



Research on Water
Science in Cold Region
and International Rivers **6**
—— Introduction of Water
Science in Cold Region



寒区水科学及国际河流研究系列丛书6

寒区水科学概论

戴长雷 李治军 于成刚 唐云松 贾青 张凤德 ©编著

黑龙江教育出版社

6

《寒区水科学概论》作者简介

戴长雷(1978-),男,山东鄄城人,汉族,博士,黑龙江大学水利电力学院副教授。作为主要贡献者,编写出版“寒水系列丛书”5部、组织召开“寒水系列会议”6届,编写出版教材2部。1996-2006年于吉林大学学习水文地质专业相关知识,硕博师从迟宝明教授。现为黑龙江大学寒区地下水研究所所长、中国水利学会水力学专业委员会冰工程工作组委员。近三年主持参与寒水相关科研项目6项,发表寒区地下水相关论文21篇。当前主要致力于:(1)冻结土壤水理性质特征参数的试验研究工作;(2)西伯利亚冻土所、阿拉斯加大学寒区地下水相关著作的翻译整理工作。

李治军(1978-),男,辽宁大连人,汉族,博士,黑龙江大学水利电力学院讲师。2008年毕业于吉林大学水文学及水资源专业,获得工学博士学位。主要从事寒区地下水系统模拟方向的教学及研究工作。2008年以来,主持并完成黑龙江省水利厅科研开发项目“寒区城市供水安全保障研究”的研究工作,作为主要参加者参与国家自然科学基金项目“寒区地下冻土层水理性质及其对融雪水入渗的影响机理研究”,黑龙江省水利厅科研开发项目“寒区闭流区地下水溶质垂向渗流试验研究”“寒区水库壅水后地下水浸没影响评价”“城市水务信息管理系统建设规划”“黑龙江省庆安和平灌区地下水开发总量控制及控制性水位管理研究”“灌区地下水开发总量控制研究”黑龙江省教育厅科学技术研究项目“哈大齐工业走廊带地下水动态与水盐平衡研究”等项目的研究工作,共发表科研论文20余篇。

于成刚(1973-),男,黑龙江省双城市人,汉族,高级工程师,现为黑龙江省大兴安岭水文局副局长,黑龙江大学寒区下水研究所客座研究人员。一直在黑龙江省水文系统工作,致力于寒区水文监测、分析实践与研究。先后参加过黑龙江省水文局组织的黑龙江冰凌预报方法研究、黑龙江冰凌灾害监测和预报研究,组织建设了黑龙江省漠河冰凌实验站、黑龙江大学寒区水文科研/教学实践基地。由于长期在一线从事冰凌灾害监测、冰凌灾害预报、高寒地区不同景观格局融雪径流、冰凌与气候相互影响方面的测报工作,积累了丰富的实践经验。参加了省水文局主持的《河流冰情观测规范》编写,以第二作者出版专著《冰情监测与预报》,发表冰凌方向、寒区河川水文方向的论文十余篇,以寒区水文为主题协助指导黑龙江大学水利电力学院学士学位论文11篇。

寒区水科学及国际河流研究系列丛书 6

寒区水科学概论

戴长雷 李治军 于成刚 编著
唐云松 贾 青 张凤德

黑龙江教育出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

寒区水科学概论 / 戴长雷等编著. -- 哈尔滨 : 黑龙江教育出版社, 2014. 3
ISBN 978-7-5316-7444-3

I. ①寒… II. ①戴… III. ①寒冷地区—水资源—研究 IV. ①TV211

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第047317号

内 容 提 要

《寒区水科学概论》一书为黑龙江大学水利电力学院体现地域寒区特色的本科教学参考资料之一, 同时为“寒区水科学及国际河流研究系列丛书”的第6册。在黑龙江省教育厅教改项目及国家自然科学基金项目的支持下, 主要汇集整理了包括寒区概论、冰情概论、雪情概论、冻土概论、冰雪运动与冰雪体育产业、黑龙江大学寒水探索6个部分的内容, 较为系统地概述了与寒区寒季水科学有关的基本现象、基本概念及基本研究理论, 可供寒区水利工作者、关心寒区水利的工作者, 以及相关领域大专院校的学生参考使用。

寒区水科学概论

Hanqushui Kexue Gailun

戴长雷 李治军 于成刚 编著
唐云松 贾 青 张凤德

责任编辑 宋怡霏
封面设计 邬 鹏
责任校对 王 爽
出版发行 黑龙江教育出版社
(哈尔滨市南岗区花园街158号)
印 刷 哈尔滨和力印务有限公司
开 本 787毫米×1092毫米 1/16
印 张 15.75
字 数 403千
版 次 2014年4月第1版
印 次 2014年4月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5316-7444-3 定 价 26.00元

黑龙江教育出版社网址: www.hljep.com.cn

网络出版支持单位: 东北网络台 (www.dbw.cn)

如需订购图书, 请与我社发行中心联系。联系电话: 0451-82529593 82534665

如有印装质量问题, 影响阅读, 请与我社联系调换。联系电话: 0451-82529347

如发现盗版图书, 请向我社举报。举报电话: 0451-82533087

序一

于2008年7月由黑龙江大学寒区地下水研究所等单位筹划并发起的寒水系列学术会议,迄今为止,已成功举办6届。各届会议的主题是:寒区水资源及其可持续利用、寒区水循环及国际河流开发、黑龙江(阿穆尔河)流域寒水与界河问题、寒区冰情及冻土水文效应、寒区水科学及国际河流、寒区水利与中俄合作,内容涉及了寒区水资源研究、寒区水循环及冰工程研究、冰情监测与预报、寒区冰情与冻土水文效应、东北寒水探索与世界寒水平台,等等。同时,与该会议配套的“寒区水科学及国际河流研究系列丛书”也已发行5册。从首册的中国寒区与界河的水资源可持续利用研究,发展到了面向广泛的寒区水科学和瞄准国际河流与国际合作等更具研究深度的新理论、新方法、新技术应用的范畴。“寒水会议”和“寒水丛书”相得益彰,为我国寒区水利工作者提供了学术交流平台,促进了寒区水利领域的合作,展示了寒区水利科学与技术的发展,宣传了寒区水利工作在社会经济可持续发展中的成就。

《寒区水科学概论》是“寒区水科学及国际河流研究系列丛书”中的第6卷,亦是2009年黑龙江大学水利电力学院本科教学计划修订时为“水文与水资源工程”专业本科生设置的一门充分体现水利专业与地域特色相结合的课程之一。本书不仅汇集了寒区分布、冰雪和冻土等寒区水利特有的基础知识、基本理论及国内外冰雪体育运动与产业的发展建设概况,而且还展示了历届寒水会议的学术和技术方法等经验交流成果,包含着十分丰富的前沿科学研究动态信息。因此,客观地讲,《寒区水科学概论》的内容全面、系统,独具特色。它的出版发行,不仅能为同学们毕业后涉足寒区水利工作提供良好的专门知识,而且大专院校、科研院所相关专业研究生也可以参考使用,还可以成为寒区水科学与工程专业从业人员和管理人员的参考资料。

当前,世界多国对地球南北两极的科考方兴未艾。2007年2月1日正式

成立的黑龙江大学寒区地下水研究所是目前国内高校中唯一一所专门从事寒区地下水研究的科研单位。该书作者以戴长雷副教授为首的青年团队,在为搭建“地方水利+寒区特色水利”平台并推动寒区水科学的教学工作与学术研究中做出了积极努力和重要贡献。我相信,他们立足于黑龙江(阿穆尔河)流域寒区水科学与国际河流的研究,经不断发展和完善,必将在我国未来寒水学科发展中起到重要的作用,并受到越来越多的青睐和关注。



四川大学水利水电学院
2014 年 3 月

序二

黑龙江省地处我国东北高寒地区,地理划分上属季节性冻土区。由于环境因素,“冰凌”“冻融”等自然现象对水工建筑物的强度、变形、稳定性产生很大的影响。黑龙江大学水利电力学院的教师,立足于地域问题,对“冰、雪、冻、融”进行了较长时间的科学实验和研究,取得了一定的成果。

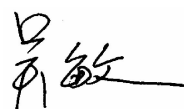
20 世纪 80 年代,黑龙江水利专科学校(黑龙江大学水利电力学院前身)与中国科学院冰川冻土研究所(现中国科学院寒区旱区环境与工程研究所)合作成立研究培训部,主要开展“冻土”方面的研究,编辑出版了校内教学讲义,在高等学校《土力学》课程中首次加入“冻土”方面的知识。90 年代初,原国家教育委员会启动在高等工程专科教育中开展“专业教学改革”试点工作,1994 年黑龙江水利专科学校水利水电建筑工程专业被列入第二批国家教学改革试点专业。学校提出在人才培养的课程设置上注重体现寒区特色。经过了五年专业教学改革工作,编写了《寒区消能工程水力计算》《水工抗冻技术》《寒区水工建筑物施工、设计》等教材,融入人才培养教学计划中,初步形成具有寒区特色的人才培养体系。1999 年国家教育部组织专家组对水利水电工程建筑专业的教学改革进行验收评估,并将其确定为“有特色专业”。其教学改革成果《体现寒区特色的人才培养专业教学改革的研究与实践》获黑龙江省高等学校教学成果一等奖。

2004 年黑龙江水利专科学校并入黑龙江大学组建为水利电力学院,即将“地方水利+寒区特色水利”定为学院学科建设和科研的方向。2007 年 2 月成立了我国高校中唯一以寒地下水研究为特色的研究机构——寒区地下水研究所。自 2008 年起连续主办 6 届全国“寒区水资源及其可持续利用学术研讨会”,会议云集了寒水研究领域重点科研机构的知名专家和学者,主编出版了《寒区水资源研究》《寒区水循环及冰工程研究》《冰情监测与预报》等系

列丛书。

黑龙江大学水利电力学院戴长雷副教授多年来致力于寒区水科学方面的研究与实践,取得了可喜的成果。目前,其正在主持黑龙江省教育厅高等教育教学改革项目:“寒区特色水文与水资源工程专业建设的研究与实践(NO.11551330)”和国家自然科学基金项目:“寒区地下冻土层水理性质及其对融雪水入渗的影响机理研究(NO.41202171)”。在此背景下,由戴长雷副教授发起编著的《寒区水科学概论》问世,这必将进一步推动黑龙江大学水利电力学院寒区特色水利的研究。《寒区水科学概论》作为黑龙江大学水利电力学院本科生的选修课教材将激起学生对寒区水科学研究的兴趣。

衷心为《寒区水科学概论》的出版而感到高兴。



黑龙江大学水利电力学院院长

2014年3月12日

前 言

本书的出版得到了黑龙江省教育厅黑龙江省高等教育教学改革项目：“寒区特色水文与水资源工程专业建设的研究与实践(NO. 11551330)”和国家自然科学基金青年基金项目：“寒区地下冻土层水理性质及其对融雪水入渗的影响机理研究(NO. 41202171)”的支持,特此致谢。本书同是还是由黑龙江大学寒区地下水研究所策划出版的“寒区水科学及国际河流研究系列丛书”中的第6本,敬请关注寒水研究与该系列丛书(丛书信息可见本书第六章)。

“寒区水科学概论”一课是黑龙江大学水利电力学院2009版本科教学计划修订时专为水文与水资源工程专业本科生设置的一门充分体现水利专业与地域特色相结合的特色课程,该课程规划向同学们简要介绍冰、雪、冻、融等寒区特有的水文水资源工程相关理论和技术方法研究概况,以为同学们毕业后涉足寒区水利工作打下一定的概念知识基础。

由于“寒区水科学概论”为同类专业培养过程中黑龙江大学所特有的寒区特色课程,没有现成的教材可以借鉴,所以,根据《教学大纲》的要求,参考相关资料,分“寒区概况”“冰情概况”“雪情概况”“冻土概况”“冰雪运动与冰雪体育产业”“黑龙江大学寒水探索”六个部分,以课堂讲义为基础,整理编辑了本书,以供同学们参考使用。

本书由黑龙江大学主导组织,黑龙江大学水利电力学院的戴长雷副教授、李治军讲师、贾青副教授,黑龙江大学体育教研部的唐云松教授,黑龙江省大兴安岭水文局的于成刚高工,以及黑龙江省水利工程局的张凤德高工共6人组稿完成。具体分工如下,第一章:戴长雷、李治军、于成刚;第二章:戴长雷、贾青、于成刚;第三章:于成刚、戴长雷、李治军;第四章:张凤德;第五章:唐云松;第六章:李治军、贾青、戴长雷。全书最后由戴长雷、李治军统稿。

四川大学的梁川教授不但对包括贡嘎山寒区水科学在内的诸多水利研究进行了卓有成效的工作,而且对黑龙江大学主办的“寒区水资源及其可持

续利用学术研讨会”系列会议进行了长期的鼓励与指导,更应作者力邀为本书作序,特致谢忱。始终将“地方水利+寒区特色水利”定位为学院科研教学主打方向的黑龙江大学水利电力学院吴敏院长不但在本书的组稿过程中为作者们提供了方方面面的帮助与支持,而且在成稿之后应邀为本书作序,共致谢忱。还要感谢组稿过程中提供业务指导和精神引领的大连理工大学李志军教授、黑龙江大学季山教授、黑龙江省水文局肖迪芳教高、中科院寒区旱区环境与工程研究所牛富俊研究员和张泽副研究员、俄罗斯科学院西伯利亚分院麦尔尼科夫冻土研究所舍佩廖夫教授。

本书在编写过程中参阅了大量的资料,尽管参编人员对参阅出处都认真地进行标注,但仍有可能存在标注不清或遗漏的地方,在此,一方面向所参阅资料的所有作者们表示诚挚的感谢,另一方面也恳请被引资料而标注欠妥的作者们的理解与进一步指导。

感谢为本书出版付出辛苦劳动的黑龙江教育出版社宋怡霏编辑,感谢为本书出版的各个阶段的编纂工作提供不同帮助的黑龙江大学水利电力学院研究生和本科生常龙艳、齐鹏、刘月、白琪阶、伍根志、商允虎、张锴慧、陈红、于江威、朱圆圆、古莹。

由于能力、时间等条件的限制,本书稿一定还会有许多这样或那样需要改进、甚至局部错误的问题,希望各位读者批评指正,期待我们的寒水探索和寒水书稿不断地丰富、完善和提高。

戴长雷(daichanglei@126.com)、李治军(lizhijun78@163.com)

2014年3月3日于黑大禹治园

目 录

前言	(1)
第一章 寒区概论	(1)
1.1 两极地区	(1)
1.1.1 北极地区	(1)
1.1.2 南极地区	(5)
1.2 西伯利亚和阿拉斯加	(11)
1.2.1 西伯利亚	(11)
1.2.2 阿拉斯加	(19)
1.3 青藏高原	(21)
1.3.1 地理特征	(22)
1.3.2 青藏铁路与高原地下冰	(23)
1.3.3 喜马拉雅山与珠穆朗玛峰	(23)
1.4 中国东北寒区	(24)
1.4.1 东北地区与东北平原	(24)
1.4.2 松辽流域片和黑龙江流域	(28)
思考题	(35)
第二章 冰情概论	(36)
2.1 冰的基本知识	(36)
2.1.1 冰的性质	(36)
2.1.2 冰的形成	(37)
2.1.3 冰的类型	(37)
2.2 冰川	(38)
2.2.1 基本知识	(38)
2.2.2 形成和分布	(39)
2.2.3 冰川类型与冰川地貌	(40)
2.2.4 著名冰川	(43)
2.3 海冰	(46)
2.3.1 基本知识	(46)
2.3.2 物理性质	(48)
2.3.3 基本类型	(49)
2.3.4 形成与分布	(49)
2.3.5 海冰的影响	(51)
2.3.6 海冰的监测与处理	(52)

2.4 河冰	(53)
2.4.1 概况	(53)
2.4.2 河冰生消	(55)
2.4.3 冰坝与冰塞	(57)
2.4.4 凌汛洪水	(62)
2.4.5 冰情监测	(64)
2.5 地下冰和湖冰	(74)
2.5.1 地下冰	(74)
2.5.2 湖冰	(75)
2.6 冻雨冰灾	(76)
思考题	(77)
第三章 雪情概论	(79)
3.1 雪花	(79)
3.1.1 基础知识	(79)
3.1.2 雪花的形成	(80)
3.1.3 雪花的其他形式	(81)
3.2 降雪	(82)
3.2.1 形成条件	(82)
3.2.2 降雪量	(83)
3.2.3 人工降雪	(84)
3.3 积雪	(85)
3.3.1 积雪	(85)
3.3.2 对积雪分布影响的因素	(90)
3.3.3 积雪在生产生活中的影响	(92)
3.3.4 黑龙江省典型区域积雪特征	(94)
3.3.5 黑龙江省典型区域积雪与大气环流振荡关系	(95)
3.3.6 降雪、积雪深度和雪水当量测法	(96)
3.4 融雪	(96)
3.4.1 融雪	(96)
3.4.2 融雪径流	(98)
3.4.3 融雪洪水	(98)
3.4.4 融雪剂	(99)
3.5 雪的功用和雪灾	(101)
3.5.1 雪的功用	(101)
3.5.2 雪的灾害	(102)
思考题	(106)
第四章 冻土概论	(107)
4.1 类型与分布	(108)
4.1.1 多年冻土分类	(108)
4.1.2 冻土层	(111)
4.1.3 冻土分布	(111)
4.2 冻土的形成	(118)
4.2.1 成土条件	(118)

4.2.2 成土过程	(129)
4.3 冻土的性状	(133)
4.3.1 地温	(133)
4.3.2 冻土主要性状	(135)
4.3.3 冻土组成和构造	(135)
4.3.4 冻土中水的形态种类	(139)
4.3.5 土中孔隙水的冻结特征	(141)
4.3.6 冻土冻结过程中水分迁移和冻胀	(142)
4.3.7 冻土的基本物理指标	(143)
4.4 冻土地貌	(145)
4.4.1 与寒冻风化、重力作用有关的冰缘地貌形态	(145)
4.4.2 与冻融分选作用有关的冰缘地貌形态	(146)
4.4.3 与冻胀作用有关的冰缘地貌形态	(147)
4.4.4 与热融作用有关的冰缘地貌形态	(148)
4.4.5 与融冻蠕流作用有关的冰缘地貌形态	(148)
4.4.6 与寒冻劈裂有关的冰缘地貌形态	(149)
4.5 冻土水文效应	(151)
4.5.1 冻土的最大深度分布和退化	(151)
4.5.2 冻土在山区径流形成中的作用	(153)
4.5.3 冻土利用	(155)
思考题	(158)
第五章 冰雪运动与冰雪体育产业	(159)
5.1 冰雪运动起源	(159)
5.1.1 国外冰雪运动起源	(159)
5.1.2 我国冰雪运动起源	(160)
5.2 现代冬季奥林匹克运动发展	(161)
5.2.1 国际现代冬季奥林匹克运动	(161)
5.2.2 我国冬季奥林匹克发展	(163)
5.2.3 现在主要正式比赛项目	(164)
5.2.4 其他主要冬季运动	(169)
5.3 冰雪节庆	(170)
5.3.1 哈尔滨国际冰雪节	(170)
5.3.2 札幌冰雪节	(171)
5.3.3 魁北克冬季狂欢节	(171)
5.3.4 挪威奥斯陆滑雪节	(172)
5.3.5 中外结合的著名滑雪节	(172)
5.4 滑雪产业的发展	(173)
5.4.1 世界滑雪产业概述	(173)
5.4.2 我国滑雪产业概述	(176)
5.5 冰雪运动场地建设	(176)
5.5.1 滑雪场设计规划	(177)
5.5.2 滑雪场主体建设	(179)
5.5.3 滑雪场的人工造雪对水资源影响	(180)

5.5.4 滑雪场生态水资源保护体系	(182)
思考题	(184)
第六章 黑龙江大学寒水探索	(185)
6.1 “寒区水科学及国际河流研究”系列丛书	(185)
6.1.1 丛书概况	(185)
6.1.2 分册内容	(187)
6.2 “寒区水资源及其可持续利用”系列学术研讨会	(197)
6.2.1 寒水系列会议概况	(197)
6.2.2 分期内容	(198)
6.3 寒区地下水研究所	(222)
6.3.1 研究所概况	(222)
6.3.2 主要寒水探索	(222)
6.3.3 基于本科生和研究生的寒水探索	(224)
6.3.4 水电学院寒水课程	(226)
6.4 基于寒水探索的学术交流及客座研究人员	(229)
6.4.1 基于寒水探索的学术交流	(229)
6.4.2 基于寒水探索的客座研究人员	(230)
思考题	(233)
参考文献	(234)

第一章 寒区概论

寒区是指温度低、固体降水在总降水中所占比重较大的地区。当然,目前还没有一个得到广泛认可的关于寒区的定义,主要争论的焦点是温度和固体降水所占比重的量化值的大小问题。国内著名寒区专家杨针娘教授(2000)和陈仁升(2005)等人根据不同的指标对寒区的分布范围进行了深入的研究,同学们可参阅文末所列的相关文献。

本章将分(1)两极地区;(2)西伯利亚与阿拉斯加;(3)青藏高原;(4)中国东北寒区4个部分,结合实例区介绍寒区分布及其特征。

1.1 两极地区

1.1.1 北极地区

1.1.1.1 范围与气候

通常认为的北极地区为北极圈($66^{\circ}33'N$)以北地区,以极昼和极夜为特点,包括整个北冰洋以及格陵兰岛(丹麦领土)、加拿大、美国阿拉斯加州、俄罗斯、挪威、瑞典、芬兰和冰岛八个国家的部分地区。基于气候和生态学因素,北极地区也可定义为7月份时的 $10^{\circ}C$ 等温线以北地区,而这一边界与北极树木线大致对应。此外,北极地区在社会学和政治学上的定义是八个北极国家的北方领土,甚至包括地理上属于亚北极地区的芬兰的拉普兰省。

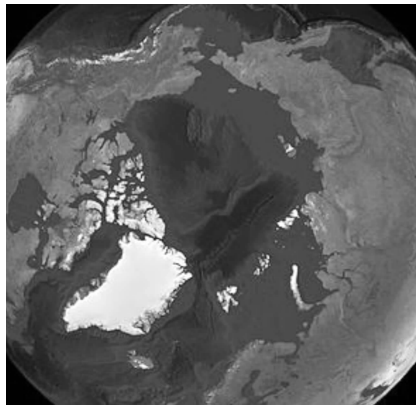


图 1.1-1 北极地区的地形图

北极地区气候的主要特征是冬季寒冷,夏季凉爽,和南极一样,有极昼极夜之分。极夜从9月23

日开始,持续至次年4月,长达6个月。接下来是同样6个月的极昼。降水主要表现为下雪的形式。北极地区全年的降水量很低,大部分地区不到50cm,但相对南极地区仍高出很多。大风常常卷起冰雪,给人以不间断降雪的印象。北极地区冬季的气温可低至 $-40^{\circ}C$,有记录的最低温度是 $-68^{\circ}C$ 。由于北极地表寒冷,空气凝结下沉,形成极地高压气候,冷空气由高纬流向低纬时受地转偏向力影响,形成环极地东北风带。相对南极而

言,北极地区风速较小。沿海地区由于受海洋性气候影响,气候较为温暖,降雪量也较高。在北欧地区,受北角暖流影响,全年水面温度保持在 2 至 12℃ 之间。内陆地区则更为干冷。

1.1.1.2 地理特征

北极地区包括北冰洋、周围陆地海岸带及岛屿、北极苔原和泰加林带。如果以北极圈为界,北极地区的总面积为 $2\,100 \times 10^4 \text{ km}^2$, 其中陆地占 $800 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。若从物候学角度出发,以 7 月份平均 10℃ 的等温线(海洋以 5℃ 等温线)为界,那么北极地区的总面积将是 $2\,700 \times 10^4 \text{ km}^2$, 其中陆地面积约 $1\,200 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。如果以植物分布来划定界,把全部泰加林带归入北极地区,那么面积将超过 $4\,000 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

1.1.1.2.1 北冰洋及周边水体

北冰洋面积约 $1\,475 \times 10^4 \text{ km}^2$, 是四大洋中最小的一个,可分为北极海区和北欧海区两部分。洋面上有常年不化的冰层,占北冰洋面积的 2/3, 平均厚度约为 3m, 是永久性的海冰。北冰洋底部有广阔的大陆架,最宽达 1 200km 以上,所占面积达到总面积的 33.6%。洋底中央横卧着两条海岭:雷蒙索诺夫海岭和门捷列夫海岭,将北冰洋地分为三个海盆:加拿大海盆、马卡罗夫海盆和南森海盆。北冰洋周边分布着大部分属于大陆架范围的边缘海,如挪威海、格陵兰海、喀拉海、拉普捷夫海、东西伯利亚海、楚科奇海、波弗特海、巴芬湾、哈得逊湾以及加拿大北极群岛间各大小海湾和海峡。



图 1.1-2 冬季波弗特海上的冰原

北冰洋被陆地包围,近于半封闭。通过挪威海、格陵兰海和巴芬湾同大西洋连接,并以狭窄的白令海峡沟通太平洋。

北冰洋岛屿很多,数目仅次于太平洋。除最大的格陵兰岛外,还有斯瓦尔巴群岛、北极群岛、新地岛、北地群岛、新西伯利亚群岛及法兰士约瑟夫地群岛等。北冰洋表层主要有两支洋流:从格陵兰以东进入北冰洋的西斯匹次卑尔根暖流,以及来自楚科奇海,流经北极点后又从格陵兰海流出,进入大西洋的越极洋流(寒流)。此外还有挪威暖流和北角暖流。

1.1.1.2.2 周边陆地

北冰洋周边的陆地由欧亚大陆、北美大陆与格陵兰岛组成,中间由白令海峡和格陵兰海隔开,总面积约 $800 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。海岸线蜿蜒曲折,类型众多,有陡峭的岩岸、峡湾型海岸、磨蚀海岸、低平海岸、三角洲及潟湖型海岸等各种类型。



图 1.1-3 夏天的北极苔原

1.1.1.2.3 北极苔原

北极苔原包括北冰洋与泰加林带之间的广阔的

永久冻土带,以及众多的湖泊和沼泽,总面积约 $1\,300 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。只有近地表的1米左右的土壤解冻,1米之下是季节性或永久性冻土,因此树木的根部无法伸展。加上近地面常年有强风,使得树木无法成长,主要植被为苔藓和地衣,因而得名。主要位于北极圈内。

1.1.1.2.4 泰加林带

亚寒带针叶林带或泰加林带是从北极苔原南界的林带开始,向南1 000多千米宽的针叶林带。泰加林带植被结构简单,欧洲云杉、西伯利亚云杉、西伯利亚冷杉以及欧洲冷杉组成的树林下只有一层灌木层,一层草木层,以及地表的苔原层。泰加林带和北极苔原之间还有一层由稀疏的低矮树木和草本植物组成的较荒芜地带。



图 1.1-4 泰加林带

1.1.1.3 动植物和自然资源

北极地区(不含泰加林带)的严寒气候使得树木无法生长,因此当地的植被主要由生长接近地面的低矮灌木、类禾本植物、草本植物、苔藓和地衣构成。这种植物带被称为北极苔原。随着纬度升高,可供植物生长的热量(主要是太阳能)大大地减少。在极北地区,植物的新陈代谢周期大幅放缓,达到了极限,因为最微小的节约都有利于维持生长和繁衍。全年寒凉的环境使得北极地区的植物在大小、种类和繁衍能力上都有所下降。在最温暖的区域,灌木可以生长到2m高,莎草、苔藓和地衣可以形成厚厚的覆盖层;而在最寒冷的区域,绝大部分的地表是裸露的,植被基本上是地衣和苔藓,间有少数草本植物。



图 1.1-5 格陵兰东部的苔原

北极动物种类繁多。陆地上的哺乳动物中,食草动物有北极兔、旅鼠、麝牛、北极驯鹿;食肉动物有北极熊、北极狼、北极狐。其中北极熊是北极最大的陆生动物。水域中有海豹、海獭、海象、海狗以及角鲸和白鲸等六种鲸类,还有茴鱼、北方狗鱼、灰鳟鱼、鲱鱼、胡瓜鱼、长身鳕鱼、白鱼及北极鲑鱼等各种鱼类。由于人类的大量捕杀,北极的海象、海豹、北极熊和角鲸都曾濒临绝种的边缘,而斯特勒海牛则已经在1768年因人类过度猎杀而灭绝。



图 1.1-6 北极兔

北极地区的鸟类有120多种,大多数为候鸟。北半球的鸟类有1/6在北极繁衍后代,有至少12种鸟类在北极越冬。在湖泊及水泽中有各类涉禽,如长尾鳾、赤颈鳾、短颈小野鸭、斑背潜鸭、鹊鸭、秋沙鸭、黑鳾、雪鹅等;飞禽则有北极雷鸟、雪鹑、刀嘴海雀、渡鸦、海雀和北极燕鸥等。