|  |
| --- |
|  |
| 石油装备用玻璃烧结类耐高温高压电连接器 |
| 编制说明 |
| （征求意见稿） |
| 2023年3月 |

一、工作简况

1、任务来源

本项目任务来源于中国电子元件行业协会“关于下达2022年第五批中国电子元件行业协会团体标准制定项目计划的通知”，计划编号为YX202210001，起草单位为苏州华旃航天电器有限公司、中航光电科技股份有限公司、中海油田服务股份有限公司、中国电子技术标准化研究院、中国石油大学等共同编制团体标准《石油装备用玻璃烧结类耐高温高压电连接器》，技术归口单位为中国电子元件行业协会电接插元件分会，计划要求编制时间为2022年10月至2023年9月。

2、主要工作过程

本项目计划下达后，由苏州华旃航天电器有限公司牵头成立了编制工作组，并制定工作计划，开始对标准编制要求与框架进行确定，标准编制小组进一步与国内外的相关标准进行对比分析，于2023年1月底完成了标准草案。

于2023年2月组织编制工作组讨论会，在编制工作组内征求意见，共收集到意见36条，其中采纳33条，部分采纳1条，未采纳3条，详细工作组讨论稿意见汇总表见附件1。标准草案经工作组内部讨论后统一意见，将工作组讨论稿转为征求意见稿，并于2023年3月15日提交中国电子元件行业协会电接插元件分会审查。

3、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

主要参编单位和编制组成员及其所做的工作见下表：

| 序号 | 成员姓名 | 编制组成员单位 | 组内职务 | 职责 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 杜建东 | 苏州华旃航天电器有限公司 | 项目负责人 | 负责完成标准各阶段文件的编写、修改，标准项目计划的进度控制，以及与其他单位的沟通协调。 |
| 2 | 黄 森 | 苏州华旃航天电器有限公司 | 标准化  人员 | 负责协助开展各阶段标准文本编写格式审查、各阶段提出意见落实情况审查等。 |
| 3 | 王敏兴 | 苏州华旃航天电器有限公司 | 编制组  成员 | 协助项目负责人完成标准各阶段文件的编写、修改，协助项目负责人完成相关方意见征集并反馈项目负责人，按期完成项目负责人分派的其它工作任务等。 |
| 4 | 栾东岳 | 苏州华旃航天电器有限公司 |
| 5 | 胡国闯 | 中航光电科技股份有限公司 |
| 6 | 段 锐 | 中航光电科技股份有限公司 |
| 7 | 尚 捷 | 中海油田服务股份有限公司 |
| 8 | 贾建波 | 中海油田服务股份有限公司 |
| 9 | 杨 帆 | 中国电子技术标准化研究院 |
| 10 | 戴永寿 | 中国石油大学 |

二、标准编制原则和主要内容

1、标准编制原则

为保证本标准的技术内容能适应目前国内对石油装备用玻璃烧结类耐高温高压电连接器的需求，并且与国际上同类型产品标准相对应，体现出标准的先进性、适用性和可操作性，结合国内该类型石油装备用玻璃烧结类耐高温高压电的研制生产状况以及国内标准化工作导则的相关要求，编制中遵循下述原则：

a）标准编写中的内容和技术指标的准确性，主要内容和技术指标的确定主要结合上游客户要求和国际先进企业要求制定和补充；试验分组按照电性能、机械性能、环境性能进行分组；

b）本标准为产品标准，编写中切实注意标准的可执行性，同时在编写中注意用字用词的统一性、规范性；

c）本标准编制符合GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》，按标准制定的程序进行工作，广泛征求行业内有关意见，保证技术内容的正确性；

d）本标准为推荐性标准。

2、主要指标和确定依据

2.1 总则

本标准是针对石油装备用玻璃烧结类耐高温高压电连接器的规范，适用于石油装备中安装于设备外壳上联通设备内外、可耐高温（温度155℃以上）、高压（液体压力140MPa以上）、含玻璃烧结结构的传输电信号的连接器。

连接器结构分为对接式和非对接式。对接式连接器具备对接功能，单端或双端可与适配插头进行对接，对于仅单端可适接插头的连接器，另一端应连接线缆；非对接式连接器不具备对接功能，两端均连接线缆。

在国标中，与圆形连接器相关的标准3项：GB/T 15157.14-2007、GB/T 18501.2-2001和GB/T 41036-2021。根据产品相关性及指标、试验方法的适用性，选择其中的GB/T 41036-2021《宇航用超高低温圆形电连接器通用规范》进行参照，如表1所示，根据石油装备用玻璃烧结类耐高温高压电连接器的产品特性、使用方式以及行业对此类产品的要求，确定了连接器的主要技术要求及其试验方法，以达到对连接器的使用性进行全面完整衡量的目的。

本标准各项性能指标的确定，均依据石油行业国际龙头企业性能要求，兼顾国内行业内通用指标，考虑到团体标准的通用性，对各项性能项目进行了通用性的指标确定或提供分级选择，并允许按具体产品标准单独规定。

其中主要指标高温高压项目的对比如下表。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 国外先进产品指标 | 国内行业产品实际指标 | 本团体标准规定 |
| 低温温度 | 最低-60℃ | 最低-55℃、-25℃不等 | 最低-55℃ |
| 高温温度 | 最高230℃、普遍200℃ | 最高230℃、260℃不等 | 最高260℃ |
| 高温高压max | 国外全面：200℃&172MPa，  其中Kemlon公司:175℃&140MPa、200℃&172MPa、230℃&200MPa；  威尔格德公司：少量产品达到230℃&200MPa | 国内主流：175℃&140MPa，部分可达：200℃&172MP、230℃&200MPa | 分级选取175℃/140MPa、200℃/170MPa、260℃/200MPa  注：供选取的额定温度值（℃）：155，175，200，230，260；供选取的额定压力值（MPa）：140，170，200，220，240 |

2.2 绝缘电阻

国外同行类似产品绝缘电阻＞9999 MΩ。产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为6个，常温下测试值为＞9999 MΩ，高温环境下测试值为792 MΩ～6441 MΩ，潮湿环境下测试值为87.3 MΩ～205 MΩ。

指标如下：常温≥5000 MΩ；高温下≥500 MΩ；潮湿下≥20 MΩ，当连接器有相应产品标准时，应符合相应产品标准的规定。

试验方法：按GB/T 5095.2-1997中试验3a的规定对连接器（当为对接式时，与适配插头插合或分离状态均可）进行试验。

2.3 接触电阻

产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为6个（试验产品接触件类型为16#接触件及20#接触件），接触电阻的测试值为3.99mΩ～8.39mΩ，低温下测试值为5.77mΩ～12.05mΩ，机械寿命后测试值为5.61mΩ～11.24mΩ。

指标如下：接触件的接触电阻（包括机械寿命前、低温环境下、机械寿命后、环境试验后）应不大于相应产品标准的规定数值。

试验方法：按照GB/T 5095.2-1997中试验2b的规定对连接器进行试验。

2.4 耐电压

国外同行类似产品耐电压500 V DC。产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为6个（耐电压为500 V DC），常温常态下耐电压测试时漏电流为0.16 mA～0.20 mA，均满足不大于1 mA的要求。

确定指标如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 环境条件 | 海平面（常温） | 潮湿 |
| 试验电压 | 500 V DC | 250 V DC |

当连接器有相应产品标准时，应符合相应产品标准的规定。

试验方法：按照GB/T 5095.2-1997中试验4a的规定对连接器（当为对接式时，与适配插头插合或分离状态均可）进行试验。

2.5 空气泄漏

国外同行类似产品泄漏率＜1×10-9Pa·m3/s。产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为6个，泄漏率测试值为2.3×10-10Pa·m3/s～5.8×10-10Pa·m3/s。

指标如下：连接器泄漏率应不大于1×10-9Pa·m3/s，当连接器有相应产品标准时，应符合相应产品标准的的规定。

试验方法：按GB/T 2432.23-2013中试验Qk：用质谱仪的示踪气体法的试验方法3的规定对连接器进行试验。

2.6 低温

产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为3个产品（试验产品使用温度为-55 ℃～200 ℃）。进行验证后，连接器零件无变形、裂纹，镀层无起泡、脱落等损伤。

指标如下：连接器在-55℃或相应产品标准规定数值的低温条件下保持72h或相应产品标准的规定。

试验方法：按GB/T 2423.1-2001的规定对连接器（当有对接端时，应与对接端插合）进行试验。

2.7 低温泄漏

国外同行类似产品泄漏率＜1×10-9Pa·m3/s。产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为3个，泄漏率测试值为3.5×10-10Pa·m3/s～6.4×10-10Pa·m3/s。

指标如下：连接器泄漏率应不大于1×10-9Pa·m3/s，当连接器有相应产品标准时，应符合相应产品标准的的规定。

试验方法：在低温环境下，按GB/T 2432.23-2013中试验Qk：用质谱仪的示踪气体法的试验方法3的规定对连接器进行试验。

2.8 温度冲击

石油装备使用温度为-55 ℃～175 ℃。产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为3个（产品使用温度为-55 ℃～200 ℃），进行验证后，连接器零件无变形、裂纹，镀层无起泡、脱落等损伤。

指标如下：连接器应在相应产品标准规定的极限温度下各保持2h，循环100次。

试验方法：按GB/T 2423.22-2012的规定对连接器进行试验。

2.9 高温

产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为3个（试验产品使用温度为-55 ℃～200 ℃）。进行验证后，连接器零件无变形、裂纹，镀层无起泡、脱落等损伤。

指标如下：连接器在相应产品标准规定数值的低温条件下保持2000h或按相应产品标准的规定。

试验方法：按GB/T 2423.2-2008的规定对连接器（当有对接端时，应与对接端插合）进行试验。

2.10 交变湿热

产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为3个。试验后，镀层允许光泽颜色减退，除局部边棱处外，应无起泡、起皱、脱落、基体金属腐蚀等缺陷，非金属材料无明显泛白、膨胀、起泡、皱裂、麻坑等缺陷；

指标如下：连接器在试验箱中按相应产品标准规定的温度试验规定的循环次数。

试验方法：按GB/T 2423.4-2008的规定对连接器（当有对接端时，应与对接端插合）进行试验。

2.11 盐雾

产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为3个。试验后，镀层允许光泽颜色减退，除局部边棱处外，应无起泡、起皱、脱落、基体金属腐蚀等缺陷；

指标如下：连接器按相应产品标准规定的时间在盐雾箱中进行试验。

试验方法：按GB/T 2423.17-2008的规定对连接器（当有对接端时，应与对接端插合）进行试验。

2.12 机械寿命

产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为3个。试验后，镀层及金属零件允许有轻微磨损，绝缘体表面允许有轻微的划伤、磨损，镀层不应有大块剥落及基体金属外露，金属零件不应有碎裂或开裂，绝缘体不应碎裂或开裂；

指标如下：连接器与适配插头在无电负荷的条件下，经循环1000次或相应产品标准要求次数的插合与分离试验后，不应发生影响连接器及适配插头正常使用的故障。

试验方法：按GB/T 5095.5-1997的规定对连接器进行试验。

2.13 振动

产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为3个。试验后，无外观和机械损伤，无超过1μs的瞬断。

指标如下：连接器应按照相应产品标准规定的条件进行试验，用1μs电流瞬断仪监测，连接器电连续性不准许出现瞬断，试验后连接器应无损伤并且无零件松动。

试验方法：按GB/T 2423.10-2019及GB/T 2423.56-2018的规定对连接器（当有对接端时，应与对接端插合）进行试验。

2.14 高温随机振动

产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为3个。试验后，无外观和机械损伤，无超过1μs的瞬断。

指标如下：连接器应按照相应产品标准规定的条件进行试验，用1μs电流瞬断仪监测，连接器电连续性不准许出现瞬断，试验后连接器应无损伤并且无零件松动。

试验方法：高温下，按GB/T 2423.56-2018的规定对连接器（当有对接端时，应与对接端插合）进行试验。

2.15 冲击

产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为3个。试验后，无外观和机械损伤，无超过1μs的瞬断。

指标如下：连接器应按照相应产品标准规定的条件进行试验，用1μs电流瞬断仪监测，连接器电连续性不准许出现瞬断，试验后连接器应无损伤并且无零件松动。

试验方法：按GB/T 2423.5-2019的规定对连接器（当有对接端时，应与对接端插合）进行试验。

2.16 接触件分离力

接触件摸底试验次数为3次，每次样本数量为7只（试验产品接触件类型为16#接触件及20#接触件），16#接触件分离力大小为1.8N～2.2N，20#接触件分离力大小为0.8N～1.0N。

指标如下：连接器接触件分离力应符合相应产品标准的规定。

试验方法：按GB/T 5095.8-1997的16e的方法B规定单独对连接器接触件进行试验。

2.17 高温高压

产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为3个（试验产品高温高压指标为200℃，172MPa），试验过程中无压力下降，试验后未观察到液体泄漏，外观无变形、开裂等现象。

指标如下：连接器按照相应产品标准规定的高温高压条件进行试验，应未发生泄漏，试验后连接器外表面应无凹陷、裂纹及零件松动等机械损伤。

试验方法：按SY/T 5102-93的规定对连接器进行试验。

2.18 高温温升

产品摸底试验的次数为1次，每次样本数量为3个（试验产品使用温度为200℃），连接器外壳温升为10.2℃～11.3℃，接触件温升为9.0℃～10.4℃。

指标如下：连接器应承受相应产品规定的电流，通电温度稳定（每5分钟读数一次，至少连续三次读数相差不超过±1℃）后温升不超过30K或相应产品标准的规定。

试验方法：连接器每个串联连接后放置在试验箱中，加载规定的温度及电流，当温度达到稳定后，测量连接器的温升。

3、解决的主要问题

本标准规范了石油装备用玻璃烧结类耐高温高压电连接器的技术要求和检验要求，为石油装备用玻璃烧结类耐高温高压电连接器的设计、制造和交收提供了指导。

三、主要试验（或验证）情况分析

产品在摸底试验过程中暂未发现问题。

四、知识产权情况说明

本标准规定了石油装备用玻璃烧结类耐高温高压电连接器的通用要求和检验方法，不涉及知识产权情况，不存在冲突的相关专利。

五、产业化情况

石油装备用玻璃烧结类耐高温高压电连接器（以下简称连接器）主要应用于石油、天然气的勘探、测井和钻采领域。连接器能够正常工作在深海、深地、高温、高液压等极端条件下的石油、天然气的勘探、钻采、开发运输等专用设备中。其中专用设备包括各类物探与测井设备、钻井设备、采油采气设备、井下作业设备、海洋钻采平台设备等。国际上主要用户为斯伦贝谢、贝克休斯、哈里伯顿，国内主要用户为中石化、中石油、中海油。随着打井深度的增加，设备仪器更新换代，对于连接器的要求也越来越高。连接器亦可应用于航空航天、原子能以及医疗等具有高温高压要求的领域。

六、采用国际标准和国外先进标准情况

本标准相关指标无对应国际标准。

七、与相关国家标准、行业标准及其他标准的协调性

本标准按照GB/T 1.1-2009 《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编制》格式进行编制；本标准中的试验方法采用GB/T 2423、GB/T 5095标准，与现行标准相协调。

经标准编制组查询，没有同类国家标准或行业标准。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准编制过程中无重大分歧意见。

九、贯彻标准的要求和措施建议

由于本标准中的连接器广泛应用于石油、天然气等领域，建议本标准早日发布实施。本标准颁布实施后，在适当的时间进行必要的修订，以更好地满足各方的实际使用需求。

十、其他应予说明的事项

编制工作组内讨论稿共收到36条反馈意见，其中采纳33条，部分采纳1条，未采纳2条，具体处理情况详见附件1。

《石油装备用玻璃烧结类耐高温高压电连接器》标准编制组

2023年2月28日

附件1

中国电子元件行业协会团体标准

征求意见汇总处理表（编制组讨论稿）

标准项目名称：石油装备用玻璃烧结类耐高温高压电连接器 项目牵头单位：苏州华旃航天电器有限公司

承办人：黄森 电 话：18994309346 2023年 03 月 09 日 填写

| 序号 | 章条编号 | 意见内容 | 提出单位 | 处理意见及理由 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **编制说明** | | | | |
|  | 全文 | 格式要按模板写 | 中电元协接插件分会秘书处 | 采纳。 |
| **标准文本** | | | | |
|  | 前言 | 第一句话固定为：本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。 | 中电元协接插件分会秘书处 | 采纳。 |
|  | 正文 | 所有单位字符要与数值间空一个字符，如下示例：10min（错），应为10 min。 | 中电元协接插件分会秘书处 | 采纳。 |
|  | 5.5.28、5.5.29  （高温温升、磁导率） | 一般所有的试验要求，都要先说明按XXX试验方法进行，再说细则。 | 中电元协接插件分会秘书处 | 采纳。 |
|  | 4.32、4.33  （标志、外观质量） | 第4章的要求的条目顺序应与第5章的试验方法保持一致，如4.32和4.33　标志、外观质量应放在第四章4.3 外观质量中。 | 中电元协接插件分会秘书处 | 采纳。 |
|  | 4.2.2（材料-金属材料） | “其中弹性插孔应选择铍青铜、高温合金或满足使用要求的其他材料”改为“其中弹性插孔应选择锡青铜、铍青铜、高温合金或满足使用要求的其他材料”。 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 4.2.4（材料-不相容金属） | 增加不相容金属使用要求，比如电位差或者处于什么等级不能直接接触使用。 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 4.3.4  （设计和结构尺寸-绝缘体） | 建议去掉“其中陶瓷应设计有台阶结构”，不同厂家可能结构不一样，以性能指标满足为准。 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 4.3.4  （设计和结构尺寸-绝缘体） | 建议补充“介质体”定义及名字解释 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 4.6（接触电阻） | 建议列出具体规格及相应值 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 4.7（低电平接触电阻） | 建议列出具体规格及相应值 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 4.8（耐电压） | 电压未规定交直流 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 4.10、4.11  （低温、低温泄漏） | 两项目均有低温泄漏要求，评估能否项目合并，减少试验次数 | 中航光电科技股份有限公司 | 不采纳。低温时长较长需72h，在试验结束恢复常温后测试外观质量、绝缘电阻、气密性等，低温泄漏主要侧重于检测低温状态下的气密性，两者侧重点存在不同。 |
|  | 4.18.1 （正弦振动） | “试验后连接器应无损伤并且无零件松动”重复，需要删除；另外“连接器电连续性不准出现瞬断”要求应调整为“电气连续性中断应不大于1μs”；后面随机振动、高温随机振动一样的问题 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 4.18.2（随机振动） | 建议去掉，已有高温随机振动，考核更严格； | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 4.25（相容性） | 该项目与QJ3177标准名称不对应。/建议考虑该项目名称，QJ3177-2003为《液氧和加压氧环境中材料对机械冲击敏感性的试验方法》。 | 中航光电科技股份有限公司中国电子技术标准化研究院 | 采纳。 |
|  | 4.28（高温高压） | 1、建议列出具体温度及压力等级，比如170℃/140MPa，200℃/170MPa，230℃/200MPa等；  2、“连接器应未发生泄漏”去掉，与后面内容矛盾；  3、渗透检测的来源，必要性；如果非常必要，线性的数量是否有具体要求。 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 4.32.2  （接触件位置识别号） | 对于“位置号应在连接器的两端均有标志”，建议需接线端要有标志。 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 5.3.4  （检验项目和顺序） | 表2中第33项相容性，针对仅考核材料部分，需要明确材料具体要求。 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 5.4（交收检验） | 是否调整为验收检验。 | 中航光电科技股份有限公司 | 不采纳。按团体标准模板要求。 |
|  | 5.5.2（互换性） | “1只连接器”应为“1只插座”；“3只连接器”应为“3只插座”。 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 5.5.10 （温度冲击） | “转换过程应不大于1min”有歧义，是温度转换时间还是操作转换时间，如果是温度转换时间，该项目验证是否具有实际意义。 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 5.5.23相容性 | 内容与标题不一致；是否分为液体浸渍与冲击两项；另外“称重无异常”需量化。 | 中航光电科技股份有限公司 | 部分采纳。  参考GB/T 41036的4.28和5.27进行规定，进行浸没和冲击两项，检验非金属材料与介质的相容性，并将项目名称“相容性”改为“介质相容性”；“称重无异常”参考GB/T 41036的5.27暂保留。 |
|  | 5.5.26高温高压 | SY/T 5102-93标准已作废，需更新为最新标准SY/T 5102-2016；  增加渗透检验的必要性及依据。 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | 5.5.29磁导率 | 按照标准执行，目前方法可操作性、执行性不强/若该部分参照GJB1217制定，建议分为试验设备和试验程序两条规定。 | 中航光电科技股份有限公司中电元协接插件分会秘书处 | 采纳。 |
|  | / | 增加连接器工作环境温度，可分等级列，比如-25℃-175℃，-25℃-200℃，-25℃-230℃等 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | / | 增加接触件规格、额定电流 | 中航光电科技股份有限公司 | 采纳。 |
|  | / | 增加型号命名/建议补充该类连接器分类要求 | 中航光电科技股份有限公司  中电元协接插件分会秘书处 | 采纳。 |
|  | 4.1（总则） | “相关详细规范”的说法与后文不统一，后文多出现“相应产品标准”，建议统一说法 | 中国电子技术标准化研究院 | 采纳。 |
|  | 4.10（低温） | “在-55℃或相应产品标准规定数值的低温条件下保持72 h或相应产品标准的规定”属于试验条件，应纳入5.5.8中，第四章仅规定要求 | 中国电子技术标准化研究院 | 采纳。 |
|  | 5.5.3.3（潮湿绝缘电阻） | 对于细则c）中“连接器应在潮湿试验结束后且仍在潮湿箱内时立即进行测量”的说法，文中无潮湿条件相关要求 | 中国电子技术标准化研究院 | 采纳。 |
|  | 5.5.8（低温） | 对于细则b）中“在此温度下保持72h或相应产品标准的规定，并在箱内测量接触电阻” 确认非对接式连接器，低温后是否测试接触电阻？ | 中国电子技术标准化研究院 | 采纳。 |
|  | 5.5.15  （机械寿命（适用时）） | 对于细则b）中建议明确“规定的力学环境试验”是什么。 | 中国电子技术标准化研究院 | 采纳。 |
|  | 5.5.17（高温随机振动） | 补充高温条件下的试验操作及温度要求 | 中国电子技术标准化研究院 | 采纳。 |
|  | 5.5.23（相容性） | “试品为非金属材料的标准试片”中的“试品”应为试验样品 | 中国电子技术标准化研究院 | 采纳。 |
|  | 5.5.28（高温温升） | 对于细则a)中“30 K” 建议使用标准温度单位 | 中国电子技术标准化研究院 | 不采纳。参照GB 3102.4和GB/T11918.1-2014中22章温升描述。 |