

DB65

新疆维吾尔自治区地方标准

DB 65/T 4003—2017

公路工程试验检测设备数据采集规范

Specification for data acquisition of test equipment for Highway Test

2017-05-25 发布

2017-06-25 实施

新疆维吾尔自治区质量技术监督局 发布

前 言

本标准依据GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由新疆维吾尔自治区交通运输工程质量监督局提出。

本标准由新疆维吾尔自治区交通运输厅归口。

本标准起草单位：新疆维吾尔自治区交通运输工程质量监督局、湖南建研信息技术股份有限公司。

本标准起草人：陈发明、望远福、蔡东波、范杰林、王莹莹、梁冰、曾胡、易小明、罗卫军、陈秋玲、林存海、叶志国、赵喜忠、张金海、阿里木江。

公路工程试验检测设备数据采集规范

1 范围

本标准规定了公路工程试验检测设备数据采集的术语和定义、数据传输、数据格式、数据内容和数据存储的要求。

本标准适用于公路工程试验检测设备的数据采集。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单），适用于本文件。

GB/T 19582.2 基于Modbus协议的工业自动化网络规范 第2部分：Modbus协议在串行链路上的实现指南

GB/T 21671 基于以太网技术的局域网系统验收测评规范

JT/T 828 公路试验检测数据报告编制导则

ECMA-404 JSON数据交换格式 (The JSON Data Interchange Format)

IETF RFC 3629 UTF-8, ISO 10646的转换格式弃用: 2279, STD的部分: 63 (UTF-8, a transformation format of ISO 10646 Obsoletes: 2279; Part of STD: 63)

RFC2045 多用途网际邮件扩充协议 (MIME) 第一部分: Internet 信息体格式 (Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME) Part One: Format of Internet Message Bodies)

交通部2005年第12号令 公路水运工程试验检测管理办法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

服务器 server

用于接收、处理、存储检测数据采集设备所采集数据的计算机。

3.2

检测数据采集设备 data acquisition device

对原始物理量进行采集、分析、计算，并将数据上传至服务器的设备。

3.3

UTF-8 编码 8-bit Unicode Transformation Format

UTF-8是一种针对Unicode的可变长度字符编码。

3.4

小尾格式 little endian

又称小端格式，是一种计算机数据存储格式。存储时数据的低字节位于存储器的低地址，高字节位于存储器的高地址。

3.5

工地试验室 construction site laboratory

工程建设过程中为控制质量由等级试验检测机构在工程现场设立的试验室。

3.6

等级试验室 grade laboratory

按照《公路水运工程试验检测管理办法》（交通部2005年第12号令）的要求，取得“公路水运工程试验检测机构等级证书”的机构。

4 数据传输

4.1 数据采集层次

4.1.1 服务器与检测数据采集设备的数据采集结构应分为两层，如图 1 所示。

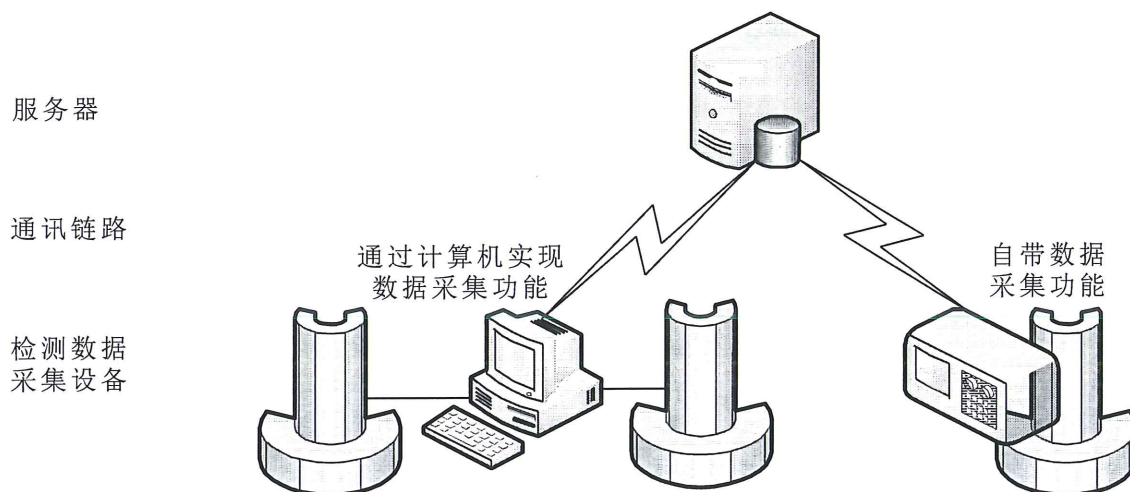


图 1 数据采集结构层次

4.1.2 数据采集结构层次图中功能如下：

- a) 服务器运行数据采集服务，用于接收、解析与存储检测数据采集设备上传的检测数据；
- b) 通讯链路作为服务器与检测数据采集设备的通讯桥梁，传输服务器与检测数据采集设备之间的通讯数据。服务器与检测数据采集设备之间可采用各种可能的硬件链路进行连接。通讯链路使用以太网传输应符合GB/T 21671的要求，使用串行通讯传输应符合GB/T 19582.2的要求。
- c) 检测数据采集设备用于采集试样的原始物理量，并进行分析、计算形成结果后将数据上传至服务器。

4.2 数据传输机制

服务器与检测数据采集设备之间应采用应答模式进行交互，应答的交互如下：

- a) 检测数据采集设备向服务器发起命令，并等待应答，等待期间不发其他数据。服务器收到命令后响应命令，并向检测数据采集设备设置应答将执行结果。检测数据采集设备收到应答后，交互完成；
- b) 若检测数据采集设备在指定的超时时间内未接收到服务器的应答，应重发数据并进行重发计数，直至收到服务器的应答。若重发次数超限，则认定与服务器通讯中断。若服务器收到重发的命令，则只回复与上次相同的应答，不再重复响应。检测数据采集设备应具备设置超时时间和重发次数的功能；
- c) 若检测数据采集设备上传数据时与服务器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，下次与服务器连接成功时重新上传。

4.3 数据交互流程

4.3.1 检测数据采集设备与服务器的信息交互流程（从检测数据采集设备的角度）应符合图 2 要求：

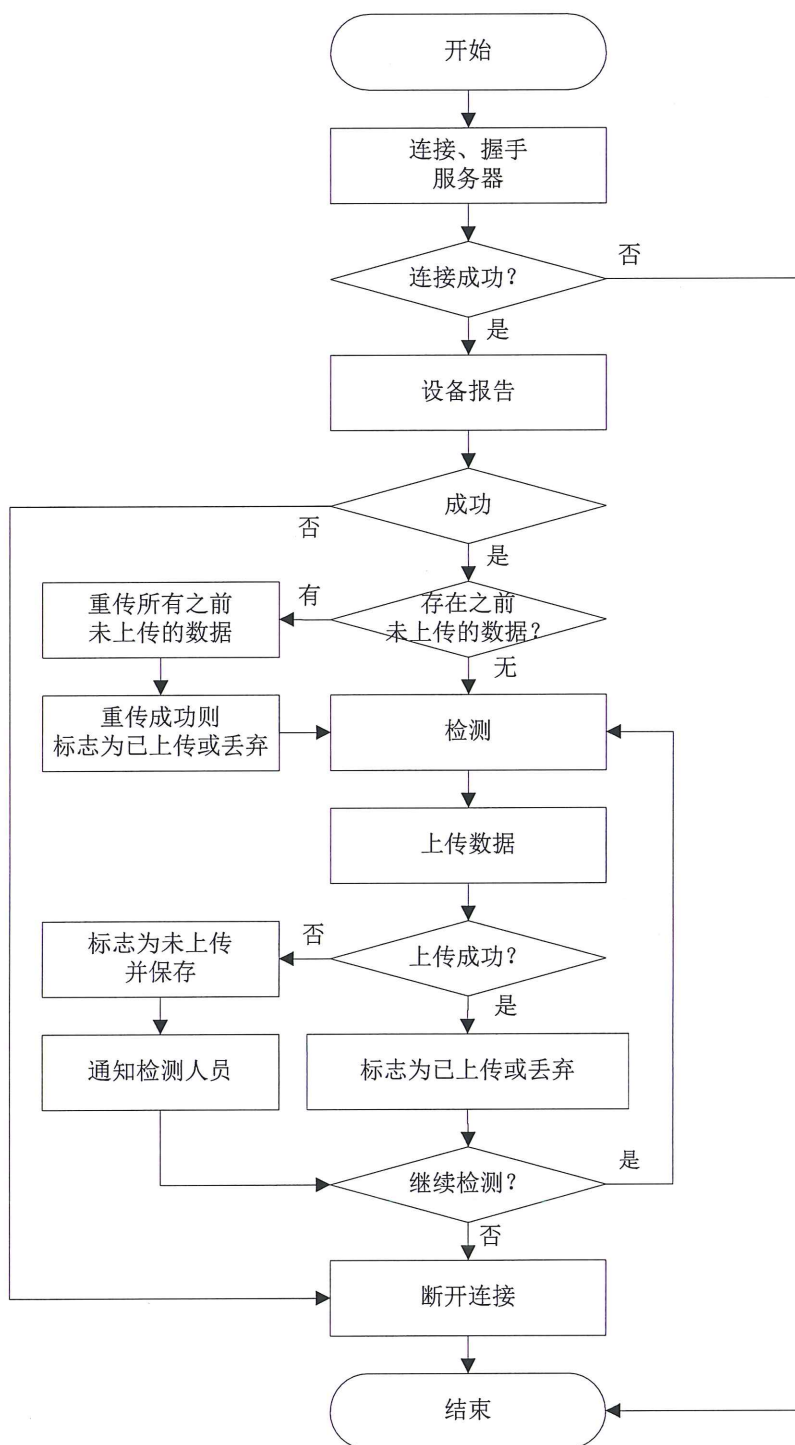


图 2 检测数据采集设备与服务器的交互流程

4.3.2 检测数据采集设备与服务器的交互流程说明如下：

- a) 检测数据采集设备连接到服务器并与服务器握手，若握手失败则结束流程；
- b) 检测数据采集设备向服务器报告，若报告失败或者服务器拒绝，则应断开连接后结束流程；
- c) 报告成功后，检测数据采集设备检查是否有之前标志为未上传数据，如果有应重传所有数据至服务器，对于成功重传的，标志为已上传或丢弃；

- d) 检测数据采集设备每完成一组试件，应及时上传试验数据，若上传成功则标志为已上传或者丢弃，若上传失败，则标记为上传失败并保存，同时应通知试验检测人员；
- e) 重复 d)直到不再检测为止；
- f) 在关机或关闭电源前，应先断开与服务器的连接。

5 数据格式

试验检测数据应采用小尾格式进行封装。数据格式说明如表 1 所示。

表1 数据格式说明

域	名称	长度	数据类型	说明
START	开始标志	1	BYTE	数据开始标志，固定为 0xF0
INDEX	封装计数	4	DWORD	每成功发送一个封装，INDEX 加 1，如果超时重发，则 INDEX 不变
RETRY /ANSWER	重传标志/ 应答码	1	BYTE	重传标志和应答码，共用一个域，从设备到服务器，为重传标志，0 表示初次传输，非 0 表示重传次数；从服务器到设备，为应答码，定义见附录 A
CMD	类别代码	1	BYTE	本次数据代表的类别代码，定义见表 2，类别代码的参数位于 STR 域。应答时，应该用相同的类别代码应答
FLAG	分割标志	2	WORD	数据分割标志，固定为 0x55AA
SIZE	参数长度	4	DWORD	表明 STR 的实际长度
STR	参数内容	SIZE	BYTE[SIZE]	的 STR 应采用 UTF-8 编码，以 JSON 格式描述
CRC	CRC-16-IBM 校验	2	WORD	校验 INDEX、RETRY/ANSWR、CMD、SIZE、STR
END	结束标志	1	BYTE	数据结束标志，固定为 0x0F
注 1：JSON 格式应符合 ECMA-404 要求。				
注 2：UTF-8 编码格式应符合 IETF RFC 3629 要求。				
注 3：CRC-16-IBM 采用的 CRC 多项式为： $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ 。				

6 数据内容

6.1 数据构成

检测数据应由连接握手信号、检测设备报告、试验检测结果三部分构成，如表 2 所示。

表2 检测数据

序号	类别名称	类别代码	作用
1	连接握手信号	CMD_SIGN	检测数据采集设备向服务器请求握手
2	检测设备报告	CMD_REPORT	检测数据采集设备向服务器报告自身情况

3	试验检测结果	CMD_UPLOAD	检测数据采集设备向服务器上传数据
---	--------	------------	------------------

6.2. 连接握手信号

连接握手信号用于检查服务器是否在线，不需要额外信息。

6.3. 检测设备报告

6.3.1 检测设备报告构成

检测设备报告信息应由检测机构编号、检测机构名称、设备编号、设备类型、设备名称、设备量程六部分构成，如表 3 所示。其中检测机构编号组成如表 4 所示，设备类型如表 5 所示。

表3 检测设备报告信息

序号	信息名称	必需	说明
1	CompanyID	是	检测机构编号，由机构类别和证书编号组成，如表 4 所示
2	CompanyName	是	检测机构名称
3	DeviceID	是	设备编号，检测机构设备唯一标识码
4	DeviceType	是	设备类型编码，定义如表 5 所示
5	DeviceName	是	设备名称
6	DeviceCapacity	是	设备量程

表4 检测机构编号组成表

序号	检测机构类别	类别前缀	证书编号	检测机构编号示例
1	等级试验室	DJ-	资质证书编号	DJ-新 GJC 乙 001
2	工地试验室	GD-	临时资质证书编号	GD-新（临）2016001

表5 设备类型表

编码	设备类型名称
1	混凝土压力试验机
2	万能试验机
3	沥青针入度仪
4	沥青软化点仪
5	沥青混合料马歇尔稳定度仪
6	水泥压力试验机
7	水泥抗折试验机
.....	其它类型

6.3.2 检测设备报告信息 JSON 描述示例

6.3.2.1 以检测机构编号为“GD-新（临）2016001”、机构名称为“环城高速1标工地试验室”、设备编号为“YES001”、设备类型为“混凝土压力试验机”、设备名称为“压力试验机”、设备量程为“2000kN”的设备为例，则STR中的检测设备报告数据JSON格式描述如下：

```
{
  "CompanyID": "GD-新（临）2016001"
  "CompanyName": "环城高速 1 标工地试验室"
  "DeviceID": "YES001"
  "DeviceType": "1"
  "DeviceName": "压力试验机"
  "DeviceCapacity": "2000kN"
}
```

6.3.2.2 以检测机构编号为“DJ-新GJC乙001”、机构名称为“新疆公路桥梁检测中心”、设备编号为“WES001”、设备类型为“万能试验机”、设备名称为“万能试验机”、设备量程为“300kN”的设备为例，则STR中的检测设备报告数据JSON格式描述如下：

```
{
  "CompanyID": "DJ-新 GJC 乙 001"
  "CompanyName": "新疆公路桥梁检测中心"
  "DeviceID": "WES001"
  "DeviceType": "2"
  "DeviceName": "万能试验机"
  "DeviceCapacity": "300kN"
}
```

6.4 试验检测结果信息

6.4.1 试验检测结果信息构成

试验检测结果信息由试验基本信息与试验数据信息两部分构成，如表6所示。

表6 试验检测结果信息

信息类型	序号	信息名称	必需	说明
基本 信息	1	TestItemID	是	检测项目编号，详见附录 B
	2	SampleNo	是	样品编号
	3	GroupNo	是	试件序号
	4	Tester	是	检测人员资质证书编号
	5	TestStartTime	是	检测开始时间，格式为 YYYY-MM-DD hh:mm:ss（24 时制）
	6	TestEndTime	是	检测结束时间，格式为 YYYY-MM-DD hh:mm:ss（24 时制）
数据 信息	7	Results	是	试验结果分项集合
	8	Curve	否	试验过程曲线图
	9	TestPhotos	否	试件破型照片
注1：样品编号应依据 JT/T 828 自动生成。 注2：检测人员资质证书编号宜作为检测数据采集设备配套软件的登录账号。 注3：力学试验应记录试验过程曲线。 注4：水泥混凝土试块抗压强度试验应记录试件破型照片。				

6.4.1 基本信息

基本信息应包含检测项目编号、样品编号、试件序号、检测人员资质证书编号、检测开始时间、检测结束时间。

6.4.2 数据信息

6.4.2.1 数据信息应由试验方法标准中对应的检测结果符号转换而来，具体转换的方式见附录C。同一个试件如输出多种试验结果分项集合，应用分隔符“,”分开。如钢筋拉伸试验，同时输出最大力 F_m 为50.0kN与下屈服力 F_{eL} 为35.0kN的试验结果分项，则输出的试验结果分项为： F_m :50.0, F_{eL} :35.0。

6.4.2.2 试验过程曲线图和试样破型照片宜采用JPG文件格式，图像尺寸不宜超过1024*1024。对图片文件进行Base64（变种）编码，得到的字符串作为Curve或TestPhoto的内容，有关Base64（变种）的编码参见附录D。

6.4.3 试验检测结果信息 JSON 描述示例

以检测项目钢筋拉伸试验、样品编号为“YP-2017-GJJ-001”、试件序号为“1”、试验员登录名为“张三（检测证书号 XJ001）”、试验结果见表7为例，STR中的JSON描述如下：

表7 试验结果示例

检测项目编号	结果分项代码	分项名称	值	计量单位
钢筋拉伸试验	F_m	最大力	50.0	kN
	F_{eL}	下屈服力	35.0	kN

```
{
  "TestItemID": "04"
  "SampleNo": "YP-2017-GJJ-001"
  "GroupNo": "1"
  "Tester": "XJ001"
  "TestStartTime": "2016-01-01 10:20:20"
  "TestEndTime": "2016-01-01 10:27:33"
  "Results": "F_m:50.0,F_eL:35.0"
  "Curve": "uWiu76BgDYt3dn....."
  "TestPhotos": ""
}
```

7 数据存储

试验结果数据存储表结构见表8。

表8 数据存储表结构

序号	名称	数据类型	说明
1	CompanyID	STRING (20)	检测机构编号（主键）
2	CompanyName	STRING (100)	检测机构名称
3	DeviceID	STRING (40)	设备编号
4	DeviceType	STRING (40)	设备类型

表 8 数据存储表结构（续）

序号	名称	数据类型	说明
5	DeviceName	STRING (100)	设备名称
6	DeviceCapacity	STRING (40)	设备量程
7	TestItemID	STRING (10)	检测项目编号
8	SampleNo	STRING (40)	样品编号（主键）
9	GroupNo	STRING (10)	试件序号（主键）
10	Tester	STRING (40)	检测人员资质证书编号
11	TestStartTime	DATETIME (8)	检测开始时间，格式为 YYYY-MM-DD hh:mm:ss（24 小时制）
12	TestEndTime	DATETIME (8)	检测结束时间，格式为 YYYY-MM-DD hh:mm:ss（24 小时制）
13	Results	STRING (100)	试验结果分项集合
14	Cruve	IMAGE	试验过程曲线
15	TestPhotos	IMAGE	试件破型照片

附 录 A
(规范性附录)
应答码定义

表A.1 应答码定义表

应答码	含义
0x00	正确，命令已经处理
0x10	命令不支持
0x11	分项不支持
0x12	分项重复
0x13	分项值格式错误
0x14	缺少必需分项
0x20	检测组号不存在
0x21	检测组号已经完成
0x30	机构编号不存在
0xFF	未知错误

附 录 B
(规范性附录)
检测项目代码对应表

表 B.1 检测项目代码对应表

编码	试验项目名称
01	水泥混凝土试验抗压强度
02	砂浆试块抗压强度
03	水泥胶砂抗压抗折强度
04	钢筋拉伸强度
05	钢筋焊接接头拉伸强度
06	沥青针入度
07	沥青软化点
08	沥青混合料马歇尔稳定度
09~999	其它

附录 C

(规范性附录)

规范检测参数符号转换为结果分项代码

试验数据信息应由检测规范中对应的检测结果符号转换而来，具体转换的方式如下：

- a) 对于符号“主体^{上标}_{下标}”，转换的方式应将主体、上标、下标依次排开，用下划线隔开，转换结果为：主体_上标_下标，保留主体、上标、下标中的英文大小写，如果只有上标或只有下标，那么只需要一个“_”。如： A_c^b 、 A_b^c 、 A^c 转换结果为： A_c_b 、 A_b 、 A_c ；
- b) 如主体、上标、下标中有希腊字母，应将希腊字母转换为对应的英文字母，保留大小写，并应在该英文字母前面加上“#”字符。如： α 、 Δ 、 θ 转换结果为： $\#a$ 、 $\#D$ 、 $\#q$ ，希腊字母与英文字母的对应关系见表 C.1；
- c) 如主体、上标、下标中有中文字符，在不引起重名的情况下应转化为对应的拼音首字母(大写)，否则应转换为对应的全部拼音字母(拼音首字母大写)。如 $F_{\text{最小值}}$ 的首字母转换结果为： F_ZXZ ，全部拼音字母转换结果为： $F_ZuiXiaoZhi$ ；
- d) 上标中的单引号转换为#，双引号转换为##，如： F' 、 M'' 将转换为 $F_#$ 、 $M_##$ ；
- e) 上下标中，如果存在“_”、“#”、“大小写英文字母”、“数字”以外的其它字符，均应删除，如： $f_{1.5h}$ 、 $f_{m,cm}$ 转换结果： f_15h 、 f_mcm ；
- f) 经过上述转换后，如试验数据信息出现重名，则应按检测结果中出现的先后顺序为后续的数据信息增加下划线和序号，如转换后有两个同名的 F_A_B ，则第二个检测数据分项信息将转换为 $F_A_B_2$ 。

表 C.1 英文字母与希腊字母对应表

英文字母	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
希腊字母	α	β	χ	δ	ϵ	ϕ	γ	η	ι	φ	κ	λ	μ
英文字母	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
希腊字母	ν	$\omicron$	π	θ	ρ	σ	τ	υ	ϖ	ω	ξ	ψ	ζ
英文字母	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
希腊字母	Λ	Γ	Σ	Δ	Φ	Ψ	Θ	Ω	Υ	Ξ	$\Kappa$	Λ	Γ
英文字母	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
希腊字母	$\Nu$	Ξ	Π	Θ	Φ	Σ	Γ	Υ	Ω	Ξ	Ψ	Υ	Γ

附录 D
(资料性附录)
Base64 (变种) 编码/解码

D.1. Base64 基本原则

Base64 编码的输入为一串字节流，输出为一串可显 ASCII 字符串。Base64 的解码过程刚好相反，输入为一串 ASCII 字符串，输出为一串字节流。

Base64 编码要求把 3 个 8 位字节 (3*8=24) 转化为 4 个 6 位的字节 (4*6=24)，之后在 6 位的前面补两个 0，形成 8 位一个字节的形势。如果剩下的字节不足 3 个字节，则用 0 填充，输出字符使用 ‘=’，因此编码后输出的文本末尾可能会出现 1 或 2 个 ‘=’，Base64 转换表见 表 C.1:

表 D.1 Base64 转换表 (变种)

字节	字符	字节	字符	字节	字符	字节	字符	字节	字符	字节	字符	字节	字符	字节	字符
0	A	8	I	16	P	24	Y	32	g	40	o	48	w	56	4
1	B	9	J	17	Q	25	Z	33	h	41	p	49	x	57	5
2	C	10	K	18	S	26	a	34	i	42	q	50	y	58	6
3	D	11	L	19	T	27	b	35	j	43	r	51	z	59	7
4	E	12	M	20	U	28	c	36	k	44	s	52	0	60	8
5	F	13	N	21	V	29	d	37	l	45	t	53	1	61	9
6	G	14	O	22	W	30	e	38	m	46	u	54	2	62	+
7	H	15	P	23	X	31	f	39	n	47	v	55	3	63	-

注意，有别于标准的 Base64 表，63 对应的字符不是 “/”，而是 “-”

D.2. Base64 编码解码示意

例如 Xue，经过变换就变成了 WHVL

X (0x58)								u (0x75)								e (0x65)							
0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
(0x16) W							(0x07) H					(0x15) V					(0x25) L						

再例如 Xu，经过变换就变成了 “WHU=”

X (0x58)								u (0x75)								补齐 (0x00)							
0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
(0x16) W								(0x07) H								(0x14) U							
																(补齐) =							

有关BASE64的详细内容参见RFC2045。