

管道物料输送 与工程应用

陈宏勋 主编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

管道物料输送与工程应用

陈宏勋 主编

化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

管道物料输送与工程应用/陈宏勋主编. —北京:化学工业出版社, 2003.8
ISBN 7-5025-4717-7

I. 管… II. 陈… III. 物料-管道运输 IV. U173.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 072561 号

管道物料输送与工程应用

陈宏勋 主编

责任编辑:任文斗

文字编辑:梁玉兰

责任校对:蒋宇

封面设计:潘峰

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 20 字数 485 千字

2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4717-7/TH·136

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

(京工商广临字 2003-003 号)

《管道物料输送与工程应用》编委会

主 任 陈宏勋

副主任 程克勤 孟文俊

委 员 (排名不分先后)

陈宏勋 程克勤 孟文俊 倪光裕

孙宝森 施铁矛 萧仲骅 潘仁湖

夏 辉 杨 伦 余洲生 谢一华

张 勋 王仁柞 陈守康 周 诚

郑培培 蔡阿端 王加信 周 云

序

管道物料输送技术是当今物料输送技术和装备中不可缺少的一个组成分支，是典型的现代物流系统之一。

作为新世纪初的科学技术发展指向是有关能源、材料、原子、生命科学、信息、环境、输送、地球和宇宙等诸多问题。在上述科学技术指向中就包括了广义的输送技术和环境科学。无疑，这里所指的输送技术既包括了长距离、大运量的货运和客运技术，也包括了大量存在于产业生产过程和社会日常生活中的物流输送系统。对我国来说，管道物料输送技术是一门年轻且应用前景广泛的跨部门新兴学科，其研究开发应用正方兴未艾地发展。

输送物料的管道物流系统是用有压气体或液体作为载体在密闭的管道中达到输送散料或成型物品的目的。它有别于常见的输水、输油和输气等单相流输送管道，而属于气固、液固等两相流输送技术。

本书主编陈宏勋研究员是中国机械工程学会物流分会副理事长，全国管道物料输送技术专业委员会理事长、中国颗粒学会理事。陈宏勋研究员长期从事管道物料输送和粉体工程中输送技术的研究、设计和开发工作。本书以现代物流的理念和方法来撰写，内容丰富、新颖、翔实和实用。

《管道物料输送与工程应用》的出版是非常及时的。它将给从事该专业技术领域的各类人员使用。对于从事其他专业性技术工作的人员来说，也可以从中吸取相邻专业和其他有关专业的知识，以利于开拓思路、有所创新。

乐于为这本书出版作序。

中国工程院院士
中国矿业大学教授

陈清如

2003年5月

前 言

管道物料输送技术是典型的物流系统之一，是现代物流技术和装备中不可缺少的一个组成分支。

输送物料的管道物流系统是用有压气体或液体作为载体在密闭的管道中达到输送物料或容器车等成型物品的目的。它有别于常见的输水、输油和输气等单相流输送管道，而属于气固、液固等两相流输送技术。

本书共分七章，第一章介绍管道物料输送与物流系统工程概述，它阐明了管道物料输送在现代物流工程中的地位和重要性。第二章（讲述的）管道气力输送是应用最为广泛、发展速度最为迅速的管道物料输送技术。考虑到传统的散料机械式输送的新发展，特在书中第三章介绍呈密闭构造的机械式输送装置。第四章和第五章较为详细地介绍管道水力输送和集装箱车（容器）式管道输送，这在国内也属首次。第六章则介绍管道物流技术的合理选型和科学管理。最后的第七章介绍上述各种管道物料输送技术在各产业部门中的工程应用。

特邀长期从事气力输送技术开拓、研究、实践的程克勤（教授级高工）参加撰写第二章的高压气力输送和第七章的第六节“塑料工业中粉粒料的高压式气力输送”部分；由长期从事输送机教学、研究、设计的孟文俊教授执笔了第三章及工程应用中的第九至十一节；浙江电力设备总厂的孙宝森高工参与撰写了第七章中的第二节。除此之外，全国管道物料输送技术专业委员会的各位理事长期给予支持和鼓励，研究生吴志方、官然也为本书收集了资料，在此一并表示感谢。

本书试以现代物流的理念和方法来撰写，内容尽量做到新颖、翔实、简洁和实用。

谨以此书献给正在蒸蒸日上发展的我国输送物料的管道物流事业。

书中如有不妥和错误之处，敬请读者予以指正。

编者

2003年5月

上海圣德机械设备有限公司

上海圣德机械设备有限公司创建于1993年初，主要从事环境保护领域内产品的开发、研制工作。专业生产销售管道气力输送设备、除尘设备以及配套电气控制等设备。基于产品研发的高起点，本公司自1997年起连续获上海市高新技术企业和外商投资先进技术企业称号。2000年起获上海市外税所颁发的《A级企业》证书。

JSS型塑烧板滤芯式除尘器是本公司在国内独家生产的超高效除尘设备。是为解决①特殊和贵重粉体回收难题，②高要求的粉尘排放难题，③其它除尘设备所不能处理或处理欠佳的难题，而开发研制的新型气固分离设备。例如：化工染料喷雾干燥工艺回收的是含水分的、高黏性的、极具污染性的染料；冶金行业热轧所处理的是含大量水汽、油雾的氧化铁粉尘；冷轧板酸洗、废酸氧化铁回收工艺中须处理的高温酸性气体；氧化铅粉（有毒性）产品气力输送的尾气处理等等，都需要一种高效的、符合现今及将来环保高要求的产品来与之适应。

在这里，值此庆贺《管道物料输送与工程应用》一书出版之时，本公司向广大工程技术人员介绍一种管道气力输送尾气处理新装置——JSS型塑烧板滤芯气固分离器。这种新型气固分离器可达到排放几乎为零的分离效果，有稳定的运行阻力，极长的寿命和占居空间较小的特点。

为满足国际、国内环保市场日益发展的需求，同时也为解决该型产品应用先期投资过大的问题。本公司于2001年全套引进了塑烧板过滤芯制造、检测技术与设备，在上海松江建立了中国独家生产工厂，大幅度降低了成本销价。为更好地满足于各行业需求奠定了良好基础。本公司企盼与广大工程技术人员精诚合作，为管道输送技术的发展作出贡献。

地 址：上海市柳州路600弄5号107-108室

邮 编：200233

电 话：64511870

传 真：64511869

总经理：孟德章

联系人：孙佩玲

目 录

第一章 管道物料输送与物流系统工程概述	1
第一节 物流——物流工程	1
一、集装箱集散运输物流工程.....	1
二、大宗散货等装卸、储运物流工程.....	2
第二节 散料输送技术	2
第三节 管道物料输送	6
一、管道气力输送技术.....	7
二、管道水力输送技术.....	7
三、集装物容器车（容器）式管道输送技术.....	7
第四节 21世纪物流的发展目标：快捷、空间和绿色物流	9
第二章 管道气力输送	10
第一节 输送机理	10
第二节 气力输送的分类和特点	11
一、吸送式气力输送	11
二、压送式气力输送	11
第三节 低压式气力输送	15
一、概述	15
二、低压式气力输送系统主要组成部件构造	15
（一）取料（供料）装置	15
（二）输料管和配管附件	30
（三）物料分离和收尘装置	55
（四）气源设备	61
三、低压式气力输送系统的设计和选型	70
（一）低压式气力输送系统的设计顺序	71
（二）输送方式的选择	71
（三）物料料性的影响	74
（四）低压式气力输送系统的输送能力	78
（五）几个重要设计参数的确定	78
（六）低压式气力输送装置的设计	82
第四节 高压式气力输送	86
一、输送机理	86
（一）高压装置	86
（二）低速密相输送的优缺点	86
（三）相图及物料在管道中的流动状态	87
（四）密相的定义	88

(五) 密相及栓流的机理	88
(六) 密相及栓流输送管道压降的计算	90
(七) 压降与料栓长度的关系	91
(八) 物料料性对密相气力输送性能的影响	92
二、供料装置	92
(一) 供料装置的分类	92
(二) 规划气力输送系统的准则	93
(三) 各种供料装置的简介	93
(四) 装置的选型	106
三、系统的实用设计和计算	107
(一) 设计程序	107
(二) 计算示例	111
四、装置结构设计	112
(一) 充气罐设计	113
(二) 管道连接	114
(三) 管道布置	115
(四) 弯管	117
(五) 卸料入仓	117
五、长距离气力输送	119
(一) 输送管道的临界长度	120
(二) 设计的考虑	120
(三) 已有的经验计算方法	120
(四) 目前较新的计算方法	123
(五) 装置的供料及控制	124
第三章 管道机械式输送	125
第一节 圆管带式输送机	125
一、概述	125
二、圆管带式输送机的组成及其工作过程	129
三、主要零部件的构造及其参数	130
(一) 圆管带式输送机的输送带	130
(二) 托辊	132
(三) 框支架	135
(四) 滚筒	138
(五) 驱动	139
四、设计和选型	140
(一) 圆管带式输送机的主要技术参数及其确定	140
(二) 圆管带式输送机的线路布置	141
(三) 圆管带式输送机设计计算	147
五、圆管带式输送机的调整和维护	150
(一) 概述	150

(二) 调整圆管形输送带扭转的原理及方法	151
(三) 圆管带式输送机的运行及维护	154
第二节 可弯曲螺旋输送机	159
一、基本结构及主要零部件的构造	159
(一) 技术参数	159
(二) 基本结构和特点	160
二、可弯曲螺旋输送机的典型布置线路	162
三、设计计算	163
(一) 水平直线输送	163
(二) 水平面内改向输送	169
(三) 水平—90°改向—45°倾斜输送	169
(四) 水平—垂直输送	171
第三节 无轴螺旋输送机	172
一、简介	172
二、结构组成及主要零部件构造	172
(一) 螺旋管输送机	172
(二) 无轴螺旋输送机	173
三、规格参数	175
(一) 螺旋管输送机	175
(二) 无轴螺旋输送机	175
第四章 管道水力输送	178
第一节 管道水力输送的分类	178
第二节 管道水力输送的特点	178
第三节 管道水力输送应用现状和发展趋向	179
第四节 产煤地到用户的煤浆供应链	182
第五节 管道水力输送机理	184
一、牛顿流体和非牛顿流体	184
(一) 牛顿流体	184
(二) 非牛顿流体	185
二、水平管道中的流动模式	186
三、临界速度、堆积界限速度和堆积速度	187
四、临界速度 v_c 与最优输送速度	187
第六节 系统的组成及主要部件的构造	188
一、泵送设备	189
(一) 离心泵	189
(二) 活塞泵和柱塞泵	190
(三) 水力提升装置 (HYDROHOIST)	192
二、管系和阀件	195
三、浆体的前处理设备	195
四、浆体的脱水设备	197

第五章 集装物容器车（容器）式管道输送	199
第一节 概述	199
第二节 集装传输筒式管道气力输送	200
一、概述.....	200
二、输送机理和装置的分类.....	201
三、集装传输筒式管道气力输送的特点及其应用范围.....	203
四、系统组成及主要部件的构造.....	204
（一）集装传输筒.....	204
（二）输送管道.....	207
（三）管路附件设备.....	208
（四）收发站.....	210
（五）气源站.....	210
第三节 集装物容器车式管道气力输送	210
一、输送机理.....	210
二、分类.....	211
三、特点.....	212
四、开发研究现状与应用前景.....	213
（一）前苏联.....	213
（二）美国.....	213
（三）日本.....	216
（四）中国.....	216
五、系统组成及主要部件的构造.....	216
（一）容器车（容器列车）.....	216
（二）管道.....	218
（三）装载装置.....	220
（四）卸载装置.....	221
（五）容器列车的发送装置.....	221
（六）容器列车的接收制动装置.....	221
（七）动力装置.....	223
（八）控制系统.....	223
（九）容器列车的故障检查.....	224
六、系统的设计和考虑要点.....	224
（一）设计原则.....	224
（二）设计程序及内容.....	224
（三）方案选择.....	224
（四）系统的计算.....	226
（五）鼓风机的选择.....	229
第四节 集装物容器车式管道水力输送	230
一、输送机理.....	230
二、开发研究现状与应用前景.....	231

三、系统的设计及考虑要点	233
(一) HCP 过程的水流动力学分析	233
(二) 始滑速度 v_i 和起浮速度 v_L	234
四、系统的组成及主要部件的构造	237
(一) HCP 的动力源	237
(二) 容器 (容器车)	238
(三) 容器在装卸站的注入和逸出	239
第五节 成型制品式管道水力输送	241
一、CLP 机理和系统的组成	241
二、长距离运煤技术现状和 CLP 的特点	242
三、CLP 技术的研究和开发进展	243
(一) 煤棒在输煤管道中的液动力特性	244
(二) 煤棒的制造成型	244
(三) 煤棒在长距离运输过程中的磨损	245
(四) 在管道的水流中放入微量纤维状物质对煤棒运送阻力损失的影响	245
(五) 输送到管端目的地的煤棒的处理技术	245
(六) CLP 系统的经济性分析	245
(七) 相关的法律问题	245
第六节 直线电机驱动式容器管道输送	245
第六章 管道物流技术的合理选型及科学管理	247
第一节 管道物流工程中常见的故障	247
第二节 常见故障的分析和防止措施	248
一、输料管堵塞	248
(一) 堵塞形成机理	248
(二) 防止堵塞的措施	253
(三) 堵塞的排除	254
二、管道和装置的磨损	255
(一) 磨损的产生机理	255
(二) 防止磨损的措施	257
(三) 耐磨材料及其应用	258
三、颗粒料的破碎和损伤	260
(一) 造成物料破碎和损伤的原因	260
(二) 减小和防止破碎的措施	261
四、偏析现象	261
(一) 偏析的模式	262
(二) 防止偏析的措施	263
五、灌涌现象	265
(一) Carr 喷流性指数与灌涌现象	265
(二) 防止灌涌的考虑	266
六、环卫公害	266

(一) 风机噪声的产生	266
(二) 噪声的控制与综合消声治理	267
七、粉尘爆炸	269
(一) 对粉尘爆炸的影响因素	269
(二) 防止粉尘爆炸的措施	270
第三节 工程系统和装置的合理选型	271
第四节 系统及装置的科学管理	274
一、使用上存在的主要问题	274
二、科学的管理	276
三、装置的典型操作规程和维护	277
(一) 低压式气力卸船装置	277
(二) 带增压器的高压压送式装置	279
第七章 管道物料输送技术的工程应用与发展	281
第一节 港口卸船作业中的管道气力输送	281
一、吸卸谷物用气力卸船机	281
二、为海上钻井平台用气力输粉系统	283
第二节 气力输送在火力发电厂除灰系统中的应用	283
一、负压气力输灰系统	284
二、正压气力除灰系统	285
三、低正压气力除灰系统	286
四、负压—正压联合气力除灰系统	287
第三节 气力输送技术在冶金部门的应用	287
第四节 垃圾的气力集收输送系统	288
第五节 集装箱车管道气力输送石灰石系统	289
第六节 塑料工业中粉粒料的高压式气力输送	290
一、塑料粉料	291
二、塑料粒料	292
第七节 水处理净水场污泥脱水棒料制成品 HCP 输送	292
一、系统组成	292
二、输送工艺操作过程	292
三、系统的主要特性参数	293
第八节 用于填海造地工程大量输送土砂的 HCP 技术	293
一、系统组成	293
二、系统的主要特性参数	293
三、输送工艺过程	294
四、带轮容器车的尺寸和构造	295
五、管线的参数	295
六、泵站的参数	296
七、装载站的参数	296
第九节 能源和采矿业中的圆管带式输送机系统	297

一、概述.....	297
二、圆管带式输送机技术参数.....	297
三、方案比较.....	298
第十节 可弯曲螺旋输送机设计实例.....	299
一、螺旋结构设计及输送量计算.....	299
二、功率计算.....	299
第十一节 环卫污泥处理中应用的无轴螺旋输送机.....	300
一、概述.....	300
二、原理简介.....	301
三、基本尺寸和参数.....	301
参考文献.....	303

第一章 管道物料输送与物流系统工程概述

第一节 物流——物流工程

在生产消费活动中必定有物流、人流的移送，信息流的传输，而在存在上述移送的场所，物料输送设备是必不可少的。以往它被人们理解为可减轻和替代繁重体力劳动和付出汗水来移运重物的工作设备，是一种生产的辅助手段。但是随着现代科技和制造技术的发展和进步，为了寻求经济、合理的输送，规划系统的最优配置及管理，物料输送已由以往纯粹的搬运、装卸作业来达到移送的目的逐渐发展成为当今将物的选择、识别、分类、包装、保管，以及将物流信息传输包括在内具有复合机能的物流系统的新观念。新观念必定会有与之相适应的新技术和新装备；而从与其相关的学科和技术来看已不仅是以往的机电技术为主，而涉及到材料、结构、机构等以外的控制技术、电子技术、计算机及信息工程等技术的综合应用，并与可靠性、环境、生物工程、安全、流体传输及海洋工程等学科紧密相关。

经济结构的变化带来物流时代的变化，装运技术的应用和发展也随之变化。在物流以前的时代，人力搬运、铁路和海运是装运货物的主体。

表 1-1 是世界上先进工业化国家日、美对其经历的物流变革时代的划分。

表 1-1 日、美对物流变革时代的划分

年份 \ 国别	日本	美国
1897~1949	物流以前的时代	人力化
1950~1964	物流萌芽时代(生产主导型)	机械化
1965~1973	大量物流、物流基础整备时代(流通主导型)	自动化
1974~1985	多品种少量生产物流时代(消费主导型)	集成化、智能化
1986 至今	生产、销售、物流、信息的综合化时代(系统构筑主导型)	智能、集成,信息综合化

在各发展时期有其代表性的设备和典型应用系统，制定有相应的产品系列标准和规范，建立了相应的学会和协会。

在我国，对从事物料搬运的各界来说，带式输送机、桥式起重机和抓斗是最熟悉的输送设备。在这其中，带式输送机和抓斗是输送散料的主要设备。我国在一个较长的时期里，用人扛肩挑来装运砂石、煤炭等散料组成了一幅壮观的连续输送线，在我国国民经济的恢复和发展中做出了突出的贡献，由于历史和特殊的背景就难以清楚地划分数个时期，但在总体上是滞后于世界上先进工业化国家的步伐。

作为大宗物品的输送主要分为件货和散料的物流。

一、集装箱集散运输物流工程

集装箱集散运输管理是典型的物流系统之一。20 世纪 60 年代初始于美国的海运集装箱运输是一场输送革命。初期作为集装箱运输过程位于海陆交接处的集装箱集散运输管理中心，主要承担了对不同运输工具的承载集装箱进行转载（船与车、船与铁道）；集装箱在运

输途中的装货和取出货物；空箱的保修清理以及集散站上装卸设备的保修。海运集装箱集散运输管理中心系统具有对集装箱进行装卸操作的功能，而且是包括信息处理、编制作业计划、装卸操作指示以及信息传输的综合管理功能。用于堆场计划用的计算机具有大容量的记忆装置，可对一切有关集装箱的信息输入存储，并可完成在库管理、地址检索、程序作业表的制定以及集装箱船的重心计算等多项工作。而操作用的计算机是对集装箱装卸用的设备作实时监控。当接到来自堆场计划用计算机的指令，选用集装箱装卸设备并发送操作指令，一般管理中心与前沿的集装箱岸桥之间是无线通信联络。由于在控制装置上使用集成电路和大面积集成电路，微型组件化加之无触点化大大提高了设备的可靠性以及控制台的小型轻量化。此外交流调速技术、微机技术用于程序控制、数据处理及过程控制，提高了自动化程度，减轻了劳动强度。近年来随着船型的大型化和新一代集装箱装卸设备研制投用，提高了操作高效性及设备的可靠性。由海运集装箱运输为起步的集装箱物流系统进入 21 世纪，正在朝着全球性、洲际运输发展。

二、大宗散货等装卸、储运物流工程

煤炭曾在相当长的一段时间里作为主要能源获得了广泛的应用，后来由石油所替代。由于石油资源的紧张，煤炭曾又一次恢复到其主要的能源地位。随着现代科学技术的新发展，社会对环保的日益重视及新要求的提出，虽然现代化电厂的专用码头或大型煤炭中心仍以卸船机—堆取料机—带式输送机组成系统主体，卸船机也趋高效、大型化，然而在满足环保、优化、合理的前提下，自动化操作、远程监视、检测技术等正在获得有效的应用。

数十年来，通过对连续装运技术和设备的不断改进、创新，在配置上更灵便，从环保和洁净卫生的角度实现了无粉尘、无泄漏、无异物混入，在可靠性、系统的自动化操作和控制等方面有了提高和发展。

能源、电力先行，发电就会产生灰渣，发电、输灰综合利用的同步势在必行。一个 600MW 机组容量的电厂灰渣量就高达 60~80t/h。对输灰技术要求系统可靠性高，管道及设备的磨损小，耗能少。

城市生活垃圾和工业废弃物的集收、输送是废弃物再生利用技术中必不可少的重要组成环节。随着社会的发展和进步，以及消费的增长，上述问题在世界范围内均是一个深刻的社会课题。我国政府已重视上述问题，但刚处于起步阶段。该系统技术除集收、装运之外，还与焚烧、分检、资源回收、填埋和再生利用技术有关。因此，在各产业部门中均存在大量的散料物流工程问题。

第二节 散料输送技术

自然界中的土壤、各种矿物资源乃至日常生活中的粮食、食盐、糖，建材中的水泥、沙砾，工业中的大量原料、涂料、磨料、颜料、添加剂和催化剂，以及大量的工业制品如塑料、衣着的纤维等，均是或曾经一度是粉状、颗粒状和块状料。由于它是物质世界中最大量存在的形式，于是可以说，物质的世界是颗粒的世界。表 1-2 是各种工业过程中涉及的代表性散料及其工艺操作过程。

表 1-3 是上述散料工程技术中的主要操作内容及相关制备技术。图 1-1 则是与散料工程学科相关的理论体系。我们所说的散料既包括粒度较大、形状各异的块料，粒度较均匀的颗粒料，细小颗粒的粉料，也包括超细粉料。无疑，载运上述散料的技术和设备是现代物流技术和装备中的重要组成部分之一。

表 1-2 各种工业过程中涉及的代表性散料及操作过程

部门名称	工艺过程及物料名称	部门名称	工艺过程及物料名称
资源、能源	选煤、选矿,火力电站、土木工程、核电站燃料	造纸	纸浆、木材片
钢铁	冶金、炼铁原料(石灰石、焦炭、耐火材料)、集尘、废弃物	纤维	洗涤剂、染料、纤维填充料
冶金	有色金属冶炼、粉末冶金	化工	各种固体原料,中间产品和产品处理,固体触媒,废弃物处理
炼铝	铝粉	制糖制盐	原料与产品
机械	铸造用砂、黏结料、研磨料	农业	土地改良,肥料、饲料、谷物
建筑	水泥、建材、涂料、火药、土质改良剂	食品	小麦粉、各种淀粉、加工食品、乳制品、调味料
电子、电气	电池、荧光材料、半导体材料	卫生、废弃物、环境	污物处理,净水,固体废弃物
汽车	炭黑、填充料	宇宙开发	火箭燃料、涂料、月球表面物质处理
工业	陶瓷、玻璃		

表 1-3 粉、粒体散料工程设备中主要操作内容及相关技术

项目	事项	内容
操作过程	机械操作	解袋、计量、装仓、配料、分离、分检、分级、混合、粉碎、供给、输送、装卸、除尘、储存
	物理化学操作	悬浮、沉降、造粒、烧结、加湿、加热、干燥、冷却、溶解、扩散、升华、反应、化合、催化剂、脱硫
	生物操作	杀菌、消毒、熏蒸、加湿、发芽、保温、冷却、发酵、菌养、保存
相关技术	力学基础	物理化学(气体论、固体论、液体论)、粉粒体物性论、流体力学、质点力学、弹性力学、塑性力学、粉体受压论、热力学、热传输、物质检测论、电磁学、电子学、检测与控制、应用数学
	机械技术	金属、非金属材料、合成树脂、油脂、机械零件、材料力学、粉粒体设备、流体机械、热机、空调、包装设备、装卸机械、交通运输车辆、铁道、船舶、铸造、焊接、机械设计、测定检验技术、加工工艺
	物理化学	熔融、氧化、还原、扩散、合金、表面处理、涂料、染料、黏结、纸浆纤维、纺织烧窑
	土木建筑	土质调查、道路工程、造地、隧道施工、港口码头施工、基础工程海上施工、打夯、桥梁、塔、烟囱、储仓、附带设备
	环保及安全	大气、水质、污水、废弃物、防腐、变质、防电、防臭、防潮、防固结、防止起拱、防止飞扬、防堵、带电、粉爆及放射性防止
	电气、电子	电机、电气、计测、控制、信息、电子计算机、计算方法、机器人
	经营、管理	工程管理、市场、能源政策、经济动向、在库管理、法制、国防动向、专利、标准化