

职业技术·职业资格培训教材

维修电工 (上册)

(高级)

主	编	柴敬镛	王照清	
编	者	沈倪勇	仲葆文	杨德林
		张毓麟		
审	稿	徐坤泉	姚樵耕	

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工：高级·上册/柴敬镛，王照清主编．—北京：中国劳动社会保障出版社，
2003.9

职业技术·职业资格培训教材

ISBN 7 - 5045 - 3770 - 5

. 维... . 柴... 王... . 电工 - 维修 - 技术培训 - 教材 . TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 019148 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

*

新华书店经销

印刷厂印刷 装订厂装订

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 24 印张 506 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

印数： 册

定价：39.00 元

读者服务部电话：010 - 64929211

发行部电话：010 - 64911190

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010 - 64911344

内 容 简 介

本教材由劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业技术培训教研室依据上海 1 + X 职业技能鉴定考核细目——维修电工（高级）组织编写。本教材从强化培养操作技能，掌握一门实用技术的角度出发，较好地体现了本职业当前最新的实用知识与操作技术，对于提高从业人员基本素质，掌握高级维修电工的核心内容与技能有直接的帮助和指导作用。

本教材分上、下两册，主要内容包括：电子技术、电力电子技术、电气控制技术、微机与可编程序控制器应用技术四篇。每篇又分成若干个单元。本套教材除了必要的理论知识外，还将部分应用实例及操作技能实例作为一个单元列入到每篇中，理论部分的每个单元后都编写了部分模拟测试题，操作实例部分的每个单元后都编写了部分技能模拟测试题。本套教材最后还编写了两套知识考核模拟试卷和技能考核模拟试卷。

参加本教材编写的具体分工为：柴敬镛（第一至四单元），沈倪勇（第五至八单元），仲葆文（第九至十二单元、第十九单元、第二十一单元、第二十二单元），王照清（第十三至十七单元），杨德林（第十八单元、第二十单元、第二十三单元），张毓麟（第二十四单元）。

本教材可作为上海地区维修电工（高级）职业技能培训与鉴定考核教材，也可供全国其他地区从业人员学习掌握先进维修电工技术，或进行岗位培训、就业培训使用。本教材还对维修电工技师及高级技师层次的培训有很好的学习使用价值，同时可作为高职及高级技校师生教学参考书。

前 言

职业资格证书制度的推行，对广大劳动者系统地学习相关职业的知识和技能，提高就业能力、工作能力和职业转换能力有着重要的作用和意义，也为企业合理用工以及劳动者自主择业提供了依据。

随着我国科技进步、产业结构调整以及市场经济的不断发展，特别是加入世界贸易组织以后，各种新兴职业不断涌现，传统职业的知识和技术也愈来愈多地融进当代新知识、新技术、新工艺的内容。为适应新形势的发展，优化劳动力素质，上海市劳动和社会保障局在提升职业标准、完善技能鉴定方面做了积极的探索和尝试，推出了 1 + X 的鉴定考核细目和题库。1 + X 中的 1 代表国家职业标准和鉴定题库，X 是为适应上海市经济发展的需要，对职业标准和题库进行的提升，包括增加了职业标准未覆盖的职业，也包括对传统职业的知识技能要求的提高。

上海市职业标准的提升和 1 + X 的鉴定模式，得到了国家劳动和社会保障部领导的肯定。为配合上海市开展的 1 + X 鉴定考核与培训的需要，劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业技术培训教研室联合组织有关方面的专家、技术人员共同编写了职业技术·职业资格培训系列教材。

职业技术·职业资格培训教材严格按照 1 + X 鉴定考核细目进行编写，教材内容充分反映了当前从事职业活动所需要的最新核心知识与技能，较好地体现了科学性、先进性与超前性。聘请编写 1 + X 鉴定考核细目的专家，以及相关行业的专家参与教材的编审工作，保证了教材与鉴定考核细目和题库的紧密衔接。

职业技术·职业资格培训教材突出了适应职业技能培训的特色，按等级、分模块单元的编写模式，使学员通过学习与培训，不仅能够有助于通过鉴定考核，而且能够有针对性地进行系统学习，真正掌握本职业的实用技术与操作技能，从而实现我会做什么，而不只是我懂什么。每个模块单元所附模拟测试

题和答案用于检验学习效果，教材后附本级别的知识模拟试卷和技能模拟试卷，使受培训者巩固提高所学知识与技能。

本教材虽结合上海市对职业标准的提升而开发，适用于上海市职业培训和职业资格鉴定考核，同时，也可为全国其他省市开展新职业、新技术职业培训和鉴定考核提供借鉴或参考。

新教材的编写是一项探索性工作，由于时间紧迫，不足之处在所难免，欢迎各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议，以便教材修订时补充更正。

劳动和社会保障教材办公室
上海市职业技术培训教研室

2002年12月

目 录

第一篇 电子技术

第一单元 负反馈放大器	(5)
第一节 反馈的基本概念.....	(5)
第二节 负反馈放大器反馈组态的判别.....	(9)
第三节 负反馈电路放大倍数的一般表达式.....	(12)
第四节 负反馈对放大电路性能的影响.....	(13)
第五节 深度负反馈放大器电压放大倍数的估算.....	(17)
第六节 负反馈放大器的自激振荡与消振.....	(22)
模拟测试题.....	(24)
模拟测试题答案.....	(27)
第二单元 运算放大器及其应用	(30)
第一节 运算放大器的结构及其主要技术指标.....	(30)
第二节 运算放大器的线性应用.....	(33)
第三节 运算放大器的非线性应用.....	(42)
模拟测试题.....	(51)
模拟测试题答案.....	(54)
第三单元 数字电子技术基础	(58)
第一节 数字电子技术的特点及分类.....	(58)
第二节 数制与码.....	(60)
第三节 基本逻辑门电路.....	(64)
第四节 逻辑函数的基本概念.....	(72)
第五节 逻辑函数的化简.....	(78)
模拟测试题.....	(84)
模拟测试题答案.....	(86)

第四单元 集成逻辑门电路和组合逻辑电路	(90)
第一节 TTL 电路	(90)
第二节 MOS 电路	(96)
第三节 组合逻辑电路的分析和设计方法	(102)
第四节 常用中规模集成组合逻辑电路	(105)
第五节 数字集成电路使用时的注意事项	(121)
模拟测试题	(126)
模拟测试题答案	(127)
第五单元 触发器和时序逻辑电路	(130)
第一节 触发器	(130)
第二节 寄存器	(142)
第三节 计数器	(146)
模拟测试题	(159)
模拟测试题答案	(160)
第六单元 脉冲电路	(161)
第一节 555 定时器及其应用	(161)
第二节 用门电路组成的脉冲电路	(167)
模拟测试题	(170)
模拟测试题答案	(171)
第七单元 电子电路应用实例及其分析	(172)
第一节 半导体管音频前置放大器电路	(172)
第二节 用运放构成的电压/频率 - 频率/电压转换电路	(175)
第三节 异步 BCD 加法计数器	(177)
模拟测试题	(180)
模拟测试题答案	(180)
第八单元 电子技术操作技能实例	(181)
第一节 一般调试及常见故障	(181)
第二节 分立元件电子电路分析、安装与调试 (4 kHz 谐波发生器)	(184)
第三节 集成运算放大器应用电路分析与调试 (方波 - 三角波发生器)	(187)
第四节 数字电路分析与调试实例 (脉冲顺序控制器)	(189)
技能模拟测试题 (一)	(190)
技能模拟测试题 (一) 答案 (部分)	(191)
技能模拟测试题 (二)	(192)
技能模拟测试题 (二) 答案 (部分)	(194)

第二篇 电力电子技术

第九单元	三相可控整流电路	(197)
第一节	三相半波可控整流电路	(197)
第二节	三相桥式全控整流电路	(205)
第三节	三相桥式半控整流电路	(210)
第四节	带平衡电抗器的双反星形可控整流电路	(212)
第五节	整流电路的换相压降与外特性	(216)
第六节	晶闸管整流主电路的计算及保护	(219)
	模拟测试题	(231)
	模拟测试题答案	(233)
第十单元	晶闸管触发电路	(236)
第一节	概述	(236)
第二节	正弦波同步触发电路	(238)
第三节	锯齿波同步触发电路	(244)
第四节	集成触发器	(249)
第五节	触发电路与主电路电压的同步	(256)
	模拟测试题	(261)
	模拟测试题答案	(263)
第十一单元	晶闸管有源逆变电路	(266)
第一节	有源逆变的基本工作原理	(266)
第二节	常用的晶闸管有源逆变电路	(269)
第三节	逆变失败与最小逆变角的确定	(272)
第四节	绕线式转子异步电动机的串级调速	(275)
第五节	晶闸管直流可逆拖动电路的工作原理	(278)
	模拟测试题	(284)
	模拟测试题答案	(285)
第十二单元	变频电路与直流斩波电路	(287)
第一节	变频电路的基本概念	(287)
第二节	变频电路中的逆变器	(291)
第三节	直流斩波电路	(297)
第四节	全控型电力电子器件	(301)
	模拟测试题	(307)
	模拟测试题答案	(310)

第十三单元 晶闸管交流开关与交流调压	(311)
第一节 双向晶闸管	(311)
第二节 晶闸管交流开关	(315)
第三节 交流调压电路	(318)
模拟测试题	(330)
模拟测试题答案	(330)
第十四单元 晶闸管可控整流装置应用实例及其分析	(332)
第一节 同步电动机晶闸管励磁装置	(332)
第二节 同步电动机晶闸管励磁装置电路分析	(333)
第三节 同步电动机晶闸管励磁装置调试及试车	(346)
模拟测试题	(347)
模拟测试题答案	(348)
第十五单元 电力电子技术技能操作实例	(349)
第一节 集成化六脉冲触发电路调试与分析	(349)
第二节 三相桥式全控整流电路接线、调试与分析	(354)
第三节 三相桥式半控整流电路接线、调试与分析	(362)
技能模拟测试题 (一)	(367)
技能模拟测试题 (二)	(369)
技能模拟测试题答案 (一)	(371)
技能模拟测试题答案 (二)	(372)

第一篇 电子技术

第一单元 负反馈放大器

第一节 反馈的基本概念

一、什么是反馈

实际的放大电路除了采用多级放大电路以外，还经常采用各种各样的反馈来改善放大电路的性能。放大电路加上反馈之后，在一定的条件下还可以把放大电路转换为振荡电路。所以，反馈不但在放大电路得到了广泛的应用，而且也是振荡电路中不可分割的一部分。那么，究竟什么是反馈呢？反馈就是把放大电路输出量的一部分或全部，通过一定的电路倒送回输入端的过程。图 1—1 所示就是一个典型的反馈电路的例子，后级的输出电压 U_o 经过反馈电阻 R_f 把一部分输出电压（在此称为“反馈电压”） U_f 反馈回到第一级的发射极，从而对第一级以至于对整个放大电路的工作产生影响。

二、反馈的种类

反馈电路的种类繁多，按照反馈的极性分可以分为“正反馈”与“负反馈”；按照反馈量的种类分可以分为“直流反馈”与“交流反馈”；按照交流反馈量是如何从输出端取出的则交流反馈又可以分为“电压反馈”与“电流反馈”；按照交流反馈量是如何引回输入端的又可以分为“串联反馈”与“并联反馈”等。

1. 反馈的极性

反馈的极性可以分为“正反馈”与“负反馈”两种。从图 1—1 所示的反馈电路来看，交流输出电压 U_o 经过反馈电阻 R_f 与第一级的发射极电阻 R_{E1} 组成的分压电路，把一部分电压 U_f 反馈引回输入端之后，电路真正的输入电压 U_{be1} （即第一级的发射结交流电压，

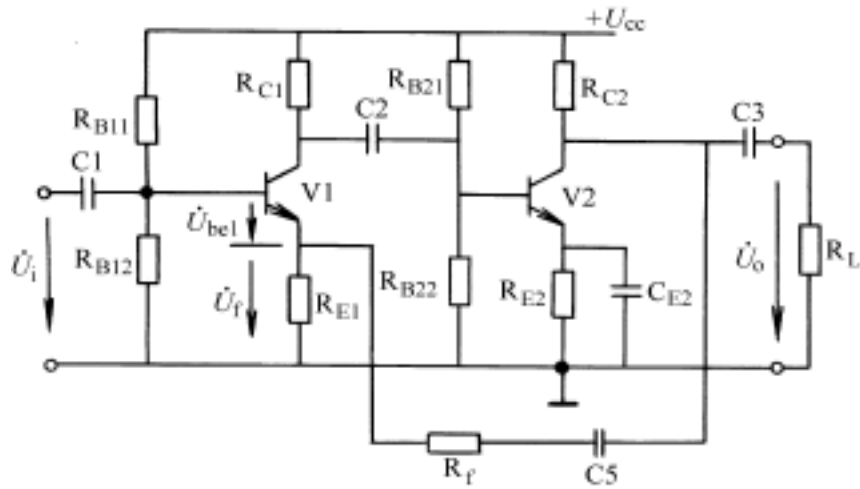


图 1—1 一个典型的反馈电路

反馈电路中称为“净输入”电压) 就不再是输入电压 U_i ，而是输入电压 U_i 与反馈电压 U_f 之差，即 $U_{be1} = U_i - U_f$ ，考虑到 U_i 与 U_f 都是正弦相量的情况下，如果两者同相，则净输入 $U_{be1} < U_i$ ，也就是说，引入了反馈之后，电路的净输入减小了，输出电压也会相应减小，或者说引入了反馈之后电路的放大倍数减小了，这种反馈称为“负反馈”。图 1—1 电路中输入电压经过二级共射电路放大之后，信号的极性倒相再倒相，因此， U_i 与 U_o (U_f) 是同相的，净输入 $U_i - U_f$ 越减越小，是一个负反馈电路。另一种情况是如果 U_i 与 U_f 两者反相，则净输入 $U_{be1} > U_i$ ，也就是说，引入了反馈之后，电路的净输入增大了，输出电压也会相应地增大，或者说引入了反馈之后电路的放大倍数增大了，这种反馈就称为“正反馈”。例如把本例电路再增加一级共射电路使之成为三级放大电路，则 U_i 与 U_o (U_f) 是反相的，相量 $U_i - U_f$ 反而使它的模增大了，电路就是一种正反馈电路了。

2. 直流反馈和交流反馈

放大电路中的电压与电流存在静态的直流分量与动态的交流分量两种分量。在反馈电路中，按照反馈量是直流的还是交流的也可以分为直流反馈与交流反馈两种情况。在图 1—1 电路中，由于反馈量 U_f 取自交流输出量 U_o (直流量因为有耦合电容隔开无法输出)，因此这种反馈是交流反馈。可是，如果反馈量是如图 1—2 所示那样从直接耦合电路引出的，那么，输出量与反馈量中存在着直流与交流两个分量，这种反馈就同时存在交流反馈与直流反馈。再如果把第一级的发射极电阻并上一个旁路电容 C_{E1} ，那么，交流分量就被短路了，反馈量中就没有交流分量而只有直流分量，这种反馈就只是单一的直流反馈了。

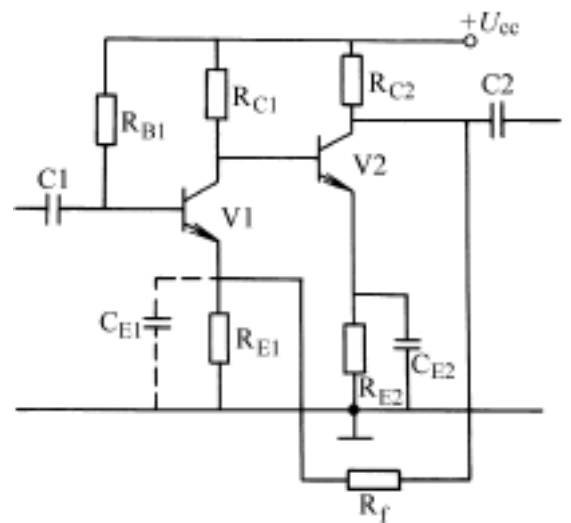


图 1—2 直流反馈与交流反馈

放大电路中直流反馈通常只采用负反馈，其目的是为了稳定电路的静态工作点。例

如，我们在中级工培训中学习过的分压式偏置电路，实际上就是一种直流负反馈电路。交流反馈的正反馈与负反馈都有应用，在振荡电路中通常采用正反馈，以使电路产生振荡；在放大电路中则通常采用负反馈，其目的是为了改善放大器的动态性能，放大器中用得最多的是交流负反馈。

3. 交流负反馈的组态

交流反馈按反馈量是取自输出电压还是取自输出电流来分，可以分为“电压反馈”与“电流反馈”两种。所谓电压反馈是指反馈量是取自输出电压的，或者说反馈量的大小是正比于输出电压的；而电流反馈是指反馈量是取自输出电流的，或者说反馈量的大小是正比于输出电流的。按反馈量在输入端的连接方法来分，又可以分为“串联反馈”与“并联反馈”两种。所谓串联反馈是指反馈量与电路的输入量是以电压加减的形式，也就是串联的形式相叠加的；而并联反馈是指反馈量与电路的输入量是以电流加减的形式，也就是并联的形式相叠加的。因为放大电路中的反馈一般总是用负反馈，因此完整地说，交流负反馈有电压串联负反馈、电压并联负反馈、电流串联负反馈和电流并联负反馈四种组态。下面我们对每一种组态的反馈电路各举一典型电路为例来作一个简要的说明。

(1) 电压串联负反馈。电压串联负反馈的典型电路就是前面介绍图 1—1 的电路。说这一电路是电压反馈的原因是因为它的反馈量 U_f 是取自输出电压 U_o ，或者说是正比于输出电压 U_o 的，因为在略去相对输出电压来说影响较为微小的第一级的射极电流的情况下，可以认为反馈电阻 R_f 与第一级的射极电阻 R_{E1} 是一个串联分压支路，反馈电压 U_f 是由该支路分压而得，即：

$$U_f = \frac{R_{E1}}{R_f + R_{E1}} U_o$$

从电路的输入端来看，电路的净输入 U_{be1} 是由输入电压 U_i 与反馈电压 U_f 相减得到，即：

$$U_{be1} = U_i - U_f$$

由于是电压加减，因此是串联反馈，上式犹如串联电路中总电压减去一个分电压得到另一分电压，或者说电路的输入端是三极管的发射结与发射极电阻 R_{E1} （反馈电压）相串联的。

应注意的是：射极跟随器电路实际上就是一种电压串联负反馈电路，它是把输出的全部电压都反馈到输入端的一种反馈深度很强的负反馈电路。

(2) 电压并联负反馈。图 1—3 所示是一种电压并联负反馈的典型电路。这是一个一级放大电路，反馈电阻 R_f 在这里既起到提供直流偏置电流的作用，又起到交流负反馈的作用。说它是电压反馈，是因为反馈量——反馈电流 I_f 的大小是近似正比于输出电压 U_o 的，反馈电流的大小可由下式决定：

$$I_f = \frac{U_i - U_o}{R_f}$$

由于输入电压 U_i 与输出电压 U_o 相比可以略去不计，因此上式可以近似表示为：

$$I_f = \frac{-U_o}{R_f}$$

这就说明了反馈电流的大小是正比于输出电压的，另外，电路的输入端是三极管的基极与反馈支路并联，电路的净输入电流——基极电流 I_b 是由输入电流 I_i 与反馈电流 I_f 相减而得，因此称为并联反馈。

$$I_b = I_i - I_f$$

(3) 电流串联负反馈。图 1—4 所示为一种电流串联负反馈的典型电路。说它是电流反馈，是因为反馈量的大小不是正比于输出电压 U_o ，而是正比于输出电流——集电极电流 I_c ，即：

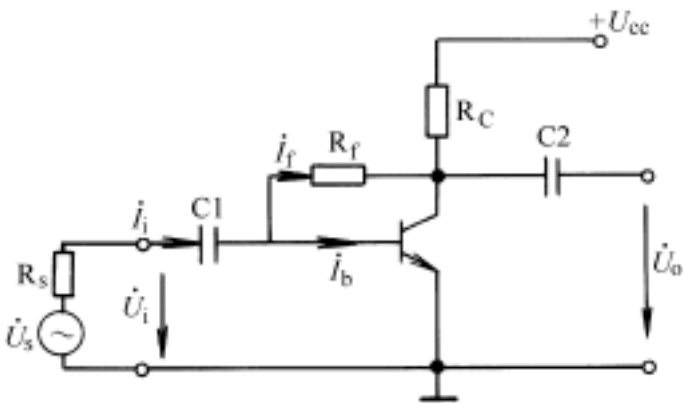


图 1—3 电压并联负反馈电路

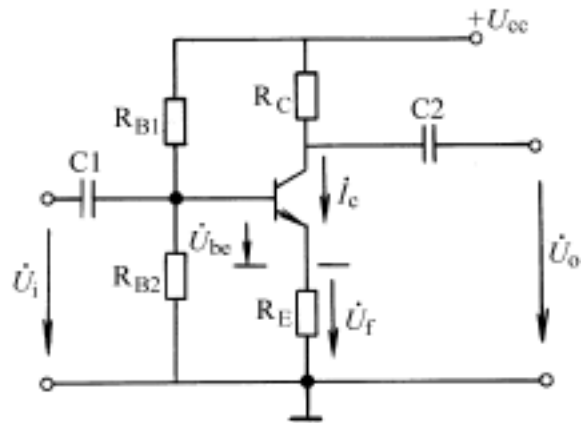


图 1—4 电流串联负反馈电路

$$U_f = I_c R_E$$

说它是串联反馈，是因为输入端是与图 1—1 一样是电压加减的，即：

$$U_{be} = U_i - U_f$$

(4) 电流并联负反馈。图 1—5 是一种典型的电流并联负反馈电路，这一电路的输入量、输出量、反馈量及净输入量都是电流，反馈电路是由反馈电阻 R_f 与输出级的发射极电阻 R_{E2} 组成的分流电路。在略去第一级较为微小的输入电压时，反馈电流 I_f 可由以下分流公式求得，说明是电流反馈：

$$I_f = - \frac{R_{E2}}{R_{E2} + R_f} I_{c2}$$

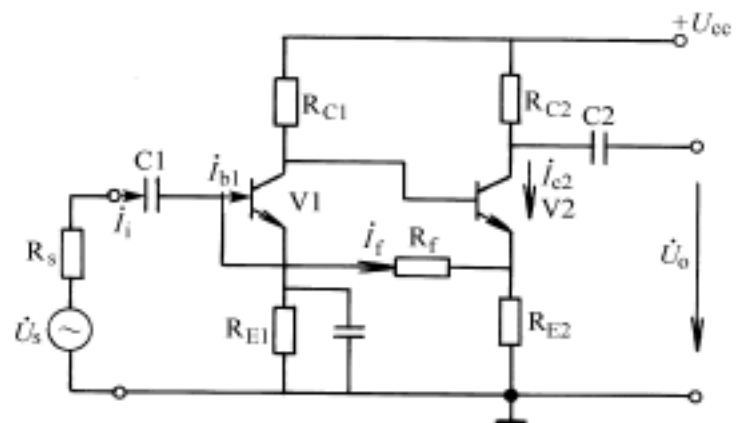


图 1—5 电流并联负反馈电路

说它是并联反馈；是因为反馈支路是并联在输入端三极管的基极上，输入端的电流关系与电压并联负反馈时相同：

$$I_{b1} = I_i - I_f$$

综上所述，对于四种典型的交流负反馈电路，从输出端看似只要反馈是从输出电压

端引出的，就是电压反馈；如果反馈是从末级三极管的发射极引出的，就是电流反馈；从输入端看，只要反馈是引回基极的，就是并联反馈，反馈是引回到发射极的就是串联反馈。这种说法对于上述四种典型电路来说是正确的，但是由于实际电路形式繁多，判别一个反馈电路究竟属于哪一种类型，还是需要从定义出发，即：电压反馈是指反馈量的大小是正比于输出电压的；而电流反馈是指反馈量的大小是正比于输出电流的。所谓串联反馈是指反馈量与电路的输入量是以电压加减的形式相叠加的；而并联反馈是指反馈量与电路的输入量是以电流加减的形式相叠加的。

在此还需要纠正一种错误的观点，有的学员认为既然输出电压与输出电流之间存在关系 $U_o = - I_c R_L$ ，那就说明输出电压 U_o 与输出电流 I_c 是成正比的，那么区别电压反馈与电流反馈还有什么意义呢？在此我们必须看到，对于放大电路来说，负载是一个变量，因此 R_L 不是一个常数，电路不存在 U_o 与 I_c 成正比的关系。相反的是，一个输出电阻 R_o 确定的含源电路（例如含有信号源的放大电路），其输出端口上的外特性应是 $U_o = U_{o\text{开路}} - I_o R_o$ ，在负载变动引起输出电流 I_o 增大时，输出电压 U_o 应该是下降的。所以说电压反馈与电流反馈是完全不同的两回事，在第二节的分析中还可以看到，它们对放大电路产生的影响也是完全相反的。

第二节 负反馈放大器反馈组态的判别

一、反馈极性的判别

一个反馈电路的反馈极性是绝对不能搞错的，例如对于放大电路来说，一般都采用负反馈来改善电路的性能，如果错接成正反馈，则电路的性能非但不能改善，相反还会恶化，甚至会使电路产生振荡，无法正常工作。所以，判别一个反馈电路的反馈极性是十分重要的。

判别反馈的极性可以采用所谓的“瞬时极性法”，即首先在电路的输入端打上一个“+”信号标记，表示假设电路输入了一个正弦信号的正半周（也可以认为是输入了一个增大的微变信号），则信号在通过放大电路时，可以按照每一级电路输入输出的相位关系来逐级标出每一级电路输出信号的极性。例如基极输入集电极输出的则输出与输入反相；基极输入发射极输出的则输出与输入同相……，由此一直分析到电路的输出端，得出输出端的信号极性，然后信号沿着反馈电路再返回到输入端。在放大电路中，反馈电路通常由电阻组成，反馈信号的极性与输出信号的极性相同，不会产生极性的变化（在振荡电路中多级 RC 网络及变压器耦合电路可能使极性反转，具体情况已经在中级教材“振荡电路”中作过介绍）。在反馈信号回到输入端时，可能产生以下两种情况：

一种是并联反馈。信号引回输入端的基极，此时如果反馈信号的极性为正，那么反馈

信号加强了原来的正信号，电路是正反馈；如果反馈信号的极性为负，那么反馈信号削弱了原来的正信号，电路是负反馈。

另一种是串联反馈。信号引回输入端的发射极，此时如果反馈信号的极性为正，那么反馈信号提高了发射极的电位，反而使得电路的净输入电压 U_{be} 减小，电路是负反馈；如果反馈信号的极性为负，那么反馈信号降低了发射极的电位，反而使得电路的净输入电压 U_{be} 增大，电路是正反馈。图 1—6 所示是反馈极性的判别的例子，在电路中逐级标上信号的瞬时极性，可以判别该电路是负反馈电路。

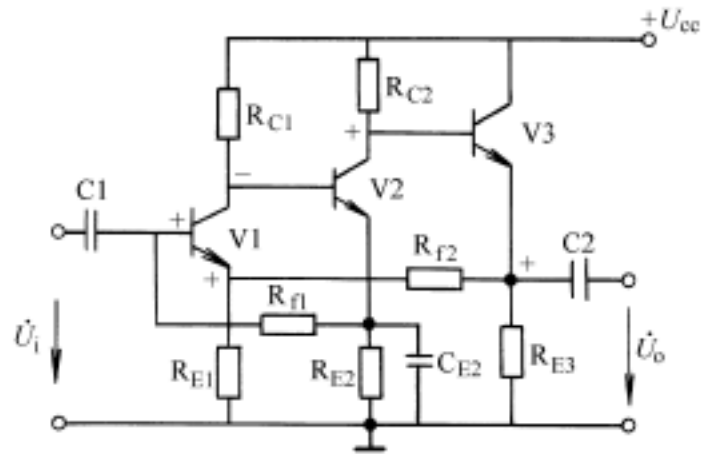


图 1—6 反馈极性的判别

二、反馈组态的判别

1. 电压负反馈及电流负反馈的判别

交流反馈按反馈量是取自输出电压还是取自输出电流来分，可以分为“电压反馈”与“电流反馈”两种。所谓电压反馈是指反馈量是取自输出电压的，或者说反馈量的大小是正比于输出电压的；而电流反馈是指反馈量是取自输出电流的，或者说反馈量的大小是正比于输出电流的。

图 1—7 所示的反馈放大电路均为电压负反馈电路，它们的反馈都是从输出电压 U_o 处取出的，反馈量的大小与输出电压成正比。如果把输出电压 U_o 短路，则反馈也就不存在了。学员用瞬时极性法不难判别都是负反馈电路，因此这些电路都属于电压负反馈电路。

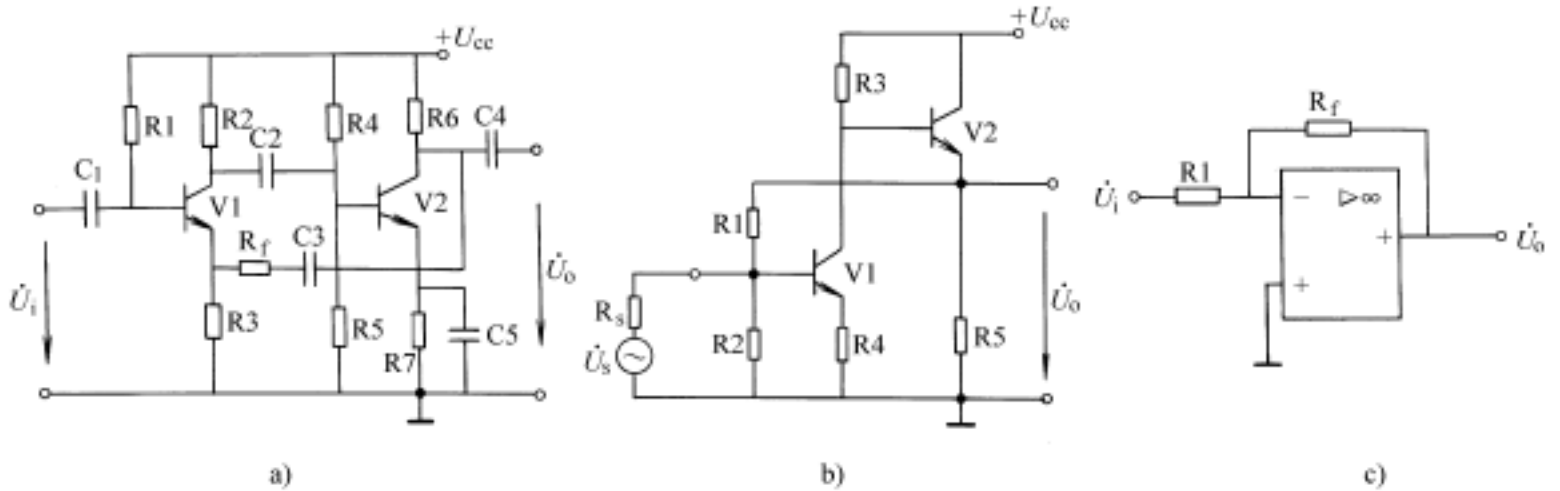


图 1—7 电压负反馈放大电路

a) 电压串联 b) 电压并联 c) 反相比例

图 1—8 所示的反馈放大电路均为电流负反馈电路，它们的反馈都是从输出电流处取出的，反馈量的大小与输出电流成正比。在此应该说明的是，输出电流在大多数电路中是指最后一级三极管的输出电流，例如，图 a 中的电流 I_{c2} ，图 b 中的电流 I_{c3} 。如果反馈要

真正从负载电流 I_o 上取出，则应该如图 c 那样，在负载电阻 R_L 上串联低阻值的电流取样电阻 R_2 ，然后把取样电阻上的压降反馈到输入端。但是这样一来，输出端就不是直接接地了，所以这种接法较少使用。区别电压反馈还是电流反馈的一个方法是：如果把输出电压 U_o 短路，反馈还是存在，则就是电流反馈，这一点从图 1—8 的三个电路中都可以很明显地看出来。如果把输出电压 U_o 短路，输出电流仍然存在，反馈也依然存在。学员同样可以用瞬时极性法判别它们都是负反馈电路，因此这些电路都属于电流负反馈电路。

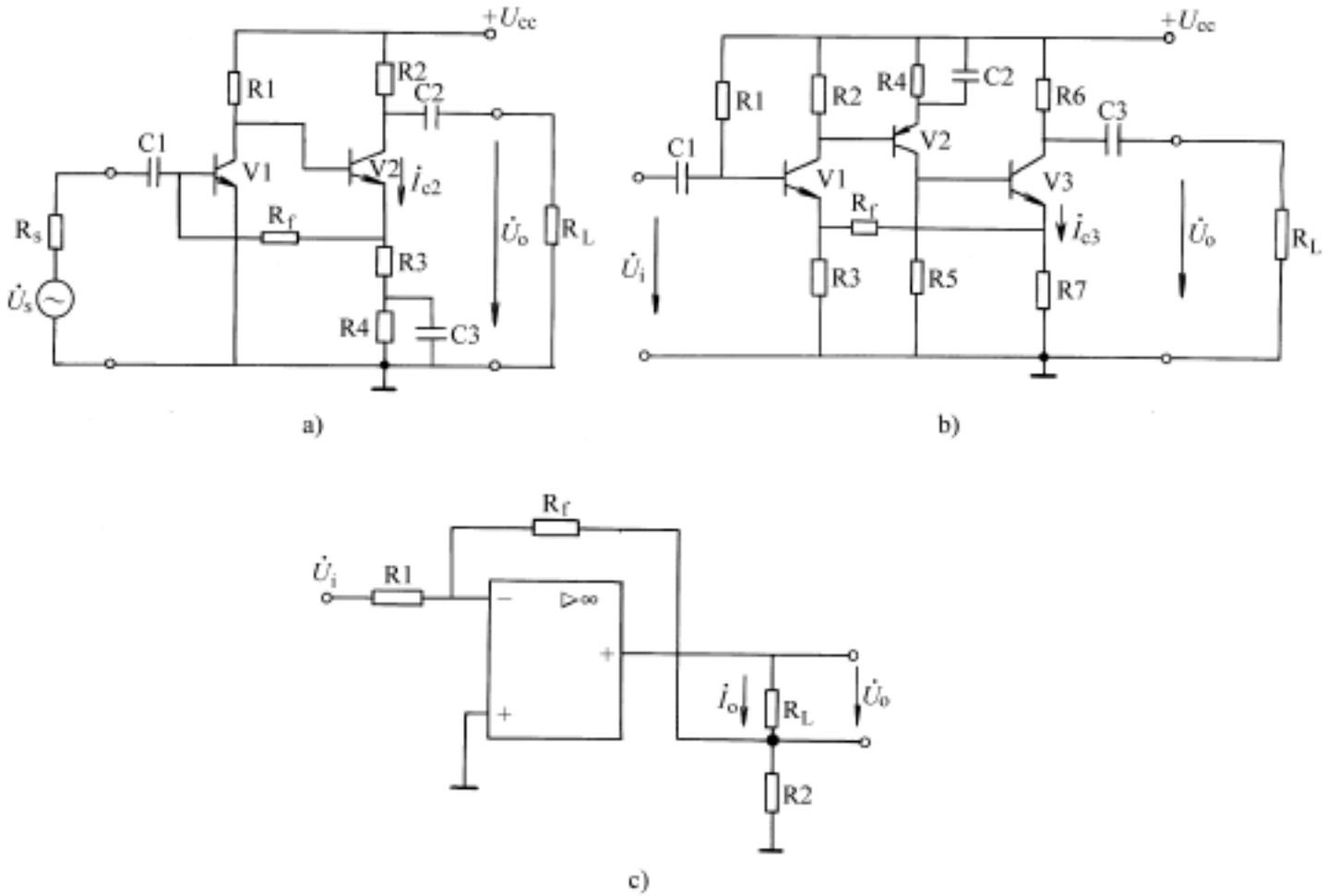


图 1—8 电流负反馈放大电路

a) 电流并联 b) 电流串联 c) I_o 的取样

2. 串联负反馈及并联负反馈的判别

按反馈量在输入端的连接方法来分，又可以分为“串联反馈”与“并联反馈”两种。所谓串联反馈是指反馈量与电路的输入量是以电压加减的形式，也就是串联的形式相叠加的；而并联反馈是指反馈量与电路的输入量是以电流加减的形式，也就是并联的形式相叠加的。

区别反馈电路是串联反馈还是并联反馈，只要看反馈电路在输入端的接法就可以很容易地判别。因为，并联反馈是电流加减，所以，反馈电路必定是直接引回到输入端的，因为只有这样连接，输入电流与反馈电流才能有一个公共的节点，才能实现电流加减。具体来说，图 1—7b, c 以及图 1—8a, c 都是并联反馈。由于并联反馈需要有较大的信号源内