

GAOSU TIELU  
ZONGHE JIEDI  
SHIGONG YU JIANYAN  
(LUJI QIAOLIANG SUIDAO BUFEN)

# 高速铁路综合接地施工与检验 (路基、桥梁、隧道部分)

孟宪军 著

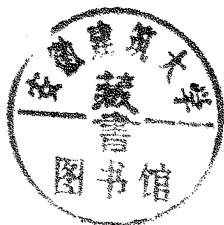


中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

# 高速铁路综合接地施工与检验

## (路基、桥梁、隧道部分)

孟宪军 著



中国铁道出版社

2011年·北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

高速铁路综合接地施工与检验: 路基、桥梁、隧道  
部分/孟宪军著. —北京: 中国铁道出版社, 2011. 11  
ISBN 978-7-113-13554-6

I. ①高… II. ①孟… III. ①高速铁路—接地系统—  
工程施工 ②高速铁路—接地系统—检验 IV. ①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 203822 号

书 名: 高速铁路综合接地施工与检验(路基、桥梁、隧道部分)  
作 者: 孟宪军

---

责任编辑: 曹艳芳                      电话: 010-51873017  
助理编辑: 江新照  
封面设计: 冯龙彬  
责任校对: 胡明锋  
责任印制: 李 佳

---

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 北京市昌平开拓印刷厂

版 次: 2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

开 本: 850 mm×1 168mm 1/32 印张: 7.125 字数: 190 千

书 号: ISBN 978-7-113-13554-6

定 价: 22.00 元

---

## 版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社读者服务部联系调换。

电 话: 市电 (010) 51873170, 路电 (021) 73170 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 63549504, 路电 (021) 73187

# 前 言

在我国高速铁路建设中采用了许多新技术,综合接地防护系统是其中之一。由于综合接地防护系统要在高速铁路线下土建工程中制作完成,让土建施工单位来完成与电气工程有关的施工项目是较为困难的,虽然铁道部系统发布了综合接地的技术文件(包括设计、检验和通用图册),但因缺少相关专业技术管理人员,使高速铁路的综合接地施工开展得并不顺利。针对这一问题,本书作者结合3年来的综合接地工程施工实践,编写了这本工程施工用书,专门介绍了高速铁路建设中路基、桥梁、隧道的综合接地施工技术,系统地讲述这一工程项目的施工与检验,意在帮助土建施工单位在高速铁路的路基、桥梁、隧道工程中做好综合接地施工项目,确保综合接地在高速铁路线路上真正发挥出系统防护电磁干扰和强电侵入的功能。在这里特别感谢参加本书第一章第二节和第四章第二节编写的朱海城和刘春阳。

本书主要供从事铁路综合接地施工的工程管理技术人员和作业人员使用与参考。

著者

2011年7月

# 目 录

<b>第一章 铁路客运专线综合接地</b> .....	1
第一节 高速铁路综合接地系统.....	1
第二节 铁路客运专线站前工程综合接地施工与检验 .....	13
<b>第二章 路基综合接地</b> .....	39
第一节 贯通地线电缆 .....	39
第二节 路基地段综合接地 .....	68
<b>第三章 桥梁综合接地</b> .....	89
第一节 承台的综合接地 .....	89
第二节 墩(台)身的综合接地.....	105
第三节 梁的综合接地.....	131
<b>第四章 隧道综合接地</b> .....	167
第一节 隧道人工接地体.....	167
第二节 隧道二次衬砌接地.....	190

# 第一章 铁路客运专线综合接地

## 第一节 高速铁路综合接地系统

### 一、综合接地系统概述

#### 1. 铁路客运专线综合接地系统概念

将铁路沿线的牵引供电、电力供电、信号、通信及其他电子信息系统、道床、桥梁、隧道、声屏障、站台、沿线 20 m 范围内的建筑物等需接地的设施,通过贯通全线的地线电缆连成一体的接地系统。

#### 2. 铁路客运专线综合接地系统功能

综合接地系统是我国铁路客运专线所特有的安全防护系统,主要针对雷击、电磁干扰、牵引供电回流对铁路客专线上的设施和人员的侵害。能够做到有强电磁侵入时能够在侵入点处最小的范围内,将入侵的有害电量安全地释放到大地中。另外,通过这一贯通全线的安全防护系统,将整个铁路客运专线的设施钳制在同一电位上,防止电磁干扰造成电位差,侵害线路上的人员和设施,保证线路上的各种电气设施的安全使用。

#### 3. 综合接地系统构成

综合接地系统构成如图 1-1 所示。

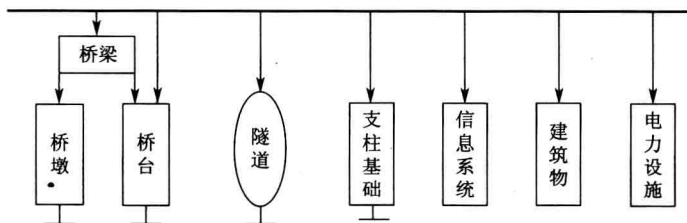


图 1-1 综合接地系统构成示意图

#### 4. 站前线下工程综合接地系统中的术语

贯通地线——沿铁路敷设的连接各种设备、设施的接地电缆。

接地极——埋入地下的金属接地体，可与大地有良好的电位接触。

接地端子——将钢筋混凝土或基础内的接地设施引出其表面的不锈钢螺母，是专用于综合接地连接的装置。

接地设施——需要接地的装置和设备。

接地连接——用焊接、压接和连接线等将各种综合接地设施连通。

综合接地专用结构钢筋——按设计要求选用的结构钢筋。

## 二、综合接地在站前工程上的制作

综合接地在铁路客专线的线下工程中的制作，是利用接触网基础、桥梁、墩台、隧道的结构钢筋做接地连通和接地地极的。按照铁集成〔2006〕220号文件和铁路客运专线的设计文件要求，综合接地的结构钢筋应满足强电侵入后通流和泄流的要求，做到泄流的各接地极对地电阻不大于 $1\ \Omega$ ，通流过程中各种接地连接的专用结构钢筋要有足够的截面（包括焊接连接部位）保证通流。同时要做好各部位的接地端子，以便保证各建筑体与贯通电缆可靠连接，构成综合接地系统。

铁路客专线综合接地系统在线下工程中的接地极：

路基部分：接触网基础（利用其结构钢筋做接地极）。

桥梁部分：墩、台基础（利用桩身和底板的结构钢筋做接地极）。

隧道部分：初级支护锚杆和仰拱底板（利用其锚杆和结构钢筋做接地极）。

## 三、铁路客运专线站前工程综合接地系统的构成

### 1. 路基综合接地构成

路路段综合接地的接地极是由贯通地线电缆和接触网支柱基

础内的结构钢筋组成,通过压接的分支地线电缆而相互连通构成的。贯通地线电缆埋在基底表层设于路基两侧,每隔 500 m 做一次横向连接。具体结构如图 1-2 所示。

## 2. 桥梁综合接地构成

桥梁综合接地的接地极分别为:在扩大基础的底板钢筋网中焊接成的接地网;桩基础是将每个桩内的结构钢筋连接起来,做成接地极。然后通过桥墩、桥台内的结构钢筋做综合接地连接,用接地端子引接到墩帽和台顶混凝土表面上,再经过不锈钢连接线与梁底面综合接地端子相连接,通过梁内的综合接地专用结构钢筋的相互连接焊接后,再由接地端子引出梁面。然后通过 L 形连接器和不锈钢连接线将这些接地端子分别与电缆槽内的贯通地线电缆、轨面上的轨道板、边墙上的风障屏以及接触网支柱等相连接,构成一个完整桥梁综合接地单元,将每孔桥的综合接地单元连接就形成了防护系统。如图 1-3 所示。

## 3. 隧道综合接地构成

用于释放电能的接地极在隧道内有两种制作形式,一种是在Ⅲ~Ⅵ类围岩隧道的初期支护施工中,将每个施工段内的一处横向排列锚杆,用一根横向钢筋或钢构架连接到防护墙上;另一种是在Ⅰ、Ⅱ类围岩隧道中,将底板钢筋网中的最底层结构钢筋焊接成接地网,通过结构钢筋引接到防护墙上。隧道二次衬砌时在每一浇筑段中,利用内层的纵向结构钢筋连接成综合接地防护栅(当设计设有接触网吊装槽道时,应将综合接地专用纵向结构钢筋与这双铝合金吊装槽道连通焊接),再通过横向结构钢筋引接到防护墙上,最后由两侧防护墙内的纵向钢筋将各处引来的综合接地钢筋汇接到一起,由不锈钢端子引出电缆槽底面,完成一个隧道综合接地单元。各个隧道综合接地单元通过两侧电缆槽内不锈钢端子同贯通接地电缆连接形成防护系统。具体构成如图 1-4~图 1-6 所示。



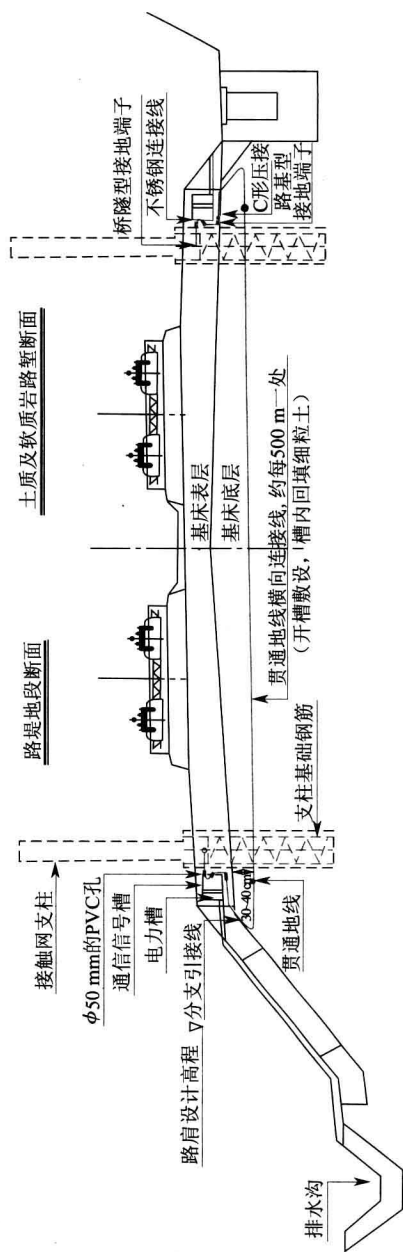


图1-2 路堤、土质及软质岩路堑地段综合接地示意图

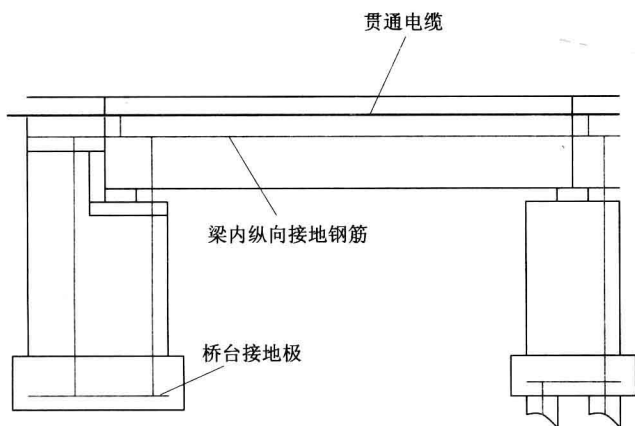


图 1-3 桥梁综合接地防护系统

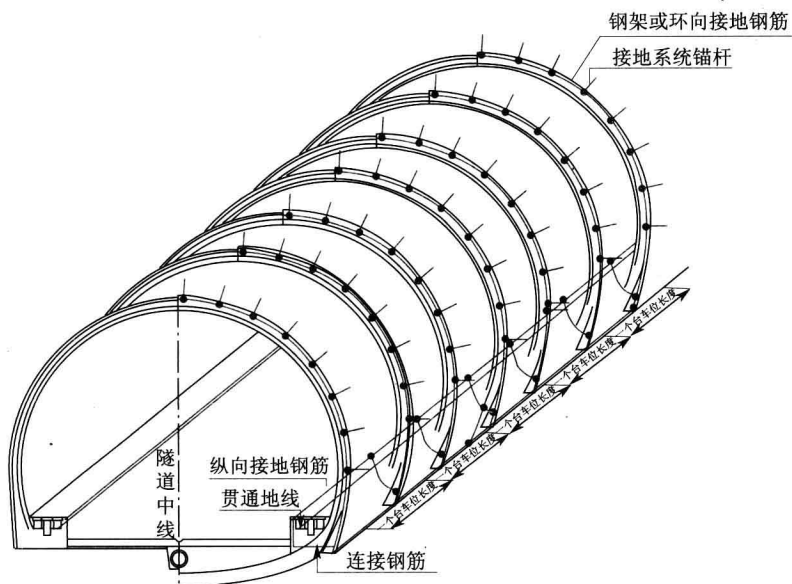
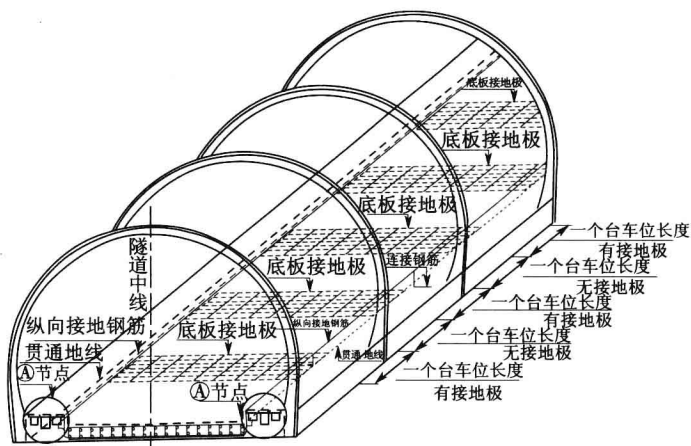
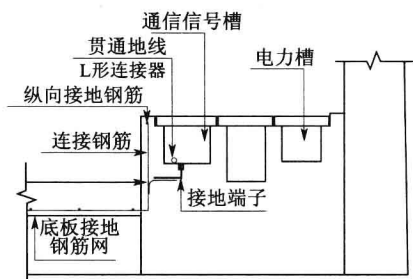


图 1-4 初期支护接地极投影关系图



(a)隧道底板接地极投影关系图



(b)A节点详图

图 1-5 底板接地极投影关系图

#### 四、铁路客运专线站前工程综合接地施工的有关文件

- (1)铁道部《关于印发〈客运专线综合接地技术实施办法(暂行)〉的通知》(铁集成[2006]220号)。
- (2)《铁路防雷、电磁兼容及接地工程技术暂行规定》(铁建设[2007]39号)。
- (3)《铁路综合接地系统》(通号[2009]9301)通用参考图。
- (4)站前工程中路基、桥梁、隧道等相关施工设计图纸及文件。

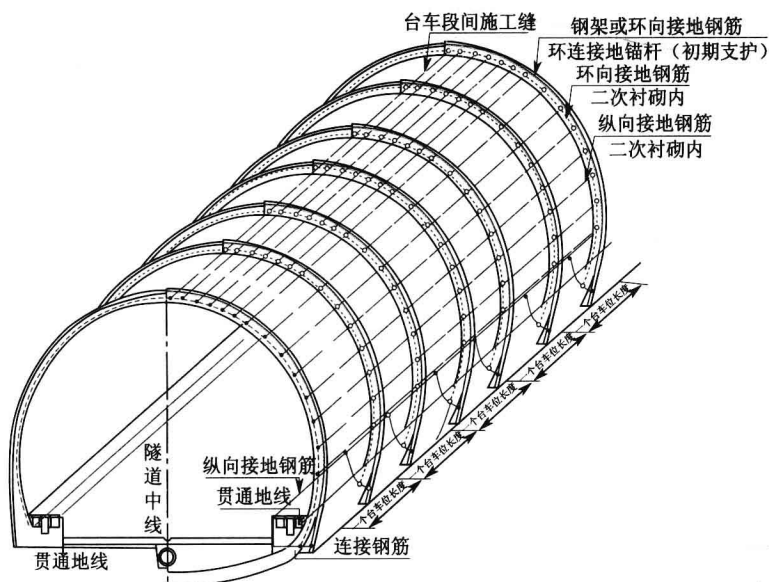


图 1-6 隧道接触网闪络保护接地方案图

## 五、铁路客运专线站前工程综合接地施工的主要器材

用于铁路客运专线站前工程综合接地的构配件，主要由地线电缆、接地端子、接地连接线、连接器等组成。通过这些构配件将线路旁的贯通电缆与路基下接地极、桥墩下接地极和隧道内接地极连通起来形成一个接地安全防护系统。下面分别介绍这些构配件在铁路客运专线站前工程中使用的部位、功能和类型。

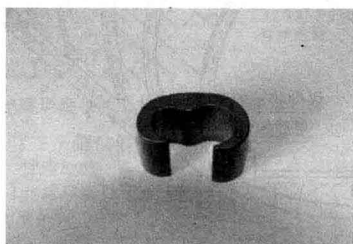
### 1. 综合接地贯通地线

综合接地贯通地线是使用多股铜芯电缆制作的，电缆的护套内含有灰素成分良好的导体。这条电缆设于线路两侧，路基段埋于电缆槽下方的基底浅层中，距槽底 300~400 mm。桥梁和隧道区段设于两侧电力电缆槽内，贯通于整个铁路客运专线。主要功能是在全线上将各专业的接地设施连接在一起，形成一个完整的系统，使整个线路始终处于大地的同一个电位。另外，不论电气化牵引放电还是大自然的雷害以及各种电磁干扰，都能通过这

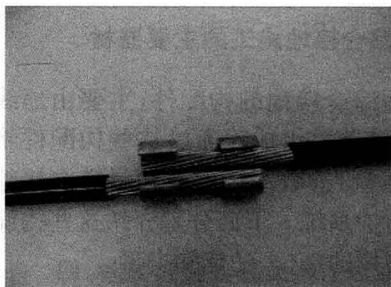
个安全防护系统,将有害电能在当地瞬间释放到大地中,使线路上的各类设施能够正常运行,人身的安全有保障。地线的规格是: DHS-1×35(其中:35 是单芯电缆线总截面  $35 \text{ mm}^2$ , 环保型贯通地线),一般综合接地贯通电缆的芯线总截面分为  $25 \text{ mm}^2$ 、 $35 \text{ mm}^2$ 、 $70 \text{ mm}^2$ ,施工时应按设计要求选用。

## 2. 连接器及压接件

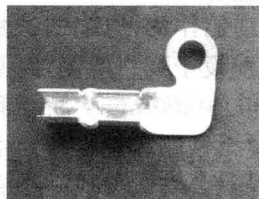
用于综合接地系统连接的构件称为连接器,有 C 形连接器、L 形连接器两种类型,如图 1-7 所示。



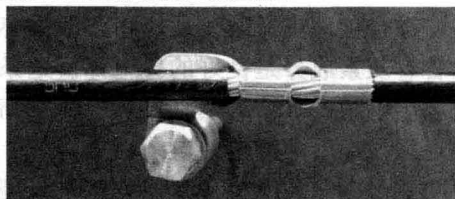
(a) C形连接器



(b) C形连接器在贯通地线上的使用方式及压接钳



(c) L形连接器



(d) L形连接器在贯通地线上的使用方式

图 1-7 两种连接器

C形连接器是钢质构件,主要用于贯通地线电缆的接续,分支地线电缆的引出和综合接地系统中各类接地设施接入贯通地线的连接,是地线电缆之间专用的连接器。C形连接器的连接安装需要使用12 t压力的压接钳安装,其规格有:LJQC-25、35、70。使用时必须与地线电缆规格相配套,压接的C形连接器规格与电缆线径规格应是一致的。

L形连接器是电镀钢质构件,主要用于贯通地线电缆与接地端子的连接。L形连接器在与电缆连接安装时需要使用压接钳,其规格有:LJQS-25、35、70。使用时必须与地线电缆规格相配套。

### 3. 接地连接线

用于综合接地设施间连接的接地连接线是由不锈钢制成的,具有较高的耐腐蚀性能,适用于桥墩与梁间连接、无砟轨道板的板间连接、无砟轨道板(每 $<100$  m间隔)与综合接地系统(路基段与接触网支柱基础上的接地端子、桥隧段与防护墙上的接地端子)连接、轨旁设备与综合接地系统间连接、接触网支柱基础接地端子与电缆槽内接地端子的连接。不锈钢连接线样式如图1-8所示。

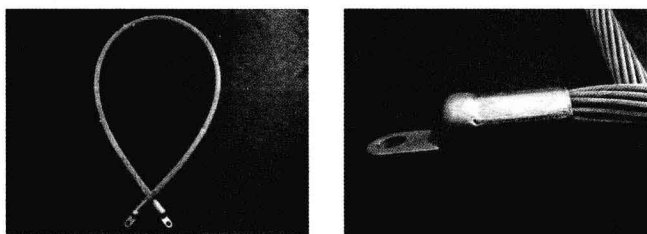


图 1-8 不锈钢连接线

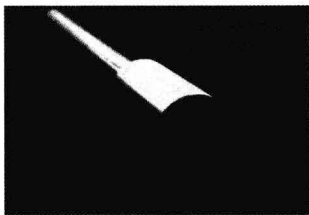
不锈钢连接线采用 GB/T 9944 中规定的单线直径不大于 0.65 mm 的不锈钢丝绞合而成,当所用线路区段的电气化牵引电流大于 25 kA 时,必须使用总截面面积不小于  $200 \text{ mm}^2$  的不锈钢连接线,否则使用  $120 \text{ mm}^2$  的不锈钢连接线。安装施工时可根据连接距离,向供货厂商订购不同长度的不锈钢连接线。

#### 4. 接地端子

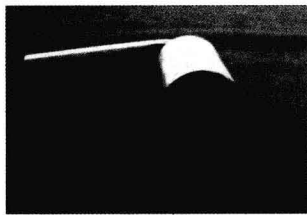
接地端子是将混凝土内的综合接地专用结构钢筋的连接引出混凝土表面,并与其他综合接地设施进行连接的构件。露于混凝土表面的部分是由不锈钢材质制成的,一方面不锈钢材质的端子顶面露于混凝土表面永久不会锈蚀,保证与其他综合接地设施长期有效连接。另一方面可以保护混凝土内的综合接地专用结构钢筋,使之与外界隔绝不会遇水锈蚀腐断,使混凝土内的综合接地设施的有效使用寿命同混凝土一致。接地端子的不锈钢部件长度正是混凝土保护层的最小厚度。安装时应将端子的不锈钢部分全部埋设在混凝土内,不锈钢端子与混凝土间应完全结合不应有任何物质隔离。端子孔面一侧应与混凝土表面一致。端子后面的钢筋应与混凝土内的综合接地结构钢筋可靠焊接连接上。

综合接地端子共有两种类型,一种是与综合接地专用结构钢筋焊接的接地端子,另一种是与综合接地电缆连接的接地端子。

(1)与综合接地专用结构钢筋焊接的接地端子,都用于桥梁、桥墩、隧道以及接触网支柱基础综合接地,称为桥隧型端子。型号有:DZY-1、DZY-2。它的后部钢筋为便于焊接安装,设计为弯、直两种,如图 1-9 所示。



(a)单孔直型端子:DZY-1



(b)单孔直角杆端子:DZY-2

图 1-9 综合接地专用结构钢筋焊接的接地端子

接地端子的不锈钢端子头部长度不小于 45 mm,外径不小于 30 mm,其中端子头前端 M16 孔内加工成螺纹,螺纹深度不小于

25 mm, M16 螺孔加装塑料封头, 安装过程中不要拿掉防止被堵; 不锈钢端子头后端连接一段总长度不小于 150 mm 的  $\phi 16$  钢筋, 连接钢筋分为直杆和直角杆两种, 连接钢筋必须与顶部螺纹腔隔离, 隔离长度不小于 5 mm。连接钢筋的长度可以根据施工的实际情况确定。

用于桥梁、隧道以及接触网支柱基础综合接地的端子, 与桥梁及其他混凝土建筑内设置的接地钢筋焊接, 焊接长度应满足铁集成〔2006〕220 号文件规定。

(2) 与综合接地电缆连接的接地端子, 都用于安设在电缆槽上。安装时端子孔面与混凝土表面平齐, 后部与地线电缆压接连接在一起, 称为路基型端子。型号有: DZP-1、DZP-2。它的后部与电缆压接, 规格有:  $\phi 25$ 、 $\phi 35$ 、 $\phi 70$ , 杆为便于安装设计为弯、直两种, 如图 1-10 所示。

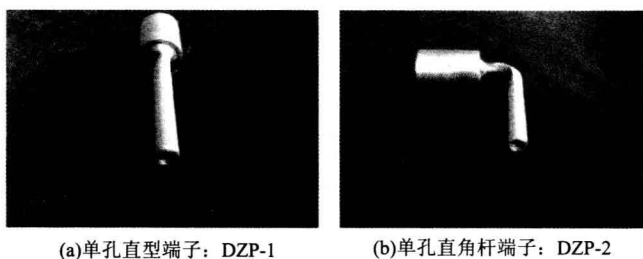


图 1-10 综合接地电缆连接的接地端子

### 5. M16 防盗螺栓

不锈钢防盗螺栓适用于接地系统中线鼻子、L 形连接器等与接地端子的栓接。不锈钢防盗螺栓具有较高的耐腐蚀性能及相对的防盗性能。型号: FDLS-M16 $\times$ L, 具体的样品如图 1-11 所示。

### 6. 线鼻子

综合接地支线电缆的端部, 凡是用螺栓紧固的连接都要在综合接地支线电缆的端部安装压线线鼻子, 线鼻子根端压线管内径共分为:  $\phi 25$ 、 $\phi 35$ 、 $\phi 70$ 。线鼻子形状如图 1-12 所示。



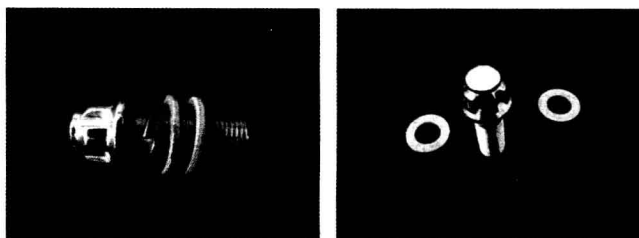


图 1-11 M16 防盗螺栓

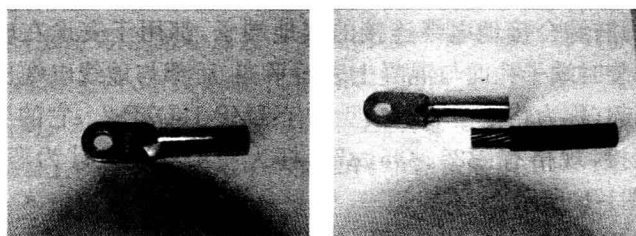


图 1-12 线鼻子

### 7. 防水防腐自粘胶带

防水防腐自粘胶带如图 1-13 所示,主要应用于贯通地线接续处、分支引接处等接头部位对压接后裸露的铜导体、连接器进行防水防腐处理,避免导体受到环境的腐蚀,保障综合接地系统长期安全可靠性能。

施工过程中不需要借助任何工具,只需简单绕包就可以形成一层粘接牢固、强度很高的完整保护层,胶带自粘成为一体,对接头处具有极好的防腐和防水作用。

产品正常工作环境为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 。规格型号:FSJD。防水防腐自粘胶带表观性能应符合表 1-1 的规定。



图 1-13 防水防腐自粘胶带