|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | {{\_1\_project\_name}}技术设计说明书 |
| 编号 |  |
| 版本 |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 编 制 |  | 工　艺 |  |
| 校 核 |  | 标准化 |  |
| 审 核 |  | 批 准 |  |

| 版本号 | 更改人 | 更改日期 | 更改说明 | 变更编号 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

目 次

[1 目的和范围 1](#_Toc204939293)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc204939294)

[3 参考资料 2](#_Toc204939295)

[4 术语和缩略语 2](#_Toc204939296)

[5 技术设计 3](#_Toc204939297)

[5.1 详细设计说明 3](#_Toc204939298)

[5.2 基本参数 3](#_Toc204939299)

[5.3 计算及校核 3](#_Toc204939300)

[5.4 选型及说明 3](#_Toc204939301)

[5.5 接口设计 3](#_Toc204939302)

[6 RAMS设计 3](#_Toc204939303)

[6.1 可靠性设计方案 3](#_Toc204939304)

[6.2 可维修性设计分析 4](#_Toc204939305)

[6.3 安全性设计分析 4](#_Toc204939306)

[7 符合性分析 5](#_Toc204939307)

[7.1 散热设计 5](#_Toc204939308)

[7.2 布线 5](#_Toc204939309)

[7.3 结构件设计 5](#_Toc204939310)

[8 待定问题及风险 5](#_Toc204939311)

1. 目的和范围

{{\_1\_Purpose\_and\_Scope}}

1. 规范性引用文件

规范性引用文件见表1。

1. 规范性引用文件

| **序号** | **标准/文件号** | **标准/文件名称** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Q/TEG 46.2-2016 | 变流器 设计规范 第2部分：交流传动机车牵引变流器 |  |
|  | GB/T 25122.3-2018 | 轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 3 部分：机车牵引变流器 |  |
|  | TB/T 3213-2009 | 高原机车车辆电工电子产品通用技术条件 |  |
|  | EN50126-1:2017 | 铁路应用——可靠性、可用性、可维护性和安全性技术条件和验证  （RAMS）——第 1 部分：基本过程和通用过程 |  |
|  | EN50126-2:2017 | 铁路应用——可靠性、可用性、可维护性和安全性技术条件和验证  （RAMS）——第 2 部分：系统安全方法 |  |
|  | EN12663-1:2010+A1:2014 | 铁路应用-铁路车辆车体的结构要求 第 1 部分：机车和客运机车车辆（以及货车的替代方法） |  |
|  | EN15663:2017+A1:2018 | 铁路应用-车辆基准质量定义 |  |
|  | EN 60721-3-5 | 环境条件分类 第 3 部分 环境参数组及其严重性分类 第 5 节 地面车辆装置 |  |
|  | EN 50155 | 铁路应用-机车车辆上使用的电子设备 |  |
|  | EN 50125-1:2014 | 铁路应用-设备环境条件 第 1 部分：车载机车车辆设备 |  |
|  | IEC 62236-3-2-2018 | 铁路应用-电磁兼容性 第 3-2 部分：机车车辆-设备 |  |
|  | EN 50264 | 铁路设施 有特殊防火性能的铁路车辆电缆 标准壁厚 |  |
|  | EN 50306 | 铁路设施 铁路车辆用具有特殊防火性能的电缆 薄壁厚度 |  |
|  | EN 50382 | 铁路设施 具有特殊防火性能的铁路车辆 高温电力电缆 |  |
|  | EN 45545-2:2020 | 铁路应用-铁路车辆的防火保护 第 2 部分：材料和部件的防火性能要求 |  |
|  | IEC 61373 | 铁路应用-机车车辆设备-冲击和振动测试 |  |
|  | IEC 60077-1:2017 | 轨道交通 机车车辆电气设备 第 1 部分：一般使用条件和通用规则 |  |
|  | IEC 60077-2:2017 | 轨道交通 机车车辆电气设备 第 2 部分：电工器件 通用规则 |  |
|  | IEC 61287-1:2014 | 轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 1 部分：特性和试验方法 |  |
|  | IEC 61287-2:2001 | 轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 2 部分：补充技术资料 |  |
|  | IEC 60076-10:2001 | 电力变压器 第 10 部分：声级测定 |  |
|  | IEC 60529:2013 | 外壳防护等级 (IP 代码) |  |
|  | IEC 60068-2-1:2007 | 电工电子产品环境试验 第 1 部分：试验方法 试验 A 低温 |  |
|  | IEC 60068-2-2:2007 | 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 B 高温 |  |
|  | IEC60068-2-30:2005 | 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Db：交变湿热（12h+12h 循环） |  |
|  | IEC 61377:2016 | 轨道交通 机车车辆 牵引系统组合试验方法 |  |
|  | TJ/JW 020-2014 | 机车变流器控制单元 |  |

1. 参考资料
2. 参考资料

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **文件编号** | **文件名称** | **备注** |
|  |  |  |  |

1. 术语和缩略语
2. 术语和缩略语

| **序号** | **术语/缩略语** | **描述** |
| --- | --- | --- |
|  | IGBT | Insulated Gate Bipolar Transistor， 绝缘栅双极晶体管 |
|  | VVVF | Variable Voltage and Variable Frequency， 变压变频 |
|  | TCU | Traction Control Unit, 牵引控制单元 |
|  | TCU | Traction Control Unit，传动控制单元 |
|  | SCT | 转换机箱 |
|  | MVB | Multifunction Vehicle Bus，多功能车辆总线 |
|  | EMC | Electro-Magnetic-Compatibility，电磁兼容 |
|  | DTECS | Distributed Train Electronic Control System，分布式列车电子控制系统 |
|  | RAMS | Reliability Available Maintenance Safety，可靠性、可用性、维修性、安全性 |
|  | PWM | Pulse Width Modulation，脉冲宽度调制 |
|  | AC | Alternating Current，交流 |
|  | DC | Direct Current，直流 |

1. 技术设计
   1. 详细设计说明

请手工填写

* 1. 基本参数

请手工填写

* 1. 计算及校核

请手工填写

* 1. 选型及说明

请手工填写

* 1. 接口设计

请手工填写

1. RAMS设计

RAMS是产品可靠性(Reliability)、可用性（Availability）、维护性（Maintenance）以及安全性（Security）的简称。RAMS是衡量产品质量的一个重要特征。如果产品的可靠性和可维护性在给定的时间内能够满足要求，则产品的安全性和可用性将得到保证。为了达到规定的RAMS，必须针对影响RAMS的因素，采取改进RAMS性能的措施，从而在整个产品的生命周期内有效控制RAMS的影响因素。

牵引变流器在设计阶段根据本产品故障造成的危害程度知道所能允许的故障频度，从而采取各种避错和容错措施来达到规定的可靠性要求。或是适当采取冗余措施来降低故障造成的危害严酷等级，从而使其风险评估达到可容许的等级。

* 1. 可靠性设计方案

为了保证变流器的可靠性，采取了以下措施：

1. 设计时选用高可靠性的元器件，并满足表9的高原环境适应性要求。
2. 针对主电路参数，充分考虑恒功点、恒速点、额定中间电压满功率等各种工况，并采取计算和仿真相结合的方式，得出最优电参数。
3. 在结构设计时充分考虑抗振动和冲击等方面的要求，借鉴以往机车立式牵引变流器的设计经验，对柜门螺栓、电抗器安装支架、后立柱等容易松动或开裂的项点进行强化设计；同时进行结构仿真计算，对结构薄弱点做加强设计。
4. 针对热设计要求，充分考虑恒功点、恒速点、额定中间电压满功率等各种工况，得出牵引变流器最为合理的冷却参数；同时详细计算柜内非冷却散热部件的散热量，以便确认是否需要设置内循环组件来改善柜内散热条件。

3）变流器模块各零部件设计成具有良好的通用性和互换性。

4）项目前期，搭建试验台位，验证理论设计的合理性；项目后期通过型式试验、研究性试验及地面联调试验，严格考核牵引变流器的各项性能指标。

* 1. 可维修性设计分析

主要部件更换时间及预防性维修周期见表16。

1. 主要部件更换时间及预防性维修周期

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **部件名称** | **更换时间** | **预防性维修周期** |
|  | 变流器模块 | 1h | 6年 |
|  | TCU插件 | 0.5h | 12年 |
|  | 接触器 | 1h | 6年 |
|  | 传感器 | 0.5h | 6年 |
|  | 电阻 | 1h | 12年 |
|  | 电抗器 | 2（下车后） | 30年 |
|  | 电容器 | 2（下车后） | 30年 |

* 1. 安全性设计分析

为了保证变流器的安全性，采取了以下措施：

1. 变流器模块设置了温度继电器，当变流器模块基板温度超过保护门槛值85℃时，就会执行保护动作：封锁脉冲。
2. 牵引变流器设置了输入电流传感器、输出电流传感器、中间直流电压传感器、水温传感器、水压传感器、柜内温度传感器，分别对牵引变流器的电参数、温度参数、水压力参数进行记录、监测、预警及执行保护。
3. 牵引变流器设置了烟雾探头，对牵引变流器内部烟雾浓度进行监测、预警，并将信号输出给6A装置，以便执行保护。
4. 牵引变流器设置有高压指示灯，当柜内电压高于安全电压（36V）时，指示灯亮，提醒操作人员不要打开柜门进行操作。
5. 牵引变流器设置柜门行程开关，确保以下逻辑被执行：变流器高压状态（运行或高压静止）下，变流器柜门打开，行程开关信号触发，控制系统执行封锁牵引逆变脉冲、禁止励磁输出、斩波放电等操作，将牵引变流器主电路高压降低至安全电压范围。
6. 牵引变流器设置有明显的高压警示标识，注明只有专业人员可以打开柜门。
7. 牵引变流器水温传感器、水压传感器、注水接头设置在柜体顶部（外部），与柜内电气连接完全隔离，避免了因传感器接头、注水接头漏水引起电气部件短路，进而引发火灾的隐患。
8. 牵引变流器支撑电容采用干式电容。
9. 牵引变流器内非金属材料，如机车电缆、通讯电缆、扎带、矩形插头、插头外壳、护线带等，选用低烟防火无卤无毒材料，防火性能满足DIN5510-1或EN45545要求。
10. 按照EN45545-3，牵引变流器进行15分钟燃烧试验，借鉴动集、机车2.0等项目经验，对燃烧试验薄弱点进行改进设计，如柜门把手换成金属材质、观察窗玻璃换成耐火玻璃、铝合金柜门厚度保证2.0mm以上。

安全性设计见表17。

1. 安全性设计

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **危害项点** | **设计考虑** | **解决措施** |
|  | 漏电 | 绝缘破坏或不够 | 绝缘性能满足GB/T32350.1-2015要求 |
|  | 触电 | 主回路带电时打开柜门 | 由整车设计考虑 |
|  | 刺伤、划伤 | 变流器柜体存在锐角 | 箱、柜、门等结构件不允许有任何尖棱角出现 |
|  | 吊装危险 | 重心不当 | 计算重心，根据重心合理设计吊装位置 |
|  | 烫伤 | 部件长时间工作产生较多热量 | 设计时充分考虑散热性能 |
|  | 噪声 | 风机、变压器、功率器件工作产生 | 选用减震材料，符合GB/T 3859.1-1993要求 |
|  | 火灾、爆炸 | 局部过热、压力过大 | 优先采用无卤、低烟、低毒、阻燃材料 |

1. 符合性分析
   1. 散热设计
2. 优化模块布局，保证模块散热；
3. 降低线缆载流量，减少内循环损耗。
   1. 布线
4. 主电路优先采用母排连接；
5. 电缆载流量＜3A/mm2；
6. 高低压线束，仅允许垂直交叉；
7. 屏蔽线采用环形接地；
8. 线束绑扎牢固，防护完整。
   1. 结构件设计
9. 采用低温性能好的Q345E碳钢作为牵引变流器柜体材料；
10. 柜门采用铝合金，可降低柜门重量，方便拆装；
11. 模块化设计，方便生产和维护。
12. 待定问题及风险
13. 待定问题及风险

| **序号** | **问题/风险描述** | **备注/分析** |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |