

无机盐工业手册

下 册

天津化工研究院等编

化学工业出版社

无机盐工业手册

下 册

天津化工研究院等编

化学工业出版社



(京)新登字039号

0004/05

本《手册》选取了国内常见的320种无机盐工业产品，有的产品如三酸（硫酸、硝酸、盐酸）、两碱（纯碱、烧碱）、化肥不包括在本《手册》内。

本《手册》分为上、下两册出版。下册内容包括各论、附录及索引。各论部分主要介绍147种无机盐产品的性质、用途、生产方法、主要制法流程、消耗定额、产品质量以及常用的物理化学数据；此外，还以表格的形式列出了除320种以外的其他单品种（共355种）的主要性质、用途及制备方法。附录介绍了无机盐工业生产中常用的数据及单位换算、无机酸工业生产中三废及其防治和处理、耐腐蚀金属材料的选择、无机盐用矿石英文、俄文、中文名称及分子式对照表。

本《手册》可供从事无机盐工业生产、科研、设计、管理部门的工人、干部、技术人员使用，有关的院校师生亦可参考。

无机盐工业手册

下 册

天津化工研究院等编

*

化学工业出版社出版发行

（北京和平里七区十六号楼）

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

开本850×1168¹/₃₂印张25字数716千字

1981年12月第1版 1992年6月北京第4次印刷

印 数 19,501—22,550

ISBN 7-5025-0256-4/IQ·211

定 价 22.80元

下 册 目 录

I 各论 (续)

II-15.1	黄磷	1	II-15.27	焦磷酸钠	117
II-15.2	赤磷	7	II-15.28	三聚磷酸钠	122
II-15.3	磷酸	10	II-15.29	三氯化磷	132
II-15.4	磷酸铝	22	II-15.30	五氯化磷	135
II-15.5	磷酸二氢铵	27	II-15.31	氧氯化磷	138
II-15.6	磷酸氢二铵	39	II-15.32	三氯硫磷	142
II-15.7	磷酸铵	43	II-15.33	氯化磷腈	144
II-15.8	磷酸硼	45	II-15.34	五氧化二磷	148
II-15.9	磷酸二氢钙	46	II-15.35	三硫化四磷	166
II-15.10	磷酸氢钙	50	II-15.36	五硫化二磷	168
II-15.11	磷酸三钙	59	II-16.1	水合硅酸	173
II-15.12	磷酸铜钙	65	II-16.2	三硅酸镁	178
II-15.13	酸式磷酸锰	67	II-16.3	硅酸钾	180
II-15.14	磷酸氢镁	69	II-16.4	硅酸钠	183
II-15.15	磷酸二氢钾	70	II-16.5	硅酸钾钠	193
II-15.16	磷酸氢二钾	77	II-16.6	粗、细孔块状硅胶	195
II-15.17	磷酸三钾	80	II-16.7	粗、细孔球形硅胶	198
II-15.18	磷酸二氢钠	82	II-16.8	球状、块状变色硅胶	200
II-15.19	磷酸氢二钠	87	II-16.9	微球形粗孔硅胶	202
II-15.20	磷酸三钠	92	II-16.10	活性白土	203
II-15.21	磷酸二氢锌	99	II-16.11	分子筛	208
II-15.22	磷酸氧锆	100	II-17.1	硫酸铝	214
II-15.23	二碱式亚磷酸铅	104	II-17.2	硫酸镉	221
II-15.24	次磷酸钠	107	II-17.3	α -型半水硫酸钙	224
II-15.25	六偏磷酸钠	109	II-17.4	β -型半水硫酸钙	226
II-15.26	焦磷酸钾	114	II-17.5	二水硫酸钙	228

II-17.6	硫酸钴	233	II-17.39	硫化亚铁	380
II-17.7	硫酸铜	242	II-17.40	硫化汞	382
II-17.8	硫酸亚铁	251	II-17.41	硫化钠	387
II-17.9	硫酸铅	262	II-18.1	钼酸	396
II-17.10	三碱式硫酸铅	267	II-18.2	磷钼酸	399
II-17.11	硫酸镍	269	II-18.3	钼酸铵	401
II-17.12	硫酸钾	277	II-18.4	钼酸钡	403
II-17.13	硫酸氢钠	283	II-18.5	钼酸钠	405
II-17.14	无水硫酸钠	285	II-18.6	二硫化钼	408
II-17.15	十水硫酸钠	292	II-18.7	三氧化钼	413
II-17.16	硫酸亚锡	298	II-18.8	三氯化钛	418
II-17.17	一水硫酸锌	300	II-18.9	四氯化钛	422
II-17.18	七水硫酸锌	302	II-18.10	二氧化钛	427
II-17.19	硫酸铝铵	310	II-18.11	钨酸	432
II-17.20	硫酸铝钾	315	II-18.12	钨酸钠	438
II-17.21	硫酸铝钠	320	II-18.13	二硫化钨	442
II-17.22	硫酸镍铵	321	II-18.14	三氧化钨	444
II-17.23	硫代硫酸铵	323	II-18.15	偏钨酸铵	446
II-17.24	无水硫代硫酸钠	326	II-18.16	三氯氧钨	449
II-17.25	硫代硫酸钠	327	II-18.17	五氧化二钒	451
II-17.26	亚硫酸氢铵溶液	334	II-18.18	硫酸锆	455
II-17.27	亚硫酸铵	337	II-18.19	锆氟酸钾	456
II-17.28	亚硫酸钙	341	II-18.20	四氯化锆	460
II-17.29	亚硫酸氢钠	344	II-18.21	二硫化锆	461
II-17.30	无水亚硫酸钠	347	II-18.22	二氧化锆	462
II-17.31	七水亚硫酸钠	353	II-19.1	过氧化钡	468
II-17.32	次硫酸氢钠甲醛	355	II-19.2	过氧化钙	471
II-17.33	焦亚硫酸钾	358	II-19.3	过氧化氢	472
II-17.34	焦亚硫酸钠	359	II-19.4	过氧化镁	483
II-17.35	连二亚硫酸钠	362	II-19.5	过氧化钠	484
II-17.36	连二亚硫酸锌	369	II-19.6	过氧化碳酸钠	486
II-17.37	硫化铵	370	II-19.7	过硫酸铵	487
II-17.38	二硫化碳	371			

II-19.8	过硫酸钾	490
II-20.1	氢氧化钙	493
II-20.2	氢氧化铝	496
II-20.3	氢氧化钾	499
II-21.1	三氧化二铋	509
II-21.2	氧化镉	512
II-21.3	氧化钙	514
II-21.4	氧化铜	517
II-21.5	氧化亚铜	520
II-21.6	二氧化铅	524
II-21.7	氧化镍	527
II-21.8	二氧化锡	531
II-21.9	活性氧化铝	533
II-21.10	活性氧化锌	538
II-22.1	镉	542

II-22.2	钙	544
II-22.3	单晶硅	546
II-22.4	多晶硅	548
II-22.5	钠	552
II-23.1	铝酸钠	561
II-23.2	铋酸钠	568
II-23.3	锡酸钠	569
II-23.4	氨基钠	571
II-23.5	胍	574
II-23.6	水合胍	580
II-23.7	硫酸胍	587
II-23.8	硫酸羟胺	590
II-23.9	荧光粉	595
II-23.10	无机粘结剂	597
II-24	其它单品种一览表	601

附 录

1.	常用数据	646
表1.1	各种长度换算表	646
表1.2	面积的换算	646
表1.3	体积的换算	647
表1.4	质量的换算	648
表1.5	速度的换算	648
表1.6	流速的换算	648
表1.7	密度的换算	649
表1.8	动力粘度、扩散常数的单位换算	649
表1.9	粘度的换算	649
表1.10	比热的换算	650
表1.11	热流量的换算	650
表1.12	热传导率的换算	650
表1.13	传热系数的换算	650
表1.14	能量单位的换算	651

表1.15	各种压力的换算	651
表1.16	各种温度的换算	652
表1.17	气-固相反应的速度常数	653
表1.18	固相分解反应的速度式和活化热	655
表1.19	固-固相反应的速度常数	657
表1.20	酸碱指示剂	659
表1.21	混合酸碱指示剂	664
表1.22	常用酸和氨水的近似当量	666
表1.23	金属氢氧化物沉淀的pH值	667
表1.24	标准溶液的相互关系	667

表1.25 EDTA与金属离子络合物稳定常数	668
表1.26 pH标准溶液	669
表1.27 化合物的溶度积	669
容量定量反应的克当量	675
2. 无机盐生产中三废及其防治和处理	684
表2.1 废气中的无机有害物及其防治方法	684
表2.2 废水中的无机有害物及其防治方法	687
表2.3 无机盐工业生产中的主要废渣及其处理方法	692
表2.4 不同浓度的一氧化碳的影响	693
表2.5 空中浮游粒子对生活环境的影响	694
表2.6 饮用水中除砷的方法及效果	694
表2.7 含硒废水的处理方法	694
表2.8 无机恶臭物质在空气中的嗅阈值	695
表2.9 某些无机恶臭物质在水中产生味觉和嗅觉的感受浓度和适用的洗涤剂	695

表2.10 各种吸附恶臭物质的吸附剂性能	695
----------------------	-----

3. 耐腐蚀金属材料的选择	696
(1) 选择原则	696
(2) 选材图	697
图3-1 硝酸选材图	698
图3-2 硫酸选材图	699
图3-3 盐酸选材图	700
图3-4 磷酸选材图	701
图3-5 氢氟酸选材图	702
图3-6 氢氧化钠选材图	703
(3) 选材表及其它	703
表3.1 按介质选用耐腐蚀金属材料	704
表3.2 有色金属及合金名称和符号	708
表3.3 耐酸、耐热不锈钢国内外牌号对照表	709
表3.4 不锈钢焊条国内外牌号对照表	710
4. 无机盐生产用矿石英文、俄文、中文名称及分子式对照表	711

索 引

中文索引	781
分子式索引	789

II 各论 (续)

II-15.1 黄磷 (白磷)

P_4

分子量 123.90

性质 磷有三种同素异形体：黄磷 (又称白磷)，赤磷 (又称红磷)，黑磷和紫磷。

纯白磷为白色蜡状，具有光泽的固体，在光和热的作用下很快转变为黄色，故常称为黄磷。

有两种晶体结构，在室温下为立方体，在常压低于 -77°C 时转变为六方体。在常压、熔融状态下加热到 200°C ，就开始转变为赤磷；也可在各种溶液中，例如在三溴化磷溶液中，加热到三溴化磷的沸点上下，转变成赤磷；此外也可以用光线或 X 射线照射而得赤磷。

纯黄磷无嗅，但由于与空气中的氧反应生成臭氧和磷的氧化物，故常常有蒜臭味。难溶于水，微溶于醇，易溶于磷的卤族化合物，最易溶于二硫化碳中，溶于苯、醚、氯仿和甲苯。

液态或气态磷在 800°C 以下的分子为 P_4 ，高于 800°C 分解为 P_2 ，在 1100°C 开始分解为 P 。

黄磷性质活泼，除碳、硼、硅以外，大部分元素均能与它直接化合；与卤素、氧能直接反应而生成相应的卤化物和氧化物，并放出大量热。与某几种金属相作用会形成磷化物，用 HNO_3 处理时生成正磷酸。元素磷是强氧化剂，在高温高压下，与水反应生成含氧酸，磷化氢和氢；黄磷与氢氧化钠等碱类作用而生成磷化氢 (膦) 及次磷酸钠。黄磷在低温下，当氧过量时，其氧化产物为四氧化物和五氧化物，而在氧量不足时，则为三氧化物和五氧化物的混合物。

黄磷有剧毒！人致死量为 0.1 克，黄磷蒸气在空气中最大允许浓度为 0.00003 毫克/升。常温见光时会在真空中升华，在暗处露于空气

中能发磷光，并发出白烟；燃点低，在空气中35℃就能自燃，在湿空气中约30℃即着火。因此运输与贮存时必须放在水中。取用时须用镊子。

黑磷，呈斜方体，结构上与石墨类似。比重2.69~2.70，由黄磷在12000大气压，加热到200℃生成，在常压下电导为1.4 欧姆⁻¹。在四种同素异形体中，化学活泼性最差。不会自动地着火，不溶于二硫化碳浓硫酸中。

用途 黄磷是制赤磷、磷酸、三氯化磷、五硫化二磷磷酸盐，有机磷农药和灭鼠药的原料。在军事上用以制造信号弹、燃烧弹和烟幕弹。此外，也用于制造磷铁合金及用于气体分析等。

生产方法 将天然磷酸盐（磷矿石）在高温下，用碳还原生成磷蒸气，然后冷凝而得黄磷。还原反应在高炉内进行时称为高炉法；在电炉内进行时称为电炉法，也称为电升华法。

电炉法具有产品质量好，劳动生产率高，成本低的优点，因此高炉法已逐步被淘汰。

目前正在研究的方法还有：

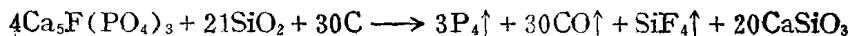
1. 烃类还原法 磷矿石在二氧化硅存在下用甲烷还原而得。
2. 较低温度制磷法 磷矿石与二氧化硅在1200℃下先生成焦磷酸钙与硅酸钙，然后使焦磷酸钙于1000℃下分解成磷酸钙与五氧化二磷，再用焦炭还原P₂O₅而得。

主要制法流程简述 电炉法的生产流程如图 I-15-1 所示。

原料为磷矿石、焦炭、硅石。焦炭即是还原剂又是导电体，硅石是助熔剂，可降低炉渣熔点，便于出料。

磷矿石的主要化学成分为氟磷酸钙，其化学通式为Ca₅F(PO₄)₃。磷矿石品位高低以五氧化二磷含量表示，一般要求磷矿石中含P₂O₅>25%，Fe₂O₃<1.5%，H₂O<1%，磷矿石粒度为4~25毫米，焦炭粒度为3~15毫米。

将磷矿石、硅石、焦炭的混合料送入密闭的三相电炉中，在1400~1500℃高温下进行熔融还原反应，反应如下：



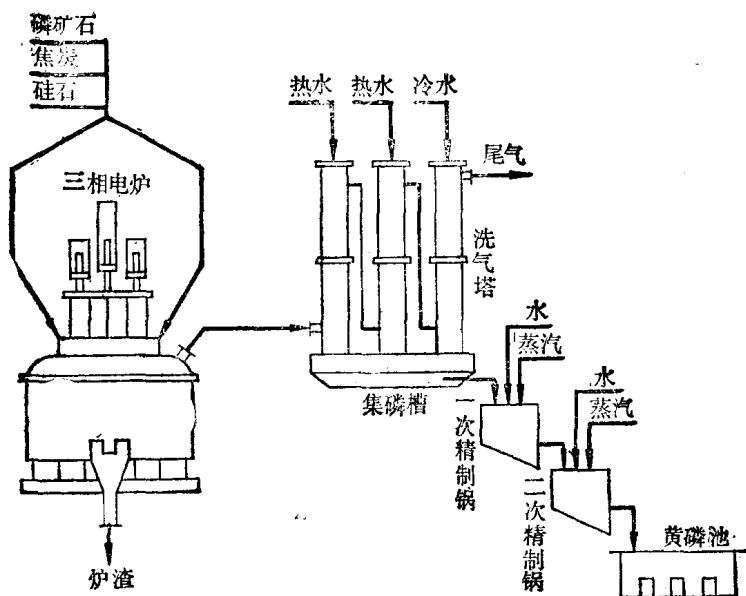


图 II-15-1 电炉法生产黄磷流程图

焦炭加入量为理论量的105~110%。而二氧化硅的加入量一般以控制酸度(二氧化硅/氧化钙重量比)在0.8~1.0之间为宜。

反应生成的黄磷、一氧化碳、四氟化硅呈气体逸出,经水喷淋冷却,黄磷凝聚成液滴,与机械杂质一起进入塔底集磷槽中,即为粗磷。粗磷在精制锅中,用蒸汽加热、搅拌、澄清后,纯磷沉积在锅底。放入黄磷池,冷却成型后即得产品。

集磷槽中的水可循环使用,直至pH值<5.5时为止。废水需经处理后才能排放。

集磷槽底的磷泥定期取出,作回收磷用。

冷凝塔出来的尾气含一氧化碳80~90%,经水封后排空或送作燃料,也可供制甲酸或草酸用。

在电炉内反应生成的炉渣,主要成分为偏硅酸钙(CaSiO_3),要求渣中五氧化二磷含量<2%。炉渣定期排出,可制水泥、砖和矿渣

棉等建筑材料及用于制造铸件。

在电炉内，磷矿石中的杂质会产生一些副反应，生成磷化铁、磷化氢、亚磷酸及四氟化硅等。

磷铁（含21~22%P，63~73%Fe）可定期排出供冶金工业用。

电炉法制黄磷，也可采用粉矿作原料，在磷矿入炉前先经烧结，一方面可除去磷矿粉中的挥发物，从而提高电炉的生产能力，同时可充分利用粉矿。可利用电炉副产一氧化碳气体作烧结的燃料。

黄磷有剧毒，长期接触黄磷，吸入磷蒸气和磷的氧化物能引起牙齿、气管慢性磷中毒，可使下颌骨坏死，肝脏发生病变，生产时必须穿戴劳动保护用具，并应采取积极措施，减少污染。

被磷烧伤时，立即用0.5~5%硫酸铜或1%硝酸银溶液涂抹患处，剪去死泡和坏死组织，每天用4%碳酸氢钠和生理盐水洗涤伤口。误食黄磷后可用大量1%~2%硫酸铜溶液（5~10升）洗胃，灌洗后再灌入40克硫酸镁的饱和溶液。

主要技术经济指标

消耗定额

磷矿石 (P ₂ O ₅ 30%)	吨/吨	8.5~9
硅石 (SiO ₂ 100%)	吨/吨	1.5~2
焦炭 (84%C)	吨/吨	1.5~2
石墨电极	公斤/吨	25~32
电炉用电	度/吨	14000~15000
副产		
含一氧化碳的气体	米 ³ /吨	约4000
磷铁	吨/吨	0.1~0.5
炉渣	吨/吨	6.5~11

产品质量

指标名称		部颁标准 HG1-711-70	
		一级	二级
黄磷 (P ₄)	% >	99.90	99.00
二硫化碳不溶物	% <	0.10	1.80
外观		黄色蜡状	

物理化学数据

比重 ⁽¹⁾ D_4^{20}		1.82
黄磷融化时, 在 1 大气压下体积膨胀率 ⁽²⁾		8.25%
液体粘度 ⁽²⁾		
	$\lg \eta_{(油)} = -2.6318 - 10.67/T + 9.00 \times 10^4/T^2 \quad (290^\circ\text{K} \leq T < 415^\circ\text{K})$	
液体表面张力 ⁽³⁾		
温度, $^\circ\text{C}$	78.3	132.1
表面张力, 达因/厘米	43.09	35.56
液体黄磷蒸气压 ⁽⁴⁾		
	$\lg P_{(毫米汞柱)} = 7.9542 - 2757.5/T \quad (317^\circ\text{K} \leq T < 423^\circ\text{K})$	
固体黄磷 (立方体) 蒸气压 ⁽⁴⁾		
	$\lg P_{(毫米汞柱)} = 8.7011 - 2996.2/T \quad (273^\circ\text{K} \leq T < 317.3^\circ\text{K})$	
黄磷蒸气压 ⁽²⁾		

温度, $^\circ\text{C}$	20	50	80	100	200	281
蒸气压, 毫米汞柱	0.02	0.28	1.39	3.62	266	760

黄磷在二硫化碳中的溶解度⁽⁵⁾

温度, $^\circ\text{C}$	-10	-7.5	-5	-3.5	-3.2	-2.5	0	5	10
溶解度, %(重量)	31.40	35.85	41.95	66.14	71.72	75.00	81.27	86.3	89.8

黄磷在四氯化碳中的溶解度⁽⁵⁾

温度, $^\circ\text{C}$	0	25	33	40	42	45	48	51	52	59	72	91	94	100
溶解度, %(重量)	0.64	1.25	1.56	1.79	1.85	1.92	2.04	2.14	2.23	2.50	3.08	3.94	4.0	4.3

黄磷在其它有机溶剂中的溶解度⁽⁵⁾

溶 剂	温度, ℃	溶解度, %(重量)	溶 剂	温度, ℃	溶解度, %(重量)
苯	20	3.10	二乙醚	20	1.02
乙醇	20	0.312	甘油	15	0.25

熔点⁽¹⁾ 44.1℃

沸点⁽¹⁾ 280℃

燃点⁽¹⁾ 35℃

气相中 $P_4 \rightleftharpoons 2P_2$ 的平衡⁽²⁾

在700℃以下, 不分解

在900℃至1200℃之间的分解常数(以大气压表示)为 6.45×10^{-3} 至 6.118×10^{-1} ,
分解热 $\Delta H = 53615$ 卡/克分子 P_4

临界温度⁽⁴⁾ 720.6℃

临界压力⁽⁴⁾ 80大气压

固体比热⁽⁴⁾

温度, ℃	13~36	7~13	-21~70	-78~10	-188~20
比热, 卡/克·度	0.202	0.1895	0.1788	0.174	0.168

液体比热⁽²⁾ 7~30℃ 0.2045卡/克·度

固体克分子热容⁽⁴⁾ ($273.16^\circ K \leq T \leq 317.26^\circ K$)

$$C_p = 13.615 + 2.872 \times 10^{-2} T \text{ 卡/克分子 } P_4 \cdot \text{度}$$

液体克分子热容⁽²⁾ ($25^\circ C \leq t \leq 97^\circ C$)

$$C_p = 24.47 - 9.521 \times 10^{-3} t - 3.927 \times 10^{-5} t^2 \text{ 卡/克分子 } P_4 \cdot \text{度}$$

气体 P_2 热容⁽²⁾ $C_p = 8.643 + 0.202 \times 10^{-3} T - 1.030 \times 10^5 / T^2$

气体 P_4 热容⁽²⁾ ($298.1^\circ K \leq T < 1300^\circ K$)

$$C_p = 19.227 + 0.509 \times 10^{-3} T - 2.975 \times 10^5 / T^2$$

分解热⁽²⁾ $P_2 \rightleftharpoons 2P$ 115450卡/克分子 P_2

熔融热⁽⁵⁾ 600卡/克分子 P_4

液体气化热⁽⁴⁾ $\Delta H_{汽化}$ 130.4卡/克 P_4

升华热⁽²⁾ $\Delta H_{升华}$ 13570卡/克分子 P_4

升华压⁽³⁾

温度, °C	20	25	30	35	40
升华压, 毫米汞柱	0.025	0.043	0.072	0.089	0.122

燃烧热⁽¹⁾

710.2±1.0千卡/克分子

热力学数据⁽⁷⁾

状 态	生成热 $\Delta H_{\text{生成}}$, 千卡/克分子	自由能 G° , 千卡/克分子	熵 S , 卡/克分子·度
P (固体)	0	0	9.82
P ₂ (气态)	75.20	66.51	38.978
P ₄ (气态)	14.08	5.85	66.89

折射率⁽¹⁾

2.144

介电常数⁽²⁾

3.6

I-15.2 赤磷 (红磷)

P₄

分子量 123.90

性质 暗红色粉末, 是黄磷的同素异形体, 性质介于黄、黑磷之间。不溶于水、二硫化碳、乙醚, 略溶于无水乙醇, 能溶于三溴化磷和苛性钠中。

无毒, 在暗处无磷光。比黄磷稳定。只能在高温下与其它物质相作用, 在290°C馏出时则成黄磷。在空气中不自燃, 加热至约200°C则着火而燃烧生成P₂O₅, 在氯的气氛中加热时亦会燃烧。遇KClO₃、KMnO₄、过氧化物以及其它氧化剂时即可引起爆炸。

用途 用于制造火柴, 烟火、磷酸、磷、磷酐、五氯化磷、三氯化磷、磷青铜、磷化铝、医药、肥料、农药、燃烧弹等, 也可用于有机合成工业。

生产方法 采用转化法。将黄磷放入转化器中, 与大气隔绝, 在有催化剂情况下(如碘)加热至240~250°C, 即可得赤磷。但在工业生产上, 多用提高温度的方法, 而不加催化剂。

主要制法流程简述

1. 转化法（密闭钢锅装置） 生产流程如图 I-15-2 所示。

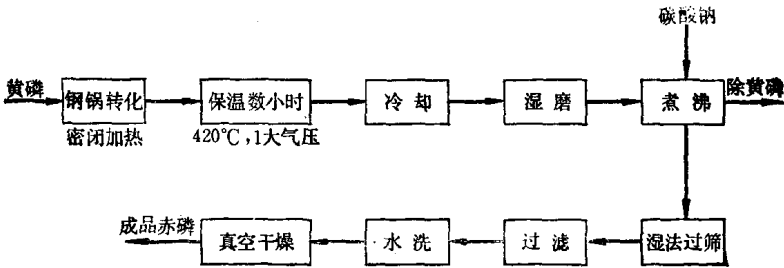


图 II-15-2 密闭钢锅生产赤磷示意流程图

在密闭的铸铁锅或钢锅中，容积约装一吨黄磷左右，锅盖上有一气体排出管，装有水封和热电偶。用煤气或电加热，当转化反应开始后就自行放热，故必须小心控制温度，以免磷的蒸气逸出锅外。当转化接近完成时，增加外热，使赤磷在稍低于 420°C 下保持数小时，此时赤磷的蒸气压为 1 大气压。冷却后锅中物料即成为硬、脆的暗红至紫色的固体，此时尚含微量黄磷，经湿磨后，用碳酸钠溶液煮沸，以除去黄磷。然后用湿法过筛，在回转过滤机中过滤和洗涤，于真空下干燥，即得成品。

2. 转化法（球磨机转化器装置）生产流程如图 I-15-3 所示。

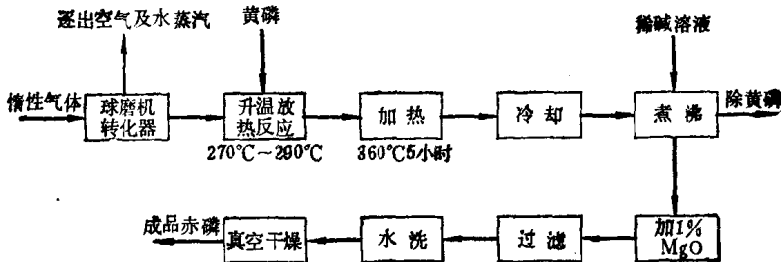


图 II-15-3 球磨机转化器生产赤磷示意流程图

比较先进的方法是在煤气加热的球磨机转化器中制造赤磷，每次投料 4000 公斤，每一生产周期需 3 天。在球磨机转化器中装有直径为

10、12、14 厘米的钢球，转化器的转速为 14 转/分。在加入黄磷以前，球磨机先用惰性气体置换，在温度达 180~190℃前，转化器与水封相连，约需 2 小时，以除去所有的水蒸汽。然后在密封下，使黄磷升至 270℃，历时约 20 小时。此时即开始放热反应，在 4 小时内将温度升到 290℃，器内压力升到 2~3 大气压。当放热终止后，重新加热，使温度升到 360℃，历时约 5 小时。赤磷中含黄磷低于 0.1%，待冷却后用稀烧碱溶液共沸除去。

使赤磷稳定的另一种方法是将它悬浮于 1% 的铝酸钠（钾）溶液中，在 80~90℃下通空气数小时，其中部分赤磷颗粒即被氧化成为磷酸，随后生成磷酸铝盐保护层复盖在赤磷表面。

此外，在赤磷洗涤和干燥前，可以加 1% 氧化镁（由氯化镁和氢氧化钠沉淀制成），使之稳定。

主要技术经济指标

消耗定额，吨/吨

黄磷	1.030~1.045
烧碱	0.012~0.018
氯化镁	0.010~0.015
电，度/吨	750~800

产品质量

指标名称		部颁标准	HG1-712-70
		一级	二级
赤磷	% ≥	98.50	97.5
黄磷	% ≤	0.005	0.01
总磷酸	% ≤	0.7	1.0
硝酸不溶物	% ≤	0.3	0.8
铁及水分	% ≤	0.3	0.3
细度（过 100 目筛）	% ≥	80	80

物理化学数据

固体比重 ⁽¹⁾		2.34
固体蒸气压 ⁽²⁾		
	$\lg P_{\text{毫米汞柱}} = -5667.7/T + 11.0844 (653 \leq T^{\circ}\text{K} \leq 863)$	
熔点 ⁽³⁾	43 大气压	590℃
沸点 ⁽¹⁾		280℃

着火点 ⁽¹⁾		200℃
平均克分子热容 ⁽⁸⁾	22~300℃	6.01卡/克分子·度
	22~500℃	6.82卡/克分子·度
	15~98℃	5.27卡/克分子·度
	-252.75~-195.7℃	1.34±0.04
熔融热 ⁽⁷⁾	$\Delta H_{\text{熔融}}$	4.5千卡/克原子
黄磷转化为赤磷的转化热 ⁽⁹⁾		16千卡/克分子P ₄
转化为一级反应, 反应速度常数为		
	$k = 4.17 \times 10^{12} \exp(-37800/RT) / \text{秒}$	
气化热 ⁽⁷⁾	$\Delta H_{\text{气化}}$	7.69千卡/克原子
焓 ⁽⁷⁾ ΔH	晶体	-4.2千卡/克原子
	无定形	-1.8千卡/克原子
熵 ⁽⁷⁾ S°		5.45卡/克分子·度
自由能 ⁽⁷⁾ ΔG°		-2.9千卡/克原子
介电常数 ⁽⁹⁾		4.1
磁化率 ⁽¹⁰⁾		-20.8×10^{-6} 厘米·克·秒制电磁单位

II-15.3 磷 酸



分子量 98.00

性质 纯磷酸为无色液体或正交晶体, 无臭, 味很酸。在空气中易吸潮。易溶于水及酒精, 且放热。对皮肤有腐蚀性, 浓的酸在瓷器中加热时有侵蚀作用。于 215℃ 失去部分水生成焦磷酸 ($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$), 于 300℃ 生成偏磷酸 (HPO_3)。

工业浓磷酸为含有 83~98% H_3PO_4 的稠厚浆状液体, 含有约 88% H_3PO_4 的磷酸, 当延长冷却时常会结晶, 晶体为 $\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ 组成。

用途 主要用于制造磷肥和各种磷酸盐, 高纯度的磷酸可制无氟饲料。磷酸还用作电镀抛光剂, 钢铁防锈剂, 印刷工业去污剂, 塑料及有机工业的催化剂, 染料及中间体生产用的干燥剂, 乳胶的凝固剂, 补牙的粘合剂, 软水剂等。净化后的磷酸可供食品与医药工业用。还可作无机粘结剂原料以及冶炼高炉原料。