

无机盐工艺学

下 册

〔苏联〕M. E. 波 任 等 著

中国工业出版社

无机盐工艺学

下 册

〔苏联〕M.E.波 任

Л.З.阿尔先叶娃 Ю.Я.卡冈诺维奇

Г.С.克列班诺夫 В.А.克列符克

Б.А.科佩列夫 А.А.索克洛夫斯基

成都工学院无机物工学教研室等译校

中国工业出版社

本书系根据苏联国立化学科技书籍出版社出版的“无机盐工艺学” (Технология минеральных солей) 1961 年增订第二版译出。本书是一本无机盐工艺学方面的专著。中译本略有删节。

本书下册包括原书 21~39 章, 书中叙述了重要无机肥料 (硫酸铵、硝酸铵、尿素、各种磷肥、各种混合肥料和复合肥料等)、磷酸盐、含氧氯酸盐、含磷工业产品、氟及其化合物、矿石高温氯化产物、锰化物、氰化合物等的原料来源、产品性质、用途、生产的物化原理、工艺流程和设备。

本书可供高等院校无机物专业师生和从事无机肥料和无机盐生产、科研和设计单位的工作人员参考。

М.Е.Позин

ТЕХНОЛОГИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ
(УДОБРЕНИЙ, ПЕСТИЦИДОВ, ПРОМЫШЛЕННЫХ
СОЛЕЙ, ОКСИДОВ И КИСЛОТ)

2-е издание переработанное и дополненное
при участии:

Л.З.Арсеньвой, Ю.Я.Каганович, Г.С.Клебанов
В.А.Клевке, Б.А.Коншлева, А.А.Соколовского

Госхимиздат Ленинград 1961

* * *

无机盐工艺学

下 册

成都工学院无机物工学教研室等译校

*

化学工业部图书编辑室编辑 (北京安定门外和平里 7 区 8 号楼)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路丙 10 号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 110 号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 27 $\frac{1}{4}$ · 字数 544,000

1965 年 12 月北京第一版·1965 年 12 月北京第一次印刷

印数 0001—1,610 · 定价 (科五) 3.10 元

*

统一书号: 15165·4124 (化工·412)

下 册 目 录

第二十一章 氯化钙	1
物理化学性质	1
用途	3
原料	4
自纯碱生产的蒸馏废液制取熔融氯化钙	4
自氯酸钾生产中的母液制取氯化钙	5
羟基氯化钙的制取和由羟基氯化钙制取氯化钙	5
用盐酸和石灰石制取氯化钙	6
参考文献	8
第二十二章 锰的化合物	9
物理化学性质	9
用途	12
原料	14
贫锰矿的化学加工	15
人造二氧化锰	18
电化学法制取二氧化锰	18
活性软锰矿(ГАП)的制造	20
从贫锰矿制取活性二氧化锰	20
热法制取活性二氧化锰	22
硫酸锰	22
高锰酸钾	24
马日夫盐	27
参考文献	29
第二十三章 天然磷酸盐、磷块岩粉及其用途	31
磷矿	31
矿物组成	31
磷矿的类别与产地	32
磷矿的用途	35
物理化学性质	38
磷块岩粉	40
参考文献	42

IV

第二十四章 普通过磷酸钙	44
普通过磷酸钙的成份与性质	44
用途	45
生产方法	46
生产的物理化学原理	47
过程的化学原理	47
硫酸钙水合结晶的相转变	49
硫酸定额	49
硫酸钙薄膜的形成和硫酸的起始浓度	50
温度的影响	52
反应物料的混合	52
磷矿的粉碎度	52
第一阶段反应结束时的分解率	53
$\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ 体系相图	54
磷酸分解磷灰石的速度	56
过磷酸钙的熟化	57
卡拉-塔乌磷块岩分解过程的特点	59
固体中和剂的应用	61
过磷酸钙的氨化	62
科学研究及实验工作	63
过磷酸钙生产的工艺流程	65
间歇法生产过磷酸钙	65
半连续法生产过磷酸钙	66
连续法生产过磷酸钙	66
粒状过磷酸钙的制取	67
含氟气体的逸出	70
过磷酸钙生产的物料平衡	70
主要设备及其运转条件	71
设备材料及其防腐蚀	74
技术经济指标	75
参考文献	76
第二十五章 硫酸法制造磷酸	82
物理化学性质	82
用途	83
硫酸法制造磷酸的不同方案	84
生产的物理化学原理	84
过程的化学原理	84

磷矿分解过程的动力学	85
硫酸钙的结晶	87
科学研究与试验工作	90
工艺流程和生产操作	91
萃取磷酸的浓缩	95
生产废料及副产品	97
生产的物料平衡	98
主要设备	99
设备防腐	101
消耗系数	102
参考文献	103
第二十六章 电热法生产元素磷和磷酸	108
磷及过磷酸的物理化学性质	108
磷和电热法磷酸的用途	108
热法生产磷及磷酸的各种方法	110
碳还原磷酸钙盐和制取磷酸的理论基础	110
还原过程	110
磷酸的制取	112
磷及磷酸的制造	113
生产的排出物及其利用	115
主要设备	116
设备材料及防腐	118
消耗系数	118
参考文献	119
第二十七章 重过磷酸钙和富过磷酸钙	122
组成和性质	122
高效过磷酸钙的用途	123
生产方法	123
生产过程的物理化学原理	124
化学原理	124
磷灰石—磷酸—水体系的平衡	125
磷矿分解的动力学	127
科学研究和实验工作	129
工艺流程、设备和生产操作	131
消耗系数及技术经济数据	133
参考文献	134
第二十八章 沉淀磷酸钙（磷酸二钙）	137

VI

物理化学性质	137
用途	138
生产方法	139
磷矿的盐酸分解	139
物理化学原理	139
工艺条件	142
磷酸二钙的沉淀	143
物理化学原理	143
沉淀磷酸钙生产的工艺流程和操作条件	147
制造饲料用沉淀磷酸钙的特点	149
技术经济数据	150
参考文献	151
第二十九章 热法磷肥	154
组成和性质	154
用途	156
天然磷矿的热法加工	157
脱氟磷肥的制取	157
熔融钙镁磷肥的制取	160
碱熔磷肥的制取	162
偏磷酸钙的制取	163
生产的技术经济指标	163
参考文献	164
第三十章 含磷的工业产品	169
硫化磷	169
氯化磷	169
磷化物	169
磷酸酐	170
正磷酸	170
正磷酸钠和正磷酸钾	171
磷酸钠盐的生产	173
脱水磷酸钠	174
脱水磷酸盐的生产	176
磷酸铵盐和磷酸铵类的复盐	177
磷酸钙盐	178
参考文献	179
第三十一章 氟的化合物	182
物理化学性质	182

用途	188
原料	190
元素氟的制取	191
氟化氢和氢氟酸	193
氟石的分解	193
氟化氢的吸收和冷凝	195
自氢氟酸生产氟盐	197
冰晶石	197
氟化铝	198
氟化钠	199
用碱法从氟石制造氟化钠和冰晶石	200
从含氟废气中用水回收氟的化合物及所得氟化物的加工	204
氟硅酸的制取	204
氟硅酸加工为氟硅酸盐	207
从含氟废气制取氟化物	210
氟化钠	211
氟化钙	216
冰晶石和氟化铝	218
含氟气体的氨法回收与加工	219
参考文献	221
第三十二章 硝酸盐	226
硝酸铵	226
物理化学性质	226
用途	229
原料和生产方法	230
蒸发溶液生产硝酸铵的方法	231
无蒸发法制造硝酸铵	240
硝酸盐溶液转化制取硝酸铵	241
复合肥料和混合肥料	242
以硝酸铵为主体的肥料	242
混合肥料	245
液体肥料	249
概述	249
氮化合物的物理化学性质	251
以硝酸铵为主体的氮化合物的生产流程	253
液体混合肥料	255
硝酸钙	256

VIII

物理化学性质	256
用 途	256
生产方法	257
硝酸钠和亚硝酸钠	260
物理化学性质	260
用 途	260
硝酸钠的生产方法	261
硝酸钾	264
物理化学性质	264
用 途	264
硝酸钾的生产方法	265
参 考 文 献	269
第三十三章 铵盐	273
硫酸铵	273
物理化学性质	273
用 途	273
硫酸铵的制造	274
氯化铵	281
物理化学性质	281
用 途	281
氯化铵的制造	282
铵的碳酸盐	284
物理化学性质	284
用 途	285
碳酸铵的制取	285
碳酸氢铵的制取	286
磷酸铵盐	286
物理化学性质	286
用 途	288
磷酸铵盐的制造	288
含偏磷酸铵的肥料	290
参 考 文 献	291
第三十四章 硝酸分解天然磷矿制造单效肥料和复合肥料	293
硝酸分解磷矿	293
物理化学原理	293
硝酸分解磷矿的工业实施	295
硝酸分解磷矿所得到的溶液中氟和稀土元素的分离	296

硝酸分解磷矿制得的溶液的加工	298
加工硝酸萃取液的物理化学原理	298
硝酸萃取液的加工方法	304
加工硝酸萃取液制取单效肥料	306
制取沉淀磷酸钙和硝酸钙	306
制取沉淀磷酸钙和硝酸铵	308
加工硝酸萃取液制取复合肥料	309
碳化法	310
硫酸法	314
磷酸法	316
冷冻部分硝酸钙制取硝基磷钾肥料	317
部分回收硝酸制取水溶性硝基磷钾肥料	320
参考文献	322
第三十五章 尿素	324
物理化学性质	324
尿素的用途及其农业化学性能	325
生产方法	326
自氨和二氧化碳合成尿素的物理化学基础	327
由氨和二氧化碳制造尿素的方法	329
两段蒸馏法制造尿素	329
蒸馏尾气的回收方法及其再循环	332
用一乙醇胺水溶液分离蒸馏尾气	333
三段双吸收剂分离蒸馏尾气	335
参考文献	336
第三十六章 砷盐	338
物理化学性质	338
砷制剂的用途和技术要求	342
原料	343
煅烧砷矿制取白砷	344
亚砷酸钙	345
湿法生产	345
半干法生产	346
亚砷酸钠	347
巴黎绿和谢尔科夫绿	348
砷酸	350
硝酸法	350
制取砷酸的其他方法	351

X

磷酸钙	351
空气催化氧化亚砷酸盐溶液法	352
白砷酸制取磷酸钙	354
硝酸法	354
氯法	355
电化氧化法	356
热法	356
从含五价砷的砷矿制取磷酸钙	357
参考文献	357
第三十七章 含氧氯酸盐	359
物理化学性质	359
用途	363
漂白粉的制造	365
石灰石煅烧	365
消石灰的制取（石灰消化）	366
消石灰的氯化	367
漂白粉的制造	368
次氯酸钠	370
次氯酸钙	371
二氧化氯	373
硫酸法	373
甲醇法	375
盐酸法	375
自亚氯酸钠制二氧化氯	376
亚氯酸钠	376
钠、钾、钙和镁的氯酸盐	377
电化学法制氯酸钠和氯酸钾	377
石灰法制造氯酸钾	378
氯酸钠	382
氯酸钙	382
氯酸镁	382
钠、钾、铵的过氯酸盐及过氯酸	383
过氯酸钠	383
过氯酸钾	383
过氯酸铵	384
过氯酸	384
参考文献	385

第三十八章 矿石高温氯化产物	389
四氯化钛	389
物理化学性质	389
用途	390
原料	390
钛铁矿精矿脱铁的方法	391
自金红石精矿和钛渣制取四氯化钛	392
自其他原料制取四氯化钛	395
三氯化钛	396
四氯化硅	396
物理化学性质	396
用途	396
四氯化硅的制取	397
无水氯化铝	398
物理化学性质	398
用途	399
无水氯化铝的制取	399
参考文献	400
第三十九章 氰的化合物	404
物理化学性质	404
用途	406
原料	409
氰氯化钙	409
电炉法制取氰氯化钙	410
粒状氰氯化钙的制造	411
氰氯化钙的其他制法	412
氰化钠和氰化钾的生产	413
由氢氰酸制取氰化物	413
由氰氯化钙制取氰化物熔体	413
用纯碱和炭的混合物固定氮	414
氰酸盐(由氨和碳酸盐制得)还原制取氰化物	415
氨基钠和炭共熔	415
酒糟的干馏	415
从焦炉气回收氰化物	416
从净化气体的废砷碱液中制取硫氰化钠和硫氰化铵	416
亚铁氰化物和铁氰化物的制造	417
亚铁氰化物	417

XII

鉄氰化物	418
催化法制造氢氰酸	418
氢氰酸的合成方法	418
催化氧化法由甲烷和氨制造氢氰酸	419
由氨和一氧化碳制取氰化氢（甲醛氨法）	421
参考文献	422

第二十一章 氯化鈣

物理化学性质

氯化鈣（氯鈣石） CaCl_2 是密度为 2.51 克/厘米³ 的白色立方晶体，在 772°C 熔融。强烈吸湿，在空气中潮解。 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 上方空气的平衡相对湿度，在 20°C 时等于 22%，50°C 时等于 17%；在 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 上方的空气的平衡相对湿度在 10°C 时等于 38%、20°C 时等于 32.3%、24.5°C 时等于 31%。用顆粒状氯化鈣在 25°C 干燥气体时可使气体的水份降到每 1 米³ 中含 0.14~0.25 克水。氯化鈣在 25°C 时的实际持水量（表面层的）为：

气体的相对湿度，%	36	60	70	80	85	90	95
持水量，公斤/公斤	1.0	1.6	2.0	2.8	3.5	5.0	8.4

关于 CaCl_2 的溶解度和水合結晶的资料示于表 48 和图 191。

CaCl_2 溶液的沸点为：

CaCl_2 ，%	40.8	50	58	75
沸点，°C	120	130	140	175

CaCl_2 与氨生成复盐 $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$ 、 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ 。

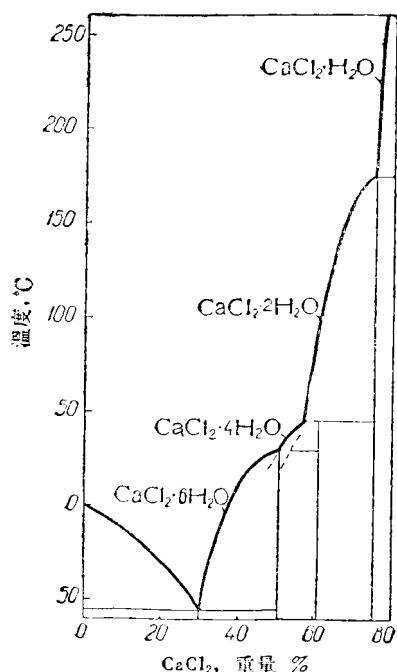
CaCl_2 与金属鈣共热时生成众所熟知的氯化亚鈣 CaCl 。氯化亚鈣呈紅紫色，高于 800°C 时仍然稳定。如迅速冷却到室温则可得到介稳状态的氯化亚鈣。

5~75°C 之間从 CaCl_2 — $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — H_2O 体系中（图 192）結晶出 8 种固相： $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{CaCl}_2 \cdot 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 α -、 β - 和 γ - $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ [1]。羟基氯化鈣 $\text{CaCl}_2 \cdot 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 呈透明的針状斜方晶体，在高于 50°C 的水中分解，生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 CaCl_2 溶液。

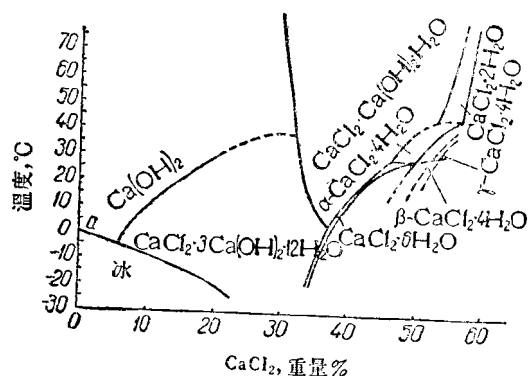
溫度越低， CaCl_2 在盐酸溶液中的溶解度降低的程度越大。0°C 时，含 27.98% HCl 的溶液中溶解 9.1% CaCl_2 （在水中溶解 37.30%）；15°C 时，在含 26.20% HCl 的溶液中溶解 21.3% CaCl_2 （在水中溶解 41.2%）。15°C 时由 HCl — CaCl_2 — H_2O 体系中結晶出两种固相： $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，25°C 时結晶出三种固相： $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。

氯化鈣从 NaCl 水溶液中盐析出氯化鈉，低温时盐析效果更大。 NaCl 在 CaCl_2 — NaCl — H_2O 体系中（0°C）的溶解度随着 CaCl_2 浓度的增大不断下降（从純水中的 26.23% 下降到在 34.87% CaCl_2 溶液中的 0.62%）。較高溫度下，除 NaCl 外，还結晶出 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ；在 -5°C 和 -23°C 結晶出的固相有冰、 $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 NaCl 和 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。

在 CaCl_2 — NaCl — H_2O 体系中，当 NaCl 浓度在 0.5%（克分子）以下时，能从介稳

图 191 $\text{CaCl}_2\text{—H}_2\text{O}$ 体系的溶解度

溶液中析出 α -、 β - 和 γ - $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 。在 $\text{CaCl}_2\text{—HCl—H}_2\text{O}$ 体系中，除有稳定结晶区外，还有能析出 α -、 β -和 γ - $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的介稳区。介稳溶液的特点是粘度和比重较大^[2]①。

图 192 $\text{CaCl}_2\text{—Ca(OH)}_2\text{—H}_2\text{O}$ 体系的溶解度

在 0°C 到 170°C 的范围内，从 $\text{CaCl}_2\text{—MgCl}_2\text{—H}_2\text{O}$ 体系中结晶出 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{MgCl}_2 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ （稳定的和介稳定的）、 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{CaCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。在 55°C 时，不相称溶解的复盐 $\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{CaCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 的溶解度最小。与 25°C 的等温线相比，该盐在 55°C 的结晶线段约长出了 4 倍^[5]。

CaCl₂ 在水中的溶解度

表 48

温度 °C	CaCl ₂ 饱和溶液的 浓度, %	固 相	温度 °C	CaCl ₂ 饱和溶液的 浓度, %	固 相
-55	29.8	冰 + $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	60	57.8	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
-25	33.3	$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	70	58.6	"
0	37.3	"	80	59.5	"
10	39.4	"	90	60.6	"
20	42.4	"	100	61.4	"
30.2	50.7	"	120	63.4	"
20	47.6	$\alpha\text{-CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (介稳)	140	65.6	"
29.8	50.1	$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \alpha\text{-CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (稳定)	160	69.0	"
40	53.4	$\alpha\text{-CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (稳定)	170	71.8	"
20	51.1	$\beta\text{-CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (介稳)	175.5	74.8	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
29.2	53.0	$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \beta\text{-CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	189	75.0	$\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
35	55.0	$\beta\text{-CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	200	75.7	"
38.4	56.0	$\beta\text{-CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	235	76.3	"
45.3	56.6	$\alpha\text{-CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	260	77.6	"

① 关于 $\text{CaCl}_2\text{—NaCl—H}_2\text{O}$ 、 $\text{CaCl}_2\text{—KCl—H}_2\text{O}$ 和 $\text{CaCl}_2\text{—HCl—H}_2\text{O}$ 体系的蒸气压参阅文献^[3,4]。

在 $18\sim 93^{\circ}\text{C}$ 的范围内，随着温度的升高， Ca^{++} 、 Mg^{++} 、 $\text{K}^{+}\parallel\text{Cl}$ 水盐体系中 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{MgCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 的结晶区（ 22°C 时开始出现）扩大，而 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的结晶区则缩小。 $\text{CaCl}_2 \cdot \text{KCl}$ 结晶区由于 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和光卤石结晶区的缩小而扩大。 92°C 开始结晶出 $2\text{CaCl}_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，当温度继续提高时， $2\text{CaCl}_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的结晶区由于 $\text{CaCl}_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 区和 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 区的缩小而扩大^[6]。

用 途

氯化钙用于氯化铝及某些染料的生产，用于胶乳的凝集，用于化学制药工业，以及在系统中调节空气的湿度。由于它的吸湿能力很大，常常用它作为气体和液体的干燥剂。氯化钙还用于电解制取金属钙，制取钙合金以及巴氏合金。

由于氯化钙水溶液的凝固点低，故可利用它来作为冷冻技术中的载冷体，和作为航空及汽车内燃机的抗冻剂。对金属有强烈的腐蚀作用是氯化钙的严重缺点；往氯化钙溶液中添加氧化剂（铬酸盐或重铬酸盐）能减轻它的腐蚀作用^[7,8]。

国外氯化钙的用量是相当大的，这是由于利用氯化钙可以防止泥路和碎石路飞起尘土以及在修筑道路时使用氯化钙的缘故。定期（每年夏季 3~4 次）将 CaCl_2 溶液喷洒在道路上能防止道路飞起尘土。修筑道路时使用 CaCl_2 作为道路的垫层水泥土壤的组份之一。每修筑一公里的水玻璃处理的道路约消耗 3 吨 75% CaCl_2 溶液。

有 CaCl_2 存在能加速混凝土的硬化和增加建筑砂浆的耐寒能力。

近年来，氯化钙在自然干燥生产砖坯的工厂中作为添加剂得到了某些推广。若用氯化钙改良盐碱土，其效果比石膏要好。也可利用氯化钙溶液作为选煤时的加重液。

氯化钙可制成溶液状态、熔块状态（二水合物和四水合物的混合物）和无水 CaCl_2 状态出售（表 49）。

ГОСТ 450—58、BTY MXII 4401—55、ЦМТУ 2022—77,

表 49

BTY MXII 2096—50 对氯化钙质量的规定

（组份含量以%计）

	溶 液		熔 块		由金属镁生产的废料制得的	脱 水 物		无水物
	I 级	II 级	I 级	II 级		I 级	II 级	
CaCl_2 ，不少于	32	32	67	67	65	95	85	92
MgCl_2 ，不大于	—	—	0.3	—	—	0.6	—	—
换算成 SO_3 的硫酸盐，不大于	—	—	—	—	—	0.06	—	0.06
铁，不大于	0.01	—	0.02	0.05	0.3	0.004	—	0.004
KClO_3 ，不大于	没有	1.2	没有	2.7	5.0	没有	没有	—
换算成 NaCl 的氯化物，不大于	3.0	2.0	2.0	—	—	—	—	—
碱金属和镁，不大于	—	—	—	—	—	—	—	0.15
水不溶物，不大于	0.03	0.2	0.2	0.5	2.0	0.2	—	8.0

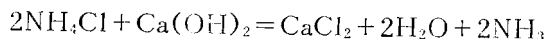
熔融氯化钙用钢桶包装。已提出用铁路槽车输送熔融氯化钙，将热而浓的 CaCl_2 溶液

注入槽車中，借空气冷却而凝固。为了从槽車卸出熔融氯化鈣，需往槽車中加水或稀溶液，其数量以达到制得标准氯化鈣溶液为度〔9〕。

原 料

純碱厂和氯酸钾等生产中得到的大量氯化鈣废液可作为生产熔融氯化鈣的原料。

氨碱法純碱生产中，按下列反应回收氨：



得到的蒸餾废液的密度为 1.12~1.13 克/厘米³，其中含約 100 克/升 CaCl_2 、50~70 克/升 NaCl 和少量溶解态的石膏、氢氧化鈣和氢氧化鉍，此外还含有悬浮物。悬浮物是由 CaCO_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 构成的，其量为 20~25 公斤/米³。每产 1 吨純碱抛弃掉的蒸餾液中含有 1 吨以上的 CaCl_2 和 0.5~0.6 吨 NaCl 。

在氯酸钾的生产中，結晶出 KClO_3 之后的母液含有 400~500 克/升 CaCl_2 、各 10~20 克/升 KClO_3 和 KCl 以及少量其他杂质。这种母液是生产的排出物，但也作为商品出售，用于不同的场合，特别是用于氯化鉍生产（參閱第十二章）。蒸发此母液則可得到固体氯化鈣（熔块）。

也可用盐酸和石灰石作为生产氯化鈣的原料。石灰石的质量应滿足 TY 130—49 的要求，含有不少于 96.5% CaCO_3 （或 54% CaO ）、不大于 1% R_2O_3 、0.8% MgO 、0.8% SiO_2 、0.15% S （或 0.37% SO_3 ）和 0.1% P 。

自純碱生产的蒸餾废液制取熔融氯化鈣

自純碱生产蒸餾废液制取商品氯化鈣〔10〕的方法，是連續地蒸发蒸餾废液使其浓度由約含 CaCl_2 10% 增加到 67%，以达到 ГОСТ 对熔融氯化鈣产品的要求。把蒸餾废液澄清。如果将得到的澄清溶液的一部分（24~25%）用于制备石灰乳，以供給純碱厂蒸餾工段回收氨用，則可避免蒸餾过多的稀溶液，它的浓度可从 10% 提高到約 12% CaCl_2 。这将大大地节省蒸发所消耗的热量，因为蒸发水量可减少 20~25%〔11〕。

澄清后的蒸餾废液进行碳酸化并用氯化鉍处理，然后再澄清以除去溶解在溶液里的石灰和石膏。溶液中如含有 SO_4^{2-} 离子会使蒸发设备的传热表面生成一层石膏。但是用 BaCl_2 淨化溶液将使生产費用增大。

在自然循环蒸发器內蒸发未除去 SO_4^{2-} 和 OH^- 离子的蒸餾废液时，传热系数在 92 小时內从初始值降低約 40%。〔实验是用下述組成（克/升）的蒸餾废液进行的： CaCl_2 ——122.7、 NaCl ——62.84， CaSO_4 ——0.93， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ——1.51；比重 1.134 克/厘米³。〕采用强制循环蒸发（管內液体流速約为 3.5 米/秒），并往溶液中添加石膏作为品种（加入石膏量为溶液重量的 3~5%），也不能防止硫酸鈣在传热表面上結垢。但是，此时设备的生产能力增加了二倍，而两次清洗間的运轉時間則增加約一倍〔12〕。

淨化和澄清后的蒸餾废液在多效蒸发器中进行蒸发。当 CaCl_2 浓度达到 40% 左右时，