



理工科优秀科研成果选

李鉴增 主编



理工科优秀科研成果选

李鉴增 主编



北京广播学院出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

理工科优秀科研成果选 / 李鉴增主编. —北京: 北京广播学院出版社, 2004. 8

(北广理工科文集)

ISBN 7 - 81085 - 348 - 1

I. 理… II. 李… III. 北京广播学院 - 科技成果 - 汇编
IV. N12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 086067 号

理工科优秀科研成果选

主 编 李鉴增

责任编辑 赵 欣

封面设计 源大设计工作室

出版发行 北京广播学院出版社

社 址 北京市朝阳区定福庄东街 1 号 邮编 100024

电 话 010 - 65450532 65450528 传真 010 - 65779405

网 址 <http://www.cbbip.com>

经 销 新华书店总店北京发行所

印 刷 北京市梦宇印务有限公司

开 本 787 × 1092 毫米 1/16

印 张 9

版 次 2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 7 - 81085 - 348 - 1/N · 175 定价: 18.00 元

版权所有 翻印必究 印装错误 负责调换



编委公

主任 苏志武

编委 (以姓氏笔画为序)

车 晴 石民勇 吕 锐 李 栋
李鉴增 高福安 逯贵祯

前 言

50年前，北京广播学院起步于设在京城西南良乡发射台内的中央广播事业局广播技术人员训练班，在历任校领导和几代教职员工的共同努力之下，逐步发展成专科学校、本科高校，继而成为进入国家“211工程”的著名大学。

半个世纪以来，我校理工科教学和科研工作取得了长足的进展：在学科建设方面，目前已经设有1个博士后流动站（信息与通信工程）、2个博士点专业（通信与信息系统、电磁场与微波技术）、5个硕士点专业、1个工程硕士点专业和十多个本科专业；在科学研究方面，获得了数十项省部级奖项和国家广电总局高校科研奖项，完成过相当数量的高水平科研项目，在数字广播、调频同步广播等技术领域内处于国内领先的地位，在国内外学术刊物和学术会议上，发表过一大批高质量的学术论文。

为纪念建校50周年，全面反映和记录我校理工科各院系在科研工作方面所取得的成果，我们组织编辑了3部文集。本书是我校专家学者近年来取得的部分科研成果介绍。内容大概分为3个部分：第一部分是经过立项、鉴定和获奖的科研成果，第二部分是正式出版的专著和教材，第三部分是获奖的教学科研成果和课件建设。各部分的划分不尽准确，学术水准也与排序无关。

因时间紧迫，编审难度较大，项目学术水平和写作水平不尽相同，个别文章结构、行文尚有不当之处，敬请谅解。

《北广理工科文集》编委会

2004年8月

目 录

- 1 浮动载波调幅技术及装置 / 李 栋
- 6 染料三基色系统 / 刘恩御
- 15 数字 AM 广播传输系统功能样机开发 / 吕 锐等
- 18 多卫星单站数字多通道接收系统 / 吕 锐等
- 21 近场扫描双站散射测量的模拟研究 / 毛志仪等
- 22 气象卫星云图接收系统天线罩 / 毛志仪等
- 23 黑洞、奇点和早期宇宙 / 李釜增等
- 25 BBI - FM2000 数字调频同步广播系统 / 蔡超时等
- 29 调频多工高速数据广播系统 (FMHDS) / 蔡超时等
- 39 基于调频多工高速数据传输系统的电子站牌显示系统 / 蔡超时等
- 42 BBI - 2000 型有线电视用户管理系统 / 柴剑平等
- 46 粗糙表面电磁散射研究 / 逯贵祯等
- 48 基于 1394 总线的传输流存储与控制系统 / 吕 锐等
- 53 基于 EuroDOCSIS 1.1 的电缆调制解调器样机 / 吕 锐等
- 57 国家标准《PAL - D 制电视广播技术规范》 / 张永辉等
- 59 国家标准 GB7401 - 87《彩色电视图像质量主观评价方法》 / 李秀球等
- 60 北京广播学院的专家学者在超光速研究的前沿课题上获重要进展
/ 黄志洵等
- 65 基于动态联盟的协同设计支持技术研究 / 王永滨等
- 67 基于中间件的网络信息发布软件 / 王永滨等
- 70 数字医学影像传输软件 (DICOM3.0) / 林卫国等
- 71 有线电视双向传输与综合业务的研究 / 刘剑波等
- 74 DSF - 50 型 UHF 彩色电视发射机 / 韩宪柱等

- 76 北京广播学院现代远程教育网络教学支持平台 / 林卫国
- 78 机车轴承温度监测报警装置 / 任 慧等
- 84 数字广播电视技术书系 / 李荃增等
- 90 数字声音广播 / 李 栋
- 95 有线电视综合信息网技术 / 李荃增等
- 99 摄像、录像与电子编辑技术 / 张 琦等
- 101 数字电视中心技术 / 张 琦等
- 103 声音制作基础 / 韩宪柱
- 105 现代扩声技术与工程 / 韩宪柱
- 107 电视监控实用技术 / 杨磊等
- 109 电路分析 / 许信玉等
- 111 高等教育科学研究方法论 / 金洪海
- 114 影视制作中的图形、图像和数字视频技术 / 姜 浩
- 117 combustion 教程 / 姜 浩
- 119 电子设计课程的教学和实验改革 / 沈 琴等
- 123 《有线电视技术》课程的建设与改革 / 刘剑波等
- 127 广播电视测量技术 / 韩宪柱
- 132 《有线电视网络》课件 / 刘剑波等
- 134 超媒体锁相环路 CAI / 沈 琴等

浮动载波调幅技术及装置

李 栋

部级科研项目“串馈脉宽调制发射机浮动载波调幅技术”获1987年度广播电视部科技进步三等奖，研制的“浮动载波调幅装置”获1988年度国家发明四等奖，1988年1月获国家专利局发明专利（专利号：861010906）。

一、概述

传统的调幅广播发射频谱包括载波成分和边带成分。载波成分不含信息，只是用作传送信息的运载工具，故有“载波”之称。且它的幅度是恒定不变的，即不随调制信号的有无或强弱而变化，它在发射机发射频谱的总功率中占有绝对的比例；包含信息的边带成分只占有少部分功率，并随广播节目信号的强弱，即随调制度而变化，表1所示的是发射机发射的各功率成分的相对关系。

表1 传统的调幅发射机发射的各功率成分的相对关系

调幅度 m	载波功率/发射总功率	边带功率/发射总功率	边带功率/载波功率
0	1	0	0
0.2	0.980 4	0.019 6	0.02
0.4	0.926	0.074	0.08
0.5	0.889	0.111	0.125
0.6	0.847	0.153	0.18
1	0.667	0.333	0.5

通常，发射机即使采用了音频信号的动态范围压缩技术，平均调幅度也只能达到0.4左右，也就是说，在发射机运行过程中，不含信息的载波功率平均要占总发射功率的92.6%左右。

由以上分析我们知道，传统的调幅方式的能量利用是很不经济的。为了解决这个问题，自20世纪30年代以来，人们一直在进行不懈的试验研究，在全球性能源紧张的形势下，提高广播发射机（尤其是大功率发射机）的效率是当务之急的问题。随着科学技术的发展，新一代的高效率调幅发射机（PDM，PSM）相继问世，随之出现了可大幅度降低发射机能量消耗的浮动载波调幅技术，解决了人们长期希望解决的技术问题。

发射机（PDM，PSM）相继问世，随之出现了可大幅度降低发射机能量消耗的浮动载波调幅技术，解决了人们长期希望解决的技术问题。

所谓浮动载波调幅（简称DAM），是使发射机高频被调级电子管的直流屏压随调制信号的动态电平的大小而浮动，因而载波电压，载波功率的大小也是浮动的。为了保证有良好的接收质量，在无调制信号（ $m=0$ ）时，要保留一定幅度的载波电压，例如0.6（规1化，令全载波为1），有调制信号时，载波电压就按照节目信号动态电平的大小不同而在0.6~1之间变化，那么节约的载波功率将在64%~0之间变化，而含有信息的边带功率与载波恒定的传统调幅方式相比完全相同。普通调幅广播的载波电压恒定为1，浮动载波调幅广播的载波电压在运行过程中的平均值约为0.7~0.8左右，因此，平均节约载波功率约为51%~36%左右。如果某部发射机的高末被调级的效率为50%，节约1千瓦的载波功率就会带来节约2千瓦的功率消耗。

浮动载波调幅方式在大幅度节能的同时，减轻了大功率器件（主整变压器，电子管等）的负担，降低了运行温度，可提高这些器件的寿命，延缓线路老化，提高发射机运行的可靠性。

二、串馈脉宽调制发射机实现浮动载波调幅的原理

传统的乙类屏调发射机，由于被调级电子管屏压的供电回路中大感抗阻流圈的惰性影响，目前尚未找到在这种调制方式的发射机上实现浮动载波调幅的方法。

在串馈脉宽调制发射机中，调制级与被调级是串联工作的，不需通过调幅阻流圈供给直流电压。通过改变脉冲宽度的占空因数就能改变高末级的直流屏压，不存在“惰性”问题。

通常，串馈脉宽调制发射机脉冲宽度的占空因数选取0.5左右，这样，在无调制信号（载波状态）时，理想情况下调制级和被调级的屏压相等，等于主整电源电压之半。这时被调级相应的载波电压为1（全载波）。有正弦信号调制时，尽管脉冲宽度被调制信号调制，但在调制信号的一个周期中，脉冲宽度的平均占空因数仍等于0.5。对应于此，被调级的直流屏压及与之相应的载波电压，同无调制信号时完全一样，这就是普通调幅（AM）方式的特征。

如果在无调制信号时，把脉冲宽度的占空因数调整为0.3，那么高末被调级的直流屏压就由

原来的1变为0.6,载波电压也由原来的1变为0.6(相对值,这时的载波电压可称为残留载波电压)。当有了调制信号时,通过相应的装置,使脉冲占空因数随调制信号的动态峰值电平的大小不同,在0.3~0.5之间变化,那么对应的高未被调级的直流电压及载波电压也就在0.6~1之间变化,这就达到了载波浮动的目的。

因此,我们只要在串馈脉宽调制发射机的脉宽调制器(脉持头)中,用随音频调制信号动态峰值电平而变化的“直流”控制信号代替原来的调整占空比用的固定直流电压(送往比较器),便可以实现载波电压随音频调制信号的动态峰值电平的大小而变化,即实现了浮动载波调幅。此外,在串馈脉宽调制发射机中,采用浮动载波调幅方式时送往脉宽调制器中的比较器的另外两种信号(三角波、音频调制信号)与普通调幅方式时相同。只是由于浮动载波调幅方式的特点,要求对音频信号进行适当的处理。

三、浮动载波调幅的特殊问题

采用浮动载波调幅方式广播,有其特殊问题,那就是载波浮动的变化速度问题,现简述如下。

鉴于浮动载波调幅的特点,要求载波电压的幅度应能良好地跟随调制信号的动态峰值电平的变化而变化,否则难以保证广播质量。但载波电压的变化速度也不能过快,否则将发生带外辐射频谱成分,有可能对临频道造成干扰(不可懂串话)。为了避免这种带外辐射,要求调制空隙($m=0$)时应保留足够大的载波值,以限制载波值随调制信号动态电平变化的速度。但是,当调制信号从无到有或从小到大突然变化时,如果载波值不能足够快地跟随这种变化,而仍处于较小的值时,就可能由于比例失调而发生短暂的过调制,使已调波的包络发生畸变,产生信号失真。因此,载波电压的变化既要求很快,又要使其受到一定的限制,应折衷考虑。通常载波电压的动作(建立)时间常数应取0.1ms左右为宜。

关于载波恢复(即由高值恢复到 $m=0$ 时的值)时间长数,通常取100ms左右。如果恢复时间过短,当音乐节目由强音突然转为弱音时,会使节目的动听度受到影响,如果恢复时间过长,则会影响节电效果。

四、浮动载波调幅装置

为了实现浮动载波调幅,发射机中应有相应的装置。图1所示是浮动载波调幅装置的原理方块图。应用这种装置,可以产生所希望的载波受控特性曲线(即载波电压依从于调制信号电压的关系)。图2和图3所示是两种典型的曲线。

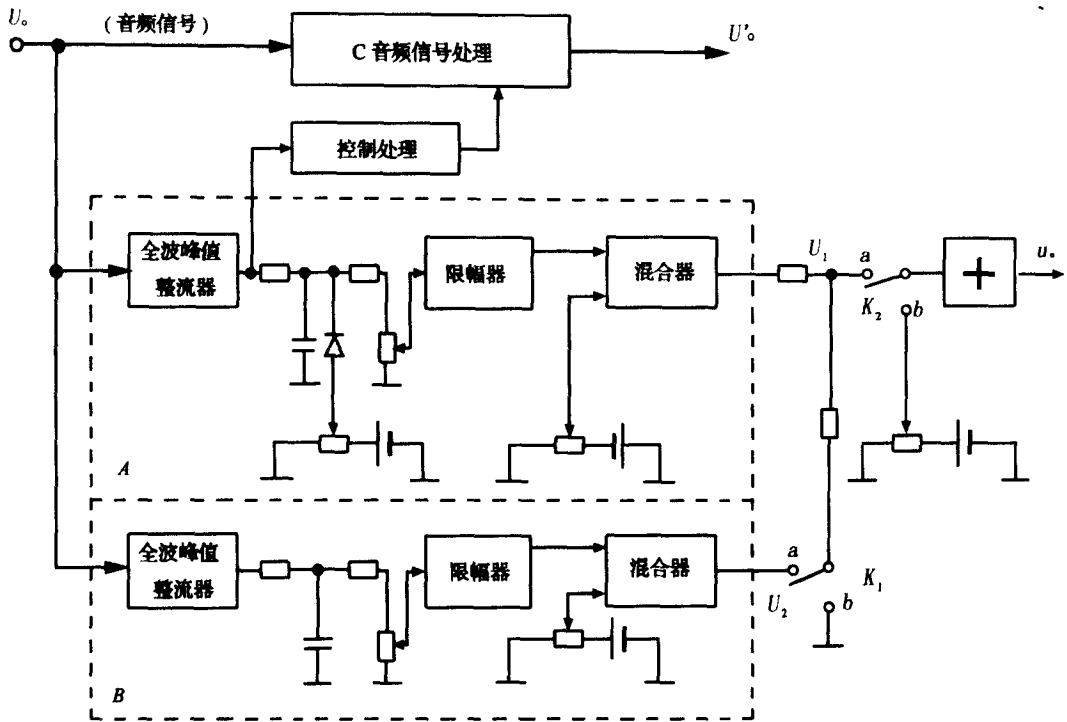


图1 浮动载波调幅装置的原理方块图

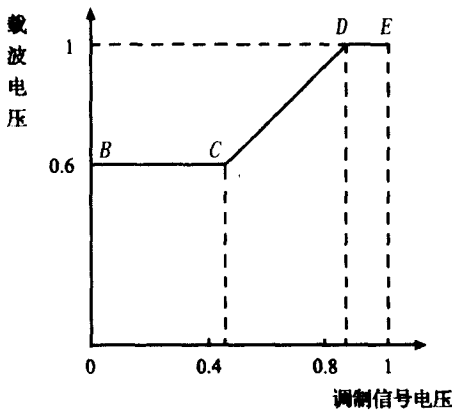


图2 折线型载波受控曲线

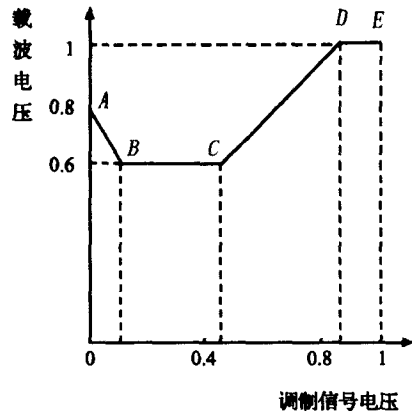


图3 马鞍型载波受控曲线

浮动载波调幅装置由可控增益放大器、有源低通滤波器构成的音频信号处理通道 C 以及产生载波受控信号的通道 A、B 组成。

音频信号处理通道的总增益为 0dB（即输出信号的大小与输入信号相等），插入发射机中不影响系统增益。该通道送出经处理的音频调制信号（ U_o ），送往发射机的低频前级放大器。该通道中的音频可控增益放大器只在音频调制信号从无到有或从小到大突变时起短暂作用，其增益短暂降低，以保证发射机不产生短暂的过调失真。低通滤波器的作用是滤除可控增益放大器

可能产生的附加失真成分，此外对音频调制信号有适当的延时。

虚线框 A 和 B 为产生载波受控信号的通道。如果仅使用支路 A ，其输出电压 U_1 可产生图 2 所示的折线型载波受控特性曲线。

支路 A 和支路 B 均由全波峰值整流器、滤波网络、限幅器、混合器组成。支路 A 中，全波峰值整流器的输出信号有一分支经处理后送往音频可控增益放大器，作为控制放大器增益的控制信号。

如果将支路 B 的输出信号 U_2 与支路 A 的 U_1 相迭加，则可产生图 3 所示的马鞍型载波受控特性曲线。

图 2 和图 3 中， A 点在垂直方向的位置， AB 的斜率， BC 在垂直方向的位置， C 点在水平方向的位置， CD 的斜率， DE 在垂直方向的位置均能灵活调整，以满足要求的特性曲线。

使用图 3 的曲线与图 2 的曲线相比，其优点是调制空隙的噪声可以稍有改善，但节能效果要差，特别在语言节目时。

图 1 中的开关 K_2 倒向 b 侧，可使用发射机由浮动载波调幅方式运行变为普通调幅方式运行，这种操作可在不中断广播节目的播音过程中进行。

上述的浮动载波调幅装置，经在国产 10kW、200kW 串馈脉宽调制发射机上应用，不影响发射机的电声指标。

五、浮动载波调幅方式的节能效果

根据国内的试验运行结果，10kW 串馈脉宽调制发射机使用图 2 所示的载波受控特性曲线，浮动载波调幅方式运行时，与普通调幅方式相比，可节电 35% 左右；采用图 3 的曲线（但 A 点处于载波值 1 处）运行时，可节电 20% 左右。200kW 串馈脉宽调制发射机使用图 2 所示的曲线运行时，可节电 52% 左右。

浮动载波调幅方式的节能效与诸下因素有关：（1）与使用的载波受控特性曲线的形状有关；（2）与节目类型有关（音乐、语言节目不同）；（3）与节目的平均条幅度有关，平均条幅度越高，节能越低；（4）与发射机的功率等级、被调级效率、整机效率有关。小功率发射机往往整机效率也较低，节能的百分比就低；大功率整机效率高，被调级的效率也高，载波功率占所消耗功率的绝大部分。因而大功率发射机采用浮动载波调幅方式运行时，不但节电的绝对数字可观，百分比也可观。

染料三基色系统

刘恩御

1997年获“国家技术发明四等奖”

一、成果概述

由于国际上现有的颜色系统没有表现出光源、物体与色彩的关系，不能通过数式的比较与计算，分析、判断物体在一定条件下显现的色彩。因此，带着这个问题，从1978年开始，经过17年的艰苦努力，研究、设计了能够表现光源的光谱成分、物体的吸收特性和色彩显现关系的色彩标志方法——染料三基色系统。

染料三基色系统是以物理光学为基础，结合视觉生理及心理规律研究、设计的一种新型颜色系统，是用能够分别吸收蓝、绿、红三原色光的黄（Y）、品（M）、青（C）染料定比组合的颜色样品及称为染料三基色数式（Y/M-C）的标志方式，分级标志具有理想反射特性的色彩。它与国际典型颜色系统相比的独特之处，主要表现在用染料三基色数式这种前人所没有的标志方式，客观地表现光源、物体与色彩的关系，能够通过数式的比较与计算，分析、判断物体在一定条件下显现的色彩。因此，具有独到的功能和广泛的实用价值，不仅可以剖析色彩理论，解释色彩现象，而且能够应用于电影、电视、摄影、戏剧、绘画、广告等视觉艺术创造，染织图案、物品装潢、服饰、居室等色彩设计，彩色电子印刷、电脑配色以及灯光纸、滤色镜、颜料、染料/system标志，增强产品的科学性和实用性。

它的理论依据是：因为自然界中人的眼睛能够分辨的各种色彩都是由一定比例的蓝、绿、红三原色光组合形成的，而黄、品、青三种染料又能分别吸收蓝光、绿光和红光，控制三原色光的比例，所以，用黄、品、青三种染料以一定比例组成的染料三基色数式既能表示光源的光谱成分，又能概括物体的吸收特性，描述物体的色彩，客观地表现光源、物体与色彩的关系。无论是通过加用灯光纸来改变影响景物色彩的光源光谱成分，还是通过加用滤色镜来改变景物影像的色彩，还是通过颜料、染料混合形成新的色彩，还是通过色彩的空间混合产生色彩感觉

的变化, 还是分析、判断由于视觉适应特性引起的色彩感觉倾向或错觉, 都表现了有关物体对照射光线的吸收、视觉分辨率的降低或视觉灵敏度的减弱。因此, 均可采用标志色彩的染料三基色数式加合(数式中的黄、品、青三种染料分类加合)的方法分析、判断感觉的色彩效果。

由于染料三基色系统在技术发明创新方面做出的重大贡献, 1997年10月荣获联合国技术信息促进系统中国国家分部颁发的“发明创新科技之星奖”, 同年12月由国家科学技术委员会授予“国家技术发明奖”(四等), 1999年1月经国际经济评价(香港)中心评审授予“世界华人重大科学技术成果”荣誉, 2000年11月经中国“九五”科学技术成果编审委员会审定作为我国“九五”期间优秀科学技术成果入选、公布。这个颜色系统在获奖以来的进展表现在颜色样品与数字系统在图谱中的组合、均匀颜色空间的展现、应用范围的扩展及与现代科学技术的结合。

因为染料三基色系统具有充分的理论依据及在数字系统的组成上表现的严密科学系统性, 才通过色彩的类别、特征和相互关系组成了一个既表现颜色的物理特性, 又反映人的视觉规律, 使数字系统与心理判断符合的均匀颜色空间。并且能够根据染料三基色数式提供的数据用彩色电子出版系统或电脑复制图谱。这个颜色系统的完善, 尽管受着黄、品、青染料吸收特性不理想的局限, 但是, 能使复制的图谱达到数字系统与心理判断符合的要求, 满足色彩应用的需要。它与科学研究、生活美化和艺术创造的联系, 是注重在物理上表现的光源、物体与色彩的关系, 在生理上涉及的视觉适应特性, 在心理上要求的与景物及画面内容相关的色彩组合。它的作用和意义不仅在于具有广泛的实用价值和颜色科学的发展, 而且使中华民族有了自己独创的能与国际典型颜色系统比拟的颜色立体。

二、数字系统的组成

组成数字系统时, 首先根据欲标色彩的数量确定色调数目(H)和纯度分级(C), 并把足以吸收相应色光的染料浓度称为染料三基色数式的最高色单位(HC/6), 组成H-C分级染料三基色系统。它的标色数目: 三角色标和菱形色标为 $(C+1)(HC+2)/2$; 矩形色标为 HC^2+2C+1 。若组成12-5分级染料三基色系统的矩形色标(最高色单位为10, 标色数目为311个),

表1 12-5分级染料三基色系统纯色的组合

色品名称		黄色	橙色	红色	粉色	品色	紫色	蓝色	天蓝	青色	翠绿	绿色	草绿
染料三基色值	Y	10	10	10	5	0	0	0	0	0	5	10	10
	M	0	5	10	10	10	10	10	5	0	0	0	0
	C	0	0	0	0	0	5	10	10	10	10	10	5
图谱分页		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6

0 白 0

				2 1	0/0-0	1	2				
			4 3	2/1-0	1/1-1	0/1-2	3	4			
		6 5	4/2-0	3/2-1	2/2-2	1/2-3	0/2-4	5	6		
	8 7	6/3-0	5/3-1	4/3-2	3/3-3	2/3-4	1/3-5	0/3-6	7	8	10
橙色	10 9	8/4-0	7/4-1	6/4-2	5/4-3	4/4-4	3/4-5	2/4-6	1/4-7	0/4-8	9
	10/5-	9/5-1	8/5-2	7/5-3	6/5-4	5/5-5	4/5-6	3/5-7	2/5-8	1/5-9	0/5-1
		10/6-	9/6-3	8/6-4	7/6-5	6/6-6	5/6-7	4/6-8	3/6-9	2/6-1	
			10/7-	9/7-5	8/7-6	7/7-7	6/7-8	5/7-9	4/7-1		
				10/8-	9/8-7	8/8-8	7/8-9	6/8-1			
					10/9	9/9-9	8/9-1				
						10/10					
											天蓝
											黑

图 1 12-5 分级 2 分页矩形色标的染料三基色数式

先根据纯色的特点和视觉等距性，按表 1 的方法确定 12 个色调纯色的染料三基色组合，再依照特定的规律填设、排列出全部图谱，组成一套科学、严密的数字系统（图 1 为橙色和天蓝的一页，在图谱上部的两侧标的从 0 到 10 的数字是色品位置的标号，并能由它推算对应色品的染料三基色数式，就是成果概述中说的颜色样品与数字系统在图谱中的组合）。

三、色彩的分类、特征和均匀颜色空间

1. 染料三基色数式中的三种组合

从图 1 可以看出，每个标志色彩的染料三基色数式中都包含着表现色彩类别、特征和相互关系的三种组合：黄染料、品染料和青染料的组合，蓝光、绿光和红光（没被相应染料吸收的原色光，最大值等于染料三基色数式的最高色单位）的组合，黑色成分（由物体对三原色光同时吸收形成的，数值等于数式中三种染料的最小值）、白色成分（由物体对三原色光同时反射形成的，数值等于最高色单位与数式中三种染料的最大值之差）和彩色成分（是从物体反射的三原色光中减去白色成分后，由剩余的原色光组成的，数值等于数式中三种染料的最大值与最小值之差）的组合（三种成分的数值之和等于染料三基色数式的最高色单位）。

2. 色彩类别的划分

根据染料三基色数式中含有的三种成分的不同,把自然界的色彩分为7类(图2):属于消色的有黑色(10/10-10,含有黑色成分)、白色(0/0-0,含有白色成分)和灰色(如中灰5/5-5,含有黑色成分和白色成分);属于彩色的有纯色(如橙色10/5-0,含有彩色成分)、洁色(如浅橙6/3-0,含有彩色成分和白色成分)、浊色(如深橙10/7-4,含有彩色成分和黑色成分)和彩灰色(如灰橙8/5-2,含有彩色成分、黑色成分和白色成分)。

					白色							
				洁色	灰色	洁色						
			洁色				洁色					
		洁色							洁色			
	洁色									洁色		
纯色				彩灰色				彩灰色				纯色
	浊色									浊色		
		浊色							浊色			
			浊色					浊色				
				浊色			浊色					
						黑色						

图2 矩形色标色品的分区

从图1中可以看出标志7类色彩的染料三基色数式之间,三种染料都是以一定的级差变化的,在数字系统上体现了染料三基色系统的均匀颜色空间。

3. 色彩特征并表示

色彩的色调用组成彩色成分的原色光比例来表示,在不同色调色品之间,由相邻色彩体现的均匀颜色空间是通过一种染料的等差变化形成的(如表1中相邻色调的纯色之间)。因为黄、品、青三种染料在反光率上的明显差别(黄染料为0.89,品染料为0.41,青染料为0.70),所以,色彩的明度用相对吸收值(染料三基色数式中三种染料的数值分别乘以各自的相对吸收系数<黄染料为1.11,品染料为0.59,青染料为0.30,再加合起来)来表示(这个数值愈大,色彩的明度愈小),由于它的数值在图谱中的各个方向都是等差变化的,因此,均匀颜色空间也在色彩明度上表现出来(图3)。色彩的纯度用彩色成分与消色成分(黑色成分和白色成分)的比例来表示(彩色成分愈多,消色成分愈少,色彩的纯度愈高),彩色成分和消色成分的等差变化及对色彩纯度的影响,也符合均匀颜色空间组成的规律(图4)。

0 白 0

				2 1	0. 00	1	2					
			4 3	0. 81	1. 00	1. 19	3	4				
		6 5	1. 62	1. 81	2. 00	2. 19	2. 38	5	6			
	8 7	2. 43	2. 62	2. 81	3. 00	3. 19	3. 38	3. 57	7	8		
10 9	3. 24	3. 43	3. 62	3. 81	4. 00	4. 19	4. 38	4. 57	4. 76	9	10	
橙色	4. 05	4. 24	4. 43	4. 62	4. 81	5. 00	5. 19	5. 38	5. 57	5. 76	5. 95	天蓝
		5. 24	5. 43	5. 62	5. 81	6. 00	6. 19	6. 38	6. 57	6. 76		
			6. 43	6. 62	6. 81	7. 00	7. 19	7. 38	7. 57			
				7. 62	7. 81	8. 00	8. 19	8. 38				
					8. 81	9. 00	9. 19					
						10. 00						

黑

图3 12-5 分级2分页矩形色标色品的相对吸收值

0 白 0

			2	1	0: 10	1	2					
		4	3	2: 8	0: 10	2: 8	3	4				
	6	5	4: 6	2: 8	0: 10	2: 8	4: 6	5	6			
	8 7	6: 4	4: 6	2: 8	0: 10	2: 8	4: 6	6: 4	7	8		
10 9	8: 2	6: 4	4: 6	2: 8	0: 10	2: 8	4: 6	6: 4	8: 2	9	10	
橙色	10: 0	8: 2	6: 4	4: 6	2: 8	0: 10	2: 8	4: 6	6: 4	8: 2	10: 0	天蓝
		8: 2	6: 4	4: 6	2: 8	0: 10	2: 8	4: 6	6: 4	8: 2		
			6. 4	4: 6	2: 8	0: 10	2: 8	4: 6	6: 4			
				4: 6	2: 8	0: 10	2: 8	4: 6				
					2: 8	0: 10	2: 8					
						0: 10						

黑

图4 12-5 分级2分页矩形色标色品的彩色成分与消色成分的比例

4. 色彩关系的体现

在由数式中的三种染料及表现色彩特征的数字等差变化形成的均匀颜色空间中,主要有色彩和谐与色彩对比这两种关系:色品之间离着愈近,标志色彩的染料三基色数式差别愈小,愈显得和谐;色品之间离着愈远,标志色彩的染料三基色数式差别愈大,愈显得对比鲜明。对人的视觉及心