

化工和石油化工检修工人

技术等级标准自学丛书

无损探伤工

化学工业部劳资司
中国石油化工总公司人事部



TG115.28

36

化工和石油化工检修工人
技术等级标准自学丛书

无损探伤工

化学工业部 劳资司
中国石油化工总公司 人事部

BX60



学 工 业 出 版 社

B

内 容 提 要

本书是根据化工部《化工检修工人技术等级标准》(试行本)为化工和石油化工企业无损探伤工人编写的技术考核自学教材,内容包括一到六级无损探伤工应了解的基础知识和应掌握的操作技能。

本书由北京燕山石化公司安装公司曹发美编写,张泽丰任主审,吴爱军为协助编审。

本书可作为无损探伤工的自学用书,可作为培训教材,并可供其它有关人员参考。

化工和石油化工检修工人

技术等级标准自学丛书

无 损 探 伤 工

化 学 工 业 部 劳 资 司

中国石油化工总公司人事部

责任编辑:李建斌

封面设计:任 辉

*

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787×1092¹/₃₂印张24字数534千字

1990年12月第1版 1990年12月北京第1次印刷

印 数 1—2,800

ISBN 7-5025-0821-X/TQ·473

定 价13.60元

编者及审稿单位

编写：曹发美

参加审稿单位：

劳动部锅炉压力容器检测研究中心

兰州炼油化工总厂

北京燕山石油化工公司

北京燕山石油化工公司建筑安装工程公司

北京华实无损检测经营部

前 言

目前，全国各化工及石油化工企业正在开展全员文化培训和技术培训，为了适应这些企业的检修工人技术培训的需要，不断提高检修工人的技术理论水平和实际操作技能，不断提高他们的技术素质，我们按照化学工业部一九八一年颁发的《化工检修工人技术等级标准》（试行本）（以下简称《等级标准》），组织编写了这套《化工和石油化工检修工人技术等级标准自学丛书》，全套丛书共计十五册，将陆续出版。

丛书根据《等级标准》中应知应会的要求，相应分为基础理论和实际操作两部分，由一级工到六级工逐级撰写。

丛书是工人技术考核自学用书，力求把《等级标准》中基本要求的内容用通俗易懂的文字、形象直观的插图和有代表性的示例系统地加以阐述。它不是《等级标准》的详细说明和解释，也不是升级考核的标准答案。

丛书在编写方式上，为了便于广大工人自学，保持知识的系统性和完整性，将《等级标准》中应知应会的条文作了适当的归类和次序的调整，并力求做到取材先进、重点突出、举一反三，尽量兼顾大、中、小企业的不同情况。但由于丛书的专业性较强、涉及的知识面又广，加上各企业之间工艺、设备和技术水平等方面的差异，又由于受到篇幅的限制，所以，只能就一些共性的问题进行讨论，因而，不可避免地会存在一些片面性和局限性。但是，丛书是编写者的辛勤劳动的结晶，尤其是那些操作实例，是他们实践经验的总

结，对广大工人学习技术无疑是有裨益的。

化 学 工 业 部 劳 资 司

中国石油化工总公司人事部

1985年8月

序

化工、石油化工企业的原材料及产品绝大多数为易燃、易爆、有毒、有腐蚀性的物质；生产工艺条件往往十分苛刻，或需高温高压，或要低温深冷；生产过程自动化程度高，连续性强。必须使用各种方法和手段来保证生产装置的安全、稳定、长周期运行。无损探伤是在不损坏检测对象的前提下，对其有关部分进行探伤的一种物理方法。它广泛应用在化工、石油化工及其他行业的压力容器、管道、结构件、设备的原材料、半成品、成品的质量检查中。它的检测结果是判断设备可靠性的基本依据，是设备能否满足安全生产要求的主要衡量标准之一。但是无损探伤的可靠与准确程度，往往取决于探伤工的技术水平、操作熟练程度，因此对无损探伤工进行专业培训和等级考核是十分必要的。

为了适应无损探伤工专业培训和等级考核的需要，我公司受化学工业部劳资司和中国石化公司人事部委托，由曹发美工程师编写了这本《无损探伤工》。编者长期从事无损探伤工作，有较高的理论分析能力和丰富的实践经验，书中收集了锅炉和压力容器的基本知识、金属材料、焊接、制图、无损检测的有关知识、焊接缺陷图照片及化工、石油化工生产装置的安全知识。这本书的出版对提高无损探伤工和有关工程技术人员的技术素质将会起到积极作用。我很高兴地向工作在化工、石油化工系统的无损探伤工、劳资和教育工作者、有关工程技术人员推荐这本书，愿它对你从事的工作

有所帮助。

北京燕山石油化工公司副经理

曹湘洪

中国石油化工总公司人事部

李玉年

目 录

一 级 工

基 础 知 识

- 一、化工、石油化工的生产特点、主要生产装置、原料和产品 … 1
- 二、化工厂、石油化工厂检测工作的目的和意义 …… 5
- 三、各种探伤仪器、工具的名称、规格型号、性能及
维护保养方法 …… 8
- 四、常用金属材料的种类、名称、牌号及主要性能 ……25
- 五、常用探伤材料、药品名称、规格型号、性能及保管方法 ……34
- 六、一般探伤工艺程序及记录、整理探伤报告知识 ……43
- 七、机械制图常识 ……45
- 八、石油化工厂一般安全常识 ……59

操 作 实 例

- 一、正确使用工厂劳动保护用品及消防器材 ……64
- 二、在师傅指导下,使用常用探伤仪 ……71
- 三、X光底片的对位贴片、显影液、定影液、磁探液的配制
及暗室工作前的准备 ……74
- 四、单层钢板对接焊缝射线探伤方法 ……82
- 五、简单工件的磁粉探伤 ……84
- 六、正确执行安全操作技术规程 ……90

二 级 工

基 础 知 识

- 一、常用探伤仪的结构、性能、规格、型号、使用范围、
使用规则和维护保养方法 ……95
-

二、无损探伤工艺程序	114
三、各种焊接方法和种类的识别方法	118
四、各种探伤的灵敏度	123
五、射线对肌体的破坏作用、射线防护原则及有关规定	135
六、钢制压力容器技术条件的基本知识	140
七、化工生产有关防火、防爆、防毒的安全技术知识	145

操 作 实 例

一、常用探伤仪和工具、试块、辅助设备的正确使用和 维护保养	147
二、在师傅的指导下进行一般设备的无损探伤工作，并能独立 进行有关辅助工作和准备工作	191
三、容器和管道测厚	199
四、根据不同的化工设备选择合适的超声波探头	202
五、鉴别底片质量的方法	204
六、电工用表的基本操作	212
七、看懂简单零件图	215

三 级 工

基 础 知 识

一、常用无损探伤方法应用范围及特征	221
二、正确选择磁力、荧光、测厚技术条件的原则	228
三、正确计算室外射线探伤时仪器与工件操作人员的 安全距离	232
四、对探测部件结果报告的整理方法	235
五、本厂各种受检化工设备及管道的材质构成、工作条件、 温度、压力及腐蚀情况	237
六、金属学及热处理基本知识	250

七、锅炉、压力容器、管道的类别和等级	266
--------------------------	-----

操 作 实 例

一、磁粉探伤设备一般故障及排除方法	269
二、正确配制射线探伤用各种药液	275
三、正确评定焊缝射线探伤底片上缺陷	276
四、熟练掌握射线、磁力、荧光和着色探伤技术	281
五、正确使用GB3323—87评片标准	306
六、掌握壁厚20毫米以上单层容器的探伤技术	316
七、X射线机常见故障及排除方法	343

四 级 工

基 础 知 识

一、X、 γ 射线探伤机的一般结构组成	355
二、射线探伤中影响灵敏度的原因及校正方法	364
三、射线探伤规范的理论分析	372
四、超声波探伤仪及各种探头的构造	387
五、用超声波探伤判别缺陷的方法	396
六、各种探伤设备的有关电气仪表知识	406
七、焊接的基本理论知识	412
八、锻造的基本理论知识	429

操 作 实 例

一、熟练地使用常用探伤仪及有关电气仪表	432
二、复杂工件的超声波探伤与质量评定	444
三、超声波探伤仪及探头故障的排除与修理	453
四、看懂复杂零部件图的方法	461
五、非磁性材料渗透检验方法	464

六、铸钢件探伤方法	479
七、正确鉴定磁探液、着色液的质量	486

五 级 工

基 础 知 识

一、A型脉冲反射式超声波探伤仪的一般工作原理	496
二、金属材料各种腐蚀的基本知识	501
三、金属机械性能试验与化学成分的一般知识	509
四、焊缝缺陷的种类、性质及产生原因	513
五、电工基础知识	526
六、压力容器的检修程序	534

操 作 实 例

一、正确使用射线测量仪	544
二、高、中压管部件的超声波探伤	553
三、综合运用各种探伤方法对缺陷作定量与定性判别	562
四、正确绘制出各种探伤曲线	567
五、底片黑度的测量方法	574
六、正确评定铸件探伤底片	574
七、复合板的超声波探伤	577
八、超声波探伤仪一般故障的排除和小修	578

六 级 工

基 础 知 识

一、射线、超声、磁粉、着色探伤工作原理	584
二、射线探伤室的设计和屏蔽防护计算	587

三、常见缺陷及其形成原因	592
四、经探伤发现的设备缺陷的一般修理方法	592
五、有关锅炉、压力容器的理论知识	597

操 作 实 例

一、维护检修的超声检测	613
二、管子对接焊缝超声波探伤	616
三、焊缝超声波探伤标准JB1152—81的使用	632

附 录

一、单位	654
二、无损探伤工技术等级标准	658
三、钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级 (GB3323—87) ...	663
四、钢制压力容器磁粉探伤 (JB3965—85)	681
五、压力容器着色探伤 (ZB)	699
六、钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果的分级 (GB11345—89)	705
七、渗透探伤方法 (ZBJ04005—87)	740
八、控制渗透探伤材料质量的方法 (ZBJ04003—87)	748
九、黑光源的间接评定方法 (GB5097—85)	753

一 级 工

基 础 知 识

一、化工、石油化工的生产特点、主要生产装置、原料和产品

(一) 石油化工生产的特点

用原油、原油炼制后产品、油田伴生气或天然气作为原料，采取不同工艺，生产燃料型油品、润滑型油品、化工原料、化工中间体和化工产品的工业，叫石油化学工业。

石油化工生产有以下三大特点：

1. 工艺生产复杂。从工艺上讲，石油化工生产具有高温、高压、深度冷冻的特点。石油化工产品多数是在高温、高压和深冷的条件下进行的。如高压聚乙烯生产：原油或重油首先在裂解炉（比如砂子炉）于 $850\sim 900^{\circ}\text{C}$ 的高温下进行裂解。因为制得的裂解气是多种烷烃、烯烃和氢的混合物，所以又需要在零下一百多度的低温下，进行深冷液化，然后作蒸馏分离，由此而得到纯的乙烯单体。乙烯单体在 $2.94\times 10^8\text{Pa}$ ($3000\text{kg}/\text{cm}^2$) 的压力下进行聚合反应，制取高压聚乙烯。再如合成氨生产，是在高温 $450\sim 500^{\circ}\text{C}$ ，高压 $3.14\times 10^7\text{Pa}$ ($320\text{kg}/\text{cm}^2$) 下进行的。其原料气，如利用部分氧化法制取，则还要配置一套大型的空气分离装置。而空气分离又是在很低的温度下进行的。

在这样的条件下，再加上多数介质具有强烈的腐蚀性，在温度应力、交变应力等恶劣条件的作用下，受压容器、设

备常常因此而遭受破坏，从而引起泄漏，造成大面积火灾和多人中毒事故。

这一特点决定了对化工设备受压容器从设计、选材到制造都要合乎有关的安全技术规范，而且每年都要抽样探伤、测厚检查，必要时要作100%检查。在正常生产中应确保其安全装置的灵敏可靠。

2. 原材料易燃、易爆、有毒。从原材料上讲，石油化工生产中使用的原材料（包括成品及半成品）大多数易燃、易爆。其蒸气同空气混合到一定比例，形成可燃性气体。遇明火爆炸时其破坏程度不亚于我们所知道的烈性炸药。同时，这些材料大多数有毒，有的毒性还极强，如丙烯腈等。这一特点，决定了石油化工生产防火和防毒工作的艰巨性。

3. 生产具有高度自动化、密闭化、连续化。从生产方式上讲，石油化工生产具有高度自动化、密闭化、连续化的特点。以上两个特点，决定了石油化工必然要以密闭化、连续化的方式进行生产。

（二）石油化工主要生产装置、原料和产品

1. 顺丁橡胶聚合与成品装置

生产顺丁橡胶，主要原料有脱氢丁二烯、抽提丁二烯、抽余油、环烷酸镍、三异丁基铝、三氟化硼、乙醚络合物、乙醇等。这些物料易燃、易爆、易中毒。丁二烯还易自聚、自聚物易引起爆炸和设备管道堵塞。

2. 丁烯氧化脱氢生产丁二烯装置

主要原料有丁烷-丁烯馏分、乙腈、亚硝酸钠、吸收油、脱氢催化剂等。本装置处理的物料均易燃、易爆、有毒，要加强设备维修。

3. 碳四抽提丁二烯装置

产品是丁二烯。原料有碳四、糠醛、二甲基甲酰胺、硅油、亚硝酸钠、TBC对叔丁基邻苯二酚、甲苯。

4. 三异丁基铝装置

用氢气、异丁烯、铝粉、抽余油、氮气合成产品三异丁基铝。

5. 磷钼铋脱氢催化剂装置

主要原料有硅微球、金属铋、硝酸、液氨、磷酸等。

6. 异丁烯分离装置

主要产品有异丁烯、叔丁醇。主要原料是碳四、硫酸、碱液。

7. 苯酚丙酮装置

苯酚丙酮是重要的有机合成原料，可用于合成纤维、塑料和橡胶、医药、涂料等等。本产品的主要原料有苯、丙烯、三氯化铝、醋酸丁酯、液碱、硫酸。

8. 聚苯乙烯装置

原料有苯乙烯。苯乙烯易在高温下自聚，因此精馏时要降低温度，并采用低温悬浮生产聚苯乙烯。

9. 聚丙烯装置

主要原料有丙烯、四氯化钛、氢气、乙烷、无水乙醇等

10. 空分装置

低温冷冻分离空气制取氧、氮。

11. 硝酸装置

主要原料有液氨、空气、氧化镁、铂等。

12. 合成氨装置

合成氨的主要原料有催化干气、氧气、乙醇胺、碳酸钾、转化催化剂、合成催化剂、中度催化剂、低度催化剂、甲烷化催化剂。

13. 蜡裂解装置

本装置是以蜡下油或蜡为原料，在管式裂解炉中进行气相裂解，用以制取烯烃、轻烯烃、重烯烃、瓦斯、蜡。

14. 30万吨/年乙烯装置

主要产品是高纯度的乙烯和丙烯以及混合物、碳四等副产品。主要原料有：轻柴油、分子筛干燥剂、活性氧化铝、甲烷化催化剂、乙炔加氢催化剂、丙二烯加氢催化剂、烧碱、甲醇、磷酸三钠、高压过热蒸汽等。

15. 高压聚乙烯装置

主要原料：乙烯、丙烯、丙烷、乙烷。

16. 乙二醇装置

生产乙二醇的基本原料是乙烯和氧。

(三) 炼油主要生产装置、原料及产品

1. 常减压蒸馏装置

主要原料有含水小于百分之二的原油，每升含盐小于20毫克原油、浓度大于百分之三十碱液。主要产品有重整原料、汽油、煤油、柴油、溶剂油、航空煤油。还生产出润滑油原料、蜡油及渣油等。

2. 催化裂化装置

本装置以常减压蜡油、脱沥青油、酮苯含油蜡等为原料，在微球硅酸铝催化作用下，使高分子油在一定温度和常压条件下，发生分解、异构化、芳构化、氢转移等反应，从而得到高辛烷值的汽油、柴油和气体产品。

3. 铂重整装置

主要原料有蒸馏初顶铂料、铂催化剂、铂酸钴催化剂、硅铝小球。重整能为三大合成提供原料（苯、甲苯、二甲苯）或提供高辛烷值汽油。副产品为氢气。