

工业控制装置-可编程序控制器（PLC）自主创新技术和产业发展战略研究

党的十八大指出：“科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑，必须摆在国家发展全局的核心位置”。“完善知识创新体系，强化基础研究、前沿技术研究、社会公益技术研究，提高科学研究水平和成果转化能力，抢占科技发展战略制高点”。邓志雄局长“在新常态下做好中央企业规划发展工作的思考”中更是把科技创新形容为央企规划发展工作中“一体两翼”模式中的一翼。控制产品是工业控制的基础，其研发应属于基础研究范畴。2015年5月8日国务院关于印发了《中国制造2025》的通知，指出“当前，新一轮科技革命和产业变革与我国加快转变经济发展方式形成历史性交汇，国际产业分工格局正在重塑。必须紧紧抓住这一重大历史机遇，按照“四个全面”战略布局要求，实施制造强国战略，加强统筹规划和前瞻部署，力争通过三个十年的努力，到新中国成立一百年时，把我国建设成为引领世界制造业发展的制造强国，为实现中华民族伟大复兴的中国梦打下坚实基础。”并要求“到2020年，40%的核心基础零部件、关键基础材料实现自主保障，受制于人的局面逐步缓解”。本文就普遍应用于制造业的一种工业控制装置-可编程序控制器（PLC）的自主研发和产业发展战略进行探讨。

一、可编程序逻辑控制器及其在制造业领域的重要性

1. 可编程序控制器概念及特点

可编程序逻辑控制器（英文全称：Programmable Logic Controller，以下简称 PLC），是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关的外围设备都应该按易于与工业控制

系统形成一个整体，易于扩展其功能的原则而设计。

传统的继电器控制系统中使用了大量的中间继电器、时间继电器，接线复杂，故障点多，可靠性低，而且难以完成复杂的控制需要。PLC 用软件代替大量的中间继电器和时间继电器，仅剩下与输入和输出有关的少量硬件，接线可减少到继电器控制系统的 1/10 以上，能够满足复杂的控制逻辑需求，可靠性及可维护性也大大提高。

2. PLC 市场需求及其重要性

近年来我国的需求每年约有 10 万台套左右 PLC 产品，价值约 60~90 亿元人民币左右，几乎是控制系统设计必不可少的控制系统。主要应用在冶金、市政、电力、汽车、建材、公共设施、化工、石化、矿业、石油、纺织、轨道交通等领域。不论是如机床等单机系统，还是自动化生产线，都离不开 PLC 系统。目前我国这一领域 95% 的市场被国外品牌所占领，特别是一些大型系统如我国的某些核电系统采用美国罗克韦尔的 PLC 产品，三峡启闭机采用德国西门子的 PLC 产品。这种状况存在两方面的危机：一个是一旦国外限制其出口到我国，则我国的制造业自动控制水平将受到严重影响；另一个是该产品是智能的，可远程监视、诊断甚至植入程序，因此应用国外品牌信息安全也受到巨大威胁。因此，为把我国建设成为引领世界制造业发展的制造强国，必须加快自主品牌 PLC 产品的研发。

二、 PLC 国外发展现状

在科技高速发展的 21 世纪，PLC 也进入了快速发展时期。从技术上看，众多高新技术，尤其是计算机技术的新成果更多地应用于 PLC 的设计和制造上。新产品运算速度更快、存储容量更大、智能性更强；从产品的配套性上看，产品的品种更丰富、规格更齐全，完美的人机界面、完备的通信设备更好地适应了各种工业控制场合的需求；从市场上看，已经出现了少数几个品牌垄断国际市场的局面，出现了国际通用的编程语言；从网络的发展情况来看，PLC 和其它工业控制计算机组网构成大型的控制系统是 PLC 技术的发展方向。总的归纳起来，国外 PLC 技术向以下几个方向发展：

产品规模向大、小两个方向发展。大型 PLC I/O 点数达 14336 点、32 位为微处理器、多 CPU 并行工作、大容量存储器、扫描速度高速化；小型 PLC 已由整体结构向小型模块化结构发展，增加了配置的灵活性，降低了成本。

目前，世界上有 PLC 企业 200 多家，各种型号产品几千种。PLC 产品按地域上分成三个流派——美国、欧洲、日本。美国是 PLC 生产大国，有 100 多家 PLC 企业，著名的有 Rockwell 公司、GE（通用电气）公司等；欧洲的主要知名厂商有：德国的 Siemens（西门子）、Schneider（施耐德，本期我们党校班到该公司北京总部参观过）；日本的小型 PLC 最具特色，在小型机领域中颇具盛名，主要知名厂商有 Mitsubishi（三菱）、Omron（欧姆龙）等。除此之外，还有韩国的 LG 等一些公司也生产 PLC 产品，但规模相对较小。

三、国内 PLC 研发生产历史及目前状况

1. 计划经济时期我国 PLC 研发状况

我国从上个世纪 80 年代开始研制 PLC。在当时机械工业部的组织下，一些科研院所和工厂投入到该领域的研究生产并取得了客观的成果。如 80 年代初北京机械工业自动化研究所研制出第一代国产 PLC——一位机，80 年代中后期开始研发中小型 PLC 产品，512 点的 MPC-20，1024 点的 DJK-S-480 等相继问世并成功应用于实际工程中。同时，上海工业自动化仪表所研制的 TCM S-300/D、四川仪表十五厂生产的 TR-30、广州南洋电器厂生产的 NK-40、杭州机床电器厂生产的 DKK、D 系列、苏州电子计算机厂生产的 YZ-PC05，YZ-PCI。YZPC01A 等均达到一定批量。进入 90 年代中期，北京机械工业自动化研究所开始研制大型 PLC 系统 MPC-85（此项目为“八五”国家科技攻关项目）处于国内领先地位^[1]。在“八五”、“九五”期间，当时的机械工业部还组织上海仪表所、重庆仪表所、北京机械工业自动化研究所、冶金部自动化所、重庆仪表厂、天津仪表厂和西安仪表厂等单位联合开发生产集散控制系统 DJK-7500 并小量投入工程应用当中。总之，当时虽然我们总体上技术落后国外相同产品，但是，一些科研院

所在一直跟踪国外技术并不断进行自主研发，一些仪表厂也进行小批量生产。

同时，可编程序控制器的发展得到了政府部门的高度重视，在当时机械电子工业部的领导下，于1991年中国机电一体化协会PLC应用分会在北京成立^[1]，一些从事可编程序控制器技术与产品开发、生产与应用的企事业单位、大专院校以及有关团体等纷纷加入该协会。现该协会有国内外会员单位200余家。PLC应用分会受政府部门的委托，开展PLC行业调研，为制定PLC技术和产品发展规划、技术经济政策提出建议，并且配合有关部门组织PLC产品的评比，推荐优秀的产品，收集和反馈产品质量信息，并向有关部门提出相应建议，定期组织PLC应用技术经验交流、推广成熟的应用技术，并举办全国性及国际性产品展览（销）会，收集国内外有关PLC的技术经济信息、组织行业市场调研、协助出版协会刊物、提供信息咨询服务，宣传PLC知识，积极发展与国外有关组织和团体的联系，开展国际技术合作与交流，在政府和企事业之间起到了桥梁作用，沟通了情况，为做出决策提供了依据。同时可编程序控制器的标准化工作也开始进行，于1993年全国工业过程测量和控制标准化技术委员会可编程序控制器系统标准化技术委员会SAC/TC124/SC5成立。该标委会一直跟踪国外有关PLC技术和产品及其IEC 61131等相关标准，并结合我国工业控制领域的市场发展对PLC应用技术的需求，建立我国可编程序控制器及系统标准体系，等同采用IEC61131制定GB/T15969可编程序控制器系统系列国家标准，为我国可编程序控制器的进一步发展打下了基础。

2. 科研院所转制初期 PLC 产品研发几乎停滞

到90年代后期，国内PLC系统的研发基本停滞。在当时国内还普遍对PLC处于陌生的时期，市场容量很小，根据资料[3]，到1995年国内市场总和才达到1亿元人民币左右。同时，因为PLC属于高科技产品，研发要投入相当多资金且短期内得不到回报，也要投入相当多的技术人员。因此为了尽快做大，一些科研院所如北京机械工业自动

化研究所、上海仪器仪表研究所、重庆仪器仪表研究所等科研院所转制之后，纷纷抛弃了研发而转向系统集成。他们利用自己过去多年从事PLC开发生产的技术力量，很快在PLC控制系统工程应用方面做大做强起来，但均采用国外的PLC系统。这些科研院所的这种情况一直持续到现在。国内PLC的研发生产形成了真空，国内市场完全被国外品牌所占领。

3. 近年来国内 PLC 产品研发状况

进入本世纪中期的近十几年来，随着我国制造业的迅猛发展，PLC产品的需求也迅猛增加。但是已经尝到了PLC系统集成“甜头”的那些有技术基础和积累又具有人才优势的科研院所并没有清醒过来，一些民营企业在有了一定的资金积累之后，发现了其市场机遇，开始进入该领域。目前，国内有20多家PLC的研发企业，但规模都比较小。国内的主要企业有：

深圳步科 深圳市步科电气有限公司是从事自动化产品的研发与生产的民营高科技企业，旗下控股深圳人机电子有限公司、深圳亚特精科电气有限公司、北京凯迪恩自动化技术有限公司和常州精纳电机有限公司，拥有 eView 和 Kinco 两大品牌，以及工业人机界面、交流伺服系统和步进系统、PLC、工业现场总线产品等自有知识产权的产品线。步科电器有限公司目前是面向设备层的从工控系统零部件做起，供应工厂自动化底层设备，目标为客户提供工业自动化系统集成解决方案。深圳步科主要以小型 PLC 为主，年产值几百万，售出 6 千台，目前已经小批量生产。

深圳麦格米特 深圳麦格米特有限公司是中国电机驱动变频器、PLC 及开关电源的品牌制造商之一。麦格米特致力于电力电子技术及相关控制技术平台的建立，为客户提供核心部件及解决方案。产品主要包括：电机驱动变频器、PLC、客户订制电源及电池智能包等。麦格米特的 PLC 技术研发以小型为主，并且已经开始逐步向中、大型 PLC 发展。

无锡信捷 无锡市信捷科技电子有限公司是一家致力于自动化

产品开发与应用的高新科技企业。产品主要包括：HMI、PLC、运动控制、伺服等简便易用的自动化产品，服务于各种自动化领域，包括纺织机械、动力设备、煤矿设施、中央空调、环保工程等控制领域诸有涉及，产品行销全国 20 多个主要省市，并出口到除美国、日本外的国际市场，在德国拥有分公司，在东南亚、俄罗斯、东欧都有代理商。目前，信捷 PLC 年产值 4000 万左右，销售量 2 万台左右。

苏州汉达工业自动化 苏州市汉达工业自动化有限公司是专门从事于研发、生产各种自动化控制器的江苏省高新技术企业。汉达 PLC 产品包括：40 点、80 点、120 点，最新产品 24 点 PLC，年产在几百万台左右，汉达 PLC 目前在国内市场上的总量有 2 万台左右。

杭州新箭 杭州新箭电子有限公司是由国内最早研制生产 PLC 的厂家之一—杭州机床电器厂可编程序控制器分厂经股份制改制组建而成，公司主要研发专用 PLC 产品，包括控制器的核心技术，最新研制出低成本的 D20P 系列及 D100P 系列微型控制器，去年 PLC 总产值 1000 万左右。杭州新箭电子有限公司坚持走自主开发的国产化道路；同时提升原来产品的功能，对原有 DKK 系列 PLC 产品从软件到硬件都作了较大的改进和发展，研发了具有完全自主知识产权的新一代 D100 系列小型模块化 PLC。

和利时 和利时公司是从事自主开发、制造各种控制系统与平台，并为各行业提供专业化解决方案的自动化高科技企业，拥有过程自动化、轨道交通自动化、核电站数字化仪控系统、工厂自动化即控制与驱动、信息化等业务单元。其研发生产的 PLC 产品主要是以自用为主。

四、 PLC 国内行业发展的 SWOT 分析

如前所述，目前国产 PLC 主要是以民营企业为主，有实力的科研院所仍然没有回归到该领域中。所以目前该领域是“国退民进”，95% 的市场份额依然是国外品牌所占领。

1. 优势分析

国内是全球最大的制造业基地，有最多的制造业企业及相应的装备产品。随着中国装备制造业成为国家的发展战略，中国的 PLC 市场

将成为全球 PLC 最主要的市场。

基于中国改革开放三十多年的发展，中国的制造业水平得到了很大的提高，国外品牌 PLC 企业大部分在中国设立自己的生产企业，因此，国内 PLC 企业生产与国外品牌同质量产品已经成为现实。

计划经济时代的 PLC 研发虽然没有持续下来，但当时成立的一些行业组织如中国机电一体化协会中成立了 PLC 分会和中国 PLCOpen 还在继续工作，PLC 标委会制定了一些有关 PLC 的国家标准，为促进 PLC 的行业发展提供了保障。

虽然国内目前 PLC 企业，在品牌、技术等方面都无法与国外的品牌厂商竞争，却积累了相应的开发、生产、应用的经验，并在一些行业的细分市场和专业市场得到了一定的市场份额，尤其是在一些小型 PLC 市场方面显示出较好的市场前景，部分产品也随装备配套出口到国外市场。

国内部分高校和学会、协会也注重了 PLC 应用人才和培养，相关的 PLC 应用教材和比赛也使 PLC 应用得到普及，掌握 PLC 的应用技术成为了自动化专业，相关人员进入该领域的必备技能。促进了 PLC 技术在各行业的广泛应用。

2. 劣势分析

中国研发生产 PLC 的企业规模小，产品分散，竞争力弱。中国 PLC 的市场需求大，而且增长迅速。但国产 PLC 的市场份额少，总共占全国市场的大约 5%，2 亿元人民币左右的市场份额却分散在 20 多家中国 PLC 厂家，上百种的 PLC 产品。为了生存，国产 PLC 企业的产品大都面向专用的细分市场，在 PLC 的通用特性和扩大市场应用方面竞争力弱，没有形成自己产业。同时，国产 PLC 技术水平偏低，与国外品牌厂家相比差距很大，尤其在系统软件、编程语言、解决方案、安全及可靠性技术方面差距更大。

另外，有关部门没有把 PLC 当作自动化的重点行业来发展。因此，在近期的每个“五年”计划中，只对部分细分市场和专业控制装备进行了项目投入，而对量大面广、支撑工业自动化和信息化发展的 PLC

技术没有进行支持，使国内 PLC 的技术没有得到发展。目前，国产 PLC 企业大都是靠市场滚动的自发形式，没有形成在国家项目支持的跨越式发展，而且由于市场的波动很大，再加上国外品牌 PLC 企业的有针对性战略布局和价格优势，在坚持中发展的国产 PLC 企业很难有所作为。

3. 机会分析

中国制造业企业及装备制造业的产业升级，需要中国的企业制造出高可靠性、高精密度、信息化的高端装备，中国的企业要实现自主知识产权的装备制造，“中国制造”要上升为“中国创造”，其 PLC 技术必然成为装备信息化自动化系统的核心技术之一。国家“两化融合”战略发展，《中国制造 2025》计划的推出及今后各项措施的落地，PLC 将成为自动化体系中必需要解决的关键技术之一。

尽管国内 PLC 企业的发展与国外品牌的企业在市场、技术、产品等方面相差甚远，但毕竟不是从无到有，一旦在政策和项目支持方面创造了有利于国内 PLC 发展的环境，中国的 PLC 行业将有很大的发展空间和市场机会。

4. 威胁分析

中国 PLC 市场前景早已在国外 PLC 品牌厂家的战略布局中，从小到大的系列产品全覆盖，到全集成自动化技术平台的战略技术布局，加上在应用行业积累了 30-40 年的应用经验，国外 PLC 品牌的产品对国产 PLC 行业的威胁越来越大。如果重视不够，中国国产 PLC 这个行业有可能不复存在。

中国项目投资的“蜻蜓点水”方式，不可能得到持续创新的结果。还有创新体系不完善，这种自生自灭的滚动发展，在国外 PLC 品牌厂家的围攻下，自灭的结果远远大于自生。再加上目前国产 PLC 企业在其发展过程中，既没有责任驱动，也没有利益的驱动。整个行业面临被国外品牌厂商“通吃”的局面。

五、 PLC 产业发展战略目标及策略

如上所述，目前国内从事 PLC 研发生产的基本上是小型民企，他

们抗风险能力弱，技术积累差，人才队伍不健全，很难形成与国外相应企业抗争的实力。因此，国内过去曾经从事过具有相应技术实力和技术储备，积累了丰富经验的国有科研院所必须进入这一领域，通过并购、参股等形式，同国内现有的 PLC 厂家应联合起来组成集团公司，成立专门的研发机构，共同开发，大力提高产品可靠性、兼容性，建立完善的销售网络和服务体系，敢于在国际舞台上与跨国企业进行竞争，只有这样国产 PLC 产品才能在中国的自动化产业市场立足。

1. 形成国产 PLC 的核心技术

PLC 可用于从小型简单设备到大型复杂过程控制，用途极广，被称为“先进国家工业自动化领域三大支柱之首”，但目前国外企业占据了 PLC 市场 95%，对如此巨大的市场，我国应该集中资金和技术力量，尽快研制生产出具有自主知识产权核心技术的 PLC 系列产品，将 PLC 技术由封闭走向开放，大量采用 IT 技术，硬件通用化、软件标准化；IEC61131-3 已经为 PLC 产品建立了世界公认的软件模型，直接采用 IEC61131-3 标准是国内企业保持与国际先进水平同步的捷径。IEC 标准充分考虑了 PLC 在应用于各种不同行业时对内部资源的要求，软件模型预留了充足的资源，因此大力研发符合 IEC61131-3 国际标准的国产 PLC 产品。使得 PLC 的设计和 production 不再存在技术壁垒；加之近年来芯片技术的迅速发展，推出具有国际竞争力的国产 PLC 产品已成为可能。

2. 产品要覆盖大、中小系统

为适应各种现场应用环境，国内 PLC 企业应该考虑多端的 PLC 产品研发，而目前国产 PLC 生产厂商生产的 PLC 主要集中于小型 PLC，国内厂商多数只停留在小批量生产和维系生存的起步阶段，没有形成产业规模，离真正批量生产、市场化经营乃至形成品牌还有很长的路要走。无论是从规模还是产品系列上都无法与国际大厂商抗衡，面对国际厂商数十年的规模化生产和市场管理经验，与此同时，国产 PLC 的低价优势也正在受到新的挑战。但可喜的是，和利时、南瑞、信捷等一批国产品牌渐渐找准了自己的位置，逐步由研发低端小型 PLC 向

高端中、大型 PLC 转变，扩大 PLC 产品的市场应用覆盖面，进一步提高自身产品的市场竞争力，使国产 PLC 更多地得到应用行业客户认可。

3. 市场占有率达到 50%以上

发挥国内 PLC 应用技术的优势，扩大应用领域。加大宣传力度，取得国民信任。国产 PLC 的发展离不开用户的支持，国内 PLC 企业应该利用各种媒体宣传 PLC 产品，开展相关的 PLC 技术研讨会，产品展示会等，加强与用户的沟通，消除用户的偏见，并且根据用户的反馈意见，对产品的性能进行不断地完善。同时国内 PLC 企业应注意加强与高校的合作办学，免费提供相关的技术培训，进行国产 PLC 技术普及。将国产 PLC 应用在国民经济的各个领域同时，还要凭借技术和劳动力优势，逐渐融入国际 PLC 的应用市场，积极参与国际竞争，使我国应用技术优势形成真正的增值服务，带动相关成套设备和软件产业的发展，争取在未来 5-10 年内国产 PLC 市场占有率达到或者超过 50%。

4. 形成国内的 2-3 家大型 PLC 企业

目前，国产 PLC 发展现状和国家经济发展的总体水平很不相称，因为没有及时得到国家的重视及扶持，行业缺少一个或几个自动化行业的龙头企业带动整个行业的发展。政府应该加大扶持力度，对国产 PLC 的发展给予引导，从政策、资金、技术、税收等方面予以支持。重点支持 2-3 家有代表性的优秀国产 PLC 的企业进行大力发展，争取实现年产值过 10 亿人民币的大型 PLC 企业，使国产 PLC 品牌早日在中国乃至世界 PLC 市场占有率有一席之地。

5. 政策建议

充分认识到 PLC 技术在我国国民经济众多领域及装备制造业企业和装备制造中的重要性，作为“工业自动化血脉最为纯正的主流控制产品”中的核心技术，不仅仅是我们制造业发展中的关键技术，也是我国产业升级、未来发展战略性技术，是发展机电一体化技术，实现“两化融合”、“中国制造 2025”的基础性技术，也是涉及到我国众多工业领域产业经济安全的“杀手锏”技术。因此，关系重大，加快发展是关键。国家有关部门加大投入、扶植国内 PLC 行业的发展。

参考资料

1. 《可编程序控制器在我国的发展和应用》 金广业自动化博览 2004年3期
2. 国内外可编程序控制器技术发展和动向 乔美荣; 杨昌焜 《石油工业计算机应用》 1994年03期
3. 可编程序控制器发展走向及其市场应用 乔美荣; 杨昌焜 《中国计算机用户》 1994年06期
4. 2010年中国PLC市场研究报告 中国工控网 2010年2月
5. 转制科研院所“十二五”期间的重新定位与发展模式探析 李丛笑 科学管理研究 2011年2月
6. 国务院关于印发《中国制造2025》的通知 国发〔2015〕28号