

# 《医用电子仪器分析与维护》

## 课程思政案例

主编：钟伟雄

编者：陈文山

杜世远

陈小虎

审查：邱滚忠

翁绳和

邱 萍

# 目 录

《医用电子仪器分析与维护》课程思政建设设计方案.....	1
案例一：医疗器械发展简史 .....	2
案例二：国内国外同种型号运放介绍对比.....	6
案例三：沈俊与滤波器 .....	9
案例四：心电图机的发展历程 .....	11
案例五：脑电图机的发展简史 .....	14
案例六：神经肌电图学的发展简史 .....	16
案例七：监护仪的发展历程 .....	22
案例八：医疗设备安全与风险防范 .....	24

## 《医用电子仪器分析与维护》课程思政建设设计方案

序号	课程章节与名称	思政映射与融入点
1	第 1 章 医学仪器概述	案例 1: 医疗器械发展简史 (培养学生勇于探索的科学精神)
2	第 2 章 生物电前置放大器	案例 2: 国内国外同种型号运放介绍对比, 引申至华为被美国打压事件。(培养学生要树立自强奋斗精神, 不能处处受制于国外)
3	实训 9: 二阶带通滤波器设定调节和测试	案例 3: 沈俊与滤波器。(通过讲述中国科学家沈俊与滤波器的故事, 引导学生面对困难勇于挑战的打拼精神)
4	第 3 章 心电图机	案例 4: 心电图机的发展历程。(通过讲述 1928 年, 董承琅教授、戚寿南教授、卞万年教授、马万森教授在国内发明弦线型心电图机的过程, 引导学生发扬首创精神)
5	第 4 章 脑电图机	案例 5: 简介脑电图的发展简史。(通过讲述脑电图的发展简史, 引导学生发扬探索未知领域的创造精神)
6	第 5 章 肌电图机	案例 6: 简述神经肌电图学的发展简史。(通过讲述肌电图的发展简史, 讲述 bernstein 和 HERMANN 两位教授引入和发明肌肉电学术开始, 引导学生发扬探索未知领域的创造精神)
7	第 6 章 医用监护仪	案例 7: 简述监护仪的发展历程。(通过讲述监护仪的发展简史, 讲述 1962 年, 北美建立第一批冠心病监护病房 (CCU) 开始, 引导学生发扬为了对抗疾病, 提高人类生命质量为己任的对生命的守护精神)
8	第 7 章 医用电气设备的安全要求与检测	案例 8: 描述近期一些医疗设备安全事故。(通过医疗设备使用不当引发的事故, 叮嘱学生提高警惕, 时刻把安全的准绳放在第一位)

## 案例一：医疗器械发展简史

**导入：**在远古时代，人类的生存条件十分恶劣，经常面临猛兽和自然灾害的侵袭，并受到各种疾病的困扰。我国近代考古发现，早在新石器时期，已出现医用石器，包括热敷、按摩、叩击体表、割刺脓疡(yáng)、放血等不同的石器工具。其中刺入人体组织的石器叫“砭(biān)石”，它是一种锐利的石块，《说文解字》注：“砭，以石刺病也”，用石为针，这应是我国古代针术的萌芽。2500年前《黄帝内经》中所述的“九针”，是人类最早发明、精心制作的医疗器械；以经络学说为指导的针灸术成为中国医药学这个伟大宝库中重要的治疗手段。但在此之后，直到19世纪，无论是中国还是世界，除1816年听诊器发明和1850年医用临床体温计的问世外，医疗器具的发展一直非常迟缓。这说明医疗器械发明的艰辛，而我们的祖先不畏艰难，勇于探索、乐于奉献的高尚品德更值得每一位中华儿女去认真学习。

**正文：**

### 一、医疗器械定义

20世纪80年代，国际标准化组织在制定并发布的医疗器械质量管理标准中，对医疗器械作了定义。我国根据此定义在2000年4月1日起施行的《医疗器械监督管理条例》第三条对医疗器械做出如下定义：

单独或者组合使用于人体的仪器、设备、器具、材料或者其他物品，包括所需的软件。

医疗器械使用目的是：

1. 疾病的预防、诊断、治疗、监护或者缓解；
2. 损伤或残疾的诊断、治疗、监护、缓解或者补偿；

3. 解剖或生理过程的研究、替代或者调节；
4. 妊娠[rèn shēn]控制。

## 二、医疗器械发展简史

在远古时代，人类的生存条件十分恶劣，经常面临猛兽和自然灾害的侵袭，并受到各种疾病的困扰。我国近代考古发现，早在新石器时期，已出现医用石器，包括热敷、按摩、叩击体表、割刺脓疡(yáng)、放血等不同的石器工具。其中刺入人体组织的石器叫“砭(biān)石”，它是一种锐利的石块，《说文解字》注：“砭，以石刺病也”，用石为针，这应是我国古代针术的萌芽。2500年前《黄帝内经》中所述的“九针”，是人类最早发明、精心制作的医疗器械；以经络学说为指导的针灸术成为中国医药学这个伟大宝库中重要的治疗手段。但在此之后，直到19世纪，无论是中国还是世界，除1816年听诊器发明和1850年医用临床体温计的问世外，医疗器具的发展一直非常迟缓。

现代医学仪器的诞生和发展应归功于19世纪末20世纪初科学的重大发现（以量子力学和相对论为代表）和工业文明（以机械制造和电机工程为代表）的出现。最具代表意义的伟大成就是1895年德国物理学家伦琴在维尔茨堡大学物理研究所发现X射线，在次年的德国物理学年会上，他宣布并展示了X射线拍摄的人手X射线照片，由此开创了人体影像诊断的先河。当时的电子变压器高压输出已达100kV以上，满足了X射线产生的条件。伦琴在实验中采用的是威廉·克鲁克斯研制的高真空度的冷阴极射线管。这一里程碑式的发现使得伦琴获得了首届（1901年）诺贝尔物理学奖。

1903年荷兰生理学家艾萨文研制成功了第一台采用弦线式电流计做记录的心电图仪，他所创立的肢体标准导联的测量方法沿用至今。艾萨文因为其开创性贡献获得1924年诺贝尔生理学或医学奖。

肌电图 EMG 起源于 19 世纪中叶，1851 年法国科学家杜布瓦·雷蒙最先检测到人体肌肉收缩时能产生电信号，“肌电”概念应运而生。1912 年，派珀利用弦线式电流计记录了不同运动时相骨骼肌的电活动，首次记录了人体肌电图。1925 年利迪尔和谢林顿提出“运动单位”概念，它对肌电的研究是一项重要的理论概念。

1924 年法国学者伯格首次采用头皮电极记录到人脑的电活动，发现人脑活动的  $\alpha$ 、 $\beta$  波节律，并第一次给出了人类癫痫病发作时的脑电图。

自 19 世纪末到 20 世纪初在物理学上发现了压电效应与逆压电效应之后，人们解决了利用电子学技术产生超声波的办法，从此揭开了超声技术的历史篇章。1922 年德国出现了首例超声波治疗的发明专利；1942 年奥地利医生杜西克首次用超声技术扫描脑部结构；以后到了 60 年代医生们开始将超声波应用于腹部器官的探测。如今超声波扫描技术已成为现代医学诊断不可缺少的工具。

核医学影像类仪器，均是基于给病人施加放射性标记药物，在人体外部探测所发射的  $\gamma$  射线而成像的。自从 1958 年安格研制成功医用 Gama 照相机后，借助于类似 X 射线断层成像技术，单光子发射计算机断层成像和正电子发射断层成像已应用于临床。它们提供了 X 射线成像技术不能提供的人体生理代谢方面的重要信息。

核磁共振成为一种谱分析方法，早在 1946 年就由布洛赫 F.Bloch 提出并用于化学分析，但直到 1973 年才分别由美国科学家保罗·劳特布尔和英国科学家彼特·曼斯菲尔德独立地研制出临床实用的磁共振成像仪。该仪器不仅提供了人体解剖图像，特别是软组织的图像，而且提供了人体特定部位的生理功能信息。由于这一卓越贡献，30 年后劳特布尔和曼斯菲尔德共同分享了 2003 年诺贝尔生理学或医学奖。

多生理参数监护系统的发展，可追溯至 1962 年，北美建立第一批冠心病监护病房（CCU）。以后，监护系统得到了迅速发展，随着计算机和信号处理技术的不断发展，以及临床对危重患者和潜在危险患者的监护要求的不断提高，对 CCU/ICU 监护系统功能要求也不断提高。

治疗类仪器自 18 世纪美国科学家富兰克林（Franklin）用莱顿瓶放电治疗瘫痪病人以来，直到 19 世纪末 20 世纪初才有了长足的进展，利用电磁波谱不同频段的生理效应，研制成功的各种治疗仪器，大量进入临床。最具代表意义的有可植入式心脏起搏器、高频电刀、激光刀、用于癌症治疗的电子直线加速器等。伴随微电子技术和计算机技术的发展，各种物理治疗类仪器在保健、康复、功能替代中发挥了越来越显著的作用。

作为卫生职业院校的学生，理应学习先辈的探索精神、创新精神、奉献精神，牢记自己许下的誓言：“我志愿献身医学，热爱祖国，忠于人民，恪守医德，尊师守纪，刻苦钻研，孜孜不倦，精益求精，全面发展。我决心竭尽全力除人类之病痛，助健康之完美，维护医术的圣洁和荣誉，救扶伤，不辞艰辛，执着追求，为祖国医药卫生事业的发展 and 人类身心健康奋斗终生。”

## 案例二：国内国外同种型号运放介绍对比

**导入：**集成运算放大器、生物电前置放大器广泛的运用于现在社会各类医疗设备，集成运算放大器的基础是半导体，半导体产业是国家基础产业，是国家命脉产业。大家都知道，中国是半导体产业大国，但是中国的核心技术一直很依赖外国，尤其是芯片大部分都靠进口。但近几年中国也试图改变这一现状，而在美国对中兴通讯以及华为下重手，也彻底揭开了中国半导体行业自主研发的浪潮。在这一背景之下，如何正视中国半导体产业目前所面临的一些问题，找出解决之道，成为了未来发展的重中之重。科技领域的发展，关键依靠科技人才的培养和发展。半导体材料的发展，离不开半导体领域学者对半导体理论和实践做出的贡献。

**正文：**在中低端芯片领域，中国企业的自给率还是很高的，我们的问题是高端芯片领域对外依赖性太强。原因还是因为我们在部分核心技术、关键设备没完全掌握。半导体产业首先兴起于美国（IBM,intel 为代表），后日本成为霸主，到现在韩国（三星，海力士），中国台湾（台积电）等寡头垄断，半导体产业已经形成庞大的产业规模，产业逐步成熟。我国半导体起步晚，由于半导体产业投入成本高，回收较慢，所以早些年投入资金和精力有限。半导体产业是高技术行业，缺少高端集成电路人才，在晶圆长制造工艺方面，短缺更加严重。还有体制问题和西方国家的抵制，导致其中最关键的设备，光刻设备（光刻机）禁止向中国出售最新设备。导致我国集成电路核心技术受制于

人，核心产品和技术的市场占有率偏低，企业实力较弱，整体创新水平很低，产品附加值，同质化竞争方面与美，日，韩差距较大。

2014 年国家集成电路产业投资基金成立，给中国集成电路带来一波新的高潮。《中国制造 2025》重点聚焦在十大领域其中新一代信息技术产业把集成电路列在首位。随着中国半导体产业的黄金发展期到来，国内半导体龙头企业，华为、中芯、紫光为代表陆续启动带动集成电路的大整合。

但是大家知道，2018 年 8 月，特朗普签署美国《2019 财年国防授权法案》。该法案第 889 条要求，禁止所有美国政府机构从华为购买设备和服务。以此来打压中国的高科技产业，保持对中国的全面优势的战略意图十分明显。但显而易见的是，虽然中国目前在技术领域与美国相比，还有明显的差距，但中国正在迎头赶上，全力缩小这一差距。半导体领域是一个人才济济的领域，这里汇集了爱因斯坦、波尔、杨振宁、李政道、高锟、霍金等世界级的科学家。这些科学家不仅是很多学生的偶像，更应该是他们成长和学习的标杆。这其中，不乏科学家爱国的感人事迹，如我国老一辈科学家林兰英等，突破国际技术封锁，为国家的半导体材料事业鞠躬尽瘁的事迹；当代的南仁东院士，为国家建设超级天眼，倾注一生的事迹。在集成运放课程中，在特定的知识点引入科学家的感人事迹，介绍他们的成长、成就、事迹，可以激发学生的学习兴趣和爱国情怀，加深学生对于专业的理解深度和认识程度，实现知识传授与价值引领相结合，全方位提高教学质量。

芯片研发是半导体产业最核心的部分。这需要大量的人力、物力投入，长时间技术积累和经验沉淀。虽然我们短时间内实现赶超难度

很大。但从近几年的产业发展来看，技术差距正在逐步缩小。“中国芯”未来值得期待！

## 案例三：沈俊与滤波器

**导入：**滤波器是由电容、电感和电阻组成的滤波电路。滤波器可以对特定频率的频点或该频点以外的频率进行有效滤除，得到一个特定频率的信号，或消除一个特定频率后的信号。利用滤波器的选频作用，可以滤除干扰噪声或进行频谱分析。换句话说，凡是可以使信号中特定的频率成分通过，而极大地衰减或抑制其他频率成分的装置或系统都称之为滤波器。国际知名计算机视觉科学家沈俊真是因为研究滤波器而闻名海内外，他提出的“指数滤波器”被国际学术界称为“沈氏滤波器”，并荣获了美国 IEEE 计算机学会颁发的“傅京孙奖”，他用自身的经历告诉我们利用科学创造人生，提高生命价值。

**正文：**1947 年出生的沈俊在计算机视觉研究这一前沿科学领域取得了令人瞩目的成就，共有 130 多篇研究论文先后在国际学术刊物和会议上发表，其中部分被国际科研机构采用。根据他的计算机模式识别方法研制的系统，多次在国际博览会上展示，他提出的“指数滤波器”被国际学术界称为“沈氏滤波器”，并荣获了美国 IEEE 计算机学会颁发的“傅京孙奖”。国际学术刊物称他为“计算机视觉领域的领导人物之一”。2004 年 4 月 8 日，沈俊因心肌梗塞在法国波尔多寓所猝然去世，享年 58 岁。

沈俊边缘检测方法：用对称的指数函数滤波器进行平滑，并在阶跃边缘，可加白噪声的模型下，按信噪比最大准则，证明了对称的指数函数滤波器是最佳滤波器。他的人生经历告诉我们，要从事专业技术工作，则必须坚持学习，不断更新有关的专业知识，努力掌握现代信息技术，使自己的业务、技术精益求精。在人生旅途中，每个人都应有一个奋斗目标，为实现目标，必须制定一个切实可行的计划，并

按计划脚踏实地朝着目标方向向前走，总有一天会达到目的地。对自己的工作和学习放松了要求，就会不进则退，被时代的列车泡在后面。我们在人生旅途中，实现了一个近期的目标后，不能把这目标当作前进道路上的终点站，而应该把这个目标当作一个新目标前进的起点。一个人要想在工作中有所创造，有所成就，除了应有明确的发展目标外还要有坚定的信心、顽强的毅力、科学的方法、健康的身心、面对困难勇于挑战的打拼精神。

同时，革命导师列宁同志说过一句名言：“只有懂得休息，才懂得工作”。我们经过紧张的工作学习后就会感到劳累，就需要一段时间好好休息，才能以更旺盛的精力投入到紧张的工作学习中。在人生旅途中，我们对工作、学习、生活、休闲等都要掌握一个度，适量就是享受，过度就难受。

## 案例四：心电图机的发展历程

**导入：**心电图机是记录心电图的专用仪器，包括单道心电图机和多道心电图机。多道心电图机可以同时记录多导联的心电，最多可同时记录 12 个导联，而单道心电图机只能顺序记录 12 个导联。根据控制方式和导联切换方式的不同，有手控的模拟心电图机，也有程控的数字式心电图机。心电图机是各级医院中最普及的医用电子仪器之一，但你知道中国第一台心电图机是怎么来的吗？恐怕大多数人都回答不上来。

**正文：**5 月 11 日，在中国第一位心内科医生——董承琅教授诞辰 120 周年之际，笔者在中国心血管医学博物馆偶遇陈灏珠院士、葛均波院士、霍勇教授以及董承琅教授家人，听他们讲述董老开创我国心脏病学时代的故事。

中国心血管健康联盟主席葛均波院士介绍：“中国第一台心电图机是由北京协和医院董承琅教授从美国漂洋过海 30 多天带回来的弦线型心电图机，那时的心电图机只能记录 3 个导联，而且非常笨重，设备占满一间房子，很难想象董老当时克服了多少困难才把这套设备带回国。”

1928 年，董承琅教授、戚寿南教授、卞万年教授、马万森教授在国内率先使用弦线型心电图机记录 3 个标准肢体导联心电图，从此开启中国心电图临床应用新纪元！葛均波院士感慨道：“从 0 到 1 远比从 1 到 100 难。我国心血管疾病的防控发展速度如此迅速，得益于 20 世纪 20 年代先辈们在心血管领域孜孜不倦的探索。”

在参观董承琅教授私人诊所时，陈灏珠院士兴致勃勃地介绍董老在我国心脏病学、心内科、心电图学等领域作出不可磨灭的先导功绩，“一是从美国带回国内第一台弦线型心电图机，开启国内应用的心电图时代；二是 1931 年在协和医院建立中国第一个心脏病科，并担任科主任，这是中国心内科的肇始；三是 1960 年编写了中国第一本心脏病学专著《实用心脏病学》，为培养心内科人才、指导临床实践发挥很大的作用；四是 1941 年在上海南京西路开设私人心脏病诊所，这是国内首家由中国人开设的私人心脏病专门诊所……”

董老的小儿子董天润教授用“爱国、爱医、爱学、爱民”来形容父亲在自己心中的形象。董天润教授介绍：“我的父亲是个很爱国的人，每次从美国回国，他对中国的情感就更浓厚。为了能够将最先进的技术带回国内，父亲曾三度赴美学习，面对美国密歇根医学院院长一再挽留的好意，父亲不顾国内战火纷飞的危难，毅然回国投身于医学救国的理想。”

董天润教授还表示：“父亲极度热爱学习，每晚都要学习到 10 点，即便家中有客人造访也不过多陪伴，而是回到书桌前继续看书。”董天润教授如今继承了父亲的衣钵，也成为了一名心脏病专科医师。父亲于 1941 年在协和图书馆写下“一切诊断与治疗的措施都应以病人的利益为前提”的座右铭，也成为董天润教授始终牢记于心的行医准则。

上海交通大学附属第六人民医院心内科主任沈成兴教授表示：“董老的人文精神，对上海六院的熏陶体现在每一位医师骨子里。也希望更多的医生能够不忘初心，怀揣着献身医学的热情与梦想，沿着无数先辈指引的方向，更加踏实和坚定地走向远方，这也是我辈对开拓者最好的纪念形式。”

北京大学第一医院心内科主任霍勇教授感慨，董承琅教授研究心血管健康领域疾病之时，正值国内战火纷飞之期。然而，艰苦的条件非但没有吓退董承琅，反而坚定了他“医学救国”的宏大志向，在内忧外患的条件下全力开展他的研究工作，最终在中国心血管领域的华美篇章里留下最浓重的第一笔。董承琅这种不役于物、潜心钻研、为国为民、患者至上的榜样精神，将永远激励着我国医疗事业的后来者们不断努力前行。

## 案例五：脑电图机的发展简史

**导入：**人体组织细胞总是在自发地不断地产生着很微弱的生物电活动。利用在头皮上安放的电极将脑细胞的电活动引出来并经脑电图机放大后记录在专门的纸上，即得出有一定波形、波幅、频率和位相的图形、曲线，即为脑电图。当脑组织发生病理或功能改变时，这种曲线即发生相应的改变，从而为临床诊断、治病提供依据。脑电图机是用来测量脑电信号的生物电放大器。

**正文：**

1875年，英国外科医师卡顿对动物暴露脑进行了电流直接记录，将电极直接插入猴头的颅内以检测脑内电流活动情况。1903年，德国医学家贝格尔受这些成就的启发，开始脑电流记录实验：先对狗的暴露脑进行实验，后借为病人作切除头盖骨手术机会，用针状电极插入头皮下进行实验，最后对正常人和脑病人的完整头盖能进行实验，并取得了成功。他把记录人脑电图的方法命名为脑电图描记术，成为脑电图临床应用的开端。1929年，他发表了重要科学论文《关于人的脑电图》，指出脑电图可能成为脑病诊断学与神经生理学方面的一门新学科。40年代后在临床诊断中得到了广泛的应用。1934年，阿德里昂和马泰乌斯改进了脑电描记术，从而使它可以诊断某些类型的癫痫及精神错乱症和脑瘤，以及进行颅内病变的检测和大脑病变的区域定位。1950年，波泽和舒伯弗里开始了脑电阻图的应用，目前这项检查主要用于脑血管病的辅助诊断。20世纪30年代脑电的记录方法主要是通过电子管放大器放大后，用示波照相方法进行记录。到50年代，电子计算机技术引进了脑电领域。70年代以后，使用集成

电路和共模抑制技术来放大脑电信号，用磁带记录器来录制脑电信号，使得脑电仪不仅体积进一步缩小，而且抗干扰性能有了很大的提高。

80年代以来，随着集成电路、超大规模集成电路和微处理控制技术的高速发展，脑电图机的制造已经进入一个崭新的阶段，各个国家也不断推出自己的新技术、新产品，力争在市场竞争中领先。目前我国比较先进的脑电图机技术有动态脑电图系统、数字脑电工作站、视频脑电图仪、便携式数字脑电图仪、无线蓝牙综合视频脑电图机、无线蓝牙综合睡眠脑电图机等。

动态脑电图仪于1978年问世，目前该技术已在国际上得到广泛的应用。大量的临床应用证明：动态脑电图已是一项成熟而有效的诊断方法。与传统的静态脑电图相比，动态脑电图技术的显著优势在于：动态脑电图仪可供受检者在日常生活环境中佩戴使用，完成24小时全部脑电活动记录，随后由计算机对所记录的数据进行回放，使偶发的一过性大脑瞬间障碍的脑电活动得以再现，以确定发作与环境、时间、诱因和个人状态的关系。

动态脑电图(AEEG)系统集成动态脑电和多导睡眠分析于一体，不仅适用于临床开展动态脑电图检测，还可适用于任何睡眠实验室和科学研究领域，能为患者提供最佳的临床诊断数据。

相信随着科技的发展和人类的进步，越来越先进、实用的脑电图技术会应用于临床，为人类造福。作为一名医学生，承载着未来医疗卫生发展的希望，应加强基础课程的学习，并不断探究创新。只有将理论知识灵活运用于临床实践中，将来才能成为一名合格的医学事业接班人！

## 案例六：神经肌电图学的发展简史

**导入：**肌电图学（electromyography）是通过获得由肌肉产生的电信号来研究肌肉功能的一门学科。在过去的三个世纪里，大量的科学家贡献出了他们的智慧和汗水，研究肌肉运动的电现象。随着研究的深入逐渐的应用到医学诊断当中。目前肌电图 EMG 被公认为神经系统疾病定位诊断的延伸，是诊断和鉴别诊断神经肌肉病及神经肌肉接头病变的客观检测手段，是组织化学、分子生物学、基因检测和影像学检查均不能取代的检测技术。

**正文：**

### 一、国际肌电图学的发展简史

文艺复兴时期，随着科学意识的复苏。人类对于肌肉的研究也随之兴起。比如 Leonardo da Vinci 思考了很多关于肌肉及其功能的问题。现代解剖学之父 Andress Vesalius 里程碑式的工作对我们今天还存在着深远的影响。但是，Andress Vesalius 的理论体系更多的是关注肌肉的外形，而没有去关注肌肉的内在功能，因此肌肉电还是没有得到实质性的研究。直到公元 1666 年，意大利科学家 Francesco Redi 研究了电鳗后认为电鳗产生的点击是由它的肌肉产生的，它在文章中写下：我觉得电鳗的痛苦的动作来源于他的两个镰刀状的身体部分或者是肌肉，而不是身体的其他部分。1791 年，Luigi Galvani 最早地观察到了有关电和肌肉收缩的联系。在他划时代的试验中，他将青蛙的腿通过接触金属棒来去极化。他的“动物电”理论被整个欧洲热情的接受。这一发现被广泛认为是神经生理学诞生的标志。很多人都来证实 Luigi Galvani 的结论并称赞他的发现，Alessandro Volta 就是其中之一。他一开始是认同 Luigi Galvani 的发现的，并在他的回忆中写道：

这是美丽最令人惊奇的发现之一，它将是许多其他发现的基础。但是，过了 2 年，在 1793 年，Alessandro Volta 通过证明不同的金属与电解液（就像存在于身体组织内的液体一样）接触会产生电流质疑了 Luigi Galvani 的发现。随后 Luigi Galvani 发现通过将神经的自由端放置在肌肉上而不是接触金属也可以产生肌肉收缩，这事情又重新确认了她的理论。然而 Alessandro Volta 的影响太大，以至于在之后的将近 80 年里，“动物电”理论被认为是没有任何意义的。Alessandro Volta 促进了工程技术的发展，制作了电流的设备，使得刺激肌肉变得方便，不过他并没有改进检测肌肉中电流的技术。公元 1820 年，Schweigger 在 Oersted 关于磁学发现的基础上制作了第一个实用的检流计。五年之后，Nobili 改进了技术，通过补偿由地球磁场产生的力矩，提高了检流计的灵敏度。利用这个改进的检流计，Carlo Matteucci 在 1838 年最终证明了电流的确来源于肌肉。Carlo Matteucci 的工作使得 Du Bois-Reymond 产生了兴趣，后者于 1849 年第一个发现了人类肌肉自主产生的电信号。Du Bois-Reymond 设计了一个表面电极，这个电极是由贴在浸入过盐溶液的吸水纸上的一根导线构成的。他发现当手指浸入到盐溶液中并且当手臂收缩时，检流计有了微小的偏转（大约 2 度-3 度）。他意识到是皮肤表面的电阻减弱了本可以驱动检流计偏转的电流。于是，他去掉了表面皮肤，将伤口与这个表面电极接触。当他手臂收缩时，他的检流计出现了相当大的偏转（65 度）。Benstein 和 Hermann 分别在 1874 和 1877 年开始提出引人注目的肌肉电活动原理方面的报告，并定名为动作电位。1901 年 Einthoven 发明了弦线式检流计。通过弦线式检流计可以记录出微弱的动作电位。Piper 在 1907 年利用金属表面电极，使测量人类肌肉更方便。在 Braun 1897 年发明了阴极射线管之后，Forbes 和 Thacher 在 1920 年利

用阴极射线管“显示”动作电位，检测技术被进一步简化。两年后，Gasser 和 Erlanger 用阴极射线管示波器代替检流计，显示了肌肉电信号。Gasser 和 Erlanger 因为他们这一应用和他们关于动作电位的解释获得了 1944 年的诺贝尔奖。Liddeli 和 Sherington 在 1925 年提出了运动单位的生理概念。Proebster 在 1928 年第一个分析了病人的肌肉动作电位，研究了周围神经损伤和脊髓灰质炎的肌电图。Adrian 和 Bronk 在 1929 年用同心针电极并借助示波器研究了单个运动单位的功能。之后各种异常肌肉电图相继被研究。Lindsly 在 1935 年研究了重症肌无力的肌电图，Denng-Brown 和 Schiff 分别在 1938 年和 1951 年研究了纤颤电位，Hodes 在 1948 年完成了运动神经传导速度的测定，Dawson 在 1949 年研究了感觉神经传导速度，Buchthal 在 1950 年肌肉的同步电位。在 1960 年，一群由 Kobrinsky 领导的俄国科学家展示了由前臂肌肉产生的肌电信号控制的手的假体，这一贡献极大的激励了工程学在康复医学中的应用。随后许多北美和欧洲的科学家开始探索这一新领域。

## 二、国内肌电图学的发展简史

20 世纪 50 年代末 60 年代初，我国少数神经病学家开始了解先进的 EMG 技术，但未能推广。至 80 年代，EMG 开始在全国推广应用。关于国内 EMG 的发展，我们不能不提到北京协和医院汤晓芙教授对该领域的贡献。她与其他同行于 1984 年所编译的第一本肌电图手册为该技术在国内的广泛开展起到了指南的作用，并以相继发表的大量文章为该技术的规范化奠定了基础。她所编著的《临床肌电图学》(1995 年)、《肌电图学》(《临床神经电生理》下册，2002 年)是从事肌电图工作者的必读书，而且对临床医生了解 EMG 的理论和意义也有重要的指导价值。随着计算机技术的应用，EMG 有了

很大的发展,相继产生了单纤维肌电图 (SFEMG)、巨肌电图、扫描肌电图和运动单位计数 (MUNE)等技术。EPs 是继脑电图和肌电图之后临床神经电生理学的第三大进展。20 世纪 80 年代初,我国的 EPs 技术(躯体感觉诱发电位、脑干诱发电位和视觉诱发电位)刚刚起步,为多发性硬化等中枢神经系统病变的诊断提供了重要的客观依据。关于国内 EPs 的发展,我们不能不提到潘映辐教授对该领域的贡献。他在 1988 年编写了第一本关于诱发电位的著作,为该技术在国内的开展和规范化奠定了基础,提供了指南;以后相继编写的《诱发电位学》(第二版),是目前国内惟一全面和系统介绍诱发电位的专著。

在中华医学会神经病学分会的大力支持下,1984 年全国肌电图和临床神经生理学组成立,到目前为止组织了 8 届全国学术会议、2 次国际会议和 1 次海峡两岸电生理学术研讨会,与国外建立了各种联系。1987 年,该学组在国际神经生理联盟前主席 Desmedt 教授的积极推动下成为该联盟的理事,汤晓芙教授曾担任该联盟的执行委员。20 年来,我国 EMG 和 EPs 方面有了长足的进步,除常规的 EMG 检查,即同心圆针电极 EMG、神经传导速度 (NCV)、F 波和重复神经电刺激等测定(为鉴别神经源性损害和肌源性损害、发现临床下病灶和神经肌肉接头病变提供了可观的手段)外,还开展了与国际接轨的较先进的检查项目。1978—2004 年全国共发表了关于肌电图方面的文章约 1735 篇,神经传导速度方面的文章约 888 篇(中国生物医学文献数据库)。国内从 20 世纪 80 年代初开始诱发电位的研究,最早是躯体感觉诱发电位 (SEP)、脑干诱发电位(BAEP)和视觉诱发电位 (VEP)的研究。1985 年 Barker 等改进了磁刺激器,在英国皇家医院 Merton 实验室里,第一次记录到经颅刺激大脑皮层运动区在

相应的肌肉上获得的肌肉动作电位,使运动诱发电位 (MEP)的测定成为可能。北京协和医院于 1986 年最早引进了该技术,在测定了大量正常值的基础上,很快将其用于多发性硬化和吉兰-巴雷综合征的研究。目前 MEP 以及事件相关电位 (ERP)等技术已经在国内较普遍的应用于临床。尽管近年来影像学技术有了很大的发展,但尚不能完全取代 EPs 技术在生理功能判断和微小病变定位诊断方面的意义。

1978—2004 年全国发表了关于听觉诱发电位的文章约 1101 篇,视觉诱发电位方面的文章约 663 篇,体感诱发电位方面的文章约 812 篇,事件相关诱发电位方面的文章约 605 篇 (中国生物医学文献数据库)。

20 世纪 90 年代以后各种脑诱发电位包括 SEP、BAEP、VEP、MEP 及 ERP 等已经在国内较普遍地应用于临床。尽管近年来影像学技术有了很大的发展,但尚不能完全取代 EPs 技术在生理功能判断和微小病变定位诊断方面的意义。近几年 ERP 的研究不断深入,北京宣武医院王玉平等在 ERP 刺激特征匹配试验的研究中发现了一个与刺激特征冲突相关的负性电位 N270,引起国内外很多学者的兴趣,以上研究仍在进行中。越来越多的市级以上的医院开始重视 EPs 在手术监护中的价值,以提高手术的安全性和精确性、避免术后并发症、提高患者术后生活质量、减少医疗纠纷等。国内电诊断技术发展不平衡是令人遗憾的,特别是 EMG 尚未真正成为神经系统检查的延伸。其原因有技术问题,但更重要的是体制上的差异,比如 EMG 在国外是经过专门培训的神经科医生才能进行的检查,而国内大多数是由技术员操作,甚至没有任何临床医生作指导和顾问。

### 三、展望未来

EMG 和 EPs 是生理学方面的检测技术,可反映从周围神经到大脑的正常和异常的生理功能。ERP 还可提供大脑认知功能方面的信息。生理学检测与影像学的结合即功能磁共振显像 (fMRI)是解剖生理功能定位和病变部位定位的重要手段,是未来几年基础研究和临床应用的发展方向。以往作为检查手段的一些电生理技术,在神经系统疾病的治疗和康复方面的应用及相关机制方面的研究已经展开,如快速重复磁刺激 (rTMS)技术在神经精神科疾病中的应用等。1992 年 rTMS 器的创立使该技术由诊断学上的意义发展到对疾病的治疗。研究表明 rTMS 具有一些生物学效应影响认知功能、言语功能及情绪等,对抑郁患者具有改善情绪的作用,后者引起了精神科学、神经科学、基础医学和公共医学对 rTMS 的兴趣。一些学者认为 rTMS 有望作为无创手段代替 Wada 实验为癫痫患者进行语言中枢定位,还可作为治疗手段用于运动系统功能障碍及帕金森病等。

从国内外肌电图学的发展简史,我们可以感受到随着科技的发展和人类的进步,越来越先进、实用的肌电图技术会得到实际应用,从而为康复医学做出越来越重要的贡献。作为一名医疗器械专业的学生,承担着未来医疗器械维修的重大使命,应加强电子类基础课程的学习,在学习中发扬用于探索的科学精神。从以上案例中我们可以获知,前辈医学科技工作者的艰辛探索,让我们知道一切科技成果的诞生从来都不是轻易完成的,而是需要经过漫长的探索和不断的实验,甚至经过几代人的接力,才得以将科学成果越研究越完善,最终得以进入临床实践!我们要学习前辈医学科技工作者这种勇于探索、不断进取的精神和不怕艰苦的优良作风,迎难而上,艰苦奋斗,为成为合格的社会主义事业的建设者和接班人而努力奋斗!

## 案例七：监护仪的发展历程

**导入：**在临床过程中，医生如果能够及时了解病人的各项生理指标，掌握患者病情进展，就能及时拟定准确的治疗方案，对患者的疾病治愈是非常重要的。在很长一段时间内这项工作由人工完成，不仅效率低，而且可靠性也不高。随着电子技术、计算机技术以及生物医学工程技术的发展，出现了专门用于长时间连续监护病人生理参数的医用电子仪器——医用监护仪。医用监护仪，能够对人体的生理参数进行长时间连续监测，并且能够对检测结果进行存储、显示、分析和控制，出现异常情况时能够发出警报提醒医护人员及时进行处理。

**正文：**医用监护仪器是一种用以测量和控制病人生理、生化参数、并可与已知设定值进行比较、如果出现超差可发出声光报警的装置或系统。由于该类仪器或设备一般是针对危重的住院病人进行生命体征监测，有不少类型，因此，也称为病房监护装置。在早期由于受到技术的限制，对病人的生理和生化参数只能由人工间断地、不定时地进行测定，这样就不能及时发现疾病急性发作时的病情变化，因此往往导致死亡。现在有了医用监护仪器或系统，它能进行 24 小时不间断连续监测，迅速准确地掌握病人的生命体征，以便医生及时抢救，使死亡率大幅度下降。

医用监护仪是医疗器械发展史上的一个里程碑。医用监护仪的发展，可追溯到 1962 年，北美建立第一批冠心病监护病房以后，监护系统得到了迅速发展。医用监护仪器在临床中的广泛应用大大减轻了

医护人员的劳动强度，提高了工作效率，更重要的意义在于能使医护人员随时了解病人的病情及发展趋势，当出现危急情况时，能及时进行有效处理，提高了护理质量，大大降低危重病人的死亡率。因此医用监护仪器已经成为现今临床应用的必不可少的医用电子仪器。

近 20 年来，随着电子技术和计算机技术的发展，智能化、网络技术已普遍应用于监护仪器，使监护仪无论在外形结构还是在功能上都发生了日新月异的变化。监护仪与临床诊断仪器不同，它必须 24 小时连续监护病人的生理、生化参数，检出变化趋势，指出临危情况，供医生作为应急处理和进行治疗的依据，使并发症减到最少，最后达到缓解并消除病情的目的。

从医用监护仪发展历程，我们也可以感受到医学工作者、生物医学工程人员，以提高人类生命质量为己任，对抗疾病，守护生命的医者仁心和孜孜不倦的进取精神，这种精神也激励着我们从事医疗卫生行业的工作者，在今后的工作生活不忘初心，砥砺前行。

## 案例八：医疗设备安全与风险防范

**导入：**医疗设备在现代医院的应用越来越广泛，设备的数量、规模也在继续增加，科技的进步使得医疗设备更加可靠也更加复杂，在临床诊断、临床护理工作中，医护人员和患者都会频繁接触使用大量的医疗设备，在设备的使用过程中存在一定的风险，如果不加重视，容易出现设备的安全隐患。因此在设备的使用期间，应当主动、定期对医疗设备进行安全的检测工作以及保养维护，这不仅仅是设备管理的重要工作内容，更是对医护人员和患者的安全负责。

**正文：**

医疗设备不仅与医疗安全直接相关，也与医疗责任纠纷直接相关。根据不同的设备安全问题导致的不同严重后果可分三类：一是治疗类医疗设备因故障或使用不当导致病人经济损失、致残或死亡，从而导致医疗纠纷。这类事例很多，例如：医院血透设备水处理系统在消毒后由于没有将管路彻底冲洗干净，导致治疗病人时管道内残留的消毒液回流进入血透机，并进入病人血液，最终导致病人死亡。医院美容科的美容激光由于激光头冷却系统故障导致病人在治疗脸部色素时将皮肤烫伤，最终导致医疗纠纷。二是诊断类设备因仪器分辨率低、数据误差太大或其它性能问题导致诊断失实，间接导致病人产生医疗安全纠纷。这类事例也很多。B超超声探头因晶振组中有部分损坏，导致超声信号衰减，病人病灶在模糊的诊断影像中被忽略，病人恶性肿瘤在早期检查中没有被发现，导致纠纷。检验科生化分析仪检测报告数据有较大误差导致误诊，进而导致医疗纠纷。三是一些现代化医疗设备，由于内部存储的关键数据丢失，在病人提出质疑时因医院无法作出自身无责任的举证而导致发生医疗纠纷。这类事件往往被我们

忽视，例如：病房监护仪使用时，要将机器设置好，特别是内部机器时间设置好，将病人信息完整输入，将生命体征参数报警功能打开，并将病人监护历史数据存储备份，这样当急诊病人死亡时，医生可以根据监护仪内的数据告诉病人家属：“病人送来时已死亡，并非医院没及时抢救”，这有利于减少医疗责任纠纷。

在以安全为核心内容的医疗设备维修保养过程中，要从关注气、光、水、强磁场、高电压等物理量入手来维护机器的正常使用。

一是气：有很多医疗设备需要用气，如环氧乙烷消毒柜需要用有毒环氧乙烷气体，使用中我们要小心其泄漏。呼吸机需要高压氧，使用中也要小心氧气的泄漏，避免因漏气而导致机器故障，进而影响病人的治疗。高压氧仓更要小心，要控制好氧气的压力、浓度，要严禁仓内点火及静电起火。二是光：当心激光对医生和病人的眼、皮肤等的损伤，不仅要注意到激光的直射，也要注意其反射光，激光使用中应根据要求佩戴相应波长的防护镜。紫外线对人也是有损伤的，使用紫外线消毒时，要求医生和病人都要离开，同时也要注意紫外线对橡胶制品的腐蚀损伤，一些含气、水的医疗器械内部都有密封圈，紫外线会加速它们的老化，从而导致设备故障。一些内窥镜设备要及时更换光源灯，以保证其图像亮度。生化分析仪、紫外分光光度计也要及时更换灯泡以保证测量数据的准确。三是水：血透设备要及时更换水处理系统的过滤填料（活性炭、树脂），及时更换反渗透膜。消毒时要冲洗彻底，要定期检测水质。一些有水冷却系统的设备要及时观察水量，加冷却水只能用纯净的蒸馏水。仪器设备在使用中要保证环境湿度符合要求，一些床边机器使用时要特别注意不要让病人将水、饮料等流质放置于机器上。四是要注意用电安全：要注意修理中的触电危险，对故障设备尽量要断开电源修理。遇有大电容的设备如碎石机、X线

机高压发生器、除颤仪、激光等要注意对电容放电、小心电击。电路焊接中要焊牢，不能有虚焊和短路，外壳要有良好的绝缘性，设备的地线要连接可靠。

安全无小事，责任重于泰山。医疗设备的维修保养是医疗设备安全管理的重要环节，医疗设备维修过程中，我们不仅要做到快速、经济节约，更要提高安全意识，严格遵守操作流程，将安全性保养维护作为其核心内容。通过采取医疗设备的安全防护措施，能有效避免由于医疗设备安全风险而导致的医疗事故，对保障患者和操作人员的生命安全、延长设备的使用寿命有重要意义。