

控制计标装置在自动控制中 的应用 綜 述 報 告

第一机械工业部电器科学研究所

1963.4

研究課題審查鑑定書

I > 課題名称： 控制計标裝置在自动控制中的应用。

II > 課題負責人： 殷揚澤

III > 審查鑑定人員： 102 組全體同志，鑒技術分會人員，以及
鑒兄弟組有關人員。計劃處歸國同志也參加
了會議。（共計30余人）

審查會議組成：

出席人：姓名：戴緒題，劉重環，芮士濤，余祿，
袁平芳。

審查會議主持人： 姓名： 邱筱鈞 職務 室主任。

IV > 鑑定日期： 1962. 12. 30。

V > 評價與結論：

1) 對本課題總的評價。

① 報告對國外國內的計标裝置，控制裝置作了詳細的介紹，通過綜述收集了許多國外資料，為今後進一步開展這方面的工作提供了有利條件。

② 通過撰寫“綜述報告”，~~並進行過集中與兄弟單位取得了聯繫~~，初步明確了今後~~還如國外分區開展工作~~。

③ 通過綜述使我們更清楚地認識了~~控制計标裝置是~~我國工業上自动控制中的一個發展方向，~~作者結合國內目前的情況及本單位的情況提出~~對該課題採取由~~低到以高到高的發展原則~~是正確的。因此我們認為：

本綜述報告內容上是豐富的，~~並介紹了國外的情況~~，同時也結合本國本單位的情況對開展該項工作提出了自己的見解。因此本綜述報告對今後開展工作有一定的指導意義和參考價值。

2) 研究成果的使用价值和推广范围的意見,

本報告內容非常豐富,故對進一步開展該項工作有一定的指導意義和參考價值。

3) 存在問題和對下一步的意見:

- 1) 文章認為開展控制計標裝置這項工作認為只具備脉冲技術,晶體管线路,與計標機原理這三門課的習法是不夠全面的。

因此今後在人員的配備上也不僅是這三方面的人材。

- 2) 文章較全面地說明了控制計標裝置的國外概況以及它的應用,對計標新元件也作了詳細的介紹。同時對今後如何開展該項工作也提供了見解,但感到有關對“控制機在自動控制中的應用”一節詳述的內容欠少,特別在電力工業中的應用更感到欠缺一些。

- 3) 文章對通用機,數據處理機,控制機作了比較,但對控制機 數字微分分析機,模擬機三類缺乏比較。同時在介紹中對控制機的組成部分之一——外部設備缺乏詳細介紹。

希望通過綜述報告,在對控制計標裝置有一定了解的基礎上,着手進行第二步工作——研究編制研究大綱。對有些存在問題再作進一步深入的了解,從而確定對象,全面地開展該項工作。

4) 課題等級劃分,

~ 船

~ 密技術委員會分會

羅 筱 鈞

1960.12.30.

對技術委員會分會審查意見及問題

的答辯 (書面)

- (1) 報告第八章第二節已說明，“脈沖技術，晶體管電路與數字計數機原理是必須具備的基本知識”，並且接着指出，“隨着工作的開展深入，則在：

- ① 控制理論方面有_____
- ② 在數學方面_____
- ③ 在機器製造研究方面_____
- ④ 在工藝方面_____ 已有敘述。

(請見第110頁)

- (2) “控制機在電力工業中的應用”情況在今後擬作專題重點討論，因此本文中提得不够多。

- (3) 本文所探討的控制計數裝置均為利用斷續作用原理的數字式計數裝置，因此對利用連續作用原理的模擬計數裝置未予敘述，而且它們之間（在機器本身）尚缺乏較明確的共同的可比指標，另外，數字微分分析機目前在国外也處在研究階段，主要用於軍工及科研方面，民用的商品未見出售，在國內根本尚是空白點，對此缺乏了解，因此鑑於我國民用主要形式為計數機，數據處理機及控制機，就對其他的機器暫不作評價及比較。

此處鑒於計數機的外部設備牽涉到控制論的一個重要部份——訊息論的問題，其裝置及理論問題，自成一套，內容龐大，本文限於任務內容，對這方面即未予詳細敘述。

課題負責人

段揚澤 1962.12.30

閱讀“控制計標裝置在自动控制中

的应用綜述报告后的几点感想

这篇綜述报告內容很丰富，系統而全面地介绍了控制計標裝置及其应用中的若干重要問題。作者收集了不少文献資料，对它們进行了系統的整理和綜述。经过分析，作者根据我国国民经济建設的需要和当前实际情况，对开展控制計標裝置应用工作的途径提出了中肯的意见，这些意见对今后开展具体工作有参考价值。可以认为，这篇报告是在这方面进行工作的一个良好开端，值得为之庆幸。衷心预祝在控制計標裝置应用工作中取得新的、更大的成績。

报告中对电器科学研究院发展控制計標裝置应用的有利条件分析得很很好的。我认为在这些有利条件中，特别值得提出的是下面一点事实，即：电器科学研究院是工业部门的研究机构，接近生产，容易联系实际，容易取得应用部门的配合。这是开展控制計標裝置应用工作的重要条件。当前进行这项工作的主要困难与其說是計標裝置本身，还不如說是缺乏一支生产人員和研究人員，应用部門与設計部門緊密結合的队伍。很难想像，当应用部門还不了解計標机，計標机設計人員还不熟悉应用对象的时候，控制計標裝置的应用工作会很順利地开展。特別由于这是一門綜合性很強的技术，更需要生产过程，自动控制，数学，計標机等許多方面人員最密切的配合，才能較好地解决这一任务。而当前，当工作尚生萌芽阶段的时候，在結合的道路上，我认为負責自动控制和計標机方面研究和設計工作的部門应积极主动。

在进行控制計標裝置应用工作的过程中，从計標机方面来说，会遇到下列三个方面的问题：

计算机的系统设计

计算机的逻辑设计

计算机的线路设计

生工作者，这三个方面都将遇到不少的困难。但基于上述同样的理由，我认为当前最感困难的恐怕还是系统设计。它是应用与设计相结合的枢纽。从事系统设计的人员需要比较广泛的知识，需要很好地懂得计算机，又要了解自动控制，还要相当熟悉工业生产。从理论素养来说，应该比较熟悉控制论的三个分支——信息论，自动调节理论与计算机。线路设计对控制机来说，要求线路具有更大的可靠性，以及在保证可靠性的前提下具有一定的经济实用性，同时，信息转换装置也是当前比较薄弱的环节，这些都需要线路设计人员多下些功夫。但是，毕竟有较多通用机方面的线路设计经验可资学习，这些任务解决起来还是比较有办法的。逻辑设计可以说其困难程度介於两者之间，逻辑设计对控制机来说有许多不同于通用机的地方，特别是专用性较强的机器更是如此。尽管每个人只能是有专长，但作为一个集体来说，应该三者兼备，缺一不可。

电学科学研究所人才比较齐全，工作经验又很丰富，只要密切联系生产，就一定可以在控制计算机装置的应用方面作出成绩来，为全国作些开辟道路的工作。祇要作出一个榜样，以下的工作就比较好办了。因此，我认为由小到大，由低到高的工作步骤是合适的。先作出一些成绩，对培养队伍，鼓舞信心，树立榜样都是很必要的。但是，希望在解决一些规模较小，要求较低的任务的同时，也适当注意早些为那些规模较大，要求较高的任务作必要的准备工作，特别是一支综合技术队伍的组织工作更应及早开始。

上述意见，难免有不当或错误之处，仅提供参考。清华大学 金南 1963.3.21.

报告摘要

控制计标装置在自动控制中的应用综述

研究单位：一室

工作人员：殷杨泽、李善海、杨涵影 报告日期 1962.12.17.

在综述报告中，首先列举了国内外计标装置及其在自动控制中应用发展的概况，然后对几种比较著名的控制计标装置作了介绍，并叙述了其中应用的新技术及发展趋势。

经过以上的了解后，在第（八）章中叙述了我们对设计一套计标机控制系统的方法步骤的看法，需要配备的专业知识，并讨论了本专业远景发展方向及一些需要的关键问题。

在第（九）章中，对本专业发展方针与技术政策作了重点的讨论，对一些重大的关键技术问题作了估计。

最后将一些参考书刊作概括性的简介，以便今后工作查改以及给新参加这方面工作的同志提供参考文献。

目 录

(一) 问题的提出及本报告的任务	1
(二) 计算机到控制计算机的发展简述	3
(1) 美国	4
(2) 英国	13
(3) 日本	17
(4) 西德、法国	19
(5) 苏联	20
(三) 国内的基本情况与国民经济，国防建设的需要	26
(四) 几种控制机的介绍	27
(1) RW-300 型控制机	27
(2) TRW-330 型控制机	29
(3) Elliott 803 型控制机	30
(4) Argus 型控制机	32
(5) YMH-1 型控制机	34
(五) 计算机，数据处理机与控制机的比较	36
(六) 控制机在生产过程自动控制中的应用	43
(1) 控制在化工石油生产过程中	43
(2) 控制机在冶金工业中	51
(3) 控制机在电力工业中	58
(4) 控制机在机械工业中	66
(5) 控制机作生产过程的最佳控制	73
(6) 控制计算机在电子制造中	76
(七) 新技术的采用及趋势	80
(1) 晶体管	80
(2) 磁心	83

(3) 多孔磁心	91
(4) 隧道二极管	93
(5) 变参数元件	97
(6) 磁插棒半固定存储器	102
(7) 磁薄膜元件, 磁扭簧, 磁杆等	104
(8) 印刷电路, 梳形结构, 微逻辑元件, 固体组件等	105
(八) 计算机控制系统的设计及理论的发展与研究	106
(1) 计算机控制系统的设计	107
(2) 开展本专业应具备的专业知识	110
(3) 新的理论发展与研究	116
(4) 控制机的发展远景	111
(九) 本专业的发展方针与技术政策等问题的讨论	116
(1) 现有的基础情况	116
(2) “计算机→微处理器机→控制机”还是“计算机→控制机”	117
(3) 由小到大, 由低到高的发展原则	118
(4) 一台中型通用控制机的具体规格	119
(5) 相应发展计算机元件的问题	119
(6) 一些关键技术问题	120
(十) 参考文献介绍	122
附 记	137

(一) 问题的提出及本报告的任务

电子计算机的出现，为科学研究和工程技术中的大量繁复计算提供了快速和自动化的有力工具，也为生产过程的自动控制和综合自动化提供了更为理想的控制装置。

由于应用了计算技术及装置，使控制系统由无触点的程序控制过渡到电子计算机程序控制，使反馈系统由被动的适应（极值控制，自寻最佳点控制等）演进为最佳控制和自适应控制，进而可以组成所谓自学习系统，使自动化的水平大大提高，对国民经济，国防建设等方面都有很重大的意义，因此，计算装置及其在自动控制中的应用在短短十余年间获得了空前速度的发展，成为世界各国自动化发展中的一个重要趋向。

为摸清这方面的—些问题（主要环节，应用情况，发展方向等）提供作为工作发展的讨论参考，其后并为结合当时的“五定”及本专业（自动化元件与装置）的七年、十年规划工作，也需要对这一中心问题加以系统的全面的了解，因此就开展了资料收集，情况了解等综述工作。

综述报告是正式开展课题研究前的“准备阶段”中的第一个步骤（第二个步骤是研究计划大纲的编制等），在这步骤期间，应该对这方面工作的国内外情况，发展趋向，水平对比，发展方针等问题提出初步意见，但是，由于这方面资料的浩繁工作者水平的限制，因此，提出的意见虽经工作者反复讨论，也仍难免有不全面之处，这些都有待更进一步的讨论和审查，以明确今后的工作。

在综述工作进行中，国家科学十年规划会议在京召开（1962年8月）继规划会议的讨论，初步确定了与我院有关的中心工作为：

1. 计算装置在自动控制中的应用（自动化分組）

第一负责单位为我院

第二负责单位为清华大学

这工作的主要内容为:

- (1) 计算机在自动化系统中应用的理论和方法
- (2) 数据处理装置在生产集中控制中应用的理论和方法并研究数据处理装置的结构原则和方案。
- (3) 研究生产过程专用控制机的结构原则和方案。

2. 试制一台中型通用控制计算机(数理化分组)

这工作主要内容为:

- (1) 1967年前与工业部门合作进行控制算法研究, 同时进行机器逻辑设计和线路定型。解决信息转换器和半固定存储器等技术关键。
- (2) 1962年完成样机。
- 3 1963年在若干重要部门实际应用。

这工作的执行单位为中国科学院中南计算机技术研究所。

参加单位为本院

在此工作项目下, 尚有3项与控制机有关的具体课题:

- (1) 控制机功能问题与一般控制算法的研究(详细内容日程要求略)
- (2) 控制机的体系设计与逻辑设计问题的研究(")
- (3) 信息转换问题的研究 (")

也初步确定我院为参加单位。

这样, 本文所综述之工作已纳入国家科学规划中, 我院並在此规划中承担了重要的工作, 但是, 由於民用部门开展这样的工作, 还是一个开始, 我们仅仅只有很少的关于工业无触点逻辑控制方面, 数字计算机及模拟机方面很少的一些经验, 不论在设备上, 技术力量上均是一个由无到有的发展过程, 因

此，在最近数年中，需要对这些新兴的技术予以特别的重视，和给予各方面的支持，使它能很快的成长壮大起来，以满足国民经济进一步高涨的需要，及满足我国逐步承担综合自动化方面工作的发展形势的需要。

(二) 计算机发展到控制计算机置的国外发展简述

自从1944年第一台计算机出现以来，十餘年间有了极大的发展，这种发展主要係由生产及科学技术等的发展要求，而反过来，计算机又促进了生产与科学技术的进一步发展。目前，计算机的应用范围，几乎遍及各个方面，例如原子核理论，宇宙飞船，气象预报，远程导弹，文字翻译，医疗诊断，经济生活中的数据处理，生产过程的自动控制……等。

将这些计算机按其用途分类，均可分为下列四类 [2-4, 2, 4-3, 5-1, 6-3]

第一类——用在科学研究及工程计算机方面：

例如各种大、中、小型的通用或专用计算机，具体型号如苏联的 БЭСМ-1, Урал-1, 美国的 AN/FSC-7, Stretch 等。

第二类——用在生产过程及经济领域中统计分析 & 数据处理方面。

例如 Control Data 1604, Datatron 220 等，这些计算机在生产过程中，常被用作中央装置，运行状态的记录等而在经济领域中，则可以用来按照经济发展规律，计算机出最好的工作计划方案，也用在原料物资的统计调度，防空情报的分析，计算工资，整理资料等。

第三类——用在翻译，下棋，作战指挥，医疗诊断，生物模拟研究等方面。

例如美国的 MOB IDIC, IBM-704 等

第四类——用于生产过程自动控制方面。

这一方面的应用，被公认为计算机最广阔最有前途的一个方向，它们用于化工、石油、冶金、电力、机床等工业的控制，在军事方面可作火炮的自动控制。

这类计算机一般称之为控制计算机，简称控制机，例如苏联的 *ММТ-1*，美国的 *RC-300* 英国的 *Aegus* 等。

按它们在自动控制系统中的地位，又可分为两种：

(1) 控制机不接反馈回路

即作开环控制，用以完成生产过程的运行动态记录，数据分析统计，数据处理及记录，中央监督等职能。

(2) 控制机接反馈回路

即作闭环控制，这样可用以完成滞后控制，超前控制与最佳控制，进而组成所谓自适应控制系统。

控制计算机可以连续地为生产过程计算机最经济，最合理的工作状态，从而控制通用的控制器（或调节器）使生产过程处于所需要的工作状态，改进产品质量，降低成本，因此研究和采用控制机可以提高自动控制的水平并为逐步综合自动化创造了条件，因此，它受到了各国广泛的重视。

一般控制机的本体部份常与是一台通用或专用的数字计算机，因此它的发展和成长就与数字机有相当多的关联。

由于历史发展的原因，在本文的叙述中，引用了较多的英美等资本主义国家的情况，对苏联及东欧等国的资料，虽曾努力搜寻，但限于外文水平及资料，时间等原因，掌握得就较少一些。

下面就几个主要国家的情况作概略的叙述。

(1) 美国

1944年（到1945年）哈佛大学与IBM（国际商业机械公司）

合作，制成 MK-I 型电动的自动控制计标过程的计标机（用 13000 个以上的特种继电器）同时期，贝尔电话公司也用继电器作出了一个计标器。

1946 年，美国陆军与宾夕凡尼亚的工程大学的摩尔学校（Moore School of Engineering University of Pennsylvania）宣布制成 ENIAC 型电子计标机，据称这是第一台电子计标机 [文 1-5, 1-8, 1-9, 6-9]

此后，美国计标机的发展历经了下面三个阶段

① 1947—1952 年，计标机的逻辑设计及试制阶段，到 52 年底共制成 7 台。

② 1952—1956 年为成长阶段，很多电子管式的计标机在此期间定型，例如 AN/FSQ-7 等，至 56 年初就制成 3000 台左右。

③ 1957 年至今为迅速发展阶段，1959 年已制作者达 1200 余台，如 IBM-701, IBM-650, CAP-30, G-15 等。

这些计标机的主要应用方面约为：

1. 军事部门，例如 RV-300, C-1100 等。
2. 科研及工程计标方面，例如 Stretch, IBM-650 等。
3. 商业会计与统计方面，如 Univac 等。
4. 自动控制方面，如 RV-300, IBM-650, always III 等。

在自动控制方面，计标机获得了广泛的应用，如飞行导航，金属切削机床，电力工业，石油精炼过程等。

据称（文 2-3）最早利用计标机作例题“在线计标机”（On-line Computer）控制的是在 1956 年，也就是在前述发展第二阶段的最后一年，杜邦与布隆夫斯公司（DuPont and Burroughs Corp.）的工程师在尼加拉瀑布（Niagara Falls, N. Y.）的杜邦公司的电化学部属下的一个化工过程作了这个试验，用电话线把在费城（Philadelphia）的一台通用数字机与过程联系

起来，这是个临时性的试验装置，企图用实验来证明这种控制方案是否合适，这套装置传送10个一次测量数据，计称产量，材料平衡等问题。

同年8月，另一台临时性的装置也投入试验，一台Barley DATAK型记录器安装在匹兹堡 (Pittsburgh) 附近的西宾电力公司 (West Penn Power Company) 的一台新锅炉上，记录器测得的数据传到巴白柯克与惠尔柯克斯 (Babcock & Wilcox) 的纽约办事处，那兒装有一台布鲁夫斯公司的Data-tron型计标机，用来计标这些锅炉的数据（如锅炉效率，煤气温度等），计标的结果在一小时^内传回锅炉处。

第一台“在线计标机”是在1958年投入的，它由李兹与挪威德公司 (Lecole & Northrup Corp.) 和艾索 (Esso) 石油精炼厂合作制成，用来作过程运行指南 (Guide) 的计标。

这套永久性装置包括L & N. 公司的一套模拟—数字转换系统与一台小型的LGP-30数字计标机，它们都安装在一个控制室内，有160个温度，压力，流量等被测量（测量速度 $1\frac{1}{2}$ /秒），计标机每秒可计标出30个运行指南，并将这些测量数据读出。

1958年6月23日，这套系统开始每天24小时工作，到1958年的9月，设备故障的平均时间为2.5周，LGP-30是一台电子管式的台式计标机，在此试验期间，竟并未发生电子管的损坏情况。

这个试验使LGP-30的销路大畅，据1959年7月以前的统计已约有250台以上投入了运行（文2-4）

由于在美国，汽车工业是比较发达的，因此计标机在汽车工业中也早已开始了应用，至1957年，仅在汽车制造工业中，就拥有200台大型和1200台中型的电子计标机（文6-14）。

1956年以后，计标机的应用工作大量展开，它们遍及很多方

面茲列举几个例子来说明。

① T-R-W 公司 (Thompson-Ramo-Walbridge Co.) 用一台 RW-300 控制机控制 B.F. 古德律希化学公司 (B.F. Goodrich Chemical Co.) 的一个单分子维涅化合物塑料工厂 (Vinye chloride monomer plant) 计算机输入的数据，作出逻辑判断，并调整一般通用的控制装置的设置点 (Set-Points)，以便得到最好的效率。整个系统，包括安装、调试、编程序，训练者费用约为 200,000 美元。

② 约翰斯与拉夫林钢铁公司 (Jones & Laughlin Steel Corp) 用一台 C-312A 型数字机控制一条连续热轧自动线，热轧运行速度每分钟 2000 呎，计算机控制自动线速度与炉温，记录每炉钢的有关数据及运行的数据，在临界情况下报警等，工作证明，系统加快了生产，错误较少，成本较低。

③ 路易兹安那电力与照明公司 Louisiana Power & Light Co) 用一台 Dagatron 型连续线计算机来检测温度，换标一次变数，并计算机运行指南，它的输出可用打孔带与打字机记录下来，(这个工作是在 1958 年完成的)。

④ 经一年的运行经验，L.P.&L. 公司又用一套 Dagatron 系统来控制小吉普电站 (Little Gypsy Station) 的自动启动与停车的 800 个控制步骤 (1步)，每秒 10 次的监督运行状态，自动指示与校正不正常的情况，系统可控制燃烧，蒸汽与给水温度，以得到最大的功率，这台计算机采用了固態元件，所以保证 99% 的运行可靠性。

⑤ 另一台堪称最早实现化工工厂计算机控制的 (1950 年 9 月) 是在蒙山托化学公司 (Monsanto's Chemical Co) 该公司与 T-R-W 公司合作，用一台 RW-300 连续地监督某一化工过程的运行情况，自动计算，目的是要用最低的成本以得到最高的

产量。

这是一个闭环的控制系统。

其他方面的例子不胜枚举。

因此以此要求控制机具有快速、可靠、准确、价廉等指标因此在此计算机及其控制系统中便不断的引用了新的技术，而且不断的~~发展和完善起来~~，并且对将计算机控制的概念及其前途，有了更为明确的概念化，而逐步形成了一套完整的控制理论。

新技术的採用方面，例如1958, 1959年以后，一些新的计算机都晶体管化了，并逐步趋向控制造既能用於数据处理又能用於科学计标的两用计算机（文6-3, 6-7）。

利用磁心做计算机的存储器及其他部件是从1952年开始的，1953年，旋风1式计算机首先用磁心作存储器，随后多孔磁心出现，可用作不破坏读出的超高速存储器，作逻辑元件时，工作频率达100 Kc. (Stretch计算机用)。

磁薄膜元件被用作超高速的不破坏读出的存储器，它首先被应用到IX-2计算机中，开关时间0.1 μ s, 工作周期为0.5 μ s.

随后，磁扭结 (Twistor)，磁弦线 (Tension) 变参数元件 (Parametron) 磁棒，多孔磁板等相继出现，以及另一些超导元件，例如冷子管 (Cryotron) 的问世 (它的开关时间仅10 μ s)，使计算机体积大大缩小，工作速度大大提高，(超过100万次/秒) 工作的稳定可靠程度也提高了。因此微波技术开始在计算机中形成一个新的途径。

新技术新元件虽然发展得很快，但从工业中目前大量生产与应用的计算机看来，绝大多数是采用晶体管和磁心来制成的。1959年以后的计算机几乎全部属晶体管化了，例如A60-300型控制机改造为TRW-330, IBM-650改造到IBM-7070等，而且普遍的应用了印刷电路。