发展我国自动化事业的意义、现状与差距

应用专业委员会　陈振宇

一、在我国发展自动化的意义和必要性

西方发达国家从十八世纪后期进行产业革命以来，资本主义社会经过了约二百年的发展，通过激烈的残酷的竞争和多次反复的经济危机——复苏的痛苦过程，建成了现代化的工、农业。实现了高度机械化、自动化，使劳动生产率达到了前所未有的高度。现在他们正在谈论着“新的产业革命”。我们可以看到尽管西方发达资本主义国家描述“新的产业革命”的方法和内容有各种局限性，但从他们发展的过程和当前技术成就中可以得出对我国现代化建设许多有益的借鉴。这些国家在过去约二百年的工业化过程中建立了庞大的纺织、机械、煤炭、石油、化工、电力、钢铁、汽车等轻、重工业传统产业群。而后随着科学技术的发展，在二次世界大战后又建立了电子、计算机、原子能、宇航等新兴产业群。为这些国家的经济发展奠定了基础。在近二十年左右兴起的微电子、计算机、自动化和信息技术发展尤为迅速。到现在不但这些新兴技术本身已经广泛应用，形成了可以和汽车、钢铁、化工等相匹敌的并正在进一步超过它们的高速发展新兴产业群，而且这些技术正在日益渗透和改造着传统工业的生产方式，以至于影响到社会、经济、科技等各个方面。这种新的技术革命和产业革命的兴起已经有可能创造出新的更高的社会生产力水平。我们应当抓住时机，充分吸取当代科学技术和新兴产业发展的成就和经验，为我所用，加速推进我国四化建设。

从整个社会经济发展中各种技术方面的关系来看，微电子、计算机、自动化和信息技术可以说是推动当代新的技术革命和“新的产业革命”的技术核心，其中自动化技术包括着生产控制自动化和事务经营管理自动化二大方面，计算机技术也主要应用于这二大方面，因此往往把计算机自动化技术合并而提。但是在生产控制自动化中有许多基础自动化如仪器仪表、电力传动、气动液压等不属于计算机技术，而计算机应用于科学计算方面则也不属于自动化技术。信息技术包括着计算机和通信技术，具有比计算机应用技术较为广泛的含义，但它同样也不包括基础自动化的内容。而微电子技术则是上述这些技术的实现手段和物质支柱。由此可见微电子、计算机、自动化和信息技术可以视为是一个互相渗透、密切结合的技术群。从科学技术发展对社会、生产、经济等方面的影响和作用来衡量，提自动化或是计算机自动化技术较为具有概括性和代表性。

从西方发达国家发展的过程和我国建设实践的经验中都可以得出，发展和应用计算机自动化技术具有下列几方面的重大意义和作用：

1．提高社会劳动生产率，可以用较少的劳动消耗生产出较多的物质产品。具有较高自动化水平的现代工业比简单机械化工业其劳动生产率可以高几倍以至几十倍。提高

需要全本请访问 www.ertongbook.com

生产自动化水平是我国推进四化建设提高人均国民收入的根本途径。

2．提高产品质量，使传统工业产品的质量得到提高和有了严格一致的保证。同时也使过去人工操作所不能生产的产品现在有了生产的可能。当今微电子器件所取得的飞速发展着的巨大成就就是一个十分突出的例子。

3．节约能源和其他物质消耗，使能源和其他物质消耗维持在合理和最优状态，可以取得显著的节约效果。例如我国一些加热炉实现燃烧自动控制后与人工控制相比，可以节约能耗百分之几至百分之十几。

4．提高设备使用寿命和保证安全运行，使设备操作的准确性和合理性得到增加。由于对整个生产过程进行了监控，可以对各种不正常工况进行分析预报和采取相应措施，防止各种事故于未然。

5．改善劳动条件保证人身安全，使操作人员减轻劳动强度，避免各种污染、辐射和各种危害人身健康的操作环境。

6．推进科学管理、缩短生产周期、加速资金周转，由于应用计算机管理信息系统，使事务和经营管理信息能准确、全面、及时地收集加工反映到各级管理人员，大大提高了生产管理工作效率。

7．促进生产工艺和管理体制的变革，可以实现过去人力操作所无法达到的生产强化新工艺和新的科学的管理体制，以及有可能精简各种不必要的管理机构。

8．促进科学研究的发展，为科学研究提供了新的实验和检测控制手段，能进行各种过去人工操作所无法进行的科学实验。这在当代生物工程、核能工程、宇航工程、海洋工程等新兴科学技术中最为明显。

9．与经济科学相结合，促进社会经济的优化发展。现代控制论和系统工程科学与经济科学相结合，可以在国家经济生活从中央至地方的各级机构中，在经济预测、规划、调度、决策等方面发挥巨大作用，取得巨大经济效益，有可能避免各种想当然的错误决策。

10．推进军事技术现代化。计算机自动化技术已经成为现代军事技术的主要支柱，现代武器性能的优劣，在很大程度上取决于计算机自动化技术的应用成就和水平。

在我国积极发展计算机自动化事业，也与发展其他事业一样，需要全国一盘棋，全面考虑统筹兼顾按比例协调发展。其中特别需要正确处理好下列矛盾统一问题：

（1）基本建设和技术改造的水平要求和投资资金的矛盾。当今现代化工业设备的投资中，计算机自动化部分，平均约占总设备投资的百分之七左右。（具体要视工艺设备的复杂程度而定。对于复杂的精密的工艺机组设备，计算机自动化部分的投资绝对值虽然大，但相对百分数却低一些，一般约百分之三左右。而对于不复杂的工艺机组设备，计算机自动化部分的相对百分数要高一些，一般可达百分之十几。）看来似乎是实现计算机自动化所需的投资数增加得并不多，但实际上却不然，现代工业机组设备与六十年代工业机组设备相比，本身的投资数相差十分悬殊。大体上可以认为其投资比约为3∶1至2∶1，即用八十年代水平的设备装备企业要比用六十年代水平的设备装备企业多化一倍至二倍的投资。八十年代设备价格昂贵，主要是因为目前这些设备一般国内尚不能制造，需要从国外进口，而价格却被外商加上超额利润大大抬高了。因此就必须

系统的核算投资效果。要分析核算设备有效服务期内动态的综合的投入和产出的经济效益比较。影响经济效益动态变化的因素是多方面的，它与企业的人员素质、技术水平、管理水平、周围自然条件、维修备件条件、供产销条件等企业所处的环境条件有关，同样水平的工艺机组装备在上述条件不同的企业中，其经济效益可以相差百分之几十甚至更大。一般情况现代化自动化程度越高的工艺机组，其投入产出经济效益受上述条件变化的影响越敏感越大，也就是说高度现代化自动化的设备只有在具有相应水平的环境条件下，才能充分发挥高的经济效益。另一方面现代化自动化水平低的设备虽然一次投资可以减少，但由于其能耗和其他物质消耗相对较高、质量较差、劳动生产率较低。为了跟上社会发展需要还要较频繁地更新和改造落后的生产环节等因素，都影响到综合的投入产出经济效益。因此就需要对每个重大基本建设和技术改造项目在细致、全面的分析比较中确定上述诸方面矛盾统一的优化的设备装备水平。

（2）现代化自动化生产方式与人员素质的矛盾。目前我国广大领导干部、技术人员、生产工人的智力结构水平与思想素养水平在满足现代化自动化生产方式，即包括生产过程控制自动化和生产管理自动化的客观要求方面，普遍有较大的差距。如果按照国外发达国家的经验，现代化自动化程度较高的企业中，工人的文化素质应达到中专以上，技术人员和领导干部应当达到大专和大学以上程度。那末在我国如果普遍要达到这一目标，则需要经过几代人的长期努力进行智力开发才有可能。我国现有企业和管理部门的职工有一亿一千多万，只算全民所有制单位的职工也有近九千万之众，他们的知识需要提高充实和更新。新参加工作的职工每年如按二百万计，要分别培养到中专、大专、大学以上的文化水平，这些都不是短期内能够办到的事。这也就是说在我国目前和今后相当长时期内工作人员的智力素质不可能普遍都提高到适应现代化自动化生产方式的水平。而只是在局部地区和局部部门中可以采取专门培养或调集有素质人员的办法来满足某些现代化自动化企业的要求。从全国范围来看，也只是一部分重点企业事业单位可以这样做。对于大量的企业事业单位在人员素质水平未达到要求以前，采用适当低一些水平的生产技术更为合适。这也是我国在相当长时期内不能盲目追求设备的先进性而应当从具体情况出发采用适用性技术的根本原因之一，往往这样做反而能取得较好的经济效益。因此从全社会来看，就需要正确处理好多层次多样化的建设水平与人员素质水平矛盾统一的问题。

（3）高劳动生产率自动化生产方式与劳动力就业的矛盾。具有合适环境条件的资金密集型的现代化自动化工业企业可以创造高度劳动生产率和产生出高度经济效益。由于我国国力有限，在相当长时期内不可能大量建设众多的现代化自动化企业去吸收大量的劳动力。而按照我国现在的人口组成，在近二十年内将陆续有3.8亿人口要安排就业。尤其是现在起头几年，每年都将有2400万以上，其中在城镇的每年也约有400万。单靠国家增加工业基本建设来吸收数量这样庞大的劳动人口显然是不现实的。在现代化自动化工厂企业中，为了照顾国情，适当比国外多安排一些就业岗位，一般不至于严重影响经济效益的下降（因为我国工资水平较低）。但是我们应当清醒地看到，国家投资重点建设现代化自动化工厂企业的目标，是为了得到优良的经济效益，其核心是为了得到高度的资金利润率或是产出投入比。如果过多地在现代化自动化工厂中安排不需要的劳动

岗位，不仅直接降低生产经济效益，而且还会带来一系列人为的无事自扰的种种恶劣后果。在确定我国投资方向和工厂建设水平进行可行性论证的时候，在多方案比较中劳动就业人数是应当考虑的指标，但不是主要和根本的指标。最主要最根本的指标仍是资金利润率或是综合投入产出经济效益。在可行性论证比较中、应当找出在特定环境条件下，工厂装备水平与就业水平矛盾统一的具有综合最优经济效益的建设方案。

从另一方面来看，我们应当积极开辟劳动密集产业来解决就业问题。据统计在目前我国条件下，每百万元固定资产平均容纳的劳动力，在重工业中约为 94 个，轻纺工业约为 250 个，发展工艺、美术、服装、日用五金等行业则约为 800 个。而服装、商业、饮食业、社会服务行业等劳动密集产业，却正是当前我国国民经济发展中的薄弱方面。大量劳动力应当从发展这些劳动密集产业中得到正确的安排。

综上所述，正确处理好以上各方面的矛盾统一关系，按照具体情况和条件，找出适合中国国情的具体优选方案，在国民经济各个方面，积极发展自动化的方针，完全符合党中央十二大提出的“把全部经济工作转移到以提高经济效益为中心的轨道上来”的基本方针。在我国积极合理地发展计算机自动化事业，将会给国民经济的发展和四化建设事业带来巨大的经济效益和社会效益，使我国有可能抓住世界科学技术飞速发展的脉搏，逐渐赶上前进的潮流。如果我们无视当代计算机自动化技术广泛应用飞速发展的形势，不能正确把握而贻误时机，那不仅会影响国民经济发展的速度和应取得的经济效益，而且会在科学技术上经济上拉大与发达国家之间的差距，以至影响到社会发展各个方面。

二．我国自动化的现状与差距

当今世界上计算机自动化技术在社会、经济各个方面都得到了日益广泛的应用。这一新兴技术的兴起不仅推动了新兴产业部门本身的飞速发展，而且也带动了传统产业的技术进步和改变着传统产业的生产面貌。在我国虽然目前计算机自动化技术应用尚不够深广，普遍的水平也比较差。但从下面列出的各个部门应用计算机自动化技术的典型事例和在实践中取得的经验，已经可以看到它在国民经济各个部门中起着愈来愈重要的作用。

在冶金部门，如湘潭磷矿在矿山上装设了多点边坡位移自动记录监视仪，准确地预报了一次矿山滑坡，保证了人员设备的安全。又如在几个选矿厂中装设了卸矿车自动程序控制装置，大大减轻了操作工人的劳动强度和避免了恶劣的粉尘环境，同时达到了分矿均匀、对球磨机供矿及时等效果。在凤凰山铜矿装备了计算机控制系统，使选矿产量质量都得到了保证，其中球磨机由于用计算机控制能使给矿均匀、给水正常、排矿浓度恒定和溢流浓度稳定，使磨矿机处理量可提高 8 %左右。在八家子铅锌矿装设了浮选矿浆 pH值自动检测与控制，使铅的回收率提高 0.56%，锌的回收率提高 2.24%。在首钢二高炉上用微型机实现了炉料称重补偿、焦炭水分补偿以及无料钟高炉溜槽布料控制，每班可节约焦炭 1 至 2 吨，由于使高炉热制度稳定，每天可少喷煤粉十多吨。在攀钢转炉上装设了全套 DDZ—Ⅲ型仪表系统，检测控制了转炉供氧供水各部分，保证了安全生产。成都无缝钢管厂环形加热炉应用微型机实现燃烧自动控制，使单位燃气耗量下降

10%，炉龄延长 50%以上，并提高成材率 1.4%。又如首钢焊管厂应用微型机控制焊管定尺剪切，提高了剪切精度，合格率从 80%上升到 93.7% ，每年收益在 20 万元以上。又如武钢一米七热连轧机和冷连轧机分别用多台计算机实现了分级计算机自动化。在最高轧速为 23 米/秒和 30 米/秒时，自动控制上千米钢带的板厚公差，热轧可在±0.05 毫米以内，冷轧可在 ±0.007 毫米以内。由于厚度偏差减少，不但使用户产品质量提高，而且可以比一般轧机多产成品钢板 3 %左右。由于宽度偏差减少，可减少钢板切边多产钢板 1 %左右，

在石油部门，如兰州炼油厂常减压装置采用计算机控制后，提高了产品的合格率和收得率，节约了燃料油，每年经济收益超过 50 万元。南京炼油厂常压蒸馏装置应用微型机实现加热炉燃烧自动控制，降低了过剩空气，节约了燃料油，每年经济收益近 10万元。长岭炼油厂采用在线柴油凝固点分析仪，实现了两套柴油自动管道调和，不但大大提高了一次合格率，而且消除了原来用空气搅拌调合对柴油储存质量的不良影响及油品损耗和能耗，年经济收益约 40 万元。

在化工部门，安全生产自动保护系统显得十分重要。如大型合成氨装置，一次A级停车其经济损失即约九十万元。而一次 AA级停车约损失 200万元。又如北京有机化工厂聚合釜在生产中曾先后出现过三次事故，使防爆膜爆破，釜中物料冲出，仅物料损失一次就约 10万元。以后该厂设置了计算机报警系统，将十多项生产工艺参数送入计算机进行分析预测，按情况分三级报警，先后曾二次准确提前报警，避免了类似的重大事故。又如四川化工厂铜洗塔装设了高压液面调节后使氨耗减少 1500 吨/年，铜耗减少 1.8 吨/年,电耗降低 195 万度/年,经济收益达 35万元/年。又如在大型合成氨装置上装设氢氮比自动控制装置后一般可提高产量 2 %，即每年多产 6000 吨合成氨。又如南通农药厂敌敌畏车间原来人工操作，经常有工人因中毒而患肝炎。现在经过改造实现了集中遥远操作，和微型机控制，使原料消耗下降，产品质量提高，生产稳定，年经济效益在20万元以上。

在机械制造部门，采用机械加工自动线后劳动生产率普遍能提高 2至 4倍以上，质量也有显著提高。如一条加工伐体的自动线由 14台设备组成，操作工人开 2班，每人每年平均生产另件 3000 个。比原来分散在 26 台机床，操作工人 78 人开 3 班，每人每年生产 685 个要提高劳动生产率 4.3 倍。又如天津无线电九厂在电阻生产线上实现单机自动化后，比原来机械化生产提高劳动生产率 2.6 倍，质量也达到了出口标准。又如在流量计椭圆齿轮加工中，原来用刨齿机加工，加工后还需熟练工人研磨一天，产品合格率还只有 60%，而采用电子数控自动插齿机加工后，一道工序就出成品，产品合格率提高到 99%。在机械产品的计算机辅助设计方面，效益也十分显著。例如设计一个七十多轴的组合机床多轴箱。用人工设计大约需要一个多星期，而用计算机辅助设计则只需几个小时。

在电力部门，保证安全供电防止发生事故显得格外重要。如丰满、丹江等几个大型水电站装设了快速强励、高频连锁切机、电气制动等自动装置后，提高了发电输电的稳定性，减少不稳定事故一半以上，避免损失近亿元。又如 1975 年重庆电力系统发生一次大事故，使 50 多个变电站停电，由于一个水电厂的低频自动机组投运，保证了重

需要全本请访问 www.ertongbook.com

庆主力火电厂的厂用电，避免事故的进一步扩大，减少损失达几千万元。又如1970年广东电力系统发生机组故障，频率下降到49.5赫芝，在新丰江水电站自动调频系统调节下经过30多秒，系统周波恢复正常，才防止了系统故障扩大。而相反前几年大港电厂由于自动装置未投入正常运行，发生了炉膛爆炸事故，造成直接损失约50万元。间接损失约100万元。清河电厂除氧器自动装置未投入，造成汽压超压爆炸事故，造成死亡七人等惨重损失。

在运输部门，如铁路运输过程控制系统中，采用列车间隔自动控制系统，一般在复线铁路中可增加通过能力一倍以上，在单线铁道中约可提高通过能力25%。已在一些铁路区段使用。又如车站列车进路集中控制系统，一般可提高车站咽喉通过能力60～100%，已得到较广泛的应用。又如行车调度集中控制系统，在郑州商邱间使用的经验表明，可以提高通过能力21～24%。又如列车解体编组作业自动化系统，在丰台站初步运行以来，可以提高解体能力16.3%，提高编组能力30.3%。在船舶自动化方面，无人值班机舱或一人值班机舱系统发展较快。我国已有约三分之一的远洋船舶装备了这种系统，不仅减少了船员，改善了劳动条件，而且提高了船舶动力装置运行的可靠性，优化运行节约能源。

其他如在天津针织厂，建成了棉针织内衣坯布连续炼漂自控生产线，每班提高劳动生产率43%提高了产品质量，减轻了劳动强度。又如在北京砖厂为码坯机装设了顺序控制器，具有计数、顺序动作、报警、延时、保护等功能，改善了劳动条件，大大提高了劳动生产率，由每人每年8万块提高到120万块。又如北京自控设备厂制成豆芽菜自动生长机，利用温度、湿度、水量以及时间程序控制，使30公斤绿豆经过72小时就可以生长出200多公斤豆芽，提高了生产效率，受到人们欢迎。

计算机自动化技术除去在上述这些生产控制方面已经得到了日益增多的应用以外，在事务经营管理方面也已逐步开始应用，并取得了一定成效。如首都钢铁公司已有23台计算机用于成本计算，利润预测、工资计算和生产经营日报编制等方面。加速了生产经济信息的流通速度，提高了企业的管理水平，取得了经济效益。又如冶金部计算站远程联机通讯及数据处理系统，已与33个重点钢铁企业终端站相连接，每日收集700余项生产数据，汇总整理打印出钢铁生产日报、原材料季报等，为生产调度提供了既快又准确的数据。又如国家计委和统计局计算中心，几年来用计算机完成了人工难以完成的大量经济信息统计分析汇总整理及制表工作，并开始用计算机编制国民经济计划及进行经济预测工作，为中央制订经济政策提供依据。又如石油七厂与大连工学院合作，针对燃料、润滑油、石蜡型炼油厂，开展了优化调度生产计划、加工方案及产品结构的模型研究工作，建立了以利润最高、能耗最低的双目标函数多级线性规划模型。按照1982年实际情况，模型优化前后，二者结果相比，可多获利润1090万元。又如石油规划院与应用数学所合作，开展原油分配、加工和石油产品运输、分配优化模型的研究工作，按照1981年实际情况，模型优化前后，二者结果相比，炼油厂收益可增加1.3亿元，产品运费可减少3亿元。又如富春江水电厂，运用计算机实现最优运行调度，年发电量可增加2000万度。柘溪水电厂实现水库经济优化调度，年发电量增加1亿度以上。又如铁道系统已有8项统计计划报表由计算机处理和编制，这些报表有货车、机车运用统

计铁路运输工作指标、运输简报、月度货物运输计划、月度技术计划、主要物资收、拨、消费与库存统计报告等，提高了统计工作质量、准确及时。又如广安门车站应用计算机核算另担、集装箱运杂费以来，减轻了货运人员的劳动强度，提高了工作效率和服务质量，减少了运费计算差错。又如第一汽车厂用计算机按生产计划合理控制库存量，压缩流动资金约 1 亿元，每年可节约利息 720 万元。又如京棉一厂应用计算机进行原棉配合比例优化计算以后，比原来人工配棉更合理地使用原棉，每年每万锭约可节约 2 万元，目前已在部分省市推广，取得了显著经济效益。又如杭州饭店，装设了计算机查询及管理系统，提高客房利用率，每月可增收 22 万元。又如一些很小的台式微型机在农村收购站，能顶 4～6 人工作，一天打印清单千份以上，不出差错，深受农民欢迎。

从上述各个部门的一些典型事例可以看到，计算机自动化技术已经渗透到我国国民经济各个部门，起着愈来愈重要的作用。但与发达国家相比还存在着相当大的差距，主要表现为：

（1）应用计算机自动化技术的广度和深度不够。目前我国除少数新引进的成套设备企业具有系统成套的计算机自动化装备，达到七十年代水平外。绝大部分骨干企业都大体上是局部自动化或个别环节自动化的五十年代至六十年代的水平。至于中小企业除个别因环境条件较好装备有局部自动化设备外，一般普遍是机械化状态，为五十年代或更早一些的水平。从整体状况来看，以占整个工业总产值大部分的大中型骨干企业平均衡量，大体上可以认为是处于装备有一定检测仪表和局部自动化系统的六十年代水平。这也是我国设备制造业能够提供的成套设备和装置的一般水平。也就是说我国骨干工业的自动化水平与发达国家相比约有近二十年的差距。其中重工业系统因过去历来比较重视，其自动化程度也就稍高一些，而轻工业系统则只是近几年才开始重视，一般其自动化程度差一些。至于广大农业部门，大量还依靠手工劳动，一般尚处于有待实现机械化的状态。因此可以说我国目前是自动化、半自动化、机械化、半机械化和手工劳动生产方式并存的状态，在工业部门目前主要是半自动化和机械化生产方式。在农业部门则主要是半机械化和手工劳动生产方式。这几种生产方式共同并存的状态在我国将存在较长时期。但随着四化建设的发展，自动化机械化的比重将会逐渐加大。从计算机装备的情况来看，在日本大、中、小型计算机总数已超过七万台。美国已超过 40 万台。这二个国家微型机集成电路芯片年产量都已超过 2 亿片。装成微型机应用的数量都超过千万台。而我国目前大约只有大、中、小型计算机约 4 千台，微型机约 1 万台。大部分用于科学计算数据处理和生产控制。应用于事务经营管理方面数量很少，不到 10%。这些计算机大部分集中在几个大城市。这种情况大体上也相当于国外六十年代水平。

（2）计算机自动化技术工具制造水平差、能力小、发展速度慢。制造计算机主机的技术基础是大规模和超大规模集成电路。由于十年动乱的延误，以及财力、物力、人力的分散，在集成电路的制造技术水平和发展速度上差距较大，这也与我国整个工业基础条件较差有关。用国产集成电路大体上只能制造相当于六十年代后期水平的计算机。只是近年来，国家推行开放政策，采取了多方面平行发展的方针，可以引进国外较新的集成电路或是散件，才加快了计算机主机的发展速度。计算机外围设备以及各种仪器仪表自动化装置的技术基础是电子和精密机械，长期以来由于重视不够发展缓慢。目前

在着研制开发能力差、零部件标准化水平低、产品质量差、可靠性低、品种不配套、技术水平低等问题，从整体来看大体上相当于国外六十年代水平。

（3）计算机自动化软件行业力量薄弱、分散、水平落后。国外计算机自动化软件产业从六十年代开始逐渐兴起。经历了软件产品形成"程序设计方法研究、软件工程开发研究几个阶段。在计算机系统中，软件价值已经超过了硬件价值，在微型机系统中软件价值往往占到整个系统三分之二以上。在发达国家相继出现了为数众多的软件公司。软件产品已经如同其他工业产品的生产方式一样，可以组成分工协作的流水生产线，组织成批量成系统的生产。形成了软件产业。从事软件开发生产的人员在美、日等国都有几十万人之众。开发生产的大型软件指令行数已达几千万行。我国软件产业直到目前还未形成。软件生产还处于个体手工生产方式。据不完全统计，我国软件技术人员约有万名左右。力量分散、技术装备落后、生产效率很低。软件产品规模很小，个别大型的也只有几十万行指令。应用范围也十分有限。没有统一的软件管理协调组织，规范化、标准化工作十分薄弱。目前软件开发力量尚满足不了即使是应用尚不广泛的我国计算机自动化事业发展的需要，大体上只相当于国外六十年代中期水平。

纵观当今世界，在发达国家，以微电子、计算机、自动化和信息技术为核心内容的，和新能源、新材料、生物工程、海洋开发、空间技术等相结合的技术革命形势已经形成。这些新兴技术和新兴产业的兴起和传播，为加速发展我国四化建设事业提供了优越手段和良好时机。我们应当结合国情，深入分析研究，统筹兼顾正确处理各种矛盾关系，找出优选对策，发展应用现代新兴技术，促使我国四化建设事业沿捷径得到更迅速的发展。

仪器仪表与新的产业革命

仪表与装置专业委员会　马少梅

新的产业革命是以信息技术为基础的，是以管理信息化和生产自动化为重要手段，以极大地提高劳动生产率为主要特征的。面临新的世界产业革命，我们必须认真分析国外动向，结合本国特点，研究自己的对策。

一．仪器仪表是信息工具

随着科学技术和社会生产力的不断发展，知识更新的周期越来越短，需要观测和控制的参数越来越多，信息量越来越大，人们工作和生活在信息的海洋之中。科技信息、生产信息、管理信息、商业信息、气象信息、军事信息和社会活动信息等无穷无尽。这些信息大量来自基层，来自现场，来自生产过程和工作过程本身。不随时掌握和处理这些信息，就无法管理社会，无法组织生产，无法开展科研、教育、交通、国防和社会服务等各项事业，人们也无法生活。而要掌握和处理如此大量的信息，并且利用这些信息完成复杂的管理和控制功能，只靠简单的记载和传递，靠人工进行收集和处理，是根本不可能的，必须采用先进的技术工具，走自动化的道路。

在先进的自动化和信息化工具中，电子计算机能够快速处理和存取大量的信息，通讯设备能够准确传输大量的信息，仪器仪表在获取信息、传递信息和过程控制中也是重要的技术工具。

各种传感器、变送器、检测仪表、测试仪器、分析仪器，都是获取信息和传递信息的工具，显示仪表是反映信息的工具，调节控制仪表和工业控制计算机是处理信息和存储信息并发出控制指令的工具，调节阀和执行器是执行信息的工具。

仪器仪表的主要特点是：技术高度密集，多种技术和多种学科互相渗透，综合发展，采用微型机的产品越来越多；技术发展迅速，产品更新换代周期越来越短；要求精确度高，质量可靠，反应迅速，使用维修方便；品种繁多，成套性强，许多品种与计算机联用，需要贯彻标准化、系列化、通用化、以少胜多和协调发展的设计思想；应用领域广泛，工作环境复杂，要求具有高度的稳定性，可靠性和环境适应性。仪器仪表的这些特点是与仪器仪表在信息化和自动化中的作用密切相关的；在研究信息工具发展的时候，应当充分认识仪器仪表的这些特点。

在当代，微电子技术，检测技术和自动化技术密切结合，微处理器在仪器仪表中广泛应用，使仪器仪表对工业、农业、国防、交通、科研和人们的社会生活等各个领域的发展起着越来越重要的作用。可以毫不夸张地说，没有哪一种仪器仪表不具有信息功能，没有哪一个领域不需要仪器仪表。现代化水平越高，信息化程度越高，仪器仪表就越重要。

二．仪器仪表和自动化技术的应用效果

新的产业革命将是电子计算机、仪器仪表和自动化技术高度发展和广泛应用的结果。采用仪器仪表和自动化技术可以获得提高产品质量、节约能源、提高生产效率和工作效率、实现安全生产、改善劳动条件、促进科学技术进步的良好效果。例如：采用各种精密仪器和数据处理系统，对汽车、锅炉、发电机、管道、容器、材料、元件等进行测试和评定，能够准确测定产品性能，发现隐患，找出缺陷，不断提高质量、改进性能。没有仪器仪表和自动化技术，这些产品的质量和性能是无法得到保证的；这样的产品用到现场，不仅会影响正常工作，甚至可能造成严重事故。

民用能源由于安装三表（电度表、水表、煤气表）计量计费，可以节能 50％；工业能源由于安装三表进行经济核算，可以节能 10％；工业窑炉实现自动控制可以节能 10～20％；一台 20 吨／小时工业锅炉，使用氧和二氧化碳分析仪器，每年可以节约一千吨煤；重庆工业自动化仪表研究所研制成功的微型机 DDC 控制装置从 1981 年开始先后用于成都无缝钢管厂、重钢五厂和大连钢厂，对加热炉进行燃烧控制，取得了节能15％．收益每年数十万元的效果。

七十年代初一台年产 200万吨的轧钢机，人工控制每周只能生产500 吨钢带，而实现自动控制以后每周可生产 50000 吨，效率和产量都提高 100倍。用计算机进行汽车、机床、自动化系统等方面的辅助设计，可以反复修改，多次优化，工效提高 20～30 倍。建立自动装配生产线，每分钟可以包装小瓶啤酒 1000瓶，每小时可以装配日光灯 4000 支。

采用仪器仪表和自动化装置，对车站和码头的物流进行计量和监测，对工矿企业的能源消耗进行计量和管理，对石油和天然气的管线进行计量和调度，对矿山、矿井和其他危险场所进行安全监视，都可以大大提高工作效率，改善经营管理，保证安全生产。在铁路运输线安装电子动态轨道衡进行计重，比用静态轨道衡计重可提高效率 10 倍 以上，比人工估算效率提高上百倍。

从上面这些例子可以看到，大力发展和应用电子计算机、仪器仪表和自动化技术．就能够极大地提高劳动生产率，就是为新的工业革命创造条件、打好基础。

三、国外发展动向和我们的差距

国外近十年来在微电子技术、半导体传感技术和自动化技术等方面发展很快，水平很高，超大规模集成电路已经产品化，微型机已经广泛应用，光导纤维已经实用化，新型传感元件正在大力发展，现代控制理论向工程化、实用化的方向发展，这些都为信息技术的发展奠定了良好的技术物质基础，为新的产业革命创造了有利条件。

随着信息化和自动化的不断进展，各工业发达国家都采取了优先发展仪器仪表的政策。苏联 1970～1980 年期间仪器仪表工业平均年增长率为 16％，超过工业平均增长速度的两倍半。美国 1950～1972年期间仪器仪表总产值增长了五倍多，平均年增长率为 7.7％ 也是工业平均年增长速度的两倍多；七十年代后期美国仪器仪表工业平均年增长率提高到 12.2％。据 1979 年国外专家预测，八十年代全世界仪器仪表总产值的年平

均增长率将稳定在 9 %。

衡量自动化水平的标志是自动化率，即自动化投资与总投资之比率。据 1981 年文献报导，国外发电厂的自动化率为 6 ～ 8 %，综合性纲铁厂为 12%，化工厂为 15%。机械工业的自动化率更高，五十年代末，日本机械工业的平均自动化率即已达到 22%。在自动化投资中，检测仪表、显示仪表、调节控制仪表和执行器占有重要的比例。

我国在信息化和自动化方面与工业发达国家相比存在着相当大的差距，在仪器仪表发展方面同样存在着相当大的差距。

科学实验用的大型精密仪器，国外普遍采用微型计算机进行信息处理，能够完成多参数、动态、非接触测量功能，精度高，速度快，效率高，而国内带微型机的产品刚刚开始生产。据对 143 种产品的调查，我国只能提供 30 种，近 80%的产品靠进口。攀枝花纲铁公司由于原有国产计量测试仪器产品陈旧，精度不高，常出故障，进厂的铁矿石和煤有 93%不能计量， 1978 年亏损铁矿 11 万吨，价值 400 万元：亏损煤 10 万吨，价值 600 万元，共亏损一千万元。

大型成套工程项目，如 30/60 万千瓦发电机组，国外采取两级计算机控制，下面有 24 个主机和辅机子系统，我国有四个子系统没有研制过， 12 个子系统只进行过部分研制；在3000 台检测仪表中，耐高温、耐高压、耐腐蚀、防爆等特殊品种及一部分物位仪表，分析仪器，我国都不能提供。宝纲二期工程 2050毫米热连轧机和连铸机拟采取引进和国内分交相结合的方式进行，经与西德西门子公司初步测算，仪器仪表方面国内能够分交的部分仅占仪器仪表总价的 15%左右。大型核电站、大型水电枢纽工程，大型化工设备等，也存在类似情况。首纲 1983～1985 年间技术改造费用规划为 10 亿元，其中 16.7%用于仪器仪表和工业控制机，但相当一部分要从国外进口。

我国仪器仪表新产品开发能力差，标准化水平低。国外开发新产品周期只有一、二年，有的只有几个月，而我国新产品开发手段落后，工作效率不高，协作配套难，元器件质量和工艺水平跟不上，开发周期一般在三、四年，不少产品长期不能更新换代，即所谓“十年、二十年一贯制”。标准化方面，有国标、部标和专业标准的品种覆盖率仅为 35～40%，采用国际标准的产品仅占 18% 。标准化测试仪器品种不全。以机械行业采用国际标准所需测试项目为例，条件比较好的只能测试 40%的项目，多数行业只能测试 20～30%的项目。

由于我国仪器仪表质量差，品种不配套，技术水平低，所以信誉不佳，用户每年用大量外汇进口外国产品。 1982 年通过海关进口的仪器仪表（不包括随成套项目进来的仪器仪表）达 4 亿美元，相当于 12亿人民币，占仪器仪表1982年总产值 30 亿人民币的40%。如果我们不充分认识仪器仪表的作用和发展趋势，不看到与国外存在的差距，不采取相应的对策，势必影响我国四化进程，在新的世界产业革命中使差距拉得更大。

四　我们的对策

信息技术和信息工业的发展，必将引起科学技术的新飞跃和社会生产力的大发展，引起新的产业革命，我们一定要抓住时机，迎接挑战，研究对策，迎头赶上。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

研究对策，一定要结合国情。工业发达国家，是在高度机械化和自动化的基础上，在仪器仪表工业高度发展的情况下谈论信息革命的，而我国自动化与仪器仪表还都比较落后，我们要迎头赶上，必须在现有基础上，一方面加快计算机工业的发展，另一方面也要相应加快仪器仪表、通讯设备和自动化技术的发展。不重视计算机的发展，或者只发展计算机而不相应发展仪器仪表，都不是正确的方针。

针对仪器仪表的重要性和我们存在的差距，结合我国国情，建议采取如下对策：

1．明确目标，加快发展

仪器仪表是信息工具，要把仪器仪表列为新兴工业的重要组成部分而加快发展。仪器仪表总产值占国民经济总产值的比例，苏联1976年是1.5%，美国1978年是2.6%，我国1982年只有0.5%，这样的比例无法满足国民经济发展的需要，不能适应信息化的要求。

在国家的关怀下，要努力实现以下目标：以应用为出发点，以提高经济效益为中心，依靠科学技术进步和正确的政策，抓紧研究、开发，引进新的生产制造技术和工艺装备，到九十年代把仪器仪表工业建设成为与各工业部门和社会各个领域协调发展的、结构合理的技术装备工业，为管理信息化和生产自动化服务，为人民的物质生活和精神生活服务，生产技术达到国外八十年代水平，产品成套率达到80～90%。要认真贯彻“上质量、上品种、上水平、提高经济效益”的发展方针，走“机电仪一体化”的道路，到本世纪末实现仪器仪表工业总产值翻两番半。

为了加快仪器仪表工业的发展，应当给予仪表工业更多的投资，重点用于技术改造和技术引进，提高研究开发能力和测试水平，大力发展基础元器件和新工艺、新材料、新产品。仪表行业1982年的总产值近30亿，近三年平均利润为5亿元／年，而建国33年国家对仪表工业总投资只有12亿元，这种状况不可能满足四化建设对仪器仪表的要求。

2．大力开展微机应用

信息革命对仪器仪表提出了微型化、数字化、智能化等方面的要求，采用微型机是满足这些要求的有效措施。仪器仪表采用微型机后，不仅使可靠性提高五至十倍，而且功能大大加强：用于检测仪表和测试仪器，可以完成滤波、非线性校正、标度变换、误差补偿和数据处理功能，提高精确度，扩大应用范围，并能发出数字信号；用于调节控制仪表和装置，可以完成前馈控制、超驰控制、纯迟后补偿、自适应控制、最优控制等特殊功能和高级功能，改善控制效果；用于执行器，可以使它们兼有顺序控制和分析判断功能。根据这种情况，我们要积极开展微机在仪器仪表中的应用，促使产品更新换代；同时要积极发展DJK系列工业控制机，DJK/F系列分散型（分布式）工业控制机和DJK/S顺控和数控装置；还要发展汉字系统，终端设备和其他外部设备。要结合仪器仪表的特点，按照标准化、模块化、产品化的思想努力发展软件产业。

3．质量第一，服务第一：

为了加快自动化和信息化的进程，我们必须坚持质量第一，服务第一的方针。要按照国际标准和国外先进标准严格要求，把产品的可靠性、稳定性和环境适应性列为考核重点。要普遍建立质量保证体系，健全测试手段。到九十年代，实验室仪器的平均无故障时间要达到5000～8000小时，工业仪表要达到2～5万小时。系统设计、技术服务、

走访用户、人员培训等工作要做到制度化，要在重点城市和地区设立服务机构，做到服务周到、及时、热情。根据我国国情，一方面要为国家重点建设工程项目服务，另一方面也要为中小企业技术改造服务，开展生产过程自动化、测试自动化、设计自动化和管理自动化。要制订自动化装备政策，通过试点搞好各类系统的典型化设计，开展系统仿真，取得经济效益。

4．加强科研、打好基础：

加强科研，打好基础，是加快仪器仪表发展的重要对策。我们与国外的差距大，重要原因之一就是基础薄弱，技术落后。开展科研工作，要坚持面向生产，结合国情，联合攻关，注重应用的方针，按照信息革命的要求，集中人力，物力，财力攻克主导技术、关键工艺和基础元器件的技术关，在微电子技术、传感技术、测试技术、自动化技术等方面有所突破，重点发展微处理器，线性电路，光导元件，光敏、热敏、力敏、气敏、磁敏等新型传感元件，专用模板系列，以及新型敏感材料和复合材料等。同时，要加强测试基地建设，大力培养专业人才和操作使用人员。

5．统一规划、协调发展：

信息工业涉及到电子工业、计算机工业、仪器仪表工业，通讯设备和控制理论等若干方面，它们互相联系，缺一不可，共同构成一个完整的新兴工业体系，应当统筹安排，合理分工，协调发展，配套成龙。如果互不联系，各自发展，自成体系，多头领导，势必影响速度和效果，造成不必要的重复和分散。为此，应当建立一个超脱的、有权威的协调管理机构，以便统一规划、协调步伐，领导信息工业沿着正确的道路尽快地、健康地向前发展，经过改组和联合发展成为统一的新兴工业体系。

人类社会越向前发展，脑力劳动的作用就越大，科学技术的价值就越高，计算机的应用也就越广。但是，如果没有耳、目、鼻、舌、身这些感觉器官，人们就得不到任何知识，脑力劳动也就无从谈起；如果没有喉舌和手脚，脑力劳动的成果也无法表现出来。所以，大脑和感觉器官，手脚、喉舌等要协调发展，互为依托。同样，如果没有获取信息和传递信息的传感器、变送器、自动检测仪表，电工仪表，分析仪器，光学仪器这些信息工具，计算机也无法完成处理信息和存储信息的功能；如果没有调节阀和执行器，计算机的控制指令也就得不到执行；如果没有基础自动化，高级自动化也无法实现。因此，我们一方面必须把通用计算机、工业控制机、军用计算机和其他专用计算机作为重点来发展，不这样做，就要犯历史性的错误；另一方面，我们也要相应发展仪器仪表、通讯设备和控制理论，不这样做，也要犯历史性的错误。这就是本文阐述的主要思想，这就是仪器仪表与新的产业革命之间的关系，这也是我们结合国情研究对策的基本观点。

国内外计算机应用发展的基本情况

计算机应用专业委员会　龚炳铮

一、国内计算机应用概况

1．我国计算机安装台数及分布情况

据82年6月不完全统计，全国大、中、小型计算机安装台数有3503台，多数是国产机和小型机。微型机（包括单板机）约八千多台。估计目前大中小型机近四千台，微型机近万台。下面对大、中、小型机作些分析。

表1　我国的计算机机型分类

机型分类	总数	大中型机	小型机
国产机	2904台占83%	491台	2413台
进口机	599台占17%	60台	539台
合计	3503台 100%	551台占15.7%	2952台占84.3%

表2　国民经济各部门计算机分布情况

部门	安装台数	进口数	国产数	应用领域			
				科技计算	过程控制	数据处理	其它
石油部	149	40	109	39	42	65	1
化工部	104	17	87	37	49	19	1
水利电力	186	16	170	83	48	23	
冶金部	212	65	147	47	117	78	3
铁道部	86	8	78	16	26	23	1
交通部	43	3	40	20	9	13	1
煤炭部	18	1	17	10	1	7	
农林部	8	1	7	3	1	3	

续表 2

部　门	安装台数	进口数	国产数	应用领域			
				科技计算	过程控制	数据处理	其　它
气　象	18	4	14	6	2	10	
轻　工	69	3	66	4	41	7	
纺　织	56	4	52	4	34	6	
邮　电	88	4	84	17	41	31	
建筑建材	42	3	39	30	2	7	3
机　械	275	30	245	84	61	83	8
核工业	71	12	59	28	12	31	
航空工业	165	38	127	63	57	91	14
电子工业	300	22	278	80	79	108	2
常规武器	30	1	29	22	4	1	1
航天工业	108	12	96	50	3	20	1
商业银行	94	75	19	4	6	55	1
科学院系统	219	51	168	73	21	54	5
计划统计	17	6	11	4	0	7	
医疗卫生	112	6	106	8	18	61	1
高等院校	439	53	386	222	29	76	42
地质地震	81	25	56	21	3	42	1
测　绘	12	2	10	7	1	1	1
省市计算站	59	14	45	20	1	17	6
文化出版体育	23	4	19	1	7	2	4
海洋造船工业	108	26	82	64	16	28	0

表 2 的统计数字是不完全的，如计委人口普查用 IBM21 台机器就未计入内。应用领域分布统计更不完整（数据处理不仅包括非数值应用，也包含石油地震数据处理），但反映了基本概况。由上表可知，从应用领域分布看，科学计算约占 1／3～1／2，数据处理约占 1／3～2／5，实时控制约 1／3～1／4。

工交国防工业部门	有2461台，	计算机占70.2 %；
科学教育文化卫生	有 793台，	占22.6 %；
商业财政	有 111台，	占 3.1 %：
农业气象	有 26台，	占 0.71%.

部分省市及行业计算机应用领域分布比例如表 3。

表 3 计算机应用领域分布

应用领域	上海市	北京市	山西省	机械系统	水电系统	全国
科学计算设计	25.1%	36 %	37%	44.6%	53.6%	37.8%
数据处理	34.6%	40.3%	33%	30.4%	15.2%	36.1%
检测控制	40.3%	23.7%	30%	26 %	31.2%	26 %

表 4 各省、市、区计算机分布情况

省、市、区	总台数	进口机	国产机
北京	681台	166	515
上海	617台	74	543
辽宁	289台	55	234
江苏	207台	19	188
陕西	212台	31	181
黑龙江	109台	6	103
湖北	171台	54	117
广东	121台	52	69
四川	176台	14	162
山西	63台	7	56
吉林	63台	5	58
湖南	51台	3	48
河南	96台	14	82
贵州	57台	5	52
天津	88台	21	67
安徽	46台	10	36
山东	39台	6	33

续表 4

省、市、区	总台数	进口机	国产机
江西	35台	4	31
云南	36台	3	33
内蒙	18台	4	14
浙江	27台	1	26
广西	23台	1	22
河北省	88台	13	75
福建	11台	0	11
宁夏	6台	1	5
青海	9台	1	8
新疆	29台	8	21

由表 4 可知，分布很不平衡，多数集中在大城市，北京上海两市就有 1298 台，占全国总数三分之一。 200 台以上的有三省：辽宁、江苏，陕西省； 100～200 台的有黑龙江、湖北、四川、广东四省； 50～100 台的有山西、河北、河南、天津、吉林、贵州、湖南七个省市， 30～50 台有安徽、山东、江西、云南四个省； 10～30 台的有浙江、新疆、广西、内蒙、福建等五个省； 10 台以下的有宁夏、青海两省；西藏、台湾无数据。

一般说沿海各省，工业文化较发达的省份，三线基地装机较多些。

2．计算机应用水平．

我国计算机已开始从最初主要用于国防科研、科学计算，逐步发展到数据处理与实时控制。目前已在国民经济各部门开始得到日益广泛的应用。特别是近年来微型机已开始普及应用，在石油、电力，冶金、化工、轻纺、交通运输、文教卫生、科学研究等各领域已出现一大批计算机应用取得重大技术经济效果的单位。在农业方面也已开始应用，如防治病虫害、气象、灾情预报等、并初见成效。

目前计算机应用效果已充分说明，计算机是实现四个现代化的重要工具，计算机的广泛应用是现代化的主要标志。

我国计算机应用水平总的来说相当于国外六十年代中后期水平，多数是单台计算机单机的应用。在辅助设计方面，各工业部门设计院已广泛使用计算机进行工程设计，编出了二千多个应用软件，如水电设计、火电设计方面有 400 套左右，但多数尚未配自动绘图系统；在实验室自动化方面，已采用小型机、微型机进行实验数据自动处理，国产机上亦配有 CAMAC 标准接口与分析仪器联接，风洞试验中已采用小型机进行实验设备检测控制；工业生产过程控制方面，多数是用小型机或微型机配有过程输入、输出装置，对工业参数巡回检测与控制，在冶金、电力、石油化工部门少数车间采用两级计算机监督控制系统(SCC 与DDC)，如武汉钢铁公司热轧厂、冷轧厂计算机控制系统，大庆石油化工厂油罐区计算机监控系统，北京供电局电网调度，均采用 DJS—130 机双机双工系统，能实现自动切换热备份；仓库管理方面多数是单机单台系统；企业管理方面是单机计划、人事、工资计算等单项处理占多数，带多个终端的联机系统及局部网络尚处少数单位试验阶段；情报检索、中医诊断等多数采用小型机、微型机单机系统 C部级机关生产调度指挥系统，铁道部、冶金部采用远程处理系统，四机系统，其余均属单机系统单项及多项业务处理。

需要全本请访问 www.ertongbook.com