

Diss. ETH Nr. 9412

und Bericht des Institutes für Hochenergiephysik
der ETH Zürich, des PSI Würenlingen
und des CERN Genève

THE TIME EXPANSION CHAMBER
PERFORMANCE IN A TESTBEAM

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH

for the degree of
Doctor of Natural Sciences

presented by

Xin Lü

Dipl. Phys.

University of Science and Technology of China, Hefei, China

born November 4, 1964

citizen of China

Accepted on the recommendation of

Prof. Dr. H. Hofer	examiner
Prof. Dr. R. Eichler	co-examiner

1991

Abstract

A high resolution drift chamber based on the time expansion principle, TEC (Time Expansion Chamber), has been built as the central track detector for the L3 experiment at LEP. Differing from conventional drift chambers TEC uses a narrow spaced grid close to the anodes so that a low field uniform drift region is separated from a small high field detection region. The choice of a so called *cool* gas mixture makes it possible to keep the electron diffusion small and to have a low drift velocity (typically $\sim 6 \mu\text{m}/\text{ns}$).

The TEC system has been tested in a pion testbeam at CERN. A gas mixture of 80% carbon dioxide (CO_2) and 20% isobutane ($i\text{C}_4\text{H}_{10}$) at 1.9 bar absolute was used. The chamber was operated under standard conditions as foreseen for LEP operation, including the nominal high voltage settings, the proper temperature and cable length etc., but in the absence of magnetic field.

This work presents the results on chamber performance obtained from the test-beam:

With the help of microstrip detectors (MSD) installed on both sides of TEC, it was possible to monitor the position of the particle track and to measure the drift-distance-time (DDT) relation. From the DDT and the measured time by TEC, the hit position can be calculated. In the drift region an average constant drift velocity of $6.05 \mu\text{m}/\text{ns}$ with an accuracy of 0.3% has been obtained.

In the transverse ($R-\Phi$) plane of TEC an average resolution of $40 \mu\text{m}$, varying weakly as a function of drift length and track orientation, has been achieved. The wire efficiency, i.e. the hits found per track, reaches 97%. The Z -coordinate measurement along the anode wire using the charge division method gives a resolution of 6cm . By measuring the amplitude difference between the readout of a group of five adjacent grid wires on both sides of the anode, the left-right ambiguity of the hit can be resolved. 60% of the left-right anodes give correct informations more than 95% of the case.

Zusammenfassung

Eine Driftkammer mit hoher Auflösung, basierend auf dem Prinzip der "Time Expansion", TEC (Time Expansion Chamber), wurde als Zentraldetektor für das L3 Experiment am LEP konstruiert. Im Unterschied zu konventionellen Driftkammern ist in der TEC beidseits der Anodenebene ein feines Gitter angebracht, welches den uniformen Driftraum mit niedriger Feldstärke vom schmalen Detektionsbereich mit hoher Feldstärke trennt. Die Verwendung eines sogenannten *kalten* Gasgemisches ermöglicht eine langsame Driftgeschwindigkeit (typischerweise $\sim 6 \mu\text{m/ns}$) und die Elektronen Diffusion klein zu halten.

Das TEC System wurde in einem Pionen Teststrahl am CERN getestet. Eine Gasmischung von 80% Kohlendioxyd (CO_2) und 20% Isobutan ($i\text{C}_4\text{H}_{10}$) bei 1.9 bar absolut wurde verwendet. Die Kammer wurde unter standard Bedingungen, wie es für dem LEP Experiment vorgesehen ist, betrieben, darin einbezogen waren die nominale Hochspannung, die richtige Temperatur, die Kabellänge usw., jedoch ohne Magnetfeld.

Diese Arbeit präsentiert die Resultate der Kammerperformanz im Teststrahl:

Mit Hilfe von Mikrostreifendetektoren (MSD), welche an beiden Seiten der TEC installiert waren, war es möglich die Drift-Ort-Zeit Beziehung (DDT) zu vermessen. Anhand der DDT und der gemessenen Zeit kann die Spurposition errechnet werden. Im Driftraum wurde eine Konstante Durchschnittsgeschwindigkeit von $6.05 \mu\text{m/ns}$ mit einer Genauigkeit von 0.3% bestimmt.

In der Transversalebene ($R-\Phi$) der TEC wurde eine durchschnittliche Ortsauflösung von $40 \mu\text{m}$ erreicht, welche in geringem Masse von der Driftlänge und der Spurorientation abhängt. Die Drahteffizienz, d.h. die Anzahl gefundener Signale pro Spur, ergibt 97%. Bei Benutzung der Ladungsteilungsmethode, ergibt die Messung der Z-Koordinate entlang des Anoden Drahtes eine Auflösung von 6 cm . Durch das Messen der Amplitudedifferenz zwischen dem Signal einer Gruppe von fünf anliegenden Gitter Drähten auf beiden Seiten der Anode, konnte die Links-rechts Ambiguität der Anode Signale gelöst werden. 60% der Links-rechts Anoden geben in über 95% der Fälle die richtige Information.