

中华人民共和国行业标准

铁路数字微波通信工程设计规范

**Code for design of railway digital
microwave relay communication system**

TB 10060—99

主编单位：铁道部第四勘测设计院

批准部门：中华人民共和国铁道部

施行日期：1999年6月1日

中 国 铁 道 出 版 社

1999年·北 京

关于发布《铁路通信设计规范》等 12个铁路工程建设标准的通知

铁建设函〔1999〕69号

《铁路通信设计规范》(TB 10006—99)、《铁路信号设计规范》(TB 10007—99)、《铁路电力设计规范》(TB 10008—99)、《铁路数字微波通信工程设计规范》(TB 10060—99)、《新建铁路工程测量规范》(TB 10101—99)、《铁路桥梁抗震鉴定与加固技术规范》(TB 10116—99)、《铁路通信施工规范》(TB 10205—99)、《铁路信号施工规范》(TB 10206—99)、《铁路电力施工规范》(TB 10207—99)、《铁路架桥机架梁规程》(TB 10213—99)、《铁路工程基桩无损检测规程》(TB 10218—99)和《铁路光缆通信同步数字系列(SDH)工程施工规范》(TB 10219—99)等12个标准,经审查,现批准发布,自1999年6月1日起施行。修订后的施工规范含工程验收内容。届时,《铁路通信设计规范》(TBJ 6—85)、《铁路信号设计规范》(TBJ 7—85)、《铁路电力设计规范》(TBJ 8—85)、《铁路测量技术规则》(TBJ 101—85)、《铁路通信施工规范》(TBJ 205—86)、《铁路信号施工规范》(TBJ 206—86)、《铁路电力施工规范》(TBJ 207—86)和《铁路架桥机架梁规则》(TBJ 213—86)计8个标准废止。

以上标准由部建设管理司负责解释,由铁道出版社和铁路工程技术标准所组织出版发行。

中华人民共和国铁道部

一九九九年三月二日

前 言

本规范系根据铁道部铁建函〔1995〕181号文件要求，为适应铁路数字微波通信工程的发展需要而制订。

本规范包括总则、术语、工程设计的技术要求、微波线路设计、微波站设计等5章。

由于本规范是首次编制，希望各单位在执行本规范的过程中，结合工程实践总结经验，积累资料，如发现需要修改和补充之处，请及时将意见和有关资料寄交铁道部第四勘测设计院（武汉市武昌区和平大道673号，邮政编码：430063），并抄送铁路工程技术标准所（北京市朝阳区门外大街227号，邮政编码：100020），供今后修改时参考。

本规范由铁道部建设管理司负责解释。

本规范主编单位：铁道部第四勘测设计院。

本规范主要起草人：罗辉、沈炳林、莫小玲。

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
2.1	有关线路的术语	2
2.2	有关性能指标的术语	2
3	工程设计的技术要求	5
3.1	一般规定	5
3.2	假设参考数字通道	6
3.3	误码性能指标	7
3.4	不可用指标	10
3.5	干扰容限	10
3.6	容量系列	11
3.7	工作频段	12
3.8	网络接口	13
3.9	网络管理与系统监控	14
4	微波线路设计	15
4.1	线路选择	15
4.2	站 距	16
4.3	断 面	16
4.4	余隙标准	17
4.5	衰 落	18
4.6	天线高度和空间分集间距	18
4.7	频段选择和极化配置	19
5	微波站设计	20
5.1	一般规定	20
5.2	站址选择	21

5.3	总平面布置.....	21
5.4	无人值守站的建筑要求.....	22
5.5	天线塔、天线及波导.....	22
5.6	通信电源.....	24
5.7	防雷和接地.....	24
附录 A	本规范用词说明	26
	《铁路数字微波通信工程设计规范》条文说明.....	27

1 总 则

1.0.1 为统一铁路数字微波通信工程的设计标准，满足铁路微波通信发展的要求，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建、改建铁路数字微波通信工程的设计。

1.0.3 铁路数字微波通信是铁路重要的通信方式之一，应能支持铁路长途和地区通信的话音及非话业务。

1.0.4 铁路数字微波通信工程设计的传输容量应以近期为主，兼顾远期，并可采用边带业务。

1.0.5 铁路长途干线数字微波通信应采用同步数字系统(SDH)，其他区段的数字微波通信可采用准同步数字系统(PDH)。

1.0.6 数字微波通信工程扩建或改建时，应充分利用原有站址、机房、天线塔等设施。

1.0.7 铁路数字微波长途干线电路应采用 $N + 1$ ($N \geq 1$) 波道备份方式，其他电路可不设设备用波道。

1.0.8 铁路数字微波通信工程所采用的定型设备应技术先进、经济合理、安全适用。

1.0.9 铁路数字微波长途干线电路使用需要时，应采取保密措施。

1.0.10 铁路数字微波通信工程设计，除应符合本规范外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

2 术 语

2.1 有关线路的术语

2.1.1 转折角

微波站对相邻的前、后两个微波站的通信方向的水平夹角。

2.1.2 分支角

从一条微波线路分支出另一条支线线路时，支线线路与原有线路在分支站的通信方向的水平夹角。

2.1.3 余隙

在微波通信中，接力段电波射束的轴线与障碍物之间的距离。

2.1.4 衰落

在微波通信中，收信电平随时间起伏的现象。

2.1.5 半功率角 (θ)

天线辐射功率降低 3 dB 时的波瓣宽度。

2.2 有关性能指标的术语

2.2.1 同步传送模块 (STM)

由信息净负荷 (Payload)、段开销 (SOH) 和管理单元指针 (AU PTR) 构成的一种信息结构。其重复周期为 125 μ s，基本模块为 STM-1，更高阶的模块为 STM-N。

2.2.2 n 阶虚容器 (VC- n)

用来支持 SDH 中通道层连接的信息结构。它由信息净负荷和通道开销 (POH) 组成一块状帧结构，该帧结构的重复周期为 125 μ s 或 500 μ s。 $n = 12, 3, 4$ 。

2.2.3 n 阶管理单元 (AU- n)

在高阶通道层和复用段层之间提供适配的信息结构。

2.2.4 管理单元组 (AUG)

由 4 阶管理单元 AU-4 组成的管理单元组。

2.2.5 n 阶支路单元 (TU- n)

在低阶通道层和高阶通道层之间提供适配的信息结构。 $n = 12, 3$ 。

2.2.6 支路单元组 (TUG- n)

由不同大小的支路单元所组成,以增加传送网络的灵活性。TUG-2 由同阶的相同的 TU-12 组装而成; TUG-3 由同阶的 TUG-2 或 TU-3 组装而成。

2.2.7 n 阶容器 (C- n)

指组成虚容器的净负荷的信息结构。我国规定 $n = 12, 3, 4$ 三种,分别对应 PDH 的一、三、四次群的标准接口速率。

2.2.8 SDH 映射 (Mapping)

指在 PDH/SDH 边界处,把支路信号适配装入相应虚容器的过程。

2.2.9 误块秒比 (ESR)

在规定的测量时间间隔内,可用时间内的误块秒数与总秒数之比。

2.2.10 严重误块秒比 (SESR)

在规定的测量时间间隔内,可用时间内的严重误块秒数与总秒数之比。

2.2.11 背景误块比 (BBER)

扣除不可用时间和严重误块秒期间内所有块之后的误块数与总块数之比。

2.2.12 误比特秒 (ES)

在 1 min 内出现一个或多个误比特的秒。

2.2.13 严重误比特秒 (SES)

在以 1 s 为单位的统计时间内,误比特率超过 1×10^{-3} 的秒。

2.2.14 劣化分 (DM)

在以 1 min 为单位的统计时间内,误比特率大于 1×10^{-6} 的

分。

2.2.15 残余误比特率 (RBER)

在一个较长时间内进行统计所得到的平均误比特率。

2.2.16 不可用性

不可用时间占总时间的百分比。

2.2.17 载干比

接收机输入端载波功率与干扰功率之比。

3 工程设计的技术要求

3.1 一般规定

3.1.1 铁路数字微波通信系统包括天馈线系统、收发信设备、调制解调设备、数字复用设备、网络管理设备、电源设备及防雷与接地设施等。

3.1.2 铁路数字微波通信系统是铁路综合业务数字通信网(ISDN)的组成部分。铁路数字微波电路与其他数字电路互为迂回,互为备用。

3.1.3 铁路数字微波长途电路应具有无损伤的波道倒换功能。

3.1.4 铁路数字微波通信系统的性能指标,应参照 ITU-TSS 和 ITU-RS 建议的有关要求。

3.1.5 在铁路数字通信网中,SDH 微波通信系统的映射应在 139 264 kbit/s 和 2 048 kbit/s 两种速率上进行,不宜在 34 368 kbit/s 速率上进行。其复用映射结构见图 3.1.5。

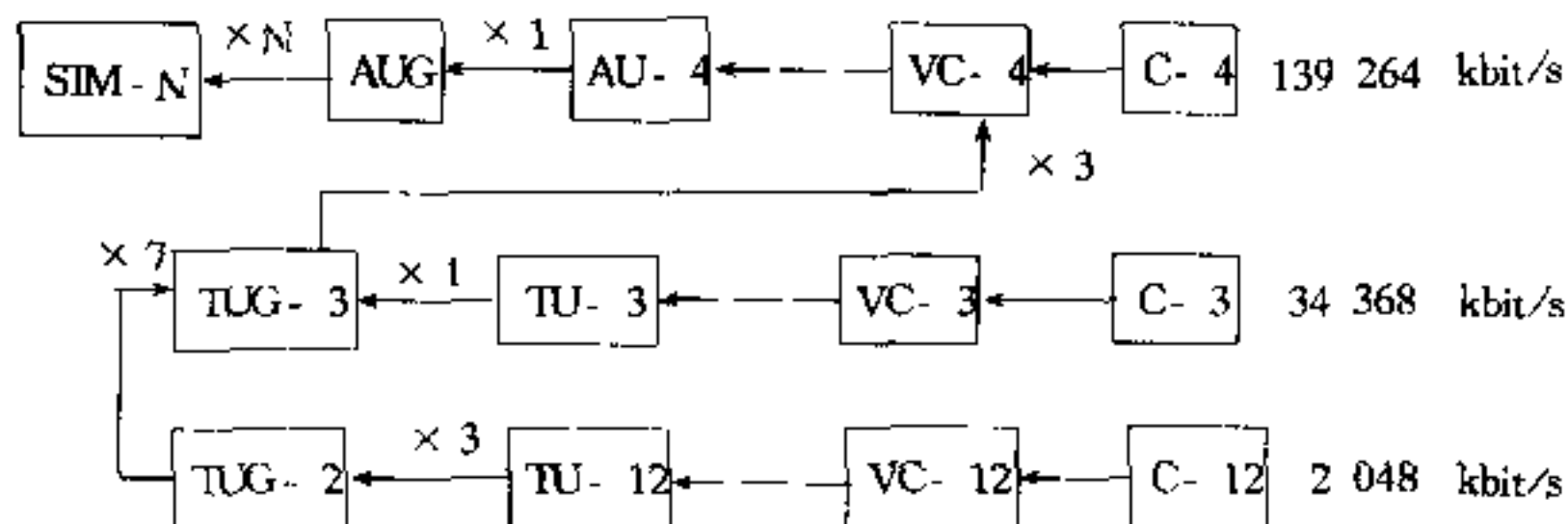


图 3.1.5 SDH 微波通信系统的复用映射结构

3.1.6 在铁路数字通信网中,SDH 微波通信系统引接同步信号应符合铁路行业标准的有关规定。

3.2 假设参考数字通道

3.2.1 SDH 微波通信系统的假设参考数字通道组成长度应符合下列规定：

1 用于国内连接的假设参考数字通道全长为 6 900 km，假设参考数字段长度为 280 km，140 km 和 50 km。其中 280 km 和 140 km 用于铁路长途电路，50 km 用于本地电路。

2 用于国际连接的假设参考数字通道全长为 3 450 km。

3.2.2 PDH 微波通信系统的假设参考数字通道组成长度应符合下列规定：

1 在 PDH 微波通信系统中，64 kbit/s 的数字连接可由高级、中级和用户级三个质量等级的假设参考数字通道组成，最长通道为 27 500 km。如图 3.2.2—1 所示。

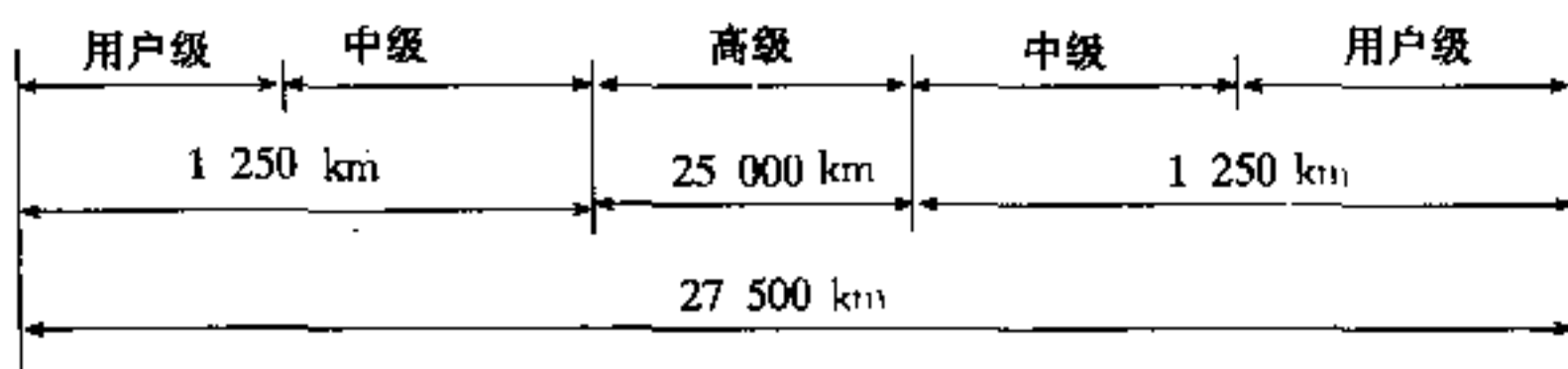


图 3.2.2—1 数字微波质量等级划分

2 每个射频波道容量大于二次群的数字微波通信系统高级假设参考数字通道，长度为 2 500 km，包括九段等长的相同数字段，可用于铁路长途支线电路，如图 3.2.2—2 所示。

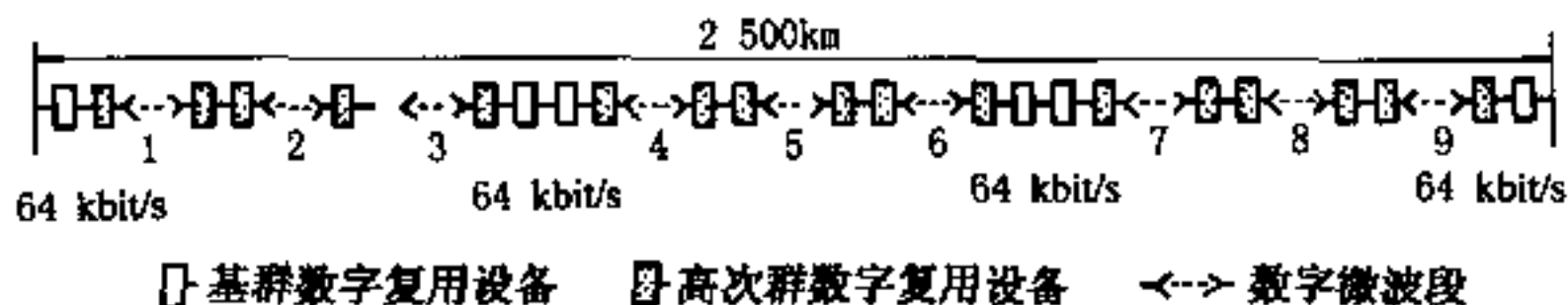


图 3.2.2—2 数字微波通信系统高级假设参考数字通道

3 每个射频波道容量大于二次群的数字微波通信系统中级假设参考数字通道，最大基本长度为 1 250 km，也可用于铁路

长途支线电路。

4 数字微波通信系统的用户级假设参考数字通道长度为 50 km，用于铁路本地电路，如图 3.2.2—3 所示。

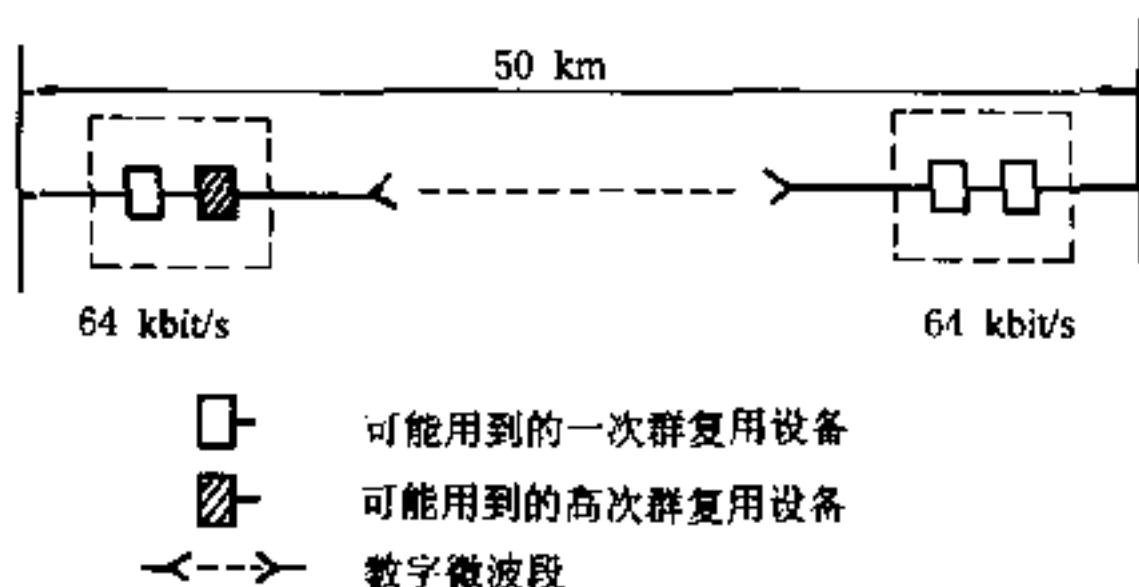


图 3.2.2—3 数字微波通信系统用户级假设参考数字通道

3.3 误码性能指标

3.3.1 数字微波通信的误码性能指标，应考虑电波传播衰落、系统内部及各系统间干扰以及其他恶化因素的影响。

3.3.2 SDH 微波通信系统的每千米误块性能指标，在每一个传输方向任何月份不应大于表 3.3.2 的规定值。

3.3.3 SDH 微波通信系统假设参考数字段的误块性能指标，在每一个传输方向任何月份不应大于表 3.3.3 的规定值。当实际的数字段长度小于假设参考数字段时，其误块性能指标应符合假设参考数字段的误块性能指标。

3.3.4 PDH 微波通信系统 64 kbit/s 输出端的每千米误码性能指标，在每一个传输方向任何月份不应大于表 3.3.4 的规定值。

3.3.5 PDH 微波通信系统假设参考数字段的 64 kbit/s 输出端的误码性能指标，在每一个传输方向任何月份不应大于表 3.3.5 的规定值。当实际的数字段长度小于假设参考数字段时，高、中级数字微波通道的误码性能指标应符合假设参考数字段的误码性能指标，用户级数字微波通道的误码性能指标仍应按电路长度进行线性分配。

表 3.3.2 SDH 微波通信系统每千米误块性能指标

项目 速率(Mbit/s)	比特数/块	长 途				本 地		
		误块秒比 ESR	严重误块秒比 SESR	背景误块比 BBER	误块秒比 ESR	严重误块秒比 SESR	背景误块比 BBER	
1.5~5	2 000~8 000	2.2×10^{-6}	1.1×10^{-7}	1.1×10^{-8}	2.4×10^{-5}	1.2×10^{-6}	1.2×10^{-7}	
>15~55	4 000~20 000	4.125×10^{-6}	1.1×10^{-7}	1.1×10^{-8}	4.5×10^{-5}	1.2×10^{-6}	1.2×10^{-7}	
>55~160	6 000~20 000	8.8×10^{-6}	1.1×10^{-7}	1.1×10^{-8}	9.6×10^{-5}	1.2×10^{-6}	1.2×10^{-7}	
>160~3 500	15 000~30 000	待 定	1.1×10^{-7}	5.5×10^{-9}	待 定	1.2×10^{-6}	6.0×10^{-8}	

表 3.3.3 SDH 微波通信系统假设参考数字段的误块性能指标

长度		280 km				140 km				50 km			
项目 速率(Mbit/s)		误块秒比 ESR	严重误块秒比 SESR	背景误块比 BBER	误块秒比 ESR	严重误块秒比 SESR	背景误块比 BBER	误块秒比 ESR	严重误块秒比 SESR	误块秒比 ESR	严重误块秒比 SESR	背景误块比 BBER	
1.5~5	6.2×10^{-4}	3.1×10^{-5}	3.1×10^{-6}	3.1×10^{-6}	4.1×10^{-4}	2.1×10^{-5}	2.1×10^{-6}	1.2×10^{-3}	6.0×10^{-5}	1.2×10^{-3}	6.0×10^{-5}	6.0×10^{-6}	
>15~55	1.2×10^{-3}	3.1×10^{-5}	3.1×10^{-6}	3.1×10^{-6}	7.7×10^{-4}	2.1×10^{-5}	2.1×10^{-6}	2.3×10^{-3}	6.0×10^{-5}	2.3×10^{-3}	6.0×10^{-5}	6.0×10^{-6}	
>55~160	2.5×10^{-3}	3.1×10^{-5}	3.1×10^{-6}	3.1×10^{-6}	1.6×10^{-3}	2.1×10^{-5}	2.1×10^{-6}	4.8×10^{-3}	6.0×10^{-5}	4.8×10^{-3}	6.0×10^{-5}	6.0×10^{-6}	
>160~3 500	待 定	3.1×10^{-5}	1.5×10^{-6}	1.5×10^{-6}	待 定	2.1×10^{-5}	1.0×10^{-6}	待 定	6.0×10^{-5}	待 定	6.0×10^{-5}	3.0×10^{-6}	

表 3.3.3.4 PDH 微波通信系统每千米误码性能指标

运用区段	项 目		误比特秒 ES	严重误比特秒 SES	残余误比特率 RBER	劣化分 DM
	途 线	高级电路	1.28×10 ⁻⁶	2.16×10 ⁻⁷	2.0×10 ⁻¹²	1.6×10 ⁻⁶
			9.6×10 ⁻⁶	3.2×10 ⁻⁷	1.44×10 ⁻¹¹	1.2×10 ⁻⁵
本 地			1.2×10 ⁻⁴	1.5×10 ⁻⁶	1.8×10 ⁻¹⁰	1.5×10 ⁻⁴

注:对于只有本地微波电路一种传输手段或点对多点微波通信,本地误码性能指标可放宽一倍。

表 3.3.3.5 PDH 微波通信系统假设参考数字段的误码性能指标

质量等级	项 目	高 级 电 路				中 级 电 路			
		误比特秒 ES	严重误比特秒 SES	残余误比特率 RBER	劣化分 DM	误比特秒 ES	严重误比特秒 SES	残余误比特率 RBER	劣化分 DM
长度(km)	280	3.6×10 ⁻⁴	6.1×10 ⁻⁵	5.6×10 ⁻¹⁰	4.5×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻³	9.0×10 ⁻⁵	4.0×10 ⁻⁹	3.4×10 ⁻³
	50	6.0×10 ⁻³	7.5×10 ⁻⁵	9.0×10 ⁻⁹	7.5×10 ⁻³	6.0×10 ⁻³	7.5×10 ⁻⁵	9.0×10 ⁻⁹	7.5×10 ⁻³

3.4 不可用指标

3.4.1 采用 SDH 微波通信系统时, 长度为 6 900 km 的假设参考数字微波通道(双向)的不可用指标, 在任何一年里不应大于 0.6%。其中由传播引起的宜占 1/3。

3.4.2 采用 PDH 微波通信系统时, 长度为 2 500 km 的高级假设参考数字微波通道(双向)的不可用指标, 在任何一年里不应大于 0.3%。其中由传播引起的宜占 1/3。

3.4.3 采用 PDH 微波通信系统时, 长度为 1 250 km 的中级假设参考数字微波通道(双向)的不可用指标, 在任何一年里不应大于 0.3%。其中由传播引起的宜占 1/3。

3.4.4 用户级假设参考数字微波通道(双向)的不可用指标, 在任何一年里不应大于 0.08%~0.1%。其中由传播引起的宜占 1/3。

3.4.5 实际电路的不可用指标, 可按实际电路总长度作线性分配。

3.5 干扰容限

3.5.1 在采用二频制的数字微波通信系统中, 数字微波通道应考虑以下干扰源:

1 系统内部干扰(参见图 3.5.1):

反向发射干扰 a

反向接收干扰 b

越站干扰 c

侧向接收干扰 d

侧向发射干扰 e

反向发射侧向接收干扰 f

2 系统间干扰:

相邻线路中系统间干扰

汇接点系统间干扰

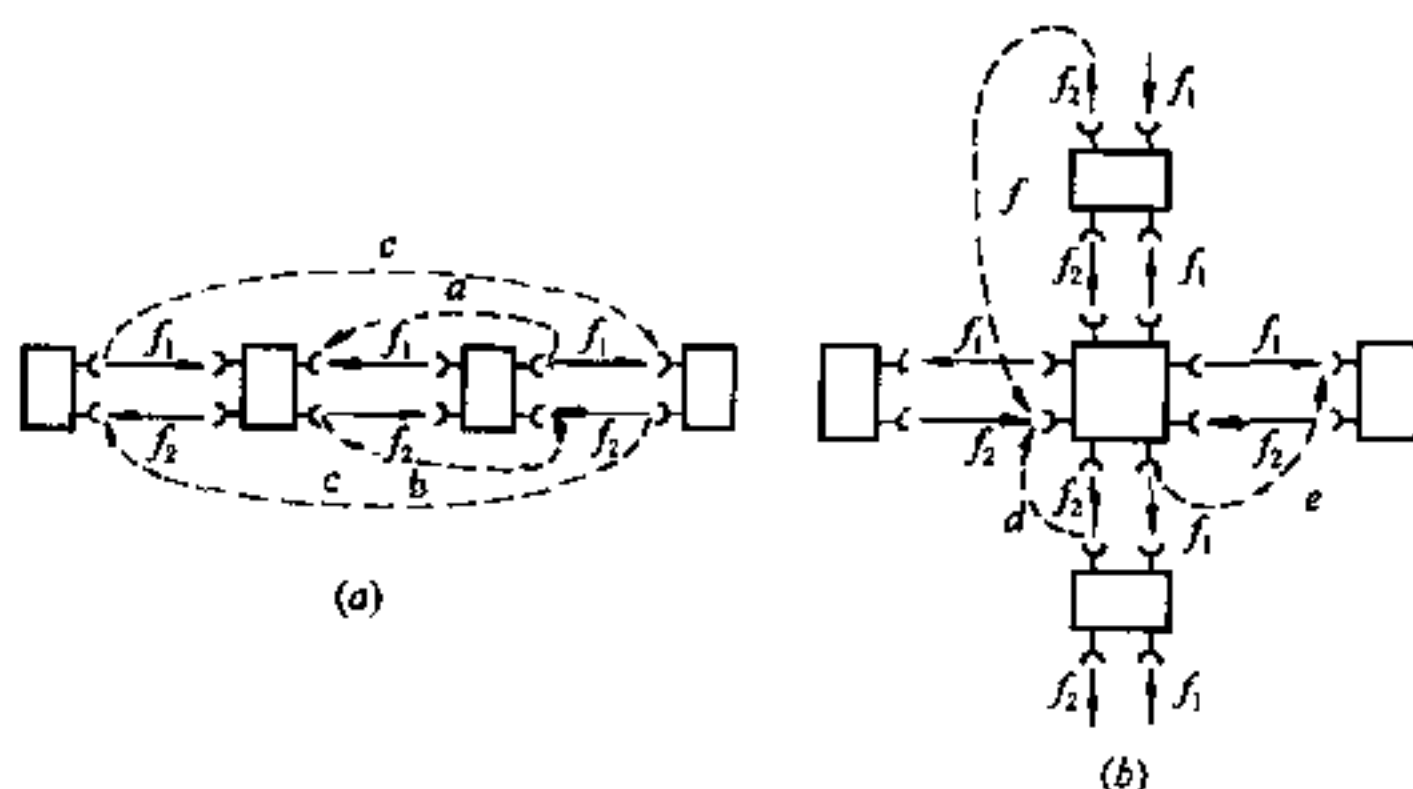


图 3.5.1 微波线路系统内部干扰途径示意图

3 其他系统干扰:

卫星通信系统干扰

雷达干扰

广播干扰

散射系统干扰

3.5.2 对于其他系统干扰引起的恶化量, 不应超过本规范规定的假设参考数字通道性能指标值的 15%~20%。其中来自卫星通信系统干扰引起的恶化量不应超过 10%。

3.6 容量系列

3.6.1 SDH 微波通信系统的标称容量系列见表 3.6.1。

表 3.6.1 SDH 微波通信系统的标称容量系列

系列等级	STM-1	2×STM-1
标称比特率 (kbit/s)	155 520	2×155 520
容 限	$\pm 20 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$

3.6.2 PDH 微波通信系统的标称容量系列见表 3.6.2。

表 3.6.2 PDH 微波通信系统的标称容量系列

系列等级	基 群	二次群	三次群	四次群
标称比特率 (kbit/s)	2 048	8 448	34 368	139 264
容 限	$\pm 50 \times 10^{-6}$	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$

3.6.3 在 PDH 微波通信系统中, 除可采用 PCM 通信系统的标称容量系列外, 还可采用除四次群外各次群倍乘系列, 即 $2 \times 2\,048$ kbit/s, $2 \times 8\,448$ kbit/s, $2 \times 34\,368$ kbit/s。

3.7 工作频段

3.7.1 铁路数字微波通信系统的工作频段应符合 ITU 有关建议和国家无线电管理委员会的有关规定。

3.7.2 铁路数字微波通信系统宜采用二频制配置方式。条件困难时, 也可采用四频制配置方式。

3.7.3 数字微波通信系统的传输速率与波道带宽和调制方式的关系见表 3.7.3。

表 3.7.3 数字微波通信系统的传输速率与波道带宽和调制方式的关系

波道带宽 (MHz)	每波道容量 (kbit/s)	最低状态调制方式
3.5	2 048	4PSK
14	8 448	4PSK
28/30	34 368	4PSK
	139 264	64QAM
	$1 \times 155\,520$	64QAM
40	139 264	16QAM
	$2 \times 155\,520$	512QAM*
55	$1 \times 155\,520$	16QAM
	$2 \times 155\,520$	128QAM

注: * 当采用双极化同频复用和交叉极化干扰消除器 (XPIC) 技术时, 最低状态调制方式为 64QAM。

3.8 网络接口

3.8.1 SDH 微波通信系统的网络接口主要包括网络节点接口、外同步接口、公务接口和网络管理接口。

1 SDH 微波通信系统的网络节点接口分为电接口和光接口。

1) 电接口应符合以下要求:

接口速率 155 520 kbit/s

接口码型 CMI

误差容限 $\pm 20 \times 10^{-6}$

2) 光接口应符合以下要求:

接口速率 155 520 或 622 080 kbit/s

接口码型 加扰 NRZ 码

误差容限 $\pm 20 \times 10^{-6}$

2 SDH 微波通信系统的外同步接口应采用 2 048 kbit/s。引入网元的外时钟信号也可采用 2 048 kHz。接口特性应符合《脉冲编码调制通信系统网络数字接口参数》(GB 7611—87) 的规定。

3 SDH 微波通信系统的公务接口速率为 64 kbit/s, 接口特性应符合 ITU 有关规定。

4 SDH 微波通信系统的网络管理接口包括电信管理网 (TMN) 接口和工作站接口。

1) SDH 微波通信系统应在每一端至少能提供一个符合 ITU 有关规定的可与 TMN 相连的 Q 接口。与上级网络管理系统连接应采用符合 ITU 有关规定的 Q3 接口。

2) SDH 微波通信系统的工作站接口应采用符合 ITU 有关规定的 F 接口。

3.8.2 PDH 微波通信系统的网络接口应符合以下要求:

1 基带接口特性应符合表 3.8.2 的规定值。基带接口的其他参数, 应符合 GB 7611—87 的规定。

表 3.8.2 PDH 微波通信系统的基带接口特性

系 列 等 级	接口速率 (kbit/s)	误 差 容 限	接 口 码 型
基 群	2 048	$\pm 50 \times 10^{-6}$	HDB ₃
二次群	8 448	$\pm 30 \times 10^{-6}$	HDB ₃
三次群	34 368	$\pm 20 \times 10^{-6}$	HDB ₃
四次群	139 264	$\pm 15 \times 10^{-6}$	CMI

2 PDH 微波通信系统应在每一端至少能提供一个符合 ITU 有关规定的 Q 接口，与上级网络管理系统连接应采用符合 ITU 有关规定的 Q3 接口。

3.9 网络管理与系统监控

3.9.1 SDH 数字微波通信系统应设置网络管理系统。

3.9.2 网络管理系统的设置应考虑由目前的单一线路管理方式逐渐过渡到区域管理方式和全程全网统一管理方式。

3.9.3 PDH 数字微波通信应设置监控系统。监控系统应具有遥信、遥控功能，必要时应具有遥测和在线监测功能。

3.9.4 铁路数字微波通信系统的监控方式可采用二级监控或三级监控。监控系统的向上接口应符合网络管理接口的有关要求。

4 微波线路设计

4.1 线路选择

4.1.1 铁路数字微波通信线路应尽量靠近铁路或公路。

4.1.2 线路走向应有利于电波传播。当线路走向穿越或进入海面、湖面、水网地区或平原地带时，应采取相应的技术措施。

4.1.3 线路走向在水平方向上应成折线型，在垂直方向上应有效利用电波越站障碍物，以减少越站干扰。当等效地球半径系数 $K = \infty$ 时，在一个接力段内，接收机输入端的有用信号与越站干扰之比应大于表 4.1.3 的规定值。根据地形情况还应进一步考虑二次以上的越站干扰。

表 4.1.3 数字微波越站干扰允许的载干比

调 制 方 式	允许的最低载干比 (C/I) dB
4PSK	62
16QAM	69
64QAM	77
128QAM	80
512QAM	86

4.1.4 线路转折角大小的确定应满足有用信号与干扰信号之比大于系统的允许值。

4.1.5 铁路数字微波通信宜少采用分支线路。分支线路不宜采用同频率、同极化方式。当分支线路采用不同频率或不同极化方式时，分支角大小应根据线路的具体情况和技术指标决定。

4.1.6 微波线路进入城市时，根据铁路通信网的布局、城市规

划以及地形地貌情况，可采用直接进城方式、“T”接进城方式或通过光（电）缆进城方式。

4.1.7 线路选择应避开雷达直射方向。落入接收机工作频段内的雷达脉冲干扰信号峰值电平应比正常接收信号电平低 30 dB。

4.1.8 线路选择应避免与卫星通信系统的相互干扰。对处于卫星协调区的数字微波接力系统，应把对卫星通信系统的干扰限制在允许的范围之内。

4.2 站 距

4.2.1 数字微波通信线路的站距应根据所经地区的地形条件、气候条件、天线高度及所采用的工作频段、设备性能和相应的技术措施等因素综合考虑。

4.2.2 数字微波接力段的站距选择宜均匀。站距较长或较短的接力段应采取技术措施，以保证接收机输入口的自由空间接收电平与标称接收电平值之差不大于 ± 3 dB。

4.3 断 面

4.3.1 根据地形、气候等电波传播条件的优劣，数字微波接力段的断面可分为以下四种类型：

A 型：其断面由山地、城市建筑物或两者混合组成，中间无宽敞的平地和水面。

B 型：其断面由起伏不大的丘陵地带组成，中间无宽敞的平地和水面。

C 型：其断面由平地和水网较多的区域组成。

D 型：其断面大部分或全部跨越水网区域或湖面、海面。

4.3.2 数字微波接力段应根据具体地形、气候条件选择电波传播条件较好的 A 型和 B 型断面，避免或尽量减少选择 C 型和 D 型断面。当接力段断面的电波传播条件较差时，应采取相应的技术措施。

4.4 余隙标准

4.4.1 数字微波通信线路的每一个接力段，在所考虑的等效地球半径系数 K 值变化范围内，电波射线与下方障碍物应有一定的余隙值。

4.4.2 单一障碍物接力段的余隙值 H ，应符合表 4.4.2 的规定值。

表 4.4.2 数字微波接力段的余隙标准

余隙要求 障碍物类型	K 值	K_{\min}	4/3	说 明
刃 型		$H \geq 0$	$H \geq H_0$	K —等效地球半径系数 K_{\min} —0.1% 所对应的统计 K 值 H_0 —自由空间余隙
平滑地面及其他		$H \geq 0.5H_0$	$H_0 \sqrt{6m-5} \leq H \leq$ $H_0 \sqrt{6m-1}^*$	

注：* $m=1, 2, 3 \dots$ 为干涉瓣号，在满足 $K = K_{\min}$ 余隙的条件下，应取可能的最小值，以尽量避免在 $K=4/3$ 时工作在高次干涉瓣。

4.4.3 多障碍物接力段的余隙值，应符合以下要求：

$K = K_{\min}$ 时，由障碍物引入的电波绕射衰落值不大于 10 dB。

$K = 4/3$ 时，除绕射衰落外，无其他衰落时的接收电平值不小于自由空间接收电平值。

4.4.4 采用空间分集接收的接力段，主天线路径余隙应符合表 4.4.2 的规定值，分集天线路径余隙应满足 $K = K_{\min}$ 时，由单一障碍物或多障碍物引入的绕射衰落值不大于 15 dB。

4.4.5 数字微波接力段电波射线除应满足下方余隙要求外，其

余各侧在 $d > 17.1 \frac{D^2}{\lambda}$ 范围内的余隙值必须大于 $\sqrt{3}H_0$ ，在 $d <$

$17.1 \frac{D^2}{\lambda}$ 范围内的余隙值必须符合本规范第 4.6.1 条规定的天线近区的净空要求（ d 为距天线的前方水平距离， D 为天线直径， λ 为工作波长）。

4.5 衰 落

4.5.1 数字微波通信的电波传播主要应考虑绕射衰落、K 型衰落（反射衰落）、波导型衰落、大气沉降物引起的衰落以及频率选择性衰落。

4.5.2 由障碍物引起的绕射衰落应符合本规范第 4.4.2 条～第 4.4.4 条的规定值。

4.5.3 采用空间分集接收方式时，由 K 型衰落引起的传输损耗不宜大于 15 dB。

4.5.4 改善 K 型衰落可采用以下方法：

- 1 采用空间分集接收方式。
- 2 调整天线高度，合理选择反射点。
- 3 有效利用障碍物阻挡反射波。
- 4 增大收发信天线高差。
- 5 适当抬高天线仰角。

4.5.5 改善波导型衰落可采用空间分集和增大收发信天线高差等方法。

4.6 天线高度和空间分集间距

4.6.1 天线高度的确定应综合考虑以下技术要求：

- 1 应满足接力段余隙标准。
- 2 应合理利用站址海拔高度。
- 3 应尽可能控制电波射束反射点不落入水面及其他反射系数较大的区域。
- 4 接力段两端天线的海拔高差宜大。
- 5 应满足天线近区的净空要求（ D 为天线直径， λ 为工作波长），如图 4.6.1 所示。

4.6.2 采用空间分集接收的天线垂直间距应按以下原则确定：

- 1 对于地面反射系数大于或等于 0.5 的平滑地面或水面路径，以克服 K 型衰落为主。

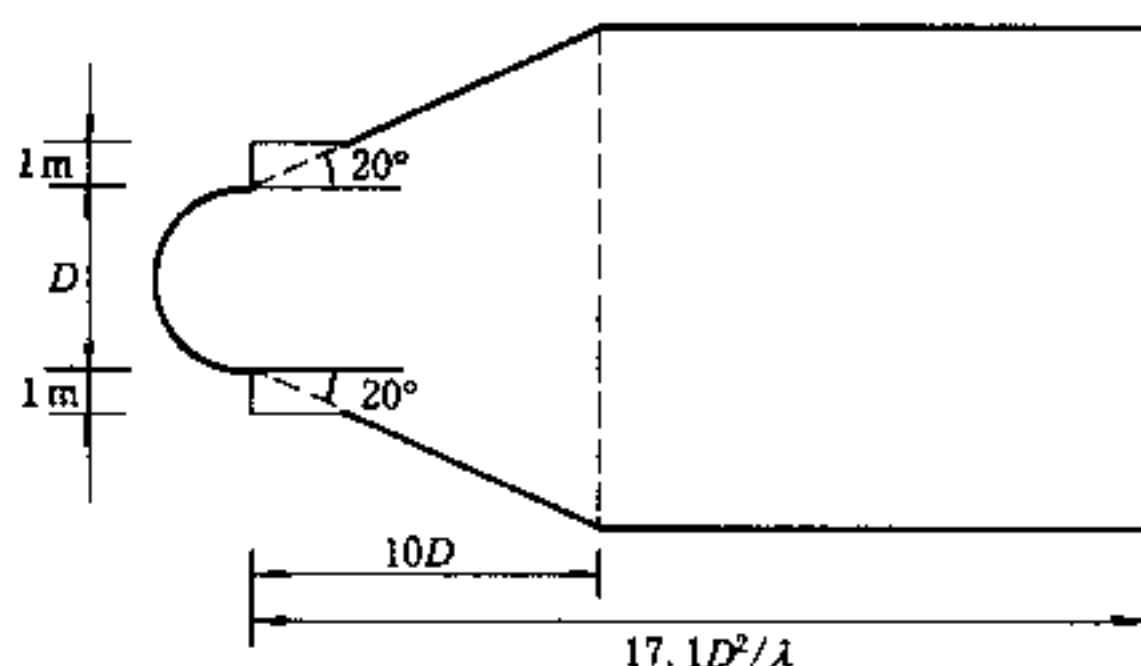


图 4.6.1 天线近区的净空要求示意图

2 对于地面反射系数小于 0.5 的山区及地面起伏较大的路径，以克服波导型衰落为主。

4.7 频段选择和极化配置

4.7.1 铁路数字微波通信系统的频段选择应根据系统传输容量、邻近微波通信线路的设置情况及干扰源等因素综合考虑。

4.7.2 选择大于 10 GHz 的工作频段应考虑大气中的氧、水汽、雨、雪等大气沉降物引起的衰落。

4.7.3 对于有频率复用的 SDH 数字微波通信系统，必须采用交叉极化干扰消除器，并应合理安排波道，以减少同频干扰。

4.7.4 射频波道的极化配置原则是应尽量降低系统可能出现的射频干扰。

5 微波站设计

5.1 一般规定

5.1.1 根据电路转接和上下话路的特点，铁路数字微波站可分为终端站、分路站、分支站和中继站四种类型。

5.1.2 中继站应采用再生中继方式，也可采用直放中继方式或无源中继方式。

5.1.3 单建的铁路微波中继站和分支站宜采用无人值守、有人看守的日常维护方式。

5.1.4 独立设置的无人值守站应具有机房门告警、温度（火灾）告警、湿度告警及烟雾告警等遥信功能。

5.1.5 无人值守站不应设置生活用水设施，可考虑设置收集天降水设施。

5.1.6 铁路数字微波通信系统公务电话的设置应符合以下要求：

1 监控中心和微波站应设置公务联络电话。条件允许时，监控中心和分路站应设置直达公务联络电话。

2 监控中心、维修中心和有人值守站应设置铁路自动电话。

3 条件允许时，无人值守站公务联络电话宜并入看守室（房）内。

5.1.7 铁路数字微波长途电路的转接应采用高次群转接方式，尽量减少音频转接次数。

5.1.8 铁路数字微波通信系统应采用集中维修方式，维修中心宜设在路局所在地。

5.1.9 铁路数字微波监控中心应采取防静电措施，监控设备宜同时具有光、声告警功能。

5.2 站址选择

5.2.1 铁路微波站址选择应符合微波通信线路走向和通信技术要求，并综合考虑水文地质、城市规划、投资效益及交通、维护条件等因素。

5.2.2 站址应选在地质稳定、标高高于 50 年一遇洪水位的地方。严禁将站址选在矿山区、古遗址区和易燃易爆区。

5.2.3 站址应选在环境条件较好的地方，远离生产过程中散发较多粉尘、腐蚀性气体和产生较强震动的工矿企业区，远离虫灾地区。

5.2.4 站址宜靠近铁路地区，终端站和分路站应设在通信楼内。

5.2.5 条件允许时，无人值守站应利用其他部门微波站有关设施或与其他部门合建。

5.3 总平面布置

5.3.1 微波站的总平面布置，应满足生产安全、防水、防火、防电磁辐射及绿化、卫生等要求。

5.3.2 铁路微波站应设置微波机械室、电源机械室、蓄电池室和材料室。另外，有人值守站应设置值班室和休息室；无人值守站应设置看守室或独立的看守房。

5.3.3 铁路微波监控中心应设置监控室、休息室和文档室；铁路微波维修中心应设置维修室、测试室和材料室。

5.3.4 天线塔应靠近微波机房。波导应走向合理、敷设整齐。

5.3.5 设在通信楼内的微波机械室，宜与长途机械室合并或设在通信楼顶层。

5.3.6 铁路微波站的生产用房面积应考虑远期的设备安装要求。

5.3.7 无人值守站的用地面积宜小，总平面布置应紧凑，机房和天线塔等建筑物应根据具体地形地势选择地面标高。

5.3.8 独立设置的无人值守站，应在主建筑物中设置看守室或设置单独的看守房。无人值守站的辅助用房面积宜小。

5.3.9 独立设置的无人值守站应设置围墙。围墙高度应高于外侧地面 2.2 m，围墙与主建筑物之间的距离应大于 3 m。

5.4 无人值守站的建筑要求

5.4.1 独立设置的无人值守站，其主建筑物的抗震设计烈度，应按当地基本地震烈度提高一级。辅助建筑物应按当地基本地震烈度进行设计。

5.4.2 无人值守站主建筑物的耐火等级不应低于 2 级。

5.4.3 无人值守站应将生产用房集中在主建筑物中。主建筑物形式宜为二层封闭式楼房，微波机械室应设在顶层。

5.4.4 无人值守站机房不应设窗。机房门应具有良好的密封性，具有防尘、防雨、防虫、隔热和抗风性能。

5.4.5 无人值守站机房通往室外的沟槽、孔洞应密封或设置双层细密的铁栅子。

5.4.6 无人值守站的屋面设计应符合以下要求：

1 屋面结构应防止渗漏并具有隔热、保温性能。

2 新建的屋顶天线塔（架）基座和工艺孔洞应与屋顶结构同时施工，并采取防水措施。

3 屋面上设置微波天线时，应考虑设置上人孔洞和爬梯。

5.4.7 无人值守站机房应采用空气调节设备。条件允许时，也可采用自然恒温方式。无人值守站机房温度范围应为 5~35℃，湿度范围应为 10%~75%。

5.4.8 无人值守站的通站道路可由公路、台阶及人行小道组成。新建公路可参照《厂矿道路设计规范》(GBJ 22) 中的 4 级单行公路标准建设，路面宜为沙石路面。当新建公路在技术经济比较不合理时，应修筑台阶或开辟人行小道通至微波站。

5.5 天线塔、天线及波导

5.5.1 微波天线塔应采用自立式钢塔，也可采用水泥塔、拉线式钢塔或屋顶钢架。钢构件宜采用热镀锌方式防腐。

5.5.2 天线塔的位置和高度应满足通信技术要求，并符合航空部门的有关规定，必要时应在塔顶设置航空障碍灯。建立较高的天线塔还应综合考虑波导损耗、天线塔的经济合理性及施工维护的方便。

5.5.3 天线塔的结构应有利于天线和波导的安装、调试和维护。在塔体的适当位置应设置操作平台。

5.5.4 天线塔的高度和结构，应能满足远期的天线安装要求。

5.5.5 设置在市区或风景区的天线塔应符合城市规划部门的有关规定，并提出微波通道保护要求。天线塔应造型美观并与周围环境相协调。

5.5.6 在 30 年一遇的最大风荷载作用下，天线塔的最大变位使微波天线射束偏离通信方向的角度，不应大于天线半功率角的 $1/2$ 。

5.5.7 天线的安装高度和位置除应符合电波传播要求外，还应符合以下要求：

1 应避免微波辐射对人体产生有害影响。微波辐射污染必须符合《电磁辐射防护标准规定》(GB 8702) 中的有关要求。

2 应考虑减少波导长度和波导弯曲扭转次数。

5.5.8 波导必须固定。相邻两个固定点的距离：

椭圆软波导和射频电缆，水平或垂直敷设时宜为 1~2 m。

硬波导水平敷设时宜为 1~2 m，垂直敷设时宜为 3~4 m。

5.5.9 椭圆软波导和射频电缆转弯处的曲率半径必须符合产品的有关要求。

5.5.10 硬波导在钢塔上固定时，必须考虑钢塔和波导不同温度系数的影响。

5.5.11 波导必须充气。充入波导内的空气应干燥、无腐蚀性，在 20℃ 时波导内气压宜为 15~30 kPa，含水量应小于 1.5 g/m³。

5.5.12 波导接头必须密封。整条波导在 24 h 内的压降不应大于初始气压的 10%。

5.6 通信电源

5.6.1 设在通信楼内的微波站，可利用既有通信电源。

5.6.2 无人值守站应采用一路独立的稳定可靠的外供交流电源。当外供交流电源线路过长、技术经济比较不合理时，可考虑采用太阳能等其他电源。

5.6.3 无人值守站通信设备应采用在线低压恒压全浮充充电的直流供电方式。直流电源的标称电压应采用 -48 V 。

5.6.4 无人值守站应采用维护工作量小、环境污染少的蓄电池。蓄电池容量应根据通信设备功耗、交流电源可靠程度、交通情况及气候条件综合考虑。

5.6.5 无人值守站的交直流供电设备必须具有遥信、遥控功能。

5.7 防雷和接地

5.7.1 设在通信楼内的微波站，其接地系统应采用联合接地方式。当既有接地系统采用分散接地方式时，天线塔接地体应与保护接地可靠连接，或设置单独的接地系统。

5.7.2 无人值守站应采用联合接地方式，联合地网可由机房地网、天线塔地网和变压器地网组成。机房地网和天线塔地网应分别围绕机房和天线塔做成闭合环路，同时应利用机房建筑物内和天线塔基础内的钢筋作为接地体的一部分。各闭合环路在地下应至少有对称的两处可靠连接。若接地电阻值达不到要求，可增加由闭合环路向四周辐射的接地体或采取其他措施。

5.7.3 对于土壤电阻率较高的微波站，其接地体可采用电解离子接地系统。接地体之间宜通过裸铜缆连接，并采用放热式熔接方式。

5.7.4 铁路微波站的接地电阻值应符合以下要求：

- 1 终端站和分路站不应大于 $4\ \Omega$ 。
- 2 分支站和再生中继站不应大于 $10\ \Omega$ 。
- 3 无源中继站和直放中继站不应大于 $20\ \Omega$ 。

5.7.5 微波天线塔应采取防雷措施，并设置专用的引下线沿最短路径与接地闭合环路可靠连接。

5.7.6 波导应在天线塔的上端及机房入口处外侧与天线塔引下线或接地闭合环路可靠连接。当天线塔上波导长度大于 60 m 时，波导中间宜增加一次接地。

5.7.7 航空障碍灯宜采用太阳能供电方式。当航空障碍灯采用交流馈电方式时，其馈线应带金属屏蔽层，并应在天线塔上端及进入机房入口处外侧就近接地，馈线的每根相线均应在机房入口处分别对地加装氧化锌无间隙避雷器。

5.7.8 无人值守站机房应设置内环母线。机房内所有设备的接地极与走线架两端应与内环母线可靠连接。

5.7.9 电源系统应采取防雷措施，尽量避免雷电从电源系统引入。

5.7.10 无人值守站站区内严禁布放架空缆线。通信电缆和低压电力电缆应采用直埋方式，在进入机房前应可靠接地，并采取防雷措施。

附录 A 本规范用词说明

执行本规范条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

A.0.1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

A.0.2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

A.0.3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

《铁路数字微波通信工程设计规范》

条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅，只列条文号，未抄录原条文。

1.0.1 《铁路数字微波通信工程设计规范》(以下简称“本规范”)是根据铁路近年来在数字微波通信工程设计的实践和经验，并参照路外有关技术资料及 ITU-TSS 和 ITU-RS 有关建议、报告编制而成的。

1.0.2 本规范是《铁路通信设计规范》(TB 10006—99)的子规范，本规范未尽事宜应符合《铁路通信设计规范》(TB 10006—99)的有关要求。

1.0.3 考虑到通信技术的迅速发展、铁路通信技术政策的导向以及铁路通信需求深度、广度的拓展，铁路数字微波通信与其他通信方式一样，应有一个较高的建设、设计标准。对此，本规范从以下几个方面进行了考虑：

(1) 铁路数字微波通信是铁路综合业务数字通信网 (ISDN) 的组成部分，是铁路重要的通信方式之一，它与其他数字电路互为迂回，而不仅仅是作为备用通道；

(2) 铁路数字微波长途干、局线电路应采用同步数字系统 (SDH)，这保证了铁路长途干、局线电路的技术等级；

(3) 传输容量虽应以近期为主，但应充分考虑到近期铁路运营、维护对各类通信业务的需求以及路内路外商业性经营对各类通信业务的需求，同时，还应兼顾远期。

1.0.5 铁路数字微波长途干线电路指构成及可能构成铁路数字

通信骨干网的长途电路。

1.0.10 铁路一点多址数字微波通信工程的设计可参照本规范进行。

3.1.5 等效话路数与映射方式有关，见说明表 3.1.5。为了提高话路的利用率，映射速率应选择 139 264 kbit/s 或 2 048 kbit/s。另外，基群信号的映射宜采用异步映射方式。

说明表 3.1.5 等效话路数与映射方式

映射速率 (kbit/s)	2 048	34 368	139 264
STM-1 的等效话路数	1 890	1 440	1 920

3.2.1 SDH 微波通信系统假设参考通道的制定和假设参考数字段长度的划分，是根据 ITU-TSS 建议 G.826、ITU-RS 文件、我国光缆体制和铁路具体情况制定的。ITU-TSS 建议 G.826 认为性能指标与传输媒质无关，因此，微波电路和光缆电路应是一个统一的标准。

3.2.2 PDH 微波通信系统假设参考通道与 SDH 不一致。ITU-RS 建议 556 和报告 AI/9、AC/9 将 PDH 微波通信系统假设参考通道划分为高级、中级和用户级三个质量等级。

3.2.3 假设参考数字段中的 140 km 误块性能指标按 280 km 误块性能指标的 2/3 列出。当实际的数字段长度大于 280 km、小于 420 km 时，其误块性能指标应符合 280 km 与 140 km 假设参考数字段指标的累计值；当实际的数字段长度大于 420 km、小于 560 km 时，其误块性能指标应符合 280 km 假设参考数字段指标的 2 倍。

3.4.1 鉴于 ITU-T 和 ITU-R 对 SDH 微波通信系统尚未提出新的不可用性能指标，故本规定的不可用性能指标是参照 PDH 微波通信系统制定的。

3.5.1 本条款中所列出的各种干扰源，按干扰途径和机理可分为两类：一类是与信号衰落相关的干扰源，有 a、e 两种。这类

干扰源与信号同路径传输，当信号发生衰落时，载干比保持不变。另一类是与信号衰落不相关的干扰源，即除 a、e 以外的干扰源。这类干扰源与有用信号传输路径不同，当信号衰落时，载干比与衰落深度成正比。

3.5.2 卫星通信系统和其他系统干扰允许的恶化量是分别参照 ITU-RS 建议 615 和《数字微波接力通信系统进网技术要求》(GB 13159—91) 制定的。

3.6.1 为了适应数字微波通信系统频带受限的情况，ITU-R 还建议采用传输速率为 51 200 kbit/s 的容量系列，其同步传送模块为 Sub-STM-1（又称 RR-STM）。

4.1.3 本条款中所列的越站干扰允许的载干比是在干扰门限载噪比恶化 1 dB，并考虑 40 dB 下衰落储备的前提下得出的。由于不同的调制方式具有不同的门限载噪比，所以，调制方式不同，允许的载干比也不相同。

4.1.4、4.1.5 在数字微波接力通信线路中，反向接收干扰和侧向接收干扰是决定线路转折角和分支角的主要因素。由于这种干扰信号与有用信号传播路径不同，与有用信号的衰落不相关，因此，在考虑允许的载干比时，应保留 40~45 dB 的下衰落储备。

4.1.6 根据微波通信的特点和城市建设的迅猛发展，微波线路进入大型或特大型城市时，不宜采用直接进城和“T”接进城方式。

4.1.8 数字微波系统对卫星通信系统的干扰限制可参照 ITU-RS 建议 356、614 和 GB/T 13620—92 执行。

4.2.1 站距的确定取决于很多因素，因此应综合考虑。另外，在实际工程设计中，站距的确定还明显受到分路站和终端站在微波线路中的位置的影响。

4.2.2 所谓“标称接收电平”是指满足上、下衰落储备的接收电平。

4.3.1 断面的好坏主要取决于地面反射和大气不均匀层对电波传播的影响。断面分类的目的主要是便于对不同衰落特性的断面进行选择 and 便于对电路质量指标进行估算。

4.4.1 微波线路设计也可采用选择电路最佳工作点的方法进行。

“下方障碍物”的高度不仅要考虑地形高度，而且还要考虑地貌高度，如树林、大型建筑物等。

4.4.2 本条款中规定的 $K = K_{\min}$ 的余隙标准是为了使线路具有足够的余隙，把绕射损耗限制在一定的范围内； $K = 4/3$ 的余隙标准是为了确保在大多数时间里收信电平大于自由空间接收电平。

4.4.4 对于分集天线，本条款只规定了 $K = K_{\min}$ 时的余隙标准。这是因为在主天线余隙已确定的情况下，分集天线在 $K = 4/3$ 时的余隙值取决于空间分集间距的确定。

4.4.5 由于大气对电波的折射主要发生在垂直方向，其他方向的折射几乎可以忽略。因此，对于电波射束下方的余隙值有比较严格的要求，而对于射束其他方向的余隙值则仅要求保证能量的有效传输。

4.5.3 K 型衰落对电波传输影响较大。等效地面反射系数越大，反射损耗越小，从而导致信号的传输损耗越大。仅由 K 型衰落引起的传输损耗使接收电平值下降不宜大于 20 dB。而且，K 型衰落和绕射衰落引起的较大的传输损耗不宜发生在同一接力段内。

4.5.4、4.5.5

(1) 考虑到频率资源的有限性和频率分集的改善系数较小，频率分集的方法一般较少采用。

(2) 应可考虑将电波反射点选择在反射系数较小的地带。

(3) 接力段两端收发信天线海拔高差越大，当气候条件变化即等效地球半径系数 K 变化时，引起的线路余隙变化越小，导致反射衰落的改善效果也越好。另外，根据 K 值研究结果表明，大气波导发生概率随气层厚度的增加而迅速减小，所以，收发信天线高差越大，也越有利于改善波导型衰落。

(4) 站距较短、K 型衰落严重的微波接力段，可适当抬高天线仰角，使天线最大增益方向略微偏高通信方向，以略微降低接收电平来换取较大改善严重 K 型衰落。采用这种方法时，天线仰角的偏离不应大于天线的半功率角。

另外，衰落的有效改善还有赖于性能优良的收发信设备和天馈线系统。

4.6.1 合理选择、利用站址海拔高度包括两个方面的内容：

(1) 选择交通方便、环境条件良好、有一定相对高度的微波站址，可明显改善电波传播条件，降低天线塔的高度。

(2) 如果选择的微波站址相对高度过高或交通、环境条件太差，则应考虑适当降低站址海拔，调整微波线路走向，增加天线塔高度。

5.1.3 独立设置的无人值守站，为了防止人为方面的不安全，可采取有人看守方式。

5.1.5 由于看守人员一般是当地的有关人员，再加上获取水源和设置给水排水设施投资较大，利用率很低，因此，无人值守站不应设置生活用水设施。

5.1.6 由于看守人员一般不能直接进入机房，而且很多无人值守站地区都较偏僻，没有公用电话和铁路电话。为了便于看守人员有情况及时汇报，在条件允许时，勤务电话宜并入看守房(室)内。

5.2.5 由于各个部门的微波线路日益增多，铁路无人值守站在条件允许时，应利用其他部门微波站有关设施或与其他部门合建，这样有利于节省投资、保证安全和减少日常维护。同时，由于在某些地区，各方面条件较好的微波站址有限，这样也有利于选择合理的微波站址。

5.3.2 有人值守站设置在通信楼内时，应考虑利用既有设备 and 生产用房。无人值守站应考虑修建简易厕所。

另外，当采用阀控式密封铅酸蓄电池时，电源机械室与蓄电池室可合二为一。

5.3.7、5.3.8 无人值守站的站址面积和辅助用房面积宜小。根据《电信专用房屋设计规范》(YD 5003—94)及铁路微波无人值守站的特点，无人值守站的建筑密度宜为 35%~45%，站址面积宜为 600~1 600 m²。另外，无人值守站的站址面积还应综合

考虑天线塔的形式和高度，看守室或看守房的设置，是否与其他部门合建及地形地势等因素。

根据地形地势选择各建筑物的地面标高主要是为了减少土建工程量，节约投资。

5.4.4 无人值守站机房不应设窗，主要原因是为了保证安全、卫生和隔热恒温。

5.4.6 新建的屋顶天线塔（架）基座和工艺孔洞应与屋顶结构同时施工，主要是为了防止屋顶渗水、漏水。

5.4.7 在一些温度、湿度适宜而且变化不大的地区或采用太阳能供电方式时，无人值守站机房可采用自然恒温方式。

5.4.8 由于微波通信设备具有性能稳定、维护频率和工作量不大的特点，而且随着铁路通信网的逐步建立和完善，迂回通道增多，单一通道的短时间中断对通信网的影响减少，因此，在技术经济比较合理时，宜新建公路，否则，应采用修筑台阶或开辟人行小道的方

5.5.2 从技术经济、施工维护及波导衰耗等角度看，微波天线塔高度一般不宜大于 80 m。

5.5.7 国家环境保护局发布的《电磁辐射防护规定》(GB 8702) 中规定，在 24 h 内，公众环境电磁辐射场的场量参数在任意连续 6 min 内的平均值应符合说明表 5.5.7 的要求。

说明表 5.5.7 公众照射导出限值

频率范围 (MHz)	30~3 000	3 000~15 000
电场强度 (V/m)	12*	$0.22 \sqrt{f}^*$
磁场强度 (A/m)	0.032*	$0.001 \sqrt{f}^*$
功率密度 (W/m^2)	0.4	$f/7 500$
全身平均比吸收率 (W/kg)	0.02	

注：* 该值仅供参考，不作限值；表中频率 f 单位为 MHz。

根据计算分析表明，只要居民区不位于天线近场区内，天线

高度满足线路余隙要求，电磁辐射不会超过标准。因此，国家环境保护局规定，当微波天线等效辐射功率小于 100 W 时，可以免于管理。

5.5.11 波导必须充气，所以微波站都必须配备波导充气机。

5.6.1、5.6.4 在目前条件下，通信楼新设电池时应与无人值守站一样，均应采用维护工作量小、环境污染少的蓄电池，如阀控式密封铅酸蓄电池。

5.6.2 由于微波通信设备耗电较少，当外供交流电源投资过大、日照条件合乎要求时，可考虑采用太阳能电源。

5.7.2 在无人值守站，由于微波设备的工作接地、保护接地和防雷接地事实上无法有效分开，只能合用一个由机房地网、铁塔地网和变压器地网组成的联合接地系统。另外，合用一个接地系统还能尽量降低接地电阻值，这一点特别有益于土壤导电性能较差的微波站。

各闭合环路在地下应至少有对称的两处可靠连接。一般情况下，各闭合环路在地下宜有对称的三至四处可靠连接。

5.7.3 以通过美国 UL 认证（合格编号 17BJ）的 IEA（Ionic Earthing Array）电解离子接地系统为例。该系统主要由镀铜陶瓷合金接地体、95 mm² 裸铜缆及具有膨胀性、吸水性和离子渗透性的专用回填材料组成。由于接地体和裸铜缆具有良好的导电、防腐性能，专用回填材料可有效保持周围土壤的湿度及增加自由离子的辅助导电作用，并且无腐蚀性，因而其接地效果及使用年限均优于传统的接地棒接地系统与降阻剂接地系统等。

5.7.5 微波天线塔的接地电阻值不应大于 10 Ω。

根据具体情况，天线塔的防雷可分别选用避雷针、限制放电避雷针及半导体长针消雷器等防雷装置。

引下线应顺畅向下敷设，转折角不应过大，也不应有水平敷设。另外，引下线宜涂成灰、褐等深颜色，以防被盗。

5.7.8 无人值守站机房设置内环母线主要是为了设备接地的方便可靠，以便与机房、接地体等形成一个法拉第等电位体。

5.7.9 由于微波站（特别是高山微波站）极易遭雷击，而相当一部分雷击事故是从电源系统引入的。因此，根据具体情况，可分别选用过电压保护装置或隔离变压器等来防止雷电从电源系统引入。

5.7.10 微波站发生雷击事故的很大一部分原因是由于各种电缆和波导引入雷击电流造成的。因此，进入微波站的各种电缆、波导及联络电话线都应采取有效的防雷措施，并具有良好的接地性能。

(京)新登字 063 号

**中华人民共和国行业标准
铁路数字微波通信工程设计规范
TB 10060—99**

*

**中国铁道出版社出版发行
(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)
北京市彩桥印刷厂印**

**开本: 850 mm×1168 mm 1/32 印张: 1.25 字数: 31 千字
1999 年 5 月第 1 版 1999 年 8 月第 2 次印刷
印数: 3 501—5 500 册**

统一书号: 15113·1281 定价: 5.30 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。