



中国国电
CHINA GUODIAN



火力发电厂金属技术监督 工作手册

HUOLI FADIANCHANG JINSHU JISHU JIANDU
GONGZUO SHOUCHE

米树华 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



中国电力出版社官方微信

ISBN 978-7-5198-1173-0



9 787519 811730 >

定价：98.00 元

上架建议：电力工程 / 火力发电



中国国电
CHINA GUODIAN

火力发电厂金属技术监督 工作手册

HUOLI FADIANCHANG JINSHU JISHU JIANDU
GONGZUO SHOUCHE

米树华 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为进一步提高火力发电厂对金属技术监督工作的重视程度和火电机组全寿命周期的金属技术监督管理水平，中国国电集团公司组织编写了《火力发电厂金属技术监督工作手册》。本书根据国家现行标准，结合电力生产的实际，着重介绍了金属技术监督的基本要求，实际工作中涉及的检验检测方法，金属材料的基本知识，常见的失效形式，常用金属材料，锅炉、汽轮机、发电机及大型铸件的监督要求，检测新技术、新方法及应用案例等实用内容。

本书的出版对提升火力发电厂金属技术监督人员管理水平，提高工作质量，进一步规范日常管理，指导金属技术监督人员科学开展监督工作有很大的帮助。

本书的编写主要以火力发电厂金属技术监督管理为基础，内容涵盖了金属技术监督人员的日常工作，其他发电企业金属技术监督人员和相关管理人员等也可参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

火力发电厂金属技术监督工作手册 / 米树华主编. —北京：中国电力出版社，2017.9（2017.12重印）
ISBN 978-7-5198-1173-0

I. ①火… II. ①米… III. ①火电厂—设备管理—技术监督—手册 IV. ①TM621-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 232737 号

出版发行：中国电力出版社

地 址：北京市东城区北京站西街 19 号（邮政编码 100005）

网 址：<http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑：郑艳蓉（63412379）

责任校对：常燕昆

装帧设计：郝晓燕 赵姗姗

责任印制：蔺义舟

印 刷：北京瑞禾彩色印刷有限公司

版 次：2017 年 9 月第一版

印 次：2017 年 12 月北京第二次印刷

开 本：787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张：19.25

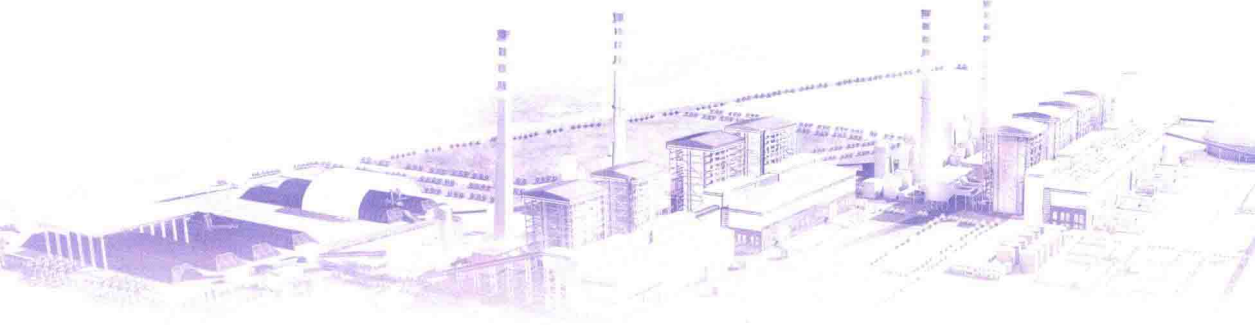
字 数：468 千字

印 数：5001—7000 册

定 价：98.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换



本书编委会

主 编 米树华

副主编 王忠渠 刘建民 李文学 胡先龙

编 委 (按姓氏笔画排序)

马庆忠 王 强 王立波 王志永 王志国 牛晓光

邓 韬 邓黎明 代 真 代小号 毕虎才 朱立平

刘红权 汤淳坡 祁金惠 孙学海 李 宏 李 岩

李 涛 李为民 李永生 李辰飞 李树军 李雪阳

杨希刚 杨新军 肖德铭 吴国忠 张 强 张广兴

张曰涛 张艳森 陈 兵 纳日苏 罗为民 周 江

周智华 郑相锋 赵良举 郝晓军 姚纪伟 秦青献

袁廷壁 徐 贤 高斌斌 唐茂林 陶业成 黄 宣

黄桥生 常 青 常金旺 崔 崇 章亚林 董勇军

蒋海涛 韩宗国 谢航云 蔡 培



前 言

近年来，我国电力工业高速发展，大容量、高参数火力发电机组比重不断提升，金属材料也更加复杂。截至 2016 年年底，全国火电装机容量达到 10.5 亿 kW，较 2010 年增长了 48%。随着机组蒸汽温度和压力的提高，火力发电厂发电机组金属重要承压部件如主蒸汽管道、再热蒸汽管道、压力容器、重要转动部件、紧固件、锅炉受热管件等大量采用新型耐热钢，如 T92/P92、E911、T23、T24 等铁素体耐热钢及 TP347HFG、Super304H、HR3C 等奥氏体耐热钢，钢种日益增多，材质日趋复杂。许多新钢种在我国火力发电机组应用运行时间较短，机组运行经验积累不够，高温金属运行后材质劣化机理以及金属技术监督措施尚在逐步探索完善中，迫切需要精准掌握机组承压部件的健康状况及劣化规律。不仅如此，火力发电厂技术监督管理体系当前正处于由省网电科院向各发电集团自有电科院的过渡时期，有的企业金属技术监督的管理体制机制还不顺畅，管理工作还有盲点和漏洞，这些都导致金属部件失效风险上升，严重威胁电厂的安全经济运行。近年来，一些新投运的超超临界机组受热面管出现大面积氧化皮脱落、集箱大三通焊口开裂、高合金钢管道硬度偏低、受热面异种钢焊口开裂、支吊架失效等危害机组安全运行的事故；一些运行时间较长的机组，材质逐渐老化，高温持久性能逐渐下降，机组承压部件的健康状况逐渐恶化，构成重大安全隐患，难以做到安全风险可控在控，金属技术监督工作亟待强化。

火力发电厂金属监督工作涉及锅炉、汽轮机、化学、热控等多个专业，要做到责任明确、目标清晰、程序规范、过程可控、持续推进，明确各级金属技术监督责任，并将每一项责任精准落实到金属技术监督网的每一位成员，将每一个受监金属承压部件的监督内容和监督措施精细化；要将金属监督标准化管理和日常管理紧密结合起来，建立制度体系，形成长效机制，从组织管理与机制入手，强化刚性管理，确保做到金属监督部件检验合规率 100%、金属监督部件缺陷处理率 100%、检验计划完成率 100%；要推广利用超声相控阵检测技术、TOFD 超声检测技术等先进技术开展金属技术监督工作，适应金属新材料检测工作需求，满足复杂工件现场检测需要，提高检测效率和精度，确保发

电机组每一个金属承压部件健康状态可控、在控，降低发电机组的障碍率和事故率，避免发生因金属技术监督失误造成发电机组非计划停机，杜绝发生重大设备和人身安全事故，建设安全、健康、环保的现代化发电企业。

为深入落实集团公司安全生产标准化指导意见，加强集团各级金属技术监督管理，国电集团组织编写了这本《火力发电厂金属技术监督工作手册》（以下简称“手册”），突出规范，理顺管理体制机制，促进金属技术监督工作标准化、系统化、规范化、精细化，切实做到每个过程的监督有章可循、内容清晰明了、手段安全可靠、记录准确规范。《手册》在引用国家规程、国电集团有关文件要求的前提下，按机组部件进行了分类编写，便于金属技术监督人员针对日常工作和近期暴露的问题进行查阅和标准化处理，更好地学习、查阅金属技术监督相关规程、标准、检验、检测方法，了解每一种承压部件常见的失效形式，指导金属监督人员在火电机组基建、在役运行、大修技改工程中的设计、制造、安装（包括工厂化配管）、工程监理、调试、试运行、运行、停用、检修、技术改造各个环节金属技术监督工作。同时，《手册》也兼顾了金属材料、焊接、无损检测、理化分析等专业知识，便于生产技术管理人员简要了解金属专业知识和技术。

本书是我们第一次就火力发电厂金属技术监督编制的工作手册，其中错漏之处难免，如有任何意见和问题，欢迎读者与中国电力出版社联系，便于在以后的版本修订中加以完善。

最后，希望本书成为广大金属技术监督人员的工具书，对火力发电厂金属技术监督工作有所助益，为提高火电机组全寿命周期的金属技术监督水平发挥积极作用，为更安全、更高效、更清洁、更灵活的火力发电，打造更坚强的钢铁基础。

朱树华

2017年9月15日



目 录

前言

第一篇 基础知识篇

第一章 金属材料基础知识	1
第二章 常用钢号表示方法	10
第一节 电厂常用中国钢号表示方法	10
第二节 电厂常用美国钢号表示方法	11
第三节 电厂常用欧洲（德国）钢号表示方法	12
第三章 焊接知识	15
第一节 焊接基础知识	15
第二节 超（超）临界机组锅炉焊接技术	26
第四章 涂层防护	34
第一节 涂层技术与分类	34
第二节 发电厂常用涂层技术	34
第三节 涂层防护项目的质量控制	40
第五章 金属监督部件常用检验方法	44
第一节 金相检验	44
第二节 力学检验	48
第三节 光谱检验	55
第四节 超声波检测	59
第五节 射线检测	61
第六节 磁粉检测	62
第七节 渗透检测	64
第八节 涡流检测	67
第九节 磁记忆检测	70
第六章 常用金属材料及失效形式	73
第一节 火力发电厂常用金属材料	73
第二节 监督部件常见失效形式	103

第二篇 管理知识篇

第七章 金属技术监督管理要求	131
第一节 总体要求	131
第二节 组织机构及职责	131
第三节 金属技术监督任务、实施范围及目标	135
第四节 金属材料管理	137
第五节 焊接管理	138
第六节 基建管理	139
第七节 运行管理	144
第八节 检修管理	146
第九节 金属试验管理	147
第十节 缺陷及事故管理	147
第十一节 告警管理	148
第十二节 档案管理	149
第十三节 信息管理	150
第十四节 会议、培训、计划和总结	150
第十五节 检查与考核	151

第三篇 专业知识篇

第八章 锅炉相关部件金属监督	154
第一节 钢结构的金属监督	155
第二节 主蒸汽管道和再热蒸汽管道及导汽管的金属监督	156
第三节 高温集箱的金属监督	170
第四节 给水管道和低温集箱的金属监督	174
第五节 受热面管的金属监督	175
第六节 锅筒、汽水分离器的检验监督	183
第七节 大直径三通及其焊接接头监督	185
第九章 汽轮机相关部件的金属监督	186
第一节 汽轮机部件的金属监督	186
第二节 紧固件的金属监督	189
第十章 发电机部件的金属监督	191
第十一章 大型铸件和安全阀的金属监督	194
第十二章 无损检测新技术	196
第一节 新技术简介	196

第二节 新技术应用案例	209
附录 A 中华人民共和国特种设备安全法	233
附录 B 火力发电厂金属技术监督规程 (DL/T 438—2016)	246
参考文献	297



第一篇 基础知识篇

第一章 金属材料基础知识

一、金属

金属是指具有良好的导电性和导热性、有一定的强度和韧性，并具有特殊光泽的物质。分为黑色金属和有色金属。

- (1) 黑色金属。包括铁、铬、锰三种。
- (2) 有色金属。除黑色金属以外的其他金属称为有色金属，如铜、铝和镁等。

二、金属材料

金属材料是指金属元素或以金属元素为主要成分，并具有金属特性的工程材料，包括纯金属和合金。

- (1) 纯金属是指不含其他杂质或其他金属成分的金属。
- (2) 合金是指由两种或两种以上的金属与金属或非金属经一定方法合成的具有金属特性的物质。一般通过熔合成均匀液体和凝固而得。根据组成元素的数目，可分为二元合金、三元合金和多元合金。

实际使用的金属材料绝大部分是合金，如碳钢是铁碳合金，12Cr1MoV 是 Fe、C、Cr、Mo、V 合金，黄铜是铜锌合金等。

三、铁、钢与生铁

- (1) 铁是一种金属元素，原子序数为 26，单质化学式为 Fe。纯铁是白色或者银白色的，有金属光泽，熔点为 1538℃。纯铁也叫熟铁，含碳量小于 0.021 8%（质量分数），其余为铁，硬度低、塑形好，实际应用不多。

- (2) 钢是指含碳量在 0.021 8%~2.11%之间的铁合金，应用比较广泛。
- (3) 铸铁也叫生铁，是指含碳量大于 2.11%的铁合金，硬度高，脆性大，几乎没有塑性。

四、金属的结构与结晶

(一) 晶体与非晶体

在物质内部，凡是原子作有序、有规则排列的称为晶体。绝大多数金属和合金都属于

金属晶体。在物质内部，凡是原子呈无序堆积状况的，称为非晶体，如普通玻璃、松香和树脂等。

(二) 晶格和晶胞

- (1) 表示原子在晶体中排列规格的空间格架称为晶格。
- (2) 能够完整反映晶格特征的最小几何单元称为晶胞。

五、金属的晶体结构

(1) 将金属原子视为小球，小球的堆积方式有三种。金属的三种晶体结构如图 1-1 所示。

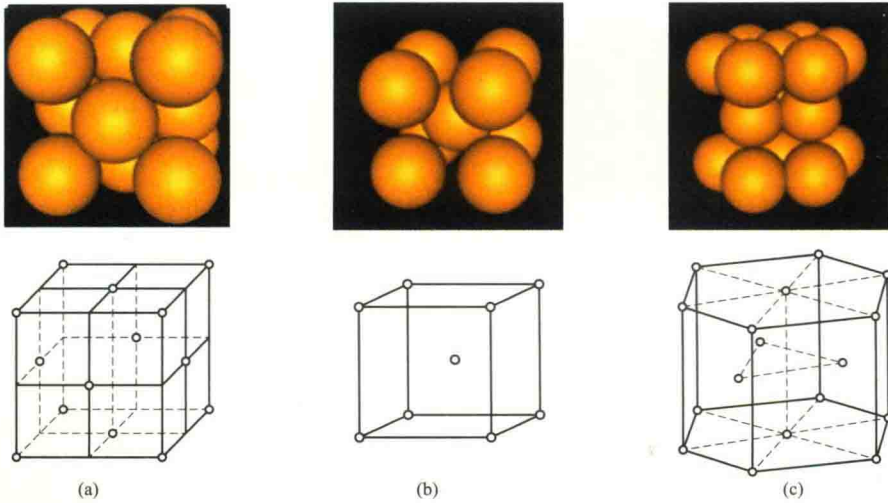


图 1-1 金属的三种晶体结构

(a) 面心立方；(b) 体心立方；(c) 密排六方

(2) 铁有两种方式的晶体结构：面心立方和体心立方。

六、纯铁的晶体结构

- (1) 纯铁在 1394℃ 以上体心立方结构 (δ -Fe) 稳定存在。
- (2) 纯铁在 1394~912℃ 范围面心立方结构 (γ -Fe) 稳定存在。
- (3) 纯铁在 912℃ 以下又重新回复到体心立方结构 (α -Fe)。

体心立方结构 (δ -Fe) 如图 1-2 所示，面心立方结构 (γ -Fe) 如图 1-3 所示。

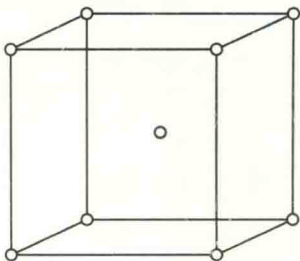


图 1-2 体心立方结构 (δ -Fe)

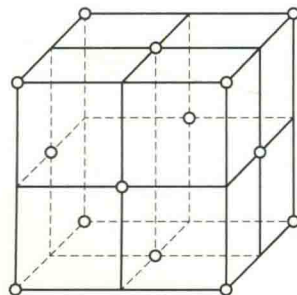


图 1-3 面心立方结构 (γ -Fe)

七、炼铁及炼钢

(1) 炼铁。是用碳还原铁矿石的过程。在高温下还原的铁会溶入大量的碳，因此得到的产物是铸造生铁和炼钢生铁。

(2) 炼钢。以生铁为主要原料，把生铁熔化成液态，利用氧化作用降低含碳量，同时将其其他元素的含量调整到规定的范围之内，就得到了钢。

八、铁合金——碳钢与合金钢

碳钢与合金钢都是铁的合金，所不同的是合金元素。

1. 碳钢

主要合金元素为碳的钢是碳钢。在炼铁炼钢中不可避免地会将碳溶入到铁中，也很难将碳百分之百完全除去，而且一定的含碳量对钢的性能也有提升。

2. 合金钢

合金钢是在普通碳素钢基础上添加适量的一种或多种合金元素而构成的铁碳合金。根据添加元素的不同，并采取适当的加工工艺，可获得高强度、高韧性、耐磨、耐腐蚀、耐低温、耐高温、无磁性等特殊性能。

九、合金的相与组织

(1) 相。是指材料中结构相同、化学成分及性能均一的组成部分，相与相之间由界面分开。从结构上讲，相是合金中具有同一原子的聚集状态。

(2) 组织。一般是指用肉眼或在显微镜下所观察到的材料内部所具有的某种形态特征或形貌图像，实质上它是一种或多种相按一定方式相互结合所构成的整体的总称。

单相或者多个相构成了组织，而不同的组织直接影响合金的性能，这也是研究合金中相与组织变化的原因。

十、铁碳合金相图

(1) 相图。用来描述合金的组成与一些参数（如温度、压力）之间关系的一种图。

(2) 铁碳合金相图。铁碳合金相图是研究铁碳合金的工具，是研究碳钢和铸铁成分、温度、组织和性能之间关系的理论基础，铁碳合金相图实际上是 Fe-Fe₃C 相图，铁碳合金的基本组元也应该是纯铁 (Fe) 和渗碳体 (Fe₃C)。

(3) 铁素体 (F)。是指碳溶解于 α -Fe 中形成的间隙固溶体，用符号 F 来表示。室温时，铁素体中的碳含量只有 0.000 8%，在 727℃ 溶解度最大时也仅为 0.021 8%。所以其性能与纯铁相似，具有良好的塑性和韧性，而强度和硬度却较低。

(4) 奥氏体 (A)。碳溶解于 γ -Fe 中形成的间隙固溶体，用符号 A 来表示。奥氏体的强度和硬度不高，但具有良好的塑性。

(5) 渗碳体 (Fe₃C)。铁与碳的金属化合物，其分子式为 Fe₃C。渗碳体中碳的质量分数为 6.69%，熔点为 1227℃。渗碳体的硬度很高，塑性很差，是一种硬而脆的组织。

铁碳合金相图如图 1-4 所示，铁碳合金相图各点含义见表 1-1，铁碳合金相图特性线含义见图 1-2。

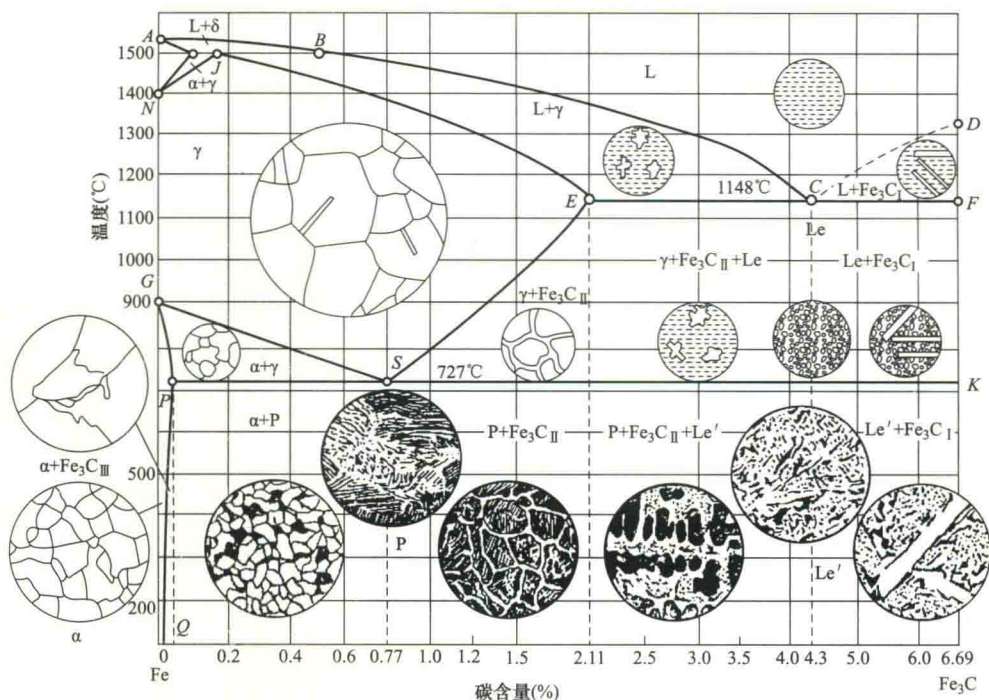


图 1-4 铁碳合金相图

表 1-1

Fe-Fe₃C 合金相图各点含义

特性点符号	温度 (°C)	含碳量 (%)	说 明
A	1538	0	纯铁的熔点
B	1495	0.51	包晶反应时液态合金的浓度
C	1148	4.3	共晶点
D	1227	6.69	渗碳体熔点
E	1148	2.11	碳在γ-Fe中的最大溶解度
F	1148	6.69	渗碳体
G	912	0	α-Fe ⇌ γ-Fe 同素异构转变点 (A ₃)
H	1495	0.09	碳在δ-Fe中的最大溶解度
J	1495	0.17	包晶点
K	727	6.69	渗碳体
N	1394	0	γ-Fe ⇌ δ-Fe 同素异构转变点
P	727	0.021 8	碳在α-Fe中的最大溶解度
S	727	0.77	共析点
Q	600	0.005 7	碳在α-Fe中的溶解度

表 1-2

铁碳合金相图特性线含义

特性线	含 义
ABCD	液相线
AECF	固相线
GS	常称 A ₃ 线。冷却时不同含碳量的奥氏体中结晶出铁素体的开始线

续表

特性线	含 义
ES	常称 A_{cm} 线。碳在 γ -Fe 奥氏体中的固溶线
ECF	共晶线
PSK	共析线，常称 A_1 线

十一、铁碳合金相图的用途

（一）在钢铁材料选用方面的应用

若需要塑性、韧性好的材料，可以选择低碳钢（碳质量分数为 0.10%~0.25%）；需要强度、塑性及韧性都较好的材料，应该选择中碳钢（碳质量分数为 0.25%~0.60%）；需要硬度高、耐磨性好的材料，要选择高碳钢（碳质量分数为 0.60%~1.3%）。

一般低碳钢和中碳钢主要用来制造建筑结构或制造机器零件；高碳钢用来制造各种工具；白口铸铁具有很高的硬度和脆性，难以切削加工，也不能锻造，因此，白口铸铁的应用受到一定的限制。但是白口铸铁具有很高的抗磨损能力。可以用来制作需要耐磨而不受冲击的零件，如拔丝模、球磨机的铁球等。

（二）在热加工工艺方面的应用

1. 在铸造工艺方面的应用

根据铁碳合金相图可以找出不同成分的钢铁的熔点，为制定铸造工艺提出基本数据。

2. 在热锻、热轧工艺方面的应用

由于奥氏体强度低、塑性好，便于零件成型，所以，锻造与轧制通常选择在单相奥氏体区的适当温度进行。

3. 在焊接工艺方面的应用

焊接过程中，高温熔融焊缝与母材各区域的距离不同，导致各区域受到焊缝热影响的程度不同，可以根据铁碳合金相图来分析不同温度的各个区域，在随后的冷却过程中，可能会出现组织和性能变化情况，应采取措施，保证焊接质量。此外，一些焊接缺陷往往采用焊后热处理的方法加以改善。相图为焊接和焊后对应的热处理工艺提供了依据。

（三）在热处理方面的应用

热处理是通过对钢铁材料进行加热、保温和冷却过程来改善和提高钢铁材料性能的一种工艺方法，由铁碳合金相图可以看出，何种成分的铁碳合金可以进行何种热处理，以及各种热处理方法的加热温度是多少。因此，铁碳合金相图是制定热处理工艺的重要参考依据。

十二、合金元素对相图的影响

实际使用的钢种除了碳钢之外，大量使用了合金钢，在电厂常用的钢中如 12Cr1MoV、15CrMo、T23、T91、0Cr18Ni9 等都是合金钢。加入了合金元素，应该用多元相图，如 Fe-Cr-C 三元相图，但是基于以下两点原因对合金钢还是继续使用铁碳相图。

- （1）常用合金钢加入的合金元素较少，对相图影响不大。
- （2）三元相图测定比较复杂，使用起来也不方便。



使用铁碳相图来制定合金钢的各种加工工艺的前提是研究各合金元素对铁碳相图的影响，合金元素的存在将使铁碳相图发生变化。

例如，T91 的 A_1 线的温度不是 727°C ，而是在 $800\sim 830^{\circ}\text{C}$ 之间。

因为合金钢影响了 A_1 、 A_3 线的温度，所以合金钢在热处理加热或冷却时，其相变点就不能直接按平衡状态下的铁碳相图来确定。

(一) 使奥氏体相区缩小的合金元素

铬、钨、钼、钒、钛、铝、硅等元素的加入将使奥氏体区缩小，Cr 对铁碳合金相同 γ 相区的影响如图 1-5 所示。当铬的含量超过 19% 时，奥氏体区消失，此时，钢在室温下的平衡组织是单质的铁素体，这种钢称为铁素体钢。

(二) 使奥氏体相区扩大的合金元素

镍、锰、氮、钴元素的加入使奥氏体相区扩大，Mn 对铁碳合金相图 γ 相区的影响如图 1-6 所示。随着这类元素在钢中含量的增加，奥氏体区逐渐扩大并一直延展到室温以下。此时，钢在室温下平衡组织就是稳定的单相奥氏体，这种钢称为奥氏体钢。

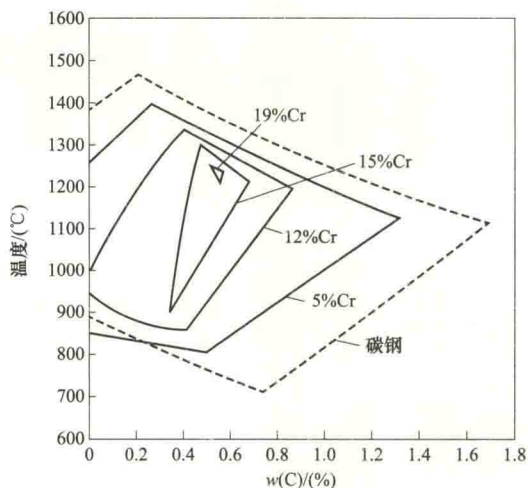


图 1-5 Cr 对铁碳合金相图 γ 相区的影响

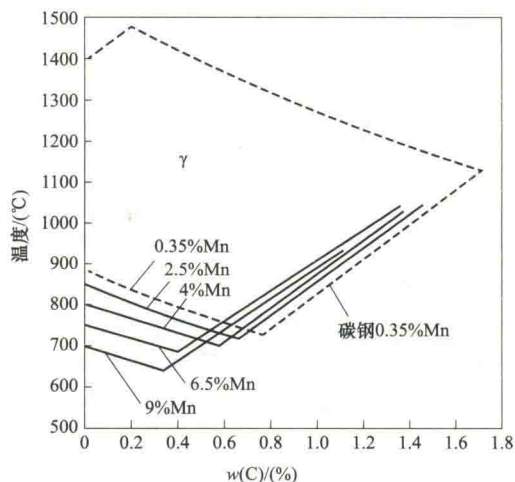


图 1-6 Mn 对铁碳合金相图 γ 相区的影响

十三、合金元素对钢的性能的影响

1. 碳 (C)

碳是对钢的性能影响最大的基本元素。不同的碳含量依据钢中杂质元素含量和轧后冷却条件的不同对于钢的性能影响是不同的。总的来说，随着钢中碳含量的增加，碳钢在热轧状态下的硬度直线上升，塑性和韧性降低。在亚共析范围内，碳对抗拉强度的影响是随着碳含量增加，抗拉强度不断提高，超过共析范围后，抗拉强度随碳含量的增加减缓，最后发展到随碳含量的增加抗拉强度降低。另外，含碳量增加时碳钢的耐蚀性降低，同时，碳也使碳钢的焊接性能和冷加工（冲压、拉拔）性能变差。

2. 硅 (Si)

硅是作为炼钢时的脱氧剂而加入到钢中的。随着硅含量的提高，钢的抗拉强度提高，屈

服点提高，伸长率下降，钢的断面收缩率和冲击韧性显著降低。

3. 锰 (Mn)

锰是作为脱氧除硫的元素加入到钢中的。锰可以提高硅和铝的脱氧效果，可以与硫形成硫化锰，相当程度上降低硫在钢中的危害。锰对碳钢的力学性能有良好的影响，它能提高钢热轧后的硬度和强度，原因是锰溶入铁素体中引起固溶强化。

4. 硫 (S)

一般来说硫是有害元素，它来源于炼铁和炼钢时加入的矿石和燃料中的 SO_2 ，炼钢时难以除尽，硫以硫化物夹杂的形式存在于固态钢中。硫的最大危害是产生热脆，即引起钢在热加工时的开裂。硫对钢的焊接性有不良影响，容易导致焊缝热裂。

5. 磷 (P)

一般来说磷是有害元素，它来源于炼铁和炼钢时加入的矿石和燃料，炼钢时难以除尽。磷能提高钢的强度、硬度，但是韧性降低，尤其低温时更严重，也就是造成钢的冷脆。

6. 铬 (Cr)

铬能增加钢的淬透性并有二次硬化的作用，可提高碳钢的硬度和耐磨性而不使钢变脆。含量超过 12% 时，使钢有良好的高温抗氧化性和耐氧化性腐蚀的作用，还增加钢的热强性。铬为不锈钢耐酸钢及耐热钢的主要合金元素。铬能提高碳素钢轧制状态的强度和硬度，降低伸长率和断面收缩率。

7. 钼 (Mo)

钼具有较强的碳化物形成能力，使较低含碳量的合金钢也具有较高的硬度。而且钼能够阻止奥氏体化的晶粒粗大。另外，钼会造成过冷奥氏体等温转变曲线右移，其结果就是减小了过冷度，极大地提高了淬透性，进而提高钢的高温强度。

8. 钒 (V)、铌 (Nb)、钛 (Ti)

钒 (V)、铌 (Nb)、钛 (Ti) 是强碳化物形成元素，在钢中能与碳形成碳化物，能细化晶粒，既能提高钢的强度，又能保持钢的良好塑性和韧性。

十四、热处理

热处理是将金属材料放在一定的介质内加热、保温、冷却，通过改变材料表面或内部的组织结构，来改变其性能的一种金属热加工工艺。热处理工艺大体分为整体热处理、表面热处理和化学热处理三大类。根据加热介质、加热温度和冷却方法的不同，每一大类又可区分为若干不同的热处理工艺。

整体热处理分为正火、退火、淬火、回火、调质、稳定化处理、固溶处理、水韧处理、时效处理。其中正火、退火、淬火、回火称为热处理中的“四把火”。表面热处理的主要方法有火焰淬火和感应加热热处理。化学热处理主要分为渗碳、渗氮、碳氮共渗等。

(一) 正火

1. 定义

正火又称为常化，是将工件加热至 A_{c3} (A_{c3} 是指加热时自由铁素体全部转变为奥氏体的终了温度，一般是为 $727\sim 912^\circ\text{C}$) 或 A_{cm} (A_{cm} 是实际加热中过共析钢完全奥氏体化的临界温度线) 以上 $30\sim 50^\circ\text{C}$ ，保温一段时间后，从炉中取出在空气中或喷水、喷雾或吹风冷却的金属热处理工艺。