

中国科协青年科学家论坛（139次活动）
机械装备失效分析技术研究专题报告

失效分析
与检查机构认可

2007.12.02

失效

零件或部件处于下列三种状态之一，就被认为是失效。

1. 当它完全不能工作时；
2. 仍然可以工作，但已不能令人满意地实现预期的功能时；
3. 受到严重损伤不能可靠而安全地继续使用，必须立即从产品或装备拆下来进行修理或更换时。

-- 产品丧失规定的功能称为失效

摘自美国《金属手册》

失效的分类

1. 功能失效：导电、导热、导磁等功能下降
2. 过量变形失效：
 - (1) 变形超限
 - (2) 蠕变
 - (3) 蠕变压弯
3. 表面损伤失效
 - (1) 卡死
 - (2) 过载压痕
 - (3) 擦伤
 - (4) 剥落
 - (5)
 - 1) 粘着磨损
 - 2) 磨粒磨损
 - 3) 接触疲劳磨损
 - 4) 腐蚀磨损
 - 5) 冲击磨损
 - 6) 冲蚀磨损
 - (6)
 - 1) 整体腐蚀
 - 2) 电化学腐蚀
 - 3) 缝隙腐蚀
 - 4) 点蚀
 - 5) 晶间腐蚀
 - 6) 选择腐蚀
 - 7) 生物腐蚀
 - 8) 浸蚀
 - 9) 气蚀
 - 10) 氢损伤
 - 11) 液态金属腐蚀
4. 断裂失效
 - (1) 冲击断裂
 - (2) 疲劳断裂
 - 1) 高温疲劳
 - 2) 高频疲劳
 - 3) 低频疲劳
 - 4) 热疲劳
 - 5) 冲击疲劳
 - 6) 腐蚀疲劳
 - (3) 蠕变-疲劳组合断裂
 - (4) 热振
 - (5) 低温脆断
 - (6) 室温静载脆断
 - (7) 持久断裂
 - (8) 应力腐蚀断裂
5. 裂纹失效
 - (1) 使用裂纹
 - 1) 冲击裂纹
 - 2) 氢脆裂纹
 - 3) 应力腐蚀裂纹
 - 4) 疲劳裂纹
 - 5) 热龟裂纹
 - (2) 铸造裂纹：
 - 1) 铸造热裂纹
 - 2) 铸造冷裂纹
 - 3) 铸造机械裂纹
 - (3) 锻造裂纹
 - 1) 毛细裂纹
 - 2) 端部裂纹
 - 3) 加热裂纹
 - 4) 龟裂裂纹
 - 5) 加热不透裂纹
 - 6) 十字裂纹
 - 7) 分模面裂纹
 - 8) 冷却裂纹
 - (4) 焊接裂纹
 - 1) 热裂纹
 - 2) 冷裂纹
 - 3) 延迟裂纹
 - 4) 再热裂纹
 - 5) 应变硬化裂纹
 - (5) 热处理裂纹
 - 1) 淬火冷却裂纹
 - 2) 淬火加热裂纹
 - 3) 未及时回火裂纹
 - (6) 机加工裂纹：
 - 1) 磨削裂纹
 - 2) 振动裂纹

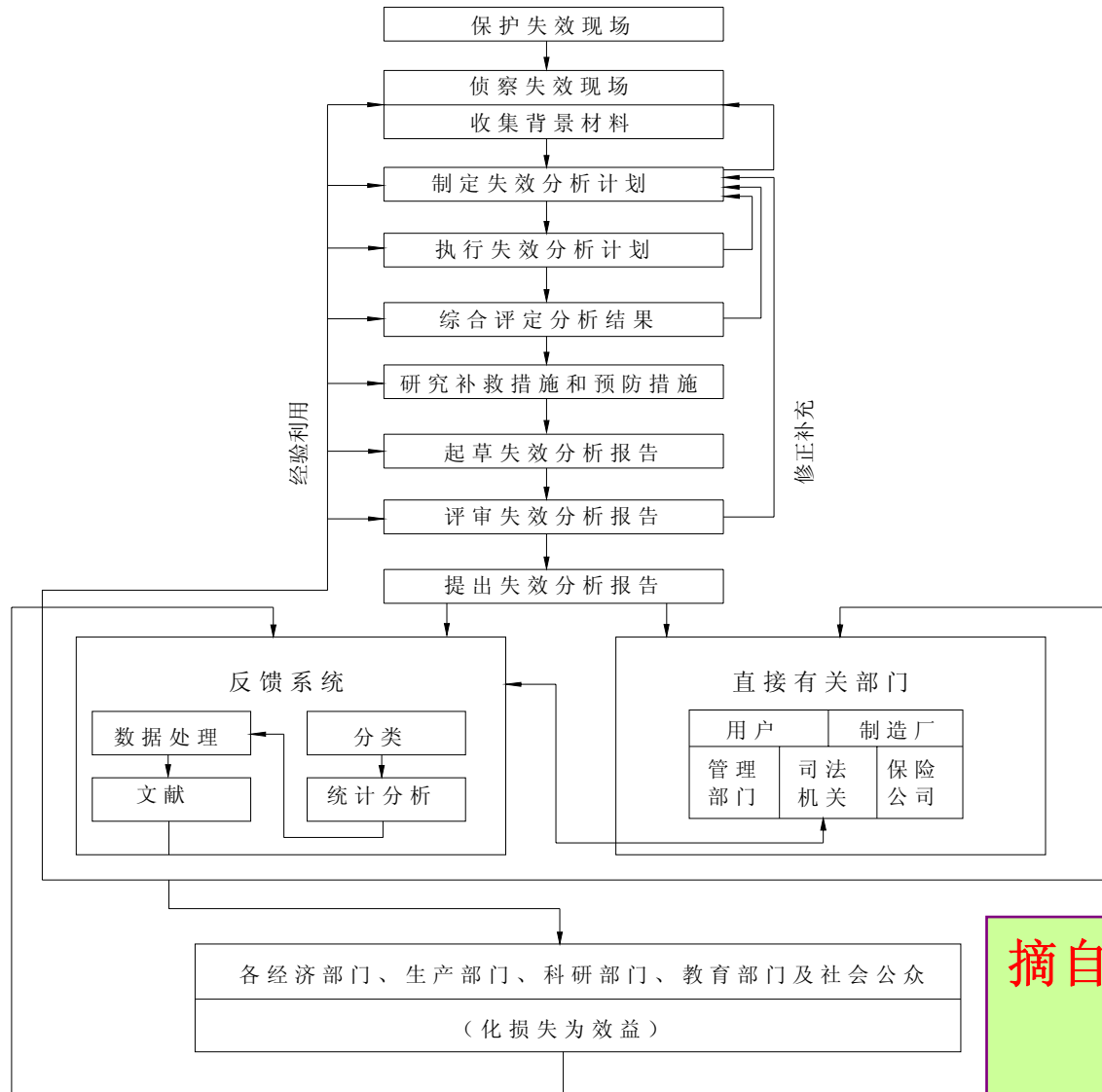
摘自《材料质量检测与分析技术》

失效分析

为研究失效的原因，确定失效的模式或机理，并采取补救或预防措施以防失效再度发生而进行的技术活动和管理活动。

- 失效分析的结果，不仅是要指出失效的模式、机理，以及导致失效的主要原因，更要求能提出避免同类事故重复发生的措施或对策。
- 失效分析不光是技术活动，同时（或者某种意义上更重要的）也是一种管理活动，特别是对复杂系统。

失效分析工作流程图



摘自《材料质量检测与分析技术》

从事失效分析应遵循的原则

- 实事求是的工作态度，保持公正立场，不受外界影响
- 有的放矢，根据需要确定分析的深度和范围，从而采取相应的技术路线和分析程序
- 看问题要全面，避免技术上的局限性
- 亲临现场调查，掌握第一手资料
- 制定正确的取样方案
- 认真制定分析研究程序，善于利用一切检测手段，捕捉失效的信息和证据
- 做到：分析数据可靠，判断论据充分，报告结论慎重，制定措施可行
- 集成协作，依靠不同学科背景和不同经验的科技人员共同努力，多兵种联合作战

一般采用的分析检测手段

- 化学分析
- 宏观（低倍）分析
- 断口分析
- 微观组织分析
- X-射线衍射分析
- X-射线能谱分析
- X-射线应力分析
- 力学性能试验
- 无损检测

失效分析与产品质量的关系

- 据统计，由于管理不当造成的失效占总失效数的70%，如果全面质量管理工作不严，任何一道工序都可能产生缺陷，在一定条件下成为失效的主要根源；
- 失效是产品质量控制网络偏差的反映，失效分析是全面质量管理的重要环节，各企业应重视产品的失效分析问题，把失效分析纳入质量管理体系，充分发挥失效分析在提高产品质量和产品国产化过程中的作用；
- 质量控制的有效配置在于“保证质量的实际效果与成本利益和风险度的协调”，控制不当将使质量管理和产品成本增加或招致失效风险，导致产品质量下降，无论从技术上还是从经济上，都没有必要要求产品“永不失效”；
- 企业领导应关心产品投放市场前和后的失效及失效分析的信息，找出技术上的原因并从管理上采取措施，切实改进产品质量，提高企业核心竞争力。

失效分析在社会经济中的作用

- 通过失效分析，可以提高产品质量，防止失效的重复发生，避免造成进一步的经济损失。
- 通过大量的失效经验教训，为机械产品的设计、加工、选材、制造、修复提供依据。同时也可以作为修订或制定技术规范，规程，标准，法规的重要依据。
- 通过失效分析，提出许多针对性很强的预防措施，消除事故隐患，避免重大事故的发生。同时也可以为出现重大事故时应该采取什么样的应急措施提供依据。
- 仲裁性失效分析，可以为裁决事故责任，开展技术保险业务，为人民法院有关案件的判决，及侦破刑事案件提供可靠的科学依据。
- 失效分析可为各级领导进行宏观经济和技术决策提供重要的科学的信息。

2007年全国失效分析学术会议上宋天虎說

- 机电装备的失效率代表一个国家或一个企业机电产品设计与制造的质量水平。失效事故发生后，能否在短期内做出正确的判断，从而采取预测和预防的办法，反映出一个国家相关学科人员的科技水平。失效分析往往是一个十分复杂的过程，尤其是一个大系统的失效分析，通常其工作条件复杂、疑点多、难度大，在很多情况下还要求具有不同学科背景和不同经验的科技人员共同努力，多兵种联合作战。

看来失效分析非常重要

我想知道...

谁来认可我们的工作???

领导

客户

行业

第三方认可

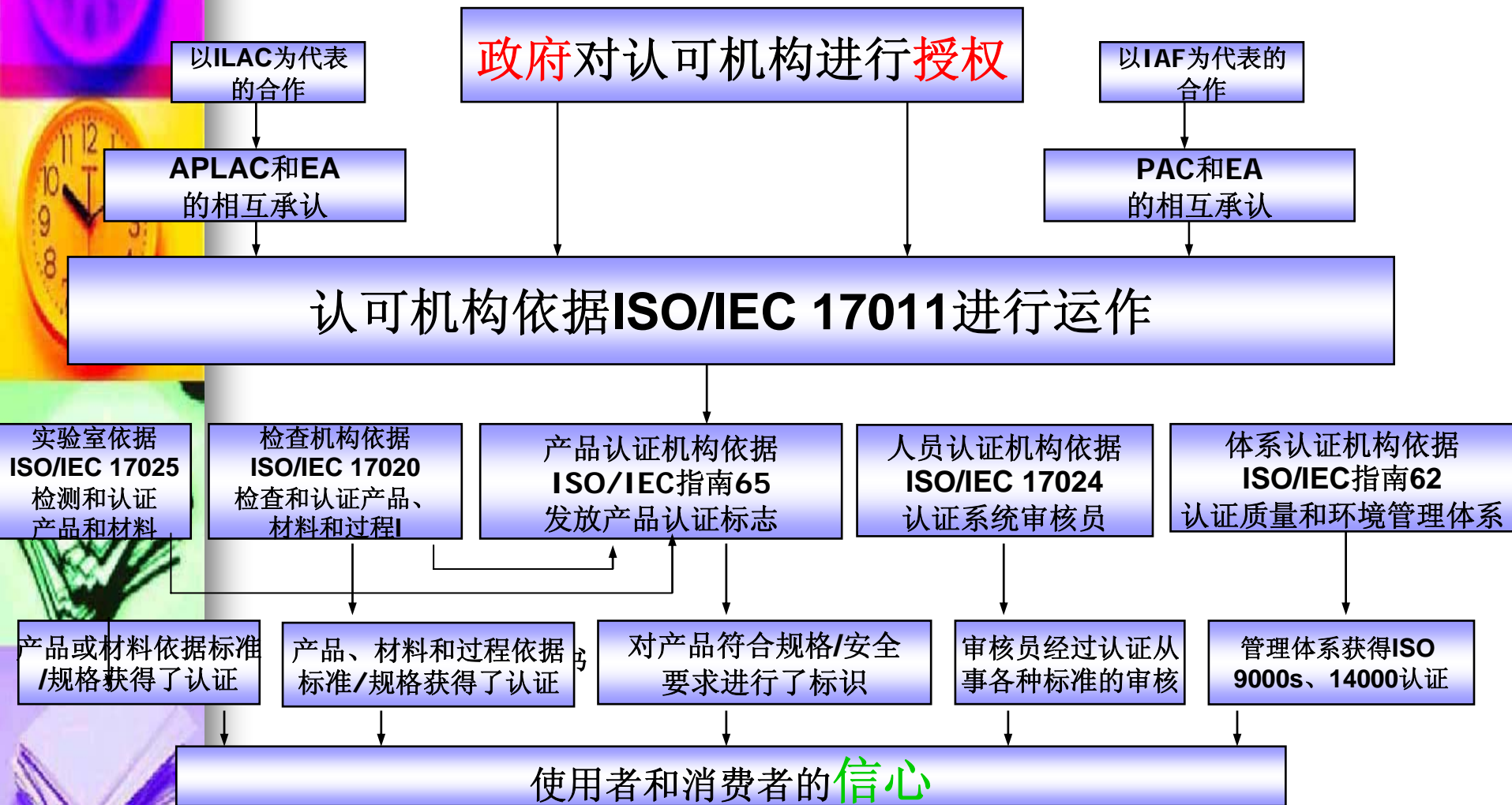
什么是认可？

- 正式表明合格评定机构具备实施特定合格评定工作的能力的第三方证明。

（摘自ISO/IEC 17011:2004）

“Third-party attestation related to a conformity assessment body conveying formal demonstration of its competence to carry out specific conformity assessment tasks.”

合格评定的基础结构图



为什么要认可？

- 为了使公众、工业界和政府相信，体系、产品、过程和服务的独立的评审者是有能力的，其操作时完善的。

这里的评审者是指实验室、检查机构和认证机构

什么是产品认证? product certification

- 产品认证是一种间接的合格评定方式，适合于批量生产的产品，通常通过对产品设计的验证，对生产过程的质量控制和质量管理体系的评审以及随后的抽查，来证明较长期间生产的产品与特定要求的符合性。

什么是检查? inspection

- 对产品设计、产品、服务、过程或工厂的核查，并确定其相对于特定要求的符合性，或在专业判断的基础上，确定相对于通用要求的符合性。

什么是检测? testing

- 对给定的产品，按照规定程序确定某一种或多种特性、进行处理或提供服务所组成的技术操作。

产品认证、检查、检测的关系

- 许多类型的检查都涉及到确定被检查对象按通用要求是否可以被接受的专业判断，这是检查与检测及产品认证在定义上的重要区别。
- 通常情况下，检查是直接确定某一复杂或关键的产品或一小系列产品与特定或通用要求的符合性；而产品认证主要是间接确定较长期间生产的产品与特定要求的符合性。检查领域中有运行中的产品检查（运行检查），而产品认证中则没有运行中的产品认证。
- 检测仅针对软、硬件产品；检查还包括过程、设施、系统、人员等。
- 检测给出结果；检查给出结论。
- 检查人员具有专业判断和综合判断的能力，这些能力是建筑在丰富的产品生产制造维护使用方面的知识和持续培训的积累。

检查机构 **inspection body**

- 从事检查活动的机构。

注：这个机构可以是一个组织，或一个组织的一部分。

失效分析是一种
检查活动？！

中国建立统一的国家认可体系

中国合格评定国家认可委员会
(CNAS)

China National Accreditation Service
for Conformity Assessment
(CNAS)

<http://www.cnas.org.cn>

CNAS简介

- 成立于2006年3月31日；
- 由原中国实验室国家认可委员会（CNAL）和原中国认证机构国家认可委员会（CNAB）合并而成；
- 由国家认监委授权；
- 根据有关法律法规；
- 承担国家的统一认可：
 - 认证机构
 - 检查机构
 - 实验室

全体委员会组成

■ 全体委员会由 63 名代表组成：

- 政府部门
- 合格评定机构
- 合格评定机构服务对象
- 合格评定机构结果使用方
- 技术专家

■ 委员会的组成确保：

- 各有关方的参与
- 利益均衡

最高权利机构

全体委员会

执行委员会

评定委员会

申诉委员会

认证机构技术委员会
(下设专业委员会)

实验室技术委员会
(下设专业委员会)

检查机构技术委员会
(下设专业委员会)

秘书长

认可委员会秘书处

副秘书长

秘书长助理

办公室

人事处

财务处

综合业务处

认证机构处

实验室处

检查机构处

能力验证处

评定处

评审员处

技术处

国际合作处

质量处

督查处

实验室

检查机构

认证机构
(体系、产品、人员)

ISO/IEC17020的产生与发展

- **ISO/IEC导则39 :1988 《检查机构认可的通用要求》**
- **EN45004:1995 《各类检查机构的通用要求》**
- **ISO/IEC17020 :1998 《各类检查机构的通用要求》 (合并 ISO/IEC导则57: 1991 《检查结果表述的指南》 的内容)**
- **ILAC/IAF关于ISO/IEC 17020标准的应用指南的最新版本IAF/ILAC A4:2004**

ISO/IEC17020的产生与发展

- GB/T 18346:2001 《各类检查机构能力的通用要求》 (General criteria for the operation of various types of bodies performing inspection) 2001-10-01 实施
- CNAS-CI01:2006 《检查机构能力认可准则》 (Accreditation Criteria for the Competence of Inspection Bodies) 2006-07-01 实施
- CNAS-CI02:2006 《检查机构能力认可准则的应用说明》 (Guidance on the Application of Inspection Body Competence Accreditation Criteria) 2006-07-01 实施

ISO/IEC17020条款内容

- 1、范围
- 2、定义
- 3、管理要求
- 4、独立性、公正性和诚实性
- 5、保密性
- 6、组织和管理
- 7、质量体系
- 8、人员

- 9、设施和设备
- 10、检查方法和程序
- 11、检查样品和项目的处理
- 12、记录
- 13、检查报告和检查证书
- 14、分包
- 15、申诉、投诉
- 16、合作

ISO/IEC17020与ISO/IEC17025条款对照

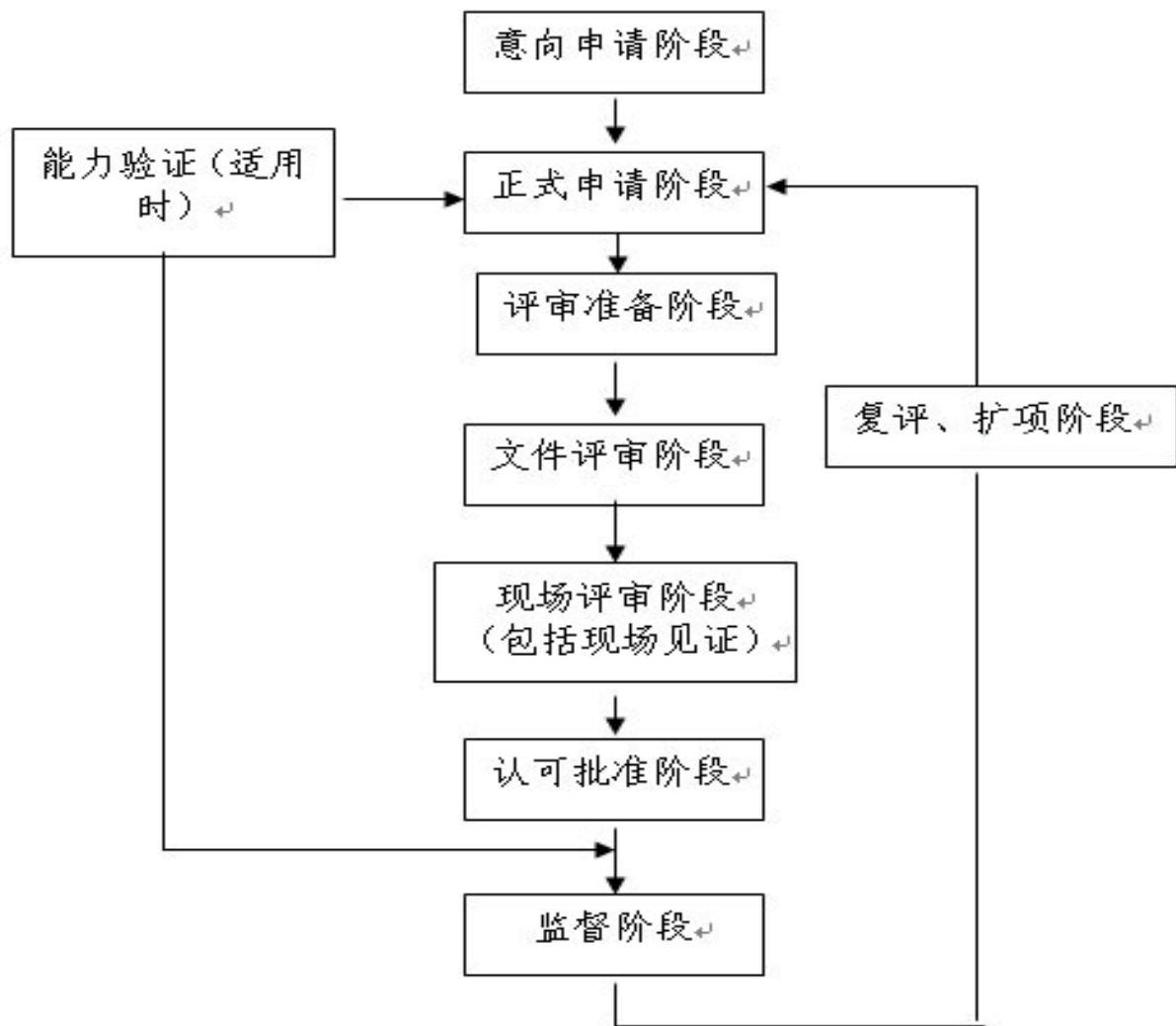
- 3、管理要求
- 4、独立性、公正性和诚实性
- 5、保密性
- 6、组织和管理
- 7、质量体系
- 8、人员
- 9、设施和设备
- 10、检查方法和程序
- 11、检查样品和项目的处理
- 12、记录
- 13、检查报告和检查证书
- 14、分包
- 15、申诉、投诉
- 16、合作

- 4 管理要求 4.1 组织 4.2 管理体系 4.3 文件控制 4.4 要求、标书和合同的评审 4.5 检测和校准的分包 4.6 服务和供应品的采购 4.7 服务客户 4.8 投诉 4.9 不符合检测和/或校准工作的控制 4.10 改进 4.11 纠正措施 4.12 预防措施 4.13 记录的控制 4.14 内部审核 4.15 管理评审
- 5 技术要求 5.1 总则 5.2 人员 5.3 设施和环境条件 5.4 检测和校准方法及方法的确认 5.5 设备 5.6 测量溯源性 5.7 抽样 5.8 检测和校准物品的处置 5.9 检测和校准结果质量的保证 5.10 结果报告

检查机构认可的作用和意义

- 表明具备了按有关国际认可准则开展检查服务的技术能力；
- 增强市场竞争能力，赢得政府部门、社会各界的信任；
- 获得签署互认协议方国家和地区认可机构的承认；
- 有机会参与国际间合格评定机构认可双边、多边合作交流；
- 可在认可的范围内使用**CNAS**国家认可标志；
- 列入获准认可机构名录，提高知名度。

检查机构认可流程



CNAS检查机构认可发展历程

- CNAS检查机构认可工作开始于2002年，经历了从无到有，从小到大的历程，并保持了与国际同步发展的特点。

最初认可的检查领域：

- 设备监造；
- 商品检验。

首家获认可的机构：华信技术检验有限公司

- 2004年8月以零缺陷的优异成绩通过了APLAC的国际同行评审，并于当年签署了检查机构认可国际相互承认协议。刚刚过去的2007年8月6日-11日，我们再次以零缺陷的优异成绩通过了APLAC的复评审。
- CNAS检查机构认可工作已整体处于亚太领先水平，在全球认可界树立了良好的形象，获得了广泛尊重和好评。

检查机构认可的领域

- 特种设备检验、爆炸性环境用设备监督检验、工程建设、商品检验、信息安全测评、健康检查、CCC工厂检查、生产许可证工厂检查及其他工厂检查、机电设备制造监督、危险品检验、运输条件检查、消防工程验收、道路交通工程检验、机动车安全检验、健康检查等。

认可信息统计

- 截至2007年10月31日，共认可实验室2977个(其中检测实验室2530家、校准实验室409家、能力验证计划提供者11家、生物安全实验室15家、医学实验室9家、标准物质生产者3家)；检查机构91家。
- 累计撤销各类机构的认可资格136家，其中认证机构14家、实验室114家、检查机构8家。
- 累计注销各类机构的认可资格116家，其中认证机构10家、实验室105家、检查机构1家。

失效分析中的标准化支撑

- 为失效分析工作制定法规和技术标准，使之得到法制的监督和保障，以保持其科学性、公正性和权威性。
- 失效判据的标准化，不同材料标准规定了其不同功能（包括成分、力学性能、组织、表面完整性、品种、规格）。
- 失效分析手段和检测方法的标准化，确保准确发掘和认识失效残骸上的遗留信息，以延伸和补充人类的感官器官功能。
- 大量的失效经验教训，可以作为修订或制定技术规范，规程，标准，法规的重要依据。

共同商榷

- 共同努力将失效分析活动列入检查机构认可范围。
- 通过对失效分析流程的分析，提出失效分析认可的规范工作流程，建立失效分析机构实现有效性认可的基本条件，以提高失效分析机构及相关实验室的核心竞争力。
- 建立“在认可活动中失效分析活动的规范程序和认可基本要求”。
- 建立“检查机构认可准则在产品失效分析领域的应用说明”。
- 规范失效分析记录、报告格式和收费指导。
- 失效分析中的风险机制。



多谢!

鄢国强
上海材料研究所
www.gqyan.com
gqyan@sct.org.cn