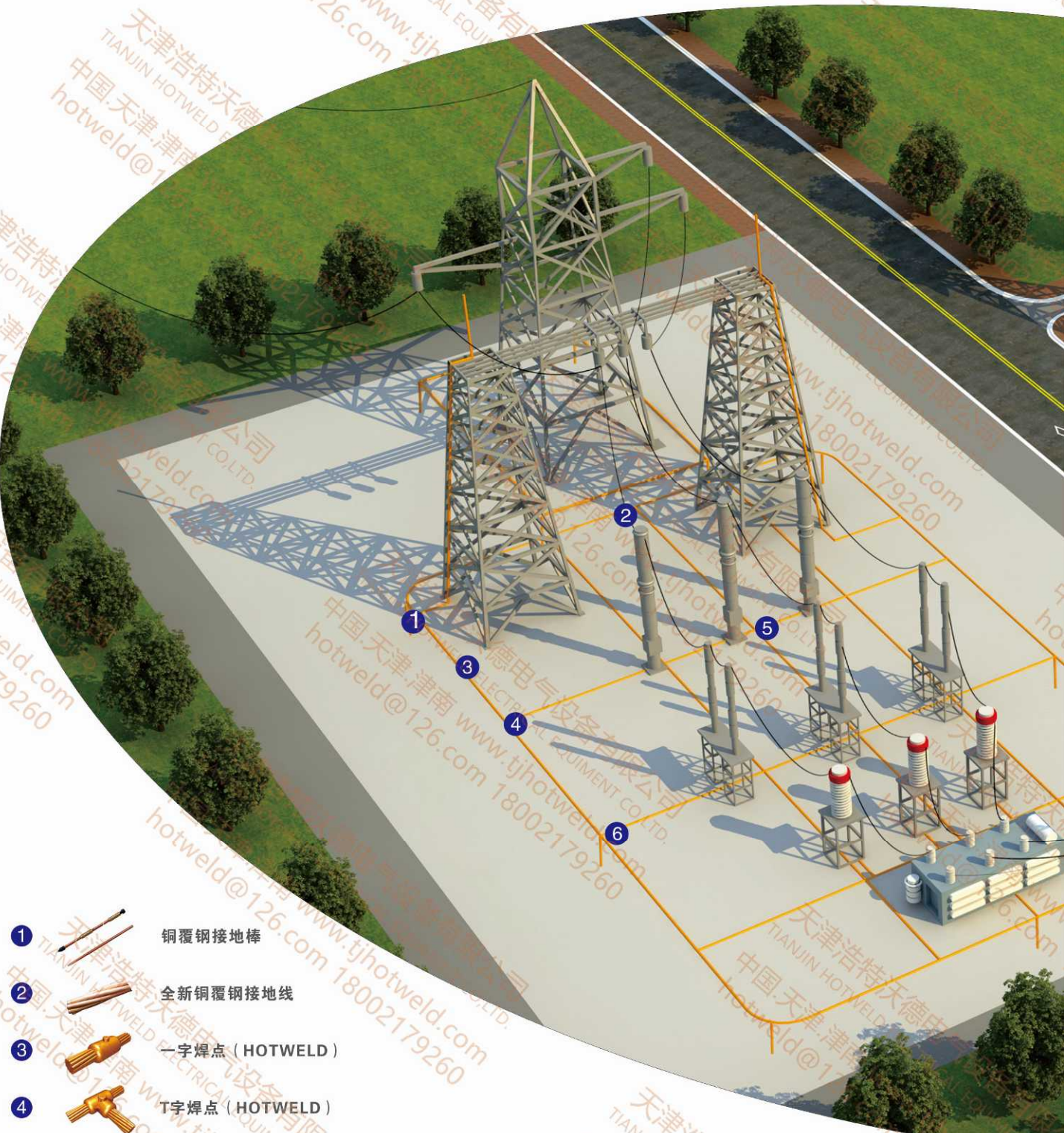
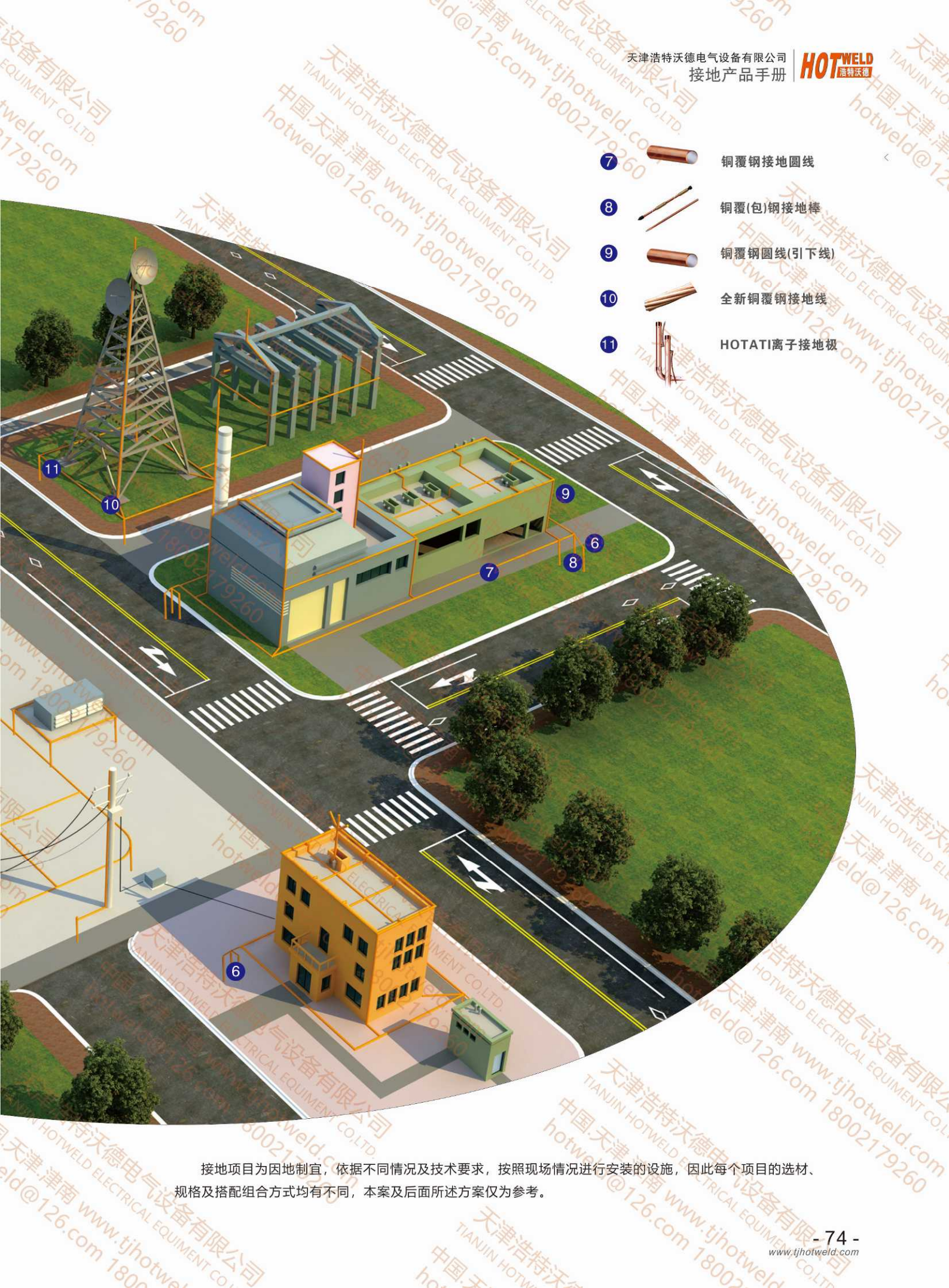


接地系统解决方案
Earthing system solutions

解决方案
EARTHING SYSTEM
SOLUTIONS



- ① 铜覆钢接地棒
- ② 全新铜覆钢接地线
- ③ 一字焊点 (HOTWELD)
- ④ T字焊点 (HOTWELD)
- ⑤ 十字焊点 (HOTWELD)
- ⑥ 焊接接地棒焊点 (HOTWELD)



- 7  铜覆钢接地圆线
- 8  铜覆(包)钢接地棒
- 9  铜覆钢圆线(引下线)
- 10  全新铜覆钢接地线
- 11  HOTATI离子接地极

接地项目为因地制宜，依据不同情况及技术要求，按照现场情况进行安装的设施，因此每个项目的选材、规格及搭配组合方式均有不同，本案及后面所述方案仅为参考。

电力系统

35kV--500kV开放型变电站一次接地实例

前言

电力变电站接地要求较高，既要考虑接地网的接地电阻与寿命，也要考虑跨步电压、接触电压、二次接地、独立避雷针集中接地等问题。不仅要考虑一次性建设成本，也应该考虑质量的长期稳定性与维护成本。除了合理的计算、设计与施工，接地材料与焊接技术的选择同样重要。



我国自建国起，沿袭前苏联做法，使用钢材作为接地材料，20世纪80年代初期改为冷镀锌钢，90年初期又改为热镀锌钢材，并使用电焊技术焊接，在这一时期我国铜覆钢、铜材接地材料及放热焊接技术随着核电站的兴建开始投入使用，二十世纪末期较多的变电站开始使用此种技术方式。经过十几年的实践，已获得认可。目前，在我国部分地区获得了大力发展，特别是部分地区已成常态，例如北京、天津、广州等地，而且正在向全国扩展。除重度腐蚀环境应使用纯铜材料作为接地主材外，其余大部分环境铜覆钢材料均能满足设计与实际需求。

开放型变电站接地特点

传统变电站及野外变电站多为开放型变电站，特别是330kV及以上等级变电站多为开放型变电站，设备多在野外露天安装，设备众多，占地面积大。这与GIS型变电站明显不同。

35kV-500kV开放型变电站接地实例

1. 变电站构成

35kV-500kV开放型变电站一般由高压设备变电区、低压设备变电区、主变压器、35kV配电区（室）、10kV配电室、配套设施（车库、库房、门房、水池、等）、电缆沟、独立避雷针、综合楼、控制室（部分变电站控制室和综合楼在一起，称为主控楼）等各个部分组成。

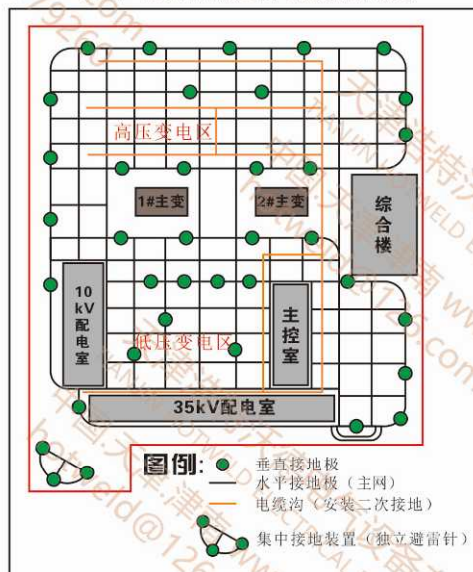
2. 变电站接地网构成

变电站接地主要分为一次接地、二次接地和防雷接地三部分（防静电接地属二次接地部分），一次接地网由水平接地主网（由水平接地体组成的网格）、垂直接地体、架构设备接地引下线组成，其中架构设备接地引下线分为地上和地下2个连接在一起的部分；二次接地主要包括室内部分的均压和控制室屏柜接地，广义上的二次接地还包括电缆沟内的均压导体，也称为明敷接地干线，通过电缆竖井与室内接地网连接；防雷接地包括主控楼等建筑的避雷带、避雷针以及独立避雷针的集中接地装置，架构避雷针的接地因与主接地网相距过近，只需在对应位置水平接地体敷设距离足够近，并增加部分垂直接地体即可。



注：国内高压变电站接地网多采用铜排，少量使用其他材料。而国外高压变电站大多采用铜制接地线，多为裸线，少量项目采用带有绝缘层铜制接地线，敷设的网格密度往往大于国内，高压变电站多采用0.8米的网格密度，我国则往往在5-30米之间。

35kV-500kV开放型变电站接地示意图



注：图中无法标注出具体的设备、架构引下线

楼体/地下式 GIS型 (35kV--220kV) 变电站一次接地实例

前言

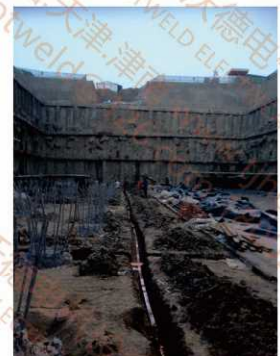
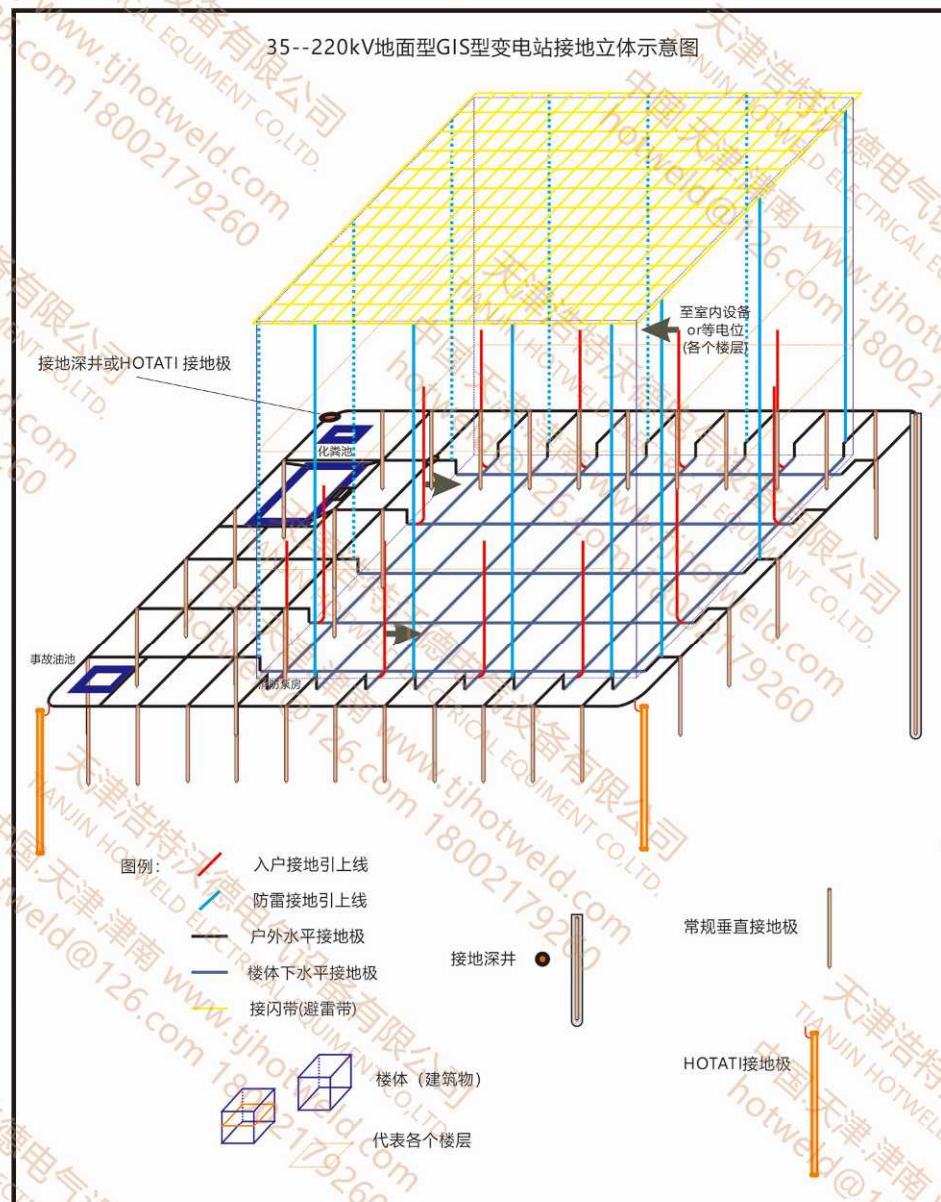
由于土地资源日益紧张,新建35kV、110kV、220kV等级交流变电站及66kV直流变电站等城市变电站多为GIS型变电站,一般有以下两种型式(即地面型)两种,下沉式往往仅露地面上一层,其余数层均为地下式,甚至全部埋在地下,楼梯式GIS变电站往往仅有地下一至二层,其余主要建筑均露出地面,为楼体结构,外墙内除楼体外还有少量面积,用于消防、部分生活区、所用变等。GIS变电站,其结构紧凑,占地面积小,绝大部分变电与控制设备位于楼体(或地下楼体)建筑内。部分GIS型变电站往往敷设多层接地网用于降低接地电阻,除底层接地网外,室内特别是GIS室,还有室内均压及接地措施。GIS设备、架构接地引上线数量、电缆沟内二次接地均压导体与垂直接地体数量略少,室内二次接地部分增多。

35kV--220kV楼体及地下式GIS型变电站接地实例

变电站接地网构成

与传统的开放型变电站不同,由于采用大量的GIS设备,变电站大部分设备都集中在3至4层楼体内,占地面积小,设备接地线数量大量减少,一次主接地网埋设与底层垫层、防水层及回填的素土中,大部分接地引出线在主接地网四周引出,穿越各个楼层,与室内设备及二次接地部分措施连接,地上式变电站防雷接地引出线还需与楼顶的避雷带连接,做直击雷防护的引下线。室内的二次接地多采用纯铜排敷设,并通过BVR铜缆与设备直接连接,另一种常见的设计是将铜缆或铜排直接焊接在设备基础的钢板上。

35--220kV地面型GIS型变电站接地立体示意图



电力系统

输变电线路铁塔及电缆隧道接地实例

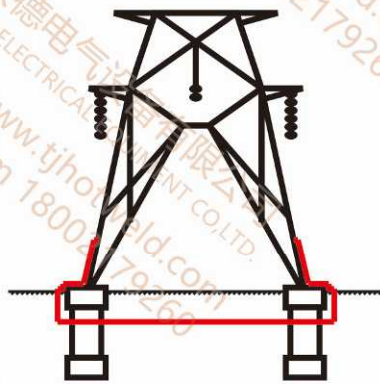
前言

为降低能量损失，电力输送往往采用高电压方式传输，除中大型城市内多采用地下电缆隧道外，绝大部分电力都是通过输变电线路来传输的。而输变电线路大多位于人迹罕至，交通不便的区域，给维护，测试，检修带来很大的不便。而电缆隧道为隐蔽性工程，维护不便，以往采用钢铁接地网，需要定期重复修理，维护的费用高昂，而且存在安全隐患，一旦失地运行且被故障电流（例如雷电流，高压输电线路是引雷的，因为其周边有强大的电磁场）冲击，可能会造成跳闸，引发大面积停电事故。

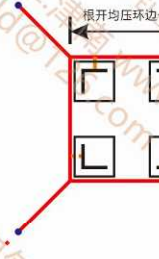
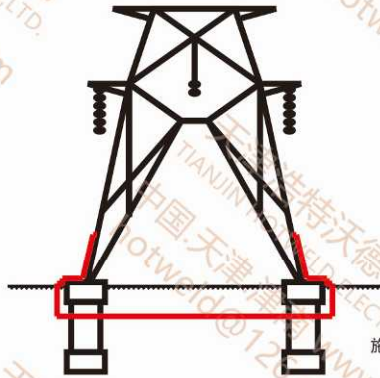
浩特沃德可提供铜覆钢接地材料、强力降阻产品，并采用HOTWELD放热焊接技术连接，这种接地方案与传统接地方式不同，不仅解决了输电装置（包括输电铁塔和电缆隧道）接地网接地电阻不稳定、维护费用高等问题，还能更有效的降低接地电阻，特别是抗大电流冲击（例如雷电流）下，能够更加有效泄流。从而获得更好的寿命，是长效且免维护的接地装置。

输变电线路铁塔接地常见做法示意图

接地均压环满足接地电阻要求时的施工方法



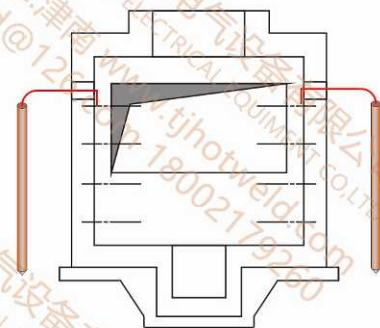
接地均压环不满足接地电阻要求时的施工方法



接地均压环不满足接地电阻要求时的
施工方法:需增加垂直接地极和射线型接地

当射线单边达到60m,且无法满足接地电阻要求时,可适当增加接地电阻允许值,或与其他铁塔接地网连接。

电缆隧道(电缆井)接地常见做法示意图



配网接地（35/10kV及以下电压等级）接地实例

前言

配网指35kV以下至民用220V, 380V之间的送变电设施, 不包括民用电及工厂用电, 通常包括工厂内35kV或10kV以下等级以及入户前部分的一次送变电设施。我们通常见到的城市内的箱变以及农村市郊的小型变压器都属于此类, 农网供电也都属于这一范畴。

配网接地要求一般不超过10Ω或4Ω, 一般来说, 在杆塔, 也就是我们通常说的电线杆下安装1至4组铜覆钢接地体即可满足要求。目前应用较多的有单根铜覆钢接地体和改良过的带有护耳和接地线的铜覆钢接地体。后者可由浩特沃德定制。



变电站/电厂二次系统（低压交流及直流）接地方案

二次接地的概念

首先我们要了解一些基本概念：一次设备、二次设备。

一次设备指用于生产和使用电能设备, 比如发电机、变压器、断路器、开关、母线、电抗器、电力电缆等。相互连接, 构成发电、输电、配电或直接用于生产的电气回路称为一次设备或一次接线系统。而二次设备是指控制回路, 进一步解释, 可以说二次设备是对电力系统内一次设备进行监察, 测量, 控制, 保护, 调节的辅助设备。即不直接和电能产生联系的设备。在变电站中主控楼的控制室（内有各种控制设备的“屏”）就属于二次设备。简单区分一二次设备还有一个方法, 就是电压等级不同, 高压设备均属一次设备, 380V, 220V交流和48V, 24V直流等属于二次设备。

如果二次设备（系统）的接地点和电缆屏蔽层随意与一次系统的接地网连接, 不仅可能对二次设备会产生较大危害, 而且对两端接地的控制电缆屏蔽层（金属网）来说, 由于压差作用形成电流, 该电流所产生的交变磁场（感应磁场, 电→磁）, 会在电缆芯线上产生一个交变的干扰电压（磁→电）, 影响二次设备的运行, 严重时烧毁控制电缆（击穿）。通过敷设与一次设备（系统）紧密联系的二次系统等电位接地网, 使所有二次设备地电位保持在一个电位面上, 可防止由于过高地电位差对二次设备反击等电位所产生的危害, 并能有效降低电磁干扰。

实际上二次接地非常重要, 受制于对危害认识不够, 除电力系统设计院外, 较多设计单位往往并不重视二次接地, 甚至不设计安装二次接地, 一旦发生短路事故, 将击穿控制电缆, 造成控制系统失灵, 从而造成严重的直接和间接损失。

二次接地的做法

电力系统中的变电站和电厂二次接地较为典型, 也较为专业。我们以变电站二次接地为例, 介绍二次接地的常规做法。通常二次接地使用的材料为铜材, 主材接地往往不小于100mm², 多为铜排, 例如TMY-254, TMY-304等, 支线（引上线）控制屏柜往往不小于50mm², 个别系统（非电力系统, 例如石化系统FAR, 配套变电站）等也有不同, 例如仪表专业接地往往采用6-16mm²截面, 照明接地往往不小于16mm²。

在变电站接地中, 电缆沟里均压铜排、控制室内的环室内均压带、电缆夹层等都属于二次接地范围。一般来说, 室外（电缆沟里均压带）引入室内要经电缆竖井引入室内, 或专门在墙体上开孔, 通过埋设穿线管道, 并填充绝缘材料, 例如细砂, 引入室内。GIS型变电站往往将接地引上线埋设于墙体内, 由柱筋接端子板或直接引入。

需要注意的是作为总线的接地母排, 接地汇流排是不属于二次接地范畴的, 应属于一次接地, 因其接地多直接安装于设备外壳及专用端子上。



新兴能源

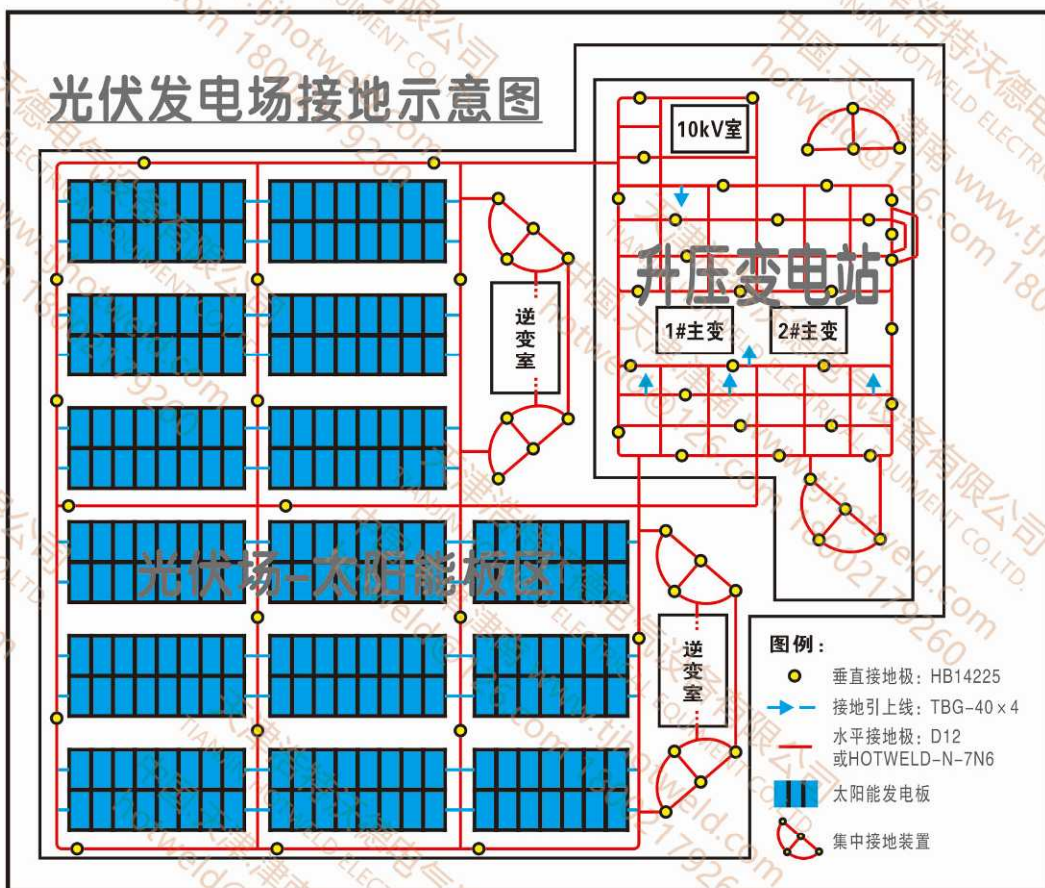
光伏（太阳能）发电场综合接地实例

前言

光伏发电作为新兴能源，具有纯绿色，无污染，能够与现有的电力送变电网无缝并网等优势，我国目前大力发展光伏发电，扶持力度较大，推广前景十分乐观。光伏发电多处于荒野远郊，地势空旷，易遭受雷电危害；占地面积巨大，因此配套的接地网维护工作量巨大；配套的升压变电站实际上就是一个电力变电站，电力变电站接地网非常重要，因此光伏发电场的接地网应给予足够的重视。

接地网组成

光伏发电场接地网主要由光伏发电区接地、逆变器室接地和避雷带、升压站接地等组成，并相互连接，一般会在逆变器室接地引下线处设置集中接地装置，用于泄放雷电流。接地布置方式均为埋深0.6-0.8m且在永久性冻土层以下。均由水平接地极+垂直接地极+接地引上线等组成，以上材料均采用铜覆钢接地材料，焊接方式为HOTWELD放热焊接。升压站接地网实际上和变电站接地网大致相同。



风力发电场综合接地实例

前言

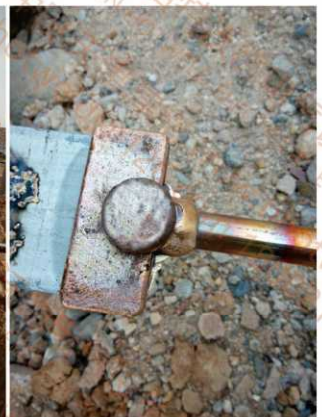
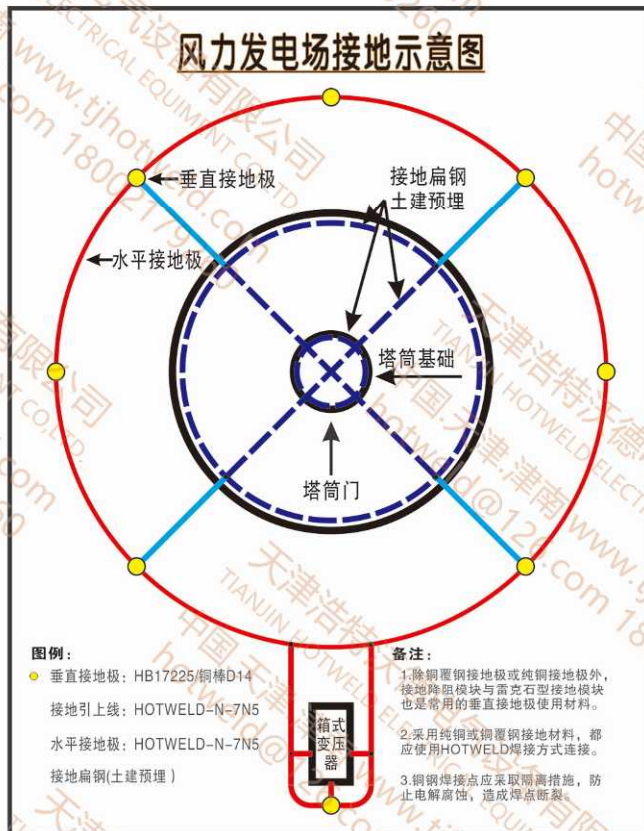
风力发电是新型的绿色能源，风力发电场一般都在沿海，戈壁，荒野中，这些地点接地网维护难度较大，因此一次性建设接地网，使其具有30—50年及以上的使用寿命是非常有必要的。风力发电场一般由风机及其配套变压器以及升压站组成。

热镀锌钢材制作的接地网难以保障10年以上的使用寿命，绝大部分情况下，铜及铜覆钢接地材料能够接地网寿命达到30至50年以上，纯铜材料成本过于高昂，且强度不及铜覆钢材料，从性能和成本的综合比较上，铜覆钢材料是内陆风力发电场接地系统好的材料选择，沿海及重度腐蚀土壤环境应采用纯铜材料制作接地网。

接地网组成

风机及附属变压器接地网连接在一起，每台风机接地网都是一个独立的接地网，一般的接地要求是小于 4Ω ，土壤电阻率较大地区应予以放宽要求（例如戈壁场地）。而风电场升压站本质上就是一个变电站，其接地网与风机接地网并不连接，要求往往比风机更为严格，关于升压站可参考变电站接地部分。

风机接地网接地布置方式均为埋深至少0.6-0.8m且在永久性冻土层以下。均由水平接地极+垂直接地极+接地引上线等组成，接地网一般为环形；风机自身接地引上线应与风机土建基础预埋的热镀锌接地扁钢连接，配套变压器接地引上线与接地网连接；垂直接地极采用铜覆钢接地棒或纯铜棒，部分项目还会使用到接地降阻模块。无论采用铜覆钢接地材料或纯铜材料，材料之间的连接方式均应采用HOTWELD焊接。



轨道交通

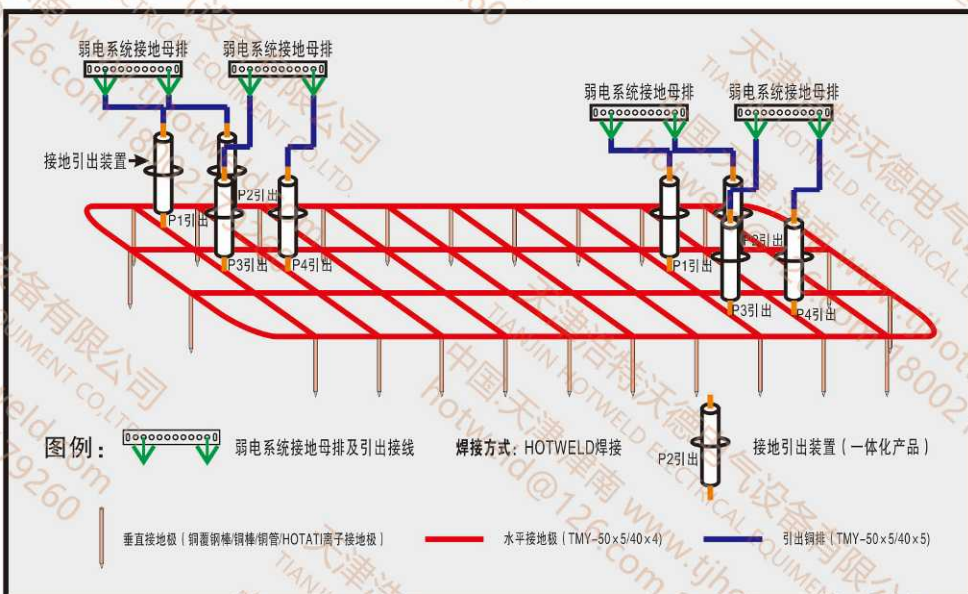
地铁站&轻轨站台的接地



前言

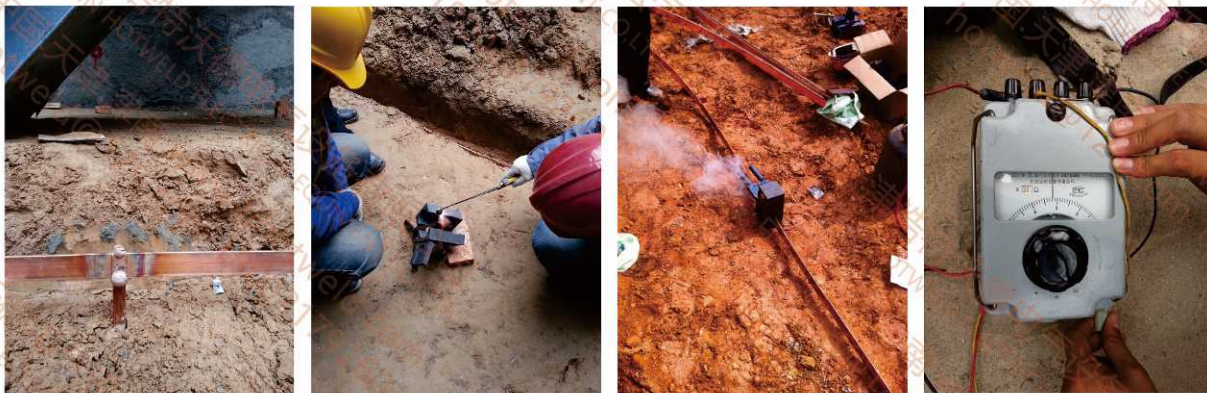
随着国家经济的发展，包括高速铁路、地铁、城轨等轨道交通行业发展迅速，对接地的要求也越来越高。轨道交通中站台接地、配套变电站以及轨道回流线的焊接中很重要。本文着重介绍地铁及轻轨站台部分的接地。

地铁站台接地构成方式



由于地铁运行中不可避免的散流问题，地铁站台地下存在大量的漏流（泄漏到土壤介质中的杂散电流），接地材料的腐蚀速度会加倍，因此对于接地的要求较高，同时因为要考虑下沉对接地材料的破坏，因此站下接地材料（绝大部分采用排）均采用立体敷设，这与电力系统往往采用平敷的方式不同。地铁轻轨站台接地装置同样包括水平接地体、垂直接地体、接地引出线的安装。绝大部分接地装置都采用铜材作为接地主材，常见主材包括TMY-50mm×5mm紫铜排，TMY-40mm×5mm紫铜排，Φ50紫铜管，Φ25铜覆钢接地棒，少量工程采用离子接地棒作为垂直接地体，以上材料均采用HOTWELD放电焊接技术进行连接。

高铁、地铁接地装置往往在站台结构底板以下，对于接地引出线有更高的要求，必须考虑渗水和接地线的防护（不能折断），因此接地引出线大部分采用成套的接地引出装置。因为地铁交叉施工的复杂性及接地工程施工的长工期，接地引出装置需要考虑防盗问题。



地铁城铁回流线的焊接

前言

地铁/城铁采用直流牵引供电方式，供电电压一般为1500V或750V直流，其路径为牵引变电站正极→接触网（接触轨）→车辆（负载）→轨道→负极电缆→牵引变电站负极。实际上轨道就是供电回路通路中重要的一部分，回流线起着连接钢轨和牵引变电站负极的作用，是软硬材料的分界点，也是供电和接触轨系统的分界点，同时也是减少杂流的重要环节。回流线可以让部分电流经回流线流回牵引变电站，增加对邻近通信线路的屏蔽效果，降低牵引网阻抗，从而提高供电臂末端电压，同时也能减少杂流，从而减慢埋地的管线、接地网等金属部分的腐蚀速度。回流线一般采用多股铜芯软线，截面多为150mm²或185mm²。也有35mm²、70mm²和95mm²等。

将铜质的绞线与钢质的铁轨连接有机械连接和HOTWELD主要2种方法，机械连接（螺栓连接）的优点是易施工，缺点很明显，即接触面积小，易生锈。而HOTWELD焊接是放热焊接的一种，也是目前应用较多的焊接方法。虽然目前国内有人质疑HOTWELD焊接对轨道的损伤问题，但发生少量事故的原因都是因为轨道本身的沙眼问题。因此从总体来看，是能够接受的，关键在于施工时不可将轨道及回流线加热过度，此外合理使用封堵泥也是焊接能否成功的关键所在。



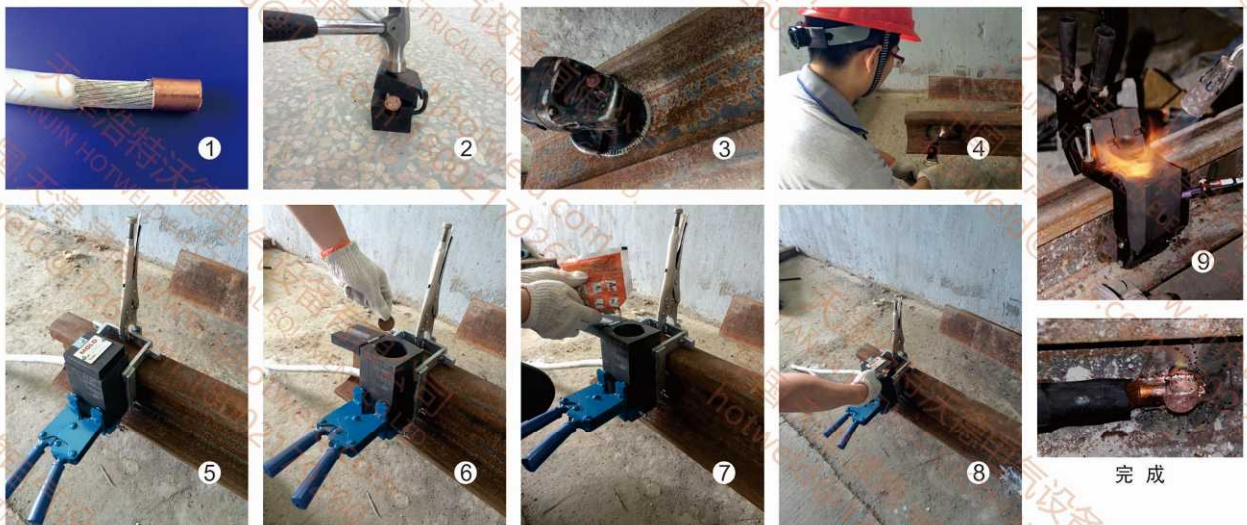
HOTWELD轨道回流线焊接系统组成

序号	产品名称	规格型号	用途
NO.1	HOTWELD模具	HR4-L-***	焊接模具
NO.2	HOTWELD焊粉	HW-8&	焊粉，含隔离垫片和引火粉
NO.3	封堵泥	FD-02	焊点位置封堵，防止铜液渗漏
NO.4	定制钢轨辅助夹具	MJ-FGG	夹钢轨和模具的辅助夹具
NO.5	点火器	DH-02	点火工具
NO.6	F型辅助夹具	MJ-F60	F型辅助夹具，部分情况不使用
NO.7	封堵铜套管	FD-TT***	套电缆端头，加工D型使用
NO.8	D型整型模具	ZX-TT-D**	将电缆套铜套后整形工具
NO.9	清模刷	QM-02	清模工具
NO.10	喷灯套装	PD-02	烘烤加热电缆头及钢轨工具
NO.11	模具夹	MJ-58*4	夹持工具，部分情况不使用



说明：**代表线缆规格，&&代表焊粉型号，需根据对应线缆制式、规格提供，定制钢轨辅助夹具需要明确轨道型号规格。

焊接流程



完成

其他系统

移动通信基站&微波站接地

前言

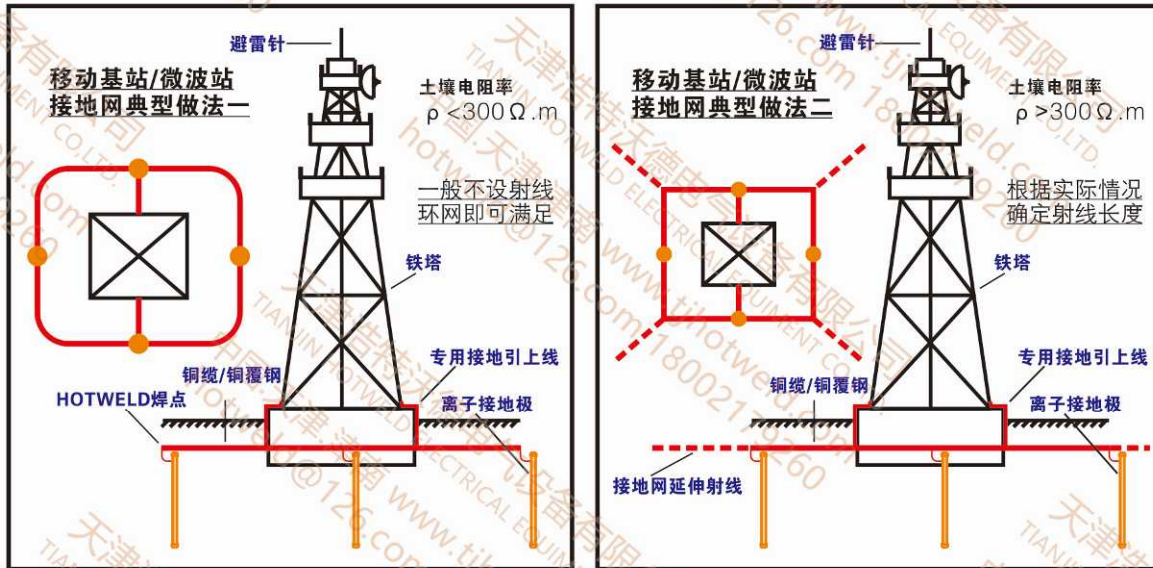
移动通信基站和微波站的接地问题一直困扰着中国移动、中国联通、中国电力的设计和施工单位，这主要是因为基站所在地往往土质较差，多为碎石土壤、风化岩或花岗岩，特别是位于山区的基站，表土仅十几至几十厘米厚，并且大地土壤电阻率较高，要使基站的地网接地电阻做的很小并满足规程要求，是非常困难的。因此，各类移动通信基站的接地系统的合理设计，是当前接地工程中的重要课题，微波站和移动通信基站情况类似。



施工难点

1. 移动基站和微波站能够直接施工的面积不大，且往往不平整，很多施工地点在山顶，半山腰，施工往往不是一个平面，跨度较大；
2. 移动基站和微波站往往建设在较高位置，例如山顶、楼顶，特别是位于山区的移动基站和微波站，土壤电阻率较高，难以降阻，因此需要使用更好的降阻材料，例如HOTATI离子接地体和高纯石墨降阻剂；
3. 位于山区的接地网，因为埋设于山石中（土壤很少），因此雨水侵蚀，冲刷较平原地区更为严重，会加速材料的敷设，因此需要使用长寿命的接地材料和连接技术，更不可敷设盐水等短暂的降阻措施；
4. 运输困难，接地网建设困难，维护困难，一次性建设成本高，因此应考虑足够的使用寿命，常规钢铁材料虽然原料成本低，但使用寿命短暂，建议使用铜覆钢或者纯铜产品。

移动基站和微波站接地网典型做法



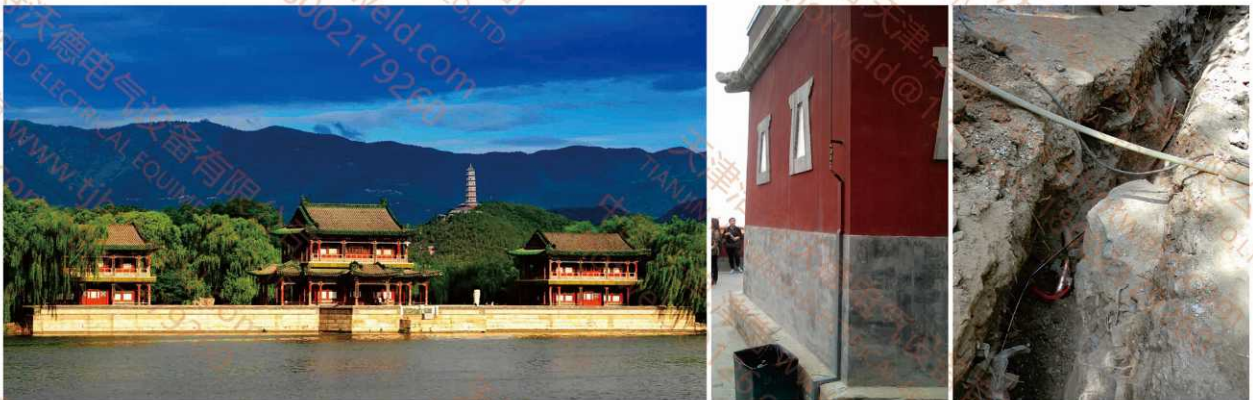
古建筑防雷接地

前言

中国的古建筑物以其独特的结构、无法估量的历史价值在中华民族悠久的发展史上占有特殊地位，是几千年中华文明的宝贵遗产。由于战乱和人为破坏，仅存的文物古迹弥足珍贵，绝大部分已作为旅游地和重点保护文物，例如故宫、颐和园、大雁塔等。与普通民用建筑不同，古建筑物多采用木制结构，雷击能导致古建筑物起火，这将使古建筑大面积遭受损毁，而从本质上讲，现代的防雷接地措施实际上是“引雷”措施，一旦方法不当，将会造成难以估量的损失，因此古建筑防雷接地方案应遵从更为严格、全面、高标准的方式进行。特别是外观和有效使用寿命，应更为重视。

古建筑物防雷接地工程设计、施工中存在的难点

1. 古建筑物避雷针（带）引下线的间距，有时很难达到防雷规范的要求的间距和数量。
2. 较多古建筑物建在崇山峻岭之中，地表多为岩石，土壤电阻率较高，使用常规施工方法和常规接地材料，接地电阻很难达到规范要求。
3. 有些古建筑物的基座高大，并附有很厚的石台阶环绕，安装接地体和接地线困难。
4. 有些古建筑物年久失修，砖瓦破碎，檐木腐烂很难在其上加装防雷装置。



古建筑物防雷接地工程一般原则

1. 古建筑防雷施工需要考虑外观，加装的避雷带、避雷针以及引下线等需要融入于建筑物，与古建结构、形状巧妙地融为一体成为一个整体，不影响外观的同时兼有防雷接地作用。
2. 不同于民用建筑，古建筑物接地引下线多为明敷，安装的位置多为墙角内侧等不明显位置。
3. 绝大部分古建筑物屋顶为琉璃瓦，不允许打孔，安装水泥支撑墩等措施，因此往往采用固定夹等特殊方式。
4. 古建筑物内部弱电设备较少，甚至没有，因此往往很少考虑二次防雷，即感应雷的防护基本无需考虑。以避雷带、避雷针、接地引下线及接地措施组成，其中避雷针应用较少。
5. 由于古建筑物防雷接地要求较高，加之考虑到对周围环境的破坏、甚至工期的因素，能够施工的面积往往较小，且较多古建筑物所处位置土壤多砂石，土壤电阻率较高，因此多采用HOTATI离子接地极等产品，以较小的接地面积，较短的施工时间完成较高的质量要求，当然，这么做的成本略高，但总体上是值得的。
6. 建筑物的防雷接地措施应于建筑物本身的寿命相当，民用设施有效寿命一般为50至70年，而古建筑物防雷接地措施应考虑更久时间，虽然没有明确的规定古建筑防雷接地措施的有效寿命，但一般都按照100年以上考虑，因此古建筑物防雷接地措施多采用纯铜材质制作，包括避雷带、避雷针、接地引下线和接地措施。此外避雷带、接地引下线需要贴合建筑物本身的外形轮廓，而古建筑物外形轮廓较为曲折弯曲，钢材较为坚硬，不易成型下料，而铜较为柔软，易于加工成型，贴合古建筑物的外形轮廓，这也是使用铜材作为防雷接地材料的一个原因。
7. 由于大量使用纯铜材质为防雷接地材料，而常规焊接又不能满足铜材的焊接需求，HOTWELD焊接就成为应用较多的焊接方式。



其他系统 石化系统接地

前言

在我国，除特种行业外，对于接地的认识，大多还停留在学习前苏联，采用钢材接地的阶段，对于全寿命，无安全隐患铜或铜覆钢接地并未完全普及应用。即使是电力、石化对于国计民生如此重要的系统仍未完全普及应用。随着大量企业走出国门，特别是一带一路的开展，越来越多的中国企业开始走出国门，承建海外工程，而海外工程多采用英美国家标准，对于接地的技术要求较之国内工程更加全面、细致和严格。



组成及各部分描述

石化系统防雷接地一般由主接地网、垂直接地部分、等电位连接措施、静电防护及直击雷防护部分组成。

1. 主接地网部分

主接地网一般由纯铜或铜覆钢材料组成水平网格形状，并使用HOTWELD焊接方式连接成整体，对于跨步电位差和接触电位差要求，石化系统除自带的变电站部分以外，要求往往不及高电压变电站严格，因此往往不会将网格敷设的非常均匀，水平接地线往往敷设在距离设备就近位置，这样可以有效缩短接地线长度，减少反射波对设备的损坏。

部分情况主接地网需要预埋，特别是在接地安装前就需要建设的道路、房屋、设备基础等位置。



垂直接地部分

垂直接地极多采用铜覆钢接地棒、纯铜接地棒或HOTALI离子接地极，个别系统会使用特殊接地极，例如考虑到强度可能会使用不锈钢接地极，考虑阴保，可能会使用锌包钢接地极，但无论何种材质，所有的垂直接地极的作用都是一致的，即降低冲击接地电阻。

部分项目会采用接地井作为垂直接地单元，内部配套垂直接地极和连接附件。

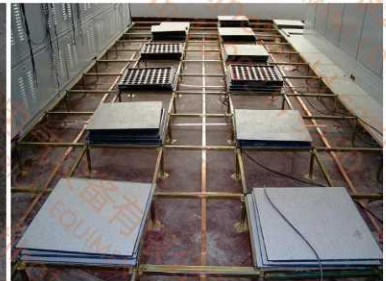


当接地电阻不满足技术要求时，采取包括敷设HOTATI离子接地极、增设垂直接地体、接地降阻剂、接地深井等方式降低接地电阻。



等电位连接措施

- 1.不同区域的接地网通过接地检测井连接，以分别断开后成独立接地网，方便测试。
- 2.接地引上线多采用铜质接地线，带有接地标识，多通过特制端子直接固定于设备接地连接点，设备上没有接地连接点时，需要加装特制的EARTHBOSS。
- 3.个别系统会通过EARTHBUS汇流接地支线后直接与主接地引上线连接。
- 4.室内等电位措施通过均压环实现，多采用铜排组成环网，或“日”字型，以降低不同区域的电位差。
- 5.小型设备多采用等电位端子箱并联，等电位端子箱与来自室外接地网的接地引上线连接。
- 6.仪表接地往往会将不同的接地线（多为小规格）采用并接的方式连接，C型特制连接器及类似的接地等电位连接金具应用较多。
- 7.需要注意的是与国内应用较多镀锌螺栓不同，海外工程中连接螺栓套装多采用不锈钢螺栓或铜螺栓等。



静电防护部分

需要考虑静电防护的部分一般有机房设备间、人体静电释放和装卸油库静电防护几部分。

- 1.静电防护的铜带（铜箔）应采用HOTWELD焊接方式连接，并通过接地引线与室外主接地网连接。
- 2.人体静电释放器可有效释放静电。
- 3.装卸油库中安装固定式静电（报警）释放装置（夹）可有效减少车辆静电。



直击雷防护

直击雷防护往往由避雷带&避雷针等接闪器、明敷接地引线、断接卡（箱）等几部分组成。

- 1.海外工程中接闪器多采用铜质（也有个别采用镀锌钢材），铜质避雷带及明敷接地引线采用HOTWELD焊接方式连接。
- 2.断接卡（箱）分为明敷和暗敷两种，非单一样式，采购前请根据图纸和技术要求咨询公司。
- 3.避雷带支撑卡及避雷针底座及连接金具需要根据项目情况而定。



总结

从我们的供货经验上看，每个项目都有其独特的特点，例如，个别项目会使用带有绝缘层的接地线作为接地主网材料，这在国内是根本不可能的情况。又例如，在阀站，天然气管道附近应采用锌包铜接地体（因为需要充分考虑阴保问题），而不能使用铜覆钢或纯铜产品。

因此很难用一个典型方案来概括，请根据项目的具体情况与我公司联系，结合甲方的要求和现有国际标准的技术要求，我们会帮您推荐合理的建议，并能帮您做辅助设计工作，从而获得具有性价比的产品搭配和安装方案。