

邮电高等函授试用教材

电话交换技术下

张家兴 姚洁莹 林康琴 编著

人民邮电出版社

目 录

第八章 长途电话网的组成	(1)
第一节 长途电话网的结构形式.....	(1)
第二节 长途电话的构成.....	(10)
第三节 长途电话交换的接续制度和接续方式.....	(12)
第四节 长途电话网的编号.....	(16)
第五节 长途电话网的衰耗分配和电路转接.....	(19)
小 结.....	(24)
习 题.....	(25)
第九章 长途电话网的信号传输	(26)
第一节 长途电话网的信号形式及传输方式.....	(26)
第二节 线路信号.....	(35)
第三节 记发器信号.....	(40)
第四节 交换信号的国际标准.....	(50)
小 结.....	(56)
习 题.....	(57)
第十章 编码制长途电话自动交换机的中继方式	(58)
第一节 编码制长途电话自动交换机的主要性能.....	(58)
第二节 长途自动接续概念.....	(59)
第三节 全自动接续的局间信号.....	(61)
第四节 全自动接续的中继方式.....	(67)
第五节 半自动接续中继方式.....	(75)
第六节 人工接续中继方式.....	(78)
第七节 编码制长途自动交换机群组图.....	(81)
小 结.....	(86)

习 题	(87)
第十一章 电子交换的基本原理	(88)
第一节 电子交换机的分类	(88)
第二节 空分制交换网的接续元件	(96)
第三节 时分脉幅调制通信的基本原理	(131)
第四节 时分脉码调制的基本原理	(146)
第五节 PCM时分多路通信概要	(177)
第六节 增量编码 (ΔM 编码) 通信原理	(197)
小 结	(204)
习 题	(207)
第十二章 准(半)电子与全电子交换机原理	(208)
第一节 引言	(208)
第二节 几种国产准电子交换机的中继方式及组群	(209)
第三节 准(半)电子交换机的主要单元电路	(227)
第四节 准(半)电子交换机的部分电路	(238)
第五节 时分脉幅调制全电子交换机的组成	(275)
第六节 全电子交换机部分电路的工作原理	(276)
第七节 全电子交换机的接续过程	(286)
小 结	(288)
习 题	(291)
第十三章 存储程序控制SPC电子交换机原理	(292)
第一节 引言	(292)
第二节 空分程控交换机的组成	(295)
第三节 呼叫的建立	(304)
第四节 本局接续的状态迁移和交换程序的基本组成	(307)
第五节 程控交换机的程序控制基本原理	(310)
第六节 多重处理	(333)
第七节 信息和交换动作的执行	(342)
第八节 控制机构和整机的冗余技术	(367)

第九节	分级控制式程控交换系统.....	(376)
第十节	时分制数字交换系统.....	(386)
第十一节	ITT1240程控数字交换系统简介	(434)
小 结		(440)
习 题		(445)

第八章 长途电话网的组成

长途电话与市内电话相比，不仅要求设备性能更稳定可靠，而且要求具备适合长途电话通信的外部条件，如全国要有统一的网络组织，编号计划、信号系统等等，否则长途电话无法实现。

长途通信网就是一定数量的长途电话交换设备与线路设备所组成的整体。

用户话机，被连在用户所在城市的市话网内，所以长途电话必须通过市内电话设备，才能到达长途交换设备。长途交换设备的主要任务是完成长途通信。

“线路设备”的作用，是连接二个城市间的长途交换设备，为传送各种信息开辟途径。

由上所说，可以简略地知道一个完整的长途电话连接情况。图8-1是无转接的长途电话连接图，图8-2是有转接的长途电话连接图。

第一节 长途电话网的结构形式

采用什么样的连接方式把各个城市的长话局连接起来，构成一个合理的长途电话网必须很好地考虑。因为，长途电话的一个主要特点就是线路长，需要的投资很高。所以如何充分利用长途线路是一个重要的问题。为了解决这个问题一方面，在线路设备上采取措施提高长途线路的利用率。采用平衡电缆、同轴电缆、微波中继和卫星通信等传输技术。例如一条中同轴电缆线路，可以提供数千路长途电话电路。另外一方面，就是根据具体情况，建立一个合理的长途电话网，既能保证通信畅通无阻，又能使每一条长途电路，承担较多的电话业务从而提高长途线路的利用率。

• 1 •

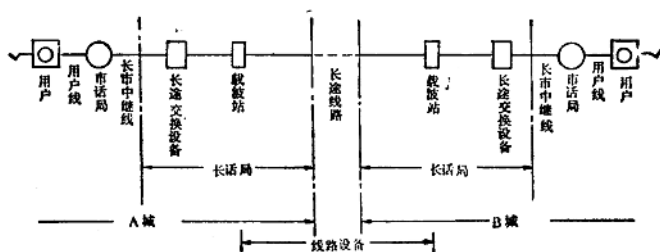


图 8-1

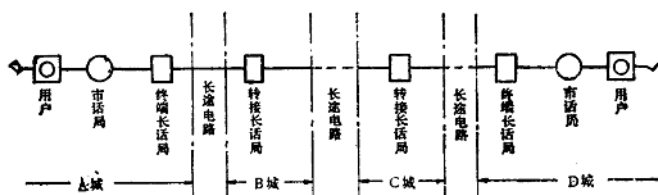


图 8-2

长途电话网的基本结构，通常有以下三种形式：①直达式；②辐射式；③汇接辐射式（简称汇接式）。

一、直达式长途电话网

在直达式长途电话网中，任意二个长话局之间都有长途电话连接。（又称个个相连式），见图8-3所示。

从图中看到，假设有五个城市的长话局，互相之间都有长途线路连接，各局都能直接通电话，一般不需要经过其它长话局进行转接。如果二个长话局之间的电路发生障碍时，也只要经过一次转接就可以完成通话。例如，A城到C城的直达电路发生障碍，可以通过B城或E城，或D城的长话局转接到C城。这种网的结构形式接续最迅速、电路调度灵活方便、通信可靠性最强。但是，所需要的

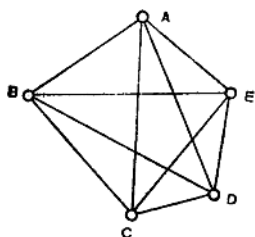


图 8-3

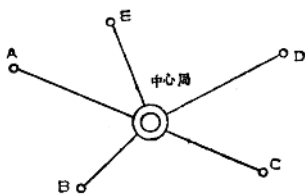


图 8-4

长途线路数最多。尤其在长话局数量较多时，线路设备更要大大地增加。假设有 n 个长话局，所需的线路数 r 为： $r = \frac{1}{2}n(n-1)$ 。在图8-3的例子中，所需线路数为10条。当二个长话局之间，业务量比较少时，线路利用率就很低。所以，这种结构形式一般用于二个长话局之间，业务量很大的情况下。

二、辐射式长途电话网

以一个长话局为中心，由这中心局连到其它各个长话局，形成一个辐射式的连接。

图 8-4 是一种辐射式长途电话网。这种网的特点是各城市的长话局通话，都要由中心局来接。所以，长途电路的利用率，比直达式的明显地提高了，而且也减少了线路数和电路的总长度。如果有 n 个长话局时，线路群数 r 为： $r = n - 1$ 。即线路群数与长话局的个数成线性关系，在直达式网络结构中，线路群数与长话局的个数几乎是平方的关系。在图8-4中 $r = 5 - 1 = 4$ 条。要比图8-3例中少一半。因此，当长话局数量 n 增加时，二者的线数就会相差很悬殊。

但是，这种长途网的结构方式，存在一个很大的弱点，就是一旦中心局出了故障，则此网的通信就全部陷入停顿状态。显然，用它作为全国通信网的结构形式，是极不安全的。这适于用在某

一个地区，有一个较大的长话局，而在它的周围有一些较小的长话局时，采用这种连接方式。

三、汇接辐射式长途电话网

这种方式是以上二种方式根据具体情况综合运用。它是把全国按照行政、地理位置、经济等等各方面的条件，划分很多区域。在这些区域内，设立一个或几个中心汇接局，这个中心汇接局就成为该区域内的一个辐射式长途电话网的中心，而各中心汇接局之间又设有直达的长途电路。这种形式既保证了较重要的区域之间通信接续灵活迅速，又提高了线路利用率，以较少的线路设备获得较好的服务质量。

这种汇接式网络不但可以在各地方行政区域内建立，也能以二级、三级或更多的汇接方式建立全国范围内的长途电话网。

四、四级汇接辐射式长途电话网

1. 组成网的形式

由于我国幅员辽阔，需要通信交换点很多。为了最经济而有计划地发展长途通信事业，目前采用的是四级汇接辐射制。见图8-5。

第一级 为首都和省间中心。省间中心又称大区中心，是汇接一个大区内各省（自治区）之间的通信中心。由于这些区域在国内所处的位置较重要，一般都是政治经济交流的中心，又常是国际长途通信的汇接中心，所以它们之间的话务量比较大。因此，对这级的各中心区域一般都设立直达线路，实行个个相连，以保证通信安全可靠。

第二级 为省中心。它是汇接一省（自治区）内的各地区之间的通信中心。

第三级 为地区中心。是汇接本地区内各县之间的通信中心。

第四级 为县中心。汇接本县内各城镇、公社之间的通信中

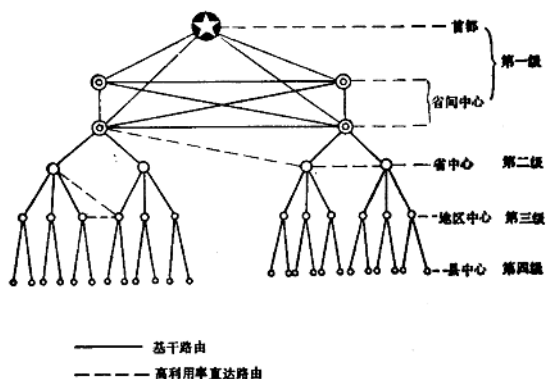


图 8-5

心。它是四级网络的终点。

由以上四级汇接辐射制组成的长途电话网，称为基干路网。图8-5中实线表示上下级之间组成的路由及各省间中心之间的路由都属于基干路由。

从图8-5中，可以看到这样一个问题：当一个大区内的县中心要与另一个大区内的县中心通长途电话时，如按照基干路由进行，则需要经过六个交换中心的转接，占用七段长途电路。见图 8-6。如

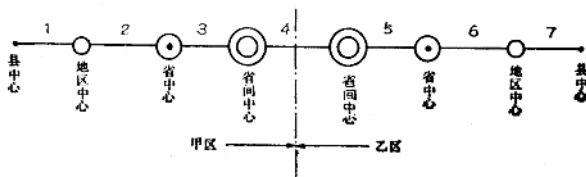


图 8-6

果这二个大区之间的县中心业务量较大，每次都接上述路线来接续电话，势必会使通信质量下降。因此，在省间中心以下的各级汇接中心之间，只要它们之间的长途业务量达到一定程度，而且在地理

环境允许的情况下，可以适当地架设直达电路。由于架设这种直达电路后，两地之间的大部分业务量首先经过这些电路来疏通，所以这些电路的利用率比较高，因而把这些电路称之为高利用率直达路由。（简称直达路由）。如图8-5中的虚线所示。这些直达路由可以在同一级之间建立，也可以在不同级之间建立。

有了这基于路由与直达路由的四级汇接辐射式长途电话网之后，可以组成具有灵活的迂回接续长途电话网。

2. 长途电路的选择方式

在四级汇接辐射式长途电话网中，既有直达路由，又有供给迂回接续的电路。为了充分利用直达路由，同时长途交换机又能有次序地进行接续，规定了以下选择路由的原则：

(1) 先选直达路由，后选迂回路由，最后选最终路由即基于路由。

(2) 在迂回路由系统中的任何一个被选择的转接中心，都在两个端局之间的最终路由上。

(3) 当选择迂回路由时，应按以下二点进行：①区间接续时，在发话区按“自下而上”的次序，首先逐级选用直接至受话区内的各有关汇接中心的路由，然后选用转接区的路由（如果有这类路由的话），最后选用本区内的基于路由。②在受话区按“自上而下”的次序，一般只限于选用本区内的路由，不再选择外区的转接路由。

(4) 为了确保长途通信的安全可靠，允许“同级迂回”，但同级迂回只允许一次。以防止选择时，由于互为同级而来回选择，形成同级间长途电路全部阻塞。

下面举例说明上述长途电路的选择原则：例：甲大区地区“1”要呼叫乙大区地区“2”，则甲大区为发话区，乙大区为受话区。

从图8-7上可以看到地区“1”到地区“2”的路由， L_1 是直达路由，其它虚线所示都是迂回路由，实线是最终路由，即基于路

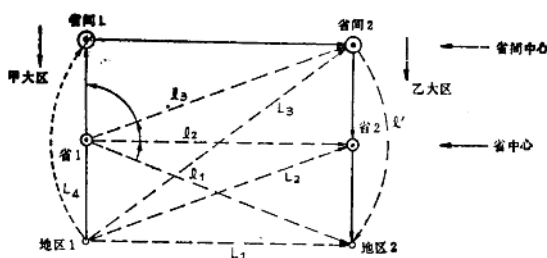


图 8-7

由。

根据前面讲的原则,应按以下的顺序选择路由: $L_1 \rightarrow L_2 \rightarrow L_3 \rightarrow L_4$ (原则 1)。

即先选从地区“1”到地区“2”的直达电路 L_1 , 当 L_1 全忙时, 由于 L_2 、 L_3 、 L_4 , 这三组是直接到受话区内汇接路由, 所以先选 L_2 、 L_3 、 L_4 这三组路由, 并且按“自上而下”的次序进行。其中 L_4 虽经过了发话区内的省间“1”这个汇接中心, 仍属于直接到受话区内的汇接路由。所谓“自上而下”及“自下而上”是指汇接中心的位置上下而言。例如选择 L_3 路由时, 是先经过省间*2, 再经过省“2”到达地区“2”的, 而且这些被选的汇接中心(省间“2”, 省“2”等)都是在二个端局(地区1与地区2)的最终路由上。

当 L_1 路由仍全忙时, 由于此例无转接区路由, 因此应选择经本区基干路由的汇接路由, 从图上很明显看出, 选择汇接路由的顺序应为 $l_1 \rightarrow l_2 \rightarrow l_3$ 。(在以上选择过程中, 当已接到省间中心“2”时, 仍应先选择 l_1' 路由)。

如果以上这些路由全忙时, 应选择全部由基干路由组成的路由: “地区1→省1→省间1→省间2→省2→地区2”。这条路由也就是地区“1”与地区“2”之间的最终路由。

对于地区“1”呼叫地区“2”这种情况, 有比较充裕的迂回

电路，保证通信畅通。而地区“1”呼叫其它区域，如呼叫省“1”时，从图上看，只有两地之间的直达路由，没有别的路由可供选择。这种情况，如发生在省间中心，就不太合适。因为省间中心一般所处的位置较重要，长途业务量大，所以如只有一种路由的话，就难以确保通信安全可靠。当此直达路由的长途电路数量不多时，问题就更加突出。为了解决这一问题，对省间中心的呼叫，或者业务量较大，而又重要的省中心和地区中心，采取同级迂回的方法。这也是选择长途路由的第4个原则。

“同级迂回”就是当省间中心“1”要呼叫省间中心“2”时，如果这二者之间的基干路由全忙或中断时，还允许经由第三省间中心转接，看图8-8。

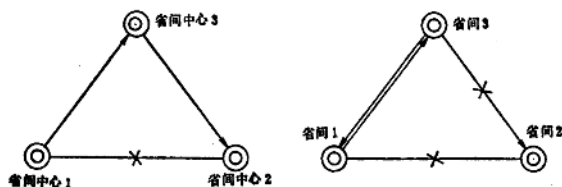


图 8-8

对于“同级迂回”必须加以限制，否则会产生以下问题。如图8-8中，省间中心“1”（以下简称省间）到省间“3”这条路由，目的是要求省间“3”转接到省间“2”去。如果这时省间“3”的交换机发现到省间“2”的基干路由全忙，势必又会去寻找到省间“2”的迂回路由。而在这路由网中，只可能选择到省间“1”的路由，希望省间“1”给接到省间“2”去。可是在前面已讲过了，这时省间“1”到省间“2”去的路由早已全忙。因此省间“1”的交换机又要去找迂回路由。在图8-8的路由网，又只能找到省间“3”，由省间“3”来转接。这样就重复了上述过程。如此往返多次，就会把省间“1”到省间“3”之间的长途电路全部占用，使省间“3”与省间“1”所发生的长途电话全部阻塞。所

以“同级迂回”只允许一次。也就是说，省间“3”在第一次作为“同级转接”时，如果省间“3”与省间“2”之间的电路全忙时，就不允许再接到省间“1”去，应按忙处理。即使如在网络上有一省间“4”，如图8-9，省间“4”到省间“2”是有空闲的电路，那也不允许。

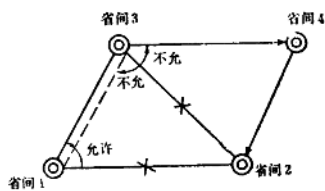


图 8-9

但是在有些大城市，为了使它们的长途通信，更为安全可靠，迅速畅通，在遇到图8-9所示的路由网的情况时，可作适当的考虑。因为这种网络，省间“4”到省间“3”、省间“2”之间都有较多的空闲电路可供使用，通过省间“4”转接一下，既不影响省间“4”的业务，又可使省间“1”的通话畅通。

因此，当同级迂回后选试仍不成功时，可分以下两种情况处理：

(1)若下局（同级局）不是受话局的汇接中心，则不允许再经下局转接，即同级迂回只允许一次。

(2)若下局（同级局）是受话局的汇接中心，则可以允许再经其进行转接。也就是只有当下一同级局为受话局的汇接中心时，才不受同级迂回只允许一次的限制。

图8-9中的网络，如省间“4”是省间“2”（受话局）的汇接中心，这时在长途交换机的电路设计上，考虑了省间“1”经省间“3”迂回失败时，再经省间“4”去迂回。

如果在各级都允许有一次“同级迂回”，会占用过多的长途电路、增加用户拨完号等待听回铃音或忙音的时间、增加信号传递的困难。所以，规定在由上而下的接续时不允许同级迂回，一般只允许由下而上的接续时有同级迂回。

当允许省间中心、省中心和地区中心各有一次同级迂回时，所构成的长途电话网中，其所经转接局最多为九个，其转接段数为十

段。见图8-10。

采取同级迂回的长途电话网，其同级迂回的转接中心（如图8-

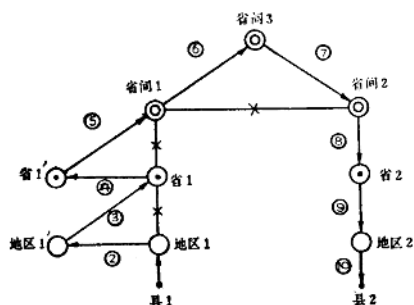


图 8-10

10中的地区1'、省1'、省间“3”）可以不符合前面所述的长途电路选择原则2。即可以不在两个端局的（县“1”和县“2”）的最终路由上。

以上所说的全国长途电话网中，首都和各省间中心处于相同的地位。因为首都都是中央所在地，为了确保首都与全国各省的

长途电话联系，除了按上述四级汇接辐射制可经省间中心转接的路由外，还设有首都至各省中心的直达路由。

所以，全国的长途电话网是：四级汇接辐射制，还辅有以首都为中心对全国各省的辐射式长途电话网。使通信更为安全可靠，也更为灵活。

第二节 长途电路的构成

在前面介绍什么是长途通信中，提到线路设备，它是长途电话网的重要组成部分。线路设备俗称长途电路，它由载波电话终端机、明线或电缆、增音机、微波收发信设备、微波接力站、短波收发信设备等通信设备构成的。见图8-11。

这些线路设备除了进行长途电话通信外，还可以进行电报、传真、广播和电视等通信。

在图8-11中，我们可以看到二地的用户，经过不同的线路设备来通话。其中，由于长途电话经短波或微波等无线通信不很保密，

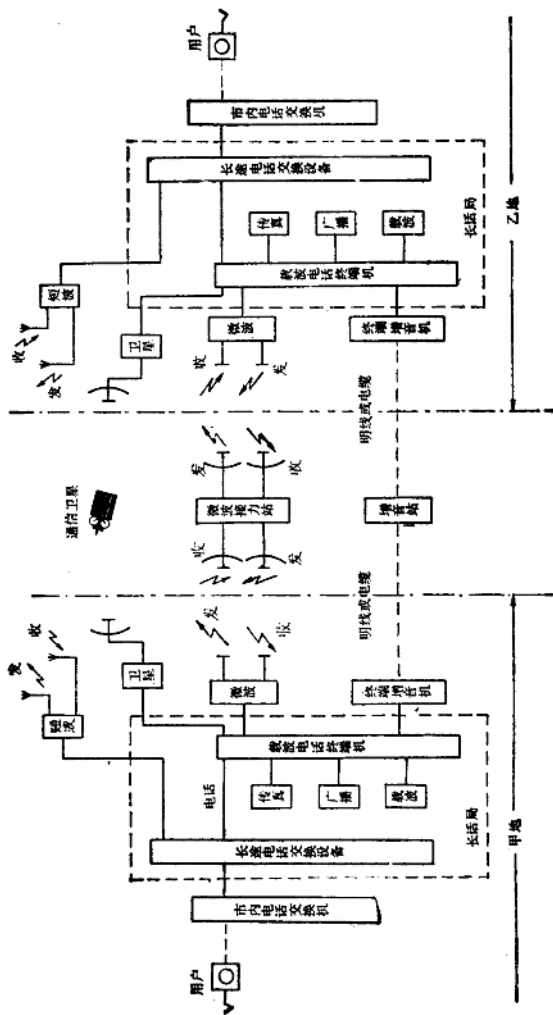


图 8-11

所以，长途电话大多经过明线或电缆等有线电路进行传递。

第三节 长途电话交换的接续 制度和接续方式

由于我国长途通信事业各地发展不平衡，使各地通信设备不能全都一致。有些地区比较偏僻，有些地区受到政治、经济等各方面的因素，使各地区的话务量也不同。为了保证长途通信的质量，节省设备，充分提高各种现有设备及线路利用率，长途电话交换的接续制度一般有三种：迟接制（又称挂号制）、立接制、迅接制。接续方式也有三种：人工接续、半自动接续、全自动接续。接续制度与接续方式二者之间是有一定联系的。不同的接续制度和接续方式，所需的交换设备和电路数量也不相同，对长途电话网络的组织也有一定的影响。下面分别讨论。

一、接 续 制 度

1. 迟接制（挂号制）

在迟接制中，需要打长途电话的用户，必须先呼叫长途电话局的记录台，进行挂号。记录台上的话务员接受用户挂号，并填写记录单，然后通知主叫用户挂机等待长途电话局的呼叫。填写好的记录单经过检查，由分发台按通话地点分别送到有关的长途接续台。长途接续台的话务员按照挂号的先后顺序，及通话业务类别依次进行接续。根据话单叫出被叫用户后，再将主叫用户叫出，双方用户即可通话。

对于长途电路较少，而长途电话业务量较大的长话局来说，经常会有一些等待接续的用户。采用迟接制可以提高长途电路的利用率。如果收到的挂号业务经常低于长话局的交换能力，那么因这种

接续制度而需要的处理时间、话务员、设备等相对来说是浪费。当长途电路数目很多时，这缺点就更为突出。因此，迟接制只适用于长途电路数目较少，而业务量较大的情况。

2. 立接制

这种接续制是用户挂发长途电话时，直接拨一个到长途接续台上的号码。此台上便有一信号灯反映，话务员发现后，可立即在这个接续台上受理这一呼叫，并根据主叫的要求，仍在这一台上将被叫用户叫出，双方即可通话。所以这台子一般称为立接制去话台（简称立去台）。这种接续，用户挂号以后，一般不需要挂机等待，因为很快（约1~2分钟）就可以接到所要的被叫用户。只有少数的呼叫，因长途电路全部被占用或其它一些情况（如被叫市话机键忙、长途交换机键忙等等），不能立即叫通，这时就由立去台将记录单交给递延台处理，就是说改成迟接制接续。

为了保证绝大多数的用户（约90%）等候时间不超过10分钟，那这种接续制度必须要有数量较多的长途电路。但电路利用率要比迟接制低，只是接续时间比迟接制快。所以这种接续制度适用于电路数量基本满足业务需要时的情况。否则就降低了这种接续制的服务质量。

3. 迅接制

这种接续制度接续情况基本与立接制一样。只是在不能立即接通时，不作递延处理，而是与打市内电话一样，按忙处理，让用户听到忙音，需要用户重新拨号呼叫。由此可以看出，迅接制处理手续更为简便，接续所需的时间比上面二种都短，所以它的服务质量高。但这就要求有更多的长途电路，否则是无法满足在繁忙小时只允许1~3%的呼损要求，当然这也使电路利用率更低。