

中国铁塔股份有限公司

Q/ZTT 1009-2014

通信基站防雷接地技术要求 (试行)

版本：V 1.0

2015-01-06 发布

2015-01-08 实施

中国铁塔股份有限公司

发布

中国铁塔股份有限公司

前 言

本技术要求依据相关国家标准和行业标准，结合中国铁塔股份有限公司建设实际情况，提出了中国铁塔股份有限公司在通信基站防雷接地建设上的技术要求，为防雷接地系统设计、施工、验收、维护提供技术依据。本技术要求适用于新建、扩建、改建通信基站工程。

本技术要求由中国铁塔股份有限公司负责解释、监督执行。

本技术要求起草单位：中国铁塔股份有限公司、中国移动通信集团设计院有限公司

目 录

1	总则	1
2	术语	1
3	基本规定	5
3.1	一般规定	5
3.2	接地体	6
3.3	接地引入线	7
3.4	接地汇流线	7
3.5	接地线	8
4	通信基站的联合接地系统	8
4.1	通信基站的接地系统	8
4.2	非自建机房的接地系统	11
4.3	接地电阻	14
5	通信基站的防雷与接地	14
5.1	直击雷防护	14
5.2	供电线路的防护	14
5.3	馈线的防护	16
5.4	分布式基站直流拉远系统的防护	17
5.5	GPS系统的防护	17
5.6	通信线路的防护	18
5.7	基站智能动环监控单元 (FSU) 的防护	19
5.8	其它设施的防护	19
5.9	彩钢板房的防护	20
5.10	室外机柜的防护	20
6	通信基站防雷与接地工程的施工	20
6.1	室外工程	20
6.2	室内工程	23
附录 A	全国年平均雷暴日数区划图	25
附录 B	全国主要城市年平均雷暴日数统计表	26
附录 C	土壤电阻率参考值	28
附录 D	地网接地电阻的测量	29

1 总则

- 1.0.1 为防止和降低中国铁塔股份有限公司通信基站因雷击造成的危害，确保人员安全和通信设备的安全和正常工作，制定本技术要求。
- 1.0.2 本技术要求适用于中国铁塔股份有限公司通信基站防雷与接地系统的设计，系统工程建设、维护管理可参照执行。
- 1.0.3 在执行本技术要求与国家标准及行业规范有矛盾时，应以国家标准及行业规范为准。
- 1.0.4 通信基站防雷与接地工程涉及到其它领域的内容，尚应符合国家现行有关标准的规定。
- 1.0.5 通信基站防雷接地工程应建立在联合接地、均压等电位、分区保护的基础上，并根据电磁兼容原理，按防雷区划分原则，对防雷器的安装位置进行合理规划。
- 1.0.6 通信局（站）雷电过电压保护工程，必须选用经过国家认可的第三方检测部门测试合格的防雷器。
- 1.0.7 通信基站的雷电过电压保护，应根据当地雷电活动情况和环境条件，选择合理防护措施的同时，也应防止过度保护造成不必要的浪费。
- 1.0.8 通信基站所在地年雷暴日的确定，应依据当地气象部门提供的有关数据，或者参照本规范附录 A 和附录 B 的范围确定。
- 1.0.9 下列国家标准及行业规范对于本技术要求的应用时必不可少。
- 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057。
- 《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》 GB 50689

2 术语

2.0.1 雷暴日（Thunderstorm Day）

一天中可听到一次以上的雷声则称为一个雷暴日。

2.0.2 雷电活动区（Keraunic Zones）

根据年平均雷暴日的多少，雷电活动区分为少雷区、中雷区、多雷区和强雷区；

少雷区为一年平均雷暴日数不超过 25 的地区；

中雷区为一年平均雷暴日数在 26~40 的地区；

多雷区为一年平均雷暴日数在 41~90 的地区；

强雷区为一年平均雷暴日数超过 90 的地区。

2.0.3 雷击风险评估 (evaluation of lightning strike risk)

根据雷击的各种因素，综合评估因雷击大地导致局（站）损害程度确定防护等级、类别的一种方法。

2.0.4 直击雷 (Direct Lightning Flash)

直接击在建筑物或防雷装置上的闪电。

2.0.5 直击雷保护 (direct lightning flash)

防止雷闪直接击在建筑物、构筑物、电气网络或电气装置上的措施。

2.0.6 雷电过电压 (Lightning Over-voltage)

因雷电放电，在系统端口上出现的瞬态过电压。

2.0.7 地 (Earth , Ground)

大地或代替大地的某种较大导体。

2.0.8 接地 (Earthing)

将导体连接到“地”，使之具有近似大地（或代替大地的导体）的电位，可以使地电流流入或流出大地（或代替大地的导体）。

2.0.9 接地系统 (Earthing System)

系统、装置和设备的接地所包含的所有电气连接和器件，包括埋在地中的接地体、接地线、与接地体相连的电缆屏蔽层、及与接地体相连的设备外壳或裸露金属部分、建筑物钢筋、构架在内的复杂系统。

2.0.10 综合防雷 (Synthetical Lightning Protection Technology)

对建筑物及内部电子信息系统进行直击雷防护、联合接地、等电位连接、电磁屏蔽、雷电分流和雷电过电压保护的系列措施。

2.0.11 外部防雷装置 (External Lightning Protection System)

由接闪器、引下线和接地装置组成，主要用于防直击雷的防护装置。

2.0.12 内部防雷设施 (Internal Lightning Protection Facility)

由等电位连接系统、接地系统、屏蔽系统、浪涌保护器等组成，主要用于减少和防止雷电流产生的电磁危害。

2.0.13 接闪器 (Air-terminal System)

直接接受雷击的避雷针、避雷带 (线) 、避雷网。

2.0.14 引下线 (Down-conductor System)

连接接闪器与接地装置的金属导体。

2.0.15 接地体 (Earth Electrode)

为达到与地连接的目的，一根或一组与土壤 (大地) 密切接触并提供与土壤 (大地) 之间的电气连接的导体。

2.0.16 地网 (Earth grid)

由埋在地中的互相连接的裸导体构成的一组接地体，用以为电气设备或金属结构提供共同的地。

2.0.17 接地引入线 (Earthing Connection)

接地体与总接地汇集排之间相连的连接线称为接地引入线。

2.0.18 接地装置 (Earth-termination System)

接地引入线和接地体的总和。

2.0.19 基础接地体 (Foundation Earth Electrode)

建筑物基础中地下混凝土结构中的接地金属构件和预埋的接地体。

2.0.20 等电位连接 (Equipotential Bonding)

将分开的装置、诸导电物体用等电位连接导体或防雷器连接起来以减小雷电流在它们之间产生的电位差。

2.0.21 接地汇集线 (Earthing Bus Bar)

用于连接各类接地线的条状母排，或线形或环形母线。

2.0.22 总接地汇流排 (Main Earthing Terminal , MET)

用于将各类接地线连接到接地装置的接地汇流排，是系统的第一级接地汇流排。

2.0.23 馈窗接地汇流排 (feeder window Earthing Terminal)

设置在馈窗口附近，用于入户馈线等接地的接地汇流排。

2.0.24 土壤电阻率 (Earth Resistivity)

表征土壤导电性能的参数，它的值等于单位立方体土壤相对两面间的电阻，常用单位是 $\Omega\cdot\text{m}$

2.0.25 工频接地电阻 (Power Frequency Earth Resistance)

工频电流流过接地装置时，接地体与远方大地之间的电阻。其数值等于接地装置相对远方大地的电压与通过接地体流入地中电流的比值。

2.0.26 联合接地 (Common Earthing)

将基站内各类通信设备不同的接地方式，包括通信设备的工作接地、保护接地、屏蔽体接地、防静电接地、信息设备逻辑地等和建筑物金属构件及各部分防雷装置、防雷器的保护接地连接在一起，并与建筑物防雷接地共同合用建筑物的基础接地体及外设接地系统的接地方式。

2.0.27 浪涌保护器 (Surge Protective Devices , SPD)

通过抑制瞬态过电压以及旁路浪涌电流来保护设备的装置。它至少含有一个非线性元件。

2.0.28 开关型 (间隙型) 浪涌保护器 (Switching type SPD)

无浪涌时呈高阻状态，对浪涌响应时突变为低阻的一种 SPD 常用器件有气体放电管、放电间隙等。

2.0.29 限压型浪涌保护器 (Voltage Limiting type SPD)

无浪涌时呈高阻状态，但随着浪涌的增大，其阻抗不断降低的 SPD 常用器件有氧化锌压敏电阻、瞬态抑制二极管等。

2.0.30 混合型浪涌保护器 (Combination type SPD)

由开关型和限压型器件组合而成的 SPD

2.0.31 SPD 残压 (SPD residual Voltage)

雷电放电电流通过 SPD 时，其端子间呈现的最大电压。

2.0.32 标称导通电压 (Nominal start-up voltage)

在施加恒定 1mA 直流电流情况下，氧化锌压敏电阻的启动电压。

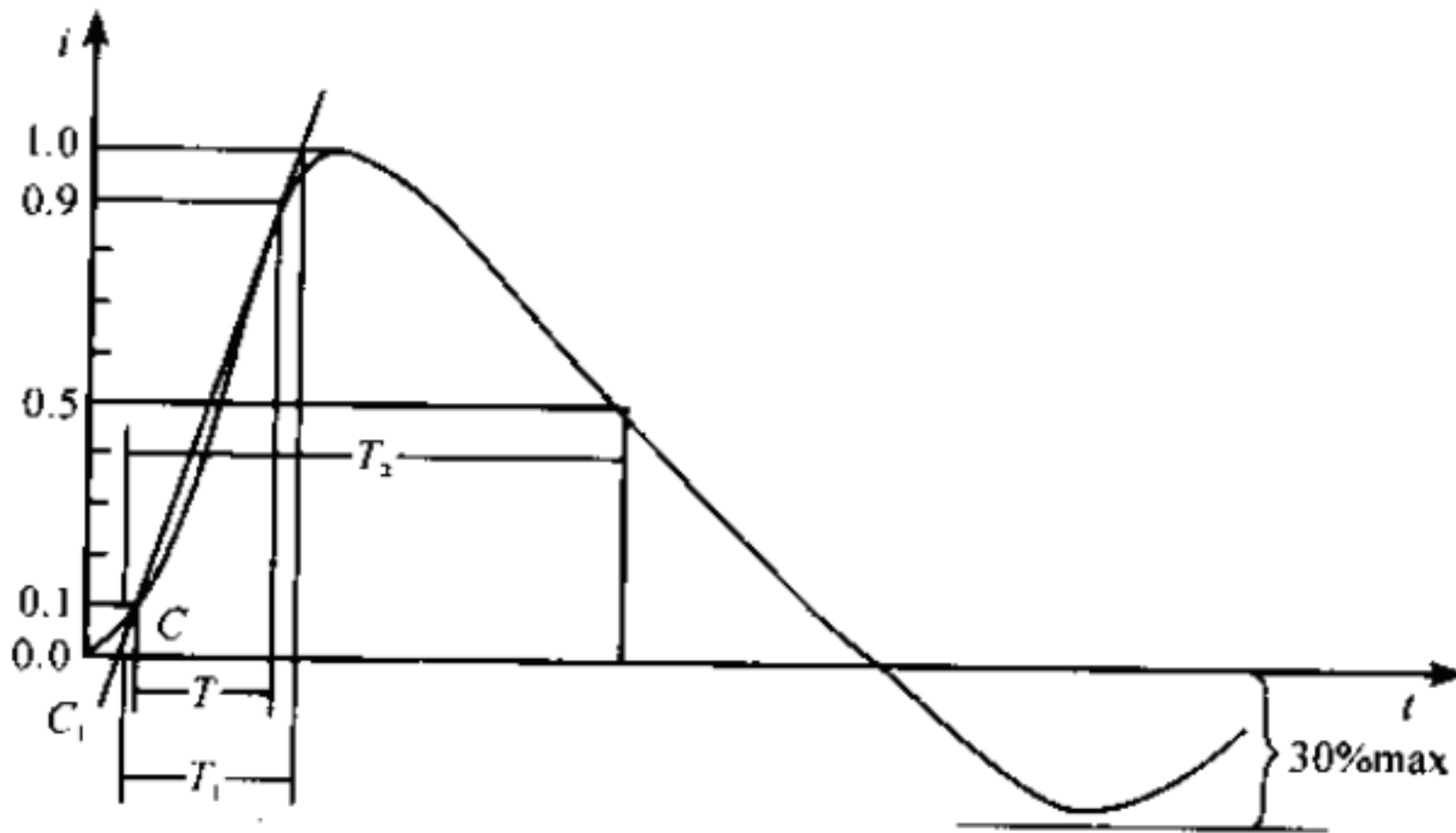
2.0.33 标称放电电流 (Nominal discharge current , In)

表明 SPD 通流能力的指标，对应于 8/20 μ s 模拟雷电波的冲击电流。

2.0.34 最大通流容量 (Maximum discharge current , I_{max})

SPD 不发生实质性破坏，每线 (或单模块) 能通过规定次数、8/20 μ s 模拟雷电波的最大电流峰值。最大通流容量一般大于标称放电电流的 2.5 倍。

2.0.35 8/20 μ s、10/350 μ s 冲击电流波形 (Impulse Current Waveform)



视在波前时间:	$T_1 = 1.25 \times T = 8 \mu\text{s} \pm 10\%$
视在半峰值时间:	$T_2 = 20 \mu\text{s} \pm 10\%$
视在波前时间:	$T_1 = 1.25 \times T = 10 \mu\text{s} \pm \frac{100}{10}\%$
视在半峰值时间:	$T_2 = 350 \mu\text{s} \pm \frac{50}{20}\%$

图 2.35 8/20 μs、10/350 μs 冲击电流波形

3 基本规定

3.1 一般规定

3.0.1 通信基站的防雷应根据地网的雷电冲击半径、浪涌电流就近疏导分流、站内线缆的屏蔽接地、电源线和信号线的雷电过电压保护等因素，选择技术经济比合理的方案。

3.0.2 通信基站的地网设计应根据基站构筑物的形式、地理位置、周边环境、地质气候条件、土壤组成、土壤电阻率等因素进行设计，地网周边边界应根据基站所处地理环境与地形等因素确定其形状。

3.0.3 通信基站的防雷与接地应从整体的概念出发将基站内几个孤立的子系统设备，集成为一个整体的通信系统全面衡量基站的防雷接地问题。

3.0.4 通信基站的雷击风险评估、雷电过电压保护、SPD最大通流容量，应根据年雷暴日、海拔高度、环境因素、建筑物形式、供电方式及所在地的电压稳定度等因素确定，且应确保各级SPD的协调配合。

3.0.5 通信基站必须采用联合接地系统。

3.0.6 安装在民用建筑物上的通信基站应确保建筑物内供电系统的安全。

3.2 接地体

3.2.1 接地体埋深（接地体上端距地面的距离）不宜小于0.7m。在寒冷地区，接地体应埋设在冻土层以下。在土壤较薄的石山或碎石多岩地区可根据具体情况决定接地体埋深，在雨水冲刷下接地体不应暴露于地表。

3.2.2 垂直接地体宜采用长度不小于2.5m（特殊情况下可根据埋设地网的土质及地理情况决定垂直接地体的长度）的热镀锌钢材、铜材、铜包钢等接地体。垂直接地体间距不宜小于5m，具体数量可以根据地网大小、地理环境情况来确定，地网四角的连接处应埋设垂直接地体。

3.2.3 在大地土壤电阻率高的地区，地网的接地电阻值难以满足要求时，可设置辐射型接地体，也可采用液状长效降阻剂、接地棒以及外引接地方式。

3.2.4 当城市环境不允许采用常规接地方式时，可采用接地棒接地的方式。

3.2.5 水平接地体应采用热镀锌扁钢。水平接地体应与垂直接地体焊接联通。

3.2.6 接地体采用热镀锌钢材时，其规格应符合下列规定：

- （1）钢管的壁厚不应小于3.5mm。
- （2）角钢不应小于50mm×50mm×5mm。
- （3）扁钢不应小于40mm×4mm。
- （4）圆钢直径不应小于10mm。

3.2.7 接地体采用铜包钢、镀铜钢棒和镀铜圆钢时，其直径不应小于10mm。镀铜钢棒和镀铜圆钢的镀层厚度不应小于0.254mm。

3.2.8 除在混凝土中的接地体之间所有焊接点外，其他接地体之间所有焊接点均应进行防腐处理。

3.2.9 接地装置的焊接长度，采用扁钢时不应小于其宽度的2倍；采用圆钢时不应小

于其直径的 10 倍。

3.3 接地引入线

3.3.1 接地引入线应作防腐蚀处理。

3.3.2 接地引入线宜采用 40mm×4mm 或 50mm×5mm 热镀锌扁钢或截面积不小于 95mm² 的多股铜线，且长度不宜超过 30m。

3.3.3 接地引入线不宜与暖气管同沟布放，埋设时应避开污水管道和水沟，且其出土部位应有防机械损伤的保护措施和绝缘防腐处理。

3.3.4 与接地汇集线连接的接地引入线应从地网两侧就近引入。

3.3.5 接地引入线应避免从利用建筑物钢筋作为雷电引下线的柱子附近引入。当需利用建筑物楼柱钢筋引入时，应选取建筑物内墙的全程连通的钢筋。

3.3.6 接地引入线与地网的连接点还应避开接闪杆、接闪带引下线及或铁塔塔脚，其间距应大于 5m，条件允许时，宜取 10~15m。

3.4 接地汇流线

3.4.1 机房内宜采用环形接地汇集线。总接地汇流线应通过接地引入线与地网的环形接地体单点连接。总接地汇流线应设在配电箱和第一级电源 SPD 附近以便于供交流配电箱、埋地电力电缆金属铠装层或钢管以及第一级电源 SPD 的接地。

3.4.2 总接地汇流线宜采用排状，并在机架上方走线架高度附近挂墙绝缘安装，材料为铜材。截面积不小于 95mm²。接地汇集线可采用环形或线形，并在机架上方沿走线架布设。

3.4.3 接地汇集线为设备与总接地汇流排相连时的过渡母线或母排，可按需设置。接地汇集线的安装位置应选择在设备密集的区域，以方便各设备的就近接地。

3.4.4 为便于馈线等在机房入口处的接地，应在机房入口处设置馈窗接地汇流排。馈窗接地汇流排和总接地汇流排在地网上的引接点，应根据实际情况，尽量相隔一定的距离（一般情况下宜不小于 5m）。

出于防盗等的需要，馈窗接地汇流排也可以设置在馈窗口的室内侧，但必须确保馈窗接地汇流排与包括走线架在内的其它金属体和墙体绝缘。

4.4.5 接地汇集线与接地线采用不同金属材料互连时，应防止电化腐蚀。

3.5 接地线

3.5.1 基站内的各类接地线的截面积，应根据最大故障电流和机械强度选择。

3.5.2 一般设备（机架）的接地线，应使用截面积不小于 16mm^2 的多股铜线。

3.5.3 光缆金属加强芯和金属护层应在分线盒内可靠接地，并应用截面积不小于 16mm^2 的多股铜线引到总接地汇集线上。光传输机架设备或子架的接地线，应使用截面积不小于 10mm^2 的多股铜线。

3.5.4 基站智能动环监控单元（FSU）、数据采集器、光端机、BBU 等小型设备的接地线，当单独安装时，应采用截面积不小于 4mm^2 多股铜线。当安装在开放式机架内时，应采用截面积不小于 2.5mm^2 的多股铜线连接到本机架的接地汇集线，然后用 16mm^2 的多股铜线将机架接地汇集线连接到室内总接地汇流排。

3.5.5 接地线中严禁加装开关或熔断器。

3.5.6 接地线布放时应尽量短直，多余的线缆应截断，严禁盘绕。

3.5.7 接地线两端的连接点应确保电气接触良好。

3.5.8 由接地汇集线引出的接地线应设明显标志。

4 通信基站的联合接地系统

4.1 通信基站的接地系统

4.1.1 通信基站地网应由机房地网、铁塔地网或者由机房地网、铁塔地网和变压器地网组成。基站地网应充分利用机房建筑基础（含地桩）、铁塔基础内的主钢筋和地下其它金属设施作为接地体的一部分。当电力变压器设置在机房内时，应共用机房地网；当铁塔建于机房屋顶时，铁塔地网与机房地网合为一个地网。

4.1.2 机房地网的组成：机房地网由机房基础接地体（含地桩）和外围环形接地体组成。环形接地体应沿机房建筑物散水点外敷设（与机房外墙之间的水平距离宜为 1m ），并与机房基础接地体横竖梁内两根以上主钢筋焊接连通。机房基础接地体有地桩时，应将地桩主钢筋与环形接地体焊接连通。

室外机柜等基础金属构件较少情况，应围绕室外机柜 3m远范围设置封闭环形（矩形）接地体。

在土壤电阻率较高的地区，宜敷设多根辐射型水平接地体（简称辐射型接地体，下同）。在碎石多岩地区其外型也可根据地形设置。环形接地体每边长一般为 10~20m 辐射型接地体的长度宜 20~30m, 其走向为联合地网向外辐射方向，它也可在铁塔地网上敷设，在辐射型接地体终端附加垂直接地体。

4.1.3 铁塔地网组成

4.1.3.1 角钢塔

铁塔地网应采用 40mm×4mm的热镀锌扁钢，将铁塔四个塔脚地基内的金属构件焊接连通，铁塔地网的网格尺寸不应大于 3m×3m。铁塔地网的环形接地体宜沿铁塔外围水平距离 1m处铺设。

4.1.3.2 通信管塔（或杆塔）

通信管塔（或杆塔，下同）地网应围绕管塔 3m远范围设置封闭环形（矩形）接地体，并与通信管塔地基钢板四角焊接连通。管塔地网的环形接地体宜沿管塔外围水平距离 1m处铺设。

4.1.3.3 变压器地网的组成：当电力变压器设置在机房外，且距机房地网边缘 30m以内时，变压器地网与机房地网或铁塔地网之间，应每隔 3~5m相互焊接连通一次（至少有两处连通），以组成一个周边封闭的地网。

4.1.3.4 当地网的接地电阻值达不到要求时，可适当扩大地网的面积，即在地网外围增设 1 圈或 2 圈环形接地装置。环形接地装置由水平接地体和垂直接地体组成，水平接地体周边为封闭式，水平接地体与地网宜在同一平面上，环形接地装置与地网之间以及环形接地装置之间应每隔 3~5m相互焊接连通一次；也可在铁塔远离机房侧的塔脚处设置辐射型接地体，其长度宜限制在 10~30m以内。环形接地装置的周边可根据地形、地理状况决定其形状。

4.1.4 地网形式

4.1.4.1 铁塔建在机房侧方的地网

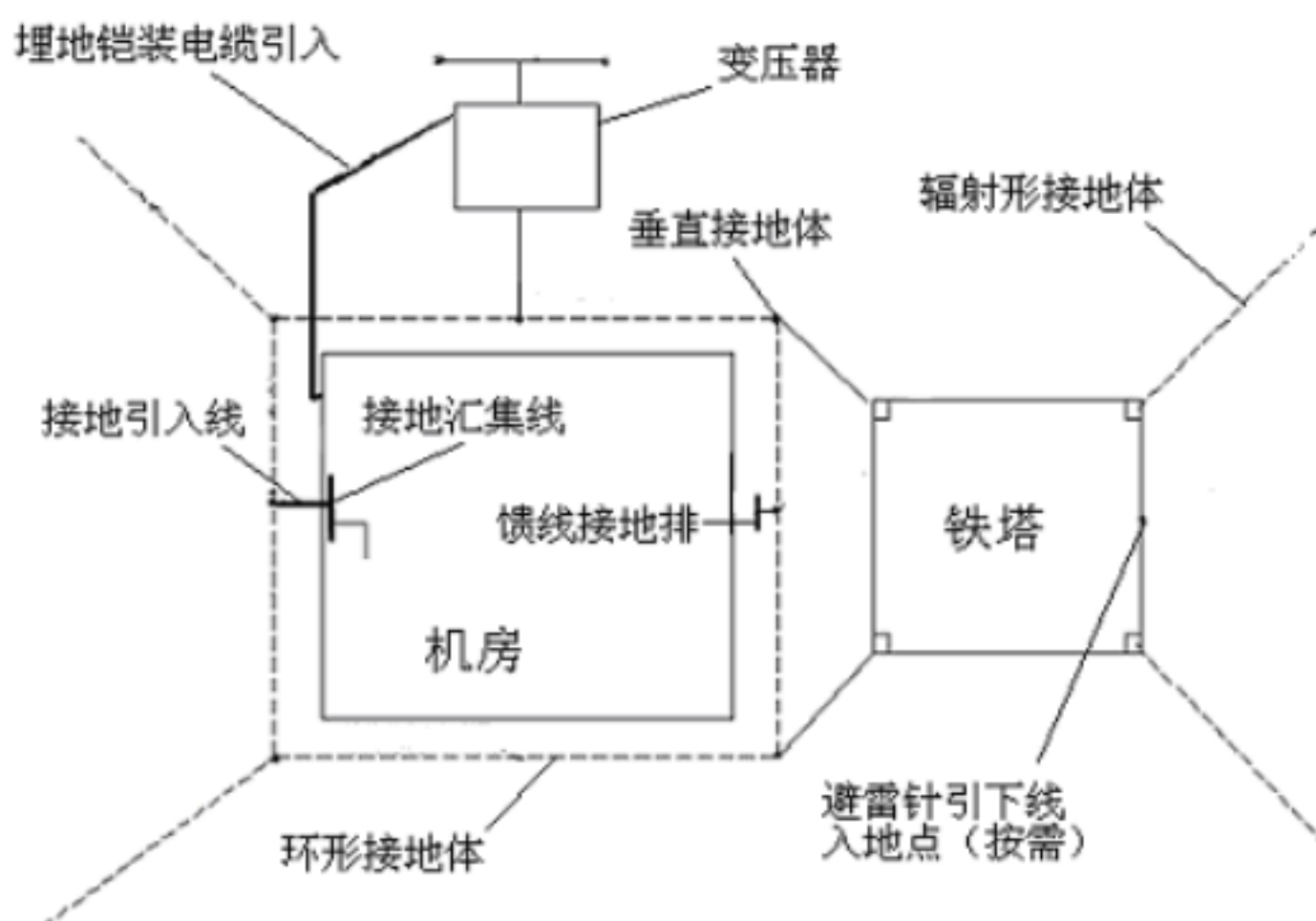
应将机房、落地塔（包括角钢塔和钢管塔）、变压器地网相互连通组成一个共用地网。若落地塔设有接闪杆引下线时，其引下线应接至落地塔地网或环形接地装置远离机房一侧。机房内的接地引入线应接至机房环形接地体（或环形接地装置）远离落地塔的

一侧。

基站使用拉线塔，并设有接闪杆引下线时，其引下线（用塔身作雷电引下线时其塔身）必须接至机房环形接地体（或环形接地装置）远离机房一侧，且在途中与其它接地体不得连接并保持一定的间距。

基站使用钢管塔时，应从钢管塔基础敷设不少于两根辐射型接地体，辐射形接地体应根据周围的地理环境向远离机房方向敷设。钢管塔的地网应与机房地网在两侧用水平接地体可靠连通。

在设计地网时，对土壤电阻率较低区域，仅采用环形接地体即可。而土壤电阻率较高并需引外接地时，宜将引外接地体埋在低电阻率区域或土壤潮湿区域，同时应注意引外接地处与基站地网边缘距离不宜超过 30m



塔侧房地网示意图

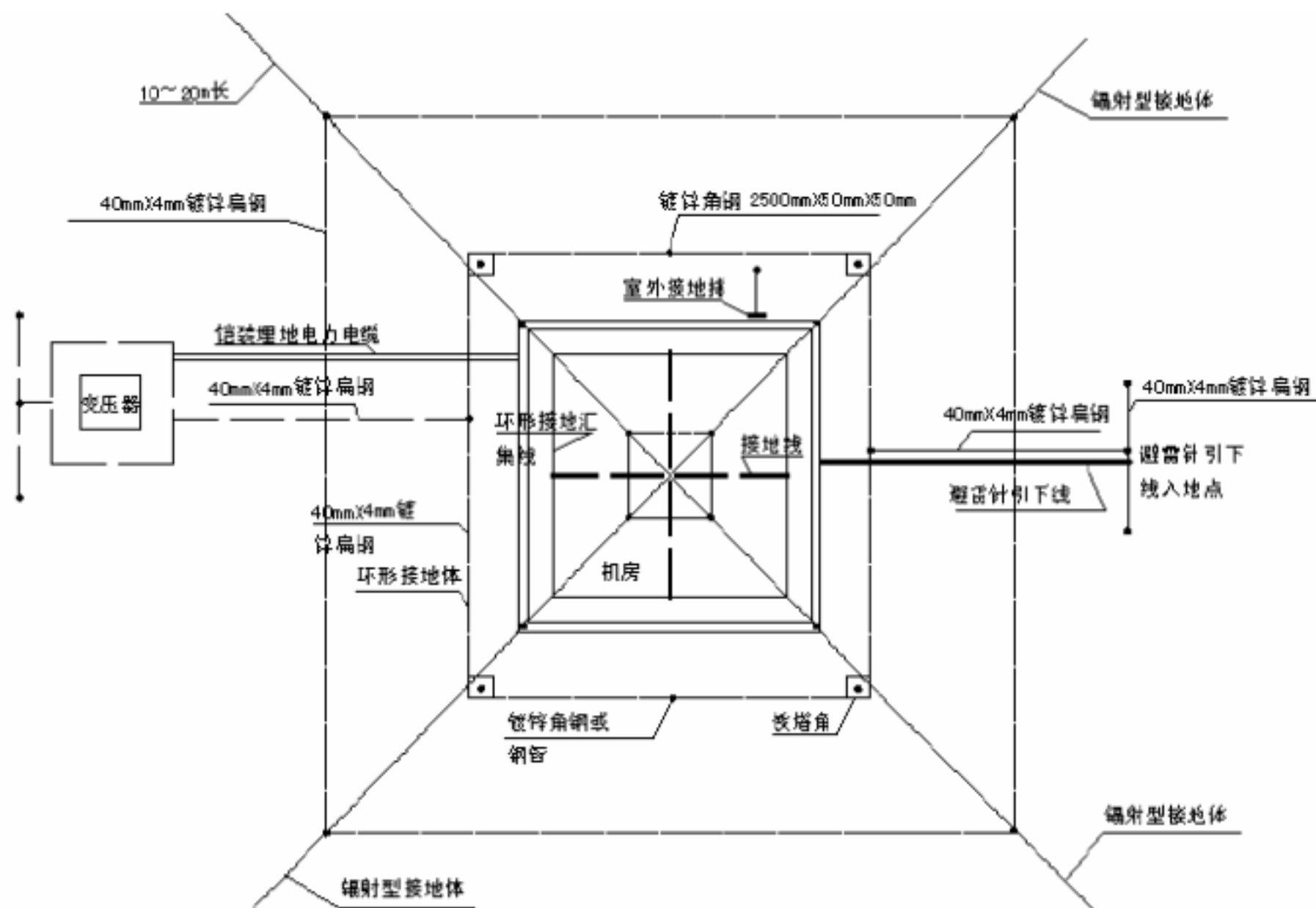
4.1.4.2 铁塔建在机房上的地网

当铁塔设在基站屋顶时，应利用建筑物四根立柱内的钢筋作为雷电流引下线。地网除利用建筑物基础接地体外，还应环绕机房设置环形接地体共同组成，并在地网四角设置辐射型接地体（对变压器地网与机房地网相连的基站，辐射型接地体可视情况处理）。若铁塔上设有接闪杆引下线时，该引下线应接至专设的接闪杆接地体，接闪杆接地体宜设在机房某侧环形接地体（或环形接地装置）向外延伸约 10m 远处。馈窗接地汇流排的接地引入线应就近接至机房环形接地体上。

4.1.4.3 铁塔四角包含机房地网

铁塔四角包含机房是指基站机房建在铁塔四角塔脚之内，机房通常采用框架结构建筑。机房的基础接地体和铁塔地网应就近互连，并在铁塔四角外设环形接地体，三者共同组成共用地网，接地网的面积应不小于 $15\text{m} \times 15\text{m}$ 。若土壤电阻率大于 $700 \Omega \cdot \text{m}$ 时，应在原地网的基础上增设辐射型接地体，对变压器地网与机房地网相连的基站，辐射型接地体敷设可根据实际情况处理。

当设有接闪杆引下线时，其接闪杆接地体的设置、接闪杆引下线的引接方式，以及机房内的接地引入线和馈窗接地汇流排的引接要求同于 4.1.4.2。



塔下房地网示意图

4.1.5 地网宜在不同方向上至少设 2 个测试点，以便于测量，并有明显的测试点标志。

4.2 非自建机房的接地系统

4.2.1 对于利用非自建的建筑物作基站机房的，要了解原建筑物本身有无防雷设施和防雷设施的类型，对于原建筑物无防雷设施的，应设置确保原建筑物和基站共同安全的防雷接地系统。对于原建筑物有防雷设施的，应根据原建筑物防雷设施的类型，设置基站的防雷接地方式，以确保原建筑物和基站的共同安全。

4.2.2 建筑物雷电引下线分类

4.2.2.1 专用引下线：雷电专用引下线不应少于两根，但周长不超过 25m且高度不超过 40m的建筑物可只设一根引下线。引下线应沿建筑物四周均匀或对称布置，其间距不应大于 25m。引下线宜采用圆钢或扁钢，宜优先采用圆钢。圆钢直径不应小于 8mm。扁钢截面积不应小于 50mm^2 ，其厚度不应小于 4mm。

4.2.2.2 自然引下线：可利用混凝土内钢筋、钢柱作为雷电自然引下线。

4.2.3 利用通信楼作基站接地系统

4.2.3.1 对基站机房设在通信楼内、并使用落地塔时，其铁塔地网应与通信楼地网在地下每隔 3~5m 相互焊接连通一次（至少有两处连通），共同组成一个环绕通信楼四周封闭式的地网。若通信楼四周难以在地下敷设接地体时，可走墙根或线槽过渡到可以入地再埋地，从而形成沿通信楼四周的封闭环形接地装置。若铁塔上的接闪杆设有引下线时，应将其接至铁塔地网远离机房一侧。

4.2.3.2 对于天线支撑体设于通信楼屋顶的，天线支撑体（若有接闪杆引下线应包括引下线）应在不同方向与通信楼接闪带多处焊接连通。

当通信楼的防雷设施采用专用引下线时，天线支撑体（若有接闪杆引下线应包括引下线）及拉线塔的拉线等不能与除接闪带（网）外的其他金属构件（包括建筑物内的钢筋）有电气连接。

当通信楼的防雷设施采用自然引下线时，天线支撑体（若有接闪杆引下线应包括引下线）及拉线塔的拉线等不能与除接闪带（网）及楼顶外围柱子外的其它钢筋有电气连接。

4.2.3.3 基站机房的总接地汇流排的引接应按以下顺序处理：

1) 基站的总接地汇流排应首先考虑直接从通信楼机房的总接地汇流排上引接。

2) 当 1)无法实现时，宜根据通信楼雷电引下线的类型处理：

I. 通信楼采用专用引下线：总接地汇流排应就近从地网或专用引下线接近地面处引接。

II. 通信楼采用自然引下线：

a) 当基站机房设于通信楼底层时，总接地汇流排应就近从地网引接。

b) 当基站机房设于通信楼顶层时，总接地汇流排宜从屋顶接闪带上引入，但其引接点应与天线支撑体（若有接闪杆引下线应包括引下线）在接闪带上连接点的距离应相隔 5m 以上。当利用建筑物楼柱钢筋引入时，应选取建筑物内墙的全程连通的钢筋。

4.2.3.4 基站机房的馈窗接地汇流排的引接按如下原则处理：

1) 通信楼采用专用引下线：

- I. 馈窗接地汇流排应就近从地网或专用引下线接近地面处引接。
- II. 当无法从地网或专用引下线接近地面处引接时，为防止在机房内形成直击雷电流的泄放通路，馈窗接地汇流排宜与基站机房的总接地汇流排共用同一接地引入线，或直接接到总接地汇流排上。

2) 通信楼采用自然引下线：

- I. 当基站机房设于通信楼底层时，馈窗接地汇流排应就近从地网引接。
- II. 当基站机房设于通信楼顶层时，为防止在机房内形成直击雷电流的泄放通路，馈窗接地汇流排的引入路由应与基站机房的总接地汇流排保持一致，即要么都从楼顶接闪带上引入，要么都从建筑物楼柱钢筋引入，或直接接到总接地汇流排上。

4.2.4 利用办公楼、大型建筑、居民住宅作基站的接地系统

4.2.4.1 对于利用办公楼、大型建筑和居民住宅（下通称商品房）作基站机房的，通常把天线支撑体设于屋顶（对于天线支撑体使用落地塔的，其地网的设置可参见4.2.3.1），基站的防雷接地系统应根据商品房有无防雷设施和原有防雷设施的类型进行设置。

1) 对无防雷设施的商品房

使用无防雷设施的商品房作基站机房时，通常应按专用引下线的方式设置防雷设施。即在商品房的屋顶四周设接闪带，并设专用引下线（设置要求参见4.2.2.1），接闪带与专用引下线焊接连通。同时围绕商品房在不同方向上设置两个地网，若商品房有基础接地体时，则地网应与基础接地体焊接连通；若商品房无基础接地体或地网无法与基础接地体相连时，应将两地网在地下焊接连通。专用引下线应以最短的途径与地网相连，引下线在地面上方1.7m至地下0.3m的一段接地线应采用绝缘套管防护。设于商品房屋顶的天线支撑体（若有接闪杆引下线应包括引下线）应在不同方向与接闪带多处焊接连通。同时，专用引下线、天线支撑体（若有接闪杆引下线应包括引下线）及拉线塔的拉线等不能与除接闪带外的其他金属构件（包括建筑物内的钢筋）有电气连接。

总接地汇流排和馈窗接地汇流排均应就近从地网或专用引下线接近地面处引接。

2) 对防雷设施采用专用引下线的商品房

当商品房的防雷设施采用专用引下线时，天线支撑体（若有接闪杆引下线应包括引下线）、总接地汇流排和馈窗接地汇流排的接地引接方式等参见 4.2.4.1“1) 对无防雷设施的商品房”部分。

3) 对防雷设施采用自然引下线的商品房

当商品房的防雷设施采用自然引下线时，天线支撑体（若有接闪杆引下线应包括引下线）、总接地汇流排和馈窗接地汇流排的接地引接方式等参见第 4.2.3 节中有关通信基站的防雷设施采用自然引下线部分的要求执行。

4.3 接地电阻

4.3.1 通信基站所在区域土壤电阻率低于 $1000 \Omega \cdot m$ 时，基站地网的工频接地电阻宜控制在 10Ω 以内；当土壤电阻率大于 $1000 \Omega \cdot m$ 时，可不对基站的工频接地电阻予以限制，此时地网的等效半径应 $\geq 10m$ ，并在地网四角敷设 $20 \sim 30m$ 的辐射型接地体。

4.3.2 地网增设辐射型接地体时，可根据周围的地形环境确定接地体的走向、埋深、长度和根数。

5 通信基站的防雷与接地

5.1 直击雷防护

5.1.1 通信基站的所有室外部分（含天线、GPS、馈线、走线架，及其它设备和走线等）均应在直击雷防护措施（如接闪杆）的有效保护范围之内。

5.1.2 基站天线安装在建筑物房顶时，如在建筑物接闪杆保护范围，不宜另外架设独立的接闪杆。如不在建筑物接闪杆保护范围内，应在抱杆（或增高架、铁塔，下同）上安装接闪杆，金属抱杆应与楼顶接闪带（网）焊接连通。

5.1.3 铁塔接闪杆应采用 $40mm \times 4mm$ 的热镀锌扁钢作为引下线，若确认铁塔金属构件电气连接可靠，可不设置专门的引下线。

5.2 供电线路的防护

5.2.1 当基站采用 TN 交流配电系统时，配电线路和分支线路必须采用 TN-S 系统的接

地方式。当使用公用市电系统供电或使用专用电力变压器但离基站较远时，基站交流配电系统应采用 TT 系统的接地方式。

5.2.2 通信基站宜设置专用电力变压器，电力线应选用具有铠装层的电力电缆或护套电缆穿钢管埋地引入机房，电缆金属铠装层和钢管应在两端就近可靠接地。

5.2.3 当电力变压器设在基站外时，对于地处年雷暴日大于 20 天、土壤电阻率大于 $100 \Omega \cdot m$ 的暴露地区的架空高压线路，宜在其上方架设接闪线，其长度不宜小于 500m。电力线应在接闪线的 25° 角保护范围内。接闪线（除终端杆外）应每杆作一次接地。

为确保安全，宜在接闪线终端杆的前一杆上，增装一组避雷器。

若已建的架空高压电力线路防雷改造采用接闪线有困难时，可在架空高压电力线路终端杆、终端杆前第一、第三或第二、第四杆上各设一组氧化锌避雷器，同时在第三或第四杆增设一组高压保险丝。

接闪线与避雷器的接地体宜设计成辐射形或环形。

5.2.4 在山区，经常遭受直击雷侵入的低压架空电力线，可在架空电力线上方 1m 处同杆架设接闪线，接闪线宜使用直径 8mm 以上的钢绞线，其垂度应与电力线一致。接闪线（除终端杆处）应每杆（当线路较长时，可每隔 3~5 杆）作一次接地，其地网的接地体宜设计成辐射形或环形。

5.2.5 当电力变压器设在站内时，其高压电力线应采用电力电缆从地下进站，电缆长度不宜小于 50m，电力电缆与架空电力线连接处三根相线应加装避雷器，电缆金属铠装层在两端应就近接地。

5.2.6 通信基站交流电力变压器高压侧的三根相线，应分别就近对地加装避雷器，电力变压器的低压侧三根相线应分别对地加装避雷器，变压器的机壳、低压侧的交流零线，以及与变压器相连的电缆金属铠装层应就近接地。

5.2.7 对高压避雷器及变压器频繁受到雷击损坏的基站，可要求电力部门将变压器高压侧的 5kA 配电避雷器更换为强雷电负载避雷器。

5.2.8 低压电力电缆应从地下引入机房，其长度不宜小于 50m（对于少雷区和雷暴强度较弱的地区可酌情减少，当变压器高压侧已采用电力电缆时，低压侧电力电缆长度不限）。当变压器或电力线路终端杆离机房较近时，可将电缆环绕机房或空旷区域迂回埋设。

5.2.9 电力电缆在进入机房交流配电屏处引出的零线不得作重复接地。

5.2.10 站内、外使用的电源配电箱应安装断路器，不得安装漏电开关。

5.2.11 通信基站供电设备的正常不带电的金属部分，均应作保护接地，严禁作接零保护。

5.2.12 对低压电力电缆引入未按第 6.2.8 节实施或高雷暴日的区域，通信局（站）交流电源系统的雷电过电压保护，宜采用多级保护，逐级限压的方式。

5.2.13 对需要交流 SPD 的机房，为确保其保护效果，基站交流电源第一级 SPD 应靠近机房总接地汇流排安装，其接地线就近接到总接地汇流排，接地线长度不宜超过 1m。交流电源第一级 SPD 的最大通流容量，应根据局（站）性质、地理环境、和当地雷暴日大小来确定。其选用参考《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》。

5.3 馈线的防护

5.3.1 铁塔或楼顶桅杆（抱杆）上架设的馈线应分别在天线处、离塔（杆）处以及机房入口处就近接地，天线侧馈线的接地可通过天线接地来实现。当馈线长度大于 60m 时，宜在铁塔中部增加一个接地点，接地连接线应采用截面积不小于 10mm^2 的多股铜线。

5.3.2 对于分布式基站，当天线和 RRU 同杆（塔）时，馈线应两端接地。馈线两端的接地可分别通过天线和 RRU 来实现而无需附加接地处理。当天线和 RRU 不同杆（塔）时，如果水平距离超过 5m，宜在天线抱杆（塔）的离杆（塔）处增加一个接地点。

5.3.3 室外走线架始末两端均应接地。室外走线架在机房馈窗口处的接地应单独引接地线至地网，不能与馈窗接地汇流排相连，也不能与馈窗接地汇流排合用接地引入线。

5.3.4 建在城市内孤立的高大建筑物或建在郊区及山区地处中雷区以上的基站，当馈线较长时，应在机房入口处安装馈线 SPD，也可在设备中内置 SPD，馈线 SPD 的接地线应连接到馈线窗接地排。

5.3.5 基站设在办公大楼、大型宾馆、高层建筑和居民楼内时，其天馈线接地，应充分利用楼顶避雷带、避雷网、预留的接地端子以及建筑物楼顶的各类可能与地构成回路的金属管道。

5.3.6 安装小微波的基站应将室内和室外单元可靠接地，内外单元之间射频线的金属护

层应在上部、下部就近与铁塔或地网连通，并应在进机房前可靠接地，接地连接线应为截面积不小于 10mm^2 的多股铜线，室内单元 2M 接口应安装保护器。

5.3.7 基站安装微波通信设备时，应将室内和室外单元可靠就近接地。内外单元之间的射频线的金属外护层，应在上部、下部就近与铁塔或地网相连（当射频线的金属外护层已通过天线或 ODU 接地时，无需另行接地），在进机房前应与馈窗接地汇流排可靠连接。

5.3.8 基站收发信机射频接口（含馈线）的雷电防护性能应满足《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》中的要求，即不小于 5kA （ $8/20\mu\text{s}$ ）的雷电流防护能力。未能达到上述防护标准要求的，应敦促相关设备厂家进行完善、整改，或加装相同防护等级的馈线避雷 SPD。

5.4 分布式基站直流拉远系统的防护

5.4.1 直流拉远的电源线应采用屏蔽电缆，电缆屏蔽层应两端接地。RRU 侧可通过 RRU 或者防雷箱实现屏蔽层的接地，机房侧的屏蔽层的接地应在馈窗接地汇流排处实施。

5.4.2 当采用外置直流配电防雷箱时，防雷箱的安装位置应使得接地线尽量短。

5.4.3 当桅杆（抱杆）与楼顶接闪带（网）间具备良好的电气连接时，RRU、天线和室外直流防雷箱等的接地线可直接接在桅杆及抱杆上。

5.4.4 当桅杆（抱杆）与楼顶接闪带（网）间不具备良好的电气连接时，RRU、天线和室外直流防雷箱等的接地线应与接闪带（网）、楼顶接地端子等直接连通。

5.4.5 当直流馈电线水平长度大于 60m 时，应在直流馈电线中部增加一个接地点。

5.4.6 室外防雷箱与射频拉远单元固定在墙体或女儿墙上时，应引入接地线与防雷箱和射频拉远单元的外壳连接。

5.5 GPS系统的防护

5.5.1 地面塔站的 GPS 天线宜安装在机房顶部，GPS 天线仰角 120° 范围内应无遮挡。当安装在机房顶部时，GPS 馈线的室外部分无需进行接地处理。

5.5.2 当地面塔站的 GPS 天线安装在铁塔顶部时，GPS 馈线屏蔽层应分别在塔顶、机

房入口处就近接地；当在机房入口处安装了 GPS 防雷器时，可通过 GPS 防雷器来实现馈线屏蔽层的接地；当 GPS 馈线长度大于 60m 时，则宜在塔的中间部位增加一个接地点。

5.5.3 楼顶站时，GPS 馈线的室外部分可不做接地处理。GPS 馈线在楼顶布线应避免与接闪带缠绕。

5.5.4 GPS 室内馈线应加装 GPS 防雷器保护，GPS 防雷器独立安装时，其接地线应接到馈窗接地汇流排。当 GPS 馈线室外绝缘安装时，GPS 防雷器的接地线也可接到室内接地汇集线（或总接地汇流排）。

5.5.5 当通信设备已内置 GPS 防雷器时，不应增加外置的同轴馈线 GPS 防雷器。

5.6 通信线路的防护

5.6.1 光缆线路对机房设备造成的雷害通常是由通信光缆的金属体引起的。光缆的金属体包括金属中心加强件（如钢丝）和金属护层（如双面涂塑轧纹钢带、双面涂塑铝带等）。通信光缆进入机房可选用以下方式处理：

5.6.1.1 使用无金属光缆

光缆线路从末端接头盒至引入机房内的段落改用无金属光缆，但鼠害严重的地区慎用。

5.6.1.2 光缆以地埋方式进入机房

采用直埋光缆或普通光缆穿钢管埋地进入机房，埋地长度宜不小于 50m（对于少雷区和雷暴强度较弱的地区可减小），一般可从线路终端杆开始埋设，直埋光缆的金属屏蔽层或钢管两端应就近可靠接地。

5.6.1.3 光缆架空进入机房

1) 光数混合架或光纤终端盒（分线盒）宜设置在光缆进口处。

2) 应将光缆金属体与光数混合架或终端盒（分线盒）内的专用接地汇流排可靠连接，当室外光缆布线规范时，宜使用截面积不小于 16mm^2 的多股铜线将该专用接地汇流排接到室内总接地汇流排或接地汇集线；当室外光缆布线规范性较差时，宜将改专用接地汇流排接到馈窗接地汇流排。接地线应使用截面积不小于 16mm^2 的多股铜线。

此外，光缆金属体专用接地汇流排应与光缆终端盒体和机架内金属体进行电气隔离。

机房内有多个光缆终端盒时，各光缆金属体专用接地汇流排与总接地汇流排或接地汇集线应单独连接，严禁复连。

5.6.2 进入机房的其它信号线路，如 HDSL 等，应选用铠装电缆或屏蔽电缆，电缆金属铠装层或屏蔽层两端应就近可靠接地，空线对应做接地处理。进入基站的 PCM 电缆的屏蔽层入室处应就近可靠接地，其空线对应就近接地。

5.6.3 无金属外护套的电缆宜穿钢管引入，且钢管两端应做接地处理。

5.6.4 各类缆线金属护层和金属构件的接地点应避免在作为雷电引下线的柱子附近设立或引入。

5.7 基站智能动环监控单元 (FSU)的防护

5.7.1 基站智能动环监控单元 (FSU)的机壳、端口应具备与通信设备同等的抗扰性要求。

5.7.2 基站智能动环监控单元 (FSU)的安装应按通信设备的安装规范实施。

5.7.3 基站智能动环监控单元 (FSU)信号接口与通信系统接口相连时，监控设备信号接口的接地方式应与通信系统接口的接地方式一致。

5.7.4 各种监控线缆应采用屏蔽电缆或穿钢管，电缆屏蔽层或钢管两端必须接地。

5.7.5 监控缆线及线槽的布放应尽可能避免紧靠建筑物的立柱或横梁。在不可避免时，应尽可能地减小沿立柱或横梁的布线长度。

5.8 其它设施的防护

5.8.1 通信基站铁塔上的航空障碍灯及其它用电设备的电源线，应采用有金属外皮的电缆。其金属外护套至少在上下两端各就近接地一次。

5.8.2 太阳能电池的馈电线应采用金属护套电缆，其金属护套在机房入口处应就近接地。

5.8.3 空调室外机应采用带保护地线电源线，并通过该保护地线接地。严禁将室外机机壳与接闪带、雷电引下线、塔体或室外接地排相连。

5.8.4 机房内走线架、吊挂铁架、机架或机壳、金属通风管道、金属门窗等均应与接地汇集线相连作保护接地处理，走线架各段应电气连通。室内走线架应与建筑物外墙

(包括立柱、梁、地板、屋顶)内的钢筋绝缘,也不得与室外馈线架直接连通。

5.9 彩钢板房的防护

5.9.1 当天线支撑体采用落地塔时,塔身不能与彩钢板相连。

5.9.2 对建在屋顶的彩钢板房,其彩钢板宜与接闪带相连。在发生雷击时,严禁人员出入机房。

5.9.3 对包括走线架在内的机房内的保护接地、工作接地等,应与彩钢板隔离(包括与墙体连成一体的金属地面)。

5.9.4 彩钢板房的墙体应与基站地网连成一体。

5.10 室外机柜的防护

5.10.1 室外机柜宜设置独立的接闪杆进行直击雷防护。

5.10.2 室外机柜各单元必须设置等电位连接。

6 通信基站防雷与接地工程的施工

6.1 室外工程

6.1.1 地网

6.1.1.1 水平接地体扁钢应垂直铺设在预先挖好的地沟内,遇到地下管线使扁钢达不到要求的埋设深度时,扁钢必须铺设在其下部。在铺设地网连接线无法避开如阴井等情况时,必须穿 PVC 管。

6.1.1.2 垂直接地体在地沟内的打入深度应不小于 2.5m,若地质较硬导致角钢无法打入到要求的深度,可以将角钢的多余部分去除。为了便于焊接,打入角钢的侧面应与垂直布放的扁钢相平行。

6.1.1.3 地网接地体之间的连接,应采用电焊或气焊连接,不宜采用螺钉连接或铆接;无法使用电焊或氧焊的,建议使用热熔焊接。

6.1.1.4 地网沟应在建筑物散水点以外开挖,地网沟距离建筑物地基应该 1m 以上;

当地网沟穿越围墙、地基、线缆沟或直埋电缆时，应对上述设施采取一定的加固或保护措施。

6.1.1.5 接地体与埋地交流电缆、光缆、传输电缆交越或并行时，接地体与电缆之间的距离应不小于 20cm；与高压埋地电缆交越时，接地体与高压电缆之间宜满足 50cm 的最小距离，并行时宜满足 100cm 的最小距离。地网沟内不允许并排布放其它进出基站的电缆或信号线路，如不得已要布放的，线缆宜做穿管等屏蔽处理。

6.1.1.6 地网接地体埋设在农田等经常开挖施工的地面下时，应深埋 2m 以下，并在适当位置作明显的标识。

6.1.1.7 垂直接地体使用机械钻孔深埋时，应距离基站建筑、铁塔、通信管塔等基础 10m 以上，距离电力变压器 15m 以上，距离架空高压线的垂直投影距离 10m 以上。

6.1.1.8 地网施工中遇到各种入户金属管道时，对某些管道内已有电缆、光缆，焊接连通较难实施时，应用其它方法将其与联合地网作良好的电气连通。

6.1.1.9 为保证良好的电气连通，扁钢与扁钢（包括角钢）搭接长度为扁钢宽度的 2 倍，焊接时要做到三面焊接。圆钢与扁钢搭接长度为圆钢直径的 10 倍，焊接时要做到双面焊接。圆钢与建筑物螺纹主钢筋搭接长度为圆钢直径的 10 倍，焊接时要做到双面焊接。

6.1.1.10 地网与建筑物主钢筋焊接连通时，无特殊情况主钢筋必须为大楼外围各房柱内的外侧主钢筋，并且焊接部位应位于地面以下 30cm 处。

6.1.1.11 新旧地网焊接连通前，应在焊接部位将原有地网表面氧化部分刮拭干净，地网焊接时焊点不应有假焊，漏焊或夹杂气泡等情况。

6.1.1.12 地网施工中焊接部位，以及从室外联合地网引入室内的接地扁钢应作三层防腐处理，具体操作方式为先涂沥青，然后绕一层麻布，再涂一层沥青。

6.1.2 基站的馈线接地排的安装应与室外走线架隔离。馈线接地排与接地引入线的扁钢之间的连接，应通过过渡铜铁排连接，过渡排宜固定良好，其高度宜不低于 2.5m，固定螺栓紧固后与过渡铜铁排之间宜点焊。

6.1.3 地埋电力、通信电缆

6.1.3.1 室外电力电缆、通信电缆采用铠装电缆或穿钢管埋地进入机房时，地埋路由宜避开暗沟、热力管道、污染地带等。机房内无地槽时，地埋电缆要穿钢管埋地进入。要求地埋电缆离地面距离不小于 0.7m，钢管及铠皮要做好良好接地。

6.1.3.2 电缆埋地采用外套钢管时，钢管与地网应作良好的电气连通，钢管两端口要采取防损伤及防水的措施，可用防火泥等作封堵处理。

6.1.3.3 基站设电力变压器时，变压器侧入地电力电缆的地面部分应套钢管，钢管应高出地面 1.7m 以上。

6.1.4 开挖、回土及修复路面

6.1.4.1 室外开挖地沟应保证地沟深度不小于 0.9m，其上部宽度不小于 0.5m，下部宽度不小于 0.4m，并且开挖时应尽量避免污水排放和土壤腐蚀性强的地段。

6.1.4.2 回土时，不得将石块，砖头，垃圾等杂物填入沟内，回土过程中应将填入的土夯填严实，夯填次数不小于三次，土质干燥夯实时应浇水。

6.1.4.3 修复混凝土路面时，混凝土厚度不小于 10cm，表面粉面厚度为 2cm。

6.1.5 新建和修复接闪带

6.1.5.1 接闪带应每隔 1.2m 设置一支撑杆，支撑杆露出墙面部分的高度应不小于 15cm，插入墙内的深度不小于 10cm，插入支撑杆前先将钻孔时产生的粉末清理干净后，再将支撑杆一端涂上沥青，并且支撑杆应尽量保持在同一直线上。

6.1.5.2 圆钢与圆钢搭接的长度应为其自身直径的 10 倍，并且要求上下搭接，焊接时要求双面焊接。

6.1.5.3 利用建筑物外围垂直立柱内主钢筋作为接闪带的专用引下线的，两处接闪带引下线的水平距离应不大于 25m。

6.1.5.4 新建接闪带专用引下线应使用截面积 40mm × 4mm 的热镀锌扁钢，使用前应把扁钢整平直，搭接时要符合 6.1.1.9 提出的要求。

6.1.5.5 新建接闪带专用引下线固定点间距应不大于 2m，并保持一定的松紧度。引下线离墙距离保持 10mm 左右。

6.1.5.6 新建接闪带专用引下线要与联合地网焊接连通，引下线在地面以上 1.7m 与地面以下 0.3m 的段落应穿 PVC 管。

6.1.5.7 所有室外接地系统材料的焊接部位都应作防锈处理，先涂防锈漆，再涂银粉漆。

6.2 室内工程

6.2.1 电源用交流 SPD 的安装

6.2.1.1 第一级交流 SPD 宜采用箱式防雷箱，且靠近机房总接地汇流排安装，其接地线就近接到总接地汇流排，电源引线与接地线均不宜超过 1m。

6.2.1.2 模块式 SPD 应尽量安装在被保护设备内。模块式 SPD 和空气断路器一般固定在宽 35mm 的标准导轨上，再将导轨固定在设备内。若无法安装时，可将 SPD 安装在箱内，或使用箱式 SPD，将其安装在被保护设备附近的墙上或其它地方，通常其电源引线与接地引线均不宜超过 1m，否则电源引线宜采用凯文接线方式连接。

6.2.1.3 SPD 器应以最短、直路径接地，其接地线应避免出现“V”形和“U”形弯，连线的弯曲角度不得小于 90°，且接地线必须绑扎固定好，松紧适中。

6.2.1.4 SPD 安装好后，应检查低压断路器或熔断器与 SPD 的接线是否可靠，要求用手扯动确认可靠后将低压断路器开关推上或接入熔丝，对箱式 SPD 还应查看其指示灯是否显示正常。

6.2.2 设备接地

6.2.2.1 各设备的保护地线应单独从接地汇集线（或总接地汇流排）上引入。

6.2.2.2 交流零线铜排必须与设备机框绝缘。

6.2.2.3 机房开关电源系统的直流工作地应用不小于 70mm²的多股铜导线单独从接地汇集线（或总接地汇流排）上引入。

6.2.2.4 基站内的各电源设备中若有接零保护的设备必须将其拆除，并为其新设保护地线。

6.2.2.5 走线架、金属槽道两端应与总接地汇流排作可靠连接，接地线缆宜采用 35mm² ~ 95mm² 的铜导线；走线架、金属槽道连接处两端宜用 16mm² ~ 35mm² 铜导线做可靠连接，连接线宜短直，连接处要去除绝缘层。

6.2.3 接地线的布放、接地铜排的安装与连接

6.2.3.1 铺设接地线应平直、拼拢、整齐，不得有急剧弯曲和凹凸不平现象；在电缆走线槽内、走线架上，以及防静电地板下敷设的接地线，其绑扎间隔应符合设计规定，绑扎线扣整齐，松紧合适，结扣在两条电缆的中心线，绑扎线在横铁下不交叉，绑扎线头隐藏而不暴露于外侧。

6.2.3.2 在防静电地板下敷设的设备接地线，应尽量敷设在原地板下各种缆线的下面。在施工条件允许的前提下，接地线尽量做到不与信号线交叉或并排近距离同行。

6.2.3.3 多股接地线与汇流排连接时，必须加装接线端子（铜鼻），接线端子尺寸应与线径相吻合，接地线与接线端子应使用压接方式，压接强度以用力拉拽不松动为准，并用塑料护管将接线端子的根部做绝缘处理。接线端子与汇流排（汇集线）的接触部分应平整、紧固，无锈蚀、氧化，不同材质连接时应涂导电胶或凡士林。接线端子安装时，接线端子与铜排接触边的夹角宜成 90° 。

6.2.3.4 一般接地线宜采用外护套为黄绿相间的电缆，接地线与汇流排（汇集线）的连接处有清晰的标识牌。

6.2.3.5 接地线沿墙敷设时应穿 PVC 管。

6.2.4 非同一级电压的电力电缆不得穿在同一管孔内。

6.2.5 走线架、总接地汇流排和接地汇集线固定在墙体或柱子上时，必须牢固、可靠，并与建筑物内钢筋绝缘。

6.2.6 接地汇集线宜采用不小于 $100\text{mm} \times 5\text{mm}$ 的铜排，从总接地汇流排引接的接地线直接至接地汇集线中央处的接线孔。当接地汇集线沿走线架铺设时，宜采用线形或环形母线，截面积请参考第 4.4.2 条。

6.2.7 交流电源线、直流电源线、射频线、地线、传输电缆、控制线等应分开敷设，严禁互相交叉、缠绕或捆扎在同一线束内；同时，所有的接地线缆应避免与电源线、光缆等其他线缆近距离并排敷设。

附录 A 全国年平均雷暴日数区划图

全国年平均雷暴日数区划图

全国年平均雷暴日数区划图 (单位: 天)



资料来源: 1951~1985 (从建站开始至 1985 年止)

附录 B 全国主要城市年平均雷暴日数统计表

地名	雷暴日数 (d/a)	地名	雷暴日数 (d/a)	地名	雷暴日数 (d/a)
1、北京市	36.3	吉林市	40.5	14、福建省	
2、天津市	29.3	四平市	33.7	福州市	53.0
3、上海市	28.4	通化市	36.7	厦门市	47.4
4、重庆市	36.0	图门市	23.8	漳州市	60.5
5、河北省		10、黑龙江省		三明市	67.5
石家庄市	31.2	哈尔滨市	27.7	龙岩市	74.1
保定市	30.7	大庆市	31.9	15、江西省	
邢台市	30.2	伊春市	35.4	南昌市	56.4
唐山市	32.7	齐齐哈尔市	27.7	九江市	45.7
秦皇岛市	34.7	佳木斯市	32.2	赣州市	67.2
6、山西省		11、江苏省		上饶市	65.0
太原市	34.5	南京市	32.6	新余市	59.4
大同市	42.3	常州市	35.7	16、山东省	
阳泉市	40.0	苏州市	28.1	济南市	25.4
长治市	33.7	南通市	35.6	青岛市	20.8
临汾市	31.1	徐州市	29.4	烟台市	23.2
7、内蒙古自治区		连云港市	29.6	济宁市	29.1
呼和浩特市	36.1	12、浙江省		潍坊市	28.4
包头市	34.7	杭州市	37.6	17、河南省	
海拉尔市	30.1	宁波市	40.0	郑州市	21.4
赤峰市	32.4	温州市	51.0	洛阳市	24.8
8、辽宁省		丽水市	60.5	三门峡市	24.3
沈阳市	26.9	衢州市	57.6	信阳市	28.8
大连市	19.2	13、安徽省		安阳市	28.6
鞍山市	26.9	合肥市	30.1	18、湖北省	
本溪市	33.7	蚌埠市	31.4	武汉市	34.2
锦州市	28.8	安庆市	44.3	宜昌市	44.6
9、吉林省		芜湖市	34.6	十堰市	18.8
长春市	35.2	阜阳市	31.9	恩施市	49.7

中国铁塔股份有限公司

地名	雷暴日数 (d/a)	地名	雷暴日数 (d/a)	地名	雷暴日数 (d/a)
黄石市	50.4	23、贵州省		西宁市	31.7
19、湖南省		贵阳市	49.4	格尔木市	2.3
长沙市	46.6	遵义市	53.3	德令哈市	19.3
衡阳市	55.1	凯里市	59.4	29 宁夏回族自治区	
大庸市	48.3	六盘水市	68.0	银川市	18.3
邵阳市	57.0	兴义市	77.4	石嘴山市	24.0
郴州市	61.5	24、云南省		固原县	31.0
20、广东省		昆明市	63.4	30 新疆维吾尔自治区	
广州市	76.1	东川市	52.4	乌鲁木齐市	9.3
深圳市	73.9	个旧市	50.2	克拉玛依市	31.3
湛江市	94.6	景洪	120.8	伊宁市	27.2
茂名市	94.4	大理市	49.8	库尔勒市	21.6
汕头市	52.6	丽江	75.8	31、海南省	
珠海市	64.2	河口	108	海口市	104.3
韶关市	77.9	25 西藏自治区		三亚市	69.9
21 广西壮族自治区		拉萨市	68.9	琼中	115.5
南宁市	84.6	日喀则市	78.8	32 香港特别行政区	
柳州市	67.3	那曲县	85.2	香港	34.0
桂林市	78.2	昌都县	57.1	33 澳门特别行政区	
梧州市	93.5	26、陕西省		澳门	(暂缺)
北海市	83.1	西安市	15.6	34、台湾省	
22、四川省		宝鸡市	19.7	台北市	27.9
成都市	34.0	汉中市	31.4		
自贡市	37.6	安康市	32.3		
攀枝花市	66.3	延安市	30.5		
西昌市	73.2	27、甘肃省			
绵阳市	34.9	兰州市	23.6		
内江市	40.6	酒泉市	12.9		
达州市	37.1	天水市	16.3		
乐山市	42.9	金昌市	19.6		
康定	52.1	28、青海省			

附录 C 土壤电阻率参考值

类别	名称	电阻率近似值 (Ωm)	不同情况下电阻率的变化范围 (Ωm)		
			较湿时 (一般地区、 多雨区)	较干时 (少雨区、 沙漠区)	地下水 含盐碱时
土	陶黏土	10	5~20	10~100	3~10
	泥炭、泥灰岩、沼泽地	20	10 ~ 30	50 ~ 300	3 ~ 30
	捣碎的木炭	40			
	黑土、园田土、陶土	50	30 ~ 100	50 ~ 300	10 ~ 30
	白垩土、黏土	60			
	砂质黏土	100	30 ~ 300	80 ~ 1000	10 ~ 80
	黄土	200	100 ~ 200	250	30
	含砂黏土、沙土	300	100~1000	1000 以上	30 ~ 100
	河滩中的砂		300		
	煤		350		
	多石土壤	400			
	上层红色风化黏土、下 层红色页岩	500 (30%湿度)			
	表层土夹石、下层砾石	600 (15%湿度)			
砂	砂、砂砾	1000	250 ~ 1000	1000 ~ 2500	
	砂层深度大于 10m、地 下水较深的草原	1000			
	地面黏土深度不大于 1.5m、底层多岩石				
岩石	砾石、碎石	5000			
	多岩山地	5000			
	花岗岩	200000			
混凝土	在水中	40 ~ 55			
	在湿土中	100 ~ 200			
	在干土中	500 ~ 1300			
	在干燥的大气中	12000 ~ 18000			
矿	金属矿石	0.01~1			

附录 D 地网接地电阻的测量

接地电阻值测量宜采用三极法或三角法进行测量，测量应在三极法的三极是指图 F 上的被测接地装置 G，测量用的电压极 P 和电流极 C。测试应因地制宜通过改变测试方向和测试距离验证接地电阻测试的真实性和可靠性，选择 P 点和 C 点时应尽量避开地下金属管线。在测量工频接地电阻时，如 DGC 取 (4~5) D 值有困难，当接地装置周围的土壤电阻率较均匀时，d 可以取 2D 值；当接地装置周围的土壤电阻率不均匀时，d 值取 3D 值。

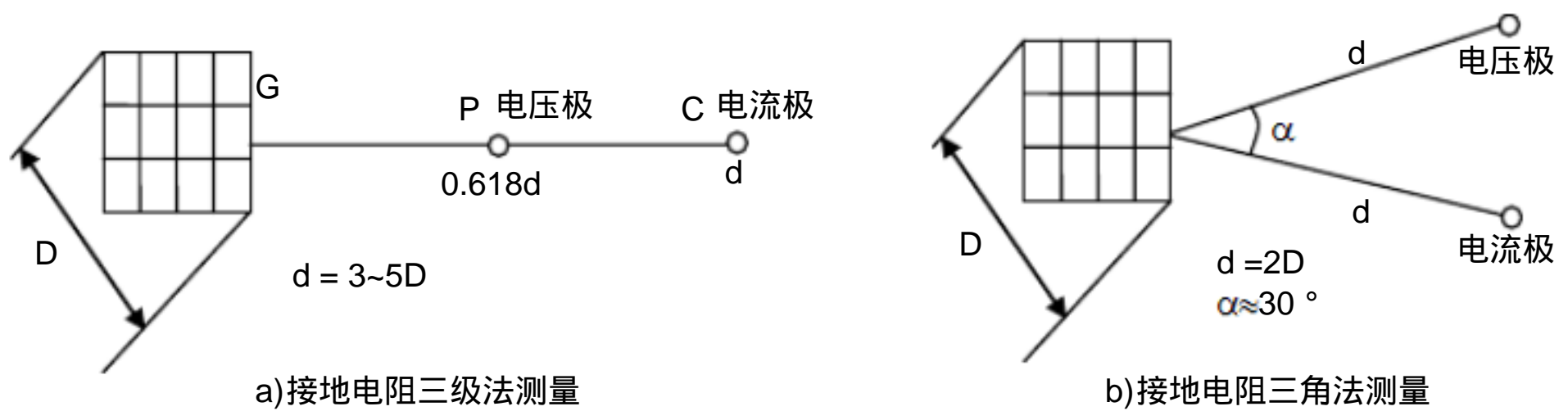


图 1 三极法的原理接线图