

上海市高校教育高地建设项目

现代电视

XIANDAI DIANSHI CHUANSHU JISHU

传输技术

方烈敏 张晓蓉 编著



上海大学出版社

上海市高校教育高地建设项目

现代电视传输技术

■方烈敏 张晓蓉 编著

上海大学出版社

·上海·

内 容 提 要

本书共分11章,全面、系统地介绍了现代电视传输技术,包括有线电视传输技术、卫星电视传输技术、地面开路电视传输技术和网络电视传输技术,重点在于概念的解释、原理的讲解和技术的应用。

本书作为现代广播电视技术的基础教材可供高等院校相关专业的师生使用,也可供相关工程技术人员和从业人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代电视传输技术/方烈敏,张晓蓉编著. —上海:上海大学出版社,2008. 11

ISBN 978-7-81118-310-8

I. 现… II. 方… III. 视频信号—数据传输 IV. TN943

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 169869 号

责任编辑 王悦生 曾 卓 封面设计 柯国富

现代电视传输技术

方烈敏 张晓蓉 编著

上海大学出版社出版发行

(上海市上大路99号 邮政编码200444)

(<http://www.shangdapress.com> 发行热线66135110)

出版人:姚铁军

*

南京展望文化发展有限公司排版

上海叶大印务发展有限公司印刷 各地新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 18.5 字数 450 千字

2008年11月第1版 2008年11月第1次印刷

印数:1~3100

ISBN 978-7-81118-310-8/TN·011 定价:32.00元

前 言

电视作为 20 世纪最伟大的发明之一,对人类社会的政治、经济和文化等诸多方面的影响已远胜过其他媒体。经过半个多世纪的发展,现代电视已经突破了以往的概念,它汇集了当代电子技术许多领域的新成果,其中包括了现代广播电视技术、现代通信技术、现代计算机技术和现代信息网络技术;现代电视已经具有数字化、网络化、智能化和综合化的特征,其传输已经形成了天上卫星传送,地面有线、微波和网络覆盖的星网结合模式;现代电视的传输网络正逐步演变成具有综合传输交换能力,能够提供多功能、多业务的宽带交互式多媒体网络,它将融合在信息高速公路中,成为未来信息网络中不可缺少的重要组成部分。

现代电视的传输归纳起来有四大技术,即有线传输技术、卫星传输技术、地面开路传输技术和网络传输技术。本书围绕着这四大传输技术进行了较全面的阐述与讨论,重点在于概念的解释、原理的讲解和技术的应用。通过本书的学习,力图使读者易于较全面地了解现代电视传输新技术和发展趋势。

本书由四大篇组成,共分为 11 章。第一篇有线电视传输技术(第 1 章至第 3 章);第二篇卫星电视传输技术(第 4 章至第 6 章);第三篇地面开路电视传输技术(第 7 章至第 9 章);第四篇网络电视传输技术(第 10 章至第 11 章)。

第 1 章系统而全面地介绍了有线电视的基本知识、系统组成和性能指标;第 2 章围绕着有线电视的前端,着重介绍了传统前端和现代前端的组成原理和工程设计;第 3 章系统而全面地介绍了有线电视的传输分配系统,包括电缆、光缆和微波传输技术和传输分配系统的组成原理以及工程设计;第 4 章着重介绍了卫星的基础知识和卫星广播电视的资源规划和系统组成原理;第 5 章介绍了卫星电视传输技术,特别是卫星数字电视传输技术,包括标准、技术特点和组成原理等;第 6 章主要介绍了卫星电视接收技术,其中包括卫星天线接收原理、卫星数字电视接收机

前言

组成原理、卫星电视接收系统的调试和卫星电视接收系统的工程设计;第7章介绍了地面广播电视系统的基本概念和原理,讨论了当前一些地面数字广播电视的标准,并且着重介绍了在我国标准下,地面数字广播电视的技术特点和组网技术;第8章介绍了地面数字电视的固定接收技术,其中包括接收天线技术和地面数字电视接收机的组成原理和技术特点;第9章介绍了地面数字电视的移动接收技术,其中包括一些主要的国际标准的介绍,并着重介绍了我国标准及其相关的技术特点和组网原理;第10章介绍了网络电视的基本概念、基本特点和组成原理,并对其运营模式和业务模式进行了讨论;第11章着重介绍了网络的关键技术,其中包括信源编解码技术、流媒体技术、内容分发技术、用户授权认证管理技术、数字版权管理技术、网络技术和终端机顶盒技术等。

在本书的编写过程中,参考和汲取了相关领域的教材、文献和技术资料,在此谨向各参考文献(包括未列出)的作者表示深切的感谢。张文俊教授在百忙之中审阅了全书,并提出了不少修改建议,作者在此也深表谢意。

由于现代电视发展迅猛,并且其涉及的学科多、知识新、范围广,再加之编者的水平和视野有限,书中不足之处在所难免,恳请广大读者和专家批评指正。

编者

2008年7月于上海

目 录

第一篇 有线电视传输技术

第 1 章 有线电视概论	003
1.1 有线电视基本组成	003
1.1.1 有线电视的定义	003
1.1.2 有线电视系统的基本组成	004
1.2 有线电视系统的频率配置	006
1.2.1 传统有线电视系统的频率配置	006
1.2.2 现代有线电视系统的频谱划分	010
1.3 有线电视系统的基础知识	010
1.3.1 电磁波的基本知识	010
1.3.2 分贝、电平及场强的概念	013
1.3.3 数字化的基础知识	014
1.4 传统有线电视系统的性能指标	019
1.4.1 信噪比、载噪比和噪声系数	020
1.4.2 系统的非线性失真	025
1.4.3 系统的反射指标	029
1.4.4 有线电视系统的主要技术参数	030
习题 1	031
第 2 章 有线电视系统的前端	033
2.1 传统有线电视系统的前端	033
2.1.1 传统前端的功能	033
2.1.2 传统前端的主要技术指标	034
2.1.3 传统前端的主要设备	035
2.1.4 传统前端的主要类型及组成原理	042
2.1.5 传统前端的设计	043
2.2 现代有线电视系统的前端	047

2.2.1 有线数字电视广播标准	048
2.2.2 数字前端的组成	048
2.2.3 数字前端实例	058
习题2	059
第3章 有线电视传输分配系统	061
3.1 电缆传输分配系统	061
3.1.1 同轴电缆	061
3.1.2 放大器	063
3.1.3 分配器和分支器	068
3.1.4 电缆干线的设计	070
3.1.5 用户分配网络与设计	075
3.2 光缆传输系统	081
3.2.1 光缆传输的组成原理	081
3.2.2 有线电视光缆干线骨干网	099
3.2.3 本地光缆干线传输网	106
3.3 微波传输分配系统	110
3.3.1 微波传输的特点	110
3.3.2 微波传输分配系统	111
3.3.3 微波传输系统的规划与设计	118
习题3	120

第二篇 卫星电视传输技术

第4章 卫星电视传输概论	125
4.1 卫星基础知识	125
4.1.1 地球卫星的轨道	125
4.1.2 同步卫星系统的特点	126
4.1.3 影响同步卫星通信的主要因素	127
4.1.4 通信卫星的基本技术参数	128
4.1.5 同步卫星的接收参数	130
4.2 卫星电视广播的基本概念	131
4.2.1 卫星电视广播与卫星通信	131
4.2.2 卫星直播	131
4.3 卫星广播电视的资源规划	133
4.3.1 卫星广播电视的工作频段	133
4.3.2 我国直播卫星的资源规划	136
4.3.3 我国主要广播电视卫星简介	138

4.4 卫星广播电视系统的组成	139
4.4.1 上行发射站	140
4.4.2 广播电视卫星	140
4.4.3 地球测控站	142
4.4.4 地球卫星电视接收站	143
习题 4	143
第 5 章 卫星电视传输系统	144
5.1 卫星模拟电视传输系统	144
5.1.1 系统组成	144
5.1.2 系统存在的问题	145
5.2 卫星数字电视传输系统	146
5.2.1 卫星数字电视传输系统的特点	146
5.2.2 卫星数字电视传输标准	146
5.2.3 卫星数字电视传送方式	148
5.2.4 卫星数字电视传输系统的组成	149
习题 5	155
第 6 章 卫星电视接收系统	156
6.1 卫星电视接收天线与馈源	156
6.1.1 卫星电视接收天线	156
6.1.2 馈源	157
6.2 高频头与功率分配器	158
6.2.1 高频头	158
6.2.2 功率分配器	160
6.3 卫星电视接收机	161
6.3.1 卫星数字电视接收机的组成原理	161
6.3.2 卫星数字电视接收机的技术标准	163
6.4 卫星电视接收调试	166
6.4.1 室外设备的调试	166
6.4.2 室内设备的调试	167
6.5 卫星电视接收工程设计	169
6.5.1 模拟方案	169
6.5.2 数字方案	169
习题 6	173

第三篇 地面电视传输技术

第 7 章 地面电视传输系统	177
-----------------------------	-----

7.1 地面模拟广播电视传输系统	177
7.1.1 地面模拟广播电视传输标准	177
7.1.2 地面模拟广播电视系统的组成	178
7.2 地面数字广播电视传输系统	180
7.2.1 数字电视地面广播传输标准	180
7.2.2 地面数字电视广播系统的组成原理	185
7.3 地面数字广播电视系统的组网	189
7.3.1 多频网和单频网的概念	189
7.3.2 地面数字广播电视系统的单频网	189
习题 7	190
第 8 章 地面电视固定接收	192
8.1 地面电视接收天线系统	193
8.1.1 地面电视接收天线的类型	193
8.1.2 接收天线的馈电	197
8.1.3 天线的选择	197
8.2 地面数字电视接收机	198
8.2.1 概述	198
8.2.2 ATSC DTV 接收机简介	199
习题 8	201
第 9 章 地面数字电视移动接收	202
9.1 移动数字电视传输标准	202
9.1.1 国外移动数字电视传输标准简介	202
9.1.2 我国移动多媒体广播标准	209
9.2 移动数字电视的信源编码标准	215
9.2.1 MPEG-4 AVC/H.264 标准	215
9.2.2 AVS 视频标准	220
9.3 移动数字电视传输系统	221
9.3.1 移动数字电视传输方式	221
9.3.2 移动数字电视组网技术	222
习题 9	227

第四篇 网络电视传输技术

第 10 章 网络电视概论	231
10.1 网络电视概述	231
10.1.1 网络电视基本概念	231

10.1.2	国内网络电视的发展	231
10.1.3	网络电视的运营模式	233
10.1.4	网络电视的业务模式	233
10.2	网络电视系统构架	234
10.2.1	网络电视系统组成原理	234
10.2.2	网络电视系统业务结构	236
习题 10		237
第 11 章	网络电视关键技术	238
11.1	信源编解码技术	238
11.1.1	网络电视对信源编/解码的要求	238
11.1.2	网络电视的信源编码标准	238
11.2	流媒体技术	239
11.2.1	流媒体技术概述	239
11.2.2	网络电视中的流传输技术	242
11.3	内容分发技术	244
11.3.1	概述	244
11.3.2	CDN 关键技术	246
11.3.3	内容分发技术在网络电视中的应用	248
11.4	用户认证授权管理技术	253
11.4.1	网络电视对用户认证的要求	253
11.4.2	网络电视用户认证技术	254
11.5	数字版权管理技术	256
11.5.1	概述	256
11.5.2	DRM 技术在网络电视中的应用	257
11.6	网络电视组网技术	260
11.6.1	网络电视组网原理	260
11.6.2	网络电视承载网解决方案	263
11.6.3	网络电视接入网技术	270
11.7	终端机顶盒技术	278
11.7.1	概述	278
11.7.2	网络电视机顶盒技术要求简介	279
习题 11		282
主要参考文献		284

第一篇

有线电视传输技术

第1章

有线电视概论

1.1 有线电视基本组成

1.1.1 有线电视的定义

有线电视是一个复杂而完整的系统概念,目前国内外对其定义有三种不同的标准。

1. 国际标准 DVB-C/ITU-TJ. 83

它把有线电视系统定义为(前端和接收端)若干个功能模块,它们主要根据有线电视通道的特性,使基带电视信号适配于有线电视系统。在系统前端,作为节目源的基带电视信号可以是卫星信号、其他外来信号及本地节目源。

该标准是有线数字电视广播系统的传输标准,主要侧重于对多节目系统的描述。

2. 国际标准 DOCSIS/ITU-TJ. 112

它对有线电视网络的定义是基于同轴电缆共享媒介、树枝型结构、点对多点的宽带接入网络。它可以是全同轴电缆的或光纤同轴电缆混合(HFC)结构的双向传输网络。

该标准是有线电视网络上的双向数据传输系统标准,主要侧重于网络结构的描述。

3. 我国行业标准 GY/T106-1999

它对有线电视系统的定义是用射频同轴电缆、光缆、多路微波或它们的组合来传输、分配和交换声音、图像及数据信号的电视系统。

该标准是模拟有线电视广播系统的传输标准,主要侧重于对系统媒介及其功能上的描述。

上述三个标准均发表于1998~1999年,也正好处于有线电视从模拟到数字的早期过渡时期,有线电视系统必将从单纯的传输电视节目发展成传输数字电视节目、数据及各种信息服务的多业务、多功能的宽带交互式多媒体网络,并成为未来信息高速公路的重要组成部分。

1.1.2 有线电视系统的基本组成

有线电视网络是用电缆、光缆、微波或它们的组合来传输、分配和处理声音、图像、数据信号,并将电视、通信和计算机融为一体的网络。从功能上看,任何有线电视系统都是由信号源、前端、干线传输、用户分配网络组成,如图 1-1 所示。



图 1-1 有线电视系统的组成框图

有线电视系统按其规模大小和繁简程度有各种不同的分类方法。如按用户数量可分为 A 类系统(10 万户以上)和 B 类系统(10 万户以下)。按干线传输方式可分为全电缆系统、光缆和电缆混合系统、微波和电缆混合系统、卫星电视分配系统等。按其是否利用相邻频道,可分为邻频传输系统和非邻频传输系统。其中非邻频传输系统可按工作频段分为 VHF 系统、UHF 系统及全频道系统。邻频传输系统按最高工作频率又可分为 300 MHz 系统、450 MHz 系统、550 MHz 系统、750 MHz 系统、862 MHz 系统和 1 GHz 系统等。另外,按其功能又可分为单向系统和双向系统,按目前的状况和未来的发展趋势又可分为传统有线电视系统和现代有线电视系统等。

1. 传统有线电视系统的组成

目前有线电视系统正处于从模拟到数字、从单向到双向、从单一功能到多功能多业务发展的过渡时期。因此在我国至今仍存在着大量地采用邻频传输并以模拟电视节目为主的单向(或双向)有线电视系统。这些系统就是所谓的传统有线电视系统。

图 1-2 所示为传统有线电视系统组成的结构示意图。其中,信号源部分包括接收来自本地区 VHF 和 UHF 波段的开路广播电视信号和调频广播信号、接收来自中央电视台和其

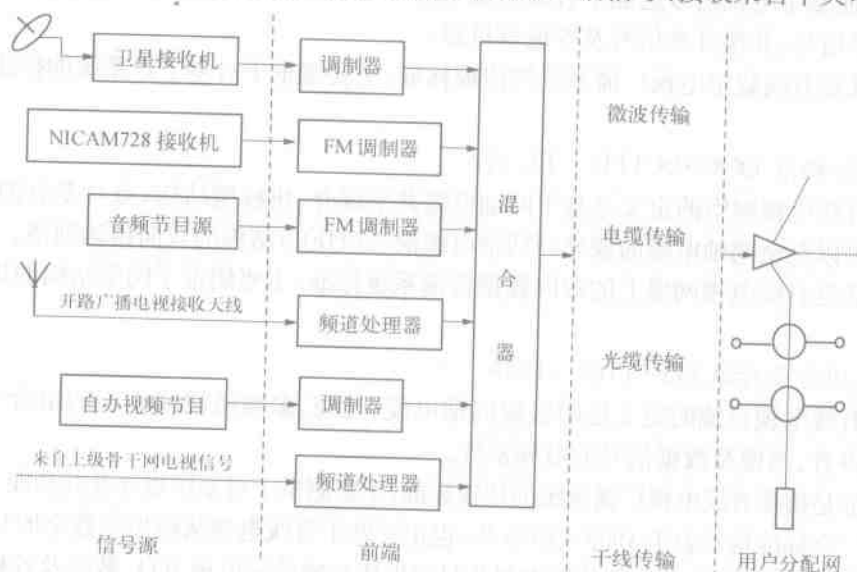


图 1-2 传统有线电视组成框图

他省级电视台通过卫星转发的电视节目信号,或接收来自微波传输(MMDS 或 AML)的电视节目信号、接收来自上一级骨干网或其他有线电视网络传输来的电视信号以及自办电视节目信号等;前端部分主要包括有频道处理器、中频处理方式调制器、频道放大器、立体声调频器、导频信号发生器和混合器等设备;干线传输部分按照有线电视系统的定义,其传输的介质可以是射频电缆、光缆、多路微波或它们的组合;用户分配网主要包括分配放大器、延长放大器、分配器、分支器和用户终端盒以及采用同轴电缆并连接它们的分支线和用户线等。

2. 现代有线电视系统的基本组成

现代有线电视系统是一个以数字为主、兼容模拟的双向系统,其基本组成如图 1-3 所示。

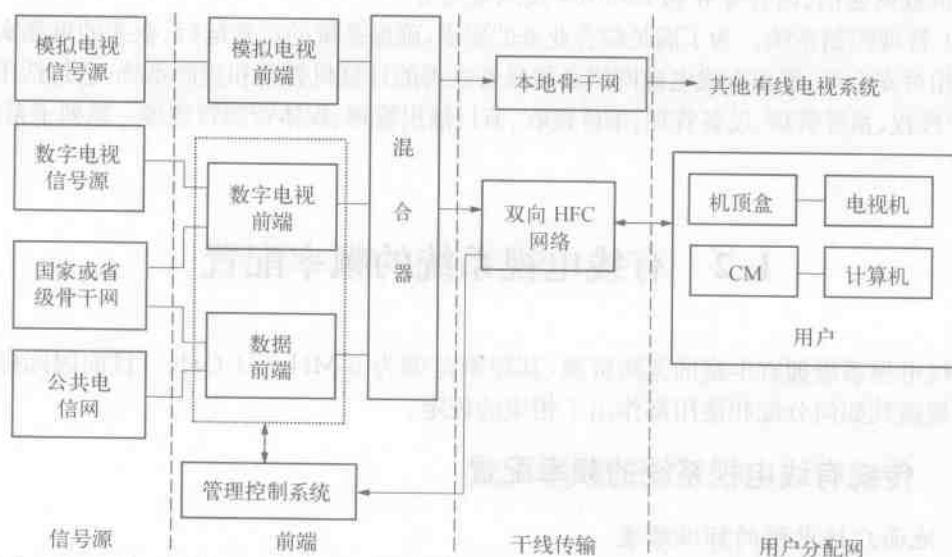


图 1-3 现代有线电视系统的组成框图

(1) 业务特点。现代有线电视系统除了能提供丰富多彩的电视节目外,还可提供电话、Internet 接入、高速数据传输和多媒体等业务。因此,它所提供的业务既有基本业务,又有扩展业务和增值业务,并在业务提供商与用户之间建立了两种信道:一是单向广播信道,它是业务提供商用广播方式向用户提供视频、音频和数据的业务通道;二是双向交互信道,它由反向通道和正向通道组成。其中,反向通道是从用户端到业务提供商的上行通道,是一个用户向业务提供商提出申请和回答问题的窄带业务通道;正向通道则是业务提供商到用户端的下行通道,是一个业务提供商为交互业务向用户传送各类信息的宽带业务通道。

(2) 干线传输。在现代有线电视系统中,干线传输的物理介质可以是同轴电缆、光缆、微波或它们的组合。其超长干线或国家骨干网采用光缆传输;而本地干线传输的覆盖网络主要采用光缆/同轴电缆混合模式(HFC)所构成的双向传输分配网。其中,光缆传输部分采用空分复用或波分复用技术来实现双向传输。HFC 是一个综合应用模拟和数字传输技术、光纤和同轴电缆技术、射频技术和高度分布式智能技术的宽带接入网络。

(3) 信号源。现代有线电视系统的信号源是以数字电视信号和各类综合业务数据信号为主,同时也兼容模拟信号。而其中的数字电视信号主要来源于数字卫星电视传输(TS)

流、视频服务器、业务生成系统和上一级骨干网下传的;数据信号源主要是通过路由器、交换机、数字局端机以及数据接口等接收来自数据网、公共电信网以及上一级骨干网的各种业务数据信号。

(4) 前端。现代有线电视系统的前端包括模拟前端、数字电视前端、数据前端。其中,数字电视前端实际上是一个数字电视多媒体交互平台,包括复用器、条件接收系统、数字调制器等;而数据前端则主要是电缆调制解调器(CM, Cable Modem)终端系统(CMTS),包括复接与接口转换、调制器和解调器。

(5) 用户终端。在现代有线电视系统中,用户端必须加机顶盒(STB)才能收看数字电视节目,才能获得授权享受个性化的视频服务和其他增值服务;必须加 Cable Modem 才能进行计算机数据通信、语音业务和 Internet 接入等业务。

(6) 管理控制系统。为了满足综合业务的要求,确保系统的正常运行、业务的可靠实现和信息的相对安全等,现代有线电视网络必须具备完善的计算机管理和控制系统,它包括用户管理、用户授权、系统管理、设备管理、条件接收、节目播出管理、媒体资源管理等一系列子系统。

1.2 有线电视系统的频率配置

有线电视系统拥有丰富的宽频资源,其频率范围为 5 MHz~1 GHz。目前国际标准和我国行规就其如何分配和使用都作出了相应的规定。

1.2.1 传统有线电视系统的频率配置

1. 地面广播电视的标准频道

我国模拟电视标准采用的是 PAL-D 制式,其全电视射频电视信号的带宽为 8 MHz,并采用频分复用技术把一个个不同的电视节目载到不同的频道上。因此,一个频道占有的带宽也是 8 MHz。

我国地面开路广播电视规定的标准电视频道为:VHF I 波段(48.5~92.0 MHz)的 DS1~DS5、VHF III 波段(167.0~223.0 MHz)的 DS6~DS12、UHF IV 波段(470.0~566.0 MHz)的 DS13~DS24 和 UHF V 波段(606.0~958.0 MHz)的 DS25~DS68,一共有 68 个标准电视频道。另外还规定 87.0~108.0 MHz 的频段专门用于调频广播。地面开路广播电视频道的频谱分布如图 1-4 所示。

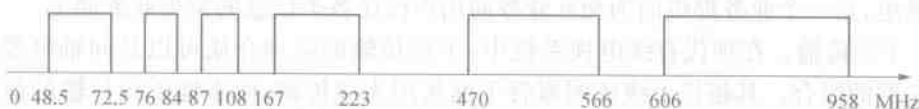


图 1-4 开路电视频道的频谱分布图

2. 有线电视系统的频道配置

由开路电视的频道划分可知,有线电视系统除了兼容使用开路电视标准频道外,还可开

发利用开路电视广播不能使用的频段,成为自己独有频道,即增补频道。由图 1-4 可知,调频广播与 DS6 之间有 59 MHz 的间隔、在 DS12 与 DS13 之间有 247 MHz 的间隔、在 DS24 与 DS25 之间有 40 MHz 的间隔,这些频率已分配给了邮电等通信部门。有线电视系统分别把这些间隔的频段扩展成 A1 波段(111.0~167.0 MHz)的增补频道 Z1~Z7、A2 波段(223.0~295.0 MHz)的增补频道 Z8~Z16、B 波段(295.0~470.0 MHz)的增补频道 Z17~Z37 和 566.0~606.0 MHz 频段的增补频道 Z38~Z42。表 1-1 给出了传统有线电视系统详细的频率分割和频道配置。

表 1-1 传统有线电视系统的频道配置

频 道	频率范围/MHz	图像载波频率/MHz	伴音载波频率/MHz	中心频率/MHz
DS1	48.5~56.5	49.75	56.25	52.5
DS2	56.5~64.5	57.75	64.25	60.5
DS3	64.5~72.5	65.75	72.75	68.5
DS4	76.0~84.0	77.25	83.75	80
DS5	84.0~92.0	85.25	91.25	88
Z1	111.0~119.0	112.25	118.75	115
Z2	119.0~127.0	120.25	126.75	123
Z3	127.0~135.0	128.25	134.75	131
Z4	135.0~143.0	136.25	142.75	139
Z5	143.0~151.0	144.25	150.75	147
Z6	151.0~159.0	152.25	158.75	155
Z7	159.0~167.0	160.25	166.75	163
DS6	167.0~175.0	168.25	174.75	171
DS7	175.0~183.0	176.25	182.75	179
DS8	183.0~191.0	184.25	190.75	187
DS9	191.0~199.0	192.25	198.75	195
DS10	199.0~207.0	200.25	206.75	203
DS11	207.0~215.0	208.25	214.75	211
DS12	215.0~223.0	216.25	222.75	219
Z8	223.0~231.0	224.25	230.75	227
Z9	231.0~239.0	232.25	238.75	235
Z10	239.0~247.0	240.25	246.75	243
Z11	247.0~255.0	248.25	254.75	251
Z12	255.0~263.0	256.25	262.75	259
Z13	263.0~271.0	264.25	270.75	267
Z14	271.0~279.0	272.25	278.75	275
Z15	279.0~287.0	280.25	286.75	283
Z16	287.0~295.0	288.25	294.75	291
Z17	295.0~303.0	296.25	302.75	299
Z18	303.0~311.0	304.25	310.75	307
Z19	311.0~319.0	312.25	318.75	315
Z20	319.0~327.0	320.25	326.75	323
Z21	327.0~335.0	328.25	334.75	331
Z22	335.0~343.0	336.25	342.75	339