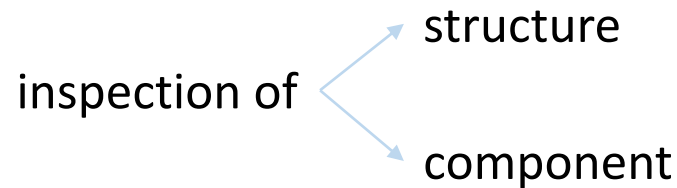


بازرسی و ارزیابی یک سازه (مجموعه ای از قطعات) یا یک مولفه (قطعه) به هر طریق ممکن بدون باقی گذاشتن اثر مخرب در آن



آزمون غیر مخرب عملیاتی است که بازرسی و یا آزمون (تست) قطعات، و یا مجموعه ای از قطعات را با استفاده از روشهایی که بر کارآیی نهایی آنها تاثیر نمی گذارند، شامل می گردد.

<http://www.asnt.org/ndt/primer1.htm>

Nondestructive testing (NDT) has been defined as comprising those test methods used to examine an object, material or system without impairing its future usefulness. The term is generally applied to nonmedical investigations of material integrity.

به عبارت دیگر : بازرسی قطعه بدون تخریب نمودن آن

نام های مختلف بازرسی های غیر مخرب

- | | |
|--|---|
| 1. Nondestructive Testing NDT | آزمون غیر مخرب (صنایع غیر نظامی مانند نفت، راه آهن و عمران) |
| 2. Nondestructive Evaluation NDE | ارزیابی غیر مخرب (مراکز تحقیقاتی) |
| 3. Nondestructive Inspection NDI | بازرسی غیر مخرب (صنایع هوایی) |
| 4. Nondestructive Examination NDEx | آزمایش غیر مخرب (آزمایشگاههای تحقیقاتی) |
| 5. Nondestructive Characterization NDC | تعیین غیر مخرب ویژگی ها |

هدف بازرسی:

- شناسایی عيوب to detect flaws
- اندازه گیری ساختار مواد و ترکیبات آن
determine material structure or composition
- اندازه گیری خصوصیات هندسی (ابعادی)
measure geometric characteristics
- اندازه گیری خواص فیزیکی، الکتریکی، حرارتی
characterize physical, electrical, or thermal properties

روش های بازرسی غیرمخرب روشهای استاندارد

1. بازرسی چشمی

1. *Visual Inspection (VT)*

2. مایع نافذ

2. *Liquid Penetrant (PT)*

3. ذرات مغناطیسی

3. *Magnetic Particle (MT)*

4. جریان گردابی

4. *Eddy Current (ET)*

5. فراصوتی

5. *Ultrasonic (UT)*

6. پرتو نگاری

6. *Radiography (RT)*

روشهای نوپهور:

۷- حرارت نگاری

۸- شیروگرافی

New and emerging technologies:

7- *Thermography (IRT)*

8- *Shearography (ST)*

سیستم گواهینامه بازرسی غیر مخرب:

چندین سیستم جهانی گواهینامه برای بازرسی غیر مخرب وجود دارد اما در یک دسته بندی کلی به دو دسته تقسیم می شوند.

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| employer-based certification systems | 1. سیستم گواهینامه مبتنی بر کارفرما |
| central certification systems | 2. سیستم گواهینامه مرکزی |

سیستم های صدور گواهینامه بر مبنای کارفرما، سیستم هایی هستند که کارفرمایان خود مسئول برگزاری آموزش و امتحانات صلاحیت کارکنان بوده و مستند سازی آموزش، امتحانات و کار عملی را بر اساس یک استاندارد مبتنی بر کارفرما، انجام می دهند. اکثر سیستم های مبتنی بر کارفرمایان اجازه می دهند که کارفرمایان خدمات آموزشی و امتحانات ارائه شده توسط سازمان های خارجی را قبول کنند (مراکز صدور گواهینامه)، در صورتی که به درستی مستند شده و کارفرما تعیین کرده است که محتوای این خدمات مطابق با الزامات شرکت می باشد که بر اساس تجربیات مکتوب آن شرکت بدست آمده است.

سیستم های صدور گواهینامه مرکزی سیستم هایی هستند که امتحانات صلاحیت توسط یک سازمان صدور گواهینامه مستقل (شخص ثالث third-party) بر اساس یک استاندارد صدور گواهینامه مرکزی برگزار می شود. برای واجد شرایط بودن در این امتحانات، کاندیداهای احتمالی باید مستندات قابل قبولی از آموزش و تجربه خود را به سازمان صدور گواهینامه ارائه دهند. پس از اتمام موفقیت آمیز امتحانات سیستم شخص ثالث، سازمان صدور گواهینامه گواهی می کند که صاحب گواهینامه مطابق با الزامات مورد نظر در سیستم صدور گواهینامه شخص ثالث، آزمونها را با موفقیت گذرانده است. پس از آن کارفرما می تواند گواهینامه های شخص ثالث را به عنوان مدرک تحصیلی بپذیرد. همانند سیستم های مبتنی بر کارفرما، کارفرما مسئولیت نهایی را برای تایید (صدور مجوز) صاحب گواهینامه برای انجام وظایف بازرسی غیرمخرب را دارد.

سیستم های صدور گواهینامه مرکزی

- ISO 9712: International
- SNT-TC-1A (ASNT): USA
- ACCP: USA
- PCN: United Kingdom
- EN-473: Europe (Germany)
- CAN-CGSB-48.9712: Canada
- MIL-STD-410: USA (changed to NAS 410)
- ISIRI 6725 :IRAN

- سطح یک (Level I): کالیبراسیون دستگاه، انجام آزمون و ارزیابی نتایج طبق دستورالعمل کتبی
- سطح دو (Level II): آماده سازی و کالیبراسیون دستگاه، تفسیر و ارزیابی نتایج بر طبق استاندارد و تنظیم گزارشات
- سطح سه (Level III): ارائه روش انجام آزمایش، تفسیر استانداردها و ارائه رهنمود در مورد چگونگی انجام آزمایش، آشنایی با روشهای معمول انجام آزمونهای غیرمخرب

داده های بازرسی غیرمخرب

بازرسی غیرمخرب هواپیما، موشک، موتور، و تجهیزات جانبی، اطلاعات وضعیت مواد و قطعات را برای مهندسين و مدیران در دفتر برنامه سیستم (System Program Offices - SPO) فراهم می کند. SPO از این اطلاعات برای مدیریت نگهداری تجهیزات استفاده می کند.

برنامه های مدیریت ساختاری Structural Management Programs

چندین برنامه عمده از داده بازرسی غیرمخرب استفاده می کنند. برنامه عمردهی هواپیما (Aging Aircraft) (Program-AAP) به دنبال حفظ ناوگان هواپیمائی از "گهواره تا گور" می باشد و تکنولوژی موجود را برای حفظ هواپیما و/یا گسترش عمر مفید آن به کار می گیرد. دو برنامه خاص با استفاده از AAP عبارتند از:

- برنامه یکپارچگی ساختاری هواپیما Aircraft Structural Integrity Program (ASIP)
- برنامه یکپارچگی ساختاری موتور Engine Structural Integrity Program (ENSIP)

یکپارچگی ساختاری هواپیما (ASIP)

ASIP برنامه ای است که عمر ساختاری یک هواپیما را تعیین می کند. هندبوک MIL-HDBK-1530 به الزامات برنامه ASIP می پردازد. تولید کنندگان هواپیما

(Boeing Military Aerospace Company, Lockheed-Martin Aerospace Company, Northrop-Grumman, etc.)

برنامه طرح اصلی ASIP (Master Plane) را با توجه به هندبوک MIL-HDBK-1530 می نویسند. این طرح، مأموریت، الزامات طراحی و مفروضات عملیاتی، مناطق بازرسی، روش بازرسی پیشنهاد شده و معیارهای ترک بحرانی را برای ارزیابی وضعیت هواپیما تشریح می کند. مراکز پشتیبانی هوایی (Air Logistics Centers -ALC)، تعدادی از مهندسان مواد و سازه را که از داده های بازرسی غیرمخرب برای تعیین شرایط ایمن عملیات هواپیما استفاده می کنند، نزد خود نگه می دارند. تولید کننده اصلی هواپیما نیز یک کادر مشابه از مهندسان را حفظ می کند. تلاش های مشترک تولید کننده هواپیما و مراکز پشتیبانی هواپیما، شرایط عملیات ایمن هواپیما، فواصل بازرسی توصیه شده و شرایط بازرسی را تعیین می کند.

یکپارچگی ساختاری موتور (ENSIP)

ENSIP عمر ساختاری اجزای موتور را تعیین می کند. یک سازنده موتور مانند

Pratt-Whitney, General Electric, Rolls Royce, Allison, etc.

یک برنامه ENSIP را برای هر موتور ارائه می دهند. تولیدکنندگان و مراکز پشتیبانی هوایی، یک کادر مهندسان مواد و سازه را برای ارزیابی ساختار موتور حفظ می کنند. این برنامه، توصیف نیازهای طراحی و مفروضات عملیاتی، زمینه های بازرسی، روش بازرسی پیشنهاد شده و معیارهای ترک بحرانی برای ارزیابی وضعیت موتور است. اجزای موتور، هر دو زمینه آسیب **خستگی سیکل بالا و سیکل پایین** را دارند. برخی از زمینه های آسیب ها ترکیبی از **درجه حرارت بالا، فرسایش، خوردگی و آسیب خستگی** هستند. بازرسی اضطراری موتورها در میدان و آشیانه depots انجام می شود و بازرسی های دقیق تر و عمیق در سطح اورهال انجام می شود. تمام بازرسی ها به همان اندازه برای عملکرد ایمنی موتور اهمیت دارند و اطلاعات را به مدیران و مهندسان موتور ارائه می دهند.

مکانیسم استفاده از داده های بازرسی غیر مخرب

در اینجا برخی از مکانیسم های خاصی که توسط برنامه های گفته شده برای ارزیابی داده های بازرسی غیر مخرب مورد استفاده قرار می گیرند، ارائه می شود.

ارزیابی قابلیت دوام و تحمل آسیب (DADTA) Durability and Damage Tolerance Assessment

- ارزیابی قابلیت دوام (**Durability Assessment**)، توانایی هواپیما برای مقاومت در برابر شرایط عملیاتی عادی است و اینکه هواپیما همچنان عملیاتی باشد.
- ارزیابی تحمل آسیب (**Damage Tolerance Assessment**)، توانایی ادامه به کار هواپیما بعد از ایجاد خسارت است.

Advanced NDT

ترکیبی از ارزیابی قابلیت دوام و تحمل آسیب برای پیش بینی ویژگی های عملکرد امن هواپیما استفاده می شود. تجزیه و تحلیل DADTA از آزمون خستگی، گزارش های میدانی، و مفروضات آسیب ناشی از عیب گرفته شده است. مهندسان DADTA یک عیب با اندازه مشخص را در سازه هواپیما فرض می کنند. آنها از مدل های کامپیوتری برای پیش بینی رشد این عیب تا اندازه بحرانی استفاده می کنند. فاصله زمانی، در شرایط عملیاتی نرمال مورد نیاز برای رشد یک ترک از اندازه فرض شده به یک اندازه بحرانی، تقریباً برابر زمان بین دو سیکل تعمیر یا بازرسی آشیانه است. برای اندازه اولیه فرض شده ترک، DADTA اغلب از اندازه های ترک به دست آمده از مطالعات احتمال آشکارسازی Probability of Detection (POD) و گزارشات میدانی استفاده می کند. این به این معنی است که مهم نیست چه نوع بازرسی مورد استفاده قرار گیرد، بلکه بازرس باید هوشیار باشد تا بتواند خصوصیات هر عیبی را که پیدا می کند، تعیین کند. زیرا این اطلاعات برای مدیریت هواپیما برای عملیات ایمن مورد استفاده قرار می گیرد.

مکانیک شکست Fracture Mechanics

طراحان هواپیما از یک فرآیند برای طراحی سازه هواپیما به نام "مکانیک شکست" استفاده می کنند. مکانیک شکست از اصل "نشت قبل از شکستن" "leak before break" استفاده می کند. طراحی سازه بحرانی بر این اصل متکی است. هر ماده دارای یک درجه چقرمگی (سختی شکست toughness) و یا مقاومت در برابر آغاز ترک است. هر ماده دارای درجه تحمل آسیب (قابلیت دوام) یا مقاومت در برابر رشد ترک است. اثر ترکیبی چقرمگی و قابلیت دوام، استفاده از مواد در طراحی هواپیما را تعیین می کند. طراح با استفاده از اطلاعات مربوط به ویژگی مواد برای طراحی یک قطعه، امکان تشخیص وجود یک ترک یا عیب را در زمان طولانی قبل از اینکه نقص موجب شکست کامل سازه شود، فراهم می کند. در مورد مخازن تحت فشار، مخازن قبل از اینکه از کار بیفتند، "نشت" می کنند. بازرسی غیر مخرب نقش مهمی در مکانیک شکست دارد. از آنجایی که هر قطعه ای در یک هواپیما قادر به "نشت" نیست، بازرسی غیر مخرب یک روش تشخیص است که متکی به مهندسين می باشد. بکارگیری صحیح و دقیق بازرسی غیر مخرب، باعث می شود که عیب قبل از اینکه قطعه از کار بیفتد پیدا شود.

ابزار جمع آوری داده های بازرسی غیر مخرب

مطالعات احتمال تشخیص (POD) Probability of Detection

مقدار 90% POD برآوردی از اندازه نقص است که یک بازرس میتواند ۹ بار از ۱۰ بار پیدا کند. محدوده اطمینان 95% (همچنین به عنوان 90/95 POD شناخته می شود) اطلاعاتی در مورد تغییرپذیری آزمایش POD (مانند تعداد نمونه های دارای عیب و سالم مورد بازرسی و توزیع ترک ها در نمونه ها) را فراهم می کند. 90% POD برای ارزیابی توانایی های فردی و یا مقایسه توانایی سیستم ها یا روش های بازرسی استفاده می شود. مهندسان ارزیابی ریسک می توانند از محدوده اطمینان ۹۵٪ (90/95 POD) برای تعیین و برنامه ریزی بازرسی های اولیه و تکراری برای یک کاربرد خاص استفاده کنند. اطلاعات بیشتر در مورد ارزیابی POD در MIL-HDBK-1823، ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم ارزیابی غیرمخرب، در <https://assist.daps.dla.mil/quicksearch> موجود است.

بازرسی وضعیت تحلیلی (ACI) Analytical Condition Inspection

بازرسی های ACI گاهی اوقات برای موقعیت های خاصی از هواپیما مورد نیاز است. بازرسی ACI به بازرسی های عادی روزانه اضافه می شود تا تعیین شود که آیا موقعیت های آسیب دیده ای که تحت برنامه ASIP، ENSIP یا سایر برنامه های تعمیر و نگهداری قرار نگرفته اند، وجود دارند؟ هنگامی که مهندسان دلیلی بر این اعتقاد بیابند که ممکن است آسیب در نقاطی از هواپیما که معمولاً بازرسی نمی شوند، پیدا شود؛ به بازرسی های ویژه نیاز دارند. این بازرسی ها فراتر از آن چیزی است که به طور معمول در ASIP یا تعمیر در آشیانه (PDM) Worked Depot Maintenance مورد نیاز است. نتایج ACI ممکن است بر بازرسی های آینده ASIP و PDM تاثیر بگذارد.

1. Bray, D.E. and Stanley, R.K.; "Nondestructive Evaluation: A Tool in Design, Manufacturing and Service," CRC Press, Inc., 1997. (Nopardazan Publishers)
2. Bray, D.E. and McBride, D.; "Nondestructive Testing Techniques," John Wiley & Sons, Inc., 1992.
3. Halmshaw, R.; "Non-Destructive Testing," Edward Arnold, 1991.
4. Cartz, L.; "Nondestructive Testing," ASM International, 1995.
5. Hall, B. and John, V.; "Non-Destructive Testing," Springer-Verlag, 1998.
6. Krautkramer, J. and Krautkramer, H.; "Ultrasonic Testing of Materials," 4th Edition, Springer-Verlag, 1990.
7. "Nondestructive Evaluation and Quality Control," ASM Handbook, vol 17, ASM International, 1989.
8. "Nondestructive Testing Handbook," Volumes 1-10, American Society for Nondestructive Testing, 1989.
9. Shull, P.J, "Nondestructive Evaluation: Theory: Techniques, and Applications," CRC, 2002.
10. Schmerr Jr., L.W. and Song, S.J., "Ultrasonic Nondestructive Evaluation Systems – Models and Measurements," Springer, 2007.

مراجع فارسی:

۱. دکتر فرهنگ هنرور، "آزمون فراصوتی"، انتشارات نوپردازان، تهران، ۱۳۸۹.
۲. بری‌هال و ورنون جان (مترجم دکتر مجتبی ناصریان ریایی)، "آزمون‌های غیرمخرب"، انتشارات تابان، ۱۳۷۵.
۳. بری‌هال و ورنون جان (مترجم دکتر بهروز صالح‌پور و مهندس علی اکبر آهنی)، "آزمون‌های غیرمخرب"، دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ۱۳۷۳.
۴. دکتر ابراهیم حشمت دهکردی، "اصول پرتونگاری صنعتی"، شرکت توسعه صنایع انرژی پیشگام، ۱۳۷۷.
۵. مهندس رضا خودسیانی، "آزمون‌های غیرمخرب"، شرکت ملی گاز ایران، ۱۳۸۴.



پرواز Aloha 243

Aloha Flight 243, Boeing 737 - April 28, 1988



قطعه ای از بدنه هواپیما که منفجر شده بود هرگز پیدا نشد. تحقیقات هیئت ایمنی حمل و نقل ملی ایالات متحده (U. S. National Transportation Safety Board (NTSB) به این نتیجه رسید که این حادثه ناشی از خستگی فلز است که توسط خوردگی شکاف تشدید شده است. این هواپیما ۱۹ ساله بود و در یک محیط ساحلی، با قرار گرفتن در معرض نمک و رطوبت کار می کرد

تحقیقات NTSB مشخص کرد که **کیفیت برنامه های بازرسی و نگهداری** ناقص است . معاینات بدنه هواپیما در طول شب برنامه ریزی شد که انجام بازرسی کافی از پوسته بیرونی هواپیما را دشوارتر کرد. همچنین؛ مکانیسم شکست در نتیجه ترک خوردگی خستگی چند محله پوست مجاور سوراخ های پرچ بود.



پرواز Aloha 243



Photo 2. Composite photo left side.

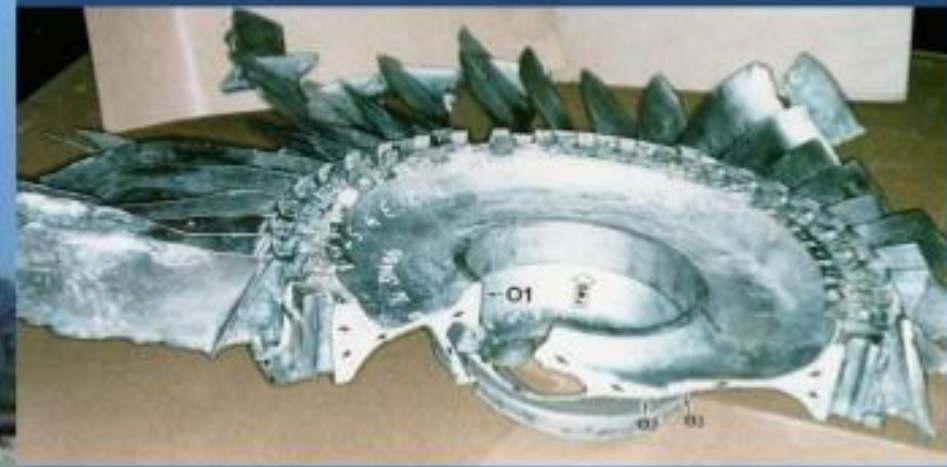
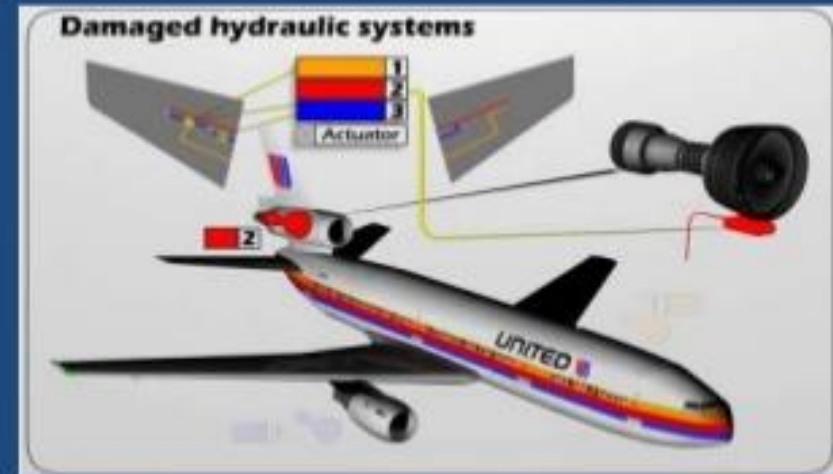




Crash of United Flight 232



A defect that went undetected in an engine disk was responsible for the crash of United Flight 232





Crash of United Flight 232

Sioux City, Iowa, July 19, 1989



عدم تشخیص عیبی که در پره
موتور هواپیما وجود داشت
این حادثه را باعث گردید.





حادثة قطار در آلمان - 1998



The Eschede train disaster was the world's worst high-speed train disaster. It happened on 3 June 1998, near the village of [Eschede](#) in the district of [Celle](#) in Lower Saxony, Germany. The toll of 101 dead and 88 injured surpassed the 1971 [Dahlerau](#) train disaster as the deadliest accident in the history of the Federal Republic of Germany.

شکست پایه های مخزن در اثر خوردگی



Advanced NDT

Ruptured weld cause of pipeline explosion

In November 2007 the residents of a Mississippi mobile home park were unaware that a buried pipeline that passed close to their homes had ruptured and began to leak its contents of liquid propane, forming a deadly gas cloud.

Before all the residents could be evacuated the gas exploded killing 63 year old Maddie Mitchell, and her 20 year old granddaughter, Naquandra.

The subsequent fire destroyed homes and burnt woodland.



The ruptured pipeline

<http://www.ndtcabin.com/index.php>



Minneapolis – August 2007

ریزش پل در آمریکا

• فرو ریختن پل بزرگراه W35 در
مینیاپولیس آمریکا – آگوست 2007



Medicine



Art



Nesperennub

Advanced NDT



بازرسی خطوط راه آهن معمولاً با استفاده از واگن های خاصی که ریلها را با سرعت و به طور اتوماتیک بازرسی میکنند انجام میگردد.



بازرسی لوله ها

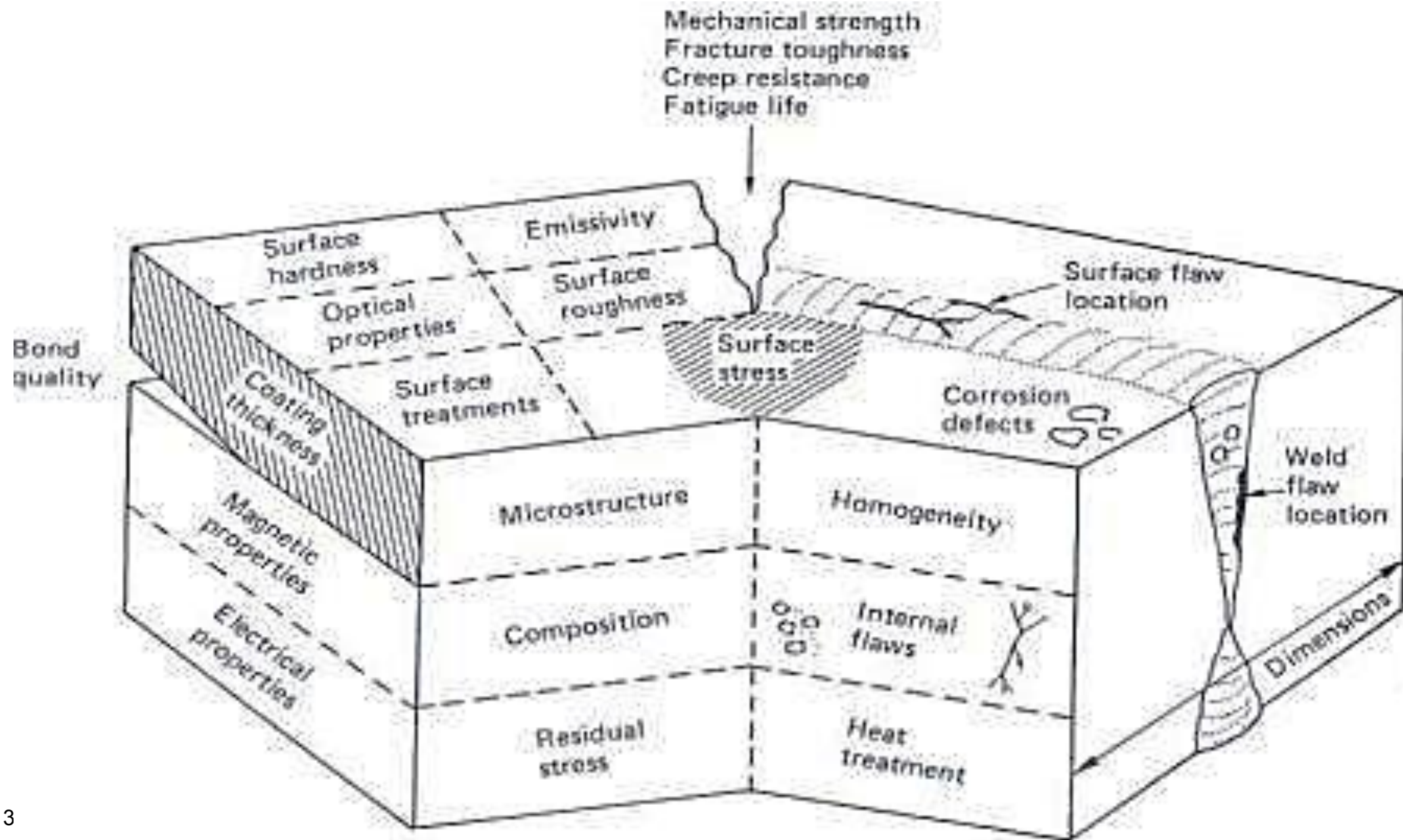


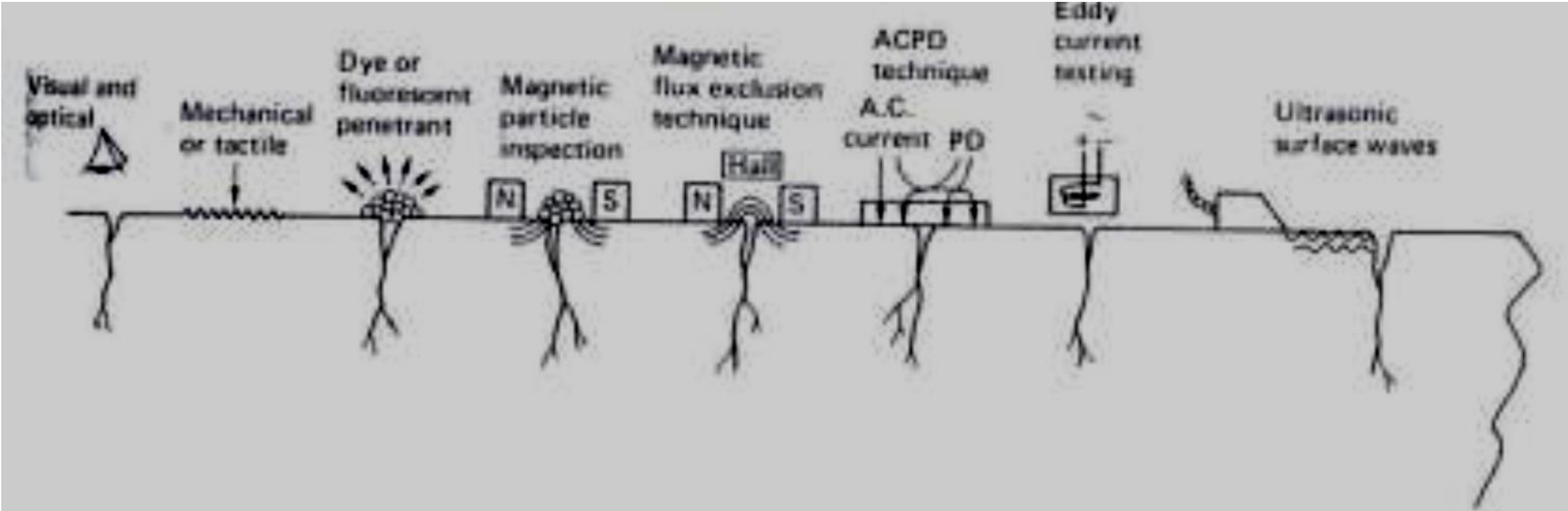
بازرسی مخازن تحت فشار

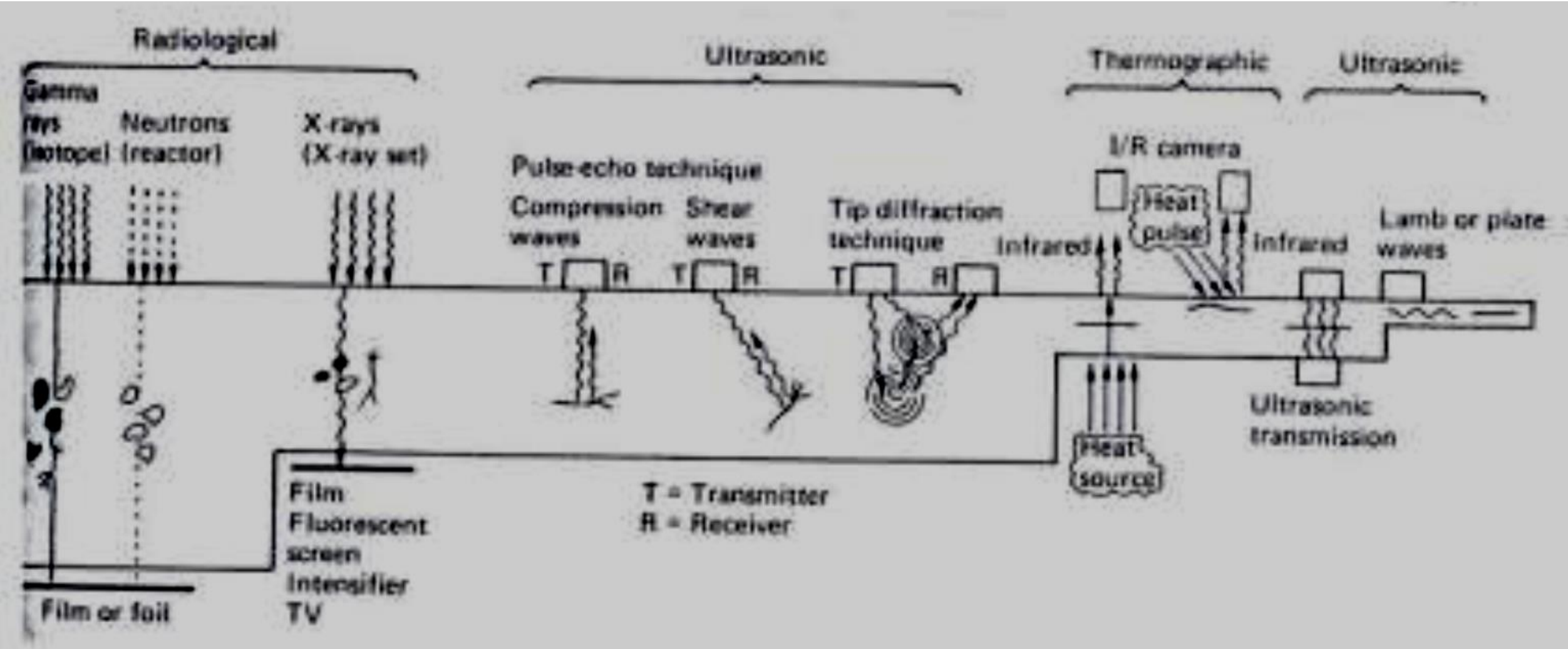


نیروگاه ها









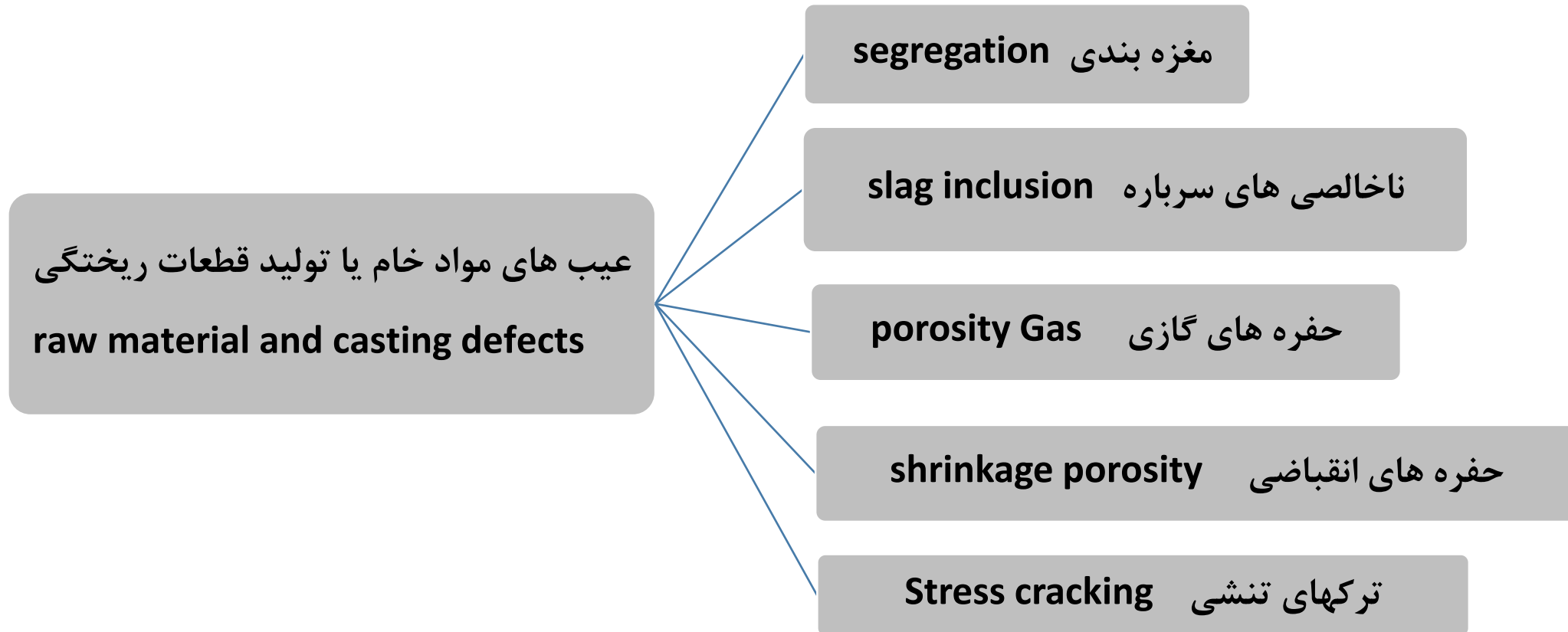
دسته بندی روشهای NDT

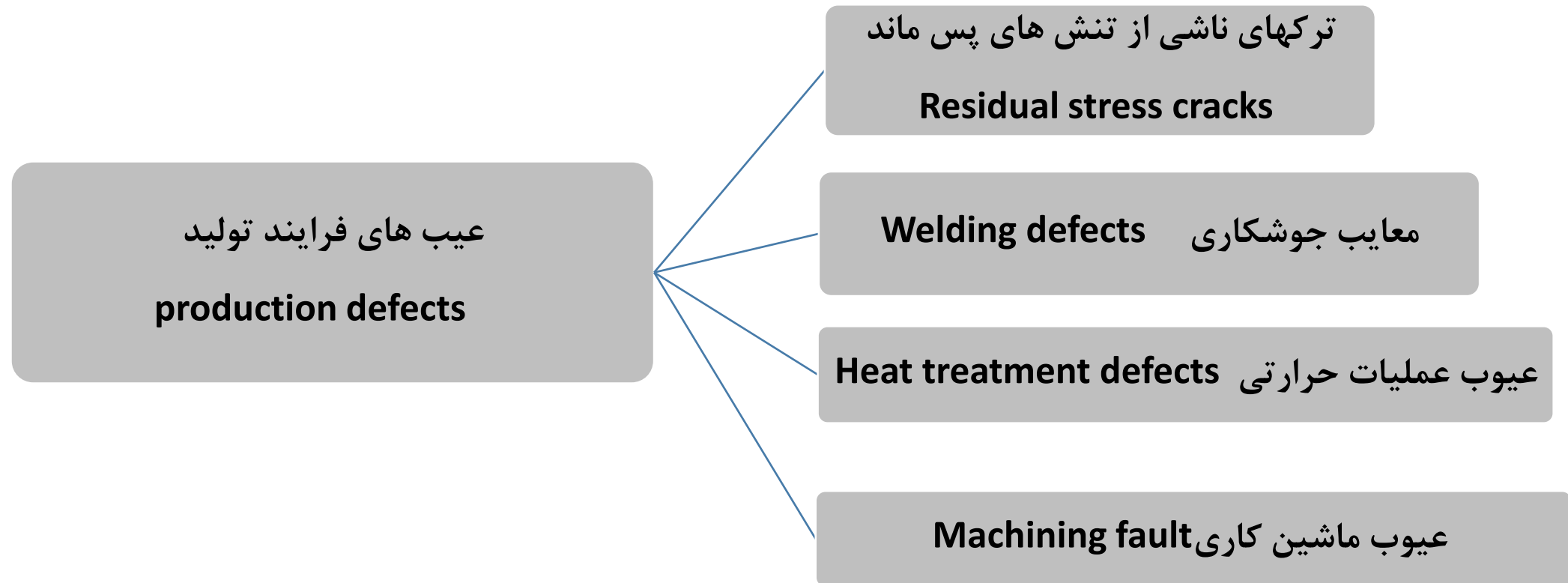
- **عامل (active):** نوعی از انرژی به داخل یا بر روی قطعه ارسال میشود. برای مثال روشهای UT, RT, MT, ET
- **غیرعامل (passive):** وضعیت جسم را بدون ارسال انرژی به داخل یا بر روی آن مورد بررسی قرار میدهد. برای مثال روشهای VT, AE, VA, LT, PT

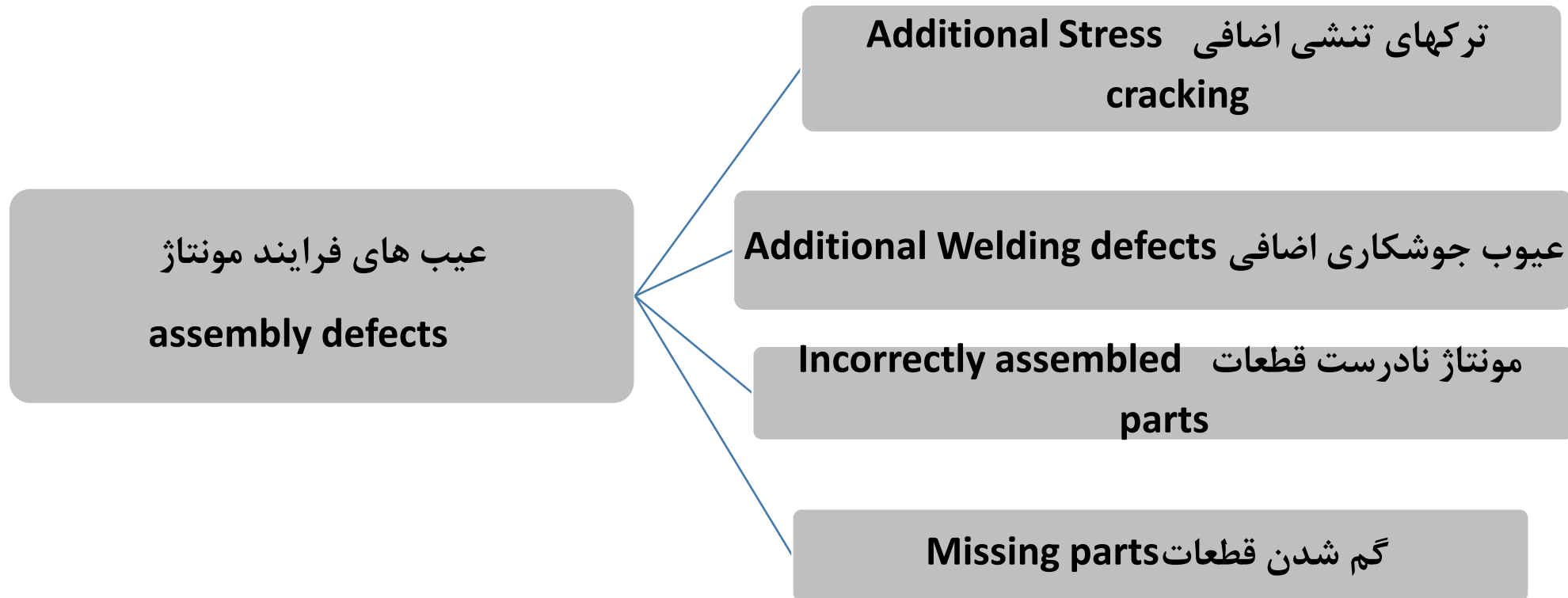


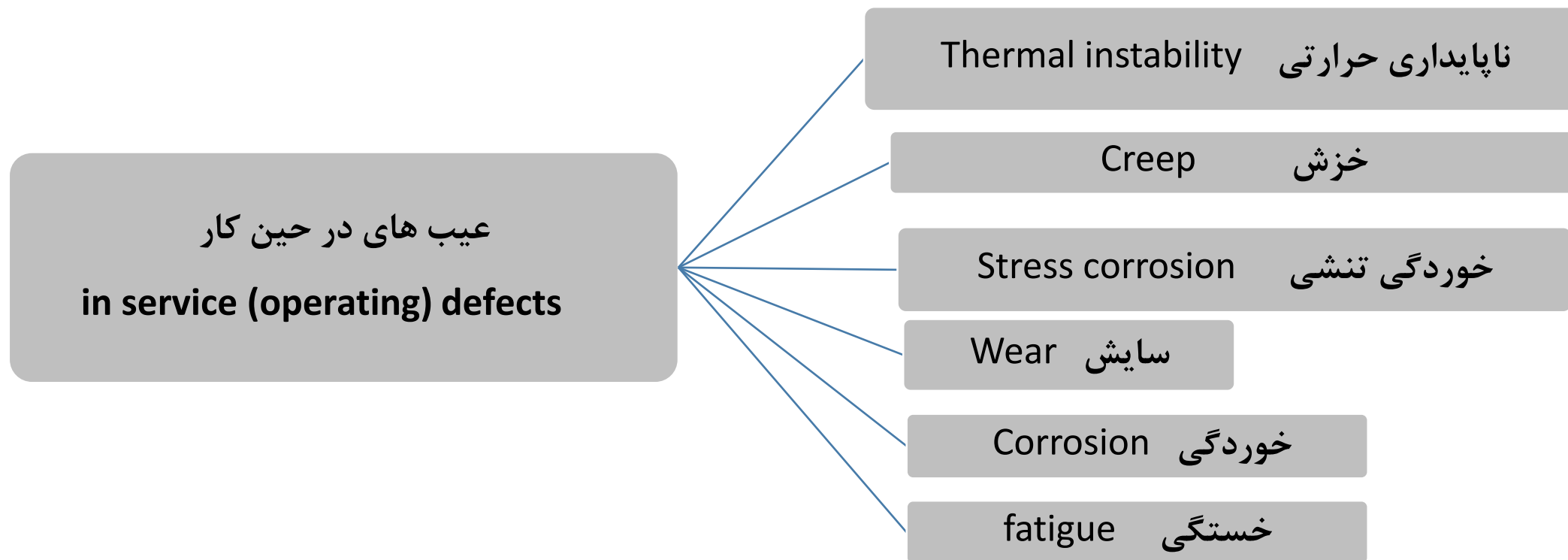
کاربردهای آزمون غیرمخرب

- آزمونهای غیرمخرب تقریباً در تمامی مراحل تولید و ساخت قطعات و دستگاهها مورد استفاده قرار میگیرند، از جمله:
 - بازرسی مواد خام
 - بازرسی در حین ساخت (اطمینان از انجام صحیح فرآیند ساخت، اطمینان از مونتاژ صحیح و ...)
 - بازرسی در حین کار (سرویس)
 - تحقیقات



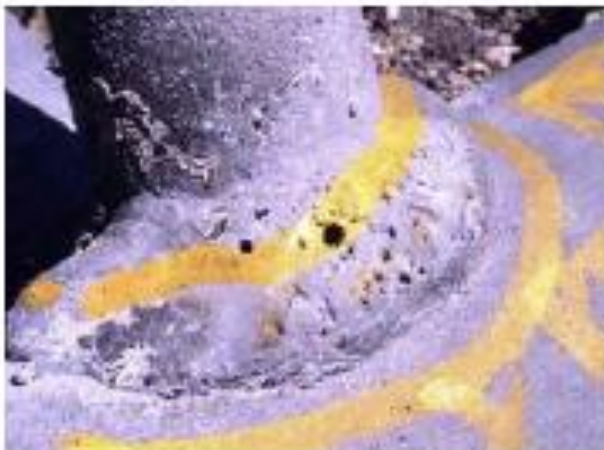








ماهیت عیوب در قطعات صنعتی



- ناپیوستگی (discontinuity):
عدم پیوستگی ماده در اثر وجود ترک،
تخلخل و ... در سطح یا درون ماده
- عیب (defect): ناپیوستگی که
اندازه آن از حد قابل قبول بزرگتر باشد



UNITED STATES AIR FORCE
AIRCRAFT ACCIDENT INVESTIGATION
BOARD REPORT



A-10C, T/N 79-0204, AND A-10C, T/N 78-0657
66TH WEAPONS SQUADRON
57TH WING
NELLIS AIR FORCE BASE, NEVADA



LOCATION: NEVADA TEST AND TRAINING RANGE 65C

DATE OF ACCIDENT: 6 SEPTEMBER 2017

BOARD PRESIDENT: COLONEL BRUCE E. MUNGER

Conducted IAW Air Force Instruction 51-503

[Volume One of One]

SUMMARY OF FACTS AND STATEMENT OF OPINION
A-10C, T/N 79-0204, and A-10C, T/N 78-0657
6 SEPTEMBER 2017

TABLE OF CONTENTS

ACRONYMS AND ABBREVIATIONS	iii
SUMMARY OF FACTS	1
1. AUTHORITY AND PURPOSE	1
a. Authority	1
b. Purpose	1
2. ACCIDENT SUMMARY	1
3. BACKGROUND	2
a. Air Combat Command (ACC)	2
b. United States Air Force Warfare Center (USAFWC)	2
c. 57th Wing (57 WG)	2
d. 66th Weapons Squadron (66 WPS)	2
e. A-10C	3
4. SEQUENCE OF EVENTS	3
a. Mission	3
b. Planning	3
c. Preflight	4
d. Summary of Accident	4
e. Impact	9
f. Egress and Aircrew Flight Equipment (AFE)	10
g. Search and Rescue (SAR)	11
h. Recovery of Remains	12
5. MAINTENANCE	12
a. Forms & Documentation	12
b. Inspections	12
c. Maintenance Procedures	12
d. Maintenance Personnel and Supervision	13
e. Fuel, Hydraulic, and Oil Inspection Analyses	13
f. Unscheduled Maintenance	13
6. AIRFRAME, MISSILE, OR SPACE VEHICLE SYSTEMS	13
a. Structures and Systems	13
b. Evaluation and Analysis	14
7. WEATHER	14
a. Forecast Weather	14
b. Observed Weather	15
c. Space Environment	15
d. Operations	15
8. CREW QUALIFICATIONS	15
a. Mishap Pilot 1	15
c. Mishap Pilot 2	15

Advanced NDT

5. MAINTENANCE	12
a. Forms Documentation	12
(1) General Definitions	12
(2) Documentation Review	13
b. Inspections	14
(1) Aircraft Inspections	14
(2) Engine Inspections	14
c. Maintenance Procedures	15
d. Maintenance Personnel and Supervision	15
e. Fuel, Hydraulic, and Oil Inspection Analyses	15
f. Unscheduled Maintenance	16
g. Aircraft Performance	16



Aircraft Inspection



- During manufacturing of aircraft
- To detect damage during operation of the aircraft
- A fatigue crack that started at the site of a lightning strike is shown below



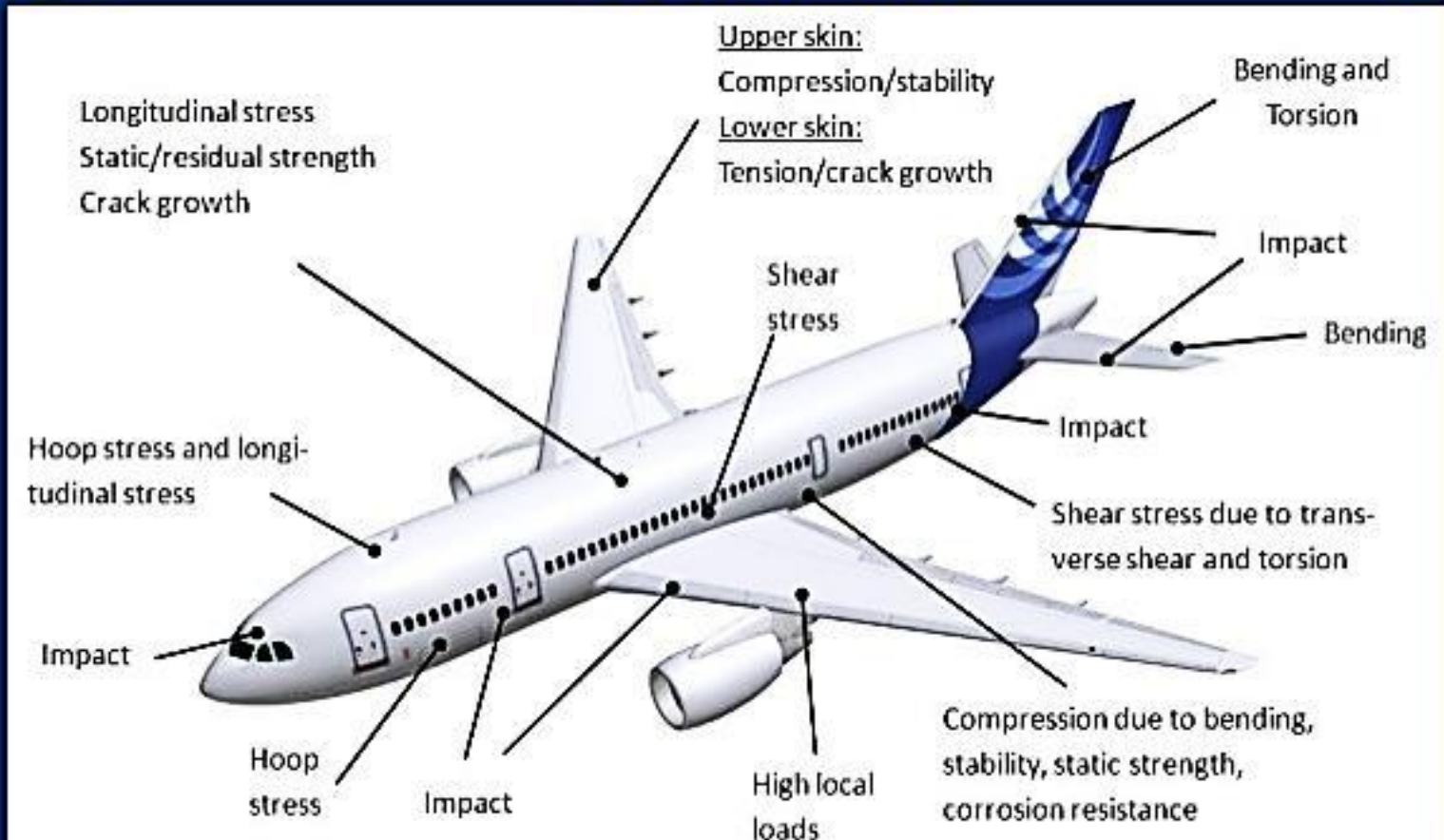


Inspection Levels

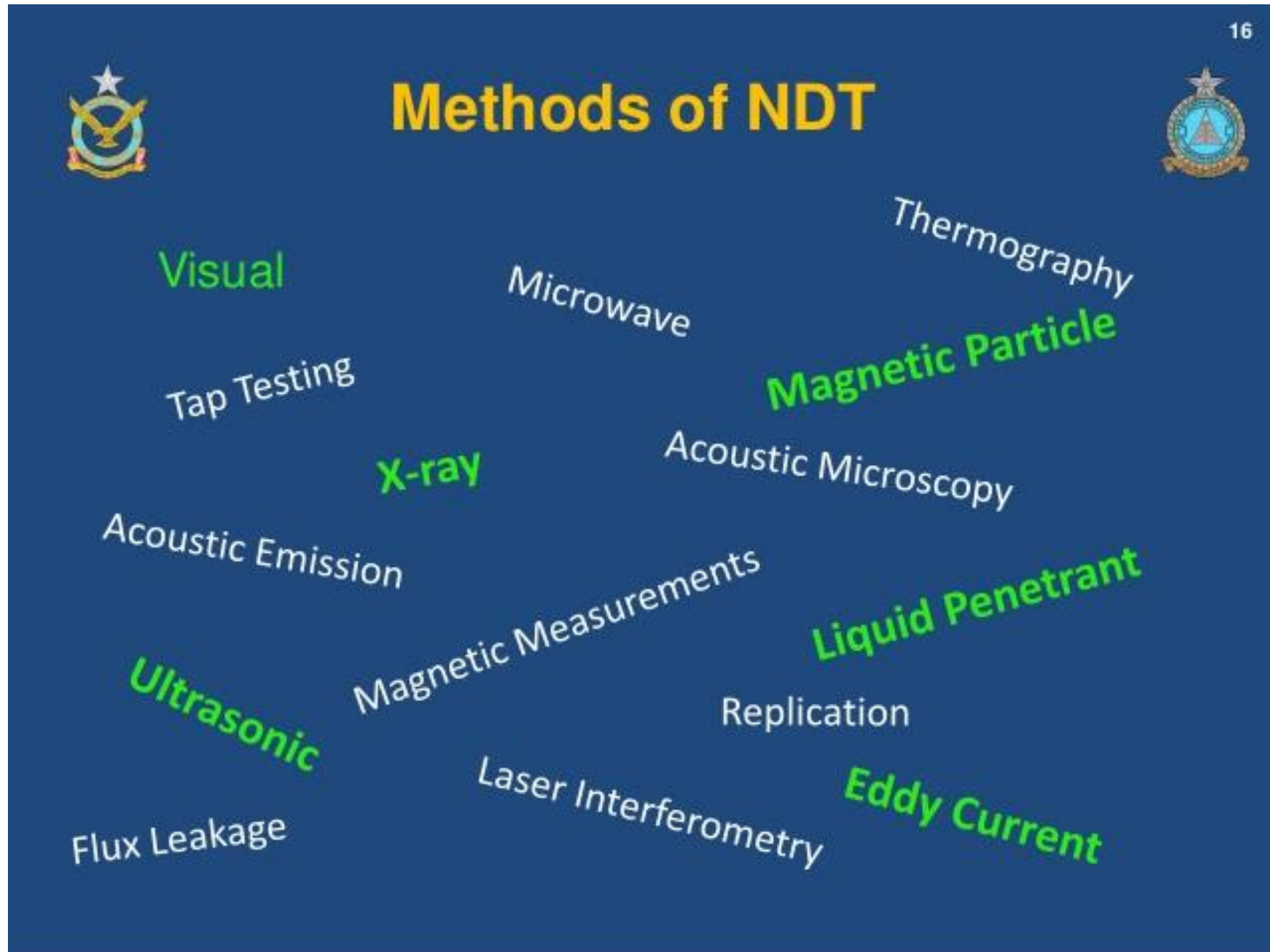
- **General Visual Inspection (GVI)**
 - During pre, tru or post flight
- **Detailed Visual Inspection (DET)**
 - During periodic inspection
- **Special Detailed Inspection (SDET)**
 - NDT of selected parts during periodic inspections



Airframe Loading : Critical Locations



Non-destructive testing (NDT) is needed in order to ensure the integrity of the airframe.





Modern NDT Techniques

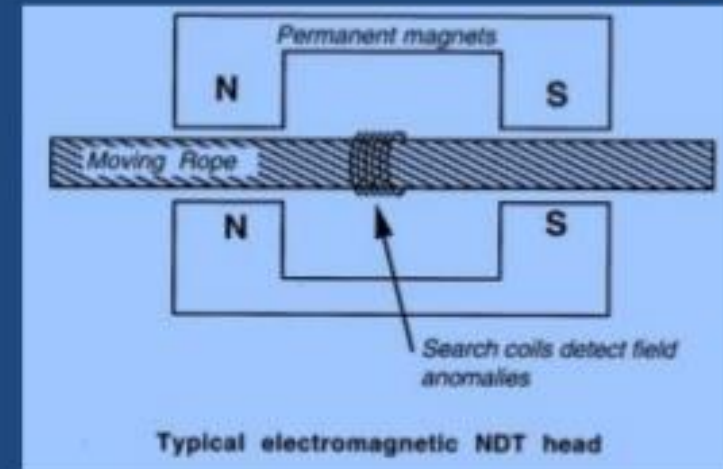
- Acoustic emission testing (AE or AT)
- Electromagnetic testing (ET)
 - Alternating current field measurement (ACFM)
 - Alternating current potential drop measurement (ACPD)
 - Direct current potential drop measurement (DCPD)
 - Magnetic flux leakage testing (MFL)
 - Remote field testing (RFT)
- Ellipsometry
- Guided wave testing (GWT)
- Impulse excitation technique (IET)
- Infrared and thermal testing (IR)



Wire Rope NDT Technology



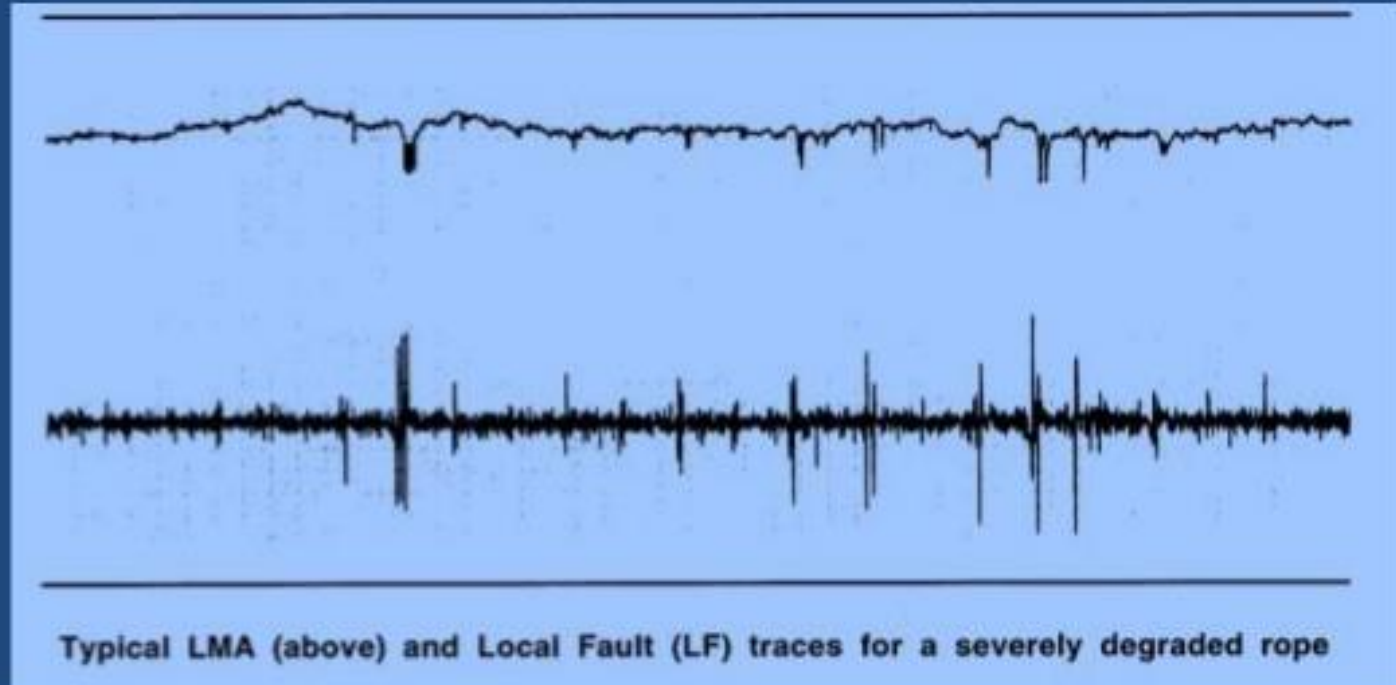
- Uses the magnetic properties of the steel wire rope
- The principle of operation employs:
 - Measurements of EM fields near the surface to detect local defects
 - Measurements of changes in magnetic flux passing through the rope to evaluate cross section





Wire Rope NDT

- Readings compared with new wire “signature”
- Monitoring the rate of degradation of a rope
- A good rope will show a reproducible “signature” trace



Typical LMA (above) and Local Fault (LF) traces for a severely degraded rope