

超声波探伤与 锅炉压力容器基础题解

武汉水利电力学院 胡天明 主编

水利电力出版社

(京)新登字115号

内 容 提 要

本书是根据全国锅炉压力容器无损检测人员培训考试大纲和全国统编教材《超声波探伤》和《锅炉压力容器检测基础知识》的内容编写的。它以问答题、计算题、填空题、选择题、是非题的形式,全面系统地介绍了超声波探伤和锅炉容器的基本知识,超声波探伤中的当量计算、定位计算和评级计算等基本计算;共列有1000多道题,汇集了上述两本全国统编教材的全部习题,精选了国内外有关习题集中的部分习题和历届I、II级无损检测人员考试部分试题,均作了详尽的解答;在附录中还列有I、II级无损检测人员考试试题及其答案。本书可供参加各级无损检测人员资格考试的人员阅读,亦可供无损检测人员、大专院校师生参考。

超声波探伤与 锅炉压力容器基础题解

武汉水利电力学院 胡天明 主编

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

北京市京东印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 14.375印张 319千字
1992年6月第一版 1992年6月北京第一次印刷

印数0001—3040册

ISBN 7-120-01496-X/TK·238

定价10.40元

前 言

为了帮助广大无损检测人员更好地掌握超声波探伤的基本知识和技能，我们根据全国锅炉压力容器无损检测人员培训考试大纲和统编教材《超声波探伤》与《锅炉压力容器检测基础知识》的内容编写了这本书。

本书包括无损探伤概论、超声波探伤和锅炉压力容器基础三部分内容。其中无损探伤概论与锅炉压力容器基础同样是射线、磁粉、渗透等探伤人员必学的内容。因此，本书对于每一个无损检测人员都有参考价值。

本书共十章，每章按问答题、计算题、填空题、选择题、是非题顺序选编（题型与晋级理论试题相同），共1000多道习题。其中问答题全面系统地介绍了超声波探伤与锅炉压力容器的基本知识。计算题主要介绍了超声波探伤中的基本计算，重点是读者感兴趣的当量计算、定位计算和评级计算。填空题、选择题和是非题的目的在于加强基本概念、基础理论和标准应用方面的训练，进一步深化巩固重点内容。本书对统编教材《超声波探伤》与《锅炉压力容器检测基础知识》中的全部习题均作了详尽的解答，还从国内外一些习题集中和历届I、II级考试题中精选了部分习题。书末附录中列有I、II级超声波探伤试题及答案。

本书可供报考各级无损检测人员复习时使用，亦可供大专院校有关专业的师生以及从事无损检测工作的科研人员和工程技术人员参考。

本书第十章由武汉水利电力学院张载明高级工程师编

写，其余各章由武汉水利电力学院胡天明副教授编写。全书由胡天明主编，由全国锅炉压力容器无损检测人员资格鉴定考试委员会副主任兼秘书长康纪黔高级工程师审阅。

由于时间仓促，水平有限，谬误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

1990年7月

目 录

前 言

第一章 无损探伤概论	1
一、问答题	1
二、填空题	10
三、选择题	11
四、是非题	11
五、填空题、选择题、是非题答案	12
第二章 超声波探伤的物理基础	13
一、问答题	13
二、计算题	47
三、填空题	58
四、选择题	61
五、是非题	66
六、填空题、选择题、是非题答案	67
第三章 超声波发射声场与回波声压	70
一、问答题	70
二、计算题	93
三、填空题	101
四、选择题	104
五、是非题	107
六、填空题、选择题、是非题答案	108
第四章 超声波探伤仪、探头和试块	110
一、问答题	110
二、计算题	145
三、填空题	148
四、选择题	149

五、是非题	153
六、填空题、选择题、是非题答案	155
第五章 超声波探伤通用技术	157
一、问答题	157
二、计算题	186
三、填空题	194
四、选择题	196
五、是非题	200
六、填空题、选择题、是非题答案	202
第六章 板材和管材超声波探伤	204
一、问答题	204
二、计算题	225
三、填空题	235
四、选择题	239
五、是非题	242
六、填空题、选择题、是非题答案	244
第七章 锻件与铸件超声波探伤	246
一、问答题	246
二、计算题	263
三、填空题	277
四、选择题	280
五、是非题	283
六、填空题、选择题、是非题答案	284
第八章 焊缝超声波探伤	286
一、问答题	286
二、计算题	306
三、填空题	317
四、选择题	320
五、是非题	324

六、填空题、选择题、是非题答案	325
第九章 发电厂典型零件超声波探伤	327
一、问答题	327
二、是非题	354
三、是非题答案	355
第十章 锅炉压力容器基础知识	356
一、问答题	356
二、填空题	405
三、选择题	412
四、是非题	416
五、填空题、选择题、是非题答案	418
附 录 试题选编	422
附录I 湖北省锅炉压力容器超声II级试题	422
附录II 中国锅炉压力容器I级无损检测人员第五期考试 基础试题(1987年)	432
附录III 中国锅炉压力容器I级无损检测人员第五期考试 超声专业试题(1987年)	441

第一章

无损探伤概论

一、问答题

1. 什么是无损检验和破坏检验？无损检验有何特点？无损检验的目的是什么？

答：根据检验过程中是否破坏被检对象，将检验分为无损检验与破坏检验。

在不破坏被检对象的前提下，利用声、光、电、磁等方法来检测材料内部缺陷和表面缺陷的测试技术，称为无损检验或无损探伤，简称NDT。如超声波探伤、射线探伤、磁粉探伤、渗透探伤、涡流探伤和声发射检测等。

破坏被检对象来检验材料内部缺陷或性能的测试技术，称为破坏检验。如机械性能试验、化学分析、金相分析和爆破试验等。

与破坏检验相比，无损检验具有以下特点：

- (1) 检验时不破坏被检对象；
- (2) 可实现100%的检验；
- (3) 可对运行中的工件进行动态检验。

无损检验的主要目的是：

(1) 提高产品的安全可靠性的：对产品进行无损探伤，判定原材料质量的好坏和制造工艺是否合理，找到可能引起损坏的原因，采取措施，消除隐患，防止事故的发生，以提高产品在规定条件下工作时的安全可靠性的。

(2) 节约原材料，降低成本：在产品制造过程中进行

必要的无损探伤，可以提前发现缺陷，避免后继工时的浪费，有时还可变废品为合格品。这样既节约原材料，又可降低成本。

(3) 改进工艺：预先设计几种不同的工艺方案进行试验，然后进行无损探伤，从中找出最佳的工艺方案，从而确保产品质量。

2. 常用无损探伤方法有哪几种？各有何优缺点？

答：无损探伤方法很多，据统计，已有50多种，但常用的方法是：超声波探伤(UT)、射线探伤(RT)、磁粉探伤(MT)、渗透探伤(PT)和涡流探伤(ET)等五种。

(1) 超声波探伤：它是利用超声波能在弹性介质中传播，在界面上产生反射、折射等特性来探测材料内部缺陷或表面缺陷的一种探伤方法，简称UT。

超声波探伤不但检测厚度大，而且灵敏度高，速度快，成本低，能对缺陷定位、定量，对人体无害。但该方法显示缺陷不直观，结果不便保存，技术性强，易受主、客观条件影响，重复性较差。

(2) 射线探伤：它是利用X、 γ 等射线穿透工件后，由于缺陷与母材对射线的衰减作用不同，使胶片感光不一样，于是在底片上形成黑度不同的影像，以此来判断工件内部缺陷情况的一种探伤方法，简称RT。

射线探伤显示缺陷直观，结果可长期保存。但射线对人体有害，成本较高，穿透力不及超声波，对于垂直于射线方向的裂纹难检出。

(3) 磁粉探伤：它是利用被磁化的工件缺陷处形成漏磁场，吸附磁粉，显示缺陷的一种探伤方法，简称MT。

磁粉探伤，显示缺陷迅速直观，操作简单，成本低。但

该方法只能检验铁磁性材料的表面或近表面缺陷，如铁、钴、镍及其合金。不过奥氏体不锈钢除外，因为奥氏体不锈钢在室温下以奥氏体形式存在，而奥氏体无磁性。

(4) 渗透探伤：它是利用液体的毛细管渗透作用来探测材料表面开口缺陷的一种探伤方法，简称PT。

渗透探伤不受材料种类的限制，一次可检出不同方向的缺陷，能用于无水、无电的野外检验，操作简单，显示直观。但只能检出表面的开口缺陷，不适用于多孔性材料的检验，重复性不好。

(5) 涡流探伤：它是利用电磁感应在导体材料表面产生涡流，通过测量涡流的变化量来检测材料表面缺陷的一种探伤方法，简称ET。

涡流探伤速度快，成本低，操作简单，易实现自动化。但只适用于检测导电材料表面或近表面的缺陷。

以上几种探伤方法各有优缺点，都有一定的局限性，没有哪一种方法是完美无缺的。在实际探伤中，只有彼此配合，才能获得比较理想的探伤结果。

3. 什么是容器检漏技术？常用的检漏方法有哪几种？

答：容器检漏技术是通过示漏介质（气体或液体）是否泄漏来判断容器是否存在漏孔的测试技术。

目前常用的检漏方法有渗液法、气密性试验法、质谱检漏法、卤素检漏法、真空计检漏法、声学检漏法、气体放电法、放射性同位素法等。

4. 什么是声发射检测？它有何特点？

答：当物体承受载荷时，物体内部裂纹等缺陷的产生与扩展，都将释放出应力波（即发出一种声波），用仪器接收、放大和分析这些声波，可以探知物体内部缺陷的产生与

扩展情况，这种测试技术，称为声发射检测，简称AET。

声发射检测的最大特点是在工件运行过程中进行动态检测，可以了解工件承载时缺陷的活动情况，对产品进行质量监督。这对于评价锅炉压力容器安全可靠性的具有重要意义，因此它在锅炉压力容器系统中的应用日益广泛。

5.我国无损检测人员分哪几级？对无损检测人员的基本要求是什么？

答：我国《锅炉压力容器无损检测人员资格鉴定考核规则》规定，无损检测人员分为I、II、III等三级，其中I级为高级，II级为中级，III级为初级。但GB9445-88《无损检测人员技术资格鉴定规则》规定，III级为高级，II级为中级，I级为初级。

对无损检测人员的基本要求是：

(1)热爱本职工作，努力学习专业知识和技术法规，勤于实践，不断提高技术水平。

(2)严格执行有关条例、规程、标准和技术规范，保证工作质量。

(3)认真搞好仪器设备的维护保养工作，严格执行安全防护措施。

(4)坚持原则，实事求是，认真负责，忠于职守，坚决抵制降低产品质量的行为。

6.高级无损检测人员的技术职责和技术要求是什么？

答：高级无损检测人员的技术职责是：

(1)编制检测方案，协助制定验收标准。

(2)解释检测结果，审核签发检测报告，仲裁中、初级无损检测人员对检测结论的技术争议。

(3)指导检查中、初级无损检测人员工作，培训考核

中、初级人员。

(4) 协助制定和监督执行安全防护措施。

对高级无损检测人员的技术要求是：

(1) 较熟练地掌握有关条例、规程、标准和技术规范。

(2) 具有较全面的金属材料、产品制造工艺及锅炉压力容器的基本知识。

(3) 具有全面的无损检测知识，系统掌握该种方法的理论知识，具有丰富的实践经验。

(4) 具有综合分析、解决重大或复杂无损检测技术问题的能力。

(5) 能从事无损检测技术管理和培训、考核工作。

7. 中级无损检测人员的技术职责和要求是什么？

答：中级无损检测人员的技术职责是：

(1) 编写一般的检测程序，独立进行检测工作。

(2) 评定检测结果，签发检测报告。

(3) 指导培训初级人员。

对中级无损检测人员的技术要求是：

(1) 掌握有关条例、规程、标准、技术规范和无损检测的基本知识。

(2) 熟悉锅炉压力容器和金属材料、产品制造工艺的一般知识。

(3) 基本掌握该种无损检测方法的原理，具有熟练的操作技能，能正确评定检测结果，具有分析、解决一般无损检测技术问题的能力。

(4) 能培训、考核初级人员。

(5) 熟悉安全防护措施。

8. 初级无损检测人员的技术职责和要求是什么？

答：初级无损检测人员的技术职责是：

- (1) 在高、中人员指导下进行检测操作。
- (2) 记录检测数据，整理检测资料，初步评定检测结果。

对初级无损检测人员的技术要求是：

- (1) 了解有关条例、规程、标准、技术规范的要点和锅炉压力容器的一般知识。
- (2) 熟悉该种无损检测方法的基本原理和操作技术。
- (3) 正确调整和使用仪器。
- (4) 了解安全防护措施。

9. 各级无损检测人员的报考条件是什么？

答：高级人员的报考条件是：

(1) 理工科大学无损检测专业毕业，具有连续两年以上该种无损检测方法工作经验或取得该种无损检测方法中级资格一年以上者。

(2) 理工科大学非无损检测专业毕业，具有连续四年以上该种无损检测方法工作经验或取得该种无损检测方法中级资格两年以上者。

(3) 中等专业学校无损检测专业毕业，具有连续三年以上该种无损检测方法工作经验或取得该种无损检测方法中级资格两年以上者。

(4) 中等专业学校非无损检测专业毕业，具有连续六年以上该种无损检测方法工作经验或取得该种无损检测方法中级资格三年以上者。

(5) 取得该种无损检测方法中级资格五年以上者。

中级人员的报考条件是：

(1) 理工科大学无损检测专业毕业, 具有该种无损检测方法工作经验者。

(2) 理工科大学非无损检测专业毕业, 具有连续一年以上该种无损检测方法工作经验者。

(3) 中等专业学校无损检测专业毕业, 具有连续一年以上该种无损检测方法工作经验者。

(4) 中等专业学校非无损检测专业毕业, 具有连续两年以上该种无损检测方法工作经验者。

(5) 高中或技工学校毕业, 具有连续四年以上该种无损检测方法工作经验者。

(6) 取得该种无损检测方法初级资格两年以上者。

初级人员的报考条件是:

(1) 中等专业学校无损检测专业毕业, 具有该种无损检测方法工作经验者。

(2) 中等专业学校非无损检测专业毕业, 具有连续半年以上该种无损检测方法工作经验者。

(3) 高中或技工学校毕业, 具有连续一年以上该种无损检测方法工作经验者。

(4) 初中毕业, 具有连续两年以上该种无损检测方法工作经验者。

10. 试说明高级无损检测人员的考核方法、内容及合格标准。

答: 高级人员的考核包括笔试、口试和实际操作考试, 其中笔试又分为基础考试和专业考试。

(1) 基础考试的内容是:

① 有关条例、规程和规则等。占总分的20%。

② 金属材料、产品制造工艺及锅炉压力容器基础知识。

占总分的35%。

③相当于中级技术水平的其他非报考的无损检测方法知识，占总分的45%。

(2) 无损检测专业考试的内容是：

①该种无损检测方法的理论、工艺、设备及安全防护知识，占总分的60%。

②该种无损检测方法的标准、技术规范及技术管理知识，占总分的40%。

(3) 基础考试试题不少于45题，专业考试试题不少于50题。

(4) 基础考试和专业考试试题分为选择题、是非题、填空题、问答题和计算题，其中问答题、计算题分数不少于35%。

(5) 口试主要是综合考察应试者从事无损检测工作的业绩。应试者报名时提交一份有关该种无损检测方法的论文或技术工作总结及从事无损检测工作的简历。口试以答辩形式进行。

(6) 实际操作考试主要是考核应试者的实际工作能力，主要内容是：

①检测仪器的调整与校正。

②试块的应用，检测规范和方法的制定与选择。

③典型检测对象的检测操作。

④判别解释缺陷影像、信号和痕迹，依据标准评定、分析检测结果。

⑤填写检测报告。

⑥提出改进产品质量和检测工作质量的措施。

高级人员笔试和实际操作考试采用百分制，笔试中基础

考试和专业考试平均成绩达80分，单项成绩达70分为合格，实际操作考试成绩80分为合格，口试按优、良、中、差评分，成绩达良为合格。笔试合格，其他两科成绩有一科不合格，可以补考，其他合格成绩保留一年。

11. 试述中、初级无损检测人员的考核方法、内容及合格标准。

答：中、初级无损检测人员的考核包括笔试和实际操作考试。

(1) 笔试的内容是：

①该种无损检测方法的基础理论和工艺。占总分的40%。

②有关条例、规程、标准和技术规范。占35%。

③该种无损检测方法仪器设备及安全防护知识。占10%。

④无损检测概论、金属材料、产品制造工艺及锅炉压力容器基本知识。占15%。

(2) 射线和超声笔试试题不少于40题，磁粉、渗透和涡流笔试试题不少于30题。

(3) 笔试题分为选择题、是非题、填空题、问答题和计算题，其中问答题、计算题分数不少于30%。

(4) 实际操作考试的主要内容是：

①检测仪器的调整和校正。

②试块的应用，规范和方法的选择。

③典型检测对象的检测操作。

④识别缺陷影像、信号和痕迹，根据标准评定检测结果。

⑤填写检测报告。

中、初级无损检测人员笔试和实际操作考试成绩分别达80分为合格。单科成绩不合格，可补考；另一科成绩保留一年。

12. 无损检测人员资格证书有效期为几年？在什么情况下可延长有效期一次？在什么情况下吊销证书？

答：无损检测人员资格证书有效期为三年。符合以下条件者可延长有效期一次（三年）。

（1）在证书有效期内始终从事无损检测工作。

（2）在证书有效期内未发生过责任事故和重大技术失误。

（3）身体健康，能继续胜任与证书相应的无损检测工作。

持证人员在证书有效期内，因工作不负责任，玩忽职守，造成严重质量事故，或弄虚作假，降低合格标准，锅炉压力容器无损检测人员资格鉴定考核委员会应根据情节轻重，吊销或暂时收回其证书。被吊销证书人员一年内不得参加资格鉴定考核。

二、填空题

1. 常用无损探伤方法有①_____、②_____、③_____、④_____和⑤_____等五种。

2. 在无损检测中，NDT表示①_____，RT表示②_____，UT表示③_____，MT表示④_____，ET表示⑤_____，PT表示⑥_____。

3. 无损检测的主要目的是：①_____，②_____，③_____。

4. 我国锅炉压力容器无损检测人员按技术等级分为①_____