

十一通道双掷超高速模拟开关芯片 CH9444

手册

版本：1.1

https://wch.cn

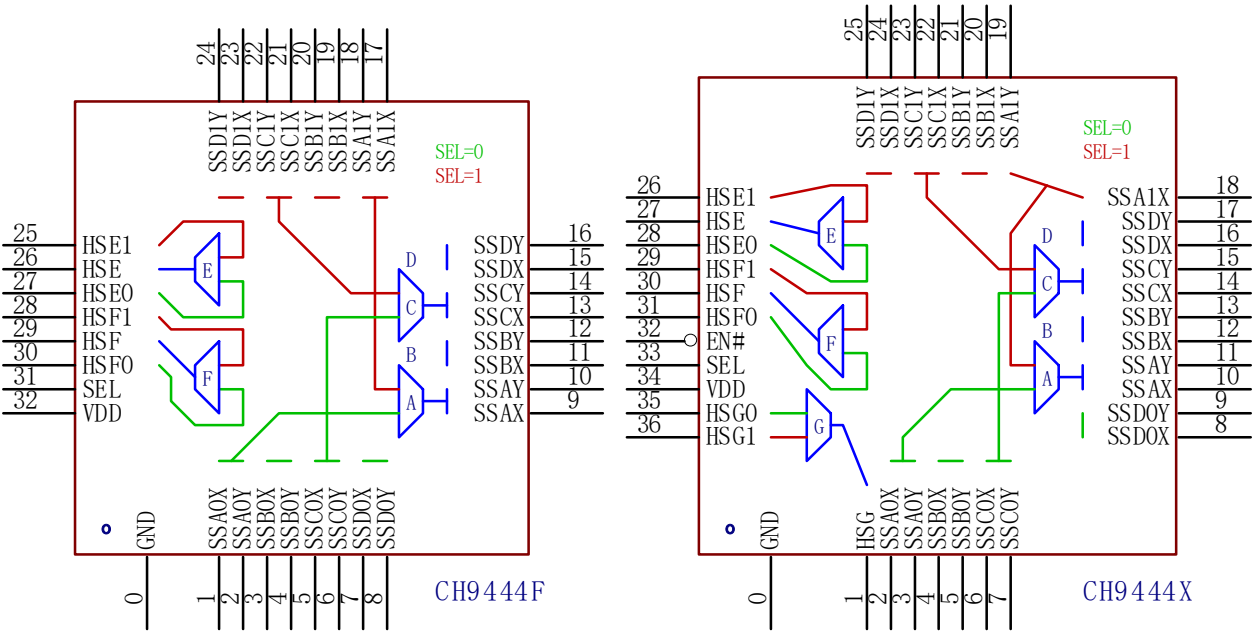
1、概述

CH9444X 是十一刀双掷二选一模拟开关芯片,包含 4 对高带宽差分模拟开关和 3 个普通模拟开关;CH9444F 相比 CH9444X 减少 1 个中高速模拟开关。CH9444 支持 Type-C/USB3.0、PCIe、Display Port、HDMI 等信号速率,用于高带宽信号 2:1 MUX 切换,支持未压缩的 4K 60fps 显示数据;控制信号直接支持 1.8V~5V。

2、特点

- 高带宽,支持 6Gbps 差分信号,支持 SS 超高速 USB3.2 Gen1 信号。
- 11 个双向二选一模拟开关,组成 4 对差分 SS 超高速通道+3 个独立 HS 高速通道。
- 支持 DP 和 HDMI,支持 4K 显示器 60fps 数据,外围精简,低成本。
- 控制信号独立于电源电压,支持 5V、3.3V、2.5V、1.8V 控制信号,无需电平转换。
- 宽电源电压范围,内置 LDO 降压器,支持电压范围 2.7V~5.5V。
- 提供 QFN32、QFN36 等封装形式,兼容 RoHS。

3、引脚排列



封装形式	外形尺寸	引脚节距		封装说明	订货型号
QFN32	4*4mm	0.4mm	15.7mil	四边无引线 32 脚	CH9444F
QFN36X4	4*4mm	0.35mm	13.8mil	四边无引线 36 脚	CH9444X

注：0#引脚是指 QFN 封装的底板。

4、引脚定义

9444F 引脚号	9444X 引脚号	引脚名称	引脚 类型	引脚说明
32	34	VDD	电源	工作电源输入，额定 3.3V 或 5V。
0	0	GND	电源	公共接地，信号参考地。
–	32	EN#	输入	全局使能输入，低电平有效； 高电平断开且下电。 CH9444F 已在内部将 EN#短接 GND； CH9444X 仅 HSG 开关不受 EN#控制。
31	33	SEL	输入	二选一模拟开关的选择输入： 高电平选择 1#端；低电平选择 0#端。
9、10、 11、12、 13、14、 15、16	10、11、 12、13、 14、15、 16、17	SSAX、SSAY、 SSBX、SSBY、 SSCX、SSCY、 SSDX、SSDY	模拟 信号	二选一超高速模拟开关的公共端。
1、2、 3、4、 5、6、 7、8	2、3、 4、5、 6、7、 8、9	SSA0X、SSA0Y、 SSB0X、SSB0Y、 SSC0X、SSC0Y、 SSD0X、SSD0Y	模拟 信号	超高速模拟开关的 0#端， SEL 引脚输入低电平选中。
17、18、 19、20、 21、22、 23、24	18、19、 20、21、 22、23、 24、25	SSA1X、SSA1Y、 SSB1X、SSB1Y、 SSC1X、SSC1Y、 SSD1X、SSD1Y	模拟 信号	超高速模拟开关的 1#端， SEL 引脚输入高电平选中。
26、29	27、30	HSE、HSF	模拟 信号	二选一高速模拟开关的公共端。
27、30	28、31	HSE0、HSF0	模拟 信号	高速模拟开关的 0#端， SEL 引脚输入低电平选中。
25、28	26、29	HSE1、HSF1	模拟 信号	高速模拟开关的 1#端， SEL 引脚输入高电平选中。
–	1	HSG	模拟 信号	二选一中高速模拟开关的公共端。
–	35	HSG0	模拟 信号	中高速模拟开关的 0#端， SEL 引脚输入低电平选中。
–	36	HSG1	模拟 信号	中高速模拟开关的 1#端， SEL 引脚输入高电平选中。

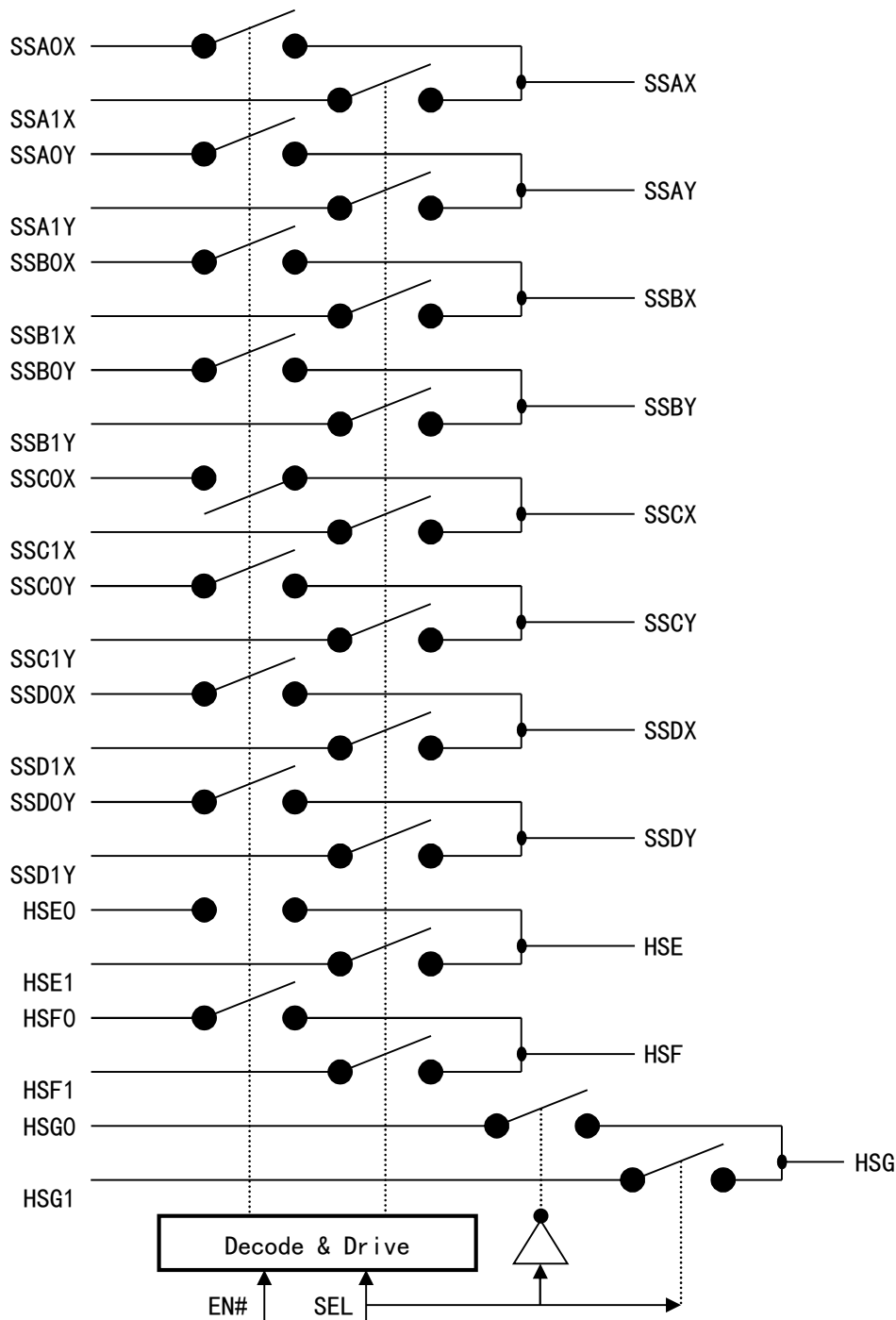
5、功能说明

CH9444 是宽带超高速双向模拟开关芯片，包含 11 个 2:1 MUX 模拟开关，其中 8 个开关组成 4 对差分通道。CH9444 可以用于 6Gbps 差分信号的二选一切换，支持 USB 3.2 Gen1、DP1.2 和 HDMI2.0。

SSAX 和 SSAY 构成超高速差分通道 SSA；SSBX 和 SSBY 构成超高速差分通道 SSB；SSCX 和 SSCY 构成超高速差分通道 SSC；SSDX 和 SSDY 构成超高速差分通道 SSD。差分信号 X 和 Y 可以根据 PCB 设计优化的需要设定为+/-（p/n）或反之；通道 SSA、SSB、SSC、SSD 可以根据 PCB 设计优化的需要设定为 TX/RX 或反之，或全部用于 DP 或 HDMI。

HSE 和 HSF 是高速模拟开关，带宽低于 SS 通道，用于 USB2.0、辅助信号、边带信号切换。

CH9444X 的 HSG 是中高速模拟开关，用于 USB2.0、辅助信号、边带信号、连接状态切换。HSG 开关一直处于使能状态，不受 EN# 控制。HSG 开关引脚与 VDD 引脚之间存在寄生二极管，当 HSG 引脚的信号电压超过 VDD+0.5V 电压时，可能存在信号向 VDD 的电流倒灌。



CH9444 由 EN#引脚控制实现统一使能，由 SEL 引脚选择进行统一切换。下表是其控制表。

EN#	SEL	SSAX/Y	SSBX/Y	SSCX/Y	SSDX/Y	HSE	HSF	HSG
L	L	SSA0X/Y	SSB0X/Y	SSC0X/Y	SSD0X/Y	HSE0	HSF0	HSG0
L	H	SSA1X/Y	SSB1X/Y	SSC1X/Y	SSD1X/Y	HSE1	HSF1	HSG1
H	L	全部断开	全部断开	全部断开	全部断开	全部断开	全部断开	HSG0
H	H	全部断开	全部断开	全部断开	全部断开	全部断开	全部断开	HSG1

EN#输入高电平时，4 对高带宽差分模拟开关 SSA-SSD 和 2 个普通模拟开关 HSE、HSF 关闭，并且 CH9444 进入下电状态，功耗降低。CH9444X 的 HSG 开关通道不支持 EN#关闭，也没有静态功耗。

EN#和 SEL 信号电压独立于 CH9444 的电源电压，可以直连 MCU 或 FPGA 的 I/O 引脚，支持 5V、3.3V、2.5V、1.8V 等多种电压的控制信号，无需额外的电平转换电路。当信号高电平（例如 1.8V）明显低于 CH9444 的电源电压时，CH9444 内部的电平转换可能会增加数十 μA 的静态电流。

6、参数

6.1. 绝对最大值（临界或者超过绝对最大值将可能导致芯片工作不正常甚至损坏）

名称	参数说明	最小值	最大值	单位
T_A	工作时的环境温度	-40	85	$^{\circ}\text{C}$
T_s	储存时的环境温度	-55	150	$^{\circ}\text{C}$
V_{DD}	VDD 工作电源电压（相对 GND）	-0.5	6.0	V
V_{SWSS}	超高速模拟开关引脚 SS*上的电压（相对 GND）	-0.4	3.6	V
V_{SWHS}	高速模拟开关引脚 HSE*/HSF*上的电压（相对 GND）	-0.5	$V_{DD}+1.1$	V
V_{SWHSG}	中高速模拟开关引脚 HSG*上的电压（相对 GND）	-0.5	$V_{DD}+0.5$	V
V_{CI}	EN#/SEL 引脚上的电压（相对 GND）	-0.5	6.0	V
I_{SW}	模拟开关的连续通过电流	-10	10	mA
I_{GND}	VDD/GND 引脚的连续通过电流	-50	50	mA
V_{ESD}	HBM 人体模型 ESD 耐压	2		KV

6.2. 电气参数（测试条件： $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{DD} = 3.3\text{V}$ ，模拟信号为超高速 USB 信号）

名称	参数说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD}	VDD 电源电压		2.7	3.3	5.5	V
I_{DDEN}	工作态 VDD 电源电流	EN# = GND, SEL = L/H		80	2000	μA
I_{DDPD}	下电态 VDD 电源电流	EN# = V_{DD} , SEL = L/H		25	40	μA
V_{IL}	EN#/SEL 引脚 低电平输入电压	$V_{DD} = 3.3\text{V}$	0		0.6	V
		$V_{DD} = 5\text{V}$	0		0.75	V
V_{IH}	EN#/SEL 引脚 高电平输入电压	$V_{DD} = 3.3\text{V}$	1.2		5	V
		$V_{DD} = 5\text{V}$	1.4		5	V
I_{LEAK}	EN#/SEL 引脚的输入泄漏电流		-2	0	2	μA
V_{SWSS}	SS 通道推荐的模拟信号的电压范围		0		1.2	V
V_{SWXSS}	SS 通道允许通过的模拟信号的电压范围		-0.3		3.5	V
V_{SWHS}	HSE/HSF 通道推荐的模拟信号的电压范围		0		1.8	V
V_{SWXHS}	HSE/HSF 通道允许通过的模拟信号的电压范围		-0.3		3.6	V
V_{SWHSG}	HSG 通道推荐的模拟信号的电压范围		0		V_{DD}	V
V_{SWXHSG}	HSG 通道允许通过的模拟信号的电压范围		-0.3		$V_{DD}+0.3$	V
R_{ONSS}	SS 模拟开关导通电阻	模拟信号电压		9.5	14	Ω
R_{ONHS}	HS 模拟开关导通电阻	=0V~0.5V		6	14	Ω
ΔR_{ONU}	开关导通电阻匹配性	模拟信号电压		0.5	1.5	Ω

R _{FONU}	开关导通电阻平坦性	=0V~0.5V		0.6	2.5	Ω
R _{ONHSG}	HSG 模拟开关导通电阻	模拟信号电压 =0V~V _{DD}		7	20	Ω

6.3. 时序参数（测试条件：T_A = 25℃，V_{DD} = 3.3V，R_L = 50Ω，模拟信号为超高速 USB 信号）

名称	参数说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
C _{IN}	EN#/SEL 引脚电容	F = 1MHz		2		pF
C _{OFF}	开关关闭时模拟信号引脚电容	F = 1MHz		0.4		pF
C _{ON}	开关导通时模拟信号引脚电容	F = 1MHz		0.5		pF
T _{SW}	模拟开关切换延时			0.5	2	μs
T _{ON}	模拟开关开启延时			20	100	μs
T _{OFF}	模拟开关关闭延时			0.05	0.2	μs
BW _{SS}	SS 通道模拟开关-3dB 带宽			5.3		GHz
BW _{HS}	HSE/HSF 通道模拟开关-3dB 带宽			4.0		GHz
BW _{HSG}	HSG 通道模拟开关-3dB 带宽			0.7		GHz
DILS	SS 通道差分插入损耗	F = 10MHz		-0.8		dB
DOIS	SS 通道差分关断隔离度	F = 2.5GHz		-24		dB
DRLS	SS 通道差分回损	F = 2.5GHz		-19		dB
NECS	SS 通道差分近端串扰	F = 2.5GHz		-26		dB

7、应用

CH9444 提供了 4 路高带宽差分通道 SSA-SSD，可以用于 USB3.0、DP、HDMI 视频信号切换，支持 4K 显示 30Hz 或 60Hz 未压缩的数据流；HSE/HSF 通道可以用于 USB2.0 差分信号和 SBU 等边带信号、SCL/SDA 等辅助信号的切换；中高速通道 HSG 可以用于 HPD 状态、辅助信号的切换；辅助信号较多时，还可以另加 CH443 或 CH442 切换。

CH9444 作为模拟开关本身不需要任何 AC 交流耦合电容。考虑到模拟开关支持有限的信号电压范围，如果信号电压超出超高速通道推荐的电压范围，那么开关两端可以加隔直电容和偏置电阻重置为较低的共模电压。如目标信号按其规范应该有 AC 交流耦合电容，那么建议放置于对外连接器一侧；如果对端已有串联电容，那么信号通路上的其它串联电容可以省掉。

PCB 对信号质量、传输距离、兼容性等影响较大，建议参考成熟设计。USB/DP/HDMI 信号线尽量短，避免过孔，必须重点关注高频信号的布线（阻抗匹配、差分对匹配、通道间匹配、串扰与隔离、线宽、线距、地平面、EMI 等），根据 PCB 布线便利性调整优化引脚或连接，例如+/-交换等。

7.1. DP 视频信号切换

CH9444X 采用 3.3V 供电，单芯片实现 DP MUX，CH9444 本身无需 AC 电容和上拉下拉电阻。

图 7-1-1 中，左侧 P1 和 P2 两个 DP 信号源经过选择从右侧 P3 对外连接器输出，参考 DP 规范，C18 和 C19 为 DP Source 端的 AC 交流耦合电容 C_{aux}，R28 和 R29 分别为 DP Source 的下拉和上拉电阻。如果 P1 和 P2 是两个外部输入连接器、P3 是 DP Sink 设备，那么 R28 和 R29 应该改到 AC 电容与 P1/P2 之间的外侧，R28 改成 AUX_CH_P 上拉 1000K，R29 改成 AUX_CH_N 下拉 1000K；建议删除 P3 端的 AC 电容和上拉下拉电阻，改在 P1 和 P2 端各放置上拉下拉电阻和 AC 电容。

图中未标出 HPD 源端的下拉电阻，也可以由源端芯片内置。

图 7-1-1 两个 DP 信号源二选一后对外连接器输出的应用图

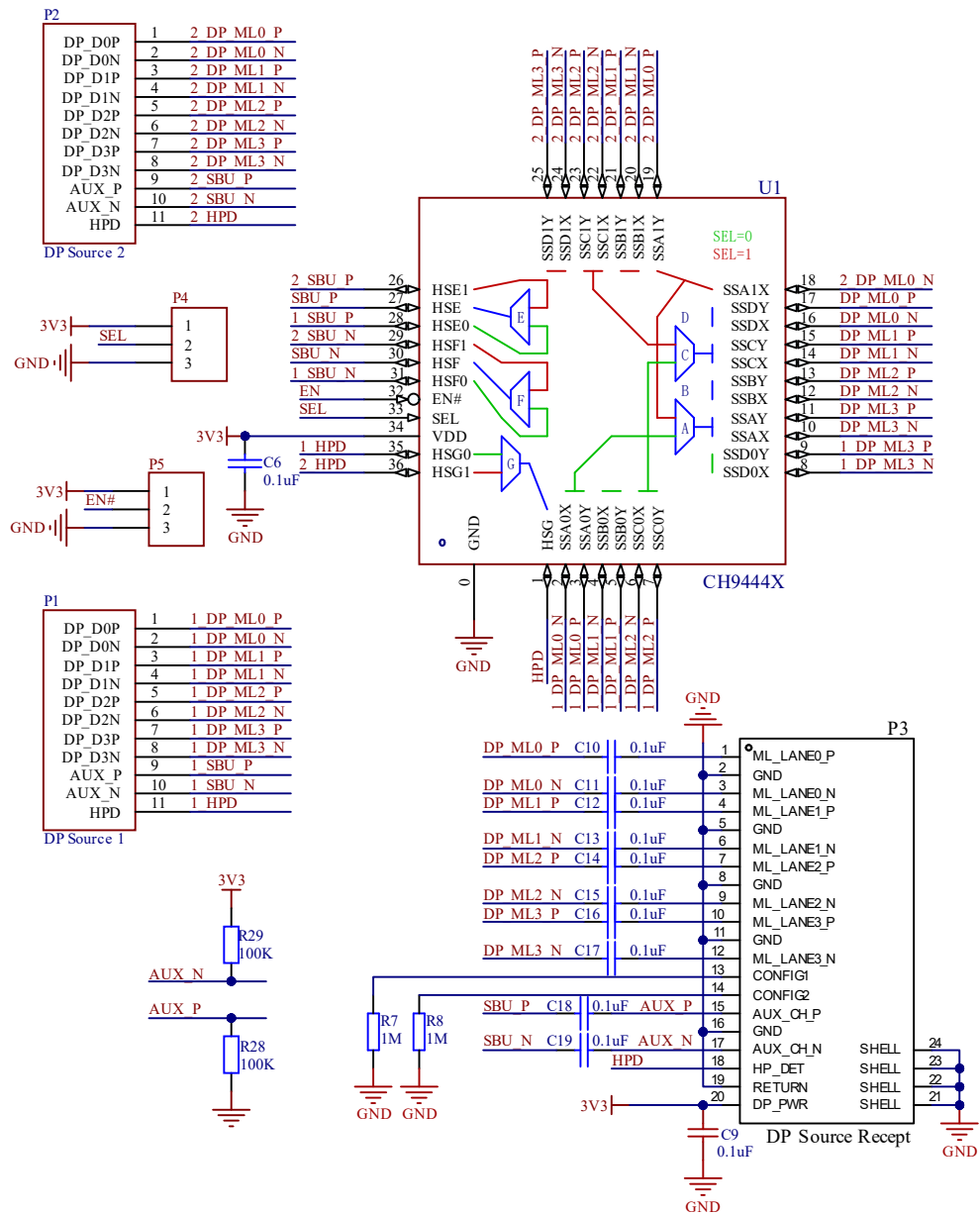
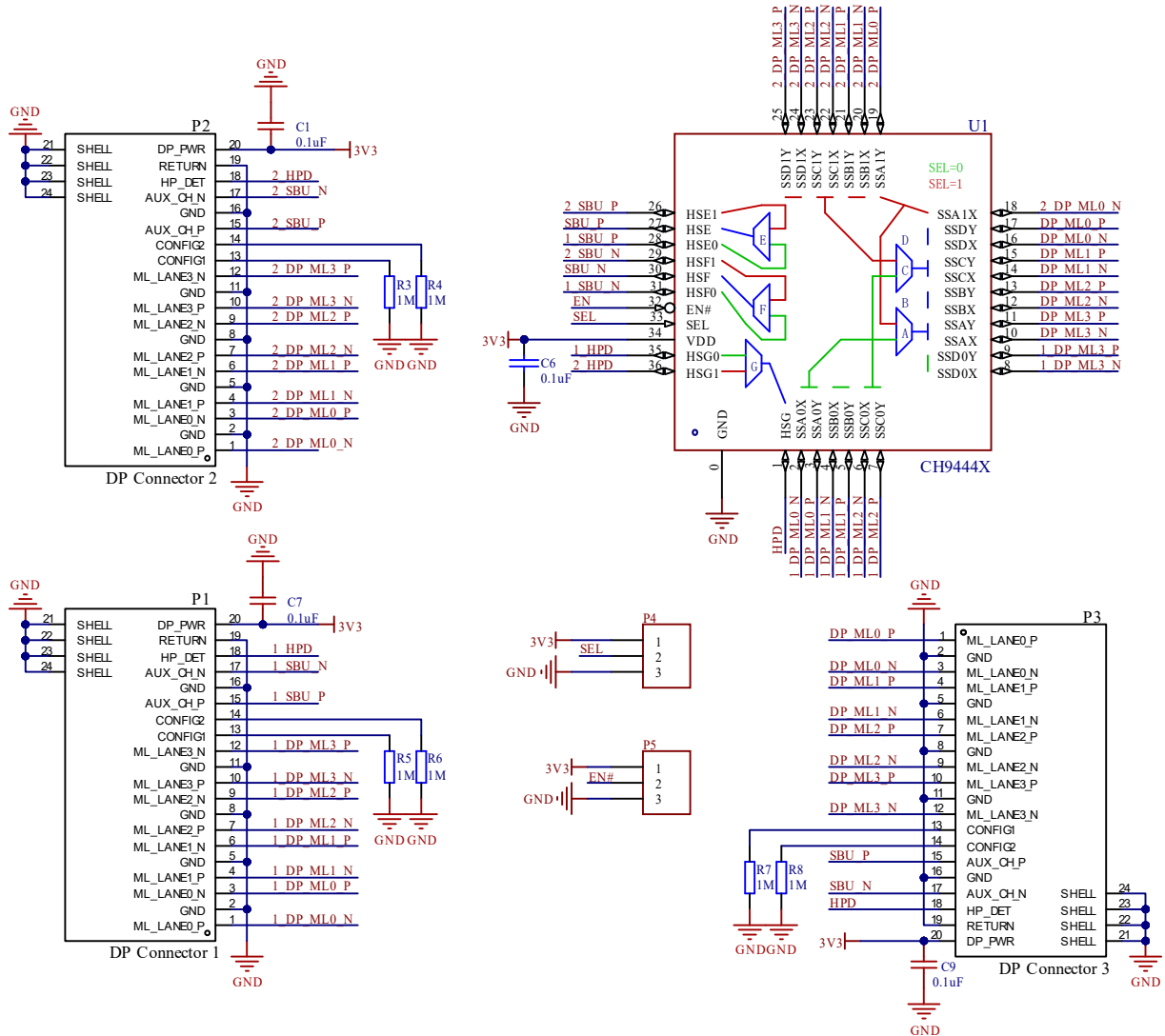


图 7-1-2 中, P1 和 P2 是两个外部输入连接器, P3 是对外连接器输出, 所有信号直通, 无需任何电容和电阻。

图 7-1-2 两个 DP 外部输入连接器二选一后对外连接器输出的应用图



7.2. HDMI 视频信号切换

与 DP 的区别在于 HDMI 信号的共模电压更高。

图 7-2-1 采用 CH9444X 单芯片，5V 供电，无需 LD0 降压，不处理 CEC 信号。左侧 P1 和 P2 两个 HDMI 信号源经过选择从右侧 P3 对外连接器输出，R28 和 R29 为源端 2K 强上拉电阻。如果 P1 和 P2 是两个外部输入连接器，那么 R28 和 R29 改为 47K 弱上拉电阻，或改由 R30-R33 代替。

R27 为 HPD 源端的下拉电阻，根据信号方向设置，也可以由源端芯片内置。

EN#和 SEL 信号支持 5V、3.3V、2.5V、1.8V 等多种电压，无需额外的电平转换电路。

图 7-2-1 HDMI 视频信号二选一应用图（供电 5V，不处理 CEC）

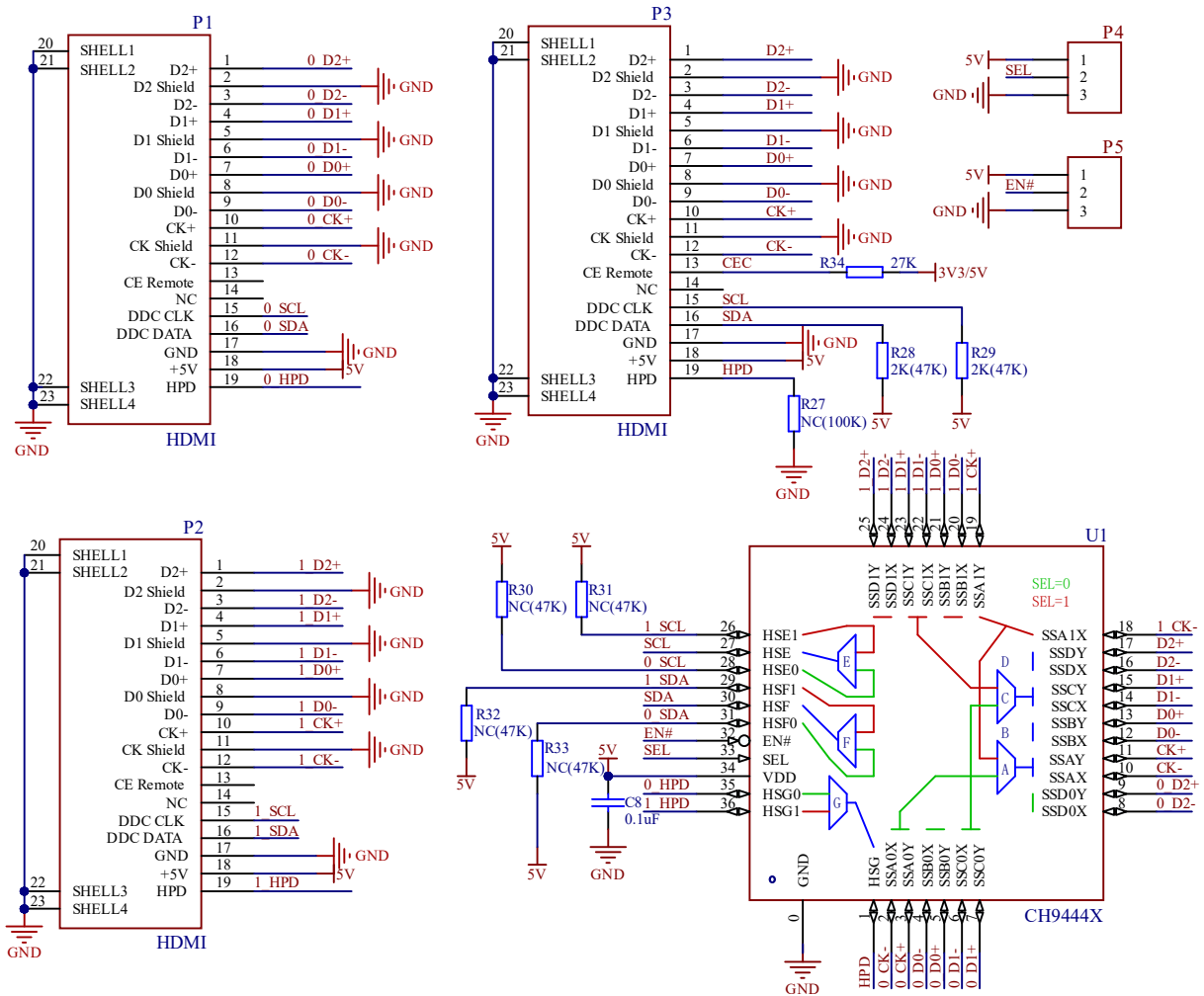


图 7-2-2 采用 CH9444F 和 CH442Q 芯片，5V 供电，无需 LD0 降压，CEC 信号同样二选一，其它特性与图 7-2-1 类似。

图 7-2-2 HDMI 视频信号二选一应用图（供电 5V，选择 CEC）

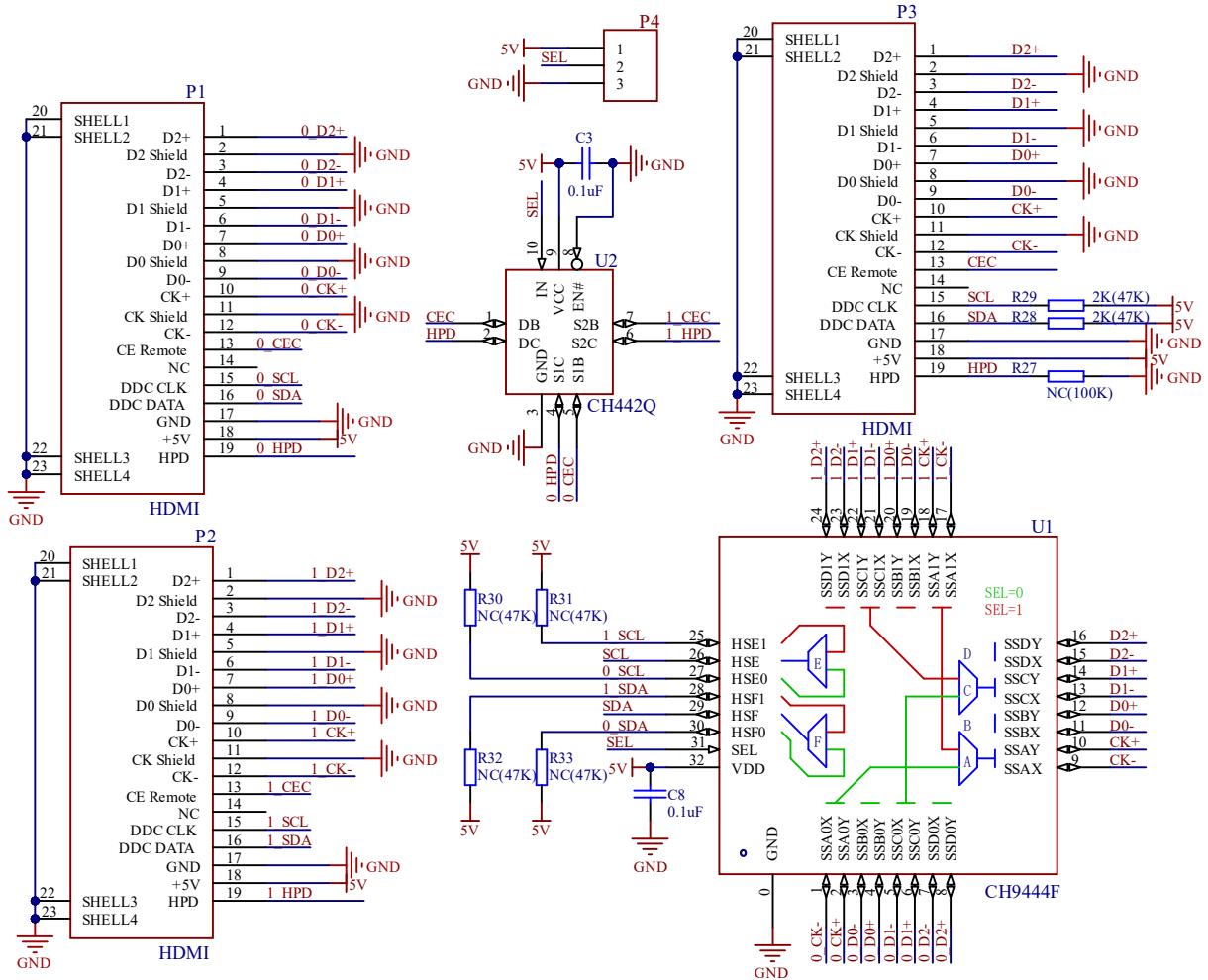
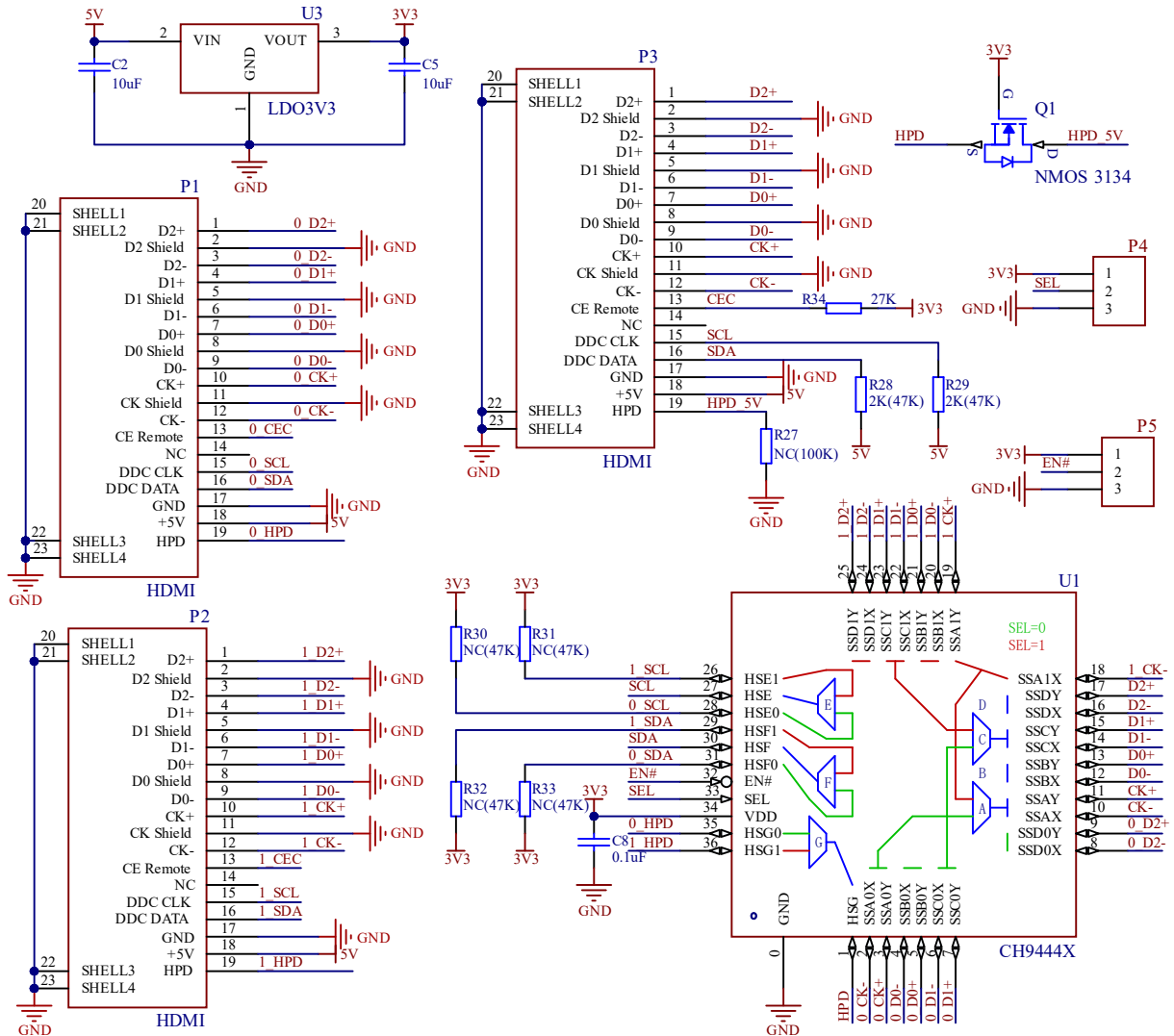


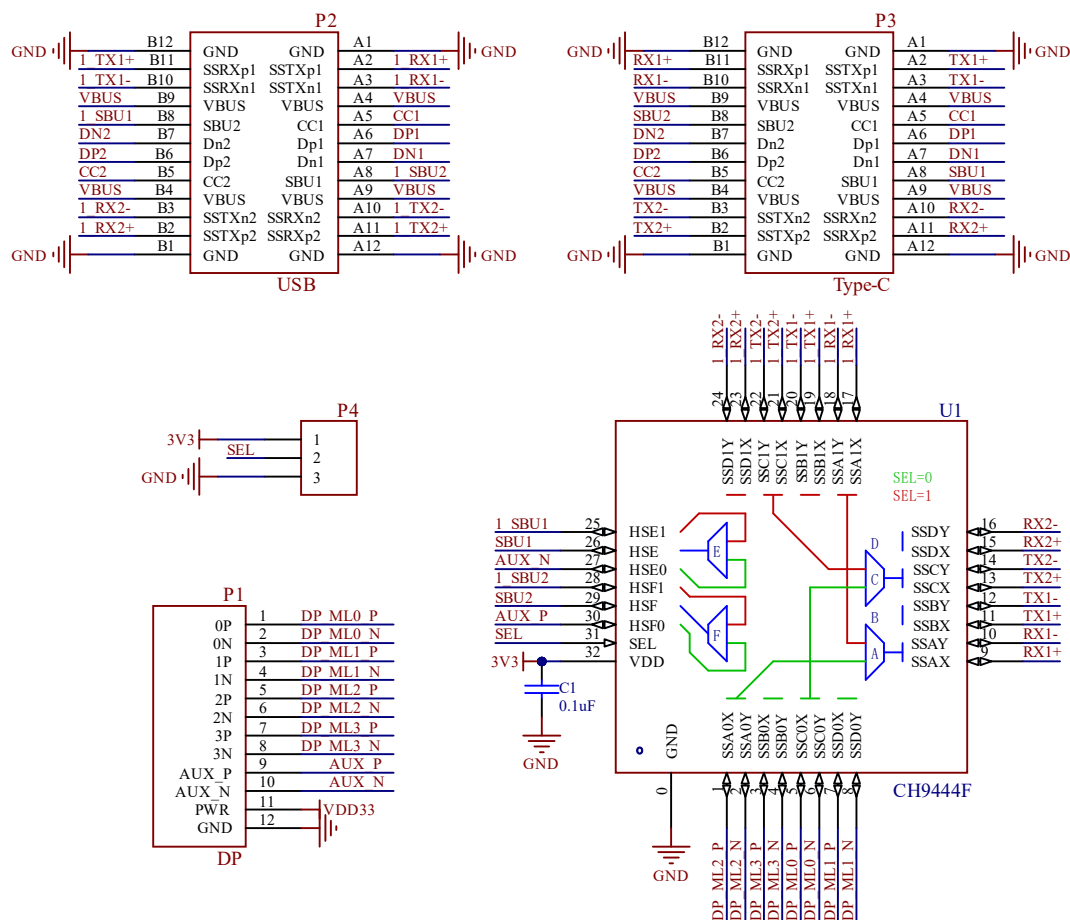
图 7-2-3 采用 CH9444X 单芯片，3.3V 供电，不处理 CEC 信号。Q1 用于 3.3V 供电条件下支持 HPD 信号的 5V 耐压，该 NMOS 也可以用低成本的 10K 串联限流电阻代替，可根据信号方向和电压设置。

图 7-2-3 HDMI 视频信号二选一应用图（供电 3.3V，不处理 CEC）



7.3. USB 和 DP 分时连接 Type-C

图 7-3 USB 和 DP 分时连接 Type-C 应用图



7.4. 中高速通道与 AUX 辅助信号

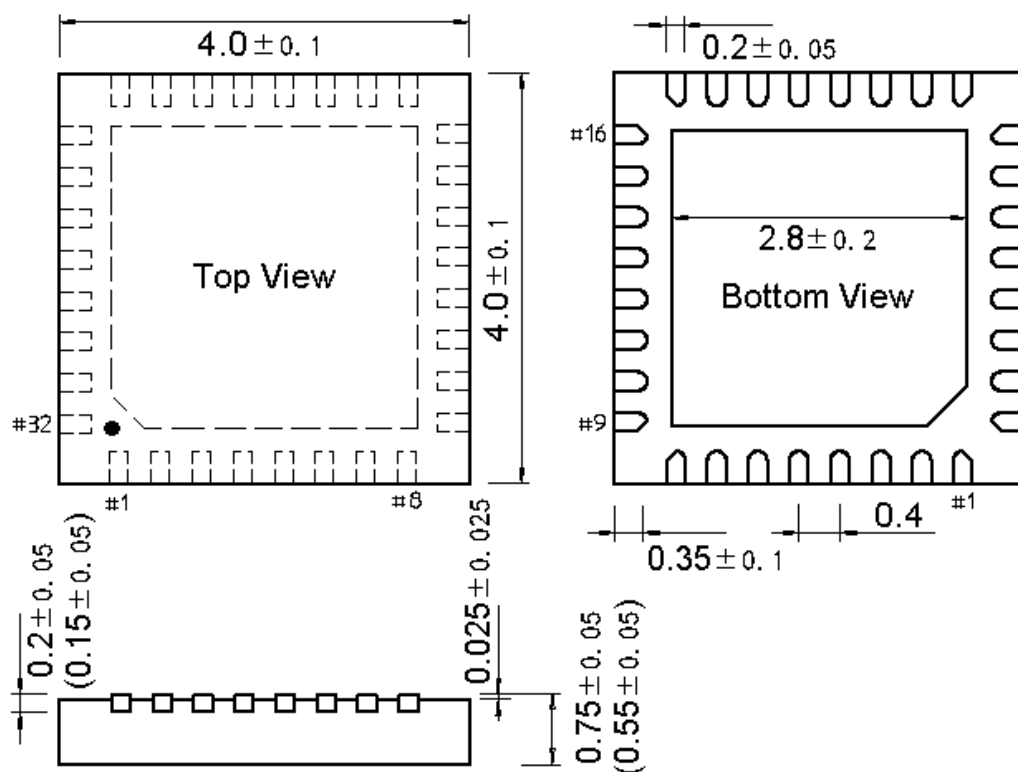
当 CH9444 供电 VDD 电压为 5V 时，中高速通道 HSG 可以传输 5.3V 以下信号；HSE/HSF 通道可以耐受 5.5V 电压，但仅可以传输 3.6V 以下信号。HSE/HSF 通道如果外加 5V 上拉电阻（参考图 7-2-1 中 R28 和 R29）可以实现 5V 信号电平，从而可以支持 SCL/SDA 开漏 5V 信号传输。

当 CH9444 供电 VDD 电压为 3.3V 时, 中高速通道 HSG 可以传输 3.6V 以下信号, 如果 HSG 信号电压过高则会被 CH9444 内部电路钳位于约 VDD+0.7V; HSE/HSF 通道可以耐受 4.4V 电压, 但仅可以传输 3.6V 以下信号。HSE/HSF 通道如果外加 5V 上拉电阻 (参考图 7-2-3 中 R28 和 R29) 用于 SCL/SDA 开漏信号传输, 则会被 CH9444 内部电路钳位于约 4.7V, 泄漏电流取决于上拉电阻。

8、封装信息

说明: 尺寸标注的单位是 mm(毫米), 引脚中心间距是标称值, 除此之外的尺寸误差不大于 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

8.1. QFN32_4x4x0.75-0.4



8.2. QFN36_4x4x0.55-0.35

