石油化工仪表接地设计规定

Code for the design of instrument grounding for petrochemical industry

叶向东

中国石化工程建设公司

几个问题

- 仪表，或者说电子电路一定要接大地吗？为什么？
- 接地与接大地是一回事吗？为什么？
- 仪表有几种接地？有哪些作用？
- 如果需要接地，采用什么方式？接地电阻应多大？
- 如果不需要接地，有什么条件？注意什么？
- 仪表接地应遵循什么标准？

标准

- 中华人民共和国石油化工行业标准
- 石油化工仪表接地设计规范
- **SH/T 3081-2003**
- **2004-03-10 发布**

石油化工仪表接地设计规定

- 1 概述
- 2 保护接地
- 3 工作接地
- 4 本安系统接地
- 5 防静电接地
- 6 防雷接地
- 7 接地系统连接
- 8 系统接线
- 9 接地电阻

1　概述

- 保证仪表及自动控制系统的用电安全及可靠运行
- 提高仪表及自动控制系统接地设计水平
- 适用于石油化工企业仪表及自动控制系统工程的接地系统设计：
  - 仪表
  - 分散型控制系统（DCS）
  - 可编程序控制器（PLC）
  - 安全仪表系统（SIS）
  - 火灾及可燃气体和有毒气体检测报警系统（F&G）
  - 过程控制计算机系统（PCCS）等

范围

- 主要章节
  - 仪表接地分类
  - 接地方法
  - 接地系统
  - 接地连接方法
  - 接地系统接线
  - 接地电阻

范围

- 标准涉及的仪表及控制系统接地种类
  - 保护接地
  - 工作接地
  - 本安系统接地
  - 防静电接地
  - 防雷接地

范围

- 标准中的仪表是广义的，包括各种类型的用电仪表及按钮、开关、继电器等电器
- 按保护接地、工作接地（仪表信号回路接地、本质安全系统接地、屏蔽接地）、防静电接地和防雷接地等分类进行规定
- 规定了仪表及控制系统接地与电气专业的低压配电系统接地合一
- 规定了仪表及控制系统的保护接地、工作接地（仪表信号回路接地、本质安全系统接地、屏蔽接地）、防静电接地和防雷接地共用接地装置

石油化工仪表接地设计规定

- 1 概述
- 2 保护接地
- 3 工作接地
- 4 本安系统接地
- 5 防静电接地
- 6 防雷接地
- 7 接地系统连接
- 8 系统接线
- 9 接地电阻

2 保护接地

- 仪表及控制系统保护接地的定义和概念
  - 规定和方法应当是统一的
- 按电气专业的有关标准规范和方法进行设计
- 保护接地（也称为安全接地）是为人身安全和电气设备安全而设置的接地
- 保护接地的内容
  - 仪表及控制系统的外露导电部分，正常时不带电，在故障或非正常情况时可能带危险电压，这样的设备均应实施保护接地
- 仪表及控制系统的保护接地属于低压配电系统接地，所以应按电气专业的有关标准规范和方法进行
- 应接入电气专业的低压配电系统接地网，即等电位共用接地网

2 保护接地

- 控制室用电应采用TN-S系统，整个系统中，保护线PE与中线N是分开的
  - TN表示系统有一点直接接地，装置外露导电部分用保护线与该点相接
- 低于36V供电的仪表，可不作保护接地，但有可能与高于36V电压设备接触的除外
- 当安装在金属仪表盘、箱、柜、框架上的仪表，与已接地的金属仪表盘、箱、柜、框架电气接触良好时，可不作保护接地
- 仪表电缆槽、电缆保护金属管可直接焊接在或用接地线连接在附近已接地的金属构件或管道上，但不得接至输送可燃物质的金属管道
- 仪表电缆槽、电缆保护金属管的连接处，应进行可靠的导电连接
- 仪表及控制系统的保护接地系统应实施等电位连接

石油化工仪表接地设计规定

- 1 概述
- 2 保护接地
- 3 工作接地
- 4 本安系统接地
- 5 防静电接地
- 6 防雷接地
- 7 接地系统连接
- 8 系统接线
- 9 接地电阻

3 工作接地

- 仪表及控制系统工作接地包括：
  - 仪表信号回路接地
  - 本质安全系统接地
  - 屏蔽接地
- 本标准的仪表及控制系统工作接地不适用于仪表及控制系统内部的电路板的接地设计
- 正确的接地是消除干扰的重要措施
- 仪表工作接地是仪表及控制系统的公共电位参考点
- 所谓逻辑地、参考地、信号地，都是一个公共电位的参考点，有的电路中，参考点还不止一个

3 工作接地

- 仪表信号分隔离信号与非隔离信号，接地的方式和原则不一样
- 隔离信号可以不接地
  - 每一输入信号（或输出信号）的电路与其它输入信号（或输出信号）的电路是绝缘的、对地是绝缘的
  - 电源是独立的、相互隔离的
- 非隔离信号应接地
  - 通常以直流电源负极为参考点
  - 信号分配均以此为参考点

3 工作接地

- 仪表工作接地的原则为单点接地
- 如果一条线路上的信号源和接收仪表都不可避免接地，则应采用隔离器将两点接地隔离开
- 虽然工作接地和保护接地最终是连接到一起的，但仪表工作接地与保护接地应分别连接汇总板，不应混接
- 仪表工作接地的连线在接至总接地板之前，各接地线、接地分干线、接地干线、接地汇流排等除正常的连接外，都应当是绝缘的
- 最终与接地体或接地网的连接是从总接地板单独接线的
- 接地工程设计时应当注意避免设备工作时在地线上产生电压降，对信号产生干扰

3 工作接地

- 电子电路决不是离开接地就无法工作，相反，很多电子电路是浮空工作的，与大地是绝缘的
- 无论是什么电路或电子设备，高频或低频，通信的或信息的……
- 非隔离信号
  - 24VDC电源负极为参考点，信号分配均以此为参考点
  - 电路的共模抑制电压很小，接地是消除共模干扰的主要措施
- DDZ-Ⅲ型仪表、I系列仪表、YS80系列仪表等有隔离输入、输出的仪表也有非隔离输入、输出的仪表，接地连接是不一样的
  - 例如：EK系列仪表是典型的公共接地仪表
- 工作接地并不能完全消除干扰，电信号传输的抗干扰是一门综合学科，应根据具体情况采用多种适当方法

屏蔽接地

- 信号屏蔽电缆接地为单点接地
- 信号屏蔽电缆的屏蔽层应根据信号源和接收仪表的不同情况采用不同接地
  - 当信号源接地时，信号电缆的屏蔽层应在信号源端接地
  - 否则，信号电缆的屏蔽层均应在信号接收仪表一侧接地
- 现场仪表接线箱两侧的电缆屏蔽层应在箱内用端子或其它连接方式连接
- 屏蔽层仅一端做等电位连接，另一端悬浮时，只能防静电感应，防不了磁场强度变化感应的和电磁场产生的干扰电压
- 如果要减少磁场和电磁场产生的干扰电压
  - 采用有绝缘隔开的双层屏蔽
  - 外屏蔽层应至少在两端做等电位连接
- 外屏蔽层构成接地连接环路，在干扰磁场和电磁场中产生感应电流，产生减低源磁场的磁通，从而抵消干扰

石油化工仪表接地设计规定

- 1 概述
- 2 保护接地
- 3 工作接地
- 4 本安系统接地
- 5 防静电接地
- 6 防雷接地
- 7 接地系统连接
- 8 系统接线
- 9 接地电阻

4 本安系统接地

- 采用隔离式安全栅的本质安全系统，不需要专门接地
- 而采用齐纳式安全栅的本质安全系统则应设置接地连接系统
- 齐纳式安全栅的本质安全系统接地与仪表信号回路接地是分不开的，归类为仪表工作接地
- 本安系统接地的工作原理和作用类似于保护接地
- 齐纳式安全栅的接地汇流排或接地导轨必须与直流电源的公共端相连接
- 对直流电源供电的仪表，为使安全栅能在直流电源故障时实现对危险场所的保护，安全栅接地必须与直流电源的公共端相连接
- 为使安全栅能在交流电源故障时实现对危险场所的保护，安全栅接地又必须与交流供电的中线相连

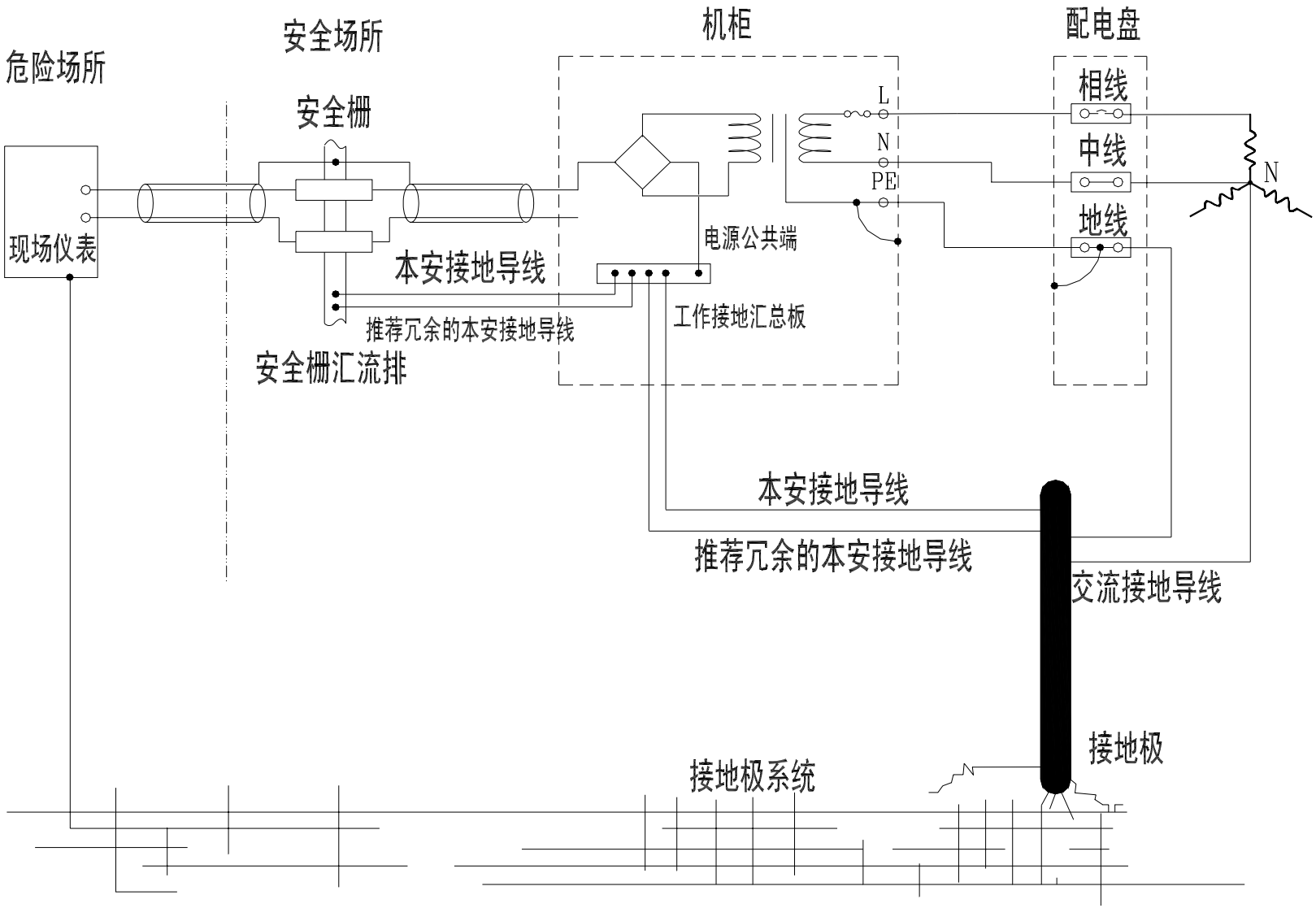
4 本安系统接地

- 这决定了安全栅接地最终应是电气系统接地
- 安全栅接地汇流排与交流供电的中线起始点相连的最简单可靠的方法是用导线连接
- 采用单独接地的方法是不合适的
- 齐纳式安全栅的接地汇流排通过接地导线及总接地板最终应与交流电源的中线起始端相连接
- 为检测本安系统接地连接电阻，齐纳式安全栅的接地连接导线为两根
- 《危险场所仪表的接地实施 第一部分：本质安全》ISA-RP12.6中规定了安全栅接地汇流排与交流电源的中性点相连接，并共用接地装置

4 本安系统接地

- 齐纳式安全栅的本安系统接地连接示意图引自《危险场所仪表的接地实施 第一部分：本质安全》ISA-RP12.6
- 标准给出了三种图示，本规定引用了其中一种

本安系统接地连接图


危险场所
安全场所
机柜
配电盘
安全栅
现场仪表
L
N
PE
相线
中线
地线
N
电源公共端
本安接地导线
工作接地汇总板
推荐冗余的本安接地导线
安全栅汇流排
本安接地导线
推荐冗余的本安接地导线
交流接地导线
接地极
接地极系统

石油化工仪表接地设计规定

- 1 概述
- 2 保护接地
- 3 工作接地
- 4 本安系统接地
- 5 防静电接地
- 6 防雷接地
- 7 接地系统连接
- 8 系统接线
- 9 接地电阻

5 防静电接地

- 静电对电子电路的影响和危害是比较严重的
- 安装DCS、PLC、ESS等设备的控制室、机柜室、过程控制计算机的机房，宜考虑防静电接地
- 这些室内的导静电地面、活动地板、工作台等应进行防静电接地
- 凡作了保护接地和工作接地的仪表和设备，不必再另作防静电接地
- 静电放电的特点
  - 高电压、小电流、短时间
- 抑制或消除静电放电应采取多种措施
  - 尽量避免产生静电外
  - 及时泄放静电是有效手段之一

5 防静电接地

- 仪表及控制系统的防静电接地比较简单
- 静电导体对地的泄放电阻通常是10^4欧姆～10^6欧姆数量级
- 很多相应的规范、资料规定用于静电接地的电阻为100欧姆
- 控制系统防静电接地应与保护接地共用接地系统
- 电气保护接地线可用于静电接地线
- 不应使用电气供电系统的中线作防静电接地

石油化工仪表接地设计规定

- 1 概述
- 2 保护接地
- 3 工作接地
- 4 本安系统接地
- 5 防静电接地
- 6 防雷接地
- 7 接地系统连接
- 8 系统接线
- 9 接地电阻

6 防雷接地

- 当仪表及控制系统的信号线路从室外进入室内后，设有雷电浪涌防护器或其它需要防雷接地连接的场合，应实施防雷接地连接
- 仪表及控制系统防雷接地应与电气系统防雷接地系统共用，但不得与独立避雷装置共用接地装置
- 若无可共用的电气专业防雷接地系统，应向电气专业提出设计要求，由电气专业设计
- 在仪表电缆槽、仪表电缆保护管进入控制室处，应与保护接地装置相连
- 仪表电缆保护管、仪表电缆铠装层应在两端接地处
- 控制室内的雷电浪涌防护器应与防雷电浪涌的接地装置相连

6 防雷接地

- 现场仪表的雷电浪涌防护器应与现场的接地装置相连
- 仪表及控制系统防雷接地仅是仪表及控制系统防雷工程的一个组成部分
- 本标准不是仪表防雷工程设计的规定，所以仅规定了仪表防雷接地的内容
- 仪表供电系统的防雷保护及接地连接由电气专业按有关规范实施

6 防雷接地

- 国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057提供了很好的依据和参考，规定了防直击雷、防雷电感应和防雷电波侵入
- 标准第六章作了信息系统防雷击电磁脉冲的规定，其中规定了屏蔽、接地和等电位连接的要求
- 外部防雷就是防直击雷
- 内部防雷包括防雷电感应、防反击、防雷电波侵入和防生命危险，
  - 规定的方法有：屏蔽、接地、等电位连接、合理布线、浪涌防护器等
  - 规定的接地连接方法是等电位连接
- 防雷接地装置应由电气专业按GB50057的规定设置

石油化工仪表接地设计规定

- 1 概述
- 2 保护接地
- 3 工作接地
- 4 本安系统接地
- 5 防静电接地
- 6 防雷接地
- 7 接地系统连接
- 8 系统接线
- 9 接地电阻

7 接地系统连接

- 接地装置
  - 接地极
  - 接地总线（接地总干线）
  - 总接地板（总接地端子、接地母排）组成
  - 系统简单的情况下，保护接地汇总板可与总接地板合用
- 接地系统
  - 由接地装置
  - 接地干线
  - 仪表工作接地汇总板
  - 保护接地汇总板
  - 接地分干线
  - 各类接地汇流排（条）等组成

7 接地系统连接

- 仪表及控制系统的工作接地、保护接地、防雷接地应与电气专业的低压配电系统合用接地装置
- 接地装置的设计应按电气专业的有关标准规范和方法进行
- 仪表及控制系统的接地连接采用分类汇总，最终连接的方式
- 保护接地汇总板和总接地板可以分别设置，也可以合用
- 直流电源的负端必须接到本机柜的工作接地汇流排，不设工作接地汇流排的情况可经工作接地分干线接到工作接地汇总板上
- 信号屏蔽电缆的屏蔽层接地时
  - 将信号屏蔽电缆的屏蔽层汇接到工作接地汇流排
  - 经工作接地分干线接到工作接地汇总板
- 工作接地汇流排可有多个

7 接地系统连接

- 保护接地：
- 仪表及控制系统保护接地的各分干线宜汇接到保护接地汇总板，再由保护接地汇总板接到总接地板上
- 当保护接地汇总板和总接地板合用时，保护接地的各分干线直接接到总接地板上
- 仪表及控制系统交流供电中线的起始端应经保护接地干线接到总接地板上
- 总接地板经接地总干线接到接地极

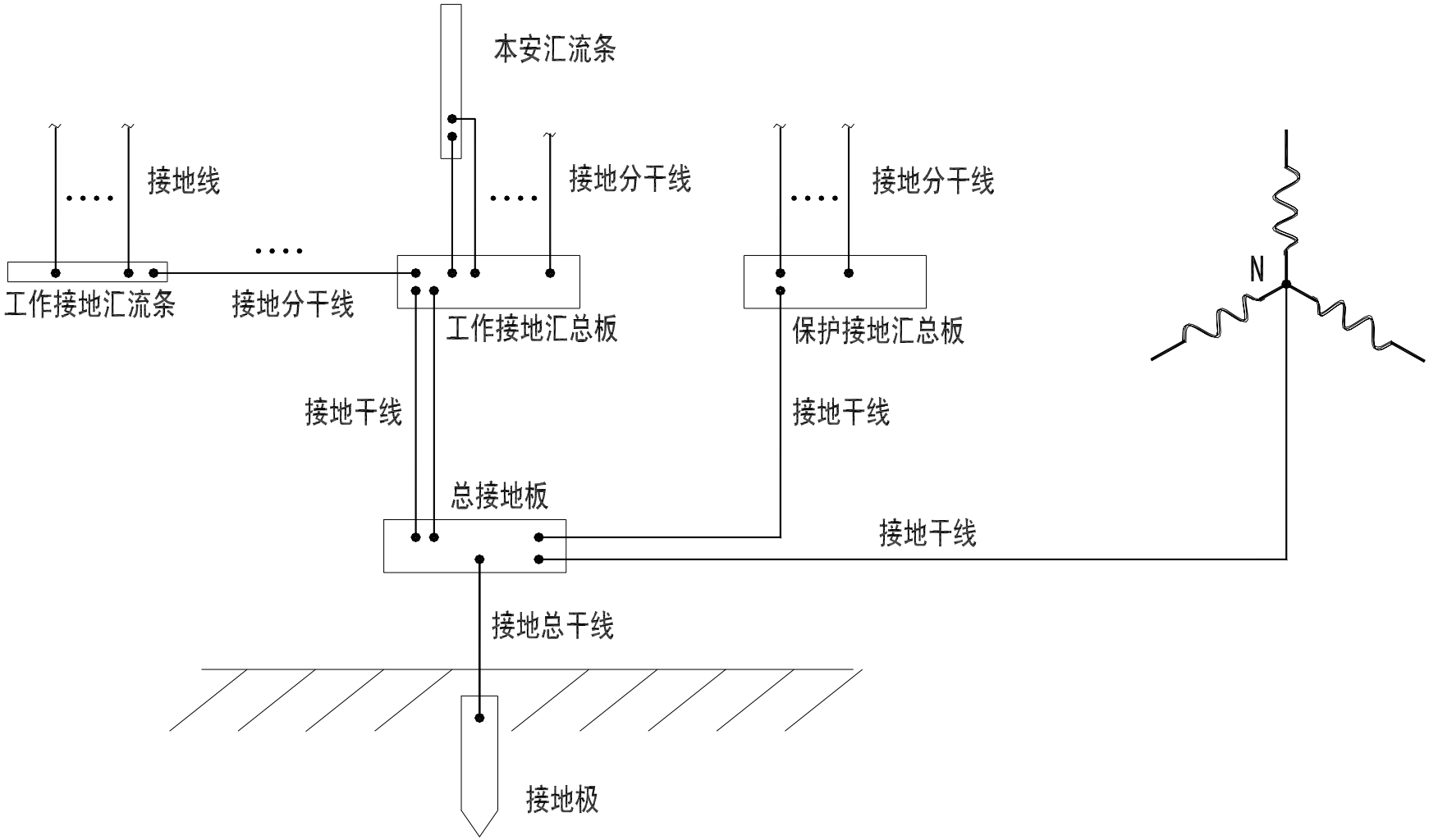
7 接地系统连接

- 工作接地：
- 仪表及控制系统工作接地的各分干线应分别接到工作接地汇总板
- 工作接地汇总板经两根单独的工作接地干线接到总接地板
- 当有多个仪表工作接地时
  - 先将各仪表的工作接地线分别接到工作接地汇流排或接地端子排
  - 再经工作接地分干线接到工作接地汇总板
- 仪表信号公共点接地、DCS、PLC、ESD的非隔离输入的接地等
  - 应分别单独接到连接端子排或汇流排上
  - 然后通过接地分干线接到工作接地汇总板上

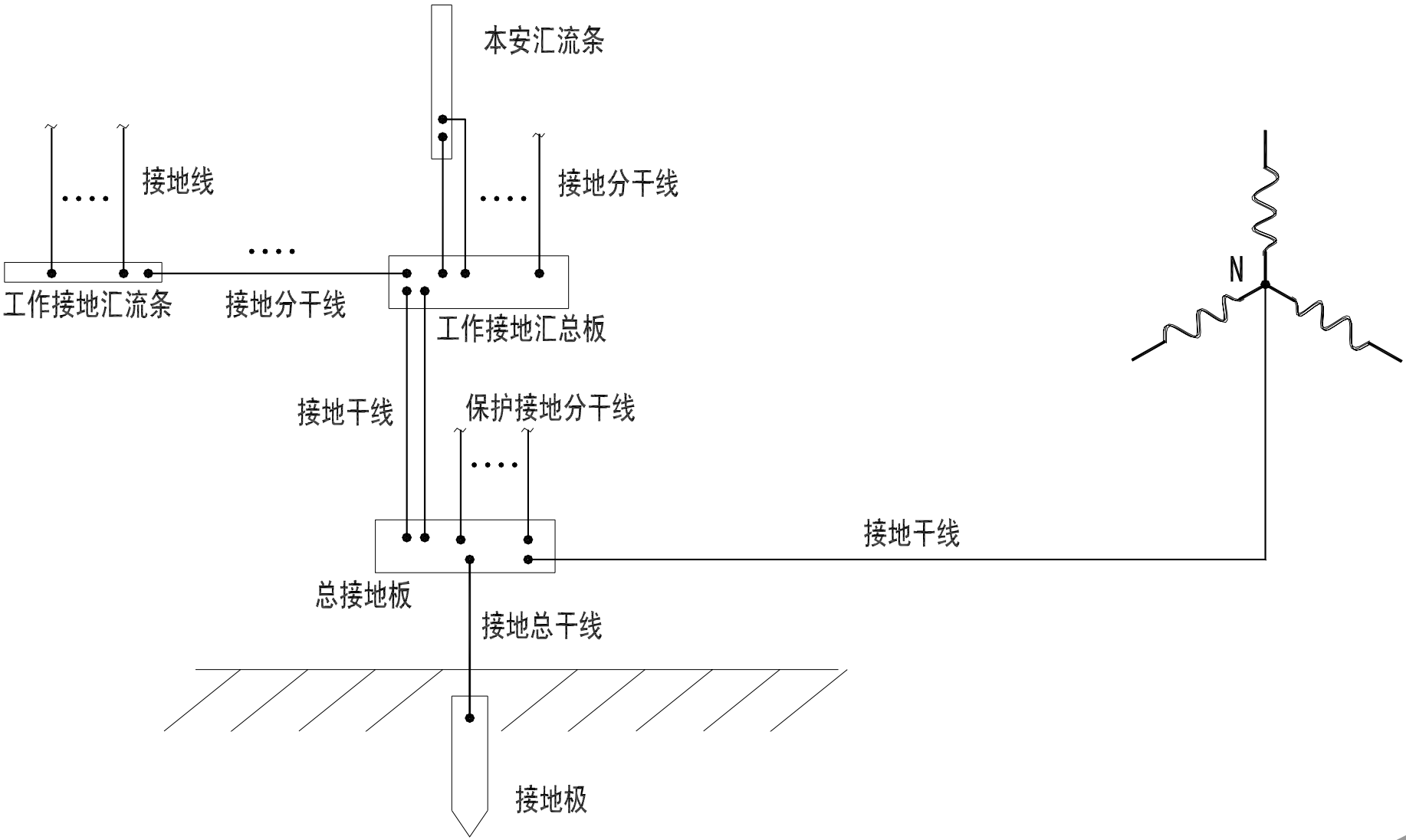
本安系统接地连接

- 齐纳式安全栅的各接地汇流排可直接接到本机柜的工作接地汇流排，再经工作接地分干线接到工作接地汇总板
- 每个汇流排的接地线宜使用两根单独的导线
- 齐纳式安全栅的各接地汇流排也可分别经工作接地分干线接到工作接地汇总板
- 每个汇流排的工作接地分干线宜使用两根单独的导线
- 齐纳式安全栅的各接地汇流排也可由工作接地分干线串接，两端应分别经工作接地分干线接到工作接地汇总板
- 在有齐纳式安全栅的本安系统中，直流电源的负端必须接到本机柜的工作接地汇流排或安全栅汇流排上

仪表及控制系统接地连接示意图



保护接地汇总板和总接地板合用的接地连接示意图



石油化工仪表接地设计规定

- 1 概述
- 2 保护接地
- 3 工作接地
- 4 本安系统接地
- 5 防静电接地
- 6 防雷接地
- 7 接地系统连接
- 8 系统接线
- 9 接地电阻

8　系统接线

- 接地系统的导线应采用多股绞合铜芯绝缘电线或电缆
- 接地系统的各接地汇流排可采用截面为25 mm×6 mm的铜条制作
- 接地系统的各接地汇总板应采用铜板制作，厚度不小于6 mm，长、宽尺寸按需要确定
- 机柜内的保护接地汇流排或保护接地端子应与机柜进行可靠的电气连接
- 仪表工作接地汇流排、工作接地汇总板应采用绝缘支架固定
- 接地系统的各种连接应牢固、可靠，并应保证良好的导电性
- 接地线、接地分干线、接地干线、接地总干线与接地汇流排、接地汇总板的连接应采用铜接线片和镀锌钢质螺栓压接，并应有防松件，或采用焊接

8 系统接线

- 接地总干线和接地装置的连接部分应分别进行热镀锌或热镀锡
- 各类接地连线中，严禁接入开关或熔断器
- 接地系统的标识颜色为绿色或绿、黄两色
- 接地线的截面可根据连接仪表的数量和接地线的长度按下列数值选用：
  - 接地线：1 mm^2～2.5 mm^2
  - 接地分干线：4 mm^2～16 mm^2
  - 接地干线：10 mm^2～25 mm^2
  - 接地总干线：16 mm^2～50 mm^2

石油化工仪表接地设计规定

- 1 概述
- 2 保护接地
- 3 工作接地
- 4 本安系统接地
- 5 防静电接地
- 6 防雷接地
- 7 接地系统连接
- 8 系统接线
- 9 接地电阻

9 接地电阻

- 接地装置的接地电阻的数值等于接地装置对地电压与通过接地极流入地中电流的比值
- 按通过接地极的工频交流电流计算出的电阻称为工频接地电阻
- 仪表及控制系统的接地电阻为工频接地电阻
- 仪表及控制系统的接地装置电阻为电气专业的低压配电系统接地装置的接地电阻
  - 应根据电气专业有关标准规范确定，一般情况，不应大于4 欧姆
- 接地极对地电阻与接地连接电阻之和称为**接地电阻**
- 从仪表或设备的接地端子到接地极之间的导线与连接点的电阻总和，称为**接地连接电阻**
- 仪表及控制系统的接地连接电阻不应大于1 欧姆

接地电阻

- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057规定了防雷接地的接地电阻为冲击接地电阻，规定的典型值为不大于10欧姆
- 根据GB 50057规定：防雷电感应的接地装置应和电气设备接地装置共用
- 国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057规定：
  - 从防雷观点出发，较好是设共用接地装置，它适合供所有接地之用（例如：防雷、低压电力系统、电讯系统）
- 本标准根据接地工作原理和相关的标准规定了仪表及控制系统的工作接地、保护接地、防雷接地应共用一组接地装置

接地系统

- 国际电工技术委员会IEC标准《信息技术装置的接地和等电位连接》IEC 364-5-548规定：
  - 信息技术装置功能接地和保护接地通过等电位连接，合用接地
  - 适用范围包括：
    - 信息技术装置
    - 数据交换需要互联的装置
    - 数据通信设备、数据处理设备
    - 建筑物内带有接地返回通路的信号装置
    - 建筑物内直流供电的信息技术装置的通信网络
    - 局域通信网
    - 火灾报警系统和入侵报警系统
    - 诸如直接数字控制系统的建筑服务设备
    - 计算机辅助制造（CAM）和其它计算机辅助服务系统

接地系统

- 该标准还规定了允许接到接地汇总导体上的汇流排还有：
  - 远程通信电缆或设备的屏蔽
  - 过电压保护装置的接地汇流排
  - 无线电通信天线系统的接地汇流排
  - 信息技术装置直流供电系统的接地汇流排
  - 功能接地汇流排等
- IEC标准《信息技术装置的接地和等电位联结》IEC 364-5-548规定了等电位连接，对接地电阻的大小没有规定
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057规定：
  - 接地装置的布置和尺寸比接地电阻的特定值更重要

接地电阻

- 在国外的资料中，接大地称Earthing或Grounding，接地连接称Bonding，意义是不一样的。凡是论及本安仪表接地电阻的资料，基本上都是规定接地连接（Bonding）电阻
- 《危险场所仪表的接地实施 第一部分：本质安全》ISA-RP12.6中规定了安全栅接地汇流排与交流电源的中性点之间的连接电阻小于1欧姆
- 在接地资料中提出用两条接地导线重复连接的方法，以便测量接地连接（Grounding path）电阻，而不是测量接大地（Earthing）的电阻
- 这与欧盟的规定是一致的

接地电阻

- 本标准参照国外的标准，对仪表及控制系统接地，只规定接地连接电阻
- 由于采用等电位连接方式并采用共用接地装置，接地电阻为电气专业的低压配电系统（等电位共用接地系统）的接地电阻

接地电阻

- 对于某些仪表及控制系统供货商要求的与本标准不一致的接地方式，则应坚持要求供货商按IEC、ISA、GB、CE等国际标准和国家标准供货及实施工程，这是国际通行原则。

- 完 –

石油化工仪表接地设计规定

谢谢!