

# 大数据时代下高压电气装备 新型光纤温感技术及其应用

数字新基建 光纤传感 4.0 - 在线监测监控 - 智能化运维 - 状态检修 - 设备亚健康管理

苏州英迪戈精密光电科技有限公司

2020.08.25 南京

# 目 录

## 1、行业趋势及新型光纤测温技术特点

光纤传感4.0、RRAS、数据清洗、数据加工、深度学习、边缘计算

---

## 2、大数据时代下新型光纤测温产品及应用

泛在电力物联网、坚强智能电网、状态检修、亚健康管理、全寿命管理

---

## 3、行业应用整体解决方案及典型案例

发电机、变压器、输电线路、开关柜、电容/电抗器.....

---

## 4、英迪戈企业介绍、资质荣誉及其他

企业简介、院士顾问团队、资质证书、工程应用案例

# 1.

## 行业趋势及新型光纤测温技术特点

光纤传感4.0、RRAS、数据清洗、数据加工、深度学习、边缘计算

3-15

## 配合国家电网“数字新基建”新目标

--- 应能做到及早发现并控制隐患并实现：**高压电气设备亚健康管理**

墨菲定律：有可能发生的事情，就一定会发生！



**小概率，大事件！**

电网数字化平台/大数据中心

电力物联网/云

大数据应用/专家系统

状态检修

“治未病”亚健康管理

数据驱动

光纤传感V4.0

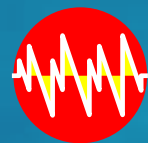
- ✓ 及时
- ✓ 准确
- ✓ 可靠



◆ **温升是威胁电气设备资产健康安全的重要原因**

- 温度异常
- 温升异常
- 趋势异常

故障



事故

**以避免动辄千万级别的资产损失**

◆ 电缆/母排/开关接续点及线圈/铁芯等**薄弱环节**在运行中容易有**温升**风险

光纤温度传感能够做到实时、可靠、精准监测电气设备内部热点温度，是继电保护系统电流、电压、功率因数、有功、无功、局放、色谱、环境参量等综合参数的有益补充，从而通过大数据建模实现AI智能化的设备“**亚健康运维管理**”，实现预测设备故障，判断设备的实际负荷能力，提前预测、预防事故，并为设备超负荷运行安全提供科学依据，实现在线增容，提高经济效益。

### 继电保护的基本任务

当电力系统**发生故障或异常工况时**，在可能实现的最短时间和最小区域内，自动将故障设备从系统中切除，或发出信号由值班人员消除异常工况根源，以减轻设备的损坏，或避免对相邻地区供电的影响。

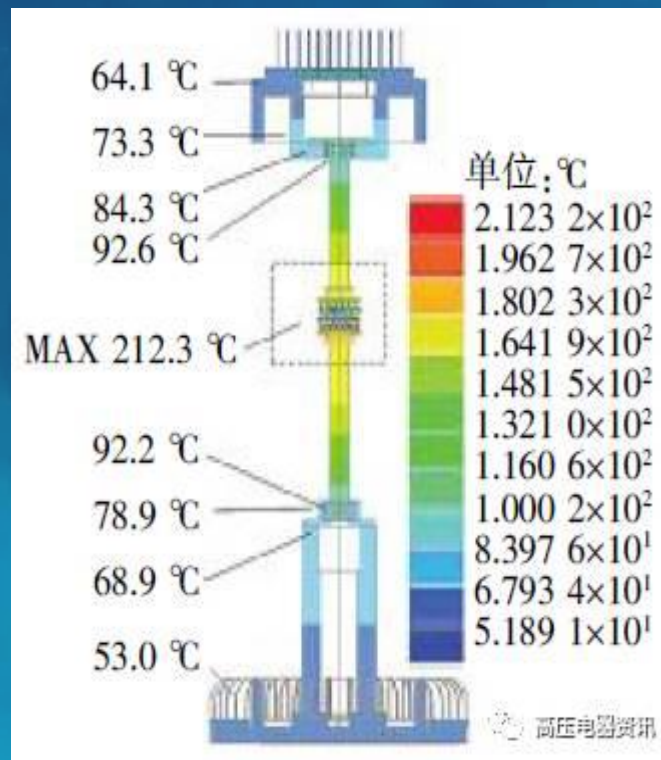
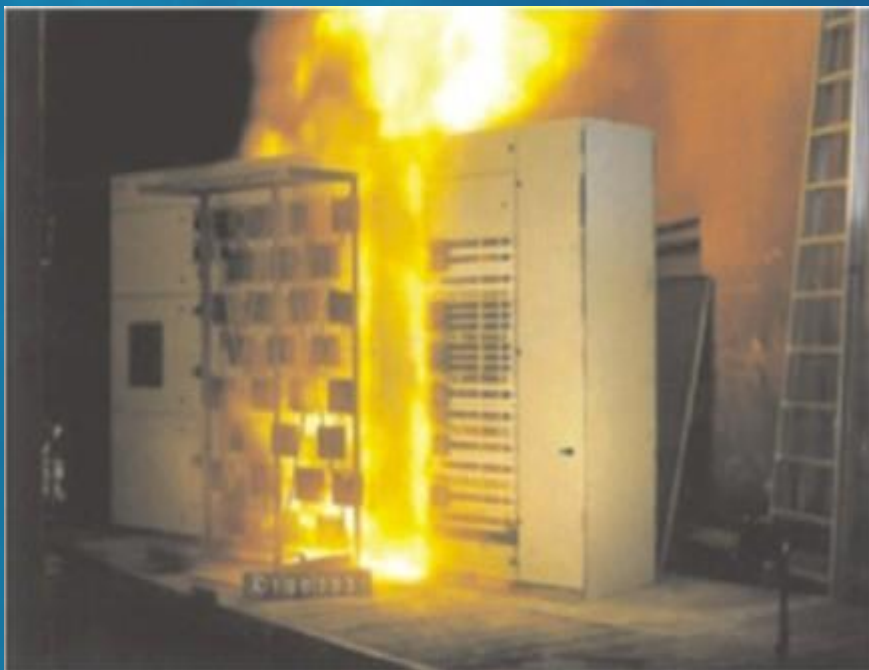
### 光纤感温的作用-亚健康管理---“治未病”

电气设备的绝缘、接触电阻、涡流、过载等类型故障的前兆，往往早期或表现出温度异常，光纤温度传感器能够**精准、实时**地感知微小的温度变化，通过温度异常发现故障证候，提前预判故障，实现设备的“**亚健康管理**”。

## 01 Niche 机会\_行业痛点

**高压设备温控的痛点及必要性** ---实时温度数据是综保系统重要的非电参量补充

--- 通过可靠准确的温度监测，能够提前预知健康状态，可避免大部分事故发生



## 目前市面上的测温方式稳定性及抗干扰能力差

问题还很多，只说最关键

RTD/NTC/IC  
(热电阻/电  
子无线测温)  
等有源传感器

1

RFID/声表  
面波等测温

2

传统光纤  
测温技术

4

3  
红外测温/  
遥测

不能满足“数字新基建” ☹️



“高压、强电磁干扰”却是高压电气设备的  
常态工作环境

“业界一些人认为测温并不重要……

那是因为他们不知道，其实温度也可以被

**即时、可靠、稳定、准确地被量测！”**



## 在线状态监测的发展趋势

- (1)、多功能多参数的综合监测和诊断,即同时监测能反映某电气设备的状态的多个特征参数;
- (2)、对电站或变电站的整个电气设备实行监测和诊断,形成一套完整的分布式在线监测系统;
- (3)、不断提高监测系统的可靠性和灵敏度;
- (4)、在不断积累监测数据和诊断经验的基础上,发展AI技术,建立人工神经网络和专家系统,实现电气设备及系统健康状态诊断的自动化、智能化。

# 预防性维护及预测性维护

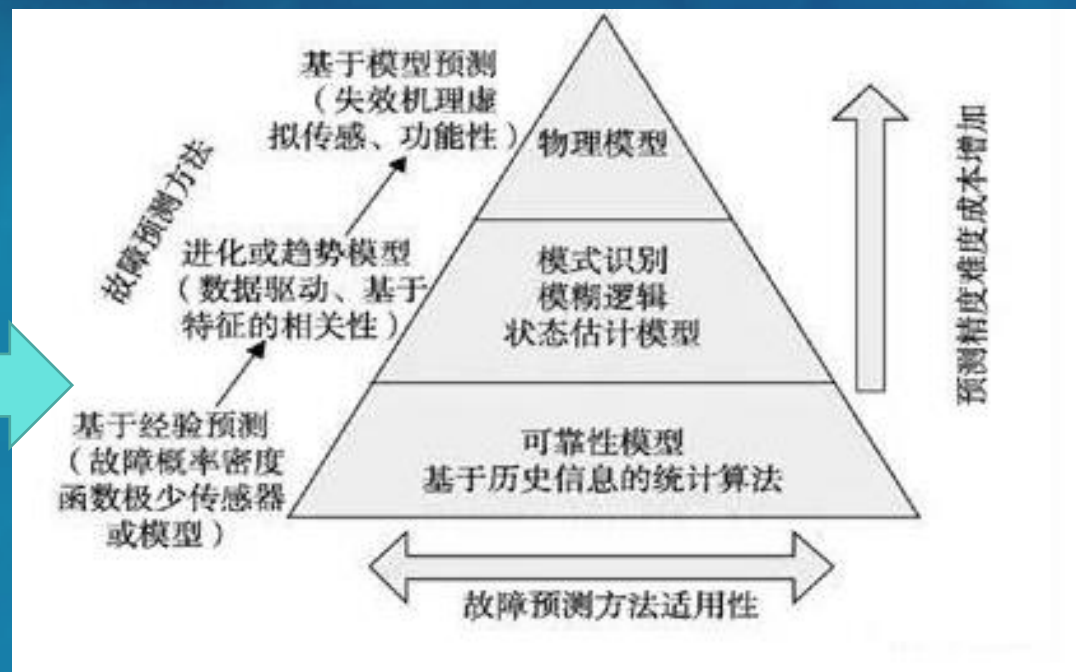
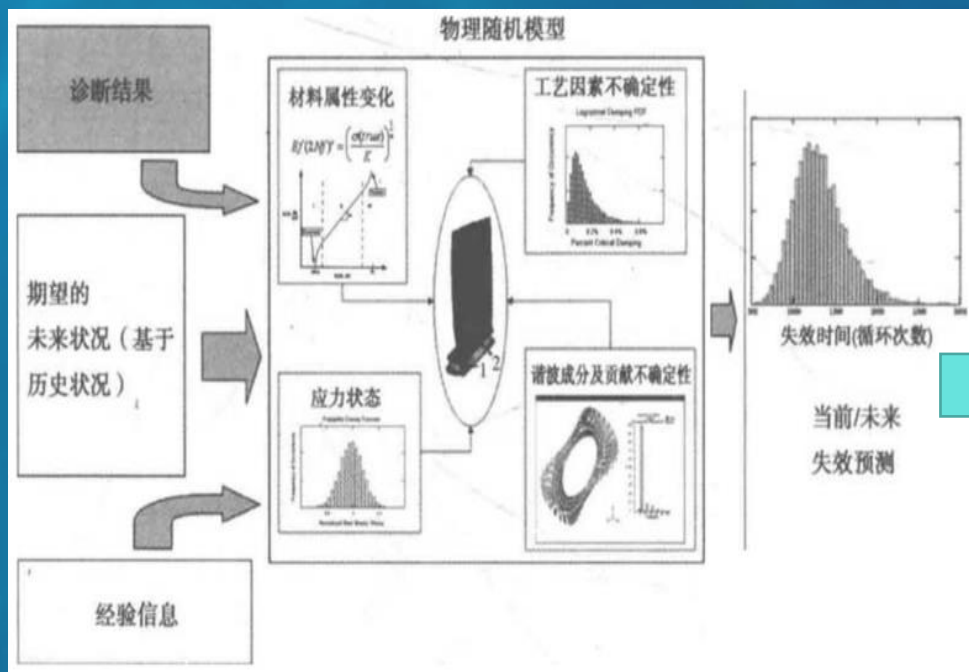


预测性维护依靠的是传感器，预防性维护更多还是凭经验

# 基于数据驱动的设备故障预测及状态检修

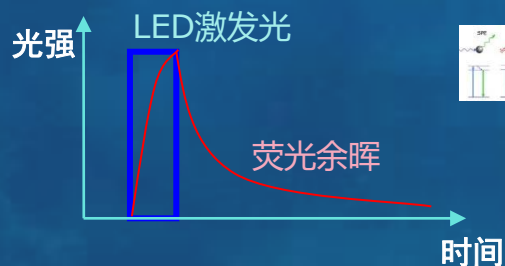
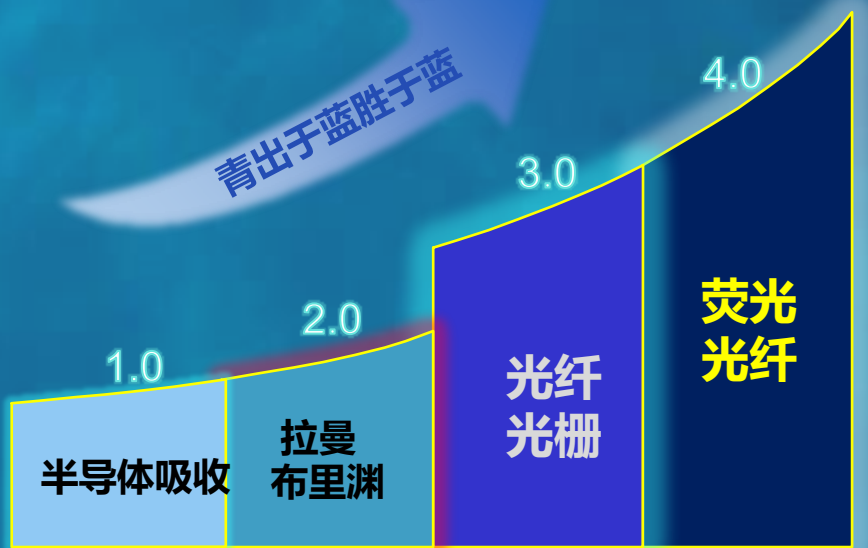
--- 设计寿命一刀切的方法是不合时宜的

以在线监测和数据驱动的故障诊断为基础的状态维修,可以使预防性维修向预测性维修过渡  
从“到期必修”过渡到“该修则修”。。。

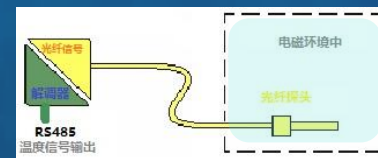


# 荧光式光纤传感技术

## 荧光感温技术特点



$$I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$$



## 因敏捷度而智能

*Smart by agility*

- 点测温形式
- 高可靠性
- 高灵敏度
- 高精度度
- 维护简单

## 因适应力而坚强

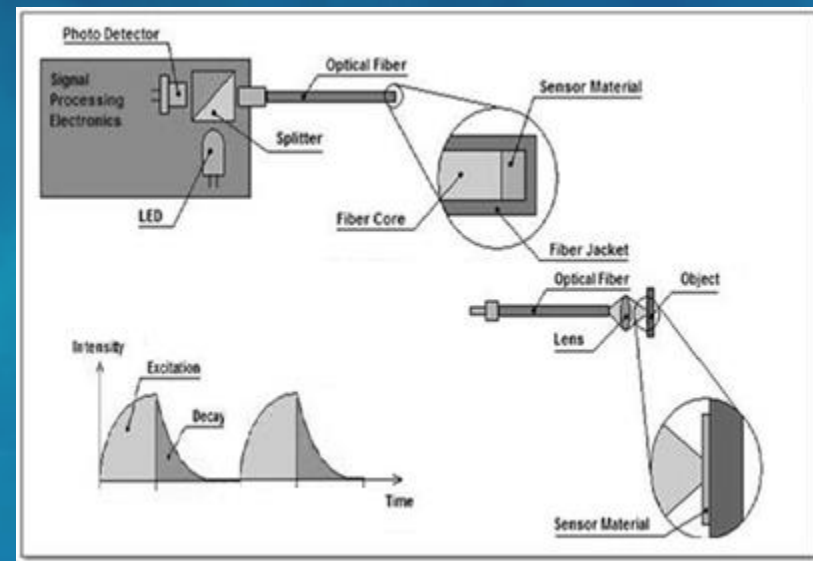
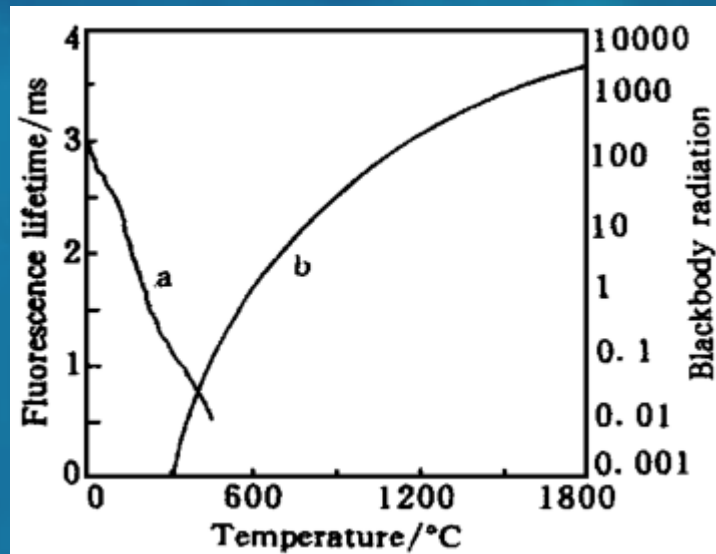
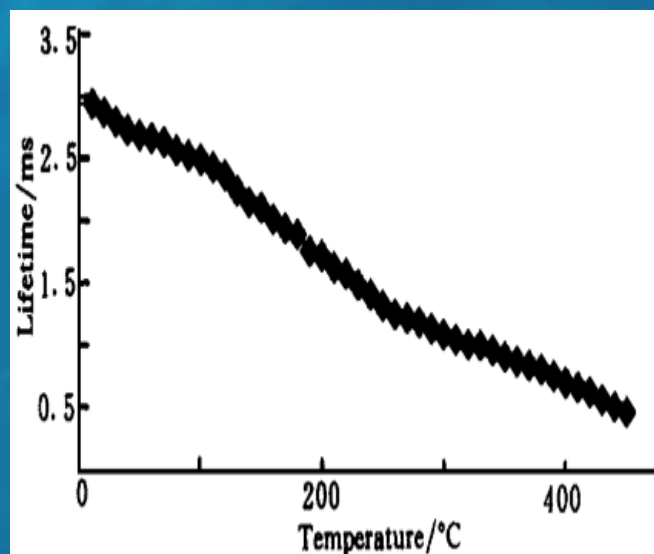
*Strong by adaptability*

- 无需特殊激光光源
- 高压绝缘/抗电磁干扰
- 抗震动/耐腐蚀/长寿命
- 不漂移/高可靠
- 超稳定

荧光式温度传感准确度与光强度无关，光信号在传输耦合时的强度变化不会影响测温精度。荧光寿命约0.3ms，与温度呈指数关系。荧光寿命与传感器寿命无关，传感器寿命为30年。

与其他光纤传感技术相比，荧光光纤传感器是基于感温探头端部涂覆的荧光感温材料的温度特性来进行测温的。该技术为点测温方式、量测对电磁干扰天然免疫、不受震动影响、性能可靠稳定、精度更高、不漂移、解调成本低。同时，探头寿命长，微小尺寸，模块化设计便于安装调试及维护、适于大规模组网应用。目前系统已经在三峡机组安装运行超过8年。

- 性能参数：测温范围：-200°C~500°C；精度：±0.03~±0.5°C；响应速度：200~500ms；探头寿命：>30年。



Smart Thermal Manager

—智能温度管家—

智能电网的前提  
是在自动化和精准大数  
据的基础上实现智能化

## “高智商 (RRAS)” 的智能温度管家

“高智商 (RRAS) 才 “够智能”

- ✓ **Reliably** 可靠 (可靠的意义——值得信赖! )
- ✓ **Real-time** 实时 (在线的意义——可闭环操控)
- ✓ **Accurate** 精准 (准确的意义——AI智能基础)
- ✓ **Stable** 稳定 (稳定的意义——值得长期信赖! )



\*RRAS也是评价计算机系统性能的重要指标: 可靠性R(Reliability)、实时性 (Real-time)、准确性A(Accurate)、稳定性S(Stable)。

# 2. ■

## 大数据时代下的新型光纤测温产品

电力数字新基建、坚强智能电网、状态检修、亚健康管理、全寿命管理

15-18



# 01 我们的产品

传感器是工业控制系统中采集数据不可缺少的器件, 选好传感器可以使整个系统稳定,可靠, 实时,准确,兼容。



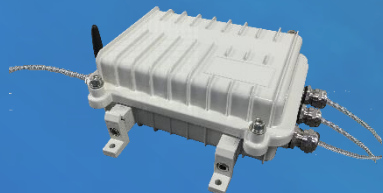
## FOTS-MX02系列

测温范围:  $-50 \sim +200^{\circ}\text{C}$   
测量精度:  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$   
采样频率: 1 Hz ~ 30Hz  
通信接口: RS-485 Modbus



## FOTS-MX06系列

测温范围:  $-50 \sim +200^{\circ}\text{C}$  精度:  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$   
采样频率: 1 Hz ~ 30Hz  
通信接口: 4-20mA模拟输出,  
RS-485 Modbus



## FOTS-MX08系列

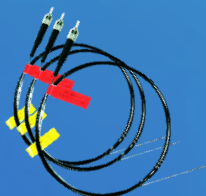
测温范围:  $-50 \sim +200^{\circ}\text{C}$   
测量精度:  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$   
采样频率: 1 Hz ~ 30Hz  
通信接口: 4G



### 油变延长光纤



### 油变探头



### GB2探头



### 多通道测温仪



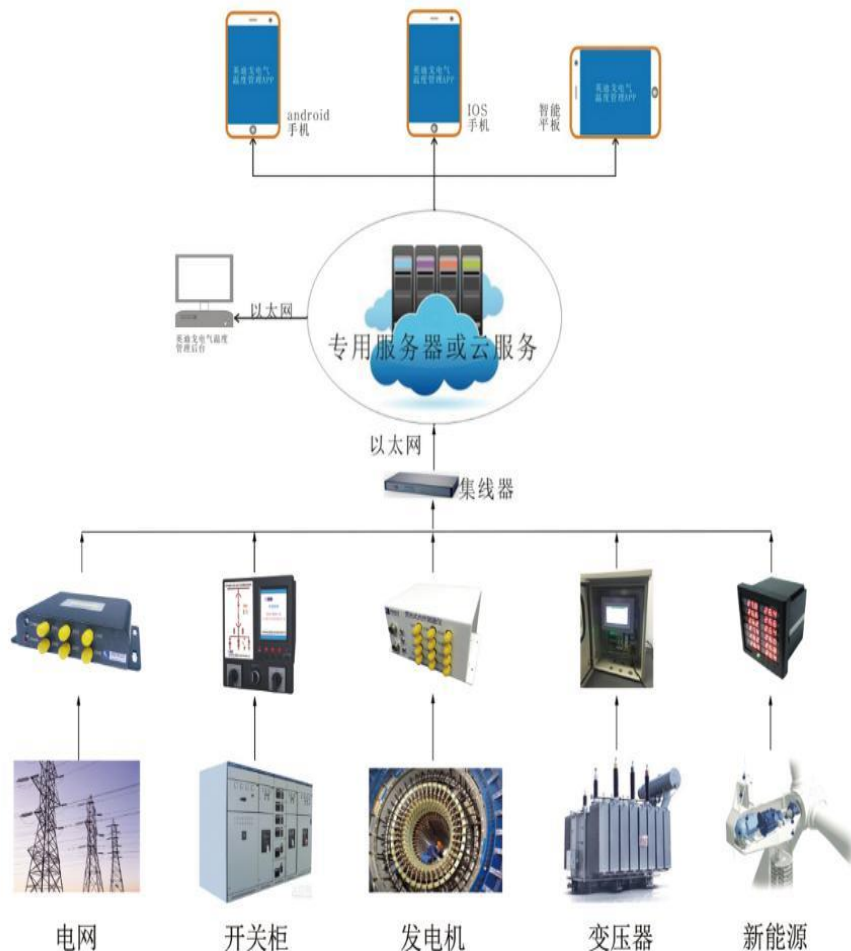
### 便携式测温仪



### 变压器测温系统



### 水电应用系统





## 02 我们的服务

---

智能温度管家

高精产品研发制造

行业应用解决方案

技术热线与咨询

现场工程服务

全球客户服务

# 03 大数据时代下的新式光纤测温系统



**点**

**RAS级传感器@可靠、稳定、实时、精准** 遍布高压电气设备监测点的传感器，全面在线采集每台设备的**健康数据**

**线**

**测控系统@建立局域网络** 采集层将测点连片，确保设备资产随时处于**健康/安全/有效/可控**的状态

**面**

**应用整体解决方案@行业需求** 基于RAS级的信息采集—传输网络—监控平台#  
**高度可靠的实时数据#支持状态检修、设备亚健康**管理，有效的**指挥、调度和决策**

**三维**

**物联网@云数据库** 强大的云存储及云计算能力，为信息系统及行业应用  
 提供了**移动数据应用支撑**，使得**能源互联网、智能电网**成为可能

**时空**

**AI@大数据** 基于云计算架构海量RAS级大数据#**形成优质数据资产**，提升AI运维应用

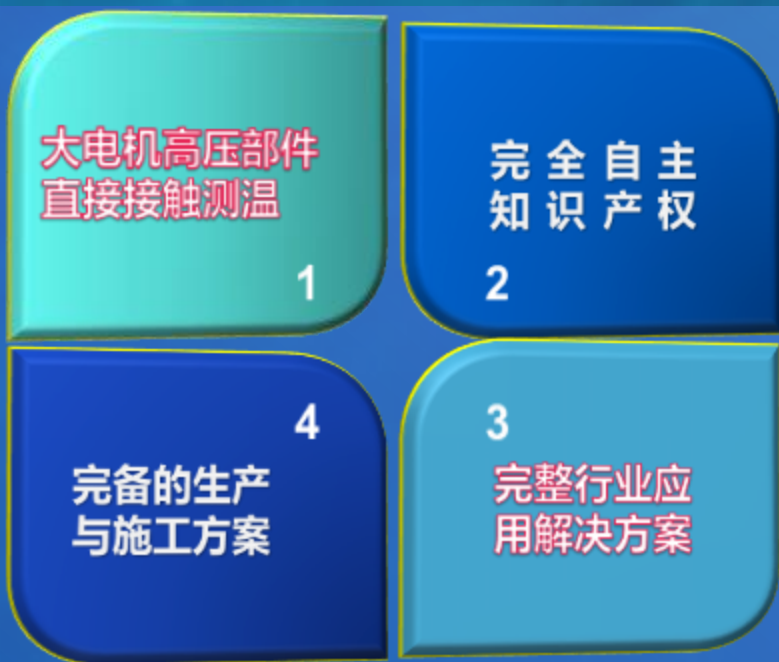
# 3

## 行业应用测温解决方案及实例展示

发电机、变压器、输电线路、开关柜、电容/电抗器、电力电子.....

19-22

# 企业大事记

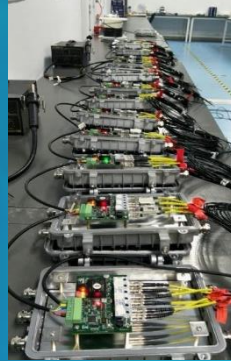
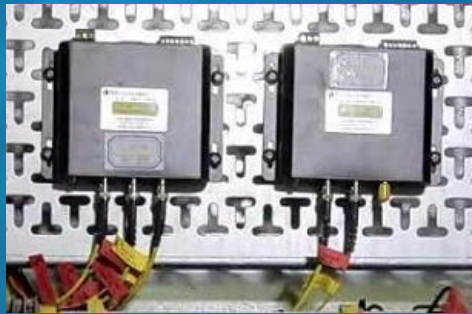
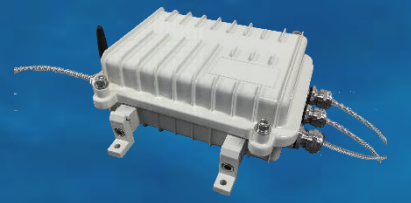


## 四个关键性里程碑

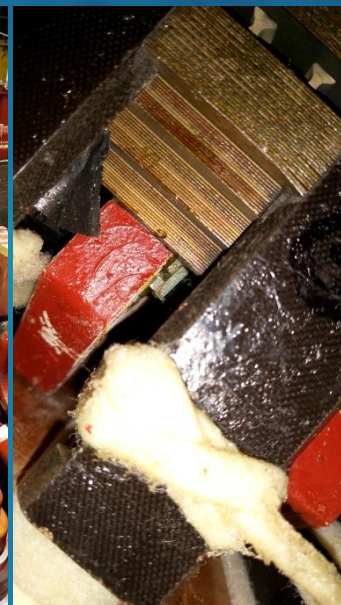
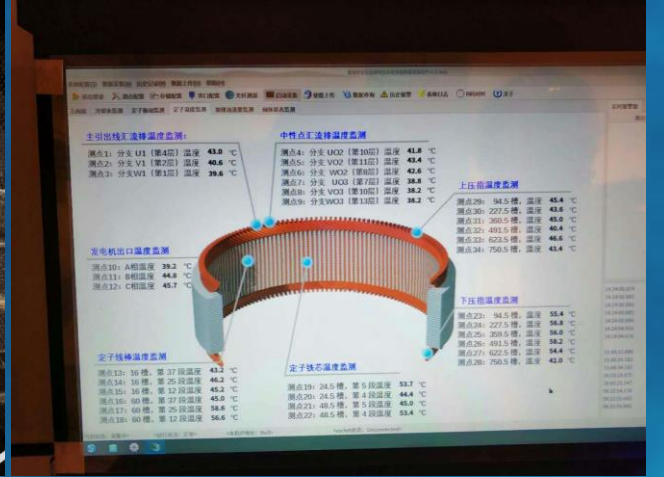
- 2008年 成立北京普罗迪公司 (2008年更名为北京英迪戈公司)
- 2010年 完成越南山萝电站发电机组荧光光纤测温项目
- 2011年 完成三峡左岸700MW发电机组温度在线监控项目
- 2012年 光纤测温纳入《发电机在线监测实施导则》
- 2012年 北京普罗迪更名为北京英迪戈, 进入自主技术本地化阶段
- 2013年 与南京南线高压金具研究院/中天科技合作研究高压金具在线温度监控系统
- 2014年 获得苏州高新区创业领军人才称号, 创建苏州英迪戈公司
- 2015年 参与中国电科院光纤测温技术规范制定及颁布
- 2016年 国网高压设备温度检测装置研发项目
- 2016年 苏州供电局城网改造试点项目
- 2016年 长园电气10kV智能柜项目
- 2016年 与施耐德技术中心达成战略合作
- 2016年 越南莱州水电光纤测温项目
- 2017年 完成新型M系列产品换代升级
- 2017年 特锐德光伏变电站35kV开关柜项目
- 2017年 成功监测到三峡6#发电机组超温故障
- 2017年 沙湾水电站发电机及励磁系统测温项目
- 2018年 与ABB中压技术研发中心达成战略合作
- 2018年 与中科院电工所在蒸发冷却、超导磁悬浮等项目实现合作
- 2018年 与中国水利水电科学研究院达成战略合作
- 2018年 与安徽鑫龙在智能断路器应用领域达成战略合作
- 2018年 与北海银河柳特变在特种变压器领域达成战略合作
- 2019年 完成哈电/葛洲坝发电机组全息监测项目
- 2019年 与德国莱尼公司达成战略合作
- 2020年 完成东方电气抽水蓄能发电机组转子测温型式试验
- 2020年 完成攀钢尖山、钛白变电站智能化改造测温项目
- 2020年 完成株洲大型散热器效能检测分析系统高精度测温系统项目
- 2020年 完成国电龙源风电箱变光纤测温工程项目

# Success Story 成功案例

# 应用案例



# 应用案例



# 4.

## 英迪戈企业介绍资质荣誉及其他

企业简介、工程业绩、资质证书、典型客户应用

23-29

# INDIGO

苏州英迪戈精密光电科技有限公司（以下简称“英迪戈”）自2004年成立以来，始终专注于荧光式光纤传感技术和产品、和应用解决方案的研发及应用推广。公司的主要产品为荧光式光纤传感器和测温系统，广泛适用于**能源电力、生命科学、航空航天、高铁船舶、工业微波**等特殊工业行业领域，在强电磁干扰环境下对温度进行“**实时、可靠、稳定、精准**”的在线监测。

经过十多年的潜心研发和市场应用，公司不仅拥有自主知识产权的一流技术产品及服务，更积累了多个行业的应用经验。已有数千套产品在特变电工、三峡电站、中国药检总所、先科/和佳医疗等大型工业、医疗企业成熟应用，获得了良好的用户反馈。

展望未来，英迪戈将秉承一贯坚持的“诚信、求实、服务、进取”的创业理念，以精益求精的工匠精神向全球用户提供更加优质的产品和服务，立志成为世界光纤传感领域的引领者！

## 01 企业介绍

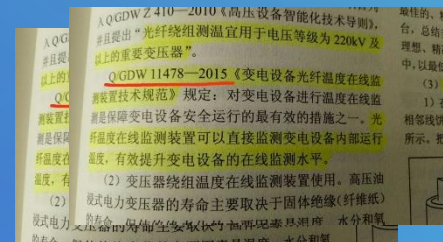
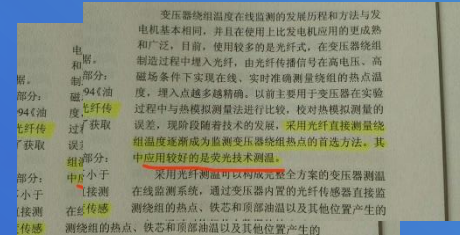
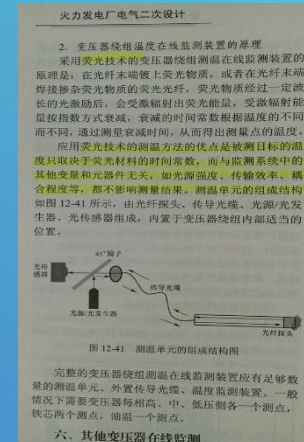
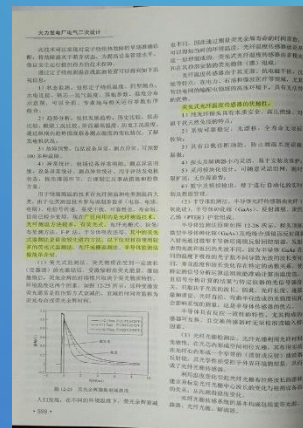
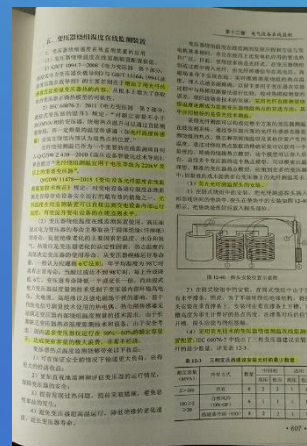




02

# 标准制定

《电力工程设计手册》- 电气二次设计



英迪戈公司 (INDIGO) 于2015年参与该标准的制订, 将高压电气设备在线温度监测监控工作的重要性, 提高到了新的水平: “对输变电设备进行实时温度在线监测, 是保障安全运行的最直接、最有效的措施之一。将光纤温度在线监测装置应用于输变电设备, 可以有效提升电力系统运行的安全水平。”

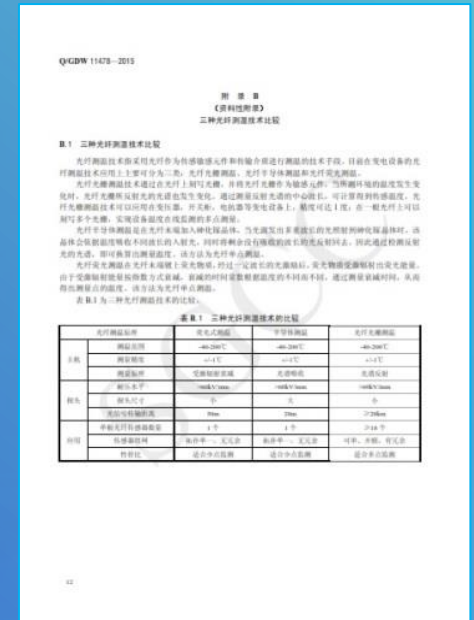
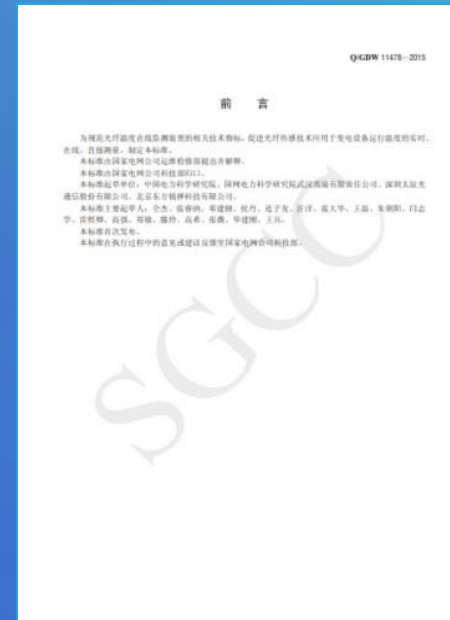
Q/GDW 11478-2015

中国电科院 (2016年9月颁布)

03

# 标准制定

## 《变电设备光纤温度在线测温装置技术规范》



英迪戈公司 (INDIGO) 于2015年参与该标准的制订, 将高压电气设备在线温度监测监控工作的重要性, 提高到了新的水平: “对输变电设备进行实时温度在线监测, 是保障安全运行的最直接、最有效的措施之一。将光纤温度在线监测装置应用于输变电设备, 可以有效提升电力系统运行的安全水平。”

# 04 资质证书

**中国赛宝实验室**  
CEPREI CHINA CEPREI LABORATORY

**校准证书**  
CALIBRATION CERTIFICATE

证书编号: J01A10006-0001  
Certificate No.

委托单位: 合智电气股份有限公司  
Client

委托方法: 西安丰源经济技术开发有限责任公司  
Address

仪器名称: 便携式40毫安激光光纤测温仪  
Instrument

型号规格: FOTS-M3000-N  
Model/Type

制造商: 英迪光精密光电科技有限公司  
Manufacturer

机身号: 17080601  
Serial No.

校准日期: 2017年02月23日  
Cal Date

校准有效期至: 2018年02月23日  
Next Cal. Date

结论: 所检项目符合合格(Passed at Calibration Items)

校准: 任飞  
批准: 孙志

CEPREI

**试验报告**  
TESTING REPORT

报告编号: 2009485-5  
Report No.

客户名称: 北京普罗德科技有限公司  
Client

委托检测地址: 西安丰源经济技术开发有限责任公司  
Address

试验项目/名称: 激光光纤测温仪无光源测试  
The Item/Name of Testing

制造厂商: 加拿大 FORTIN CONTRA INC.  
Manufacturer

型号/规格: CTMAP  
Model/Spec/Function

出厂编号: CTMAP  
Serial Number

试验日期: 2009年04月08日  
Testing Date

检测类别: 委托检测

苏州计量测试研究所

**检测报告**

报告编号: 100001655

产品名称: 激光光纤测温仪

生产单位: 苏州英迪光精密光电科技有限公司

委托单位: 苏州英迪光精密光电科技有限公司

检测类别: 委托检测

苏州计量测试研究所

**检定证书**  
VERIFICATION CERTIFICATE

客户: 飞秒光电科技(西安)有限公司  
Customer

地址: 西安市高新区丰源大街12号福源大厦  
Address

被检测量设备名称: 光纤式测温仪  
Name of instruments verified

编号: 1811829  
No.

制造商: FOT-CTM-HP-3M/TL  
Mfg. Co.

测量范围: (15~36) °C  
Meas. Range

制造商: 普罗德技术股份有限公司  
Manufacturer

检定日期: 2016年11月28日  
Verification Date

有效期至: 2017年11月27日  
Valid Until

批准: 任飞  
Approval

地址: 西安高新区新型工业园  
地址: 西安高新区新型工业园  
邮编: 710018  
Postcode

联系电话: 879-81691773 87981715  
Tel.

传真: 879-81691773 87981715  
Fax

**中国合格评定国家认可委员会**  
实验室认可证书

(注册号: CNAS L0462)

兹证明:

中国赛宝实验室/工业和信息化部电子第五研究所/  
中国电子产品可靠性与环境试验研究所

符合 ISO/IEC 17025:2005《检测和校准实验室能力的通用要求》  
(CNAS-CL01《检测和校准实验室能力认可准则》)的要求,具备承担  
本证书附件所列检测和校准服务的能力,予以认可。

获认可的能力范围具有相应认可证书号的证书附件,证书附件是本  
证书组成部分。

颁发日期: 2014-05-22  
有效期至: 2017-05-21  
初次发证: 2003-05-12  
更新日期: 2014-05-22

中国合格评定国家认可委员会授权人

No. CNAS A.1 0059121

**检验(试验)报告**  
Test Report

实验室名称: 国家电器产品质量监督检验中心  
Lab Name: China National Center for Quality Supervision and Test of Electrical Apparatus Products

报告编号: 19QZ807-S

委托单位: 苏州英迪光精密光电科技有限公司  
Client

产品名称: 光纤测温仪内交流金属铠装移开式开关设备  
Name of Product

产品型号: KYN28-12/1250-31.5  
Product Type

检验类别: 型式试验  
Test Category

本实验室对所出具的检验(试验)结果负责,未经实验室书面同意,不得将数据复制本报告。

The laboratory is responsible for the inspection (Test) results. The report shall not be reproduced except in full, written approval of the laboratory.

**北京振兴计量测试研究所**  
Beijing Zhixing Institute of Metrology and Measurement

**校准证书**  
CERTIFICATE OF CALIBRATION

证书编号: J12812010030  
Certificate No.

委托单位: 英迪光精密光电科技有限公司  
Client

地址: 北京  
Address

型号: FOTS-3000  
Model

制造商: 北京普罗德技术有限公司  
Manufacturer

校准日期: 2012年01月11日  
Calibration Date

校准有效期至: 2012年01月11日  
Calibration Validity

校准人: 孙志  
Calibrator

批准人: 任飞  
Approver

北京振兴计量测试研究所  
Beijing Zhixing Institute of Metrology and Measurement

**检测报告**

报告编号: CY-745-413-2014

客户名称: 北京英迪光精密光电科技有限公司

客户地址: 北京市

样品名称: 激光光纤测温仪

检测项目: 工频交流耐压试验

检测类别: 委托检测

北京英迪光精密光电科技有限公司

**国防科技工业III级计量站**  
国防科技工业III级计量站

**检定证书**  
VERIFICATION CERTIFICATE

证书编号: J12812010030  
Certificate No.

客户名称: 北京普罗德技术有限公司  
Client

地址: 北京  
Address

被检名称: 激光式光纤测温仪  
Name of instruments verified

编号: 1912-0134-1000-13  
No.

制造商: 北京普罗德技术有限公司  
Mfg. Co.

测量范围: 15~36 °C  
Meas. Range

检定日期: 2012年01月11日  
Verification Date

有效期至: 2012年01月11日  
Valid Until

批准: 任飞  
Approval

地址: 北京普罗德技术有限公司  
地址: 北京普罗德技术有限公司  
邮编: 100087  
Postcode

联系电话: 879-81691773 87981715  
Tel.

传真: 879-81691773 87981715  
Fax

**试验报告**

报告编号: 2009-215YBG-061

客户名称: 上海拜安传感技术有限公司  
Client

检测项目: 带防污秽网络传感器的 OFT200 型光纤光栅温度传感器 工频网络电压试验

检测类别: 委托检测

上海电力科学研究院高压所

二〇〇九年五月

**China National Accreditation Service for Conformity Assessment**  
LABORATORY ACCREDITATION CERTIFICATE

(Registration No. CNAS L0462)

China Cepreil Laboratory/The Fifth Electronics Research Institute of the Ministry of Industry and Information Technology/China Electronic Product Reliability and Environmental Testing Research Institute

No.110, Dongzhangshang Road, Tianhe District, Guangzhou, Guangdong, China

符合 ISO/IEC 17025:2005 General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories/CNAS-CL01 Accreditation Criteria for the Competence of Testing and Calibration Laboratories) for the competence of testing and calibration.

The scope of accreditation is detailed in the attached appendices bearing the same registration number as above. The appendices form an integral part of this certificate.

颁发日期: 2014-05-22  
有效期至: 2017-05-21  
初次发证: 2003-05-12  
更新日期: 2014-05-22

中国合格评定国家认可委员会授权人

No. CNAS A.2 0029769

**国防科技工业III级计量站**  
国防科技工业III级计量站

**校准证书**  
CERTIFICATE OF CALIBRATION

证书编号: GPR012001180042177  
Certificate No.

委托单位: 中国航天电子技术研究所  
Client

地址: 辽宁盘锦市  
Address

样品名称: 激光式光纤测温仪  
Sample

型号: FTS-3000-HP  
Type

制造商: 北京普罗德技术有限公司  
Manufacturer

校准日期: 2016年04月19日  
Cal Date

校准有效期至: 2016年04月19日  
Cal Validity

校准人: 任飞  
Calibrator

批准人: 任飞  
Approver

校准日期: 2016年12月24日  
Calibration Date

校准有效期至: 2018年12月24日  
Calibration Validity

校准人: 任飞  
Calibrator

批准人: 任飞  
Approver

地址: 北京  
地址: 北京  
邮编: 100087  
Postcode

联系电话: 879-81691773 87981715  
Tel.

传真: 879-81691773 87981715  
Fax

# 05 典型应用客户 (排名不分先后)





# THANK YOU !

苏州英迪戈精密光电科技有限公司

INDIGO PRECISION Co.,LTD.

王兵 13910324138 微同



地址：江苏省苏州市高新区科技城科灵路8号

电话：0512-66891140/46/47

传真：0512-66891147

邮编：215153



手机：技术 - 13910324138

18051798789

商务 - 18036138336

18013765226