主要成功经验 (259)

6.4 考察中存在的主要问题及原因分析 (259)

6.5 对未来科学考察的建议 (260)

附录

附录1 考察区域及站位图 (261)

附录2 主要仪器设备一览表 (263)

附录3 承担单位及主要人员一览表 (266)

附录4 考察工作量一览表 (271)

附录5 考察数据一览表 (274)

附录6 考察要素图件一览表 (283)

附件7 论文一览表 (284)

附录8 样品、档案等一览表 (290)

第1章 总论

站基生物生态环境本底考察,一方面,依托我国南极长城站、中山站和北极黄河站,对考察站周边区域的陆地、大气、海湾、潮间带、湖泊等环境深入开展生物及其生态环境的本底调查和评价,查明极地站基生物生态环境现状及其演变趋势,摸清典型污染物残留现状,为研究极地生物生态系统结构功能及其在生物地球化学循环中的作用提供参考,并为合理开发利用和保护极地生物资源提供依据,也为研究全球变化和人类活动对极地生物生态环境的影响提供基础数据和初步分析结果,同时也为站区环境管理和极地环境保护国际义务的落实提供基础资料。另一方面,通过跟踪研究多次南极考察中山站越冬队和昆仑站内陆队队员出发前、在中山站与昆仑站考察期间和返回国内等多个标志性时间节点的生理和心理动态变化,经过数据资料积累和综合分析,进行南极特殊环境对考察队员生理心理影响的评估,为我国南极考察越冬队员和内陆队员的选拔、管理和医疗保障提供基础理论支撑。

围绕专题考察目标,根据考察要素不同,共把专题任务分成10项子任务:①站基近岸海洋浮游生物生态学考察;②站基土壤微生物考察;③站基湖泊生物调查;④站基潮间带底栖生物、大型海藻和微生物调查;⑤站基邻近海域水环境要素调查;⑥站基大气化学环境调查;⑦站基陆域水与土壤环境基线调查;⑧站基典型有机污染物时空分布状况调查;⑨极地站基生态环境变化考察与评估;⑩南极特殊环境对考察队员生理和心理的影响评估。分别由中国极地研究中心、国家海洋局第一海洋研究所、上海海洋大学、中国海洋大学、国家海洋局第二海洋研究所、国家海洋局第三海洋研究所、同济大学、国家海洋环境监测中心、中国科技大学及中国医学科学院基础医学研究所10家单位负责完成,其中中国极地研究中心为专题的负责单位。

通过中国第28次、第29次、第30次和第31次南极考察,共34人次,依托南极长城站和中山站,完成西南极菲尔德斯半岛、阿德雷岛、长城湾、阿德雷湾和东南极拉斯曼丘陵、协和半岛等区域651个站位的现场考察工作;通过2012年度、2013年度、2014年度和2015年度中国北极黄河站考察,共28人次,依托北极黄河站,完成王湾和新奥尔松等区域289个站位的现场考察工作;同时通过中国第28次、第29次、第30次和第31次南极考察,共6人次,依托南极中山站越冬队和南极昆仑站越冬队,完成南极特殊环境对南极考察队员生理和心理影响评估的现场数据和样品采集工作。共采集各类样品6945份(生物生态环境样品3834份、医学样品3111份),以及医学检测和问卷调查报告7533份;获得生物生态环境数据20945个(组),建立考察队员生理和心理数据集5个;形成相关考察报告43份;发表学术论文52篇,其中SCI收录32篇。总工作量约为1480人·月,其中外业工作量133人·月,内业工作量1347人·月。

综合分析4年的考察结果,本专题取得了以下4个重要成果:①较全面地认识南极长城站区域生态环境现状,奠定生态环境长期监测和考察站环境管理的基础;②获得极地考察站所在区域典型污染物分布特征和土壤重金属基线,查明站区周边环境尚未受人类活动的显著



影响；③系统了解极地沉积物中生态记录及其对气候变化和人类活动的响应；④调查获知南极环境对人生理和心理有明显影响，为南极考察队员的选拔、防护和有关政策制定提供科学依据。

尽管在4年的考察中，取得了许多成果和宝贵经验，但也暴露出了一些问题：①考察未涉及极地鸟类和哺乳动物等大型生物，考察区域主要局限在站区周边需进一步拓展；②同一学科的调查工作，多家单位参与，增加了协调工作量和数据质量不统一的风险；③由于长城站和黄河站的样品主要靠物流公司运输回国，所以存在样品在运输过程中保存质量不稳定，导致样品分析结果可靠性减小或无法分析；④医学调查时存在部分受调查队员配合度低的情况，如样品采集不符合要求，心理问卷随意勾选等，就会导致数据资料不齐全，无法获得统计学分析结果。

在总结“十二五”考察成果，分析考察成功经验和存在问题的基础上，对未来的科学考察作如下建议：①进一步明确考察目标。站基生物生态环境考察的主要目标是，为研究全球变化、人类活动对极地生态环境影响及其响应，指导站区环境管理和落实生态环境保护国际义务提供长时间序列的基础资料，并为合理开发利用和保护极地生物资源提供依据；同时为建立南极考察队员生理心理健康监测、评估和维护体系，为南极越冬与长期驻留空间站的生理心理类比研究，建立和验证空间站医学心理学健康监测和维护技术提供基础资料。②进一步强化顶层设计。区分考察站站区考察与依托考察站的周边生态环境考察，规划考察内容与考察站位，围绕任务合理设置考察课题。③进一步加强国际合作，拓展考察区域。依托南极长城站，加强与智利、秘鲁、阿根廷等国家的合作，将考察区域拓展到南设德兰群岛和南极半岛，弥补我国对该区域考察的不足。④进一步优化考察队伍。设立必要的准入机制，优胜劣退，确保高质量地完成考察工作。⑤进一步加强现场样品处理能力。充分利用考察站现有科考平台，精心准备必要的样品处理条件，能使样品在极地现场及时处理，减少运输过程中损坏的风险，确保样品质量。⑥进一步提高队员配合度。考察队、考察站领导组织、动员与项目组科普宣讲相结合，进一步提高南极医学受调查队员的配合度，确保高质量地完成医学样品与数据的采集。

第2章 考察的意义和目标

2.1 考察背景和意义

两极地区终年寒冷,虽与热带地区相比其生物数量、种类稍显不足,但在这独特的自然环境中仍然生活着大量独具特性的生物,蕴藏着丰富的生物资源。极地海鸟、企鹅、海豹等资源极为丰富。北极的鸟类有120余种,北半球1/6的鸟类都在此繁育后代,而南极地区的鸟类总数约 1.78×10^8 只,占世界海鸟总数的18%。两极地区海豹的数量更为惊人,仅南极就有 $3\,200 \times 10^4$ 头,占全球海豹总量的90%。极地生物资源中,南极磷虾是地球上最大的单种生物资源之一,允许的捕捞产量高达 400×10^8 t,是巨大的潜在渔业资源。极地的植物多为地衣、苔藓、单细胞藻类。南北两极生长着的单细胞藻类,有上百种,但基本上都是微藻,最为常见的有硅藻、甲藻、金藻、褐藻和绿藻等。硅藻、甲藻和金藻构成了极地重要的冰藻。而冰藻在饵料、不饱和脂肪酸、抗冻蛋白、紫外吸收色素和其他生物活性物质的应用方面也具有广泛前景。

但是全球气候变化和环境污染使极地的生态环境发生了明显的改变。世界气象组织2009年3月公布的《极地研究现状》报告显示南极冰层正在加速融化,对当地动植物、全球气候和洋流产生严重的影响。近30年来,臭氧层的破坏导致到达地表的紫外辐射增强以及南极臭氧空洞的出现,引起了人们的广泛关注,人们迫切地想要知道这些现象的进一步发展到底会对极地生物资源和人类的存在造成什么样的影响。因此,伴随社会工业化进程的发展和人类在极地地区活动的增加,在两极地区进行污染物监测,以研究污染物在全球的扩散规律和污染物对极地生态环境的影响,已然成为环境学者关注的热点问题。尤其是20世纪以来,两极的环境正在发生变化,诸如海冰和冰川的不断消退,永久冻土的不断融化,海岸线侵蚀的不断增加,等等,日渐增多的人类活动正在给极地地区带来额外的压力,尤其是北极地区,石油和矿产开采给北极生态系统带来潜在的严重后果。来自北极内部和北极之外的污染物正在污染着这一地区,这其中包括人类可以预见的活动,比如航运、海洋生物资源捕捞、能源和其他资源的开发以及旅游等。此外,一些不可预知的环境变化也在潜移默化地影响着北极脆弱的生态系统,最近的研究报道,随着北极地区的温度上升,目前禁锢在冰雪和土壤中的污染物将被释放至空气、水体和陆地。这一趋势连同北极及其周边地区日益增多的人类活动将导致更多的污染物侵入北极,包括持久性有机污染物以及漂浮污染物(如煤烟)等。

极地地区污染的一个显著特征是其外源性,大气输送是污染物到达北极的最快和最直接的途径,这种输送只需数天或数周就能完成。这个过程被称为全球蒸馏或冷浓缩。1996年,Wania和Mackay指出残留有机物是以一系列“跳跃”过程向高纬度地区迁移。如,在阿德米拉尔蒂湾地区,通过正常降水形式到达地表的物质每年只有 2.5 t/km^2 ,而同一地区大气降尘



总量却高达每年 12.7 t/km^2 ，由此可见大气污染的程度以及对地区环境构成的严重威胁。

但包括无冰区科学考察站和旅游活动等人类活动也在逐步影响和改变着极地环境。根据统计显示，在各国考察站进行的各项活动中，因油料使用和野外固体废物的散落对环境和生态的影响最为显著，重金属和有机污染物的环境扩散是无冰区局地最主要的污染物形态。如在菲尔德斯半岛各站区附近的许多区域都有传统的处理废弃物处理场和堆积场。2013 年的统计表明，整个半岛已经有 46 个废弃物野外堆放场/点。这就使得菲尔德斯半岛地区垃圾堆积物的面积增长了 23%，达到 $51\,000 \text{ m}^2$ 。垃圾堆放点的数目相对于 20 世纪 90 年代初增长了近 90%。废弃物还通过风力散播进入周边环境，由风力吹散进入环境中的污染物占到总量的 22%，冲刷到坡岸的海洋碎片占到 15%。石油污染也是南极站区周边最常见的污染之一。污染区域分解烃类的微生物增加的同时，土壤中的生物多样性减少。海洋环境中，柴油污染会导致微藻在海洋冰封期的异常生长。由于作为海鸟、海豹、须鲸食物来源的磷虾以藻类为食，所以大范围的石油污染会对南极的食物链造成一系列的影响。2012 年的一项调查发现，菲尔德斯半岛区域内石油和柴油类污染的状况并未得到改观。尤其是由于飞机和机动车的影响，受污染的地方主要是油库地区、连接机场和各个站之间的公路。除了正常使用过程中形成的小规模跑冒滴漏外，事故性排放往往造成较大规模石油烃泄漏。2009—2010 年度大量的桶状废弃石油储存在智利科考站附近等待运输回国的过程中，就发生废料桶翻落并形成泄漏的事故。俄罗斯站发电栋后面的石油污染也是由于机械零件的储存不当造成的。对野外固废处置和油料使用导致的极地环境影响应作为站基环境管理的重要关注内容。

由此可见，极地生态环境在全球变化和环境污染作用下，发生了显著的变化，极地生物和生态环境在如此强大的压力胁迫下，将发生怎么样的变化、演替趋势如何，这是生态学家和环境学家迫切需要解决的问题。我国目前已经拥有了南极长城站、中山站、昆仑站、泰山站和北极的黄河站。已经对南极进行了 31 个队次的调查，对北极真正意义上的考察也已有 6 次。我国自 20 世纪后期开始关注两极地区生态环境问题，历次考察中，站基附近生态环境监测与研究成为研究内容中的重要课题，其中对长城站长城湾、阿德雷湾以及站基附近的 20 个湖泊，中山站的普里兹湾以及站基附近的莫愁湖、团结湖、大明湖、劳基地湖、进步湖、玉珍湖、米尔湖等 8~10 个湖泊，黄河站的新奥尔松地区的王湾以及附近的湖泊等进行了研究。虽然，以中国极地研究中心为代表的工作团队在该领域做了大量基础性工作，但就整体而言，各项工作较为零星，未系统化和常规化，一直缺乏大规模统一的基础性调查数据，尚不能够准确评价极地生态环境现状，更不利于深入研究极地生态系统、开发极地生物资源和推进生态环境保护，同时也对大气环流与生物地球化学循环等领域的深入研究产生严重的影响。因此，以极地站基为依托，开展站基附近大气、湖泊、潮间带和海湾等生物生态本底调查与评价就具有十分重要的科学意义。

由于南极在气候、地理和空间位置都很特殊，存在许多社会与环境特殊因子，考察队员对这些环境因子应激，适应不良将产生应激性疾病。越冬队员易发生的南极“越冬综合征”是一组亚临床症状，包括睡眠问题、认知改变和人际关系冲突增加，趋向于在冬季的中期达到顶峰，到越冬期末缓解。

由于地球自转轴产生的近 24 h 光—黑暗周期，人类生理、代谢和行为都是 24 h（昼夜）节律主导的。昼夜节律由内在的生物钟驱动，确保正常的生理和行为对外部的反应。光照不仅对人的视觉起作用，还参与构建了强大的非视觉功能调节器。光照对人类产生强大的重设

内部生物钟影响,生物钟控制生理、代谢和行为的同步。内源性昼夜节律和睡眠-清醒周期间的相位关系,维持稳定的高水平的警觉和注意力、执行力和记忆力等许多认知过程。

作息和光-黑暗周期的急剧转换,会引起24 h昼夜节律起搏点的去同步化,改变激素分泌、睡眠-清醒和行为节律的昼夜模式,导致睡眠障碍,削弱警觉,代谢和内分泌系统减弱,工作和认知能力下降。睡眠由生理稳态和昼夜节律共同调控,昼夜节律的后移使睡眠推迟。主观的警惕性和认知能力由昼夜节律起搏点的输出和睡眠-清醒稳态调节,这些调节在清醒时下降,在睡眠时恢复,依赖于睡眠质量和时间的稳态调节。

光-黑暗周期的变化,也是心理疾病风险增加的主要潜在基础,如季节性情绪障碍(SAD)表现为反复发生的秋/冬季抑郁症与光照的季节性变化一致,与昼夜节律相位的变化(推后/延迟)相关,光治疗已证明可逆转SAD,睡眠-清醒和昼夜节律的相位关系变化,与SAD的发展和成功治疗有关,故采取策略使光-黑暗周期来维持正常的昼夜节律和睡眠时间的相位,可防止心理紊乱的亚临床和临床症状的发生风险。

南极中山站季节仅分为夏季(12月15日至翌年3月15日)和冬季(3月15日至12月15日),每季各有两个月的极夜(5月中旬至7月中旬)和极昼(11月中旬至1月中旬)。自20世纪50年代在南极长年考察站建立以来,越冬队员的睡眠紊乱是南极的一个长期问题,已有许多研究报道这种不同寻常的光-黑暗周期(极夜、极昼),会增加越冬队员睡眠障碍,使24 h昼夜节律失同步,从而降低人的工作和认知能力。睡眠障碍和疲劳会加剧压力和焦虑反应,减弱人际相互作用,加深长时间处在一个隔离的小群体中,人员之间已存在的矛盾。故通过各类数据收集,探明我国越冬队员的睡眠、昼夜节律和认知心理等变化,采取对策使越冬队员维持正常的睡眠和昼夜节律,防止这些疾病风险的发生,服务于我国的南极考察。

冰穹A地区平均海拔4 000 m以上,气压较低,在560~590 hPa之间(1—4月),氧分压比海平值减少约40%,相当于中低纬度高原近5 000 m的水平,年平均温度为-58.4℃,是地球表面温度最低的地区,紫外线辐射强烈,茫茫的雪原、雪丘及暗藏的冰缝冰裂隙,变化莫测的白化天、地吹雪等,环境气候条件十分严酷,对冰盖考察队员的生理心理是极大的挑战,其中最主要的是低氧的威胁。

久居平原的人到高海拔低氧环境后,生理功能会发生一系列代偿性改变,代偿不全时就会发展为急性高原病(包括急性高原反应或轻型急性高原病,高原肺水肿,高原脑水肿),这种威胁多发生在进入高海拔地区(3 000 m以上)数小时至数天内,发病急,病程短,危险性大;冰穹A的酷寒、干燥、辐射强等环境因素以及人体自身的状态,如感冒、疲劳、精神紧张等因素均可诱发或加重高原病,若不及时预防和救治,将会产生严重后果。

从2005年起,连续对第21次、第24次、第25次、第26次、第28次、第29次和第31次我国南极考察内陆队在冰穹A环境下生理心理变化研究显示:内陆队员在冰穹A均出现程度不等的高原反应,生理和心理均发生明显改变,来代偿低氧复合寒冷对人体的作用,返回后大部分生理心理指标基本恢复到出发前水平,但一些心血管功能和内分泌调节的指标返回上海未复原,个别队员有失代偿的情况,其中两例发生严重高原病(第21次和第27次),经国际救援飞机撤离南极。如:第24次、第25次、第28次和第29次内陆队心血管功能对低氧复合高寒的适应性变化相似,但随着第25、第28和第29次队在冰穹A环境暴露时间的延长,心血管功能指标变化更多,免疫内分泌功能指标的变化也有许多不同。第25次队18名队员中有1名队员返回时出现似甲状腺功能亢进的激素水平变化,第26次队7名队员有1名



队员返回时也出现似甲状腺功能亢进的激素水平变化,而第24次队有3名队员返回时出现似甲状腺功能降低的激素水平变化。第28次队25名队员中有6名队员返回时出现既有似甲状腺功能亢进又有甲状腺功能降低的激素水平变化,第29次队参加检测的21名队员中5名队员出现似甲状腺功能降低的激素水平变化。第24次和第28次内陆队性激素睾酮和游离睾酮水平升高,而第25次内陆队睾酮和游离睾酮水平降低。

上述生理指标的不同变化,可能与每支内陆队承担的任务不同,队员暴露在低氧复合寒冷环境下作业时间不同有关,由于每支队仅有十几至二十几人,而每支队获得完整数据资料的人数更少,如第21次队仅获得出发和返回时间点的静脉血内分泌激素水平变化数据,第25次队未获得在冰穹A的心理数据,第26次队仅获得7人的静脉血内分泌激素水平变化数据,没有获得心血管功能和心理数据资料,第27次内陆队因队医到达昆仑站后发生急性高原病,未能完成第27次内陆队医学考察任务。故目前仅获得第24次、第28次、第29次和第31次内陆队共86人份完整的生理心理适应性变化数据,还需连续观测多次内陆队,积累更多的不同年龄段、职业等内陆队员的数据资料,进一步探明内陆队员对冰穹A低氧复合高寒环境的生理心理适应基本规律,为内陆队员医学保障防治和队员选拔提供重要的科学依据。

2.2 我国极地站基生物生态环境科学考察简要历史回顾

2.2.1 站基生物生态环境科学考察简要历史

我国的极地站基生物生态环境科学考察主要包括生命科学、环境科学和大气科学等几个大类。根据性质和内容,我国极地站基生物生态环境科学考察大致可分为以下5个阶段。

2.2.1.1 “七五”阶段

这一阶段为学习与经验积累阶段。在我国建立南极长城站之前,我国科学工作者参与了国外南极考察站的科学考察,积累相应的现场考察经验,如:来自国家海洋局第一海洋研究所的吕培顶和张坤城分别参加了澳大利亚戴维斯站和智利费雷站的近岸海域生态学考察(吕培顶,1986;张坤城,吕培顶,1986b),魏江春院士于1983年和1984年采集了南极菲尔德斯半岛的地衣样品并进行了分类学研究(魏江春,1988),这些研究为我国的后续考察奠定了重要基础。

2.2.1.2 “八五”——“九五”阶段

依托国家“八五”“九五”科技攻关项目,实施了南极长城站所在的菲尔德斯半岛陆地、淡水、潮间带和浅海生态系统的考察研究,阐明了生态系统的结构及主要功能,定量明确了各亚生态系统的关键成分和主要特征,研究了营养阶层完整的生态系统变化趋势,初级生产过程、海冰生态学过程和典型污染物现状及生态效应,建立了生态系统相互作用模型(朱明远等,2004)。“南极法尔兹半岛及其附近地区生态系统的研究”被列为国家科技攻关项目“中国南极考察科学研究”(85-9-5-02)的七大专题之一,对于推动该地区生态环境系统