

中国石化员工培训教材

无损探伤工

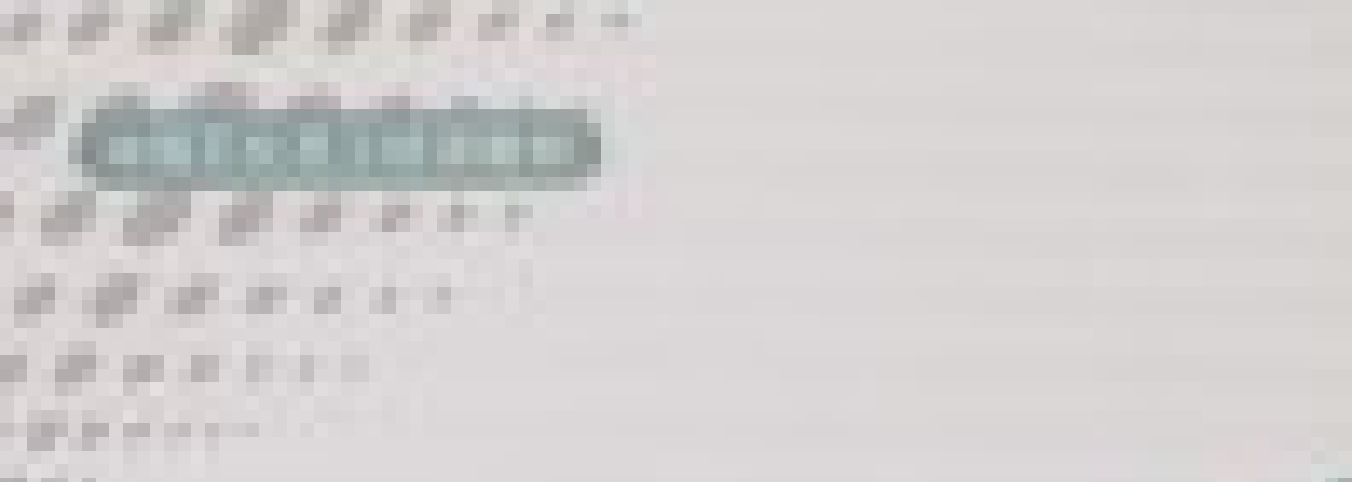


WUSUN
TANSHANGGONG

中国石化员工培训教材编审指导委员会 组织编写
本书主编 吴 松

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)



中国地质大学（北京）

无损探伤工



中国地质大学（北京）
无损探伤工
中国地质大学（北京）
无损探伤工
中国地质大学（北京）
无损探伤工

中国地质大学（北京）

中国石化员工培训教材

无损探伤工

中国石化员工培训教材编审指导委员会 编

本书主编 吴松

中国石化出版社

内 容 提 要

《无损探伤工》为《中国石化员工培训教材》系列之一,该书分为五篇:超声检测、渗透检测、涡流检测、磁粉检测、射线检测。

本书的特点是:实——紧贴实际、讲究实用、注重实效;新——内容新颖、形式新颖;精——精心组织、精心编写、精雕细刻;简——删繁就简,突出主干、简洁精练,易教易学。通过典型案例介绍和实际检测中的工艺编制说明,为从事无损检测工作的人员提供了便捷的实际操作应用指南。

本书是无损检测人员进行岗位技能培训的必备教材,也是专业技术人员必备的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

无损探伤工 / 吴松主编. —北京:中国石化出版社,
2014.9
中国石化员工培训教材
ISBN 978-7-5114-2970-4

I. ①无… II. ①吴… III. ①无损检验-职工培训-
教材 IV. ①TG115.28

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 191978 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何
形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京富泰印刷有限责任公司印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 45.25 印张 1141 千字
2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷
定价:136.00 元

中国石化员工培训教材

编审指导委员会

主任：李春光

委员：戴 铨 谭克非 章治国 初 鹏

吕长江 张卫东 吕永健 徐 惠

张吉星 雍自强 寇建朝 张 征

蒋振盈 齐学忠 翟亚林 耿礼民

吕大鹏 郭安翔 何建英 石兴春

王妙云 徐跃华 孙久勤 吴文信

王德华 亓玉台 周志明 王子康

序

中国石化是上中下游一体化能源化工公司，经营规模大、业务链条长、员工数量多，在我国经济社会发展中具有举足轻重的作用。公司的发展，基础在队伍，关键在人才，根本在提高员工队伍整体素质。员工教育培训是建设高素质员工队伍的先导性、基础性、战略性工程，是加强人才队伍建设的重要途径。

当前，我们已开启了建设世界一流能源化工公司的新航程，加快转变发展方式的任务艰巨而繁重，这对进一步做好员工教育培训工作提出了新的更高要求。我们要以中国特色社会主义理论为指导，紧紧围绕企业改革发展、队伍建设和员工成长需要，以提高思想政治素质为根本，以能力建设为重点，积极构建符合中国石化实际的培训体系，加大重点和骨干人才培训力度，深入推进全员培训，不断提高教育培训的质量和效益，为打造世界一流提供有力的人才保证和智力支持。

培训教材是员工学习的工具。加强培训教材建设，能够有效反映和传递公司战略思想和企业文化，推动企业全员学习，促进学习型企业建设。中国石化员工培训教材编审指导委员会组织编写的这套系列教材，较好地反映了集团公司经营管理目标要求，总结了全体员工在实践中创造的好经验好做法，梳理了有关岗位工作职责和 workflows，分析研究了面临的新技术、新情况、新问题等，在此基础上进行了完善提升，具有很强的实践性、实用性和较高的理论性、思想性。这套系列培训教材的开发和出版，对推动全体员工进一步加强学习，进而提高全体员工的理论素养、知识水平和业务能力具有重要的意义。

学习的目的在于运用，希望全体员工大力弘扬理论联系实际的优良学风，紧密结合企业发展环境的新变化、新进展、新情况，学好用好培训教材，不断提高解决实际问题、做好本职工作的能力，真正做到学以致用、知行合一，把学习培训的成果切实转变为推进工作、促进改革创新的实际行动，为建设世界一流能源化工公司作出积极的贡献。



二〇一二年七月十六日

前 言

根据中国石化发展战略要求，为加强培训资源建设、推进全员培训的深入开展，集团公司人事部组织梳理了近些年培训教材开发成果，调研了企业培训教材需求，开展了中国石化员工培训课程体系研究。在此基础上，按职业素养、综合管理、专业技术、技能操作、国际化业务、新员工等六类，组织编写覆盖石油石化主要业务的系列培训教材，初步构建起中国石化特色的培训教材体系。这套系列教材围绕中国石化发展战略、队伍建设和员工成长的需要，以提高全体员工履行岗位职责的能力为重点，把研究和解决生产经营、改革发展面临的新挑战、新情况、新问题作为重要目标，把全体员工在实践中创造的好经验好做法作为重要内容，具有较强的实践性、针对性。这套培训教材的开发工作由中国石化员工培训教材编审指导委员会组织，集团公司人事部统筹协调，总部各业务部门分工负责专业指导和质量把关，主编单位负责组织培训教材编写。在培训教材开发和编写的过程中，上下协同、团结合作，各级领导给予了高度重视和支持，许多管理专家、技术骨干、技能操作能手为培训教材编写贡献了智慧、付出了辛勤的劳动。

《无损探伤工》教材分为五篇：超声检测、渗透检测、涡流检测、磁粉检测、射线检测。该教材包含了中国石化系统无损检测人员初级工、中级工、高级工、技师、高级技师的培训、考核内容。本着“实、新、精、简”的原则，强调实际运用，增加并扩展了典型应用实例，特别是典型案例中的工艺编制部分，对无损检测工作者有着积极的指导及辅助作用。

《无损探伤工》教材由江汉油田负责组织编写，主编吴松，副主编王小伍、李华桃；参加编写的单位有江汉油田、中原油田、江苏油田。五篇编写人员分别是，超声检测篇：胡俊华、王小伍、薛伟、朱春飞、梁君；渗透检测篇：杨玉平、江能；涡流检测篇：刘正军；磁性检测篇：李华桃、施昌质；射线检测篇：刘明清、陈志强、李少云、王全元、邹君、白清春。本教材已经由集团公司人事部组织审定通过，主审李爱国，参加审定的人员有：李宏、王琪、魏红璞、王彬、张小龙、张溜生、宋明广、孟广恕，审定工作得到了河南油田、胜利油田单位的大力支持；中国石化出版社对教材的编写和出版工作给予了通力

协作和配合，在此一并表示感谢。

由于本教材涵盖的内容较多，不同企业之间也存在着差别，编写难度较大，加之编写时间紧迫，不足之处在所难免，敬请各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议，以便教材修订时补充更正。

目 录

超声波检测

第一章 概述	(3)
1.1 超声波检测的定义和作用	(3)
1.2 超声波的特点	(3)
1.3 超声波检测工作原理	(3)
1.4 超声波检测技术的优点及局限性	(4)
习题	(4)
第二章 超声波检测的物理基础	(5)
2.1 机械振动与机械波	(5)
2.2 超声波的分类	(6)
2.3 波的叠加、干涉和衍射	(9)
2.4 超声波的传播速度	(10)
2.5 声场及其特征量	(11)
2.6 超声波垂直入射到界面时的反射和透射	(14)
2.7 超声波倾斜入射到界面时的反射和折射定律	(19)
2.8 超声波的聚焦和发散	(21)
2.9 超声波的衰减	(27)
2.10 超声场	(30)
2.11 规则反射体的回波声压	(39)
习题	(49)
第三章 超声波检测仪器、探头和试块	(61)
3.1 超声检测仪	(61)
3.2 探头(换能器)	(70)
3.3 耦合剂	(78)
3.4 试块	(78)
3.5 超声波检测系统性能	(86)
习题	(95)
第四章 超声检测技术	(103)
4.1 不同原理的超声检测方法	(103)
4.2 声束入射方向	(107)
4.3 探头数目	(109)
4.4 探头与工件和接触方式	(110)
4.5 手工检测和自动检测	(112)
4.6 其他检测方法	(114)

4.7 缺陷评定	(120)
习题	(128)
第五章 典型工件的超声波检测	(131)
5.1 超声波检测通用工艺规程和工艺卡	(131)
5.2 锻件的超声波检测	(136)
5.3 棒材的超声波检测	(140)
5.4 铸钢件的检测	(142)
5.5 焊缝的超声波检测	(146)
5.6 板材的超声波检测	(162)
5.7 管材的超声检测	(176)
习题	(191)
第六章 超声检测质量控制	(202)
6.1 超声检测质量控制的目的	(202)
6.2 超声检测质量控制的要素	(202)
第七章 标准知识简介	(205)
7.1 标准的定义和作用	(205)
7.2 标准的分类	(205)
7.3 国内外无损检测标准发布进展	(206)
7.4 石油行业的常用标准	(212)
7.5 船舶行业的常用标准	(212)
7.6 有关超声检测标准比较	(215)
参考文献	(218)

渗透检测

第一章 液体渗透检测的物理基础	(221)
1.1 毛细作用	(221)
1.2 紫外线和荧光	(223)
1.3 对比度和可见度	(223)
习题	(224)
第二章 液体渗透剂	(227)
2.1 理想的渗透剂	(227)
2.2 渗透剂的物理化学性能	(227)
2.3 渗透剂的组分	(231)
2.4 水洗型荧光渗透剂	(232)
2.5 后乳化型荧光渗透剂	(233)
2.6 溶剂去除型渗透剂	(233)
2.7 其他用途的渗透剂	(234)
习题	(235)
第三章 显像剂	(238)
3.1 显像剂的性能要求	(238)

3.2	显像剂的种类	(238)
3.3	显像剂的物理化学性能	(240)
	习题	(240)
第四章	去除剂	(244)
4.1	表面活性剂的乳化作用	(244)
4.2	表面活性剂的亲水性	(244)
4.3	乳化剂	(245)
4.4	渗透检测用的乳化剂的性能要求	(246)
	习题	(247)
第五章	渗透检测的六个基本步骤	(249)
5.1	表面准备和预清洗	(249)
5.2	渗透	(251)
5.3	去除表面多余的渗透剂	(252)
5.4	干燥	(253)
5.5	显像	(254)
5.6	检查	(254)
	习题	(255)
第六章	渗透检测装置	(258)
6.1	预清洗装置	(258)
6.2	零件筐、渗透剂槽和滴落架	(258)
6.3	乳化剂槽和滴落架	(259)
6.4	水洗装置	(259)
6.5	热空气循环干燥装置	(261)
6.6	显像装置	(261)
6.7	黑光灯和黑光强度检测仪	(262)
6.8	整体型装置	(264)
6.9	便携式压力喷罐装置	(265)
	习题	(266)
第七章	渗透检测方法	(268)
7.1	水洗型渗透检测法	(268)
7.2	后乳化型渗透检测法	(269)
7.3	溶剂去除型渗透检测法	(272)
7.4	渗透检测方法的选择	(273)
7.5	用渗透剂探测泄漏的方法	(273)
	习题	(274)
第八章	显示的解释和缺陷的评定	(278)
8.1	显示的分类	(278)
8.2	真实显示的分类	(280)
8.3	缺陷的分类	(280)
8.4	渗透检测能发现的常见缺陷	(281)

8.5 缺陷的评定 (287)

习题 (288)

第九章 渗透检测的质量控制与安全防护 (292)

9.1 控制校验用的试片和试件 (292)

9.2 工艺性能的控制校验 (294)

9.3 渗透剂去除性的校验 (295)

9.4 乳化剂性能的校验 (296)

9.5 显像剂的校验 (296)

9.6 荧光渗透剂亮度的比较测定 (297)

9.7 渗透剂的含水量和容水量的测定 (297)

9.8 渗透剂的腐蚀性试验 (298)

9.9 黑点试验 (298)

9.10 黑光灯强度的校验 (299)

9.11 渗透检测工艺操作的质量控制 (299)

9.12 渗透检测安全防护 (301)

习题 (304)

第十章 典型工件渗透检测 (307)

10.1 渗透检测通用工艺规程 (307)

10.2 渗透检测工艺卡 (307)

10.3 典型工件渗透检测 (310)

涡流检测

第一章 涡流检测的物理基础 (319)

1.1 涡流检测的发展背景 (319)

1.2 涡流检测的特点 (319)

1.3 涡流检测的基础知识 (320)

习题 (337)

第二章 涡流检测技术 (338)

2.1 电磁感应及涡流 (338)

2.2 阻抗分析法 (341)

习题 (344)

第三章 涡流检测装置 (345)

3.1 涡流检测试圈 (345)

3.2 涡流检测仪器 (348)

3.3 涡流检测辅助装置及其使用 (356)

3.4 标准试样与对比试样 (358)

3.5 检测仪器(系统)的性能评价 (363)

习题 (366)

第四章 涡流检测技术的应用 (368)

4.1 概述 (368)

4.2	涡流探伤	(368)
4.3	电导率测量与材质分选	(383)
4.4	覆盖层厚度测量	(386)
	习题	(390)
第五章	涡流检测标准	(392)
5.1	涡流检测标准概述	(392)
5.2	国内主要涡流检测标准	(396)
	习题	(401)
第六章	典型工件涡流检测	(402)
6.1	概述	(402)
6.2	典型工件涡流检测	(404)
	习题	(412)

磁粉检测

第一章	磁粉检测的物理基础	(417)
1.1	磁的基本概念	(417)
1.2	铁磁材料	(420)
1.3	电流与磁场	(424)
1.4	磁场的合成	(430)
1.5	磁路和退磁场	(432)
1.6	漏磁场和磁粉检测	(434)
1.7	光学知识	(438)
	习题	(440)
第二章	磁粉检测器材与设备	(443)
2.1	磁粉与磁悬液	(443)
2.2	灵敏度试片	(447)
2.3	磁粉检测设备	(450)
	习题	(454)
第三章	磁粉检测工艺方法	(457)
3.1	磁粉检测方法与一般工艺操作	(457)
3.2	磁化方法	(459)
3.3	磁化电流	(466)
3.4	磁化规范	(468)
3.5	磁痕分析	(473)
3.6	退磁	(477)
3.7	记录、报告与标记	(480)
3.8	影响磁粉检测灵敏度的主要因素	(481)
	习题	(483)
第四章	质量控制与安全防护	(487)
4.1	磁粉检测质量控制	(487)

4.2 磁粉检测安全防护 (490)

习题 (492)

第五章 典型工件磁粉检测 (495)

5.1 磁粉检测通用工艺规程 (495)

5.2 磁粉检测工艺卡 (495)

5.3 典型工件磁粉检测 (498)

习题 (505)

射线检测

第一章 射线检测的物理基础 (511)

1.1 原子与原子结构 (511)

1.2 射线的种类和性质 (513)

1.3 射线与物质的相互作用 (520)

1.4 射线照相法的原理与特点 (530)

习题 (532)

第二章 射线照相检验设备与器材 (534)

2.1 X 射线机 (534)

2.2 γ 射线机 (545)

* 2.3 加速器 (548)

2.4 工业射线胶片 (550)

2.5 射线照相检验常用的其他设备和器材 (556)

习题 (564)

第三章 射线照相质量的影响因素 (566)

3.1 概述 (566)

3.2 射线照相对比度 (567)

3.3 射线照相清晰度 (568)

3.4 射线照相颗粒度 (572)

习题 (572)

第四章 暗室处理技术 (575)

4.1 暗室基本知识 (575)

4.2 暗室处理技术 (579)

4.3 自动洗片机 (584)

习题 (585)

第五章 射线照相底片的评定 (588)

5.1 评片工作的基本要求 (588)

5.2 评片基本知识 (591)

5.3 焊接接头射线检测 (593)

5.4 焊接接头的质量等级评定 (604)

习题	(606)
第六章 辐射防护	(608)
6.1 剂量的定义、单位及标准	(608)
6.2 剂量测定方法和仪器	(615)
6.3 辐射防护的原则、标准和辐射损伤机理	(621)
6.4 辐射防护的基本方法和防护计算	(624)
习题	(631)
第七章 其他射线检测方法和技术	(633)
7.1 高能射线照相	(633)
7.2 射线实时成像检测技术	(636)
7.3 数字化射线成像技术	(640)
7.4 X 射线层析照相(X-CT)	(643)
7.5 中子射线照相	(643)
习题	(645)
第八章 射线透照工艺	(646)
8.1 曝光曲线的类型与制作	(646)
8.2 透照布置	(654)
8.3 透照参数的选择	(657)
8.4 散射线的控制	(661)
习题	(664)
第九章 典型工件射线检测	(666)
9.1 射线检测通用工艺规程和工艺卡	(666)
9.2 典型工件射线检测	(667)
9.3 铸件射线检测	(687)
9.4 有色金属射线检测	(688)
9.5 非金属材料	(689)
习题	(690)
第十章 射线检测质量管理	(693)
10.1 质量保证体系的建立和运行	(693)
10.2 射线检测工艺的管理	(696)
10.3 射线检测设备和器材的管理	(699)
10.4 射线检测人员管理	(700)
习题	(702)
第十一章 标准知识简介	(703)
11.1 标准的定义和作用	(703)
11.2 标准的分类	(703)
11.3 国内部分射线照相检测标准和辐射防护标准	(705)
11.4 部分国际标准化组织标准, 欧洲标准射线照相检测标准目录	(706)

超声波检测

