

ICS 27.100
F 20
备案号: 47900-2015

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 675 — 2014
代替 DL/T 675 — 1999

电力行业无损检测人员资格考核规则

Examination codes for qualification of non-destructive
testing personnel of electric power industry

2014-10-15 发布

2015-03-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 考核机构与职责	1
5 无损检测人员的级别与职责	2
6 申请人受聘单位职责	3
7 取证考核	3
8 取证报考条件与程序	6
9 换证报考条件与程序	8
10 资格证书的管理与监督	9
11 档案与器材管理	10
附录 A (规范性附录) 电力行业无损检测人员资格考核申请表	11
附录 B (规范性附录) 电力行业无损检测人员考核大纲	13
附录 C (规范性附录) 电力行业无损检测人员培训经历证明	55
附录 D (规范性附录) 电力行业无损检测人员资格证书 (样式)	57

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准与 DL/T 675—1999《电力工业无损检测人员资格考核规则》相比，主要做了下列修订：

- 标准名称修改为《电力行业无损检测人员资格考核规则》。
- 在原有章节中细化了内容。在章节的编排上做了调整与补充。
- 在适用范围中增加了“设备制造”。
- 调整并增加了检测项目：将涡流检测（ET）扩充为电磁检测（EMT），检测方法增加了振动声学检测（VA），检测技术增加了衍射时差法超声检测（TOFD）、相控阵超声检测（PA）、超声导波检测（GW）、瓷绝缘子超声检测（PIUT）。
- 原标准中的“引用标准”修改为“规范性引用文件”，增加了“术语和定义”章节。
- 细化了各级电力行业无损检测人员资格考核委员会（简称考委会）职责及无损检测人员职责，增加了“申请人受聘单位职责”章节。
- 重点细化了“取证考核”章节，对考试内容做了调整。并增加了无损检测方法分类、考试题型要求、考核大纲、新无损检测方法及新无损检测技术的资格考核。
- 细化了“取证报考条件与程序”、“换证报考条件与程序”。
- 在报考条件中细化了视力要求、专业经历要求，同时增加了年龄要求、培训经历要求。
- 理顺了报考程序流程，增加了网上公布计划、申请人预报名、考委会审查等程序。
- 在“换证报考条件与程序”章节中划分了三种情况：考试换证、审核换证、延期换证。
- 在“资格证书的管理与监督”章节中规定了新版资格证书样式、遗失补办、变更单位。
- 增加了“档案与器材管理”章节。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由考委会归口并解释。

本标准起草单位：国电科学技术研究院、华北电力科学研究院有限责任公司、内蒙古电力科学研究院分公司、国网河北省电力公司电力科学研究院、国网山西省电力公司电力科学研究院、国网山东省电力公司电力科学研究院、云南电力试验研究院（集团）有限公司电力研究院、国网天津市电力公司电力科学研究院、国网四川省电力公司电力科学研究院、上海明华电力技术工程有限公司、国网湖南省电力公司电力科学研究院、华电郑州机械设计研究院有限公司、苏州热工研究院有限公司、中国能源建设集团天津电力建设公司、中国能源建设集团浙江火电建设公司。

本标准主要起草人：胡先龙、池永斌、田力男、牛晓光、董勇军、肖世荣、吴章勤、马崇、邓黎明、蒋云、陈红冬、刘雪芳、匡立中、董艳柱、张学锋、朱怡。

本标准 1999 年首次制定，本次是第一次修订。

本标准自实施之日起代替 DL/T 675—1999。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

电力行业无损检测人员资格考核规则

1 范围

本标准规定了在电力行业设备制造、安装、检修、检验检测过程中对从事无损检测（NDT）工作人员资格考核的基本要求。

本标准适用于使用射线检测（RT）、超声检测（UT）、磁粉检测（MT）、渗透检测（PT）、电磁检测（EMT）、振动声学检测（VA）六种无损检测方法对电力设备进行检测的人员，包括工艺制订、具体检测、技术报告审批以及对检测人员的培训。

其他无损检测方法的人员资格考核可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 9443 铸钢件渗透检测

GB 11533 标准对数视力表

GB/T 12604.3 无损检测 术语 渗透检测

GB/T 20737 无损检测 通用术语和定义

3 术语和定义

GB/T 20737 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

无损检测 non-destructive testing

在不损坏试件的前提下，以物理原理为手段，借助先进的技术和设备器材，对试件的内部及表面的结构、性质、状态进行检查和测试的方法。

3.2

无损检测人员 non-destructive testing personnel

具体实施电力行业无损检测工作的人员。

3.3

资格考核 qualification examination

由考委会组织完成的一系列考试，以确认申请人是否达到相关方法、资格级别等要求。考核内容包括基础知识考试、专业理论考试、专业能力考试、实际操作考试、面试等。考核类别分为取证考核（初试）、换证考核（复试）。

3.4

重大中断 significant interruption

持证人员在资格有效期内，中断无损检测工作 1 年或累积时间超过 2 年以上的脱离或变动。

4 考核机构与职责

4.1 考委会是电力行业电力锅炉压力容器安全监督管理委员会（简称锅监委）授权的负责电力行业无损检测人员资格考核的独立机构。

4.2 考委会应符合下列要求：

- a) 考委会负责电力行业无损检测人员的资格考核工作。
- b) 考委会分为全国电力行业无损检测人员资格考核委员会（简称Ⅲ级考委会）和地区或专业电力行业无损检测人员资格考核委员会（简称Ⅱ级考委会）。
- c) 考委会由锅监委批准成立，接受锅监委的领导和管理，Ⅱ级考委会业务上受Ⅲ级考委会的监督和指导。
- d) 考委会委员由锅监委聘任，具体实施电力行业无损检测人员资格考核工作。Ⅲ级考委会委员不少于 25 人，Ⅱ级考委会委员不少于 18 人。考委会中无损检测人员比例不少于 80%。
- e) 考委会主任或副主任中应至少由一名Ⅲ级无损检测人员担任。考委会的常设机构应由专人负责管理。

4.3 考委会应具有下列职责：

- a) 在锅监委的授权范围内，组织、执行和监督资格考核。
- b) 应具备建立、控制和监督考试所必需的专业人员和资源的能力。包括相应资格的工作人员、考试用器材及其校准和操作、可用的考核场地等。
- c) 应建立并执行质量管理体系，考核工作应公开、公正、规范。
- d) 应对资格证书进行统一管理监督。
- e) 应负责档案与器材管理，建立并维护考核试题库和试件库。
- f) 应负责编写年度培训与考核计划，包括报名要求、考核内容与时间、考核实施细则等。
- g) 可协调与其他认证机构之间证书的颁发与互认，开展国内外交流与合作。
- h) Ⅲ级考委会应负责Ⅲ级无损检测人员资格考核工作；组织编写无损检测人员培训与考核大纲、培训教材及习题集。
- i) Ⅱ级考委会应负责Ⅱ级、Ⅰ级无损检测人员资格考核工作。

5 无损检测人员的级别与职责

5.1 电力行业无损检测人员资格级别分为Ⅰ级（初级）、Ⅱ级（中级）、Ⅲ级（高级），有效期为四年。无损检测人员经考核合格并取得相应级别的资格证书后，方可在有效期内从事该级别的无损检测工作。

5.2 Ⅰ级无损检测人员在Ⅱ级或Ⅲ级人员监督下，在证书规定的的能力范围内，可从事下列工作：

- a) 调试仪器设备。
- b) 根据作业指导书或工艺卡进行具体检测工作。
- c) 记录、整理检测数据和结果。
- d) 报告检测结果。

5.3 Ⅱ级无损检测人员在证书规定的的能力范围内，可从事下列工作：

- a) 根据无损检测工艺规程编制针对具体工件的无损检测工艺卡（作业指导书）。
- b) 在Ⅲ级人员的指导下，编制无损检测工艺规程。
- c) 按照工艺规程要求调试和校验检测仪器设备，实施具体检测工作。
- d) 按适用的规范、标准、技术条件或工艺规程解释和评价检测结果。
- e) 编写、审核无损检测报告。
- f) 实施或者监督Ⅰ级无损检测人员的工作。
- g) 为Ⅰ级或未持证无损检测人员提供培训和指导。

5.4 Ⅲ级无损检测人员在证书规定的的能力范围内，可从事下列工作：

- a) 编制和审核无损检测工艺规程。
- b) 解释规范、标准、技术条件和工艺规程。
- c) 确定用于特定对象的特殊检测方法、技术，并编制工艺规程。

- d) 实施或监督 I 级、II 级无损检测人员的工作。
- e) 对检测结果进行分析、评定或解释。
- f) 对无损检测技术管理方案、无损检测装备性能和人员技能进行评价。
- g) 编写、审核无损检测报告。
- h) 为各级别或未持证无损检测人员提供培训和指导。

6 申请人受聘单位职责

6.1 申请人受聘单位应对申请人提供给考委会的“申请表”等申请材料进行初审，以确认其真实、有效，并在“申请表”上盖章确认（见附录 A）。

6.2 申请人取得“资格证书”后，其受聘单位应负责每年对持证人员进行一次视力检查，以验证其符合无损检测方法规定的视力要求。

7 取证考核

7.1 资格考核的无损检测方法分类

依照本标准考核的无损检测方法包括射线检测（RT）、超声检测（UT）、磁粉检测（MT）、渗透检测（PT）、电磁检测（EMT）及振动声学检测（VA）。无损检测方法、技术及资格考核级别见表 1。

表 1 无损检测方法、技术及资格考核级别

无损检测方法	无损检测技术			资格考核级别		
	类别	名称	代号			
射线检测	A	射线检测	RT	I	II	III
超声检测	A	脉冲反射法超声检测	UT	I	II	III
	B	衍射时差法超声检测	TOFD	I	II	III
	B	相控阵超声检测	PA	I	II	III
	C	超声检测专项	超声导波检测	GW	I	II
			瓷绝缘子超声检测	PIUT	I	II
磁粉检测	A	磁粉检测	MT	I	II	III
渗透检测	A	渗透检测	PT	I	II	III
电磁检测	A	电磁检测	EMT	I	II	III
振动声学检测	A	振动声学检测	VA	I	II	III

注 1：技术类别分为三类：A 为基本技术类，B 为特殊技术类，C 为专门技术类。
 注 2：本标准中的无损检测方法及无损检测技术将用此表规定的代号表示。

7.2 取证考核科目、方式及合格标准

各级别取证考核科目、方式及合格标准见表 2。

表 2 取证考核科目、方式及合格标准

考核科目、方式	I 级	II 级	III 级
基础知识及专业理论考试（闭卷）	≥70 分	≥70 分	≥70 分
专业能力考试（开卷）	不考核	≥70 分	≥70 分

表 2（续）

考核科目、方式	I 级	II 级	III 级
实际操作考试	每件试样≥70 分	每件试样≥70 分	每件试样≥70 分
面试	不考核	不考核	≥70 分
注：以上所述考试均为百分制。			

7.3 基础知识及专业理论考试

7.3.1 基础知识及专业理论考试的试题内容及所占分数见表 3。

表 3 基础知识及专业理论考试的试题内容及所占分数

级别	试 题 内 容	分数
I 级	（1）材料学、焊接及热处理、缺陷类型、无损检测方法及相关技术术语	25 分
	（2）报考检测方法的原理及安全防护知识（如 RT 安全防护）	20 分
	（3）报考检测方法所使用的仪器、设备的性能和检测程序	55 分
II 级、 III 级	（1）材料学、焊接及热处理、缺陷类型、无损检测方法概论及相关标准	15 分
	（2）电力设备制造、安装、检修、检测及质量管理等知识	15 分
	（3）报考检测方法的基础理论、仪器设备、通用方法、检测方法应用、检测工艺、安全防护等	70 分

7.3.2 基础知识及专业理论考试的题型分为是非题、选择题、问答题与计算题四个类型。各题型所占分数见表 4。

表 4 基础知识及专业理论考试的题型及所占分数

题 型	I 级	II 级	III 级
是非题和选择题	80 分	70 分	60 分
问答题和计算题	20 分	30 分	40 分

7.3.3 基础知识及专业理论考试的题量要求见表 5。

表 5 基础知识及专业理论考试的题量要求

无损检测方法及技术	I 级	II 级	III 级
RT、UT、TOFD、PA、GW、EMT	≥40 题	≥45 题	≥50 题
MT、PT、VA	≥30 题	≥35 题	≥40 题
PIUT	≥30 题	≥35 题	—

7.4 专业能力考试

7.4.1 专业能力考试的试题内容包括相关法规、标准、技术条件、分析实际问题的综合知识以及编制无损检测工艺规程等。专业能力考试只针对 II 级、III 级取证考核。

7.4.2 专业能力考试的题型分为是非题、选择题、综合题、工艺题四个类型。各题型所占分数见表 6。

表 6 专业能力考试的题型及所占分数

题 型	Ⅱ级	Ⅲ级
是非题和选择题	45 分	40 分
综合题和工艺题	55 分	60 分

7.4.3 专业能力考试的总题量应不少于 27 题。其中，是非题应不少于 10 题，选择题应不少于 15 题，综合题应不少于 1 题，工艺题应不少于 1 题。

7.5 实际操作考试

7.5.1 实际操作考试的内容及所占分数见表 7。

表 7 实际操作考试的内容及所占分数

级别	内 容	分数
Ⅰ 级	(1) 报考检测方法所使用仪器的调试与操作	25 分
	(2) 典型部件的检测操作	40 分
	(3) 缺陷的识别	25 分
	(4) 检测记录	10 分
Ⅱ级、 Ⅲ级	(1) 报考检测方法所使用设备的调试与操作	20 分
	(2) 检测技术条件的选择	30 分
	(3) 考试项目试样的检测操作	15 分
	(4) 缺陷的识别与评定	30 分
	(5) 检测记录及报告	5 分

7.5.2 实际操作考试的项目见表 8。

表 8 实际操作考试的项目

考试 项目	基本操 作考试	专业技能考试										
	平板状 对接焊 接头	9%铬类 钢管道 焊接 接头	9%铬类 钢小径 管焊接 接头	奥氏体 不锈钢 小径管 焊接 接头	奥氏体不 锈钢与珠 光体异种 钢小径管 焊接接头	管座角 接头	热交换 器管	锻件	铸件	管道	受热 面管	瓷绝 缘子
RT	●	○	●	○	○	—	—	—	—	○	○	—
UT	●	●	●	○	○	○	—	○	○	○	●	—
TOFD	●	●	○	○	○	○	—	○	—	○	—	—
PA	●	●	○	○	○	○	—	○	—	—	—	—
GW	—	—	—	—	—	—	○	—	—	○	●	—
PIUT	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●
MT	●	○	○	○	○	●	—	○	—	○	○	—
PT	●	○	○	○	○	●	—	○	—	○	○	—

表 8 (续)

考试项目	基本操作考试	专业技能考试										
	平板状对接焊接接头	9%铬类钢管道焊接接头	9%铬类钢小径管焊接接头	奥氏体不锈钢小径管焊接接头	奥氏体不锈钢与珠光体异种钢小径管焊接接头	管座角焊接接头	热交换器管	锻件	铸件	管道	受热面管	瓷绝缘子
EMT	—	—	○	○	○	○	●	○	—	○	○	—
VA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●

注 1: “●”表示必考项,“○”表示选择项。报考 I 级者不考选择项;报考 II 级者至少选一个选择项;报考 III 级者至少选两个选择项。
注 2: “锻件”为汽轮机叶轮、叶片、护环、轴类和螺栓等零部件。
注 3: “铸件”为铸造三通、阀体、汽缸等零部件。
注 4: 绝缘子包括支柱绝缘子、瓷套。

7.6 面试

根据申请人所从事的无损检测工作经历、提交的论文或案例以及应掌握的相关知识等进行问答,考核申请人分析问题和解决问题的能力。

7.7 考试大纲

基础知识、射线检测、超声检测、衍射时差法超声检测、相控阵超声检测、磁粉检测、渗透检测、电磁检测、瓷绝缘子超声检测的考试大纲见附录 B。其他项目(超声导波检测、振动声学检测等)的考试大纲由 III 级考委会根据技术发展来确定。

8 取证报考条件与程序

8.1 取证报考条件

8.1.1 年龄要求

申请人的年龄应在 18 周岁以上(含 18 周岁)、65 周岁以下(含 65 周岁)。

8.1.2 视力要求

申请人矫正视力不低于 GB 11533 中视力表的 4.5 级。颜色视觉应能辨别和区分所涉及的无损检测方法规定的颜色之间的对比。

8.1.3 专业经历要求

每一种无损检测方法所需专业经历、持低一级资格证书的连续时间应符合表 9 要求。并按照附录 A 的格式提供专业经历证明。

表 9 取证报考所要求的专业经历

申请人的最高学历	报考级别		
	I 级	II 级	III 级
	从事本专业实习时间	持 I 级证时间	持 II 级证时间
无损检测专业本科、其他理工科研究生及以上	—	直接报考	≥36 个月
无损检测专业专科、其他理工科本科	—	直接报考	≥48 个月
其他专业大专	直接报考	≥6 个月	≥72 个月

表 9（续）

申请人的最高学历	报考级别		
	I 级	II 级	III 级
	从事本专业实习时间	持 I 级证时间	持 II 级证时间
工学类中专	≥6 个月	≥12 个月	≥84 个月
其他学历	≥12 个月	≥36 个月	≥96 个月
注 1：所持低一级别证书应在有效期内。 注 2：报考 B、C 类人员应持有同类无损检测方法的 A 类资格证书至少 24 个月（PIUT 除外）。 注 3：持有其他行业 II 级、III 级资格且满足表 9 条件的申请人，可直接报考同级别的持证项目。			

8.1.4 培训经历要求

申请人若直接参加取证考核，应具备相应的取证培训经历，参加培训的时间应符合表 10 要求。并按照附录 C 的格式提供培训经历证明。

表 10 参加培训的最少连续时间要求 单位：h

无损检测方法	I 级	II 级	III 级
RT	40	120	160
UT	40	120	160
TOFD	40	120	160
PA	40	120	160
GW	40	80	104
PIUT	32	40	64
MT	32	40	64
PT	32	40	64
EMT	40	80	104
VA	32	40	64
注：培训时间包含理论培训和实际操作培训。			

8.2 取证报考程序

8.2.1 取证申请人预报名

取证申请人应按照各级考委会公布的年度培训考核计划进行预报名，在规定的期限内可通过邮寄或电子邮件方式向相应级别的考委会提交取证申请材料（见附录 A）。

8.2.2 申请材料审核

各级考委会应对申请人提交的申请材料进行审核。在收到报考资料后 15 个工作日内，应当完成对申请人是否符合报考条件的审核。对资料不全或不符合要求的，考委会应当一次性全部告知申请人补齐。

8.2.3 培训考核通知发布

各级考委会应根据预报名情况修订年度培训考核计划并草拟“培训考核通知”，上报锅监委。锅监委于考试前 2 个月在中国电力企业联合会官方网站正式发布培训考核通知，并公示经审核符合报考条件的申请人名单。

8.2.4 申请人确认报名

申请人应按照各级考委会正式发布的通知要求，再次进行确认报名（回复报名回执）。如果确认报

名后又因故不能参加，申请人应书面告知相关考委会。

8.2.5 取证培训考核实施

各级考委会应根据年度计划制定培训考核实施细则，开展相应工作。

8.2.6 资格证书颁发

各级考委会应当在考试结束后的 10 个工作日内，将考核结果上报锅监委审核。

锅监委在收到考核结果的 20 个工作日内，制作完成资格证书并发送至各级考委会。

各级考委会应在 30 个工作日内将资格证书发放给考核合格者，将不合格成绩单发送至考核不合格者。

8.2.7 取证考核补考

取证考核不合格者可参加取证考核补考，并应向相应级别的考委会提交取证补考申请材料（见附录 A）。补考只针对不合格考试科目，已合格的考试成绩两年内有效。在有效期内所规定的各项考试科目均合格后，才能获得相应项目与级别的资格证书。

9 换证报考条件与程序

9.1 换证报考条件

9.1.1 持证人员在资格证书有效期满前 6 个月，提出换证考核申请。

9.1.2 申请人的年龄应不超过 65 周岁。

9.1.3 申请人应满足换证项目规定的视力要求（同本标准第 8.1.2 条）。

9.1.4 在申请换证项目的证书有效期内，未发生检测工作重大中断，且未发生工作过失或责任事故。并按照附录 A 的格式提供专业经历证明。

9.1.5 申请人若直接参加换证考试，应具备相应的换证培训经历，累计培训时间不少于 32 学时，并按照附录 C 的格式提供培训经历证明。

9.1.6 换证方式分为“考试换证”和“审核换证”两种。在满足以上五条要求的前提下，第一次至第四次换证采取“考试换证”方式，各级别累计换证第五次及以后换证可采取“审核换证”方式。两种换证方式的申请人均应履行换证报考程序。

9.2 换证报考程序

9.2.1 换证申请人预报名

同第 8.2.1 条。

9.2.2 申请材料审核

同第 8.2.2 条。

9.2.3 培训考核通知发布

同第 8.2.3 条。

此外，应公示考试换证申请人名单、审核换证申请人名单。

9.2.4 申请人确认报名

同第 8.2.4 条。

9.2.5 换证培训考核实施

各级考委会应根据申请人的确认报名情况，制定考核实施细则，开展培训考核工作。换证培训内容与考试科目及方式见表 11。

表 11 换证考核内容与考试科目及方式

换证考核内容			换证考试科目及方式
I 级	II 级	III 级	
专业技术知识更新、 新法规及标准应用	专业技术知识更新、 新法规及标准应用	专业技术知识更新、 新法规及标准应用	理论考试（开卷）

表 11 (续)

换证考核内容			换证考试科目及方式
I 级	II 级	III 级	
—	申请换证项目的检测工艺卡或操作能力保持的验证	申请换证项目的检测工艺规程或技术能力保持的验证	工艺考试(开卷)或实际操作考试
操作能力保持的验证	—	—	实际操作考试

9.2.6 资格证书颁发

同第 8.2.6 条。

9.2.7 换证考核补考

换证考核不合格者可在一年内参加同项目同级别的换证考核补考一次,且应向相应级别的考委会提交换证补考申请材料(见附录 A)。

补考只针对不合格考试科目,已合格的考试成绩一年内有效。在有效期内所规定的各项考试科目均合格后,才能获得原项目与级别的资格证书。

9.2.8 延期换证

无法按时参加换证考核的人员,应向相应级别的考委会提交延期申请(见附录 A)。

经考委会审核、锅监委批准后,可办理资格证书有效期的延长,但延期时间最多为 1 年,实际延长时间将在下个有效期内扣除。逾期未参加换证或未获准延期换证人员,其资格证书在有效期满后自动失效。

9.2.9 重新取证

资格证书在有效期满后已自动失效的人员,可参加同项目与同级别的取证考核,合格后可获得原项目与级别的资格证书。

10 资格证书的管理与监督

10.1 资格证书的印制与颁发

资格证书由锅监委统一印制,考核合格者由锅监委统一颁发证书。

10.2 资格证书的样式

资格证书的样式见附录 D。

10.3 资格证书的适用范围

在资格证书的有效期内,持证人员可在电力行业设备制造、安装、检修、检验检测等相关活动中从事相应项目和级别的无损检测工作。

10.4 资格证书的无效判断

锅监委应对电力行业无损检测持证人员实行监督检查,发现有下列情况之一时,资格证书应被视为无效:

- 证书存在涂改。
- 在所持证书的项目及有效期内,发生检测工作重大责任事故。
- 在所持证书的项目及有效期内,发生检测工作重大中断。
- 证书超过有效期、未进行换证考核且未办理延期换证手续。

注: a)、b) 所述情况,其任何项目的考核申请两年内不予受理。

10.5 资格证书的遗失补办

持证人员若遗失证书,可办理补办手续。申请人应向相应级别的考委会提交“申请表”(见附录 A),并提供申请人与受聘单位签订的劳动合同复印件 1 份。经考委会审核、锅监委批准后,可补办原项目与

级别的资格证书。

10.6 资格证书的受聘单位变更

持证人员变更受聘单位后，应在 6 个月内办理证书受聘单位变更手续。且应向相应级别的考委会提交“申请表”（见附录 A），并提供申请人与原单位解聘劳动合同的原件及复印件 1 份、新受聘单位签订的劳动合同原件及复印件 1 份。经考委会审核、锅监委批准后，方可办理变更手续。

11 档案与器材管理

考委会负责相应考核范围内的档案与器材管理，包括下列工作：

- a) 应建立电子版持证人员数据库，包括人员身份、受聘单位、通信地址、证书编号、持证项目与级别、初次取证时间、末次换证时间等信息，并随时更新。
- b) 应建立纸质资料档案库，包括申请人报考资料、考试试卷、成绩登记表等。保管期限至少为资格证书的一个完整有效周期。
- c) 应建立培训考核数据库，包括教材与标准、课件与习题、考卷与答案等资料。
- d) 应建立器材台账，包括办公设备与文具、仪器与工具、试样及答案等。

附录 A

(规范性附录)

电力行业无损检测人员资格考核申请表

电力行业无损检测人员资格考核申请表见表 A.1。

表 A.1 电力行业无损检测人员资格考核申请表

编号:

(含专业经历证明)

申请类别: ☐ 取证考试 ☐ 取证补考 ☐ 考试换证 ☐ 审核换证 ☐ 延期换证 ☐ 换证补考 ☐ 遗失补办 ☐ 变更单位

申请人	姓名	性别	身份证号码								一寸免冠 正面白底 彩色照片
受聘单位	单位全称					部门		职称			
通信地址	单位邮政编码	单位通信地址									
通信号码	个人手机	单位座机			单位传真			个人电子邮箱			
学 历	学历	毕业院校				毕业专业				毕业日期	
专业经历	从事无损检测 工作时间(月)	A——基本技术类						B——特殊 技术类		C——专门 技术类	
		RT	UT	MT	PT	EMT	VA	TOFD	PA	GW	PIUT
无损检测 持证情况	初次取证年份与 级别										
	初次取证的发证 机构										
	末次换证年份与 级别										
	末次换证的发证 机构										
申请情况	申请级别										
本表所附 申请材料	(1) 身份证复印件 1 份(正、反面复印在一页 A4 纸上, 以下各类申请材料一律使用 A4 纸)。 (2) 视力证明复印件 1 份(视力应符合报考项目规定的视力要求)。 (3) 最高学历证明复印件 1 份(取证申请必须提供, 其他申请不需提供)。 (4) 资格证书复印件 1 份(取证提供比申请项目低一级持证, 其他申请提供与申请项目同一级持证)。 (5) 培训经历证明 1 份(仅针对不参加本次培训、直接参加本次考核的申请人才需要提供)。 (6) 所报考项目的论文或案例 1 篇(仅针对 III 级资格取证申请人才需要提供)。 (7) 申请类别为“遗失补办”时, 需提供申请人与受聘单位签订的劳动合同复印件 1 份。 (8) 申请类别为“变更单位”时, 需提供申请人解聘劳动合同复印件 1 份、新聘劳动合同复印件 1 份。										

表 A.1 (续)

申请人 声明	(1) 本人声明：本表填写信息及所附其他申请材料均真实、有效，并承诺对填写的内容负责。	
	(2) 若以上申请类别选择了“考试换证”或“审核换证”，本人声明： 在申请换证项目的证书有效期内，本人未发生检测工作重大责任事故、未发生检测工作重大中断。	
审核意见	(3) 若以上申请类别选择了“延期换证”，本人声明，是缘于以下原因： <input type="checkbox"/> 重大工程； <input type="checkbox"/> 本人疾病； <input type="checkbox"/> 其他不可抗拒原因（附说明）	
	申请人（签字）：	申请日期： 年 月 日
	申请人受聘单位初审意见： (单位盖章)	相应的考委会复审意见： (考委会盖章)
	审核日期： 年 月 日	审核日期： 年 月 日
<p>注 1：本申请表除“申请人声明”和“审核意见”两栏外，均填写 EXCEL 电子版，可在中国电力企业联合会官方网站下载（网址：http://www.cec.org.cn/biaozhunhua/guojianxinxi/）。</p> <p>注 2：无损检测项目及其代号：射线检测（RT）、超声检测（UT）、磁粉检测（MT）、渗透检测（PT）、电磁检测（EMT）、振动声学检测（VA）、衍射时差法超声检测（TOFD）、相控阵超声检测（PA）、超声导波检测（GW）及瓷绝缘子超声检测（PIUT）。</p> <p>注 3：“无损检测方法从事时间”：例如，在 RT 列填写“12”，表示从事射线检测项目已达 12 个月。</p> <p>注 4：“初次取证年份与级别”或“末次换证年份与级别”：例如，在 RT 列填写“13III”，表示 2013 年射线 III 级取证或换证。</p>		

附 录 B
(规范性附录)

电力行业无损检测人员考核大纲

符号说明：●——掌握；■——理解；▲——了解；“—”——不要求。

电力行业无损检测人员考核大纲见表 B.1～表 B.9。

表 B.1 基 本 知 识

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.1.1 材料基本知识			
B.1.1.1 材料力学基本知识			
(1) 应力和应力集中的概念	●	■	▲
(2) 电力设备受压元件、旋转部件等应力特点	■	▲	—
(3) 力学性能指标定义	●	■	▲
(4) 抗拉强度、屈服强度的意义，拉伸曲线的解释	■	▲	—
(5) 屈强比的概念	■	▲	—
(6) 钢材的冷脆性	■	▲	—
(7) 钢材的热脆性	■	▲	—
(8) 氢对钢的性能的影响、氢脆发生条件、氢致损伤的种类	■	▲	—
(9) 应力腐蚀发生条件、常见应力腐蚀种类、应力腐蚀敏感性影响因素	▲	—	—
B.1.1.2 金属材料及热处理基本知识			
(1) 晶体和晶界的概念，金属常见晶体结构种类	■	▲	—
(2) 铁碳合金的基本相结构及其特性	■	▲	—
(3) 钢热处理的一般过程	●	■	▲
(4) 钢中碳和合金元素对 C 曲线的影响	■	▲	—
(5) 钢常见金相组织和性能	■	▲	—
(6) 电力设备常用的热处理种类、工艺条件及其应用	●	■	▲
(7) 消除应力退火处理的目的和方法	●	■	▲
B.1.1.3 电力设备常用的材料			
(1) 电力设备用材料的基本要求	■	▲	—
(2) 碳钢、合金钢的定义	●	■	▲
(3) 碳钢中碳和杂质元素对钢的性能的影响	●	■	▲
(4) 合金钢中合金元素对钢的性能的影响	●	▲	—
(5) 高温用钢种类、特点和基本性能	■	▲	—
(6) 影响高温钢高温持久强度的因素	▲	—	—
(7) 合金耐热钢种类、特点、高温下钢材性能的劣化现象	■	▲	—

表 B.1 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(8) 奥氏体不锈钢种类、特点、腐蚀破坏形式	●	■	▲
(9) 超(超)临界机组用新型耐热钢的特点、失效形式	●	■	▲
B.1.2 焊接基本知识			
B.1.2.1 电力设备常用的焊接方法			
电力设备常用焊接方法的种类、特点和适用范围	■	▲	▲
B.1.2.2 焊接接头			
(1) 常见的焊接接头形式、分类及特点	●	■	▲
(2) 焊接接头组成	●	■	▲
(3) 焊接接头薄弱部位	■	▲	—
B.1.2.3 焊接应力与变形			
(1) 焊接应力与变形的不利影响	●	■	▲
(2) 焊接变形与应力的关系, 影响焊接变形与应力的因素	■	▲	—
B.1.2.4 电力设备常用钢材的焊接			
(1) 钢材焊接性的含义	■	▲	—
(2) 焊接性试验的主要作用	■	▲	—
(3) 焊接工艺评定的作用及其过程	■	▲	—
(4) 焊前预热和后热的作用	▲	▲	▲
(5) 焊接线能量的变化对低合金结构钢、高温耐热钢、奥氏体不锈钢焊接接头性能的影响	■	▲	—
(6) 奥氏体不锈钢的焊接特性	●	■	▲
(7) 超(超)临界机组用新型耐热钢的焊接特性	■	▲	—
B.1.3 无损检测基本知识			
B.1.3.1 无损检测概论			
(1) 无损检测定义、无损检测技术进展三个阶段	●	■	▲
(2) 无损检测的目的、无损检测的应用特点	●	■	▲
B.1.3.2 焊接缺陷种类及产生原因			
(1) 外观缺陷种类、形成原因及危害	●	■	▲
(2) 气孔缺陷种类、形成原因、危害及防止措施	●	■	▲
(3) 夹渣种类、形成原因、危害及防止措施	●	■	▲
(4) 裂纹种类、形态、发生部位、形成原因、危害及防止措施	●	■	▲
(5) 未焊透种类、形成原因、危害及防止措施	●	■	▲
(6) 未熔合种类、形成原因、危害及防止措施	●	■	▲
B.1.3.3 其他部件中缺陷种类及产生原因			
(1) 铸件中缺陷种类及产生原因	■	▲	—
(2) 锻件中缺陷种类及产生原因	■	▲	—
(3) 使用件中缺陷种类及产生原因	●	■	▲

表 B.2 射线检测

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.2.1 射线基本知识			
B.2.1.1 原子与原子结构			
(1) 元素和原子	■	▲	—
(2) 核外电子运动规律	■	▲	—
(3) 原子核结构	■	▲	—
B.2.1.2 放射性元素			
(1) 放射性元素衰变	●	■	▲
(2) 衰变规律	●	■	▲
B.2.1.3 射线的种类和性质			
(1) X射线的产生及其特点	●	■	▲
(2) γ 射线的产生及其特点	●	■	▲
(3) 工业检测常用放射性同位素的特性	●	■	▲
B.2.1.4 射线与物质的相互作用			
(1) 光电效应、康普顿效应、电子对效应、瑞利散射	■	▲	—
(2) 各种相互作用发生的相对几率	■	▲	—
(3) 窄束、单色射线的强度衰减规律	●	■	▲
(4) 宽束、多色射线的强度衰减规律	■	▲	—
B.2.1.5 射线照相法的原理与特点			
(1) 射线照相法的原理	●	●	■
(2) 射线照相法的特点	●	●	●
B.2.2 检测仪器及器材			
B.2.2.1 检测仪器			
B.2.2.1.1 X射线机			
(1) X射线机的种类和特点	●	■	■
(2) X射线管	●	■	▲
(3) 高压发生电路	■	▲	—
(4) X射线机的基本结构	●	■	▲
(5) X射线机的主要技术条件	■	▲	—
(6) X射线机的使用和训机	■	●	●
(7) X射线机的维护和保养	■	●	●
B.2.2.1.2 γ 射线机			
(1) γ 射线源的主要特性参数	●	▲	▲
(2) γ 射线检测设备的特点	■	▲	▲
(3) γ 射线检测设备的分类与结构	■	▲	▲

表 B.2 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(4) γ 射线探伤机的操作	■	■	■
(5) γ 射线探伤机的维护和故障排除	■	■	■
B.2.2.2 检测器材			
B.2.2.2.1 射线照相胶片			
(1) 射线照相胶片的构造与特点	●	■	▲
(2) 感光原理及潜影的形成	■	▲	—
(3) 底片黑度	●	●	■
(4) 射线胶片的特性	●	■	▲
(5) 卤化银粒度对胶片性能的影响	■	▲	—
(6) 胶片的光谱感光度	■	▲	—
(7) 工业射线胶片系统的分类	■	●	■
(8) 胶片的使用与保管	■	●	●
B.2.2.2.2 射线照相辅助设备器材			
(1) 黑度计(光密度计)	■	■	▲
(2) 增感屏	●	●	●
(3) 像质计	●	●	●
(4) 其他照相辅助设备器材	●	●	■
B.2.3 照相质量控制			
B.2.3.1 射线照相灵敏度的影响因素			
(1) 概述	●	■	▲
(2) 射线照相对比度	●	■	—
(3) 射线照相清晰度	●	■	—
(4) 射线照相颗粒度	■	▲	—
B.2.3.2 射线照相的缺陷检出研究			
(1) 最小可见对比度 ΔD_{\min}	■	▲	—
(2) 射线底片黑度与相灵敏度	●	▲	—
(3) 缺陷检出试验	■	—	—
(4) 几何因素对小缺陷检出的影响	▲	—	—
(5) 不同缺陷的灵敏度关系公式	▲	—	—
(6) 射线照相裂纹检出研究的总结	▲	—	—
(7) 信噪比	●	▲	—
B.2.4 射线检测工艺			
B.2.4.1 透照工艺条件的选择			
(1) 射线源和能量的选择	●	●	●

表 B.2 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(2) 焦距的选择	●	●	●
(3) 曝光量的选择和修正	●	●	●
B.2.4.2 透照方式的选择和一次透照长度的计算			
(1) 透照方式的选择	●	●	●
(2) 一次透照长度的计算	●	■	▲
B.2.4.3 曝光曲线的制作及应用			
(1) 曝光曲线的构成和使用条件	●	●	■
(2) 曝光曲线的制作	●	●	■
(3) 曝光曲线的使用	●	■	■
B.2.4.4 散射线的控制			
(1) 散射线的来源和分类	●	■	■
(2) 散射比的影响因素	■	▲	—
(3) 散射线的控制措施	●	■	■
B.2.4.5 焊接接头透照工艺			
(1) 透照工艺的分类和一般内容	●	■	▲
(2) 透照专用工艺卡示例	●	●	▲
(3) 透照工艺编制和审核	●	■	—
(4) 焊接接头透照的基本操作	●	●	●
B.2.4.6 射线透照技术和工艺研究			
(1) 大厚度比试件的透照技术	●	●	●
(2) 安放式接管座焊接接头射线透照技术要点	●	■	—
(3) 管子—管板角接接头的射线透照技术要点	●	■	—
(4) 小径管射线透照技术与工艺	●	●	●
(5) γ 射线全景曝光工艺	●	●	●
B.2.5 暗室处理			
B.2.5.1 暗室基本知识			
(1) 暗室布置知识	●	■	▲
(2) 暗室设备器材使用知识	●	●	●
(3) 配液注意事项	■	■	▲
(4) 胶片处理程序和操作要点	●	●	●
(5) 胶片处理的药液配方	■	■	▲
(6) 控制使用单位的胶片处理条件的方法	●	●	●
B.2.5.2 暗室处理技术			
(1) 显影	●	■	■

表 B.2 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(2) 停影	●	■	■
(3) 定影	●	■	■
(4) 水洗和干燥	●	■	■
B.2.5.3 自动洗片机特点和使用注意事项	■	▲	▲
B.2.6 射线照相底片评定			
B.2.6.1 评片工作的基本要求			
(1) 底片的质量要求	●	●	■
(2) 设备环境条件要求	●	●	▲
(3) 人员条件要求	●	●	▲
(4) 与评片基本要求相关的知识	●	▲	▲
B.2.6.2 评片基本知识			
(1) 观片的基本操作	●	●	▲
(2) 投影的基本概念	■	▲	—
(3) 焊接的基本知识	■	▲	—
(4) 焊接缺陷的危害性及分类	●	▲	▲
B.2.6.3 底片影像分析			
(1) 焊接缺陷影像	●	■	—
(2) 常见伪缺陷影像及识别方法	●	■	—
(3) 表面几何影像的识别	●	■	—
(4) 底片影像分析要点	●	■	—
B.2.6.4 焊接接头的质量等级评定			
(1) 焊接接头质量分级规定评说	●	●	—
(2) 射线照相检验的记录与报告	●	●	■
B.2.7 辐射防护			
B.2.7.1 辐射防护的定义、单位与标准			
(1) 描述电离辐射的常用辐射量和单位	■	▲	—
(2) 描述辐射防护的常用辐射量和单位	●	■	▲
B.2.7.2 剂量测定方法和仪器			
(1) 辐射监测内容和分类	■	■	▲
(2) 剂量测定仪器的工作原理	▲	▲	—
(3) 剂量仪器的选择及其校准	■	▲	—
(4) 场所辐射监测仪器	●	■	■
(5) 个人剂量监测仪器	●	■	■
B.2.7.3 辐射防护的原则、标准和辐射损伤机理			

表 B.2 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(1) 辐射防护的目的和基本原则	●	■	▲
(2) 剂量限值规定	●	●	●
(3) 辐射损伤的机理	■	▲	▲
B.2.7.4 辐射防护的基本方法和防护计算			
(1) 辐射防护的基本方法	●	■	■
(2) 照射量的计算	■	■	—
(3) 防护计算	●	●	■
(4) 屏蔽防护常用材料	■	▲	▲
B.2.7.5 辐射防护安全管理			
(1) 辐射防护法规与标准	●	■	▲
(2) 辐射防护管理责任部门	●	▲	—
(3) 射线装置申请许可制度	●	■	—
(4) 辐射防护培训	●	■	■
(5) 辐射工作人员证书与健康的管理	●	■	▲
(6) 辐射事故管理人员管理的主要内容	●	■	▲
B.2.8 其他射线方法			
B.2.8.1 高能射线照相			
(1) 电子回旋加速器和电子直线加速器	■	▲	—
(2) 高能射线照相的特点	■	▲	—
(3) 高能射线照相的几个技术数据	▲	▲	—
(4) 电子直线加速器的结构、原理及操作	■	▲	—
(5) 高能射线的辐射防护	■	▲	—
B.2.8.2 射线实时成像检测技术			
(1) 射线实时成像检测系统的进展	■	▲	—
(2) 射线实时成像检测系统的图像特点	■	▲	—
(3) 射线实时成像检测技术的工艺要点	■	▲	—
(4) 图像增强器射线实时成像系统的优点和局限性	▲	▲	—
B.2.8.3 数字射线照相技术			
B.2.8.3.1 数字射线照相技术的分类			
(1) 计算机射线照相技术 (CR)	●	●	■
(2) 直接射线照相技术 (DR)	●	●	■
B.2.8.3.2 计算机射线照相技术 (CR)			
(1) CR 的原理	●	■	▲
(2) CR 系统的组成	●	■	▲

表 B.2 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.2.8.3.3 直接射线照相技术 (DR)			
(1) DR 的原理	●	■	▲
(2) DR 系统的组成	●	■	▲
(3) DR 成像板的类型	●	■	▲
B.2.8.3.4 数字射线照相使用的射源种类	●	■	▲
B.2.8.3.5 CR、DR 的优缺点	●	■	▲
B.2.8.3.6 数字射线照相技术的应用			
(1) 应用领域	●	■	▲
(2) 数字图像的分析评定及图像的尺寸测量	●	●	▲
B.2.8.4 X 射线层析照相技术 (X-CT)			
X 射线层析照相技术的特点	▲	▲	—
B.2.8.5 中子射线照相			
(1) 中子射线照相的原理	■	▲	—
(2) 中子射线照相设备	■	▲	—
(3) 中子射线照相应用简介	■	▲	—
B.2.9 射线检测工作管理			
B.2.9.1 射线检测质量管理			
(1) 射线检测人员的管理	●	▲	—
(2) 射线检测设备和器材的管理	●	■	▲
(3) 射线检测工艺的管理	●	●	▲
(4) 射线检测环境的管理	●	■	▲
B.2.9.2 射线检测报告、底片及原始记录控制和档案管理			
(1) 射线检测报告的管理	●	■	—
(2) 射线检测记录的管理	●	■	■
(3) 射线检测底片的管理	●	■	■
(4) 射线检测档案的管理	●	■	▲
B.2.10 无损检测相关法规及射线检测标准	●	■	▲

表 B.3 超 声 检 测

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.3.1 超声波基础知识			
B.3.1.1 机械振动与机械波			

表 B.3 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(1) 机械振动、简谐振动、阻尼振动、受迫振动	▲	—	—
(2) 机械波的产生与传播, 波动方程	■	▲	—
(3) 波长、周期、频率和波速	●	●	■
(4) 波的分类为次声波、声波、超声波, 超声波的应用	●	■	▲
B.3.1.2 波的类型			
(1) 纵波、横波、表面波	●	●	■
(2) 平面波、柱面波、球面波、波前、波线、波阵面	■	▲	—
(3) 连续波、脉冲波	■	▲	—
B.3.1.3 波的迭加、干涉和衍射			
(1) 迭加原理、波的干涉	■	▲	—
(2) 惠更斯原理、波的衍射(绕射)	■	▲	—
B.3.1.4 超声波的传波速度			
(1) 无限大固体介质中的纵波、横波与表面波声速	■	▲	—
(2) 声速与温度、应力及介质材质均匀性的关系	■	▲	—
(3) 兰姆波的相速度和群速度	▲	—	—
B.3.1.5 超声场的特征值			
(1) 声压、声阻抗、声强	■	▲	—
(2) 分贝与奈培	●	■	—
B.3.1.6 超声波垂直入射到界面时的反射和透射			
(1) 单一平界面的反射率与透射率	●	●	■
(2) 薄层界面的反射率与透射率	●	■	—
(3) 声压往复透过率	■	▲	—
B.3.1.7 超声波倾斜入射到界面时的反射和折射			
(1) 波型转换与反射、折射定律	●	●	■
(2) 声压反射率	●	■	▲
(3) 声压往复透射率	■	▲	—
(4) 头波	■	▲	—
(5) 端角反射	●	■	▲
B.3.1.8 超声波的聚焦与发散			
(1) 声压距离公式	●	■	—
(2) 球面波在平界面上的反射与折射	■	▲	—
(3) 平面波在曲界面上的反射与折射	■	▲	—
(4) 球面波在曲界面上的反射与折射	■	▲	—
B.3.1.9 超声波的衰减			

表 B.3 (续)

内容及知识点	各等级要求		
	III	II	I
(1) 衰减的原因	●	■	▲
(2) 衰减方程与衰减系数	■	▲	—
(3) 衰减系数的测定	●	■	—
B.3.2 超声检测工作原理			
B.3.2.1 纵波发射声场			
(1) 圆盘波源辐射的纵波声场	●	■	▲
(2) 矩形波源辐射的纵波声场	●	■	▲
(3) 纵波声场近场区在两种介质中的分布	■	▲	—
B.3.2.2 横波发射声场			
(1) 假想横波波源	■	▲	—
(2) 横波声场的结构	●	■	—
B.3.2.3 聚焦声源发射声场			
(1) 聚焦声场的形成	■	▲	—
(2) 聚焦声场的特点与应用	■	▲	—
B.3.2.4 规则反射体的回波声压			
(1) 平底孔回波声压	●	●	▲
(2) 短横孔回波声压	●	■	—
(3) 长横孔回波声压	●	■	—
(4) 球孔回波声压	●	■	—
(5) 大平底面回波声压	●	●	■
(6) 圆柱曲面回波声压	●	■	—
B.3.2.5 AVG (距离—波幅—当量) 曲线			
(1) 纵波平底孔 AVG 曲线	▲	—	—
(2) 横波平底孔 AVG 曲线	▲	—	—
B.3.3 检测仪器、探头和试块			
B.3.3.1 检测仪器			
B.3.3.1.1 超声检测仪			
(1) 超声检测仪的作用和分类	●	●	▲
(2) A 型显示	●	●	■
(3) B 型显示、C 型显示	■	▲	—
(4) 模拟式超声检测仪	●	●	■
(5) 数字式超声检测仪	■	▲	—
(6) TOFD 与相控阵检测仪	●	■	▲
(7) 仪器的维护保养	●	●	●

表 B.3 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.3.3.1.2 超声测厚仪			
(1) 共振式测厚仪、脉冲反射式测厚仪、兰姆波测厚仪	■	▲	—
(2) 测厚仪的调整与应用	●	●	●
B.3.3.2 超声探头			
(1) 压电效应与压电材料	■	▲	—
(2) 压电材料的主要性能参数	■	▲	—
(3) 探头的结构	●	■	▲
(4) 常规探头的主要种类: 直探头、斜探头、双晶探头、聚焦探头、水浸探头	●	■	▲
(5) 特殊探头的主要种类: 高温探头、电磁探头、爬波探头	▲	▲	—
(6) 探头型号	●	●	●
(7) 探头频率的测定	●	●	■
B.3.3.3 试块			
(1) 试块的分类和作用	●	●	■
(2) 标准试块的要求	●	●	■
(3) 常用的标准试块: IIW 试块、IIW2 试块、CSK-IA 试块、CSK-II A 试块、CSK-III A 试块、CSK-IV A 试块	●	●	■
(4) 对比试块、小径管试块	●	■	▲
(5) 模拟试块	▲	▲	—
(6) 试块的使用和维护	●	●	●
B.3.3.4 仪器和探头的性能及其测试			
(1) 超声检测仪、探头的主要性能及其组合性能	●	■	▲
(2) 超声检测仪、探头及其组合性能的测试方法	●	■	▲
B.3.4 超声检测方法和基本检测技术			
B.3.4.1 超声检测方法概述			
(1) 脉冲反射法	●	■	▲
(2) 衍射时差法、穿透法、共振法	■	▲	—
(3) 纵波法、横波法	●	●	■
(4) 表面波法、板波法、爬波法	▲	—	—
(5) 单探头法、双探头法(含头波)、多探头法	●	■	▲
(6) 直接接触法、液浸法	●	■	▲
(7) 超声波检测方法的应用	●	■	▲
B.3.4.2 仪器和探头的选择			
(1) 仪器的选择	●	■	▲
(2) 探头的选择	●	●	▲

表 B.3 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.3.4.3 耦合与补偿			
(1) 耦合剂的作用、要求、种类及应用	●	■	▲
(2) 影响声耦合的主要因素	●	■	▲
(3) 表面耦合损耗的测定和补偿	■	▲	—
B.3.4.4 检测仪的调节			
(1) 扫描速度的调节	●	●	●
(2) 检测灵敏度的调节	●	●	●
B.3.4.5 缺陷位置的测定			
(1) 纵波(直探头)检测时缺陷定位	●	●	●
(2) 表面波检测时缺陷定位	●	●	■
(3) 横波检测时缺陷定位	●	●	●
(4) 横波周向探测圆柱曲面时缺陷定位	●	■	▲
(5) 头波检测时的缺陷定位	●	■	—
B.3.4.6 缺陷大小的测定			
(1) 当量法: 当量试块比较法、当量计算法、当量 AVG 曲线法	●	■	▲
(2) 测长法: 相对灵敏度测长法、绝对灵敏度测长法、端点峰值法	●	●	■
(3) 底波高度法: F/B_F 法、 F/B_G 法、 B_G/B_F 法	●	●	■
B.3.4.7 缺陷自身高度的测定			
端部最大回波法、横波端角反射法、6dB 法、端点衍射波法	▲	—	—
B.3.4.8 影响缺陷定位、定量的主要因素			
(1) 影响缺陷定位的主要因素	●	●	■
(2) 影响缺陷定量的因素	●	●	■
B.3.4.9 非缺陷回波的判别			
(1) 迟到波、61° 反射、三角反射	●	■	▲
(2) 端角反射波、山字形波	●	■	▲
(3) 焊接转子焊接接头检测的几种结构波	●	■	—
(4) 其他非缺陷回波	●	■	▲
B.3.4.10 侧壁干涉			
侧壁干涉对检测的影响、避免侧壁干涉的条件	●	■	▲
B.3.4.11 超声检测工艺编制			
(1) 超声工艺的分类和一般内容	●	■	▲
(2) 超声检测工艺编制和审核	●	■	—
B.3.5 板材和管材超声检测			
B.3.5.1 板材超声检测			

表 B.3 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(1) 钢板加工及常见缺陷	●	■	▲
(2) 检测方法	●	●	▲
(3) 探头与扫查方式的选择	●	●	■
(4) 探测范围和灵敏度的调整	●	●	■
(5) 缺陷的判别与测定	●	●	▲
(6) 钢板质量级别的判别	●	●	▲
B.3.5.2 复合钢板超声检测			
(1) 复合材料中常见的缺陷、检测方法	■	▲	—
(2) 缺陷的判别、缺陷测定与评级	■	▲	—
(3) 复合材料结合层的相位检测法	■	■	—
B.3.5.3 管材超声检测			
(1) 管材加工及常见缺陷	●	■	▲
(2) 小径管薄壁管检测	■	▲	—
(3) 大直径管检测	■	▲	—
(4) 管材自动检测	—	▲	▲
B.3.6 锻件与铸件超声检测			
B.3.6.1 锻件超声检测			
(1) 锻件加工及常见缺陷	●	■	▲
(2) 检测方法概述	●	■	▲
(3) 探测条件的选择	●	●	▲
(4) 扫描速度和灵敏度的调节	●	●	●
(5) 缺陷位置和大小测定	●	●	■
(6) 缺陷回波的判别	●	●	▲
(7) 非缺陷回波分析	●	■	▲
(8) 汽轮机发电机主轴的检测方法	●	●	▲
(9) 叶轮键槽的检测方法及裂纹回波分析	■	■	—
(10) 轮缘小角的检测方法及裂纹回波分析	●	●	▲
(11) 螺栓的检测方法及裂纹回波分析	●	●	●
(12) 发电机护环的检测方法	●	●	—
(13) 锻件质量级别的评定	●	●	▲
B.3.6.2 铸件超声检测			
(1) 铸件的特点及常见缺陷	■	▲	—
(2) 铸件超声检测的特点及常用技术	■	▲	—
B.3.7 焊接接头超声检测			

表 B.3 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.3.7.1 焊接加工及常见缺陷			
(1) 焊接过程、坡口形式和接头形式	●	■	▲
(2) 常见焊接缺陷	●	●	■
B.3.7.2 对接焊接接头超声检测			
(1) 检测技术等级选择	●	■	▲
(2) 检测方法和检测条件选择	●	●	▲
(3) 标准试块	●	●	▲
(4) 扫描速度的调节	●	●	●
(5) 距离—波幅曲线和灵敏度调节	●	●	●
(6) 传输修正	●	■	▲
(7) 扫查方式	●	●	●
(8) 扫查速度和扫查间距	●	●	●
(9) P (91/92) 类合金钢焊接接头检测	●	●	▲
(10) 缺陷的评定和质量分级	●	●	▲
B.3.7.3 角焊接接头的超声检测			
(1) 管座角焊接接头超声检测	■	▲	—
(2) T 形焊接接头的超声检测	■	▲	—
B.3.7.4 堆焊层的超声检测			
(1) 堆焊层中常见缺陷、堆焊层晶体结构特点	■	▲	—
(2) 堆焊层内缺陷检测	■	▲	—
(3) 堆焊层与母材之间未结合缺陷检测	■	▲	—
(4) 堆焊层下母材热影响区再热裂纹的检测	■	▲	—
(5) 轴瓦巴氏合金结合层超声波检测			
B.3.7.5 奥氏体不锈钢焊接接头超声检测	■	▲	—
(1) 组织结构特点和检测方法	●	●	—
(2) 检测条件的选择、仪器调整与探测	●	●	—
(3) 灵敏度调节、缺陷评定和质量分级	●	●	—
B.3.7.6 铝焊接接头超声检测			
(1) 结构特点与常见缺陷	■	▲	—
(2) 检测准备和仪器调整	■	▲	—
(3) 缺陷的测定与评级	■	▲	—
B.3.7.7 小径管对接焊接接头超声检测			
(1) 小径管焊接接头中常见缺陷	●	●	—
(2) 小径管超声波检测特点			

表 B.3 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(3) 探头、试块及仪器的选择	●	●	—
(4) 小径管对接焊接接头超声波检测工艺	●	●	—
(5) 小径管焊接接头超声波检测缺陷判别	●	●	—
(6) T91/T92 管焊接接头超声波检测	●	●	—
B.3.7.8 焊接接头检测中缺陷性质与非缺陷波的判别			
(1) 缺陷波形：静态波形、动态波形	■	▲	—
(2) 缺陷类型的识别和性质估计	▲	—	—
(3) 非缺陷回波分析	●	●	▲
B.3.8 无损检测相关法规及超声检测标准	●	■	▲

表 B.4 衍射时差法超声检测

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.4.1 TOFD 技术的基本知识			
B.4.1.1 衍射基本原理			
(1) 衍射现象	●	●	●
(2) 不同角度下衍射信号的幅度变化	●	●	■
(3) 裂纹相对于两探头中心线偏斜对衍射信号波幅的影响	●	●	■
(4) 裂纹相对于探测面倾斜对衍射信号波幅的影响	●	■	—
(5) 裂纹偏离两探头中心时衍射信号幅度的变化	●	■	—
(6) 横波检测裂纹端点衍射的最优入射角度	■	▲	—
(7) TOFD 检测的声场分布	●	■	—
B.4.1.2 TOFD 技术的基本知识			
(1) 探头基本配置形式	●	●	●
(2) TOFD 技术使用的探头	●	●	●
(3) TOFD 技术采用的超声波波型	●	●	■
(4) TOFD 声场中的 A 扫信号：直通波、底面反射波、缺陷衍射信号、波型转换信号等	●	●	—
(5) 信号的相位关系	●	●	—
(6) 缺陷的深度计算	●	●	—
(7) PCS 设定和深度校准	●	●	—
(8) TOFD 技术的图像显示	■	▲	—
(9) TOFD 扫查类型：非平行扫查、平行扫查定义、特点	■	▲	—
(10) 信号位置的测量	■	▲	—
(11) 检测盲区	●	■	—

表 B.4 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(12) TOFD 技术的精度和可靠性试验	●	■	—
B.4.1.3 TOFD 技术的特点			
(1) 常规超声检测技术的局限性	●	●	■
(2) TOFD 技术的发展简史	●	■	▲
(3) TOFD 技术的优点	●	■	■
(4) TOFD 技术的局限性	●	■	■
B.4.2 TOFD 技术的信号及处理			
B.4.2.1 模拟信号的数字化			
(1) 模拟机数字信号	●	●	■
(2) 模拟信号数字化及采样定理	●	●	▲
(3) 实际的采样频率	●	●	—
(4) 信号带宽	●	●	—
(5) 混叠：混叠定义及消除方法	●	●	—
(6) 滤波器的选用	●	●	—
B.4.2.2 信号幅值的量化			
(1) A/D 转换的过程	●	■	—
(2) 量化误差	●	■	—
(3) 动态范围及影响因素	●	■	—
B.4.2.3 检测过程的数据采集量			
样本数量级存储	●	■	▲
B.4.2.4 灰度成像和 D 扫描图			
(1) 灰度成像	●	■	▲
(2) 对比度增强	●	■	—
(3) 图像的压缩与展开	●	■	—
(4) 一幅“合格”的 D 扫描图像	●	■	—
B.4.2.5 信号处理与分析			
(1) 信号平均	●	●	—
(2) 图像拉直	●	●	—
(3) 直通波去除	●	●	—
B.4.2.6 用于缺陷定位和测量的曲线拟合指针			
(1) 点状缺陷的特征弧线拟合	●	●	▲
(2) 线状缺陷的特征弧线拟合	●	●	▲
(3) 弧形拟合指针的设计	●	●	▲

表 B.4 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.4.2.7 在线分析与离线分析	●	■	—
(1) 定义	●	■	—
(2) 特点	●	■	—
B.4.2.8 合成孔径聚焦			
定义及特点	●	■	—
B.4.3 TOFD 检测系统硬件基本知识			
B.4.3.1 TOFD 检测系统			
(1) 系统组成	●	■	—
(2) TOFD 检测电子仪器概况	●	■	—
(3) TOFD 检测仪器性能指标	●	●	—
(4) 电子电路带宽	●	●	—
(5) 电压脉冲特性	●	●	—
(6) 脉冲重复频率	●	●	—
B.4.3.2 TOFD 探头			
(1) 特点	●	●	—
(2) 压电复合材料	●	●	—
(3) 探头的声学特性	●	●	—
(4) 探头的波束扩散	●	●	—
(5) 不同频率分量在波束中的分布	●	●	—
(6) 宽带探头检测粗晶材料的回波信号	●	●	—
B.4.3.3 TOFD 检测试块			
(1) 对比试块	●	●	—
(2) 参考反射体的选择	●	●	—
B.4.4 TOFD 技术的盲区和测量误差			
B.4.4.1 TOFD 技术的盲区			
(1) 直通波盲区	●	■	—
(2) 底面盲区：焊接接头中心盲区、轴偏离底面盲区	●	■	—
B.4.4.2 TOFD 测量精度			
(1) TOFD 信号测量精度的定义及影响因素	●	■	—
(2) TOFD 测量点的选取	●	■	—
(3) 数字采样频率的影响	●	■	—
B.4.4.3 TOFD 测量误差			
(1) 主要影响因素	●	●	—

表 B.4 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(2) 声束传输时间引起的深度测量误差	●	●	—
(3) 轴偏移引起的深度测量误差	●	●	—
(4) 探头间距引起的深度测量误差	●	●	—
(5) 直通波、底面反射波校准	●	●	—
(6) 耦合剂厚度变化引起的深度测量误差	●	■	—
(7) 检测表面不平整引起的误差	●	■	—
(8) 声速引起的深度测量误差	●	■	—
(9) 入射点偏移引起的深度测量误差	●	■	—
(10) 其他误差	●	■	—
(11) 深度测量总误差	●	■	—
(12) 监控缺陷扩展的深度误差控制措施	■	▲	—
B.4.4.4 缺陷长度的测量误差			
缺陷长度测量误差的特点	●	●	—
B.4.4.5 TOFD 技术的分辨力			
(1) 分辨力定义	●	●	■
(2) 不同深度的分辨力	●	●	■
(3) 提高分辨力的措施	●	●	—
B.4.5 TOFD 技术的工艺参数选择			
B.4.5.1 探头的选择			
(1) 角度的选择	●	●	▲
(2) 频率的选择	●	●	▲
(3) 晶片尺寸的选择	●	●	▲
B.4.5.2 扫查次数的选择			
扫查次数选择的依据	●	●	▲
B.4.5.3 PCS (探头中心间距) 的选择			
(1) 常规条件下 PCS 的选择	●	●	▲
(2) 特殊条件下 PCS 的选择	●	●	▲
B.4.5.4 增益设置与校准方法的选择			
(1) 波幅的作用	●	●	▲
(2) 直通波设置增益	●	●	▲
(3) 底面反射波设置增益	●	●	▲
(4) 晶粒噪声设置增益	●	●	▲
(5) 尖角槽设置增益	●	●	▲

表 B.4 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(6) 侧孔反射波设置增益	●	●	▲
(7) 衰减和粗晶噪声对增益设置的影响	■	▲	—
B.4.5.5 TOFD 扫查			
(1) 基本要求	●	●	▲
(2) 手动扫查	●	●	▲
(3) 机械扫查	●	●	▲
(4) 扫查增量设置	●	●	▲
(5) 各种扫查方式的特点	●	●	▲
B.4.5.6 检测主要步骤	●	●	▲
B.4.5.7 其他工艺参数的影响			
(1) 温度	●	■	—
(2) 耦合	●	■	—
B.4.5.8 减少盲区影响的工艺措施			
(1) TOFD 和脉冲反射法组合检测	●	●	—
(2) 爬波检测	●	●	—
(3) 双面扫查	●	●	—
(4) 改变扫查面	●	●	—
(5) 磁粉检测、渗透检测	●	●	—
(6) 脉冲反射法检测	●	■	—
(7) 表面盲区测定	●	■	—
B.4.5.9 特殊工艺和方法			
(1) 二次波检测	■	▲	—
(2) 变型波使用	■	▲	—
(3) 偏置扫查	■	▲	—
(4) 粗晶材料	■	▲	—
(5) 缺陷扩展的监控	■	▲	—
B.4.6 缺陷信号特征和数据评定			
B.4.6.1 缺陷信号特征			
(1) 缺陷分类	●	●	—
(2) 上表面开口缺陷信号特征	●	●	—
(3) 下表面开口缺陷信号特征	●	●	—
(4) 贯穿性缺陷信号特征	●	●	—
(5) 埋藏的点状缺陷信号特征	●	●	—

表 B.4 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(6) 埋藏的无自身高度缺陷信号特征	●	●	—
(7) 埋藏的有自身高度缺陷信号特征	●	●	—
(8) 焊接接头根部缺陷和形状缺陷回波特征	●	●	—
(9) 变型波信号识别	●	■	—
(10) 不平行缺陷特征	●	■	—
(11) 致密的裂纹	■	▲	—
(12) 横向缺陷	●	■	—
(13) 无法分类的缺陷	●	■	—
(14) 确定信号特征的辅助检测	●	■	—
B.4.6.2 数据评定与报告			
(1) 缺陷评定最小尺寸	●	■	—
(2) 几何结构信号	●	■	—
(3) 缺陷定量	●	■	—
B.4.7 TOFD 技术标准			
(1) 国外相关标准	●	■	▲
(2) 国内相关标准	●	■	▲
B.4.8 TOFD 技术的应用			
(1) 压力管道焊接接头检测	●	●	▲
(2) 压力容器焊接接头检测	●	●	▲
(3) 特高压钢管塔焊接接头检测	●	■	—
(4) 铝母线焊接接头检测	■	▲	—
(5) 超临界、超超临界机组 P91/P92 焊接接头检测	●	●	—
(6) 小径管焊接接头检测	●	■	—
(7) 汽包焊接接头检测	●	●	▲
(8) 钢结构焊接接头检测	●	●	▲
(9) 弯头内壁裂纹检测	●	●	▲
(10) 汽轮发电机转子检测	●	●	—
(11) 发电机护环检测	●	●	—
(12) 风电塔筒焊接接头检测	●	■	—
(13) 水电站蜗壳检测	●	■	—
(14) 复杂结构件的检测	●	■	—

表 B.5 相控阵超声检测

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.5.1 相控阵超声检测基本概念			
B.5.1.1 相控阵技术发展和工业需求			
(1) 发展历史	■	▲	▲
(2) 工业检测需求	▲	▲	▲
(3) 相控阵技术优点	●	●	●
B.5.1.2 基本原理			
(1) 发射、接收原理	■	■	▲
(2) 设备系统构成	■	■	▲
(3) 声束的形成	●	●	■
(4) 聚焦法则（延时法则）	●	■	▲
(5) 声束聚焦、偏转、	●	■	■
(6) 线性扫描、扇形扫描、动态聚焦	●	■	■
B.5.1.3 相控阵技术的局限性和发展方向			
(1) 局限性	●	■	▲
(2) 使用过程中的注意事项	●	●	●
(3) 发展方向	■	▲	▲
B.5.2 扫查方式和成像视图			
B.5.2.1 扫查方式			
(1) 双向扫查、非双向扫查、直线扫查、斜向扫查、声束方向	●	●	■
(2) 螺旋扫查、盘旋扫查、其他扫查图像、时基扫查	●	■	▲
B.5.2.2 成像视图			
(1) A 型视图、B 型视图、C 型视图、D 型视图、S 扫视图	●	●	●
(2) 极坐标视图、带状视图	●	■	▲
B.5.3 探头和声场计算			
B.5.3.1 压电复合材料			
(1) 匹配层和探头线	■	■	▲
(2) 背衬材料	■	▲	—
B.5.3.2 压电复合材料加工与性能			
(1) 加工流程	■	▲	—
(2) 性能	■	▲	—
B.5.3.3 工业相控阵探头类型			
(1) 线性阵列	●	●	●
(2) 2 维阵列、1.5 维阵列	■	▲	—
(3) 环形阵列、扇形阵列	■	▲	—

表 B.5 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.5.3.4 线性阵列			
(1) 孔径、激活孔径、最小孔径、响应孔径、最小响应孔径	●	●	■
(2) 阵元间距、阵元间隙、阵元宽度、最大阵元尺寸	●	●	■
(3) 偏转角范围、偏转聚焦能力	●	●	■
(4) 增益响应、声束宽度、聚焦深度、焦距长度、聚焦范围	●	■	▲
(5) 近场区分辨力、远场区分辨力、声束轴线方向分辨力、角度分辨力	●	■	▲
(6) 主声束(主瓣)、旁瓣、栅瓣、声束变迹、栅瓣的波幅	■	■	▲
(7) 频带	●	●	■
B.5.3.5 探头楔块组合参数			
(1) 楔块延时	●	●	●
(2) 入射点长度	●	●	●
(3) 入射点偏移	●	●	●
B.5.3.6 楔块上的声束偏转			
(1) 方位偏转、侧向偏转、歪斜偏转	■	■	—
(2) 主轴偏移、副轴偏移	●	●	●
(3) 曲面楔块	●	■	▲
B.5.3.7 二维阵列			
(1) 探头参数	■	■	▲
(2) 声束偏转	■	■	▲
B.5.3.8 聚焦法则计算			
(1) 参数设定	●	●	■
(2) 计算	■	■	—
B.5.3.9 阵列的其他特性			
(1) 灵敏度、信噪比	●	●	■
(2) 阻抗、串扰、时频响应特性	●	●	—
B.5.3.10 探头定制			
(1) 设计流程	●	■	▲
(2) 加工流程	■	■	▲
(3) 探头测试	●	●	●
B.5.3.11 探头性能要求			
(1) 参数	●	●	■
(2) 指标	●	●	■
B.5.4 设备系统			

表 B.5 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.5.4.1 仪器主要的特性参数	■	■	▲
B.5.4.2 脉冲发射接收器			
(1) 电压	●	●	▲
(2) 脉冲宽度	●	●	▲
(3) 带通滤波	●	●	▲
(4) 视图平滑	●	●	▲
B.5.4.3 数字转换器			
(1) 数字化频率	●	●	▲
(2) 平均处理	●	●	▲
(3) 波形简化	●	●	▲
(4) 脉冲重复频率	●	●	▲
(5) 采样频率	●	●	▲
(6) 动态聚焦	●	●	▲
B.5.4.4 校准与测试			
(1) 阵元校准	●	●	■
(2) 实验室测试	●	●	■
(3) 现场测试	●	●	●
(4) 系统组合性能参数	●	●	■
B.5.5 应用			
B.5.5.1 系统和设置			
(1) 阵元性能检查	●	●	●
(2) 系统参数设置	●	●	●
(3) 声束覆盖设置验证	●	●	●
B.5.5.2 部件检测			
(1) 管道焊接接头检测	●	●	■
(2) 小径管对接焊接接头检测	●	■	■
(3) 小径管角接头检测	●	■	—
(4) T 形焊接接头检测	●	●	■
(5) 转子体检测、中心孔检测	●	●	■
(6) 叶根、隔板检测	●	■	■
(7) 发电机护环检测	●	●	■
(8) 螺栓检测	●	●	■

表 B.6 磁 粉 检 测

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.6.1 磁粉检测基础知识			
B.6.1.1 漏磁场检测与磁粉检测			
(1) 磁粉检测原理	■	■	■
(2) 磁粉检测适用范围	●	■	■
(3) 磁粉检测优点和局限性	●	■	▲
(4) 检测元件检测	▲	—	—
B.6.1.2 表面缺陷无损检测方法的比较			
(1) 表面缺陷无损检测方法原理及适用范围	■	■	—
(2) 能检测出的缺陷及表现形式	■	■	—
B.6.2 磁粉检测物理基础			
B.6.2.1 磁现象和磁场			
(1) 磁的基本现象	▲	▲	▲
(2) 磁场的定义、特性	■	■	▲
(3) 磁感应力线的定义、特性	●	■	▲
(4) 圆周磁场、纵向磁化	●	■	▲
(5) 磁感应强度的定义、特性	■	■	■
(6) 磁通量	■	■	▲
(7) 毕奥—萨伐尔定律	▲	—	—
(8) 安培环路定律	●	●	■
(9) 磁介质的定义、分类	■	■	▲
(10) 磁化强度的定义和基本概念	■	—	—
(11) 磁场强度的定义、特性	●	■	■
B.6.2.2 铁磁性材料			
(1) 磁畴的定义、特性	■	▲	▲
(2) 磁化过程特性及其应用	■	▲	—
(3) 磁化曲线定义、特性	■	▲	—
(4) 磁滞回线定义	■	■	▲
(5) 铁磁性材料磁滞回线的特性	■	■	▲
(6) 软磁材料、硬磁材料磁滞回线的特性	■	■	■
(7) 退磁曲线和磁能积	▲	—	—
B.6.2.3 电流与磁场			
(1) 通电圆柱导体的磁场特征及方向(右手定则)	■	■	■
(2) 通电圆柱导体的磁场强度计算	●	●	■
(3) 钢棒通电法磁化的磁场特征	■	■	■

表 B.6 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(4) 通电钢管的磁场强度计算	●	●	■
(5) 通电线圈的磁场特征及方向(右手定则)	■	■	■
(6) 通电线圈磁场强度计算	●	●	■
(7) 线圈分类	■	■	■
(8) 开路磁化和闭路磁化	■	■	▲
(9) 感应电流和感应磁场	■	■	▲
B.6.2.4 磁场的合成			
(1) 交叉磁轭的磁场合成	■	■	■
(2) 摆动磁轭的磁场合成	■	▲	▲
B.6.2.5 退磁场			
(1) 退磁场概念	■	■	▲
(2) 有效磁场	■	▲	—
(3) 影响退磁场大小的因素	●	■	▲
(4) 退磁场计算	■	■	—
B.6.2.6 磁路与磁感应线的折射			
(1) 磁路的基本概念、磁路定律及表达式	■	▲	—
(2) 磁路定律的计算	●	—	—
(3) 磁感应线的折射定律及表达式, 磁感应强度的边界条件	■	—	—
B.6.2.7 漏磁场			
(1) 漏磁场的形成	■	■	▲
(2) 漏磁场分布	■	▲	—
(3) 影响漏磁场的因素	●	■	▲
B.6.2.8 磁粉检测的光学基础知识			
(1) 光度量术语及单位	■	▲	—
(2) 紫外线	▲	▲	▲
(3) 人眼对光的响应	■	▲	—
(4) 黑光灯	■	■	▲
B.6.3 磁化电流、磁化方法和磁化规范			
B.6.3.1 磁化电流			
(1) 交流电的定义、物理量、优点和局限性	■	■	▲
(2) 交流电的集肤效应	■	■	▲
(3) 交流电断电相位的影响	■	■	▲
(4) 非正弦交流电	▲	▲	—
(5) 整流电分类、物理量、优点和局限性	■	■	▲

表 B.6 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(6) 直流电优点和局限性	■	■	▲
(7) 冲击电流	▲	▲	▲
(8) 如何选用磁化电流	●	■	■
B.6.3.2 磁化方法			
(1) 磁场方向与发现缺陷的关系	●	●	●
(2) 磁化方法的分类	■	■	■
(3) 轴向通电法的特点、优缺点和适用范围	■	■	■
(4) 中心导体法的特点、优缺点和适用范围	■	■	■
(5) 偏置芯棒法的特点、适用范围	■	■	■
(6) 触头法的特点、优缺点和适用范围	■	■	■
(7) 感应电流法的特点、优缺点和适用范围	■	▲	—
(8) 环形件绕电缆法的特点、优缺点和适用范围	■	▲	—
(9) 线圈法的特点、优缺点和适用范围	●	■	■
(10) 磁轭法的特点、优缺点和适用范围	●	●	●
(11) 永久磁轭法的特点、优缺点	▲	▲	—
(12) 交叉磁轭法的特点、优缺点和适用范围	●	●	●
(13) 直流电磁轭和交流通电法复合磁化的特点	■	▲	—
(14) 平行电缆磁化法的特点、优缺点	▲	—	—
B.6.3.3 磁化规范			
(1) 制定磁化规范考虑的因素	●	●	■
(2) 制定磁化规范的方法	●	■	■
(3) 轴向通电法和中心导体法磁化规范	●	●	■
(4) 偏置芯棒法磁化规范	●	●	■
(5) 触头法磁化规范	●	●	●
(6) 线圈法磁化规范	●	●	●
(7) 磁轭法磁化规范	●	●	●
B.6.4 磁粉检测器材			
B.6.4.1 磁粉			
(1) 荧光磁粉和非荧光磁粉的特性、要求和应用	■	■	▲
(2) 磁粉的性能：磁特性、粒度、形状、流动性和密度、识别度	■	■	▲
(3) 磁粉的验收试验：污染、颜色、粒度、灵敏度、悬浮性和耐用性	■	▲	▲
B.6.4.2 载液			
(1) 油基载液的特性及要求	■	■	■
(2) 水载液的特性及要求	■	■	■

表 B.6 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.6.4.3 磁悬液			
(1) 磁悬液浓度的定义、要求和应用	■	■	■
(2) 磁悬液配制的方法和要求	●	●	●
B.6.4.4 反差增强剂			
(1) 应用、配方、施加及清除	■	■	■
(2) 反差增强剂喷罐	■	■	■
B.6.4.5 标准试片和标准试块			
(1) 标准试片的用途、分类和使用	●	●	●
(2) 标准试块的用途、分类	●	●	●
(3) 自然缺陷试块	■	■	▲
B.6.5 磁粉检测设备			
B.6.5.1 磁粉检测设备的命名方法			
(1) 命名方法	▲	▲	▲
(2) 命名参数	▲	▲	▲
B.6.5.2 磁粉检测设备的分类			
(1) 固定式探伤机(结构特征及应用范围)	■	■	▲
(2) 移动式探伤机(结构特征及应用范围)	■	■	▲
(3) 便携式探伤仪(结构特征及应用范围)	■	■	▲
B.6.5.3 磁粉检测设备的组成部分			
(1) 磁化电源	■	▲	▲
(2) 工件夹持装置(装置特点及要求)	■	■	■
(3) 指示和控制装置(电流表、电压表的精度和量程)	■	■	■
(4) 磁粉和磁悬液喷洒装置(装置组成和技术要求)	■	■	■
(5) 照明装置	■	■	■
(6) 退磁装置	■	■	■
B.6.5.4 常用典型磁粉检测设备			
常用典型磁粉检测设备举例	▲	▲	▲
B.6.5.5 测量仪器			
测量仪器举例	▲	▲	▲
B.6.6 磁粉检测工艺			
B.6.6.1 预处理			
预处理要求和注意事项	■	■	■
B.6.6.2 磁化、施加磁粉或磁悬液			
(1) 连续法操作要点和优缺点	●	●	●

表 B.6 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
(2) 剩磁法操作要点和优缺点	●	●	●
(3) 湿法操作要点和优缺点	●	●	●
(4) 干法操作要点和优缺点	●	●	●
B.6.6.3 磁痕观察、记录与缺陷评级			
磁痕观察方法、显示记录方法和缺陷评级	●	●	●
B.6.6.4 退磁和剩磁			
(1) 剩磁的产生与影响	■	■	▲
(2) 退磁的原理	■	■	▲
(3) 退磁方法和退磁设备	■	■	▲
(4) 退磁注意事项	■	■	▲
(5) 剩磁测量	■	▲	▲
B.6.6.5 后处理与合格工件的标记			
(1) 后处理	▲	▲	▲
(2) 合格工件的标记	▲	▲	▲
B.6.6.6 超标缺陷磁痕显示的处理和复验			
(1) 超标缺陷磁痕显示的处理	▲	▲	▲
(2) 复验	■	■	■
B.6.6.7 检测记录和检测报告	●	●	▲
B.6.6.8 影响磁粉检测灵敏度的主要因素	■	■	■
B.6.7 磁痕分析与质量分级			
B.6.7.1 磁痕			
磁痕产生原因及磁痕分析的意义	●	●	▲
B.6.7.2 伪显示			
伪显示产生原因、磁痕特征和鉴别方法	●	●	▲
B.6.7.3 非相关显示			
非相关显示产生原因、磁痕特征和鉴别方法	●	●	▲
B.6.7.4 相关显示			
(1) 原材料缺陷磁痕显示	■	■	▲
(2) 热加工产生的缺陷磁痕显示	●	●	▲
(3) 冷加工产生的缺陷磁痕显示	●	●	▲
(4) 使用后产生的缺陷磁痕显示	●	●	▲
(5) 电镀产生的缺陷磁痕显示	■	■	▲
(6) 常见缺陷磁痕显示比较	●	●	▲

表 B.6 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.6.7.5 磁粉检测质量分级			
(1) 磁痕分类	●	■	▲
(2) 磁粉检测质量分级	●	●	▲
B.6.8 磁粉检测应用			
B.6.8.1 焊接件磁粉检测			
(1) 焊接件检测的内容与范围	■	■	▲
(2) 检测方法选择	●	●	■
(3) 焊接件检测实例	■	■	▲
B.6.8.2 锻钢件磁粉检测			
(1) 锻钢件检测的特点	■	■	▲
(2) 锻钢件检测方法选择	●	●	▲
(3) 锻钢件检测实例	■	■	▲
B.6.8.3 铸钢件磁粉检测			
(1) 铸钢件检测的特点	■	▲	▲
(2) 铸钢件检测实例	■	▲	▲
B.6.8.4 在用与维修件磁粉检测			
(1) 在用与维修件磁粉检测的要求	●	●	■
(2) 在用与维修件磁粉检测的特点	●	●	■
(3) 在用与维修件磁粉检测实例	■	■	▲
B.6.8.5 特殊工件磁粉检测实例	■	▲	▲
B.6.8.6 磁粉探伤—橡胶铸型法及其应用	■	▲	—
B.6.9 质量控制与安全防护			
B.6.9.1 磁粉检测质量控制			
人员、设备、材料、检测工艺、检测环境的控制	■	▲	—
B.6.9.2 磁粉检测安全防护			
潜在危险因素与安全防护措施	■	●	●
B.6.10 磁粉检测工艺			
B.6.10.1 磁粉检测工艺种类、一般内容和检测工艺程序	●	■	▲
B.6.10.2 磁粉检测工艺编制与审核	●	■	—
B.6.10.3 直径、当量直径和有效直径	●	■	—
B.6.11 国内、外磁粉检测标准对比分析			
磁悬液浓度、校验项目和周期、线圈法磁化的有效磁化区、磁化电流的选用、剩磁法的应用、检测质量分级	▲	▲	—
B.6.12 无损检测相关法规及磁粉检测标准	●	■	▲

表 B.7 渗 透 检 测

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.7.1 渗透检测的基础知识			
(1) 渗透检测的发展简史、国内外渗透检测的现状	▲	▲	▲
(2) 渗透检测的定义和作用	■	■	■
(3) 渗透检测工作原理	■	■	■
(4) 渗透检测方法的分类	■	■	■
(5) 渗透检测的基本步骤	■	■	■
(6) 渗透检测的优点和局限性	■	■	▲
(7) 表面无损检测方法 (MT、PT、ET) 的比较	●	●	■
(8) 方法原理及适用范围	●	●	■
(9) 能检测出的缺陷及表现形式	●	■	■
B.7.2 渗透检测的表面化学基础			
B.7.2.1 分子论			
B.7.2.1.1 分子运动论	■	▲	▲
B.7.2.1.2 最小能量理论	■	▲	▲
B.7.2.1.3 自然界的三种物质形态	■	▲	▲
B.7.2.2 表面张力和表面张力系数			
(1) 表面张力和表面张力系数概念	●	■	▲
(2) 表面张力产生机理	■	▲	—
(3) 表面过剩自由能	■	▲	—
(4) 界面张力与界面能	■	▲	—
B.7.2.3 润湿现象			
(1) 润湿或不润湿现象	●	●	■
(2) 润湿方程与接触角	■	▲	—
(3) 润湿的三种方式和润湿的四个等级	■	▲	—
(4) 润湿现象的产生机理	■	▲	—
B.7.2.4 毛细现象			
(1) 毛细现象	●	●	▲
(2) 毛细管内液面高度	■	▲	—
(3) 渗透检测中的毛细现象	●	■	▲
B.7.2.5 吸附现象			
(1) 固体表面的吸附现象	●	■	▲
(2) 液体表面的吸附现象	■	▲	—
(3) 渗透检测中吸附现象	●	■	▲

表 B.7 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.7.2.6 溶解现象			
(1) 溶解现象及溶解度	■	▲	—
(2) 渗透剂的浓度	■	▲	—
(3) 渗透检测与溶解度、浓度	■	▲	—
B.7.2.7 表面活性与表面活性剂			
(1) 表面活性、表面活性剂定义	■	▲	▲
(2) 表面活性剂的作用	■	▲	—
(3) 乳化作用、乳化形式、乳化作用的机理	■	▲	—
B.7.3 渗透检测的光学基础			
(1) 光的本性、波动性和粒子性	▲	▲	—
(2) 发光及光致发光	▲	▲	▲
(3) 渗透检测用光	●	■	▲
(4) 光度学相关概念的物理意义及其应用	■	▲	—
(5) 对比度和可见度	●	■	▲
(6) 缺陷显示及裂纹检出能力	●	●	■
B.7.4 渗透检测剂			
B.7.4.1 渗透剂			
(1) 渗透剂的分类、渗透剂的组成、各成分的作用和对渗透剂性能的影响、渗透剂的性能	●	●	■
(2) 着色渗透剂：水洗型、后乳化型、溶剂去除型着色渗透剂基本成分、特点及应用	●	■	▲
(3) 荧光渗透剂：水洗型、后乳化型、溶剂去除型着色渗透剂基本成分、特点及应用	●	■	▲
B.7.4.2 去除剂			
(1) 乳化剂：分类及组成、性能	●	■	▲
(2) 溶剂去除剂：分类及性能	●	■	▲
B.7.4.3 显像剂			
显像剂的分类及组成、性能	●	■	▲
B.7.4.4 渗透检测剂系统			
(1) 渗透检测系统的定义及同组族定义及构成	●	■	▲
(2) 渗透检测系统的选择原则	●	■	▲
B.7.4.5 国内渗透检测剂简介（种类的组成、性能和要求、使用方法）	■	▲	▲
B.7.4.6 国外渗透检测剂简介（种类的组成、性能和要求、使用方法）	■	▲	▲
B.7.5 渗透检测设备、仪器和试块			
B.7.5.1 渗透检测设备			
(1) 便携式（压力喷罐）、固定式设备	▲	▲	▲
(2) 检测光源，白光灯、黑光灯及照度、亮度测量仪器	▲	▲	—

表 B.7 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.7.5.1.1 固定设备			
(1) 预清洗装置	●	■	▲
(2) 渗透剂施加装置	●	■	▲
(3) 乳化剂施加装置	●	■	▲
(4) 水洗装置	●	■	▲
(5) 干燥装置	●	■	▲
(6) 显像剂施加装置	●	■	▲
(7) 后清洗装置	●	■	▲
(8) 整体装置	●	■	▲
(9) 静电喷涂装置	●	▲	▲
B.7.5.1.2 检测场地及光源			
(1) 检测场地	●	■	▲
(2) 检测光源	●	■	▲
(3) 测量设备	●	▲	▲
B.7.5.2 渗透检测试块			
(1) 铝合金淬火试块、不锈钢镀铬辐射状裂纹试块、黄铜板镀铬裂纹试块特征及应用	●	●	■
(2) 缺陷试块、选择原则	●	■	▲
B.7.6 渗透检测方法			
B.7.6.1 水洗型渗透检测法			
检测程序、适用范围、方法的优缺点	●	●	■
B.7.6.2 后乳化型渗透检测法			
检测程序、适用范围方法的优缺点	●	●	■
B.7.6.3 溶剂去除型渗透检测法			
检测程序、适用范围方法的优缺点	●	●	■
B.7.6.4 特殊的渗透检测方法	■	▲	—
B.7.6.5 渗透检测方法的选用			
渗透检测方法选择因素、渗透检测方法应用	●	■	▲
B.7.7 渗透检测工艺			
表面准备和预清洗	●	■	■
B.7.7.1 施加渗透剂	●	■	▲
渗透液施加方法及要求、渗透时间和温度与检测灵敏度的关系	●	●	■
B.7.7.2 去除多余的渗透剂			
各种渗透剂的去除要求, 去除与检测灵敏度和检测可靠性的关系	●	●	■

表 B.7 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.7.7.3 干燥			
干燥的目的和时机, 常用的干燥方法、干燥温度和时间	●	●	■
B.7.7.4 显像			
显像方法、显像时间、干式显像与湿式显像比较、显像剂的选择	●	●	■
B.7.7.5 观察和评定			
观察时机、观察光源、观察注意事项	●	■	▲
B.7.7.6 后清洗及复验			
目的、方法和要求, 复验	●	■	▲
B.7.8 显示的解釋和缺陷的评定			
B.7.8.1 显示的解釋和分类			
相关显示、非相关显示和虚假显示定义及显示特征、区别	●	■	▲
B.7.8.2 缺陷的评定			
(1) 缺陷显示的分类: 线性、圆形、密集形、纵横向缺陷显示	●	■	▲
(2) 缺陷的分类: 原材料缺陷、工艺缺陷和使用缺陷	●	■	▲
(3) 缺陷显示的评定: 缺陷显示等级评定的一般原则定位、定量、定性和定级, 影响缺陷评定准确性的因素显像时间和观察时机	●	■	—
(4) 常见缺陷及其显示特征	●	■	■
B.7.8.3 渗透检测记录和报告			
(1) 缺陷记录的方式、内容和格式	●	■	▲
(2) 渗透检测记录和报告的内容和格式	●	■	▲
B.7.9 质量控制与安全防护			
B.7.9.1 质量控制			
(1) 渗透检测剂、乳化剂、溶剂去除剂及显像剂的性能校验内容、方法和要求	●	■	▲
(2) 渗透检测剂系统灵敏度鉴定内容、方法和要求	●	■	▲
(3) 渗透检测剂的质量控制, 新购进的渗透检测剂的质量控制项目; 渗透检测剂在使用过程中的校验内容、方法和要求	●	■	▲
(4) 渗透检测设备、仪器和试块的质量控制, 渗透检测工艺设备的质量控制 (包括黑光灯、紫外线辐照计、荧光亮度计、白光亮度计、紫外线辐照计校正仪的控制等)	■	▲	—
(5) 渗透检测用标准试块的质量控制	●	●	■
(6) 渗透检测工艺操作的质量控制	●	●	■
B.7.9.2 渗透检测安全防护			
(1) 防火安全防火注意事项、防火安全措施和灭火设置	▲	▲	▲
(2) 卫生安全: 大气中有害物质的允许浓度、有毒化学药品对人体危害的途径、卫生安全防护措施、强紫外线辐射的卫生安全防护	■	▲	▲

表 B.7 (续)

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.7.10 渗透检测应用			
B.7.10.1 焊接件的渗透检测检测方法选择和质量控制	●	■	▲
B.7.10.2 铸件、锻件的检验检测特点、检测程序和质量控制	●	■	▲
B.7.10.3 在用设备和维修件渗透检验检测方法选择、预处理和质量控制	●	■	▲
B.7.11 渗透检测工艺编制			
B.7.11.1 渗透检测工艺种类、一般内容和检测工艺程序	●	■	▲
B.7.11.2 渗透检测工艺编制与审核	●	■	—
B.7.11.3 国内、外渗透检测标准对比分析	■	▲	—
B.7.12 无损检测相关法规及渗透检测标准	●	■	▲

表 B.8 电 磁 检 测

内容及知识点	各级要求		
	III	II	I
B.8.1 电磁检测的物理基础			
B.8.1.1 材料的导电性			
(1) 导体、绝缘体和半导体的概念	●	●	●
(2) 电流形成的条件	●	■	▲
(3) 影响材料导电性的因素	●	●	▲
(4) 典型材料的导电性,如金属的导电性、石墨的导电性及不同种类覆盖层的电特性	●	■	▲
B.8.1.2 材料的磁特性			
(1) 铁磁体、顺磁体、抗磁体的概念,磁导率的概念,铁磁性与非铁磁性材料区分	●	●	●
(2) 铁磁性材料的磁化规律	●	■	▲
(3) 磁化的基本过程,磁滞回线的意义	●	■	—
(4) 影响材料磁特性的因素	●	●	▲
(5) 磁场强度与磁感应强度的关系	●	●	▲
(6) 典型材料的磁特性、磁导率、磁畴、居里温度的概念	●	■	▲
B.8.1.3 直流电			
(1) 直流电压、电流、电阻、电阻率、电导率的概念和定义	●	■	▲
(2) 直流电阻、电阻率、电导率的量纲和换算关系	●	■	▲
B.8.1.4 正弦交流电			
(1) 正弦交流电的基本概念	●	●	■
(2) 正弦交流电流和电压的函数表达	■	▲	—

表 B.8 (续)

内容及知识点	各级要求		
	III	II	I
(3) 正弦交流电路中的电阻、频率、相位、电感、电容和阻抗的概念	●	■	▲
B.8.2 涡流检测的物理原理			
B.8.2.1 电磁感应与涡流			
(1) 电磁感应原理	●	●	●
(2) 磁、磁场、材料磁特性的有关术语	●	■	■
(3) 激励交变磁场方向和大小与感生涡流方向和大小之间的关系	■	▲	▲
(4) 涡流在不同形状工件(管、棒、板材)中的分布特点, 涡流再生磁场的特性(大小与方向)	■	▲	▲
(5) 自感、互感现象	●	■	—
B.8.2.2 趋肤效应与涡流透入深度			
(1) 趋肤效应的定义	●	●	■
(2) 涡流标准透入深度和有效透入深度	●	■	■
(3) 标准透入深度的计算	●	●	▲
B.8.2.3 提离效应			
(1) 提离效应的定义	●	●	■
(2) 提离变化对线圈阻抗影响规律	●	●	—
B.8.2.4 边缘效应的概念	●	●	■
B.8.2.5 线圈的阻抗			
(1) 线圈阻抗的组成、矢量表示方法和简单的计算	●	●	—
(2) 影响线圈阻抗的因素及线圈阻抗的变化规律	●	■	▲
(3) 阻抗平面和归一化阻抗平面的意义	■	▲	—
(4) 有效磁导率和特征频率的概念及计算	●	●	—
(5) 填充系数的概念及计算方法	●	●	■
(6) 穿过式线圈及放置式线圈阻抗分析	■	▲	—
B.8.2.6 涡流检测的特点和应用范围			
(1) 涡流检测的特点、应用范围	●	●	■
(2) 影响涡流检测的因素	●	●	■
B.8.3 检测设备、工具与器材			
B.8.3.1 检测线圈			
(1) 检测线圈的组成、功能和工作原理	●	●	■
(2) 检测线圈的基本形式、分类、选择及适用性	●	●	■
(3) 检测线圈的发展	■	▲	—
B.8.3.2 涡流检测仪			

表 B.8 (续)

内容及知识点	各级要求		
	III	II	I
B.8.3.2.1 涡流检测仪器的分类			
(1) 单参数、单通道和专用型检测仪器	●	●	■
(2) 多参数、多通道和通用型检测仪器	●	●	■
B.8.3.2.2 涡流检测仪基本原理			
(1) 涡流检测仪基本电路原理框图	●	■	▲
(2) 各组成部分的基本功能	●	■	▲
(3) 缺陷信号的形成、处理及检出的基本过程	●	■	▲
(4) 各类仪器最适宜的选择和应用	●	■	▲
B.8.3.3 涡流检测辅助装置			
(1) 传送装置、磁饱和装置和退磁装置	●	■	▲
(2) 标记、分选和记录装置	●	■	▲
(3) 其他辅助装置	■	▲	—
B.8.3.4 涡流检测设备智能化发展	■	▲	—
B.8.3.5 试样			
B.8.3.5.1 标准试样和对比试样的定义	●	●	■
B.8.3.5.2 标准试样和对比试样的类型与用途	●	●	■
B.8.3.5.3 对比试样设计和制作的要求	●	●	■
B.8.3.5.4 对比试样的选择与使用方法	●	■	■
B.8.4 涡流检测技术与应用			
B.8.4.1 涡流检测的基本技术			
B.8.4.1.1 检测线圈			
(1) 涡流检测探头工作的基本原理	●	●	▲
(2) 各类线圈的结构特点及适用性	●	●	▲
(3) 不同结构线圈对不同缺陷响应的特点	●	●	▲
(4) 差分式线圈与绝对式线圈的性能特点比较	●	●	▲
(5) 检测线圈的发展	■	▲	—
B.8.4.1.2 检测仪器调整			
(1) 涡流仪器主要功能键(旋钮)的功能及调试技能,如频率、相位、增益、提离补偿和报警阈设定等	●	●	■
(2) 涡流检测信号的处理方法及适用性,包括相位分析、频率分析、幅度鉴别和混频处理等技术	●	●	■
(3) 涡流仪器性能要求及评价方法	●	■	▲
B.8.4.2 涡流检测工艺卡编制及检测规程编写	●	■	▲
B.8.4.3 涡流检测技术的应用			

表 B.8 (续)

内容及知识点	各级要求		
	III	II	I
B.8.4.3.1 管、棒和线材的涡流检测技术			
(1) 缺陷位置和取向的影响：涡流路径、透入深度和探头的作用区等	●	●	■
(2) 检测线圈、仪器及方法的选择要求	●	●	■
(3) 检测参数的选择：检测频率、相位和增益等	●	●	■
(4) 噪声抑制技术：相位鉴别、滤波和磁饱和	●	●	■
(5) 耦合的影响：减小和消除振动、中心对准和确定填充系数	●	●	■
(6) 频率、增益、相位调节和检测通道之间的影响	●	●	■
(7) 铁磁性材料检测后的退磁处理及其必要性	●	●	■
B.8.4.3.2 零部件的涡流检测技术			
(1) 零部件制造和使用过程中常见缺陷的类型及检测要求与特点	●	■	▲
(2) 零部件涡流检测仪器、探头及其使用特点	●	■	▲
(3) 扫查方式与扫查速度要求	●	■	■
B.8.4.3.3 管子在役涡流检测技术			
(1) 常见缺陷的类型及检测要求与特点	●	●	■
(2) 多频、多通道涡流检测基本原理	●	■	▲
(3) 混频技术的应用	●	●	■
(4) 缺陷的大小和深度与其信号幅值相位的关系	●	●	■
B.8.4.3.4 材质分选与电导率测量			
(1) 材质分选的特点与局限	●	■	▲
(2) 涡流电导仪工作原理及试验注意事项	●	■	—
(3) 电导率测量方法	●	●	—
B.8.4.3.5 膜层厚度测量			
(1) 电磁测厚的原理及适用性	■	■	▲
(2) 涡流测厚的原理及适用性	■	■	▲
(3) 电磁测厚与涡流测厚技术的区别与联系	■	■	▲
B.8.4.3.6 典型涡流检测信号的特征	●	■	▲
B.8.5 记录、评定及标准			
B.8.5.1 记录			
B.8.5.1.1 检测参数的记录，包括频率、相位和增益等	●	●	■
B.8.5.1.2 被检测到的缺陷特征量的记录，包括相位、幅值和位置等	●	●	■
B.8.5.2 检测结果的分析 and 处理			
B.8.5.2.1 不同涡流检测技术对检测结果的影响	●	■	▲
B.8.5.2.2 不同检测线圈对不同种类缺陷的影响	●	■	▲
B.8.5.2.3 不同参数、不同通道间检测信号的比较与分析	●	■	▲

表 B.8 (续)

内容及知识点	各级要求		
	III	II	I
B.8.5.2.4 区分典型干扰信号(支承板、磁特性变化、尺寸变化等)	●	■	▲
B.8.5.2.5 智能化分析软件的应用	■	—	—
B.8.5.2.6 信噪比的改善	●	■	▲
B.8.5.2.7 伪信号的剔除	●	■	▲
B.8.5.2.8 可疑信号的验证	●	■	▲
B.8.5.3 评定			
B.8.5.3.1 确定缺陷评定的方式:幅值法或阻抗分析法	●	■	▲
B.8.5.3.2 根据检测信号特征(形状、大小和相位等)分析、判定缺陷的性质、位置和大小	●	■	▲
B.8.5.3.3 区分典型干扰信号(支承板、磁特性变化、尺寸变化等)	●	■	▲
B.8.5.4 相关标准			
B.8.5.4.1 一般要求	■	■	▲
B.8.5.4.2 缺陷记录	●	●	▲
B.8.5.5 检测报告的编制、审核和签发检测报告			
B.8.5.5.1 检测报告的编制	●	■	▲
B.8.5.5.2 检测报告的审核和签发检测报告	●	■	▲
B.8.6 电磁检测新技术的发展与应用推广			
B.8.6.1 远场涡流检测技术			
(1) 远场涡流特点及检测系统的组成	●	■	▲
(2) 远场涡流方程	■	▲	—
(3) 远场涡流图	■	▲	—
(4) 远场涡流效应的机理	●	■	—
(5) 远场涡流探头	●	■	—
(6) 远场涡流、脉冲涡流检测技术的特点及适用性	●	■	—
(7) 远场涡流检测实例	■	▲	—
B.8.6.2 阵列涡流检测技术			
(1) 阵列涡流检测的方法原理	●	■	—
(2) 阵列涡流检测技术的优点及应用	●	■	—
B.8.6.3 多频涡流检测技术的特点			
(1) 多频涡流检测基本原理:多元一次方程组消元法、多维空间矢量转换法、矩阵代数法	●	■	▲
(2) 多频分析处理法:电位器组合法、高斯消元法、坐标转换法	●	■	▲
(3) 多频涡流仪器及其应用:热交换管的涡流检测	●	■	▲
(4) 主频与辅频的选定原则及混频技术	●	■	▲
B.8.6.4 脉冲涡流检测技术			
B.8.6.4.1 理论基础			

表 B.8 (续)

内容及知识点	各级要求		
	III	II	I
(1) 脉冲涡流作用原理	●	■	▲
(2) 脉冲涡流渗透深度分析	■	▲	—
B.8.6.4.2 磁场测量及数据采集系统	■	▲	—
B.8.6.4.3 脉冲涡流的特征			
(1) 脉冲涡流信号的来源	■	▲	—
(2) 脉冲涡流信号的特征值提取	■	▲	—
B.8.6.4.4 影响脉冲涡流的因素			
(1) 位置影响	■	▲	—
(2) 脉冲重复频率影响	■	▲	—
B.8.6.4.5 结果分析			
(1) 时域分析	■	▲	—
(2) 频域分析	■	▲	—
(3) 脉冲重复频率的作用	■	▲	—
B.8.6.4.6 厚度及腐蚀测量应用研究	■	▲	—
B.8.6.5 漏磁检测技术			
B.8.6.5.1 漏磁检测的原理及特点	●	■	▲
B.8.6.5.2 磁化原理			
(1) 磁偶极子模型中的磁荷密度	■	▲	—
(2) 有效磁导率和平均磁导率	■	▲	—
(3) 磁隙中磁场和铁磁材料的有效磁导率	■	▲	—
(4) 矩形槽对有效磁导率和平均磁导率的影响	■	▲	—
(5) 外磁化场强度对磁荷密度的影响	■	▲	—
B.8.6.5.3 漏磁检测仪器			
(1) 磁化方式	●	■	▲
(2) 传感器选择	●	■	▲
(3) 通道设计	■	▲	—
(4) 漏磁信号处理	■	▲	—
B.8.6.5.4 漏磁检测的应用			
(1) 储罐底板的检测	●	■	▲
1) 扫查表面条件	●	■	▲
2) 扫查表面的覆盖层	●	■	▲
3) 清洁程度	●	■	▲
4) 腐蚀坑深度	●	■	▲
5) 腐蚀坑体积	●	■	▲

表 B.8 (续)

内容及知识点	各级要求		
	III	II	I
6) 腐蚀坑形状	●	■	▲
7) MFL 检出坑状腐蚀可能性	●	■	▲
(2) 电站锅炉水冷壁腐蚀检测	●	■	▲
(3) 管材、棒材的检测	●	■	▲
(4) 长输和埋地管道的检测	●	■	▲
(5) 钢丝绳的检测	●	■	▲
(6) 铁轨及车轮的检测	●	■	▲
B.8.6.6 金属磁记忆检测技术			
B.8.6.6.1 金属磁记忆概论			
(1) 金属磁记忆无损检测的特点	●	■	—
(2) 金属磁记忆无损检测方法应用现状			
1) 国外研究现状	■	▲	—
2) 国内研究现状	■	▲	—
B.8.6.6.2 与金属磁记忆检测有关的基础知识			
(1) 物质的磁性	■	▲	—
(2) 铁磁性的基本特点	■	▲	—
(3) 磁化曲线和磁滞回线	■	▲	—
(4) 铁磁性材料中的基本现象			
1) 磁晶各向异性	■	▲	—
2) 磁致伸缩	■	▲	—
3) 退磁	■	▲	—
(5) 磁机械效应			
1) 磁扭转效应	■	▲	—
2) 磁弹性效应	■	▲	—
(6) 与磁记忆有关的力学性质			
1) 外力和内力	■	▲	—
2) 应力和应力张量	■	▲	—
3) 应变和应变张量	■	▲	—
4) 应力集中	●	■	▲
5) 圣维南原理	●	■	▲
(7) 铁磁性金属工件的金属磁记忆检测			
1) 铁磁性金属工件的自磁化	●	■	▲
2) 磁记忆检测原理	●	■	▲
B.8.6.6.3 有效场与“分子场”参数的计算			
(1) 铁磁性自发磁化的“分子场”理论	■	▲	—

表 B.8 (续)

内容及知识点	各级要求		
	III	II	I
(2) 与磁记忆有关的能量表述			
1) 磁晶各向异性能	■	▲	—
2) 立方晶系中的磁弹性能、弹性能和应力能	■	▲	—
3) 外场能和退磁能	■	▲	—
(3) 受力铁磁性材料有效场			
1) 铁磁性杆件数学模型	■	▲	—
2) 受力铁磁性杆件有效场的推导	■	▲	—
(4) 分子场参数 α 的表达式			
1) 能量分析	■	▲	—
2) 分子场参数 α 的求解	■	▲	—
(5) 磁致伸缩为正的材料受拉力作用	■	▲	—
(6) 磁致伸缩为负的材料受压力作用	■	▲	—
B.8.6.6.4 金属磁记忆检测技术在火力发电厂部件检测中的应用			
B.8.6.6.4.1 焊接接头磁记忆诊断			
(1) 用途及应用范围	●	■	▲
(2) 焊接接头磁记忆诊断方法	●	■	▲
1) 扫查区域	■	▲	—
2) 最大应力集中区的确定	■	▲	—
3) 焊接接头检测	■	▲	—
(3) 根据检测结果评估焊接接头状态	●	■	▲
B.8.6.6.4.2 螺栓检测	●	■	▲
B.8.6.6.4.3 汽轮机叶片的磁记忆检测			
(1) 概述	■	▲	—
(2) 叶片金属磁化的原因	●	■	▲
1) 叶片金属磁化的条件	■	▲	—
2) 汽轮机叶片运行中的磁化	■	▲	—
(3) 工业试验	●	■	▲
(4) 叶片检测	●	■	▲

表 B.9 瓷绝缘子超声检测

内容及知识点	各级别要求		
	III	II	I
B.9.1 支柱瓷绝缘子及瓷套的材料特性			
B.9.1.1 支柱瓷绝缘子及瓷套的结构类型及失效特征	—	■	▲
B.9.1.2 国内高压支柱瓷绝缘子检测主要方法及其特点	—	▲	▲
B.9.1.3 电瓷的分类、结构和特性	—	▲	—
B.9.1.4 检测区域的确定	—	●	●

表 B.9 (续)

内容及知识点	各等级要求		
	III	II	I
B.9.1.5 声速的测定	—	●	▲
B.9.2 检测工艺编制	—	■	—
B.9.3 试块			
B.9.3.1 支柱瓷绝缘子校准试块	—	■	▲
B.9.3.2 支柱瓷绝缘子对比试块	—	▲	▲
B.9.3.3 瓷套校准试块	—	■	▲
B.9.3.4 瓷套对比试块	—	▲	▲
B.9.4 支柱瓷绝缘子及瓷套超声检测方法			
B.9.4.1 爬波检测法			
B.9.4.1.1 探头的选择	—	●	●
B.9.4.1.2 距离—波幅 (DAC) 曲线的绘制	—	●	●
B.9.4.1.3 灵敏度调整	—	●	●
B.9.4.1.4 缺陷定量和位置的测定	—	●	▲
B.9.4.1.5 支柱瓷绝缘子反射回波特征	—	●	—
B.9.4.1.6 结果评定	—	●	—
B.9.4.2 小角度纵波斜入射检测法			
B.9.4.2.1 探头的选择	—	●	●
B.9.4.2.2 扫描时基线比例的调整	—	■	●
B.9.4.2.3 扫查灵敏度调整	—	●	●
B.9.4.2.4 扫查方式	—	●	●
B.9.4.2.5 缺陷定量和位置的测定	—	●	▲
B.9.4.2.6 支柱瓷绝缘子反射回波特征	—	●	—
B.9.4.2.7 检测结果评定	—	●	—
B.9.4.3 双晶斜探头横波检测法			
B.9.4.3.1 探头的选择	—	●	●
B.9.4.3.2 扫描时基线比例的调整	—	●	●
B.9.4.3.3 扫查灵敏度调整	—	●	●
B.9.4.3.4 双晶斜探头横波法检测瓷套反射回波特征	—	●	—
B.9.4.3.5 双晶斜探头横波法检测结果评定	—	●	—
B.9.5 记录和报告			
B.9.5.1 支柱瓷绝缘子超声波检测结果的记录和报告	—	●	—
B.9.5.2 瓷套超声波检测结果的记录和报告	—	●	—
B.9.6 相关规程及标准	—	●	—

附 录 C
(规范性附录)

电力行业无损检测人员培训经历证明

申请人若不参加本次培训、直接参加本次考核,则应具备曾经接受同方法同级别的培训经历,并在表 C.1 中如实填写培训经历,由培训机构盖章证明。培训机构应经过电力行业电力锅炉压力容器安全监督管理委员会认可。

表 C.1 电力行业无损检测人员培训经历证明

姓名		身份证号码				
a) 取证培训						
无损检测方法	报考Ⅰ级		报考Ⅱ级		报考Ⅲ级	
	实际培训学时 h	考规要求学时 h	实际培训学时 h	考规要求学时 h	实际培训学时 h	考规要求学时 h
RT		40		120		160
UT		40		120		160
MT		32		40		64
PT		32		40		64
EMT		40		80		104
VA		32		40		64
TOFD		40		120		160
PA		40		120		160
GW		40		80		104
PIUT		32		40		64
b) 换证培训						
无损检测方法	报考Ⅰ级		报考Ⅱ级		报考Ⅲ级	
	实际培训学时 h	考规要求学时 h	实际培训学时 h	考规要求学时 h	实际培训学时 h	考规要求学时 h
RT		32		32		32
UT		32		32		32
MT		32		32		32
PT		32		32		32
EMT		32		32		32
VA		32		32		32
TOFD		32		32		32
PA		32		32		32

表 C.1 (续)

无损检测方法	报考 I 级		报考 II 级		报考 III 级	
	实际培训学时 h	考规要求学时 h	实际培训学时 h	考规要求学时 h	实际培训学时 h	考规要求学时 h
GW		32		32		32
PIUT		32		32		32
<p>注 1：以上培训学时包含理论培训和实际操作培训。</p> <p>注 2：无损检测项目及其代号：射线检测 (RT)、超声检测 (UT)、磁粉检测 (MT)、渗透检测 (PT)、电磁检测 (EMT)、振动声学检测 (VA)、衍射时差法超声检测 (TOFD)、相控阵超声检测 (PA)、超声导波检测 (GW) 及瓷绝缘子超声检测 (PIUT)。</p>						

培训机构盖章：

_____年____月____日

附录 D
(规范性附录)
电力行业无损检测人员资格证书 (样式)

电力行业无损检测人员资格证书 (样式) 如图 D.1~图 D.4。


<div>注 意 事 项</div> <div>1. 持证人员从事无损检测工作时，需出示本资格证书。</div> <div>2. 本证书不得涂改，否则被视为无效。</div> <div>3. 持证人员在证书有效期内，若发生检测工作重大责任事故，则本证书被视为无效。</div> <div>4. 持证人员在证书有效期内，若发生检测工作重大中断，则本证书被视为无效。</div> <div>5. 本证书若超过有效期、未进行换证考核且未办理延期换证手续，则证书自动失效。</div> <div>6. 若遗失资格证书，持证人员应及时通过相应考委会向发证机构申请补办。</div> <div>7. 若变更受聘单位，持证人员应及时通过相应考委会向发证机构申请办理证书变更手续。</div>		<div>电力行业无损检测人员</div> <div></div> <div>资 格 证 书</div> <div>电力行业电力锅炉压力容器 安全监督管理委员会</div>
--	--	--

图 D.1 证书封面与封底

电力行业无损检测人员资格证书		考核类别
China Electric Power Industry Qualified Certification for Non-Destructive Testing Personnel		检测方法
<div>一寸 免冠 正面 彩色 照片</div> <div>(照片盖发证机构钢印)</div>		项目类别
		项目名称
		项目代号
姓 名:		资格等级
受聘单位:		发证时间
		到期时间
证书编号: (身份证号)		考核机构
中国电力企业联合会		发证机构 证书专用章
电力行业电力锅炉压力容器安全监督管理委员会		

图 D.2 证书主页

电力行业无损检测人员资格证书 China Electric Power Industry Qualified Certification for Non-Destructive Testing Personnel		考核类别	换证（复试）
一寸 免冠 正面 彩色 照片 (照片盖发证机构钢印)		检测方法	超声检测
		项目类别	A—基本技术类
		项目名称	脉冲反射法超声检测
姓名:	×××	项目代号	UT
受聘单位:	某电力科学技术研究院	资格等级	Ⅲ级
证书编号: (身份证号)	000000000000000000	发证时间	2013年8月21日
中国电力企业联合会 电力行业电力锅炉压力容器安全监督管理委员会		到期时间	2017年8月20日
		考核机构	中国电力行业无损检测人员 资格考核委员会
		发证机构 证书专用章	电力行业电力锅炉压力容器安全 监督管理委员会证书专用章

图 D.3 证书示例一

电力行业无损检测人员资格证书 China Electric Power Industry Qualified Certification for Non-Destructive Testing Personnel		考核类别	取证（初试）
一寸 免冠 正面 彩色 照片 (照片盖发证机构钢印)		检测方法	超声检测
		项目类别	B—特殊技术类
		项目名称	衍射时差法超声检测
姓名:	×××	项目代号	TOFD
受聘单位:	某发电有限责任公司	资格等级	Ⅱ级
证书编号: (身份证号)	000000000000000000	发证时间	2013年8月21日
中国电力企业联合会 电力行业电力锅炉压力容器安全监督管理委员会		到期时间	2017年8月20日
		考核机构	西南电力无损检测人员 资格考核委员会
		发证机构 证书专用章	电力行业电力锅炉压力容器安全 监督管理委员会证书专用章

图 D.4 证书示例二