



新疆

特殊地区公路

XINJIANG TESHU DIQU GONGLU

郑育新 著



图书在版编目 (C I P) 数据

新疆特殊地区公路 / 郑育新著. — 成都: 西南交通大学出版社, 2019.5
ISBN 978-7-5643-6858-6

I. ①新… II. ①郑… III. ①道路工程—新疆—教材
IV. ①U419

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 080411 号

新疆特殊地区公路

郑育新 著

责任编辑 / 姜锡伟

助理编辑 / 王同晓

封面设计 / 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)
发行部电话: 028-87600564 028-87600533
网址: <http://www.xnjdcbs.com>
印刷: 成都勤德印务有限公司

成品尺寸 170 mm × 230 mm

印张 12 字数 190 千

版次 2019 年 5 月第 1 版

印次 2019 年 5 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-6858-6

定价 39.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

新疆地处西北边陲，是我国面积最大，边境线最长的省级行政区，周边与八个国家接壤，承担着东联内地西出欧亚的桥头堡作用。公路交通运输是新疆经济的“动脉”，在综合运输体系中占有主导地位。新疆“三山夹两盆”地形形成的独特自然地理、地质和气候条件，使新疆成为公路病害的“博物馆”，沙害、盐渍土、雪害、水毁等工程地质病害几十年来成为新疆交通建设难以逾越的障碍，极大地制约着新疆交通建设的发展。

针对新疆典型的特殊地质，作者先后主持了新疆维吾尔自治区自然科学基金（面上项目）《盐渍土填料工程改良关键技术研究》《南疆地区路基盐渍土改性固化技术及其应用研究》，横向课题《库尔勒市政道路盐渍土病害防治技术应用研究》《煤田采空区路基注浆治理施工工艺及监理工作的研究》《潮湿环境下新疆盐渍土地地区路堑和低路堤道路病害防治关键技术研究》《塔里木盆地边缘盐渍化细粒土公路病害研究——以S215线为例》等课题。并结合新疆近些年取得的相关科研成果，和最新的相关技术规范，编写的一本学术专著。本书主要内容包括：沙漠、盐渍土、煤矿采空区等新疆特殊地区，分别对其基本概况、基础理论知识、设计、施工和检测验收等内容，紧密结合作者的课题成果和最新的技术规范以及案例进行论述，突出地域特色和实践性强的特点。系统的特殊地区公路教材和专著全国很少出版，新疆特殊地区公路教材和专著国内还没有。本专著的出版可以很好地填补本专业的空白。

在本书的编写过程中得到了新疆交通科研院、新疆建筑科研院、中交一局、长安大学、新疆兵团设计院等有关单位、专家、教授的具体指导和热情帮助，特别是李世芳教授级高工对本专著提出了很多宝贵

意见，李春燕参加了本书稿的绘图与校对工作，在此一并致以诚挚的谢意。

本书可作为交通工程、土木工程、铁道工程及相关专业的选修课教材，及专升本教材，也可作为土建类“八大员”、建造师继续教育教材，可作为交通系统技术人员职称评审继续教育教材，还可以供科研、设计、施工等单位的工程技术人员及大专院校相关专业师生阅读、参考。

目 录

1 绪 论	001
1.1 新疆公路规划	001
1.2 新疆自然条件基本特征	004
1.3 新疆特殊地质	005
2 新疆盐渍土地区公路	007
2.1 盐渍土地区公路概述	007
2.2 盐渍土基本概念和工程性质	028
2.3 盐渍土地区公路设计	046
2.4 盐渍土地区公路施工	069
2.5 盐渍土地区公路设计和施工案例	083
3 新疆沙漠地区公路	087
3.1 沙漠地区公路概述	087
3.2 风积沙工程特性试验研究	090
3.3 沙漠地区公路设计	112
3.4 防沙设计	127
3.5 沙漠地区公路路基施工	141
3.6 风积沙在路基中的应用案例	154
4 新疆采空区公路	164
4.1 采空区公路概述	164
4.2 注浆治理工程设计	165
参考文献	183

1 绪 论

1.1 新疆公路规划

新疆公路“十三·五”规划按照实现“五个支撑”战略定位、构建现代综合交通运输体系的总体要求实施。新疆综合交通运输体系应由“五大通道”“三大枢纽”“三个网络”“三个系统”构成。其中：“五大通道”，是指在新疆对内对外开放和经济社会发展全局中具有重大战略意义的五条综合运输大通道；“三大枢纽”，是指新疆区域内干线通道交汇、客货流集聚，对于承载“丝绸之路经济带交通枢纽中心”定位具有突出重要作用的三大综合运输枢纽节点城市；“三个网络”，是指在综合运输大通道基础上，补充连接新疆区域内重要节点的区域干线交通网络，沟通各种运输方式及不同层次线网的综合交通衔接网络，服务城乡统筹发展、提供交通运输基本公共服务的城乡基础交通网络；“三个系统”，是指依托综合交通基础设施网络、适应全疆客货运输需求的客运与物流服务系统，依托既有口岸基础设施，支撑全方位对外向西开放的口岸运输便利化系统，和支撑社会稳定安全、应对灾害和突发事件、保障交通运输安全发展的交通安全与应急保障系统。

1. 五大通道

“十三五”规划中，新疆立足构筑全球视野下的全方位对外开放新格局，加快建设丝绸之路经济带核心区，按照“政策沟通、设施联通、贸易畅通、资金融通、民心相通”的目标要求，加快形成面向亚欧大陆、东西通道顺畅、周边互联互通、功能配套完善、联运安全高效的综合交通运输网络，规划构建五大综合运输通道。

综合运输大通道由两种或两种以上运输方式线路组成，是承担我区主要客货运输任务的运输走廊，构成了综合交通网的主骨架，是国家“一带一路”倡议、全面向西开放的运输大动脉。综合运输通道主要包括以高速公路、国道为主体的干线公路，含客运专线在内的干线铁路。通道内各运输方式功能互补、布局协调，充分体现大运量、高效率、多样性和集约性特征。

1) 丝绸之路经济带北通道

该通道沿新亚欧大陆桥通道北线经额济纳旗至哈密铁路、京新高速至新疆后，经阿拉山口、巴克图、吉木乃等口岸出境至亚欧各国。该通道直接将阿拉山口、巴克图、吉木乃口岸与天津港、唐山港连接，是我国环渤海地区经新疆与中亚、欧洲国家之间的重要运输大通道，是新疆和京津冀城市群、华北与东北及环渤海地区联系的捷径，也是国际航线经乌鲁木齐至欧洲、中亚等地区的国际航空运输通道。

该通道主要由铁路、公路和航空三种运输方式组成。通道内铁路主要由额济纳旗至哈密铁路、哈密至木垒至小黄山铁路、乌准铁路、奎北铁路、精河至阿拉山口铁路、克拉玛依至塔城铁路等组成；公路主要由京新高速公路、克拉玛依至塔城高速公路、精河至阿拉山口高速公路、国道 335 线等组成；航空主要由经乌鲁木齐至欧洲、中亚等地区的国际航线及乌鲁木齐至国内其他城市的航线网络组成。

2) 丝绸之路经济带中通道

该通道主要依托新亚欧大陆桥通道中线，形成以连云港等东部港口连接国际海上运输，以阿拉山口、霍尔果斯口岸与亚欧衔接的大通道，是我国对外联系的主要运输通道之一，是我国与中亚、欧洲的陆路能源安全通道，是我国与亚欧大陆腹地，新疆与长三角城市群、华中及华南地区最便捷、最顺畅的陆路运输通道，也是国际航线经乌鲁木齐至中亚、西亚、欧洲等地区最重要的骨干航空运输通道。

该通道主要由铁路、公路和航空三种运输方式组成。通道内铁路主要由既有的兰新铁路、兰新铁路第二双线、北疆铁路和精伊霍铁路等组成；公路主要由既有的连霍高速公路、国道 312 线等组成；航空主要由经乌鲁木齐至中亚、西亚、欧洲等地区的国际航线及乌鲁木齐至国内其他城市的航线网络组成。

3) 丝绸之路经济带南通道

该通道以和田、喀什为主要节点,向东经且末、若羌接青海、川渝及珠三角城市群;向西经吐尔尕特口岸、伊尔克什坦口岸出境,至中亚、西亚等地区。该通道是新疆密切联系青海、川渝及珠三角城市群的便捷通道,通过吐尔尕特口岸、伊尔克什坦口岸对接中国—中亚—西亚,是通往中亚、西亚、地中海和印度洋地区最顺直的陆路运输通道,也是国际航线经喀什至西亚、南亚等地区的国际航空运输通道。

该通道主要由铁路、公路和航空三种运输方式组成。通道内铁路主要由库尔勒至格尔木、和田至若羌、喀什至和田、中吉乌铁路等组成;公路主要由 G0612 依吞布拉克至和田、G3012 喀什至和田、G3013 喀什至伊尔克什坦(吐尔尕特)高速公路、国道 313 线等组成;航空主要由经喀什至西亚、南亚等地区的国际航线及喀什、和田至国内其他城市的航线网络组成。

4) 中巴经济走廊通道

该通道连接位于中国西部和贯穿巴基斯坦南北的公路和铁路主干道,从新疆的乌鲁木齐、喀什至巴基斯坦的西南港口城市瓜达尔港,形成中巴经济走廊。该通道将成为我国新开辟的一条经新疆直抵印度洋出海口的重要通道。中巴经济走廊通道,是“丝绸之路经济带”和“21 世纪海上丝绸之路”的陆路战略连接通道(枢纽通道)。

该通道主要由铁路和公路两种运输方式组成。通道内铁路主要由新疆铁路和中巴铁路等组成;公路主要由 G3012 乌鲁木齐至喀什高速公路、国道 314 线等组成;航空主要由经乌鲁木齐、喀什至伊斯兰堡、瓜达尔港等国际航线及疆内航线网络组成,是对通道主要运输方式的有效补充。

5) 沿边开发开放战略通道

该通道是丝绸之路经济带北、中、南及中巴经济走廊通道沿边南北向的连接通道,通过支线可连接新疆区域内的中俄、中哈、中吉、中塔、中巴线路上所有的国家一类陆路口岸,有助于保障国家战略安全,拓展国家战略空间,对于促进沿线国土资源的开发、全方位的向西开放和构筑新疆南北疆又一便捷通道具有重要意义和作用。该通道接远期规划建设的中俄吉克普林口岸,沿阿勒泰至吉克普林铁路和国道 219 线,经阿勒泰至克拉玛依至奎屯高速、阿勒泰至北屯至奎屯铁路,利用连霍高速、

兰新线至伊宁，经规划中伊宁至阿克苏铁路、国道 219 线、575 线向南至阿克苏和喀什，接丝绸之路经济带南通道和中巴经济走廊通道。该通道也是疆内阿勒泰、伊宁、喀什等机场串飞、环飞航空运输通道。

1.2 新疆自然条件基本特征

1) 地 貌

新疆地貌自北向南依次为阿尔泰山、准噶尔盆地、天山、塔里木盆地、昆仑山系，形成以山地和盆地为主的 5 大地貌单元。地貌的基本类型为山地和盆地，各大山地内部又发育着许多山间盆地，两大盆地腹部为大面积的沙漠。

2) 气 候

新疆属于典型的大陆性干旱气候。其气候条件中的降水、气温、蒸发和风力具有明显的干旱气候特征。年平均降水量只有 147 mm，具有降水稀少、地域分布不均的特征。且降水具有北疆多于南疆，西部多于东部，山地多于平原，盆地边缘多于盆地中心，迎风坡多于背风坡的分布规律。年平均气温，吐鲁番盆地为 15 °C，天山高山区为 - 5.2 °C；7 月平均最高气温，吐鲁番盆地高达 40 °C，山区的高山及极高山地区在 20 °C 以下；年极端最低气温，北疆北部的可可托海低至 - 51.5 °C。表现出气温变化大、冬季寒冷、夏季炎热、季节特征显著的特征。气温具有北疆低于南疆，山区低于平原，且随海拔高度增加而递减的分布规律。年蒸发量北疆为 1 500 ~ 2 200 mm，南疆为 2 000 ~ 3 400 mm，蒸发强烈，各地蒸发与降水的分布规律相反。且新疆属多风地区，风力巨大。

3) 水文、水文地质

新疆河流绝大多数为内陆河，水系均由高山向盆地汇流。由于受降水的影响，大部分河流水量小，径流不发育。且地表径流季节变化大，夏季河流水量大，冬季河流萎缩、断流甚至干涸。山区降水丰富，是地表径流的形成区，水系较发育。在两大盆地的沙漠腹部，北疆东部和东疆的戈壁、低山丘陵地带，存在大面积的无流区。地下水受大气降水、春夏季融雪水补给的影响，西北部降水多，径流丰富，地下水也丰富；

东南部降水少，径流少，地下水也贫乏。在新疆各大小盆地中，地下水埋深从盆地边缘到盆地中心由深变浅，在适宜地段出露地表形成溢出带，然后又渗入地下补给地下水，呈水平环状分布。

4) 岩土类型

从高山冰雪寒漠至低山丘陵荒漠，岩石的强度呈一定的垂直地带性分布。中高山地带以硬质和软质岩石为主；低山丘陵地带则以软质和极软岩为主。两大盆地以土类为主，主要为第四系松散堆积物。从盆地边缘至盆地腹部松散堆积物的特征也有所不同，并呈明显的水平地带性。盆地边缘是以巨粒土和粗粒土为主的戈壁天然沙砾，局部为细粒土的绿洲、荒漠；盆地腹部则为大面积的风积沙。此外，新疆地区还分布有大面积的盐渍土，以及冻土、黄土、沼泽软土等特殊土。

1.3 新疆特殊地质

新疆地处西北边陲，是我国面积最大、边境线最长的省级行政区，周边与 8 个国家接壤，承担着东联内地西出欧亚的桥头堡作用。公路交通运输是新疆经济的“动脉”，在综合运输体系中占有主导地位。新疆“三山夹两盆”地形形成的独特自然地理、地质和气候条件，使新疆成为公路病害的“博物馆”，沙害、盐渍土、雪害、水毁等工程地质病害几十年来成为新疆交通建设难以逾越的障碍，极大地制约着新疆交通建设的发展。

我国是世界上沙漠面积最多的几个国家之一，新疆是我国沙漠面积最大的省级行政区，沙漠面积约 $438\ 100\ \text{km}^2$ ，约占我国沙漠总面积的 54.15%。

新疆盐渍土面积分布广泛。盐渍土是新疆公路交通危害最大的病害之一，与沙害、雪害并列为公路“三大”病害。特殊的自然地质和气候条件，致使土壤盐渍化过程强烈，面积大，分布广。新疆国道、省道、县乡道路约有三分之一处于盐渍土地段，导致公路耐久性差、养护维修费用高，多年来没有得到有效治理。

新疆冬季漫长，气温寒冷，冰雪灾害种类多，周期长，危害大，成为新疆交通建设的“顽疾”。天山公路雪崩频繁，雪崩发生时，上万立方

米甚至几十万立方米雪体呼啸而下，埋没公路，阻断交通，甚至导致车毁人亡。随着交通的快速发展，将有更多的高速公路要通过天山，穿越隧道，将会遇到高寒、高海拔、高烈度、风吹雪、雪崩、泥石流等多种灾害集成条件下的多环境、多制约因素的技术难题，面临更加复杂的情况。

新疆帕米尔高原、昆仑山、天山、阿尔泰山等高海拔地区存在大面积的多年冻土。冻土是一种对温度极为敏感的土体介质。冬季，冻土在负温状态下就像冰块，随温度的降低体积发生剧烈膨胀，顶推上层的路基、路面。而在夏季，冻土随着温度升高而融化，体积缩小后使路基发生沉降。这种周期性变化往往很容易导致路基和路面塌陷、下沉、变形、破裂，它不仅大大提高了工程造价，而且严重影响工程的使用效果与寿命。

新疆湿陷性黄土主要分布在准格尔盆地南缘与天山北麓之间的东西条带地区，这里是新疆经济最具活力的地区。另外，天山南麓地带和昆仑山北麓山前倾斜平原也局部分布有湿陷性黄土。

新疆煤炭资源丰富，由于乌鲁木齐周边煤矿的大量开采，留下的则是大面积采空区，在首府地下形成了巨大的空洞。首府地下的采空区从河滩路开始，一直向北穿过水磨河延伸到八道湾、米东区芦草沟、碱沟和铁厂沟，大面积分布在乌奎高速以西、西山南侧、骑马山南坡、八道湾、南山、达坂城及艾维尔沟等片区。六道湾煤矿采空区、苇湖梁煤矿采空区、八道湾煤矿采空区、西山煤矿采空区，都先后与河滩路、东外环路、乌奎高速公路和东绕城高速等道路“邂逅”，这些路段部分修建在采空区上。不仅如此，刚刚开工建设的地铁1号线与六道湾煤矿采空区也“不期而遇”。

2 新疆盐渍土地区公路

2.1 盐渍土地区公路概述

盐渍土(图 2.1)是指含盐量超过一定数量的土,土的含盐量通常是用一定土体内含盐的重量(或质量)与其干土重量(或质量)之比,以百分数来表示。国内外有关盐渍土含盐量以及含盐类别标准的规定有所不同。例如:苏联曾规定,当土中易溶盐的含量超过 0.5% 或中溶盐含量超过 5% 时,称为盐渍土;我国原铁道部则沿用易溶盐含量达 0.5% 作为盐渍土的界限标准;1986 年,我国交通系统对盐渍土含易溶盐量的界限规定为 0.3%。2006 年,新疆公路学会主编的《盐渍土地区公路设计与施工指南》指出,盐渍土是不同程度盐碱化土的总称,在公路工程中,盐渍土系指地表下 1.0 m 内易溶盐含量均大于 0.3% 的土。

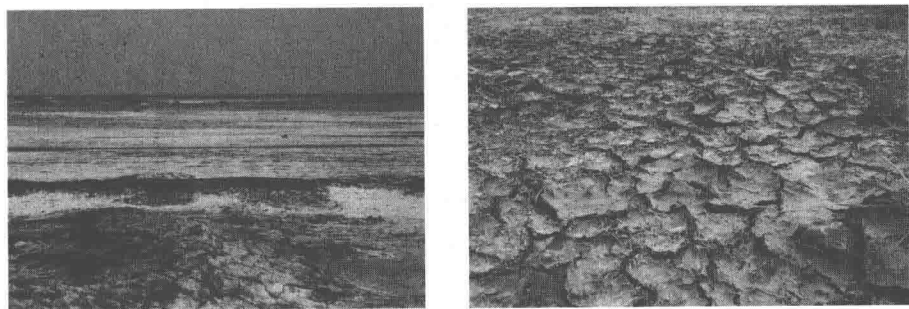


图 2.1 盐渍土

盐渍土地基通常在岩土工程中归入特殊地基,它具有一般土所没有的特点,同时也给公路、铁路等的建设带来一系列的问题,容易使得公路、铁路等出现一系列的病害。我国盐渍土地区公路病害主

要有盐胀、溶陷、翻浆和腐蚀等类型。国内外研究资料表明，高含盐量地区特别是在高地下水水位地区，盐分能降低路面强度，减弱封层作用，从而导致路面的破坏。破坏类型主要表现为：天然路面的不规则变形，沥青面层起皮、脱落、网裂和坑洼，基层材料中盐分聚集导致面层盐胀破坏，翻浆、腐蚀等。

新疆深居内陆，地形封闭，气候干旱，自然条件特殊，盐渍土不仅分布范围广，而且各地土的盐化程度和含盐性质差异较大。新疆境内公路受盐渍化影响，易形成严重病害，盐渍土地区公路的修建与养护存在许多特殊问题。

2.1.1 盐渍土的地理分布

1. 盐渍土的分布概况

盐渍土在世界各地均有分布。在欧洲的法国、西班牙、意大利、匈牙利、罗马尼亚均有盐渍土存在；在美洲的加拿大、墨西哥、阿根廷、智利和秘鲁的某些地区，也有盐渍土。美国的盐渍土主要集中在加利福尼亚等西部地区。非洲的盐渍土主要分布在南非、东非和北非，特别是尼罗河三角洲一带，面积相当广阔。盐渍土在亚洲，特别是中东地区分布也很广泛，主要分布在蒙古、印度、巴基斯坦、土耳其、伊朗、伊拉克、叙利亚、科威特、沙特阿拉伯等国。盐渍土在苏联的分布面积约为 75 万 km^2 之多，主要分布在中亚地区、后高加索、乌拉尔地区、第聂伯地区、黑海地区和东、西西伯利亚地区。

我国盐渍土分布十分广泛，北自辽东半岛，南至海南及南海诸群岛的滨海地带，以及大致沿淮河—颍河—秦岭—西倾山—积石山—巴颜喀拉山—唐古拉山—喜马拉雅山一线以北广袤的半干旱、干旱地区及荒漠地带，几乎地势相对低平而地面和地下径流汇集、河流滞缓的地区，都分布有各种类型的盐渍土。

盐渍土在我国主要集中在西北干旱区，在华北和东部沿海地区也有分布。从地理分布区域看可分为沿海盐渍土区和内陆盐渍土区两大类。内陆盐渍土又可以分为半湿润、半干旱盐渍土区和干旱、过干旱盐渍土区两个亚区。半湿润、半干旱盐渍土亚区，主要分布在松辽平

原以西的东北西部、内蒙古东部和黄河以北的黄土高原地区靠近河道平原的低洼以及灌区附近。干旱、过干旱盐渍土亚区，较广泛地分布在我国西部新疆、青海、宁夏、甘肃北部和内蒙古中西部、西藏北部的山前洪积扇、冲积扇、扇缘绿洲、灌区附近和湖盆洼地等。由于气候干旱，蒸发强烈，地形封闭，有利于盐分的积聚，这一亚区面积最大，盐渍化类型多种多样，盐渍化程度差异悬殊，是防治公路盐渍化危害的重点区域。

由于各地自然条件的差异性，使盐分在积聚程度和组成上有较大差异。

滨海盐渍土，表层含盐量一般在 1%~4%，但华南一带因有淋溶作用强烈，含盐量较低，很少超过 0.2%，而且盐分以氯盐、亚硫酸盐为主；华北、东北一带淋溶作用相对较弱，土层盐分淋失较少，所以含盐量较高，可达 3% 以上，盐分以氯盐为主。沿海盐渍土多数是由于海水的浸渍和海岸的退移而形成的。这类盐渍土的特点主要是平行于海岸大致呈带状分布，并且以氯盐渍土居多。

内陆盐渍土分布面积广，含盐量高，类型繁多，成分复杂。其含盐量一般高达 10%~20%，甚至超过 50%，尤其青海省柴达木盆地、新疆塔里木盆地的盐渍土为最高，而且地表常结成几厘米至几十厘米厚度不等的盐壳。内陆盐渍土的盐分以氯盐、亚氯盐、亚硫酸盐为主。

盐渍土在青海、新疆、内蒙古、甘肃、宁夏等西北省区的分布较广，约占盐渍土分布地区面积的 60%。另外陕西、辽宁、吉林、黑龙江、河北、河南、山东、江苏等省份也有零星分布，在甘肃、宁夏、青海和新疆内陆盆地还分布有面积大小不同的干涸盐湖。依据《中国 1:100 万土地资源图》中土地资源数据集，中国盐渍土面积为 $3\,630.53 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，占全国可利用土地 4.88%，西部六省区（陕、甘、宁、青、蒙、新）共有盐渍土 $2\,506.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$ （如表 2.1 所示），占六省区可利用土地面积 9.4%，占全国盐渍土面积 69.03%。其中新疆盐渍土面积最大，占可利用土地面积 19.75%，占全国盐渍土总面积 36.8%。其次是内蒙古、青海、甘肃和宁夏，如图 2.2 所示。

中国盐渍土分布虽广，但大部分集中在西北内陆盆地中，不仅危害着当地的农业生产，同时给公路、铁路建设常带来一系列困难。为了避免盐渍土对公路、铁路建筑的危害，开展对盐渍土的研究是十分重要的。

表 2.1 中国西部六省区盐渍土地面积及占农林牧土地面积的比例 (10^4 hm^2)

省 区	盐渍化面积	盐渍化占可利用土地/%	盐渍化程度		
			轻盐渍化	中盐渍化	重盐渍化
内蒙古	763.07	7.56	465.56	154.26	143.25
陕西	35.08	1.87	35.08		
甘肃	103.79	3.54	21.18	62.86	19.75
青海	229.84	5.09	43.82	186.02	
宁夏	38.50	7.87	17.02	17.43	4.05
新疆	1 336.11	19.75	537.35	527.52	271.24
西部六省区	2 506.33	9.4	1 119.51	948.09	438.29
全国	3 630.53	4.88	1 793.98	1 352.12	484.42

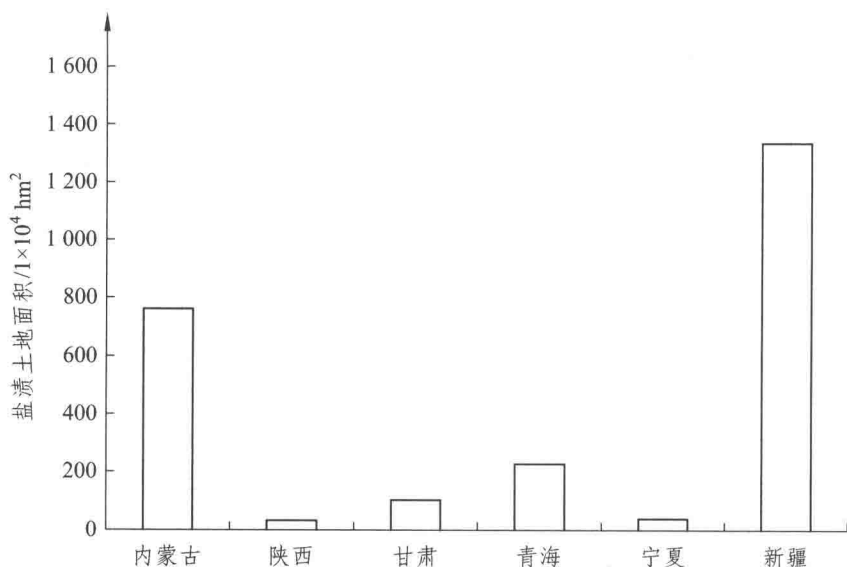


图 2.2 西北六省盐渍土分布

2. 盐渍土的分布规律

盐渍土的类型、含盐成分等均较复杂，它与盐渍土的成因有很大关系。但由于各种盐类的溶解度的不同在盐溶液蒸发时，也会因不同的地

理、地貌、工程水文地质条件，而在宏观上（横向和纵向上）呈现一定的规律性。

盐渍土在横向上的规律性主要由地形地貌决定，以青海省为例，从昆仑山向柴达木盆地中心，按地貌单元分为：山前区、山前冲、洪积倾斜平原区，冲、洪积平原区，湖积平原区和察尔汗盐湖区。地形由陡变缓，土粒粒径逐步由粗变细，地下水位埋深由深变浅。由于碳酸盐的溶解度小，所以在山前洪、冲积倾斜平原区，形成以碳酸盐为主的盐渍土带。而在冲、洪积平原区，则成为过渡带，从含少量的碳酸盐，过渡到以含硫酸盐为主的盐渍土和氯盐渍土。在毗邻察尔汗盐湖的湖积平原区，地下水位较浅，土中含的主要是易溶的氯盐。

盐渍土在纵向上的规律性则是由于含盐的地下水或毛细水的迁移和受蒸发的过程中，因溶解度的不同先后以不同的次序达到饱和并析出呈现一定的规律性。如碳酸钙因其溶解度小最先析出，故埋藏较深，其次是硫酸钙；而硫酸钠只有在冬天温度较低时结晶析出，呈现季节性；硫酸镁和氯化钠的溶解度大，所以只有在特别干旱时，在强烈的地表蒸发下，浅层土中才有盐结晶析出。同样易溶的氯化钠氯化镁，因其具有很强的吸湿性，所以只有在炽热的酷暑中，空气特别干燥时，才能从饱和的盐溶液中析出，但当空气的湿度增高时，就很快转变为溶液。总之，盐渍土在纵向上的规律是氯盐在地面附近的浅层处，其下是硫酸盐，碳酸盐在较深的土中。当然，实际上并没有明显的界限。

3. 新疆盐渍土的总体分布

新疆属于内陆盐渍土区，地层和土壤富含盐分，且含盐种类、性质及盐渍化程度在各地差异很大。盐类以硫酸盐和氯盐为主，集中分布在南北疆两大盆地的平原地区。在地势低平地区分布有盐碱荒漠土和结皮盐土；沿天山南北两侧冲积扇边缘的泉水带分布的是盐化草甸土、盐化和沼泽荒漠土；天山以南盆地的洼地和塔里木河两岸分布的是盐化草甸土。在上述盐土分布区内也有碱土分布。盐土盐分较为复杂，以硫酸盐和氯化物为主。天山以北伊犁盆地的盐土以氯化物、硫酸盐为主；天山以南和东部地区的盐土分别以硫酸盐和氯化物为主；各盆地洪积扇边缘的盐土以硫酸盐为主；南疆的盐土还含有碳酸盐。

新疆盐渍土的总体分布规律为：南疆盐渍土面积明显多于北疆，而且，盐渍土分布明显地和天山、昆仑山、阿尔泰山相联系，集中分布于沙漠边缘，紧邻现代绿洲和古老绿洲或分布于绿洲内部，在北疆集中分布于准噶尔盆地南缘的天山北部和准噶尔盆地北缘的阿尔泰山南麓；在南疆则集中分布于塔里木盆地北缘的天山南麓和塔里木盆地南缘的昆仑山北麓；吐鲁番、哈密、罗布泊也有成片分布。从分布的地貌类型看，盐渍土最集中分布于山前洪积、冲积扇，其次是大河三角洲。前者盐渍土面积约占其荒地土壤面积的 55%，后者约占其土地类型的 50%。不同地貌部位土壤积盐情况如表 2.2 和图 2.3 所示。

表 2.2 不同地貌部位土壤积盐情况

地貌类型	0~30 cm 土壤平均含盐量 / (g/kg)	盐渍土占荒地土壤面积 /%
山前洪积、冲积扇	100~240	54.7
大河三角洲	71.4	49.3
天山山间盆地	25.6	16.0
塔里木河冲积平原	22.1	12.6

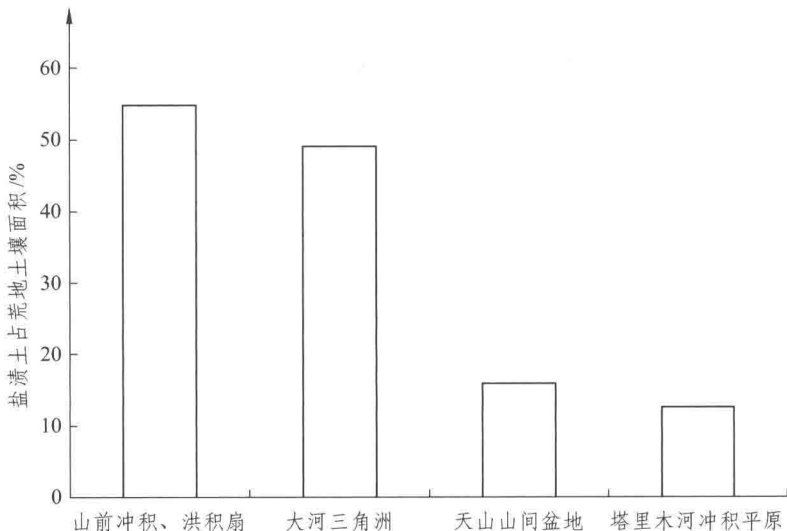


图 2.3 不同地貌部位土壤积盐情况