

有色金属
冶炼设备

第 3 卷

电解及物料输送设备

有色金属冶炼设备

第三卷

电解及物料输送设备

《有色金属冶炼设备》编委会 编

冶金工业出版社

(京)新登字 036 号

有色金属冶炼设备
第三卷

电解及物料输送设备

《有色金属冶炼设备》编委会 编

*

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号)

新华书店总店科技发行所经销

北京昌平环球印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 52.25 字数 1258 千字

1994 年 5 月第一版 1994 年 5 月第一次印刷

印数 00, 001~2000 册

ISBN 7-5024-1267-0

TF·299 定价 56.00 元

内容提要

《有色金属冶炼设备》共分三卷，介绍了有色金属冶炼过程中的主要工艺设备，叙述了各类设备的型式、结构、设计及选用方法等。

第一卷为《火法冶炼设备》，第二卷为《湿法冶炼设备》，第三卷为《电解及物料输送设备》。

本卷为《电解及物料输送设备》，包括：电解极板作业线设备、铝电解槽作业机械设备、碳素阳极块制备设备、铝电解阳极组装设备、加料设备、散料输送设备及泵等七章。

本书可供从事有色金属冶炼设备设计、研究、维护及制造等部门的工程技术人员使用，还可供从事有色金属生产的工程技术人员参考，并可作为工科院校有关专业的教学参考书。

Abstract

This book, a description of the custom-made mechanical equipment used in the production of non-ferrous metals, covers the model, structure, design and selection of various machinery.

The book is divided into three volumes.

Volume 1: the pyrometallurgical machinery;

Volume 2: the hydrometallurgical machinery;

Volume 3: the machinery for electrolytic production and material handling.

There are 7 chapters in Volume 3, which deals with starting sheets and anode plates assembly lines, aluminum pot tending machines, machines for producing anode carbon blocks, anode rodding equipments charging machines, bulk material conveyers and pumps.

This book can be used by technical personnel engaged in designing, researching, manufacturing and safeguarding of non-ferrous metallurgical machinery and those who engaged in nonferrous metal production, it is also for college teachers and students who hope for a reference book in this field.

發展有色金屬
工業裝備攀
登新的高峰

陳

一九九九年九月

重視提高技術
水平——發展有色
冶金工業

祝《有色金屬冶煉設備》出版

邱純甫
一九九二年一月

提高裝各技術水平
確保裝各製造質
量發展有色工業

費多

一九九二年十月

序

《有色金属冶炼设备》分三卷正式出版了。它是有色冶金科技领域的一件喜事；对振兴我国有色冶金工业、发展有色冶金装备是一个重要贡献。

旧中国有色冶金工业十分薄弱，技术装备非常简陋。新中国成立后，特别是改革开放以来，我国有色金属工业迅速发展，产量跃居世界前列，装备技术在吸收国外先进经验的同时，不断研究、创造了许多新成果，正在向世界先进水平靠拢。中国有色金属学会冶金设备学术委员会适时地组织了全国有色系统百余名专家、学者，历时十年，撰写了这本内容丰富的专著，为有色冶金系统科技人员提供了一本实用的、完整的、先进的专业技术书籍，填补了空白。

该书在写法上具有一定特色。众所周知，有色金属品种多，工艺复杂，设备量多类繁，为了避免重复，突出重点，作者以主要工艺设备为核心，以其内在联系为线索，分类归纳，设计框架。它既不同于一般的专业理论书籍，也不同于普通的技术手册，而是一本突出专业特点，立足实际应用的专著。它既有必要的技术理论，也有实践经验的总结。全书三卷二十一章，轻重有色金属兼顾，按火法冶金和湿法冶金两大工艺流程进行综述，同时各章均有完整的体系。全书共有 2000 多幅图，近 400 万字，可谓图文并茂。相信该书的面世，将会得到读者的欢迎。

撰写《有色金属冶炼设备》，在国内还没有先例，其困难是可以想见的。然而，学会依靠中国有色金属工业总公司系统的各级领导和科技人员的支持及帮助；依靠参加撰写、编审工作的专家、教授数载的含辛茹苦，克服了种种困难，完成了如此浩繁的工程，可喜可贺。这种大力协同和无私奉献的精神，实堪敬佩。

进入本世纪的 90 年代，有色金属工业一定会有进一步的发展，对有色金属冶炼设备也会有更高的要求。衷心希望本书的出版，能在实际应用中，起到推动和提高有色冶金装备水平的作用。更希望有色金属工业战线上的后起之秀，在老一辈专家、学者积累起来的经验基础上，更上一层楼，为努力提高有色冶金工业的装备水平而继续努力。

1991 年 8 月

12 K6

前 言

有色金属品种多，工艺流程复杂，所需设备类型繁多，专业性强，然而工艺过程的实现，产品质量的优劣，各种消耗与成本的高低，乃至生态环境之保护，又无不与设备密切相关。纵观工业发达国家，有色金属工业之发展，无不有赖于先进设备的研制与应用。任何新工艺的实现，亦必以相应的新设备为先行。而新型设备的研制成功，又促使生产工艺的完善与改革。凡此种种，已日见其甚。为此，有色金属冶炼技术的发展，还有待本行业冶炼设备的开发与研制，逐个解决工艺性强的专用设备。

半个世纪以来，我国有色金属工业取得了长足进展。有色金属冶炼设备专业，从无到有，从小到大，并已形成了一支包括设计、制造、安装、运行、维护以及科研、教学等方面可观的技术队伍。而有色金属冶炼设备，却迄未见有专著问世。有鉴于此，中国有色金属学会冶金设备学术委员会率先倡议编著《有色金属冶炼设备》一书，以应急需。从1981年10月开始酝酿，1982年11月确定编写大纲。先后有百余位科技人员为撰写此书，提供了大量宝贵的资料。至1987年底开始成卷，确定本书三卷二十一章的总体结构。又经多层次的审查、修改，终于于1991年完成近400万字的书稿包括2000余幅插图。

本书力求突出其专业性与实用性，对一般通用设备及通用零、部件的内容从略，而以冶炼工艺为主线，以设备类别为纲目，着力于设备的工作原理、结构及设计计算的论述，具有一定的理论深度。并注意反映有色金属冶炼设备方面的新成果。书中列举之大量数据，多来源于实践，有较大的实用价值。

在本书付印之时，编委会谨向十年来关心和支持这一工作的中国有色金属学会、中国有色金属工业总公司等上级领导部门，向给予人力、物力支援的各设计研究院、高等学校和厂矿企业，向为本书提供资料及初稿的同志，特别是长时间参与编写和审稿的专家、教授们，致以最崇高的敬意与最诚挚的谢忱！

若将本书视为一块基石，愿广大有色金属冶炼设备战线上的科技人员在此基础上建造起日臻完美的华堂！

如此巨大的创作，又无先例可循，不当之处在所难免，尚希读者不吝指正。

值此《有色金属冶炼设备》出版之际，我们怀着无比喜悦的心情，衷心地感谢中国有色金属学会中国有色金属工业总公司的领导以及总公司装备局、铅锌局、铜镍局、铝镁局、基建局、科技局的大力支持。

谨向：北京有色冶金设计研究总院、长沙有色冶金设计研究院、南昌有色冶金设计研究院、昆明有色冶金设计研究院、广东冶金设计研究院、沈阳铝镁设计研究院、贵阳铝镁设计研究院、中南工业大学、北方工业大学、江西冶金学院、昆明工学院、白银有色金属公司、金川有色金属公司、大冶有色金属公司、铜陵有色金属公司、云南锡业公司、株洲冶炼厂、韶关冶炼厂、沈阳冶炼厂、上海冶炼厂、葫芦岛锌厂、贵溪冶炼厂、云南冶炼厂、贵州汞矿、郑州铝厂、贵州铝厂、抚顺铝厂、山东铝厂、衡阳有色冶金机械总厂、沈阳有色冶金机械总厂以及其它单位的领导和工程技术人员表示最诚挚的谢意。

《有色金属冶炼设备》编委会

1991年10月

绪 论

《有色金属冶炼设备》第三卷《电解及物料输送设备》共设七章，由电解生产主要机械设备和物料输送机械设备两部分组成。前四章着重介绍铜、铝电解生产机械设备，并以生产工艺为主线，重点介绍机组（或设备）的组成、结构、工作原理、设计计算及使用维护等内容；后三章着重介绍物料输送设备，并以设备为主体，重点介绍设备的工作原理、结构特点、设计计算等，力求反映国内、外在上述领域内的最新成果。

铜、铅电解生产的机械化、大型化是电解精炼的发展方向。第一章“电解极板作业线设备”详细介绍了铜、铅电解生产中阳极准备、阴极制备、电铜及残极处理机组及多功能起重机等设备。

国内铝电解生产电解槽型式很多，预焙（阳极电解）槽、自焙（阳极电解）槽并存，上插棒与侧棒同在，打壳、加料、拔棒等作业所用机械的类型也多种多样。代表国内、外80年代初期水平的氧化铝加料车、地行式打壳机、桥式压壳加料机、悬臂式和半龙门式打壳加料机、铝电解多功能机组及其主梁的有限元计算等在第二章“铝电解槽作业机械设备”中均有论述。

预焙阳极电解生产工艺在技术经济指标、劳动生产率、劳动卫生、环境保护、特别是能源消耗方面有很大优越性，是电解槽大型化发展的必然趋势。第三章“碳素阳极块制备设备”和第四章“碳素阳极组设备”重点介绍了混捏机、成型机、碳块焙烧炉用多功能机组及碳块库用堆垛机组等专用设备和阳极组生产线上从电解质清理、残极压脱、钢爪清理、磷铁环压脱、铝导杆校直及清刷到阳极装配、磷铁环浇铸等主要设备，对阳极组生产线外的残极破碎设备也作了介绍。

第五章“加料设备”主要是冶金炉加料设备。有色冶金工艺流程复杂，冶金炉种类繁多，加料设备型式各异，故只对反射炉桥式加料机、地上加料机、铅锌密闭鼓风炉加料设备、沸腾焙烧炉抛料机作了介绍。

第六章“散料输送设备”主要介绍了有色冶金厂常用的连续运输设备和给料设备，对一些特殊的热料埋刮板输送机、湿式圆盘给料机，及近年来发展的新型管状胶带输送机、挡边胶带输送机等也有论述。

液体输送是有色冶金中湿法系统的动脉。第七章“泵”，本章除了简要介绍泵的基本理论外，着重介绍有色湿法冶金常用的耐酸泵、砂泵、衬胶泵、隔膜泵及油隔离泵等，对新型两相流泵和软管泵也作了叙述。

总 目 录

第一卷 火法冶炼设备

绪 论

第一章 备料设备

第二章 烧结设备

第三章 冶金炉机械设备

第四章 回转圆筒设备

第五章 浇铸设备

第六章 收尘设备

第七章 耐热金属材料

第二卷 湿法冶炼设备

绪 论

第一章 搅拌设备

第二章 沉降设备

第三章 过滤设备

第四章 换热设备

第五章 蒸发与结晶设备

第六章 萃取设备

第七章 耐腐蚀材料

第三卷 电解及物料输送设备

绪 论

第一章 电解极板作业线设备

第二章 铝电解槽作业机械设备

第三章 碳素阳极块制备设备

第四章 铝电解阳极组设备

第五章 加料设备

第六章 散料输送设备

第七章 液体输送设备

Contents

Volume 1: the pyrometallurgical Equipment

Introduction

Chapter 1 Material Preparing Machines

Chapter 2 Sintering Machines

Chapter 3 Furnace Tending Machines

Chapter 4 Rotary Drums

Chapter 5 Casting Machines

Chapter 6 Dust Collectors

Chapter 7 High-Temperature Alloys

Volume 2: Hydrometallurgical Equipment

Introduction

Chapter 1 Stirrers

Chapter 2 Settlers

Chapter 3 Filters

Chapter 4 Heat Exchangers

Chapter 5 Evaporators And Crystallizers

Chapter 6 Extractors

Chapter 7 Corrosion-resistant Materials

Volume 3: Machinery for Electrolytic Production and Material Handling. Equipment

Introduction

Chapter 1 Starting Sheets and Anode Plates Assembly Lines

Chapter 2 Aluminum Pot Tending Machines

Chapter 3 Machines for Producing Anode Carbon Blocks

Chapter 4 Anode Rodding Equipments

Chapter 5 Charging Machines

Chapter 6 Bulk Material Conveyers

Chapter 7 Pumps

本 卷 目 录

第一章 电解极板作业线设备.....	(1)
第一节 概述.....	(1)
一、电解工序极板作业机组.....	(1)
二、极板作业线的组成、布置及其作业过程.....	(7)
第二节 铜阳极板准备机组.....	(10)
一、电解工艺对装槽阳极板的要求.....	(10)
二、机组的用途.....	(10)
三、机组类型、组成、结构及工作原理.....	(13)
第三节 铜阴极板制备机组.....	(49)
一、电解工艺对装槽阴极板的要求.....	(49)
二、机组的用途.....	(49)
三、机组类型、组成、结构及工作原理.....	(52)
第四节 电铜处理机组.....	(88)
一、机组的用途.....	(88)
二、机组的类型.....	(89)
三、机组的组成、结构及工作原理.....	(89)
第五节 残阳极板处理机组.....	(109)
一、机组的用途.....	(109)
二、机组的类型、组成、结构及工作原理.....	(110)
第六节 导电棒贮运机组.....	(122)
一、机组的用途.....	(122)
二、机组的类型、组成、结构及工作原理.....	(122)
第七节 吊耳切割机组.....	(134)
一、机组的用途.....	(134)
二、机组的类型、机构及其工作原理.....	(134)
第八节 剥离机组.....	(143)
一、机组的用途.....	(143)
二、机组的类型、组成、结构及工作原理.....	(144)
第九节 电解车间起重设备.....	(162)
一、起重设备的用途.....	(162)
二、起重设备的类型.....	(163)
三、四卷筒多功能起重机的组成、结构及工作原理.....	(165)
第十节 阳极板浇铸机组.....	(173)
一、机组的用途.....	(173)
二、铜阳极板自动定量浇铸机组的类型、组成及工作原理.....	(174)
第十一节 铅阴极板制备机组.....	(184)

一、机组的用途	(184)
二、机组组成及工作原理	(185)
三、各部分单体设备的性能参数及结构	(186)
四、铅片成型过程与条件	(192)
五、设计与计算	(193)
第二章 铝电解槽作业机械设备	(200)
第一节 概述	(200)
第二节 地行式打壳机	(202)
一、结构和工作原理	(202)
二、使用条件	(209)
三、特点	(210)
四、冲击功和冲击功率的计算	(210)
五、主要参数的选择和确定	(211)
六、主要零部件的材料选择	(211)
七、维护与润滑	(212)
第三节 氧化铝加料车	(213)
一、结构	(213)
二、设计计算	(215)
三、使用与维修	(216)
第四节 双梁桥式压壳加料机	(217)
一、结构及技术参数	(218)
二、使用条件及压壳作业程序	(226)
三、设计计算	(226)
四、设备维护	(226)
第五节 悬臂式和半龙门式打壳加料机	(226)
一、悬臂式打壳加料机	(227)
二、半龙门式打壳加料机	(233)
第六节 铝电解多功能机组	(236)
一、功能及主要技术参数	(236)
二、结构及工作原理	(237)
三、设计计算	(250)
四、设备的操作与维修	(261)
五、安装注意事项	(262)
第七节 桥式拔棒机	(262)
一、技术性能	(262)
二、结构	(263)
三、设计计算	(274)
四、作业程序	(283)
第三章 碳素阳极块制备设备	(284)

第一节	混捏设备	(284)
一、	连续混捏机	(284)
二、	混捏锅	(295)
三、	盘式混合机(爱立奇强力混合机)	(300)
第二节	振动成型机	(303)
一、	振动成型原理	(303)
二、	振动台	(304)
三、	振动台的设计计算	(311)
四、	自动化生产的振动成型机组的类型	(320)
五、	振动成型机组的隔振和消声措施	(326)
第三节	碳素阳极块桥式堆垛机	(327)
一、	功能	(327)
二、	主要技术性能	(328)
三、	主要结构	(328)
四、	设计计算	(334)
五、	维修要求	(334)
第四节	碳素阳极块焙烧炉用多功能机组	(334)
一、	主要功能和技术特性	(334)
二、	机组的构造及工作原理	(336)
三、	机组的控制与操作	(348)
四、	设计计算	(350)
五、	设备维修	(361)
第四章	碳素阳极组装设备	(363)
第一节	概述	(363)
第二节	架空输送设备	(364)
一、	单轨电动小车输送装置	(364)
二、	积放式悬挂输送装置	(370)
三、	单轨电动小车输送装置和积放式悬链输送装置的比较	(378)
第三节	电解质清理设备	(378)
一、	振动式清理机	(378)
二、	冲击式清理装置	(382)
第四节	残极压脱机	(386)
一、	压脱机主要技术参数	(386)
二、	压脱机结构及功能	(386)
三、	残极压脱机的工作程序	(388)
四、	压脱力的确定及主要受力件的受力计算	(390)
五、	压脱机的使用与维修	(391)
第五节	抛丸式钢爪清理机组	(391)
一、	机组的主要技术性能	(391)

二、机组的结构	(392)
三、机组的控制系统及控制程序	(401)
四、机组的维修	(402)
第六节 磷铁环压脱设备	(403)
一、摇臂式磷铁环压脱机	(403)
二、滑板式磷铁环压脱机	(413)
第七节 磷铁浇铸设备	(416)
一、回转式磷铁浇铸机	(416)
二、步进式磷铁浇铸机	(428)
三、用于双排钢爪的磷铁浇铸装置	(431)
第八节 铝导杆矫直装置	(434)
一、主要技术性能	(434)
二、铝导杆矫直装置结构	(434)
三、设计计算	(435)
四、操作与控制	(437)
第九节 铝导杆清刷机	(438)
一、悬臂式铝导杆清刷机	(438)
二、悬挂式铝导杆清刷机	(438)
第十节 残极挤压破碎机	(441)
一、主要技术性能	(441)
二、主要结构	(441)
三、操作与控制	(447)
四、主要零部件的设计计算	(448)
五、设备的检修与维护	(454)
第五章 加料设备	(456)
第一节 概述	(456)
第二节 桥式加料机	(465)
一、固定式铜精炼反射炉熔炼的工艺分析	(465)
二、桥式加料机的工作特点	(467)
三、桥式加料机	(468)
第三节 地上加料机	(518)
一、地上加料机	(518)
二、旋转式地上加料机	(538)
三、三轮无轨轻便加料机	(544)
第四节 鼓风炉加料设备	(545)
一、鼓风炉加料设备的组成及系统布置	(545)
二、料罐	(547)
三、料罐运输车	(548)
四、加料吊车	(552)

五、料罐运输车及加料吊车技术性能·····	(557)
第五节 沸腾焙烧炉抛料机 ·····	(559)
一、抛料机结构·····	(560)
二、抛料运动分析·····	(561)
三、抛料速度·····	(562)
四、抛料机生产能力和电动机功率计算·····	(563)
第六章 散料输送设备 ·····	(565)
第一节 概述 ·····	(565)
一、散料特性·····	(565)
二、有色冶金工厂输送、给料设备的特点与分类·····	(569)
第二节 刮板输送机 ·····	(572)
一、通用刮板输送机·····	(572)
二、可弯曲刮板输送机·····	(586)
第三节 埋刮板输送机 ·····	(586)
一、设备组成·····	(589)
二、输送原理及特点·····	(589)
三、分类及应用范围·····	(592)
四、普通型埋刮板输送机·····	(602)
五、热料埋刮板输送机·····	(609)
第四节 鳞板输送机 ·····	(617)
一、设备组成与特点·····	(617)
二、分类及应用范围·····	(619)
三、设备结构·····	(625)
四、参数选择及计算·····	(630)
第五节 给料设备 ·····	(635)
一、带式给料机·····	(638)
二、密闭满螺旋给料机·····	(625)
三、湿式圆盘给料机·····	(655)
第六节 振动输送机及振动给料机 ·····	(657)
一、类型、工作特点及应用·····	(658)
二、工作原理·····	(663)
三、输送机的组成与结构·····	(666)
四、基本参数计算与选择·····	(679)
第七节 管状胶带输送机 ·····	(693)
一、设备组成与输送原理·····	(694)
二、设备特点与分类·····	(695)
三、吊挂辊式管状胶带输送机·····	(696)
四、圆管式胶带输送机·····	(702)
五、管状胶带输送机的新进展·····	(707)