

传感器应用300例

(下)

黑龙江科学技术出版社

传感器应用300例

(下)

机械电子工业部第四十九研究所情报室
机械电子工业部敏感元器件专业情报网

黑龙江科学技术出版社

传感器应用300例

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区建设街35号)

哈尔滨铁路印刷厂印刷

787×1092毫米16开本34印张

1990年4月第1版·1990年4月第1次印刷

印数：1—800册 (上、下册)

ISBN7-5388-1105-2/TP·20

目 录

转矩

- 172. 应变仪应用于转矩传感器..... (1)
- 173. FM感应法测试大型船舶的轴马力..... (2)
- 174. 旋转结构体的阻力检测..... (3)
- 175. 轴承等超微转矩的检测..... (4)
- 176. 用光断续器检测扭曲转矩..... (5)

液位

- 177. 用 γ 射线检测连续铸钢型内的钢液位..... (6)
- 178. 用磁应变传感器检测料斗料位..... (7)
- 179. 大型罐料位的检测..... (8)
- 180. 用扩散式半导体压力传感器检测水位..... (10)
- 181. 用光纤检测水位..... (11)
- 182. 用微波检测鱼雷形铁水罐车的铁液位..... (13)
- 183. 制糖厂蒸发罐的液位检测..... (14)
- 184. 油/水界面的液位检测..... (16)
- 185. 液位的检测控制..... (17)
- 186. 用压力传感器检测浴槽水位..... (16)
- 187. 用超声波传感器监视液位、流量..... (20)
- 188. 液体的二层分离装置..... (21)
- 189. 用无浮子液面开关控制液位..... (23)

压力

- 190. 用差压放大继电器检测旋转体..... (24)
- 191. 断路器触点的压力检测..... (26)
- 192. 利用显色使厚膜IC的生产稳定..... (28)
- 193. 动力转向泵的自动测试..... (29)
- 194. 用动压检测型空气测微计测量尺寸..... (31)
- 195. 用薄膜应变仪检测压力..... (33)
- 196. 用空气压力模拟控制器件进行超低压控制..... (34)
- 197. 利用开关元件检测按压力..... (36)
- 198. 用应变计测试压力..... (38)
- 199. 应变式体压分布测试装置..... (39)
- 200. 高温液体液面测量装置..... (41)

201. 高压气体设备安全阀工作情况的检测	(43)
202. 粉粒体压和土压的测定	(45)
203. 粉粒体气固二相流的流量检测	(46)
204. 污泥粪便等液面的连续计量	(47)
205. 鼓风机送风性能的自动测试	(49)
速度	
206. 用光电脉冲检测飞行物射出速度	(51)
207. 用光纤激光器检测速度	(53)
208. 非接触测量车辆对地的速度	(55)
209. 从低速到高速移动物体的速度测定	(56)
210. 三维内部流动数字测量解析	(57)
211. 用应变计进行加速度转控	(56)
212. 气缸的速度检测与调节	(60)
213. 低速移动体的速度和距离测试	(63)
214. 应用光纤检测振动加速和压力	(65)
振动	
215. 根据噪声信号检测切削异常现象	(67)
216. 用伺服加速度计测试工件振动	(69)
217. 用光纤反射型传感器测试振动	(71)
218. 旋转机器的异常振动检测	(72)
219. 粉碎机噪声及振动的检测	(74)
220. 旋转机器设备的联机异常监视	(76)
温度	
221. 利用热敏电阻控制恒温槽的温度	(78)
222. 用光纤式红外温度计控制测温	(80)
223. 用热电传感器检测红外线	(81)
224. 用光纤温度计远距离测量高温物体	(83)
225. 太阳能装置的温度调节	(85)
226. 用热电光导摄像管摄取温度分布图	(87)
227. 高频加热塑料的温度控制	(89)
228. 旋转体的温度控制	(91)
229. 用硅温度传感器检测温度	(92)
230. 车辆用服务设备的温度检测	(94)
231. 利用温度传感器使微型焊接机的焊接稳定	(96)
232. 高温高压气体的温度测量	(97)
233. 利用热电偶高精度检测气流温度	(99)
234. 通过检测红外线测定二维温度分布	(100)
235. 热电偶多路温度测定	(102)
236. 用热电偶检测表面温度	(103)

237. 用热流补偿型热电偶测定电线的表面温度·····	(105)
238. 铜线的连续铸造和金属熔液骤冷的监视·····	(106)
239. 用CA热电偶检测温度·····	(108)
240. 用无线电温度传感器检测晶片研磨温度·····	(110)
241. 用热敏电阻检测最高温度·····	(112)
242. 用位置比例控制器控制温度·····	(113)
243. 燃烧炉上限温度的检测控制·····	(115)
244. 检测工作温度的异常·····	(115)
湿度	
245. 利用热敏电阻干湿球传感器检测相对湿度·····	(116)
246. 用高分子湿度传感器管理湿度·····	(118)
247. 陶瓷粉体的湿度控制·····	(120)
248. 粉体装置的湿度检测·····	(122)
249. 用IC温度变换元件干湿球传感器检测相对湿度·····	(124)
250. 各种物质的水分测定·····	(126)
气体	
251. 用红外线分析高炉气体·····	(129)
252. 气体透过率的测量·····	(131)
253. 用高速气体色谱仪控制蒸馏塔·····	(133)
254. 用电子俘获检测器检测卤化物·····	(135)
255. 用C—TCD测定氢同位素·····	(136)
256. 基于光学原理的气体分析·····	(138)
257. 金属中扩散性氢元素的测量·····	(140)
258. 用温度补偿方式检测气体·····	(142)
259. 用光电二极管检测大气污 末 气 体 (NO_2) ·····	(143)
260. 包封锅炉的低 O_2 燃烧 控 制·····	(145)
261. 利用氯离子电极测定氯化氢·····	(147)
262. 凝缩性气体的控制·····	(150)
浓度	
263. 液体臭氧浓度的检测·····	(152)
264. 用紫外线吸收方式测定臭氧浓度·····	(154)
265. 热处理槽内的气体浓度控制装置·····	(155)
266. 自动测定排水和环境水中的氟离子·····	(157)
267. 用加伐尼电池传感器测定溶解在水中的微量氧·····	(158)
268. 氨离子的测定·····	(160)
269. COD (化学氧需求量) 的自动检 测·····	(162)
270. 微量钠离子的测定·····	(163)
271. 大气中烟雾浓度的检测·····	(165)
272. 输油管道中低油分浓度的测定·····	(166)

273. 用多孔性聚四氟乙烯测定乙醇·····	(168)
274. 钢铁工业连续酸洗设备中酸浓度的测定·····	(169)
红外线	
275. 用量子型检测器检测红外线·····	(172)
276. 用高莱元件检测远红外线·····	(173)
277. 激光的照射强度控制·····	(174)
278. 用CdS光传感器测光·····	(176)
279. 泥浆流体的密度测定·····	(176)
色	
280. 胶板印刷机的色浓淡检测·····	(179)
281. 彩色印刷的脱色检测·····	(181)
282. 用半导体彩色传感器鉴别光的颜色·····	(183)
283. 用三原色颜色传感器鉴别颜色·····	(185)
284. 供给装置中工件的颜色检测·····	(187)
时间	
285. 用定时器控制起重箱自动返回·····	(188)
286. 数控车床的螺距确定·····	(189)
287. 定时及检测旋转方向·····	(191)
电气	
288. 冲击电流、电压的波形观测·····	(192)
289. 用光纤电压(电场)传感器测定空间电场·····	(194)
290. 用光纤检测电压和电场·····	(196)
291. 用磁光材料检测磁场及电流·····	(198)
292. 用霍尔元件检测磁铁的磁化状态·····	(200)
293. 用光纤检测磁场(电流)·····	(201)
294. 用磁立体电流传感器遥测仪检测电流·····	(203)
粘度	
295. 磁性堡料的粘度自动控制·····	(204)
296. 聚合物聚合工程中的粘度测量控制·····	(205)
297. 堡敷、喷堡工作中的粘度管理·····	(205)
298. 石油工业中粘度的自动计测及运算处理·····	(206)
真空度	
299. 罐头制品的无接触自动检查·····	(207)
300. 用流量传感器进行大气的采样·····	(208)
301. 用多光传感器检测布氏硬度压痕·····	(209)
302. 用光电泡传感器分析二氧化硅·····	(211)
303. 用红外线传感器自动检测油分·····	(213)
304. 用玻璃电极测定水溶液的PH值·····	(215)
305. 用洛巴巴尔型应变仪测定重量·····	(217)

172 应变仪应用于转矩传感器

测力计的种类有多种,其中传输测力计安装在由原动机向其它机械传输动力的中间轴上,不消耗动力就可进行测试。传输测力计的测量方法之一是对轴的扭转进行测试。

轴的扭转角的测量方法有机械的、光学的、以及电学的三种,但以电学方法,即采用应变仪的为最多(一般称为转矩仪)。

由于动力传输轴是旋转体,因此转矩的检测需要传送电信号的装置(通常称为集电环)。

如图1所示,在直径为 d 的轴上施加转矩 T 时,轴表面的剪切应力 τ 为 $\tau = 16T/\pi d^3$ 。此时如图1所示,在轴表面上,与轴方向成 45° 的 $a-a'$ 方向及 $b-b'$ 方向上的应力各为 σ_1 、 σ_2 ,则 σ_1 与 σ_2 为主应力,于是 $|\sigma_1| = |\sigma_2| = |\tau|$ 。

假设转矩的方向为图1所示,则 σ_1 为抗拉应力, σ_2 为抗压应力。因此如设 $a-a'$ 方向, $b-b'$ 方向的应力各为 ε_1 、 ε_2 ,轴材料的纵向弹性系数为 E ,泊松比为 U ,则:

$$\varepsilon_1 = \frac{\tau}{E}(1 + U) \quad \dots\dots (1)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{-\tau}{E}(1 + U) = -\varepsilon_1 \quad \dots\dots (2)$$

在 $a-a'$ 方向, $b-b'$ 方向分别连接应变仪 R_1 、 R_2 ,与轴心对称地连接有 R_3 、 R_4 ,结线连成电桥,则电桥的等效应变为 $4\varepsilon_1$ 。已制作出一种容易贴在与轴线成 45° 方向上的转矩用应变仪。这种应变仪是在一个图形上由2只互成 45° 角的应变片组成。其图形如图2所示。

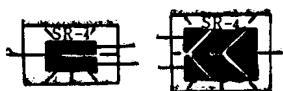


图2 转矩测量用应变仪

转矩传感器大多应用于旋转体,因此需要用集电环。集电环除应用于转矩传感器外,也应用于应变仪检测旋转体的应力,振动测试,温度测定等,大体有如下两种型式:

表1 信号传递方式的比较

项 目 \ 方 式	接 触 型	非 接 触 型
电路接线图		
校正输出的大小	应变仪的输出电压	输出电压 $\times M\%$
适用放大器	载流型或直流型	载流型
输出噪声	集电环、电刷接触电阻变化	磁场变化
维 修	需要(电刷部分)	不需要
价 格	低	高

* 传输效率 $M\%$ 是以电桥输出通过变压器和不通过变压器时的比率表示。

(1) 接触型

利用金属环(通常使用银环)与电刷(银墨石),依靠电刷的接触滑动,从旋转环上取出信号。

(2) 非接触型

使用旋转变压器,利用电磁感应传递信号,旋转体和固定体处于非接触状态。

如图3所示,接触型以机械方法传输信号,而非接

表 2 转矩计的规格细表

额 定 容 量	$\pm 20(\text{kgf} \cdot \text{m})$
额 定 输 出	大于 3000×10^{-6} 应变
非 线 性	0.3% R.O.
滞 后	0.2% R.O.
重 复 性	0.3% R.O.
最大外加电压	5V AC
由旋转产生的零点变动	0.5% R.O.
温度对零点的影响	$\pm 0.1\% \text{R.O.} / 10^{\circ}\text{C}$
温度对输出的影响	$\pm 0.1\% \text{R.O.} / 10^{\circ}\text{C}$
允许温度范围	$-15 \sim 75^{\circ}\text{C}$
最 高 转 数	10000rpm
允许超负荷	120% R.C.
最大允许超负荷	200% R.C.
因旋转温度上升	30°C 以下

触型因为没有机械性接触，故易于维修。但是，非接触型则需要载波式应变放大器，所以输出灵敏度因旋转变压器的效率不佳而下降M%，可是由于寿命长，不需要维修，故需求量大。表1中对2种方式进行了对比。

非接触型转矩传感器的构造如图 8, 其规格如表 2 所示。

它由转子与定子构成，初级和次级线圈分别连接电桥的输入和输出端，就象叠片铁

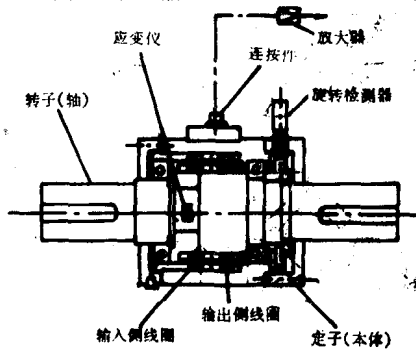


图 8 转矩计的构造

芯包裹线圈那样。于是由带空隙的一个磁路构成转子和定子,把空隙作为磁通形成传输信号。

应变仪贴在转子轴的阶梯部位，两端由轴承支持，因此非接触型的寿命在很大程度上受轴承的影响。

173 FM感应法测试大型船舶的轴马力

油轮等大型船舶对省力、节能的需求很高,要求提供轴马力和燃料消耗率数据的情况也越来越多,装设转矩计量设备的船舶在逐年增加。

应变仪式转矩计存在的主要问题是需要把应变仪按装在旋转轴上,因此对应变仪提供电源和如何取出信号就成了关键问题。

对于实验性测试,可使用集电环或采取无线电遥测仪,但在长期连续测试时都不适用。为了长期连续使用,向旋转体供电和取

本文将介绍用感应FM遥测法传送信号,用旋转变压器或太阳能电池与Ni-Cd 电池组合的方式提供电源的轴马力计。

轴马力是轴转动转矩和转数的乘积,检测轴转矩时应用在轴上以 45° 的角贴成十字型的4只转矩应变仪进行测量,以 $6750\text{Hz} \pm 2000\text{Hz}$ 的调频波加以发射。

通常，转轴的转矩，即便是数万马力的大型船舶也仅是 $100 \sim 300 \times 10^6 \text{FS}$ ，因而用

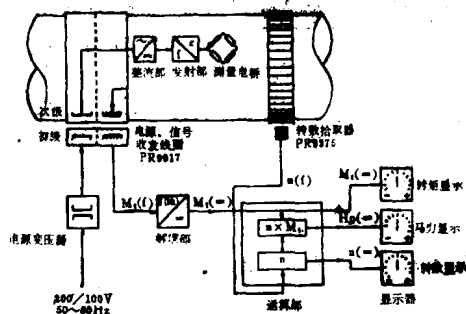


图 1 FM 感应式马力计的系统图

应变仪把这种应变进行检测, 稳定地放大, 并采取不会使误差增加的方式进行传送。

为此要把应变仪电桥阻值的微小变化作为电桥控制振荡器的结构成分, 当电桥平衡时以 6750Hz 振荡, +满刻度时以 8750Hz (6750+2000Hz)、-满刻度时以 4750Hz (6750-2000Hz) 振荡。当然, 电桥上施加了与振荡频率具有相同频率的电压 (约 2.5V), 作为向电桥提供的电压。

这种 FM 调制波的频率与转矩间存在的良好的线性关系, 约 0.1%。如果是静态测量, 可用计数器读取其频率或周期, 或用 CPU 作数据处理。

动态测量时, 可以传送 DC~1000Hz 频率范围内的动态应变。

实际装置如图 1 所示。转轴上装有发信装置和向发射装置供电的稳压电源, 以及旋转变压器的次级线圈, 发信线圈等。

固定端上面向旋转线圈与发射线圈, 以距离 3~10mm 的间隙装设了静止线圈, 向旋转体供电并接受信号。

接受的信号用电线传送, 用设置在控制室内的解调器变换为 $DC \pm 1V$ 或 4~20mA 的信号并进行运算, 进而用乘法器与转数信号相乘, 作为马力信号, 用数字量或模拟量表示转矩、马力和转数。

测量转数时, 用安装在轴上的触发器与涡流式传感器, 把检测的脉冲信号输入运算器内的转数测量单元, 作为和 rpm 成比例的 4~20mA 电流及脉冲信号加以输出。

上面主要介绍了转矩检测部分, 除应变仪外还备有测温电阻、热电偶、以及适应 mV 输入的发射单元, 可用于转矩以外的应变和温度测量。

电源部分可用 Ni-Cd 电池和太阳能电池代替旋转变压器, 可浮置使用。这时所需要电能是 DC6~9V, 40~70mA。

174 旋转结构体的阻力检测

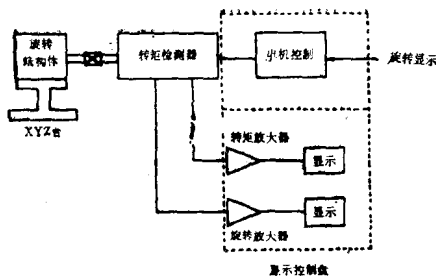


图1 结构

旋转结构同转矩检测器连接起来。为了使连接损耗降到最小限度, 将工件装置在 XYZ 台上, 以便为轴定心。

从外部发出指令, 发动电机使工件旋转, 用转矩检测器检测工件的阻力, 即转矩, 通过电路加以放大显示。当转矩和转数有关时, 如上升转矩和搅拌阻力等情况下, 同时显示转数。

图 2 是转矩检测器的结构图。其原理是, 和工件相连接的负荷轴上直接连接了弹簧架和磁位计。用于平衡转矩的转矩弹簧 (线圈簧或板簧) 的一端, 固定在转矩轮毂上。轮毂上固定有磁位计的定子端, 磁位计的输出经弹簧用电刷导向外部, 由连接器传送到放大器箱。

旋转结构体包含有复杂的机构集合体及电位器、电位计等简单结构品, 也有轴承等简单制品, 范围十分广泛。

这些轴在动力传输过程中由于摩擦力, 粘着力等原因造成的阻力, 会发生损耗, 使结构的效率下降, 造成产品低劣。这种阻力可通过转矩求得。

为此专门研制开发的转矩测试法是适合损耗转矩检测的令人满意的方法。

转矩检测的结构如图 1 所示, 要把作此工件的

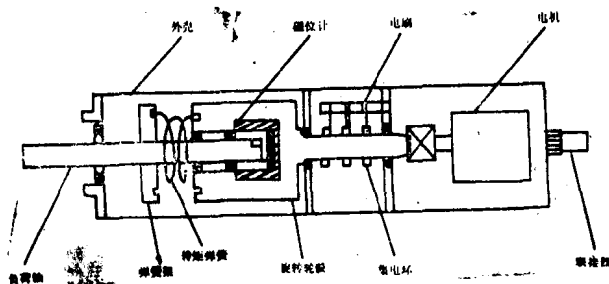


图2 检测器构造

转动时的动态转矩，因此既可测电机的转矩，也能测可换算为转矩的搅拌阻力和粘度。

当这种结构中产生转矩时，转矩簧被扭转。由于转矩弹簧的一端固定在磁位计转子，另一端固定在定子端，因此扭动角度被传至磁位计，在此成为阻值的变化，用直流电桥电路把它作为电压取出，经校正即可作为和转矩成比例的电压显示。

由于这种转矩检测器有转动功能，因此，不仅可测静态转矩，也可测工件

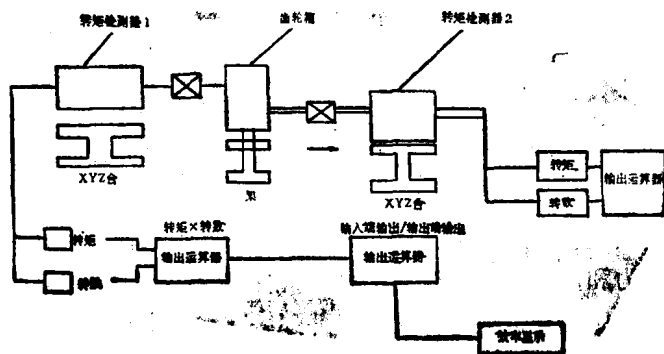


图3 应用机理

图3为应用例。利用2台转矩检测器检测齿轮效率，一台作为输入端，另一台放在输出端。实际上，为便于给轴定心，把转矩检测器设置在XYZ台上。

从各转矩检测器得出转矩与转速，根据 $W = 1027 \times T \times N \times 10^{-5}$ (W)，求出运算电路输出，再根据输入端/输出端输出求出效率。还可利用计算机硬件做乘除运算，或利用微型机进行数据处理。

175 轴承等超微转矩的检测

本文介绍的是检测轴承或VTR用主导轮卷轴等的微小上升转矩或旋转转矩的检测器应用例。

普通的转矩仪，由于轴承损耗和连接损耗大，难以检测微小转矩。这种超微小转矩检测

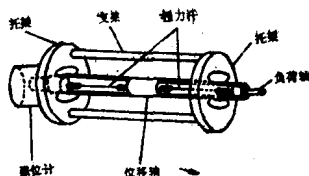


图1 检测器结构

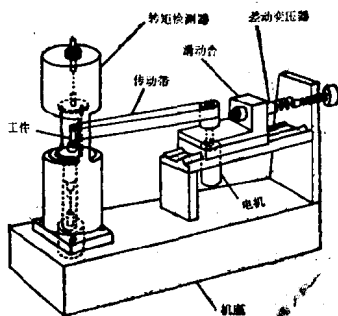


图2 检测系统

器，通常多采用无轴承部分的扭力杆结构。为了减少连接损耗，也可根据工件形状，用外部转子来测试负载转矩。扭力杆的扭转部位，用磁位计测试负荷转矩，经电压转换修正转矩。

检测器的结构如图1所示，两侧的托架装有扭力杆，带有应力调整螺丝的扭力杆中心部装有位移轴，分别伸向托架两侧。为便于通过托架上的孔，位移轴是分开的。位移轴一端安装有磁位计转子，托架上固定有定子。转子同定子，以非接触状态安装。为减小转子的振动，调整扭力杆的应力。因为负荷是向轴的一端传递的，故把它加工成轴并加以固定。从此结构可知，由负载轴到转子的可动部分，采用了完全无接触的悬挂式，所以完全没有轴损耗，故可应用于微小转矩的测量。

图2是实际安装的整个测试台。工件是轴承或主导轮卷轴等旋转体，用外部转子使它旋转，检测变动转矩。工件装置在组成扭力杆的中心装置上，转矩沿着位移轴传递，用磁位计检测。工件的径向方向的应力由传输带给予，并由该带驱动旋转体。传输带由齿轮电动机带动，安装在滑动台上，和负荷计的差动变压器一样安装，可显示轴向负载。

176 用光断续器检测扭曲转矩

采用两组光断续器就可准确地测量产生扭力杆上的扭曲转矩。一般地说旋转体（例如电机）的转矩是很难准确测量的。目前测量转矩的方法有许多种，例如回跳弹簧式、磁应变式、测力传感器式（应变仪）等，但因检测输出微弱，或重复性差，都不理想。

下面针对这些问题，介绍有效地利用光断续器的应用实例。

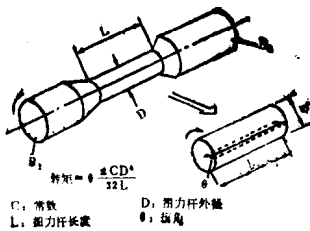


图1 扭力杆

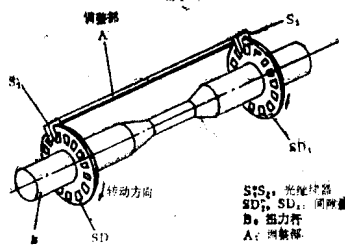


图2 转矩传感器

图1表示扭力杆，固定 B_2 端，扭转 B_1 端时，产生 θ 角的位移。该位移量与转矩相对应，因此如能采用某种方法检测出该 θ 角，就可测出转矩值。

图2是为检测扭力杆的扭曲角度而装设的光传感器。 S_1 、 S_2 为光断续器， SD_1 、 SD_2 为间隙圆盘，通常没有扭曲转矩时规定相位差为零。调整部A是为准确设定 S_1 、 S_2 输出相位而设的辅助件。

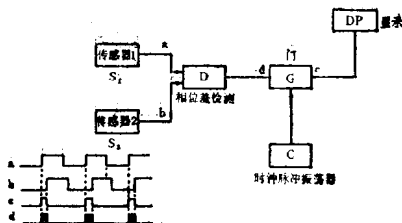


图3 方块图

图3是转矩检测器的方框图。图中传感器1与2的相位差用D测量，然后通过时钟脉冲振荡器C的时钟，对此相位差输出信号进行计数，作为与相位差对应的时钟脉冲取出。输出信号通过DP脉冲计数器作为数字量显示。

此方法是把扭曲转矩作为两组传感器的相位差取出，所以可用提高时钟脉冲的频率，很容易地提高位移量的分辨率。在当今数字技术（产品）发达的情况下，这是一种非常好的测试方法。

177 用 γ 射线检测连续铸钢铸型内的钢液位

钢的连续铸造设备(以下简称CC)是把上工序转炉熔解、精炼的熔钢,连续成形凝固的高效率生产设备。稳定地控制CC中铸型内熔钢的液位,是确保成品板坯质量的重要因素。

也可以说,熔钢液位的变动是诱发夹砂和凝固壳产生不均匀性等板坯表面和内部缺陷的原因。

为了尽量减少液位变化,研制了控制设备。这类控制装置使用多种钢液位检测传感器,但是目前根据CC的铸型环境条件和传感器的响应性、可靠性进行对比, γ 射线液位计最佳最普及。液位控制装置的实用化,不仅大大提高了CC板坯的质量,而且对减轻自动浇铸运行操作人员的负担和作业安全方面也起了很大作用。但是由于要接触放射线,从安全管理考虑,今后 γ 射线液位计有可能会被其它方式所取代。

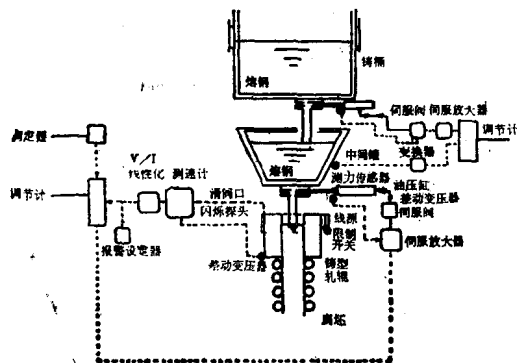


图1 用 γ 射线液位计控制铸型钢液位的装置结构

图中熔钢由铸桶(熔钢锅)逐次注入到中间罐(中间锅),然后向铸型浇注。在铸型中成型的板坯被夹紧辊拉拔,搬出机外。通常,铸型中钢液位的控制是控制来自中间罐的熔钢供给量,有时有也采用改变夹紧辊的板坯拉拔速度的控制方式。

钢液位的检测是用闪烁测试仪,测量和放射线源相隔的钢液透过射线的量。闪烁测试仪探头的信号,由高压脉冲取得,经过同

轴电缆引到测速计,并进行脉冲电压变换。放射线源,由于原子裂变的波动会产生起伏误差,使有时液位测量值不稳定,需要选定适合该测量系的时间常数。载有液位计的铸型会产生颤振,这部分和液位信号相重叠。作为补正,使用差动变压器等另外一种传感器来测量铸型的运动,以补偿颤振的影响。

测速仪的输出与铸型液位的关系如图2。此信号通过线性化电路,作为调节计的测量值

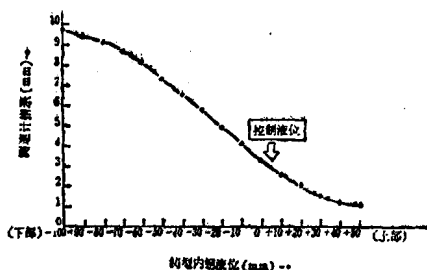


图2 铸型的 γ 射线液位计特性图

铸型中设置情况为,由射线源照射的 γ 线,透过铸型的钢板、铜板以及内冷却水达到闪烁测试仪。这时如有熔钢进入, γ 线几乎被屏蔽。因此, γ 线照射范围内的熔钢液位,呈如图2所示的形状。在实际操作中,铸型内的熔钢上部被连续铸造用熔剂所复盖,熔融层的厚度会有影响,但数量不大,可忽略不计。

使用。液位控制通常可用基于PI动作的模拟控制或微型计算机作数字控制。输出要转换成控制中间罐熔钢流滑阀口的油压。

测量原理利用了熔钢液位的变化,引起 γ 射线屏蔽量变化的道理。CC熔钢液位计利用 C_{60} 或 C_{60} 。近来,使用放射性强度低,半衰期长的 C_{60} 的情况多起来。表1列出了射线源以及容器的规格。

表1 传感器规格表

项 目		主 要 规 格	
射 线 源	核 种 类	^{137}Cs	^{60}Co
	利用的放射线名称及其强度	γ 射线 0.66MeV	γ 射线 1.17 1.13MeV
	半 衰 期	30年 ^年	5.3年
	强 度 (对同一透过力的比较)	约10 mCi	约10mCi
射 线 源 容 器	容器结构	采用在铁制容器内充填屏蔽能力大的铅结构,射线源收容在棒状不锈钢容器内	
	开闭结构 (照射一闭塞)	开闭采取卷帘门方式 开闭的驱动采用气压或油压缸方式 附带人工操作手把 用限位开关确认开闭	
检 测 器	检测器 (闪烁探头)	NaI和光电倍增管组合	
	测速计	对来自光电倍增管的脉冲信号进行模拟处理,可达 10^5 CPS 左右	

校正传感器时,在铸型中吊下铁块,上下移动铁块进行测量。这时要和实际作业一样,通入冷却水,铸型也要使之振动。

由于放射线源的强度会逐年减弱,故对于半衰期短的 Co 要定期校正,调整灵敏度。由于统计误差与原子裂变变量的平方根成反比,因此需要考虑控制特性来进行调整。

设计和规划CC γ 线液位控制装置的要害点可分为两大类:一是确立使用放射线源所

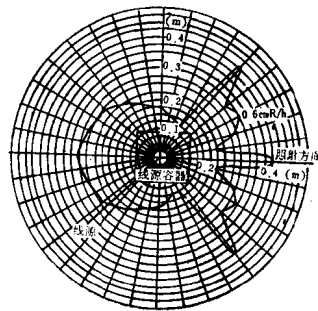


图8 放射线源容器外壁部分泄漏射线量分布图

必须的安全卫生管理体制,另一个是对充分发挥液位控制功能所必须的技术上的探索。前者是组织管理问题,此处从略。但必须强调这方面仍是设计规划中的重要问题。

现将技术上需要探讨的重要问题列举如下:

- (1) 为了尽量减少从射线源容器中泄漏的放射线量,必须对结构进行探讨。图3为其例之一。
- (2) 设计好射线源的快门,使它在驱动源或电源出现故障时转换到安全侧。
- (3) 设计液位控制电路时,使手控优先于自控。此外,对于自动一手控的转换,应当是灵活的。
- (4) 为了能稳定地控制铸型液位,中间罐的液位必须稳定,尽量减少注入量的波动。
- (5) CC铸型周围处于高温环境,故对射线源容器的可动部分和闪烁检测仪部分的防水处理要予以足够的注意。
- (5) 当发生铸造事故逸出熔钢时,不致使射线源容器受到损伤,需要做好防护工作。

178 用磁应变传感器检测料斗料位

图1是使用磁应变传感器的料斗料位计的基本装置结构。

磁应变传感器利用了对某种磁性体加压时,由于应变导致磁特性变化(磁应变现象),即随着特性的变化,输出电压发生变化的现象。这是一种负载-电量变换器。图2是磁传感器内部电路的概要图。

料斗定位计的基本构造是磁应变传感器、接线盒及磁传感器控制器。测力传感器装设在

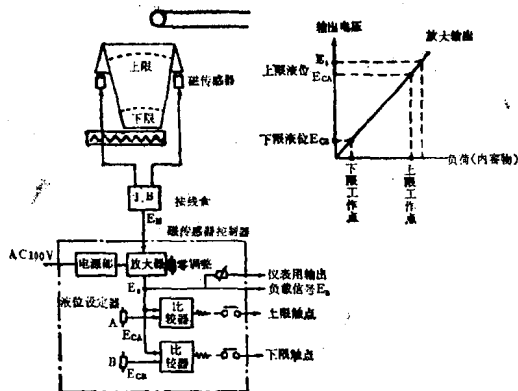


图1 料斗料位计基本装置

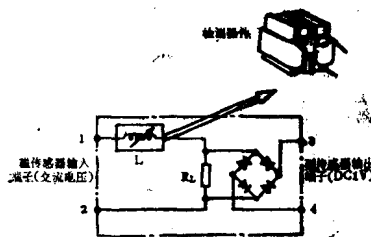


图2 磁传感器端子2与4

料斗支撑部位，当有负载（传感器自重加上内装物重量）加上时，传感器端子3，4间（图2）产生与此成比例的输出电压 E_M ，经过分线盒输入到传感器控制器。

传感器控制器由传感器励磁电源、直流电源、放大器、比较器以及料位设定器组成。

输入到传感器控制器的负载信号 E_M 经放大，消除料斗自重（零点调整）进行信号放大（灵敏度调整），然后输出适合于后面连接的计测、控制、监视器的模拟电压 E_0 。

料斗中装入物的料位检测，通过控制器内的比较器进行。将模拟电压 E_0 与料位设定器电压 E_{Ca} 加以比较，二者一致时控制继电器为ON或OFF。

比较器可供2个电路用。工作电平可用设定器任意选定，也可选定上下限工作点。磁传感器控制器可连接模拟指示计，或数字指示计，以显示料斗内物体的重量。

179 大型罐料位的检测

大型罐内装物的量，即料面的检测看来简单，实际上并不简单，存在许多问题。尤其是当内装物为固体时，因为上部有时不平坦，有时装偏，所以料面的检测本身就存在着问题。

作为对策，最近采取的方法是使用安装在罐底部的荷重传感器，或罐脚部安装应变检测器来测量内装物的料位。

理想的作法是用3个以上的荷载传感器支撑罐的全重量，但对大型罐，费用太高，这是它的缺点；如测量精度要求不太高时，如图1所示，用荷载传感器支持一个点或两个点，其它地方用铰链支撑。用这种方法，如果没有偏移荷载，而是均等，荷重可得到比较高的精度。

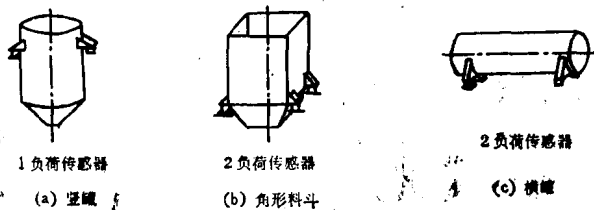


图1 使用荷载传感器与铰链的料罐料位计

对于数百吨的大型罐，从基础把罐提起，用荷载传感器支撑是难以做到的，费用将会很高，因此开发了应变转换器法。

大型罐在满载和空载时，因重量变化在罐脚引起的应变差异并不大。为了高效率地检测微小的应变，采用了机械式地把应变放大，并进行检测的应变转换器。

如图2所示，应变转换器在结构上形成物理性软弱部位，使应力集中在该部位上，用应

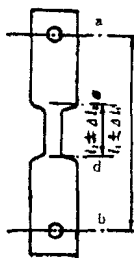


图2 应变转换原理

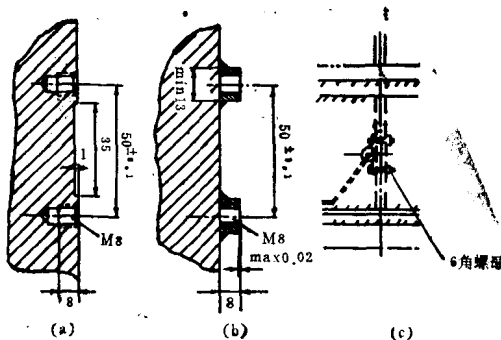


图3 应变检测器安装方法

变仪检测该部位的应变。即把在a-b间产生的应变 Δl_1 ，作为c-d间的应变 Δl_2 加以检测。

实际的传感器如图3所示，在罐脚部或侧面基部攻丝，用螺丝拧紧，或事先焊上螺母，和螺丝安装检测器。简易作法如图3(c)，在H型钢中央部位开孔，用螺杆、螺帽安装，亦可用粘接剂粘接。这时应注意，应变检测器的中间部位不要接触到结构部分。

图4是应变检测器PR9865的外形尺寸图。

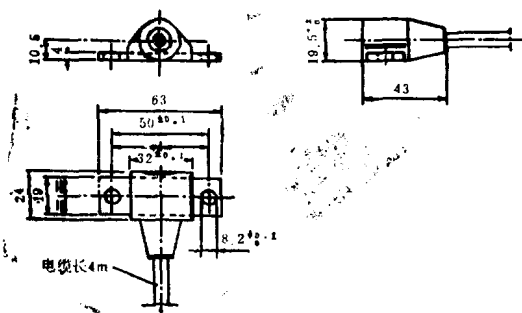


图4 应变检测器PR9865的外形尺寸

无论是哪一种固定法，使用时，内装物重量变化所产生的应变要控制在 $70\mu\text{m}$ (50mm 为 $35\mu\text{m}$ 以内)，通常如大于 $100\mu\text{m}$ 应变/满刻度就能测量。

预计有偏移荷载时，要在另外脚上装设两个以上的检测器，把各脚上的荷载加起来进行测量。加算时只要把应变仪简单并联起来就可。

安装时应注意下列事项：

- (1) 安装时不要使应变仪产生不合理的应变，在密切观察应变仪的情况下拧紧螺丝。
- (2) 紧固转矩虽然没有直接影响，但应注意不要使它在使用中发生滑动，可用粘接剂固定。
- (3) 不要直接焊接固定应变检测仪。
- (4) 为了给焊接的螺母定位，可做简单工具把螺母以 $50 \pm 0.1\text{mm}$ 的间距临时固定后再焊接。

(5) 使用现成的罐，要预先装设实验用应变仪进行预备性实验，找出最佳点后，再装设应变检测仪PR9865。

(6) 若阳光可能直射时，安装应变仪的部位应设置遮光罩。

一般罐本身常随温度高低变化产生胀缩现象，从而产生应变。如果装设对象是铁，应变仪本身的温度膨胀系数在 $11 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ，近似于铁材的膨胀系数，其影响很小。

但在罐整体的胀缩所产生的应变，影响到检测部位的情况下，检测器的温度补偿就无济于事。

做为对策，应采用某种结构，使罐整体的胀缩不致影响到检测器安装的部位，或探寻出影响很小的地方。

应变检测器PR9865是350Ω全电桥应变仪型传感器，电输出为550μV/V，可与一般应变仪或负载传感器用放大器和仪器配合使用。

180 用扩散式半导体压力传感器检测水位

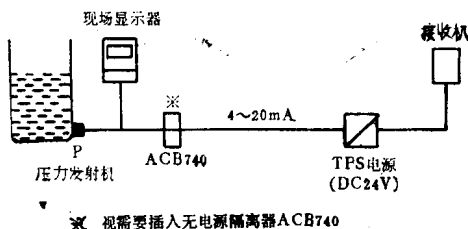
扩散式半导体压力传感器，由于它的高可靠性和高精度而得到世界公认，现正迅速普及。这是由于能够制造出滞后小，重复性好，价廉的传感器的原故。做为应用例，有测水位的传感器。

压力的测量单位有用水柱高表示的，即mmH₂O或mH₂O等，可通过水压测水深。在大气条件下，即一个大气压下，1气压(1atm)的压力相当于水深1米。

根据上述原理，在罐底部装设压力传感器，测其水压即可了解水位即水深，笼统地讲测量水位，其内容十分广泛。从水槽、水罐水位到河水、水坝，甚至油轮水位和海的深度测试，应用面很广。就水质而言，包括了土水和下水、淡水、海水、水溶液等。

测试方法：

(1) 外部安装法 (图1)



※ 视需要插入无电源隔离器ACB740

图1 开放容器水位检测系统图

上方施加。

(2) 浸渍式

对水坝、水路和油轮来说，压力传感器无法固定在容器外部。因此常把传感器装在管子或导管中，再把管子浸入测量点的水中，以测量水位。这时压力传感器的背压端要用管子连通大气。

(3) 投放式

在河流或海洋，不是固定地设置压力传感器，而是为了随时随地测量水深，把压力传感器放入保护性探头中，连接带有背压用管子的电缆，可充作投入式水深计使用。

(4) 气泡式

为了防止传感器附着生物或被泥沙污染，如图2所示，经常向水中吹入一定量的空气，测量吹入管的压力以计测水位和水深。

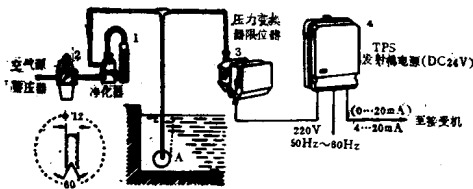


图2 气泡式水位计系统图

对于一端向大气开放的罐和水槽，装设容器的压力传感器，测量底部的水压，从水压求出水深和水位。压力传感器的安装位置最好与底面处于同一水平面，但实际上要稍偏上方，用计量仪进行修正。

为了防止排水积留在传感器的底压面上，安装时使感压面向下，以便使水压朝向上方施加。

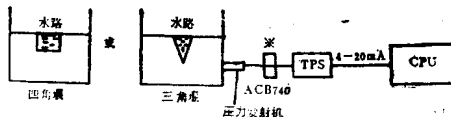


图3 堰式流量计系统图 (※ 视需要插入无电源隔离器ACB740, TPS是发射机电源)