



Szeizmikus mérőműszereket ellenőrző programcsomag*

JERMENDY ZOLTÁN – MATYI SÁNDOR**

A szeizmikus műszer minőségi állapota nagymértékben meghatározza a szeizmikus adatok pontosságát, megbízhatóságát. Ezért szükséges a műszer minőségi állapotának pontos ismerete, és időben azonos szinten tartása.

A digitális szeizmikus műszer műszaki állapotát több paraméter együttesen jellemzi. Ennek a paraméter-sorozatnak a folyamatos vizsgálata gyorsan, gazdaságosan és a hagyományos vizsgálati módszereknél pontosabban számítógéppel végezhető el.

Az előadás olyan számítógépes ellenőrzési módszert és hozzátartozó programcsomagot mutat be, melyben a vizsgált paraméter-sorozat a teljes mérőrendszert jellemzi, és a vizsgáló módszer nagymértékben hasonló a műszer üzemi állapotához.

A programcsomag monitor-szervezésű és a TIOPS 880 számítógépen működik. A programcsomaggal 21 sáv BG formátumú DFS III és SD-10-21 típusú, valamint 21 sáv IFP formátumú DFS IV típusú műszerek vizsgálhatók.

A programcsomaggal megvizsgálható a digitális műszer csatorna-erősítési pontossága és linearitása a teljes dinamika-tartományban. Meghatározható az A/D konverter egyenáramú beállítása – DC offset – és a konverter zaja, a csatornák jel-zaj viszonya, a mágnesszalagos egység bitvesztése.

A vizsgált adatok összesítésével egy, a műszert jellemző minősítő számot határozunk meg.

A programcsomag a rendszeres ellenőrzéshez szükséges program-modulok mellett szerviz programokat is tartalmaz.

Точность и достоверность сейсмических данных в значительной мере определяется качественным состоянием сейсморазведочной аппаратуры. В связи с этим необходимо точно знать состояние исправности аппаратуры и обеспечить его неизменность во времени.

Техническое состояние цифровой сейсмической аппаратуры характеризуется совокупностью нескольких параметров. Проверка этой совокупности параметров может осуществляться при помощи ЭВМ быстро, экономично и точнее по сравнению с стандартными методами проверки.

В настоящем докладе описываются метод машинной проверки аппаратуры и разработанный для этой цели комплекс программ, причем серия изучаемых параметров характеризует всю измерительную систему.

Комплекс программ характеризуется мониторинговой организацией и работает на ЭВМ типа Тайпс 880. При его помощи можно проверять аппаратуры СД-10-21 с 21-дорожечной лентой формата БГ и ДФС Ш, а также 21-дорожечной лентой формата ИФД тип ДФС IV.

Программы позволяют проверить точность усиления канала цифровой аппаратуры, чи и ее линейность в полном динамическом диапазоне: можно определить прямоточную установки преобразователя аналог-код, уровень шума преобразователя сигнал/шум каналов, потер разрядов магнитного эвстратора.

* Elhangzott a 20. Szimpóziumon 1975. szept. 16–19. Szentendrén.

** OKGT Geofizikai Kutatási Üzem.

При совместном учете изучаемых параметров определяется цизжа, характеризующая техническое состояние аппаратуры.

Кроме программных модулей, необходимых для систематической проверки, комплекс программ содержит также программы обслуживания.

The conditions of the seismic instruments determine the accuracy and the reliability of seismic data. Therefore an exact knowledge of the qualitative condition of the instrument is necessary in order to hold it in time on the same level.

The conditions of the digital seismic instrument are characterized by several parameters together. Using computers, the control of these parameter series can be carried out quickly, economically and more accurately than with traditional methods.

The paper presents a computerized control method and its program package, where the parameter series investigated characterize the complete measuring system, and the control system is highly similar to the operating mode of the instrument.

The program package has monitor organization, and it is made for the computer TIOPS 880. With the package instruments of the types DFS III and SD-10-21 (21 tracks, format BG) and of the type DFS IV (21 tracks, format IFP) can be controlled.

The program package enables to control the accuracy of the channel amplification of the digital instrument, as well as its linearity in the dynamics' range. The DC setting of the A/D converter — DC offset — and the noise of the converter, the signal/noise ratios of the channels, the bit loss of the tape unit can also be determined.

Taking into consideration all test data a quality number of the instrument can be given.

The program package contains in addition to the program modules necessary for the regular control some service programs, too.

Előadásunkban egy vizsgálati módszert és hozzá tartozó számítógép-programcsomagot mutatunk be, mely alkalmas a digitális szeizmikus mérőberendezések folyamatos minőség-ellenőrzésére.

A szeizmikus mérőcsatornát alkotó műszertechnikai elemek — geofon, szeizmikus kábel, mérőműszer — közül a szeizmikus műszer minőségi állapota nagymértékben meghatározza a mért adatok pontosságát és megbízhatóságát. A szeizmikus kutatási feladatok megoldásához ezért lényeges követelmény a műszer minőségi állapotának objektív ismerete és időben azonos szinten tartása.

Hazánkban a jelen időszakban mind analóg mágneses műszerekkel, mind digitális műszerekkel végeznek szeizmikus mérést. Várhatóan a közeljövőben befejeződik az analóg műszerek digitális berendezésekkel történő felváltása.

Az analóg és digitális berendezések vizsgálati eljárása elviekben nem tér el lényegesen. Egyes fő műszer-modulok digitális kijelzésű műszerekkel történő vizsgálata és hitelesítése mellett, a teljes mérőrendszer üzemképes állapotát oszcillografikus felvételekkel bizonyítják. Míg analóg mágneses műszerek esetén ez az ellenőrzési módszer teljes mértékben megfelelő, digitális műszerekre való alkalmazásával kapcsolatban néhány észrevételt lehet tenni, mivel a digitális berendezések összetettebb, nagyobb teljesítőképességű, pontosabb műszerek.

Az oszcillografikus felvételek felbontóképessége nem felel meg a digitális műszerekkel elérhető pontosságnak. Állításunk igazolására megemlítjük, hogy digitális berendezéseknél az erősítés pontosságára általánosan közölt mérőszám $\pm 0,05\%$, a csatornák, illetve rekordok közötti eltérés $\pm 0,1\%$. Az erősítés ilyen mértékű pontossággal történő kiolvasása oszcillogramból nem lehetséges.

A hagyományos vizsgálati módszerrel a digitális műszerek bemenet-kimenet jellegű rendszertechnikai megítélésére általában nincs mód, csak közvetett módon: a teljes mérőberendezésre vonatkozó megállapítás az egyes műszermodulok hitelesítő, ellenőrző mérési eredményei alapján extrapoláltan

történik. A műszer-modulok (bemenő egység, AD konverter, mágnesszalagos egység, stb.) pontos, illetve túrésen belüli működése esetén a teljes mérőberendezést hiteles állapotúnak tekintik.

A digitális mérőberendezések hagyományos ellenőrzési módszerében egy ellentmondás van: a műszer hitelesítési fázisa elvileg és gyakorlatilag nem azonos a műszer üzemi állapotával. Az ellenőrzés, hitelesítés során egyes részegységek vizsgálatára kerül sor, míg a mérés során a teljes mérőműszer van üzemben.

A digitális műszer műszaki állapotát több paraméter együttesen jellemzi. Ennek a paraméter-sorozatnak folyamatos vizsgálata gyorsan, gazdaságosan és a hagyományos ellenőrzési módszernél pontosabban számítógéppel végezhető el. A számítógépes vizsgálat a teljes mérőműszer bemenet-kimenet jellegű rendszertechnikái vizsgálatát elvégzi. A szeizmikus műszer számítógépes ellenőrző vizsgálata nagymértékben hasonló a műszer üzemi állapotához. A jellemző paramétereket tartalmazó rekordok elkészítése során a teljes mérőrendszer üzemben van.

A számítógépes ellenőrző vizsgálatok hasznosságát kiemeli az a tény, hogy a szeizmikus mérés és a mért anyag számítógépes feldolgozása időben szétválik. A feldolgozás megfelelő minőségének érdekében biztosítani kell a műszer megfelelő műszaki állapotát. A regisztrált mérési anyagból igen nehéz megítélni a műszer műszaki állapotát. Mivel a jelen terepi technológia a naponta bemért vonal hosszúságát jelentősen megnövelte, ezért a szeizmikus műszer jellemző paramétereinek számítógépes vizsgálata biztonságot ad arra, hogy műszakilag jó állapotban levő, hiteles berendezéssel végezzük el a szeizmikus mérést.

A műszerpark számszerű növekedése esetén a számítógépes ellenőrző vizsgálat gyorsabb elvégezhetősége jelent előnyt. A számítógépes vizsgálat objektív, az ellenőrzést végző személy hibája nem, vagy csak kisebb mértékben terheli a vizsgálatot, mint a hagyományos eljárásnál. A számítógépes vizsgálattal módunk van arra, hogy a műszer műszaki állapotának hosszabb időszakban történő változását nyomon kövessük, illetve, hogy igazoljuk azt, hogy a műszer műszaki állapotában nem történt változás.

Összegezve: a számítógépes műszer ellenőrzési módszert magasabb színvonalú eljárásnak értékeljük, mint a hagyományos vizsgálati módszert. Használata biztonságot ad a szeizmikus mérések műszakilag kifogástalan berendezéssel történő elvégzésére.

Mérőműszerek számítógépes ellenőrzéséhez a műszaki állapotokat jellemző vizsgálati adatokat a számítógépbe kell juttatni. Digitális szeizmikus műszerek esetén a vizsgálati adatokat a berendezés mágnesszalagos egységével rögzítjük. Erről a mágnesszalagról olvassuk be az adatokat a számítógép fix tárába, illetve háttér-tárába.

A műszer műszaki állapotának ellenőrzése két, időben elkülönülő feladatra oszlik: a vizsgált berendezés jellemző paramétereit tartalmazó rekordok elkészítése és azok számítógépes feldolgozása, értékelése. A terepen különböző helyeken dolgozó műszerekkel időről-időre elkészítjük a jellemző rekordsorozatot és azt a központi számítógéppel dolgozzuk fel.

A vizsgálandó paraméterek megválasztásánál az alapvető szempont az, hogy a vizsgálat minden lényeges műszer-jellemzőt figyeljen, de az adatok értékelése ne vegye feleslegesen igénybe a számítógépet. Ebben az értelemben megkülönböztethetünk általános, bemérés jellegű és ellenőrző számítógépes vizsgálatot. Az előbbit a műszergyártó igényei alakítják ki a gyártmány ellenőrzésére, de jól felhasználható a műszer eladásánál, átvételénél. Az ellenőr-

zéshez felhasznált paraméter-sorozat megválasztását a műszer rendszeres használójának azon igénye szabja meg, hogy a termelésben levő műszer műszaki állapotáról mindig pontos, objektív véleményt kapjon.

A bemérés jellegű számítógépes vizsgálat elvégzi mind a fő műszer-modulok, mind a teljes mérőrendszer bemenet-kimenet vizsgálatát.

Az ellenőrzés kiterjed minden beállítási és felhasználási lehetőségre, mert a vizsgálat célja a műszer üzemképességének bizonyítása mellett minden műszer-elem hibátlanságának és előírt működésének igazolása is.

Az ellenőrzés jellegű vizsgálatnál a vizsgálandó paramétereket úgy célszerű megválasztani, hogy megközelítsünk egy rendszeresen használt, jellegzetes üzemi beállítási módot és ezen belül a lehető legtöbb információt nyújtunk. Az ellenőrzés jellegű vizsgálat csak a teljes mérőrendszer bemenet-kimenet jellegű vizsgálatát végzi el. Míg a bemérés jellegű számítógépes vizsgálat egyértelműen bizonyítja a műszer hibátlan állapotát, az ellenőrző vizsgálat csak nagy valószínűséggel állítja ugyanezt.

A számítógépes ellenőrzés során mind formátum-, mind adatellenőrzést hajtunk végre. A digitális berendezések a mérési anyagot szigorúan rögzített formátumban írják fel a mágnesszalagra. Esetleges formátum-hibák a mérési adatokat feldolgozó programrendszer működését gátolják. Az adatvizsgálatok azt kell bizonyítsák, hogy a műszer ismert bemenet esetén a várt kimenetet adja. Sok-csatornás mérőrendszer esetén azt is bizonyítani kell, hogy minden mérő csatorna azonos gerjesztésre meghatározott tűrésén belül azonos választ ad.

Az eddigiekből belátható, hogy a műszer ilyen jellegű ellenőrzése nagy mértékben hasonló a műszer mérő állapotához. A két műszaki állapot között az eltérés mindössze annyi, hogy az egyedi csatornákat azonos jellel párhuzamosan gerjesztjük. A mérőjel formálása, mágnesszalagra rögzítése és számítógépes feldolgozása azonos módon történik. Természetesen az ellenőrző programcsomag szervezésében és szolgáltatásában eltér az adatfeldolgozó programcsomagtól.

A vizsgálandó paraméter-sorozat megállapításánál a gyártó cég ajánlása az irányadó, kiegészítve a gyakorlati szervizmunka tapasztalataival. Egy rögzített paraméterű rekordsorozatot kell elkészíteni a vizsgálat elvégzéséhez. Kisebb eltérés típusonként lehetséges, de azonos típusú műszerek esetén a rekordsorozatok azonosak. Ha azonos paraméter-sorozatot tartalmazó rekordokat készítünk különböző típusú műszerekkel, lehetőségünk van a műszertípusok összehasonlítására.

A programcsomag a rendszeres ellenőrzéshez 12 vizsgáló rekordot használ. A rekordok 2 mS mintavétel mellett csatornánként 1 K amplitúdó-mintát tartalmaznak. Az első 8 rekord rögzített erősítés mellett az erősítéspontosság ellenőrzésére szolgál a teljes dinamika-tartományban. A kezdő rekord bemenő-jel-szintje az AD konverter teljes kivezérlésének a közelében van. Pl. DFS III műszernél a teljes kivezérlés – 3 dB. A többi erősítésvizsgáló rekord alacsonyított bemenőszinttel készül. A 9. rekord az AD konverter beállítását ellenőrzi. A 10–11. rekordok alapján a csatornák jel-zaj viszonya határozható meg. A 12. rekord az adatbitek bitvesztésére nyújt ellenőrzési lehetőséget.

A programcsomaggal 21 sávú BG és IFP formátumú vizsgáló rekordok ellenőrzése lehetséges. A hazánkban üzemelő műszertípusok közül a DFS III. és SD–10–21 típusú műszerek BG formátumot, a DFS IV-es műszer IFP – pillanatnyi lebegő pontos – formátumot tartalmaznak.

A műszerellenőrzés végrehajtása a következő: a szervíz-személyzet a rendszeres műszervizsgálatok alkalmával elkészíti a rögzített paraméterű vizsgáló rekordsorozatot. Célszerű két sorozatot elkészíteni, dokumentálva a szervíz-munka előtti állapotot is. Az így elkészített rekordsorozat értékelése számítógéppel történik.

A számítógépes vizsgálat első lépése a formátum-vizsgálat. Ezzel igazoljuk, hogy a vizsgáló rekordsorozat előírt formátumú és a mágnesszalagon rögzített rekordok nem tartalmaznak olvasás-, paritás-, vagy blokk-hibát. A vizsgálat következő lépéseként egy hitelesítő futtatást hajtunk végre. A hitelesítés során egy számítógéppel előállított etalon-rekordot dolgozunk fel. Ez a rekord azonos formátumú és tartalmú, mint a vizsgáló rekordsorozat első rekordja. A rekord elkészítése során a mintavételezési ferdülést korrekcióba vettük. A hitelesítő futtatás akkor eredményes, ha a futásról kapott jelentésben az egyedi csatornák pozitív és negatív amplitúdói maximumon azonosak, a számított csatornajellemzők nagy pontossággal azonosak és a hitelesítő rekord beolvasása során működött. Mivel a hitelesítési fázisban működő program-modulok azonosak a vizsgáló fázis program-moduljaival, az eredményes hitelesítő futás a számítógép hardware hibamentes üzemének bizonyítása mellett a vizsgáló software helyes működését is igazolja.

A 12. vizsgáló rekord feldolgozásához meg kell adni a vizsgált műszer gyári sorozatszámát, a vizsgálat időpontját és a kezdő vizsgáló rekordszámát. Az ellenőrzésben működő program-modulok hívása, futtatása ezután automatikus és nem kíván további kezelői beavatkozást.

Az egyes vizsgáló rekordok beolvasása során ismételt formátum- és státus-ellenőrzés van. A beolvasás alatt történik meg a vizsgálati adatok csatornafolytonos átrendezése. A demultiplexezés a lemeztároló vezérlő egységével hardware úton történik meg. A beolvasó mágnesszalagos egység és a lemeztároló együttlutása lehetőséget ad a terepi műszer mágnesszalagos egysége sebességének az ellenőrzésére.

A mágnesszalagról beolvasott vizsgáló adatok feldolgozását különböző program-modulok végzik el. Az erősítést vizsgáló modul első fázisában blokk-cím ellenőrzést hajt végre. Hibás blokkcím esetén blokkzó-hiba analízist végez el. A második fázisban meghatározza az egyes mérőcsatornákon áthaladt jel maximális pozitív és negatív amplitúdóját és azokat csatornánként kinyomtatja. Ez a vizsgálat a műszer helyes kalibrálásáról ad felvilágosítást, mivel egyes műszertípusoknál a hitelesítés csúcsértékekre történik. A harmadik fázisban a program kiszámítja a csatornák abszolút középértékét és a várható értéket. A várható értéket a vizsgált típus AD konverterének kivezélhetősége figyelembevételével feszültség-értékké konvertálja és kinyomtatja. Az egyes csatornák középértéke és a várható érték alapján hibát számol. Előre beállított és a bemenő szintektől függő hibahatár túllépése esetén a hibát előjelesen, négy tizedes pontossággal, százalékban adja meg. A számításokat lebegőpontos eljárással végezzük el. A számítási eredményeket a program-modul további felhasználásra visszatárolja a mágneslemezre. A program következő fázisa csak a 10 -- 11. rekordok adataival működik. A két rekord adataiból kiszámítja a csatornák *jel-zaj* viszonyát és azt decibelben csatornánként kinyomtatja.

Az AD konverter-ellenőrző program-modul megvizsgálja a konverter egyenáramú beállítását és meghatározza a konverter *zaj-impulzus*-számát. A

helyes beállítás esetén a zaj-impulzusok számainak egy küszöb érték alatt kell lenniük.

A 12. rekord a bitvesztés vizsgálatára szolgál. A program-modul a 18. adat-bitet vizsgálja. Az óra-, a paritás- és blokkbitekről a többi program-modul ad felvilágosítást. Bit-hiba esetén a hiányzó bitek száma sorszám szerint ki nyomtatódik. A vizsgálat a vizsgáló rekord teljes hosszából kiválasztott 1 K adatra terjed ki.

A program-csomag végezetül az előző vizsgálati és számítási adatok alapján meghatározza a műszert minősítő számot. Ez a szám lényegében a csatornák azonossági mérőszámának fogható fel. A program-modul a számértéket decibelben nyomtatja ki. 60 dB érték átlagosan $\pm 0,1\%$ csatorna-eltérésnek felel meg. Ez a minősítő szám a műszer-beállítás pontosságát jellemzi.

A program-csomag futási ideje 5 perc, az előkészületi idővel – program-csomag beolvasása, mágnesszalagos tár betöltése – mintegy 8–10 perc.

A program-csomag a rendszeres ellenőrzéshez szükséges modulokon kívül szervíz programokat is tartalmaz. Ezekkel a programokkal formátum-vizsgálat, a vizsgáló- vagy adatrekordok tartalmának számjegyes kinyomtatása vagy oszcillografikus kirajzoltatása végezhető el. Egy másik program a műszer, vagy a szeizmikus kábel áthatásának vizsgálatára szolgál. A vizsgálat páros-páratlan elven történik és két vizsgáló rekord szükséges hozzá.

A program-csomag monitor-szervezésben, a TIOPS 880 számítógépen működik. A program-csomag teljes tár-terjedelme 22 K 16 bites szó. Rezidens tárigénye 2×80 szó.

Lapszemle

Acta Geologica, XVIII. kötet, 3–4. füzet, 1974, 211–494. old. A füzet az 1974 őszén Budapesten tartott KAPG munkacsoport-konferenciák (1.9 vulkanológiai és geokémiai és 1,10 „Geotektonikai interpretáció a geofizikai adatok számára” nevű munkacsoport) előadásait tartalmazza idegen (német, angol, orosz nyelven). Tárcezy-Hornoch Antal megnyitó beszéde után 22 előadás szövege szerepel. Geofizikus szempontból érdekesebbek:

Szádeczky-Kardoss E.: Alpiner Magmatismus und Plattentektonik des Karpatischen Beckensystems 213–233 oldal.

Gorshkov, G. S. – A. I. Farberov: Magma Chambers and Roots of Volcanoes in Island Arcs 235–242 oldal.

Horváth F.: Application of Plate Tectonics to the Carpatho-Pannonian Region: a Review 243–255 oldal.

Stegena, L.: Geothermics and Tectogenesis in the Pannonian Basin, 257–266 oldal.

Álám, A.: Geotektonische Interpretation der elektromagnetischen Tiefensondierungen im Karpaten-Becken 267–277 oldal.

Lexa, J. – Konecny V.: The Carpathian Volcanic Arc: a Discussion, 279–293 oldal.

Čermák, V.: Deep Temperature Distribution along a Deep Seismic Souding Profile across the Carpathians (Model calculations) 295–303 oldal.

T. G.