

电石生产节能技术与工艺

新疆中泰矿冶有限公司 新疆中泰职业技能培训学校 组织编写
冯召海 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书介绍了电石生产的工艺基础、工艺原理、工艺流程、主要设备、电气仪表与自动化、各岗位操作技术以及安全、环保、职业防护等相关内容。本书立足节能减排和企业安全管理，收入各岗位标准操作法、各岗位危险源辨识等关键技术内容，工程应用性强。

本书可作为电石行业职工技术培训用书，也可供高职高专相关专业教学参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电石生产节能技术与工艺/新疆中泰矿冶有限公司，
新疆中泰职业技能培训学校组织编写；冯召海主编。
北京：化学工业出版社，2014.4
ISBN 978-7-122-19782-5

I. ①电… II. ①新…②新…③冯… III. ①碳化钙-
化工生产-节能-技术培训-教材 IV. ①TQ161

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 027821 号

责任编辑：李玉晖

文字编辑：林 丹

责任校对：李 爽

装帧设计：孙远博

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 316 千字 2014 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：48.00 元

版权所有 违者必究

本书编写委员会

(按姓氏拼音排序)

丁永群 冯 磊 冯召海 何建涛 胡文军 贾慧群 雷小武
李少帅 李伟军 李 旭 李延山 邱文斌 任 斌 唐 聪
王 刚 王寅虎 徐 杰 闫 泽 杨海兵 张建勋

本书审核委员会

(按姓氏拼音排序)

陈利斌 江 军 李 欢 李 洁 梁 斌 刘新春 唐湘零
王明武 王志国 赵永禄

致 谢

本书编写过程得到徐斌、陈亮、宇文强的大力协助，在此表示感谢！

序

目前，电石行业正处在生产装备向大型化、密闭化、集约化更新发展的时期，面对电石生产装备技术水平的不断提高，行业却出现了严重的技术与管理人员缺乏、熟练工人不足的尴尬局面，电石生产事故高发，电石行业也成为国家安全生产监督总局重点监管的安全生产高危行业，同时还面临着节能减排的压力。让电石从业者了解电石的生产工艺、设备特点、岗位操作要领，知晓生产过程中易发生的安全隐患以及防范措施，提高企业安全生产水平，就成为行业中的一项头等大事。

中泰化学（集团）有限责任公司和中泰矿冶有限公司根据企业自身的需要，成立了以中泰矿冶有限公司董事长冯召海先生为主编的《电石生产节能技术与工艺》编委会，组织有关专家和一线的工程技术人员，编写了一本集知识性、实用性为一体，且通俗易懂的电石生产技术培训读物。应该说，这本书是中泰矿冶集体智慧的结晶，也是他们从事电石生产管理实际经验的总结，代表了他们争创行业一流的中泰文化与精神。企业的管理者自己编书告诉员工应该如何去做，更广泛地说也是师傅在带徒弟做，这是企业提高员工素质最快捷的做法，也是最有效的、值得每个企业去做的事情，协会非常推崇。《电石生产节能技术与工艺》一书实用性很强，是电石企业员工培训不可多得的好教材，也是技术与管理人员的重要参考书。

我时常感叹有关指导电石行业发展的书籍太少，我也曾努力去改变它，不能说没有成果，中国电石工业协会三届理事会以来，已组织编写了《内燃式电石炉岗位安全操作手册》、《密闭电石炉电极管理》、《电石安全生产与管理问答》等书籍，但我总感觉还是不够、不丰富。冯召海先生主编的《电石生产节能技术与工艺》一书邀我写序，我虽很惶恐，但还是欣然应允了。不论是2010年2月受邀为内蒙古石油和化工协会组织电石专家编纂的《电石生产过程及其操作》写序，还是今天为中泰矿冶冯召海先生主编的《电石生产节能技术与工艺》一书写序，其实都是想表达我对他们的感激之情，向冯召海先生的团队致敬！借此机会，我也代表协会向那些为电石行业发展作出贡献的人们表示崇高的敬意和衷心的感谢！

2013年6月18日，中国电石工业协会授予新疆中泰矿冶有限公司“全国密闭式电石炉生产示范基地”的称号，这不仅是对他们密闭式电石炉管理经验的肯定，也吹响了他们再创密闭式电石炉管理新经验、建设世界一流电石企业的号角。冯召海先生带领他的团队正在努力建设世界一流的电石企业，我认为他们一定能成功。

中国电石工业协会秘书长

A handwritten signature in black ink, appearing to read '孙伟喜' (Sun Weixing), written in a cursive style.

2014年2月

目录 CONTENTS



第一章 电石生产工艺基础	1
第一节 原材料与产品	1
第二节 电石生产相关概念	7
第三节 化学基础知识	7
第四节 化工基础知识	12
第二章 电石生产工艺原理与工艺流程	15
第一节 电石生产基本原理	15
第二节 电石生产工艺流程	16
第三章 电石生产主要设备	19
第一节 电石炉炉盖、炉体	20
第二节 电极系统设备	27
第三节 炉气净化装置设备	36
第四节 布袋除尘器	41
第五节 出炉系统设备	45
第六节 电石炉配料系统设备	49
第四章 电气仪表与自动化	53
第一节 电工电气	53
第二节 安全用电	56
第三节 变压器短网	57
第四节 可编程控制器控制	62
第五章 电石生产操作技术	67
第一节 密闭电石炉出炉岗位操作	67
第二节 密闭电石炉配电岗位操作	80
第三节 密闭电石炉配料岗位操作	88
第四节 密闭电石炉巡检岗位操作	93
第五节 密闭电石炉电极糊岗位操作	102
第六节 密闭电石炉净化岗位操作	106

第七节	电石炉主要操作要领综述	113
第八节	各岗位操作要点汇总	115
第九节	异常现象与应急处理	120
第十节	密闭电石炉电极管理	127
第十一节	炉气净化装置操作知识	133
第六章	电石生产安全知识	137
第一节	电石炉岗位安全操作知识	137
第二节	电石生产消防知识	139
第三节	劳动防护用品的选择和使用	142
第四节	职业健康知识	152
第五节	危险化学品知识	155
第六节	现场急救知识	162
第七节	电石生产危险源辨识	172
第八节	案例分析	186
附录一	电石生产工职业技能鉴定理论考试模拟试卷（初级工）	202
附录二	电石生产工职业技能鉴定理论考试模拟试卷（中级工）	210
附录三	电石生产相关工种专业培训与技能鉴定试题库简介	225

第一章 电石生产工艺基础

第一节 原材料与产品

一、概述

电石化学名碳化钙，分子式为 CaC_2 ，相对分子质量 64.10，其结构式为：



化学纯的碳化钙几乎是无色透明的晶体，不溶于任何溶剂中。在 18°C 时相对密度为 2.22。化学纯的碳化钙只能在实验室中用热金属钙和纯碳直接化合方法制得。极纯的碳化钙结晶是天蓝色的大晶体。

通常所说的电石是指工业碳化钙，是在电石炉中高温下由焦炭和石灰反应制得。电石中除含大部分碳化钙外，还含有少量其他杂质。这些杂质是从原料中转移过来的。

二、电石的物理性质

1. 外观

电石的外观有多种颜色的块状体。其颜色随碳化钙的含量不同而不同，有灰色、黄色或黑色，新断面呈灰色，当 CaC_2 含量较高时呈紫色。若新断面暴露在潮湿的空气中，则因吸收空气中的水分而使断面失去光泽变成灰白色。

2. 熔点

电石的熔点随电石中碳化钙的含量改变而改变，纯碳化钙的熔点为 2300°C ，工业产品电石中碳化钙含量一般在 80% 左右，其熔点常在 2000°C 左右。含碳化钙 69% 的混合物的熔点最低，为 1750°C 。碳化钙的含量继续减少时，熔点反而升高，后又降到 1800°C ，此温度相当于含碳化钙 35.6% 的混合物。在此两个最低熔点 ($1750\sim 1800^\circ\text{C}$) 之间有一个最大值 1980°C ，相当于含碳化钙 52.5% 的混合物。随碳化钙含量的继续减少（即低于 35.6%），混合物的熔点又升高。

由图 1-1 可见，工业碳化钙有两个最低熔点，第一个是相当于含碳化钙 69%、氧化钙 31% 的混合物，第二个是相当于含碳化钙 35.6%、氧化钙 64.4% 的混合物。应当指出：影响电石熔点的因素不仅是石灰的含量，氧化铝、氧化硅与氧化镁等杂质也有影响。

3. 导电性能

电石的导电性能与其纯度有关，碳化钙含量越高，导电性能越好，反之亦然。当碳化钙含量继续下降，其导电性能又上升。

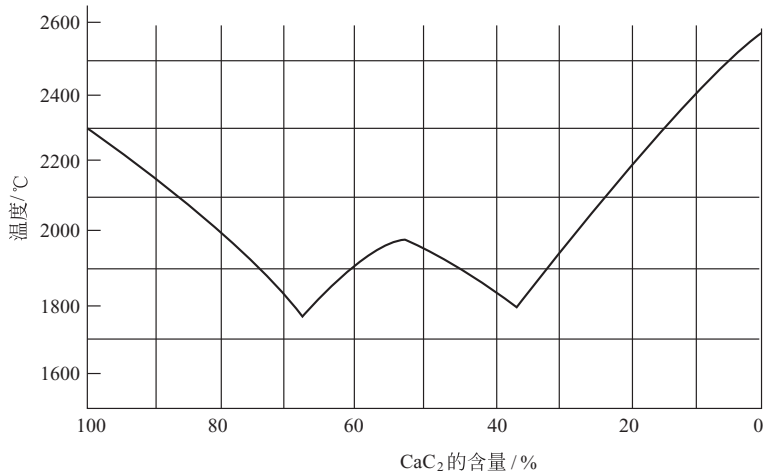


图 1-1 电石熔点与其中 CaC_2 含量的关系

电石的导电性与温度有关，温度愈高，导电性能愈好。

4. 硬度

电石硬度随 CaC_2 含量的增加而加大。在最低共熔点的组分时硬度最大。在接近 CaO 组分时硬度最小。含 CaO 过多的电石硬度较含 C 过多的电石硬度大，而且易熔，但分解较慢。用外推法测得 100% CaC_2 的摩诺硬度值为 55kg。

5. 密度

电石的相对密度取决于 CaC_2 的含量。如图 1-2 所示，其横轴表示电石中 CaC_2 的百分含量，纵轴表示相对密度。可以看出，随着 CaC_2 含量的减少，电石的相对密度则增加。也就是说电石的纯度越高，相对密度越小。

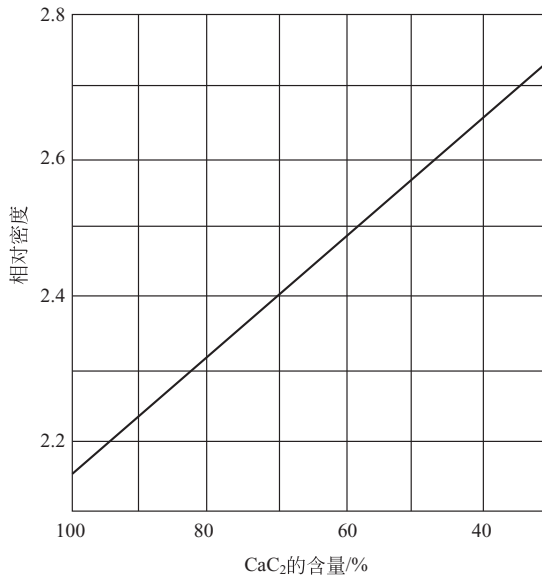
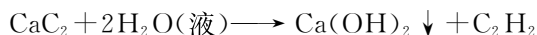


图 1-2 电石的相对密度和 CaC_2 含量的关系

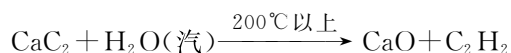
三、电石的化学性质

1. 与 H₂O 作用

(1) 与过量水或饱和水蒸气反应

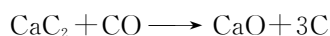
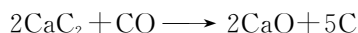


(2) 蒸汽温度超过 200℃ 时不生成 Ca(OH)₂ 而生成 CaO



(3) 电石在赤热高温状态下遇水分解，除生成 C₂H₂ 外，还有部分 C₂H₂ 分解成 H₂ 和 C。

2. 与 O₂ 及 CO、CO₂ 等反应



四、电石原料及其要求

1. 原料品质与产品的关系

生产电石的原料为碳材（无烟煤或焦炭）和生石灰。生石灰即氧化钙，是由石灰煅烧炉中煅烧石灰石制得。

为完成生产指标和得到良好的产品，必须经常检查投入的各种原料。因为原料成分波动性很大，如果不遵守检查制度则可能产生不良产品。原料中所含的杂质在电炉中熔化时，熔入电石内，由电石制取乙炔时，又残留在气相中。

生石灰和碳素原料中所含的杂质可以分为两种类型。第一类被带入产品，降低产品质量并降低其价值；第二类为难熔物留于炉底，此物极少熔入熔融电石中，但会使融融体发黏，影响出炉。这些杂质在炉内形成各种矿渣，缩短电石炉寿命，必要时必须进行清炉（修理）。

此外，杂质熔化要消耗电能，会增大成本。必须严格控制原料质量标准。

生产电石时，采用质量稳定的原料非常重要。选择使用原料时，要严格检验并研究矿产地的各种有关资料。

2. 焦炭的质量要求

电石生产用焦炭的质量要求见表 1-1，电石生产用兰炭质量要求见表 1-2。

焦炭的导电度很高，是制造电石的优良原料。焦炭是一种多孔性物质，它是在炼焦炉中隔绝空气使煤灼热而制得。焦炭分为两种：煤气焦和冶炼焦，后者由专门冶炼高炉制得。煤气焦较冶炼焦杂质多，所含挥发物少，灰分高，黑而无金属光泽。电石生产大多采用冶炼焦炭，对其所提出的要求与无烟煤相同，即含最少量的灰分、挥发物、水分、

表 1-1 电石生产用焦炭的质量要求

原料名称	产品执行标准	检验项目	技术要求	检验依据
焦炭	Q/ZTJ 06.02—2011	全水分含量/%	夏季:≤9.0 冬季:≤12.0	GB/T 2001—1991
		灰分/%	≤13	
		挥发分/%	≤4	
		固定碳/%	≥83	
		磷/%	≤0.008	SN/T 1083.2—2002
		粒度(20~70mm)/%	≥90	Q/ZTJ 06.02—2011

表 1-2 电石生产用兰炭质量要求

原料名称	产品执行标准	检验项目	技术要求	检验依据
兰炭	Q/ZTJ 06.02—2011	全水分含量/%	夏季:≤12.0 冬季:≤14.0	GB/T 2001—1991
		灰分/%	≤13	
		挥发分/%	≤8	
		固定碳/%	≥83	
		磷/%	<0.02	SN/T 1083.2—2001
		粒度(15~50mm)/%	≥88	Q/ZTJ 06.02—2011

磷和硫。

焦炭中水分的含量相当大，为6%~15%。因此在使用前必须进行干燥。焦炭中固定碳含量为80%~85%。灰分为3%~20%。如果生产电石采用较高纯度的生石灰，则焦炭灰分不应超过8%~10%。

3. 石灰的质量要求

生石灰 CaO 是“古老的”化学工业产品之一，大量应用于建筑业和化学工业，如制碱、漂白粉、电石、制糖、肥料、消毒剂、污水净化以及冶金工业等。

生石灰加水反应得到氢氧化钙，叫消石灰（或熟石灰）。消化时放出大量的热，且体积剧烈增大，水量不足时（例如1份生石灰，0.5份水或更少一些）放出的热量极大，能够引起木柴着火。氢氧化钙溶液叫石灰乳，过烧的生石灰部分，加水时不能进行消化反应。

电石生产中，生石灰是主要原料。生石灰必须储藏在专门的仓库内，防止雨水浸入，以免消化。且石灰消化时放出大量的热，容易引起火灾。运输生石灰也要注意防护，防止雨雪进入车厢内。

生产电石所采用的生石灰应符合下列要求：应为块状，所含细末微尘极少；煅烧十分完全；含 CaCO₃ 不超过3%；所含杂质不超过规定的标准（质量要求见表1-3）。

表 1-3 电石生产用石灰质量要求

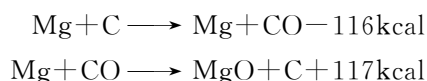
原料名称	产品执行标准	检验项目	技术要求	检验依据
石灰	Q/ZTJ 06.02—2011	全 CaO 的质量分数/%	≥90	GB/T 15057.2—1994
		有效 CaO 的质量分数/%	≥80	Q/ZTJ 06.02—2011
		MgO 的质量分数/%	≤1.8	GB/T 15057.2—1994
		磷(P)的质量分数/%	≤0.025	GB/T 15057.9—1994
		盐酸不溶物的质量分数/%	≤1.8	GB/T 15057.3—1994
		铁铝含量(R ₂ O ₃)的质量分数/%	≤1.6	GB/T 15057.4—1994
		二氧化硅(SiO ₂)的质量分数/%	<1.8	GB/T 15057.5—1994
		生过烧总量的质量分数/%	≤15	Q/ZTJ 06.02—2011
		粒度(20~70mm)/%	≥90	Q/ZTJ 06.02—2011

五、原材料质量对电石生产的影响

1. 石灰的影响

对电石生产来说，原材料质量非常重要，除碳素材料外，石灰的质量也是决定电石生产技术指标的关键因素。生产电石用石灰，要求活性好，生过烧不超过 15%，杂质成分如氧化镁、二氧化硅、三氧化二铝、三氧化二铁等含量低，此外，石灰的粒度和粉末率也是决定石灰质量的指标之一。

(1) 氧化镁的影响 各种杂质中，氧化镁对电石生产的危害较大。氧化镁在熔融区迅速还原生成金属镁而使熔融区成为一个强高温还原区。镁以气态形式逸出，其中一部分与炉内产生的一氧化碳发生化学反应，生成氧化镁，此为放热反应，放热形成的高温会使炉料熔池边缘硬壳被破坏，引起熔融电石流体向外扩散，与炉壁直接接触，易烧坏炉壁耐火砖，最终使炉壳遭到破坏。



另一部分镁蒸气上升到炉料表面与一氧化碳或氧反应。放出大量的热，使炉面结壳，阻碍炉气排出，并产生支路电流。

氧化镁的还原作用还会降低电流效率和电石产量，增加焦炭消耗。氧化镁还原产物的燃烧，影响电石炉操作和正常运转。通常炉气能把原料中的氧化镁带走 85%，其余的 15%留在熔融区，部分与氮反应生成氮化镁，致使电石发黏，影响其流动性，影响出炉操作。

(2) 二氧化硅、氧化铝的影响 石灰中的二氧化硅在电石炉内被焦炭还原成硅。一部分在炉内生成碳化硅，沉淀于炉底，造成炉底升高；一部分与铁反应，生成硅铁，硅铁会损坏炉壁铁壳，出炉时还会烧坏出料嘴和电石锅等设备。

氧化铝在电石炉内不能全部还原成铝，部分混在电石中，降低电石质量，大部分成为黏度很大的炉渣，沉淀在炉底，使炉底升高，严重时炉眼位置上移，造成电石炉操作

条件恶化。

(3) 石灰的生烧和过烧的影响 石灰的生产工艺是石灰石矿在石灰窑内温度达到 815℃ 时发生分解，生成石灰并放出二氧化碳。生产过程中，若石灰石矿粒度太大，其中心处温度达不到 815℃，碳酸钙未能完全分解，这样的石灰就会夹带部分生烧（碳酸钙）。石灰过烧（内部结构改变的氧化钙）是指在石灰窑生产过程，由于温度过高或石灰石在煅烧窑内停留时间太长，使其内部结构发生变化，疏松多孔的石灰就会变成致密坚硬的石灰，体积缩小。

石灰中生烧成分在电石冶炼中，能释放二氧化碳，相当于有效氧化钙投入量减少，实际等于打乱了炉料的正常配比，使生产过程难于控制。此外，生烧也会在高温下分解，吸收炉内热量，增大电石生产电耗，使生产成本增大。

石灰过烧由于其结构致密，活性差，大大降低了反应速度，且体积缩小后，接触面积减小，相当于碳素材料接触面积增大，易引起炉内电阻下降，电极容易上升，炉底温度逐步下降，过烧还直接影响电石质量，导致炉况不稳定，生产效率低下。

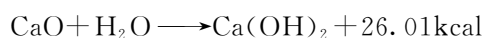
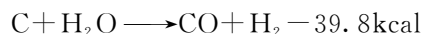
(4) 石灰的粒度和粉末率的影响 石灰的粒度对电石生产非常重要。粒度过大，其接触面积小，炉内反应速度低，影响电石的质量和产量。粒度过小，石灰容易风化，进入炉内会形成密闭的料层，透气性差，使熔池内憋压，下料缓慢，影响电石生产。石灰粉末率高，还会引起操作事故的发生，由于蓬料使料面类似于一个密闭的锅盖，将熔池内产生的氢气、一氧化碳封闭起来，随着气体的不断产生，压力逐步增大，随时都有塌料、爆破的可能，易发生严重的操作事故，对操作人员和设备造成危害。此外，石灰的粉末率高，由于其质轻，会随尾气进入除尘系统，给除尘设备带来很大的负担，也会直接影响到原料配比的准确性，使生产工艺管理失控，对生产危害极大。

电石生产中石灰的质量是决定生产稳定性非常重要的因素之一。随着国内电石行业的不断发展，采取措施节能降耗是电石企业一直追求的目标，从控制石灰中的杂质含量、生过烧、粒度和粉末率方面入手，狠抓石灰的质量指标，严把原料质量关，对电石生产节能降耗具有重大意义。

2. 碳素原料的影响

(1) 灰分的影响 碳素原料中的杂质主要是灰分，全部由氧化物组成。在电石炉内生产电石的同时，灰分中的氧化物被还原，既要消耗电能又要消耗碳材，还原后的杂质仍然混在电石中，降低了电石的纯度。炉料中每增加 1% 的灰分，要多消耗电能 50~60 度。

(2) 水分的影响 碳素中水分在炉内发生以下反应：



水分含量增加使热能和碳素的消耗增加。水分对密闭炉的影响更为显著，会使炉气中的氢气含量大幅波动，影响电石炉的正常操作。

水分易使石灰产生粉末，容易使炉料蓬糊，进而造成炉子不吃料、喷料和炉压不稳

等不正常现象。

(3) 挥发分的影响 碳素材料挥发分主要为甲烷、焦油之类物质。在碳素材料中挥发分增加1%，生产1t电石，要多消耗2.3~3.5度电。另外，挥发分靠近反应区，形成半融黏结状，使反应区的物料下落困难，容易引起喷料，热损失增加。

碳素材料挥发分一般含20%~30%的氧，氧在电石炉内与温度极高的烧结电极反应，使电极消耗增加。

密闭电石炉生产中，碳素原料的挥发分对炉气中氢气含量有一定的影响，挥发分越高，炉气中生成的氢气量越高。

(4) 粒度的影响 一般粒度愈小，电阻愈大，在电炉操作时，电极易于深入炉内，对电炉操作有利。碳素原料粒度小，有利于反应速度加快。但如粒度过小，气体排出阻力增加，对反应不利，同时也容易引起恶性喷料，使电炉操作条件恶化。

第二节 电石生产相关概念

(1) 电石综合能耗 电石综合能耗指单位电石（折标，按300L/kg发气量计算）产品消耗各种能源的总量，包括生产系统、辅助生产系统和附属生产系统的各种能源消耗量和损失量，即包括作为原料、材料消耗的能源，不包括生活、基建、技改项目建设消耗和向外输出的能源。

(2) 电石炉电耗 电石炉电耗指电炉生产单位电石（折标）所消耗的工艺用电量，包括烧炉眼用电。

(3) 电石发气量 1kg电石在标准状况下与足量水反应所产生的乙炔气体的体积。

(4) 配比 炉料的配比通常是以100kg石灰配合多少千克碳素原料来表示。

(5) 电流 自由电子受到外力的作用，在导体中移动，形成电流。电流的单位为安培，简称“安”，用符号“A”表示。

电流有直流和交流之分。电流的大小和方向都不随时间而改变的电流叫做恒定电流，简称直流。大小和方向都随时间作有规律周期性变化的电流，称为交流。

(6) 电压 用以克服电路上一部分电阻阻力的电位差，称为该部分的电压。电压用符号“U”表示，单位是“伏特”，简称“伏”，通常用符号“V”表示。

(7) 电阻 当自由电子在导体中流过时，阻止自由电子流动的阻力，称为导体的电阻。用符号“R”表示，单位是“欧姆”，简称“欧”，用符号“Ω”表示。

第三节 化学基础知识

1. 原材料、中间产品、产品的相关化学知识

(1) 石灰

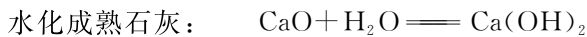
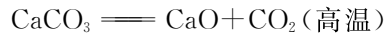
① 化学名称：氧化钙。

② 化学式：CaO。

③ 物理性质：表面白色粉末，不纯者为灰白色，含有杂质时呈灰色或淡黄色，具有吸湿性。

④ 主要用途：用于制造电石、纯碱、漂白粉等，用作建筑材料、耐火材料、干燥剂以及土壤改良剂和钙肥；用作分析试剂、制造荧光粉的助熔剂；也用于制革、废水净化等；用作建筑材料、冶金助熔剂，是制氢氧化钙及各种钙化合物的主要原料，也是化学工业中的廉价碱。广泛用于农药、造纸、食品、石油化工、制革、废水的净化等方面。还可用于实验室氨气的干燥及醇类脱水等及用于药物载体。

⑤ 工业制法：



(2) 焦炭 烟煤在隔绝空气的条件下，加热到 950~1050℃，经过干燥、热解、熔融、黏结、固化、收缩等阶段最终制成焦炭，这一过程叫高温炼焦（高温干馏）。由高温炼焦得到的焦炭用于高炉冶炼、铸造和气化。炼焦过程中产生的经回收、净化后的焦炉煤气既是高热值的燃料，又是重要的有机合成工业原料。

① 用途：焦炭主要用于高炉炼铁和用于铜、铅、锌、钛、锑、汞等有色金属的鼓风炉冶炼，起还原剂、发热剂和料柱骨架作用。炼铁高炉采用焦炭代替木炭，为现代高炉的大型化奠定了基础，是冶金史上的一个重大里程碑。为使高炉操作达到较好的技术经济指标，冶炼用焦炭（冶金焦）必须具有适当的化学性质和物理性质，包括冶炼过程中的热态性质。焦炭除大量用于炼铁和有色金属冶炼（冶金焦）外，还用于铸造、化工、电石和铁合金，其质量要求有所不同。如铸造用焦炭，一般要求粒度大、气孔率低、固定碳高和硫分低；化工气化用焦炭，对强度要求不严，但要求反应性好，灰熔点较高；电石生产用焦炭要求尽量提高固定碳含量。

② 物理性质：焦炭物理性质包括焦炭筛分组成、焦炭散密度、焦炭真相对密度、焦炭表观相对密度、焦炭气孔率、焦炭比热容、焦炭热导率、焦炭热应力、焦炭着火温度、焦炭热膨胀系数、焦炭收缩率、焦炭电阻率和焦炭透气性等。

(3) 兰炭 又称半焦、焦粉，利用优质精煤块烧制而成。作为一种新型的碳素材料，其以固定碳高、比电阻高、化学活性高、含灰分、铝、硫、磷低的特性，逐步取代冶金焦炭而广泛运用于电石、铁合金、硅铁、碳化硅等产品的生产，成为一种不可替代的碳素材料。

(4) 电极糊 是供给铁合金炉、电石炉等电炉设备使用的导电材料。

电极糊能耐高温，热膨胀系数小。具有较小的电阻系数，可以降低电能损失。具有较小的气孔率，可以使加热状态的电极氧化缓慢。有较高的机械强度，不易因机械与电气负荷的影响造成电极折断。

(5) 电极 电流是通过电极输入炉内产生电弧进行冶炼，电极在整个电石炉中占有极其重要的地位，没有它，电炉无法起到作用。要使电极在电弧所产生的温度下正常工

作，必须具有高度的耐氧化性及导电性，只有碳素材料制作的电极，才有这种性质，碳素电极可承受 3500℃ 的电弧温度且氧化缓慢。

(6) 炉气的主要成分 炉气中主要含有： CO 、 H_2 、 O_2 、 CO_2 及少量的甲烷、乙炔气体。

(7) 净化灰的主要成分 净化灰中的主要成分是石灰及碳材粉末。

2. 常见物质的颜色与状态

(1) 白色固体 MgO 、 P_2O_5 、 CaO 、 NaOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 KClO_3 、 KCl 、 Na_2CO_3 、 NaCl 、无水 CuSO_4 ；铁、镁为银白色（汞为银白色液态）。

(2) 黑色固体 石墨、炭粉、铁粉、 CuO 、 MnO_2 、 Fe_3O_4 、 KMnO_4 （紫黑色）。

(3) 红色固体 Cu 、 Fe_2O_3 、 HgO 、红磷。

(4) 淡黄色固体 硫。

(5) 绿色固体 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ （碱式碳酸铜，俗称“铜锈”）。

(6) 溶液的颜色 凡含 Cu^{2+} 的溶液呈蓝色；凡含 Fe^{2+} 的溶液呈浅绿色；凡含 Fe^{3+} 的溶液呈棕黄色；其余溶液一般无色（高锰酸钾溶液为紫红色）。

(7) 沉淀（即不溶于水的盐和碱） ① 盐：白色沉淀， CaCO_3 、 BaCO_3 （溶于酸）、 AgCl 、 BaSO_4 （也不溶于稀 HNO_3 ）等；② 碱：蓝色沉淀， $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ；红褐色沉淀， $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ；白色沉淀，其余碱。

(8) 气体 具有刺激性气味的气体， NH_3 、 SO_2 、 HCl （皆为无色）；无色无味的气体， O_2 、 H_2 、 N_2 、 CO_2 、 CH_4 、 CO （剧毒）。

注意：具有刺激性气味的液体有盐酸、硝酸、醋酸。酒精为有特殊气味的液体。

(9) 其他 有毒气体 CO ；液体 CH_3OH ；固体 NaNO_2 、 CuSO_4 （可作杀菌剂，与熟石灰混合配成天蓝色的黏稠状物质——波尔多液）。

3. 物质的溶解性

(1) 盐的溶解性

含有钾、钠、硝酸根、铵根的物质均溶于水。

含 Cl^- 的化合物只有 AgCl 不溶于水，其余都溶于水。

含 SO_4^{2-} 的化合物只有 BaSO_4 不溶于水，其余都溶于水。

含 CO_3^{2-} 的物质只有 K_2CO_3 、 Na_2CO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶于水，其他都不溶。

(2) 碱的溶解性

溶于水的碱有：氢氧化钡、氢氧化钾、氢氧化钙、氢氧化钠和氨水，其他碱不溶于水。难溶性碱中 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 是红褐色沉淀， $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 是蓝色沉淀，其他难溶性碱为白色沉淀 [包括 $\text{Fe}(\text{OH})_2$]。注意：沉淀物中 AgCl 和 BaSO_4 不溶于稀硝酸，其他沉淀物能溶于酸，如 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 CaCO_3 、 BaCO_3 、 Ag_2CO_3 等。

(3) 氧化物的溶解性

大部分酸及酸性氧化物能溶于水（酸性氧化物 + 水 \longrightarrow 酸），大部分碱性氧化物不溶于水，能溶的有氧化钡、氧化钾、氧化钙、氧化钠（碱性氧化物 + 水 \longrightarrow 碱）。

4. 部分化学基本概念

(1) 构成物质的三种微粒是：分子、原子、离子。

(2) 氢气作为燃料有三大优点：资源丰富；发热量高；燃烧后的产物是水，无污染

环境。

- (3) 构成原子一般有三种微粒：质子、中子、电子。
- (4) 黑色金属只有三种：铁、锰、铬。
- (5) 构成物质的元素可分为三类：即金属元素、非金属元素、稀有气体元素。
- (6) 铁的氧化物有三种，其化学式为 FeO 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 。
- (7) 化学方程式的三种意义：①表示什么物质参加反应，结果生成什么物质；②表示反应物、生成物各物质间的分子或原子的微粒数比；③表示各反应物、生成物之间的质量比。化学方程式有两个原则：以客观事实为依据；遵循质量守恒定律。
- (8) 碳素钢可分为三种：高碳钢、中碳钢、低碳钢。
- (9) 常与温度有关的三个反应条件是：点燃、加热、高温。
- (10) 不饱和溶液变饱和溶液有三种方法：降温、加溶质、恒温蒸发溶剂；饱和溶液变不饱和溶液有两种方法：升温、加溶剂。
- (11) 水污染的三个主要原因：①工业生产产生的废渣、废气、废水排放；②生活污水的任意排放；③农业生产施用的农药、化肥随雨水流入河中。
- (12) 固体物质的溶解度随温度变化的情况可分为三类：①大部分固体物质溶解度随温度的升高而增大；②少数物质溶解度受温度的影响很小；③极少数物质溶解度随温度的升高而减小。
- (13) CO_2 可以灭火的原因有三个：不燃烧、不助燃、密度比空气大。
- (14) 单质可分为三类：金属单质、非金属单质、稀有气体单质。
- (15) 三大气体污染物： SO_2 、 CO 、 NO_2 。
- (16) 工业三废：废水、废渣、废气。
- (17) 质量守恒解释的原子三不变：种类不改变、数目不增减、质量不变化。
- (18) 与空气混合点燃可能爆炸的三种气体： H_2 、 CO 、 CH_4 （实际为任何可燃性气体和粉尘）。
- (19) 煤干馏（化学变化）的三种产物：焦炭、煤焦油、焦炉气。
- (20) 浓硫酸的三特性：吸水性、脱水性、氧化性。
- (21) 原子中的三等式：核电荷数 = 质子数 = 核外电子数 = 原子序数。
- (22) 化学变化：生成了其他新物质的变化。
- (23) 物理变化：没有生成其他新物质的变化。
- (24) 物理性质：不需要发生化学变化就表现出来的性质（如颜色、状态、密度、气味、熔点、沸点、硬度、水溶性等）。
- (25) 化学性质：物质在化学变化中表现出来的性质（如可燃性、助燃性、氧化性、还原性、酸性、碱性、稳定性等）。
- (26) 纯净物：由一种物质组成。
- (27) 混合物：由两种或两种以上纯净物组成，各物质都保持原来的性质。
- (28) 元素：具有相同核电荷数（即质子数）的一类原子的总称。
- (29) 原子：是在化学变化中的最小粒子，在化学变化中不可再分。