

集散控制系统丛书

CENTUM 集散控制系统

黄道 张洪垠 编著

化学工业出版社

集散控制系统丛书

CENTUM 集散控制系统

黄 道 张洪垠 编著

化学工业出版社

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

CENTUM 集散控制系统/黄道, 张洪垠 编著 —北京: 化学工业出版社, 1995 (集散控制系统丛书)

ISBN 7-5025-1521-6

I. C… I. ①黄… ②张… II. 集散控制-集散系统 (自动化) IV. TP271

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 05819 号

出版发行: 化学工业出版社 (北京市朝阳区惠新里 3 号)

社长: 傅培宗 总编辑: 蔡剑秋

经 销: 新华书店北京发行所

印 刷: 昌平第一排版厂

装 订: 三河新集装订厂

版 次: 1995 年 8 月第 1 版

印 次: 1995 年 8 月第 1 次印刷

开 本: 787×1092 $\frac{1}{32}$

印 张: 12 $\frac{1}{4}$

插 页: 3

字 数: 282 千字

印 数: 1—4000

定 价: 18.50 元

内 容 提 要

本书着重介绍了日本横河公司制造的 CENTUM 型集散控制系统。全书共分七章。第一章为集散控制系统概论，介绍集散系统的基本概念和发展简况。第二章为 CENTUM 系统从基本组成到现场控制站、监视站和操作站的构成。第三章介绍通讯和接口方面知识。第四章为控制站功能，包括各类内部仪表的功能和特性，顺控功能、算术运算功能等。第五章为操作站功能。第六章为工程师功能。第七章为系统应用与工作经验，并以一些典型实例进一步说明其应用方法。

本书适合于使用 CENTUM 集散控制系统的工艺人员、仪表人员参考，也可供有关 DCS 系统方面工作的高等院校师生、科研工作者参考。

本书第一、第三章由华东理工大学黄道教授编写，其余各章由沧州化肥厂张洪垠编写，由黄道教授对全书作了审核、修改。

目 录

第一章 集散控制系统概论	1
第一节 概述	1
第二节 集散控制系统特点和简介	4
第三节 CENTUM 系列简介	6
第二章 CENTUM 系统的构成	9
第一节 CENTUM 系统的组成与特点	9
第二节 现场控制站的构成	15
第三节 现场监视站的构成	33
第四节 操作站的构成	44
第三章 通讯与接口	60
第一节 数字通讯原理	60
第二节 通讯接口原理和应用	69
第四章 控制站功能	91
第一节 控制站功能概述	91
第二节 各种内部仪表的功能	98
第三节 内部仪表的共同特点	153
第四节 顺序控制功能	184
第五节 算术运算功能	216
第六节 监视站功能	235
第五章 操作站功能	242
第一节 操作站虚拟控制盘功能	242
第二节 监视操作画面	256
第三节 操作功能	269
第六章 工程师功能	292

第一节	工程师功能概述	292
第二节	系统的生成	304
第三节	系统测试功能	324
第四节	系统维护功能	331
第五节	系统功能变更与文件管理功能	346
第七章	系统应用与工作经验	356
第一节	系统功能需求的确定	356
第二节	DCS 的选型	358
第三节	DCS 系统配置	360
第四节	系统使用环境的建立	362
第五节	人员培训	363
第六节	系统组态与生成	365
第七节	安装调试	366
第八节	投运与考核	369
第九节	DCS 的管理体制和管理制度	370
第十节	系统维护和应用软件的继续开发	371
第十一节	CENTUM 系统在工业过程控制中的应用	372
	参考文献	385

第一章 集散控制系统概论

第一节 概 述

集散控制系统 (Distributed Control System, 简称DCS) 是以满足现代大型工业生产和相互关系日益复杂的控制对象的要求为前提, 从过程综合自动化的角度出发, 研制出来的以微处理机为核心, 与数据通讯系统、阴极射线管显示装置以及用于数据采集和控制的过程输入/输出接口相结合的新型控制系统。

集散控制系统由于其先进性、可靠性、灵活性、操作简单和良好的性能/价格比, 已被广泛应用于化工、炼油、石油化工、造纸、冶金等工业领域。目前市场上流行的产品有美国 Honeywell 公司的 TDC-3000, FOXBORO 公司的智能自动化系统 I/A S, 横河公司的 CENTUM-XL、 μ XL 系统, 德国西门子公司的 Teleperm M 系统, 美国 Fisher 公司的 PROVOX 系统, ABB 公司的 MASTER 系统等等。

现今, 生产 DCS 的厂家已达数百家之多, 但从其构造原理与功能划分, 可分为以下五个基本组成部分: 基本控制单元, 操作者接口 (CRT 显示操作台), 过程接口单元、管理计算机及通讯总线系统。图 1-1 为系统基本组成框图。

1. 基本控制单元 (控制站)

它相当相于若干台常规模拟调节器, 能够完成模拟调节器的全部运算及控制功能, 并可通过软件组态的方式, 灵活地构成满足不同要求的复杂控制系统。其作用是接受来自现场的

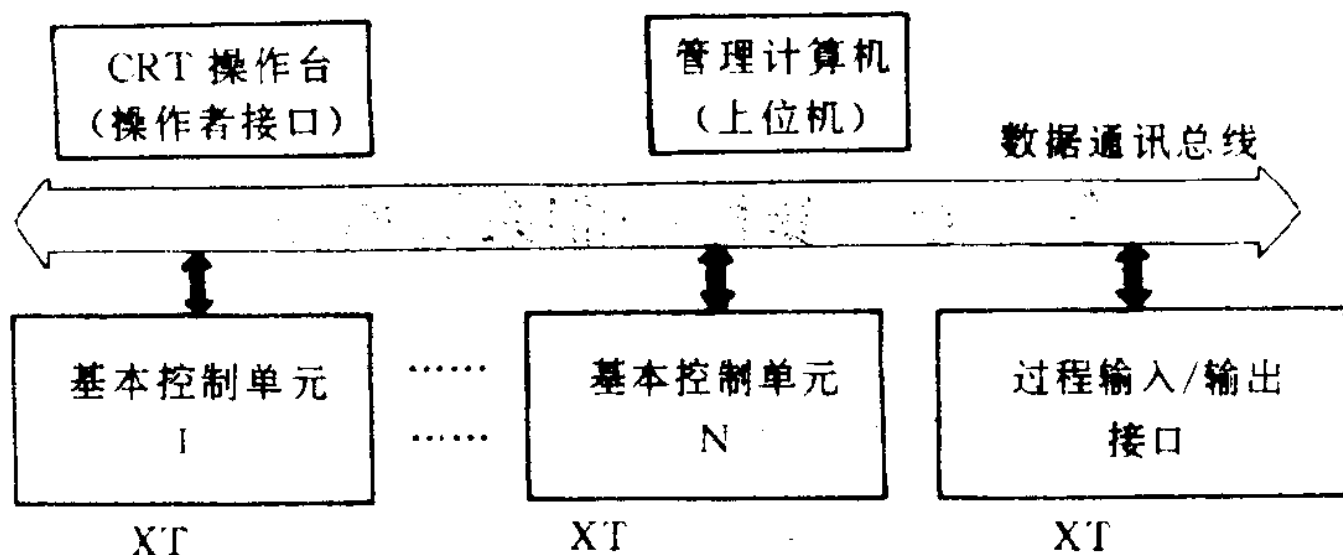


图 1-1 系统基本组成框图

mA、mV、脉冲序列及接点信号等进行转换（模拟量—脉宽—数字量），再通过内部微处理机进行各种运算处理，经过输出转换（数字量—脉宽—模拟量）后，转换为标准的 4~20mA 直流信号或接点信号，去操作各类执行器，以实现自动控制的目的。

基本控制单元通常由端子板、过程 I/O 接口、存贮器、中央处理单元、显示和外围设备控制单元、通讯总线接口、电源装置等组成。

2. 操作者接口（操作站）

它是人与机器联系和过程进行对话的关键设备，主要用于操纵工艺生产过程，并监视工厂的运行状态及回路组态，调整回路参数（如 PID 值、设定点、及极限报警值等）。通常，它由数据通讯总线接口、CRT 监视器、操作键盘、打印机及软盘驱动装置、磁带机等设备组成。

其中 CRT 监视器是一个带有微处理机及外围设备接口单元的智能显示装置，以分级显示的形式反映工厂的运行状态。分级显示的画面一般有总貌显示、组显示、单回路细目显示、历史趋势显示、在线流程图画面显示、报警显示等；操作者可通过操作键盘很方便地选择所希望显示的画面。

3. 过程输入/输出接口单元

该单元是带有微处理机的智能装置，主要用于采集过程信号（模拟量、数字频率信号和开关量），并将其变换到适合于系统数字通信所要求的信号格式，在有上位管理计算机的情况下，它可以用开关量和模拟信号的方式，向过程终端元件输出计算机的控制指令。

4. 管理计算机

管理计算机通过通讯总线和系统中各智能单元，采集和索取各种数据信息，并综合下达诸如设定点控制（SPC）等各种高级命令，它可以执行工厂的集中管理和优化控制、程序控制、离线计算以及程序开发的特殊功能。管理计算机通常有可供用户进一步开发的高级语言软件，可完成有关工艺参数之间复杂的运算和数据分析工作。此外，管理计算机可配置专用的彩色 CRT 监视，也可实现一机多屏方式显示操作站 CRT 监视器的全部内容。打印机可编制时、班、日、月等各类数据报表，如果需要还可以附加彩色拷贝机以拷贝过程数据和工艺动态流程图。

5. 数据通讯总线

数据通讯总线是一条同轴电缆或光导纤维，高速率地传送基本控制单元、过程输入/输出接口单元与显示操作站之间的数据，所以又称数据高速公路。为了避免通讯冲突，一般采用分时多路通讯技术，其传输距离大多为 1.5~4.5km。有些系统经过加设中继器，距离还会加长。通常，集散型控制系统除有主通讯总线之外，还配置有冗余通讯总线，以提高信息传输的可靠性。

在通讯方面各个集散控制系统的制造商都有自己的特点，系统单元之间的交互使用是难以进行的。近年来，几家集散控

制系统的大制造商已共同认识到“不统一”所带来的弊端，并针对现场信号 4~20mA 难以满足现代工业对仪表在精度、速度及成本方面更高要求，由 IEC（国际电子技术委员会）自 1985 年开始着手“现场总线标准”的制订，并命名为“Fieldbus”，其重点工作是用数字信号取代 4~20mA 的模拟信号，在这样的统一标准下，各类现场单元不受制造厂商、型号等限制而易于互换。相类似，对集散控制系统的通讯方面也提出了新的要求和改进，近年来，“现场总线”的标准制定进展很快，现场试验工作也已经开始。日本的芯片制造商已根据这一任务要求，制造出相应的专用芯片，这方面的工作将对 DCS 的进一步推广带来巨大的推动力，并使过程控制进入一个全新的阶段（关于“Fieldbus”的详细情况将在后面章节进一步介绍）。

第二节 集散控制系统特点和简介

从基本设计思想看，控制分散，危险分散，而操作、管理集中是 DCS 的基本思想。即将控制功能相对地分散，而把信息集中进行管理，从而提高整个系统的可靠性和管理能力。

集散控制系统从结构上看，分级递阶的分布式结构，灵活易变，易扩展是 DCS 的基本特点。首先，它具有较强的分散功能，各个局部系统都能独立工作，各个局部系统之间的信息通过高速数据总线进行通信。从控制系统的功能上看，集散控制系统大都表现出递阶控制思想，即整个系统分为优化控制管理级和过程控制级。在过程控制级主要完成对象基本控制要求，达到平稳操作的目标。而在优化控制管理级，完成各单元之间协调管理或实现控制点优化工作，还可向更上一级的计算机系统（或网络）实现通讯。

集散控制系统的特点如下。

1. 系统操作方便，人-机联系好

采用集散型控制系统后，操作人员只需坐在 CRT 操作台前，通过键盘操作就可选择、观察所需的数据和图象，监视和控制整个工厂的生产过程，实现人和过程的高度对话。另一方面，由于集散控制系统功能都由基本控制单元（微处理机）完成，且其操作、运算程序均固化在只读存储器内，故只需操作人员操作键盘上的按键，便可按预定的控制策略组成各种不同的控制回路，调整回路的任一常数。近期的一些新型集散控制系统不少均具有在线组态功能，可以根据生产情况，随时组成新的显示、监测和控制回路，这与常规仪表要通过更改连线而完成任务相比，显然具有无可比拟的优越性，操作十分简单、方便。

2. 系统扩展灵活

常规单元组合仪表由于模拟技术的限制，通常一台仪表只能执行单一功能，故为使其功能完善而品种繁多。而集散型控制系统虽然品种各异，但都是由操作站、控制站和数据通信总线等构成。这些系统具有高度的通用性和积木式结构，系统硬件均设计成标准的模块，用户可根据自己被控系统的大小和需要，选用或配置不同类型、不同功能、不同规模的集散控制系统，并可随时随地从系统中拆除某一单元，或增设任一新的模块，而运行的系统不会受到任何影响，从而对提高系统的控制级别，或扩大系统的规模都是十分灵活和方便。

3. 可靠性高

由于系统硬件的电子器件，除电源外，全部采用大规模集成电路和铌、钽电阻电容等高质量元件，故大大增长了硬件的平均无故障时间，如几家大公司的集散控制系统的平均无故障时间 (MTBF) 指标均达十万小时以上，此外，系统还具有完善

的对自身硬件进行诊断的功能，在微处理机的作用下，利用软件诊断程序对系统内部的所有硬件定期进行诊断，如发现故障，则将故障在 CRT 上迅速显示，同时发出故障报警信号，而且系统中的一些关键设备大都采用双重化或多重冗余备用，这些备用单元也处于通电待命状态，例如当某一控制单元发生故障时，触发备用控制单元自动进行切换，终端元件（如调节阀）仍处于安全位置。对于一些重要的控制回路还可以采用手动作为自动备用，因而大大提高了系统的可靠性，这对一些要求长周期不间断的连续过程控制对象来说，显然是十分关键的。

4. 危险分散

集散控制系统都采用多微处理机的分散化控制结构，每台微处理机各自控制一个分区过程，若一台微处理机发生故障，不会影响其它微处理机的工作。这种分布式结构，控制与故障相对分散，从根本上提高了系统长周期连续运行的能力和抗故障能力。

此外，集散控制系统还有兼容性好，性能/价格比良好的特点，如采用专用的接口单元，集散控制系统可与常规仪表和计算机兼容使用，这一特点为老厂改造，提高管理和控制水平提供了方便的条件。

由于系统技术先进，功能齐全，适用于多级递阶管理控制，特别对工厂规模大，测量点及控制回路多时，其价格与常规仪表相近或低于常规仪表，但功能则远超过常规仪表，故具有良好的性能/价格比。

第三节 CENTUM 系统简介

日本横河机电公司先后推出各种型号的集散控制系统，图 1-2 为 CENTUM 产品位置示意图。

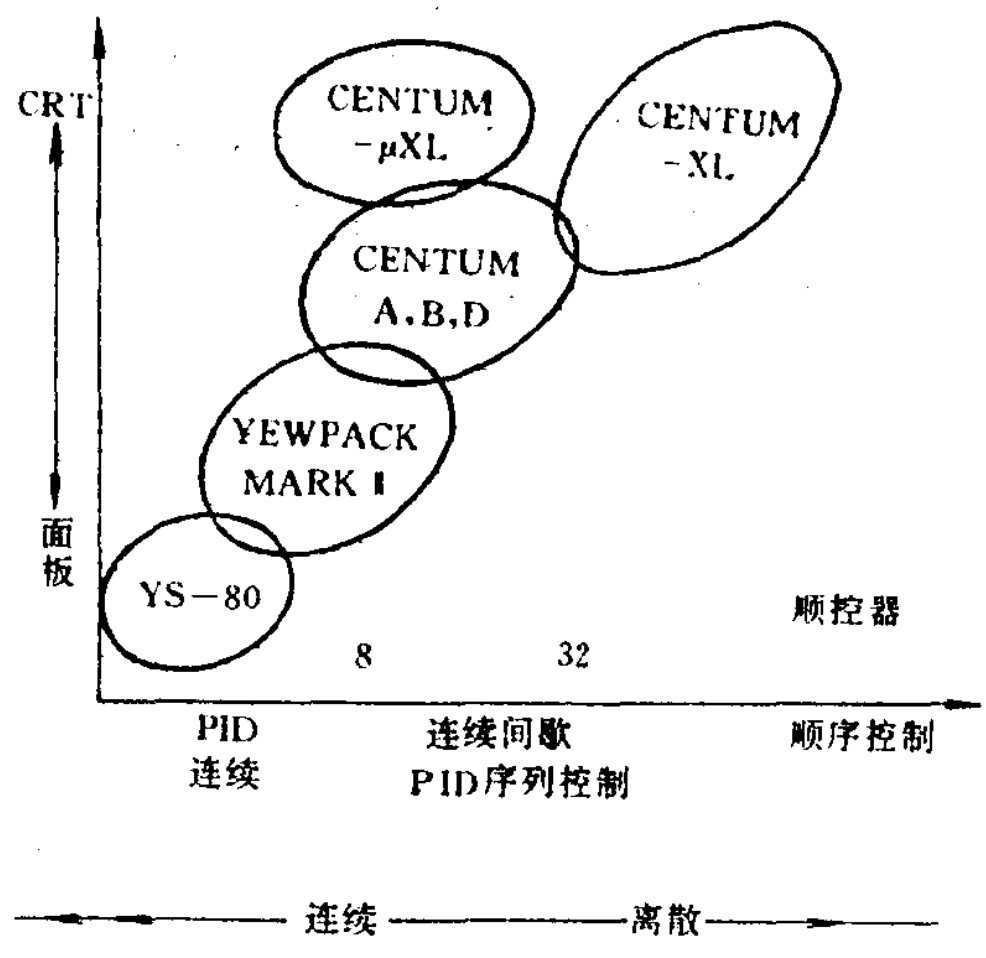


图 1-2 CENTUM 产品位置示意图

CENTUM 系统是一个典型的递级控制系统，具有树形结构，作为直接控制，可以小到带微处理器的单回路调节器 YS-80 或规模略大的带 8 个回路的 YEWPACK，在单回路调节器或 YEWPACK 间由 L 数据通信线实现信息交换，在 L 母线上可以连接实现人-机联系的 CRT (从控制面板向 CRT 发展)。进一步推出 CENTUM 系统 (A 型, B 型和 D 型)，系统可达 32 个回路，双重化结构达 40 个回路，通信采用 HF 总线方式，传送距离最大可达 10km，速率为 1Mbps，连接站最多为 32 个站。功能上从连续过程的 PID 拓宽，可执行批处理。PID 序列控制进一步发展则为 XL 与 μ XL，通信分为二层结构，上层增加了 SV-NET 总线，速率达 10Mbps，内部功能也大为拓宽，使用户更为方便。最近又推出 CENTUM-CS 系统，在设计思想上向通用计算机又靠近了一步，内部软件更为完善，并配有可与上位微

机、色谱仪、PLC 各类装置的通讯接口，提出所谓“全开放”系统的概念。这仅是初步介绍，国内尚无 CENTUM-CS 的正式用户，但有关资料表明，设计思想上有较大的跳跃，好比 FOXBORO 的 SPECTUM 上升到 I/A 系统，不少地方已引进了全新的概念。

第二章 CENTUM 系统的构成

日本横河电机公司在工业自动化方面，为满足不同规模的现代化工业生产控制和管理及不同层次的用户要求，相继推出了大、中、小规模集散控制系统 CENTUM、YEWPACK MARK II、CENTUM-V (A 型、B 型) 及 CENTUM-XL、 μ XL。这些集散控制系统既可以单独使用，又可以通过数据通讯总线连接成一个整体使用，以适应不同生产规模和满足不同控制任务的要求。在这些集散控制系统中，大都是以 CENTUM 为基础，或是由 CENTUM 发展而来，其功能和构成基本相似，大同小异。CENTUM 系统在这些集散控制系统中起主导作用，是最典型的集散控制系统。为了更清楚地了解 CENTUM 系统的构成，本章以 CENTUM B 型为主并结合其他型号作进一步的介绍。

第一节 CENTUM 系统的组成与特点

CENTUM 系统是一个典型的递阶控制系统，具有树形结构。按功能在纵向可分为过程运行级、生产监督管理级和经营管理级。在过程运行级中，其分散度可以小到带有微处理机的单回路的 YEWPACK MARK II 系统和带有 40 个回路的 CENTUM 系统。YS-80 和 YEWPACK MARK II 可以实现与 CENTUM 系统之间的数据通信，图 2-1 为 CENTUM 系统的组成。在 CENTUM 系统中可以设置通信通路接口单元，由 RS-232 接口与其他计算机，或更高一级的综合管理机相连，也可以

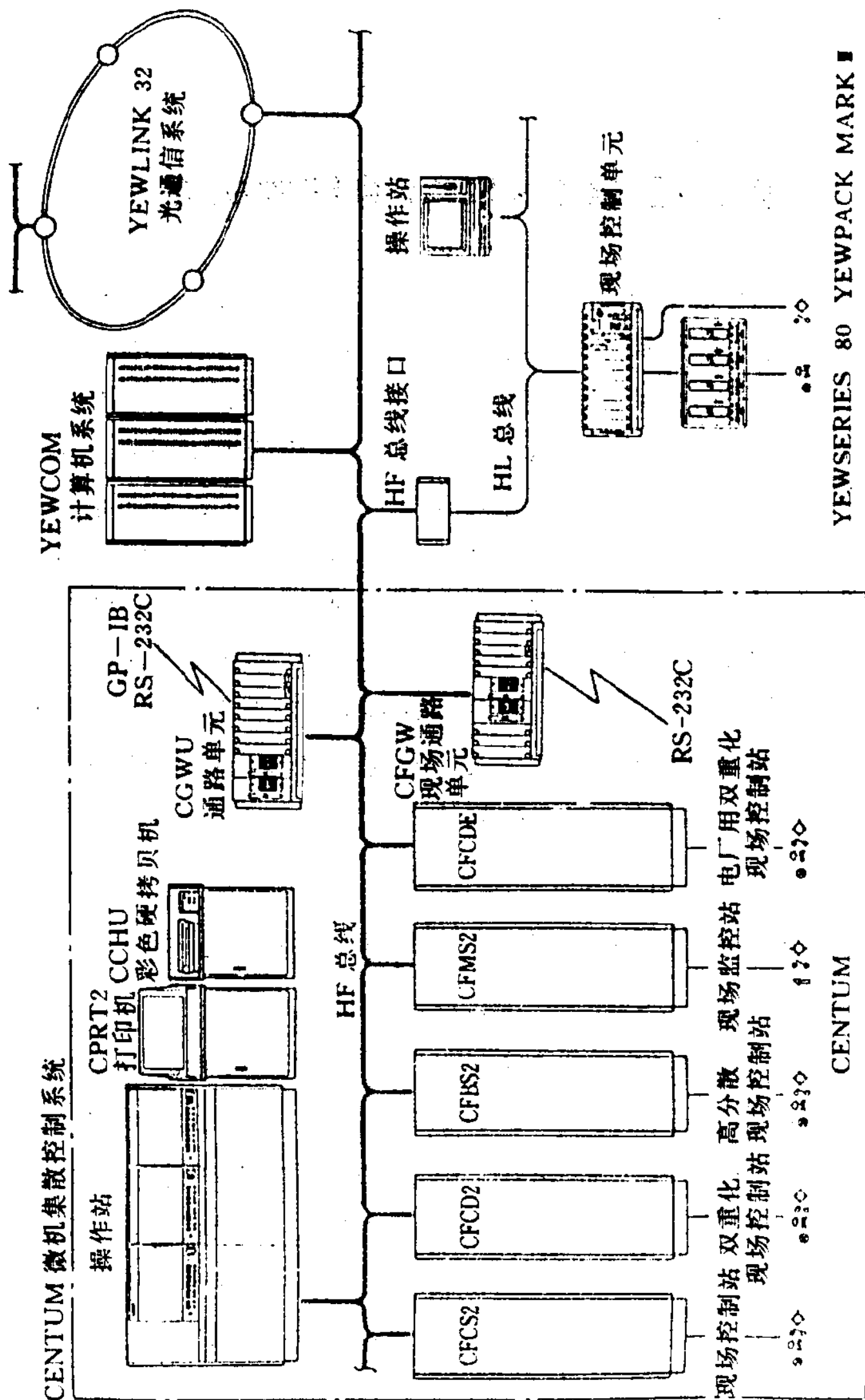


图 2-1 CENTUM 系统的组成

和 PLC 相连；在管理级可用联接 YEWCOM 上位计算机，并可由光通信系统 YEWLINK32 与计算机网络联接，组成监控或管控系统。在这个综合测量控制管理系统中，CENTUM 集散控制子系统占有极其重要的地位，是整个系统的核心。

CENTUM 系统主要是由现场控制站、双重化现场控制站、高分散现场控制站、现场监视站 HF 总线及高性能操作站等组成。前面 4 个单元又统称为现场站。现场站是面向连续过程和批量过程的现场自动化装置。现场控制站和双重化现场控制站，每站的控制回路可达到 40 个之多；而高分散现场控制站的控制对象与 YEWPACK MARK II 相同，每个单元均为 8 个回路；现场监视站只对现场信号进行采集、处理和监视，没有控制功能。高性能操作站具有比其他集散控制系统更丰富的监视、操作和管理功能，是一种将大范围生产过程的信息管理和操作集中化的优秀的人机接口。

HF 通信总线是联接 CENTUM 系统各个站的柔性信息传输高速数据总线，它最多可以连接 32 个站，也可以和 YS-80 或 YEWPACK 连接组成更大的控制系统。HF 总线可以和 YEWCOM 上位计算机或通路单元直接相连接，组成递阶管理控制系统。

在 CENTUM 系统中，凡是能用 HF 总线直接相连接的带微处理机的整体单元才称为站，如操作站、控制站及通路单元等，而串行打印机及彩色拷贝机等就不是站。

参照图 2-1，CENTUM 系统主要由如下设备构成：

CFCS2：现场控制站，用于批量过程为中心的灵活多样的反馈控制和顺序控制及基本型控制系统，每个站可以控制多达 40 个回路。

CFCD2：双重化现场控制。基本控制系统的控制部分采用