

A photograph of the International Space Station (ISS) in orbit above Earth. The station's complex structure, including multiple modules and large solar panel arrays, is clearly visible against the blue and white background of the planet. The text is overlaid on the upper portion of the image.

مرکز آموزش مهارت‌های مهندسی
درس کارگاه عمومی:
مدلهای طراحی مهندسی
پارادایمهای مهندسی
معرفی پروژه طراحی

مدلهای طراحی مهندسی: سیر تاریخی

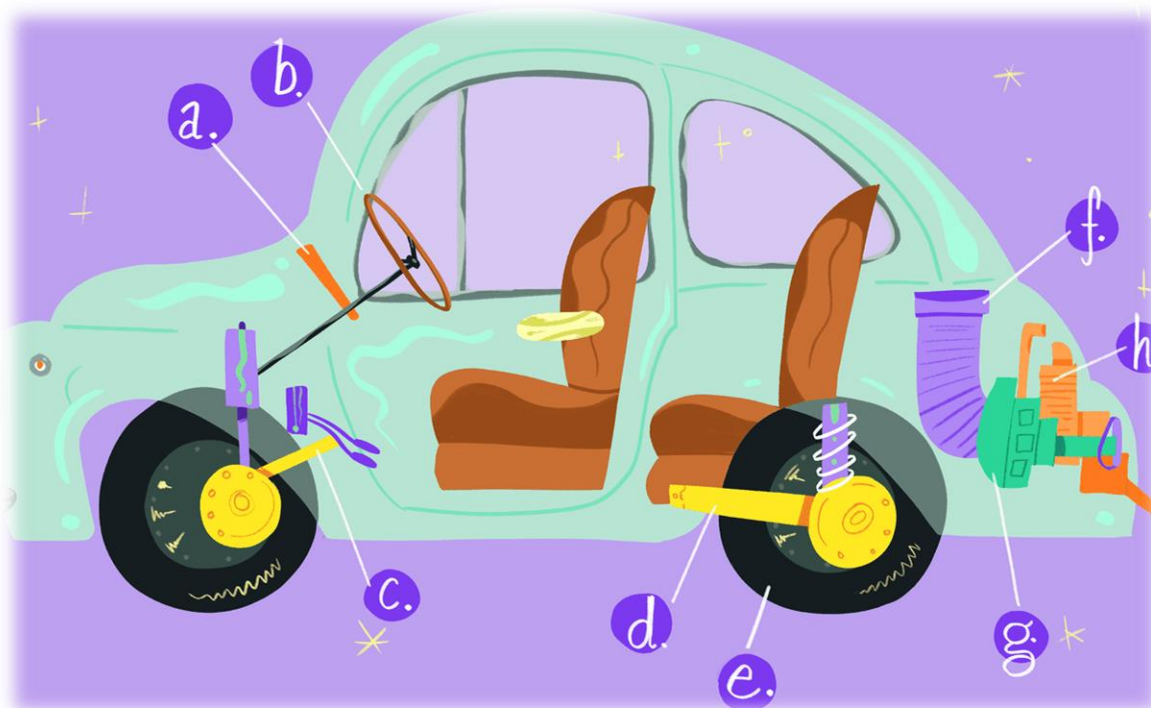
□ تفکر غالب انسان به منظور تحلیل سیستمها تا اوایل قرن بیستم:

منطق تقلیل گرایی

□ منطق تقلیل گرایی: یک سیستم پیچیده به اجزای کوچکش تجزیه

کردی و هر جزء جداگانه تحلیل می شود. پاسخ کل برابر است با

مجموع پاسخ اجزا



$$\text{Whole} = \sum \text{Parts}$$

مدلهای طراحی مهندسی: تولد دیدگاه سیستمی Holism

□ کارهای پیشروانه Ludwig von Bertalanffy در زیست شناسی و

ارائه مفهوم خاصیت نوظهور Emergent Property

□ برتالانفی دید که اگر یک سلول زنده را به مولکولهایش تجزیه کنید، آن مولکولها دیگر زنده نیستند. حیات در هیچ کدام از اجزا وجود ندارد، بلکه نتیجه تعامل اجزا با هم است.



$Whole > \sum Parts$

Macy Conferences

□ جمع شدن مغزهای متفکر نظریه سیستمها

- لودویک برتalanفی (زیست شناس)
- نوربرت وینر (ریاضیدان)
- کلود شانون (تئوری اطلاعات)
- جان فون نویمان (کامپیوتر)
- مارگارت مید (انسان شناس)



کشف زبان مشترک بین رشته‌ای:

□ چه در مورد جامعه صحبت کنید، چه در مورد مغز انسان، چه تابلوی برق و چه فضاپیما، همه آن‌ها از قوانین یکسانی پیرو می‌کنند:

▪ مرز (Boundary) دارند.

▪ اینترفیس (Interface) دارند.

▪ بازخورد (Feedback) دارند.

▪ خواص نوظهور (Emergence) تولید می‌کنند.



تولد مدل‌های طراحی مهندسی: جنگ سرد و مسابقه فضایی

□ ناسا و وزارت دفاع آمریکا پروژه‌های موشکی و سیستم‌های نظامی فوق‌العاده عظیم را راه انداختند.

□ مهندسان کلاسیک که تا دیروز ماشینی با ۱۰۰ قطعه می‌ساختند، حالا با فضاپیمایی با ۱ میلیون قطعه روبه‌رو بودند.

□ سیستم‌ها از کنترل خارج و نابود می‌شدند.

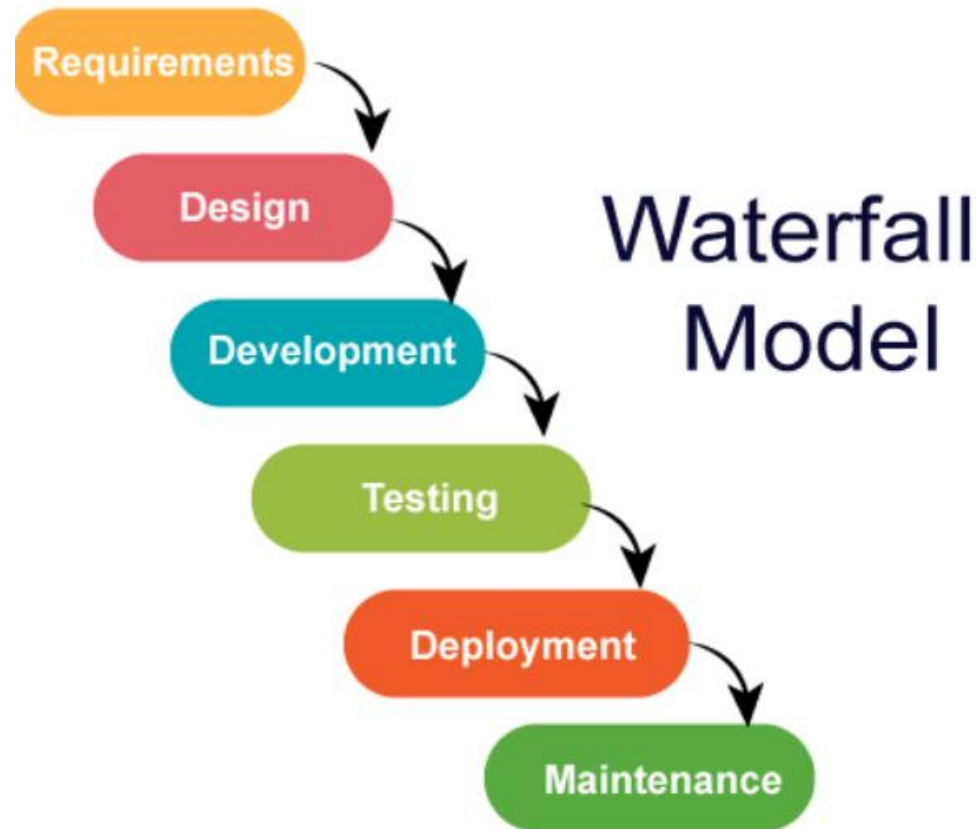
□ سازمان‌های دفاعی مهندسی سیستم ساختاریافته را خلق کردند.



مدل آبشاری Winston W. Royce:

✓ نظام مند کردن فرایند طراحی

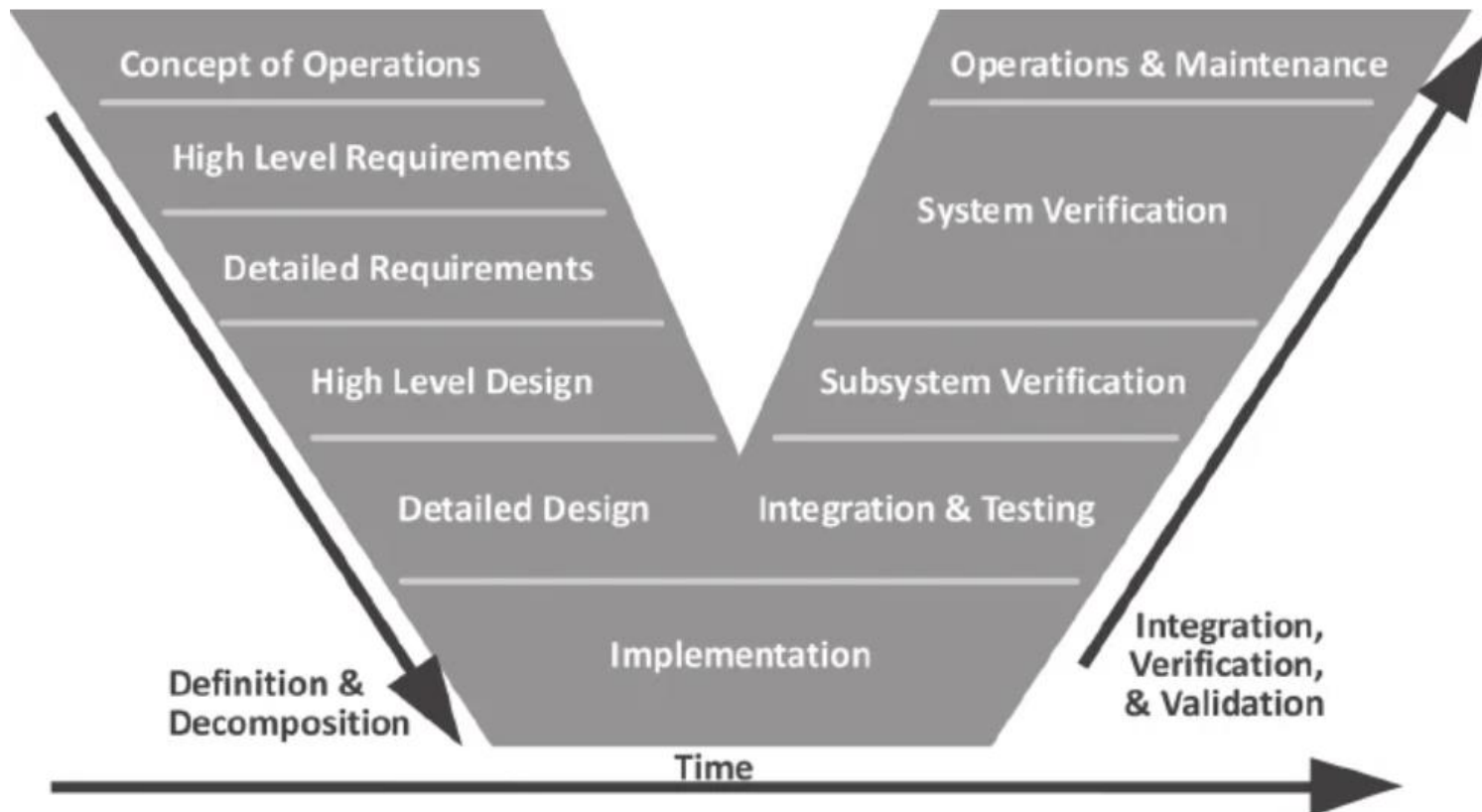
❖ در این مدل هر فعالیت در پس قبلی می آید و بدون بازخورد ادامه می یابد.



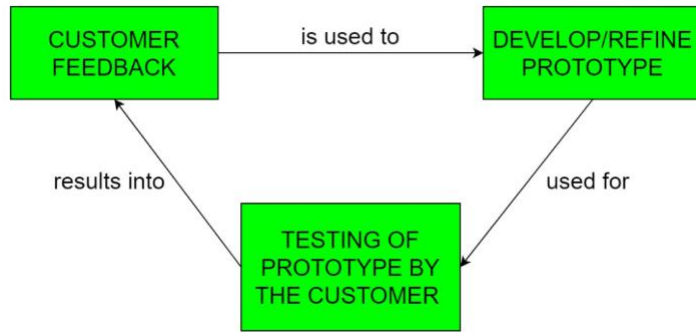
مدل V Kevin Forsberg & Harold Mooz :

✓ امکان فیدبک به مرحله قبلی

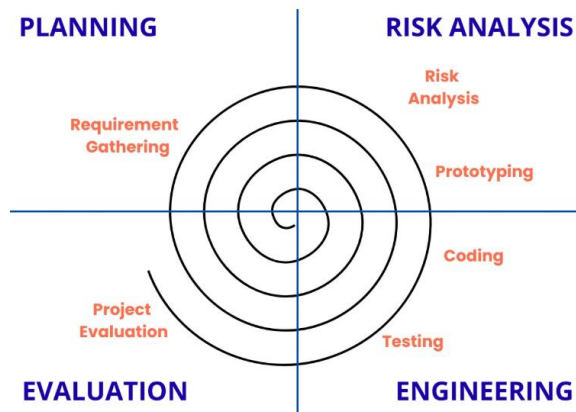
❖ این فرض را دارد که مشتری از همان اول می داند چه می خواهد.



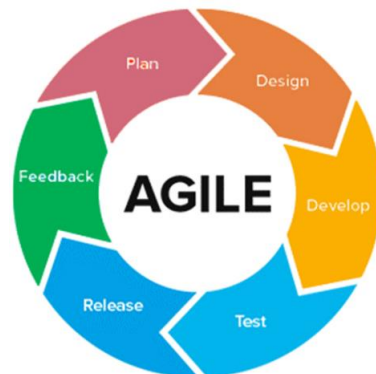
مدلهای پیشرفته تر:



□ مدل نمونه ساز



□ مدل مارپیچی



□ مدل چابک

ملاحظه‌های انتخاب مواد در ساخت قطعات و سازه‌ها

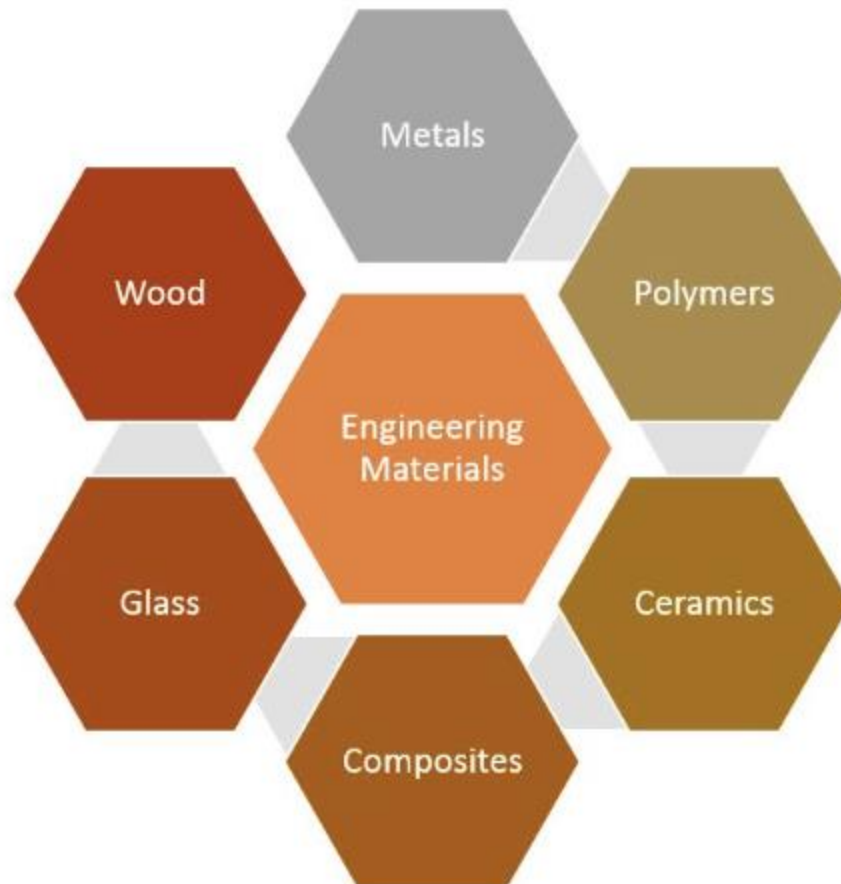
□ با دنیای مهندسی، مفاهیم مشترک رشته‌های مهندسی و سیر تاریخی فناوری آشنا شدیم و دیدیم که مهندسی یعنی آفرینش؛ یعنی تبدیل ایده به یک سامانه‌ی واقعی که بتواند سال‌ها در خدمت انسان کار کند. اکنون در این فصل به یکی از بنیادی‌ترین پرسش‌های پیش روی هر مهندس می‌پردازیم:

□ اگر بخواهیم یک دستگاه واقعی بسازم، «بدنه» و «استخوان‌بندی» آن را از چه ماده‌ای و با چه ساختاری بسازم که هم کار کند، هم ایمن باشد، و هم قابل ساخت و تعمیر باشد.



□ مواد رایج در کارگاه مهندسی

□ در دنیای واقعی صدها نوع ماده مهندسی وجود دارد. اما برای شروع، دانستن چهار گروه زیر بسیاری از نیازها را در کارگاه پوشش می‌دهد



❖ چوب

❖ فولاد

❖ آلومینیوم

❖ پلاستیک‌ها و رزین‌ها

❑ چوب - ماده‌ای قدیمی با رفتار زنده

❑ چوب احتمالاً قدیمی‌ترین ماده‌ای است که بشر برای ساخت سازه‌ها از آن استفاده کرده است. از نيزه‌ها و قایق‌های ابتدایی گرفته تا تیرهای سقف خانه‌ها و حتی قالب‌های بتنی، همه داستان‌هایی از کاربرد مهندسی چوب را روایت می‌کنند. چوب یک ماده طبیعی است و به همین دلیل خصوصیات ویژه‌ای دارد:



- ❖ نسبت استحکام به وزن مناسب
- ❖ ماشین‌کاری و برش آسان
- ❖ رفتار وابسته به رطوبت
- ❖ ناهمسانگردی

❑ فولاد - کارگر سخت کوش کارگاه

❑ فولاد پرکاربردترین ماده مهندسی در ساخت سازه‌ها و فریم‌های صنعتی است. از پل‌ها و اسکلت فلزی ساختمان‌ها گرفته تا شاسی خودروها و بسیاری از ماشین‌آلات، همه جا حضور فولاد را می‌بینیم.

✓ استحکام کششی و فشاری بالا

✓ سختی مناسب

✓ قابلیت جوشکاری و اتصال

✓ قابلیت ماشین‌کاری و شکل‌دهی

❖ وزن زیاد

❖ زنگ‌زدگی



□ آلومینیوم - سبک، تمیز، قابل تنظیم

□ آلومینیوم را می توان فلز سبک وزن کارگاه نامید. بسیاری از سازه های آزمایشگاهی، ربات های کوچک یا دستگاه هایی مثل پرینتر سه بعدی از پروفیل های آلومینیومی مهندسی شده ساخته شده اند.



✓ چگالی کم
✓ مقاومت به خوردگی
✓ ماشین کاری پذیری خوب
❖ استحکام پایین تر نسبت به فولاد

☐ **پلاستیک‌ها و رزین‌ها- از مدل‌سازی تا قطعه واقعی**



پلاستیک‌ها دسته بزرگی از مواد مهندسی هستند که کاربردهای متنوعی دارند. در کارگاه، پلاستیک‌ها هم به عنوان مواد مدل‌سازی و ساخت نمونه‌های اولیه و هم به عنوان قطعات نهایی برای کاربردهای سبک مورد استفاده‌اند. برخی رزین‌های مهندسی (مثل اپوکسی‌ها) نیز به عنوان چسب یا برای ساخت قطعات ترکیبی به کار می‌روند.

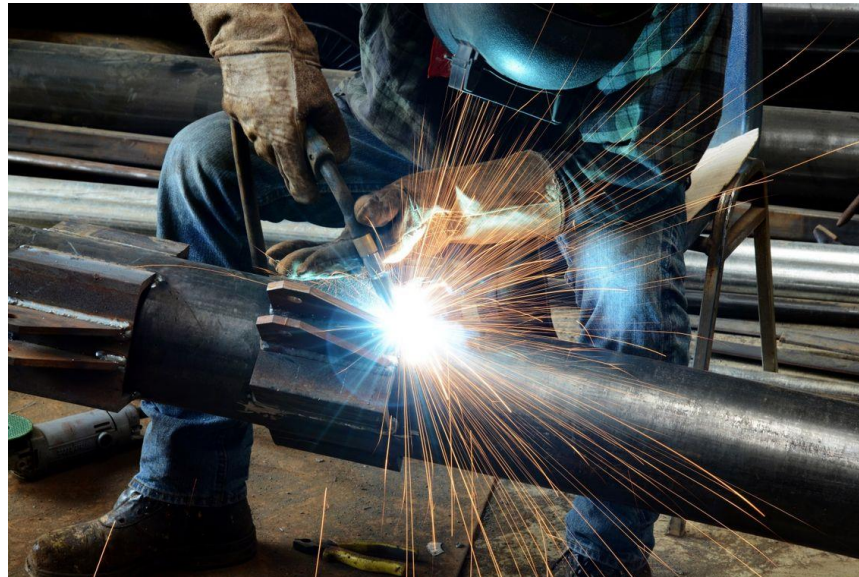


چرا از پلاستیک‌ها و رزین‌ها استفاده می‌کنیم؟ چند دلیل مهم دارد: پلاستیک‌ها سبک هستند، خواص مکانیکی قابل قبولی برای کاربردهای متوسط دارند، عایق الکتریکی و حرارتی‌اند، به راحتی می‌توان سطح صاف و صیقلی در آن‌ها ایجاد کرد و با روش‌های مختلفی قابل تولیدند (قالب‌گیری، چاپ سه‌بعدی، ماشین‌کاری، ریخته‌گری رزین و ...).



□ معرفی فرآیندها: جوشکاری و روش‌های اتصال

- جوشکاری فرآیندی است که در آن دو قطعه فلزی با حرارت بالا در محل اتصالشان ذوب می‌شوند و پس از سرد شدن یک اتصال یکپارچه و محکم را تشکیل می‌دهند.
- در کارگاه‌های آموزشی معمولاً از جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود دستی (SMAW) یا از جوش MIG/MAG (جوش با گاز محافظ و سیم‌جوش) استفاده می‌شود.

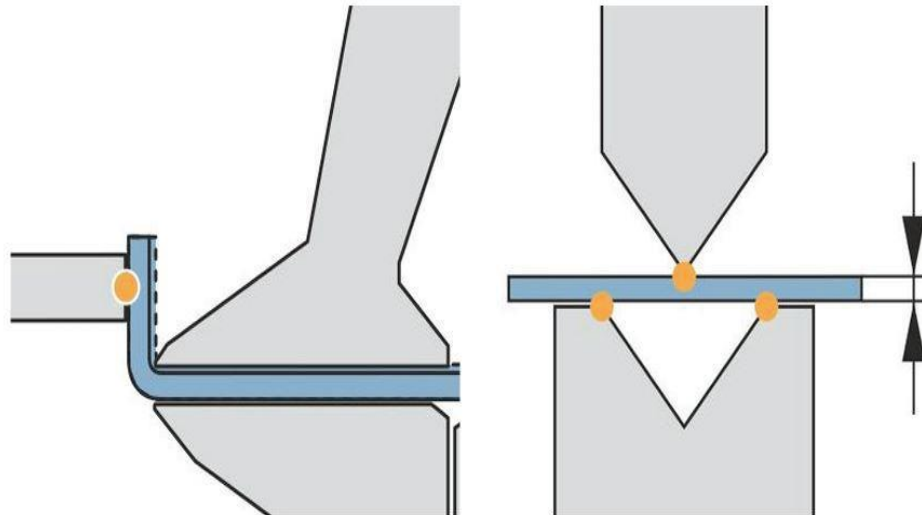


□ ورق کاری (برش و خم کاری ورق های فلزی)

□ ورق کاری به مجموعه عملیاتی گفته می شود که روی ورق های فلزی انجام می دهیم تا قطعات مفیدی بسازیم؛ از جمله برش ورق، سوراخ کاری ورق و خم کردن آن

□ ورق فلزی معمولاً از جنس فولاد یا آلومینیوم است و ضخامت کمی دارد (مثلاً ۱ تا ۵ میلی متر برای کارگاه ما)

□ با ورق می توان سینی ها، جعبه ها، پایه ها و اتصالات مختلف ساخت.



□ ورق‌های فلزی را می‌توان به روش‌های مختلف به سازه متصل کرد: جوشکاری گوشه، پیچ و مهره، پرچ (rivet) یا حتی چسب‌های مخصوص ورق. هر کدام مزایا و معایبی دارند؛ برای مثال پرچ یک اتصال دائمی مکانیکی است که برای ورق‌های نازک عالی است چون حرارت جوش به ورق نازک ممکن است آن را تاب دهد. پیچ و مهره مزیت بازشونده بودن دارد.

□ سایر روش‌های اتصال: لحیم‌کاری، پیچ و مهره، چسب

فناوریهای ماشین افزار در ساخت قطعات و سازه‌ها

□ سبد دیگری از دنیای مهندسی سبد سازه است. این سبد بخشهایی مانند مهندسی مکانیک تا مهندسی عمران را در بر می گیرد.

□ توجه کنید هدف این سبد فراهم کردن پایه ای برای بخشهای دیگر است. همانطور که خالق هستی نیز در هر آفرینشی اینطور عمل می کند.





فرآیندهای ساخت کاهشی (براده برداری)

□ ماشین کاری به مجموعه فرایندهایی گفته می شود که در آن ها از روی یک قطعه خام، ماده برداشته می شود تا شکل نهایی حاصل گردد. چون ماده به شکل براده یا تراشه برداشته می شود، این روش ها را براده برداری هم می نامند.

❖ تراشکاری

❖ فرزکاری

❖ سوراخکاری

❖ قلاویزکاری

❖ سنگ زنی

تراشکاری

□ تراشکاری معمولاً توسط دستگاه تراش انجام می‌شود. در این فرآیند قطعه خام (معمولاً استوانه‌ای شکل یا قطعه فلزی که قرار است گرد شود) حول محور خود می‌چرخد و یک ابزار برنده ثابت به آن نزدیک می‌شود و لایه‌ای از فلز را برمی‌دارد.

□ حاصل کار می‌تواند میله‌ای باشد با قطر کمتر (باریک کردن میله)، یا ایجاد شیار، پله و شکل‌های مختلف روی قطعه چرخان.

□ تراشکاری برای ساخت قطعات استوانه‌ای و قرینه محوری ایده‌آل است – مثل شفت‌ها، محور چرخ‌ها، بوش‌ها، پیچ‌های بزرگ و



فرزکاری

□ فرزکاری توسط ماشین فرز انجام می‌شود که برعکس تراش، در آن قطعه ثابت است و ابزار برنده (تیغ فرز) با سرعت می‌چرخد و حرکت می‌کند. تیغ فرز شبیه استوانه یا دیسکی با لبه‌های برنده است. با پیشروی این تیغ در داخل قطعه، سطوح صاف، شیارها، حفره‌ها یا اشکال هندسی روی قطعه ایجاد می‌شود.

□ فرزکاری برای ساختن اشکال منشوری (غیرگرد) به کار می‌رود - مانند صفحه‌های موتور، قطعات مکعبی و پایه‌ها، جای پیچ و... . دستگاه فرز انعطاف بالایی دارد چون می‌تواند در سه بعد حرکت کند و طرح‌های پیچیده برش دهد.



سوراخ کاری

□ ایجاد سوراخ به وسیله مته را سوراخ کاری می گویند. این کار هم می تواند روی دستگاه دریل ستونی یا رادیال انجام شود و هم می تواند توسط ماشین تراش یا فرز (با بستن مته به سه نظام) انجام گیرد.

□ سوراخ کاری شاید ساده به نظر برسد ولی دقیق درآوردن قطر و عمق سوراخ و جلوگیری از کج شدن مته نکات خاص خود را دارد. همیشه قطعه را محکم ببندید و با سرعت مناسب و خنک کاری (استفاده از روغن یا آب صابون) سوراخ کاری کنید.



قلاویز کاری

□ پس از سوراخ کاری یک قطعه، اگر نیاز به پیچ شدن پیچ در آن باشد باید داخل سوراخ دنده (رزوه) شود. قلاویز کاری یعنی بریدن رزوه های مادگی (پیچ داخل) درون یک سوراخ. این کار با ابزار دستی قلاویز یا با قلاویز گیر روی دریل انجام می شود. با چرخاندن قلاویز داخل سوراخ، لبه های برنده آن مثل پیچ داخل فلز را می برند و رزوه ایجاد می کنند.

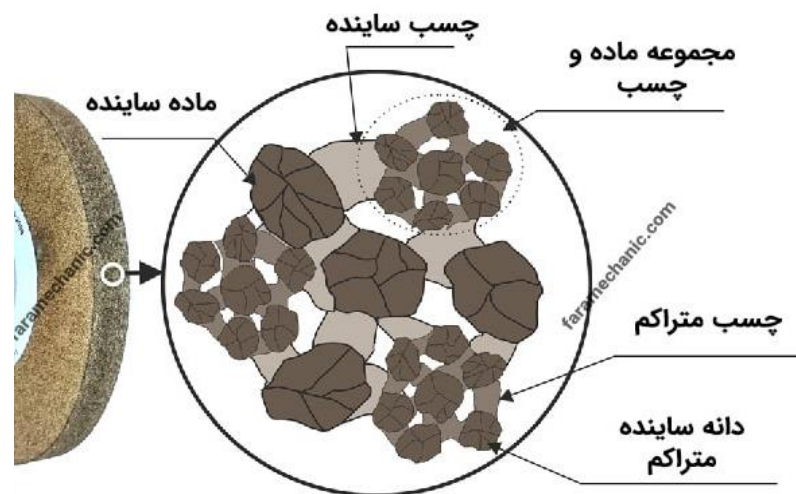
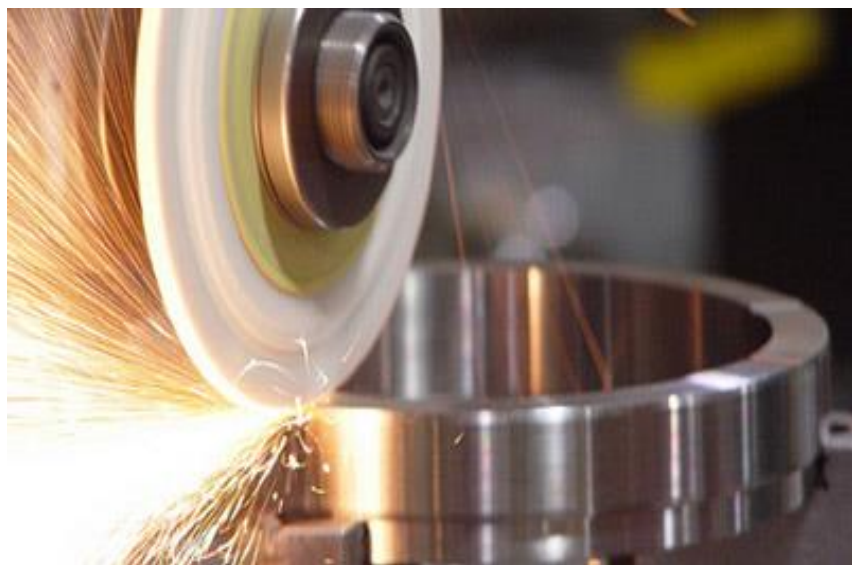
□ نتیجه این می شود که مثلاً یک پیچ M6 به راحتی داخل سوراخ قلاویز کاری شده می چرخد و محکم می شود. دقت کنید قطر مته ای که برای سوراخ اولیه انتخاب می کنید باید متناسب با قلاویز باشد (کمی کوچک تر از قطر اسمی پیچ) تا جای براده برای رزوه ها باشد.



سنگ زنی

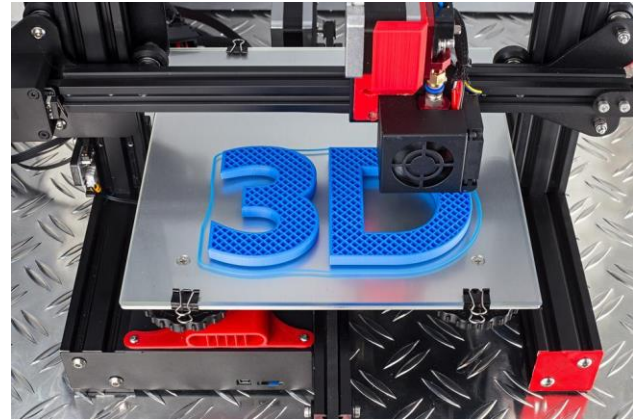
□ سنگ زنی فرایندی برای پرداخت نهایی و افزایش دقت سطح یا براده برداری از مواد بسیار سخت است. در این فرآیند یک چرخ ساینده (سنگ) با سرعت زیاد روی سطح قطعه حرکت داده می شود و لایه های بسیار نازکی را برمی دارد.

□ سنگ زنی می تواند سطحی کاملاً صاف و صیقلی ایجاد کند یا اندازه های قطعه را با دقت صدم میلی متر تنظیم کند. در کارگاه آموزشی، سنگ زنی عمدتاً برای تیز کردن ابزارها (مثلاً مته یا قلم تراش) یا صاف کردن سطوح کوچک به کار می رود.



چاپ سه بعدی - ساخت افزودنی دیجیتال

□ چاپ سه بعدی (3D Printing) یک روش نسبتاً جدید ساخت قطعات است که کاملاً متفاوت از ماشین کاری سنتی عمل می کند: به جای برداشتن ماده از یک قطعه بزرگ، در چاپ سه بعدی قطعه از صفر و با افزودن لایه به لایه ماده ساخته می شود. این فناوری زیرمجموعه ساخت افزایشی (Additive Manufacturing) است.



□ رایج ترین نوع چاپگر سه بعدی از نوع FDM (مدل سازی رسوبی مذاب) است که رشته پلاستیکی (فیلامنت) را ذوب می کند و از یک نازل، لایه های نازک ماده را روی هم می نشاند.

□ پرینتر سه بعدی خانگی شبیه یک جعبه است که یک میز متحرک و یک هد دارد؛ هد در سه جهت حرکت می کند و ماده مذاب را دقیقاً در مختصات لازم تزریق می کند تا شکل دلخواه تشکیل شود.

□ شما ابتدا مدل سه بعدی قطعه را در کامپیوتر طراحی می کنید (مثلاً با نرم افزار سالیدورکس یا فیوژن) و فایل مدل را به چاپگر می دهید. چاپگر آن را به صورت صدها لایه نازک برش داده و مسیر حرکت نازل را محاسبه می کند و شروع به ساخت می کند.

□ مثلاً اگر یک مکعب توخالی ۵ سانتی متری بخواهید، دستگاه لایه به لایه از پایین به بالا حلقه های دیواره را می سازد تا به ارتفاع برسد و مکعب شکل بگیرد.

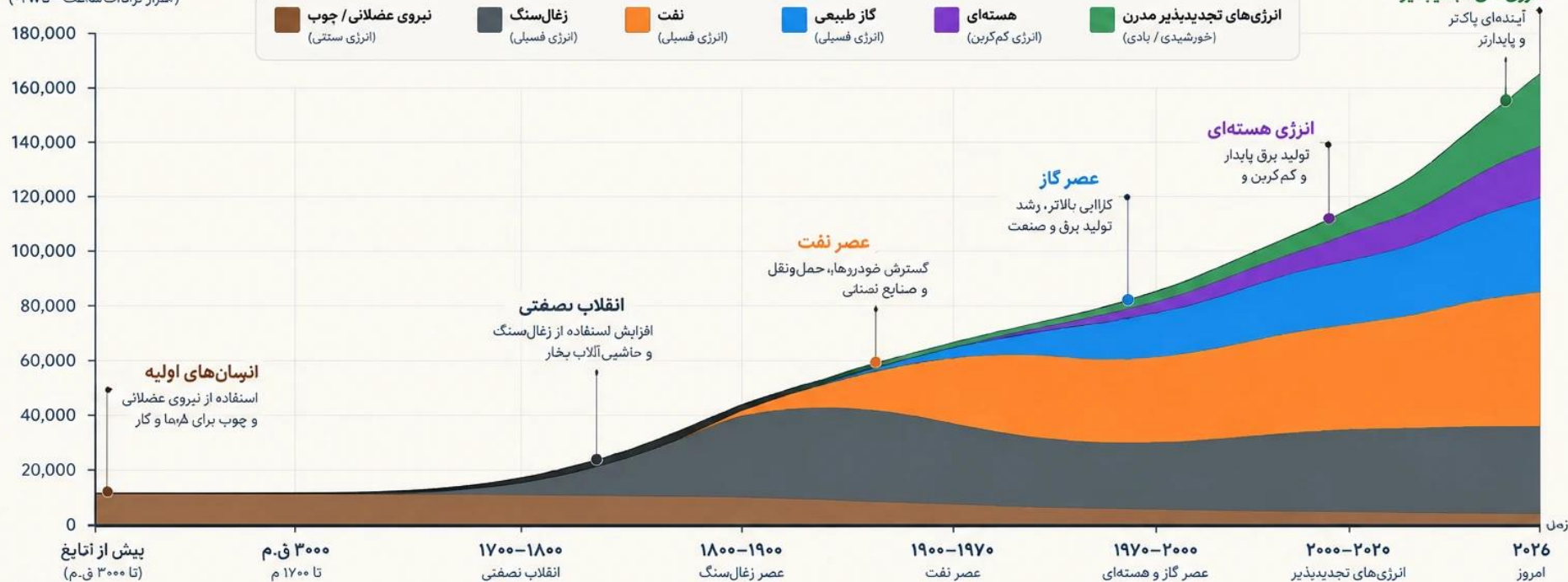
فناوری انرژی الکتریکی

تاریخچه جهانی مصرف/تولید انرژی بر اساس منبع

از دوران باستان تا عصر مدرن (۲۰۲۶)

تحول منابع انرژی، موتور محرک تمدن‌ها

مصرف/تولید انرژی جهانی
(هزار تریلیات بر ساعت - TW/h)



دوران باستان

نیروی عضلانی و چوب

- شکار و جمع‌آوری
- کشاورزی اولیه
- استفاده از چوب ریست پیوود



عصر زغال‌سنگ

تا انقلاب صنعتی

- استخراج زغال‌سنگ
- راه‌آهن و آلو کارخانه
- گسترش شهرنشینی



عصر نفت

قرن ۲۰

- خودرو و حمل‌ونقل
- پتروشیمی و پلاستیک
- رشد اقتصاد جهانی



عصر گاز طبیعی

از ۱۹۷۰

- نیروگاه‌های گازی
- گرمایش و صنعت
- افزایش بهره‌وری انرژی



عصر هسته‌ای

از ۱۹۷۰

- نیروگاه‌های هسته‌ای
- تولید برق پایدار
- کاهش انتشار کربن



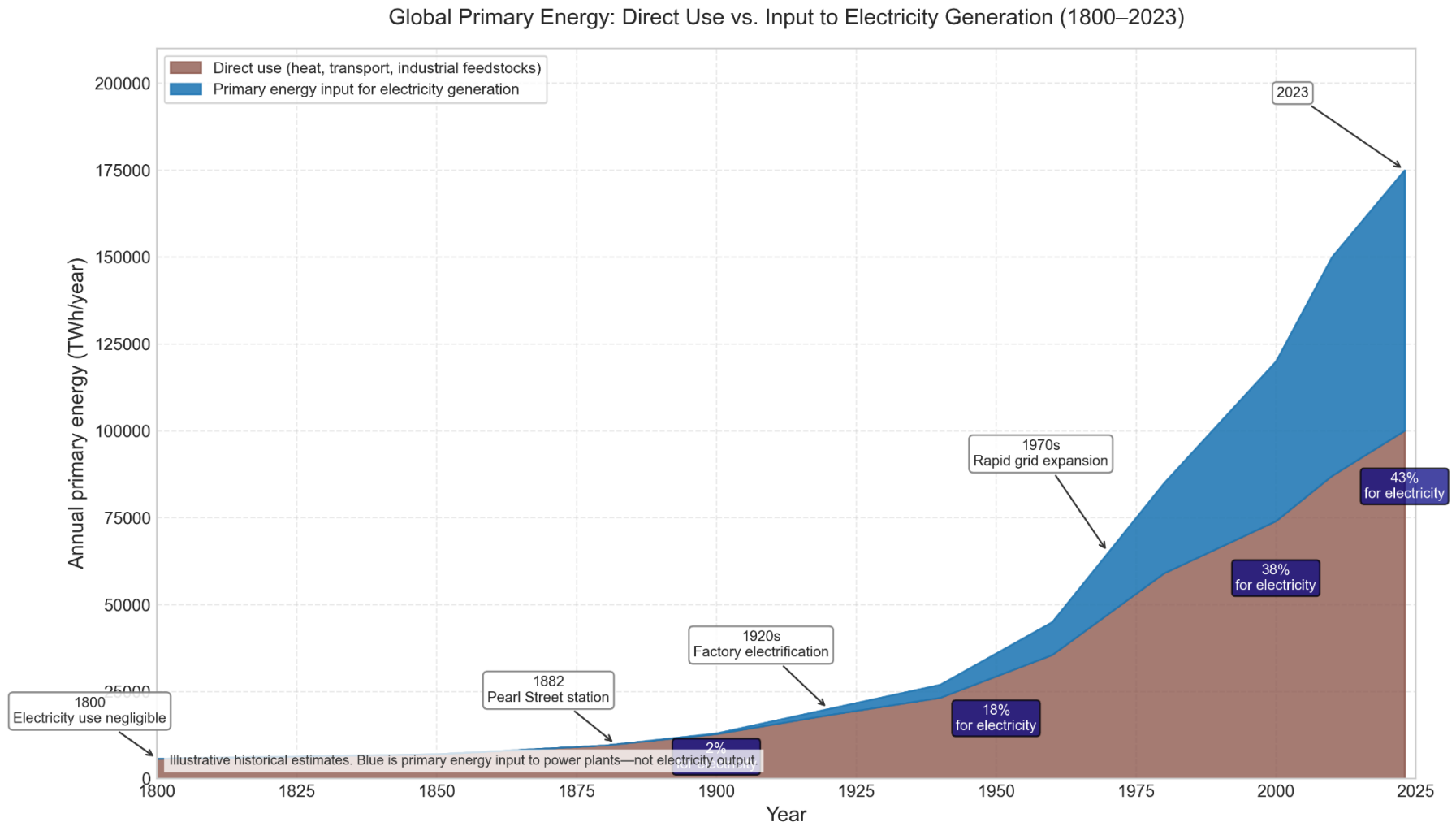
انرژی‌های تجدیدپذیر مدرن

از ۲۰۰۰ تا امروز

- خورشیدی و بادی
- فناوری‌های نوین
- آینده‌ای پایدار

❑ سرو کله الکتریسیته پیدا می شود!

❑ چرا الکتریسیته جذاب شد؟ بر خلاف انتظار اصلا هم جذاب نبود! چرا؟



□ انرژی الکتریکی قابلیت ذخیره سازی به سادگی برخی منابع دیگر انرژی ندارد.

□ چگالی انرژی الکتریکی خیلی کمتر از مثلاً انرژی شیمیایی است:

➤ چگالی انرژی میدان الکتریکی: $u_E = \frac{1}{2} \epsilon E^2$ (محدود به شکست دی الکتریک هوا یا مواد عایق؛ چند کیلوولت بر میلی متر).

➤ چگالی انرژی میدان مغناطیسی: $u_B = \frac{1}{2\mu} B^2$ (محدود به اشباع فرومغناطیس ها در ۱.۵ تا ۲ تسلا، یا ابررساناهای بسیار گران قیمت SMES).

□ چگالی انرژی حجمی بنزین: حدود 34 MJ/L

□ چگالی انرژی حجمی خازن الکترولیتی: حدود 0.005 MJ/L

□ پس راز فراگیر شدن انرژی الکتریکی چیست: محیط بی‌رقیب انتقال، تبدیل و کنترل توان

۱. جداسازی «محل تولید» از «محل مصرف»

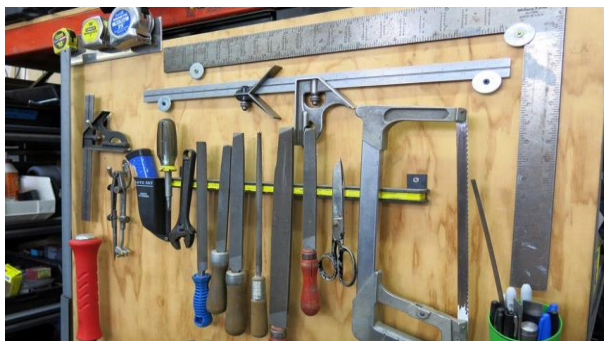
قبل از عصر برق، اگر می‌خواستید ماشین بخار داشته باشید، باید سوخت را به کارخانه می‌آوردید. محدودیت فیزیکی انتقال سوخت و مکان موتور (Prime Mover)، کارخانه‌ها را اسیر معادن یا راه‌های آبی کرده بود.

الکتریسته اولین واسطه‌ای بود که به ما اجازه داد «منبع تولید» را به جایی ببریم که انرژی اولیه وجود دارد (مثلاً سد در مناطق دوردست، یا معدن زغال‌سنگ) و «توان» را از طریق سیم‌ها با تلفات نسبتاً کم به جایی ببریم که «نیروی کار و مصرف‌کننده» حضور دارد. الکتریسته فضا را برای صنعت و زندگی شهری آزاد کرد.



گذار بشر از نگاه «پدیده جالب آزمایشگاهی» به «گزینه اول انرژی جهان»، چهار مرحله تاریخی را طی کرد:

۱. اتصال برق به حرکت (۱۸۳۱: مایکل فارادی)
۲. تلگراف: اولین انگیزه اقتصادی بزرگ (دهه ۱۸۴۰ تا ۱۸۶۰)
۳. دینام گرام و لامپ ادیسون (دهه ۱۸۷۰ و ۱۸۸۲): جرقه جذابیت تجاری
۴. انقلاب صنعتی واقعی: «از شفت‌های خطی به سیم‌ها» (۱۹۰۰ تا ۱۹۲۰)



□ ابزارهای کارگاهی

□ اره دستی (اره آهن بر)

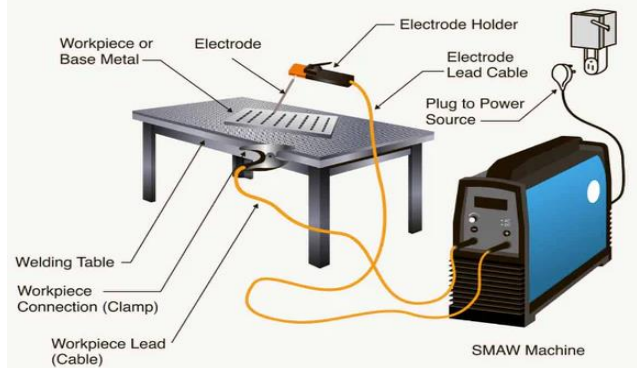


□ سوهان



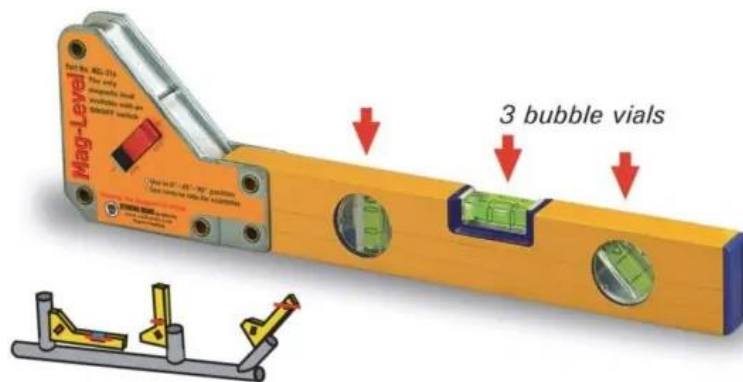
□ انبردست و گیره

□ دستگاه جوش (اینورتر جوشکاری)



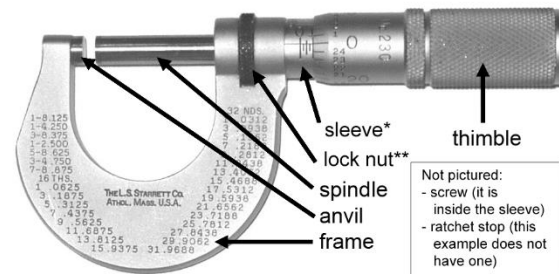
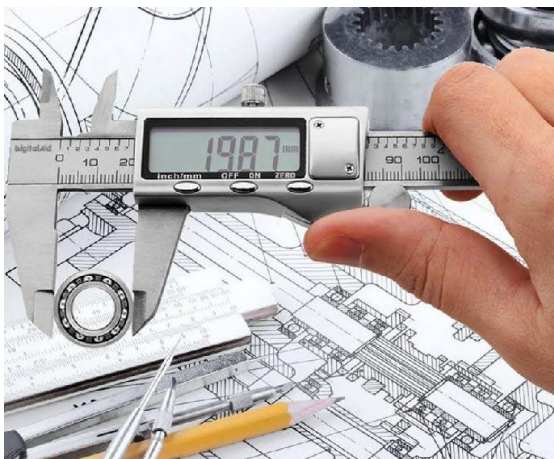
□ ابزارهای اندازه‌گیری پایه

□ اندازه‌گیری دقیق در ساخت قطعات بسیار مهم است؛ خطا در اندازه‌گیری = قطعهٔ معیوب که سر جای خود نمی‌نشیند. برای جلوگیری از چنین مشکلی، ابزارهای اندازه‌گیری ساده زیر را همیشه همراه داشته باشید و روش استفادهٔ صحیح از آن‌ها را یاد بگیرید.



- متر نواری
- خط‌کش فلزی
- گونیا
- تراز

ابزارهای اندازه‌گیری دقیق: کولیس و میکرومتر
□ در ماشین‌کاری و ساخت دقیق، گاهی لازم است ابعاد قطعه را با دقت بسیار بیشتری نسبت به متر و خط‌کش معمولی اندازه‌گیری کنیم. دو ابزار رایج برای این کار کولیس و میکرومتر هستند.



□ ایمنی در کارگاه

□ کارگاه یکی از مکان‌هایی است که مسائل ایمنی در آن بسیار ملموس هستند. به یاد داشته باشید که ایمنی هزینه نیست، بخشی از فرآیند کار است؛ وقتی از ابتدا زمان و فکر کافی به ایمنی اختصاص دهید، پروژه بدون وقفه و حادثه پیش خواهد رفت و همه با خاطره خوش کارگاه را ترک می‌کنند.

- ❖ نور و جرقه
- ❖ پاشش مذاب و پلیسه
- ❖ گازها و دود
- ❖ تیزی لبه‌ها و ابزارهای برنده
- ❖ سرو صدا و ارتعاش
- ❖ وضعیت نامناسب بدن و خستگی
- ❖ برق گرفتگی

□ تجهیزات حفاظت فردی

❖ ماسک (کلاه) جوشکاری با شیشه ُ تیره

❖ دستکش چرمی جوشکاری

❖ لباس کار ضخیم و پوشیده

❖ کفش ایمنی و پیش بند چرمی

❖ ماسک تنفسی فیلتر دار



□ عادات کاری ایمن

❖ محیط کار را ایمن کنید

❖ کار گروهی هوشیار

❖ استراحت و نظم