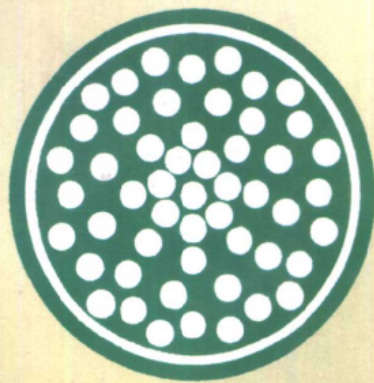
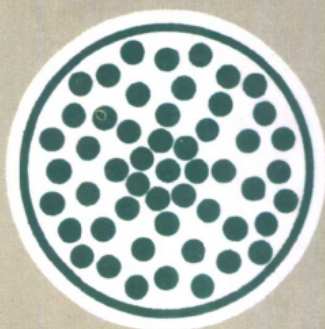


粒状物料 的 浆体管道输送

王绍周等 著



海洋出版社



ISBN 7-5027-4394-4



9 787502 743949 >

ISBN 7-5027-4394-4/U·52

定价: 28.00 元

U17
102

粒状物料的浆体管道输送

王绍周 等著

海洋出版社

1998年·北京

内 容 提 要

本书是粒状物料浆体管道输送的一本专著,是作者多年来在浆体管道输送设计和科研方面的成果和经验的总结。本书从理论和实践的结合上综述了国内外在粒状物料浆体管道输送研究的有益成果,同时对若干在学术上和技术上尚未统一认识的问题,提出了作者的观点和意见,本书用较大篇幅研究了现代的设计理论“优化设计理论和系统工程理论”在浆体管道输送设计工作的应用。全书共十七章,包括梗概、基本理论、输送系统的设计、安全运行、无压自流输送、尾矿输送、特种管道输送、技术经济、运行管理等内容。既有理论分析,也有设计施工和管理的实际知识,涉及黑色冶金、有色冶金、煤炭、化工、电力、水利、城市建设等部门进行各种精矿和尾矿、矿石、灰渣、粉煤、泥沙、城市污泥等浆体的管道输送和水力提升建设工程。

本书可供从事浆体管道输送和水力提升方面的试验、设计、施工和管理工作的科技人员阅读,也可供高等院校相近专业师生课外参考。

图书在版编目(CIP)数据

粒状物料的浆体管道输送/王绍周等著. - 北京:海洋出版社,1998.1

ISBN 7-5027-4394-4

I. 粒… II. 王… III. 粒状物料,浆体-管道运输 IV. U17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 19401 号

海洋出版社 出版发行

(100081 北京海淀区大慧寺路 8 号)

北京兰空印刷厂印刷 新华书店发行所经销

1998 年 1 月第 1 版 1998 年 1 月北京第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:18.625

字数:440 千字 印数:1—2000 册

定价:28.00

海洋版图书印、装错误可随时退换

作者简介

王绍周,1931年1月6日生于辽宁省鞍山,在冶金部鞍山冶金设计研究院工作,教授级高级工程师。1954年毕业于现东北大学,国家级有突出贡献专家,享受政府特殊津贴。《中国工程师名人大全》、《当代中国科学家与发明家大辞典》、《中国专家人名辞典》入编人。获全国科学大会奖一项、部级科技成果奖两项、部级优秀设计奖五项、发明专利四项。参加编写《钢铁企业给水排水设计》、《给水排水设计手册》、《尾矿设施设计》等书;与孙立尧共同编著《管道工》一书,获优秀图书奖。长期从事粒状物料浆体管道输送的科研设计工作,发表论文近50篇,其中一篇在国际学术交流会上交流,部分论文被引用在高等院校教材、设计手册和有关著作中。

王维春,1961年4月13日生于辽宁省鞍山,在机电部大连组合机床研究所工作,高级工程师。1982年毕业于沈阳工业学院,1989年毕业于上海交通大学(硕士研究生),1993年至1994年受国家派遣赴日本作访问学者。任研究所技术委员会委员,有发明专利两项,在国家级刊物《组合机床加工与自动化》发表论文3篇。主要从事机器人和液压传动方面的研究设计工作,对浆体管道输送设备油隔离泥浆泵有深入研究,发明了隔板式油隔罐、隔板式空气室及其自补气装置,可大幅度降低油耗、实现自动补气。

孙萍,1961年2月11日生于辽宁省开原,在沈阳大学工作,高级工程师。1981年毕业于现沈阳大学,毕业后留校任教,现东北大学在读硕士研究生。沈阳大学浆体输送设备研究所副所长、沈阳市流体传动与控制学会秘书长。1985年开始从事浆体输送设备的开发研制工作,参与研制的水隔泵经冶金部组织专家鉴定为达到国际先进水平,并获得国家科委等五委部联合颁发的国家级重点新产品证书两项,获沈阳市科技进步二等奖一项,辽宁省技术成果奖一项,有发明专利五项。发表论文12篇,分别在有关期刊和国内外学术会议上交流。

刘大志,1962年6月生于吉林省长春,在沈阳大学工作,工程师。1984年毕业于现沈阳大学,毕业后留校任教,现东北大学在读硕士研究生。沈阳大学浆体输送设备研究所副所长,1986年开始从事浆体输送设备的开发研制工作,参与研制的水隔泵经冶金部组织专家鉴定为达到国际先进水平,并获得国家科委等五委部联合颁发的国家级重点新产品证书两项。发表论文10篇,分别在有关期刊和学术会议上交流。

序

浆体管道输送作为一种大宗粒状物料的运输方式,在国外还只有 40 余年的历史,还是一门新兴的行业。但由于有其特殊的优点,因此得到较为广泛的应用。

我国是一个地形较为崎岖的多山国家,各种矿产资源的分布也很不均匀,用浆体管道来输送大宗粒料就更显出其优越性。因此,当这一技术引入我国后,就得到了各方面的重视并取得了一定的发展。

应该说,我国的专家们在开发和引进浆体管道输送的技术方面,不遗余力地做了大量的有益工作。但遗憾的是在结合我国实践、符合我国国情的工程技术开发方面还做得很不够,亟待我们努力工作。

王绍周教授级高工等撰写的《粒状物料的浆体管道输送》一书,可以说是有关这方面的一本很有特色的专著,起到了填补这方面空白的作用。

王绍周教授级高工在总结他多年从事浆体管道输送工程设计研究经验和在收集了国内外大量成果和资料基础上撰写出来的这本书,几乎涉及到了所有有关浆体输送技术的问题,内容丰富、篇幅恢宏。更为难能可贵的是,作者还在学术上和技术上提出了若干新观点、新概念,独具匠心,启迪性很强。

因此,本书的出版无疑会进一步提高我国的浆体管道输送技术,有力地推动我国浆体管道输送事业的发展。

为此,特向我国现在从事或将来有志从事于浆体管道输送工作的同行,以及对此有兴趣的领导和读者们推荐此书,当您拜读之后,定会获益匪浅。

丁宏达

(中国金属学会浆体管道输送学术委员会主任、教授级高工)

1997 年 6 月识于长沙

前 言

粒状物料包括金属矿山和非金属矿山的精矿和尾矿、火力发电厂的灰渣、洗煤厂的粉煤、坑内矿采空区充填尾矿、河道疏浚和水利工程的泥沙、水力开采煤炭等。它们和水组成浆体,即以水为载体进行管道输送的方式,是继铁路、公路、水运、空运运输方式之后又一新型运输方式。特别是长距离浆体管道输送方式,由于它的诸多优点,在世界上得到了迅猛的发展,构成当代运输体系的重要组成部分,越来越引起人们的关注和重视。我国的学者专家在借鉴国外成果和经验的同时,也做了大量试验研究工作并取得了有益成果,对浆体输送设备(浆体泵和浆体阀)的研制开发,也取得了独具特色的科研成果并应用于工程实践,已有若干精矿管道和输煤管道正在建设或规划中,学术专著开始问世。但总的来说,浆体输送这门新学科还处在发展阶段,从理论和实践结合上全面系统地论述浆体管道输送工程的设计施工和管理的专著,还为数甚少。由于这是一门新学科,有些学术观点和技术观点难免在认识上不统一。有鉴于此,作者在从事几十年浆体输送技术研究、设计和实践以及从事十几年浆体输送设备的研制开发基础上,并借鉴国内外学者的有益成果和经验,写出了本书,书中的大部分内容已在有关刊物上发表,可视为是一本论文集。书中较系统地吧论文中的论点有机地汇集在一起,对学术和技术上的若干问题阐明了自己的论点。如果本书能够为从事浆体输送科研、设计、建设和管理工作的同仁们提供有一定参考价值的资料,作者将会感到欣慰。由于浆体输送技术还是一门发展中的新学科,不同学者专家从不同的学术技术观点出发提出各自的论点,这有利于浆体管道输送学术技术水平的提高。

本书共十七章,第一章是全书的梗概;第二章至第五章介绍物料和浆体的基本性质、输送机理、流变特性、固体颗粒沉降、均质流和非均质流、浆体管道摩阻损失和输送流速等设计计算问题,是全书的理论基础;第六章至第十章介绍浆体浓缩、经济浓度、运行制度、主泵压力和管道壁厚、泵型选择和泵站设计、热工计算以及一系列优化设计问题,是全书的核心;第十一章主要介绍浆体管道输送系统加速流与水击的防护问题,以保证输送系统的安全运行;第十二章主要介绍无压自流输送的优缺点、利用压力输送的数学模型推算无压自流输送的设计流速以及无压自流输送的优化设计问题;第十三章主要介绍尾矿输送设施的设计要领、浓缩流程、高浓度输送与中浓度筑坝、尾矿库排水的回收利用问题;第十四章主要介绍海底锰结核的气力提升、多种物料的顺序输送、膏体管道输送、密封容器管道输送等特种管道输送问题,以拓展管道输送的视野;第十五章介绍浆体管道材质选择、强度和刚度计算、推力计算、敷设方式、防腐和保温等设计和施工方面问题;第十六章介绍多方案的经济比较方法、优化设计的内容、投资与运输成本、职工定员等技术经济问题,以最终确定最佳方案;第十七章介绍运行管理、事故处理和系统维修方面的问题。

本书由第一作者王绍周、第二作者王维春、孙萍、刘大志(三人不分主次)等共同撰写,第一作者主要撰写基本理论和工艺设计方面的内容,并对全书的学术和技术问题负责,第二作者主要撰写浆体输送设备开发研制方面的内容。

在本书的写作过程中,得到了一些同仁的鼓励和帮助,沈阳大学浆体输送设备研究所对本书的写作给予了大力的支持。书稿完成后,承蒙中国金属学会浆体管道输送学术委员会主任丁宏达教授级高工在百忙中为本书作序。在出版过程中还得到一些朋友们热心协助,使本书得以问世,在此一并向他们表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,书中难免存在纰漏不足甚至错误,欢迎学者专家和读者不吝赐教和批评指正。

王绍周

1997年6月于鞍山

目 次

第一章 绪论	(1)
第一节 概述.....	(1)
一、浆体管道输送技术的发展与展望	(1)
二、技术上的进展与存在的问题	(3)
三、浆体管道输送方式的特点	(4)
第二节 浆体管道输送系统的三大环节.....	(5)
一、浆体制备系统	(5)
二、浆体输送系统	(6)
三、浆体的脱水与贮存	(6)
四、几种典型的浆体管道输送系统	(6)
第三节 设计文件的编制原则.....	(9)
一、设计准则	(9)
二、设计的准备工作	(9)
三、设计阶段、建设程序和设计步骤	(10)
第二章 理论基础	(13)
第一节 物料和浆体的基本性质	(13)
一、物料的基本性质.....	(13)
二、浆体的基本性质.....	(15)
第二节 浆体的输送机理	(17)
一、固体物料的不同运动状态.....	(17)
二、固体物料的悬浮机理.....	(19)
三、固液两相流的阻力特性.....	(20)
四、固液两相流的伯诺里方程式.....	(21)
第三节 浆体的流型及其特征	(22)
一、不同的流型.....	(23)
二、切变率的具体表达式.....	(24)
三、管道中的能量损失.....	(27)
四、临界雷诺数与过渡流速.....	(28)
五、有效粘度.....	(29)
第四节 流变参数的确定	(29)
一、毛细管式流变仪.....	(29)
二、旋转式流变仪.....	(31)

三、通用流型流变参数的测定	(32)
四、计算流变参数的经验公式	(34)
第三章 固体颗粒在浆体中的沉降	(36)
第一节 单体颗粒在静止液体中的沉降	(36)
一、球形颗粒的沉速	(36)
二、非球形颗粒的沉速	(39)
第二节 群体颗粒沉降的基本概念	(39)
一、浆体的稳定性与物料的不沉粒径	(39)
二、固体颗粒沉降的物理模型	(41)
三、球体在宾汉体中的沉降	(42)
四、非均匀颗粒的平均沉速	(43)
第三节 浓缩池的固液分离	(44)
一、表面负荷与沉降速度	(44)
二、动态沉降试验与静态沉降试验	(45)
三、絮凝沉降的应用	(45)
第四章 浆体管道的摩阻损失	(47)
第一节 固体物料在管道中的分布	(47)
一、流动形态	(47)
二、流动形态的应用条件	(48)
第二节 最佳输送粒度	(48)
一、粒度与粒度级配的影响	(48)
二、最佳粒度与最佳粒度级配	(48)
三、最大允许粒径	(49)
四、再磨的能耗	(50)
第三节 均质流与非均质流的流动特性	(51)
一、伊斯梅尔(H. M. Ismail)方程式	(51)
二、均质流与非均质流的判断	(53)
三、二相载体的密度	(53)
第四节 浆体管道摩阻损失计算的特殊性	(54)
一、两相流的典型理论	(54)
二、紊流区的达西摩阻系数 λ	(55)
三、浆体管道的绝对糙度 ϵ	(56)
四、浆体的粘度或刚度系数 η	(57)
第五节 浆体管道摩阻损失的物理图形和数学模型	(57)
一、能量理论	(57)
二、摩阻损失的物理图形	(58)
三、摩阻损失的数学模型	(59)
四、固体颗粒的抑紊减阻问题	(60)
五、紊流区的屈服应力和有效粘度	(61)
六、对物理图形和数学模型的讨论	(64)

七、对数学模型的验证·····	(65)
第六节 浆体管道的减阻措施·····	(67)
一、添加剂减阻·····	(67)
二、加气减阻·····	(68)
三、水环减阻·····	(68)
四、纤维材料减阻·····	(68)
第七节 通用流型的摩阻损失计算·····	(69)
一、层流区的摩阻损失·····	(69)
二、紊流区的摩阻损失·····	(69)
第八节 垂直管道的摩阻损失计算·····	(69)
一、层流区垂直管道的摩阻损失计算·····	(70)
二、紊流区垂直管道的摩阻损失计算·····	(70)
第五章 临界流速与输送流速 ·····	(72)
第一节 临界流速及其变化规律·····	(72)
一、临界流速的定义·····	(72)
二、临界流速的变化规律·····	(73)
三、试验结果摘录·····	(73)
第二节 临界流速的经验公式和评述·····	(77)
一、若干临界流速数学模型简介·····	(77)
二、对临界流速公式改进的尝试·····	(79)
三、全浓度区临界流速公式·····	(81)
四、高浓度区的临界流速·····	(83)
五、对现有临界流速公式的评价·····	(84)
第三节 临界流速的环管试验·····	(84)
一、概述·····	(84)
二、临界流速的测定方法·····	(85)
三、临界流速的测定条件·····	(86)
四、人工配样的环管试验·····	(86)
第四节 浆体管道的输送流速·····	(87)
一、输送流速与临界流速的关系·····	(87)
二、输送流速的计算·····	(87)
三、降低输送流速的措施·····	(88)
第六章 浆体的浓缩 ·····	(89)
第一节 概述·····	(89)
一、浆体浓缩的功用·····	(89)
二、浓缩设施的原理及分类·····	(89)
三、浓缩池的选用与浓缩机的发展·····	(90)
第二节 普通浓缩池的选型计算·····	(90)
一、经典理论·····	(90)
二、经典理论存在的问题·····	(92)

三、动态模型试验·····	(94)
四、静态动态试验的实例对比·····	(94)
第三节 浓缩池的分级计算·····	(96)
一、概述·····	(96)
二、溢流水不循环使用时的分级效率·····	(96)
三、溢流水循环使用时的分级效率·····	(98)
四、浓缩池的面积推算·····	(99)
五、提高浓缩池表面负荷的措施·····	(100)
六、浓缩机的固体负荷·····	(100)
第四节 高效浓缩池的面积计算·····	(103)
一、概述·····	(103)
二、高效浓缩机的工作原理·····	(103)
三、高效浓缩池的表面负荷·····	(104)
第七章 经济浓度与运行制度·····	(106)
第一节 节能浓度与经济浓度·····	(106)
一、节能浓度·····	(106)
二、经济浓度·····	(108)
三、对输送浓度的认识和评述·····	(108)
第二节 输送浓度的技术指标与运行制度·····	(109)
一、概述·····	(109)
二、浆体均质性和稳定性的控制途径·····	(110)
三、浆体的输送浓度与使用浓度·····	(110)
第三节 批量输送的浆体调节计算·····	(110)
一、概述·····	(110)
二、调节设施容积的计算·····	(111)
三、批量输送的耗电量与耗水量·····	(112)
第四节 浆体调节设施·····	(114)
一、浆体调节设施的形式·····	(114)
二、大型搅拌槽的选用·····	(115)
三、流态化矿浆仓·····	(117)
第八章 主泵压力与管道壁厚·····	(121)
第一节 基本规定·····	(121)
一、小时固体量的计算·····	(121)
二、输送浓度与输送流量·····	(122)
三、管道的最小结构壁厚与最大内径·····	(122)
四、管道的最大承压力与安全压力·····	(123)
第二节 管壁厚度的计算·····	(123)
一、强度计算·····	(123)
二、负公差和磨蚀裕量·····	(124)
三、管壁的计算厚度·····	(125)

第三节 各种不同条件的管道壁厚与峰点(或始点)压力	(126)
一、概述	(126)
二、浆推浆时的管道壁厚与峰点(或始点)压力	(126)
三、水推水时的管道壁厚与峰点(或始点)压力	(128)
四、水推浆时的管道壁厚与峰点(或始点)压力	(128)
五、浆推水时的管道壁厚与峰点(或始点)压力	(130)
六、多峰点时的水推浆与浆推水计算	(130)
第四节 主泵的最大运行压力及额定压力	(131)
一、峰点到始点的管壁厚度	(131)
二、对主泵运行压力的分析	(131)
三、主泵运行压力的计算	(131)
四、主泵的额定压力	(134)
第五节 管道的耐磨衬里	(134)
一、概述	(134)
二、钢铸复合管	(135)
三、钢橡复合管	(136)
四、钢塑复合管	(136)
五、钢硅复合管	(136)
第九章 浆体管道输送系统的热工计算	(137)
第一节 概述	(137)
一、浆体温度对输送参数的影响	(137)
二、供水循环率与气象条件对始端浆体温度的影响	(137)
三、浆体温度与输送方案	(137)
第二节 浆体管道的始端温度	(138)
一、计算原理	(138)
二、供排水系统的吸热与散热	(138)
第三节 浆体管道的热阻	(142)
一、明设浆体管道的热阻 R	(142)
二、埋设浆体管道的热阻 R	(143)
第四节 冰冻深度与气象依据	(144)
一、地层温度变化的经典理论	(144)
二、冰冻深度 h_0 的计算	(145)
三、永冻层深度 H_0 的计算	(146)
四、冰冻深度和不同深度的地温 t_h	(146)
五、气象依据	(147)
第五节 管道的散热与温降	(148)
一、稳定散热的基本公式	(148)
二、每段泵站出口管线加权平均温度	(148)
三、静止冷却计算	(149)
四、冰冻地区敷设管道的要领	(149)

五、长距离浆体管道的热工计算	(150)
六、工程实例	(150)
第十章 泵型选择与泵站设计	(152)
第一节 泵型选择的基本知识	(152)
一、概述	(152)
二、各种泵型的消耗费用	(153)
三、各种泵型的优缺点及使用条件	(156)
第二节 各种泵型的选型计算	(159)
一、离心式浆体泵	(159)
二、往复式浆体泵	(161)
三、水隔离泵和膜隔离泵	(162)
第三节 泵型选择与经济压力	(163)
一、选择泵型的原则	(164)
二、泵站段数与管道壁厚	(164)
三、泵站段数与工程投资和运营费	(165)
四、泵站段数与设备的国产化	(166)
第四节 泵站设计	(166)
一、流量与扬程的调节必要性	(166)
二、流量与扬程的调节方法	(167)
三、浆体泵的备用台数	(169)
四、泵站与环保	(170)
五、其他	(170)
第十一章 加速流与水击的防护	(171)
第一节 产生加速流的条件及其危害	(171)
一、产生加速流的条件	(171)
二、加速流的最大流速	(172)
三、加速流的类别	(173)
四、加速流的危害	(173)
第二节 加速流的防护	(173)
一、连续输送运行制度加速流的防护	(173)
二、批量输送运行制度加速流的防护	(176)
三、避免产生加速流的措施	(176)
第三节 水击的基本概念	(177)
一、水击的产生条件及其危害	(177)
二、水击的类别	(177)
三、影响水击压力大小的主要因素	(178)
四、水击波的传播速度与水击压力	(178)
第四节 往复泵的整流与稳压	(180)
一、往复泵整流与稳压的必要性	(180)
二、往复泵流量的波动容积	(180)

三、蓄能罐稳压容积的计算	(182)
第五节 往复泵的水击防护措施	(182)
一、调速启泵消除水击	(182)
二、直接启泵的水击防护	(183)
三、突然停泵的水击防护	(184)
第六节 其他水击的防护措施	(185)
一、离心泵的水击防护措施	(185)
二、峰点装设复合式双口进气排气阀	(185)
三、泵站装设复合式双口进气排气阀	(186)
四、出口关阀水击的防护	(187)
五、设备与管道具有足够的强度	(188)
第十二章 浆体的无压自流输送	(189)
第一节 概述	(189)
一、无压自流输送的优缺点	(189)
二、无压自流输送的形式与应用	(190)
三、无压自流输送设计的三要素	(190)
第二节 无压自流输送的输送参数	(191)
一、输送参数的确定途径	(191)
二、计算临界流速的断面特征值	(191)
三、对以水力半径 R 为断面特征值的商榷	(192)
四、输送流速与输送流量	(193)
五、水力坡度或敷设坡度	(193)
第三节 经济断面的尺寸关系	(194)
一、敞开式(不设盖板)流槽	(194)
二、封闭式(设盖板)流槽	(195)
三、无压自流管道	(195)
第四节 最小坡度断面与最佳输送浓度	(196)
一、水力计算原理	(196)
二、影响水力坡度的主要因素	(196)
三、矩形断面的最佳断面系数	(197)
四、最佳输送浓度	(200)
第五节 其他要求	(201)
一、无压自流管槽转弯的设计要求	(201)
二、安全超高	(202)
三、转流井与跌落井	(203)
第十三章 尾矿输送	(204)
第一节 概述	(204)
一、尾矿处理的方法和目的	(204)
二、尾矿处理设施的组成	(204)
三、尾矿处理设施的设计要领	(205)

第二节 尾矿高浓度矿浆的制备	(206)
一、综合尾矿的一段浓缩	(206)
二、分级尾矿的一段浓缩	(207)
三、分级尾矿的两段浓缩	(207)
四、各种流程的对比及适用条件	(207)
五、分压分质供水	(209)
第三节 高浓度输送与中浓度筑坝	(209)
一、问题的提出	(209)
二、中浓度筑坝的实施	(210)
三、经济比较的论证	(210)
四、对几个问题的讨论	(211)
第四节 尾矿库排水的回收与利用	(212)
一、概述	(212)
二、尾矿库排水回收与利用的演进	(212)
三、各种回收与利用方式的比较	(213)
第五节 其他	(214)
一、纯化尾矿、排除“异己”	(214)
二、环保设施	(215)
三、尾矿管道有条件地不设备用	(215)
第十四章 特种管道输送	(217)
第一节 海底锰结核的气力提升	(217)
一、概述	(217)
二、锰结核气力提升的基本原理	(217)
三、气力提升在其他行业的应用	(220)
四、国内外对锰结核气力提升的研究现状与展望	(221)
第二节 多种物料的浆体管道顺序输送	(221)
一、概述	(221)
二、经济浓度、经济管径与技术指标	(222)
三、浆体隔离、循环周期和浆体调节	(223)
第三节 固体物料的膏体管道输送	(224)
一、膏体管道输送的特点	(224)
二、经济流速与经济管径	(225)
三、膏体管道输送的减阻	(225)
第四节 密封容器(Capsule)管道输送	(227)
一、特征、分类和用途	(227)
二、密封容器输送系统	(229)
三、密封容器管道输送的发展	(230)
第十五章 浆体管道的设计与施工	(231)
第一节 浆体管道设计的基本规定	(231)
一、管道材质的选择	(231)

二、管道的敷设方式与最小设计壁厚	(232)
三、管道的敷设要求和穿路措施	(232)
第二节 管道的强度计算和刚度计算	(233)
一、弹性弯曲管段的强度计算	(233)
二、穿越公路和铁路	(234)
三、管道的刚度验算	(236)
第三节 支墩和支架的推力计算	(236)
一、明设直线段管道不设固定墩的条件	(237)
二、直线段固定支墩的推力计算	(239)
三、转角点固定支墩的推力计算	(240)
第四节 管道的敷设	(242)
一、管线路由的勘测	(242)
二、管道的连接	(243)
三、埋设管道的敷设	(244)
四、明设管道的敷设	(245)
五、沟设管道的敷设	(246)
六、管道的防腐与保温	(246)
第十六章 技术经济与优化设计	(247)
第一节 技术经济比较	(247)
一、概述	(247)
二、经济比较方法	(247)
三、经济比较的计算	(248)
第二节 优化设计	(250)
一、管道路由	(250)
二、最佳输送粒度	(250)
三、经济浓度和经济压力	(250)
四、引进设备与国产设备	(251)
第三节 投资与运输成本	(252)
一、投资	(252)
二、运营费及运输成本	(252)
第四节 职工定员的培训和编制	(253)
一、培训	(253)
二、建章立制	(253)
三、职工定员	(254)
第十七章 浆体管道输送系统的管理	(255)
第一节 浆体管道输送系统的运行	(255)
一、浆体泵的操作	(255)
二、浓缩池和浓缩机的操作	(256)
三、清管	(256)
四、批量输送的运行操作	(256)