

## **KHẢO SÁT ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA MÁY THỦY CHUẨN SỐ TRONG TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH**

PHẠM TRUNG DŨNG, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

**Tóm tắt:** Từ những nghiên cứu về cấu tạo, nguyên lý hoạt động, các nguồn sai số ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả đo của máy thủy chuẩn số, bài báo đã tiến hành thực nghiệm với một số dạng công việc đo cao trong trắc địa công trình. Đặc biệt đã khảo sát độ chính xác của thiết bị thủy chuẩn số đo trong điều kiện thiếu ánh sáng. Những số liệu thu được cho thấy máy chuẩn số hoàn toàn đảm bảo độ chính xác trong công tác trắc địa công trình.

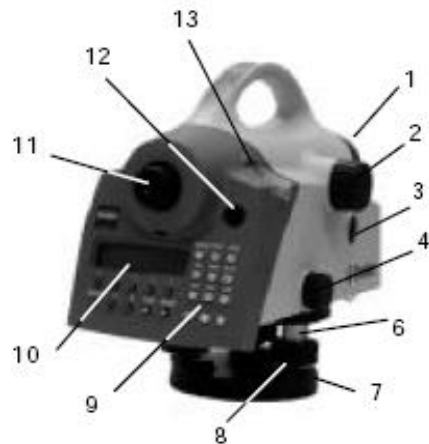
### **1. Đặt vấn đề**

Máy thủy chuẩn số là loại thiết bị đã được sử dụng phổ biến ở nhiều quốc gia phát triển trên thế giới. Ở Việt Nam máy thủy chuẩn số đã được sử dụng ở nhiều đơn vị sản xuất để thành lập các mạng lưới khống chế độ cao thay thế cho các loại máy quang cơ chính xác hiện nay. Tuy nhiên ứng dụng thiết bị này trong một số dạng công việc đặc thù khi điều kiện đo đặc khó khăn (thiếu ánh sáng, không khí.v.v.) như công tác đo lún công trình nhà cao tầng, đo dẫn độ cao thi công đường hầm, các mỏ khai thác hầm lò .v.v... thì vẫn là vấn đề cần được nghiên cứu.

### **2. Giới thiệu chung về thiết bị máy thủy chuẩn số**

#### **2.1. Cấu tạo và hoạt động của máy thủy chuẩn số**

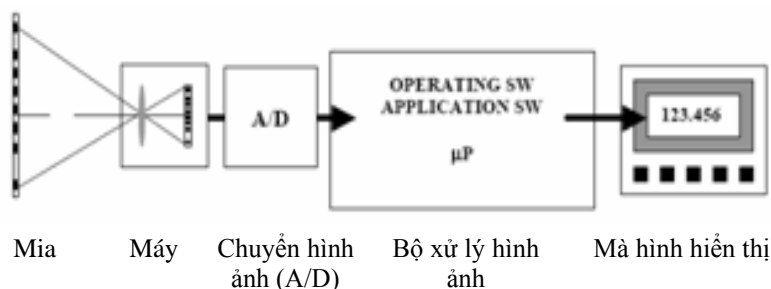
a. Các bộ phận của máy thủy chuẩn số: Máy thủy chuẩn số là thiết bị hoạt động theo nguyên tắc kết hợp giữa bộ tự động cân bằng và máy ảnh số. Phần cơ học của máy có cấu tạo tương tự như máy thủy chuẩn quang cơ, phần điện tử của máy có cấu tạo giống như máy ảnh kỹ thuật số. Các bộ phận chính của máy được miêu tả như hình 1 [1].



- |                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| 1- Ống kính ngắm     | 8- Ốc cân bằng                |
| 2- Nút điều quang    | 9- Bàn phím điều khiển        |
| 3- Nút đo            | 10- Màn hình hiển thị         |
| 4- Nút vi động ngang | 11- Kính mắt                  |
| 5- Bàn độ ngang      | 12- Cửa sổ nhìn ống thủy tròn |
| 6- Thẻ nhớ;          | 13- Cáp trút dữ liệu          |
| 7- Đế máy            |                               |

*Hình 1. Sơ đồ cấu tạo của máy Dini 12*

b. Nguyên lý hoạt động: Máy thủy chuẩn số hoạt động dựa trên nguyên tắc thu nhận hình ảnh trên mìa bởi các chip cảm biến CCD. Hình ảnh thu nhận được chuyển từ dạng tương tự (analog) sang dạng số (digital) như trong hình 2 [3]:



*Hình 2. Quy trình hoạt động của máy thủy chuẩn số*

## 2.2. Nguyên lý cấu tạo của mia thủy chuẩn

Mia dùng cho máy thủy chuẩn số là mia sử dụng vạch mã trên toàn bộ chiều dài của nó, mã vạch thường có màu đen-trắng hoặc đen-vàng. Tỷ lệ các vạch chia tuyệt đối không lặp lại trên toàn bộ chiều dài mia. Mỗi hãng sản xuất sử dụng một loại mã trên mia riêng, do vậy một máy chỉ thực hiện phép đo với mia của cùng hãng.

Ví dụ: Mã hóa của hãng Leica là mã nhị phân đặc tính giả tuần hoàn. Mia được mã hóa hoàn toàn với độ dài 4050 mm tương ứng với 2000 yếu tố như hình 3 [1]:



Hình 3. Mã vạch trên mia

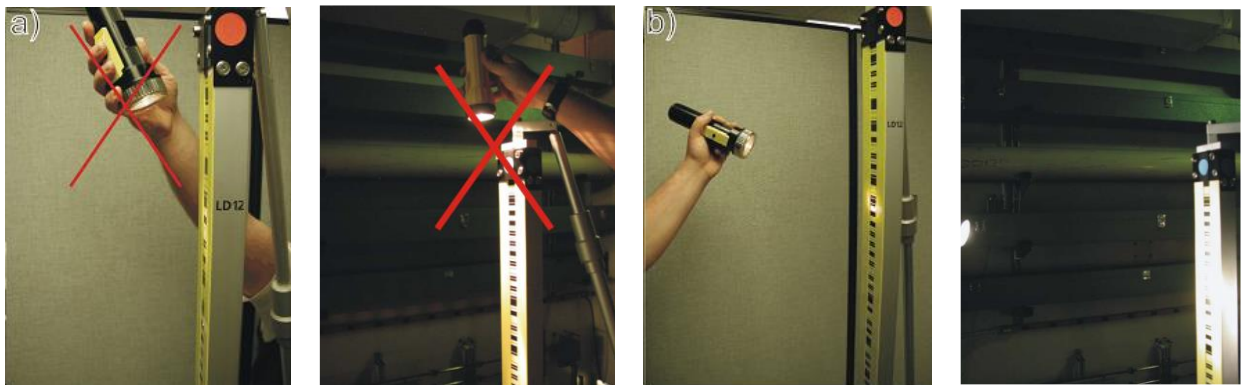
## 2.3. Một số nguồn sai số và biện pháp khắc phục khi sử dụng máy thủy chuẩn số

### a. Một số nguồn sai số

Các yếu tố ngoại cảnh ảnh hưởng đến hoạt động của máy thủy chuẩn số cũng giống như đối với máy thủy chuẩn quang cơ. Trong trường hợp mặt đất rung động lớn thì máy cũng không cho phép thực hiện phép đo, ngoài ra máy thủy chuẩn số còn chịu tác động do cường độ ánh sáng, điện trường, v.v.

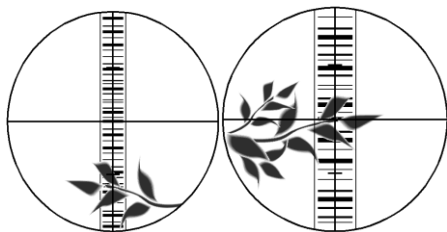
### b. Biện pháp khắc phục

Để làm giảm ảnh hưởng của các nguồn sai số giống như của máy thủy chuẩn quang cơ, ta cần áp dụng quy trình đo theo quy phạm hiện hành [4]. Ngoài ra khi thiết kế tuyến đo cần tránh ảnh hưởng của các nguồn bức xạ điện từ như trạm biến áp, đường dây tải điện, v.v. Trường hợp đo thiếu ánh sáng, cần chủ động tạo ra các nguồn sáng nhân tạo như đèn pin, bóng điện, v.v. được miêu tả như trong hình 4 [6].

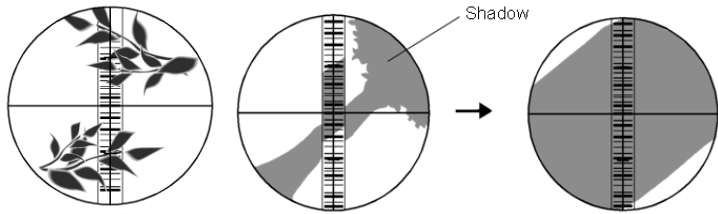


Hình 4. Dùng đèn pin chiếu sáng khi đo

Ngoài ra, điều kiện làm việc của máy thủy chuẩn số bắt buộc phải thu nhận đủ số lượng mẫu trên mia, khi đo gặp vật che chắn thì không thể thực hiện được phép đo (hình 5) [2]:



Hình 5a

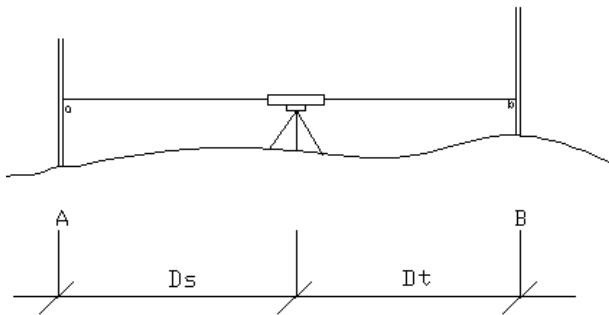


Hình 5b

Hình 5. Trường hợp đo khi bị che chắn  
Hình 5a- có thể đo được; hình 5b- không thể đo được.

### 3. Thiết kế công tác kiểm nghiệm độ chính xác của máy thủy chuẩn số

Khi thiết kế tuyến đo cao bằng máy thủy chuẩn số cũng cần tuân thủ các điều kiện như với máy thủy chuẩn quang cơ. Các quy trình đo cần tuân thủ theo quy phạm để giảm ảnh hưởng của các nguồn sai số như: sai số góc i, sai số máy lún mìa lún, sai số vạch “0” của cặp mìa.v.v. Ví dụ bố trí trạm máy trên tuyến đo được thể hiện như hình 6:



Hình 6. Trạm đo chênh cao với máy thủy chuẩn số

Chênh lệch chiều dài tia ngắm tại trạm đo:

$$\Delta D = |D_T - D_S| \leq \Delta D_{gh} \quad (1)$$

với  $\Delta D_{gh}$  được lấy tùy thuộc vào cấp hạng đo.

Sau khi có các chênh cao đo tiến hành tính toán các yếu tố bao gồm:

- Tính sai số khép đối với vòng khép kín:

$$f = \sum_{i=1}^n \Delta h_i \quad (2)$$

- Tính sai số khép từ điểm gốc tới điểm gốc:

$$f = H_A^0 - H_B^0 - \sum_{i=1}^n \Delta h_i \quad (3)$$

trong đó:  $H_A^0, H_B^0$  là độ cao điểm gốc;  $\Delta h_i$  - chênh cao đo.

- Tính sai số chênh cao trên trạm đo (hoặc trên một km chiều dài tuyến đo):

$$\mu = \sqrt{\frac{\frac{f^2}{n}}{N}} \quad (4)$$

$$\text{hoặc: } \mu = \sqrt{\frac{\frac{f^2}{L}}{N}} \quad (5)$$

trong đó: f - sai số khép; n - số trạm đo từng tuyến; L - chiều dài đo của từng tuyến (km); N: là số vòng khép.

### 4. Đo đạc, xử lý và phân tích kết quả đo

#### 4.1. Mục đích

Để đánh giá khả năng ứng dụng máy thủy chuẩn số trong trắc địa công trình cần so sánh kết quả đo theo một số chỉ tiêu sau: sai số khép giới hạn, sai số chênh cao trên trạm máy (hoặc sai số trung phương chênh cao trên 1km). Từ đó rút ra kết luận về độ chính xác của máy thủy chuẩn số cũng như khả năng ứng dụng của thiết bị này.

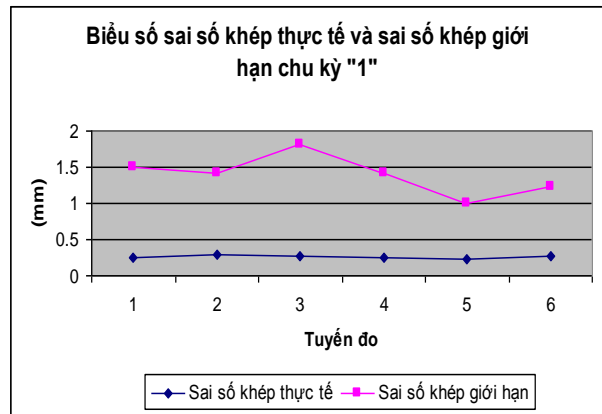
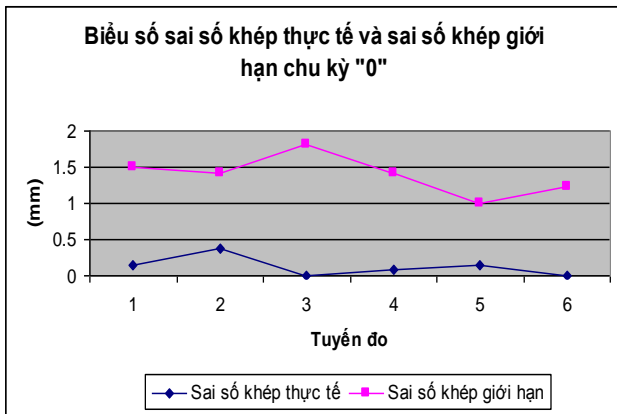
#### 4.2. Tổ chức đo đạc

a. Thành lập mạng lưới độ cao quan trắc lún công trình (Khu nhà ở cán bộ chiến sỹ phòng cảnh sát điều tra C17 Ngọc Thụy - Gia Lâm - Hà Nội)

Đối với công trình này, tác giả trích dẫn số liệu quan trắc lún trong tầng hầm của tòa nhà, các số liệu đo được thực hiện bằng máy DL101C, mìa invar và được dùng đèn pin chiếu sáng khi đo. Kết quả tổng hợp ba chu kỳ quan trắc đưa ra trong bảng 2.

Bảng 2. Số liệu đo lưới quan trắc lún hai chu kỳ

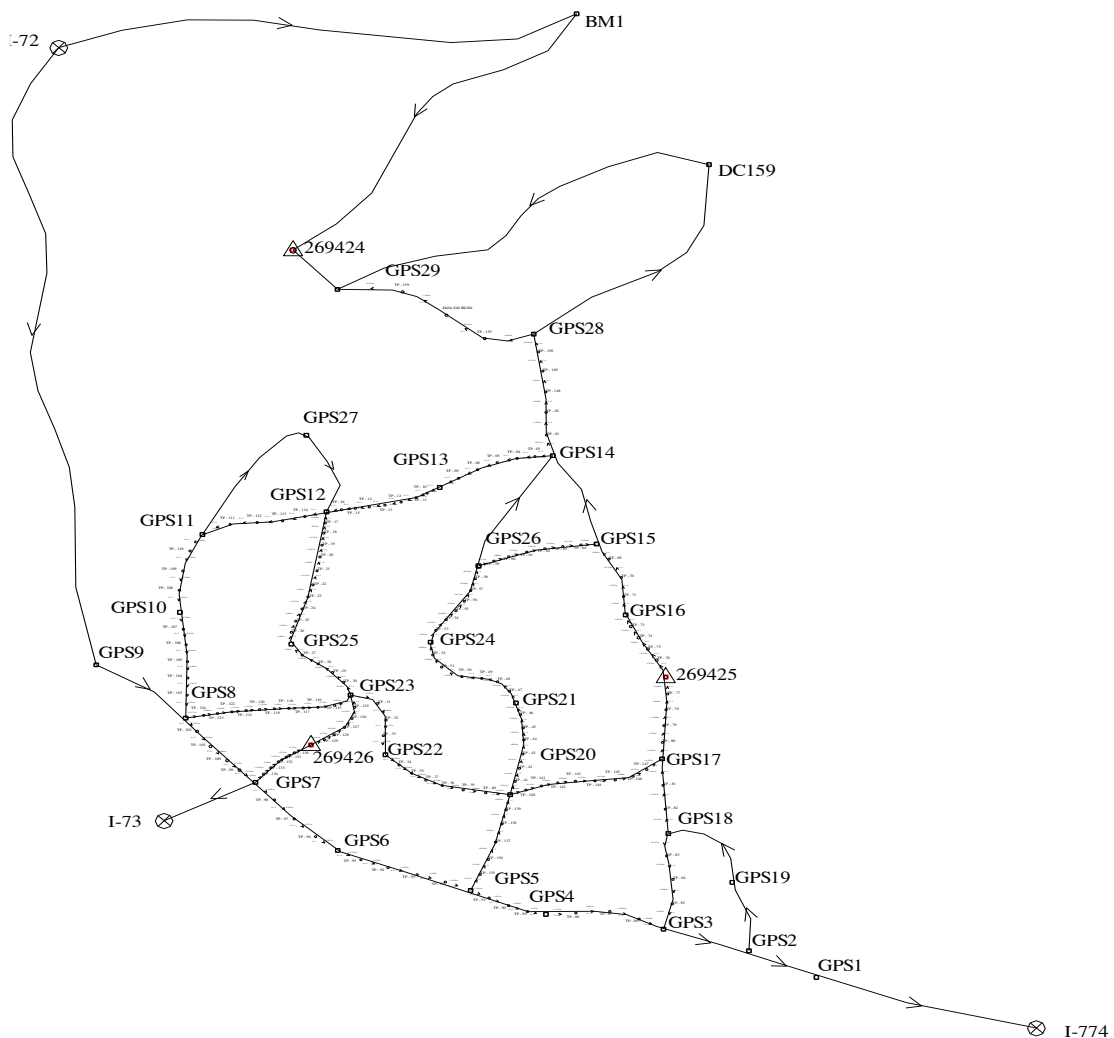
Tuyến đo	Sai số khép thực tế $f_{tt}$ (mm)		Số trạm máy	Sai số khép giới hạn $f_{gh}$ (mm)
	Chu kỳ “0” đo ngày 12/3/2011	Chu kỳ “1” đo ngày 6/4/2011		
1	-0,14	-0,25	9	1,50
2	+0,38	+0,30	8	1,41
3	+0,01	+0,28	13	1,80
4	-0,08	+0,25	8	1,41
5	+0,14	-0,22	4	1,00
6	-0,01	-0,28	6	1,22



Hình 7. Biểu đồ so sánh sai số khép thực tế và sai số khép giới hạn

Sử dụng công thức (4) tính sai số trung phương chênh cao trên một trạm máy ( $m_0$ ) thu được kết quả như sau: Chu kỳ "0"  $m_0=0,06$  (mm/trạm), chu kỳ "1"  $m_0=0,09$  (mm/trạm).

b. Thành lập lưới độ cao hạng 3 và hạng 4 khu công nghiệp Vũng Áng – Hà Tĩnh



Hình 8. Sơ đồ đo mạng lưới hạng 3 và hạng 4 Khu công nghiệp Vũng Áng-Hà Tĩnh

- Lưới hạng 3: Lưới được đo theo quy phạm lưới độ cao hạng 3, 4 nhà nước, sử dụng máy thủy chuẩn số Dini12 và mia gỗ mã vạch, kết quả đo được tổng hợp như bảng 3 và bảng 4.

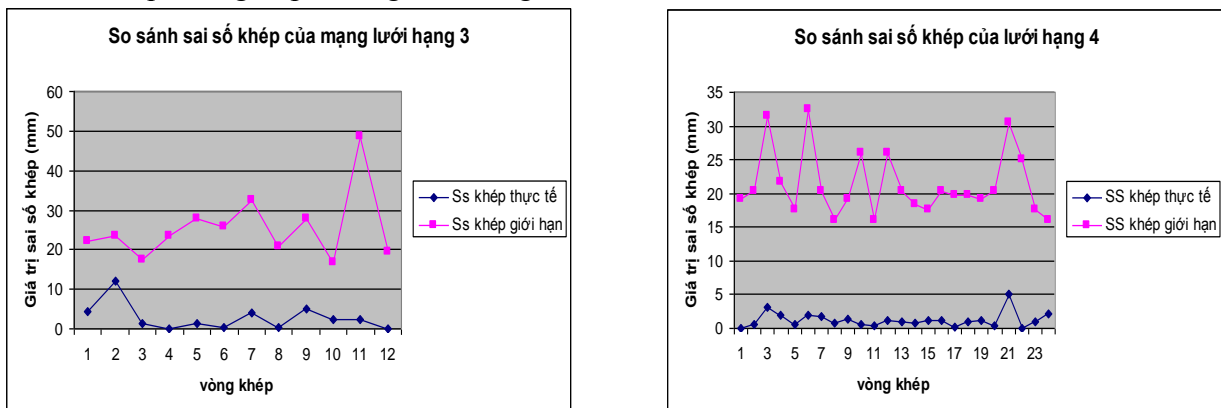
*Bảng 3. Tổng hợp kết quả đo lưới thủy chuẩn hạng 3*

Tuyến đo	D (km)	$ f_{tt} $ (mm)	$ f_{gh} $ (mm)	STT Tuyến	D (km)	$ f_{tt} $ (mm)	$ f_{gh} $ (mm)
01	4,94	4,2	22,2	07	10,53	4,1	32,4
02	5,46	12,2	23,4	08	4,29	0,3	20,7
03	2,99	1,5	17,3	09	7,8	5,1	27,9
04	5,46	0,0	23,4	10	2,86	2,5	16,9
05	7,67	1,2	27,7	11	23,58	2,5	48,6
06	6,33	0,4	25,7	12	3,72	0,0	19,4

*Bảng 4. Tổng hợp kết quả đo lưới thủy chuẩn hạng 4*

Tuyến đo	D (km)	$ f_{tt} $ (mm)	$ f_{gh} $ (mm)	STT Tuyến	D (km)	$ f_{tt} $ (mm)	$ f_{gh} $ (mm)
01	0,91	0,04	19,08	13	1,04	0,89	20,40
02	1,04	0,55	20,40	14	0,85	0,72	18,38
03	2,47	3,09	31,43	15	0,78	1,15	17,66
04	1,17	1,86	21,63	16	1,04	1,08	20,40
05	0,78	0,49	17,66	17	0,98	0,12	19,75
06	2,63	2,04	32,43	18	0,98	0,91	19,75
07	1,04	1,85	20,40	19	0,91	1,21	19,08
08	0,65	0,71	16,12	20	1,04	0,43	20,40
09	0,91	1,35	19,08	21	2,43	5,13	30,59
10	1,69	0,68	26,00	22	1,56	0,06	24,98
11	0,65	0,40	16,12	23	0,78	0,99	17,66
12	1,69	1,13	26,00	24	0,65	2,20	16,12

Từ kết quả tổng hợp ở bảng 3 và bảng 4 ta biểu diễn trên biểu đồ hình 8.



*Hình 9. Sơ đồ so sánh sai số khép lưới hạng 3 và hạng 4*

Từ công thức (5) tính được sai số trung phương chênh cao trên 1km đo như sau:

- Đối với lưới hạng 3:  $m_0=1,56\text{mm/km}$

- Đối với lưới hạng 4:  $m_0=1,95\text{mm/km}$

- Trong đó sai số trung phương chênh cao trên 1km đo cho phép với hạng 3 và hạng 4 lần lượt là 5,0mm và 10,0mm [5].

Nhận xét: Từ kết quả trong các bảng 2, 3, 4 và sơ đồ hình 7, 9 cho thấy: Sai số khép các tuyến đồng đều và có giá trị nhỏ hơn sai số khép giới hạn. Sai số trung phương chênh cao trên một trạm máy và trên 1km đo và đều nhỏ hơn giới hạn.

#### 4. Kết luận

Từ các nghiên cứu trên cho thấy, máy thủy chuẩn số là thiết bị đa năng có thể thay thế được cả máy thủy chuẩn quang cơ độ chính xác cao và độ chính xác trung bình.

Hoàn toàn có thể sử dụng máy thủy chuẩn số đo đạc trong điều kiện thiếu ánh sáng, cho độ chính xác cao như trong quan trắc lún công trình.

Khi sử dụng mia gỗ mã vạch cho phép xây

dựng lưới độ cao hạng 3, hạng 4 nhà nước bằng máy thủy chuẩn số.

Có thể khẳng định, không tồn tại sai số đọc số và sai số ghi số khi đo bằng máy thủy chuẩn số. Bên cạnh đó còn giảm nhân công và tăng năng suất lao động.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hướng dẫn sử dụng máy Dini 12 hãng Trimble.
- [2]. Hướng dẫn sử dụng máy DL101C hãng Topcon.
- [3]. Phạm Trung Dũng, Báo cáo đề tài cấp trường 2009, Nghiên cứu ứng dụng thiết bị thủy chuẩn số trong đo lún công trình.
- [4]. Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 271: 2002.
- [5]. Tiêu chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới độ cao QCVN 11: 2008/BTNMT.
- [6]. The Digital level Dini11T From Zeiss. J.-L. Pochon, U. Fehlmann, J. Duppich.

#### SUMMARY

##### On the application of digital level in engineering surveying

Pham Trung Dung, *University of Mining and Geology*

From researches on the structures, operate principles and sources of errors affecting the accuracy of the measurement results of the digital level into paper carried out experimental works with several levellings of surveying engineering. Especially, this paper surveyed the accuracy of the digital level in low lever of light. The data showed that the digital level completely accommodated in the required accuracy of works in surveying engineering.