

家电维修丛书

国内外常用集成电路 应急修理技巧 300 例



袁光明 编著



电子科技大学出版社

国内外常用集成电路应急 修理技巧 300 例

袁 光 明 编 著

电子科技大学出版社

• 1991 •

内 容 提 要

本书通过对 300 余种常用集成电路的分析, 分别给出了它们应急修理方法和技巧。并详细介绍了用功能相近的集成电路, 通过变更外围电路的替代; 用分离元件电路替代集成电路; 用分离元件替代集成电路的部分损坏单元电路等几种方法。附录部分给出了维修中所必需的实用数据资料。故对于电子爱好者和维修人员具有较强的实用性和资料性。

责任编辑: 王仕德 译 进

技术设计: 朱 梅

封面设计: 朱 梅

国内外常用集成电路应急修理技巧 300 例

电子科技大学出版社出版

(中国成都市建设北路二段四号)

四川省新华书店经销

四川省郫县印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 13.75 字数 310 千字

版次 1991 年 3 月第一版 印次 1990 年 3 月第一次印刷

印数 1-20000 册

中国标准书号 ISBN7-81016-280-2/TN·83

定价: 5.60 元

前 言

电视机、录象机、放象机、收录机、电子照相机和计算器等家用电器，已进入千家万户。这些电器产品里的集成电路（包括厚膜电路）是最易损坏的元器件之一。集成电路型号繁多，厂家生产不一，不少型号国内暂无生产，因此给维修带来不少麻烦。

为了缩短家用电器的维修时间，节约电器用户的经济开支，特编写《国内外常用集成电路应急修理技巧 300 例》一书。

书中部分集成电路应急修理的实例，取材于各种电子报刊，在这里特向引用资料的作者表示谢意。

编 者

1991.1

目 录

一、集成电路的单元电路简介	1
(一) 稳压电路	1
(二) 恒流源电路	2
(三) 直流电平偏移电路	4
(四) 差分放大器	5
(五) 模拟乘法器	7
(六) 增益控制电路	7
二、集成电路好坏的判断	9
(一) 直流电阻比较法	9
(二) 在路电阻普测法	9
(三) 直流电压测量法	9
(四) 动态电压观察法	10
(五) 波形显示对比法	10
(六) 相同型号替换法	10
三、集成电路的应急修理技巧	12
(一) 功能外补法	12
(二) 组件替代法	12
(三) 组合利用修理法	13
(四) 降压修理法	13
(五) 电击修复法	14
(六) 拆次换主法	14
(七) 断路再接法	15
(八) 加散热片法	15
(九) 修改代用法	15
四、集成电路应急修理 300 实例	17
例 1: 56A101-1 的应急修理	17
例 2: 56A106 的应急代用	17
例 3: 56A245-2 的应急代用	18
例 4: 56A246 的应急代用	18
例 5: AN355 的应急修理	18
例 6: AN5256 的应急代用	19
例 7: AN5515 的应急代用	19
例 8: AN5615 的应急修理	20
例 9: AN5743 的应急代用	20
例 10: AN6356 的应急代用	20
例 11: AN6651 的应急代用	21
例 12: AN6914 的应急代用	21
例 13: AN7108 的应急代用	21

例 14: AN7114 的应急代用	21
例 15: AN7116 的应急代用	22
例 16: AN7145 的应急代用	22
例 17: AN7176 的应急代用	23
例 18: AN7168 的应急代用	23
例 19: AN7178 的应急代用	23
例 20: AN63675 的应急代用	23
例 21: BA313 的应急代用	24
例 22: BA526 的应急代用	24
例 23: BA527 的应急修理	24
例 24: BA532 的应急代用	25
例 25: BA534 的应急修理	25
例 26: BA536 的应急修理	25
例 27: BA546 的应急修理	25
例 28: BA715 的应急代用	25
例 29: BA1320 的应急修理	26
例 30: BA5102A 的应急修理	26
例 31: BA5402 的应急代用	26
例 32: BA5406 的应急代用	27
例 33: BA6209 的应急代用	27
例 34: BA6248 的应急代用	27
例 35: BD1353 的应急修理	28
例 36: BD1366C 的应急修理	29
例 37: BX1303 的应急代用	29
例 38: CA1191 的应急修理	30
例 39: CA2004 的应急代用	30
例 40: CF-039 的应急代用	31
例 41: CF-043 的应急修理	31
例 42: CX099 的应急修理	31
例 43: CX109 的应急修理	32
例 44: CX130 的应急修理	32
例 45: CW840 的应急修理	33
例 46: CW3830 的应急修理	33
例 47: DA2002 的应急修理	33
例 48: D7176 的应急修理	34
例 49: D7609 的应急修理	34
例 50: D7611 的应急修理	34
例 51: D7668AP 的应急修理	34
例 52: ESM7024 的应急修理	35
例 53: 5G37 的应急修理	35
例 54: 5G1555 的应急修理	36
例 55: HA1124 的应急修理	36
例 56: HA1144 的应急修理	37
例 57: HA1166Z 的应急修理	37

例 58: HA1167 的应急修理	37
例 59: HA1190 的应急修理	38
例 60: HA1361 的应急修理	38
例 61: HA1364 的应急代用	38
例 62: HA1366 的应急代用	39
例 63: HA1377 的应急代用	39
例 64: HA1392 的应急代用	40
例 65: HA1398 的应急代用	40
例 66: HA1867 的应急代用	40
例 67: HA11215A 的应急修理	41
例 68: HA11235 的应急修理	41
例 69: HA11440 的应急修理	42
例 70: HA11489 的应急代用	42
例 71: HA11580 的应急代用	42
例 72: HA13001 的应急代用	42
例 73: HBD634 的应急代用	44
例 74: HD4480 的应急修理	44
例 75: HM114 的应急代用	45
例 76: HM6231 的应急修理	45
例 77: HM6232 的应急修理和代用	45
例 78: HM6236 的应急修理	46
例 79: HM6401 的应急修理和代用	46
例 80: HM6402 的应急代用	46
例 81: HM6404 的应急修理	47
例 82: HM6406 的应急修理	47
例 83: HM6411 的应急代用	47
例 84: HM7101 的应急修理	47
例 85: HM7103 的应急代用	48
例 86: HM7939 的应急代用	48
例 87: HM7940 的应急修理和代用	48
例 88: HM7941 的应急代用	48
例 89: HM8546 的应急修理	48
例 90: HM9102 的应急代用	48
例 91: HM9201 的应急修理和代用	49
例 92: HM9203 的应急修理和代用	49
例 93: HM9204 的应急修理	49
例 94: HM9205 的应急修理	50
例 95: HM9206 的应急修理	50
例 96: HM9207 的应急修理	50
例 97: IX0040TA 的应急修理	50
例 98: IX0082 的应急修理	50
例 99: IX0205 的应急修理	50
例 100: IX0308C 的应急修理和代用	51
例 101: IX0324CE 的应急修理	51

例 102: IX0365CE 的应急修理	52
例 103: IX465 的应急修理	53
例 104: IX0689CE 的应急修理和代用	53
例 105: JU0003A 的应急代用	54
例 106: JU0005 的应急代用	54
例 107: JU0006 的应急代用	55
例 108: JU0086 的应急代用	55
例 109: JU0111 的应急代用	55
例 110: JU0114 的应急代用	55
例 111: JU0116 的应急代用	55
例 112: JU0130 的应急代用	55
例 113: JU0190 的应急代用	56
例 114: K174YH7 的应急代用	56
例 115: KA2101 的应急修理	56
例 116: KA2401 的应急代用	56
例 117: KC581 的应急修理	56
例 118: KC582 的应急代用	57
例 119: KC583 的应急修理	57
例 120: 3K19L68A 的应急代用	58
例 121: LA1201 的应急代用	59
例 122: LA1365 的应急修理	59
例 123: LA3210 的应急修理和代用	60
例 124: LA3220 的应急修理	60
例 125: LA3361 的应急修理	61
例 126: LA4050 的应急代用	61
例 127: LA4051 的应急修理	61
例 128: LA4100 的应急修理	61
例 129: LA4101 的应急修理	62
例 130: LA4102 的应急代用	62
例 131: LA4112 的应急修理	62
例 132: LA4125 的应急代用	62
例 133: LA4185T 的应急修理	63
例 134: LA4265 的应急修理	63
例 135: LA4440 的应急修理	63
例 136: LA4445 的应急代用	64
例 137: LA4505 的应急代用	64
例 138: LA4507 的应急代用	65
例 139: LA4570 的应急代用	65
例 140: LA5112 的应急代用	66
例 141: LA5537 的应急代用	67
例 142: LOT-60-1 的应急代用	67
例 143: LDQ810 的应急修理	67
例 144: LM2808 的应急代用	68
例 145: LM6416E-135 的应急修理	68

例 146: LM7812 的应急代用	69
例 147: LM8361 的应急修理	69
例 148: M5143 的应急修理	69
例 149: M51601L 的应急代用	69
例 150: M50450 的应急修理	70
例 151: M51102 的应急代用	70
例 152: M51354AP 的应急修理	70
例 153: M51393AP 的应急修理	70
例 154: MAA550S 的应急代用	71
例 155: MC13007XP 的应急修理	71
例 156: MN1220 的应急修理	71
例 157: MN1451 的应急修理	72
例 158: MM5387 的应急修理	72
例 159: NJM2903D 的应急修理	72
例 160: OM30HC-2H 的应急代用	73
例 161: OM200 的应急代用	73
例 162: PST520 的应急代用	73
例 163: S1854LBM-2 的应急代用	74
例 164: SAS560 的应急修理	74
例 165: SC43319A 的应急修理	74
例 166: SF404 的应急代用	75
例 167: SL315 的应急修理	75
例 168: SL323 的应急修理	75
例 169: SL327 的应急修理	76
例 170: SL349 的应急修理	76
例 171: SL375 的应急修理	76
例 172: STA441C 的应急代用	76
例 173: STR440 的应急修理和代用	77
例 174: STR437 的应急代用	77
例 175: STR451 的应急修理和代用	77
例 176: STR454 的应急修理和代用	78
例 177: STR456 的应急修理和代用	78
例 178: STR1229 的应急代用	78
例 179: STR4090S 的应急代用	79
例 180: STR4211H 的应急代用	79
例 181: STR5312 的应急修理和代用	80
例 182: STR5314 的应急代用	80
例 183: STR5412 的应急修理和代用	80
例 184: STR6020 的应急修理和代用	80
例 185: STR40090 的应急修理	81
例 186: STR41090 的应急修理	81
例 187: STR50103A 的应急代用	81
例 188: STR50115B 的应急代用	82
例 189: STR51213 的应急代用	82

例 190: STK465 的应急修理	82
例 191: STK4352 的应急代用	83
例 192: STK5331 的应急修理	83
例 193: STK5338 的应急代用	84
例 194: STK5372H 的应急修理	84
例 195: STK5421 的应急代用	85
例 196: STK6962 的应急修理	86
例 197: STK7216 的应急修理	87
例 198: SRAM(6116)的应急修理	87
例 199: T-60X-1 的应急代用	87
例 200: TAA550 的应急代用	88
例 201: TA7060AP 的应急代用	89
例 202: TA7063P 的应急代用	89
例 203: TA7066P 的应急代用	89
例 204: TA7120 的应急代用	90
例 205: TA7129AP 的应急修理	90
例 206: TA7137P 的应急修理	90
例 207: TA7176 的应急修理	90
例 208: TA7193P 的应急修理	90
例 209: TA7205 的应急代用	91
例 210: TA7208P 的应急代用	91
例 211: TA7214P 的应急代用	91
例 212: TA7222 的应急代用	92
例 213: TA7232P 的应急代用	92
例 214: TA7233P 的应急代用	92
例 215: TA7240AP 的应急代用	93
例 216: TA7242 的应急修理	93
例 217: TA7246 的应急代用	93
例 218: TA7269 的应急代用	94
例 219: TA7270P 的应急代用	94
例 220: TA7299 的应急代用	95
例 221: TA7312P 的应急代用	95
例 222: TA7313AP 的应急代用	95
例 223: TA7315BP 的应急修理	96
例 224: TA7325P 的应急代用	96
例 225: TA7328AP 的应急代用	97
例 226: TA7331P 的应急修理	97
例 227: TA7604 的应急修理	97
例 228: TA7607 的应急修理	97
例 229: TA7609 的应急修理	98
例 230: TA7614AP 的应急修理	98
例 231: TA7640 的应急修理	98
例 232: TA7641P 的应急修理	98
例 233: TA7658P 的应急修理	99

例 234: TA7668AP 的应急修理	99
例 235: TA7681AP 的应急修理	99
例 236: TA7688 的应急代用	100
例 237: TA7698AP 的应急修理	101
例 238: TA7699AP 的应急修理	101
例 239: TA75339 的应急修理	102
例 240: TAA661 的应急代用	102
例 241: TBA120T 的应急代用	102
例 242: TBA120U 的应急代用	103
例 243: TBA120S 的应急修理	103
例 244: TBA271 的应急代用	103
例 245: TBA790B 的应急代用	103
例 246: TBA800 的应急代用	103
例 247: TBA810 的应急代用	104
例 248: TBA820 的应急代用	104
例 249: TBA950 的应急修理	104
例 250: TBA1440 的应急修理	105
例 251: TC4011BP 的应急修理	105
例 252: TC4053BP 的应急修理	105
例 253: TC9148 的应急修理	106
例 254: TDA440 的应急修理	106
例 255: TDA1011 的应急代用	106
例 256: TDA1035S 的应急代用	107
例 257: TDA1037 的应急修理	108
例 258: TDA1053 的应急代用	109
例 259: TDA1151 的应急代用	109
例 260: TDA1905 的应急代用	109
例 261: TDA1950 的应急代用	110
例 262: TDA2002V 的应急修理	110
例 263: TDA2523 的应急代用	110
例 264: TDA3190P 的应急修理	111
例 265: TDA4440 的应急修理	112
例 266: TDA7050 的应急代用	112
例 267: TEA2015A 的应急代用	113
例 268: TEA2025 的应急代用	114
例 269: TEA1330 的应急代用	114
例 270: TEA5030 的应急代用	114
例 271: T095 的应急代用	115
例 272: UL1262N 的应急修理	115
例 273: UL1492R 的应急代用	115
例 274: UL1550 的应急代用	116
例 275: ULN2204 的应急修理	116
例 276: ULN2283B 的应急修理	116
例 277: ULN3782M 的应急代用	117

例 278: ULN3839A 的应急代用	117
例 279: UN101 的应急代用	118
例 280: W061 的应急修理	118
例 281: WY12A 的应急代用	118
例 282: X0109CE 的应急代用	119
例 283: μ PC566H3 的应急代用	119
例 284: μ PC1031H2 的应急修理	119
例 285: μ PC1177H 的应急代用	120
例 286: μ PC1185H 的应急代用	121
例 287: μ PC1213C 的应急代用	122
例 288: μ PC1216 的应急修理	123
例 289: μ PC1238 的应急修理	123
例 290: μ PC1241H 的应急修理	124
例 291: μ PC1277 的应急代用	124
例 292: μ PC1278H 的应急代用	125
例 293: μ PC1350 的应急修理	126
例 294: μ PC1353 的应急修理	126
例 295: μ PC1355 的应急修理	126
例 296: μ PC1366C 的应急修理	126
例 297: μ PC1382C 的应急代用	126
例 298: 3132V 的应急代用	127
例 299: 电子钟 CMOS 的应急修理	127
例 300: 音乐 CMOS 的应急修理	128

附录:

一、部分国外彩色电视机用二极管主要参数	129
二、国内外彩色电视机用晶体管主要参数及代换	134
三、日立 VT-M747E 型录象机 IC 实测数据	152
四、夏普 VC-A507 录象机 IC 实测数据	163
五、部分进口彩色电视机用 IC 实测资料	174

一、集成电路的单元电路简介

在集成电路中，目前还不能制造电感，但能制造大容量的电容，而小电容和电阻所占的硅片面积也比晶体管大。因此在集成电路中最好不用电容器，尽量避免用高阻值电阻，而允许多用几只晶体管来完成电路的功能。

为了更好地了解集成电路内部的结构和功能，便于维修，本章简单介绍一些集成电路的单元电路。

(一) 稳压电路

在分立元件电路中，常用的稳压电路是齐纳二极管。在线性集成电路中，常用的稳压电路有下面几种形式。

1、用硅二极管作基准电压的稳压电路

稳压电路的基准电压是利用 PN 结的正向恒压特性和反向齐纳特性，利用硅二极管正向压降便是其中的一种方式。用硅二极管作基准电压时，每只二极管的稳压值为 $0.7V$ 。使用一只硅二极管的稳压电路如图 1-1 所示，使用多只硅二极管的稳压电路如图 1-2 所示。

2、用稳压管作基准电压的稳压电路

图 1-3 所示的是用稳压管作基准电压的应用电路。图中 D_1 、 D_2 能抵消稳压管 D_Z 电压随温度变化的作用，晶体管 BG 为射极跟随器，其输出电压为 $V_D + V_Z$ ，输入电压 V_{CC} 通过 R，给稳压管 D_Z 提供工作电流，并为该管提供基极偏流。

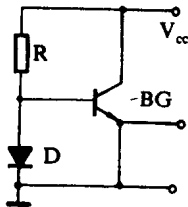


图 1-1

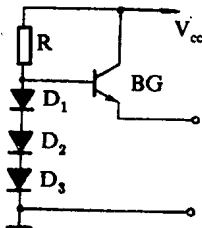


图 1-2

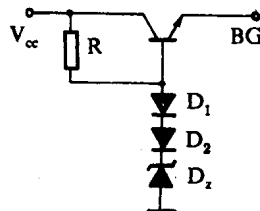


图 1-3

3、电压倍增稳压电路

一只正向二极管的压降仅有 $0.7V$ 左右，若需要得到 $7V$ 的稳定电压，就要用 10 只二极管串联，显然是不经济的。每增减一只正向二极管，输出电压就要变化 $0.7V$ ，不能得到任意值的稳定电压，显然是不理想的。采用图 1-4 的倍增电路，可以得到任意值的稳定电压。图 1-4 电路中，利用 BG 的 be 极正向压降作为基准电压 V_D ，而电阻 R_1 和 R_2 则用来倍增 V_D 的数值，适当选择 R_1/R_2 的比值，就可以得到不同的稳定电压 V 。

这里要说明的是，这一稳压的前提是：电源必须是恒流源。

4、电阻分压为基准电压的稳压电路

图 1-5 所示的稳定电源是用电阻分压作为基准电压的。晶体管 BG_1 、 BG_2 的输入电压是电阻 R_1 、 R_2 和 R_3 分压得到的，二极管 D 起补偿三极管 BG_1 、 BG_2 的 V_{be} 变化的作用，从而使输出电压比较稳定。这种电路结构比较简单，稳定效果也比较差。

5、并联型稳压电路

并联型稳压电源电路如图 1-6 所示。电路中晶体管 BG_1 、 BG_2 并联，当电源电压升高时，输出电压 $V_Z + 2V_{be}$ 跟着升高，晶体管的基极电流也增大，导致集电极电流增大， R_1 两端的电压增大，使电源电压减小。从而使输出电压保持稳定。

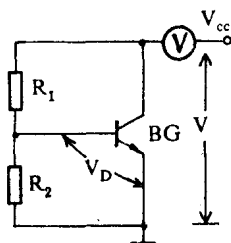


图 1-4

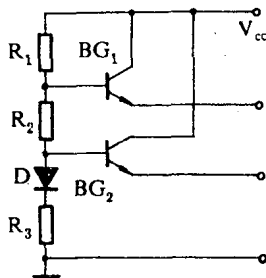


图 1-5

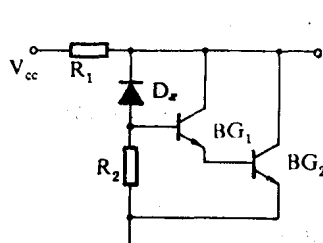


图 1-6

(二) 恒流源电路

在分立元件的电路中，常常采用图 1-7 所示的偏置电路形式。图中是采用负反馈方式来稳定晶体管的直流工作点。电阻 R_1 和 R_2 分压出某一定数值的基极电压，相应地发射极电压也为某一定值，从而使发射极的电流也确定为某一数值。当温度变化及晶体管参数变化时，由于电阻 R_3 的负反馈作用，使晶体管的工作电流变化很小，如果将这种电路应用于线性集成电路是不合适的，因为电路的两只电容 C_1 和 C_2 体积太大，同时电路还有 3 只阻值不能太小的电阻 R_1 、 R_2 和 R_3 。这种电路被阻容元件占去的硅片面积很大，是不实用的。

为了减少元件所占的硅面积，应尽量减小电阻的阻值。在线性集成电路中，常常采用各种恒流源电路。恒流源电路采用恒流源来偏置晶体管的工作点，使工作电流稳定，而很少受温度变化及晶体管参数变化的影响。下面介绍各恒流源电路。

1、镜象恒流源电路

典型的镜象恒流源电路如图 1-8 所示。图中的晶体管 BG_1 是作二极管使用的，它和电阻 R 串联支路的电流来偏置晶体管 BG_2 的集电极电流。这种电路，晶体管参数的变化和基极电压的变化，对晶体管 BG_2 的集电极电流影响很小。

图中的 BG_1 、 BG_2 之间好象存在一面镜子，因此

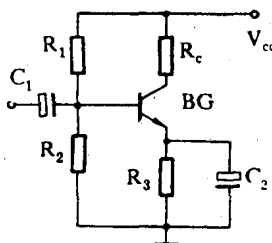


图 1-7

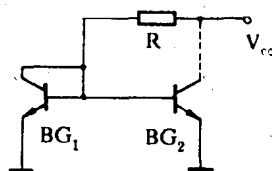


图 1-8

这一电路通常称为镜象恒流源电路。这种电路采用一只电阻 R 和一只晶体管 BG_1 便可以使晶体管 BG_2 的工作电流稳定，显然比普通分立元件的偏置电路简单得多。

2、高稳定性镜象恒流源电路

上述的恒流源电路，当晶体管的 β 值不够高时， β 值的变化仍会使晶体管 BG_2 的集电极电流发生变化。因此，当要求稳定度更高时，可采用图 1-9 所示的电路。该电路仅增多一只晶体管 BG_3 ，但晶体管 β 值的变化对晶体管 BG_2 的工作电流影响比图 1-2 的小得多。因此，该电路具有较好的稳定特性。

3、输出阻抗特高的镜象恒流源

图 1-10 所示这种镜象恒流源具有特高的输出阻抗，当晶体管参数（例如 β 值）的变化引起的 BG_2 集电极电流与电路电流的误差很小，并且由于这一电路存在强烈的电流负反馈作用，所以晶体管 BG_2 的集电极输出阻抗很高。

4、小电流的恒流源电路

在一些电路中，有时使用电流数值较小的恒流源，可以按图 1-11 所示的接法，晶体管 BG_2 的发射极接入了一只电阻 R_2 ，利用 R_2 的负反馈作用，采用阻值不大的电阻便能够得到小电流的恒流源。此电路仅多用二只阻值较小的电阻，它们占的总面积很小，便于集成化。

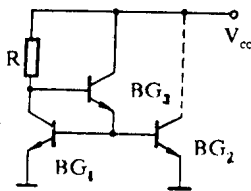


图 1-9

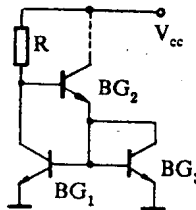


图 1-10

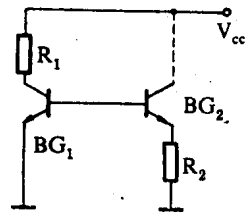


图 1-11

5、组合式的恒流源

在一片线性集成电路中，常常要用到许多个恒流源，这时可以把电路接成图 1-12 所示的形式。这种电路的各个恒流源的电流值均相同。如果需用电流值不同的恒流源，可以使用图 1-13 所示的电路，在图 1-13 的电路中，如果采用不同阻值的 R_2 、 R_3 、 R_4 ，就可以得到不同恒流电流值。采用这种电路，因 R_2 、 R_3 、 R_4 是晶体管 BG_2 、 BG_3 、 BG_4 的发射极电阻，所以它们的阻值可以做得很小，便于集成化。

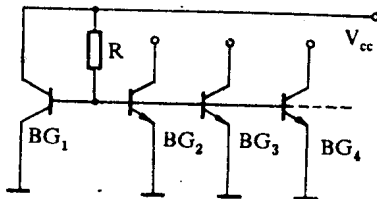


图 1-12

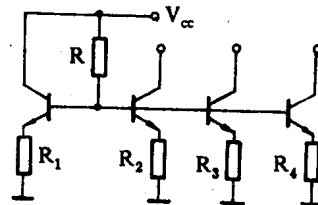


图 1-13

射电阻, 具有电流负反馈的作用, 故各恒流源输出阻抗较大, 稳流特性良好。

上面简介的恒流源, 都列举了 NPN 型晶体管, 如需要使用电流方向相反的恒流源, 可以改为 PNP 型晶体管。

(三) 直流电平偏移电路

在集成电路中, 为了避免使用电容器, 各级之间通常采用直接耦合方式。经过多级电路后, 晶体管的集电极直流电平不断升高, 很快接近电源电压, 因此必须用直流电平偏移电路, 把直流电平降低, 电路才能正常工作。目前常用的直流电平偏移电路有下面几种。

1、射极跟随器

连续差分放大器之间的射极跟随器的典型电路如图 1-14 所示。对于硅衬底的晶体管, 其 b、e 间的直流电平差 0.7V, 如果电路调配得当, 可保证 BG_2 集电极的直流电压比发射极电压大二倍多, 这时 BG_4 的基极电压和 BG_2 的基极电压相等, 这样就达到了直流电平偏转的目的。

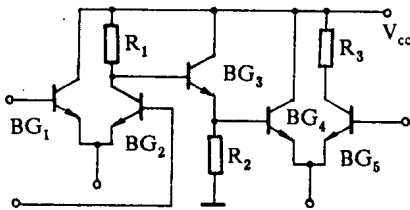


图 1-14

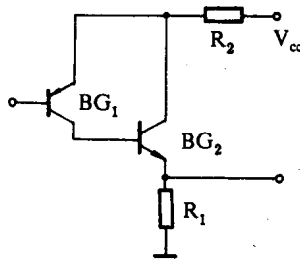


图 1-15

2、PNP 晶体管电平偏移电路

采用 PNP 和 NPN 晶体管组合电路, 如图 1-15 所示, 可以使直流电平往下偏移。对于 PNP 晶体管, 为了使 bc 极处于反偏置状态, 必须使集电极电位低于基极电位, 所以经过几级 NPN 晶体管就能把直流电平降下来。

3、正向偏置二极管电平偏移电路

利用正向偏置二极管或齐纳二极管进行直流电平偏移的典型电路如图 1-16(a)、(b) 所示。图 1-16(a) 中的正向偏置二极管或图 1-16(b) 中的齐纳二极管在级联的集电极和基极之间串联。这两种电路比较简单, 但容易引入交流信号的损失。

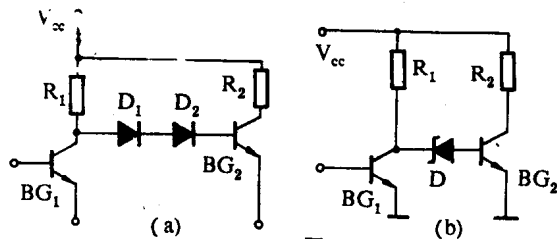


图 1-16

4、恒流源与电阻分压直流电平偏移电路

在图 1-17(a) 中, BG_2 是一个恒流源, 其动态内阻很大, 但它对交流信号的损失并不大, 可此时已发生了直流电平偏移。图 1-17(b) 是一种改进型的恒流源与电阻分压式直流电平偏移电路, 这种电路的输出阻抗低, 便于与下级连接, 而且交流损失小。

5、直流电平偏移输出电路

图 1-18 是直流电平偏移输出电路。晶体管 BG_1 为射极跟随器，有隔离作用；晶体管 BG_2 为 BG_3 的恒流源，直流电平偏移主要由 BG_2 的集电极电流在 R_1 上的压降来完成。

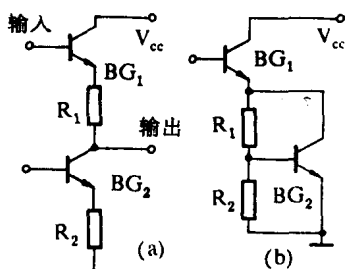


图 1-17

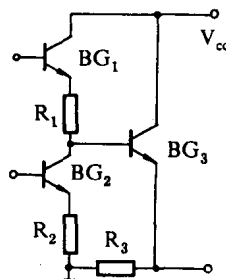


图 1-18

(四) 差分放大器

差分放大器又名差动放大器。该种放大器的基本如图 1-19 所示，电路具有对称的形式。两个晶体管结构相同，工作温度一样，因此具有相同的电流放大系数 β ，相同的发射结电压，和相同的反向饱和电流等。

1、带射极负反馈的差分放大器

为了抑制单端输出差分放大器的零点漂移，稳定流过每只晶体管的电流，可在两只晶体管的公共射极电路接入一只负反馈电阻如图 1-20(a)(b)所示，这样可以使负反馈作用加强，对共模抑制的作用效果显著，有利于提高输入阻抗。

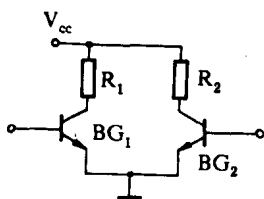


图 1-19

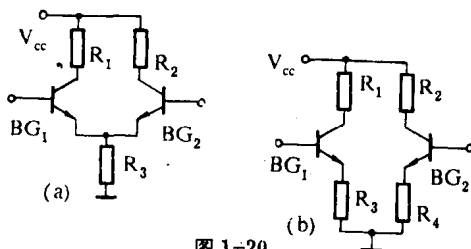


图 1-20

2、带恒流源的差分放大器

用恒流源代替图 1-20(a)所示的 R_3 可以组成带恒流源的差分放大器（如图 1-21）。这样，可提供较大的工作电流，保证较大的差模电压增益。同时，由于它们的交流动态电阻较大；可以提供较大的射极等效电阻，从而提高对共模信号的抑制能力。

3、单端输入差分放大器

单端输入差分放大器中，有单端输入-单端输出差分放大器，如图 1-22(a)，又有单端