

ICS 65.150
CCS B 50

GB/T ××××—××××



中华人民共和国国家标准

GB/T ××××—××××

农业物联网通用技术要求 第3部分：水产养殖

Technical requirements of Internet of Things for fishery aquaculture

（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）

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言.....	1
目 次.....	2
前 言.....	1
1 范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	2
4 水产养殖水质传感器要求.....	5
4.1 适用范围.....	5
4.2 工作条件.....	5
4.3 功能要求.....	5
4.4 布放安装要求.....	6
4.5 电气及机械要求.....	6
5 水产养殖数据要求.....	6
5.1 数据描述.....	6
5.2 数据存储.....	9
5.3 数据预处理.....	11
5.4 数据预测预警.....	12
5.5 数据决策.....	12
5.6 数据接口.....	13
6 网络传输要求.....	13
6.1 水产养殖传输参数及传输频次.....	13
6.2 网络传输带宽要求.....	14
6.3 数据传输可靠性要求.....	14
6.4 水产养殖感知信息传输网络建设规范.....	15
6.5 水产养殖感知信息传输网络通用接口及协议规范.....	16
7 无线控制装备技术要求.....	17
7.1 池塘水产养殖太阳能供电单元.....	17
7.2 水产养殖监控中心站.....	18
7.3 无线传输网络.....	19
7.4 数据采集单元.....	19
7.5 终端执行单元.....	20
7.6 水产养殖物联网智能控制器.....	20
7.7 自动控制软件系统.....	21
附录 A.....	22
附录 B.....	1
附录 C.....	1
参考文献.....	1

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。

本文件由农业农村部提出并归口。

本文件起草单位：中国农业大学、中国水产科学研究院、北京市农林科学院信息技术研究中心、农芯（南京）智慧农业研究院有限公司。

本文件主要起草人：李道亮、赵然、陈英义、位耀光、李振波、王聪、韩刚、黄一心、何雅静、段青玲、孙明、孙龙清、刘春红、王洋、陈天恩、卢宪祺。

农业物联网技术要求 第3部分：水产养殖

1 范围

本文件规定了水产养殖物联网中水质传感器要求、数据要求、网络传输要求、无线控制装备技术要求。

本文件适用于水产养殖中的近海海水养殖、室外池塘养殖、集约化工厂养殖等养殖方式。

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（包括所有的修订单）适用于本文件。

GB 2887-2000	电子计算机场地通用规范
GB 11607-1989	国家渔业水质标准
GB 50054	低压配电设计规范
GB 50174-93	电子计算机机房设计规范
GB 50311-2007	综合布线系统工程设计规范
GB 50312-2007	综合布线验收规范
GB/T 2221-2008	水产养殖数据 第2部分 通用术语
GB/T 3453-1994	基本型控制规程
GB/T 5271.1-2000	信息技术 词汇 第1部分 基本术语
GB/T 5271.4-2000	信息技术 词汇 第4部分 数据的组织
GB/T 8567	计算机软件文档编制规范
GB/T 12504	计算机软件质量保证计划规范
GB/T 20014.1-2005	良好农业规范 第1部分：术语
GB/T 30269.2-2013	信息技术 传感器网络 第2部分 术语
GB/T 30269.701-2014	信息技术传感器网络第701部分：传感器接口：信号接口
GB/T 30269.702-2013	信息技术 传感器网络 第702部分：传感器接口：数据接口
GBJ/232	电气装置安装工程施工及验收规范
IEEE802.3U	以太网 100BASE-T 标准

3 术语和定义

GB11607-89、DB36/T 1081-2018、GB/T 30269.2-2013、GB/T 30269.702-2013、GB/T 5271.1—2000、GB/T 5271.4—2000、GB/T 20014.1-2005和GB/T 2221-2008 系列标准中界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水产养殖物联网 aquaculture internet of things

是农业物联网的一个重要应用领域，是指采用先进传感技术、智能传输技术、智能信息处理技术，通过对养殖水质及环境信息、养殖对象生物信息、感知设备状态信息等信息的智能感知，安全可靠传输，智能处理以及控制机构的智能控制，实现对水质和环境信息的实时在线监测、异常报警与水质预警和智能控制，健康养殖过程精细投喂，疾病实时预警与养殖对象远程诊断等管理。

3.2

感知数据分析 sensor data analysis

为获取感知设备采集的数据中有效信息和形成结论而对数据加以详细研究和概括总结的过程。

3.3

数据接口 data interface

传感器和传感结点的参数编码，以及数据交互接口。

3.4

数据处理 data processing

研究模式识别、智能推理、统计分析、机器视觉等技术在数据预处理、预测预警、决策控制等领域应用的技术。

3.5

数据决策 data decision

信息处理技术的一个重要分支。它以系统论为指导，以管理科学、运筹学、控制论和行为科学为基础，以计算机技术、仿真技术和信息技术为手段，以精准决策需求为出发点，以构建不同领域的数据决策支持系统为目标，实现畜禽、水产养殖决策信息服务的智能化和精准化。

3.6

预测预警 prediction

利用传感器等信息采集设备获取生产现场数据的基础上，采用数学和信息学模型，对研究对象未来发展的可能性进行推测和估计，并对不正确的状态进行预报和提出预防措施。

3.7

数据预处理 data pre-processing

在进行数据分析以前对数据进行的一些处理，如进行数据清理、数据集成、数据变换，数据归约等。这些数据处理技术在数据挖掘之前使用，大大提高了数据挖掘模式的质量和效率。

3.8

养殖场所 breeding farm

将一定数量的禽类、鱼类等养殖对象集中到特定区域内统一饲养、培育、收获、繁殖的场所。

3.9

集约化工厂养殖 intensive factory farming

在室内开展养殖工作，并对养殖对象采用先进的机械、电子、计算机技术，控制养殖环境要素，同时结合数学模型与科学的管理方法对生产经营要素重新组合、优化决策，提高社会效益、经济效益与产出投入比的一种生产方式。

3.10

近海海水养殖 offshore mariculture

近海海水养殖是利用浅海、滩涂、港湾、围塘等海域进行饲养和繁殖海产经济动植物的生产方式。

3.11

生物福利 animal welfare

指养殖环境及养殖流程的各个环节中，减少对水产养殖对象造成压力与痛苦的因素，营造一个让养殖对象感到安全、舒适的养殖环境。

3.12

陆基工厂养殖 land based factory farming

采用全封闭式循环水系统，通过科学调控养殖水质环境和营养供给，并通过机械化、自动化、信息化、智能化等手段控制养殖过程，进行集约型水产养殖。这种养殖模型具有产量稳定、安全环保、强可控、低风险、产业化及效益化等优势的一种养殖模式。

3.13

水产养殖监控中心站 aquaculture monitoring center station

简称中心站，负责整个水产养殖系统的远程监控、集中数据采集、数据管理与分析、智能控制指令指定及信息管理。

3.14

数据采集单元 data acquisition unit

包括布置在现场的各种传感器，可实现对水产养殖环境空气温湿度、氨气、硫化氢、粉尘、二氧化碳、溶解氧、水温、pH、盐度和大气压等参数的自动化采集。

3.15

终端执行单元 terminal execution unit

水产养殖环境及饲喂（投饵）控制单元，一般指雾化器、风机、自动投饵机、喷药机、增氧机、电磁阀控制器等及其配件。

3.16

生物信息及行为监测设备 biological information and behavior monitoring equipment

通过网络摄像头或者基于组网的摄像监控设备实现对鱼类行为的监测，通过智能称重、智能测温等技术实现对鱼类的生长状态的实时监测，并建立与环控调温、调湿系统、饲喂系统的关系。

3.17

疫病防控决策设备 epidemic prevention and control decision-making equipment

通过联合健康监测巡检机器人、生物信息及行为监测设备实现对疫病的远程诊断，通过防疫消毒机器人对简单易处理的疫病进行处理。

4 水产养殖水质传感器要求

4.1 适用范围

水产养殖水质传感器适用范围应符合GB11607-1989的规定。

4.2 工作条件

水产养殖水质传感器的性能涉及工作环境、工作电压、测量精度和量程，各指标推荐者参考表4-1。

表 4-1 常规水产养殖水质传感器性能参数

传感器类型	测定方法	工作环境	工作电压	测量范围	测量精度
水体温度	热敏电阻或铂电阻	-5℃-60℃	5-24VDC	0-50 ℃	≤±0.3℃
溶解氧	原电池法或极谱法	-5℃-60℃	5-24VDC	0-20 mg/L	≤±1.5%FS
酸碱度	玻璃电极法	-5℃-60℃	5-24VDC	2-14	≤±1.5%FS
电导率	四电极法	-5℃-60℃	5-24VDC	0-100 mS/cm	≤±1.0%FS
叶绿素	荧光分析法	-5℃-60℃	5-24VDC	0-500 ug/L	≤±5.0%FS
浑浊度	散射法	-5℃-60℃	5-24VDC	0-1000 NTU	≤±3.0%FS
氨氮	氨气敏电极法、纳氏试剂法、水杨酸分光光度法	-5℃-60℃	5-24VDC	0-1.0 mg/L	≤±5.0%FS
亚硝酸氮	N-(1-萘基)-乙二胺光度法	-5℃-60℃	5-24VDC	0-1.0 mg/L	≤±5.0%FS
水位	扩散硅压阻式	-5℃-60℃	5-24VDC	0-20米	≤±0.5%FS

4.3 功能要求

设计和制造规范化，参考ISO15839-2003对传感设备的设计要求。数字传感器应具备以下功能要求：

- 1) 具有自动识别ID功能，支持即插即用；
- 2) 具有自动补偿功能；
- 3) 能够自动采集数据，并对数据进行预处理；
- 4) 具有数据存储、记忆与信息处理功能；
- 5) 具有自检功能，能够分析采集数据合理性，并进行异常数据标注；
- 6) 具有双向通讯、标准化数字输出或者符号输出功能。

4.4 布放安装要求

水产养殖水质传感器现场布放应符合以下要求：

- 传感器探头固定在安装支架上，并避免探头来回摆动和强光直射；
- 选择合适的地点安装传感器，避免探头被流沙和泥浆覆埋；
- 溶解氧传感器安装应远离水草生长区域；
- 传感器安装在测试环境良好和不出现停机的位置，方便对传感器进行定期维护；
- 传感器安装在有代表性的测试环境取样点附近，该取样点应该便于操作者进行取样操作，传感器和取样点之间的距离推荐最大值不超过1.5m；
- 传感器浸入深度与水产养殖对象习惯性活动水层深度一致；
- 为真实全面的检测出水质参数，选择一定距离等分布防测量传感器；
- 传感器安装应远离强电场环境。

4.5 电气及机械要求

浸入性防护壳体应达到GB/T 4208-2017 外壳防护等级中的 IP68 防护等级，且耐海淡水腐蚀、抗老化。接口标准应符合GB/T 30269.701-2014《信息技术传感器网络第701 部分：传感器接口：信号接口》的规定。

5 水产养殖数据要求

5.1 数据描述

采用射频技术、传感器技术、机器视觉、声学等感知技术自动获取或者人工辅助获取到的养殖物联网系统中的数据。主要包含养殖场所环境数据、养殖对象数据、感知设备状态数据、养殖生产过程数据。水产养殖环境感知数据名称和单位见表4-2。

表 4-2 水产养殖养殖场所环境数据

序号	名称	单位
1	溶解氧	mg/L
2	水温	℃
3	pH值	0-14
4	盐度	%

5	电导率	ms/cm
6	浊度	NTU/FTU/JTU
7	叶绿素	mg/g
8	光照强度	勒克斯
9	流速	m/s

水产养殖养殖对象数据见表 4-3。

表 4-3 水产养殖养殖对象数据

序号	名称	单位
1	标识号	/
2	体重	kg
3	体长	cm
4	行为	/
5	数量	/

水产养殖物联网设备状态数据见表 4-4~表 4-8。

表 4-4 叶轮增氧机状态数据

序号	名称	单位
1	温度	℃
2	电压	V
3	功率	kW
4	增氧速度	kg/h
5	动力效率	kg(kW·h)
6	噪声	dB

表 4-5 增氧机状态数据

序号	名称	单位
1	增氧速度	Nm ³ /h
2	氧气纯度	%
3	氧气压力	MPa

表 4-6 增氧锥状态数据

序号	名称	单位
1	压力	bar
2	进气速度	L/min
3	进水速度	L/min
4	进水水压	bar
5	氧溶解量	kg/h

6	氧气利用效率	%
---	--------	---

表 4-7 水泵状态数据

序号	名称	单位
1	流量	m ³ /h
2	扬程	m
3	转速	r/min
4	功率	kW
5	效率	%
6	气蚀余量	%

表 4-8 投饵机状态数据

序号	名称	单位
1	主电机功率	kW
2	输料电机功率	kW
3	电源	/
4	料箱重量	kg
5	投饵角度	°
6	单次投饵时间	s
7	投饵间隔	s
8	开机时间	min

水产养殖生产过程数据见表 4-9。

表 4-9 数据类型及描述

数据类型	数据描述
养殖环境数据	采用射频技术、传感器技术、机器视觉等感知技术的获取养殖场所的主要环境因素数据。水产养殖场所的水体的溶解氧、水体温度、pH、盐度、浊度、叶绿素、光照强度、流速、氨氮和空气的温度、湿度等环境参数数据。
养殖对象数据	采用射频技术、传感器技术、机器视觉、声学等感知技术的获取养殖场所内养殖对象的体征等参数数据。水产养殖场所的养殖对象的标识、体征、行为等体征或状态数据。
感知设备状态数据	采用射频技术、传感器技术、机器视觉、声学等感知技术的获取养殖物联网设备状态和作业数据。水产养殖场所的增氧机、投饵机、循环水设备等设备状态和作业数据。
养殖生产过程数据	采用射频技术、传感器技术、机器视觉等感知技术的获取养殖场所的主要是养殖过程中涉及到的数

	据。水产养殖场所内饲料投喂、增氧等生产资料等用量等数据。
--	------------------------------

5.2 数据存储

5.2.1 数据形式

数据类型包含数字、文字、图像、视频、音频等，可为数值、字符或二进制数等形式。

水产养殖感知数据推荐采用关系型数据库格式、XML格式。用户可以采用关系型数据库格式和XML形式表示实例数据。本节首先列出了用于描述水产养殖感知数据元数据的基本属性，然后说明感知数据的组织形式。

本标准中日期和时间的表示法参见GB / T7408，一般采用公历日期和时间表示法的基本格式。YYYYMMDDThhmmss，其中YYYY、MM、DD分别表示年、月、日，T用于分隔日期与时间，hh、mm、ss分别表示小时、分、秒，采用通用的24h计时系统。日期和时间表示中长度不足的采用前置“0”。

采集点编号基本属性见表4-10。

表 4-10 采集点编号基本属性

中文名称:	感知数据采集设备编号
定义:	安装采集设备的唯一标识代码，与设备基本信息关联
同义名称:	设备编号
缩写:	aquID
数据类型	字符型
数据格式	1..18
约束条件:	必选

信息类型基本属性见表 4-11。

表 4-11 信息类型基本属性

中文名称:	信息类型
定义:	采集的感知参数分类，如盐度、溶氧、PH等。
同义名称:	设备编号
缩写:	dataType
数据类型	字符型
数据格式	1..12
约束条件:	必选

源数据值基本属性见表 4-12。

表 4-12 源数据值基本属性

中文名称:	源数据值
定义:	数据采集设备采集的未经转化处理的数据值
同义名称:	数据源
缩写:	origValue
数据类型	数据类型与采集设备上报数据一致
数据格式	数据类型与采集设备上报数据格式一致
约束条件:	可选

处理后数据基本属性见表 4-13。

表 4-13 处理后数据基本属性

中文名称:	处理后数据
定义:	采集数据经过加工处理后的数据
同义名称:	目标数据
缩写:	corrValue
数据类型	浮点型
数据格式	小数点后2 位
计量单位:	根据采集数据类型确定
约束条件:	必选

采集时间基本属性见表 4-14。

表 4-14 采集时间基本属性

中文名称:	采集时间
定义:	采集设备传输回来数据的时间
同义名称:	目标数据
缩写:	reportTime
数据类型	datetime
数据格式	YYYYMMDDThhmmss
约束条件:	必选

处理后记录时间基本属性见表 4-15。

表 4-15 处理后记录时间基本属性

中文名称:	处理后记录时间
定义:	采集数据经过处理后的入库时间
同义名称:	目标数据
缩写:	recordTime
数据类型	datetime
数据格式	YYYYMMDDThhmmss

约束条件:	必选
-------	----

5.2.2 数据组织

面向实际应用需求导向，根据数据需要进行分类收集后，须对数据进行清洗和统一，并能够自动加工成为养殖物联网应用的数据格式并进行存储，并以标准化数据库的格式为用户重复实用，通过算法模型，加工成为相关数据或知识，支持生产管理决策。

关系型数据库：符合3NF，即要求一个数据库表中不包含已在其它表中已包含的非主关键字信息。

NOSQL：键（Key-Value）存储方式，按照键值对的形式进行组织，索引和存储。

XML：1) XML 文本文件系统描述规则

— 字符集 采用GB18030 中的双字节规定的字符集。

— 命名方法DTD 和Schema 中各组成元素采用规范性汉字字符命名。

— XML DTD 定义和XML Schema 定义。

2) 支持XML 的传统关系数据库作为其存储框架

用DTD 实现与关系表格的转换，对XML 文档的查询符合W3C 推荐的XPath 规范。

5.3 数据预处理

不同的预处理方法对于建立预测能力强、稳健性好的模型起到至关重要的决定性作用。常用的预处理方法如下。

5.3.1 数据清洗

能够对水产养殖感知数据集中存在一些错误的数据进行处理，能够检查数据一致性，处理无效值和缺失值等；可通过符合实际的或科学化手段填写缺损值，平滑噪声数据，识别并删除异常数据，实现对数据质量的维护。

a) 缺失值处理

—忽略元组：当缺少类标号时通常这样做。除非元组有多个属性缺少值，否则该方法不是很有效。

—人工填写缺失值：一般情况下，该方法很费时。

—使用一个全局常量填充缺失值：将缺失值用同一个常数（如Unknown或 $-\infty$ ）替换。此方法虽然简单但不可靠。

—使用属性的均值填充缺失值。

—使用与给定元组属同一类的所有样本的属性均值。

—使用最可能的值填充缺失值：可以用回归、使用贝叶斯形式化的基于推理的工具或决策树归纳确定。

b) 噪声数据处理

噪声（noise）是被测量的变量的随机误差或方差。通过以下数据平滑技术进行处理。

—分箱（binning）：分箱方法通过考察数据的“近邻”来平滑有序数据的值。有序值分布到一些桶或箱中。由于分箱方法考察近邻的值，因此是对数据进行局部平滑。

—回归：可以用一个函数（如回归函数）拟合数据来平滑数据。

—聚类：可以通过聚类检测离群点，将类似的值组织成群或簇。直观地落在簇集合之外的值视为离群点。

c) 不一致数据的处理

对于编码使用的不一致问题和数据表示的不一致问题（如日期“2004/12/25”和“25/12/2004”）需要进行统一化处理。字段过载（field overloading）是另一种错误源，通常由于开发者将新属性的定义

挤压到已经定义的属性的未使用（位）部分（例如，使用一个属性未使用的位，该属性取值已经使用了32位中的31位）。

5.3.2 相关性分析

能够通过算法模型实现对多个变量元素进行相关性分析，衡量两两变量因素的相关密切程度，能够实现简单的数据降维或数据升维处理。

相关性分析是指对两个或多个具备相关性的变量元素进行分析，从而衡量两个变量因素的相关密切程度。相关性的元素之间需要存在一定的联系或者概率才可以进行相关性分析。一般的相关性分析方法有：线性相关分析、偏相关分析、距离分析。

5.4 数据预测预警

5.4.1 养殖环境预测预警

养殖环境预测预警可通过养殖场所内环境等指标，通过算法模型，实现对养殖环境设备提供控制信息，实现养殖环境的调控，为养殖对象提供适宜生长环境。水产养殖中通过水体温度、pH、DO、盐度、浊度、氨氮、COD、BOD等对水产品生长环境有重大影响的水质参数，太阳辐射、气压、雨量、风速、风向、空气温湿度等气象参数，在对所检测数据变化趋势及规律进行分析的基础上，从中选取发生中影响较为突出的影响因子作为预警监测指标，并设定合理的阈值作为预警值。实现对养殖水质环境参数预测预警，并根据预测预警结果，对增氧机、循环泵等养殖设施的调控进行智决策，实现水质智能调控，为养殖对象创造适宜水体环境，保证养殖对象良好福利，保障养殖对象健康生长。

5.4.2 养殖对象状态预测预警

养殖对象状态预测预警可通过养殖对象的体征和运动等参数指标，通过算法模型，实现对养殖对象生长状态和行为的预测预警，实现对养殖对象行为实施监测和非正常状态的预测预警。要根据算法计算和统计分析的结果，从基本的体征和运动指标中提取出反应养殖对象综合变化的预警指标，确定正常和非正常状态的警戒阈值。通过养殖对象的体征和运行状态等数据的基础上，通过预测预警算法模型和预警指标，同时对比警戒阈值，实现对养殖动物状态的预测预警。。

5.4.3 感知设备预测预警

感知设备状态预测预警可通过投喂设备自身状态和作业状态等参数指标，通过算法模型，实现对设备自身状态和作业状态的预测预警，实现对相关设备的监测和提供控制信息。要根据算法计算和统计分析的结果，从设备自身状态和作业状态等参数指标中提取出反应感知设备变化的预警指标，确定设备自身状态和作业状态的警戒阈值。在增氧设备、投喂设备等数据的基础上，通过预测预警算法模型和预警指标，同时对比警戒阈值，实现对设备的监测预测预警。

5.5 数据决策

5.5.1 数据统计

围绕养殖生产管理需求，采用适当的统计分析方法对收集来的大量数据进行分析。统计方法可以选择：对比分析法，将两个相关联指标进行据进行比较，从数量上展示和说明研究对象规模大小，水平的高低，速度的快慢，以及各种关系是否协调；和相关性分析法，对两个或多个具备相关性的变量元素进

行分析，从而衡量两个变量因素的相关密切程度；以及模型分析方法，其中常用建模方法包括一元回归方法，多元线性回归方法、偏最小二乘法、人工神经网络(ANN)、支持向量机(SVM)等，根据3个基本标志，即模型稳定性、可靠性及动态适应性来评价数学模型实际分析预测能力的优劣有。能够根据时间和数据量等实现在线或离线形式的数据分析，并可做出定性或者定量分析表达，生成方式可有图表或图形方式。

5.5.2 养殖对象识别

能够通过人工智能、深度学习、机器学习等算法，实现对养殖对象的智能识别，识别内容可包括养殖对象的品种、形态、状态特征，以实时采集处理养殖对象信息、统计分析。

5.5.3 养殖对象行为分析

能够通过人工智能、计算机视觉和机器视觉等算法，实现对养殖对象行为状态的识别，可识别养殖对象的状态等信息。水产养殖领域，可通过人工智能、计算机视觉和机器视觉识别缺氧、饥饿、疾病、繁殖等行为，以对养殖对象的状态进行把控。

5.6 数据接口

基础数据或分析得到的数据具备开放和共享接口，对不同平台的数据要求和接口标注进行转化和匹配，以备提供给不同平台使用。

6 网络传输要求

6.1 水产养殖传输参数及传输频次

本标准规定的水产养殖传输参数及传输频次如表6-1所示：

表 6-1 水产养殖传输参数及传输频次

参数名称	适宜范围	单位	传输频次	参数优先级	可靠性要求
溶解氧	4-20	mg/L	10分钟/次	1	网络在以年为周期内达到95%以上时间可用。
氨氮	0-2.04	mg/L	30分钟/次	1	网络在以年为周期内达到95%以上时间可用。
叶绿素	0-20	ug/L	30分钟/次	1	网络在以年为周期内达到95%以上时间可用。
PH	6.5-8.5	—	12小时/次	2	网络在以年为周期内达到85%以上时间可用。
水温	15-35	°C	4小时/次	2	网络在以年为周期内达到85%以上时间可用。
电导率	0-20	ms/cm	4小时/次	2	网络在以年为周期内达到85%以上时间可用。
浊度	7.0-140	NTU	24小时/次	3	网络在以年为周期内达到75%以上时间可用。
水位	1.2-2.0	m	24小时/次	3	网络在以年为周期内达到75%以上时间可用。

光照强度	不同品种的范围差异大	lx	10分钟/次	2	网络在以年为周期内达到85%以上时间可用。
流速(陆基或池塘养殖)	240-800	L/s	10分钟/次	2	网络在以年为周期内达到85%以上时间可用。
流速(海水养殖)	30-60	cm/s	10分钟/次	2	网络在以年为周期内达到85%以上时间可用。

6.2 网络传输带宽要求

针对不同参数的传输需求应选用不同的传输媒介，构建混合通信网络。依据传输媒介，网络传输带宽规范分为有线传输带宽规范与无线传输带宽规范，其中有线传输带宽不得低于20Mb/s,无线传输带宽规范请参考并满足轻工业行业标准《无线局域网（WLAN）工程验收规范》（QB-A-005-2011），如表2的所示：

表 6-2 传输网络带宽规范

传输媒介	带宽下限	频率范围
光纤	20Mb/s	无
802.11无线局域网(WLAN/Wi-Fi)	5Mb/s	2.4GHz或5GHz
2G无线网络	144Kb/s	800-1850MHz
3G无线网络	384Kb/s	1880-2145MHz
4G无线网络	2Mb/s	2300-2655MHz

此外，考虑到生物福利，除了保证上述无线信号频率范围外，还要保证无线信号的电磁波辐射满足国家标准《环境电磁波卫生标准》(GB 9175-1988)的要求，如表3的所示：

表 6-3 无线信号电磁辐射安全等级规范

波长	单位	容许场强	
		一级(安全区)	二级(中间区)
长、中、短波	V / m	<10	<25
超短波	V / m	<5	<12
微波	μ W / cm ²	<10	<40

6.3 数据传输可靠性要求

依据传输媒介，数据传输可靠性可分为无线传输可靠性与有线传输可靠性。其中，无线传输可靠性的技术指标有以下7个：

- 无线覆盖信号强度
- 信噪比
- AP配置
- 用户认证
- WEB认证接入时延
- 吞吐量
- 连通性

该7项技术指标请参考并满足轻工业行业标准《无线局域网（WLAN）工程验收规范》（QB-A-005-2011）。

有线传输可靠性的技术指标较多，主要有信噪比、吞吐量、连通性、相应速度、线路材质等。具体技术参数规范请参考并满足国际标准《以太网100BASE-T标准》（IEEE802.3U）。

为保证数据传输可靠性，需对系统连通性、RTT、抖动、IP丢包率、网络带宽、链路健康状态等项目进行测试，并保证测试结果满足表6-4的要求

表 6-4 数据传输可靠性规范

测试项目	判据名称	判据要求
系统连通性	成功Ping（Packet Internet Groper）的比率	达到100%
RTT	RTT平均值	≤210毫秒
抖动	时延变化平均值	≤85毫秒
IP丢包率	丢包比重	≤0.5%
网络带宽	每秒流量	≥50KB/s
链路健康状态	广播率	≤50帧/s
	组播率	≤40帧/s
	错误率	≤1%
	碰撞率（冲突率）	≤5%
	平均利用率	≤60%

6.4 水产养殖感知信息传输网络建设规范

6.4.1 组网原则

水产养殖感知信息传输网络的组网原则请参考并满足通讯行业标准《无线局域网工程设计规范》（YD5214-201X）、《以太网交换机设备技术规范》（YD/T 1099-2005）、《IP网络技术要求-网络总体》（YD/T 1170-2001）、《有线接入网设备安装工程设计规范》（YD/T 5139-2019）、《宽带光纤接入工程设计规范》（YD 5206-2014）。

6.4.2 网络结构

水产养殖感知信息传输网络结构设计请参考并满足通讯行业标准《无线局域网工程设计规范》（YD5214-201X）、《以太网交换机设备技术规范》（YD/T 1099-2005）、《有线接入网设备安装工程设计规范》（YD/T 5139-2019）、《宽带光纤接入工程设计规范》（YD 5206-2014）。

6.4.3 机房建设

水产养殖感知信息传输网络的网络中心机房、服务器机房的建设请参考并满足国家标准《电计算机机房通用规范》（GB2887-2000）、《电子计算机机房设计规范》（GB50174-93）、《低压配电设计规范》（GB 50054）、《电气装置安装工程施工及验收规范》（GBJ/232）。

6.4.4 综合布线设计

水产养殖感知信息传输网络的综合布线设计方案请参考并满足国家标准《综合布线系统工程设计规划》（GB50311-2007）。

6.4.5 验收要求

水产养殖感知信息传输网络建成后的验收工作请参考并满足国家标准《电气装置安装工程施工及验收规范》（GBJ/232）、《综合布线验收规范》（GB50312-2007）、《无线局域网工程验收规范》（YD_5215-2015）。

6.5 水产养殖感知信息传输网络通用接口及协议规范

6.5.1 内部接口规范

如图1所示，系统存在前端与平台接口 A、客户端与平台接口 B以及平台间互联接口 C 三种接口。

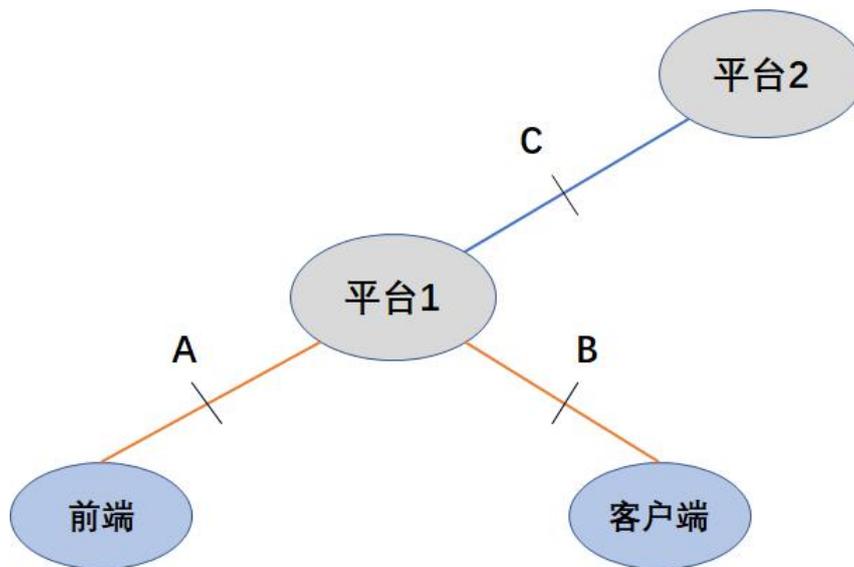


图1 系统接口示意图

为使不同厂家设备能够接入平台，并使不同平台间实现互联，须对系统的这些接口进行标准化。依据业务发展现状，A、B接口暂不规定。C均为必须实现的接口，必须统一。

系统接口参考点示意图如下图6-2所示

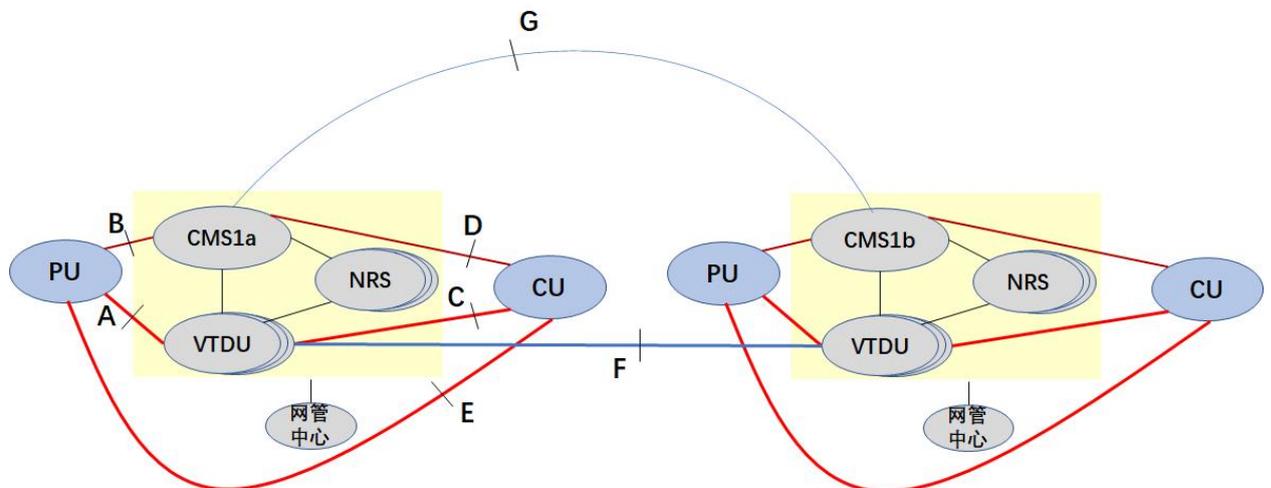


图2 系统接口参考点示意图

图中所示的：

- a) 参考点A、B为PU与平台的接口。其中参考点A为媒体接口，参考点B为信令接口。
 - b) 参考点C、D为CU与平台的接口。其中参考点C为媒体接口，参考点D为信令接口。
 - c) 参考点E为PU与CU 的媒体接口。
 - d) 参考点F、G 为平台间的接口。其中参考点F为媒体接口（同一边缘平台内部VTDU 间亦使用该接口），参考点G为信令接口。
 - e) 其中参考点 A 接口=参考点C接口=参考点 F 接口=参考点E接口，该部分接口为媒体接口，尽量考虑未来全系统的统一。
- 参考点F和参考点G为必须实现统一的接口。
- 参考点A和参考点B在下次规范升级时规范。

6.5.2 接口协议规范

接口协议要参考并满足国家标准《控制网络LONWORKS技术规范第4部分:基于隧道技术在IP信道上传输控制网络协议的规范》（GB/Z 20177.4-2006）。此外，对于内部标准协议，做如下要求：

- 视频传输协议：TCP、UDP、RTP。
- 计费、认证、鉴权信息传输协议：RADIUS。
- 视频压缩采用 Mpeg4/M-Jpeg/H.26X/Mpeg2 标准。
- 音频压缩采用 G.711/G.723.1/G.729/MP3 标准。

对于外部接口协议，做如下要求：

保证网络视频监控平台接口的统一性、先进性、完整性和广泛的适应性，使得不同的应用系统均能以统一的方式与网络视频监控平台系统相互交换信息。

7 无线控制装备技术要求

7.1 池塘水产养殖太阳能供电单元

7.1.1 基本要求

池塘水产养殖太阳能供电单元的基本要求如下：

- 太阳能供电单元一般包含太阳能光伏电池组件、汇流箱、控制器和蓄电池组，是灌溉自动监控站的电源系统。半导体硅材料的光伏电池板利用光电转换特性，完成太阳能的转换，并通过蓄电池进行蓄能；
- 太阳能供电单元的可靠性是灌溉智能监控系统正常运行的保证，光伏电池板把太阳辐射能转换为电能，并将电能送往蓄电池中进行存储或者上网，满足灌溉自动监控站不间断供电的要求；
- 控制器应监控整个太阳能供电单元的工作状态,并对蓄电池起到过充电保护、过放电保护的作用；
- 根据安装地点的太阳能辐射情况以及输出电压和输出电流，从而计算出发电功率；
- 根据额定容量和输出电压，按照蓄电池组合件系列表，确定标准规格的串联数和并联组数；
- 选择具有环保、经济、实用和安全可靠的太阳能供电单元。

7.1.2 技术要求

池塘水产养殖太阳能供电单元具体技术要求如下：

- 光伏发电系统的地区年日照时数不宜小于 2000h ；
- 应具有抗台风、抗冰雹、抗潮湿、抗紫外辐照及防锈等特点 ；
- 工作环境温度范围-40℃~+70℃；
- 直流无干扰电源，无噪声、电源无高次谐波干扰，适用于通信电源；

—光伏电池板的最佳安装倾角满足稳定性和发电量最大的要求。

7.2 水产养殖监控中心站

7.2.1 基本要求

水产养殖监控中心站的硬件部分一般包含服务器、主控机、交换机、计算机、打印机、不间断电源等；软件部分则一般包含自动控制软件系统、数据库软件和操作系统软件等；中心站监控室的建设应达到以下要求：

—场地：监控室应远离强磁场、污染源、粉尘等，环境清洁；
—地板：地板承受力为 1220kg/m² 集中荷重最小为 70kg/m²；
—照明：应有足够的照明设备，并设有应急照明系统；
—安全：机房内安装烟火报警装置，灭火器应置于便于取放处，出入口应保持通畅，所有装饰材料应采用防火材料；

—空调：前部、上部进风，后部出风；
—温湿度要求：温度 25°C±30°C 相对湿度 50%±10%(凝结)；
—供电：整个系统以系统专用地线单一点为零点参考；
—接地：接地电阻值小于 1 欧姆；

供电系统必须有足够的功率满足现时系统的功耗以及未来系统扩充的要求。

—中心站应根据系统软件规模及市场主流产品配备专用的、满足自动控制软件系统工作要求的主控机；

—中心站软件应便于操作、维护及升级，应具有原始数据的保护功能，防止人为修改原始数据；
—中心站应具备掉电保护功能，在外部电源突然中断时，保证数据和参数不丢失。

7.2.2 技术要求

水产养殖监控中心站的技术要求如下：

—中心站应能支持与监控站相对应的无线网络通信方式，并支持相应的通信协议；
—中心站应能自动接收并存储监控站采集数据及执行命令反馈情况等；
—中心站宜采用图形方式对远程监控站进行运行状态显示和参数设置(运行模式，安全参数和报警等)；

—中心站软件应能对数据采集的过程中发生的异常信息进行记录存储；

—中心站软件应采用开放的标准关系数据库，应具有足够的数据库容量和网络共享功能，良好的可扩充性和快速的检索；

中心站软件数据管理和报表输出要求：

—中心站软件接收到数据采集单元采集的数据后，应存至数据库，并经过处理后进行显示，达到监测的目的，应能根据预先设定的关键值进行自动控制，满足智能灌溉的目的；

—应能实现对各个监控站任意时间段的采集数据趋势图进行比较和分析并能方便地观察到土壤墒情等采集数据的变化规律；

—应具有异常数据的自动剔除，有效数据的统计等功能；

—应具有报表统计和分析功能，能自动生成并打印，能根据有效数据自动生成日报、周报、月报和年报，可对一些重要参数作短期、中期和长期的统计分析，达到科学灌溉的目的。

—中心站软件应具有安全登录和权限管理功能，防止非授权的使用，具备对用户修改设置和数据等操作的记录功能；

—中心站软件所有历史数据可转换通用的数据文件格式保存，并能够满足中心站数据库系统对本数据的备份、共享及数据传递等操作。

7.3 无线传输网络

7.3.1 基本要求

无线传输网络的基本要求如下：

- 实现中心站与监控站远距离无线通信；
- 无线传输网络单元应包含采集传输部分和控制传输部分；
- 根据工程的实际需求在保证通信质量的前提下，选择实用经济、维护方便的通信方式；
- 无线传输网络设备一般包含中心无线控制(采集)器、现地无线控制(采集)器、天线、中继器和手持遥控机等；
- 满足《数据通信基本型控制规程》GB/T 3453—1994、《无线电力负荷控制终端装置通用技术条件》SJ/T 10236—1991《无源无线智能控制系统技术规程》CECS 296-2011 要求。

7.3.2 技术要求

无线传输网络的具体技术要求如下：

- 采用双向无线数据交换，具有校验功能的通信协议，及能够及时纠正传输错误的数据包，宜采用国际标准协议；
- 无线网络通信频段宜根据构建现场网络的通信方式，以通信稳定可靠为原则选定；
- 中心站对监控站无线通信距离最小应不小于 2 公里，如需传输更远距离应采用加装中继器的方式实现；
- 手持遥控机的无线通信距离应不小于 500 米。

7.4 数据采集单元

7.4.1 基本要求

数据采集单元的基本要求如下：

- 数据采集单元的功能是实现水产养殖环境多理化影响因子等参数；
- 数据采集单元传感器的监测测点位置按照养殖现场养殖对象分布情况、养殖工厂基建、水文地质条—和管道敷设情况进行布置；
- 应能长时间无故障工作，确保水产养殖智能监控系统对水产养殖溶解氧、pH、水温、盐度、大气压等参数的数据采集稳定可靠；
- 应采用超低功耗传感器，实现太阳能供电单元对其供电（有市电供电能力除外）；
- 设计并制作必要防水、防锈、防腐蚀、防冻、防压、防淤等措施，并对设备和设施进行必要的固定；
- 应能在出现电源故障时自我保护，再次通电时自动恢复；
- 传感器应力求结构简单且维护方便，便于对设备进行安装或维修更换；

7.4.2 技术要求

数据采集单元的技术要求如下：

- 输出信号：宜采用 4-20mA 模拟量信号或通过 RS485 串行总线通信等方式；
- 采集对象：水产养殖溶解氧、pH、水温、盐度、大气压等；
- 系统运行方式：支持 24 小时不间断运行，根据需要可调；
- 测量周期：一般定义为 10 分钟，并能根据需求和测量装置特点可调；
- 系统对数据采集单元采样时间，巡测：快速测量，应小于 5 分钟；常态测量，应小于 10 分钟。
- 系统对数据采集单元采样时间，选测：快速测量，应小于 0.5 分钟；常态测量，应小于 1 分钟。

- 应能实现连续或间歇可调节工作方式；
- 响应速度快，数据传输效率高；
- 应具有防雷电干扰能力；
- 平均无故障时间(MTBF)，不小于 25000h；
- 数据采集与传输应完整、准确、可靠，采集值与仪器测量值误差不大于仪器量程的 1%-3%；
- 适应工作环境：温度-10℃~+50℃（-20℃~+60℃可选），湿度不小于 95%。

7.5 终端执行单元

7.5.1 基本要求

终端执行单元的基本要求如下：

- 终端执行单元一般包含水产养殖增氧、投饵、调温等控制装置；
- 终端执行单元应确保在任何情况下能够动态调控水产养殖环境水质要素，为水产养殖提供最佳生长环境，并达到高效节能节低风险的目的；
- 应根据水产养殖和养殖环境要素的控制需求，选择具有模块化特点以及适合不同应用场合使用的智能型、自动型和普及型精量控制装置；
- 终端执行器将数据采集器采集的传感器环境参数进行数据处理分析，并且与标准设定参数进行比较，当采集的参数偏离理论值，终端执行器内部微处理模块开启相应模块的控制，直到环境参数恢复到正常水平时，终端执行器通过传感器的实时反馈完成闭环控制。

7.5.2 技术要求

终端执行单元的技术要求如下：

- 需要设计并制作必要的密封性、耐蚀性、防冻、防压、防震、防尘、防水等措施并对执行设备和设施进行必要的固定；
- 额定电压：直流 12V、18V、24V，允许偏差-10%~+20%；
- 终端执行单元使用工作环境温度范围-50℃~+65℃；
- 控制模块与终端执行器模块之间需要光电隔离，从而避免强电对无线处理模块的干扰；
- 水产养殖环境智能调控装置应达到以下技术要求：
 - 投饵均匀度：>90%；
 - pH 值测量范围：6~11pH；
 - pH 值控制精度：±0.2pH；
 - 溶解氧值测量范围：0~20PPM；
 - 溶解氧值控制精度：±0.5PPM；
 - 水温值测量精度：-5~70℃；
 - 水温值控制精度：±0.5℃；
 - 盐度值测量范围：0~100ppt；

7.6 水产养殖物联网智能控制器

7.6.1 基本要求

水产养殖物联网智能控制器的基本要求如下：

- 水产养殖物联网智能控制器主要对水产养殖关键环境要素进行精确调控，实现养殖生产过程智能化；
- 水产养殖物联网智能控制器实现对控制信号的采集、处理、输出等功能；

—水产养殖物联网智能控制器应可以满足系统控制实时性及可靠性的要求。

7.6.2 技术要求

水产养殖物联网智能控制器的具体技术要求如下：

—水产养殖物联网智能控制器的控制模块应能持续接收中心站控制指令，并发送终端执行单元运行参数信息；

—水产养殖物联网智能控制器应能进行手动设置将控制电路失效；

—水产养殖物联网智能控制器应能根据环境参数传感器反馈量与设定值的偏差比较运算，实时调节目标参数；

—水产养殖物联网智能控制器应能根据养殖区域大小、养殖密度、品种等的不同，实现动态可优化的变频控制。

7.7 自动控制软件系统

7.7.1 基本要求

自动控制软件系统的基本要求如下：

—自动控制软件系统包括自动化控制软件、精细饲喂养决策系统等软件；

—自动控制软件应具有显示功能，应能显示水产养殖智能监控系统的总体布置、各个监控点组成及状态、养殖情况、实时数据变化、实时控制情况、过程曲线、报警状态等；

—自动控制软件宜有数据输入、信息存储、工程管理、数据库管理、安全管理、资源管理、离线分析及结果导出等功能；自动控制软件应具有操作功能，应能在养殖监控中心站的计算机上实现监控方式的选择、监控站的组态布置、控制指令的生成及保存、环境控制参数的输入输出、历史数据的查询调用、评估系统的运行操作、系统配置的修改、进行系统测试和系统维护等；满足《计算机软件文档编制规范》GB/T 8567、《计算机软件质量保证计划规范》GB/T 12504 要求；

—自动控制软件应具有网络安全防护功能，确保网络的安全运行。通过多级用户管理设置多级用户权限、多级安全密码对系统进行有效的安全管理；

—自动控制软件应具有自检功能，以便能为及时维护提供方便；

—精细饲喂养决策单元应可以对基本数据进行设置和导入、参数计算、查询决策结果、决策结果传送至主控程序(或监控中心)等功能；

—精细饲喂养决策单元应能够与主控单元(或监控中心)联合实现智能决策控制功能；

—精细饲喂养决策单元的数据库应可靠、真实反映现场情况。

7.7.2 技术要求

自动控制软件系统的具体技术要求如下：

—当水产养殖环境参数发生异常时，可开启声光报警和短信提示功能；

—精细饲喂养决策系统能够根据不同养殖品种生长阶段与投喂率、投喂量间定量关系模型，实现科学配伍；

—水产养殖关键环境影响因子预测模型和数据库模型可基于神经网络、多元线性回归和支持向量机进行构建；

—基础数据设置应可以对养殖信息和环境阈值预警等信息进行设置，并提供数据查询；

—可以对当前控温系数 T_k 、控湿系数 R_h 、饲料（饵料）配方 $B_{Fi}(i=0,1,2,3\dots n)$ 、增氧比例增益系数 K_c 和溶氧饱和度 S_a 等进行相关计算和查询；

—可以对诊断结果和决策结果进行查询，并且将决策表发送至主控程序(或监控中心)。

附录 A
(资料性)
生物信息及行为监测设备具体要求

生物信息及行为监测设备可以对生物量（体重、体积、数量等）进行估计，数据获取途径包括但不限于视觉传感器，并能对数据进行分析，判断生物行为，具体要求见表 A.1。

表 A.1 生物信息及行为监测要求

传感器	视觉传感器、动作传感器
工作温度	-20°C-60°C
电压	220V/380V
图像传输帧率	≥20Hz
数据存储空间	≥1T
压缩标准	H.264/H.265
红外夜视距离	≥30m

附录 B
(资料性)
5G 无线通信设备具体要求

5G 无线通信设备要求见表 B.1。

表 B.1 5G 无线通信设备要求

组网模式	SA/NSA
工作温度	-30°C-75°C
电压	3.3V/4.4V, Typical 3.8V
封装	LGA
GNSS	GPS/GLONASS/Beidou/Galileo/QZSS
5G Sub-6	n1,n28,n41,n78,n79
MIMO: 5G NR DL	4*4MIMO: n1, n41, n78, n79
MIMO: 5G NR UL	2x2MIMO: n41, n78, n79
Downlink	NR Sub6: 256QAM 1CC (100M) / SA Peak Rate 2.1Gbps
Uplink	NR Sub6: 256QAM / Peak Rate 900Mbps

附录 C
(资料性)
物联网通信设备具体要求

物联网通信设备要求满足 NB-IoT、eMTC、LoRa、Sigfox 通信标准，见标 C.1。

表 C.1 物联网通信设备要求

制式	NB-IoT/eMTC/LoRa/Sigfox
工作温度	-20°C-70°C
最大传输速率	Uplink: 60Kbps Downlink: 27Kbps
低功耗模式	PSM/eDRX
电压	3.4V-4.2V

参考文献

- | | |
|------------------|------------------------|
| CECS 296-2011 | 无源无线智能控制系统技术规程 |
| DB36/T 1081-2018 | 养殖水产品可追溯数据接口规范 |
| ISO 15839-2003 | 水质在线传感器/分析设备-水质规范和性能测试 |
| QB-A-005-2011 | 无线局域网(WLAN)工程验收规范 |
| SJ/T 10236-1991 | 无线电力负荷控制终端装置通用技术条件 |
| YD 5206-2014 | 宽带光纤接入工程设计规范 |
| YD 5214-201X | 无线局域网工程设计规范 |
| YD 5215-2015 | 无线局域网工程验收规范 |
| YD/T 1099-2005 | 以太网交换机设备技术规范 |
| YD/T 1170-2001 | IP 网络技术要求-网络总体 |
| YD/T 5139-2019 | 有线接入网设备安装工程设计规范 |