

电力半导体模块 选用和代换手册

杜柏田 编



电力半导体模块选用和代换手册

杜柏田 编



机械工业出版社

电力半导体模块正得到越来越广泛的应用,各厂家产品(特别是占国内市场绝大多数份额的进口产品)虽然标称电流值相同,但却可能是常温或某个高温下的值而相差甚远,其他各项性能也不尽相同,由于没有统一标准,外形差别很大,难以用一个简单的对照表来解决替换问题。模块本身比较贵,替换不当则可能多花钱或降低设备使用寿命,造成很大损失。

本手册尽可能全面地收集了国内外 83 家企业生产的 47000 余种各类模块产品,包括整流管模块、晶闸管模块、电力晶体管模块、绝缘栅双极型晶体管模块、电力场效应晶体管模块、智能电力模块、电力集成模块、固态继电器等,给出了它们的内部电路、主要性能参数和安装尺寸图。按电路类型分别把不同生产企业产品放在一起供选择,也可使用按型号字母排序的索引查到该产品的技术性能参数,从而找到可代换的产品。

手册中附有各生产企业的因特网网址,并有国外生产企业的国内办事处、国内生产企业及部分经销商的有关信息,以方便用户联系采购。

本手册可供使用电力半导体模块的各行业的工程技术人员以及销售、采购、维修人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电力半导体模块选用和代换手册 / 杜柏田编. —北京:
机械工业出版社, 2004.3
ISBN 7-111-13909-7

I. 电… II. 杜… III. 大功率—半导体器件—
手册 IV. TN303-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 006021 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:孙流芳

封面设计:王伟光 责任印制:施 红

煤炭工业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·19 印张·470 千字

0001—4000 册

定价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

电力半导体器件广泛地应用到各部门，其品种已达几十万种，模块也有数万种之多，其品种繁多、性能各异，选用与代换问题就成为难题。本人曾多年从事电子仪器研制并作过一段电力半导体模块的销售工作，在销售中经常遇到客户焦急而来，有人知道产品不知道特性数据，有人知道型号找不到产品，也不知用什么产品能代换，总之困难很多。于是我就想编一本手册为用户分忧。正好看到了李宏教授编著的《电力电子设备用器件与集成电路应用指南》四册著作，理论与实际结合解决了很多实际应用问题，是一部不可多得的实用工具书。但该《指南》模块部分所收集的生产厂及其生产的产品型号较少，并缺少必要的索引，查找代换产品时尚感不便。为此，考虑到目前市场上尚无电力半导体模块方面的手册，特编写本手册，以满足读者需要。

手册中编入 47000 种模块产品，包括电路、参数、安装尺寸图，并为用户提供了生产企业的网址和代理经销商名录，以便于选用。

模块选用代换不是一个简单地用对照表就能解决的问题。由于各生产企业产品无统一标准，在 85℃ 下测试的生产企业产品用在 25℃ 时最大电流可比 85℃ 时高出 0.5~1 倍，也就是说，某生产企业的 50A 产品相当其他生产企业的 75~100A 产品。各种模块产品价格都比较贵，选用电流过大产品，会多花不少钱；选用电流小产品，虽说能用，但会减少设备寿命，有必要从经济和性能可靠两方面考虑。除了性能之外，安装尺寸也是个问题。各生产企业的模块产品安装尺寸相差甚多，不便于代换。仔细归纳起来看，各模块外形、安装尺寸还是有相近之处的，如不少模块安装孔距都是 80mm，因此可以采用按模块外形分组的办法，把安装孔距相同、外形相近的产品编为一组，便于代换。本手册把 47000 种模块分为 240 组，同组内产品可直接代换，外形和安装孔都不成问题。

本手册在编写过程中参考了李宏教授著作，并引用了部分电路图，在此表示感谢。

本手册在编写过程中，得到了各生产企业或代理商提供的资料，还引用了各生产企业在因特网上的数据资料；许为纲工程师、王慧侠工程师为本书提出了很多好的建议，许为纲写出了各章的文字介绍；在此一并表示感谢。还应当特别感谢我的老伴郝慧媛女士，她不仅在各方面予以支持，还承担了全部录入、抄写等大量工作。

由于初次涉及编写工作，且学识水平有限，书中纰漏和不当之处敬请专家及读者批评指正。

编 者

说 明

1. 分立器件、模块和组件

电力半导体器件按规格和封装大体分为三类：

(1) 分立器件 (discrete device)：多包括一个器件，封装为螺栓式、平板式、单列直插式等。

(2) 电力半导体模块 (Power Semiconductor Module)：把 2 个以上的半导体芯片按一定电路连接，用保护材料密封在一个绝缘的外壳内，并与导热底板绝缘而成。本身不带散热片，通用性强，有严格系列。

(3) 电力半导体组件 (Power Semiconductor Assembly)：由许多分立器件和模块组成，规格更大，包括电路也更多，容量、工作电流和工作电压都更高，一般还带有散热器。外壳与管芯多不绝缘，也不密封。多为满足某种应用而开发的产品，通用性较差，一般没有严格系列。

电力半导体模块种类繁多，发展迅速。它具有体积小、重量轻、结构紧凑、管芯与管座相互绝缘、电性能差异小、性能稳定可靠、通用互换性强、便于安装维修等特点，因而广泛应用于整流电路、逆变电路、斩波电路、交流调功电路等设备中。

因篇幅所限，本手册只涉及各类模块和屏面安装式固态继电器（固态继电器模块）。

2. 电力半导体模块的分类

电力半导体模块门类繁多，其分类方法随模块分类原则的不同而不同。典型的分类方法见下表：

类别	类型	名称
不可控型	普通型	二极管 (SR) 模块
	快速型	快速恢复二极管 (FSR) 模块
		肖特基势垒二极管 (SBD) 模块
可控型	换相关断型	普通晶闸管 (SCR) 模块
		快速晶闸管 (FSCR) 模块
		非对称晶闸管 (ASCR) 模块
		逆导晶闸管 (RCT) 模块
		光控晶闸管 (LTT) 模块
		双向晶闸管 (TRIAC) 模块
	自关断型	门极关断 (GTO) 晶闸管模块
		电力晶体管 (GTR) 模块
		场效应晶体管 (MOSFET) 模块
		场控晶闸管 (MCT) 模块
		绝缘栅双极型晶体管 (IGBT) 模块
组合型	电力集成模块 (PIM)	
智能型	智能电力模块 (IPM)	

注：SCR 为硅可控整流器，是 1957 年美国通用电气公司命名的，后来 IEC 将其正式定名为晶闸管 (Thyristor)，但为方便起见，常沿用 SCR 代表普通晶闸管。

3. 手册的构成和使用方法

手册共分为 6 章, 包含近 47000 种各类模块。

参数表共有 62 个, 按电路型式分类, 每个表有 5 部分内容: 型号、生产企业、主要技术参数、安装尺寸图号和电路图号。排序多是先按电流再按电压。

在第 1 章及第 2 章的大多数表中, 为节约篇幅, 把不同内部电路联结方式, 不同工作电压而电性能一致的模块放在同一行。型号一类分为三部分, 第一部分为企业的分类, 第二部分为电路分类, 第三部分为主要按电流和电压值或其他代码确定的具体型号命名。

例如: 表 1-1 第 23 行, 型号部分为

M	D	DC	DK	DA	25-4, 8, 12
---	---	----	----	----	-------------

, 第 1 项 M 为企业规定的分类; 第 2 项 D 表示内部电路连接为单二极管, 电路图号为 1a; 第 3 项 DC 表示内部电路联结为双二极管串联, 电路图号为 1b; 第 4 项 DK 表示内部电路联结为双二极管共阴极 (简称为共阴), 电路图号为 1c; 第 5 项 DA 表示内部电路联结为双二极管共阳极 (简称为共阳), 电路图号为 1d; 第 6 项 25-4, 8, 12, 其中 25 表示电流值为 25A, 后边用逗号分开的三组数字表示不同的工作电压, 可在后边的 V_{RRM} 一栏查出对应值。具体型号由第 1 项+第 2~5 项选 1+第 6 项选 1 组成, 例如表 1-1 第 23 行即包含 MDC25-4、MDA25-8、MD25-12 等 12 个型号。

表 1-2、表 1-3、表 2-11 中, 型号为一栏, 后边用逗号分开的数值, 表示不同的工作电压分档。如表 1-2 第 7 行的型号 KBPC6 06, 08, 10, 即表示包括 KBPC606、KBPC608 和 KBPC610 三种型号, 并可由后边 V_{RRM} 一栏中查出对应的工作电压值为 600V、800V 和 1000V。

主要技术参数表中紧跟电流值后有一个 T_C 值, 即表示电流值的测试壳温为 T_C , 有的表中在电流值下方写成 25℃表示测试时的壳温为 25℃, 电压值有的为用逗号分开的若干值, 如“0.4, 0.8, 1.2”; 即表示前边型号中的 25-4, 8, 12 三种模块相应的工作电压为 0.4kV、0.8kV、1.2kV, 有的是给出了电压范围, 如 0.4~1.8kV 即表示工作电压可在 400~1800V 间选取 (多为 200V 一档)。一些参数表头下边的 typ 和 max 表示该参数的典型值和最大值。关于各参数的具体含义见各章说明。

内部电路联结图号多在表头中给出, 有的表专设一栏给出, 具体电路可在目录中图号所在页码中查到。

由于外形图数量太多, 占篇幅太大, 本手册没有提供, 而代之以安装尺寸图。安装尺寸图是将全部 47000 种模块按照安装孔的数量、孔距及外形的长和宽尺寸分成 240 组, 组内安装孔数相同、孔距相同、长和宽相近。外形及安装尺寸表和安装尺寸图在第 6 章之后给出。

使用本手册时, ①如果知道电路分类, 可直接在相应参数表中查找有关电路参数、安装尺寸图和内部电路联结图和生产企业。②如果只知道型号, 可先在型号索引中找到型号对应的页码和序号, 然后到该页查找。要注意, 为节省篇幅, 型号索引表的二极管模块及晶闸管模块型号中, 最后数值可能有省略或用 () 表示, 实际上一行包括许多型号。

4. 模块的选用和代换

在电力半导体模块的选用中, 要特别注意的几个问题: 首先要认真地研读手册给出的各项参数, 其次还要注意参数给出的条件, 以及温度对参数的影响。通常手册中的参数是在特定条件下测得, 即在 25℃环境温度下测得的数值。当环境温度升高时, 多数参数要降额使用, 比如随着温度的升高, 功率要降低, 饱和压降增加, 安全工作区也会缩小等。因此, 要特别注意参数给出时的温度条件, 万万不可在选用模块或替换时, 只看型号和参数而忽略参数给出时的温度等测试条件。同样, 电力半导体模块在替换时也要遵循以下基本原则: 首先,

代换模块的类型与原模块类型相同，包括材料相同、极性相同、种类相同；其次是模块的主要特性与原模块相似，它指主要参数指标与原模块相似（或略高于原参数指标）；最后是外形尺寸不超过原模块，以便于安装和满足原来的散热条件。

手册中给出的安装图号，相同的可以直接代换。也可由安装尺寸图或外形及安装尺寸表中寻找大小相近的进行代换。

5. 如何在网上查找模块的性能数据

现在各生产企业都在因特网上设有自己网址，内有产品性能数据。如果已知该企业网址可直接进入查找。也可采用搜索功能，首先进入 www.37021.net（酷站导航），里边会显示许多搜索网站供你选用。最有效的可能要算 google 网站—www.google.com。输入产品型号，就可以找到有此产品的网站，这样就不必预先知道生产企业的网址了。

6. 使用注意事项

模块产品种类繁多，每种又有许多特性，多次编辑之后往往会出现错误，本手册涉及的 83 家生产企业资料中几乎多少都有错误出现，查阅时一定要注意。在网上查阅时，建议读者要尽可能使用产品数据页（datasheet）上的资料。

目 录

前言

说明

第 1 章 二极管模块	1
1.1 单、双二极管 (SR) 模块	1
1.2 单相整流桥模块	1
1.3 三相整流桥模块	1
1.4 三相半桥二极管模块	1
1.5 快速恢复二极管模块	1
1.6 肖特基势垒二极管模块	2
1.7 SR 模块的主要参数	2
第 2 章 晶闸管和晶闸管/整流管模块	34
2.1 普通单、双晶闸管模块	34
2.2 普通晶闸管/整流管模块	34
2.3 反并联晶闸管模块 (交流开关)	34
2.4 反并联晶闸管/整流管模块 (非对称晶闸管模块)	34
2.5 单相半控桥、全控桥晶闸管模块	34
2.6 单相半控桥、全控桥+整流管模块	35
2.7 三相半控桥、全控桥晶闸管模块	35
2.8 三相半控、全控半桥晶闸管模块	35
2.9 快速晶闸管模块	35
2.10 快速晶闸管/整流管模块	35
2.11 双向晶闸管模块	35
2.12 光控晶闸管模块	36
2.13 逆导型门极关断晶闸管模块	36
2.14 集成移相调控晶闸管模块 (智能晶闸管模块)	36
2.15 晶闸管模块的主要参数	36
第 3 章 GTR 模块	91
3.1 一单元 GTR 模块	91
3.2 斩波器用 GTR 模块	91
3.3 两单元 GTR 模块	91
3.4 四单元 GTR 模块	92
3.5 六单元 GTR 模块	92
3.6 GTR 模块的主要参数	92
第 4 章 MOSFET 模块	102
4.1 一单元 MOSFET 模块	102

4.2	斩波器用 MOSFET 模块	102
4.3	两单元 MOSFET 模块	102
4.4	四单元 MOSFET 模块	102
4.5	六单元 MOSFET 模块	103
4.6	MOSFET 模块的主要参数	103
第 5 章	IGBT 模块	110
5.1	一单元 IGBT 模块	110
5.2	斩波器用 IGBT 模块	110
5.3	两单元 IGBT 模块	110
5.4	三单元 IGBT 模块	111
5.5	四单元 IGBT 模块	111
5.6	六单元 IGBT 模块	111
5.7	电力集成模块 (PIM)	111
5.7.1	斩波器+三相桥 IGBT 模块	111
5.7.2	单相整流桥+三相桥 IGBT 模块	111
5.7.3	单相整流桥+制动斩波+IGBT 逆变桥模块	111
5.7.4	三相整流桥+三相 IGBT 模块	111
5.7.5	三相整流桥+IGBT 斩波器模块	112
5.7.6	三相整流桥+制动斩波+逆变桥 PIM	112
5.8	智能电力模块 (IPM; 智能 IGBT 模块)	112
5.8.1	单相输出 IPM	112
5.8.2	三相输出 IPM	112
5.8.3	带制动斩波单元三相输出 IPM	112
5.9	IGBT 模块的主要参数	112
第 6 章	固态继电器	158
6.1	直流控制单相交流固态继电器	158
6.2	直流控制三相交流固态继电器	158
6.3	交流控制单相交流固态继电器	158
6.4	交流控制三相交流固态继电器	158
6.5	交直流控制交流固态继电器	159
6.6	直流固态继电器	159
6.7	固态调压器	159
6.8	固态继电器的主要参数	159
外形及安装尺寸表		192
安装尺寸图		197
型号索引		213
附 录		288
附录 A	部分国外生产企业名录	288
附录 B	部分国内生产企业名录	289
附录 C	部分国内经销商代理商名录	291

参考文献	292
图 1 硅整流管模块的内部电路结构	2
图 2 晶闸管模块的常见内部电路结构 (一)	37
图 3 晶闸管模块的常见内部电路结构 (二)	38
图 4 单相三相集成移相调控晶闸管模块的内部电路结构	38
图 5 GTR 模块内部电路结构 (一)	93
图 6 GTR 模块内部电路结构 (二)	95
图 7 MOSFET 模块的内部电路结构	104
图 8 IGBT 模块的内部电路结构 (一)	113
图 9 IGBT 模块的内部电路结构 (二)	115
图 10 IPM 的内部等效电路	117
表 1-1 单、双二极管模块	3
表 1-2 单相整流桥模块	14
表 1-3 三相整流桥模块	19
表 1-4 三相半桥整流管模块	26
表 1-5 快恢复二极管模块	27
表 1-6 肖特基势垒二极管模块	31
表 2-1 普通单、双晶闸管模块	40
表 2-2 普通晶闸管/整流管模块	55
表 2-3 反并联晶闸管模块 (交流开关)	69
表 2-4 反并联晶闸管/整流管模块 (非对称晶闸管模块)	75
表 2-5 单相半控桥、全控桥晶闸管模块	79
表 2-6 单相半控桥、全控桥+整流管模块	80
表 2-7 三相半控桥、全控桥晶闸管模块	81
表 2-8 三相半控、全控半桥晶闸管模块	82
表 2-9 快速晶闸管模块	83
表 2-10 快速晶闸管/整流管模块	84
表 2-11 双向晶闸管模块	86
表 2-12 光控晶闸管模块	86
表 2-13 逆导型门极关断晶闸管模块	87
表 2-14 单相整流智能晶闸管模块	87
表 2-15 单相交流智能晶闸管模块	88
表 2-16 三相整流智能晶闸管模块	89
表 2-17 三相交流智能晶闸管模块	91
表 3-1 一单元 GTR 模块	97
表 3-2 斩波器用 GTR 模块	98
表 3-3 两单元 GTR 模块	99
表 3-4 单相桥 GTR 模块	101
表 3-5 三相桥 GTR 模块	101
表 4-1 一单元 MOSFET 模块	105

表 4-2	斩波器用 MOSFET 模块	106
表 4-3	桥臂 MOSFET 模块	106
表 4-4	两单元 MOSFET 模块	107
表 4-5	单相桥 MOSFET 模块	108
表 4-6	三相桥 MOSFET 模块	108
表 5-1	一单元 IGBT 模块	118
表 5-2	低端斩波器 IGBT 模块	122
表 5-3	高端斩波器 IGBT 模块	124
表 5-4	斩波器 IGBT 模块	127
表 5-5	桥臂 IGBT 模块	127
表 5-6	两单元 IGBT 模块	137
表 5-7	三单元 IGBT 模块	138
表 5-8	四单元 IGBT 模块	139
表 5-9	三相桥 IGBT 模块	140
表 5-10	六单元 IGBT 模块	145
表 5-11	斩波器+三相桥 IGBT 模块	145
表 5-12	单相整流桥+三相桥 IGBT 模块	145
表 5-13	单相整流桥+制动斩波+IGBT 逆变桥模块	146
表 5-14	三相整流桥+三相桥 IGBT 模块	146
表 5-15	三相整流桥+IGBT 斩波器模块	148
表 5-16	三相整流桥+制动斩波+IGBT 逆变桥模块	148
表 5-17	单相输出 IPM	151
表 5-18	三相输出 IPM	152
表 5-19	带制动斩波单元三相输出 IPM	155
表 6-1	220V 及以下直流控制单相交流固态继电器	160
表 6-2	380V 直流控制单相交流固态继电器	167
表 6-3	480V 及以上直流控制单相交流固态继电器	170
表 6-4	直流控制三相交流固态继电器	175
表 6-5	交流控制单相交流固态继电器	179
表 6-6	交流控制三相交流固态继电器	183
表 6-7	交直流控制交流固态继电器	184
表 6-8	直流固态继电器	187
表 6-9	固态调压器	191

第 1 章 二极管模块

二极管（又称整流管）模块是电力半导体模块中最常用的一种模块，它包括普通二极管（SR）模块、快速恢复二极管（FSR）模块和肖特基势垒二极管（SBD）模块。

1.1 单、双二极管（SR）模块

单、双二极管（SR）模块多用于整流电路，且使用相当灵活，自身可组成单相桥式和三相桥式整流电路，与晶闸管模块配合使用又可组成单相半控桥或三相半控桥。根据使用需要有多种不同封装，像双管串联二极管模块作为一个桥臂可以组成单相整流桥或三相整流桥，与双管桥臂晶闸管可组成单相或三相半控整流电路；双管共阴极二极管模块通常作为整流桥的上半桥，与双管共阳极晶闸管组成单相共阳极半控整流电路；双管共阴极二极管模块与双管共阳极封装晶闸管组成单相桥式整流电路。双管二极管模块通过外引线可以组成双管串联二极管模块、双管共阴极二极管模块和双管共阳极二极管模块。二极管模块的内部电路结构见图 1a~图 1f，电气性能参数见表 1-1。

1.2 单相整流桥模块

单相整流桥模块的内部电路结构见图 1k，电气性能参数见表 1-2。考虑到单相电源对电网平衡的影响，单相整流桥模块多用于中、小容量的设备中。

1.3 三相整流桥模块

三相整流桥模块的内部电路结构见图 1l，电气性能参数见表 1-3。三相整流桥模块在使用中无需考虑电网平衡问题，使用十分方便。

1.4 三相半桥二极管模块

这类模块有两种封装，即三管共阴极封装二极管模块和三管共阳极封装二极管模块。三管封装二极管模块的内部电路结构见图 1h 和图 1i。从图上可以看出，一个三管共阴极封装二极管模块和一个三管共阳极封装二极管模块可组成一个三相整流桥。同样，一个三管共阴极封装二极管模块和一个三管共阳极封装晶闸管模块可组成一个三相半控桥。一个三管共阴极封装晶闸管模块和一三管共阳极封装二极管模块组成一个三相半控桥。其电气性能参数见表 1-4。

1.5 快速恢复二极管模块

在电力电子设备中，快速恢复二极管（FSR）用于续流回路和缓冲电路。逆变电路和斩

波电路中的续流二极管在感性负载条件下有着非常重要的作用。其内部电路结构见图 1a~图 1g, 电气性能参数见表 1-5。

1.6 肖特基势垒二极管模块

金属-半导体界面附近存在的势垒称为肖特基势垒, 具有这种结构的二极管称为肖特基势垒二极管 (SBD)。肖特基势垒二极管具有饱和电压低、导通电流大、功率损耗低、开关速度快等优良特性, 广泛应用于高频整流电路、开关电路和保护电路中用作整流器件和续流器件。其内部电路结构见图 1a~图 1d、图 1j 和图 1h, 电气性能参数见表 1-6。

1.7 SR 模块的主要参数

最高反向工作电压 V_{RRM} ——在规定的使用条件下, 在正弦半波阻性负载中, 正常工作时容许的最大反向工作电压。

正向电压降 V_{FM} ——规定的正向电流时所产生的最大电压降。

正向工作电流 $I_F (AV)$ ——在规定结温下, 二极管导通时容许通过的持续工作电流。

额定正向整流电流 I_O ——在规定的使用条件下, 整流桥容许输出的最大工作电流。

不重复正向浪涌电流 I_{FSM} ——在额定功率下, 容许二极管的正向脉冲电流。

反向恢复时间 t_{rr} ——二极管从正向导通状态到承受反压而关断时, 其工作电流由零上升到反向最大值再降为零所需的时间。

最高结温 T_{JM} ——在规定条件下所容许的 PN 结最高温度。

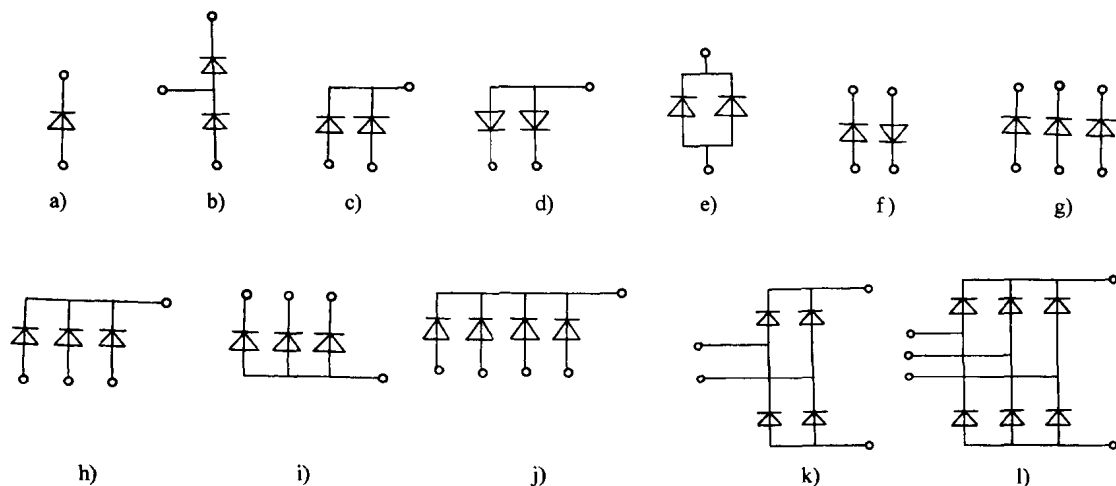


图 1 硅整流管模块的内部电路结构

表 1-1 单、双二极管模块

序号	型 号					生产企业	主要技术参数							安装 图号	注
	连接方式	单管	串联	共阴	共阳		$I_{F(AV)}$	T_C	V_{RRM}	V_{FM}	I_{FSM}	T_{JM}			
	电路图号	1a	1b	1c	1d		A	℃	kV	V	kA	℃			
1	SK	KE				15	西门康	15	82	0.4~1.6		0.32	125	B16	
2	SK		KD			15	西门康	15	82	0.6~1.6		0.32	125	B16	
3	MD		D	DK	DA	15-06,08,10,12	上海南泰	15	85	0.6,0.8,1,1.2		0.3		E1	
4	D15		VD			40	新电元	15	94	0.4	1.05	0.4	150	6	
5	M	D				20A	无锡正达	20	85	0.4~1.8	1.6	0.45	150	E1	
6	F1827	D	RD	CCD	CAD	400, 600, 1000	快达	25	85	0.4,0.6,1.0	1.55	0.4	125	E1	
7	M		DC	DK	DA	25A	无锡正达	25	85	0.4~1.8	1.6	0.55	150	E1	
8	MD		D	DK	DA	25-06,08,10	上海南泰	25	85	0.6,0.8,1		0.47		E1	
9	F18		RD	CCD	CAD	27	齐齐哈尔	25	85	0.8~1.6	1.8	0.47		E1	
10	MD		C	K	A	25	北京瑞田达	25	85	0.8~2	1.1	0.5	150	E1	
11	MD		D	DK	DA	25-12,14,16	上海南泰	25	85	1.2,1.4,1.6		0.47		E1	
12	F1827	D	RD	CCD	CAD	1200, 1400, 1600	快达	25	85	1.2,1.4,1.6	1.55	0.4	125	E1	
13	MD		C	K		25TA120,160	西安爱帕克	25	85	1.2,1.6	1.26	0.45	150	E1	
14	MD		C	K	A	25	山西永济	25	90	0.6~1.8	1.2	0.5	150	E2	
15			DD	KD		25F40,80,120,160	三社	25	96	0.4,0.8,1.2,1.6	1.55	0.58	125	E2	
16	MD		C	K	A	25	浙江四方	25	100	0.2~2	1.5		150	E1	
17	MD		C	K	A	25-04,12,20W20	常州瑞华	25	100	0.4,1.2,2	1.5	0.4	150	E1	
18		IZP				25-04,12,20W20	常州瑞华	25	100	0.4,1.2,2	1.5	0.4	150	E1	
19	MD		C	K	A	25	阜新晶体管	25	100	0.4~1.6	1.8		150	E1/E2	
20	MD		C			25	鞍山泰利德	25	100	0.6~2.4	1.6	0.7	140	E1	
21	MD		C	K	A	25	缙云硅元件	25	100		1.5		150	E1	
22	MD		C	K	A	25	浙江博星	25	100		1.5		150	E1	
23	M	D	DC	DK	DA	25-4,8,12	无锡星火	25	115	0.4,0.8,1.2	1.55	0.53	125	E2	
24	M	D	DC	DK	DA	25-14,16,18	无锡星火	25	115	1.4,1.6,1.8	1.55	0.53	125	E2	
25	MD		C	K	A	25	北京椿树	25		0.05~3	1.75	0.4	125	E1	
26	MD		C			25	北京方寸	25		0.2~2	1.6	0.55	150	E1	
27	MD		C	K	A	25	威海星佳	25		0.4~1.8	1.55	0.4	125	E1	
28	M		DC	DK	DA	25A	阜新天琪	25		0.5~1.6	1.8			E1	
29	M	D	DC	DK	DA	25A	上海华晶	25		0.5~2.5	1.4		150	L12	
30	MD		C	K	A	25A	上海上懿	25		0.5~2.5	1.4		150	E1	
31	MD		C	K	A	25A	上海正力	25		0.5~2.5	1.4		150	E1	
32	MD		C	K	A	25A	浙江先锋	25		0.8~2	1.4		150		
33	M	D	DC	DK	DA	26	湖北仪元	26	100	0.6~1.8	1.65	0.65	150	E1	
34	MD		C	K	A	26	乐清申大	26		0.5~1.8	1.8		150	E1	
35			CD			4112,1630	POWEREX	30	91	1.2,1.6	1.5	0.545	125	E2	
36			CD			410830	POWEREX	30	92	0.8	1.4	0.545	125	E2	
37			DD	KD		30HB120,160	三社	30	115	1.2,1.6	1.5	0.6	150	E2	
38	RM30		DZ	CZ		-24,2H	三菱	30	116	1.2,1.6	1.5	0.6	150	E2	
39	RM30		DZ	CZ		-M,H	三菱	30	117	0.4,0.8	1.4	0.6	150	E2	
40			DD	KD		30GB40,80	三社	30	118	0.4,0.8	1.4	0.6	150	E2	
41	D30			VC		60	新电元	30	124	0.6	1.05	0.3	150	E9	
42			PD	PC		308	NIHON	30		0.8		0.6	150	E2	
43			PD	PC		3012,16	NIHON	30		1.2,1.6		0.6	125	E2	
44	SK		KD			26	西门康	31	85	1.2~1.6		0.55	125	E1	
45	B48		2	1		B,C,E,F,G,H-2,2T	快达	35	85	0.4,0.6,1,1.2,1.4,1.6	1.25	0.6	125	B12	
46	MD		C			36-08,12,14,16,18	常州矽莱克	36	100	0.8,1.2,1.4,1.6,1.8	1.38	0.65		E1	
47	M		DD			26-08,12,14,16,18NIB	IXYS	36	100	0.8,1.2,1.4,1.6,1.8		0.65	150	E1	
48	PS		KD			26/08,12,14,16,18	POWERSEM	36	100	0.8,1.2,1.4,1.6,1.8	1.38	0.65	150	E1	
49	T40	HF				10,20,40,60,80	IR	40	85	0.1,0.2,0.4,0.6,0.8	1.3	0.57	150	A5	
50	F1842	D	RD	CCD	CAD	400, 600, 1000	快达	40	85	0.4,0.6,1.0	1.4	1	125	E1	
51	M		DC	DK	DA	40A	无锡正达	40	85	0.4~1.8	1.7	0.9	150	E1	
52	F18		RD	CCD	CAD	42	齐齐哈尔	40	85	0.8~1.6	1.6	0.76		E1	
53	MD		C	K	A	40	北京瑞田达	40	85	0.8~2	1.1	0.8	150	E1	
54	T40	HF				100,120,140,160	IR	40	85	1,1.2,1.4,1.6	1.3	0.57	150	A5	
55	F1842	D	RD	CCD	CAD	1200, 1400, 1600	快达	40	85	1.2,1.4,1.6	1.4	1	125	E1	

表 1-1 单、双二极管模块

序号	型 号					生产企业	主要技术参数							安装 图号	注
	连接方式	单管	串联	共阴	共阳		$I_{F(AV)}$	T_C	V_{RRM}	V_{FM}	I_{FSM}	T_{JM}			
	电路简图	1a	1b	1c	1d		A	℃	kV	V	kA	℃			
1	MD		C	K		40TA120,160	西安爱帕克	40	85	1.2,1.6	1.33	0.75	150	E1	
2	MD		C	K	A	40	山西永济	40	90	0.6~1.8	1.2	0.7	150	E2	
3			DD	KD		40F40,80,120,160	三社	40	96	0.4,0.8,1.2,1.6	1.4	1.3	125	E2	
4	MD		C	K	A	40	浙江四方	40	100	0.2~2	1.5		150	E1	
5	MD		C	K	A	40-0.4,1.2,20W20	常州瑞华	40	100	0.4,1.2,2	1.5	0.64	150	E1	
6		IZP				40-04,12,20W20	常州瑞华	40	100	0.4,1.2,2	1.5	0.64	150	E1	
7	MD		C	K	A	40	阜新晶体管	40	100	0.4~1.6	1.8		150	E1/E2	
8	M	D	DC	DK	DA	40	湖北仪元	40	100	0.6~1.8	1.55	1	150	E1	
9	MD		C			40	鞍山泰利德	40	100	0.6~2.4	1.6	1.2	140	E1	
10	MD		C	K	A	40	缙云硅元件	40	100		1.5		150	E1	
11	MD		C	K	A	40	浙江博星	40	100		1.5		150	E1	
12	M	D	DC	DK	DA	40-4,8,12	无锡星火	40	115	0.4,0.8,1.2	1.4	1.2	125	E2	
13	M	D	DC	DK	DA	40-14,16,18	无锡星火	40	115	1.4,1.6,1.8	1.4	1.2	125	E2	
14	MD		C	K	A	40	威海星佳	40		0.4~1.8	1.4	1.2	125	E1	
15	M		DC	DK	DA	40A	阜新天琪	40		0.5~1.6	1.8			E1	
16	MD		C	K	A	40	乐清申大	40		0.5~1.8	1.8		150	E1	
17	MD		C	K	A	40A	上海上整	40		0.5~2.5	1.4		150	E1	
18	MD		C	K	A	40A	清华大学	40		0.8~2	1.4	0.8	150	E1/E2	
19	SK		KD		ND	46	西门康	45	86	0.4~1.8		0.7	125	E1	
20	M	D				50A	无锡正达	50	85	0.4~1.8	1.7	1	150	E1	
21	RM50		D2Z			40	三菱	50	86	2	1.35	1	125	E2	
22	MD		C	K	A	50	山西永济	50	90	0.6~1.8	1.2	0.9	150	E2	
23	F1857	D	RD	CCD	CAD	400, 600, 1000	快达	55	85	0.4,0.6,1.0	1.4	1.5	125	E1	
24	M		DC	DK	DA	55A	无锡正达	55	85	0.4~1.8	1.7	1.2	150	E1	
25	MD		D	DK	DA	55-06,08,10	上海南泰	55	85	0.6,0.8,1		1.036		E4	
26	F18		RD	CCD	CAD	57	齐齐哈尔	55	85	0.8~1.6	1.6	1		E1	
27	MD		C	K	A	55	北京瑞田达	55	85	0.8~2	1.1	1.1	150	E1	
28	MD		D	DK	DA	55-12,14,16	上海南泰	55	85	1.2,1.4,1.6		1.036		E4	
29	F1857	D	RD	CCD	CAD	1200, 1400, 1600	快达	55	85	1.2,1.4,1.6	1.4	1.5	125	E1	
30	MD		C	K		55TA120,160	西安爱帕克	55	85	1.2,1.6	1.22	1.05	150	E1	
31			DD	KD		55F40,80,120,160	三社	55	89	0.4,0.8,1.2,1.6	1.4	1.75	125	E2	
32	MD		C	K	A	55-04,12,20W20	常州瑞华	55	90	0.4,1.2,2	1.5	0.88	150	E1	
33		IZP				55-04,12,20W20	常州瑞华	55	90	0.4,1.2,2	1.5	0.88	150	E1	
34	MD		C	K	A	55	浙江四方	55	100	0.2~2	1.5		150	E1	
35	MD		C	K	A	55	阜新晶体管	55	100	0.4~1.6	1.8		150	E1/E2	
36	M	D	DC	DK	DA	55	湖北仪元	55	100	0.6~1.8	1.45	1.3	150	E1	
37	MD		C	K	A	55A	温州中宝	55	100	0.6~2	1.6		150	E2	
38	MD		C	K	A	55	缙云硅元件	55	100		1.5		150	E1	
39	MD		C	K	A	55	浙江博星	55	100		1.5		150	E1	
40	M	D	DC	DK	DA	55-4,8,12	无锡星火	55	115	0.4,0.8,1.2	1.4	1.6	125	E2	
41	M	D	DC	DK	DA	55-14,16,18	无锡星火	55	115	1.4,1.6,1.8	1.4	1.6	125	E2	
42	MD		C	K	A	55	北京椿树	55		0.05~3	1.75	0.825	125	E1	
43	MD		C			55	北京方寸	55		0.2~2	1.8	1	150	E1	
44	MD		C	K	A	55	威海星佳	55		0.4~1.8	1.4	1.5	125	E1	
45	M		DC	DK	DA	55A	阜新天琪	55		0.5~1.6	1.8			E1	
46	MD		C	K	A	55	乐清申大	55		0.5~1.8	1.8		150	E1	
47	M	D	DC	DK	DA	55A	上海华晶	55		0.5~2.5	1.4		150	L12	
48	MD		C	K	A	55A	上海上整	55		0.5~2.5	1.4		150	E1	
49	MD		C	K	A	55A	上海正力	55		0.5~2.5	1.4		150	E1	
50	MD		C	K	A	55A	浙江先锋	55		0.8~2	1.4		150		
51	MD		C	K	A	55A	清华大学	55		0.8~2	1.4	1.1	150	E1/E2	
52	M		DD			44-08,12,14,16,18N1B	IXYS	59	100	0.8,1.2,1.4,1.6,1.8		1.15	150	E1	
53	PS		KD			44/08,12,14,16,18	POWERSEM	59	100	0.8,1.2,1.4,1.6,1.8	1.6	1.15	150	E1	
54	M5060		DD	CC		400, 600, 1000	快达	60	85	0.4,0.6,1	1.35	0.8	125	D3	
55	M5060		DD	CC		1200, 1400, 1600	快达	60	85	1.2,1.4,1.6	1.35	0.8	125	D3	

表 1-1 单、双二极管模块

序号	型 号					生产企业	主要技术参数						安装 图号	注	
	连接方式 电路图号	单管 1a	串联 1b	共阴 1c	共阳 1d		$I_{F(AV)}$ A	T_C ℃	V_{RRM} kV	V_{FM} V	I_{FSM} kA	T_{JM} ℃			
1			CD			4112,1660	POWEREX	60	87	1.2,1.6	1.35	1.095	125	E2	
2			CD			410860	POWEREX	60	90	0.8	1.25	1.095	125	E2	
3	IR	KE	KD	KC	KJ	56/04,06,08,10	IR	60	100	0.4,0.6,0.8,1	1.51	1.35	150	E1	
4	MD		C			60-08,12,14,16,18	常州矽莱克	60	100	0.8,1.2,1.4,1.6,1.8	1.6	1.15		E1	
5	IR	KE	KD	KC	KJ	56/12,14,16	IR	60	100	1.2,1.4,1.6	1.51	1.35	150	E1	
6			DD			60KB80,160	三社	60	110	0.8,1.6	1.35	1.2	150	E2	
7			DD	KD		60HB120,160	三社	60	111	1.2,1.6	1.35	1.2	150	E2	
8	RM60		DZ	CZ		-24,2H	三菱	60	112	1.2,1.6	1.35	1.2	150	E2	
9			DD	KD		60GB40,80	三社	60	114	0.4,0.8	1.25	1.2	150	E2	
10	RM60		DZ	CZ		-M,H	三菱	60	115	0.4,0.8	1.35	1.2	150	E2	
11			PD	PC		608	NIHON	60		0.8		1.2	150	E2	
12	MD		C	K	A	60	扬州四菱	60		0.2~1.2	1.5	0.9	150	E1	
13			2RI			60E-060,80	富士	60		0.6,0.8	1.3	1.2		E2	
14			2RI			60G-120,160	富士	60		1.2,1.6	1.4	1.2		E2	
15			PD	PC		612,16	NIHON	60		1.2,1.6		1.2	125	E2	
16	MD		C			63	鞍山泰利德	63	100	0.6~2.4	1.6	1.6	150	E1	
17	T70	HF				10,20,40,60,80	IR	70	85	0.1,0.2,0.4,0.6,0.8	1.35	1.2	150	A5	
18	M		DC	DK	DA	70A	无锡正达	70	85	0.4~1.8	1.7	1.4	150	E1	
19	MD		D	DK	DA	70-06,08,10	上海南泰	70	85	0.6,0.8,1		1.319		E4	
20	MD		C	K	A	70	北京瑞田达	70	85	0.8~2	1.15	1.4	150	E2	
21	T70	HF				100,120,140,160	IR	70	85	1.1,1.2,1.4,1.6	1.35	1.2	150	A5	
22	MD		D	DK	DA	70-12,14,16	上海南泰	70	85	1.2,1.4,1.6		1.319		E4	
23	MD		C	K		70TA120,160	西安爱帕克	70	85	1.2,1.6	1.33	1.33	150	E1	
24	MD		C	K	A	70-04,12,20W25	常州瑞华	70	90	0.4,1.2,2	1.5	1.1	150	E2	
25		IZP				70-04,12,20W25	常州瑞华	70	90	0.4,1.2,2	1.5	1.1	150	E2	
26	MD		C	K	A	70	山西永济	70	90	0.6~1.8	1.2	1.3	150	E2/D13	
27			DD	KD		70F40,80,120,160	三社	70	94	0.4,0.8,1.2,1.6	1.4	1.95	125	E2	①
28	MD		C	K	A	70	浙江四方	70	100	0.2~2	1.5		150	E1	
29	MD		C	K	A	70	阜新晶体管	70	100	0.4~1.6	1.8		150	E2	
30	M	D	DC	DK	DA	70	湖北仪元	70	100	0.6~1.8	1.4	1.8	150	E1	
31	MD		C			70-08,12,14,16,18	常州矽莱克	70	100	0.8,1.2,1.4,1.6,1.8	1.48	1.4		E1	
32	MD		C	K	A	70	缙云硅元件	70	100		1.5		150	E1	
33	MD		C	K	A	70	浙江博星	70	100		1.5		150	E1	
34	M	D	DC	DK	DA	70-4,8,12	无锡星火	70	115	0.4,0.8,1.2	1.4	1.8	125	E2	
35	M	D	DC	DK	DA	70-14,16,18	无锡星火	70	115	1.4,1.6,1.8	1.4	1.8	125	E2	
36	MD		C			70	北京方寸	70		0.2~2	1.8	1.4	150	E2	
37	MD		C	K	A	70	威海星佳	70		0.4~1.8	1.4	1.75	125	E1	
38	M		DC	DK	DA	70A	阜新天琪	70		0.5~1.6	1.8			E1	
39	MD		C	K	A	70	乐清申大	70		0.5~1.8	1.8		150	E1	
40	MD		C	K	A	70A	上海上整	70		0.5~2.5	1.4		150	E2	
41	M		DD			56-08,12,14,16,18	IXYS	71	100	0.8,1.2,1.4,1.6,1.8		1.4	150	E1	
42	PS		KD			56/08,12,14,16,18	POWERSEM	71	100	0.8,1.2,1.4,1.6,1.8	1.48	1.4	150	E1	
43	MD		C	K	A	75A	温州中宝	75	100	0.6~2	1.6		150	E2	
44	SK		KD	KE	ND	81	西门康	80	87	0.4~2.2		2	125	E1	
45	IR	KE	KD	KC	KJ	71/04,06,08,10	IR	80	100	0.4,0.6,0.8,1	1.5	1.5	150	E1	
46	MD		C			80	鞍山泰利德	80	100	0.6~2.4	1.6	2	150	E1	
47	IR	KE	KD	KC	KJ	71/12,14,16	IR	80	100	1.2,1.4,1.6	1.5	1.5	150	E1	
48	T85	HF				10,20,40,60,80	IR	85	85	0.1,0.2,0.4,0.6,0.8	1.27	1.7	150	A5	
49	T85	HF				100,120,140,160	IR	85	85	1.1,1.2,1.4,1.6	1.27	1.7	150	A5	
50		ND	DD	DDK		89N	EUPEC	89	100	1.2,1.4,1.6,1.8	1.5	2.4	150	E1	②
51	F1892	D	RD	CCD	CAD	400, 600, 1000	快达	90	85	0.4,0.6,1.0	1.4	1.95	125	E1	
52	M		DC	DK	DA	90A	无锡正达	90	85	0.4~1.8	1.8	1.8	150	E2	
53	MD		D	DK	DA	90-06,08,10	上海南泰	90	85	0.6,0.8,1		1.696		E4	
54	F18		RD	CCD	CAD	92	齐齐哈尔	90	85	0.8~1.6	1.6	1.7		E1	
55	MD		C	K	A	90	北京瑞田达	90	85	0.8~2	1.15	1.8	150	E2	

表 1-1 单、双二极管模块

序号	型 号						生产企业	主要技术参数						安装 图号	注
	连接方式	单管	串联	共阴	共阳			$I_{F(AV)}$	T_C	V_{RRM}	V_{FM}	I_{FSM}	T_{JM}		
	电路图号	1a	1b	1c	1d			A	°C	kV	V	kA	°C		
1	MD		D	DK	DA	90-12,14,16	上海南泰	90	85	1.2,1.4,1.6		1.696		E4	
2	F1892	D	RD	CCD	CAD	1200, 1400, 1600	快达	90	85	1.2,1.4,1.6	1.4	1.95	125	E1	
3	MD		C	K		90TA120,160	西安爱帕克	90	85	1.2,1.6	1.33	1.7	150	E1	
4	MD		C	K	A	90-04,12,20W25	常州瑞华	90	90	0.4,1.2,2	1.5	1.43	150	E2	
5		IZP				90-04,12,20W25	常州瑞华	90	90	0.4,1.2,2	1.5	1.43	150	E2	
6	MD		C	K	A	90	山西永济	90	90	0.6~1.8	1.2	1.6	150	E2/D13	
7			DD	KD		90F40,80,120,160	三社	90	93	0.4,0.8,1.2,1.6	1.4	2.3	125	E2	
8	MD		C	K	A	90	浙江四方	90	100	0.2~2	1.5		150	E2	
9	MD		C	K	A	90	阜新晶体管	90	100	0.4~1.6	1.8		150	E2	
10	M	D	DC	DK	DA	90	湖北仪元	90	100	0.6~1.8	1.33	2.3	150	E1	
11	MD		C	K	A	90A	温州中宝	90	100	0.6~2	1.6		150	E2	
12	MD		C	K	A	90	缙云硅元件	90	100		1.5		150	E2	
13	MD		C	K	A	90	浙江博星	90	100		1.5		150	E2	
14	M	D	DC	DK	DA	90-4,8,12	无锡星火	90	115	0.4,0.8,1.2	1.4	2.1	125	E2	
15	M	D	DC	DK	DA	90-14,16,18	无锡星火	90	115	1.4,1.6,1.8	1.4	2.1	125	E2	
16	MD		C	K	A	90	北京椿树	90		0.05~3	2	1.35	125	E2	
17	MD		C			90	北京方寸	90		0.2~2	2	1.62	150	E2	
18	MD		C	K	A	90	威海星佳	90		0.4~1.8	1.4	2	125	E1	
19	M		DC	DK	DA	90A	阜新天琪	90		0.5~1.6	1.8			E1	
20	MD		C	K	A	90	乐清申大	90		0.5~1.8	1.8		150	E1	
21	M	D	DC	DK	DA	90A	上海华晶	90		0.5~2.5	1.4		150	L12	
22	MD		C	K	A	90A	上海上整	90		0.5~2.5	1.4		150	E2	
23	MD		C	K	A	90A	上海正力	90		0.5~2.5	1.4		150	E1	
24	MD		C	K	A	90A	浙江先锋	90		0.8~2	1.4		150		
25	MD		C	K	A	90A	清华大学	90		0.8~2	1.4	1.8	150	E1/E2	
26			DD	DDK		98N	EUPEC	98	100	2.0,2.2,2.5	1.53	2	150	E1	②
27	M		DD			72-08,12,14,16,18N1B	IXYS	99	100	0.8,1.2,1.4,1.6,1.8		1.7	150	E1	
28	PS		KD			72-08,12,14,16,18	POWERSEM	99	100	0.8,1.2,1.4,1.6,1.8	1.6	1.7	150	E1	
29	M				DA	72-08,14,16N1B	IXYS	99	100	0.8,1.4,1.6		1.7	150	E1	
30	M50100		DD	CC		400, 600, 1000	快达	100	85	0.4,0.6,1	1.2	1.5	125	D2	
31	SK		KD	MD		100	西门康	100	85	0.4~1.8		2.5	125	E1	
32	M	D				100A	无锡正达	100	85	0.4~1.8	1.8	2	150	E2	
33	M50100		DD	CC		1200, 1400, 1600	快达	100	85	1.2,1.4,1.6	1.2	1.5	125	D2	
34	RM100		D2Z			40	三菱	100	87	2	1.35	2	125	E2	
35			CDD			112,1610	POWEREX	100	87	1.2,1.6	1.35	1.8	125	E2	
36			CDD			10810	POWEREX	100	90	0.8	1.25	1.8	125	E2	
37	IR	KE	KD	KC	KJ	91/04,06,08,10	IR	100	100	0.4,0.6,0.8,1	1.45	1.7	150	E1	
38	MD		C			100	鞍山泰利德	100	100	0.6~2.4	1.6	2.5	150	E1	
39	MD		C			100-08,12,14,16,18	常州矽莱克	100	100	0.8,1.2,1.4,1.6,1.8	1.6	1.7		E1	
40		CS	CD	CC	CN	4108,12,1699A	POWEREX	100	100	0.8,1.2,1.6	1.45	1.7	150	E1	
41	IR	KE	KD	KC	KJ	91/12,14,16	IR	100	100	1.2,1.4,1.6	1.45	1.7	150	E1	
42			DD			100KB80,160	三社	100	105	0.8,1.6	1.35	2	150	E2	
43			DD	KD		100HB120,160	三社	100	111	1.2,1.6	1.35	2	150	E2	
44	RM100		DZ	CZ		-24,2H	三菱	100	112	1.2,1.6	1.35	2	150	E2	
45			DD	KD		100GB40,80	三社	100	115	0.4,0.8	1.25	2	150	E2	
46	RM100		DZ	CZ		-M,H	三菱	100	115	0.4,0.8	1.25	2	150	E2	
47			PD	PC		1008	NIHON	100		0.8		2	150	E2	
48	MD		C	K	A	100	扬州三菱	100		0.2~1.2	1.8	1.5	150	E1	
49			2RI			100E-060,80	富士	100		0.6,0.8	1.3	2		E2	
50			2RI			100G-120,160	富士	100		1.2,1.6	1.4	2		E2	
51			PD	PC		10012,16	NIHON	100		1.2,1.6		2	125	E2	
52		ND	DD	DDK		104N	EUPEC	104	100	1.2,1.4,1.6,1.8	1.4	2.5	150	E1	②
53			DD	DDK	DDA	106N	EUPEC	106	100	1.2,1.4,1.6	1.35	2.6	150	E2	②
54			DD	DDK	DDA	106N	EUPEC	106	100	1.8,2,2.2	1.35	2.6	150	E4	②
55	TI10	HF				10,20,40,60,80	IR	110	85	0.1,0.2,0.4,0.6,0.8	1.35	2	150	A5	