



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108108515 A
(43)申请公布日 2018.06.01

(21)申请号 201711157822.0

(22)申请日 2017.11.20

(71)申请人 安徽四创电子股份有限公司
地址 230088 安徽省合肥市高新技术产业
开发区香樟大道199号

(72)发明人 胡城镇 刘鲁军 杜志杰

(74)专利代理机构 合肥和瑞知识产权代理事务
所(普通合伙) 34118
代理人 王挺 郑琍玉

(51) Int. Cl.
G06F 17/50(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种用于雷达恒温箱TEC选型的热设计方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于雷达恒温箱TEC选型的热设计方法。本发明包括通过理论计算完成雷达恒温箱中半导体制冷器(TEC)、风扇以及散热器的选型;建立雷达恒温箱的三维模型;建立三维网格化的计算域;对雷达恒温箱进行仿真计算,得到初始仿真结果;建立温度分布的等高线图以及流体的流动迹线,对不符合工作要求的雷达恒温箱内部的结构及布局进行改进。本发明可以缩短研发周期,提高经济效益。通过本发明设计方法得到的雷达恒温箱在实际使用过程中,不仅散热效果好,同时结构紧凑、小型化、防水密封以及电磁屏蔽效果好。



1. 一种用于雷达恒温箱TEC选型的热设计方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤1,根据电讯指标要求,提前确定供给半导体制冷器(TEC)的电流I和电压U;

选定一种型号的半导体制冷器,根据所述半导体制冷器型号规格书中的制冷功率随温差变化的性能图,选择半导体制冷器的热面温度 T_h ,再根据目标温度T,得到温差DT:

$$DT = T_h - T$$

根据所述温差DT和供给半导体制冷器的电流值I,并参照所述制冷功率随温差变化的性能图,确定出半导体制冷器在温差DT下实际的制冷量 Q_c ;

步骤2,对比需要对其进行温度控制的电子元器件中的发热芯片功耗Q和半导体制冷器实际的制冷量 Q_c ,若所述半导体制冷器实际的制冷量 Q_c 低于或等于所述发热芯片功耗Q,则重新选择半导体制冷器的型号,直到所选择的半导体制冷器实际的制冷量 Q_c 高于发热芯片功耗Q;

步骤3,根据发热芯片功耗Q和供给半导体制冷器的电压U、电流I确定出系统的总热耗 Q_{max} ;

$$Q_{max} = Q + UI$$

步骤4,根据步骤3计算得到的 Q_{max} ,依据下面的公式得到系统散热所需风扇的风量V:

$$V = Q_{max} / (0.355 \Delta T)$$

式中: ΔT 为空气经过散热器的温升;

所需散热器的总散热面积F:

$$F = Q_{max} / (h * \Delta T)$$

式中:h为散热器表面的对流换热系数;

散热器中肋片的尺寸、数量以及肋间距的计算公式如下:

$$F = (2z + w) nL$$

式中:z为肋片的高度;L为肋片气流方向的长度;w为肋间距;n为肋片数量;

步骤5,根据前面步骤选定的半导体制冷器、风扇以及散热器,布置雷达恒温箱内发热的电子元器件并利用Pro/E软件建立相应雷达恒温箱的三维模型;

所述半导体制冷器的冷面位于所述雷达恒温箱内侧,所述半导体制冷器的热面位于所述雷达恒温箱外侧,所述冷面与热面处分别布置有散热器以及风扇;

步骤6,将所述雷达恒温箱的三维模型导入FlloEFD热仿真软件中进行热仿真数值分析,得到整个恒温箱内部电子元器件表面的温度分布、散热器表面的温度分布、箱体内部空气的温度和流速的分布;

步骤7,根据仿真结果判断雷达恒温箱内部是否达到设定的工况要求,如符合工况要求,则结束;如不符合工况要求,则将所述雷达恒温箱内发热的电子元器件重新布置,并重复步骤5~步骤6,直至雷达恒温箱内部符合工况要求。

2. 如权利要求1所述的热设计方法,其特征在于:所述步骤6中热仿真数值分析过程包括以下步骤:

步骤6.1,在FlloEFD热仿真软件中选择分析类型、流体材料类型、固体材料类型、壁面粗糙度、流体初始温度以及固体初始温度,将半导体制冷器的电流值I、风扇的风压流量曲线输入进所述FlloEFD热仿真软件中,然后建立三维网格化的计算域;

步骤6.2,对所述雷达恒温箱中的目标观察区域进行局部网格加密;

步骤6.3,所述FlοEFD热仿真软件开始计算并输出仿真结果。

3.如权利要求2所述的热设计方法,其特征在于:所述步骤6.1中所述分析类型为外部流动,流体材料类型为空气、固体材料类型为铝合金。

4.如权利要求2所述的热设计方法,其特征在于:所述步骤6.2中目标观察区域包括电子元器件的发热芯片、半导体制冷器的芯片以及散热器的肋片。

一种用于雷达恒温箱TEC选型的热设计方法

技术领域

[0001] 本发明属于热仿真设计领域,具体是涉及一种用于雷达恒温箱TEC选型的热设计方法。

背景技术

[0002] 热设计即电子元器件热设计,电子元器件内的电子元器件一般都有使用温度范围,而电子元器件使用时一般都有一定的热耗(发热量)产生,如果不采取措施,电子元器件内环境温度就会超过电子元器件容许的温度范围,超过电子元器件温度范围后会出现性能下降、不能工作直至烧毁,且环境温度过低,电子元器件亦无法正常工作。由于箱体内的电子模块较多,而电子元器件也朝小型化、轻型化方向发展,必然造成体积功率密度的增大,使得传统散热方法不能满足箱体领域小型化和轻型化要求,同时也不能满足电子元器件电磁屏蔽及防水要求。

[0003] 目前在低热耗(低于500W)模块的散热设计中,大多采用风扇进行强迫风冷散热,风扇虽然经济实惠,布置简单,但是效率太低,而且采用风扇散热,势必要对外壳进行开孔,使得风扇容易把外界的灰尘带入到电子元器件内,无法保证密封,影响电子元器件工作的可靠性。而在高热耗(高于500W)领域,大多采用空调、水冷等方式进行散热,虽然效率很高,但是造价昂贵,结构复杂。因此,在低热耗(100~500W)领域,亟需提供一种结构紧凑、小型化、防水密封和电磁屏蔽方面效果良好的散热方法。

发明内容

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种用于雷达恒温箱TEC选型的热设计方法。

[0005] 为了实现本发明的目的,本发明采用了以下技术方案:

[0006] 一种用于雷达恒温箱TEC选型的热设计方法,包括以下步骤:

[0007] 步骤1,根据电讯指标要求,提前确定供给半导体制冷器(TEC)的电流I和电压U;

[0008] 选定一种型号的半导体制冷器,根据所述半导体制冷器型号规格书中的制冷功率随温差变化的性能图,选择半导体制冷器的热面温度 T_h ,再根据目标温度T,得到温差DT:

[0009] $DT = T_h - T$

[0010] 根据所述温差DT和供给半导体制冷器的电流值I,并参照所述制冷功率随温差变化的性能图,确定出半导体制冷器在温差DT下实际的制冷量 Q_c ;

[0011] 步骤2,对比需要对其进行温度控制的电子元器件中的发热芯片功耗Q和半导体制冷器实际的制冷量 Q_c ,若所述半导体制冷器实际的制冷量 Q_c 低于或等于所述发热芯片功耗Q,则重新选择半导体制冷器的型号,直到所选择的半导体制冷器实际的制冷量 Q_c 高于发热芯片功耗Q;

[0012] 步骤3,根据发热芯片功耗Q和供给半导体制冷器的电压U、电流I确定出系统的总热耗 Q_{max} ;

[0013] $Q_{max} = Q + UI$

[0014] 步骤4,根据步骤3计算得到的 Q_{\max} ,依据下面的公式得到系统散热所需风扇的风量V:

$$V=Q_{\max}/(0.355 \Delta T)$$

[0016] 式中: ΔT 为空气经过散热器的温升;

[0017] 所需散热器的总散热面积F:

$$F=Q_{\max}/(h* \Delta T)$$

[0019] 式中:h为散热器表面的对流换热系数;

[0020] 散热器中肋片的尺寸、数量以及肋间距的计算公式如下:

$$F=(2z+w)nL$$

[0022] 式中:z为肋片的高度;L为肋片气流方向的长度;w为肋间距;n为肋片数量;

[0023] 步骤5,根据前面步骤选定的半导体制冷器、风扇以及散热器,布置雷达恒温箱内发热的电子元器件并利用Pro/E软件建立相应雷达恒温箱的三维模型;

[0024] 所述半导体制冷器的冷面位于所述雷达恒温箱内侧,所述半导体制冷器的热面位于所述雷达恒温箱外侧,所述冷面与热面处分别布置有散热器以及风扇;

[0025] 步骤6,将所述雷达恒温箱的三维模型导入FlloEFD热仿真软件中进行热仿真数值分析,得到整个恒温箱内部电子元器件表面的温度分布、散热器表面的温度分布、箱体内部空气的温度和流速的分布;

[0026] 步骤7,根据仿真结果判断雷达恒温箱内部是否达到设定的工况要求,如符合工况要求,则结束;如不符合工况要求,则将所述雷达恒温箱内发热的电子元器件重新布置,并重复步骤5~步骤6,直至雷达恒温箱内部符合工况要求。

[0027] 进一步的技术方案:所述步骤6中热仿真数值分析过程包括以下步骤:

[0028] 步骤6.1,在FlloEFD热仿真软件中选择分析类型、流体材料类型、固体材料类型、壁面粗糙度、流体初始温度以及固体初始温度,将半导体制冷器的电流值I、风扇的风压流量曲线输入进所述FlloEFD热仿真软件中,然后建立三维网格化的计算域;

[0029] 步骤6.2,对所述雷达恒温箱中的目标观察区域进行局部网格加密;

[0030] 步骤6.3,所述FlloEFD热仿真软件开始计算并输出仿真结果。

[0031] 进一步的技术方案:所述步骤6.1中所述分析类型为外部流动,流体材料类型为空气、固体材料类型为铝合金。

[0032] 进一步的技术方案:所述步骤6.2中目标观察区域包括电子元器件的发热芯片、半导体制冷器的芯片以及散热器的肋片。

[0033] 本发明的有益效果在于:

[0034] 本发明提供了一种雷达恒温TEC选型的热设计方法,这种方法包括理论计算和数值仿真。本发明通过科学的理论计算可确保所选择的半导体制冷器(TEC)的制冷量能够满足系统所需,设计的散热器、风扇满足散热要求;同时加以数值仿真进行验证,用仿真结果对理论计算进行修正,比如仿真计算发现散热器效果不好或者效率不高,可以利用公式 $F=(2z+w)nL$,在F不变的情况下重新设计z,w和n,然后再进行仿真,确保仿真结果接近真实状况,缩短研发周期,提高经济效益。通过本发明设计方法得到的雷达恒温箱在实际使用过程中,不仅散热效果好,同时结构紧凑、小型化、防水密封以及电磁屏蔽效果好。

附图说明

- [0035] 图1为本发明方法流程框图。
- [0036] 图2为发明雷达恒温箱结构示意图(发热的电子元器件未示出)。
- [0037] 图3为一种半导体制冷器型号规格书中制冷功率随温差变化的性能图。
- [0038] 附图中标记的含义如下：
- [0039] 1-雷达恒温箱 2-半导体制冷器 3-第一散热器
- [0040] 4-第一风扇 5-第二散热器 6-第二风扇 7-隔热泡沫

具体实施方式

- [0041] 下面结合实施例对本发明技术方案做出更为具体的说明：
- [0042] 一种用于雷达恒温箱TEC选型的热设计方法,包括以下步骤：
- [0043] 步骤1,根据电讯指标要求,提前确定供给半导体制冷器(TEC)的电流I和电压U；
- [0044] 选定一种型号的半导体制冷器,根据所述半导体制冷器型号规格书中的制冷功率随温差变化的性能图,选择半导体制冷器的热面温度 T_h ,再根据目标温度T,得到温差DT：
- [0045] $DT = T_h - T$
- [0046] 根据所述温差DT和供给半导体制冷器的电流值I,并参照所述制冷功率随温差变化的性能图,确定出半导体制冷器在温差DT下实际的制冷量 Q_c 。
- [0047] 由于用来给雷达恒温箱供电的直流电源不仅给TEC供电,还要给其他电子元器件供电,因此直流电源的电压U和电流I是早就确定下来的值,可以直接拿来用于设计计算。
- [0048] 步骤2,对比需要对其进行温度控制的电子元器件中的发热芯片功耗Q和半导体制冷器实际的制冷量 Q_c ,若所述半导体制冷器实际的制冷量 Q_c 低于或等于所述发热芯片功耗Q,则重新选择半导体制冷器的型号,直到所选择的半导体制冷器实际的制冷量 Q_c 高于发热芯片功耗Q。
- [0049] 步骤3,根据发热芯片功耗Q和供给半导体制冷器的电压U、电流I确定出系统的总热耗 Q_{max} ：
- [0050] $Q_{max} = Q + UI$
- [0051] 步骤4,根据步骤3计算得到的 Q_{max} ,依据下面的公式得到系统散热所需风扇的风量V：
- [0052] $V = Q_{max} / (0.355 \Delta T)$
- [0053] 式中： ΔT 为空气经过散热器的温升；
- [0054] 所需散热器的总散热面积F：
- [0055] $F = Q_{max} / (h * \Delta T)$
- [0056] 式中：h为散热器表面的对流换热系数；
- [0057] 散热器中肋片的尺寸、数量以及肋间距的计算公式如下：
- [0058] $F = (2z + w) nL$
- [0059] 式中：z为肋片的高度；L为肋片气流方向的长度；w为肋间距；n为肋片数量。
- [0060] 步骤5,根据前面步骤选定的半导体制冷器、风扇以及散热器,布置雷达恒温箱内发热的电子元器件并利用Pro/E软件建立相应雷达恒温箱的三维模型；

[0061] 所述半导体制冷器的冷面位于所述雷达恒温箱内侧,所述半导体制冷器的热面位于所述雷达恒温箱外侧,所述冷面与热面处分别布置有散热器以及风扇。

[0062] 如图2所示:以TEC为分界面,TEC的冷面与热面之间的空隙填充隔热泡沫,防止外界的热量进入雷达恒温箱内,TEC的下表面制冷,冷量通过导热传递到第一散热器上面,第一风扇吹第一散热器,空气经过第一散热器温度降低,然后冷空气对雷达恒温箱内部降温。TEC上表面制热,热量传导到第二散热器上,第二风扇吹第二散热器,空气经过第二散热器,温度升高,把第二散热器的热量带走。

[0063] 为了减轻计算机运算负担,需要对所述三维模型进行简化处理以减少网格数量,具体包括以下简化处理方式:

[0064] (1) 去除电子元器件上的凸台、凹槽、棱角、螺孔及螺钉螺母等连接件;

[0065] (2) 忽略电子元器件的芯片以及电路,将电子元器件简化为简单实体。

[0066] 步骤6,将所述雷达恒温箱的三维模型导入FluoEFD热仿真软件中进行热仿真数值分析,得到整个恒温箱内部电子元器件表面的温度分布、散热器表面的温度分布、箱体内部空气的温度和流速的分布,具体的包括以下步骤:

[0067] 步骤6.1,在FluoEFD热仿真软件中选择分析类型、流体材料类型、固体材料类型、壁面粗糙度、流体初始温度以及固体初始温度,将半导体制冷器的电流值I、风扇的风压流量曲线输入进所述FluoEFD热仿真软件中,然后建立三维网格化的计算域;所述分析类型为外部流动,流体材料类型为空气、固体材料类型为铝合金;

[0068] 所述分析类型分为外部流动和内部流动,其中所述外部流动分析涉及不以外固体表面为边界、而仅以计算域边界为边界的流动,在此情况下,固体模型完全被流体包围;而内部流动分析涉及以固体外表面为边界的流动,例如管道内、管件内、储罐内、建筑内等位置的流动。如果要同时分析内部流动和外部流动,如建筑物上面和通过建筑物的流动,则此类分析在FluoEFD热仿真软件中被视为外部流动分析;

[0069] 步骤6.2,对所述雷达恒温箱中的目标观察区域进行局部网格加密,所述目标观察区域包括发热的电子元器件、半导体制冷器的芯片以及散热器的肋片;

[0070] 步骤6.3,所述FluoEFD热仿真软件开始计算并输出仿真结果。

[0071] 步骤7,根据仿真结果判断雷达恒温箱内部是否达到设定的工况要求,如符合工况要求,则结束;如不符合工况要求,则将所述雷达恒温箱内发热的电子元器件重新布置,并重复步骤5~步骤6,直至雷达恒温箱内部符合工况要求。

[0072] 以下实例为根据上述方法进行的设计实例:

[0073] 根据雷达恒温箱内部电子元器件以及所选TEC确定出系统的总功耗为24W,利用前面的计算公式,计算出所需风量和散热面积,进而选出风扇型号,获得风扇的风压流量曲线,设计出散热器的肋片的尺寸、数量以及肋间距。

[0074] 在FluoEFD热仿真软件中设置仿真计算的分析类型为外部流动,流体选择为空气,雷达恒温箱外部隔热保温材料选择聚氨酯泡沫,其他固体材料选择铝合金6061,雷达恒温箱壁面粗糙度设置为3.2微米,初始固体和流体温度设置为60°C,输入TEC的电流值6A,把风扇的风压流量曲线输入进仿真软件里,最后建立三维网格化的计算域。

[0075] 由于部分结构的最小缝隙尺寸低于全局网格最小尺寸,此时就需要进行局部网格加密,因此需要对电子元器件的发热芯片、半导体制冷器的芯片(制冷片)以及散热器的肋

片进行局部网格加密。局部网格加密包括细化网格级别、降低最小缝隙尺寸以及通道细化等级等方式。

[0076] 条件设置好之后开始进行计算,计算收敛得到整个雷达恒温箱内部电子元器件表面的温度分布云图,散热器表面的温度分布云图,箱体内部空气温度和流速的切片云图。仿真结果显示电子元器件表面平均温度为 47.3°C ,最高温度为 49.67°C ,最低温度为 46.23°C ,平均温度接近设定的目标温度 48°C ,最大温差 3.44°C ,处于合理温差范围内。箱体内部空气温度切片云图显示内部空气最大温差为 0.31°C ,比较均匀,设计合理。

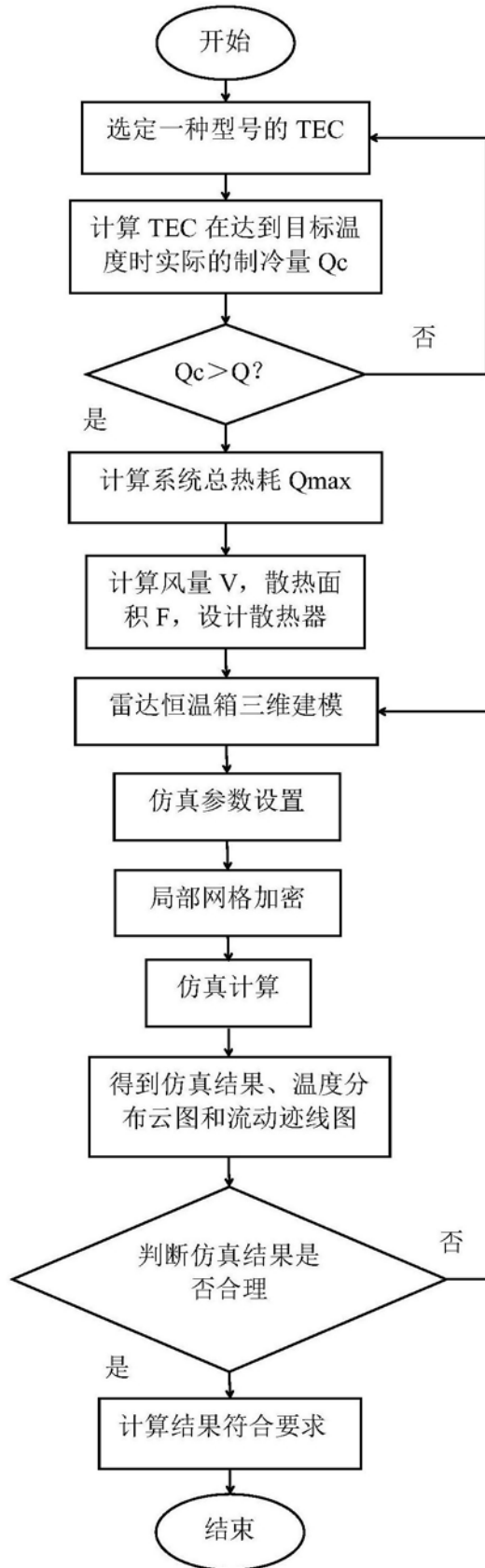


图1

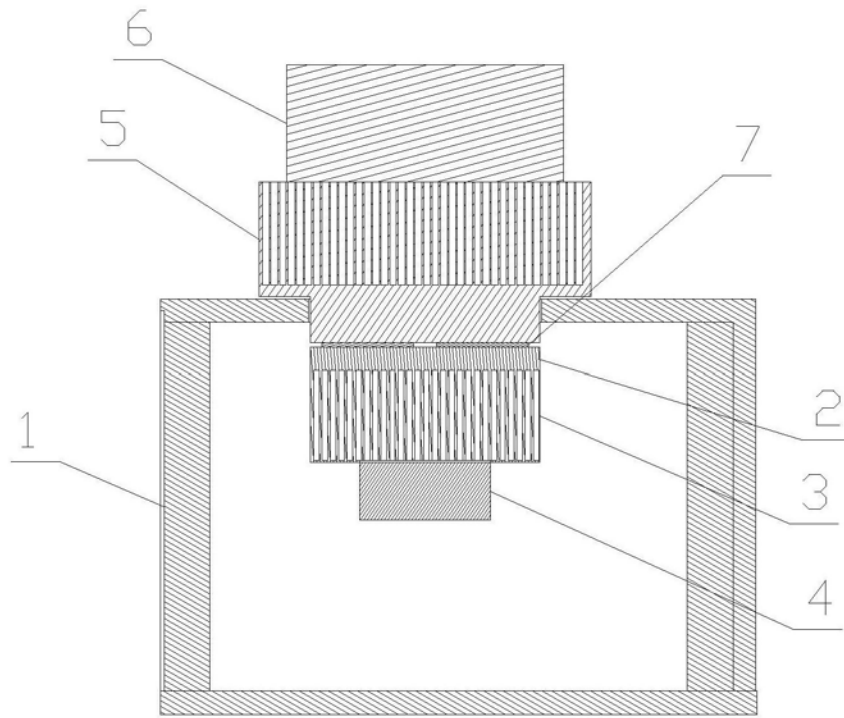
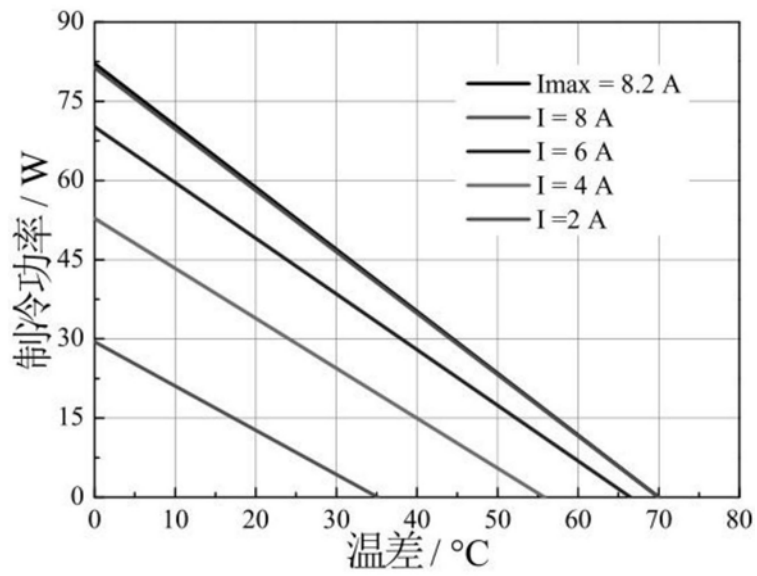


图2

热面温度 $T_h=27\text{ }^\circ\text{C}$ 时性能曲线



不同电流情况下制冷功率随温差变化的性能图

图3