

日本经济取得成功的两个重要因素是：政府在经济发展中的投资和对良好教育体制是技术进步先决条件的认识。

日本工业发展与科技政策

JAPANESE INDUSTRIAL DEVELOPMENT AND POLICIES FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY

完户智雄

编者按：本文介绍日本经济发展过程中科学技术引进和开发方面的各项政策。文章强调日本经济取得成功有两个重要因素，即政府在经济发展中的投资和对良好的教育体制是技术进步先决条件的认识。原文载1983年1月21日美国《科学 (Science)》杂志，是本刊美方编委聂华桐教授推荐的。

本文介绍日本的工业发展与科技政策。在工业化和现代化进程中，日本广泛地引进了许多新技术，同时又积极改进这些技术，使其适应本国情况。这些努力取得成功有多方面因素，其中最重要的是对民众的教育和政府的倡导与大力支持。

日本工业一百年来发展，可以分成四个阶段。第一阶段，由十九世纪中期到末期。这期间，冶金、化学及机械工业日益依赖于进口（图1）。因此，直到第二阶段开始（大约1900年），这些工业以及生产重要出口商品如纺织品的轻工业的技术发展都受到了限制。第三阶段始于二次大战后。当时日本工业经历了一个迅速发展过程，以赶上西方的先进技术。二十世纪七十年代初，日本的技术水平已经超过西欧，并接近美国。进入第四个发展阶段的今天，日本正努力由仿效技术型向创新技术型转变。

第一阶段

促进工业发展的政策

明治政府（1868～1912年）认

识到，要建立一个现代化国家，增加生产、促进工业发展是建立牢固经济基础的根本。它的政策的直接目标就是削减进口，促进出口，尤其注重于前者。日本对外贸易的开放，使国外商品倾泻到国内市场，这给国内的棉纱业和其他行业以很

大压力，造成国际支付的长期赤字。

与此趋势相反，国内迫切要求引进现代化工业。但可资利用的私人资本很少，因此没有政府的直接投资就不可能实现所希望的目的。因为政府的目标是鼓励私营部门遵循它的模式，因而对其所属的工厂、

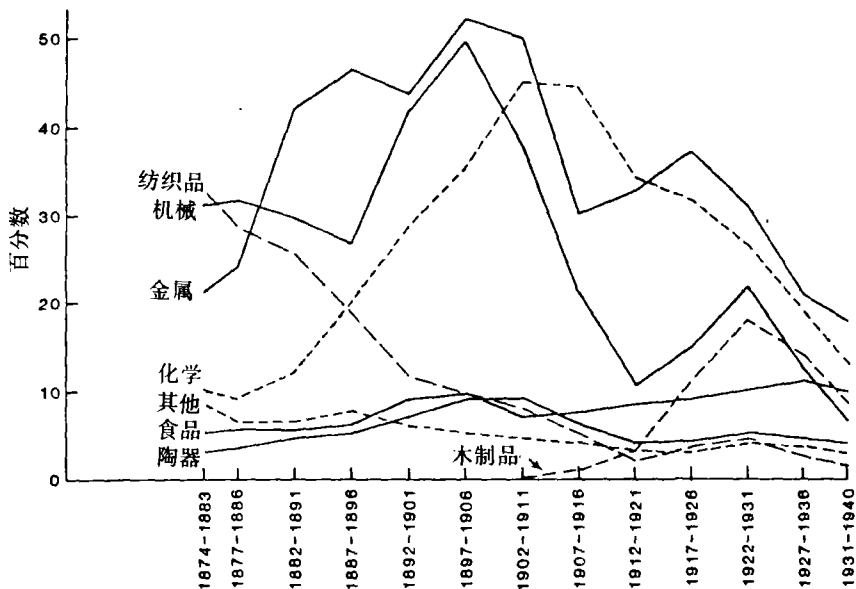


图1. 工业输出额，坐标数为现价的百分比

铁路建设、矿山开发进行直接投资，并对实验场所实行管理。

1870年创建的工程部负责促进各项工业的发展，经营矿山、铁路和通讯。在以后的十五年中，它掌管了政府所有的工厂和矿山，其中不少是前德川幕府和封建主遗留下来的。如政府于1872年建造的富冈纺织厂，是由法国纺织机械装备、按法国工艺技术操作的。

这样，明治政府以其本身直接参与实践的范例，成功地引进了国外的工业和技术。尽管有些没能达到预期目标，但在私营工业技术现代化方面，明治政府无疑地起到了重要作用。

明治初期，过去几乎一直完全依赖从欧洲、北美引进的工业技术，开始与国内生产技术产生了密切联系。这种技术上的依赖表现在，不仅雇用外国工程师和技术工人，引进工厂、机械及原材料，而且还引进象制砖这样的低级技术。由于当时缺乏能促进现代工业发展的技术传统，这种引进是必要的。由于这些技术是原样照搬到国营工厂的，完全无视其经济可行性，因而在私营工业部门很少得到直接应用。

尽管如此，还是有相当大的收获。在这些国营工厂中工作的当地工人掌握了操作各种机械设备的技艺，并把这些技艺传到了随后兴建的众多私营工厂中。这样，十九世纪八十年代兴建的私营纺织厂，就是由美国和其他西欧国家引进设备，而由日本工人操作的。这些工人已经在外国技术人员的指导下，经过了良好的训练，有些甚至达到了可以指导别人的水平。大型造船厂同样也成了培养造船工程师的训练中心。八十年代后期，地方工业中也引进和推广了许多国外技术。

转向私人所有 由于商业不稳定和官僚主义的无能，政府经营的商业企业无法避免经营赤字，因而逐步将企业转为私人所有。尽管这样，政府认识到仍有必要对这些企业实行保护和继续实行监督。当他们取得自信后，就逐步减少对其经

营管理的干预。1897年以后，干预已不多，取而代之的是较间接的新型的保护主义。1890年初，纺织业和某些其他工业已完全由私人资本建立。

中日战争（1894～1895年）以后，日本工业取得了巨大发展。在以后的数年间，直到日俄战争（1904～1905年），“战后经营”取代“增加生产、促进工业”的口号，成为国家政策的指导思想。这个新的口号预示着增加军备、发展教育和制订良好的工业政策。中日战争后出现的一系列军工厂就是这些政策的具体化。对军备要求的扩大，导致对各种战略物资的大量需求，包括各种运输车辆和船只。然而，建立重工业来满足如此巨大的需求，不可能，也不应该将问题交给私人资本去解决。于是，政府以直接掌握所有权和直接经营的方式，再次向重工业投资。1896年开工，1901年建成的八幡钢铁厂就是一例。

早期科学和技术研究的管理结构 科学技术研究机构最初是由国家主管行政机构组织的。从事科学和技术研究的私人组织的建立则要晚得多。1868到1885年前后这段时间，日本完全依靠外国人作科学和学术指导。在高等科学和技术教育机构，几乎都是由官方聘请、雇用来的外籍教师。随着时间的推移，这些人也逐渐由在国外留学或在外籍教师指导下经过科学训练的，以及后来又开设了他们自己研究课程的日本学者所替代。1892年创立的地震预防研究所，可以说是这种新型机构的一个早期代表，其所有雇员都是日本人。

第二阶段 工业的合理化政策

日本工业结构的大幅度变革也受明治政府政策的影响。1919年达到了一个新的里程碑，工业产值首次超过了农业。结构变革加快了达到技术自给的步伐，因而巩固了现代工业基础。一次大战期间，引进国外技术的途径突然中断，政府下决心建立和重新组织由国家管理的

研究试验室，为制造业服务；同时，充分考虑从事工程研究发展工作的科学家和工程师们提出的意见和建议。

为制订出有效的工业政策，政府物色了一些学者和实业家组成了各个领域的研究委员会。这些由农业和商业部（后来为商业及工业部）指定的委员会有：最高农业、贸易和工业委员会（1896年）、生产研究委员会（1910年）、经济研究委员会（1916年）、国家临时经济委员会（1918年）、贸易及工业委员会（1927年）和临时工业委员会。其中第一个——最高农业、贸易和工业委员会，就是经过周密考虑组织的，由它制订了工厂条例。1912年，生产研究委员会也向政府提供了发展工业的多种设想。

这些委员会的活动，帮助政府制订出了真正有效的工业政策，如：降低工业盐价格，发展水电，增强技术教育，在高等工程学校中增设与某些专门工业有关的课程，扩大与加强国营工业实验场所，发展机械制造业等。类似地，化工研究委员会也建议扶持制碱工业、补贴炼油业和开展电化学工业的研究。它还建议在建立化学研究所的同时，优先考虑物理科学。在他们的倡导下，政府于1917年建起了化学及物理研究所。

战争时期，农业与贸易部认识到了用更多地研究技术发展的方法来弥补技术进口中断造成的影响的重要性，因而不是简单地扩大工业研究设施，而是成立了众多的新的工业研究机构。这些新机构有：（临时）氮研究所（1918年），大坂工业研究所（1918年），纺织工业研究所（1918年），陶瓷研究所（1919年）和专利局中心研究所（1920年）。这期间，交通部于1916年成立了船只设备检验站，并把其所属的电技局变为独立的电技研究所。

化学物理研究所建于1917年。虽然有政府补贴和工业界的赞助，但其财政基础并不稳固。尽管这样，研究所的机构和工作中仍充满自由的气氛，这点在大学中是很少见到

的。研究所提倡不同研究学科间的学术交流,根据基本政策,谨慎地选择重点研究项目,以便为扩大合作研究寻求财政支持。结果是许多成功的研究项目在国际上得到很高的评价。仅就技术方面而论就有不少成功的例子。如:昌俊的活塞环、铃木梅太郎的合成酒(日本米酒)、铃木养清的纺织品精加剂,还有本田弘太郎的磁性钢。此外,日本的两位诺贝尔奖获得者也曾在这个研究所工作过。

除了上述研究机构外,1920年左右,东京帝国大学及东北帝国大学还分别成立了一些涉及航空及金属技术的研究所,这样就形成了重视基础研究的传统。从那时起,大学建立研究所的传统就一直保持下来了,到1968年为止,国立大学中大约有200个研究所。

**第三阶段
赶超先进技术**

从战争破坏中恢复后,到1955年左右,日本工业已超过战前的生产水平。五十年代初期,基础工业的扩大已使其生产设备完全现代化了,从而使日本得以从战争破坏中恢复。新兴工业如合成化学工业、石油化学工业和电子工业的发展,进一步巩固了这个基础。

政府发展本国工业的政策是取得这些成就的基础。同时政府也鼓励所有工业部门引进国外技术。表1表明,1970年引进技术的费用为1956年的13倍。因此,日本的技术复兴很大程度上应归功于技术引进。对引进技术进行消化吸收,是达到减少进口的有效途径,而它的好坏取决于是否有成熟的技术基础。七十年代初期,直接由引进技术生产的产品的销售额占日本工业产品总销售额的30%以上。1957到1961年这段时间,新产品、新技术的20%是依靠引进技术的。从1965年开始,引进技术在工厂、设备及出口消费品的生产中发挥着越来越大的作用。

1955年,二次大战前及大战期间引进的技术,一半以上都得到了

表 1. 日本技术贸易的发展趋势 (单位10亿日元)

年 份	进 口 额	出 口 额	出/进比(%)
1955	11.9	0.1	0.8
1960	34.2	0.8	2.4
1965	60.1	6.1	7.8
1970	155.9	21.2	13.6
1974	159.8	57.1	35.7
1979	240.9(26.8)	133.2(52.1)	55.3(194.0)

专利费每年由收受者以产品的一部分进行支付,直到二十年专利权期满为止。根据进口许可证的规定,由于生产增长了,日本对引进技术的支付也增加了。括号内的数字表示1979年新签定专利第一年的支出。

发展,因而进入六十年代后,有更多技术在战后技术发展中得以更新。这样,日本实施的工业进程,逐渐赶上了西方发达国家。过去引进的国外成熟技术消除了原来技术在发展过程中固有的风险和不确定性,并为提高日本工业技术水平提供了迅速有效的方法。

引进国外技术的政策 1950年,战争年代以来一直关闭着的引进国外技术的大门又重新开放了,政府制订了有关引进外资以及控制外汇和对外贸易的法令,来帮助日本战后经济复兴。法令中包括有这样的保证条款,即引进的国外技术应有助于促进国际收支的平衡;而相应的外汇政策也包括了对国外资本流入的控制。这看起来是种限制,实际上反而有助于吸引外国先进技术持有者,从而能够从中有选择地引进一些高级技术,以保证对外支付的开支。1965年开始,日本开始以实物来支付技术引进的费用。

在引进的技术中,80%与机械和化学工业有关。结果,这些工业部门的生产在五十年代后期显著增长。1960年,通过技术引进取得并分配到国内消费的产值,相当于海关税单统计的进口总值。但是,这时由引进技术生产的产品的出口还处于相当低的水平。1970年,日本在许多技术领域已经达到了美国标准。现代工业联合体生产的售价低廉的日本商品,开始在世界各地出售。

**第四阶段
由技术仿效到技术创新**

据日本生产率中心(Japan Pr-

oductivity Center)估计,日本钢铁工业的劳动生产率(包含基础价值)在1973年左右超过了美国;电器仪表工业在七十年代中期开始居于领先地位;汽车业进入八十年代也超过了美国。这表明日本在技术方面已与美国处于同一水平,超过了欧洲各国。但技术方面的收支平衡仍不利于日本。若仅限于每年签定的专利及技术交易,那末自1977年起日本技术出口就已超过了技术进口。1979年签定的专利出口订单,价值几乎是同年签定的技术进口金额的两倍,从此,日本成了技术出口国。

较高的生产率和优质的产品是日本经济能在1972年石油危机后取得成功的秘诀。目前,美国制造商们也渴望“学习日本的方法”,而且担心向日本出售技术会自食苦果,尤其是在电子和生物工程方面。

主要靠技术引进取得的日本经济汉增长,可能不久也要受到技术禁运的影响。公众一致认为,日本应当改变它的科技政策,由注重引进转向提倡发明创造。七十年代,日本对研究发展的投资,平均每年增长16%。在整个国民生产总值中的比率由1.4%增加到1.8%,政府打算到八十年代中期将此比率增加到2.5%。

实用技术的广泛应用,特别是注重对自动化与机器人的研究和产品质量的管理,使日本达到了高于美国的生产率。发挥独创性是日本的一个新的经验。对研究发展的投资,不是决定国家新技术发展的唯一因素,还须努力发展新型教育体

系,扩大能作创造性劳动的人力资源。

政府声称,日本要以技术立国,而不是贸易立国。国家和社会对新技术的要求大致包括以下内容:

(1)代替石油的其他能源,包括发展太阳能电池、高效燃气轮机 and 生物量。

(2)发展计算机技术,应用电子技术与机械技术相结合的产物——工业机器人。

(3)研究具有潜在用途的材料,如新型陶瓷和碳纤维。

(4)加强生命科学的研究,特别是遗传工程。

日本研究发展中三分之二的项目都由私人商业企业部门承担。因此,政府必须对基础技术的研究发展承担更多的责任。

日本在技术发展中的优势

要评价日本发展技术的能力,有必要考察一下这个国家的政策和它的历史文化背景。

政治集权制和民众的协调一致 每当受到外界挑战时,日本人总是有一种强烈的团结一致的感觉。这是一个民族、一种悠久文化历史的反映。大约在370年前陆军统帅统治的江户政权初期,日本就实行高度集中的政治体制。对于这样一个统一的社会和集权决策体制,在一些问题上不难取得全国一致的意见。

利用国内市场 工业革命初期,日本有3000多万人口。这个巨大的国内市场的存在,促进了新产品和制造技术的发展。

资本积累 要使技术在制造高效生产设备和提高生产率中发挥作用,资本积累是个先决条件。资本积累在日本经济中的特性可概括为:

(1)高积累率;(2)个人储蓄的巨大贡献;(3)积累的资金直接用于能提高生产率的领域;(4)银行体系的某些作用。

现代工业与传统工业的共存 某些发展中国家的领导人错误地认为,传统习惯阻止了现代工业的发展及新技术的引进。日本恰相反,

把这种双重经济作为其一种优势。

有些工业部门很快就采纳了西方方式,其他部门则需要较长的时间。运输业(铁路、船舶)和现代工业(钢铁、棉纺、酿造、水泥生产),通过节省劳力和资本密集技术(capital-intensive technology),很快就改变了面貌。而消费与分配环节的西方化过程则大大推迟了。虽然棉纺业已实现了现代化,纺织业很大程度上仍是农民的副业。直到本世纪二十年代,生丝一直是主要出口产品,火柴工业也一直是大量出口业。这两个部门都在日本传统基础上采纳了西方技术。用这种方式,既可以保持低开支,工业还可以使用廉价劳动力。因此,将现代工业转变为传统工业是我们不断取得前进的一个重要因素。

大型现代化企业,尽管吸收了大部分的政府投资,仍采用节省劳动力的技术。这样这些企业雇用的劳动力,其增长率与迅速发展的生产是相适应的。1890~1935年间的雇员增长情况表明,现代工业部门吸收了370万工人,传统工业部门吸收了700万人。

高水平教育 传统的高水平教育,减少了日本工业化变革中依赖国外技术遇到的困难。即使在日本工业革命初期,教育水平也显著高于今天许多发展中国家的水平。

在我国历史上,很早就认识到,良好的教育是一个国家技术进步的先决条件。政府的政策始终鼓励技术教育的积累。据日本教育部公布的白皮书估计,1960年的技术知识水平大约是1905年的23倍。

选择合适的技术 作为一个后起的工业化国家,日本有个特殊的优越条件,它可以从发达国家中选择成熟的技术,这样就可以节省试验及差错所消耗的费用。但是,为选择引进最合适的技术,日本必须充分利用其发展计划能力及教育资源。政府倡导教育的结果,日本积极派遣学生和各種技术代表团到国外学习,邀请外国专家作咨询,这就使国家有可能根据这些阅历丰富的专家们的意见,来选择最合适的

技术。

当今发展中国家面临的问题

技术转让和小市场 发展中国家当前的问题主要是与现代化生产设备的技术特性有关。现代技术发展越来越成熟,生产设备也变得更加复杂,自动化控制装置的发展简化了设备操作,因此发展中国家经过对设备操作的必要培训后,可以不太困难地使用这些引进设备开始生产。困难是有朝一日这些设备突然出现故障怎么办。一个工厂的物质设备总是不断折旧和磨损的,因而经常维修是必要的,甚至可能要对设备作局部处理。而任一部件的替换都要有整个的现代工业作基础,这种工业基础目前又只有发达国家才具备。因此,如果一个国家不能满足其国内工业潜力的要求,就只能增加对国外技术与资金的依赖。

许多发展中国家,既没有足够的外汇资本来购买现代化工厂,也没有足够大的市场来利用这种工厂,哪怕是最小有效规模的工厂。市场的增长与工厂规模的扩大之间有种动态的相互关系。初始价格过高,就会导致设备利用率低和成本过高;初始价格低,就可能使需求增长,进而导致大规模生产低成本产品。这个循环在技术转让的最初阶段是相当重要的。某些发展中国家试图通过保护关税的方法,以国内市场为基础来建立新型工业,但由于市场小又不允许他们引进高效能工厂,因而产品成本无法与世界市场价格竞争,使得设备长期处于低效应用状态。

由此可见建立国际市场的重要性。假如国内市场的要求略小于工厂的有效能力,建立这种工厂并充分利用国外市场来补充国内市场不足的作法是值得的。共同市场或地区性合作市场,可能是建立适当规模市场的有效形式。

大型生产设备耗费大量的能源和原材料,因此还须发展有效的运输网来供应材料和输出产品。由于

在生产活动中资本、劳力、原材料都是集中的，生产所产生的收入也是集中的。从这点看，建立生产收入的有效的再分配体系，对社会的健康发展具有决定性重要作用。如果收入集中到少数人手中，他们就可能影响政权结构，从而危害社会安定。

面向多国合作 国际发展中，多国合作的作用正日益增长。许多公司愿意将资本与管理技术一起作一揽子转让。然而一揽子转让技术的方法往往忽视了一些地方因素的潜力，而这些因素又正是技术接受国的长处所在。比如说一跨国公司与当地公司签定了生产许可协议，那么大多数原材料就得由当地市场提供。从增加当地就业这点看，这是相当重要的。

多数跨国公司直接采用由所在国发展成功的成熟技术，因而无须操心使技术适合当地条件。因此，技术引进国制定合适的科技政策，鼓励跨国公司致力于发展当地技术非常重要。必须有政策措施，给在研究发展竞争中有刺激性的引进技术和技术培训设施以优先权。采用这类措施，来有效地协调技术发展对管理结构不健全的国家可能还有困难。另一个问题是跨国公司垄断当地市场的趋势，这使他们有可能影响发展中国家的经济和政策，与国家当局发生抵触。

当今发展中国家的经济政策必然受制于跨国公司，不仅在技术方

面，在资本财政方面也是如此。如果这些公司能更注重发展的动态效果，起到技术转让中心的作用，并帮助增强所在国家的技术实力，则将会更有助于这些国家。

国家主义和唯理主义 将外国公司收归国有，组装产品中要求国产部件占有一定的比例，这些都表明了经济国家主义的趋向。对外国公司实行国有化（这并不是日本的经验）经常是由于人们抱怨这些公司不能充分帮助当地经济发展而采取的措施。这些抱怨主要是由于个人目标与社会目标不同产生的。个人目标一般集中在如何获得最大利润；而社会目标则是具有长远活力，这就要求在生产中注重利用国内因素和掌握技术。例如，如果国内市场受到高进口税的保护，那末公司取得最大利润的方法就是限制生产水平。但从社会的观点看，则更希望增加生产，通过出口来赚取外汇。

如果能把转让技术与地方能动性有效地联系起来，使技术在生产过程中自然传播，就可以增强社会形成技术纵向联系的能力。但如果这种技术转让形成一种技术封闭，象石油冶炼、石油化学这些对刺激国内技术发展没有直接联系的加工工业那样，个人要获得最大利润的目标，也就脱离了社会目标。

国家主义特别注重社会目标。社会着眼于这些目标并努力朝此目标发展的愿望，对于它自身的进展也是很重要的。虽然一个公司注重

社会目标也会增加对社会的贡献，但这种贡献增加的程度更多地取决于与国内工业有联系的技术选择。这样，选择技术中的唯理主义在社会发展中具有至关重要的作用，这也是日本技术转让政策中的一个重要部分。

使用引进技术生产工业品的发展中国家，还必须在技术上建立自己的相关工业。但是，必须注意不要削弱其他部门（如农业）的购买力，因为这可能导致不良的市场结构，使工业品过剩。在建立自己的工业时，发展中国家首先要掌握引进设备的操作与维护，然后尽可能准确地进行模仿。这一阶段遇到的困难可能是材料和机械加工，这只能通过对生产设备的贮备和人员技术培训来解决。随后就可以把注意力放在设计机械上，以满足特殊市场的需要。进入这一阶段，发展中国家就有能力建立与自己社会条件相适应的技术了。因此，发展中国家必须利用发达国家已经成熟的技术，直至最终掌握设计与生产自己机械设备的技术。

技术转让，不仅意味着资本货物的输入。也意味着增强社会由技术转让获得的再创造和扩展技术的能力。所以一个国家利用自身力量获得发展的愿望，在消化吸收转让技术中起着重要的作用。这一点，发展中国家可以借鉴日本的经验。

（朱世南 译）

· 科技短波 ·

磁带和磁盘在教学上的使用 and 比较

陆卫平 约翰·布朗

在最近十五年内，使用磁带（Videotape）放映教学资料和图片已甚风行。十年前又有磁盘（Videodisc）问世。目前在美已有四分之一的公立中学和大学具备一种或多种的磁盘放映机，且其数字在继续增加，不久可能代替磁带的使用。

磁带和磁盘在教学上有同样的价值和功能。使用者可以控制放映的快慢、程序、甚至内容。这两种放映机的价格相似，需用的有关电子设备的费用也相似。但它们也有明显的差异：

（一）磁盘放映机较为牢固，可以使用四千小时而无故障，磁带放映机在使用过五百小时后即有产生故障的可能。

（二）磁盘本身可以持续十年不坏。通常磁带的平均寿命仅能使用数百次。断续的放映，更能缩短磁带的寿命。

磁盘本身和磁盘放映机较为牢固的原因是结构简化和运用激光束而非在磁盘上直接消磨。磁带在放映时则每平方厘米可

受到一百克的压力，较易损害。

（三）从磁盘上寻找资料较磁带快达二百倍。此点使缺少耐心的使用人，包括师生特别受益。

（四）因为在磁盘上寻找资料极快，多种有关资料可在短时间内聚集放映，便于教学。

（五）个别断续的放映对磁盘无损，但对磁带的损坏和减短寿命却很可观。

（六）邮寄或搬运时，磁盘较磁带方便。

（七）复制磁盘的成本在目前比复制磁带高，但大量生产后可使成本降低。

（八）就复制品放映的质量而言，磁盘要较磁带为优，音象较准。