华乃尔科技
HUANAIR TECHNOLOGY

连接器温升与电压降测试培训教案

培训内容：原理 · 接线规范 · 干扰排查 · 操作要点 · 判定标准

使用对象：华乃尔科技 · 设备研发/连接器技术/实验室/质检人员

[华乃尔知慧产权，未经允许，谨慎传播]

华乃尔科技·曹流 | 2021 年 10 月

课程目标与适用范围

华乃尔科技
HUANAIR TECHNOLOGY

本次培训要达到的目标

1. 掌握电压降、温升两项测试的核心原理与判定意义
2. 熟练掌握四线法标准接线与热电偶粘贴规范
3. 识别采样线干扰来源，掌握穿钢板、屏蔽与接地正确做法
4. 区分异常数据，避免错误接线造成假合格、假不良

适用范围

适用对象

工程师、测试员、质检员、实验室工艺人员

常用设备

直流恒流电源、电子负载机、数据 采集仪、温度记录仪

参考标准

USCAR-38 及对应产品规格书

被测对象

汽车线束端子、插合连接器、压接组件

[华乃尔智慧产权，未经允许，不得传播]

课程目录

01 **测试目的与原理**

压降与温升分别测什么、为什么要测

02 **标准接线与采样规范**

四线开尔文法、热电偶粘贴点位

03 **穿钢板与抗干扰**

差分走线、屏蔽与单点接地要点

04 **测试流程与注意事项**

标准 SOP、禁忌与环境要求

05 **不良分析与判定考核**

常见不良原因、合格判定与考题

华乃尔智慧产权，未经允许，不得传播

两项测试分别解决什么问题

华乃尔科技
HUANAIR TECHNOLOGY

电压降测试

本质：检测连接器接触电阻大小

- 压降越高，接触电阻越大，通电发热越严重
- 判断端子是否虚压、断丝、压接不良
- 判断插合面是否氧化、松动、偏位
- 预判长期使用后发热、烧端子、退针风险
- 是连接器载流能力与长期可靠性的核心指标

温升测试

本质：检测持续通电后的稳态发热温度

- 验证连接器额定电流是否达标
- 判断长期工作是否过热、熔化护套、烧蚀塑胶
- 对比新旧产品、改版端子与线材规格差异
- 排查批次性不良、镀层异常、弹片压力不足
- 与压降数据相互印证，共同判定可靠性

华乃尔智慧产权，未经允许，不得传播！

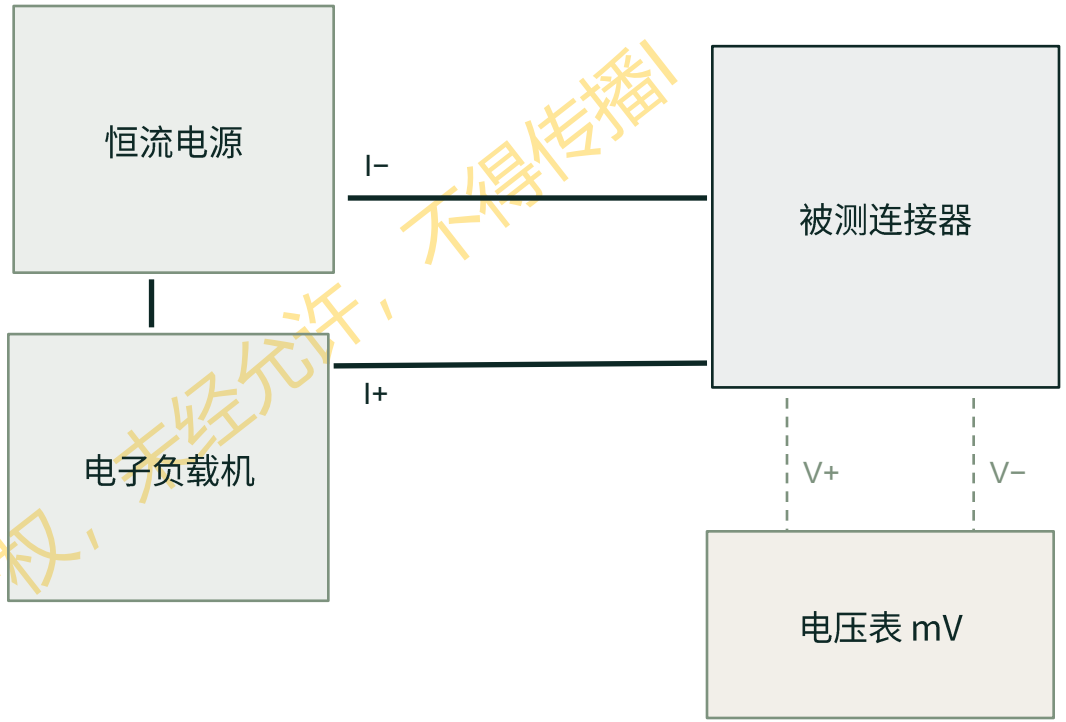
电压降原理：四线开尔文法消除引线电阻

华乃尔科技
HUANAIR TECHNOLOGY

基本关系

压降 $\Delta V = I \times R$　发热功率 $P = I^2 R$

- 电流线（I 线）：通入恒定测试大电流
- 电压采样线（V 线）：采集两端微小电压差
- 电流、电压回路完全分离，消除引线电阻干扰
- 两线法会把测试线自身电阻计入样品，结果偏大、不准，固采取四线制



实线为电流回路，虚线为电压采样回路；采样点尽量靠近端子接触面

[华乃尔智慧产权，未经允许，不得传播]

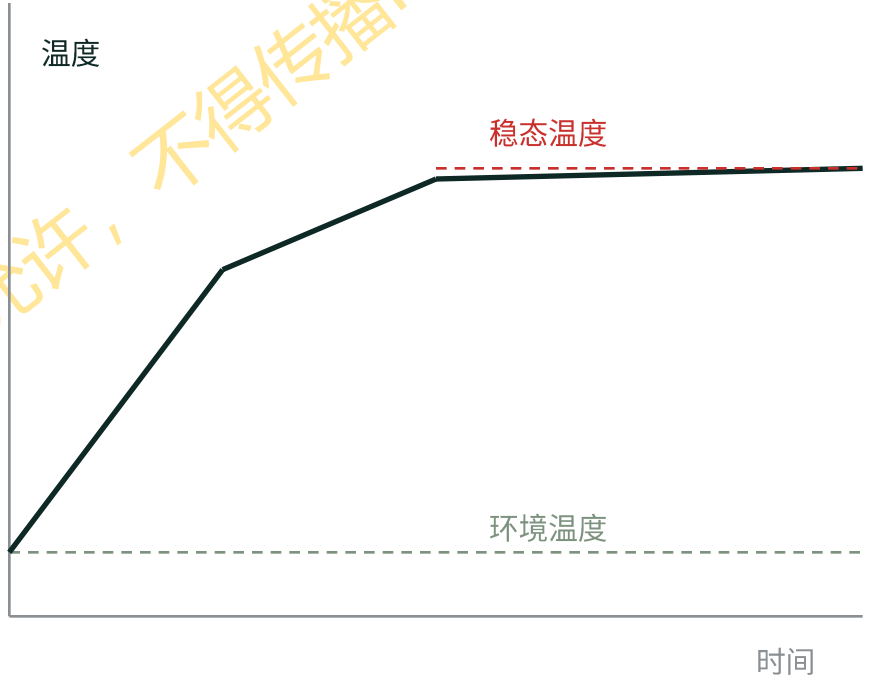
温升原理：通电发热达到稳态后的温度差

华乃尔科技
HUANAIR TECHNOLOGY

温升定义

$\Delta T = T_{ss} - T_{amb}$　稳态温度减环境温度

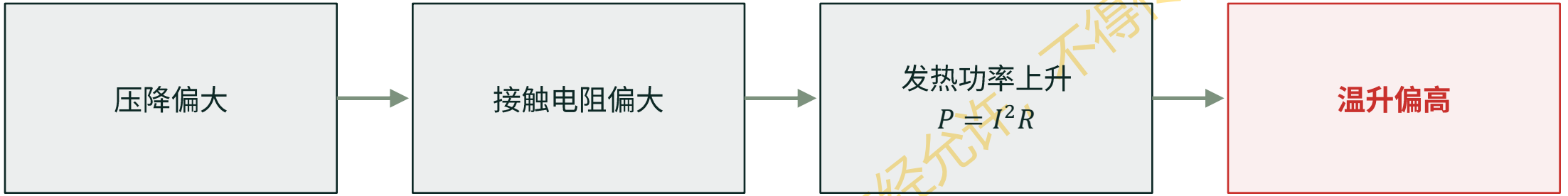
- 通电持续发热，同时向空气静态测试空间散热，最终达到稳态
- 温度连续 10–30 分钟不再上涨，判定为稳态，此时的温升K值及压降值
- 发热来源：插合压力不足、接触面氧化脏污或者线束及加工本身问题
- 压接高度不良、端子变形偏位、线束过细载电流不足（应严格按照电线平方及对流对应标准）



曲线先快速上升，产热与散热平衡后趋于平稳，平稳段即为稳态。

华乃尔智慧产权，未经允许，不得传播！

压降与温升完全正相关，互为印证



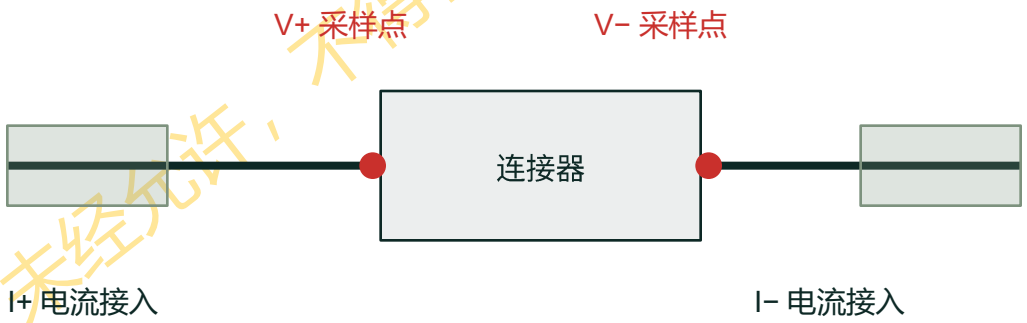
两项指标完全正相关：压降反映电阻，温升反映发热，组合起来才能判断连接器的载流可靠性。

若压降正常但温升偏高，先排查环境气流、热电偶粘贴与电流稳定性；若压降偏高且温升偏高，重点回到端子压接与插接质量上找原因。

华乃尔智慧产权，未经允许，不得传播！

压降标准接线：电流回路与采样回路分离

1. 电流线按设备正负极串联接入回路两端，形成完整通电回路
2. V+、V− 采样点紧贴端子压接根部，越靠近接触面越精准
3. 电压线成对并行、全程双绞，不与大功率动力线捆绑
4. 采样线绝缘完好，不碰壳体、不碰钢板，避免短路漂移
5. 采样点位置在同批次样品间保持一致，保证数据可比

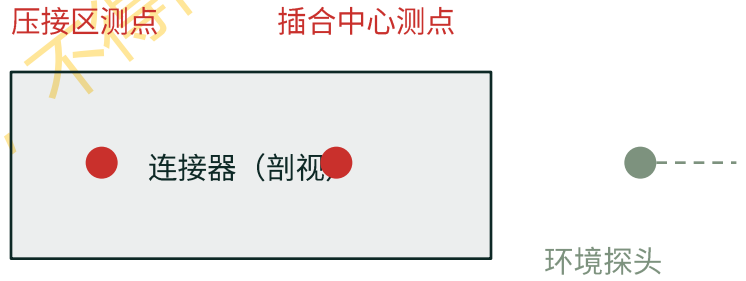


红点为电压采样位置，紧贴压接根部；电流从线束两端接入，不经过采样回路。

[华乃尔智慧产权，未经允许，不得传播]

温升热电偶粘贴规范：贴在导体最热位置

1. 测温点选端子压接区与结合中心等最热位置
2. 热电偶细线紧贴导体，压紧固定，不得悬空
3. 不得贴在塑胶护套上，避免压偏、翘起、脱落
4. 环境探头远离设备热风、样品热源与空调风口
5. 同批次样品测点位置保持一致，保证可比



红色为导体测温点，绿色为环境温度探头；两者保持距离，互不干扰。

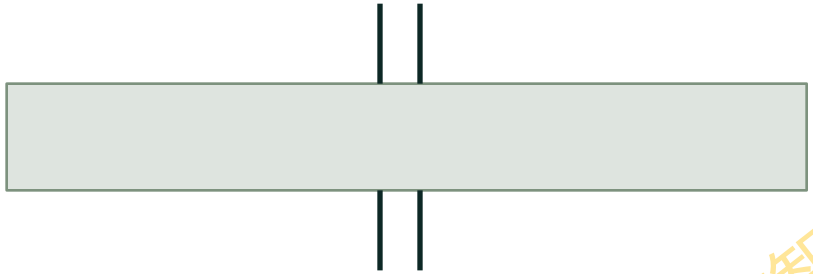
华乃尔智慧产权，未经允许，不得传播！

采样线穿钢板：同孔双绞、钢板单点接地

华乃尔科技
HUANAIR TECHNOLOGY

正确做法

- V+、V− 双绞线同孔一起穿过
- 两根受扰一致，差分抵消共模干扰
- 钢板单点可靠接地，孔位去毛刺加护圈



双线同孔 · 双绞 · 钢板单点接地

错误做法

- 单线单独穿孔、两线分孔，干扰不对称
- 钢板悬空不接地，成为悬浮感应板
- 采样线破皮碰壳体，直接短路漂移



两线分孔 · 钢板悬空 · 读数漂移

[华乃尔智慧产权，未经允许，不得传播]

标准测试流程：五步完成一次有效测试

华乃尔科技
HUANAIR TECHNOLOGY

1

样品检查

端子无变形、氧化、脏污；连接器插锁到位；压接外观无鼓包、断丝、偏芯

2

接线固定

通电线串联回路；采样线四线差分、双绞同孔；热电偶贴牢测点

3

设备设置

按规格书设定测试电流，开启恒流模式；设置温度采样间隔

4

通电测试

记录常温初始压降；持续通电至稳态，定时记录温度，连续不变为止

5

数据判定

记录初始/稳态压降、最高温度、环境温度与温升，对照规格书判定 OK/NG

华乃尔智慧产权，未经允许，不得传播！

操作禁忌：压降与温升各自的常见错误

华乃尔科技
HUANAIR TECHNOLOGY

压降测试禁忌

- 电压线、电流线混绑或交叉走线
- 单根采样线单独穿过金属孔
- 钢板悬浮不接地
- 采样线破皮碰壳体、碰钢板，造成短路漂移
- 通电中途触碰线束、端子，改变接触状态

温升测试禁忌

- 环境风直吹样品，温度偏低形成假合格
- 设备热源、电源热风对着样品，温度偏高形成假不良
- 热电偶贴塑胶、贴外皮，数据严重失真
- 未达到稳态提前停机，数据无效

[华乃尔智慧产权，未经允许，不得传播]

干扰优先级：动力线干扰大于钢板干扰；双线同孔、双绞、单点接地后，钢板对压降精度影响可控。

常见不良现象与原因对照

华乃尔科技
HUANAIR TECHNOLOGY

现象	可能原因
压降偏大、温升偏高	端子虚压、压接高度异常；插合或者焊接不到位、锁扣未锁死；端子氧化、镀层磨损
压降数据跳动不稳定	采样线走线错误、单孔单线；钢板悬浮、接地不良；采样线轻微接触金属壳体
温升忽高忽低	环境气流不稳定；热电偶松动脱落；恒流电源输出电流波动
温升偏高、压降正常	环境风或热源干扰；热电偶粘贴位置偏差；线径载流规格与样品不匹配

华乃尔智慧产权，未经允许，不得传

合格判定标准与必背要点

华乃尔科技
HUANAIR TECHNOLOGY

合格判定条件

- 稳态压降 ≤ 规格书规定的上限值
- 温升 ≤ 规格书允许温升限值
- 通电过程无冒烟、异味、端子变色、护套熔化
- 测试前后电阻变化率无异常增大

必背四句话

1. 电压降测电阻、温升测发热，两者共同判断连接器载流可靠性
2. 压降必须四线差分采样，双线同孔穿钢板抗干扰最强
3. 测试台含仪器架必须单点接地，禁止单线穿孔、分孔走线
4. 热电偶贴导体、稳环境、等稳态，数据才真实有效

华乃尔智慧产权，未经允许，不得传播！

课后思考题

1. 为什么压降测试必须采用四线开尔文法?
2. 电压采样线穿过测试孔时，正确的走线与接地做法是什么?
3. 温升测试中，如何判定样品已经达到稳态?
4. 压降偏大且温升偏高，通常对应哪些焊接端子或压接不良?
5. 测试架不接地，会对压降采样造成什么影响?

[华乃尔智慧产网，未经允许，不得传播]

答题要求：结合本教案原理与现场操作作答，关键接线与接地规则需准确表述。