

肖武军、张尧、王立森等,2019,地震台站标准化设计在冬奥会保障项目中的应用——以河北阳原台为例,中国地震,35(3),565~572.

地震台站标准化设计 在冬奥会保障项目中的应用 ——以河北阳原台为例

肖武军¹⁾ 张尧¹⁾ 王立森²⁾ 张晓刚²⁾ 孙国栋³⁾

1) 中国地震台网中心,北京 100045

2) 河北省地震局,石家庄 050021

3) 重庆市地震局,重庆 401147

摘要 台站外观及内部设计统一标准化、规范化,是标准化地震台站建设的重要组成部分,它既是提升地震台站现代管理水平的推进剂,又是提升台站监测能力的重要环节,对促进防震减灾业务信息化、现代化具有重要的现实意义。本文以阳原台标准化设计工作为例,对阳原台的观测布局、防震加固、综合布线、标识标志等内容按照要求进行标准化设计,并对台站标准化设计在台站建设中的实际应用展开讨论,探索标准化设计在冬奥会保障项目台站建设工作中的具体应用。

关键词: 监测 台站 标准化 地电阻率

[文章编号] 1001-4683(2019)03-0565-08 [中图分类号] P315 [文献标识码] A

0 前言

地震监测预报是地震部门的核心任务,更是防震减灾事业发展的重要基础。而台站是开展地震观测的场所,是监测预报的基本单元。台站外观及内部设计标准化、规范化,是标准化地震台站建设的重要内容,既是提升地震台站现代管理水平的推进剂,又是保障台站监测能力的重要环节,对促进防震减灾业务信息化、现代化具有重要的现实意义。2018年中国地震局在前期组织开展调研与试点基础上,编制完成并发布了《地震台站标准化规范设计图册》(修订稿)^①等相关技术规范,以指导全国地震台站标准化建设。

冬奥会保障晋冀蒙地震监测能力提升项目是为提升2022年北京冬奥会期间该地区台站震情监视保障能力,在晋冀蒙交界及周边的宝昌、集宁、阳原、大同、代县、临汾、通州和平谷8个台站原有测项基础上,增加了具有立体观测性质的小极距井下地电阻率观测(解滔

[收稿日期] 2019-07-05; [修定日期] 2019-07-23

[项目类别] 冬奥会保障晋冀蒙监测能力提升项目、2018年地震台站标准化设计与试点项目共同资助

[作者简介] 肖武军,男,1976年生,高级工程师,主要研究方向为地球物理观测。E-mail: xiaowj@seis.ac.cn

① 中国地震局监测预报司,2019,关于开展2019年地震台站标准化改造工作的通知。

等,2019;肖武军等,2019)。在该项目中落实地震台站标准化设计,彰显了地震台站的公益性、科技性,也提升了地震台站的标准化、现代化水平。

本文以河北阳原地震台标准化建设为例,对阳原台地震观测布局总体规划、仪器加固防震装置、各类综合布线及外观内部标识标志等内容进行标准化设计与实施,探索台站标准化设计在冬奥会保障项目中的应用。

1 台站基本情况

1.1 台站现状

阳原地震台始建于 20 世纪 70 年代中期,隶属于河北省地震局,位于晋冀蒙三省交界处,地处张渤地震带和山西地震带交汇处。台站现有山洞形变水平摆、地下流体水位、水温观测和地电阻率等观测手段,观测点位于断裂带和冲积扇上,有利于观测来自地壳深部的各类地球物理信息。台站所在区域长期以来地震活动活跃,经历过 1981 年内蒙古丰镇 5.5 级、1989 年山西大同-高阳 6.1 级和 1998 年张北-尚义 6.2 级等数次强烈地震(张国苓等,2015;韩和平等,2016),是监测地震活动的敏感点地区。

阳原台地电阻率观测区西侧和南侧为居民区,北侧为小山,东侧为农田,由于大秦铁路从测区穿过,电阻率地表观测存在干扰,观测数据产出质量受到影响。阳原台为 2022 年冬奥会保障项目改造的 8 个台站之一(图 1),拟通过对阳原台进行技术升级改造,提升其在 2022 年冬奥期间的地震监测能力。

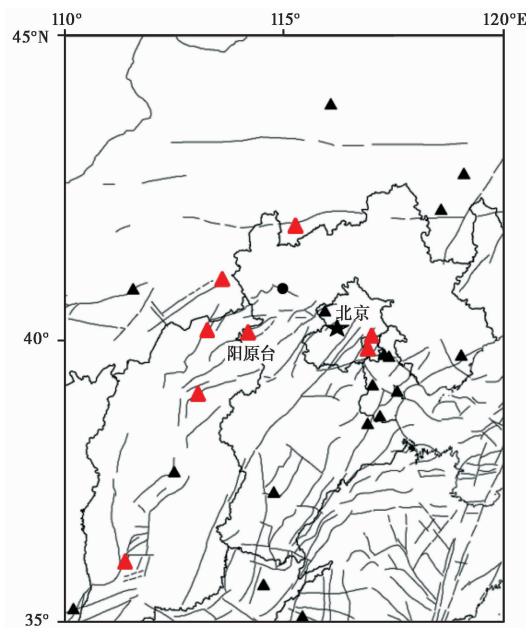


图 1 2022 北京冬奥会保障项目中的地震台站分布
红色三角为冬奥会保障项目改造台

1.2 台站标准化薄弱环节

阳原台为有人值守台站,所涉及的现有测项与观测布局在早期建设中与台站标准化建

设存在差距。在该台站的冬奥运保障项目改造前期调研中,发现台站存在着一些非标准化的典型问题。在观测布局方面,台站专业观测区与辅助功能观测区分区不清晰,数据分析计算机摆放随意不规范,影响了台站观测的正常运行;在防震加固方面,对台站观测专业设备、公用设备、公用设施等未采取必要的防震防护加固措施,形变观测仪器未按照要求进入机柜,观测仪器随意放置;在综合布线方面,台站供电、网络、信号输出等各类布线不规范,地电阻率观测场地外线架设及观测室入线方式不规范,室内局部走线不合理,观测室与机房走线凌乱无序,未采取桥架和线槽方式布设,部分线缆散落在工作台地面和机柜后面,给台站的安全运行带来极大隐患,各测项设备交错放置,信号线、网络输出线交叉缠绕,多余线路未在机柜内设置收纳箱统一整理;在标识标志方面,台站标牌、警示牌标志等缺失,台站观测仪器标识、室外观测场地标识、线路线缆标识以及通用类标识等均未统一制作、布设,给台站仪器维修、线路检查维护等工作造成极大的不便。基于此,亟须对原阳台进行台站标准化改造。

2 阳原台标准化设计

台站标准化设计给台站带来发展新要求,无论从台站观测布局、仪器防震加固方面,还是在观测室、机房综合布线与台站标识标牌设计方面,《地震台站标准化规范设计图册》(修订稿)均提供了实施依据与设计参考。在阳原台台站标准化设计工作中,我们严格根据《图册》要求,结合台站现有实际现状,对上述 4 个方面进行了详细设计。

2.1 观测布局

对阳原台专业观测区进行了重新布设,对专业观测区和辅助功能区进行分区布设。专业观测区布设有现有地形变观测、地电观测专业设备,具体包括形变传感器、数据放大器主机、地电数据观测仪、直流稳流源、网络通信设备、放置仪器的机柜以及室外地电观测场地;而辅助功能区布设的观测仪器包括配电、供电、设备信号防雷与接地母排以及安全监控等辅助设施。根据台站供电、观测场地实际位置与仪器机房实际情况,对台站进行合理布设,空间布局兼顾灵活性和美观性。台站观测室内布设 2 台 42U 标准机柜,机柜放置于观测室一侧相对居中的位置,机柜内放置项目购置的多极矩地电阻率观测仪、水位观测仪、气象三要素观测仪等设备,与现有观测仪器设备按不同测项分类放置在标准机柜设定位置。观测室内布局如图 2 所示。改造观测场地距台站观测室约 110m,观测电极处布设 9 口水平观测井,1 口垂直观测井,1 口水位观测井。小极距井下地电阻率观测区远离台站原有的地电观测区的电极和中心点,其 3 条测线、9 个电极呈等边三角形分布。9 口水平观测井深埋电极钻井深度于同一水平面位置。垂直观测井、水位观测井距任一水平观测井口 50m 外。地面电极线缆采取挖沟(深 $\geq 50\text{cm}$)铺设,不再采用电线杆悬空架设,提高了地电线缆的防雷电能力。沟槽内供电线和测量线分开铺设,间距 30cm 以上,不交叉缠绕。室外场地电极平面布局如图 3 所示。

2.2 防震加固

根据台站标准化设计要求,需要对台站监测专业设备(传感器或观测装置、数据采集器、放大主机等)、公用设备(稳压电源、交换机、路由器等)、公用设施(配电箱、等电位接地箱等)与机房的计算机或服务器等外围设备及台站存放观测资料桌柜等合理地进行加固。台站观测室设备机柜内所有观测仪器(含非标仪器)按规范要求安装、合理布设并加以固定,不

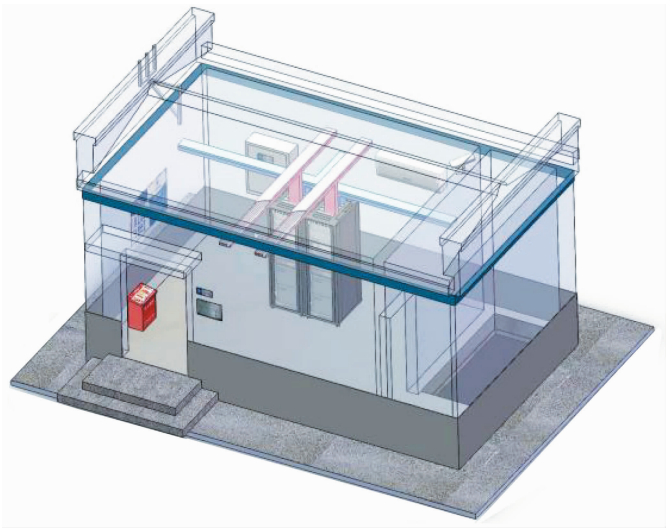


图 2 阳原台观测室内布局及综合布线改造效果图

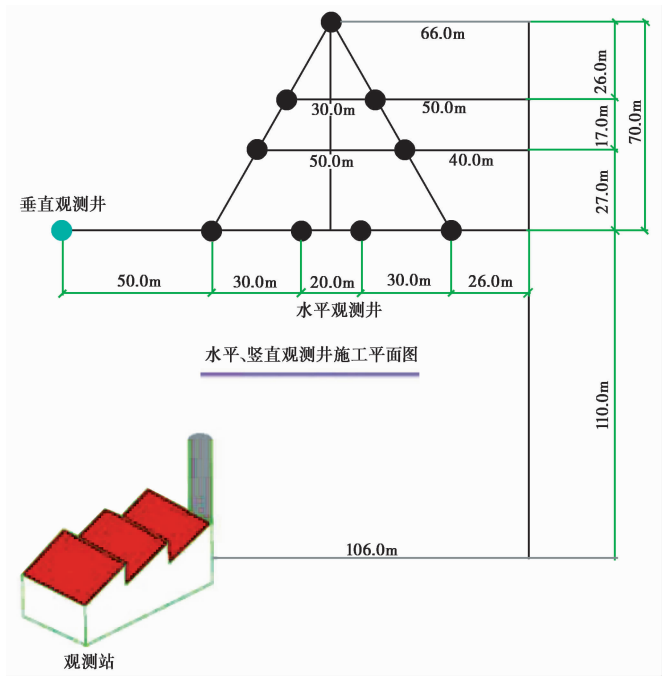


图 3 阳原台观测系统布局示意图

得随意叠放;无法放置在设备机柜中的非标仪器和其他仪器,应在机柜外采取相应防震固定措施;设备机柜应采用专用抗震底座与原始地面进行固定,在无场地条件时设备机柜可直接固定在原始地面上。

冬奥会保障项目在阳原台布设了 2 台 42U 标准化机柜,机柜下方加装底座,底座与地面用螺丝固定。1 号机柜内布设 2 台多极矩地电阻率观测仪(1 台备用)、直流稳流源、数字水

位观测仪主机、气象三要素观测仪主机、配线板、网络交换机、智能直流电源、UPS 主机,在最下端设置多余线缆收纳箱。2 号机柜内布设地温测试仪、多分量地震监测系统、电源控制器、协议转换器、地震前兆数据采集器、光纤接入器等。其中,多分量地震监测系统、地温测试仪等仪器为阳原台原有观测设备。台站还有山洞形变水平摆观测设备,之前布设在观测山洞内,鉴于 2 号机柜尚存在未使用空间,拟对台站山洞水平摆信号进行测试,如测试信号无衰减,则延长信号线,将形变观测水平摆数据采集器集中布设在 2 号机柜内。布设在机柜内的各类标准专业仪器与通用设备则通过螺丝与机柜面板两侧螺孔连接,而部分非标准设备则放置在机柜内托盘上,再采用卡条或卡环将其固定。具体布设情况见图 4。

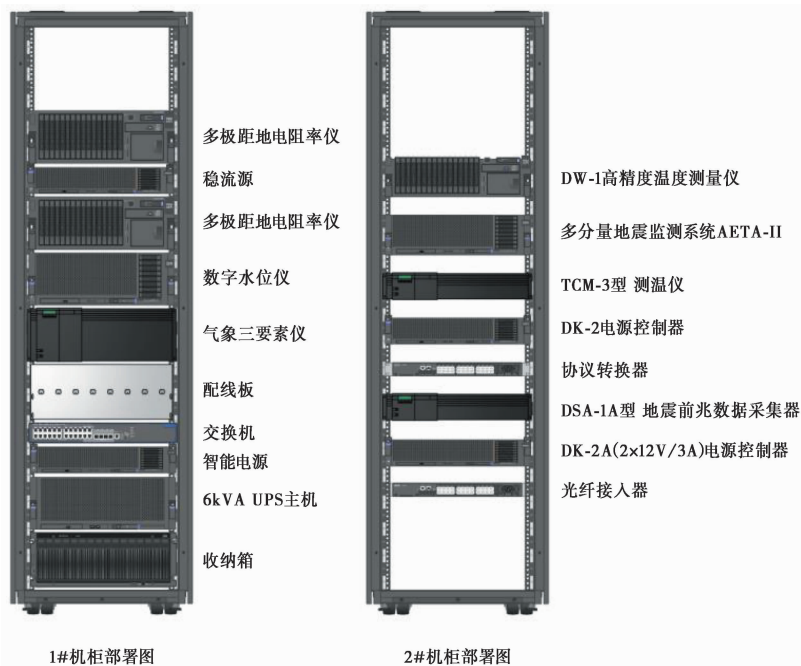


图 4 观测室内标准化机柜设备布设图

台站观测室新增的观测设施主要为地电阻率井下小极距观测系统。在观测室外 100m 处有地电阻率观测井 10 口,其中,9 口水平观测井,1 口垂直观测井。对于垂直观测井,在观测井上方设置地表固定装置,对井下观测系统进行加固,防止垂直井的井下电缆和电极装置向下滑移,发挥井下地电阻率预分支组合专用电缆的作用。井口固定电缆锁紧装置设计采用底板作为整个电缆锁紧装置支撑板,减小电缆锁紧装置对地面的压强;其正面支撑电缆锁紧装置其他部件,反面朝向地面;支撑架固定在底板上,支撑定位线盘;在定位线盘两面侧板的同一圆周上,等距离开有 12 个定位孔,由定位销固定定位线盘(阻止定位线盘转动),以满足垂直井中所悬挂电缆的长度要求;在距定位线盘两边侧板各 41mm 处,各开有 18 个用于固定锁紧销的圆孔,当垂直井内的电缆放到设计长度时,锁紧销将电缆锁紧,锁紧销产生的压力为 2100N,满足垂直井线缆及电极固定的需求。锁井装置示意图见图 5。对其他 9 口地电阻率水平观测井,井口全部采取夯实固定。另有水位观测井 1 口,井孔采用水泥套管,井口加装固定装置,信号线通过地埋走线槽方式进入观测室机柜里的地电阻率观测仪输入端。

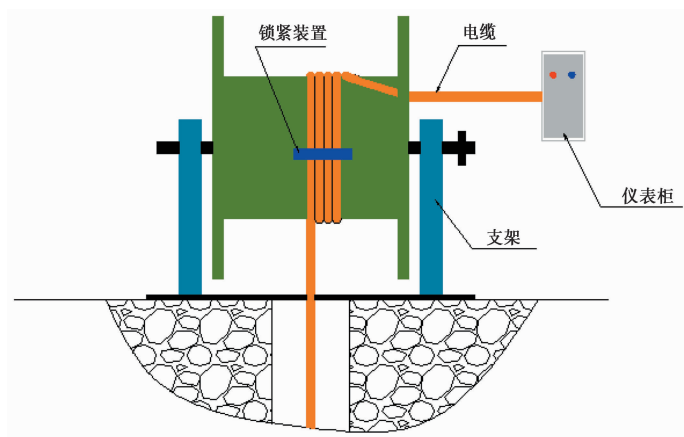


图5 井下电缆锁紧装置示意图

2.3 综合布线

台站所有与观测系统运行和产出有关的各类线缆线路应统一规划、规范布设,做到强弱电分离、横平竖直,杜绝明线铺设。

在阳原台综合布线方案中,对供电系统线路进行了重新设计,总配电送到观测室的配电线路采用铠装电缆并埋地铺设,铠装电缆金属层两头采取接地措施,电缆埋地深度 1m 左右。室外光纤通信线路通过套管进入台站院内,通过埋地进入观测室。观测室内强弱电线分开距离大于 1m。信号线采用屏蔽电缆并埋地铺设。观测室内线路全部采取桥架和线槽的方式进行布设,桥架离地一定高度 ($h \geq 1800\text{mm}$)。配电线与通信线分开,平行距离 $H \geq 500\text{mm}$,对于较长的线缆,采取分别盘整整齐,送入收纳箱,放置在标准化机柜中或机柜旁侧的收纳箱里。所有线路分组绑扎,在设备线缆输入、输出端用软质 PVC 不干胶做好标记。对台站观测室现有多余的配电箱及线缆全面拆除,然后进行适当平整处理(图 2)。

2.4 标识标志

台站各类设备设施须按《图册》要求粘贴相应标识标志。标识标志既是对台站办公区域、工作职责有一个明确的标牌或展板,也是对台站观测仪器及输入/输出端、观测功能区分布有清晰的标注标识。因此,台站标准化需要对台站进行统一、规范的标识标牌设计。依据《图册》内容,结合台站环境条件和各测项实际情况,设计制作各类款式的标识标牌,做到统一要求,表达力求简洁美观,展示效果明确。标识标志部分,在观测室外部,需要进行外墙涂装,增加中国地震局的 LOGO 标志和“中国地震监测”统一标识,确保地震台站鲜明的辨识度。对台站规章制度、台站流程图、维修流程等进行统一规划,对各类线缆、设备等统一增加标识。

依据阳原台站的实际情况,共设计了 6 类标识标牌,包括台站大门外观标牌、地震行业 LOGO 及标识、观测场地标志与台站观测设备、信号数据线缆及办公通用标识等共 66 个标志标牌,还有部分根据台站观测仪器数量的实际需求制作的小型标识(线缆标签等)。所设计制作的台站大门外观标牌数量 1 个,地震行业 LOGO 与“中国地震监测”标识 1 个(图 6),台站观测场地标识标志 27 个,包括台站测项、观测井、地理线、环境保护和相应的警示标志等

几大类。设备类标识包括各种设备标签、机柜等共计 14 个,线缆类标识 8 个,通用类标识 13 个。通过标志标牌的设计制作及安装布设,达到通过标示标牌了解、熟悉地震台以及展示台站的目的。

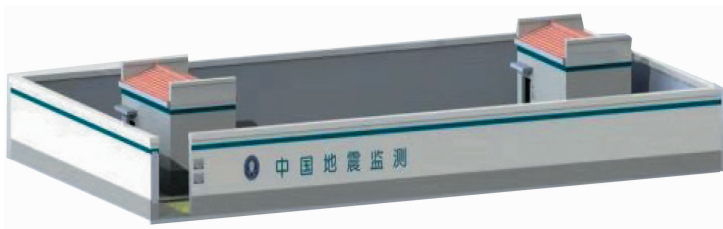


图 6 阳原台改造外部标识效果图

3 冬奥会保障项目中的其他台站标准化设计

冬奥会保障项目共涉及到晋冀蒙地区 8 个地电阻率台站的能力提升改造,在施工图设计过程中,台站标准化设计要求覆盖了台站观测布局、仪器防震加固、综合布线布设、台站标识标志等 4 个方面的建设内容。在前期调研的基础上,将阳原台标准化设计作为其他台站施工图设计的模板,各台站借鉴阳原台设计总体方案内容,使台站标准化建设在奥冬会保障项目中得到全面落实,从而进一步规范台站建设,在增加小极距井下地电阻率观测手段的基础上,对台站进行标准化建设,融入标准化设计元素,显著增强地震台站的公益性、科技性等行业特色,大大提升台站的标准化水平,同时确保台站的地震监测工作的高效运行和监测数据的高质量产出。

由于冬奥会保障项目建设的 8 个台站所处位置不同,早期建设的规模、格局不同,其观测测项、观测手段也不一样,还应结合这些台站的具体实际情况和要求,严格按照《图册》进行标准化内容设计和建设,使冬奥运保障项目实施后,台站的标准化、现代化能有较大的提升和改观。

4 问题与讨论

通过对阳原台的标准化设计,使台站外部及内部设计统一标准化、规范化,是地震台站标准化建设的重要组成部分。因此,借助于全国地震台站的标准化试点实施这一契机,在新建项目中应严格按照标准化《图册》要求,开展标准化设计与建设;在改造项目中,要因地制宜,结合台站现有实际情况,对观测布局、防震加固、综合布线和标识标志等进行设计。要充分利用现有的台站资源,避免重复建设。冬奥会项目改造的 8 个地电台站中,部分台站已采购标准化机柜,不需要重复购置,只需对现有机柜中的线路进行整理,对其中的设备进行加固。根据台站实际情况,对大同台水位井口的固定装置进行了重新设计。同时标准化设计应该是对台站的总体观测布局、防震加固、综合布线和标识标志等内容进行标准化设计,不宜扩大标准化的范围。对于台站外部改造部分,应该根据实际情况,增加部分标志和标识,不需对台站整体外观进行装修改造。

参考文献

- 韩和平、马佳、张广莉,2016,阳原台地电阻率观测分析,地震地磁观测与研究,37(5),55~60.
- 肖武军、解滔、张尧,2019,晋冀蒙交界及附近地区小极距井下地电阻率观测装置设计,中国地震,35(1),134~143.
- 解滔、于晨、卢军,2019,开展小极距井下地电阻率观测的可行性分析,中国地震,35(1),14~24.
- 张国苓、乔子云、贾立峰等,2015,河北阳原台地电阻率变化分析,震灾防御技术,10(2),464~471.

Application of Station Standardization Design in the Beijing Olympic Winter Games Security Project—A Case Study of Yangyuan Seismic Station

Xiao Wujun¹⁾ Zhang Yao¹⁾ Wang Lisen²⁾ Zhang Xiaogang²⁾ Sun Guodong³⁾

1) China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China

2) Hebei Earthquake Agency, Shijiazhuang 050021, China

3) Chongqing Earthquake Agency, Chongqing 401147, China

Abstract Standardization of station appearance and internal design is an important component of standardized seismic station construction. It is not only a promotion to improve the modernization level of seismic stations, but also an important department to enhance the monitoring capacity of stations. It is very important to promote informatization and modernization of earthquake prevention and disaster reduction business. Taking the standardized design of Yangyuan Seismic Station as an example, this paper carries out the standardized design of the observation layout, seismic reinforcement, cabling service, logo and other contents of Yangyuan Seismic Station according to the requirements, discusses the practical application of standardized design in station construction, and explores the application of standardized design in the construction of the Beijing Olympic Winter Games security project.

Key words: Monitoring; Station; Standardization; Apparent resistivity