

# 团 体 标 准

T/QAS XXX—XXXX

## 高原环境用低压成套开关设备制造工艺 规范

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

青海省标准化协会 发布

## 前 言

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由青海同松电气设备有限公司提出。

本文件由青海省标准化协会归口。

本文件起草单位：青海同松电气设备有限公司、青海大学、青海理工学院。

本文件主要起草人：陶同松、朱东东、陶庭凤。

# 高原环境用低压成套开关设备制造工艺规范

## 1 范围

本文件规定了高原环境用低压成套开关设备在原材料控制、钣金加工、表面处理、装配调试及产品检验等全制造过程中的特殊工艺要求、质量控制点与检验方法。

本文件适用于本公司设计、生产的,应用于海拔 2000 米至 5000 米高原环境的低压成套开关设备(以下简称“高原设备”)。普通环境用产品可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分:总则

GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 高原适应性工艺

指为补偿高原低气压、强紫外线、大温差及低温等严酷环境因素对产品性能与寿命造成的不利影响,在制造全流程中采取的一系列针对性、增强性工艺措施的总称。

### 3.2

#### 关键质量控制点

指对高原设备长期运行可靠性具有决定性影响的工序节点,必须进行强制性的检验、测量、数据记录与监控。

## 4 总则

高原设备的生产必须遵循“源头从严、过程强化、检验加严”的基本原则。所有参与高原设备生产的操作、检验及管理人员,必须通过专项工艺与质量意识培训,并考核合格后方可上岗。

## 5 原材料与零部件控制要求

### 5.1 金属板材

应优先选用优质冷轧板(SPCC)或覆铝锌板(DX51D+AZ),其屈服强度不宜低于 280MPa。板材入场需查验材质证明书,并抽样检查厚度及平整度公差,其指标应严于通用产品标准。

## 5.2 防护涂层材料

粉末涂料必须为“户外超耐候型”。每批次物料供应商必须提供由国家认可实验室出具的、符合标准的第三方检测报告，其中抗紫外线老化累计辐照时间不得少于 1000 小时，中性盐雾试验时间不得少于 1000 小时。首批物料须留样封存。

## 5.3 结构辅件与密封件

门锁、铰链的主体材质应选用 304 不锈钢或经过重防腐电泳处理的合金。密封胶条必须采用耐高低温硅橡胶材料，其适用温度范围应涵盖 $-60^{\circ}\text{C}\sim+200^{\circ}\text{C}$ ，并提供材质证明。

## 6 钣金加工工艺特殊要求

### 6.1 激光下料与冲孔

所有通过激光切割或冲压形成的边缘、孔口，必须进行机械倒角或钝化处理，确保倒角半径 $R\geq 0.5\text{mm}$ ，彻底消除毛刺、熔渣和锐角。检验采用白手套触摸法（手套无刮丝）辅助 10 倍放大镜目视检查。

### 6.2 折弯成型

为保证高原设备箱体在高低温交变应力下的尺寸稳定性和装配密封性，门框、安装梁等关键配合尺寸的加工公差应控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内。折弯后需校正平面度。

### 6.3 焊接与打磨

箱体承力结构焊缝须饱满连续，无虚焊、漏焊。焊后必须彻底清除焊渣与飞溅物，焊缝及热影响区须打磨至光滑平整（表面粗糙度 $Ra\leq 12.5\mu\text{m}$ ），实现与母材的平缓过渡，杜绝任何尖角凸起。

## 7 表面处理与涂装核心工艺

### 7.1 前处理（磷化）

工件必须完成完整的八工位前处理流程：预脱脂→主脱脂→两次水洗→表调→磷化→两次水洗（末道为纯水洗）。磷化膜应呈均匀致密的灰白色，膜重不低于 $2.5\text{g}/\text{m}^2$ ，以确保涂层基底附着力。

### 7.2 粉末喷涂与固化

喷涂应在独立的恒温恒湿喷房内进行。固化工序是核心关键，必须严格遵循粉末供应商为本公司高原产品提供的专用固化工艺曲线，通常需在标准基础上延长 10%-15%的固化时间，确保涂层完全交联。必须实时记录并保存每炉的炉温曲线图。

### 7.3 涂层检验

涂层固化后，须进行以下检验：附着力划格法测试达到 0 级（无脱落）；使用磁性测厚仪测量，平均厚度 $\geq 80\mu\text{m}$ ，最小局部厚度 $\geq 70\mu\text{m}$ ；外观平整光滑，无色差、流挂、橘皮等缺陷。

## 8 装配与布线特殊工艺

### 8.1 元器件降容装配

装配人员必须依据技术部门下发的《高原设备元器件降容配置表》领取和安装开关元件（断路器、接触器等），并在装配图上签字确认，确保高原降容要求被严格执行。

### 8.2 导电连接工艺

所有母排与端子、端子与导体的连接接触面，在紧固前必须均匀涂抹足量的电接触导电膏（电力复合脂），以改善低气压条件下的散热并抑制氧化。

### 8.3 环境控制装置安装

防凝露加热器必须牢固安装，其温湿度感应探头应布置在柜内上部或最易凝露的部位。装配后需模拟凝露环境，验证其自动启停功能是否可靠。

### 8.4 箱体密封处理

柜门密封胶条接口应切割为 45° 角，并使用专用胶粘剂粘接，确保接口无缝。所有电缆进出线孔必须配备密封胶圈或填充防水密封泥，确保设计防护等级在低气压下仍能维持。

## 9 出厂前高原专项检验

每台高原设备在完成常规出厂检验后，必须通过以下专项检验：

- a) 低温操作测试（抽样进行）：将整柜置于-35℃环境试验箱中持续 4 小时，取出后立即测试门锁、铰链的操作灵活性，以及仪表、智能单元的显示与功能；
- b) 高原绝缘验证：依据《高原环境用低压成套开关设备特殊安全要求》中修正后的试验电压值，进行工频耐压试验；
- c) 文件与标识核查：核对产品铭牌上标注的“适用海拔范围”及“降容提示”信息是否准确、完整，随柜技术文件是否齐全。

## 10 质量记录与产品可追溯性

10.1 本文件规定的各工序检验记录，包括但不限于《高原物料检验记录》、《涂层检验报告》、《装配过程检查表》、《高原专项检验报告》等，均为必须保存的质量记录。

10.2 每台高原设备应建立唯一对应的《高原产品质量档案》，档案编号与设备序列号绑定，实现从原材料批次到出厂检验的全流程正向与反向追溯。

10.3 质量档案的保存期限应不低于该产品的预期使用寿命。