

RECHULI
GONGYI GUIFAN
YU SHUJU SHOUCHE

热处理

工艺规范与数据手册

李国彬 主编
王铁宝 杜安 马瑞娜 副主编



化学工业出版社

RECHULI
GONGYI GUIFAN
YU SHUJU SHOUCHE

热处理

工艺规范与数据手册

李国彬 主编
王铁宝 杜安 马瑞娜 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以表格的形式,对热处理常用的有关数据进行了介绍,内容包括热处理安全技术知识,钢的正火与退火,钢的淬火与回火,模具选材及热处理,钢的渗碳与渗氮,不锈钢、耐热钢及铸铁的热处理,有色金属及其合金和钢的火花鉴别,热处理电阻炉功率及炉丝的简易计算方法等。

本书可供工厂企业的热处理工程技术人员;科研院所从事研究、开发的技术人员和大专院校的学生参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

热处理工艺规范与数据手册/李国彬主编. —北京:化学工业出版社, 2012.9

ISBN 978-7-122-14965-7

I. ①热… II. ①李… III. ①热处理-生产工艺-手册
②热处理-使用数据-手册 IV. ①TG156-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 169461 号

责任编辑:邢涛

文字编辑:孙凤英

责任校对:边涛

装帧设计:韩飞

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)

印装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

710mm×1000mm 1/16 印张14½ 字数275千字 2013年1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: 46.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本手册根据编者多年的工作经验，对热处理常用的有关数据进行了广泛的收集，以供工厂企业的热处理工程技术人员、热处理工作者、科研院所从事研究、开发的技术人员和大专院校的学生参考使用。

本书内容简明扼要、数据翔实，多数以表格的形式给出，采用尽可能少的叙述，详细介绍了钢的淬火、正火、退火、回火、渗碳、渗氮以及火花鉴别；模具钢、不锈钢、耐热钢以及铸铁常用的各种热处理工艺规范和常用数据。希望本书对热处理工作者有所帮助，对促进我国热处理行业的科技进步和提高产品质量起到有益的作用。

本书第一章至第五章由河北工业大学李国彬教授编写，第八章、第九章和附录由王铁宝博士编写，第六章由杜安博士编写，第七章由马瑞娜副教授编写，最后由李国彬教授统稿。本书在编写和收集资料过程中，河北工业大学赵静怡硕士等参加了部分编写工作。

由于水平所限，书中不足之处敬请读者批评指正。

李国彬

2012年3月15日

目 录

第一章 热处理安全技术知识	1
第一节 热处理安全防护用品及安全技术的一般要求	1
一、热处理安全防护用品	1
二、热处理安全技术的一般要求	1
第二节 热处理安全技术	2
一、防火	3
二、防爆	6
三、防毒	8
四、防触电	12
五、防止其它事故的安全技术	13
第二章 钢的正火与退火	15
第一节 常用锻（铸）件的预先热处理	15
第二节 弹簧钢退火和正火工艺规范	16
一、常用弹簧钢退火和正火工艺规范	16
二、常用弹簧钢高温回火（软化）工艺规范	16
三、热轧弹簧钢和冷拔（卷）弹簧钢丝去除应力回火	16
第三节 轴承钢退火和正火工艺规范	17
一、常用轴承钢普通退火工艺规范	17
二、常用轴承钢等温退火工艺规范	17
三、常用轴承钢正火工艺规范	18
四、常用轴承钢退火后的力学性能	18
五、常用轴承钢正火后的力学性能	18
第四节 工具钢的退火和正火工艺规范	19
一、碳素工具钢退火和正火工艺规范	19
二、碳素工具钢球化退火工艺规范	19
三、常用工（冷）模具钢退火工艺规范	19
四、常用工模具钢调质和高温回火工艺规范	21
五、热作模具钢退火工艺规范	22
六、锻模翻新退火和去应力退火工艺规范	23
七、常用高速钢退火工艺规范	24

八、AISI 工具钢的正火与退火规范	25
第三章 钢的淬火与回火	27
第一节 常用钢的热处理特性和工件的预留磨量	27
一、常用钢的热处理特性	27
二、工件预留磨量计算	28
第二节 常用钢的临界点及淬火、回火工艺参数	29
一、常用钢的临界点及淬火工艺参数	29
二、常用钢的回火工艺参数	38
第三节 常用钢的淬火临界直径与半马氏体硬度	44
一、常用钢的淬火临界直径	44
二、碳钢、合金钢的半马氏体硬度与含碳量的关系	48
第四节 钢的淬火加热参数	48
一、常用钢的热处理加热温度规范	48
二、钢的加热时间的经验公式	48
三、工模具钢在不同介质中的加热时间	51
四、典型钢件在空气炉中的加热时间比较	51
五、工具钢在火焰中的加热时间	52
六、钢的加热火色与温度的关系	52
第五节 钢的淬火冷却参数	53
一、常用淬火介质的冷却强度	53
二、工件在水淬、油淬和分级淬火的停留时间经验数据	54
三、不同尺寸试样到达预定温度所需时间	54
四、圆棒油冷到达预定温度的时间	55
五、矩形断面试样油淬的等效直径	56
六、常用的冷处理冷却介质	56
七、几种钢不同直径油淬、水淬的表面硬度	57
第六节 热处理用盐浴与淬火介质	57
一、热处理盐浴分类及其物理化学性质	57
二、常用热处理盐浴、水溶性淬火介质及淬火用油	59
第七节 钢的回火参数	62
一、各种回火的加热、冷却与应用	63
二、碳素和合金结构钢的高温回火加热时间	64
三、一般工具钢的保温时间	64
四、不同回火时间的等效回火温度	64
五、几种钢的时效温度与时间	65
六、回火火色与温度的关系	65

第四章 模具选材及热处理	66
第一节 常用冷作模具选材及模具硬度要求	66
一、常用冷冲模、冲裁模的选材及模具的硬度要求	66
二、常用拔丝模、滚压模的选材及模具的硬度要求	67
三、常用冷镦模的选材及模具的硬度要求	68
四、常用剪刀的选材及模具的硬度要求	69
五、常用冷挤压、冷精压和粉压模的选材及模具的硬度要求	69
六、常用塑料模的选材及模具的硬度要求	70
七、冷作模具钢基本特性的对比	71
第二节 冷作模具钢热处理变形	71
一、冷作模具钢热处理变形规律	71
二、影响冷作模具钢淬火变形的因素	71
三、冷作模具钢的基本特性对热处理变形倾向的影响	72
四、冷作模具防止淬裂、控制变形的基本途径	72
五、工艺因素对冷作模具型腔变形趋势的影响	72
六、防止模具淬裂、变形的加热工艺要点	73
七、常用冷作模具钢预冷工艺规范	73
八、冷-热浴复合分级淬火工艺要点	74
第三节 热作模具热处理的基本数据	74
一、各种锻压设备的加载速度	74
二、锻模的高度与适用吨位	75
三、热锻模硬度与高度的关系	75
四、各种热作模具的硬度要求	75
五、模具硬度与锻件重量的关系	76
六、热锻模在空气中的预冷时间	76
七、热锻模在 20 号机油中的冷却时间	76
八、5CrMnMo 模块淬火的油冷时间	77
九、锤锻模用钢的淬透性	77
十、锻模在电炉中的回火加热时间	77
十一、锻模的回火方法	78
十二、机锻模及压铸模的选材及硬度要求	78
第四节 常用模具钢的淬火、回火工艺规范	78
一、常用工（冷）模具用钢的淬火、回火工艺规范	78
二、热作模具钢的淬火、回火工艺规范	81

第五章 钢的渗碳与渗氮	83
第一节 钢的渗碳	83
一、渗碳碳浓度及渗碳深度要求	83
二、固体渗碳	83
三、气体渗碳	86
四、液体渗碳（又称液体软氮化或液体氰化）	87
五、膏剂渗碳	92
六、常用结构钢的渗碳、淬火、回火热处理规范及性能	92
第二节 钢的渗氮处理	93
一、常用钢渗氮前的调质工艺	93
二、调质中回火温度对 38CrMoAlA 渗氮层深度和硬度的影响	94
三、模具、量具、刀具渗氮前的热处理规范	94
四、不锈钢、耐热钢渗氮前的热处理规范	95
五、合金铸铁渗氮前的退火或调质处理	96
六、渗氮件非渗氮部位的保护	96
七、渗氮温度和氨分解率的合理范围	96
八、一段、两段和三段渗氮工艺	97
九、齿轮渗氮层深度与模数的关系	97
十、某些模具的三段渗氮工艺	97
十一、渗氮实例：3000hp 机车内燃机曲轴的渗氮	98
第三节 软氮化	98
一、盐浴软氮化	99
二、气体软氮化	100
三、几种常用材料氮化层厚度与表面硬度范围	103
四、非氮化部位的保护方法	103
第六章 不锈钢、耐热钢及铸铁的热处理	104
第一节 不锈钢的热处理	104
一、铁素体不锈钢与马氏体不锈钢的热处理与性能	104
二、奥氏体与奥氏体-铁素体不锈钢的热处理与性能	106
第二节 热强钢的热处理	109
一、锅炉用珠光体热强钢的热处理、性能与应用	109
二、12Cr 马氏体热强钢的热处理和性能	109
三、典型奥氏体热强钢的热处理与使用温度	110
四、典型镍基合金的热处理规范与使用温度	110

五、一些气阀钢的热处理和性能·····	111
第三节 铸铁的热处理工艺规范 ·····	111
第七章 有色金属及其合金 ·····	112
第一节 铝及其合金的热处理 ·····	112
一、铝合金的分类与性能特点·····	112
二、纯铝及变形合金的热处理工艺规范·····	113
三、变形铝合金的淬火加热与保温时间·····	115
四、常用耐热铝合金的热处理工艺规范·····	116
五、铸铝合金的热处理工艺规范·····	116
第二节 铜合金的热处理 ·····	118
一、黄铜的退火工艺规范·····	118
二、青铜的热处理工艺规范·····	119
三、白铜的热处理工艺规范·····	120
第三节 钛合金的热处理 ·····	120
一、钛合金的编号方法·····	120
二、钛合金的热处理·····	121
第四节 镁合金的热处理 ·····	123
一、铸造镁合金的热处理工艺规范·····	123
二、变形镁合金的热处理工艺规范·····	123
第八章 钢的火花鉴别 ·····	124
第一节 火花鉴别的重要性及基本方法 ·····	124
一、火花鉴别的重要性·····	124
二、火花鉴别的砂轮选择、材料准备和基本要求·····	124
第二节 火花的基本特征 ·····	125
一、火花部位的名称与特征·····	125
二、碳元素的火花特征·····	127
三、合金元素的火花特征·····	129
第三节 典型钢材的火花特征 ·····	132
一、典型结构钢的火花特征·····	132
二、典型工具钢的火花特征·····	135
第九章 热处理电阻炉功率及炉丝的简易计算方法 ·····	137
第一节 热处理炉的基本结构 ·····	137
一、炉体部分·····	137
二、机械传动部分·····	138

三、控制系统·····	138
第二节 热处理电阻炉功率的简易设计·····	140
一、经验计算法·····	140
二、按炉膛容积确定功率·····	140
三、类比法确定炉子功率·····	141
第三节 热处理电阻炉功率的热平衡算法·····	152
第四节 电炉丝的简易计算方法·····	160
附录 ·····	166
附表 1 铸铁、铸钢和铝合金代码·····	166
附表 2 我国铝合金新旧原始状态代号对照表 (GB/T 16475—1996)·····	167
附表 3 铝合金 H×Y 细分状态代号与加工硬化程度·····	168
附表 4 铝合金 T×细分状态代号说明与应用·····	168
附表 5 铝合金 T××及 T×××细分状态代号说明与应用·····	169
附表 6 我国铝合金新旧牌号对照表 (GB/T 3190—1996)·····	170
附表 7 国内外常用钢号对照表·····	171
附表 8 布氏硬度试验基本条件·····	174
附表 9 布氏硬度检验试样的最小厚度·····	174
附表 10 布氏硬度标尺技术条件·····	175
附表 11 布氏硬度试验施加负荷的规定·····	175
附表 12 金属布氏硬度 (HB) 数值表·····	175
附表 13 洛氏硬度标尺技术条件·····	178
附表 14 表面洛氏硬度标尺技术条件·····	178
附表 15 在圆柱体上测定 HRC 的数值修正表·····	178
附表 16 在圆柱体上测定 HRB 的数值修正表·····	179
附表 17 在球面上测定 HRC 的数值修正表·····	179
附表 18 维氏硬度标记方法·····	179
附表 19 压痕对角线长度 d 与维氏硬度值对照表 (载荷 98N)·····	179
附表 20 肖氏硬度与洛氏硬度换算表·····	185
附表 21 钢铁硬度与强度换算表 (一)·····	185
附表 22 钢铁硬度及强度换算表 (二)·····	191
附表 23 铝合金 HB10D ² 为首列硬度与强度换算·····	192
附表 24 洛氏、布氏、维氏、努氏硬度换算表·····	195
附表 25 部分常用的金相腐蚀剂配比及用途·····	196
附表 26 彩色金相腐蚀剂及应用实例·····	197
附表 27 常见夹杂物的特征·····	200

附表 28	不同放大倍数下奥氏体晶粒度的换算	202
附表 29	晶粒度与其它晶粒大小表示方法的比较	203
附表 30	圆形拉伸试样的外形尺寸	204
附表 31	圆形试样标距 L_0 内尺寸的允许偏差	204
附表 32	圆形铸铁拉伸试样的外形尺寸	204
附表 33	疲劳试样尺寸表	207
附表 34	常用热电偶主要技术条件	207
附表 35	铂铑-铂热电偶分度表	208
附表 36	镍铬-镍硅 (镍铬-镍铝) 热电偶分度表	212
附表 37	镍铬-考铜热电偶分度表	215
参考文献	218

第一章

热处理安全技术知识

热处理生产大多是在高温、有害气体或粉尘等环境下进行的，并且大量使用电能、可燃气体（煤气、天然气、液化石油气）、有机溶剂（甲醇、乙醇、丙酮、苯等）和各种盐类、油类（煤油、重油、淬火油等）。操作者在生产中稍有粗心大意，往往就会导致触电、爆炸、火灾、中毒及其它人身与设备事故，因而，安全操作具有十分重要的意义。为此热处理工作者必须熟悉热处理设备和工艺的安全技术，才能确保安全生产。

第一节 热处理安全防护用品及安全技术的一般要求

一、热处理安全防护用品

热处理操作者在生产中常用的防护用品如下。

(1) 工作服、工作帽、手套。对于从事酸洗、电镀及其它有腐蚀性工作的操作者，应配备耐腐蚀的工作服、工作帽及橡胶手套。而高频发电机操作者还应配有绝缘手套。

(2) 劳保鞋。劳保鞋一般为皮鞋或帆布鞋。其主要作用是保护操作者的脚部，以免烫伤、砸伤。对高、中频操作者，为防触电应配有绝缘胶鞋；对酸洗、电镀、氧化及腐蚀性强的工序，操作者还应配备胶靴。

(3) 防护面罩和防护眼镜。防护面罩是用有机玻璃制成的，常用于抛丸等易造成飞溅物伤人的地方。防护眼镜分为有色和无色两种，无色眼镜是防止飞溅物伤害眼睛用的。有色眼镜主要用于经常观看高温物体和进行高温操作。

(4) 口罩或防毒面罩。在粉尘较大的工序操作，操作者应戴上口罩，如在有毒工序（如液体氰化）中操作，应戴防毒面罩。

(5) 根据实际需要，还可自己备袖套、胶围裙等。

二、热处理安全技术的一般要求

热处理安全技术的一般要求如下。

(1) 热处理车间、班组及重要的工序（设备），都应制定安全技术规程，并

认真贯彻执行，及时排除可能发生的事故隐患。

(2) 热处理厂房应用不易着火的材料建成，并应有足够的高度、良好的通风和采光条件，以保持夏季车间内的温度一般不超过 35℃，冬季还应避免冷风直入，保证操作者有较好的工作条件。

(3) 热处理车间内的设备布置应当合理、操作方便，通道保持行人、运输畅通无阻，产品堆放整齐，工装夹具放置有条有理，车间的设备、地面保持整洁，做到文明生产。

(4) 在热处理操作之前，操作者应首先熟悉零件的工艺和使用的设备，严格按照工艺和设备的操作规程进行操作。

(5) 工作时操作者必须穿戴好必要的防护用品，如工作服、工作帽、口罩、手套等。

(6) 热处理设备必须保持完好、性能可靠、运转正常。凡有故障的设备和残破的工夹具，应及时修理，未经修复不得使用。

(7) 车间内的危险区域（如电源接线、汇流排、导电杆和传动机构以及可燃气体、液体储存区等）应当用铁丝网、栅栏、挡板等加以防护或挂设警示牌，并经常检查电路有无断路、短路，气体、液体储藏器、管路等有无泄漏。

(8) 车间常使用的酸、碱、盐等各类化学药剂及可燃、易爆、有毒物品等，应由专人妥善保管，严格发放制度。

(9) 易产生粉尘及有害气体的设备如喷砂机、抛丸机、氧化槽、铅浴炉、盐浴氰化炉、固体渗碳剂等，应设在单独的、具有强力抽风（或除尘）装置的房间内，以保持车间内空气清洁。有关部门亦应经常检验空气中的粉尘和有害气体的含量是否在“环境保护卫生标准”规定的范围内，如有超出，要及时治理。

(10) 车间内应根据所使用的设备种类、能源和有关化学药剂的特性，设置必要的消防设施，如消防水龙头、消防水带、灭火砂箱、泡沫灭火机和二氧化碳（或四氯化碳）灭火器等。操作者应懂得各种消防用品的性能和使用方法及有关的消防知识。

(11) 车间内应备有常用急救药品和器械，操作者应懂得一般的急救常识，以便一旦发生伤人事故，能及时抢救。

(12) 热处理所排出的有毒（有害）废气（或粉尘）、废液、废渣等都必须经过处理，经化验符合国家工业“三废”排放标准后，才能排放。

第二节 热处理安全技术

在热处理工作中，较易发生的事故有火灾、爆炸、中毒、触电以及灼伤、烫伤、撞伤、砸伤等。但只要操作者懂得安全技术知识，注意安全操作，上述事故

都是可以防止的。

热处理车间空气中有害物质的最高容许浓度见表 1-1。

表 1-1 热处理车间空气中有害物质的最高容许浓度

有害物质	最高容许浓度 (mg/m^3)	有害物质	最高容许浓度 (mg/m^3)
$\text{CO}^{\text{①}}$	30	甲醇	50
SO_2	15	丙酮	400
苛性碱(换算成 NaOH)	0.5	苯	40
氮氧化物(换算成 NO_2)	5	三氯乙烯	30
NH_3	30	氟化物	1
氰化氢及氢氰酸盐 ^② (换算成 HCN)	0.3	粉尘	2(含 10% 以上游离 SiO_2) 1(含 80% 以上游离 SiO_2)
氯(Cl)	1	二甲基甲酰胺	10
氯化氢或盐酸	15	钡及其化合物	0.5(推荐值)

① 短时工作, CO 含量可适当放宽: 作业 $< 1\text{h}$, 容许达到 $50\text{mg}/\text{m}^3$, 作业 $< 0.5\text{h}$, 容许 $100\text{mg}/\text{m}^3$, 作业 $15\sim 20\text{min}$, 容许 $200\text{mg}/\text{m}^3$ 。上述条件反复作业时, 两次作业间隔应大于 2h 。② 除经呼吸道对人毒害外, 尚易经皮肤吸收的有害物质。

一、防火

1. 电气设备失火

一般说, 热处理车间是机械工厂中用电量最大的部门之一, 电气设备在使用中往往因下述原因而引起失火, 烧毁设备或造成火灾。

(1) 电气设备的线路设计不合理, 一些线路负荷过大, 发热严重而造成设备起火。

(2) 安装、检修电气设备时, 接错线路, 致使通电后设备短路, 烧毁电气设备, 甚至引起火灾。

(3) 操作者违反安全技术规程, 使设备超负荷运转, 造成烧毁设备或引起火灾。

(4) 电气开关附近设有输送可燃气体(或液体)的管道, 一旦管道出现漏气(液), 在电气开关接通或断开瞬间, 产生的火花(或电弧)引燃可燃气体(或液体)造成火灾。

(5) 当一导体或电介质与绝缘体摩擦(如马达的皮带与皮带轮摩擦, 输油、输气管中流动的介质与金属管壁摩擦)时, 将产生电位很高的静电荷(最高可达数千伏), 若不通过接地消除, 则可能发生放电现象, 使苯、汽油蒸气等起火酿成灾害。

防止电气设备失火, 一般应注意下列事项。

(1) 所有电气设备的线路中均应设置保险器，并选用适宜的保险丝，以保护设备的安全。

(2) 安装和检修电气设备时，要反复仔细查线路，确保接线正确。

(3) 电气设备及输油（或其它介质）管路和盛油（或其它介质）的槽子均应接地，以防产生静电荷。

(4) 操作者在操作中要严格遵守操作规程，电气控制屏附近不得设置输送可燃气体（液体）的管道，不允许在控制屏或电气接线箱内搁放其它物品，以防造成短路。

(5) 电气设备必须在其允许的负荷范围内工作，不允许超负荷使用。

当发生电气设备失火时，首先要切断电源，移开失火设备附近的可燃物品，并迅速使用二氧化碳（或四氯化碳）灭火器扑灭火焰。注意！切不可用泡沫灭火器或水灭火，以防触电。

2. 淬火油槽失火

淬火槽的油温过高或淬火时淬火机械（或电动葫芦）发生故障，使炽热的工件刚好停留在油面，会引起油液燃烧，另外，淬火油槽周围地面不清洁，有较多油和可燃物时，如遇燃烧物或高温物体，也会引起燃烧，并可能蔓延到油槽中造成火灾。

防止淬火油槽失火的措施主要是：采用油冷却设备，防止油槽油温过高；经常检修淬火机械（及电动葫芦），保证其正常运行；在油槽周围不放可燃物品，保持地面清洁、无油迹，设置油槽盖及事故排油管路等。

常用淬火、回火油的闪点见表 1-2。

表 1-2 常用淬火、回火油的闪点

用途	名称	规格	闪点/℃
淬火用油	机油	HJ-10	165
		HJ-20	170
		HJ-30	180
		HJ-45	190
		HJ-50	200
	软麻油	123	150
	车轴油	HZ-23	145
HZ-44		150	
回火用油	过热汽缸油	HG-52	300
		HG-62	315
	合成汽缸油	HG-72H	340
		HG-65H	325

油槽失火应立即采用下述方法扑救。

- (1) 打开油槽的事故排油管，将油放入集油槽中。
- (2) 用铁板将槽口盖上，使火焰与空气隔绝而自行熄灭。
- (3) 采用二氧化碳灭火器或泡沫灭火器扑灭，但决不能用水扑救。

3. 硝盐槽失火

硝盐槽在进行分级淬火或高温回火时，因温度失控或其它原因使温度过高可造成火灾，甚至引起爆炸。

防止硝盐槽失火的措施是：在可能情况下，选用分解或燃烧温度较高的硝盐，经常检查温度仪表，防止温度失控。

当硝盐槽失火时，只能用干砂扑灭，不能用泡沫灭火器或湿砂等灭火，因为水分与燃烧的硝盐接触后会发生爆炸，造成浴盐飞溅，十分危险。

4. 炭尘失火

配制固体渗碳剂时，由于抽风不良等原因，空气中炭尘很浓，当局部地区遇高温物体或火星时即可发生爆炸并引起燃烧。扑灭炭尘火灾只能用二氧化碳灭火器，不能用泡沫灭火器和水，因水与炽热的炭接触将产生水煤气反应（即 $\text{H}_2\text{O} + \text{C} = \text{CO} + \text{H}_2$ ），生成可燃的一氧化碳和氢气，反而加剧燃烧。

防止炭尘失火的措施是加强抽风、降温，禁止在此区域点火、吸烟以及进行任何产生火花的操作。在有大量粉尘的工作地点，不得穿有铁钉的鞋子，以防产生火星，发生爆炸。工作区有害粉尘的许可含量值见表 1-3。

表 1-3 工作区有害粉尘的许可含量值

物质名称	许可含量 /(mg/L)	物质名称	许可含量 /(mg/L)	物质名称	许可含量 /(mg/L)
氨气(NH_3)	0.02	氮和氮化物	0.005	氯(Cl)	0.001
苯(C_6H_6)	0.05	一氧化碳	0.03	氢氰酸(HCN)	0.0003
汽油、煤油、矿物油	0.3	铬酸酐、铬酸盐、重铬酸	0.0001	铅和铅化物	0.00001

5. 可燃气体或液化石油气失火

在使用煤气、天然气或液化石油气等燃料时，因输气管道、阀门或用气设备附近漏气导致失火，扑火时必须先切断气源，采用灭火器灭火。液化石油气储罐的防火间距见表 1-4。

热处理操作的安全事项如下。

- (1) 发生器和热处理炉都必须设有防爆装置。如防爆膜或防爆盖。
- (2) 发生器和热处理炉的所有管道、阀门和接头都不允许漏气，要经常检查，如发现漏气，应立即采取措施，严防设备带病工作。
- (3) 热处理炉排气管应点燃，车间应通风良好。

表 1-4 液化石油气储罐的防火间距

类 别		防 火 间 距/m					
		≤10	10~30	31~200	201~1000	1001~2500	2501~5000
总容量/m ³		≤10	10~30	31~200	201~1000	1001~2500	2501~5000
单罐容积/m ³		--	≤10	≤50	≤100	≤400	≤1000
明火或散发火花地点		35	40	50	60	70	80
民用建筑、甲乙类液体储罐、甲类物品库房、易燃材料堆场		30	35	45	55	65	75
丙类液体储罐、可燃气体储罐、助燃气体储罐、可燃材料堆场		25	30	35	45	55	65
		20	25	30	40	50	60
其它建筑 耐火等级	一、二级	12	18	20	25	30	40
	三级	15	20	25	30	40	50
	四级	20	25	30	40	50	60

(4) 炉内温度低于 760℃ 时，禁止通入吸热式气氛。若工艺要求在低于 760℃ 通气时，必须先用工业氮气排气，排尽炉内空气后，方能通入吸热式气氛。

二、防爆

1. 可燃气体爆炸

热处理车间常用煤气、天然气、可控气氛、氨气、乙炔气等。可燃气体（蒸气）与空气的混合物，并不是在任何浓度下，遇到火源都能爆炸，而必须是在一定的浓度范围内，遇火星或强热才会发生爆炸。这个遇火源能发生爆炸的可燃气浓度范围，称为可燃气体的爆炸极限（包括爆炸下限和爆炸上限）。不同可燃气体（蒸气）的爆炸极限是不同的。

(1) 氢气的爆炸极限是 4.0%~75.6%（体积分数），意思是如果氢气在空气中的体积分数在 4.0%~75.6% 之间时，遇火源就会爆炸，而当氢气浓度小于 4.0% 或大于 75.6% 时，即使遇到火源，也不会爆炸（空气不足或空气过剩）。

(2) 甲烷的爆炸极限是 5.0%~15.0%，意味着甲烷在空气中体积分数在 5.0%~15.0% 之间时，遇火源会爆炸，否则就不会爆炸。

(3) 一氧化碳含量如果达到 0.04%~0.06% 时，就可使人中毒，与空气混合达 12.5% 时，还可能产生爆炸。最高容许浓度：75.0%。碳氢化合物在空气中的爆炸极限见表 1-5。

表 1-5 碳氢化合物在空气中的爆炸极限

气体(或蒸气)		爆炸下限(体积分数)/%	爆炸上限(体积分数)/%	气体(或蒸气)		爆炸下限(体积分数)/%	爆炸上限(体积分数)/%
氢气	H ₂	4.0	75.6	乙炔	C ₂ H ₂	2.55	80.0
一氧化碳	CO	12.5	75.0	苯	C ₆ H ₆	1.5	8.0
甲烷	CH ₄	5.0	15.0	甲苯	C ₆ H ₅ CH ₃	1.2	7.0