ICS 19.020
CCS R 04

团　　体　　标　　准

T/CCTAS XXXX—XXXX

路面工程试验检测物联网系统技术条件

Technical Conditions of IOT System for Pavement Engineering Test and Inspection

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2023 年 11 月 27 日）

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

中国交通运输协会　　发 布

目　　次

前言 II
1　范围 3
2　规范性引用文件 3
3　术语和定义 3
4　系统架构与功能 3
4.1　系统组成 3
4.2　系统连接 4
4.3　系统功能 4
5　物联设备技术要求 4
5.1　一般规定 4
5.2　感知设备技术要求 5
5.3　传输设备技术要求 5
6　信息交换技术要求 5
6.1　一般规定 5
6.2　平台任务下发 5
6.3　设备数据上传 6
7　平台功能建设要求 6
7.1　一般规定 6
7.2　人员模块技术要求 6
7.3　设备模块技术要求 7
7.4　检测流程技术要求 7
7.4.1　试验检测任务委托 7
7.4.2　试验检测任务下发 7
7.4.3　试验检测数据采集/处理 7
7.4.4　试验检测报告生成/复核 7
7.5　试验检测数据处理技术要求 8
8　系统支撑 8
8.1　一般规定 8
8.2　系统运行要求 8
8.2.1　服务器配置 8
8.2.2　通信环境 8
8.3　系统数据安全 8
附录A（资料性）　路面工程物联网试验检测参数及典型信息交换数据格表 9
A.1　路面工程物联网试验检测参数 9
A.2　沥青针入度仪、沥青软化点仪、沥青延伸度仪 9
A.3　马歇尔稳定度仪 10

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。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：安徽省交通控股集团有限公司、安徽省七星工程测试有限公司、中路交科检测技术有限公司、苏州市吴江区交通运输局、浙江交投高速公路建设管理有限公司。

本文件主要起草人：郑建中、朱玉、唐建亚、陈发军、邵虎、邱旭光、李景丰、韩磊、何文政、张健、张韩帅、叶磐、徐承明、李川曳。

路面工程试验检测物联网系统技术规范

1 范围

本文件规定了路面工程试验检测的总体架构与功能、物联设备技术要求、信息交换技术要求、平台功能建设要求及系统支撑。

本文件适用于各等级公路、城镇道路路面工程试验检测，其他道路可参考执行。

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 175 通用硅酸盐水泥
GB/T 18726 现代设计工程集成技术的软件接口规范
GB/T 20271 信息安全技术 信息系统通用安全技术要求
GB/T 25070 信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求
GB/T 28900 钢筋混凝土用钢材试验方法
GB/T 42012 信息安全技术即时通信服务数据安全要求
GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准
JTG 3450 公路路基路面现场测试规程
JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
JTG E42 公路工程集料试验规程
JTG E51 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
JT/T 828 公路试验检测数据报告编制导则
RB/T 214 试验检测机构资质认定能力评价 试验检测机构通用要求
DB32/T 3387 公路水运工程试验检测信息管理系统通用要求
DB65/T 4003 公路工程试验检测设备数据采集规范

3 术语和定义

3.1 物联试验检测设备 Internet of Things testing equipments

具备物联感知、自动采集功能，并能够利用传输协议与终端相连接，进行信息交换和通信的试验检测设备。

3.2 试验检测物联网系统 test and detect Internet of Things Systems

利用物联试验检测设备、传感器和网络通信等将试验检测数据与信息平台互联互通的系统。通过试验检测设备和传感器获取和采集数据，采用网络通信实时传输至信息平台，利用数据交换和智能化处理，实现试验检测设备互联、远程操作和可视化展示。

4 系统架构与功能

4.1 系统组成

路面工程试验检测物联网系统组成应包含感知层、通信层、数据层、业务应用层和用户层，如图 1 所示。

4.1.1　感知层提供对试验检测信息的智能感知能力，通过各种信息采集设备、各类传感器等实现试验检测信息采集、识别。感知层宜兼容人工录入试验检测数据功能。
4.1.2　通信层是以有线网络、无线网等作为骨干传输网络，组成网络通信基础设施。网络通信方式宜根据使用场景，支持 4G、5G、蓝牙、Wifi 等一种或多种联网方式。
4.1.3　数据层为试验检测提供数据存储和计算，保障上层对数据汇聚的相关要求，通常包含管理数据、业务数据、设备数据等。
4.1.4　业务应用层是基于试验检测的智慧应用及应用整合，为试验检测人员提供整体的信息化应用和服务，通常包含试验检测人员系统、试验检测设备系统、试验检测系统等。
4.1.5　用户层是试验检测实施、参与单位，通常包括行业主管部门、建设单位、施工单位、监理单位等。

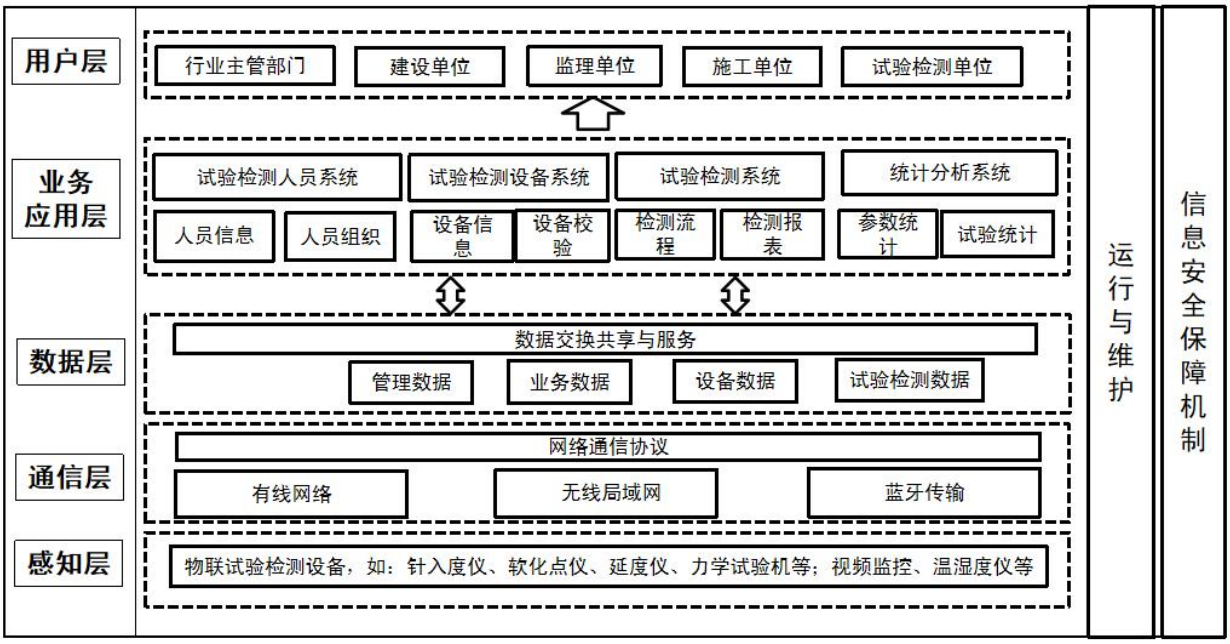

图 1　试验检测物联网系统框架

4.2　系统连接

路面工程试验检测物联网技术组成重点内容包括试验检测物联设备技术、试验检测信息交换技术、试验检测平台建设技术和系统支撑。试验检测平台将试验检测任务信息下发至物联试验检测设备，物联试验检测设备采集数据，将检测结果信息上传至试验检测平台，系统支撑保证系统数据的安全性及稳定性。

4.3　系统功能

4.3.1　系统应具备试验检测数据自动获取、实时传输、智能分析的功能。
4.3.2　系统应具备试验检测结果及时、准确的能力。
4.3.3　系统应具备不同使用人员数据共享的功能。
4.3.4　系统应具备对试验检测人员、设备信息管理的功能。
4.3.5　物联试验检测数据参数应满足附录 A 内容要求。

5　物联设备技术要求

5.1　一般规定

5.1.1　路面工程试验检测宜采用物联试验检测设备，也可在传统检测设备基础上进行硬件改造，开发

数据采集及传输模块，应采用统一感知信息数据交换格式。

5.1.2 路面工程物联试验检测设备在检测功能上应满足 GB175、GB/T 28900、GB/T 50081、JTG 3450、JTG E20、JTG E42、JTG E51 等规范中对检测设备的要求。

5.1.3 自动采集设备使用前应检校合格并经确认，其误差范围应符合 GB175、GB/T 28900、GB/T 50081、JTG 3450、JTG E20、JTG E42、JTG E51 等规范的相关要求。

5.2 感知设备技术要求

5.2.1 可具备内置电源，设备防护等级宜满足 IP65 及以上要求。

5.2.2 宜具备定位功能，定位精度宜应不低于米级。

5.2.3 应具备数据存储功能。

5.3 传输设备技术要求

5.3.1 采集数据向服务器传输时间延迟宜不大于 3s。

5.3.2 可支持 4G、5G、Wifi、以太网、蓝牙等联网方式。

5.3.3 宜支持 Json、ASCII 码、字符串等数据结构。

6 信息交换技术要求

6.1 一般规定

6.1.1 信息交换技术规定了物联试验检测设备与试验检测平台之间数据传输方式及内容。

6.1.2 平台与试验检测设备数据交互宜满足如下要求：

1 试验检测设备向平台发起命令，并等待应答，等待期间不应发送其他数据；服务器收到命令后响应命令，并向试验检测设备应答将执行结果。试验检测设备收到应答后，交互完成。

2 若试验检测设备在指定的时间内未接收到平台的应答，应重发数据并进行重发计数，直至收到平台的应答。若重发次数超限，则认定与平台通讯中断。若平台收到重发的命令，则只回复与上次相同的应答，不再重复响应。试验检测设备应具备设置超时时间和重发次数的功能。

3 若试验检测设备上传数据时与平台通讯中断或者收到了不正确的应答，应在本地队列中以只读的形式暂存待上传的数据，待与平台连接成功时重新上传。

6.1.3 试验检测信息交换内容主要包括平台任务下发信息和设备数据上传信息两部分，并应符合 GB/T 18726 的相关规定。

6.2 平台任务下发

平台任务下发信息内容通常包含样品编号、样品数量等，信息内容应符合RB/T 214的相关规定。传输信息数据格式可参考下表。

表 1 平台任务下发传输信息格式表

信息名称	信息类型	是否必须	信息说明
detectionSampleId	字符串	是	样品编号
componentNom	字符串	否	样品数量
componentName	字符串	是	样品名称
gauge_index	整数	是	试验序号
selected_devices	字符串	是	选中的设备
States	字符串	否	状态
param_id:	字符串	是	检测参数
test_conditions	字符串	是	检测/评定标准
measValue	数值	否	成果要求
test_date	时间	是	任务下达日期
gauge_date	时间	是	试验检测工作完成时间

tel	字符串	否	留样方式
deviceNumber	字符串	是	设备编号
taskId	字符串	是	任务编号
sjcc	字符串	否	试件尺寸

6.3 设备数据上传

设备数据上传信息可包括但不限于试验检测任务编号、检测时间、被检对象信息、采集的数据结果值等。传输信息数据格式如下表。

表 2 设备数据上传传输信息格式表

信息名称	信息类型	是否必须	信息说明
taskId	字符串	是	任务编号
tester	字符串	是	人员信息
detectingTime	字符串	是	检测时间
test sample	字符串	是	被检对象信息
results	字符串	是	数据结果值
imageBaseList	字符串	否	图片编码

7 平台功能建设要求

7.1 一般规定

7.1.1 平台作为试验检测物联网系统中的业务操作平台，主要提供给试验检测员平台数据维护、试验检测任务下发与提交、数据结果展示与统计等功能。

7.1.2 不同使用角色平台功能设计应存在差异，本文件平台功能主要面向一线试验检测人员及试验室管理人员，功能包含日常试验检测主要工作内容。

7.1.3 平台建设技术要求内容应满足试验检测的要求，包括试验检测功能技术要求、试验检测流程技术要求、试验检测数据技术要求。

7.1.4 试验检测平台功能应包括人员模块技术要求、设备模块技术要求、试验检测模块技术要求、数据处理技术要求，平台应预留扩充接口，系统功能架构如图 2 所示。

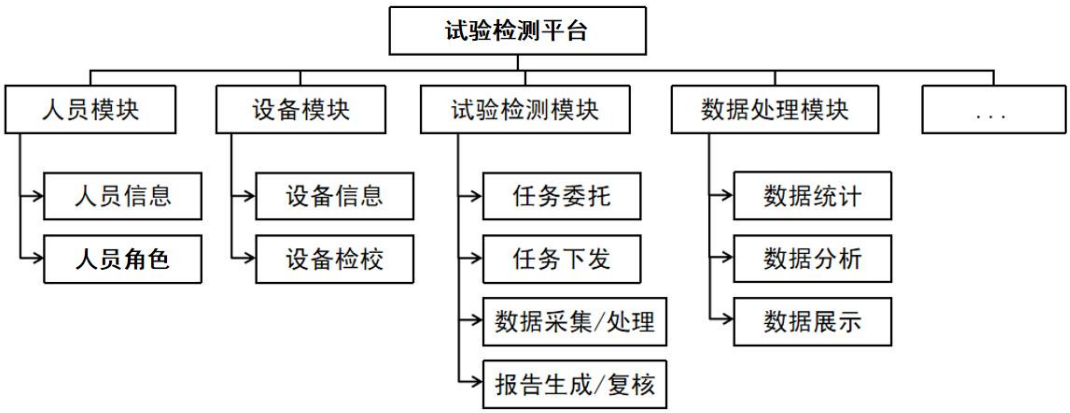

图 2 系统功能架构图

7.1.5 试验检测设备及相应的接口软件不应提供修改、删除、人工直接输入数据的功能。

7.1.6 检测信息传输宜满足同时推送多个客户端的需求。

7.2 人员模块技术要求

7.2.1 人员模块记录试验检测人员基本信息，试验检测任务下发时可选择对应的试验员及审批员。

7.2.2 平台中人员应根据角色划分，分配不同的权限，应具备不同层级的检测结果、消息预警等通知

推送功能。

7.2.3 技术要求内容如下表所示。

表 3 人员模块技术要求

序号	模块名称	功能说明
1	人员基本信息	人员基本信息的新增、修改、删除。 基本信息宜包含：姓名、性别、出生年月，学历、所学专业、持证情况，继续教育培训记录，奖惩记录等。
2	人员角色	规定人员在试验检测工作中的角色，并分配相应权限。 角色宜包含：试验室主任、副主任，各试验室负责人，试验员、助理试验员，接样员，样品管理员，设备管理员等。

7.3 设备模块技术要求

设备模块记录物联试验检测设备基本信息，试验检测任务下发时可选择对应的试验检测设备。技术要求内容如下表所示。

表 4 设备模块技术要求

序号	模块名称	功能说明
1	设备信息	设备基本信息的新增、修改、删除。 基本信息宜包含：设备名称，设备的识别，出厂日期、出厂合格证等原始资料，购置日期，验收、启用日期，制造商名称、型号、系列号或其他唯一性标识，当前位置等。
2	设备检校	设备检校宜包含：仪器设备台账，仪器设备总体检校计划，仪器设备周期检校计划，检校状态，期间核查情况定(校准)日期、检定(校准) 结果、有效期、下次检定(校准)日期，修正信息，维护保养记录，仪器设备更新、停用及报废审批记录等。

7.4 检测流程技术要求

7.4.1 任务委托

7.4.1.1 试验检测任务委托及样品信息登记内容应符合 RB/T 214 的相关规定。

7.4.1.2 一个委托单宜能对应多个样品同时委托，具备自由增加样品功能，对已起草未发出的委托单具备阅读、修改和打印功能。

7.4.1.3 系统宜具备对已受理且已发出的委托单自动建立委托台帐，并可查阅、修改和打印功能。

7.4.2 任务下发

7.4.2.1 一个委托单宜满足对应起草多个任务单、抽样单的要求，任务单未下达前系统支持阅读、修改和删除功能，系统可支持一个任务单下发给多个试验员。

7.4.2.2 任务单发送时，系统宜自动发送对应的记录表、相应的试验报告，其中已自动输入盲样及试验检测要求等相关信息，但不应包括委托单的其他信息。

7.4.3 数据采集/处理

7.4.3.1 室内试验检测设备自动采集数据，宜实时上传到试验检测数据库中；现场试验检测设备自动采集数据，宜能实时上传或导出保存到试验检测数据库中。

7.4.3.2 设备物联软件以数值和图形的形式显示试验过程；设备自动采集数据宜包括：试验检测人员信息、检测时间、被检对象信息、采集的数据结果值等。

7.4.3.3 试验检测数据采集宜能再现检测过程并记载检测活动所采集的检测数据，可按试验日期、试验项目、试验设备分别打印原始记录数据。

7.4.4 报告生成/复核

7.4.4.1　试验检测任务单发出后，系统应将相应任务单推送至记录表复核人员、试验检测报告审核、签发人员，并能有效监督试验进展情况。
7.4.4.2　复核、审核、签发人员应能在线接收由上一级发送的记录表/报告；复核、审核、签发人员只能审阅，不能在原表上直接修改；修改意见只能退回上一级发送人或编制人重新处理。
7.4.4.3　对有修改的试验检测记录表/报告，系统具备保存修改的过程信息功能。

7.5　试验检测数据处理技术要求

7.5.1　系统宜支持对所有试验记录表/报告和计量认证表格进行筛选和搜索。
7.5.2　系统宜支持对试验检测的所有数据进行指定方式统计。
7.5.3　系统检测数据宜具备多维统计功能，统计维度应包括但不限于检测时间、委托单位、试验检测类别等。
7.5.4　系统宜支持统计结果多形式展示，包括但不限于数据列表、直方图、柱状图、饼图、折线图、线型图、散点图等形式。
7.5.5　系统宜支持数据或统计分析结果多格式导入，包括但不限于 word、excel、pdf、jpg 等文件格式。

8　系统支撑

8.1　一般规定

8.1.1　路面工程试验检测物联管理系统利用计算机技术、网络通讯技术、数据库技术等信息手段，应具备对试验检测机构日常试验检测活动中产生的数据及相关信息进行自动采集、存储、传输、判断、统计分析与监督管理等功能。
8.1.2　系统支撑技术要求可包括但不限于系统运行要求、系统数据安全。

8.2　系统运行要求

系统运行环境技术要求主要包括服务器配置要求、通信环境要求等。

8.2.1　服务器配置

试验检测系统服务器硬件配置宜综合考虑稳定性、安全性、运行速度、存储容量等方面因素，应重点保证系统的稳定性。

8.2.2　通信环境

客户端访问服务器主机通信速率宜满足 400kB/S 以上；服务器内部局域网 4MB/S 网络接入；设备通信宜满足 4G、5G、WIFI 及以太网网络连接。

8.3　系统数据安全

8.3.1　信息系统的安全性应符合 GB/T 20271、GB/T 25070 中规定要求，不低于二级保护要求。
8.3.2　数据安全应符合 GB/T 42012 中规定要求。
8.3.3　客户端与服务器端网络数据的传输应是加密的数据。
8.3.4　当使用者需要连接外网时，信息化系统用户少于 60 时，网络服务器应有专用静态地址，用户超过 60 时，应申请 VPN 以保障硬件系统安全和反应及时性。无线网络宜采用 IPv6 和 TP4 无线接入，由中央无线控制器实现设备的集中管理，用户通过“Web portal+DHCP”统一认证后接入，无线网络通过单独的物理链路组网，与主干网实现互联。
8.3.5　数据库访问密码不得为空，用户设置密码宜为复杂的密码(字符、数字加字母组合)。
8.3.6　系统应建立数据恢复机制，定期备份数据资料，系统数据备份间隔时间由试验检测机构自定，一般不宜大于 7 天。

附 录 A
（资料性）
路面工程物联网试验检测参数及典型信息交换数据格表

A.1 路面工程物联网试验检测参数

表 A.1 路面工程物联网试验检测参数

检测场景	检测类别	检测参数
室内检测	砂浆	抗压强度
		抗折强度
	集料	颗粒级配
		密度及吸水率
		针片状
		压碎值
		含泥量
	沥青	针入度
		软化点
		延度
		蒸发残留物含量
		改性剂含量
	水泥混凝土	立方体抗压强度
		抗折强度
		劈裂抗拉强度
		砂浆强度
	无机结合料稳定材料	无侧限抗压强度
		结合料级配
	沥青混合料	稳定度、流值
		空隙率
		混合料油石比
		混合料级配
		动稳定度
		最大理论密度
现场检测	路面工程	渗水系数
		弯沉
		抗滑系数
		平整度
		压实度

A.2 沥青针入度仪、沥青软化点仪、沥青延伸度仪

表 A.2 沥青针入度仪、沥青软化点仪、沥青延伸度仪任务下发信息

信息名称	信息类型	是否必须	信息说明
deviceNumber	字符串	是	设备编码
paramCode	字符串	是	样品编码
paramName	字符串	是	样品名称
supplier	字符串	是	供应商
time	字符串	是	时间
type	字符串	是	针入度:ZRD 延度:YDT 软化点:RHD 动稳定度:DWD 马歇尔稳定度:MXE

data	列表	是	根据不同的type传递不同的检测数据

表 A.3 沥青针入度仪数据上传信息

信息名称	信息类型	是否必须	信息说明
temperature	字符串	是	测试温度
gaugeValue1	数值	是	第一次测值
gaugeValue2	数值	是	第二次测值
gaugeValue3	数值	是	第三次测值
avgValue	数值	是	平均值
dtmValue	数值	是	测定值

表 A.4 沥青软化点仪数据上传信息

信息名称	信息类型	是否必须	信息说明
liquidName	字符串	是	烧杯内液体名称
gaugeValue0	数值	是	开始加热
gaugeValue1	数值	是	1分钟末
gaugeValue2	数值	是	2分钟末
gaugeValue3	数值	是	3分钟末
gaugeValue4	数值	是	4分钟末
gaugeValue5	数值	是	5分钟末
gaugeValue6	数值	是	6分钟末
gaugeValue7	数值	是	7分钟末
gaugeValue8	数值	是	8分钟末
gaugeValue9	数值	是	9分钟末
gaugeValue10	数值	是	10分钟末
gaugeValue11	数值	是	11分钟末
gaugeValue12	数值	是	12分钟末
gaugeValue13	数值	是	13分钟末
gaugeValue14	数值	是	14分钟末
gaugeValue15	数值	是	15分钟末
measValue	数值	是	测值

表 A.5 沥青延伸度仪数据上传信息

信息名称	信息类型	是否必须	信息说明
temperature	字符串	是	测试温度
ysSpeed	字符串	是	延伸速度
gaugeValue1	数值	是	第一次测值
gaugeValue2	数值	是	第二次测值
gaugeValue3	数值	是	第三次测值
dtmValue	数值	是	测定值

A.3 马歇尔稳定度仪

表 A.6 马歇尔稳定度仪任务下发信息

信息名称	信息类型	是否必须	信息说明
gauge_index	整数	是	试验序号
id	字符串	否	主键id
sjkqzzl	数值	是	试件空气中质量
sjszzl	数值	是	试件水中质量
sjbgzl	数值	是	试件表干质量
sjmtjxdmd	数值	是	试件毛体积相对密度

kxl	数值	是	空隙率
lljxl	数值	是	粒料间隙率
bhd	数值	是	饱和度

表 A.7 马歇尔稳定度仪数据上传信息

信息名称	信息类型	是否必须	信息说明
wddcz	数值	是	稳定度测值
wddsqyczhjz	数值	是	稳定度MS舍弃异常值后均值
lzcz	数值	是	流值测值
lzsqyczhjz	数值	是	流值舍弃异常值后均值
msms	数值	是	马氏模数
sjmtjxdmdavg	数值	是	试件毛体积相对密度平均值
kxlavg	数值	是	空隙率平均值
llxxlavg	数值	是	粒料间隙率平均值
bhdavg	数值	是	饱和度平均值
yddczavg	数值	是	稳定度测值平均值