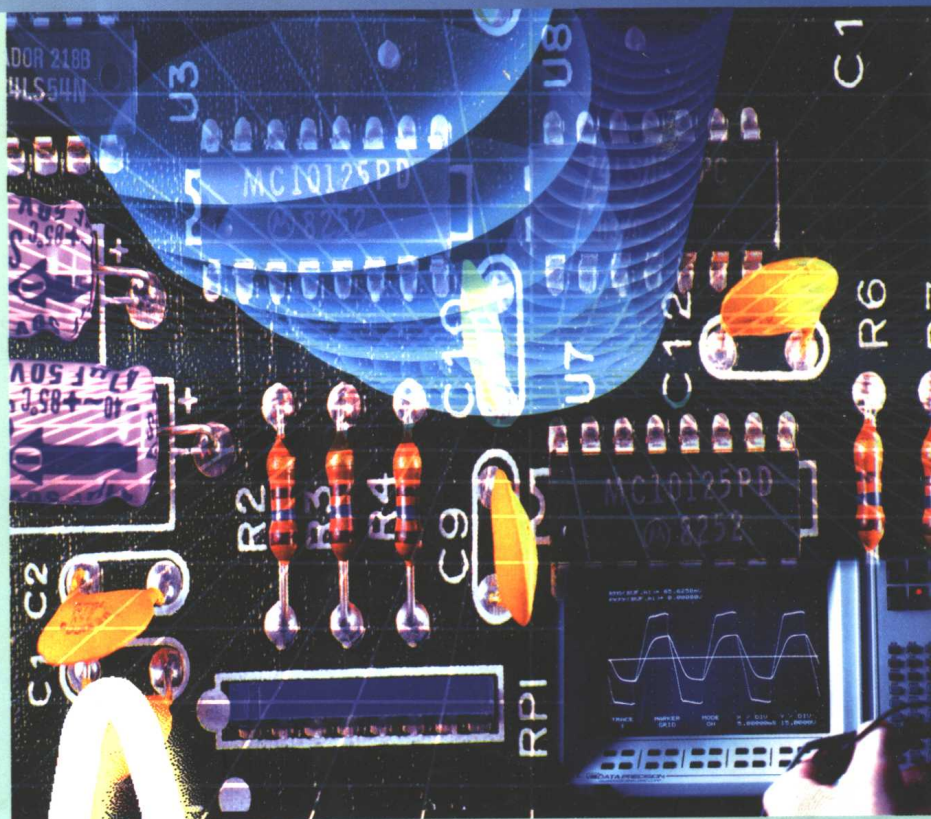




光电检测 控制电路手册

赵负图 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

光电检测控制电路手册

赵负图 主编

化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心
· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

光电检测控制电路手册/赵负图主编. —北京: 化学工业出版社, 2001.1

ISBN 7-5025-2934-9

I. 光... I. 赵... III. 光电测量仪-控制电路-手册 N. TH82-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 37691 号

光电检测控制电路手册

赵负图 主编

责任编辑: 刘 哲 李玉晖

责任校对: 凌亚男

封面设计: 田彦文

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 38 $\frac{3}{4}$ 字数 978 千字

2001 年 2 月第 1 版 2001 年 2 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—3500

ISBN 7-5025-2934-9/TN·4

定 价: 78.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

编写人员

主编 赵负图

参加编写人员

赵负图	李思	吴学孟	常华瑞	赵民
吴长虹	徐宇逊	谢思齐	贺桂琴	赵军
项诚	张亚卿	李波	徐军勤	杨艺
李应明	高诗京	王亮	吴石林	郑小龙
王春水	沈钊	张明	黄君焕	郑天昊
陈永平	夏立新	杨卫兵	宋欣	王林
杨立国	王殿英	金晓英	张玲	杨焕明
刘桂华	张帆	郭力	林祥斌	路越华
马超	马正	王根来	徐新	

前 言

随着科学技术的发展，自动化技术已在工业生产和现代化的国民经济建设中得到广泛应用。光电检测控制电路是自动化系统的核心技术之一，是其他电路难以替代的。它的稳定性及精度决定了自动化过程的稳定性和控制精度。由于有些现场存在电磁干扰、核辐射、高压危害、毒污染等，环境非常恶劣，各种检测控制的设备、元件性能各不相同。选择与其匹配的光电电路可以满足设计者要求，并能在实际环境条件下进行高精度的实时测量和控制。

本书主要内容就是介绍满足这些要求的光电电路的实用电路。对有代表性的典型产品电路原理、结构电路、工作电路的名称、型号、主要技术参数作了较详细的介绍，同时也给出了生产厂家。

为了把这些电路系统地、典型地、有代表性地介绍给广大读者，我们收集了国外厂家的现代产品应用资料及广大用户研制开发的实用电路编辑成册。该手册取材新，实用性强，性能参数齐全。由于光电电路品种多、数量大，鉴于篇幅限制，在保证电路的先进性和可靠性的条件下，选有代表性的电路予以介绍。

本手册是广大科研、生产、设计、开发部门的技术人员，大专院校师生设计应用的重要工具书之一，是设备维修人员的重要参考书，也是各类图书资料室必备的图书。

编写说明

《光电检测控制电路手册》包括各类产品典型结构电路、工作电路、应用电路、适用范围、主要参数等内容。手册中电路图、参数符号意义、型号、生产厂家、主要参数及数据表等各部分包含的内容及编排方式分别说明如下。

1. 产品电路选择

据统计目前生产光电产品电路有数千种，有的产品大同小异，如光电耦合器，仅国内生产厂家及公司就有近百家。选择有代表性产品电路详细介绍，对数量少的品种电路，给出其电路方块图，这样便于广大读者选用。

2. 电路图

由于篇幅所限，电路图及必要的技术特性图只将必要的参数和说明列出，即电路名称、应用范围、电路元件及元件数值等。对于电路复杂、图形大者只给出实用方块图。对大多数人所熟悉的通用电路，如史密特触发电路、放大器等也给出方块图。

3. 标记、符号、注释

在各类光电电路及参数表中，使用了大量的标记符号，目前没有统一的标准，只能在各类电路和数据表中相应部分将含义列出，对一些特性及必要的技术说明予以注释。

4. 用途、生产厂家

光电电路的应用是生产厂家和用户经验的总结，读者不要局限于本书中用途介绍，可以灵活多变，根据产品结构电路技术特性开拓使用领域。

5. 电路分类的编排

电路按品种分类，由于不同产品的用途相互交叠，联系紧密，难以严格划分。为此，同一类产品排序原则上尽量统一，但也照顾到产品的特殊性，读者查阅时要综合考虑。

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了当前国内外各种光电检测控制电路原理、结构、工作、应用及必要的性能参数，同时给出了生产厂家。全书共九章，内容包括通用光电、激光、光纤、光电编码电路及探测、传感、通讯、接收发送、控制等电路。

本书可指导相关专业科研、生产、设计、开发人员及大专院校有关人员实际应用，也是各类图书资料室必备的工具书之一。

目 录

编写说明

1 HP (HEWLETT PACKARD) 光电应用电路	1
1.1 隔离放大电路	1
1.2 隔离 A/D 转换电路	10
1.3 隔离驱动电路	18
1.4 短路和过载检测电路	44
1.5 数字逻辑接口/电平转换应用电路	48
1.6 数据通信应用电路	51
1.7 电信应用电路	56
1.8 电机控制应用电路	58
1.9 模拟应用电路	62
1.10 工业应用电路	70
1.11 电源应用电路	73
1.12 红外接收发射电路	74
1.13 单模光纤接收发射电路	85
2 红外探测器电路	114
2.1 光敏探测器核心电路	114
2.2 光电探测器输出电路	116
2.3 J16 系列探测器电路	119
2.4 Si/Ge 夹层探测器电路	122
2.5 J12 系列 InAs 探测器电路	124
2.6 J10D 系列 InSb 探测器电路	126
2.7 J15 系列 HgCdTe 探测器电路	127
2.8 J15TE 短波探测器电路	130
2.9 J17 系列掺杂 Ge 探测器电路	131
2.10 红外探测器前置放大电路	132
2.11 红外探测器温控电路	136
2.12 HgCdTe 低噪声红外探测器电路	137
2.13 其他光电探测器电路	137
3 激光、光传感器电路	141
3.1 光器件电路	141
3.2 光传感器基本电路	146
3.3 光传感器输出电路	158
3.4 CY 系列传感器电路	162
3.5 D 系列传感器电路	163

3.6	EX 系列传感器电路	165
3.7	N 系列传感器电路	170
3.8	P 系列传感器电路	176
3.9	R 系列传感器电路	179
3.10	S 系列传感器电路	185
3.11	VF 系列传感器电路	192
3.12	可见光、激光二极管电路	196
3.13	其他光传感器电路	198
3.14	光传感器、激光和光电器件	200
4	光敏电阻、光电池电路	223
4.1	光敏器件电路	223
4.2	光敏电阻开关电路	228
4.3	光敏电阻报警电路	229
4.4	光敏电阻逻辑电路	231
4.5	光电池电路	232
4.6	光电阻或光电池光隔离电路	234
4.7	光电池器件	242
5	红外光电器件电路	246
5.1	红外器件基本电路	246
5.2	红外接收电路	246
5.3	红外发射电路	249
5.4	红外发射/接收电路	253
5.5	红外数据传输电路	267
5.6	红外光逻辑电路	268
5.7	红外光继电器控制电路	268
5.8	红外光控制电路	269
5.9	红外光控报警电路	273
5.10	红外光测试电路	276
6	光电传感器开关电路	278
6.1	光电开关基本电路	278
6.2	光电开关电路	286
6.3	OMRON 光电开关电路	295
6.4	Y 系列传感器光电开关电路	305
6.5	CA-CB 系列传感器光电开关电路	315
6.6	其他光电开关电路	318
7	光纤电路	342
7.1	光纤接收器件电路	342
7.2	光纤接收电路	356
7.3	光纤接收机电路	359
7.4	光纤发射电路	362

7.5	光纤接收/发射电路	367
7.6	光纤通信电路	376
7.7	光纤测试电路	384
7.8	其他光纤电路	388
7.9	光纤传感器件	408
8	光电耦合电路	414
8.1	光隔离基本电路	414
8.2	光耦合器应用电路	427
8.3	双向晶闸管光隔离电路	444
8.4	光隔离输出电路	450
8.5	光隔离集成应用电路	454
8.6	光隔离交流输入/晶体管输出应用电路	457
8.7	光隔离线性耦合电路	459
8.8	光隔离电源控制电路	464
8.9	光隔离逻辑电路	489
8.10	光隔离其他应用电路	497
8.11	光隔离器件	502
9	光电编码器电路	511
9.1	技术说明	511
9.2	编码器电路	516
9.3	PEPPERL+FUCHS 编码器输出电路	528
9.4	OMRON 编码器输出电路	540
9.5	JICHUN 旋转式编码器输出电路	550
9.6	BALLUFF 编码器输出电路	570
9.7	CKE 旋转编码器输出电路	585
9.8	圆光栅编码器接口电路	594
9.9	其他光电编码器输出电路	605
9.10	光电编码传感器	606

1 HP (HEWLETT PACKARD) 光电应用电路^①

1.1 隔离放大电路

HCPL-7820/7825 高 CMR 模拟隔离放大器电路

用途 电机相位电流检测；通用电流检测和监视；高压监视；开关电源信号隔离；通用模拟信号隔离；传感器隔离

特点 快速传输延迟用于过流和故障检测；高 CMR: $30\text{kV}/\mu\text{s}$ (在 $U_{\text{CM}}=1000\text{V}$)；HCPL-7820 增益容差: 3%；HCPL-7825 增益容差: 5%；非线性 0.05%；低失调电压和温漂；200kHz 带宽；在 $-40\sim-100^\circ\text{C}$ 范围，规定特性适用于通用电机控制；小型，自动插入，标准 8 脚 DIP 封装；先进的 $\Sigma\Delta\text{A/D}$ 转换器技术； $1\mu\text{mCMOS}$ IC 工艺

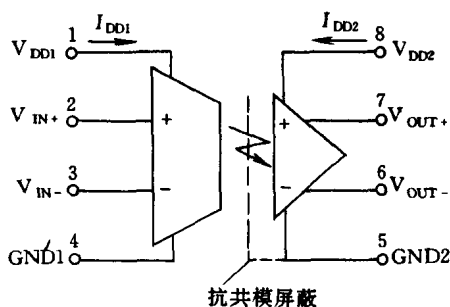


图 1-1 HCPL-7820/7825 管脚

- 1. V_{DD1} 、2. $V_{\text{IN+}}$ 、3. $V_{\text{IN-}}$ —输入电压、
- 4. GND1 、5. GND2 —地、6. $V_{\text{OUT-}}$ 、
- 7. $V_{\text{OUT+}}$ —输出电压、8. V_{DD2} —电源电压

图 1-2 表示 HCPL-7820/7825 的基本功能。在工作时， $\Sigma\Delta$ 调制器将模拟输入信号转换成一个高速串联位数字流。这时位数字流的平均直接与输入信号成比例。这个数字数据流编码并被光发送到检测器电路。检测信号被译码并转换回至模拟信号，信号被滤干扰后得到最后输出信号。

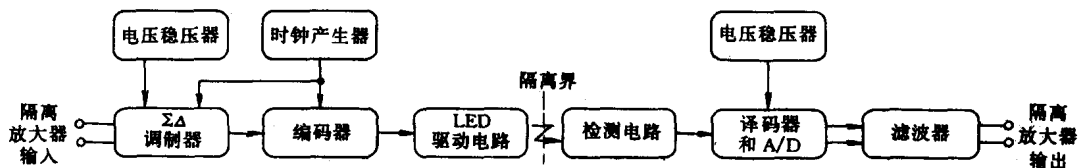


图 1-2 HCPL-7820/7825 方块图

^① 本章介绍、引用的所有有关 HP (HEWLETT PACKARD) 产品的数据、资料、图形等一切信息，均为作者个人的理解和看法，仅供读者参考，不应视作产品的正式介绍、使用指南、用户手册或 HP (惠普) 公司的任何承诺、说明、解释。因使用、采信本书资料而引起的任何关于 HP 产品的争议、纠纷和责任，根据文责自负的原则，由作者本人承担或与作者直接联系解决。惠普公司及其子公司或其所投资的企业对本书所引起的任何争议、纠纷、诉讼、赔偿等不承担任何责任，包括经济、民事、行政等一切法律责任。

最大绝对额定值

参 数	符 号	单 位	最 小	最 大
存储温度	T_S	C	-55	125
工作温度	T_A	C	-40	100
电源电压	U_{DD1}, U_{DD2}	V	0.0	5.5
稳定输入电压	U_{IN+}, U_{IN-}	V	-2.0	$U_{DD1} + 0.5$
(2s 瞬变输入电压)			-6.0	
输出电压	U_{OUT+}, U_{OUT-}	V	-0.5	$U_{DD2} + 0.5$
引线焊接温度 (密封面 1.6mm 以下, 10s)	T_{LS}	C		260

推荐工作条件

参 数	符 号	单 位	最 小	最 大
工作温度	T_A	C	-40	100
电源电压	U_{DD1}, U_{DD2}	V	4.5	5.5
输入电压	U_{IN+}, U_{IN-}	mV	-200	200

直流特性

典型值测试条件: $U_{IN+}=0V$, $U_{IN-}=0V$, $T_A=25^\circ C$, $U_{DD1}=5V$, $U_{DD2}=5V$

参 数	符 号	单 位	最 小	典 型	最 大
输入失调电压	U_{OS}	mV	-0.8 -2.0	0.45 0.45	1.7 2.9
输入失调对温度变化的绝对值	$ \Delta U_{OS}/\Delta T $	$\mu V/C$		7.8	
增益 (HCPL-7820)	G	V/V	7.76 7.60	8.00 8.00	8.24 8.40
增益 (HCPL-7825)	G	V/V	7.60 7.44	8.00 8.00	8.40 8.56
200mV 非线性	NL_{200}	%		0.06	0.15 0.3
100mV 非线性	NL_{100}	%		0.03	0.08 0.1
输入限幅前最大输入电压	$ U_{IN+} _{max}$	mV		320	
平均输入偏流	I_{IN}	μA		-1	
平均输入电阻	R_{IN}	k Ω		280	
输入 DC 共模抑制比	$CMRR_{IN}$	dB		52	
输出电阻	R_O	Ω		1.2	
输出低压	U_{OL}	V		1.30	
输出高压	U_{OH}	V		3.90	
输出共模电压	U_{OCM}	V	2.30	2.60	2.90
输入电源电流	I_{DD1}	mA		11.1	17.0
输出电源电流	I_{DD2}	mA		10.0	14.0
输出短路电流	$ I_{OSC} $	mA		12	

交流特性

典型值测试条件: $U_{IN+}=0V$, $U_{IN-}=0V$, $T_A=25^\circ C$, $U_{DD1}=5V$, $U_{DD2}=5V$

参 数	符 号	单 位	最 小	典 型	最 大
隔离型抑制	IMR	kV/ μs	20	30	
隔离型抑制比 (在 60Hz)	$IMRR$	dB		>140	
至 50% 传输延迟	t_{PD50}	μs	1.20	1.85	2.85
至 90% 传输延迟	t_{PD90}	μs	1.60	2.75	4.10
上升/下降时间 (10%~90%)	$t_{R/F}$	μ	0.85	1.50	2.25
小信号带宽 (-3dB)	f_{-3dB}	kHz	150	200	380
小信号带宽 (-45°)	f_{-45°	kHz		85	
RMS 输入基本噪声	U_N	mV _{rms}		1.4	
电源抑制	PSR	mV _{P-P}		150	

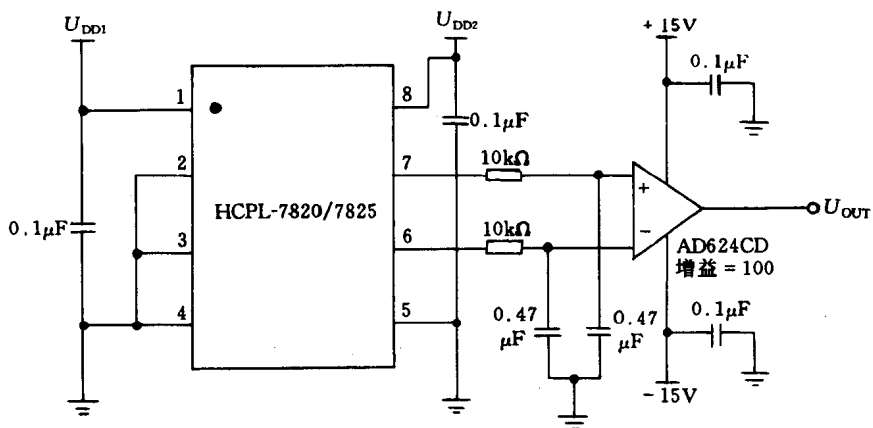


图 1-3 输入失调电压测试电路

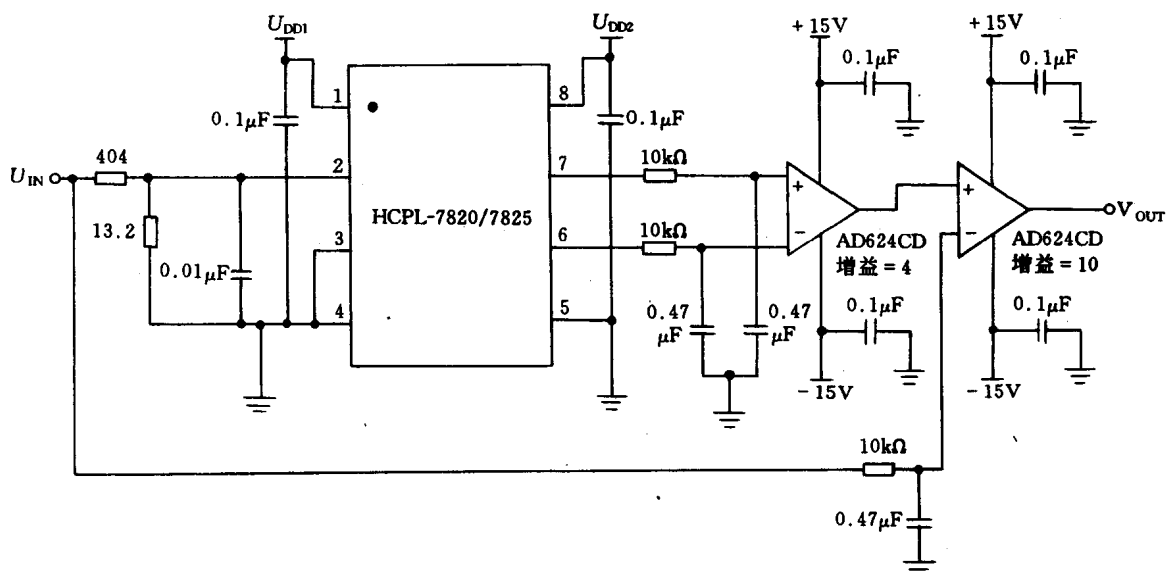


图 1-4 增益和非线性测试电路

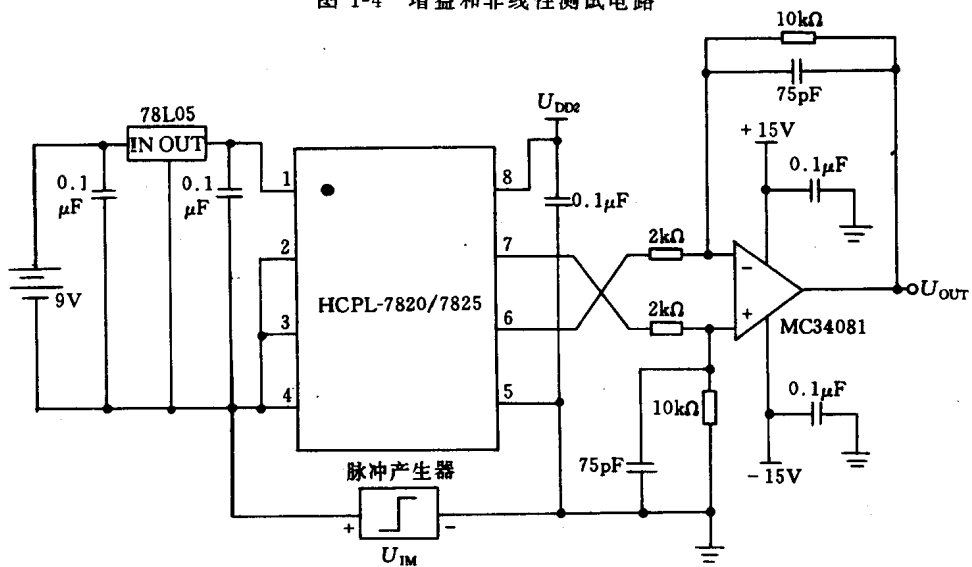


图 1-5 隔离型抑制测试电路

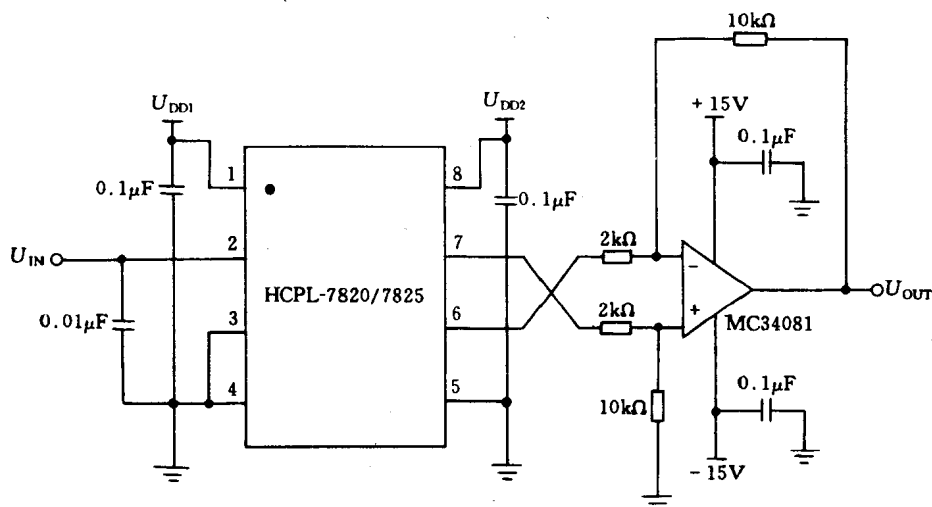


图 1-6 传输延迟、上升/下降时间和带宽测试电路

图 1-7 所示应用电路有一个浮动电源稳压 5V，用一个三端稳定压电源 (U1)、电压取自电流传感电阻或并联 R_{SENSE} ，加到 HCPL-7820/7825 输入，通过 RC 去耦滤波器 (R_5 、 C_3)。最后，用一个简单差分放大器电路 (U3 和有关元件) 使隔离放大器的差动输出转换成一个地为参考点的单端输出电压。

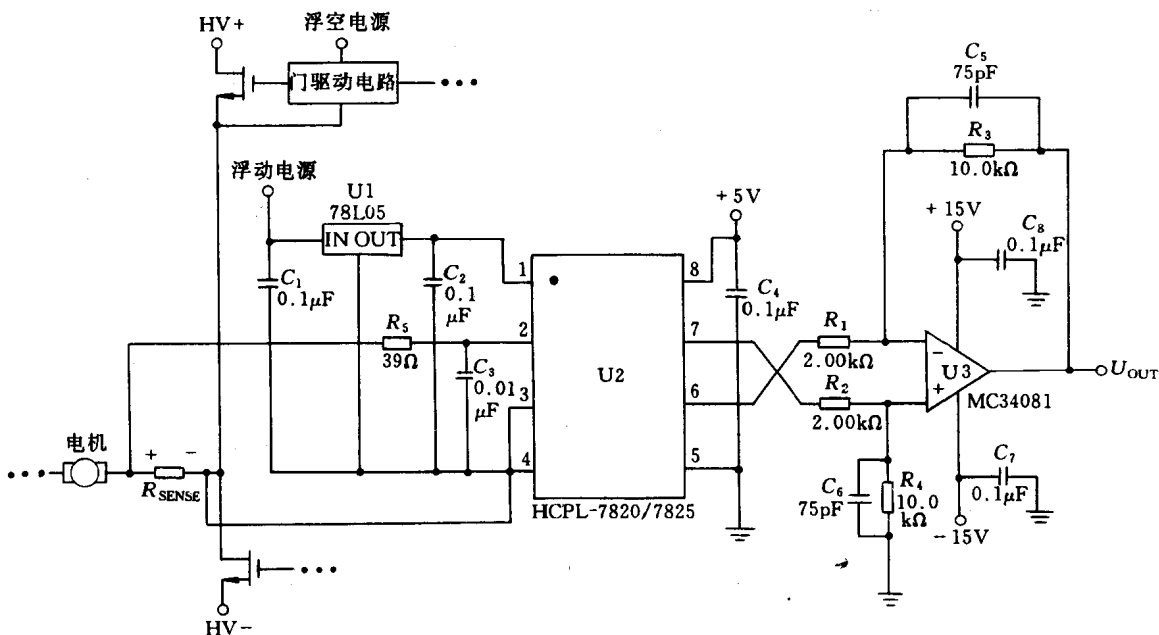


图 1-7 HCPL-7820/7825 推荐应用电路

图 1-8 所示末级放大电路有 3 个功能：基准输出信号是相对地的（或预设电平），放大信号到实际需要电平，滤除输出噪声。为了保持整个电路带宽，末级放大器电路至少应有隔离放大器最小带宽的 2 倍，约 200kHz。末级放大器包括 C_5 和 C_6 组成的低通滤波器，它可减小输出噪声。末级放大器用 5V 单电源。外加一个电阻，使增益减小到 1，允许电路工作在整個输入范围。

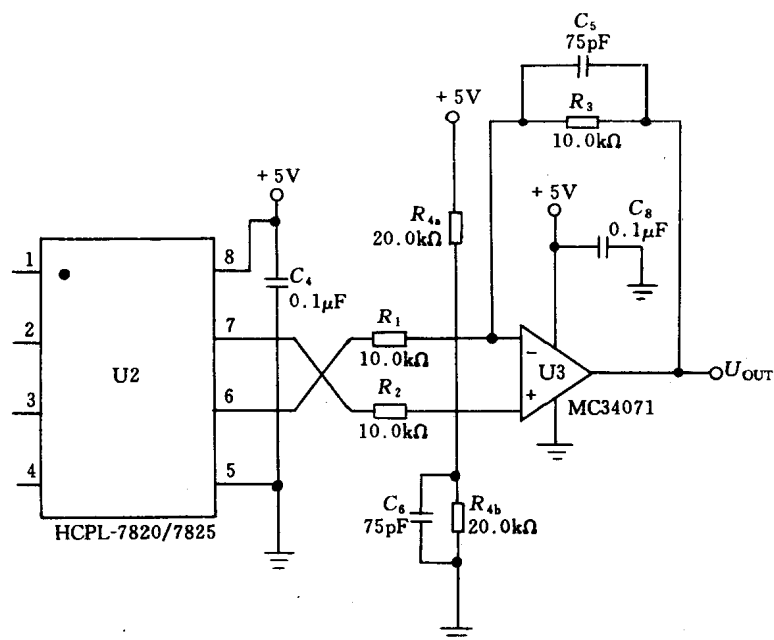


图 1-8 单电源末级放大器电路

生产厂家 HEWLETT PACKARD 公司

HCPL-7840 模拟隔离放大器电路

用途 用于电机相位电流检测；反相器电流检测；开关电源信号隔离；通用电流检测和监视；通用模拟信号隔离

特点 高共模抑制， $CMR=15kV/\mu s$ （在 $U_{CM}=1000V$ ）；增益容差 5%；非线性 0.1%；低失调电压和温漂；带宽 100kHz；特性规定温度范围 $-40\sim 85^{\circ}C$ ；标准 8 脚 DIP 封装

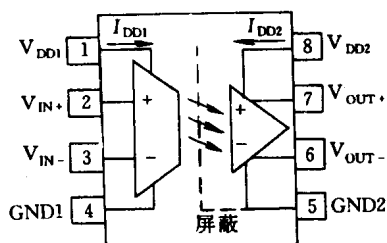


图 1-9 HCPL-7840 管脚

1. V_{DD1} 、2. V_{IN+} 、3. V_{IN-} —输入电压、
4. $GND1$ 、5. $GND2$ —地、6. V_{OUT-} 、
7. V_{OUT+} —输出电压；8. V_{DD2} —电源电压

HCPL-7840 隔离放大器，具有精确的隔离和放大电压和电流，由 $\Sigma\Delta$ 模数变换器光耦合至一个数模变换器组成，详见图 1-10。

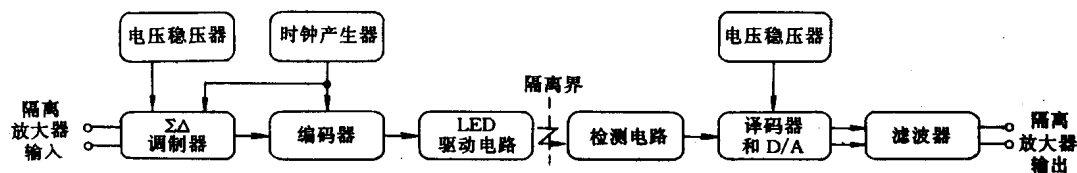


图 1-10 HCPL-7840 方块图

最大绝对额定值

参 数	符 号	单 位	最 小	最 大
存储温度	T_S	C	-55	125
工作温度	T_A	C	-40	85
电源电压	U_{DD1}, U_{DD2}	V	0.0	5.5
稳定输入电压	U_{IN+}, U_{IN-}	V	-2.0	$U_{DD1}+0.5$
2 秒瞬变输入电压			-6.0	
输出电压	U_{OUT+}, U_{OUT-}	V	-0.5	$U_{DD2}+0.5$
引线焊接温度	T_{CS}	C		260

推荐工作条件

参 数	符 号	单 位	最 小	最 大
工作温度	T_A	C	-40	85
电源电压	U_{DD1}, U_{DD2}	V	4.5	5.5
输入电压	U_{IN+}, U_{IN-}	mV	-200	200

直流特性

典型值测试条件: $U_{IN+}=0V$, $U_{IN-}=0V$, $T_A=25^\circ C$, $U_{DD1}=5V$, $U_{DD2}=5V$

参 数	符 号	单 位	最 小	典 型	最 大
输入偏置电压	U_{OS}	mV	-1.2 -3.0	-0.2 -0.2	1.0 2.0
增益	G	V/V	7.60 7.44	8.00 8.00	8.40 8.56
200mV 非线性	NL_{200}	%		0.1	0.2 0.4
100mV 非线性	NL_{100}	%		0.05	0.1 0.2
输出限幅以前最大输入电压	$ U_{IN+} _{max}$	mV		320	
平均输入偏流	I_{IN}	μA		-0.57	
平均输入电阻	R_{IN}	k Ω		480	
输入直流共模抑制比	$CMRR_{IN}$	dB		69	
输出电阻	R_O	Ω		1	
输出低电压	U_{OL}	V		1.28	
输出高电压	U_{OH}	V		3.84	
输出共模电压	U_{OCM}	V	2.20	2.56	2.80
输入电源电流	I_{DD1}	mA		8.7	15.5
输出电源电流	I_{DD2}	mA		8.8	14.5
输出短路电流	$ I_{OSC} $	mA		1.1	

交流特性

典型值测试条件: $U_{IN+}=0V$, $U_{IN-}=0V$, $T_A=25^\circ C$, $U_{DD1}=5V$, $U_{DD2}=5V$

参 数	符 号	单 位	最 小	典 型	最 大
共模抑制	SMR	kV/ μs	10	15	
共模抑制比 (在 60Hz)	$CMRR$	dB		>140	
传输延迟至 50%	t_{PD50}	μs		3.7	6.5
传输延迟至 90%	t_{PD90}	μs		5.7	9.9
上升/下降时间 (10%~90%)	$t_{R/F}$	μs		3.4	6.6
小信号带宽 (-3dB)	f_{-3dB}	kHz	50	100	
小信号带宽 (-45 $^\circ C$)	f_{45°	kHz		33	
RMS 输入基准噪声	U_N	mV _{rms}		0.6	
电源抑制	PSR	mV _{P-P}		570	

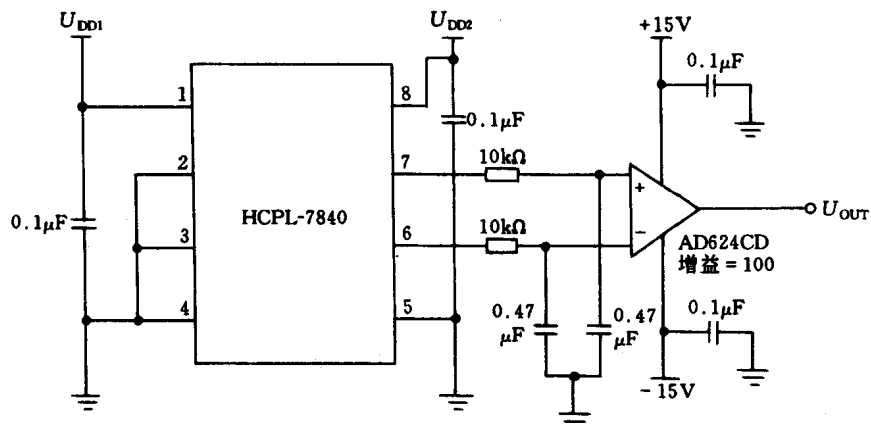


图 1-11 输入失调电压测试电路

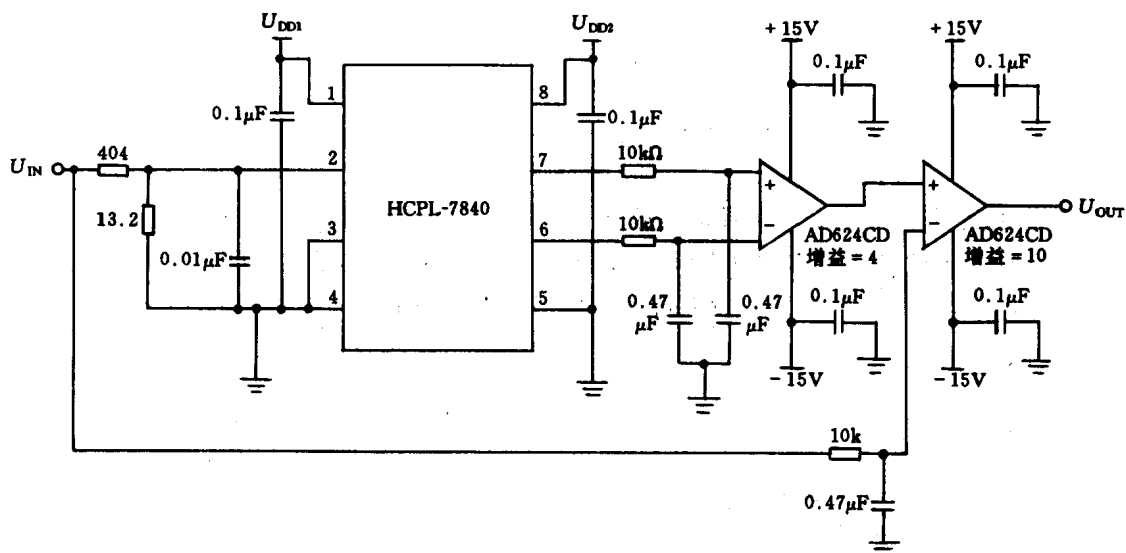


图 1-12 增益和非线性测试电路

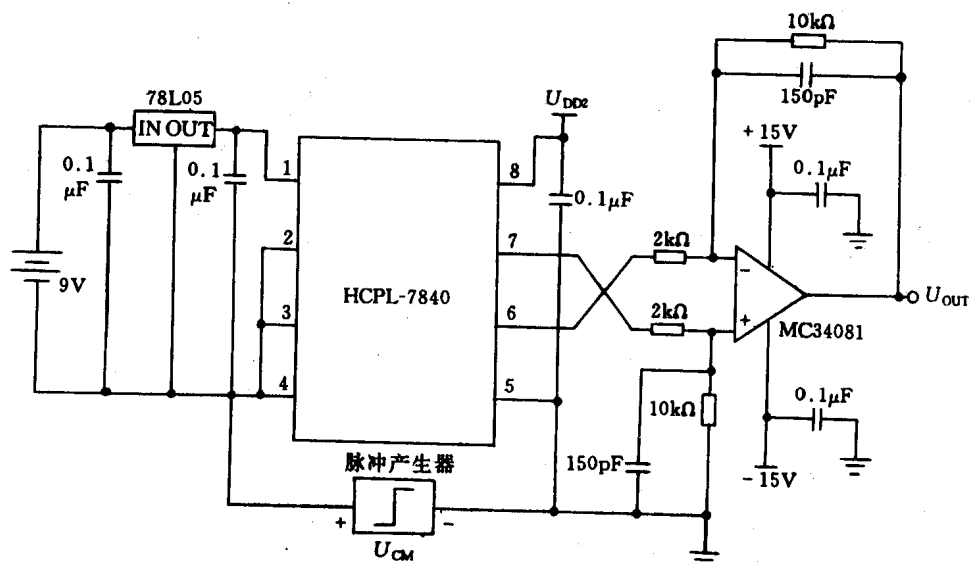


图 1-13 共模抑制测试电路