

岩心钻探作业雷电防范措施浅析

王伟¹, 赵德贵¹, 王聪¹, 刘强²

(1. 贵州省地矿局 102 地质大队, 贵州 遵义 563003; 2. 新疆地矿局第一地质大队, 新疆 鄯善 838204)

摘要:岩心钻探作业作为地质勘查一种重要手段,其作业场所大多位于郊区或野外,作业所使用的钻机、钻塔及其附属件几乎全部为金属构件,其设备在地面上相对位置凸出,极易遭受雷电袭击,在当前钻探作业中,雷电防范未能引起施工队伍的足够重视,在防雷设施使用和安装上存在不少问题。通过运用雷电防范原理分析钻探设备防雷系统,对岩心钻探作业的防雷措施作讨论,以便为钻探施工队伍正确使用各种防雷方法作参考。

关键词:岩心钻探;雷电;防范措施

中图分类号:P634.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)02-0077-04

Discussion on Lightning Strike Protection Measures of Coring Drilling/WANG Wei¹, ZHAO De-gui¹, WANG Cong¹, LIU Qiang² (1. 102 Geological Team, Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Guizhou Province, Zunyi Guizhou 563003, China; 2. No. 1 Geological Team, Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Xinjiang, Shanshan Xinjiang 838204, China)

Abstract: Coring drilling is an important method of geological exploration and most of the workplaces locate in suburb district or open country; while drilling rig, drilling tower and the subsidiary pieces are almost made of metal, and the drilling equipments are protruding on the ground, which are subjected to lightning attacks. In the drilling operation, most exploration teams do not pay enough attention to lightning strike protection; there are some problems in application and installation of lightning strike protection facilities. In this paper, discussion was made on lightning strike protection for drilling operation based on the analysis on lightning strike protection system of drilling equipment by the principle of lightning strike protection.

Key words: coring drilling; lightning strike; prevention measure

0 引言

雷电作为一种自然现象影响着人类的生产生活,以发出一次雷声计算为一次雷暴,据统计,全球每天约有 50000 次雷暴^[1],在一天内能够听到一次雷声算作一个雷暴日,我国长江流域以南地区雷暴日为 40~80 d/a,长江以北大部分地区雷暴日为 20~40 d/a,西北地区雷暴日多在 20 d/a 以下,西藏地区因印度洋暖流沿雅鲁藏布江上溯,很多地方雷暴日高达 50~80 d/a。气象部门统计,1997~2006 年,雷灾造成 4488 人死亡,4320 人受伤,并估计我国每年 100 万人中约有 0.53 人死于雷击^[2]。

岩心钻探作业场所大多位于郊区或野外,作业所使用的设备、构件多为金属导体,设备安装完成之后,形成一个凸出构筑物矗立于地面,遭受雷击可能性较大,为充分保障场所内人员和设备的安全,钻机的防雷措施必须科学、合理、有效。

1 雷电灾害表现形式

带不同电荷的积云相互接近到一定程度,或者

带电积云与大地凸出物接近到一定程度时,便会发生强烈的放电,发出闪光并使空气受热急剧膨胀形成雷鸣。自然界中雷电分为直击雷、感应雷和球雷^[3]。雷电对钻探机场可能构成以下 3 种形式的危害。

(1) 电性质危害。雷电形成数百万伏乃至更高的冲击电压,可能损坏发电机、输电线路等电气装置的绝缘保护层,引起短路或火灾,人员接触时造成电击,数十至数百千安的雷电电流流入地下,在钻塔金属构件上产生极高的对地电压,导致电击或跨步电压触电伤害。

(2) 热性质危害。直击雷放电时的高温电弧能直接引燃临近的可燃物,如钻塔塔布、机场油料,从而造成火灾,巨大的雷电电流通过钻塔构件时,在极短时间内能转换出大量的热量,也会引发燃烧,球雷侵入也可能引起火灾。

(3) 机械性质危害。巨大雷电流通过钻塔时,在钻塔构件缝隙中的气体剧烈膨胀,缝隙中水分也急剧蒸发为大量气体,从而产生巨大冲击波,对机场

收稿日期:2010-07-30

作者简介:王伟(1983-),男(汉族),重庆石柱人,贵州省地矿局 102 地质大队助理工程师,安全工程专业,从事岩心钻探安全技术及管理工作,贵州省遵义市汇川区董公寺, cugwangwei@126.com。

内人员和设备产生破坏作用。

2 岩心钻探作业防雷现状及存在的隐患

近几年来,通过对钻探施工机台作安全检查记录分析后得出,约有近40%的机台防雷设施安装不规范,约7%的机台安装方式错误。

2.1 防雷设施安装不规范

主要表现在以下几个方面:

(1) 避雷针接闪器未高出钻塔塔顶1.5 m以上;

(2) 引下线与钻塔部位及绷绳的间距不足1 m;

(3) 引下线线径不符合要求;

(4) 引下线与接地极连接不牢固;

(5) 接地极接地电阻 $>15\ \Omega$ 。

这其中第一、二、三种情况最常见。

2.2 防雷设施、防雷方法选用不当

(1) 将避雷器用于防范直击雷。有的钻探机台将用于输电线路雷电过电压防护的阀型避雷器用在钻塔上,作接闪器。事实上阀型避雷器是用来保护电力设备和电力线路的,通常并联在被保护设备或设施上,正常时处于不通状态,出现雷电过电压时,击穿放电,发挥保护作用。而钻探作业要求避雷设施处于常开式,一旦发生雷击,不论雷电电压大小,可随时将其导入大地,故而避雷器不能用于钻探设备直击雷防范。

(2) 等电位防雷方法的使用。20世纪70年代,有人提出在钻探机台上采用等电位防雷的方法^[4],在土壤电阻率较高的地方,接地电阻很难达到标准的情况下,避雷针直接接于钻塔上,由于钻塔和金属地梁构成金属笼状结构,钻孔孔口管接地电阻很小,钻塔与其相连后,雷电电流可通过孔口管流入大地,钻探机台内构成等电位环境,原理如图1所示。

笔者在做此研究时,采用的低电压试验,通过换算将值放大1000倍,得出了雷电电压下的机台各部位电位差,钻塔塔圈内电位差数据都在36 V以下,因而雷击时工作人员在塔圈内是安全的。然而,该方法用于钻探防雷并不可取,原因如下。

①雷击发生时人员必须在塔圈内的操作难度大。雷击时塔圈内安全,但塔圈外的跨步电压极高,只要雷击时,作业人员处于塔圈外,就会受到极高跨步电压的伤害,在钻探作业过程中,除起下钻时间外,人员大部分时间都在塔圈外作辅助工作,此时若发生直击雷,直击雷放电时间为5~10 ms,且放电初期就能对人员构成伤害,人员也几乎不可能在这

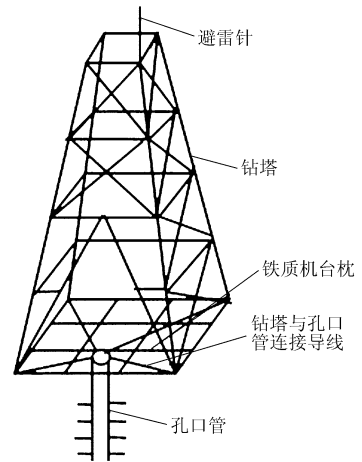


图1 钻探设备等电位防雷原理示意图

么短的时间内撤回塔圈内,则造成致命伤害的概率很大。

②雷电强大电流对人员及设备造成伤害。试验时,采用的低电压在钻探设备上的电流是极小的,然而,雷电电流通过钻探设备时,其值可能高达数十至数百千安,强电流可能引发塔布燃烧,同时可能引起设备缝隙气体急剧膨胀,损坏设备,伤害作业人员。

3 岩心钻探作业防雷措施

岩心钻探机场位于野外,可能遭受直击雷、感应雷、球雷的侵袭,由于球雷发生概率约为雷电放电的2%,而且钻探机场不能处于封闭状态,故仅对直击雷、感应雷的防范作讨论。

3.1 直击雷防范措施

直击雷防范是钻探机场防雷工作的重点,直击雷的高电压、强电流、高温电弧应作防范,非机场自身供电的机台,还应防范输电线路的雷电过电压(雷电冲击波)。这些危害因素可以通过避雷针及其避雷系统和避雷器及其避雷系统防范。

3.1.1 避雷针及其避雷系统

3.1.1.1 避雷针选取及安装

采用截面积 $<100\ \text{mm}^2$ 的钢筋上端加工为尖状,或用长1.5~2 m顶端加工为尖状的 $\varnothing 42\ \text{mm}$ 钻杆,也可采用厂家生产的铜质避雷针。避雷针径向固定在木质或金属支架上,木质支架制作应选用干燥木材,外涂能防潮的绝缘油漆或沥青,选用金属支架时,应采用绝缘端子使之与钻塔绝缘,安装时各节点要稳固可靠。为防止接闪器高温电弧引发火灾,避雷针应高出钻塔塔顶1.5 m以上。

3.1.1.2 引下线选取及安装

避雷引下线作为雷电电流泄放通道,不宜采用

有接头的导线,使用铜质绞线时,断面积 $\leq 25\text{ mm}^2$,使用钢质绞线时,断面积 $\leq 35\text{ mm}^2$,也可以采用 $\text{O}8\sim 10\text{ mm}$ 钢筋。引下线安装时,与雷电接受器(避雷针、避雷器)、接地极连接牢固可靠,与钻塔任何部位及绷绳间距应大于 1 m 。

3.1.1.3 接地极安装

接地极的接地电阻应小于 $15\ \Omega$,与机场电气接地、孔口管、绷绳地锚间距 $>3\text{ m}$,防止雷电电流返回塔内。有的地方土壤电阻率较高,可采取如下方法。

(1)外引接地法:将接地体引至附近的水井、泉眼、水沟、河边、水库边、大树下等土壤电阻率较低的地方。接地装置应避开人行道,穿过公路时,埋深 $\leq 0.8\text{ m}$ 。

(2)接地体延长法:延长水平接地体,增加与土壤的接触面积。使用时也应注意外引接地法的问题。

(3)深埋法:在土壤电阻率相对较低的地方深埋以减小接地电阻。

(4)化学处理法:在接地周围置换或加入低电阻率的固体或液体材料,以降低电阻。

选用固体材料降阻时,材料应具备电阻率低、不易流失、性能稳定、易于吸收和保持水分、腐蚀性弱、施工方便等特点^[5],置换材料可选用氯化钙、电石渣、氧化锌渣、氯化钠(食盐)、烧碱、木炭、粘土等多种废渣^[6]。图2为人工接地坑和接地沟施工图。

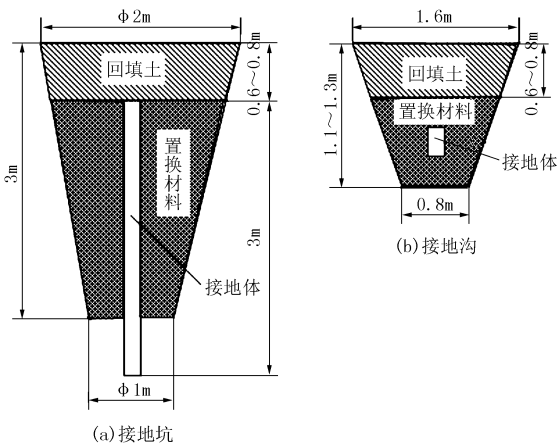


图2 人工接地坑和接地沟

液体降阻剂使用,目前国内使用较多的是成都某公司生产的降阻剂,这种降阻剂是一种良好的导体,降阻效果显著,性能稳定,使用周期长,无腐蚀性。施工时,将降阻剂与水按 $1:1$ 调成降阻剂浆,单独垂直接地体,可用铁皮卷成 $\text{O}200\text{ mm}$ 的圆筒套住接地体,周围回填泥土,将筒内灌入调好的降阻剂浆,同时以 50 cm/min 速度上提圆筒,边灌边提,直

至灌满地孔;使用水平接地体,可用支撑物将接地体支起距沟底 $5\sim 10\text{ cm}$,用降阻剂浆包裹,表面凝固后,再填土夯实。

(5)换土法:在多岩石地区,直接将接地坑内换上低电阻率土壤,施工时将土壤夯实,降低接地电阻。

3.1.2 避雷器及其避雷系统

当钻探机场使用外接电源时,应考虑防范由外接电源进入的雷电冲击波,避雷器避雷系统是用于防范雷电冲击波的,机场安设如图3所示。

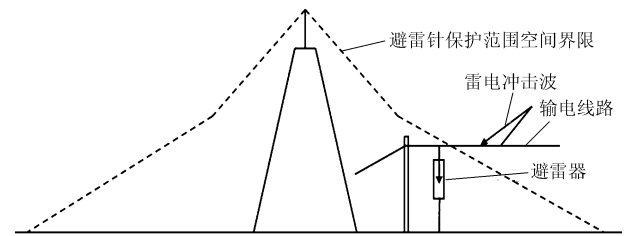


图3 避雷器安装空间位置示意图

避雷器在遇雷电过电压时,雷电冲击波使避雷器导通,将过电压产生的电流导入大地,保护机场设备设施安全。安装时避雷器应装在避雷针保护范围空间界限内,以防输电线路受雷击再次形成雷电过电压。该系统的引下线和接地极与避雷针系统安装要求相同。

岩心棚、休息棚应搭建在避雷系统保护范围内。单支避雷针保护范围计算方法已有研究^[7]。

3.2 感应雷防范措施

感应雷也能产生雷电过电压,由感应雷产生在输电线路上的雷电过电压与直击雷防范雷电过电压相同,与其采用同一防雷系统。

带电积云接近钻探机场时,在钻探机场各部位也会感应出不同电位电压,钻探机场不是火灾与爆炸危险发生的高危场所,可以不考虑对感应雷引起的雷电感应的防护。

3.3 人身防雷注意事项

雷雨天气时,钻探作业人员应注意人身防雷安全,做到以下几点。

- (1)不能安拆钻塔、安拆避雷系统,不能使用手机打电话。
- (2)不能接近避雷引下线及引下线接地极,以防雷电反击和跨步电压伤害。
- (3)上下班途中遇雷雨,应穿塑料材质等不浸水雨衣,远离河流、水塘,不能携带金属器具行走。
- (4)在遭遇雷击前,会有头发竖起或皮肤颤动

的感觉,此时应立即躺倒在地,或在低洼处蹲下,双脚并拢,双臂抱膝,头部下俯,尽量降低身体位势、缩小暴露面积。

4 结语

通过对目前岩心钻探机场防雷措施开展情况的现状分析,找出了钻探防雷存在的不足之处,指出了在当前雷电研究情况下,钻探作业场所的防雷措施。

(1)指出了钻探作业场所防雷安装经常出现的缺点。有避雷针安装高度不够,引下线与绷绳的间距不够,引下线线径不符合要求,引下线与接地极安装不牢固,接地电阻不符合要求,在钻探设备安装上,以上问题必须引起作业人员高度重视。

(2)讨论了钻探作业防雷措施安装不当之处。避雷器是用于防雷电过电压的,不能用于直击雷防范;等电位连接防雷方式对作业人员操作要求太高,该方式忽略了过高的雷电电流,故而等电位连接不

适用于钻探设备防雷。

(3)运用前人在其他行业雷电防范成果,分析得出了钻探设备直击雷、雷电过电压的防范措施,叙述了钻探作业人员人身防雷要点。

参考文献:

- [1] 李振武. 我国雷活动分布特点与状况[J]. 河南科技, 2009, 9(上): 55-56.
- [2] 马明, 吕伟涛, 张义军, 等. 1997-2006 我国雷电灾情特征[J]. 应用气象学报, 2008, 19(4): 393-399.
- [3] 白丽芹. 谈雷暴天气的变化特征及其防御措施[J]. 现代农业科技, 2010, 1: 295-298.
- [4] 广东冶金地质勘探公司探安科. 机台防雷的等电位体保护[J]. 地质与勘探, 1974, (1): 55-57
- [5] 赵亮, 陈国亮, 李泽朋. 浅谈降低接地装置接地电阻的几种措施[J]. 科技广场, 2009, (3): 198-199.
- [6] 杨有启, 钮英建. 电气安全工程[M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2000. 74-76.
- [7] 何仲秋. 雷雨季节钻探施工的安全管理[J]. 中国安全生产科学技术, 2009, 5(1): 151-153.

汪民主持国土资源系统抗旱找水打井行动启动仪式

《中国国土资源报》消息 2011年2月15日上午,全国国土资源系统抗旱找水打井行动启动仪式在山东临沂举行。国土资源部将举全系统之力,调集50台物探设备、500台钻机、5000名技术施工人员,先期投入1亿元资金支援山东抗旱找水工作。国土资源部部长、党组书记、国家土地总督察徐绍史,山东省委副书记、省长姜大明,四川省委常委、副省长钟勉致辞。国土资源部党组成员、副部长汪民主持启动仪式。

为贯彻落实国务院领导重要指示精神,支援当前抗旱工作,国土资源部组织全系统开展抗旱找水打井行动。山东省旱情最为突出,冬小麦受旱面积超过3000万亩,已有60多万人、40多万头大牲畜出现临时性饮水困难。因此,国土资源部党组决定,率先在山东启动抗旱找水打井行动。由国土资源部先期投入资金1亿元,调集四川省优秀地勘单位,加上部直属的地调局水环中心和成都探矿工艺所精干技术力量,形成“一省两所”对口支援山东抗旱找水打井工作。国土资源部和山东、四川两省“一部两省”地勘队伍形成合力,共调集技术和施工人员5000名、先进物探设备50台、先进钻机500台,开展找水打井、抗旱保苗工作。在1个月时间内,将至少完成1000眼井的施工任务,解决人畜饮水困难和50万~80万亩粮田灌溉问题。

徐绍史在启动仪式上说,旱情严峻,牵动着全国人民的心,也牵动着全国国土资源系统干部职工的心。国土资源部始终对旱情高度关注,及早安排,提前部署,采取了一系列有效措施,支援抗旱找水工作。此次国土资源系统抗旱找水打井行动,将调集全国精干地勘队伍,携带先进的物探装备和钻机设备,支援旱区抗旱找水打井工作。

目前,支援山东抗旱找水的专业技术人员及装备,有的已经到达旱区开展工作,有的正昼夜向旱区调集。这次启动仪式,吹响了全国国土资源系统抗旱找水打井行动的集结号,标志着在旱情严重的八个省份开展抗旱保苗、保丰收大会战序幕正式拉开。

徐绍史指出,主动服务,发挥队伍和技术优势,应对急难险重工作任务,想中央之所想,急群众之所急,积极主动服务社会经济发展,是国土资源部门的职责所在,也是国土资源系统的优良传统。希望在这次抗旱找水打井行动中,全系统、全行业继续发扬特别能吃苦、特别能战斗、特别能忍耐、特别能奉献的光荣传统,与当地干部群众精诚合作、密切配合,向党和政府以及灾区人民群众交一份满意的答卷。

据了解,在此次抗旱找水打井行动中,国土资源部将充分发挥部门专业优势,做到应急供水和长远供水相结合、抗旱保苗与解决人畜饮用相结合、深井和浅井相结合、打井与水文地质工作相结合,力争尽快缓解旱区旱情。国土资源部将根据旱情发展情况和地方需求,采取相应措施,分别启动和安排其他受旱省(区)抗旱找水工作。此外,国土资源部近期将派出4个由部领导带队的工作组和4个由院士带队的专家指导组,分赴山东、山西、河北、河南、安徽、江苏、陕西、甘肃指导抗旱找水工作。

国土资源部有关司局负责人,中国地质调查局有关负责人,四川省政府办公厅、国土资源厅有关负责人,山东省国土资源厅、地勘局、煤田地质局、冶金地勘局有关负责人,山东、四川地勘队伍代表,云南、贵州、黑龙江、江西、湖南、湖北、青海等省国土资源系统和地勘行业代表参加启动仪式。